스몰캡
(IT)

박장욱 Jangwook.Park@daishin.com

투자의견

Overweight

비중확대, 신규

Rating & Target

종목명	투자의견	목표주가
티에프이	N.R	N.R
싸이닉솔루션	N.R	N.R
퓨런티어	N.R	N.R
스마트레이더시스템	N.R	N.R
에스오에스랩	N.R	N.R
오픈엣지테크놀로지	N.R	N.R
퀄리타스반도체	N.R	N.R

* CPO(Co-Packaged Optics): 칩과 광 모듈을 하나의 패키지로 통합해 **데이터 전송 속도를 극대화하고 전력 손실을 최소화하는 기술**.

* IP(Intellectual Property): 반도체의 설계 블록이자, AI의 지능을 구현하는 설계 언어. 연산 효율을 높이고, 칩 간 소통 방식을 정의함

AI의 심장에 빛을 심다 CPO, 빛으로 잇는 AI 혁명

- 구조적 투자 사이클로 자리 잡은 AI 인프라
- 연산에서 네트워킹과 센싱으로 옮겨가는 중심축
- 네트워킹의 핵심은 CPO. 국내 Top-pick '티에프이' 제시

구조적 투자 사이클로 자리 잡은 AI 인프라

AI 산업의 발전은 생성형 AI를 넘어 비서 역할을 수행하는 에이전트 AI, 나아가 로봇이 구동되는 피지컬 AI로 확장되고 있다. 엔비디아의 시가총액이 5조 달러를 돌파하는 등 AI 인프라 투자는 일시적 테마가 아닌 지속적이고 구조적인 투자 사이클로 자리잡고 있다. 본 보고서는 AI의 작동원리를 이루는 AI 소프트웨어부터 출발해 이를 구현하는데 필요한 하드웨어 인프라를 1) 고성능 연산, 2) 네트워킹, 3) 센서, 4) IP로, 단계적으로 분석하여 왜 지금의 AI 투자가 피지컬 AI로 이어지며, 국내외 산업 밸류체인에서는 어떤 수혜가 나타날지에 대해서 다루었다.

연산에서 연결로, 전략적 가치가 커지는 CPO*의 부상

AI의 성능이 높아질수록 데이터 병목을 최소화하기 위한 네트워킹 기술의 중요성 역시 부각되고 있다. 특히, CPO(Co-Packaged Optics)는 기존의 연결을 광학 통합으로 대체함으로써 전력 소비를 이전 대비 70% 절감하고, 전송 효율을 3.5배 향상시킬 수 있는 핵심기술로 꼽힌다. 102.4 Tb/s급 스위치가 상용화되는 2026년부터 본격 적용이 예상되며, 엔비디아는 루빈 다음 아키텍처인 파인만(Feynman)에서 GPU 통신에도 광 I/O 기반 CPO 기술을 도입할 것으로 전망된다.

Physical AI의 핵심, 센서와 IP*(Intellectual Property)의 확장

AI가 물리 세계와 상호작용하기 위해서는 인간의 감각기관에 해당하는 센서(Sensor) 시장의 성장이 필수적이다. 카메라, 레이더, 라이다의 장점을 융합한 퓨전 센싱으로 기술의 발전 방향이 예상되며, 이와 함께 아날로그 신호를 디지털로 변환하는 아날로그 반도체 시장 역시 수혜가 예상된다. 또한, 고성능 반도체 수요 확대로 인터커넥트 및 메모리 IP 시장이 빠르게 성장하고 있으며, 엣지 단에서의 AI 연산 효율 향상을 위한 발전 역시 이루어지고 있다.

Top Pick: 티에프이, 관심종목: 싸이닉솔루션, 오픈엣지테크놀로지 등

AI 산업은 연산 중심의 경쟁에서 네트워킹과 센싱으로 중심축이 이동하고 있다. CPO는 AI 인프라의 효율을 극대화하는 혈관 역할을, 센서는 피지컬 AI의 감각기관의 역할을 수행한다. 본 보고서는 AI 인프라 투자가 피지컬 AI로 확장되는 과정을 구조적으로 해석하고, 국내외 밸류체인을 통해 다음 AI 인프라 투자의 방향성을 제시한다.

26년부터 북미향 반도체 테스트 부품 매출이 발생하는 티에프이를 Top Pick으로, 중장기 성장 잠재력을 보유한 퓨런티어(카메라 장비), 스마트레이더시스템(레이더), 에스오에스랩(라이다), 싸이닉 솔루션(센서 디자인하우스), 오픈엣지테크놀로지(DDR PHY IP), 퀄리타스반도체(SerDes 및 칩렛IP)을 관심종목으로 제시한다.

Contents

	Summary	4
I.	AI 이해를 위한 AI SW	6
II.	HW 1. 지능의 코어. 고성능 컴퓨팅	15
III.	HW 2. AI를 잇는 연결의 조직. 네트워킹	24
Ⅳ.	HW 3. AI의 눈을 뜨게 해주는 기술. 센서	51
Ⅴ.	HW 4. 반도체를 완성하는 블록. IP	66
	기업분석	73
	티에프이	74
	싸이닉솔루션	79
	퓨런티어	84
	스마트레이더시스템	89
	에스오에스랩	94
	오픈엣지테크놀로지	99
	퀄리타스반도체	104

Summary

지속적이고 구조적인 투자 사이클로 자리잡은 AI 인프라 투자

AI와 관련한 발전이 가파르다. 생성형 AI를 넘어서 비서의 역할을 수행하는 Agent AI의 발전을 향해가는 여정이 계속되고 있다. 엔비디아의 시가총액은 이제 5조 달러를 돌파하며 기술 패러다임의 중심에 우뚝 서있다. AI 인프라에 대한 투자는 일시적 흐름이 아니라, 지속적이고 구조적인 투자 사이클로 자리 잡았다. AI에 대한 투자는 Agent AI를 넘어서 로봇이 구동되는 피지컬 AI의 시대까지 지속적으로 이뤄질 것이다.

AI의 작동원리부터 고성능 컴퓨팅, 네트워킹, 센싱, IP로 구조적인 수혜를 분석함

본 보고서는 AI 소프트웨어의 작동 원리에서 출발해, 이를 구현하기 위한 하드웨어 인프라 투자 구조를 단계적으로 다루었다. 특정 분야만을 다룬 것이 아닌, 원리부터 투자 아이디어까지 전체적인 맥락을 제시했다는 점에서 다른 보고서와의 차별점을 두었다. AI의 학습과 추론을 담당하는 고성능 컴퓨팅, 고성능 컴퓨터간의 연결성을 높여주는 네트워킹, 피지컬 AI의 구동을 위해 물리 세계를 인식하는 센서 그리고 이들을 구현하기 위한 기초 재산인 IP(Intellectual Property)를 중심으로 분석하였다.

칩 한 개의 성능을 극대화하는 스케일업

[HW1. 지능의 코어. 고성능 컴퓨팅]

AI의 성능을 결정하는 가장 근본적인 요소는 연산 능력이다. 칩 한 개의 성능을 극대화하는 고성능 컴퓨팅 분야는 스케일업이라고도 불리며, 앞으로도 꾸준한 발전이 예상된다. 개별 칩의 성능을 극대화하는 하이브리드본딩 기술부터 시스템 단위로 패키징이 확장되는 SOCAAM까지 칩의 성능 극대화를 위한 도전은 계속될 것이다.

여러대의 칩이 마치 한 개의 칩처럼 작동하게 만드는 네트워킹

[HW 2. AI를 잇는 연결의 조직. 네트워킹]

데이터센터가 연산해야 하는 규모가 커짐에 따라서 네트워킹 분야 역시 가파른 성장이 예상된다. 네트워킹은 데이터 병목을 최소화하고 여러 대의 GPU가 마치 한 대의 GPU처럼 작동하기 위한 기술을 뜻한다. 모델의 크기가 커지면서, GPU 단위를 넘어서 랙 한 대가 마치 한 대의 GPU처럼, 한 개의 데이터센터가 마치 한 대의 GPU가 작동하는 것처럼 유기적으로 발전할 것이다.

네트워킹이 중요해짐에 따라 CPO의 전략적 가치 역시 커지고 있음

연결성이 점점 더 중요해짐에 따라 CPO(Co Packaged Optics) 기술의 전략적 가치 역시 커지고 있다. CPO는 기존에 광트랜시버를 통해 칩과 모듈 간을 연결하던 방식을 대체하는 기술로, 실리콘 포토닉스(SiPh) 공정을 활용해 외부 광원(ELS, External Laser Source)과 스위치 칩을 하나의 패키지 내에 통합(Co-package)하는 형태를 취한다.

CPO는 구리선을 통한 거리를 극단적으로 줄여 발열과 전력소모를 획기적으로 감축시킴

이러한 구조적 변화는 구리선을 통해서 데이터가 전송되는 경로를 획기적으로 단축시켜 발열과 전력소모를 크게 절감할 수 있다. 엔비디아에 따르면, CPO는 기존대비 3.5배의 전력 효율과 70%의 전력 소비 감소가 달성되었다고 한다. 결과적으로, CPO는 AI 데이터센터의 전력 효율 개선과 신호 무결성 확보를 동시에 달성할 수 있는 차세대 네트워킹 핵심 기술로 평가된다.

26년부터 스위치 시장에 양산적용 예정.

28년 파인만 아키텍쳐부터 광 I/O까지 적용될 예정인 CPO

CPO는 우선 스위치시장부터 적용될 예정이다. 엔비디아, 브로드컴 모두 102.4 Tb/s급 스위치가 본격적으로 적용되는 26년부터 CPO 기술을 본격적으로 양산 목표를 세우고 있다. CPO관련한 업체들의 본격적인 실적 성장이 기대된다. 엔비디아는 CPO기술의 적용처를 현재 스위치 시장에 적용되는 것을 넘어서 서버와 서버간 연결되어 있는 구리케이블까지 모두 대체하는 광 I/O까지 시장이 확대될 전망이다. 엔비디아는 광 I/O 스타트업 Ayarlabs에 투자를 한 상황이며, 여러 정황을 고려시, 루빈 이후, 새로운 아키텍처인 파인만(Feynman)이 적용되는 2028년경에는 광I/O가 적용될 것으로 예상된다.

피지컬 AI로 나아가기 위해 감각기관에 해당하는 센싱기술의 중요성이 커짐

이처럼 AI 인프라의 발전은 연산 중심의 경쟁을 넘어, 연결과 감지(센싱)로 확장되고 있다. CPO가 데이터센터 내부의 전송 효율을 혁신한다면, 센서는 AI가 물리 세계와 상호작용하기 위한 '감각기관'으로 기능한다. 결국 AI의 진화는 디지털 영역의 한계를 넘어, 피지컬 AI 시대로 이어지고 있다.

다양한 센서들의 장점이 융합된 퓨전 센싱으로 나아가는 중

[HW3. AI의 눈을 뜨게 해주는 기술. 센서]

피지컬 AI로 발전해 나가기 위해서는 인간이 마치 시각, 촉각, 후각, 청각을 통해서 정보를 받아 들이듯이, AI에게 필요한 정보를 받아들이는 감각기관인 센서시장의 성장 역시 필연적이다. 센서시장의 발전은 카메라, 레이더, 라이다 같은 다양한 센서들의 장,단점이 융복합된 퓨전 센싱으로 발전 방향이 잡힐 것으로 예상된다.

센서시장 성장으로 아날로그 반도체 시장의 역시 수혜가 예상됨

센서시장의 성장과 함께 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 아날로그 반도체 시장 역시 수혜가 예상된다. 아날로그 반도체는 단순한 성능뿐 아니라 다년간의 축적된 노하우가 중요한 시장으로 당분간 해자가 공고하게 유지될 전망이다.

반도체의 기본이 되는 IP시장도 성장기에 돌입

[HW4. 반도체를 완성하는 블록. IP]

반도체의 기본이 되는 IP시장의 성장도 주목할 만하다. 고성능 반도체에 대한 수요가 폭발함에 따라 Rambus, Alphawave와 같은 영세했던 IP업체들도 가파르게 성장했던 사례가 있듯이, 국내 IP 업체들도 엣지시장의 개화에서 수혜를 볼 가능성이 충분히 존재한다.

CPO와 관련해 엔비디아, 루멘텀 등 다양한 업체 수혜 예상

CPO시장의 개화 시, 스위치의 시스템을 설계하는 엔비디아, 브로드컴 이들에 광원을 납품하는 루멘텀, 코히런트 그리고 데이터센터용 SOI – PIC 칩을 독과점적으로 제조하는 타워세미, EIC 제조부터 칩을 턴키로 패키지하는 TSMC, UMC의 수혜가 기대된다.

국내 CPO 관련 탑픽은 티에프이. IP업체인 퀄리타스와 오픈엣지도 관심종목

국내에서는 북미 고객사향 CPO 샘플 매출이 발생한 티에프이를 탑픽으로 제시한다. 티에프이는 메모리용 HBM, HBF향 패키지 매출 증가뿐 아니라 CPO 시장의 개화에 따른 수혜를 예상한다. 또, 각각 SerDes 및 DDR PHY IP에서 강점을 지닌 퀄리타스반도체와 오픈엣지테크놀로지를 관심 종목으로 제시한다.

센서와 관련한 관심종목: 싸이닉솔루션, 퓨런티어, 스마트레이더 시스템, 에스오에스랩

피지컬 AI 확산의 핵심은 인간의 감각을 대체하는 센서다. 국내에서는 싸이닉솔루션, 퓨런티어, 스마트레이더 시스템, 에스오에스랩 등이 주요 관련 기업으로 꼽힌다. 글로벌 시장에서는 소니, 온세미, 아날로그 디바이스 등 주요 업체들이 자율주행, 로보틱스용 센서 시장에서의 공급을 확대하고 있다. 국내 기업들은 이들의 공급망 일부를 담당하거나 차별화된 기술로 니치마켓을 공략하고 있다.

AI의 원리부터 하드웨어의 성장 축까지 전반적으로 모두 다뤘다는 점이 본 보고서의 차별점

본 보고서는 단순히 AI의 원리를 바탕으로 왜 AI 인프라 투자가 피지컬 AI까지로 투자가 확장되는지에 대한 심도있는 분석을 실시하였다. 특정 분야만을 다룬 것이 아니라, 원리부터 투자 아이디어까지의 전체 맥락을 제시했다는 점에서 기존 보고서와 차별화된다. 특히, 가장 성장성이 높지만 국내에는 잘 알려지지 않은 네트워킹 시장을 중점적으로 다루었으며, 피지컬 AI로의 확장을 염두해 둔 센서시장과 IP시장에 대해서도 함께 다루었다.

본 보고서를 통해서 AI 인프라 투자 방향의 전반적인 맥락을 이해함과 동시에 투자의 방향성을 설정하는 데 도움이 되길 바란다.

Ⅰ. AI를 이해하기 위한 AI SW

인간을 모방한 지능 AI

AI 기본원리를 바탕으로 관련 밸류체인을 다뤄보고자 함

AI의 발전이 놀랍다. AI의 발전속도만큼이나, 시장의 반응역시 뜨겁다. AI는 Chat GPT이후, 인간의 지능을 대체하는 Agent AI 그리고 궁극적으로는 물리 세계에서 구동이 되는 Physical AI까지 발전을 목표로 계속 진화하고 있다. 본 리포트는 AI가 작동하는 기본원리를 바탕으로 AI와 파생된 밸류체인들을 다뤄보고자 한다. AI를 만드는 소프트웨어를 시작으로 AI를 구동하는 핵심 인프라인 반도체 생태계를 순차적으로 정리할 예정이다.

AI 시대에 가장 중요한 경쟁력은 SW

AI와 관련한 대표 기업인 엔비디아의 경쟁력은 SW에 달려있을 정도로 SW는 AI시대에 가장 강력한 경제적 해자를 가진 분야 중 하나다. 다만, 대부분의 SW와 관련한 기술들은 초대형 AI 기업들이 내재화 하고 있음에 따라서, SW에 대한 개별적인 투자는 어려운 점이 있다. 그럼에도 AI가 실제로 개발되고 구동되는 원리를 이해함으로써 수혜강도가 높은 분야를 선별할 수 있다는 점에서 본 리포트의 서론은 AI의 개별원리를 다루는 것으로 시작해 보겠다.

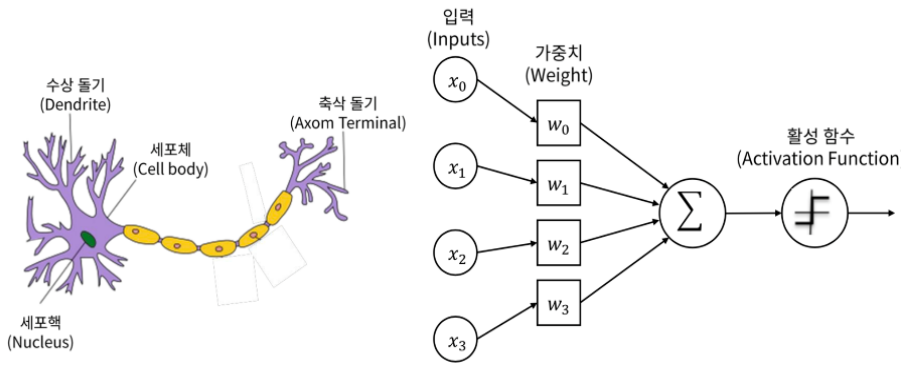
인간의 뉴런구조를 모사한 AI. 입력된 값들의 가중치를 바탕으로 편향으로 미래를 예측함

AI의 시작은 인공신경망에서 시작되었다. 인공신경망은 인간의 뉴런 구조에서 시작했다. 우리 뇌는 자극(입력)을 받아서, 시냅스 가중치를 통해 전기신호를 전달하고, 그 합이 특정 기준(임계값)을 넘으면 활성화되어 다음 뉴런으로 신호를 보낸다. AI의 뉴런도 마찬가지다. 입력값 X1, X2, X3… 에 각각의 가중치 W1,W2,W3를 곱하고 그 합에 편향(bias)을 더한 뒤 입력값이 들어왔을 때 뉴런이 얼마나 '활성화(반응)'할지를 결정하는 활성함수(Activation function)*를 통과 시켜 다음 층(layer)으로 신호를 전달한다.

가중치들을 조정하는 과정인 AI 학습

AI의 학습은 이 가중치들을 조정하는 개념이다. AI 모델은 순전파(Forward Propagation)를 통해 예측값을 계산하고, 손실 함수(Loss Function)로 실제값과 예측값의 차이를 평가한 뒤, 그 오차를 역전파(Backpropagation) 알고리즘을 통해 각 가중치에 되돌려보내면서 조금씩 수정한다. 이 과정을 반복하면서 인공신경망은 점점 더 정교한 예측을 수행하게 된다.

그림 1. **인간의 뉴런을 모사한 인공신경망**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

딥러닝을 통해서 급격히 발전한 AI

깊어진 신경망을 통해 복잡한 문제를 해결할 수 있는 딥러닝

딥러닝(Deep Learning)은 말 그대로 은닉층(hidden layer)이 깊어진 신경망을 말한다. 층이 깊을수록 모델은 더 복잡한 패턴을 학습할 수 있지만, 동시에 연산량이 폭증하고, 학습안정성이 낮아진다는 문제가 생긴다. 이를 해결하기 위해 ReLU, Batch Normalization, Dropout, Residual Connection (ResNet)과 같은 기술들이 사용된다.

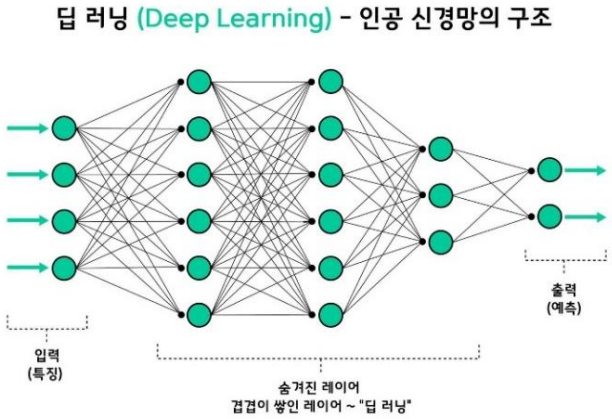
전체 문맥 속에서의 관계성을 연결하는 4세대 AI 모델을 통해 이미지, 음성까지 전방위적으로 다룰 수 있게 된 AI

AI 모델은 1세대 MLP에서 현재의 Transformer 모델로 발전하였다. Transformer 모델은 4세대로 여겨지나, 현재의 5세대 AI 모델인 LLM과 Multi-modal AI는 4세대 Transformer의 확장판 개념이다. Transformer는 주의(attention)라는 개념을 통해서 데이터간의 관계를 전역적으로 해석할 수 있게 되었다. 예를 들어, 'The cat sat on the mat'라는 문장을 보면, 'cat'과 'mat'은 서로 연결되어야 의미가 완성된다. Transformer는 각 단어가 문장 속 모든 단어를 바라보면서 연관성을 계산함에 따라서 문맥 전체를 동시에 이해할 수 있게 되었다. 이로 인해서 AI는 텍스트뿐 아니라 이미지, 음성까지 전방위적으로 다룰 수 있게 되었다.

현재 사용되는 5세대 모델은 4세대에서 스케일이 확장된 개념

5세대 AI는 4세대 Transformer 모델에서 세 가지 측면에서 진화가 이루어졌다. 첫째, 범위(Modal)를 텍스트에서 이미지, 음성, 행동으로 확장하였다. 둘째, 파라미터 수, 학습 데이터, 컴퓨팅 자원의 대폭 확장이 이루어지는 스케일(Scale) 확장이다. 셋째, 단순 '대화형'에서 도구를 직접 사용하고 외부 환경과 상호작용하는 행동형으로 진화하였다.

그림 2. **딥러닝과 인공 신경망의 구조**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

표1. **AI 세대별 대표 모델**

단계	모델	핵심 구조	장점	한계	대표 모델
1세대	MLP (다층 퍼셉트론)	완전연결층 (Fully Connected)	기본 신경망 구조	복잡한 패턴 인식 한계	Perceptron, LeNet
2세대	CNN	합성곱(Convolution) + 풀링(Pooling)	시각 정보 처리에 탁월	전역 문맥 인식 부족	AlexNet, ResNet
3세대	RNN / LSTM / GRU	순환 구조 (Recurrent)	시계열 · 언어 처리 가능	병렬처리 불가, 장기 의존성 약	Seq2Seq, LSTM
4세대	Transformer	Self-Attention + Position Encoding	병렬처리 + 문맥 전체 이해	연산량 많고 학습비용 높음	BERT, GPT, ViT
5세대	LLM / Multi-modal AI	대규모 Transformer 확장	언어 · 이미지 · 음성 통합	데이터 · 전력 요구 폭증	GPT-4, Gemini, Claude 3

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

AI 의 활성화 폭증하는 연산량. 이를 개선하기 위한 SW 의 발전

폭발한 연산량. 이를 줄이기 위한 히든 레이어의 개선. 일종의 경량화

5세대 모델로 발전하면서, 이전에는 상상할 수 없었던 것들을 구현할 수 있게 되었다. 하지만, 동시에 AI 구동에 필요한 연산량 역시 폭증하고 있다. 이에 따라 AI SW는 원하는 결과값을 도출하는 과정에서 들어가는 연산량을 줄이는 방향으로 모델의 개선이 이루어지고 있다. AI SW의 발전은 신경망 알고리즘에서 히든 레이어 부문에서의 개선과 연관이 깊다. 대표적인 것이 딥시크와 같은 경량화 모델의 발전이다. 그 방법들은 아래와 같다.

AI SW의 개선 방법 7가지 1. 강화학습. 올바른 값을 지정해서 학습하는 방식

첫 번째 방식은 강화학습(Reinforcement Learning)이다. 앞서, 딥러닝은 데이터와 결과값을 주면, 그 중간의 해 값을 찾아나가는 방향이다. 이 때, 도출된 해 값에 대해서 일정의 조정을 주는 것을 강화학습이라고 한다. 이전에는 사람이 직접 에이전트 역할을 했다면, 현재는 현재는 명시적 암묵절 룰을 제시하여서 기계가 스스로 학습 하는 단계에 이르렀다.

2. 증류. 이전에 학습한 대형학습의 모델을 참고하는 경량 모델 사용

두 번째 방식은 증류(Distilation)다. 증류는 대형 모델을 통해서 학습한 W값을 그보다 더 적은 경량화한 모델에 중요한 부문을 위주로 전해주면, 이 경량화된 모델을 기반으로 구동되는 것을 말한다. 특히, 피지컬 AI에서 중요한데, 피지컬 AI는 각 엣지단에서 구동이 가능해야 하기 때문이다.

3. AI 구동의 세밀한 단계를 세밀하게 지정해주는 방식

세 번째 방식은 COT(Change Of Thought)다. AI가 추론하는 과정에 있어서 중간, 중간 단계를 세밀하게 지정해주는 것을 의미한다. 예를 들어, 강아지라는 것을 인식하는 것을 학습한다고 할 때, 강아지라는 결과값에 이미지를 다량 넣는 것이 아니라 강아지는 귀가 2 개이고, 털은 어떤 형태로 있으며, 등등의 중간 단계들의 멸령 프롬프트를 입력해주는 방식을 말한다.

4. MoE. 매개변수 별로 전문화된 영역을 사용함

네 번째 방식은 MoE(Mixture of Expert) 방식이다. AI의 구동시에, 매개 변수를 통째로 학습하는 것이 아니라 개별 전문 매개 변수 만을 활성화시키는 방식을 말한다. 예를 들어서, 멀티 모달을 학습시에 이것이 시각과 관련한 부문이라고 판단이 되면, 모든 매개 변수들을 활성화 시키는 것이 아니라 시각과 관련된 부문만을 활성화 시키는 방식을 뜻한다.

5. 양자화. 결과값 도출에서 정밀도를 줄임

다섯 번째는 정밀도 축소(양자화) 기법이다. 양자화는 연산에 사용되는 비트수를 줄여 계산과 메모리의 비용을 줄이는 방식이다. 가중치에 사용하는 수를 32비트 부동소수점 대신 8비트 정수로 가중치와 활성화 값을 표현하여 모델 크기를 줄이는 방식이 있다. 모바일. 임베디드 기기에서 주로 많이 사용되고 있다

6. 희소성 효율화. 불필요한 연결망을 제거

여섯 번째 희소성 효율화 방식이다. 신경망의 가중치가 0에 가깝다면, 이를 가지치기 하여 없애는 방식이다. 불필요한 연결을 제거해 희소성을 줄이는 연산의 자원을 효율적으로 쓰는 방식이다.

7. ASIC 개발. 특정 연산에 특화된 하드웨어 개발

마지막으로 AI모델과 최적화된 하드웨어를 제작해서 사용하는 방식이다. 범용 GPU가 아닌, ASIC 기반의 맞춤형 하드웨어를 사용하는 방식을 사용하면, 더 적은 전력 소모량으로 더 효율적인 연산이 가능하다.

AI SW 의 밸류체인

Chat GPT를 통해서 대중화된 AI

AI가 실제 산업과 소비자의 일상속으로 본격적으로 확산된 시점은 OpenAI의 ChatGPT가 상용 서비스 형태로 공개된 2022년 11월 부터다. 이전까지 AI는 연구실,클라우드 내부에서만 작동하는 기술이었지만, ChatGPT는 이를 '대중이 직접 사용하는 형태'로 전환시킨 첫 사례였다.

AI 구동에 필요한 기본 인프라. 통신, 전력, 데이터센터 등

GPT라는 서비스가 등장하기 위해서 다층적 기술적 인프라가 필요하다. 첫 째, 통신, 전력, 데이터센터와 같은 인프라 계층이다. AI 서비스는 초거대 연산을 실시간으로 수행해야 하므로 이에 필요한 대규모 컴퓨팅 인프라가 필요하다. 통신 네트웍, 전력 공급, 데이터센터 인프라 이 계층을 제공하는 기업들이 바로 IAAS(Infrastructure as a Servcie)업체로 AWS, Azue, GCP 등이 대표적이다.

AI 인프라 위에서 AI모델을 만드는 AI 프레임워크

그 위에서 작동하는 것이 AI 프레임워크(AI Framework)다. 이는 AI 모델이 학습하고 동작하는 소프트웨어 엔진으로 프로그래밍 언어처럼 보이지만 실제로는 AI의 런타임 환경이다. TensorFlow (Google), PyTorch (Meta), JAX (Google DeepMind), Nvidia Nemo & Megatron – LM 등이 있다. 이 프레임워크들이 제공하는 기능은 모델을 구성하고, 가중치를 업데이트하며, GPU 자원과 통신하는 모든 과정의 기반이 된다. 일종의 AI가 학습하고 추론할 수 있도록 만드는 두뇌의 운영체제(OS) 역할을 한다.

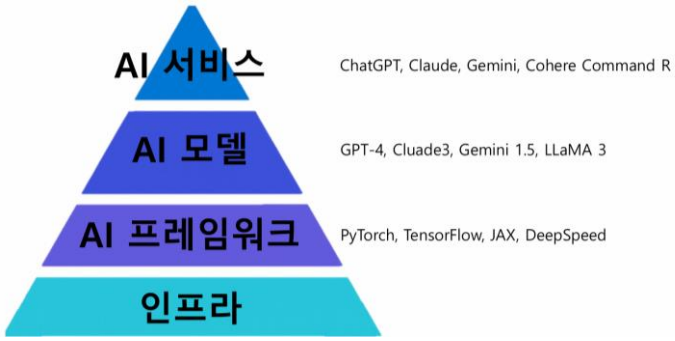
AI 프레임워크로 개발되는 AI 모델

프레임워크를 기반으로 다양한 LLM(Large Language Model)이 개발되었다. Open AI (GPT) , Anthropic(Claude), Google DeepMind(Gemini), Meta(LLaMA) 등이 모두 Transformer 구조를 기반으로 하며, 수천억 개 이상의 파라미터를 학습해 문맥 이해, 추론, 요약, 코드 작성 등 범용적인 능력을 갖추었다.

AI 모델을 바탕으로 다양한 서비스들이 만들어짐

마지막으로 이렇게 만들어진 모델들이 사용자 인터페이스(UI)와 API 형태로 서비스화되면서 우리에게 익숙한 ChatGPT, Gemini, Claude, Copilot 등의 서비스 들이 탄생했다. AI 서비스는 모델을 특정 목적에 맞게 파인튜닝(Fine Tuning)하고 사용자 데이터로 지속적으로 개선하는 서비스형 AI 형태로 운영된다.

그림 3. **Chat GPT 등 가상현실 AI 의 밸류체인**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

엔비디아의 WFM(World Foundation Model) 코스모스

피지컬 AI의 이슈.

1. 더 많은 데이터
2. 안전의 문제

AI는 기존 가상세계를 넘어 피지컬 월드까지 모델을 확장하고 있다. 피지컬 AI는 가상 세계에서의 AI와 다른 점이 크게 두 가지가 있다. 첫 째, 더 많은 양의 멀티모달 데이터를 학습해야한다는 점이다. 둘 째, 안전의 이슈가 부각된다는 점이다. 가상 세계에서의 오류는 오류에 그치지만, 피지컬AI에서의 오류는 사고로 이어질 수 있기 때문이다. 엔비디아는 이 두 문제를 해소하는 방향으로 발전하고 있다.

AI와 비슷한 형태로 만들어지는 피지컬 AI 기초 모델 WFM

멀티 모달 데이터를 학습하고 이를 기반으로 예측 및 행동하는 모델을 WFM(World Foundation Model)이라고 한다. 물리세계 현실을 통째로 이해하는 모델이라고 보면 된다. 가상세계에서의 LLM과 대칭되는 개념인데, WFM가 훨씬 더 포괄적이고 광범위하다. 2025 CES에서 Nvdia는 자사의 WFM인 COSMOS를 발표하였다. WFM 역시 LLM처럼 PyTorch, Tensor Flow같은 AI프레임 워크뿐 아니라 Nvidia의 AI 프레임 워크인 NeMo Framework 등을 활용해서 제작된다.

Omniverse에서 데이터를 관측 및 AI 연산 수행. COSMOS를 통해 강화학습함

Nvidia는 피지컬 AI와 관련한 스마트팩토리 자동화 Omniverse와 이 Omniverse를 기반으로 로봇에 구동되는 ISAAAC, 자율주행차에 구동되는 DRIVE라는 플랫폼을 보유하고 있다. AI 서비스를 통해서 관측된 데이터들은 자체 학습 및 구동을 하되, 코스모스로 데이터가 보내져 강화된 학습을 진행하게 된다.

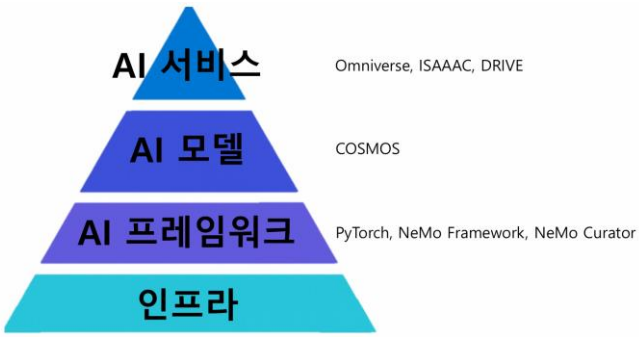
엔비디아의 WFM인 코스모스는 모든 물리 데이터들을 학습 및 데이터 개선에 사용함

Nvidia의 코스모스는 보내진 데이터들을 받아서 가상의 시뮬레이션 공간에서 학습을 한다. 물리세계에서 이루어질 수도 있는 다양한 경우의 수를 학습하며, 이 때, 합성 데이터(Synthetic Data)라는 가상의 시뮬레이션만을 위한 데이터도 같이 활용된다 예컨대, 자율주행 차량이 운행되는 데이터를 학습할 때, 현실에서 이루어지지 않았더라도 만약 좌측에서 사람이 갑자기 튀어나왔다면, 어떻게 할것인가? 등의 다양한 상황을 스스로 만들고 학습하는 과정을 거치게 된다.

WFM 중 유일하게 예측, 합성 데이터 생성, 추론(Reasoning)을 수행하는 COSMOS

COSMOS를 발표하면서 Nvidia의 젠슨황 CEO는 '피지컬 AI의 Chat GPT적 모먼트'라고 표현하였다. 이는 COSMOS는 기존의 WFM과 달리, 멀티모달 입력 데이터를 기반으로 예측하고(Predict), 현실데이터에 기반한 합성 데이터를 생성하고(Transfer), 공간적, 시간적 인식을 바탕으로 COT(Change Of Thought) 추론을 수행하는 (Reason) 유일한 언어모델이기 때문이다.

그림 4. 엔비디아의 피지컬 AI 관련 플랫폼



자료: 엔비디아, 대신증권 Research Center

피지컬 AI 에서의 대항마인 테슬라의 전략

엔비디아의 전략 = AI 인프라 제공

피지컬 AI와 관련한 Nvidia의 전략은 모든 종류의 인프라를 제공하는 방식이다. 앞서 언급했던 Omniverse와 ISAAAC, Drive 같은 서비스들은 COSMOS를 통해서 강화학습을 한 추론 및 연산을 수행하기 때문에 대규모 학습을 개별 기업단에서 수행할 필요가 없어지게 된다.

테슬라의 전략은 직접 제품 제조 및 납품

피지컬 AI의 또 다른 선두주자인 테슬라는 Nvidia와 다른 전략을 채택하고 있다. 직접, 자동차 및 휴머노이드 로봇을 제조하되, 자사 제품에 가장 알맞은 소프트웨어를 내재화해서 탑재하는 방향으로 진행되고 있다.

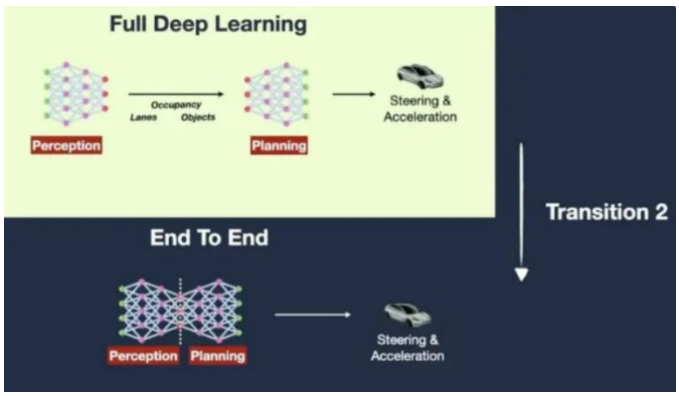
테슬라는 모델 3등 자사에서 판매하는 자동차의 카메라 데이터를 기반으로 자체학습 플랫폼을 통해서 FSD를 구동하고 있다. 기본적인 구조는 엔비디아와 동일하다. 자동차 및 휴머노이드로부터 수집한 데이터를 바탕으로 엣지단에서 구동된다. 또, 필요한 학습의 경우 테슬라는 자체 학습 플랫폼인 DOJO에서 모델에 대한 학습이 이루어진다. 엔비디아의 CSMOS와 비슷한 역할을 수행한다.

테슬라 – 엔드투엔드

Waymo 등 – 모듈제어 방식

테슬라는 학습된 데이터를 활용해서 실제 FSD에서 'End – to – End' 방식의 의사결정 솔루션을 내리는데, 이는 관측에서 제어까지 따로 사람이 알고리즘이나 어떤 규칙을 입력하는 것이 아닌, 통째로 딥러닝에 의해서 하는 방식을 말한다. 자율주행과 관련한 테슬라의 경쟁사라고 볼 수 있는 Waymo나 Mobile eye의 경우, 특정 부문에서 하는 딥러닝을 통해서 의사결정을 내리되 마지막 제어 부문에서는 사람이 규칙을 심어놓는(Rule-baed)의 모듈방식을 채택하고 있다.

그림 5. **테슬라의 End to End 솔루션**



자료: 테슬라, 대신증권 Research Center

AI SW 관련 기업

AI SW는 내재화된 경우가 많음

AI HW의 경우, 반도체 및 센서 분야별로 상세하게 밸류체인이 형성되어 있는 것과 달리 SW의 경우는 대형 업체들 위주로 형성되어 있다. SW도 밸류체인은 있으나, 빅테크에서 오픈소스로 공개하거나, 중요한 SW는 테슬라처럼 내재화된 경우가 대부분이다. 예컨대, AI프레임워크 SW인 PyTorch와 TensorFLow의 경우, 각각 메타와 알파벳에서 오픈소스로 공개한 SW 언어이다.

AI SW의 인프라 기업은 IAAS 기업인 빅테크와 엔비디아

AI SW 기업을 분야별로 나눠보자면, AI의 인프라가 되는 IAAS(Infra As A Service)를 제공하는 Amazon, Alpahbet, Microsoft을 들 수 있다. 또, GPU라는 하드웨어를 판매하지만, COSMOS, Omiverse 등 피지컬 AI 구동의 구동의 기반이 되는 소프트웨어를 판매하고 있는 Nvida도 플랫폼 기업으로 분류할 수 있다.

AI SW기업은 자체 역량을 기반으로 소비자에게 판매하는 경우가 많음

이외, 자체적으로 소비자 단에서 자율주행 서비스를 제공하고 있는 Tesla, ALpahbet (Waymo) 같은 회사들도 SW를 내재화하고 있다는 점에서 SW 밸류체인에 꼽을 수 있다. ABB, Fanuc 같은 산업용 로봇을 제조하는 업체도 마찬가지다.

자율주행, 휴머노이드는 향후, 테슬라 VS 엔비디아 연합의 형태로 진행될 것으로 예상

AI SW 기업들은 직접 소비자들에게 서비스를 제공하고 있는 업체들이 내재화된 역량을 보유한 형태로 앞으로도 발전할 가능성이 높다. 다만, 그 기반이 되는 인프라를 분석해보자면, 자체 SW 기능을 통해서 자율주행차 – 휴머노이드까지 수직구조를 형성하는 테슬라와 엔비디아의 COSMOS 및 Omniverse 플랫폼 위에서 서비스가 구동되는 엔비디아 연합간의 경쟁 형태로 이어질 가능성이 높다.

표2. AI SW 관련 분야 기업

관련분야	관련기업
IAAS	Amazon, Alphabet, Microsoft
학습 플랫폼	Nvidia
자율주행	Tesla, Alphabet, Mobile Eye, Apptiv
시뮬레이션 엔진	Unity
산업 자동화 공정	ABB, Fanuc

자료: 대신증권 Research Center

AI 학습과 추론

크게 학습과 추론으로 나뉘는 AI의 기능

AI가 작동하는 모든 과정은 크게 '학습'과 '추론' 두 단계로 나뉜다. 학습은 모델이 데이터를 통해 세상의 규칙을 배우는 과정이고, 추론은 그렇게 배운 규칙을 사용해서 새로운 상황에서 답을 내놓는 과정이다. 학습이 '지능의 생성'이라고 한다면, 추론은 '지능의 사용'에 해당한다.

거대한 연산이 필요한 학습과 속도와 효율성이 중요한 추론

학습 단계에서는 수천 대 GPU가 연결된 데이터센터에서 대규모 텍스트, 이미지 데이터를 통해 언어의 규칙을 배우고, 추론 단계에서는 '오늘 날씨 어때?'라고 입력하면, 이미 학습된 언어 패턴을 이용해 빠르게 문장을 생성한다. 학습에는 막대한 계산 자원(HPC)이 필요하고, 추론에는 속도와 효율성이 중요하다.

멀티모달로 더 많은 학습량이 필요해지는 Agent AI와 Physical AI.

현재 대규모 학습이 이루어지고 있는 중심 분야는 Chat 기반의 LLM 영역이다. 기존 하이퍼 스케일러들은 Agent AI와 Physical AI의 부상을 염두에 두고 보다 다양한 환경과 멀티모달 데이터를 학습하기 위한 대규모 투자를 지속하고 있다. 또, Chat 기반에서는 네오클라우드 환경에서 고객 데이터에 맞춘 파인튜닝 수요가 증가하며 학습 시장 성장을 견인하고 있다.

학습과 추론 모두 각 분야에서 보완하며 성장 중

이와 동시에 추론 영역 역시 빠르게 세분화되고 있다. 대규모 클라우드에서의 추론뿐 아니라, 모바일, 엣지, 로봇, 차량 등 다양한 엣지 디바이스에서 온디바이스 형태로 모델을 경량화해서 실행하려는 수요가 급증하고 있다. 결국, AI 산업은 학습과 추론이 서로를 보완하며 고성능화와 경량화라는 두 개의 축으로 동시에 확장되고 있다.

학습용은 고성능을 추론용은 효율성을 중심으로 발전 중

이처럼 학습과 추론의 구조가 다르기 때문에, AI를 구동하는 하드웨어 또한 목적에 따라 완전히 다른 방향으로 발전하고 있다. 학습용(HPC,클라우드)는 대규모 연산과 메모리 대역폭 중심으로 GPU, TPU, NVLink 구조 중심으로 발전하고 있다. 반면, 추론용(엣지, 온디바이스)는 효율성과 전력 최소화 중심으로 NPU, ASIC, 경량화 모델 중심으로 발전하고 있다. 결국, AI 하드웨어의 진화는 학습이 만든 지능을 얼마나 빠르고 효율적으로 실행시킬 것인가라는 효율화 경쟁으로 이어지고 있다.

표3. AI 학습과 추론의 차이점

구분	학습 (Training)	추론 (Inference)
목적	정답(Label)을 바탕으로 가중치(W)를 조정해 모델을 훈련	학습된 가중치로 새로운 입력의 결과를 예측
연산 과정	순전파(Forward) + 손실 계산(Loss) + 역전파(Backpropagation)	순전파(Forward)만 수행
연산량/자원	연산량 매우 큼 — 수천 개 GPU 병렬 필요	상대적으로 가벼움 — 엣지단·모바일에서도 가능
출력	모델 업데이트 (지능 생성 단계)	예측값 출력 (지능 활용 단계)
핵심 이슈	학습 속도, 에너지 효율, 데이터 품질	응답속도, 지연시간(latency), 비용 절감

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

AI 인프라 조달 채널 3 계층

AI가 발전하면서 AI 인프라에 대한 수요도 퍼블릭, 네오, 프라이빗으로 세분화됨

AI 학습 및 추론 수요가 폭발적으로 증가하면서, 기업들의 클라우드 선택 전략이 단일 퍼블릭 클라우드 중심 구조에서 벗어나 프라이빗,네오,하이퍼스케일러로 분화되고 있다. 특히 대규모 모델 학습과 같은 고연산 워크로드는 GPU 조달, 큐타임, 비용 문제로 인해 전용 인프라 확보형 수요(프라이빗/네오)가 빠르게 증가하는 추세다. 반면, 대규모 서비스 운영 및 글로벌 트래픽 대응은 여전히 하이퍼스케일러가 강점을 유지하고 있다. 즉, 학습은 특화 인프라에서 추론은 분산 퍼블릭에서라는 이원화 구조가 확립되고 있다.

Azure를 이용하는 것을 넘어 자체 데이터 센터를 구축하게 된 Open AI

Open AI는 초기부터 Microsoft Azure 기반에서 GPT 시리즈를 학습,배포해왔다. Azure는 글로벌 리전, 안정적인 GPU 클러스터, 보안 규제 준수 등 장점을 제공했으나, 모델 규모가 GPT-4 수준으로 커지면서 단순 '임대형' 인프라로는 한계가 명확해졌다. 이에 따라 OpenAI는 2024년부터 자체 Supercluster 구축 프로젝트를 본격화했다. 이는 수십만 개의 H100,B100 GPU를 NVLink/NVSwitch로 연결한 초대형 전용 클러스터로, 비용 절감, 모델 학습 큐타임 단축, 보안,데이터 주권 강화, 파인튜닝 서비스 속도 개선을 목표로 한다.

Microsoft는 여전히 OpenAI의 주요 파트너로서 Azure 내에서 Open AI API를 제공하지만, Open AI는 학습,추론 파이프라인 중 핵심 부분을 점진적으로 자체화하며 'AI 서비스 기업에서 인프라 통제형 AI 기업'으로 진화하고 있다.

연산 인프라의 중요성이 커 이를 컨트롤하는 것 역시 AI 업체들의 경쟁력으로 부상 중

AI 산업의 경쟁력은 모델 품질만이 아니라 연산 인프라를 얼마나 효율적으로 통제하느냐로 이동 중이다. 모델 기업인 Open AI, Anthropic 등은 GPU,네트워킹,스토리지 아키텍처를 직접 설계하며 클라우드 기업인 Azure, AWS, GCP은 반대로 자사 인프라를 활용한 AI 모델 서비스화를 추진하고 있다. 이 과정에서 GPU,Switch,HBM 등 AI 하드웨어 밸류체인은 클라우드 사업자와 모델 기업 모두의 핵심 전략 자산으로 부상하고 있다.

AI에서 HW는 AI 서비스의 통제력을 가지는 중요한 자산으로 부각

OpenAI의 사례는 AI 서비스 기업이 하드웨어 통제력을 확보하기 위한 GPU,메모리,네트워킹 구조를 직접 설계하기 시작했음을 보여준다. 다음 장에서는 이러한 인프라 경쟁의 핵심이 되는 AI 하드웨어 밸류체인의 구조를 살펴보겠다.

표4. AI 인프라 조달계층

구분	정의/포지션	인프라/위치	장점	한계	대표 벤더
프라이빗 클라우드	기업 · 기관 전용 구축·운영형	온프레미스 · 보안망 내부	보안 · 데이터 주권· 커스터마이징	초기비용↑ · 유연성↓ · 인력 필요	Dell·HP·Lenovo + NVIDIA, 네이버 소버린
네오클라우드	GPU 특화 중소 CSP, 빠른 조달·튜닝	자체 DC·코로케이션 (북미EU)	최신 GPU·큐 단축· 스택 최적화	리전 · 생태계 제한, 장기비용↑	CoreWeave, Lambda, Crusoe, Voltage Park
하이퍼스케일러	글로벌 대형 퍼블릭 클라우드	글로벌 리전에지 수백 PoP	생태계 · 서비스 폭 안정성·확장성	GPU 대기열· 비용복잡락인	AWS, Azure·OpenAI

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

II. HW1. 지능의 코어 - 고성능 컴퓨팅

AI가 바꾼 컴퓨터 아키텍쳐

GPU 중심으로 바뀐 컴퓨터 아키텍쳐

AI가 발전하면서 컴퓨터의 아키텍쳐 역시 변화하였다. 초기의 인공지능은 범용 CPU 위에서 단순히 수치 계산만 수행했지만, 딥러닝이 본격화되면서 대규모 행렬 연산과 병렬처리를 지원할 수 있는 GPU 중심의 고성능 컴퓨팅(High Performcance Computing)구조로 진화하였다. AI 모델이 커지고, 학습에 필요한 데이터의 양과 연산량이 폭증하면서 컴퓨터의 구조 자체가 '명령어를 빠르게 처리하는' 방식에서 '수많은 연산을 동시에 수행하는'방식으로 전환된 것이다.

기존의 컴퓨팅 = 규칙기반

기존의 컴퓨팅 방식은 규칙 기반(rule-based) 프로그래밍이었다. 인간이 직접 조건과 알고리즘을 입력하면, 컴퓨터는 그 명령어에 따라 결과를 계산하는 방식이었다. 이때 컴퓨팅의 핵심은 폰 노이만(Von Neumann) 구조의 CPU와 메모리였으며, GPU는 그래픽 연산이나 병렬처리 보조에 그쳤다.

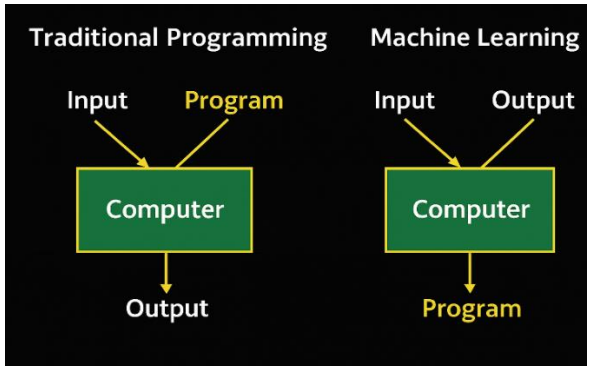
추상적 개념을 프로그래밍하기 어려웠던 기존 컴퓨팅의 한계

하지만, 이 구조로는 현실의 복잡한 패턴을 다루기 어려웠다. 예를 들어 '개'와 '고양이'를 구분하는 문제에서, 인간이 직접 "귀가 두 개, 꼬리가 하나"와 같은 규칙을 코딩하는 것은 수많은 예외와 모호한 형태 때문에 한계가 있었다. 눈,귀,털의 형태와 질감, 배경의 조명까지 모두 변수이기 때문이다. 즉, 인간은 학습을 통해 직관적으로 이해하는 추상적 개념을 이진법 코드로 완벽히 정의하기 어려웠던 것이다.

기계학습을 통해 복잡한 추상화된 알고리즘이 가능해짐

이 한계를 극복한 전환점이 바로 기계학습(Machine Learning)이다. 이제 인간은 데이터와 결과값만 제시하고, 그 사이의 복잡한 규칙은 기계가 스스로 학습하며 찾아내는 구조로 바뀌었다. 과거에는 인간이 알고리즘을 설계했지만, 이제는 기계가 스스로 알고리즘을 만들어내는 방식으로 진화한 것이다. 이 패러다임의 변화가 바로 컴퓨팅 아키텍쳐의 진화를 촉발한 핵심 요인이며, 이로 인해 CPU 중심의 구조에서 GPU 중심의 고성능 병렬 아키텍처로 이동하게 되었다.

그림 6. **기존 프로그래밍과 기계학습의 프로그래밍의 차이**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

반도체의 발전. 스케일 업, 스케일 아웃, 스케일 어크로스

GPU 중심의 아키텍쳐에서 눈부시게 발전한 AI HW

컴퓨터 아키텍쳐가 GPU 중심의 AI 컴퓨팅으로 변화하면서 반도체 분야에서의 발전도 눈부시게 이루어 졌다. AI HW의 발전은 더 적은 전력으로 더 많은 연산을 수행하는 효율성의 극대화에 있다. 이를 위한 방법으로 세 가지가 꼽힌다. 스케일업(Scale – Up), 스케일 아웃(Scale – Out) 그리고 스케일 어크로스(Scale – Across)다.

연산력을 높이기 위한 AI HW의 발전. 스케일 업, 스케일 아웃, 스케일 어크로스

스케일 업은 개별 반도체 칩의 성능을 극대화하는 것을 말한다. 스케일 아웃은 여러 개의 연산력을 합산하는 것을 뜻한다. AI 연산에서는 랙의 수를 추가해서 연산력을 높이는 것을 뜻한다. 스케일 어크로스는 반도체 공정이나 설계영역에서 성능을 높이기 위해 단입 칩 대신 여러 칩을 병렬로 묶어 확장하는 개념이다. GPU 여러 개를 묶어 한 개의 GPU 처럼 쓰는 것이다. Nvidia의 NV Link가 대표적인 스케일 어크로스에 꼽힌다.

스켈일업에은 전공정과 후공정에서 각각 이루어짐.

스케일업은 크게 전공정(Front-end)과 후공정(Back-end)의 발전으로 나눌 수 있다. 두 영역 모두 핵심은 한정된 물리적 공간에서 트랜지스터 밀도를 극대화하는 것이다. 전공정의 발전은 미세화(Miniaturization)로 귀결되며, EUV 노광장비를 활용해 동일 면적에 더 미세한 회로를 새겨 넣어 트랜지스터 집적도를 높이는 방식으로 진화해왔다.

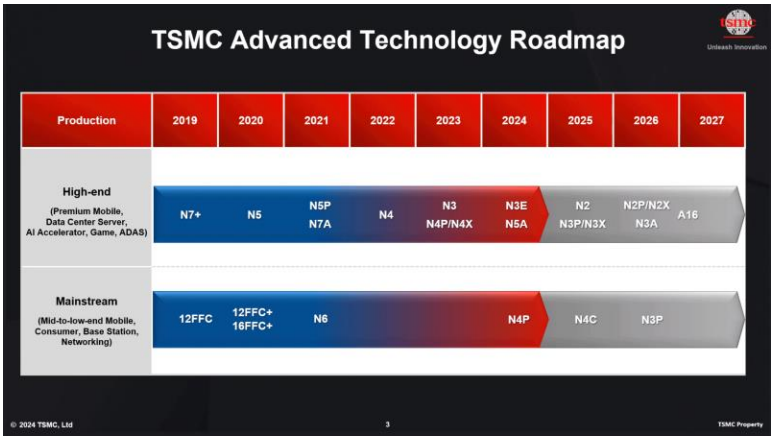
GAA 공정을 적용하는 주요 파운드리 3사

현재 전공정 미세화에서 가장 앞서 있는 기업은 TSMC로, 2025년 N2(2nm)공정을 시작으로 GAA에 본격적으로 진입한다. 2026년 A16(1.6nm), 2028년 A14(1.4nm)을 목표로 하고 있다. 삼성전자는 2025년 하반기 2세대 MBCFET(Multi-Bridge Channel FET)을 적용한 2나노 공정을 적용할 예정이며, 27년 1.4nm급 공정에 진입을 목표로 하고 있다. 인텔은 2025년 1.8나노급 공정에 RibbonFET GAA 트랜지스터와 BSPDN(Backside Power Delivery Network) 기술을 적용할 예정이다. 26년에는 1.4나노급 공정에 2세대 RibbonFET, High-NA EUV 적용을 목표로 하고 있다. 명칭만 다를뿐 MBCFET, RibbonFET 모두 GAA의 한 형태로 주요 파운드리 3사 모두 GAA기술을 전공정에 적용할 예정이다.

전공정 관련 주요 기업: TSMC, ASML, 에스엔에스텍, 동진쎄미켐 등

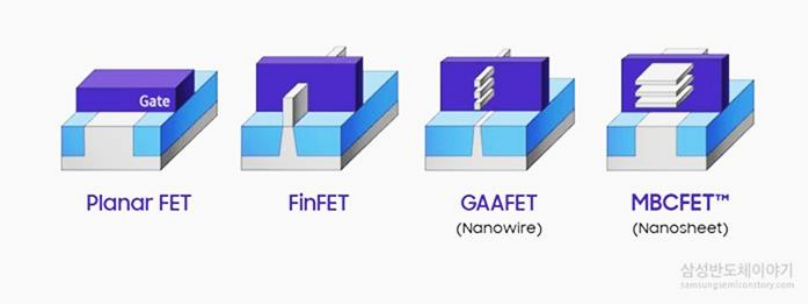
전공정 밸류체인에는 가장 중요한 노광장비(EUV)를 독점하고 있는 ASML, 증착 및 식각 장비의 AMAT, LAM Research, Tokyo Electron, EUV 마스크 및 블랭크 마스크의 Hoya, 에스앤에스텍, 포토레스트 소재의 신에츠화학, 동진쎄미켐 등이 있다. 블랭크 마스크는 기술 장벽이 매우 높아 Hoya(일본)가 글로벌 시장의 약 70%를 점유하고 있으며, 국내에서는 에스앤에스텍이 EUV용 블랭크 마스크를 개발하며 국산화 경쟁에 참여 중이다.

그림 7. TSMC 공정 로드맵



자료: TSMC, 대신증권 Research Center

그림 8. 다양한 FET 공정



자료: 삼성전자, 대신증권 Research Center

수직구조를 통해 확장되는 반도체 기술

반도체 후공정은 수직 구조를 통해 트랜지스터 밀도를 높임

전공정이 '수평적 미세화'를 통해 트랜지스터 밀도를 높였다면, 후공정은 '수직 적층(Vertical Stacking)'을 통해 연산 밀도를 높이는 단계로 진화했다. 반도체 패키징은 이제 단순히 칩을 보호하는 역할을 넘어, 연산 효율,전력 소모, 대역폭을 결정짓는 핵심 기술로 부상하게 되었다.

HBM, 카메라 이미지 센서 등에서 수직구조 적용 시작

고대역폭 메모리(HBM)와 이미지센서(CIS)는 이러한 수직 적층 구조가 상용화된 대표적인 예다. HBM은 메모리 다이를 TSV(Through – Silicon Via)공정을 통해 세로로 연결함으로써 대역폭을 크게 확장했고, CIS는 수광부와 회로부를 분리 적층해 이미지 처리 성능을 향상시켰다.

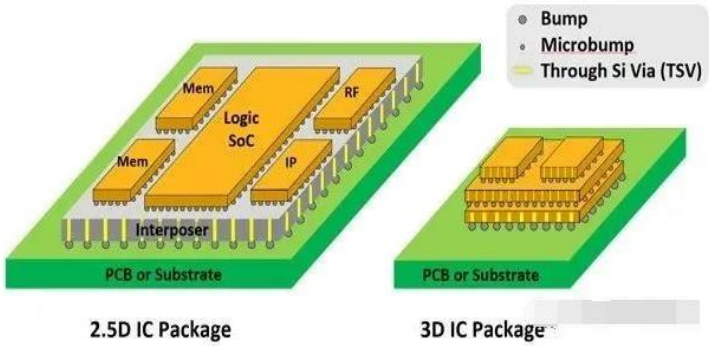
HBM과 CIS가 다이 내부의 수직 적층을 통한 성능 향상이라면, 최근의 2.5D 패키징은 칩 간(Die to Die) 연결 효율을 극대화하기 위한 기술이다. 2.5D 구조는 실리콘 인터포져(Silicon Interposer) 위에 GPU,HBM,로직 다이를 병렬로 배치하고, 미세 배선으로 상호 연결하는 방식으로, 전통적인 단일 패키징 대비 대역폭은 수십 배 향상되면서도 전력 소모는 낮출 수 있다는 장점이 있다.

Disco, Ebara, AMATA, TEL, 이오테크닉스 등이 관련 기업

수직 적층을 위해서 웨이퍼를 얇게 갈아야 할 필요성이 생겼다. 웨이퍼 그라인딩과 관련한 대표 업체는 일본의 Disco와 Ebara가 있다. 또, TSV를 통해서 구멍을 뚫고 구리막을 증착시키는 공정이 필요해졌다. 대표적인 업체는 AMAT, TEL, 이오테크닉스 등이 있다. 또, 적층의 과정에서 각 층별로 평탄화 공정인 CMP 공정이 필요한데, 대표업체는 AMAT, EBARA, 케이씨텍이 있다.

다층 적층 구조가 확산되면서 실리콘 인터포저(Silicon Interposer)가 칩 간 신호 전달을 매개하는 핵심 부품으로 자리 잡았다. 실리콘 인터포져는 기존의 반도체 공정에서 제조되기 때문에, TSMC, Intel, Samsung이 이를 주도하고 있으며, UMC, Global Foundries 등 2nd Tier 파운드리도 인터포저 생산에 참여하고 있다.

그림 9. **반도체 후공정 2.5D 패키징과 3D 패키징**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

후공정 패키징에 도입될 신규 기술 – 유리 인터포져 및 기판

크기 확장에 한계가 있는 실리콘 인터포져. 대안으로 떠오르는 유리 인터포져

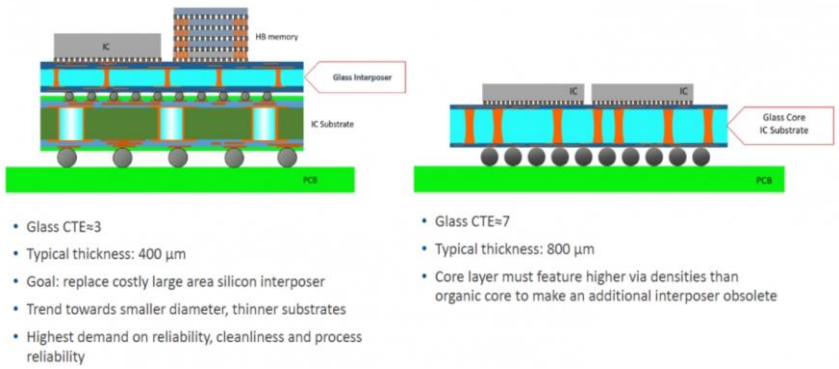
다만, 실리콘 인터포저는 기존의 12인치 웨이퍼 팹에서 생산되기 때문에 크기 확장에 제한이 있다. 이에 대한, 대안으로 유리 인터포져(Glass Interposer) 기술이 부상하고 있다. 유리는 실리콘 대비 열팽창 계수(CTE) 안정성이 높고, 표면 평탄도, 전기 절연성이 우수하며 고밀도 I/O 구조에 유리하다. 다만, 제조에서 유리 인터포져 위에 구리의 증착이 어렵다는 단점이 있다.

유리 인터포져(Glass Interposer)뿐 아니라 PCB기판을 대체하는 유리기판(Glass Substrate) 시장의 성장도 기대된다. 기존의 PCB 기판은 고성능화되는 반도체 칩의 연산속도를 따라가지 못 하기 때문에 PCB 기판도 중장기적으로는 유리기판으로 대체될 것으로 예상된다.

SKC, 필옵틱스, 이오테크닉스, LPKF, Coherent, 씨앤지하이테크 등이 주목해볼 유리기판 관련 회사

유리 인터포져와 기판은 TGV(Through-Glass Via)공정을 통해 미세한 구멍을 뚫고 그 내부에 구리를 증착해 신호 경로를 형성한다. TGV 공정에서 사용되는 레이저 장비사는 필옵틱스, 이오테크닉스 등 다수의 회사들이 존재한다. 다만, 레이저 광원의 경우, Eximer 기반으로 LPKF, Coherent 등 소수의 회사들이 과점하고 있어, 주목해볼만 하다. 한국의 SKC, 켐트로닉스, 씨앤지하이테크 등 국내 기업들도 유리 기판의 개발 및 시제품 단계를 진행 중에 있다.

그림 10. **유리 인터포져와 유리 기판**



자료: LPKF, 대신증권 Research Center

적용되기 시작하는 꿈의 기술. 하이브리드 본딩

범프 없이 직접 본딩하는 하이브리드 본딩 기술도 발전 중

새로운 본딩 방식인 하이브리드 본딩 방식도 떠오르고 있다. 하이브리드 본딩은 기존에 칩과칩 혹은 칩과 기판을 서로 연결할 때 미세한 마이크로 범프를 사용해서 연결하던 방식에서 더 진보하여, 구리를 접착면에 도포하여서 직접 패키징하는 기법을 말한다.

성질이 다른 두 가지 계면을 동시에 접합하기 때문에 하이브리드(Hybrid) 본딩으로 불림

성질이 다른 두 가지 계면 – 금속(구리, Cu)과 유전체(산화물, SiOx)를 동시 접합하기 때문에 하이브리드 본딩이라고 불린다. 기존 패키징 업체들은 제조가 완료된 칩을 패키징하거나 붙이기만 하면 되었지만, 이제는 패키징 과정에서 구리 증착을 해야함에 따라서 패키징 공정에서도 반도체 팹과 같은 공정이 필요하게 되었다. 이로인해 패키징 업체와 전공정 업체간의 협업이 나타나고 있으며, 대표적인 협력은 유럽의 후공정 장비 회사인 Besi와 미국의 전공정 장비회사인 AMAT과의 협업이 있다.

범프가 없어져, I/O 증가, 발열 감소 등의 효과가 있음

하이브리드 본딩은 범프가 없어지기 때문에 기존 칩 대비 본딩 피치를 줄여서 I/O 접점 밀도를 획기적으로 높일 수 있다는 장점이 있다. 또, 접합부가 짧고 저항이 적어 신호 정송 효율이 크게 올라가고, 전력 손실 및 발열이 줄어드는 효과가 있다. 신호 라인 길이가 짧아져 데이터 전송 속도가 빨라지고 레이턴시 역시 감소한다.

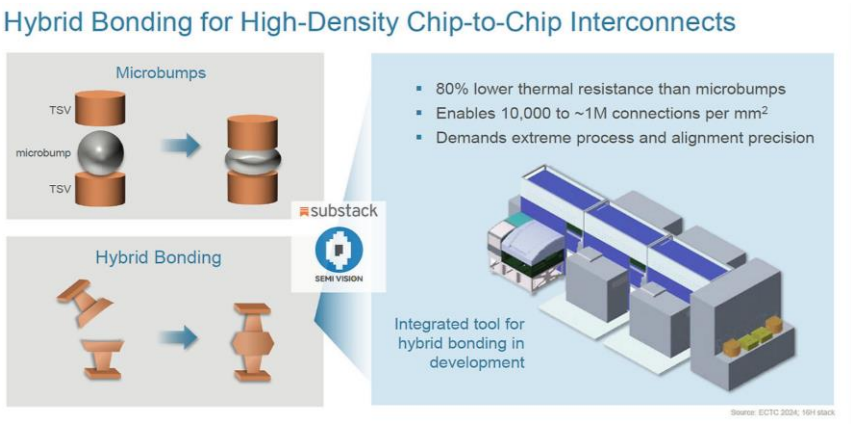
고성능, 저전력이 필요한 분야에 필수 기술로 부상 중

고성능 AI, HPC, 데이터센터, 모바일 등 저전력,고집적이 특히 중요한 시작에서 필수적인 기술로 부상하고 있으며, 차세대 HBM, 3D NAND, CPO 등 다양한 영역에서 하이브리드 본딩의 채택이 점차적으로 확대될 것으로 예상되고 있다.

CPO 등 특정 분야에서 선별적으로 채택되고 있는 하이브리드 본딩

많은 장점이 있는 기술임에도 50 ~ 200nm이하 정렬 정확성을 확보해야 하며, 후공정 기술임에도 전공정에 달하는 정밀도가 필요하다는 단점이 있어, HBM 등 빠르게 적용될 것이라는 처음 기대와 달리 느리게 채택되고 있다. 다만, 그럼에도 CPO에 EIC 및 PIC 접합에 사용되는 등, 필요한 분야에서 선별적으로 채택되고 있다.

그림 11. **하이브리드 본딩의 장점**



자료: AMAT, 대신증권 Research Center

진화하는 반도체 SOCAAM

시스템 수준의 통합으로 진화하는 반도체

AI 반도체의 성능 향상은 단순히 트랜지스터 집적도를 높이는 전공정 미세화만으로는 한계에 다다르고 있다. 이에 따라 후공정(Advanced Packaging) 기술이 시스템 수준으로 확장되며, SoC(시스템온칩) 이후의 진화 개념으로 SOCAAM(System on Chip Advanced Assembly & Module)이 부상하고 있다.

다수의 칩렛을 하나의 SoC 처럼 동작하는 기술

SOCAAM은 단일 칩이 아닌 다수의 칩렛(Chiplet)을 고집적, 고대역폭으로 연결해 마치 하나의 SoC처럼 동작하도록 만드는 기술 영역이다. 기존의 패키징이 '칩간 연결'순준이었다면, SOCAAM은 '시스템 통합(System-level Intergration)'을 목표로 한다.

전공정 경쟁에서 후공정 패키징 경쟁. 이제는 다수의 칩렛을 시스템 레벨에서 직접하는 진화하는 반도체의 기술 경쟁

기존의 SoC(System on Chip)는 CPU, GPU, NPU, 메모리 컨트롤러 등 주요 기능 블록을 단일 실리콘 다이 위에 모두 집적하여 성능을 극대화하는 방식이었다. 그러나 미세공정 한계와 제조비용 상승으로 인해, 모든 기능을 하나의 다이에 담는 것은 점점 비효율적이 되었다. 이에 따라 업계는 기능별로 분리된 칩렛(CHipet)을 고대역폭으로 연결하여 시스템 수준에서 통합하는 SOCAAM(System on Chip Advanced Assembly & Moudle)으로 전환하고 있다. SOCCAM은 칩렛 간 통신을 하이브리드 본딩이나 유리기판을 통해 구현하며, GPU,HBM,CPO 등을 모듈 단위로 통합함으로써 SoC 대비 확장성, 전력, 효율, 패키지 밀도를 동시에 확보할 수 있는 차세대 구조다. 즉, 칩렛 기반의 시스템 레벨 집적이 곧 SoCAAM의 전제 조건이며, 이는 반도체 산업이 '공정 경쟁'에서 '패키징 경쟁'으로 중심축이 이동하고 있음을 보여준다.

표5. SoC 와 SOCAAM 의 비교

구분	SoC (System on Chip)	SOCAAM (System on Chip Advanced Assembly & Module)
구조	하나의 실리콘 다이에 모든 IP 통합 (CPU, GPU, NPU 등)	여러 개의 칩렛(Chiplets)을 고대역폭·저지연으로 통합
연결방식	온다이(Die 내부 버스)	하이브리드 본딩·RDL 인터포저·유리기판 등
데이터 전송	전기적 버스 중심	전기+광 혼합 (CPO 포함)
목표	연산 집약도 향상	시스템 통합(System-level Integration)
대표예시	Apple M3, Qualcomm Snapdragon	NVIDIA B100, Broadcom CPO Switch, TSMC SoIC

자료: 대신증권 Research Center

표6. 반도체 기술 패러다임의 변화

구분	기술 패러다임	설명	대표 예시
① 개별 칩(Discrete)	기능별로 분리된 칩 보드 결합	CPU·RAM·컨트롤러 별도	Intel 8080
② 단일칩 집적(SoC)	여러 기능을 하나의 실리콘 다이에 통합	모바일 · 임베디드 중심	Apple A 시리즈
③ 다칩 패키지(SiP)	여러 다이를 하나의 패키지로	PoP, MCP 구조	TSMC InFO
④ 칩렛 기반 모듈(Chiplet)	기능별 다이를 인터포저 상에 연결	EMIB, CoWoS, Foveros	AMD 3D V-Cache
⑤ 이기종 고도집적(SOCAAM)	GPU+HBM·CPO 등 이기종 하이브리드 본딩	유리기판 · SoIC	TSMC SoIC, Samsung X-Cube
⑥ 전기-광 통합(CPO/Optical)	Compute-Network 완전 통합	광 I/O 패키지 내 포토닉스	NVIDIA Spectrum-X,

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

다양하게 형성되어 있는 AI 반도체 밸류체인

광범위하게 설정되어 있는 반도체 밸류체인

고성능 AI 반도체 산업은 연산 칩 설계에서부터 패키징, 소재, 장비, 기판 기술에 이르기까지 복합적인 밸류체인으로 구성된다. 대표적인 밸류체인은 크게 1. 연산 칩(Processing Units) 2. 메모리 및 스토리지 3. 제조 및 패키징 공정 4. 기판 및 첨단소재 5. 장비 및 핵심 부품으로 구분된다.

AI 반도체의 중심. 연산칩.

AI 반도체의 중심에는 연산이 되는 CPU, GPU, AI 전용 칩이 있다. 범용 CPU, GPU 시장은 Nvidia, AMD, Intel이 주도하고 있으며, AI 특화 칩 부문에서는 Mobileye, Tesla, Qualcomm, Braodcom 등이 ASIC 및 엣지 AI 시장을 중심으로 성장하고 있다. Nvidia는 CUDA 생태계를 기반으로 AI 학습,추론 시장에서 압도적인 점유율을 확보하고 있고, AMD는 ROCm을 중심으로 대응 중이다.

연산의 효율을 좌우하는 메모리 및 스토리지 시장

AI 서버의 연산 효율을 좌우하는 HBM은 SK 하이닉스, 삼성전자, 마이크론이 공급하고 있으며, 이 중 SK하이닉스는 Nvidia HBM4 퀄을 가장 선제적으로 통과하면서 시장을 선도하고 있다. 스토리지 분야에서는 SSD와 HDD로 구분된다. SSD는 삼성전자, SK하이닉스, 마이크론, 웨스턴디지털, 키옥시아 등이 주요 제조사이며, HDD는 웨스턴 디지털, 씨게이트, 도시바가 시장을 나눠 가지고 있다.

압도적인 경쟁력을 지닌 TSMC가 있는 제조 및 패키징 공정 ww

제조 및 패키징 공정에서는 파운드리 절대 강자인 TSMC가 있다. 특히, TSMC는 전공정뿐 아니라 패키징 공정에서 압도적인 경쟁력을 보유해 2위와 큰 폭의 격차가 벌어져 있다. 2위로 한국의 삼성 파운드리가 있다. 선단공정뿐 아니라 Tower Semiconductor, Analogue Device처럼 아날로그 팹이라는 특수한 분야에서 두각을 드러내는 회사들도 있다. 국내에는 DB하이텍이 있다.

유리기판 시장에 앞서 나가는 SKC와 국내 밸류체인

기판 및 첨단소재에도 다양한 회사들이 분포해 있다. 향후 다가올 유리기판 시장에서는 한국의 SKC가 선제적인 투자를 진행하고 있다. 한국은 디스플레이 분야에 밸류체인이 건재해 씨앤지하이테크, 켐트로닉스 등 유리기판 시장의 개화시, 국내 회사들의 활약이 기대된다.

국가별로 독보적 경쟁력을 지닌 장비사들이 존재

장비 및 핵심부품에는 네덜란드의 ASML, 일본의 Disco, 네덜란드의 Besi처럼 한 분야에서 독보적인 경쟁력을 지닌 회사들이 국가별로 나누어서 분포해 있다. 한국에서는 TC 본더 시장에서 한미반도체가 HBM 시장의 개화와 함께 독보적인 성장을 기록했다. 또, 원자 현미경 분야에서 파크시스템스가 있다.

표7. AI 관련 주요 반도체 회사

관련분야	관련 기업
CPU 및 GPU	Nvidia, AMD, Intel
AI 전용칩	Broadcom, Mobileye, Tesla, Qualcomm, Horizon Robotics
HBM 제조사	SK hynix, Micron, Samsung Electronics
파운드리	TSMC, Samsung Foundry, Intel
실리콘 인터포져	TSMC, Intel, Samsung, UMC, Global Foundries
OSAT 기업	TSMC, Amkor, ASE
SSD 업체	삼성전자, SK 하이닉스, Micron, Western Digital, Kioxia, Kingston, Sandisk, YMTC
HDD 업체	Western Digital, Seagate, Toshiba
주요 반도체 장비	ASML, AMAT, LAM, Tokyo Electron
EUV 마스크 및 포토레지스트	Hoya, 에스엔에스텍, 신에츠화학, 동진쎄미켐
웨이퍼 그라인딩	Disco(웨이퍼 그라인딩), Ebara(장비 납품)
TSV 식각 및 증착	AMAT, LAM, Tokyo Electron, 이오테크닉스
CMP 연마	AMAT, Ebara, 케이씨텍, Tokyo Electron
CMP 재료	Hitachi Chemical, Asahi-Kassei, Entegris
원자현미경	Bruker, 파크시스템스
본더 및 디본더	한미반도체, 한화세미텍, 도레이와 신카와
프로브 카드	Formfactor, Japan Micronics, 프로텍
테스터	Advantest, Teradyne, 테크윙, 디아이
유리기판	SKC, 켐트로닉스, 씨앤지하이테크
유리기판 유리 제조사	Corning, AGC
TGV 관련 장비사	이오테크닉스, 필옵틱스, 제이앤티씨, 아바텍/아바코
레이저 광원 제조사	Coherent, LPKF, IPG Photonics
하이브리드 본딩	Besi, AMAT

자료: 대신증권 Research Cetner

Ⅳ. HW2. AI를 잇는 연결의 조직 - 네트워킹

AI HW Next Wave – 네트워킹

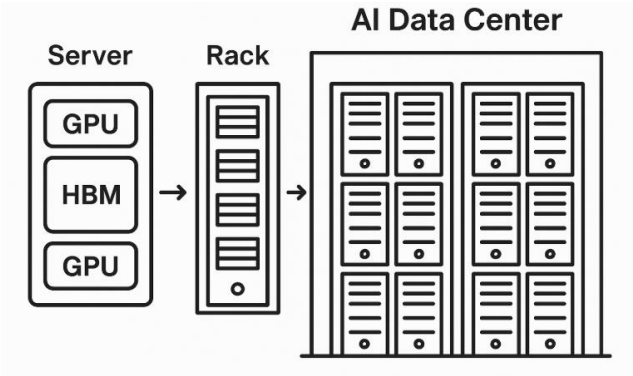
AI 데이터센터 모든 층위에서 중요성이 커지고 있는 네트워킹 기술

AI의 연산에 필요한 연산력이 점차 커짐에 따라 개별 GPU 단위를 넘어선 칩과칩, 서버와 서버, 랙과랙간의 연결성을 높여주는 네트워킹 기술의 중요성이 점차 커지고 있다. AI 데이터센터의 구조는 크게 세 개의 층위로 구성되어 있다. GPU와 HBM 등이 모여서 서버를 이루고 이 서버들이 모여서 랙을 이룬다. 데이터센터내에는 여러 개의 랙들이 모여서 하나의 데이터센터를 유기적으로 구성하게 된다. 이 세개 층위 모두에서 네트워킹 기술의 중요성이 커지고 있다.

서버내 PCIe, NVLink 랙: Infiniband, Ethernet

네트워킹과 관련된 기술을 각 계층별로 나눠 보자면, CPU, GPU, 메모리의 서버내 전송속도를 높이는 기술은 PCIe, NVLink 기술이 있다. 이제는 개별 단위 서버의 기술발전 뿐 아니라 서버가 모여 있는 개별 랙간의 전송속도를 높이는 방향으로 발전하고 있다. 이 분야와 관련된 기술은 인피니밴드와 이더넷 기술이다. 랙에서 더욱 확장되어서 최종적으로 개별 데이터센터 단위에서의 데이터를 송수신하는 단위는 이더넷 기술이 사용되고 있다.

그림 12. **데이터센터의 구조**



자료: GPT, 대신증권 Research Center

표8. **데이터센터 통신 범위별 대표 프로토콜 및 기술**

구분	통신 범위	대표 프로토콜 / 기술	비고
GPU 간 (서버 내부)	동일 서버 내 GPU ↔ GPU	NVLink, PCIe (PCI Express) 등, (최근에는 NVSwitch, CXL)	GPU 간 초고속 병렬 통신 (수백 GB/s 급). 모델 학습 시 파라미터, 텐서 교환.
서버 간 (랙 내부)	서버 ↔ 서버	InfiniBand (IB) Ethernet (RoCE, TCP/IP)	AI 클러스터 내 주요 통신. InfiniBand는 낮은 레이턴시 / 높은 대역폭 덕에 대형 AI 학습에 주로 사용. RoCE는 Ethernet 기반 RDMA 프로토콜.
랙 간 (데이터센터 내부)	랙 ↔ 랙	Ethernet (100G/400G/800G) InfiniBand (스파인/리프 구조)	데이터센터 내부 패브릭(Spine-Leaf) 구성. InfiniBand는 주로 AI 슈퍼컴/클러스터형 DC에서, Ethernet은 일반 클라우드형 DC에서 주로 사용.
데이터센터 간 (Region 간)	DC ↔ DC	Ethernet / Optical Ethernet DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) Coherent Optical Transmission	장거리 통신용. 광섬유 기반으로 수백 km~수천 km까지 연결. 최근엔 400G~1.6T급 코히어런트 광이더넷 사용 (Cisco, NVIDIA 등).

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

서버내 프로토콜 – PCIe, NVlink, CXL

칩간의 신호전송 프로토콜 PCIe

PCIe(Peripheral Component Interconnect Express)는 컴퓨터 안에서 데이터를 주고받는 방법(프로토콜, 규약)을 정해놓은 표준이다. PCIe를 통해서 CPU, GPU, SSD, 메모리 등 서로 다른 회사들이 제조한 부품들이 조화로운 통신이 가능하다.

PCIe부터 적용되는 PAM4 기술

PCIe는 세대가 진화할 때마다 전송속도가 두 배씩 증가해왔다. 현재는 PAM4 기술이 적용된 PCIe 6.0 기술이 도입된 상황이다. 다만, 사용화는 더딘 상황인데, 이는 PCIe에 사용되는 PAM4 기술과 연관이 S깊다.

PAM4는 기존 1개를 사용하던 전파를 2개를 동시 송출하는 방식

PAM4(Pulse Amplitude Modulation 4-level)는 기존에 전압이 '0' 이면, '0'을 내보내고, 전압이 '1'이면 '1'을 내보내는 NRZ(Non-Return-to-Zero) 기술과 달리, 전압을 좀더 세분화하여 0V에는 (0,0), 0.3V에는 (0,1), 0.6V에는 (1,0), 1V에는 (1,1)로 4단계의 서로 다른 진폭(전압) 레벨을 사용하여 데이터를 전송하는 방식이다.

PCIe 6.0 부터 적용되는 PAM4. 신호간섭의 문제가 있음

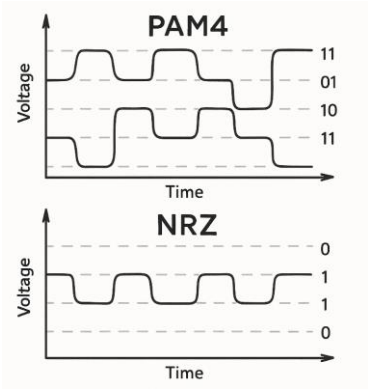
PAM4는 NRZ와 같은 대역폭에서 2배의 데이터를 한 번에 보낼 수 있다는 장점이 있지만, 동시에 네 개의 신호 레벨 간 간격이 좁아 외부 잡음이나 간섭에 취약하다는 단점이 있다. 또, 신호 간격이 좁아질수록 정확한 신호판별이 어려워짐에 따라 비트오류율이 높아진다는 단점이 있다.

표9. PCIe 세대별 기술 변화

버전 변화	기술 변화	효과
3.0 → 4.0	신호 대역폭 확장	2 배 빠름
4.0 → 5.0	신호 전송 주파수 상승 (16GHz → 32GHz)	2 배 빠름
5.0 → 6.0	새로운 부호화 방식(PAM4) 도입	2 배 빠름

자료: 대신증권 Research Center

그림 13. PCIe6.0부터 적용되는 PAM 4. 신호간섭 문제가 있음



자료: GPT, 대신증권 Research Center

Nvidia 의 독자 규격 – Nvlink

GPU간 빠른 송수신 규격인 NVLink

엔비디아는 GPIU간 더 빠른 협응력이 필요해짐에 따라 기존에 사용되던 PCIe에서 벗어나 독자규격인 NVLink를 개발한다. NVLink는 GPU간의 빠른 송수신을 위한 프로토콜이다. 엔비디아는 여기서 더 나아가서 GPU들의 중간 허브 역할을 하는 NVSwitch까지 개발하여, GPU의 유기적인 연산이 가능하도록 만들었다.

NVSwitch를 통해 하나의 1개의 가속기로 작동하게 된 엔비디아 GPU

엔비디아는 블랙웰 세대에서 NVSwitch는 단순한 '보드 내부 연결'수준을 넘어 랙 전체를 하나의 논리적 가속기(Domain)으로 통합하는 단계로 발전하였다. 대표적인 예가 GB200 NVL72 시스템으로 36개의 Grace CPU와 72개의 Blackwell GPU를 단일 NVSwitch 백플레인으로 묶는다. 랙 내부에는 9개의 NVSwitch 트레이가 배치되어 총 1,296개의 NVLink 포트를 구성하며, 이는 72GPU * 18링크 구조와 완벽히 매칭된다.

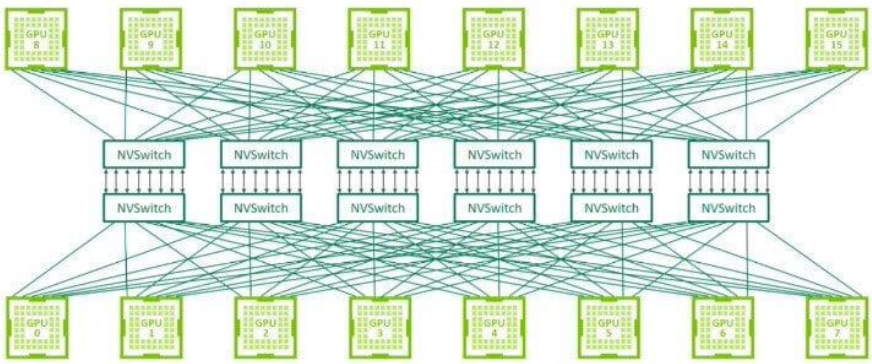
여러 대의 GPU가 한 개의 GPU 처럼 작동하게 됨

이를 통해 랙 단위로 비차단(Non-blocking) 통신이 구현되고, 모든 GPU가 동일한 메모리 공간을 공유하는 것처럼 동작한다. 즉, NVL72 한 랙이 곧 하나의 거대 GPU로 기능하는 셈이다.

풀 패브릭 구조를 지닌 엔비디아의 GPU 패브릭

이러한 NVSwitch 중심의 풀 패브릭(Fabric) 구조는 단순한 하드웨어 연결을 넘어, AI 모델 학습의 병렬화 전략 자체를 변화시킨다. 기존의 데이터 병렬(Data Parallel), 파이프라인 병렬(Pipeline Parallel) 방식에서 발생하던 통신 병목을 제거하고 NVLink 패브릭을 통해 모델 병렬(Model Parallel) 구성을 단일 GPU 수준의 효율로 확장할 수 있다. 결과적으로 수천억 개의 파라미터를 가진 LLM 학습이 NVL72 단일 랙 내에서 일관된 속도와 효율로 수행되게 된다.

그림 14. 엔비디아 DGX 내 NV Switch 의 구조



자료: GPT, 대신증권 Research Center

Nvidia 의 진정한 해자 NVLink, NVSwitch

단기간에 모방하기 어려운 Nvidia GPU 패브릭

이처럼 GPU간 통신 병목을 해결하는 기술은 단순히 물리적 속도 문제가 아니라, 패브릭 프로토콜, 트래픽 스케쥴링, 오류 복구, 데이터 경로 최적화가 모두 결합된 복합적 기술로, 타 기업이 단기간에 모방하기 어렵다. 결과적으로 NVSwitch는 GPU 아키텍쳐의 필수적 구성요소로 내재화되며, 이는 엔비디아 GPU의 독자 생태계를 더욱 강화한다.

GPU뿐 아니라 CPU까지 통합한 엔비디아

NVSwitch는 이제 단순히 GPU만 연결하지 않는다. 블랙웰 세대부터는 Grace CPU와 NVlink를 통해 동일한 NVSwitch 패브릭에 직접 연결되며, GPU, CPU, DPU 간 메모리 접근이 하나의 논리적 주소공간에서 처리된다.

CPU를 거치지 않고 메모리 사용이 가능한 엔비디아

이로써 GPU는 CPU, 메모리를 직접 읽고 쓸 수 있고, 데이터 이동을 위한 별도 복제 과정이 필요하지 않다. 즉, NV Switch는 메모리 풀링(Memory Pooling), 자원 공유(Resource Sharing), 워크로드균형(Load Balacing)을 모두 포함한 통합 데이터센터 패브릭으로 진화한 것이다.

Nvidia의 생태계는 AI프레임워크인 CUDA와 연계되어 강력한 해자를 구축함

이 통합 구조는 소프트웨어 계층(CUDA)과 완전히 연결되어 있다. AMD와 인텔 모두 각각 독자 규격을 가져와서 엔비디와 경쟁하고자 하지만, 엔비디아는 GPU, 하드웨어, 소프트웨어 일체형, 최적화 덕분에 엔비디아는 경쟁사 대비 1.5 ~ 2세대의 구조적 리드타임을 확보하고 있다.

CUDA를 통해 최적화 된 움직임이 가능한 엔비디아 GPU

NVSwitch는 CUDA 플랫폼과 NVLink 프로토콜에 밀착 결합되어 있으며, 이 조합은 엔비디아 생태계 내 폐쇄적 상호의존 구조를 형성한다. AI 프레임 워크들이 CUDA를 통해서 설계되며, 실질적인 구동을 위한 드라이버와 하드웨어 단계에서부터 Nvidia GPU에 최적화되어 작동하도록 설계가 되어 있기 때문이다.

NVLink를 통해 아키텍쳐 단위의 해자를 지니게 된 엔비디아

NVLink는 엔비디아의 핵심 경쟁력으로 이제 동사는 단일 제품의 성능 경쟁이 아닌, 아키텍쳐 수준의 플랫폼 해자를 형성한다. GPU 간 통신 효율, 메모리 공유 구조, CUDA 생태계 그리고 데이터센터 단위의 통합관리 체계를 하나로 묶음으로써 해자로 작용하고 있다.

표10. 아키텍쳐 단위에서 엔비디아, AMD, 인텔의 비교

계층	주요 역할	엔비디아 (CUDA 체계)	AMD (ROCm)	인텔 (oneAPI)	공개/통제 수준	엔비디아 해자 (차별 포인트)
프레임워크	PyTorch, TensorFlow 등에서 연산 호출	오픈	오픈	오픈	부분 오픈	표준 프레임워크 완전 호환, 엔비디아 GPU에 자동 최적화됨
컴파일러	AI 코드 → GPU 명령어 변환	PTX (공개)	HIP-IR (부분공개)	LLVM IR (공개)	중간 공개	PTX는 CUDA 용 가상 ISA로, 하위 구조 추상화 → 개발자 락인
드라이버	PTX → 실제 GPU 기계어(SASS)로 컴파일, 최적화, 스케줄링	비공개	ROCm Driver (부분공개)	Level Zero (부분공개)	완전 비공개	하드웨어별 최적화 로직스케줄링 방식 독점
ISA	GPU 연산 유닛 (ALU, Tensor Core 등) 제어 명령	비공개	GCN/ RDNA ISA (공개 일부)	Xe ISA (공개 일부)	완전 비공개	GPU 구조 변경 시에도 상위 호환 유지 → 개발자 생태계 고착
하드웨어	CUDA 코어·Tensor 코어·NVLink 구조 등	자체 설계	자체 설계	자체 설계	비공개	NVLink/NVSwitch 등 시스템 단위 최적화 병행 가능

자료: 대신증권 Research Center

커지는 AI 모델, 중요성이 커지는 네트워크 스위치

랙 단위의 연결 필요해지면서, 중요성이 커지게 된 네트워크 스위치

AI 모델이 초거대화됨에 따라 연산은 더 이상 '서버 단위'가 아닌 '랙 단위'로 확장되고 있다. 과거에는 하나의 GPU 서버가 독립적으로 학습을 수행했다면, 이제는 수천 개의 GPU가 병렬적으로 연결되어 하나의 모델을 학습하게 된다. 이는 서버 단위를 넘어 랙 단위로까지 GPU의 연결성이 확장되었다. 이러한 스케일 아웃을 위한 네트워킹 기술의 중요성이 확대되고 있다.

인피니밴드와 이더넷 기술이 양분하고 있는 스위치 시장

AI 데이터센터의 네트워킹 구조는 리프(Leaf) - 스파인(Spine) 형태의 트리 구조로 구성된다. 리프 스위치는 개별 서버와 연결되고 스파인 스위치는 여러 리프 스위치를 상호 연결한다. 이 구조는 GPU 클러스터 간 비차단(non-blocking) 통신을 구현하기 위한 필수 인프라로, 인피니티밴드와 이더넷 기반 RoCE 두 가지 프로토콜이 시장을 양분하고 있다. 보통 리프 스위치를 랙 제일 위에 위치해있다고 해서 ToR Switch (Top of Rack) 스위치라고 부른다.

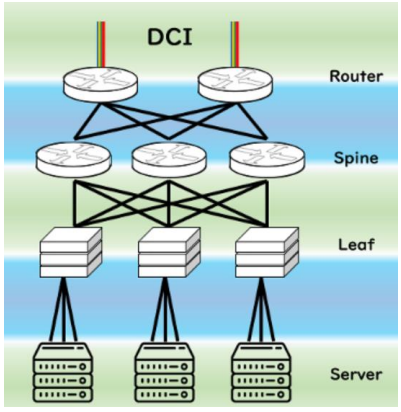
엔비디아가 주도하는 인피니밴드 기술. CPU 개입없이 메모리를 사용하는 RDMA가 핵심 기술

인피티니 밴드는 엔비디아가 주도하는 고성능 네트워킹 표준으로, AI 학습용 클러스터의 핵심 통신망이다. RDMA(Remote Direct Memory Access)를 통해 CPU 개입 없이 GPU 메모리 간 직접 데이터 전송이 가능하며, 이는 AI 학습 과정에서 발생하는 대규모 파라미터 교환의 병목을 최소화한다. 인피니티밴드는 네이티브 레이턴시가 1 ~ 2네이티브 레이턴시가 1~2 μs(마이크로초) 수준으로 Ethernet(20~30 μs) 대비 10배 이상 빠르다.

엔비디아는 GPU - Fabric - 소프트웨어 수직계열화로 데이터센터 표준을 장악함

엔비디아의 인피니티밴드 기반 Quantum 시리즈 스위치는 최대 400Gbps/800Gbps 속도를 지원하며, NVLink-NVSwitch-InfiniBand로 이어지는 완전한 엔드투엔드(End-to-End) 연결성을 확보했다. 이는 AI 슈퍼컴퓨터(예: DGX SuperPOD, Selene, Frontier 등)에 채택되어 초대형 모델 학습을 지원한다. NVIDIA는 Mellanox 인수 후 네트워킹까지 자사 생태계에 통합하여 GPU-Fabric-소프트웨어 전 과정을 수직계열화함으로써, 사실상 **AI 데이터센터 표준**을 장악했다.

그림 15. **엔비디아 DGX 내 NV Switch 의 구조**



자료: SENKO, 대신증권 Research Center

네트워크 스위치용 ASIC 과 밸류체인

네트워크 스위칭부터 적용되는 CPO 기술

CPO는 네트워크 스위치시장부터 적용될 예정이다. 네트워크 스위치 시장의 핵심 밸류체인은 ASIC(Application-Specific Integrated Circuit)이다. ASIC은 맞춤형 반도체를 뜻한다. 흔하게, ASIC을 엔비디아의 GPU를 대체하는 XPU(연상용 프로세서)로 사용하지만, 스위치용 AISC은 별개의 분야다.

스위치 ASIC은 XPU를 대체하는 ASIC과 다른 별도의 칩

스위치 ASIC은 데이터를 계산하는 칩이 아니라, 데이터센터 내부의 트래픽 흐름을 제어하고 패킷을 분배하는 역할을 수행한다. 즉, 현재 적용 예정인 CPO의 '빛'을 제어하는 전자적 두뇌이며, 광신호를 인코딩,보정,전송하는 지능형 신호 제어 장치다.

기존 개방형으로 변화한 네트워크 시장

AI 및 클라우드 데이터센터의 네트워킹 시장은 하드웨어 개방화 추세에 따라 기존 폐쇄형 장비 중심의 블랙 박스 구조에서 표준화도니 베어 메탈과 브라이트 박스 중심으로 빠르게 전환되고 있다.

하이퍼스케일러는 폐쇄형인 블랙박스대신 자체 OS를 쓰는 베어 메탈 스위치를 채택

과거에는 시스코(Cisco), 주니퍼(Juniper) 등 기존 네트워크 벤더가 ASIC과 운영체제를 통합해 공급하는 블랙박스 모델이 주류였다. 그러나 클라우드 및 AI 데이터센터의 트래픽 규모가 급격히 커지면서 고객사(예: 메타, 구글, 아마존)는 자체적으로 네트워크 OS를 선택, 최적화할 수 있는 베어메탈 스위치를 선호하게 되었다

오픈소스 및 개방형 OS를 쓰는 브라이트 모델도 성장 중

또한, 아리스타, 엔비디아, 엣지코어 등은 ASIC을 기반으로 하도, 하드웨어와 소프트웨어를 분리한 개방형 네트워크 모델인 브라이트박스를 통해 시장 점유율을 빠르게 확대하고 있다. 이들은 브로드컴, 엔비디아, 마벨과 같은 반도체 기업의 스위치 ASIC을 채택하고, 그 위에 자체 혹은 오픈소스 기반 네트워크 운영체제(OS)를 탑재함으로써 유연성과 비용 효율성을 동시에 확보하고 있다.

네트워크 시장은 SDN을 보여주는 대표적인 시장

대표적으로 SONiC(Microsoft), Cumulus Linux(NVIDA), Arrcus ArcOS, Arista EOS 등이 AI 및 클라우드 데이터센터에서 표준 OS로 자리 잡으며 '소프트웨어 정의 네트워킹(Software-Defined Networking, SDN) 구조를 확산시키고 있다.

표11. 네트워크 스위치의 다양한 구조

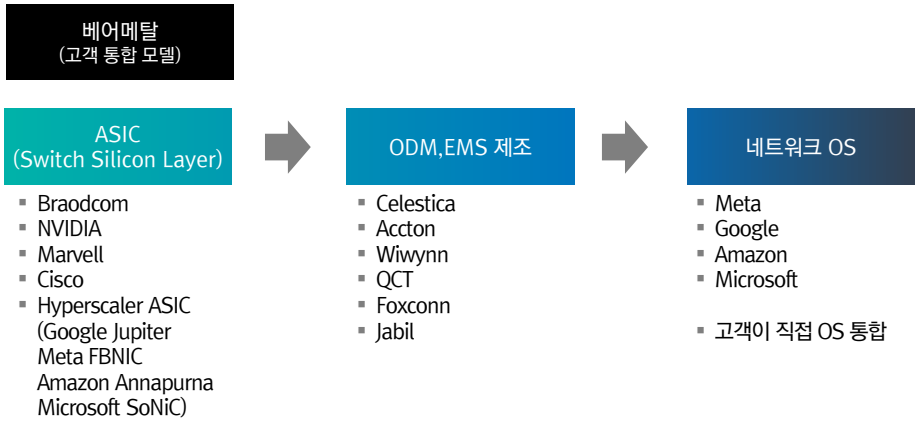
구분	구조	주요 특징	대표 기업
Black Box	ASIC + OS 일체형	장비 제조사(벤더)가 ASIC 과 소프트웨어를 독점 제공	Cisco, Juniper
Bare Metal	ASIC(하드웨어) 분리	네트워크 OS 를 클라우드 사업자나 오픈소스가 직접 선택	Broadcom, Edgecore, UfiSpace
Bright Box	ASIC + OS 협업형	ASIC 은 오픈형, OS 는 커스터마이징된 상용 솔루션	Arista, Nvidia(Cumulus)

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 16. 네트워크 스위치 모델 – 블랙박스

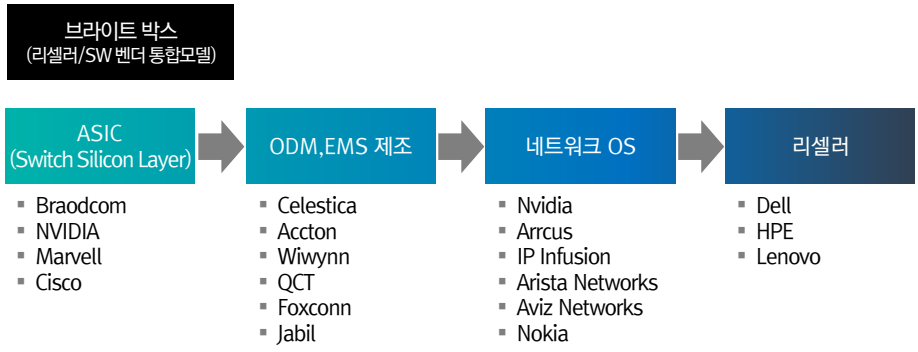
자료: 대신증권 Research Center

그림 17. 네트워크 스위치 모델 – 베어메탈



자료: 대신증권 Research Center

그림 18. 네트워크 스위치 모델 – 브라이트박스



자료: 대신증권 Research Center

확대되는 AI 수요의 저변. 다시 시작된 이더넷 진영의 반격

RDMA에 대응하는 RoCE기술을 통해 인피니밴드에 대항하는 이더넷 기술

통합된 엔비디아의 Infinityband가 있다면, 범용성을 장점으로 한 이더넷 진영 역시 스위치 시장에서 경쟁하고 있다. 이더넷은 본래 클라우드 데이터센터에서 사용되고 있는 표준 통신망이다. 기존에는 레이턴시가 높아 AI 학습용으로는 부적합하다는 평가를 받았지만, 최근 RoCE(RDMA over Converged Ethernet), PFC(Priority Flow Control) 등 기술 도입으로 AI 클러스터 환경에서도 사용이 가능해졌다.

RoCE기술을 통해 인피니밴드와 경쟁을 하기시작한 이더넷

RoCE는 이더넷 기반에서 엔비디아가 구현한 RDMA 기술을 구현하는 것으로 따로 CPU를 통하지 않고, GPU간의 메모리를 공유하는 기술을 뜻한다. RoCE기술을 통해서 사실상 인피티밴드를 통해서 데이터센터 표준을 잡은 엔비디아와 이더넷 진영의 경쟁이 심화되고 있다.

대형 LLM학습에 적합한 인피니밴드

기존 엔비디아의 인피니밴드는 성능 면에서는 탁월하지만, 폐쇄적인 구조로 인해 대규모 LLM을 독자적으로 학습할 수 있는 소수의 하이퍼스케일러 중심으로 수요가 제한되어 있었다. 그러나 AI기술이 보편화되면서, 이미 학습된 LLM을 각자의 서비스에 맞게 파인튜닝하고 추론하는 시장이 빠르게 확대되었다.

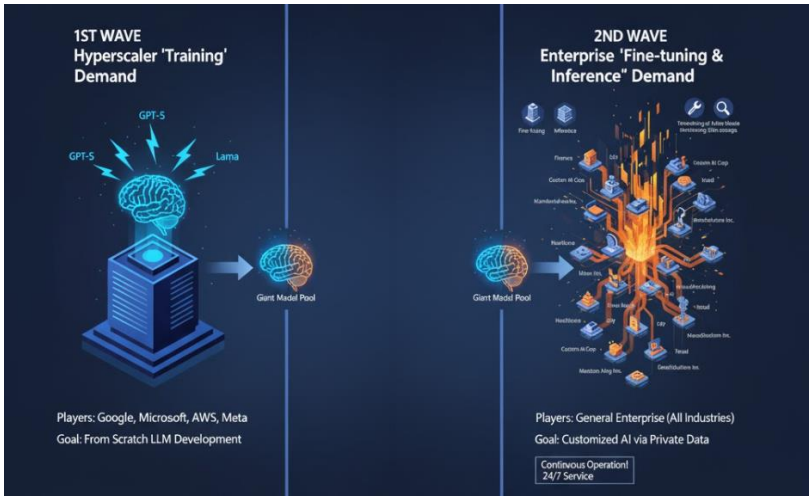
멀티 테넌트 환경에서는 비효율적인 인피니밴드

이러한 서비스형 AI 기업들은 데이터센터 전체를 소유하거나 운영할 만큼의 자본력과 필요성이 없기 때문에, 규모가 작은 다수의 워크로드를 분산 처리하는 형태로 진화하게 된다. 이 과정에서 인피니밴드는 고정형 클러스터 구조 특성상 유연한 확장이 어렵고, 다양한 테넌트 환경을 지원하기에도 비효율적이라는 한계가 드러나게 된다.

멀티테넌트에 환경과 함께 급속도로 커진 이더넷 진영

반면, 개방형 표준인 이더넷은 이러한 다수의 클라우드 테넌트가 혼재된 환경에서도 호환성과 확장성을 보장할 수 있어 점차 부각되기 시작했다. 특히 하드웨어와 소프트웨어의 분리가 가능해지면서, 다양한 사업자가 참여할 수 있는 개방형 네트워킹 생태계로의 전환이 가속화되었다.

그림 19. **LLM 학습에서 파인튜닝과 추론으로 확대되는 AI 수요 저변**



자료: 제미나이, 대신증권 Research Center

GPU 가상화와 클라우드 오케스트레이션, 새로운 수혜처로 부상

AI 시장이 멀티테넌트 시장으로 커짐에 따라 GPU도 가상화기술이 적용됨

멀티테넌트 환경이 확산되면서 GPU 자원을 물리적으로 독점하는 대신, 가상화(Vitualization)를 통해 여러 워크로드가 공유하는 구조가 확대되고 있다. 이 과정에서 CoreWeave, Lambda, Crusoe 같은 GPU 클라우드 전문 기업들이 빠르게 성장하고 있다. 이들은 GPU 자원을 효율적으로 할당하고, 필요 시 동적으로 확장할 수 있는 오케스트레이션 기술을 기반으로 AI 모델 학습 및 추론 서비스를 제공한다.

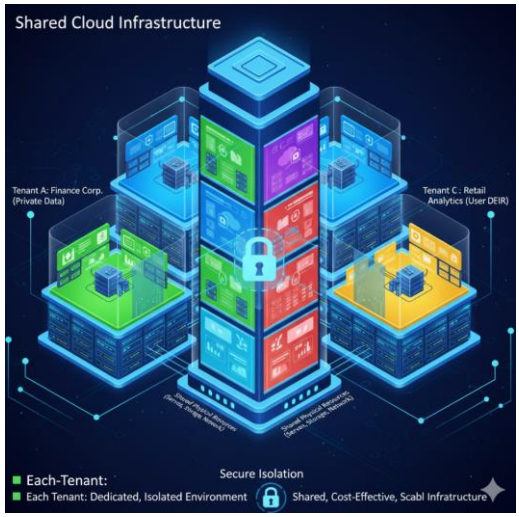
코어위브는 대표적인 엔비디아 GPU 가상화 사업자

특히, CoreWeave는 엔비디아의 주요 파트너로, A100,H100 GPU 클러스터를 가상화하여 테넌트 단위로 제공하는 구조를 갖추고 있으며, 이는 개방형 네트워킹(Ehternet 기반 RoCE)과 높은 궁합을 보인다.

개방형 이더넷 시장의 GPU시장이 개화함

결과적으로, 폐쇄형 인피니밴드 중심의 AI 슈퍼컴퓨터 시장이 열렸다면, 이제는 개방형 이더넷 기반의 'GPU 클라우드 시장'이 새로운 성장 축으로 부상하고 있다.

그림 20. **멀티테넌트 클라우드 환경**



자료: 제미나이, 대신증권 Research Center

표12. **인피니밴드와 이더넷 시장 비교**

구분	InfiniBand	Ethernet (RoCE 포함)
주도 기업	NVIDIA (Mellanox)	Broadcom, Cisco, Marvell, Arista
전송속도	400~800Gbps (NVL72 에 최적화)	400~800Gbps, 향후 1.6T 로드맵
레이턴시	1~2μs	10~20μs
프로토콜	RDMA 네이티브	TCP/IP 기반 + RDMA
시장 비중	AI 학습 전용 클러스터 중심	범용 DC 및 클라우드형 AI 확산 중심
경쟁력 포인트	낮은 지연, 고효율 통합	범용성, 비용 절감, 생태계 확장성
대표 적용	DGX SuperPOD, GH200, NVL72	AWS, Google, Meta, Azure AI Pod

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

이더넷 진영에서도 존재감이 드러나는 엔비디아

멀티테넌트 환경에서도 절대적인 영향력을 보유중인 엔비디아

멀티테넌트 기반 클라우드 AI 인프라가 확산되면서, GPU 자원을 효율적으로 분배하는 구조가 부상하고 있다. 하지만 GPU를 가상화해 여러 테넌트에게 나눠주는 핵심 기술 역시 결국 GPU 아키텍처와 드라이버, 소프트웨어 스택에 의존한다. 이 영역에서 엔비디아는 여전히 절대적인 영향력을 보유하고 있다.

엔비디아는 GPU 기술과 CUDA 기반 스텍을 이용해 시장을 장악함

대표적인 GPU 클라우드 기업인 CoreWeave는 엔비디아와 긴밀한 파트너십을 통해 빠르게 성장했다. CoreWeave는 A100,H100 GPU를 대규모로 확보하고 이를 가상화하여, 다수의 AI 스타트업과 연구기관에 클라우드 형태로 제공한다. 특히, 엔비디아의vGPU 기술과 CUDA,NCCL,NVLink 기반 스택을 그대로 활용함으로써, GPU 자원 효율성과 학습속도를 모두 확보했다.

엔비디아의 해자의 근간은 CUDA, 강력한 고객 락인으로 나타나는 중

엔비디아는 하드웨어뿐 아니라 소프트웨어 생태계를 통해 점유율을 넓히고 있다. CUDA 플랫폼은 여전히 AI 프레임워크(PyTorch, TensorFLow 등)의 기본환경으로 자리잡고 있으며, NCCL 통신 라이브러리는 멀티 GPU, 멀티노드 간 학습을 극대화한다. 이러한 기술적 락인(Lock-in)은 CoreWeave, Lambda, Oracle, AWS 등 GPU 클라우드 사업자들이 엔비디아 기반으로 서비스를 rnnr하도록 만든다.

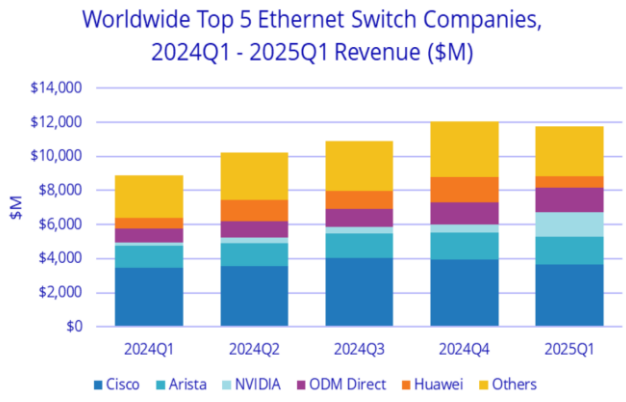
자사 DGX 시 메을 클라 형 서비스로 확장하는 엔비디아

엔비디아는 자사 DGX 시스템을 클라우드형 서비스로 확장하고 있다. 과거 DGX Super POD 형태로 직접 판매하던 하드웨어를, 이제는 DGX Cloud 형태로 제공하면서 서비스형 모데롤 진화했다. 이 모델은 CoreWeave, racle Cloud, Microsoft Azure 등을 통해 제공되며, 고객이 별도 인프라 없이도 DGX 수준의 GPU 클러스터를 활용할 수 있도록 한다. 즉, 엔비디아는 물리적 GPU뿐 아니라 'GPU 클라우드'의 구조 자체를 지배하기 시작했다.

엔비디아는 이더넷 기반 스위치 시장에서도 Spectrum-X를 통해 시장 점유율 확보 중

비록 인피니밴드의 폐쇄성이 한계로 지적되었지만, 엔비디아는 이더넷 기반 환경에서도 자신들의 기술 스택을 이식해가고 있다. Spectrum-X 스위치와 BlueField DPU를 중심으로, RoCE 기반의 이더넷 구조에서도 GPU 간 저지연 통신을 가능하게 하고 있다. 이로써 엔비디아는 폐쇄형 인피니밴드에서 개방형 이더넷으로 시장이 전환되는 과정에서도 여전히 '표준 제공자'로서 중심을 차지하게 되었다. 이는 시장점유율로 나타난다.

그림 21. **이더넷 스위치에서 나타나는 엔비디아의 영향력**



자료: IDC, 대신증권 Research Center

SerDes 기술 브로드컴의 해자

앞선 SerDes기술로 엔비디아와 격차를 줄이고 있는 이더넷 진영

이더넷 기반 네트워킹이 인피니티밴드와의 성능 격차를 좁히고 있는 근본 동력은 SerDes(Serializer-Deserializer) 기술의 진화다. SerDes는 병렬화되어 있는 데이터를 직렬화하여 전송한 뒤, 재차 병렬화 하는 기술이다. SerDes기술이 뛰어나야 병렬화된 데이터를 빠르고 손실없이 다른 칩으로의 전송이 가능하다.

이더넷 스위치 1위 기업 브로드컴

브로드컴은 세계에서 가장 높은 신호속도(224G/PAM4)를 구현하며, 스위치 ASIC의 집적도 및 전송속도를 비약적으로 향상시켰다. 이는 51.2Tbp/s급 토마호크5 스위치 구현의 기반이 되었다.

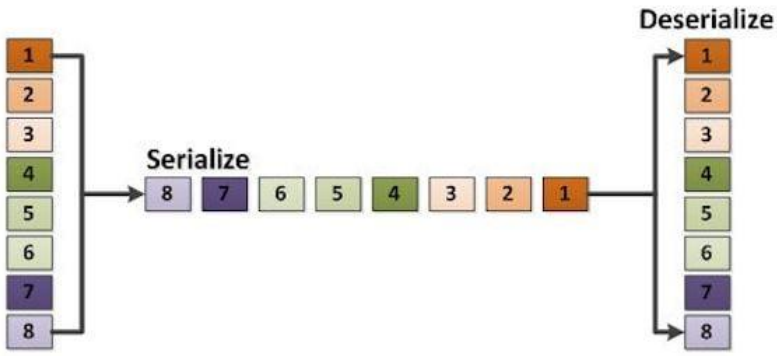
단일칩 경쟁력에선 열위이나 패브릭 단위에서 강세를 보이는 엔비디아

그러나 SerDes와 같은 하드웨어 전송 기술의 진화에도 불구하고, 브로드컴의 스위치 ASIC 점유율은 패브릭 단위 경쟁이 본격화되면서 점차 하락세를 보이고 있다. 이는 더 이상 단일 칩의 전송속도나 집적도만으로 시장 경쟁력을 유지하기 어려운 환경으로 전환되었기 때문이다.

네트워크 스위치 시장도 NVLink처럼 시스템단위 경쟁력이 중요해짐

AI 데이터센터의 핵심 성능 지표가 개별 스위치가 아닌 GPU-DPU-네트워크가 통합된 전체 패브릭 효율로 옮겨가면서, 시스템 수준의 최적화를 선점한 엔비디아가 빠르게 점유율을 확대하고 있다. 결국, 브로드컴의 강점이었던 물리 계층 신호 기술(SerDes)과 스위치 ASIC 성능은 패브릭 전반의 지능형 네트워킹 경쟁으로 중심이 이동하는 가운데 상대적 영향력이 축소되고 있다.

그림 22. **브로드컴의 핵심 경쟁력 SerDes 기술**



자료: All about Circuit, 대신증권 Research Center

패브릭 단위로 경쟁하는 네트워킹 시장

GPU와 네트워킹 통합한 시스템 경쟁체제 돌입

이러한 엔비디아의 고성능 이더넷 패브릭이 시장에 빠르게 확산되면서, AI 네트워킹 분야는 전통적인 스위치 업체 중심의 경쟁 구도에서 GPU와 네트워킹을 통합한 시스템 경쟁 체제로 전환되고 있다.

단순 칩 성능이 아닌, 시스템단위 성능이 중요

과거에는 브로드컴과 아리스타가 스위치 칩,플랫폼 성능으로 경쟁했다면, 이제는 GPU간 통신 효율, 스포트웨어 최적화,전송 지연 관리까지 포함한 '엔드 투 엔드(End-to-End)패브릭 성능'이 핵심 경쟁력으로 부상했다.

시스템 경쟁에서 광모듈까지 통합하는 생태계가 구축되는 중

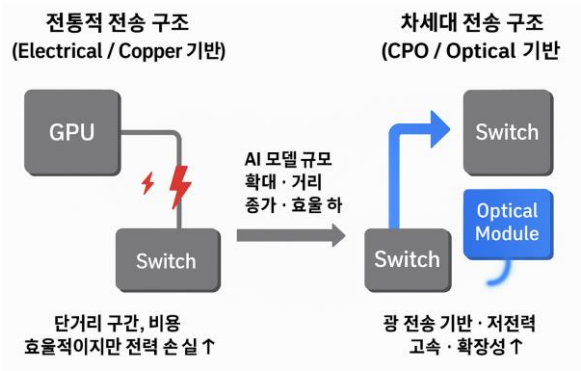
이 변화는 단순히 네트워크 장비 시장의 판도 변화를 넘어, AI 인프라 전체의 비용 구조와 전력 효율성을 재편하고 있다. 서버 확장성, 모델 응답 속도, 에너지 효율이 모두 네트워크 패브릭의 품질에 의해 결정되기 때문에 스위치, DPU, 광모듈, 레이저까지 포함한 통합형 생태계 구축 경쟁이 본격화되고 있다.

광통신을 같이 패키징하는 CPO (Co-Packed Optics) 기술이 주목받기 시작

AI 데이터센터의 성능 경쟁이 패브릭 단위로 확장되면서, 데이터 전송 효율을 극대화 하기 위한 물리적 한계의 돌파가 핵심 과제로 떠올랐다. 기존에는 구리선을 중심으로 한 전기적 연결이 비용 효율적이었지만, AI 모델의 규모가 커지고 랙 간 통신 거리가 길어지면서 전력 소모와 신호 손실이 급격히 증가했다.

이러한 병목을 해결하기 위한 해법으로 전기 신호를 광 신호로 직접 변환해 패키지 내부에서 처리하는 CPO(Co-Pakced Optics)기술이 주목받고 있다.

그림 23. **주목받는 광통신, 실리콘 포토닉스 CPO(Co Packed Optics)**



자료: GPT, 대신증권 Research Center

구리에서 광으로 데이터센터 혈관속에 흐르는 光

리프-스파인, 풀메시 구조로 구성되는 데이터센터

AI 데이터센터의 네트워킹은 리프(Leaf)-스파인(Spine) 방식으로 구성되어 있다. 하단에는 수천 대의 서버가 배치되어 있고, 이들은 각 랙 상단의 ToR(Top of Rack) 스위치를 통해 상위 네트워크와 연결된다. 여러 개의 ToR 스위치는 리프 스위치(Leaf Switch)로 집결되고, 리프 스위치들은 다시 상위의 스파인 스위치(Spine Switch)와 풀메시(Full-Mesh) 형태로 연결된다. 이 구조는 각 랙이 모든 상위 스위치와 직접 연결되어, 병목(Bottleneck)을 최소화하고 대규모 병렬 연산을 가능하게 한다.

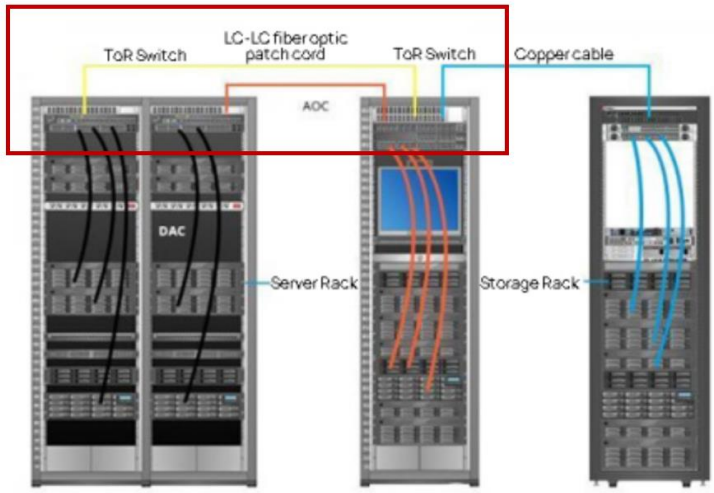
ToR스위치 – 서버: DAC(Direct Attach Copper)

데이터센터 내 통신 구간은 거리와 전송 속도, 전력 효율성, 비용에 따라 사용되는 전송매체가 구분된다. 서버와 ToR 스위치간의 근거리 구간(1~3m)에서는 전기 신호 기반의 DAC(Direct Attach Copper)케이블이 주로 사용된다. 구리 케이블은 저비용, 조립 편의성, 낮은 지연성(latency) 등의 장점이 있어 경제적인 선택지로 여겨진다.

ToR스위치 – 리프: 주로 광기반 통신이 사용됨

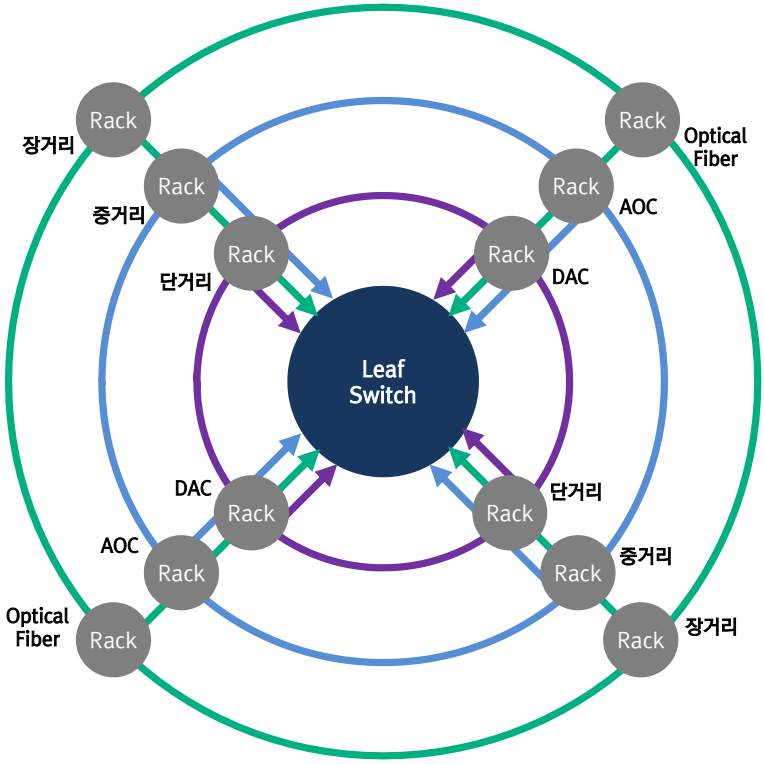
하지만, ToR-리프-스파인 간과 같이 수 미터 이상의 중,장거리 구간에서는 구리선만으로는 신호 감쇠와 전력 손실이 커지게 된다. 이에 따라 ADC(Active Optical Cable) 또는 광트랜시버(Optical Transceiver)를 사용한 광통신 방식이 채택되어 왔다. 광은 전송 거리와 관계없이 전력 손실이 적고, 전력 대비 대역폭 효율(Watt/Gbps)이 높아 AI 트래픽이 폭증하는 환경에서 필수적이다.

그림 24. **거리에 따라 병용되는 구리 케이블과 광케이블**



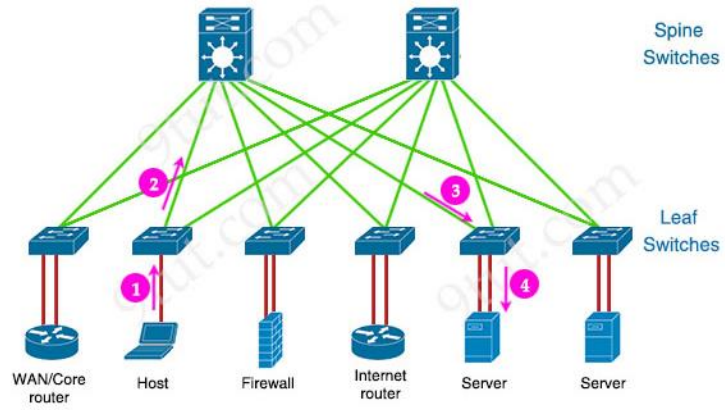
자료: Ascend Optics, 대신증권 Research Center

그림 25. 데이터센터 리프-스파인. 풀메시 구조



자료: 대신증권 Research Center

그림 26. 데이터센터 리프-스파인 다이어그램



자료: 9tut, 대신증권 Research Center

광트랜시버에서 CPO 로 진화하는 네트워킹

네트워킹에는 구리선과 광케이블이 병행되서 사용되는 중

광통신의 핵심 구성요소는 광트랜시버(Optical Transceiver)이다. 광트랜시버는 데이터를 전기 신호에서 광 신호로, 그리고 다시 광신호에서 전기 신호로 변환하는 장치로, 스위치나 서버 포트에 직접 장착되어 양방향 통신을 수행한다.

전기신호를 광으로 광신호를 전기신호로 바꿔주는 광트랜시버

광트랜시버의 내부 구조는 전기 신호를 광 신호로 변환하는 레이저 다이오드(DFB 또는 EML) 와 DAC, 드라이버 회로가, 수신부에는 광 신호를 전기 신호로 변환하는 포토다이오드(PD)와 TIA(Transmipedance Amplifer), DSP가 포함된다. 이들이 모듈 내부에서 결합되어 신호를 변환하고, 모듈 외부에서는 LC 혹은 MPO 커넥터를 통해 광섬유 케이블과 연결된다.

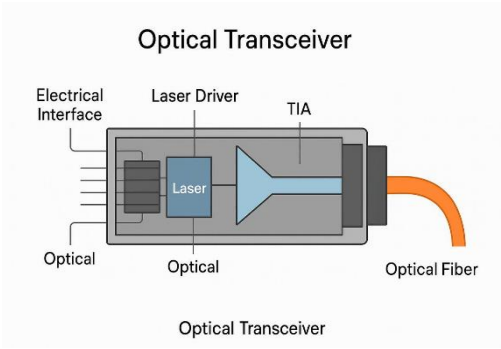
CPO기술로 진화하는 광트랜시버

광트랜시버는 데이터센터 내에서 전기와 광의 경계를 잇는 인터페이스 역할을 한다. 그리고 이 경계가 점차 서버, 랙, 스위치 칩 가까이로 이동하면서, 전송 효율을 극대화하기 위한 새로운 패러다임인 CPO(Co-Packaged Optics) 기술로 진화하고 있다.

그림 27. **광트랜시버**

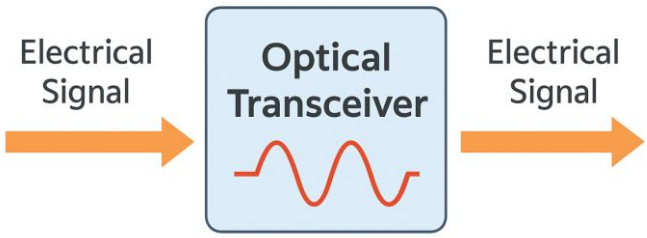
자료: Coherent, 대신증권 Research Center

그림 28. **광트랜시버의 구조**



자료: GPT, 대신증권 Research Center

그림 29. **전기신호를 광신호로, 광신호를 다시 전기신호로 변화하는 광트랜시버**



자료: GPT, 대신증권 Research Center

새로운 네트워킹 기술 CPO(Co-Packaged Optics)

보드 간 전력 손실과 발열 문제를 해결하기 위해 발명된 CPO

전통적인 광트랜시버 방식은 여전히 전기적 구간(Electrical Path)을 거쳐 신호를 변환하기 때문에 보드 간 전력 손실과 발열 문제가 있었다. 이 한계를 근본적으로 해결하기 위해 CPO 기술이 등장하였다.

실리콘 포토닉스 모듈을 연산칩과 같이 배치하여 전기 신호를 즉시 광 신호로 변환함

CPO는 광소자(Photonic Die)와 전자소자(Electronic Die)를 하나의 패키지 내부에서 통합(Co-Pacaging)하는 기술이다. 즉, 스위치 ASIC, GPU, CPU 등 XPU(범용 연산칩) 옆에 고아을 제어하는 실리콘 포토닉스(SiPh, Silicon Photonics) 모듈을 직접 배치함으로써, 전기 신호가 보드 위를 이동하는 구간을 제거하고 광 신호로 즉시 변환하도록 설계된다.

전력 효율 30 ~ 40% 향상, 데이터 전송 밀도 2배 이상 증가

이로써 전력 효율은 30~ 40% 향상되고, 데이터 전송 밀도는 기존 대비 약 2배 이상 증가한다. 결과적으로 CPO는 단순한 전송 기술의 진화를 넘어, 데이터센터의 전력,냉각,공간 효율을 동시에 향상시키는 핵심 인프라 혁신으로 평가된다.

기존 광트랜시버 방식과 비교해서 발열 및 전력소모 역시 줄여 줌

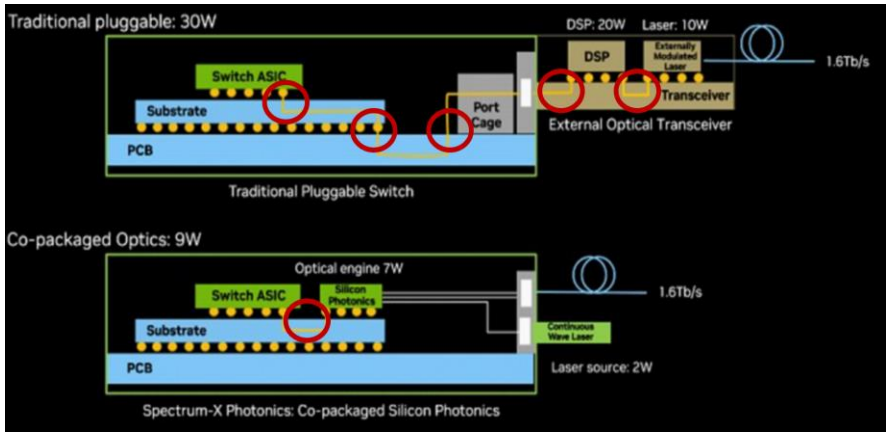
특히 기존 플러거블(Pluggable) 트랜시버는 모듈을 보드 상에 꽂는 형태로 연결되어 있었지만 CPO는 이러한 외부 연결 단계를 제거하여 패키지 단에서 직접 광 신호를 주고받는 구조를 구현한다. 이 구조는 발열 및 전력 소모를 줄이는 동시에 랙당 데이터 처리량(Throughput)을 비약적으로 향상시킨다. 또한 모듈이 차지하던 보드 공간이 줄어들어 공간 효율(Spatial Efficiency)과 냉각 효율(Thermal Management)도 개선된다.

스위치 시장에서 브로드컴과 엔비디아 차기 CPO 로드맵을 공개함. 26년 스위치용 CPO 출시 예정.

브로드컴(Broadcom)은 이더넷 스위치 ASIC을 기반으로 CPO를 통합한 차세대 제품 로드맵을 이미 공개했으며, 엔비디아(NVDIA) 역시 NVSwitch 및 Spectrum-X 플랫폼에 CPO 기술을 적용하기 위한 개발을 진행 중 이다. 2026년을 본격적인 CPO 상용화 시점으로 보고있으며, 해당 시점부터 AI 데이터센터 네트워킹 구조는 기존 전기 기반 인터커넥트에서 광 중심 구조로 전환되는 분기점을 맞이할 것으로 전망된다.

CPO는 기존 구리 기반 네트워킹이 가진 물리적 한계를 넘어 AI 데이터센터의 전송 효율과 확장성(Scalability)을 동시에 끌어올리는 새로운 패러다임의 기술이다.

그림 30. **구리선을 통한 전송구간을 줄이는 CPO**



자료: 엔비디아, 대신증권 Research Center

전기 VS 광의 시대. CPO 가 넘어야할 장벽과 전환의 방향

CPO가 전력 효율과 대역폭 측면에서 혁신을 끌고 있음에도 여전히 구리 기반은 여전히 단거리에서 유리해 지속적으로 유지될 것이라는 의견도 존재함

CPO(Co-Packaged Optics)가 전력 효율과 대역폭 측면에서 혁신을 이끌고 있음에도 불구하고, 업계 일각에서는 여전히 구리(Copper)가 완전히 사라지기 어렵다는 주장도 존재한다. 이는 단거리 구간에서의 비용 경쟁력, 조립 용이성, 신뢰성 때문이다. 현재 데이터센터 내 서버-ToR(Top of Rack) 구간의 케이블 대부분은 전기 신호 기반의 DAC(Driect Attach Copper)로 구성되어 있으며, 거리 1~3m 내에서는 구리선으로도 충분한 속도(400G 이하)를 구현할 수 있다. 또한 구리는 발열 관리가 용이하고, 생산 단가가 광 대비 30~50% 수준으로 낮아 단거리 전송에서는 여전히 경제성이 높다.

AI 데이터센터의 학습 모델의 규모가 커지면서 이런 구리 유지론은 힘을 잃어가는 중

그러나 이러한 '구리 유지론'은 AI 데이터센터의 구조적 변화 속도를 감안하면 점차 설득력을 잃어가고 있다. AI 학습 모델의 규모가 커지며, GPU와 XPU 간 통신 트래픽이 폭증하고, 단일 랙 내부에서도 1Tbps 이상급의 초고속 인터커넥트 수요가 급격히 증가하고 있다. 구리선은 전송 거리가 길어질수록 신호 감쇠(Attenuatio)와 전력 손실(Power Loss)이 기하급수적으로 커지고, 이를

보상하기 위해 DSP를 추가하면 오히려 발열과 전력 소모가 증가한다. 결국 구리선 기반 네트워크는 물리적 한계로 인해 전력 효율(W/Gbps)이 급격히 떨어지는 구조다 .

CPO기술은 스위치를 넘어서 칩 간, 랙 간, 보드 간 까지 점진적으로 광으로 대체해나가고자 함

반면, 광(Optical) 기반전송은 거리에 관계없이 손실이 일정하고, 전력 소모가 전송 거리와 비례하지 않는다. 특히 CPO 및 향후 광 I/O 기술은 이전까지 전기 신호가 담당하던 구간(칩 간, 랙 간, 보드 간)을 점진적으로 광으로 대체할 수 있게 만들고 있다. 이에 따라 업계의 중장기 컨센서스는 '구리는 잔존하지만, 광이 점유율을 점진적으로 흡수한다'이다. 즉, 구리는 근거리 저가형 솔루션으로 남고, 대부분의 구간은 광으로 완전히 전환된다는 것이다.

AI 데이터센터 네트워크 병목 구간부터 순차적으로 적용이 예상됨

특히 AI 데이터센터는 네트워크 병목(Bottleneck)을 해소하기 위해 랙 간(Inter-Rack) -> 리프 - 스파인(Leaf-Spine) -> 칩 간(Chip-to-Chip)으로 광화(Opticalization)가 연쇄적으로 확산될 것으로 보인다. 구리의 전송 효율이 거리에 따라 기하급수적으로 낮아지는 반면, 광은 거리,속도,온도 환경에 관계없이 효율이 일정하기 때문이다.

결국, 데이터센터 네트워킹의 경쟁력은 '전력효율(Watt/Gbps)'과 대역폭 밀도(Bandwidth Density)'에 의해 결정되며, 이 두 지표 모두에서 광은 구리를 압도한다.

당분간은 구리와 광의 공존은 지속될 예정임

단기적으로는 구리와 광의 공존기가 지속될 것이다. 서버-ToR 구간의 구리(DAC), ToR-리프 구간간 ADC(Active Optical Calbe), 리프-스파인 구간의 광트랜시버 및 CPO가 혼합적으로 사용되는 거리 기반 최적화 구조가 유지된다. 하지만 전력 집적도와 AI 연산규모가 꾸준히 상승하면서, 단거리 구간까지도 점진적인 광화가 불가피하다.

2030년 전후가 본격적인 광 기반이 I/O까지 구리 기반을 대체할 시점으로 예상됨

장기적으로 2030년 전후, Compute CPO와 광 I/O 기술이 상용화되며 칩 간, 패키지 간, 서버 내부까지 완전 광 인터커넥트(Full Optical Interconnect)로 전환 될것으로 전망된다. 결국 '구리는 단기적 효율, 광은 구조적 필연'이라는 구도가 형성되고 있으며, AI 인프라의 중심축은 광으로 기울고 있다.

TOR-서버 구간으로 확장시, 3 배 ~ 5 배 이상 커질 광의 TAM 시장

현재 CPO는 네트워크 스위치 업링크 구간을 중심으로 적용될 예정

현재 CPO(Co-Packaged Optics)는 AI 데이터센터 내 네트워크 스위치의 업링크(Inter-Rack) 구간을 중심으로 적용될 예정이다. 업링크는 랙 간 트랙픽을 처리하는 핵심 구간으로, 스위치 1대당 평균 16개의 광 포트를 사용하고 있다. AI 모델 규모가 커지며 랙 간 통신량이 기하급수적으로 늘어나자, 스위치-간 연결의 대역폭도 급격히 증가하고 있다. 이에 따라 총 업링크 및 다운링크의 총 포트수도 계속 증가할 것으로 예상된다. 그러나 여전히 서버-ToR 구간(다운링크)은 구리 케이블이 주류여서 전력 손실과 발열 문제가 지속되고 있다.

순차적으로 적용될 다운링크는 업링크 대비 3 ~ 5배 많음

향후 CPO 적용이 서버,GPU 단의 Optical I/O로 확장되면, 랙당 광 포트 수는 업링크(8~16개)에 더해 서버단(40~48개)까지 포함되며 기존 대비 약 3배 ~ 5배 이상 증가할 전망이다. 이는 단순한 전송 효율 개선을 넘어, AI 데이터센터의 전력 효율과 확장성을 동시에 개선하는 구조적 변화다. 결국 AI 인프라의 광화는 스위치 업링크에서 시작해 서버까지 확산되며, CPO 및 광 I/O 시장의 TAM은 최소 3배 이상 키우는 핵심 동력으로 작용할 것이다.

그림 31. **네트워크 스위치 사용처별 업링크 및 다운링크**

업링크 ToR스위치 – 리프 스위치 구간
광케이블 주로 사용

다운링크 – ToR – 서버 구간
구리케이블 사용

자료: NVidia, 대신증권 Research Center

표13. **엔비디아 및 브로드컴 스위치 칩셋 로드맵 전망**

기간 (연도)	최고 사양 칩셋 세대	총 대역폭	최고 속도 포트 기준	총 포트수
2025 ~ 2026	102.4T	102.4 Tbps	1.6T	64 개
2027~2028	256T (예상)	256 Tbps	3.20%	80 개 (예상)

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

엔비디아 차세대 아키텍쳐로 확인되는 광화흐름

엔비디아 차세대 아키텍쳐인 루빈, 파인만에서 확인되는 광화

이러한 광화 흐름은 엔비디아의 차세대 아키텍처 로드맵에서도 확인된다. 엔비디아는 루빈(Rubin) 이후의 아키텍처인 파인만(Feynman)을 통해 기존 스위치 중심의 CPO(Co-Packaged Optics) 구조를 넘어, GPu 및 서버 단까지 광 I/O를 직접 통합하는 방향으로 진화하고 있다. 이는 더 이상 스위치만의 광화가 아니라, GPU,CPU,DPU 등 모든 연산 단위를 하나의 광 패브릭으로 묶는 전면적 광 연결(Optical Fabric)의 시작을 의미한다.

네트워크 스위치에 CPO가 적용되는 루빈

서버단에도 CPO가 적용되는 파인만

파인만 아키텍처는 기존 NVLink와 NV Switch를 중심으로 한 전기적 인터커넥트를 광기반 NVLink로 대체하며, 칩 간 통신 병목을 근본적으로 제거하는 것을 목표로 한다. 특히, GPU 내부에서 발생한 신호가 CPU나 NIC를 거치지 않고 광 I/O를 통해 ToR 스위치로 직접 연결될 가능성이 높다. 이러한 구조는 데이터센터 내부의 '서버-ToR-랙'간 구분을 사실상 해체하며, 하나의 거대한 통합 패브릭(Integrated Fabric)으로 작동하게 만든다.

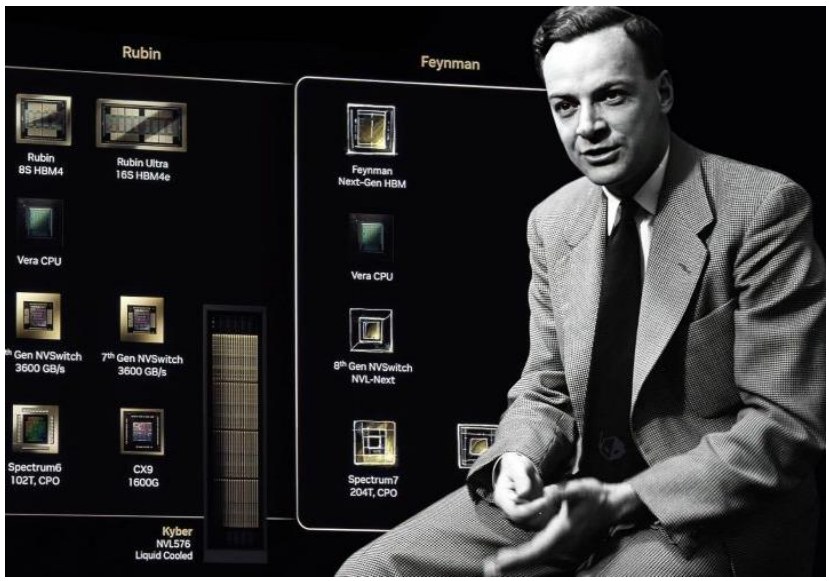
엔비디아는 광 I/O 기술에 가장 앞서 있는 AyarLabs에도 투자함

기술적으로는 엔비디아가 투자한 Aya Labs의 광 I/O 기술이 이러한 구조 전환의 핵심으로 꼽힌다. Aya Labs의 광 I/O는 수십 기가비트급 대역폭을 패키지 내부에서 직접 광으로 변환할 수 있어, GPU-GPU간 통신뿐 아니라 GPU-TOR 구간에서도 동일한 효율을 낼 수 있다. 파인만 세대에서는 GPU 다이에 실리콘 포토닉스(PIC) 기반의 광 소수신 회로를 직접 집적함으로써, 기존의 전기적 경로를 완전히 제거할 가능성이 높다. 즉, CPO와 Compute CPO의 경계가 사라지는 구조다.

본격적인 광화가 시작될 것임을 보여준 엔비디아 아키텍쳐 발표

결국 엔비디아의 파인만 아키텍처는 스위치 중심에서 컴퓨트 중심으로 이동하는 광화의 완결판이라 할 수 있다. 이는 스위치-서버-GPU 간 경계를 허무는 전면적 광 패브릭 시대를 예고하며, 결과적으로 CPO 및 광I/O 시장의 TAM을 단순히 3배 이상 확대시키는 수준을 넘어, 데이터센터 아키텍처 자체를 전기 신호가 없는 'Optical-Only Fabric'구조로 재정의할 가능성을 보여준다.

그림 32. **2025 GTC 에 공개된 엔비디아 파인만 아키텍쳐 – 2028년 출시 예정**



자료: NVidia, 대신증권 Research Center

세대별로 진화해온 CPO 기술

1세대 CPO: 광모듈을 메인 보드 외부에 위치

CPO 기술은 기존 보드형(Pluggable) 구조에서 시작해, 광소자를 점차 칩 근처로 이동시키며 발전해왔다.

Gen I (Pluggable Optics) 단계에서는 광모듈이 메인 보드 외부에 위치해 칩과의 거리가 멀었고, 전기적 인터페이스를 통해 연결되었다.

2세대 CPO: 광모듈을 패키지 근처로 이동하여 패키징 함

Gen II (OBO/NPO) 부터는 광모듈이 보드 위 혹은 패키지 근처로 이동하며, 전송 경로가 단축된 Chip-to-Chip Link 구조가 도입되었다. 이는 전기 손실을 줄이기 위한 첫 근접화 단계였다.

LPO: DSP를 보드에 실장하는 방식의 과도기적 기술

유사한 방식으로 LPO(Linear Pluggable Optics) 방식이 있는데, 이는 광트랜시버에 내장되어 있는 DSP를 모듈화하여 보드에 실장하는 방식이다. 발열과 전력 효율에서 강점이 있으나, 궁극적으로 구리선을 통하는 거리를 줄이는 것과는 거리가 있어, CPO로 넘어가는 중간 단계로 여겨진다.

3세대 CPO: 광소자를 기판위에 집적해서 동일 패키지하는 방식

Gen III (2.5D CPO) 에서는 광소자를 Substrate 위에 집적해, XPU와 동일 패키지 내에서 연결되는 형태로 진화했다. 현재 사용화를 진행중인 기법이다. 이 때 사용되는 광 엔진 실리콘 포토닉스(SiPH)에 사용되는 EIC와 PIC를 하이브리드 본딩으로 접착하는 방식이 사용될 예정이다.

4세대 CPO: 광소자를 XPU위에 수직으로 적층함

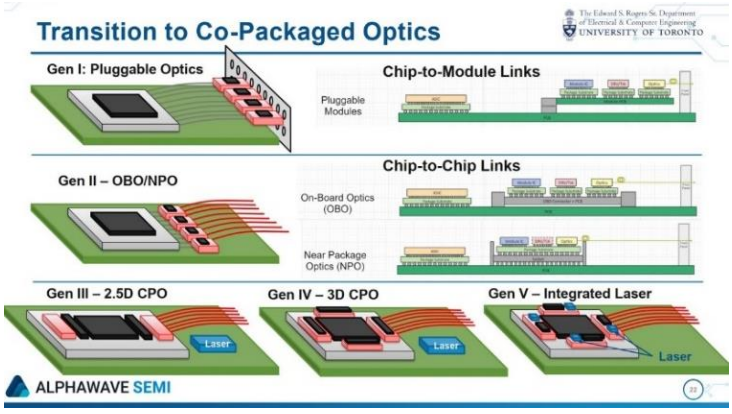
이어 Gen IV (3D CPO) 는 EIC(전자칩)과 PIC(포토닉칩)를 하이브리드 본딩으로 XPU 위에 수직 적층하여, TSV를 통해서 제조하는 방식이다. 2027년 ~ 2028년 정도에 상용화될 것으로 기대된다.

5세대 CPO: 광원을 칩 내부에 통합하는 방식

마지막 Gen V (Integrated Laser) 는 레이저 광원을 외부 모듈이 아닌 포토닉칩 내부에 통합해, 완전한 광 집적 시스템으로 완성되는 단계다. 이로써 데이터센터의 전력·공간·냉각 효율을 한층 더 끌어올릴 수 있다.

결국 CPO의 진화는 "Pluggable → On-Board → Near-Package → 2.5D → 3D → Integrated" 로 이어지는 점진적 집적화 과정이며, 광소자와 연산칩의 물리적·기능적 융합이 가속화되는 방향으로 발전하고 있다.

그림 33. **세대별 CPO 의 발전 방향**



자료: Alphawave Semi, 대신증권 Research Center

CPO 에 들어가는 밸류체인 및 주요 업체

CPO로 갈수록 공급망 관리와 수직 통합 능력이 더 중요해짐

CPO의 적용이 본격화되면서, 기술 경쟁의 초점은 단순히 누가 먼저 상용화하느냐가 아니라 누가 더 안정적이고 효율적인 공급망을 구축하느냐로 옮겨가고 있다. CPO는 기존의 플러그형(Pluggable) 광모듈과 달리, 광원,변조기,포토닉 회로가 ASIC 패키지 내부에 직접 통합되기 때문에, 각 부품 간 정밀한 공정 접합성과 수직 통합 역량이 필수적이다.

엔비디아 CPO 통합플랫폼의 주요 광원업체인 COHR, LITE

이로 인해 CPO 밸류체인은 전통적인 트랜시버 산업과 달리, EIC(전자 집적회로), PIC(포토닉 집적회로), ELS(External Laser Source), 모듈 시스템 통합의 계층 구조로 재편되고 있다. 브로드컴과 엔비디아가 시스템 수준에서 CPO를 통합하는 플랫폼을 주도한다면, 코히런트, 루멘텀과 같은 광원 기업들은 InP 기반 EMl, DFB 레이저를 통해 이들의 공급망 중심에 자리잡고 있다.

CPO는 광원 – 패키징 – 시스템 통합까지 이어지는 산업 밸류체인의 전면적 재편을 촉발하고 있다.

전자신호를 다루는 EIC

CPO 시스템의 가장 상위 계층은 전자 신호를 생성하고 제어하는 EIC(Electronic Integrated Circuit)이다. 스위치 ASIC, GPU, DPU 등에서 발생한 전자 신호는 SerDes(Serializer-Deserializer)와 PAM4 신호 기술을 거쳐 고속 전송 형태로 변환된다.

EIC는 브로드컴, 엔비디아가 설계함.

이 계층의 핵심은 전송 효율을 극대화하면서도 전력 손실을 최소화하는 것이다. 브로드컴은 224G SerDes를 통해 스위치 ASIC의 집적도를 51.2Tbp/s급까지 확장했고, 엔비디아는 DPU(BlueField)와 NVLink 인터커넥트를 통합해 패브릭 단위 최적화 구조를 구축하고 있다. EIC 단독으로는 전기적 한계를 벗어나기 어렵기 때문에, 이후 단계에서 광을 이용한 신호 변환이 필수적이다.

PIC는 전기신호를 광신호로 변화시킴

EIC에서 생선된 전자 신호는 PIC(Photnoics Intergrated Cirucuit)을 통해 광 신호로 변환된다. PIC는 실리콘 포토닉스(SiPh) 공정을 기반으로 하며, 링 변조기(Ring Modulaotr), Mach-Zehder 변조기, 포토다이오드(Photodioded) 등 광학 소자를 포함한다.

인텔, 코히런트, 루멘텀, 아야랩스 등이 PIC를 설계 및 제조함

PIC의 경쟁력은 변조, 효율, 집적도, 광 손실 관리로 결정된다. 인텔, 코히런트, 루멘텀, 아야랩스 등이 대표적인 공급자이며, 특히 아야랩스는 GPU 패키지 내부에 직접 광 인터페이스를 내장하는 Compute CPO를 선도하고 있다.

PIC의 발전은 단순한 트랜시버 기술의 진화를 넘어, 칩-패키지 수준에서의 광 신호 통합으로 이어지고 잇으며, 이는 CPO 구조의 전력 효율,지연(Latency),대역폭을 결정짓는 핵심요소로 작용한다.

외부 레이저 광원으로 InP가 주로 쓰이며, 코히런트, 루멘텀이 주로 제조함

PIC가 제 역할을 하려면 '빛'이 필요하다. CPO에서는 이 '빛'을 외부에서 공급해주는 ELS(External Laser Source) 방식을 채택하고 있다. 이 빛을 만들어내느 근원은 화합물 반도체로 대표적으로 InP(인듐 인산)와 GaAs)갈륨 비소)가 사용되며, 두 소재 모두 전자와 광 특성이 뛰어나 광통신용 레이저 제작에 최적화되어 있다.

드디어 도래한 光의 시대. 광원업체들의 합당한 리레이팅

CPO가 AI 네트워킹의 새로운 표준으로 부상하면서 중요성이 커지게 된 광원 어체들

CPO(Co-Packaged Optics)가 AI 네트워킹의 새로운 표준으로 부상함에 따라, 데이터센터의 '빛'을 만들어내는 광원(External Laser Source, ELS) 산업이 전면에 부상하고 있다. 기존 트랜시버 중심 구조에서는 광원이 모듈 내부의 보조 부품에 불과했지만, CPO에서는 스위치 ASIC이나 GPU 패키지에 직접 통합되는 핵심 전력 효율 부품으로 자리 잡는다. 즉, 광원은 단순히 빛을 공급하는 장치가 아니라, AI 데이터센터의 전력 효율,신호 품질,시스템 신뢰성을 좌우하는 핵심 반도체 소자가 된 것이다.

데이터센터에 사용되는 InP 기반 광원은 Coherent, Lumentum, Broadcom의 과점상태

현재 CPO용 광원은 주로 InP(Indium Phosphide)와 GaAs(Gallium Arsenide) 계열 화합물 반도체로 제작된다. InP 기반 EML(전기흡수변조 레이저)은 장거리,고속 전송에 유리하며, GaAs 기반 VCSEL은 단거리,저전력 통신 및 LPO 구간에 사용된다. 특히, InP는 온도 안정성이 높고 신호 손실이 적어, 고밀도,고온 환경의 AI 데이터센터에서 유일하게 안정적인 광원 소재로 평가된다. 이러한 기술적 특성 덕분에 CPO와 ELS 시장의 주도권은 InP 기술,웨이퍼 성장,에피택시,모듈화 역량을 보유한 소수 기업(Coherent,Lumentum)에 집중되고 있다.

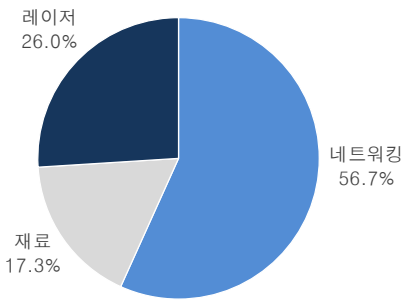
지난 3 ~ 5년간 대규모 R&D와 수율 부진으로 영업부진에 시달려 왔으나, 수요 증가 및 공정 개선으로 영업이익 개선세가 뚜렷한 두 회사

글로벌 상위 두 기업인 Coherent와 Lumetum은 지난 3 ~5년간 차세대 EML,VCSEL,DFB 구조를 위한 대규모 R&D투자를 지속해왔다. 이 과정에서 높은 개발비와 낮은 수율 탓에 영업이익률 부진에 시달렸으나, 최근 들어 공정 통합,수율 개선,라인 자동화 효과가 본격화되며 본격적으로 레이저부문의 영업이익률 회복이 나타나고 있다. Coherent의 경우 InP 기반 광원 수율이 2023년 대비 30% 이상 개선되었고, Lumentum 역시 실리콘 포토닉스(SoI)기반 조립공정 최적화로 생산 단가가 크게 하락하고 있다. 과거에는 단일 트랜시버 대비 마진이 낮았던 레이저 사업이, 이제는 고마진의 핵심 IP,공정사업으로 전환되고 있는 것이다.

CPO 시대로 오면서 단순 부품업체에서 플랫폼형 IP로 리레이팅이 기대되는 광원업체들

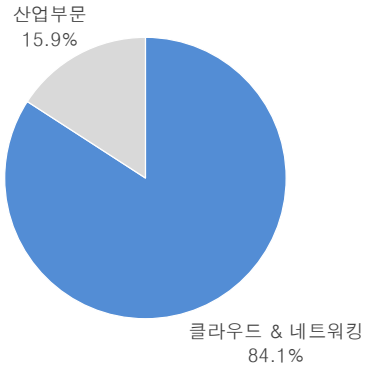
이처럼 R&D 축적이 수율개선으로 또, 수율개선이 수익성 회복이라는 구조적 변화는 광원업체들의 밸류에이션 리레이팅의 근거가 된다. 과거에는 트랜시버 업체들의 매출 일부로만 인식되던 광원 부분이, 이제는 AI 데이터센터와 Optical I/O, LiDAR 센서 등 여러 광학 플랫폼으로 확장 가능한 고유 비즈니스로 자리 잡았다. InP 기반 레이저 ASP가 2 ~ 3배 상승하고, 광원업체의 제품 믹스가 '모듈 납품형에서 플랫폼 IP형'으로 전환되면서, Coherent, Lumentum은 단순 부품공급사를 넘어 AI 광 플랫폼 핵심 공급자로 재평가 받을 것이다. 결국, CPO 확산은 빛을 제어하는 기업의 시대를 열며, 광원업체들의 마진,멀티플,전략적 위상을 동시에 끌어올리는 구조적 리레이팅을 촉발하고 있다.

그림 34. 코히런트 매출액 비중



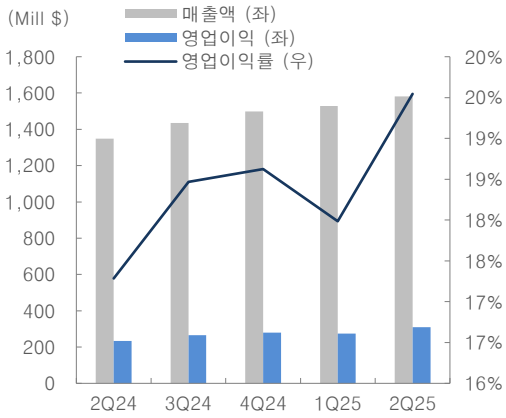
자료: Coherent, 대신증권 Research Center/ 주:2Q25기준
주: 네트워킹: AI데이터센터용 광트랜시버, 재료: 광학재료 및 부품
레이저: 디스플레이, 반도체 장비

그림 35. 루멘텀 매출액 비중



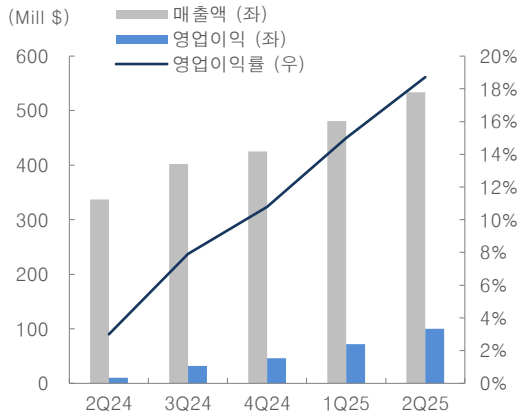
자료: Lumentum, 대신증권 Research Center/ 주:2Q25기준
주: 클라우드 & 네트워킹: EML 칩, 트랜시버, DCI용 레이저
산업 부문: 3D 센싱, 초고속레이저

그림 36. 코히런트 분기별 실적추이



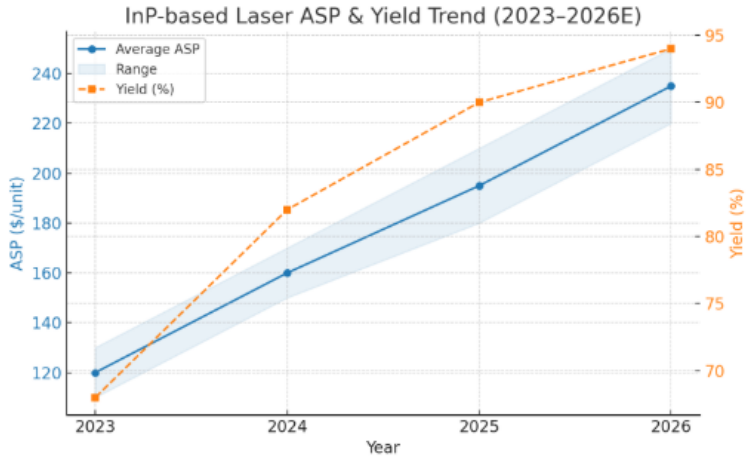
자료: Coherent, 대신증권 Research Center

그림 37. 루멘텀 분기별 매출액&영업이익 추이



자료: Lumentum, 대신증권 Research Center

그림 38. InP 기반 레이저 광소자 ASP 및 수율 추이 및 전망



자료: Yole, GPT 대신증권 Research Center
주: Yole 공개데이터를 기반으로 한 GPT ASP밴드 추정치

레이저광원 밸류체인

레이저 광원으로 쓰이는 InP, GaAs. 코히런트와 루멘텀이 주요 회사. 데이터센터용은 주로 InP가 사용됨

InP는 주로 DFB(Distributed Feedback), EML(Electro-absorpiton Mudulted Lasder)등 고속 장거리 전송용 광원으로 활용된다. 현재 스위치용 이더넷 스위치에 사용되는 광원은 InP 기반이다. 반면, GaAs는 VCSEL(Vertical-Cavity Surfae-Emitting Laser) 기반으로 단거리,저전력 통신이나 LPO, LiDAR 등에서 폭넓게 쓰인다. GaAS는 광 I/O 시장에서 VCSEL에서 사용될 것으로 기대된다. InP와 GaAs 모두 코히런트와 루멘텀이 대표적인 광원 생산 회사로 활동하고 있다.

결과적으로 CPO는 실리콘 기반 PIC과 화합물 반도체 기반 광원이 결합된 형태로, 전기적, 광학적 소자를 하나의 패키지로 통합한 최종 구조이다. 이는 단순한 통신 효율 향상을 넘어, 데이터센터의 전력,공간,냉각 효율을 혁신하는 시스템적 진화로 이어지고 있다.

밸류체인은 크게 원재료(Material), 웨이퍼(Wafer Substrate), 에피택시(Epitaxy), 디바이스(Device Fabrication), 모듈 시스템(Optical Module / CPO Intergration)의 다층구주로 형성되어 있다. 원재료 단계에서는 5N Plus, Umicore, DOWA, Vital Material 등이 고순도 인듐, 갈륨 비소 원소를 공급한다.

베어 웨이퍼 제조사. 과점하는 형태를 띔

웨이퍼 제조 단계에서는 InP 계열의 AXT, Sumitomo Electric, Coherent, GaAs 계열의 IQE, Freiberger, Wafer Technology가 핵심 공급자로 위치하고 있다. InP, GaAS 웨이퍼는 결정 품질과 결함밀도가 매우 중요하고 또 난이도가 매우 높아 과점화된 구조를 띄고 있다.

화합물 반도체로 활성층 성장 공정이 필요. 과점화됨

에픽택시(Epitaxy) 단계에서는 웨이퍼 위에 활성층을 성장시키는 공정으로, InP 기반은 AXT, IntelliEPI, Landmark, GaAs 기반은 IQE, Win Semiconductors, VPEC이 대표적이다. 에피 장비는 Aixtron과 Veeco가 글로벌 시장을 과점하고 있다.

칩을 생산하는 단계

디바이스 제조는 실제 레이저 칩이 형성되는 단계로, InP 기반은 Cohrent, Lumentum, Broadex, Source Photonics 등이, GaAs 기반은 Trumpf, ams-Osram, Coherent, Lumentum 등이 주도하고 있다.

생산된 칩을 모듈, 시스템으로 통합함

모듈,시스템 통합 단계에서는 Coherent와 Lumentum이 CPO용 광원을 Broadcom, NVIDIA, Intel이 이를 스위치 및 GPU 시스템과 통합하여 완성형 AI 네트워크 모듈을 구현한다.

광화가 진행될수록 중요한 위치를 차지할 주요 업체들

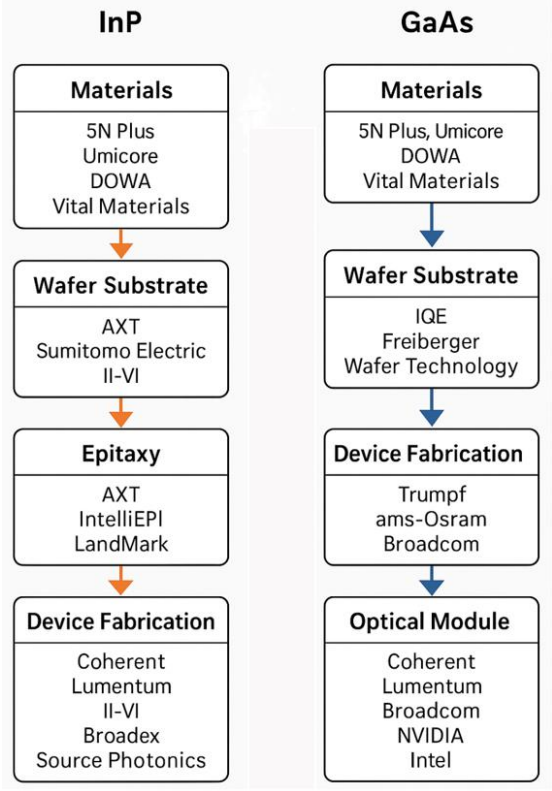
결과적으로 InP,GaAs 밸류체인은 소재에서 모듈까지 수직 통합된 고부가가치 공급망을 형성하며, AI 데이터센터의 광화(Opticalization)가 가속화될수록 이들 기업의 전략적 중요성은 더욱 높아질 전망이다. InP는 CPO,ELS 영역에서, GaAs는 LPO,VCSEL영엑에서 각각 핵심적인 역할을 수행할 것으로 예상된다.

표14. 레이저 광원 주요 소재별 사용처 및 주요 회사

레이저 광원 사용처	주력소재	대표화사
소비자 전자(3D,센싱)	GaAs	Lumentum, Sony, Osram
산업,자동차 (Lidar)	GaAs	Coherent, Osram
자율주행 Lidar	InP	Coherent, Aeva, Luminar
데이터센터 트랜시버	InP	Lumentum, innolight, Broadcom
CPO/ SiPh 모듈	InP	Coherent, Ayalabs, Broadcom

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 39. **소재별 화합물 반도체 업체 밸류체인**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

광기술과 실리콘기술의 융합. 새롭게 짜이는 밸류체인

CPO를 통해 밸류체인이 새로 짜이는 중

CPO는 AI 데이터센터의 전송 병목을 해결하기 위한 차세대 네트워킹 기술로, 전기적 신호 전송 대신 패키지 내부에서 광을 직접 통합함으로써 전력 효율과 대역폭 밀도를 동시에 향상시킨다. 이러한 구조적 변화로 인해 CPO 산업은 기존의 '트랜시버 중심 공급망'에서 시스템 – ASIC – 파운드리 – 광원/포토닉스 중심의 고도화된 수직 밸류체인으로 재편되고 있다.

설계단계에서부터 협업이 필요한 CPO

CPO 개발 과정은 시스템 설계 단계에서부터 광원 제조, 패키징까지 여러 계층의 협업으로 이루어진다 .먼저 시스템 업체가 전체 네트워크 구조와 전송 요구 조건에 맞춰 CPO 시스템을 설계하면, 이에 맞춰 ASIC 설계 업체가 해당 사양을 충족하는 스위치 ASIC 혹은 DPU를 설계한다.

CPO에 들어가는 PIC는 외부 위탁 생산. Tower Semi가 독보적

한편, 광원업체는 CPO에 필요한 ELS를 InP 기반으로 제작하며, 동시에 기존 InP 기반 외부 레이저 구조가 아닌 SOI(Silicon-on-Insulator) 방식의 PIC를 설계해 Tower Semiconductor와 같은 아날로그, 혼합신호 중심 파운드리에 생산을 위탁한다.

EIC와 PIC는 TSMC가 하이브리드 본딩한 뒤, XPU를 제조한 뒤 함께 패키징함

이렇게 제조된 ELS와 PIC는 이후 SMC와 같은 시스템형 파운드리로 전달된다. TSMC는 시스템 설계 사양에 맞춰 ASIC과 EIC를 제조하고, 자체 공정을 통해 EIC와 PIC를 하이브리드 본딩으로 결합한다. 그 다음, 이를 2.5D 패키징 기술을 이용해 ASIC 다이 위에 통합하고, 마지막으로 InP 기반 ELS를 연결함으로써 완전한 CPO 모듈이 완성된다.

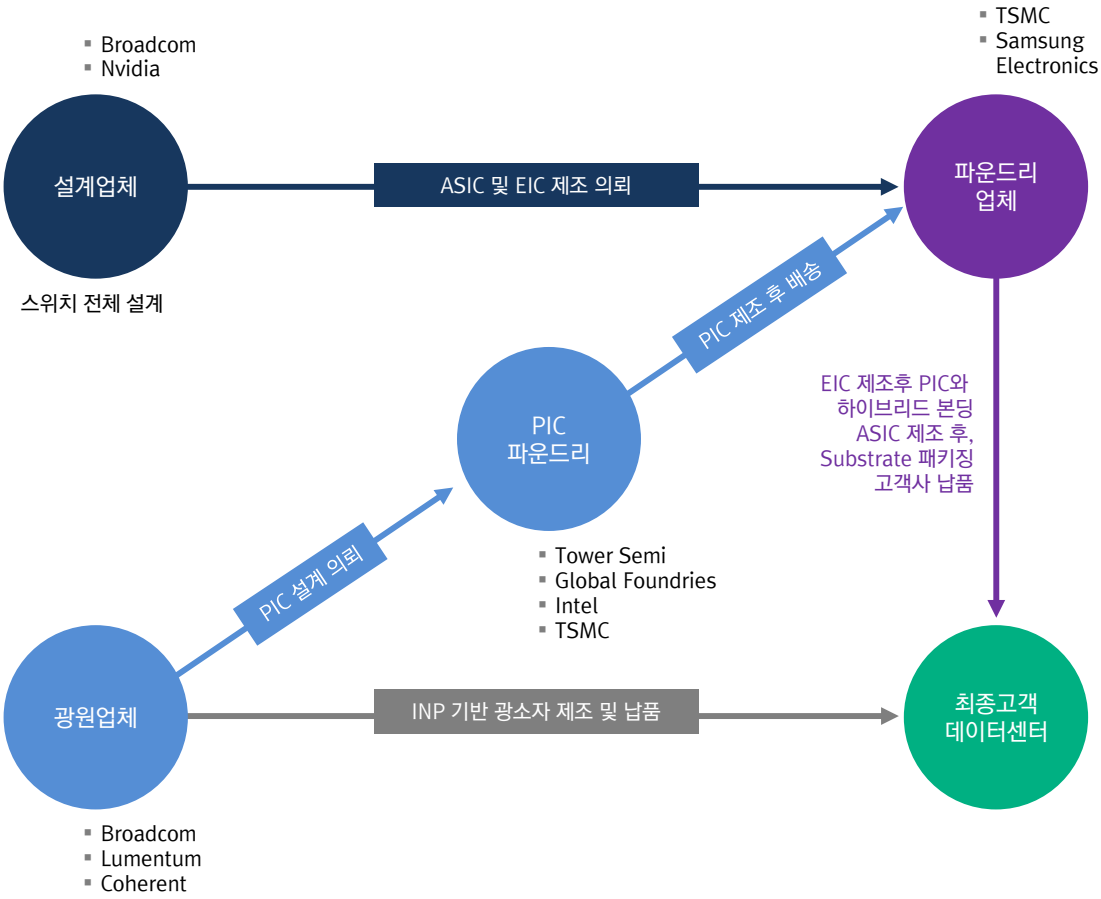
요약하자면, CPO의 완성은 시스템 설계, ASIC 개발, PIC,ELS 제조, 하이브리드 본딩, 25D 패키징의 단계적 협업 구조를 통해 이루어지며, 각 계층에서 TSMC, Tower Semi, Coherent, Lumentum, Nvidia, Braodcom 등이 핵심적인 역할을 수행한다.

표15. CPO 관련 주요 밸류체인 업체

구분	주요 역할	대표 기업
시스템 업체 (System Integrator)	AI 서버·스위치·패브릭 수준에서 CPO 기술을 통합하여 전체 네트워크 아키텍처를 구현. AI 학습·추론용 네트워킹 패브릭을 설계하고, 내부 전송 효율 최적화	NVIDIA, Broadcom, Cisco, Arista Networks, Intel
ASIC 설계 업체 (Switch / DPU / Compute)	CPO 를 지원하는 고속 SerDes, PAM4, DSP, DPU, Switch ASIC 을 설계. 전송 효율 및 지연(Latency) 성능을 결정	Broadcom, Marvell, NVIDIA, AMD, Intel
파운드리 / 패키징 (Foundry / OSAT)	실리콘 포토닉스(SiPh), InP, GaAs 공정 및 하이브리드 본딩 기술을 통해 EIC-PIC-ELS 구조를 제조. 패키지 통합 및 열관리 공정 수행	TSMC, Tower Semiconductor, Intel Foundry, GlobalFoundries, ASE, Amkor, JCET
광원 및 포토닉스 업체 (Optical / Photonics)	**EML, DFB, VCSEL 등 화합물 반도체 기반 레이저 및 PIC(Photonic IC)**를 제작. CPO 모듈 통합 및 테스트 수행	Coherent, Lumentum, Ayar Labs, Infinera, Source Photonics

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 40. 네트워크 스위치 CPO 밸류체인 지도



자료: 산업자료 대신증권 Research Center

Ⅳ. HW3. AI의 눈을 뜨게 해주는 기술 - 센서

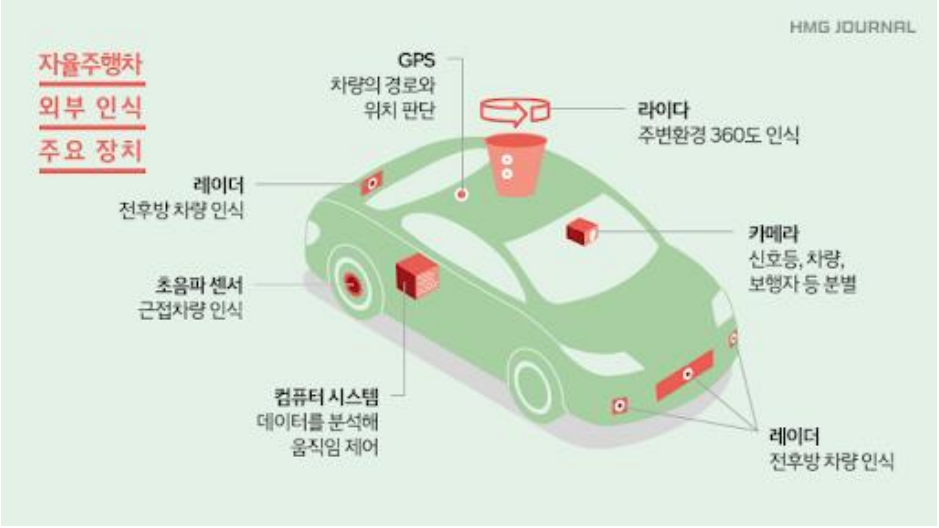
AI가 인간의 사고방식을 닮아가는 과정이 인지(Inteligence)의 영역이었다면, 피지컬 AI는 인간의 감각(Sense)을 닮아가는 단계라 할 수 있다. 눈으로 보고, 귀로 듣고, 피부로 느끼듯이 피지컬 AI 역시 현실 세계의 정보를 인식하고 해석해야 한다. 이를 가능하게 하는 것이 바로 센싱 기술이다.

광학센서와 전자파를 이용한 카메라, 라이다, 레이더를 중심으로 발전하고 있는 센싱기술

센싱을 통해 데이터의 수집이 이루어져야 이후 공정에 대한 수행이 가능하기 때문이다. 센싱을 통한 데이터 수집은 인간이 오감을 통해서 데이터를 수집하는 것과 매우 유사하다. 현재, 피지컬 AI는 인간의 오감인 시각, 통각, 청각, 미각, 후각 중 미각과 후각을 제외한 시각, 통각, 청각과 관련한 데이터를 수집 및 학습에 사용하고 있다. 이 중 인간으로 치면 시각과 가장 유사한 광학센서(카메라, 라이다)와 전자파(레이더)를 이용한 센싱 기술이 가장 발전하고 있다.

마치 사람이 걸어다니면서, 주변 정보들을 수집하고 학습하듯이 대표적인 피지컬 AI인 자율주행차도 주요 센서를 통해서 정보를 수집하고 있다. 이외에도 관성측정 센서, TOF 센서, 음향 센서, 초음파 센서 등의 기술도 함께 발전하고 있다.

그림 41. **자율주행차 주요 센서들**



자료: 현대자동차, 대신증권 Research Center

표16. 다양한 센싱기술의 장, 단점 및 관련기업

	장점	단점	관련 대표 기업
카메라	– 높은 해상도 – 뛰어난 색 재현력 및 광학 표현력 상대적으로 저렴한 가격"	– 깊이(거리) 정보의 획득이 어려움 – 조명 조건에 민감하여 어두운 밤이나 역광 등에서의 성능저하가 큼	Largan, Sunny Optical, On semi, Sony, Samsung, TI, Analog Device, Ambarella, LG Innotek
라이다	– 원거리에서도 높은 해상도로 물체 인식 – 3 차원 공간정보 수집 가능 – 정밀한 형태 인식 가능 – 터널, 야간 등 저조도 환경에 강함	– 큰 부피와 높은 비용 – 레이저 빛이 산란되어 악천후에 취약함 – 유리, 검은색 물체 등 특정 표면에서 신호 손실이 발생할 수 있음	Coherent, Osram, Lumentum, Hatatsu Photonics, Sony, Panasonic, Laser Components, Ouster, RoboSense, Hesai, Huawei
레이더	– 악천후와 조도 변화에 강함 – 속도 측정이 바로 가능함. – 충돌 위험 판단에 용이함 – 센서 비용이 낮고 소형화에 유리함	– 해상도가 낮음 – 작은 물체나 인접 물체의 구분이 어려움 – 객체 식별 능력이 떨어짐 – 정지 물체에 대한 감지 신뢰도가 낮음	Bosch, Continental, Valeo, Rosenberger, TE Connectivity, NXP, Infinion, TI, ST Micro, Bosch, Continental, Valeo
관성측정 센서	– 소형으로 경량화가 쉬움 – GPS 가 불필요함 – 비용 효율적임	– 노이즈에 민감함 – 보정이 필요함 – 데이터 처리가 복잡함	Honeywell, Northrop Grumman, Bosch, Analog Device
TOF 센서	– 전력이 적게 들어감 – 실시간 측정이 가능함 – 정확도가 높음	– 해상도가 낮음 – 강한 빛에 취약함	Renesas, Analog Devices, Nuvoton,
음향 센서	– 저렴한 가격 – 음성인식 등 실시간 조작이 가능함	– 소음과 간섭에 취약함 – 전력 소비 및 파일 크기가 큼	Resoniks, Senzoro, Festo
초음파 센서	– 다양한 재료의 감지가 가능함 – 먼지, 비 등 환경의 영향이 적음 – 감지거리가 짧음	– 온도에 민감함 – 작은 물체의 감지가 어려움	Murata, Siemens
힘/토크 센서	– 고정밀 6 축 계측 가능 – 고속 샘플링률(1kHz 이상 가능) – 견고한 금속 하우징으로 내구성 우수	– 가격 부담 큼 – 접촉면 위치에 따라 오차 발생 가능 – 소형화 어려움 (특히 6 축 F/T 센서)	Robotous, ATI Industrial Automation, Schunk, Robotiq, 에이딘 로보틱스
촉각/햅틱 센서	– 접촉 형상, 질감, 마찰 감지 가능 – 휴머노이드 손, 의수, 의료로봇, 감성 인터랙션 등 다양	– 일반적으로 단일 축(z 축) 정보만 제공 – 응답 속도 및 내구성 제한 존재 (특히 폴리머 기반 센서)	Huaweike, Tashan, Hanwei Electronics, PaXiniTech, SUSHI TESTING

자료: 산업자료, 대신증권 Research Cetner

주요 센싱기술

1) 카메라

카메라의 센싱과정; 카메라 → 이미지 센서 → ISP → 컴퓨터 비전

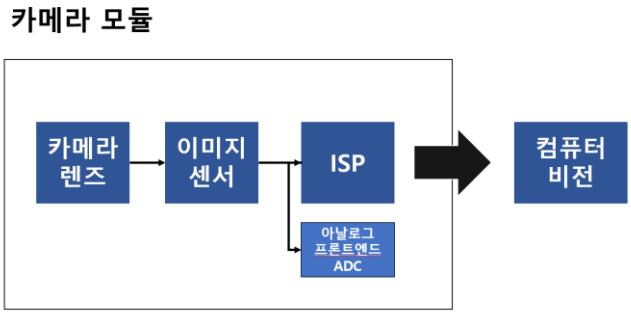
카메라는 센싱기술과 관련해서 가장 중요한 분야로 꼽힌다. 스마트폰으로 밸류체인이 이미 어느정도 형성되었고, 저렴한 가격으로 많은 양의 정보들을 처리할 수 있기 때문이다. 카메라가 센싱을 하는 과정은 다음과 같다.

1) 렌즈 부분을 통해 집광을 한다.
2) 집광된 빛을 이미지센서가 받아들여서 아날로그 신호를 만든다.
3) 아날로그 프론트엔드에서 ADC(Analoge to Digital Convertor)를 통해서 아날로그 신호를 디지털신호로 변환한다.
4) ISP(Image Sensor Processor)에서 이미지 프로세싱을 통해 인간이 인지할 수 있는 시각정보로 만들어 준다.
5) 컴퓨터 비전 장치에서 이 정보들을 바탕으로 ADAS 및 자율주행 기능을 구현한다.

각 분야별 상위업체들의 점유율이 높은 편

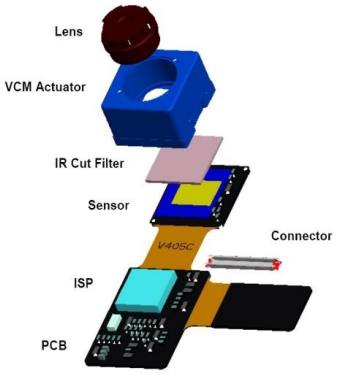
컴퓨터 비전을 제외한 앞부분의 것들을 하나로 모듈화해서 판매하는 카메라 모듈 업체들도 밸류체인으로 형성되어 있다. 카메라 렌즈, 이미지센서, ISP 등 분야에서 상위 업체들의 점유율은 40% 이상으로 각 분야별로 상위업체들의 지배력은 높은 편에 속한다.

그림 42. 카메라가 사물을 인식하는 일련의 과정



자료: 대신증권 Research Center

그림 43. 카메라의 구성



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 44. 카메라 관련 Top-Tier 기업 현황

분야	관련기업
카메라 렌즈	Largan, Sunny Optical, Kantatsu, GSEO, Seconiks
이미지 센서	Onsemi, Ommni Vision, Sony, Samsung
아날로그 프론트엔드	T.I , Analogue Device, Ambarella
ISP	Ambarella, Scionext, Onsemi, Intel, Nvidia
카메라 모듈	Lg Innotek, Sunny Optical, Foxcon, Samsung Electric, Optrong

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

1-1) 카메라의 하드웨어 기술 발전 방향

카메라의 장점;
1) 높은 해상도
2) 저렴한 가격

카메라 센싱의 가장 큰 장점은 높은 해상도와 뛰어난 광학 표현력이 꼽힌다. 가시광선을 인지하는 것으로 인간의 시각과 가장 유사한 구조를 지니고 있다. 피지컬 AI 이전부터 스마트폰을 통한 대량생산 체계가 꾸려져 가격경쟁력이 높다는 점도 장점으로 꼽힌다.

카메라의 단점;
1) 저조도에서의 취약성

단점으로는 단면적을 인지하는 방식이기 때문에 깊이(거리) 정보의 획득이 어렵다는 점이 있다. 또한, 광원이 없는 저조도 환경에서는 뚜렷한 성능저하가 나타난다는 점도 단점으로 꼽힌다.

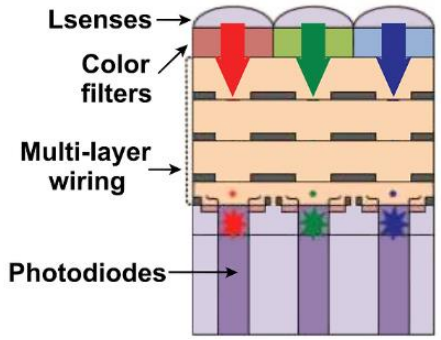
적층구조를 통해 화소수가 높아지는 방향으로 발전하는 카메라 기술

카메라의 하드웨어적인 발전은 주로 적층구조로 나타나고 있다. 카메라 이미지 센서는 렌즈 컬러필터 다음에 반도체 부문이 존재한 다음 포토다이오드(수광부)가 존재하는 기존의 FSI(Front Side Illumination) CIS(CMOS Image Sensor) 구조에서 웨이퍼 부문을 얇게 갈아서 뒷면에 수광부를 만든 다음에 컬러필터를 올리는 BSI(Back Side Illumination) CIS 구조로 변환되었다. BIS CIS 구조는 기존의 FSI와 비교해서 수광부의 포토다이오드가 빛을 받아들일 때 반도체 부문이 방해하지 않아 더 많은 화소수를 구현할 수 있다는 장점이 있다.

3D 적층 구조를 통해서 수광부의 면적이 더 넓게 구현가능해짐

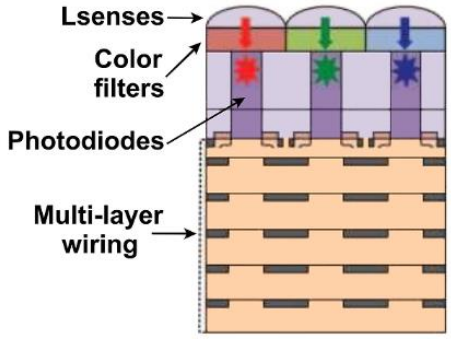
3D 적층구조가 발전함에 따라서 기판부문의 배치도 기존의 수평에서 수직으로 구성하는 방식으로 발전하고 있다. 기존에는 포토다이오드와 이를 인식하는 PCB기판이 수평배치되는 방식이었는데, 이제는 기판부를 놓고 그 위에 TSV(Through Silicon Via) 방식을 통해서 포토다이오드를 구상함에 따라서 수광부의 크기를 더 늘림에 따라서 더 많은 화소수의 구현이 가능해지고 있다.

그림 45. FSI CIS 구조



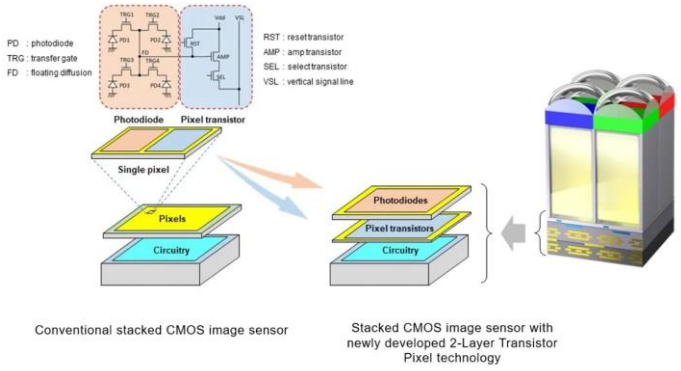
자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 46. BSI CIS 구조



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 47. 적층 구조가 적용되는 이미지 센서



자료: Sony, 대신증권 Research Center

1-2) 카메라의 소프트웨어 기술 발전 방향

카메라 센서 SW의 발전은 AI 추론을 통해 부족한 광학의 화소를 보안하는 방향

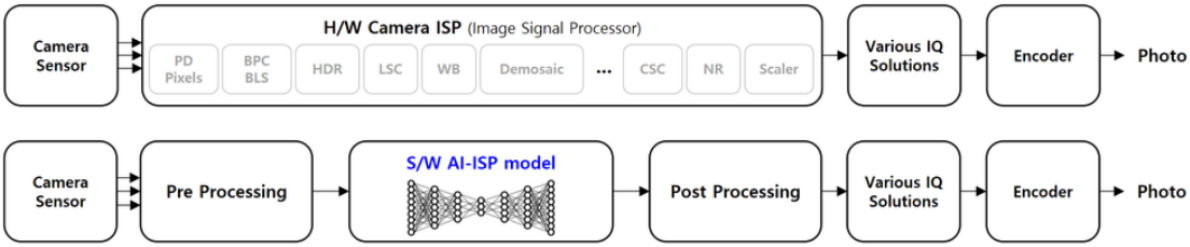
소프트웨어 측면에서는 신경 알고리즘 기반의 AI 기술이 카메라 기술에 적용되고 있다. 기존의 규칙기반 알고리즘에서 신경망 기반 알고리즘 기반으로 변환되고 있다. 이는 추론과 관련한 부문으로 저조도 환경에서 화소의 손실이 발생하였을 때, 손상이 된 부분을 추론하는 방식이다. 기존의 규칙기반 알고리즘은 A라는 픽셀 옆에 A', A''라는 성격의 화소가 위치한다면, 부족한 화소를 B라는 화소로 채우는 단순한 규칙기반 알고리즘이 적용되었다.

자가학습의 개념으로 스스로 부족한 화소수를 메꾸는 신경망 알고리즘

신경망 알고리즘은 거기에서 더 나아가 픽셀 옆에 A', A''라는 성격의 화소가 위치했을 때, C라는 화소가 위치한다면, C'를 화소로 표시하는 등 여러가지 상황에서 스스로 학습한 데이터를 바탕으로 부족한 화소수를 AI가 추론하여 보완하는 형식을 말한다. 이는 알파고가 스스로 복기하면서, 바둑실력을 높이는 것과 비슷한 방식이다.

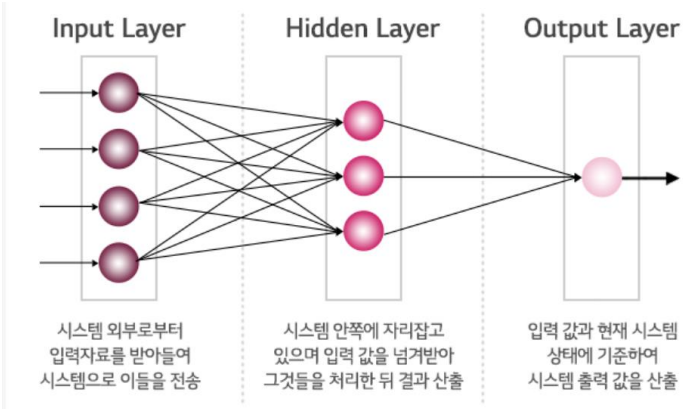
신경망 알고리즘을 통해서 카메라의 HW 발전없이 SW 만으로 저조도에서의 화질저하 등을 극복해내고 있다.

그림 48. **적층 구조가 적용되는 이미지 센서**



자료: 삼성전자, 대신증권 Research Center

그림 49. **인공 신경망의 구조**



자료: LG CNS, 대신증권 Research Center

주요 센싱기술

2) 라이다

저조도 환경에서의 카메라의 성능저하를 보완해주는 라이다

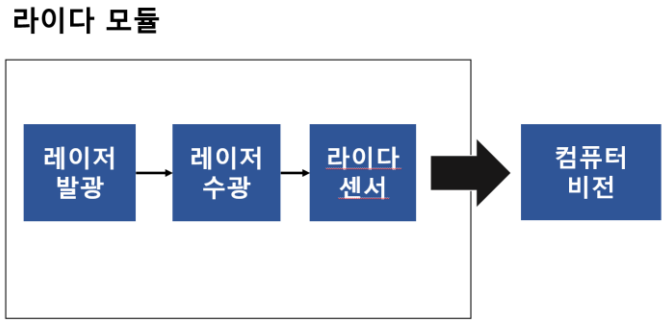
카메라는 뛰어난 센서이지만, 저조도 환경에서의 성능저하로 라이다가 같이 부각받고 있다. 라이다는 레이저 빛을 직접 주변에 발광한 다음 돌아오는 레이저를 분석하여서 주변 사물을 인식하는 방식이다. 능동적으로 빛을 발광한다고 해서 액티브 센싱이라고 부른다.

라이다는 레이저를 발광하는 발광 다이오드 그리고 레이저를 받아들이는 수광 다이오드 그리고 이를 받아들여서 디지털 신호로 변환하는 라이다 센서 부문으로 구성되어 있다. 보통 우리가 라이다 업체라고 하는 업체들은 라이다 센서와 레이저의 발광 및 수광 다이오드를 포함해서 조립하는 모듈업까지 영위하는 업체를 말한다.

360도 회전식에서 고정형으로 발전함. 원가절감방향으로 발전 중

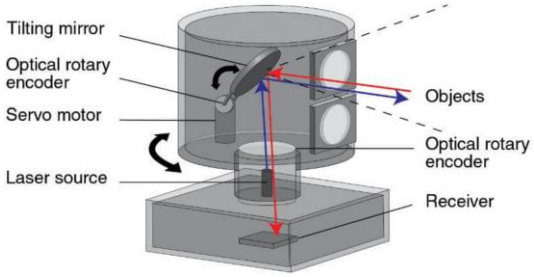
초기 라이다는 360도 회전식이었다. 라이다는 회전식에서 고정식으로 형태 변화가 이루어졌다. 고정식은 기존 회전식과 비교해서 구조가 단순해 내구성이 높고, 비용이 저렴하다. 라이다는 센싱 기술 중 가장 강력한 성능을 지녔지만, 높은 가격이라는 진입장벽이 존재해 원가절감 방식으로 기술이 발전하고 있다.

그림 50. **카메라가 사물을 인식하는 일련의 과정**



자료: 대신증권 Research Center

그림 51. **라이다의 구조 (회전식)**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 52. **라이다 관련 밸류체인 기업**

분야	관련기업
레이저 광원 다이오드	Coherent, Osram, Lumentum, Rohm
레이저 감지 다이오드	Hamatsu Photonics, Onsemi, Sony, Panasonic, Laser componen
센서 및 모듈 업체	Ouster, Hesai, Robosense

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

2-1) 다양한 라이다의 종류와 VCSEL 방식의 대두

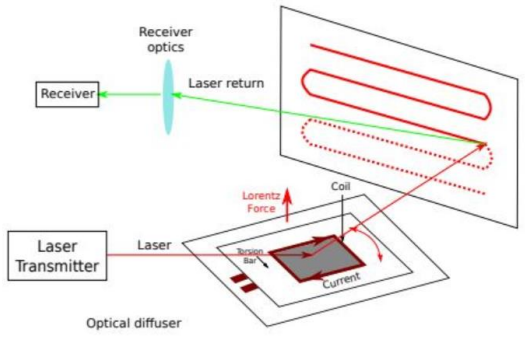
현재 대부분 사용되는 라이다는 고정식 MEMS 방식이 사용 중

고정식 라이다는 마이크로 미러가 부착되어 있는 MEMS(Micro Electro Mechanical System)방식과 광학 위상 변조기를 이용한 OPA(Optical Phase-locked loop) 방식이 대표적이다. MEMS 방식은 미러의 기울기 각도를 전기적으로 제어해 빔 방향을 조절한다. 상대적으로 저렴한 가격으로 차량용 ADAS에 주로 적용되고 있다. 반면, OPA 방식은 높은 스캐닝 속도를 가졌지만, 아직 개발단계로 아직 상용화는 이루어지고 있지 않다.

LED, VCSEL, EEL 방식 중 높은 신뢰성과 긴 파장거리 제조 효율성의 장점으로 VCSEL 방식이 부각받는 중

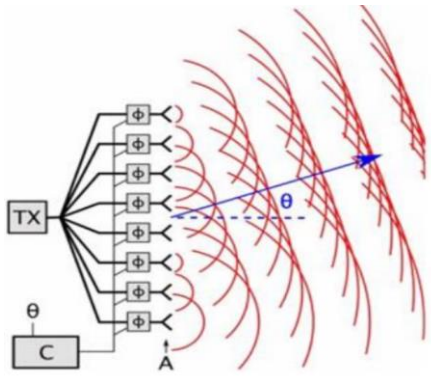
라이다의 발광 소자 방식은 크게 LED(Light Emitting Diode), VCSEL(Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser), EEL(Edge-Emitting Laser) 방식 등이 있다. LED는 가장 저렴하지만, 출력이 낮아 탐지 거리가 짧다. 자율주행 등에 사용되는 라이다로 LED 방식은 부적합하다. VCSEL은 LED와 비교해 높은 출력과 긴 탐지 거리를 지니고 있다. 또한, 높은 신뢰성과 온도 안정성이라는 장점이 있다. 또, 웨이퍼 레벨 제조, 코팅, 테스트가 가능해 대량생산에 적합한 장점이 있다. EEL은 세 가지 방식 중 가장 높은 출력 밀도와 우수한 밝기 그리고 긴 탐지거리를 지니고 있다. 반면, 온도 변화에 따른 파장 변화가 심하고, 표면 손상에 취약하여 VCSEL과 비교해서 신뢰성이 낮다는 단점이 있다. 차량용 등 피지컬 AI에 가장 적합한 방식은 VCSEL방식이 주목받고 있다.

그림 53. **라이다의 구조 – MEMs 방식**



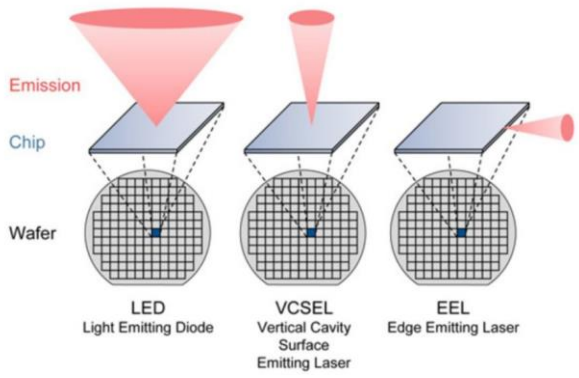
자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 54. **라이다의 구조 OPA(Optical Phase Array)**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 55. **다양한 라이다의 발광소자의 발광방식**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

2-2) 라이다 기술 발전 – SLAM, 포인트 클라우드

SLAM 기술과 포인트 클라우드 기술로 발전 중

라이다와 관련한 SW 기술은 SLAM과 포인트 클라우드 기술로 발전하고 있다. SLAM은 Simultaneous Localization and Mapping의 약자로 카메라와 라이다를 활용해서 주변의 공간을 인식하는 가상의 지도를 만들어서 센싱하는 기술을 말한다. 카메라만 이용해서 가상 공간을 만드는 것을 Vision SLAM이라고 부르고, 라이다를 이용한 방식을 Laser SLAM이라고 부른다.

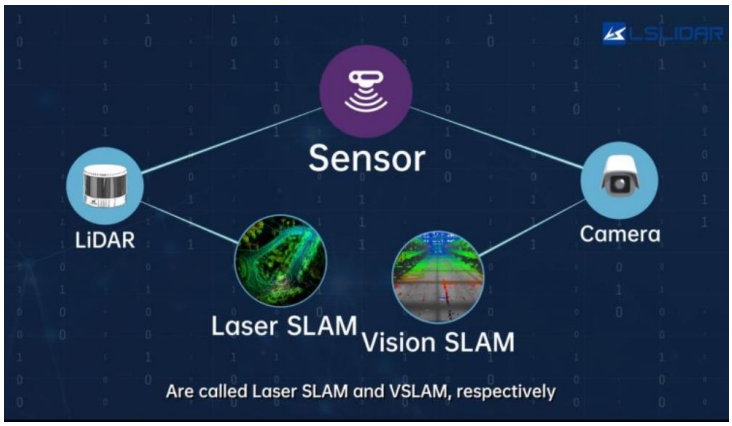
자율주행 등에 사용시 라이다 SLAM이 필요함

카메라만을 이용한 방식의 경우, 최대 작동거리와 프레임 처리 지연속도가 자율주행차 등에서는 사용하기에 무리가 있다. 주로, 로봇청소기와 같은 단순한 경우에는 카메라 SLAM 방식만 사용된다. 자율주행차 등에서는 라이다 SLAM과 혼용해서 사용된다.

포인트 클라우드 기술을 통해 다양한 메타데이터 확보

포인트 클라우드 기술은 라이다를 통해서 돌아오는 레이저 정보들을 취합해서 지표면과 물체의 3D 표현을 생성하는 3D 원격 감지 기술을 말한다. 다양한 속성들을 단순한 3D 좌표 정보를 넘어 풍부한 메타데이터를 제공해 데이터 활용성을 향상시킨다.

그림 56. **단안 vSLAm 과 스테레오 vSLAM**



자료: LS Lidar, 대신증권 Research Center

그림 57. **포인트 클라우드**

자료: ouster, 대신증권 Research Center

주요 센싱기술

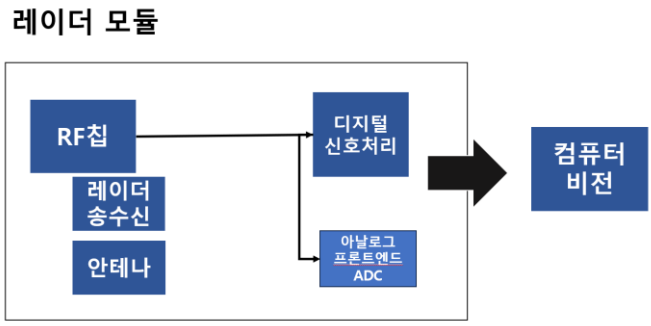
레이더 저렴한 가격과 소형화에 장점 존재있으나 정지 물체 등 감지에 어려움

3) 레이더

센싱과 관련한 세번째 기술에는 레이더가 있다. 레이더도 라이다와 마찬가지로 액티브 센싱에 속한다. 직접 전파를 주변 사물들에 쏘아서 다시 반사되어 돌아오는 신호들을 인지하여서 센싱하는 기술이다. 레이더의 장점은 악천후에도 사용이 용이하며, 저렴한 가격과 소형화가 유리하다는 장점이 있다. 반면, 해상도가 낮고 작은 물체에 대한 감지력이 떨어지며, 정지 물체에 대한 감지 신뢰도가 낮다는 단점이 있다.

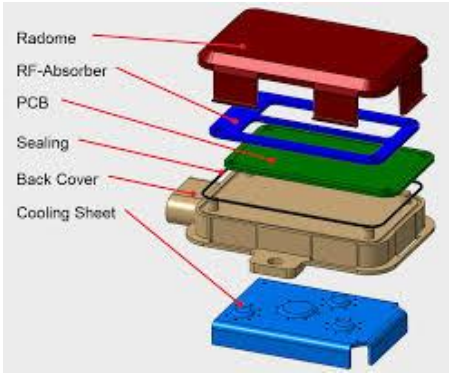
레이더는 전파를 송수신하는 RF칩과 이를 구성하는 안테나 그리고 이를 디지털 신호로변경 및 처리하는 ADC가 포함된 디지털 처리신호 센서로 구성되어 있다. 주로 완성차 OEM의 Tier 1 부품사들(Bosch, Continental)이 센서와 레이더 모듈사업을 같이 영위하고 있다.

그림 58. 레이더가 사물을 인지하는 일련의 과정



자료: 대신증권 Research Center

그림 59. 레이더의 구성



자료: APN News, 대신증권 Research Center

그림 60. 레이더 관련 밸류체인 기업

분야	관련기업
안테나	Bosch, Continental, Valeo, Rosenberger, TE Connectivity
RF 송수신칩	NXP, Infineon, TI, ST micro 등
아날로그 프론트엔드	TI, Analogue Devices
디지털 신호처리	SoC: NPX, Infineon, TI
레이더 모듈	Bosch, Continental, Valeo

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

3-1) 레이더 기술의 발전방향

레이더의 기술 발전 송수신하는 전파의 양을 늘리는 방향

카메라의 기술 발전 발전이 적층 구조를 통해 빛을 받아들이는 수광부의 크기를 키우는 것처럼, 레이더는 송수신하는 전파의 양을 늘리는 방향으로 기술이 발전하고 있다. 이를 위한 기술 발전에는 주파수 대역폭을 확대하는 방법과 MIMO(Multi In Multi Out) 방식이 있다.

주파수 대역폭을 확대하는 방법

전파 시스템에서 대역폭은 한 번에 이동할 수 있는 정보의 양을 뜻한다. 비유하자면, 일종의 고속도로의 넓이와 같은 개념이다. 주파수 대역폭이 넓을수록 한 번에 더 많은 양의 데이터를 송수신할 수 있다. 기존의 사용하던 대역폭에서 더 넓은 대역폭을 사용하는 방향으로 기술이 발전하고 있다.

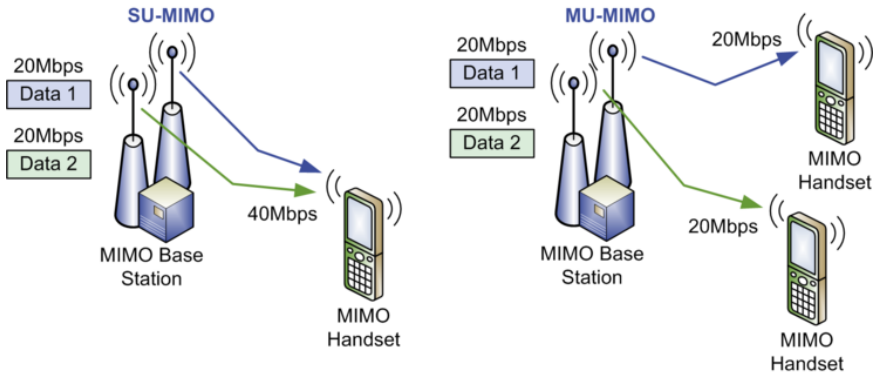
MIMO 기술을 통해 많은 데이터를 동시에 송수신함

또한, MIMO 기술방식도 발전하고 있다. MIMO 방식은 레이더에 쓰이는 개별 안테나가 하나의 신호만을 송수신하는 것이 아니라, 여러 개의 신호를 동시에 송수신하는 방식을 뜻한다. 비유하자면, 식당에서 여러 사람이 동시에 같은 말을 여러 번 해서 더 정확하게 신호를 송수신하는 것과 비슷한 개념이다.

그림 61. **주파수 대역폭 확대**

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 62. **MIMO(Multi Input Multi Output)을 통한 이용한 안테나 수 증가**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

3-2) 레이더 관련 소프트웨어 기술의 발전

레이더 기술의 발전 동적 파형 설계와 가상개구

레이더의 소프트웨어 기술발전은 카메라와 매우 유사하다. 일존의 추론인데, 전파를 한 곳에만 보내는 것이 아니라 가깝고 먼 곳에 동시에 여러 개를 보내서 빈 공간이 생기는 곳을 추론 알고리즘을 통해서 보완해주는 방식이다. 이를 동적 파형 설계(Dynamic Waveform Generation) 가상개구(Virtual Aperture)라고 한다.

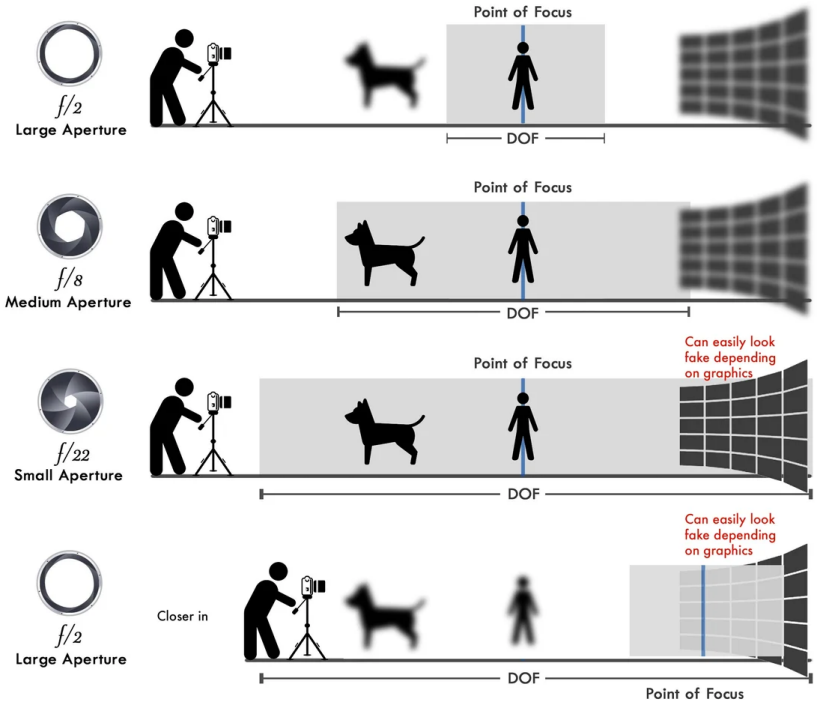
잘게 나누어진 작은 주파수를 이어 붙여서 주파수를 완성하는 동적 파형 설계

동적 파형 설계는 미리 준비된 색연필 중에서 상화에 맞는 색을 골라, 한 칸 한 칸 색칠하듯 신호를 만들어낸다. 마치 레고 블록처럼 미리 저장된 파형 조각을 상황에 맞게 순차적으로 연결해 신호를 생성한다.

각각의 작은 부분들을 만들어낸 다음에 한 번에 취합하는 가상개국 방식

가상개구는 여러 사람이 하나의 큰 그림을 그리는 방식으로 여러 명이 각자 작은 부분을 그려서, 마지막에 하나의 큰 그림을 합치는 것과 같이 각각의 작은 그림(안테나에서 받은) 신호를 모아, 전체 풍경(전체 공간의 정보)을 완성시키는 기술이다.

그림 63. **레이더의 알고리즘 개선 – 동적 파형 설계 및 가상 개구**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

3-3) 퓨전 센싱으로 발전

세가지 센싱(카메라, 라이다, 레이더)가 같이 사용되는 퓨전센싱

피지컬 AI에서 데이터를 수집하는 센싱 기술은 세 가지 센서들을 조합해서 사용하는 퓨전 센싱(Fusion Sensing)방향으로 발전해나가고 있다. 각 센서들별로 장,단점이 존재하기 때문에 각 센서들을 조합해서 단점을 보안하고 장점은 강화하는 방식인 셈이다. 예컨대, 카메라는 높은 해상도를 지녔지만, 넓은 범위의 센싱이 어려워 SLAM을 제작하는 데 어려움이 있어, 이를 라이다가 보완해주는 방식이다.

각 센서정보들을 하나의 칩에서 구현하는 방식으로 발전 중

퓨전 센싱의 기술을 위해서 각 센서들에서 모아진 데이터를 하나의 칩에서 연산하는 원칩 솔루션이 발전하고 있다. 즉, 카메라 – A, 라이다 – B에서 각각 수집된 정보를 각각의 디지털 센서에서 이미지를 처리해서 컴퓨터 비전으로 보내는 것이 아니라 하나의 ADC가 포함된 센서칩을 통해서 디지털 신호로 변환하여서 정보를 처리하는 방식으로 기술이 발전하고 있다.

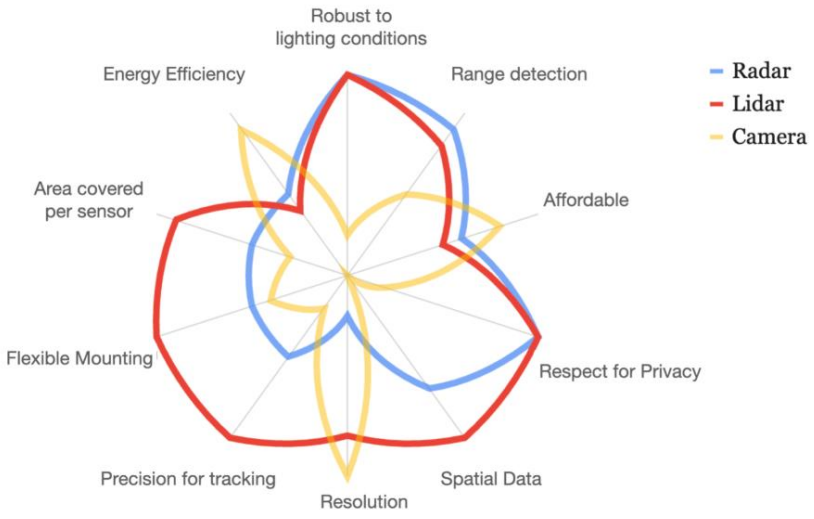
하나의 칩에 여러가지 기능들을 구현할 수 있는 각자의 칩들을 조합해서 사용하는 칩렛 구조와 이를 구현하기 위한 3D 패키징 및 웨이퍼 다이싱 같은 기술들이 발전하고 있다.

통합 OS를 통해 IT화 되어 가는 자동차 산업

점차 기기들이 IT화되는 것도 주목해 볼 만한 점이다. 대표적인 것이 자동차로, 통합 OS를 통해 소프트웨어가 전체 시스템을 총괄하는 방식으로 진화하고 있다. 기존의 내연자동차에서 플랫폼을 말하는 기준은 동일한 차대구조를 공유하는 것을 이야기했으나, 전기차와 자율주행차 시장으로 넘어오면서 자동차의 플랫폼은 동일한 통합 OS를 사용하느냐의 개념으로 진화하였다.

기존 내연 자동차는 새로운 기능을 추가하기 위해서는 그 추가되는 기기가 그 각 자동차에 맞게 커스터마이징되어야 했으며, 통합 OS가 존재하지 않았기 때문에 통신 간섭의 문제와 복잡한 배선이라는 문제들을 매 번 해결해야 했다. 하지만, 이제 통합 OS를 통해 설계됨에 따라서 스마트폰처럼 드라이버 업데이트만으로 성능이 업그레이드 되는 시대로 진화하고 있다.

그림 64. **카메라, 라이다 레이더의 장, 단점**



자료: Outsight, 대신증권 Research Center

3-4) 힘/토크, 촉각 햅틱 등 확장되는 센서 기술

피지컬 AI 구동을 위해서는 시각 정보 뿐 아니라 감각 및 힘에 대한 정보 수집이 필요해짐

퓨전센싱이 인간의 눈이 하는 역할을 하는 것에 초점이 맞추어져 있다. 인간의 인지는 시각의 의존도가 높지만, 사물을 인지하고 판단하는 데에는 추가적인 촉각 및 감각의 기능이 중요하다. 이러한 촉각 및 감각의 역할을 하는 것이 힘토크 센서이다. 기존의 사이버세계에서 영상만을 보고 학습하더라도 얼마만큼의 힘을 주고 있는지, 실제 물리세계에서 구현이 가능한 동작인지에 대해서는 추가적인 데이터의 취득이 필요하다. 이 역할을 하는 것이 힘토크센서이다.

협동로봇이 대표적인 힘/토크 센서가 사용되는 로보틱스 분야

힘토크센서는 로봇 손목과 최종 툴 사이에 장착되어 X,Y,Z 세 축에 대한 힘과 각 축을 중심으로 회전하는 힘인 토크(Torques)를 동시에 측정한다. 힘/토크센서로 인해서 제품의 내구성 시험 테스트, 부품의 정밀 조립, 표면의 연마 및 광택 등이 가능해졌다.

현재, 힘/토크 센서가 가장 많이 사용되는 산업은 협동로봇으로 대표적인 사업자로는 Teradyne이 인수한 Universal Robots와 한국의 두산로보틱스가 있다. 협동로봇은 현재 주로 자동차, 전자/반도체, 금속가공 등 주로 제조업과 관련된 분야에서 적용되고 있다. 엔비디아의 Isaac Manipulator 등 AI 증강 시스템을 통해 사용성이 높아지고 있으며, 글로벌 리쇼어링 정책이 지속되는 가운데, 부족한 인력과 고령화에 대응하는 수요가 나타나고 있다.

그림 65. **다양한 힘/토크센서**

자료: ATI Industrial Automation, 대신증권 Research Center

그림 66. **6축 관절에 적용된 힘/토크센서**

자료: 에이딘로보틱스, 대신증권 Research Center

그림 67. **제조업 공정에 사용되는 협동로봇**

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

3-5) 힘/토크 센서로 확장되는 로봇의 활용처. 의료, 항공/부품

힘/토크센서가 발전하면서 로봇 수술에도 사용되기 시작한 로보틱스

정밀한 힘/토크센서가 발전에 따라 로봇 수술에서도 활용도가 높아지기 시작했다. 힘/토크 센서와 관련해서 많이 알려진 상장사는 미국의 ATI Industrial Automation으로 주로 의료용으로 힘/토크 센서를 납품하고 있다. ATI는 높은 정확도와 강성(stiffness)으로 유명하다.

전 세계 의료용 로봇 시장은 현재 가장 역동적으로 성장하고 있는 분야 중 하나다. 세계적인 고령화 추세, 암 및 신경계 질환과 같은 만성 질환의 유병률 증가, 환자의 회복 시간을 단축시키고 합병증을 줄이는 최소 침습 수술(minimally invasive surgery)에 대한 선호도 증가 등이 시장 수요를 견인하고 있다.

지역적으로는 북미가 높은 의료비 지출, 선진화된 인프라, 신기술에 대한 빠른 수용성을 바탕으로 현재 가장 큰 시장을 형성하고 있다. 이후, 아시아-태평양 지역이 빠른 고령화와 의료 현대화 정책 등으로 가장 빠른 성장세를 나타낼 것으로 예상된다.

수술용 로봇 시장에서 시장을 지배하고 있는 Intuitive Surgical의 Da Vinci 시스템

수술용 로봇 시장은 Intuitive Surgical의 da vinci 시스템이 전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있으며, 사실상 시장을 지배하고 있다. 현재 사용화된 대부분의 수술 로봇이 가진 가장 큰 기술적 한계 중 하나는 외과의에게 힘과 촉각에 대한 피드백, 즉 햅틱(haptic) 피드백을 제공하지 못 한다는 점이다. 이로 인해, 외과의는 시각적 단서에만 의존하여 힘을 조절하다 보니, 과도한 힘을 가해 섬세한 조직을 손상시키거나 봉합사를 찢는 등의 오류를 일으킬 수 있다. 이 부분은 점차 개선이 필요한 부분이다.

힘/토크 센서로 인해 정밀 부품 가공에도 적용되기 시작한 로보틱스

또, 항공기 부품의 제조 및 정밀 가공공정에서 연마툴과 힘/토크 센서는 매우 밀접하게 연동되어 사용된다. 항공 부품은 티타늄, 알루미늄 합금, 복합소재(CFRP) 등 고강도이면서도 가공이 까다로운 소재로 이루어져 있으며, 제품의 품질 기준 또한 극도로 높다. 따라서 가공 과정에서 발생하는 작은 흠집이나 표면 불균일성이 결함으로 이어질 수 있다.

항공기 부품용 연마의 경우, 연마도중 로봇이 부품을 지나치게 세게 누를 경우 소재 손상이나 마모가 발생할 수 있고, 반대로 힘이 약하면 연마 품질이 일정하지 않기 때문에 단순히 연마 툴만으로는 안정적인 가공 품질을 보장하기 어려워 힘/토크 센서의 중요성이 크다.

그림 68. **Intuitive Surgical Da Vinci 시스템**

자료: Intuitive Surgical, 대신증권 Research Center

그림 69. **연마용 도구**

자료: ATI Industrial Automation, 대신증권 Research Center

주요 센싱기술

5) 휴머노이드 이전 도래할 AI 워커 시대

AI 워커로 확장되어 가고 있는 피지컬 AI – 로봇 분야.

피지컬 AI와 관련한 대표 분야는 로봇분야다. 기존의 거대한 산업용 기계만을 구동했던 산업용 로봇에서부터 인간과 협업하는 소규모의 협동로봇에서 더 나아가 인간과 유사한 형태를 지닌 휴머노이드까지 그 범위가 확장되고 있다. 다만, 휴머노이드의 구동에 있어서는 아직까지 배터리 기술과 정밀한 동작의 구현이 어려워 인간이 구현하는 AI 워커라는 개념으로 나아가고 있다. 특히, 인간의 손동작과 관련한 하고 있는 분야에서의 발전이 이루어지고 있다. 이는 손동작과 관련한 분야가 공장 자동화를 통해서 가장 많은 분야로 여겨지기 때문이다.

손 기술 구현을 위해 힘/토크 센서 등 감각 관련 기술의 중요성도 부각됨

앞서 피지컬 AI와 데이터 수집 과정은 다양한 센서 데이터를 통합하는 퓨전 센싱 기술을 중심으로 발전하고 있다. 특히, 비전(vision) 정보를 통합하는 방향으로 진화하는 동시에, 휴머노이드의 인간과 유사한 동작 구현을 위한 손 관련 감각 기술 또한 중요성이 증가하고 있다.

인간의 손은 AI 기술로 재현하기 매우 복잡한 구조다. 수많은 관절과 다양한 손의 비율, 포즈, 조명 조건 등 AI로 구현하기에 어려운 구조이기 때문이다. 손 동작의 구현을 위해선 AI 학습을 위한 고품질의 데이터의 확보가 필수적이다. 더불어 인간은 손동작을 구현할 때 시각 정보만으로 동작을 구현하지 않는다. 감각기관과 더불어서 사물을 판단한다. 따라서, 시각 정보만을 통합하는 퓨전센싱 외에도 인간의 감각과 촉각을 구현하기 위한 힘/토크 센서 기술도 결합해 발전 중이다. 마치 사람이 눈으로 보고 손으로 만져 인지하는 과정과 유사한 수준의 기술적 진보가 이루어지고 있는 것이다.

피 인간 손의 기계적 구현을 위한 액츄에이터와 감속기 등 분야의 발전도 필수적

인간의 손을 기계적으로 구현하기 위해서는 관절 마디마다 개별적인 구동 기관이 필요하다. 이를 지원하는 액추에이터(Actuator)는 물론, 내부에서 정밀한 동작을 실현하는 하모닉 드라이브와 감속기와 같은 부품들의 동반 발전도 필요하다. 인간 손의 뼈는 총 27개로 이루어져 있으며, 이를 기계적으로 구현하기 위해서는 현재의 기술보다 더욱 정교한 다관절 구조가 필수적으로 요구된다.

표17. 피지컬 AI 로봇 관련 기업

분야	관련 기업
힘/토크 센서	Robotous, ATI Industrial Automation, Schunk, Robotiq, 에이딘 로보틱스
촉각/햅틱 센서	Huaweike, Tashan, Hanwei Electronics, PaXiniTech, SUSHI TESTING
액추에이터	Toyo Robotics, Siemens AG, Mitsubishi Electric, Yaskawa Electric, 로보티즈
감속기	Nabodesco, Harmonic Drive System, Leaderdrive Technologies, 에스비비테크, 에스피지
협동로봇	Teradyne, ABB Robotics, FANUC, KUKA, Yaskawa, 두산 로보틱스
산업용 로봇	ABB, Fanuc, KUKA, Yaskawa, Kawasaki Heavy Industries

자료: 대신증권 Research Center

V. HW 4. 반도체를 완성하는 블록 - IP

핵심자산으로 부각받고 있는 반도체 IP 자산

칩 설계과정에서 사용되는 IP

반도체 IP(Integrated Circuit Intellectual Property)는 칩 설계 과정에서 재사용 가능한 설계 자산으로 반도체 산업의 생산성과 효율성을 근본적으로 향상시키는 핵심 요소다. 과거에는 반도체 기업이 CPU, 메모리, 인터페이스, 회로 등을 직접 설계했으나, 공정 미세화와 기능 복잡도가 급격히 증가함에 따라 설계 분업화 및 표준화된 IP 사용이 보편화되었다.

프로세서 IP, 인터페이스 IP, 메모리 IP, 보안 IP 등 다양한 분야에 IP가 존재

대표적인 IP 유형으로는 프로세서 IP(ARM, RISC-V), 인터페이스 IP(DDR, PCIe, SerDes), 메모리 IP, 보안, 이미지 처리 IP 등이 있다. 이를 통해 반도체 설계 기업들은 검증된 블록을 활용함으로써 개발 기간을 간축 하고 리스크를 최소화할 수 있다.

글로벌 IP 시장을 주도하는 Synopsys, Cadence, ARM, Rambus

글로벌 IP 시장은 Synopsys, Cadence, ARM, Rambus 등이 주도하고 있으며, 최근에는 AI, 차량용, 고성능 컴퓨팅(HPC) 수요 확대로 인해 고속 인터페이스 및 메모리 IP 중심의 시장 성장이 두드러지고 있다. 특히 3D 패키징, 칩렛 기반 SoC 구조 확산에 따라 IP의 모듈화와 호환성 확보가 점차 중요해지고 있다.

공정 미세화 및 칩렛 구조 확산으로 IP의 중요도가 증가함

특히, 공정 미세화(5nm 이하)와 칩렛 구조 확산은 설계 단계에서의 검증 비용과 리스크를 급격히 증가시켰고, 이에 따라 재사용 가능한 IP 라이브러리의 중요성이 폭박적으로 확대되게 되었다. IP 반도체 밸류체인의 핵심 자산으로 자리매김하고 있다.

주요 IP 시장은 프로세서 IP, 인터페이스 IP, 메모리 IP 시장이 있음

IP는 크게 프로세서 IP, 인터페이스 IP, 메모리 IP로 구분된다. 프로세서 IP는 ARM, RISC - V와 같은 CPU 아키텍처 기반 IP로 모바일,서버,엣지 등 범용 플랫폼에서 표준화된 구조를 제공한다. ARM은 글로벌 CPU IP 시장 90%을 점유하는 독보적인 사업자다. 최근에는 AI 엣지 및 오토모티브용 커스터마이즈형 코어 확장을 추진 중이다.

표18. 다양한 반도체 IP 및 대표 기업

IP 종류	설명 및 용도	대표 IP 예시 및 기업
프로세서 IP	"CPU, GPU, DSP 등 연산/제어 코어에 해당하는 IP. SoC 의 두뇌 역할을 수행하며 소프트웨어 실행을 담당함"	"ARM Cortex CPU Cadence Tensilica DSP SiFive RISV-V"
인터페이스 IP	"고속 인터커넥트, 통신 프로토콜, 메모리 인터페이스 등 데이터 입출력 및 연결 기능 IP 칩 내부 또는 칩 간, 시스템 간 데이터 전송을 구현함"	"Synopsys PCIe 컨트롤러 Alphawave SerDes PHY 퀄리타스반도체 UCIe-A"
메모리 IP	"기기에 내장되는 온칩 메모리 설계(SRAM, ROM 등)와 메모리 배열 생성기, 그리고 외부 메모리와 연결하는메모리 컨트롤러 IP"	"Rambus DDR5/HBM 메모리 PHY Synopsys SRAM 오픈엣지테크놀로지 LDDR5X"
기타 특화 IP	"아날로그 및 혼성신호 (PLL, ADC/DAC 등), 보안 IP(암호화 코어, PUF 등) 네트워크온칩(NoC) IP 등 특정 기능에 특화된 블록들"	"Analog Bits PLL IP ARM Crypto Cell 보안 IP Arteris FlexNoC (온칩 커넥트)"

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

프로세서 IP 시장의 절대 강자 ARM

RISC기반 CPU 아키텍쳐 개발로 전 세계 프로세서 IP 시장을 주도하는 ARM

ARM은 전 세계 프로세서 IP 시장의 90% 이상을 점유하고 있는 절대 강자다. ARM은 1990년 초 단순하고 효율적인 RISC(Reduced Intstruction Set Computer)기반 CPU 아키텍쳐를 개발하며, '직접 칩을 만들지 않고 설계(IP)만을 판매하는' 독자적 모델을 확립한 데 있다. 이 구조를 통해 ARM은 생산설비 없이도 글로벌 반도체 생태계 전반에 침투할 수 있었고, 결국 "설계의 표준화"를 통한 플랫폼 지배력을 구축하게 되었다.

License + Royalty 구조로 이루어진 ARM의 비즈니스 모델

ARM의 비즈니스 모델은 License + Royalty 구조다. 고객이 ARM의 코어 설계를 사용해 SoC를 개발할 때마다, 라이선스 비용과 출하량에 따른 로열티가 발생한다. 현재 모든 IP 회사들이 따르고 있는 비즈니스 모델이다. 반도체 시장에서 한 번 채택된 아키텍쳐는 세대교체나 제품 변형에도 그대로 유지되기 때문에 ARM은 제품이 판매되는 한 지속적인 수익을 확보하게 된다.

개발환경 표준화를 통해 프로세서 IP 시장의 강자가 된 ARM

ARM은 CPU 아키텍쳐(ISA,Instruction Set Architecture)와 함께 컴파일러, 디버거, OS 포팅 룰 등 개발 환경을 표준화하며, 하드웨어 소프트웨어 일체형 설계 프레임워크를 구축했다. ARM이 개발환경을 표준화하기 이전에는 반도체 회사마다, 혹은 칩마다 명령어 구조(ISA)도 다르고, 그 위에 올라가는 소프트웨어 환경도 전부 따로였다. ARM은 이를 통합하는 생태계를 만듦으로써 IP 시장의 절대 강자가 될 수 있었다.

ARM기반 ISA 명령어 체계의 산업 표준을 만들며 생태계 전반을 지배한 ARM

ARM은 ISA 즉, 명령어 체계를 사실상 산업 표준으로 만들며 생태계 전반을 지배했다. 하드웨어뿐 아니라 OS, 컴파이럴, 소프트웨어 툴체인 등 모든 시스템이 ARM ISA를 중심으로 설계되면서 ARM을 대체하는 것은 단순 기술이 아니라 산업 언어를 바꾸는 일이 되어버렸다. 이는 ARM의 강력한 락인 효과로 이어져, 경쟁 아키텍쳐(RISC-V 등)가 등장하더라도 단기간 내 대체가 사실상 불가능한 구조를 형성하였다.

모바일뿐 아니라 서버, AI, 자동차, IoT 등 확대되고 있는 ARM의 영향력

ARM의 영향력은 모바일을 넘어 서버, AI, 자동차, IoT 등으로 확장되고 있다. AWS의 Gravition, NVIDIA의 Grave, Qualcomm의 Oryon 등 주요 클라우드 및 AI 기업들이 ARM 기반 프로세서를 채택하면서 ARM은 데이터센터 시장에서도 존재감을 키우고 있다. 특히, 고성능 서버용 코어 라인업인 Neoverse 시리즈는 x86 중심이던 서버 시장 구조를 뒤흔드는 차세대 표준으로 부상 중에 있다.

표준화된 설계 언어로 생태계를 지배하고 있는 ARM

프로세서 IP 시장의 절대강자인 ARM은 단순한 기술 우위가 아니라, 표준화된 설계 언어를 생태계 전체에 확산시킨 네트워크 효과의 결과물이다. 자체 제조 없이도 전 세계 반도체 칩속에 존재하며, 플랫폼 종속성과 지속 가능한 로열티 모델을 동시에 확보한 ARM은 IP 산업의 무형 해자를 가장 강력하게 구현해냈다.

인터페이스 IP 의 강자 Synopsys 와 Cadence

인터페이스 IP 시장의 강자 Synopsys와 Cadence

프로세서 IP 시장의 절대강자가 ARM이라면, 인터페이스 IP 시장의 강자는 Synopsys와 Cadence가 있다. 인터페이스 IP는 고속 데이터 전송을 위한 핵심 회로 설계 영역으로 DDR, PCIe, USB, SerDes, CXL 등 표준 프로토콜에 기반해 칩과 칩, 혹은 칩과 메모리 간의 통신 효율을 결정짓는 핵심기술을 포함한다.

AI HPC 시장의 성장으로 중요도가 높아진인터페이스 IP

AI와 HPC 시장의 급격한 성장으로 대역폭(Bandwitdh)과 지연(Latency)에 대한 요구가 커지면서, 인터페이스 IP 시장의 중요성 여기도 높아지게 되었다. 인터페이스 IP는 IP 산업내에서도 가장 높은 기술 장벽과 진입 장벽을 지닌 분야로 꼽힌다. 현재 글로벌 시장은 Synopsys와 Cadence가 양분하는 구조를 보이고 있으며, 두 기업은 단순 IP 공급자를 넘어 EDA 기반의 종합 설계 플랫폼 기업으로 진화했다.

EDA를 통한 수직 통합 구조로 경쟁우위를 가져가고 있는 Synopsys와 Cadence

Synopsys와 Cadence가 경쟁사 대비 압도적인 지위를 확보할 수 있었던 가장 큰 이유는 EDA(전자설계자동화) 툴과 IP 비즈니스를 결합한 수직 통합 구조에 있다. 양사는 설계 단계부터 검증, 시뮬레이션합성까지 전 공정을 포괄하는 EDA 툴을 보유하고 있다. 이 틀 위에서 자사 IP를 최적화,검증함으로써 고객 입장에서 가장 빠르고 안전한 설계 환경을 제공한다. 즉, 고객은 '툴과 IP가 완벽히 호환되는 생태계'안에서 개발을 진행하게 되며, 이는 자연스럽게 락인 효과로 이어진다.

파운드리와 긴밀한 협력을 하고 있는 Synopsys와 Cadence

Synopsys와 Cadence는 파운드리와의 긴밀한 협업을 통해 IP 신뢰성을 제도적으로 확보했다. TSMC, 삼성전자, 인텔 등 주요 파운드리의 공정 인증프로그램(OIP〈 SAFE, IF5 Acclerator)에 Synopsys와 Cadence의 IP가 매 세대마다 포함되고 있으며, 이는 곧 '공정 호환성 검증이 완료된 공식 IP'라는 의미를 지닌다.

파운드리 인증을 통해 곧바로 IP 적용이 가능해짐

이로써 고객사는 별도의 검증 과정 없이 해당 IP를 바로 적용할 수 있어 설계 기간을 대폭 단축할 수 있다. 결과적으로 두 기업은 '파운드리-EDA-IP-고객'을 연결하는 폐쇄형 수직 생태계를 완성했다.

업계 표준형 기관과 협력을 통해 차세대 인터페이스 표준 정의 단계부터 같이 참여하는 양사

Sysnopsys와 Cadence는 업계 표준형 기관(JEDEC, PCI-SIG, CXL Consortium)과의 협력 관계를 통해 차세대 인터페이스 표준의 정의 단계부터 참여한다. 예컨대, Synopsys는 PCIe Gen6, CXL 3.0, DDR5, HBM3 등 고속 인터페이스 세대 전환 시마다 선도적 IP를 가장 먼저 상용화해왔으며, Cadence 역시 PHY-Controller 일체형 IP로 DDR5 및 LPDDR5 시장에서 점유율을 빠르게 확대했다. 이처럼 표준화 초기 단계에서부터 기술 검증에 참여함으로써 두 기업은 시장의 방향성을 선제적으로 결정하는 '기술 표준의 설계자'로 자리 잡았다.

전체 설계 플로우를 통합한 IP생태계로 확장 중인 양사

Synopsys와 Cadence는 단일 IP의 경쟁을 넘어 SoC 전체 설계 플로우를 통합한 IP 생태계로 확장 중이다. Synopsys는 최근 AI 및 HPC용 224G SerDes, CXL 3.0, HBM3E PHY IP를 출시하며 AI 반도체용 인터커넥트 시장을 주도하고 있으며, Cadence는 Chiplet 3D IC 설계용 인터페이스 솔루션을 통해 TSMC SoIC, 삼성 i-Cube와 같은 첨단 패키징 공정에 최적화된 IP를 공급하고 있다. 양 사는 단순한 IP 기업이 아니라 시스템, 파운드리 패키징을 연결하는 인터페이스 허브로 진화했다.

과점화된 IP 시장 하지만, 존재하는 틈새시장

수직 통합 능력으로 IP시장을 과점하고 있는 4사

시장 측면에서 글로벌 IP 산업은 Synopsys, Cadence, ARM, Rambus의 4강 체제로 과점되어 있다. Synopsys와 Cadence는 EDA 툴과의 결합을 통해 '설계 – 검증 – 테이프아웃'까지의 수직 통합을 실현하고 있으며, ARM은 CPU 아키텍처의 표준으로 자리잡음으로써 시장을 장악하고 있다. Rambus는 메모리 신호 무결성 및 보안 IP 분야에서 차별화된 기술 기반을 유지하고있다.

과점화된 시장임에도 스타트업의 진입이 활발한 IP 시장. 이유1. CAPEX가 많이 필요하지 않음

이처럼 과점화된 구조를 지니고 있음에도 불구하고, IP 산업에는 스타트업들의 진입이 가장 활발하게 이루어지고 있는 분야 중 하나다. 그 이유를 꼽자면, 첫째, IP산업은 인수합병이 자주 이루어지는 분야로 Synopsys와 Cadence 역시 M&A를 통해서 성장하는 흐름을 기록했다. 특히, IP산업은 생산설비나 공장이 필요없기 때문에 검증된 기술력 하나만으로도 대형 IP 회사에 인수될 수 있다.

이유 2. 분야별로 여러 IP가 조합되어서 사용됨

둘째, IP는 개별적으로 사용되기보다 SoC 또는 Chiplet 내 여러 IP의 조합으로 구현된다. 엔비디아의 블랙웰 GPU의 경우, HBM PHY는 Rambus,, SerDes/UCIe는 Alphawave, On-die 보안 IP는 Synopsys, Power/Clock IP는 Cadence의 IP가 사용된 것으로 알려져 있다. 각 분야에서 절대적인 경쟁력을 지닌 IP 회사들이라 하더라도, 전 분야를 모두 커버할 수 없다는 특징이 있다. 이로 인해, Credo, Alphawave, Astera 같은 기업들이 SerDes 및 PHY IP의 고성능, 저전력 최적화로 시장에 빠르게 진입할 수 있다.

이유 3. 세대 변화에 따른 교체주기가 빨라 스타트업에도 기회가 주어짐

셋째, 기술 전환에 따른 세대 교체 주기가 빨라 스타트업에게도 기회가 찾아온다. DDR4에서 DDR5로의 전환. HBM3에서 HBM4로의 전환 등 새로운 표준의 창출이 지속적으로 되는 시장으로 신흥 IP 기업들의 시장 진출 기회가 주기적으로 발생한다. UCIe, CXL 같은 경우, 기존의 대형 업체들도 아직 독점을 형성하지 못 한 초기단계로 스타트업 기업들에에게도 기회가 열려있는 상황이다.

이유 4. 파운드리 중심의 생태계 확장으로 파운드리 인증시, IP의 활용이 손쉬워짐

넷째, IP 산업은 최근 파운드리 중심의 생태계가 빠르게 확장되면서, 이를 기반으로 성장할 수 있는 구조적인 기회가 생겨나고 있다. TSMC의 OIP(Open Innovation Platform), 삼성의 SAFE(Samsung Advanced Foundry Ecosystem), 인텔의 IFS Accelerator 등 글로벌 파운드리들은 자체 플랫폼 내에 다양한 IP 기업을 파트너로 참여시키고 있다.

IP의 플랫폼 허브 역할을 하고 있는 파운드리

이에 따라, Synopsys, Cadence, Rambus, Alphawave 등 주요 IP 기업들은 파운드리의 차세대 공정 검증과 공동개발(JDP Joint Development Program)에 참여하며 공정 적합성이 보장된 IP를 제공하고 있다. 이 구조는 파운드리가 단순 생산기지를 넘어 IP 산업의 기술 플랫폼 허브로 기능하고 있음을 뜻한다.

IP사업자는 파운드리 인증시, 보다 손쉬운 성장이 가능해짐

결국 이러한 구조적 변화는 반도체 IP 스타트업에게도 기회가 된다. 파운드리 인증(IP Validation)을 통해 신뢰성을 확보하면, 대형 고객사 진입이 훨씬 수월해지고, 생태계 내 파트너십만으로도 빠른 성장이 가능하다. 즉, IP 산업은 파운드리 플랫폼 위에서 확장되는 구조적 특성 덕분에 과점속에서도 기술력 중심의 신흥 기업이 더 빠르게 성장할 수 있는 토대가 마련된 상황이다.

틈새시장을 타고 날아오른 Rambus

메모리 IP시장의 틈새 시장을 통해 성장한 Rambus

Rambus는 반도체 IP 산업의 진화를 가장 상징적으로 보여주는 기업 중 하나다. 1990년대 초 등장한 Rambus는 DRAM 인터페이스 기술을 선도하며 당시 삼성전자, Micron 등 주요 메모리 기업에 IP를 제공했다. 그러나 과도한 특허 로열티 정책과 고객사와의 분쟁으로 신뢰를 잃고, 2000년대 중반 이후 '소송 기업(Litigation Company)'으로 불리며 IP 산업의 대표적인 실패 사례로 꼽히기도 했다.

단순 DRAM 인터페이스가 아닌, HBM과 DDR 인터페이스 IP 개발에 집중한 Rambus

하지만 Rambus는 기술의 방향을 완전히 전환했다. 단순히 DRAM 인터페이스 특허 수익에 의존하던 구조에서 벗어나, AI HPC 시대에 필수적인 고대역폭 메모리(HBM) 및 DDR 인터페이스 IP 개발에 집중했다. 기술 방향의 전환은 GPT시대에 빛을 보았다. Rambus는 HBM3, DDR5 등 신세대 메모리 전환기에 맞춰 신호 무결성(SI), 전력 무결성(PI) 분야의 코어 기술을 축적하며 '메모리 대역폭 병목을 해결하는 IP 기업'으로 화려한 부활을 하였다.

파운드리 및 메모리사와 공동 검증 방식을 택한 Rambus

특히, Rambus는 단독 개발 중심의 전략을 버리고 파운드리 및 메모리 제조사와의 공동 검증(Co-Validation)을 선택했다. 삼성전자, SK하이닉스 등 주요 고객사와 함께 HBM3 PHY,Controller IP를 검증하며 제품 신뢰성을 확보했고, 이를 통해 Synopsys, Cadence와의 고속 인터페이스 IP 경쟁 구도에 다시 진입할 수 있었다.

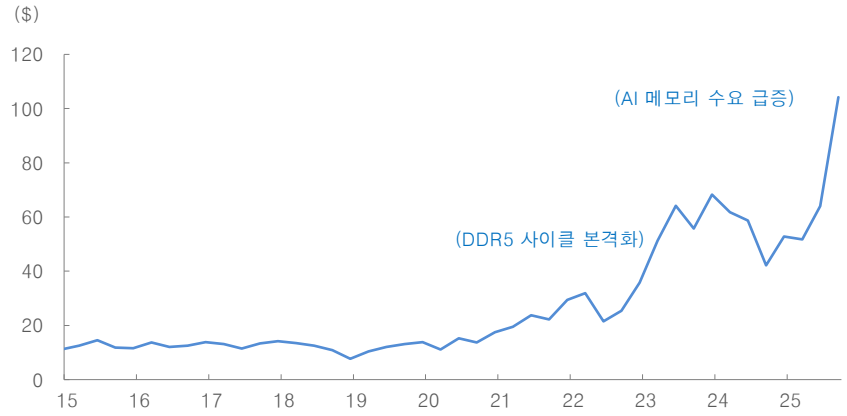
IP 설계, 검증 컨설팅, 라이선스, 로열티 등 수익 구조를 다변화함

또한, Rambus는 사업 구조를 근본적으로 재편했다. 기존의 단일 라이선스 중심 수익에서 벗어나 IP 설계, 검증 컨설팅, 라이선스, 로열티를 결합한 하이브리드 수익 구조로 진화했다. 이를 통해 고객과의 장기 계약이 늘어나고, 반복적인 로열티 수익이 안정적으로 쌓이는 구조를 만들어냈다. IP 산업이 '기술 축적형 자산 산업'임을 입증한 사례'라 할 수 있다.

AI 시대의 기회를 잡고 큰 폭의 성장을 한 Rambus

Rambus는 기술의 깊이, 시장의 타이밍, 협력의 폭을 정확히 조율함으로써 다가온 기회에 독자적 입지를 구축했다. Rambus의 사례는 IP 사업자들의 성공에 있어서 중요한 것은 규모보다 방향, 자본보다 기술의 축적이라는 것을 보여주는 사례다.

그림 70. **Rambus 주가 추이**



자료: Yahoo Finance , 대신증권 Research Center

틈새시장을 노리는 국내 IP 사업자

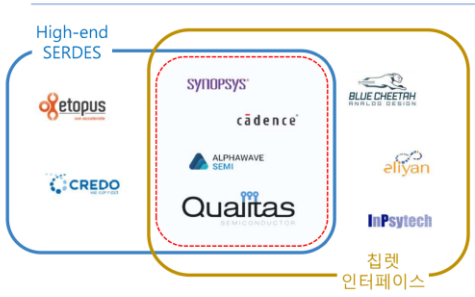
메모리 IP 시장에서 틈새 시장을 노리는 오픈엣지테크놀로지

국내에도 IP 시장에 도전하는 기업들이 있다. 먼저, 오픈엣지테크놀로지가 있다. 오픈엣지테크놀로지는 DDR, LPDDR, HBM 등 메모리 PHY 및 컨트롤러 IP 전문 기업이다. Synopsys와 Cadence가 개발하지 않은 12나노 이상 공정용 LPDDR5X IP를 확보하는 등 틈새시장을 노린 IP를 개발한 상황이다. 상대적으로 가격이 저렴한 차량용 등 니치마켓을 타게팅 하는 전략을 택하고 있다.

SerDes와 Chiplet IP 동시 보유로 고속 인터페이스 시장을 노리는 퀄리타스 반도체

퀄리타스 반도체는 High-end SerDes와 Chiplet 인터페이스 IP를 동시에 보유한 기업이다. 또, 향후 중요성이 커질 고속망 인터페이스인 PCIe 6.0과 칩렛용 UCIe-A IP 포트폴리오를 확보한 상황이다. 연내에 UCIe-s IP까지 확보할 예정이다.

그림 71. **퀄리타스 반도체 핵심 IP 포트폴리오**



주요 IP Vendor 시가총액 현황

업체명	소재지	시가총액
SYNOPSYS		108조
cadence		114조
ALPHAWAVE SEMI		2.5조
Qualitas		0.2조
CREDO		2.1조
M31		1조
etopus		-

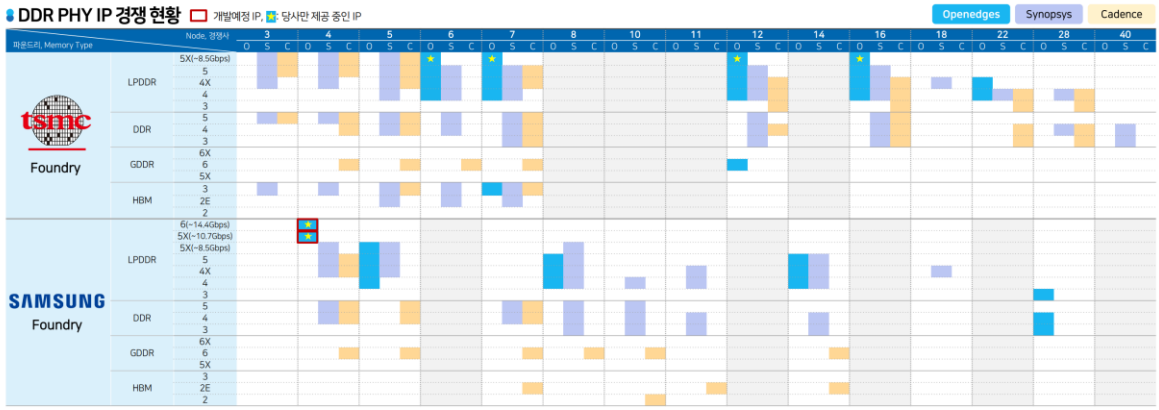
Alphawave는 지난 6월 Qualcomm에 약 3.2조에 인수됨

IP/ nm		8	5	4
High-end SERDES	PCIe 6.0	○	◎	◎
	800G Ethernet	○	◎	◎
칩렛 인터페이스	UCIe-A	○	○	◎
	UCIe-S	○	◎	○

◎ : 보유, ○ : 연내개발완료(E), '25.06말 기준

자료: 퀄리타스반도체, 대신증권 Research Center

그림 72. **오픈엣지 테크놀로지 핵심 IP 포트폴리오**



자료: 오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center

기업분석

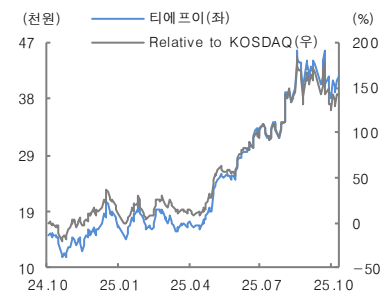
티에프이 (425420)

박장욱 Jangwook.Park@daishin.com

투자의견	N.R
6개월 목표주가	N.R
현재주가 (25.11.10)	39,400
	스몰캡업종

KOSDAQ	889.03
시가총액	4,754억원
시가총액비중	0.10%
자본금(보통주)	12억원
52주 최고/최저	45,850원 / 11,590원
120일 평균거래대금	45억원
외국인지분율	3.93%
주요주주	문성주 외 7 인 60.98% 미래에셋자산운용 5.02%

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	-5.2	29.5	145.8	172.2
상대수익률	-11.4	9.4	94.0	117.0



기업분석

메모리 소켓에 더해 CPO로 레벨업

- 반도체 패키지 테스트용 장비, 부품 전문기업
- 26년부터 본격적으로 도입될 예정인 스위치용 CPO
- 메모리 반도체 소켓뿐 아니라 CPO 및 ASIC향 매출 본격화 예정

반도체 패키지 테스트용 장비 및 부품 전문 기업

반도체 패키지 테스트용 장비, 부품 전문 업체. 2Q25 기준 보드 47%, C.O.K 24%, 소켓 28%로 구성됨. 반도체 테스트에 필요한 C.O.K, 테스트 보드, 소켓을 턴키로 공급함. 기존에는 국내 메모리 반도체 업체 위주로 테스트 부품을 주로 납품해 옴

AI Next Wave 다음 주인공은 CPO

데이터센터용 스위치가 51.2 Tb/s에서 102.4 Tb/s로 상승함에 따라 전력소비, 발열, 신호 무결성 저하 문제를 해결하기 위해 CPO 채택의 필요성이 커지게 됨. 브로드컴은 초당 102.4 Tb/s급 이더넷 스위치인 'Tomahawk 6'에 CPO 기술을 적용하면서 본격적인 양산 단계에 진입할 예정. 엔비디아 역시 Spectum-X와 Quantum-X에 CPO 기술을 적용한 스위치를 2026년부터 본격적으로 양산할 예정

25년 매출액 1,099억원 (+YoY 49.2%), 영업이익 163억원 (+ 270%) 전망

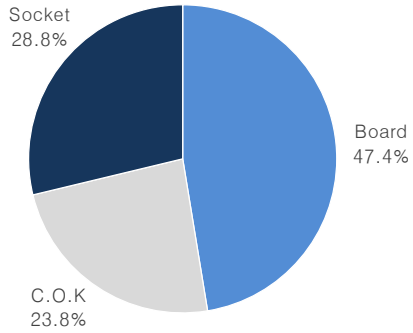
주요 고객사 메모리 소켓 물량 호조가 지속되는 가운데, 다수 고객사향 R&D 수요 증가로 25년 매출 성장 지속 되는 중. CPO 시장이 본격적으로 개화됨에 따라, 동사의 CPO 및 ASIC 테스트 소켓 실적 기여가 2026년부터 본격화 될 것으로 예상함. CPO뿐 아니라 SOCAMM, HBF 등 신규 메모리 아키텍쳐 관련 매출도 본격적으로 발생할 것

영업실적 및 주요 투자지표 (단위: 억원, 원 , 배, %)

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	803	736	1,099	1,656	2,070
영업이익	92	44	163	304	393
세전순이익	114	4	174	315	405
총당기순이익	111	15	136	246	316
지배지분순이익	111	15	136	246	316
EPS	976	128	1,180	2,055	2,640
PER	36.9	126.6	34.6	19.9	15.5
BPS	6,259	6,891	8,017	9,778	12,424
PBR	5.8	2.3	5.2	4.2	3.3
ROE	16.9	1.9	15.9	23.5	23.8

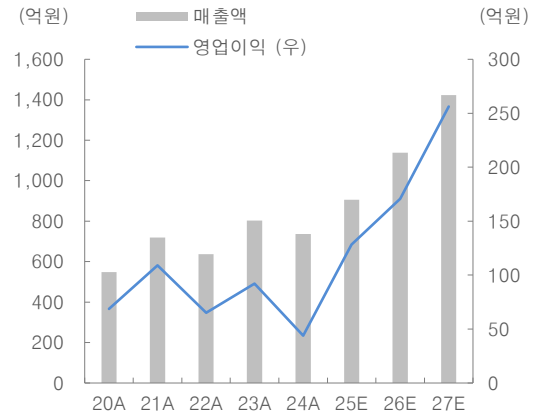
주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 기준으로 산출 / 자료: 티에프이, 대신증권 Research Center

그림 73. 매출액 비중



주: 2Q25 기준 / 자료: 티에프이, 대신증권 Research Center

그림 74. 매출액 및 영업이익 추이



자료: 티에프이, 대신증권 Research Center

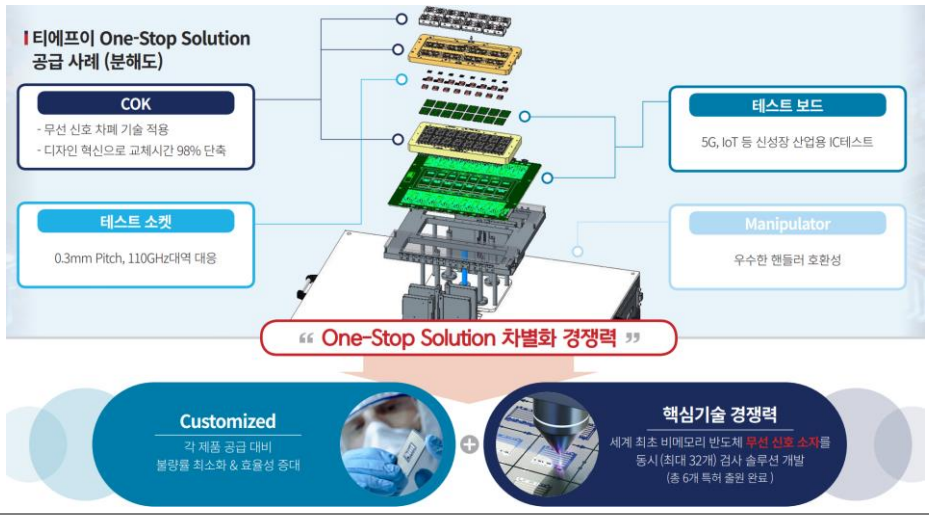
표19. 티에프이 분기 및 연도별 실적추이 및 전망

(단위: 억원)

	3Q24	4Q24	1Q25	2Q25	24A	25E	26E	27E
매출액	**173**	**207**	**220**	**251**	**736**	**1,099**	**1,656**	**2,070**
YoY(%)	-17.7%	-16.0%	26.8%	37.0%	-8.3%	49.2%	50.7%	25.0%
Board	77	81	92	144	286	314	516	556
C.O.K	42	38	42	76	252	586	822	1,080
Socket	46	76	75	42	157	199	318	434
매출 총이익	**54**	**58**	**85**	**90**	**233**	**402**	**638**	**807**
YoY(%)	-25.1%	-28.5%	44.4%	46.4%	-12.8%	72.4%	58.7%	26.6%
총이익률(%)	31.4%	28.0%	38.8%	36.0%	31.6%	36.6%	38.5%	39.0%
영업이익	**2**	**12**	**30**	**39**	**44**	**163**	**304**	**393**
YoY(%)	-88.8%	-66.4%	122.2%	143.5%	-52.4%	270.3%	86.8%	29.5%
영업이익률(%)	1.4%	5.8%	13.5%	15.6%	6.0%	14.8%	18.3%	19.0%
세전이익	**4**	**-40**	**60**	**81**	**4**	**174**	**315**	**405**
YoY(%)	-92.6%	-148.3%	44.8%	3142.0%	-96.5%	4253.8%	81.0%	28.5%
세전이익률(%)	2.4%	-19.3%	27.2%	32.2%	0.5%	15.8%	19.0%	19.6%
당기순이익	**3**	**-8**	**26**	**36**	**15**	**136**	**246**	**316**
YoY(%)	-89.5%	-117.0%	56.0%	1029.5%	-86.9%	835.2%	81.0%	28.5%
순이익률(%)	1.5%	-3.9%	11.9%	14.2%	2.0%	12.4%	14.8%	15.3%

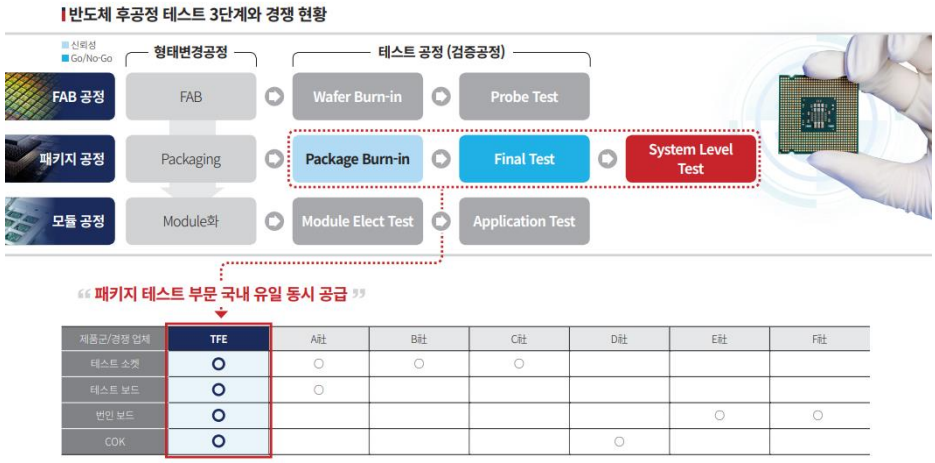
자료: 티에프이, 대신증권 Research Center 추정

그림 75. 티에프이 원스탑 솔루션



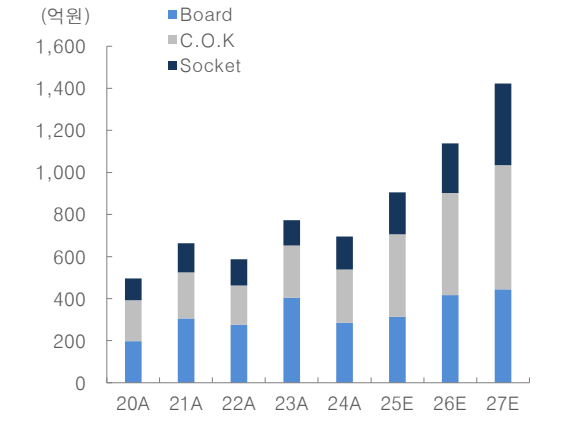
자료: 티에프이, 대신증권 Research Center

그림 76. 국내 유일 반도체 패키지 테스트 핵심부품 동시 공급 가능



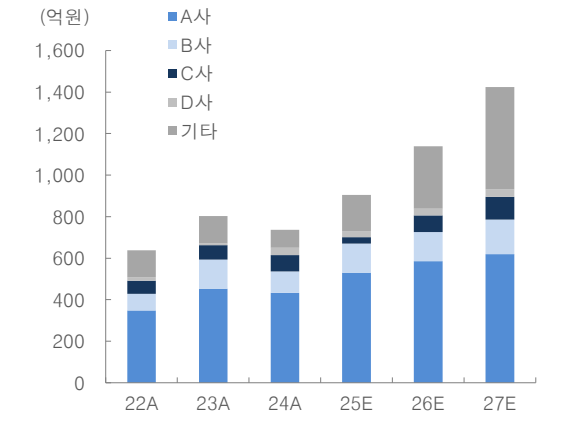
자료: 티에프이, 대신증권 Research Center

그림 77. 사업부문별 연도별 매출액 추이 및 전망



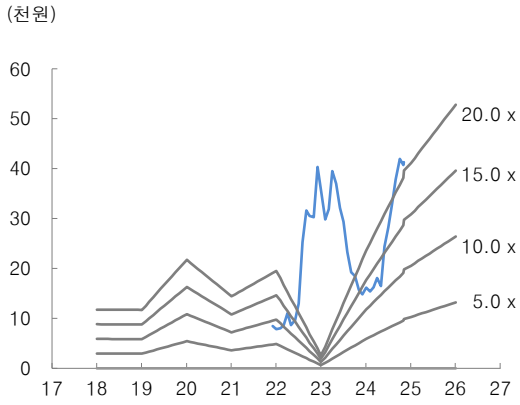
자료: 티에프이, 대신증권 Research Center

그림 78. 주요 고객사별 연도별 매출액 추이 및 전망



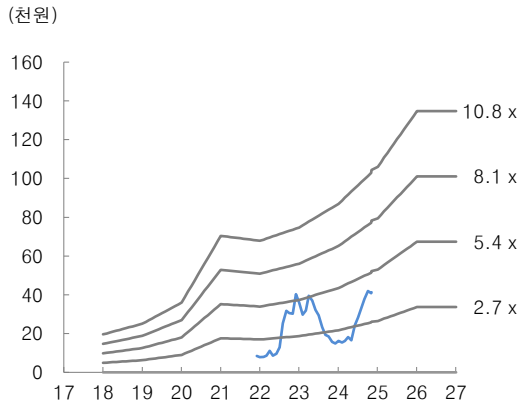
자료: 티에프이, 대신증권 Research Center

그림 79. 티에프이 P/E 밴드



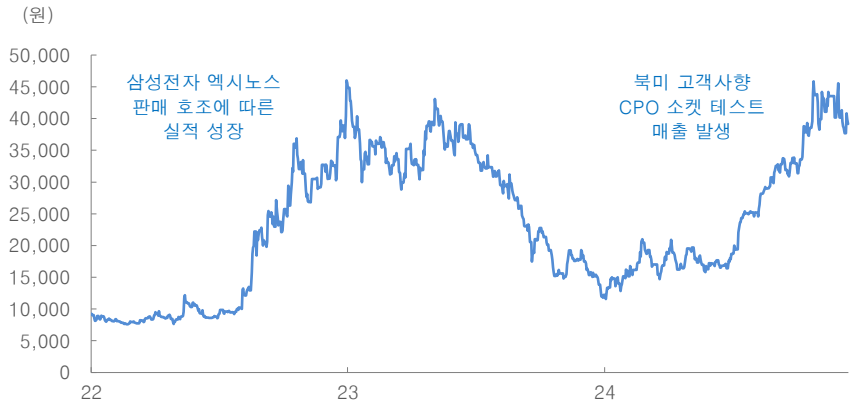
자료: 티에프이, 대신증권 Research Center

그림 80. 티에프이 P/B 밴드



자료: 티에프이, 대신증권 Research Center

그림 81. 티에프이 역사적 주가 추이



자료: dataguide, 대신증권 Research Center

재무제표

포괄손익계산서 (단위: 억원)

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	803	736	1,099	1,656	2,070
매출원가	536	503	697	1,018	1,263
매출총이익	267	233	402	638	807
판매비와관리비	175	189	239	334	414
영업이익	92	44	163	304	393
영업이익률	11.5	6.0	14.8	18.3	19.0
EBITDA	118	79	213	372	476
영업외손익	22	-40	12	12	12
관계기업손익	0	0	0	0	0
금융수익	21	45	15	15	15
외환관련이익	0	0	0	0	0
금융비용	-9	-86	-5	-5	-5
외환관련손실	6	4	4	4	4
기타	10	1	1	1	1
법인세비용차감전순손익	114	4	174	315	405
법인세비용	-3	11	-38	-69	-89
계속사업순손익	111	15	136	246	316
중단사업순손익	0	0	0	0	0
당기순이익	111	15	136	246	316
당기순이익률	13.8	2.0	12.4	14.8	15.3
비지배지분순이익	0	0	0	0	0
지배지분순이익	111	15	136	246	316
매도가능금융자산평가	0	0	0	0	0
기타포괄이익	-5	3	-2	1	-1
포괄순이익	107	18	134	247	315
비지배지분포괄이익	0	0	0	0	0
지배지분포괄이익	107	18	134	247	315

재무상태표 (단위: 억원)

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
유동자산	535	724	1,052	1,494	1,980
현금및현금성자산	407	194	448	777	1,179
매출채권 및 기타채권	53	82	123	185	231
재고자산	50	64	96	144	180
기타유동자산	25	383	385	387	390
비유동자산	380	543	702	877	1,106
유형자산	277	433	558	665	757
관계기업투자금	0	0	0	0	0
기타비유동자산	103	110	144	212	349
자산총계	914	1,267	1,754	2,372	3,086
유동부채	144	155	197	259	346
매입채무 및 기타채무	64	58	76	104	125
차입금	57	75	88	100	113
유동성채무	0	0	4	4	4
기타유동부채	22	22	29	51	104
비유동부채	58	329	635	943	1,254
차입금	10	1	297	593	889
전환증권	0	229	229	229	229
기타비유동부채	48	98	109	121	136
부채총계	202	483	831	1,202	1,600
지배지분	712	784	923	1,169	1,486
자본금	11	11	12	12	12
자본잉여금	240	346	346	346	346
이익잉여금	469	483	619	865	1,181
기타자본변동	-8	-56	-54	-53	-53
비지배지분	0	0	0	0	0
자본총계	712	784	923	1,169	1,486
순차입금	1,521	1,159	30	-1,822	-1,596

Valuation 지표 (단위: 원, 배, %)

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
EPS	976	128	1,180	2,055	2,640
PER	36.9	126.6	34.6	19.9	15.5
BPS	6,259	6,891	8,017	9,778	12,424
PBR	5.8	2.3	5.2	4.2	3.3
EBITDAPS	1,035	693	1,851	3,107	3,982
EV/EBITDA	31.9	20.7	22.5	12.9	10.0
SPS	7,058	6,469	9,549	13,845	17,307
PSR	5.1	2.5	4.3	3.0	2.4
CFPS	1,134	783	2,416	3,650	4,526
DPS	0	0	0	0	0

재무비율 (단위: 원, 배, %)

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
성장성					
매출액 증가율	26.0	-8.3	49.2	50.7	25.0
영업이익 증가율	41.6	-52.4	270.3	86.8	29.5
순이익 증가율	65.3	-86.9	835.2	81.0	28.5
수익성					
ROIC	27.8	35.1	19.7	28.5	30.6
ROA	10.6	4.0	10.8	14.7	14.4
ROE	16.9	1.9	15.9	23.5	23.8
안정성					
부채비율	28.4	61.6	90.1	102.8	107.7
순차입금비율	-47.9	-26.1	-14.8	-11.6	-11.8
이자보상배율	31.2	4.5	0.0	0.0	0.0

현금흐름표 (단위: 억원)

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
영업활동 현금흐름	162	45	167	266	372
당기순이익	111	15	136	246	316
비현금항목의 가감	18	75	142	191	226
감가상각비	26	35	50	68	83
외환손익	2	-8	-8	-8	-8
지분법평가손익	0	0	0	0	0
기타	-9	48	99	130	150
자산부채의 증감	36	-52	-73	-102	-80
기타현금흐름	-3	7	-38	-69	-89
투자활동 현금흐름	153	-517	-191	-196	-204
투자자산	-9	-339	-9	-14	-21
유형자산	-103	-173	-173	-173	-173
기타	265	-4	-9	-9	-9
재무활동 현금흐름	-36	251	201	197	197
단기차입금	-37	13	13	13	13
사채	0	300	300	300	300
장기차입금	7	-4	-4	-4	-4
유상증자	0	106	1	0	0
현금배당	0	0	0	0	0
기타	-6	-163	-108	-112	-112
현금의 증감	275	-212	254	329	402
기초 현금	124	407	194	448	777
기말 현금	399	194	448	777	1,179
NOPLAT	90	159	127	237	307
FCF	7	12	4	131	216

자료: 티에프이, 대신증권 Research Center

기업분석

싸이닉솔루션 (234030)

피지컬AI와 함께 올 센서 시장

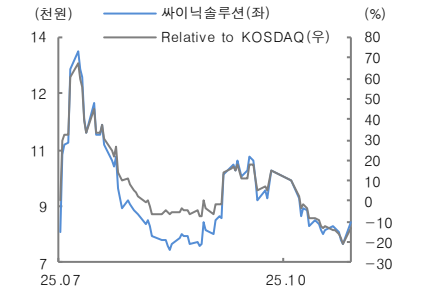
박장욱 Jangwook.Park@daishin.com

투자의견	N.R
6개월 목표주가	N.R
현재주가 (24.11.10)	10,790
	스몰캡업종

- SK하이닉스 파운드리 공식 협력 디자인하우스
- 차기 신규산업으로 MEMS 및 Ge SWIR 센서시장 개발 중
- 중국 고객사향 매출 성장으로 소폭의 실적 성장 예상

KOSDAQ	889.03
시가총액	2,547억원
시가총액비중	0.04%
자본금(보통주)	24억원
52주 최고/최저	13,550원 / 7,400원
120일 평균거래대금	552억원
외국인지분율	1.39%
주요주주	이현 외 2 인 43.09% 남옥선 10.77%

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	-16.4	-4.6	-	-
상대수익률	-21.9	-19.4	-	-



SK하이닉스시스템아이씨 공식 협력 디자인 하우스

25년 7월 상장. SK하이닉스의 파운드리인 SK하이닉스 시스템아이씨 공식 협력 디자인 하우스로 PMIC, CIS, DDI 등 다양한 반도체 제품에 대한 설계 및 양산을 지원 중. 국내외 약 220개 이상의 팹리스 고객을 고객사로 확보 중

피지컬 AI 시대. 개화되는 센서 시장

동사는 차기 성장 동력으로 MEMS(Micro-Electro-Mechanical System), SWIR(Short-Wave InfraRed) 등 센서 파운드리 시장으로 포트폴리오 확장을 구축하는 중. MEMS 센서는 저전력 고성능 음성 인식 센서로 대만 고객사를 확보한 상황. SWIR는 극적외선 센서로 현재는 대상의 성질을 평가하는 스펙트럼 센서임. 동사는 Ge 기반 고성능 SWIR센서 개발을 통해서 자율주행차용 센서 시장에 들어가는 것을 목표로 함 Ge SWIR는 InGaAs SWIR와 비교해 탐지에 필요한 파장 길이는 (Ge 1,600nm, InGaAs 1,700nm) 거의 비슷한 반면, 가격은 1/10, 1/20배 수준으로 저렴함

25년 매출액 1,881억원(+YoY 12.3%), 영업이익 58억원(+ 10.2%) 전망

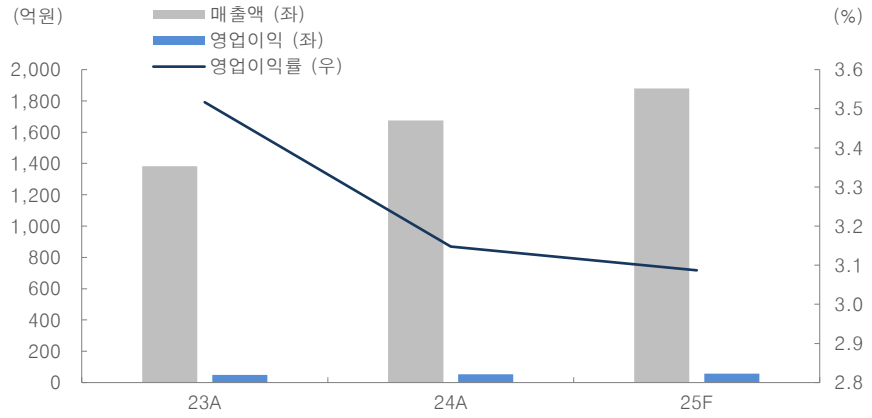
주요 매출처인 중국 고객사향 매출이 지속됨에 따라 25년에는 소폭의 매출 및 영업이익 성장을 전망함. MEMS센서의 경우, 대만 고객사 확보를 통해 26년 본격적인 매출 발생을 기대함. 차기 성장동력이 될 Ge SWIR센서 부문도 중장기적 관점에서 관심 필요

영업실적 및 주요 투자지표 (단위: 억원, 원 , 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	-	-	1,382	1,674	1,881
영업이익	-	-	49	53	58
세전순이익	-	-	28	72	71
총당기순이익	-	-	16	55	56
지배지분순이익	-	-	16	55	56
EPS	-	-	96	277	254
PER	-	-	-	-	31.8
BPS	-	-	770	956	1,156
PBR	-	-	10.0	8.0	6.6
ROE	-	-	25.0	34.7	25.0

주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 기준으로 산출
자료: 싸이닉솔루션, 대신증권 Research Center

그림 82. 매출액 및 영업이익 추이 및 전망



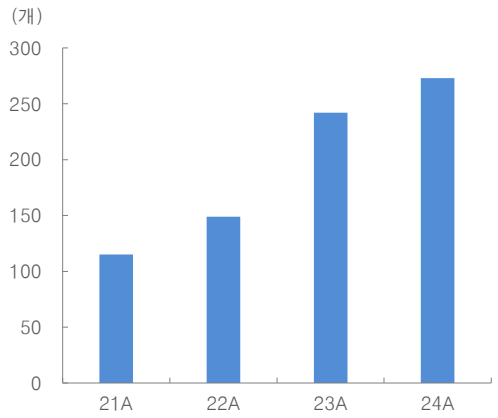
자료: 싸이닉솔루션, 대신증권 Research Center

표20. 싸이닉 솔루션 연도별 실적추이 및 전망 (단위: 억원)

	23A	24A	25F
매출액	**1,382**	**1,674**	**1,881**
YoY(%)	–	21.1%	12.3%
매출 총이익	104	131	149
YoY(%)	–	25.3%	14.4%
총이익률(%)	7.5%	7.8%	7.9%
영업이익	**49**	**53**	**58**
YoY(%)	–	8.4%	10.2%
영업이익률(%)	3.5%	3.1%	3.1%
세전이익	**28**	**72**	**71**
YoY(%)	–	160.5%	-1.7%
세전이익률(%)	2.0%	4.3%	3.8%
당기순이익	**16**	**55**	**56**
YoY(%)	–	247.4%	0.4%
순이익률(%)	1.2%	3.3%	3.0%

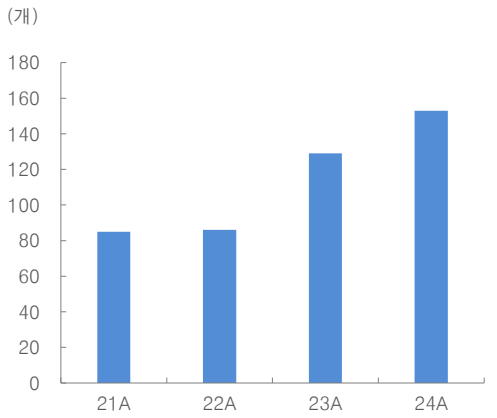
자료: 대신증권 싸이닉솔루션, Research Center 추정

그림 83. 연도별 개별 프로젝트 증가 추이



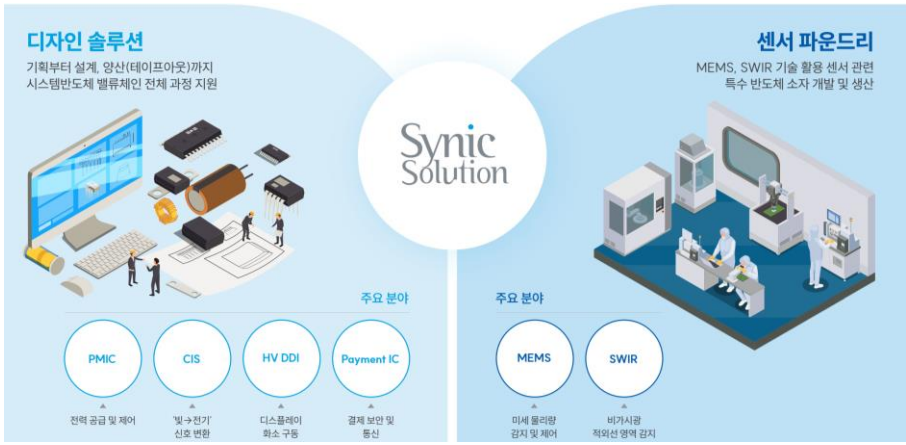
자료: 싸이닉솔루션, 대신증권 Research Center

그림 84. 양산 매출 거래 고객수 증가 추이



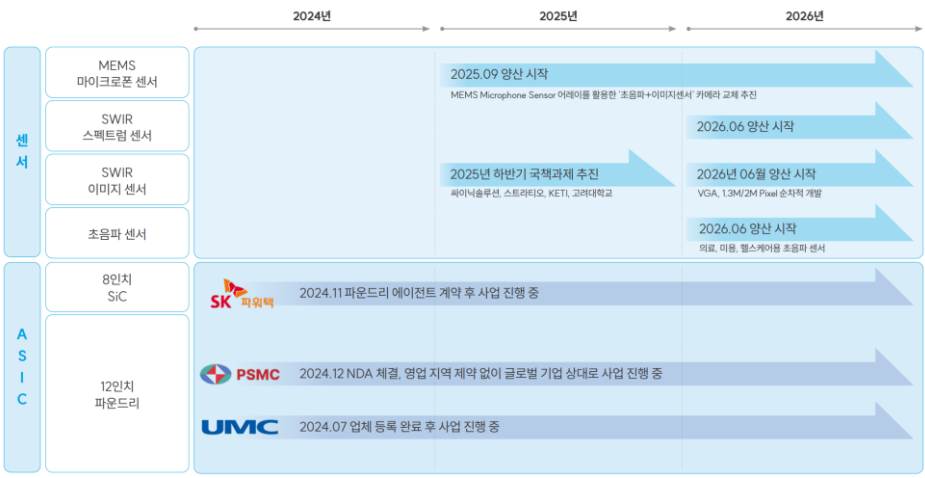
자료: 싸이닉솔루션, 대신증권 Research Center

그림 85. 싸이닉 솔루션 투트랙 전략. 디자인 솔루션 및 센서 파운드리 사업



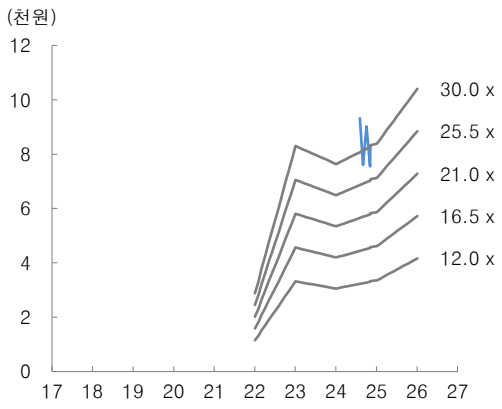
자료: 싸이닉솔루션, 대신증권 Research Center

그림 86. 싸이닉 솔루션 성장 로드맵



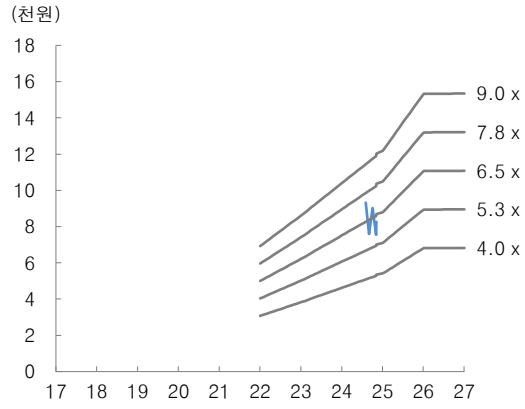
자료: 싸이닉솔루션, 대신증권 Research Center

그림 87. 싸이닉솔루션 P/E 밴드



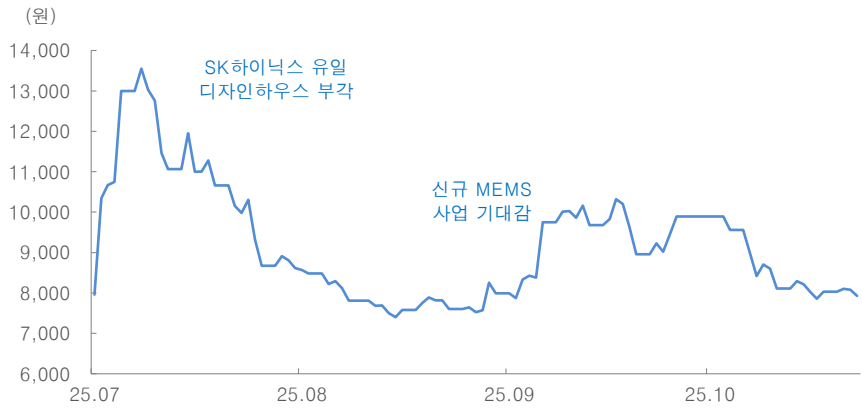
자료: 싸이닉솔루션, 대신증권 Research Center

그림 88. 싸이닉솔루션 P/B 밴드



자료: 싸이닉솔루션, 대신증권 Research Center

그림 89. 싸이닉솔루션 역사적 주가 추이



자료: 싸이닉솔루션, 대신증권 Research Center

재무제표

포괄손익계산서 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	0	0	1,382	1,674	1,881
매출원가	0	0	1,278	1,544	1,731
매출총이익	0	0	104	131	149
판매비와관리비	0	0	56	78	91
영업이익	0	0	49	53	58
영업이익률	na	na	3.5	3.1	3.1
EBITDA	0	0	53	57	61
영업외손익	0	0	-21	20	13
관계기업손익	0	0	0	0	0
금융수익	0	0	27	39	25
외환관련이익	0	0	0	0	0
금융비용	0	0	-45	-20	-12
외환관련손실	0	0	22	15	12
기타	0	0	-3	0	0
법인세비용차감전순손익	0	0	28	72	71
법인세비용	0	0	-11	-17	-16
계속사업순손익	0	0	16	55	56
중단사업순손익	0	0	0	0	0
당기순이익	0	0	16	55	56
당기순이익률	na	na	1.2	3.3	3.0
비지배지분순이익	0	0	0	0	0
지배지분순이익	0	0	16	55	56
매도가능금융자산평가	0	0	0	0	0
기타포괄이익	0	0	-14	9	9
포괄순이익	0	0	2	64	65
비지배지분포괄이익	0	0	0	0	0
지배지분포괄이익	0	0	2	64	65

재무상태표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
유동자산	0	0	341	411	519
현금및현금성자산	0	0	144	208	300
매출채권 및 기타채권	0	0	112	120	132
재고자산	0	0	18	11	12
기타유동자산	0	0	67	73	75
비유동자산	0	0	91	71	69
유형자산	0	0	39	39	37
관계기업투자금	0	0	0	0	0
기타비유동자산	0	0	52	32	32
자산총계	0	0	433	482	588
유동부채	0	0	235	242	299
매입채무 및 기타채무	0	0	54	45	49
차입금	0	0	30	105	180
유동성채무	0	0	37	6	5
기타유동부채	0	0	114	86	65
비유동부채	0	0	69	47	35
차입금	0	0	41	31	26
전환증권	0	0	0	0	0
기타비유동부채	0	0	29	16	9
부채총계	0	0	304	289	334
지배지분	0	0	127	191	252
자본금	0	0	2	20	24
자본잉여금	0	0	148	130	130
이익잉여금	0	0	-14	46	102
기타자본변동	0	0	-8	-5	-3
비지배지분	0	0	1	1	2
자본총계	0	0	129	193	254
순차입금	0	0	-49	-79	-104

Valuation 지표 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
EPS	0	0	96	277	254
PER	-	-	0.0	0.0	31.8
BPS	0	0	770	956	1,156
PBR	0.0	0.0	10.0	8.0	6.6
EBITDAPS	0	0	319	283	281
EV/EBITDA	0.0	0.0	33.4	30.6	27.8
SPS	0	0	8,347	8,371	8,615
PSR	0.0	0.0	0.9	0.9	0.9
CFPS	0	0	296	393	327
DPS	0	0	0	0	0

재무비율 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
성장성					
매출액 증가율	na	na	na	21.1	12.3
영업이익 증가율	na	na	na	8.4	10.2
순이익 증가율	na	na	na	237.8	0.6
수익성					
ROIC	0.0	0.0	96.6	45.9	34.5
ROA	0.0	0.0	22.5	11.5	10.9
ROE	0.0	0.0	25.0	34.7	25.0
안정성					
부채비율	0.0	0.0	236.3	150.2	131.5
순차입금비율	0.0	0.0	-37.9	-41.2	-41.1
이자보상배율	0.0	0.0	8.5	10.4	0.0

현금흐름표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
영업활동 현금흐름	0	0	44	7	5
당기순이익	0	0	16	55	56
비현금항목의 가감	0	0	33	23	16
감가상각비	0	0	4	4	3
외환손익	0	0	3	-8	-12
지분법평가손익	0	0	0	0	0
기타	0	0	26	28	25
자산부채의 증감	0	0	3	-64	-51
기타현금흐름	0	0	-8	-7	-16
투자활동 현금흐름	0	0	-58	11	-3
투자자산	0	0	-28	14	-1
유형자산	0	0	-21	-1	-1
기타	0	0	-10	-2	-2
재무활동 현금흐름	0	0	9	34	73
단기차입금	0	0	0	75	75
사채	0	0	0	0	0
장기차입금	0	0	27	-5	-5
유상증자	0	0	150	0	4
현금배당	0	0	0	0	0
기타	0	0	-168	-36	-1
현금의 증감	0	0	-6	63	92
기초 현금	0	0	0	0	208
기말 현금	0	0	-6	63	300
NOPLAT	0	0	29	40	45
FCF	0	0	11	43	48

자료: 싸이닉솔루션, 대신증권 Research Center

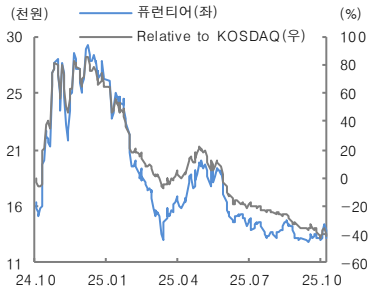
퓨런티어 (370090)

박장욱 Jangwook.Park@daishin.com

투자의견	N.R
6개월 목표주가	N.R
현재주가 (25.11.10)	12,420
	스몰캡업종

KOSDAQ	889.03
시가총액	1,063억원
시가총액비중	0.02%
자본금(보통주)	41억원
52주 최고/최저	29,250원 / 12,650원
120일 평균거래대금	15억원
외국인지분율	5.03%
주요주주	하이비젼시스템 외 1 인 30.71% 배상신 외 3 인 6.82%

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	0.9	-7.7	-16.2	-16.3
상대수익률	-4.4	-18.3	-33.0	-30.2



기업분석

자율주행 시장 개화를 기다리며

- 국내 고객사향 으로 카메라 모듈 조립용 장비 제조 사업 영위.
- 자율 주행 고도화에 따라 카메라 채택 수 및 화소수 증가 중
- 25년 까진 부진한 실적 예상되나, 26년부터 실적 개선 예상

카메라 모듈 조립용 장비 제조사업자

이미지 센서와 렌즈를 정밀 조립하는 데 사용되는 Active Align 등 카메라 모듈 제조용 장비를 주요 사업으로 영위 중. 북미 주요 전기차 업체를 고객사로 두고 있는 국내 주요 카메라 모듈제조사를 주요 고객사로 두고 있음

자율주행 고도화에 따른 카메라 화소 및 예상

자율주행이 고도화됨에 따라 차량 당 탑재되는 카메라의 숫자 및 화소수는 증가 중. 대표 전기차 업체인 테슬라의 경우, HW4에서는 차량당 5MP 화소, 12개의 카메라를 탑재했다면, 올해 하반기 출시 예상되는 HW5에서는 5 ~ 8 MP화소, 12 ~ 14개의 카메라 탑재가 예상됨. 자율주행 아키텍쳐 설계 업체인 Aptiv의 경우도 기존의 Gen7에서는 차량당 3MP, 8MP의 화소수와 5 ~ 7개의 카메라 탑재했다면, Gen8에서는 8MP, 12MP 화소수와 8개 이상의 카메라 탑재가 예상됨

25년까지는 부진한 실적 전망

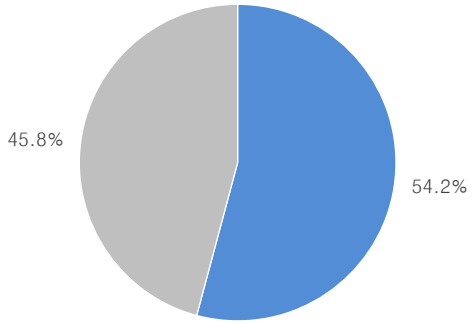
전기차 캐즘 등으로 전방 고객사의 저조한 투자로 인해서 25년까지는 부진한 실적이 이어질 예상. 25년 하반기부터 로봇택시 등 자율주행서비스들의 본격적인 시작과 함께 투자 재개와 함께 실적 개선세가 이어질 것으로 전망함

영업실적 및 주요 투자지표 (단위: 억원, 원 , 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	222	269	465	253	185
영업이익	12	16	72	-38	-57
세전순이익	16	23	83	-8	-49
총당기순이익	26	20	75	1	-49
지배지분순이익	26	20	75	1	-49
EPS	432	256	922	8	-572
PER	0.0	72.2	36.2	3,486.2	NA
BPS	2,092	4,959	6,011	5,732	4,955
PBR	0.0	3.7	2.2	2.3	2.6
ROE	29.6	7.7	17.2	0.1	-10.9

주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 기준으로 산출
자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center

그림 90. **매출비중**



자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center / 주: 2Q25 누적 기준

그림 91. **퓨런티어 카메라 모듈 공정 장비**

자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center

표21. **퓨런티어 분기 및 연도별 실적추이 및 전망** (단위: 억원)

	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	2Q25	23A	24A	25F
매출액	**98**	**100**	**30**	**25**	**20**	**52**	**465**	**253**	**185**
yoy	99.8%	2.0%	-69.8%	-18.3%	-20.4%	164.8%	73.0%	-45.6%	-27.1%
장비사업부	65	76	18	12	4	36	286	172	119
부품사업부	33	25	12	12	16	16	179	82	66
매출총이익	**33**	**54**	**-4**	**-4**	**4**	**9**	**179**	**79**	**48**
yoy	-56.6%	13.8%	적자전환	적자전환	-88.8%	-83.2%	93.5%	-55.6%	-39.1%
매출총이익률	33.2%	53.8%	-11.9%	-14.3%	18.6%	17.4%	38.4%	31.3%	26.1%
영업이익	**0.3**	**29.4**	**-28.6**	**-39**	**-21**	**-14**	**72**	**-38**	**-57**
yoy	-99.3%	58.1%	적자전환	적자지속	적자전환	적자전환	338.8%	적자전환	적자지속
영업이익률	0.3%	29.3%	-94.5%	-156.3%	-105.5%	-26.6%	15.4%	-14.8%	-30.7%
세전이익	**10**	**36**	**-35**	**-19**	**-19**	**-13**	**83**	**-8**	**-49**
yoy	-83.2%	98.5%	적자전환	적자지속	적자전환	적자전환	264.6%	적자전환	적자지속
세전이익률	10.2%	36.3%	-115.0%	-77.8%	-97.4%	-24.7%	17.9%	-3.0%	-26.5%
당기순이익	**9**	**29**	**-27**	**-10**	**-14**	**-10**	**75**	**1**	**-49**
yoy	-84.0%	123.7%	적자전환	적자유지	적자전환	적자전환	279.6%	-99.2%	적자전환
당기순이익률	9.1%	28.7%	-90.9%	-38.8%	-70.2%	-19.6%	16.2%	0.2%	-26.5%

자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center 추정

점점 고도화되는 자율주행과 카메라 스펙

자율주행 고도화로 카메라 채택 수 및 화소수 개선 진행 중

현재의 자율주행은 Level 2에서 완전 자율 주행이 가능한 Level3을 향해서 고도화되고 있는 상황이다. 자율주행 단계가 고도화됨에 따라 글로벌 주요 ADAS 및 자율주행 관련 업체들의 향후, 모델들의 카메라 탑재대수 및 화소수도 증가할 것으로 예상된다. 자율주행의 주요 폼팩터인 전기차의 경우, 현재 전기차 충전소 등의 문제로 성장통을 겪고 있지만, 테슬라의 로봇 택시 등 완전 자율 주행 서비스가 시행되면, 재차 성장 고도에 들어갈 것으로 예상한다.

표22. 테슬라 HW 별 카메라 탑재 갯수 및 화소수 전망

	HW 1	HW 2	HW 2.5	HW 3	HW 4	HW 5 예상
최초 출시일	2014 년 10 월	2016 년 10 월	2017 년 8 월	2019 년 4 월	2023 년 1 월	2025 년 하반기
카메라 해상도	–	1.2 MP	1.2 MP	1.2 MP	5 MP	5 MP ~ 8MP
카메라 개수	1 개	8 개	8 개	9 개	최대 12 개	12 ~ 14 개
초음파 센서	12 개 (5m 범위)	12 개 (8m 범위)	12 개 (8m 범위)	12 개 (8m 범위)	없음	없음
레이더 상태/유형	존재	존재	존재	제거	존재	존재

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

표23. Mobile Eye HW 별 카메라 탑재 갯수 및 화소수 전망

	EyeQ4	EyeQ5	EyeQ6	EyeQ7 E
출시일	2018 년	2021 년	2024 년	2025 년 이후
카메라 해상도	1.3 MP	8 MP	8 MP	8 MP 이상
카메라 개수 *	1 대 ~ 3 대	~ 11 대	~ 13 대	14 대 이상

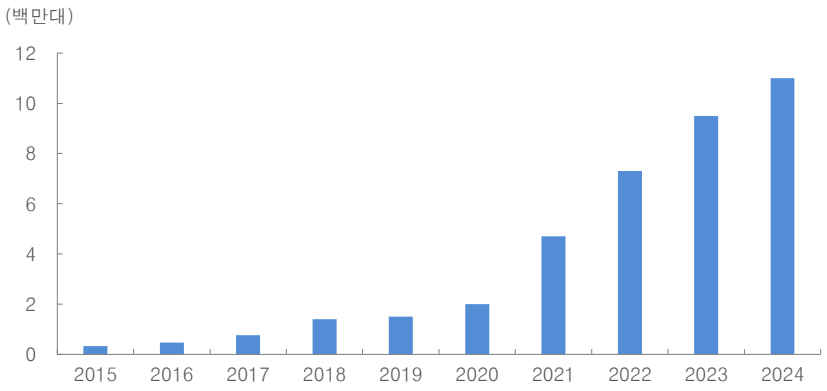
자료: 대신증권 Research Center / 주: Tier1 업체는 OEM 업체별로 달라 평균 추정치로 계산함

표24. Aptiv HW 별 카메라 탑재 갯수 및 화소수 전망

	Gen 6	Gen 7	Gen 8 E
최초 출시일	2017 년	2020 년	미정
카메라 해상도	3MP	3MP 또는 8MP	8MP 또는 12MP
카메라 개수 *	5 ~ 7 개	5 ~ 7 개	8 개 이상

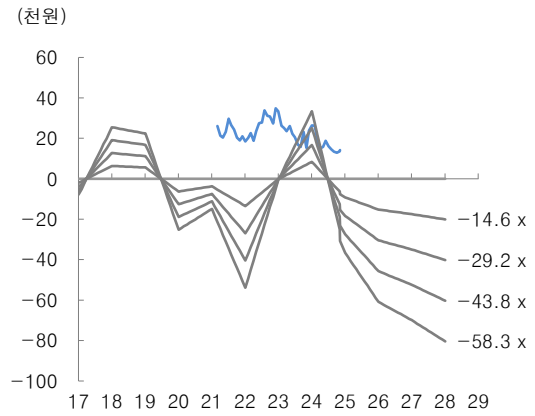
자료: 대신증권 Research Center / 주: Tier1 업체는 OEM 업체별로 달라 평균 추정치로 계산함

그림 92. 연간 글로벌 전기차 출하대수 추이



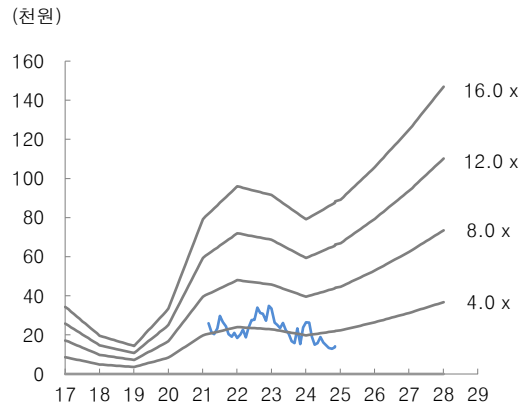
자료: IEA, 대신증권 Research Center 추정

그림 93. 퓨런티어 P/E 밴드



자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center

그림 94. 퓨런티어 P/B 밴드



자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center

그림 95. 퓨런티어 역사적 주가 추이

자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center

재무제표

포괄손익계산서 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	222	269	465	253	185
매출원가	148	177	287	174	136
매출총이익	74	92	179	79	48
판매비와관리비	62	76	107	117	105
영업이익	12	16	72	-38	-57
영업이익률	5.5	6.1	15.4	-14.8	-30.7
EBITDA	19	25	82	-27	-52
영업외손익	4	6	12	30	8
관계기업손익	0	0	0	0	0
금융수익	1	8	14	32	9
외환관련이익	1	2	4	4	2
금융비용	-1	-2	-5	-1	0
외환관련손실	0	0	4	0	0
기타	4	0	3	-2	-2
법인세비용차감전순손익	16	23	83	-8	-49
법인세비용	10	-3	-8	8	0
계속사업순손익	26	20	75	1	-49
중단사업순손익	0	0	0	0	0
당기순이익	26	20	75	1	-49
당기순이익률	11.9	7.4	16.2	0.2	-26.5
비지배지분순이익	0	0	0	0	0
지배지분순이익	26	20	75	1	-49
매도가능금융자산평가	0	0	0	0	0
기타포괄이익	0	0	0	0	0
포괄순이익	27	20	75	1	-49
비지배지분포괄이익	0	0	0	0	0
지배지분포괄이익	27	20	75	1	0

재무상태표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
유동자산	134	431	508	461	406
현금및현금성자산	41	243	353	124	87
매출채권 및 기타채권	41	55	45	40	31
재고자산	49	124	102	43	32
기타유동자산	4	9	7	254	257
비유동자산	42	60	93	46	39
유형자산	10	7	8	5	3
관계기업투자금	0	0	0	0	0
기타비유동자산	32	53	86	40	36
자산총계	176	491	601	506	445
유동부채	43	100	106	31	18
매입채무 및 기타채무	34	81	36	19	16
차입금	0	0	0	0	0
유동성채무	0	0	0	0	0
기타유동부채	9	18	71	12	2
비유동부채	5	7	4	3	3
차입금	0	0	0	0	0
전환증권	0	0	0	0	0
기타비유동부채	5	7	4	3	3
부채총계	48	106	111	34	22
지배지분	128	385	490	473	424
자본금	32	40	41	43	43
자본잉여금	89	318	325	328	328
이익잉여금	8	28	103	104	55
기타자본변동	-2	-1	20	-2	-2
비지배지분	0	0	0	0	0
자본총계	128	385	490	473	424
순차입금	-35	-234	-344	-370	-337

Valuation 지표 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
EPS	432	256	922	8	-572
PER	0.0	72.2	36.2	3,486.2	NA
BPS	2,092	4,959	6,011	5,732	4,955
PBR	0.0	3.7	2.2	2.3	2.6
EBITDAPS	311	323	1,010	-325	-607
EV/EBITDA	NA	49.3	9.4	NA	NA
SPS	3,628	3,470	5,707	3,073	2,160
PSR	0.0	5.3	2.3	4.3	6.1
CFPS	404	409	1,118	-197	-562
DPS	0	0	0	0	0

현금흐름표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
영업활동 현금흐름	-20	-9	127	-6	-95
당기순이익	26	20	75	1	-49
비현금항목의 가감	-2	12	16	-17	1
감가상각비	7	9	11	11	5
외환손익	-1	3	2	-9	-8
지분법평가손익	0	0	0	0	0
기타	-8	0	4	-18	4
자산부채의 증감	-44	-43	30	0	-48
기타현금흐름	0	2	6	10	1
투자활동 현금흐름	-7	-23	-19	-228	-3
투자자산	0	-20	-5	26	0
유형자산	0	0	-4	-1	-1
기타	-7	-2	-9	-253	-2
재무활동 현금흐름	47	234	3	-3	-8
단기차입금	0	0	0	0	0
사채	0	0	0	0	0
장기차입금	0	0	0	0	0
유상증자	50	237	9	5	0
현금배당	0	0	0	0	0
기타	-3	-3	-6	-8	-8
현금의 증감	21	202	111	-229	-37
기초 현금	20	41	243	353	124
기말 현금	41	243	353	124	87
NOPLAT	20	14	65	3	-57
FCF	19	21	62	10	-53

재무비율 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
성장성					
매출액 증가율	47.0	21.3	73.0	-45.6	-27.1
영업이익 증가율	흑전	33.8	338.8	적전	적지
순이익 증가율	흑전	-25.0	279.6	-99.2	적전
수익성					
ROIC	36.0	15.0	61.4	3.5	-79.4
ROA	9.3	4.9	13.1	-6.8	-11.9
ROE	29.6	7.7	17.2	0.1	-10.9
안정성					
부채비율	37.8	27.6	22.5	7.1	5.1
순차입금비율	-27.4	-60.8	-70.2	-78.2	-79.5
이자보상배율	63.5	38.6	51.4	-46.6	0.0

자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center

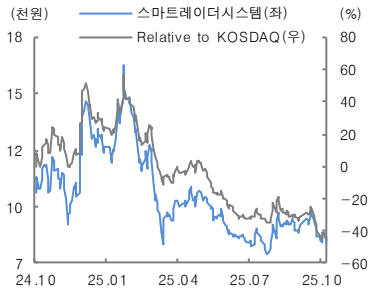
스마트레이더시스템 (424960)

박장욱 Jangwook.Park@daishin.com

투자의견	N.R
6개월 목표주가	N.R
현재주가 (24.11.10)	7,480
	스몰캡업종

KOSDAQ	889.03
시가총액	1,173억원
시가총액비중	0.03%
자본금(보통주)	76억원
52주 최고/최저	16,630원 / 7,210원
120일 평균거래대금	13억원
외국인지분율	2.30%
주요주주	김용환 외 6 인 8.37% 김동홍 7.01%

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	-10.5	-4.2	-19.7	-29.7
상대수익률	-15.2	-15.2	-35.7	-41.4



기업분석

ADAS 시장 유망주

- 4D 이미징 레이더용 칩을 제조 및 판매하는 사업 영위 중
- 자율주행과 관련한 모빌리티뿐 아니라 다양한 분야서 활용 가능
- 아직까지 본격적인 양산 매출 성장이 발생하지 않아 적자 지속 예상

4D 이미징 레이더 전문 기업

동사는 레이더용 IC 칩을 4D 이미징 레이더용 칩으로 커스터마이징 및 판매하는 사업을 영위 중. 1Q25 매출 기준. 자율주행, 특수차량 등 모빌리티 부문 매출 48%, 헬스케어, 스마트시티 등 비모빌리티 부문 매출 52%로 구성됨. 4D 이미징 레이더는 기존의 거리, 속도, 높이뿐 아니라 시간까지 측정이 가능해진 레이더 센서로 이동과 관련한 모빌리티 부문에서의 활용도가 높음

다양한 곳에 활용되는 4D 이미징 레이더

4D 이미징 센서는 다른 센서들과 비교해서 비, 눈, 안개 등 악천후에서도 안정적으로 작동한다는 장점을 지님. 또, Lidar와 비교해서 상대적으로 저렴한 가격을 지녀 경제적임. 자율주행용 차량뿐 아니라 헬스케어/가전, 안전 등 다양한 분야를 대상으로 성장이 기대됨. 동사는 북미향으로 특수 장비 차량 안전용 센서 매출이 발생 중

모빌리티 부문 본격적인 양산을 기다리며

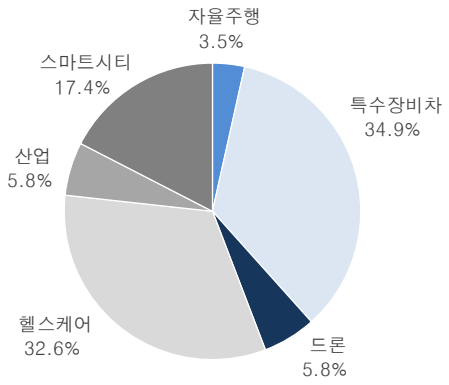
동사의 본격적인 매출 성장이 기대되는 분야는 북미 고객사향 모빌리티 분야임. 아직까지는 본격적인 양산 매출이 발생하고 있지 않고 있음. 25년 매출액 55억원, 영업이익 62억원 적자로 단기간 적자가 지속될 것으로 예상됨. 본격적인 양산 매출 발생이 기대되는 26년, 27년부터 매출 및 영업이익의 본격적인 성장을 예상함

영업실적 및 주요 투자지표 (단위: 억원, 원 , 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	35	40	41	47	99
영업이익	-46	-55	-54	-68	-61
세전순이익	-52	-77	-51	-65	-59
총당기순이익	-52	-77	-51	-65	-59
지배지분순이익	-52	-77	-51	-65	-59
EPS	-8,230	-1,076	-378	-416	-378
PER	NA	NA	NA	NA	NA
BPS	-945	718	1,606	1,039	656
PBR	0.0	0.0	4.8	7.5	11.8
ROE	62.8	866.5	-33.7	-34.2	-44.9

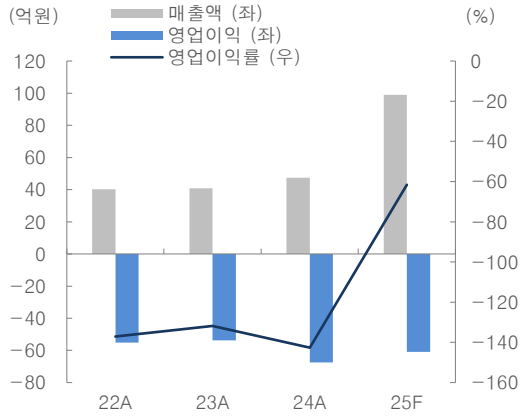
주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 기준으로 산출
자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

그림 96. 매출액 비중



주: 2Q25 기준
자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

그림 97. 매출액 및 영업이익 추이



자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

표25. 스마트레이더시스템 분기 및 연도별 실적추이 및 전망 (단위: 억원)

	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	2Q25	24A	25F
매출액	**20**	**9**	**9**	**9**	**20**	**26**	**47**	**99**
yoy	45.1%	-53.8%	3.8%	-4.3%	125.9%	27.9%	16.2%	108.8%
모빌리티	9	3	5	6	9	15	23	44
자율주행	3	0	1	2	0	0	6	0
특수장비차	3	1	4	4	8	14	12	19
드론	3	1	1	1	1	2	6	25
비모빌리티	11	6	3	3	11	11	23	55
헬스케어	3	0	2	0	0	3	5	15
산업	2	4	0	2	7	6	8	19
스마트시티	6	2	1	1	4	2	10	21
매출총이익	**0**	**2**	**2**	**4**	**4**	**8**	**8**	**29**
yoy	-84.4%	-39.9%	-57.6%	157.2%	903.6%	270.1%	-33.3%	244.8%
매출총이익률	2.1%	23.6%	21.8%	41.2%	20.2%	30.4%	17.6%	29.1%
영업이익	**(20)**	**(16)**	**(14)**	**(17)**	**(25)**	**(12)**	**(68)**	**(61)**
yoy	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속
영업이익률	-101.5%	-175.7%	-152.5%	-188.5%	-120.6%	-47.3%	-142.6%	-61.6%
세전이익	**(18)**	**1**	**(16)**	**(32)**	**(26)**	**12**	**(65)**	**(59)**
yoy	적자지속	흑자전환	적자지속	적자지속	적자지속	1,200%	적자지속	적자지속
세전이익률	-92.6%	10.2%	-166.3%	-348.0%	-127.3%	44.4%	-136.4%	-59.9%
당기순이익	**(18)**	**1**	**(16)**	**(32)**	**(26)**	**12**	**(65)**	**(59)**
yoy	적자지속	흑자전환	적자지속	적자지속	적자지속	1,200%	적자지속	적자지속
당기순이익률	-92.6%	10.2%	-166.3%	-348.0%	-127.3%	44.4%	-136.4%	-59.9%

자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center 추정

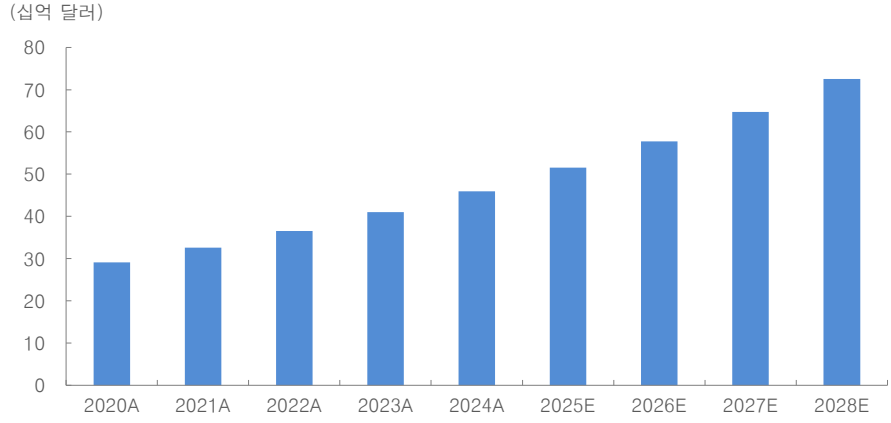
그림 98. 3D 레이더와 4D 이미징레이더의 차이

자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

그림 99. 차량용 (AD/ADAS) 레이더 제품 구성

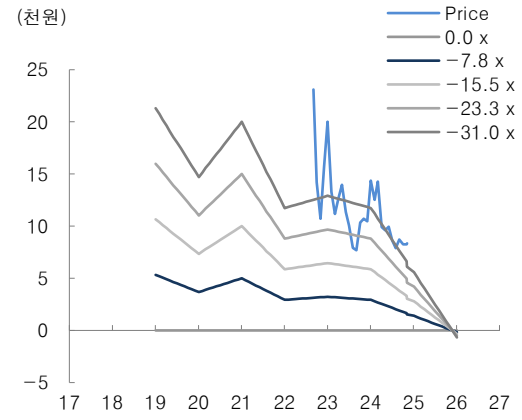
자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

그림 100. 글로벌 ADAS 시장 전망



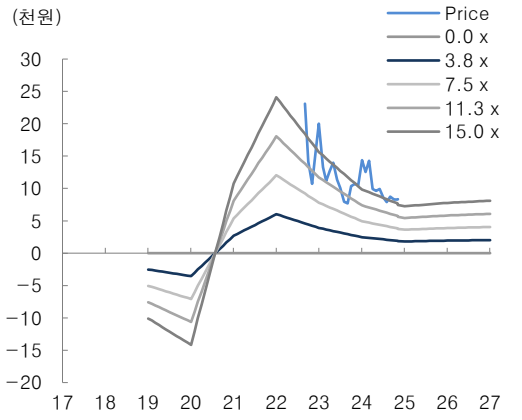
자료: Vantage Market Research, 대신증권 Research Center

그림 101. 스마트레이더시스템 P/E 밴드



자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

그림 102. 스마트레이더시스템 P/B 밴드



자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

그림 103. 스마트레이더시스템 역사적 주가 추이

자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

재무제표

포괄손익계산서 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	35	40	41	47	99
매출원가	25	32	28	39	70
매출총이익	10	8	13	8	29
판매비와관리비	55	63	66	76	90
영업이익	-46	-55	-54	-68	-61
영업이익률	-130.7	-137.0	-131.8	-142.6	-61.6
EBITDA	-40	-49	-48	-61	-56
영업외손익	-7	-22	3	3	2
관계기업손익	0	0	0	0	0
금융수익	5	2	5	11	2
외환관련이익	0	0	0	0	0
금융비용	-12	-25	-2	-8	-1
외환관련손실	0	1	1	1	1
기타	1	0	0	0	0
법인세비용차감전순손익	-52	-77	-51	-65	-59
법인세비용	0	0	0	0	0
계속사업순손익	-52	-77	-51	-65	-59
중단사업순손익	0	0	0	0	0
당기순이익	-52	-77	-51	-65	-59
당기순이익률	-149.8	-192.2	-125.1	-136.4	-59.9
비지배지분순이익	0	0	0	0	0
지배지분순이익	-52	-77	-51	-65	-59
매도가능금융자산평가	0	0	0	0	0
기타포괄이익	0	0	0	0	1
포괄순이익	-52	-77	-51	-64	-58
비지배지분포괄이익	0	0	0	0	0
지배지분포괄이익	-52	-77	-51	-64	-58

재무상태표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
유동자산	146	108	248	284	329
현금및현금성자산	19	2	17	30	0
매출채권 및 기타채권	6	16	13	14	24
재고자산	16	26	32	33	69
기타유동자산	106	64	185	207	236
비유동자산	17	16	12	37	40
유형자산	5	5	7	13	16
관계기업투자금	0	0	0	1	2
기타비유동자산	13	10	6	23	22
자산총계	164	124	261	321	369
유동부채	139	36	42	157	162
매입채무 및 기타채무	4	7	8	8	10
차입금	27	27	27	27	27
유동성채무	0	0	0	0	0
기타유동부채	107	2	6	121	125
비유동부채	129	1	3	3	104
차입금	0	0	0	0	100
전환증권	0	0	0	0	0
기타비유동부채	129	1	3	3	4
부채총계	268	38	44	160	266
지배지분	-104	86	216	161	103
자본금	34	62	76	78	78
자본잉여금	0	240	412	423	423
이익잉여금	-149	-227	-278	-342	-401
기타자본변동	11	10	6	2	3
비지배지분	0	0	0	0	0
자본총계	-104	86	216	161	103
순차입금	139	-36	-163	-81	25

Valuation 지표 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
EPS	-8,230	-1,076	-378	-416	-378
PER	NA	NA	NA	NA	NA
BPS	-945	718	1,606	1,039	656
PBR	0.0	0.0	4.8	7.5	11.8
EBITDAPS	-359	-410	-355	-394	-357
EV/EBITDA	NA	0.7	NA	NA	NA
SPS	316	335	302	305	631
PSR	0.0	0.0	25.6	25.4	12.3
CFPS	-300	-349	-312	-368	-337
DPS	0	0	0	0	0

현금흐름표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
영업활동 현금흐름	-33	-62	-47	-55	-99
당기순이익	-52	-77	-51	-65	-59
비현금항목의 가감	19	35	9	7	6
감가상각비	6	6	6	6	5
외환손익	0	1	0	0	0
지분법평가손익	0	0	0	0	0
기타	13	29	3	1	2
자산부채의 증감	1	-21	-6	-5	-46
기타현금흐름	0	0	1	7	0
투자활동 현금흐름	-83	40	-116	-39	-35
투자자산	-80	41	-113	-32	-1
유형자산	-3	-5	-2	-7	-7
기타	1	4	0	0	-27
재무활동 현금흐름	29	5	177	107	93
단기차입금	-3	0	0	0	0
사채	0	0	0	0	0
장기차입금	0	0	0	100	100
유상증자	7	268	186	13	0
현금배당	0	0	0	0	0
기타	25	-263	-8	-7	-7
현금의 증감	-86	-17	15	13	-30
기초 현금	0	19	2	17	30
기말 현금	-86	2	17	30	0
NOPLAT	-46	-55	-54	-68	-61
FCF	-46	-54	-50	-70	-64

재무비율 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
성장성					
매출액 증가율	-25.5	15.5	1.3	16.2	108.8
영업이익 증가율	적지	적지	적지	적지	적지
순이익 증가율	적지	적지	적지	적지	적지
수익성					
ROIC	-121.6	-125.3	-98.5	-113.6	-70.5
ROA	-27.1	-38.3	-27.9	-23.2	-17.6
ROE	62.8	866.5	-33.7	-34.2	-44.9
안정성					
부채비율	-257.3	43.6	20.4	99.2	258.8
순차입금비율	-133.9	-41.4	-75.5	-50.2	23.9
이자보상배율	-3.7	-3.6	-37.5	-8.9	0.0

자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

기업분석

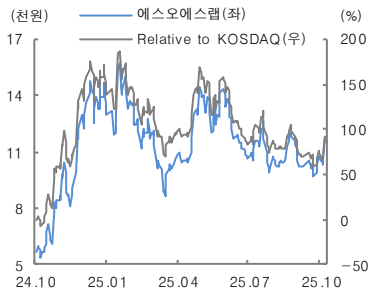
에스오에스랩 (464080)

박장욱 Jangwook.Park@daishin.com

투자의견	N.R
6개월 목표주가	N.R
현재주가 (24.11.10)	10,000
	스몰캡업종

KOSDAQ	889.03
시가총액	1,768억원
시가총액비중	0.04%
자본금(보통주)	15억원
52주 최고/최저	15,650원 / 5,410원
120일 평균거래대금	62억원
외국인지분율	1.12%
주요주주	정지성 외 3 인 24.67%

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	0.4	-12.1	-2.8	86.7
상대수익률	-4.9	-22.2	-22.2	55.6



피지컬AI와 라이다의 시간

- 라이다 센서 및 모듈 제조 사업 영위. 주요 원가부문 내재화
- 피지컬 AI 시장 성장과 함께 SLAM용으로 성장이 기대되는 라이다
- 로보틱스 이후, 모빌리티향 매출 발생이 기대됨

라이다 센서 및 모듈 제조 업체

동사는 라이다 센서를 모듈화 하는 업체로 레이저의 발광부인 VCSEL 센서와 수광부인 SPAD 센서를 모듈화하여 판매함. 동사의 주요 전방 산업은 모빌리티, 로보틱스, 산업/인프라, 스마트시티로 구분됨. 모빌리티는 자율주행 및 ADAS용, 로보틱스도 퓨전센싱에 사용되는 라이다를 제공함. 산업/인프라는 공항에 주차되어 있는 차량수를 세는 센싱용으로 사용됨

로보틱스와 함께 성장이 예상되는 라이다 시장

동사의 가장 큰 폭의 매출 성장이 예상되는 분야는 피지컬AI인 로보틱스 분야임. 라이다는 자율주행차뿐 아니라 로봇청소기, AMR 등 로보틱스 분야에서 정밀한 위치 추정 및 이동을 위한 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping, 동시적 위치 추정 및 지도작성)에 사용됨

로보틱스에 더해 북미 모빌리티향 매출 성장 기대됨

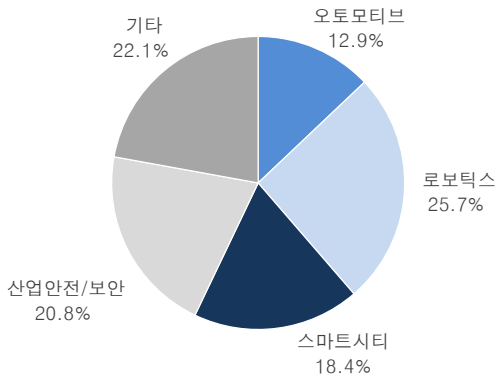
동사의 경우, 양산 매출이 아직 본격적으로 발생하고 있지 않음. 다만, 다양한 고객사향 로보틱스 매출 발생이 기대되며, 북미 모빌리티 고객사향 매출 발생시, 본격적인 실적 성장을 예상함

영업실적 및 주요 투자지표 (단위: 억원, 원 , 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	12	23	41	49	109
영업이익	-70	-96	-83	-128	-68
세전순이익	-188	-203	60	-120	-66
총당기순이익	-188	-203	60	-120	-66
지배지분순이익	-188	-203	60	-120	-66
EPS	-2,984	-3,133	655	-720	-374
PER	NA	NA	0.0	NA	NA
BPS	-6,205	-8,995	2,163	1,924	1,434
PBR	0.0	0.0	4.7	5.2	7.0
ROE	96.2	41.7	-31.3	-46.1	-23.1

주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 기준으로 산출
자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

그림 104. 에스오에스랩 1Q25 기준 매출 비중



자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

그림 105. 에스오에스랩 3D LiDAR

자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

표26. 에스오에스랩 분기 및 연도별 실적추이 및 전망

(단위: 억원)

	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	2Q25	23A	24A	25F
매출액	**22**	**5**	**9**	**13**	**8**	**13**	**41**	**49**	**109**
yoy	81.6%	-79.1%	102.3%	35.9%	-36.2%	55.1%	75.6%	20.3%	120.7%
오토모티브	-	-	0	1	3	0	0	4	12
로보틱스	-	-	2	5	1	2	0	12	91
스마트시트	-	-	0	4	0	6	0	14	13
산업안전/보안	-	-	5	1	0	3	0	9	15
기타	-	-	2	2	3	1	0	12	11
매출총이익	**8**	**3**	**4**	**1**	**4**	**3**	**15**	**16**	**60**
yoy	435.5%	-56.9%	113.3%	-79.8%	-55.6%	26.4%	454.7%	3.7%	283.6%
매출총이익률	0	1	0	0	0	0	0	0	1
영업이익	**(25)**	**(32)**	**(34)**	**(37)**	**(44)**	**(42)**	**(83)**	**(128)**	**(68)**
yoy	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지
영업이익률	-111.2%	-689.0%	-361.4%	-287.7%	-533.2%	-333.7%	-202.9%	-259.9%	-62.2%
세전이익	**(24)**	**(31)**	**(30)**	**(35)**	**(43)**	**(44)**	**60**	**(120)**	**(66)**
yoy	적자유지	적자유지	적자전환	적자유지	적자유지	적자유지	흑자전환	적자전환	적자유지
세전이익률	-105.7%	-669.8%	-317.5%	-268.6%	-520.5%	-346.8%	146.7%	-242.2%	-60.8%
당기순이익	**(24)**	**(31)**	**(30)**	**(35)**	**(43)**	**(44)**	**60**	**(120)**	**(66)**
yoy	적자유지	적자유지	적자전환	적자유지	적자유지	적자유지	흑자전환	적자전환	적자유지
당기순이익률	-105.7%	-669.8%	-317.5%	-268.6%	-520.5%	-346.8%	146.7%	-242.2%	-60.8%

자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center 추정

다양한 로보틱스에 적용되는 Lidar

로보틱스의 정밀한 움직임을 위한 SLAM 분야에 사용되는 Lidar 센서

Lidar는 자율주행뿐 아니라 움직임이 필요한 로보틱스 분야에서 다양하게 적용되고 있다. 로봇 청소기, 물류를 운반하는 AMR 등에서 사용되고 있다. 라이다는 레이저 빛을 직접 발광하는 방식으로 정확한 사물의 위치를 추정할 수 있다는 장점이 있다. SLAM(Simultaneous Localization and Mapping, 동시적 위치 추정 및 지도작성)에 사용된다. SLAM은 실시간으로 주변 사물을 컴퓨터가 인지할 수 있도록 3D 지도를 그리는 것으로 카메라에 Lidar를 조합한 퓨전 센싱 기술을 사용시, 좀 더 정확하고 구체적으로 지도를 그려낼 수 있다.

로봇 분야의 향후 CAGR 성장 전망은 20% 이상

시장데이터 조사 기관인 statzon에 따르면, 로보틱스 분야는 가구, 메디컬, 로지스틱스 등 다양한 분야에서 향후 20% 이상의 CAGR가 예상된다. 로보틱스 시장의 성장 속 움직임과 관련된 분야에서는 정밀한 움직임 수행을 위한 Lidar센서의 채택과 이에 따른 동사의 수혜를 예상한다.

그림 106. **Lidar 를 사용하는 로봇청소기**

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 107. **Lidar 를 사용하는 물류로봇 (AMR)**

자료: 서진시스템, 대신증권 Research Center

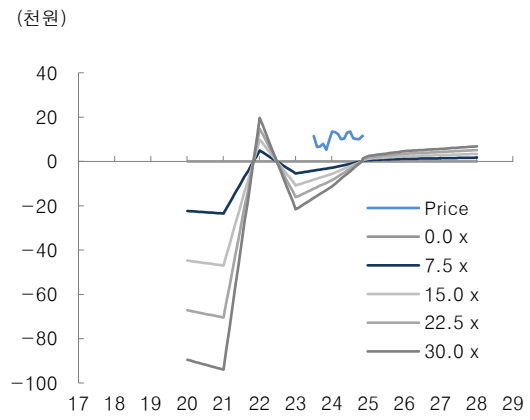
표27. **분야별 로보틱스 시장 규모 및 성장 전망**

(단위: 십억달러)

적용처	2023A	2024A	2025E	2033E	CAGR % (2024 – 2033)
Household	6.1	7.4	9.1	47	22.75%
Medical	3.2	4	4.9	26.6	23.47%
Field	2.5	3	3.6	16.2	20.55%
Defence, Rescue, and Security	3.9	4.7	5.9	32.4	23.78%
Entertainment, Education, and Personal	4.6	5.5	6.6	28.5	20.10%
Public Relation	5.3	6.4	7.8	37.4	21.63%
Inspection and Maintenance	5.9	7.2	8.7	41.2	21.45%
Logistics	0.8	1	1.2	6.7	23.90%
Construction and Demolition	2	2.5	3.1	16.5	23.34%
Marine	5.9	7.1	8.6	40.7	21.43%
Research and Space Exploration	0.5	0.6	0.7	3.7	22.48%
Total	40.7	49.4	60.2	296.9	22.05%

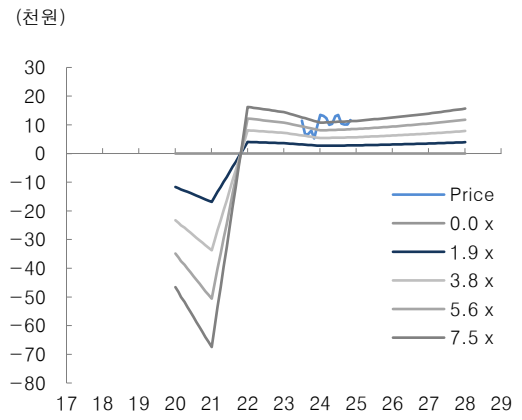
자료: Statzon, Apollo Research Reports, 대신증권 Research Center

그림 108. **에스오에스랩 P/E 밴드**



자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

그림 109. **에스오에스랩 P/B 밴드**



자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

그림 110. **에스오에스랩 역사적 주가 추이**

자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

재무제표

포괄손익계산서 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	12	23	41	49	109
매출원가	9	21	26	34	49
매출총이익	4	3	15	16	60
판매비와관리비	73	99	98	144	128
영업이익	-70	-96	-83	-128	-68
영업이익률	-575.7	-411.2	-202.9	-259.9	-62.2
EBITDA	-68	-91	-76	-119	-56
영업외손익	-118	-107	143	9	2
관계기업손익	0	0	0	0	0
금융수익	0	2	163	9	0
외환관련이익	0	0	0	0	0
금융비용	-119	-109	-19	-1	0
외환관련손실	0	0	0	0	0
기타	0	0	0	1	1
법인세비용차감전순손익	-188	-203	60	-120	-66
법인세비용	0	0	0	0	0
계속사업순손익	-188	-203	60	-120	-66
중단사업순손익	0	0	0	0	0
당기순이익	-188	-203	60	-120	-66
당기순이익률	-1,550.0	-869.5	146.7	-242.2	-60.8
비지배지분순이익	0	0	0	0	0
지배지분순이익	-188	-203	60	-120	-66
매도가능금융자산평가	0	0	0	0	0
기타포괄이익	0	1	-3	-2	-1
포괄순이익	-188	-202	58	-121	-68
비지배지분포괄이익	0	0	0	0	0
지배지분포괄이익	-188	-202	58	-121	0

재무상태표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
유동자산	22	135	231	307	242
현금및현금성자산	4	6	11	24	10
매출채권 및 기타채권	1	3	14	20	18
재고자산	6	23	34	33	36
기타유동자산	11	102	172	230	178
비유동자산	11	28	28	84	97
유형자산	9	17	20	43	56
관계기업투자금	0	0	0	0	0
기타비유동자산	2	10	8	42	41
자산총계	33	163	258	391	338
유동부채	416	736	45	42	45
매입채무 및 기타채무	8	19	11	13	21
차입금	28	32	32	27	21
유동성채무	0	0	0	0	0
기타유동부채	380	685	3	2	3
비유동부채	9	10	15	29	39
차입금	0	0	3	13	23
전환증권	0	0	0	0	0
기타비유동부채	9	10	11	16	17
부채총계	425	746	60	71	85
지배지분	-391	-583	199	320	254
자본금	1	1	15	18	18
자본잉여금	22	31	742	975	975
이익잉여금	-448	-651	-593	-714	-781
기타자본변동	34	36	34	42	42
비지배지분	0	0	0	0	0
자본총계	-391	-583	199	320	254
순차입금	396	617	-143	-205	-133

Valuation 지표 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
EPS	-2,984	-3,133	655	-720	-374
PER	NA	NA	0.0	NA	NA
BPS	-6,205	-8,995	2,163	1,924	1,434
PBR	0.0	0.0	4.7	5.2	7.0
EBITDAPS	-1,081	-1,409	-833	-719	-315
EV/EBITDA	NA	NA	NA	NA	NA
SPS	193	360	447	297	616
PSR	0.0	0.0	22.6	34.0	16.4
CFPS	-803	-1,190	-680	-525	-134
DPS	0	0	0	0	0

재무비율 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
성장성					
매출액 증가율	na	92.4	75.6	20.3	120.7
영업이익 증가율	na	적지	적지	적지	적지
순이익 증가율	na	적지	흑전	적전	적지
수익성					
ROIC	-699.7	-307.4	-155.0	-149.8	-62.1
ROA	-419.9	-97.8	-39.5	-39.5	-18.6
ROE	96.2	41.7	-31.3	-46.1	-23.1
안정성					
부채비율	-108.5	-128.0	30.0	22.2	33.5
순차입금비율	-101.2	-105.8	-72.0	-64.1	-52.6
이자보상배율	-6.9	-4.8	-4.4	-94.4	0.0

현금흐름표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
영업활동 현금흐름	-51	-91	-88	-124	-24
당기순이익	-188	-203	60	-120	-66
비현금항목의 가감	138	126	-123	32	43
감가상각비	2	5	7	9	12
외환손익	0	0	0	0	0
지분법평가손익	0	0	0	0	0
기타	136	121	-129	23	31
자산부채의 증감	0	-14	-27	-41	0
기타현금흐름	0	0	1	5	0
투자활동 현금흐름	53	-104	-86	-94	15
투자자산	8	-2	-4	0	0
유형자산	-4	-14	-7	-24	-24
기타	49	-87	-76	-70	39
재무활동 현금흐름	0	197	179	230	-5
단기차입금	0	4	0	-5	-5
사채	0	0	0	0	0
장기차입금	0	0	3	10	10
유상증자	22	9	726	235	0
현금배당	0	0	0	0	0
기타	-22	183	-550	-9	-9
현금의 증감	2	2	5	13	-14
기초 현금	0	0	6	11	24
기말 현금	2	2	11	24	10
NOPLAT	-70	-96	-83	-128	-68
FCF	-73	-106	-84	-146	-80

자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

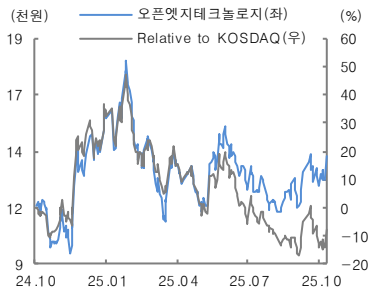
오픈엣지 테크놀로지 (394280)

박장욱 Jangwook.Park@daishin.com

투자의견	N.R
6개월 목표주가	N.R
현재주가 (24.11.10)	12,020
	스몰캡업종

KOSDAQ	889.03
시가총액	2,648억원
시가총액비중	0.06%
자본금(보통주)	21억원
52주 최고/최저	18,020원 / 9,600원
120일 평균거래대금	15억원
외국인지분율	4.68%
주요주주	이성현 외 9 인 24.41%

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	-3.7	1.9	-1.6	6.6
상대수익률	-8.8	-9.7	-21.2	-11.2



기업분석

엣지 시장을 노리는 니치마켓 킬러

- 메모리 DDR PHY IP를 주력으로 사업 영위
- 엣지시장에 사용될 후속 노드 공정용 선단 DDR PHY를 주로 개발
- 국내 및 해외 차량용 반도체 수주로 매출 점차 확대해나갈 것으로 예상

DDR PHY IP를 주력 사업으로 영위하는 사업자

동사는 메모리 관련 IP를 주로 개발하는 사업 영위 중. 동사의 전략은 니치마켓 공략 전략으로 경쟁사들이 보유하지 않은 TSMC 6, 7, 12, 16나노용 LPDDR 5X IP와 삼성전자 4나노용 LPDDR 5X 및 6 IP를 개발하는 등 니치마켓을 선점하는 전략을 구사함. 2Q25 기준 라이선스 67%, 유지보수 25%, 기타 7%로 매출이 구성

커지는 엣지시장, 효과를 볼 니치마켓 전략

AI 시장의 성장과 함께 엣지 시장도 함께 성장할 것. DDR의 성능은 꾸준히 개선되는 반면, 엣지용 칩의 경우, 가격 경쟁력을 고려 하면, 반드시 최선단 공정이 적용되지는 않을 것. 22년 출시 된 엣지용 엔비디아 Jetson Orin이 대표적. 당시 삼성의 최선단 전공정은 3나노 공정이었는데, 엔비디아는 8나노 공정에 가장 최신 LPDDR5 공정을 적용한 바 있음. 전공정은 후속공정에 최신 LPDDR IP를 채택하는 칩들은 엣지 시장의 개화와 함께 늘어날 것이므로, 동사의 전략은 시간을 두고 유효할 것

25년 매출액 158억원(+YoY 5.7%), 영업이익 172억원(적자지속) 전망

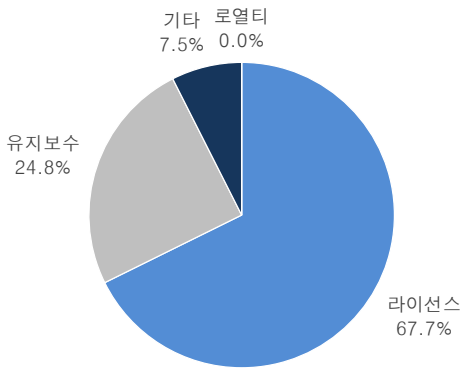
꾸준한 IP 개발로 매출도 순차적인 성장을 진행 중. 아직까지는 고정비가 더 큰 구간임. 25년까지 적자가 지속될 것을 전망함. 다만, 엣지 시장의 본격적인 개화가 기대되며, 국내 및 일본 차량용 반도체 업체로부터 점차 수주가 확대될 것으로 기대가 됨. 당장 고성능 칩에 대한 수주는 어렵겠지만, 점진적인 매출 및 실적 개선세가 나타날 것으로 예상함

영업실적 및 주요 투자지표 (단위: 억원, 원 , 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	52	100	196	153	164
영업이익	-111	-253	-159	-246	-291
세전순이익	-145	-248	-145	-268	-319
총당기순이익	-146	-252	-149	-273	-319
지배지분순이익	-146	-252	-149	-273	-319
EPS	-928	-1,367	-697	-1,183	-1,280
PER	NA	NA	NA	NA	NA
BPS	1,306	1,747	965	2,633	1,158
PBR	0.0	4.2	13.1	4.8	10.9
ROE	472.4	-95.6	-56.3	-67.1	-71.2

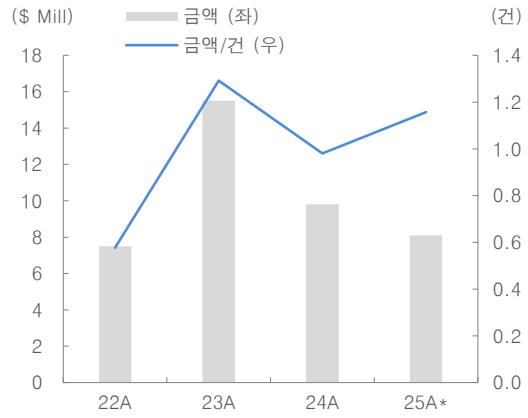
주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 기준으로 산출
자료: 오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center

그림 111. 매출액 비중



주: 2Q25 기준 / 자료:오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center

그림 112. 오픈엣지 테크놀로지 수주 금액 추이



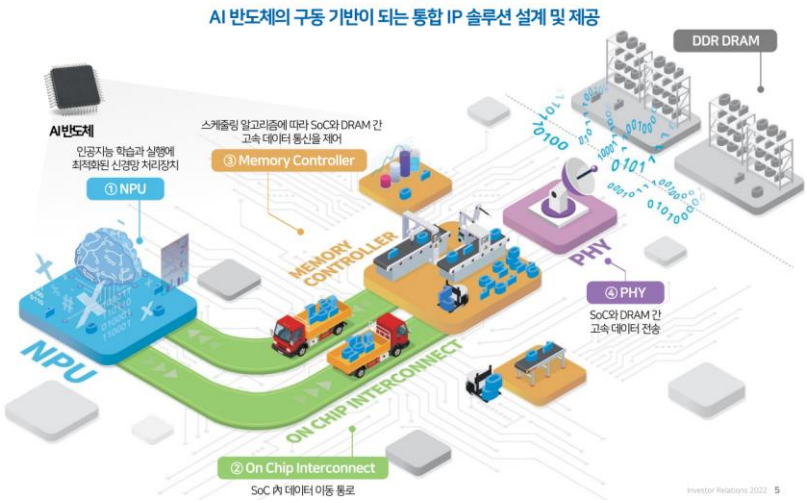
자료: 오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center
주: 25년은 1H25 기준

표28. 오픈엣지테크놀로지 분기 및 연도별 실적추이 및 전망 (단위: 억원)

	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	2Q25	23A	24A	25F
매출액	**25**	**41**	**66**	**22**	**48**	**26**	**196**	**153**	**164**
yoy	-82.0%	63.1%	63.5%	-67.2%	121.2%	-45.9%	95.7%	-21.8%	7.0%
라이선스	16	31	56	7	34	12	149	110	113
유지보수	7	8	8	10	11	11	23	33	37
기타	1	2	2	4	3	3	24	10	14
로열티	0	0	0	0	0	0	1	1	0
매출총이익	**25**	**41**	**66**	**22**	**48**	**26**	**196**	**153**	**164**
yoy	135%	43%	251%	-84%	93%	-36%	96%	-22%	7%
매출총이익률	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
영업이익	**-71**	**-57**	**-25**	**-93**	**-66**	**-88**	**-159**	**-246**	**-291**
yoy	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속
영업이익률	-286.1%	-141.6%	-37.4%	-428.3%	-137.7%	-337.2%	-81.0%	-160.6%	-177.3%
세전이익	**-71**	**-58**	**-28**	**-112**	**-64**	**-89**	**-145**	**-268**	**-319**
yoy	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자전환	적자지속
세전이익률	-286.1%	-142.3%	-41.6%	-515.9%	-132.6%	-342.2%	-74.1%	-175.0%	-194.6%
당기순이익	**-71**	**-58**	**-27**	**-117**	**-64**	**-89**	**-149**	**-273**	**-319**
yoy	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자전환	적자지속
당기순이익률	-286.1%	-142.3%	-41.4%	-538.1%	-132.6%	-342.3%	-75.8%	-178.0%	-194.6%

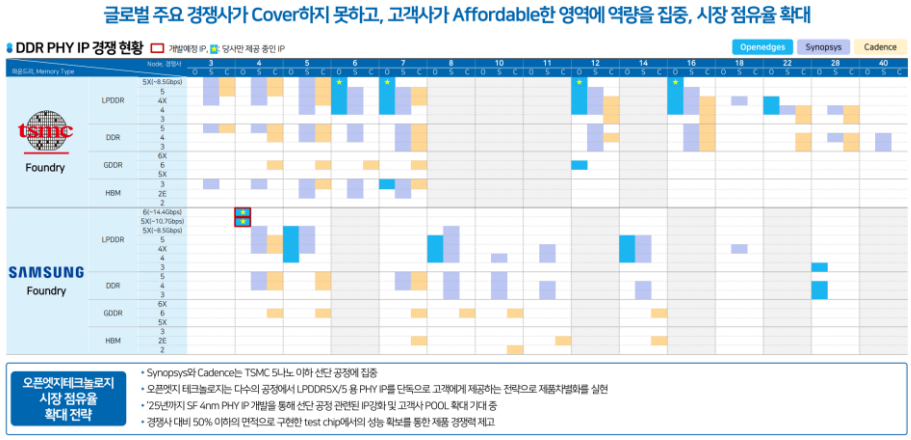
자료: 오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center 추정

그림 113. 오픈엣지테크놀로지 IP 사업영역



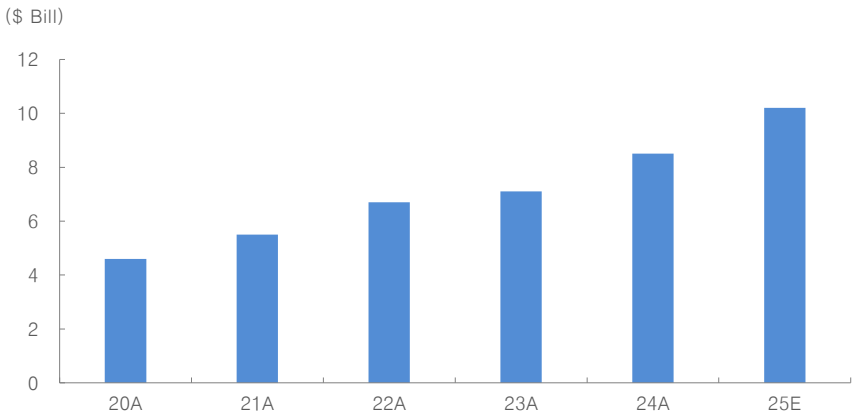
자료: 오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center

그림 114. 오픈엣지테크놀로지 보유 DDR PHY IP 경쟁현황



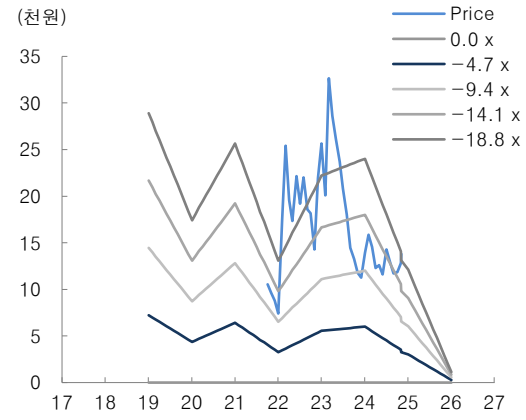
자료: 오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center

그림 115. 반도체 IP 시장 규모 전망



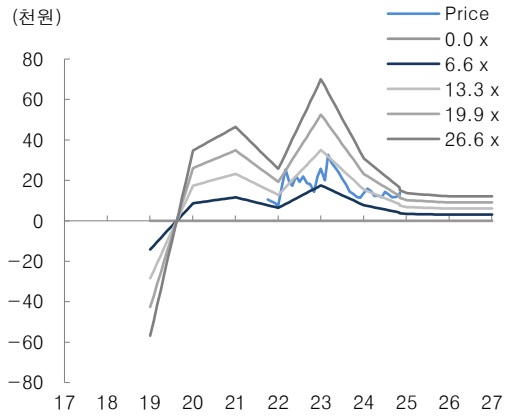
자료: Design IP Revenues, 대신증권 Research Center

그림 116. 오픈엣지테크놀로지 P/E 밴드



자료: 오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center

그림 117. 오픈엣지테크놀로지 P/B 밴드



자료: 오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center

그림 118. 오픈엣지테크놀로지 역사적 주가 추이

자료: 오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center

재무제표

포괄손익계산서 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	52	100	196	153	164
매출원가	0	0	0	0	0
매출총이익	52	100	196	153	164
판매비와관리비	162	353	355	399	455
영업이익	-111	-253	-159	-246	-291
영업이익률	-213.2	-252.3	-81.0	-160.6	-177.3
EBITDA	-105	-238	-138	-225	-281
영업외손익	-35	4	14	-22	-28
관계기업손익	0	0	0	0	0
금융수익	2	14	15	26	11
외환관련이익	0	0	0	0	0
금융비용	-37	-11	-12	-45	-36
외환관련손실	3	5	5	7	7
기타	0	1	11	-3	-3
법인세비용차감전순손익	-145	-248	-145	-268	-319
법인세비용	-1	-4	-3	-5	0
계속사업순손익	-146	-252	-149	-273	-319
중단사업순손익	0	0	0	0	0
당기순이익	-146	-252	-149	-273	-319
당기순이익률	-281.7	-252.0	-75.8	-178.0	-194.6
비지배지분순이익	0	0	0	0	0
지배지분순이익	-146	-252	-149	-273	-319
매도가능금융자산평가	0	0	0	0	0
기타포괄이익	3	2	1	8	8
포괄순이익	-143	-250	-148	-265	-311
비지배지분포괄이익	0	0	0	0	0
지배지분포괄이익	-143	-250	-148	-265	-311

재무상태표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
유동자산	290	443	298	740	441
현금및현금성자산	58	46	42	140	18
매출채권 및 기타채권	3	52	70	27	28
재고자산	0	0	0	0	0
기타유동자산	229	345	186	573	395
비유동자산	71	96	148	127	109
유형자산	19	26	31	24	18
관계기업투자금	0	0	0	0	0
기타비유동자산	51	70	117	103	91
자산총계	361	539	447	867	550
유동부채	92	183	197	215	216
매입채무 및 기타채무	22	65	23	25	25
차입금	50	100	150	150	150
유동성채무	0	0	0	0	0
기타유동부채	20	18	25	41	41
비유동부채	64	33	44	44	46
차입금	0	0	0	0	0
전환증권	0	0	0	0	0
기타비유동부채	64	33	44	44	46
부채총계	155	216	241	260	261
지배지분	206	322	206	607	289
자본금	17	21	21	25	25
자본잉여금	589	964	983	1,643	1,643
이익잉여금	-430	-683	-834	-1,107	-1,426
기타자본변동	30	20	36	46	47
비지배지분	0	0	0	0	0
자본총계	206	322	206	607	289
순차입금	-160	-208	30	-478	-187

Valuation 지표 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
EPS	-928	-1,367	-697	-1,183	-1,280
PER	NA	NA	NA	NA	NA
BPS	1,306	1,747	965	2,633	1,158
PBR	0.0	4.2	13.1	4.8	10.9
EBITDAPS	-666	-1,291	-648	-976	-1,128
EV/EBITDA	1.5	NA	NA	NA	NA
SPS	330	542	919	665	658
PSR	0.0	13.7	13.7	19.0	19.2
CFPS	-568	-1,153	-554	-826	-1,004
DPS	0	0	0	0	0

현금흐름표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
영업활동 현금흐름	-90	-267	-199	-103	-216
당기순이익	0	-252	-149	-273	-319
비현금항목의 가감	57	39	31	82	69
감가상각비	6	14	20	21	10
외환손익	1	0	1	-1	-3
지분법평가손익	0	0	0	0	0
기타	50	25	9	62	62
자산부채의 증감	-2	-50	-77	92	35
기타현금흐름	-145	-4	-3	-5	0
투자활동 현금흐름	-236	-100	137	-403	178
투자자산	-3	-3	-2	-6	10
유형자산	-21	-19	-21	-4	-4
기타	-211	-78	160	-394	171
재무활동 현금흐름	333	353	57	601	-63
단기차입금	20	50	50	0	0
사채	0	0	0	0	0
장기차입금	0	0	0	0	0
유상증자	606	379	19	664	0
현금배당	0	0	0	0	0
기타	-293	-76	-12	-63	-63
현금의 증감	8	-12	-3	98	-122
기초 현금	0	58	46	42	140
기말 현금	8	46	42	140	18
NOPLAT	-111	-256	-162	-250	-291
FCF	-129	-263	-166	-234	-285

재무비율 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
성장성					
매출액 증가율	376.4	93.1	95.7	-21.8	7.0
영업이익 증가율	적지	적지	적지	적지	적지
순이익 증가율	적지	적지	적지	적지	적지
수익성					
ROIC	-255.0	-281.4	-116.1	-222.6	-402.5
ROA	-47.7	-56.2	-32.2	-37.5	-41.0
ROE	472.4	-95.6	-56.3	-67.1	-71.2
안정성					
부채비율	75.6	67.0	117.3	42.8	90.5
순차입금비율	-77.6	-64.3	14.5	-78.6	-64.8
이자보상배율	-127.3	-46.0	-20.0	-25.5	0.0

자료: 오픈엣지테크놀로지, 대신증권 Research Center

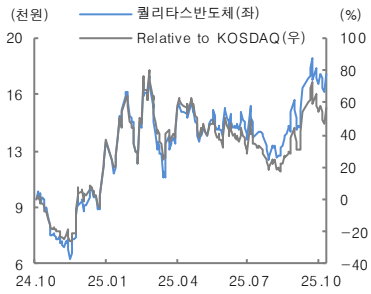
퀄리타스 반도체 (432720)

박장욱 Jangwook.Park@daishin.com

투자의견	N.R
6개월 목표주가	N.R
현재주가 (25.11.10)	15,410
	스몰캡업종

KOSDAQ	889.03
시가총액	2,172억원
시가총액비중	0.05%
자본금(보통주)	70억원
52주 최고/최저	18,680원 / 5,900원
120일 평균거래대금	32억원
외국인지분율	1.07%
주요주주	김두호 외 2 인 32.64%

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	5.9	29.7	15.8	86.9
상대수익률	-1.1	9.6	-8.6	49.0



기업분석

칩렛과 SerDes로 그리는 고속 연결의 미래

- High - end SerDes와 인터페이스 IP를 보유한 인터커넥스 전문 IP 업체
- 멀티테넌트 환경이 대두되면서, High Speed SerDes의 필요성이 커짐
- 아직은 적자구간이나, AI,CPO 시장 개화에 따른 실적 개선을 전망함

인터커넥트 솔루션 전문 IP 업체

동사는 PCIe 6.0, 800G Ethernet 등 High-end SERDES와 UCIe-A, UCIe-S 칩렛 인터페이스 IP를 모두 보유함. 동사는 삼성 파운드리 공식 IP 협력사로 국내 로컬 IP에 필요한 SerDes, MIP, CXL, PCIe 등 고속 인터커넥트 IP를 저렴한 가격에 공급 가능하며, 경쟁사 대비 발빠른 대응력을 강점으로 지니고 있음

떠오르는 High Speed SerDes의 필요성

AI 데이터센터는 멀티테넌트 클라우드 환경이 대두됨에 따라 얼마나 빨리 데이터를 주고받을 수 있는가에 있음. 이를 위해서는 데이터를 직렬에서 병렬로 또, 병렬에서 직렬로 변환해 칩 간, 보드 간, 랙 간 데이터를 고속으로 전송하는 기술의 중요성이 커짐. 동사는 High Speed SerDes IP분야에 강점을 지니고 있어, 향후 성장 잠재력이 높음

25년 매출액: 60억원(-YoY 1.3%), 영업이익 -223억원(적자지속)전망

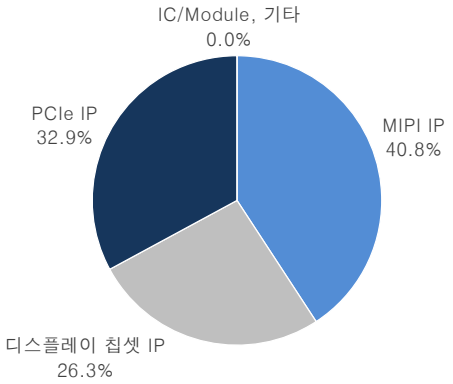
아직 사업 초기로 아직은 대부분 설계 용역, 일회성 라이선스 수입으로 매출 발생 중. 아직은 고정비가 큰 구간으로 25년, 26년 적자가 지속될 것으로 예상함. 고속 데이터 전송이 핵심이 되는 AI, CPO시장의 본격 개화가 예상되는 가운데, 동사가 보유한 칩렛 인터페이스와 High - end SerDes 분야에서의 강점이 나타나게 될 것

영업실적 및 주요 투자지표 (단위: 억원, 원 , 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	40	108	108	61	60
영업이익	-47	-37	-112	-227	-223
세전순이익	-36	-24	-75	-191	-187
총당기순이익	-37	-23	-81	-191	-187
지배지분순이익	-37	-23	-81	-191	-187
EPS	-420	-245	-820	-1,515	-1,335
PER	NA	NA	NA	NA	NA
BPS	-437	-428	2,805	4,027	2,279
PBR	0.0	0.0	5.7	4.0	7.0
ROE	143.5	58.5	-68.3	-48.6	-45.4

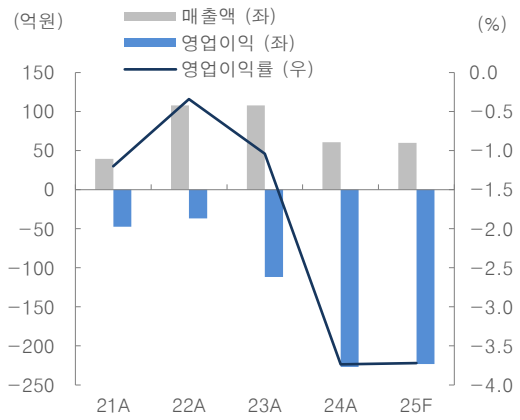
주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 기준으로 산출
자료: 퀄리타스반도체, 대신증권 Research Center

그림 119. **매출액 비중**



주: 2Q25 기준 / 자료:퀄리타스 반도체, 대신증권 Research Center

그림 120. **매출액 및 영업이익 추이**



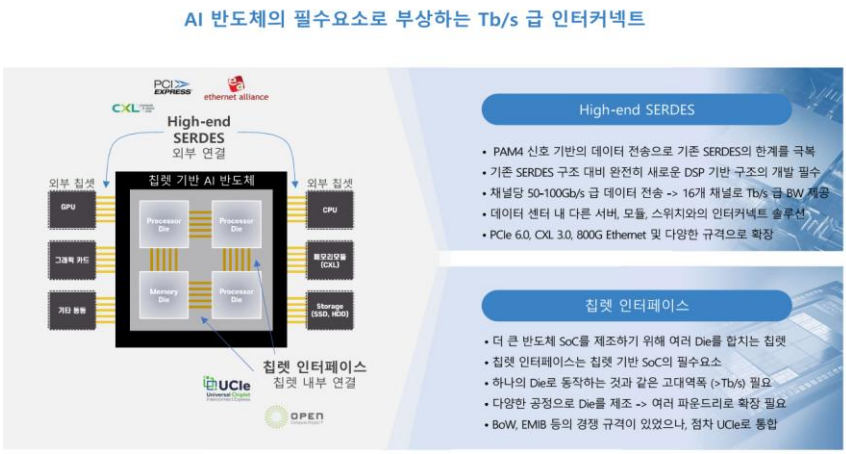
자료: 퀄리타스 반도체, 대신증권 Research Center

표29. **퀄리타스반도체 분기 및 연도별 실적추이 및 전망** (단위: 억원)

	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	2Q25	23A	24A	25F
매출액	**7**	**4**	**12**	**37**	**19**	**9**	**108**	**61**	**60**
yoy	−76.8%	−41.1%	168.9%	215.8%	−49.4%	−51.3%	−0.1%	−43.6%	−1.3%
MIPI IP	5	2	5	15	4	7	24	26	21
디스플레이 IP	2	2	5	1	12	2	10	24	25
PCIe IP	1	1	1	21	2	1	73	10	13
IC/Module	0	0	0	0	0	0	0	0	1
매출총이익	**7**	**4**	**12**	**37**	**19**	**9**	**108**	**61**	**60**
yoy	−71.4%	−87.3%	−23.0%	16.0%	153.0%	109.1%	0%	−44%	−1%
매출총이익률	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
영업이익	**−59**	**−56**	**−59**	**−52**	**−50**	**−64**	**−112**	**−227**	**−223**
yoy	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속
영업이익률	−797.8%	−1285.3%	−501.5%	−140.9%	−268.3%	−696.0%	−103.8%	−373.6%	−372.0%
세전이익	**−54**	**−45**	**−55**	**−36**	**−47**	**−56**	**−75**	**−191**	**−187**
yoy	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속
세전이익률	−730.9%	−1018.3%	−471.4%	−97.4%	−251.8%	−608.7%	−69.5%	−313.7%	−312.7%
당기순이익	**−54**	**−45**	**−55**	**−36**	**−47**	**−56**	**−81**	**−191**	**−187**
yoy	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속
당기순이익률	−730.9%	−1018.3%	−471.4%	−97.4%	−251.8%	−608.7%	−75.3%	−313.7%	−312.7%

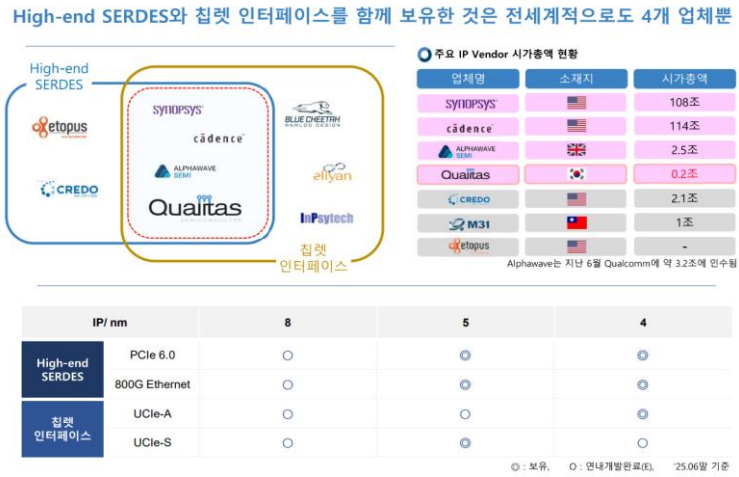
자료: 퀄리타스반도체, 대신증권 Research Center 추정

그림 121. 필요성이 커지는 Tb/s 급 인터커넥트



자료: 퀄리타스반도체, 대신증권 Research Center

그림 122. 퀄리타스 반도체 포지셔닝

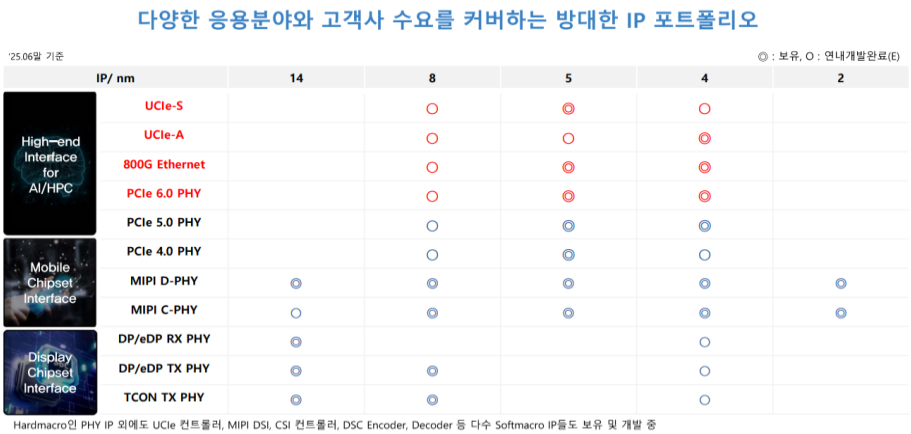


IP/ nm		8	5	4
High-end SERDES	PCIe 6.0	○	◎	◎
	800G Ethernet	○	◎	◎
칩렛 인터페이스	UCIe-A	○	○	◎
	UCIe-S	○	◎	○

◎ : 보유, ○ : 연내개발완료(E), '25.06말 기준

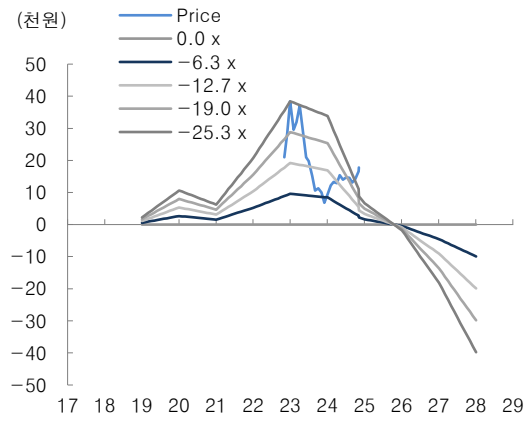
자료: 퀄리타스반도체, 대신증권 Research Center

그림 123. 퀄리타스 반도체 보유 핵심 IP



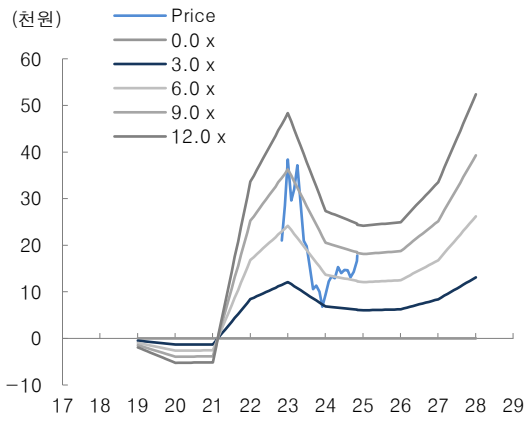
자료: 퀄리타스반도체, 대신증권 Research Center

그림 124. 퀄리타스 반도체 P/E 밴드



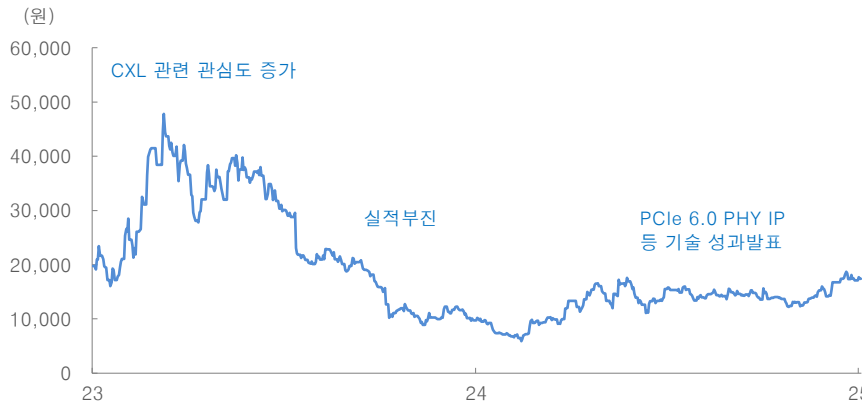
자료: 퀄리타스 반도체, 대신증권 Research Center

그림 125. 퀄리타스 반도체 P/B 밴드



자료: 퀄리타스 반도체, 대신증권 Research Center

그림 126. 퀄리타스 반도체 주가 추이



자료: 퀄리타스 반도체, 대신증권 Research Center

재무제표

포괄손익계산서 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
매출액	40	108	108	61	60
매출원가	0	0	0	0	0
매출총이익	40	108	108	61	60
판매비와관리비	87	145	220	288	283
영업이익	-47	-37	-112	-227	-223
영업이익률	-120.0	-34.0	-103.8	-373.6	-372.0
EBITDA	-42	-27	-95	-207	-207
영업외손익	12	13	37	36	36
관계기업손익	0	0	0	0	0
금융수익	1	5	4	13	9
외환관련이익	0	0	0	0	0
금융비용	-5	-14	-10	-5	-1
외환관련손실	0	3	1	1	1
기타	16	22	44	28	28
법인세비용차감전순손익	-36	-24	-75	-191	-187
법인세비용	-1	1	-6	0	0
계속사업순손익	-37	-23	-81	-191	-187
중단사업순손익	0	0	0	0	0
당기순이익	-37	-23	-81	-191	-187
당기순이익률	-92.5	-21.1	-75.3	-313.7	-312.7
비지배지분순이익	0	0	0	0	0
지배지분순이익	-37	-23	-81	-191	-187
매도가능금융자산평가	0	0	0	0	0
기타포괄이익	-1	-1	-6	0	0
포괄순이익	-37	-24	-88	-191	-187
비지배지분포괄이익	0	0	0	0	0
지배지분포괄이익	-37	-24	-88	-191	0

재무상태표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
유동자산	37	79	334	549	364
현금및현금성자산	30	51	255	61	108
매출채권 및 기타채권	3	7	14	18	20
재고자산	0	0	0	0	0
기타유동자산	3	21	65	470	236
비유동자산	32	62	73	91	93
유형자산	12	28	40	43	44
관계기업투자금	0	0	0	0	0
기타비유동자산	20	34	33	48	49
자산총계	69	141	407	640	457
유동부채	58	67	106	116	117
매입채무 및 기타채무	8	20	28	26	26
차입금	16	0	50	50	50
유동성채무	0	0	0	0	0
기타유동부채	34	46	28	39	41
비유동부채	49	115	23	18	20
차입금	0	0	0	5	10
전환증권	0	0	0	0	0
기타비유동부채	49	115	23	13	10
부채총계	107	181	130	134	137
지배지분	-38	-40	277	507	320
자본금	1	1	55	70	70
자본잉여금	16	33	380	188	188
이익잉여금	-55	-78	-166	243	56
기타자본변동	0	5	8	6	6
비지배지분	0	0	0	0	0
자본총계	-38	-40	277	507	320
순차입금	26	49	-201	-416	-257

Valuation 지표 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
EPS	-420	-245	-820	-1,515	-1,335
PER	NA	NA	NA	NA	NA
BPS	-437	-428	2,805	4,027	2,279
PBR	0.0	0.0	5.7	4.0	7.0
EBITDAPS	-485	-289	-958	-1,643	-1,478
EV/EBITDA	NA	NA	NA	NA	NA
SPS	454	1,158	1,090	483	427
PSR	0.0	0.0	14.7	33.2	37.5
CFPS	-247	70	-399	-1,432	-1,291
DPS	0	0	0	0	0

재무비율 (단위: 원, 배, %)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
성장성					
매출액 증가율	200.3	173.0	-0.1	-43.6	-1.3
영업이익 증가율	적지	적지	적지	적지	적지
순이익 증가율	적지	적지	적지	적지	적지
수익성					
ROIC	546.1	8,136.5	-352.8	-356.5	-375.9
ROA	-90.7	-35.0	-40.8	-43.3	-40.6
ROE	143.5	58.5	-68.3	-48.6	-45.4
안정성					
부채비율	-280.1	-454.6	46.9	26.4	42.9
순차입금비율	-69.3	-122.3	-72.4	-82.2	-80.4
이자보상배율	-11.2	-3.1	-11.5	-64.8	0.0

현금흐름표 (단위: 억원)

	2021A	2022A	2023A	2024A	2025F
영업활동 현금흐름	-3	3	-113	-171	-169
당기순이익	-37	-23	-81	-191	-187
비현금항목의 가감	15	29	42	10	6
감가상각비	5	10	17	20	16
외환손익	0	-1	0	0	0
지분법평가손익	0	0	0	0	0
기타	10	20	25	-9	-9
자산부채의 증감	18	-4	-72	10	12
기타현금흐름	0	1	-1	-1	0
투자활동 현금흐름	-8	-33	-27	-439	-16
투자자산	0	0	1	-424	-1
유형자산	-5	-21	-23	-16	-16
기타	-3	-12	-5	1	1
재무활동 현금흐름	28	50	344	416	594
단기차입금	2	-16	50	0	0
사채	0	0	0	0	0
장기차입금	0	0	0	5	5
유상증자	10	19	401	-177	1
현금배당	0	0	0	0	0
기타	15	47	-107	588	588
현금의 증감	16	20	205	-194	47
기초 현금	0	0	51	255	61
기말 현금	16	20	255	61	108
NOPLAT	-48	-35	-121	-227	-223
FCF	-48	-46	-131	-224	-224

자료: 퀄리타스반도체, 대신증권 Research Center

[Compliance Notice]

금융투자업규정 4-20조 1항5호사목에 따라 작성일 현재 사전고지와 관련한 사항이 없으며, 당사의 금융투자분석사는 자료작성일 현재 본 자료에 관련하여 재산적 이해관계가 없습니다. 당사는 동 자료에 언급된 종목과 계열회사의 관계가 없으며 당사의 금융투자분석사는 본 자료의 작성과 관련하여 외부 부당한 압력이나 간섭을 받지 않고 본인의 의견을 정확하게 반영하였습니다.

(담당자:박장욱)

당사는 25년 7월 싸이닉솔루션 IPO당시 주관사로 참여한 바 있습니다.

본 자료는 투자자들의 투자판단에 참고가 되는 정보제공을 목적으로 배포되는 자료입니다. 본 자료에 수록된 내용은 당사 Research Center의 추정치로서 오차가 발생할 수 있으며 정확성이나 완벽성은 보장하지 않습니다. 본 자료를 이용하시는 분은 동 자료와 관련한 투자의 최종 결정은 자신의 판단으로 하시기 바랍니다.

[투자등급관련사항]

산업 투자의견

Overweight(비중확대):
:향후 6개월간 업종지수상승률이 시장수익률 대비 초과 상승 예상

Neutral(중립):
:향후 6개월간 업종지수상승률이 시장수익률과 유사한 수준 예상

Underweight(비중축소):
:향후 6개월간 업종지수상승률이 시장수익률 대비 하회 예상

기업 투자의견

Buy(매수):
:향후 6개월간 시장수익률 대비 10%p 이상 주가 상승 예상

Marketperform(시장수익률):
:향후 6개월간 시장수익률 대비 -10%p~10%p 주가 변동 예상

Underperform(시장수익률 하회):
:향후 6개월간 시장수익률 대비 10%p 이상 주가 하락 예상

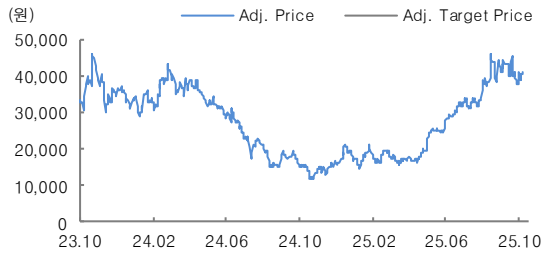
[투자의견 비율공시]

구분	Buy(매수)	Marketperform(중립)	Underperform(매도)
비율	90.1%	9.9%	0.0%

(기준일자: 20251110)

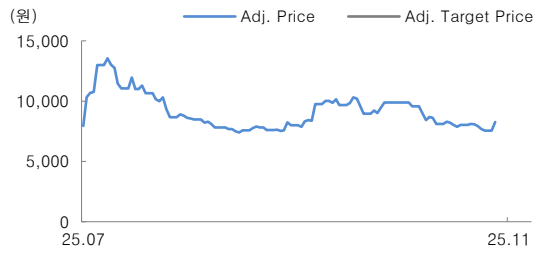
[투자의견 및 목표주가 변경 내용]

티에프이(425420) 투자의견 및 목표주가 변경 내용



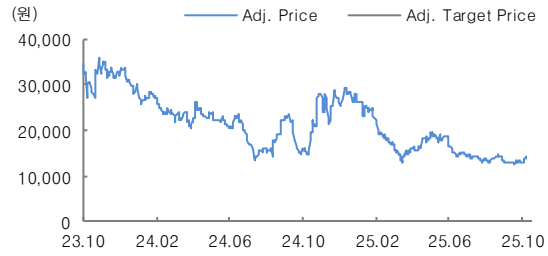
제시일자	2025.11.11
투자의견	N/R
목표주가	N/R
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	

싸이닉솔루션(234030) 투자의견 및 목표주가 변경 내용



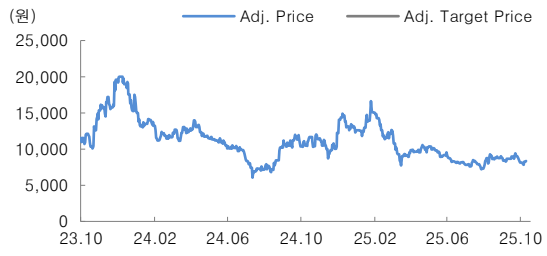
제시일자	2025.11.11
투자의견	N/R
목표주가	N/R
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	

퓨런티어(370090) 투자의견 및 목표주가 변경 내용



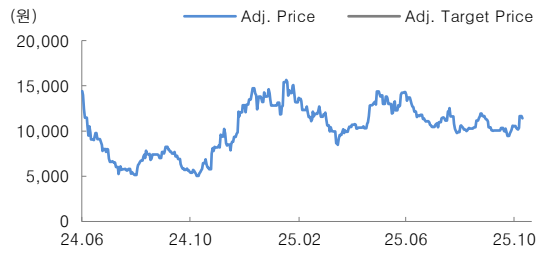
제시일자	2025.11.11
투자의견	N/R
목표주가	N/R
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	

스마트레이더시스템(424960) 투자의견 및 목표주가 변경 내용



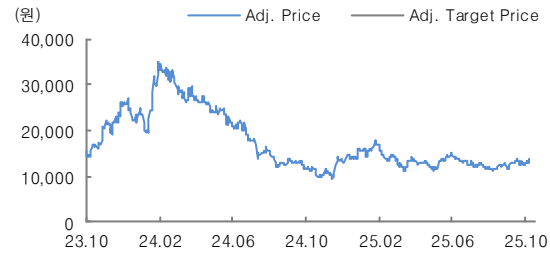
제시일자	2025.11.11
투자의견	N/R
목표주가	N/R
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	

에스오에스랩(464080) 투자의견 및 목표주가 변경 내용



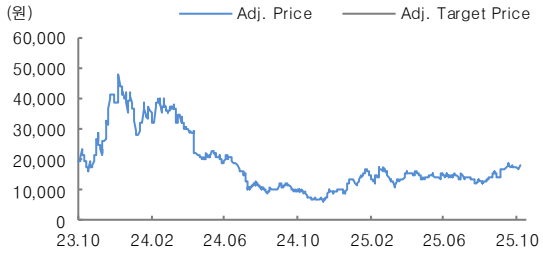
제시일자	2025.11.11
투자의견	N/R
목표주가	N/R
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	

오픈엣지테크놀로지(394280) 투자의견 및 목표주가 변경 내용



제시일자	2025.11.11
투자의견	N/R
목표주가	N/R
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	

퀄리타스반도체(432720) 투자의견 및 목표주가 변경 내용



제시일자	2025.11.11
투자의견	N/R
목표주가	N/R
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
괴리율(평균,%)	
괴리율(최대/최소,%)	