

차세대 광 I/O(CPO) 기술 동향 및 크레셈(CRESSEM)의 전략적 대응 방안

문서번호 CRSM-AI-2026-AUTO

작성일 2026-07-27

작성 Cressem AI 시스템 (자동 생성)

보안등급 사내 비밀 (Confidential)

버전 v1.0

목 차

차세대 광 I/O(CPO) 기술 동향 및 크레셈(CRESSEM)의 전략적 대응 방안	3
개요: AI 데이터센터의 병목 현상과 CPO의 부상	3
CPO 핵심 기술 메커니즘 및 비교 분석	4
글로벌 CPO 시장 규모 및 성장 전망	6
결론 및 시사점	9
참고 자료	10

차세대 광 I/O(CPO) 기술 동향 및 크레셈(CRESSEM)의 전략적 대응 방안

AI 인프라 확장에 따른 데이터센터의 전력 및 대역폭 한계를 극복하기 위한 CPO(Co-Packaged Optics) 기술의 핵심 원리와 시장 전망을 분석합니다. 주요 글로벌 플레이어의 기술 로드맵을 검토하고, 크레셈의 기존 검사 솔루션을 활용한 차세대 광 패키징 검사 시장 진입 전략을 제안합니다.

개요: AI 데이터센터의 병목 현상과 CPO의 부상

1. AI 인프라의 폭발적 성장과 데이터 전송의 물리적 임계점

최근 생성형 AI(Generative AI) 모델의 파라미터 수가 기하급수적으로 증가함에 따라, 이를 연산하기 위한 AI 가속기(AI Accelerator)와 대규모 데이터센터(Hyperscale Data Center)의 수요가 폭발적으로 늘어나고 있습니다. AI 연산의 핵심은 수만 개의 GPU와 고대역폭 메모리(HBM)가 거대한 네트워크로 연결되어 초고속으로 데이터를 주고받는 것에 있습니다. 그러나 현재의 데이터센터 아키텍처는 연산 능력(Compute Power)의 발전 속도를 데이터 전송(I/O, Input/Output) 속도가 따라가지 못하는 '데이터 병목 현상(Data Bottleneck)'에 직면해 있습니다.

이러한 병목 현상의 근본적인 원인은 수십 년간 데이터 전송의 표준으로 자리 잡았던 구리 배선(Copper Interconnect) 기반의 전기 신호 전송 방식이 가진 물리적 한계에 기인합니다. AI 모델의 학습 및 추론을 위해 요구되는 데이터 대역폭(Bandwidth)이 수십 Tbps(Terabits per second) 단위로 격상됨에 따라, 기존의 전기적 인터커넥트 방식은 다음과 같은 세 가지 치명적인 문제점을 노출하고 있습니다.

2. 구리 배선 기반 전기 신호 전송의 3대 한계

가. 전기 신호 손실(Signal Loss) 및 전송 거리의 단축

데이터 전송 속도가 빨라질수록 신호의 주파수가 높아지며, 이는 구리 배선 내에서의 신호 감쇠(Attenuation)를 가속화합니다. 특히 최근 업계에서 도입되고 있는 112G 및 차세대 224G SerDes(Serializer/Deserializer) 기술 환경에서는 구리 배선의 유효 전송 거리(Effective Transmission Distance)가 불과 수 센티미터(cm) 수준으로 급격히 단축되었습니다. 신호의 무결성(Signal Integrity, SI)을 유지하기 위해 더 많은 리타이머(Retimer)나 고성능 디지털 신호 처리기(DSP)를 배치해야 하지만, 이는 시스템의 복잡도를 높이고 추가적인 지연(Latency)을 발생시키는 원인이 됩니다. [출처: 투자연구소 테크센터]

나. 전력 소모(Power Consumption)의 급증

전기 신호의 손실을 보상하기 위해 사용되는 DSP와 리타이머는 막대한 전력을 소비합니다. 특히 DSP는 네트워크 전체 전력 소비의 약 50%를 차지할 정도로 비중이 높습니다. AI 데이터센터의 전력 밀도(Power Density)가 높아지는 상황에서, 인터커넥트 단계에서의 과도한 전력 소모는 데이터센터 운영 비용(OPEX)을 상승시킬 뿐만 아니라, 전체 시스템의 에너지 효율을 저해하는 핵심 요소가 되고 있습니다.

다. 열 관리(Thermal Management)의 난제

전력 소모의 증가는 곧바로 열 발생으로 이어집니다. 칩과 칩 사이, 혹은 칩과 모듈 사이의 좁은 간격에서 발생하는 고열은 반도체의 신뢰성을 떨어뜨리고, 이를 식히기 위한 냉각 시스템(Cooling System)에 추가적인 에너지를 투입하게 만드는 악순환을 초래합니다. 이는 데이터센터의 전체 전력 효율 지표인 PUE(Power Usage Effectiveness)를 악화시키는 주범입니다. [출처: 투자연구소 테크센터]

3. 차세대 돌파구로서의 CPO(Co-Packaged Optics) 부상

이러한 물리적 한계를 극복하기 위해 반도체 업계는 전기 신호를 광 신호(Optical Signal)로 전환하여 전송하는 광학 통신 기술을 칩 수준으로 끌어들이는 **CPO(Co-Packaged Optics, 공동 패키징형 광학)** 기술에 주목하고 있습니다.

CPO는 기존의 플러거블(Pluggable) 광모듈 방식과 달리, 광학 소자(Photonics)와 반도체 스위치 칩(Switch ASIC)을 하나의 패키지 기판(Package Substrate) 내에 통합하는 첨단 인터커넥트 기술입니다. 기존 방식은 칩과 광모듈 사이에 긴 구리 배선이 존재하여 전력 손실과 지연이 컸으나, CPO는 광학 엔진을 칩과 매우 근접하게 배치함으로써 다음과 같은 혁신적인 이점을 제공합니다.

비교 항목	기존 Pluggable 방식 (전기/광 혼합)	차세대 CPO 방식 (광 통합)	기대 효과
인터커넥트 매체	긴 구리 배선 + 광모듈	칩 인접 광학 소자 통합	신호 손실 최소화
전력 효율성	DSP 및 리타이머 의존도 높음	DSP 기능 간소화/제거 가능	비트당 전력 소모 50% 이상 절감 [출처: 투자연구소 테크센터]
포트당 전력 소모	800Gbps 기준 약 15W	800Gbps 기준 약 5.5W	전력 소모 약 63% 절감 [출처: AI 데이터센터의 차세대 광통신]
데이터 지연(Latency)	전기 신호 변환 및 전송 지연 발생	광학적 직접 전송에 가까운 구조	초저지연 데이터 통신 구현

표 1. 차세대 돌파구로서의 CPO(Co-Packaged Optics) 부상

결론적으로, CPO 기술은 AI 데이터센터의 성능을 결정짓는 'I/O 병목 현상'을 해결할 수 있는 유일한 기술적 대안으로 평가받고 있습니다. NVIDIA GTC 2026에서 광학 통합 스위치가 공개되고 Broadcom의 CPO 솔루션이 본격적인 양산 궤도에 진입함에 따라, CPO는 단순한 기술 트렌드를 넘어 AI 인프라 구축의 핵심 표준으로 자리 잡고 있습니다. [출처: AI 데이터센터의 차세대 광통신]

CPO 핵심 기술 메커니즘 및 비교 분석

AI 연산량의 폭발적 증가로 인해 데이터센터 내부의 인터커넥트(Interconnect) 성능이 시스템 전체의 성능을 결정짓는 핵심 요소로 부상했습니다. 기존의 데이터 전송 방식은 칩(Chip)과 광모듈(Optical Module) 사이를 구리 배선(Copper Trace)으로 연결하는 플러거블(Pluggable) 방식에 의존해 왔으나, 이는 고속 데이터 전송 시 심각한 물리적 한계에 직면해 있습니다. 이를 극복하기 위한 핵심 메커니즘이 바로 실리콘 포토닉스(Silicon Photonics)를 기반으로 한 공동 패키징형 광학(Co-Packaged Optics, CPO) 기술입니다.

1. 플러거블(Pluggable) 방식의 물리적 한계와 병목 현상

전통적인 플러거블 방식은 스위치 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)과 광모듈이 별도의 컴포넌트로 분리되어 있으며, 이들 사이를 구리 배선이 연결하는 구조입니다. 현재 업계에서 표준으로 사용되는 112G 및 차세대 224G SerDes(Serializer/Deserializer) 기술 환경에서, 구리 배선의 유효 전송 거리는 수 센티미터(cm) 수준으로 급격히 단축되었습니다 [출처: 투자연구소 테크센터].

이러한 거리의 제약은 다음과 같은 기술적 난제를 야기합니다:

- **신호 손실(Signal Loss) 및 감쇠:** 데이터 전송 속도(Baud Rate)가 높아질수록 구리 배선에서의 신호 감쇠가 기하급수적으로 증가합니다. 이를 보상하기 위해 신호의 무결성을 유지하려는 시도가 필요합니다.
- **전력 소모 급증:** 신호 손실을 극복하기 위해 리타이머(Retimer)나 고성능 디지털 신호 처리기(DSP)를 추가로 배치해야 합니다. 특히 DSP는 네트워크 전체 전력 소비의 약 50%를 차지할 만큼 막대한 에너지를 소모하며, 이는 데이터센터의 열 밀도(Heat Density) 상승을 초래하는 주요 원인이 됩니다 [출처: 투자연구소 테크센터].
- **레이턴시(Latency) 증가:** DSP를 거치는 신호 처리 과정은 데이터 전송 지연을 발생시켜, 실시간성이 중요한 AI 학습 및 추론 환경에서 병목 현상을 심화시킵니다.

2. CPO의 핵심 메커니즘: Silicon Photonics와 통합 인터커넥트

CPO 기술은 광학 소자(Photonics)와 반도체 스위치 칩을 하나의 패키지 기판(Package Substrate) 내에 통합하는 첨단 인터커넥트 기술입니다 [출처: AI 데이터센터의 차세대 광통신]. 이 방식은 실리콘 포토닉스(Silicon Photonics) 기술을 활용하여, 실리콘 웨이퍼 위에 광학 회로를 구현하고 이를 전기적 신호가 발생하는 ASIC과 매우 근접하게 배치합니다.

CPO의 기술적 핵심 메커니즘은 다음과 같습니다:

- **SerDes 및 광 인터페이스 통합:** CPO는 SerDes와 광 인터페이스 전자 회로를 하나의 패키지 상에 통합하거나, 더 나아가 단일 IC(Integrated Circuit) 수준으로 통합하는 방향으로 진화하고 있습니다 [출처: IDTechEx]. 이를 통해 전기적 신호가 구리 배선을 통해 이동하는 거리를 최소화합니다.
- **광 신호 직접 변환:** 전기적 신호를 광 신호로 변환하는 과정을 칩과 물리적으로 매우 가까운 거리에서 수행함으로써, 구리 배선에서의 신호 손실을 원천적으로 차단합니다.
- **에너지 효율 최적화:** CPO 도입 시 비트당 전력 소모(pJ/bit)를 50% 이상 절감할 수 있으며, 전력 소모가 큰 DSP 기능을 간소화하거나 완전히 제거함으로써 시스템 전체의 전력 효율을 극대화할 수 있습니다 [출처: 투자연구소 테크센터].

3. 플러거블(Pluggable) vs CPO 기술 비교 분석

기존 방식과 CPO 방식의 차이점은 단순히 '연결 방식'의 변화를 넘어, 데이터센터의 에너지 구조와 성능 한계를 재정의하는 수준의 변화를 의미합니다. 아래 표는 두 기술의 핵심 지표를 비교한 결과입니다.

비교 항목	플러거블(Pluggable) 방식	CPO (Co-Packaged Optics) 방식	비고
연결 매체	긴 구리 배선 (Copper Trace)	초단거리 구리 + 광 인터커넥트	CPO의 물리적 거리 단축
주요 구성 요소	ASIC + DSP + Pluggable Module	ASIC + Silicon Photonics PIC	CPO의 통합성 강조
전력 효율	낮음 (DSP 및 리타이머 소모 큼)	매우 높음 (비트당 전력 50% 이상 절감)	[출처: 투자연구소 테크센터]
신호 손실	고속 전송 시 급격한 손실 발생	최소화 (광학 소자 통합)	112G/224G 대응 핵심
800Gbps 포트당 전력	약 15W 수준	약 5.5W 수준	[출처: AI 데이터센터의 차세대 광통신]
데이터 지연(Latency)	높음 (신호 처리 단계 복잡)	낮음 (직접적인 광학 통합)	AI 성능 직결 요소

표 2. 플러거블(Pluggable) vs CPO 기술 비교 분석

CPO 방식은 특히 800Gbps급 고대역폭 포트 운영 시, 기존 플러거블 방식 대비 전력 소모를 약 63% 이상(15W → 5.5W) 절감할 수 있는 압도적인 이점을 가집니다 [출처: Ai 데이터센터의 차세대 광통신]. 이는 AI 가속기 및 대규모 데이터센터의 운영 비용(OPEX)과 냉각 시스템 설계에 결정적인 영향을 미칩니다.

4. 기술적 진화 방향: Silicon Photonics PIC의 역할

CPO의 성공적인 구현을 위해서는 실리콘 포토닉스 PIC(Photonic Integrated Circuit)의 성능이 관건입니다. 현재 업계는 3.2 Tbps 및 6.4 Tbps급의 초고속 실리콘 포토닉스 PIC와 이를 구동하기 위한 EIC(Electronic Integrated Circuit)를 개발하는 단계에 있으며, 이는 차세대 AI 인프라의 핵심 동력이 될 전망입니다 [출처: 투자연구소 테크센터]. 이러한 기술적 진보는 단순한 인터커넥트의 개선을 넘어, 반도체 패키징 기술이 광학 기술과 완전히 결합되는 '광-전 통합 패키징' 시대로의 전환을 의미합니다.

800Gbps 포트당 전력 소모 비교



그림 1. 800Gbps 포트당 전력 소모 비교

글로벌 CPO 시장 규모 및 성장 전망

AI(Artificial Intelligence) 인프라의 폭발적인 확장과 거대언어모델(LLM)의 연산량 급증은 데이터센터 내 인터커넥트(Interconnect) 기술의 패러다임 전환을 강제하고 있습니다. 기존의 구리(Copper) 기반 전기 신호 전송 방식이 대역폭 확장과 전력 효율 측면에서 물리적 임계점에 도달함에 따라, 공동 패키지 광학(CPO, Co-Packaged

Optics) 기술은 단순한 대안을 넘어 차세대 데이터센터 설계의 필수 요소로 급부상하고 있습니다. 이러한 기술적 전환은 CPO 시장의 가파른 성장을 견인하는 핵심 동력으로 작용하고 있습니다.

최근 시장 조사 기관 및 산업 분석 자료에 따르면, CPO 시장은 향후 수년간 유례없는 고성장기를 거칠 것으로 전망됩니다. 특히 AI 가속기와 고성능 컴퓨팅(HPC) 수요가 결합되면서, 시장의 규모와 성장 속도는 기하급수적인 곡선을 그리고 있습니다. Yole Group의 분석에 따르면, CPO 시장은 2024년 약 4,600만 달러(USD) 규모에서 시작하여 2030년에는 81억 달러(USD) 규모에 도달할 것으로 예측됩니다 [출처: 투자연구소 테크센터]. 이는 연평균 성장률(CAGR)이 무려 137%에 달하는 경이로운 수치로, 반도체 후공정 및 패키징 산업 내에서 가장 역동적인 성장 섹터 중 하나가 될 것임을 시사합니다.

CPO 시장의 성장 경로를 보다 세부적으로 살펴보면, 기술의 성숙도와 양산 단계에 따라 단계별 성장이 이루어질 것으로 보입니다. 초기 단계에서는 특정 고성능 AI 클러스터를 중심으로 제한적인 도입이 이루어지겠으나, Broadcom과 NVIDIA 등 주요 플레이어들이 CPO 솔루션의 양산 궤도에 진입함에 따라 범용적인 데이터센터 인프라로 확산될 전망입니다 [출처: Ai 데이터센터의 차세대 광통신]. 특히 2025년 이후부터는 실리콘 포토닉스(Silicon Photonics) 기술의 고도화와 함께 800Gbps를 넘어 1.6Tbps, 나아가 그 이상의 초고속 인터페이스를 지원하는 CPO 모듈이 시장의 주류로 자리 잡을 것으로 추정됩니다.

시장 성장의 주요 동인(Driver)은 크게 세 가지 관점에서 분석할 수 있습니다.

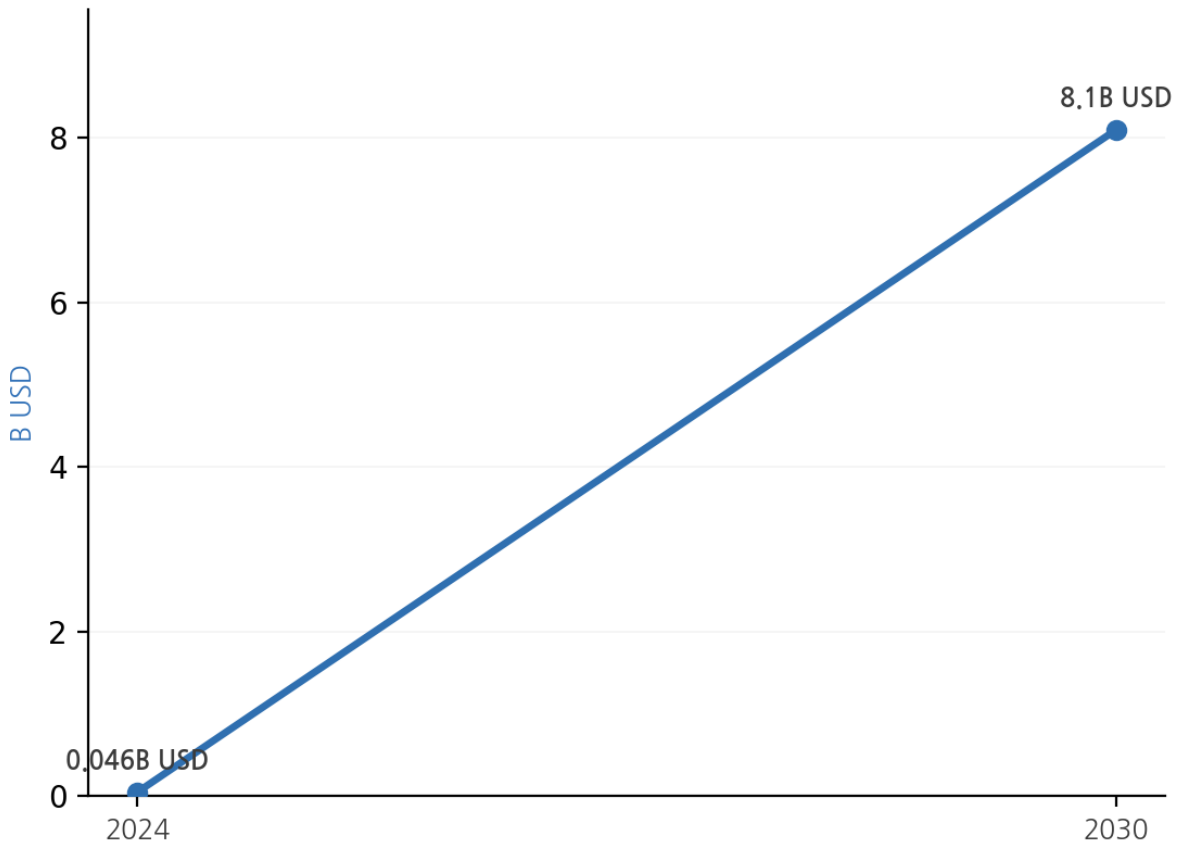
첫째, **전력 효율성(Power Efficiency)의 극대화**입니다. AI 모델의 매개변수가 증가함에 따라 데이터센터의 전력 소비량은 통제 불가능한 수준으로 상승하고 있습니다. 기존 플러그블(Pluggable) 방식 대비 CPO는 포트당 전력 소모를 획기적으로 낮출 수 있는 유일한 기술적 돌파구로 평가받습니다. 일례로, 800Gbps 포트 기준 기존 방식에서 15W를 소모하던 전력을 CPO 도입 시 5.5W 수준으로 절감할 수 있다는 데이터는 CPO가 왜 AI 인프라 투자의 핵심 키워드인지를 명확히 보여줍니다 [출처: Ai 데이터센터의 차세대 광통신].

둘째, **대역폭 밀도(Bandwidth Density)의 한계 돌파**입니다. 112G 및 차세대 224G SerDes 기술 환경에서 구리 배선의 유효 전송 거리는 수 센티미터(cm) 수준으로 급격히 단축되었습니다. 이를 극복하기 위해 리타이머(Retimer)나 고성능 DSP를 추가하는 방식은 오히려 전력 밀도를 높이고 신호 무결성(Signal Integrity)을 저해하는 결과를 초래합니다. CPO는 광학 소자를 칩과 동일 패키지에 통합함으로써 물리적 거리를 단축하고, 데이터 전송 대역폭을 비약적으로 확장할 수 있는 기반을 제공합니다 [출처: 투자연구소 테크센터].

셋째, **AI 가속기 시장의 구조적 변화**입니다. GPU 및 NPU(Neural Processing Unit) 간의 통신 병목 현상을 해결하기 위한 광학 통합 스위치(Optical Integrated Switch) 기술이 발전함에 따라, CPO는 단순한 I/O 기술을 넘어 시스템 아키텍처 자체를 재설계하는 핵심 요소가 되고 있습니다 [출처: Ai 데이터센터의 차세대 광통신].

결론적으로, CPO 시장은 AI 반도체의 성능 향상과 데이터센터의 저전력·고효율 요구가 맞물리며 폭발적인 성장을 지속할 것입니다. 2030년 81억 달러 규모로의 성장은 기술적 난제인 2.5D/3D 패키징 내 정렬 및 열 관리 이슈를 해결하는 기업들에게 막대한 시장 기회를 제공할 것이며, 이는 곧 고정밀 검사 솔루션을 보유한 기업들에게도 새로운 성장 엔진이 될 것입니다.

CPO Market Size Forecast (2024-2030)



Cressem · 결정론 렌더 · 출처 검증 수치

그림 2. CPO Market Size Forecast (2024-2030)

CPO(Co-Packaged Optics) 기술 진화 로드맵

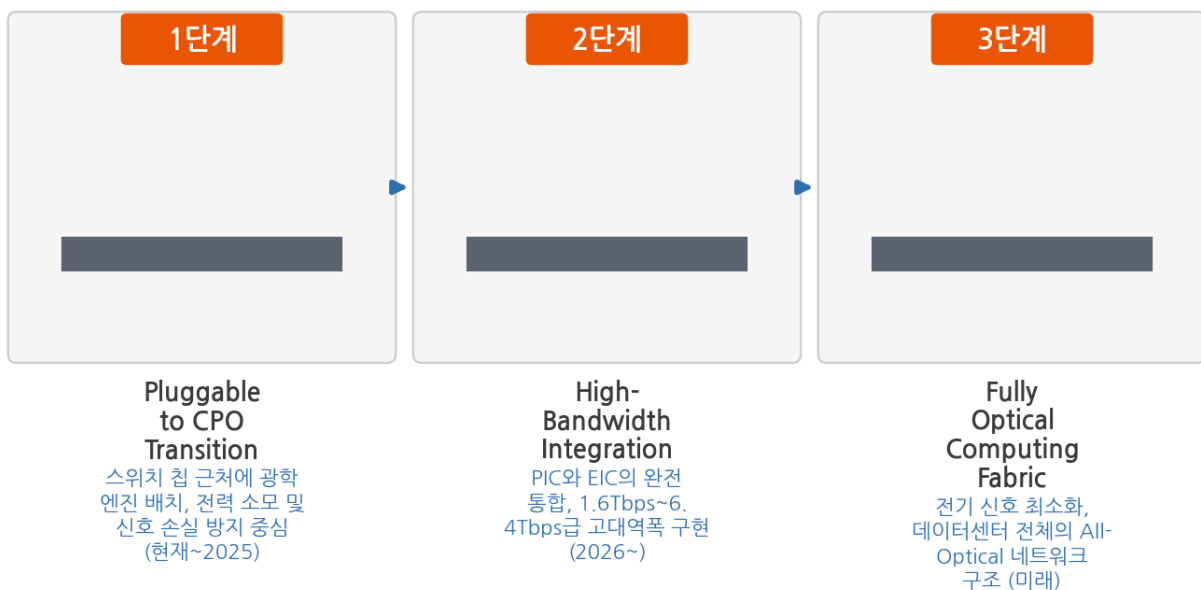


그림 3. CPO(Co-Packaged Optics) 기술 진화 로드맵

CPO 시장 대응을 위한 기술 역량 매트릭스

	크레셈 보유 역량	전략적 집중도
핵심 과제	● 핵심	● 핵심
Hybrid Bonding 검사	●	● 핵심
AI 결합 분류	○	○
맞춤형 모듈화	○	○

Cressem · 결정론 렌더

그림 4. CPO 시장 대응을 위한 기술 역량 매트릭스

결론적으로, 크레셈은 HBM4로 대변되는 차세대 메모리 검사 기술과 CPO로 대변되는 차세대 광 I/O 기술이 만나는 지점에서, '초정밀 광학 제어'와 'AI 기반 수율 분석'이라는 두 축을 중심으로 기술적 해자(Moat)를 구축해야 합니다. 이는 단순한 장비 공급사를 넘어, AI 인프라의 핵심인 광학 인터커넥트 생태계의 필수 파트너로 도약하는 길이 될 것입니다.

결론 및 시사점

차세대 AI 인프라의 핵심 동력인 CPO(Co-Packaged Optics, 공동 패키징형 광학) 기술은 단순한 통신 방식의 변화를 넘어, 데이터센터의 에너지 효율성과 대역폭 한계를 결정짓는 패러다임의 전환점입니다. 구리 배선 기반의 전기 신호 전송이 직면한 물리적 임계점을 극복하기 위해 광학(Optics)과 반도체 스위치 칩을 하나의 패키지 기판에 통합하는 CPO 기술의 도입은 이제 선택이 아닌 필연적인 흐름이 되었습니다.

본 보고서에서 분석한 바와 같이, CPO 시장은 2030년까지 폭발적인 성장이 예견되며, Broadcom과 NVIDIA 등 글로벌 빅테크 기업들이 기술 주도권을 확보하기 위해 치열한 양산 경쟁을 벌이고 있습니다. 이러한 시장 환경 변화는 고도의 정밀도를 요구하는 패키징 공정의 난이도를 급격히 상승시키며, 이는 곧 검사 기술의 중요성을 시사합니다.

크레셈(CRESSEM)은 다음과 같은 핵심 전략을 통해 차세대 광 I/O 시장의 리더십(Market Leadership)을 확보해야 합니다.

첫째, 수율 향상(Yield Improvement)을 위한 초정밀 검사 솔루션의 고도화가 최우선 과제입니다. CPO는 2.5D/3D 패키징 내에 광학 소자와 전기적 소자를 통합하는 고난도 공정을 포함하므로, 기존 HBM 및 FC-BGA 검사에서 축적한 고해상도 3D AOI(Automated Optical Inspection) 및 정렬(Alignment) 검사 기술을 CPO 전용으로 전이시켜야 합니다. 특히 광학 소자의 미세 정렬 오차와 접합부의 결함을 잡아낼 수 있는 Sub-micron 급 해상도 확보가 필수적입니다.

둘째, AI 기반의 지능형 검사 플랫폼 구축입니다. CPO 패키징의 복잡도가 증가함에 따라 발생하는 방대한 검사 데이터를 단순 처리하는 것을 넘어, 딥러닝 알고리즘을 통해 결함의 근본 원인을 역추적(Root Cause Analysis)할 수 있는 분석 솔루션을 제공해야 합니다. 이는 고객사의 수율 개선에 직접적으로 기여하여 크레셈의 장비 경쟁력을 차별화하는 핵심 요소가 될 것입니다.

셋째, 모듈화된 맞춤형(Customized) 대응 전략입니다. 고객사별로 상이한 실리콘 포토닉스(Silicon Photonics) 및 EIC(Electronic IC) 통합 방식에 유연하게 대응할 수 있도록, 검사 모듈의 모듈화 설계를 강화하여 시장 진입 속도를 극대화해야 합니다.

결론적으로 크레셈은 기존의 고성능 머신비전 및 AI 알고리즘 내재화 역량을 바탕으로, CPO 공정의 기술적 난제인 정렬 및 열 관리 이슈를 해결할 수 있는 차세대 검사 모듈을 선제적으로 개발함으로써, AI 반도체 공급망 내에서 대체 불가능한 핵심 검사 솔루션 파트너로 도약해야 합니다.

참고 자료

1. [Cpo 기술 동향 및 국내외 기업 분석 :: 투자연구소 테크센터](https://engineering-ladder.tistory.com/178)
2. [공동 패키지형 광학 (CPO) 기술동향 및 시장 전망 2025-2035 - IDTechEx](https://www.idtechex.com/ko/research-report/co-packaged-optics/1019)
3. [2026.03 Cpo (공동패키지광학) - Ai 데이터센터의 차세대 광통신 ...](https://kai-search.tistory.com/46)
4. [구리선의 한계와 반도체의 새로운 돌파구, Cpo 기술 심층 분석](https://alchonomics.com/cpo-semiconductor-optical-packaging-ai/)
5. [Cpo 관련주 Top10 | 광통신, 실리콘포토닉스 - 주식스토커](https://stockstalker.co.kr/cpo/)
6. [Cpo & Ai 하드웨어 11개 기업 완벽 분석: 기술력부터 ...](https://m.blog.naver.com/bokbokkim/224122623923)
7. [Co-Packaged Optics (CPO) 2026-2036: Technologies, Market, and Forecasts](https://www.idtechex.com/en/research-report/co-packaged-optics-cpo/1138)
8. [Co-Packaged Optics (CPO) Technology: Market Evolution & 2034 Projections](https://www.datainsightsmarket.com/reports/co-packaged-optics-cpo-technology-852059)
9. [PDF Co-Packaged Optics (CPO) 2025-2035: Technologies, Market, and Forecasts](http://www.sbdic.co.kr/email/2024/20240826/sample/IDTechExCoPackagedOpticsCPO.pdf)
10. [Co Packaged Optics Market Report: Size, Growth, Trends & Forecast (2025-2033)](https://www.verifiedmarketresearch.com/product/co-packaged-optics-market/)
11. IDTechExCoPackagedOpticsCPO.pdf (사내 자료)
12. 보고서_삼성전자HBM4전환에따른검사기술동향및대응전략20260509001.pdf (사내 자료)
13. 매뉴얼HBMAAdvancedInspectionSyst20260509001.pdf (사내 자료)
14. 분석HBM4세대전환에따른크레셈CRESSEM의검사장20260509001.pdf (사내 자료)

- 15. 분석_크레셈CRESSEM20260509001.pdf (사내 자료)
- 16. pdf_인하대학교컴퓨터공학과배승환20260509001.pdf (사내 자료)
- 17. ProfessorSeungHwanBaeReport.pdf (사내 자료)