

(주)크레셈(CRESSEM)

기업 현황 및 기술 발전 단계 분석

문서번호 CRSM-AI-2026-AUTO

작성일 2026-06-09

작성 Cressem AI 시스템 (자동 생성)

보안등급 사내 비밀 (Confidential)

버전 v1.0

목 차

(주)크레셈(CRESSEM) 기업 현황 및 기술 발전 단계 분석 보고서	3
개요 및 목적	3
기업 현황 및 핵심 사업 영역	3
주요 타겟 시장 및 고객사 대응 역량	4
기술적 발전 단계 및 핵심 기술력	6
미래 기술 로드맵 및 전략적 방향	8
수율 향상을 위한 솔루션 진화	10
결론 및 시사점	11

(주)크레셈(CRESSEM) 기업 현황 및 기술 발전 단계 분석 보고서

사내 자료를 바탕으로 (주)크레셈의 현재 사업 영역, 기술적 위상 및 미래 전략 방향을 체계적으로 정리한 보고서입니다. 공식 연혁 데이터의 부재를 보완하기 위해 기술 로드맵 중심의 분석을 수행합니다.

개요 및 목적

본 보고서는 반도체 패키징(Packaging) 및 테스트(Test) 공정의 고도화에 따라 급격히 변화하는 시장 환경 속에서, (주)크레셈(CRESSEM)이 보유한 기술적 위상과 사업적 경쟁력을 다각도로 분석하는 것을 목적으로 합니다. 최근 반도체 산업의 핵심 패러다임이 전공정(Front-end)의 미세화 공정에서 후공정(Back-end)인 첨단 패키징(Advanced Packaging) 기술로 이동함에 따라, HBM(High Bandwidth Memory) 및 FC-BGA(Flip Chip Ball Grid Array)와 같은 고부가가치 제품의 검사 수요가 기하급수적으로 증가하고 있습니다 [12].

본 분석은 크레셈의 사내 기술 문서 및 기업 분석 자료를 바탕으로 수행되었으며, 다음과 같은 세부 범위를 설정하여 작성되었습니다.

첫째, 크레셈의 핵심 사업 영역인 HBM, FC-BGA, 2.5D/3D 적층 구조에 대한 검사 솔루션의 정체성을 정의합니다 [12]. 특히 TSV(Through Silicon Via) 연결성 검사, Die-to-Die 정렬(Alignment) 측정, 그리고 고단 적층 시 발생하는 Warpage(휨) 분석 등 핵심 기술적 역량을 파악합니다 [12].

둘째, 기술적 진화 과정을 추적합니다. 기존의 Rule-based 방식의 광학 검사 기술에서 한 단계 나아가, AI 비전(AI-Driven Machine Vision) 및 딥러닝(Deep Learning) 알고리즘을 결합하여 과검(Over-kill)률을 낮추고 미세 결함을 정밀하게 분류하는 기술적 변곡점을 분석합니다 [12].

셋째, 미래 시장 선점을 위한 전략적 로드맵을 검토합니다. 차세대 메모리인 HBM4 대응 전략과 더불어, 차세대 패키징의 핵심 기술인 Hybrid Bonding(하이브리드 본딩) 공정에 대응하기 위한 초고해상도 검사 기술의 고도화 방향성을 모색합니다 [8].

마지막으로, 단순한 불량 검출(Detection) 단계를 넘어, 검사 데이터를 기반으로 공정상의 불량 원인을 역추적하는 Root Cause Analysis(불량 원인 분석) 솔루션으로의 진화 과정을 살펴봄으로써, 고객사의 수율(Yield) 향상에 기여하는 파트너로서의 기업 가치를 평가하고자 합니다 [1].

본 보고서의 분석 결과는 크레셈의 내부 전략 수립 및 고객사 대응을 위한 기초 자료로 활용될 수 있도록 전문적이고 실무적인 관점에서 기술되었습니다.

기업 현황 및 핵심 사업 영역

(주)크레셈(CRESSEM)은 반도체 제조 공정의 패러다임이 기존의 전공정(Front-end) 미세화 중심에서 후공정(Back-end)인 **어드밴스드 패키징(Advanced Packaging)** 고도화로 이동함에 따라, 패키징 및 테스트(Test) 단계에서 발생하는 미세 결함을 정밀하게 검출하는 고정밀 검사 장비 전문 기업입니다 [12]. 특히 고성능 컴퓨팅(HPC) 및 AI 가속기 시장의 폭발적 성장으로 인해 요구되는 고대역폭 메모리(HBM)와 고밀도 패키지 기판(FC-BGA) 분야에서 독보적인 기술적 입지를 구축하고 있습니다 [12].

크레셈의 사업 구조는 반도체 후공정의 기술적 난이도가 상승함에 따라 더욱 정밀해지고 복잡해지는 요구사항을 충족하기 위해 크게 세 가지 핵심 축으로 구성됩니다 [12].

1. 어드밴스드 패키징 검사 (Advanced Packaging Inspection: HBM & 2.5D/3D)

HBM(High Bandwidth Memory) 및 CoWoS(Chip on Wafer on Substrate), 2.5D/3D 적층 구조를 대상으로 하는 이 영역은 크레셈의 가장 핵심적인 사업 부문입니다 [12]. HBM은 TSV(Through Silicon Via, 실리콘 관통 전극) 기술을 통해 수십 개의 D램을 수직으로 쌓는 초고난도 공정을 포함하므로, 다음과 같은 정밀 검사 기술이 필수적으로 요구됩니다 [2, 5].

- **TSV(Through Silicon Via) 결함 검사:** 수천 개의 미세 전극 연결 상태 및 전기적 연결성을 확인하기 위해 고해상도 광학 검사 기술을 활용합니다 [2, 12].
- **Die-to-Die 정렬 검사(Alignment Inspection):** 다단 적층 공정 시 발생하는 미세한 위치 오차(Misalignment)를 측정하여 적층 신뢰성을 확보합니다 [12].
- **Warpage(휨) 측정:** 고단 적층이 진행됨에 따라 발생하는 웨이퍼 및 패키지의 물리적 변형(Warpage)을 분석하여 구조적 안정성을 검증합니다 [12].

2. 고밀도 기판 검사 (High-Density Substrate Inspection: FC-BGA)

차세대 반도체 패키징의 핵심 부품인 FC-BGA(Flip Chip Ball Grid Array) 및 고성능 기판(Substrate)을 대상으로 하는 검사 솔루션입니다 [12]. 기판의 미세화가 가속화됨에 따라 더욱 높은 해상도와 검사 속도가 요구되는 영역입니다.

- **Micro Bump/Ball 검사:** 기판 위에 형성된 미세 솔더 볼(Solder Ball)의 크기, 높이, 정렬 상태 및 이물질 유무를 고속으로 스캔하여 검사합니다 [12].
- **패턴 검사(Pattern Inspection):** 기판 내부의 미세 회로 패턴에서 발생할 수 있는 단선(Open) 및 단락(Short) 결함을 정밀하게 찾아냅니다 [12].

3. AI 기반 비전 및 광학 솔루션 (AI-Driven Machine Vision)

크레셈은 단순한 하드웨어 장비 제조를 넘어, 검사의 지능화를 구현하는 소프트웨어 기술력을 보유하고 있습니다 [12]. 이는 기존의 룰 베이스(Rule-based) 검사 방식이 가진 한계를 극복하기 위한 핵심 역량입니다.

- **딥러닝(Deep Learning) 기반 결함 분류:** AI 알고리즘을 통해 미세한 결함(Defect)과 정상적인 공정 노이즈를 명확히 구분함으로써, 양품을 불량으로 판정하는 과검(Over-kill)률을 획기적으로 낮추고 검사 신뢰도를 높입니다 [12].

구분	핵심 대상 (Target)	주요 검사 항목 (Key Inspection Items)	핵심 기술 역량 (Core Technology)
Advanced Packaging	HBM, CoWoS, 2.5D/3D	TSV 연결성, Die-to-Die 정렬, Warpage	고해상도 광학 검사, 3D 측정
High-Density Substrate	FC-BGA, Substrate	Micro Bump/Ball, 회로 패턴(Open/Short)	고속 스캔, 미세 패턴 검출
AI Vision Solution	전 영역 공통	결함 분류(Classification), 과검 방지	딥러닝 기반 알고리즘, 머신비전

표 1.

결론적으로, 크레셈은 HBM과 같은 차세대 메모리 솔루션과 FC-BGA와 같은 고성능 기판 검사 분야를 아우르는 포트폴리오를 통해, 반도체 후공정 시장의 기술적 난제들을 해결하는 핵심적인 위치를 점하고 있습니다 [10, 12].

주요 타겟 시장 및 고객사 대응 역량

(주)크레셈(CRESSEM)은 반도체 제조 공정의 패러다임이 전공정(Front-end)의 미세화 중심에서 후공정(Back-end), 즉 **어드밴스드 패키징(Advanced Packaging)** 고도화로 이동함에 따라, 이에 최적화된 검사 솔루션을 제공하며 시장 내 입지를 공고히 하고 있습니다 [12]. 크레셈의 주요 타겟 시장은 고대역폭 메모리(HBM), 고밀도 패키지 기판(FC-BGA), 그리고 2.5D/3D 적층 구조를 포함하는 차세대 반도체 패키징 시장으로 정의됩니다 [12].

1. 핵심 타겟 시장 분석

크레셈이 집중하고 있는 시장은 단순한 범용 반도체 시장이 아닌, 고도의 기술적 난이도가 요구되는 특수 패키징 시장입니다. 시장별 세부 특징은 다음과 같습니다.

시장 구분	주요 기술적 요구사항	크레셈의 대응 솔루션
HBM (High Bandwidth Memory)	TSV(Through Silicon Via) 연결성, Die-to-Die 정렬, 고단 적층 시의 Warpage(휨) 제어	고해상도 광학 검사 및 적층 단수(8단/12단/16단)별 맞춤형 Inspection Recipe 제공 [7]
High-Density Substrate (FC-BGA)	Micro Bump/Ball의 미세 정렬, 패턴 단선/단락 검사, 고속 스캔 능력	Micro Bump/Ball 검사 및 기판 내부 미세 회로 패턴 검사 솔루션 [12]
2.5D/3D Packaging (CoWoS 등)	인터포저(Interposer) 내 미세 회로 및 칩 간 정밀 정렬(Alignment)	Die-to-Die 정렬 검사 및 고정밀 비전 알고리즘 [12]

표 2.

HBM 시장의 경우, AI 가속기 수요 급증에 따라 적층 단수가 높아지고 데이터 전송 속도가 빨라짐에 따라 검사 항목 또한 전기적 특성(Electrical Test)과 열적 안정성(Thermal Stability)을 동시에 검증해야 하는 복합적인 요구사항이 나타나고 있습니다 [2]. 크레셈은 이러한 시장 흐름에 맞춰 HBM3, HBM3E를 넘어 차세대 HBM4 시장까지 대응 가능한 기술력을 확보하는 것을 목표로 하고 있습니다 [5].

2. 글로벌 Top-tier 고객사 대응 역량

크레셈은 국내외 반도체 공급망 내 핵심적인 위치를 차지하고 있는 글로벌 Top-tier 기업들을 주요 고객사로 확보하거나 대응할 수 있는 기술적 역량을 갖추고 있습니다. 특히 **SK하이닉스, LG이노텍, 대덕전자**와 같은 기업들은 크레셈의 기술력이 실질적으로 적용될 수 있는 핵심 타겟입니다 [12].

• SK하이닉스 대응 역량 (HBM 중심):

HBM 시장의 선두 주자인 SK하이닉스의 요구사항을 충족하기 위해서는 TSV(실리콘 관통 전극) 및 Bump 결함을 극도로 낮은 결함 허용치(Defect Tolerance) 내에서 검출해내야 합니다. 크레셈은 HBM의 적층 공정 후 전기적 특성 및 열적 안정성을 검증할 수 있는 검사 체계를 구축하고 있으며, 이는 고객사의 수율(Yield) 향상과 직결되는 핵심 요소입니다 [2].

• LG이노텍 및 대덕전자 대응 역량 (Substrate 중심):

고성능 컴퓨팅(HPC) 및 AI 서버용 기판 시장을 주도하는 LG이노텍과 대덕전자의 경우, FC-BGA(Flip Chip Ball Grid Array)와 같은 고밀도 기판의 신뢰성이 매우 중요합니다. 크레셈은 기판 상의 미세 솔더 볼(Solder Ball)의 크기, 높이, 정렬 상태 및 이물질 여부를 고속으로 스캔할 수 있는 기술을 보유하고 있어, 기판 제조사의 양산 공정 효율화에 기여할 수 있는 역량을 갖추고 있습니다 [12].

3. 시장 내 위치 및 경쟁 우위

크레셈은 단순한 검사 장비 공급사를 넘어, 고객사의 공정 난제를 해결하는 **솔루션 파트너(Solution Partner)**로서의 위치를 점유하고 있습니다.

첫째, **고정밀 광학 및 AI 비전의 결합**입니다. 기존의 Rule-based 검사 방식이 가진 한계인 과검(Over-kill, 정상 제품을 불량으로 판정) 문제를 해결하기 위해, 딥러닝(Deep Learning) 기반의 결합 분류 기술을 적용하고 있습니다. 이를 통해 미세 결함과 정상적인 노이즈를 명확히 구분함으로써 고객사의 생산 라인 가동률을 극대화합니다 [12].

둘째, **데이터 기반의 수율 관리 기여**입니다. 크레셈의 검사 장비는 단순히 불량 여부를 판정하는 것에 그치지 않고, 검사 데이터를 분석하여 공정상의 불량 원인을 역추적(Root Cause Analysis)할 수 있는 데이터 분석 솔루션을 지향합니다 [10]. 이는 고객사가 공정 조건을 최적화하고 수율을 안정화하는 데 있어 대체 불가능한 가치를 제공합니다 [10].

결론적으로, 크레셈은 HBM 및 차세대 패키징 기판 시장의 급격한 성장세에 발맞추어, 글로벌 Top-tier 고객사들의 엄격한 품질 기준을 충족할 수 있는 고정밀·고속 검사 기술력을 바탕으로 시장 내 영향력을 지속적으로 확대해 나가고 있습니다.

기술적 발전 단계 및 핵심 기술력

(주)크레셈(CRESSEM)의 기술적 진화는 반도체 후공정(Advanced Packaging)의 기술적 난이도가 급격히 상승함에 따라, 단순한 하드웨어 중심의 광학 검사(Optical Inspection) 단계에서 인공지능(AI)이 결합된 지능형 비전 검사(AI-Driven Machine Vision) 단계로 고도화되어 왔습니다. 이는 단순히 불량의 유무를 판별하는 수준을 넘어, 미세화된 패턴의 무결성을 검증하고 데이터 기반의 공정 최적화를 지원하는 방향으로 발전하고 있습니다.

1. 1단계: 고해상도 광학 검사 및 머신비전(Machine Vision) 기반의 기초 확립

초기 크레셈의 기술적 기반은 고정밀 광학 기술과 전통적인 머신비전 알고리즘에 집중되었습니다. 반도체 패키징 공정, 특히 FC-BGA와 같은 고밀도 기판(High-Density Substrate) 검사에서 요구되는 미세 회로 패턴의 단선(Open) 및 단락(Short)을 검출하기 위해 고해상도 렌즈 시스템과 정밀 스테이지 제어 기술을 확보하였습니다.

이 단계에서의 핵심은 **Micro Bump/Ball 검사** 기술입니다. 기판 위에 형성된 미세 솔더 볼(Solder Ball)의 크기, 높이, 정렬 상태(Alignment), 그리고 이물질(Foreign Material) 여부를 고속으로 스캔하여 판별하는 기술이 주를 이루었습니다. 또한, 기판 내부의 미세 회로 패턴을 검사하는 **Pattern Inspection** 기술을 통해 물리적인 결함을 시각적으로 포착하는 데 주력하였습니다. 이러한 하드웨어 중심의 기술력은 현재 크레셈이 보유한 고정밀 광학 솔루션의 근간이 되었습니다.

2. 2단계: Advanced Packaging 대응 및 다차원 검사 기술로의 확장

반도체 산업의 패러다임이 HBM(High Bandwidth Memory)과 2.5D/3D 적층 구조로 이동하면서, 크레셈의 기술은 평면적인 패턴 검사를 넘어 입체적인 구조 검사로 확장되었습니다. HBM과 같은 고단 적층 구조에서는 기존의 2D 검사만으로는 결함 검출에 한계가 있기 때문입니다.

이 시기에 확보된 핵심 기술은 다음과 같습니다.

- **TSV(Through Silicon Via) 결함 검사:** 수천 개의 미세 전극이 수직으로 관통하는 TSV의 연결 상태를 확인하기 위해 고해상도 광학 검사 기술을 적용하여, 적층된 Die 사이의 전기적 연결 신뢰성을 시각적으로 검증합니다 [2].
- **Die-to-Die 정렬 검사(Misalignment Measurement):** 다단 적층 공정 시 발생하는 미세한 위치 오차를 측정하여, 적층된 칩 간의 물리적 정렬 상태를 정밀하게 분석합니다 [2].
- **Warpage(휨) 측정 기술:** 고단 적층 시 발생하는 웨이퍼 및 패키지의 물리적 변형(Warpage)을 분석하여, 열적/물리적 스트레스로 인한 구조적 결함을 사전에 방지하는 기술력을 확보하였습니다 [2].

이 단계의 기술력은 단순한 '보는 기술'에서 '구조적 무결성을 측정하는 기술'로 진화하였음을 의미합니다.

3. 3단계: AI 비전 알고리즘 기반의 지능형 검사(AI-Driven Inspection)로의 전환

현재 크레셈이 주도하고 있는 가장 핵심적인 기술 진화 단계는 **Deep Learning 기반의 결함 분류(Defect Classification)** 기술입니다. 기존의 Rule-based(규칙 기반) 검사 방식은 정해진 임계값(Threshold)을 벗어나면 모두 불량으로 처리하기 때문에, 정상적인 미세 노이즈를 불량으로 오인하는 **과검(Over-kill)** 문제가 고질적인 한계로 지적되었습니다.

크레셈은 이를 극복하기 위해 AI 비전 알고리즘을 도입하여 다음과 같은 혁신을 이루었습니다.

- **과검(Over-kill)률의 획기적 저감:** 딥러닝 알고리즘을 통해 미세 결함(Defect)과 정상적인 공정 노이즈를 지능적으로 구분합니다. 이는 검사 장비의 신뢰성을 높일 뿐만 아니라, 불필요한 재검사 비용을 줄여 고객사의 생산성을 직접적으로 향상시킵니다 [2].
- **객체 인식 및 패턴 학습:** 인하대학교 배승환 교수팀과의 산학협력 등을 통해 확보된 최첨단 컴퓨터 비전 기술(Object Detection, Multi-Object Tracking 등)을 검사 알고리즘에 접목하여, 복잡한 패턴 내에서도 결함의 특징을 정확히 추출합니다 [11].
- **데이터 기반의 지능형 솔루션:** 검사 과정에서 축적된 방대한 시각 데이터를 분석하여, 단순 불량 검출을 넘어 불량률의 근본 원인을 역추적하는 **Root Cause Analysis(불량 원인 역추적)** 솔루션으로 진화하고 있습니다 [1].

4. 핵심 기술 역량 비교 요약

구분	전통적 머신비전 (1단계)	Advanced Packaging 검사 (2단계)	AI 지능형 비전 (3단계)
주요 대상	FC-BGA, 일반 기판 패턴	HBM, 2.5D/3D 적층 구조	고난도 결함 및 공정 데이터
핵심 기술	고해상도 광학, Micro Bump 검사	TSV 검사, Warpage 측정, 정렬 검사	Deep Learning 기반 결함 분류
검사 방식	Rule-based (임계값 기반)	3D/입체 구조 정밀 측정	AI 기반 패턴 및 특징 학습
주요 가치	결함 유무 판별 (Pass/Fail)	구조적 무결성 및 정렬 확보	과검 방지 및 수율 최적화 기여
기술적 지향점	고속/고해상도 스캔	다차원적 물리량 측정	지능형 분석 및 원인 역추적

표 3.

결론적으로 크레셈의 기술적 발전은 **[광학 하드웨어 고도화] → [3D 구조 검사 확장] → [AI 알고리즘 통합]**의 과정을 거치고 있으며, 이는 차세대 반도체 시장의 핵심인 HBM4 및 Hybrid Bonding 공정에서 요구되는 초고정밀·지능형 검사 요구사항을 충족하기 위한 필연적인 진화 경로입니다.

크레셈 기술 진화 로드맵 (Technology Evolution Roadmap)

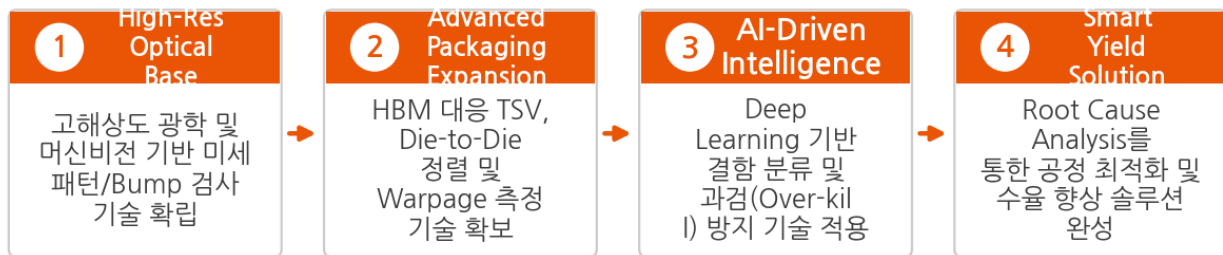


그림 1.

미래 기술 로드맵 및 전략적 방향

반도체 산업의 패러다임이 전공정(Front-end)의 미세 공정 한계를 극복하기 위해 후공정(Back-end)의 고도화, 즉 어드밴스드 패키징(Advanced Packaging)으로 급격히 이동함에 따라, (주)크레셈의 기술 로드맵 또한 단순한 결함 검출(Defect Detection)을 넘어 차세대 적층 구조 및 초미세 접합 기술에 대응하는 방향으로 설계되고 있습니다. 현재 크레셈은 HBM3E 시장의 안정적인 기술 대응을 기반으로, 차세대 메모리 표준인 HBM4 및 차세대 패키징의 핵심인 하이브리드 본딩(Hybrid Bonding) 기술을 선점하기 위한 기술 고도화 단계에 진입하였습니다.

1. HBM4 및 차세대 고대역폭 메모리 대응 전략

HBM(High Bandwidth Memory)의 세대가 진화함에 따라 적층 단수는 8단, 12단을 넘어 16단 이상의 고단 적층 구조로 변화하고 있으며, 이는 물리적 높이 제어와 열 관리(Thermal Management)의 난이도를 기하급수적으로 높이고 있습니다 [2, 7]. 크레셈은 이러한 변화에 대응하기 위해 다음과 같은 기술적 로드맵을 추진하고 있습니다.

첫째, **적층 단수별 최적화된 Inspection Recipe 고도화**입니다. HBM의 세대(HBM3, HBM3E, HBM4) 및 적층 단수(8단, 12단, 16단 등)에 따라 검사 대상의 물리적 특성이 완전히 달라지므로, 각 모델에 최적화된 정밀 레시피(Recipe)를 구축하는 것이 필수적입니다 [7]. 특히 HBM4로 진입하며 요구되는 초고속 데이터 전송 성능을 검증하기 위해, 전기적 특성(Electrical Characterization)과 광학적 검사(Optical Inspection)를 결합한 하이브리드 검사 체계를 강화하고 있습니다 [2, 5].

둘째, **데이터 전송 신뢰성 및 신호 무결성(Signal Integrity) 검증 기술 확보**입니다. HBM4는 극도로 높은 대역폭(Bandwidth)을 요구하므로, 미세한 TSV(Through Silicon Via)의 저항 변화나 I/O 연결성 오류가 전체 시스템의 치명적인 오류로 직결됩니다. 크레셈은 Eye Diagram 분석을 통한 신호 무결성 측정과 Bit Error Rate(BER)를 정밀하게 관리할 수 있는 검사 솔루션을 통해, 설계 규격(Spec) 대비 여유치(Margin)를 실시간으로 산출하는 고도화된 분석 기능을 개발하고 있습니다 [2, 5, 6].

2. Hybrid Bonding 기술을 위한 초고해상도 3D AOI 기술 개발

기존의 HBM 적층 방식이 마이크로 범프(Micro Bump)를 이용한 방식이었다면, 차세대 패키징의 핵심은 범프 없이 구리(Cu)와 구리를 직접 접합하는 **하이브리드 본딩(Hybrid Bonding)** 기술입니다. 이 기술은 범프가 차지하는 공간을 제거하여 적층 높이를 획기적으로 낮추고 데이터 전송 효율을 극대화할 수 있으나, 접합면의 극미세 오염(Contamination)이나 정렬(Alignment) 오차가 발생할 경우 전체 패키지의 신뢰성을 무너뜨리는 매우 민감한 공정입니다.

이에 대응하여 크레셈은 **초고해상도 3D AOI(Automated Optical Inspection, 자동 광학 검사)** 기술을 핵심 전략 자산으로 육성하고 있습니다.

- **초미세 정렬(Alignment) 검사:** 하이브리드 본딩 공정에서 요구되는 나노미터(nm) 단위의 미세한 위치 오차(Misalignment)를 측정하기 위해, 고해상도 머신비전 알고리즘과 초정밀 스테이지 제어 기술을 결합합니다. 이는 Die-to-Die 정렬 시 발생하는 미세 오차를 실시간으로 감지하여 공정 불량을 원천 차단하는 것을 목표로 합니다 [2, 12].
- **3차원 형상 및 표면 분석:** 기존의 2D 평면 검사를 넘어, 접합면의 평탄도(Planarity)와 표면 거칠기(Roughness)를 3차원적으로 분석할 수 있는 기술을 개발 중입니다. 이는 하이브리드 본딩의 성패를 결정짓는 접합 계면의 물리적 상태를 완벽하게 가시화합니다.
- **AI 기반 결함 분류(Defect Classification):** 하이브리드 본딩 공정에서는 미세한 입자(Particle) 하나가 치명적인 결함이 됩니다. 크레셈은 딥러닝(Deep Learning) 기반의 결함 분류 기술을 적용하여, 단순한 노이즈와 실제 공정 결함을 명확히 구분함으로써 과검(Over-kill)률을 낮추고 검사 효율을 극대화하는 전략을 취하고 있습니다 [10, 12].

3. 전략적 기술 통합 및 시장 선점 로드맵

크레셈의 미래 전략은 단일 기술의 발전을 넘어, **'AI 비전 + 고정밀 광학 + 데이터 분석'**이 통합된 **토탈 솔루션(Total Solution)** 제공에 있습니다.

구분	현재 (HBM3/3E 중심)	미래 (HBM4/Hybrid Bonding 중심)
주요 검사 대상	Micro Bump, TSV 연결성, Warpage	Hybrid Bonding Interface, Nano-scale Alignment
검사 해상도	μm 단위 정밀 측정	nm 단위 초고해상도 측정
핵심 알고리즘	Rule-based + 기본 Deep Learning	Advanced AI (Generative/Continual Learning)
데이터 활용	Pass/Fail 판정 및 단순 통계	Root Cause Analysis (불량 원인 역추적)

표 4.

크레셈은 이러한 기술적 진화를 통해 고객사가 직면한 수율(Yield) 문제를 선제적으로 해결하는 파트너로 자리매김하고자 합니다. 단순히 불량을 찾아내는 장비를 넘어, 검사 데이터를 분석하여 공정상의 불량 원인을 역추적(Root Cause Analysis)할 수 있는 데이터 분석 솔루션을 제공함으로써, 고객사의 제조 원가 절감과 생산성 향상에 직접적으로 기여하는 **'스마트 팩토리(Smart Factory) 핵심 파트너'**로 도약할 것입니다 [1, 10].

CRESSEM 차세대 기술 로드맵: HBM4 & Hybrid Bonding 대응



그림 2.

수율 향상을 위한 솔루션 진화

반도체 제조 공정이 미세화되고 HBM(High Bandwidth Memory)과 같은 고성능·고단 적층 구조가 보편화됨에 따라, 검사 장비의 역할은 단순히 '불량품을 골라내는 것(Defect Detection)'에서 '불량의 원인을 규명하고 공정을 최적화하는 것(Yield Enhancement Solution)'으로 패러다임이 급격히 전환되고 있습니다. (주)크레셈은 이러한 흐름에 발맞추어 단순한 Pass/Fail 판정을 넘어, 검사 데이터를 기반으로 공정상의 불량 원인을 역추적하는 **Root Cause Analysis(RCA, 불량 원인 분석)** 솔루션으로 기술적 진화를 거듭하고 있습니다 [10].

1. 단순 검사(Inspection)에서 분석 솔루션(Analysis Solution)으로의 전환

과거의 검사 공정은 정해진 Rule-based 알고리즘에 따라 제품의 외관상 결함을 찾아내는 것에 집중되었습니다. 하지만 HBM과 같은 차세대 패키징 기술에서는 TSV(Through Silicon Via) 연결성, Die-to-Die 정렬(Alignment), 미세 Bump의 높이 편차 등 검사 항목이 기하급수적으로 복잡해지고 있습니다 [2, 5]. 이 과정에서 발생하는 불량은 단일 공정의 문제일 수도 있지만, 전후 공정 간의 복합적인 상호작용에 의해 발생하는 경우가 많습니다.

크레셈의 솔루션은 이러한 복잡성을 해결하기 위해 다음과 같은 데이터 중심의 접근 방식을 취합니다.

- **데이터 기반의 불량 유형 분류(Defect Classification):** AI 비전 알고리즘을 활용하여 검출된 결함이 단순한 이물질(Particle)인지, 공정상의 식각(Etching) 불균일인지, 혹은 증착(Deposition) 결함인지를 정밀하게 분류합니다 [12].
- **통계적 공정 제어(SPC)와의 연계:** 검사 과정에서 수집된 방대한 양의 데이터를 통계적으로 분석하여, 특정 Lot이나 특정 장비에서 불량률이 급증하는 패턴을 실시간으로 감지합니다.
- **불량 원인 역추적(Root Cause Analysis):** 검사 데이터와 공정 파라미터를 매칭하여, 어떤 공정 단계에서 어떤 물리적/화학적 변동이 발생했을 때 해당 결함이 유도되는지를 추론합니다 [10].

2. Yield(수율) 향상을 위한 핵심 메커니즘

크레셈의 분석 솔루션이 고객사의 수율 향상에 직접적으로 기여하는 방식은 크게 세 가지 차원으로 구분할 수 있습니다.

구분	주요 기능 및 메커니즘	수율 향상 기여 방식
과검(Over-kill) 방지	AI 기반의 미세 결함과 정상 노이즈(Noise) 구분	정상 제품이 불량으로 판정되어 폐기되는 것을 방지하여 실질 수율(Net Yield) 상승

공정 피드백(Feedback)	검사 데이터를 전공정(Front-end)으로 전달	식각/증착/도금 공정의 파라미터를 실시간 수정하여 불량 발생 원천 차단
공정 최적화(Optimization)	데이터 기반의 최적 공정 윈도우(Process Window) 도출	수율이 가장 높은 최적의 공정 조건을 데이터로 증명하여 생산 안정성 확보

표 5.

특히, HBM 적층 공정에서 발생하는 **Warping(휨)** 현상이나 **TSV 저항(Resistance) 변동**과 같은 문제는 매우 미세한 공정 제어 차이에서 비롯됩니다. 크레셈의 솔루션은 이러한 물리적 변형 데이터를 수치화하고, 이를 통해 차기 공정에서 TSV 도금 두께를 최적화하거나 적층 압력을 조절해야 한다는 구체적인 가이드를 제공할 수 있는 수준까지 발전하고 있습니다 [5].

3. AI 및 빅데이터 기반의 스마트 팩토리 구현

크레셈이 지향하는 최종적인 형태는 고객사의 생산 라인에 통합되는 **AI 기반 스마트 팩토리(AI-driven Smart Factory)** 솔루션입니다. 이는 단순히 검사 장비 한 대의 성능을 넘어, 공정 전체의 지능화를 의미합니다.

첫째, **지식 증류(Knowledge Distillation)** 및 **효율적인 비전 학습(Efficient Vision Learning)** 기술을 통해, 방대한 검사 데이터를 경량화된 모델로 학습시켜 실시간 공정 제어에 즉각 반영할 수 있는 환경을 구축합니다 [4, 11]. 이는 검사 속도를 높이는 동시에 분석의 정확도를 유지하는 핵심 기술입니다.

둘째, 검사 결과의 디지털 트윈(Digital Twin)화를 통해, 실제 물리적 공정에서 발생할 수 있는 변수를 가상 환경에서 시뮬레이션함으로써 불량 발생 가능성을 사전에 예측하는 **예지 보전(Predictive Maintenance)** 영역으로까지 확장을 시도하고 있습니다.

결론적으로, 크레셈의 솔루션 진화는 단순한 '검사 도구'에서 고객사의 '수율 관리 파트너'로의 도약을 의미합니다. 불량의 발생을 확인하는 것을 넘어, 불량이 발생할 수밖에 없는 구조적 원인을 데이터로 증명하고 해결책을 제시함으로써, 고객사가 차세대 반도체 시장에서 압도적인 제조 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원하는 것이 크레셈의 핵심 전략입니다 [10].

결론 및 시사점

본 보고서는 사내 기술 문서 및 산업 분석 자료를 바탕으로 (주)크레셈(CRESSEM)의 현재 위치와 기술적 지향점을 분석하였습니다. 분석 결과, 크레셈은 반도체 산업의 패러다임이 전공정 미세화에서 후공정(Advanced Packaging) 고도화로 급격히 전환되는 변곡점에서 핵심적인 기술적 우위를 점하고 있는 것으로 평가됩니다.

1. 종합 결론: 기술 중심의 고성능 검사 솔루션 확보

크레셈은 HBM(High Bandwidth Memory) 및 FC-BGA(Flip Chip Ball Grid Array) 등 차세대 패키징 공정에서 요구되는 초고정밀 검사 역량을 성공적으로 구축하였습니다. 특히 단순한 하드웨어 장비 공급을 넘어, TSV(Through Silicon Via) 연결성 검사, Die-to-Die 정렬 측정, Warpage(휨) 분석 등 고난도 공정 이슈를 해결할 수 있는 기술 포트폴리오를 보유하고 있습니다 [2, 12]. 또한, 기존의 Rule-based 검사의 한계를 극복하기 위해 도입한 AI 기반 비전 알고리즘은 과검(Over-kill)률을 낮추고 검사 신뢰도를 높이는 핵심 경쟁력으로 작용하고 있습니다 [12].

2. 시장 전망 및 기술 경쟁력

AI 가속기 및 고성능 컴퓨팅(HPC) 시장의 폭발적 성장과 함께 HBM의 적층 단수가 높아짐에 따라(8단 → 12단 → 16단 이상), 검사 난이도는 기하급수적으로 상승할 전망입니다 [7]. 이러한 시장 환경은 크레셈에게 커다란 기회 요인입니다.

- **HBM 시장의 확장성:** HBM3E를 넘어 HBM4로 이어지는 로드맵에서 차세대 패키징 기술인 Hybrid Bonding(구리 직접 접합)에 대응하는 초고해상도 3D AOI(Automated Optical Inspection) 기술 확보 여부가 향후 시장 지배력을 결정할 것입니다 [8].
- **고객사 신뢰도 기반의 성장:** SK하이닉스, LG이노텍, 대덕전자 등 글로벌 Top-tier 기업들을 대상으로 검증된 대응 역량은 안정적인 매출 기반과 함께 기술 선도력을 유지하는 밑거름이 되고 있습니다 [2].

3. 향후 성장 전망 및 전략적 시사점

크레셈은 단순 불량 검출(Detection) 단계를 지나, 검사 데이터를 분석하여 공정상의 불량 원인을 역추적하는 **Root Cause Analysis(불량 원인 역추적)** 솔루션으로 진화하고 있습니다 [1]. 이는 고객사의 수율(Yield) 향상에 직접적으로 기여하는 '데이터 기반의 파트너'로서의 지위를 공고히 하는 전략입니다.

결론적으로, 크레셈은 AI 비전 기술과 고정밀 광학 기술의 융합을 통해 차세대 반도체 공급망 내에서 대체 불가능한 핵심 위치를 차지할 것으로 전망됩니다. 향후 차세대 메모리 규격 및 대면적 링웨이퍼(Ring Wafer) 공정 변화에 발맞춘 장비 고도화와 AI 알고리즘의 지속적인 고도화가 기업 성장의 핵심 동력이 될 것입니다 [9, 10].