

GROWTH RESEARCH

2025.06.05 (목)

[현미경 산업보고서]

K-현미경 : 작은 세계 속의 거대한 세계

Analyst. 한용희, 심민규, 강권형



목차

Part 1. 현미경의 진화**Part 2.** 산업 속 현미경**Part 3.** 왜 지금 투자해야할까: 전략적 인사이트**기업분석**

파크시스템스(140860)

토모큐브(475960)

Intro

반도체 공정이 2nm 이하로 진입하고 면역세포 치료제와 줄기세포 기반 신약이 임상 현장에 투입되면서 현미경의 역할이 변화하고 있다. 단순히 관찰 도구로 여겨졌던 현미경은 이제 산업 현장의 필수적인 '정밀 측정 인프라'로 자리잡았다.

반도체 분야에서는 EUV 공정과 GAA 트랜지스터 구현을 위해 원자 단위의 미세한 표면 형상과 결함을 측정할 수 있는 원자현미경(AFM)의 수요가 급증하고 있다. 특히 기존 전자현미경이 접근하지 못하는 공정 단계에서도 현미경이 '인라인 품질관리' 수단으로 활약하고 있다.

바이오 산업에서는 살아 있는 세포를 염색 없이 3차원으로 관찰할 수 있는 홀로그래피 기반 생체현미경이 주목받고 있다. 특히 CAR-T 세포 치료제나 줄기세포, 오가노이드 연구와 같은 고정밀 라이브 셀 분석이 필요한 분야에서 기존 광학 현미경의 한계를 극복한 대안으로 자리매김 중이다.

현미경은 더 이상 연구실에 머무르지 않고, 첨단 제조공정과 임상 데이터 분석을 연결하는 핵심 기술 플랫폼으로 진화하고 있다.

주요 용어 설명

용어	설명
현미경	아주 작은 물체를 확대해서 관찰할 수 있는 광학 기기. 렌즈와 빛을 활용해 미생물이나 세포 같은 미세한 구조를 자세히 볼 수 있도록 돕는다.
분해능	현미경이나 이미징 시스템이 얼마나 작은 세부 구조를 구분해 보여줄 수 있는지를 나타내는 능력. 분해능이 높을수록 더 미세한 디테일을 관찰할 수 있다. 예를 들어 분해능이 200nm라면, 200nm보다 가까운 두 점은 하나로 보인다.
원자현미경	원자 수준의 표면 구조를 관찰하는 고정밀 기기. 매우 날카로운 탐침을 사용해 표면의 원자 배열을 스캔하며, 나노기술과 재료과학 연구에서 주로 활용된다.
생체현미경	살아있는 세포나 조직을 실시간으로 관찰할 수 있는 현미경. 형광 염색이나 특수 광학 기술을 사용해 생체 내 변화를 연구하는 데 유용하다.
주사터널링현미경	원자 단위의 표면 이미지를 얻기 위해 양자역학적 특성인 터널링 효과를 활용하는 장비. 전류의 흐름을 측정해 원자 구조를 시각화하며, 나노과학 분야에서 필수적이다.
홀로그래피	빛의 간섭 현상을 이용해 3차원 이미지를 기록하고 재현하는 기술. 물체의 입체적 정보를 정밀하게 저장해 의료 영상, 데이터 저장, 보안 기술 등에 활용된다.
콘택홀	반도체 제조에서 회로 간 전기적 연결을 위해 웨이퍼에 뚫는 미세한 구멍. 정확한 위치와 크기가 중요하며, 반도체 칩의 성능에 직접적인 영향을 미친다.
패터닝 오차	반도체 제조 과정에서 회로 패턴을 형성할 때 발생하는 미세한 오류. 패턴의 왜곡이나 위치 어긋남으로 인해 칩의 성능 저하나 불량률 초래할 수 있다.
CAR-T 세포치료	환자의 T세포를 유전자 조작해 암세포를 공격하도록 만든 면역치료법. 특히 혈액암 치료에서 효과적이며, 개인 맞춤형 의료의 대표적인 사례다.
오가노이드	줄기세포를 이용해 인공적으로 만든 소형 장기 모델. 실제 장기의 구조와 기능을 모방해 약물 테스트나 질병 연구에 활용된다.
콘포칼 레이저 현미경	레이저와 특수 광학 시스템을 사용해 고해상도의 3차원 이미지를 생성하는 현미경. 특정 초점면을 선명하게 관찰하며, 생물학 및 재료과학 연구에 널리 사용된다.

자료 : 그로스리서치

Part 1. 현미경의 진화

현미경의 등장

광학현미경은 17세기 이후 생물학과 재료 연구에 혁신을 가져왔지만, 가시광선의 파장 한계로 분해능은 약 200nm 수준에 머물렀다. 이를 극복하기 위해 1930년대 전자현미경이 개발되어 nm~Å 해상도를 달성했으나, 진공 환경과 표본 준비 과정이 복잡하여 생물 시료 관찰에는 한계가 있었다.

* nm~Å: 나노미터에서옹스트롬(10^{-9} ~ 10^{-10} m) 단위의 초고해상도

1986년에 등장한 **원자현미경(AFM)**은 탐침으로 표면을 스캔해 원자 수준까지 측정할 수 있어 기존 현미경의 한계를 크게 넘어섰다. **주사터널링현미경(STM)**은 가로 0.1nm, 높이 0.01nm까지 관찰이 가능하다. AFM은 시료 준비가 간단해 3차원 표면 측정에 널리 사용되며, 특히 반도체와 재료 산업에서 광범위하게 활용되고 있다.

반도체·바이오에서 필수

생명과학에서는 세포나 조직을 실시간 고해상도로 관찰하는 기술이 필요해졌다. **형광현미경**은 염색 과정에서 세포 손상과 표백 문제가 발생할 수 있었다. 이에 대신해 비염색 방식으로 세포를 3차원 실시간으로 관찰할 수 있는 **홀로그래피 생체현미경**이 개발 됐다. 이 현미경은 레이저로 세포를 다각도로 투과하고 간섭 패턴을 측정해 3D 굴절률 지도로 재구성하며, 염색 없이 나노 단위로 **실시간 관찰을 가능**해졌다.

현미경 기술은 광학, 전자, 스캐닝 프로브, 홀로그래피로 진화하며 나노 단위까지 정보 제공이 가능해졌고, 산업 전반에서 핵심적인 인프라로 자리 잡았다.

현미경 간단비교

구분	장점	단점
광학현미경	구조 관찰이 쉽고 사용이 간편	해상도 한계 (200nm)
원자현미경	원자 단위 관찰 가능, 표면 정밀 측정	시료 손상 가능, 좁은 시야
생체현미경	살아있는 세포 3D 관찰, 긴 시간	고가 장비, 복잡한 기술

Part 2. 산업 속 현미경

반도체와 바이오 산업에서 현미경 기술은 생산 공정과 품질 관리의 핵심 요소가 되고 있다.

품질과 수율,
두마리 토끼를 잡는
결정적 장비

반도체 응용: 5nm 이하 공정에서는 회로 패턴의 허용 오차가 원자 수준으로 줄어들어, 수십억 개의 콘택 홀 중 하나만 결손돼도 칩 전체가 불량일 수 있다. 실제로 확률적 결함이 전체 패터닝 오차의 절반 이상을 차지할 정도로 미세 결함 관리의 중요성이 크게 부각되고 있다. 이에 따라 나노미터 이하의 정밀 측정이 가능한 **전자현미경(SEM)**과 **원자현미경(AFM)** 같은 **첨단 현미경 기술이 공정 모니터링과 결함 검출에 필수적으로 활용된다.**

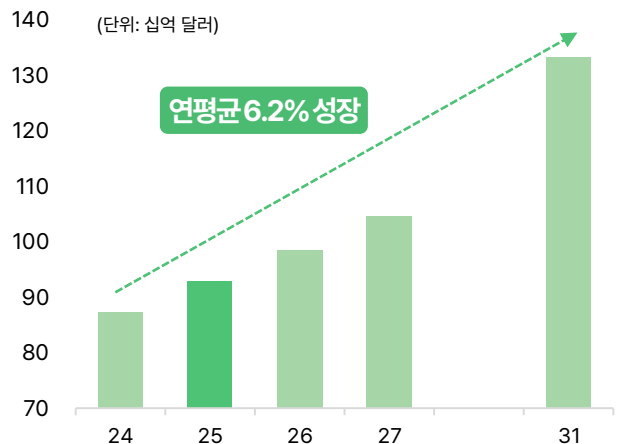
TSMC의 5nm 웨이퍼 가격은 장당 약 **16,000달러**, 3nm 웨이퍼는 **장당 20,000달러**를 넘고 **초기 수율도 50~80%**에 불과한 것으로 알려졌다. 수율 1%p 향상만으로도 수익에 큰 영향을 미칠 만큼 단가가 높아, **정밀 현미경 계측으로 공정을 제어하고 수율을 극대화하는 것은 반도체 기업의 수익성과 직결된다.**

이러한 추세를 반영하듯 **글로벌 현미경 기반 계측 및 검사 장비 시장은 '21년 약 73억 달러(한화 약 10조 원)에서 '31년 133억 달러 규모(한화 약 18조 3,000억 원)로 연평균 6.2% 성장**이 예상된다. 첨단 미세공정의 발전과 함께 **반도체 외에도 디스플레이, 이차전지 등 산업 전반에서 검사지원의 중요성 역시 지속적으로 부각되고 있다.**

Park NX-Wafer



현미경기반검사장비시장



자료 : 파크시스템스, 그로스리서치

자료 : Allied Market Research, 그로스리서치

바이오 응용: CAR-T 세포치료제의 제조 공정에서는 디지털 홀로그래픽 현미경을 활용해 세포 상태를 무염색으로 연속 관찰하고 있다. **iLine-F 장비**는 최대 22배 확대율과 1.5 μ m 해상도로 **살아 있는 세포를 실시간 기록**하고, 최대 16가지 세포 형태를 자동으로 분석할 수 있다. 이런 시스템 덕분에 기존의 수작업 모니터링이 자동화되면서 **생산 효율성이 높아지고 비용 부담도 완화**되고 있다.

오가노이드와 줄기세포 연구에서도 현미경의 역할은 점점 커지고 있다. 러시아 MIPT 연구팀이 **현미경을 이용한 자동 이미지 분석과 시간경과 촬영 기술**을 도입해 망막 오가노이드 제작 및 선별을 **기존 대비 약 4배 빠르게 진행하는 데 성공**했다. 또한, 인큐베이터 내 원격 현미경 관찰 기술을 통해 배양체를 꺼내지 않고도 상태를 확인할 수 있어 연구 효율과 안전성을 동시에 확보했다. **글로벌 오가노이드 시장은 '24년 약 10억 9천만 달러(한화 약 1조 5,000억 원)로 추산되며, 연평균 약 16.7%의 성장세를 보일 것**으로 전망 된다.

**보이는 만큼,
치료가 바뀐다**

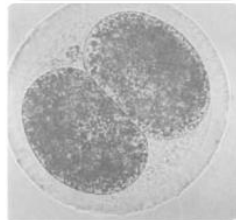
병리진단과 임상 현장에서는 **콘포칼 레이저 현미경**을 활용한 진단 기술이 주목받고 있다. 예를 들어, 유방암 수술에서 **Histolog Scanner**를 사용한 결과, 연조직 내 암세포 탐지 감도가 기존 **17.4%에서 80.9%로 대폭 개선**됐다. 이로 인해 추가 절제가 필요한 비율이 약 **30%에서 10%로 감소**했으며, **재수술률은 약 67% 낮아졌다**. 이러한 고해상도 현미경 영상 기술은 **병리 진단의 정확도를 높이고, 환자의 치료 부담을 실질적으로 줄여주는 등** 의료 산업 전반에 긍정적 파급 효과를 주고 있다.

IVM-C3



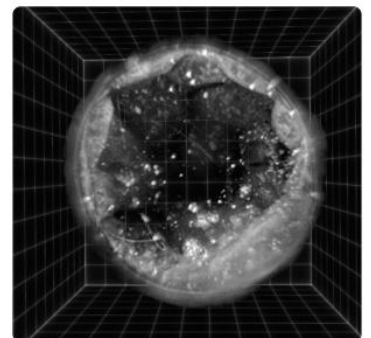
토코큐브 홀로토모그래피

기존 IVF 방식: 명시야 현미경



출처 : www.fao.org

HT로 측정된 마우스 수정란



자료 : 아이빔테크놀로지, 그로스리서치

자료 : 토모큐브, 그로스리서치

Part 3. 왜 지금 투자해야 할까 - 전략적 인사이트

현미경이 곧 경쟁력

현미경 산업은 이제 연구실을 넘어 첨단 반도체, 바이오, 이차전지, 신소재 등 필수 생산 인프라로 자리잡았다. 특히 국내 기업 파크시스템스는 '25년 기준 AFM글로벌 시장 점유율 20.3%로 1위를 기록, AFM 상위 3개사가 전체 시장의 절반을 차지할 정도로 진입장벽이 매우 높다. 파크시스템스는 전체 인력의 31%를 R&D에 투입하고 '20~'25년 연 20~30% 성장률을 이어가며, 세계적으로도 보기 드문 고성장 구조를 보여준다.

대체 불가, 독점의 기술

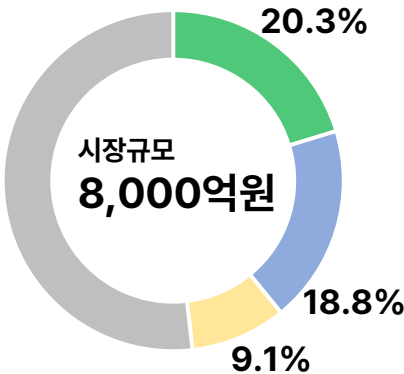
현미경 기술의 독점적 기능 역시 투자 포인트다. 예를 들어, 반도체 공정에서 EUV 포토 마스크 결함 검출은 일본의 레이저텍이, 세포 실시간 관찰은 홀로그래피 현미경 등 특정 업체가 사실상 독점하고 있다. 첨단 현미경 없이는 고부가가치 산업 생산이 불가능한 만큼, 대체재가 없고, 경기에 상관없이 수요가 유지된다.

'25년 현재도 반도체와 바이오 장비 국산화 정책이 이어지고 있다. 특히 과학기술 정보통신부의 '국산연구장비 기술경쟁력강화' 사업 같은 정부의 첨단장비 R&D 지원과 산업용 장비 투자도 확대되는 추세다. AI, 양자기술, 2차전지 등 신산업이 성장할수록 미세구조 계측 수요도 함께 늘고 있어, 현미경 장비 시장의 구조적 성장세는 앞으로도 지속될 것으로 보인다.

결국 이 시장은 높은 기술 장벽과 독점적 수요, 정책적 수혜까지 모두 갖춘 드문 분야로, 단기 트렌드나 외부 변수에 흔들리지 않는 안정적인 투자처라 할 수 있다.

AFM시장 점유율

- 파크시스템스
- 브루커
- 옥스포드
- 기타



자료 : 파크시스템스, 그로스리서치
그로스리서치 GROWTH RESEARCH

반도체 공정중 사용현미경

단계	유형	활용 목적
웨이퍼	광학	표면균일성, 초기 결함 확인
산화	광학	산화층 두께 및 균일성 분석
포토	광학, LM	포토 마스크 정렬
식각	AFM, LM, SEM	식각 깊이 분석, 표면 거칠기 확인
증착	SEM, AFM	증착층의 두께, 표면 거칠기 확인
배선	SEM, AFM	배선 연결 상태 및 미세 구조 분석
테스트	전자, X-선	전기적 특성 검사, 결함 위치 파악
패키징	X-선	내부 결함 및 접합부 상태 확인

자료 : 그로스리서치

Part 4. 관련기업

현미경 관련기업

기업명	기업개요	시가총액
파크시스템스 (140860)	• '97년 설립, '15년 코스닥 상장 • 주요 사업: 첨단 나노계측장비 원자현미경 개발 및 생산 • 매출 비중: 연구용 장비 24%, 산업용 장비 72%, 기타 소모품 4% • 글로벌 원자현미경(AFM) 시장 점유율 1위 • 반도체 산업 수요 증가로 산업용 장비 매출 비중 꾸준히 성장 • 하반기 하이브리드-WLI 장비 테스트 마치고 신규 매출 인식 기대	1조 7,056억원
토모큐브 (475960)	• '15년 설립, '24년 코스닥 상장 • 주요 사업: 생명 과학 연구용 제품과 산업용 분석 제품 생산 및 판매 • 매출 비중: HT 제품군 95.5%, 소모품/SW 3.7%, 워런티 등 0.9% • 홀로토모그래피로 미국 FDA 동물실험 대체 정책 수혜 • 세계 최초 2세대 홀로토모그래피 기술 개발 • 미국 국립보건원과 HTAN 프로젝트 수행 중	3,359억원
아이빔테크놀로지 (460470)	• '17년 설립, '24년 코스닥 상장 • 주요 사업: 생체현미경 장비 판매, CRO 서비스, AI 기반 의료기기 개발 등 • 매출 비중: 생체현미경 78.8%, 이미지 엑세서리 2.0%, CRO서비스 12.4%, 기타 6.8% • 세계 최초 올인원 일체형 생체현미경 장비 상용화 성공 • 미국 전임상 전문기관 바이오퀵과 CRO 파트너십 체결	521억원
코셈 (360350)	• '07년 설립, '24년 코스닥 상장 • 주요 사업: 주사전자현미경(SEM)과 그 주변기기 제조 및 판매 • 매출 비중: 주사전자현미경 80.82%, 형광현미경 3.41%, 주변기기 7.75%, 기타 8.02% • '25년 이온밀러전자현미경(IP-SEM)과 AI 기반 차세대 전자현미경(AI-SEM) 출시 기대	471억원
테크윙 (089030)	• '02년 설립, '11년 코스닥 상장 • 주요 사업: 반도체 및 디스플레이 검사장비 전문업체 • 매출 비중: 반도체 검사장비 91.59%, 디스플레이평가장비 8.41% • HBM 전용 테스트 장비 Cube Prober 첫 번째 고객사 퀄 테스트 통과 후 연간 135대 납품 기대	1조 2,420억원

파크시스템스(140860)

미시 세계로 들어가기 위한 필수 관문

투자포인트

원자현미경 산업을 이끄는 1위 업체

원천기술을 개발한
엔지니어 출신 창업자

동사는 '15년 설립되어 '24년 코스닥 시장에 상장한 **첨단 나노계측장비 원자현미경 개발 및 생산 기업이다**. 주요 제품은 웨이퍼 계측장비인 'NX-웨이퍼'와 'NX-하이브리드 WLI', 'NX-마스크' 등이 있다. 크게 연구용 장비와 산업용 장비로 구분되며 반도체 산업의 수요에 따라 산업용 비중이 점차 증가할 것으로 기대된다. '25년 1분기 기준 매출 비중은 연구용 장비 24%, 산업용 장비 72%, 기타 소모품 4%로 구성되어 있다. 주요 주주로는 대표이사 박상일을 포함한 특수관계인이 32.4%의 지분을 보유하고 있다.

'25년매출액 2,000억원 목표

멈출 줄 모르는 고성장

동사는 '15년 코스닥 상장 이후 매년 연평균 20% 중후반의 매출 성장률을 달성하며 견고한 성장세를 입증했다. 이는 글로벌 원자현미경(AFM) 시장의 CAGR 8%를 크게 상회하는 수준으로 **현재 AFM 시장 점유율 20% 이상을 차지하고 있으며 전체 인력의 32.5%에 달하는 연구개발 인력을 통해 차별화된 기술 경쟁력을 유지**하고 있다. 특히 반도체, 이차전지, 바이오 등 첨단 산업에서 산업용 AFM 장비 수요가 급증함에 따라, 동사의 산업용 장비 매출의 중장기 성장 모멘텀은 더욱 강력해질 전망이다.

장비 포트폴리오의 확대와 신규 수주 모멘텀 기대

산업용 장비 매출의
고성장 기대

동사는 '25년 하반기 하이브리드 WLI 장비의 매출 본격화로 **중단기 성장 모멘텀이 강화될 전망이다**. 하이브리드 WLI는 반도체 첨단 패키징 공정에서 2nm 이하 미세 피치 결함을 $\pm 0.1\text{nm}$ 정밀도로 분석하며, TSMC 및 삼성전자와 같은 글로벌 고객사의 수요 증가가 기대된다. 주요 제품인 NX-마스크는 EUV 공정의 포토마스크 결함 검출 수요를 꾸준히 충족하며 **산업용 장비 매출 비중은 늘어날 것으로 기대된다**. 여기에 63개국에 걸친 공급망과 14개 직영 지사를 통한 글로벌 네트워크가 하반기 수주 계약을 뒷받침할 것으로 판단된다.

연구용 AFMPark nano-IR



NX-Hybrid WLI장비



토모큐브(475960)

바이오에서 반도체 검사 까지, 홀로토모그래피의 기적

투자포인트

홀로토모그래피 기술 기반 생명과학 혁신 기업

세계 최초 2세대
홀로토모그래피 개발

동사는 '92년 설립해 2002년 코스닥 시장에 상장한 **생명 과학 연구용 제품과 산업용 분석 제품 생산 및 판매 기업이다**. 주요 제품으로는 홀로토모그래피 기술을 적용한 HT-2H, HT-X1 등이 있다. '24년 기준 매출 비중은 제품(HT-X1, HT-2H 등) 95.5%, 기타 4.5% 이다. 주요 주주로는 최대주주인 박용근을 포함한 특수관계인이 약 27.25%의 지분을 보유 중이다.

동물실험 단계적 폐지에는 홀로토모그래피의 역할이 압도적

최고의 기술과
최고의 파트너

동사는 독보적인 2세대 HT 기술을 바탕으로 바이오/의료 시장의 패러다임 변화를 주도하고 있다. 최근 **미국 식품의약국(FDA)이 동물실험 단계적 폐지를 권고하면서 오가노이드와 AI 기반 기술의 중요성이 부각**되고 있다. 동사의 2세대 HT 기술은 살아있는 오가노이드의 비침습적 관찰과 AI 가상 염색으로 세포 손상 없이 높은 정확도의 데이터를 제공하며 기존 동물실험을 대체할 표준 검증 및 인허가 기술로 부상할 가능성이 높다. 또한 미국 국립보건원(NIH) 산하 NCATS와의 공동 연구를 통해 글로벌 표준화도 가속화하고 있어, **신약 개발, 난임 치료, 세포치료제 등 다양한 바이오/의료 시장에서 HT 기술의 플랫폼 가치를 극대화하며 선도적 입지를 구축**하고 있다.

비바이오 분야에서도 기술적 해자 구축

5년 내 바이오 매출 비중
넘어설 것으로 기대

동사는 **HT기술을 비바이오(IT) 영역으로 확대하며 고부가가치 매출을 창출**하고 있다. 반도체 하이브리드 본딩 및 유기기판 미세 균열 검사에서 기존 대비 100배 빠른 속도와 정밀도로 새로운 시장을 개척하며 첨단 패키징 공정의 필수 솔루션으로 자리매김하고 있다. 이는 **바이오 분야 독점 기술력과 시너지를 내며, 전사적 성장과 기업 가치 상승을 이끌 것으로 기대**된다.

홀로토모그래피 적용된 HT-2H

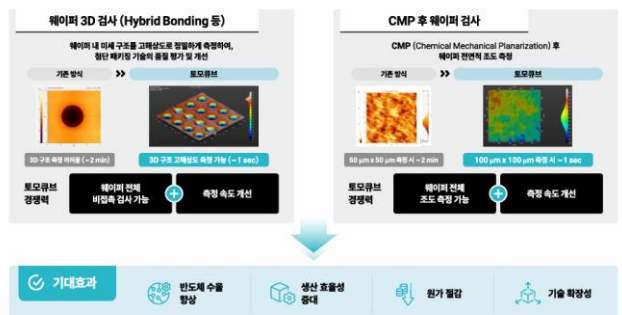


자료 : 토모큐브, 그로스리서치

그로스리서치 GROWTH RESEARCH

하이브리드본딩검사장비

HT 기술을 활용한 Hybrid Bonding 등 반도체 Advanced Packaging 검사 시장 진입



자료 : 토모큐브, 그로스리서치

Compliance Notice

- 동 자료에 게재된 내용은 조사분석담당자본인의의견을정확히반영하고있으며, 외부의부당한압력이나간섭없이작성되었음을확인합니다.
- 동 자료는 투자 판단을 위한 정보제공 및 교육용일뿐 해당 주식에 대한 가치를 보장하지 않습니다.
- 투자판단은 본인 스스로 하며, 투자행위와 관련하여 어떠한 책임도 지지 않습니다.
- 동 자료는 고객의 주식투자의 결과에 대한 법적 책임 소재에 대한 증빙 자료로 사용될 수 없습니다.
- 당사는 해당 자료를 전문투자자 또는 제 3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.
- 동 자료의 작성자는 해당 기업의 유가증권을 발간 전에 보유하고 있지 않으며, 발간 후에 매수·매도할 수 있습니다.
- 동 자료에 대한 저작권은 그로스리서치에 있습니다. 당사의 허락 없이 무단 복사 및 복제, 대여를 할 수 없습니다.