



한국IR협의회

기업리서치센터 기업분석 | 2025.05.16

KOSDAQ
GLOBAL

코스닥 글로벌 상장법인

코스닥 글로벌 세그먼트

KOSDAQ | 반도체와반도체장비

HPSP (403870)

첨단 어닐링(Annealing)으로 반도체 공정 혁신 주도

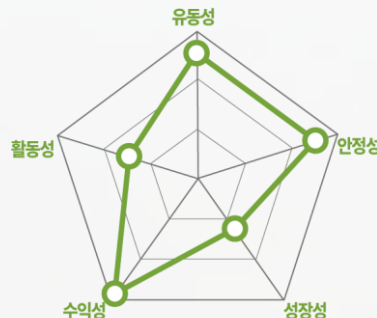
체크포인트

- HPSP는 반도체 공정 중 어닐링 장비를 전문적으로 개발·제조하는 한국 반도체 장비 기업. HPSP는 고압 수소 환경에 적합한 특수 어닐링 기술 개발에 주력. 어닐링은 반도체 웨이퍼에 특정 온도를 가한 후 천천히 냉각시켜 결정 구조의 결함을 제거하고 특성을 개선하는 핵심 공정. 반도체 전공정에서 10nm 이하 초미세 공정에 적합한 장비를 글로벌 반도체 고객사로 공급. 기술 특화형 장비 기업으로 선단 공정 대응력 보유
- 어닐링은 반도체 소자의 성능과 수율을 높이기 위한 공정임. 겉으로는 변화가 드러나지 않지만, 막과 막 사이의 경계면에서 특성을 근본적으로 개선하는 공정임. 기존에 잘 알려진, 노광, 식각, 증착과 달리 외견상 잘 드러나지 않지만 실제로는 반도체 소자의 품질을 좌우하는 핵심 공정
- 반도체 제조 시 공정 미세화와 고유전 물질 도입으로 계면 안정화의 중요성이 크게 부각됨. 기존 어닐링 방식의 한계로 인해 새로운 기술적 접근이 요구됨. 고압 수소 어닐링은 정교한 결함 제거가 가능해 미세 공정에 적합한 해결책으로 주목받음. 이러한 기술 전환 흐름 속에서 HPSP의 기술력은 차별화된 경쟁요소로 작용 중

주가 및 주요이벤트

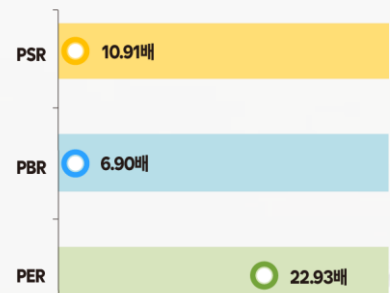


재무지표



주: 2024년 기준, Fnguide WICS 분류상 IT산업 내 등급화

밸류에이션 지표



주: PSR, PER은 2024년 기준, PBR은 4Q24 기준, Fnguide WICS 분류상 IT산업 내 순위 비교, 우측으로 갈수록 저평가

반도체 공정에서 어닐링 장비는 퍼니스 어닐링에서 시작해 기술 혁신 지속

반도체 공정 미세화에 따른 어닐링 장비의 기술적 진화와 다양화가 전개되는 중. 기존 퍼니스(Furnace) 어닐링의 고온 열처리 방식에서 RTA(Rapid Thermal Annealing)로의 전환 과정과 더불어 최근 저온·고압 수소 어닐링 기술의 부상. 선단 공정에서의 금속 배선 손상 방지와 계면 결합 제어를 위한 정밀 어닐링 기술의 중요성 증대. 레이저 어닐링, 플래시 램프 어닐링 등 국소 열처리 기술의 등장과 함께 어닐링의 세분화 및 전문화가 이어지고 있어 HPSP에 우호적 환경 형성

주력 제품인 고압 수소 어닐링의 장비의 응용처 확대

HPSP의 주력 제품인 고압 수소 어닐링(HPA: High Pressure Annealing) 장비는 10nm 이하 공정의 선단 파운드리 및 로직 공정에서의 필수 설비로서 글로벌 고객사 양산 라인에 납품 중. 최근 메모리 반도체 고객사까지의 수요처 확대와 함께 향후 하이브리드 본딩 등 첨단 패키징(Advanced Packaging) 분야에서도 HPA 장비 필요성 증가

HPSP는 반도체 산업의 사이클에 덜 민감한 안정적인 실적 성장을 지속

로직(Logic) 반도체(정보를 처리하고 계산하며 판단하는 '두뇌' 역할을 담당하는 반도체) 분야의 주요 고객사인 TSMC가 첨단 공정 전환과 생산능력 확대를 위한 대규모 설비 투자를 지속함에 따라 HPSP의 고압 수소 어닐링 장비 수요가 안정적으로 유지될 전망. TSMC의 미국, 일본, 유럽 등으로의 생산 기지 다변화 정책은 추가적인 장비 수요를 창출할 것으로 예상. 동시에 메모리 반도체 분야에서도 고성능 컴퓨팅과 AI 수요 대응을 위해 고압 수소 어닐링 장비의 적용 범위가 확장되고 있음. 로직과 메모리를 아우르는 고객 다변화 전략이 실행되면서 HPSP는 반도체 산업의 사이클에 덜 민감한 안정적인 실적을 이어갈 것

Forecast earnings & Valuation

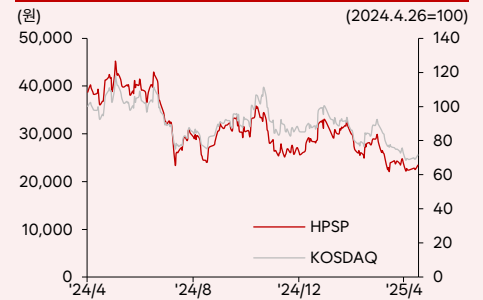
	2021	2022	2023	2024	2025F
매출액(십억 원)	92	159	179	181	205
YoY(%)	50.0	73.7	12.4	1.3	13.1
영업이익(십억 원)	45	85	95	94	105
OP 마진(%)	49.3	53.5	53.2	51.8	51.1
지배주주순이익(십억 원)	35	66	80	86	90
EPS(원)	532	903	989	1,040	1,074
YoY(%)	81.0	69.7	9.5	5.1	3.3
PER(배)	0.0	14.8	44.3	25.0	22.7
PSR(배)	0.0	6.1	19.9	11.9	9.9
EV/EBITDA(배)	N/A	10.4	35.3	20.3	16.8
PBR(배)	0.0	5.6	13.1	7.8	6.4
ROE(%)	81.1	53.2	34.0	31.1	30.0
배당수익률(%)	N/A	0.3	0.3	2.3	2.5

자료: 한국IR협회의 기업리서치센터

Company Data

현재주가 (5/14)	24,400원
52주 최고가	45,200원
52주 최저가	22,100원
KOSDAQ (5/14)	739.05p
자본금	42십억원
시가총액	2,037십억원
액면가	500원
발행주식수	83백만주
일평균 거래량 (60일)	53만주
일평균 거래액 (60일)	144억원
외국인지분율	20.44%
주요주주	프레스토제6호사모투자합자회사 39.28%
	한미반도체 외 1인 5.34%

Price & Relative Performance



Stock Data

주가수익률(%)	1개월	6개월	12개월
절대주가	0.4	-25.3	-33.8
상대주가	-3.7	-31.1	-22.8

참고

1) 표지 재무지표에서 안정성 지표는 '부채비율', 성장성 지표는 '매출액 증가율', 수익성 지표는 'ROE', 활동성지표는 '총자산회전율', 유동성지표는 '유동비율'임. 2) 표지 밸류에이션 지표 차트는 해당 산업군내 동사의 상대적 밸류에이션 수준을 표시. 우측으로 갈수록 밸류에이션 매력도 높음.



기업 개요

HP 고압 수소 어닐링 장비 전문 제조기업

풍산으로부터

장비사업 부문을 양수하면서

본격적인 사업 기반을 구축

HPSP는 2017년 3월 14일에 설립된 고압 수소 어닐링(Annealing) 장비 전문 제조기업이다. 설립 직후 풍산으로부터 반도체 공정 장비 사업 부문을 양수하면서 본격적인 사업 기반을 구축했다. 이후 꾸준히 글로벌 시스템 반도체 고객사에 첨단 선단공정 장비를 공급하며 입지를 넓혔고, 2022년 7월 15일에는 코스닥 시장에 성공적으로 상장하며 기술 중심 장비 기업으로서의 가치를 인정받았다.

HPSP는 설립 초기에 기존 산업용 고온 어닐링 기술이 한계에 부딪히고 있다는 문제의식에서 출발해, 비교적 저온인 환경에서도 고순도 수소를 공급하며 안정적으로 어닐링을 수행할 수 있는 장비를 목표로 연구개발을 집중했다. 어닐링이란 반도체 제조 과정에서 열처리를 통해 물질의 미세구조를 개선하고 결함을 제거하여 전기적 특성을 최적화하는 핵심 공정이다. 특히 초미세 반도체 구조에서는 원자 단위의 결함 제어가 필수적이며, 이는 최종 제품의 성능과 수율에 직접적인 영향을 미친다. HPSP는 연구개발 과정에서 수소의 확산 특성, 금속산화막 특성과의 상호작용, 장비 내 가스 균일성 확보 문제 등을 해결하며, 기술의 정밀성과 재현성을 높여 상용화 가능성을 입증했다. 2018년부터는 국내 유수의 연구기관 및 장비 벤더(공급사)와의 협업을 통해 장비 성능을 검증하고, 고객사(반도체 제조사) 니즈에 맞는 커스터마이징 역량을 확보하였다. 이 같은 선제적인 기술 집중과 고객 맞춤형 대응 전략이 상장 전 성장을 이끈 주된 동력이 되었다. 또한 지속적인 특허 포트폴리오 확장을 통해 핵심 기술에 대한 높은 지위를 강화하며 시장 내 경쟁우위를 확보했다.

HPSP는 설립 이듬해인 2018년부터 본격적으로 해외 고객사를 확보하기 시작했고, 대만의 반도체 제조사이자 파운드리 시장의 1위 기업인 TSMC으로 반도체 장비 공급을 시작으로 미세 공정 파운드리 시장에 진입하였다. 2021년에는 싱가포르에 현지 법인을 설립하며 아시아 지역 고객 대응 역량을 강화했고, 2022년에는 미국 법인을 세워 북미 시장의 영업 기반도 마련했다. 이러한 해외 확장은 기술력뿐만 아니라 서비스와 공급망 측면에서도 글로벌 기업으로서의 위상을 다지는 기반이 되었다.

HPSP 로고



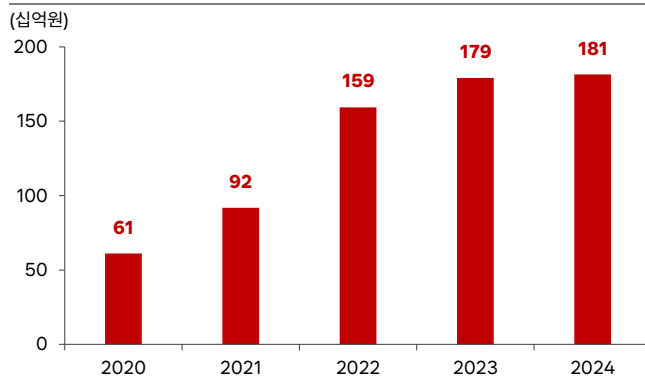
자료: HPSP, 한국IR협회의 기업리서치센터

HPSP 주요 제품 (고압 수소 어닐링 장비)



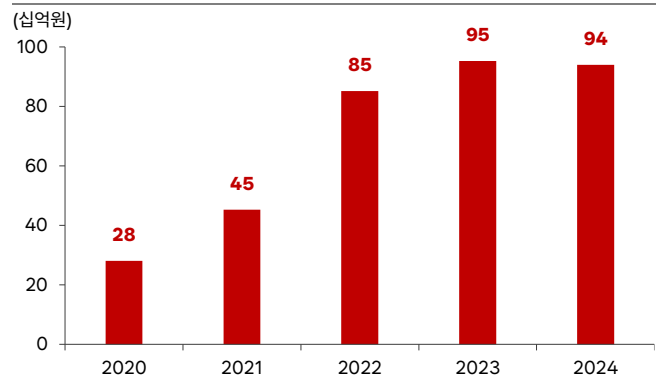
자료: HPSP, 한국IR협회의 기업리서치센터

HPSP 매출 (2020년~2024년)



자료: 에픽파이낸스, Quantwise, 한국IR협회의 기업리서치센터

HPSP 영업이익 (2020년~2024년)



자료: 에픽파이낸스, Quantwise, 한국IR협회의 기업리서치센터

코스닥 시장에 상장하기 이전부터**세계 최대 파운드리 업체인****TSMC에 고압 수소 어닐링****장비를 공급**

2024년 기준, 고압수소 어닐링 장비(제품명: GENI-SYS)가 HPSP의 매출 비중에서 90% 이상을 차지하고 있다. 전술했던 바와 같이 어닐링은 웨이퍼를 고온에서 가열 후 냉각하여 트랜지스터의 계면(interface: 서로 다른 두 물질이 만나는 경계면 또는 접촉면) 결함을 제거하고 전기적 특성을 개선하는 공정으로, 특히 고집적화된 회로에서 성능을 좌우하는 핵심 기술이다. 기존 공정의 한계를 극복하고자 HPSP는 450°C 이하의 상대적으로 낮은 온도에서 수소 환경을 구현할 수 있는 기술을 개발했다.

한국에서 설립된 대부분의 반도체 장비 회사들은 초기 시장 개척 시 지리적 접근성이 높은 삼성전자나 SK하이닉스와 같은 국내 메모리 반도체 제조사를 주요 고객사로 삼는 경우가 많다. 이는 반도체 장비 테스트나 유지보수 측면에서 물리적 근접성이 중요한 요소이기 때문이며, 국내 메모리 반도체 기업들이 오랜 기간 세계 시장을 주도해온 만큼 이들을 통한 검증이 곧 기술력의 입증이 되기 때문이다. HPSP는 이러한 경로와는 달리, 코스닥 시장에 상장하기 이전부터 세계 최대 파운드리 업체인 TSMC에 고압 수소 어닐링 장비를 공급하며 시스템 반도체 시장 중심의 글로벌 고객 기반을 확보했다. 이는 HPSP가 초기부터 글로벌 선단 공정 대응 기술을 보유하고 있었음을 방증하며, 메모리 반도체 고객사 위주의 편중이 아닌 로직 반도체 중심의 차별화된 성장 전략을 취해왔다는 점에서 반도체 장비 업체 업계 내에서도 이례적인 사례로 평가된다.

**반도체 및 전자재료 부품,
화학재료 제조 및 판매업을
사업 목적에 추가**

2023년부터 HPSP는 사업 영역을 확대하기 위해 정관을 변경하며 새로운 사업을 추가했다. 반도체 전공정 장비 외에도 반도체 및 전자재료 부품, 화학재료 제조 및 판매업을 사업 목적에 추가시켰다. 이 같이 밸류 체인 내에서 수평적으로 확장하는 것은 기존 반도체 장비(어닐링 장비)와 연계된 시너지를 창출하고, 매출 다각화를 도모하려는 전략의 일환으로 해석한다. 다만 아직 구체적인 투자나 제품화 단계에 이른 것은 아니며, 중장기적인 성장 기반 마련 차원의 포석이라고 판단한다.

**메모리 반도체 고객사까지
수요처가 확대**

현재 HPSP의 주력 제품은 앞서 언급된 바와 같이 고압 수소 어닐링(HPA: High Pressure Annealing) 장비이다. 어닐링 장비는 특히 10nm 이하 공정의 선단 파운드리 및 로직 공정에서 필수적인 설비로, 글로벌 고객사의 양산 라인에 납품되고 있다. 최근에는 메모리 반도체 고객사까지 수요처가 확대되고 있으며, 향후 하이브리드 본딩 등 첨단 패키징(Advanced Packaging), 이종 집적(Heterogeneous Integration) 분야에서도 HPA 장비가 적용될 가능성이 제기된다. 고객 다변화와 기술의 범용성이 맞물리며, HPSP는 전방 반도체 시장의 구조 변화 속에서도 안정적인 성장을 도모하고 있다.

주요 주주 구성

최대주주는

프레스토제6호사모투자합자회사,

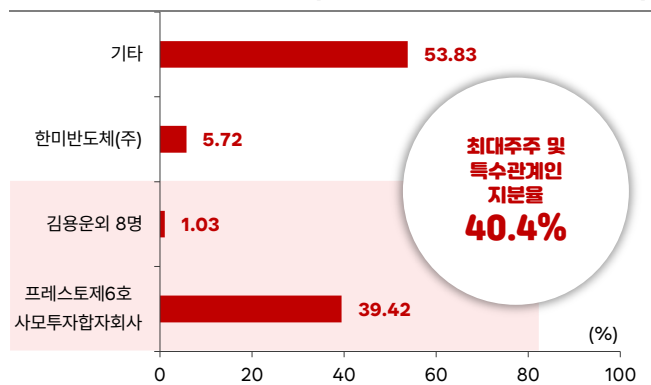
2대 주주는

한미반도체

2024년 12월 기준 HPSP의 최대주주는 프레스토제6호사모투자합자회사이다. 프레스토제6호사모투자합자회사는 32,800,000주(39.42%)를 보유한 최대주주로서 HPSP 경영의 안정성에 기여하고 있다. 프레스토제6호사모투자합자회사의 업무집행조합원은 크레센도에쿼티파트너스유한회사로 6.6%의 지분을 보유하고 있으며, 최대출자자는 제이엘씨파트너스 주식회사로 66.04%의 지분을 보유하고 있다. HPSP의 2대 주주는 한미반도체이다. 특수관계인을 포함하여 4,757,793주(5.72%)를 보유한 두 번째 주요 주주로, 반도체 장비 산업에서의 전략적 파트너십을 유지하고 있다.

다만, 2025년 5월 12일부로 HPSP의 최대주주가 프레스토제6호사모투자합자회사에서 히트2025홀딩스유한회사로 변경되었다. 그러나 이는 실질적인 지배구조 변화가 아닌 기술적인 변경이다. 프레스토제6호사모투자합자회사가 보유하고 있던 HPSP 보통주 32,800,000주(39.42%)를 현물 출자하여 히트2025홀딩스유한회사를 신설했다. 히트2025홀딩스유한회사는 프레스토제6호사모투자합자회사가 단독 발기인으로 설립한 법인으로, 프레스토제6호사모투자합자회사가 히트2025홀딩스유한회사의 지분 100%를 보유하고 있다. 따라서 지배구조의 연속성은 유지되고 있다.

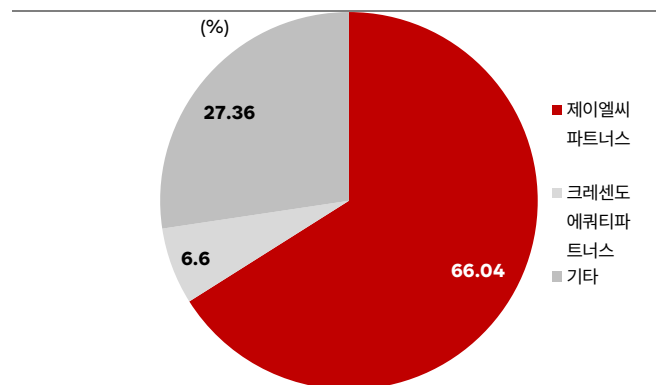
최대주주 및 특수관계인 주식소유 현황(프레스토제6호사모투자합자회사 및 임원)



주: 2024년 12월말 기준

자료: HPSP, 한국IR협회의 기업리서치센터

프레스토제6호사모투자합자회사 업무집행조합원 및 최대주주



주: 2024년 12월말 기준

자료: HPSP, 한국IR협회의 기업리서치센터



1 반도체 공정에서 어닐링 공정은 제품의 성능과 수율을 결정짓는 핵심 공정

어닐링 공정은 제품의 성능과 수율을 결정짓는 핵심 열처리 단계

반도체 공정에서 어닐링 공정은 제품의 성능과 수율을 결정짓는 핵심 공정이다. HPSP는 이러한 어닐링 공정 가운데에서도 고압 수소 환경에서 이루어지는 특수한 기술 영역에 집중해온 장비 기업이다. 특히 10nm 이하의 선단 공정이 본격화되면서, 기존의 어닐링 방식으로는 한계에 봉착했고, 이에 따라 새로운 기술적 접근이 요구되고 있다. HPSP가 주력으로 삼고 있는 어닐링 장비 산업의 기술적 배경과 시장 구조, 그리고 반도체 제조 생태계 내에서 어닐링 기술이 갖는 전략적 중요성에 대해 살펴보고자 한다.

HPSP의 기술과 어닐링 공정의 전략적 중요성 요약

항목	세부 설명	핵심 요점
공정 위치	반도체 전공정 중 열처리(어닐링) 단계	공정 후반의 핵심 열처리
공정 중요성	성능, 수율, 신뢰성 향상에 직접적 영향	어닐링 품질이 제품 성능 결정
기존 방식의 한계	RTP 등 기존 방식은 10nm 이하 미세 공정에서 물리적 한계	미세 공정에 부적합
HPSP의 기술	고압 수소(H ₂) 환경에서 수행되는 특수 어닐링 장비 기술	원자 수준 결함 회복
기술적 특징	계면 안정화, 손상 최소화, 균일한 활성화 가능	FinFET, GAA 구조에 적합
시장 변화 요인	선단 공정(10nm 이하), 3D 트랜지스터 채택 증가	어닐링 수요 급증 예상
전략적 의의	선단공정 최적화 장비 공급자로서의 위치 확립	생태계 내 전략적 핵심 기업

주: FinFET(Fin Field-Effect Transistor)과 GAA(Gate-All-Around) 구조는 최신 반도체 미세공정에서 사용되는 혁신적인 트랜지스터 아키텍처. FinFET은 기존의 평면 트랜지스터와 달리 수직으로 돌출된 '지느러미(fin)' 형태의 3차원 구조를 가지고 있어 전류 누설을 최소화하고 전기적 성능을 개선함. 한편 GAA는 FinFET의 진화된 형태로, 채널 주위를 게이트가 완전히 감싸는 구조를 채택해 4면에서 전류를 제어할 수 있어 성능과 전력 효율성 측면에서 장점을 제공함. 이러한 첨단 트랜지스터 구조들은 계면 안정성과 결함 제어가 매우 중요하며, 어닐링 기술이 필수적으로 적용됨

자료: 업계 자료, 한국IR협회의 기업리서치센터

반도체 공정에서 웨이퍼 내부의 반도체 소자들이 더 잘 작동하도록 도와주는 열처리 과정

어닐링(Annealing)은 반도체 공정에서 웨이퍼 내부의 반도체 소자들이 더 잘 작동하도록 도와주는 열처리 과정이다. 열처리 과정에서는 웨이퍼를 몇 백 도의 온도로 가열한 뒤 식히는데, 이는 Furnace(산업용 오븐이나 가마로, 반도체 웨이퍼를 정밀하게 제어된 온도로 가열할 수 있는 대형 장비)를 이용한 전통적인 방식부터 레이저나 램프를 활용한 급속 열처리 방식까지 다양한 기술로 구현된다.

어닐링의 목적은 크게 세 가지다. 첫째, 앞선 공정에서 웨이퍼에 가해졌던 미세한 압력이나 손상(이를 '스트레스'라고 한다)을 풀어주어(해결하며) 재료의 구조를 안정되게 만든다. 둘째, 웨이퍼 안에 의도적으로 주입한 불순물(도핑된 불순물)이 실제로 제 기능을 하도록 에너지를 주는 과정을 '불순물 활성화'라고 하는데, 어닐링이 바로 그 역할을 한다. 셋째, 층과 층 사이의 경계면, 즉 계면에 미세한 결함이 생기면 전류가 제대로 흐르지 않거나 소자의 수명이 짧아질 수 있는데, 어닐링은 이런 계면 결함을 줄여준다. 결과적으로 어닐링 공정이 정밀하게 수행될 경우 반도체 내부에서 전류가 더 원활하게 흐를 수 있으며(전도 특성 개선), 소자의 성능과 신뢰성도 향상된다.

어닐링 공정의 주요 목적

목적	설명	기대 효과
스트레스 제거	앞선 공정에서 발생한 미세한 물리적 손상이나 내부 응력(스트레스)을 해소	재료 구조 안정화, 소자 신뢰성 향상
불순물 활성화	도핑된 불순물(예: 보론, 인)을 전기적으로 활성화시켜 반도체 성질 구현	소자 성능 극대화, 전기적 특성 확보
계면 결함 감소	층간 또는 산화막/기판 계면의 결함을 줄여 전자 이동 방해 요소 제거	전도성 향상, 누설 전류 감소, 수명 연장

자료: 업계 자료, 한국R협의회 기업리서치센터

어닐링 공정은 이미 만들어진 구조에 열을 가해 눈에 보이지 않는 내부 성질을 바꾸는 일종의 '숨은 영웅' 같은 공정

어닐링은 노광, 식각, 증착 공정보다 상대적으로 잘 알려지지 않은 반도체 제조 공정이다. 반도체를 만들 때는 여러 단계가 있는데, 많은 사람들이 알고 있는 공정들은 눈에 확 띄는 변화를 유발한다. 예를 들어, 노광은 마치 도면을 그리는 것처럼 회로 패턴을 만들고, 식각은 그 패턴대로 파내고, 증착은 새로운 물질을 쌓는 과정이다.

증착 공정은 마치 빵 위에 다양한 재료를 층층이 쌓아 올리는 것과 비슷하다. 기본 빵(기판) 위에 버터(절연층)를 바르고, 그 위에 치즈(금속층)를 올리고, 다시 그 위에 햄(또 다른 절연층)을 올리는 식이다. 각 층은 서로 다른 역할을 하며 함께 작동해야 완성된 샌드위치(반도체 소자)가 제대로 기능을 할 수 있다. 이렇게 눈으로 확인할 수 있는 물질의 적층 과정이 증착 공정의 본질이다. 이런 공정들은 "아, 뭔가 만들어지고 있구나"라고 직관적으로 이해할 수 있다. 물리적인 구조에 확실한 변화가 생기기 때문이다.

하지만 어닐링은 좀 다르다. 이미 만들어진 구조에 열(에너지)을 가해 눈에 보이지 않는 내부 성질을 바꾸는 일종의 숨은 영웅 같은 공정이다. 마치 빵을 고온에서 구운 후 실온에서 식히며 맛을 더 좋게 하는 과정과 비슷하다. 겉으로는 큰 변화가 없지만, 빵 맛의 품질을 결정짓는 중요한 단계인 것과 같다.

그래서 오랫동안 어닐링은 그저 '반도체 공정 중에서 눈에 보이지 않게 일어나는 기술적인 과정' 정도로만 여겨졌다. 그러나 반도체 기술이 점점 더 미세해지면서(반도체 회로가 머리카락 두께의 1/10,000 ~ 1/100,000 수준까지 작아지면서), 이 눈에 보이지 않는 공정이 실제로 반도체의 성능과 수명을 좌우하는 핵심 요소로 다시 주목받고 있다. 쉽게 말해, 반도체 공정에서 미세한 회로 구조를 만드는 것만큼이나, 그 구조가 제대로 작동하도록 내부 품질을 조절하는 어닐링의 역할이 훨씬 더 중요해진 것이다.

반도체 주요 공정 설명

공정	비유적 설명	공정의 본질 및 역할
노광(Photolithography)	마치 도면을 빛으로 그리는 작업처럼, 회로 패턴을 웨이퍼 위에 인쇄	감광액(photoresist)을 웨이퍼 위에 바른 뒤 빛을 쏘아 특정 영역만 선택적으로 노출 시킴 → 이후 식각과 증착 공정을 위한 정밀한 회로 설계 기반 을 마련
식각(Etching)	그려진 도면을 따라 조각칼로 재료를 파내는 조각 작업	노광에서 형성된 패턴을 기준으로 웨이퍼의 필요 없는 부분을 화학적(습식) 또는 물리적(건식) 방법으로 제거 → 회로 구조 형성의 핵심 단계
증착(Deposition)	빵 위에 버터, 치즈, 햄을 층층이 올려서 샌드위치를 만드는 것처럼, 여러 물질을 차곡차곡 쌓음	절연막, 금속막, 산화막 등을 정확한 두께와 순서로 적층 하여 반도체 소자의 전기적 기능과 연결 구조를 구현
어닐링(Annealing)	빵을 구운 뒤 실온에서 식히며 식감과 맛을 완성하듯, 눈에 보이지 않지만 내부 성질을 개선	고온에서 웨이퍼를 열처리 해 스트레스 해소, 불순물 활성화, 계면 결함 제거를 수행 → 전기적 특성과 신뢰성 향상에 필수적인 열공정

자료: 업계 자료, 한국R협의회 기업리서치센터

기존의 어닐링 공정으로는

주로 RTP(Rapid Thermal Processing) 방식이 사용

기존의 어닐링 공정으로는 주로 퍼니스 어닐링(Furnace Annealing)과 RTP(Rapid Thermal Processing) 방식이 사용되었다. 퍼니스 어닐링은 웨이퍼를 수심 분에서 수 시간에 걸쳐 서서히 가열하는 방식으로, 주로 대량 공정과 균일한 열처리가 요구되는 공정에 적합하다. 이에 비해 RTP 방식은 웨이퍼를 매우 짧은 시간 동안 고온(600°C에서 최대 1,100°C 수준)으로 가열해 물성을 조절하는 방식인데, 어닐링 공정을 간단하고 빠르게 마칠 수 있다는 장점이 있어 최근 미세 공정에서는 보다 선호되고 있다.

고온 어닐링 장비(RTP 포함)를 공급하는 대표적인 미국 반도체 장비사는 어플라이드 머티어리얼즈(Applied Materials)다. 이 회사는 전 세계적으로 가장 큰 반도체 장비 제조사 중 하나로, 어닐링 공정 장비 외에도 증착 공정 장비, 식각 공정 장비 등 다양한 전공정 장비를 포트폴리오에 포함하고 있으며, 과거 수십 년간 RTP 장비의 글로벌 표준 공급사로 역할을 담당했다.

퍼니스 어닐링(Furnace Annealing)과 RTP(Rapid Thermal Processing) 비교

구분	퍼니스 어닐링(Furnace Annealing)	RTP(Rapid Thermal Processing)
가열 방식	저항 히터로 둘러싼 긴 챔버에서 서서히 가열	고출력 램프(적외선)로 순간적으로 가열
가열/냉각 시간	수십 분에서 수 시간 소요	수 초~수 분 이내 처리 가능
온도 제어	상대적으로 느리고 균일함	빠르며 정밀한 온도 제어 가능
적정 공정	대량 처리, 산화 공정, 불순물 제거 등	이온 주입 활성화, 급속 산화, 재결정화 등
온도 범위	일반적으로 300~1,100°C	약 600~1,100°C (더 빠르게 도달 가능)
특징	생산성은 높지만 속도 느림, 열 손상 가능	속도 빠르고 열 손상 적음, 미세 공정 적합
용도 예시	Thermal Oxidation(웨이퍼(주로 실리콘) 표면에 산소 또는 수증기를 고온에서 주입해 실리콘 산화막(SiO ₂)을 형성) PSG REFLOW(PSG(인)이 첨가된 실리케이트 유리)막을 고온에서 가열해, 표면을 매끄럽게 만드는 공정)	소자 활성화, 게이트 산화막 형성 등

자료: 업계 자료, 한국IR협회의 기업리서치센터

어닐링 공정이

반도체 제조에서

특히 중요해진 계기 중 하나는

‘로직 반도체’의 미세화가

급속히 진행되었기 때문

어닐링 공정이 반도체 제조에서 특히 중요해진 계기 중 하나는 '로직 반도체(logic semiconductor)'의 미세화가 급속히 진행되었기 때문이다. 로직 반도체란 데이터를 저장하는 메모리 반도체와 달리, 계산이나 명령 처리 같은 '두뇌 역할'을 하는 칩을 말한다. 대표적인 예로 중앙처리장치(Central Processing Unit, CPU), 그래픽처리장치(Graphics Processing Unit, GPU), 신경망처리장치(Neural Processing Unit, NPU), 그리고 스마트폰의 애플리케이션 프로세서(Application Processor, AP) 등이 있다. 이 중 GPU는 3차원 그래픽 연산이나 고속 병렬 연산에 특화되어 있어 인공지능(AI) 학습용 반도체로도 많이 활용되며, NPU는 인간의 뇌처럼 작동하는 인공지능망 알고리즘을 빠르게 처리하는데 최적화된 장치이다.

이러한 로직 칩들은 더 높은 연산 성능과 에너지 효율을 동시에 달성하기 위해 점점 더 회로의 선폴을 줄이는 방향으로 개발되고 있으며, 이를 '공정 미세화'라고 한다. 과거 110나노미터, 90나노미터(nanometer, nm) 수준이던 공정은 지금 5nm, 3nm 수준까지 줄어들었고, 일부 기업은 2nm 이하 공정도 개발하고 있다. 문제는 이렇게 작아질수록 회로 간 간섭이나 누설 전류 같은 문제가 커지고, 아주 미세한 결함도 전체 동작에 큰 영향을 미친다는 점이다. 따라서 완성된 회로의 전기적 특성을 안정화시키는 어닐링(annealing) 공정이 점점 더 중요해졌고, 특히 로직 반도체 제조에서 어닐링 장비의 성능이 전체 칩 품질에 직접적으로 연결되게 된 배경이 되었다.

**High-K(고유전율) 물질을
적극적으로 도입한 것은 로직
반도체 분야에서 어닐링 공정의
중요성을 획기적으로 높인
전환점으로 작용**

2007년 인텔이 45nm 로직 반도체 공정에서 High-K(고유전) 물질을 적극적으로 도입한 것은 로직 반도체 분야에서 어닐링 공정의 중요성을 획기적으로 높인 전환점이 되었다. 고유전 물질이란 쉽게 말해 '전기를 통과시키지 않으면서도 전하를 잘 저장할 수 있는 물질을 의미한다. 대표적으로 hafnium 산화물, zirconium 산화물, aluminum 산화물 등이 여기에 속한다. 이전까지 반도체 산업에서는 실리콘 산화물을 절연체로 사용했지만, 공정이 미세화 될수록 물질이 너무 얇아져 전류가 새는 문제가 발생했다. 이에 비해 고유전율 물질은 얇게 만들어도 충분한 절연 효과를 유지할 수 있어 미세 공정의 핵심 기술로 자리 잡았다.

**고유전 물질을 사용할수록 계면을
안정화시키는 공정이 필수적**

High-K(고유전) 물질은 전술했던 바와 같이 전하를 잘 저장하는 특성 덕분에 얇은 두께로도 충분한 절연 효과를 낼 수 있어 미세 공정에서 누설 전류를 줄이는 데 효과적이다. 하지만 유전율이 높다는 것은 그만큼 전기적으로 더 민감한 물질이라는 뜻이기도 하다.

High-K 물질은 실리콘 기판(웨이퍼, silicon wafer)과의 화학적 결합력이 기존 실리콘 성분의 산화막보다 약해, 트랜지스터 게이트와 채널 사이의 계면(interface)에서 불완전한 결합이나 산소 결손(oxygen vacancy) 같은 구조적 결함이 발생하기 쉽다. 이러한 계면 결함은 반도체 소자의 문턱전압(Threshold Voltage: 수도꼭지를 틀기 시작해서 물이 실제로 나오기 시작하는 최소한의 힘처럼 반도체 소자에서 트랜지스터 내부에 전류가 흐르기 시작하는 시점을 결정하는 전기적 특성. 문턱전압 값이 너무 높으면 소자가 제대로 작동하지 않거나 전력 소모가 증가하고, 너무 낮으면 원치 않는 누설 전류가 발생)을 불안정하게 만들고, 누설 전류(트랜지스터가 완전히 꺼진 상태에서도 흐르는 원치 않는 전류) 증가나 소자 수명 단축(게이트 산화막 열화, 전자 이동 현상(일렉트로마이그레이션) 등이 가속화되어 소자의 정상 작동 기간이 단축) 등의 문제를 일으킨다.

따라서 고유전 물질을 사용할수록 계면(interface: 서로 다른 두 물질이 만나는 경계면 또는 접촉면)을 안정화시키는 공정이 필수적이며, 바로 이 지점에서 어닐링(annealing) 공정이 핵심 역할을 하게 된다. 고압 수소 환경에서 어닐링을 수행하면, 수소 원자가 실리콘 계면에 존재하는 매달린 전자결합(dangling bond)을 채워 계면 결함을 전기적으로 비활성화(passivation)시킬 수 있고, 이를 통해 고유전 물질의 단점을 보완하면서도 성능을 유지할 수 있게 된다.

대표적인 High-K (고유전) 물질

물질명	유전율	특징 및 용도
Hafnium Oxide (HfO ₂)	20~25	45nm 공정부터 인텔이 채택. 안정적이며 실리콘과의 호환성이 뛰어나 널리 쓰임
Zirconium Oxide (ZrO ₂)	22~25	유전율 높고 열 안정성 우수. 하지만 계면 결함 이슈로 단독 사용은 제한적
Aluminum Oxide (Al ₂ O ₃)	9~10	계면 특성이 우수해 인터페이스 보조층으로 활용. 유전율은 낮은 편
Tantalum Pentoxide (Ta ₂ O ₅)	25~40	유전율 매우 높아 커패시터에 적합. 누설 전류가 문제되어 트랜지스터 적용에는 제한적
Titanium Dioxide (TiO ₂)	80~100	매우 높은 유전율. 그러나 열 안정성 및 계면 품질 문제로 실제 적용은 제한적
Lanthanum Oxide (La ₂ O ₃)	27~30	높은 유전율. 하지만 수분 흡수로 인한 불안정성이 단점. 실용화 연구 중
Yttrium Oxide (Y ₂ O ₃)	14~18	화학적 안정성이 뛰어나고 실리콘과 계면 특성도 양호. 일부 연구 프로젝트 또는 보조층에 사용

자료: 업계 자료, 한국IR협회의 기업리서치센터

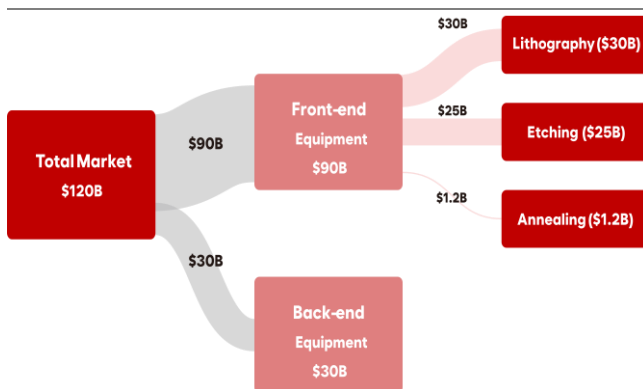
미세 공정이 본격화되면서 어닐링 공정의 기술적 중요성과 전략적 가치는 빠르게 부각

글로벌 반도체 어닐링 장비 시장은
약 12억 달러(USD 1.2 billion)
규모로 추정되며, 2033년에는
25억 달러에 이를 것

그렇다면 반도체 공정 장비 시장 중 어닐링 장비 시장은 얼마 정도의 규모이며, 어느 정도의 속도로 성장하고 있을까? 2024년 기준, 글로벌 반도체 어닐링 장비 시장은 약 12억 달러(USD 1.2 billion) 규모로 추정되며, 2033년에는 25억 달러에 이를 것으로 전망되고 있다. 이는 2025년부터 2033년까지 연평균 8.5%의 성장률(CAGR)을 기록할 것으로 예상된다. 업계에서는 통상적으로 어닐링 장비가 전체 전공정 장비 시장에서 차지하는 비중이 크지 않다고 보는데(2% 미만), 미세 공정이 본격화되면서 어닐링 공정의 기술적 중요성과 전략적 가치는 빠르게 부각되고 있다.

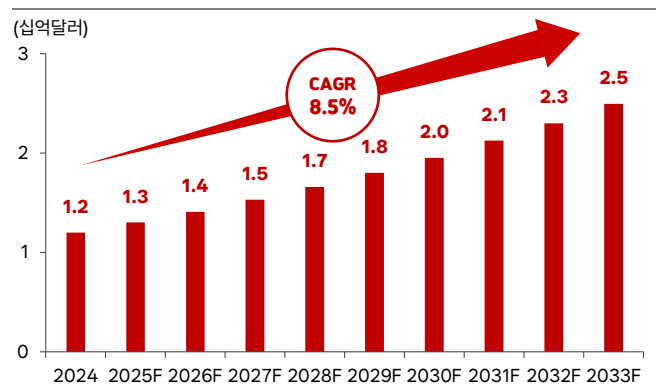
어닐링 장비 시장의 이러한 성장세는 반도체 공정의 진화에 따른 필연적 수요 증가에 기인한다. 특히 로직 반도체 중심의 선단 공정에서는 10nm 이하의 미세 선폴이 일반화되고 있으며, 이 과정에서 웨이퍼 내부의 계면 결함 제거, 불순물 활성화, 전기적 특성의 안정화를 동시에 요구하는 정밀 열처리 공정이 필수가 되었다. 기존의 RTP(Rapid Thermal Processing) 방식만으로는 처리 균일성이나 계면 안정성 확보에 한계가 명확해지면서, 차세대 어닐링 기술이 주목받고 있는 배경이다.

반도체 공정 장비 시장 중 어닐링 장비 시장은 12억 달러 규모로 추정



자료: 글로벌 반도체 장비사 실적 발표 자료, 한국IR협회의 기업리서치센터

2033년에는 25억 달러에 이를 것으로 전망



자료: www.verifiedmarketreports.com, 한국IR협회의 기업리서치센터

온도 도달 속도, 균일성, 에너지
효율성, 공정 적용 단계 등에 따라
구분

반도체 어닐링 중에서 대표적인 어닐링 방식으로는 Rapid Thermal Annealing (RTA), Conventional Furnace Annealing, Laser Annealing이 있으며, 최근에는 Plasma Annealing과 Flash Annealing 같은 고속·저온 특화 공정도 주목받고 있다. 각 방식은 온도 도달 속도, 균일성, 에너지 효율성, 공정 적용 단계 등에 따라 차별화된 기술적 특성과 용도를 갖는다. 다양한 어닐링 기술은 공정의 정밀도 향상과 소자의 성능 안정화를 가능하게 하며, 특히 10nm 이하 선단 공정에서는 공정 선택이 소자 수명과 수율에 직접적인 영향을 미친다. 예를 들어, RTA는 급속 가열이 가능한 반면, Laser Annealing은 미세 영역에 선택적으로 열을 가할 수 있어 FinFET이나 GAA와 같은 고집적 회로에서 활용도가 높다. Flash Annealing이나 Plasma Annealing은 저온·단시간 공정이 가능해 3D 구조 반도체나 민감한 재료에도 적합하다. 각 공정의 특징과 용처는 다음과 같다.

어닐링 공정 종류별 요약표

어닐링 방식	기술적 특징	주요 활용 예시
Conventional Furnace Annealing	대량 처리에 적합, 온도 균일성 우수	Thermal Oxidation, PSG reflow
Rapid Thermal Annealing (RTA)	수 초 내 고온 도달, 공정 시간 짧음	이온 주입 활성화, 표면 산화
Laser Annealing	선택적 국소 가열, 고밀도 회로에 적합	FinFET, GAA, 로직 반도체
Plasma Annealing	저온에서 열 효과 구현, 손상 적음	민감한 계면 물질, 박막 공정
Flash Annealing	매우 짧은 시간 고온 도달, 빠른 냉각	3D 구조, 저온공정 최적화
High-Pressure Hydrogen Annealing (HPA)	저온에서도 높은 반응성, 수소 확산 증가, 손상 최소화	10nm 이하로 미세화된 로직 반도체, 고유전 박막, 금속 게이트 안정화

자료: 업계 자료, 한국IR협회의 기업리서치센터

Conventional Furnace
Annealing:
대량 처리에 적합

Conventional Furnace Annealing: 퍼니스 어닐링은 고온의 가마 형태의 챔버에 웨이퍼를 넣고 수십 분에서 수 시간에 걸쳐 천천히 가열하는 전통적인 방식이다. 여기서 '퍼니스(furnace)'란 정밀하게 온도가 제어되는 산업용 가마(물건을 구워내거나 열처리하기 위해 고온으로 가열할 수 있게 만든 밀폐된 공간)로, 반도체 공정에서는 주로 수평형 또는 수직형 구조의 대형 장비가 사용된다. 퍼니스 어닐링 방식은 온도 균일성과 공정 반복성이 뛰어나 대량 처리에 적합하며, 한 번에 50~200장의 웨이퍼를 동시에 처리할 수 있어 생산성 측면에서 장점이 있다.

퍼니스 어닐링의 주요 응용 분야로는 산화막 성장이나 PSG(Phospho-Silicate Glass) reflow 공정 등이 있다. 산화막 성장(oxide growth)은 실리콘 웨이퍼 표면에 이산화규소층을 형성하는 과정으로, 트랜지스터의 게이트 절연층이나 소자 간 절연을 위해 필수적이다. PSG는 반도체 소자 층 사이의 절연 및 평탄화 역할을 담당한다. PSG reflow 공정은 약 1,000°C 내외의 고온에서 부분적으로 녹여 표면을 매끄럽게 만드는 과정이다.

퍼니스 어닐링은 또한 도핑된 불순물의 활성화와 확산, 결정 결함 치유, 스트레스 완화 등 다양한 목적으로 활용된다. 특히 고온에서 장시간 처리하기 때문에 결정 구조의 완벽한 회복과 불순물의 균일한 분포를 얻을 수 있어, 안정적인 전기적 특성이 요구되는 부분에 적합하다.

하지만 퍼니스 어닐링 방식은 몇 가지 단점도 가지고 있다. 먼저 공정 시간이 길어 생산 주기가 증가하며, 고온에서 장시간 노출됨에 따라 열 확산(thermal diffusion)으로 인한 인접 영역 손상이 발생할 수 있다. 열 확산은 도핑된 불순물이 의도치 않게 주변으로 퍼져나가는 현상으로, 이는 반도체 소자의 미세한 구조를 흐트러뜨릴 수 있다. 또한 가열과 냉각 과정에서 발생하는 열 응력(thermal stress)이 웨이퍼를 휘게 만들거나 미세한 균열을 일으킬 가능성도 있다.

이러한 이유로 7nm, 5nm 등 10nm 미만에서의 미세 공정에서는 퍼니스 어닐링이 제한적으로 활용되고 있으며, 대신 RTA(Rapid Thermal Annealing)나 레이저 어닐링과 같은 더 정밀하고 빠른 열처리 방식이 선호되는 추세이다. 그럼에도 불구하고, 퍼니스 어닐링은 대면적 산화막 형성이나 고품질 결정 구조가 필요한 경우에는 중요한 기술로 남아있다.

Conventional Furnace Annealing 방식의 특징

구분	내용	비고 / 예시
정의 및 방식	산업용 가마(furnace)에서 수십 분~수 시간 동안 웨이퍼를 천천히 가열하는 방식	수평형/수직형 퍼니스 사용, 온도 균일성 우수
장점	대량 처리 가능, 공정 반복성 우수, 결정 결함 치유 및 불순물 분포 균일화에 효과적	50~200장 웨이퍼 동시 처리 가능
주요 응용 분야	산화막 성장, PSG reflow, 도핑 활성화, 결정 구조 결함 복원, 스트레스 완화	산화막(oxide growth), PSG 평탄화 등
온도 조건	일반적으로 800~1,050°C 범위에서 사용	PSG reflow의 경우 약 1,000°C
한계점	공정 시간 길고 열 확산 발생 가능, 미세공정(10nm ↓)에서 구조 손상 우려	Thermal diffusion, thermal stress 문제
적합한 분야	고품질 산화막 형성, 안정적인 전기 특성 요구되는 공정	초기 산화막 증착, 정밀 도핑 구조 형성에 여전히 활용 중

자료: 업계 자료, 한국IR협회의 기업리서치센터

Rapid Thermal Annealing

(RTA):

급속 가열해 열 손상 최소화

Rapid Thermal Annealing (RTA): RTA는 웨이퍼를 수 초 내로 수백~1,000°C 이상까지 급속히 가열한 뒤 빠르게 냉각시키는 방식이다. 고출력 램프나 적외선 광원을 사용해 웨이퍼의 표면 온도를 빠르게 올릴 수 있어, 공정 시간이 짧고 열 손상을 줄이는 데 유리하다. RTA 기술은 이온 주입 후 활성화, 박막 산화막 형성, 재결정화 등에서 폭넓게 사용된다. 이온 주입(ion implantation)이란 반도체 웨이퍼에 특정 전기적 특성을 부여하기 위해 보론(B), 인(P), 비소(As) 등의 이온을 고속으로 주입하는 공정이다. 실리콘 소재의 입장에서 이러한 이온들이 불순물에 해당하지만, 반도체 동작에 필수적인 P형 또는 N형 특성을 만들어내는 중요한 요소이다. 이온 주입 과정에서 반도체 결정 구조가 손상되는데, RTA를 통해 이 손상된 구조를 복구하고 이온을 활성화시킨다. 박막 산화막(thin oxide film)은 트랜지스터의 게이트 산화막이나 절연층으로 사용되는 매우 얇은 막으로, RTA를 통해 고품질의 산화막을 형성할 수 있다. 또한 재결정화(recrystallization) 과정을 통해 비정질(무질서한 원자 배열) 상태의 실리콘을 결정질(규칙적인 원자 배열) 상태로 변환시켜 전기적 특성을 개선한다.

Laser Annealing:

특정 부위만 국소적으로 가열

Laser Annealing: 레이저 어닐링은 고에너지 레이저 빔을 웨이퍼 표면에 짧은 시간 동안 조사하여 특정 부위만 국소적으로 가열하는 방식이다. 이 방식은 고온을 매우 짧은 시간 동안 국소 영역에만 집중시킬 수 있어, 선택적 어닐링이 가능하고, 웨이퍼 전체의 열 손상을 최소화할 수 있다. 웨이퍼(wafer)란 실리콘을 얇은 원판 형태로 가공한 것으로, 반도체 칩을 만드는 기본 재료이다. 이렇게 가공된 웨이퍼 위에 수많은 반도체 회로가 구현되는 것이다. 특히 레이저 어닐링은 FinFET(Fin Field-Effect Transistor, 기존의 평면 트랜지스터와 달리 수직으로 돌출된 '지느러미(fin)' 형태의 구조를 가진 3차원 트랜지스터)이나 GAA(Gate-All-Around, 채널 주위를 게이트가 완전히 감싸는 구조의 차세대 트랜지스터 기술)와 같은 고집적 로직 반도체 공정에서 사용된다.

Plasma Annealing:

전통적 열처리보다 훨씬 낮은

200~500°C 범위에서 진행

Plasma Annealing: 플라즈마 어닐링은 고온 열처리 대신, 저온에서 플라즈마(이온화 기체)를 이용해 물질의 특성을 변화시키는 방식이다. 여기서 플라즈마란 기체가 매우 높은 에너지를 받아 전자와 이온으로 분리된 상태를 말하며, 고체, 액체, 기체에 이은 '물질의 제4상태'로 불린다. 플라즈마는 전기적으로 중성이지만 자유 전자(이온과 전자)를 포함하고 있어 전기장이나 자기장에 민감하게 반응하는 특성을 가진다. 플라즈마 어닐링 공정에서는 주로 아르곤(Ar), 수소, 질소, 산소 등의 기체를 이용하여 플라즈마를 생성한다. 이 과정에서 생성된 고에너지 이온들이 반도체 표면과 충돌하면서 열처리와 유사한 효과를 만들어내지만, 전체적인 공정 온도는 전통적 열처리보다 훨씬 낮은 200~500°C 범위에서 진행된다. 전통적 방식보다 온도 부담이 낮고, 미세한 박막이나 민감한 재료에도 적용이 가능하다는 장점이 있다.

Flash Lamp Annealing:
기존에 쌓인 소자나 층에 열로
인한 손상을 최소화할 수 있는
고정밀 공정

Flash Lamp Annealing: 플래시 어닐링(Flash Lamp Annealing)은 제논(Xenon) 램프(제논 가스를 담은 석영 관(튜브) 내에서 전기 방전을 통해 빛을 발생시키는 장치)나 고출력 광원을 이용해 매우 짧은 시간 동안 웨이퍼 표면을 고온으로 순간 가열하는 방식이다. '플래시'라는 이름처럼, 이 공정은 밀리초(millisecond) 단위의 짧은 시간 안에 강한 빛 에너지를 쏘아 웨이퍼 표면만 빠르게 가열한다. 중요한 점은, 이 짧은 시간 안에 냉각이 곧바로 이뤄지기 때문에 열이 웨이퍼 내부 깊숙이 침투할 시간은 거의 없다는 것이다. 이 덕분에 웨이퍼 표면의 전기적 성질이나 결정 구조는 바꿀 수 있지만, 기판 전체나 하부 구조에는 거의 영향을 주지 않는다. 즉, 열처리의 이점은 그대로 살리면서도, 기존에 쌓인 소자나 층에 열로 인한 손상을 최소화할 수 있는 고정밀 공정인 셈이다. 플래시 어닐링 기술은 특히 여러 층이 쌓인 구조에서 유용하다. 위쪽 층을 가열할 때 아래쪽 층이 영향을 받으면 안 되기 때문에, 빠르게 표면만 가열하고 식히는 방식이 필요하기 때문이다. 또한 유연소자(flexible electronics)나 열에 민감한 박막 재료를 사용하는 공정, 또는 전력 소비를 줄여야 하는 에너지 효율 중심의 공정에도 적합하다. 고성능이면서도 정밀하고, 웨이퍼에 부담을 주지 않는 열처리 방식이라는 점에서, 앞으로 미세공정 및 차세대 반도체 분야에서 활용도가 더욱 커질 것으로 전망한다.

High-Pressure Hydrogen Annealing(HPA): 고압 수소 어닐링은 수소 가스를 수십에서 수백 기압으로 압축한 상태에서, 비교적 낮은 온도로 웨이퍼를 처리하는 어닐링 방식이다. 고압 수소 환경은 일반적인 열처리보다 수소 분자의 반응성을 극대화시켜, 금속 산화물 제거, 계면 결함(passivation) 감소, 유전막 개선 등에 매우 효과적이다. 특히 고온에서 녹거나 변형되기 쉬운 금속 게이트 구조를 사용하는 로직 반도체에서는 고온 어닐링이 치명적인 손상을 줄 수 있어, 저온 고압 어닐링 방식이 대안으로 주목받고 있다.

기존의 Rapid Thermal Annealing(RTA)이나 Conventional Furnace Annealing 방식은 높은 열 에너지를 사용하여 소자의 특성을 개선하는 반면, 고압 수소 어닐링은 상대적으로 낮은 온도에서도 높은 수소 확산성과 화학 반응성을 확보할 수 있어 미세 공정에서 더욱 안정적인 물리적·전기적 특성을 구현할 수 있다. 또한, 수소는 실리кон 표면의 dangling bond(비결합 전자쌍)를 포화시켜 트랩 밀도(trap density)를 줄이고, 표면 이동도 향상에도 기여할 수 있다.

고압 수소 어닐링 기술은 특히 10nm 이하의 첨단 로직 반도체 공정, 고유전율(high-k) 박막 절연층, 금속 게이트(Metal Gate) 구조, 3D 낸드나 DRAM 등에서 활용성이 높다.

소자 수준에서의 완벽한 신뢰성과
일관성이 그 어느 때보다
중요해지고 있어
어닐링 공정의 위상은
높아지는 중

이처럼 반도체 제조 공정에서 어닐링은 하나의 단일 열처리 방식에 국한되지 않고, 시대의 기술적 요구사항에 맞춰 지속적으로 진화해온 핵심 공정군이라 할 수 있다. 전통적인 퍼니스 어닐링에서 출발해 RTA, 레이저 어닐링, 플라즈마 어닐링에 이르기까지, 각 방식은 서로 다른 기술적 장점과 응용 분야를 가지며 반도체 산업의 기술 혁신을 뒷받침해왔다.

특히 주목할 점은 인공지능(AI) 시대가 본격화되면서 반도체 산업의 패러다임이 크게 변화하고 있다는 사실이다. AI 연산에 최적화된 반도체, 이른바 'AI 반도체'는 고성능 연산 능력과 저전력 특성, 그리고 고집적 구조를 동시에 충족해야 하는 까다로운 요구사항을 가진다. 대규모 병렬 처리를 위한 수천 개의 연산 코어, 초고속 메모리 인터페이스, 효율적인 열 관리 시스템 등이 하나의 칩에 통합되면서, 소자 수준에서의 완벽한 신뢰성과 일관성이 그 어느 때보다 중요해지고 있다.

이러한 맥락에서 어닐링 공정의 위상은 더욱 높아지고 있다. 나노미터 수준의 미세한 결함을 제어하고, 전자의 이동도와 같은 전기적 특성을 정밀하게 조율하는 어닐링 기술은 AI 반도체의 성능 한계를 결정짓는 중요한 변수가 되었다. 예

를 들어, GPU나 NPU와 같은 AI 가속기에서는 트랜지스터 간 특성 편차가 전체 칩의 성능 균형과 수율에 직접적인 영향을 미친다. 어닐링 공정을 통해 반도체 내부의 불순물 분포를 정밀하게 제어하고 결정 구조를 최적화함으로써, 이러한 트랜지스터 간의 성능 차이를 최소화하여 전체 칩의 균일성과 성능을 향상시킬 수 있다.

또한 3D 적층 구조나 이종 집적(heterogeneous integration) 기술이 보편화되면서, 서로 다른 물질 간 계면 특성을 정밀하게 제어하는 저온 어닐링 기술의 중요성도 커지고 있다. 실리콘과 게르마늄, III-V족 화합물 등 다양한 물질을 하나의 시스템에 통합하는 과정에서, 각 소재의 고유한 특성을 손상시키지 않으면서도 안정적인 접합을 형성하는 기술이 필수적이다. 이 지점에서 플라즈마 어닐링이나 선택적 레이저 어닐링과 같은 첨단 기술이 빛을 발한다.

이제 어닐링은 단순한 후처리 공정의 지위를 넘어, AI 반도체의 성능 한계를 끌어올리고 수율을 결정짓는 전략적 기술 요소로 자리잡고 있다. 어닐링 장비 시장이 꾸준히 성장하는 배경에는 이처럼 반도체 기술의 진화 방향과 어닐링 공정의 전략적 중요성이 맞닿아 있는 것이다. AI 반도체 경쟁이 심화되는 가운데, 차세대 어닐링 기술을 선제적으로 확보하고 공정 노하우를 축적하는 것은 반도체 제조기업의 기술 경쟁력을 좌우하는 중요한 과제가 되었다.



투자포인트

1 어닐링 기술 패러다임 전환의 수혜 – 고압 수소 어닐링의 부상

고압 수소 어닐링 장비는 기존
고온 어닐링 방식의 한계를
극복하며, 2nm 이하의 미세
공정에서도 효과적으로 적용 가능

반도체 공정의 미세화가 가속화됨에 따라 어닐링 기술은 단순한 열처리를 넘어, 계면 결합 제어와 소자 신뢰성 확보를 위한 정밀 공정으로 진화하고 있다. 기존의 RTP(Rapid Thermal Processing)나 퍼니스 어닐링 방식은 공정 속도나 온도 균일성 측면에서 유리했지만, 10nm 이하의 선단 공정에서는 원자 수준의 계면 안정화와 불순물 활성화를 동시에 만족시키기 어려운 구조적 한계를 드러내고 있다.

이러한 기술적 전환점에서 고압 수소 어닐링(High-Pressure Hydrogen Annealing, HPHA)은 새로운 대안으로 부상하고 있다. 고압 수소는 실리콘 계면에 존재하는 결합되지 않은 dangling bond를 수소 원자로 채워 넣음으로써, 계면 결합을 전기적으로 비활성화(passivation)시키는 기능을 수행한다. 특히 고유전 물질(High-K materials)이나 GAA(Gate-All-Around) 구조 등에서 요구되는 계면 안정성과 누설전류 제어에 있어, 고압 수소 어닐링은 기존 기술 대비 현격한 성능 우위를 제공한다.

HPSP는 고압 수소 어닐링 분야에 특화된 장비업체로, 10nm 이하 선단 공정 진입이 가속화되는 글로벌 반도체 산업 환경에서 기술 수요와 공급 역량이 정확히 맞물리는 핵심 기업이다. 어닐링 공정이 '후순위 열처리'가 아닌 '성능 조율'의 중심 기술로 재조명받는 흐름 속에서, HPSP의 기술 포지셔닝은 구조적 실적 성장 기회를 만들어내고 있다.

HPSP의 고압 수소 어닐링 장비는 기존 고온 어닐링 방식의 한계를 극복하며, 2nm 이하의 미세 공정에서도 효과적으로 적용 가능하다. 이는 고온에서 발생할 수 있는 금속의 녹는 문제를 피하면서도, 낮은 온도에서 고압과 고농도의 수소를 활용하여 어닐링을 진행함으로써 가능해졌다. 또한, HPSP는 유럽연합의 고압장비안전지침(PED: Pressure Equipment Directive), 미국 기계학회(ASME: American Society of Mechanical Engineers)의 보일러·압력용기 코드, 그리고 한국가스안전공사(KGS: Korea Gas Safety Corporation)로부터 고압 장비 인증을 획득하여 장비의 안정성과 글로벌 수출 요건을 충족하고 있다.

최근 HPSP는 벨기에의 반도체 연구기관 imec과의 공동연구개발 프로젝트(Joint Development Project)를 통해 고압 어닐링 공정 및 고압 산화 공정에 대한 연구를 강화하고 있다. 이를 통해 FinFET, GAA, 고성능 DRAM 및 3D NAND 등 다양한 반도체 소자의 성능 향상에 기여하고 있으며, 차세대 반도체 제조 공정에서의 적용을 확대해 나가고 있다.

이러한 기술력과 시장 수요에 힘입어, HPSP는 고압 수소 어닐링 장비 분야에서 독보적인 위치를 차지하고 있으며, 글로벌 반도체 제조사들의 핵심 파트너로 자리매김하고 있다. 앞으로도 HPSP의 기술 혁신과 시장 확장은 지속될 것으로 기대한다.

**TSMC는 미국 애리조나, 일본
구마모토, 대만 타이난 등에서
대규모 설비 투자를 집행**

TSMC와의 우호적 관계 수립 및 글로벌 설비 투자 확대의 직접적 수혜

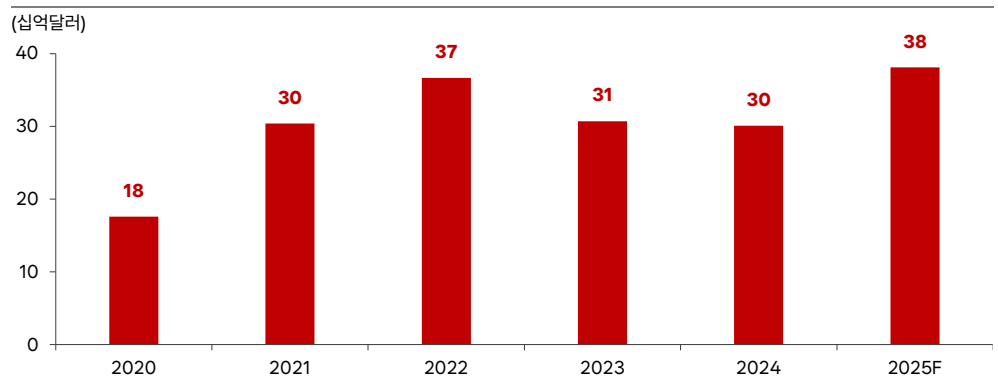
HPSP는 반도체 설비 투자 확대 흐름 속에서 초미세 로직 공정 중 어닐링 공정의 핵심 장비 공급사로 주목받고 있다. 세계 최대 파운드리인 TSMC는 미국 애리조나, 일본 구마모토, 대만 타이난 등에서 대규모 설비 투자를 집행하고 있으며, 이 중 상당수가 선단 공정 전환을 위한 공정 장비 확보에 집중되고 있다.

TSMC의 설비 투자는 미·중 무역 분쟁 이후 글로벌 공급망의 재편과 코로나 팬데믹이라는 복합적 외부 충격 속에서 전략적으로 확대되기 시작했다. 2020년에는 약 180억 달러로 시작된 설비 투자가 2021년 300억 달러, 2022년 370억 달러로 급격히 증가하며, 글로벌 반도체 수요 급증과 공급 부족 상황에 대응하고자 대규모 투자가 집행되었다.

주목할 점은 TSMC가 최근 인공지능 반도체 분야에 대한 투자를 크게 확대하고 있다는 것이다. 2024년부터 TSMC는 AI 가속기 및 고성능 컴퓨팅(HPC, High Performance Computing) 칩 생산을 위한 첨단 공정 라인 구축에 설비 투자를 할당하고 있으며, NVIDIA, AMD, Google 등 주요 AI 칩 설계 기업들의 수요에 대응하기 위해 생산 라인을 대폭 확충하고 있다.

TSMC의 설비 투자는 2023년과 2024년에 각각 310억 달러, 300억 달러로 다소 조정되는 양상을 보이지만, 이는 일시적인 숨 고르기로 해석된다. 2025년에는 다시 380억 달러로 사상 최대치를 기록할 것으로 전망되며, 이는 첨단 미세공정(2nm 이하)과 미국 및 일본 등지의 해외 팹(Fab) 구축 등 장기 전략적 투자에 따른 것이다. 연도별 투자액이 매년 일관되게 증가하는 것은 아니지만, 전체적인 추세는 팬데믹 이후 TSMC가 글로벌 반도체 생태계에서의 리더십을 공고히 하기 위한 대규모 투자를 지속하고 있음을 보여준다. HPSP의 고압 수소 어닐링 장비는 TSMC가 추진 중인 GAA(Gate-All-Around) 기반의 미세화 노드에서 요구되는 계면 안정성 확보, 소자 수명 연장 측면에서 반드시 도입되어야 하는 공정 장비 중 하나다.

TSMC 설비 투자 규모(2020년 ~ 2025년)



자료: FnGuide, 한국IR협회의 기업리서치센터

**지속적인 스위칭 과정에서
반도체 내부, 특히 서로 다른
물질이 만나는 계면에 존재하는
미세한 결함에 대한 해결이
더욱 중요**

TSMC의 미세화 공정 전략은 단순한 선폭 축소를 넘어 소자 구조의 근본적 혁신을 포함하고 있다. 특히 초미세 공정을 통해 구현되는 GAA(Gate All Around) 구조는 기존의 FinFET 대비 4면에서 전류를 제어할 수 있어 성능과 전력 효율성 측면에서 획기적인 개선을 가져온다. 그러나 이러한 구조적 복잡성 증가는 반도체 제조 공정의 난이도를 크게 높이며, 특히 나노미터 수준의 계면에서 발생하는 결함 관리가 핵심 과제로 부상하게 된다. HPSP의 고압 수소 어닐링 기술은 바로 이 지점에서 결정적 역할을 담당하며, TSMC의 고도화된 공정 로드맵 실현에 필수적인 기술적 기반을 제공한다. 특히 양산 단계에서 수율과 직결되는 계면 품질 향상은 비용 경쟁력과 직결되는 요소로, TSMC의 대규모 투자 결정에 있어 HPSP와 같은 핵심 장비 도입은 전략적 우선순위를 차지하고 있다.

TSMC가 주력으로 생산하는 로직 반도체는 메모리 반도체와 달리 복잡한 연산 처리를 담당하는 특성상 초미세 구조의 트랜지스터가 지속적으로 켜짐과 꺼짐을 반복하는 스위칭 동작을 수행한다. 이러한 지속적인 스위칭 과정에서 반도체 내부, 특히 서로 다른 물질이 만나는 계면에 존재하는 미세한 결함이나 전기적 불안정성은 전체 칩 성능에 치명적인 영향을 미치게 된다. 쉽게 말해, 로직 반도체는 가장 약한 부분에 의해 전체 성능이 좌우되는 경향이 있어 계면 품질 관리가 핵심 과제인 것이다.

최근 반도체 공정 기술이 급속도로 발전하면서 로직 반도체에서 두 가지 중요한 변화가 일어났다. 전술했던 바와 같이, 기존의 실리콘 산화물 대신 하프늄(Hf)이나 지르코늄(Zr) 기반의 고유전율 물질(High-K)이 게이트 절연체로 광범위하게 사용되기 시작했다. 고유전율 물질은 더 얇은 두께로도 우수한 절연 성능을 제공하지만, 실리콘과의 계면에서 다양한 결함이 발생하기 쉬운 단점이 있다. 이와 더불어 중요한 변화는 로직 반도체의 트랜지스터 구조가 전통적인 평면 구조에서 FinFET(Fin Field-Effect Transistor)이나 GAA(Gate-All-Around) 같은 수직적 3차원 구조로 전환되면서, 계면의 총 면적이 크게 증가하고 결함 관리의 복잡성도 함께 높아졌다.

이러한 기술적 변화 속에서 기존의 RTP(Rapid Thermal Processing)나 퍼니스 어닐링 방식은 한계에 봉착했다. 이 전통적인 열처리 방식들은 고온에서 작동하기 때문에 섬세한 3D 구조나 금속 배선에 열 손상을 줄 위험이 있고, 계면의 미세한 결함(특히 'dangling bond'라 불리는 불완전한 원자 결합)을 효과적으로 제거하지 못하는 문제가 있다. 반도체 소자가 미세화될수록 이러한 계면 결함은 누설 전류, 문턱전압 변동, 신뢰성 저하 등 다양한 성능 문제의 원인이 된다.

바로 이 지점에서 고압 수소 어닐링 기술이 중요한 돌파구로 등장한다. 이 기술은 상대적으로 낮은 온도(400~600°C)에서 고압(수십~수백 기압)의 수소 환경을 조성함으로써, 기존 고온 공정의 열 손상 위험 없이도 효과적인 열처리가 가능하다. 고압 수소 분위기에서는 수소 원자가 반도체 물질 깊숙이 침투하여 계면의 dangling bond를 찾아내고, 이를 수소 원자로 채움으로써 전기적으로 중성화(패시베이션)시킨다. 이 과정은 마치 불완전한 퍼즐 조각의 빈 공간을 정확히 맞는 조각으로 채우는 것과 유사하다.

이러한 기술적 특성 때문에, 고압 수소 어닐링 장비는 첨단 로직 반도체 제조에서 더 이상 '선택적 공정 장비'가 아닌 '필수 공정 장비'로 자리잡고 있다. 특히 3나노미터(nm) 이하의 초미세 공정에서는 전통적인 어닐링 방식만으로는 요구되는 수준의 계면 품질을 확보하기 어렵기 때문에, 고압 수소 어닐링은 사실상 대체 불가능한 공정으로 인식되고 있다.

HPSP의 고압 수소 어닐링 기술이 주목받는 이유는 바로 이러한 시장 환경 때문이다. HPSP의 장비는 첨단 로직 반도체 제조에 '기술적으로 필수적인 요소'로 자리매김하고 있다. 이는 일반적인 반도체 장비 시장에서 흔히 볼 수 있는 가격 경쟁이나 성능 경쟁을 넘어, 해당 기술 자체의 필요성으로 인해 채택되는 구조적 우위를 의미한다.

이처럼 HPSP의 고압 수소 어닐링 기술은 단순한 열처리 장비를 넘어, 첨단 로직 반도체의 성능과 신뢰성을 결정짓는 핵심 공정 기술로서 그 중요성이 날로 커지고 있다. 반도체 공정이 더욱 미세화되고 복잡해질수록, 계면 결함 제어 기술의 가치는 더욱 높아질 것이며, 이는 HPSP와 같은 전문 장비 기업에게 장기적인 성장 동력을 제공할 것으로 전망한다.

3 고객사 다변화를 통한 안정적 성장 기반 확보

TSMC 외에 추가 고객사 확보 및 메모리 반도체 분야 적용처 확대

HPSP는 고압 수소 어닐링 장비 시장에서 높은 지위를 유지하며 영업이익률 기준으로 50%에 육박하는 고마진을 달성하고 있다. 어닐링(annealing)이란 반도체 제조 과정에서 열처리를 통해 웨이퍼의 물성을 개선하는 공정으로, 초미세 공정에서 발생하는 결함을 제거하고 전기적 특성을 최적화하는 핵심 기술이다. 초기에는 주로 파운드리(반도체 설계와 생산을 전문으로 하는 수탁생산 기업) 업체들을 대상으로 장비를 공급했으나, 최근에는 고객 포트폴리오를 전략적으로 다변화하는 데 성공했다. 특히 2024년부터 중국 신규 반도체 고객사 확보에 성공했으며, 메모리 반도체 영역에서도 디램(DRAM, 휘발성 메모리)과 낸드(NAND, 비휘발성 메모리) 고객층 공급을 확대하고 있다. 이미 2024년 매출 중에서도 50% 이상이 메모리 반도체 고객사를 통해 실현된 것으로 추정한다.

고객사 다변화 전략은 특정 시장이나 고객에 대한 의존도를 낮추고 매출의 안정성을 크게 향상시키는 효과가 있다. 반도체 산업은 주기적인 투자 사이클을 가지며, 주요 고객의 설비 투자(Capex) 감소는 장비 업체에 직접적인 영향을 미친다. 이러한 고객 다변화 접근법은 특정 고객의 투자 사이클에 따른 실적 변동성을 완화하고, 더 넓은 시장 기회를 포착함으로써 지속 가능한 성장을 도모한다. 또한 고압 수소 어닐링 장비가 갖는 기술적 우위성과 높은 진입 장벽은 신규 고객 확보 시 안정적인 시장 점유율을 유지할 수 있는 기반이 된다.

또한 HPSP는 미래 성장 동력 확보를 위해 낸드 고단화(더 많은 층을 쌓아 저장 용량을 증가시키는 기술)에 따른 하이브리드 본딩 공정 적용 확대와 같은 신규 영역으로도 진출을 가속화하고 있다. 하이브리드 본딩(hybrid bonding)은 서로 다른 반도체 칩을 3차원으로 적층하여 연결하는 기술로, 전기적 성능과 집적도 측면에서 우수하다. 이와 더불어, 향후 QLC(Quad-Level Cell) NAND Flash 시장이 확대됨에 따라 낸드 공급사들은 QLC NAND Flash에서도 수익성을 확보하기 위해 고단화를 추진하고 있으며, 이 과정에서 하이브리드 본딩 도입 시기를 앞당기고 있다. HPSP의 고압 수소 어닐링 장비는 하이브리드 본딩의 계면 품질을 개선하고 접합 강도를 높이는 데 필수적인 역할을 하므로, 이는 HPSP에게 추가적인 성장 기회가 될 것으로 전망한다. 이러한 다각화 전략은 단일 고객이나 시장의 변동성에 덜 영향을 받는 안정적인 장기 성장 기반을 구축하는 데 핵심적 역할을 할 것이다.



실적 추이 및 전망

2024년 실적 리뷰

매출 소폭 증가,
영업이익 소폭 감소

2024년 HPSP의 매출은 약 1,814억 원으로 전년(2023년, 1,791억 원) 대비 1.3% 증가하였으며, 영업이익은 939억 원으로 전년(952억 원) 대비 1.3% 감소하였다. 이는 글로벌 반도체 시장의 전반적인 투자 심리 위축 상황에서도 상대적으로 안정적인 실적을 유지한 것으로 평가한다. 특히 HPSP는 1분기부터 4분기까지 모든 분기에서 꾸준히 흑자를 기록하며 경기 변동에도 흔들리지 않는 안정적인 수익 창출 능력을 입증했다. 이러한 분기별 실적 안정성은 고객 다변화 전략과 높은 기술적 진입 장벽에 기인한 것으로 분석한다.

TSMC는 첨단 공정 노드 전환 및 글로벌 생산 기지 확장 프로젝트를 적극적으로 추진하면서 고압 수소 어닐링 장비에 대한 투자를 지속했다. 또한 중국 내 반도체 자급화 움직임이 가속화되면서 현지 반도체 제조사들의 신규 수요가 HPSP의 매출 방어에 긍정적으로 작용했다. 그러나 시장 환경 측면에서는 TSMC를 제외한 로직/파운드리 분야의 Tier 2, 3 기업들(삼성전자, 인텔, 글로벌파운드리, UMC 등) 중 일부 고객사들은 글로벌 경기 침체 우려와 반도체 수요 전망 불확실성으로 인해 설비 투자에 상대적으로 보수적인 접근을 취했다. 이들 기업은 자본 효율성 제고와 투자 우선순위 조정 전략을 통해 신규 장비 도입을 일부 지연시키거나 축소했다.

이러한 시장 환경의 영향으로 HPSP의 영업이익률은 2023년 대비 다소 하락하였다. 2023년 53.2%였던 영업이익률은 2024년 51.8%로 1.4%p 하락했다. 그러나, 이는 여전히 반도체 장비 업체 중에서는 최상위권에 속하는 수준이다. 전반적으로 HPSP는 고압 수소 어닐링 장비의 기술적 우위성과 높은 수익성 구조를 유지하며 견조한 이익을 기록한 것으로 평가한다. 특히 3nm 이하 초미세 공정에서 요구되는 계면 품질 관리와 결함 제어 능력은 HPSP 장비의 핵심 경쟁력으로, 첨단 반도체 양산에 필수적인 요소로 자리매김하고 있다.

2023년 분기별 실적

(단위: 십억 원, %)

분기	매출액	영업이익	영업이익률
1Q23	58.8	34.9	59.4%
2Q23	47.9	26.6	55.5%
3Q23	41.9	21.6	51.5%
4Q23	30.5	12.1	39.7%
합계	179.1	95.2	53.2%

자료: 에픽파이낸스, 한국IR협의회 기업리서치센터

2024년 분기별 실적

(단위: 십억 원, %)

분기	매출액	영업이익	영업이익률
1Q24	37.8	20.0	52.9%
2Q24	27.3	12.1	44.1%
3Q24	49.7	26.2	52.6%
4Q24	66.6	35.8	53.7%
합계	181.4	93.9	51.8%

자료: 에픽파이낸스, 한국IR협의회 기업리서치센터

2025년 실적 전망

2024년 정체되었던 실적 성장 곡선을 다시 증가세로 돌려놓을 수 있는 상황

2025년 HPSP의 연간 실적은 매출 2,053억 원, 영업이익 1,048억 원으로 추정한다. 이는 전년 대비 각각 13.1%, 약 11.6% 증가한 수치로, 반도체 설비 투자의 점진적 회복과 함께 전방 반도체 업황의 점진적 회복세가 나타나고 주요 고객사로부터의 신규 수주가 늘어날 것으로 예상되기 때문이다. 특히, 고압 수소 어닐링 장비에 대한 수요는 2nm 이하 미세공정으로의 전환과 함께 지속적으로 증가할 것으로 보이며, HPSP는 이 분야에서 기술적 독점 지위를 유지하고 있다.

또한 기존 주력 고객인 TSMC, Micron뿐만 아니라, 중국과 일본의 신규 고객사향 매출 기여가 본격화될 것으로 보인다. 특히 중국의 반도체 자급화 정책에 따른 현지 업체들의 설비 투자 확대와 일본의 반도체 산업 부흥 전략에 따른 신규 투자가 HPSP에게 추가적인 성장 동력을 제공할 것으로 예상된다. 이러한 흐름은 2024년 정체되었던 실적 성장 곡선을 다시 증가세로 돌려놓을 수 있는 기반이 될 것으로 기대한다.

HPSP 매출 구성

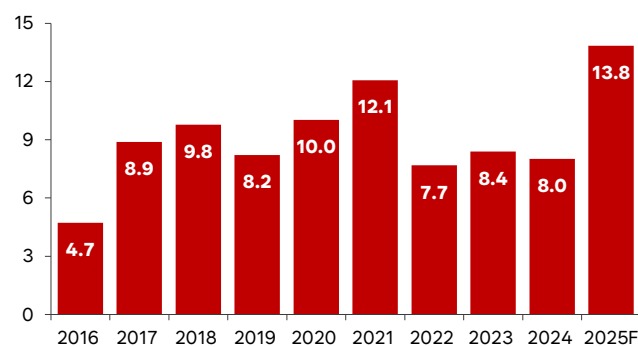
(단위: 십억 원, %)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025F
매출액	61.1	91.8	159.3	179.1	181.4	205.3
YoY 성장률	143.6%	50.0%	73.7%	12.4%	1.3%	13.1%
사업부문별 매출액						
고압 수소 어닐링 장비	57.2	88.4	150.2	162.7	166.7	188.7
기타	4.0	3.4	9.2	16.4	14.7	16.6
지역별 매출액						
국내	14.0	34.5	35.6	42.7	14.8	16.7
해외	47.2	57.3	123.7	136.4	166.6	188.6

자료: HPSP, 한국IR협회의 기업리서치센터

Micron 설비 투자

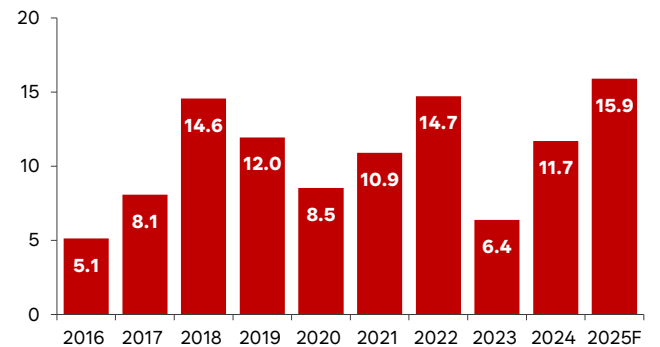
(십억달러)



자료: FnGuide, 한국IR협회의 기업리서치센터

SK하이닉스 설비 투자

(십억달러)



자료: FnGuide, 한국IR협회의 기업리서치센터

Valuation

2024년 실적 정체로 주가가 조정을 받아 2025년 P/E는 2024년 대비 낮은 상황

2025년 HPSP의 예상 실적 기준 P/E는 22.7배로, 2024년 25.0배 대비 낮은 편

2025년 HPSP의 예상 실적 기준 P/E는 22.7배로, 2024년 25.0배 대비 낮은 수준이다. 이는 최근 주가 조정의 영향이 크게 작용했다. 2024년 HPSP는 꾸준한 영업이익과 순이익을 기록했음에도 불구하고, 연간 매출이 1,814억 원으로 전년(2023년 1,791억 원) 대비 사실상 정체 수준에 머물렀다. 2024년 반도체 업황이 2023년보다 명백히 개선된 상황에서도 반도체 장비 업체로서 외형 성장이 업황 개선 흐름을 따라가지 못했다는 점이 투자자들의 기대에 미치지 못했기 때문이다. 특히 2024년 하반기부터 이러한 성장 둔화에 대한 우려가 주가에 반영되며 하락세를 보였고, 이로 인해 2025년 기준 P/E가 상대적으로 낮아진 상태다.

동종 업종 밸류에이션

(단위: 주가는 현지통화, 시가총액과 매출과 영업이익은 십억 원, P/E는 배)

지수 및 기업명	결산월	국가	연관성	주가	시가총액	매출			영업이익			P/E		
						2023	2024	2025F	2023	2024	2025F	2023	2024	2025F
HPSP	12	한국	어닐링	24,400	2,037	179	181	205	95	94	105	44.3	25.0	22.7
Veeco Instruments	12	미국	어닐링	21	1,763	864	978	930	91	91	125	N/A	11.2	16.9
이오테크닉스	12	한국	어닐링	134,400	1,656	316	321	N/A	31	31	N/A	51.4	37.9	19.7
Applied Material	10	미국	어닐링+전공정	174	200,305	34,573	36,562	40,275	9,822	10,584	12,024	16.3	18.2	18.6
KLA	6	미국	전공정	805	151,454	13,883	12,783	16,883	5,266	4,359	7,199	20.1	30.1	24.5
Lam Research	6	미국	전공정	85	153,879	23,052	19,418	25,569	6,845	5,555	8,197	19.4	25.4	21.3
ASML Holding ADR	12	네덜란드	다양한 고객사	769	428,138	38,658	41,676	50,992	12,684	13,305	16,914	35.2	35.2	29.2
파크시스템스	12	한국	다양한 고객사	234,500	1,639	145	175	215	28	39	55	49.2	42.8	31.0

주: HPSP 실적은 한국IR협의회 추정치, 그 외 기업들의 실적은 시장 컨센서스 참고

자료: FnGuide, ChatGPT, Claude AI, Perplexity, 한국IR협의회 기업리서치센터

반도체 어닐링 장비의 밸류 체인 내에서는 밸류에이션이 높은 편

높은 시장 지위와 높은 영업이익률에 힘입어 상대적으로 프리미엄 받는 중

이처럼 HPSP의 2025년 기준 P/E가 22.7배로 2024년의 25.0배보다 낮아졌지만, 동종 어닐링 장비 업체 3사(Veeco Instruments, 이오테크닉스, Applied Materials)와 비교하면 여전히 상대적으로 높은 밸류에이션을 유지하고 있다. 2025년 기준으로 살펴보면 Veeco의 P/E는 16.9배, 이오테크닉스는 19.7배, 그리고 어닐링 장비 매출을 일부 실현하는 Applied Materials는 18.6배 수준으로, 모두 HPSP보다 낮은 수준에 머물러 있다.

이러한 프리미엄 밸류에이션은 HPSP가 고압 수소 어닐링이라는 특수 공정 장비 분야에서 차지하고 있는 독보적인 시장 지위를 반영한다. 특히 HPSP는 50%에 육박하는 높은 영업이익률과 안정적인 이익 창출력을 바탕으로 투자자들로부터 상당한 신뢰를 얻고 있다. 이에 따라 반도체 산업에서 특화된 기술력과 높은 진입장벽을 가진 기업들이 일반적으로 받는 프리미엄이 HPSP에게도 적용되고 있는 것으로 보인다. 이는 단기적인 매출 성장 둔화에도 불구하고 시장이 HPSP의 장기적인 사업 경쟁력과 수익성에 높은 가치를 부여하고 있음을 시사한다.

미세공정 핵심 공정 장비에서의
기술력 하나로 단기간에 글로벌
밸류에이션 수준에 근접한 평가를
받고 있는 셈

특정 공정 장비 분야에서 글로벌 점유율이 높은 기업과 밸류에이션이 유사한 수준

반도체 공정 장비 밸류 체인 내에서 어닐링 장비를 주력으로 하지 않지만, 특정 공정 장비 분야에서 글로벌 점유율이 높은 KLA(계측·검사 장비)와 Lam Research(식각 및 증착 장비)와 비교해보더라도, HPSP의 2025년 기준 P/E(22.7배)는 이들과 크게 차이 나지 않으며 유사한 수준이라고 평가할 수 있다. 이는 시장이 HPSP의 기술력과 수익성을 상당히 높게 평가하고 있다는 방증이다.

실제로 KLA와 Lam Research는 수십 년에 걸친 업력을 바탕으로 여러 차례의 M&A와 기술 포트폴리오 확장을 통해 세계적인 반도체 장비 기업으로 성장해왔다. 반면, HPSP는 2022년 코스닥 시장에 상장한 비교적 신생 기업임에도 불구하고, 고압 수소 어닐링이라는 미세공정 핵심 공정 장비에서의 기술력 하나로 단기간에 글로벌 밸류에이션 수준에 근접한 평가를 받고 있는 셈이다. 이는 특정 공정에서 높은 기술 경쟁력을 갖춘 기업에 대해 시장이 얼마나 큰 프리미엄을 부여하는지를 잘 보여주는 사례라 할 수 있다.

ASML이나 파크시스템스의
사례를 보면 공통점은 글로벌 고객
폴의 광범위한 확장이
밸류에이션 프리미엄 요인

밸류에이션이 레벨업되기 위해서는 고객 기반의 다변화가 필수적

향후 HPSP의 P/E 밸류에이션이 20배 초반 수준을 넘어 30배 이상 수준까지 레벨업되기 위해서는 고객 기반의 획기적인 다변화가 핵심 전제 조건이 될 것이다. 실제로 반도체 장비업계에서 높은 밸류에이션을 지속적으로 유지하고 있는 ASML이나 파크시스템스의 사례를 보면 공통점은 글로벌 고객 폴의 광범위한 확장에 있다.

ASML은 EUV(극자외선 리소그래피)라는 독보적인 기술력을 바탕으로, 전 세계 거의 모든 주요 반도체 제조사와 공급 관계를 맺고 있는 유일한 기업이다. 파크시스템스 역시 창업 초기에는 연구용 원자현미경(AFM)을 대학·연구소 중심으로 납품했지만, 코스닥 시장에 상장한 이후 장비의 양산 적응성과 기술 신뢰도를 확보하면서 전 세계 주요 반도체 제조사 대부분을 고객사로 확보하였다.

HPSP도 현재 이러한 방향으로 나아가고 있다. 로직 반도체 분야에서는 이미 TSMC 등 대형 고객사를 확보한 이후, 글로벌 2nd-tier 고객사로 범위를 확대하고 있으며, 최근에는 메모리 반도체 고객사로도 점차 확대 중이다. 하지만 특정 고객사로의 매출 의존도가 상대적으로 높다는 점은 프리미엄 밸류에이션의 확장에 제약 요인이 될 수 있다.

따라서 HPSP가 향후 일본, 유럽, 미국 등에서 다양한 신규 고객사를 안정적으로 확보하고, 메모리 반도체와 로직 반도체의 양대 분야 모두에서 고객 다변화에 성공한다면, 시장은 기술 혁신성뿐 아니라 안정적이고 지속가능한 매출 구조를 근거로 P/E 멀티플을 30배 이상으로 재평가할 수 있을 것이다. 결국 핵심은 고객층의 폭넓은 확대를 통한 사업 규모의 성장이다.

리스크 요인

다변화 전략의 성과가 가시화되면 리스크 요인은 완화될 것

고객 집중도에 따른 분기 매출 변동성 리스크

HPSP의 리스크 요인 중 하나는 특정 주요 고객사에 대한 매출 의존도다. 전체적으로 보면 HPSP는 TSMC를 비롯한 다수의 글로벌 고객사에 장비를 공급하고 있지만, 2024년 기준 매출 비중을 추정해 보면 TSMC와 미국계 메모리 반도체 고객사의 기여도가 50% 이상으로 상당히 높은 구조다. 이러한 매출 편중 현상은 반도체 장비 업체로서 안정적인 성장 기반을 구축하는 데 잠재적 위험 요소로 작용한다. 특히 상위 고객사들에 대한 비중이 상당히 크기 때문에, 실제로 특정 고객사(예컨대 로직 반도체 분야에서 TSMC가 아닌 또다른 고객사)의 장비 인종 일정이 지연되거나 투자 계획이 축소된 경우, HPSP의 출하 일정에도 영향을 미쳐 분기 매출의 변동성이 커질 수 있다. 이는 추가 변동성을 키우는 요인으로 작용할 뿐만 아니라, 경영 계획의 예측 가능성을 저하시켜 중장기 투자와 연구개발 전략 수립에도 어려움을 초래할 수 있다.

첨단 공정 의존에 따른 기술적 리스크

또한 고압 수소 어닐링 장비라는 기술적 특성상, 적용 가능한 공정 노드가 10nm 이하의 첨단 미세공정에 집중되어 있다는 점도 중요한 리스크 요인으로 꼽힌다. 이는 곧 장비 수요가 기술 변화와 밀접하게 연동되어 있다는 뜻으로, 반도체 업황이 호전되더라도 고객사의 미세공정 전환 속도가 늦어지면 HPSP의 실적 회복에도 지연이 발생할 수 있음을 의미한다. 특히 메모리 반도체 영역에서는 아직까지 HPSP 장비가 일부 고객사 중심으로 공급되고 있는 단계이며, DRAM보다 NAND 공정에서의 확장이 상대적으로 빠르게 진행되고는 있지만, 아직까지는 본격적인 양산 수요로 이어지는 고객군이 제한적인 상황이다. 이러한 기술 의존적 비즈니스 모델은 반도체 공정 기술의 발전 속도나 방향성이 변화할 경우 큰 영향을 받을 수 있으며, 장기적으로는 신기술 개발과 적용 범위 확대가 지속적으로 이루어지지 않으면 성장 동력이 약화될 위험이 존재한다. 따라서 장비 수요의 기술적 편중과 특정 라인에 대한 의존도는 단기 실적 변동성을 유발할 수 있는 구조적 불안 요인으로 작용한다.

다변화 전략을 통한 리스크 완화 가능성

다만 이러한 고객사 집중도와 적용 공정의 편중 리스크는 HPSP가 추진 중인 고객 및 제품 포트폴리오 다변화 전략을 통해 점차 해소될 가능성이 높다. 실제로 HPSP는 로직 반도체 분야에서 TSMC 외에도 중국, 일본 등의 고객사로의 공급 확대를 추진하고 있으며, 메모리 분야에서도 다양한 메모리 반도체 고객사와 기술 검증을 진행 중이다. 이러한 고객 다변화 전략은 단순히 매출 안정성만을 목표로 하는 것이 아니라, 다양한 고객의 기술적 요구사항을 충족시키는 과정에서 HPSP의 기술력을 한층 더 강화하는 효과도 가져올 것으로 기대한다. 더 나아가 수소 외에도 새로운 가스를 활용한 어닐링 기술 개발과 하이브리드 본딩 적용 장비 개발을 통해, 기존의 전공정 이외의 공정 구간으로도 장비 적용 범위를 확장하려는 움직임을 보이고 있다. 이는 단일 기술에 대한 의존도를 낮추고 다양한 반도체 공정에 적용 가능한 종합 솔루션 제공 업체로 발돋움하기 위한 전략적 접근으로 볼 수 있다. 이러한 전략이 차질 없이 실행된다면, 시간이 지날수록 HPSP는 고객 기반의 안정성과 기술 적용 범위의 양 측면에서 균형을 갖춘 기업으로 성장하게 될 것이며, 현 시점에서 우려되는 고객 집중 리스크는 점차 완화될 것으로 전망한다. 결과적으로 이러한 리스크 요인들에 대한 선제적 대응은 장기적으로 HPSP의 기업 가치를 더욱 견고히 하는 토대가 될 것이다.

포괄손익계산서

(십억 원)	2021	2022	2023	2024	2025F
매출액	92	159	179	181	205
증가율(%)	50.0	73.7	12.4	1.3	13.1
매출원가	30	49	60	52	58
매출원가율(%)	32.6	30.8	33.5	28.7	28.3
매출총이익	62	110	119	130	147
매출이익률(%)	67.2	69.1	66.2	71.5	71.6
판매관리비	16	25	23	36	42
판매비율(%)	17.4	15.7	12.8	19.9	20.5
EBITDA	46	86	97	98	110
EBITDA 이익률(%)	50.3	54.1	53.9	53.8	53.5
증가율(%)	80.7	87.0	11.9	1.0	12.6
영업이익	45	85	95	94	105
영업이익률(%)	49.3	53.5	53.2	51.8	51.1
증가율(%)	82.4	88.4	11.8	-1.3	11.6
영업외손익	1	2	9	20	7
금융수익	0	0	8	7	7
금융비용	0	0	0	0	0
기타영업외손익	2	2	1	13	0
종속/관계기업관련손익	0	0	0	0	0
세전계속사업이익	47	87	104	114	112
증가율(%)	99.0	86.2	19.9	9.2	-1.7
법인세비용	11	21	24	28	22
계속사업이익	35	66	80	86	90
중단사업이익	0	0	0	0	0
당기순이익	35	66	80	86	90
당기순이익률(%)	38.5	41.4	44.9	47.6	43.7
증가율(%)	100.2	86.8	21.9	7.3	3.9
지배주주지분 순이익	35	66	80	86	90

현금흐름표

(십억 원)	2021	2022	2023	2024	2025F
영업활동으로인한현금흐름	38	82	66	84	94
당기순이익	35	66	80	86	90
유형자산 상각비	1	1	1	4	5
무형자산 상각비	0	0	0	0	0
외환손익	0	5	1	0	0
운전자본의감소(증가)	-6	-4	-13	-9	-1
기타	8	14	-3	3	0
투자활동으로인한현금흐름	-0	-79	-148	20	-59
투자자산의 감소(증가)	0	0	0	0	-0
유형자산의 감소	0	0	0	0	0
유형자산의 증가(CAPEX)	-0	-9	-25	-43	-42
기타	0	-70	-123	63	-17
재무활동으로인한현금흐름	-20	72	-4	-94	-48
차입금의 증가(감소)	0	0	0	0	0
사채의증가(감소)	0	0	0	0	0
자본의 증가	0	72	0	0	0
배당금	-20	0	-2	-7	-48
기타	0	0	-2	-87	0
기타현금흐름	1	-0	-1	8	-0
현금의증가(감소)	18	76	-87	18	-14
기초현금	36	54	130	43	61
기말현금	54	130	43	61	47

재무상태표

(십억 원)	2021	2022	2023	2024	2025F
유동자산	87	245	276	238	247
현금성자산	54	130	43	61	47
단기투자자산	0	65	187	128	145
매출채권	6	2	2	10	11
재고자산	18	34	24	23	26
기타유동자산	9	15	19	16	18
비유동자산	5	16	45	82	119
유형자산	1	10	40	49	87
무형자산	0	0	2	2	2
투자자산	1	0	0	0	0
기타비유동자산	3	6	3	31	30
자산총계	92	261	321	320	367
유동부채	36	63	42	41	46
단기차입금	0	0	0	0	0
매입채무	2	3	6	2	2
기타유동부채	34	60	36	39	44
비유동부채	3	2	2	1	1
사채	0	0	0	0	0
장기차입금	0	0	0	0	0
기타비유동부채	3	2	2	1	1
부채총계	39	66	44	42	47
지배주주지분	53	195	277	278	319
자본금	8	10	41	42	42
자본잉여금	8	84	59	61	61
자본조정 등	6	5	2	-78	-78
기타포괄이익누계액	0	0	0	0	0
이익잉여금	30	96	175	253	295
자본총계	53	195	277	278	319

주요투자지표

	2021	2022	2023	2024	2025F
P/E(배)	0.0	14.8	44.3	25.0	22.7
P/B(배)	0.0	5.6	13.1	7.8	6.4
P/S(배)	0.0	6.1	19.9	11.9	9.9
EV/EBITDA(배)	N/A	10.4	35.3	20.3	16.8
배당수익률(%)	N/A	0.3	0.3	2.3	2.5
EPS(원)	532	903	989	1,040	1,074
BPS(원)	789	2,407	3,345	3,340	3,823
SPS(원)	1,382	2,181	2,202	2,187	2,458
DPS(원)	0	38	150	600	600
수익성(%)					
ROE	81.1	53.2	34.0	31.1	30.0
ROA	49.0	37.4	27.7	26.9	26.1
ROIC	-2,318.7	-16,020.9	312.2	129.0	104.8
안정성(%)					
유동비율	239.3	386.4	663.8	580.4	533.2
부채비율	73.7	33.6	15.7	15.1	14.9
순차입금비율	-98.2	-98.1	-82.3	-67.7	-59.8
이자보상배율	261.6	485.6	558.2	919.9	1,225.9
활동성(%)					
총자산회전율	1.3	0.9	0.6	0.6	0.6
매출채권회전율	29.0	41.7	88.1	30.9	20.2
재고자산회전율	7.1	6.2	6.2	7.7	8.3

최근 3개월간 한국거래소 시장경보제도 지정 여부

시장경보제도란?

한국거래소 시장감시위원회는 투기적이거나 불공정거래 개연성이 있는 종목 또는 주가가 비정상적으로 급등한 종목에 대해 투자자주의 환기 등을 통해 불공 정거래를 사전에 예방하기 위한 제도를 시행하고 있습니다. 시장경보제도는 '투자주의종목 투자경고종목 투자위험종목'의 단계를 거쳐 이루어지게 됩니다. ※관련근거: 시장감시규정 제5조의2, 제5조의3 및 시장감시규정 시행세칙 제3조~제3조의 7

종목명	투자주의종목	투자경고종목	투자위험종목
HPSP	X	X	X

발간 History

발간일	제목
2025.05.16	HPSP-첨단 어닐링(Annealing)으로 반도체 공정 혁신 주도

Compliance notice

본 보고서는 한국거래소, 한국예탁결제원과 한국증권금융이 공동으로 출연한 한국IR협의회 산하 독립 (리서치) 조직인 기업리서치센터가 작성한 기업분석 보고서입니다. 본 자료는 투자자들에게 국내 상장기업에 대한 양 질의 투자정보 제공 및 건전한 투자문화 정착을 위해 무상으로 작성되었습니다.

- 당사 리서치센터는 본 자료를 제3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.
- 본 자료를 작성한 애널리스트는 자료작성일 현재 해당 종목과 재산적 이해관계가 없습니다.
- 본 자료를 작성한 애널리스트와 그 배우자 등 관계자는 자료 작성일 현재 조사분석 대상법인의 금융투자상품 및 권리를 보유하고 있지 않습니다.
- 본 자료는 중소형 기업 소개를 위해 작성되었으며, 매수 및 매도 추천 의견은 포함하고 있지 않습니다.
- 본 자료에 게재된 내용은 애널리스트의 의견을 정확하게 반영하고 있으며, 외부의 부당한 압력이나 간섭 없이 신의 성실하게 작성되었음을 확인합니다.
- 본 자료는 투자자들의 투자판단에 참고가 되는 정보제공을 목적으로 배포되는 자료입니다. 본 자료에 수록된 내용은 자료제공일 현재 시점의 당사 리서치센터의 추정치로서 오차가 발생할 수 있으며 정확성이나 완벽성은 보장하지 않습니다.
- 본 조사자료는 투자 참고 자료로만 활용하시기 바라며, 어떠한 경우에도 투자자의 투자 결과에 대한 법적 책임 소재의 증명자료로 사용될 수 없습니다.
- 본 조사자료의 지적재산권은 당사에 있으므로, 당사의 허락 없이 무단 복제 및 배포할 수 없습니다.
- 본 자료는 텔레그램에서 "한국IR협의회(<https://t.me/kirsofficial>)" 채널을 추가하시어 보고서 발간 소식을 안내받으실 수 있습니다.
- 한국IR협의회가 운영하는 유튜브 채널 'IRTV'에서 1) 애널리스트가 직접 취재한 기업탐방으로 CEO인터뷰 등이 있는 '小中한탐방'과 2) 기업보고서 심층해설방송인 '小中한 리포트 가치보기'를 보실 수 있습니다.