

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

산업테마보고서

 YouTube 요약 영상 보러가기

반도체 장비

반도체 제조 FAB 증가 등으로 시장 성장

요약

산업 생태계 분석

업계 환경 분석

기술 심층 분석



작성기관

한국기업데이터(주)

작성자

박광현 전문위원

■ 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.

■ 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것입니다. 또한 작성기관이 신뢰할 수 있는 자료 및 정보로부터 얻은 것이나, 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으므로 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다.

따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.

■ 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.

■ 본 보고서에 대한 자세한 문의는 한국기업데이터(주)(TEL.02-3215-2626)로 연락하여 주시기 바랍니다.



한국IR협회

반도체 제조 FAB 증가 등으로 시장 성장

- ▶ 기술집약형 산업으로 수입의존도가 높은 산업
- ▶ 반도체 제조 FAB 증가 등으로 시장 성장
- ▶ 원천기술 확보, 국제표준화 활동에 적극적 참여 필요

기술집약형 산업으로 수입의존 도가 높은 산업

반도체 장비는 반도체 제조 공정에 사용되는 것으로 반도체 생산을 위한 준비 단계(반도체 회로설계, 웨이퍼 제조 등)부터 웨이퍼 가공, 칩 생산, 조립·검사단계까지의 모든 장비를 포함한다. 반도체 장비 산업은 기술집약형 산업으로 기술발전 속도가 빠르고 기술수명이 짧아 급속한 혁신이 요구되는 산업이다. 반도체 업계의 성장추이에 종속된다. 고가의 자본재 산업으로 투자부담이 큰 편이며, 신규 기업은 신뢰성 문제 등으로 인해 진입장벽이 높은 산업이다. 수입의존도가 높은 산업으로 장비 국산화율은 낮은 수준에 머물고 있다.

반도체 제조 FAB 증가 등으로 시장 성장

시장조사기업인 MarketsandMarkets에 따르면, 전 세계 반도체 제조 장비(Semiconductor Manufacturing Equipment) 시장은 2017년 420억 2,000만 달러에서 연평균 6.86% 성장하여 2023년 625억 6,000만 달러에 이를 것으로 전망된다. R&D 시설 발전, 전기자동차와 하이브리드 자동차 수요 증가, 소비자 가전 시장의 성장, 반도체 제조 FAB 증가 등은 반도체 제조 장비 시장 성장에 긍정적인 영향을 미칠 전망이다. 다만, 장비 유지관리 비용이 높은 점과 복잡한 제조 프로세스 패턴, 기능적 결함이 시장 성장을 저해하고 있다.

원천기술 확보, 국제표준화 활 동에 적극적 참여 필요

반도체 장비는 공정에 따라 크게 웨이퍼에 회로를 인쇄하는 전공정과 웨이퍼에서 개별칩을 분리하여 조립, 검사하는 후공정으로 분류하며 공정별로 전문화된 장비를 사용한다. 해외 주요업체로는 Applied Materials Inc(미국, 20.9%), Lam Research Corporation(미국, 15.9%), Tokyo Electron Limited(일본, 14.1%), ASML(네덜란드, 14.1%) 등이 대표적이다. 국내 반도체 장비 시장 주요업체로는 세메스(주)(7위, 2.1%), (주)원익IPS(16위, 0.7%), (주)테스(22위, 0.4%), 피에스케이(주)(27위, 0.4%) 등이 있다.

반도체 장비의 기술적 이슈는 장비의 낮은 국산화율, 중국의 기술 추격, 반도체 장비 표준화 진행 등이 대표적이다. 반도체 장비의 해외기업 의존도가 높아 대부분 수입에 의존하고 있다. 최근 중국의 메모리산업 진입 및 장비·재료산업 육성 본격화에 따라 중국기업의 추격이 거센 상황이다. 반도체 공정 장비의 경우 SEMI(Semiconductor Equipment and Material Institute, 반도체제조장비재료협회)를 중심으로 제조 설비에 대한 안전 지침 및 재료 표준 등에 대한 표준화를 진행 중이며, 납품 시에는 SEMI 안전, 통신 등의 규격인증이 요구된다.

I. 산업 생태계 분석

반도체 장비의 정의

반도체 장비는 반도체 제조 공정에 사용되는 것으로 반도체 생산을 위한 준비 단계(반도체 회로설계, 웨이퍼 제조 등)부터 웨이퍼 가공, 칩 생산, 조립·검사단계까지의 모든 장비를 포함한다. 반도체 장비 산업은 Life-Cycle이 빠른 기술 집약적인 고부가가치 산업으로 전방 산업인 반도체 산업의 경기에 의해 영향을 크게 받는다.

반도체 장비의 종류

반도체 장비는 공정에 따라 크게 웨이퍼에 회로를 인쇄하는 전공정과 웨이퍼에서 개별칩을 분리하여 조립, 검사하는 후공정으로 분류하며 공정별로 전문화된 장비를 사용한다.

전공정은 반도체의 품질을 결정하는 단계로 높은 기술 수준이 요구된다. 전공정에는 웨이퍼 위에 회로를 그리고(노광), 회로대로 가공하고(식각), 특정막을 증착하고(증착), 균일하게 연마하고(CMP), 깨끗하게 만들고(세정), 측정하고 특성을 분석(측정분석)하는 등의 일련의 공정이 포함된다.

후공정에는 웨이퍼에 배선 연결과 밀봉을 하고(패키징), 칩의 불량여부를 판정(테스트)하는 등의 일련의 공정이 포함된다.

[표1] 반도체 장비의 범위(제품분류 관점)

분류	공정	세부기술
전공정	노광	• Stepper/Scanner Track
	식각	• Wet/Dry, Plasma etcher
	세정	• Cleaner, Plasma asher
	연마	• CMP
	이온주입	• Ion Implanter
	증착	• PVD, CVD, ALD
	열처리	• Furnace, RTP
	측정분석	• Wafer Inspection, alpha-step, Metrology 등
후공정	패키징	• Die attacher, Wire bonder, Encapsulation 등
	테스트	• 메모리 테스터, 시스템 IC 테스터 등

*출처: 중소기업 기술로드맵(2018)

반도체 장비의 산업특징 및 구조

반도체 장비 산업의 특징은 1) 기술집약형 산업, 2) 급속한 기술혁신이 요구되는 산업, 3) 반도체 업계의 성장추이에 종속, 4) 고가의 자본재 산업, 5) 진입장벽이 높은 산업, 6) 수입의존도가 높은 산업 등으로 요약할 수 있다.

[표2] 반도체 장비 산업 특징

산업 특징	세부 내용
기술집약형 산업	반도체 장비는 전자, 전기, 화학, 광학 등의 기술집약형 산업이며 반도체 기술 발전으로 반도체 장비의 기술수명이 짧아 지속적인 R&D 투자가 중요
급속한 기술혁신이 요구되는 산업	반도체 장비산업은 반도체 산업과 마찬가지로 기술발전 속도가 빠르고 그 결과 진화 속도가 빠르며 기술수명이 짧아, 설비의 평균 기술수명이 3~5년 정도임.
반도체 업계의 성장추이에 종속	반도체 장비는 사용자의 요구사항에 맞게 생산되는 주문자 생산방식이 대부분으로 주문량에 의해 그 수요가 결정됨. 반도체 장비 발주는 반도체 호황기에 집중되고, Downcycle에는 급감하여 변동폭이 반도체 및 타 산업 대비 큰 편임.
고가의 자본재 산업	반도체 장비산업은 고가의 자본재 산업으로 투자부담이 큰 편이며, 활용되는 전문 구성품 또한 다양하고 고가인 특성을 지니고 있어 막대한 투자비용을 필요로 함.
진입장벽이 높은 산업	반도체 장비 산업은 장치 위주의 산업으로 고가의 제품이라 품질의 신뢰도가 높고 시장에서 검증된 측면에서 선진국 제품을 구매하고자 하는 경향이 강하기 때문에, 신규 기업은 신뢰성 문제 등으로 인해 진입장벽이 높음.
수입의존도가 높은 산업	국내 반도체 소자기업의 공정라인은 외산장비가 장악하고 있으며, 장비 국산화율은 낮은 수준에 머물고 있음.

*출처: 2019 ISSUE REPORT - 반도체 장비·소재산업 동향, 한국수출입은행, 2019.5

반도체 장비는 반도체 생산의 필수요소 산업으로 반도체 제조 기술을 선도하며, 높은 전후방 효과로 타 산업에의 파급효과가 큰 산업이다. 반도체 장비는 디스플레이, 태양광, LED 등의 생산장비와도 밀접하게 연계되어 있으므로, 향후의 경제 산업적 파급효과를 고려하여 관련 산업의 육성이 반드시 필요하다. 반도체 장비 산업의 전망산업은 반도체 소자, 디스플레이, LED, OLED, 태양광 장비, 바이오, MEMS, 센서 등이며, 후방산업은 전자/전기 공학, 광학, 화학, 정밀가공 기술, 기계 설계 등 산업으로 규정할 수 있다.

[표3] 반도체 장비 분야 산업연관구조

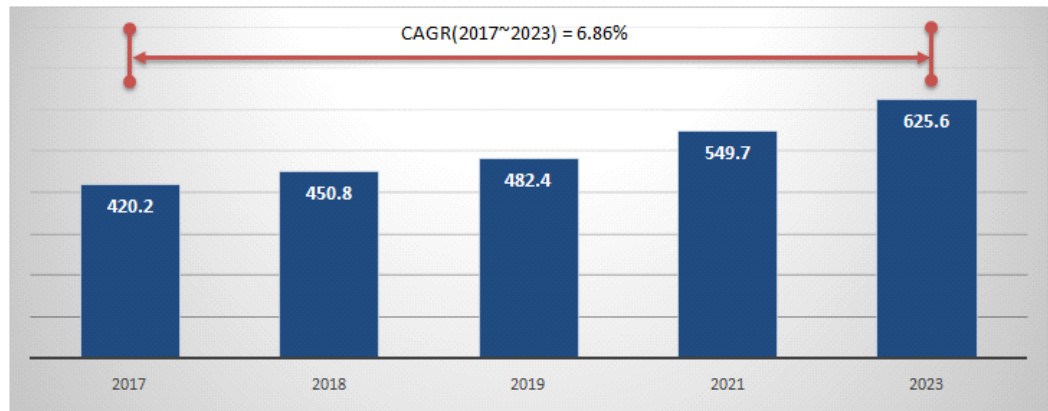
후방산업	반도체 장비	전방산업
- 전자/전기 공학 - 광학 - 화학 - 정밀가공 기술 - 기계 설계	- 노광장비 - 식각장비 - 세정장비 - CMP장비 - 이온주입장비 - 증착장비 - 열처리장비 - 측정분석장비 - 패키징장비 - 테스트장비	- 반도체 소자 - 디스플레이 - LED - OLED - 태양광 장비 - 바이오 - MEMS - 센서

*출처: 중소기업 기술로드맵(2018) 참고 KED 작성

해외시장 현황

시장조사기업인 MarketsandMarkets(2017.06)에 따르면, 전 세계 반도체 제조 장비 시장은 2017년 420억 2,000만 달러에서 연평균 6.86% 성장하여 2023년 625억 6,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

[그림1] 반도체 제조 장비 세계 시장 규모(단위: 억 달러)



*출처: Semiconductor Manufacturing Equipment Market - Global Forecast to 2023, MarketsandMarkets, 2017.06

R&D 시설 발전, 전기자동차와 하이브리드 자동차 수요 증가, 소비자 가전 시장의 성장, 반도체 제조 FAB 증가 등은 반도체 제조 장비 시장 성장에 긍정적인 영향을 미칠 전망이다. 다만, 장비 유지관리 비용이 높은 점과 복잡한 제조 프로세스 패턴, 기능적 결함이 시장 성장을 저해하고 있다.

전 세계 반도체 제조 장비 시장은 전처리 공정 장비에 따라 리소그래피 장비, 웨이퍼 표면 컨디셔닝 장비, 웨이퍼 세정 장비, 기타 웨이퍼 처리 장비로 분류된다.

[표4] 글로벌 반도체 제조 장비 시장(전처리 공정 장비별) 시장규모(단위: 억 달러)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2023	CAGR ('17~'23)
리소그래피	59.7	63.2	66.7	70.2	73.8	77.5	85.2	93.7	4.93%
웨이퍼 표면 컨디셔닝	47.7	51.6	55.5	59.5	63.5	67.7	76.6	86.4	6.43%
웨이퍼 세정	30.0	32.7	35.2	37.8	40.4	43.0	48.3	54.0	6.13%
기타 웨이퍼 처리	42.0	44.9	47.9	50.7	53.5	56.3	61.8	67.4	4.87%
계	179.5	192.4	205.3	218.2	231.2	244.5	271.9	301.6	5.54%

*출처: Semiconductor Manufacturing Equipment Market - Global Forecast to 2023, MarketsandMarkets, 2017.06

리소그래피 장비는 2017년 70억 2,000만 달러에서 연평균 성장률 4.93%로 증가하여, 2023년에는 93억 7,000만 달러에 이를 것으로 전망되고, 웨이퍼 표면 컨디셔닝 장비는 2017년 59억 5,000만 달러에서 연평균 성장률 6.43%로 증가하여 2023년에는 86억 4,000만 달러에 이를 것으로 전망되며, 웨이퍼 세정 장비는

2017년 37억 8,000만 달러에서 연평균 성장률 6.13%로 증가하여 2023년에는 54억 달러에 이를 것으로 전망된다. 또한, 기타 웨이퍼 처리 장비는 2017년 50억 7,000만 달러에서 연평균 성장률 4.87%로 증가하여, 2023년에는 67억 4,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

전 세계 반도체 제조 장비 시장은 후처리 공정 장비에 따라 조립 및 패키징 장비, 다이싱 장비, 측정 장비, 본딩 장비, 시험 장비로 분류된다.

조립 및 패키징 장비는 2017년 31억 달러에서 연평균 성장률 8.11%로 증가하여 2023년에는 49억 4,000만 달러에 이를 것으로 전망되고, 다이싱 장비는 2017년 11억 5,000만 달러에서 연평균 성장률 3.06%로 증가하여 2023년에는 13억 8,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

측정 장비는 2017년 11억 4,000만 달러에서 연평균 성장률 6.08%로 증가하여, 2023년에는 16억 2,000만 달러에 이를 것으로 전망되고, 본딩 장비는 2017년 1억 4,000만 달러에서 연평균 성장률 14.36%로 증가하여 2023년에는 3억 1,000만 달러에 이를 것으로 전망되며, 시험 장비는 2017년 41억 8,000만 달러에서 연평균 성장률 12.59%로 증가하여 2023년에는 85억 2,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

[표5] 글로벌 반도체 제조 장비 시장(후처리 공정 장비별) 시장규모(단위: 억 달러)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2023	CAGR ('17~'23)
조립 및 패키징	23.8	26.1	28.5	31.0	33.6	36.4	42.5	49.4	8.11%
다이싱	10.1	10.6	11.1	11.5	11.9	12.3	13.0	13.8	3.06%
측정	10.0	10.3	10.6	11.4	12.1	12.9	14.5	16.2	6.08%
본딩	0.9	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.3	3.1	14.36%
시험	26.1	31.1	36.3	41.8	47.8	54.0	68.1	85.2	12.59%
계	70.9	79.1	87.8	97.0	106.9	117.3	140.4	167.7	9.55%

*출처: Semiconductor Manufacturing Equipment Market - Global Forecast to 2023, MarketsandMarkets, 2017.06

전 세계 반도체 제조 장비 시장을 지역별로 살펴보면, 북미, 유럽, 아시아태평양 지역으로 분류된다.

북미 지역은 2017년 104억 6,000만 달러에서 연평균 성장률 6.56%로 증가하여 2023년에는 153억 1,000만 달러에 이를 것으로 전망되고, 유럽 지역은 2017년 67억 달러에서 연평균 성장률 5.86%로 증가하여, 2023년에는 94억 3,000만 달러에 이를 것으로 전망되며, 아시아태평양 지역은 2017년 143억 6,000만 달러에서 연평균 성장률 7.52%로 증가하여, 2023년에는 221억 8,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

[표6] 글로벌 반도체 제조 장비 시장(지역별) 시장규모(단위: 억 달러)

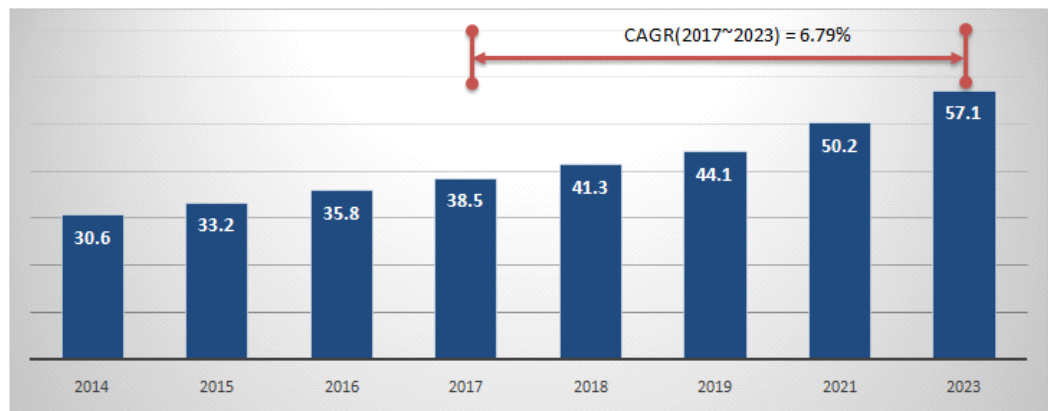
구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2023	CAGR ('17~'23)
북미	83.8	90.6	97.5	104.6	111.9	119.4	135.3	153.1	6.56%
유럽	54.6	58.7	62.9	67.0	71.3	75.6	84.5	94.3	5.86%
아시아태평양	112.0	122.2	132.7	143.6	154.9	166.8	192.4	221.8	7.52%
계	250.4	271.4	293.0	315.2	338.1	361.8	412.3	469.2	6.86%

*출처: Semiconductor Manufacturing Equipment Market - Global Forecast to 2023, MarketsandMarkets, 2017.06

국내시장 현황

시장조사기업인 MarketsandMarkets(2017.06)에 따르면, 국내 반도체 제조 장비 시장은 2017년 38억 5,000만 달러에서 연평균 성장률 6.79%로 증가하여, 2023년에는 57억 1,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

[그림2] 반도체 제조 장비 국내 시장 규모(단위: 억 달러)



*출처: Semiconductor Manufacturing Equipment Market - Global Forecast to 2023, MarketsandMarkets, 2017.06

국내 반도체 제조 장비 시장은 전처리 공정 장비에 따라 리소그래피 장비, 에칭 장비, CMP 장비, 웨이퍼 세정 장비, 기타 웨이퍼 처리 장비로 분류된다.

리소그래피 장비는 2017년 8억 4,000만 달러에서 연평균 성장률 4.14%로 증가하여 2023년에는 10억 7,000만 달러에 이를 것으로 전망되고, 에칭 장비는 2017년 6억 달러에서 연평균 성장률 6.11%로 증가하여 2023년에는 8억 6,000만 달러에 이를 것으로 전망되며, CMP 장비는 2017년 1억 3,000만 달러에서 연평균 성장률 7.35%로 증가하여 2023년에는 2억 달러에 이를 것으로 전망된다. 또한, 웨이퍼 세정 장비는 2017년 5억 1,000만 달러에서 연평균 성장률 6.18%로 증가하여 2023년에는 7억 3,000만 달러에 이를 것으로 전망되며, 기타 웨이퍼 처리 장비는 2017년 6억 7,000만 달러에서 연평균 성장률 4.81%로 증가하여 2023년에는 8억 8,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

[표7] 국내 반도체 제조 장비 시장(전처리 공정 장비별) 시장규모(단위: 억 달러)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2023	CAGR ('17~'23)
리소그래피	7.3	7.6	8.0	8.4	8.7	9.1	9.9	10.7	4.14%
에칭	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.7	8.6	6.11%
CMP	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.8	2.0	7.35%
웨이퍼 세정	4.0	4.4	4.7	5.1	5.4	5.8	6.5	7.3	6.18%
기타 웨이퍼 처리	5.5	5.9	6.3	6.7	7.0	7.4	8.1	8.8	4.81%
계	22.6	24.2	25.8	27.5	28.9	30.6	34.0	37.4	5.26%

*출처: Semiconductor Manufacturing Equipment Market - Global Forecast to 2023, MarketsandMarkets, 2017.06

국내 반도체 제조 장비 시장은 후처리 공정 장비에 따라 조립 및 패키징 장비, 다이싱 장비, 측정 장비, 본딩 장비, 시험 장비로 분류된다.

조립 및 패키징 장비는 2017년 3억 3,000만 달러에서 연평균 성장률 8.26%로 증가하여, 2023년에는 5억 3,000만 달러에 이를 것으로 전망된다. 다이싱 장비는 2017년 1억 3,000만 달러에서 연평균 성장률 3.24%로 증가하여, 2023년에는 1억 5,000만 달러에 이를 것으로 전망된다. 측정 장비는 2017년 1억 2,000만 달러에서 연평균 성장률 5.93%로 증가하여, 2023년에는 1억 7,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

본딩 장비는 2017년 1,000만 달러에서 연평균 성장률 13.88%로 증가하여, 2023년에는 3,000만 달러에 이를 것으로 전망된다. 시험 장비는 2017년 5억 1,000만 달러에서 연평균 성장률 13.24%로 증가하여, 2023년에는 10억 8,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

[표8] 국내 반도체 제조 장비 시장(후처리 공정 장비별) 시장규모(단위: 억 달러)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2023	CAGR ('17~'23)
조립 및 패키징	2.5	2.8	3.0	3.3	3.6	3.9	4.6	5.3	8.26%
다이싱	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	3.24%
측정	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	5.93%
본딩	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	13.88%
시험	3.1	3.8	4.4	5.1	5.9	6.7	8.5	10.8	13.24%
계	7.9	9.0	9.8	11.0	12.3	13.6	16.3	19.6	10.11%

*출처: Semiconductor Manufacturing Equipment Market - Global Forecast to 2023, MarketsandMarkets, 2017.06

포트폴리오 분석

반도체장비 산업 관련 종목군으로 포트폴리오를 구성하였을 때의 주식 수익률 변화를 살펴보기 위해, 반도체장비 관련 코스닥 상장 기업을 5개사 선정하였으며, 2019년도 수익률은 2019년 10월 30일 종가를 기준으로 산정하였다.

KOSDAQ 지수를 벤치마크 지수로 분석한 결과 최근 4년간 반도체장비 관련 종목의 평균 수익률의 변동성이 심한 편이고, 2019년 들어 전년대비 대폭 개선된 수익률을 보이고 있다.

[표9] 반도체장비 관련 주식 연도별 수익률 현황

구분	2016년	2017년	2018년	2019년
반도체장비 관련 종목 평균	23.8%	17.7%	-52.0%	16.5%
코스닥 평균	-6.8%	26.3%	-16.8%	-1.6%

*출처: 한국기업데이터

II. 업계 환경 분석

해외업체 동향

반도체 장비산업은 미국, 일본, 유럽기업이 기술력과 대형화를 통해 과점 구도를 형성하고 있다. 세계시장 점유율(2017년)은 미국 44.7%, 일본 28.2%, 네덜란드 14.1% 순이며, 한국은 3.6%를 점유하고 있다.

일본의 세계시장 점유율은 1990년대 초에는 50%를 기록했으나, 미국이 민관 합동의 반도체 제조기술 연구조합 SEMATECH을 설립(1987년)하고 장비산업을 강화하면서 2000년대부터 30% 수준을 유지하고 있다. 해외 반도체 제조 장비 시장에서 주요 기업은 Applied Materials Inc(미국, 20.9%), Lam Research Corporation(미국, 15.9%), Tokyo Electron Limited(일본, 14.1%), ASML(네덜란드, 14.1%)으로 상위 4개 기업의 시장점유율은 65% 가량이다.

[표10] 주요 장비별 시장점유율(노광장비: 2017년, 증착장비/식각장비: 2016년 기준)

	노광장비		증착장비		식각장비	
	기업명	점유율	기업명	점유율	기업명	점유율
1	ASML	85%	Applied Materials	41%	Lam Research	52%
2	니콘	10%	Lam Research	16%	Tokyo Electron	20%
3	캐논	4%	Tokyo Electron	14%	Applied Materials	18%
	합계	99%	합계	71%	합계	90%

*출처: 디인포메이션네트웍

[표11] 반도체 장비기업 시장점유율(2017년 매출 기준)

	기업명	국가	점유율
1	Applied Materials Inc	미국	20.9%
2	Lam Research Corporation	미국	15.9%
3	Tokyo Electron Limited	일본	14.1%
4	ASML	네덜란드	14.1%
5	KLA Tencor	미국	5.5%
6	Screen Semiconductor	일본	2.7%
7	세메스	한국	2.1%
8	Hitachi High-Technologies	일본	2.0%
9	Hitachi Kokusai Electric	일본	1.9%
10	Daifuku	일본	1.3%
	기타		19.5%
	합계		100.0%

*출처: 가트너

해외의 주요 업체 현황은 다음과 같다.

[표12] 반도체 제조 장비 분야 세계 주요 업체 현황

업체	상세 내용
Applied Materials Inc(미국)	- 반도체 제조 장비 시장에서 선도적인 기업 2016년 차세대 전자빔(e-beam) 검사 장비인 어플라이드 프로 비전(Applied PROVision) 시스템을 출시
Lam Research Corporation(미국)	- 박막 증착, 플라즈마 에칭, 포토레지스트 스트립 및 웨이퍼 세정을 위한 광범위한 포트폴리오를 보유 2016년 원자층 증착(ALD)을 사용하여 대량 생산을 가능하게 하는 VECTOR ALL 산화물 증착 시스템을 출시
Tokyo Electron Limited(일본)	- 반도체 생산 장비(SPE), 평면 패널 디스플레이(FPD) 제조 2015년 자회사인 TEL NEXX(미국)에서 웨이퍼의 도금 생산성을 50% 증가시킬 수 있는 전기화학증착 장비인 Stratus P300을 출시함
ASML(네덜란드)	- 반도체 칩 제조 기업에서 사용하는 리소그래피 장비 제조 2016년 이머전(Immersion, 액침) 장비인 TWINSKAN NXT:1980Di를 출시하였으며, 이 제품은 10nmshem 이하 공정에 사용되며, 오버레이와 포커스 성능이 향상됨
KLA-Tencor Corporation(미국)	- 반도체 및 나노전자에 대한 수율관리, 공정 제어 솔루션 제공 - 결함 검사 및 계측 관련 제품에는 칩 및 웨이퍼 제조, 레티클 제조, 발광 다이오드 및 화합물 반도체 제조, 데이터 저장매체/헤드 제조, MEMS 제조, 표면 프로파일로메트리 등이 있음

*출처: 각사 홈페이지

[미국/Applied Materials Inc]는 1967년 설립되어 미국 캘리포니아주에 본사를 두고 있는 반도체 장비 및 서비스 전문업체이다. 미국 나스닥 시장 상장사로, 12,500개 이상의 특허를 보유하고, 전 세계 17개국 93개 지사 총 21,000여명의 직원이 근무하고 있으며, 반도체 장비 제조업체 시장점유율 1위를 유지하고 있다.

동사의 고객은 반도체 웨이퍼와 집적회로 제조업체, 플랫폼 패널 액정 디스플레이, 태양광 발전 셀과 모듈, 기타 전자장비 제조업체이며, 주 고객사로는 도시바, 인텔, SK하이닉스, 삼성전자 등이 있다. 동사의 사업 구조는 반도체시스템, 글로벌 서비스, 디스플레이 사업으로 구성되어 있다. 주력 사업은 반도체시스템 사업으로 메모리부문(DRAM 및 NAND 사업부)과 비메모리부문(Foundry 및 Logic 사업부)으로 나뉘어져 있다.

2016년 7월 동사가 출시한 차세대 전자빔(e-beam) 검사 장비 어플라이드 프로 비전(Applied PROVision™)은 최근 차세대 노드(node)로의 변화를 꾀하고 있는 주요 파운드리, 로직, D램 및 3D 낸드 제조사가 필요로 하는 초고도 분해능(resolution) 및 이미지 품질을 가장 빠른 처리량으로 제공하는 것이 장점이다. 업계 최초로 1나노 미만 분해능을 갖춰 타 기술로는 검출이 불가능한 초미세 불량을 감지할 수 있으며, 기존 장비 대비 3배 이상 빠른 처리량으로 정밀 공정 특화 검사와 반도체 성능 예측 및 감지가 가능하다.

[그림3] Applied Materials Inc의 차세대 전자빔 검사 장비 Applied PROVision™

*출처: <http://www.appliedmaterials.com>

[미국/Lam Research Corporation]은 1980년 설립된 미국 법인으로 캘리포니아주에 본사를 두고 집적 회로 제작에 사용되는 반도체 공정 장비의 설계, 제조, 마케팅 및 서비스에 종사하고 있다. 나스닥 상장기업으로 미국, 오스트리아, 한국에 제조시설을 두고, 북미, 아시아 및 유럽 등에 사무소를 두고 있으며, 2018년 기준 전 세계 10,950명의 종업원이 근무하고 있다.

동사는 Applied Materials Inc에 이어, Tokyo Electron Limited, ASML 등과 2~4위를 경합하고 있는 세계 탑급의 반도체 장비 전문회사로, 박막 증착, 플라즈마 식각, 포토레지스트 제거(strip) 및 웨이퍼 세정 부문에서 두각을 보이며, 특히 식각장비 분야에서 타의 추종을 불허하는 압도적인 점유율(2016년 기준 52%)을 자랑하고 있다. 동사는 증착(Deposition), 식각(Etch), 제거 및 세정(Strip & Clean)에 있어서 반도체 제조 과정에서 보완적 처리 단계로 사용되는 광범위한 제품 포트폴리오를 공급하고 있으며, 고급 공정 모니터링과 핵심 단계의 제어를 지원하기 위하여 고정밀 질량 계측 시스템 라인을 공급하고 있다.

[그림4] Lam Research Corporation의 식각(Etch) 제품군

**DSIE 제품군**

DRIE

이 제품은 여러 입 질리온 식각(wet) 주요 및 비주요 공정에서 높은 생산성으로 공정을 완벽하게 제어합니다.

FLEX 제품군

ATOMIC LAYER ETCH (ALE) | REACTIVE ION ETCH

행리서치의 유전체 식각 시스템은 용도에 맞춘 기능 덕분에 첨단 고급 제품 소자의 까다로운 구조를 다양하게 만들 수 있습니다.

KIYO 제품군

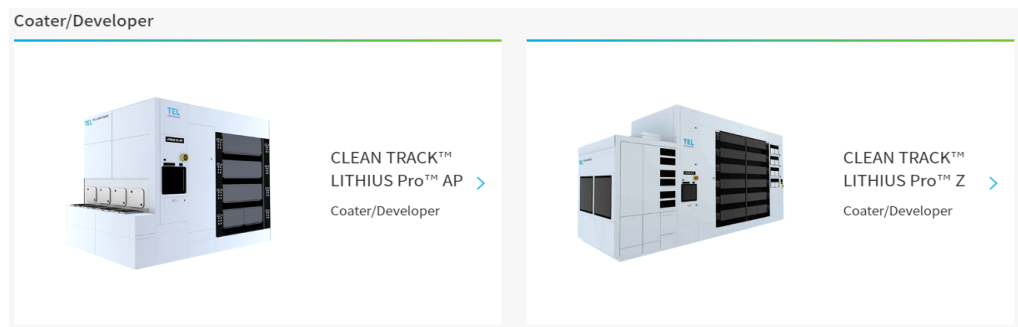
ATOMIC LAYER ETCH (ALE) | REACTIVE ION ETCH

시장을 선도하는 행리서치의 정도제 식각 제품은 주요 소자 제품 파지에 요구되는 고성능 정밀도와 뛰어난 제어력을 제공합니다.

*출처: <https://www.lamresearch.com>

[일본/Tokyo Electron Limited(TEL)]은 1963년 설립된 회사로 도쿄 미나토구에 본사를 두고, 반도체 장비, 평판 디스플레이 장비 사업을 영위하고 있다. 반도체 검사장비와 반도체공정에서 도포현상(Coater/Developer), 식각(Etch), 표면처리(Surface Preparation), 증착(Deposition), 테스트(Test) 등을 수행하는 장비를 제작하고 있고 전공정 장비 분야에서 ASML와 함께 세계 3~4위 기업으로, 인텔, 삼성전자, TSMC 등을 주고객사로 두고 있다.

[그림5] Tokyo Electron Limited의 Coater/Developer



*출처: <https://www.tel.com/>

[네덜란드/ASML]은 1984년 필립스, 네덜란드 ASMI(Advanced Semiconductor Materials International)의 합작으로 설립된 반도체 장비 기업으로 네덜란드에 본사를 두고 있으며, 2017년 기준 노광장비 점유율 85% 가량으로 조사되었다. 2018년 기준 전 세계 16개국, 60개 지점에서 19,216명이 근무하고 있다. 동사는 Lithography systems, Refurbished systems, Metrology & inspection systems 등 리소그래피를 통해 실리콘 웨이퍼를 대량 생산하기 위해 필요한 하드웨어, 소프트웨어 및 서비스 등 필요한 모든 것을 칩 제조업체에 제공한다. 1984년 PAS 2000 Stepper, 1986년 PAS 2500 Stepper를 출시하였고, 최근에는 EUV(Extreme UltraViolet)기술이 들어간 TWINSCAN NXE를 생산하고 있으며 더블 패터닝 방식으로 7nm를 구현할 수 있는 초고성능 장비를 개발하였으며, 현재 ASML의 EUV 장비는 삼성전자가 주 고객이다.

[그림6] ASML의 EUV lithography systems



*출처: <https://www.asml.com>

[미국/KLA-Tencor Corporation]은 공정 관리 및 수율 관리 솔루션 공급업체의 선로 반도체, LED 및 나노전자 산업에 대한 수율관리 및 공정 제어 솔루션을 제공한다. 동사의 결합 검사 및 측정 관련 제품에는 칩 제조, 웨이퍼 제조, 레티클 제조, 발광 다이오드(LED) 및 화합물 반도체 제조, 데이터 저장매체/헤드 제조, MEMS 제조, 표면 프로파일로메트리 등이 있다.

국내업체 현황

한국기업은 세계 30대 장비기업(2017)에 4개 기업이 포함되었으나, 글로벌 점유율은 낮은 편으로, 국내 반도체 장비 시장 주요업체로는 세메스(주)(7위, 2.1%), (주)원익IPS(16위, 0.7%), (주)테스(22위, 0.4%), 피에스케이(주)(27위, 0.4%) 등이 있으며, 국내의 주요 업체 현황은 다음과 같다.

[표 13] 반도체 장비 분야 주요 제품의 국내 업체 현황

업체	상세내용
세메스(주)	• 삼성 계열사(비상장)로 연간 2조원 규모의 반도체/디스플레이 핵심장비를 생산하는 국내 최대 규모의 장비업체
(주)원익IPS	• 반도체 장비, 시스템 전문업체, 2016년 코스닥시장 상장 • 반도체 공정 중 가장 어려운 기판 위에 회로를 만드는 공정 장비를 개발하고 있으며 박막 증착 장비 주로 공급
(주)테스	• 2008년 코스닥시장 상장 • 2007년 반도체 장비의 개발에 성공하여 현재는 반도체 제조에 필요한 전공정장비 제조를 주된 사업으로 영위
피에스케이(주)(PSK)	• 2019년 코스닥시장 상장 • 전공정 장비 부분만 독립하여 설립된 반도체 장비 회사로 PR Strip 장비 글로벌 1위 기업. 동사 Dry Strip 세계 시장 점유율은 2018년 기준 46%(가트너)
(주)제우스	• 1981년 반도체 장비/부품 사업에 진출하였으며, 2006년 코스닥시장 상장 • 반도체 제조 장비, TFT-LCD IN-LINE TRANSFER SYSTEM 및 태양전지 제조장비, 밸브 SYSTEM 등을 생산 및 판매
주성엔지니어링(주)	• 1999년 코스닥시장 상장 • SD CVD(CVD&ALD), HDP CVD, Dry Etch, MO CVD, UHV CVD, SDP CVD(CVD&ALD) 등의 반도체 장비를 제조 및 판매
한미반도체 주식회사	• 반도체 제조용 장비(VISION PLACEMENT, TSV DUAL STACKING TC BONDER, FLIP CHIP BONDER 등)와 레이저 장비(Laser Marking, Cutting, Ablation, Drilling) 등을 개발

* 밑줄친 기업은 코스닥 기업임

* 출처: 언론보도 종합, 각사 홈페이지

[세메스(주)]는 1993년 국내 반도체 장비산업의 육성을 위해 설립된 장비업체로, 삼성그룹에 속한 계열회사(비상장사)이다. 동사는 반도체 및 FPD 제조용 설비의 제조 및 판매를 주된 사업으로 하고 있으며, 연간 2조원 규모의 반도체/디스플레이 핵심장비를 생산하고 있다. 주요 반도체 제조장비로는 포토 공정용 트랙장비

OMEGA를 비롯해 세정 장비인 BLUEICE와 IRIS, 식각 장비 MICHELAN O2 등 반도체 전공정 핵심장비들을 생산함은 물론, Die Bonder, Probe Station, Saw & Sorter, Test Handler 등 반도체 후공정 장비를 생산하고 있다. 또한 웨이퍼 결함 및 반도체 라인 공정간 물류자동화 System에 이르기까지 반도체 제조공정의 Total Solution을 제공하고 있다. 디스플레이는 대형기관사이에 적용 가능한 Coater/Developer, Inkjet 장비 등을 생산해 세계 최고의 국내 디스플레이 패널 생산을 지원하고 있다.

[그림7] 세메스의 반도체 장비 제품군



*출처: <https://www.semes.com>

[(주)원익IPS]는 반도체 장비 및 시스템 전문업체로 2016년 4월 (주)원익홀딩스의 반도체, 디스플레이, Solar Cell 장비 사업부분을 인적분할하여 설립되었으며, 2016년 코스닥시장에 상장되었다. 동사는 끊임없는 연구 개발을 통해 1998년 세계 최초로 ALD 장비 양산에 성공하면서 반도체 장비 분야의 핵심기업으로 발돋움 하였으며, 2004년에는 반도체 CVD 장비 개발 및 양산에 성공하여 점유율을 높이고 있다.

동사는 반도체 제조공정 중 가장 어려운 기관 위에 회로를 만드는 공정 장비를 개발하고 있으며 박막형성을 위한 증착 장비를 주로 공급하고 있다. 2014년에는 수요가 높아지고 있는 3D NAND Flash 분야의 핵심 생산 장비인 Mold 공정 설비를 양산화에 성공하였고, 2018년에는 10나노 공정의 DRAM High-K 시장 진입에 성공하였다.

[그림8] 원익IPS의 GEMINI ALD

*출처: <http://www.ips.co.kr>

[(주)테스]는 2002년 설립되었으며, 2008년 코스닥시장에 상장되었다. 동사는 2007년 반도체 장비의 개발에 성공하여 현재는 반도체 제조에 필요한 전공정장비 제조 사업을 영위하고 있다. 동사의 반도체 관련 제품은 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, 플라즈마화학기상증착장비), LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition, 저압화학기상증착장비)와 Gas Phase Etch & Cleaning으로 반도체 공정에 필수적으로 사용되는 전공정 핵심 장비이다. 또한 OLED용 박막봉지장비(Thin Film Encapsulation system)와 UVC LED용 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 장비 사업도 영위하고 있다.

[그림9] 테스의 CHALLENGER HT Series

PECVD

Dry cleaning

Single LPCVD

CHALLENGER HT Series

Applications

- ACL
- SiON, SiN, SiO₂, SiCN

Features

- Multi process capability & Maximized Productivity
- Optimized system energy savings & Environmental Safety
- Easy Maintenance & Excellent Technical Support
- Lowest cost of ownership

*출처: <http://www.hites.co.kr>

[피에스케이(주)]는 피에스케이홀딩스(주)로부터 인적분할(2019년 4월)을 통해 신규 설립된 회사로, 2019년 5월 코스닥시장에 상장되었다. 전공정 장비 부분만 독립하여 설립된 반도체 장비 회사로 PR Strip 장비 글로벌 1위 기업이다. PR Strip 장비는 반도체 노광, 에칭 공정 후 남은 감광액(PR)을 제거하는 공정으로 메모리 및 비메모리에 사용된다. 가트너(2019.04)의 조사결과에 따르면 동사의 Dry Strip 세계시장 점유율은 2018년 기준 46%에 달한다. 동사는 삼성전자, SK 하이닉스 등 국내외 글로벌 업체들을 고객사로 확보하고 있으며, 램리서치(미국), Mattson Tech(중국), 히타치(일본) 등과 경쟁하고 있다.

[그림10] PSK의 SUPRA(Tigma) Vm



*출처: <http://www.psk-inc.com>

[(주)제우스]는 1970년 설립된 업체로, 1981년 반도체 장비/부품 사업에 진출하였으며, 2006년 코스닥시장에 상장되었다. 동사는 반도체 제조 장비, TFT-LCD IN-LINE TRANSFER SYSTEM 및 태양전지 제조장비, 밸브 SYSTEM 등을 생산 및 판매하고 있다. 반도체 제조 장비에 있어서 high-k, Metal gate, 구리배선, 대구경화 등 차세대 공정의 이슈에 대응할 수 있는 새로운 세정 공정과 장비를 개발하고 있으며, 배치식 세정장비는 물론 30nm 반도체 소자에 대응하는 매엽식 세정장비를 중심으로 진행되고 있다. 동사는 2009년 일본 현지 자회사인 (주)J.E.T를 설립하고, 반도체 WET 세정기를 생산 및 판매하고 있다.

[그림11] 제우스의 Wet Etching & Cleaning Solutions



*출처: <http://globalzeus.com>

[주성엔지니어링(주)]는 1993년 설립되어 1995년 법인 전환하였으며, 1999년 코스닥시장에 상장되었다. 당사는 현재 반도체 제조장비, 디스플레이 제조장비, 태양 전지 제조장비, LED 및 OLED 제조장비 사업을 영위하고 있다. 주력 제품은 CVD 장비로, SD CVD(CVD&ALD), HDP CVD, Dry Etch, MO CVD, UHV CVD, SDP CVD(CVD&ALD) 등을 제조 및 판매하고 있다.

[그림12] 주성엔지니어링의 반도체 장비 제품군



*출처: <http://www.jseng.com>

[한미반도체 주식회사]는 1980년 설립되었고, 2005년 유가증권시장에 상장되었으며, 반도체 제조용 장비(VISION PLACEMENT, TSV DUAL STACKING TC BONDER, FLIP CHIP BONDER 등)와 레이저 장비 등을 개발해 시장에 공급하고 있다. 1998년 출시한 주력 장비인 비전플레이스먼트(VISION PLACEMENT)는 반도체 패키지의 절단, 세척, 건조, 2D/3D VISION 검사, 선별, 적재까지 처리해 주는 반도체 장비로 세계 1위의 시장점유율을 지키고 있다. 또한, SK하이닉스와 공동개발을 통해 실리콘 웨이퍼에 칩을 여러층으로 적층하는 서버 장착용 초고속메모리(HBM) 생산에 필요한 열압착 본딩 장비인 TSV DUAL STACKING TC 본더를 공급하고 있으며, 생산성, 정밀도 등을 향상시키고 초소형 Die 핸들링 성능 등을 강화한 3세대 FLIP CHIP BONDER도 2017년 하반기 시장에 출시하였다.

[그림13] 한미반도체 주식회사의 반도체 장비 제품라인업



*출처: <http://www.hanmisemi.com>

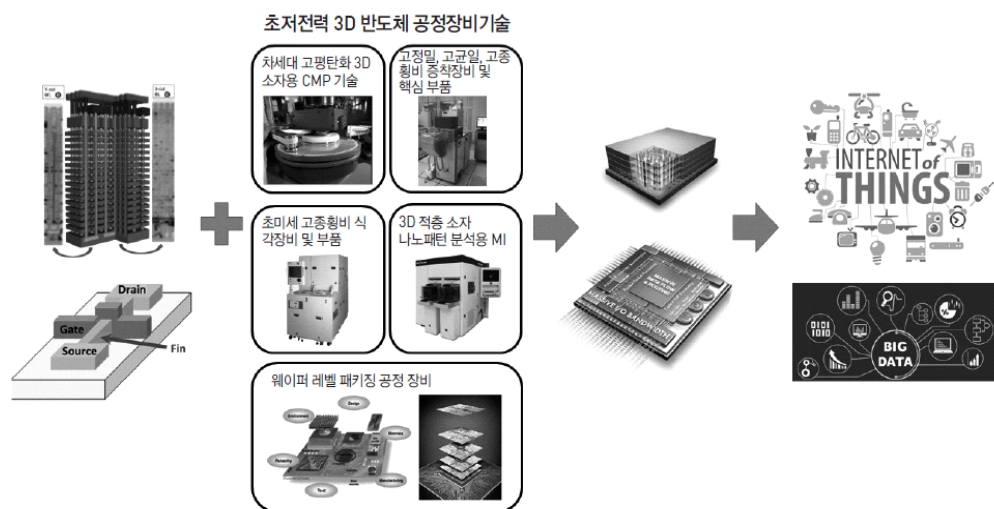
Ⅲ. 기술 심층 분석

반도체 미세화 필요성

인터넷에 연결된 사물의 수가 폭발적으로 증가함에 따라 수집된 빅데이터의 분석, 판단, 추론 등을 위한 프로세서 및 저장 장치의 성능 및 에너지 효율 개선이 절실히 요구되고 있다. 빅데이터를 처리하는 데이터 센터에서는 성능은 유지하면서 전력 소모를 줄여 유지보수 비용을 최소화하는 추세가 있으며, 이를 위한 메모리 반도체의 미세화 및 차세대 메모리 소자의 개발이 필요하다.

미세화의 한계에 점차 다가감에 따라 3D 형태의 적층형 반도체를 상용화하고 있는 추세이며 삼성전자, SK하이닉스 등이 시장을 주도하고 있다. 또한, 에너지 효율성 개선을 위한 미세화 및 3D 반도체를 제작하기 위한 반도체 장비 기술에 대한 관심이 고조되고 있다.

[그림 14] 초저전력 3D 반도체 공정장비 기술 개요



*출처: “반도체 미세화를 위한 반도체 공정장비 기술”, 한국산업기술평가관리원, 2017.04

미세화와 관련된 주요 공정장비 기술로는 1) 초미세 식각장비 및 부품기술, 2) 고정밀 증착장비 및 핵심 부품기술, 3) 차세대 고품탄화 3D 소자용 CMP 및 세정장비 및 핵심 부품기술, 4) 3D 적층소자 나노패턴 분석용 MI(Metrology and Inspection) 기술, 5) 웨이퍼 레벨 패키징 공정장비 기술 등이 있다.

반도체 장비 기술개발 동향

반도체 장비와 관련하여서는 식각 장비, CMP 장비, 증착 장비, MI 장비, 패키징 장비 등에 있어 기술개발이 이루어지고 있다.

[식각 장비 개발] 10nm 이하 반도체소자, 3D 낸드플래시, FinFET, MRAM 등의 제조에 필요한 식각 공정의 난이도가 점점 높아지고 있어 이를 위한 미세패턴 식각 등의 기술 개발이 활발히 이루어지고 있다.

정밀 식각을 위한 ALE(Atomic Layer Etch) 기술, 생산성 향상을 위한 새로운 플라즈마 소스 개발, CCP(Capacitively Coupled Plasma)와 ICP(Inductively Coupled Plasma) 기반 기술을 결합한 플라즈마 소스 개발 등의 기술 개발이 진행 중이다. 탄소저감을 위한 새로운 화학반응 공정 기체, 중성 빔(Beam) 같은 무손상(Damage-free) 플라즈마 소스 개발 등과 기존 공정의 개선 기술 개발 등의 방향으로 연구 개발이 진행 중이다.

향후 반도체 소자의 물리적인 축소는 한계에 도달하여 이에 따른 공정기술 난이도가 점점 높아짐에 따라 소재 부분에서 새로운 소재의 식각 기술 개발과 필요한 물질만 선택 식각할 수 있는 무한대 선택비 식각 기술의 중요성이 증대되고 있으며, MRAM 등의 차세대 비휘발성 메모리 분야에서 새로운 박막 재료를 식각할 수 있는 플라즈마 소스 및 화학 반응 공정 기술을 요구하고 있다.

또한, 10nm 이하 및 3D 반도체 소자 구조 제조에서 중요한 CD(Critical Dimension) 제어와, 양산 산포를 줄이기 위한 식각 재현성 확보를 위한 진단, RF, 온도 등의 정밀 제어 기술 개발이 필요하다.

[CMP 장비 개발] 반도체 소자의 미세화 및 다층화로 인하여 CMP 공정 기술이 차지하는 비중이 전체 디바이스 제조공정 내에서도 높아지는 추세이다.

성능 개선을 위해 BEOL(Back-end of Line)에서의 Cu 배선, FEOL(Front-end of Line)에서의 High-K metal gate 등과 같은 적용 재료의 급변화가 이루어지고 있어 이에 대한 디바이스 공정 기술에 대한 개선 및 급변화가 요구되고 있다. 연마 균일도, 설비 가동율 향상, 관련 소모재(Pad conditioner, PVA brush)의 수명 향상 등 기능적 다변화가 요구된다.

[증착 장비 개발] 3D 낸드플래시, FinFET 등 3D 구조를 적용하는 매우 복잡하고 어려운 공정을 사용하게 되면서 증착 장비 및 부품의 친환경, 고정밀, 고균일, 고중형비 제어 기술에 대해 연구개발이 활발히 진행되고 있는 추세이다.

고온 증착, 고밀도 플라즈마 증착 기술은 박막 및 소자 신뢰성 저하의 원인이 되기 때문에, 3D 반도체 제조를 위한 고품질, 고성능 박막을 증착하기 위한 저온 증착 공정 및 장비 개발이 활발히 진행되고 있으며, 고정밀 증착을 위하여 CVD 증착 공정 재료 가스의 초정밀 유량 제어 기술에 대한 연구를 국내외에서 활발히 진행 중이다.

[MI 장비 개발] MI 기술과 공정 장비 기술의 융합화가 지속적으로 확대되는 추세에 있다.

미세화기술은 반도체 소자의 특성 향상 및 제조원가 절감의 핵심기술로서 최신의 미세화 기술을 확보하지 못한 회사들은 경쟁에서 도태되고 있다. 공정의 미세화, 3D 적층화된 소자구조 활용, 복잡한 나노패턴 설계 등으로 인해 APC/AEC가 적

용된 효율적 공정관리 기술개발을 위해 프로세스 장비와 MI 장비가 융복합된 IM(Integrated Metrology) 기술 개발을 진행하고 있다.

공정진단 센서의 소형화, 직접화, 지능화를 통해 신 공정 및 장비 상태를 실시간으로 정밀하게 측정 및 분석하는 공정진단 센서의 필요성이 강조되고 있으며, 웨이퍼 형태 센서 및 외부 톨박스와 실시간 통신이 가능한 공정진단 센서를 개발하는 추세로 진행(TEL, KLA-Tencor 주도)하고 있다.

[패키징 장비 개발] 패키징 장비는 2.5D/3D 적층 또는 외부 부품까지 패키지 내부로 집적하여, 패키지 연결 부위를 최소화하는 동시에 내부 연결의 모든 공정을 반도체 공정으로 미세화하는 방향으로 기술 진화 중이며, 고속 대용량 데이터 전송을 위해서는 회로(IC) 간 짧은 연결 및 연결 부분에서의 기생 성분에 의한 손실 최소화가 필수적이다.

패키지 내부에서의 데이터 대용량화 및 고속화는 2.5D/3D 기술로 해결 가능한 반면, 패키지 외부로의 대용량화 및 고속화는 Interconnection 기생 성분 특성이 우수한 Fanout 기술로 해결 가능하다. 웨이퍼 단위를 기반으로 하는 2.5D/3D 및 Fanout 패키징 증가로, 반도체 전공정과 후공정 간 경계가 허물어지고 있으며, MoL(Middle of Line) 공정이라는 새로운 분류가 생겼으며, 그 중요성 및 시장 비중이 계속적으로 높아지고 있다.

또한, 비용 효율성면에서 가장 많은 압박을 받고 있는 패키징 분야에서는 가장 최근 기술인 웨이퍼 레벨 Fanout 공정에서도 비용 절감을 위하여 면적 효율이 제일 우수한 사각형태의 Panel level 공정 도입을 계획 중이며 이렇게 될 경우 많은 공정과 관련 장비의 변화가 예상된다.

국내 기술수준

반도체 장비산업의 경쟁력은 세계 최고 수준 대비 약 63% 수준으로, 전공정 장비 중 증착, 세정, 열처리 등을 중심으로 일정부분 경쟁력을 확보했으며, 후공정 장비 기술수준은 해외 선도기업 대비 80~90% 수준이다. 국내 반도체 공정장비 업체는 높은 기술진입 장벽, 핵심부품의 낮은 국산화율, 원천기술 확보 미비 등으로, 세계 시장을 선도하는 국내 소자 업체와 비교하여 세계시장 점유율이 낮은 실정이다.

[식각 장비] 국내 기업(SEMES, APTC)의 점유율은 약 5% 내외이며, 해외 선진업체 대비 80%(RF Generator, Matcher, ESC(Electro Static Chuck) 수준이며, 관련 부품은 90% 수준임. 핵심기술 및 노하우 축적이 요구되어 신규업체의 시장진입 장벽이 비교적 높은 분야이다.

[CMP 장비] 케이씨텍이 기술 난이도가 낮은 제품을 양산하고 있으며 해외 선진업체 대비 75% 기술수준을 보유하고 있다. 세계시장 진입을 위해서는 기술개발 및 기술노하우 축적이 필요하다. 반도체소자의 미세화, 다층화 추세로 공정 내 CMP 장비의 중요도가 높아지는 상황이나, 현재 대부분 수입에 의존하는 실정이다.

[표 14] 주요 반도체 공정 장비 분석

공정(주요부분품)		주요장비 (또는 장비군)	기능설명	장비기업 (국외/국내)	비고
중분류	세분류				
전공정	노광	Stepper/Scanner Track	빛을 사용하여 웨이퍼 위에 회로를 그리는 장비	ASML/세메스	국내기술 수준 : 10% 부품국산화 : 0%
	식각	Oxide, Poly, metal Etcher	노광에서 그려진 대로 식각을 통하여 모양을 만드는 장비	Lam, TEL, AMAT/APTC, 세메스	국내기술 수준 : 85% 부품국산화 : 50%
	세정	Cleaner, Asher	불순물을 깨끗하게 제거하는 장비	TEL, DNS/세메스, PSK, 케이씨텍	국내기술 수준 : 85% 부품국산화 : 65%
	연마	CMP	박막표면을 균일하게 평탄화하는 장비	AMAT/케이씨텍	국내기술 수준 : 75% 부품국산화 : 60%
	이온 주입	Ion Implanter	미세한 가스입자 형태의 불순물을 침투시켜 전자소자의 특성을 만드는 장치	AMAT/Axcelis	국내기술 수준 : 20% 부품국산화 : 0%
	증착	CVD, ALD, PVD	웨이퍼 위에 특정 용도막(산화막, 절연막 등)을 증착하는 장비	AMAT, TEL/주성, 원익IPS, 유진테크, 테스	국내기술 수준 : 90% 부품국산화 : 65%
	열처리	Furnace, RTP	열을 이용하여 웨이퍼 내 물질을 균질하게 하거나, 증착하는 장비	AMAT, TEL/테라세미콘, AP시스템	국내기술 수준 : 90% 부품국산화 : 70%
	측정분석	Wafer Inspection, Metrology	웨이퍼 내의 물질특성(두께, 성분, 이물질 등)을 분석하는 장비	KLA, AMAT/오로스텍, 놀로지, 에스앤유프리스전	국내기술 수준 : 35% 부품국산화 : 30%
후공정	패키징	TSV용 설비, Die attacher, Wire bonding, Molding 등	웨이퍼에 via 형성을 통하여 배선연결, 밀봉하는 장비	테스코, 히타치하이텍, ASM Pacific/세메스, 한미반도체, 이오테크닉스	국내기술 수준 : 90% 부품국산화 : 60%
	테스트	메모리 테스터, 시스템 IC 테스터	칩의 불량여부를 판정하는 장비	Advantest, Teradyne/엑시콘, 유니테스트	국내기술 수준 : 80% 부품국산화 : 60%

*출처: KSIA, Keit

[증착 장비] 테스, 원익 IPS, 유진테크, 주성엔지니어링 등이 해외 선진업체 대비 90% 기술 수준으로 세계시장 경쟁력을 보유하고 있다. 외산장비와 경쟁이 가능한 수준이나, ALD 등 기술 트렌드를 따라잡기 위한 지속적인 장비개발이 필요하다. 또한, 관련된 공정분석 비용이 지속 증가하고 있으며, 양산성 검증을 위한 Marathon 테스트가 필수적이다.

[MI 장비] 오로스테크놀로지, 넥스틴 등 국내 기업은 일부 장비는 개발되어 시장 진입을 하고 있으나, 3D 반도체 관련 장비는 상용화 실적이 없다. KLA-Tencor와 넥스틴에서 3차원 공정용 패턴 결함 검사장비 개발 중에 있으며, 3차원 공정에 적합한 광학임계선폭(Optical Critical Dimension; OCD) 계측 장비의 개발이 시급하나, 국내에 확보된 기술은 미흡한 실정이다.

해외 주요 장비들은 업체별로 특화 영역을 가지고 시장을 거의 독점하고 있다. 막질특성 계측장비의 경우 KLA-Tencor, Nanometrics가 95% 이상 점유하고 있고, 임계선폭 계측장비의 경우 Hitachi 90% 이상, AMAT 10%를 점유하고 있으며, 오정렬 측정장비의 경우 KLA-Tencor가 거의 100% 독점하고 있으며, 패턴 결함 검사장비는 KLA-Tencor 80% 이상, AMAT 20% 정도의 점유율을 보이고 있다.

[패키징 장비] 첨단 패키징 관련 2.5D/3D 공정기술은 삼성전자와 SK 하이닉스가 세계 최고의 수준이라 할 수 있으나, 관련 장비 기술은 전무한 실정이다. 2.5D/3D 관련 공정장비들은 노광, 식각, 및 증착과 같은 반도체 전공정 영역에 해당하는 기술로 구성되어 있기 때문에 전술한 반도체 전공정 관련 국내 기술력 수준은 비슷한 상황이다. 웨이퍼 레벨 Fanout 공정의 경우 패넌 기반으로 진행할 경우 대면적 기반의 PCB 또는 Display 공정 및 장비와 많은 부분에서 유사점이 존재하기 때문에 국내에서 접근하기에 비교적 기술적 장벽이 높지 않을 것으로 판단된다.

기술발전방향

반도체 산업은 전자, 통신, 정보사업 부문과 함께 두드러진 발전과 성장을 기록하고 있는 산업으로 정보화 사회 진입과 첨단산업 발전의 핵심요소일 뿐만 아니라 재래산업의 생산성 향상과 고부가가치화를 위한 필수적인 요소부품으로서 그 수요가 급속히 확대, 다양화되고 있다.

메모리 이외에 국내 소자업체의 파운드리 시장 진입 가시화에 따른 파운드리 관련 공정기술 및 HV-power, 센서, 바이오칩 등의 다양한 기능의 반도체 소자에 사용되는 특화공정이 지속적으로 요구될 것으로 예상된다. 또한, 3D 낸드 플래시, DRAM, MRAM, RRAM, PRAM 등 차세대 메모리 소자 개발에 활용할 수 있는 고정밀, 고균일, 고중형비 증착 장비 기술 개발이 중요하다.

차세대 메모리 반도체 제조 수율 향상 및 산포도 최소화를 위해 스마트 APC/AEC 용 실시간 공정진단 센서 기술 및 프로세스 장비 및 MI 장비가 융복합화된 IM 장비기술 개발이 시급하다.

중국의 기술 추격

반도체 장비는 지속적으로 미국, 유럽, 일본 기업들이 독식하고 있는 가운데, 최근 중국의 메모리산업 진입 및 장비 및 재료산업 육성 본격화에 따라 중국기업의 추격이 거센 상황이다. 파운드리인 SMIC는 24나노 플래시 메모리 분야, 메모리기업인 XMC는 플래시 및 3D 낸드 플래시에 집중할 예정으로 향후 3~4년 이내에 국

내 기업과 경쟁이 예상된다. 반도체 장비 업체는 식각 장비 기업인 AMEC 이외에 약 15개 공정별 핵심 장비기업을 선정하여 정부 차원의 자금을 지원하고 있다.

[그림15] 중국 주요 반도체 장비 기업

Company	Products
AMEC (中微)	Dielectric Etch, TSV, MOCVD
ACM (盛美)	Cleaning, CMP, Copper Plating
RSIC (Raintree 睿励)	OCD
SMEE(SH Micro-Electronics) (上微)	Lithography
NMC (Northern Micro-Electronics 北微)	Poly-Silicon Etch, PVD, LED Etch, MOCVD
Sevenstar Huachuang	Diffusion, CVD, Dry Etch, Cleaning
45 Inst	Stepper, Dicing, Wire Bonding
Zhongkexin (中科信)	Ion Implantation
PioTech (沈阳拓荆)	4-12inch PECVD, ALD
Siayuan	Spin Coater, Track system
Purification	Air Purification Equipment
Trinity	Assembly, Packaging, Wire Bonding
LZRAPID	Wafer Polishing Equipment
2 Inst	Cleaning System
Grand	Packaging and Testing Equipment
48 Inst (48 所)	Ion implantation, Diffusion, Etch, CVD

*출처: "반도체 산업 현황 및 우려 점검", IBK기업은행, 2019.04

중국정부는 반도체 제조의 경쟁력은 설계/공정 경쟁력과 핵심 반도체 장비와 소재의 경쟁력에서 만들어지는 것으로 이해하고, 장비 산업육성에도 막대한 지원을 하고 있다. 특히 국유기업인 칭화유니그룹은 반도체 회사뿐만 아니라 장비회사 인수에도 큰 관심을 갖고 있다.

[표15] 중국의 美 반도체 기업 인수 실패 사례

시기	인수기업	주요내용
2015	칭화유니그룹	마이크론을 인수하려 했으나, 미국의 외국인투자심의회(CFIUS)에서 불허
2016	화룬그룹	페어차일드(시스템 반도체(아날로그 반도체) 기업) 인수계획 CFIUS 반대로 실패
2017	캐년브리지 캐피탈파트너스	래티스(시스템 반도체(로직 설계(PLD))기업) 인수계획 CFIUS 반대로 실패
2018	시이노IC캐피탈	엑세라(반도체 시험장비 회사) 인수계획 CFIUS 반대로 실패
2018	브로드컴	퀄컴 인수계획 '국가안보'를 이유로 트럼프 대통령 행정명령으로 불허 브로드컴은 싱가포르계 통신반도체 기업이지만 화웨이와의 특수관계 가능성을 지적

*출처: "반도체 산업 현황 및 우려 점검", IBK기업은행, 2019.04

중국은 2025년까지 반도체 자급률 75%(현재 20%)를 목표로 추진했으나, 미국의 견제로 달성이 쉽지 않을 전망이다. 중국 기업은 M&A를 통해 기술력을 확보해 나갈 계획이었으나, 미국 정부의 견제와 장비 및 소재 수출 금지 규제로 기술획득과 생산계획에 차질을 겪고 있다.

[그림16] 메모리 선두기업과 중국 기업의 공정 개발 현황 비교

		'14	'15	'16	'17.1H	'17.2H	'18.1H	'18.2H	'19.1H	'19.2H
D램	삼성전자	20nm			1Xnm(18nm)			1ynm		1znm
	SK하이닉스				21nm		1Xnm(18nm)		1ynm	
	마이크론	20nm			1Xnm(18nm)			1ynm		1znm
	中푸젠진화							30nm 양산준비		사업중단 가능성
	中이노트론							투자시작		25nm 양산계획
낸드	삼성전자	48단		64단			96단		128단	
	SK하이닉스	36단		48단	72단			96단		
	도시바+WD*			48단	64단			96단		
	中YMTC							32단 시제품		64단

*출처: "반도체 산업 현황 및 우려 점검", IBK기업은행, 2019.04

반도체 장비 표준화 진행 중

반도체 공정 장비의 경우 SEMI를 중심으로 제조 설비에 대한 안전 지침 및 재료 표준 등에 대한 표준화를 진행 중이며, 납품 시에는 SEMI 안전, 통신 등의 규격인증이 요구된다. 한국의 경우 SEMI Facility와 I&C 분야에서 일부 기업이 활동하고 있으며, 최근 국내 주도로 Advanced Back-end Factory 분야의 TF가 승인되어 향후 자동화분야의 표준 개발이 예상된다.

국제표준화 활동에 기업의 적극적 참여가 필요하며, 소자 대기업과 대학, 연구소 등의 협업을 통하여 국제 표준 기술 개발 활동을 통한 시장 선점이 필요하다. 또한, 반도체 공정 자동화 및 패키징 기술과 같이 국내 보유 기술의 경우 국내 단체 표준으로 개발하고 단계적으로 국제 표준으로 연결될 필요가 있다.

[표16] 주요 SEMI 표준 현황

구분	내용
반도체 장비통신 표준	- SEMI E4, E5: SECS-I/II(SEMI Equipment Communication Standard I/II) - SEMI E30: GEM(General Equipment Model) - SEMI E37: HSMS(High-speed SECS Message Service)
반도체 장비안전 표준	- SEMI S2: Environmental, Health, and Safety Guideline for Semiconductor Manufacturing - SEMI S6: EHS Guideline for Exhaust Ventilation of Semiconductor Manufacturing Equipment - SEMI S8: Safety Guideline for Ergonomics Engineering of Semiconductor Manufacturing - Equipment

*출처: "반도체 미세화를 위한 반도체 공정장비 기술", 한국산업기술평가관리원, 2017.04

반도체 장비 기술 개발 활성화에 대한 제언

과거 메모리반도체는 PC, 스마트폰 등 그 용처가 매우 제한적이었으며, 솔루션 없이 단품 위주로 사용되었으나, 최근 4차 산업혁명 시대에 부응하기 위해 초저전력 메모리 반도체의 미세화에 따라 저장 솔루션과의 결합이 필수적으로 요구되고 있는 상황에 대응하여 초저전력 3D 반도체 공정 장비의 수요가 요구되고 있다.

저장 솔루션에 대응하는 초저전력 3D 반도체공정장비는 기계, 전자, 물리, 화학 등을 바탕으로 설계, 공정 챔버 및 첨단 하드웨어 시스템 구비, 시스템 운영SW, 부품/소재의 신뢰성 및 양산성 확보 등을 위한 여러 분야의 첨단 복합 기술의 유기적인 결합을 통해 소자기업과 장비기업, 대학, 연구소의 유기적 소통이 필수적이므로 이들의 상호작용에 대한 이해가 필수적이다.

특히 반도체 공정 장비 및 부품, 소재, 소자 분야의 기술 축적과 축적된 기술인력 확충은 매우 오랜 시간이 소요되며, 향후 4차 산업혁명시대에 저장 솔루션 기술의 중요성을 감안하면 시급히 기술개발과 인력 양성을 위한 노력이 필요한 상황이다.