

미국의 대중 반도체 제조시설 수출통제에 따른 중국의 장비 수입 변화 분석

김혁중 세계지역연구센터 미주팀 부연구위원 (hjkim@kiep.go.kr, 044-414-1166)

오종혁 세계지역연구센터 중국경제통상팀 전문연구원 (ojh@kiep.go.kr, 044-414-1286)

권혁주 세계지역연구센터 미주팀 전문연구원 (hjkwon@kiep.go.kr, 044-414-1086)

정유원 세계지역연구센터 미주팀 연구원 (uwonj@kiep.go.kr, 044-414-1046)

차례

1. 대중 반도체 제조시설에 대한 수출통제의 주요 내용 및 의미
2. 중국의 반도체 산업 경쟁력
3. 중국의 주요 반도체 제조장비별 수입 동향
4. 중국의 주요 지역별 반도체 제조장비 수입 동향
5. 전망 및 시사점

주요 내용

- ▶ 미국은 중국 내 특정 반도체 제조시설(로직반도체 16/14nm 이하, NAND 128단 이상, DRAM 18nm 이하)에 대한 수출통제 조치를 시행함(2022. 10. 7).
 - 해당 조치를 통해 중국 내 특정 반도체 제조시설에서 미국산 장비를 활용하기 어려워졌으며, 미국은 중국 내 다국적 기업(삼성전자, SK하이닉스, TSMC 등)에 대해서는 수출통제를 1년간 유예함.
 - 본고에서는 수출통제 전('22년 1~9월)과 후('22년 10월~'23년 2월) 중국의 월평균 반도체 제조장비 수입 실적을 비교해 미국의 반도체 수출통제가 중국의 반도체 전(前)공정 장비 수입에 미친 영향을 확인하고자 함.
- ▶ 수출통제 후 중국의 반도체 제조장비 수입 규모가 큰 폭으로 감소함.
 - 같은 기간 한국은 월평균 반도체 제조장비 수입액이 2% 상승했으나 중국은 22% 감소했으며, 반도체 업황 악화 상황을 고려하더라도 중국의 장비 수입액이 수출통제 후 눈에 띄게 줄었다고 볼 수 있음.
 - 거의 모든 종류의 전(前)공정 장비(CMP/열처리/증착(CVD, PVD 등)/노광/식각/이온주입)의 월평균 수입 감소율이 같은 기간 한국보다 크며, 특히 PVD/식각/이온주입 장비 수입 감소가 두드러짐.
 - 열처리, PVD, 이온주입 장비의 경우 일본산 장비가 미국산 장비를 대체하고 있으며, 한국에서 주로 수출하는 CVD 장비는 수출통제 후 오히려 중국 수입시장 내 점유율이 하락함.
- ▶ 반도체 제조시설이 위치한 중국 주요 지역에서 반도체 수입이 큰 폭으로 감소했으며, 미국산 장비의 점유율도 하락함.
 - 대부분의 지역에서 수출통제 후 월평균 반도체 수입액이 큰 폭으로 감소했고, 특히 CXMT가 위치한 안휘성의 월평균 수입액 감소율(-80%)이 두드러짐.
 - 예외로 후베이성과 산시성은 월평균 반도체 수입액이 수출통제 후 증가했으나, YMTC가 있는 후베이성은 미국/싱가포르산(미국 장비사의 제조시설) 장비 점유율이 이미 낮은 수준에서 더 하락했고, 삼성전자가 위치한 산시성은 수출통제 유예 기간이 적용되어 직접적인 수출통제의 영향을 받지 않고 있음.

- 중국기업 위주의 지역(베이징, 상하이, 안후이, 후베이)이나 외자기업 위주의 지역(장쑤, 푸젠, 산시, 랴오닝) 모두 장비 수입액이 큰 폭으로 감소한 편인데, 수출통제 유예 기간을 적용받은 외자기업 위주 지역에서도 수출통제 후 미국산 장비 점유율이 하락함.
- ▶ 수출통제 참여국이나 품목 범위가 확대될 가능성이 있지만, 이에 대한 신중한 접근과 대응이 필요함.
- 일각에서는 한국을 비롯한 여타 국가로 수출통제 참여국을 확대할 것을 주장하지만 미국산 장비를 한국산이 대체하는 움직임은 보이지 않으며, 한국이 수출통제에 참여하더라도 한국기업의 중국 내 제조시설에는 영향이 없도록 예외를 둘 필요가 있음.
- 미국이 대체할 수 없는 독보적인 기술력을 보유한 분야와 한정된 목록의 생산시설을 대상으로 수출통제 범위를 좁힌다면 미국산 장비 경쟁력 감소 등으로 인해 미 규제당국이 의도하지 않았던 수출통제의 부작용을 줄이는 데 도움을 줄 수 있음.
- 미국이 반도체 산업 상류의 강점을 바탕으로 대중국 견제를 강화하는 것에 대비해 한국은 반도체 산업 제조장비 경쟁력 강화와 수출통제에 대한 부작용을 해소할 수 있는 지원정책을 모색할 필요가 있음.

1. 대중 반도체 제조시설에 대한 수출통제의 주요 내용 및 의미

- 미국은 최근 중국 내 특정 반도체 제조시설에 대한 수출통제를 시행해 중국의 선단 반도체 공정에 대한 접근을 차단하고자 함(2022. 10. 7).
 - 본고에서는 미국이 △침단 반도체 수출통제 △미국인의 중국 내 특정 반도체 제조시설에 대한 지원 제한 등의 조치와 함께 도입한 ‘중국 내 특정 반도체 제조시설에 대한 수출통제’가 중국의 반도체 제조장비 수입에 미친 단기적 영향을 분석함.
 - 미국은 시장에서 양산되는 로직 혹은 메모리 반도체에 대한 기준선을 상회하는 중국 내 반도체 제조시설 (semiconductor fabrication facility)에 대해 반도체 제조장비 수출통제를 시행함.
 - 비평면 트랜지스터 구조(non-planar transistor architecture)를 가지거나 혹은 16/14나노미터(nm) 이하의 공정을 사용해 로직 반도체를 생산하는 반도체 제조시설은 수출통제 대상에 해당
 - NAND 128단 이상, 선폭(half-pitch) 기준 18nm 이하의 DRAM 메모리 반도체를 생산하는 반도체 제조시설 또한 수출통제 대상
 - 단 삼성전자, SK하이닉스, TSMC 등 중국 내에 반도체 제조시설을 운영하는 다국적 기업에 대해서는 수출 통제가 1년간 유예되어 이 수출통제의 직접적인 영향은 현재 중국 내 자국 기업에 한정되어 있음.
 - 미국은 중국 내 특정 반도체 제조시설에 대한 수출통제를 통해 중국과 △NAND 2년 △DRAM 5년 △로직 반도체 제조 분야에서 5년 이상의 기술 격차를 유지하려는 것으로 보임.

표 1. 중국 메모리 및 파운드리 분야 기술 격차

분야		삼성전자	SK하이닉스	Micron(미국)	YMTC(중국)	격차
NAND 플래시	양산	236단 8세대	176단	232단	128단 6세대	2년
	차세대	9세대	238단	2YY(200단 후반)	232단	
DRAM	양산	4세대(1a 14nm)	4세대(1a)	4세대(1a)	1세대 19nm	5년
	차세대	5세대(1b)	5세대(1b)	5세대(1b)	2세대 17nm	
파운드리 (로직 반도체 제조)	양산	3nm	3nm	22nm	14nm	5년
	차세대	2nm	2nm	14nm	7nm	

자료: 박초화(2023), 「중국 반도체 국산화, 대신증권.

- 중국은 미국의 수출통제 조치가 공정경쟁 원칙에 위배될 뿐만 아니라 글로벌 반도체 산업 공급망에 악영향을 미침으로써 미국기업에도 피해를 입힐 수 있다고 비판함.
 - 중국 외교부는 브리핑을 통해 “미국이 과학기술 패권을 수호하기 위해 수출관리 조치를 남용하고 있으며, 이는 공정경쟁 원칙에 위배되는 동시에 미국기업의 권익에도 영향을 줄 것”이라고 논평함(2022. 10. 8).¹⁾

1) 中国外交部(2022. 10. 8), 「2022年10月8日外交部发言人毛宁主持例行记者会」, https://www.mfa.gov.cn/web/wjdt_674879/fyrbt_674889/202210/t20221008_10779681.shtml(검색일: 2023. 3. 20).

- 또한 중국 반도체산업협회(CSIA)는 “이 조치가 글로벌 반도체 산업 공급망에 악영향을 미칠 뿐 아니라 불확실성을 가져올 것”이라는 내용의 성명을 발표함(2022. 10. 9).²⁾
- 이어 인민일보는 미국의 수출통제 조치에 대해 “중국은 미국의 거대한 반도체 수출시장이며, (제재 발표로) 중국 내 판매 기회를 잃는 것은 미국기업에 피해(很受伤)를 주는 것”이라 평가함(2022. 10. 12).³⁾

■ 미국의 주요 장비업체는 최근의 수출통제 조치로 인해 상당한 매출 감소를 우려하고 있음.

- 세계 최대 반도체 장비사 중 하나인 Applied Materials는 최근 수출통제 조치로 인해 회계연도 기준 2022년 4/4분기(8~10월) 매출이 2억 8천만 달러 감소했다고 밝혔으며, 2023년 매출은 15억~20억 달러 감소할 것으로 전망함.⁴⁾
 - 이는 Applied Materials의 회계연도 기준 2022년 4/4분기 실적에서 대중국 매출 중 약 20%가 수출 통제 조치로 인해 감소했음을 시사함.⁵⁾
 - 또한 Applied Materials는 수출통제 조치로 인해 회계연도 기준 2023년 1/4분기 매출이 4억 9천만 달러 감소할 것으로 전망했으며, 이에 따라 2023 회계연도 기준으로 대략 15억~20억 달러의 매출 감소가 일어날 것으로 예상함.
- 한편 식각장비 대표 주자인 Lam Research는 수출통제 조치로 인해 2023년 매출이 최대 20억~25억 달러 감소할 수 있다고 밝힘.⁶⁾
 - Lam Research 매출 중 중국이 차지하는 비중은 2022년 3/4분기 30%에서 2022년 4/4분기 24%로 6%p 하락함.
- 검사장비 점유율 1위인 KLA는 수출통제 조치로 인해 최대 9억 달러의 매출 감소가 발생할 수 있다고 경고함.⁷⁾
 - 중국 내 제조시설에 공급되는 거의 모든 종류의 KLA산 장비가 수출통제의 영향권에 있으며,⁸⁾ 2022년 4/4분기 기준 KLA의 중국 매출 비중은 23%임.

■ 본고는 중국 해관통계를 바탕으로 수출통제 전(2022년 1~9월)과 후(2022년 10월~2023년 2월) 중국의 반도체 제조장비 수입 변화를 분석함.

- 여러 언론에서 중국의 반도체 수입이 급감한 현상과 대중 반도체 수출통제 조치의 관련성을 지적했으나,⁹⁾¹⁰⁾ 반도체 제조장비 수입 급감은 2022년 4/4분기 전후 메모리를 비롯한 반도체 산업 업황 악화의 영향일 수도 있다는 점에서 이러한 요소를 수출통제 조치의 영향과 분리해서 판단할 필요가 있음.

2) CSIA(2022. 10. 13), 「中国半导体行业协会声明」, <https://web.csia.net.cn/newsinfo/4464385.html>(검색일: 2023. 3. 20).

3) 人民网(2022. 10. 12), 「美政府限制芯片“乱拳” 美企业很“受伤”」, <http://world.people.com.cn/n1/2022/1012/c1002-32543875.html>(검색일: 2023. 3. 20).

4) Applied Materials, “Q4 Fiscal 2022 Earnings Call.”

5) Applied Materials의 2022 회계연도 4/4분기 보고서에 따르면 이 기간 중국향 매출은 11억 달러임.

6) Reuters(2022. 10. 20), “Lam Research warns of up to \$2.5 bln revenue hit from U.S. curbs on China exports”(검색일: 2023. 3. 10). 모든 종류의 장비가 수출통제 대상이 아닐 수 있어 실제 매출 감소 폭은 20억~25억 달러보다 작을 수 있겠지만, Lam Research의 2023년 매출 가이던스가 38억 달러(±3억 달러)라는 점을 고려할 때 이는 상당한 수준임.

7) Nikkei Asia(2022. 10. 27), “KLA estimates up to \$900m revenue hit in 2023 from China chip ban”(검색일: 2023. 3. 10).

8) “The regulations impose export license requirements effectively on all KLA products and services to customers located in China that fabricate certain advanced logic, NAND and DRAM ICs”(2023. 1. 27), KLA Form 10-Q Report, p. 9에서 발췌.

9) The Wall Street Journal(2022. 12. 22), “China’s Chip Equipment Imports Plunge in November as U.S. Export Controls Bite”(검색일: 2023. 3. 8).

10) Bloomberg(2022. 12. 22), “China’s Imports of Chip-Making Gear Drop to Lowest Since Mid-2020”(검색일: 2023. 3. 8).

- 본고는 중국 해관통계의 세번(tariff line)/지역별 수입 실적을 활용해 반도체 제조에 핵심 역할을 담당하는 품목별 분석과 함께 지역 특수성을 반영한 분석을 시도함.

2. 중국의 반도체 산업 경쟁력

■ 글로벌 반도체 산업 가치사슬상 중국은 소재, 제조 및 후공정(패키징 및 테스트) 분야에서 비교적 높은 점유율을 기록하고 있으나, 설계와 장비 분야는 매우 취약한 것으로 나타남.¹¹⁾

- 반도체 산업 전반으로 보면 칩 설계(Design, EDA) 및 제조장비 영역은 미국에, 소재 및 제조장비 분야는 일본에, 반도체 제조 영역은 한국, 대만 등의 국가에 강점이 있음.
- 중국은 세계 반도체 시장에서 EDA(반도체 설계용 소프트웨어) 3%, 설계 5%, 장비 1%대로 매우 낮은 점유율을 보이고 있음.
- 반면 노동 투입 비중이 높은 후공정 분야에서 중국의 점유율은 38%로 여타 국가에 비해 높은 편이며, 반도체 제조(21%) 및 소재(19%) 영역에서는 두 자릿수의 점유율을 기록하고 있음.

■ 미·중 간 갈등이 심화된 2018년 이후 중국은 반도체 국산화를 추진하면서 가치사슬 전반에서 자급률을 높이고 있으나, 여전히 EDA, CPU, DRAM 등 핵심 영역에서는 외부 의존도가 높은 상황임.

- EDA 분야는 Cadence, Synopsys 등 해외 3대 기업의 중국시장 점유율이 2020년 기준 77.7%를 기록함.¹²⁾
- 대표적인 로직 반도체인 CPU와 인공지능 연구에 널리 쓰이는 GPU 설계 등의 분야에서 중국의 자급률은 한 자릿수를 기록하고 있으나, 점차 이 분야에서의 자급률이 상승하고 있음.

표 2. 중국의 반도체 종류별 자급률

(단위: %)

분야	장비	반도체	2019년	2020년	2021년
컴퓨터시스템	PC	CPU/GPU	1.5	4.1	5.4
	서버	CPU	1.7	2.4	7.9
	공업용	CPU/MCU	5.0	10.0	11.4
전자시스템	프로그래밍 로직 장비	FPGA/EPLD	3.5	6.5	11.9
	디지털 신호처리 장비	DSP/Embedded CPU	13.0	20.0	20.0
통신장비	모바일용	Application Processor(AP)	25.0	25.0	11.9
		Communication Processor(CP)	25.0	25.0	70.0
	네트워크 장비	NPU(Network Processing Unit)	15.0	15.0	15.0
저장장치	반도체 저장장치	DRAM	0.5	2.6	4.4
		NAND Flash	0.2	2.2	6.7
		NOR Flash	35.0	40.0	36.0
디스플레이	고화질 디스플레이	Image processor	40.0	40.0	40.0
	스마트 TV	Display driving chip	4.0	8.0	15.4
반도체 제조		Foundry	7.5	7.8	7.6

자료: 中信证券(2023. 3. 8), 「产业链安全再平衡系列之(二): 半导体产业政策梳理与分析」, pp. 16~17 요약 정리.

11) 본 파트의 점유율 자료는 다음의 참고자료를 바탕으로 함. SIA(2022), "2022 STATE OF THE U.S. SEMICONDUCTOR INDUSTRY," p. 21.

12) 国联证券(2022. 8. 16), 「半导体产业基石, 中国EDA 迎国产替代机遇」.

- 반면 신호처리 장비(DSP)와 반도체 프로토타입을 시험할 수 있는 FPGA의 자급률은 빠르게 상승하고 있음.
- 메모리 분야에서 시장 규모가 큰 DRAM과 NAND 플래시 메모리 자급률은 상승 중이지만 아직 한 자릿수에 불과한 반면, NOR 플래시 메모리의 자급률은 40%대로 높은 수준임.

■ 중국은 트랙/건식식각/PR 스트립/세정/CMP 장비의 국산화를 달성하고 있지만, 이외 분야에서는 자급률이 높지 않음.

- 전(前)공정 장비 전반을 다루는 NAURA(北方华创)를 비롯해 트랙 등을 제조하는 KINGSEMI, 건식식각 분야에 집중하는 AMEC, 세정 분야의 ACM Research 등이 중국의 대표적인 반도체 제조장비 기업이라고 할 수 있음.
- PR 스트립이나 세정과 같이 웨이퍼상에서 원하지 않는 부분을 선택적으로 제거하는 분야에 대해 중국은 높은 자급률을 기록하고 있음.
- 수출통제 영향권에 있으면서 미국이 독보적인 강점을 가진 이온주입과 같은 분야는 자급률이 저조해 중국 입장에서 자체적인 반도체 제조 기반을 확보하기 위해서는 이 분야에 대한 경쟁력 강화가 시급한 것으로 평가됨.
- 노광기는 네덜란드의 ASML이 독점 공급하는 장비로서 향후 네덜란드가 대중 반도체 수출통제에 본격적으로 동참할 경우 해당 장비의 수급이 어려워질 수 있다는 점에서 중국은 이 분야에서의 경쟁력 강화에 초점을 맞출 가능성이 높음.

표 3. 중국의 반도체 제조장비 자급률

공정	자급률(2021)	중국 대표기업	양산 공정(nm)
산화/열처리	12%	NAURA, E-Town, ACM Research	90/65/45/28/14/5
노광	트랙	KINGSEMI	KrF
	노광기(스캐너)	상하이마이크로	90
건식식각	30%	AMEC	90/65/45/28/14/7/5
		NAURA	90/65/45/28/14
PR 스트립	85%	E-Town	90/65/45/28/14/7/5
이온주입	0%	만업기업	65/45/28
증착	10%	Piotech(CVD, ALD)	90/65/45/28
		NAURA(PVD, CVD, ALD)	90/65/45/28/14
CMP	32%	화하이칭커	90/65/45/28
세정	45%	ACM Research, PNC, NAURA, KINGSEMI	90/65/45/28

자료: 박초화(2023), 「중국 반도체 국산화」, 대신증권

■ 중국 장비사는 자산 규모에 비해 영업 매출이나 순이익이 적은 편이며, 매출원이 내수시장에 집중되어 있어 세계적인 경쟁력을 갖추기 위해서는 시간이 더 필요할 것으로 보임.

- 대표적인 글로벌 장비사의 총자산회전율(매출액/총자산)은 1에 근접하지만, 중국기업의 수치는 대부분 0.5 이하를 기록한다는 점에서 자산으로 드러나는 잠재력에 비해 매출은 크지 않은 것으로 평가됨.

- 다만 NAURA나 AMEC 등 일부 중국기업은 자산과 순이익의 규모가 세계적인 장비사인 SEMES, Ebara, SCREEN 등에 필적하는 수준을 보임에 따라 상당한 경쟁력을 갖출 잠재력을 가진 것으로 평가할 수 있음.
- 글로벌 장비사는 대부분의 반도체 제조기업이 소재한 아시아/북미/유럽 등에서 고루 매출을 일으키고 있지만, 중국기업은 아직 내수 비중이 큰 편임.
 - [표 4]의 NAURA, ACM Research, KINGSEMI는 모두 중국 내 매출 비중이 100%에 가깝지만, 글로벌 반도체 장비사의 매출은 한국, 미국, 대만, 일본 등 반도체 제조가 이루어지는 거점 국가를 중심으로 다양하게 분포함.

표 4. 중국 및 글로벌 장비사의 주요 재무 지표

(단위: 백만 달러, %)

구분	영업 매출 (operating revenue)		순이익 (net income)		총자산 (total assets)		총자산회전율 (매출액/총자산)	
	'22	'21	'22	'21	'22	'21	최근 자료 기준	
중국	NAURA		1,593		169		4,875	33%
	AMEC		515		159		2,627	20%
	ACM Research	414	266	96	42	1,170	995	35%
	KINGSEMI		135		12		308	44%
미국	Applied Materials	25,785	23,063	6,525	5,888	26,726	25,825	96%
	Lam Research	17,227	14,626	4,605	3,908	17,196	15,892	100%
한국	SEMES		2,643		223		1,630	162%
일본	Tokyo Electron	16,371	12,639	3,571	2,195	15,478	12,876	106%
	Ebara		5,291		382		6,302	84%
	SCREEN	3,365	2,894	372	137	3,752	3,456	90%

주: ACM Research는 ACM Research Shanghai를 대상으로 함.

자료: Orbis를 통해 2023년 3월 23일 기준의 가장 최신 자료를 활용했으며, 회계연도 기준임.

3. 중국의 주요 반도체 제조장비별 수입 동향

가. 분석 품목의 범위

- 수출통제 품목(CCL: Commerce Control List) 중 반도체 제조 및 검사 장비에 관한 사항은 3B001(반도체 제조장비),¹³⁾ 3B002(검사장비),¹⁴⁾ 3B090(증착장비),¹⁵⁾ 3B991(기타 반도체 제조장비),¹⁶⁾ 3B992(검사장비) 등에서 다루고 있음.
- 상기한 수출통제 품목은 웨이퍼 제조, 전(前)공정, 후공정, 검사장비, 웨이퍼 핸들링 기기 등에 포괄적으로 적용될 수 있음.

13) Equipment for the manufacturing of semiconductor devices or materials.

14) Test equipment, "specially designed" for testing finished or unfinished semiconductor devices.

15) Semiconductor manufacturing equipment, not controlled by 3B001.

16) Equipment not controlled by 3B001 or 3B090, for the manufacture of electronic "parts," "components," and materials, and "specially designed" "parts," "components," and "accessories" therefor.

- 그중 3B090은 2022년 10월 CCL이 개정되면서 새롭게 포함된 품목군으로, 이에 해당하는 품목은 모두 전(前)공정 중 증착 공정에 활용되는 품목임.

■ 본고에서는 수출통제 품목 중 전(前)공정 장비에 초점을 맞춰 분석을 진행함.

- 반도체 제조시설 요건은 일정 수준 이상의 로직 혹은 메모리 반도체 생산을 요구하는데, 이는 전(前)공정의 기술 수준과 직결된다고 볼 수 있어 웨이퍼 제조나 패키징과 같은 분야는 본고의 분석에서 제외함.¹⁷⁾
 - 본고의 분석 품목 범위는 중국 세번 기준 HS 84861040부터 HS 84862050에 이르는 장비로, 반도체 제조장비 품목 중 자본 투입이 가장 많이 요구된다는 점에서 중요하다고 할 수 있음.
- 검사장비는 모든 공정 후에 두루 쓰이기 때문에 사실상 전(前)공정 장비로도 볼 수 있으나 세번 통계에서 반도체(웨이퍼) 검사에 전용되는 품목만 별도로 분리하기 어려워 이 분석에서는 제외함.

나. 품목별 분석

1) 개괄

■ 미국의 대중 수출통제 후 같은 기간 한국 수치와 비교할 때, 중국 대부분의 장비에서 수입 감소가 두드러지게 나타나고 있음.

- 수출통제 후 중국의 전체 장비 수입액은 약 20% 감소했으나, 이는 2022년 4/4분기 전후 반도체 산업 업황 악화의 영향일 수 있다는 점에서 온전히 미국의 대중 반도체 수출통제의 영향이라고 보기는 어려움.
- 한국의 반도체 제조장비 수입은 미국의 대중 반도체 수출통제에 영향을 받고 있지 않다는 점에서 같은 기간 한국과 중국의 반도체 제조장비 수입 감소 폭을 비교함으로써 수출통제의 영향을 가늠해볼 수 있음.
- 전(前)공정으로 한정하면 한국은 반도체 수출통제 전후 대략 2%가량 월평균 수입이 증가했으나, 중국은 22%가량 감소한 것을 알 수 있음.¹⁸⁾
- [표 5]에서 볼 수 있듯 수출통제 전후 대부분의 전(前)공정 장비에서 중국의 월평균 수입 감소율이 한국에 비해 두드러지는 편임.

17) 또한 용도를 구체적으로 파악할 수 없는 전(前)공정 기타 장비(HS 84862090)는 분석에서 제외하며, 마스크와 레티클은 반도체 제조시설에서 자체 제작할 수도 있으나 웨이퍼와 같이 외부에서 조달할 수도 있다는 점에서 마스크와 레티클 수리장비(HS 84864010) 또한 분석에서 제외함.

18) 2023년 1~2월을 제외하고 수출통제 전(2022년 1~9월)과 후(2022년 10~12월)로 분석 기간을 한정하면, 중국은 수출통제 후 월평균 수입액이 20% 감소하고 한국은 18% 감소해 근소한 차이를 보이고 있음. 하지만 이처럼 분석 기간을 한정하더라도 증착장비를 제외한 중국 모든 종류의 월평균 장비 수입액이 한국에 비해 큰 폭으로 감소함.

표 5. 중국과 한국의 수출통제 전후 전(前)공정 장비 월평균 수입 실적 비교

(단위: 만 달러)

구분	중국			한국			변화율 차이(%p)	
	수출통제 전	수출통제 후	변화율(%)	수출통제 전	수출통제 후	변화율(%)		
CMP	5,063	5,061	0%	2,675	3,572	34%	-34%p	
열처리	15,541	12,451	-20%	1,990	2,193	10%	-30%p	
증착	CVD	32,749	27,261	-17%	21,695	27,970	29%	-46%p
	PVD	9,961	6,403	-36%				-65%p
	기타 증착	2,068	2,340	13%				-16%p
노광	33,565	28,585	-15%	44,510	38,762	-13%	-2%p	
건식 식각	33,659	23,148	-31%	27,527	26,002	-6%	-26%p	
기타 식각	8,014	4,793	-40%	2,709	3,246	20%	-60%p	
이온주입	9,252	7,603	-18%	2,900	4,042	39%	-57%p	
합계	149,872	117,644	-22%	104,005	105,785	2%	-23%p	

주: 변화율은 수출통제 전 대비 수출통제 후 장비 수입액 증가율을 의미함. 합계는 동 표에서 제시하는 품목 합계를 의미하며, 반도체 제조장비 전체 합계가 아님. 중국과 한국의 세번을 비교해 최대한 세부적인 품목 단위를 맞추었으나, 한국은 증착 장비를 중국처럼 세세하게 분류하지 않은 관계로 증착장비 전반을 바탕으로 분석함.

자료: 중국은 해관통계를, 한국은 한국무역통계진흥원의 자료를 바탕으로 계산함.

2) 세부 품목 및 국가별 점유율 변화 분석

■ **[열처리]** 중국의 열처리 장비 수입 감소(-20%)가 한국에 비해 두드러지며, 중국 수입시장 내 미국의 점유율도 하락한 것으로 나타남.

- 열처리 장비 분야는 일본의 Hitachi-Kokusai, TEL(Tokyo Electron)과 미국의 Applied Materials 등이 대표적인 기업이라고 할 수 있으며, 수출통제 전후 중국 수입시장 내 미국의 점유율은 약 11%p 감소하고 일본(+7%p)과 한국(+5%p)의 점유율은 상승함.¹⁹⁾

■ **[CVD]** 중국의 CVD 장비 수입시장에서 미국의 점유율은 큰 변화가 없고 오히려 한국의 점유율이 소폭 하락함.

- 글로벌 CVD 장비사로는 미국의 Applied Materials, 일본의 TEL과 Hitachi-Kokusai, 네덜란드의 ASM International 등이 있음.
- 미국의 증착장비 점유율은 수출통제 전후 모두 약 13%로 거의 변화가 없지만, 한국이 강점을 갖는 CVD 장비의 중국 수입시장 내 점유율은 수출통제 후 오히려 하락(19%→15%)함.
 - 한국에는 추후 시장 확대가 기대되는 ALD 장비 분야에서 주성엔지니어링이 약 10% 이상의 세계시장 점유율을 갖고 있으며,²⁰⁾ 원익IPS에서도 경쟁력을 갖춘 다양한 종류의 증착장비를 생산하고 있음.
- ASM International은 2022년 사업보고서에서 대중국 매출이 선단 공정이 아닌 전력 및 아날로그 반도체가 활용하는 성숙 공정(mature node) 위주로 견조한 성장세를 이어갔다고 밝혔으며,²¹⁾ 이는 2022년

19) 한국산 열처리 장비 수입이 급증한 것을 한국기업의 경쟁력 강화와 연결할 수도 있지만, Hitachi-Kokusai의 제조시설이 한국에 있다는 점에서 해석에 주의를 요함.

20) 주성엔지니어링 2022년 사업보고서, p. 34.

21) 전망치와 실적 관련한 부분은 ASM International 2022 Annual Report, p. 5의 내용을 정리함.

3/4분기 대중국 매출이 수출통제 조치로 인해 감소할 것으로 전망²²⁾한 것과 대비됨.

- 따라서 미국의 점유율이 크게 변하지 않은 분야는 성숙 공정 위주로 장비가 사용된다고 이해할 수 있으며, 이와 결부된 한국 장비사의 점유율 하락은 일시적인 현상으로 이해할 수 있음.

표 6. 수출통제 전후 중국 반도체 제조장비 수입시장 내 점유율 변화

구분		미국	일본	네덜란드	한국	싱가포르	대만	말레이시아
CMP	수출통제 전(1~9월)	2%	37%	0%	3%	41%	1%	0%
	수출통제 후(10~12월)	4%	34%	0%	1%	41%	1%	0%
	점유율 변화(%p)	2%	-3%	0%	-2%	1%	0%	0%
열처리	수출통제 전(1~9월)	23%	58%	0%	2%	10%	1%	0%
	수출통제 후(10~12월)	13%	64%	0%	7%	7%	2%	0%
	점유율 변화(%p)	-11%	6%	0%	5%	-3%	1%	0%
CVD	수출통제 전(1~9월)	13%	11%	0%	19%	38%	4%	9%
	수출통제 후(10~12월)	13%	7%	0%	15%	45%	5%	6%
	점유율 변화(%p)	0%	-3%	0%	-4%	7%	1%	-3%
PVD	수출통제 전(1~9월)	28%	5%	0%	1%	46%	4%	0%
	수출통제 후(10~12월)	27%	15%	0%	4%	18%	6%	0%
	점유율 변화(%p)	-1%	10%	0%	3%	-27%	2%	0%
기타 증착	수출통제 전(1~9월)	50%	12%	0%	0%	14%	6%	0%
	수출통제 후(10~12월)	45%	3%	0%	0%	25%	6%	1%
	점유율 변화(%p)	-4%	-8%	0%	0%	11%	0%	1%
노광	수출통제 전(1~9월)	0%	32%	65%	0%	0%	0%	0%
	수출통제 후(10~12월)	1%	35%	62%	0%	0%	1%	0%
	점유율 변화(%p)	0%	3%	-3%	0%	0%	0%	0%
진식 식각	수출통제 전(1~9월)	19%	31%	0%	11%	6%	11%	19%
	수출통제 후(10~12월)	13%	43%	0%	6%	4%	16%	12%
	점유율 변화(%p)	-5%	12%	0%	-5%	-2%	5%	-8%
기타 식각	수출통제 전(1~9월)	10%	62%	0%	8%	2%	7%	1%
	수출통제 후(10~12월)	6%	48%	2%	7%	0%	14%	0%
	점유율 변화(%p)	-4%	-15%	2%	-1%	-2%	7%	-1%
이온 주입	수출통제 전(1~9월)	71%	12%	0%	9%	3%	4%	0%
	수출통제 후(10~12월)	58%	24%	0%	8%	0%	10%	0%
	점유율 변화(%p)	-13%	12%	0%	-1%	-3%	6%	0%
합계	수출통제 전(1~9월)	17%	28%	15%	8%	16%	5%	6%
	수출통제 후(10~12월)	14%	31%	15%	7%	15%	6%	4%
	점유율 변화(%p)	-3%	3%	1%	-2%	0%	2%	-3%

주: 표에서 고려하는 7개국은 중국 내 반도체 제조장비 수입시장에서 90% 이상의 점유율을 갖고 있음. 노란색 칸은 수출통제 전후로 -10%p 이하의 점유율 변화, 초록색 칸은 10%p 이상의 변화를 의미함.
자료: 중국 해관통계를 바탕으로 저자 계산.

■ [PVD] 중국의 대싱가포르 PVD 장비 수입이 급감했지만, 동시에 일본의 중국 수입시장 내 점유율이 상승했고, PVD 장비 완성품 측면에서 두드러지지 않았던 영국, 스위스의 점유율이 큰 폭으로 상승함.

- [표 7]에서 볼 수 있듯이 세계적인 증착장비 기업인 미국 Applied Materials의 주력 제조시설 중 하나라는 점에서 수출통제와 싱가포르의 대중국 수출 급감의 관련성을 찾을 수 있음.²³⁾

22) ASMI는 미국이 아닌 네덜란드 기업이며, 반도체 제조장비는 미국의 직접제품생산규칙(FDPR) 적용 대상이 아니어서 이러한 전망이 의외일 수 있으나, 수출통제로 인해 한 공정에 차질이 생기면 나머지 공정 장비에 대한 수요도 동반 하락할 수 있다는 점에서 장비 수출 감소 전망치를 이해해볼 수 있음.

- 대표적인 PVD 장비 제조 기업으로는 Aixtron(독일), Applied Materials(미국), Mattson(미국), ULVAC(일본), Veeco(미국) 등이 있는데, 이와 연관된 국가만으로 싱가포르의 점유율 급감(-27%p)을 온전히 설명하기는 부족함.
 - 단 일본의 점유율은 큰 폭으로 상승(5%→15%)해 PVD 장비가 미국/싱가포르산에서 일본산으로 일부 대체되었다고 볼 수 있음.
- 반면 스위스(7%→14%)와 영국(9%→13%)의 점유율은 큰 폭으로 상승했는데, 이는 PVD 장비 완성품이 아닌 PVD 장비 관련 부품 수입 증가로 이해할 수 있음.
 - PVD 공정은 진공 상태에서 이루어진다는 점에서 진공 시스템의 역할이 중요한데, 스위스와 영국은 모두 세계적인 진공 시스템 장비사를 보유하고 있음.
 - * 반도체 제조를 위한 주요 진공 시스템 장비사로 Edwards(영국), Pfeiffer Vacuum(독일), VAT Group(스위스), ULVAC(일본), Busch(미국)를 꼽을 수 있음.

■ **[노광]** 중국의 노광장비 월평균 수입액은 수출통제 후 소폭 감소했으나 이는 같은 기간 한국과 비슷한 수준이라고 볼 수 있으며, 중국 수입시장 내 국가별 점유율에도 큰 변화는 없음.

- 노광장비는 네덜란드의 ASML이 노광기(스캐너)를, 일본의 TEL과 SCREEN이 트랙에서 독과점적 지위를 구축한 분야라는 점에서 중국의 수입시장 내 국가별 점유율 변화가 거의 없지만, 향후 두 국가가 수출통제에 본격적으로 동참한다면 점유율과 수입액에 큰 변화가 생길 수 있음.

■ **[식각]** 중국의 식각장비 수입액은 수출통제 후 한국에 비해 큰 폭으로 감소하였고, 미국의 점유율도 소폭 하락함.

- 세계적인 건식식각 장비 기업으로는 미국의 Applied Materials, 일본의 Hitachi High-Tech, Tokyo Electron 등이 있으며, 기타 식각(PR 스트립, 세정 등) 장비 기업으로는 일본의 SCREEN, Tokyo Electron과 한국의 SEMES 등이 있음.
- 중국의 월평균 수입액은 건식식각(-31%)과 기타 식각(-41%)에서 모두 큰 폭으로 감소함.
- 건식식각 분야에서는 미국(19%→13%), 말레이시아(19%→12%), 한국(11%→6%)의 점유율 하락이 눈에 띄며, 일본(31%→43%), 대만(7%→14%)의 점유율은 크게 상승함.
 - 대만에는 전(前)공정 및 자동화 장비사인 Foxsemicon Integrated Technology(FITI), 전(前)공정 OEM/ODM 장비 제작사인 Spirox, 포토레지스트 스트리핑 장비사인 C SUN, 세척/식각 장비사인 Grand Process Technology, Song Jaan 등이 있으며, 미국 Lam Research의 제조시설도 있어(표 7 참고) 다양한 형태의 식각장비를 생산할 능력을 갖추고 있음.
 - 한국에서는 APTC, 기가레인, 아이씨디, 주성엔지니어링 등이 건식식각 장비를 생산하고 있으며, Lam Research도 화성과 오산에 생산기지를 두고 있음.
 - 말레이시아에는 Lam Research의 생산기지가 있어(표 7 참고) 수출통제 조치의 직접적인 영향을 받을 수 있음.

23) 싱가포르는 항만의 중심지라는 점에서 재수출액과의 관련성을 먼저 의심해볼 수 있으나, 싱가포르에서 통상적으로 HS 8486(반도체 및 디스플레이 제조장비)호에서 재수출이 거의 일어나지 않기 때문에 싱가포르발 반도체 제조장비 수출 급감의 원인을 재수출 측면에서 찾기는 어려우므로 주요 반도체 장비사의 제조시설 측면에서 접근하는 것이 더 합리적일 수 있음.

- 기타 식각 분야에서는 미국(10%→6%), 일본(62%→48%)의 점유율이 하락하고 대만(7%→14%)과 오스트리아(8%→19%)의 점유율이 크게 상승함.
- o 일본은 미국의 수출통제에 본격적으로 동참하기 전이지만 일본산 장비 점유율이 크게 하락함.
- o 기타 식각 분야 점유율 변화는 Lam Research의 생산기지가 있는 미국, 대만, 오스트리아를 중심으로 중국의 공급선이 변화한 것에 기인할 수 있음.

■ **[이온주입]** 이온주입은 미국의 장비사들이 독보적인 경쟁력을 갖춘 분야로 알려졌음에도 수출통제 후 미국산 장비 점유율이 큰 폭으로 감소하고 일본의 비중이 증가함.

- 미국의 Axcelis와 Applied Materials가 이온주입 공정 전반에 필요한 장비를 생산하며 독보적인 경쟁력을 갖추었음에도 미국의 점유율은 수출통제 전 71%에서 수출통제 후 58%로 급격하게 감소함.
- 미국(-13%p)과 싱가포르(-3%p)의 점유율이 감소한 만큼 일본(+12%p)과 대만(+6%p)의 점유율이 증가함.
- 미국 외 주목할 만한 이온주입기 제조사로는 일본의 Sumitomo Heavy Industries, Nissin Ion Equipment, ULVAC, 대만의 Advanced Ion Beam Technology(AIBT), 중국의 CETC Electronics Equipment 등이 있음.
- 이온주입기는 미국이 독보적인 경쟁력을 갖춘 품목으로 알려졌지만 일본산 장비로 빠르게 대체가 이루어지고 있으며, 향후 대만이나 중국산 장비로 대체 범위가 확대될 가능성이 있음.

표 7. 주요 장비사 제조시설 분포

구분	본부 국가	주력 분야	주요 제조시설	출처
Applied Materials	미국	증착/식각/전(前)공정	싱가포르, 미국(텍사스, 미시간), 이스라엘(레호보트)	사업보고서('22)
ASM International (ASMI)	미국	증착	싱가포르, 한국(동탄), 네덜란드, 이탈리아	기업 소개 자료
Lam Research	미국	식각/증착/전(前)공정 전반	미국(캘리포니아, 오레곤, 오하이오), 한국(화성, 오산), 말레이시아(페낭), 대만(타오위안), 오스트리아(필라흐)	기업 소개 자료
Veeco	미국	증착	미국(뉴욕, 뉴저지, 미네소타, 캘리포니아, 펜실베이니아, 미시간)	사업보고서('22)
TEL	일본	식각	일본	기업 소개 자료
Hitachi High-Tech	일본	식각/검사	일본, 중국(대련, 상하이), 태국, 영국, 스페인	기업 소개 자료
Axcelis Technologies	미국	이온주입	미국, 한국(2021년 11월 공장 건설)	사업보고서('21)
Hitachi-Kokusai	일본	열처리	일본(Toyama), 한국(천안, 평택; 국제일렉트릭코리아)	기업 소개 자료
SCREEN	일본	기타 식각	일본	기업 소개 자료

주: 주력 분야는 사업보고서 등을 참고한 저자의 판단을 바탕으로 하며, 각 기업이 더 광범위한 사업 분야를 가질 수 있다는 점에 유의할 필요가 있음. 반도체 제조시설이 아닌 디스플레이 등을 위한 제조시설은 제외함.
자료: 출처 중 기업 소개 자료는 각 기업 홈페이지의 위치(Locations)와 관련된 정보를 참고함(최종 검색일: 2023. 3. 7).

4. 중국의 주요 지역별 반도체 제조장비 수입 동향

가. 중국 내 주요 반도체 제조시설 및 분석 범위

- 중국에는 자국 기업 외에도 한국, 대만 등 다국적 기업의 반도체 제조시설이 다양한 지역에서 운영되고 있으며 다수의 반도체 제조시설이 수출통제의 영향을 받을 수 있음.
- 대부분의 중국 반도체 제조시설은 전력/자동차/산업용 등의 반도체를 주력으로 생산해 수출통제 대상이 아닐 것으로 판단됨.
- 단 메모리를 생산하거나 파운드리를 운영하는 중국기업은 수출통제 대상이 될 수 있음.
 - 중국의 SMIC는 7nm 수준의 반도체를 제조한 전례가 언론에서 보도²⁴⁾되어 수출통제 대상이 될 가능성이 있음.²⁵⁾
 - * Hua Hong과 Nexchip도 300mm(12인치) 웨이퍼를 가공하지만 Hua Hong은 40nm 이상 레거시 공정에 집중하며, Nexchip은 SMIC나 Hua Hong에 비해 규모가 작아 해당 기업의 반도체 제조시설은 수출통제 대상이 아닐 가능성이 높음.²⁶⁾
 - 중국의 메모리 제조사로는 DRAM을 생산하는 CXMT(안휘성)와 NAND를 생산하는 YMTC(후베이성)가 대표적인데, YMTC는 Entity List에 이미 등재되어 수출통제 대상임.
- 중국 내 해외기업으로서 한국의 삼성전자와 SK하이닉스, 미국의 Micron이 메모리 제조시설을, 대만의 TSMC와 UMC가 파운드리 제조시설을 운영 중이며, 현재 수출통제의 직접적인 영향을 받지 않고 있음.
 - 한국의 삼성전자는 산시성 시안에서 128단 NAND를, SK하이닉스는 장쑤성 우시에서 DRAM 10nm 중후반대 DRAM과, 랴오닝성 다롄에서 96·144단 NAND를 제조한다고 알려져²⁷⁾ 해당 반도체 제조시설들은 수출통제 유예 기간이 종료되면 미국산 장비 도입을 위해 건별 심사가 필요할 수 있음.
 - TSMC의 장쑤성 난징에 있는 12인치(300mm) 팹은 2016년 착공 당시 2018년 하반기부터 16nm 공정 양산을 계획해²⁸⁾ 수출통제 대상이 될 수 있으며, UMC의 자회사 United Semi는 푸젠성에서 300mm 팹을 운영 중임.

24) TechInsights, "SMIC 7nm technology found in MinerVa Bitcoin Miner," <https://www.techinsights.com/ko/node/37967>(검색일: 2023. 3. 7).

25) 고부가가치 반도체는 대부분 300mm 웨이퍼를 통해 생산된다는 점에서 볼 때, 이에 해당하는 SMIC의 베이징과 상하이 팹이 수출통제 대상이 될 가능성이 있음.

26) 디일렉(2022. 12. 23), 「반도체 굴기는 지금부터...중국 반도체 경쟁력 어디까지 왔나」(검색일: 2023. 3. 23).

27) 조선일보(2023. 3. 8), 「삼성·SK하이닉스, 68조 투자한 中공장 무용지물 되나」(검색일: 2023. 4. 5).

28) TSMC 보도자료(2016. 3. 28), "TSMC and Nanjing Sign 12-inch Fab Investment Agreement"(검색일: 2023. 4. 5).

표 8. 중국 내 반도체 제조시설 분포

국가	기업명	중국 내 제조시설 위치	주력 분야
중국	CanSemi	광둥성	전력, 자동차 반도체, 파운드리
	ChangXin Memory(CXMT)	안휘성	DRAM
	CRMico	장쑤성	전력 반도체, 센서
	GTA Semiconductor	상하이	아날로그, 전력 반도체
	Hanking Electronics	랴오닝성	파운드리, 센서
	Hua Hong Semiconductor	장쑤성, 상하이	파운드리
	Nexchip	안휘성	파운드리
	Sanan IC	푸젠성, 후난성	파운드리, 네트워크, 전력 IC 등
	Shanghai Belling	상하이	IoT, 전력 반도체, SoC 등
	SiSemi	광둥성	전력 반도체
	SMIC	베이징, 광둥성, 상하이, 천진	파운드리
	Tsinghua Unigroup	후베이성, 장쑤성	SoC, IoT, FPGA, 메모리 등
	Xiamen Jaysun Semiconductor Manufacturing	푸젠성	IoT, 자동차, 전력 반도체 등
Yangtze Memory Technologies(YMTC)	후베이성	NAND	
한국	Samsung	산시성(NAND)	파운드리, 메모리 반도체
	SKHynix	장쑤성(DRAM), 랴오닝성(NAND)	메모리 반도체
미국	Texas Instruments	스촨성	산업용, 자동차 반도체
대만	TSMC	장쑤성(12인치), 상하이(8인치)	파운드리
	UMC	푸젠성(12인치), 장쑤성	파운드리
	Creative Sensor Inc.	장쑤성, 장시성	이미지 센서
네덜란드	NXP Semiconductors	천진	자동차, 산업용 반도체, IoT 등

주: 주력 분야는 사업보고서와 각 기업 소개 자료 등을 참고함. 패키징과 관련한 시설은 본 표에서 제외함.
 자료: 반도체 제조시설 목록은 일차적으로 위키피디아 자료를 참고²⁹⁾하되, 각 회사 홈페이지 및 공시자료를 이차적으로 확인
 해 누락되었거나 개정이 필요한 정보를 업데이트함.

나. 지역별 분석

- 앞선 논의를 바탕으로 본고는 수출통제와 관련이 있을 가능성이 있고 ‘중국기업’이 집중적으로 분포한 베이징, 상하이, 안휘성, 후베이성과 함께 ‘외자기업’이 주로 위치한 장쑤성, 푸젠성, 산시성, 랴오닝성에 초점을 맞춰 분석함.
- 중국기업 위주의 반도체 생산 지역은 외자기업 위주 지역보다 반도체 제조장비 수입 감소액이 절대적으로 높은 편이며, 두 지역 모두 월평균 수입액 감소 폭이 큼.
 - 중국기업 위주 지역에서 월평균 대략 2억 8,000만 달러의 수입이 감소한 것과 중국 전체에서 수입이 월평균 3억 2,000만 달러 감소한 사실을 비교하면, 중국 전체 전(前)공정 장비 수입 감소가 중국기업 위주 지역과 관련된 요인으로 설명될 수 있음.
 - 특히 CXMT 등이 있는 안휘성의 월평균 장비 수입액이 큰 폭으로 하락(-80%)함.
 - 후베이성은 최근 Entity List에 추가된(2022. 12. 19) YMTC가 있지만 장비 수입이 오히려 증가한 점은 주

29) https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_semiconductor_fabrication_plants(최종 검색일: 2023. 3. 7).

목할 만하며, 이는 후베이성이 다른 지역에 비해 미국산 반도체에 대한 의존도가 낮은 것에 기인할 수 있음.

* 후베이성의 미국산 장비 점유율은 이미 낮은 상황에서 더 떨어졌으며(6%→2%), 미국산 장비의 주요 공급기지인 싱가포르산 장비 점유율도 크게 하락함(20%→3%).

- 수출통제가 유예되어 미국산 장비 수급에 큰 차질이 없는데도 불구하고 외자기업 위주 지역은 장비 수입액이 수출통제 후 월평균 1억 달러가량 감소하고 미국산 장비의 점유율이 대부분 하락함.
 - 이는 수출통제가 유예 기간 연장에 대한 불확실성, 반도체법 가드레일 조항 등의 영향으로 다국적 기업의 중국 내 생산 역량을 확대하기 어려운 실정에 기인할 수 있음.

표 9. 중국 주요 지역별 반도체 수입 동향

구분	전(前)공정 장비 월평균 수입액 (천만 달러)			점유율(%)												
	전	후	변화 (%)	미국		일본		네덜란드		한국		대만		싱가포르		
수출통제 전후	전	후	변화 (%)	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	
중국 위주	베이징	18	12	-34%	10%	3%	36%	21%	13%	42%	10%	5%	2%	7%	14%	11%
	상하이	24	18	-24%	16%	15%	20%	30%	24%	7%	4%	5%	5%	6%	16%	27%
	안휘	23	5	-80%	12%	16%	32%	43%	23%	10%	7%	2%	1%	3%	16%	24%
	후베이	18	19	9%	6%	2%	37%	57%	10%	22%	14%	8%	2%	0%	20%	3%
	합계	82	54	-31%	11%	8%	31%	39%	18%	20%	8%	6%	3%	4%	16%	15%
외자 위주	장쑤	28	20	-31%	20%	16%	22%	22%	17%	24%	9%	4%	9%	7%	13%	15%
	푸젠	4	3	-6%	22%	4%	28%	39%	0%	1%	10%	22%	5%	11%	6%	4%
	산시	4	6	31%	28%	21%	10%	5%	0%	0%	32%	26%	0%	0%	18%	11%
	랴오닝	4	1	-77%	66%	61%	16%	27%	0%	0%	1%	9%	0%	1%	13%	1%
	합계	40	30	-26%	26%	17%	21%	21%	12%	16%	11%	10%	7%	6%	13%	13%
기타 지역	28	34	23%	21%	20%	32%	28%	8%	7%	4%	4%	8%	11%	17%	18%	
합계	150	118	-22%	17%	14%	28%	31%	15%	15%	8%	7%	5%	6%	16%	15%	

주: '중국 위주'는 중국기업 위주인 베이징, 상하이, 안휘, 후베이성을 의미하며, '외자 위주'는 외자기업 위주인 장쑤, 푸젠, 산시, 랴오닝성을 의미함. 해당 지역에 대한 자세한 설명은 본문을 참고하기 바람.
자료: 해관통계를 바탕으로 저자 작성.

■ 외자기업 위주 지역 중 장쑤성과 랴오닝성의 수입액 감소 폭이 큰 편임.

- 장쑤성에는 SK하이닉스의 DRAM 제조시설(우시), TSMC(난징)의 파운드리 팹이 있는데, 수출통제 후 월평균 수입액 감소율(-31%)이 중국 전체의 감소율(-22%)보다 큼.
- 랴오닝성에는 SK하이닉스의 다렌 NAND 제조시설 외에 대규모 반도체 제조시설이 없는데, 모든 공정의 장비가 상시 필요하지 않을 수 있다는 점에서 필요한 공정의 장비가 도입되는 시기에 따라 수입액 변화가 큰 편임.

■ 산시성은 반도체 제조장비 수입액이 수출통제 후 오히려 큰 폭으로 증가했으나, 수입이 간헐적으로 발생하기 때문에 더 장기적인 분석이 필요함.

- 산시성의 시안에는 삼성전자의 NAND 제조시설이 있어 수출통제의 영향을 직접적으로 받지 않았으며, 해당 지역의 수입액 증가는 삼성전자가 메모리 불황에도 불구하고 인위적으로 감산하지 않겠다고 밝힌 것³⁰⁾과 관련 있을 수 있음.

30) 디일렉(2023. 1. 31), 「'인위적 감산은 없다'...삼성전자의 이유 있는 3가지 자신감」(검색일: 2023. 3. 10).

- 다만 NAND는 전체 반도체 시장에서 차지하는 규모가 작은 편이고, 산시성은 장비 수입이 간헐적으로 발생하는 지역이라는 점에서 단순히 특정 공정에 사용되는 장비가 공급되는 시기에 따라 수입액 변동이 있을 수 있음.

5. 전망 및 시사점³¹⁾

- 최근 미국 업계나 연구소에서는 ‘한국이나 독일 등 미국 이외의 여타 국가가 수출통제에 참여할 필요성’을 제기하고 있는데, 이는 중국의 첨단 반도체에 대한 접근을 막는 미국의 목적에 크게 부합하지 않을 가능성이 있어 이에 대한 신중한 접근이 필요함.
 - 최근 발간된 미국 CSIS(Center for Strategic and International Studies) 보고서에 따르면 한국의 경우 시장 규모는 작지만 정교한 제조장비를 만들 수 있다는 점에서 미국의 수출통제에 동참하게 해야 한다고 밝히고 있음.³²⁾
 - 또한 미국반도체협회(SIA), 세계반도체장비재료협회(SEMI)나 Teradyne 등의 반도체 제조장비 업체는 미국의 일방적 수출통제가 해외 경쟁사의 시장점유율을 높일 뿐만 아니라 자국 기업의 영업 이익과 미국인 일자리에 부정적 영향을 미칠 수 있다는 점에서 그 대안으로 파트너국의 참여를 통한 다자간 수출통제를 제시함.
 - 하지만 본고의 분석 결과에 따르면 한국은 중국 수입시장 내 점유율이 낮고, 수출통제 후 미국산 장비가 한국산으로 대체되는 움직임도 없어 한국이 수출통제에 참여해도 중국 반도체 제조 경쟁력을 제어하는데 효과가 크지 않을 것으로 판단됨.
 - 앞서 살펴본 바와 같이 한국이 비교적 강점을 갖는 CVD 장비는 수출통제 후 미국산 장비 의존도에 큰 변화가 없으며 한국산 장비의 점유율은 소폭 하락함.
 - 반대로 미국산 장비 수입 감소 폭이 큰 식각장비는 한국보다 오히려 대만산 장비로 상당 부분 대체가 이루어짐.
 - 본고의 분석 결과에 따르면 거의 모든 경우에서 미국산 장비 수입이 줄어들면 일본산 장비로 대체되는 것을 알 수 있음.
 - 따라서 수출통제에 한국이 동참하더라도 미국의 안보와 큰 관련이 없는 중국 내 한국기업의 제조시설에는 영향이 없도록 예외 적용을 요청할 필요가 있음.
- 미국이 한 분야에서 독보적인 기술력을 가진 국가를 대상으로 관리 감독이 가능한 범위에서 수출통제를 시행할 때 이 조치의 부작용을 최소화할 가능성이 크다고 할 수 있음.
 - 미국 업계에서는 쉽게 대체할 수 있는 장비, 즉 해외 경쟁사의 점유율 또한 높은 장비에 대한 수출통제는

31) 본고의 ‘전망 및 시사점’ 장에서 제시하는 장비사, 협회, 단체의 입장은 별도의 서술이 없다면 미국 연방 관보(Federal Register) ‘87 FR 62186’에 대한 의견(public comment)에 공개된 사항을 바탕으로 함.

32) Allen, Benson(2023), “Clues to the U.S.-Dutch-Japanese Semiconductor Export Controls Deal Are Hiding in Plain Sight,” Center for Strategic and International Studies.

큰 의미가 없다고 지적함.

- 세계적인 검사장비 기업인 미국의 Onto Innovation은 주요 경쟁사인 이스라엘의 Nova, Camtek 등이 미국산 장비를 대체하는 움직임이 있음을 상기시키며, 모든 국가가 수출통제에 동참하지 않는 이상 쉽게 시장에서 대체할 수 있는 장비에 대한 미국의 독단적인 수출통제는 지양해야 한다는 의견을 밝힘.
- 미국이 쉽게 대체할 수 있는 장비에 대한 통제도 추진한다면 본고에서 언급한 한국, 대만, 싱가포르, 말레이시아, 이스라엘, 영국, 스위스 등 대중 수출국 대부분이 미국의 수출통제에 동참해야 하지만, 이는 현실적으로 이루어지기 어려움.
- 한 국가가 세계시장에서 100%에 가까운 점유율을 갖는 분야에 한정해 수출통제 범위를 축소할 필요가 있음.
 - 노광기나 트랙과 같이 소수의 기업이나 국가가 독과점적 지위를 구축한 분야는 쉽게 장비를 대체하기 어렵다는 점에서 수출통제를 통해 특정 국가의 첨단기술에 대한 접근권을 통제하는 데 효과가 있을 수 있음.

■ 미국이 수출통제를 시행하더라도 중국 내 다국적 기업이나 글로벌 장비사가 대응할 시간을 충분히 보장하고 관리 감독이 가능한 범위 내에서 제한적으로 시행하는 것이 합리적일 것으로 보임.

- 네덜란드의 노광기 제조사인 ASML은 미국정부가 중국 전역에 적용될 수 있는 광범위한 수출통제 조치를 시행하는 것 대신 제한된 범위를 가진 팹의 목록을 이해 당사자와 협의 후 공개할 것을 촉구함.
 - 현재의 수출통제는 반도체 제조시설의 통제 대상 여부를 확인하기 위해 일반적으로 정부가 아닌 기업이 자체적으로 중국 제조시설의 기술적 능력을 판단해야 하는데, 이는 기업이 개별적으로 파악하기 상당히 어렵다는 것이 업계의 우려임.
 - 또한 ASML은 ①범용(legacy) 반도체 제조장비와 부품이나 ②중국 내 다국적 기업 등에 대한 수출통제는 제외할 것을 제안함.
- Applied Materials도 미 규제당국이 라이선스 취득을 위한 추가 요건을 완화하는 등 라이선스 정책을 수정하여 수출통제의 기준선을 낮추고, 중국 내 다국적 기업에 대한 미국인의 지원활동 금지사항을 완화하도록 요청함.
- 미국반도체협회(SIA)와 세계반도체장비재료협회(SEMI)는 수출통제에 대한 업계와 미국정부 간 논의가 충분하지 않았음을 지적하고, 불확실성을 최소화하기 위한 영향 분석이 필요함을 강조함.
- 이와 더불어 세계반도체장비재료협회는 미 규제당국에 파트너국이 수출통제에 동참하지 않는 이상 중국 내 다국적 기업에 대해 수출통제 유예 기간을 5년간 부여할 것을 요청함.

■ 반도체 제조장비 공급은 리드타임이 길다는 점에서 수출통제의 효과가 장기적으로 나타날 것이며, 이에 대한 지속적인 모니터링이 필요함.

- 본고는 수출통제가 시행된 직후의 단기적 분석에 초점을 맞추었으나, 계약 체결 후 실제 장비 공급은 길게는 1년 이상의 시간이 필요하다는 점에서 이 수출통제의 본격적인 효과가 장기적으로 나타날 가능성이 높음.

- 이미 주요 글로벌 반도체 제조 장비사는 공급 예약된 장비 규모가 상당한 수준이며, 장비 제작에 드는 시간뿐만 아니라 장비를 반도체 제조시설에서 본격적으로 운영하기까지 상당 시간이 소요될 수 있음.
- * 한 예로 Applied Materials는 2022년 사업보고서에서 2022년 10월까지 수주량(backlog) 중 32%가량은 12개월 후에도 공급이 밀려 있을 것으로 전망함.

■ 미국의 대중 반도체 수출통제는 장기적으로 미국 장비에 대한 경쟁력 약화로 이어질 수 있어 미국정부는 수출통제 품목을 확대하는 정책 시행에 신중할 필요가 있음.

- 바이든 행정부는 2023년 4월 중 '수출통제 대상 장비를 두 배로 확장하는' 새로운 수출규제를 미국기업들에 예고한 것으로 알려짐.³³⁾
- 그러나 본고의 분석 내용과 미국 장비사의 실적발표를 통해 미국의 대중 반도체 수출통제 수단인 미국산 장비의 중국시장 내 점유율이 하락하는 정황이 확인되었다는 점에서 미국정부의 수출통제 확대방침은 신중하게 접근할 필요가 있음.
- 향후 일본과 네덜란드의 동참으로 노광 분야에 대한 집중적인 수출통제가 이루어진다면 중국은 이를 우회하기 위해 다른 공정에 대한 투자를 확대할 것으로 예상되는데, 미국산 장비 활용을 최소화하는 과정에서 미국 외 국가의 장비 개발 경쟁력이 확대될 수 있음.³⁴⁾

■ 미국이 초당적으로 지지를 받는 대중국 견제기조를 강화하는 과정에서 반도체 산업 상류의 강점을 바탕으로 한 정책을 지속적으로 도입할 수 있다는 점에서 한국은 이에 대응해 반도체 산업 상류의 경쟁력을 강화할 필요가 있음.

- 현재 미국은 행정부 주도로 전례 없는 대중국 수출통제 조치를 도입한 데 이어 상원 다수당인 민주당과 하원 다수당인 공화당에서 모두 산업경쟁력 강화와 결부된 대중국 견제기조를 공동의제로 삼고 있어, 향후 대중 수출통제가 확대될 가능성이 있음.
- 미국이 반도체 공급망 상류의 설계 및 지식재산권과 반도체 제조장비 기술력을 바탕으로 수출통제를 시행했다는 사실은 지정학적 위험을 회피하기 위한 공급망 상류 경쟁력의 중요성을 역설하고 있음.
- 한국은 반도체 산업 상류의 중요한 위치를 점유하는 한국 소재·부품·장비 기업의 장기적인 경쟁력을 향상하기 위한 지원이나 수출통제로 인해 받는 피해 보전 등의 정책을 고려해볼 필요가 있음.
- 한국은 최근 '국가첨단산업 육성전략' 및 '국가첨단산업벨트 조성계획'을 통해 △소재·부품·장비 특화단지 조성 △소재·부품·장비 국내 생산을 확대하고 특정국 의존도를 완화하는 「산업공급망 3050」 전략 수립 △첨단 시스템 반도체 클러스터 구축으로 국내 우수 소재·부품·장비 및 팹리스 기업 유치 등을 추진하고 있음.³⁵⁾ KIEP

33) Bloomberg(2023. 3. 11), "Biden Administration Set to Further Tighten Chipmaking Exports to China"(검색일: 2023. 3. 27).

34) 노광기술의 효율이 정체되거나 접근이 어렵다면 NAND와 같이 고도의 식각/증착 기술에 의존하거나 HBM과 같이 패키징 기술을 접목해 제품 경쟁력 향상을 도모할 수 있는데, 이 과정에서 식각/증착/패키징과 관련해 경쟁력을 갖춘 미국 장비사는 후발 주자에게 시장을 일정 부분 양보해야 할 수 있음.

35) 산업통상자원부 보도자료(2023. 3. 15), 「첨단산업 생태계 구축을 위한 15개 국가첨단산업단지 조성」.