

중국의 반도체 국산화 추진 현황과 시사점

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



차 례

1. 대(對)중국 반도체 산업 제재 현황
2. 반도체 국산화 추진 과정
3. 국산화 현황: 제조 장비, 첨단반도체 분야
4. 평가 및 시사점

주요 내용

- ▶ 미국에 이어 네덜란드, 일본도 대(對)중국 반도체 장비 수출통제 조치에 나설 예정이며, 이에 반도체 장비의 해외 의존도가 높은 중국은 국산화를 통해 대응해나갈 것으로 보임.
- ▶ 중국정부는 경제적·산업적으로 중요한 반도체 산업을 2014년부터 국가전략화하고, 핵심반도체 기술과 장비에 대한 국산화를 추진해왔으며, 이를 위해 ① 소재, 장비, 부품 기업에 대한 반도체 산업기금 투자 확대 ② 반도체 기업의 커칭반(科創板) 상장 지원 ③ 반도체와 소프트웨어 기업에 대한 세제혜택 등을 부여함.
 - 또한 중국은 반도체 국산화 과정에서 나타난 해외 인력에 대한 높은 의존도, 반도체 인력 수급문제 등을 해결하고자 신학 연계 강화를 추진하고 실무형 인재양성을 확대하고 있음.
- ▶ 2022년에 중국 반도체 장비 국산화율이 크게 제고되었으나, 첨단반도체 생산에 필수적인 노광장비의 국산화 수준은 높지 않은 편임.
 - 2022년 중국의 반도체 장비 국산화율은 35%로 전년대비 14%p 상승하였으며, 베이팡화창(Naura), 중웨이 반도체(AMEC) 등이 정부 투자와 연구 지원 등을 통해 빠르게 기술력을 확보하면서 식각, 박막, 증착 등 공정 분야에서 국산화율을 크게 제고함.
 - 중국 유일의 노광장비 업체인 상하이 마이크로전자(SMEE)는 국산 DUV(ArF 90nm)를 개발하였으나 가장 최신의 ASML사 제품 대비 15년 정도의 기술격차를 보이고 있으며, 국산화율은 3% 수준에 불과함.
- ▶ 미국의 제재가 상대적으로 약한 반도체 설계 분야에 대한 중국의 투자가 늘어나고 있으며, 일부 중국기업의 첨단반도체 설계 경쟁력이 크게 높아짐.
 - 화웨이는 패키징, EUV, EDA 등 분야에서 특허를 출원하고 있고, 알리바바와 바이트댄스, 텐센트 등은 RISC-V 기반 AI 칩 설계에 착수하였으며, 바이오펜은 고성능의 GPU 반도체 시제품을 공개한 바 있음.
- ▶ 단기적으로 주요국의 수출통제 조치가 중국의 반도체 국산화에 영향을 주겠지만, 국유자본이 투입된 중점기업을 중심으로 28nm 노드 이상의 레거시(lagacy) 반도체 제조 기술과 노하우가 빠르게 축적되고 있어 중장기적으로 중국 반도체 장비 시장에서 로컬기업 비중이 더욱 높아질 전망이다.
 - 중국은 디지털 중국 전략 실현과 미국과의 AI 경쟁에서 우위 확보를 위해 첨단반도체가 필요한 상황으로, 칩렛(chiplet) 기술 등 첨단 패키징을 통한 칩 성능 향상과 우회 방법을 통해 첨단반도체를 확보할 것으로 보임.
 - 또한 중국은 첨단반도체 설계역량을 내재화하고, 다량의 특허 출원을 통해 기술 보호에 나설 것으로 예상되며, 전 기차 등에 사용되는 차세대 전력 반도체(SiC, GaN)의 경쟁력 확대를 모색 중인바, 이에 대한 모니터링이 필요함.

1. 대(對)중국 반도체 산업 제재 현황

■ 미국에 이어 네덜란드, 일본도 대중국 반도체 장비 수출통제 조치에 나설 예정임.

- 미국은 2022년 10월부터 군사적 용도로 활용될 수 있는 첨단반도체 및 장비의 수출통제 조치를 실시하고, 이를 통해 중국 내 첨단반도체 국산화 가능성을 차단하고자 함.
 - 첨단반도체는 연산력 300TFLOPS, 데이터 입출력(I/O) 속도 600GB/s 이상 등의 성능을 갖고, 장비는 비평면 트랜지스터 구조의 FinFET과 GAAFET 혹은 16/14nm 이하의 로직 반도체, 18nm 이하 DRAM, 128단 이상 NAND Flash 등의 제조에 사용되는 제품임.
- 네덜란드도 국가안보상의 이유로 첨단반도체 제조기술이 적용된 제품을 수출통제 목록에 등재하고, 2023년 여름부터 해당 조치를 실시할 예정임.
 - ASML은 'TWINSCAN NXT:2000I' 및 후속 DUV 노광장비가 수출통제 목록에 포함될 것으로 예상함.¹⁾
- 일본정부는 첨단반도체 제조장비 등 23개 품목을 수출관리 규제 대상으로 분류하고, 7월 23일부터 수출통제 조치를 시행할 예정임.
 - 수출관리 규제 대상은 세정 분야 3개 품목, 박막증착 분야 11개 품목, 열처리 분야 1개 품목, 노광장비 4개 품목, 식각 분야 3개 품목, 테스트 장비 1개 품목임.²⁾
 - 중국 상무부는 일본의 수출통제 조치 참여에 대해 5월 23일 브리핑에서 '일본의 수출통제 조치가 자유무역과 국제 경제무역 규칙을 심각하게 위반했으며, 중·일 무역관계를 해치고 공급망의 안전과 안정을 해친다는 점에서 유감'이라는 입장을 밝힘.³⁾

■ 중국은 주요 반도체 장비 대부분을 해외에 의존하고 있어 수출 규제의 영향이 클 것으로 보이며, 국산화 추진을 통해 이를 극복하고자 함.

- 중국은 2022년 기준 세계 최대의 반도체 장비 시장이지만 대부분을 수입에 의존하고 있음.
 - 중국 반도체 장비 수입액⁴⁾: [2020년] 253억 달러 → [2021년] 339억 달러 → [2022년] 288억 달러 (그림 1 참고)
- 2022년 기준 중국은 일본, 미국, 싱가포르, 한국, 대만 순으로 반도체 장비 수입 비중이 높으며, 그중 대일본 반도체 장비 수입 의존도는 37.2%에 달함(표 1 참고).
- 중국은 수출통제 조치로 인해 노광장비, 식각장비, 테스트 장비 등 분야에서 영향을 받을 것으로 보임.
- 본고에서는 중국의 반도체 국산화 추진 과정, 제조장비 및 첨단반도체(설계) 분야의 국산화 현황에 대해 파악하고, 이에 대한 시사점을 제시하고자 함.

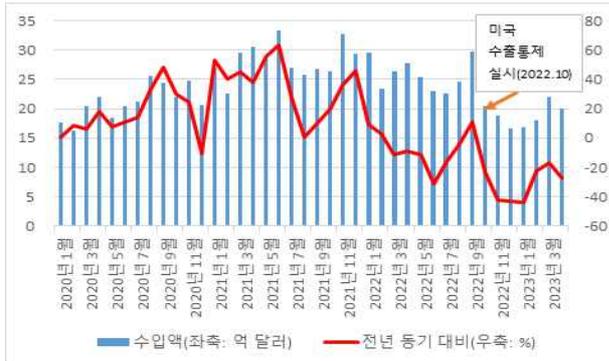
1) ASML(2023. 3. 8), "Statement regarding additional export controls."

2) 経産省(2023. 5. 23), 「輸出貿易管理令別表第一及び外国為替令別表の規定に基づき貨物又は技術を定める省令の一部を改正する省令」等の改正の概要について.

3) 中国商务部(2023. 5. 23), 「商务部新闻发言人就日本正式出台半导体制造设备出口管制措施事答记者问」.

4) Wind DB.

그림 1. 중국의 반도체 장비 수입액 추이(2020~23년 4월)



자료: Wind DB.

표 1. 중국의 반도체 장비 주요 수입 대상국(2022년)

국가명	수입액(억 달러)		전년 동기 대비(%)
	수입액	비중(%)	
일본	107.4	37.2	-16.9
미국	54.5	18.9	-21.5
싱가포르	43.9	15.2	-10.8
한국	42.8	14.8	-25.8
대만	28.7	9.9	8.2

자료: Wind DB; 平安证券(2023. 3. 6), 「半导体设备进口依赖下降, 自主可控逻辑持续强化」 바탕으로 계산.

2. 반도체 국산화 추진 과정

가. 국가전략 지정

■ 중국정부는 경제적·산업적으로 중요한 반도체 산업을 국가전략화하고, 핵심반도체 기술과 장비에 대한 국산화를 추진하고 있음.

- 중국정부는 2000년에 처음으로 반도체 산업 발전정책을 발표하였으며, 제조기업에 대한 세수혜택 부여 및 핵심기술 R&D에 대한 투자를 시작함.
 - o 그러나 정부 주도의 공격적인 투자에도 불구하고 반도체 공정의 복잡성과 다수의 특허장벽, 산업간 연계가 필요한 산업 특성상 국산화 진행 속도가 매우 더뎠으며, 반도체 수요의 상당 부분을 수입에 의존할 수밖에 없었음.
- 중국경제에서 ICT 산업 비중이 높아짐에 따라 반도체 제조와 기술 자립 필요성이 대두되면서 중국정부는 2014년 반도체를 전략산업으로 규정한 「국가 집적회로 산업 발전 추진 강요」⁵⁾를 발표함.
- 2015년 중국정부는 「제조 2025」에서 2030년까지 75%의 국산화 달성 목표⁶⁾를 설정한 바 있으나, 이후 미중 전략경쟁이 촉발되고 대중국 견제가 본격화되면서 반도체 국산화 전략을 재조정하였음.
- 2021년에 발표한 「14차 5개년 계획」에서는 반도체를 국가안보 및 발전의 핵심영역으로 규정하고, 병목지점(choke point)으로 꼽히는 EDA, 소재, 첨단 메모리 등과 차세대 전력 반도체에 해당하는 SiC,⁷⁾ GaN⁸⁾ 등의 발전을 강조함.

5) 国家集成电路产业发展推进纲要

6) 国家制造强国建设战略咨询委员会(2015. 10), 「《中国制造 2025》重点领域技术路线图」.

7) 실리콘 카바이드 반도체는 고전압, 고전류, 고온에서도 작동될 수 있으며 전기차, 에너지 등 분야에서 사용됨. SK하이닉스(2016. 5. 26), 「차세대 반도체 소재, 실리콘카바이드(SiC)」.

8) 질화갈륨 반도체로 고압·고온에서 사용 가능하며, 빠른 신호 변환 속도 등의 특징으로 스마트폰, 디스플레이, 전자제품 등에서 사용됨. SK하이닉스 (2020. 5. 11), 「미래 반도체 기술 질화갈륨을 대체할 청색광 반도체 소자기술 개발」.

표 2. 중국의 반도체 산업 육성 주요 정책(2000~21년)

목표	정책명	연도	주요 내용
산업 발전 장려	소프트웨어 산업 및 집적회로 산업 발전 장려정책 ⁹⁾	2000	- 반도체를 IT 산업의 핵심으로 규정, 법인세 인하 등 지원
	국가 과학기술 중요 프로젝트 ¹⁰⁾ (01 ¹¹⁾ , 02 ¹²⁾)	2009	- 반도체에 해당하는 01, 02 분야 연구 중점 지원
	진일보된 소프트웨어 산업 및 집적회로 산업 발전 장려정책 ¹³⁾	2011	- 반도체를 전략적 신흥산업에 포함, 반도체 제조업체에 대한 세수 및 투자 지원
국가 전략화	국가 집적회로 산업 발전 추진 강요 (반도체 기금 1기)	2014	- 2020년까지 반도체 기술 격차 축소, 연매출 증가율 20% 이상 - 2030년까지 반도체 주요 분야의 기술 수준 글로벌 수준으로 도약 등
	중국제조 2025	2015	- 반도체 및 제조 장비를 차세대 정보기술 산업의 핵심 분야로 설정 - 기술 로드맵에서 2030년까지 반도체 자급률 목표를 75%로 설정
	전략성 신흥산업 중점 상품 및 서비스 지도 목록 ¹⁴⁾	2017	- 중점 상품으로 EDA, 소재(실리콘 재료, 화합물 반도체 재료), 장비, 제조, 패키징 등 포함
	반도체 기금 2기	2019	- 소부장 기업 투자 확대
	新시기 집적회로 산업 및 소프트웨어 산업 고품질 발전 촉진에 관한 정책 ¹⁵⁾	2020	- 반도체 설계, 장비, 재료, 패키징, 테스트 기업 및 소프트웨어 기업의 법인세 혜택 - 국가 중점 R&D 계획, 국가 과학기술 중요 프로젝트 적극 장려
	14차 5개년 발전계획	2021	- 반도체를 국가안보 및 발전의 핵심영역으로 규정 - EDA, 소재, IGBT, MEMS 분야 역량 강화, 첨단 메모리, SiC, GaN 등 차세대 전력 반도체 발전

자료: 谭锐(2023), 「中美半导体产业技术创新组织模式比较」, 『财经智库』, 第8卷 第1期, p. 58; Wind DB; 중국정부망(<http://www.gov.cn>) 등을 바탕으로 정리.

나. 금융지원

■ 중국정부는 2014년부터 반도체 국산화를 지원하기 위해 기금을 조성하여 운영하고 있으며, 최근에는 소재, 장비, 부품 기업을 중심으로 투자를 확대하고 있음.

- 반도체 산업기금 1기(2014~19년, 총 투자규모 1,387억 위안)는 반도체 제조 능력 확대에 중점을 두고 총 23개 기업의 70개 프로젝트에 투자함.
 - 분야별로 보면 제조 67%, 설계 17%, 후공정 10%, 장비 및 소재가 6%를 차지함.¹⁶⁾
 - 다만 일부 지방정부 프로젝트는 기금운용사의 부패와 기술 이해도가 높지 않은 공무원의 부실한 투자 관리로 인해 대규모 실패로 귀결됨.¹⁷⁾

9) 鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策

10) 国家科技重大专项.

11) 핵심 전자장치, 고급 범용 칩 및 소프트웨어.

12) 초대형 집적회로 제조기술.

13) 关于印发进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策的通知

14) 战略性新兴产业重点产品和服务指导目录.

15) 新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策

16) 투자 기간은 최대 15년(투자-회수-연장)으로, 2019년부터 일부 투자건은 엑시트(exit)이 진행.

17) 대표적으로 2017년 11월 우한홍신(武汉弘芯, HSMC)이 계획했던 1,280억 위안 규모 반도체 칩 건설 프로젝트는 허위로 밝혀졌는데, 이에 해당 지방정부가 대규모 손실을 입었으며, 반도체 산업기금 운용관리사인 화신투자의 임원이 조사를 받게 됨. 21经济网(2022. 8. 10), 「芯片反腐再重拳! 国家大基金管理公司华芯投资多名高管被查」.

- 이어 2019년 반도체 산업기금 2기가 설립되었으며 소재, 부품, 장비의 국산화를 지원하는 방향으로 투자 금액을 증액함.
 - o 2기 총 투자규모는 2,041억 위안으로 1기 대비 약 68% 증가하였으며, 지방정부 및 민간 펀드의 참여 비중이 높아짐.
 - o 또한 1기에서는 없었던 EDA 분야에 대한 기업 투자를 2기에서 진행하며, 통신, AI 반도체, SiC, GaN 등 분야에 대한 투자도 진행 중임.

■ 중국은 반도체, AI 등 혁신기업의 자금조달을 지원하기 위해 2018년에 상하이 커창반(科创板, STAR Market)을 개설함.¹⁸⁾

- 상하이 커창반은 주식발행 등록제(注册制)로 운영되고 있는데, 이는 상장조건에 대해 거래소에서 적격여부를 심사하여 증감위에서 심의하는 허가제 방식에 비해 규정이 까다롭지 않아 반도체 기업 자금을 조달하기 위한 중요 통로로 성장하였음.¹⁹⁾
- 미중 경쟁이 본격화된 2019~21년에 상장된 51개 반도체 기업 중 43개 기업이 커창반을 통해 대규모 자금조달을 추진하였음.
 - o 2022년 상반기에도 14개의 반도체 기업이 상장하였는데, 그중 절반이 반도체 설계 기업임.²⁰⁾
 - o 2023년 5월에는 상하이 메인보드에 상장되어 있던 넥스칩(NEXchip)과 SMIC가 커창반에 이중상장을 통해 자금을 조달하였으며,²¹⁾ 화홍반도체도 커창반 이중상장을 통해 180억 위안 규모의 자금조달을 추진할 예정임.²²⁾

■ 중국 국가발전개혁위원회는 반도체 및 소프트웨어 기업에 대한 세제혜택 내용을 공개하고, 기업 소득세 면세, 수입관세 면제 등의 혜택을 부여함.²³⁾

- 중국은 반도체 기업에 대한 세제혜택 조치를 매년 부여해왔으며, 2023년에는 세제혜택을 부여할 때 분야별로 요구되는 조건이 보다 세분화되었음.
 - o 2023년 기준 △28, 65, 130nm 이하 로직 및 메모리 반도체 제조기업 △0.25 μ m 이하 특수공정 반도체 기업 △0.5 μ m 이하 화합물 반도체 및 후공정 기업 △소재 및 부품(포토레지스트, 박막 플레이트, 감광액, 8인치 및 이상의 웨이퍼 등) 제조기업 또는 이와 관련된 프로젝트가 세제혜택을 부여받을 수 있음.²⁴⁾
 - o 설계 분야는 △고성능 프로세서 및 FPGA △메모리 반도체 △스마트 센서 △공업, 통신, 자동차 및 안전(Secure Cryptoprocessor) 반도체 △EDA, IP(설계자산) 및 설계 서비스가 해당됨.
 - o 소프트웨어 분야는 △기초분야(OS, DB 등) △R&D용(CAD, CAE 등) △생산제어용(MES, MOM 등) △신형기술용(분산형 컴퓨팅, 데이터 분석 등) △보안용(시스템 보안, 데이터 보안 등) △중점 산업용(정부기

18) 2023년 2월에는 상하이와 선전 거래소의 메인보드도 주식발행 등록제 개혁을 실시하였으며, 향후 상장절차 간소화로 다양한 혁신 기업의 IPO가 증가할 것으로 예상됨. 한국은행 북경사무소(2023. 2. 7), 「증감위, 주식발행 등록제 전면 실시계획 발표」.

19) 커창반 상장조건으로 ① 최근 3년간 R&D 비용 지출 비중이 영업이익의 5% 이상 혹은 누적 6,000만 위안 이상 ② R&D 인력 비중이 전체 직원의 10% 이상 ③ 특허 5건 이상 ④ 최근 3년간 매출 연평균 성장률(CAGR) 20% 이상 등이 요구됨. 上海证券交易所(2021), 「上海证券交易所科创板企业发行上市申报及推荐暂行规定」.

20) iResearch(2022), 「中国半导体IC产业研究报告」.

21) 投资界(2023. 6. 15), 「国内芯片公司不愁钱」.

22) REUTERS(2023. 5. 18), 「Hua Hong edges toward \$2.6 billion listing, China's biggest of 2023」.

23) 国家发改委(2023. 3. 22), 「关于做好2023年享受税收优惠政策集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作有关要求的通知」.

24) 爱集微(2023. 3. 22), 「五部门: 做好2023年享受税收优惠政策集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作」.

관, 국방, 에너지 등) △경영관리(ERP, SCM, CRM 등) △클라우드 서비스(IaaS, PaaS용) △임베디드(통신설비, 자동차 전자 등)까지 총 아홉 가지 분야에 대한 지원이 이루어질 예정이다.²⁵⁾

다. 인력양성

■ 중국은 반도체 분야 고급인력에 대한 높은 해외 의존도와 수요와 공급의 불일치로 나타나는 반도체 인력 수급문제를 해결하기 위해 산학 연계 강화를 통한 실무형 인재양성을 확대하고 있음.

- 「중국 집적회로 산업 인재 발전 보고(2020~2021년)」에 따르면 2020년 중국의 반도체 산업 종사자 수는 전년동기대비 5.7% 증가한 54만 1,000명에 달함.²⁶⁾
 - [설계 분야] 19만 6,000명, [제조 분야] 18만 2,000명, [후공정] 16만 2,200명
- 산업 육성 초기 반도체 공정 노하우 등 암묵적 지식(tacit knowledge)을 습득하기 위하여 기술 트렌드와 핵심공정 이해도가 높은 고급 기술인력을 해외에서 영입해 온 사례가 많았음.
- 중국은 자국의 반도체 인력양성을 추진하였으나 주요 대학의 반도체 전공학과 수가 부족하고, 이론 중심의 교육으로 인해 실무인력도 매우 부족한 상황임.
 - 중국 교육부는 2015년 처음으로 마이크로 전자²⁷⁾ 대학원 설립을 허가하였으며, 이후 반도체 전공을 설치한 학교 수가 28개로 증가함.
 - 그러나 대학 교수 평가가 주로 논문 발간, 특허 출원 등으로 이루어지고 있고, 교육과정 역시 현장 수요에는 부합하지 못하는 상황임.
 - 실제로 반도체 관련 전공자 21만 명 중 13.8%만 업계에 종사하고 있으며,²⁸⁾ 중국반도체산업협회에 따르면 2024년 반도체 업계에 약 23만 명의 인력부족 현상이 나타날 것으로 전망함.²⁹⁾
- 이를 개선하고자 대학의 반도체 교육과정을 개편하고, 기술·산업 혁신을 주도할 인력양성을 위해 산학간 협력을 강화하고 있음.
 - ‘정밀기술 분야 인력 수요 리스트’³⁰⁾를 구축하고, 학과 교육에서도 현장 수요를 반영할 수 있도록 업계 전문가를 교수진으로 영입할 계획임.³¹⁾
 - 교육부, 국가발개위 등에서 반도체 교육을 위한 산학 협력 플랫폼을 구축하기 위해 2019년 베이징대학에 3억 위안을 투자하고, SMNC(中芯北方),³²⁾ Empryrean(华大九天), 기가다바이스(兆易创新) 등 업체와 협업을 추진함.³³⁾

25) 国家发改委(2023. 3. 22), 「重点集成电路设计领域和重点软件领域」.

26) 人民网(2022. 11. 30), 「芯片产业发展中的人才资源瓶颈与治理路径」.

27) 초소형 전자적 설계, 연구, 미세제조 등을 포함.

28) 人民网(2022. 11. 30), 「芯片产业发展中的人才资源瓶颈与治理路径」.

29) 新华网(2023. 2. 14), 「《2022-2023年度中国集成电路产业关键人力资源指标报告》正式发布」.

30) 인력 수요, 급여 수준, 기술별로 체계화된 리스트 구축 목적.

31) 科学网(2023. 2. 27), 「我国集成电路人才培养“痛点”与对策」.

32) SMIC와 베이징시 정부가 합작한 반도체 Fab.

33) 谭锐(2023), 「中美半导体产业技术创新组织模式比较」, 『财经智库』, 第8卷 第1期

3. 국산화 현황: 제조장비, 첨단반도체 분야

- 중국의 반도체 제조 경쟁력은 글로벌 선두기업과 △NAND 플래시 2년 △DRAM 5년 △로직 반도체 5년 정도의 기술격차가 발생하며, CPU, DRAM, NAND 플래시 등 분야의 국산화율(2021)도 아직 한 자릿수에 불과함.³⁴⁾
- 반도체 산업 가치사슬별 부가가치로 보면 중국은 칩 설계 분야(Design, EDA)와 제조장비의 비중이 매우 낮은 편인데, 이는 국산화가 가장 필요한 분야로 볼 수 있음.³⁵⁾

표 3. 중국 메모리 및 파운드리 분야 기술격차

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	
		삼성전자	SK하이닉스	Micron(미국)	CXMT(중국)	
파운드리 (로직 반도체 제조)	양산	3nm	3nm	22nm	14nm	5년
	차세대	2nm	2nm	14nm	7nm	

자료: 박초화(2023), 「중국 반도체 국산화」, 대신증권, 재인용: 김혁중, 오종혁, 권혁주, 정유원(2023. 4. 6), 「미국의 대중 반도체 제조시설 수출통제에 따른 중국의 장비 수입 변화 분석」, KIEP 오늘의 세계경제 23-08, p. 4.

가. 제조장비

- 중국은 반도체 제조장비의 대부분을 해외기업에 의존해왔으나, 로컬 파운드리 업체들이 반도체 공급망 안정화 차원에서 국산화에 대한 투자를 늘리면서 2022년 반도체 장비 국산화율이 크게 제고되었음(표 4, 부표 1 참고).
- 2023년 6월 기준 중국 반도체 장비기업은 1,560여 개로 그중 베이팡화창(Naura), 중웨이반도체(AMEC) 등 41개 기업이 상장되었으며, 상장기업의 시가총액을 합산하면 1조 2,319억 위안에 달함.³⁶⁾
- 국제반도체산업협회(SEMI)에 따르면 2012~22년 중국 반도체 장비 시장은 연평균 성장률(CAGR)로 27% 씩 성장하였으며,³⁷⁾ 2022년 중국 반도체 장비 국산화율은 35%로 전년대비 14%p 상승하였음.³⁸⁾
- 전공정 분야별로 세정, 열처리, 식각, CMP 영역의 국산화율은 30% 내외를 기록하였으나 노광장비, 이온 주입 장비의 국산화는 5% 수준에 불과함.³⁹⁾

34) 자세한 내용은 김혁중, 오종혁, 권혁주, 정유원(2023. 4. 6), 「미국의 대중 반도체 제조시설 수출통제에 따른 중국의 장비 수입 변화 분석」, KIEP 오늘의 세계경제 23-08을 참고.

35) SIA(2022), "2022 STATE OF THE U.S. SEMICONDUCTOR INDUSTRY" 참고.

36) Wind DB.

37) 浙商证券(2023. 5. 26), 「自主可控逻辑继续强化, 聚焦低国产化率, 先进制程突破」.

38) OFweek(2023. 3. 8), 「2022年, 半导体设备国产化率提至35%, 美国损失了50亿美元」.

39) 위의 글.

- 후공정(테스트&패키징) 분야에서는 해외기업과의 기술격차가 크지 않은 것으로 나타남.⁴⁰⁾

표 4. 글로벌·중국 주요 반도체 장비기업 및 국산화율 현황

분야	글로벌 기업	중국기업	국산화율 (2022)	노드(nm)
산화	도쿄อิเล็ก트론(TEL), SCREEN	Kingsemi, ACMR	12	90/65/45/28/14/5
노광	EUV	ASML	-	-
	DUV	니콘, 캐논	SMEE	90
식각	램리서치(Lam), TEL, 어플라이드 머티어리얼즈(AMAT)	Naura, AMEC, E-town	30	90/65/45/28/14/7/5
CVD	AMAT, Lam, TEL	Piotech, Naura, Betong	11	65/28/14
PVD	AMAT, Evatec, ULVAC	Naura	29	65/45/28/14
ALD	TEL, ASM	Naura, SRI-I	1.4	55/28/14
이온 주입	AMAT, Axcelis	Kingstone, Semicore	5	65/45/28
CMP	AMAT, Evatec	Hwatshing Technology	25	90/65/45/28
세정	SCREEN, TEL	ACMR, Naura, KingSEMI	34	90/65/45/28
테스트 장비 ⁴¹⁾	Teradyne, Advantest	창촨커지, Beijing Huafen, RSIC, JCET	-	-

자료: TrendForce Blog(2023. 4. 25), "China's Semiconductor Equipment booms: A New Gold Rush?"; 浙商证券(2023. 5. 26), 「自主可控逻辑继续强化, 聚焦低国产化率, 先进制程突破」; 김혁중, 오종혁, 권혁주, 정유원(2023. 4. 6), 「미국의 대중 반도체 제조시설 수출통제에 따른 중국의 장비 수입 변화 분석」, KIEP 오늘의 세계경제 23-08, p. 7 등을 바탕으로 정리.

■ 첨단반도체 생산에 필수적인 노광장비는 중국 반도체 산업에서 가장 취약한 분야이자 국산화 수준이 가장 낮은 분야이지만, 상하이 마이크로전자(SMEE)를 중심으로 국산화를 적극적으로 추진하고 있음.⁴²⁾

- 중국은 노광장비 대부분을 네덜란드의 ASML, 일본의 니콘, 캐논 등에 의존하고 있음.
- 중국 유일의 노광장비 생산업체인 SMEE는 2018년 ArF⁴³⁾ 90nm 사양의 DUV인 SSA600/20 모델을 개발하였음.⁴⁴⁾
 - o SMEE는 '국가 과학기술 중요 프로젝트' 참여를 통해 90nm 노광장비 시제품 개발연구(2006~17), 65nm 노광장비, 28nm 투영 노광방식 노광장비(重复投影光刻机, 2015) 관련 기술 등을 개발함.⁴⁵⁾
- 다만 해당 모델은 가장 최신의 ASML사 제품 대비 15년, 니콘사 제품 대비 12년 정도의 격차가 존재함(그림 2 참고).
- 그러나 중국의 노광장비 국산화 노력은 계속되고 있으며, 28nm 노드에 대응하는 노광장비(SSA800/10W) 개발을 위해 기업간 협업을 추진하고 있음.⁴⁶⁾
 - o ASML의 NXT: 2000i를 역설계(Reverse Engineering)하는 프로젝트로 △[총괄 상하이 마이크로전자 △[광원시

40) 人民网(2022. 11. 30), 「芯片产业发展中的人力资源瓶颈与治理路径」.

41) Detection control.

42) 중국과학원은 '중국의 목을 죄는(卡脖子) 기술 중 첫 번째로 노광장비를 언급함. 科学日报(2023. 6. 8), 「攻坚关键技术, 看这些中国企业如何攻破5项“卡脖子”」.

43) 불화아르곤 Argon fluoride.

44) 주로 후공정, MEMS, LED 분야 사용 목적으로 노광장비를 공급 중임.

45) 中信证券(2022. 8. 24), 「半导体设备行业国产化现状分析」.

46) 화타이증권(华泰证券)에 따르면 상하이 마이크로전자는 28nm급 노광장비 기술 개발에 성공함. 하지만 양산은 불가능한 상태로 판단됨. 华泰证券(2023. 6. 7), 「供需错配推动半导体制造国产化加速」.

스텝 커이홍위안(科益虹源) △린즈시스템 귀양광학(国望光学) △노광 광학시스템 귀커정밀(国科精密) △듀얼 웨이퍼 스테이지 시스템⁴⁷⁾ 화취징커(华卓精科) △액침(immersion) 시스템 치얼지텐(炬尔机电) 등이 참여함.⁴⁸⁾

- 성공적으로 국산화가 이뤄진다면 DUV 기반의 멀티패터닝을 통해 SMIC가 제조한 방식⁴⁹⁾과 같이 10nm 이하 노드의 7nm 반도체 제조가 가능해짐.

그림 2. 주요 기업의 노광장비 개발 수준

광원	노드(nm)	개발연도	ASML(네)	Nikon(일)	SMEE(중)
EUV	13.5nm	5			
		7			
ArF	193nm	10			
		16/14			
ArFi	193nm	22/20			
		32/28			
		45/40			
		65			
		90			
		130			
KrF	248nm	180			
		250			
		350			
		1995			
i-Line	365nm	600			
		800			

주: 파란색 부분이 기업별 양산기술 개발 수준을 의미.
자료: CSET, 2021, SMEE 홈페이지 등을 바탕으로 작성.

그림 3. 중국 노광장비 개발 목표 및 격차



자료: CSET(2021), "China's Progress in Semiconductor Manufacturing Equipment."

■ 반도체 주요 제조공정에 해당하는 식각, 박막, 증착은 미국과 일본 기업이 중국에서 높은 시장점유율을 기록하고 있으나, 최근 국산화 수요 증가로 Naura, AMEC 등 로컬기업이 급부상하고 있음.

- Naura는 중국 최대 반도체 장비기업으로 식각, 박막, 증착, 열처리, 세정 공정 등에 필요한 모든 장비를 생산하고 있으며, SMIC와 YMTC, 화흥반도체 등 대부분을 로컬업체에 납품하고 있음.⁵⁰⁾
- Naura는 2009년부터 시작된 '국가 과학기술 중요 프로젝트' 참여를 통해 기술 경쟁력을 확보하였음.
 - Naura는 65~45nm PVD(2009), 65nm 초정밀 세정장비(2010), 14nm 반응성 이온 식각장비(2014~17), 28~14nm ALD(2015~18), 14~7nm CuBS PVD 장비(2016~19) 등을 개발함.⁵¹⁾
 - 또한 Naura는 2018년 웨이퍼 표면 세정기술⁵²⁾을 보유한 미국 Akrion사를 인수하기도 하였음.⁵³⁾
- AMEC는 식각(etching) 분야에서 중국기업 가운데 가장 높은 수준의 기술력을 보유하고 있으며, 2019년 6월에 5nm급 CCP 장비를 TSMC에 납품한 바 있음.⁵⁴⁾
 - AMEC는 관련 기술력을 인정받아 TSMC 외에도 삼성전자, SK하이닉스 등에도 납품 중임.
 - 2021년 5월에는 3nm급 식각장비를 개발하여 고객사 인증과 양산을 준비 중임.⁵⁵⁾

47) dual wafer stage system.

48) 21经济网(2023. 4. 18), 「挑战与机遇并存, 系统性拆解半导体设备国产化机会 | VC洞见」.

49) TechInsights, "Comparison confirms that SMIC reaches 7nm without access to western equipment & technologies" 참고

50) Naura는 베이징시 국유자산위와 중앙정부 투자기금을 포함하여 정부 지분율이 55%를 차지함. 백승혜, 송예지, 한수진(2022), 「중국 반도체 국산화의 주역들」, 하나증권 중국기업분석.

51) 中信证券(2022. 8. 24), 「半导体设备行业国产化现状分析」.

52) advanced wafer surface preparation technology.

53) The China Project(2023. 2. 3), "China's top 10 semiconductor firms."

54) AMEC는 상하이시 정부와 중앙정부 투자기금을 포함하여 정부 지분율이 31.8%를 차지함. 백승혜, 송예지, 한수진(2022), 「중국 반도체 국산화의 주역들」, 하나증권 중국기업분석.

나. 첨단반도체(설계)

■ SMIC, 화흥반도체 등 중국기업은 일정 수준의 제조공정 고도화를 이루어냈으나, 주요국의 반도체 장비 수출 제한으로 사실상 중국 자체적으로 10nm 이하의 초미세공정 전환을 통한 첨단반도체 제조는 어려워진 상황임.

- 다만 중국에서 설계한 반도체도 수출통제 기준선에 저촉되지 않는다면 제3국 위탁생산이 가능하다는 점에서 반도체 제조나 제조장비와 같이 첨단기술에 대한 접근이 원천 차단되지 않았다고 볼 수 있어, 본고에서는 중국 반도체 설계기업(fabless) 현황 및 특히 출원 상황을 통해 관련 경쟁력을 파악하고자 함.

■ 중국 반도체 팹리스 수와 매출액 규모가 빠르게 증가하고 있으며, 관련 투자도 급증하고 있음.

- 중국 반도체 팹리스 수는 2014년 681개에서 2021년 2,810개로 7년간 4.1배 증가하였으며, 같은 기간 매출액도 4.3배 증가하면서 2021년 기준 4,519억 위안을 기록함.
- 중국은 2017년 즈음부터 반도체 설계 분야 성장이 가속화되었으며, 상위 25개 사의 매출은 2017년 122억 달러에서 2020년 244억 달러로 2배 증가하였음.⁵⁶⁾
- 미국의 대중국 반도체 제재 수위가 상대적으로 높지 않은 칩 설계 분야에 대한 투자가 증가하고 있음.
 - 2019~20년 벤처캐피털(VC) 투자가 366% 증가하였으며, 금액의 70%가 반도체 팹리스에 집중됨.
 - 2021년에는 수십여 개의 AI칩(GPU⁵⁷⁾, 고성능 컴퓨팅(HPC⁵⁸⁾) 설계 분야 스타트업이 약 45억 달러를 투자받음.
- 또한 EDA와 핵심 IP를 확보하기 위해 중국 반도체 산업기금도 약 1억 2,500만 달러를 투자함.⁵⁹⁾

그림 4. 2014~21년 중국 반도체 팹리스 수



자료: iResearch(2022), 「中国半导体IC产业研究报告」.

그림 5. 2014~21년 중국 반도체 설계 매출액



자료: iResearch(2022), 「中国半导体IC产业研究报告」.

55) 中信证券(2022. 8. 24), 「半导体设备行业国产化现状分析」.

56) BCG, SIA(2022. 11), "The Growing Challenge of Semiconductor Design Leadership."

57) GPU는 서버용으로 사용되며, 연산력을 크게 높여줘 대용량 AI, 자율주행, 군사 분야 등에서 활용함.

58) High-Performance Computing.

59) BCG, SIA(2022. 11), "The Growing Challenge of Semiconductor Design Leadership."

- 관련 기업들의 경쟁력도 지속 향상되고 있으며, 특히 화웨이, 알리바바, 바이렌(Biren) 등 설계 기업은 고성능 첨단반도체 설계 경쟁력을 갖춘 것으로 파악됨.

표 5. 중국 주요 GPU 팹리스

기업명	분야	기업가치	주요 주주	지역
바이렌 테크놀로지 (Biren Tech)	GPGPU	47억 위안	중신취위안, 상하이, 주하이, IDG, Gree 등	상하이
이노실리콘 (Innosilicon)	GPU (风华1호)	300억 위안	창업팀, 주하이국유자본, 삼성	주하이(珠海)
베리실리콘 (Verisilicon)	GPU (IP SR2000)	297억 위안	반도체 산업기금, 창장취위(张江火炬), 푸신투(浦新投), 자싱기금(嘉兴基金)	상하이
무어스레드 (Moore Threads)	GPU	30억 위안	선전창업투자, 세콰이어캐피탈(중국), 텐센트, 바이트댄스	랴오닝/창사
Enflame	GPGPU/AI칩	31.4억 위안	커창투(科创投), 텐센트, ZhenFund 등	상하이
Jingjia Micro	국방용	341억 위안 (상장사)	위리리(喻丽丽, 개인), 반도체 산업기금 외	창사(长沙)
MetaX	GPU	10억 위안	귀타오기금(国调基金), 징웨이중국(经纬中国), 허리카피탈(和利资本), 세콰이어캐피탈, 레노버 등	상하이

자료: OFweek(2022. 9. 2), 「国产GPU显卡厂商20家: 谁能替代AMD、NVIDIA?」 바탕으로 정리.

- 화웨이는 반도체 설계와 관련하여 중국 내에서 2020년 1만 건, 2021년 1만 2,000건의 특허를 출원하였음.
 - o 3D 스택킹(3D芯片堆叠)을 통한 패키징 기술 및 EUV 관련 특허도 출원하였으며, 미국의 제재에도 불구하고 R&D 투자를 통해 기술 경쟁력을 유지하고 있음.⁶⁰⁾
 - o 화웨이는 미국 기술에 대한 의존도를 낮추기 위해 14nm 이상의 칩을 설계할 수 있는 EDA 소프트웨어를 개발하였음.⁶¹⁾
- 알리바바와 바이트댄스(ByteDance), 텐센트 등은 수출규제 대상에 해당하는 미국 엔비디아, AMD 등의 칩 구매가 어려워지면서 대안 차원에서 RISC-V와 같은 오픈소스 설계기술을 채택한 AI 칩 설계를 시작함.⁶²⁾
- 한편 바이렌(Biren Technology)을 비롯한 일부 스타트업의 GPU 반도체 설계 경쟁력은 비교적 높은 것으로 나타남.
 - o 바이렌이 설계한 고성능 GPU(모델명: BR100, 104)는 32비트 기준 연산력(TFLOPS)이 엔비디아의 A100보다 높다고 알려져 있음(표 6 참고).
 - o 다만 바이렌 GPU가 제재 대상으로 지정되면서 TSMC에 위탁 생산하려는 계획이 취소됨.⁶³⁾
 - o 엔비디아의 쟈슨 황 CEO는 “중국에는 많은 GPU 스타트업이 있으며, 중국이 미국으로부터 반도체를 구매할 수 없다면 스스로 만들어버릴 것”이라며 중국 스타트업의 경쟁력을 높게 평가함.⁶⁴⁾

60) 36kr(2022. 12. 30), 「专利, 半导体厂商必争之地」.

61) CNBC(2023. 3. 27), “Huawei reportedly says it has developed domestic chip design tools despite U.S. sanctions.”

62) Financial Times(2022. 11. 30), “China enlists Alibaba and Tencent in fight against US chip sanctions.”

63) eeNews(2022. 12. 25), “Chip war sees TSMC stop work on Chinese AI chip.”

64) 디지털투데이(2023. 6. 1), 「쟈슨 황 엔비디아 CEO “중국 반도체 굴기” 노력 앞바다 안돼」.

표 6. 주요 그래픽카드(GPU) 성능 비교

구분	제조사	모델명	파운드리	공정 (nm)	메모리			연산성능(TFLOPS)		
					규격	용량 (GB)	대역폭 (TB/s)	64 비트	32 비트	16 비트
규제 품목	엔비디아	A100	TSMC	7	HBM2e	40	1.6	9.8	19.5	78.0
		H100		4	HBM3	80	1.3	12.0	24.1	96.3
	AMD	MI250		6	HBM2e	128	3.3	45.3	45.3	362.1
	바이런	BR100	TSMC (취소)	7	HBM2e	64	1.6	-	256	1024
BR104		7		32		0.8	-	128	512	
-	무어스레드	MTT S3000	-	-	GDDR6	32	0.45	-	15.2	-
		Enflame	T20	-	12	HBM2e	32	0.3	-	40
	METAX	N100	-	-	HBM2e	-	-	-	80	-

주: 음영처리 한 부분은 중국기업임.

자료: 김혁중(2022. 9. 27), 「미국의 대중국 AI 반도체 수출규제 영향과 시사점」, KIEP 세계경제 포커스, Vol. 5, No. 31; 각사 홈페이지 등 참고.

4. 평가 및 시사점

■ 주요국의 대중국 수출통제 조치는 단기적으로 첨단반도체의 중국 내 유입을 막고, 중국 내 반도체 생산비용을 증가시켜 반도체 국산화에 영향을 줄 것으로 보임.

- 아직까지 중국 반도체 장비업체가 보유한 기술 수준이 높지 않고, 미세공정에 필수적인 노광장비의 국산화 진행률이 높지 않기 때문에 중국은 다양한 방식으로 반도체 국산화를 추진하고자 할 것임.
- 다만 단기간 내 첨단반도체 제조기술을 따라잡기는 쉽지 않을 것으로 보임.
 - 중국 대표 DRAM 제조업체인 YMTC가 2022년 12월 미 상무부 규제 리스트에 등재되어 장비 조달과 상품 수출이 어려워지는 등 기업별 규제도 이어지며 규제 범위가 확장되고 있음.⁶⁵⁾
 - 이에 기술인력 유치, 기업 인수 등을 통한 기술 노하우 획득 시도가 이어질 가능성이 있음.

■ 중국이 '디지털 중국' 전략⁶⁶⁾을 실현하고 미국과의 AI 경쟁에서 우위를 점하기 위해서는 첨단반도체 확보가 필수적인 상황으로, 첨단 패키징을 통해 칩 성능을 향상시키거나 우회 방법을 통한 첨단반도체 확보를 추진하고자 할 것임.

- 중국은 2022년 12월 칩렛(chiplet)⁶⁷⁾ 기술 표준화 연맹을 발족하였으며, 향후 첨단 패키징 기술 확보에 대한 투자를 늘릴 것으로 보임.⁶⁸⁾

65) TrendForce(2022. 12. 16), "YMTC Could Abandon Market for 3D NAND Flash by 2024 Following US Government's Decision to Place It on Entity List, Says TrendForce."

66) 중국의 국가 디지털화 전략.

67) 로직칩을 가능별로 쪼개고, 각 칩들을 칩 적응기술인 실리콘 관통 전극(TSV: Through Si Via)으로 연결하는 기술임. SK하이닉스(2023. 1. 3), 「반도체 후공정 4편 반도체 패키지의 종류 (4/11)」.

68) OFweek(2022. 12. 28), 「Chiplet, 中国标准」.

- 한편 중국의 일부 업체는 외부 클라우드 서버 업체와의 렌탈 계약이나 자회사를 통한 구매 등의 우회 방식을 통해 첨단 AI 반도체를 확보하고 있음.⁶⁹⁾
 - o 비공식 경로를 통해서도 수출제한 품목인 엔비디아의 A100 혹은 H100 칩이 여전히 유통이 되고 있는 것으로 보아 중국의 첨단반도체 확보가 완전히 막힌 것은 아님.⁷⁰⁾

■ 중국은 국유자본이 투입된 중점기업을 중심으로 28nm 노드 이상의 레거시(lagacy) 반도체 제조 기술과 노하우가 빠르게 축적되고 있으며, 향후에도 상당 기간 기술 자립에 대한 국가적 지원이 이어질 것으로 보여 중장기적으로 중국 반도체 장비 시장 내 로컬기업의 비중이 더욱 높아질 전망이다.

- 중국의 주요 반도체 업체인 SMIC, 화흥반도체, YMTC, 유니SOC, Naura, AMEC 등은 반도체 산업기금이나 지방정부로부터 투자를 받아 성장함.
- 또한 국가 과학기술 중요 프로젝트 참여 등을 통해서 중국기업들은 비교적 짧은 시간 내 시행착오를 줄이고 기술력을 빠르게 확보했음.
- 향후 2026년까지 중국 내 25곳에서 파운드리 확장 및 추가 건설이 진행되고 있는데,⁷¹⁾ 현 수준의 수출통제가 지속된다면 로컬 장비기업에 대한 수요는 증가할 것임.
- 반도체 장비업체에 대한 국가적 지원이 지속적으로 유지된다면 중국시장은 로컬기업 중심으로의 근본적인 변화가 예상되며, 일부 기업은 글로벌 수준의 경쟁력을 보유할 가능성도 있음.⁷²⁾

■ 한편 중국은 첨단반도체에 대한 설계역량을 꾸준히 축적해나가고 있으며, 다량의 특허 출원을 통해 기술 보호에 나서고 있음.

- 미국의 제재 강도가 상대적으로 약한 반도체 설계 분야에 투자금이 집중되고 있으며, 바이렌 등 팹리스 스타트업은 고성능 GPU의 설계역량을 보유한 것으로 파악됨.
- 2022년 중국 반도체 분야(설계/제조/후공정) 특허 출원 건수가 전년대비 12.5% 증가한 6만 513건(설계 분야 53.8%)에 달하는 등 특허 출원을 통해 기술 보호에 나서고 있음.⁷³⁾

■ 그 밖에도 중국은 전기차 등에 사용되는 차세대 전력 반도체(SiC, GaN)에 대한 지원을 확대하고 경쟁력 확대를 추진하고 있는바, 이에 대한 모니터링이 필요함.

- 차세대 전력 반도체는 높은 내구성 등으로 인해 전기차, 에너지저장시스템(ESS) 등에 사용됨.
- 중국 「14.5 계획」에서는 차세대 전력 반도체 분야의 발전을 강조하고 있으며, 중국기업들은 관련 투자 확대를 통해 기술 주도권을 선점하고자 함.
- 첨단반도체의 경우에는 제조 공정에 대한 다양한 특허장벽으로 인해 기술난관 극복이 쉽지 않으나, 차세대 전력 반도체 분야는 중국이 5~10년 내 선도할 수 있을 것으로 평가하고 있음.⁷⁴⁾

69) Financial Times(2023. 3. 9), "Chinese AI groups use cloud services to evade US chip export controls."

70) Reuters(2023. 6. 20), "Inside China's underground market for high-end Nvidia AI chips."

71) 东吴证券(2023. 5. 9), 「半导体设备零部件|2022年报&2023年一季报总结」.

72) TrendForce Blog(2023. 4. 25), "China's Semiconductor Equipment booms: A New Gold Rush?"

73) IP SSIPEX, 「2022年度中国集成电路行业知识产权年度报告」(http://www.ssipec.com/view_detail129.html).

- 미래 수요에 대응하기 위해 스위스, 이탈리아 기업인 ST마이크로일렉트로닉스(STM)도 중국 충칭시에 32억 달러를 투자하여 2025년까지 SiC 반도체 생산공장 건설을 추진할 예정이다.⁷⁴⁾
- ‘K-반도체 전략’에서도 차세대 전력 반도체의 높은 성장 가능성에 주목하고, 향후 기술 확보 경쟁이 심화 되는 분야로서 초기시장 선점을 강조하고 있어 중국기업에 대한 기술 경쟁력 등을 파악하는 것이 필요함.

KIEP

74)芯语(2023. 5. 10), 「人民网:中国“芯”,从“跟随”到“并跑”还要等多久?」.

75) 연합뉴스(2023. 6. 8), 「美압박에도...유럽 반도체회사 STM, 中충칭에 합작회사 설립한다」.

부표 1. 중국 반도체 제조장비 국산화 성공 분야 및 기업 현황

장비	세분류	NAURA	AMEC	ACMR	Hwatsing (华海清科)	Piotech	LeadMicro (微导纳米)	SMEE	PNC (至纯科技)	Kingsemi	Wanye (万业企业)	Mattson (屹唐)	Jingce (精测电子)	AccoTest (华峰测控)	황촨커지 (长川科技)	Raintree (上海睿励)
열처리	산화	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	확산(diffusion)	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	어닐링(Annealing)	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노광	DUV/EUV	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
	코터/디벨로퍼	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
식각	실리콘 에칭	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	절연층 에칭	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
	금속 에칭	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	포토리지스트 리무버	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
박막(CVD)	LPCVD	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PECVD	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ALD	○	○	○	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MOCVD	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
증착(PVD)	Al-pad	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	하드마스크	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CuBS	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
이온 주입	고에너지	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
	고전류	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
	저이온전류	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연마(CMP)	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
세정	웨이퍼	-	-	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-
	Batch	○	-	○	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-
테스트	아날로그	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-
	SoC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	메모리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○

자료: 浙商证券(2023. 5. 26), 「自主可控逻辑继续强化, 聚焦低国产化率, 先进制程突破」 바탕으로 정리.