

이슈보고서

산업경제팀

VOL.2023-이슈-12 (2023.7)

미중 반도체 전쟁에 따른 산업재편 및 영향



CONTENTS

<요약>

- I. 미국의 중국 반도체산업 규제
- II. 미국의 제재에 대한 중국의 대응
- III. 미국의 반도체산업 재편 방향
- IV. 한국 반도체산업 영향
- V. 결론 및 시사점

작성

선임연구원 이미혜 (6252-3608)



< 요약 >

I. 미국의 중국 반도체산업 규제

미국은 중국의 기술 굴기를 견제하기 위해 대중 수출통제, 미국 반도체법의 가드레일 조항, 중국기업의 금융거래와 자금조달 제한을 추진

- 미국의 대중 수출통제는 중국 특정 기업에서 중국향 제품(제조장비 등)에 대한 포괄적 규제로 확대되었으며 일본, 네덜란드가 반도체 장비 수출 통제에 동참
- 미국은 수출규제 대상을 반도체 기술(장비·SW 등) 뿐만 아니라 고성능 반도체, 미국인의 반도체 개발·생산 지원 등으로 확대
- 2023년 상반기, 미국은 반도체법 가드레일 세부 규정(안)을 발표하고 보조금 수혜기업의 중국 등 우려국 내 생산시설 확장 및 우려대상국 기업과의 기술협력을 제한
- 미국은 중국기업의 미국 투자를 제한하고 있으며, 미국의 중국기업 투자 제한을 통해 미국 자본의 중국기업 등의 성장지원을 차단할 계획

미국의 중국 반도체산업 규제

미국의 대중 수출통제	미국 반도체법의 가드레일 조항	금융규제
<ul style="list-style-type: none"> • 우려거래자 명단(Entity List) 기업대상 수출 통제 • 해외직접생산품규칙(FDPR, 역외수출규제) <ul style="list-style-type: none"> - 외국기업 제품이라도 미국 기술 사용시 수출 금지 • 중국향 고성능 반도체 및 장비 수출 규제 <ul style="list-style-type: none"> - 로직16/14나노 이하, D램 18나노 이하, 낸드플래시 128단 이상 반도체 제조장비 • 일본과 네덜란드의 대중 장비수출통제 동참 	<ul style="list-style-type: none"> • 중국내 반도체 생산시설 확장 제한 <ul style="list-style-type: none"> - 레거시 10%, 첨단반도체 5% • 중국기업과 공동 R&D 및 기술 라이선싱 제한 • 가드레일 조항 위반시 보조금 회수 	<ul style="list-style-type: none"> • 중국기업의 미국 투자 • 미국의 중국기업 투자(검토)

II. 미국의 제재에 대한 중국의 대응

2022년 10월, 미국의 제재 강화 이후 중국은 과학기술업무 컨트롤타워를 설치하고 187조원 규모의 반도체산업 지원 패키지를 마련

- 중국은 1조 위안(187조원) 이상의 대규모 추가 보조금 지원을 발표했으며 지원 방향도 포괄적 대규모 지원에서 선별 기업에 대한 지원 확대로 변화
- 미국의 기술 봉쇄에 대응하기 위해 신형 거국체제(新型舉國體制)* 제시 및 공산당 산하에 과학기술 부문 정책을 주도할 '중앙과학기술위원회'를 신설

* 핵심 기술분야에 정부의 자원을 총동원하되 혁신 주체로서 기업의 역할을 강조



중국은 레거시 반도체와 첨단 패키징을 육성하고 장기적으로는 장비 등의 기술자립과 차세대 전력반도체 경쟁력 확보를 추진

- 파운드리에는 28나노 이상 공정 팹 투자를 확대, 메모리반도체는 미국의 제재를 회피하는 수준의 제품 양산, 내수 중심 사업 등을 통해 대응
- 단기에는 기 확보 장비 등을 활용, 중장기에는 중국 장비로 반도체 생산라인을 구축할 계획이나 중국과 선도국간 기술격차로 첨단공정 반도체 제조는 쉽지 않을 전망
- 후공정(패키징)은 반도체 가치사슬에서 중국의 세계시장점유율이 가장 높고 미국의 규제가 상대적으로 약한 부문으로 첨단 패키징 기술력 제고 추진

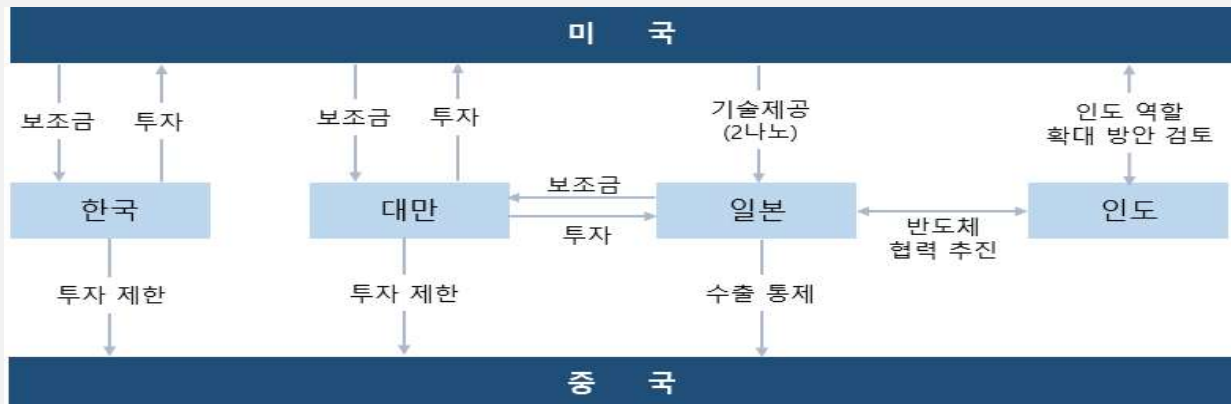
중국은 미국의 제재 등에 대응하기 위해 수출통제법 제정, 국제기구 제소, 차세대 전력 반도체 소재 수출통제 등을 추진, 장기적으로는 희토류 수출 통제 예상

Ⅲ. 미국의 반도체산업 재편 방향

미국은 반도체 제조시설 리쇼어링과 프렌드쇼어링을 통해 반도체 공급망을 재편할 전망

- 미국은 우방국 등과 협력하여 중국 견제와 반도체 가치사슬에서 미국이 담당하기 어려운 부분(레거시 반도체, 전통적 패키징 등)을 협력하며 반도체 공급망 재편을 추진
- 일본은 '미일 반도체 협력 기본원칙' 합의('22) 후 미국의 지원하에 첨단 반도체 생산기반 구축을 추진하는 반도체산업 3단계 육성 전략을 발표('23)
- 미국은 중국 견제를 위해 미국과 인도 양국 정부에 글로벌 반도체 공급망에서 인도의 역할 방안을 제안할 계획

미국의 프렌드쇼어링 정책





IV. 한국 반도체산업 영향

(단기) 우리기업은 중국공장을 구공정 중심으로 운영하되 한국과 미국 중심으로 투자 확대 예상. 대중국 반도체 판매는 큰 영향이 없으나 장비 수출은 타격을 받을 전망

- 삼성전자의 시안 공장은 전사 낸드플래시 생산의 40%, SK하이닉스의 중국 공장은 D램의 40%대 중반, 낸드플래시의 20%를 담당
- 우리기업은 구공정 중심 운영, 중국-한국공장간 분업, 중국 팹 장비 국내 장비도입 등을 검토중이며 중국공장 운영 중단보다는 활용방안을 모색할 것으로 예상

(중장기) 한국과 중국의 반도체 기술격차는 확대되고, 반도체 공급망 재편으로 소부장 기업의 미국 동반진출 기회가 증가하나 레거시 파운드리 경쟁은 심화될 가능성이 있음

- D램과 파운드리의 기술격차는 최소 5년 이상, 낸드플래시는 선도기업 수준의 기술력을 확보했으나 232단 이상 제품 양산은 쉽지 않을 전망
- 한국은 대만에 이어 세계 2위 파운드리이나 국내 1위 기업과 2~3위 기업간 격차가 크고 주요국의 레거시 파운드리 투자 증가 등으로 점유율 하락 등이 우려됨

V. 결론 및 시사점

미국의 중국 제재 방향은 무역제재에서 기술제재, 첨단산업 생태계 제재로 진화하면서 제재 수위가 높아지고 있어 우리기업들은 이에 대한 지속적인 모니터링이 필요

- 미국은 중국의 반도체 기술격차를 2세대 수준으로 유지할 계획이었으나 중국의 반도체 굴기가 지속되자 기술격차를 확대하는 방향으로 전환
- 미국에서는 효과적인 중국 제재를 위해 한국의 대중국 장비 수출제한 필요성 등이 제안되고 있음

반도체 공급망이 재편되는 가운데 한국이 반도체산업 경쟁력을 강화하기 위해 파운드리 기술력 제고, 시스템반도체 생태계 강화, 차세대 반도체 육성 등이 필요

- 반도체 공급망 재편과정에서 최대 격전지로 부상한 파운드리는 2강 구도에서 3~4강 구도로 변화될 가능성이 커져 기술력 제고 필요
- 파운드리의 발전을 위해 팹리스, 소부장, 패키징 생태계 강화가 필요



I. 미국의 중국 반도체산업 규제

중국이 첨단산업 육성 정책인 '중국제조 2025'를 발표하고 기술 굴기를 가속화하자 미국은 중국 견제를 위해 대중 수출통제, 미국 반도체법의 가드레일 조항, 중국기업과의 금융거래와 자금조달 제한을 추진

1. 미국의 대중 수출통제

2018년, 미국은 수출통제개혁법(Export Control Reform Act)을 기반으로 Entity List(우려거래자), 해외직접생산품규정(FDPR)¹⁾ 등을 통해 대중 수출 통제

- 트럼프 대통령 취임 후 미중갈등이 심화되면서 미국은 수출통제개혁법(ECRA)을 통해 대중 수출통제를 위한 제도적 기반을 구축
- 수출관리규정(Export Administration Regulation)*은 군용품목과 원자력 품목 외 이중용도(Dual use, 민수용이나 군수용으로 전용가능) 품목 전체를 규율하는 규정으로 수출, 재수출, 국내거래를 통제
- 2018년, 미중갈등 하에서 수출관리규정(EAR)은 수출통제개혁법(ECRA) 형태로 진화했으며 유망·기반기술(Emerging & Foundational Technology) 관련 규제를 강화
- (Entity List) 미국 상무부는 우려거래자 명단(Entity List)을 통해 미국 기술이 중국 특정 기업에게 수출되지 않도록 통제
- Entity List는 국가 안보에 해를 끼친다고 판단되는 외국기업·기관 등의 명단으로 동 명단에 등재된 기업에게 수출관리규정(EAR) 적용 대상 품목을 수출시 미국 정부의 허가를 득해야 하며 대부분 허가 거부제도(presumption of denial)가 적용됨

Entity List의 중국 주요 반도체 관련 기업

	기업	사업영역	사업 내용
2018	푸젠진화	메모리	D램
2019	하이실리콘(화웨이 자회사)	팹리스	'19년 중국 1위 팹리스
	Sugon	서버	
2020	SMIC	파운드리	중국 1위 파운드리
2021	H3C	팹리스	칭화유니그룹의 자회사. 통신칩
2022	YMTC	메모리	중국 1위 낸드플래시
	캠브리콘	팹리스	AI반도체
	SMEE	장비	중국 노광장비 1위

자료: 대신증권, 반도체산업협회.

1) Foreign Direct Product Rule



- (해외직접생산품규칙, FDPR) 미국 외 지역에서 외국기업이 생산한 제품이라도 통제 대상이 되는 미국 기술 사용시 수출을 금지할 수 있는 역외 수출통제 규정
- 외국산 제품이라도 미국의 기술·소프트웨어·장비·소재를 사용하거나 사용한 시설을 통해 생산된 경우 미국산으로 간주하여 미국 상무부의 허가 필요
- 국산 제품의 최종 가격에서 미국산 콘텐츠의 가격 비중이 최소허용기준(De minimis rule) 초과시 미국 수출관리규정(EAR) 적용
 - * 최소허용기준(De minimis rule)은 품목, 수출대상국가 그룹 등에 따라 상이
- 중국 통신장비기업 화웨이가 Entity List FDPR을 적용받았으며 반도체(메모리外)는 최소허용기준이 0%로 미국 기술 사용시 수출통제대상
- 2022년 8월, 상무부 산하 산업안보국(BIS)은 4가지 품목을 수출통제 리스트에 추가
- 산화갈륨(Ga_2O_3), 다이아몬드, 3나노 이하 반도체의 핵심기술인 GAAFET(Gate-All-Around Field-Effect Transistor)²⁾ 반도체설계자동화(Electronic Design Automation, EDA) SW를 추가
- 산화갈륨(Ga_2O_3)과 다이아몬드는 고온·고압 환경을 견딜 수 있도록 하는 차세대 반도체 소재
- EDA는 팹리스(반도체 설계회사) 뿐만 아니라 반도체 제조업체도 설계의 실현 가능성 검증에 사용되며 EDA 시장은 미국과 독일 3개사의 과점 구조(시장점유율 75%)

2022년 10월 7일, 미국은 수출관리규정(EAR)을 개정하여 중국의 첨단 반도체 구매 및 생산능력을 제한하기 위해 수출통제를 강화

- 트럼프 행정부의 중국 수출통제는 특정 기업을 규제했으나 바이든 행정부는 중국향 제품에 대한 포괄적 규제로 규제범위를 확대
- 대중국 수출통제 대상을 고성능 컴퓨팅칩, 반도체 제조장비 등으로 확대하고 해외 직접생산품규칙(FDPR) 확대 및 신설
 - Entity List FDPR 적용을 확대하고 고성능 컴퓨팅(Advanced computing) FDPR, 슈퍼컴퓨터 FDPR을 신설하여 해당 품목에 대한 중국으로 우회 수출 방지
- 중국에 대한 고성능 반도체 구매 통제는 2022년 10월 21일부터 발효되었으며 거부 추정 원칙 적용
- 고성능 컴퓨팅칩*은 제3국에서 생산된 고성능 GPU(Graphic Processing Unit) 등도 미국의 허가 없이 중국 수출 불가
 - * 연산능력 300TFLOPS(테라플롭스, 1초에 1조번 연산 수행), 데이터입출력속도 600GB/s 이상

2) 삼성전자는 세계 최초로 3나노 공정에 GAA 기술을 적용, TSMC는 2나노부터 GAA 적용 예정



- 슈퍼컴퓨터*에 최종 사용되는 모든 제품으로 제3국에서 생산된 제품도 슈퍼컴퓨터 개발·생산 목적이면 미국의 허가 필요
 - * 연산능력 100PFLOPS(페타플롭스는 1초에 1,000조번의 연산 수행) 이상
- 2015~2021년에 Entity List에 등재된 중국 28개 반도체·슈퍼컴퓨터 관련 기업*에 수출되는 모든 제품으로 제3국에서 특정 사양의 기술·SW·장비로 만든 제품도 허가 필요
 - * 서버기업 Sugon, 서버용 프로세서 칩 기업 Higon, CPU 기업 Phytium 등
- 반도체 장비 및 관련 소프트웨어·기술 수출통제는 2022년 10월 7일부터 발효
- 중국에서 특정 기술수준*의 반도체를 생산할 목적인 경우 장비를 포함한 모든 미국 수출통제 품목은 미국의 허가 없이 중국 수출 불가
 - * 로직칩 16/14나노 이하, D램 18나노 이하, 낸드플래시 128단 이상으로 중국 반도체기업의 기술 수준을 수출통제 기준으로 설정
- 중국기업은 원칙적으로 장비 수출 허가가 거부되나 중국내 다국적 기업은 사업별 심사를 통해 장비 수출 허가
- 미국인이 미국 정부의 허가 없이 특정 중국 소재 반도체 제조시설에서 반도체 개발 또는 생산지원하는 것을 금지

미국에 이어 일본과 네덜란드가 반도체 장비 수출통제를 발표, 2023년 하반기부터 시행 예정

- (일본) 2023년 3월 31일, 일본은 23개 반도체 제조 장비를 수출통제 대상에 추가할 계획을 발표했으며 전 세계를 대상으로 7월 23일부터 시행
- 통제대상은 6개 분야(노광·식각·증착·열처리·세정·검사) 23개 품목³⁾이며 한국 등 우호국 42개국 외 나라에 해당 품목 수출시 건별로 경제산업성의 허가 필요
 - 일본의 수출통제는 미국 통제수준(14나노)으로 예상되었으나 193나노 광원으로 45나노 이하 반도체를 제조할 수 있는 DUV(Deep UV, 심자외선) 노광장비⁴⁾를 수출통제 대상에 포함 시킴
 - DUV 노광장비는 네덜란드와 일본기업이 주요 사업자

3) Advanced crystal epitaxial growth 장비, 포토마스크 코팅 장비, 증착·식각·열처리·세정 장비, 포토마스크 검사 장비, DUV 이상 노광장비(스테퍼와 스캐너)

4) DUV는 KrF(불화크립톤, 광원의 파장 길이 248나노), ArF(불화아르곤, 193나노), ArF Immersion(액침 불화아르곤, 134나노)을 포함하며 파장이 짧을수록 미세화에 유리



- (네덜란드) 2023년 3월 8일, 네덜란드는 반도체 장비 수출통제를 발표했으며 2023년 9월부터 시행 예정
- 네덜란드는 2019년 6월부터 EUV(극자외선) 노광장비의 중국 수출을 금지했으나 DUV 노광장비 수출은 허용
 - * ASML은 최첨단 노광장비인 EUV 노광장비를 유일하게 양산중인 기업이며 DUV 노광장비는 현재 반도체 양산에 가장 많이 사용됨
- 반도체 장비 수출통제 강화로 DUV 노광장비중 가장 진보된 장비 수출시 네덜란드 정부의 승인이 필요
 - 네덜란드의 수출통제 대상은 ASML의 가장 진보된 DUV 노광장비인 TWINSKAN NXT:2000i 과 NXT:2050i이며 중국 수출이 가능한 NXT:1980Di는 멀티패터닝으로 7나노 구현이 가능하나 수율, 공정수 등에서 EUV 노광장비와 격차를 보임

미국은 수출통제 대상을 저사양 AI반도체 등으로 확대할 계획이나 주요 반도체기업과 미국반도체산업협회 등의 요청으로 규제 수위가 조정될 가능성도 있음

- 미국은 중국 AI 굴기 견제를 위해 저사양 AI반도체 수출 규제, 미국 클라우드 컴퓨팅 접근 제한 등의 추가 제재를 검토중
- 엔비디아 등은 중국 수출을 위해 성능을 낮춘 반도체를 출시했으며 중국은 저사양 AI반도체를 대량 이용하면서 AI 굴기 지속
- 미국반도체산업협회는 미국의 대중 수출통제로 세계 최대 시장인 중국 접근이 어려워지고 미국의 대중 수출통제가 지속적으로 확대되자 추가 규제 자제를 요청
- 중국은 세계 최대 반도체시장으로 주요 반도체 기업들은 중국 매출 축소, 중국의 기술국기 지속 등에 대한 우려를 표명
- 미국반도체산업협회는 미국의 반복적인 규제 조치는 미국 반도체산업의 경쟁력 약화, 공급망 훼손, 시장 불확실성을 초래하고 중국의 지속적인 보복을 유발할 가능성이 있어 현재·잠재적 규제의 영향을 업계·전문가들과 협력하여 평가하기전까지 추가 규제 자제를 요청⁵⁾

5) Semiconductor Industry Association, 'SIA Statement on Potential Additional Government Restrictions on Semiconductors', 2023.7.17



2. 미국 반도체법

2022년 8월, 미국은 반도체법(CHIPS and Science Act)을 제정하고 미국내 반도체 제조기반 구축, 산업생태계 조성 등을 지원

- 미국은 반도체를 산업 생태계와 국가안보에 중요한 전략물자로 인식하고 반도체 공급망의 지정학적 리스크 경감 등을 위해 미국내 반도체 제조기반 구축을 추진
- 미국은 반도체 공급부족으로 자동차산업 등이 영향을 받았으며, 첨단 파운드리시장을 양분하는 대만과 한국이 중국, 북한으로 인해 지정학적 위험이 크다고 판단
- 반도체법은 반도체산업에 대한 재정지원 527억 달러, 투자세액공제 25% 등을 규정
- 5년간 527억 달러를 지원하며 주요 지원 분야는 미국내 제조시설 구축(390억 달러), R&D(110억 달러), 국방 관련 반도체(20억 달러) 등

* 미국의 2030년 목표(Vision for Success):

- ① 미국내 최소 2개의 대형 첨단공정 파운드리 클러스터 보유,
 - ② 다수의 로직과 메모리반도체 첨단 패키징 제조시설을 보유,
 - ③ 최첨단 D램 생산하며 차세대 메모리반도체 기술 R&D를 미국내에서 수행,
 - ④ 미국 경제 및 국가 안보에 중요한 현재 주류 공정 및 성숙공정 생산능력 확대, 화합물 반도체⁶⁾ 기술 리더십을 유지
- 투자세액공제 25%는 2027년 1월 1일 이전에 착공되는 반도체 제조시설과 장비 제조시설에 지원하며 미국 의회예산처는 세액공제 규모를 240억 달러로 추정

미국 반도체법 재정지원 규모

단위: 억 달러

기금명	지원부문	지원규모
CHIPS for America Fund	제조시설 구축	390
	R&D	110
	합계	500
CHIPS for America Defense Fund	군수, 인프라 반도체	20
CHIPS for America International Technology Security & Innovation Fund	반도체 및 통신 공급망 안보	5
CHIPS for America Workforce & Education Fund	인력양성	2
합계		527

자료: KIET, IBK투자증권.

6) 실리콘카바이드(SiC), 갈륨나이트라이드(GaN)이 대표적이며, 기존 실리콘 기반 반도체 대비 전력효율 등이 뛰어나 전기차, 신재생에너지 등의 확산으로 성장 전망



- 제조시설 구축 인센티브(390억 달러)는 직접 보조금(Direct Funding), 연방정부의 직접 대출 및 대출 보증의 형태로 지원하며 개별 보조금 규모는 최대 30억 달러 이내
- 직접 보조금은 사업의 총 설비투자액의 5~15%* 규모로 예상하며 전체 보조금(직접 보조금+대출 또는 보증의 원금)은 CAPEX의 35% 이하로 지원
- 직접 보조금 1.5억 달러 이상 수혜기업은 제출한 예상 현금흐름 또는 수익 초과시 이를 미국 정부와 공유해야 하며, 공유규모는 직접 보조금의 최대 75%
- 대출기간은 최대 25년, 보증규모는 대출의 80%를 초과할 수 없음

2023년 3월 21일, 상무부는 가드레일 세부 규정(안)을 발표하고 보조금 수혜기업의 우려국*내 생산시설 확장 및 우려대상국 기업과의 기술협력을 제한

* 중국, 북한, 러시아, 이란

- 보조금 수혜기업⁷⁾은 중국 등 우려국내 레거시(Legacy) 반도체 시설 확장(material expansion)⁸⁾을 10년간 10% 미만 확장, 투자 10만 달러 미만(누적)으로 제한
- 레거시 반도체는 로직칩 28나노 이상, D램 18나노 초과, 낸드플래시 128단 미만으로 메모리반도체의 기준은 대중국 반도체장비 수출통제 기준('22.10)과 동일
- 2024년 8월 9일 이전에 레거시 반도체 대상 추가 여부를 결정하고 이후 8년 동안 최소 2년마다 기술발전을 반영하여 레거시 반도체 대상을 업데이트할 예정
- 국가안보에 핵심적인 반도체(화합물 반도체, 나노소재를 활용한 반도체 등)는 기술수준과 관련 없이 레거시 반도체에서 제외
- 우려국 내수시장에 주로 소비되는 레거시 반도체 생산시 신규 생산시설 건설을 허용
- 우려국 소재 레거시 반도체 생산시설에서 제조된 반도체 중 85% 이상이 생산국 내에서 소비될 경우 레거시 반도체 생산능력을 10% 이상 확장 가능
- 보조금 수혜기업은 우려국내 첨단반도체(레거시외 반도체) 시설 확장을 10년간 5%, 10만 달러 미만(누적)으로 제한
- 보조금 수혜기업은 우려국 단체와 공동연구 및 기술 라이선싱을 제한
- 가드레일 세부 규정(안)은 관보 공시 후 60일간 의견수렴 절차 진행

7) 보조금 수혜기업인 미국 자회사, 한국 모회사 및 그 자회사 모두

8) 반도체 생산능력은 월별 웨이퍼 투입량, 패키징은 월별 패키징을 기준으로 산정



3. 금융규제

미국은 중국기업의 미국 투자를 제한하고 있으며, 미국의 중국기업 투자 제한을 통해 중국 테크기업 등의 금융거래와 자금조달 제한을 추진

- 2018년 외국인투자위험심사현대화법(Foreign Investment Risk Review Modernization Act, FIRRMA)을 제정했으며 2020년 2월부터 발효됨
 - 트럼프 행정부는 중국의 미국기업 M&A 등을 규제하기 위해 동 법을 제정했으며 외국인투자심의위원회(Committee on Foreign Investment, CFIUS)의 권한을 강화*
 - * 외국기업의 지배적 지분확보를 심사했으나 2020년부터 외국기업의 핵심기술·인프라, 민감한 개인정보와 관련된 분야의 비지배적 지분투자도 심사
 - 2022년 2월, 외국인 기술 투자 규제 대상을 국가안보에 중대 영향을 미치는 핵심 및 신흥 기술에 해당하는 19개 산업(반도체, AI 등)으로 확대
- 미국자본의 대중국 첨단기술 분야 직간접 투자를 규제하는 행정명령을 추진
 - 미국기업이 중국의 군사적 능력을 제고할 수 있는 중국 첨단기술(반도체, AI 등) 기업 투자 제한을 추진중으로 미국 벤처캐피탈 등의 중국 기술기업 투자를 규제
 - 미국 자금이 중국기업에 유입되면서 성장을 촉진했다고 판단
 - 미국기업 등의 반발을 고려하여 규제 대상 분야는 반도체, AI, 양자컴퓨팅 등 특정 분야에만 적용되고 시행시점도 2024년 초로 예상

미국의 중국 반도체산업 규제

미국의 대중 수출통제	미국 반도체법의 가드레일 조항	금융규제
<ul style="list-style-type: none"> · 우려거래자 명단(Entity List) 기업대상 수출 통제 · 해외직접생산품규칙(FDPR, 역외수출규제) <ul style="list-style-type: none"> - 외국기업 제품이라도 미국 기술 사용시 수출 금지 · 중국향 고성능 반도체 및 장비 수출 규제 <ul style="list-style-type: none"> - 로직16/14나노 이하, D램 18나노 이하, 낸드플래시 128단 이상 반도체 제조장비 · 일본과 네덜란드의 대중 장비수출통제 동참 	<ul style="list-style-type: none"> · 중국내 반도체 생산시설 확장 제한 <ul style="list-style-type: none"> - 레거시 10%, 첨단반도체 5% · 중국기업과 공동 R&D 및 기술 라이선싱 제한 · 가드레일 조항 위반시 보조금 회수 	<ul style="list-style-type: none"> · 중국기업의 미국 투자 · 미국의 중국기업 투자(검토)

자료: 미국 상무부, 법무법인 세종.



II. 미국의 제재에 대한 중국의 대응

중국은 미중갈등이 심화되자 국가반도체산업투자기금(Big fund) 2기 조성, 중국판 나스닥인 커창반 출범 등을 통해 반도체산업 생태계 조성 및 기술독립을 지원

- 중국은 2014년 '직접회로산업 발전 추진 요강', 2015년 첨단산업 육성전략인 '중국 제조 2025'를 발표하고 반도체산업 지원을 확대했으나 이는 미국 등의 견제를 유발
 - 2014년 9월, 중국은 국영자본(중국개발은행 등)을 중심으로 210억 달러 규모의 국가 반도체산업투자기금을 조성
 - 1기 펀드의 투자분야는 반도체 제조 67%, 설계 17%, 패키징·테스트 10%, 장비·소재 6%
 - '중국제조 2025'는 2025년 중국의 반도체 자급률 목표를 70%로 수립하고 해외기업 M&A 등을 통해 기술격차 해소를 추진했으나 이는 미국, 유럽 등의 견제를 유발
- 중국은 미중갈등이 심화되자 국가반도체산업투자기금 2기 조성, 중국판 나스닥인 커창반 출범 등을 통해 반도체산업 생태계 조성 및 기술독립을 지원
 - 2019년, 국가반도체산업투자기금 2기를 350억 달러 규모로 조성했으며 투자분야도 반도체 제조에서 장비, 설계, 소재 분야 등으로 다변화
 - 2019년 출범한 중국판 나스닥인 커창반에는 SMIC 등 다수 반도체기업이 상장되어 투자에 필요한 자금을 조달
 - 2020년, SMIC는 뉴욕거래소 자진 상장 폐지후 커창반에 상장, 약 9.5조원의 자금을 확보
- 13차 5개년 계획은 반도체의 국내 생산을 강조했으나 14차 5개년 계획('21~'25)은 미국 제재 회피 및 기술독립을 위한 반도체 생태계 조성을 강조
 - 반도체를 중점 과학기술 분야로 선정하고 반도체 설계소프트웨어(EDA), 첨단 소재 및 장비, 차세대 전력반도체 개발을 강조
 - 기업 보유 기술별 차등 지원 등 지원 대상 세분화 등을 통해 지원 효과 극대화 추진
 - 2021년부터 28나노 이하 공정 도입 기업은 최대 10년간 법인세 면제, 65나노 이하 공정은 5년간 법인세 면제(법인세의 기본세율은 25%)



2022년 10월, 미국의 제재 강화 이후 중국은 과학기술업무 컨트롤타워를 설치하고 187조원 규모의 반도체산업 지원 패키지를 마련

- 중국은 1조 위안(187조원) 이상의 대규모 추가 보조금 지원을 발표했으며 지원 방향도 포괄적 대규모 지원에서 선별 기업에 대한 지원 확대로 변화
 - 중국은 다수의 반도체기업을 지원했으나 지원 효과 극대화를 위해 소수 성공적인 기업에 대해 상한선 없는 보조금 지원 정책으로 변화
 - 과거에는 특정 목표(예: 기술 수준 등)를 달성해야 보조금을 수령할 수 있었으나 특정 목표를 달성하지 않고도 추가 보조금 수령이 가능
 - 정부 지원의 연구개발 프로젝트에서 학계의 의견 반영이 약화되고 선별된 기업들의 영향력이 커짐
- 미국의 기술 봉쇄에 대응하기 위해 '신형 거국체제(新型舉國體制)' 제시 및 공산당 산하에 과학기술 부문 정책을 주도할 '중앙과학기술위원회'를 신설
 - 신형 거국체제는 핵심 기술분야에 정부의 자원을 총동원하되 혁신 주체로서 기업의 역할을 강조하는 국가자원 총동원 정책
 - 중앙과학기술위원회는 미국의 첨단기술 통제에 맞서 기술의 자립을 추진하는 기구로 과학기술 전략연구, 중요 연구 프로젝트 검토, 군민과학기술 융합 발전 조정 등을 담당하며 시진핑 주석의 직접 관할 체제로 개편
 - 중앙정부와 별도로 지방정부에서도 다수의 반도체산업 지원 방안을 발표
 - 선전시는 반도체 산업 발전 계획안을 발표하고 선전시 소재 반도체기업이 생산라인 개조시 설비당 최대 15억 위안(약 3,000억 원), 설계기업에 연간 1,000만 위안(약 20억 원) 지원하며 선전 소재 반도체기업이 생산한 반도체 구매기업에게 구매금액의 20% 지원⁹⁾

중국은 레거시 반도체와 첨단 패키징을 육성하고 장기적으로는 장비·EDA 등의 기술 자립과 차세대 전력반도체 경쟁력 확보 추진

- 파운드리에 첨단공정 장비 확보가 어려워 28나노 이상 공정 팹 투자를 확대할 전망
 - 중국은 가전, 자동차 등의 글로벌 생산기지로 차량용 반도체, 전력반도체 등의 경우 레거시 공정을 이용하여 내수 수요가 큼
 - 중국은 레거시 반도체 생산능력 확대를 첨단공정 투자에 집중하는 미국 등에 협상 카드로 활용 예상
 - 레거시 반도체는 부가가치가 낮지만 전기차, 사물인터넷 등의 성장으로 수요 증가 예상

9) 한국무역협회



- 메모리반도체는 미국의 제재를 회피하는 수준의 제품 양산, 내수 중심 사업 등을 통해 대응
 - CXMT는 Entity List에 등재되지 않아 단기적으로는 미국이 허용하는 수준의 D램을 생산하기 위해 미국 장비 구입을 타진중
 - 애플은 YMTC의 낸드플래시 구매를 추진했으나 미국 정치권의 반대 등으로 중단했으며 글로벌기업들은 YMTC가 Entity List에 등재된 이후 거래를 꺼림
- 후공정(패키징)은 반도체 가치사슬에서 중국의 세계시장점유율이 가장 높고 미국의 규제가 상대적으로 약한 부문으로 첨단 패키징 기술력 제고를 추진
 - 반도체 후공정 시장점유율('19)은 대만 29%, 미국 28%, 중국 14%, 한국 13% 순
 - 반도체는 회로 선폭이 좁을수록 저전력, 고효율 반도체를 만들 수 있으나 미세공정의 물리적 한계, 비용상승 등으로 첨단 패키징이 대안으로 부상
- 중국은 실리콘 기반 반도체의 후발주자로 선도국 추격이 쉽지 않자 차세대 반도체인 화합물 반도체 육성을 강조
 - 화합물 반도체는 초기 단계로 2025년부터 성장 본격화 예상
- 단기에는 기 확보된 장비 등을 활용, 중장기에는 중국 장비로 반도체 생산라인을 구축할 계획이나 중국과 선도국간 기술격차로 첨단공정 반도체 제조는 쉽지 않을 전망
 - 선도국과 중국의 기술격차는 노광장비는 최소 12년 이상, 이온주입은 10년, CVD(화학기상증착)는 9년 등으로 추정¹⁰⁾

중국은 미국의 제재 등에 대응하기 위해 수출통제법 제정, 국제기구 제소, 차세대 전력반도체 소재 수출통제 등을 추진, 장기적으로는 희토류 수출 통제 예상

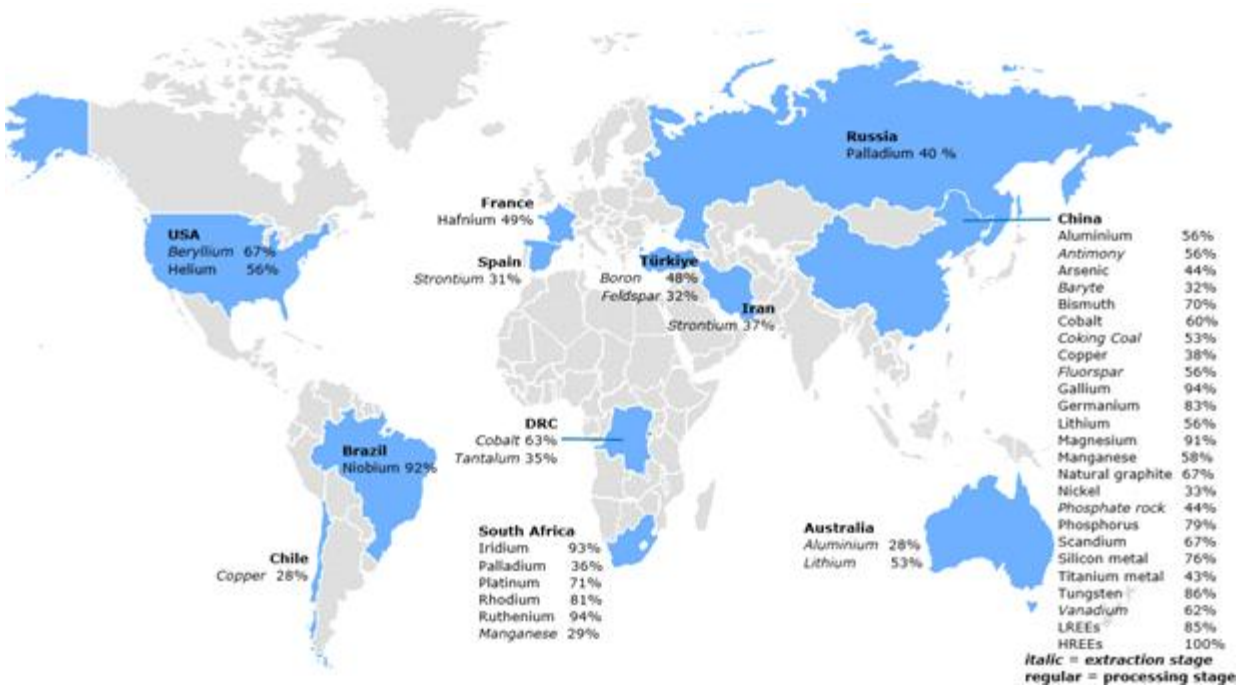
- 중국 수출통제법('20.12)을 통해 미국 등에 보복조치를 취할 법적 근거 마련
 - 미국의 대중 반도체 수출통제 강화('22.10)에 대해 세계무역기구(WTO) 분쟁해결기구에 제소('22.12)
 - 2023년 5월, 중국 인터넷안보심사판공실(CAC)은 미국 마이크론이 국가 안보를 위협한다며 주요 정보기반 시설(국유기업, 통신사업자, 클라우드)에 제품 구매 중단을 요청
 - 중국 주요 서버회사이자 미국 Entity List에 등재('23.3)된 Inspur와 PC제조사 레노버가 마이크론 제품 구매 중단
- * 마이크론의 22년 매출중 중국 비중은 11%, 중국 시장점유율('22)은 D램 14.5%, 낸드플래시 4.6% (옴디아)

10) EqualOcean



- 중국은 향후 보복조치를 타 미국기업의 중국 사업(제품판매 등) 등으로 확대 예상
- 2023년 8월부터 중국은 수출규제 대상에 반도체·디스플레이 등에 사용되는 갈륨, 게르마늄과 그 화합물 포함¹¹⁾
- 갈륨과 게르마늄 관련 품목 수출시 중국 상무부의 허가가 필요하며, 수출 기업은 해외 구매자와 사용처에 대한 세부 사항에 대한 보고 의무 부여
 - 갈륨과 게르마늄은 희귀 소재는 아니지만 중국이 낮은 가격에 생산하면서 중국이 세계 갈륨과 게르마늄 생산의 각각 94%와 83%를 공급
- 갈륨은 차세대 전력반도체(질화갈륨(GaN)), 게르마늄은 반도체용 가스 등에 사용
- 중국은 희토류 수출통제법('20.12)을 시행중이며 미중관계 등에 따라 수출통제 품목이 희토류로 확대될 전망
- 중국은 반도체의 해외 의존도가 높아 반도체가 아닌 보복대상국과의 주요 거래 품목을 중심으로 수출을 통제할 것으로 예상
- 중국은 주요국의 M&A에 대해 반독점심사의 문턱을 높일 것으로 예상

핵심 광물 주요 공급국가



자료 : European Commission.

11) Bloomberg, China Restricts Export of Chipmaking Metals in Clash With US', 2023.7.3



Ⅲ. 미국의 반도체산업 재편 방향

미국은 반도체 제조시설 리쇼어링과 프렌드쇼어링을 통해 반도체 공급망 재편을 추진

- 미국은 Chip4 동맹(미국·일본·한국·대만) 등을 통해 다자간 협력을 추진했으나 중국의 보복 가능성 등으로 추진이 쉽지 않자 일본, 인도 등과 양자협력을 추진
- 미국은 자국내 첨단 반도체·패키징 제조기반을 확보할 계획이나 레거시 반도체, 전통적 패키징 등은 경쟁력 확보가 어려워 우방국 등과 협력 추진
- (일본) 일본은 '미일 반도체 협력 기본원칙' 합의('22) 후 미국의 지원하에 첨단 반도체 생산기반 구축을 추진하는 반도체산업 3단계 육성 전략을 발표('23)
 - (1단계) 반도체 생산기반 강화로 첨단 로직 반도체와 첨단 메모리반도체 생산기반 확보
 - 일본의 반도체 제조역량은 40나노 수준이나 TSMC는 미국의 입김¹²⁾ 등으로 소니(이미지센서), 자동차 부품회사 덴소와 JV를 설립하고 구마모토에 공장 설립중(1단계 28나노, 2단계 12나노)
 - 메모리반도체는 미국과 협력해 국내 생산기반을 확보할 계획이며 마이크론은 10나노 5세대 D램(1b) 관련 일본 투자를 결정
 - * 일본기업은 키옥시아(낸드플래시)가 유일하나 웨스턴디지털은 키옥시아와 낸드플래시 협력관계, 마이크론은 일본 D램 기업 엘피다 인수로 일본 팹을 보유
 - (2단계) 차세대 반도체 기술 확보로 미국, 벨기에와 협력해 2027년 2나노 양산
 - 민관합동기업 라피더스¹³⁾를 설립('22)하고 미국 국립반도체기술센터(NSTC), IBM¹⁴⁾, 벨기에 반도체연구소 IMEC 등과 협력하여 2027년 2나노 양산 계획
 - (3단계) 게임체인저가 되는 미래 기술개발 추진 (양자 등)

일본의 반도체산업 전략

	1단계 (반도체 생산기반 강화)	2단계 (차세대 기술 확보)	3단계 (미래 기술 개발)
첨단 로직 반도체	국내 생산기반 확보	2나노 로직 반도체 기술 개발 및 양산	게임체인저가 되는 미래 기술개발
첨단 메모리	미국과 협력해 국내 생산기반 확보	낸드플래시·D램 고성능화	혼합 메모리 개발
산업용 특화 반도체	전력반도체 생산기반 강화	SiC 전력반도체 등의 성능 향상·저비용화	GaN·Ga ₂ O ₃ 전력반도체 개발
첨단 패키지	첨단 패키지 개발 거점 설립	칩렛 기술 개발	광칩렛, 아날로그-디지털 혼합 SoC
소부장	첨단 반도체의 안정적 소부장 공급체계 구축	차세대 소재 기술개발	미래 소재 기술개발

자료 : 일본 경제산업성.

12) 미국은 일본이 강점을 보유한 소부장 기술이 일본내 첨단 반도체 제조시설 부재로 비우호국으로의 유출 가능성을 우려

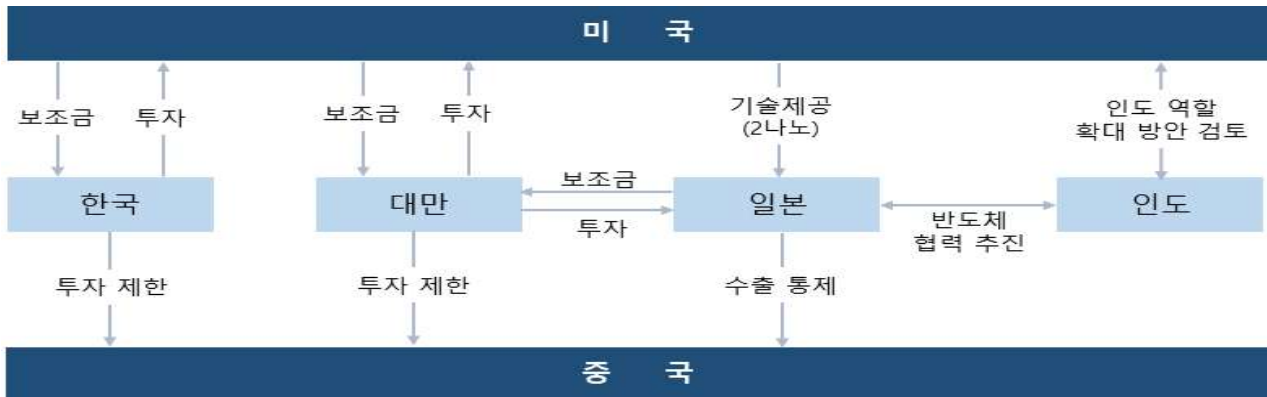
13) 키옥시아, 도요타, NTT, 소니, NEC, 소프트뱅크, 덴소, 미쓰비시UFJ은행의 출자금과 정부 지원금으로 설립

14) 삼성전자는 IBM과 파운드리 시작 단계부터 공정개발 협력관계로 3나노까지 IBM의 IP 사용



- (인도) 미국은 중국 견제를 위해 미국과 인도 양국 정부에 글로벌 반도체 공급망에서 인도의 역할 방안을 제안할 계획
 - 인도는 전자제품 생산기지로 부상하여 내수 수요 충족을 위해 28나노 이상 반도체 제조 시설 구축을 추진하며, 반도체·디스플레이산업 육성을 위해 100억 달러의 보조금 지원
 - 인도는 반도체 설계부분은 강점을 보유하나 제조기반은 취약
 - 미국과 인도는 반도체 공급망 관련 협력 강화에 대한 MOU를 체결('23), 양국 반도체 산업협회는 양국 정부에 글로벌 반도체 공급망에서 인도의 역할 확대 방안 제안 계획
 - 마이크론은 인도에 반도체 후공정 부문 투자계획 발표, 미국 장비기업 Applied Materials는 인도에 엔지니어링센터 설립 예정
 - 일본과 인도는 반도체 분야 협력각서를 체결하고 기술·소재 공동 개발, 인재 육성 등을 추진('23.7)

미국의 프렌드쇼어링 정책



자료 : 수출입은행.

- 반도체공급망 재편으로 반도체 생산기지 다변화 예상
 - 첨단공정 파운드리(10나노 미만) 생산기지는 대만과 한국 중심이었으나 TSMC, 삼성전자, 인텔의 미국 투자와 라피더스의 일본 팹 건설로 생산기지 다변화 예상
 - 삼성전자는 텍사스 오스틴에 파운드리 팹을 운영중이며 텍사스 테일러에 170억 달러 투자 계획을 발표(4나노, '24년말 양산), 중장기로는 20년간 11개 팹 신설 추진
 - TSMC는 애리조나에 팹 건설을 추진하며 1공장은 2025년 양산(4나노), 2공장은 2026년 양산(3나노) 추진
 - 인텔은 애리조나(2나노)와 오하이오(1.8나노)에 투자해 각각 2024년, 2025년 양산 예정
 - 성숙공정 파운드리(10나노 이상) 생산기지는 대만, 한국 중심이었으나 중국의 생산능력 확대와 인도 등의 진출을 예상



- 메모리반도체 생산기지는 한국, 일본, 중국 중심이나 한국기업의 중국 팹 생산능력 제한, 마이크론의 미국 팹 설립 등으로 생산기지가 다변화 예상
- 마이크론은 D램은 일본·대만, 낸드플래시는 싱가포르가 주 생산지이나 20년만에 처음으로 미국 (아이다호, 뉴욕) 투자계획을 발표, 미국 생산 비중을 현재 10% 수준에서 40%까지 확대할 계획
- 후공정은 중국, 대만, 한국¹⁵⁾ 등에 생산기지가 있으나 인도, 동남아 등으로 생산기지 다변화 예상
- 미국은 첨단 패키징 중심으로 자국 투자를 추진하며, 전통적 패키징은 인도-태평양 경제 프레임워크(IPEF) 참여국* 등을 통해 생산능력과 공급망 안정성 확보 추진 예상
- * 중국 주도의 역내포괄적경제동반자협정(RCEP)을 견제하기 위해 설립되었으며 인도, 인도네시아, 일본, 태국, 필리핀, 호주, 한국, 뉴질랜드, 말레이시아, 베트남, 싱가포르 등이 참여
- 말레이시아는 다수 글로벌기업의 반도체 후공정 생산기지로 미국과 말레이시아는 반도체 공급망 탄력성 강화를 위한 협력각서(Memorandum of Cooperation) 체결('22.11)

반도체 생산기지 변화 전망

	전공정	후공정(패키징, 테스트)
현재	<ul style="list-style-type: none"> · 10나노 미만: 대만, 한국 · 10나노 이상: 대만, 한국, 중국 · 메모리반도체: 한국, 일본, 중국 	중국, 대만, 한국
중장기	<ul style="list-style-type: none"> · 10나노 미만: 대만, 한국, 미국, 일본 · 10나노 이상: 대만, 한국, 중국, 인도 · 메모리반도체: 한국, 일본, 미국 	중국, 대만, 한국, 인도, 동남아

자료 : 수출입은행.

- 메모리반도체는 현재 경쟁구도가 유지되나 파운드리와 첨단 패키지는 경쟁 심화 예상
- 메모리반도체는 한국, 미국, 일본기업이 주요 사업자이며 중국기업의 성장이 제한되면서 현재의 경쟁구도 유지 예상
- * D램 시장점유율('22) : 삼성전자 42.5%, SK하이닉스 28.0%, 마이크론 24.6% (옵디아)
- * 낸드플래시 시장점유율('22) : 삼성전자 33.7%, SK하이닉스 18.8%, 키옥시아 18.6%, 웨스턴디지탈 13.1%, 마이크론 11.9%, YMTC 3.2% (옵디아)

15) 세계 2위 후공정기업 Amkor가 아남반도체 패키징 사업부 인수



- 파운드리에는 TSMC, 삼성전자가 양분하고 있었으나 중기에는 인텔과 3강 구도 형성, 장기적으로는 라피더스의 진출로 4강 구도 예상
 - 인텔은 2024년 2나노, 2025년 1.8나노 양산을 계획하고 있으며¹⁶⁾ TSMC와 삼성전자는 2025년에 2나노 양산 추진
 - * 인텔은 2024년부터 설계와 제조(파운드리) 사업을 분리, 2024년 파운드리 매출 목표는 200억 달러로 파운드리 시장점유율 2위로 도약 계획 (삼성전자 파운드리 매출('22) 208억 달러)
 - 라피더스는 2027년 2나노 양산을 추진하나 경쟁사와 시간차가 있으며, TSMC가 대응하지 않는 소규모 발주도 대응하며, 단시간내에 반도체를 제조하는 것이 목표라고 발표한 것에 비추어 볼 때 초기 생산능력은 크지 않을 것으로 추정
 - * 삼성전자는 2027년 1.4나노 양산이 목표
- 첨단 패키지¹⁷⁾는 기존 후공정 사업자뿐만 아니라 파운드리 등이 참여
 - 첨단 패키지 시장점유율('22)은 대만 ASE 20%, 미국 Amkor 12%, 인텔·TSMC 각 9%, 중국 JCET 8%, 삼성전자 7% 순 (Yole)
 - TSMC는 2011년부터 첨단 패키지 기술을 개발했으며 일본 패키지 기판기업 이비덴과 협력중이며 일본 소재·장비 기업과 협력하기 위해 일본에 후공정 R&D 센터 건립
 - 삼성전자는 2022년말 패키징 사업 전담 조직인 AVP(어드밴스드 패키지)팀을 신설했으며 일본에 후공정 관련 연구 및 시험용 생산라인을 2025년까지 구축 계획
 - SK하이닉스는 미국 첨단 패키징 제조 및 연구시설 등에 150억 달러 투자 계획을 발표

반도체 주요 사업자 구도 전망

		현재	증장기
파운드리	첨단	TSMC, 삼성전자	TSMC, 삼성전자, 인텔, 라피더스
	레거시	TSMC, 삼성전자, UMC, 글로벌파운드리(미), SMIC	
메모리	D램	삼성전자, SK하이닉스, 마이크론	
	낸드	삼성전자, SK하이닉스, 키옥시아, 웨스턴디지털, 마이크론	
후공정	첨단	ASE, Amkor, 인텔, TSMC, JCET(중), 삼성전자	

자료 : 수출입은행.

16) 인텔은 업계 최초로 ASML의 차세대 EUV 노광장비 High NA EUV를 주문, 2025년 양산 예정인 1.8나노에 활용

17) 반도체 패키지 시장에서 첨단 패키지의 비중은 2020년 45%에서 2026년 50%로 확대 전망(Yole)



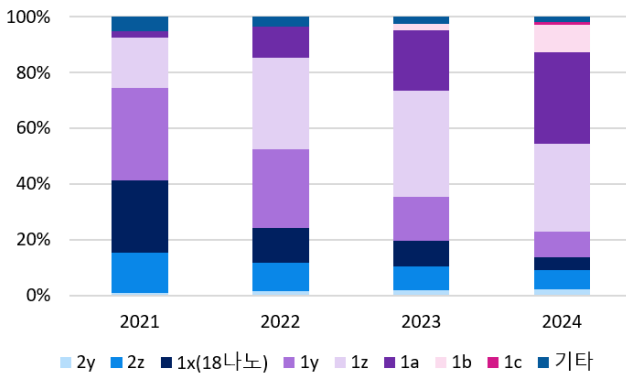
IV. 한국 반도체산업 영향

1. 단기

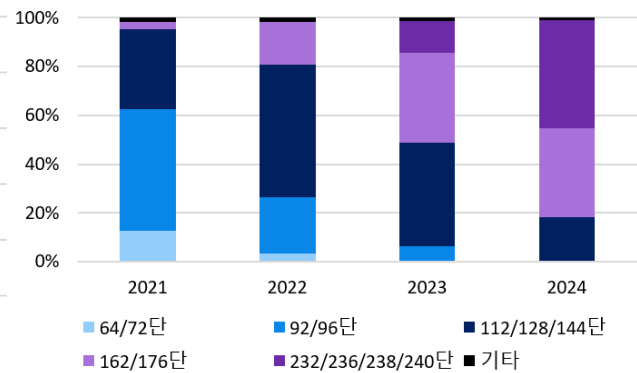
(생산) 삼성전자와 SK하이닉스의 중국공장은 양사 메모리반도체 생산의 20~40%를 담당하며 미국의 대중 제재로 구공정 중심으로 운영 지속 예상

- 삼성전자의 시안 공장은 전사 낸드플래시 생산의 40%, SK하이닉스의 중국 공장은 D램의 40%대 중반, 낸드플래시의 20%를 담당
- 미국의 반도체 장비 수출통제 기준은 D램은 18나노 이하, 낸드플래시는 128단이며, 우리기업은 구공정 중심으로 제품을 생산
- (D램) SK하이닉스는 우시 팹의 D램 주류 공정을 1y(16~17나노)에서 1z(15나노)로 전환할 계획이었으나 1x(18~19나노) 등의 생산비중을 확대
- (낸드) 중국에서 삼성전자는 128단, SK하이닉스는 96/144단 낸드플래시를 생산중
- 우리기업의 중국공장 가동률은 메모리반도체 업황 악화, 구공정 중심의 감산발표 등으로 높지 않은 수준으로 추정됨
- (D램) D램 시장의 주류 공정은 1z(15나노)이나 SK하이닉스 우시 팹은 구공정 중심으로 사업을 영위하여 D램 생산량은 감소할 전망*
- * 우시 팹 D램 생산량 증감률 전망(전년대비): ('23)△15% → ('24)△12% (옵디아)
- (낸드) 128단 낸드플래시는 2024년까지 주류 공정으로 예상되어 우리기업의 중국 팹의 낸드플래시 생산량은 2024년까지 전년 대비 증가할 전망

글로벌 D램 주력 제품 전망



글로벌 낸드플래시 주력 제품 전망



주: 10나노 D램은 1세대 1x(18~19나노), 2세대 1y(16~17나노), 3세대 1z(15나노), 4세대 1a(14나노), 5세대 1b(12~13나노)로 발전
자료:옵디아('23.6).



(판매) 대중국 반도체 판매는 큰 영향이 없으나 장비 수출은 영향을 받을 전망

- 미국은 제3국에서 생산된 고성능 컴퓨팅칩*의 중국 수출을 제한하나 해당 기술기준의 반도체는 국내 생산이 없어 단기적 영향은 없을 전망

* 연산능력 300TFLOPS, 데이터 입출력속도 600GB/s 이상으로 엔비디아의 A100 등이 해당됨

- 미국 Entity List('15~'21)에 등재된 중국 28개 반도체·수퍼컴퓨터 관련 기업과의 거래는 해외직접생산품규칙(FDPR)이 적용되어 일부 영향이 있을 수 있음
- 대중 반도체 장비 수출은 중국의 반도체 투자 위축 등으로 영향을 받을 전망
 - 2022년 한국의 반도체 장비 수출은 46억 달러, 중국 수출 비중은 54%를 기록
 - 대중 반도체 장비 수출은 우리기업의 중국투자가 견인했으나 중국기업 수요도 일부 기여
 - 2023년 중국의 반도체 투자는 미국 장비 반입 제한 등으로 타격을 받을 전망

(투자) 우리기업은 중국사업의 불확실성이 높아져 한국과 미국을 중심으로 투자를 확대할 전망

- 우리기업은 중국-한국공장간 분업, 중국 팹 장비 국내 장비도입 등을 검토중
 - 우리기업은 중국공장의 장비반입에 대해 1년간 유예(~'23.10)를 받았으며 1년 추가 연장이 예상되나 이후 연장 여부는 불투명
 - 메모리반도체는 1.5~2년 단위로 신규 공정이 도입되어 공정 업그레이드가 어려워지면 사업 위축이 불가피
 - 미국은 반도체 장비수출 통제 기준을 2년마다 업데이트할 예정이나 불확실성이 높으며, 미국의 보조금 수령시 10년간 중국 생산능력 확대가 제약을 받음
 - SK하이닉스는 1a D램 수요 증가시 중국 공장에서 EUV가 필요한 레이어외 공정만 담당하고 나머지는 한국에서 백업 검토
 - 최신 D램 제조를 위한 EUV 장비의 중국 팹 도입은 어려울 것으로 예상되며 1a에서 EUV가 사용되는 레이어는 5개 이내
 - 우리기업은 중국 공장 운영 중단보다는 활용방안을 모색할 것으로 예상
 - 가드레일 조항에 대한 의견서를 통해 시설 확장(material expansion), 레거시 반도체 등의 정의 재검토와 첨단 반도체의 실질적 확장 기준을 기존 5%에서 10%로 상향 요청
 - 미국 전략국제문제연구소(CSIS)는 중국 수출통제법으로 한국기업의 중국내 장비의 역외 이동이 제한받을 것으로 예상¹⁸⁾

18) Center for Strategic & International Studies, 'China's New Strategy for Waging the Microchip Tech War', 2023.5



- 우시 펌은 D램 주류 공정 제조가 어려워져 2020년대 후반에는 운영 어려움에 봉착할 수 있으며 기존 생산라인의 이미지센서 라인 등으로 전환이 대안이 될 수 있음
- 우리기업은 반도체 구매기업의 지정학적 리스크 경감 요구, 미국의 대중국 제재 강화 등으로 장기적으로 한국과 미국 투자를 확대할 전망
- 글로벌 IT기업들은 지정학적 리스크 경감, 안정적 공급망 구축 등을 위해 중국외 지역에서 생산된 반도체 구매를 희망
 - PC 제조사 Dell은 2024년까지 중국산 반도체 사용을 중단할 계획¹⁹⁾

2. 중장기

한국과 중국의 반도체 기술격차는 미국의 대중 제재 강화로 확대될 전망

- (D램) 중국의 D램 세계시장점유율(22)은 1% 미만이며 한중간 기술격차는 최소 5년 이상이나 미국의 규제 등으로 기술격차는 확대될 전망
 - * D램 시장점유율(22): 삼성전자 42.5%, SK하이닉스 28.0%, 마이크론 24.6% 순(옵디아)
- 중국은 10나노 1세대 D램(19나노), 한국은 10나노 4세대(14나노) D램을 양산중이며 5세대(12나노) 양산을 시작하여 한중간 기술격차는 5년 이상
 - CXMT는 2022년에 17나노 D램 샘플을 잠재 고객사에 전달했으나 미국의 제재로 장비도입 등이 어려워짐
 - CXMT는 Entity List에 등재되지 않아 미국이 허용하는 수준의 D램 생산을 위해 장비 구입을 타진중이며 2024년까지 16나노 D램 개발 및 2025년 중국장비로 구성된 생산라인 구축 등을 검토
- (낸드플래시) YMTC는 선도기업 수준의 기술력을 확보했으나 미국의 규제로 232단 이상 제품 양산은 쉽지 않을 것으로 예상
 - YMTC의 128단 낸드플래시 양산 시점은 한국기업 대비 약 2년 뒤쳐졌으나 192단 낸드플래시 양산을 건너뛰고 2022년부터 232단 낸드플래시를 양산
 - 2022년 12월, YMTC는 Entity List에 추가되면서 중국산 장비만 사용하는 우산당 프로젝트를 추진중이나 일부 장비와 기술 확보의 어려움으로 생산능력 확대 지연
 - * YMTC는 우한2공장 완공 시점을 2023년말에서 2024년 하반기로 연기
 - 한중 기술격차는 축소되었으나 생산능력, 고객사 등에서 한국기업의 우위 유지 예상

19) 미국 정부기관 등에 PC 공급비중이 높음



- (파운드리) SMIC의 최소 노드는 14나노이나 삼성전자는 3나노 양산중으로 한중간 기술격차는 5년 이상
- SMIC는 미국 장비를 배제한 40나노 수준의 생산라인(Non-A)을 구축, 2년내 미국 장비 없이 28나노 생산라인 구축이 목표
 - SMIC는 멀티패터닝을 통해 7나노 시제품을 생산했으나 양산하기에는 경제성 등에서 열위
- 중국 장비기업은 대부분 공정에서 28나노 수준의 기술을 확보했으나 노광, 증착, 이온주입 부문은 선도국과 큰 격차를 보여 첨단 반도체 생산은 어려울 전망
 - 중국의 반도체 3대 공정 장비기술은 식각장비는 5나노, 노광장비는 90나노, 증착장비는 14나노 수준
 - 노광장비 기업 SMEE는 글로벌 선도기업 ASML과 10년 이상 기술격차를 보이며 2022년 Entity List에 추가되어 부품조달 등이 어려움

한국과 중국 반도체 기술 격차

		삼성전자	SK하이닉스	마이크론	CXMT
D램	양산	10나노 5세대 (1b(12나노) ^주)	10나노 4세대 (1a)	10나노 4세대 (1a)	10나노 1세대 (19나노)
	Next-Gen	10나노 6세대 (1c)	10나노 5세대 (1b)	10나노 5세대 (1b)	17나노
		삼성전자	SK하이닉스	마이크론	YMTC
낸드플래시	양산	236단	238단	232단	232단
	Next-Gen	300단	300단	300단	300단
		삼성전자	TSMC	UMC(대만)	SMIC
파운드리	양산	3나노	3나노	22나노	14나노
	Next-Gen	2나노	2나노	14나노	7나노

주: 삼성전자는 2023년 5월에 양산 시작

자료: 대신증권, TechInsights, 삼성전자, SK하이닉스.

반도체 공급망 재편으로 소부장 기업의 미국 동반진출 기회가 증가하나 레거시 파운드리 경쟁은 심화될 가능성이 있음

- 우리 소부장기업은 내수 중심으로 사업을 영위했으나 반도체기업의 미국 팹 건설 등으로 해외동반 진출 기회가 증가할 전망
- 미국 동반 진출은 미국에서 Reference를 구축하고 고객을 다변화할 기회가 될 수 있을 것으로 예상



- 한국은 대만에 이어 세계 2위 파운드리이나 국내 1위 기업과 2~3위 기업간 격차가 크고 주요국의 레거시 파운드리 투자 증가 등으로 시장점유율 하락 등이 우려됨
- 파운드리 사업을 영위하는 우리기업은 삼성전자, DB하이텍, SK하이닉스시스템IC 등이 있으며 삼성전자외에는 레거시 파운드리를 운영
- DB하이텍은 세계 시장점유율 약 1%로 90~150나노, SK하이닉스는 57~110나노를 중심으로 이미지센서 등의 사업을 영위 (양사 모두 8인치 팹)²⁰⁾
- 7월 기준 국내 8인치 파운드리의 가동률은 40~50% 수준이며²¹⁾ 주요국의 반도체 제조시설 투자 확대로 반도체산업이 Downcycle에 진입시 보호주의 조치 강화 등이 우려됨

20) 웨이퍼의 크기는 6인치, 8인치, 12인치로 발전

21) 디일렉, '8인치 파운드리 가동률, 전년 대비 '반토막' 났다', 2023.7.17



V. 결론 및 시사점

미국의 대중국 제재 강화는 한중간 기술격차 확대에는 긍정적 영향을 미치나 중국에서 반도체 팹을 운영하는 글로벌 기업중 한국기업이 가장 큰 피해를 받을 전망

- 글로벌 기업중 중국에서 팹을 운영중이며 대중국 장비수출 통제와 미국 반도체법 가드레일 조항을 적용받을 것으로 예상되는 주요 기업은 삼성전자, SK하이닉스, TSMC
- TSMC는 중국에 28나노 팹을 보유하며, 파운드리는 성숙공정이라도 차량용 반도체 등의 수요가 있어 메모리반도체 대비 영향이 적음
- 메모리반도체는 지속적인 공정 업그레이드가 필요하며 우리기업은 대중국 제재 강화로 중장기 운영전략 수립에 어려움을 겪고 있음
- SK하이닉스는 인텔의 낸드플래시 사업부를 인수(21)했으며 총 계약금 90억중 70억 달러는 지급했으나 2025년에 20억 달러를 지급해야함

미국의 중국 제재 방향은 무역제재에서 기술제재, 첨단산업 생태계 제재로 진화하면서 제재 수위가 높아지고 있어 우리기업들은 이에 대한 지속적인 모니터링이 필요

- 미국은 중국의 반도체 기술격차를 2세대 수준으로 유지할 계획이었으나 중국의 반도체 굴기가 지속되자 기술격차를 확대하는 방향으로 전환
- 미국 단독으로 중국을 제재했으나 바이든 행정부는 다자간 협력을 통해 중국을 제재하고 있으며 미국의 중국 규제는 약 10년간 지속될 것으로 예상
- * 미국의 중국 제재 수위는 미국 대선('24.11, '28.11) 결과 등에 따라 변화될 가능성은 있음
- 미국에서는 효과적인 중국 제재를 위해 한국의 대중국 장비 수출제한 필요성 등이 제안되고 있음
- 한국의 반도체 장비 세계시장점유율('22)은 3.2%이나 중국 대비 일부 장비에서 기술력 보유하며 미국 등의 대중국 반도체 장비 수출의 공백을 채울 가능성을 제시
- 중국이 마이크론을 제재하자 미국 하원의 '미중전략경쟁특위' 위원장은 '중국에서 활동하는 외국 반도체 기업에 대한 미국의 수출 허가가 마이크론의 빈자리를 채우는데 사용되지 않도록 해야 한다'며 한국을 압박²²⁾

22) 연합뉴스, '美 의회도 "한국, 중국서 마이크론 공백 메우면 안돼"', 2023.5.24



우리기업의 미국 투자는 고객사 다변화의 기회이나 성공적인 미국 팹 운영을 위해 인력확보, 대정부 관계 강화, Compliance 등에 대한 노력이 필요

- 미국내 파운드리 공장 설립은 고객사 확보에 유리하나 미국 공장은 투자비 부담이 크고 제조원가는 한국 팹 대비 약 50% 높아 높은 팹 가동률 유지 노력이 필요
- 삼성전자 파운드리의 고객사('22)는 삼성LSI(40%), 퀄컴(40%), 엔비디아(10%)로 3개사의 비중이 90%로 높으며, 미국은 팹리스 선도국으로 미국내 제조시설 구축은 고객사와 협력을 강화할 기회
- 미국 공장의 투자비와 운영비는 코로나19 이후 인플레이션 등을 고려시 한국 대비 약 50% 높을 것으로 추정되나 보조금은 투자비 대비 적은 규모
- 미국 반도체법의 제조시설 지원 보조금은 390억 달러 규모이나 보조금 신청은 약 400건으로 모든 신청자가 보조금을 받지 못할 것으로 예상되어 연방정부와 지방정부의 보조금 지원, 인허가 등을 위해서는 대정부 관계 강화 필요
- 파운드리는 고객사를 확보해야 높은 가동률을 유지할 수 있으며 주요 팹리스의 멀티 파운드리 전략 등은 삼성전자의 고객사 확보 등에 도움이 될 것으로 예상
- 미국 공장의 안정적 운영을 위해 인력확보, 기술력 제고 등에 대한 지속적 노력이 필요
- 경영컨설팅기업 맥킨지는 향후 8~10년간 미국 반도체 엔지니어 약 30만명과 숙련된 기술자 약 9만명이 부족할 것으로 전망
- 미국내에 반도체 제조시설이 많지 않고 근로자들이 반도체보다 빅테크 기업을 선호하는 가운데 다수의 반도체 제조시설 건설이 발표되어 인력확보가 중요
- 인력확보를 위해 연봉인상, 타산업 종사자 채용 등이 예상되며 일부 기업은 숙련된 인력 부족에 대처하기 위해 AI 솔루션을 도입
- 우리기업은 미국의 수출통제 강화와 가드레일 조항 위반 등을 방지하기 위해 Compliance 강화 및 미국의 대중 규제 동향 모니터링이 요구됨



반도체 공급망이 재편되는 가운데 한국이 반도체산업 경쟁력을 강화하기 위해 파운드리 기술력 제고, 시스템반도체 생태계 강화, 차세대 반도체 육성 등이 필요

- 한국은 메모리반도체 강국이며 첨단공정 파운드리 경쟁력을 보유하나 반도체 공급망 재편과정에서 파운드리 부문 경쟁 심화가 예상되어 관련 생태계 강화가 필요함
- 반도체 공급망 재편과정에서 최대 격전지로 부상한 파운드리 2강 구도에서 3~4강 구도로 변화될 가능성이 커져 기술력 제고 필요
- 파운드리 2강은 주로 시스템반도체를 위탁생산하나 한국의 시스템반도체 시장점유율은 3% 수준이며, 패키징이 발전하기 위해 소부장 기업과의 협력이 필요하나 국내 소부장기업의 기술력은 선도기업 대비 낮은 수준
- 세계 10대 OSAT(Outsourced Semiconductor Assembly & Test, '21)중 한국기업은 전무하며 20대 기업에는 하나마이크론(11위), SFA반도체(12위) 등 3개 기업이 랭크됨(Yole)
- 파운드리 부문의 선순환적 발전을 위해 패키징, 소부장, 패키징 부문의 생태계 강화가 필요
- 메모리반도체와 시스템반도체의 균형적 발전을 위해 성장분야인 차세대 전력반도체(화합물 반도체), AI반도체 등의 육성 필요
- 차세대 전력반도체는 전기차, 신재생에너지 등의 확산으로 성장성이 높으나 성장 초기 단계로 아직 지배적인 사업자가 없음
- 차세대 전력반도체는 6인치 웨이퍼 기반이나 2025년 8인치 기반으로 전환되고 이후 본격적인 성장 기대되며 성장 초기 단계로 지배적인 사업자가 없음 (실리콘 웨이퍼는 12인치 중심)
- TSMC는 GaN(질화갈륨) 기반 파운드리 사업을 영위하며, 삼성전자는 2025년 GaN 전력반도체 파운드리를 시작할 계획
- AI반도체²³⁾ 시장은 2022년 444억 달러에서 2027년 1,116억 달러로 연평균 20% 성장 전망 (가트너, '23.4)

중국을 반도체 자립을 추진하고 있어 해외기술 탈취 심화, 국내 인력 스카우트 가능성이 높아져 보안 강화, 지적재산권 보호, 인력관리 강화 등이 필요

- 중국은 미국의 제재를 자국 반도체 공급망 구축을 통해 돌파할 계획이나 반도체 선도국과 기술격차 등으로 중국만의 역량으로는 기술격차를 좁히기 쉽지 않음

23) 시장조사기관마다 AI반도체에 대한 정의, 범위 등이 상이하나 CPU, GPU, FPGA(Field programmable gate arrays), ASIC(Application-specific integrated circuits) 등을 포함



- 반도체 산업은 글로벌 분업구조로 미국이 설계·장비, 일본이 소재·장비를 담당하고 제조는 대만과 한국이 담당
- 중국의 동맹국에는 반도체 강국이 없어 중국은 반도체 공급망을 독자적으로 구축해야 하는 매우 도전적인 상황
 - 중국은 미국의 제재 강화에 대비하여 다수의 반도체 장비를 선구매하여 단기적으로는 기구 매 장비 활용, 중장기적으로 중국 반도체 장비 기술력 제고를 추진
- 중국은 선도국과 기술격차를 축소하기 위해 해외기업 대상으로 기술탈취가 심화될 가능성이 있어 우리기업은 보안 강화 등의 노력 필요
- 한국의 반도체 기술은 세계적인 수준으로 중국 등에서 다수의 기술 유출을 시도하여 전 산업중 반도체 기술유출이 24건으로 가장 많음
 - 산업별 기술유출 적발 건수('18~'22)는 총 93건이며 이중 반도체가 24건



참고문헌

- 산업통상자원부, '美 상무부, 對中 반도체 수출통제 강화조치 발표', 2022.10.8
- 국립외교원 외교안보연구소, '다자통상체제에서의 수출통제 조치의 쟁점과 현황', 2023.4
- 반도체산업협회, '美 CHIPS Act 가드레일 세부지침 발표', 2023.3
- KOTRA, '美 외국인투자위원회(CFIUS) 심의 제도 강화 동향 및 시사점', 2022.11.8.
- 다올투자증권, '미국 반도체지원법 통과, 호재일까?', 2022.8.1.
- 이베스트증권, '거세지는 미국의 압박'-2023년 Tech. 산업 전망, 2022.12.5.
- KB증권, '중국 반도체 이야기', 2023.5.26.
- 법률신문, '미 상무부 BIS의 대중국 반도체 관련 수출통제', 2023.2.20.
- 중앙일보, '일본, 반도체장비 수출통제...중국 업계 "미국 규제보다 타격"', 2023.5.25
- ZDNET Korea, '삼성-SK, 美에 반도체법 의견서 제출..."中 생산 2배 늘려달라"', 2023.5.24.
- Tom's Hardware, 'Japan Officially Restricts Sales of Chipmaking Equipment to China', 2023.4.1
- Baker McKenzie, 'Japanese government imposes additional controls on semiconductor related items', 2023.5.30
- ASML, 'Statement regarding Dutch government's export control regulations announcement', 2023.6.30.
- Peterson Institute for International Economics, 'How US chip controls on China benefit and cost Korean firms', 2023.7
- Trendforce, 'New US EDA Software Ban May Affect China's Advanced IC Design', 2022.8.15
- Barclays, 'Global chip manufacturing- The race for self-sufficiency', 2023.5.23.
- South China Morning Post, 'Tech war: Japan's new semiconductor tool export restrictions throw a major spanner in works of China's chip plans', 2023.6.4.
- Center for Strategic & International Studies, 'Securing Semiconductor Supply Chains in the Indo-Pacific Economic Framework for Prosperity', 2023.5.30.