



# 중국 반도체 장비의 국산화 현황과 전망

오종혁

대외경제정책연구원(KIEP) 중국경제통상팀 전문연구원 | ojh@kiep.go.kr

## 주요국의 수출통제 조치와 중국의 대응

무역전쟁으로 시작된 미·중 양국의 대립은 기술패권 경쟁으로 변화하는 양상이다. 특히 인공지능(AI), 로봇, 양자컴퓨터, 항공우주 등 고성능 컴퓨팅이 필요한 첨단 기술 분야 중심으로 확대되고 있다. 해당분야에는 첨단반도체가 핵심적으로 사용된다. 문제는 첨단반도체가 민간뿐만 아니라 군사안보적으로도 사용될 수 있다는 점인데, 자칫 중국이 제조기술을 갖게 될 경우 오히려 미국에 위협을 가할 수 있는 가능성이 존재한다. 이에 미국은 첨단반도체에 대한 기술을 통제하고 고성능 컴퓨팅 분야에 있어 중국의 발전 속도를 늦추고자 한다.

미국은 2021년 바이든 행정부 출범 이후 반도체를 비롯한 주요 공급망 점검에 나섰으며, 2022년 8월 특정 사양의 시칩 수출통제, 10월에는 미국은 군사적 용도로 활용될 수 있는 첨단반도체 및 장비에 대한 광범위한 수출통제 조치를 실시했다. 첨단반도체는 연산력 300TFLOPS, 데이터 입출력(I/O) 속도 600G/B 이상의 성능을 갖고, 장비는 비평면 트랜지스터 구조의 FinFET<sup>1</sup>과 GAAFET<sup>2</sup> 기술이 적용되거나 16/14nm 이하 회로선폭을 갖는 로직 반도체, 18nm 이하 DRAM, 128단 이상의 NAND Flash 등을 제조에 사용되는 제품이 모두 포함된다.<sup>3</sup> 미국은 12월에 양쯔메모리테크놀로지스(YMTC), 상하이 마이크로전자(SMEE) 등 36개의 중국 기업을 제재 리스트에 추가하기도 했다.

그리고 네덜란드는 국가안보상의 이유로 첨단반도체 제조기술이 적용된 제품에 대한 수출 통제 조치를 9월 1일부터 실시할 예정이다. ASML의 노광장비가 사실상 타겟이 됐는데 극자외선 노광기(EUV)는 기존에도 수출이 제한됐으므로 심자외선 노광기(DUV) 제품 중심으로 적용될 것으로 보인다. 그중에서도 ASML의 불화아르곤 이머전(ArFi)를 광원으로 사용하는 DUV 장비 가운데 멀티패터닝을 통해 10nm 노드 이하 반도체 제조가 가능한 제품군이 해당될 것으로 보인다.

일본도 특정 국가와 지역을 명시적으로 정하지 않았으나 첨단 기술이 군사적 목적으로 사용되는 것을 방지하고자 반도체 장비 23개 품목에 대한 수출통제 조치에 나서기로 했다. 수출관리 규제 대상은 세정 분야 3개 품목, 박막증착 분야 11개 품목, 열처리 분야

1 Fin Field Effect Transistor의 약어로 기존 평면(2D) 구조의 한계를 극복하기 위해 도입된 입체(3D) 구조의 공정 기술이며, 접점 면적을 키워 반도체 성능 향상 및 누설 전류를 감소시킴. 삼성전자 반도체, 2016.11.15. [반도체 용어 사전] 핀펫(FinFET= Fin Field Effect Transistor) 공정 페이지 참고  
 2 Gate-All-Around 구조의 트랜지스터로 초미세화 공정에서 전류의 흐름을 세밀하게 제어하는 등 채널 조정 능력을 극대화시킴. 삼성전자 반도체, 2019.11.20. 차세대 반도체를 위한 차세대 공정, 'GAA 구조 트랜지스터' 페이지 참고  
 3 오종혁(2023)

1개 품목, 노광장비 4개 품목, 식각 분야 3개 품목, 테스트 장비 1개 품목이다. 일본정부는 2023년 3월 31일부터 2달간 업계 의견 수렴을 진행했고, 법령 개정을 통해 7월 23일부터 해당조치를 시행하고 있다.

한편 중국은 국가 디지털화 전략\*을 추진하면서 핵심으로 빅데이터와 AI를 꼽고 있는데, 이를 뒷받침할 강력한 컴퓨팅 파워를 확보하기 위해 고성능의 반도체를 원하고 있다. 하지만 미국이 첨단반도체에 대한 수출통제 등에 나서고 있어 반도체 제조에 필요한 기술 및 장비 국산화와 더불어 다양한 우회방식을 통해 고성능 칩을 확보하고자 한다. 또한 2023년 7월에는 갈륨, 게르마늄 등 차세대 전력 반도체 등에 사용되는 소재에 대한 수출통제 조치를 실시했는데 이는 주요국의 수출통제 조치에 대응하는 성격으로 보인다.

[표 1] 반도체를 둘러싼 주요국의 수출통제 조치와 중국의 대응

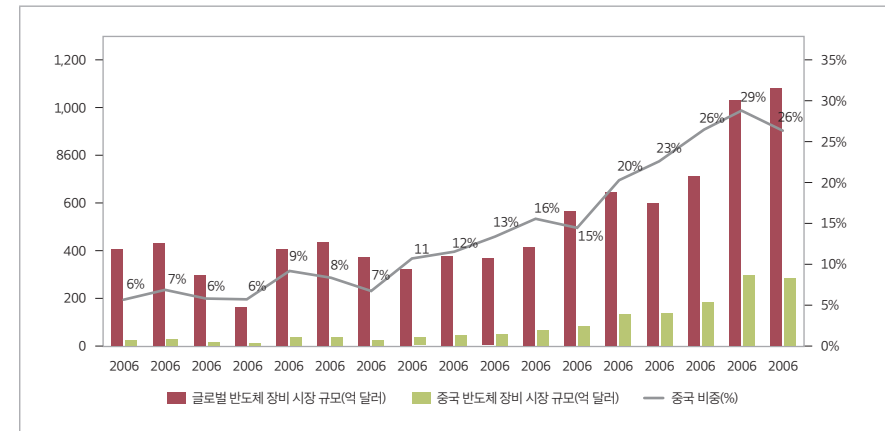
시기	미국, 일본, 네덜란드	중국
2021.4	슈퍼컴퓨팅 업체 Entity list 지정	-
2021.6	방위 및 기술기업(화웨이, SMIC 등 포함)에 대한 Entity list 지정	-
2022.8	- 미국 반도체 지원법 시행, 우려국가(중국, 러시아 등)에 대한 투자제한 포함한 가드레일 조항 제시 - 특정 사양 Si반도체 수출통제(ex 엔비디아 A100, H100 등)	-
2022.9	칩4 실무그룹 예비회의 개최	-
2022.10	첨단반도체 및 제조에 사용되는 반도체 장비에 대한 수출통제 강화	-
2022.12	YMTC, SMEE 등 36개 중소기업 Entity list 추가	중국 상무부, WTO에 제소
2023.1	미·일·네덜란드 대중 반도체 제재 합의	-
2023.5	(일본) 반도체 장비 23개 품목에 대해 7월 23일부터 수출통제 실시 발표	마이크론에 대한 보안 취약성 제기, 중국 내 주요 시설에서 마이크론 제품 구매 중지
2023.7	(네덜란드) 9월부터 반도체 장비 수출통제 실시 예정(ex ASML의 DUV 장비)	갈륨, 게르마늄에 대한 수출통제 고시 (8.1 실시)
2023.8	중국 반도체, 양자정보기술, AI 등 3개 분야 투자 규제 행정명령	-

출처: 오종혁(2023), KB증권(2023), 연합뉴스(2023.8.10). 「美·AI·반도체·양자컴퓨팅 등 3개 첨단기술 對中 투자 제한」 등 바탕으로 정리

### 중국 반도체 장비 시장 현황

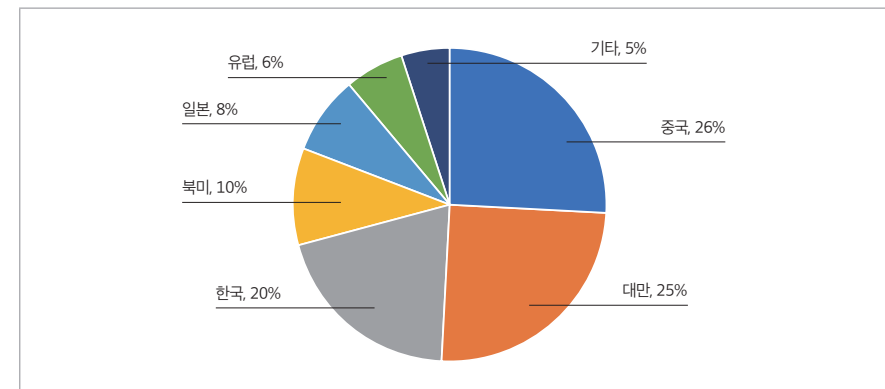
2022년 중국 반도체 장비 시장 규모는 288억 달러를 기록했다. 중국 반도체 장비 시장은 2012년~2022년까지 연평균(CAGR) 27%씩 성장하는 등 글로벌 시장 성장률을 상회했다. 그리고 글로벌 반도체 장비 시장 내 중국 비중이 2006년 6%에서 2021년에는 29%까지 확대됐다.([그림 1] 참조) 2022년에는 중국 비중이 전년 대비 3%p 감소한 26%를 기록했으나 대만(25%), 한국(20%)을 제치고 3년째 세계 1위를 기록 중이다.([그림 2] 참조)

[그림 1] 글로벌 반도체 장비 시장에서 중국 비중



출처: 浙商证券. 2023.4.26. 「自主可控势在必行国产替代大有可为」

[그림 2] 글로벌 반도체 장비 시장 국가별 비중(2022년)



출처: 浙商证券. 2023.4.26. 「自主可控势在必行国产替代大有可为」

그렇지만 중국은 반도체 장비 대부분을 여전히 미국, 일본 등에 의존하고 있다. 이는 아직 중국 반도체 장비 업체의 기술 수준이 높지 않은 탓이 크다. 물론 2022년 기준 중국의 반도체 장비 국산화율이 전년 대비 14%p 증가하며 35%까지 높아졌으나 분야별로 보면 여전히 편차가 존재한다. 표 2와 같이 세정과 식각, 증착(PVD) 분야는 국산화율이 30% 내외로 높은 편인 반면 노광장비, 이온 주입 분야는 5% 수준을 기록했을 뿐이다. 특히 노광장비는 중국 반도체 산업에서 가장 취약한 지점(Choke Point)이기도 하다. 국산화가 어려운 건 기술적 난이도 때문이다. 전 세계적으로도 노광장비 제조사는 ASML, 캐논, 니콘 정도밖에 없다. 장비를 구성하는 렌즈, 광원 등 각 분야별 진입 장벽이 워낙 높기 때문이다. 그럼에도 불구하고 중국은 20년 넘게 기술 및 장비 국산화를 시도해 오고 있다. 특히 중국이 반도체를 전략산업으로 규정한 2014년부터는 주요 파운드리와 장비 기업에게 대규모의 자금 지원을 하고 있다. 중국은 반도체 장비의 완전한 국산화는 아니더라도 취약한 지점을 없애 공급 불안정성을 극복하고자 한다.

[표 2] 글로벌·중국 주요 반도체 장비기업 및 국산화율 현황

분야	글로벌 기업	중국기업	국산화율 (2022)	노드(nm)
산화	도쿄일렉트론(TEL), SCREEN	Kingsemi, ACRM	12	90/65/45/28/14/5
노광	EUV ASML	-	0	-
	DUV 니콘, 캐논	SMEE	3	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	Hwatsing Technology	25	90/65/45/28
세정	SCREEN, TEL	ACMR, Naura, KingSEMI	34	90/65/45/28
테스트 장비 <sup>5</sup>	Teradyne, Advantest	창찬커지, Beijing Huaafen, RSIC, JCET	-	-

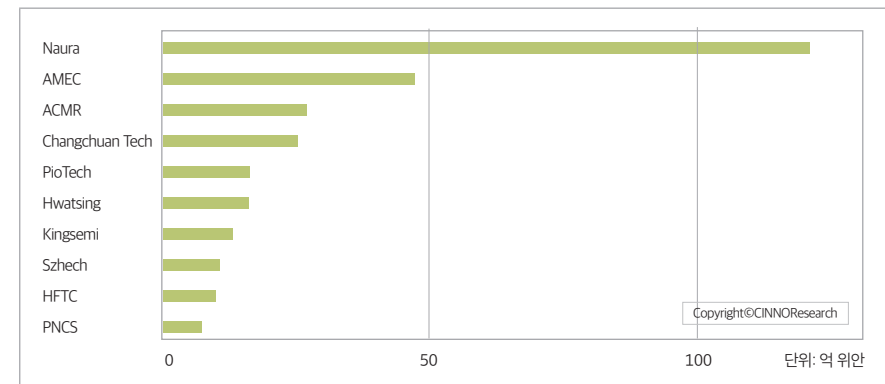
출처: 오종혁(2023.6), 「중국의 반도체 국산화 추진 현황과 시사점」, KIEP 세계경제포커스 vol.6 no.20에서 재인용

<sup>5</sup> Detection control

## 주요 장비 기업

다음은 중국의 반도체 주요 장비 기업의 경영 현황 및 기술력 등에 대해 살펴보고자 한다. 2022년 중국 10대 반도체 장비 상장기업의 매출액은 전년 대비 56% 증가한 약 300억 위안을 기록했다. PioTech와 Hwatsing이 2021년 대비 순위가 상승했으나 10대 기업은 전년과 동일하다. 중국 10대 반도체 장비 기업은 베이징, 상하이, 선전(深圳), 텐진(天津), 선양(沈阳), 저장(浙江) 등 지역에 소재하고 있다.

[그림 3] 중국 10대 반도체 장비 상장기업 매출 순위(2022년)



출처: 新浪财经. 2023.5.25. 「CINNO Research : 2022年国内上市公司半导体设备营收前十大公司合计近300亿元 同比增长56%」

## 1. 베이광화창(Naura)

Naura는 중국 최대 반도체 장비기업이다. Naura는 2001년 베이징에서 설립됐으며, 설립 당시 사명은 칠성화창(七星华创)이다. Naura는 과기부의 10차 5개년 계획의 863 집적회로 장비 프로젝트<sup>6</sup>와 국가 과학기술 중요 프로젝트(02)<sup>7</sup>에 참여했다. Naura가 참여한 프로젝트는 65/45nm PVD(2009년), 65nm 초정밀 세정장비(2010), 14nm 반응성 이온 식각장비(2014~2017년), 28/14nm ALD(2015~2018년), 14/7nm CuBS PVD 장비(2016~2019년) 등이 있다. 이처럼 수십 년간 국책과제 참여 및 R&D 투자 등을 통해서 에칭, 박막, 증착, 열처리 공정의 핵심 기술을 확보했다.

<sup>6</sup> 국가 하이테크 연구 발전 계획으로 1986년 시작해 2016년 종료됨

<sup>7</sup> 초대형 집적회로 제조기술



Naura는 2016년 베이팡(北方) 마이크로 전자(칭화대, 베이징대, 중국과학원 마이크로 전자 연구소 등이 출자)와의 합병과 국가 반도체 기금 투자를 받으며 회사의 규모를 확대해 나갔다. 또한 기술력을 인정받아 2018년 '중국 반도체 장비 5대 기업', 2021년 '중국 전자 100대 기업(中国电子百强企业)' 등에 선정되기도 했다.<sup>8</sup>

Naura의 주요 사업 분야는 ① 식각(ICP, CCP), 박막증착(PVD, CVD, ALD), 세정 등 반도체 공정 장비, ② 진공 열처리 장비, 리튬배터리 장비 ③ 정밀 전자 부품, 센서 등이다. 미·중 갈등에 반도체 국산화가 본격화되면서 2020년 이후 장비 수주 금액이 급증했으며, 2022년 누적 기준 1조 위안을 넘어서었다. 2022년 반도체 업황이 좋지 않았음에도 불구하고 Naura의 매출은 전년 대비 52% 증가한 120억 위안을 기록했으며, 순이익은 118%가 증가했다.

## 2. 중웨이반도체(AMEC)

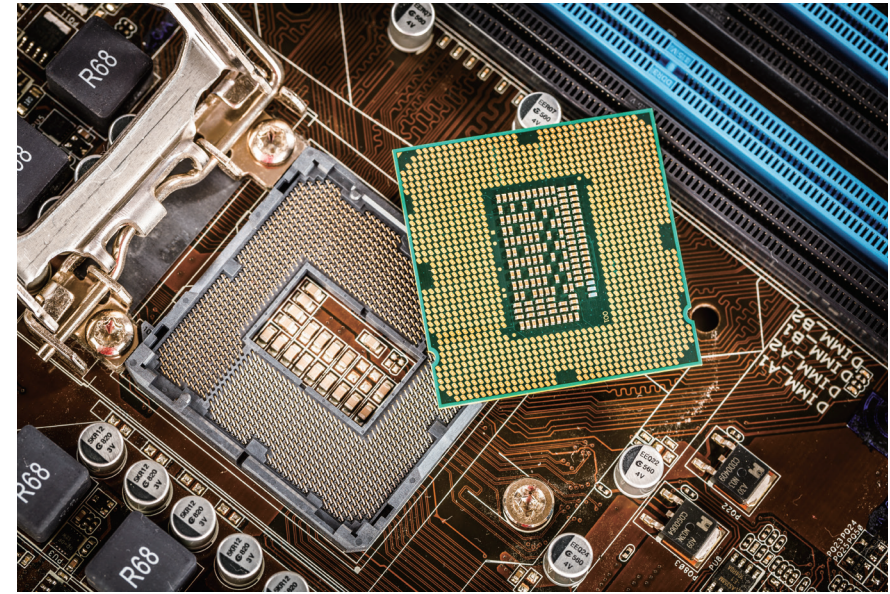
AMEC는 반도체 식각(Etching) 및 MOCVD<sup>9</sup> 장비 분야 중국 내 선두 기업이다. AMEC는 2004년 글로벌 반도체 장비사인 램리서치(Lam)와 어플라이드 머티리얼즈(AMAT) 등에서 일하던 중국인 엔지니어들이 상하이에서 창업한 기업이다. 상하이 정부와 국가 반도체 기금 투자를 받아 정부 지분율이 31.8%에 달한다.

AMEC은 2007년 CCP 식각 장비 연구에 성공했고, 2012년 중국에서 MOCVD 장비를 최초 개발한바 있다. 또한 국가 과학기술 중요 프로젝트(02)에 참여해 65/45nm, 32/22nm, 22/14nm CCP 식각장비에 대한 양산기술을 확보했다. 2019년에는 5nm급 CCP 장비를 개발해 TSMC에 납품했으며, 2021년에는 3nm급 CCP 장비까지 양산을 준비 중이다. 2022년 AMEC의 매출은 전년 대비 52% 증가한 47억 위안을 기록했다.

## 3. 성메이상하이(ACMR, ACM Research)

ACMR은 2005년 상하이에서 설립됐으며, 주로 세정, CVD 등의 장비와 후공정 장비를 생산하고 있다. 2022년부터는 코터/디벨로퍼(Coater/Developer) 분야 장비(ArF 대응)도 생산 중이다. 세정 분야는 중국 내 1위이며, 대부분 매출이 YMTC, 화홍반도체, SMIC 등 로컬업체로부터 발생하고 있다.

<sup>8</sup> 东吴证券, 2023.5.26. 「北方华创(002371)半导体设备平台型公司, 受益国产替代加速」, p. 5  
<sup>9</sup> 유기금속 화학증착장비

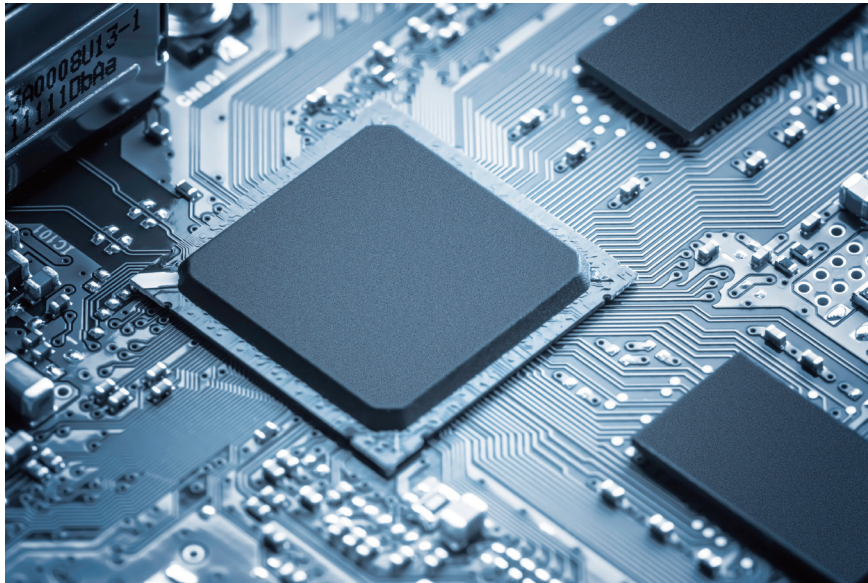


ACMR도 국가 과학기술 중요 프로젝트(02)에 참여해 45/22nm 웨이퍼 세정장비(2011~2015년), 20/14nm 전기도금 플레이팅 장비(2011~2015년) 등에 대한 기술 개발에 성공했다. ACMR의 매출액은 2021년 16억 위안에서 2022년 29억 위안으로 대폭 증가했으며, 순이익도 전년 대비 254% 증가했다.

## 4. 상하이 마이크로전자(SMEE)

중국 유일의 노광장비 생산업체인 상하이 마이크로전자(SMEE)는 2002년 상하이에서 설립됐다.<sup>10</sup> SMEE는 설립 7년째인 2009년 중국 최초로 첨단 패키징 스테퍼 SSB500/10A를 생산했다.<sup>11</sup> SMEE도 국가 과학기술 중요 프로젝트(02)에 참여하면서 90nm 노광장비 시제품 개발연구(2006~2017년), 65nm 노광장비, 28nm 투영 노광방식 노광장비(重复投影光刻机) 관련 기술을 개발했다. SMEE는 2018년 ArF 90nm 사양의 DUV인 SSA600/20모델을 양산에 성공했다.

<sup>10</sup> SMEE는 비상장 업체임  
<sup>11</sup> SMEE 홈페이지([http://www.smee.com.cn/eis.pub?service=homepageService&method=indexinfo&onclicknodeno=1\\_2\\_2](http://www.smee.com.cn/eis.pub?service=homepageService&method=indexinfo&onclicknodeno=1_2_2))



SMEF은 기술혁신을 기업 발전 전략으로 채택하고 있다. 이에 기술 및 특허 출원을 강화하고 있는데 2020년 기준 각종 특허 출원은 3,200건을 넘었다. 현재 SMEF은 노광장비 국산화를 위해 28nm 노드에 대응하는 노광장비(SSA800/10W) 개발을 추진 중에 있다. 만약에 조기에 성공한다면 중국 반도체 산업이 한 단계 발전할 수 있는 계기가 될 것이다.

## 향후 전망<sup>12</sup>

중국이 향후 AI 경쟁에서의 우위를 확보하기 위해서는 첨단반도체가 필요한 상황이나 주요국의 반도체 장비 수출통제로 미세화 공정 기술 확보가 사실상 쉽지 않은 상황이다. 또한 반도체 생산비용 증가로 국산화에도 일부 영향이 있을 것으로 예상된다. 그럼에도 불구하고 중국 입장에서는 반도체 국산화는 선택이 아닌 필수가 됐기 때문에 다양한 방안을 모색해 나갈 것으로 보인다. 특히 첨단 패키징을 통해 칩 성능을 향상시키는

방안은 중국이 현재의 난관을 극복할 수 있는 유력한 방안 중의 하나이다. 중국은 기능별로 다른 칩을 하나의 기판에 수평 혹은 수직으로 접합해 성능을 개선시키는 칩렛(Chiplet) 기술의 표준화를 위해 2022년 칩렛 기술 표준화 연맹을 발족하기도 했다. 그리고 이미 설계(바이렌, 바이두, 화웨이 등), 패키징(JCET) 업체에서 관련 기술도 확보한 상황이다.

또한 외부 클라우드 서버 업체와의 렌탈 계약 혹은 자회사를 통한 AI 반도체 확보도 대중국 반도체 제재를 우회할 수 있는 방안으로 제시되고 있다. 물론 이 방법은 미국이 제재를 고려하고 있어 지속성에서는 의문이 남는다. 그밖에 해외 기술인력 유치와 기업 인수 등을 통한 노하우 획득도 시도할 것이다. 이 부분에서 한국 기업과 인력은 중요한 타겟이 될 수 있어 어렵게 축적한 자산을 외부로 유출되지 않도록 대비가 필요해 보인다.

한편 첨단반도체 설계나 소재에 있어서도 국산화를 시도할 것으로 보인다. 중국은 일부 기업의 GPU 설계 능력이 매우 뛰어난 것으로 알려져 있으나 설계 툴에 해당하는 EDA는 아직 국산화 수준이 떨어져 관련 투자를 확대하는 중이다. 반도체 소재도 장비 고도화에 있어 필수적인 부분으로 중국은 관련 기술 확보에 주력하고 있다.

중장기적으로는 중국기업이 28nm 노드 이상의 레거시(Legacy) 반도체 제조 기술과 노하우를 빠르게 축적하고 있어 반도체 장비시장에서의 근본적인 변화도 발생할 가능성이 있다. 중국의 주요 반도체 기업 대부분이 국가 반도체 기금이나 지방정부로부터 투자를 받아 성장했고, 국가 과학기술 중요 프로젝트 참여 등을 통해서 비교적 짧은 시간 내 시행착오를 줄이고 기술력을 확보하고 있기 때문이다. 또한 현 수준의 수출통제가 지속되면 로컬 파운드리 업체도 로컬 장비기업에 대한 비중을 높일 수밖에 없기 때문이다. 중국의 반도체 산업 경쟁력 변화에 대한 지속적인 모니터링이 필요해 보인다.

## 참고 자료

- 연합뉴스(2023.8.10). 「美 AI·반도체·양자컴퓨팅 등 3개 첨단기술 對中 투자 제한」
- 오종혁. 2023. 「중국의 반도체 국산화 추진 현황과 시사점」, KIEP 세계경제 포커스 Vol.6 No.20
- KB증권. 2023. 「중국 탐방기- 중국이 테크를 포기할 수 없는 이유」
- 东吴证券. 2023.5.26. 「北方华创(002371)半导体设备平台型公司, 受益国产替代加速」, p. 5
- 中信证券. 2022. 「半导体设备行业国产化现状分析」
- 新浪财经. 2023.5.25. 「CINNO Research : 2022年国内上市公司半导体设备营收前十大公司合计近300亿元 同比增长56%」
- 浙商证券. 2023.4.26. 「自主可控势在必行国产替代大有可为」

<sup>12</sup> 오종혁(2023) 바탕으로 정리