

KOVRA 주관 세미나

# 글로벌 반도체 공급망 재편


## - 현황과 전망 -

정 형 곤

대외경제정책연구원 선임연구위원

2023. 11. 10

## Part I

1. 글로벌 공급망의 리스크 요인
  2. 한국 반도체 산업의 글로벌 공급망 구축 현황과 배경
  3. 한국 반도체 산업 공급망 리스크와 글로벌 공급망 변화 전망
  4. 한국 반도체 산업의 SWOT 분석
  5. 글로벌 공급망 리스크에 대한 대응
- 

# 1. 글로벌 공급망 리스크 요인



## 공급망 리스크

핵심 제품 및 소재의 제조 역량과 공급망에 있어서 유사시에 정상적인 공급이 어려워 질 수 있는 요인

## 공급망 리스크 유형

## 1 외교안보 갈등과 지정학적 리스크

- 미중 패권경쟁으로 인한 주요국가의 정책변화 (예: 일본, 영국 등 )
- 일본의 수출규제 등
- 지정학적 갈등 지역으로 무역 분쟁과 군사 분쟁 가능성이 높은 곳

## 2 글로벌 공급망의 독과점 구조로 인한 과도한 의존

- 특정 소재에 대한 독과점 구조
- 첨단 산업의 경우 고도의 기술로 특화된 기업들이 글로벌 가치사슬 형성
- 예: 반도체 산업의 경우 한 국가가 시장점유율의 65% 이상을 차지하고 있는 기술 및 품목이 50개 이상 존재

## 3 팬데믹과 자연재해

- 지진, 물·전력 부족 등 자연 재해 위험 지역
- 코로나 19와 같은 글로벌 팬데믹

## 4 경쟁국 정부의 적극적 지원으로 인한 산업의 급성장

- '중국제조 2025' 등 첨단기술 확보와 상용화를 위한 중국정부의 지원
- 해외 기술습득, 기술이전, 해외인재 유치 등

# 01

## 글로벌 공급망 리스크 요인 공급망 리스크 유형

공급망 리스크	핵심 제품 및 소재의 제조 역량과 공급망에 있어서 유사시에 정상적인 공급이 어려워 질 수 있는 요인
동아시아의 지정학적 리스크 요인	반도체 공급망

	지정학적 리스크
대만	빈번한 지진 및 태풍 피해, 양안관계 긴장고조, 56년만의 대가뭄, 정전, 정치적 양극화, 외교문제 복잡, 국제기구 및 동맹 가입 곤란
한국	북핵문제 긴장 연속, 한일간의 반도체 소재 무역규제 갈등
일본	빈번한 지진 및 화산폭발, 태풍피해, 방사능 오염, 자국 반도체 쇠퇴

자료: 정형곤(2021) 미중 반도체 패권경쟁과 글로벌 공급망 재편

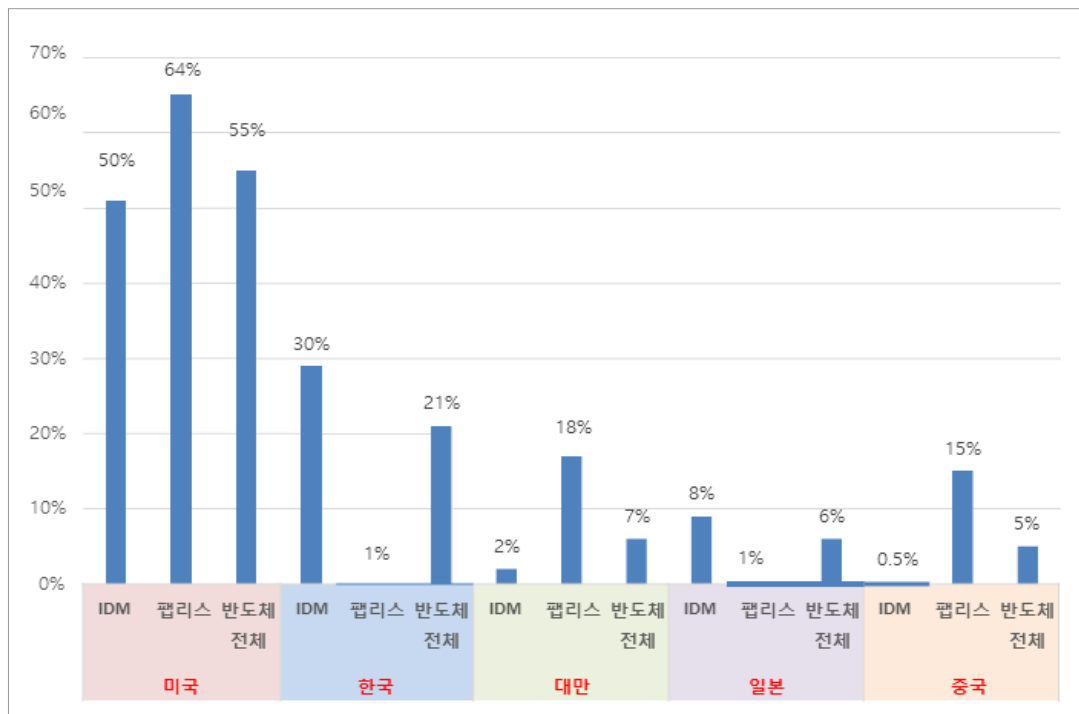
공급망 분야	핵심기술	국가	국별 점유율	미국 점유율
전공정 (Fabs)	선단 로직 칩 (<10 nm)	대만	92%	0%
	메모리 칩	한국	41%	5%
웨이퍼제조 및 핸들링 장비	Crystal growing furnaces	독일	100%	0%
	Wafer bonders and aligners	오스트리아	83%	5%
	Crystal machining tools	일본	95%	0%
	Wafer handling tools		88%	6%
증착장비	Spin coating tools		100%	0%
	Tube diffusion and deposition tools		84%	<1%
후공정장비(APT)	Dicing tools		85%	2%
노광장비 (Lithography)	Resist processing tools		96%	<1%
	EUV resists		>90%	0%
	EUV photolithography tools	네덜란드	100%	0%
	EUV laser amplifiers and mirrors	독일	100%	0%

자료: CSET(2021.04), p3에서 발췌 정리

# 01

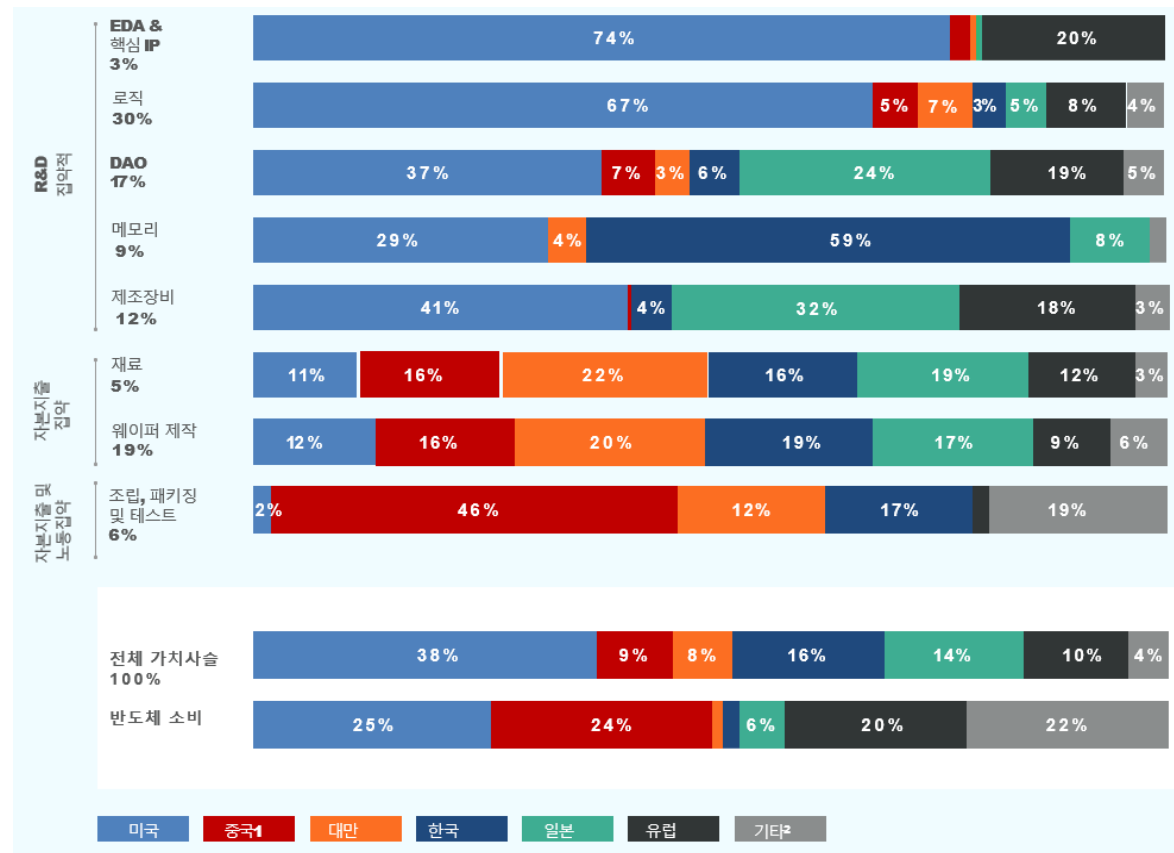
## 글로벌 공급망 리스크 요인 글로벌 반도체 공급망

글로벌 반도체 비즈니스 모델별 시장점유율(2020년)



자료: IC Insights(2021.04). p2에 의해 재구성

주: 국별 시장점유율은 각 기업의 본사가 위치한 국적별로 조사한 것임.



주: 1. 중국본토

2. 기타에는 이스라엘, 싱가포르 및 나머지 국가가 포함.

3. EDA, 설계, 제조장비 및 원재료는 기업 매출 및 기업 본사 소재지 기준. 웨이퍼 제작 및 조립, 테스트는 설비용량 및 시설의 지리적 위치 기준. 자료: BCG(2021)

## 2. 한국 반도체 산업의 글로벌 공급망 구축 현황과 배경



- **미중간 패권경쟁은 반도체 산업으로 정조준되고 있으며, 주요국은 반도체의 글로벌 공급망 생태계 확보를 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있음.**
  - ✓ 미중 통상분쟁은 AI(인공지능), 5G, 자율주행차 등 첨단기술 패권 경쟁으로 확대되었고, 바이든 행정부에서는 패권 경쟁의 핵심이 반도체 산업으로 정조준되고 있음.
  - ✓ 글로벌 반도체 시장은 디지털 전환(DX), 4차 산업혁명(4IR) 실현에 따른 AI, 빅데이터, 메타버스, 자율주행차, 디지털 화폐, 블록체인 등 신기술의 발달로 지속적인 성장이 예견된 가운데, 미중을 비롯한 주요국은 반도체 관련 글로벌 공급망 생태계 확보에 치열한 경쟁을 벌이고 있음.
- **반도체가 국가안보 및 패권 개념을 변화시키는 중요한 국가자산이 된 상황에서 미국의 반도체 산업 육성을 위한 공적 지원과 중국 반도체 산업에 대한 제재는 반도체 산업의 글로벌 공급망에 큰 변화를 초래할 것으로 전망됨.**
- **날로 심화되어 가는 미중 반도체 패권 경쟁은 글로벌 반도체 공급망의 재편뿐만 아니라 우리 경제에도 큰 영향을 미칠 수 있어 우리 반도체 산업의 공급망 리스크를 점검하고 대응을 모색할 필요가 있음.**



# 02

## 한국의 반도체 수출입 동향 반도체 수입 현황

- 한국의 2020년 반도체 수입액은 약 570억 3천만 달러이며 제1 수입국은 중국으로 반도체 총수입액의 31.2%를 차지함.

표 1. 2020년 국가별 반도체 수입 동향

국가	금액(달러)	비중(%)
중국	17,791,394,892	31.2
대만	11,637,845,632	20.4
일본	7,769,403,954	13.6
미국	6,277,054,918	11.0
싱가포르	3,687,007,780	6.5
합계	47,162,707,176	82.7

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

표 2. 2020년 품목별 반도체 수입(대분류)

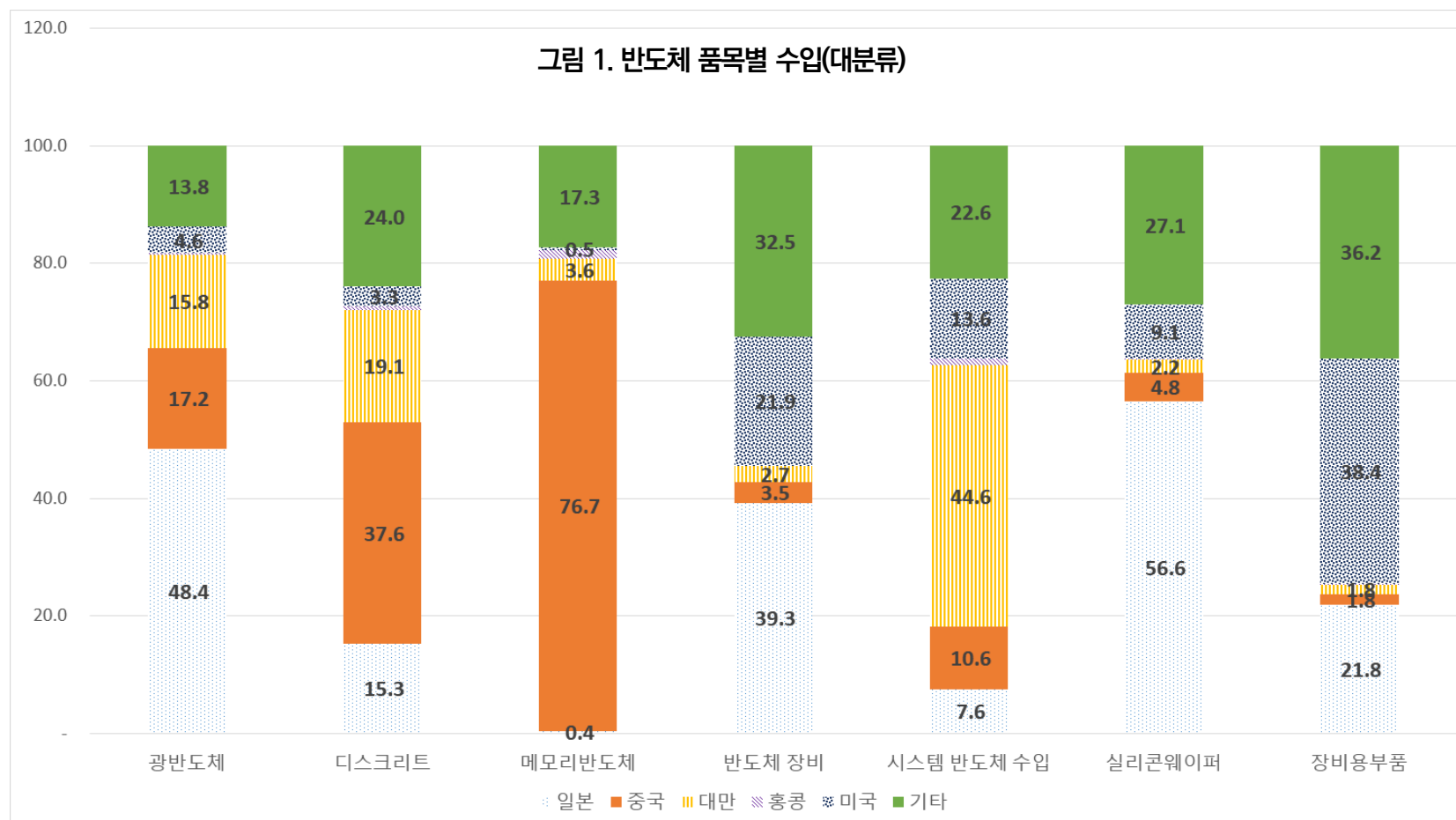
품명 대분류	금액(달러)	비중(%)
시스템 반도체	22,289,874,562	39.1
메모리 반도체	18,075,651,731	31.7
반도체 장비	7,693,939,766	13.5
장비용 부품	3,034,506,457	5.3
광반도체	2,345,253,468	4.1
디스크리트	2,044,625,094	3.6
실리콘웨이퍼	1,544,477,168	2.7
합계	57,028,328,246	100

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

## 02

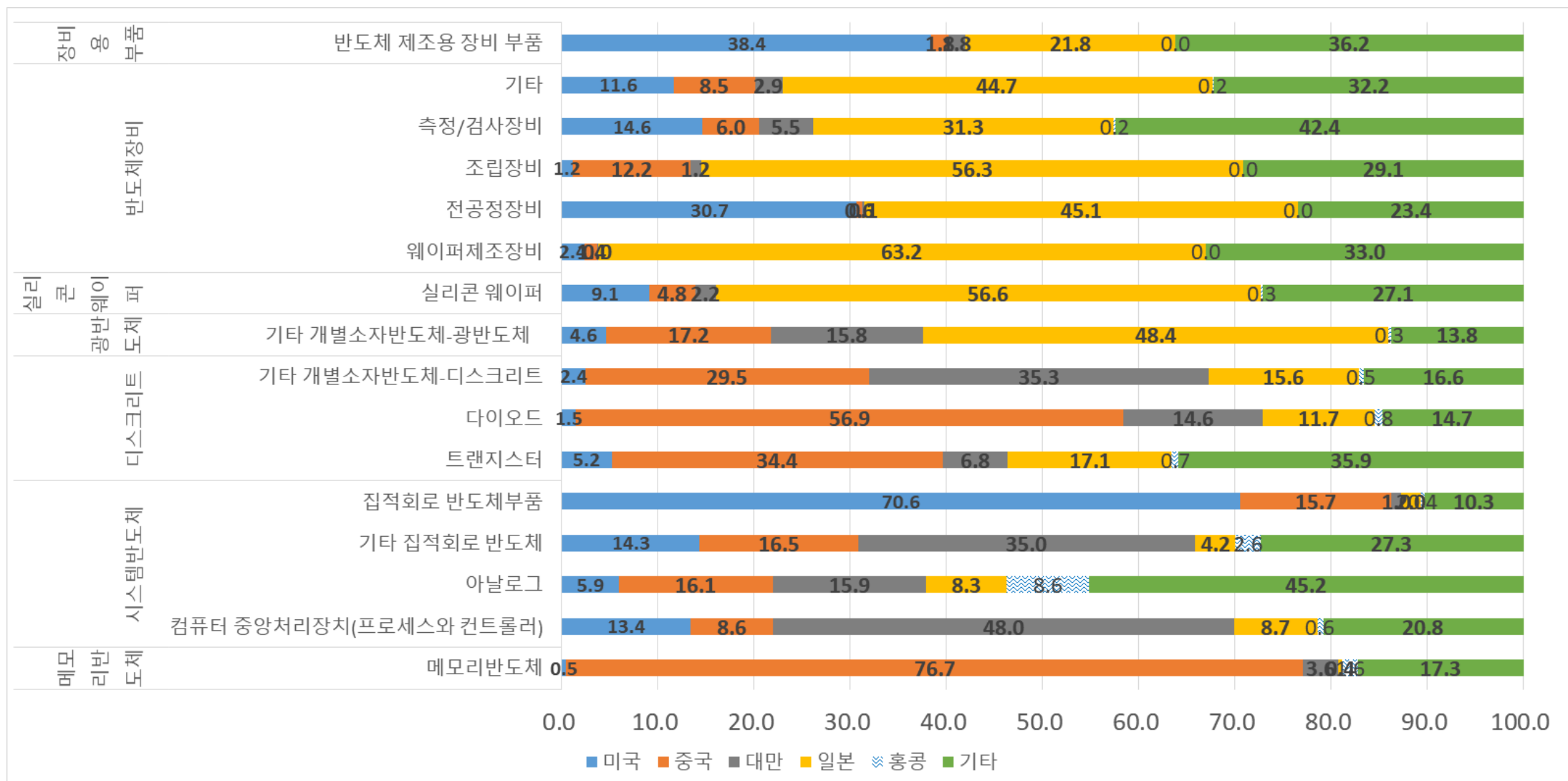
## 한국의 반도체 수출입 동향 반도체 수입 현황

- 메모리 반도체는 중국으로부터의 수입이 가장 많고, 우리나라 전체 메모리 반도체 수입의 76.7%(약 139억 달러)를 차지하며, 개별 국가 기준으로 2위는 대만이고 전체 비중의 3.6%(약 6억 5천만 달러)를 차지함.



자료: 관세청 무역통계를 기반으로 저자 작성.

그림 2. 한국의 반도체 품목별 수입(소분류)



# 02

## 한국의 반도체 수출입 동향 반도체 수입 현황

- 반도체 소재 53개 품목(HS 10단위 기준) 수입, 2020년 소재 수입 총액은 약 92억 2,400만 달러이며, 상위 5개국이 전체 소재 수입의 82.8%를 차지함.

표 3. 소재 수입 상위 5개 국가

국가	금액(달러)	비중(%)
일본	3,554,368,008	38.5
중국	1,888,758,573	20.5
미국	1,046,377,247	11.3
대만	770,015,155	8.3
베트남	373,849,446	4.1
합계	7,633,368,429	82.8

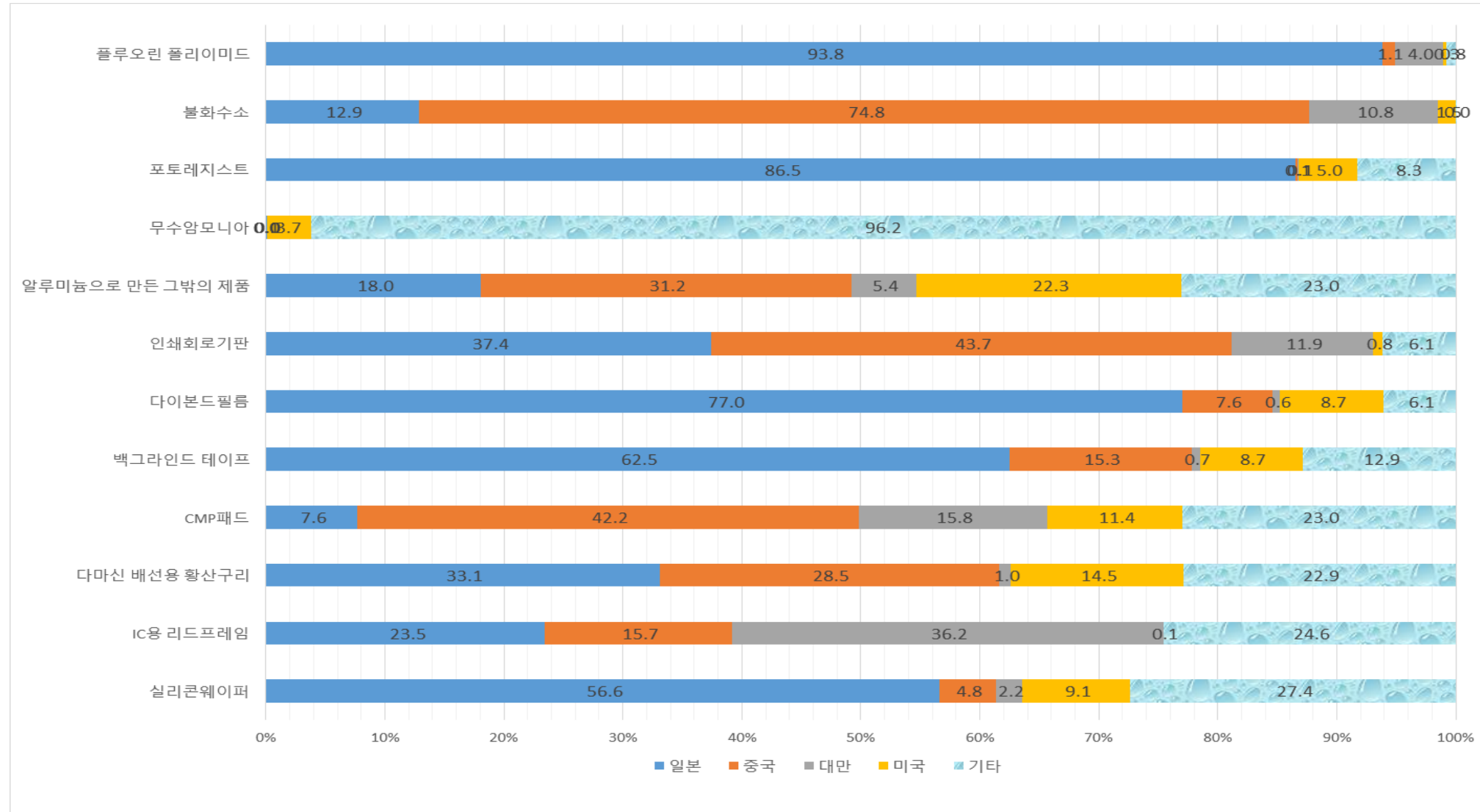
자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

표 4. 주요 소재 수입 현황(2020년 기준)

품목	금액(달러)	비중(%)
실리콘웨이퍼(Silicon Wafer)	1,544,477,168	16.7
IC용 리드프레임(Leadframe)	1,242,295,769	13.5
다마신 배선용 황산구리	1,198,396,583	13.0
CMP 패드	972,880,124	10.5
백그라운드 테이프(Back Grind Tape)	465,059,537	5.0
층간절연재, 다이본드 필름(Die Bonding Film)	452,879,908	4.9
인쇄회로기판(PCB)	422,658,589	4.6
포토 레지스트(Photo Resist)	379,398,055	4.1
알루미늄으로 만든 그밖의 제품	337,844,077	3.7
무수(無水)암모니아(기체 암모니아 NH3)	331,333,142	3.6
불화수소	72,894,591	0.8
플루오린 폴리이미드	37,710,053	0.4
합계	7,457,827,596	80.9

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

### 그림 3. 국가별 주요 소재 수입 품목



### 그림 4. 주요 소재 13개 품목 수입 동향

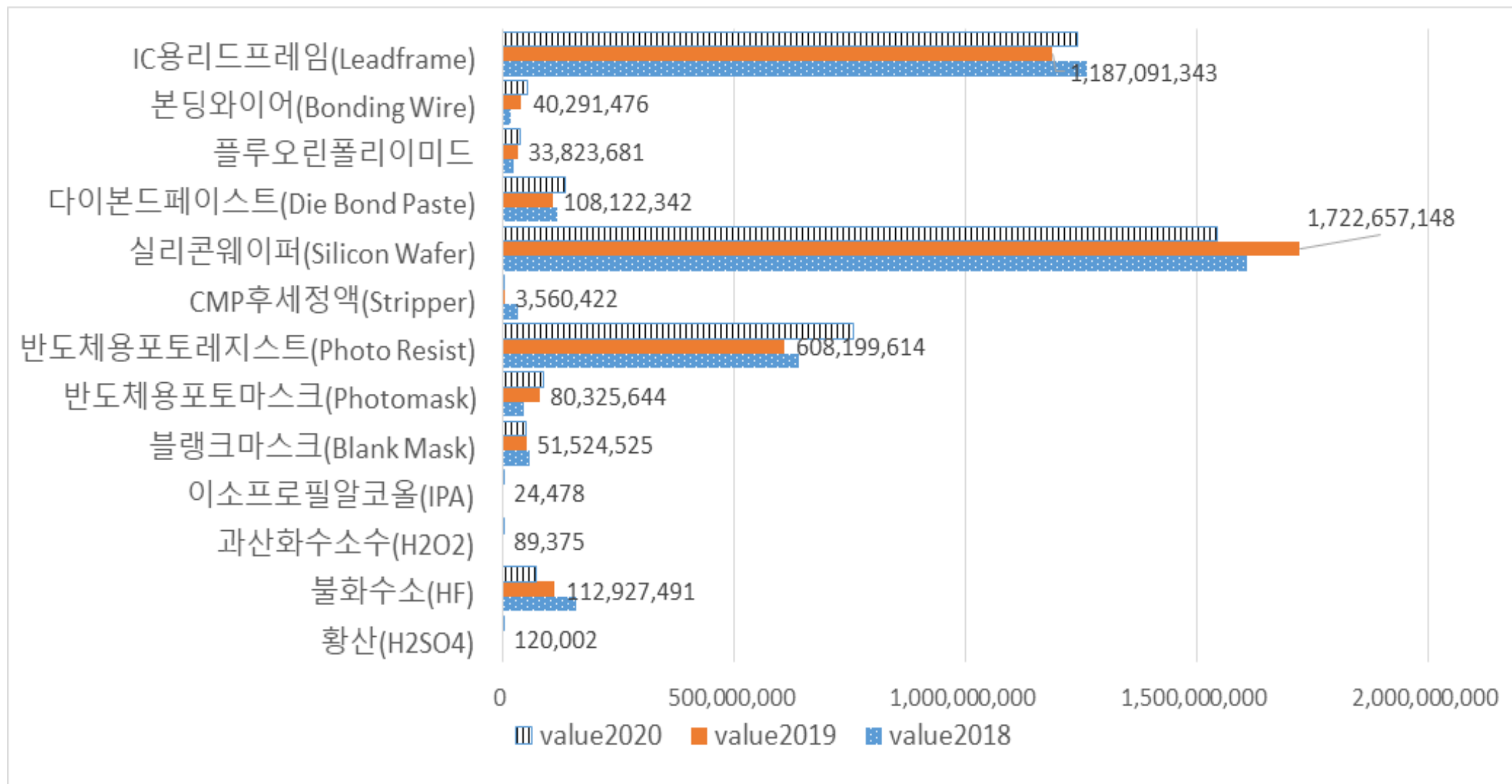
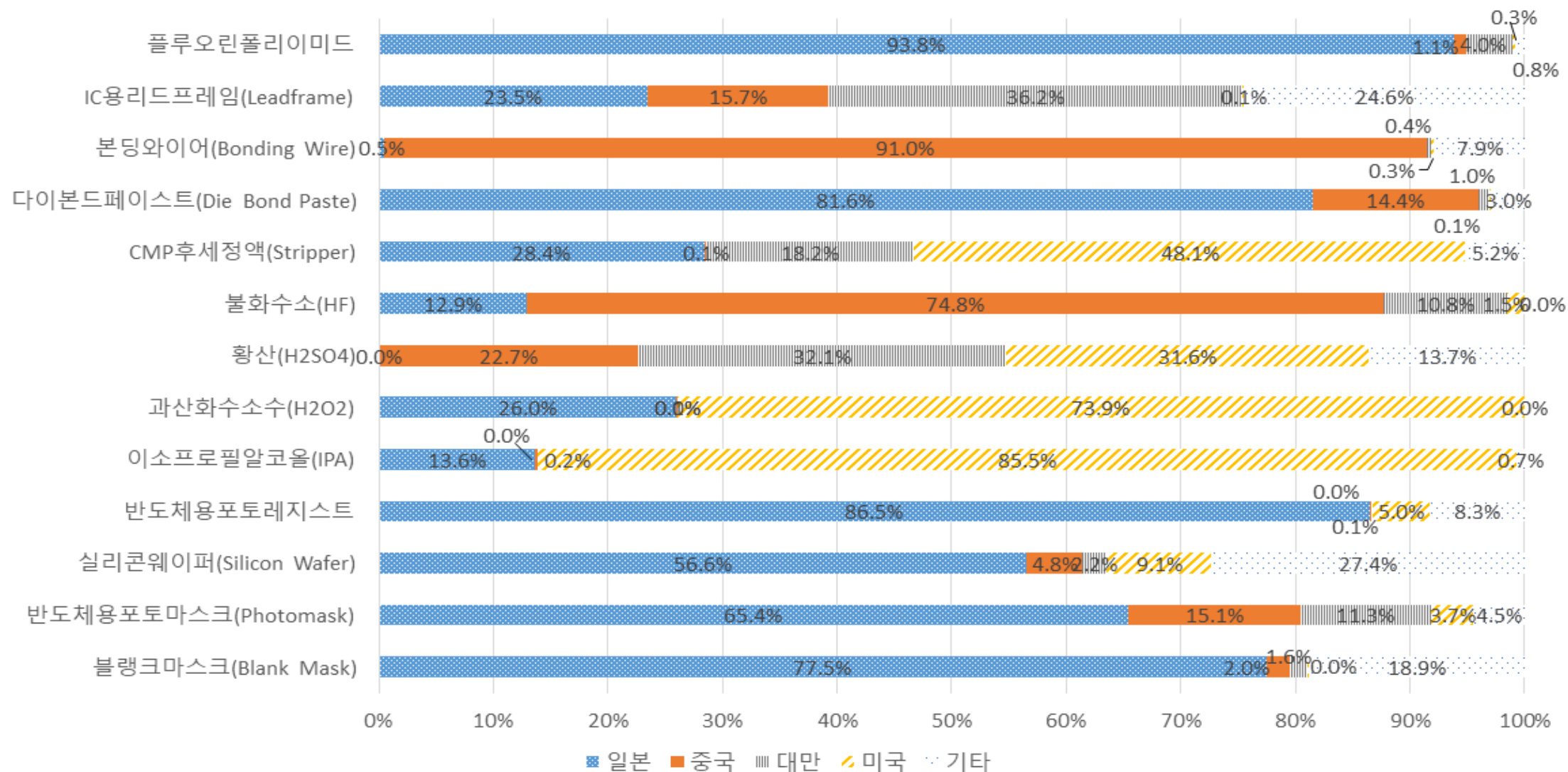


그림 5. 반도체 주요 소재 수입 동향



# 02

## 한국의 반도체 수출입 동향 반도체 수출 현황

- 한국의 2020년 반도체 수출액은 약 954억 6천만 달러이며, 제1 수출국은 중국으로 우리나라 반도체 수출액의 43.2%(약 412억 달러)를 차지함.

표 5. 2020년 국가별 반도체 수출 동향

국가	금액(달러)	비중(%)
중국	41,219,594,894	43.2
홍콩	17,425,112,369	18.3
베트남	9,143,960,181	9.6
미국	7,571,137,606	7.9
대만	6,819,041,855	7.1
싱가포르	2,918,760,703	3.1
필리핀	2,899,726,110	3.0
말레이시아	1,373,811,907	1.4
일본	1,300,072,241	1.4
합계	90,671,217,866	95.0

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

표 6. 2020년 반도체 수출(대분류)

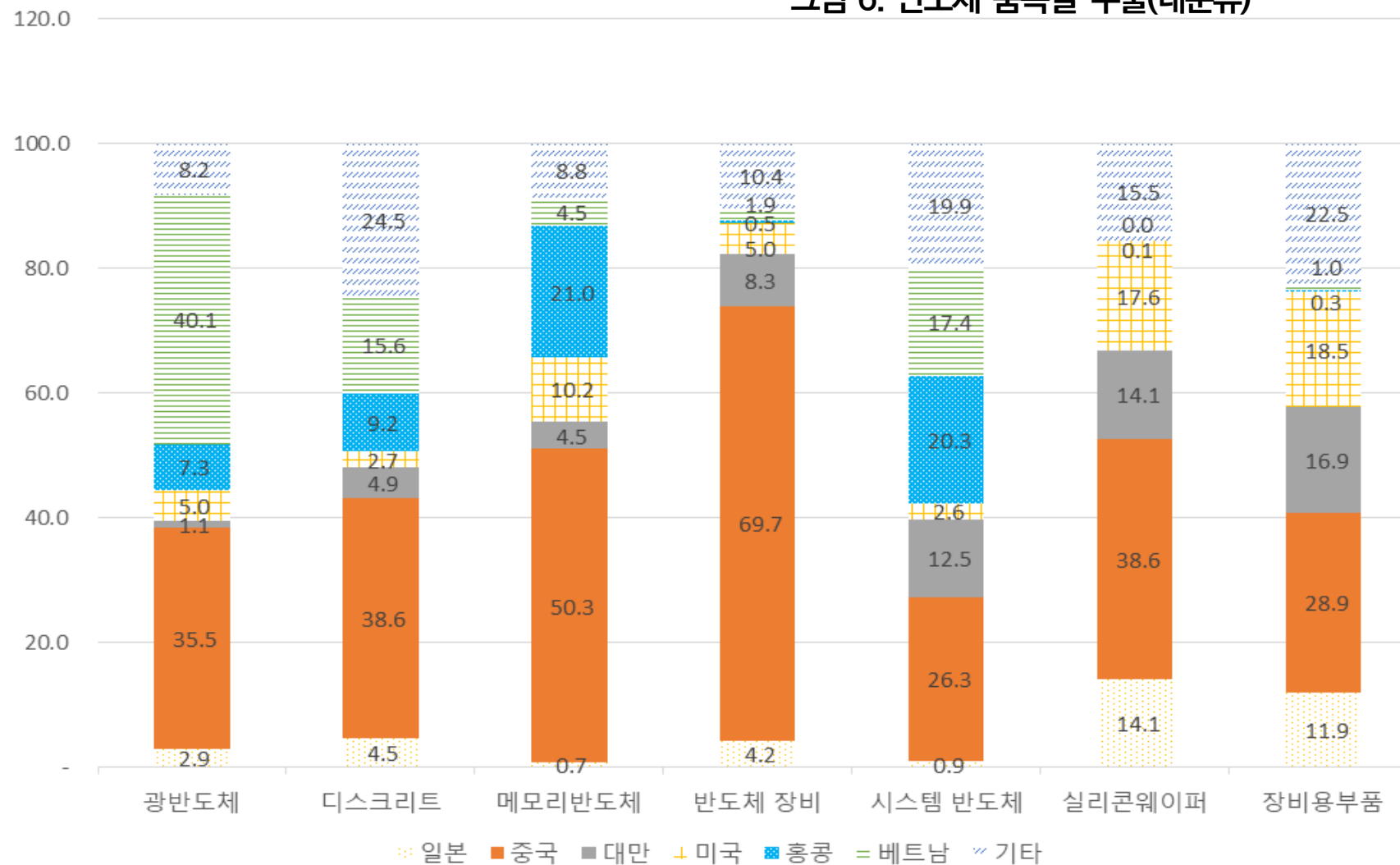
품명 대분류	금액(달러)	비중(%)
메모리 반도체	59,214,210,865	62.0
시스템 반도체	26,744,128,627	28.0
반도체 장비	3,194,024,131	3.3
장비용 부품	2,010,797,538	2.1
디스크리트	1,724,302,184	1.8
광반도체	1,696,989,304	1.8
실리콘웨이퍼	878,323,044	0.9
합계	95,462,775,693	100.0

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.



## 한국의 반도체 수출입 동향 반도체 수출 현황

그림 6. 반도체 품목별 수출(대분류)



자료: 관세청 무역통계를 기반으로 저자 작성.

## 한국의 반도체 수출입 동향 반도체 수출 현황

그림 7. 주요국의 반도체 품목별 수출(소분류)

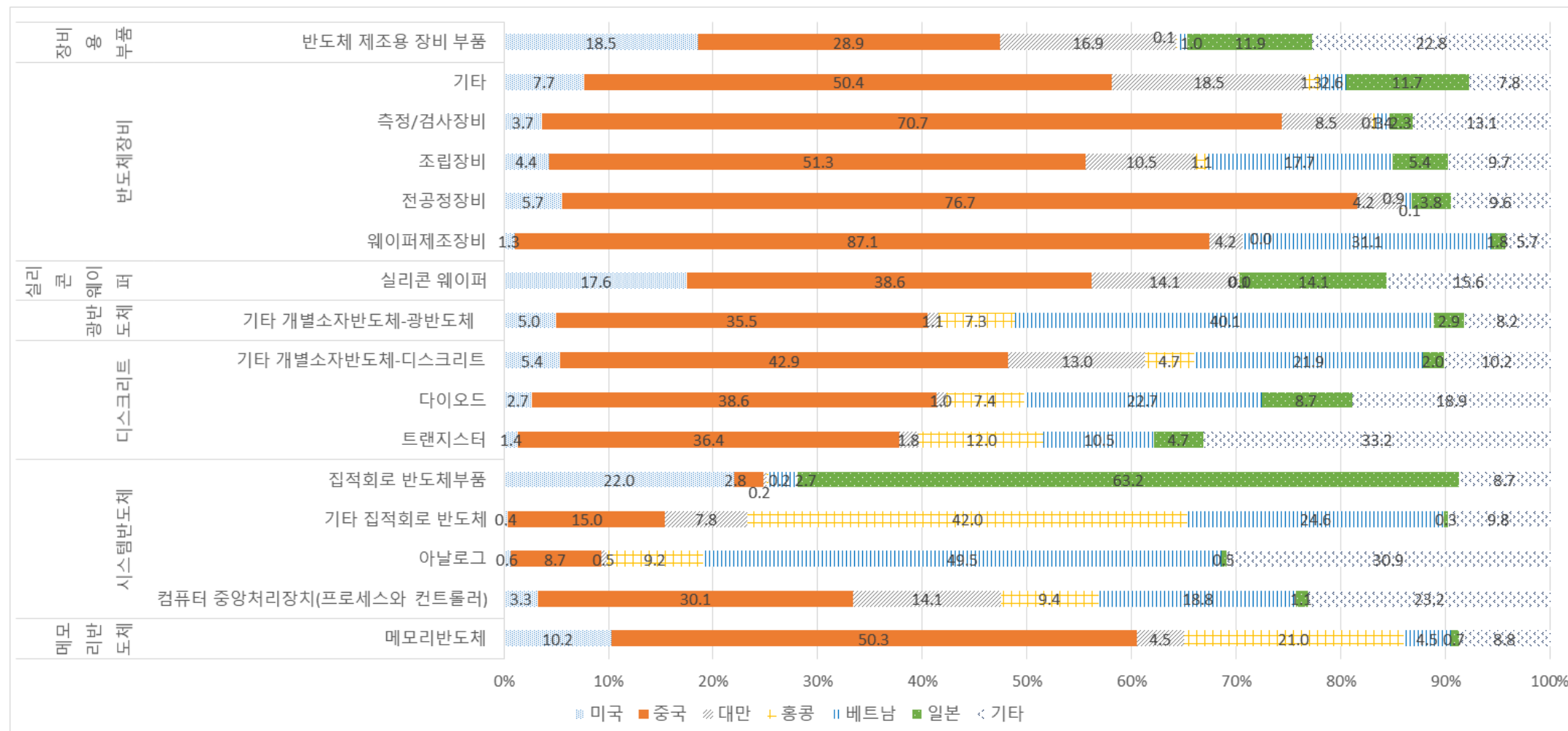


표 7. 2020년 반도체 소재 수출

국가	금액(달러)	비중(%)
중국	3,357,872,840	33.4
베트남	1,669,461,090	16.6
대만	1,050,984,160	10.4
미국	805,686,583	8.0
일본	647,504,109	6.4
필리핀	374,589,366	3.7
홍콩	250,303,169	2.5
싱가포르	216,331,939	2.2
인도네시아	158,491,418	1.6
태국	143,200,539	1.4
합계	10,060,258,261	86.2

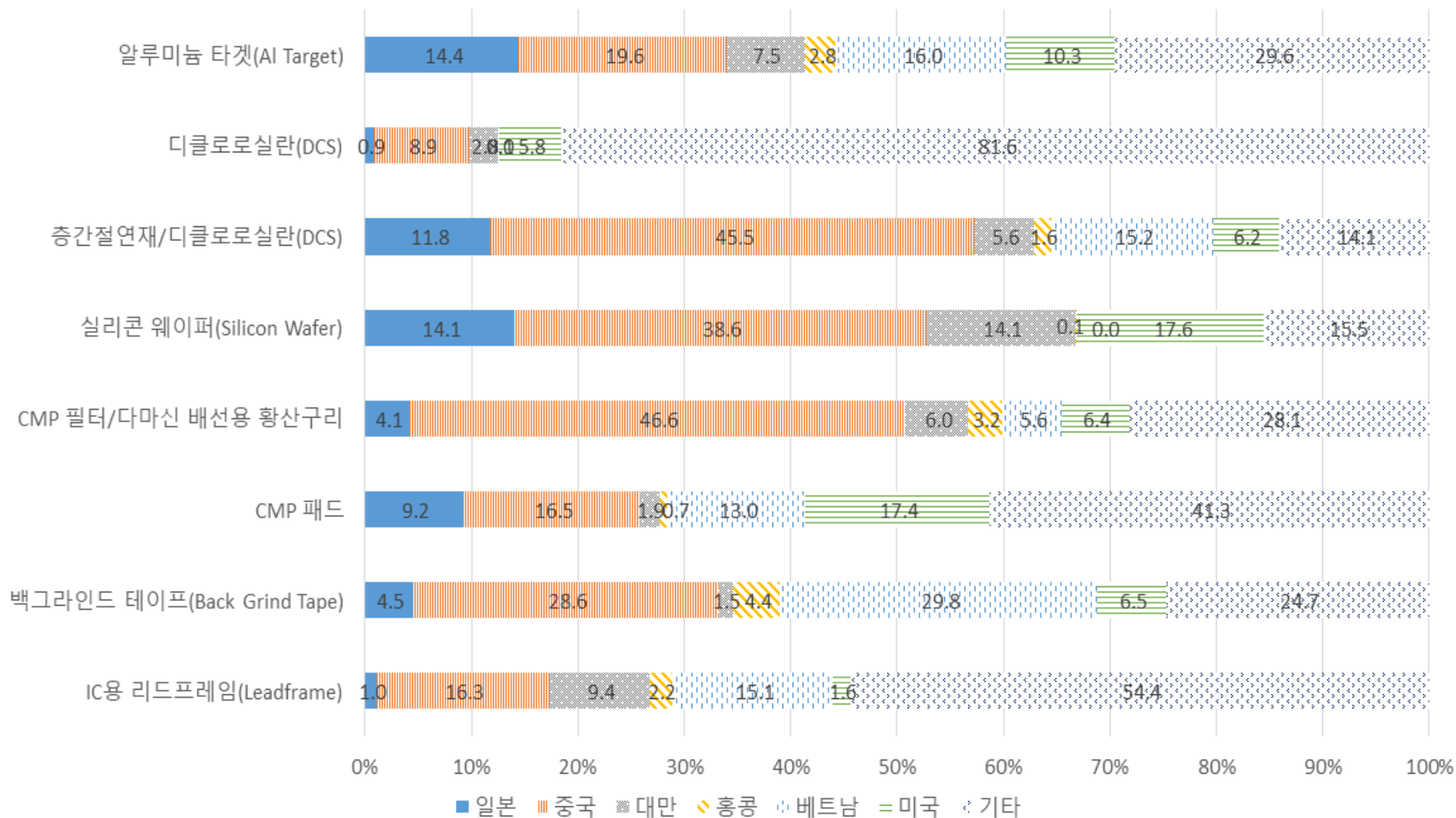
표 8. 2020년 10대 수출 상위 소재 품목

품목	금액(달러)	비중(%)
IC용 리드프레임(Leadframe)	2,538,666,098	25.2
백그라운드 테이프(Back Grind Tape)	1,403,906,079	14.0
CMP 패드	1,160,694,802	11.5
다마신 배선용 황산구리	930,070,067	9.2
실리콘 웨이퍼(Silicon Wafer)	878,323,044	8.7
다이본드 필름(Die Bonding Film)	388,542,129	3.9
디클로로실란(DCS)	363,842,770	3.6
알루미늄 타겟(Al Target)	323,889,380	3.2
패키지 기판용 적층재료	282,534,695	2.8
본딩와이어(Bonding Wire)	266,125,001	2.6
합계	8,536,594,065	84.9

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

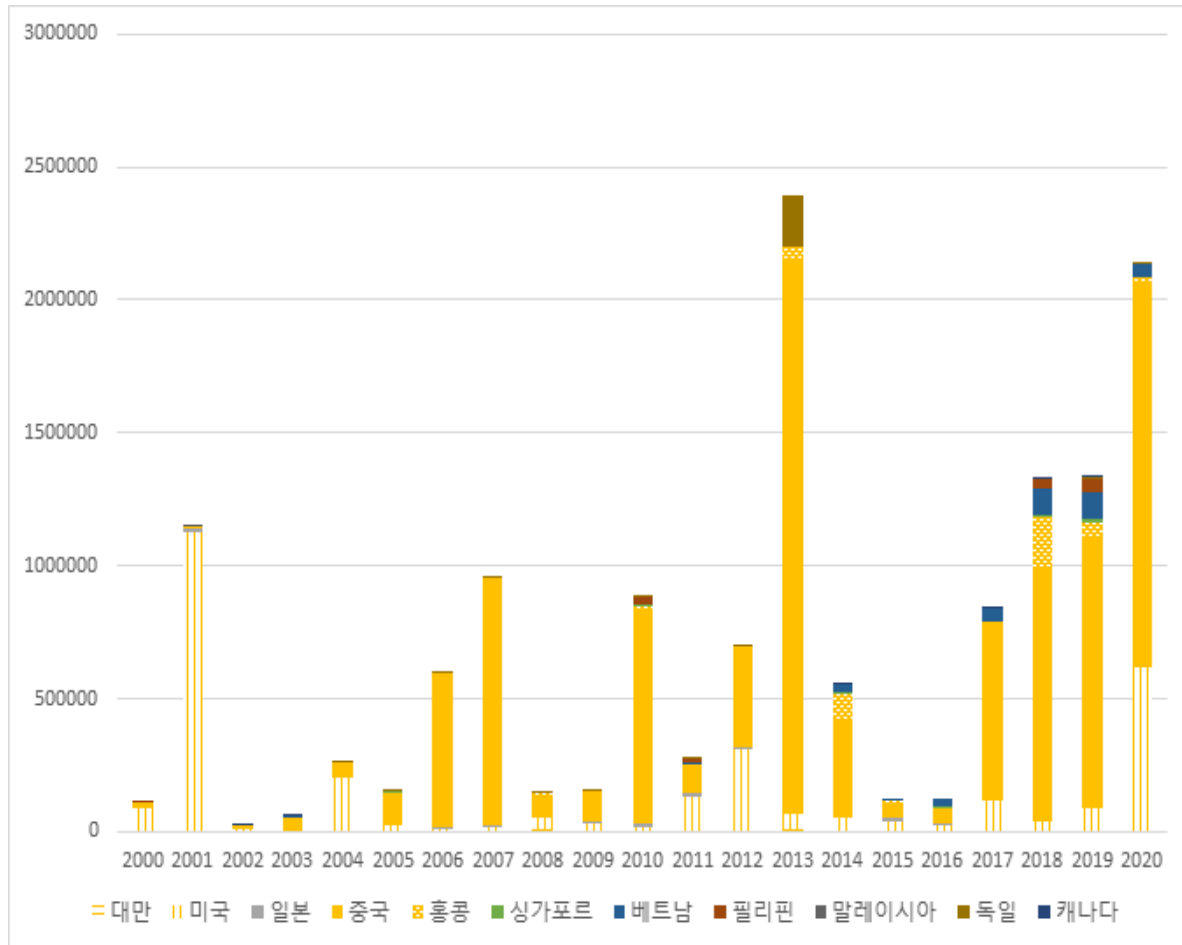
## 한국의 반도체 수출입 동향 반도체 수출 현황

그림 8. 10대 소재 수출 현황(2020년 기준)



자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

그림 9. 한국 반도체 기업의 해외 투자



- 한국 반도체 기업의 해외 투자는 중국에 압도적으로 집중되어 있으며, 기업내 생산 공정의 분업화를 위한 투자임.
- 중국에서는 낸드플래시, D램 등 메모리의 웨이퍼 가공공정 및 후공정(패키징, 테스트) 분야를 중심으로 생산
- 미국에는 파운드리 생산거점과 함께 현지 최첨단기술 취득 목적의 R&D 센터 설립도 겸하고 있음.

그림 9. 한국 반도체 기업의 해외 투자

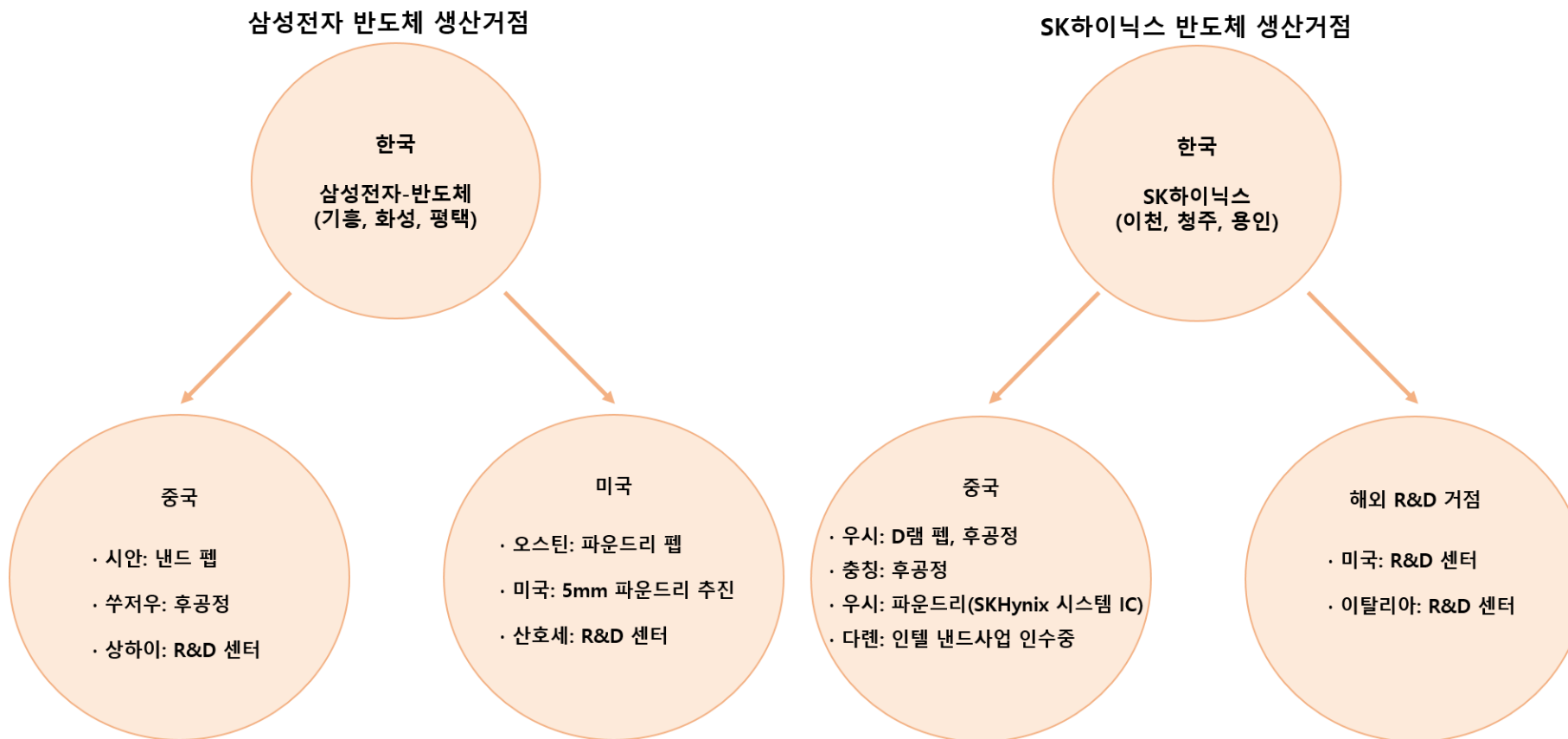
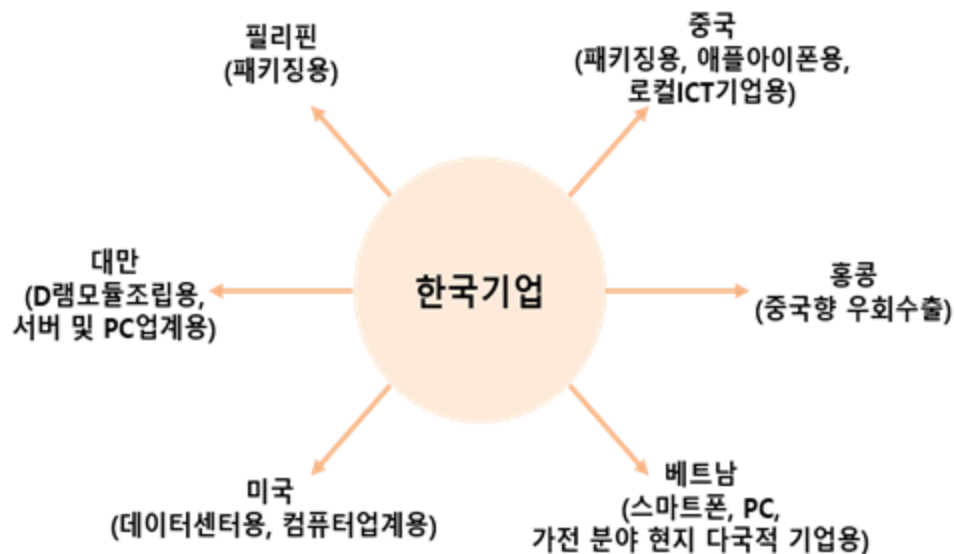


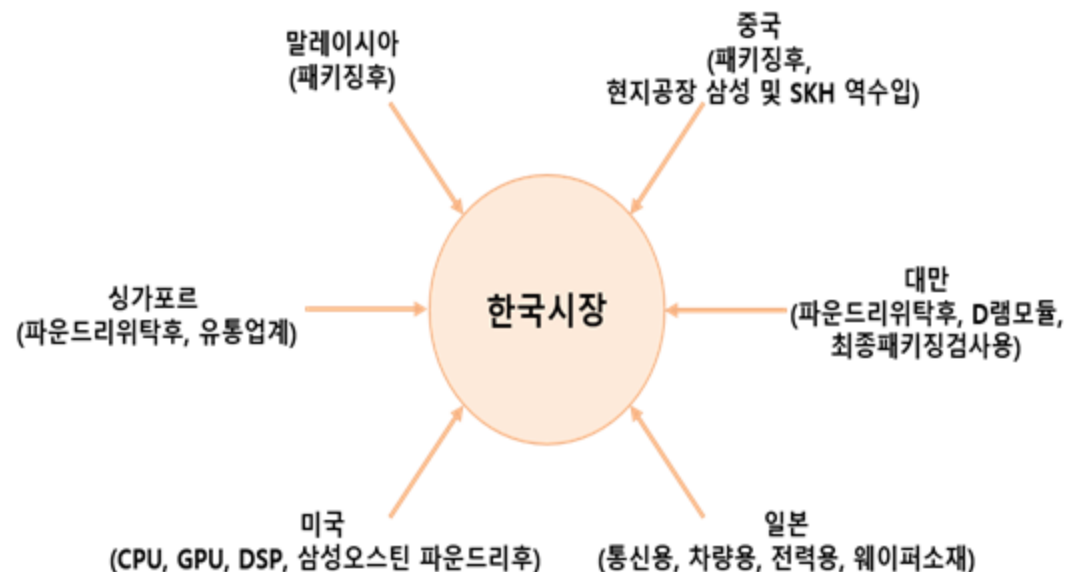
그림 11. 한국 반도체 국별 수출 배경



주: 중국부터 시계방향으로 2020년 수출액 순위

자료: 저자 작성.

그림 12. 한국 반도체 국별 수입 배경



주: 중국부터 시계방향으로 2020년 수입액 순위

자료: 저자 작성.

### 3. 한국 반도체 산업 공급망 리스크와 글로벌 공급망 변화 전망

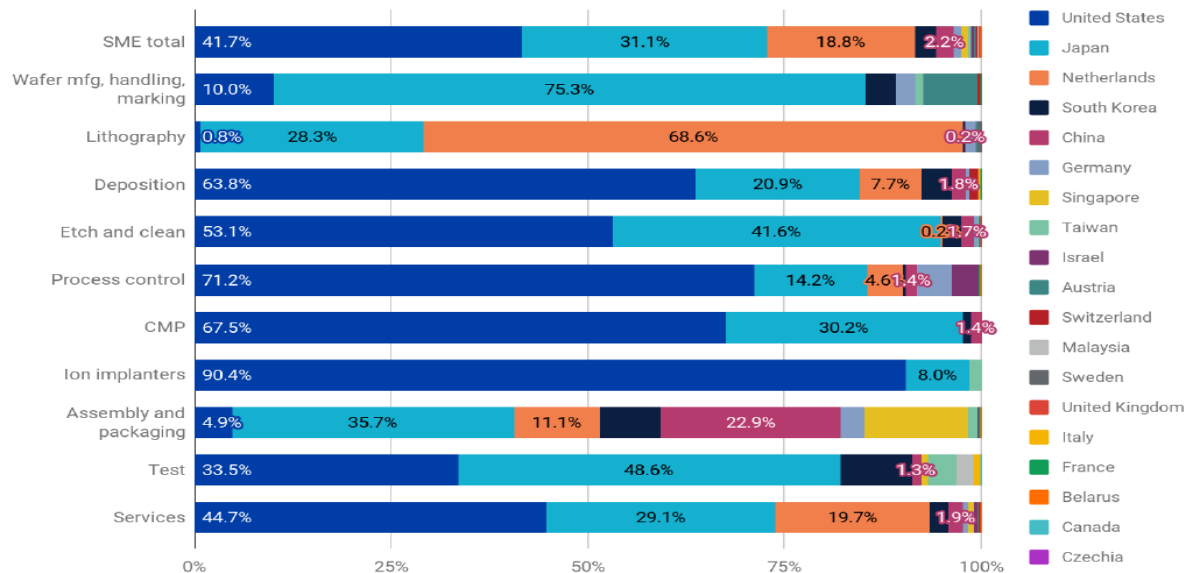




## 한국 반도체 산업 공급망 리스크와 글로벌 공급망 변화 전망

### 한국 반도체 산업 공급망 리스크

- 핵심 장비 및 소재를 미국, 일본, 네덜란드 등 선진국에 의존. 글로벌 시장에서 일본이 압도적인 우위를 가지고 있는 분야에 유의할 필요
  - 반도체 제조 장비 산업에 있어서 주요국의 점유율은 미국 41.7%, 일본 31.1%, 네덜란드 18.8%, 한국 2.2%
  - EUV 스캐너를 비롯해 Mask aligner, F-beam(Chips) 등은 유럽이 글로벌 시장을 확고히 장악하고 있으나, 일본이 무기화할 수 있는 ArF scanner(42.6%), I-line stepper(65.0%), E-beam mask(91.3%), Resist processing (96.2%)은 특별히 공급망 관리에 유의할 필요가 있음.
  - 웨이퍼 제조·가공·마킹(Wafer mfg, handling, marking) 분야에서 일본의 글로벌 시장 점유율이 75.3%를 차지, 공급망 리스크에 유의할 필요
  - Lithography 역시 일본은 28.3%를 차지하나, 네덜란드가 68.6%를 점유해 일본의 공급망 리스크는 크지 않음.
  - 그밖에 Etch and clean 장비는 일본이 글로벌 시장에서 41.6%를 차지하나, 미국이 과반수를 생산하고 있어 대체 가능함.



# 03

## 한국 반도체 산업 공급망 리스크와 글로벌 공급망 변화 전망 한국 반도체 산업 공급망 리스크

- 반도체 제조를 위한 기초 원료 공급처에 대한 의존도 역시 큰 공급망 리스크임.
  - 반도체 제조 기초 원료 조달에서 중국이 큰 비중을 차지하고 있으며, 중국의 생산 점유율이 높은 갈륨(95.7%), 텅스텐(83.6%), 마그네슘(82.0%)은 우선적으로 공급망 관리가 필요
  - 우리나라는 실리콘과 갈륨의 대중 의존도가 높고, 포토마스크, 포토레지스트는 대일 의존도가 절대적이어서 상대국이 악의적으로 공급을 중단하지 않도록 외교적 노력을 기울이거나 공급망을 관리해야 함.
  - 반도체 제조를 위해서는 수백 가지의 화학물질과 가스류가 필요하며, 이러한 원료와 소재는 수입에 의존, 따라서 소수 공급자에 의존하는 품목은 보다 안정적인 공급망을 구축할 필요
- 반도체 소재, 부품, 장비의 수출입에서 자세히 분석한 결과를 토대로 반도체 공정 수입 품목 중 한 국가의 점유율이 50% 이상을 차지하는 품목은 공급망 리스크 대상으로 간주하여 상시적 관리가 필요

## 한국 반도체 산업 공급망 리스크와 글로벌 공급망 변화 전망

### 한국 반도체 산업 공급망 리스크

표 9. 반도체 수입 품목 중 점유율이 높은 품목(2020년 기준)

품목명	수입국	비중(%)
플루오린 폴리이미드	일본	93.80
본딩와이어	중국	91.00
포토레지스트리	일본	86.50
연마제	일본	85.50
다이본드 페이스트	일본	81.00
블랭크마스크	일본	77.50
다이본드 필름	일본	77.0
메모리 반도체	중국	76.70
불화수소	중국	74.80
집적회로 반도체	미국	70.00
집적회로 반도체 부품	미국	70.00
웨이퍼 제조장비	일본	63.20
백그라운드 테이프	일본	62.50
다이오드	중국	56.90
실리콘웨이퍼	일본	56.00
조립장비	일본	56.30
광반도체	일본	48.50
컴퓨터 중앙처리장치	대만	48.00
전공정장비	일본	45.10
반도체 제조용 장비부품	미국	38.40
트랜지스터	중국	34.40
측정/검사장비	일본	31.10
불화수소(제재 품목)	일본	12.90

- 대일 의존도가 높은 이유는 반도체 산업이 최첨단기술의 신성장 산업으로, 글로벌 시장에서 선행 개발한 기업이 시장을 선점하는 전형적인 '승자독식(Winner takes all)' 비즈니스이기 때문임.

✓ 일본은 한국에 앞서 제조장비 및 소재 산업의 경쟁력을 확보. 2000년대 들어 일본의 메모리 산업은 쇠퇴했지만 장비 및 소재 산업은 계속해서 강한 경쟁력을 유지하고 있음.

✓ 일본의 반도체 소재는 세계 최고 기술력과 생산능력(Capacity)을 갖춘 독과점적 공급구조를 지니고 있기 때문에, 한국은 당분간 일본의 메모리 관련 소부장 산업에 의존해야 하는 기술적 취약성을 안고 있음

- 반도체 소재의 경우 한국계 기업이라도 일본 업계에서 원료를 수입하여 완제품으로 제조하는 형태가 많아, 공정 소재에 있어서 원천기술 미확보로 해외 의존도가 높은 것도 공급망 리스크임.

✓ 한국기업은 저순도 불산(HF: Hydrogen Fluoride)을 생산하거나, 일본에서 원료를 수입하여 정제하는 구조로, 반도체에 사용되는 고순도 불산에 대한 일본 의존도가 높음.

✓ 솔브레인의 경우 일본 스텔라와 합작사인 FECT를 설립하고, 스텔라로부터 원료를 공급받고 있음.

- 중국으로의 반도체 소재 수입도 상당한데, 그 이유는 중국에는 우리나라의 화관법, 화평법 등 환경 관련 화학물질 관리가 상대적으로 느슨하여 일본, 미국, 독일 기업 등이 현지에 많이 진출해 있기 때문임.

✓ 대중 의존도라기보다 중국에 진출한 일본 또는 외국기업에 대한 의존도가 높은 것임<sup>27</sup>

## 한국 반도체 산업 공급망 리스크와 글로벌 공급망 변화 전망

### 한국 반도체 산업 공급망 리스크

표 9-1. 반도체 소부장 수입 70%이상 품목과 국가별 의존도(2020년 기준)


국가	Freq.	Percent	Cum.
AT	1	1.85	1.85
<b>CN</b>	<b>15</b>	<b>27.78</b>	29.63
DE	2	3.7	33.33
<b>JP</b>	<b>22</b>	<b>40.74</b>	74.07
MY	1	1.85	75.93
TW	5	9.26	85.19
US	7	12.96	98.15
VN	1	1.85	100
Total	54	100	

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

표 9-2. 반도체 소부장 **대일 수입 70%이상 품목** (2020년 기준)

품명 대분류	제품설명HS	수입의존도
반도체장비	반도체 제조용 금속도금기	80.4
장비용 부품	기타 반도체제조용 기계 중 부분품	75.0
반도체장비	기타 광물질의 가공기계	91.3
반도체장비	기타 노와 오븐	93.3
반도체장비	IC 제조용 스펀드라이어	79.6
반도체장비	IC 제조용 저항가열식의 노와 오븐	81.5
반도체장비	감광성 반도체 재료에 회로모형을 투영 또는 드로잉하는 기기- 스텝 앤 리프트 얼라이너	95.8
반도체장비	반도체 웨이퍼를 습식 식각, 현상, 스트리핑 또는 세척하는 기계	86.3
반도체장비	반도체 제조공정중 레이저빔에 의하여 연결통로를 절단하는 레이저절단기	100.0
반도체장비	반도체 웨이퍼의 식각, 스트리핑 또는 세척을 위한 분사기	97.4
반도체장비	포토리티스트를 도포, 현상 또는 경화시키는 기기	97.6
반도체장비	웨이퍼상에 테이프를 부착시키는 기계	93.2
반도체장비	웨이퍼를 개별 칩으로 절단하는 기기	95.0
반도체장비	포토리티스트를 도포, 현상 또는 경화시키는 기계	99.6
반도체장비	패키지성형 또는 리드프레임의 절단 및 성형용의 기계	98.6
반도체장비	납볼을 반도체 제조용 인쇄회로 기판 또는 세라믹기판에 탑재하는 기계	86.4
반도체장비	기타 굽힘, 접음, 교정, 펼침용의 금속 가공기계 - 반도체 리드의 것으로서, 프레스를 포함하여 수치제어식의 여부를 불문한다	79.2
장비용부품	반도체제조용 램프	76.6
광반도체	전하결합소자	93.4
반도체장비	반도체 제조용 사진현상실용의 기기와 네가토스코우프	99.5
장비용 부품	기타 사진용 필름	89.1
반도체장비	반도체 제조용의 자동제어기기	90.6

## Part II

1. 문제제기
  2. 주요국의 반도체 산업 경쟁력 분석
  3. 글로벌 반도체 공급망 분석
  4. 결론
- 

## 1. 문제제기

### ❖ 미중 패권 경쟁은 인공지능(AI), 5G, 자율주행차 등 첨단 분야로 심화·확대

- 첨단 기술은 빅 데이터, 로봇, 항공 우주 및 슈퍼 양자 컴퓨팅과 같은 첨단 제품 개발의 기반인 반도체 산업에 의존
- 중국의 반도체 수출은 2000년 이후 연평균 26%로 성장, 미국 연평균 반도체 수출 6%를 훨씬 넘는 성장세, 중국의 연평균 반도체 수입도 23%
  - ✓ 세계 최대 메모리 반도체(DRAM 및 NAND 플래시) 및 시스템 반도체(로직 및 아날로그 집적 회로(IC) 및 마이크로 부품) 소비 시장
- 중국은 디자인(팹리스), 파운드리(위탁 생산), OSAT(Outsource Semiconductor Assembly and Test)와 같은 산업에 있어서 수직적 분업과 함께 설계-프로세스-제조 애플리케이션 전공정에 거친 포괄적인 생태계를 구축, (중국은 배터리 산업은 원료부터 제품까지 모든 공정의 공급망 자체 구축 완료)

### ❖ Question: 중국이 반도체 공정 전체를 구축하고 장악한다면? YMTC가 제재를 받지 않았다면 Micron은? 삼성은?

#### • 미국의 우려

- ✓ 자체 반도체 산업에 대한 공급망 위기 인식
- ✓ 중국 반도체의 급속한 발전이 국가 안보와 경제에 중대한 위협

#### • 미국의 대응

- ✓ 중국 반도체 산업을 겨냥한 각종 수출규제, 투자제재, 금융제재 (화웨이, 하이실리콘 기업등과 거래 금지, AI용 칩 판매 금지, 고급팹 장비 공급 금지, 중국 고급 팹에 미국인 근무 금지, 결과적으로 중국 기업이 미국과 미국 동맹국으로 부터 장비와 서비스를 얻는것이 어려워짐.

### ❖ Three Key Questions?

1. 중국이 미국의 제재를 극복하고 반도체 산업을 계속 발전시킬 수 있을까?
2. 미국의 대중 반도체 산업에 대한 제재는 글로벌 반도체 산업과 글로벌 반도체 공급망에 어떤 영향을 미칠 것인가?
3. 미·중 반도체 패권 경쟁의 결과는 무엇이고, 정책적 시사점은 무엇인가?

## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (반도체 제조 산업의 수출)

Country	Exports 2000 (USD)	Rank2000	share2000	Country	Exports 2021 (USD)	Rank2021	share2021	CAGR(%)
USA	60,788,561,684	1	20.67	China, Hong Kong SAR	229,752,567,334	1	19.86	14.64
Japan	40,676,176,695	2	13.83	China	209,418,831,830	2	18.10	19.97
Singapore	33,439,915,649	3	11.37	Taiwan	163,839,747,711	3	14.16	10.42
Rep. of Korea	21,275,145,625	4	7.23	Singapore	125,100,899,432	4	10.81	6.48
Taiwan	20,445,097,108	5	6.95	Rep. of Korea	115,450,652,006	5	9.98	8.39
Malaysia	17,831,483,162	6	6.06	Malaysia	68,346,599,837	6	5.91	6.61
Philippines	16,661,486,171	7	5.66	USA	61,931,345,016	7	5.35	0.09
China, Hong Kong SAR	13,049,272,979	8	4.44	Japan	48,962,266,215	8	4.23	0.89
Germany	12,590,838,000	9	4.28	Philippines	25,761,949,143	9	2.23	2.1
United Kingdom	8,750,870,159	10	2.98	Germany	25,210,357,724	10	2.18	3.36
France	7,845,432,945	11	2.67	Netherlands	17,307,536,734	11	1.50	4.16
Netherlands	7,355,556,416	12	2.50	Ireland	11,378,359,569	12	0.98	4.9
Thailand	5,465,461,909	13	1.86	Thailand	11,144,023,319	13	0.96	3.45
China	4,576,812,473	14	1.56	France	9,904,525,127	14	0.86	1.12
Ireland	4,163,624,629	15	1.42	Mexico	4,226,550,321	15	0.37	2.39
Canada	3,444,721,289	16	1.17	Israel	4,012,243,000	16	0.35	12.12
Italy	2,874,896,939	17	0.98	Italy	2,732,688,198	17	0.24	-0.24
Mexico	2,574,717,898	18	0.88	United Kingdom	2,649,821,875	18	0.23	-5.53
Belgium	1,782,894,094	19	0.61	Belgium	2,090,045,112	19	0.18	0.76
Malta	1,516,745,903	20	0.52	Austria	2,006,590,479	20	0.17	2.96
<b>Total</b>	<b>287,109,711,727</b>		<b>97.6</b>		<b>1,141,227,599,982</b>		<b>98.6</b>	<b>6.79</b>

출처: UN Comtrade 데이터를 MTI 분류로 저자 집계

## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (반도체 제조 산업의 수입)

Country	Imports 2000 (USD)	Share (%)	Rank	Country	Imports 2021 (USD)	Share (%)	Rank	CAGR(%)
USA	49,374,717,384	15.74	1	China	470,224,814,790	35.81	1	16.88
Singapore	30,268,970,034	9.65	2	China, Hong Kong SAR	241,414,821,935	18.39	2	12.79
Taiwan	24,109,157,120	7.69	3	Singapore	102,173,263,363	7.78	3	5.96
Malaysia	23,365,196,499	7.45	4	Taiwan	88,363,057,044	6.73	4	6.38
Japan	20,492,542,911	6.53	5	Rep. of Korea	58,977,311,068	4.49	5	5.36
Rep. of Korea	19,695,600,981	6.28	6	USA	57,216,166,191	4.36	6	0.7
China, Hong Kong SAR	19,283,329,310	6.15	7	Malaysia	48,394,174,988	3.69	7	3.53
China	17,757,934,798	5.66	8	Japan	31,610,401,482	2.41	8	2.09
Germany	14,157,747,000	4.51	9	Germany	25,919,239,891	1.97	9	2.92
United Kingdom	12,247,802,880	3.91	10	Mexico	25,243,644,448	1.92	10	4.14
Mexico	10,771,044,876	3.43	11	Netherlands	20,069,378,438	1.53	11	5.33
Philippines	10,634,799,193	3.39	12	Thailand	18,380,495,361	1.40	12	4.58
France	8,698,827,606	2.77	13	India	17,792,167,993	1.36	13	19.47
Canada	8,331,312,755	2.66	14	Philippines	17,626,729,188	1.34	14	2.44
Thailand	7,172,893,564	2.29	15	Brazil	8,348,310,335	0.64	15	6.81
Netherlands	6,742,967,297	2.15	16	France	7,357,370,509	0.56	16	-0.79
Italy	3,840,734,909	1.22	17	Ireland	6,155,677,692	0.47	17	3.31
Ireland	3,104,227,086	0.99	18	Poland	5,613,130,611	0.43	18	12.35
Belgium	2,623,511,095	0.84	19	Hungary	4,757,109,351	0.36	19	6.16
Brazil	2,093,338,158	0.67	20	Czechia	4,202,185,201	0.32	20	9.97
<b>Total</b>	<b>294,766,655,456</b>	<b>93.98</b>		<b>Total</b>	<b>1,259,839,449,879</b>	<b>95.9</b>		<b>7.16</b>

출처: UN Comtrade 데이터를 MTI 분류로 저자 집계



## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (반도체 제조용 장비 수출)

Country	Exports 2000 (USD)	Share (%)	Country	Exports 2021 (USD)	Share (%)	CAGR(%)
Japan	5,532,445,067	39.40	Japan	31,464,687,626	23.58	8.63
USA	5,137,257,159	36.60	USA	28,396,052,236	21.28	8.48
Netherlands	1,904,710,208	13.60	Netherlands	20,118,976,540	15.08	11.88
Germany	415,497,000	3.00	Singapore	20,016,135,717	15	31.29
United Kingdom	375,461,264	2.70	Rep. of Korea	7,976,413,377	5.98	24.44
France	106,105,026	0.80	Taiwan	4,839,071,703	3.63	32.9
Italy	84,852,567	0.60	China	3,768,495,967	2.82	39.2
Rep. of Korea	80,807,275	0.60	Malaysia	3,594,454,337	2.69	41.45
Belgium	73,301,653	0.50	Germany	3,530,606,391	2.65	10.73
Singapore	65,834,659	0.50	China, Hong Kong SAR	3,401,044,230	2.55	22.98
China, Hong Kong	44,134,261	0.30	Israel	1,453,371,000	1.09	61.85
Canada	37,743,411	0.30	Austria	1,360,198,058	1.02	23.85
Sweden	36,899,700	0.30	United Kingdom	793,898,414	0.6	3.63
Mexico	23,393,321	0.20	Italy	587,354,528	0.44	9.65
Switzerland	18,936,816	0.10	Switzerland	460,496,290	0.35	16.41
Austria	15,227,072	0.10	Philippines	216,796,782	0.16	20.66
Taiwan	12,314,419	0.10	France	214,350,734	0.16	3.41
Australia	11,033,552	0.10	Thailand	212,245,692	0.16	33.44
Ireland	8,943,557	0.10	Czechia	164,145,538	0.12	24.68
Denmark	7,358,172	0.10	Sweden	145,292,315	0.11	6.74
<b>Total</b>	<b>13,992,256,159</b>	<b>99.70</b>	<b>Total</b>	<b>132,714,087,475</b>	<b>99.46</b>	<b>11.31</b>

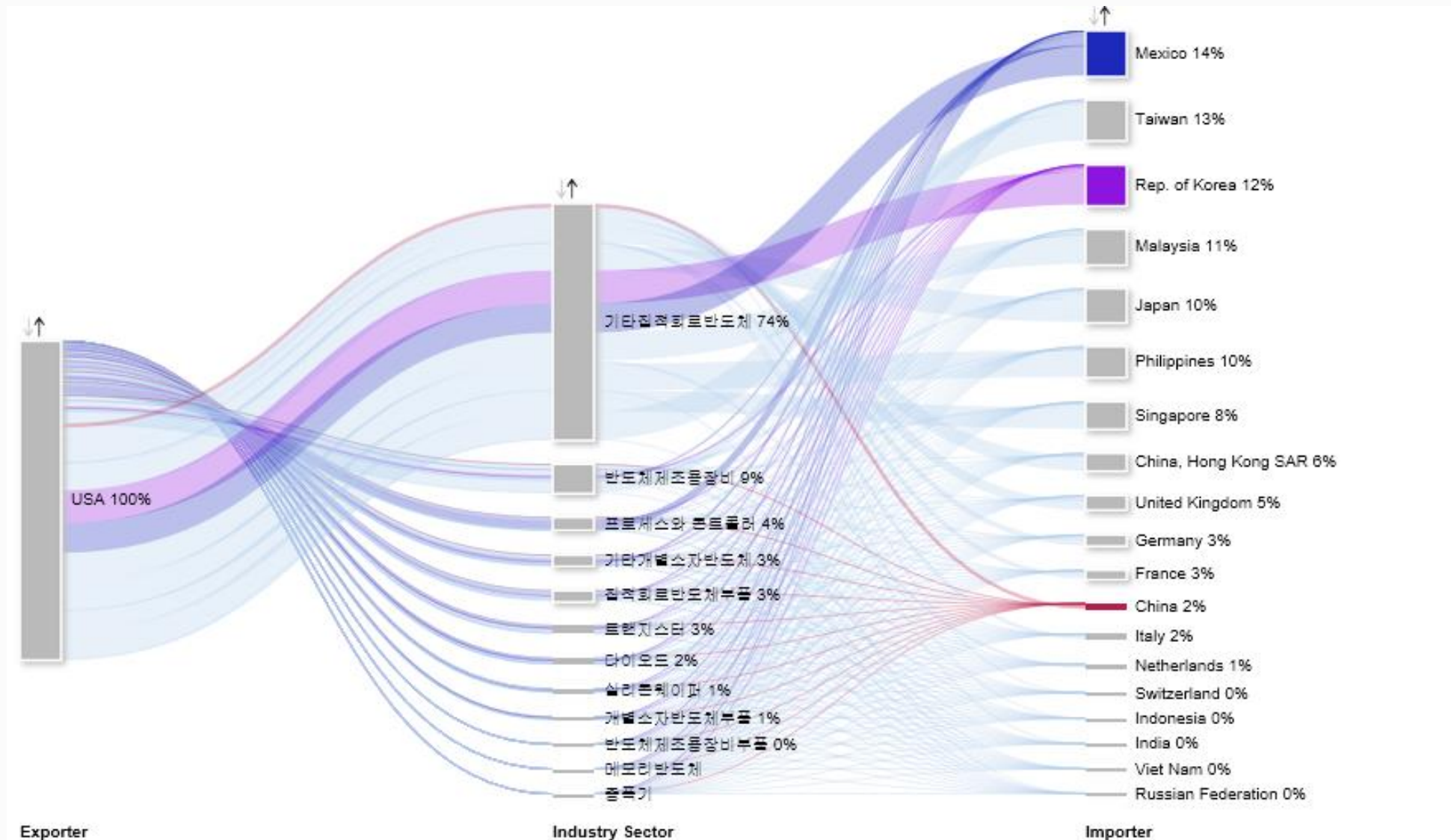
출처: UN Comtrade 데이터를 MTI 분류로 저자 집계

## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (반도체 제조장비 수입)

Country	Imports 2000 (USD)	Share (%)	Country	Imports 2021 (USD)	Share (%)	CAGR (%)
Taiwan	3,954,705,420	26.90	China	38,952,052,212	28.50	25.08
USA	2,601,358,729	17.70	Taiwan	29,910,320,272	21.90	10.11
Rep. of Korea	1,998,607,225	13.60	Rep. of Korea	25,013,877,425	18.30	12.79
Japan	1,161,162,338	7.90	USA	9,970,468,576	7.30	6.61
Singapore	1,096,028,776	7.40	Singapore	8,710,225,957	6.40	10.37
Germany	727,973,000	4.90	Netherlands	5,569,027,963	4.10	21.25
France	586,050,023	4.00	Japan	5,344,926,666	3.90	7.54
Malaysia	387,014,676	2.60	Germany	2,255,352,574	1.70	5.53
China	354,278,192	2.40	Malaysia	2,069,487,873	1.50	8.31
Italy	327,465,846	2.20	China, Hong Kong	1,953,077,964	1.40	15.62
Ireland	269,795,441	1.80	Israel	1,180,264,000	0.90	7.57
Israel	255,126,000	1.70	Austria	929,326,309	0.70	11.93
United Kingdom	200,481,099	1.40	Philippines	791,557,619	0.60	10.99
Netherlands	97,432,674	0.70	France	788,433,168	0.60	1.42
China, Hong Kong	92,677,353	0.60	Ireland	540,703,711	0.40	3.37
Philippines	88,572,645	0.60	Thailand	413,338,498	0.30	19.74
Austria	87,218,787	0.60	Italy	357,364,842	0.30	0.42
Belgium	79,358,860	0.50	United Kingdom	305,705,474	0.20	2.03
Canada	77,707,738	0.50	Mexico	257,967,816	0.20	13.73
Portugal	36,688,310	0.20	Switzerland	163,440,488	0.10	8.04
<b>Total</b>	<b>14,479,703,132</b>	<b>98.30</b>	<b>Total</b>	<b>135,476,919,407</b>	<b>99.10</b>	<b>11.24</b>

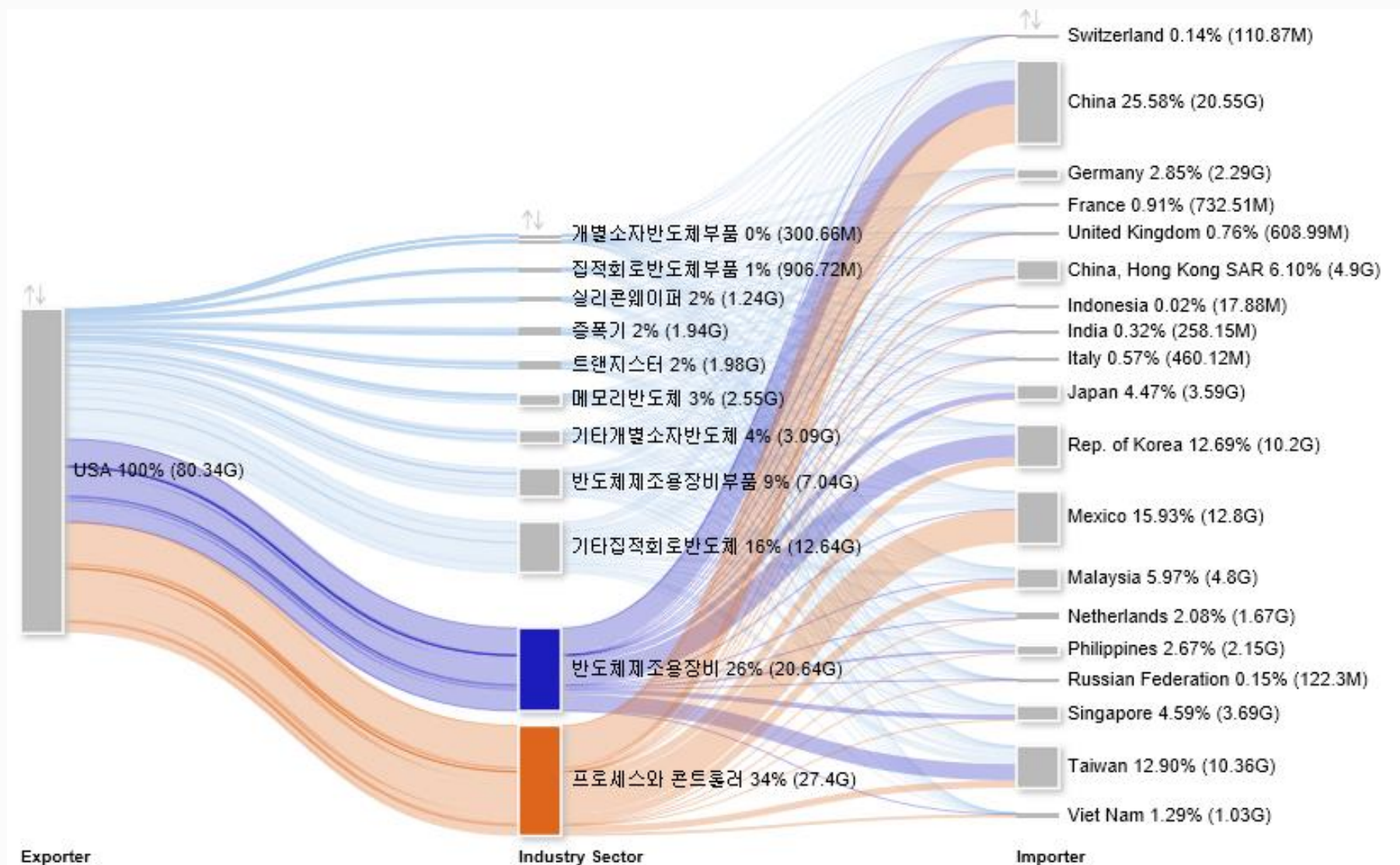
출처: UN Comtrade 데이터를 MTI 분류로 저자 집계

## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (2000년 미국의 반도체 및 제조용 장비 수출)



출처: UN Comtrade 데이터를 MTI 분류로 저자 집계

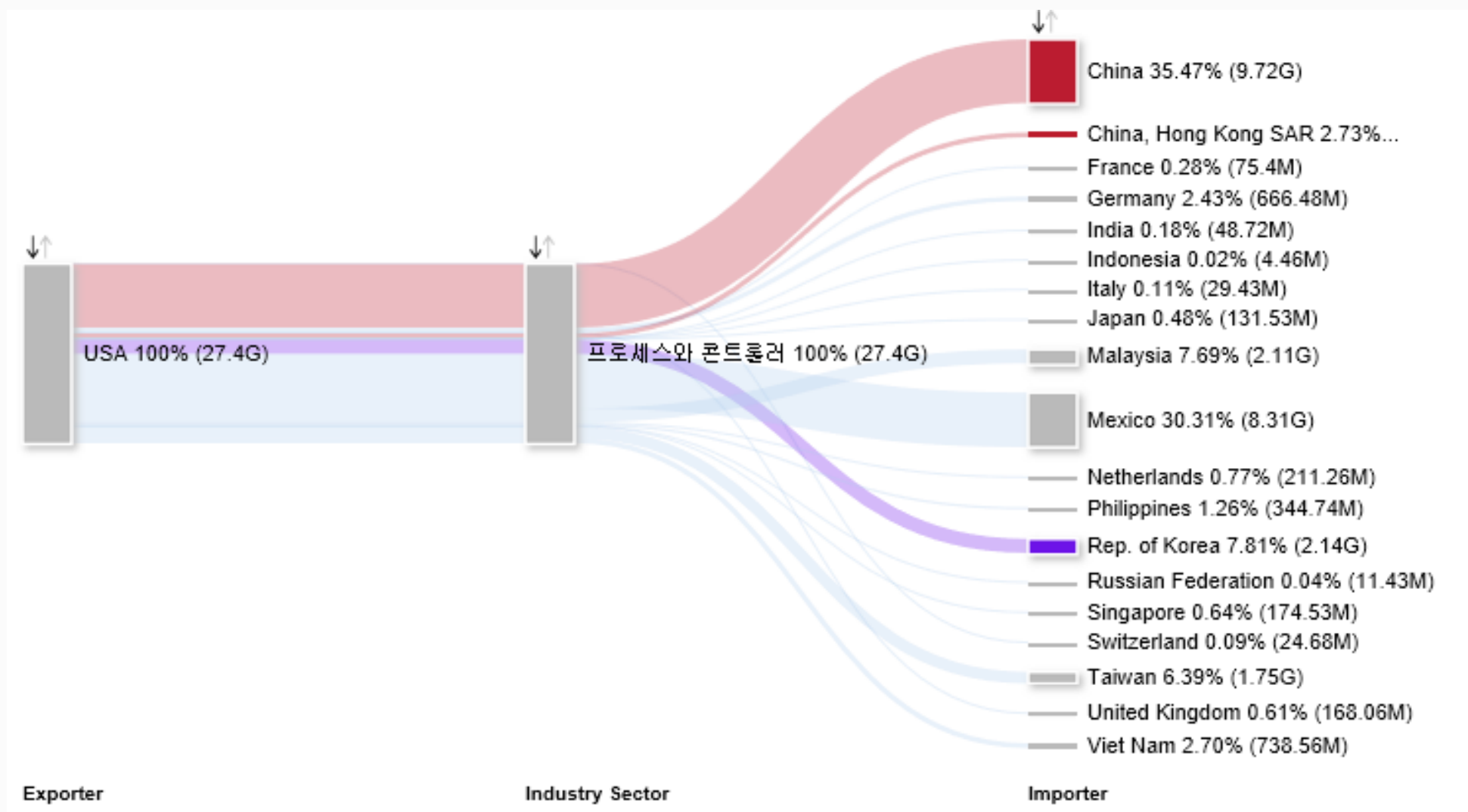
## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (2021년 미국의 반도체 및 제조용 장비 수출)



출처: MTI 분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.

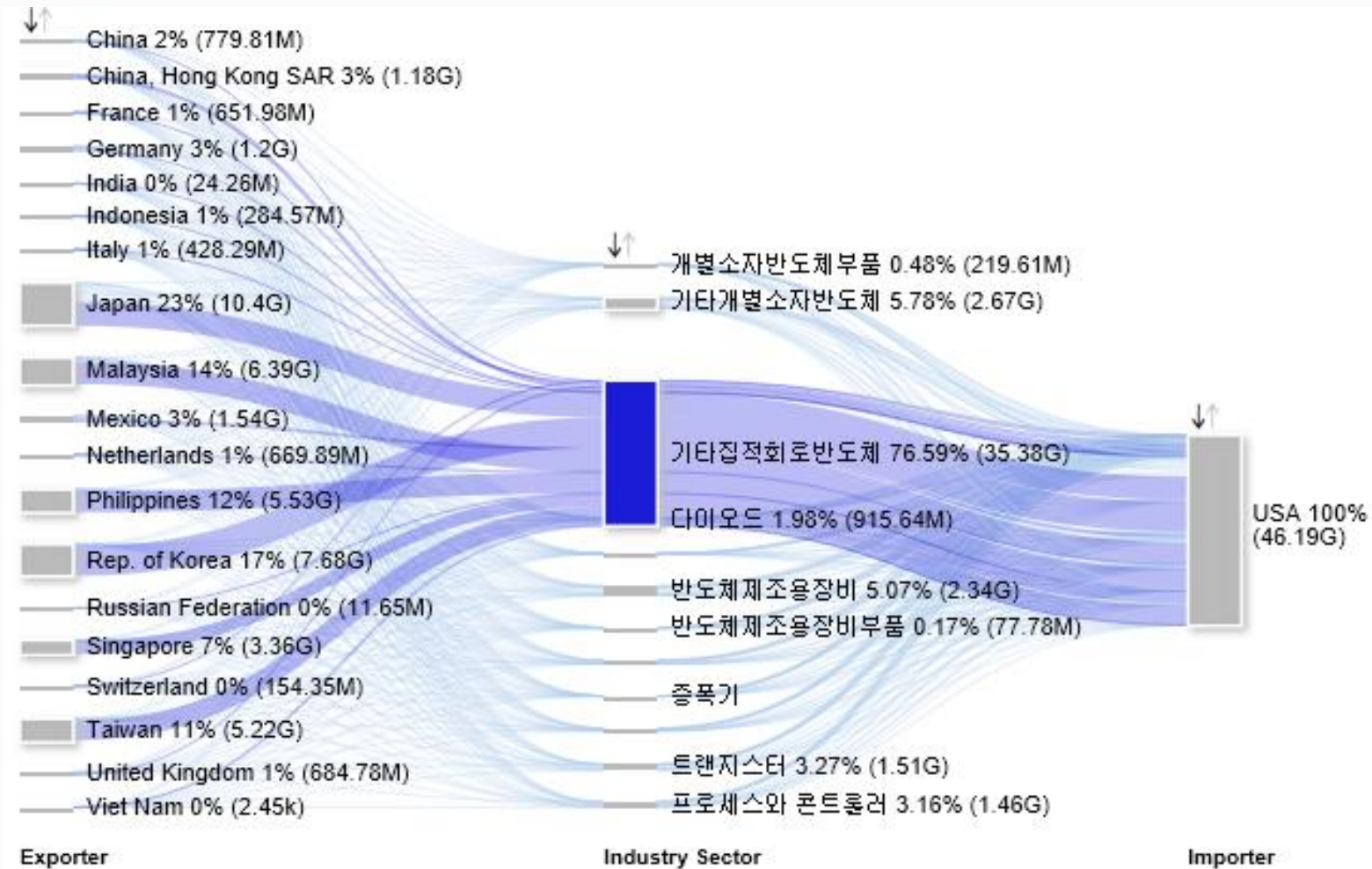


## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (2021년 미국의 프로세스와 컨트롤러 수출)



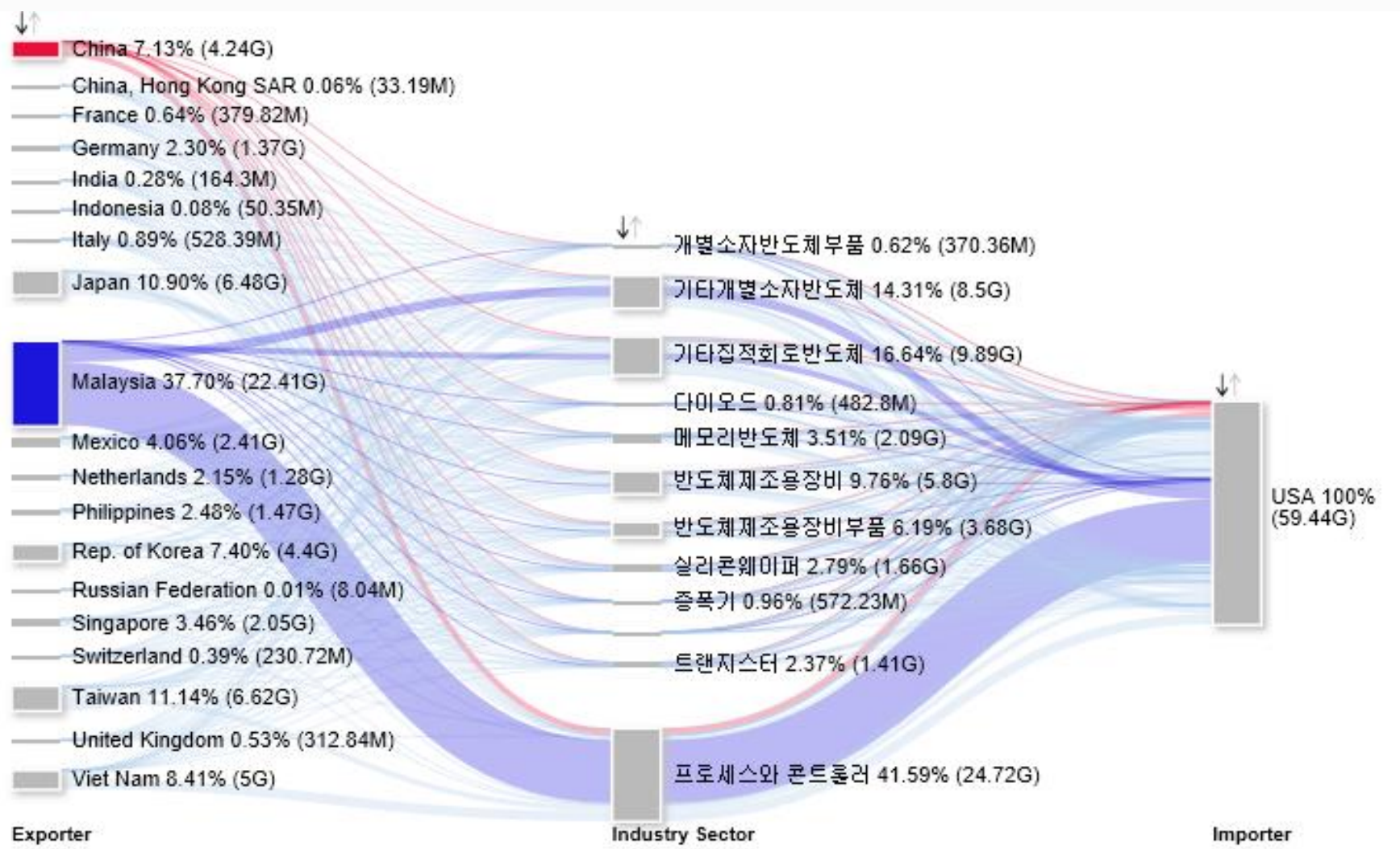
출처: MTI 분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.

## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (2000년 미국의 반도체 및 반도체 제조용 장비 수입)



출처: MTI 분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.

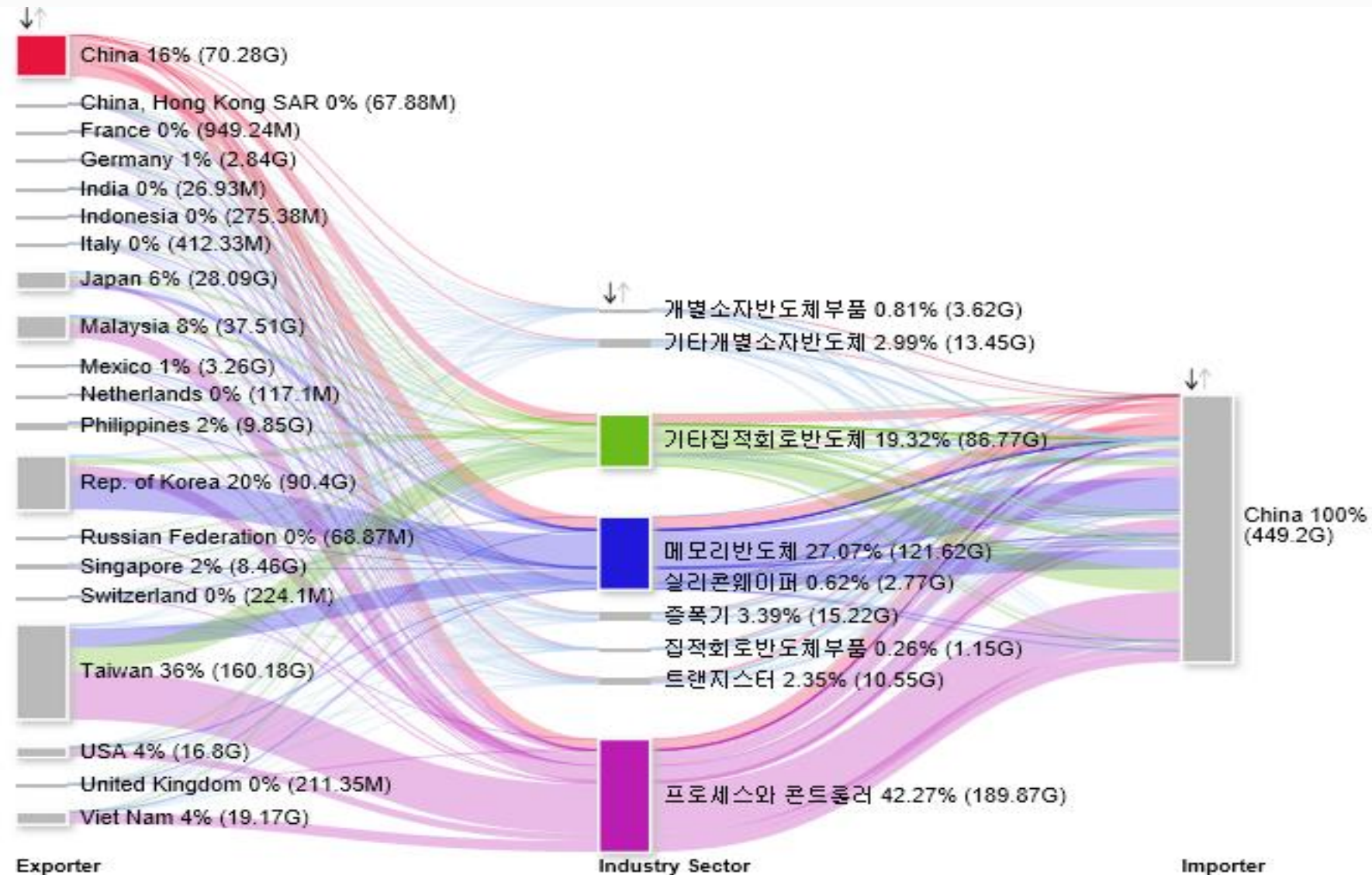
## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (2021년 미국의 반도체 및 반도체 제조용 장비 수입)



출처: MTI 분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.



## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (2021년 중국의 반도체 수입)

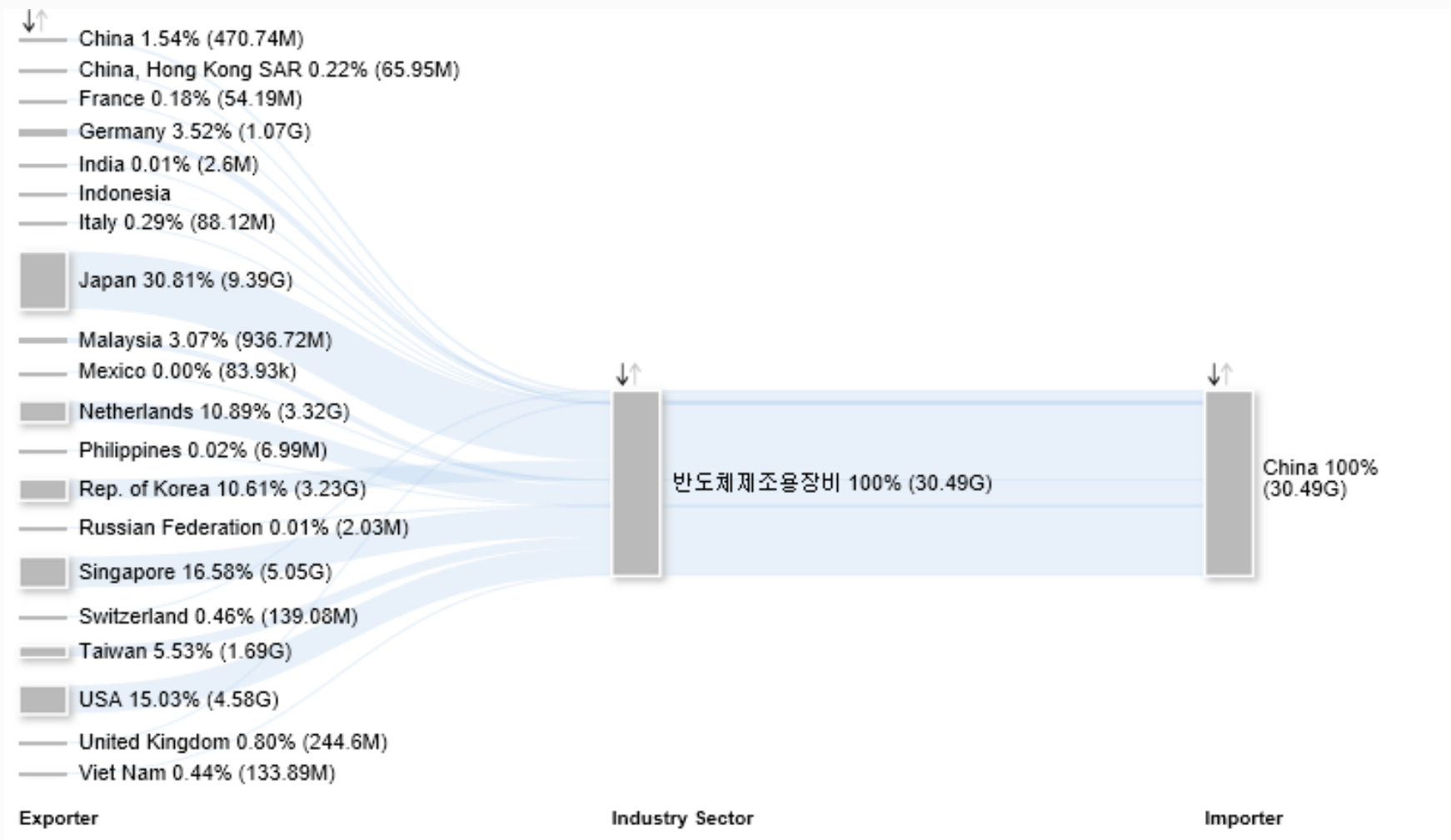


출처: MTI 분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.



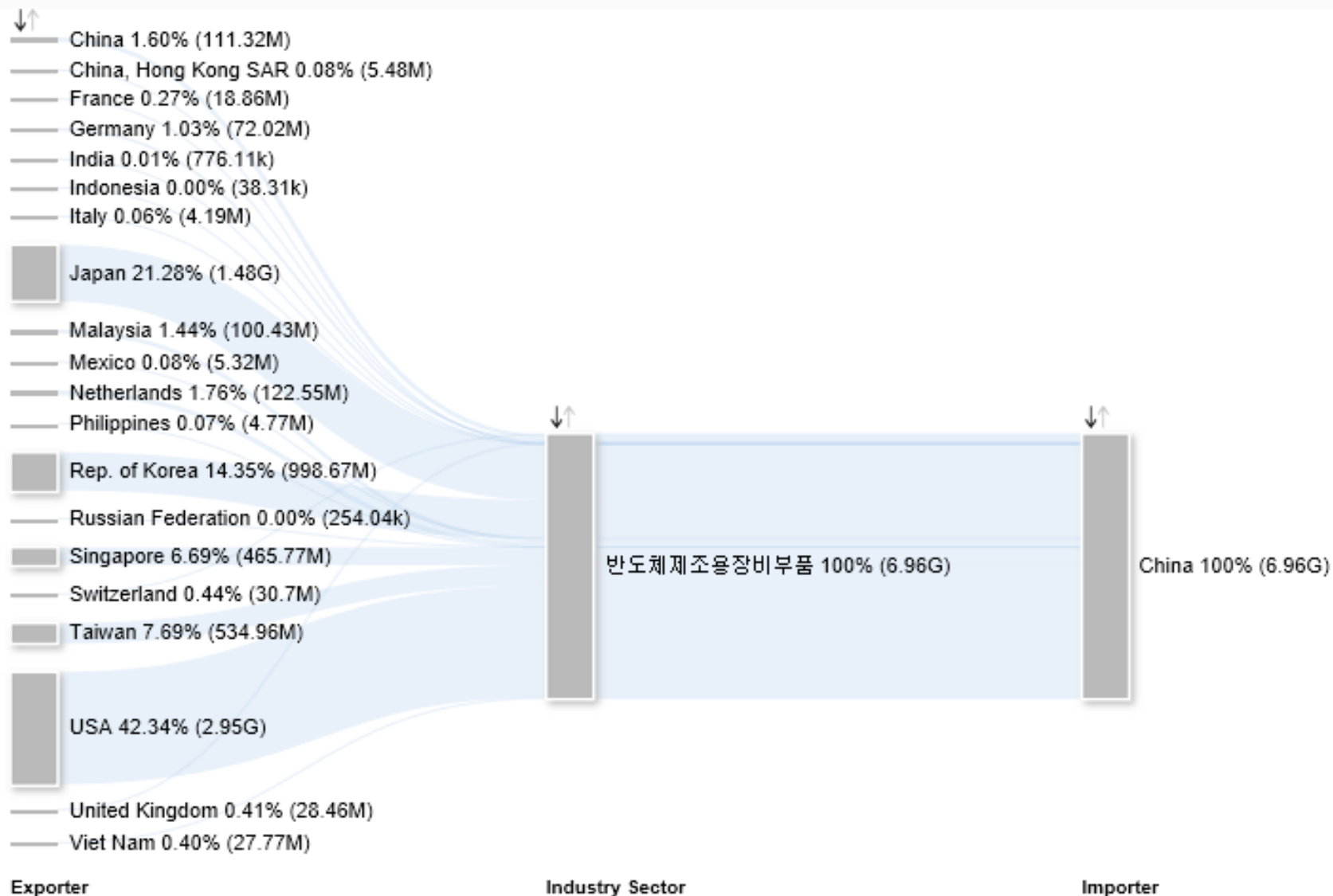
## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석

(중국의 반도체 제조용 장비 수입 (2021년))



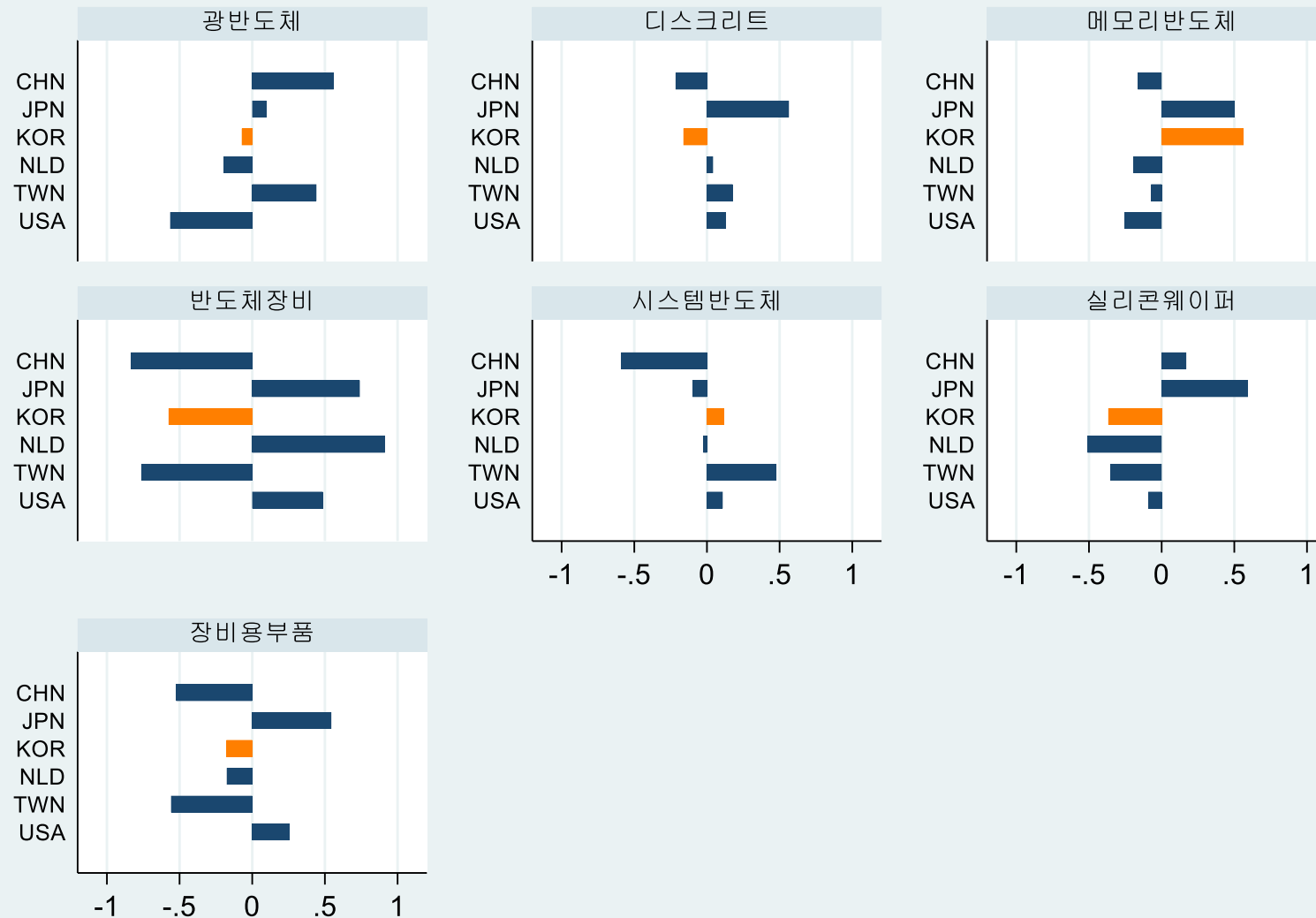
출처: MTI 분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.

## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (2021년 중국의 반도체 제조용 부품 수입)



출처: MTI 분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.

## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (경쟁력 측정: TSI)



TSI (2021년)

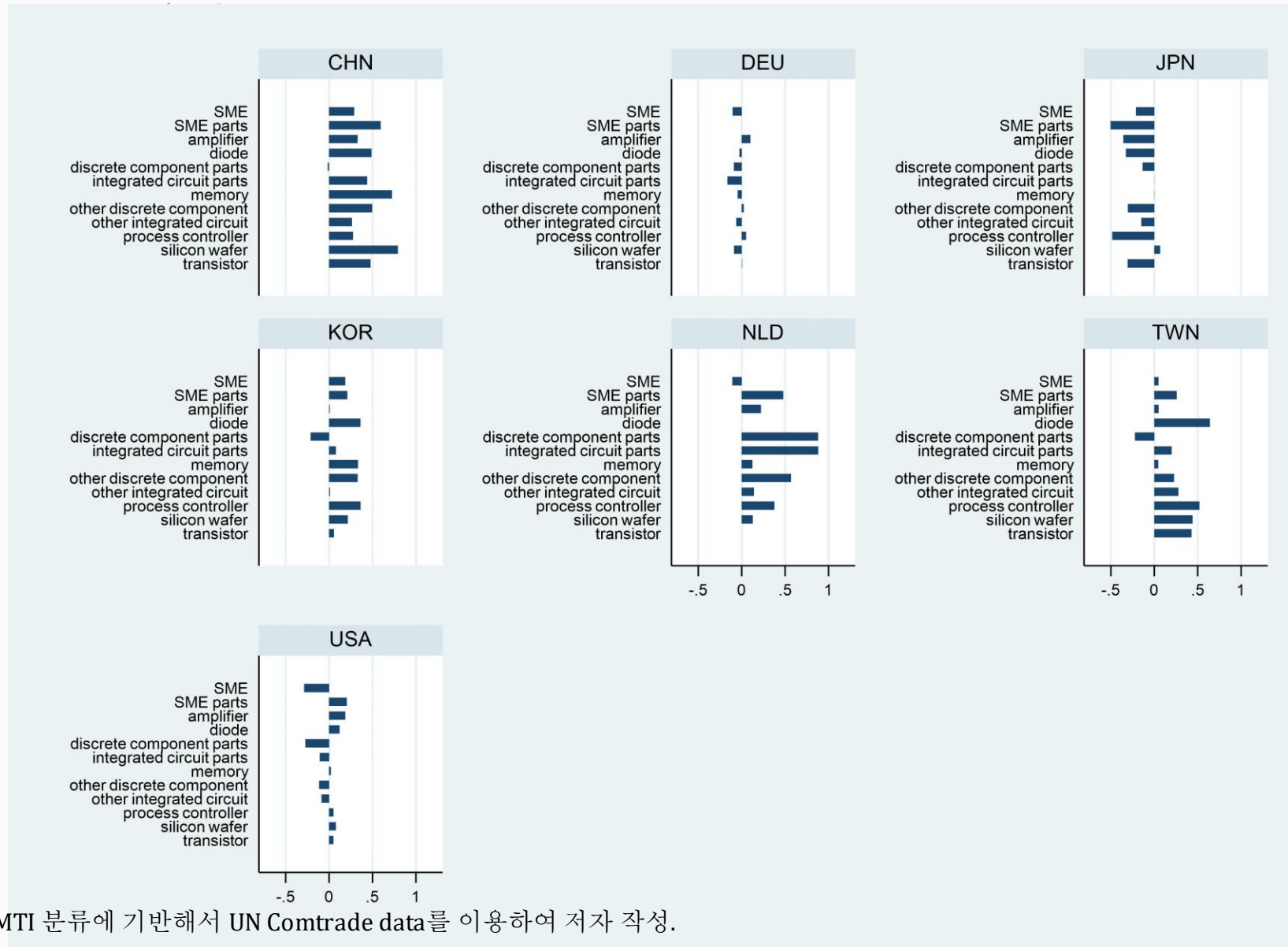
출처: 반도체 산업 16개 분야 분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.

## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (경쟁력 측정: TSI)



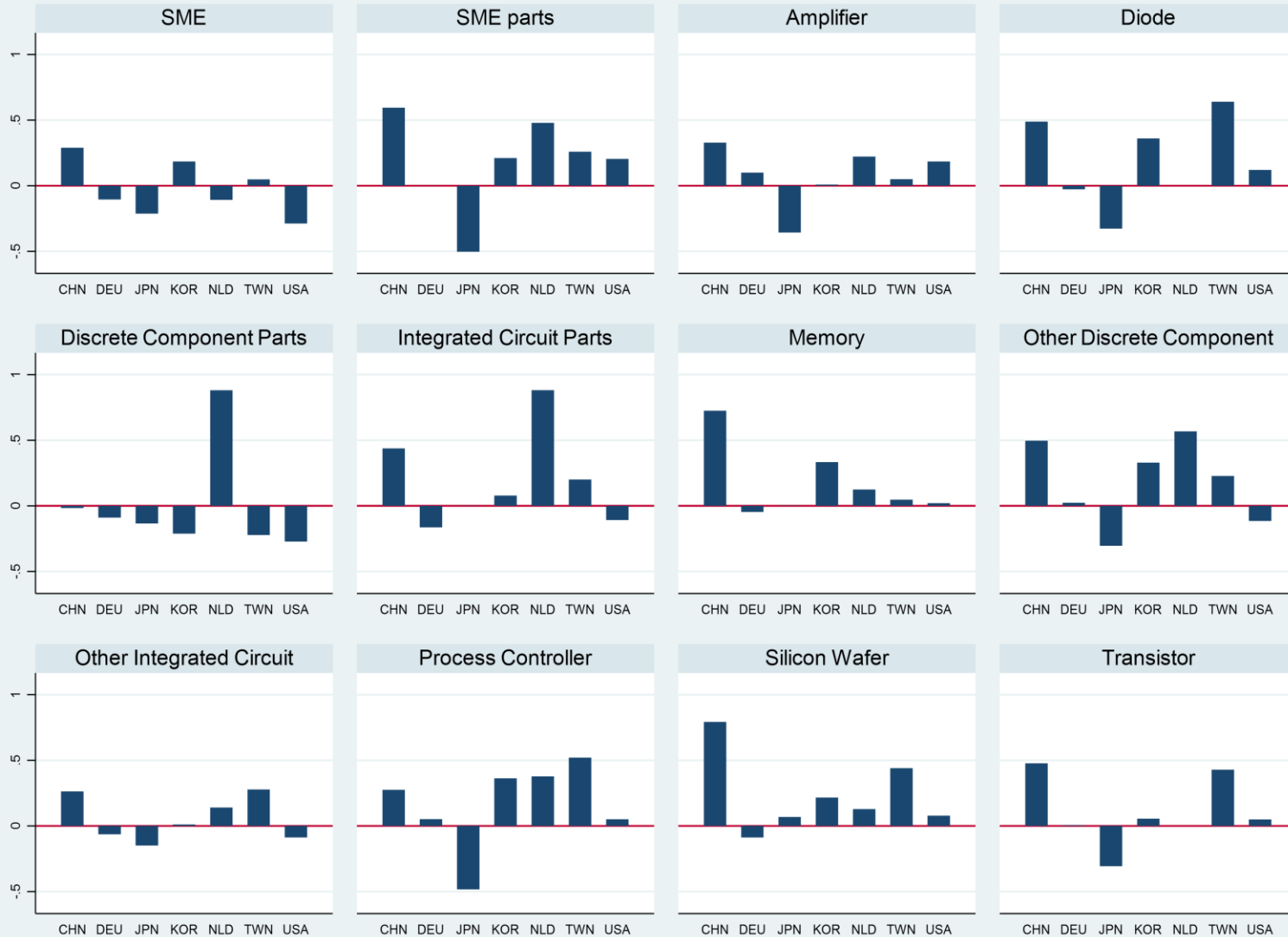
출처: 반도체 산업 16개 분야분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.

## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (경쟁력 측정: 국가별 반도체 산업 경쟁력 향상 정도)



출처: MTI 분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.

## 2. 주요 반도체 생산국의 경쟁력 분석 (경쟁력 측정: 2000-2021년 부문별 TSI 변화)



출처: MTI 분류에 기반해서 UN Comtrade data를 이용하여 저자 작성.

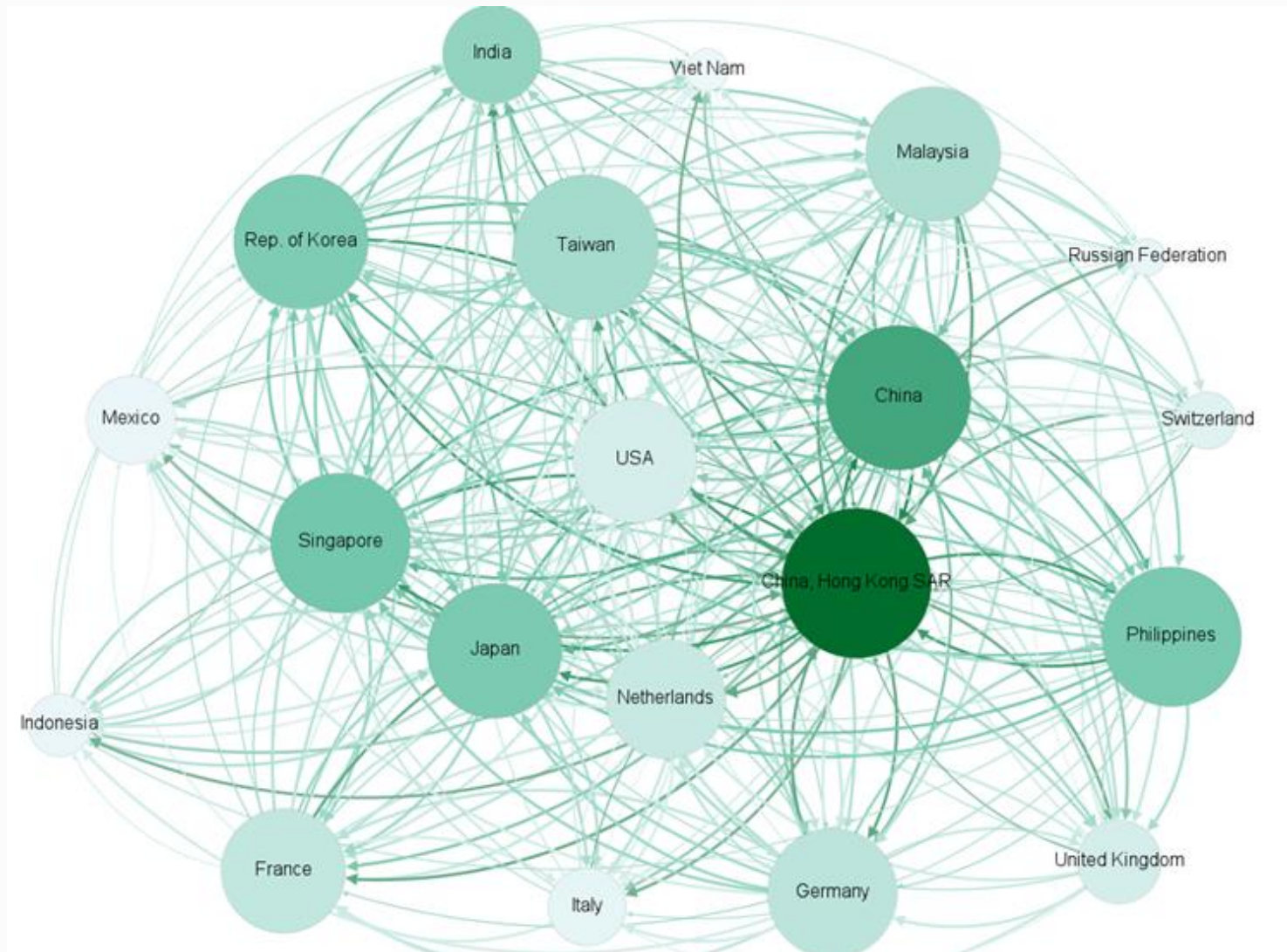
## 3. 글로벌 반도체 공급망 분석 (반도체 산업 네트워크 분석)

Table: Centralities with 20 Countries

ID	In-Degree	Out-Degree	Degree	Betweenness Centrality	Eigenvector Centrality
China, Hong Kong SAR	17	19	36	13.35	1.00
China	15	20	35	8.84	0.91
Taiwan	15	20	35	3.51	0.90
Philippines	15	19	34	5.67	0.88
Singapore	15	19	34	6.03	0.90
Malaysia	14	19	33	3.16	0.83
Rep. of Korea	15	18	33	5.40	0.90
Japan	15	18	33	5.62	0.90
Germany	13	19	32	2.38	0.78
USA	12	19	31	1.17	0.73
France	13	18	31	2.09	0.78
Netherlands	13	17	30	1.82	0.78
India	16	10	26	4.41	0.95
Mexico	12	12	24	0.14	0.73
United Kingdom	12	11	23	1.17	0.74
Italy	12	10	22	0.33	0.72
Indonesia	13	6	19	0.13	0.80
Switzerland	14	4	18	0.60	0.84
Viet Nam	15	0	15	0.00	0.91
Russian Federation	13	1	14	0.18	0.79



### 3. 글로벌 반도체 공급망 분석 (반도체 산업 네트워크 분석)



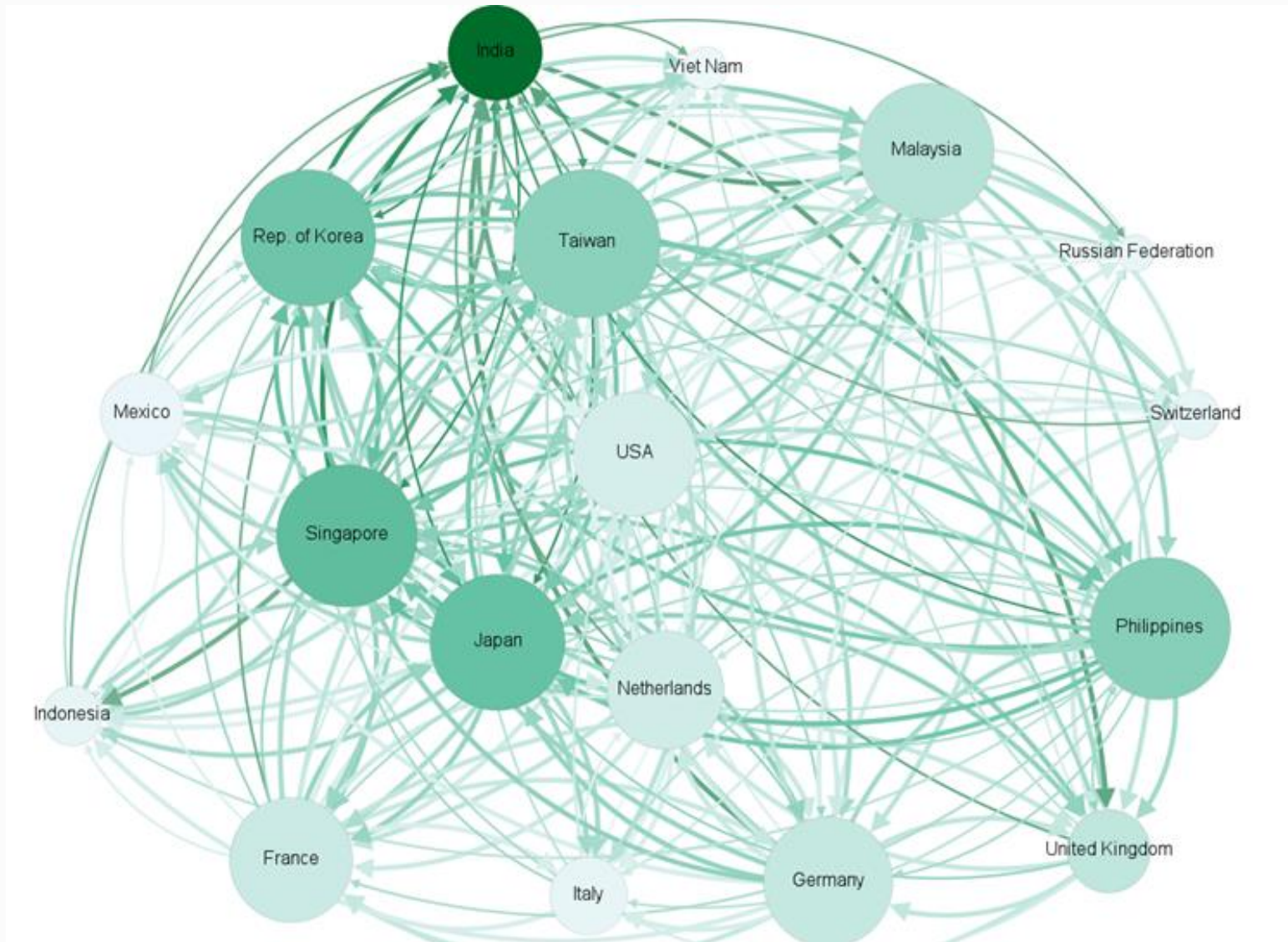


### 3. 글로벌 반도체 공급망 분석 (반도체 산업 네트워크 분석)

Table: Centralities without China and Hong Kong

ID	In-Degree	Out-Degree	Degree	Betweenness Centrality	Eigenvector Centrality
Taiwan	15	20	35	6.12	0.94
Singapore	15	19	34	9.05	0.93
Philippines	15	19	34	6.42	0.91
Japan	15	18	33	8.55	0.93
Rep. of Korea	15	18	33	7.95	0.93
Malaysia	14	19	33	3.49	0.85
Germany	13	19	32	2.48	0.79
France	13	18	31	2.15	0.79
USA	12	19	31	1.46	0.73
Netherlands	13	17	30	1.84	0.79
India	16	10	26	17.14	1.00
Mexico	12	12	24	0.17	0.73
United Kingdom	12	11	23	2.82	0.75
Italy	12	10	22	0.38	0.72
Indonesia	13	6	19	0.33	0.81
Switzerland	14	4	18	0.44	0.86
Viet Nam	15	0	15	0.00	0.95
Russian Federation	13	1	14	0.20	0.80

### 3. 글로벌 반도체 공급망 분석 (반도체 산업 네트워크 분석)

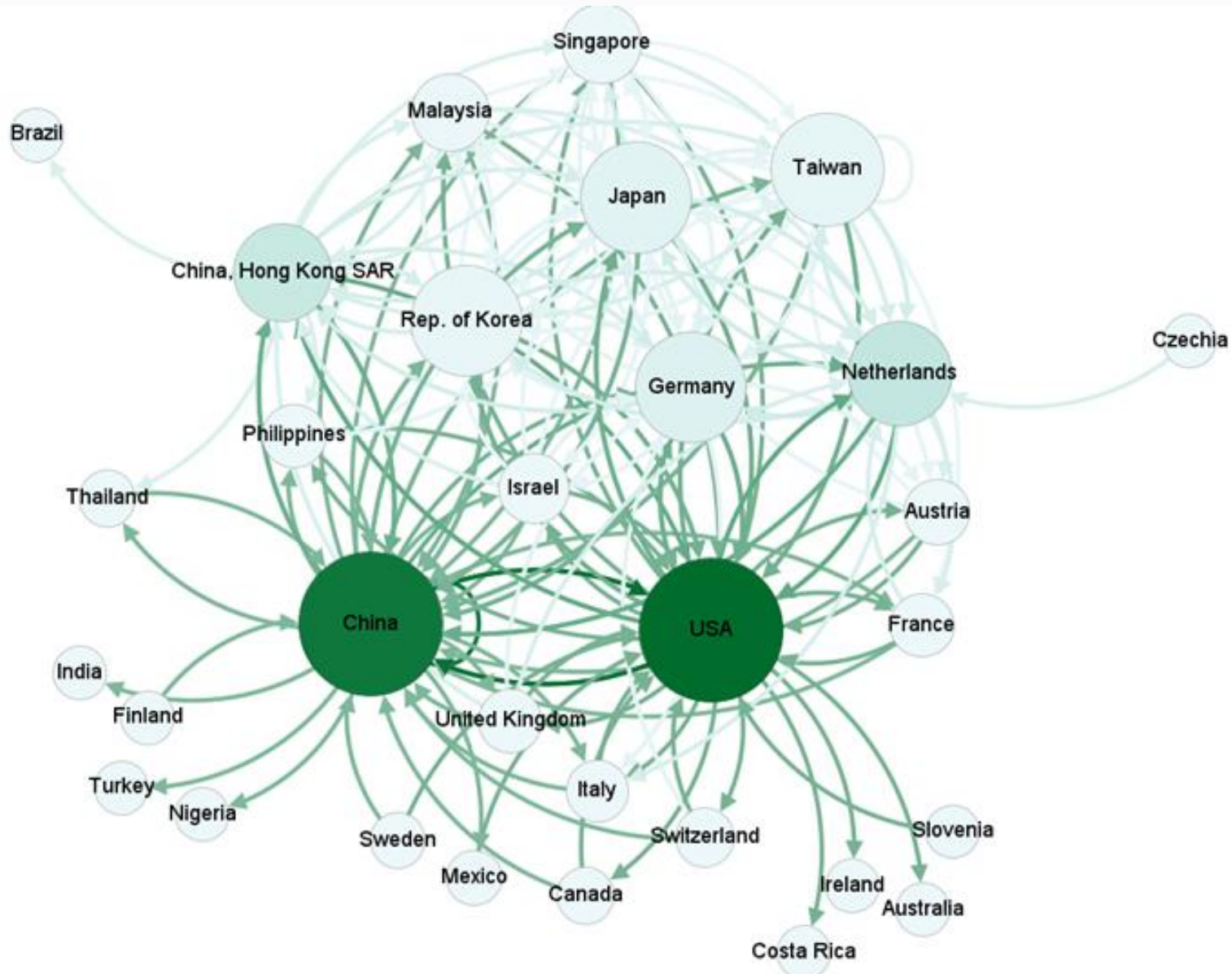


## 3. 글로벌 반도체 공급망 분석 (반도체 산업 네트워크 분석)

Table: Centralities Semiconductor Manufacturing Equipment

ID	In-Degree	Out-Degree	Degree	Betweenness Centrality	Eigenvector Centrality
China	28	25	53	205.36	1.00
USA	26	27	53	220.86	0.90
Taiwan	18	17	35	5.61	0.88
Rep. of Korea	17	17	34	3.78	0.85
Japan	17	17	34	9.60	0.83
Germany	17	17	34	12.72	0.77
Netherlands	14	16	30	34.13	0.63
China, Hong Kong SAR	13	13	26	30.58	0.64
Singapore	8	8	16	0.28	0.45
Malaysia	7	8	15	0.07	0.40
Israel	4	7	11	0.00	0.24
Austria	4	4	8	0.00	0.22
Philippines	5	2	7	0.00	0.29
United Kingdom	2	5	7	0.00	0.13
France	4	3	7	0.00	0.24
Italy	4	2	6	0.00	0.23
Switzerland	1	3	4	0.00	0.06
Thailand	2	1	3	0.00	0.11
Canada	1	2	3	0.00	0.06
Mexico	1	1	2	0.00	0.07
Sweden	0	2	2	0.00	0.00
India	1	0	1	0.00	0.07

### 3. 글로벌 반도체 공급망 분석 (반도체 산업 네트워크 분석)



## ❖ Q1: 중국은 미국의 제재를 극복하고 반도체 산업을 발전시킬 수 있을까?

- 미국의 대중 반도체 산업 제재가 잘 지켜질 경우 향후 중국의 반도체 산업의 육성은 큰 어려움에 직면

## ① 중국 반도체 산업의 기술적 한계와 낮은 경쟁력은 상당기간 반도체 산업 육성에 큰 장애 요인

- ✓ 앞서 분석한 반도체 산업의 12개 분야 경쟁력 비교에서 중국의 반도체 산업은 여전히 경쟁력이 낮음. 다만 세계 최대 반도체 소비 지역.
- ✓ 중국은 광반도체와 웨이퍼 분야에서 경쟁력이 보유하고 있고 나머지 분야에서는 경쟁력이 취약함.
- ✓ AI와 머신러닝에 사용되는 고급형 GPU(Graphics Processing Unit)은 생산 못하여, 첨단 칩 설계 및 생산 기술개발에 큰 어려움에 직면
- ✓ 상당한 투자에도 불구하고 숙련된 전문가의 부족, 동 문제는 앞으로도 상당기간 지속 예상.

## ② 미국과 동맹국의 공조로 핵심 반도체 제조 장비 및 부품의 확보 어려움

- ❖ 2021년 기준 중국은 미국(15.03%), 일본(30.81%), 네덜란드(10.89%)으로 부터 반도체 제조 장비 및 부품의 56.73%를 수입
- ❖ 중국은 기술 인력과 반도체 제조 장비, 첨단 반도체 확보 어려움으로 중국내 첨단 반도체 산업은 큰 어려움에 봉착
- 특히 제재의 강력한 주체인 미국은 2022년 10월 7일 대중국 반도체 제재 안으로 글로벌 반도체 제조 생산 기업 대부분을 통제
- 중국내 진출한 글로벌 반도체 장비 업체(1.54%)는 반도체 제조(16%)에 비해 상대적으로 매우 낮은 비중이며 그만큼 제재 효과가 크며, 그만큼 중국내 반도체 제조장비 산업은 제조에 비해 발달 미진. 경쟁력 분석에서도 반도체 장비 산업은 매우 낮은 것으로 분석됨.



## ❖ Q1: 중국은 미국의 제재를 극복하고 반도체 산업을 발전시킬 수 있을까?

③ 중국 반도체 산업의 높은 대외의존도는 자립에 큰 장애요인

- ❖ 중국은 대만(36%), 한국(20%), 일본(6%), 미국(4%)에 의존도가 반도체 전체 수입의 66%를 의존, CHIP-4의 영향력이 큼.
- ❖ 2021년 중국의 반도체 산업 무역적자는 2,960억달러(반도체 2608억 달러, 반도체 제조장비 352억달러)
- ❖ 중국 반도체 산업 자급률을 높이겠다는 계획은 미국의 제재로 어려운 상황에 직면
- ❖ 기업 순이익 데이터를 기반으로 한 네트워크 분석에 따르면 글로벌 반도체 공급망은 미국 기업을 중심으로 형성되어 있고 중국의 영향력은 미약  
(중국의 Hi-Silicon(설계 및 제조) 및 SMIC(파운드리) 회사는 글로벌 반도체 공급망에서 영향력이 매우 미미)
  - SMIC는 미국기업으로 부터 1/3의 물품을 공급받으며 영국, 독일, 네덜란드의 비중도 높아 이 역시 장애 요인

## ▪ 중국의 반도체 산업에 결정적 영향을 미칠 변수

## ① 반도체 기업들의 반발과 동맹국들의 협력의 지속 여부

- ❖ 이미 상당한 손실을 경험하고 있는 미국 반도체 기업과 글로벌 반도체 기업들의 손실은 미국 정책의 지속 가능성을 어렵게 하는 요인

	Applied Materials		Dainippon Screen		Lam Research		Tokyo Electron		KLA		Teradyne		ASML		Total	
Sales	17.2		3.3		11.1		10.5		4.0		2.1		12.5		60.7	
(bn US\$)	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%
China	5.1	30	0.9	27	1.8	16	1.9	18	0.6	16	0.4	17	2.1	17	12.8	21
US	1.5	9	0.4	12	0.8	7	1.2	11	0.5	12	0.3	13	2.2	18	6.9	11

## ❖ Q1: 중국은 미국의 제재를 극복하고 반도체 산업을 발전시킬 수 있을까?

- ❖ 대중 제재에 대한 유럽 등 이탈 가능성: 손실을 영구적으로 버틸 기업은 없으며 제재로 인한 공백을 활용한 비즈니스 가능성
- ❖ 미국의 인플레이션 감소법과 보조금 지급 문제로 유럽 국가들과 갈등, 우방 기업에 대한 일방적 대중제재 요청은 동맹국내에서 반발 기조
  - 미국이 계속해서 일방적으로 통제할 경우 동맹국과 협력하기가 더 어려워질 것임.
- ❖ 성공적인 제재를 위해서는 국제사회에서 미국의 강력한 리더십이 필수적이지만, 중국 반도체 산업에 대한 미국의 제재는 각국의 경제적 이해관계가 충돌하고 있어 이런 갈등의 해결 유무가 대중 제재의 성공에 결정적인 요인
  - EU 등 다른 국가들이 자국의 이익을 반영하지 않는 미국의 정책을 얼마나 신뢰하고 지원할 것인지가 관건임
  - ✓ 미국의 외국 반도체 회사 유치를 위한 다양한 지원 프로그램은 진정성 및 지속 가능성이 부족하여 투자자들의 불안을 키우고 있으며, 미국 정부의 중국 반도체 산업에 대한 추가 제재는 이미 미국 투자를 약속한 기업들에게 더 큰 불확실성의 원천으로 작용.

## ② 중국 반도체 산업 생태계와 정부의 천문학적 지원

- ❖ 중국 정부는 2021년 3월 14차 5개년 계획 및 2035년 중장기 목표에서 이 분야를 전략적 개발 영역 중 하나로 선정하여 이 분야에 천문학적인 금액을 투자, 실질적인 재정지원은 반도체 산업 자급자족의 원동력
- ❖ 중국은 2030년까지 반도체산업에 1천 500억 달러의 보조금을 투자할 것을 밝힘.
  - ✓ 여기에는 디자인 소프트웨어, 고순도 재료, 중요한 제조 장비 및 제조 기술, 고급 메모리 기술의 개발이 포함

### ❖ Q1: 중국은 미국의 제재를 극복하고 반도체 산업을 발전시킬 수 있을까?

#### ③ 기술유출 대중 산업에 대한 자본 투자 통제 성공 여부:

- ❖ 중국은 반도체 기술 확보가 가능할 수 있는 다양한 경로를 활용, 중장기적으로 반도체 기술의 자급력은 높아질 것으로 예상
- ❖ 중국의 반도체 산업에 대한 제재가 진행되는 순간에도 미국 자본의 중국 첨단산업에 대한 투자는 지속되고 있으며 2017년부터 20년까지 8,000억 달러의 미국 자본이 중국에 투자되었음.
- ❖ 2023년 8월 미행정부는 미국 자본이 중국의 첨단산업에 투자하지 못하도록 제재를 시작

#### ④ 대중 제재는 오히려 중국 반도체 산업 혁신을 촉진하는 계기가 될 수도 있음, 그러나 반도체 산업의 특성상 완전한 자립은 불가능!

- ❖ 중국의 반도체 산업 육성 환경은 산업 생태계 조성, 대규모 시장 보유 등으로 1990년대 삼성이나 TSMC 반도체 육성 때보다 훨씬 유리
- ❖ 중국과 홍콩은 이미 글로벌 반도체 생산과 교역의 허브 역할, 중국의 반도체 생산 capacity 역시 큰 자산
  - 반도체 회사들에게 중국만큼 비용 효율적이고 능숙하게 반도체를 생산할 수 있는 나라를 찾는 것은 엄청난 도전
- ❖ 기술수입에서 기술 대체로 전환 시도는 지속될 것이고 단기적으로는 반도체 산업의 기술장벽이 높아 어려움을 겪겠지만, 중장기적으로는 반도체 산업의 대외 의존도를 낮출 것이며, 미국 반도체 기술에 대한 의존도도 낮아질 것임.
- ❖ 중국은 실리콘 밸리에 이미 상당한 투자를 했고, 해외 체류중인 중국인 반도체 인력 또한 큰 자산
- ❖ 연간 25000명의 국내 반도체 인력 공급도 자립을 위한 유리한 조건임.



## ❖ Q2: 미국의 대중 제재가 글로벌 반도체 산업과 공급망에 대한 영향은? (글로벌 반도체 공급망 분석 결과)

- ① 30년간 글로벌 반도체 공급망의 형성은 상업적 분업을 기반으로 중국을 생산 허브로 만들었고, 중국은 이미 범용 반도체 생산에서 확고한 지위 확보 및 유지 전망
- ✓ 2000년 이후 글로벌 반도체 산업 공급망에서 중국의 역할이 크게 증가, 대만, 한국, 네덜란드도 세계 시장에서 점유율과 순위가 상승
  - ✓ 중국 반도체 산업은 글로벌 반도체 생산 허브 역할. 글로벌 공급망 비중도 과도하게 커서 공급망이 단기적 재편은 어려움.
- ② 중국을 글로벌 공급망에서 완전히 배제하는 것은 불가능 하며, 인도나 다른 동아시아 국가에 의해 단기간에 대체는 불가능.
- 중국을 능가하는 후공정 노드에 대한 제조 능력을 구축 하려는 시도는 상당한 시간과 자원 투입이 필요하고 더 높은 반도체 가격을 지불해야함.
  - 중국은 최대의 반도체 소비국가이면서 생산 네트워크 효과를 극대화 할 수 있는 지역
  - 인쇄회로기판 산업의 경우 그 생산의 90%가 아시아에서 이루어지며, 그 중 절반 이상이 중국에서 생산. 미국의 기술은 노후하고 축소됨.
  - 팹에서 사용되는 물은 모든 오염물질을 제거하는 에너지 집약적 정화 공정을 거치며, 민감한 장비를 사용하기 때문에 정전 및 전압이 매우 중요
  - 단기적인 공급망의 재편은 필요한 기술을 갖춘 젊은 인력을 유치하고 유지하는데 어려움

## ❖ Q2: 미국의 대중 제재가 글로벌 반도체 산업과 공급망에 대한 영향은?

## ③ 미국과 동맹국 중심의 첨단 반도체 공급망과 범용 기술에 기반한 중국 중심의 반도체 공급망으로 양분될 가능성

- ✓ Gina Raimondo 미 상무장관은 2030년까지 첨단 반도체 생산을 위한 생태계 조성을 완료할 것이라고 여러 번 언급
- ✓ 미국의 반도체 제조 역량이 서서히 강화될 것으로 전망되며 이 과정에서 일본, 한국, 대만의 역할과 기능도 강화될 것임.
  - 미국의 메모리 반도체 생산업체인 Micron, Western Digital 등은 미국의 대중 제재로 중국정부가 240억달러의 보조금을 지원하는 YMTC 등으로부터의 위협에서 벗어나게 될 것임.
  - 생산 능력은 미국이 아시아보다 차세대 전자 앱에 필요한 인쇄 회로 기판 제조기술에서 20년, 첨단 마이크로일렉트로닉스에 필요한 인쇄 회로 기판 제조기술에서 30년 뒤쳐지는 것으로 추정됨.
  - 로직 반도체에 있어도 미국은 첨단(10nm 미만) 칩을 생산하지 않는 반면 대만은 92%를 생산, 아날로그 반도체는 미국(19%), 중국(17%), 한국(27%) 생산, 반도체 제조에 있어서 대만과 한국의 기술 격차를 단기간에 줄이기는 어려운 상황.
- ✓ 미행정부 주도로 첨단반도체는 미국과 대만, 한국을 중심으로 기존 반도체 선도기업들이 이끌어가도록 할 것이고, 첨단반도체는 중국 이외의 지역에서 생산될 것임.
- ✓ 반면 중국은 범용 기술에 기반한 반도체 생산 허브 역할을 하면서 가격 경쟁력을 무기로 지속적으로 시장 점유율을 확대해 나갈 것임.

## ❖ Q2: 미국의 대중 제재가 글로벌 반도체 산업과 공급망에 대한 영향은?

## ✓ 글로벌 반도체 산업에 악영향: 글로벌 반도체 기업들의 이윤 감소, 첨단기술 개발에 필요한 자원 투입 감소, 결국 대미 기술 의존도 감소

- ❖ 기업의 매출과 수익은 혁신의 원동력. 기업의 이윤은 첨단 기술을 개발하고 혁신, 발전의 원동력. 미국 반도체 기업들에게도 큰 부정적 영향
  - 중국은 미국 반도체 수출의 약 26%. Qualcomm 매출의 67%, Micron 매출의 57%, Broadcom 매출의 49%를 차지. (van Hezewijk, 2019), Intel(26%)은 중국에서 수익 창출. 중국의 미국기업에 대한 보복시 큰 타격
  - 중국 반도체 산업과의 교역 축소는 중장기적으로 미국 반도체 산업 경쟁력에 악영향
    - ❖ 미국 상공회의소는 중국이 미국 반도체 제조업체에 제재를 가할 경우 최악의 시나리오로 미국 반도체 판매가 0으로 급감해 연간 매출 830억 달러와 일자리 12만4000개의 손실이 발생할 수 있다고 추정
    - ❖ 또한 연구 개발(R&D)에 사용할 수 있는 수익은 향후 28년 동안 120억 달러 감소할 것으로 예상
- ❖ 중국 기업들 뿐만 아니라 미국 기술에 의존하고 있는 다국적 반도체 기업들 역시 대미 기술의존도를 낮춰 미국의 대중 제재에서 벗어나려는 노력을 장기적으로 추진, 결국에는 대미 반도체 기술 의존도 약화

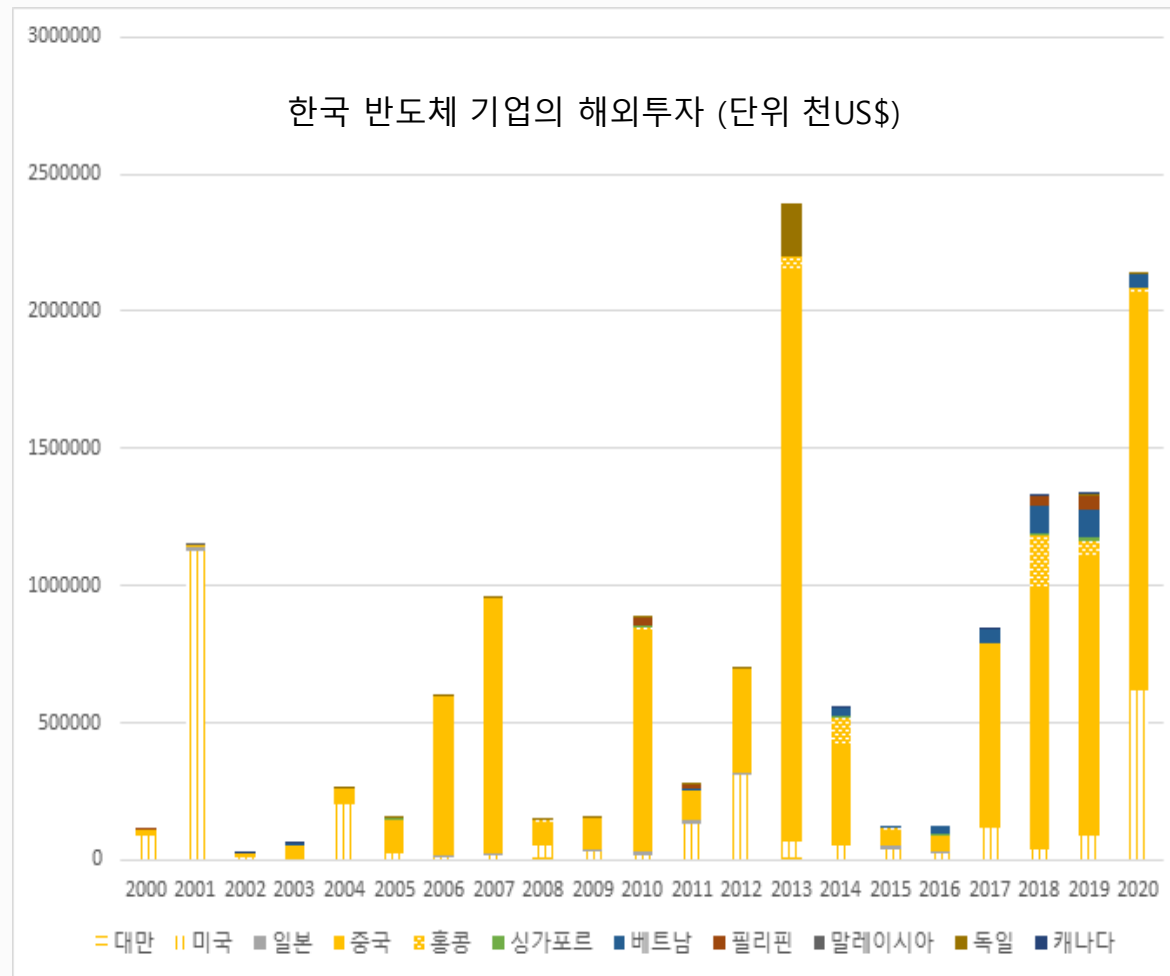
## ✓ 중국은 이미 반도체 제조 및 생산의 허브로서 제재가 강해질 수록 글로벌 반도체 수급과 공급망에 부정적 영향. 미국은 이를 감안 점진적으로 메모리 반도체 등에 대한 제재를 강화할 것으로 예상.

- ❖ 미국은 2022년 10월부터 중국의 특정 반도체 제조 장비(로직 반도체 16/14nm 이하, NAND 128단 이상, DRAM 18nm 이하)에 대한 수출을 통제
- ❖ 추가적 제재 조치가 지속될 것이며 제재 범위와 강도가 더욱 강화될 것으로 전망
- ❖ 중국은 범용 기술을 이용한 반도체 생산 역량을 높이고 글로벌 시장에서 점유율을 높여 반도체 시장에서의 역할 강화 예상

### ❖ Q2: 미국의 대중 제재가 글로벌 반도체 산업과 공급망에 대한 영향은?

✓ 글로벌 반도체 공급망 재편과정에서 가장 큰 피해는 미국으로부터 라이선스 결정에 휘둘리는 삼성전자와 SK Hynix가 입을 가능성이 높음.

- ❖ 미국은 라이선스를 부여하더라도 언제든 중국에 대한 제재 강화를 통해 우리 기업들을 중국에서 멀어지게 할 수 있음.
- ❖ TSMC도 라이선스를 미국으로 부터 받아야 하나 미국의 제재는 로직 칩 생산(중국 첨단 용량의 10%에 불과)에 비해 메모리(중국 첨단 용량의 90%)에서 훨씬 강함.
- ❖ 메모리 팹은 경쟁력을 유지하기 위해 정기적으로 업그레이드해야하나 미국의 허가 필요, 제재 영향 큼
- ❖ 중국내 메모리 팹을 조기에 강하게 통제할 경우 글로벌 메모리칩 시장에 큰 혼란을 초래, 점진적으로 통제 강화에 대비할 필요



출처: 정형근외 (2022) 미중 반도체 패권 경쟁과 글로벌 공급망 재편

## ❖ Q3: 미중 반도체 패권 경쟁의 결과와 시사점: 끝나지 않을 전쟁 (The Infinite Chip War)

- ① 미국은 첨단 반도체 제조를 삼성과 TSMC등에 의존하면서 공급망 생태계를 조성할 것이며 Intel등 자국 반도체 기업을 육성하며, 백엔드 칩 후공정 능력 향상은 정부의 인센티브 정책으로 공급망 탄력성을 향상시킬 수 있음.
  - ✓ 백엔드 칩 후공정 분야는 기술적으로 덜 까다롭고 진입장벽이 낮으나, 중국이 그 능력과 시장점유율을 모두 가지고 있으므로 공급망을 의도적으로 중단시킬 수 있는 영역.
  - ✓ 따라서 미중 상호간 이런 헤게모니를 이용한 끝임 없는 전쟁이 지속될 것으로 전망되며, 이에 대비 필요
- ② 국내 반도체 생산 역량 강화 및 리쇼어링 지원책 강화로 반도체 제조 허브 전략 강화
  - ✓ 글로벌 반도체 공급망 재편과정에서 기업들의 생존 전쟁은 더 심화될 전망이며, 미국에서 지원하는 보조금 등은 가변성이 커 우리기업에게 불리하게 작용할 가능성이 큼.
  - ✓ 우리 정부의 적극적 지원으로 반도체 제조 역량 대폭 강화 필요
- ③ 글로벌 반도체 기업의 기술 개발로 장기적으로는 미국 반도체 산업 (설계, 제조, 장비 등) 시장 점유율은 지속적으로 감소 예상
- ④ 미국의 더 강한 대중 제재에 대비하고 정부나 기업 모두 De-coupling과 De-risking을 동시에 추진, 보다 회복력이 강한 공급망 구축 필요
- ⑤ 제재 보다는 첨단 반도체 기술의 중국으로의 불법 유출과 기술 및 기타 전문 인력의 유출을 방지하기 위해 더 강력한 조치를 취해야 함.
  - ✓ 미국은 동맹국과 협력하여 반도체 기술의 수출을 통제하고 원치 않는 기술 이전을 방지하는 동시에 수출 통제가 안보를 목적으로 제한되고 광범위한 보호주의적 이니셔티브가 되지 않도록 해야 함
  - ✓ 산업에 대한 의도하지 않은 피해를 방지하기 위해 수출 통제를 목표로 하는 방식으로 설계해야
- ⑥ 보조금 지급은 한계가 있고 혁신 환경 개선에 집중해야. 반도체 제조 능력을 키우는 것이 혁신의 기본!
  - ✓ 중국과 경쟁하기 위해 앞서 언급한 기술 도용 방지 조치 외에도 제조 혁신에 도움이 되는 환경을 조성하는 데 집중해야
  - ✓ Chips and Science Act 등과 같은 보조금 정책만으로는 글로벌 반도체 기업들과 경쟁하는데 한계가 있음.

## References

- 정형곤 (2021) 한국의 반도체 산업의 공급망 리스크와 대응방안, 오늘의 세계경제, 대외경제정책연구원
- 정형곤외(2022) 미중 반도체 패권경쟁과 글로벌 공급망 재편, 대외경제정책연구원
- Jeong, Hyung-gon, Raymond Robertson (2023), *Beyond the Battle for Supremacy: Reshaping the Global Semiconductor Supply Chain*, Mosbacher Institute for Trade, Economics, and Public Policy, The Bush School, Texas A&M University.

# 감사합니다