

화합물 반도체 현황과 국내 R&D 정책 이슈

Compound Semiconductor Trends and Research and Development Policy Issues in South Korea

민수진 (S.J. Min, sjmin@etri.re.kr)

민대홍 (D.H. Min, dhmin@etri.re.kr)

박종현 (J.H. Park, stephanos@etri.re.kr)

최새솔 (S.S. Choi, saesol.choi@etri.re.kr)

반도체연구정책센터 선임연구원

반도체연구정책센터 책임연구원

반도체연구정책센터 책임연구원

반도체연구정책센터 책임연구원/센터장

ABSTRACT

This study examines the research and development (R&D) policy status of Korea's compound semiconductor industry and proposes strategic directions to achieve global competitiveness. Compound semiconductors are emerging as core technologies for future industries owing to their high frequency, power, and efficiency traits. This research was conducted based on NTIS data analysis (2019–2023, 211 projects) and expert surveys (22 respondents). The results showed that government R&D efforts are concentrated on power applications (fragmented into small-scale projects) and lack fundamental technology investments. Experts identified the insufficient R&D investment, lack of long-term fundamental technology development, and foreign dependency on epitaxial materials as major obstacles, and recognized diverse applications and strategic security value as opportunities. This study proposes the following key policies: transition to long-term fundamental R&D investments, establishment of a shared FAB infrastructure, institutionalization of industry-academia-research collaborations, and creation of a compound semiconductor control tower. These measures are expected to establish technological self-reliance and strengthen South Korea's position as a strategic national asset.

KEYWORDS R&D 정책, 전문가 조사, 정부 R&D 현황, 정책 수요, 화합물 반도체

I. 서론

AI · 반도체, 항공 · 우주, 첨단 고성능 센서 등

민 · 군 이중용도(Dual-Use) 기술에서의 패권경쟁이 심화되는 가운데, 화합물 반도체는 실리콘 기반 반도체의 물리적 한계를 극복할 핵심 기술로 주목받고

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2025.J.400401>

* 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-국가반도체연구실지원핵심기술개발사업(R&D)의 지원을 받아 수행된 연구임[RS-2023-00265518, 국가 반도체연구 정책 센터, 실행과제번호 25JF1110].

있다.

이에 주요국은 화합물 반도체를 산업 경쟁력과 안보 핵심기술로 인식하고, 안정적인 공급망 확보 및 기술 자립화를 추진하고 있다. 미국은 반도체과학법(CHIPS Act)과 마이크로일렉트로닉스 커먼즈 (Microelectronics Commons) 프로그램을 통해 국방·우주용 기술을 확보 중이며[1,2], 유럽은 유럽우주국(ESA)을 중심으로 고신뢰 부품 국산화와 표준화를 추진하고 있다[3]. 일본은 우주항공연구개발기구(JAXA) 등과 협력해 방사선 내성 SiC/GaN 기술을 개발 중이고[4], 중국은 국가 전략과 민군융합 (MCF: Military-Civil Fusion)을 통해 기술 내재화를 가속화하고 있다[5]. 우리나라로 ‘국방 반도체 발전전략’을 통한 국내 연구개발 추진 및 생태계 조성, 기술 자립을 추진 중이다[6].

화합물 반도체는 미래산업의 경쟁력과 국가 안보 측면에서 중요성이 크며, 이에 대응하기 위한 체계적이고 지속 가능한 국가 전략이 필요하다. 이러한 배경을 바탕으로, 본고는 화합물 반도체의 개념과 특징, 국내·외 동향을 살펴본 다음 NTIS 자료를 기반으로 국내 정부 R&D 투자 현황을 정량적 측면에서 검토하고자 한다. 뒷부분에서는 전문가 설문조사를 통해 국내 산업의 장애요인과 기회요인을 식별하고, 글로벌 기술 패권 경쟁 속에서 우리나라의 화합물 반도체 산업 경쟁력 강화와 기술 주권 확보를 위한 정책 방향을 논의한다.

II. 화합물 반도체의 개념과 특징

화합물 반도체(Compound Semiconductor)는 두 가지 이상의 원소로 구성된 반도체로, 실리콘(Si: Silicon)이나 게르마늄(Ge: Germanium)과 같은 단일 원소 반도체와 구별된다. 대표적인 화합물 반도체로는 갈륨비소(GaAs: Gallium Arsenide), 인듐포스파이

드(InP: Indium Phosphide), 갈륨나이트라이드(GaN: Gallium Nitride), 실리콘카바이드(SiC: Silicon Carbide) 등이 있으며, 각기 다른 조합의 원소를 통해 다양한 특성과 응용 가능성을 확보할 수 있다.

화합물 반도체의 가장 큰 특징은 직접 천이형 밴드갭(Direct Bandgap) 구조를 가진 물질(GaAs, InP 등)을 활용하여, 광전자(Photonic) 응용에 적합하다는 점이다[7]. 이 구조는 LED, 레이저 다이오드, 광통신 송수신기 등에 필수적인 성능을 제공한다. 또한, 넓은 밴드갭(Wide Bandgap)을 가진 물질(SiC, GaN 등)은 고전압, 고온, 고주파 환경에서 뛰어난 전력 효율과 열 안정성을 발휘하기 때문에[8] 전력 반도체 및 고주파(RF: Radio Frequency) 응용에서 중요한 역할을 한다.

이러한 특성으로 인해 화합물 반도체는 실리콘 기반 소자가 구현하기 어려운 고주파, 고전력, 고효율, 고속 스위칭 요구를 충족시킬 수 있는 대안으로 주목받고 있다. 예를 들어, GaN은 5G 기지국의 전력 증폭기나 AI 서버 전원공급장치(PSU: Power Supply Unit)에서 적용되며, SiC는 전기차의 인버터 및 고속 충전기, 태양광 발전 시스템 등에서 핵심 부품으로 자리 잡고 있다.

III. 화합물 반도체 산업 동향

1. 시장 전망

시장조사기관 Yole group[9]에 따르면, 화합물 반도체 디바이스 시장은 2024년 약 121억 달러에서 2030년 254억 달러로 성장할 전망이며, 연평균성장률 13%로 전체 반도체 산업(2024-2030 CAGR 7%)보다 빠른 성장을 보일 것으로 예측된다. 시장 확대는 전기차, 통신 인프라, 모바일 기기 등 고전력·고주파·광 응용 수요 증가에 기인한다.

2. 글로벌 산업 현황

화합물 반도체 산업은 소재, 웨이퍼, 디바이스, 패키징, 모듈에 이르는 가치사슬을 수직계열화하는 추세이며, 특히 SiC와 GaN 분야에서 대규모 투자 경쟁이 본격화되고 있다. 미국·EU 등 글로벌 주요 기업들은 전력 및 포토닉스 시장을 중심으로 M&A를 통한 수직계열화 등 시장선점을 위한 기술저변 확대에 나서고 있다.

한편 화합물 반도체 산업은 응용 분야 및 소재별로 다양한 세부시장과 핵심 플레이어가 존재한다는 점에서, 소수 선두기업이 시장을 독과점하는 실리콘 기반 시장과는 다른 양상을 보인다.

전력 반도체 분야에서 SiC는 고전압·고온 환경에서 안정적 특성으로 전기차 인버터, 산업용 전력 장치에 활용되며(표 1), 미국 올프스피드, 코히런트(투식스), 중국 SICC 등이 생태계에 참여하고 있다. 전력 GaN은 고주파 스위칭이 가능해 고속충전기, AI 서버 전원장치 등에 적용되며, 영국 IQE가 대표적이다.

RF·무선통신 분야는 GaAs와 GaN 기반 HBT(Heterojunction Bipolar Transistor), HEMT(High Electron Mobility Transistor) 기술이 5G·6G 기지국과 모바일 RF 프론트엔드에 채택되고 있다. GaN-on-Si는 기지국 파워앰프에, GaAs는 모바일 LNA와 스위치에 사용된다. 통신 GaAs·GaN 주요 기업은 미국 올프

스피드, 코히런트, AXT, 영국 IQE, 일본 스미토모, 대만 원세미, 독일 Freiberger 등이다.

포토닉스(광응용) 분야는 GaAs, InP 기반 레이저와 VCSEL(Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser)이 3D 센싱, LiDAR, 광통신에서 핵심 역할을 한다. InP는 광통신 모듈에, VCSEL은 AR/VR과 얼굴인식 센서 등에 활용된다. 주요 플레이어는 미국 코히런트, AXT, 영국 IQE, 일본 스미토모, 대만 원세미, VPEC, Freiberger 등이다.

3. 국내 산업 현황 및 진단

국내 화합물 반도체 생태계는 에피웨이퍼, 설계, 생산 분야로 크게 나누어 볼 수 있다(표 2).

에피웨이퍼 분야에서는 소재별로 소수의 전문 기업들이 생산을 담당하고 있다. SiC 소재는 SK실트론과 쎄닉스, GaN은 아이브이웍스가, InP와 GaAs는 큐에스아이가 각각 생산하고 있어 소재별로 특화된 시장 구조를 형성하고 있다.

설계 분야에서는 다수의 중소·중견기업들이 소재별, 활용 분야별로 설계하고 국내외 화합물 파운드리를 통해 생산하고 있다. 하지만 국내 생산 인프라가 부족한 상황이어서 이들 기업은 대부분 원세미(대만), TSMC(대만), 엑스-팹(미국), 올프스피드(미국) 등 해외 화합물 반도체 파운드리에 의존하여 제품을 생산하고 있다.

생산 분야에서는 소수의 국내 IDM(Integrated Device Manufacturer) 기업들이 자사 제품의 설계와 생산을 담당하는 동시에, 파운드리 서비스를 통해 연관 소재나 활용 분야의 패리스 기업들로부터 주문을 받아 위탁생산을 진행하고 있다. 현재 큐에스아이(포토닉스 InP&GaN), 웨이비스(RF GaN), 시지트로닉스(전력 GaN), 파워마스터(전력 SiC), SK파워텍(전력 SiC) 등이 파운드리 서비스를 제공하고 있으며, 삼

표 1 소재별 응용시장 성장동인

구분	성장동인	
전력	SiC	전기차, 재생에너지
	GaN	고속충전, 전력공급
RF	GaAs	5G, WiFi6, C-V2X
	GaN	5G 통신, 국방-항공
포토닉스	GaAs	3D 센싱, 데이터센터, 라이다
	InP	광통신, 웨어러블, 라이다

표 2 화합물 반도체 산업 소재별 주요 국내기업 생태계

구분	에피웨이퍼		주요 분야별 생산/설계				파운드리
	기판	에피택시	RF	포토닉스	디스플레이	전력	
InP	-	큐에스아이	-	큐에스아이 우리로 엘디스	-	-	큐에스아이
GaAs	-	큐에스아이	-	-	큐에스아이	-	
GaN	-	아이브이웍스	RFHIC 시지트로닉스 웨이비스	-	LX세미콘	RFHIC 시지트로닉스 LX세미콘 에이프로세미콘	웨이비스 시지트로닉스 삼성전자* DB하이텍* SK카파운드리*
SiC	SK실트론 쎄닉	-	-	-	-	아이큐랩 파워세미큐브 파워마스터 KEC 아이에이 SK파워텍 LX세미콘 시지트로닉스 현대모비스*	파워마스터 SK파워텍 DB하이텍*

* : 계획 혹은 추진 중인 기업, :IDM(Integrated Devices Manufacturer, 종합반도체기업)

성전자(GaN), DB하이텍(GaN, SiC), SK카파운드리(GaN)는 파운드리 서비스를 준비 중이다.

다음으로, 국내 화합물 반도체 산업 및 기술 역량을 살펴보겠다. 산업 역량 측면에서 보면, 화합물 전력반도체 시장에서 우리나라의 점유율은 2% 내외로, 유럽(54%), 미국(28%), 일본(13%) 등 주요 생산국과 비교할 때 매우 미흡한 수준이다. 국내에는 SK파워텍과 에이프로세미콘(전력), RFHIC(통신), SK실트론과 아이브이웍스(에피웨이퍼), QSI(LED) 등의 기업이 있으나, 대부분 매출이 중소 또는 중견 규모에 머물러 있다.

기술 역량 측면에서도 우리나라는 최고 기술 보유국인 유럽과 미국 대비 기술적으로 열위에 있다. 2023년 화합물 전력반도체 고도화 기술개발사업 예비타당성 조사보고서[10]에 따르면, 현재 주목받는 SiC(70~82%)와 GaN(68~78%)뿐만 아니라 차세대 소재인 AlN(Aluminum Nitride, 75%), Ga₂O₃(Gallium

Oxide, 76%)도 해외 최고 수준 대비 큰 격차가 존재한다.

이러한 현황을 토대로, 다음과 같이 세 가지 문제점을 진단해 볼 수 있다. 첫째, 국내 화합물 반도체 산업의 해외 의존성이 매우 높다. 에피소재 및 생산 대부분을 해외기업에 의존하고 있어 공급망 및 가격안정성이 취약하며, 이는 국내 화합물 반도체 산업의 지속가능성을 저해하는 요인이다. 둘째, 산업의 영세성 문제이다. 국내 화합물반도체 산업은 중소·중견기업 중심으로 산업생태계가 형성되어 있어 산업 및 기술경쟁력 제고에 한계가 있다. 셋째, 분야의 편중 문제이다. 국내 화합물반도체는 전력 반도체에 편중되어 있어 산업의 다양성이 저해되고 시장확장에 제한이 있다. 정부 R&D 투자도 전력 및 RF(통신) 분야에 편중되어 있어, 다양한 응용 분야에서 발생하는 화합물 반도체 수요에 대응이 부족하다.

IV. NTIS 기반 정부 R&D 투자 현황

본 분석은 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에 등록된 2019년부터 2023년까지의 정부 R&D 과제 데이터를 기반으로 수행되었으며, 화합물 반도체 기술과 연관된 총 211개 과제(계속과제 수 포함, 계속 과제 제외 시 104개)를 대상으로 하였다. 과제명, 연구 요약, 키워드 등을 기준으로 직접 검토한 후 응용 분야, 연구개발 단계, 수행기관, 정부부처 분류체계에 따라 정제·분석하였다. 응용 분야는 전력, 통신, 포토닉스, 공통(소재·공정·장비 등), 인프라로 구분하였다(표 3), 각 항목별 통계를 도출하였다.

1. 응용 분야별 현황

최근 5년간(2019~2023) 화합물 반도체 관련 정부 R&D 과제는 총 211개, 총 1,202억 원이 투입되었다(표 4). 응용 분야별로는 전력 분야가 92건(43%)으로 가장 많고, 공통(소재·소자·공정·장비) 61건(29%), 포토닉스 30건(14%) 순으로 많았다. 연구비는 전력

표 3 본 분석의 국가 화합물 반도체 R&D 과제 분류

분류 유형		주요 내용
응용 분야	전력	고전압, 고전력 애플리케이션을 위한 반도체 소자 및 모듈 개발. 전력 효율을 높이고, 열 관리 성능을 개선 관련 연구
	통신 (RF)	고주파, 고속 통신을 위한 반도체 소자 개발. 신호 처리 속도와 주파수 대역폭을 극대화
	포토닉스	빛의 생성, 감지 및 변환을 위한 반도체 소자 개발. 에너지 변환 효율과 광학 성능 향상
	디스플레이	고해상도, 고효율 디스플레이 소자 개발. 색 재현성, 효율성 및 내구성 향상
	기타	센서, 환경 인지, 물질 특성 제어 등 특정한 용도로 사용되는 연구
공통 (소재/소자/공정/장비)		특정 응용 분야와 직접적으로 관련되지 않지만, 화합물 반도체 소재, 소자, 공정, 장비 개발 등에 대한 기초연구 또는 전반적인 기술 개발을 포함
인프라		화합물 반도체 공정 플랫폼 및 제조 인프라 등

표 4 응용 분야별 정부 R&D 현황(2019~2023)

(단위: 건, 백만 원)

응용 분야	과제 수	연구비	평균연구비
공통	61	18,086	296
전력	92	46,903	510
통신	12	16,651	1,388
포토닉스	30	13,342	445
디스플레이	2	765	382
인프라	8	22,872	2,859
기타	6	1,610	268
계/평균	211(계)	120,228(계)	570(평균)

(469억 원), 인프라(229억 원), 공통(181억 원), 통신(167억 원), 포토닉스(133억 원) 순으로 집행되었으며, 과제당 평균연구비는 인프라(29억 원)와 통신(14억 원) 분야가 상대적으로 높았다. 전력 분야는 R&D 자금이 집중되어 있으나 과제 단가는 낮았다.

2. 연구개발 단계별 현황

연구개발 단계에서는 개발연구가 105건(49.8%)으로 가장 많고, 기초연구 67건(31.8%), 응용연구 6건(2.8%), 기타(장비·인프라 구축 등) 30건(14.2%)이었다. 연구비 기준으로 개발연구가 전체의 과반 이상인 609억 원(58.9%)을 차지하며, 기타 387억 원(32.2%), 기초연구 157억 원(13.1%), 응용연구 48억 원(4.1%)이 뒤를 잇는다(표 5).

표 5 연구단계별 화합물 반도체 정부 R&D 과제 현황

(2019~2023)

(단위: 건, 백만 원)

연구 단계	과제 수	연구비	평균연구비
기초연구	67	15,698	234
응용연구	6	4,881	813
개발연구	105	60,947	580
기타	30	38,702	1,290
계/평균	211(계)	120,228(계)	570(평균)

3. 정부부처별 현황

과제 수 기준으로 과학기술정보통신부가 93건(44%)으로 가장 많으며, 중소벤처기업부 62건(29%), 산업통상자원부 42건(20%) 순이다(표 6). 연구비 기준으로는 과기부가 640억 원, 산업부 398억 원, 중기부 147억 원 순이다. 과기부는 통신·포토닉스·인프라, 산업부는 전력, 중기부는 전력 및 공통 분야에 집중되어 있다.

4. 수행주체별 현황

수행주체는 중소기업이 100건(47.4%)으로 가장 많고, 대학 61건(28.9%), 출연연 25건(11.8%), 협회, 재단 등 기타기관 24건(11.4%), 대기업 1건(0.5%) 순이다(표 7). 총 연구비 기준으로는 중소기업이 460억 원(32.3%)으로 가장 많으며, 기타기관 305억 원(25.4%), 출연연 238억 원(19.8%), 대학 188억 원(15.6%) 순이다. 기타기관의 평균연구비는 13억 원으로 가장 많고, 중소기업(5억 원), 대학(3억 원)은 가장 적은 수준이다. 중소기업은 전력, 통신, 공통 분야를 중심으로 활발하게 과제를 수행하고 있으며, 출연연과 대학은 포토닉스·인프라 분야에서 강점을 보이고 있다.

종합하여 보면, 정부 R&D는 화합물 반도체 대표

표 6 정부부처별 정부 R&D 현황(2019~2023)

(단위: 건, 백만 원)

부처명	과제 수	연구비	평균연구비
과기부	93	64,019	884
산자부	42	39,803	236
중기부	62	14,686	171
교육부	11	683	26
기재부	3	1,037	125
계/평균	211(계)	120,228(계)	570(평균)

표 7 수행주체별 정부 R&D 현황(2019~2023)

(단위: 건, 백만 원)

수행주체	과제 수	연구비	평균연구비
출연연	25	23,812	952
대학	61	18,808	308
대기업	1	1,097	1,097
중소기업	100	46,004	460
기타	24	30,508	1,271
계/평균	211(계)	120,228(계)	570(평균)

응용 분야별로 고르게 투자되고 있으나 인프라 및 통신 분야 외에는 소규모로 파편화되어 있고, 원천 기술 투자가 부족한 것으로 판단된다.

V. 화합물 반도체 전문가 설문조사

1. 조사 개요 및 내용

본 조사는 R&D 정책의 관점에서 국내 화합물 반도체 산업의 현황을 정성적으로 진단하고자 유관 학회 분과장 및 연구개발 책임자/실무자를 대상으

표 8 설문응답자 기초통계(총 22명)

항목	내용	빈도	항목	내용	빈도
기본 정보	산업계	18.0%	직무	R&D	95.5%
	학계	41.0%		경영/전략/정책	4.5%
	연구계	41.0%			
소재 분야 (중복응답)	GaN	20.5%	가치 사슬 분야	설계	9.0%
	SiC	11.4%		소재	17.9%
	GaAs	31.8%		소자	28.4%
	InP	22.7%	(중복응답)	공정/에피	26.9%
	Ga ₂ O ₃	4.5%		장비	7.5%
	기타	9.1%		부품	10.4%
활용 분야 (중복응답)	-			기타	0.0%
	포토 닉스	40.0%	활용 분야 (중복응답)	LED/display	20.0%
	RF	15.0%		기타	10.0%
	전력	15.0%		-	-

표 9 전문가 의견조사 항목

구분	항목(우선순위 1~3순위 선정 대상)
	<ol style="list-style-type: none"> 정부 또는 민간 R&D 투자 부족 5~10년 이상의 장기적 원천기술 개발 부족 에피소재 등 공급망 상의 높은 해외 의존도 실리콘 반도체 대비 한정적인 수요처 및 소요량 글로벌 경쟁력을 갖춘 기업 부족 국내 원천기술 역량 미흡/주요국 대비 낮은 기술 역량 설계/파운드리/소부장 역량 부족 소재별 특성으로 인해 낮은 연구/공정 확장성(칩 디자인, 공정 장비 등) 석박사 고급 전문인력 부족 연구 인프라 기반 미흡(설비투자, 안정성 검증 등) 중소, 중견기업 위주(영세성) 인재양성 시스템 미흡 산학연 협력 및 공동연구 기회 부족 높은 화합물 반도체 제조 비용 기타
장애 요인	<ol style="list-style-type: none"> 화합물 소재의 종류에 따라 다양한 응용서비스 개발에 유용 선진국의 기술 무기화에 대항하기 위한 안보 자산으로서의 중요성 기술적 특성으로 차세대 반도체의 핵심으로 부각 실리콘 기반 반도체 성능 및 효율 향상 한계로 새로운 반도체 소재 사용 확산 산화갈륨, 다이아몬드 등 Post-WBG(Wide Bandgap)의 미래산업 잠재력 기타
기회 요인	<ol style="list-style-type: none"> 다양한 소재에 범용으로 사용 가능한 핵심기술 개발 확대 국방, 우주, 양자 등 첨단 및 전략 산업에서 활용도가 높은 차세대 소재 R&D 강화 산학연 공동연구 기반 장기 대형사업 추진 SiC, GaN 등 화합물 소재에 부합한 맞춤형 R&D 로드맵 마련 국내 파운드리 또는 공동 장비 플랫폼 활성화 R&D 초기단계에 있는 차세대 화합물반도체 기술역량 강화 미래 유망기술 분야 탐색 및 도출을 통해 선택과 집중의 R&D 투자 강화 고급 R&D 전문 인력 양성 기반 구축 화합물 반도체 글로벌 선도기업의 R&D 센터의 국내 유치 및 R&D 협력 화합물 반도체 선도국과의 공동연구를 통한 기술력 제고 기타
R&D 방향	<ol style="list-style-type: none"> 중소/중견기업들이 설계/제작한 화합물 반도체를 생산할 수 있는 공용 FAB 시설 구축 및 확대 산학연 협업을 통한 기술과 지식 공유 화합물 반도체 컨트롤 타워 신설 글로벌 기업의 수직계열화에 대응하여 국내 대기업의 인수합병 등을 통한 글로벌 경쟁력 강화 환경 조성 미국, 일본, 유럽 등 기술 주도국과 기술동맹 구축 및 국제 협력 강화 화합물 반도체 소재 및 소자 관련 특허와 표준 조기 확보 R&D 세제 혜택 화합물 반도체 소재부품 및 응용기술 개발을 위한 국가 주도 R&D 기술개발 지원 화합물 반도체 전문기업 선정 및 집중지원
산업 활성화 방향	<ol style="list-style-type: none"> 중소/중견기업들이 설계/제작한 화합물 반도체를 생산할 수 있는 공용 FAB 시설 구축 및 확대 산학연 협업을 통한 기술과 지식 공유 화합물 반도체 컨트롤 타워 신설 글로벌 기업의 수직계열화에 대응하여 국내 대기업의 인수합병 등을 통한 글로벌 경쟁력 강화 환경 조성 미국, 일본, 유럽 등 기술 주도국과 기술동맹 구축 및 국제 협력 강화 화합물 반도체 소재 및 소자 관련 특허와 표준 조기 확보 R&D 세제 혜택 화합물 반도체 소재부품 및 응용기술 개발을 위한 국가 주도 R&D 기술개발 지원 화합물 반도체 전문기업 선정 및 집중지원

로 시행되었다. 총 35명의 전문가를 대상으로 설문지를 배포하였으며, 이 중 총 22명이 응답하였다(응답률 약 63%). 응답자는 산업계 4명(18.0%), 학계 9명(41.0%), 연구계 9명(41.0%)으로 구성되었다(표 8).

설문 항목은 장애요인(15개 항목), 기회요인(6개 항목), R&D 방향성(10개 항목), 산업 활성화 방안(9개 항목)의 총 4개 범주로 구성하였다(표 9). 각 항목은 기존 문헌 검토 및 연구진의 브레인스토밍 회의를 통해 도출되었다. 설문조사는 전문가들에게 전체 항목 중 1순위부터 3순위까지를 선택하게 하고, 선택한 1~3위 항목에 대한 선택 이유 및 극복/해결 방안에 대한 의견을 묻는 개방형 질문으로 구성하였다. 분석에서는 항목별 1~3순위 가중치를 고려한 응답 빈도 합산점수를 기준으로 최종 순위를 평가하였다.

2. 분석 결과

2.1 국내 화합물 반도체 산업발전 장애요인

전문가 설문조사 결과, 국내 화합물 반도체 산업의 성장을 저해하는 주요 장애요인으로는 첫째, 정부 및 민간의 R&D 투자 부족이 가장 심각하게 지적되었다(표 10). 화합물 반도체는 다양한 응용 분야에 활용되나, 시장 규모가 작고 소량다품종 위주라는 특성으로 인해 연구개발 유인이 낮으며, 이로 인해 영세하고 단기성과 중심의 R&D 환경이 고착화되고 있다는 인식이 강하다. 또한, 정부의 투자 역시 소규모에 머무르며 대규모 연구장비 및 인프라 구축이 부족해, 국내 기술 수준이 글로벌 대비 낮은 수준에 머물고 있는 상황이라는 의견이 많았다.

둘째, 장기 원천기술 개발의 부재도 주요 장애요인으로 꼽혔다. 현재 국내 연구는 당장 산업 현장에서 활용 가능한 응용기술에 집중되어 있으며, 이를 뒷받침할 기초·원천기술은 부족한 상태라는 진단

표 10 화합물 반도체 산업발전 장애요인

순위	항목 / 전문가 의견(선택 이유)	평가 점수*
정부 또는 민간 R&D 투자 부족		
1	“화합물반도체는 차세대반도체로서 현재 시장규모가 Si(실리콘)보다 작기 때문에 국내 연구개발 환경이 영세성을 벗어나지 못하고 있으며...”	30
5~10년 이상의 장기적 원천기술 개발 부족		
2	“R&D 투자가 장기적이지 못하고 단기적인 시장성만을 고려...”	21
에피소재 등 공급망 상의 높은 해외 의존도		
3	“국내에서 화합물 반도체 기술 개발의 기반이 되는 에피소재 공급의 원활하지 않아 소자 및 응용시스템 개발이 주로 해외에 의존...” 이는 고성능, 신기능 소자 및 응용제품 개발에 제약...”	14

* : 우선순위(1~3위) 가중치를 고려한 빈도 합산점수

이다. 과제 간 연계가 부재하고, 부처별로 분절된 연구개발이 이루어지면서 장기 기술축적과 인력 양성이 체계적으로 이루어지지 않고 있다는 것이다.

셋째, 에피소재를 비롯한 핵심 소재의 공급망 해외 의존도 역시 구조적 취약점으로 나타났다. 에피성장은 화합물 반도체의 연구 및 산업화에서 가장 중요한 공정임에도 불구하고, 국내에는 이를 안정적으로 수행할 수 있는 고품질 에피공정 기반 인프라와 숙련된 전문 인력이 부족하다. 특히 대면적 · 고품질 에피층 성장 기술의 확보가 지연되고 있으며, 이로 인해 소재 및 응용소자의 개발이 지속적으로 해외 수급에 의존하고 있는 실정이다.

2.2 국내 화합물 반도체 산업발전 기회요인

전문가들은 국내 화합물 반도체 산업의 미래 성장 가능성을 뒷받침하는 주요 기회요인으로 △소재별 다양한 산업 수요 증대, △안보 자산으로서의 전략적 중요성, △차세대 반도체 기술로서의 고유 특

표 11 화합물 반도체 산업발전 기회요인

순위	항목 / 전문가 의견(선택 이유)	평가 점수*
화합물 소재의 종류에 따라 다양한 응용서비스 개발에 유용		
1	“우주, 국방, 전기차, 차세대 무선통신 등 고성능 소자를 요구하는 신규 시장(고부가가치 첨단제품) 수요 확대...” “통신, 전기차, 에너지 관련 산업은 내수 기업/시장 형성... 기술산업화 기회...”	58
선진국의 기술 무기화에 대항하기 위한 안보 자산으로서의 중요성		
2	“美·中·EU는 무기체계 등에 활용가능한 화합물반도체 소재, 부품 수출 통제...” “우리가 기술이 없다면, 아마도 종속되거나, 구할 수 없게 될 것...”	29
기술적 특성으로 차세대 반도체의 핵심으로 부각		
3	“실리콘 반도체가 동작할 수 없는 고온 영역, 우주 환경 등에서 신뢰도 높은 소자 및 회로 제조가 가능...”	20

* : 우선순위(1~3위) 가중치를 고려한 빈도 합산점수

성 부각을 지목하였다(표 11).

첫째, 화합물 반도체는 고성능 · 고부가가치 소자를 요구하는 전기차, 우주 · 항공, 국방, 차세대 통신 등 다양한 첨단 산업에 응용될 수 있으며, 실리콘 소자 대비 시장 독과점이 낮고 응용 서비스 확장 가능성이 높아 중소 · 중견기업 중심의 산업 구조에서 유리한 경쟁 여건을 갖는다.

둘째, 미 · 중 기술패권 경쟁과 주요국의 기술 무기화 흐름 속에서 화합물 반도체는 전략적 안보 자산으로 간주되고 있으며, 국산화를 통해 독자적 기술 확보가 절실한 분야로 인식되고 있다.

셋째, GaN · SiC 기반 와이드밴드갭(WBG) 반도체는 내고전압, 내고온, 고속 특성 등 기존 실리콘 반도체로는 대응이 어려운 영역에서 탁월한 물리적 성능을 제공함으로써 차세대 반도체의 핵심 소재로 주목받고 있다. 특히 메모리 및 시스템 반도체의 초고속 정보처리를 위한 기반 소재로의 활용 가능

성도 제기되며, 향후 고부가가치 반도체 구현에 결정적 역할을 수행할 것으로 전망된다. 이러한 기술적·전략적 요인은 국내 산업에 새로운 기회의 창을 제공하고 있다.

2.3 국내 화합물 반도체 R&D 방향

전문가들은 국내 화합물 반도체 기술의 자립성과 경쟁력 강화를 위한 중점적인 R&D 전략 방향을 다음과 같이 지목하였다(표 12).

첫째, 다양한 소재에 범용적으로 사용 가능한 핵심기술 개발이 필요하다. 이는 후발국인 우리나라가 기술 추격을 위해 선택할 수 있는 효율적인 전략으로, 특히 고품질 대면적 에피 성장기술과 다양한 부품군(전력, 광소자, 센서 등)에 적용 가능한 공정 기술의 확보가 중요한 과제로 제시되었다. 이를 통해 범용 기술을 내재화하고, 산업 전반의 기술 확산과 응용 확대를 동시에 추진할 수 있을 것으로 기대된다.

표 12 화합물 반도체 R&D 방향 우선순위

순위	항목 / 전문가 의견(선택 이유)	평가 점수*
다양한 소재에 범용으로 사용 가능한 핵심기술 개발 확대		
1	“고품위 대면적 에피 성장기술 등 산업 파급력 및 해외의존도가 큰 핵심 범용기술 개발을 통한 기술 추격 토대 마련 필요...”	29
국방, 우주, 양자 등 첨단 및 전략 산업에서 활용도가 높은 차세대 소재 R&D 강화		
2	“규모의 경제 및 시장성 확보 어려움으로 민간 분야 투자 제약...” “미국 등 관련 부품 수출통제로 기술자립화 중요성 증대...”	27
산학연 공동연구 기반 장기 대형사업 추진		
3	“장기 대형사업 부재로 기초원천-개발-응용 연계의 일관성 있는 R&D 사업 추진에 한계...” “화합물 반도체는 기업 주도의 실리콘 대비 대학/연구기관 개발기술의 기업이전 중요성 높음...”	17

* : 우선순위(1~3위) 가중치를 고려한 빈도 합산점수

둘째, 국방·우주·양자 등 국가 전략 분야에 적합한 차세대 화합물 소재의 원천기술을 확보하기 위한 선제적 투자 필요성이 강조되었다. 특히 Ga_2O_3 , AlN 과 같은 소재는 미래 전략자산으로 분류되며, 조기 확보를 통해 국가 기술 주권 및 수출 통제 대응력을 강화할 수 있을 것이다.

셋째, 산학연 공동연구 기반의 장기 민관협력형 대형 R&D 사업 추진이 필요하다는 의견이 다수 제시되었다. 단기 성과 중심의 파편화된 소형 과제로는 기술 연계성과 연속성이 확보되지 않으며, 기초—응용—양산 단계로 이어지는 체계적 기술 개발이 어렵기 때문이다. 이에 따라, 10년 이상 장기 추진이 가능한 대형 공동과제를 통해 대학·연구기관의 기초역량과 기업의 사업화 역량이 결합된 협업 생태계를 구축해야 한다는 것이 중론이다. 이러한 방향은 결과적으로 국내 R&D 역량의 축적과 지속 가능한 산업기술 경쟁력 확보로 이어질 것으로 평가된다.

2.4 산업 활성화 방향

전문가들은 국내 화합물 반도체 산업의 지속 성장을 위해 다음의 세 가지 산업 활성화 방향을 우선 순위로 지목하였다(표 13).

첫째, 중소·스타트업의 공용 팹(Fab) 활용 기반 인프라 강화가 시급하다고 보았다. 고가의 제조 장비를 자체 보유하기 어려운 기업들이 제품 개발 및 사업화를 추진할 수 있도록, 연구용 장비와 양산 인프라를 동시에 갖춘 전문 파운드리 기업의 육성이 필요하며, 지역 기반 R&D 허브 조성을 통해 유연한 접근성과 사업화 역량 확대를 도모해야 한다.

둘째, 산학연 협업을 통한 기술·지식 공유 체계의 제도화가 강조되었다. 기술력과 연구 인력의 산재로 인해 산업과의 연계성이 떨어지는 구조를 보완하기 위해, 개방형 혁신 모델 기반의 협력 시스템

표 13 화합물 반도체 산업 활성화 방향 우선순위

순위	항목 / 전문가 의견(선택 이유)	평가 점수*
1	중소·중견기업들이 설계·제작한 화합물 반도체를 생산할 수 있는 공용 FAB 시설 구축 및 확대 “연구용 공용 FAB 및 장비 활용 인프라 대비 양산을 위한 전문 파운드리 기업 부족으로 제품개발 및 사업화 지연 야기...”	49
2	산학연 협업을 통한 기술과 지식 “대학, 연구기관, 기업별 기술 및 연구인력 역량 등이 산재되어 있음...”	29
3	화합물 반도체 컨트롤 타워 신설 “다양한 소재 기반의 산업적 특성을 보유한 화합물 반도체 산업의 효과적 지원을 위해 통합적/일관된 관리 및 지원체계 부재...”	23

* : 우선순위(1~3위) 가중치를 고려한 빈도 합산점수

을 구축하고, 공동연구 및 상호 인력 활용을 활성화해야 한다는 의견이 많았다.

셋째, 산업 전체를 조망할 수 있는 컨트롤타워 마련이 필요하다. 통합된 지원체계가 부재한 상황에서, 기술개발 로드맵 수립과 기업 지원, 인재양성까지 아우르는 중장기 전략기구를 통해 산업정책의 일관성과 실행력을 확보할 수 있어야 한다는 것이다.

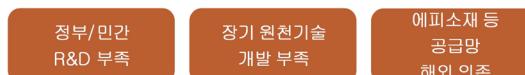
VI. 시사점 및 결론

본 연구는 국내 화합물 반도체 산업이 핵심소재 및 파운드리 등의 해외 의존, 인프라 부족, 단기·단편적 R&D 추진으로 인해 체계적 성장이 어렵다는 점을 확인하였다(그림 1). 전문가들은 이러한 구조적 취약성이 국내 화합물반도체 산업의 지속적 성장 및 글로벌 경쟁력 확보를 가로막는 주요 요인이라고 평가하였다.

반면, 정책과 기술 측면에서의 전략적 기회 또한 분명히 제기되었다. 고성능·고부가가치 응용 분야의 수요 증가와 기술무기화 시대에 대응하는 안보적 전략 가치는 국내 산업에 강력한 성장 동력으로 작용할 수 있다.

이러한 분석을 바탕으로, 다음과 같은 정책적 시사점을 도출하였다. R&D 정책과 관련하여, 다양한 화합물 소재에 적용할 수 있는 범용 핵심기술(고품위 대면적 에피성장 원천기술 등) 기반 확보로 해외 의존도를 완화하고 효율적인 기술추격 토대를 마련하는 것이 필요하다. 또한, 차세대 전략소재(Ga₂O₃, AlN 등) 원천기술의 선제적 육성을 통해 국가 전략 기술로서의 미래 수요 대응이 필요하다. 마지막으

장애요인

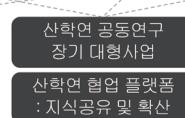


범용 핵심기술 개발

전략분야 소재 개발



기회요인 (투자 필요성)



스타트업/중소기업 공공 Fab 활용/연계

컨트롤타워 신설

R&D 이슈

생태계 활성화 이슈

그림 1 화합물 반도체 현황 및 정책 이슈에 대한 전문가 인식(종합)

로, 소규모의 과편화된 단기성 연구 지원을 지양하고, 장기적 관점에서의 민관협력 R&D 대형사업을 추진하여 산재한 연구역량의 결집이 요구된다.

산업생태계 정책과 관련해서는 실리콘 반도체 대비 열악한 화합물 반도체 파운드리 전문기업(기관) 육성 및 지원이 필요하다. 이를 통해 연구용 펩 대비 부족한 테스트 · 양산 파운드리를 육성하여 개발 및 사업화 시간을 단축해야 한다. 둘째로, 개방형 협력을 통한 기술-산업 연계를 강화하고 신규사업 기회 창출을 촉진해야 한다. 대기업 주도의 실리콘 대비 산학연 협력에 대한 수요가 높으므로, 정기적 기술교류, 상호 유연한 인력 활용 등이 필요하다. 마지막으로, 중장기 전략 및 로드맵, 유망기업 지원 정책

등 산업 활성화를 위한 산학연관 협력체계 및 컨트롤타워 마련이 필요하다.

용어해설

Gan-on-Si 실리콘(Si) 기판 위에 갈륨나이트라이드(GaN)를 에피택셜 방식으로 성장시킨 반도체 구조

직접 천이형 밴드갭(Direct Bandgap) 전자가 에너지를 잃을 때 빛(광자)을 방출하는 구조. 이 구조 덕분에 LED나 레이저처럼 빛을 잘 내는 소자에 꼭 필요하며, GaAs나 InP 같은 화합물 반도체가 이에 해당함. 이와 반대로, 실리콘처럼 “간접 천이형”인 경우에는 전자가 빛을 내기 전에 다른 에너지나 움직임이 필요해서, 빛을 거의 내지 못하거나 효율이 떨어짐

넓은 밴드갭(Wide Bandgap) 전자가 에너지를 이동하기 위해 더 많은 에너지가 필요한 구조로, 높은 전압·고온·고출력 환경에서도 잘 견딤

참고문헌

- [1] W. Shih, “CHIPS Act Support For GlobalFoundries Will Strengthen Key Domestic Capabilities,” Forbes, 2024. 2. 19. <https://www.forbes.com/sites/willyshih/2024/02/19/chips-act-support-for-globalfoundries-will-strengthen-key-domestic-capabilities/>
- [2] Microelectronics Commons Website. <https://microelectronicscommons.org/>
- [3] The European Space Agency Website. https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Microelectronics/ESA_Microelectronics_Section
- [4] 박시수 “일본, 우주용 반도체 개발에 7억 5,000만 엔 투자,” SPACERADAR, 2024. 2. 12. <https://www.spaceradar.co.kr/news/articleView.html?idxno=3042>
- [5] 한중과학기술협력센터, “중국 민군기술 협력·융합 추진체계 및 현황,” Issue/Report, 제17호, 2016.
- [6] 방위사업청, “첨단반도체 강군 도약을 위한 「국방반도체」 발전전략,” 2024. 11. 19.
- [7] TechWeb Website. <https://techweb.rohm.co.kr/product/ opto-electronics/laser-diodes/18793/>
- [8] 고상춘 외, “자동차용 WBG 전력반도체 및 전력변환 모듈과 ETRI GaN 소자기술,” 전자통신정책분석, 제29권, 제6호, 2014, pp. 53-62.
- [9] YOLE Group, “Status of the Compound Semiconductor Device Industry 2025 report,” Market and Technology Report, 2025. 2.
- [10] 김선재 외, “2022년 예비타당성조사 보고서 화합물 전력반도체 고도화 기술개발사업,” 한국과학기술기획평가원, 2023. 9.