혁신성장 BIG3 추진회의
20-1(공개)

혁신성장
오늘을 바꾸고 내:일을 만든다

차세대 전력 반도체 기술개발 및 생산역량 확충 방안

2021. 3. 25.

관 계 부 처 합 동

순 서

Ⅰ. 추진배경 1

Ⅱ. 국내·외 동향 2

Ⅲ. 추진 방안 4

〔1〕 상용화 제품 개발 5

〔2〕 기반기술 강화 6

〔3〕 제조공정 확보 7

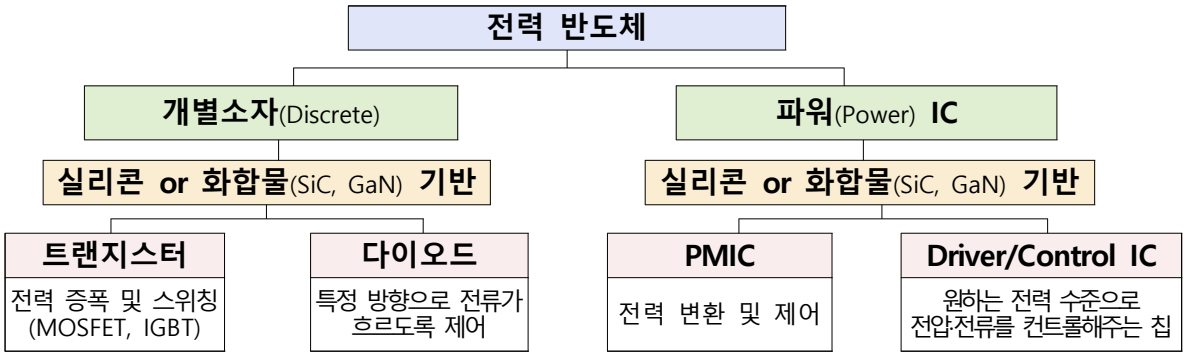
Ⅳ. 향후 계획 8

Ⅰ. 추진배경

□ (**전력 반도체의 개념**) 전기를 활용하기 위해 직류·교류 변환, 전압·주파수 조정 등 **전력의 변환·변압·안정·분배·제어**를 수행하는 반도체

○ 전력 반도체는 ①**전력 반도체 개별소자**와 ②**파워 IC**로 구분

< 전력 반도체의 구분 >



○ 최근 Si(실리콘) 대비 전력 효율, 내구성이 뛰어난 **SiC**(실리콘카바이드), **GaN**(질화갈륨) 등 화합물 기반 **차세대 전력 반도체**가 **新시장으로 부상 중**

< 화합물 기반 차세대 전력 반도체의 특징 >

구분	특 징
SiC	▸Si 대비 10배 높은 전압 내구성, 30% 작은 전력손실 ⇒ **전기차, 태양광 인버터 등에 사용**
GaN	▸Si 대비 빠른 스위칭 속도, 소형화 가능 ⇒ **고속 무선 충전, RF 통신 등에 활용**

□ (**전력 반도체의 중요성**) 전력 반도체는 AI, 5G 등 **디지털 뉴딜**과 전기차, 신재생 등 **그린 뉴딜의 공통분모**로 **성장 가능성이 높은 분야**

❶ (**디지털 뉴딜**) 전력의 제어 및 효율적 사용을 돕는 전력 반도체는 ①**전자기기 기반의 디지털化**, ②**전자기기의 다기능化**로 **수요 증가**

❷ (**그린 뉴딜**) 전력 효율과 고온·고압 내구성이 뛰어난 전력 반도체는 ①**전기차 배터리**, ②**신재생에너지 발전**의 인버터 등에 **필수 적용**

◈ **미래 수요 증가**가 예상되는 전력 반도체 분야의 **경쟁력 확보** 필요
⇒ 특히, 초기 단계인 **차세대 전력 반도체**의 **전략적 육성**이 중요

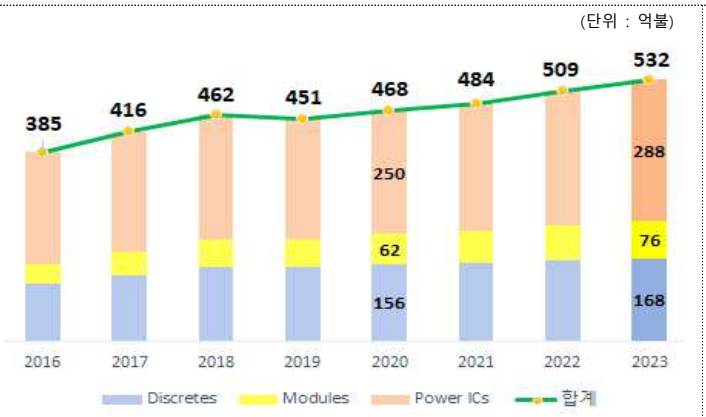
Ⅱ. 국내·외 동향

1 글로벌 동향

□ (**시장 동향**) 글로벌 전력 반도체(소자, 파워IC, 모듈*) 시장 규모는 **'19년 약 450억불**에서 **'23년 약 530억불 규모**로 성장할 것으로 전망

* 모듈 : 개별소자와 파워 IC를 탑재하여 시스템에 장착 가능하도록 규격화

< 전력 반도체 시장 규모 및 주요기업(OMDIA, '20.2) >



	업 체 명	국가	점유율(%)
1	Infineon Technologies	독일	13.41
2	Texas Instruments	미국	8.44
3	ON Semiconductor	미국	6.76
4	STMicroelectronics	스위스	5.64
5	Analog Devices	미국	3.88
⋮			
29	삼성전자	한국	0.79

○ 차세대 전력 반도체에 사용되는 **SiC 웨이퍼 시장**은 '19~'27년간 **연평균 16% 증가**하여, **3배 이상 성장**할 것으로 예상

* '19년 218천장 → '27년 693천장 (출처, OMDIA)

□ (**주요국 동향**) 미국, 중국, 일본 등 주요국은 **화합물 기반 전력 반도체 육성**을 위해 다양한 **정책적 지원 추진 중**

❶ (미국) 美 에너지부를 통해 **와이드밴드갭***(WBG) **반도체를 개발**하는 **'파워 아메리카**(Power America)**' 사업 출범**('14) 및 추진 중

* 실리콘(Si) 대비 낮은 저항과 높은 고온 안전성 → SiC, GaN 등 화합물 기반 반도체

❷ (중국) '21년 양회에서 **3세대 반도체**(화합물 반도체)를 **'7대 첨단 과학기술'**에 포함시켜 **자립화**한다는 계획 발표

❸ (일본) 전략적 이노베이션 창조 프로그램('14)의 일환으로 **차세대 파워일렉트로닉스 사업*** 개시

* WBG 기반 웨이퍼 소재, 전력반도체 소자·모듈 및 응용기술 개발 추진

◈ 글로벌 주요국은 **차세대 전력 반도체의 성장 가능성**을 인지하고, **선제적인 지원 정책 추진 중**

2 국내 동향

□ (**지원 현황**) 정부는 전력 반도체 기술력 제고를 위해 '17년부터 총 830억원 규모의 **'파워반도체 상용화 사업*'을 추진 중**

* 신산업 창출 파워반도체 상용화('17~'23년) : '21년 76억원

○ 同 사업을 통해 Si 외에도 SiC, GaN 등 **전력 반도체**의 **성장 기초*를 확보**하였으며, **국내 유일의 6인치 SiC 시제품 제작 인프라****를 구축

* R&D 과제를 통해 '18~'20년간 총 346억원의 조기 매출 창출 지원
** 부산 파워반도체 상용화 센터 : 부산대와 기장군에 SiC 반도체 제작 일괄공정 구축

○ 이와 함께, ①**전력 반도체 신뢰성 평가 인증센터**('19~'22), ②**차세대 전력반도체 소자 제조 전문인력 양성**('20~'24) 등 성장 기반 지원 중

⇒ **'21년부터 시제품 제작 인프라 확대**를 신규 지원 중이나, 설계·공정 개발을 위한 **전력 반도체 R&D 사업**은 **신규 과제 마련 필요***

* 신산업 창출 파워반도체 상용화 사업은 '20년부터 계속 과제만 지원

□ (**산업 동향**) 국내 전력 반도체 시장은 **약 20억불 규모**이며, 기술력 부족과 해외 기업의 특허 선점으로 **수요의 90% 이상을 수입에 의존**

○ (**개별소자**) 국내 기업의 **생산 규모 및 기술력이 글로벌 대비 부족**

- 모듈 기업은 소자 기업과의 연계 부족으로 **수입 소자 탑재·개발 중**

○ (**파워 IC**) 국내 팹리스 기업을 중심으로 **PMIC 등을 개발 중**

⇒ 최근 국내 주요 기업들은 **SiC, GaN 등 차세대 전력 반도체**의 성장 가능성에 주목하고, **관련 투자*를 확대 중**

* ▲A社(韓) : SiC 웨이퍼 기업 B社(美) 인수('19), ▲C社(韓) : 소자기업 D社(韓) 지분투자('21)

◈ 화합물 기반 차세대 전력 반도체 시장에 **선제적으로 도전**하기 위해 **민·관 공동 노력이 필요한 시점**

⇒ 차세대 전력 반도체 기술력 확보를 위한 **신규 R&D 적기 추진** 필요

Ⅲ. 추진 방안

【 목 표 】

2025년까지 글로벌 수준의 차세대 전력 반도체 경쟁력 확보

주요 목표 : 상용화 제품 5개 이상 개발 ✚ 6~8인치 기반 인프라 구축

【 추진 전략 】

◈ SiC, GaN, Ga_2O_3 등 3대 소재 기반 차세대 전력 반도체 개발

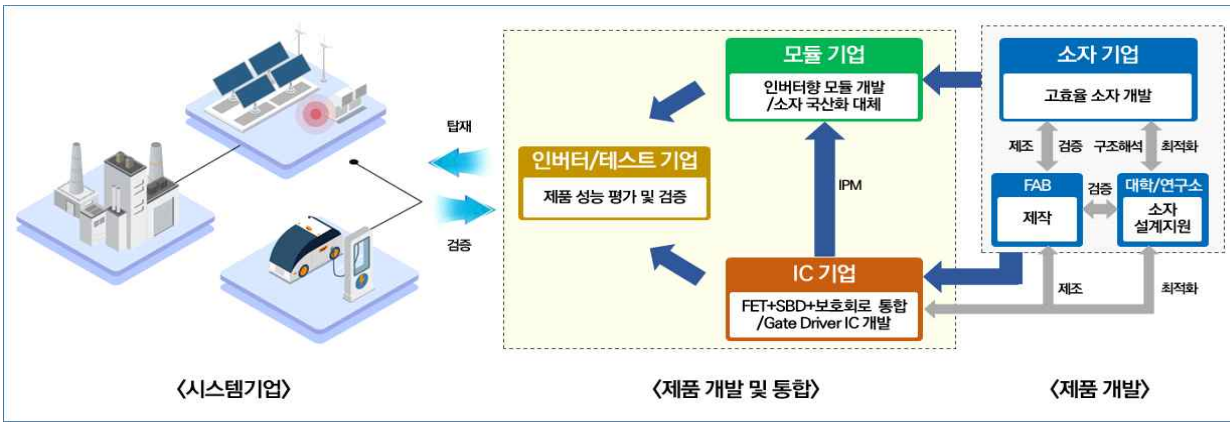
◈ 소자-모듈-시스템을 연계하는 통합 밸류체인 육성

◈ 8인치 공정 기반의 차세대 전력 반도체 파운드리 인프라 확보

【 추진 과제 】

상용화 제품 개발	기반기술 강화	제조공정 확보
◇ 수요기업 연계 과제발굴 ⇒ 단기 상용화 제품 개발	◇ 화합물 소재 응용기술 개발 ⇒ SiC, GaN 등 소재기술 확보	◇ 화합물 반도체 공정 고도화 ⇒ 전력 반도체 신뢰성 제고
◇ 제조 인프라 활용 시제품 제작 ⇒ 시제품 생산 인프라 확충	◇ 화합물 소자 기반 IC 기술 개발 ⇒ 응용 가능한 설계기술 확보	◇ 6~8인치 양산공정 확보 ⇒ 미래 공정기술 선점

【 전력 반도체 산업 생태계 】



1 상용화 제품 개발

① 조기 성과 도출을 위한 수요연계 과제 발굴

□ (수요연계) 인버터, 충전기 등 **단기 상용화 가능한 분야**를 중심으로 **국내 수요기업과 연계***한 상용화 과제 발굴·기획

* 수요-공급기업 연대·협력 협의회 개최, 설문조사 추진('21.4~5월)

○ **소자-모듈-시스템***을 **연계**하여 개발된 제품의 **조속한 상용화** 촉진

* (소자) SiC, GaN 등 화합물 소자 → (모듈) 고신뢰성·고방열 모듈 → (시스템) 전기차 인버터

□ (성과확산) ①**수요-공급 연계 온라인 플랫폼***, ②**융합얼라이언스** 등을 활용하여 개발된 제품의 상용화 확산 촉진

* 한국반도체산업협회 홈페이지에 수요-공급 연계 온라인 플랫폼 구축(3.31일 출범)

② 화합물 반도체 제조 인프라 활용 시제품 제작 지원

□ (시제품 제작) 부산 **파워반도체 상용화 센터**에서 **시제품 제작 지원**

○ **시제품 지원 물량 확대***를 위해 **인프라 증설** 추진 중

* 파워반도체 생산 플랫폼 구축('21~'22) : '21년 60억원(月 CAPA 300장 → 600장)

< 부산 파워반도체 상용화센터 >

부산대 內 상용화센터	부산 기장군 內 상용화센터
	

□ (생산 인프라) 국내에 **화합물 반도체 파운드리 인프라**를 구축하기 위해 **민간 기업과 투자 방안** 협의

○ 협의 과정에서 수렴한 건의사항은 **관계부처와 논의**하여 **적극 지원**

2 기반기술 강화

1 국내 밸류체인 확보를 위한 화합물 소재 응용기술 개발

□ (핵심소재) 실리콘 소재의 한계를 극복하기 위해 SiC, GaN, Ga_2O_3과 같은 **화합물 소재 응용기술*** **확보**

* (예) GaN-on-GaN 소자 기술 개발, Ga_2O_3 전력 소자 개발 등

< 화합물 기반 전력 반도체 핵심 소재 및 응용기술 >

구분	주요 내용	개발단계
SiC (실리콘카바이드)	▸(특징) 고전압에서 견딜 수 있으며, 전력변환 효율 우수 ▸(응용) 전기차, 태양광 등 신재생에너지 인버터	상용화 단계
GaN (질화갈륨)	▸(특징) 실리콘 공정 호환성 우수, 고속 동작·소형화 가능 ▸(응용) 고속충전시스템, 자동차 LiDAR, 통신 등	
Ga_2O_3 (갈륨옥사이드)	▸(특징) SiC, GaN 대비 고전압 동작 및 고집적화, 경량화 가능 ▸(응용) 신재생에너지 인버터, 모터 제어 IC, 통신 등	상용화 前단계

□ (과제기획) **기업의 화합물 소재·웨이퍼 R&D 수요**를 바탕으로 기술개발 과제를 기획*하여 **국내 밸류체인 확보** 추진

* 과제 기획 과정에서 민간 기업 및 전문가와 추진 방향 논의·반영

○ 美·獨·日 등 주요국은 군사용으로 활용될 수 있는 **화합물 소재 기술**을 국가에서 **엄격하게 관리 ⇒ 국내 밸류체인 확보 필요**

* 독일 E社의 경우, SiC 소재 기업인 미국 F社 인수를 시도했으나 보안 이슈로 무산

2 화합물 소재 기반 파워 IC 설계 기술개발

□ (설계 기술개발) 화합물 기반의 **차세대 전력 반도체** 개발을 위해 **고집적·고성능 파워 IC 설계*** 기술 확보

* 자동차 내연기관, 군수산업, 항공 등 가혹한 환경(고온·고내압)을 견딜 수 있도록 구현
→ (예) 300℃ 이상에서 동작 가능하고, 구동 IC와 보호회로 IC를 내장한 One Chip IC

□ (설계-제조 협력) 파운드리-팹리스 협력 기반의 **화합물 반도체 공정 표준 설계 키트**(PDK*) 개발을 통해, **파워 IC 제작·검증 촉진**

* Process Development Kit : 반도체를 Fab에서 제조할 수 있도록 하는 공정 데이터

○ **파운드리, 팹리스 수요**를 반영한 공정 **PDK 개발 과제 발굴** 및 지원

3 제조공정 확보

1 화합물 반도체 공정 고도화 및 신뢰성 평가 지원

□ (공정 최적화) **시제품 제작 수준**인 국내 화합물 반도체 제작 공정을 **양산 수준으로 최적화***하도록 지원하여 **파운드리 서비스 활성화**

* 공정 신뢰성 및 수율 확보, 고효율 SiC, GaN 등 화합물 제조공정 최적화 필요

○ 파워반도체 상용화 센터(시제품) 및 민간기업(양산) 공정 최적화 추진

□ (신뢰성 확보) **국내 화합물 반도체 공정**이 전기차에 탑재 가능한 수준의 **高신뢰성을 확보**할 수 있도록 **지속적인 공정 고도화 추진**

○ 파워반도체 상용화 센터에서 **6인치 SiC 반도체 신뢰성* 평가** 지원

* 파워반도체 상용화 센터 內 22종 신뢰성 평가 장비 구축 진행중(22년 完)

2 미래를 대비하는 화합물 반도체 제조 기반 확보

□ (기술동향) **현재 SiC 공정은 6인치가 주력**으로 **'25년에는 8인치**로 전환이 예상되며, **GaN은 6인치 Si 기판**을 활용하는 **GaN-on-Si*** 중심

* 실리콘 기판 위에 GaN 소재로 Epi층을 형성

< SiC Wafer 시장 전망 >

(단위 : 천장/년)

구분		2019	2021	2023	2025	2027
전망	4인치	56	51	38	13	-
	6인치	161	260	405	588	669
	8인치	-	-	-	3	24
	전체	218	310	443	605	693

※ Source : OMDIA

□ (공정확보) 민간 파운드리의 **SiC, GaN 양산 공정** 구축을 지원하고, **8인치로의 전환***에 필요한 **선행 기술 확보**

* 해외 선도기업의 8인치 웨이퍼를 선제적으로 수급하여 공정 개발 추진

○ 특히, **GaN**은 파운드리 8인치 Si 공정을 기반으로 **호환성 확보**에 주력

Ⅳ. 향후 계획

□ (**신규산업**) 새롭게 성장하는 차세대 전력반도체 시장에 대응 가능한 **화합물 기반 전력 반도체 기술개발 사업** 추진

○ (**사업명**) 화합물 소재 기반 차세대 전력 반도체 기술개발 사업

○ (**기간/예산**) '22~'25년 / 약 300억원 내외 (非예타)

□ (**주요내용**) ①**상용화 제품 개발** + ②**기반기술 강화** + ③**제조공정 확보**

❶ (**수요연계 상용화 기술개발**) 시스템 분야를 대상으로 단기간 내 상용화가 가능한 인버터, 모듈 중심의 **수요연계형 기술개발**

❷ (**미래기술 선도형 기술개발**) SiC, GaN, Ga_2O_3 등 **신소재 기반 전력 반도체 소자** 및 **IC 기술개발**

❸ (**화합물 반도체 양산공정 개발**) 화합물 기반 **6인치 공정 최적화** 및 **8인치 파운드리 제조공정 개발** 추진

< 전력 반도체 기존-신규사업 비교 >

