

관리번호		2024-4차차세대차량사업단도제이		과제 유형		<input checked="" type="checkbox"/> 통합형 <input type="checkbox"/> 병렬형 <input type="checkbox"/> 일반형	
산업기술분류1	대분류	전기·전자	중분류	반도체소자및시스템	소분류	화합물소자	
산업기술분류2	대분류	전기·전자	중분류	반도체장비	소분류	기타 반도체장비	
산업기술분류3	대분류	기계·소재	중분류	금속재료	소분류	기계/전자부품 소재기술	
융합분류		<input type="checkbox"/> 산업고도화형 <input type="checkbox"/> 사회문제해결형 <input type="checkbox"/> 신산업창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음					
해당여부		<input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 해외연계 <input checked="" type="checkbox"/> 특허연계 <input type="checkbox"/> 안전과제					
		<input type="checkbox"/> 경쟁형R&D <input type="checkbox"/> 복수형R&D <input checked="" type="checkbox"/> 대형통합형 <input type="checkbox"/> 보안과제					
과제명	총괄	E-Mobility 전동화를 위한 화합물기반 고효율 전력반도체 기술 개발					
	1세부	8인치 SiC 성장/에피 장치 및 잉곳/웨이퍼 소재 제조 기술 개발					
	2세부	8인치 고신뢰성 고효율 1200V 및 1700V급 SiC MOSFET 기술 개발					
	3세부	EV용 고성능 2.0kV급 GaN EPI 및 소자 기술개발					
	4세부	8인치 SiC MOSFET 상용화 및 에너지 효율향상을 위한 양면방열 전력모듈 패키지					
1. 개요 및 필요성							
<p>○ (개요) SiC 등 화합물 전력반도체 공급망 안정 구축을 위한 차세대 대구경(8인치) 밸류체인 전반(원재료/소재-부품-패키지 및 모듈테스트)의 핵심기술 확보를 목표로 함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8인치 SiC 웨이퍼제조 장비국산화를 위한 8인치 SiC 성장/에피 장치 및 잉곳/웨이퍼 소재 제조기술 개발</li> <li>- 고전압·고효율을 갖는 e-Mobility용 8인치 SiC/GaN 소자 상용화 제조기술 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>* 8인치 기반의 1200V급 SiC, 1700V급 SiC MOSFET, EV 고속 충전기용 GaN 소자 개발</li> </ul> </li> <li>- 8인치 SiC MOSFET 상용화를 통해 해외 기술의존도를 탈피하고 에너지 효율 향상을 통한 패키징 기술 확보</li> </ul> <p>○ (필요성) 전력반도체 산업은 최근 들어, 다양한 분야(전기차, 태양광발전, 자율주행차 등)로의 적용이 확대됨에 따라 국가전략산업으로서 자국 및 동맹국 중심의 수직계열화로의 재편과 이에 따른 경쟁우위 확보를 위한 기술전환이 빠르게 진행되고 있지만, 국내 공급망은 초기 단계로 밸류체인 완결형 차세대 고효율·대구경화의 기술 확보 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (공급망) 선진국 기업들은 핵심 공급망을 수직계열화 하여 독자적 기술개발과 생산 체계를 구축하여, 진입장벽을 강화하고 있으며, 이에 수입의존도를 낮추고, 국내 공급망을 구축하는 것이 매우 시급함</li> <li>- (원재료·소재) 고순도 웨이퍼의 안정적 공급과 차세대 대구경(8인치) SiC 웨이퍼 제조장비 국산화 및 제조기술 확보 필요</li> <li>- (소자) 주요 선도업체들은 고효율·고전압(1.2KV, 1.7KV급 등), 급속충전용 모듈소자 등에서 성능이 개선되는 화합물 전력반도체를 개발하여 양산화 하고 있으며, 이에 대응할 고효율·고성능 상용화 기술개발이 요구됨</li> <li>- (패키지·모듈) 전력반도체가 다양한 분야 (전기차, 태양광발전, 자율주행차 등)로의 적용이 확대됨에 따라 다양한 응용 시스템의 요구에 충족할 수 있는 고효율 방열 기술이 적용된 패키지·모듈 기술이 요구되고 있음</li> </ul>							

- **(기대효과)** 국내 전력반도체 밸류체인 완결형(원재료/소재-부품-패키지·모듈) 공급망 완성과 기술추격의 발판 마련과 동남권 기존 주력산업의 고부가 신산업 전환과 함께 지역 혁신 및 신규일자리 창출 극대화
- (공급망 완성) 전력반도체의 국내 독자적 공급망 구축과 기술 종속에서 탈피하여 새로운 고부가가치 시장 선점에 기술 주도권 확보 기틀 마련
- (지역산업 혁신) 수입의존도를 낮추고 핵심 기술개발 및 국산화 등으로 지역 주력산업의 성공적 구조 재편과 고부가 신산업으로 전환으로, 지역 혁신 및 신규일자리 창출 극대화

## 2. 연구목표

- **최종목표** : 공급망 구축 차원에서 화합물 전력반도체에 대한 국산화 20% 목표로 추진  
(TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 7 단계)
- 8인치 SiC 성장/에피 장치 및 잉곳/웨이퍼 소재 제조 기술 개발
- 8인치 고신뢰성 1200V급 SiC MOSFET 상용화 기술 개발
- 8인치 고효율 1700V급 SiC MOSFET 상용화 기술 개발
- EV 고속 충전기용 GaN 소자 상용화 기술 개발
- 8인치 SiC MOSFET 상용화 통한 에너지 효율 향상을 위한 양면 방열 전력 모듈 패키지
- **역할 및 기능**
- SiC 등 화합물 전력반도체 공급망 핵심 기술 세부 과제 컨트롤 타워 역할 수행
- 수요기업, 공급기업, 연구기관 간 네트워킹 (기술세미나, 간담회, 워크숍 등)
- 사업화 전략 수립 지원, 사업성과(실적) 관리 및 보고 총괄 등 행정 전반

## 3. 지원기간/예산/추진체계

- **개발기간** : 54개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내, 2~5차년도 : 각 12개월)
  - 1단계 : 30개월 이내, 2단계 : 24개월 이내
- **정부지원연구개발비** : 총 정부지원연구개발비 200억원 이내 (1차년도 : 27억원 이내)
  - **총괄주관사업비** : 총 정부지원연구개발비 4.5억원 이내 (1차년도 : 0.5억원 이내)
- **주관연구개발기관** : 비영리기관
- **기술료 징수여부** : 비징수
- **기타사항1** : 동 과제는 대형통합형 과제로 5개 이상 수행기관 참여 필수  
(수행기관 수는 총괄과제(세부과제 포함) 단위로 산정하되, 중복참여 (사업자 등록번호 기준) 기관은 1개로 산정)

관리번호	2024년 제1차 산업부 예산안		사업구분	소재부품패키지형(특화단지)		
산업기술분류1	대분류	전기·전자	중분류	반도체장비	소분류	기타 반도체장비
산업기술분류2	대분류	-	중분류	-	소분류	-
총괄과제명	E-Mobility 전동화를 위한 화합물기반 고효율 전력반도체 기술 개발					
세부과제명	(1세부) 8인치 SiC 성장/에피 장치 및 잉곳/웨이퍼 소재 제조기술 개발					
1. 개요 및 필요성	<p>○ 개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SiC 단결정 기판은 미래 산업 분야에 반드시 필요한 고효율 전력반도체 핵심소재로서 기존의 Si 기판을 대체할 차세대 소재로 본격적으로 시장이 형성되고 있음</li> <li>- 산업용 고효율 인버터 전 분야, 신재생 에너지 변환 시스템에 적용할 수 있으며, 전기차/수소차 등 자동차 구동용 전력변환장치 및 충전 시스템에 적용 가능</li> <li>- 물리적 기상증착법(PVT)에 의한 단결정 성장장치 제작, 단결정 잉곳/웨이퍼 제조, Epitaxial(단결정 박막 증착)을 통해 소재를 제조하는 핵심기술 개발이 중요함</li> </ul> <p>○ 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (기술적) 전기차 시장의 개화에 따라 SiC 디바이스는 수율 향상을 위해 대구경화되는 추세임. 8인치(200mm) 시장은 '25년부터 점차 확대될 것으로 전망되며, 현재 8인치(200mm) 기판을 양산하여 판매하고 있는 기업은 없는 상황으로 전력반도체 기초 소재가 되는 SiC 장치 및 잉곳/웨이퍼 제조기술 선점이 필요함.</li> <li>- (경제적) 지난 2~3년 동안 펜데믹과 반도체 수급 부족에도 SiC 시장은 지속적으로 성장하였고(CAGR 34%), 특히 자동차 시장에 강력하게 침투하여 전체 SiC 시장의 75% 이상을 차지함. 단결정 기판 시장은 '21년 기준 9천 5백억원 규모로 추산되며, 2027년 약 2.4조 원으로 성장할 것으로 전망됨(2022, Yole Development). '22년을 기점으로 4인치(100mm) 기판 생산은 감소하고 6인치(150mm) 기판의 점유율이 80% 정도이나, 향후 8인치(200mm) 시장으로 급속하게 전환되는 추세가 예상됨(CAGR 135%).</li> <li>- (사회적) 전력반도체의 특성상 다품종 소량생산 방식으로 업체들의 요구 사항에 따라 디바이스의 특성 별 제품 사양을 조절하여 개발하는 것이 중요하기 때문에 기술집약적 중소/중견 기업이 참여하기 적합한 구조를 가지고 있음. 하지만 현실적으로 SiC 성장/에피 장비 및 잉곳/웨이퍼/에피 제조 기술은 고비용 및 기술 진입 장벽이 높아 정부의 정책적 지원이 필수적인 상황임.</li> </ul> <p>○ 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (기술적) '24년 현재 SiC 기판은 전량 수입에 의존하고 있으며 이를 탈피할 수 있는 국내 기술 자립이 필요함. 해당 기술 개발을 통해 국내 산업에 가치사슬을 형성할 수 있을 것으로 기대하며 선진 기술과의 격차를 줄이는데 기여할 수 있을 것으로 전망됨. 단결정 기판에서 에피로 이어지는 공정 과정 중 발생하는 결함의 발생 메커니즘 및 성장/가공의 결함이 에피에 미치는 상관관계에 관한 연구가 아직 부족한 실정으로, 단일 공정 기술 연구개발이 아닌 연관된 공정 기술 전체를 아우를 수 있는 공정 기술개발이 필요함.</li> <li>- (경제적) 국내 양산용 SiC 기판 점유율을 20% 이상 증가, 잉곳장비 국산화, 기판의 크기가 커지면 보다 많은 칩을 제조할 수 있어 칩 제조비용 30% 및 디바이스 제조 비용이 20~50% 정도 절감되는 이점이 있음</li> <li>- (사회적) 탄소중립 및 에너지 절감은 국가의 주요 정책 중 하나이며 기업의 사회적 역할이 매우 강조되는 추세임. SiC 단결정 소재는 기존 Si 소재 대비 에너지 변환효율이 높은 소재로, 국산화를 통해 국가 경쟁력 강화에 이바지할 수 있음.</li> </ul>					

**2. 연구목표**

○ **최종목표** : 전력반도체용 대구경 SiC 장치 및 잉곳/웨이퍼 소재 제조기술 개발  
(TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 7단계)

- 1) 단결정 성장 장치 제작
  - 공냉 방식의 진공/유도 가열 장치 설계 및 제작
  - RF Coil 설계 최적화 및 상/하 이동 가능형 장치 제작
- 2) 잉곳 성장용 반응기 및 단열재 디자인 설계
  - 직경 확장(150mm -> 200mm)이 가능한 도가니 및 구조물 설계
  - 직경 확장에 따른 원료분말 승화 거동 분석
- 3) 잉곳 성장 공정 개발
  - 종자정 역승화 방지를 위한 초기 성장공정 조건 확보
  - 반응기 내부 온도구배 제어에 따른 잉곳 형상제어
- 4) 기판 형상 가공 기술 개발
  - 가공 부하 방지를 위한 외경 연삭숫돌 및 조건 탐색
  - 절단 방향 설계 및 공정 조건 탐색 및 최적화
- 5) 기판 표면 가공 기술 개발
  - 표면 연마를 위한 공정 설계 및 최적화
  - 스크래치 및 고 평탄화를 위한 장치, 슬러리 및 패드 조건 최적화
- 6) 에피 성장 장치 제작
  - 균일한 온도분포를 가지는 반응 리액터 설계
  - 공정 압력 제어 및 가스 분위기 제어 변수 최적화
- 7) 에피 성장기술 개발
  - 균일한 두께 및 도핑농도를 가지는 공정 개발
  - 버퍼 공정 개발을 통한 표면 결함 제어

**○ 개발목표**

성능지표		단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	단결정 성장장치 제작	ea	1	-	200 (美, 울프스피드)
2	단결정 직경	mm	200	-	200 (美, 울프스피드)
3	동공결함밀도	ea/cm <sup>2</sup>	<1	-	-
4	평탄도(Bow/Warp)	um	< 30/40	-	-
5	Total Thickness Variation	um	<15	-	-
6	에피성장 장치제작	ea	1	-	-
7	두께 균일도	%	<10	-	-
8	도핑농도 균일도	%	<20	-	-
9	에피 웨이퍼 두께 편차	%	<±8	-	-

**3. 지원기간/예산/추진체계**

- **개발기간** : 54개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내, 2~5차년도 : 각 12개월)
- 1단계 : 30개월 이내, 2단계 : 24개월 이내
- **정부지원연구개발비** : 총 정부지원연구개발비 49억원 이내 (1차년도 : 7억원 이내)
- **주관연구개발기관** : 중소·중견기업
- **기술료 징수여부** : 징수
- **기타사항** : 해당없음

관리번호	2024년 제1차 차세대차량사업(2차) 10-02		사업구분	소재부품패키지형(특화단지)		
산업기술분류1	대분류	전기·전자	중분류	반도체소자 및 시스템	소분류	화합물소자
산업기술분류2	대분류	-	중분류	-	소분류	-
총괄과제명	E-Mobility 전동화를 위한 화합물기반 고효율 전력반도체 기술 개발					
세부과제명	(2세부) 8인치 고신뢰성 고효율 1200V 및 1700V급 SiC MOSFET 기술 개발					
1. 개요 및 필요성	<p>○ (개요)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SiC는 Si 대비 높은 임계 전계, 높은 열전도도, 높은 전자 포화 속도를 바탕으로 차세대 전력반도체 소재로 주목받고 있으며 SiC MOSFET은 Si MOSFET 또는 Si IGBT 대비 고농도의 얇은 드리프트 층을 사용하는 장점으로 인해 Si IGBT에 비해 낮은 온저항과 빠른 동작속도 등의 이점이 있음.</li> <li>- SiC MOSFET 시장에 현재 6inch SiC wafer를 이용한 제품들이 양산되고 있지만 향후 증가하는 글로벌 수요에 대응하기 위해 8inch 공정으로 전환하여 대량생산 인프라를 갖추는 것이 시급함</li> <li>- SiC 전력반도체 시장이 2023년 22억달러 (2조9363억원)에서 2026년 53억3000만달러 (7조 1139억원) 규모로 커질 것으로 전망하고 있음.</li> <li>- SiC 전력반도체는 기존 제품보다 약 10% 이상 절감할 수 있는 제품으로 시장의 요구가 증가함에 따라 기존 6인치에서 8인치로 생산라인을 전환하고 있음.</li> </ul> <p>○ (필요성)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전세계적으로 기후 위기 대응을 위해 화석연료 사용을 줄이고 탄소배출을 최소화하는 정책을 발표함에 따라 고효율 전력반도체인 SiC 소자의 필요성이 더욱 대두되고 있음</li> <li>- 국내 SiC 분야 기술 개발이 활발하게 진행되고 있으나, 상용제품에서 글로벌 경쟁력을 갖추기 위해서는 성능 향상뿐만 아니라 고신뢰성 확보가 시급함</li> <li>- 650V, 1200V급 SiC 전력반도체는 선진기업에서 양산 및 제품을 판매하고 있고, 6인치 공정에서 8인치 공정으로 전환하면 한 웨이퍼에서 약 1.8배 더 많은 제품을 생산할 수 있기에 단가 경쟁력에서 우위를 선점할 수 있음</li> <li>- 1700V급 이상의 SiC 전력반도체의 경우 일부 기업에서 소량 생산 및 주문생산으로 제품을 공급하고 있기에 1700V급 이상의 고전압 기술 개발이 필요함</li> <li>- Wolfspeed, STmicro, 온세미컨덕터 등 일부 선진기업들은 8인치 공정전환을 준비하고 있으며, 온세미컨덕터의 경우 2025년까지 8인치 공정 전환을 목표로 하고 있음</li> <li>- 중국의 경우 일부 8인치 SiC 웨이퍼를 생산하고 있으며, 국내의 경우 SK실트론에서도 8인치 SiC 웨이퍼의 전환을 계획하고 있음</li> <li>- 국내의 경우 생산 및 기술경쟁력을 확보하기 위해서는 8인치 생산 공급망의 구축이 필요한 상황임</li> </ul> <p>○ (기대효과)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SiC MOSFET 상용화 제품 확보 및 개발 파생 제품을 추가 개발하여 사업화 강화</li> <li>- SiC MOSFET 상용화 기술 확보에 따른 수입대체 및 수출 증대</li> <li>- SiC 전력반도체 설계 및 공정 개발을 위한 지속적인 일자리 창출</li> <li>- SiC 전력반도체를 활용한 연관 분야 사업 동반 성장</li> <li>- 8인치 SiC 전력반도체 공급망 구축 통한 선진기업 간 기술 격차 최소화 및 기술 우위 선점</li> </ul>					

**2. 연구목표**

○ **최종목표** : 8인치 고신뢰성 1200V급 및 1700V급 SiC MOSFET 상용화 기술 개발  
(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 8 단계)

- 1) 온저항 최소화한 1200V/60A,(40mΩ) SiC MOSFET 제품 상용화
  - 2차원 simulation 기반의 SiC epi-layer 최적화
  - Edge termination 및 Active cell 최적화
- 2) 온저항 최소화한 1700V(40mΩ) SiC MOSFET 제품 상용화
  - 열저항 최소화를 위한 1700V급 SiC MOSFET PKG 기술 개발
  - 8인치 1700V급 SiC MOSFET 진행을 위한 Edge termination 및 일괄공정 기술 개발
- 3) 온저항 최소를 위한 SiC MOSFET Active cell구조 설계 최적화
  - High current density active cell 집적도 향상을 위한 공정 최적화
- 4) 국제 인증 기준의 신뢰성 확보
  - 고신뢰성 다층 보호막 기술 안정화
  - 글로벌 경쟁력을 갖추기 위한 JEDEC Full Qualification 수준의 공인기관 신뢰성 인증
  - 고전류 방열 특성 개선을 위한 Solderable Front Metal 공정 최적화
- 5) 상용화 제품 생산을 위한 공정 안정화 및 수율 확보
  - 최적화 구조 확보 후 단일 패턴으로 양산 수준의 수율 달성
- 6) 8inch SiC 공정 안정화
  - 6inch 공정을 8inch 공정으로 전환함에 따른 Wafer 내 특성 산포 최적화

**○ 개발목표**

성능지표		단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (스웨덴/STmicro)
1	항복 전압	V	1700V 이상	1200	1700
2	드레인 누설전류	uA	20uA 이하	100	50
3	게이트 누설전류	nA	100nA 이하	50	100
4	온 저항	mohm	40mohm	40	40
5	문턱 전압	V	2V~4V	3	3
6	신뢰성	Pass	JEDEC Full Qual	-	-
7	계면트랩밀도	cm <sup>-2</sup> eV <sup>-1</sup>	≤5x10 <sup>11</sup>	-	-

**3. 지원기간/예산/추진체계**

- **개발기간** : 54개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내, 2~5차년도 : 각 12개월)  
 - 1단계 : 30개월 이내, 2단계 : 24개월 이내
- **정부지원연구개발비** : 총 정부지원연구개발비 86.5억원 이내 (1차년도 : 9.5억원 이내)
- **주관연구개발기관** : 중소·중견기업
- **기술료 징수여부** : 징수
- **기타사항** : 해당없음

관리번호	2024년 제1차 특화사업(반도체) 10-03		사업구분	소재부품패키지형(특화단지)		
산업기술분류1	대분류	전기·전자	중분류	반도체소자 및 시스템	소분류	화합물소자
산업기술분류2	대분류	-	중분류	-	소분류	-
총괄과제명	E-Mobility 전동화를 위한 화합물기반 고효율 전력반도체 기술 개발					
세부과제명	(3세부) EV용 고성능 2.0kV급 GaN EPI 및 소자 기술개발					
1. 개요 및 필요성	<p>○ (개요) EV 충전기용 고성능 2.0kV급 GaN EPI 및 소자 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 EV용 배터리 전압은 400V에서 800V로 증가하고 있으며 차후 더 높은 고전압으로 상승 예상. 이에 따라 기존 충전기에 사용되는 GaN on Si 기반의 전력소자(1.2kV 이하) 보다 월등히 높은 2.0kV급 GaN 수직형 전력소자의 필요성 증가</li> <li>- 고급 EV 충전기는 주행거리에 대한 우려를 줄여야 할 뿐만 아니라 더 높은 전압 및 전류를 사용, 충전 시간을 약 10분 이내로 단축 필요</li> <li>- 로봇, AI 기반 데이터 센터 시장의 급속한 성장과 더불어 고전압, 고속, 고효율 전력소자의 필요성 증가</li> <li>- 고속 EV 충전기 등에 적용될 전력모듈은 핵심 전력반도체 소자가 고전력(2.0kV, 30A 이상) 전력 변환에 용이 해야 하며, 효율이 높고, 전체 시스템의 가격을 감소시키기 위해 Form Factor의 감소를 통해 부피와 무게를 혁신적으로 줄여야 함. 수직형 GaN 소자는 빠른 스위칭 속도에 따라 시스템을 구성하는 인덕터 및 변압기의 크기를 획기적으로 감소시켜 전체 시스템의 부피를 감소시킬 수 있음</li> </ul> <p>○ (필요성) EV용 전력반도체 밸류체인 구성을 위한 핵심 EPI 소재 및 소자 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수직형 GaN EPI 구조 최적화 및 성장기술을 통해, 고효율, 고출력 Inverter, Converter의 핵심부품 및 고속 배터리 충전 모듈을 위한 고전압용 핵심소자 제조 기술 확보</li> <li>- 2.0kV급 이상의 고성능 GaN 전력소자 시장의 확대를 대비하고, 해외 선진사 기술을 압도하기 위한 국내기술 개발 절실함. 특히 미국, 중국 및 일본 등의 선진국에서는 수직형 GaN 소자의 기술개발이 활발하게 진행되고 있으나 국내의 연구 동향은 미비</li> <li>- 차량용 GaN 전력소자의 경우 부품부터 시스템까지 대부분 수입에 의존하고 있어, 빠른 국산화 요구</li> <li>- 국내 대표산업인 반도체와 자동차 산업의 결합인 차량용 전력반도체 산업은, 정부의 목표인 K-반도체전략 내 핵심 요구 기술임</li> <li>- 미래 전력반도체는 소형화, 고효율화를 목표로 개발되고 있으며, 이는 로봇, AI산업 기반 데이터 센터 시장 확대에 따른 것으로, 수직형 GaN 전력소자는 이에 가장 적합</li> </ul> <p>○ (기대효과) 고속, 고용량 EV 충전기용 전력 소자 기술 국산화 및 세계 수준 원천기술 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 21년 기준 공공 전기 충전소는 180만 곳 (완속 120만, 급속 60만)으로 21년도 한해에만 50만개가 추가 될 만큼 급속도로 성장하는 시장임</li> <li>- 폭발적으로 증가하는 EV 충전기 시장 대응 및 고용량 배터리의 증가에 따른 고속 고전압 전력소자 필요성 대두에 따른 시장 선점</li> </ul>					

- 이동형 로봇 충전 시스템: 향후 산업용 로봇의 수요 대비 서비스용 로봇 시장이 급속히 커질 것으로 예상되며, 서비스용 로봇의 mobility를 높이기 위해서 1KW 이상의 충전 용량 필요하여 고성능이며 가벼운 충전 모듈이 시급하게 필요
- 전 세계 지정학적 상황에 따른 공급망 이슈에 대응하기 위한 국내 인프라 강화

## 2. 연구목표

- 최종목표 : 2.0kV급 고전압 GaN 전력소자를 개발하고 이를 통한 전력반도체 국산화 및 폭발적으로 성장하는 EV 및 EV 충전기 시장 대응  
(TRL : [시작] 3 단계 ~ [종료] 6 단계)

- EV 및 충전기용 고전압 GaN EPI 구조 설계
- 2.0kV급 GaN 소재 특성 최적화 및 단위 공정 기술 개발
- 2.0kV급 고전압 소자설계 및 EPI 구조 최적화
- 저결함, 저불순물 I-GaN 성장 및 재성장 EPI 기술 개발
- 수직형 GaN 소자 특성 최적화
- 2.0kV급 GaN 소자공정 설계
- Wafer level GaN EPI 균일성 최적화
- Damage Free pulsed GaN Etching 구조 조건 최적화
- 2.0kV급 GaN 소자 구조 최적화

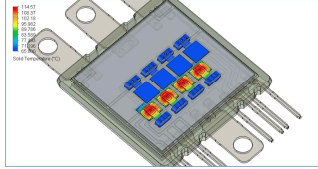
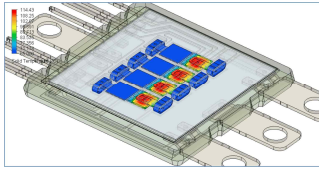
### ○ 개발목표

성능지표		단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	PIN 전력소자 항복전압	V	$\geq 2,000$	1,500	2,000V Mitsubishi(일본)
2	GaN 에피 결정성 (002)/(102)	arcsec	$< 80 / 80$	120/120	
3	Drift layer 캐리어 농도	/cm <sup>3</sup>	$\leq 8 \times 10^{15}$	$\leq 3 \times 10^{16}$	$\leq 8 \times 10^{15}$ Sumitomo(일본)
4	R <sub>on</sub>	mΩ·cm <sup>2</sup>	$< 3$	10	3 Avogy(미국)
5	전류밀도	A/cm <sup>2</sup>	$> 100$	-	100 Mitsubishi(일본)
6	역방향 누설전류(@-40V)	A	5pA	50pA	

## 3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 54개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내, 2~5차년도 : 각 12개월)
  - 1단계 : 30개월 이내, 2단계 : 24개월 이내
- 정부지원연구개발비 : 총 정부지원연구개발비 35억원 이내 (1차년도 : 7억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 중소·중견기업
- 기술료 징수여부 : 징수
- 기타사항 : 해당없음

관리번호	2024-07-17 특단차사업(반도체) 10-04		사업구분	소재부품패키지형(특화단지)		
산업기술분류1	대분류	전기·전자	중분류	반도체소자 및 시스템	소분류	반도체 부품
산업기술분류2	대분류	-	중분류	-	소분류	-
총괄과제명	E-Mobility 전동화를 위한 화합물기반 고효율 전력반도체 기술 개발					
세부과제명	(4세부) 8인치 SiC MOSFET 상용화 및 에너지 효율 향상을 위한 양면 방열 전력모듈 패키지					
1. 개요 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(개요)</b> 전력변환장치용 양면 방열 기술 적용한 DSC(Dual Side Cooling) 및 Direct 쿨링 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 방열성능이 좋은 반도체 모듈 패키지는 소자의 효율을 극대화시켜 E-mobility 배터리의 효율을 높이게 되어 에너지 효율의 증대를 가져오는 핵심 기술 임</li> <li>- 양면방열 기술은 클립 본딩 기술을 극대화한 것으로 소자에서 발생한 열을 양면의 절연기판에 도달하고 도출된 방열 pin을 통해서 쿨링 시스템의 냉각수로 소자를 냉각시키는 방식의 기술 임</li> </ul> </li> <li>○ <b>(필요성)</b> 전력밀도 향상 위한 Pinfin 적용 직접냉각방식 SiC 양면 방열 전력 모듈 개발과 SiC 접합 기술 개발/Transfer Molding 기술 및 소재 응용 기술 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Low Stray Inductance를 위한 절연 기판 회로 기술개발 및 상용화 기술 개발 필요</li> <li>- 양면 방열 모듈 패키지의 AQG-324 기준을 만족할 고신뢰성과 자동화 접합 장비 제조 및 응용 기술 필요</li> <li>- 직접 방열 효과를 높이기 위한 Pinfin 방열기판 제조기술이 활용된 냉각시스템과 Pinfin 양면모듈 패키지와의 접합 공정 기술개발 및 소재로 열전도와 절연성이 높은 금속 접합소재 기술 개발 필요</li> </ul> </li> <li>○ <b>(기대효과)</b> 국외 SiC 전력반도체 독과점 시장에서 국산화에 따른 국가 경쟁력 확보 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전력 모듈 패키지 생산을 위한 소재/부품/장비의 전주기 핵심 기술개발을 통한 제품 패키지의 비용 절감으로 전력반도체 시장에서 국산화 발전 기대</li> <li>- 탄소중립 산업 기술력 확보를 통해 핵심 기술을 사용한 전력 모듈 패키지 개발/양산을 통해 시스템의 부피와 무게를 줄이고, 에너지 효율 개선과 원가 절감 효과를 가져옴으로써 수소 기반 친환경에너지 전환으로 주력 산업 분야 그린 경제 선도</li> <li>- 기술/개발/제작 전력반도체 모듈 패키지를 통하여 동남권 E-mobility 산업의 패러다임 전환의 기반을 마련할 수 있는 효과를 기대</li> </ul> </li> </ul>					
2. 연구목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>최종목표</b> : Clip 본딩 방식을 이용한 양면방열 방식 구조 패키지 개발 (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듈 패키지 구조 및 시제품 설계</li> <li>- 전력 모듈 패키지 Housing 금형 디자인 및 제작</li> <li>- 시제품 DBC, L/F, Tool, Jig 디자인 및 제작</li> <li>- SiC 적용 시제품 공정 Set up 및 DSC 모듈 시제품 제작</li> <li>- 시제품 특성 TEST 및 신뢰성 테스트 진행 / 공인시험성적서 확보</li> <li>- 패키지 구조 및 시제품 설계</li> <li>- 목표 열저항 성능</li> </ul> </li> </ul>					



PKG	양면 방열 모듈
방열 방법	직접 방열
Typ. Rthjf (℃/W)	Max 0.2

○ 개발목표

성능지표		단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	Thermal Resistance - 열저항 (RthJ-F)	℃/W	0.2	0.3	0.25 (독일, 인피니언)
2	Thermal Shock Test	h	1,000	-	1,000 (독일, 인피니언)
3	Power cycle test (PCmin)	cycle	30,000	10,000	30,000(독일, 인피니언)

3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 54개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내, 2~5차년도 : 각 12개월)
  - 1단계 : 30개월 이내, 2단계 : 24개월 이내
- 정부지원연구개발비 : 총 정부지원연구개발비 25억원 이내 (1차년도 : 3억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 중소·중견기업
- 기술료 징수여부 : 징수
- 기타사항 : 해당없음