대구경 GaN 전력반도체 에피기술 개발

<table>
<tr><td colspan="2">과제명</td><td colspan="3">대구경 GaN 전력반도체 에피기술 개발</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">구분
(해당부분 V 체크)
*중복 체크 가능</td><td>소재</td><td>부품</td><td>장비</td></tr>
<tr><td>V</td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">기술분류</td><td>대 분 류</td><td>중 분 류</td><td>소 분 류</td></tr>
<tr><td rowspan="5"></td><td>산업기술분류
(별표 1)</td><td>전기•전자</td><td>반도체소자및시스템</td><td>반도체 재료</td></tr>
<tr><td>소부장산업분류코드
(별표 2)</td><td>261</td><td>소재/부품/장비명</td><td>전력반도체</td></tr>
<tr><td>해외의존도
(전체)</td><td>59.4%</td><td>제 1 수입국
제1수입국 의존도</td><td>중국
42.2%</td></tr>
<tr><td>HSK 코드(10자리)</td><td>8541299000</td><td>HSK 품목명</td><td>전기기기</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">개발 목적
(해당부분 V체크)</td><td>국산화</td><td>글로벌 경쟁력 확보</td><td>글로벌 선도</td></tr>
<tr><td>V</td><td>V</td><td>V</td></tr>
<tr><td colspan="2">개요</td><td colspan="3">◦ GaN 기반 차세대 고효율 전력반도체 기술 개발
◦ 가격경쟁력 및 대량생산이 가능한 대구경 GaN-on-Si 기반 전력반도체 개발</td></tr>
<tr><td colspan="2">필요성</td><td colspan="3">◦ 전력반도체 시장은 전체 반도체 시장의 약 10%에 달하는 거대 시장으로 고출력, 고전압 중심의 신규 수요 증가가 지속적 성장을 견인하고 있으며, IT 시장에서의 모바일화 확대, 백색가전의 고효율화, 신재생 에너지의 부상, 전기자동차 등에 기인할 것으로 예상되나, 기존 실리콘 재료로는 더 이상의 성능향상을 기대하기 어려운 실정임

◦ 내압, 전류, 작동온도 등에서 더 가혹한 환경을 요구하게 되면서 우수한 물성을 갖는 GaN 기반의 소자로 제작하여 열 특성 향상, 소형화, 속도 강화, 고전압•고전류 가능 및 스위칭 손실 최소화 등이 가능한 전력반도체 구현으로 전력 손실을 줄일 수 있음

◦ 국내 수요의 약 95%를 해외 수입에 의존하고 있으나 GaN 전력반도체 기술은 미국, 일본, 유럽 등 선진 기술개발국가에서 적극적으로 보호하는 기술로서, 국산 개발이 성숙되지 않으면 기술 종속이 우려되며, 특히 국내에서 에피 제조는 거의 전무한 상태로 정부지원을 통한 개발로 기술 선점을 통한 자립화가 필요함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">목표</td><td>개발목표</td><td colspan="3">◦ 대구경(6인치 이상 급) GaN 전력반도체 에피 원천기술 개발

◦ GaN(102) 결정성 500 arcsec 이하, 2-DEG의 이동도 1800 cm/V.s 이상, 면저항 400 ohm/sq 이하의 특성을 갖는 대구경 GaN 전력반도체 에피기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술성숙도
(TRL)</td><td colspan="2">현재수준</td><td colspan="2">목표수준</td></tr>
<tr><td colspan="2">3</td><td colspan="2">6</td></tr>
</table>

기술개발내용 (Spec. 포함)	**○ 연차별 주요 개발 내용** ◦(1차년) 고품질 대구경 GaN-on-Si 에피기술 - GaN-on-Si 에피 결함 제어기술 개발 - GaN-on-Si 에피 휨 제어기술 개발 - GaN-on-Si 에피 결정성 개선기술 개발 ◦(2차년) 대구경 GaN HEMT 에피의 2DEG 특성 개선기술 - back-barrier층 저항 제어기술 개발 - AlGaN barrier층 조성 및 두께균일도 개선기술 개발 - 2-DEG 성능 개선을 위한 중간층 삽입기술 개발 - In-situ SiNx passivation 기술 개발 **○ 주요 성능 목표** ◦Wafer Size : 6인치 이상 ◦GaN(002) X선 회절 반치폭(FWHM) : 400 arcsec 이하 ◦GaN(102) X선 회절 반치폭(FWHM) : 700 arcsec 이하 ◦GaN 표면거칠기 : 0.3 nm 이하 ◦Wafer Blow : 50 μm 이하 ◦2-DEG 이동도 : 1800 cm^2/V.s 이상 ◦2-DEG 면저항 : 400 ohm/sq 이하 ◦직경 6in 이상 GaN의 물성균일도(표면거칠기 또는 면저항) 제시 필요
최종 성과물	◦대구경(6인치 이상 급) AlGaN/GaN HEMT on Si 에피웨이퍼 ◦전기자동차, 스마트그리드, 5G 이동통신 등에 적용되는 고효율, 초소형 전력반도체에 적용
기대효과	◦기술적 기대효과 - 일본, 미국, 유럽 등지의 기술선진국에 비해 연구개발이 5년 이상 늦은 상태이나, 정부주도로 지난 2000년대 초반부터 LED에 대한 투자가 진행되어 왔으며, 이는 GaN 재료에 기반된 기술로서 이를 통해 확보된 일부 기술 및 방대한 산업인프라는 당 분야에 활용 가능하므로 초기 전력반도체 기술개발 투자에 의한 당 분야의 산업화 가능성이 매우 높은 상황으로서 당 분야에 대한 연구개발 착수로 인해 관련 원천기술의 선진국 기술종속 탈피 및 추월에 의한 우위 선점도 가능할 것으로 기대됨 ◦경제적 기대효과 - 기존 실리콘 반도체를 GaN 전력반도체로 교체하면 전력변환효율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 소형 경량화, 고내전압 고속스위칭 및 고온작동 특성 등을 활용할 수 있어 응용분야가 크게 확대될 수 있고 시스템 안정성과 신뢰성 향상뿐만 아니라 에너지소비를 크게 저감시킬 수 있어 지구온난화와 에너지자원 소비이 획기적 절감이 기대됨 - 최근 환경 및 에너지 측면에서 크게 부각되고 있는 전기 및 하이브리드 자동차, 연료전지 자동차 등의 전력모듈로도 적용 가능하고 가정용 전원공급장치, PFC, 소형 UPS 등에 적용 가능하며 이러한 전력기기의 고효율화에 따라 기존 소자에 비해 30% 이상의 에너지 소비절감 등의 부대효과 기대