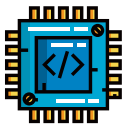


# 적층 결합이 없는 질화물 반도체 상의 고품질 반도체 소자의 제조 방법

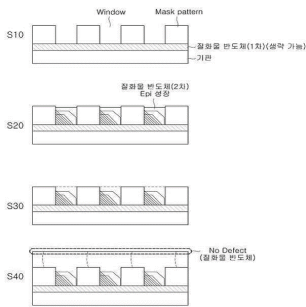


분야 - IT    반도체 제조

<div><div>한국공학대학교 TECH UNIVERSITY OF KOREA</div></div> <div>담당자. 이재호 A. 경기도 시흥시 산기대학로 237   T. 031-8041-0640   E. rtpw10@tukorea.ac.kr</div>			
출원번호	10-2011-0145408	출원일자	2011. 12. 29
등록번호	10-1402785	등록일자	2014. 05. 28
출원인	한국공학대학교 산학협력단	대표발명자	남옥현

## ■ 기술개요 및 대표도면

질화물 반도체층에서 발생하는 면 적층 결합(BSFs)이 없도록 하기 위하여 반극성 질화물 반도체 층 성장이 가능한 사파이어 결정면 위에 반극성 질화물 반도체 결정을 형성하되, 산화막, 질화막 등 절연막 마스크를 일정 두께 이상 형성 후 그 사이의 윈도우를 통해 질화물 반도체 결정을 성장 시켜 절연막 마스크에 의한 적층 결합(BSFs)의 측면 성장을 블로킹함으로써, 절연막 마스크 패턴 위로는 저결함밀도를 갖는 질화물 반도체층이 이루어지도록 하고 그 위에 내부양자효율과 광추출 효율을 향상시킨 고품질 반도체 소자를 제조할 수 있는 방법에 관한 것임.



**기술의 특징**    한번의 ELO 공정을 진행하여도 질화물 반도체층에서 발생하는 면 적층 결합 (BSFs)이 없도록 하기 위하여 반극성 질화물 반도체층 성장이 가능한 사파이어 결정면 위에 반극성 질화물 반도체 결정을 형성하되, 산화막, 질화막 등 절연막 마스크를 일정 두께 이상 형성 후 그 사이의 윈도우를 통해 질화물 반도체 결정을 성장시켜 절연막 마스크에 의한 적층 결합(BSFs)의 측면 성장을 블로킹함으로써, 절연막 마스크 패턴 위로는 저 결함밀도를 갖는 질화물 반도체층이 이루어지도록 하고, 그 위에 내부 양자효율과 광 추출 효율을 향상시킨 고품질 반도체 소자를 제조할 수 있는 방법을 제공하는 것을 특징으로 함.

**기술의 효과**    반도체 소자 제조 방법에 따르면, 산화막, 질화막 등 절연막 마스크를 일정 두께 이상 형성 후 그 사이의 윈도우를 통해 한번의 ELO 공정으로 질화물 반도체 결정을 성장시켜 절연막 마스크에 의한 적층 결합(BSFs)의 측면 성장을 블로킹함으로써, 절연막 마스크 패턴 위로는 저 결함밀도를 갖는 질화물 반도체층이 이루어지도록 함으로써, 그 위에 발광 다이오드(LED), 레이저 다이오드(LD), 태양 전지 등 내부양자효율과 광추출 효율을 향상시킨 고품질 반도체 소자를 제조할 수 있고, 반도체 소자의 신뢰성을 높이며 휘도 등 성능을 향상시킬 수 있음.

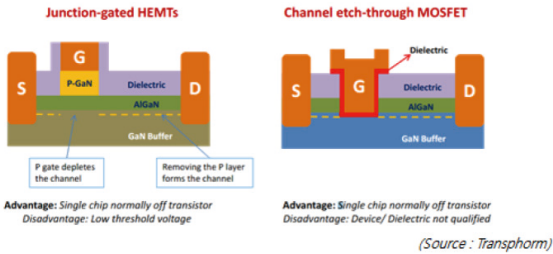
- 기술 동향
- 01

최초의 AlGaIn/GaN HBT 소자와 GaN MOSFET소자는 1998년에 보고가 되었으며, Zhang 그룹에서는 2000년 p-n-p GaN BJT 소자를 개발하였음. GaN 반도체는 실리콘이나 GaAs와 비교하면 밴드갭 (Eg=3.4eV)이 넓은 특성과 고온(700℃) 안정성에 장점이 있고 GaN 전력반도체는 Si 전력 반도체에 비하여 낮은 온-저항 특성을 가지고 있으며, 이는 전력반도체 동작에 따른 스위칭 손실 최소화 및 시스템 소비전력 최소화의 장점이 있고 고출력용 GaN RF 전력증폭 소자의 전력밀도는 기존 Si-기반 LDMOS 트랜지스터보다 10배 이상 높아 제품의 소형화와 경량화를 통하여 30% 이상의 전력절감이 가능함. GaN 기반의 파워 디바이스는 실리콘카바이드 (SiC)를 이용한 하이 파워, 실리콘을 이용한 로 파워 디바이스의 중간 정도 전압(600V) 영역을 담당해줄 것으로 기대되고 있음.

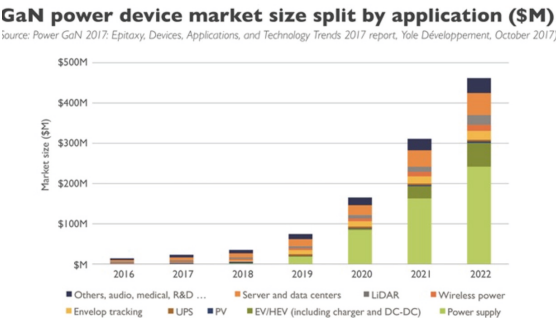
02

스위칭디바이스로는 게이트회로 고장 시 전류가 흐르지 않아 안전하고 단일 전원동작이기 때문에 전원회로가 단순하여 소형화가 가능하다는 이유로 normally-off(E-mode: enhancement모드) 스위치가 선호되고 GaN Transistor의 normally-off 동작은 불소 도핑, 소자 구조, Cascode 접속 3종류의 방법이 있는데, Transphorm, 샤프는 GaN Transistor에 Si-MOSFET을 Cascode 접속하는 방법을 채용하고 있으며, 독자의 소자 구조에서 실현하는 회사는 Efficient Power Conversion, Panasonic 등 이 있음.

< 그림 1. GaN Transistor의 Normally off Design 사례 >



< 그림 2. GaN 전력 디바이스 시장 전망 >

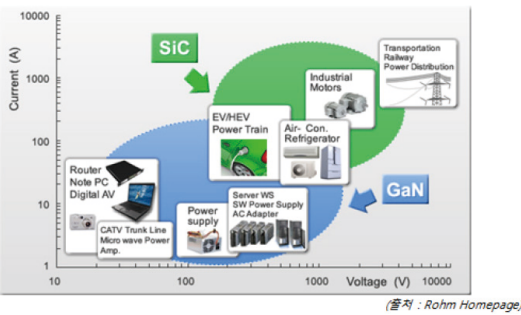


**시장 동향**    현재 GaN 전력 시장은 327억 달러 규모이며 이는 실리콘 전력 시장에 비해 여전히 작은 규모이지만 GaN 기반의 디바이스 수는 꾸준히 증가하고 있음. 시장조사기관 올디벨롭먼트에 따르면 GaN 전력 사업은 2017년과 2023년 사이에 연평균 93% 성장함으로써 2023에 약 4억 2300 만 달러에 이를 것으로 전망함.

## ■ 기술의 분야 및 제품 및 특 · 장점

**적용 분야**    GaN 반도체 소자는 크게 광소자와 전자소자로 분류할 수 있으며, 전자소자는 다시 통신용 마이크로웨이브 소자와 전력전자용 스위칭 소자로 나눌 수 있음. 광소자의 응용 분야는 휴대전화기, 자동차, 조명용 하이브리드 LED나 레이저 다이오드 등이 있으며, 전자소자의 응용 분야는 먼저 통신용으로 고출력, 고효율 GaN 전력증폭기는 이동통신 기지국, 위성통신, 선박 및 군수 레이더용 송수신 모듈의 핵심소자임. 그리고, 고속 및 저손실 전력전자 분야에서는 가전제품, 산업체, 자동차, 그 린에너지 시스템에 필요한 인버터 또는 컨버터를 구성하는 트랜지스터나 다이오드로 사용됨.

< 그림 3. GaN 전력소자와 SiC 전력소자의 사용 영역 >



**기존기술 대비 특 · 장점**    한번의 ELO 공정을 진행하여도 질화물 반도체층에서 발생하는 면 적층 결합(BSFs)이 없도록 하기 위하여 반극성 질화물 반도체층 성장이 가능한 사파이어 결정면 위에 반극성 질화물 반도체 결정을 형성하되, 산화막, 질화막 등 절연막 마스크를 일정 두께 이상 형성 후 그 사이의 윈도우를 통해 질화물 반도체 결정을 성장시켜 절연막 마스크에 의한 적층 결합(BSFs)의 측면 성장을 블로킹함으로써, 절연막 마스크 패턴 위로는 저 결함밀도를 갖는 질화물 반도체층이 이루어지도록 하고, 그 위에 내부양자효율과 광추출 효율을 향상시킨 고품질 반도체 소자를 제조하는 것을 특징으로 함.

## ■ 기술개발 단계(TRL 3단계)

기초연구단계		실험 단계		시작품 단계		실용화 단계		사업화 단계
1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
기초이론/ 실험	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	실험실 규모의 기본성능 검증	실험실 규모의 소재부품 소재부품 시스템 핵심 성능평가	확정된 소재부품 시스템 제작 및 성능평	파일럿 규모 시제품 제작 및 성능평가	신뢰성평가 및 수요기업 평가	시제품 인증 및 표준화	사업화