

DDH 구조를 갖는 고풍력 AlGaAs/AlGaAs 적외선 LED소자의 특성

°이은철*, 라용춘*, 임문중*, 이철진*, 성만영**, 성영권**
*군산대학교 전기공학과, **고려대학교 전기공학과

The Characteristics of High Power AlGaAs/AlGaAs Infrared LED with DDH structure

°Eun Cheol Lee*, Yong Choon Ra*, Moon Jong Eom*, Cheol Jin Lee*,
Man Young Sung**, Yung Kwon Sung**
Dept. of Electrical Eng. Kunsan National Univ.*,
Dept. of Electrical Eng. Korea Univ.**

Abstract

The optical and electrical properties of High Power AlGaAs/AlGaAs Infrared LED with DDH(Double power Double Hetero Junction) structure are investigated.

The high power LED is recently studied in order to apply to high speed communication devices. The power out of AlGaAs/AlGaAs with DDH structure is 13.0[mW], the forward voltage is 1.45[V], and the average decrease rate of power out is about 5[%] after aging test. The optical and electrical properties of DDH structure LED are superior than that of SH structured LED. The DDH structured LED is suitable to the high speed communication devices.

1. 서 론

최근 화합물반도체 LED의 소자 및 제조기술 향상에 의해 LED(Light Emitting Diode) 소자의 고휘도화와 고속화가 활발하게 진행되고 있다.[1][2] 따라서 이러한 LED를 각종 센서 시스템, 근거리 무선통신, 무선 OA 기기 등에 적용하기 위한 연구도 활기를 띠고 있는 추세이다. 특히 GaAs 기판위에 GaAs 에피층이나 AlGaAs 에피층을 성장시켜서 제작하는 830-880 [nm] 파장의 LED는 고풍력, 고속도, 저잡음 특성으로 인하여 무선전화기 및 통신용소자 제작에 크게 각광을 받고 있다.[3] LED의 고휘도화와 고속화를 달성하기 위한 방법으로는 에피층의 결정결함 감소 및 에피층 불순물농도를 균일하게 유지하는 것과 신뢰성 있는 금속전극을 형성하는 것이 필요하다.[4] [5] 기존 High Power용으로 사용중인 SH(Single Hetero Junction)구조인 880[nm] 파장의 적외선 LED 소자는 광출력특성이 7[mW]정도로서 고속 통신용소자로 사용하기에는 출력이 낮은 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 고속 통신용소자로 사용하기에 적합한 높은 광출력을 얻기위한 방안으로서, 850[nm] 파장을 갖는 DDH(Double Power Double Hetero Junction)구조의 AlGaAs/AlGaAs LED 소자를 제작하여 그 특성을 평가하였다.

본 연구에 의한 적외선 LED 소자는 900[°C]에서 GaAs 기판위에 N형과 P형의 AlGaAs 에피층을 각각 성장시킨후 이어 Etching 공정과 Photolithography 공정 등을 통해 웨이퍼의 N-AlGaAs층과 P-AlGaAs층위에 금속전극을 형성시켜 제작하였다. 이러한 850nm 파장을 갖는 DDH 구조의 AlGaAs 적외선

LED 소자에 대하여 휘도특성(Power out), Forward voltage(V_F) 특성, 그리고 휘도의 열화특성을 평가한후, 기존의 SH 구조인 880nm 파장의 적외선 LED 소자의 특성과 비교하여 고속통신용 소자로서의 적용 가능성 여부를 검토하였다.

2. 실험 방법

본 연구에 의한 LED 소자의 제작은 아래와 같은 방법으로 진행시켰다. 먼저 GaAs 기판의 표면에 두께가 120-220[um]이고 캐리어 농도가 3.0×10^{17} [atoms/cm³]인 N-AlGaAs 에피층을 성장시킨후, 이어서 그위에 두께가 0.4-2.0[um]이고 캐리어 농도가 2.0×10^{17} [atoms/cm³]인 제1층 P-AlGaAs 에피층과 두께가 12-30[um]이고 캐리어 농도가 2.0×10^{18} [atoms/cm³]인 제2층 P-AlGaAs 에피층을 연속적으로 성장시켰다. 그리고나서 기판으로 이용했던 GaAs층을 폴리싱함으로써 제거하였다. 이어서 초음파를 사용하여 웨이퍼를 아세톤에서 초기세정을 실시한 후, 이어서 H₂SO₄ : H₂O₂ : DI = 8 : 1 : 1 인 혼합액을 사용하여 웨이퍼 표면의 오염물질을 깨끗하게 제거시켰다. 이어서 P-AlGaAs. 에피층위에 ohmic contact을 형성하기 위하여 열증착기를 사용하여 Au/AuZn/Au 1차금속막을 순차적으로 증착시켰는데, 이때 기판온도는 200[°C]이고 진공도는 10⁻⁶ [Torr]를 유지하였다. 이어서 동일한 공정조건에서 열증착기를 사용하여 웨이퍼의 이면인 N-GaAlAs층 위에 AuGeNi/Au 금속막을 증착시킨 후, 확산로를 사용하여 400[°C]에서 수소분위기로 15분간 열처리를 실시함으로써, N-GaAlAs층과 P-AlGaAs 에피층위에서 안정된 ohmic contact을 형성시켰다. 이어서 Ti/Au막을 열증착기를 사용하여 1차 금속전극막위에 증착시켰다. 금속막 증착이 완료된 후 전극의 패턴을 형성하기 위하여 사진공정을 진행하였다. 이어서 요오드 : 에탄올 : DI : H₃PO₄ = 200g : 1500cc : 1200cc : 700cc인 혼합액을 사용하여 Au막과 AuZn막을 식각하고, 또한 HF : DI = 1 : 10인 혼합액으로 Ti막을 습식식각하였다. 마지막으로 sawing후 chip의 특성향상과 신뢰성 향상을 위하여 NH₄F : H₂O₂ : DI = 30cc : 2000cc : 3000cc인 혼합액으로 P-AlGaAs 에피층을 식각한 후, 전기적 특성과 광학적 특성을 평가하였다. 본 연구에 의한 DDH 구조의 적외선 LED 소자의 단면도를 그림 1에 나타냈고 또한 이 LED 소자의 제작과정을 그림 2에 나타냈다.

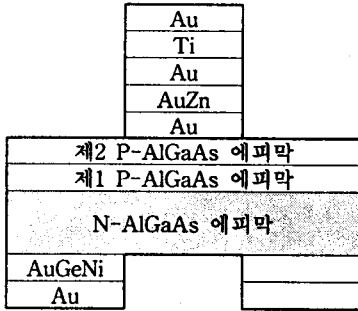


그림 1. LED 소자의 단면도

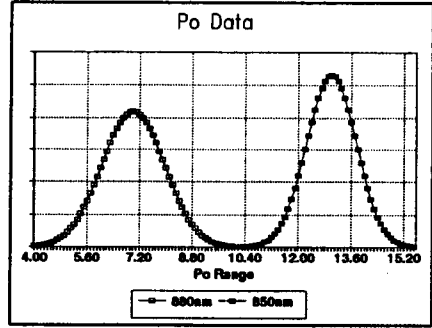


그림 3. 880, 850nm AlGaAs 적외선 LED 소자의 휘도 특성

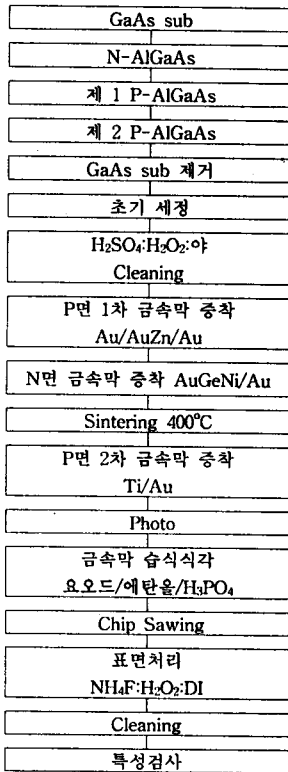


그림 2. LED 소자의 제작 과정

3. 결과 및 고찰

그림 3은 DDH 구조를 갖는 850nm High Power AlGaAs 적외선 LED 소자의 휘도특성(Power out)을 보여주고 있다. 휘도는 Forward current(I_F)를 50[mA]로 고정시켜 인가하면서 LED 소자의 Power out을 측정한다. 그림 3에 나타난 바와같이 평균휘도값이 13.0[mW]로서 기존의 High Power용으로 사용중인 880nm 파장의 SH 구조를 갖는 적외선 LED소자의 7.0[mW]에 비해서 휘도가 크게 향상된 것을 알 수 있다.

그림 4는 DDH 구조를 갖는 850nm High Power AlGaAs 적외선 LED 소자의 Forward voltage(V_F) 특성을 보여주고 있다. 이 경우 Forward voltage(V_F) 역시 Forward current(I_F)를 50[mA]로 고정시켜 인가하면서 측정한다. 그림 4에 의하면 평균 Forward voltage가 1.45[V]로서 1.55[V]의 Forward voltage를 갖는 880nm 파장의 SH 구조인 적외선 LED 소자에 비해서 우수한 Forward voltage 특성을 갖는 것을 알 수 있다.

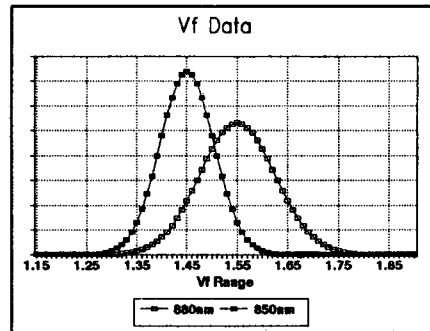


그림 4. 880, 850nm AlGaAs 적외선 LED 소자의 Forward Voltage(V_F) 특성

한편 AlGaAs 적외선 LED 소자의 휘도에 대한 열화특성을 평가하기 위하여 75[mA]의 정전류를 인가한 조건에서 48시간 동안 aging시킨 후, 휘도의 변화특성을 그림 5에 나타냈다. 그림 5에 의하면 본 연구에 의한 DDH 구조의 LED 소자는 aging을 실시하면 평균휘도값이 13.0[mW]에서 12.4[mW]로 감소함으로써 평균 휘도감소율이 5[%]인 것을 알 수 있고, 또한 최대 휘도감소율은 10[%] 이내인 것을 나타내고 있다. 그러나 그림 6에 나타낸 SH 구조의 LED 소자는 평균휘도값이 7.0[mW]에서 6.3[mW]로 감소함으로써 평균 휘도감소율이 10[%]인 것을 알 수 있고, 또한 최대 휘도감소율은 15[%] 이내인 것을 나타내고 있다. 따라서 aging에 따른 휘도변화 특성도 DDH 구조가 SH 구조에 비해 훨씬 우수한 것을 알 수 있다.

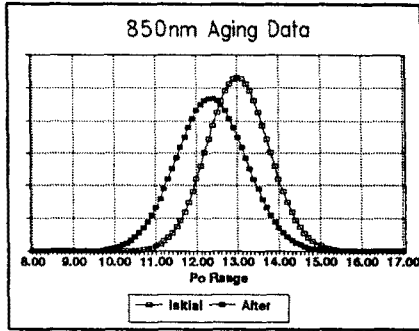


그림 5. 850nm AlGaAs 적외선 LED 소자의 aging 특성

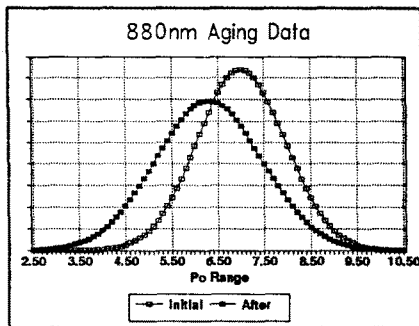


그림 6. 880nm AlGaAs 적외선 LED 소자의 aging 특성

참 고 문 헌

1. 生駒俊明, "最新 化合物半導體 Handbook.", p.153-178, 1988. 3
2. 生駒俊明, "Gallium Arsenide", 丸善(株), p.185-203, 1988. 1
3. 中村哲郎, "光 Electronics 素子와 應用.", p.93-124, 1981. 8
4. "化合物半導體 結晶 DATA BOOK.", 日本電子工業振興協會, p.30-34, 1982. 3
5. "化合物半導體 Device의 信頼性에 관한 文献動向調査.", 日本電子部品信頼性센터, p.193-200, 1983. 3

4. 결 론

고속통신용소자에 사용하기 위해서 DDH 구조를 갖는 850 nm AlGaAs/AlGaAs 적외선 LED 소자의 휘도특성과 Forward voltage 특성, 그리고 휘도의 열화특성을 평가하였다. 그 결과 휘도값은 13.0[mW], Forward voltage는 1.45[V]로서 기존의 SH구조인 880nm 파장의 적외선 LED소자에 비해서 우수한 특성을 갖는 것을 알 수 있었다. 또한 열화특성에 따른 평균 휘도감소율은 5[%]이고 최대 휘도감소율은 10[%] 이내로서 기존의 SH구조에 비해 훨씬 우수한 특성을 나타냈다. 따라서 본 연구에 의한 DDH 구조의 AlGaAs/AlGaAs 적외선 LED 소자는 고속통신용소자로 사용할 경우 SH 구조의 LED 소자에 비해서 훨씬 양호한 특성이 기대된다.