

# 띠너비경사형발광소자의 성장과 특성에 미치는 GaAs기판전도형의 영향

한주명, 임인락

반절연GaAs기판은 금속반도체마당효과3극소자(MESFET), 고전자이동도3극소자(HEMT), 이질이음쌍극성3극소자(HBT), 단일소편마이크로파집적회로(MMIC), 홀소자 등의 제작[1, 2]에 이용된다. 그러나 반절연기판을 발광소자제작에 리용한 자료는 밝혀져있지 않다.

우리는 물체검출과 광학식화재경보기용적외선발광소자제작에서 Cr가 첨가된 값늑은 반절연GaAs기판의 적용가능성을 일반적으로 쓰이는 n-GaAs기판과 비교하여 평가하였다.

## 1. 비교시험을 위한 5개 성장층구조

실험에 리용한 기판과 성장용액, 소자류형은 표와 같다.

표. 기판과 성장용액, 소자류형

No.	기판	성장용액			소자류형
		1	2	3	
1	n-GaAs	n-AlGaAs (과포화)	—	—	띠너비경사형
2	n-GaAs	AlGaAs (불포화)	n-AlGaAs (과포화)	—	띠너비경사형
3	n-GaAs	AlGaAs (불포화)	n-AlGaAs (과포화)	p-AlGaAs (과포화)	단이질띠너비경사형
4	SI-GaAs	AlGaAs (불포화)			띠너비경사형
5	S-GaAs	AlGaAs (불포화)	n-AlGaAs (과포화)		띠너비경사형

실험에 리용한 성장층구조는 그림 1과 같다.

p-AlGaAs(Zn, Ge)				
p-AlGaAs(Si)	p-AlGaAs(Si)	p-AlGaAs(Si)	p-AlGaAs(Si)	p-AlGaAs(Si)
n-AlGaAs(Si)	n-AlGaAs(Si)	n-AlGaAs(Si)	n-AlGaAs(Si)	n-AlGaAs(Si)
n-GaAs기판	n-GaAs기판	n-GaAs기판	SI-GaAs기판	SI-GaAs기판
1	2	3	4	5

그림 1. 비교시험을 위한 5개 성장층구조

~~~~~ : 불포화용액에 의하여 용해부식된 오목불록형의 기판결면

표와 그림 1에서 보는바와 같이 성장층 1은 n-GaAs기판위에 파괴화된 Al-Ga-As-Si용액으로 전도형반전에 의하여 n-AlGaAs와 p-AlGaAs피너비경사형구조를 얻는데 리용되고 성장층 2는 불포화용액에 의하여 기판결면을  $50\mu\text{m}$  정도 용해부식시켜 그위에 n-AlGaAs와 p-AlGaAs피너비경사형구조를 성장시키는데 리용할수 있다는것을 알수 있다. 또한 성장층 3은 성장층 2에 이어 n층보다 금지띠너비가 더 넓은 p-AlGaAs투광층을 추가하며 성장층 4와 5는 SI기판을 리용한 경우로서 각각 성장층 1과 2에 대응된다는것을 알수 있다. 그러나 성장층 4, 5는 비록 그 구조는 꼭 같지만 성장층 4는 1개 용액을 가지고 용해부식도 하고 그 용액에 의하여 성장을 진행한것이고 성장층 5는 기판용해부식을 위한 용액과 성장을 위한 용액을 따로 준비하여 성장시킨것이다.

## 2. 실험결과 및 분석

결면형태와 전위결함 성장층 1은 성장전에 기판용해부식이 없이 파괴화된 용액을 리용하여 직접 n-AlGaAs층을 성장시키므로 성장층에는 기판결면과 관련된 전위결함이나 계면의 비평탄성과 같은 많은 결함들이 포함되게 된다. 그러나 성장층 2-5인 경우에는 불포화(10%)된 용액으로 성장직전에 기판을  $50\sim 60\mu\text{m}$  용해시켜 제거함으로써 성장에 깨끗하고 좋은 적심조건이 보장되어 질 좋은 성장층이 얻어진다.(그림 2)

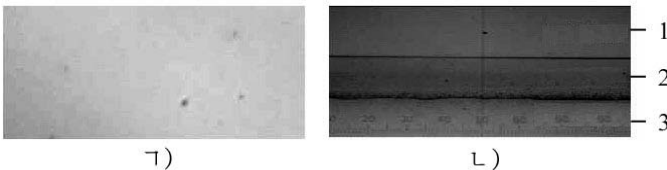


그림 2. 기판용해부식이 성장층의 질에 미치는 영향

가) 성장층결면, 나) 성장층립면

1-3은 p-AlGaAs, n-AlGaAs, GaAs층인 경우

직렬저항측정실험곡선에 의하면 성장층 4에서는 성장층 5에 비하여 항상 3~6배( $80\sim 150\Omega$ )의 높은 직렬저항이 나타났다. 이것은 명백히 깊은준위혼입물로 첨가된 Cr가 기판을 용해부식시키는 과정에 일정한 량이 성장용액에 섞여 성장층의 비저항에 직접적인 영향을 미치기때문이다. 용해부식된 기판두께가 두꺼울수록 용해된 Cr량이 많아져 성장층의 비저항이 증가되리라것은 명백하다. 그러므로 성장층 4는 실용소자제작에 리용하지 않았다.

각이한 성장층의 전류-복사출력사이의 관계는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 성장층 2는 성장층 1에 비하여 다른 조건이 꼭 같을 때 약 2배정도 높은 출력을 나타낸다는것을 알수 있다.

성장층 3은 성장층 2에 투광층으로서 p-AlGaAs를 추가한것이며 성장층 2보다 1.3배의 출력개선효

소자의 직렬저항 및 복사출력 직렬저항은  $V > E_g/e$ 의 높은 전압에서 평가할수 있다. 충분히 높은 전압인 경우 2극소자의  $I-V$  특성은 선형이고 직렬저항은  $I-V$  곡선에 의하여 주어진다.

$$R_s = dV/dI$$

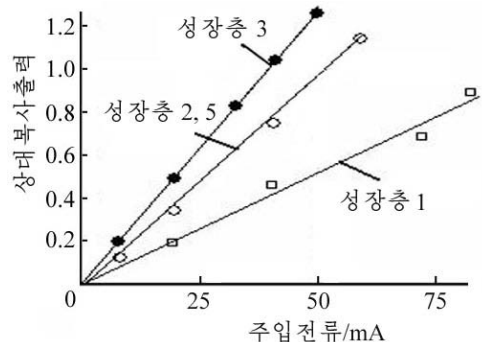


그림 3. 각이한 성장층의 전류-복사출력사이관계

파가 나타난다. p-AlGaAs에 Zn과 Ge를 공침하지 않고 Zn만을 단독으로 첨가한 경우에는 단이질성장층이지만 동질성장층 2에 비한 출력개선이 관측되지 않았다. 이것은 p형쪽의 밑면 전극을 전면전극으로 하였기때문에 전극에 의한 흡수로 하여 투광층으로서의 아무런 작용도 하지 못한다 있다고 해석할수 있다.

4번째와 5번째 그리고 SI기판을 리용한 성장층 5인 경우에 n형기판을 리용한 경우(성장층 2와 3)와 직렬저항과 복사출력에서 거의나 차이가 관측되지 않았다. 그것은 n-AlGaAs 층을 성장할 때에는 과포화조건이므로 실제적으로 SI기판의 용해가 일어나지 않는다는것을 뚜렷이 보여준다.

## 참 고 문 헌

- [1] Z. Q. Zhang et al.; Electronics Letter, 46, 3, 1, 2010.
- [2] G. Chen et al.; IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium, 425~428, 2010.

주체103(2014)년 5월 5일 원고접수

## **Influence of GaAs Substrate Conduction Type on the Epitaxy and Characteristics of the Band-Graded LED**

*Han Ju Myong, Im In Rak*

We have considered the heteroepitaxy and characteristics of band-graded LED on the Cr-doped semi-insulating GaAs and n-GaAs substrates.

With introduction of an additional melt-back solution as well as growth solution can be fabricated the infrared emitting diode for body detection and optical fire detector using semi-insulating substrates.

Key word: n-GaAs