

論文 2003-40SD-7-4

Pt 전극을 이용한 $\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 쇼트키형 자외선 수광소자의 동작특성

(Properties of Pt/ $\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ Schottky Type UV Photo-detector)

申尙勳*, 丁榮魯*, 李哉勳**, 李龍鉉**, 李明福**,
李正熙**, 李仁煥***, 韓允奉****, 咸成鎬**

(Sang-Hoon Shin, Young-Ro Jung, Jae-Hoon Lee, Young-Hun Lee,
Myung-Bok Lee, Jung-Hee Lee, In-Hwan Lee, Yoon-Bong Hahn,
and Sung-Ho Hahm)

요약

유기금속 화학기상 증착법(MOCVD)을 이용하여 사파이어 기판에 $\text{AlGaN}/n^+-\text{GaN}$ 구조와 $\text{AlGaN}/\text{AlGaN interlayer}/n^+-\text{GaN}$ 구조로 성장시킨 AlGaN 층을 이용하여 쇼트키형 자외선 수광소자를 제작하였다. 성장층은 약 10^{18} 의 캐리어 농도와 각각 236과 $269 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 의 이동도를 가진다. 메사구조를 형성하기 위해 ICP 장비로 식각한 후, Si_3N_4 로 절연한 뒤 $\text{Ti}/\text{Al}/\text{Ni}/\text{Au}$ 와 Pt를 이용하여 저항성 전극 및 쇼트키 전극을 형성하였다. 그리고 interlayer를 갖는 $\text{Pt}/\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 의 전기적 특성은 -5 V 에서 1 nA 의 낮은 누설전류를 보였고, interlayer가 없는 $\text{Pt}/\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 은 $0.1 \mu\text{A}$ 로 나타났다. 광측정 결과, interlayer를 갖는 $\text{Pt}/\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 쇼트키 수광소자는 차단파장이 약 300 nm 이며, 광응답도는 280 nm 에서 0.15 A/W , 그리고 자외선 대 가시광선 제거비는 1.5×10^4 로 우수한 반응특성을 보였다.

Abstract

Schottky type $\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ ultraviolet photodetectors were fabricated on the MOCVD grown $\text{AlGaN}/n^+-\text{GaN}$ and $\text{AlGaN}/\text{AlGaN interlayer}/n^+-\text{GaN}$ structures. The grown layers have the carrier concentrations of $\sim 10^{18}$, and the mobilities were 236 and $269 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$, respectively. After mesa etching by ICP etching system, the Si_3N_4 layer was deposited for passivation between the contacts and $\text{Ti}/\text{Al}/\text{Ni}/\text{Au}$ and Pt were deposited for ohmic and Schottky contact, respectively. The fabricated $\text{Pt}/\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ Schottky diode revealed a leakage current of 1 nA for samples with interlayer and $0.1 \mu\text{A}$ for samples without interlayer at a reverse bias of -5 V . In optical measurement, the $\text{Pt}/\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ diode with interlayer showed a cut-off wavelength of 300 nm , a prominent responsivity of 0.15 A/W at 280 nm and a UV-visible extinction ratio of 1.5×10^4 .

Keyword : AlGaN , UV Photo-detector, Schottky

* 正會員, 慶北大學校 센서工學科

(Department of Sensor Engineering)

** 正會員, 慶北大學校 電子電氣工學部

(Electronics & Electric Engineering)

*** 正會員, 三星綜合技術院

(Kyungpook National University, Samsung Advanced
Institute of Technology)

**** 正會員, 全北大學校 化學工學科

(Chemical Engineering and Technology Chonbuk
National University)

※ 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(No. 2000-2-
30700-005-3) 및 민군겸용기술사업(No. 99-ST-A-
2)지원으로 수행되었음.

接受日字: 2002年2月9日, 수정완료일: 2003年7月5日

I. 서론

10여 년 전부터 활발해진 GaN 등 III-V족 질화물 반도체 소자 기술은 현재까지 상당한 발전이 이루어져 왔다. 질화물 반도체는 고온/고전력이 요구되는 전자 소자의 재료뿐 아니라 고밀도 정보 저장용 CD나 새로운 display 제조 용도의 고휘도 LED와 레이저 다이오드의 제조를 위해 널리 사용되고 있다. 그리고 자외선 센서(수광소자) 또한 광범위하게 응용되고 있다. 현재, 국·내외 많은 연구소에서 차세대 광전자 소자의 대표적인 물질로 질화물 반도체를 꼽고 있다. 그 응용분야를 보면, 미사일 추적 장치에 쓰이는 화염 감지기, 오존 검사와 오염도 측정, 혈액 분석, 그리고 UV 제어 등 군사용, 산업용 전반에 걸쳐 그 쓰임이 증가하고 있다. 현재는 자외선 지수를 나타내주는 UV meter와 화재경보기 등을 통해 일반 소비자들에게 그 수요가 증가하고 있어 저가격·고효율의 자외선 센서 개발은 절실하다고 하겠다.

질화물 반도체의 주요 특징을 살펴보면 다음과 같다. 에너지 밴드 갭이 크며 에너지 전이 형태가 직접형으로서 응답속도가 빠르고, 항복전압이 크며, 열적·화학적 자극에 매우 안정하며 높은 전자포화속도와 이중 접합이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 이와 같은 물리적·전기적 특성으로 인해 GaN계 질화물 반도체는 MESFET, HEMT, 그리고 UV-detector와 같은 소자 제조에 널리 사용되고 있다. 그 중에서 AlGaIn 반도체는 Al의 함유량이 따라 에너지 금지대폭의 크기(1.6 eV ~ 6.2 eV)와 발광파장의 제어가 가능하며 적외선 및 가시광선 영역에서는 광응답을 하지 않기 때문에 광전자 소자 연구자들로부터 큰 관심을 받고 있다. 현재까지 국·내외에서 많은 연구팀들이 Si와 GaAs를 이용한 UV 수광소자가 연구하고 있지만 filter 사용과 비용 측면 그리고 물질의 특성 때문에 AlGaIn 보다는 그 성능이 낮은 단점을 가지고 있다.

최근 발표된 UV 수광소자에 관한 논문을 살펴보면 여러 사람들이 다양한 형태의 수광소자들을 이용하여 그 연구가 활발히 진행되고 있음을 확인 할 수가 있다. UV 수광소자에서 중요시하는 결과값들은 선택적이면서도 높은 광응답도, 높은 UV/visible 제거비, 광원(optical power)에 선형적인 변화, 그리고 낮은 누설전류(혹은 noise) 등을 꼽을 수가 있다. 최근 Sandvik 등

은 Al 함유량이 44 %인 AlGaIn 에피층을 이용한 p-i-n 수광소자를 제작하였는데 -5 V에서, 광응답도는 0.12 A/W, 누설전류는 100 nA임을 보고하였다^[1]. 그리고, Osinsky는 Al 함유량이 26 %인 AlGaIn 에피층을 이용한 Schottky 장벽 수광소자를 제작하였는데, 그 결과를 보면 광응답도는 0.07 A/W, 누설전류 1 μ A로 비교적 높은 값이 나타났다^[2]. 만약 AlGaIn 에피층의 성장기술과 소자제작을 위한 공정 기술이 최적화된다면 우수한 특성을 가지면서 실용성 있는 단파장(280 nm) UV 수광소자를 제작, 생산이 가능할 것으로 기대된다.

III-V족 질화물은 전형적으로 유기금속 화학기상 증착법(MOCVD)을 이용하여 사파이어 기판위에 성장된다. 이 기술은 유독성물질의 재료를 안전하게 다룰 수 있을 뿐 아니라 에너지 금지대폭을 쉽게 제어할 수가 있다. III-V족 질화물의 에피층 성장기술은 지난 수년간 눈부신 발전이 있어 왔으나 여전히 해결해야 할 많은 문제점들을 가지고 있다. 따라서, 소자를 제조하기 전에는 반드시 에피층의 전기적 및 광학적 특성이 평가되어야 한다. C-V 측정 및 Hall 측정으로 전기적 특성을 살펴보고, PL 측정으로 에피층의 광학적 특성(발광파장, 결함 등)을 확인해야만 한다. AlGaIn 활성층 성장시 사파이어 기판과 질화물 반도체, AlGaIn와 GaIn 사이의 격자상수와 열팽창계수 차이로 인한 dislocation density의 증가로 고품질의 결정층 성장이 어렵고 누설전류의 증가와 낮은 응답속도 등의 심각한 문제가 발생할 수가 있다. 또한 Al 함유량이 많아질수록 AlGaIn 에피층의 표면 갈라짐 현상이 증가하며 많은 구조적 결함이 존재한다. 요구되는 우수한 성능과 신뢰성 있는 소자를 얻기 위해서는 소자제작 공정기술(저항성 및 쇼트키 장벽 접합 기술) 못지 않게 최적화된 에피층의 성장 조건이 필수적이라 할 수 있다. 본 연구에서는 양질의 AlGaIn 박막을 얻기 위하여 사파이어 기판위에 성장된 GaIn상에 매우 얇은 저온 AlGaIn interlayer를 도입하고 그 위에 성장된 AlGaIn 박막의 전기적 특성과 제작된 Pt/AlGaIn 쇼트키 다이오드의 광반응 특성을 조사하여 뛰어난 특성을 가지는 자외선 수광소자를 개발하고자 하였다.

II. 실험방법

자외선 수광소자를 제작하기 위하여 (0001) 사파이어 기판 위에 $Al_{0.33}Ga_{0.67}N(0.5 \mu m)/n^+-GaIn(2 \mu m)$ 구조와

Al_{0.33}Ga_{0.67}N(0.5 μm)/AlGaIn interlayer(150 Å)/n⁺-GaN (2 μm)의 두 가지 구조를 성장하였다. 이때 GaN 완충층(buffer layer)의 두께는 330 Å, n⁺-GaN층은 도핑농도를 10¹⁸cm⁻³, 두께는 2 μm로 성장하였다. GaN와 AlGaIn의 격자 상수차로 crack을 줄이기 위해 750 °C에서 150 Å의 저온 AlGaIn interlayer를 성장하여 interlayer가 없는 경우와 비교하고자 하였다^[3]. AlGaIn층은 수광영역을 최대화하기 위해 도핑농도를 낮추었으며, 두께는 0.5 μm으로 성장하였다. <그림 1>은 본 논문에서 제안한 AlGaIn 쇼트키 다이오드를 위한 박막의 두 구조이다^[4].

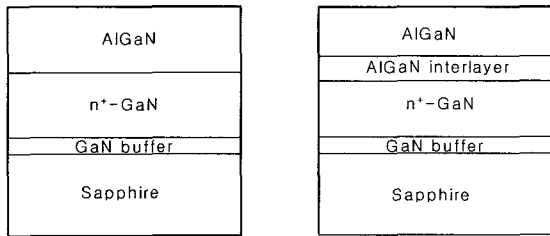


그림 1. 자외선 수광소자를 위한 AlGaIn 박막구조
Fig. 1. Layer structure for thin film AlGaIn UV photo-detector.

본 실험에서는 유도결합 플라즈마(inductively coupled plasma) dry etching 장비를 이용하여 저항성 전극을 형성하기 위해 n⁺-GaIn층까지 식각을 하였는데, 식각을 하기 전 시료를 세척한 후 3 μm 두께의 PR을 사용하여 패턴을 형성하였다. 그리고 PECVD를 이용하여 Si₃N₄를 증착하였다. 다음으로 lift-off PR을 이용하여 패턴을 형성시킨 후, E-beam을 이용하여 5×10⁻⁶ torr의 진공 중에서 Ti/Al/Ni/Au를 300/2000/300/500 Å 두께로 증착하였다. 그리고 RTA를 이용하여 500 °C 1

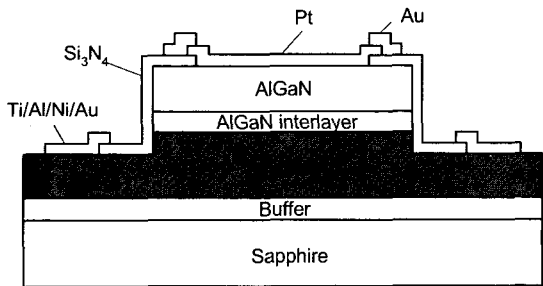


그림 2. 소자의 단면도
Fig. 2. Cross-sectional view of the designed device.

분 동안 열처리 후, TLM 패턴을 이용하여 금속과 반도체의 접촉저항을 측정하였다. Pt를 쇼트키 금속으로 이용하여, 2×10⁻⁶ torr의 진공에서 100 Å의 두께로 투명한 쇼트키형 금속전극을 E-beam으로 증착하였다. 마지막 공정으로 본딩 패드를 위한 패턴을 형성시킨 다음, 열 증착기를 이용하여 2000 Å 두께의 금을 증착한 뒤, lift-off 공정으로 패드를 형성시켰다. <그림 2>는 본 연구에서 제작한 쇼트키 다이오드의 단면도이다^[4].

III. 결과 및 고찰

1. AlGaIn 박막의 특성

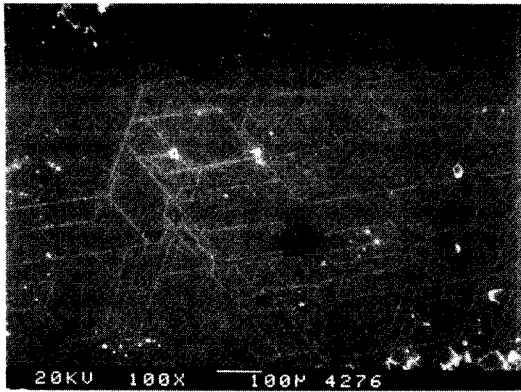
Van Der Pauw 방법을 통한 Hall 측정으로부터 AlGaIn 박막의 전기적 특성을 확인하였다^[5]. Interlayer가 있는 경우 2.06×10¹⁸ cm⁻³의 도핑농도와 236 cm²/V·s의 이동도를 가졌으며, interlayer가 없는 경우는 2.12×10¹⁸ cm⁻³의 도핑농도와 269 cm²/V·s의 이동도를 나타내었다.

표 1. 성장된 AlGaIn 박막의 전기적 특성
Table 1. Electrical properties of grown AlGaIn layers.

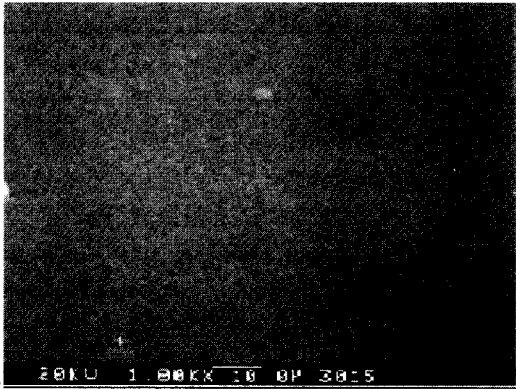
Characteristics / Sample	Layer thickness [μm]	Mobility [cm ² /V·s]	Bulk concentration [cm ⁻³]	Sheet resistance [Ω/□]
AlGaIn with interlayer	2.7	236	2.06×10 ¹⁸	5.57×10 ¹⁴
AlGaIn without interlayer	3.2	269	2.12×10 ¹⁸	6.80×10 ¹⁴

<그림 3(a)>는 n⁺-GaIn 층위에 Al_{0.33}Ga_{0.67}N 박막을 바로 성장시킨 기판의 표면 SEM 사진이고, (b)는 n⁺-GaIn 층위에 AlGaIn interlayer를 성장시킨 뒤 Al_{0.33}Ga_{0.67}N 박막을 성장시킨 기판의 SEM 사진이다. Interlayer가 없는 경우에는 표면의 갈라짐이 심각한 것을 관찰할 수 있다. 그것은 AlGaIn와 GaIn의 격자 상수차와 열팽창계수의 차에 의한 crack으로 interlayer를 도입함으로써 표면 갈라짐 현상이 현저히 개선되었다.

<그림 4>는 알루미늄의 조성이 33%일 때 성장된 AlGaIn 단층 박막의 광투과도를 측정한 것으로, 약 290 nm이하의 자외선 파장영역까지 흡수하고, 그 이상의 영역에서는 흡수하지 않는다는 것을 보여준다. 이 광투



(a)



(b)

그림 3. 성장된 Al_{0.33}Ga_{0.67}N 박막의 표면 SEM사진 ; (a) interlayer 없는 경우, (b) interlayer 있는 경우

Fig. 3. SEM photographs of grown Al_{0.33}Ga_{0.67}N layers; (a) without interlayer and (b) with interlayer

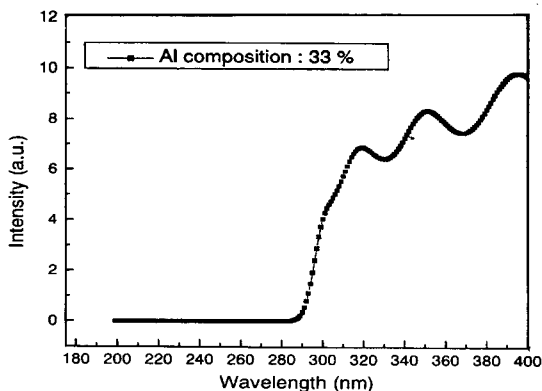


그림 4. AlGaIn 박막의 광 투과도(Al 조성비=33%)
Fig. 4. Transmittance of AlGaIn(Al mole fraction=33%).

과도 측정은 <그림 1>의 구조가 아니라 성장변수에 따른 Al의 조성비를 확인하기 위해 sapphire 기판 위에 직접 성장한 것임을 밝혀준다.

3. 2 Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N 쇼트키 다이오드의 전기적 특성
Al_xGa_{1-x}N의 정류성 접합금속으로 Pt를 이용하고¹⁶, 저항성 접촉금속은 Ti/Al/Ni/Au로 하여 쇼트키 다이오드를 제조하였다. Interlayer가 없는 박막에서의 저항성 접촉 저항계수는 $3.01 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}^2]$ 이고, interlayer를 갖는 박막의 그것은 $3.4 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}^2]$ 로 나타났다¹⁷. 다이오드를 제조한 후 자외선 수광소자로서의 동작 가능성을 확인하기 위하여 먼저 그 전기적 특성을 확인하였다. <그림 5>는 interlayer의 유무에 따른 Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N의 I-V 특성을 나타낸 것이다. 쇼트키 다이오드의 누설전류는 자외선 수광소자로 응용시 암전류로 작용하기 때문에 이 전류성분의 감소는 매우 중요하며 특히 가시광 영역이나 태양광이 존재하는 환경에서 반응하는 광전류와 함께 자외선 신호를 줄이게 된다. 누설전류의 원인으로는 bulk 성분과 표면성분이 존재할 수 있는데 특히 표면 누설전류는 공정상의 변수로서 금속접촉, 계면, 및 표면상태 등에 많은 영향을 받는다. <그림 5(a)>에서 interlayer를 갖는 자외선 수광소자는 역바이어스시 누설전류를 측정된 결과, -5 V에서 1 nA의 낮은 누설전류로 나타났고, <그림 5(b)>에서 interlayer가 없는 소자는 누설전류가 0.1 μA 로 크게 나타났으며 역전압에 따른 전류의 변화도 심했다. 이는 소자의 결함과 crack등으로 인해 누설전류가 매우 크기 때문이다. 따라서 AlGaIn층 성장시 interlayer를 도입은 결정성장시 crack을 감소시켜 표면 등의 누설전류와 접촉의 안정성을 이룰 수 있어 수광소자로서의 안정된 동작을 가능하게 할 수 있다.

한편, 소자의 순방향특성을 통해 쇼트키접합의 안정성과 신뢰성을 확인할 수 있다. <그림 6>은 Pt 쇼트키 접촉 특성을 조사하기 위해 쇼트키 다이오드의 열처리 유무에 따른 순방향 전기적 특성 그림이다. 열처리 조건은 RTA를 이용하여 고순도 질소 분위기에서 500 °C에서 1분간 수행하였다. 열처리를 수행한 후, 상호확산이 일어나서 쇼트키 접합 장벽(ϕ_B)이 저하된 것으로 보이며, 다이오드의 이상계수(η)는 개선된 것을 알 수 있다. 이는 GaN에서의 Pt 쇼트키 접촉이 갖는 열처리 전후의 전기적 특성과 유사한 결과이다¹⁸.

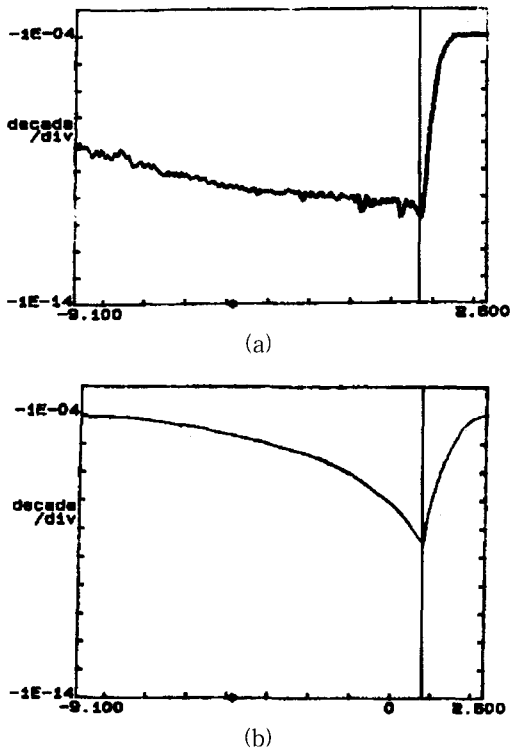


그림 5. Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N 쇼트키 다이오드의 I-V 특성 (a) Interlayer가 있는 소자 (b) Interlayer가 없는 소자

Fig. 5. I-V characteristics of Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N Schottky diodes. (a) With AlGaN interlayer (b) Without AlGaN interlayer

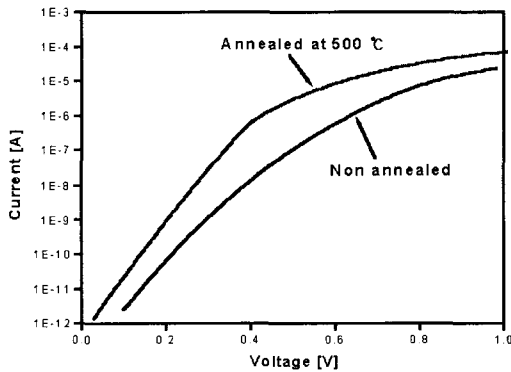


그림 6. Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N 쇼트키 다이오드의 순방향 특성(interlayer 있는 경우)

Fig. 6. Forward characteristics of Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N Schottky diode(with interlayer).

UV detector의 동작 범위인 -5 V에서 안정된 동작을 위해 제조된 다이오드의 누설전류를 관찰해 보았다. 그래프로 자세한 누설전류를 관찰하기 어려워 역전압 5

~ 30 V에서의 누설 전류를 <표 2>에 나타내었다. 이러한 항복현상은 쇼트키 전위장벽에도 많은 영향을 받지만 이보다는 접촉 계면 상태에 더 크게 의존한다. 즉 쇼트키 계면의 결함이나 공공 등을 통해 쉽게 일어난다. 여기서 Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N 쇼트키 다이오드는 1.08 eV의 전위장벽과 1.6의 이상계수를 가진다.

표 2. Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N 쇼트키 다이오드의 역방향 누설전류

Table 2. Reverse leakage currents of Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N Schottky diode.

Voltage[V]	-5	-10	-15	-20	-25	-30
Leakage current	-1.17nA	-8.85nA	-71.45nA	-319.70nA	-3.91μA	-19.19μA

3. Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N 쇼트키 다이오드의 수광 특성

광원을 제논 램프로 하고 분광기, 초퍼, lock-in 증폭기로 구성된 광응답 측정장치를 이용하여 제작한 쇼트키 다이오드의 광 응답 특성을 조사하였다^[10-12]. 먼저 바이어스하지 않은 상태에서 제논 램프를 이용하여 250 ~ 480 nm 파장범위의 빛을 조사하여 파장에 따른 광전압 변화를 측정하였다. <그림 7>에서 볼 수 있듯이, 자외선 대 가시광선 제거비는 1.5×10₄으로 나타났고, 약 300 nm에서 전압이 감소하는 것을 볼 수 있다. 그리고 광응답 특성으로부터 최대 응답도는 280 nm에서 0.15 A/W로 우수한 결과를 나타내었다. 이러한 우수한 수광 특성은 interlayer를 통해 crack이 거의 없는 고품위의

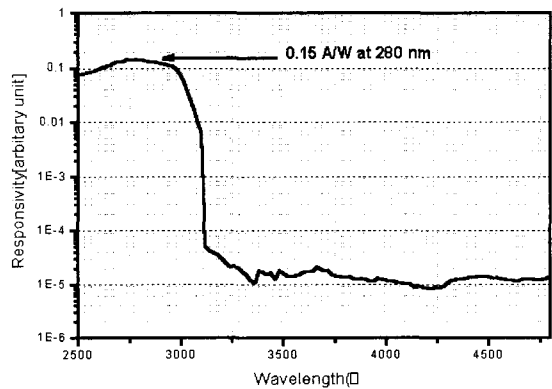


그림 7. 파장에 대한 Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N 수광소자의 광응답 특성

Fig. 7. Spectral responsivity of Pt/Al_{0.33}Ga_{0.67}N photo-detector.

$\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 결정성장에 의해서 얻어졌다고 판단된다. 다른 연구자들의 연구결과와 비교할 때 높은 자외선 대 가시광 제거비를 보이는 이유는 다이오드의 구조설계를 통해 누설전류를 줄임으로서 가능했다고 판단된다. 향후 280 nm의 화염감지기를 위하여 알루미늄 조성비를 높이고, 소자구조를 최적화 할 필요가 있다.

<그림 8>은 역 바이어스를 변화시키면서 파장에 따른 광응답도의 측정 결과이다. 이 데이터로부터 역 바이어스에 따라 쇼트키 접합부의 공핍 영역의 폭이 증가되고, 자외선 파장에 대한 peak 응답도도 증가함을 알 수 있다. 그러나 역바이어스 전압에 따라 누설전류도 크게 증가하게 되어 역 바이어스에 의한 응답도의 증대 효과를 상쇄하게 된다. 다시 말해서, 암전류(dark current)로 작용하는 배경 전류가 커진다. 이에 따라 측정 데이터로부터 얻어진 자외선 대 가시광 제거비는 바이어스에 따라 오히려 감소하는 경향을 나타낸다. 또한 가시광선 영역에 비해 300 - 360 nm 부근에서 상당한 광응답도가 증가되는 것은 Ohmic 접촉을 위한 GaN 영역에서의 광흡수에 따른 캐리어가 확산 후 접합을 통과하여 생긴 것으로 판단된다. 이 파장 영역에서의 광응답 전류는 역바이어스의 증가에 따라 증가하며 -5 V일 때 더욱 현저히 커지는 것을 관찰할 수 있다.

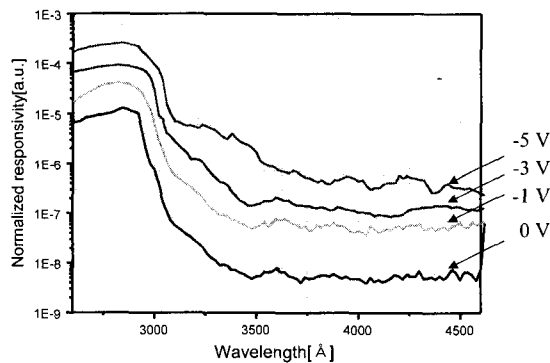


그림 8. 역 바이어스에 따른 응답도
Fig. 8. Spectral responsivity depending on reverse bias.

IV. 결론

본 논문에서는 저온 AlGa_N interlayer를 이용하여 crack을 최소화 한 AlGa_N 결정층을 성장한 뒤 쇼트키형 Pt/AlGa_N 자외선 수광소자를 제작하였다.

$\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 박막은 $2.06 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 의 n형 도핑농도와 $236 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 의 이동도를 나타내었다. PECVD를 이용하여 Si₃N₄를 증착한 다음, 오믹 메탈(Ti/Al/Ni/Au)을 증착한 뒤, 500 °C에서 1분간 열처리하였다. Interlayer를 갖지 않은 AlGa_N 박막은 $3.01 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}^2]$ 이고, Interlayer를 갖는 AlGa_N 박막은 $3.4 \times 10^{-4} [\Omega \cdot \text{cm}^2]$ 의 접촉 저항을 나타내었다. 제작된 쇼트키 다이오드의 전위장벽은 1.08 eV, 이상계수는 1.6으로 나타났다. 누설 전류는 interlayer를 갖는 Pt/ $\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 은 역전압 5 V에서 1 nA로 낮은 누설전류를 확인할 수 있었고, interlayer를 갖지 않는 Pt/ $\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 은 0.1 μA 로 나타났다.

Pt/ $\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 쇼트키 자외선 수광소자는 250 ~ 480 nm 파장범위의 광을 조사하여 300 nm에서 광응답이 급격히 감소하는 것을 볼 수 있었고, 이 때의 광응답도는 280 nm에서 0.15 A/W이고, 자외선 대 가시광선 제거비는 1.5×10^4 로 나타났다. 그리고 역방향 바이어스에 따른 UV 응답도는 전압에 따라 증가하였고, 누설 전류도 함께 증가되었다. 결론적으로 interlayer를 갖는 Pt/ $\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 자외선 수광소자는 interlayer를 갖지 않는 Pt/ $\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{N}$ 에 비해 성장된 AlGa_N층의 결함과 crack이 적어 전기적 특성뿐만 아니라 광특성이 우수한 결과를 나타내었다.

참고 문헌

- [1] Peter Sandvik, Kan Mi, Fatemeh Shahedipour, Ryan McClintock, Alireza Yasan, Patrick Kung, and Manijeh Razeghi, "AlGa_N for solar-blind UV detectors," *Journal of Crystal Growth*, Vol. 231, p. 366, 2001.
- [2] A. Osinsky, S. Gangopadhyay, B. W. Lim, M. Z. Anwar, and M. A. Khan, "Schottky barrier photodetectors based on AlGa_N," *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 72, p. 742, 1998.
- [3] J. Han, K. E. Waldrip, S. R. Lee, J. J. Figiel, S. J. Hearne, G. A. Petersen, and S. M. Myers, "Control and elimination of cracking of AlGa_N using low-temperature AlGa_N interlayers," *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 78, p. 67, 2001.
- [4] 신상훈, "쇼트키 전극을 이용한 Pt/AlGa_N 자외선 수광소자의 제작 및 특성," 경북대학교 센서 공학

- 과 졸업논문, 2002
- [5] S. Keller, R. Vetury, G. Parish, S. P. DenBaars, and U. K. Mishra, "Effect of growth termination conditions on the performance of AlGaIn/GaN high electron mobility transistors," *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 78, p. 3088, 2001.
- [6] Cyril Pernot, Akira Hirano, Motoaki Iwaya, Theeradetch Detchprohm, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki, "Solar-Blind UV photo-detectors based on GaN/AlGaIn pin photo-diodes," *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 39, p. 387, 2000.
- [7] Peter Sandvik, Kan Mi, Fatemeh Shahedipour, Ryan McClintock, Alireza Yasan, Patrick Kung, and Manijeh Razeghi, "AlGaIn for solar-blind UV detectors," *Journal of Crystal Growth*, Vol. 231, p. 366, 2001.
- [8] B. Yang, D. J. H. Lambert, T. Li, C. J. Collins, M. M. Wong, U. Chowdhury, R. D. Dupuis, and J. C. Cambell, "High-performance back-illuminated solar blind AlGaIn metal-semiconductor-metal photo-detectors," *Electronics Letters*, Vol. 36, No. 22, 2000.
- [9] Suk-Hun Lee, Jae-Kyu Chun, Jae-Jin Hur, Jae-Seung Lee, Gi-Hong Rue, Young-Ho Bae, Sung-Ho Hahm, Yong-Hyun Lee, and Jung-Hee Lee, "RuO₂/GaN Schottky Contact Formation with Superior Forward and Reverse Characteristics," *IEEE Electron Device Letters*, Vol. 21, No. 6, June 2000.
- [10] E. Monroy, F. Calle, and E. Munoz, "Al_xGa_{1-x}N:Si Schottky barrier photo-diodes with fast response and high detectivity," *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 73, p. 2146, 1998.
- [11] David L. Pulfrey, J. J. Ku, Michael P. Leslie, Brett D. Nener, Giacinta Parish, Umesh K. Mishra, P. Kozodoy, and J. Tarsa, "High UV/solar rejection ratios in GaN/AlGaIn/GaN pin photo-diodes," *IEEE Elec. Devices*, Vol. 48, No. 3, 2001.
- [12] B. W. Lim, P. C. Chen, J. Y. Yang, and M. A. Khan, "High responsivity intrinsic photoconductors based on Al_xGa_{1-x}N," *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 68, p. 3761, 1996.

 저 자 소 개

申尙勳(正會員)

2000년 2월 : 계명대학교 물리학과 졸업(이학사). 2002년 2월 : 경북대학교 센서공학과 졸업(공학석사). 2002년 2월~현재 : 삼성종합기술원 연구원. <주관심분야 : 선택적 성장을 이용한 광소자제작, 쇼트키급속을 이용한 자외선 수광소자 제작>

丁榮勳(正會員)

2001년 2월 : 계명대학교 물리학과 졸업(이학사). 2003년 2월 : 경북대학교 센서공학과 졸업(공학석사). 2003년 1월~현재 : LG 종합기술원 연구원

李哉勳(正會員)

1995년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 2000년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사). 2000년 3월~현재 : 경북대학교 전자공학과 박사과정 재학중. <주관심분야 : 전계방출소자, 질화계 반도체 성장, 질화계 반도체 전자·수광소자 등>

李龍鉉(正會員)

1975년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1977년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1991년 2월 : 충남대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1979년 4월~현재 : 경북대학교 전자전기공학부 정교수. <주관심분야 : 반도체 재료 및 공정, GaIn 결정성장 및 소자, 적외선 감지기 및 공진기 등>

李明福(正會員)

1982년 : 경북대학교 물리학과(이학사). 1984년 : 경북대학교 대학원 물리학과 졸업(이학석사). 1986년~1992년 : 한국과학기술연구원(KIST) 연구원 재직. 1992년~1997년 : 영국 리버풀대학 표면과학연구 센터 박사학위 취득. 1998년~현재 : 경북대학교 전자전기공학부 교수. <주관심분야 : 반도체-금속표면 현상, 넓은 밴드갭을 갖는 안정한 화합물 반도체 박막성장 및 응용, 단파장 광전자소자용 신소재 개발 및 응용, 센서 응용을 위한 복합형 신소재 재료의 개발등>

李正熙(正會員)

1979년 : 경북대학교 전자공학과 졸업. 1983년 : 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1986년 : Florida Institute Technology, Electrical and computer Eng. 졸업(공학석사). 1990년 : North Carolina State University, Electrical And Computer Eng. 졸업(공학박사). 1990년~1993년 : 한국전자통신연구소 선임연구원. 1993년~현재 : 경북대학교 전기전자공학부 정교수. <주관심분야 : III-V족 화합물 반도체 소자, 마이크로 머시닝 기술>

李仁煥(正會員)

1987년~1991년 : 고려대학교 재료공학과 졸업(공학사). 1991년~1993년 : 고려대학교 대학원 재료공학과 졸업(공학석사). 1993년~1997년 8월 : 고려대학교 대학원 재료공학과 졸업(공학박사). 1997년 11월~1999년 1월 : Northwestern University Postdoctoral Research Fellow, Center for Quantum Devices. 1999년 2월~1999년 9월 : Kwangju Institute of Science and Technology Research Associate, Ultrafast Fiber-Optic Networks Research Center. 1999년 9월~2001년 4월 : Samsung SDI Member of Research Staff, Display Laboratory. 2001년 5월~2002년 9월 : Samsung Advanced Institute of Technology Member of Research Staff, Optoelectronic Devices Laboratory. 2002년 10월~현재 : 전북대학교 신소재공학부 조교수

韓允奉(正會員)

1978년 2월 : 한양대학교 화학공학과 졸업(공학사). 1975년 2월 : 서울대학교 대학원 화학공학과 졸업(공학석사). 1988년 6월 : 미국 유타대학교 금속과 졸업(공학박사). 1991년 9월~현재 : 전북대학교 화학공학부 정교수. <주관심분야 : 전자 재료 공정 공학>

咸成鎬(正會員)

1985년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1987년 2월 : 한국과학기술원 졸업(공학석사). 1991년 8월 : 한국과학기술원 졸업(공학박사). 1991년 9월~1992년 2월 : 한국과학기술원 위촉연구원. 1992년 3월~1996년 3월 : 산업자원부 반도체 산업과 사무관. 1996년 3월~현재 : 경북대학교 전자전기공학부 조교수. <주관심분야 : III-V족 화합물 반도체 소자, 쇼트키 금속을 이용한 자외선 수광소자 제작>