

## 다중양자우물의 상호 섞임 현상을 이용한 다중 파장 검출기의 제작

### Fabrication of dual wavelength photodetector using quantum well intermixing

여덕호\*, 윤경훈, 김향로, 김성준  
서울대학교 전기공학부  
\*ydh@helios.snu.ac.kr

광통신을 이용한 근거리 전송과 장거리 전송에서 1.3 및 1.55  $\mu\text{m}$  파장 영역의 빛이 사용되고 있다. 향후, 각 가정마다 광선로를 연결하는 Fiber-to-the-home (FTTH)의 개념과 광CATV가 발전함에 따라 1.3 및 1.55  $\mu\text{m}$  빛을 검출하는 소자와 송신하는 소자가 필요하게 된다. 본 논문에서는 이러한 다중파장을 검출할 수 있는 집적소자를 제작 및 측정하였다.

본 논문에서 사용된 epitaxial layer의 구조는 N-InP 기판 위에 1  $\mu\text{m}$ 의 n-InP buffer층, 5층의 InGaAs/InGaAsP 다중양자우물과 0.2  $\mu\text{m}$  InGaAsP separate confinement heterostructure (SCH) 층, 0.5  $\mu\text{m}$  InP clad층과 0.1  $\mu\text{m}$  InGaAs cap 층으로 구성되어있다. 모든 epi 층은 InP 기판에 격자 정합이 되어 있다. 다중양자우물구조는 84 Å의 InGaAs 우물층과 100 Å의 InGaAsP 장벽층으로 구성되며, 상온에서 0.787 eV (1.575  $\mu\text{m}$ )의 bandgap energy를 갖도록 설계하였다.

제작된 다중 파장 검출기의 구조는 그림 (1) 과 같다. 검출기는 두 개의 광도파로형 PD가 집적이 되어 있으며, 전단(PD<sub>T</sub>)은 intermixing에 의해서 bandgap energy가 증가된 영역이며, 후단(PD<sub>Nl</sub>)은 intermixing이 되지 않은 영역이다. 이러한 광도파로형 집적 PD 구조는 광도파로를 따라서 진행되는 빛이 단파장인 경우 전단에서 검출되며 장파장의 빛은 후단에서 검출되는 구조로 되어 있다<sup>(1)</sup>. 다중양자우물의 intermixing은 epi 구조 위에 PECVD를 이용하여 SiO<sub>2</sub> 유전막을 증착 후 RTA를 이용한 고온 열처리함으로써 이루어진다. 본 실험에서는 1700 Å의 SiO<sub>2</sub> 유전막 증착 후 750°C, 45 초간 열처리하여 80 meV의 bandgap energy 증가를 보았으며, SiO<sub>2</sub> 유전막 증착되지 않은 경우 25 meV 정도의 증가를 보였다.

그림 (2)는 TE/TM mode의 빛에 대하여 PD<sub>T</sub>와 PD<sub>Nl</sub>의 파장에 따른 photocurrent의 특성이다. PD<sub>Nl</sub>의 경우 TE mode의 빛에 대하여 1570nm 근처에서 약한 exciton peak를 관찰할 수 있으며, TM mode의 빛에 대해서는 파장이 증가할수록 photocurrent가 감소함을 볼 수 있다. PD<sub>T</sub>의 경우 장파장의 빛에 대하여 photocurrent가 상대적으로 매우 작으며 TE mode는 1570 nm, TM mode는 1560 nm 이상의 빛에 대하여 photocurrent가 생성되지 않는다.

그림 (3) 및 (4)는 집적된 소자의 TE mode의 빛에 대한 photocurrent 특성이다. 광섬유를 통해서 PD<sub>T</sub>로 입사된 빛은 광도파로를 진행하여 PD<sub>Nl</sub>까지 진행하게 된다. 이 중 단파장의 빛은 PD<sub>T</sub>에서 흡수가 일어나므로 PD<sub>Nl</sub>에서는 흡수된 양만큼의 photocurrent의 감소가 나타나게 된다. 따라서, PD<sub>Nl</sub>에서 photocurrent는 그림 (3) 과 같이 1580 nm에서 peak를 갖는 특성을 보이게 된다. 그림 (4)는 다중 파장 검출기의 space layer (D)의 길이에 따른 photocurrent spectrum의 변화이다. D=100  $\mu\text{m}$ 인 경우와 1000

$\mu\text{m}$ 인 경우에 대해서 비교를 하였다. Space layer의 길이가 길수록  $\text{PD}_{\text{NI}}$ 의 단파장에서의 photocurrent는 급격히 감소하며,  $\text{PD}_{\text{I}}$ 와  $\text{PD}_{\text{NI}}$ 의 selectivity가 증가함을 볼 수 있다.

결론적으로, 본 실험으로 제작된 검출기는 그림 (3)과 (4)의 경향성으로부터 TE/TM mode의 빛에 대하여 1.3/1.55  $\mu\text{m}$ 의 파장을 선택적으로 검출할 수 있는 소자이다.

1. A. N. M. Masum Choudhury, et. al. "Metal-Semiconductor-Metal Demultiplexing Waveguide Photodetector in InGaAs/GaAs Quantum Well Structures by Selective Bandgap Tuning" IEEE Photon. Technol. Lett., 9, 817-820, 1991

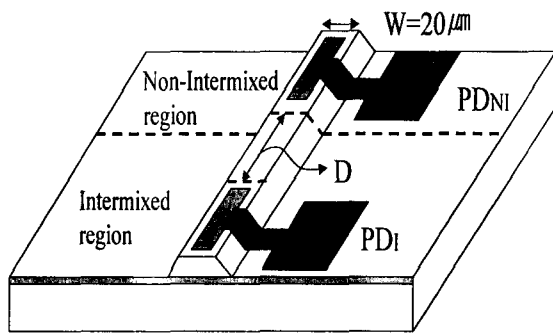


그림 (1) 다중 파장 검출기의 구조

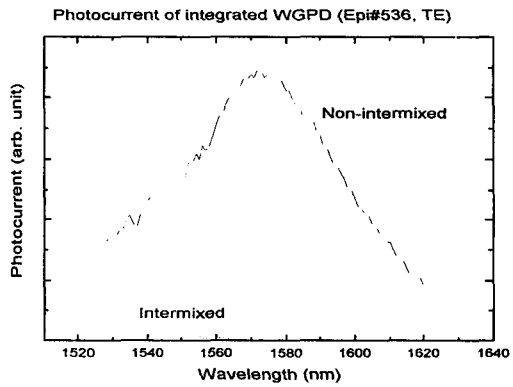


그림 (3) 다중 파장 검출기의 TE mode 빛에 대한 검출 특성

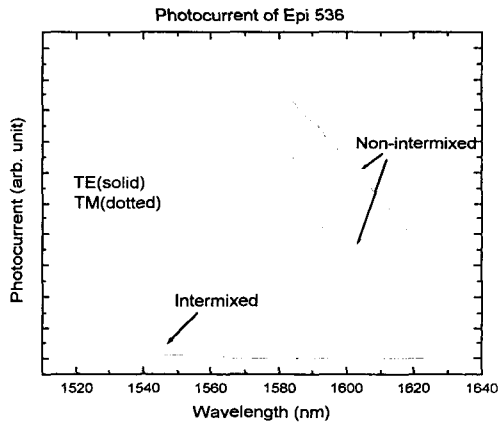


그림 (2) Intermixing이 된 소자와 intermixing이 되지 않은 소자의 photocurrent 특성

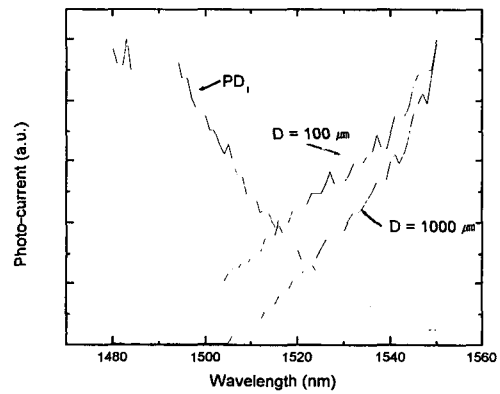


그림 (4) 다중 파장 검출기의 TE mode 빛에 대한 검출 특성: 단파장의 빛과 space layer의 영향