

InAlAs/InGaAs/InP HEMT의 광검출 특성

Photodetection Characteristics of InAlAs/InGaAs/InP HEMT

장효순, 최창순, 최우영, 장경철*, 서광석*
 연세대학교 전기전자공학과, *서울대학교 전기공학부
 hkang@yonsei.ac.kr

I. 서론

무선 통신 시스템이 발달하고 정보의 양이 많아짐에 따라 고주파를 이용한 통신 시스템에 대한 수요가 증가하고 있다. 최근 이러한 고주파 통신 시스템을 optical fiber를 이용하여 구현(Radio-on-fiber system)하는 연구가 주목받고 있다. 무선 고주파 통신 시스템에서는 많은 수의 안테나 기지국이 필요하게 되는데 optical fiber를 이용하면 적은 전송 손실로 기지국간의 연결이 가능하게 된다. 안테나 기지국의 구축을 위해서 최근 InP High Electron Mobility Transistor(HEMT)를 이용하여 광 검출을 구현하는 연구가 활발히 진행되고 있다. InP HEMT를 사용하면 기간망에서 사용하는 파장 1.55 μm 대역의 광 신호를 검출할 수 있고, 또한 고주파 대역의 RF 소자들과 단일칩에 집적할 수 있게 되므로 낮은 가격의 시스템 구현이 가능하게 된다. 본 연구에서는 InP HEMT의 1.55 μm 파장의 변조된 광 신호의 검출 특성을 관찰하고 그것의 최적화를 수행하였다.

II. 소자 구조 및 실험 장치

본 연구에 사용된 InP HEMT의 epitaxial layer 구조는 그림 1과 같다. $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ 채널 층에서 1.55 μm 빛의 흡수가 일어나게 되고 이것이 HEMT의 gain process를 거쳐 drain port의 출력으로 나오게 된다. 사용된 소자의 gate length는 0.25 μm 이고, gate width는 50 μm 이다. 실험에서는 DFB LD를 직접 변조하여 이것을 single mode lensed fiber를 이용하여 InP HEMT에 주입하였다. 그런데 InP HEMT의 gate metal과 소자 표면에서의 반사로 인해 실제 빛이 소자에 주입되는 양은 매우 작기 때문에 EDFA를 사용하여 증폭시켜 주었다. HP4145B semiconductor parameter analyzer를 사용하여 InP HEMT에 DC 전압을 가하고, drain current를 측정하였다. 또한 AC response를 측정하기 위해 drain port에 spectrum analyzer를 사용하여 광 검출된 RF 신호의 spectrum을 관찰하였다.

III. 실험결과 및 토의

InP HEMT에 광신호의 검출과정은 두가지 효과에 의해 설명될 수 있다. 채널 영역에서 빛의 흡수에 의해 생성된 정공들이 내부 전위차를 발생시키고 이것이 gate에 순방향 전압을 가하는 것과 동일한 역할을 하게 되는 photovoltaic 효과와 빛의 흡수에 의해 채널 영역의 전자 밀도가 높아져서 채널의 conductivity가 증가하는 photoconductive효과이다.⁽¹⁾

그림 2는 광 주입시 소자의 dc 특성 변화에 대한 결과이다. 광 주입시 증가한 drain 전류는 photovoltaic 효과에 의한 것이며, 이는 문턱전압 변화로 관찰할 수 있다. 그림 3은 drain 전압에 따른 광 검출된 RF power를 나타낸다. drain 전압이 증가함에 따라 검출된 RF power가 증가하는 것을 볼

수 있다. 이러한 결과는 drain 전압에 따른 소자의 자체 gain 특성과 비슷한 경향을 보인다. 그림 4는 optical modulation response이다. 낮은 주파수에서 response가 급격히 떨어지다가 주파수가 올라감에 따라 어느 정도 일정하게 유지되는 것을 관찰할 수가 있다. 이것은 Photovoltaic 효과를 일으키는 정공의 life time이 커서 낮은 주파수대역에서만 photovoltaic 효과가 주요하게 나타나기 때문이다. 그러나 높은 주파수에서도 광 응답 특성이 나타나는 것은 photoconductive 효과로 인한 현상이다²⁾.

IV. 결론

InP HEMT를 이용하여 파장 1.55 μ m 대역의 변조된 빛을 검출하고, 그 특성을 살펴보았다. drain 전압에 따른 광 검출 특성을 살펴봄으로써 InP HEMT의 광 검출 특성을 최적화 시켰다. 또한 광변조 주파수에 따른 특성변화도 살펴보았다. 본 연구를 통하여 InP HEMT를 광 수신기로서 이용할 수 있는 가능성을 살펴보고, MMIC를 이용해서 단일칩에 여러 소자와 집적할 경우 작고, 낮은 가격으로 시스템 구현이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Takanashi, Y., *IEEE ED* vol. 46, pp. 2271, 1999
2. Frankel, M.Y., *IEEE MTT* vol. 45, pp. 1368, 1997

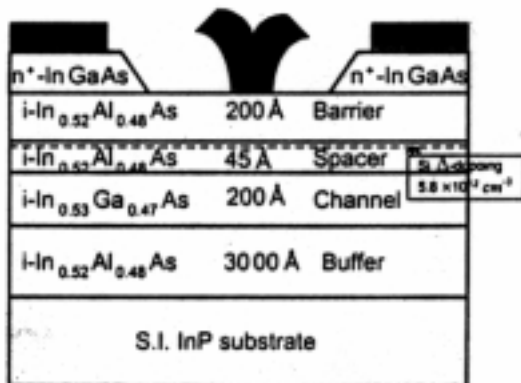


그림 1 InP HEMT epitaxial layer 구조

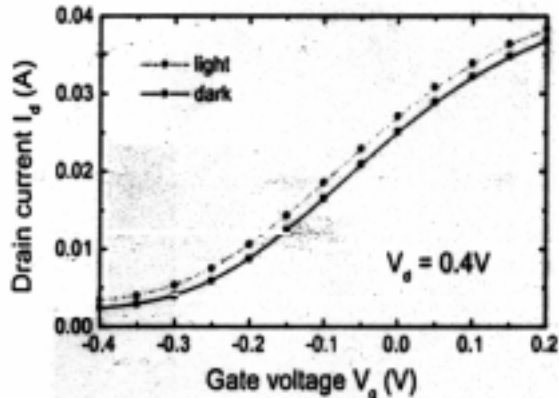


그림 2. dc 특성 : Id vs. Vg

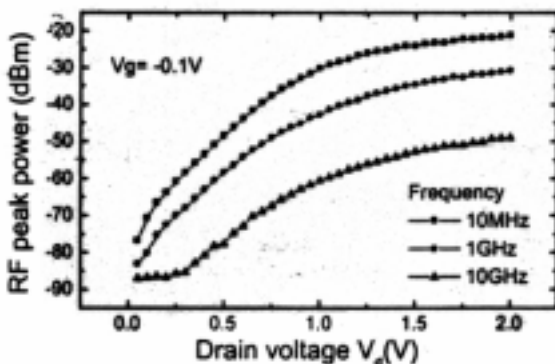


그림 3 광 검출 RF power vs. Vd

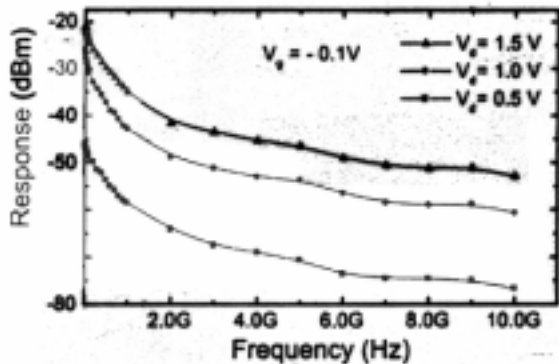


그림 4 optical modulation frequency response