

InGaAsP/InGaAsP MQW 전계흡수형 광변조기에서 소광특성의 입력광 의존성

The Dependence of Extinction Ratio on Input Power in InGaAsP/InGaAsP MQW EA(Electroabsorption)-Modulators

김희곤, 정구호, 심종인, 김형래*
한양대학교 전자공학과, 두원공업전문대학*

광변조기에서 큰 광출력을 얻기 위해서는 큰 입력광 세기에 대해 높은 소광특성과 작은 기초흡수가 요구된다. 본 연구에서는 광변조기에 입력된 광세기 및 가해진 전압에 따른 InGaAsP/InGaAsP MQW 전계흡수형 광변조기의 소광특성에 대해 연구하였다. 또한 광변조기의 MQW 구조에 따른 소광특성의 입력광 의존성을 살펴 보았다.

입력된 광세기와 광변조기 구조에 따른 소광특성을 알아보기 위하여 광변조기에 가해진 전압에 의한 전계분포, 전계에 대한 입력된 광의 여기자 흡수, 그리고 여기자 흡수에 의해 생성된 캐리어의 수송특성을 살펴보아야 한다. 광변조기의 성장방향에 대해 가해진 전압에 의한 전계분포는 포와송 방정식을 통해, 여기자 흡수에 의해 생성된 캐리어의 수송은 연속방정식을 통해 계산하였다. 여기서 사용된 여기자 흡수와 escape time는 전계의 함수로 계산되었다. 그리고 빛이 진행하는 방향에 대해 여기자 흡수의 변화와 광세기의 변화를 살펴 보았다.

광변조기에 임의의 전압이 인가되었을 때 입력된 광세기에 따른 소광비를 구하는 simulator를 프로그램하였다. 여기서 사용되는 InGaAsP/InGaAsP MQW 전계흡수형 광변조기는 소광비의 특성을 악화시키는 hole pile-up을 감소시키기 위해 conduction band offset ratio를 높일 수 있도록 구조를 선택하였다. 이를 위해 well과 barrier의 물질 조성과 두께가 주어지면, 이를 이론적으로 분석하여 흡수 스펙트럼을 구했다. 이때 variational method를 이용하여 exciton binding energy를 구했고, sommerfeld factor의 successive convolution을 이용하여 continuous band흡수 스펙트럼을 구했으며, 단순화된 broadening함수를 이용하여 여기자 흡수 스펙트럼을 구했다. 따라서 InGaAsP로 이루어진 barrier의 밴드갭 파장은 $1.1 \mu\text{m}$, 두께는 10nm 이고, Clad층은 Barrier와 같은 물질로 이루어 졌으며, 두께는 양쪽 모두 100nm 로 주어졌다. well도 InGaAsP로 이루어져 있으며, 밴드갭 파장은 인가전압이 없을 때 전자와 정공의 첫 번째 부밴드 사이의 천이파장이 $1.48 \mu\text{m}$ 이 되도록 주어졌다. well 두께는 9nm , well수는 5개, 그리고 광변조기 길이는 $200 \mu\text{m}$ 이다. 이러한 광변조기에 임의의 전압을 인가하였을 때 입력된 광세기가 증가함에 따라 saturation이 일어나 여기자 흡수의 감소가 발생되고 이는 소광비의 감소를 유발한다. 이것은 hole-pile up에 의한 전압강하와 흡수에 의해 생성된 캐리어의 space charge 에 의한 screen 효과 때문이다. 이러한 특성들을 캐리어 수송특성을 고려하여 계산하였다.

[참 고 문 헌]

1. Tatsuroh Ikeda and Hiroshi Ishikawa, "Analysis of the Attenuation Ratio of MQW Optical Intensity Modulator for $1.55\mu\text{m}$ Wavelength Taking Account of Electron Wave Function Leakage", IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. 32, No. 2, pp. 284-292, 1996