

非対称結合量子井戸における励起子吸収の 反交差特性を利用した波長選択受光素子

A wavelength-selective photodiode using anticrossing of excitonic transitions
in an asymmetric coupled quantum well absorption layer

岡山県立大 情報工, °坂口浩一郎, 福嶋文浩, 徳田安紀

Okayama Prefectural Univ.

°Koichiro Sakaguchi, Takehiro Fukushima, Yasunori Tokuda

E-mail: koichiro@c.oka-pu.ac.jp

1. はじめに

光吸収層に量子井戸構造を用いた $p-i-n$ フォトダイオードにおいて, 量子閉じ込めシュタルク効果を利用した自己電気光学効果[1]により, 入射波長に対しても光双安定特性が得られることが分かっている[2]. 前回, 我々は, この特性を波長選択受光に応用することを考え, フォトダイオードの光電流応答がバイアス電圧に対して 2 つのこぶを持ち, さらに入射波長が長くなるにつれて低電圧側のこぶが減少, かつ高電圧側のこぶが増大することで, こぶ間の極小値が一度上がった後に下がるような特性が得られれば, 特定の波長領域で高い感度を持つ波長選択素子が得られる可能性があることを報告した[3]. 本報告では, 実際に, そのような電流 - 電圧特性を得るため, 非対称結合量子井戸の励起子遷移の電界吸収特性に見られる反交差現象[3]を利用する方法について述べる.

2. 非対称結合量子井戸の反交差特性

Fig. 1 は, 非対称結合量子井戸の(a)フラットバンド構造と(b)バイアス印加で傾斜したバンド構造を模式的に示したものである. ここで, E_{11h}^W は広い井戸内の重い正孔に関する第一量子準位間遷移, E_{11h}^{NW} は狭い井戸の電子と広い井戸の重い正孔とに関する第一量子準位間遷移を示す. このとき井戸間結合が十分強ければエネルギー準位間に反発が生じ, E_{11h}^W , E_{11h}^{NW} に関係した励起子吸収ピークは Fig. 1(c)の実線のような反交差特性を示すことが分かっている[4].

Fig. 2 は, 4 ペアの AlGaAs 系非対称結合量子井戸構造 (井戸: 10 と 6 nm の GaAs, バリア: 0.8 nm の AlAs) を光吸収層に用いた $p-i-n$ フォトダイオードの光電流スペクトルから得られた励起子吸収ピークの(a)波長と(b)強度を, 逆バイアス電圧に対してプロットした結果である. Fig. 2(a)より, 反交差特性によって 2 つのピークが存在する波長域が存在することが分かる. さらに, Fig. 2(b)から, 交差点近傍では電圧の増加に従って, 低電圧側のピークの振動子強度は減少し, 一方, 高電圧側のそれは増大することから, 波長選択受光を実現するための光電流 - 電圧特性が得られる可能性があることが分かる.

3. まとめ

非対称結合量子井戸に得られる励起子吸収ピークの反交差特性を利用することで, 波長選択受光機能を実現できる光電流 - 電圧特性が得られる可能性があることを AlGaAs 系のフォトダイオードの実験結果から示した.

謝辞: 本研究は, JSPS 科研費 24560049 の助成を受けて行った.

参考文献

- [1] D. A. B. Miller *et al.*, Appl. Phys. Lett. **45**, 13-15 (1984).
- [2] Y. Tokuda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **54**, 2324-2326 (1989).
- [3] 坂口浩一郎ほか, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 27p-PA1-3 (2013).
- [4] Y. Tokuda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **54**, 1232-1234 (1989), Phys. Rev. B **41**, 10280-10282 (1990).

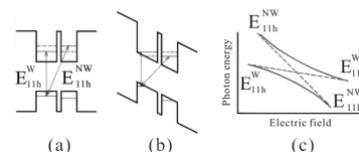


Fig.1 Schematically illustrated energy-band diagrams and anticrossing characteristics of optical transitions

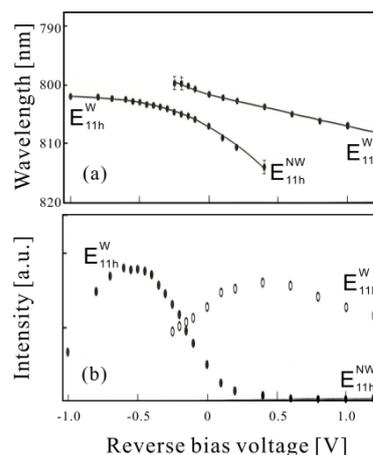


Fig.2 Absorption peak wavelength and intensity as a function of bias voltage