

自己電気光学効果を利用した波長選択受光素子

A wavelength-selective photodiode based on a self-electro-optic effect

岡山県立大 情報工, °坂口浩一郎, 河原浩平, 福嶋丈浩, 徳田安紀

Okayama Prefectural Univ.

°Koichiro Sakaguchi, Kohei Kawahara, Takehiro Fukushima, Yasunori Tokuda

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

1. はじめに

量子井戸構造における電界変化に対する励起子吸収ピークのシフト, いわゆる量子閉じ込めシュタルク効果は, 高速光変調器や光双安定素子などの光エレクトロニクスにおける基本デバイスを実現する上で極めて有用な物理現象であり, 活発に研究されてきた¹⁾. また, 量子井戸構造を変調することで, 周波数シフトや振動子強度に関してより多彩な変化が得られることも分かっている²⁾.

本研究では, このような量子井戸構造における電界吸収特性を利用した自己電気光学効果を用いて, 波長選択機能を有した光受光素子を実現する方法を提案する.

2. 素子構成

図 1 に示したように, 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電源と電気抵抗を接続した場合, 励起子吸収特性を反映した光電流が流れ, 外部抵抗によるフィードバック効果により光双安定特性が得られることが知られている³⁾. このような双安定は入射光の強度だけではなく, 波長に対しても得られる⁴⁾.

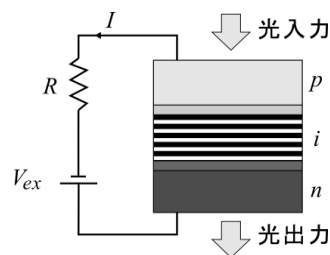


図 1. 素子構造

3. 波長選択受光の原理

いま, 図 2 に示したように, 2 つの励起子吸収遷移によって電流 - 電圧特性 (応答関数) に 2 つのこぶが現れ, 入射光が長波長になるにつれて, 低電圧側のこぶの高さは減少しながら, 高電圧側のそれは増大しながら, それぞれピーク位置を高電圧側にシフトしていく場合を考える. ここで, 負荷特性は $I = (V_{ex} - V) / R$ で表せるので, 外部電圧と抵抗をうまく設定すれば, 図のように応答関数との交点の数を $1 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ と変化できることがわかる. 3 点で交差する場合の真ん中の交差点は不安定点であるため, 結果として図 3(a) に示したように, 単安定領域が 2 つの双安定領域で挟まれた応答特性が得られることになる. なお, 双安定領域の波長に対する光が入射するとき, 素子は低い安定点で応答するので, 受光素子として考えれば, 図 3(b) に示したように, ある波長領域のみ相対的に高い感度をもった受光素子として働くことになる. 実際に, 図 2 のような電流 - 電圧特性を得るためには, 量子井戸間の結合効果による反交差特性²⁾を利用することなどが考えられる.

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., Phys. Rev. Lett. **53**, 2173 (1984).
- 2) Y. Tokuda et al., Phys. Rev. B **41**, 10280 (1990).
- 3) D. A. B. Miller et al., IEEE J. Quantum Electron. **QE-21**, 1492 (1985).
- 4) Y. Tokuda et al., Appl. Phys. Lett. **54**, 2324 (1989).

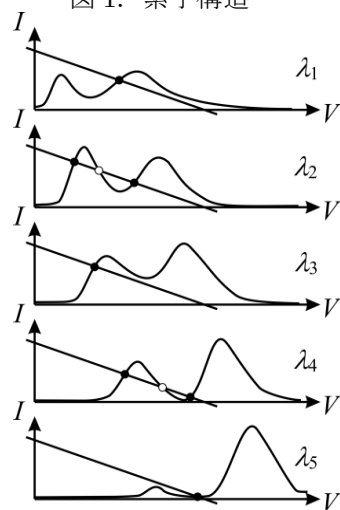


図 2. 電流-電圧特性

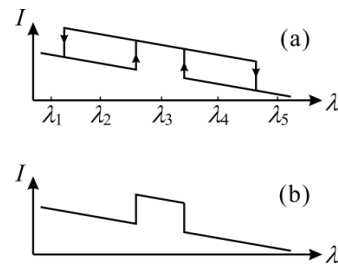


図 3. 応答特性