



Title	量子効果を利用した新機能光双安定素子に関する研究
Author(s)	阿部, 雄次
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39551">https://hdl.handle.net/11094/39551</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	阿 部 雄 次
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 0 4 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 6 月 29 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	量子効果を利用した新機能光双安定素子に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 平木 昭夫 教 授 白藤 純嗣 教 授 佐々木孝友 教 授 青木 亮三

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は量子効果を利用した光双安定素子の新機能化に関する研究の成果をまとめたものであり、全7章で構成されている。

第1章では化合物半導体の量子井戸構造を利用した光双安定素子に関する研究の沿革を述べ、素子の新機能化が重要であることを示している。その方法として3つのアプローチについて研究を行っている。そこでまず、これらに注目した理由について述べ、本論文の占める位置とその意義を明確にしている。

第2章では、量子効果を利用した光双安定素子の1つである self - electro - optic effect device (SEED) の新機能化の方法として2つの光双安定素子を光学的に直列に配置した系について検討した結果を示している。さらにそこで得られた、複合的な光吸収特性に基づく多彩な光多重安定特性を利用して、強度の異なる光信号により系での2つの透過状態をセット・リセットできることや、排他的論理和などの論理演算が可能であることを示している。

第3章では、非対称結合量子井戸構造における電界吸収効果を観測しその特徴について考察している。さらに self - electro - optic 効果と組み合わせることで通常の SEED では観測されない光多重安定特性が観測された結果について述べている。

第4章では、量子井戸構造 p - i - n フォトダイオードの光吸収特性においても外部に何もフィードバックエレメントを接続することなく顕著な光非線形応答を観測した結果について示している。この現象は、非オーミックコンタクトのためのビルトイン電界がスクリーニングされるためと考察している。

第5章では、非対称結合量子井戸構造における量子準位の共鳴結合に基づいた電界吸収特性と、障壁層の導入による素子内部でのフィードバックループの形成により、外部電気部品を必要としない、すなわち素子単体で、しかも低パワーで動作する全光学的光双安定素子を考案し、実験的に実証した結果を示している。

第6章では、結合量子井戸構造 p - i - n フォトダイオードのドーピング層の横方向の抵抗をフィードバックエレメントとして利用することで全光学的光双安定特性が得られることを示している。

第7章では、量子効果を利用した新機能光双安定素子に関する第2章から第6章の研究結果を総括して得られた成果

を列挙し、本論文の結論を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は将来の光情報システムにおけるキーデバイスと考えられている光双安定素子の新機能化のために行なわれ、2個の光双安定素子の光学的直列配置、非対称結合量子井戸の利用、素子内部のフィードバック機構の利用という3つの方法に対する研究結果をまとめたもので、主な成果は次のとおりである。

- (1) 2つの光双安定素子を光学的に直列に配置した場合、系全体の特性は2つの素子の単純な重ね合わせでは表すことができず複号的に光吸収特性を考える必要があることを見いだし、さらにそれにより得られた光多重安定特性を旨く利用することにより、通常の光双安定素子では得られない2状態間の光セット・リセット動作や、排他的論理和などの論理演算が可能なことを見いだしている。
- (2) 非対称結合量子井戸構造において両方の井戸の最低準位間の共鳴結合に基づく反交差特性を観測し、光三重安定特性などの新機能が得られるることを示している。
- (3) 非オーミックコンタクトを有する量子井戸フォトダイオードにおける光電流スペクトル特性の入射光強度依存性より、吸収ピーク波長のシフトやスペクトルの非対称化などの光非線形応答特性を非常に弱い入射光強度領域において観測し、非オーミックコンタクトのためのビルトイイン電界がスクリーニングされるためであることを見いだしている。
- (4) 非対称結合量子井戸構造における量子準位の共鳴結合に基づいた電界吸収特性と、障壁層の導入による素子内部でのフィードバックループの形成により、外部電気部品を必要としない、すなわち素子単体で、しかも低パワーで動作する全光学的光双安定素子を新たに考案し、実験的に実証している。
- (5) 絞った光ビームを入力した場合、非対称結合量子井戸構造フォトダイオードのドーピング層の横方向の抵抗をフィードバックエレメントとして利用することで全光学的光双安定特性が得られることを明らかにしている。

以上のように、本論文は量子効果を利用した光双安定素子の新機能化に関する研究を行い、特に2つの光双安定素子の光学的直列配置により得られる光多重安定特性を利用した2状態間の光セット・リセット動作や、非対称結合量子井戸の大きな電界吸収効果と素子内部のフィードバック機構を利用した新しい全光学的光双安定素子などを提案し、半導体工学および光電子工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。