

| | |
|--------------|--|
| Title | Nonvolatile and Nondestructive Photomemory in Organic Photoconductor/Ferroelectric/Ferromagnetic Semiconductor Field-Effect Transistor |
| Author(s) | 朴, 影根 |
| Citation | 大阪大学, 2003, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/44042 |
| 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"〉 大阪大学の博士論文について〈/a〉をご参照ください。 |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

| | |
|------------|---|
| 氏名 | 朴 影 根 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士 (理 学) |
| 学位記番号 | 第 17530 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 15 年 3 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科化学専攻 |
| 学位論文名 | Nonvolatile and Nondestructive Photomemory in Organic Photoconductor/Ferroelectric/Ferromagnetic Semiconductor Field-Effect Transistor (有機光伝導体/強誘電体/強磁性半導体電界効果トランジスター構造を用いた不揮発性非破壊光メモリの創製) |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 川合 知二 (副査) 教授 松尾 隆祐 教授 小林 光 |

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、光センシングが可能な光伝導体とメモリ機能をもつ強誘電体を直接接合した構造を作製し、光（可視光）によってその強誘電体の分極状態を変化させることを試みた。またその構造を利用し、光伝導体により感知した外界の情報を即座に強誘電体に記憶し、さらに電気的な情報として読み出すことが可能な新規デバイスの創成を試みた。

はじめに、光伝導体/強誘電体のヘテロ接合構造において、光が強誘電体の分極状態を変化させるメカニズムを示す。光伝導体と強誘電体を抵抗素子と考えると、この構造は二つの抵抗が直列に接続されていると考えられる。この構造に一定の電圧を印加しながら光を照射すると、光伝導体層のみが光吸収を示すため、光伝導体層の抵抗が激減する。このとき強誘電体層に印加される電圧が大きくなり、強誘電体の分極方位がそろえられる。つまり、「可視光の吸収→光伝導性の変化→強誘電体の印加電圧の変動→分極状態の変化→蓄積電荷状態の変化」の順に状態が変化し、その結果、光によって分極状態が変化したことになる。実験では、光伝導体として 620 nm 付近の可視光に対して大きな吸収を示す銅フタロシアニン(CuPc)、強誘電体としてペロブスカイト構造の酸化物である $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ (PZT)及び BaTiO_3 (BTO)を用いた。光伝導体層と強誘電体層の特性パラメーター（厚さ、抵抗）を理論的及び実験により最適化し、光伝導層の抵抗変化で引き起こされる電圧変化の効率を最大化した。その結果、光非照射時は強誘電体の残留分極の値が小さく、光照射時にのみ大きくなり、光によって強誘電体の分極状態を制御することに成功した。本実験結果は、光伝導層を他の物質にすることで、異なる波長の光や様々な外界からの作用で強誘電体の分極状態を制御できることを明らかにした。

更に、光によって記憶された残留分極の情報を読み出すために、光伝導体/強誘電体/酸化物半導体層の構造をもつ電界効果トランジスターを作製した。半導体層の抵抗を測定した結果、ゲート電圧の印加と光照射を行った時のみその抵抗が減少した。これは、光照射された部分の強誘電体に分極が誘起され（光による情報の書き込み）、その下のチャンネル層のキャリア濃度変化し、抵抗値が変化した（情報の読み出し）事による。また、元の光情報がなくても、逆方向のゲート電圧をかけることで保存された情報が消去できることを見出した。この現象に関して新たに光伝導体

と強誘電体間の界面電荷による残留分極安定性を考慮することで説明できることを提案した。

これらの結果から、ヘテロ接合を用いて外場による強誘電自発分極制御に関し情報伝達における界面電荷制御の重要性を明らかにした。更に、そのヘテロ構造を適用することによって外部情報を保存、読み出し、また、適切に消すことが出来ることを示している。

論文審査の結果の要旨

朴君の論文は、センサーと強誘電体を組み合わせることで不揮発性非破壊光メモリ機能をもつ新規デバイスの基礎を創製するものである。有機光伝導体と強誘電体のヘテロ接合を作製、物質間の関係を理論的及び実験的に評価することで、光伝導体層により認識された光情報を強誘電体に効率よく保存することに成功した。さらに、有機光伝導体/強誘電体ヘテロ接合をゲート、強磁性半導体をチャンネル層とした FET 構造を作製することで記憶された情報を非破壊的に読み出すことと、元の光情報がなく外部電気信号だけで消去可能であることを初めて示した。これらの発現機構は、光伝導体と強誘電体の直列抵抗モデルに強誘電体分極安定性の議論を加えた独自の理論により明らかにした。これらの結果は強誘電体の自発分極を様々な外場で制御し、その外場情報を保存することが出来ることを示した研究として新規センサーメモリ複合の材料研究の発展に大きく寄与するものである。

したがって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。