

Title	Preparation of SBT and PLZT Thin Films and Their Applications to Ferroelectric Gate Structure and Photonic Crystal Devices
Author(s)	レ, ヴァン ハイ
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49617
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

【39】

氏 名	レ ヴァン ハイ LE VAN HAI
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 4 9 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年 9 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学 位 論 文 名	Preparation of SBT and PLZT Thin Films and Their Applications to Ferroelectric Gate Structure and Photonic Crystal Devices (SBT と PLZT 薄膜作製およびその強誘電体ゲート構造とフォトニック結 晶素子への応用)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 奥山 雅則 (副査) 教 授 糸崎 秀夫 教 授 岡本 博明 准教授 金島 岳

論 文 内 容 の 要 旨

A study of improvement in ferroelectric gate memory and photonic crystal devices using SBT and PLZT ferroelectric thin films are main goal of thesis. One part of motivation of this research is enhancement of memory retention time of the Metal-Ferroelectric-Insulator-Semiconductor (MFIS) structure with SBT as ferroelectric layer. Novel methods of radical irradiation treatment and fast-annealing have been introduced and used to improve the electrical properties and retention time of MFIS structures. Another motivation is fabrication of a novel tunable photonic crystal filter using the electro-optic PLZT thin film. A narrow transmission band of optical light appears within photonic bandgap (PBG) of photonic crystal material and is shifted by external electrical field.

The ferroelectric gate memory of MFIS structure had been fabricated and its characteristics were investigated. The ON and OFF states of MFIS structure by using SBT film prepared by the fast annealing method plus nitrogen treatment can be stored for over 2×10^6 seconds, more than 3 weeks, because the leakage current of this structure had been reduced significantly.

A novel tunable photonic crystal filter by combining Fabry-Perot interferometer structures and an electro-optic defect layer was fabricated. Periodic structures of dielectric thin films with

high refractive-index contrast were fabricated by an electron beam evaporation system and investigated their photonic band gap (PBG) around $\lambda=633$ nm. The defect layer of electro-optic PLZT film was deposited within two photonic crystal structures by the chemical solution deposition method located a transmission band of light in a very narrow transmission band (i.e., a defect mode) appeared within the PBG of the photonic crystal. The transmission band can be shifted over $\Delta\lambda\approx 5.0$ nm in wavelength under external voltage of 100 V.

論文審査の結果の要旨

強誘電体は分極ヒステリシス、大誘電率、焦電効果、圧電効果、電気光学効果など興味ある現象を示すが、申請者はこれを薄膜化し、メモリと光チューナブル素子に応用した。まず、 $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 薄膜の分極ヒステリシスを利用した強誘電体ゲートFET不揮発性メモリに注目し、その基本構造の強誘電体—絶縁体—半導体接合について研究した。本FETメモリは、強誘電体薄膜をドレインに接続した通常のメモリに比べ読み出し、高集積化の点で有利であるが、短い記憶保持時間が問題であった。この原因を $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9/\text{SiO}_2/\text{Si}$ ゲート構造のリーク電流によると考え、 SiO_2 膜に窒素原子ラジカルを照射し、表面を強固な化学結合として強誘電体薄膜作製時の高温処理に対する耐性を向上し、また、 $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 膜のアニール時間を短くしたスパイク熱処理や窒素原子ラジカル照射によりゲート構造を改良してリーク電流を抑え、記憶保持時間をこれまでの3時間から23日間まで大幅に延ばすことに成功した。

次いで、強誘電体薄膜の電気光学効果とフォトニック結晶の組み合わせによる波長可変チューナブルフィルタについて研究を行った。フォトニック結晶は光の波長に相当する周期で繰り返し並べた構造を有し、フォトンエネルギー状態に禁止帯 (Photonic Band Gap) が存在して光が伝播しない。1次元フォトニック結晶の $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ の繰り返し多層膜で、両面透明電極付きの強誘電体PLZT ($\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x(\text{Zr}_y\text{Ti}_{1-y})\text{O}_3$) 薄膜を挟んだ多層積層フィルタを作製した。このフィルタはPhotonic Band Gap中に狭帯域幅の透過バンドを有し、ITO電極に電圧を印可することにより透過バンドの波長シフトを得、光学変調素子やディスプレイへの応用の可能性を示した。

以上述べたように、本論文は、強誘電体薄膜を用いた2つの機能性デバイスの実現する上で重要な結果を得ており、博士(工学)の学位論文として価値があるものと認める。