

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 7日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009年度～2011年度

課題番号：21560338

研究課題名（和文） 強誘電体・蛍光体ナノ複合構造によるメモリ効果と光電変換型不揮発性メモリへの応用

研究課題名（英文） Memory effect on ferroelectric-fluorescence nano-ordered layer structure and its application to optoelectronic nonvolatile memory

研究代表者

會澤 康治 (AIZAWA KOJI)

金沢工業大学・工学部・教授

研究者番号：40222450

研究成果の概要（和文）：

本研究では、光・電子融合型不揮発性メモリ実現のための強誘電体/蛍光体ナノ積層構造の諸特性を調べた。特にSrTiO<sub>3</sub>(110)基板上的ゾルゲル強誘電体(Ba<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>)TiO<sub>3</sub>(BST)/蛍光性強誘電体(Sr<sub>0.8</sub>Eu<sub>0.2</sub>)Bi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub>(Eu-SBT)積層構造の結晶性、電気的特性および光学特性を初めて明らかにした。作製した構造において、Eu-SBT膜は部分的に(116)配向した結晶を含み分極-電圧特性は自発分極反転によるヒステリシスを示した。またフォトルミネッセンスおよびエレクトロルミネッセンス測定からBST/Eu-SBT構造はEu<sup>3+</sup>イオンに起因する発光を示した。BST/Eu-SBT/STO(110)構造は光・電子融合型不揮発性メモリに有望であると結論した。

研究成果の概要（英文）：

Fabrication and characterization of the ferroelectric/fluorescent nano-order layer structures were investigated in order to realize optoelectronic nonvolatile memory. Particularly, the crystallinity, electrical, and optical properties of sol-gel-derived (Ba<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>)TiO<sub>3</sub>(BST)/(Sr<sub>0.8</sub>Eu<sub>0.2</sub>)Bi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub>(Eu-SBT) structures grown on SrTiO<sub>3</sub>(110) substrates were clarified for the first time, in which BST and Eu-SBT were used as ferroelectrics and phosphor, respectively. In the present structures, the Eu-SBT films partly included a (116)-oriented crystallite, and then the polarization vs. voltage characteristics of the BST/Eu-SBT structures showed the hysteresis loop caused by spontaneous polarization reversal. Several emissions from Eu<sup>3+</sup> ion were observed in photoluminescence and electroluminescence spectra of a present BST/Eu-SBT structure. In conclusion, BST/Eu-SBT/STO(110) structures were promising candidate for optoelectronic nonvolatile memory devices.

交付決定額

(金額単位：円)

|        | 直接経費      | 間接経費      | 合計        |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 2009年度 | 1,600,000 | 480,000   | 2,080,000 |
| 2010年度 | 1,200,000 | 360,000   | 1,560,000 |
| 2011年度 | 700,000   | 210,000   | 910,000   |
| 2012年度 | 0         | 0         | 0         |
| 2013年度 | 0         | 0         | 0         |
| 総計     | 3,500,000 | 1,050,000 | 4,550,000 |

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学，電子・電気材料工学

キーワード：薄膜・量子構造，電気・電子材料，作製・評価技術

## 1. 研究開始当初の背景

MOSFETのゲート酸化膜に強誘電体を用いたトランジスタ型強誘電体メモリは、従来型不揮発性メモリと比べて高速書き込みが可能で低消費電力といった特徴を持つ次世代不揮発性メモリ素子のひとつであり、国内外ともに精力的に研究が行われてきた。研究代表者は、これまでにトランジスタ型不揮発性メモリ素子の研究・開発を行い、30日以上データの保持と100ナノ秒以下でのデータ書き込みを実証した。

トランジスタ型不揮発性メモリは、一方で、MOS型トランジスタと同程度の電氣的に良好な強誘電体/半導体界面を形成することはまだ難しく、実用レベルの性能をもつ素子は実現できていない。このため、強誘電体/半導体界面の特性に性能が大きく左右されない新しい構造・原理に基づく強誘電体不揮発性メモリの開発が期待されている。

研究代表者は、新しい原理に基づく不揮発性メモリとして、図1に示すような発光層を強誘電体薄膜で挟んだ二重絶縁型強誘電体エレクトロミネセンス(EL)素子とフォトダイオードとの組み合わせを一つの記憶セルとする光・電子融合型不揮発性メモリを提案している。提案したメモリの新規性は、書き込みデータは強誘電体の残留分極の向きで記憶し、読み出しはEL素子からの光の強弱を直接、光電流の強弱として検出するところにある。これまでに、強誘電体ポリマーなどを用いて素子の基本構造を作製し、pn接合による光電流の検出に成功しているが、厚膜を用いているため低電圧化はできていなかった。

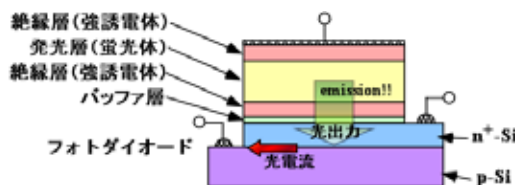


図1 光・電子融合型不揮発性メモリの断面構造図

## 2. 研究の目的

図1で提案した素子の実用化には、駆動電圧の低電圧化が不可欠である。そのためには、各層の膜厚をナノレベルの厚さにする必要があるが、発光輝度と膜厚にはトレードオフの関係がある。本研究では、強誘電体および蛍光体に薄膜化が可能な酸化物を用いて低電圧化を目指し、さらに図1の構造に薄い電子加速層を挿入することで、電子衝撃によるEL発光の増強を試みる。また研究代表者らが開発した希土類元素を添加した酸化物強誘電体を用いて10V以下の印加電圧で1 $\mu$ A程度の光電流が検出できる素子の実現を最終目標として、本研究は図1に示す

基本構造の作製と諸特性を明らかにする。

## 3. 研究の方法

### [1] 回転輻射乾燥法による強誘電体膜形成

本研究では、Pt膜付基板上に強誘電体および蛍光体膜をスピコート法で形成するが、積層構造を作製する際の作業効率はよくない。そのため従来のスピコート法と比べて作業効率よく薄膜形成ができる回転輻射乾燥法を考案した。回転輻射乾燥法とは、スピコート中のサンプル表面にランプ照射を行い、輻射熱(サンプル表面で90 $^{\circ}$ 付近)によって溶媒を蒸発させる方法であり、成膜工程の簡略化と膜質の向上が期待できる(図2)。

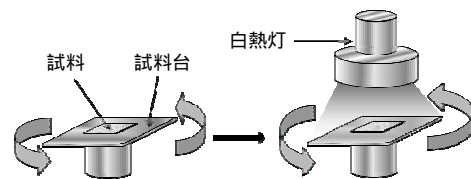
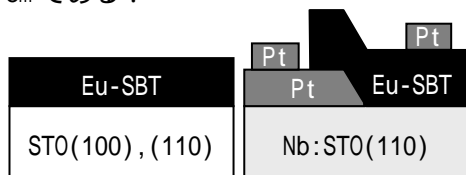


図2 回転輻射乾燥法の原理図

### [2] 酸化物単結晶基板上薄膜積層構造形成

本研究では素子の低電圧駆動が主目的であるため、ZnS電子加速層を形成する以外の解決策としてチタン酸ストロンチウム(STO)単結晶基板を用いた薄膜積層構造についても検討する。本研究では、図3に示すような、蛍光性強誘電体に $\text{Sr}_{0.8}\text{Eu}_{0.2}\text{Bi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ (Eu-SBT)を用いた蛍光性強誘電体/酸化物単結晶構造を作製する。結晶性および光学特性評価のためにはSTO基板を、電気特性評価のためには導電性を持ったニオブ添加STO(Nb:STO)基板を用いる。また実験では薄膜表面の凹凸が比較的小さくかつ強誘電性を持ったSBTが形成できるSTO(110)基板を用いるが、強誘電性の有無の比較対象としてSTO(100)基板も用いる。試料の作製は、先ずスピコート法で1cm角の基板の上にEu-SBTを形成する。これは、溶液を基板の上に敵下した後、基板を回転させることによって生じる遠心力で膜を形成する方法である。Eu濃度3.0wt%のEu-SBT溶液を2000rpmでスピコートした後、有機溶媒を除去するために140 $^{\circ}$ のホットプレート上で5min間の乾燥処理を行う。続いて5min間の仮焼き処理を行う。配向性および分極特性評価試料では、膜中の炭化水素基を除去する目的で350 $^{\circ}$ のホットプレート上でこの仮焼きを行う。光学特性評価試料では、前者の試料に比べて比較的厚い膜を形成するため、前述した目的に加えて一層ずつの結晶化を行う目的で750 $^{\circ}$ の電気管状炉内でこの仮焼きを行う。以上の工程を繰り返して作製したEu-SBT薄膜には、全層の結晶化を行うために、大気中750 $^{\circ}$ 以上で

30min間の焼成処理を行う。なお分極特性評価試料にはDCスパッタ装置を用いて上下Pt電極をEu-SBT薄膜の作製前後に形成する。この時の上部Pt電極は円形状で、その面積は  $2.4 \times 10^{-3} \text{cm}^2$  である。



(a) 配向性・PL特性 (b) 分極特性  
図3 各特性評価で作製する蛍光性強誘体/酸化物単結晶基板構造の断面図

### [3] 薄膜積層構造の電気および光学特性

本研究ではフォトルミネッセンス(PL)特性やエレクトロルミネッセンス(EL)特性といった光学特性と漏れ電流特性や分極特性といった電気的特性などの評価から積層構造の形成条件を明らかにする。なお積層構造の光学測定に関して、PLスペクトル測定には浜松ホトニクス製の絶対PL量子収率測定装置(C9920-02, 励起波長 322nm)を、EL測定には研究分担者が所有する二次元光子計数装置を用いて行う。

## 4. 研究成果

### [1] 回転放射乾燥法による強誘電体膜形成

回転放射乾燥法では、延伸操作やポーリング処理を行うことなく溶液または熔融状態から強誘電性を示す型(型)結晶が得られるポリフッ化ビニリデン/三フッ化エチレン共重合体 P(VDF/TrFE) (75:25) 薄膜の形成を試みた。P(VDF/TrFE)膜の成膜条件を表1に示す。

表1 P(VDF/TrFE)膜の成膜条件

| Step1        |           | Step2        |             |
|--------------|-----------|--------------|-------------|
| 回転数<br>[rpm] | 時間<br>[s] | 回転数<br>[rpm] | 時間<br>[min] |
| 2200         | 2         | 2200         | 3           |

Step1の回転で溶液を基板上に広げ、Step2で試料を回転させながら白熱灯の光を当てた。その際に発生する熱で溶媒を蒸発させP(VDF/TrFE)を成膜した。試料台から白熱灯までの高さは3cmであり、基板の最高温度は約80~90に達する。実験にはP(VDF/TrFE)粉末をジメチルホルムアミド(DMF)に溶解した濃度10wt%の溶液を用いた。この溶液をPt電極付Si基板(10mm×10mm)に50 $\mu$ 塗布し、成膜、乾燥、冷却を行った。なお、乾燥処理はホットプレートで140 $^{\circ}$ C, 15minの条件で行い、冷却処理は室温で5min以上の条件で行った。作製したP(VDF/TrFE)膜の厚さは、最大値

が0.89 $\mu$ m、最小値が0.78 $\mu$ mであり、平均膜厚は0.85 $\mu$ mであった。このため膜厚の均一化において改善が必要であるが、特性評価には十分である。電気特性評価のために膜表面には直径550 $\mu$ mの穴のあいたメタルマスクを使用して真空蒸着法で金電極形成を行った。作製した素子の構造を図4に示す。

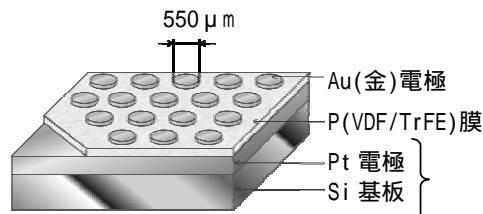


図4 P(VDF/TrFE)膜の電気特性評価に用いた構造

電気特性としてLCRメーターを用いたP(VDF/TrFE)膜のインピーダンス測定を行い、比誘電率と誘電損失( $\tan \delta$ )を算出した。測定周波数の範囲は100Hz~200kHzである。比誘電率および誘電正接( $\tan \delta$ )の周波数依存性を図5に示す。比誘電率は角周波数の増加に伴い緩やかに減少した。また $\tan \delta$ は $10^5 \sim 10^6 \text{rad/s}$ において急激に増加した。これは、

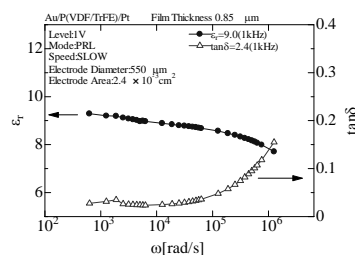


図5 比誘電率および誘電正接( $\tan \delta$ )の周波数依存性

$10^6 \text{rad/s}$ 付近かそれ以上の角周波数において誘電吸収の存在を示唆している。 $1 \text{kHz}$  ( $=6.3 \times 10^3 \text{rad/s}$ )における比誘電率は9.0,  $\tan \delta$ は0.024であり、今までに報告されているP(VDF/TrFE)の比誘電率(約10)よりもやや低かった。

次に作製した試料の分極-電圧(P-V)特性を測定した(図6)。結果から作製したP(VDF/TrFE)膜は良好なヒステリシス曲線を描

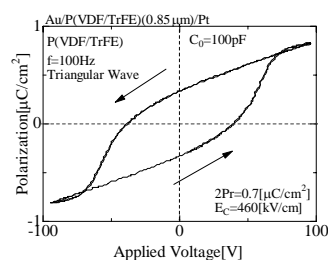


図6 P(VDF/TrFE)膜の分極特性

き,このときの残留分極量  $2P_r$ は  $0.7 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 程度,抗電界は  $460\text{kV}/\text{cm}$ であった。 $2P_r$ が報告値 ( $19 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ )より低いのは結晶性がまだ十分でないためと考えている。

以上のように新しい薄膜形成法として回転放射乾燥法を考案しP(VDF/TrFE)膜形成からその有効性を確かめた。本方法で形成したP(VDF/TrFE)膜は残留分極量が  $0.7 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ の良好な分極特性を示した。今回は膜厚が厚いため駆動電圧が高かったが,通常のスピコート法でも  $100\text{nm}$ 以下のP(VDF/TrFE)膜形成が報告されていることから,本方法でも  $100\text{nm}$ 以下の薄膜形成は可能と考えている。またこのときP(VDF/TrFE)膜上へのZnS電子加速層形成も検討した。電子加速層に用いる硫化亜鉛(ZnS)膜は,不純物の混入を避けるため専用のDCスパッタを用意し,厚さ  $5\text{mm}$ のZnS焼結体を原料ターゲットに用いて形成した。具体的にはArガスを用いてエミッション電流  $10 \sim 20\text{mA}$ ,形成時間  $15 \sim 60$ 分の条件で実験を行った。結果として,実験に使用したスパッタ装置では膜表面の温度が融点を超えることから,良質な積層構造の作製は出来なかったが,基板表面温度が上昇しない構造の装置を用いれば,良質な積層構造を実現できるであろう。

## [2] 酸化物単結晶基板上薄膜積層構造形成

STO基板上にEu-SBT溶液を3回塗布し  $800^\circ\text{C}$ で焼成処理したEu-SBT薄膜のX線回折測定結果を図7に示す。X線回折装置にはRigaku製のMiniFlexを用い,X線源にはCuK $\alpha_1$ を用いた。同図に示すように,STO(100)上に形成したEu-SBT薄膜のX線回折パターンは回折面(002 $_n$ )( $n=3,4,5,\dots$ )からのピークを示した。また,STO(110)上に形成したEu-SBT薄膜では回折面(220),(2010),(228),(2212)のピークが観測された。STO(100)上に形成したEu-SBT薄膜は,強誘電性を持たない(001)配向であり,一方,STO(110)上に形成したEu-SBT薄膜は強誘電性を示す(116)優先配向であった。

絶縁性強誘電体として高誘電率かつ自発分極を有する( $\text{Ba}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}$ )TiO $_3$ (BST)をEu-SBT上に形成し,絶縁性強誘電体/蛍光性強誘電体/

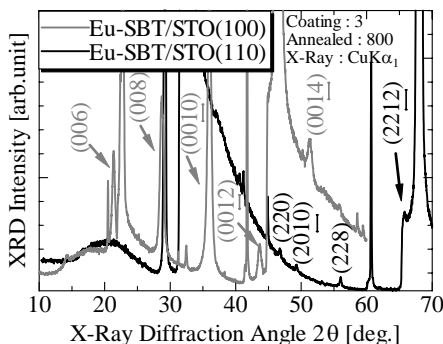


図7 Eu-SBT/STO構造のX線回折パターン

酸化物単結晶基板構造の試料を作製した。仮焼成処理は  $850^\circ\text{C}$ で行い,各膜を作製した後に  $850^\circ\text{C}$ で  $30\text{min}$ 間の焼成処理を行った。作製した試料のX線回折測定結果を図8に示す。BST薄膜は回折面(200)や(211)を示すことから多結晶であった。またEu-SBT薄膜はSTO(110)基板上に形成したEu-SBT(単層)の測定結果と類似した(116)優先配向であった。これらの結果から,作製した積層構造は強誘電性および蛍光性を持つと考えられる。

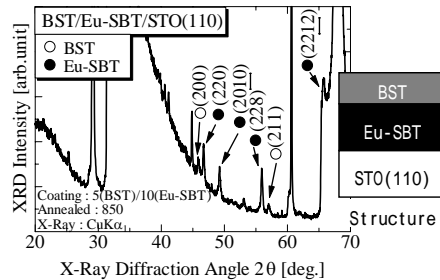


図8 BST/Eu-SBT/STO(110)構造のX線回折パターン

## [3] 薄膜積層構造の電気および光学特性

Nb:STO(110)基板上にEu-SBT溶液を3回塗布し,PL強度が高かった  $750^\circ\text{C}$ で焼成処理したEu-SBT薄膜の分極特性測定結果を図9に示す。この測定は,東陽テクニカ製の強誘電体評価システム(FCE-1A)を用い,バーチャル・グラウンド方式で測定した。試料にはピーク電圧  $12\text{V}$ の周波数  $1\text{kHz}$ の三角波を印加した。同図に

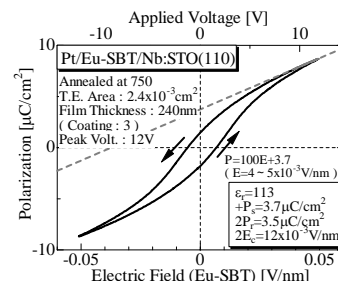


図9 Pt/Eu-SBT/Nb:STO(110)構造の分極特性

示すように,強誘電体の自発分極反転による反時計回りのヒステリシス曲線を確認した。このときの残留分極  $2P_r$ は  $3.5 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ であり,抗電界  $2E_s$ は  $12 \times 10^{-3}\text{V}/\text{nm}$ であった。比誘電率 $\epsilon_r$ および自発分極 $+P_s$ は高電界 $E=5 \times 10^{-3}\text{V}/\text{nm}$ を試料に印加した時の曲線の外挿(破線)より求め,それぞれ $\epsilon_r=113$ と $+P_s=3.7 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ であった。またヒステリシス曲線は正電圧側(右側)にシフトした形となった。この理由は,Eu-SBT薄膜に接するPtおよびNb:STOの仕事関数の違いによると考えられる。

Pt/BST/Eu-SBT/Nb:STO積層構造の電気的特性はEu-SBT上のBST塗布回数を3回,5回,10回と形成条件を変えた3種類の同構造の分極特性で評価した(図10)。図10より,BSTの膜厚が200nmの試料は残留分極2Prが約 $1.5\mu\text{C}/\text{cm}^2$ であった。この積層構造において,漏れ電流の影響を取り除いた分極反転電荷密度は約 $1.0\mu\text{C}/\text{cm}^2$ であった。一方,BSTの膜厚がその3倍の600nmになった場合,残留分極値は膜厚が200nmの場合の約半分( $0.73\mu\text{C}/\text{cm}^2$ )となった。図10と同試料の漏れ電流特性を測定したところ,BSTの膜厚が200nmの場合,漏れ電流密度は印加電界 $40\text{kV}/\text{cm}$ において $1.8\times 10^{-2}\text{A}/\text{cm}^2$ となった。BSTの膜厚がその3倍の600nmになった場合,漏れ電流密度は同じ電界強度において $1.8\times 10^{-8}\text{A}/\text{cm}^2$ と膜厚200nmの場合と比較して $1/10^6$ となった。結果として,漏れ電流は $10^{-7}\text{A}/\text{cm}^2$ 以下に抑えることができたが,同時に $3.0\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 以上の残留分極を得ることはできなかった。一方で,Nb:STO基板上に単層のEu-SBTを形成したところ, $3.7\mu\text{C}/\text{cm}^2$ の残留分極が確認できていることから,酸化物強誘電体層にはBSTよりも残留分極の高い鉛系強誘電体材料を用いることは有効であろう。

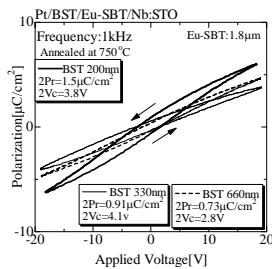


図10 Pt/BST/Eu-SBT/Nb:STO(110)構造の分極特性

(116)配向の傾向がみられたSTO(110)基板上にEu-SBT溶液を10回塗布し750,850,950で30min間焼成処理した後のEu-SBT薄膜のPLスペクトル測定結果を図11に示す。なお図のPLスペクトルは測定結果を見やすくするために上下にシフトして描いた。同図から分かるように波長590,615,700nm付近でPLピークを確認した。これらのピークのうち最もPL強度が高かったのは波長615nm付近のもの

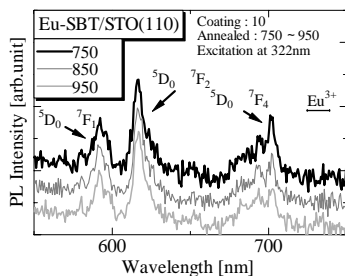


図11 Eu-SBT/STO(110)構造のPLスペクトル

であった。また波長700nm付近のPL強度は熱処理温度を上げるにつれて小さくなる傾向がみられた。波長590,615,700nm付近のPLピークは,それぞれEu<sup>3+</sup>に起因する電子遷移<sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>1</sub>,<sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>2</sub>,<sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>4</sub>の発光である。

BST/Eu-SBT積層構造の透過率測定において,BST膜やSTO(110)基板はいずれも波長322nmの励起光を透過しなかった。そのためSTO(110)基板上に形成したBST/Eu-SBT積層構造上のPL発光は測定できない。そこで本実験では,BSTに励起波長を吸収されないように,石英基板上に積層構造を作製し,石英基板側から励起波長を照射した。測定したBST/Eu-SBT積層構造のPLスペクトルを図12に示す。実験結果から波長590,615,700nm付近でPLピークを確認した。これらのピークは,それぞれEu<sup>3+</sup>に起因する電子遷移<sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>1</sub>,<sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>2</sub>,<sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>4</sub>の発光である。またこのPLスペクトルはNb:STO上のEu-SBTとほぼ同じであった。この結果を踏まえNb:STO基板上のBST/Eu-SBT積層構造のEL特性を測定したところ,V<sub>pp</sub>=18V/1kHzの交流電圧の印加において波長605nmの発光ピークを確認した(図13)。この波長は<sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>1</sub>(585nm~600nm),<sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>2</sub>(610nm~625nm)の間でありPLスペクトルとELスペクトルが異なるという結果になった。しかしEuを発光層に用いた薄膜型EL素子においてピークは必ずしも一致しない報告もある。図13の結果はBST/Eu-SBT積層構造で

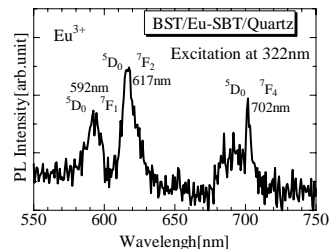


図12 BST/Eu-SBT積層構造のPLスペクトル

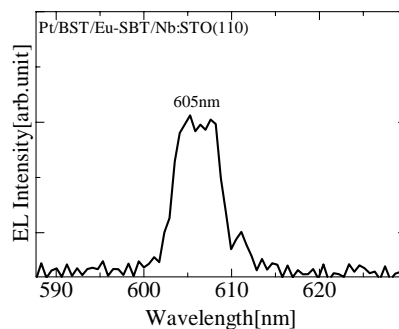


図13 BST/Eu-SBT積層構造のELスペクトル

EL発光を確認した最初の結果であり,本研究で提案した光・電子融合型不揮発性メモリ実現を目指す上で重要な結果である。

本研究で試作した素子は10V/1kHzの駆

動信号で十分な EL 発光輝度が得られなかった。そのため ZnS 電子加速層の形成を試みたが、装置のパワー不足と精密制御の困難さから、本素子に適用可能な良質で薄い ZnS 薄膜の形成には至らなかった。しかし、この問題は装置の見直しにより解決可能である。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

Koji Aizawa, Hiroyuki Inagaki, Yushi Takatsuka, Koichi Hoko, Yusuke Otani, and Yoshiaki Tokunaga, "Fabrication and Characterization of ZnO:Al/Sr<sub>0.8</sub>Bi<sub>2.2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub>/Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu Structures for Ferroelectric-Electroluminescent Devices", *Jpn. J. Appl. Phys.*, 査読有, **48**, pp.09KA11-1-5, Sept. 2009.

Koji Aizawa and Yusuke Ohtani, "Correlation between Ferroelectric and Fluorescent Properties by introducing Eu Atoms into Strontium Bismuth Tantalate Films", in *Rare-Earth Doping of Advanced Materials for Photonic Applications*, edited by V. Dierolf, Y. Fujiwara, U. Hommerich, P. Ruterana, J. Zavada (Mater. Res. Soc. Symp. Proc., **1111**, Warrendale, PA, 2009), 査読有, 1111-D07-06, pp.271-276 (ISBN: 978-1-60511-083-7).

Y. Tokunaga, Y. Ishimaru, M. Yoshimura, K. Aizawa, and A. Minamide, "Estimation Methodology for Amplitude of Second-Order Harmonic in Nonlinear Surface Acoustic Wave Measured by Optical Diffraction Method", *Optical Review*, 査読有, **17(2)**, pp.74-78 (2010).

Koji Aizawa, Naoya Hashimoto, Hiroyuki Inagaki, Hironori Oshiro, Hideo Horibe, and Yoshiaki Tokunaga, "Fabrication and Characteristics of Ferroelectric/Fluorescent Oxide Structures for Ferroelectrically Controlled Emission Devices", *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.*, 査読有, **1397**, 2012 (DOI: 10.1557/opl.2012.260)

[学会発表](計7件)

稲垣浩行,高塚祐司,保古浩一,大谷祐介,得永嘉昭,會澤康治,“酸化物透明導電体/強誘電体/蛍光体構造の特性評価”,第26回強誘電体応用会議講演予稿集,27-T-5,pp.31-32(2009.5.27,京都)

稲垣浩行,伊藤正樹,村松尚季,大城浩徳,得永嘉昭,會澤康治,“ポリフッ化ビニリデン型膜の電気的特性”,平成21年度応用物理学学会北陸・信越支部学術講演会講演予稿集,2D-09,p.69(2009.11.22,

富山県立大)

稲垣浩行,大城浩徳,堀邊英夫,得永嘉昭,會澤康治,“SrTiO<sub>3</sub>単結晶上のEu添加酸化物強誘電体膜の特性評価”2010年秋季<第71回>応用物理学学会学術講演会講演予稿集(DVD-ROM),15aNJ-1,p.06-002(2010.9.15,長崎大)

橋本直也,稲垣浩行,大城浩徳,堀邊英夫,得永嘉昭,會澤康治,“SrTiO<sub>3</sub>:Nb単結晶基板上に形成したEu添加SBT薄膜の特性評価”,平成22年度応用物理学学会北陸・信越支部学術講演会講演予稿集,β-3,p.19(2010.11.20,金沢大)

橋本直也,稲垣浩行,大城浩徳,堀邊英夫,得永嘉昭,會澤康治,“SrTiO<sub>3</sub>単結晶基板上に形成したBST/Eu添加SBT積層構造の作製”,第58回応用物理学関係連合講演会講演予稿集(DVD-ROM),24a-BE-17,p.06-017(2011.3.24,神奈川工科大)

橋本直也,稲垣浩行,大城浩徳,堀邊英夫,得永嘉昭,會澤康治,“導電性基板上に形成したBST/Eu添加SBT積層構造の特性評価”,第72回応用物理学学会学術講演会講演予稿集(DVD-ROM),1a-C-3,p.06-029(2011.9.1,山形大)

Koji Aizawa, Naoya Hashimoto, Hiroyuki Inagaki, Hironori Oshiro, Hideo Horibe, and Yoshiaki Tokunaga, "Fabrication and Characteristics of Ferroelectric/Fluorescent Oxide Structures for Ferroelectrically Controlled Emission Devices", *Materials Research Society Fall Meeting*, Nov. 28-Dec. 2, 2011, Boston, MA. (Program of the 2011 MRS Fall Meeting, P13.3, p.230, Nov. 30, 2011)

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

會澤 康治 (AIZAWA KOJI)  
金沢工業大学・工学部・教授  
研究者番号:40222450

(2)研究分担者

得永 嘉昭 (TOKUNAGA YOSHIAKI)  
金沢工業大学・工学部・教授  
研究者番号:00072174