

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2010年4月8日(08.04.2010)

(10) 国際公開番号  
WO 2010/038785 A1

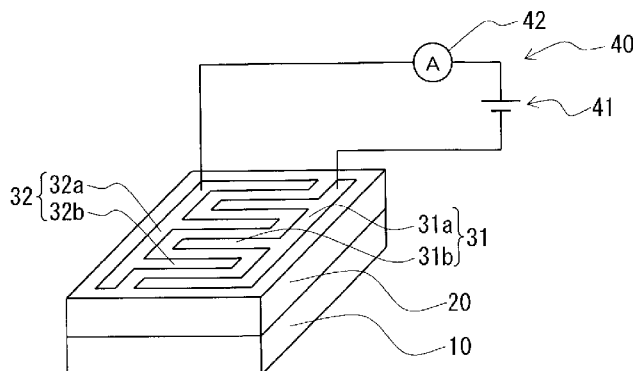
- (51) 国際特許分類:  
H01L 31/0264 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/067046
- (22) 国際出願日: 2009年9月30日(30.09.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2008-255374 2008年9月30日(30.09.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人岡山大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION OKAYAMA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号 Okayama (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 池田 直 (IKEDA, Naoshi) [JP/JP]; 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中三丁目1番1号 国立大学法人岡山大学大学院自然科学研究科内 Okayama (JP). 久保園 芳博(KUBOZONO, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中三丁目1番1号 国立大学法人岡山大学大学院自然科学研究科内 Okayama (JP).
- (74) 代理人: 森 寿夫, 外(MORI, Hisao et al.); 〒7100047 岡山県倉敷市大島505-14 Okayama (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: PHOTSENSOR AND METHOD FOR MANUFACTURING THE PHOTSENSOR

(54) 発明の名称: 光センサ及びその製造方法

[図4]



(57) Abstract: Disclosed is a photosensor having excellent response to long-wavelength light. Also disclosed is a method for manufacturing the photosensor. The photosensor comprises an electrical conductivity variable material which causes a change in electrical conductivity upon receipt of light, first and second electrodes provided on a light receiving surface of the electrical conductivity variable material, and a current detecting means which detects current generated between the first electrode and the second electrode. The electrical conductivity variable material is formed of a compound having a layered triangle lattice structure containing a rare earth element. The compound has a layered triangle lattice structure represented by  $(RmB_{0.3-\delta})_n(MaO)_m$  wherein R represents at least one element selected from In, Sc, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Ca, Sr, Ce, Sn, and Hf; Ma and Mb independently represent at least one element selected from Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Ga, Zn, Al, Mg, and Cd; n is an integer of 1 or more; m is an integer of 0 or more; and  $\delta$  is a real number of 0 to 0.2. In the compound, one or some of R's may be replaced by a positive divalent or lower element.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/038785 A1



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,  
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,  
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,  
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

長波長の光に対する応答性の優れた光センサ及びその製造方法を提供する。受光することにより電気伝導度が増加する電気伝導度変化体と、電気伝導度変化体の受光面に設けた第 1 電極及び第 2 電極と、第 1 電極と第 2 電極との間に生じた電流を検出する電流検出手段とを有する光センサであって、電気伝導度変化体を希土類元素を含有した層状三角格子構造を有する化合物で構成する。前記化合物は、R を、In, Sc, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Ca, Sr, Ce, Sn, Hf から選ばれる少なくとも 1 種類の元素、Ma 及び Mb を、Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Ga, Zn, Al, Mg, Cd から重複を許して選ばれる少なくとも 1 種類の元素、n を 1 以上の整数、m を 0 以上の整数、 $\delta$  を 0 以上 0.2 以下の実数として、 $(RMbO_{3-\delta})_n(MaO)_m$  として表される層状三角格子構造を有する化合物、またはその化合物の R の一部を正二価以下の元素により置換した化合物とする。

## 明 細 書

**発明の名称**：光センサ及びその製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、光センサ及びその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、光センサでは、p型半導体層とn型半導体層とを積層させることにより形成したpn接合界面を用いて光の検出を行っている。

[0003] すなわち、光センサでは、pn接合界面に光が照射されると、pn接合界面部分の電子が励起されて自由電子と正孔が生成されている。

[0004] そして、生成された自由電子がn型半導体層に移動し、生成された正孔がp型半導体層に移動することによりn型半導体層とp型半導体層との間には所定の電位差が生じ、この電位差を検出することにより光の検出を行っている。

[0005] p型半導体層及びn型半導体層には、一般的にシリコンを用いているが、シリコンを用いて形成したpn接合界面ではエネルギーバンドギャップが大きく、エネルギーバンドギャップよりも小さいエネルギーの光を受光しても自由電子及び正孔が生成されず、光センサが感応しないこととなっていた。すなわち、シリコンを用いた光センサでは、長波長側の光に対する感度が十分ではなかった。

[0006] そこで、半導体層に光吸収部を設けて長波長側の光に対する吸収効率を向上させた光センサが提案されている。

[0007] 具体的には、シリコンで形成したp型半導体層の場合では、Cu, Zn, Au, Fe, Mnなどの添加物を添加することにより光吸収部を形成することが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

特許文献1：特開平09-321327号公報

### 発明の開示

**発明が解決しようとする課題**

[0008] しかしながら、未だに光センサにおける長波長側の感度は十分ではなく、さらなる感度の向上が求められていた。

### 課題を解決するための手段

[0009] そこで、本発明の光センサでは、受光することにより電気伝導度に変化する電気伝導度変化体と、電気伝導度変化体の受光面に設けた第1電極及び第2電極と、第1電極と第2電極との間に生じた電流を検出する電流検出手段とを有する光センサであって、電気伝導度変化体を希土類元素を含有した層状三角格子構造を有する化合物で構成することとした。

[0010] さらに、本発明の光センサでは、以下の点にも特徴を有するものである。すなわち、

(1) 前記化合物が、Rを、In, Sc, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Ca, Sr, Ce, Sn, Hfから選ばれる少なくとも1種類の元素、Ma及びMbを、Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Ga, Zn, Al, Mg, Cdから重複を許して選ばれる少なくとも1種類の元素、nを1以上の整数、mを0以上の整数、 $\delta$ を0以上0.2以下の実数として、 $(RmB_{3-\delta})_n(MaO)_m$ として表される層状三角格子構造を有する化合物、またはその化合物のRの一部を正二価以下の元素により置換した化合物であること。

(2) 第1電極と第2電極をそれぞれ櫛歯状に設けること。

[0011] また、本発明の光センサの製造方法では、受光することにより電気伝導度に変化する電気伝導度変化体の受光面に設けた第1電極と第2電極との間に生じた電流を電流検出手段で検出する光センサの製造方法であって、電気伝導度変化体を希土類元素を含有した層状三角格子構造を有する化合物で形成する工程を有することとした。

### 発明の効果

[0012] 本発明によれば、受光することにより電気伝導度に変化する電気伝導度変化体と、電気伝導度変化体の受光面に設けた第1電極及び第2電極と、第1電極と前記第2電極との間に生じた電流を検出する電流検出手段とを有する光センサにおいて、電気伝導度変化体を希土類元素を含有した層状三角格子構造を有する化合物で構成することにより、半導体のp-n接合を利用する光

センサよりも長波長の光に対する応答性を向上させた光センサを提供できる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1] 図 1 は層状三角格子構造を有する化合物の平面視における各元素の配置の概略説明図である。

[図2] 図 2 は層状三角格子構造を有する化合物の側面視における各元素の配置の概略説明図である。

[図3] 図 3 は $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ の光照射に対する電気伝導度の変化状態を示したグラフである。

[図4] 本発明の実施形態にかかる光センサの概略説明図である。

### 符号の説明

- [0014] 10 絶縁基板
- 20 電気伝導度変化体
- 31 第 1 電極
- 31a 第 1 基部
- 31b 第 1 歯部
- 32 第 2 電極
- 32a 第 2 基部
- 32b 第 2 歯部
- 40 電流検出手段
- 41 バイアス電源
- 42 電流検出回路

### 発明を実施するための最良の形態

[0015] 本発明の光センサでは、受光することにより電気伝導度が変化する電気伝導度変化体を用いることに特徴を有しており、特に、電気伝導度変化体を希土類元素を含有した層状三角格子構造を有する化合物で構成しているものである。

[0016] 電気伝導度変化体は、具体的には、Rを、In, Sc, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti,

Ca, Sr, Ce, Sn, Hfから選ばれる少なくとも1種類の元素、Ma及びMbを、Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Ga, Zn, Al, Mg, Cdから重複を許して選ばれる少なくとも1種類の元素、 $n$ を1以上の整数、 $m$ を0以上の整数、 $\delta$ を0以上0.2以下の実数として、 $(\text{RMbO}_{3-\delta})_n(\text{MaO})_m$ として表される化合物、またはその化合物のRの一部を正二価以下の元素により置換した化合物である。

[0017] 以下において、RをLuとし、Ma及びMbをFeとした $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ を代表例として、層状三角格子構造を有する化合物を説明する。

[0018]  $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ は、以下の手順により生成できる。

(1) 酸化ルテチウム( $\text{Lu}_2\text{O}_3$ )と酸化鉄(III)( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )とを1:2の割合で混合するとともに、ボールミルで約1時間混合し、混合物を生成する。

(2) 前記混合物を所定形状に成形して、酸素雰囲気下で、24時間、 $800^\circ\text{C}$ に加熱して仮焼成体を生成する。

(3) FZ(Floating Zone)法によって前記仮焼成体を本焼成することにより、単結晶の $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ とする。このとき、一酸化炭素と二酸化炭素の混合ガスであるCO-CO<sub>2</sub>混合ガスの雰囲気下で結晶成長させている。

[0019] なお、単結晶を生成する本焼成では、CO-CO<sub>2</sub>混合ガスの代わりにCO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>混合ガスを用いてもよく、還元雰囲気中で酸素分圧を制御しながら焼成することにより酸素の量を調整している。

[0020] 単結晶の $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ の結晶構造について、図1及び図2を用いて説明する。なお、説明の便宜上、 $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ の結晶構造は、結晶中のFeイオンにおいてFe<sup>3+</sup>とFe<sup>2+</sup>の規則構造が出現していない、いわゆる電荷秩序化前の状態としている。

[0021] 図1は、平面視における各元素の配置の概略説明図であり、元素Aの三角格子と、元素Bの三角格子と、元素Cの三角格子の位置関係を示している。以下において、元素Aの三角格子における格子点の位置を「A位置」、元素Bの三角格子における格子点の位置を「B位置」、元素Cの三角格子における格子点の位置を「C位置」と呼ぶこととする。

[0022] 図2は、側面視における各元素の配置の概略説明図であり、最上層から下方向に向けて以下の順番で所定の位置に各元素が位置している。

Lu-B位置  
O-C位置  
Fe-C位置  
O-B位置  
O-C位置  
Fe-B位置  
O-B位置  
Lu-C位置  
O-A位置  
Fe-A位置○  
O-C位置○  
O-A位置○  
Fe-C位置○  
O-C位置  
Lu-A位置  
O-B位置  
Fe-B位置  
O-A位置  
O-B位置  
Fe-A位置  
O-A位置  
Lu-B位置

[0023] このうち、○印を付した4層で構成される部分をW層(W-Layer)と呼んでおり、このW層を有していることが $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ の特徴点となっている。

[0024] また、 $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ 以外の層状三角格子構造を有する化合物でも同様にW層が形成されていることが知られている。

[0025] W層は三角格子の積層構造となっており、 $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ において同数の $\text{Fe}^{2+}$ と $\text{Fe}^{3+}$ とを存在させることにより、電荷のフラストレーションを生じさせている。

- [0026] これにより、 $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ では、W層中において $\text{Fe}^{3+}$ の多い領域が正電荷の役割を持ち、一方、 $\text{Fe}^{2+}$ の多い領域が負電荷の役割を持つ電荷秩序が形成されることとなっている。
- [0027] この電荷秩序は入射光による外場によって乱れやすく、この電荷秩序の乱れが電気伝導度の変化として現れることとなっている。
- [0028] 図3は、 $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ に、白色光と、赤外光をカットするフィルタを介した白色光と、可視光のみを透過するフィルタを介した白色光をそれぞれ照射した際の電気伝導度の変化を示したグラフである。
- [0029] 図3のグラフより、 $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ では、赤外領域の波長を有する入射光に対しても電気伝導度が大きく変化しており、広い波長領域にわたって電気伝導度変化していることがわかる。
- [0030] このように、希土類元素を含有した層状三角格子構造を有する化合物で構成した電気伝導度変化体を用いた光センサとすることにより、シリコンのバンドギャップよりも小さいエネルギーの入射光に対して応答を得ることができ、長波長の光に対する応答性を向上させた光センサを提供できる。
- [0031] すなわち、本発明の光センサは、図4に示すように、支持基体となる絶縁基板10と、この絶縁基板10上に形成した層状または膜状の電気伝導度変化体20と、この電気伝導度変化体20の受光面に設けた第1電極31及び第2電極32と、第1電極31と第2電極32との間に生じた電流を検出する電流検出手段40とで構成している。
- [0032] 絶縁基板10は、電気伝導度変化体20を支持する基板であって、絶縁基板10上に形成する電気伝導度変化体20の結晶方位が類似する素材を用いることが望ましい。本実施形態では、後述するように電気伝導度変化体20を $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ としているので、絶縁基板10には $\text{ScAlMgO}_4$ などを用いるのが望ましい。
- [0033] 電気伝導度変化体20は、本実施形態では $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ としている。なお、電気伝導度変化体20は $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ に限定するものではなく、Rを、In, Sc, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Ca, Sr, Ce, Sn, Hfから選ばれる少なくとも1種類の元素、Ma及びMbを、Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Ga, Zn, Al, Mg, Cdから重複を許して選ばれる少なくとも1



種類の元素、 $n$ を1以上の整数、 $m$ を0以上の整数、 $\delta$ を0以上0.2以下の実数として、 $(\text{RmB}\text{O}_{3-\delta})_n(\text{MaO})_m$ として表される層状三角格子構造を有する化合物、またはその化合物のRの一部を正二価以下の元素により置換した化合物を用いることができる。以下においては、電気伝導度変化体20は $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ として説明する。

- [0034] 電気伝導度変化体20は、微粒子状とした $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ を用いて、CVD (Chemical Vapor Deposition)法、スパッタ法、MBE (Molecular Beam Epitaxy)法、あるいはエアロゾルデポジション法などによって絶縁基板10上に膜状あるいは層状に形成している。電気伝導度変化体20は、 $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ の単結晶である方が望ましいが、多結晶であってもよい。
- [0035] 第1電極31及び第2電極32は、AuあるいはCuなどの導電性の高い金属で形成している。具体的には、電気伝導度変化体20の上面にスパッタ法などによって所定の金属膜を形成し、この金属膜の上面にエッチング用のマスクを形成して、エッチングにより第1電極31部分及び第2電極32部分以外の金属膜を除去して形成している。
- [0036] 特に、第1電極31及び第2電極32は、図4に示すように、それぞれ櫛歯状としている。
- [0037] すなわち、本実施形態の第1電極31は、直線状の第1基部31aと、この第1基部31aから第2電極32に向けて突出させた複数の第1歯部31bとで構成し、本実施形態の第2電極32は、直線状の第2基部32aと、この第2基部32aから第1電極31に向けて突出させた複数の第2歯部32bとで構成しており、第1歯部31b及び第2歯部32bの突出方向と直交する方向に沿って第1歯部31bと第2歯部32bを交互に配置している。
- [0038] 第1電極31と第2電極32をそれぞれ櫛歯状とすることにより、第1電極31と第2電極32の間の電気伝導度の変化を検出しやすくすることができ、光センサの感度を向上させることができる。
- [0039] 電流検出手段40は、第1電極31と第2電極32に所定のバイアス電圧を印加するバイアス電源41と、第1電極31と第2電極32の間に流れる電流を検出す

る電流検出回路42を備えている。

[0040] 本実施形態の光センサでは、受光にともなって電気伝導度変化体20の電気伝導度が大きくなり、第1電極31と第2電極32の間に流れる電流が大きくなったことを電流検出回路42で検出することにより光を検出可能としている。

[0041] 特に、本発明の光センサでは、電気伝導度変化体20を、希土類元素を含有した層状三角格子構造を有する化合物で形成していることにより、半導体のpn接合を利用するよりも長波長の光に対する応答性を向上させることができるので、光センサを高感度化できる。

[0042] 本実施形態の光センサでは、図4に示すように電気伝導度変化体20を平面視矩形形状としているが、電気伝導度変化体20の形状は平面視矩形形状に限定するものではなく、適宜の形状としてよい。

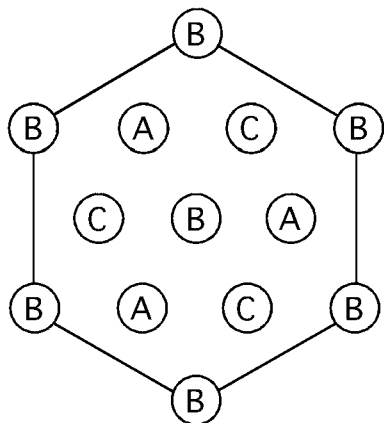
#### **産業上の利用可能性**

[0043] 本発明によれば、長波長の光に対する応答性の優れた光センサを提供できる。

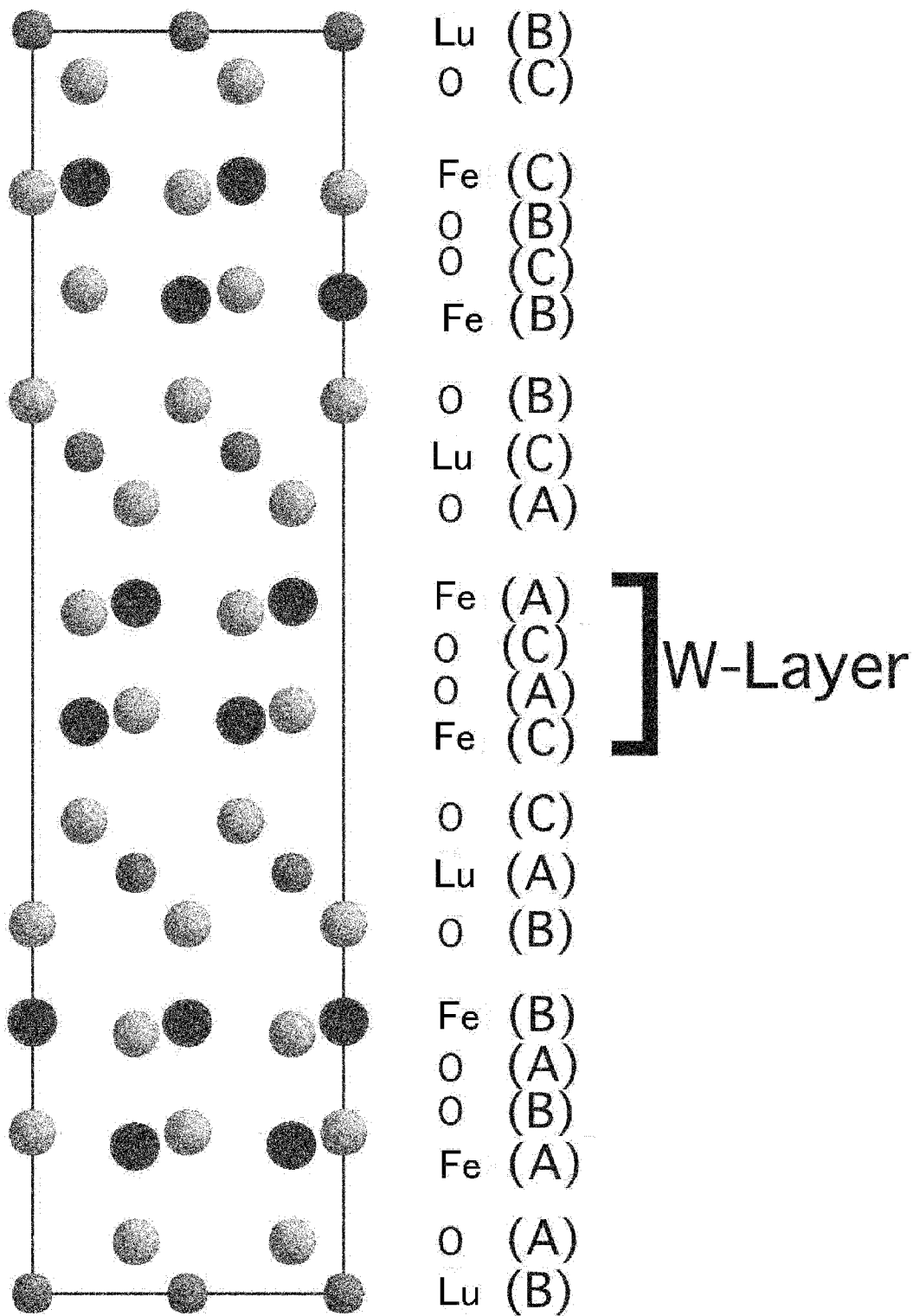
## 請求の範囲

- [請求項1] 受光することにより電気伝導度に変化する電気伝導度変化体と、前記電気伝導度変化体の受光面に設けた第1電極及び第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間に生じた電流を検出する電流検出手段とを有する光センサであって、前記電気伝導度変化体を希土類元素を含有した層状三角格子構造を有する化合物で構成した光センサ。
- [請求項2] 前記化合物は、  
Rを、In, Sc, Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Ca, Sr, Ce, Sn, Hfから選ばれる少なくとも1種類の元素、  
Ma及びMbを、Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Ga, Zn, Al, Mg, Cdから重複を許して選ばれる少なくとも1種類の元素、  
nを1以上の整数、  
mを0以上の整数、  
 $\delta$ を0以上0.2以下の実数  
として、 $(RmB_{3-\delta})_n(MaO)_m$ として表される層状三角格子構造を有する化合物、またはその化合物のRの一部を正二価以下の元素により置換した化合物である請求項1に記載の光センサ。
- [請求項3] 前記第1電極と前記第2電極をそれぞれ櫛歯状に設けた請求項1または請求項2に記載の光センサ。
- [請求項4] 受光することにより電気伝導度に変化する電気伝導度変化体の受光面に設けた第1電極と第2電極との間に生じた電流を電流検出手段で検出する光センサの製造方法であって、前記電気伝導度変化体を希土類元素を含有した層状三角格子構造を有する化合物で形成する工程を有する光センサの製造方法。

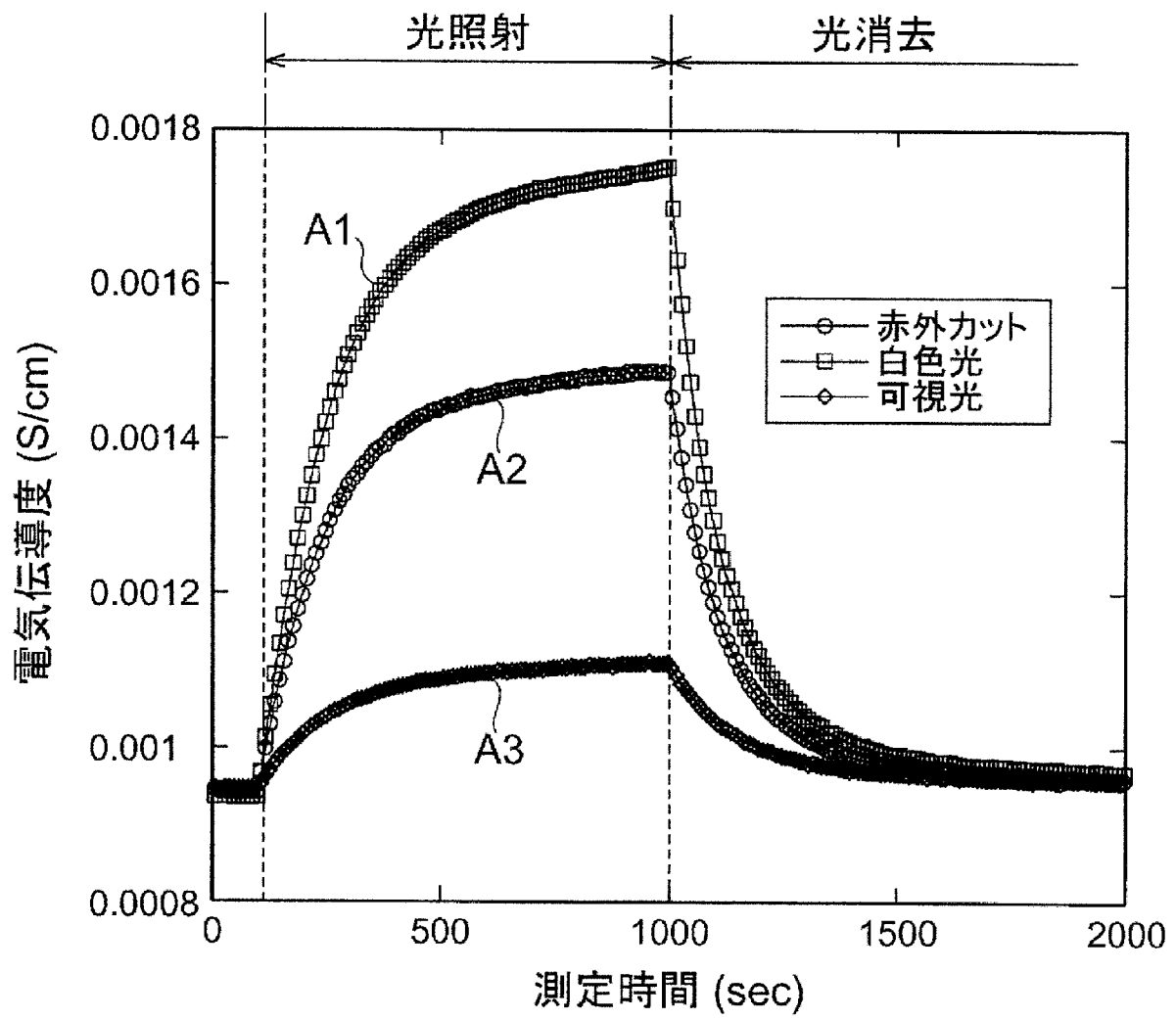
[図1]



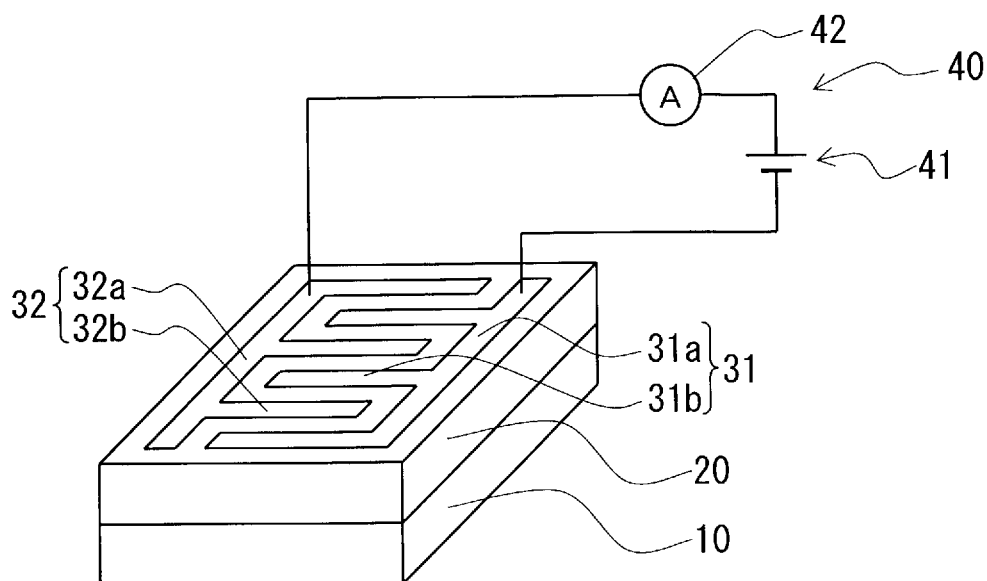
[図2]



[図3]



[図4]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/067046

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/0264 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L31/0264

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CiNii, JSTPlus (JDreamII), JST7580 (JDreamII)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	N.Ikeda et al., "Ferroelectricity from iron valence ordering in the charge-frustrated system $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ ", Nature, 2005.08.25, Vol.436, No.7054, August 2005, pp.1136-1138	1-4
A	N.Ikeda et al., "Charge Frustration and Dielectric Dispersion in $\text{LuFe}_2\text{O}_4$ ", Journal of the Physical Society of Japan, 2000.05, Vol.69, No.5, May 2000, pp.1526-1532	1-4
A	WO 2004/077098 A1 (Toshiba Corp.), 10 September 2004 (10.09.2004), claims 2, 4 & US 2006/0065842 A1	1-4

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 December, 2009 (09.12.09)Date of mailing of the international search report  
28 December, 2009 (28.12.09)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/067046

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-223886 A (Japan Synchrotron Radiation Research Institute), 06 September 2007 (06.09.2007), entire text; all drawings & KR 10-2007-0054069 A	1-4
A	JP 2004-172164 A (Zenji HIROI), 17 June 2004 (17.06.2004), paragraphs [0015] to [0017] (Family: none)	1-4
A	JP 11-97721 A (Kubota Corp.), 09 April 1999 (09.04.1999), paragraph [0008]; fig. 1 (Family: none)	3
P,A	WO 2009/028424 A1 (Okayama University), 05 March 2009 (05.03.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-4



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/0264(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/0264

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CiNii, JSTPlus(JDreamII), JST7580(JDreamII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	N. Ikeda et al., "Ferroelectricity from iron valence ordering in the charge-frustrated system LuFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ", Nature, 2005.08.25, Vol.436, No.7054, August 2005, pp.1136-1138	1-4
A	N. Ikeda et al., "Charge Frustration and Dielectric Dispersion in LuFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ", Journal of the Physical Society of Japan, 2000.05, Vol.69, No.5, May 2000, pp.1526-1532	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
09.12.2009

国際調査報告の発送日  
28.12.2009

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)	2K	3914
山本 元彦		
電話番号 03-3581-1101 内線 3255		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2004/077098 A1 (株式会社東芝) 2004.09.10, 請求の範囲 2, 4 & US 2006/0065842 A1	1-4
A	JP 2007-223886 A (財団法人高輝度光化学研究センター) 2007.09.06, 全文, 全図 & KR 10-2007-0054069 A	1-4
A	JP 2004-172164 A (廣井善二) 2004.06.17, 段落【0015】 - 【0017】 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 11-97721 A (株式会社クボタ) 1999.04.09, 段落【0008】, 第1 図 (ファミリーなし)	3
P, A	WO 2009/028424 A1 (国立大学法人岡山大学) 2009.03.05, 全文, 全 図 (ファミリーなし)	1-4