

(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
2017年5月11日(11.05.2017)



(10) 国際公開番号

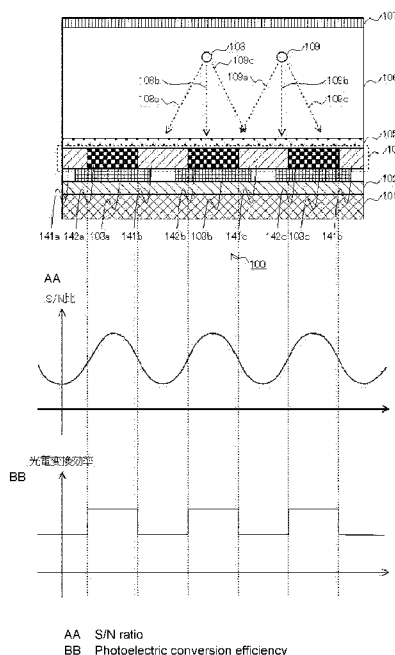
WO 2017/077835 A1

- (51) 国際特許分類:
G01T 1/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/080433
- (22) 国際出願日: 2016年10月13日(13.10.2016)
- (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 2015-218617 2015年11月6日(06.11.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社ブイ・テクノロジー(V TECHNOLOGY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2400005 神奈川県横浜
市保土ヶ谷区神戸町134番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 水村 通伸(MIZUMURA, Michinobu); 〒
2400005 神奈川県横浜保土ヶ谷区神戸町13
4番地 株式会社ブイ・テクノロジー内
Kanagawa (JP). 藤森 裕也(FUJIMORI, Yuya); 〒
2400005 神奈川県横浜保土ヶ谷区神戸町13
4番地 株式会社ブイ・テクノロジー内
Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 白坂 一, 外(SHIRASAKA, Hajime et al.);
〒1080074 東京都港区高輪3-23-17 品
川センタービルディング405 Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユー
ロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: RADIOGRAPHIC IMAGE CAPTURING ELEMENT AND METHOD OF MANUFACTURING RADIOGRAPHIC IMAGE CAPTURING ELEMENT

(54) 発明の名称: 放射線画像撮像素子及び放射線画像撮像素子の製造方法



(57) Abstract: Provided is a radiographic image capturing element with which it is possible to suppress detection, as a noise component by a pixel electrode, of scintillation light that should be detected by an adjoining pixel electrode. A radiographic image capturing element according to the present invention is formed by stacking on one another: a scintillator which absorbs radiation and emits light; a TFT circuit which generates and outputs an image signal; a transparent electrode; a photoelectric conversion film which detects the emitted light via the transparent electrode and converts the detected light into an electrical signal; pixel electrodes which correspond to pixels and which receive the electrical signals converted by the photoelectric conversion film and transfer the electrical signals to the TFT circuit; and a substrate. The photoelectric conversion film has a configuration in which central regions including locations corresponding to at least a central portion of each pixel electrode have an increased photoelectric conversion efficiency with respect to the wavelength of the light emitted by the scintillator, compared with end portion regions including locations corresponding to end portions of each pixel electrode.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/077835 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

放射線画像撮像素子において、画素電極が隣接する画素電極において検出されるべきシンチレーション光をノイズ成分として検出することを抑制できる放射線画像撮像素子を提供する。本発明に係る放射線画像撮像素子は、放射線を吸収して発光するシンチレータと、画像信号を生成して出力するTFT回路と、透明電極と、透明電極を介して発光を検出して電気信号に変換する光電変換膜と、光電変換膜で変換された電気信号を受け取り、TFT回路に伝達する、各画素に対応した画素電極と、基板と、が積層されて成る放射線画像撮像素子であって、光電変換膜は、画素電極の少なくとも中央部に対応する箇所を含む中央領域が、当該画素電極の端部に対応する箇所を含む端部領域よりも、シンチレータの発光波長に対する光電変換効率を向上させた構成を有する。

明 細 書

発明の名称：

放射線画像撮像素子及び放射線画像撮像素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、放射線を用いた画像を撮像する放射線画像撮像素子に関する。

背景技術

[0002] 従来、いわゆるレントゲン写真を撮像するための放射線画像撮像素子がある。そのような放射線画像撮像素子は、放射線を吸収して発光するシンチレータと、そのシンチレータが発したシンチレーション光を検出して電気信号に変換する光電変換膜を有するフォトダイオードとを含む構造を有する。特許文献1には、そのような放射線画像撮像素子の一例が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-247327号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、放射線画像撮像素子においては、各画素電極に対応する光電変換膜における光の検出効率を高めて、より鮮明な放射線画像を得ることが望まれている。

[0005] そこで、本発明は、上記要望に鑑みて成されたものであり、より鮮明な放射線画像を撮像できる放射線画像撮像素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る放射線画像撮像素子は、放射線を吸収して発光するシンチレータと、画像信号を生成して出力するTFT回路と、透明電極と、前記透明電極を介して前記発光を検出して電気

信号に変換する光電変換膜と、前記光電変換膜で変換して得られた電気信号を受け取って前記TFT回路に伝達する、各画素に対応した画素電極と、基板と、が積層されて成る放射線画像撮像素子であって、前記光電変換膜は、前記画素電極の少なくとも中央部に対応する箇所を含む中央領域が、当該画素電極の端部に対応する箇所を含む端部領域よりも、シンチレータの発光波長に対する光電変換効率が高い構成を有する。

[0007] また、シンチレータの発光波長がアモルファスシリコンの吸収波長よりもポリシリコンの吸収波長に適合する場合に、光電変換膜は、端部領域に形成されるアモルファスシリコンと、中央領域に形成されるポリシリコンとから成ることとしてもよい。

[0008] また、シンチレータの発光波長がポリシリコンの吸収波長よりもアモルファスシリコンの吸収波長に適合する場合に、光電変換膜は、端部領域に形成されるポリシリコンと、中央領域に形成されるアモルファスシリコンとから成ることとしてもよい。

[0009] また、放射線画像撮像素子は、基板上に、TFT回路と、画素電極と、光電変換膜と、透明電極と、シンチレータとがこの順に積層されて成ることとしてもよい。

[0010] また、本発明の一態様に係る放射線画像撮像素子の製造方法は、基板上にTFT回路を形成するステップと、TFT回路が形成された側に、各画素に対応する画素電極を形成するステップと、画素電極が形成された側に、光電変換膜としてアモルファスシリコン膜を成膜するステップと、アモルファスシリコンの画素電極各々の中央部に対応する箇所を含む中央領域をアニールしてポリシリコンに変換するステップと、光電変換膜が形成された側に透明電極を形成するステップと、透明電極が形成された側に放射線を吸収して発光するシンチレータを形成するステップとを含み、シンチレータの発光波長は、アモルファスシリコンの吸収波長よりもポリシリコンの吸収波長に適合する。

[0011] また、本発明の一態様に係る放射線画像撮像素子の製造方法は、基板上に

TFT回路を形成するステップと、TFT回路が形成された側に、各画素に対応する画素電極を形成するステップと、画素電極が形成された側に、光電変換膜としてアモルファスシリコン膜を成膜するステップと、アモルファスシリコンの画素電極各々の端部に対応する箇所を含む端部領域をアニールしてポリシリコンに変換するステップと、光電変換膜が形成された側に透明電極を形成するステップと、透明電極が形成された側に放射線を吸収して発光するシンチレータを形成するステップとを含み、シンチレータの発光波長は、ポリシリコンの吸収波長よりもアモルファスシリコンの吸収波長に適合する。

発明の効果

[0012] 本発明の一態様に係る放射線画像撮像素子は、各画素に対応する画素電極の中央部分に対応する中央領域が、当該画素電極の端部に対応する端部領域よりもシンチレータの発光波長に対する光電変換効率が高い構成を有する。したがって、端部領域において、隣接画素が検出すべき光をノイズとして検出してしまい、画像がぼける可能性があるところ、その端部領域の光電変換効率を中央領域よりも低くすることで、画素電極が検出すべき電気信号に含まれるノイズ成分を低下させ、不鮮明な画像が生成される可能性を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]上部は、実施の形態に係る放射線画像撮像素子の構成を示す断面図である。中部は、放射線画像素子におけるS/N比を示すグラフである。下部は、放射線画像素子の光電変換効率を示すグラフである。

[図2]放射線画像撮像素子の製造方法を示すフローチャートである。

[図3]上部は、従来の放射線画像撮像素子の構成を示す断面図である。中部は、従来の放射線画像素子におけるS/N比を示すグラフである。下部は、放射線画像素子の光電変換効率を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] <発明者らが得た知見>

図3上部には、一般的な放射線画像撮像素子300の一例を示す断面図を示している。図3上部に示すように、放射線画像撮像素子300は、基板301上に、電気信号を画像信号に変換するTFT回路302、各画素に対応する画素電極303a、303b、303c、光電変換膜304、透明電極305、放射線を吸収して発光するシンチレータ306、光を反射する反射膜307が積層されて成る。

[0015] 放射線画像撮像素子300において、シンチレータ306が放射線（図示せず）を吸収して、例えば、光源308、309を起点として発光する。このとき、光源308を起点とする光は、光電変換膜304で電気信号に変換されて画素電極303bに伝達されるべきであり、光源309を起点とする光は、同様に電気信号に変換されて画素電極303cに伝達されるべきである。図3上部に示す断面図によれば、光源308を起点とする光軸308b、308cで示される光に基づく電気信号は、画素電極303bに伝達される。また、光軸308aで示される光は画素電極303aと画素電極303bとの間に到達するため、いずれの画素電極にも電気信号は伝達されない。その一方で、光源309を起点とする光軸309b、309cで示される光に基づく電気信号は、画素電極303cに伝達されるものの、光軸309aで示される光は、画素電極303bの上に到達して電気信号に変換され、画素電極303bにより伝達される。すなわち、画素電極303bにとって、検出すべきではない、光源309を起点とする光を検出している状態が発生し、当該光に基づく電気信号がノイズ成分となっている。

[0016] この考察のもと、放射線画像撮像素子300におけるS/N比は、図3中部に示されるS/N比のグラフのようになっていると考察される。また、光電変換膜304は一様に成膜されており、その光電変換効率もまた、図3下部に示されるように、放射線画像撮像素子300全体において一様になっている。そのため、図3中部のS/N比で示される通りのノイズ成分混じりの電気信号を受け付けて放射線画像を生成することになる。発明者らはこのような状態が発生するために、放射線画像がぼやける可能性があることを知見

した。

[0017] そこで、特許文献１においては、このような状態を回避すべく、画素電極と画素電極の間に位置する領域の光電変換膜をフォトリソ工程により除去し、検出すべきでない光成分を検出しないようにしている。しかしながら、このフォトリソ工程により不要な光電変換膜を除去するのは手間がかかるという問題がある。

[0018] そこで、発明者らは放射線画像撮像素子を作成するにあたって、従来よりも容易かつ不要な光成分をノイズとして検出しにくい手法がないかを模索し、本発明を創造するに至った。以下、本発明に係る放射線画像撮像素子の一実施態様及びその製造方法について図面を参照しながら説明する。

[0019] <実施の形態>

<構成>

本発明の一実施態様に係る放射線画像撮像素子１００は、放射線を吸収して発光するシンチレータ１０６と、画像信号を生成して出力するＴＦＴ回路１０２と、透明電極１０５と、透明電極１０５を介して発光を検出して電気信号に変換する光電変換膜１０４と、光電変換膜１０４で変換された電気信号を受け取ってＴＦＴ回路１０２に伝達する、各画素に対応した画素電極１０３と、基板１０１と、が積層されて成り、光電変換膜１０４は、画素電極の少なくとも中央部に対応する箇所を含む中央領域１４２ａ、１４２ｂ、１４２ｃが、当該画素電極の端部に対応する箇所を含む端部領域１４１ａ、１４１ｂ、１４１ｃ、１４１ｄよりも、光電変換効率が高い構成を有する。

[0020] 図１は、その放射線画像撮像素子１００の詳細構成を示す断面図である。図１に示すように、放射線画像撮像素子１００は、基板１０１上に、ＴＦＴ回路１０２が構成され、その上に、各画素電極１０３ａ～１０３ｃが構成され、その上に光電変換膜１０４が成膜され、その上に透明電極１０５が形成され、透明電極１０５の上には、シンチレータ１０６が形成され、さらにその上に反射膜１０７が形成されて成る。なお、本明細書においては、画素電極を総称する場合に、画素電極１０３と記載する。

- [0021] 基板 101 は、例えば、ガラスにより構成されている。
- [0022] TFT 回路 102 は、各画素電極 103 から伝達された電気信号に基づいて、1 枚の放射線画像を示す画像信号を生成して出力する機能を有する。
- [0023] 画素電極 103 は、放射線画像を形成する各画素に対応する電極であり、光電変換膜 104 から伝達された電気信号に基づく電気信号を TFT 回路 102 に伝達する。
- [0024] 光電変換膜 104 は、シンチレータ 106 が発した光を検出して、その光量に応じた電気信号に変換し、その電気信号を画素電極 103 に伝達する。光電変換膜 104 は、画素電極 103 の中央部に対応する箇所を含む中央領域 142a、142b、142c と、端部に対応する箇所を含む端部領域 141a、141b、141c、141d とで、光電変換効率を異ならせた構造を有する。具体的には、光電変換膜 104 は、中央領域 142a、142b、142c が端部領域 141a、141b、141c、141d よりも光電変換効率が高い構造を有する。中央領域 142a、142b、142c は、例えば、p-Si（ポリシリコン）により実現される。また、端部領域 141a、141b、141c は、a-Si（アモルファスシリコン）により実現される。
- [0025] 透明電極 105 は、画素電極と対になって、光電変換膜 104 で発生した電気信号を透明電極 105 側から画素電極側に流すための電極である。
- [0026] シンチレータ 106 は、照射された放射線を吸収して発光する素子であり、いわゆるシンチレーション光を発する。なお、図 1 においては、理解しやすくするために、光源 108、109 を点で示し、それぞれを起点とする光軸 108a、108b、108c、109a、109b、109c で示される光が透明電極 105 に向かう様子を示しているが、実際には、シンチレータ 106 においては、放射線が照射された側から吸収され発光するので、その発光量を弱めながら、放射線が照射された位置において棒状（円柱状）に発光する。
- [0027] また、本実施の形態に係るシンチレータ 106 は、その発光波長が、アモ

ルファスシリコンの吸収波長（光の吸収波長）よりも、ポリシリコンの吸収波長（光の吸収波長）に適合することとする。ここで、波長が適合するとは、一方の吸収波長に対する発光波長の重複度合が、他方の吸収波長に対する発光波長の重複度合よりも高いことを意味する。また、シンチレータの発光波長とアモルファスシリコンまたはポリシリコンの吸収波長が適合するとは、発光波長に対するその素材の光電変換率が高いことを意味する。アモルファスシリコンの吸収波長は、およそ300～600nmであり、ポリシリコンの吸収波長は、およそ600～1100nmである。すなわち、ポリシリコンの吸収波長範囲は、アモルファスシリコンの吸収波長範囲よりも、長波長側になり、本実施の形態においては、シンチレータ106の発光波長は600～1100nmの範囲とする。

[0028] 反射膜107は、シンチレータ106で発生したシンチレーション光を反射させて、光電変換膜104に集光させる鏡体である。

[0029] 図1に示す構成を備えることにより、本実施の形態に係る放射線画像撮像素子100は、画素電極の端部において、隣接する画素電極において検出されるべきシンチレーション光に基づく電気信号をノイズとして検出してもその存在比を抑制することができる。より具体的には、画素電極103において検出した電気信号全体に対して、ノイズ成分の比率を抑制することができるので、より鮮明な放射線画像を得ることができる。

[0030] このような構成の放射線画像撮像素子100光電変換膜104におけるS/N比について、図1中部のグラフを用いて説明する。図1中部のグラフの横軸は図1上部に示す放射線画像撮像素子100の中央領域と端部領域の配置に対応している。また、図1中部のグラフは、縦軸に、光電変換膜104のS/N比をとる。当該S/N比は、前述したとおり、画素電極に対応しない光源の光を検出することによるノイズ成分によって変動する。したがって、図1中部を見ればわかるように、画素電極の中央部分が他の画素電極から最も遠く、他の画素電極に対応する光を最も検出しにくい位置になるので、画素電極103の中央部に対応する位置が最もS/N比が高い。また、画素

電極 103 の端部に対応する位置が、最も他の画素電極に近い位置になるため、最も S/N 比が低い。

[0031] このような状態において、放射線画像撮像素子 100 は、図 1 下部に示す光電変換効率を有する。図 1 下部に示されるように、放射線画像撮像素子 100 の光電変換膜 104 の中央領域 142 a、142 b、142 c に対応する位置において光電変換効率が高く、端部領域 141 a、141 b、141 c、141 d に対応する位置において光電変換効率が、低くなっている。したがって、本実施の形態に係る放射線画像撮像素子 100 における実質的な S/N 比は、図 1 中部の S/N 比に、図 1 下部の光電変換効率を乗算した形になる。したがって、従来よりも、画素電極 103 において伝達される電気信号に含まれるノイズ成分の電気信号の比率を低減することができる。よって、従来よりも鮮明な放射線画像を得ることができる。

[0032] <放射線画像撮像素子の製造方法>

以下、上述した放射線画像撮像素子 100 の製造方法について図 2 を用いて説明する。

[0033] まず、基板 101 を用意し、その上に TFT 回路 102 を形成する（ステップ S201）。次に、TFT 回路 102 上に各画素に対応する画素電極 103 を形成する（ステップ S202）。

[0034] 画素電極 103 が形成された上に、アモルファスシリコン層を成膜する（ステップ S203）。

[0035] そして、一様に、成膜されたアモルファスシリコン層に対して、各画素電極の中央領域に対応する位置に対して、レーザーを照射し、アニールする（ステップ S203）。当該レーザーは、アモルファスシリコンをポリシリコンに変質させるために照射するものであり、レーザー照射装置から、100 nm のアモルファスシリコン層に対して、波長 308 nm、レーザーを出力 400 J/cm² の出力で、各画素電極 103 の中央部分に対応する中央領域に対して照射することで、アモルファスシリコンをアニールする。これにより、各画素電極 103 の中央部分に対応する中央領域がアニールされてポリ

シリコンに変質し、アモルファスシリコンとポリシリコンが混在する光電変換膜 104（図 1 参照）を形成する。

[0036] その次に、光電変換膜 104 が成膜された上に、透明電極 105 を形成する（ステップ S 205）。透明電極 105 が形成された上に、シンチレータ 106 を形成する（ステップ S 206）。ここで、形成するシンチレータ 106 は、放射線を吸収して発光する光の発光波長が、ポリシリコンの吸収波長に適合する発光波長であることとする。そして、最後にシンチレータ 106 が形成された上に、反射膜 107 を形成して（ステップ S 207）、放射線画像撮像素子 100 を製造する。

[0037] <放射線画像撮像素子の動作>

以下には、放射線画像撮像素子 100 の動作について簡単に説明する。

[0038] 放射線照射装置（図示せず）から照射された放射線は、その一部が撮像対象により反射・吸収され、その残りが透過して放射線画像撮像素子 100 に到達する。放射線画像撮像素子 100 の反射膜 107 側から照射された放射線は、反射膜 107 を透過し、シンチレータ 106 に吸収される。

[0039] シンチレータ 106 は、放射線を吸収して発光する（光源 108、109 参照）。シンチレータ 106 において光源 108、109 を起点とする光には、光軸 108a、108b、108c、光軸 109a、109b、109c に示される直接透明電極 105 に向かう光と、直接向かわずに反射膜 107 に向かい、反射膜 107 で反射されて透明電極 105 に向かう光がある。これらの光は、透明電極 105 を透過し、光電変換膜 104 において、検出した光量に応じた電気信号に変換される。図 1 上部に示す放射線画像撮像素子 100 の場合、中央領域 142b で検出された光軸 108b で示される光や、中央領域 142c で検出された光軸 109c で示される光は高効率で電気信号に変換される。一方、端部領域 141b で検出された光軸 108a で示される光、端部領域 141c で検出された光軸 108c、109a、109b で示される光は、低効率で電気信号に変換される。したがって、図 1 上部の場合、光軸 109a で示される光は、画素電極 103b に対応する端部

領域 1 4 1 c で検出されて電気信号に変換されるものの、その変換効率は低いため、画素電極 1 0 3 b 全体に対応する光電変換膜で得られる電気信号に対する割合は低いものとなる。よって、光軸 1 0 9 a で示される光に基づく電気信号がノイズとなる成分が低下することになるので、画素電極 1 0 3 b に対応する部分の光電変換膜 1 0 4 における S / N 比を従来よりも高くすることができている。

[0040] 光電変換膜 1 0 4 で得られた電気信号は、各画素電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 c を介して、T F T 回路 1 0 2 に伝達される。T F T 回路 1 0 2 は、各画素電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 c から得た電気信号及び各画素電極に対応する画像の座標に応じて放射線画像を生成して出力する。

[0041] このようにして、放射線画像撮像素子 1 0 0 は、従来よりも鮮明な放射線画像を撮像することができる。

[0042] <参考例>

上記実施の形態においては、中央領域をポリシリコンとし、端部領域をアモルファスシリコンとする構成例を示している。これは、上述の通り、シンチレータ 1 0 6 の発光波長がポリシリコンの吸収波長に適合するための構成である。

[0043] そのため、逆に、シンチレータ 1 0 6 の発光波長がポリシリコンの吸収波長よりもアモルファスシリコンの吸収波長に適合する場合には、中央領域をアモルファスシリコンとし、端部領域をポリシリコンとする構成を用いることとする。この場合には、ポリシリコンを端部領域に形成するために、光電変換層を形成する際には、端部領域に対してレーザーアニール処理を施すこととなる。

[0044] また、上述では、放射線を吸収して発光するものとして、アモルファスシリコンとポリシリコンを例に説明したが、放射線を吸収して発光する素材であれば、その他の素材を用いることとしてもよい。

[0045] <補足>

ここに、本発明に係る放射線画像撮像素子の一実施態様とその効果について

て説明する。

[0046] (a) 本発明の一実施態様に係る放射線画像撮像素子は、放射線を吸収して発光するシンチレータと、画像信号を生成して出力するTFT回路と、透明電極と、前記透明電極を介して前記発光を検出して電気信号に変換する光電変換膜と、前記光電変換膜で変換して得られた電気信号を受け取って前記TFT回路に伝達する、各画素に対応した画素電極と、基板と、が積層されて成る放射線画像撮像素子であって、前記光電変換膜は、前記画素電極の少なくとも中央部に対応する箇所を含む中央領域が、当該画素電極の端部に対応する箇所を含む端部領域よりも、シンチレータの発光波長に対する光電変換効率が低い構成を有する。

[0047] これにより、各画素電極の端部付近において、隣接する画素電極が検出すべきシンチレーション光を検出してしまったとしても、画素電極全体で検出する電気信号に対する割合を低くすることができるので、従来よりも鮮明な放射線画像を得ることができる。

[0048] (b) 上記(a)に係る放射線画像撮像素子において、シンチレータの発光波長がアモルファスシリコンの吸収波長よりもポリシリコンの吸収波長に適合する場合に、光電変換膜は、端部領域に形成されるアモルファスシリコンと、中央領域に形成されるポリシリコンとから成ることとしてもよい。

[0049] あるいは、シンチレータの発光波長がポリシリコンの吸収波長よりもアモルファスシリコンの吸収波長に適合する場合に、光電変換膜は、端部領域に形成されるポリシリコンと、中央領域に形成されるアモルファスシリコンとから成ることを特徴とすることとしてもよい。

[0050] これにより、放射線画像撮像素子を一般に光電変換膜として使用されるアモルファスシリコン及びポリシリコンを利用することができるので、放射線画像撮像素子の実現が容易になる。

[0051] (c) 上記(a)又は(b)に係る放射線画像撮像素子において、放射線画像撮像素子は、基板上に、TFT回路と、画素電極と、光電変換膜と、透明電極と、シンチレータとがこの順に積層されて成ることとしてもよい。

これにより、放射線画像撮像素子を実現することができる。

[0052] (d) 本発明の一実施態様に係る放射線画像撮像素子の製造方法は、基板上にTFT回路を形成するステップと、TFT回路が形成された側に、各画素に対応する画素電極を形成するステップと、画素電極が形成された側に、光電変換膜としてアモルファスシリコン膜を成膜するステップと、アモルファスシリコンの画素電極各々の中央部に対応する箇所を含む中央領域をアニールしてポリシリコンに変換するステップと、光電変換膜が形成された側に透明電極を形成するステップと、透明電極が形成された側に放射線を吸収して発光するシンチレータを形成するステップとを含む。

[0053] これにより、従来と異なり、フォトリソ工程により、端部領域を除去することなく、レーザーアニールという簡単な工程により、光電変換膜に、適切に光電変換効率の高い箇所と、低い箇所とを構成することができる。

符号の説明

- [0054] 100 放射線画像撮像素子
101 基板
102 TFT回路
103 a、103 b、103 c 画素電極
104 光電変換膜
105 透明電極
106 シンチレータ
107 反射膜
141 a、141 b、141 c、141 d 端部領域
142 a、142 b、142 c 中央領域

請求の範囲

- [請求項1] 放射線を吸収して発光するシンチレータと、
画像信号を生成して出力するT F T回路と、
透明電極と、
前記透明電極を介して前記発光を検出して電気信号に変換する光電変換膜と、
前記光電変換膜で変換して得られた電気信号を受け取って前記T F T回路に伝達する、各画素に対応した画素電極と、
基板と、
が積層されて成る放射線画像撮像素子であって、
前記光電変換膜は、前記画素電極の少なくとも中央部に対応する箇所を含む中央領域が、当該画素電極の端部に対応する箇所を含む端部領域よりも、前記シンチレータの発光波長に対する光電変換効率が高い構成を有する
ことを特徴とする放射線画像撮像素子。
- [請求項2] 前記シンチレータの発光波長がアモルファスシリコンの吸収波長よりもポリシリコンの吸収波長に適合する場合に、
前記光電変換膜は、前記端部領域に形成されるアモルファスシリコンと、前記中央領域に形成されるポリシリコンとから成ることを特徴とする請求項1に記載の放射線画像撮像素子。
- [請求項3] 前記シンチレータの発光波長がポリシリコンの吸収波長よりもアモルファスシリコンの吸収波長に適合する場合に、
前記光電変換膜は、前記端部領域に形成されるポリシリコンと、前記中央領域に形成されるアモルファスシリコンとから成ることを特徴とする請求項1に記載の放射線画像撮像素子。
- [請求項4] 前記放射線画像撮像素子は、前記基板上に、
前記T F T回路と、前記画素電極と、前記光電変換膜と、前記透明電極と、前記シンチレータとがこの順に積層されて成ることを特徴と

する請求項 1 又は 2 に記載の放射線画像撮像素子。

[請求項5]

基板上に T F T 回路を形成するステップと、

前記 T F T 回路が形成された側に、各画素に対応する画素電極を形成するステップと、

前記画素電極が形成された側に、光電変換膜としてアモルファスシリコン膜を成膜するステップと、

前記アモルファスシリコンの前記画素電極各々の中央部に対応する箇所を含む中央領域をアニールしてポリシリコンに変換するステップと、

前記光電変換膜が形成された側に透明電極を形成するステップと、

前記透明電極が形成された側に放射線を吸収して発光するシンチレータを形成するステップとを含み、

前記シンチレータの発光波長は、前記アモルファスシリコンの吸収波長よりも前記ポリシリコンの吸収波長に適合する放射線画像撮像素子の製造方法。

[請求項6]

基板上に T F T 回路を形成するステップと、

前記 T F T 回路が形成された側に、各画素に対応する画素電極を形成するステップと、

前記画素電極が形成された側に、光電変換膜としてアモルファスシリコン膜を成膜するステップと、

前記アモルファスシリコンの前記画素電極各々の端部に対応する箇所を含む端部領域をアニールしてポリシリコンに変換するステップと、

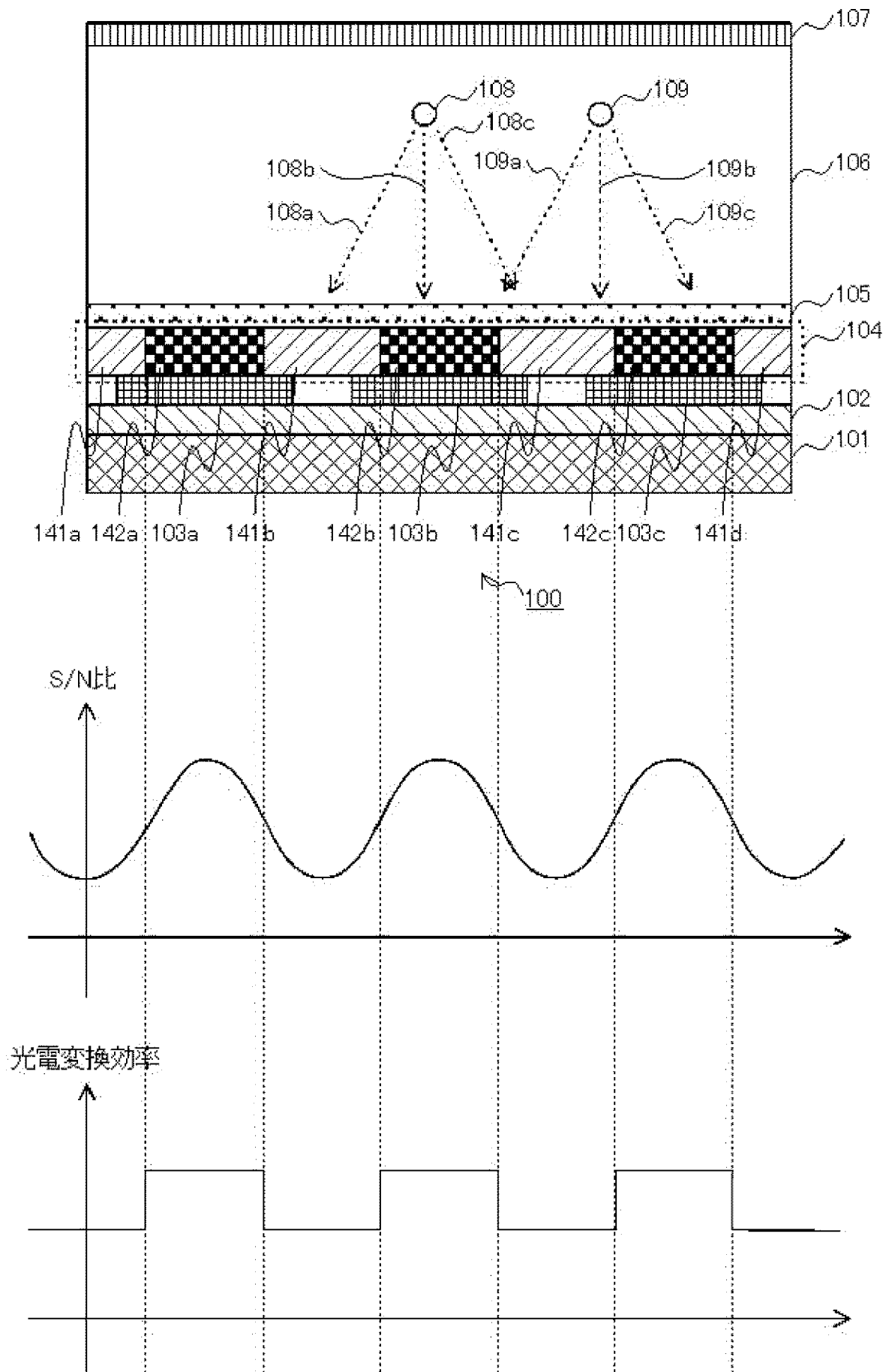
前記光電変換膜が形成された側に透明電極を形成するステップと、

前記透明電極が形成された側に放射線を吸収して発光するシンチレータを形成するステップとを含み、

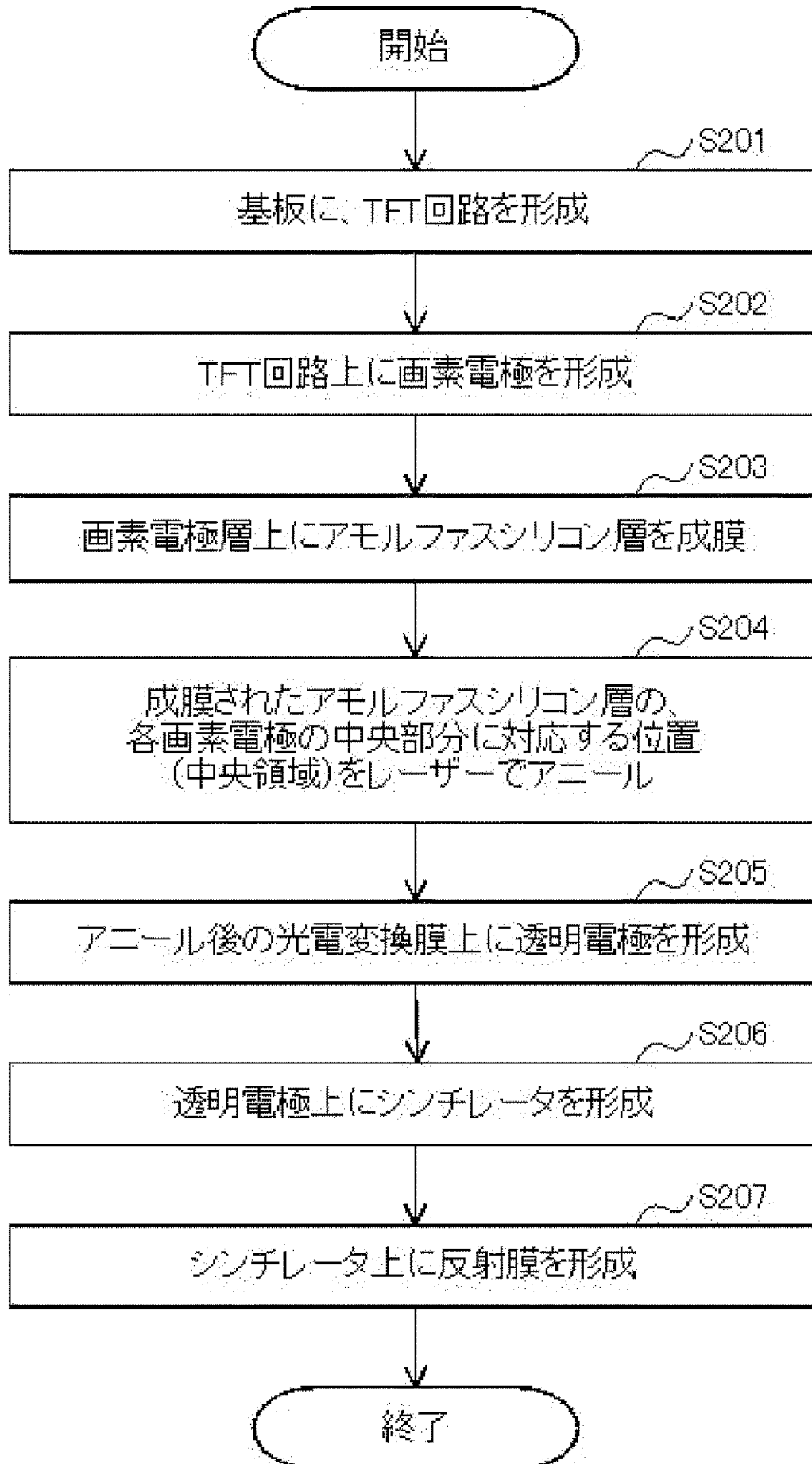
前記シンチレータの発光波長は、前記ポリシリコンの吸収波長よりも前記アモルファスシリコンの吸収波長に適合する放射線画像撮像素子の製造方法。

子の製造方法。

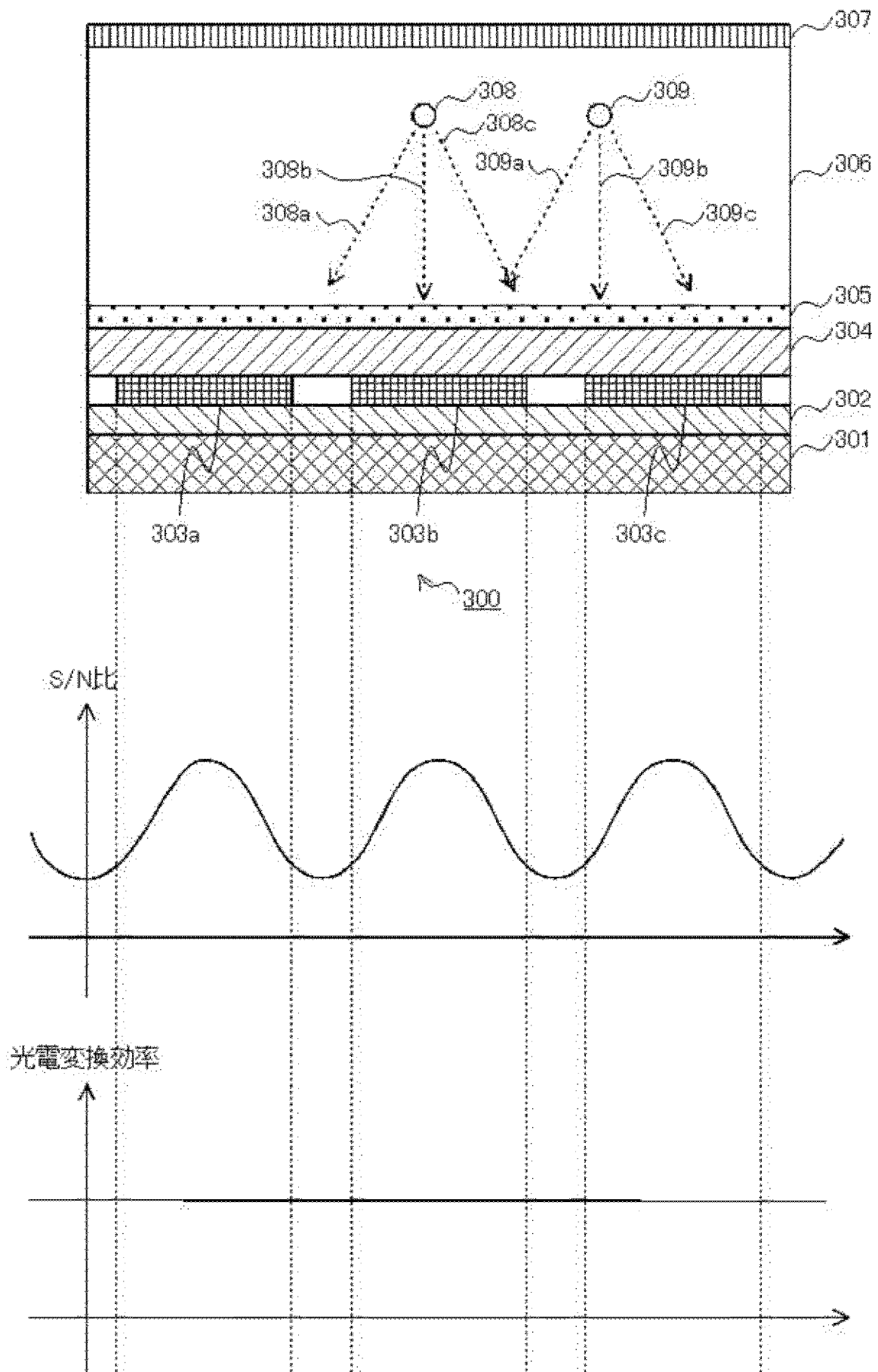
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/080433

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T1/20(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)

G01T1/20, G01S7/52, 15/89, A61B6/00-6/14, H01L21/339, H01L27/14, 27/144-27/148, H01L29/762, H01L31/00-31/02, H01L31/0248, 31/0264, 31/08, H01L51/42

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-273340 A (Canon Inc.), 26 September 2003 (26.09.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2012-141297 A (Fujifilm Corp.), 26 July 2012 (26.07.2012), entire text; all drawings & US 2012/0153169 A1 entire text; all drawings & CN 102569317 A	1-6
A	JP 2012-127735 A (Fujifilm Corp.), 05 July 2012 (05.07.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
09 December 2016 (09.12.16)

Date of mailing of the international search report
20 December 2016 (20.12.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/080433

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 2015-25665 A (Sony Corp.), 05 February 2015 (05.02.2015), entire text; all drawings & US 2016/0163763 A1 entire text; all drawings & WO 2015/011880 A1 & CN 105408771 A & KR 10 2016-0037883 A	1-6
A	US 2012/0153175 A1 (CARESTREAM HEALTH, INC.), 21 June 2012 (21.06.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2010-165913 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 29 July 2010 (29.07.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01T1/20(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. G01T1/20, G01S7/52, 15/89, A61B6/00-6/14,
H01L21/339, H01L27/14, 27/144-27/148, H01L29/762,
H01L31/00-31/02, H01L31/0248, 31/0264, 31/08, H01L51/42

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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）

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	JP 2003-273340 A（キヤノン株式会社）2003.09.26, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-6
A	JP 2012-141297 A（富士フイルム株式会社）2012.07.26, 全文, 全図 & US 2012/0153169 A1, 全文, 全図 & CN 102569317 A	1-6
A	JP 2012-127735 A（富士フイルム株式会社）2012.07.05, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-6

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 | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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） | 「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 |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

09.12.2016

国際調査報告の発送日

20.12.2016

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）

藤原 伸二

21

8355

電話番号 03-3581-1101 内線 3272

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	JP 2015-25665 A (ソニー株式会社) 2015. 02. 05, 全文, 全図 & US 2016/0163763 A1, 全文, 全図 & WO 2015/011880 A1 & CN 105408771 A & KR 10 2016-0037883 A	1-6
A	US 2012/0153175 A1 (CARESTREAM HEALTH, INC.) 2012. 06. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2010-165913 A (浜松ホトニクス株式会社) 2010. 07. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6