

(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
2016 年 10 月 6 日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/157332 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 31/49 (2006.01) H04N 5/32 (2006.01)
G01T 1/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/059762
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 27 日(27.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: パイオニア株式会社(PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 奥田 義行(OKUDA Yoshiyuki); 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉 1 番 1 号 パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 速水 進治, 外(HAYAMI Shinji et al.); 〒1410031 東京都品川区西五反田 7 丁目 9 番 2 号 五反田 T G ビル 9 階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

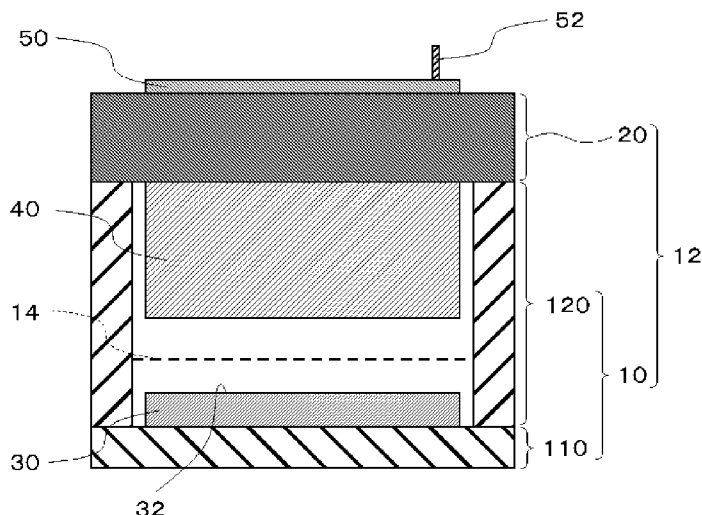
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), 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))

(54) Title: IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像装置



(57) Abstract: The present invention makes it possible to detect X-rays in a wide energy range in imaging using X-rays. An imaging device is provided with a container (10). The container (10) comprises a space on the interior thereof. In addition, the container (10) comprises an opening that is connected to the space. A silicon substrate (20) blocks the opening in the container (10). An electron source (30) is provided within the space in the container (10). The electron source (30) faces the silicon substrate (20). A conversion film (40) is positioned between the silicon substrate (20) and the electron source (30). The conversion film (40) is electrically connected to the silicon substrate (20). The conversion film (40) converts X-rays into an electric charge. An electrode (50) is positioned on the opposite side of the conversion film (40) with the silicon substrate (20) therebetween. The electrode (50) is electrically connected to the silicon substrate (20).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/157332 A1



X線を用いた撮像において、広いエネルギー範囲でX線を検出可能とする。撮像装置は、容器（10）を備える。容器（10）は、内部に空間を有している。さらに、容器（10）は、上記した空間に繋がる開口を有している。シリコン基板（20）は、容器（10）の開口を塞いでいる。電子源（30）は、容器（10）の上記した空間内に設けられている。電子源（30）は、シリコン基板（20）に対向している。変換膜（40）は、シリコン基板（20）と電子源（30）の間に位置している。変換膜（40）は、シリコン基板（20）に電氣的に接続している。変換膜（40）は、X線を電荷に変換する。電極（50）は、シリコン基板（20）を介して変換膜（40）の反対側に位置している。電極（50）は、シリコン基板（20）に電氣的に接続している。

明 細 書

発明の名称：撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、電子源アレイと光電変換膜を用いた撮像装置が開発されている。特許文献1には、このような撮像装置の一例が記載されている。この例において、撮像装置は、電子源を内部に含む真空容器を有している。真空容器は、真空容器の内部の空間に繋がる開口を有している。この開口は、ガラス基板によって塞がれている。真空容器の内部の空間において、基板には、透光性導電膜（例えば、酸化スズ（ SnO_2 ）又はITO（酸化インジウムスズ））が積層されている。さらに、透光性導電膜には、アモルファスセレンが積層されている。透光性導電膜には、透光性導電膜に電圧を印加するための電極が取り付けられている。これに対して、基板の外部には、このような電極が取り付けられていない。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-28267号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] X線を用いた撮像では、広いエネルギー範囲でX線が検出可能であることが好ましい。

[0005] 本発明が解決しようとする課題としては、X線を用いた撮像において、広いエネルギー範囲でX線を検出可能にすることが一例として挙げられる。

課題を解決するための手段

[0006] 請求項1に記載の発明は、
内部に空間を有し、前記空間に繋がる開口を有する容器と、

前記開口を塞ぐシリコン基板と、
前記容器の前記空間内に設けられ、前記シリコン基板に対向する電子源と、
、
前記シリコン基板と前記電子源の間に位置し、前記シリコン基板に電氣的に接続し、X線を電荷に変換する変換膜と、
前記シリコン基板を介して前記変換膜の反対側に位置し、前記シリコン基板に電氣的に接続する第1電極と、
を備える撮像装置である。

図面の簡単な説明

[0007] 上述した目的、およびその他の目的、特徴および利点は、以下に述べる好適な実施の形態、およびそれに付随する以下の図面によってさらに明らかになる。

[0008] [図1]実施形態に係る撮像装置の構成を示す断面図である。

[図2]図1に示した撮像装置の製造方法を説明するための図である。

[図3]図1に示した撮像装置を用いた撮像方法を説明するための図である。

[図4]図1の第1の変形例を示す図である。

[図5]図1の第2の変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0010] 図1は、実施形態に係る撮像装置の構成を示す断面図である。この撮像装置は、容器10、シリコン基板20、電子源30、変換膜40、及び電極50（第1電極）を備える。容器10は、内部に空間を有している。さらに、容器10は、上記した空間に繋がる開口を有している。シリコン基板20は、容器10の開口を塞いでいる。電子源30は、容器10の上記した空間内に設けられている。電子源30は、シリコン基板20に対向している。変換膜40は、シリコン基板20と電子源30の間に位置している。変換膜40

は、シリコン基板 20 に電氣的に接続している。変換膜 40 は、X 線を電荷に変換する。電極 50 は、シリコン基板 20 を介して変換膜 40 の反対側に位置している。電極 50 は、シリコン基板 20 に電氣的に接続している。以下、詳細に説明する。

[0011] 本図に示す例において、容器 10 は、基板 110 及び枠体 120 を備えている。基板 110 は容器 10 の底となっており、枠体 120 は容器 10 の側面となっている。基板 110 は、絶縁性基板（例えば、ガラス基板）である。枠体 120 は、筒状（例えば、円筒状）の形状を有しており、基板 110 に搭載されている。なお、枠体 120 は、絶縁性部材（例えば、ガラス）を用いて形成されている。基板 110 と枠体 120 は、封止材（例えば、ガラスフリット又はインジウム）を介して接着している。

[0012] 本図に示す例において、シリコン基板 20 は、容器 10（枠体 120）の上記した開口及びその開口の周囲を覆っている。これにより、シリコン基板 20 は、容器 10 の開口を塞いでいる。シリコン基板 20 と枠体 120 は、封止材（例えば、ガラスフリット又はインジウム）を介して接着している。このようにして、容器 10 及びシリコン基板 20 は、真空容器 12 を構成している。そして、真空容器 12 の内側の空間は、外部の空間から遮断される。

[0013] 容器 10 の内部の空間には、電子源 30 が配置されている。電子源 30 は、シリコン基板 20 と対向する面に放射面 32 を有している。電子源 30 は、放射面 32 において 2 次元的に配列された複数の領域（例えば、m 行 n 列の複数の格子点）それぞれから電子を放射することができる。このような電子は、面電子源（例えば、カーボンナノチューブを用いた電子源、Spindt 型電子源、又は HEED (High-efficiency Electron Emission Device) を用いた電子源) を走査することにより放射することができる。他の例として、複数の電子銃を 2 次元的に配列してもよい。

[0014] 容器 10 の内部の空間には、シリコン基板 20 と放射面 32 の間にグリッ

ド電極 14 が配置されている。グリッド電極 14 は、縁が枠体 120 の内側面に保持されている。グリッド電極 14 は、平面視において格子を構成するように配置された金属（例えば、Al）により形成されている。放射面 32 から放射された電子は、グリッド電極 14 の開口を通過する。そしてこの電子は、グリッド電極 14 に印加された電圧によって加速する。

[0015] 容器 10 の内部の空間では、シリコン基板 20 に変換膜 40 が積層されている。変換膜 40 は、グリッド電極 14 を介して放射面 32 と対向している。放射面 32 から放射された電子は、グリッド電極 14 によって加速され、その後、変換膜 40 に衝突する。変換膜 40 は、シリコンより原子量の大きい材料を含んでいる。より具体的には、変換膜 40 は、例えば、アモルファスセレン膜である。

[0016] シリコン基板 20 のうち変換膜 40 の反対側には、電極 50 が形成されている。変換膜 40 及び電極 50 は、シリコン基板 20 を介して互いに対向している。さらに、電極 50 には、リード電極 52 が取り付けられている。

[0017] 図 2 は、図 1 に示した撮像装置の製造方法を説明するための図である。まず、本図（a）に示すように、シリコン基板 20 上に電極 50 を形成する。電極 50 は、例えば、リソグラフィにより形成される。これにより、電極 50 は、シリコン基板 20 の表面の一部の領域に選択的に形成される。

[0018] 次に、本図（b）に示すように、シリコン基板 20 のうち電極 50 とは反対側の面に変換膜 40（例えば、アモルファスセレン膜）を堆積する。変換膜 40 は、例えば、真空蒸着により形成される。そして本図に示す例では、開口を有するマスク 62 を用いて変換膜 40 を堆積している。これにより、シリコン基板 20 の表面の一部の領域に変換膜 40 が選択的に形成される。

[0019] 次に、図 1 に示したように、電子源 30 及びグリッド電極 14 を内部に有する容器 10 を準備する。次に、容器 10 の内部の空間に変換膜 40 が入り込む向きにシリコン基板 20 を枠体 120（容器 10）に搭載する。この場合、シリコン基板 20 が枠体 120（容器 10）の開口及びその開口の

周囲を覆うようにする。そして枠体 120（容器 10）とシリコン基板 20 を、封止材（例えば、ガラスフリット又はインジウム）を介して接着する。これにより、枠体 120（容器 10）の開口がシリコン基板 20 によって塞がれる。このようにして、図 1 に示した撮像装置が製造される。

[0020] 図 3 は、図 1 に示した撮像装置を用いた撮像方法を説明するための図である。本図に示す例では、リード電極 52 を介して電極 50 に電圧を印加している。これにより、シリコン基板 20 の内部及び変換膜 40 の内部それぞれにおいて電極 50 から電子源 30 に向かう方向に電界を発生させている。

[0021] 本図に示す例において、X線は、シリコン基板 20 を介して変換膜 40 の反対側から照射される。より詳細には、本図に示す例では、X線 R1 及び X線 R2 が照射されている。X線 R1 は、シリコン基板 20 において電荷に変換可能な基準エネルギー（数 $k\text{ eV}$ ）以下の第 1 エネルギーを有する。X線 R2 は、上記した基準エネルギーよりも大きい第 2 エネルギーを有する。本図に示すように、X線 R1 は、シリコン基板 20 において電子正孔対を生成する。一方、X線 R2 は、シリコン基板 20 において電荷に変換されることなくシリコン基板 20 を透過し、その後、変換膜 40 に入り込む。変換膜 40 は、シリコンより原子量の大きい材料（例えば、アモルファスセレン）を含んでいる。このため、変換膜 40 は、シリコン基板 20 によって変換することができないエネルギーを有する X線（本図に示す例では、X線 R2）であっても電荷に変換することができる。これにより、X線 R2 は、変換膜 40 において電子正孔対を生成する。

[0022] なお、X線がシリコン基板 20 に入り込むためには、X線が電極 50 を透過する必要がある。このため、電極 50 は、例えば、X線が透過しやすい材料（例えば、アルミニウム）を用いて形成されている。その他の例として、電極 50 は、X線が透過することができる程膜厚を薄いものとしてもよい。

[0023] シリコン基板 20 において発生した正孔は、シリコン基板 20 の内部の電界によって、変換膜 40 側に向かって移動し、その後、シリコン基板 20 と変換膜 40 の界面を通過して変換膜 40 に入り込む。さらに、この正孔は、

変換膜４０の内部の電界によって、電子源３０側に向かって移動する。一方、変換膜４０において発生した正孔は、変換膜４０の内部の電界によって、電子源３０側に向かって移動する。このようにして、変換膜４０では、電子源３０と対向する表面に正孔が蓄積することになる。そしてこの場合に生成される正孔パターンは、撮像装置に入射したＸ線の像に対応したものとなる。

[0024] 変換膜４０の表面に蓄積した正孔は、電子源３０から放射される電子によって２次元的に走査される。この場合、電子源３０からの電子が正孔と結合すると、変換膜４０からシリコン基板２０を介して電極５０に電流が流れる。そしてこの電流は、リード電極５２によって読み出される。この場合、電子源３０のいずれの部分から電子が放射されたかを電子源３０から読み出すことにより、変換膜４０の表面に生成された正孔パターンを読み出すことができる。

[0025] 図４は、図１の第１の変形例を示す図である。本図に示すように、撮像装置は、絶縁材２２を備えていてもよい。絶縁材２２は、例えば、絶縁性樹脂である。絶縁材２２は、電極５０の周囲に位置し、シリコン基板２０を覆っている。さらに、本図に示す例では、絶縁材２２は、電極５０の側面に接している。これにより、シリコン基板２０は、外部に露出されている表面が絶縁材２２及び電極５０によって覆われる。これにより、シリコン基板２０を外部の領域から電氣的に分離することができる。ただし、絶縁材２２は、電極５０の側面から離れていてもよい。この場合においても、シリコン基板２０のうち絶縁材２２と電極５０の間で露出する表面の面積がある程度小さいときは、シリコン基板２０を外部の領域から電氣的に分離することができる。

[0026] 本図に示す例において、絶縁材２２は、開口２４を有している。開口２４は、平面視において、電極５０を内側に含んでいる。開口２４の内側面は、電極５０の側面に接している。このような開口２４は、例えば、シリコン基板２０に電極５０を設けた後、電極５０の周囲に絶縁材２２を設けることで

形成される。ただし、開口 24 は、シリコン基板 20 に形成された絶縁膜（絶縁材 22）を選択的に除去することにより形成してもよい。この場合、電極 50 は、例えば、開口 24 が形成された後にシリコン基板 20 に設けられる。

[0027] 図 5 は、図 1 の第 2 の変形例を示す図である。本図に示すように、シリコン基板 20 は、側面が枠体 120 の内側面にはめ込まれていてもよい。なお、シリコン基板 20 の側面と枠体 120 の内側面の間には、封止材（例えば、ガラスフリット又はインジウム）を設けてもよい。本図に示す例においても、シリコン基板 20 は、容器 10 の開口を塞ぐことができる。なお、本図に示す例においても、シリコン基板 20 の上面（例えば、電極 50 によって覆われていない部分）に絶縁材 22（図 4）を設けてもよい。

[0028] 以上、本実施形態によれば、変換膜 40 は、シリコン基板 20 によって変換することができないエネルギーを有する X 線を電荷に変換することができる。これにより、シリコン基板 20 によって変換することができないエネルギーを有する X 線がシリコン基板 20 に照射されたとしても、この X 線を変換膜 40 において変換することができる。これにより、広いエネルギー範囲で X 線を検出することができる。

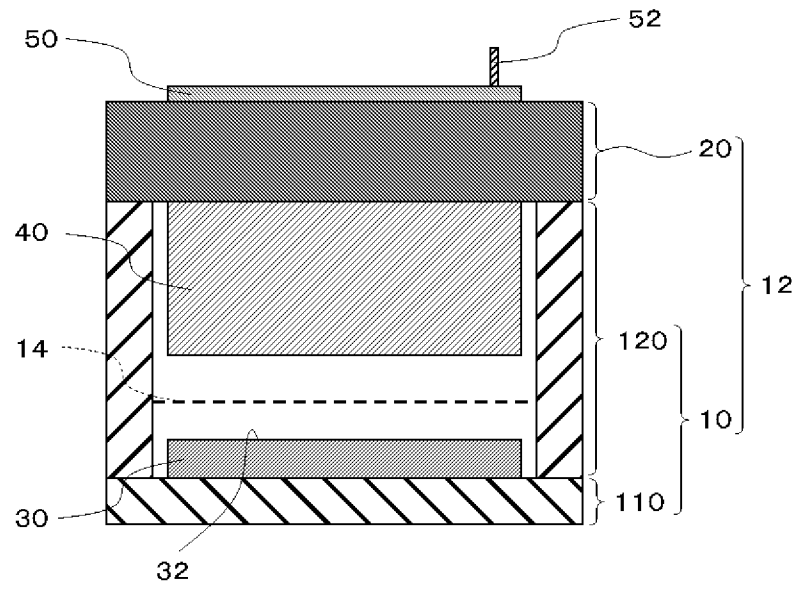
[0029] さらに、本実施形態によれば、シリコン基板 20 は、真空容器 12 の外壁の一部となっている。このため、シリコン基板 20 に電圧を印加するための電極（例えば、電極 50 及びリード電極 52）を真空容器 12 の外側に設けることができる。

[0030] 以上、図面を参照して実施形態及び実施例について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

請求の範囲

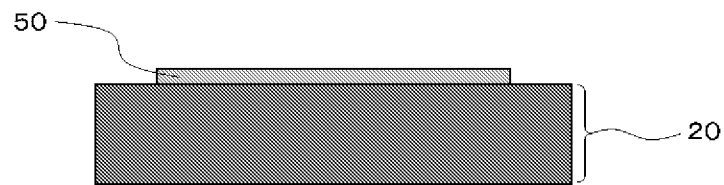
- [請求項1] 内部に空間を有し、前記空間に繋がる開口を有する容器と、
前記開口を塞ぐシリコン基板と、
前記容器の前記空間内に設けられ、前記シリコン基板に対向する電子源と、
前記シリコン基板と前記電子源の間に位置し、前記シリコン基板に電氣的に接続し、X線を電荷に変換する変換膜と、
前記シリコン基板を介して前記変換膜の反対側に位置し、前記シリコン基板に電氣的に接続する第1電極と、
を備える撮像装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の撮像装置において、
前記変換膜は、シリコンより原子量の大きい材料を含む撮像装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の撮像装置において、
前記材料は、セレンである撮像装置。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか一項に記載の撮像装置において、
前記シリコン基板は、前記開口及びその周囲を覆っている撮像装置。
- [請求項5] 請求項1～3のいずれか一項に記載の撮像装置において、
前記シリコン基板は、前記容器の内側面にはめ込まれている撮像装置。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか一項に記載の撮像装置において、
前記第1電極の周囲に位置し、前記シリコン基板を覆う絶縁材を備える撮像装置。
- [請求項7] 請求項6に記載の撮像装置において、
前記絶縁材は、前記第1電極の少なくとも一部に接する撮像装置。

[図1]

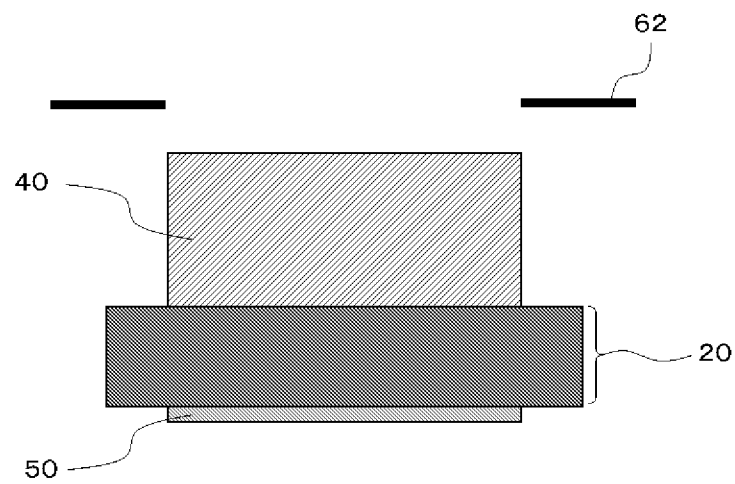


[図2]

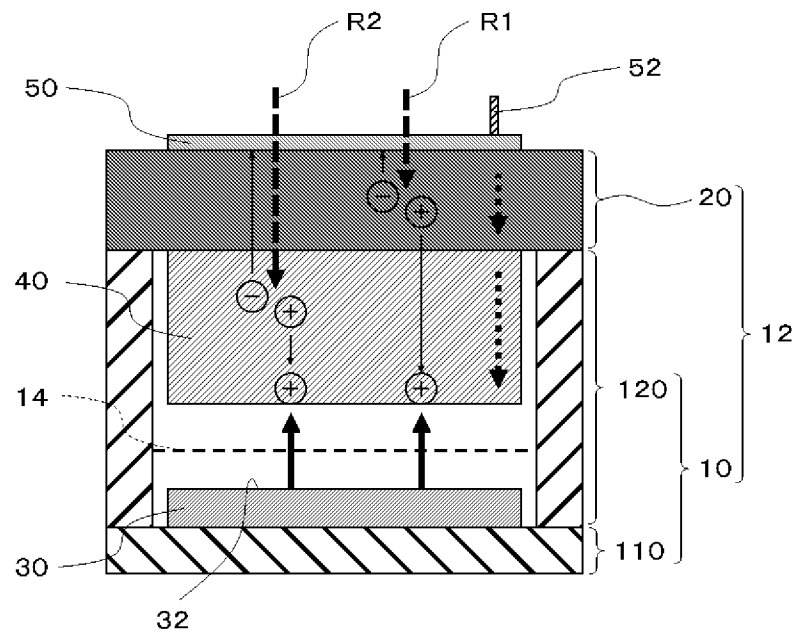
(a)



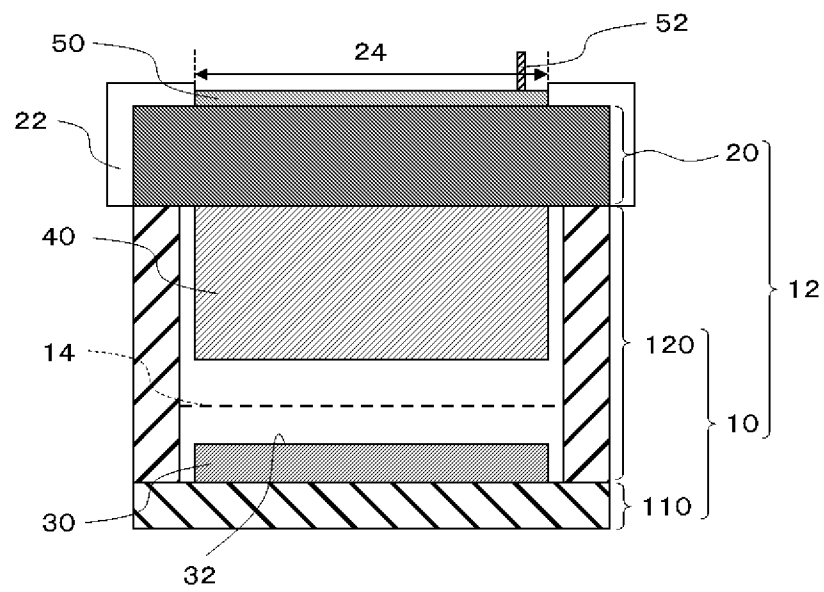
(b)



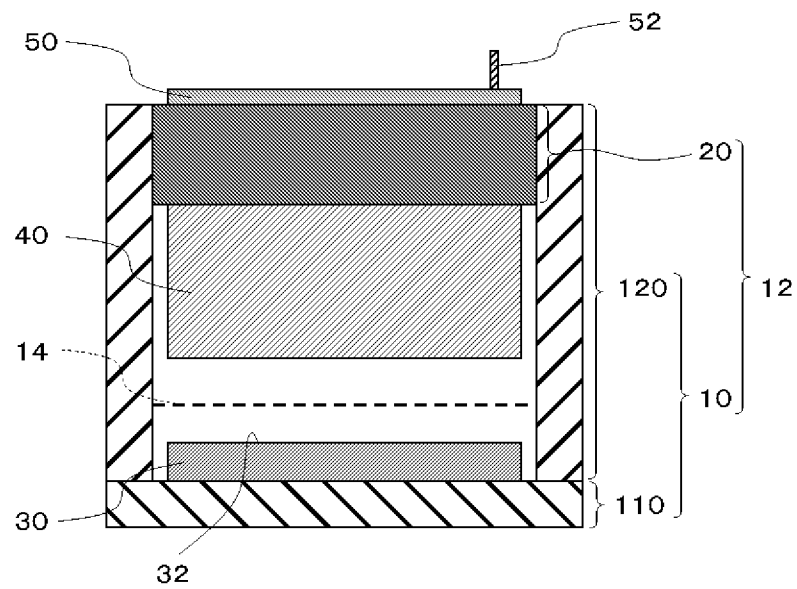
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J31/49(2006.01)i, G01T1/24(2006.01)i, H04N5/32(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)

H01J31/49, G01T1/24, H04N5/32

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2009-186475 A (Panalytical B.V.), 20 August 2009 (20.08.2009), entire text; all drawings & US 2009/0200478 A1 & EP 2088451 A1 & CN 101521246 A	1-7
A	JP 2010-28267 A (Pioneer Corp.), 04 February 2010 (04.02.2010), entire text; all drawings & US 2010/0025568 A1	1-7

☐ 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 April 2015 (08.04.15)

Date of mailing of the international search report
21 April 2015 (21.04.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01J31/49(2006.01)i, G01T1/24(2006.01)i, H04N5/32(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（I P C））

Int.Cl. H01J31/49, G01T1/24, H04N5/32

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2009-186475 A（パナリティカル ビー ヴィ）2009.08.20, 全文全図 & US 2009/0200478 A1 & EP 2088451 A1 & CN 101521246 A	1 - 7
A	JP 2010-28267 A（パイオニア株式会社）2010.02.04, 全文全図 & US 2010/0025568 A1	1 - 7

☐ 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

0 8 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

桐畑 幸▲廣▼

2 G

9 6 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 2 6