

(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
2014 年 8 月 7 日(07.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/119079 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 35/16 (2006.01) H05G 1/04 (2006.01)
H01J 35/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/079921
- (22) 国際出願日: 2013 年 11 月 5 日(05.11.2013)
- (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 2013-014175 2013 年 1 月 29 日(29.01.2013) JP
- (71) 出願人: 双葉電子工業株式会社(FUTABA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2978588 千葉県茂原市大芝 6 2 9 Chiba (JP). 浜松ホトニクス株式会社(HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 仲村 竜弥(NAKAMURA Tatsuya); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 小杉 典正(KOSUGI Norimasa); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 奥村 直樹(OK-

UMURA Naoki); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 佐藤 義孝(SATO Yoshitaka); 〒2978588 千葉県茂原市大芝 6 2 9 双葉電子工業株式会社内 Chiba (JP). 松本 晃(MATSUMOTO Akira); 〒2978588 千葉県茂原市大芝 6 2 9 双葉電子工業株式会社内 Chiba (JP). 丸島 吉久(MARUSHIMA Yoshihisa); 〒2978588 千葉県茂原市大芝 6 2 9 双葉電子工業株式会社内 Chiba (JP). 中村 和仁(NAKAMURA Kazuhito); 〒2978588 千葉県茂原市大芝 6 2 9 双葉電子工業株式会社内 Chiba (JP).

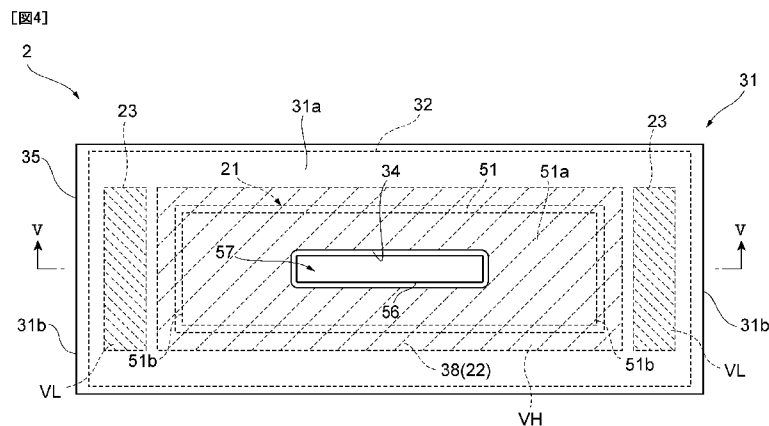
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

[続葉有]

(54) Title: X-RAY RADIATION SOURCE

(54) 発明の名称: X線照射源



(57) Abstract: Provided is an X-ray radiation source (2) in which, among the wall sections of a housing (51) for an X-ray tube (21), facing wall sections (51b) formed from alkali-containing glass are arranged to face a high-voltage area (VH) of a power supply section including a high voltage-emitting module (22) that generates a negative high voltage that is applied to a filament (52). As a result of this configuration, the generation of an electric field in the facing wall sections (51b) is minimized and alkali ions are prevented from separating from the glass. Changes in the inter-electrode potential relationship of the differing potentials of the filament (52), a grid (53), a target (54) and the like are thus minimized, making it possible to prevent the occurrence of defects such as the inability to retain a desired X-ray dose. As a result, it is possible to maintain stable operation.

(57) 要約: X線照射源(2)では、X線管(21)の筐体(51)の壁部のうち、アルカリを含むガラスによって形成された対向壁部(51b)が、フィラメント(52)へ印加される負の高電圧を発生する高圧発生モジュール(22)を含む電源部の高電圧領域VHに対向して配置されている。このような構成により、対向壁部(51b)に電界が生じることが抑制され、アルカリイオンがガラスから析出することが抑えられる。したがって、フィラメント(52)や、グリッド(53)、ターゲット(54)等の異なる電位の電極間における電位関係の変化が抑制され、所望のX線量を保持することができないといった不具合の発生を防止できるので、安定した動作を維持することが可能となる。



WO 2014/119079 A1



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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

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))

明 細 書

発明の名称： X線照射源

技術分野

[0001] 本発明は、X線照射源に関する。

背景技術

[0002] 従来、X線照射窓を有する筐体内にX線管や高圧発生モジュールなどを組み込んで構成されたX線照射源が開発されている。例えば特許文献1に記載の工業用X線発生装置では、昇圧回路の高圧側とX線管の陰極とが近接して配置されている。また、例えば特許文献2に記載の軟X線発生装置では、エミッタの表面に所定の粒径のダイヤモンド粒子からなる薄膜が設けられている。この装置では、X線管の筐体全体がアルミで形成されており、X線管のカソード配置面の外側に金属部材が位置した構成となっている。

[0003] 以上のようなX線照射源においては、X線管の給電端子との熱膨張係数を合わせる観点から、例えばソーダライムガラスといったアルカリを含むガラスを筐体の底板等に用いることが考えられる。このようなガラスの熱膨張係数は、X線管内に配置される各種の電極や封止材料との熱膨張係数と近いいため、真空保持性能の高い真空筐体を形成することが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-49123号公報

特許文献2：特開2007-305565公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、X線管の筐体にアルカリを含むガラスを用いる場合、負の高電圧が印加される陰極等の高圧部と、低電圧（或いは接地電位）が印加される各種の制御回路等の低圧部とでガラスが挟まれると、高圧部の電位に引き寄せられてアルカリイオンがガラスから析出することがある。このようなアル

カリイオンの析出が生じ、X線管内の電極等にアルカリイオンが付着すると、各電極間の電位関係が変化するため、所望のX線量を保持することができないといった不具合が生じるおそれがあることが分かった。

[0006] 本発明は、上記課題の解決のためになされたものであり、筐体からのアルカリイオンの析出を抑制することにより、安定した動作を実現できるX線照射源及びX線管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

[0007] 上記課題の解決のため、本発明に係るX線照射源は、負の高電圧が印加される陰極と、陰極からの電子の入射によってX線を発生させるターゲットと、陰極とターゲットとを収容すると共にターゲットから発生したX線を外部に出射させる出力窓を有する筐体とを有するX線管と、陰極に印加される負の高電圧を発生させる電源部と、を備え、筐体は、出力窓が設けられた窓用壁部と、窓用壁部に接合されて陰極及びターゲットを収容する収容空間を形成する本体部と、を有し、本体部は、窓用壁部と対向して配置され、アルカリを含むガラスによって形成された対向壁部を有し、電源部は、負の高電圧を発生させる高電圧発生部と、当該高電圧発生部に接続されると共に対向壁部が配置される高電圧領域とを有していることを特徴としている。

[0008] このX線照射源では、X線管の筐体の壁部のうち、アルカリを含むガラスによって形成された対向壁部が、陰極へ印加される負の高電圧を発生する高電圧発生部に接続される高電圧領域に配置されている。このような構成により、対向壁部に電界が生じることが抑制され、アルカリイオンがガラスから析出することが抑えられる。したがって、アルカリイオンの付着による各電極間の電位関係の変化が抑制され、所望のX線量を保持することができないといった不具合が生じることなく、安定した動作を維持することが可能となる。

[0009] また、陰極は、対向壁部の内面に沿って延在しており、高電圧領域は、陰極の延在方向に沿って延在していることが好ましい。陰極が延在する場合には対向壁部でのアルカリイオンの析出も生じ易くなるが、高電圧領域を陰極

に沿って延在させることで、アルカリイオンの析出を好適に抑制できる。

[0010] また、陰極の電子放出部は、対向壁部から離間しており、電子放出部と対向壁部との間には、電源部から陰極に供給される負の高電圧と略同等の負の高電圧が印加される背面電極が設けられ、背面電極は、陰極と対向するように対向壁部の内面に沿って延在して配置されていることが好ましい。電子放出部が対向壁部と直接的に面していると、対向壁部が帯電して電位が不安定となり、電子の放出も不安定になる場合が考えられる。したがって、背面電極を陰極と対向して配置することにより、かかる不具合を防止できる。一方、対向壁部により近い背面電極が形成する電界によって対向壁部でのアルカリイオンの析出が生じ易くなるが、高電圧領域と背面電極とを対向させることで、安定した電子放出を実現しつつ、アルカリイオンの析出をより好適に抑制できる。

[0011] また、筐体及び電源部が載置されると共に、高電圧領域を形成する配線部を備えた回路基板を更に備え、高電圧発生部及び配線部は、対向壁部の少なくとも一部を囲うように配置されていることが好ましい。このような高電圧発生部及び配線部の配置により、対向壁部に電界が生じることをより確実に抑制できる。また、X線管の安定的な固定を実現できる。

[0012] また、筐体及び電源部が載置されると共に、高電圧領域を形成する配線部を備えた回路基板を更に備え、筐体は、スペーサを介して回路基板に固定され、高電圧発生部及び配線部は、対向壁部と対向する位置で、筐体と回路基板との間でスペーサの少なくとも一部を囲うように配置されていることが好ましい。このような高電圧発生部及び配線部の配置においても、対向壁部に電界が生じることを確実に抑制できる。また、スペーサによってX線管を安定して固定しつつ、高電圧発生部及び配線部を対向壁部と対向する位置に配置することで、回路基板を有効に利用でき、装置の小型化が図られる。

[0013] また、筐体及び電源部が載置されると共に、高電圧領域を形成する配線部を備えた回路基板を更に備え、高電圧発生部及び配線部は、対向壁部と対向する位置で、回路基板における筐体の載置面と反対面側に配置されているこ

とが好ましい。このような高電圧発生部及び配線部の配置においても、対向壁部に電界が生じることを確実に抑制できる。また、筐体周りの構成を簡単化でき、装置の小型化が図られる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、筐体からのアルカリイオンの析出を抑制することにより、安定した動作を実現できる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の第1実施形態に係るX線照射源を含んで構成されるX線照射装置を示す斜視図である。

[図2]図1に示したX線照射装置の機能的な構成要素を示すブロック図である。

[図3]図1に示したX線照射源の斜視図である。

[図4]図3の平面図である。

[図5]図4におけるV-V線断面図である。

[図6]図5におけるVⅠ-VⅠ線断面図である。

[図7]変形例に係るX線照射源を示す平面図である。

[図8]本発明の第2実施形態に係るX線照射源におけるX線管と回路基板との結合状態を示す断面図である。

[図9]本発明の第3実施形態に係るX線照射源を示す平面図である。

[図10]図9に示したX線照射源におけるX線管と回路基板との結合状態を示す断面図である。

[図11]本発明の効果確認試験結果を示す図であり、(a)は実施例1、(b)は実施例2の結果である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照しながら、本発明に係るX線照射源の好適な実施形態について詳細に説明する。

[0017] 図1は、本発明の第1実施形態に係るX線照射源を含んで構成されるX線照射装置を示す斜視図である。同図に示すX線照射装置1は、例えば大型ガ

ラスを取り扱う製造ラインにおいてクリーンルーム等に設置され、X線の照射によって大型ガラスの除電を行うフォトイオナイザ（光照射式除電装置）として構成されている。このX線照射装置1は、X線を照射するX線照射源2と、X線照射源2を制御するコントローラ3とを備えて構成されている。

[0018] 図2は、X線照射装置1の機能的な構成要素を示すブロック図である。同図に示すように、コントローラ3は、制御回路11を含んで構成されている。制御回路11は、例えばX線照射源2に内蔵されるX線管21に向けて電力を供給する電源回路、X線管21に向けて駆動及び停止を制御する制御信号を送信する制御信号送信回路などを含んで構成されている。この制御回路11は、接続ケーブルCによってX線照射源2と接続されている。

[0019] 次に、上述したX線照射源2の構成について詳細に説明する。

[0020] 図3は、図1に示したX線照射源の斜視図である。また、図4は、図3の平面図であり、図5は、図4におけるV-V線断面図である。図3～図5に示すように、X線照射源2は、金属製の略直方体形状の筐体31内に、X線管21及び高圧発生モジュール（電源部、高電圧発生部）22と、駆動回路23の少なくとも一部が搭載される第1の回路基板32及び第2の回路基板33とを有している。

[0021] 筐体31は、図3及び図4に示すように、X線管21から発生したX線を外部に向けて出射させるX線出射窓34が形成された長方形形状の壁部31a、及びこの壁部31aの各辺に設けられた側壁部31bを有して一面側が開口する本体部35と、壁部31aに対向し、本体部35の開口部分を塞ぐように取り付けられた蓋部31cとを備えている。X線出射窓34は、壁部31aの略中央部分において、筐体31の長手方向に沿って長方形形状に形成された開口部によって構成されている。

[0022] X線管21は、図5に示すように、筐体31に比べて十分に小さい略直方体形状の筐体51内に、電子ビームを発生させるフィラメント（陰極）52と、電子ビームを加速させるグリッド53と、電子ビームの入射に応じてX線を発生させるターゲット54とを有している。筐体51は、出力窓57が

設けられた窓用壁部 5 1 a と、窓用壁部 5 1 a に接合されてフィラメント 5 2、グリッド 5 3、及びターゲット 5 4 を收容する收容空間を形成する本体部とを備えている。この本体部は、当該窓用壁部 5 1 a に対向する対向壁部 5 1 b と、窓用壁部 5 1 a 及び対向壁部 5 1 b の外縁に沿う側壁部 5 1 c とによって構成されている。窓用壁部 5 1 a は、例えばステンレス等の金属板によって形成されている。対向壁部 5 1 b は、例えばソーダライムガラスやホウケイ酸ガラスといったアルカリ（ここではナトリウム）を含むガラス等の絶縁性材料によって形成されている。また、側壁部 5 1 c は、例えばガラス等の絶縁性材料によって形成されている。

[0023] 側壁部 5 1 c の高さは、窓用壁部 5 1 a 及び対向壁部 5 1 b の長手方向の長さよりも小さくなっている。つまり、筐体 5 1 は、窓用壁部 5 1 a 及び対向壁部 5 1 b を平板平面に見立てることができるような、平板状の略直方体形状となっている。窓用壁部 5 1 a の略中央部分には、X 線出射窓 3 4 に比べて一回り小さい開口部 5 1 d が筐体 5 1 の長手方向（窓用壁部 5 1 a 及び対向壁部 5 1 b の長手方向）に沿って長形状に形成されている。この開口部 5 1 d は、出力窓 5 7 を構成する。

[0024] フィラメント 5 2 は、対向壁部 5 1 b 側に配置され、グリッド 5 3 は、フィラメント 5 2 とターゲット 5 4 との間に配置されている。フィラメント 5 2 及びグリッド 5 3 は、筐体 5 1 の長手方向に沿って延在し、図 6 に示すように、それぞれ複数の給電ピン 5 5 が接続されている。給電ピン 5 5 は、側壁部 5 1 c と対向壁部 5 1 b との間を通して筐体 5 1 の幅方向の両側にそれぞれ突出し、第 1 の回路基板 3 2 上の配線部 3 8（後述）に電氣的に接続されている。フィラメント 5 2 には、配線部 3 8 及び給電ピン 5 5 を介し、例えば 5 k V 程度の負の高電圧が高圧発生モジュール 2 2 から印加される。

[0025] また、図 5 に示すように、フィラメント 5 2 の電子放出部 5 2 a は、対向壁部 5 1 b から離間しており、電子放出部 5 2 a と対向壁部 5 1 b との間には、フィラメント 5 2 と対向するように背面電極 5 8 が配置されている。背面電極 5 8 は、その長手方向がフィラメント 5 2 の電子放出部 5 2 a に沿っ

て延びると共に、その短手方向がフィラメント 5 2 の径に対して十分に大きな長さを有するような矩形状に形成され（図 6 参照）、対向壁部 5 1 b の内面に密着して載置された状態で配置されている。背面電極 5 8 には、フィラメント 5 2 に接続される給電ピン 5 5 とは別の複数の給電ピン 5 5 が接続されており、フィラメント 5 2 と同様に、配線部 3 8 及び給電ピン 5 5 を介して -5 kV 程度の負の高電圧が高圧発生モジュール 2 2 から印加される。

[0026] 一方、窓用壁部 5 1 a の外面側には、図 5 に示すように、開口部 5 1 d を封止するように、例えばチタンなど、X線透過性が良く且つ導電性を備えた材料からなる長形状の窓材 5 6 が密着固定され、ターゲット 5 4 で発生したX線をX線管 2 1 の外部へ出力させる出力窓 5 7 が構成されている。なお、例えばタングステンなどからなるターゲット 5 4 は、窓材 5 6 の内面に形成されている。

[0027] 第 1 の回路基板 3 2 には、図 4 に示すように、上述した駆動回路 2 3 の一部と、配線部 3 8 を含む高圧発生モジュール 2 2 とが配置されている。第 1 の回路基板 3 2 上の駆動回路 2 3 は、X線管 2 1 を長手方向に挟むように、第 1 の回路基板 3 2 の長手方向の両端部の略長形状の領域にそれぞれ配置されている。駆動回路 2 3 には、高圧発生モジュール 2 2 からX線管 2 1 に印加される電圧に比べて十分に低い電圧が印加され、第 1 の回路基板 3 2 上に低電圧領域 V_L を形成している。なお、図 5 に示すように、駆動回路 2 3 の一部は、第 2 の回路基板 3 3 上にも配置されている。

[0028] 一方、高圧発生モジュール 2 2 及び配線部 3 8 は、本発明における電源部の一部を構成するものであり、図 4 に示すように、X線管 2 1 から僅かに離間した状態で、筐体 5 1 の対向壁部 5 1 b 全体を囲むように、第 1 の回路基板 3 2 の中央部に矩形の枠状に設けられている。高圧発生モジュール 2 2 において負の高電圧を発生させ、高圧発生モジュール 2 2 に接続された配線部 3 8 を給電路とすることで、矩形の枠及びその内側に高電圧領域 V_H を形成している。X線管 2 1 は、筐体 5 1 の対向壁部 5 1 b と高電圧領域 V_H とが対向するように第 1 の回路基板 3 2 に固定されており、高電圧領域 V_H は、

筐体 5 1 内のフィラメント 5 2 の延在方向に沿って延在し、フィラメント 5 2 及び背面電極 5 8 と対向した状態となっている（図 5 参照）。

[0029] 筐体 3 1 内での X 線管 2 1、高圧発生モジュール 2 2、第 1 の回路基板 3 2、及び第 2 の回路基板 3 3 の固定には、図 5 に示すように、スペーサ部材 6 0 が採用されている。スペーサ部材 6 0 は、例えばセラミックによって棒状に形成され、非導電性を呈している。スペーサ部材 6 0 は、筐体 3 1 における蓋部 3 1 c の内面側に立設され、X 線管 2 1 及び高圧発生モジュール 2 2 を搭載した第 1 の回路基板 3 2 と、駆動回路 2 3 の一部を搭載した第 2 の回路基板 3 3 とを略平行に支持している。このような構造が設けられた蓋部 3 1 c は、X 線管 2 1 の出力窓 5 7 が筐体 3 1 の X 線出射窓 3 4 から露出するように位置合わせされ、本体部 3 5 に固定されている。

[0030] 以上のような構成を有する X 線照射源 2 では、X 線管 2 1 の筐体 5 1 の壁部のうち、アルカリを含むガラスによって形成された対向壁部 5 1 b が、フィラメント 5 2 へ印加される負の高電圧を発生する高圧発生モジュール 2 2 を含む電源部の高電圧領域 V_H に対向して配置されている。このような構成により、対向壁部 5 1 b に電界が生じることが抑制され、アルカリイオンがガラスから析出することが抑えられる。

[0031] アルカリイオンがガラスから析出すると、以下のような不具合が生じる。例えば析出したアルカリイオンが筐体 5 1 の内壁面等の絶縁部材の表面に付着すると、耐電圧能が低下する可能性がある。このため、フィラメント 5 2 や、グリッド 5 3、ターゲット 5 4 等の異なる電位の電極間における耐電圧能も低下し、各電極間に X 線管 2 1 を駆動させるために必要な電圧を印加することが困難となる可能性がある。また、析出したアルカリイオンがグリッド 5 3 に付着すると、グリッド 5 3 を構成する材料と付着したアルカリイオンとの仕事関数の違いによって、フィラメント 5 2 との間の電位関係に変化が生じる可能性があり、フィラメント 5 2 から安定して電子を取り出すことが困難になる可能性がある。

[0032] したがって、アルカリを含むガラスによって形成された対向壁部 5 1 b が

、フィラメント 5 2 へ印加される負の高電圧を発生する高圧発生モジュール 2 2 を含む電源部の高電圧領域 V H に対向して配置されていることで、フィラメント 5 2 や、グリッド 5 3、ターゲット 5 4 等の異なる電位の電極間における電位関係の変化が抑制され、所望の X 線量を保持することができないといった不具合が生じることなく、安定した動作を維持することが可能となる。また、析出したアルカリイオンがフィラメント 5 2 に付着すると、フィラメント 5 2 の表面状態が変化するために電子放出能も変化する可能性があるが、アルカリイオンがガラスから析出することを抑えることで、このような不具合も抑制することができる。

[0033] また、X 線照射源 2 では、フィラメント 5 2 の電子放出部 5 2 a が対向壁部 5 1 b から離間しており、電子放出部 5 2 a と対向壁部 5 1 b との間に、高圧発生モジュール 2 2 からフィラメント 5 2 に供給される負の高電圧と略同等の負の高電圧が印加される背面電極 5 8 がフィラメント 5 2 と対向するように対向壁部 5 1 b の内面に沿って延在して配置されている。さらに、高電圧領域 V H は、フィラメント 5 2 の延在方向に沿って延在し、背面電極 5 8 と対向した状態となっている。

[0034] 電子放出部 5 2 a が対向壁部 5 1 b と直接的に面していると、対向壁部 5 1 b が帯電して電位が不安定となり、電子の放出も不安定になる場合が考えられる。したがって、背面電極 5 8 をフィラメント 5 2 と対向して配置することにより、かかる不具合を防止できる。一方、フィラメント 5 2 と比較してより対向壁部 5 1 b に近い背面電極 5 8 が形成する電界によって、対向壁部 5 1 b でのアルカリイオンの析出が生じ易くなる。そこで、本実施形態では、高電圧領域 V H と背面電極 5 8 とを対向させることで、安定した電子放出を実現しつつ、対向壁部 5 1 b からのアルカリの析出をより確実に抑えることが可能となる。

[0035] また、X 線照射源 2 では、高電圧領域 V H を形成する高圧発生モジュール 2 2 及び配線部 3 8 が、第 1 の回路基板 3 2 において対向壁部 5 1 b 全体を囲うように配置されていることが好ましい。このような高圧発生モジュール

２２及び配線部３８の配置により、対向壁部５１ｂがより確実に高電圧領域ＶＨに配置され、対向壁部５１ｂに電界が生じることをより確実に抑制できる。また、Ｘ線管２１を第１の回路基板３２に固定することで、Ｘ線照射源２内におけるＸ線管２１の安定的な固定を実現できる。

[0036] なお、第１の回路基板３２において、高圧発生モジュール２２及び配線部３８は必ずしも対向壁部５１ｂ全体を囲んでなくともよい。例えば図７に示すように、対向壁部５１ｂの短手方向の一边を除いた対向壁部５１ｂの３辺を囲うように配線部３８を配置してもよい。この場合であっても、上述した実施形態と同様の作用効果を奏する。

[第２実施形態]

[0037] 図８は、本発明の第２実施形態に係るＸ線照射源におけるＸ線管と回路基板との結合状態を示す断面図である。同図に示すように、第２実施形態に係るＸ線照射源では、Ｘ線管２１と第１の回路基板３２との結合状態と、高圧発生モジュール２２及び配線部３８の配置とが第１実施形態と異なっている。

[0038] より具体的には、本実施形態では、Ｘ線管２１の筐体５１と第１の回路基板３２との間にスペーサ７３が配置されることでＸ線管２１の筐体５１と第１の回路基板３２とが離間しており、スペーサ７３を介して筐体５１と第１の回路基板３２とが結合している。スペーサ７３は、絶縁性材料からなるブロック状の部材であり、例えばシリコンゴムからなる。スペーサ７３は、例えば背面電極５８よりも一回り小さい扁平な略直方体形状をなし、対向壁部５１ｂ及び第１の回路基板３２の略中央部分にそれぞれ接着されている。また、本実施形態では、スペーサ７３によって対向壁部５１ｂと第１の回路基板３２との間に形成された隙間に高圧発生モジュール２２及び配線部３８が配置されている。高圧発生モジュール２２及び配線部３８は、第１の回路基板３２において、対向壁部５１ｂに接しない厚さでスペーサ７３を囲うように矩形の枠状に設けられている。

[0039] このような構成においても、Ｘ線管２１の筐体５１の壁部のうち、アルカ

りを含むガラスによって形成された対向壁部 5 1 b が、フィラメント 5 2 へ印加される負の高電圧を発生する高圧発生モジュール 2 2 を含む電源部の高電圧領域 V H に対向して配置されている。これにより、対向壁部 5 1 b に電界が生じることが抑制され、アルカリイオンがガラスから析出することが抑えられる。したがって、フィラメント 5 2 や、グリッド 5 3、ターゲット 5 4 等の異なる電位の電極間における電位関係の変化が抑制され、所望の X 線量を保持することができないといった不具合の発生を防止できるので、安定した動作を維持することが可能となる。

[0040] また、スペーサ 7 3 によって、X 線管 2 1 を安定して固定しつつ、対向壁部 5 1 b と第 1 の回路基板 3 2 との間に形成された隙間に高圧発生モジュール 2 2 及び配線部 3 8 を配置することができるので、第 1 の回路基板 3 2 を有効に利用できる。これにより、第 1 の回路基板 3 2 の大型化を抑制し、X 線照射源 2 の小型化を実現することができる。さらに、スペーサ 7 3 が絶縁性材料からなることで、対向壁部 5 1 b への電氣的な影響を抑制することもできる。

[0041] なお、スペーサ 7 3 は、シリコン樹脂やウレタンなどであってもよく、導電性材料からなるものであってもよい。対向壁部 5 1 b、スペーサ 7 3、及び第 1 の回路基板 3 2 の結合には、シールや接着剤等のように面同士の密着性を確保できる手法を用いることが好ましい。また、絶縁材料については自己融着性の材料を用いることも好ましい。

[第 3 実施形態]

[0042] 図 9 は、本発明の第 3 実施形態に係る X 線照射源の平面図である。また、図 10 は、その X 線管と回路基板との結合状態を示す断面図である。図 9 及び図 10 に示すように、第 3 実施形態に係る X 線照射源では、X 線管 2 1 と第 1 の回路基板 3 2 との結合状態と、高圧発生モジュール 2 2 及び配線部 3 8 の配置とが第 1 実施形態と更に異なっている。

[0043] より具体的には、本実施形態では、図 4 及び図 5 に示した第 1 の回路基板 3 2 よりも面積の大きい筐体 3 1 及び第 1 の回路基板 3 2 を用い、第 1 の回

路基板 3 2 の一面側において X 線管 2 1 の幅方向の双方に X 線管 2 1 を駆動させる駆動回路 2 3 を設けている。また、第 2 の回路基板 3 3 を用いず、枠状のスペーサ部材 8 2 を蓋部 3 1 c に固定し、スペーサ部材 8 2 の先端に第 1 の回路基板 3 2 を固定している。そして、高圧発生モジュール 2 2 及び配線部 3 8 は、第 1 の回路基板 3 2 における筐体 5 1 の載置面と反対面に、対向壁部 5 1 b と対向するように設けられている。

[0044] このような構成においても、X 線管 2 1 の筐体 5 1 の壁部のうち、アルカリを含むガラスによって形成された対向壁部 5 1 b が、フィラメント 5 2 へ印加される負の高電圧を発生する高圧発生モジュール 2 2 を含む電源部の高電圧領域 V_H に対向して配置されている。これにより、対向壁部 5 1 b に電界が生じることが抑制され、アルカリイオンがガラスから析出することが抑えられる。したがって、フィラメント 5 2 や、グリッド 5 3、ターゲット 5 4 等の異なる電位の電極間における電位関係の変化が抑制され、所望の X 線量を保持することができないといった不具合の発生を防止できるので、安定した動作を維持することが可能となる。また、回路基板の数が減少することで、筐体 3 1 の厚みをより小さくすることができるほか、筐体 5 1 周りの構成を簡単化できる。

[本発明の効果確認試験]

[0045] 図 1 1 は、本発明の効果確認試験の結果を示す図である。本試験は、対向壁部を囲うように高電圧領域を形成する配線部を第 1 の回路基板上に配置した例（実施例 1）と、低電圧領域側を除いた対向壁部の 3 辺を囲うように高電圧領域を形成する配線部を第 1 の回路基板上に配置した例（実施例 2）とにおいて、X 線管の筐体周辺の電位分布をシミュレーションしたものである。いずれの例においても、第 1 の回路基板上には、対向壁部周りの高電圧領域と、高電圧領域から離間した低電圧領域とが存在し、第 2 の回路基板上には、低電圧領域のみが位置していると仮定した。また、実施例 2 では実施例 1 に比べて第 2 の回路基板を第 1 の回路基板に近接させた。

[0046] 図 1 1 (a) 及び図 1 1 (b) に示すように、実施例 1 及び実施例 2 のい

ずれにおいても、対向壁部の長手方向の端部に僅かに電界が発生しているが、当該部分を除いて電界が発生していないことが確認できた。この結果から、本発明のように、X線管の対向壁部を高電圧領域に配置することで、対向壁部での電界の発生を抑制できることが確認できた。

符号の説明

[0047] 2…X線照射源、21…X線管、22…高圧発生モジュール（電源部、高電圧発生部）、32…第1の回路基板（回路基板）、38…配線部（電源部）、51…筐体、51a…窓用壁部、51b…対向壁部、52…フィラメント（陰極）、52a…電子放出部、54…ターゲット、57…出力窓、58…背面電極、73…スペーサ。

請求の範囲

- [請求項1] 負の高電圧が印加される陰極と、前記陰極からの電子の入射によってX線を発生させるターゲットと、前記陰極と前記ターゲットとを収容すると共に前記ターゲットから発生した前記X線を外部に出射させる出力窓を有する筐体とを有するX線管と、
- 前記陰極に印加される前記負の高電圧を発生させる電源部と、を備え、
- 前記筐体は、前記出力窓が設けられた窓用壁部と、前記窓用壁部に接合されて前記陰極及び前記ターゲットを収容する収容空間を形成する本体部と、を有し、
- 前記本体部は、前記窓用壁部と対向して配置され、アルカリを含むガラスによって形成された対向壁部を有し、
- 前記電源部は、前記負の高電圧を発生させる高電圧発生部と、当該高電圧発生部に接続されると共に前記対向壁部が配置される高電圧領域とを有していることを特徴とするX線照射源。
- [請求項2] 前記陰極は、前記対向壁部の内面に沿って延在しており、
- 前記高電圧領域は、前記陰極の延在方向に沿って延在していることを特徴とする請求項1記載のX線照射源。
- [請求項3] 前記陰極の電子放出部は、前記対向壁部から離間しており、
- 前記電子放出部と前記対向壁部との間には、前記電源部から前記陰極に供給される前記負の高電圧と略同等の負の高電圧が印加される背面電極が設けられ、
- 前記背面電極は、前記陰極と対向するように前記対向壁部の内面に沿って延在して配置されていることを特徴とする請求項1又は2記載のX線照射源。
- [請求項4] 前記筐体及び前記電源部が載置されると共に、前記高電圧領域を形成する配線部を備えた回路基板を更に備え、
- 前記高電圧発生部及び前記配線部は、前記対向壁部の少なくとも一

部を囲うように配置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項記載の X 線照射源。

[請求項5] 前記筐体及び前記電源部が載置されると共に、前記高電圧領域を形成する配線部を備えた回路基板を更に備え、

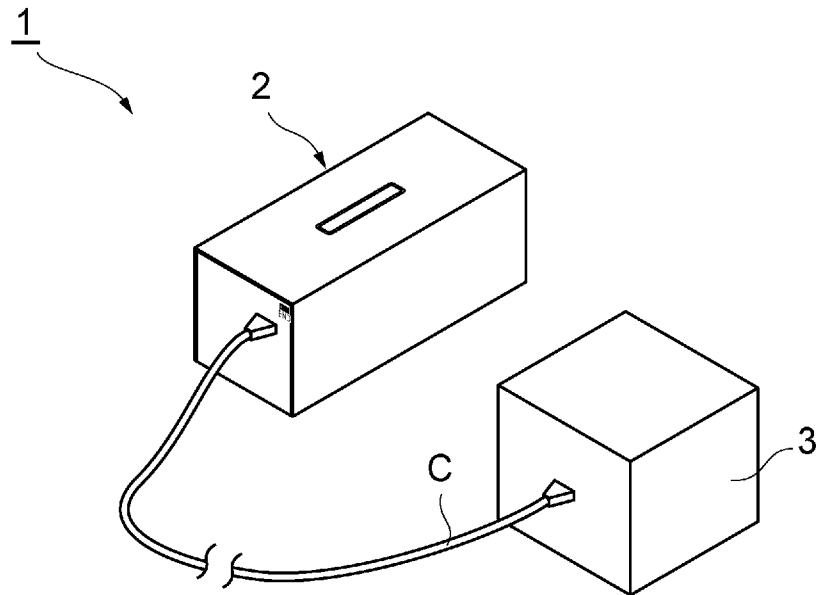
前記筐体は、スペーサを介して前記回路基板に固定され、

前記高電圧発生部及び前記配線部は、前記対向壁部と対向する位置で、前記筐体と前記回路基板との間で前記スペーサの少なくとも一部を囲うように配置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項記載の X 線照射源。

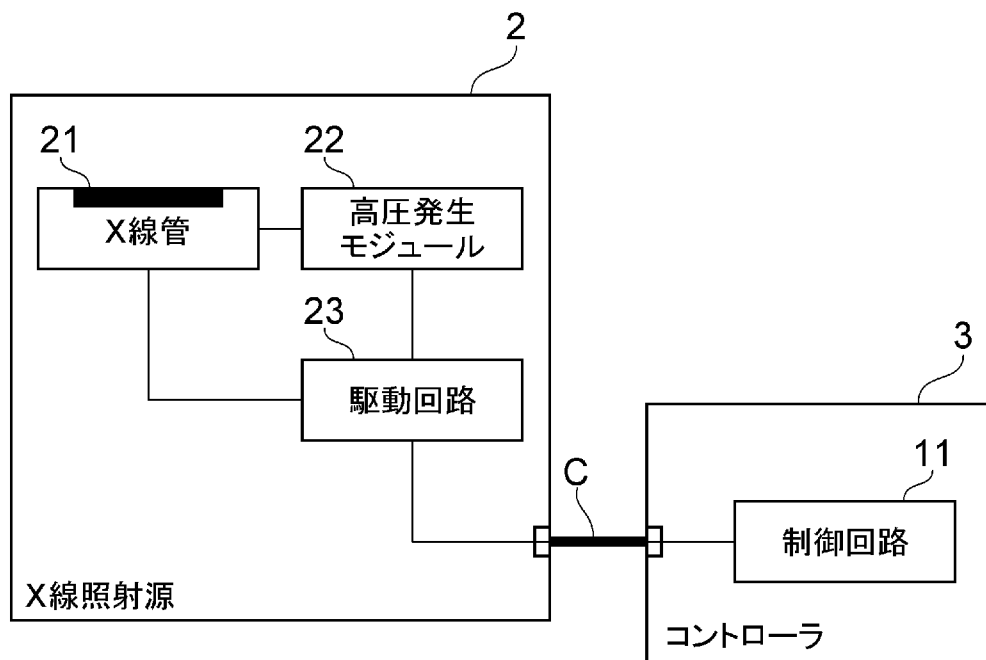
[請求項6] 前記筐体及び前記電源部が載置されると共に、前記高電圧領域を形成する配線部を備えた回路基板を更に備え、

前記高電圧発生部及び前記配線部は、前記対向壁部と対向する位置で、前記回路基板における前記筐体の載置面と反対面側に配置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項記載の X 線照射源。
。

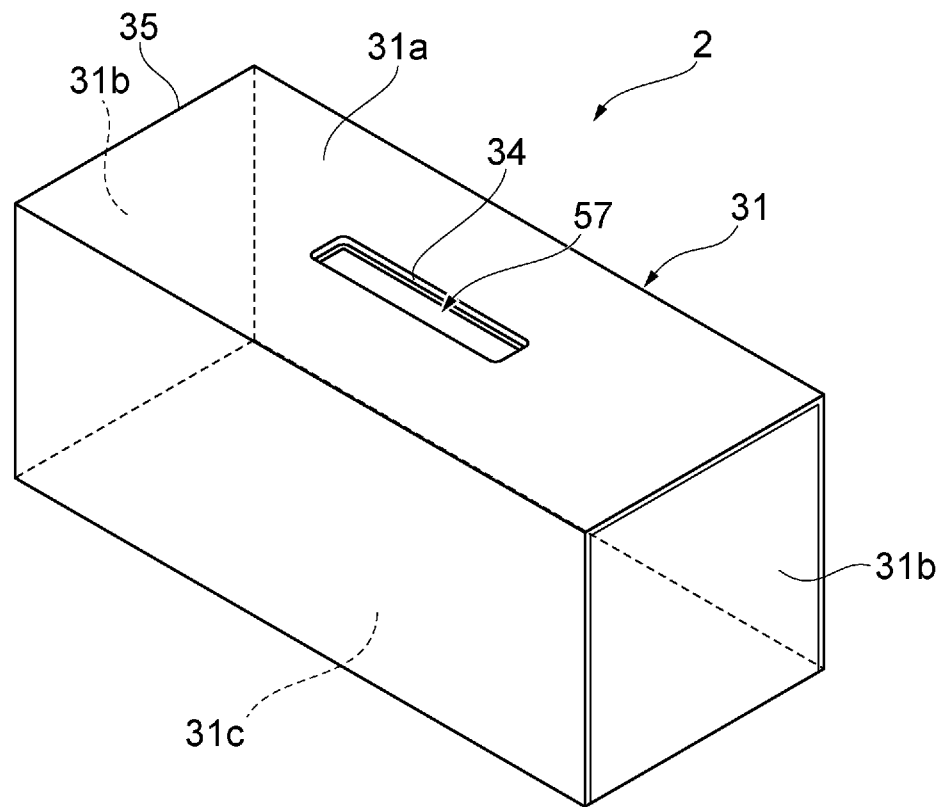
[図1]



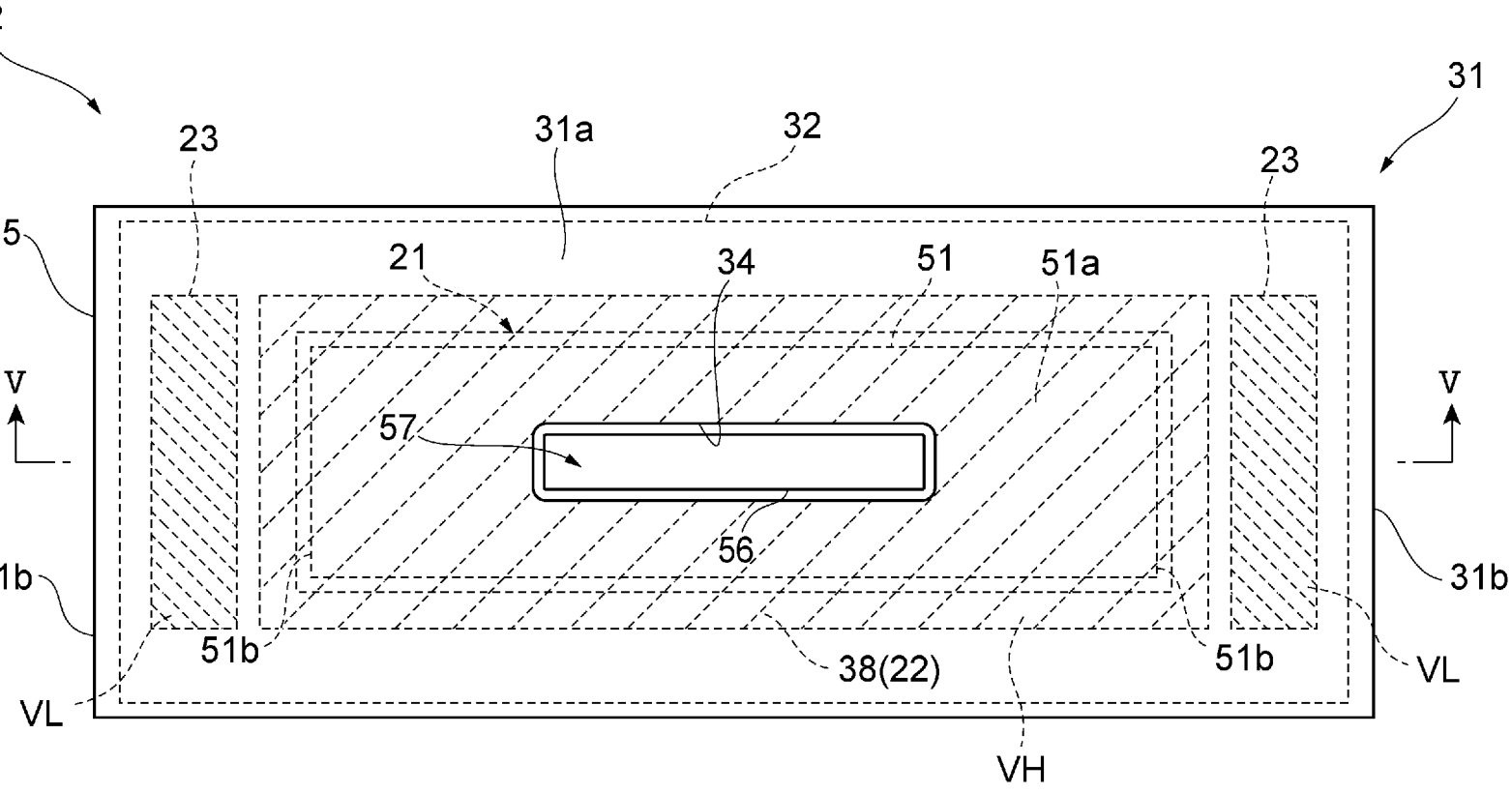
[図2]



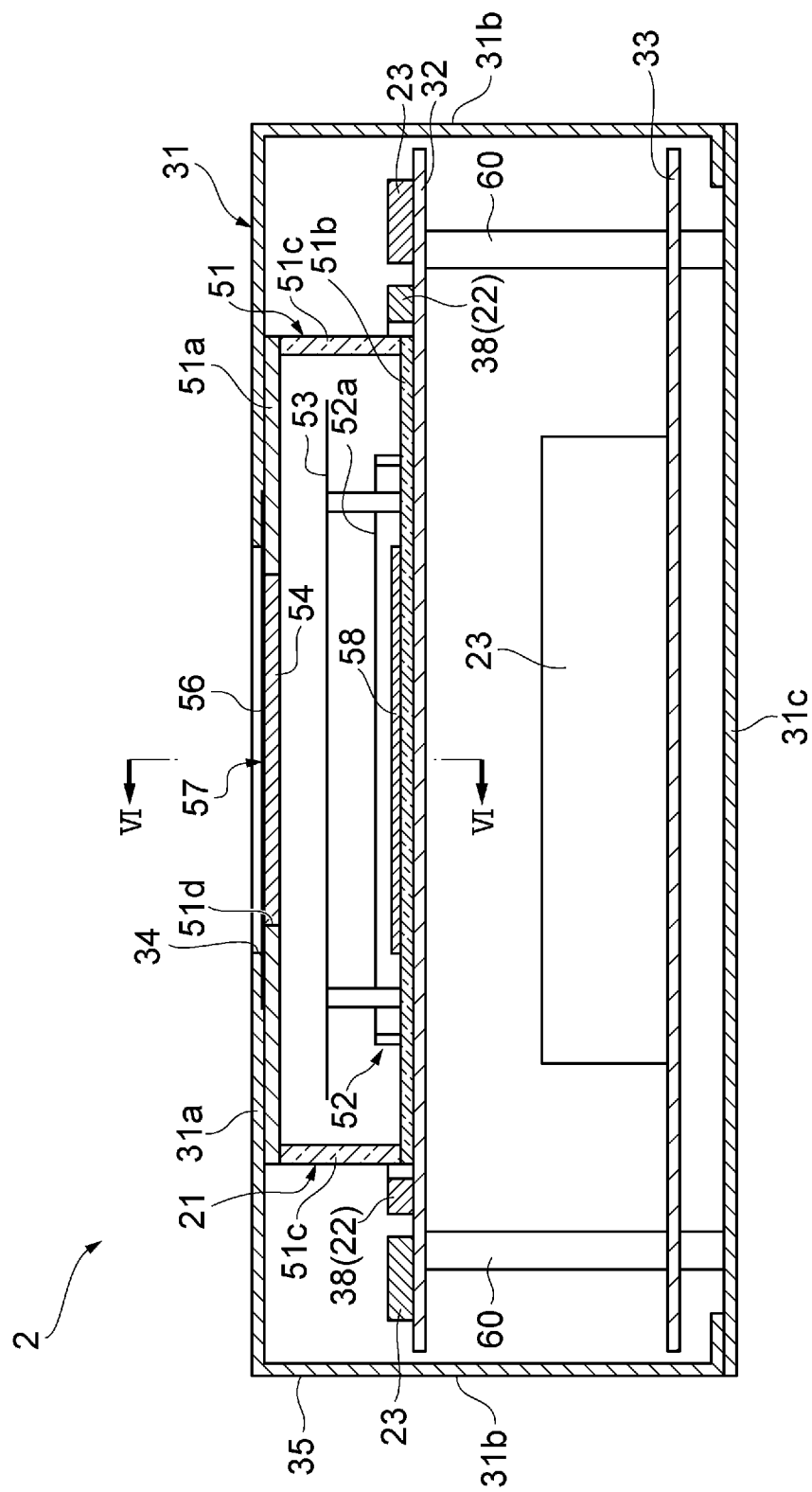
[図3]



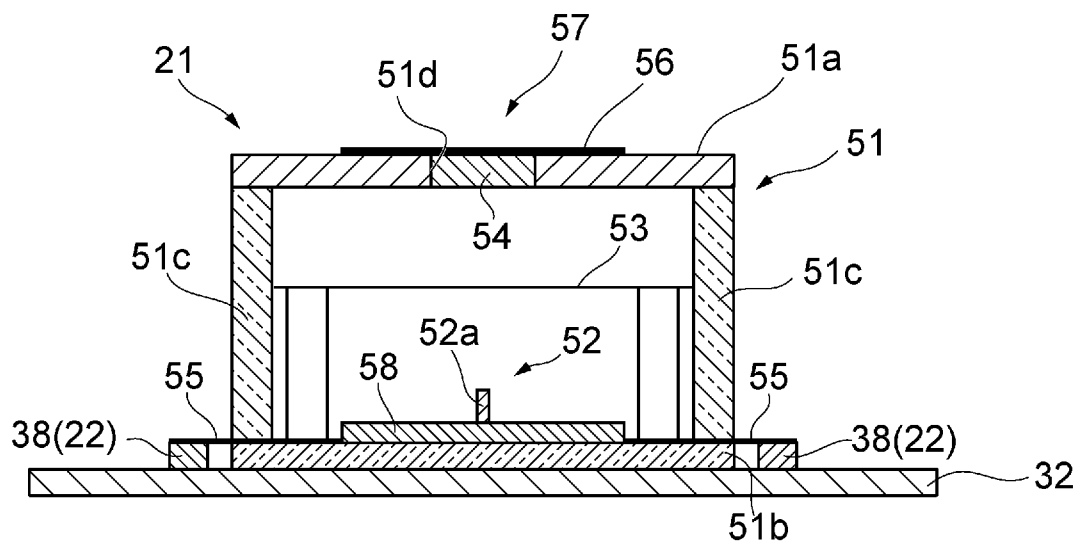
[図4]



[図5]

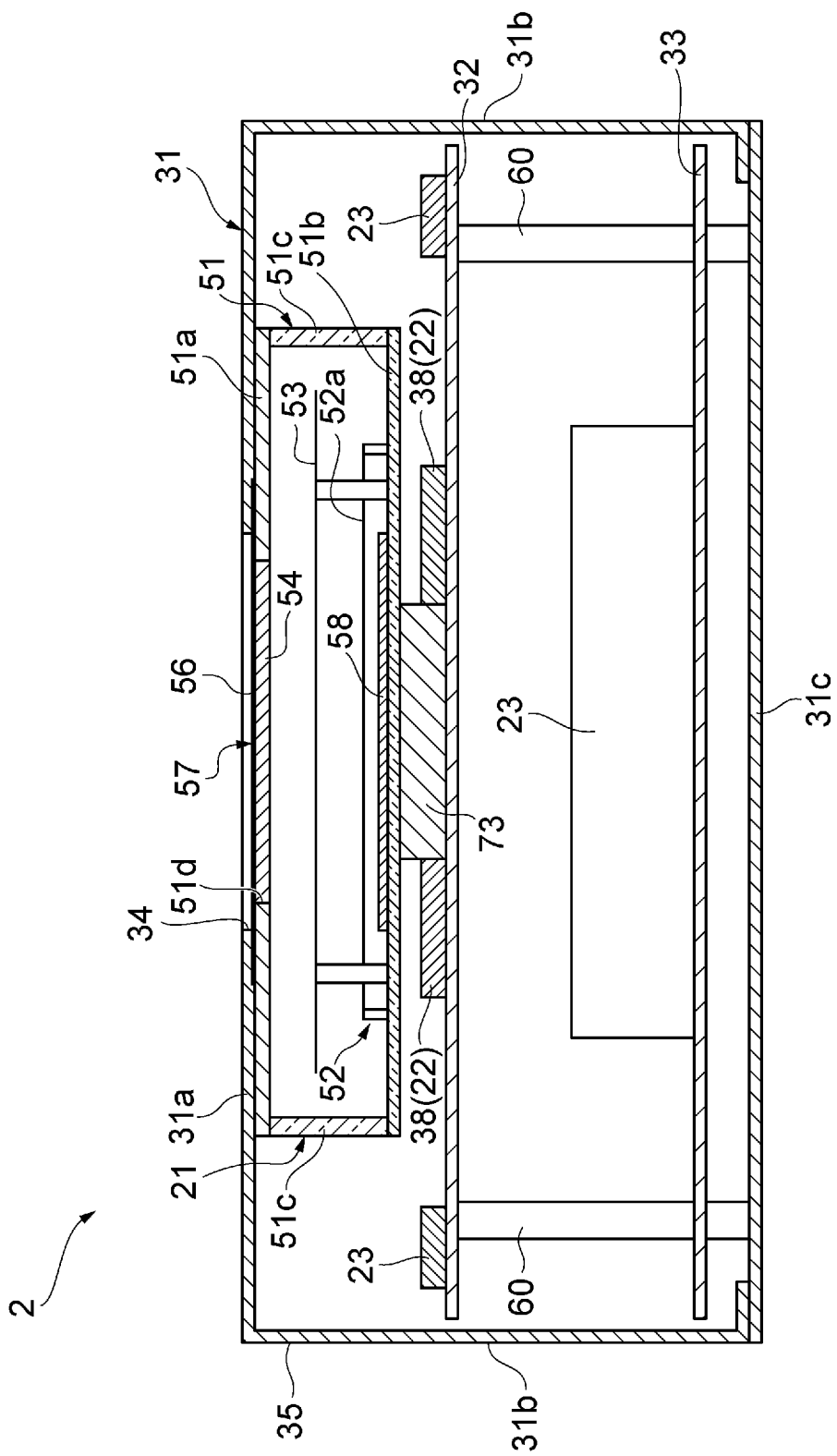


[図6]

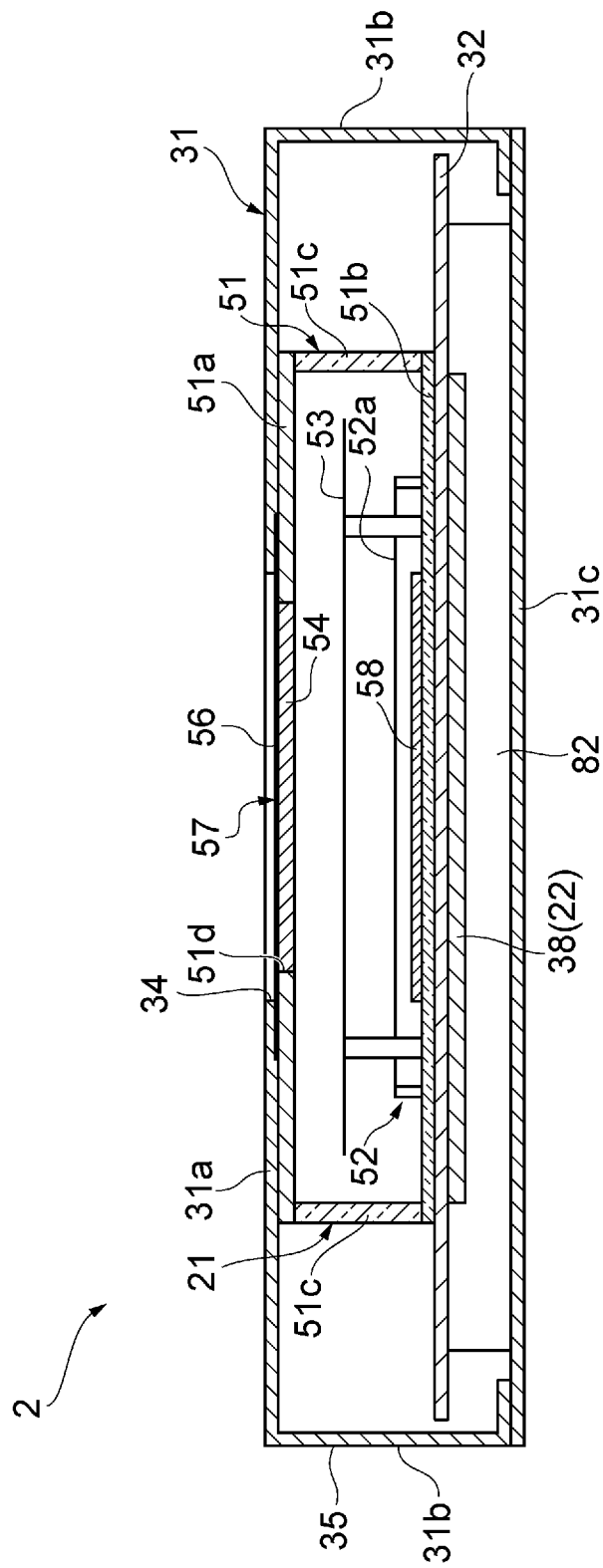


[illegible]

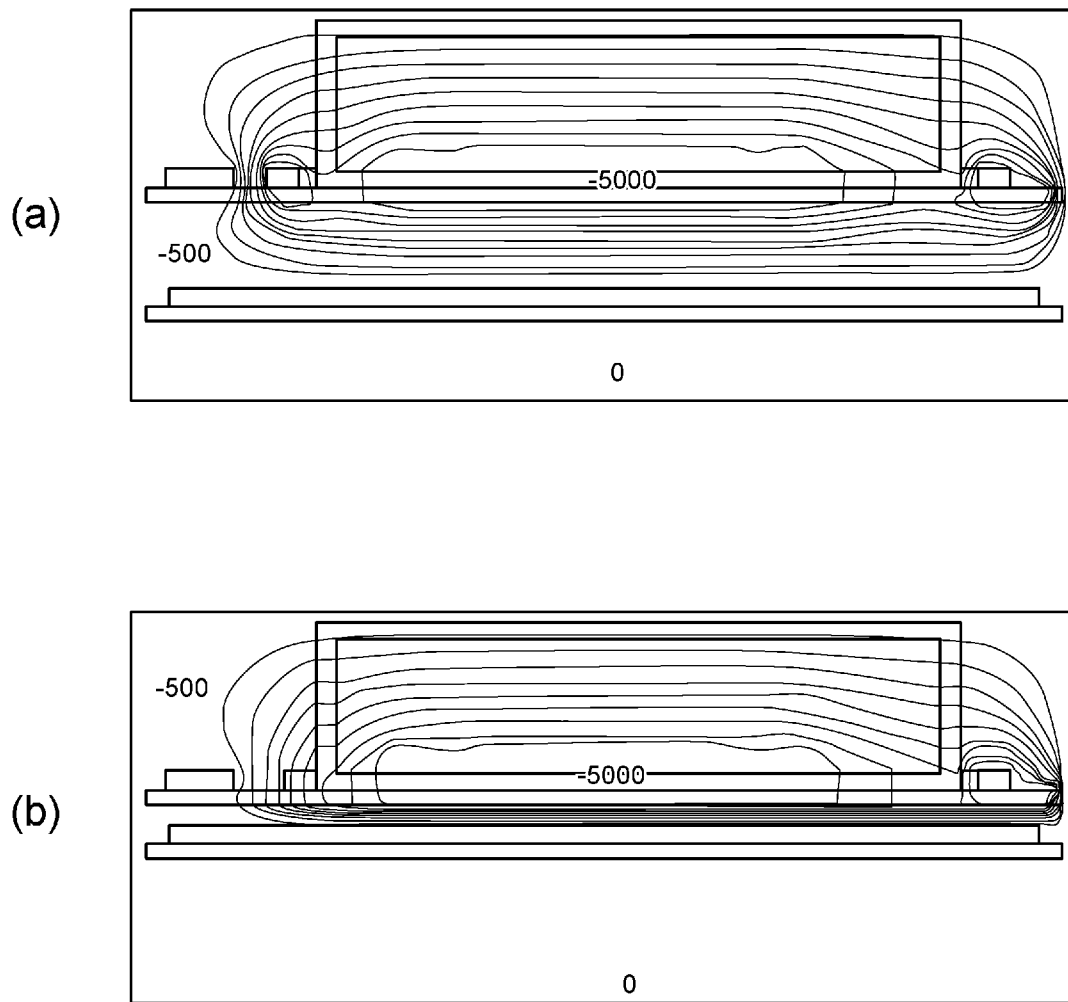
[図8]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079921

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J35/16(2006.01)i, H01J35/06(2006.01)i, H05G1/04(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)

H01J35/16, H01J35/06, H05G1/04

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2012-49123 A (Rigaku Corp.), 08 March 2012 (08.03.2012), entire text; all drawings & US 2012/0027179 A1 & CN 102347187 A	1-6
A	JP 2007-305565 A (Takasago Thermal Engineering Co., Ltd.), 22 November 2007 (22.11.2007), entire text; all drawings & US 2009/0272915 A1 & WO 2007/119715 A1 & KR 10-2008-0110620 A & CN 101449629 A	1-6

☒ 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
10 December, 2013 (10.12.13)

Date of mailing of the international search report
24 December, 2013 (24.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079921

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 2002-352755 A (GE Medical Systems Global Technology Co., L.L.C.), 06 December 2002 (06.12.2002), paragraphs [0017] to [0021]; fig. 3 to 4 & US 2002/0085674 A1 & DE 10164315 A & NL 1019644 A1	1-6
A	JP 9-45492 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 14 February 1997 (14.02.1997), paragraphs [0031] to [0032]; fig. 11 to 13 (Family: none)	1-6
A	JP 2007-66655 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 15 March 2007 (15.03.2007), 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（I P C））

Int.Cl. H01J35/16(2006.01)i, H01J35/06(2006.01)i, H05G1/04(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. H01J35/16, H01J35/06, H05G1/04

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2012-49123 A（株式会社リガク）2012.03.08, 全文、全図 & US 2012/0027179 A1 & CN 102347187 A	1-6
A	JP 2007-305565 A（高砂熱学工業株式会社）2007.11.22, 全文、全図 & US 2009/0272915 A1 & WO 2007/119715 A1 & KR 10-2008-0110620 A & CN 101449629 A	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

「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

1 0 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 4 . 1 2 . 2 0 1 3

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

遠藤 直恵

2 G

3 7 0 1

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

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 2002-352755 A (ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー) 2002. 12. 06, 段落【0017】－【0021】、図3－4 & US 2002/0085674 A1 & DE 10164315 A & NL 1019644 A1	1-6
A	JP 9-45492 A (浜松ホトニクス株式会社) 1997. 02. 14, 段落【0031】－【0032】、図11－13 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2007-66655 A (浜松ホトニクス株式会社) 2007. 03. 15, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6