

(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
2025年3月20日(20.03.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/057791 A1

(51) 国際特許分類:

H05G 1/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2024/031347

(22) 国際出願日:

2024年8月30日(30.08.2024)

(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:

PCT/JP2023/033421 2023年9月13日(13.09.2023) JP

(71) 出願人: キヤノンアネルバ株式会社(CANON ANELVA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 川瀬 順也(KAWASE, Junya); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP).

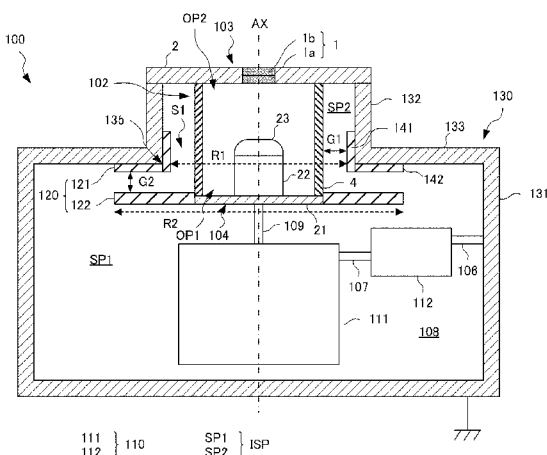
(74) 代理人: 弁理士法人大塚国際特許事務所(OHTSUKA PATENT OFFICE, P.C.); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町3番6号 紀尾井町パークビル7F Tokyo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,

(54) Title: X-RAY GENERATION DEVICE AND X-RAY IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: X線発生装置およびX線撮像装置



(57) Abstract: This X-ray generation device comprises: an X-ray generation tube having a cathode including an electron emission part for emitting electrons, and an anode including a target for generating X-rays by collision of electrons emitted from the electron emission part; an accommodating container that has a first part forming a first space, a second part of which the width in a second direction orthogonal to the first direction is smaller than that of the first space and which is disposed so as to surround at least a part of the X-ray generation tube and forms a second space, and a connection part connecting the first part and the second part to each other so as to form an internal space in which the first space and the second space communicate with each other, the connection part having a protruding portion with the tip facing the internal space; a first insulating part which is disposed between the protruding portion and the X-ray generation tube so as to be separated from the X-ray generating tube, and surrounds the X-ray generation tube; and a second insulating part which is in contact with at least a part of the X-ray generating tube, is spaced apart from the first insulating part, and surrounds the X-ray generating tube. The outer diameter of the second insulating part is larger than the inner diameter of the first insulating part.





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, ME, 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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：X線発生装置は、電子を放出する電子放出部を含む陰極、および、前記電子放出部から放射された電子が衝突することによってX線を発生するターゲットを含む陽極を有するX線発生管と、第1空間を形成する第1部分と、前記第1方向と直交する第2方向における幅が前記第1空間よりも小さく前記X線発生管の少なくとも一部を取り囲むように配置され第2空間を形成する第2部分、および、前記第1空間と前記第2空間とが連通した内部空間が形成されるように前記第1部分および前記第2部分を相互に連結する連結部を有し、前記連結部が前記内部空間に向けて尖った凸部を有する、収容容器と、前記X線発生管から離隔するように前記凸部と前記X線発生管と間に配置され、前記X線発生管を取り囲む第1絶縁部と、前記X線発生管の少なくとも一部分と接触しかつ前記第1絶縁部から離隔して配置され、前記X線発生管を取り囲む第2絶縁部と、を備え、前記第2絶縁部の外径は、前記第1絶縁部の内径よりも大きい。

明 細 書

発明の名称： X線発生装置およびX線撮像装置

規則 26,
04.10.2024

技術分野

[0001] 本発明は、X線発生装置およびX線撮影装置に関する。

背景技術

[0002] X線透過像の拡大率は、ターゲット上に形成されるX線発生部と被検体との距離が近いほど増加しうる。そこで、被検体が奥まった位置にある場合であっても十分な拡大率が得られるように、収納容器の本体部に、本体部から細長く突出させた突出部を設け、その突出部の先端にX線発生部を取り付けたX線発生装置が知られている。このようなX線発生装置は、特許文献1に記載されている。

[0003] 特許文献1には、X線発生管と、X線発生管を収納する収納容器とを備えるX線発生装置が記載されている。X線発生管は、陽極と、電子放出源を有する陰極と、陽極と陰極との間に真空空間を形成する絶縁管とを備え、陽極は、収納容器に電氣的に接続されている。収納容器は、後方収納部と、後方収納部から連なる部分からX線発生管の絶縁管に向かって近づき絶縁管を囲むフランジ部と、フランジ部から突出した突出部を有し、突出部にX線発生管の陽極が固定されている。突出部とフランジ部との間に環状屈曲部が形成されている。X線発生管の陰極と、環状屈曲部との間には保護部材が配置されている。保護部材は、L字状の断面を回転させた環状部材である。

[0004] 特許文献1のような保護部材を設けた場合、保護部材とX線管の絶縁管との隙間が狭くなる。これにより、隙間に存在する絶縁油の電界が強くなり、X線管の陰極と陽極との間で放電が発生しうるという問題が本出願人による実験によって明らかになった。また、保護部材をX線管の陰極側に延ばすことによって陰極と陽極との間の放電経路を物理的に遮断する構成では、X線管製造時、突出部先端への絶縁油の充填不良が生じてしまうため不適な構成となる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2018-73625号公報

発明の概要

[0006] 本発明は、X線管の陰極と陽極との間における放電防止と製造時の突出部先端への絶縁油の注油を容易にするために有利な技術を提供する。

[0007] 本発明の第1の側面は、X線発生装置に係り、前記X線発生装置は、第1開口端および第2開口端を有する絶縁管、前記第1開口端を閉塞するように配置され第1方向に電子を放出する電子放出部を含む陰極、および、前記第2開口端を閉塞するように配置され前記電子放出部から放射された電子が衝突することによってX線を発生するターゲットを含む陽極を有するX線発生管と、第1空間を形成する第1部分と、前記第1方向と直交する第2方向における幅が前記第1空間よりも小さく前記X線発生管の少なくとも一部を取り囲むように配置され第2空間を形成する第2部分、および、前記第1空間と前記第2空間とが連通した内部空間が形成されるように前記第1部分および前記第2部分を相互に連結する連結部を有し、前記連結部が前記内部空間に向けて尖った凸部を有する、収容容器と、前記X線発生管から離隔するように前記凸部と前記X線発生管と間に配置され、前記X線発生管を取り囲む第1絶縁部と、前記X線発生管の少なくとも一部分と接触しかつ前記第1絶縁部から離隔して配置され、前記X線発生管を取り囲む第2絶縁部と、を備え、前記第2絶縁部の外径は、前記第1絶縁部の内径よりも大きい。

[0008] 本発明の第2の側面は、X線撮像装置に係り、前記X線撮像装置は、第1の側面に係るX線発生装置と、前記X線発生装置から放射され物体を透過したX線を検出するX線検出装置と、を備える。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1実施形態のX線発生装置の構成を示す図。

[図2]一実施形態のX線撮像装置の構成を示す図。

[図3]第2実施形態のX線発生装置の構成を示す図。

[図4]第2実施形態のX線発生装置の構成を示す図。

[図5]第3実施形態のX線発生装置の構成を示す図。

[図6A]第3実施形態のX線発生装置の構成を示す図。

[図6B]図6Aの一部を拡大した図。

[図7A]第3実施形態のX線発生装置の構成を示す図。

[図7B]図7Aの一部を拡大した図。

[図8A]第3実施形態のX線発生装置の構成を示す図。

[図8B]図8Aの一部を拡大した図。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。尚、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

[0011] 図1には、第1実施形態のX線発生装置100の構成が模式的に示されている。X線発生装置100は、X線発生管102と、電圧供給部110と、収容容器130と、絶縁性液体108と、絶縁構造120とを備えうる。図1は、X線発生管102の管軸AXを含む仮想平面による断面を示している。X線発生管102は、管軸AXに平行な方向である第1方向（Z方向）に電子を放出する電子放出部23を含む陰極104、および、電子放出部23から放射された電子が衝突することによってX線を発生するターゲット1を含む陽極103を有しうる。また、X線発生管102は、X線発生管102の外側表面の一部を構成する絶縁管4を含みうる。絶縁管4は、第1開口端OP1および第2開口端OP2を有しうる。陰極104は、第1開口端OP1を閉塞するように配置されうる。陽極103は、第2開口端OP2を閉塞するように配置されうる。絶縁管4は、円筒形状等の筒形状を有しうる。絶縁管4は、絶縁管4の内部空間の真空気密性および絶縁性を提供するように構成されうる。絶縁管4は、例えば、アルミナまたはジルコニア等を主成分とするセラミック材料で

構成されうる。絶縁管 4 は、あるいは、ボロシリケートガラス等のガラス材料で構成されうる。電圧供給部 110 は、導電線 109 を介して X 線発生管 102、より詳しくは陰極 104 に電圧を供給する。導電線 109 は、導電性部材と、該導電性部材を被覆する絶縁材とを含みうるが、該絶縁材を有しなくてもよい。

[0012] 収容容器 130 は、第 1 部分 131、第 2 部分 132 および連結部 133 を含みうる。第 1 部分 131 は、X 線発生管 102 の側面の少なくとも一部を取り囲むように配置され第 1 空間 SP1 を形成しうる。また、第 1 部分 131 は、電圧供給部 110 を収容しうる。第 2 部分 132 は、X 線発生管 102 の該側面の他の一部を取り囲むように配置され第 2 空間 SP2 を形成しうる。連結部 133 は、第 1 部分 131 によって形成される第 1 空間 SP1 と第 2 部分 132 によって形成される第 2 空間 SP2 とが連通した内部空間 ISP が形成されるように第 1 部分 131 および第 2 部分 132 を相互に連結しうる。第 2 部分 132 は、第 1 方向（Z 方向）と直交する第 2 方向（Y 方向）における幅が第 1 部分 131 より小さい。また、第 2 空間 SP2 は、第 1 方向（Z 方向）と直交する第 2 方向（Y 方向）における幅が第 1 空間 SP1 より小さい。

[0013] 連結部 133 は、X 線発生管 102 の管軸 AX を含む仮想平面による断面において、収容容器 130 の内部空間 ISP に向けて尖った凸部 135 を有しうる。第 2 部分 132 は、例えば、円筒形状等の管形状を有しうる。図 1 のように X 線発生管 102 の管軸 AX を含む仮想平面による断面において、凸部 135 は、90 度の内角を有してもよいし、鋭角の内角を有してもよいし、鈍角の内角を有してもよい。第 1 方向（Z 方向）において、凸部 135 が陰極 104 と陽極 103 との間に配置された構造を有する。図 1 に示された例では、第 2 部分 132 の第 1 方向の長さは、X 線発生管 102 の第 1 方向の長さより短い。

[0014] 絶縁性液体 108 は、陰極 104 に接触し導電線 109 を取り囲むように収容容器 130 の内部空間 ISP に充填されうる。絶縁構造 120 は、絶縁管 4 の少なくとも一部分を取り囲むように収容容器 130 の内部空間 ISP に配

置されうる。また、絶縁構造120は、陰極104の少なくとも一部分を取り囲むように収容容器130の内部空間ISPに配置されうる。絶縁構造120は、第1絶縁部121および第2絶縁部122を含みうる。第1絶縁部121および第2絶縁部122は、互いに第1方向（Z方向）に離隔して配置されうる。

[0015] 第1絶縁部121は、凸部135と接触しかつX線発生管102から離隔するように凸部135とX線発生管102と間に配置され、X線発生管102を取り囲む。第1絶縁部121は、絶縁管4と連結部133の凸部135との間の少なくとも最短経路を遮断するように配置されうる。第1絶縁部121は、絶縁管4の全体において、絶縁管4と連結部133の凸部135との間の直線経路を遮断するように配置されうる。絶縁管4の全体において絶縁管4と連結部133の凸部135との間の直線経路を遮断するように第1絶縁部121が配置される場合は、第1絶縁部121と凸部135とが非接触であってもよい。また、第1絶縁部121は、陰極104のうちX線発生管102の外側表面の一部を構成する陰極部材21と連結部133の凸部135との間の直線経路を遮断するように配置されうる。第1方向（Z方向）に直交する、ある平面（における断面図）において、絶縁管4の少なくとも一部は、第1絶縁部121と対面するように配置されうる。

[0016] 第1絶縁部121と凸部135あるいは収容容器130とが接触する配置は、第1絶縁部121と絶縁管4との隙間G1と、第1絶縁部121と第2絶縁部122との隙間G2を大きくするために有利である。隙間G1、G2を大きくすることで絶縁性液体108を充填する際の第1空間SP1から第2空間SP2への絶縁性液体108のコンダクタンスが大きくなるため、第2空間SP2全体に絶縁性液体108を充填させることができる。隙間G2に比べて隙間G1が大きいことが望ましい。また、隙間G1、G2を大きくすることで、隙間G1、G2における電界を小さくすることができる。

[0017] 第2絶縁部122は、陰極104の少なくとも一部分と接触しかつ第1絶縁部121から離隔して配置され、陰極104を取り囲む。ここで、陰極104

の少なくとも一部分、例えば、陰極部材 2 1 は、第 2 絶縁部 1 2 2 と接するように配置されうる。第 2 絶縁部 1 2 2 は、陰極部材 2 1 の少なくとも一部分と絶縁管 4 の少なくとも一部分との双方に接触するように配置されうる。他の観点において、第 2 絶縁部 1 2 2 は、陰極部材 2 1 と絶縁管 4 との境界面（接触部）と接するように配置されうる。さらに、第 2 絶縁部 1 2 2 は、陰極部材 2 1 と絶縁管 4 との境界面（接触部）の全体と接して該境界面（接触部）を取り囲むことが望ましい。

[0018] 第 1 絶縁部 1 2 1 は、内径 R 1 の開口 S 1 を有する。また、第 2 絶縁部 1 2 2 は、外径 R 2 を有する。R 2 は R 1 より大きいことが望ましい。これにより、陰極部材 2 1 のうち第 2 絶縁部 1 2 2 によって覆われていない部分と第 2 部分 1 3 2 のうち第 1 絶縁部 1 2 1 によって覆われていない部分との間の放電距離を大きくし、異常放電を防止することができる。X 線発生管 1 0 2 の少なくとも一部は、開口 S 1 内に配置されうる。他の観点において、X 線発生管 1 0 2 は、開口 S 1 を貫通するように配置されうる。更の他の観点において、X 線発生管 1 0 2 の絶縁管 4 は、開口 S 1 を貫通するように配置されうる。

[0019] 第 1 絶縁部 1 2 1 は、内径 R 1 を有する円筒部 1 4 1 と、円筒部 1 4 1 の一部分（例えば、一端）から放射方向に広がったリング部 1 4 2 とを含みうる。円筒部 1 4 1 の中心軸およびリング部 1 4 2 の中心軸は、相互に一致しうる。他の観点において、円筒部 1 4 1 の中心軸およびリング部 1 4 2 の中心軸は、X 線発生管 1 0 2 の管軸 A X に一致しうる。第 2 絶縁部 1 2 1 は、第 1 絶縁部 1 2 1 のリング部 1 4 2 に平行に配置されたリング部で構成されうる。第 2 絶縁部 1 2 1 の中心軸は、円筒部 1 4 1 の中心軸およびリング部 1 4 2 部の中心軸に一致しうる。他の観点において、第 2 絶縁部 1 2 1 の中心軸は、X 線発生管 1 0 2 の管軸 A X に一致しうる。

[0020] 第 1 絶縁部 1 2 1 および第 2 絶縁部 1 2 2 は、絶縁性の固体であればよく、例えば、セラミック、ガラス材料、および、ガラスエポキシ、ポリカーボネートを用いた樹脂材料等から選択される材料で構成されうる。第 1 絶縁部 1 2 1

および第2絶縁部122は、25℃における体積抵抗において $1 \times 10^5 \Omega \text{m}$ 以上の絶縁性を有することが好ましい。

[0021] 第2部分132に收容されたX線発生管102のターゲット1は、第2部分132の先端部（図1において上端部）に位置しうる。X線発生管102は、透過型X線発生管でありうる。X線発生管102において、陽極103、陰極部材21および絶縁管4は、真空気密容器を構成する。絶縁管4は、管形状、例えば、円筒形状を有し、陽極103と陰極104とを相互に絶縁しつつ接続する。陽極103は、ターゲット1と、陽極部材2とを含みうる。ターゲット1は、ターゲット層1aと、ターゲット層1aを支持する支持窓1bとを含みうる。陽極部材2は、環形状を有しうる。陽極部材2は、ターゲット1を支持する。陽極部材2は、ターゲット層1aと電氣的に接続されうる。陽極部材2と支持窓1bとは、例えば、ろう材によって結合されうる。図1に示された例では、ターゲット1と第2部分132の先端部とが同一平面上に配置されている。しかしながら、ターゲット1は、第2部分132と同電位（即ち、接地）されていれば、第2部分132の先端部から外側に突出するように配置されていてもよいし、第2部分132の先端部から窪むように配置されていてもよい。ターゲット1が第2部分132の先端部に位置する形態は、このような形態も含みうる。

[0022] ターゲット層1aは、例えば、タングステンまたはタンタル等の重金属を含有し、電子が照射されることによってX線を発生する。ターゲット層1aの厚さは、X線の発生に寄与する電子侵入長と、発生したX線が支持窓1bを透過する際の自己減衰量と、のバランスから決定されうる。ターゲット層1aの厚さは、例えば、 $1 \mu\text{m}$ ～数十 μm の範囲内でありうる。

[0023] 支持窓1bは、ターゲット層1aで発生したX線を透過させX線発生管102の外に放出する機能を有する。支持窓1bは、X線を透過させる材料、例えば、ベリリウム、アルミニウム、窒化珪素、または、炭素の同素体等で構成されうる。支持窓1bは、ターゲット層1aの発熱を効果的に陽極部材2に伝達するために、例えば、熱伝導性が高いダイヤモンドで構成されうる。

- [0024] 絶縁管 4 は、真空気密性と絶縁性とを備えたアルミナまたはジルコニア等のセラミック材料、ソーダライム、または、石英等のガラス材料で構成される。陰極部材 2 1 および陽極部材 2 は、絶縁管 4 との間の熱応力を低減する観点において、絶縁管 4 の線膨張係数 α_i (ppm/°C) に近い線膨張係数 α_c (ppm/°C)、 α_a (ppm/°C) を有する材料で構成される。陰極部材 2 1 および陽極部材 2 は、例えば、コバルトまたはモネル等の合金で構成される。
- [0025] 陰極 1 0 4 は、電子放出部 2 3 と、X線発生管 1 0 2 の外側表面の一部を構成する陰極部材 2 1 と、電子放出部 2 3 を陰極部材 2 1 に対して固定する固定部 2 2 とを含みうる。電子放出部 2 3 は、例えば、陰極部材 2 1 に対して、ろう材を介して接続されてもよいし、レーザ溶接等により熱融着されてもよいし、他の方法で電氣的に接続されてもよい。電子放出部 2 3 は、含浸型熱電子源、フィラメント型熱電子源または冷陰極電子源等の電子源を含みうる。電子放出部 2 3 は、引出グリッド電極、集束レンズ電極等の静電場を規定する不図示の静電レンズ電極を含みうる。固定部 2 2 は、電子源、静電レンズ電極に電氣的に接続される導電線 1 0 9 を通す管形状を有しうる。導電線 1 0 9 は、互いに絶縁された複数の導電部材を含みうる。
- [0026] X線発生装置 1 0 0 は、陽極 1 0 3 が接地された陽極接地方式として構成される。陽極接地方式では、陽極 1 0 3 が収容容器 1 3 0 に電氣的に接続される。収容容器 1 3 0 は、接地端子 1 0 5 に電氣的に接続される。陰極 1 0 4 は、導電線 1 0 9 を介して電圧供給部 1 1 0 に電氣的に接続される。
- [0027] 電圧供給部 1 1 0 は、電源回路 1 1 1 と、電源回路 1 1 1 から電源線 1 0 7 を介して供給される電力を受けて、導電線 1 0 9 を介してX線発生管 1 0 2 を駆動する駆動回路 1 1 2 とを含みうる。駆動回路 1 1 2 は、電源線 1 0 7、電源回路 1 1 1 および接地線 1 0 6 を介して収容容器 1 3 0 に電氣的に接続される。駆動回路 1 1 2 は、電子源、引出グリッド電極、集束レンズ電極等に供給する電圧を制御することによって、電子源からの放出電子量や電子ビーム径を制御しうる。電源回路 1 1 1 の正極端子は、接地線 1 0 6 および収容容器 1

30を介して接地され、電源回路111の負極端子は、電源線107を介して駆動回路112に接続され、駆動回路112に負の電圧を供給する。駆動回路112には、例えば、収容容器130の外部に配置された不図示の制御部から光ファイバケーブル等のケーブルを介して制御信号が供給されうる。

[0028] 収容容器130を構成する第1部分131、第2部分132および連結部133は、導電性を有する材料で構成され、相互に電氣的に接続され、接地されうる。このような構成は、電氣的な安全性を確保するために有利である。第1部分131、第2部分132および連結部133は、金属材料で構成されうる。絶縁性液体108は、収容容器130に対して真空充填されうる。この理由は、絶縁性液体108の中に気泡が存在すると、周囲の絶縁性液体108に比較して局所的に低誘電率な領域が形成され、これが放電の要因となりうるためである。

[0029] 絶縁性液体108は、X線発生管102と収容容器130との間の放電および電圧供給部110（電源回路111、駆動回路112）と収容容器130との間の放電を抑制する機能も有する。絶縁性液体108としては、X線発生装置100の動作温度域における耐熱性、流動性、電氣的絶縁性が優れた液体、例えば、シリコン油、フッ素樹脂系オイル等の化学合成油、鉱油等が使用されうる。

[0030] X線発生管102は、収容容器130の第2部分132の先端部（図1において下端部）に設けられた開口部に接合されることによって第2部分132に固定されうる。X線発生管102と第2部分132との内側面との間には、絶縁性液体108で満たされうる。電源回路111および駆動回路112は、不図示の固定部材によって収容容器130の第1部分131に固定されうる。電源回路111および駆動回路112は、絶縁性液体108によって取り囲まれうる。導電線109は、絶縁性液体108によって取り囲まれうる。

[0031] 収容容器130の連結部133は、例えば、第1方向（Z方向）に直交する方向に広がった板部を有し、該板部は、X線発生管102が通る開口を有する。該板部は、X線発生装置100を支持する構造体（例えば、筐体）の取り

付け面に対して当接されうる。あるいは、該板部は、X線発生装置100を支持する構造体の開口部に嵌め込まれうる。収容容器130において、該板部の開口の側面と第2部分132の内側側面とは、段差を有しない連続した面を構成しうる。一例において、該板部の開口は、円形開口であり、第2部分132の内側側面は、円筒面でありうる。凸部135は、該板部の開口の端部で構成されうる。

[0032] なお、凸部135を規定する開口の寸法を大きくすることによって凸部135と陰極104との距離を大きくする方法があるが、このような方法はX線発生装置100の大型化をもたらすので、好ましくない。

[0033] 図2には、一実施形態のX線撮像装置200の構成が示されている。X線撮像装置200は、X線発生装置100と、X線発生装置100から放射され物体191を透過したX線192を検出するX線検出装置210とを備えうる。X線撮像装置200は、制御装置220および表示装置230を更に備えてもよい。X線検出装置210は、X線検出器212と、信号処理部214とを含みうる。制御装置220は、X線発生装置100およびX線検出装置210を制御しうる。X線検出器212は、X線発生装置100から放射され物体191を透過したX線192を検出あるいは撮像する。信号処理部214は、X線検出器212から出力される信号を処理して、処理された信号を制御装置220に供給しうる。制御装置220は、信号処理部214から供給される信号に基づいて、表示装置230に画像を表示させうる。

[0034] 図3には、第2実施形態のX線発生装置100の構成が例示的かつ模式的に示されている。第2実施形態の説明として言及しない事項は、第1実施形態に従いうる。第2実施形態では、第2絶縁部122は、リング形状部であるか、リング形状部を含む形状を有しうる。他の観点において、第2絶縁部122の断面は円形状でありうる。リング形状部は、陰極104の一部（管軸AXに沿った方向における一部）を全周にわたって取り囲みうる。第2絶縁部122は、例えば、ニトリルゴム、フッ素ゴム、合成ゴム等に代表されるゴム材料で構成されうる。また、第2絶縁部122は、Oリングで構成されうる。第2実

施形態においても、第2絶縁部122の外径R2が第1絶縁部121の内径R1より大きいことが望ましい。第2絶縁部122は、第1空間SP1内に配置されうる。第1絶縁部121と第2絶縁部122とは、互いに接触しないように配置される。

[0035] 第2絶縁部122がリングで構成される場合、リングは円形状の断面を有するために、第2絶縁部122と陰極104との接触面積が小さい可能性がある。その場合、図4に例示されるように、絶縁構造120は、X線発生管の管軸AXに平行な方向における第2絶縁部122と第1絶縁部121との間に、第3絶縁部123を含んでもよい。第3絶縁部123は、陰極104と第1絶縁部121との間、かつ、絶縁管4の周囲に配置されうる。第3絶縁部123は、第2絶縁部122と同じ構成を有してもよいし、第2絶縁部122と異なる構成を有してもよい。第3絶縁部123の外径は、第1絶縁部121の内径R1より大きいことが望ましい。

[0036] 図5には、第3実施形態のX線発生装置100の構成が例示的かつ模式的に示されている。第3実施形態は、第2実施形態の変形例であり、第3実施形態として言及しない事項は、第1実施形態又は第2実施形態に従いうる。第3実施形態では、絶縁耐圧を向上させるために第2方向（Y方向）における第2空間SP2の寸法を大きくすることが意図されている。R2>R1を満たすために、第1絶縁部121は、凸部135から離隔して配置されてもよい。第3実施形態は、第2実施形態よりも、高い絶縁耐性を実現するために有利である。第1絶縁部121と凸部135とが離隔していることによって、第1空間SP1と第2空間SP2との間において絶縁性液体108が流れやすくなる。これにより、X線発生管102が発生する熱が絶縁性液体108を通して効率的にX線発生装置100の外部に排出されうる。

[0037] また、図6Aおよび図6Bに例示されるように、第2実施形態と同様に、第3絶縁部123を設けてもよい。第3絶縁部123は、第1絶縁部121とX線発生管102との間隙を通して絶縁性液体108が移動する量を低下させるが、この問題は、第1絶縁部121と収容容器130との間隙を通して絶縁性

液体 108 が移動することによって緩和されうる。また、図 6 A および図 6 B に示された例では、絶縁性液体 108 と絶縁管 4 との摩擦による帯電が減ること、絶縁管 4 と収容容器 130 又は絶縁管 4 と第 1 絶縁部 121 との間の異常放電が抑制されうる。このような異常放電の抑制は、第 2 絶縁部 122 を設けない構造においても期待される。そのため、第 1 絶縁部 121 と凸部 135 とが離隔した構成においては、陰極 104 と第 1 絶縁部 121 との間、かつ絶縁管 4 の周囲に第 3 絶縁部 123 を設ける一方で、第 2 絶縁部 122 を設けなくてもよい。第 3 絶縁部 123 と第 1 絶縁部 121 との最短距離 D4 は、第 1 絶縁部 121 と収容容器 130 の最短距離 D3 より小さいことが望ましい。

[0038] 第 3 絶縁部 123 は、図 7 A および図 7 B に例示されるように配置されてもよい。第 1 絶縁部 121 は、円筒部 141 と、リング部 142 とを含みうる。第 3 絶縁部 123 は、円筒部 141 と絶縁管 4 との間に配置されうる。言い換えると、絶縁管 4 は、第 2 方向において円筒部 141 に対面する領域を有し、第 3 絶縁部 123 は、該領域の周囲に配置されうる。他の観点において、第 3 絶縁部 123 は、第 2 方向において円筒部 141 に対面する領域の周囲に配置されうる。ここで、領域の周囲に配置されることの意味は、領域に接するように第 3 絶縁部 123 が設置されることを含む。第 3 絶縁部 123 の外径 R3 が第 1 絶縁部 121 の内径（最小内径）R1 より大きい構成を実現するために、円筒部 141 の内径よりもリング部 142 の内径が小さくされうる。このような構造とすることで第 1 絶縁部 121 と X 線発生管 102 との間隙を絶縁性液体 108 が移動し難くなる。これにより絶縁性液体 108 と絶縁管 4 との摩擦による帯電が減り、絶縁管 4 と収容容器 130、又は絶縁管 4 と第 1 絶縁部 121 との間の異常放電が抑制されうる。

[0039] 図 8 A および図 8 B には、第 4 実施形態の X 線発生装置 100 の構成が例示的かつ模式的に示されている。第 4 実施形態として言及しない事項は、第 1 乃至第 3 実施形態に従いうる。第 4 実施形態では、X 線発生管 102 の全体が第 2 部分 132 によって囲まれている。あるいは、第 4 実施形態では、絶縁管 4 の全体が第 2 部分 132 によって囲まれている。このような構成では、第 2 絶

縁部 122 は、第 1 絶縁部 121 と陽極 103 との間に設けられることが望ましい。第 2 絶縁部 122 は、絶縁管 122 に接触するように配置されうる。第 1 絶縁部 121 の内径 R_1 よりも、第 2 絶縁部 122 の外径 R_2 が大きいことが望ましい。第 2 絶縁部 122 と第 1 絶縁部 121 との最短距離 D_5 は、第 1 絶縁部 121 と収容容器 130 との最短距離 D_3 より小さいことが望ましい。

[0040] 図 4、図 6 A、図 7 A に示された構成では、第 2 絶縁部 122 および第 3 絶縁部 123 の両方が設けられている。しかし、第 2 絶縁部 122 を設けることは必須ではない。つまり、第 1 絶縁部 121 と X 線発生管 102 との間のコンダクタンスを小さくすること、即ち、第 1 絶縁部 121 と X 線発生管 102 との間隙における絶縁性液体 108 の流れを減らし、絶縁性液体 108 と絶縁管 4 の摩擦による帯電を減らし、絶縁管 4 と収容容器 130 又は絶縁管 4 と第 1 絶縁部 121 との間の異常放電を抑制するという効果は、第 2 絶縁部 122 が存在しない構成によっても提供される。

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

請求の範囲

[請求項1]

第1開口端および第2開口端を有する絶縁管、前記第1開口端を閉塞するように配置され第1方向に電子を放出する電子放出部を含む陰極、および、前記第2開口端を閉塞するように配置され前記電子放出部から放射された電子が衝突することによってX線を発生するターゲットを含む陽極を有するX線発生管と、

第1空間を形成する第1部分と、前記第1方向と直交する第2方向における幅が前記第1空間よりも小さく前記X線発生管の少なくとも一部を取り囲むように配置され第2空間を形成する第2部分、および、前記第1空間と前記第2空間とが連通した内部空間が形成されるように前記第1部分および前記第2部分を相互に連結する連結部を有し、前記連結部が前記内部空間に向けて尖った凸部を有する、収容容器と、

前記X線発生管から離隔するように前記凸部と前記X線発生管と間に配置され、前記X線発生管を取り囲む第1絶縁部と、

前記X線発生管の少なくとも一部分と接触しかつ前記第1絶縁部から離隔して配置され、前記X線発生管を取り囲む第2絶縁部と、を備え、

前記第2絶縁部の外径は、前記第1絶縁部の内径よりも大きい、

ことを特徴とするX線発生装置。

[請求項2]

前記第1絶縁部は、前記絶縁管の全体において、前記絶縁管と前記凸部との間の直線経路を遮断するように配置される

ことを特徴とする請求項1に記載のX線発生装置。

[請求項3]

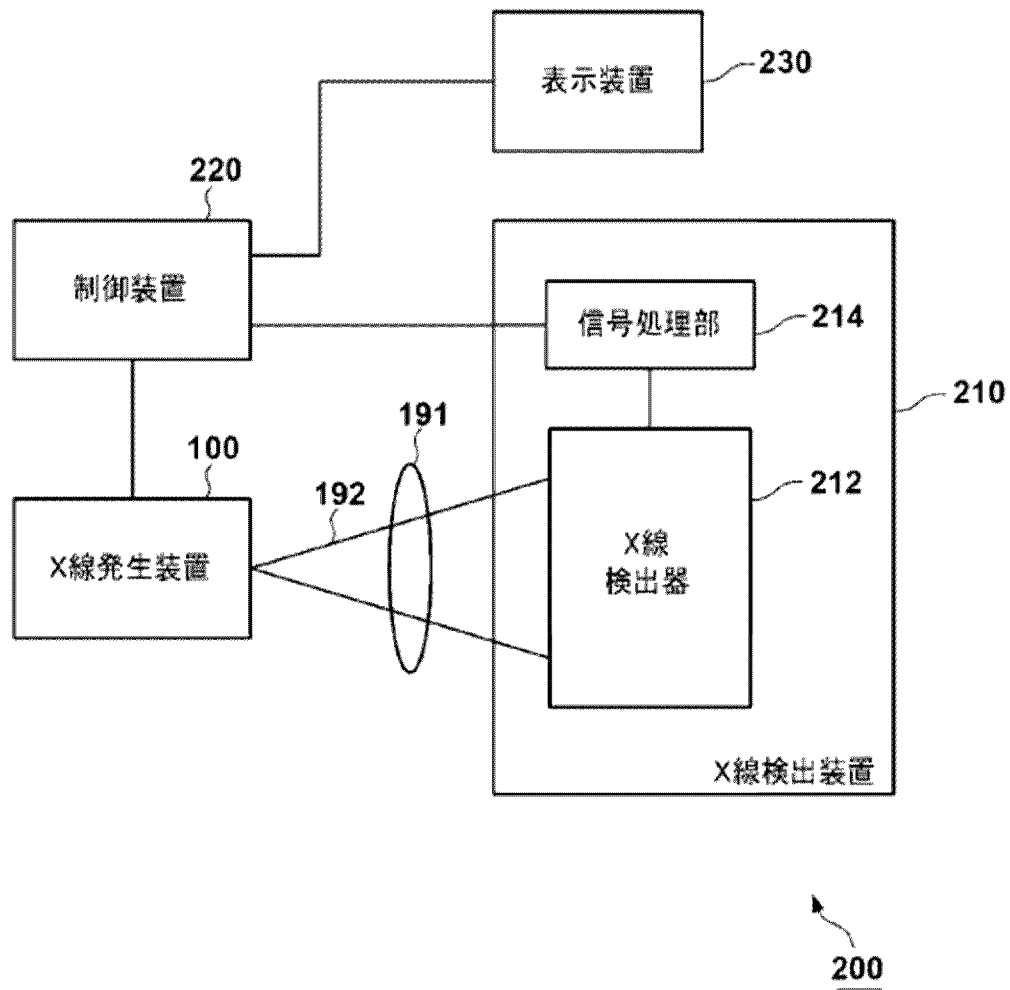
前記第2部分の前記第1方向の長さは、前記X線発生管の前記第1方向の長さよりも短い、

ことを特徴とする請求項1又は2に記載のX線発生装置。

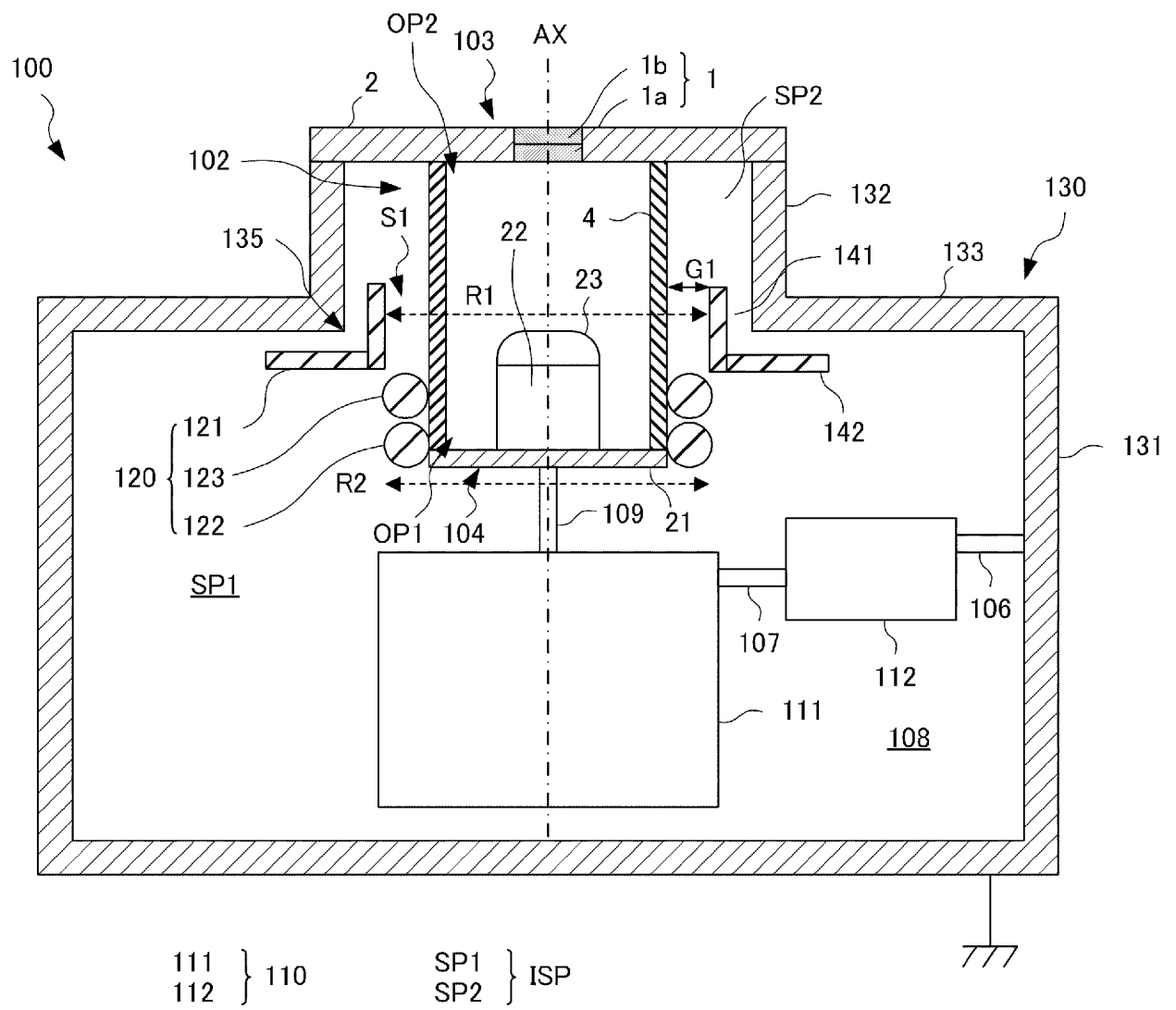
- [請求項4] 前記第2部分の前記第1方向の長さは、前記X線発生管の前記第1方向の長さよりも長い、
ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のX線発生装置。
- [請求項5] 前記第2絶縁部は、ゴム材料で構成されている、
ことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のX線発生装置。
- [請求項6] 前記X線発生管は、前記X線発生管の外側表面の一部を構成する陰極部材を有し、
前記第2絶縁部は、前記第1絶縁部と前記陰極部材との間、かつ前記絶縁管の周囲に設けられる
ことを特徴とする請求項3又は5に記載のX線発生装置。
- [請求項7] 前記絶縁管は、前記第2方向において前記第1絶縁部と対面する領域を有し、
前記第2絶縁部は、前記領域の周囲に配置される、
ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のX線発生装置。
- [請求項8] 前記第2絶縁部は、前記第1絶縁部と前記陽極の間に配置され、
前記第2絶縁部は、前記絶縁管に接触している
ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のX線発生装置。
- [請求項9] 前記第1絶縁部は、円筒部と、前記円筒部の一部から放射方向に広がったリング部とを含む、
ことを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載のX線発生装置。
- [請求項10] 前記第2絶縁部の断面は円形状である、
ことを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載のX線発生装置。

- [請求項11] 前記X線発生管は、透過型X線発生管であることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載のX線発生装置。
- [請求項12] 前記第1絶縁部と前記凸部は非接触の関係にあることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項に記載のX線発生装置。
- [請求項13] 前記第1絶縁部と前記第2絶縁部との最短距離は、前記第1絶縁部と前記収容容器との最短距離よりも小さい、ことを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項に記載のX線発生装置。
- [請求項14] 前記陰極の周囲に配置された第3絶縁部を有する、ことを特徴とする請求項3又は6のいずれか1項に記載のX線発生装置。
- [請求項15] 前記内部空間に充填された絶縁性液体を更に備える、ことを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項に記載のX線発生装置。
- [請求項16] 請求項1乃至13のいずれか1項に記載のX線発生装置と、前記X線発生装置から放射され物体を透過したX線を検出するX線検出装置と、を備えることを特徴とするX線撮像装置。

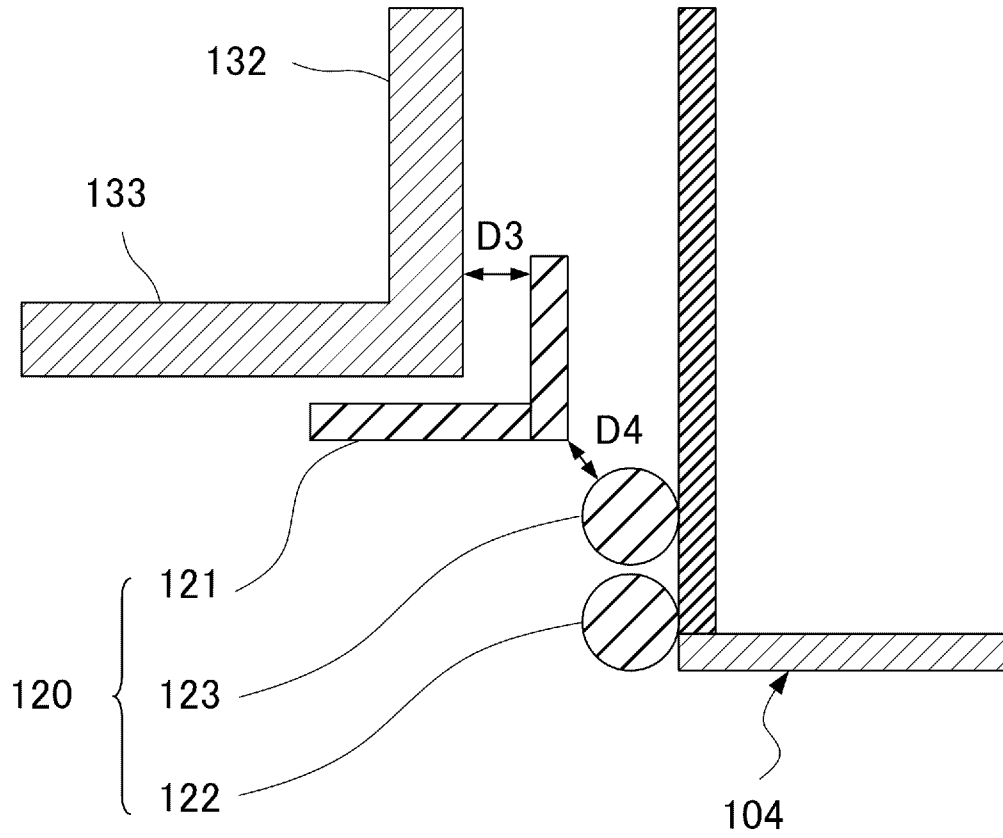
[図 2]



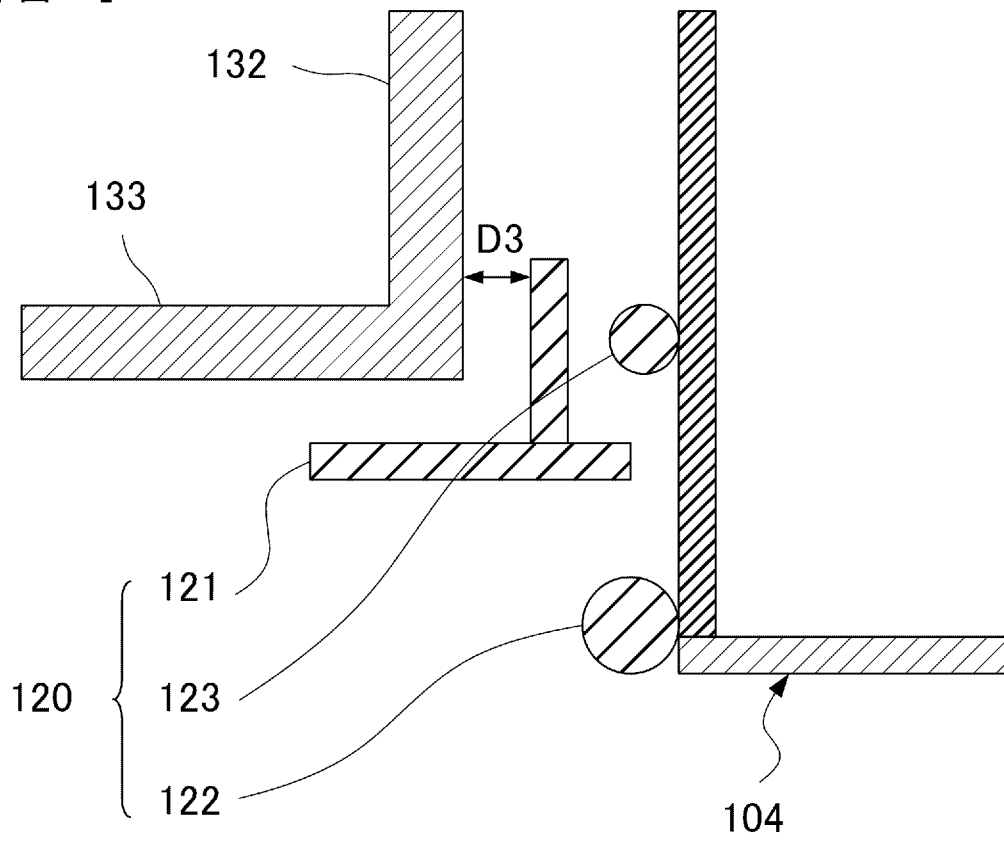
[6A]



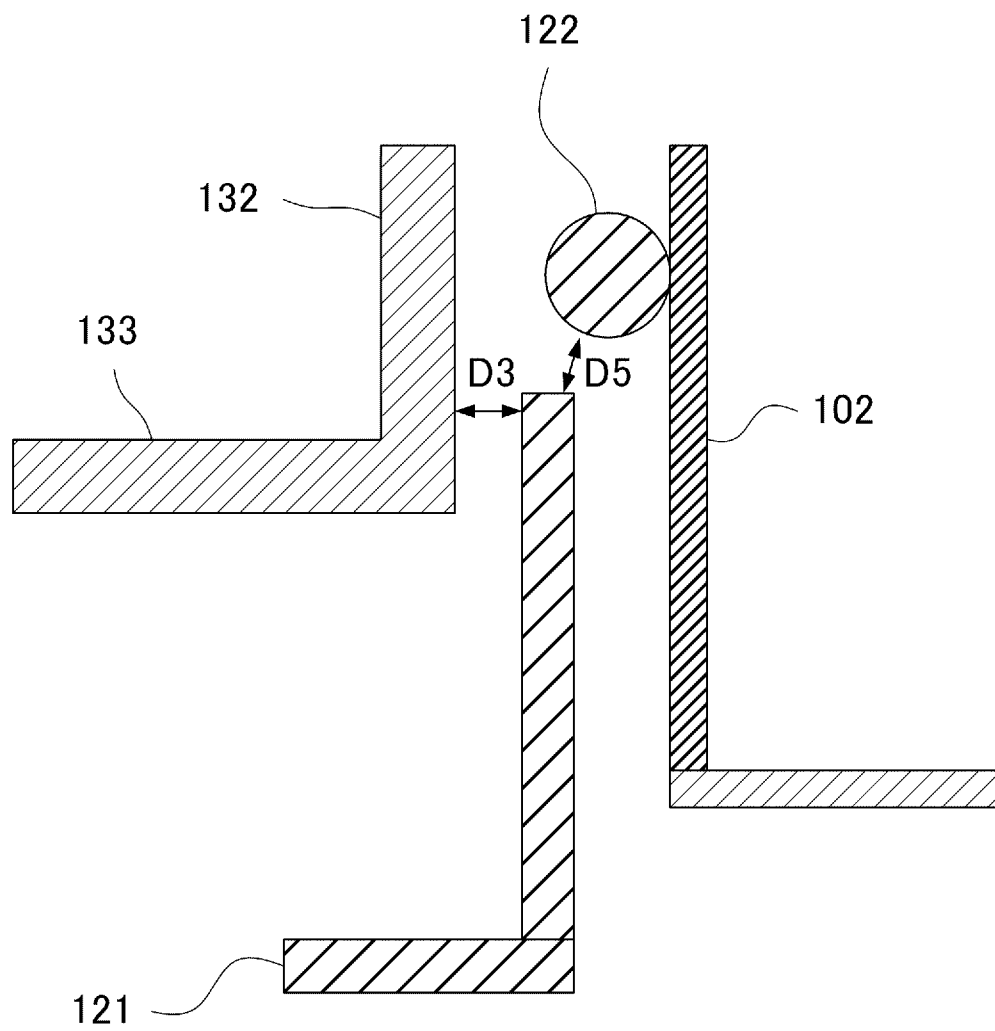
[6B]



[7B]



[図 8B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/031347

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H05G 1/06 (2006.01)i FI: H05G1/06 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) H05G1/00-2/00, H01J35/00-35/32 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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	WO 2021/044525 A1 (CANON ANELVA CORP.) 11 March 2021 (2021-03-11) entire text, all drawings	1-16
A	JP 2018-73625 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 10 May 2018 (2018-05-10) entire text, all drawings	1-16
A	WO 2021/044524 A1 (CANON ANELVA CORP.) 11 March 2021 (2021-03-11) paragraph [0034], fig. 2	1-16
A	WO 2020/213039 A1 (CANON ANELVA CORP.) 22 October 2020 (2020-10-22) entire text, all drawings	1-16
A	JP 2013-101879 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 23 May 2013 (2013-05-23) entire text, all drawings	1-16
P, A	JP 7413614 B1 (CANON ANELVA CORP.) 15 January 2024 (2024-01-15) entire text, all drawings	1-16
☒ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 25 September 2024		Date of mailing of the international search report 08 October 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/031347

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2024/157530 A1 (CANON ANELVA CORP.) 02 August 2024 (2024-08-02) paragraphs [0025]-[0029], fig. 9	1-16
P, A	JP 7486694 B1 (CANON ANELVA CORP.) 17 May 2024 (2024-05-17) paragraphs [0030]-[0032], fig. 9-10	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/031347

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/044525	A1	11 March 2021	US 2021/0212188 A1 entire text, all drawings KR 10-2022-0037526 A TW 202118353 A	
JP	2018-73625	A	10 May 2018	US 2019/0150255 A1 entire text, all drawings TW 201817285 A CN 109644545 A	
WO	2021/044524	A1	11 March 2021	US 2021/0063324 A1 paragraph [0040], fig. 2 KR 10-2022-0027291 A CN 114303221 A TW 202127015 A	
WO	2020/213039	A1	22 October 2020	EP 3923312 A1 entire text, all drawings KR 10-2021-0116674 A CN 113632195 A TW 202044302 A	
JP	2013-101879	A	23 May 2013	US 2014/0369467 A1 entire text, all drawings	
JP	7413614	B1	15 January 2024	(Family: none)	
WO	2024/157530	A1	02 August 2024	(Family: none)	
JP	7486694	B1	17 May 2024	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H05G 1/06(2006.01)i
FI: H05G1/06

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））
H05G1/00-2/00, H01J35/00-35/32

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 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024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	WO 2021/044525 A1（キヤノンアネルバ株式会社）11.03.2021（2021-03-11） 全文、全図	1-16
A	JP 2018-73625 A（キヤノン株式会社）10.05.2018（2018-05-10） 全文、全図	1-16
A	WO 2021/044524 A1（キヤノンアネルバ株式会社）11.03.2021（2021-03-11） [0034] 段落、図2	1-16
A	WO 2020/213039 A1（キヤノンアネルバ株式会社）22.10.2020（2020-10-22） 全文、全図	1-16
A	JP 2013-101879 A（キヤノン株式会社）23.05.2013（2013-05-23） 全文、全図	1-16
P, A	JP 7413614 B1（キヤノンアネルバ株式会社）15.01.2024（2024-01-15） 全文、全図	1-16
P, A	WO 2024/157530 A1（キヤノンアネルバ株式会社）02.08.2024（2024-08-02） [0025] - [0029] 段落、図9	1-16

☒ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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
25.09.2024

国際調査報告の発送日
08.10.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

松岡 智也 2U 3107

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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
P, A	JP 7486694 B1 (キヤノンアネルパ株式会社) 17.05.2024 (2024 - 05 - 17) [0030] - [0032] 段落、図 9 - 1 0	1-16

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/031347

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2021/044525	A1	11.03.2021	US	2021/0212188	A1	
				全文、全図			
				KR	10-2022-0037526	A	
				TW	202118353	A	
JP	2018-73625	A	10.05.2018	US	2019/0150255	A1	
				全文、全図			
				TW	201817285	A	
				CN	109644545	A	
WO	2021/044524	A1	11.03.2021	US	2021/0063324	A1	
				[0040] 段落、図 2			
				KR	10-2022-0027291	A	
				CN	114303221	A	
				TW	202127015	A	
WO	2020/213039	A1	22.10.2020	EP	3923312	A1	
				全文、全図			
				KR	10-2021-0116674	A	
				CN	113632195	A	
				TW	202044302	A	
JP	2013-101879	A	23.05.2013	US	2014/0369467	A1	
				全文、全図			
JP	7413614	B1	15.01.2024	(ファミリーなし)			
WO	2024/157530	A1	02.08.2024	(ファミリーなし)			
JP	7486694	B1	17.05.2024	(ファミリーなし)			