

(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12月28日(28.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/221478 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 35/06 (2006.01) *H05G 1/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/010550
- (22) 国際出願日: 2017年3月16日(16.03.2017)
- (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 2016-124149 2016年6月23日(23.06.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社明電舎 (MEIDENSHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1416029 東京都品川区大崎2丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高橋 大造 (TAKAHASHI, Daizo); 〒1416029 東京都品川区大崎2丁目1番

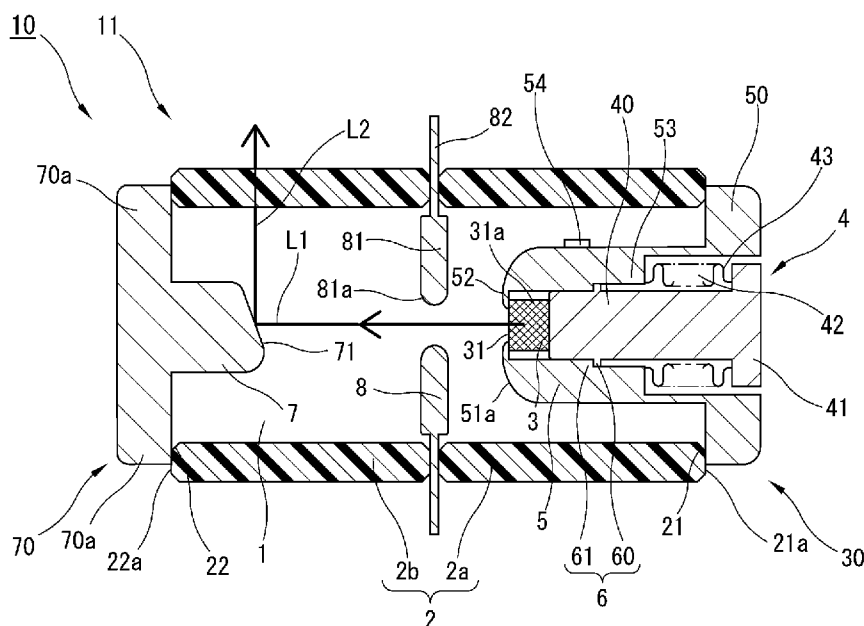
1号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP). 畠中 道大 (HATANAKA, Michihiro); 〒1416029 東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 小林 博通, 外 (KOBAYASHI, Hiromichi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町1番29号 掖済会ビル S H I G A 内 外国特許事務所内 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, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

(54) Title: FIELD EMISSION DEVICE AND REFORMING TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 電界放射装置および改質処理方法



(57) Abstract: An emitter (3) and a target (7) are arranged oppositely in a vacuum chamber (1), and a guard electrode (5) is provided on the outer peripheral side of the electron generating unit (31) of the emitter (3). An emitter support unit (4), which comprises a moving body (40) which can move freely towards both ends of the vacuum chamber (1), supports the emitter (3) movably towards both ends. Reforming treatment of the guard electrode (5) involves operating the emitter support unit (4) and moving the emitter (3) to a non-discharge position to bring about a state in which field emission of the electron generating unit (31) is suppressed, and then applying a voltage to the guard electrode (5) and repeatedly

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)）
- － 補正された請求の範囲（条約第19条(1)）

discharging. After the reforming treatment, the emitter support unit (4) is again operated, the emitter (3) is moved into the discharge position, and, in a state in which a movement restriction unit (6) restricts movement of the moving body (40) towards the other end of the vacuum chamber (1), a state is brought about in which field emission of the electron generating unit (31) is possible.

(57) 要約：真空室（１）においてエミッタ（３）およびターゲット（７）を互いに対向して配置し、エミッタ（３）の電子発生部（３１）の外周側には、ガード電極（５）を備える。エミッタ（３）は、真空室（１）の両端方向に移動自在な移動体（４０）を有したエミッタ支持部（４）により、当該両端方向に対し移動自在に支持する。ガード電極（５）の改質処理は、エミッタ支持部（４）を操作し、エミッタ（３）を無放電位置に移動して、電子発生部（３１）の電界放射を抑制した状態にし、ガード電極（５）に電圧を印加し放電を繰り返して行う。改質処理の後、再びエミッタ支持部（４）を操作し、エミッタ（３）を放電位置に移動し、移動規制部（６）により移動体（４０）の真空室（１）の他端側への移動を規制した状態で、電子発生部（３１）の電界放射を可能な状態にする。

明 細 書

発明の名称：電界放射装置および改質処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、X線装置、電子管、照明装置等の種々の機器に適用される電界放射装置および改質処理方法に関するものである。

背景技術

[0002] X線装置、電子管、照明装置等の種々の機器に適用される電界放射装置の一例としては、真空容器の真空室において互いに対向した方向に位置（所定距離隔てて位置）するエミッタ（炭素等を用いてなる電子源）とターゲットとの間に電圧印加し、エミッタの電界放射（電子を発生させて放出）によって電子線を放出し、その放出した電子線をターゲットに衝突させて所望の機能（例えばX線装置の場合はX線の外部放出による透視分解能）を発揮する構成が知られている。

[0003] また、例えば、エミッタとターゲットとの間にグリッド電極等を介在させて3極管構造としたり、エミッタの電子発生部（ターゲットに対向する側に位置し電子を発生する部位）の表面を曲面状にしたり、エミッタと同電位のガード電極を当該エミッタの外周側に配置する等により、エミッタから放出される電子線の分散を抑制することが検討されている（例えば特許文献1，2）。

[0004] 前述のような電圧印加により、エミッタの電子発生部のみから電子を発生させて電子線を放出することが望ましいが、真空室内に不要な微小突起や汚れ等が存在していると、意図しない閃絡現象を起こし易くなり、耐電圧性等が得られず、所望の機能を発揮できなくなる虞がある。

[0005] 例えば真空室内のガード電極等（ターゲット、グリッド電極、ガード電極等；以下、単にガード電極等と適宜称する）において、局部的な電界集中を起こし易い部位が形成（例えば加工において形成された微小突起等）されている場合、ガス成分（例えば真空容器内に残存するガス成分）を吸着してい

る場合、電子を発生させ易い元素が含まれている場合（適用する材料中に含まれている場合）等が挙げられる。このような場合、例えばガード電極にも電子発生部が形成され、電子の発生量が不安定になり、電子線が分散し易くなり、例えばX線装置の場合にはX線等の焦点はずれ等を起こす虞もある。

[0006] そこで、閃絡現象の抑制を図る手法（電子の発生量を安定化させる手法）として、例えばガード電極等に電圧（高電圧等）を印加（例えばガード電極とグリッド電極に印加）し放電を繰り返す電圧放電コンディショニング処理（改質（再生）；以下、単に改質処理と適宜称する）を施す手法が検討されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2008-150253公報

特許文献2：特開2011-8998公報

発明の概要

[0008] しかしながら、前述のような改質処理の電圧を単にガード電極等に印加すると、エミッタの電界放射（例えば改質処理が行われる前に電界放射）も起こり易く、当該ガード電極等が十分に改質処理されない虞がある。

[0009] 本発明は、かかる技術的課題を鑑みてなされたものであって、エミッタの電界放射を抑制しながらガード電極等の改質処理を行うことができ、電界放射装置の特性の向上に貢献可能な技術を提供することにある。

[0010] この発明に係る電界放射装置、改質処理方法は、前記の課題を解決できるものである。電界放射装置の一態様は、筒状の絶縁体の両端側が封止されて当該絶縁体の内壁側に真空室が形成された真空容器と、真空室の一端側に位置し、当該真空室の他端側に対向する電子発生部を有したエミッタと、エミッタの電子発生部の外周側に位置しているガード電極と、真空室の他端側に位置し、エミッタの電子発生部に対向して設けられたターゲットと、両端方向に移動自在な移動体を有し、当該移動体を介してエミッタを真空室の両端方向に対し移動自在に支持する可動自在なエミッタ支持部と、移動体の両端

方向の移動のうち真空室の他端側への移動を規制する移動規制部と、を備え、エミッタ支持部の可動により、エミッタの電子発生部とターゲットとの間の距離が変化し、移動規制部により移動体の真空室の他端側への移動が規制された状態で、エミッタの電子発生部が電界放射することを特徴とする。

[0011] また、移動規制部は、移動体の外周側から真空室の横断方向外側に突出した突出部と、突出部よりも真空室の他端側の位置であって両端方向において当該突出部と交叉している位置に設けられた交叉部と、を備え、突出部と交叉部とが当接して、移動体の真空室の他端側への移動が規制されるものでも良い。

[0012] また、ガード電極は、真空室の両端方向に延在した筒状であり、一端が真空容器に支持され、交叉部は、ガード電極の筒状内周側（の中央部）から真空室の横断方向内側に突出して形成されているものでも良い。

[0013] また、移動規制部により移動体の真空室の他端側への移動が規制された状態で、ガード電極のターゲット側とエミッタの電子発生部との距離が最短となるものでも良い。

[0014] また、ガード電極のターゲット側に、小径部が形成されているものでも良い。また、ガード電極のターゲット側に、真空室の横断方向に延出して当該真空室の両端方向においてエミッタの電子発生部の周縁部と交叉する縁部が形成されているものでも良い。

[0015] また、真空室の両端方向に伸縮自在なベローズを有し、そのベローズの一端側がエミッタ支持部に支持され、他端側が真空容器に支持されているものでも良い。また、移動体は、エミッタの電子発生部の反対側において両端方向に延在した形状であっても良い。また、真空室のエミッタとターゲットとの間に、グリッド電極が設けられているものでも良い。

[0016] 前述の電界放射装置の改質処理方法の一態様としては、エミッタ支持部の操作によりエミッタの電子発生部とガード電極との両者を互いに離反した状態で、ガード電極に電圧を印加して、真空室内の少なくともガード電極を改質処理することを特徴とする。

[0017] 以上示したように本発明によれば、エミッタの電界放射を抑制しながらガード電極等の改質処理を行うことができ、電界放射装置の特性の向上に貢献可能となる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本実施形態の電界放射装置の一例を示す概略説明図（真空室 1 両端方向に縦断した断面図（放電位置））。

[図2]本実施形態の電界放射装置の一例を示す概略説明図（真空室 1 両端方向に縦断した断面図（無放電位置））。

[図3]本実施形態の電界放射装置のガード電極 5 の一例を示す概略説明図（図 1 の一部の拡大図で縁部 5 2 の替わりに小径部 5 1 を有した図）。

[図4]移動規制部 6 を持たない電界放射装置の一例を示す概略説明図（真空室 1 両端方向に縦断した断面図（放電位置））。

[図5]移動規制部 6 を持たない電界放射装置の一例を示す概略説明図（真空室 1 両端方向に縦断した断面図（無放電位置））。

発明を実施するための形態

[0019] 本発明の実施形態における電界放射装置は、絶縁体の両端側が封止されて形成された真空室において、単に、互いに対向して位置するエミッタおよびターゲットを備えたり、エミッタの電子発生部の外周側にガード電極を備えた構成とするのではなく、真空室の両端方向（以下、単に両端方向と適宜称する）に移動自在な移動体を介してエミッタを当該両端方向に対し移動自在に支持する可動自在なエミッタ支持部を備え、そのエミッタ支持部の可動によりエミッタの電子発生部とターゲットとの間の距離を変化できるように構成したものである。また、移動体の両端方向の移動のうち真空室の他端側（ターゲット側）への移動を規制する移動規制部を備えたものであり、当該移動規制部により移動体の真空室の他端側への移動を規制した状態（以下、単に移動規制状態と適宜称する）で、エミッタの電子発生部が電界放射するように構成したものである。

[0020] 従来、ガード電極等を改質処理する手法としては、前述のようにガード電

極等に対し単に高電圧を印加する手法の他に、ガード電極等を真空雰囲気下で放置し吸着ガスを取り除く手法が知られている。この手法は、例えば、真空容器に大口径排気管を設けて電界放射装置（以下、従来装置と称する）を構成し、その大口径排気管を介して当該真空室を高温真空状態にすることにより、当該真空室のガード電極等の吸着ガスを放出し、その後、当該真空室を大気雰囲気下に戻し大口径排気管を介して当該真空室内にエミッタ等を配置し、当該真空室を封止し再度真空状態にする手法である。

[0021] しかしながら、前述のような大口径排気管を設けた真空容器において、真空室の高温真空状態を長時間保つことは困難であり、再度真空状態にするまでの間にガスがガード電極等に再吸着する虞もあり、ガード電極等に形成された粗い表面については改質（滑らかに）することができない。また、大口径排気管により、真空容器が大型化し、製造工数の増加や製品コストの上昇を招くことも考えられる。

[0022] 一方、本実施形態のような電界放射装置の構成によれば、前述の従来手法を適用しなくてもガード電極等の改質処理を行うことが可能となる。当該改質処理を行う場合、エミッタ支持部を操作して、エミッタを放電位置（電界放射する位置）から無放電位置（放電電界以下）に移動（電子発生部とターゲットとの間の距離を長くする方向に移動）させることにより、エミッタの電界放射を抑制した状態（例えば後述の図2に示すように、エミッタの電子発生部とガード電極との両者を互いに離反した状態（両者間に隙間を形成））にし、その状態でガード電極等に電圧を印加して改質処理を行うことができ、例えばガード電極等の表面が溶解平滑化されることになる。これにより、所望の耐電圧を得ることが可能となる。また、前述のように電界放射を抑制した状態であれば、改質処理の際にエミッタに対しては負荷が掛からないようにすることができる。

[0023] したがって、本実施形態の改質処理によれば、例えばガード電極等の表面に微小突起等が存在していても、その表面を滑らかにすることが可能となる。また、ガス成分（例えば真空容器内に残存するガス成分）を吸着している

場合には、当該吸着ガスが放出されることになる。さらに、電子を発生させ易い元素が含まれている場合には、前記の溶解平滑化により、当該元素をガード電極等の内部に留めることができ、当該元素に起因する電子発生を抑制することが可能となる。そして、電界放射装置においては、電子の発生量が安定し易くなる。

[0024] 前述のようにガード電極等を改質処理した後は、再びエミッタ支持部を操作し、エミッタを無放電位置から放電位置に移動（電子発生部とターゲットとの間の距離を短くする方向に移動）させることにより、エミッタの電子発生部とガード電極との間の距離を最短の状態（エミッタの電子発生部とガード電極とが近接または接触した状態）にすることができる。そして、エミッタ（電子発生部）の電界放射が可能な状態となり、電界放射装置の所望の機能を発揮（X線装置の場合はX線照射等）できることになる。

[0025] また、エミッタが放電位置に位置している場合、エミッタ支持部の移動体が移動規制部によって移動規制状態、すなわちエミッタ支持部の可動（一端側方向の可動）が抑制された状態となり、エミッタにおいては放電位置を越えてターゲット側に移動しないように抑制された状態となる。したがって、本実施形態によれば、エミッタの放電位置を、移動体が移動規制状態となる位置に設定することにより、エミッタ支持部の操作によりエミッタの電子発生部とターゲットとの間の距離を変化させる場合に、放電位置（またはガード電極）に対するエミッタの位置決めが容易となる。

[0026] ここで、前述のような移動規制部を持たない装置、例えば図4、図5に示すように単にエミッタ支持部4等を備え、エミッタ3の電子発生部31の周縁部31aと交叉する縁部52等がガード電極5に形成されている装置10Aに着目すると、当該エミッタ支持部4を操作し図4に示すようにエミッタ3が放電位置に移動してガード電極5と接触（図4では交叉するように接触）した場合、その接触面には真空室1の真空圧力が掛かることが考えられる。この真空圧力により、接触面に掛かる接触圧力が大きくなってしまう場合には、当該エミッタ3（電子発生部31等）やガード電極5（縁部52等）

には応力が発生し易く、各々の形状が変形したり、電界放射装置の所望の特性を保持できなくなることが考えられる。

[0027] 一方、本実施形態に係る電界放射装置（例えば後述のX線装置10）は、前述のようにエミッタの放電位置を移動体の移動規制状態となる位置に設定することができる構成であるため、たとえ放電位置のエミッタがガード電極と接触する構成であっても、当該接触圧力を低く抑えることができ、当該エミッタやガード電極の形状等の変形を防止し、電界放射装置の所望の特性を保持することが可能となる。

[0028] 本実施形態の電界放射装置は、前述のようにエミッタを両端方向に対して移動自在に支持するエミッタ支持部や、エミッタ支持部の移動体の移動を規制する移動規制部等を備え、エミッタの電子発生部とターゲットとの間の距離を変化できる構成であれば、例えば各種分野の技術常識を適宜適用する等により、多彩な変更が可能なものであって、その一例として以下に示すものが挙げられる。

[0029] ≪電界放射装置の実施例1≫

図1、図2の符号10は、本実施形態の電界放射装置を適用したX線装置の一例を示すものである。なお、図4、図5と同様のものについては、それぞれ同一に符号を用いる等により、詳細な説明を適宜省略する。X線装置10においては、筒状の絶縁体2の一端側の開口21と他端側の開口22とが、それぞれエミッタユニット30とターゲットユニット70とにより封止（例えば蝋付けして封止）されて、絶縁体2の内壁側に真空室1を有した真空容器11が構成されている。エミッタユニット30（後述のエミッタ3）とターゲットユニット70（後述のターゲット7）の間には、当該真空室1の横断方向（両端方向に対して交差する方向；以下、単に横断方向と適宜称する）に延在するグリッド電極8が設けられている。

[0030] 絶縁体2は、例えばセラミック等の絶縁材料を用いて成り、エミッタユニット30（後述のエミッタ3）とターゲットユニット70（後述のターゲット7）とを互いに絶縁し、内部に真空室1を形成できるものであれば、種々

の形態を適用することができる。例えば、図示するように同心状に配置された2つの円筒状の絶縁部材2 a, 2 bの両者間にグリッド電極8（例えば後述の引出端子8 2）を介在させた状態で、当該両者を蝟付け等により互いに組み付けて構成されたものが挙げられる。

[0031] エミッタユニット3 0は、ターゲットユニット7 0（後述するターゲット7）に対向する部位に電子発生部3 1を有したエミッタ3と、両端方向に移動自在な移動体4 0を有し当該移動体4 0を介してエミッタ3を真空室1の両端方向に対し移動自在に支持する可動自在なエミッタ支持部4 と、エミッタ3の電子発生部3 1の外周側に位置しているガード電極5 と、移動体4 0の両端方向の移動のうち他端側（後述するターゲット7 側）への移動を規制する移動規制部6 と、を備えている。

[0032] エミッタ3においては、前述のように電子発生部3 1を有し、電圧印加により電子発生部3 1から電子を発生し、図示するように電子線L 1を放出できるもの（放射体）であれば、種々の形態を適用することが可能である。具体例としては、例えば炭素等（カーボンナノチューブ等）の材料を用いてなるものであって、図示するように塊状に成形された、または薄膜状に蒸着させたエミッタ3を適用することが挙げられる。電子発生部3 1においては、ターゲットユニット7 0（後述するターゲット7）に対向する側の表面を凹状（曲面状）にして、電子線L 1を集束し易くすることが好ましい。

[0033] エミッタ支持部4においては、両端方向に移動自在な移動体4 0を備えたものであって、移動体4 0を介して、前述のようにエミッタ3を両端方向に対して移動自在に支持できるものであれば、種々の形態を適用することが可能である。具体例としては、ガード電極5の内側において両端方向に延在した柱状で当該柱状一端側（開口2 1側）にフランジ部4 1が形成され他端側（開口2 2側）にてエミッタ3を支持（例えば、エミッタ3における電子発生部3 1の反対側を、かしめや溶着等により固着して支持）する移動体4 0と、両端方向に伸縮自在で真空容器1 1に支持（例えば図示するようにガード電極5を介して絶縁体2に支持）されたベローズ4 2と、を備えた構成が

挙げられる。また、移動体 40 においては、後述の移動規制部 6 を構成する要素の一部である突出部 60 が、当該移動体 40 の外周側から横断方向外側に突出するように形成された構成であっても良い。

[0034] このように移動体 40、ベローズ 42 を備えたエミッタ支持部 4 の場合、ベローズ 42 の伸縮により移動体 40 が両端方向に移動し、その結果、エミッタ 3 も両端方向に移動することになる。また、エミッタ支持部 4 は、種々の材料を適用して構成することができ、特に限定されるものではないが、例えばステンレス（SUS 材等）や銅等のように導電性の金属材料を用いたものが挙げられる。

[0035] ベローズ 42 は、前述のように両端方向に伸縮自在なものであれば、種々の形態を適用することが可能であり、例えば薄板状金属材料等を適宜加工して成形されたものが挙げられる。具体例としては、図示するように、移動体 40 の外周側を包囲するように両端方向に延在する蛇腹状筒壁 43 を有した構成が挙げられる。

[0036] また、図中のベローズ 42 の支持構成の場合、一端側が移動体 40 のフランジ部 41 に蟬付け等により取り付けられ、他端側がガード電極 5 の内側（図中では後述の段差部 53）に蟬付け等により取り付けられて、真空室 1 と大気側（真空容器 11 外周側）とを区分し当該真空室 1 を気密に保持できる構成となっているが、これに限定されるものではない。すなわち、ベローズ 42 の一端側がエミッタ支持部 4 に支持（例えば移動体 40 やフランジ部 41 に支持）され、他端側が真空容器 11 に支持（例えばガード電極 5 の内側や後述のフランジ部 50 に支持）され、前述のように両端方向に伸縮自在であって、真空室 1 と大気側（真空容器 11 外周側）とを区分し当該真空室 1 を気密に保持できる構成（真空容器 11 の一部を形成する構成）であれば、種々の形態を適用することが可能である。

[0037] ガード電極 5 においては、前述のようにエミッタ 3 の電子発生部 31 の外周側に位置するように設けられたものであって、エミッタ支持部 4 の可動によって移動するエミッタ 3 の電子発生部 31 が接離し、当該ガード電極 5 と

エミッタ 3 との間の距離が最短となった状態（近接または接触した状態；例えば図 1 に示す状態）の場合に、当該エミッタ 3 から放出される電子線 L 1 の分散を抑制できるものであれば、種々の形態を適用することが可能である。

[0038] ガード電極 5 の具体例としては、例えばステンレス等（SUS 材等）の材料を用いてなり、エミッタ 3 の外周側で真空室 1 の両端方向に延在した筒状で、両端方向の一端側に形成されたフランジ部 50 を介して絶縁体 2 の開口 21 の端面 21a に支持され、当該両端方向の他端側（すなわち後述のターゲット 7 側）がエミッタ 3 と接離する構成が挙げられる。

[0039] このガード電極 5 のエミッタ 3 と接離する構成は、特に限定されるものではない。例えば図 3 に示すように両端方向の他端側に小径部 51 を形成した構成であっても良いが、図 1，図 2 に示したように、真空室 1 の横断方向内側に延出し当該真空室 1 の両端方向においてエミッタ 3 の電子発生部 31 の周縁部 31a と交叉する縁部 52 が形成された構成も挙げられる。また、小径部 51 および縁部 52 の両方を形成した構成（図示省略）も挙げられる。

[0040] このような接離構成のガード電極 5 を備えた場合、エミッタ支持部 4 の可動により、エミッタ 3 が当該ガード電極 5 の内側（筒状内壁側）において両端方向に移動し、エミッタ 3 の電子発生部 31 が小径部 51 あるいは縁部 52 に接離することになる。また、縁部 52 を備えた構成の場合には、当該ガード電極 5 にエミッタ 3 が近接または接触する場合に、電子発生部 31 の周縁部 31a が、縁部 52 によって覆われて保護されることになる。

[0041] 図中のガード電極 5 の場合、一端側から他端側に近づくに連れて階段状に縮径された形状により、当該ガード電極 5 の内側に段差部 53 が形成されている。このような段差部 53 に前記ベローズ 42 の他端側を取り付けることにより、当該取付作業が容易となり、その取付構造も安定したものとなる。なお、図中のガード電極 5 の内側においては、段差部 53 の他に、後述の移動規制部 6 を構成する要素の一部である交叉部 61 が、当該ガード電極 5 の内側から横断方向内側に突出するように形成（突出部 60 と交叉するように

形成)されている。

[0042] また、図中のガード電極5のように一端側から他端側に近づくに連れて縮径された形状によれば、エミッタ3の電子発生部31が、小径部51あるいは縁部52に向かって案内されながら、ガード電極5の内側を移動することにもなる。また、図中のガード電極5のように、当該ガード電極5の内側にベローズ42を収容できる構成であれば、そのベローズ42に対する真空容器11の外周側からの衝撃等を抑制（ベローズ42を保護し損傷等を抑制）することが可能となる。さらに、X線装置10の小型化にも貢献できる。

[0043] また、エミッタ3の電子発生部31の周縁部31aの見かけ上の曲率半径を大きくなるようにし、電子発生部31（特に周縁部31a）で起こり得る局所的な電界集中を抑制したり、その電子発生部31から他の部位に対する閃絡を抑制できる形状とすることが挙げられる。例えば、図示するガード電極5のように、両端方向の他端側に凸の曲面部51aを有した形状が挙げられる。

[0044] なお、図中のガード電極5の場合、外周側にゲッター54が溶接等により取り付けられているが、そのゲッター54の取付位置や材質等は特に限定されるものではない。

[0045] 移動規制部6においては、前述のように移動体40の両端方向の移動のうち他端側への移動を規制でき、当該移動体40が移動規制状態となる位置を、エミッタの放電位置となる位置に設定できる構成であれば、種々の形態を適用することが可能である。

[0046] 図中の移動規制部6のように真空室1内側に形成した構成の具体例としては、移動体40の外周側に形成（図中ではエミッタ3とフランジ部41との間に形成）され当該外周側から横断方向外側に突出したフランジ状の突出部60と、ガード電極5の筒状内周側に形成（図中では縁部52と段差部53との間に形成）され当該筒状内周側から横断方向内側に突出した段差状の交叉部61と、を備えたものであって、交叉部61が、突出部60よりも真空室1の他端側の位置であって両端方向において当該突出部60と交叉してい

る位置に形成された構成が挙げられるが、これに限定されるものではない。

[0047] 例えば、突出部 60 を、フランジ部 41 の外周側から横断方向外側に突出するように形成し、交叉部 61 を、フランジ部 50 の内側から横断方向内側に突出するように形成（突出部 60 よりも真空室 1 の他端側の位置に形成）して、移動規制部 6 を真空室 1 外側に構成（図示省略）した場合であっても、それら突出部 60、交叉部 61 が互いに交叉して当接し移動体 40 が移動規制状態となり、その移動規制状態となる位置がエミッタ 3 の放電位置となる位置に設定できる構成であれば良い。

[0048] また、突出部 60 と交叉部 61 とが当接する場合にエミッタ 3 が放電位置となるように構成するには、突出部 60、交叉部 61 が形成される位置を適宜設定することが挙げられる。例えば、図中のような突出部 60、交叉部 61 の場合、突出部 60 とエミッタ 3 の電子発生部 31 との間における両端方向の距離が、交叉部 61 と縁部 52 との間における両端方向の距離以下となるように、突出部 60、交叉部 61 が形成される位置を適宜設定することが挙げられる。

[0049] 次に、ターゲットユニット 70 は、エミッタ 3 の電子発生部 31 に対向するターゲット 7 と、絶縁体 2 の開口 22 の端面 22a に支持されるフランジ部 70a と、を備えている。

[0050] ターゲット 7 においては、エミッタ 3 の電子発生部 31 から放出された電子線 L1 が衝突し、図示するように X 線 L2 等を放出できるものであれば、種々の形態を適用することが可能である。図中のターゲット 7 においては、エミッタの電子発生部 31 に対向する部位に、電子線 L1 に対して所定角度で傾斜する交差方向に延在した傾斜面 71 が形成されている。この傾斜面 71 に電子線 L1 が衝突することにより、X 線 L2 は、電子線 L1 の照射方向から折曲した方向（例えば図示するように真空室 1 の横断面方向）に、照射されることになる。

[0051] グリッド電極 8 においては、前述のようにエミッタ 3 とターゲット 7 との間に介在し、当該グリッド電極 8 を通過する電子線 L1 を適宜制御できるも

のであれば、種々の形態のものを適用することが可能である。例えば図示するように、真空室 1 の横断方向に延在し電子線 L 1 が通過する通過孔 8 1 a を有した電極部（例えばメッシュ状の電極部） 8 1 と、絶縁体 2 を貫通（真空室 1 横断方向に貫通）する引出端子 8 2 と、を備えた構成が挙げられる。

[0052] 以上示したように構成された X 線装置 1 0 によれば、エミッタ支持部 4 を適宜操作することにより、エミッタ 3 の電子発生部 3 1 とターゲット 7 との間の距離を変化させることができる。例えば図 2 に示したように当該電子発生部 3 1 が放電位置から無放電位置に移動し電界放射を抑制された状態であれば、ガード電極 5、ターゲット 7、グリッド電極 8 等において所望の改質処理が可能となる。また、例えば前述の大口径排気管を設けた従来装置と比較すると、小型化することが容易であり、製造工数の低減や製品コストの低減を図ることも可能となる。

[0053] ≪ X 線装置 1 0 のガード電極等の改質処理の一例 ≫

前述の X 線装置 1 0 のガード電極 5 等を改質処理する場合、まず、エミッタ支持部 4 を操作して、図 2 に示すようにエミッタ 3 を開口 2 1 側に移動（無放電位置に移動）し、電子発生部 3 1 の電界放射を抑制した状態にする。この場合、エミッタ 3 の電子発生部 3 1 とガード電極 5 の縁部 5 2（なお、図 3 の場合は小径部 5 1）との両者は、互いに離反（エミッタ 3 を無放電位置（放電電界以下）に移動）した状態となる。この図 2 に示すような状態であれば、例えばガード電極 5 とグリッド電極 8（引出端子 8 2 等）との間や、ターゲット 7 とグリッド電極 8 との間などに所望の改質時電圧を適宜印加することにより、ガード電極 5 等において放電が繰り返され、当該ガード電極 5 等が改質処理（例えばガード電極 5 の表面が溶解平滑化）されることになる。

[0054] 前述の改質処理の後、再びエミッタ支持部 4 を操作し、図 1 に示すようにエミッタ 3 を開口 2 2 側に移動（放電位置に移動）し、電子発生部 3 1 の電界放射が可能な状態にする。この場合、エミッタ 3 の電子発生部 3 1 とガード電極 5 の縁部 5 2 との両者が近接または接触することにより、当該両者

間の距離が最短となり、エミッタ 3 から放出される電子線 L 1 の分散を抑制できる状態となる。また、移動規制部 6 において突出部 6 0 および交叉部 6 1 が互いに交叉して当接し、移動体 4 0 が移動規制状態となるため、エミッタ支持部 4 の可動（一端側方向の可動）が抑制された状態となり、エミッタ 3 においては放電位置を越えてターゲット側に移動しないように抑制された状態となる。さらに、電子発生部 3 1 と縁部 5 2 との両者が接触する場合であっても、移動規制部 6 により、当該接触圧力は低く抑えられることとなる。

[0055] この図 1 に示すような状態（移動規制状態）で、エミッタ 3 の電子発生部 3 1 とガード電極 5 とが互いに同電位で、例えばエミッタ 3 とターゲット 7 との間に所望の電圧を印加することにより、エミッタ 3 の電子発生部 3 1 から電子が発生して電子線 L 1 が放出され、その電子線 L 1 がターゲット 7 に衝突することにより、そのターゲット 7 から X 線 L 2 が放出される。

[0056] 以上示したような改質処理により、X 線装置 1 0 においてガード電極 5 からの閃絡現象（電子の発生）を抑制することができ、当該 X 線装置 1 0 の電子発生量を安定させることができる。また、電子線 L 1 を集束形電子束とすることができ、X 線 L 2 の焦点も収束し易くなり、高い透視分解能を得ることが可能となる。

[0057] 以上、本発明において、記載された具体例に対してのみ詳細に説明したが、本発明の技術思想の範囲で多彩な変更等が可能であることは、当業者にとって明白なことであり、このような変更等が特許請求の範囲に属することは当然のことである。

[0058] 例えば、本発明の電界放射装置は、電子線のターゲットへの衝突等により熱が発生する場合には、冷却機能を用いて当該電界放射装置を冷却できる構成としても良い。冷却機能は、空冷、水冷、油冷等の種々の方式のものを適用することが挙げられる。当該油冷方式の冷却機能の場合には、例えば所定容器内の冷却用油中に電界放射装置を浸漬させた構成が挙げられ、また、当該浸漬状態において冷却用油の脱泡処理（真空ポンプ等を用いた処理）等を

適宜行うことも挙げられる。

- [0059] 真空容器の真空室を気密（高真空等）に保持するには、当該真空容器を構成する各要素（絶縁体、エミッタユニット、ターゲットユニット等）は一体蝋付けする手法が挙げられるが、当該真空室を気密（高真空等）に保持できるものであれば、種々の手法を適用することが可能である。
- [0060] エミッタ支持部においては、例えば真空室の真空圧力が作用することになるが、当該各支持部に係る操作を適宜実施することによりエミッタを真空室の両端方向に対し移動自在に支持でき、移動規制部によって移動体が移動規制状態になるものであれば、種々の態様を適用することが可能である。
- [0061] 例えば、エミッタ支持部を操作して、エミッタが所望位置（放電位置等）に移動した場合に節度感（クリック感）が得られる構成であれば、当該エミッタ支持部の操作時に所望位置を把握することが容易になったり、当該エミッタ支持部の操作性が向上する等、種々貢献することが可能となる。
- [0062] また、前述のように所望位置に位置した状態のエミッタを適宜固定できる固定手段を備えた構成であれば、例えば意に反する外部からの力（前述の油冷方式の冷却機能を備えた構成の場合には、冷却用油の脱泡処理時に支持部に対して作用し得る真空ポンプの吸引力等）が作用したとしても、当該エミッタが所望位置から移動することを抑制でき、電界放射装置による電界放射やガード電極等の改質処理をそれぞれ適確に実現できるように貢献可能となる。この固定手段は、特に限定されるものではなく、種々の態様のものを適用することが可能であるが、前述のX線装置10を例にして説明すると、エミッタ支持部4の両端方向の移動を螺子止め等により固定することが可能なストッパーが挙げられる。

請求の範囲

- [請求項1] 筒状の絶縁体の両端側が封止されて当該絶縁体の内壁側に真空室が形成された真空容器と、
真空室の一端側に位置し、当該真空室の他端側に対向する電子発生部を有したエミッタと、
エミッタの電子発生部の外周側に位置しているガード電極と、
真空室の他端側に位置し、エミッタの電子発生部に対向して設けられたターゲットと、
両端方向に移動自在な移動体を有し、当該移動体を介してエミッタを真空室の両端方向に対し移動自在に支持する可動自在なエミッタ支持部と、
移動体の両端方向の移動のうち真空室の他端側への移動を規制する移動規制部と、を備え、
エミッタ支持部の可動により、エミッタの電子発生部とターゲットとの間の距離が変化し、
移動規制部により移動体の真空室の他端側への移動が規制された状態で、エミッタの電子発生部が電界放射する、電界放射装置。
- [請求項2] 移動規制部は、
移動体の外周側から真空室の横断方向外側に突出した突出部と、
突出部よりも真空室の他端側の位置であって両端方向において当該突出部と交叉している位置に設けられた交叉部と、を備え、
突出部と交叉部とが当接して、移動体の真空室の他端側への移動が規制される、請求項1記載の電界放射装置。
- [請求項3] ガード電極は、真空室の両端方向に延在した筒状であり、一端が真空容器に支持され、
交叉部は、ガード電極の筒状内周側から真空室の横断方向内側に突出して形成されている、請求項2記載の電界放射装置。
- [請求項4] 移動規制部により移動体の真空室の他端側への移動が規制された状

態で、ガード電極のターゲット側とエミッタの電子発生部との距離が最短となる、請求項 1 ～ 3 の何れかに記載の電界放射装置。

[請求項5] 移動規制部により移動体の真空室の他端側への移動が規制された状態で、ガード電極のターゲット側が、エミッタの電子発生部と接触する、請求項 4 記載の電界放射装置。

[請求項6] ガード電極のターゲット側に、小径部が形成されている、請求項 4 または 5 に記載の電界放射装置。

[請求項7] ガード電極のターゲット側に、真空室の横断方向に延出して当該真空室の両端方向においてエミッタの電子発生部の周縁部と交叉する縁部が形成されている、請求項 4 ～ 6 の何れかに記載の電界放射装置。

[請求項8] 真空室の両端方向に伸縮自在なベローズを有し、そのベローズの一端側がエミッタ支持部に支持され、他端側が真空容器に支持されている、請求項 1 ～ 7 の何れかに記載の電界放射装置。

[請求項9] 移動体は、エミッタの電子発生部の反対側において両端方向に延在した形状である、請求項 1 ～ 8 の何れかに記載の電界放射装置。

[請求項10] 真空室のエミッタとターゲットとの間に、グリッド電極が設けられている、請求項 1 ～ 9 の何れかに記載の電界放射装置。

[請求項11] 請求項 1 ～ 10 の何れかに記載の電界放射装置の改質処理方法であって、

エミッタ支持部の操作によりエミッタの電子発生部とガード電極との両者を互いに離反した状態で、ガード電極に電圧を印加して、真空室内の少なくともガード電極を改質処理する、電界放射装置の改質処理方法。

補正された請求の範囲
[2017年10月13日(13.10.2017)国際事務局受理]

【請求項 1】（補正後）

筒状の絶縁体の両端側が封止されて当該絶縁体の内壁側に真空室が形成された真空容器と、
真空室の一端側に位置し、当該真空室の他端側に対向する電子発生部を有したエミッタと、
エミッタの電子発生部の外周側に位置しているガード電極と、
真空室の他端側に位置し、エミッタの電子発生部に対向して設けられたターゲットと、
両端方向に移動自在な移動体を有し、当該移動体を介してエミッタを真空室の両端方向に
対し移動自在に支持する可動自在なエミッタ支持部と、
移動体の両端方向の移動のうち真空室の他端側への移動を規制する移動規制部と、を備え、
エミッタ支持部の可動により、エミッタの電子発生部とターゲットとの間の距離が変化
し、
移動規制部により移動体の真空室の他端側への移動が規制された状態で、エミッタの電
子発生部が電界放射し、
移動規制部は、
移動体の外周側から真空室の横断方向外側に突出した突出部と、
突出部よりも真空室の他端側の位置であって両端方向において当該突出部と交叉している
位置に設けられた交叉部と、を備え、
突出部と交叉部とが当接して、移動体の真空室の他端側への移動が規制される、電界放
射装置。

【請求項 2】（削除）

【請求項 3】（補正後）

ガード電極は、真空室の両端方向に延在した筒状であり、一端が真空容器に支持され、
交叉部は、ガード電極の筒状内周側から真空室の横断方向内側に突出して形成されてい
る、請求項 1 記載の電界放射装置。

【請求項 4】（補正後）

移動規制部は、ガード電極のターゲット側とエミッタの電子発生部との距離が最短であ
る状態において、移動体の真空室の他端側への移動を規制する、請求項 1 または 3 記載の
電界放射装置。

【請求項 5】

移動規制部により移動体の真空室の他端側への移動が規制された状態で、ガード電極のターゲット側が、エミッタの電子発生部と接触する、請求項 4 記載の電界放射装置。

【請求項 6】

ガード電極のターゲット側に、小径部が形成されている、請求項 4 または 5 に記載の電界放射装置。

【請求項 7】

ガード電極のターゲット側に、真空室の横断方向に延出して当該真空室の両端方向においてエミッタの電子発生部の周縁部と交叉する縁部が形成されている、請求項 4 ～ 6 の何れかに記載の電界放射装置。

【請求項 8】（補正後）

真空室の両端方向に伸縮自在なベローズを有し、そのベローズの一端側がエミッタ支持部に支持され、他端側が真空容器に支持されている、請求項 1， 3 ～ 7 の何れかに記載の電界放射装置。

【請求項 9】（補正後）

移動体は、エミッタの電子発生部の反対側において両端方向に延在した形状である、請求項 1， 3 ～ 8 の何れかに記載の電界放射装置。

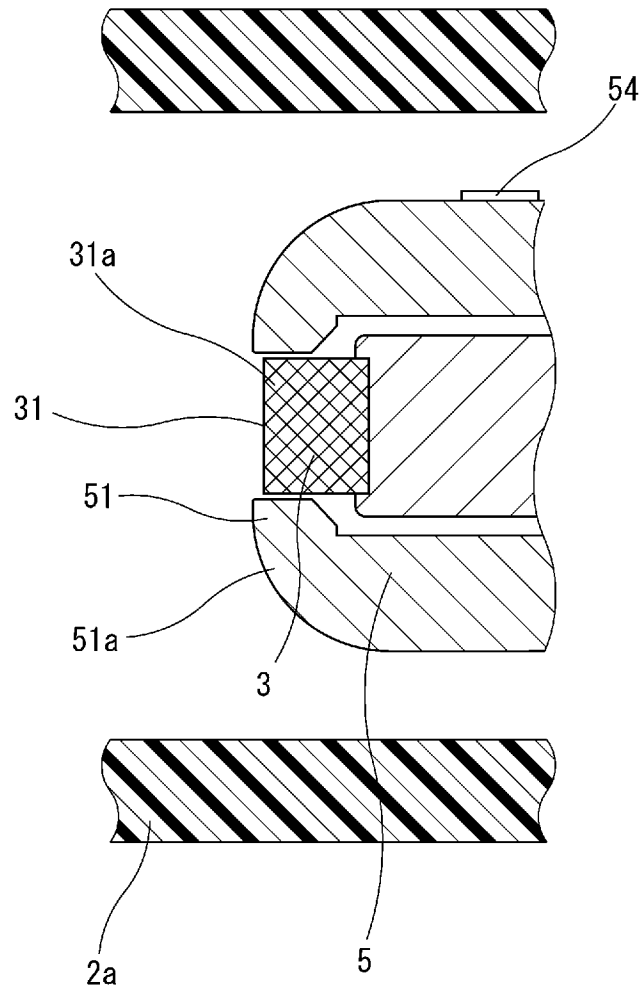
【請求項 10】（補正後）

真空室のエミッタとターゲットとの間に、グリッド電極が設けられている、請求項 1， 3 ～ 9 の何れかに記載の電界放射装置。

【請求項 11】（補正後）

請求項 1， 3 ～ 10 の何れかに記載の電界放射装置の改質処理方法であって、
エミッタ支持部の操作によりエミッタの電子発生部とガード電極との両者を互いに離反した状態で、ガード電極に電圧を印加して、真空室内の少なくともガード電極を改質処理する、電界放射装置の改質処理方法。

[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/010550

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J35/06(2006.01)i, H05G1/00(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)

H01J1/30-1/316, 1/46-1/48, 9/02, 27/00-27/26, 35/00-35/32, 37/04, 37/06-37/08, 37/248, H05G1/00-1/70

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y A	JP 2008-311174 A (JFE Engineering Corp.), 25 December 2008 (25.12.2008), abstract; paragraphs [0006], [0007], [0014], [0022], [0023]; fig. 7 (Family: none)	1, 4, 6, 8-9 2-3, 5, 7, 10-11
Y	JP 2011-119084 A (Life Technology Research Institute, Inc.), 16 June 2011 (16.06.2011), paragraphs [0028] to [0030]; fig. 6 (Family: none)	1, 4, 6, 8-9

☒ 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
12 May 2017 (12.05.17)

Date of mailing of the international search report
23 May 2017 (23.05.17)

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/JP2017/010550

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2010/013772 A1 (Life Technology Research Institute, Inc.), 04 February 2010 (04.02.2010), abstract; paragraphs [0032], [0033]; fig. 1A, 1B & US 2011/0115363 A1 abstract; paragraphs [0041], [0042]; fig. 1A, 1B & EP 2320446 A1 & AU 2009278058 A	1, 4, 6, 8-9
Y	JP 2011-8998 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 13 January 2011 (13.01.2011), paragraphs [0002], [0019]; fig. 1 & US 2012/0194057 A1 paragraphs [0002], [0034]; fig. 1 & EP 2469575 A1 & AU 2010264005 A & CN 102576634 A & KR 10-2012-0060198 A	1, 4, 6, 8-9
A	JP 3-156846 A (JFE Engineering Corp.), 04 July 1991 (04.07.1991), page 3, lower left column, 1st paragraph; examples; fig. 3, 4 (Family: none)	1-11
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 147461/1984 (Laid-open No. 62344/1986) (Toshiba Corp.), 26 April 1986 (26.04.1986), claims; fig. 1 & US 4679219 A claims; fig. 1 & EP 168641 A2	1-11
A	JP 2011-258470 A (Canon Inc.), 22 December 2011 (22.12.2011), abstract; fig. 1 & US 2011/0305314 A1 abstract; fig. 1	7
P, X	WO 2016/104484 A1 (Meidensha Corp.), 30 June 2016 (30.06.2016), abstract; paragraph [0035]; claims; fig. 1 to 7 (Family: none)	1, 4-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01J35/06(2006.01)i, H05G1/00(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. H01J1/30-1/316, 1/46-1/48, 9/02, 27/00-27/26, 35/00-35/32, 37/04, 37/06-37/08, 37/248
H05G1/00-1/70

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
Y A	JP 2008-311174 A（J F Eエンジニアリング株式会社）2008. 12. 25, 要約、段落0006、0007、0014、0022、0023、 図7（ファミリーなし）	1, 4, 6, 8-9 2-3, 5, 7, 10-11
Y	JP 2011-119084 A（株式会社ライフ技術研究所）2011. 06. 16, 段落 0028～0030、図6（ファミリーなし）	1, 4, 6, 8-9

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

12. 05. 2017

国際調査報告の発送日

23. 05. 2017

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）

杉田 翠

2G

3811

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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
Y	WO 2010/013772 A1 (株式会社ライフ技術研究所) 2010.02.04, 要約、[0032]、[0033]、図 1 A、1 B & US 2011/0115363 A1, 要約、[0041]、[0042]、図 1 A、1 B & EP 2320446 A1 & AU 2009278058 A	1, 4, 6, 8-9
Y	JP 2011-8998 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2011.01.13, 段落 0002、0019、図 1 & US 2012/0194057 A1, [0002]、[0034]、図 1 & EP 2469575 A1 & AU 2010264005 A & CN 102576634 A & KR 10-2012-0060198 A	1, 4, 6, 8-9
A	JP 3-156846 A (J F E エンジニアリング株式会社) 1991.07.04, 第 3 頁左下欄第 1 段落、[実施例]、第 3 図、第 4 図 (ファミリーなし)	1-11
A	日本国実用新案登録出願 59-147461 号 (日本国実用新案登録出願公開 61-62344 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社東芝) 1986.04.26, 実用新案登録請求の範囲、第 1 図 & US 4679219 A, 特許請求の範囲、第 1 図 & EP 168641 A2	1-11
A	JP 2011-258470 A (キヤノン株式会社) 2011.12.22, 要約、図 1 & US 2011/0305314 A1, 要約、図 1	7
P, X	WO 2016/104484 A1 (株式会社明電舎) 2016.06.30, 要約、[0035]、請求の範囲、図 1 ~ 7 (ファミリーなし)	1, 4-11