

(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7月28日(28.07.2016)



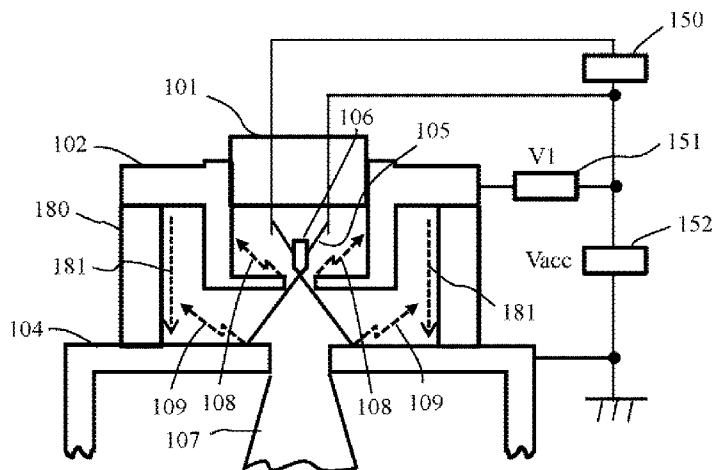
(10) 国際公開番号
WO 2016/117099 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/16 (2006.01) H01J 37/065 (2006.01)
H01J 9/18 (2006.01) H01J 37/147 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/051750
- (22) 国際出願日: 2015年1月23日(23.01.2015)
- (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: 株式会社 日立ハイテクノロジーズ (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目2番14号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 市村 崇 (ICHIMURA Takashi); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目2番14号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 伊藤博之 (ITO Hiroyuki); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目2番14号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 加藤 慎一 (KATO Shinichi); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目2番14号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 村越 久弥 (MURAKOSHI Hisaya); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目2番14号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 藤枝 正 (FUJIEDA Tadashi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 三宅 竜也 (MIYAKE Tatsuya); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外 (INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 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, 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), ユーロアジア (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).

[続葉有]

(54) Title: CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE, CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE OPTICAL ELEMENT, AND CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE MEMBER PRODUCTION METHOD

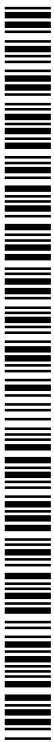
(54) 発明の名称: 荷電粒子線装置、荷電粒子線装置用光学素子、及び、荷電粒子線装置用部材の製造方法



(57) Abstract: The objective of the invention is to provide a charged particle beam device, a charged particle beam device optical element, and a charged particle beam device member production method, whereby an improvement of performance of the charged particle beam device is achieved by forming the member with high precision. In order to achieve this objective, proposed is the charged particle beam device comprising an optical element for altering a charged particle beam emitted from a charged particle source, and a vacuum container containing the optical element, wherein the optical element contains an electrode or a voltage-applied member (102, 104) comprising a first glass containing vanadium, a second glass containing vanadium configuring at least one among the vacuum container and a support member (180) supporting the voltage-applied member (102, 104).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/117099 A1



添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

部材を高精度に形成することにより荷電粒子線装置の高性能化を実現する、荷電粒子線装置、荷電粒子線装置用光学素子、及び、荷電粒子線装置用部材の製造方法の提供を目的とする。この目的を達成するために、荷電粒子源から放出された荷電粒子ビームを変化させる光学素子、及び、当該光学素子を包含する真空容器を備えた荷電粒子線装置であって、前記光学素子は電極或いは第1のバナジウムを含むガラスからなる被電圧印加部材(102、104)を含むものであって、当該被電圧印加部材(102、104)を支持する支持部材(180)、及び、前記真空容器の少なくとも1つは、第2のバナジウムを含むガラスによって構成される荷電粒子線装置を提案する。

明 細 書

発明の名称：

荷電粒子線装置、荷電粒子線装置用光学素子、及び、荷電粒子線装置用部材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は荷電粒子線装置に係り、特に、荷電粒子ビームを偏向、集束、荷電粒子源等から引き出し、或いは加速させる電圧が印加される被電圧印加部材を備えた荷電粒子線装置、及び荷電粒子線装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 電子顕微鏡に代表される荷電粒子線装置は、荷電粒子源から放出された荷電粒子ビームを加速し、当該加速されたビームを試料に照射する装置である。例えば走査電子顕微鏡には、電子源からビームを引き出すための引き出し電極、当該引き出し電極から引き出されたビームを加速する加速電極、試料上でビームを走査するための走査偏向器、収差を補正するための収差補正器、静電レンズ、これらの光学素子の理想光軸を通過するように、ビームの軌道を調整する補正器などが設けられている。

[0003] これらの光学素子は、複数の異なる電極に異なる電圧を印加することによって発生する電界によって、ビームを制御するためのものであり、このような電界を形成する複数の電極は、導通しないように、適正に絶縁されている必要がある。

[0004] 特許文献1には、導電性碍子を加速管に使用した電子銃が開示されている。導電性碍子を加速管に使用することで、碍子表面に電子線が衝突して発生するチャージは、導電性碍子の表面を電流として流れるのでチャージアップを抑制できる。また特許文献2には、高抵抗ではるが導電性のセラミックスにより構成されている電子光学鏡筒が開示されている。鏡筒の筒体、特に内筒を高抵抗導電性とすることで、電極間におけるチャージアップ量を減少させることができる。特許文献3には、電子ビーム露光装置の静電偏向器のチャージアップを、電極表面に二酸化バナジウム (VO_2) を被覆することによ

って抑制する手法が説明されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第5023199号公報（対応米国特許USP8, 803, 411）

特許文献2：W003/107383（対応米国特許USP7, 193, 221）

特許文献3：特許第4083768号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 電子顕微鏡等の内部に配置される光学素子は、正確に適正な位置に形成されている必要がある。例えば、静電レンズを形成する電極は、電子ビームを通過させるための開口が設けられているが、この開口が電子ビームの理想光軸に対し、軸対称に形成されている必要がある。また、電極間の距離も設計通り、適正な位置に正確に位置付けられている必要がある。レンズを形成するための電極は、碍子のような絶縁部材を介して電子顕微鏡等の装置に取り付けられている。碍子は絶縁性の高いセラミック等で形成されているが、非常に硬質な部材であり、軟質な部材に対して相対的に加工が難しい。また、加工が困難であるが故に、光学素子を高精度に所定の位置に位置付けることが難しい。

[0007] より具体的には、碍子は磁器を組成とするものが多く、焼結時の寸法変化が数100 μ m程度発生する難加工材である。また、碍子と金属を接合する場合、温度によらず、安定した位置精度を確保するためには、碍子、金属の双方に熱膨張率が近い部材を介して接続する必要があり、構成が複雑になる。また、その際にロウ付けで各部材を接合しようとする、ロウ材端面に高温加熱等による接着面粗さ等を発生し、不要な放電や不純ガスを発生する可能性がある。特許文献1乃至3には、碍子や偏向器を、導電性セラミックに

よって構成すること、或いはセラミック上に導電性膜を形成することが説明されているが、碍子自体を高精度形成することは上述の事情により困難であり、より高精度形成可能な部材の適用が望ましい。

[0008] 以下に、高精度形成に基づく荷電粒子線装置の高性能化の実現を目的とする荷電粒子線装置、及び荷電粒子線装置用部材の製造方法を提案する。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するための一態様として、荷電粒子源から放出された荷電粒子ビームを、変化させる光学素子、及び当該光学素子を包含する真空容器を備えた荷電粒子線装置であって、前記光学素子は電極或いは第1のバナジウムを含むガラスからなる被電圧印加部材を含むものであって、当該被電圧印加部材を支持する支持部材、及び前記真空容器の少なくとも1つは、第2のバナジウムを含むガラスによって構成される荷電粒子線装置を提案する。

[0010] また、上記目的を達成するための他の態様として、荷電粒子線装置に搭載される光学素子、真空容器或いは荷電粒子線装置を製造する製造方法であって、前記荷電粒子ビームを変化させる光学素子に含まれる被電圧印加部材の接続部材、及び前記真空容器の少なくとも一方を、バナジウムを含むガラスによって構成する製造方法を提案する。

発明の効果

[0011] 上記構成、及び方法によれば、荷電粒子線装置、及び荷電粒子線装置を構成する部材の高精度形成に基づく、荷電粒子線装置の高性能化が可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]荷電粒子線装置の概要を示す図。

[図2]電子源の陽極の接続部材、電子源の真空雰囲気を維持する真空容器にバナジウムガラスを適用した例を示す図。

[図3]電子ビームを加速する加速管の電極の接続部材にバナジウムガラスを適用した例を示す図。

[図4]電子ビームを集束する静電レンズの電極と、当該電極の接続部材（支持

部材)として、バナジウムガラスを適用した例を示す図。

[図5]電子ビームの収差を補正する収差補正器の構成部材として、バナジウムガラスを適用した例を示す図。

[図6]電子源周囲の構造の一部をバナジウムガラスとした例を示す図。

[図7]試料を載置するための試料ステージの構造の一部をバナジウムガラスとした例を示す図。

[図8]抵抗値の異なる複数のバナジウムを用いて静電レンズを構成した例を示す図。

[図9]ガラスの温度と粘度の関係を表すグラフ。

[図10]ガラスの示差熱分析グラフ。

[図11]セラミック製の碍子と、電極との間にバナジウムガラスを含む部材からなる接続部材を備えた電子源の一例を示す図。

発明を実施するための形態

[0013] 電子顕微鏡等の電子線装置に用いられる静電偏向器や静電レンズなどの電極構造は、金属電極を電氣的に分離するために電極間に絶縁体碍子を挟む構造をとっている。絶縁体碍子が直接金属電極に接合できないため、ネジによる締め付けや、ロウ付け部品を介して金属電極と溶接する方法などが使用される。更に絶縁体碍子が電子線に照射されるとチャージアップしてしまうため、絶縁部を遮蔽したり、電子線が到達しないように複雑な構造をとる必要があった。

[0014] 以下に説明する実施例は、電子顕微鏡のような荷電粒子線装置、荷電粒子線装置内で荷電粒子ビームを調整、変化させる光学素子、及びこれらの製造方法に関するものであり、バナジウムを含有するガラスを、金属電極、或いはバナジウムガラスを含む被電圧印加部材を固定、支持、接続する際の絶縁物として、あるいは部材に塗布して用いることを特徴とする。

[0015] バナジウムを含有するガラスは、非結晶であり、結晶体のバナジウムと異なり、低温で軟化・流動し、気密性が高く（ガス透過性がない）、抵抗率を制御できる。また、含有物の組成率を変えることで軟化点を300～700

℃で制御することができ、金属と金属、金属と絶縁物の接合剤として用いることができる。また、加工性が良いため、金属同様の加工精度を実現し、さらに抵抗率を $10^6 \sim 10^{13} \Omega \text{ cm}$ の範囲で制御することができる。

[0016] 図9にガラスの温度と粘度の変化を表すグラフ、図10にガラスの示差熱分析のグラフを示す。ガラスは温度が高くなるにつれ、粘度が下がる。また、ガラスから過冷却液体に移り変わる温度を転移点 (T_g)、ガラスの膨張が停止する点を屈伏点 (M_g)、軟化し始める温度を軟化点 (T_s)、ガラスが焼結体となる焼結点 (T_{sint})、ガラスが溶け出す流動点 (T_f)、ガラスの成形に適した温度 (粘度が $1 \text{ E} + 4 \text{ dPas}$ であるような温度) を作業点という。転移点と軟化点は例えば、 535°C 、 655°C と言った値で、バナジウムを含有するガラスを軟化点から作業点に加熱することで、接合剤としての働きをすることができる。

[0017] 以上の性質を用い、金属と金属、金属と絶縁物の間の接合剤としてバナジウムを含有するガラスを用いることにより、ネジによる締め付けや、ロウ付け等を行うことなく、荷電粒子線装置内に設置される光学素子を構成することが可能となる。また、加工性に優れているため、高い位置精度を得ることができ、結果として高性能な光学素子、及び荷電粒子線装置の提供が可能となる。さらには、バナジウムガラスの抵抗率を適切に制御することで、電子の衝突等によって形成されるチャージアップ等の発生を抑制でき、当該チャージアップによるビーム軌道への影響や、放電に基づく絶縁破壊等の発生の可能性を低減することが可能となる。

[0018] 真空容器を構成する絶縁材として、低軟化点で加工性が優れ、体積抵抗値を任意の範囲で制御できるバナジウムを含有するガラスを用いる。すなわちバナジウムを含有するガラスは低軟化点であるため、接合剤として働き、金属や他の絶縁物、バナジウムを含有するガラス自体を高い気密性を保ったまま接合することができる。

[0019] また、加工性が優れているので、金属との一体構造物を作り、それを切削加工することで、電極構造の組立てや溶接などをせずに構造物を作製するこ

とができる。

[0020] さらに、抵抗値を制御することができるため、構造物の表面に電子などが付着しても、チャージアップを防止することができる。

[0021] 本実施例によれば、位置精度の高い、チャージアップを防止することができる電極構造物を作ることができる。また、真空容器としても気密性の高いものを作れる。

[0022] 以下、図面を用いて、バナジウムを含むガラスを構成要素とする走査電子顕微鏡、及びその各構成要素について、詳細に説明する。なお、以下の実施例では、走査電子顕微鏡を用いて説明を行うが、本実施例は他の荷電粒子線装置にも適用することが可能である。

[0023] 図1は、走査電子顕微鏡（荷電粒子線装置）の概要を示す図である。電子源106と第一陽極102の間に印可される引出電圧V1によって電子源106から放出された一次電子線107は電子源106と第二陽極104の間に印可される電圧Vaccにより加速されて、後段の電子顕微鏡鏡筒114に進行する。

[0024] 引出電圧V1は引出電圧制御回路151、加速電圧Vaccは加速電圧制御回路152により制御されている。

[0025] 一次電子線107は、第一集束レンズ制御回路153で制御された第一集束レンズ113で集束される。一次電子線107は対物絞り116で電子線の試料照射電流が制御されるが、電子線の中心を対物絞り116の孔中心へ通過させるために、電子線中心軸調整用アライナー154と、対物絞り116上で電子線を走査するための電子線中心調整用偏向器115が設けられている。

[0026] さらに一次電子線107は、収差補正器120によりビーム形状が補正され、それを対物レンズ119で細く集束され、上段偏向器117と下段偏向器118により試料121上を二次元的に走査される。試料121は、XYZ駆動およびリターディング電圧制御機構160により制御されている試料ステージ122に配置されている。

[0027] 試料121上の一次電子線107の照射点からは、反射電子や二次電子などの信号電子123が放出される。この信号電子123を検出器124で検出し、信号処理機構159により観察画像として図示にない表示方法により試料121の拡大像がえられる。

実施例 1

[0028] 上記説明した装置構成で、電極の絶縁部分、真空容器にバナジウムを含有するガラスを適用した例について説明する。図2は、電子源周辺の絶縁物および真空容器にバナジウムを含有するガラスを用いた構造の概略図である。

[0029] 第一陽極102と第二陽極104の間には加速電圧 V_{acc} が印可されて、電子源106から放出された一次電子線107を加速しており、第一陽極102と第二陽極104を電氣的に絶縁している絶縁体碍子180として、バナジウムを含有するガラスを用いる。

[0030] また、一次電子線107が通過する領域は真空雰囲気であり、外側が大気となっており、絶縁体碍子180は真空容器の一部としても用いられている。

[0031] 絶縁体碍子180として用いるバナジウムを含有するガラスの大きさは、次のようにして決まる。一次電子線107は、第一陽極102や第二陽極104等の電極に衝突して反射電子や散乱電子と言った二次的な電子108、109が発生する。この二次的な電子108、109は絶縁体碍子180に付着し、蓄積されてチャージアップの原因となる。

[0032] このチャージアップを防ぐためには、絶縁体碍子180の真空雰囲気側の壁面に電子線照射量、例えば数 μA 程度流す必要がある。第一陽極と第二陽極にかかる電圧は $V_{acc} - V_1$ であり、通常一数 $kV \sim$ 数十 kV である。これを満たす抵抗値は $10^{11}\Omega$ 程度であり、抵抗率 $10^9\Omega cm$ のバナジウムを含有するガラスで、外径 $100mm$ 内径 $80mm$ 高さ $100mm$ の形状を作製すればこの抵抗値を実現できる。また、空気の絶縁破壊電界強度の一般的な値は $3kV/mm$ であり、外側の放電を起こさない長さを確保できている。絶縁体碍子180として用いるバナジウムを含有するガラスの大きさは、チ

チャージアップを防止する抵抗値と、放電の危険性の無い距離があれば特に限定するものではない。

[0033] また、バナジウムを含有するガラスは、低軟化点であり、第一陽極102および第二陽極104に直接接合することができ、接合の際は、レーザを用いる方法をはじめ、様々な加熱による接合方法により実施される。

[0034] バナジウムを含むガラスではない絶縁体碍子では、抵抗値の制御が困難で、チャージアップを防止するために、二次的な電子108、109が放出されないよう第一陽極102、第二陽極104の形状を複雑な構造にしたり、絶縁体碍子の前に遮蔽材を挿入して対応する必要がある。また、絶縁体碍子は金属と直接接合することができず、セラミックスの場合は、熱膨張率の近いコバルトとセラミックスを銀ろう付けし、コバルトと金属を溶接することで真空容器を作製する必要があるが、銀ろうやコバルトと言った部材が、不純ガスを放出する原因となるため、これらの構成を用いない本実施例によれば、高真空の維持が可能な真空容器の提供が可能となる。

実施例 2

[0035] 図3は、加速管にバナジウムを含有するガラスを用いた構造の概略図である。加速管は、電子顕微鏡の場合、複数の電極が絶縁体を介して積層される。そして各電極に印加される電圧によって、電子ビームは多段加速される。このような加速管は、主に透過型電子顕微鏡のような高加速電子顕微鏡に用いられ、例えば、数100keVに電子ビームを加速させる。

[0036] バナジウムを含むガラスを用いない加速管では、ガラスやセラミックスなどの絶縁体碍子を使用している。一次電子線107や一次電子線107が発生させる反射電子や散乱電子と言った二次的な電子108、109が衝突したときは、絶縁体碍子の表面に電子が蓄積され、チャージアップする。チャージアップすると、加速管の電位分布が変わり、一次電子線107の軌道が変化し、観察時にビームが揺らぐといった現象が起こる。このチャージアップ現象を防止するために、バナジウムを含むガラスを用いない加速管では、一次電子線107が二次的な電子108、109が絶縁体碍子に直接当たら

ないように、加速電極を複雑な形状とする必要がある。このような加速電極は製作が複雑になるばかりでなく、加速管を組み込んだ時に、中心軸上の電位勾配が厳密には一定でなくなり、一次電子線107の収差も増大する。また、電位勾配を一定にするために、各電極間に数GΩの抵抗（ブリーダ抵抗）を取り付け、静電レンズ効果の影響を小さくしたまま、電子線を加速することになる。

[0037] 図3（a）は、バナジウムを含有するガラスを加速管207の1、3、5段目（図3（b）のガラス201、203、205）に使用した例である。ここで、加速管に使用されるバナジウムを含有するガラスは、特に内側表面の抵抗を小さくする特徴がある。具体的な抵抗値としては、 $10^8 \sim 10^{10} \Omega$ の範囲である。バナジウムを含有するガラスを使用することで、内側表面に電子が衝突し発生するチャージは、表面を電流として流れるので、チャージアップを防止できる。よって、各段の加速電極の形状もセラミック等の碍子を用いた加速管と違い単純な構造とすることができる。

[0038] また、各段に使用するバナジウムを含有するガラスの抵抗を、ブリーダ抵抗と同じ値に合わせこむことで、ブリーダ抵抗を使用しない加速管を提供することもできる。さらに、加速電極間の距離や形状に応じて、バナジウムを含有するガラスの長さや抵抗値を変えることで、一定の電界を得ることも可能である。

[0039] また、バナジウムを含有するガラスは低軟化点で加工性が良い。そのため、この加速管の作製には、まず図3（b）にある通り、円柱のバナジウムを含有するガラス201、203、205と加速電極202、204を積み重ね、バナジウムを含有するガラスを接合する。続いて、図3（c）にあるような一体構造物206を切削加工することで、最終形状を完成する。こうして、組立工程を省き、ネジ止め、溶接などの作業がなくなるため、同軸度などの位置精度が高い加速管を作ることができる。従って、組立て誤差による一次電子線107の軌道の乱れを防ぎ、収差を小さくすることができる。また、部品点数が少なくなることで、不純ガスを放出する原因が減り、真空度

も改善される。

[0040] また、同じ要領で静電レンズを形成することもできる。より具体的には、部材201、203、205を電極とし、部材202、204を、バナジウムを含むガラスからなる絶縁部材とすることによって、静電レンズを構築することが可能となる。

実施例 3

[0041] 図4は、静電レンズにバナジウムを含有するガラスを用いた構造の概略図である。一次電子線107を収束するには、電子レンズが用いられ、電子レンズの一つとして静電レンズが使われる。静電レンズは電位の異なる電極が同軸に重なった構造をしている。

[0042] セラミックスなどの絶縁体碍子を構成要素とする静電レンズでは、碍子によって電氣的に電極同士を絶縁している。そのため、一次電子線107や一次電子線107が発生させる反射電子や散乱電子と言った二次的な電子が絶縁体碍子に衝突したときは、絶縁体碍子の表面に電子が蓄積され、チャージアップする。チャージアップすると、静電レンズの電位分布が変わり、一次電子線107の軌道が変化し、観察時にビームが揺らぐといった現象が起こる。

[0043] このチャージアップ現象を防止するために、一次電子線107や二次的な電子が絶縁体碍子に直接当たらないように、電極の構造を複雑にすることが考えられるが、このような電極は製作が複雑になるばかりでなく、静電レンズを組み込んだ時に、所望の電界を作ることができなくなり、一次電子線107の収差も増大する。

[0044] 一方、バナジウムを含有するガラスは低軟化点で加工性が良い。本実施例では、図4(b)に例示するように、絶縁部材となる筒状のバナジウムを含むガラス352と、抵抗が低く、電極のような被電圧印加部材となる円柱状のバナジウムを含むガラス351を用意し、部材351の切削加工等によって、図4(a)に例示するような形状に成型する。バナジウムガラスは、電極の代替部材として適用可能な程度の抵抗値を持たせることが可能であるた

め、本実施例は絶縁部材と被電圧印加部材のいずれをもバナジウムガラスを含有する材料で構成する例について説明する。

[0045] 図4(a)はバナジウムを含有するガラスを用いて形成された静電レンズを示す図であり、第2のバナジウム含有するガラスで構成された絶縁部材354、第1のバナジウムを含有するガラスで構成された被電圧印加部材356、358、360によって静電レンズが構成されている。また、絶縁部材354には、被電圧印加部材356、358、360のそれぞれに、電圧を印加する導線を通すための通路355、357、359が設けられている。

[0046] 本実施例では、静電レンズの作製のために、円柱のバナジウムを含有するガラスと電極を積み重ね、バナジウムを含有するガラスを接合し、続いて、接合によって一体となった一体構造物を切削加工することで、最終形状を完成する。

[0047] こうして、組立工程を省き、ネジ止め、溶接などの作業がなくなるため、同軸度をはじめとした位置精度が高い静電レンズを作ることができる。従って、組立て誤差による一次電子線107の軌道の乱れを防ぎ、収差を小さくすることができる。また、部品点数が少なくなることで、不純ガスを放出する原因が減り、真空度も改善される。静電レンズの形状・抵抗値は、特に全て同じ形状、同じ抵抗値のものとする必要はなく、電極間の距離や形状に応じて、バナジウムを含有するガラスの長さや抵抗率を変えることで電界形状を制御し、所望のレンズ効果を得ることも可能である。

[0048] 別の作製方法としては、円筒のバナジウムを含有するガラスと円柱の電極を嵌め合わせ、バナジウムを含有するガラスを接合する。続いて、図4(c)に例示するような一体構造物353を機械加工することで、最終形状を完成する。電位を与えるための配線は、側面を加工しても良く、また、分割された円筒のバナジウムを含有するガラスの境界にあらかじめ配線を埋め込み、バナジウムを含有するガラス同士を接合したものをを用いても良い。

実施例 4

[0049] 図5は、収差補正器にバナジウムを含有するガラスを用いた構造の概略図

である。一次電子線107の収差を補正するには、磁場や電場を用いた収差補正器（多極子）が用いられ、その一つとして静電型収差補正器が使われる。静電型収差補正器は放射状に配置された電極に異なる電位を加えて、一次電子線107のビーム形状を制御する。

[0050] セラミック等の碍子を用いた静電型収差補正器は、セラミックスなどの絶縁体碍子で電氣的に電極を絶縁している。そのため、一次電子線107やその反射電子や散乱電子と言った二次的な電子の付着により、チャージアップの可能性はある。チャージアップすると、電極間の電位分布が変わり、一次電子線107の軌道が所望の起動から逸脱し、観察時にビームが揺らぐといった現象が起こる。このチャージアップ現象を防止するためには、一次電子線107や二次的な電子が絶縁体碍子に直接当たらないように、電極が複雑な構造にする必要がある。

[0051] 本実施例は、比較的簡単な構造で、加工が容易な収差補正器に関するものである。図5は、バナジウムを含有するガラスを電極の絶縁物に用いた八極子の静電型収差補正器である。

[0052] バナジウムを含有するガラスは低軟化点で加工性が良い。そのため、この静電型収差補正器の作製には、まず、図5（b）に例示されている通り、円筒のバナジウムを含有するガラス402と円柱の電極401を嵌め合わせ、両者を接合する。続いて、図5（b）に例示されているような一体構造物403を切削加工することで、最終形状を完成する。こうして、組立工程を省き、ネジ止め、溶接などの作業がなくなるため、同軸度をはじめとした位置精度が高い静電型収差補正器を作ることができる。従って、組立て誤差による一次電子線107の軌道の乱れを防ぎ、収差を小さくすることができる。また、部品点数が少なくなることで、不純ガスを放出する原因が減り、真空度も改善される。電位を与えるための配線は、側面に加工しても良く、また、分割された円筒のバナジウムを含有するガラスの境界にあらかじめ配線を埋め込み、バナジウムを含有するガラス同士を接合したものをを用いても良い。

[0053] また、静電偏向器も静電型収差補正器と同様の構造をしており、静電型収差補正器と同様に作製することができる。

[0054] 図5(a)に例示する静電型収差補正器は、8つの電極404、405、406、407、408、409、410、411と、当該電極を包囲する筒状のバナジウムを含有するガラスによって構成されている。また、筒状体には、導線を通すための開口412、413、414、415が形成されている。また、8つの電極を導電性の高いバナジウムガラスを含有する部材とするようにしても良い。また、収差補正器ではなく静電偏向器として用いるようにしても良い。

実施例 5

[0055] 図6は、電子源周辺の絶縁物としてバナジウムを含有するガラスをセラミックスなどの絶縁体碍子の表面に構成した構造の概略図である。図6に例示する構成では、絶縁性碍子503の内壁に、バナジウムを含有するガラス504が塗布されている。このようにバナジウムを含有するガラスは、塗布して使用することができる。このように、電子が衝突する可能性がある碍子表面に、バナジウムを含有するガラスを塗布することによって、チャージアップを抑制することが可能となる。

[0056] バナジウムを含有するガラスは数百 μm 厚で塗布することができ、表面抵抗を $10^{11}\Omega$ 程度に制御することができるため、電極間に高電圧を印加した際にバナジウムを含有するガラスの表面に微小電流を流すことでチャージアップを防ぐことができる。

[0057] 一方、絶縁性碍子503は焼結によって作成されるものであるため、図6に例示するような構成を採用した場合、焼結時の寸法変動によって、第一陽極102と第二陽極104との相対位置がずれ、設計通り高精度に形成できないことが考えられる。それに対し、図2に例示したように、部材180を、バナジウムを含有するガラス、或いはバナジウムガラスを含有する部材とすることによって、電極を支持する部材が焼結時の寸法変動によって変形することのない部材となるため、高い加工精度でビームを調整する光学素子を

構成することが可能となる。

実施例 6

[0058] 図7は、試料ステージの絶縁構造にバナジウムを含有するガラスを使用した例を示す図である。図7に例示する試料ステージは、駆動機構604が設けられており、制御装置652から供給される駆動信号に基づいて、試料601の所望の観察個所に一次電子線107が照射されるように、試料601を移動させる。近年の試料ステージは試料601に入射する一次電子線107を減速させるために、高電圧を印加できる構造になっている。そのため、アース電位である真空容器605と、減速電界印加用電源651から電圧が印加される試料ホルダ（被電圧印加部材）602との間には、絶縁のためにセラミックなどの絶縁体碍子が用いられる。

[0059] 一次電子線107やそれが発生する二次的な電子610が試料601や絶縁体碍子に衝突することにより、試料601や絶縁体碍子がチャージアップする。そこで、絶縁体碍子にバナジウムを含有するガラス603を使用し、バナジウムを含有するガラス603の表面に微小電流611を流すことで、チャージアップを防止することができる。また、絶縁体碍子と試料ホルダ602の固定に、ネジ止めや溶接を用いる場合、ステージ構造が複雑になるが、バナジウムを含有するガラスは低軟化点であるために、直接試料ホルダ602とバナジウムを含有するガラスを直接接合することで、構造を簡略化することができる。

[0060] 透過型電子顕微鏡等に使用されるサイドエントリーの微小試料用ステージや、ビーム電流を制御する可動絞りの固定材料にも使用することができ、チャージアップを防止した簡略化された構造物を作製することができる。

実施例 7

[0061] 図8は、静電レンズに抵抗値の異なる複数のバナジウムを含有するガラスを用いた構造の概略図である。抵抗率 $10^6 \Omega \text{ cm}$ のバナジウムを含有するガラスは電圧を印加することで金属電極と同様に電界を生じる。また、セラミックスを始めとする絶縁体碍子の抵抗率は一般的に $10^{15} \Omega \text{ cm}$ であり、これ

に近似する $10^{13} \Omega \text{ cm}$ のバナジウムを含有するガラスを絶縁体碍子として使用することができる。以下の方法により、この抵抗値の異なる複数のバナジウムを含有するガラスにより静電レンズを作製することができる。

[0062] バナジウムを含有するガラスは低軟化点で加工性が良い。そのため、この静電レンズの作製には、まず図8 (b) にある通り、円柱のバナジウムを含有するガラスと抵抗値の異なるバナジウムを含有するガラス (701~705) を積み重ね、接合する。続いて、図8 (c) に例示するような一体構造物706を切削加工することで、最終形状を完成する。こうして、組立工程を省き、ネジ止め、溶接などの作業がなくなるため、同軸度をはじめとした位置精度が高い静電レンズを作ることができる。従って、組立て誤差による一次電子線107の軌道の乱れを防ぎ、収差を小さくすることができる。また、部品点数が少なくなることで、不純ガスを放出する原因が減り、真空度も改善される。静電レンズの形状・抵抗値は、電極間の距離や形状に応じて変えることができ、所望の強度の電界を発生させ、チャージアップ、放電を防止できれば特に限定するものではない。

[0063] 別の作製方法としては、まず図8 (d) にある通り、円筒のバナジウムを含有するガラス708の表面に、抵抗値の異なる (抵抗値が十分小さく、被電圧印加部材となり得る) バナジウムを含有するガラス (709、711、713) を塗布し、加工することで電極を構成する。被電圧印加部材に電位を与えるための配線は、図8 (d) に例示するように、側面を加工して、開口710、712、714を設けても良いし、分割された円筒のバナジウムを含有するガラスの境界にあらかじめ配線を埋め込み、バナジウムを含有するガラス同士を接合したものをを用いても良い。

[0064] また、加速管と静電偏向器と静電多極子も、同様にして抵抗値の異なる複数のバナジウムを含有するガラスを用いて電極構造を構成することができ、位置精度が向上し、構造の簡略化したチャージアップを防止した電極構造を提供できる。

実施例 8

[0065] 図11は、バナジウムを含有するガラスを被電圧印加部材である電極の支持部材として採用した他の例を示す図である。本実施例では、絶縁用碍子として例えばセラミック製碍子1102を碍子の基本構成材とすると共に、セラミック製碍子1102と第一陽極102との間、及びセラミック製碍子1102と第二陽極104との間のそれぞれに、バナジウムを含有するガラスによって構成された接続部材1101、1103を介在させている。即ち、第一陽極102と第二陽極104との間に所定の距離を設け、絶縁を維持するための距離を確保する部材として、接続部材1101、セラミック製碍子1102、接続部材1103を設けている。先述したように、セラミックは、焼結時に変形し、高い位置精度を確保することが難しい。一方、バナジウムを含むガラスは切削加工が容易であり、且つ熔融によって複数部材間の接続を行うこともできる。よって、セラミックの変形分を、バナジウムを含むガラスによって吸収することができ、簡単な加工で高い位置精度を持つ光学素子を作成することが可能となる。

[0066] このように、電極に直接接すると共に、その位置を決定付ける部材としてバナジウムを含むガラスを適用することによって、簡単な加工で高い位置精度を持つ光学素子を作成することができ、結果として高性能な荷電粒子線装置の提供が可能となる。また、放電防止のために、接続部材1101、1103と同等の抵抗値を持つバナジウムを含むガラスで構成された薄膜1104を、セラミック製碍子1102の真空室側表面に形成することによって、高い位置精度の確保と、チャージアップ抑制の両立が可能となる。

符号の説明

[0067] 101 フィードスルー、102 第一陽極、103 絶縁体碍子、104 第二陽極、105 発熱体、106 電子源、107 一次電子線、108 二次的な電子、109 二次的な電子、113 第一集束レンズ、114 電子顕微鏡鏡筒、115 偏向器、116 対物絞り、117 上段偏向器、118 下段偏向器、119 対物レンズ、120 収差補正器、121 試料、122 試料ステージ、123 信号電子、124 検出器、

150 発熱体電流制御回路、151 引出電圧制御回路、152 加速電圧制御回路、153 第一集束レンズ制御回路、154 電子線中心軸調整用ライナー、155 対物絞り位置制御機構、156 上下段偏向器制御回路、157 対物レンズ制御回路、158 収差補正器制御回路、159 信号処理機構、160 XYZ駆動およびリターディング電圧制御機構、180 バナジウムを含有するガラス、181 表面電流、201 バナジウムを含有するガラス（1段目）、202 電極（2段目）、203 バナジウムを含有するガラス（3段目）、204 電極（4段目）、205 バナジウムを含有するガラス（5段目）、206 バナジウムを含有するガラスと電極の一体構造物、207 加工後のバナジウムを含有するガラスと電極、301 電極（1段目）、302 バナジウムを含有するガラス（2段目）、303 電極（3段目）、304 バナジウムを含有するガラス（4段目）、305 電極（5段目）、306 バナジウムを含有するガラスと電極の一体構造物、307 加工後のバナジウムを含有するガラスと電極、351 円柱型の電極、352 円筒型のバナジウムを含有するガラス、353 バナジウムを含有するガラスと電極の一体構造物、354 加工後のバナジウムを含有するガラスと電極、355 1段目電極用配線、356 1段目電極、357 2段目電極用配線、358 2段目電極、359 3段目電極用配線、360 3段目電極、401 円柱型の電極、402 円筒型のバナジウムを含有するガラス、403 バナジウムを含有するガラスと電極の一体構造物、404 電極1、405 電極2、406 電極3、407 電極4、408 電極5、409 電極6、410 電極7、411 電極8、412 電極3用配線、413 電極4用配線、414 電極5用配線、415 電極6用配線、503 絶縁体碍子、504 バナジウムを含有するガラス、601 試料、602 試料ホルダ、603 バナジウムを含有するガラス、604 駆動機構、610 反射電子や散乱電子などの二次的な電子、611 表面電流

請求の範囲

- [請求項1] 荷電粒子源から放出された荷電粒子ビームを変化させる光学素子、及び当該光学素子を包含する真空容器を備えた荷電粒子線装置において、
- 前記光学素子は電極或いは第1のバナジウムを含むガラスからなる被電圧印加部材を含むものであって、当該被電圧印加部材を支持する支持部材、及び前記真空容器の少なくとも1つは、第2のバナジウムを含むガラスによって構成されることを特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項2] 請求項1において、
- 前記第2のバナジウムガラスは、 $10^6 \sim 10^{13} \Omega \text{ cm}$ の抵抗率を有することを特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項3] 請求項1において、
- 前記第1のバナジウムを含むガラスは、前記第2のバナジウムを含むガラスに対して低抵抗であることを特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項4] 請求項1において、
- 前記光学素子は、前記荷電粒子ビームを加速させる加速部であることを特徴とする荷電粒子線装置、
- [請求項5] 請求項1において、
- 前記光学素子は静電レンズであることを特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項6] 請求項1において、
- 前記光学素子は、前記荷電粒子ビームの収差を補正する収差補正器、及び前記荷電粒子ビームを偏向する偏向器の少なくとも1つであることを特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項7] 荷電粒子源から放出された荷電粒子ビームを加速、偏向、或いは集束させるための電圧が印加される被電圧印加部材を備えた荷電粒子線装置に用いられる荷電粒子線装置用光学素子において、
- 前記被電圧印加部材は、導電性の電極、或いは第1のバナジウムを

含むガラスによって構成され、前記被電圧印加部材は、第2のバナジウムを含むガラスからなる接続部材によって、他の被電圧印加部材との間の絶縁が保たれていることを特徴とする荷電粒子線装置用光学素子。

[請求項8] 請求項7において、
前記第2のバナジウムガラスは、 $10^6 \sim 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ の抵抗率を有することを特徴とする荷電粒子線装置用光学素子。

[請求項9] 請求項7において、
前記第1のバナジウムを含むガラスは、前記第2のバナジウムを含むガラスに対して低抵抗であることを特徴とする荷電粒子線装置用光学素子。

[請求項10] 請求項7において、
前記荷電粒子線装置用光学素子は、前記荷電粒子ビームを加速させる加速部であることを特徴とする荷電粒子線装置用光学素子、

[請求項11] 請求項7において、
前記荷電粒子線装置用光学素子は静電レンズであることを特徴とする荷電粒子線装置用光学素子。

[請求項12] 請求項7において、
前記荷電粒子線装置用光学素子は、前記荷電粒子ビームの収差を補正する収差補正器、及び前記荷電粒子ビームを偏向する偏向器の少なくとも1つであることを特徴とする荷電粒子線装置用光学素子。

[請求項13] 荷電粒子線装置に搭載される光学素子、真空容器、或いは荷電粒子線装置を製造する製造方法において、

前記荷電粒子ビームを変化させる光学素子に含まれる被電圧印加部材の接続部材、及び前記真空容器の少なくとも一方を、バナジウムを含むガラスによって構成することを特徴とする光学素子、真空容器、或いは荷電粒子線装置の製造方法。

[請求項14] 請求項13において、

前記接続部材を加熱して、前記被電圧印加部材と熔融させることを特徴とする光学素子、真空容器、或いは荷電粒子線装置の製造方法。

[請求項15]

請求項14において、

前記接続部材を、300℃～700℃に加熱することを特徴とする光学素子、真空容器、或いは荷電粒子線装置の製造方法。

[請求項16]

請求項13において、

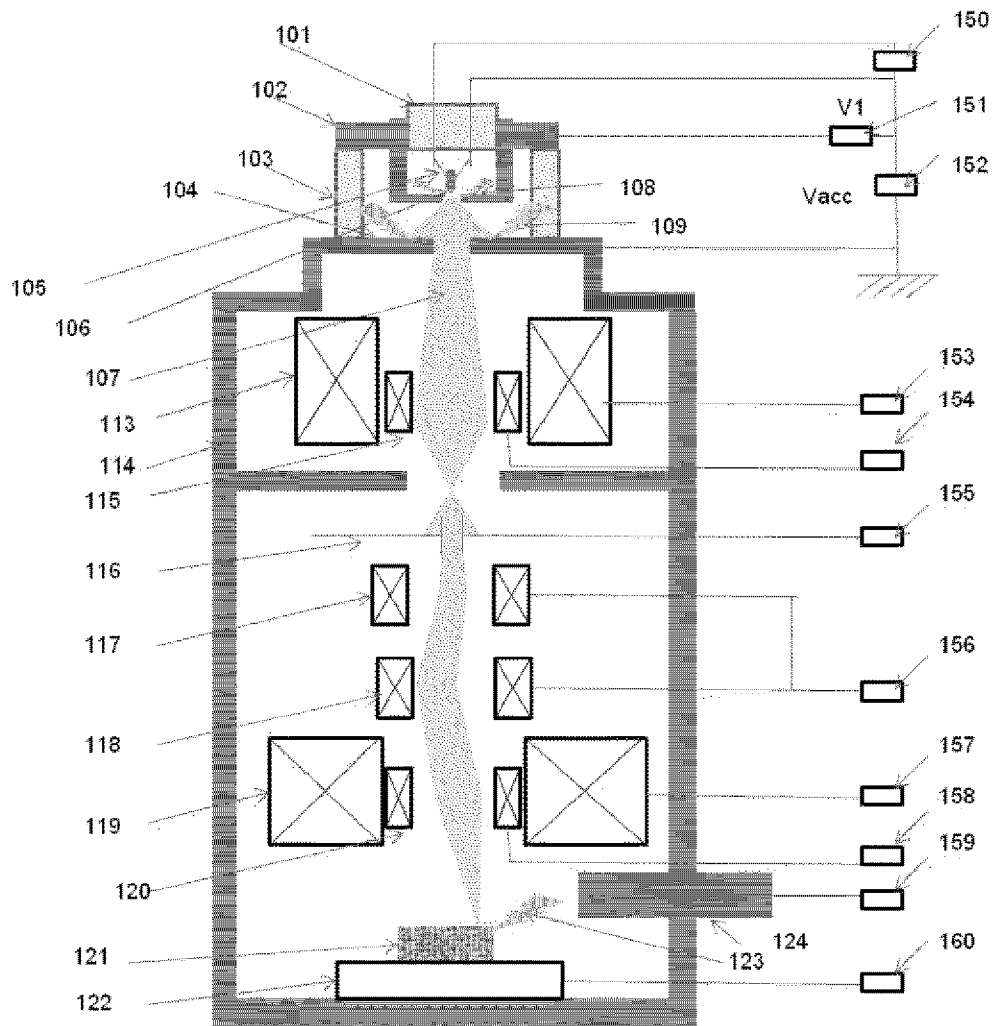
前記接続部材、及び真空容器の少なくとも一方であって、バナジウムを含むガラスによって構成されたものを切削加工によって成型することを特徴とする光学素子、真空容器、或いは荷電粒子線装置の製造方法。

[請求項17]

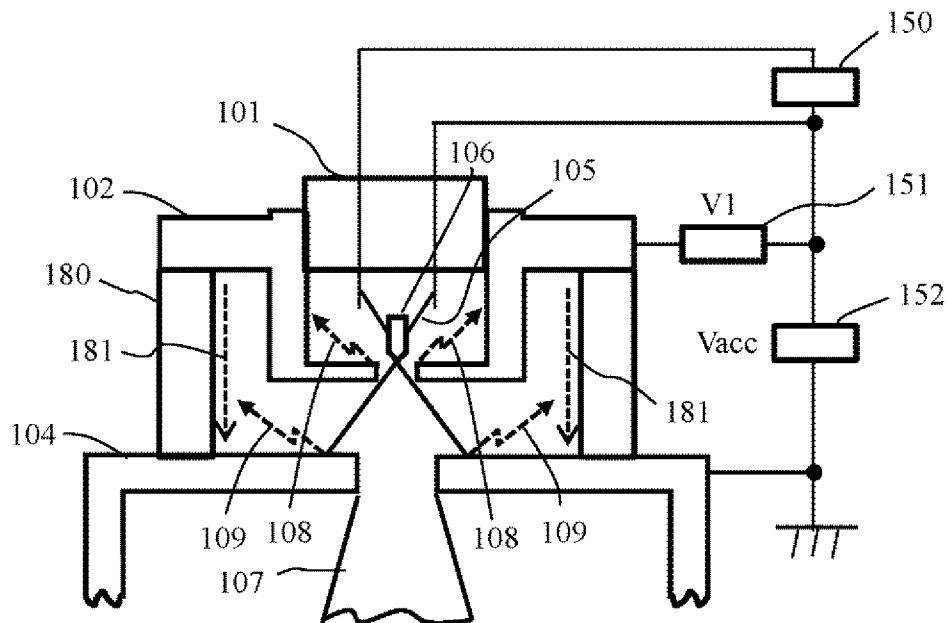
請求項16において、

前記被電圧印加部材は、前記接続部材より低抵抗のバナジウムを含むガラスによって構成する際に、前記被電圧印加部材を切削加工によって成型することを特徴とする光学素子、真空容器、或いは荷電粒子線装置の製造方法。

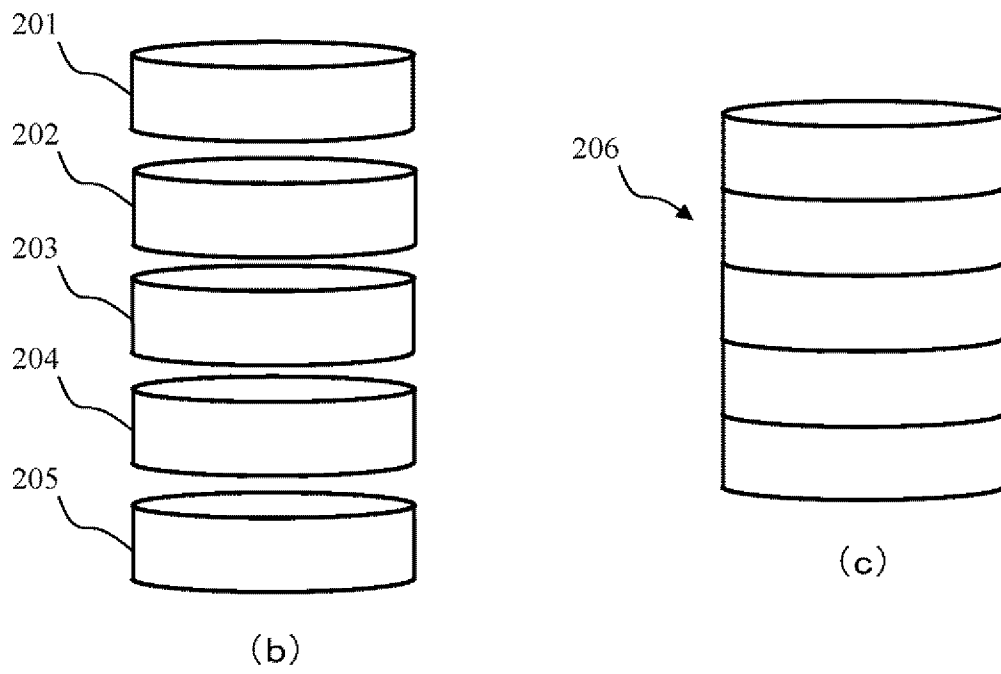
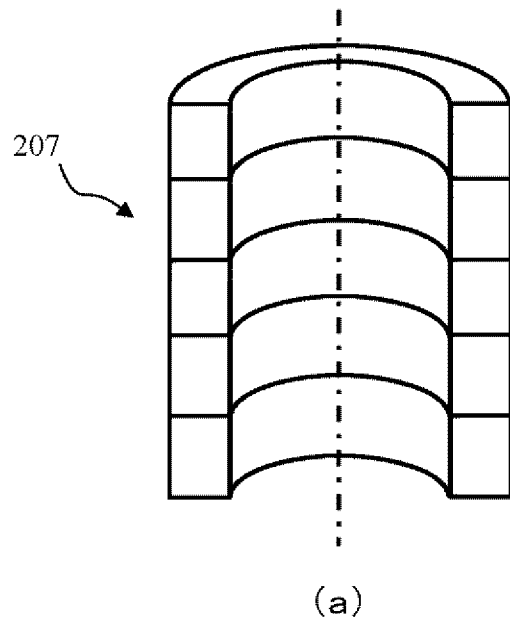
[図1]



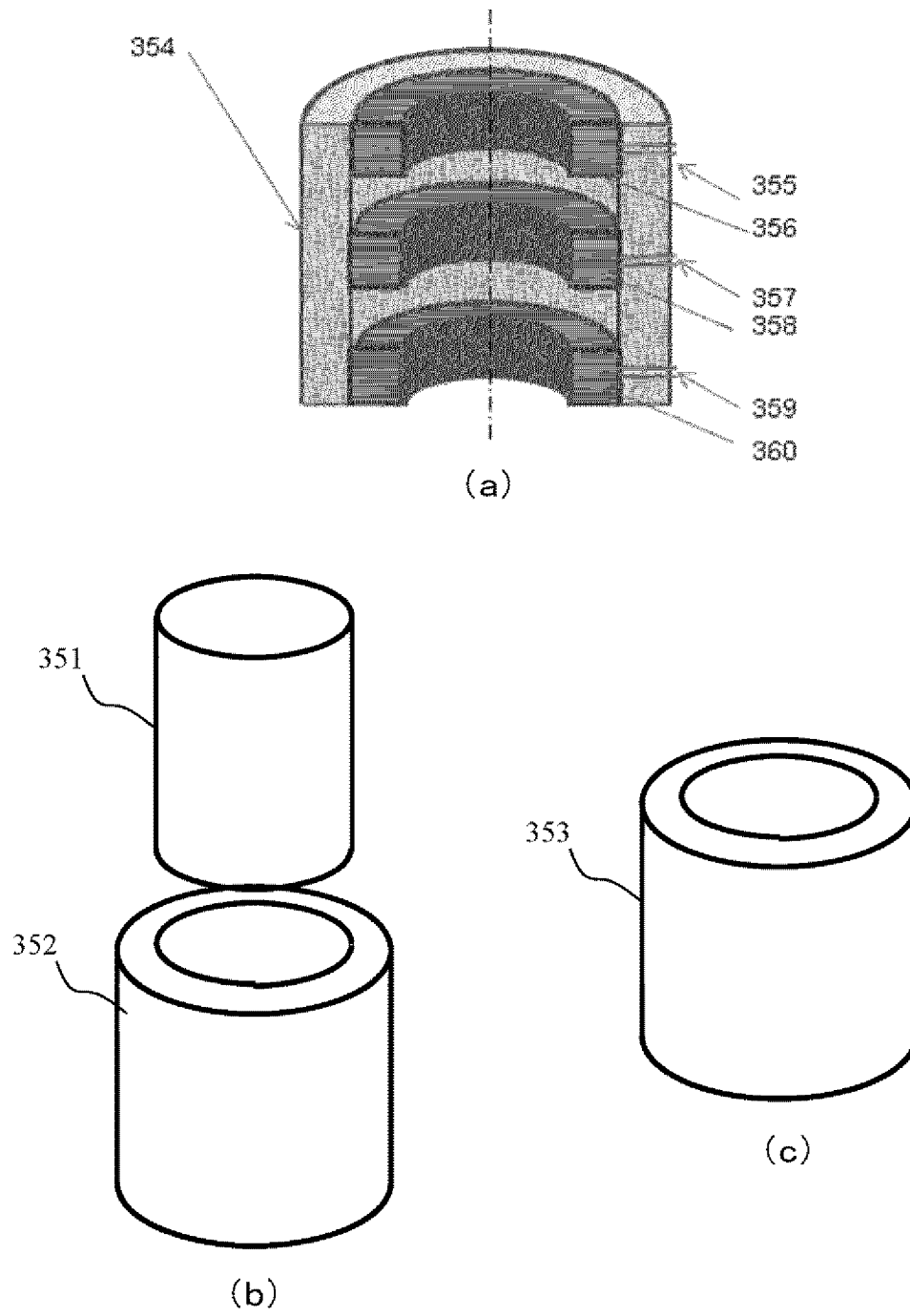
[図2]



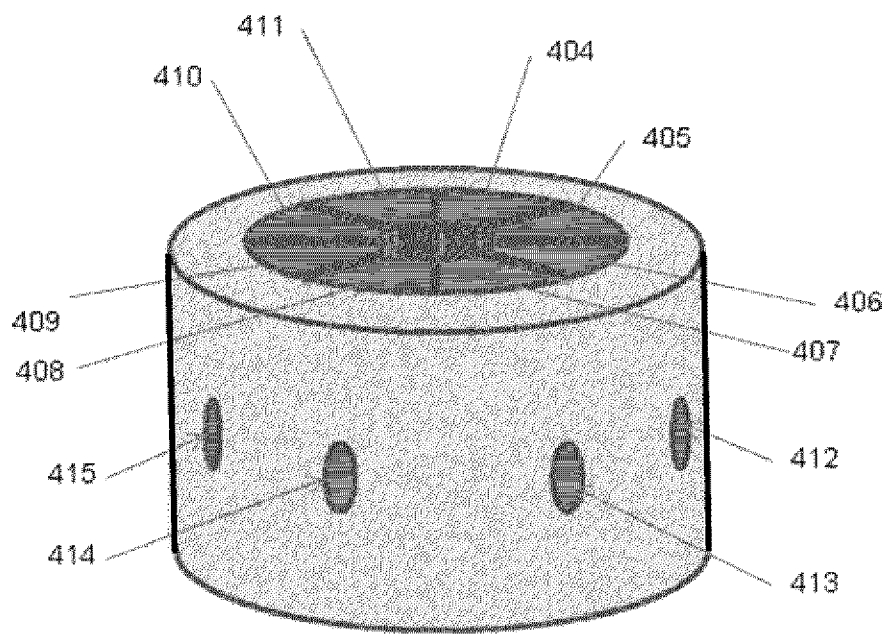
[図3]



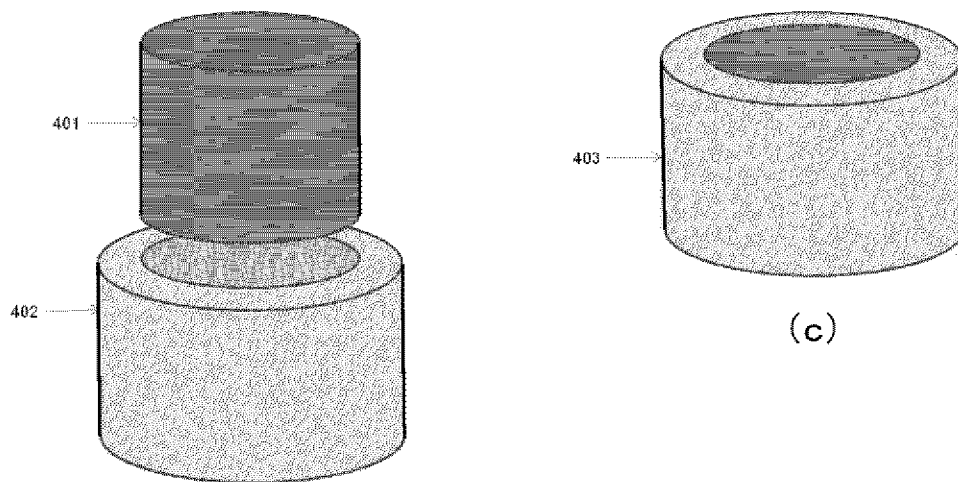
[図4]



[図5]



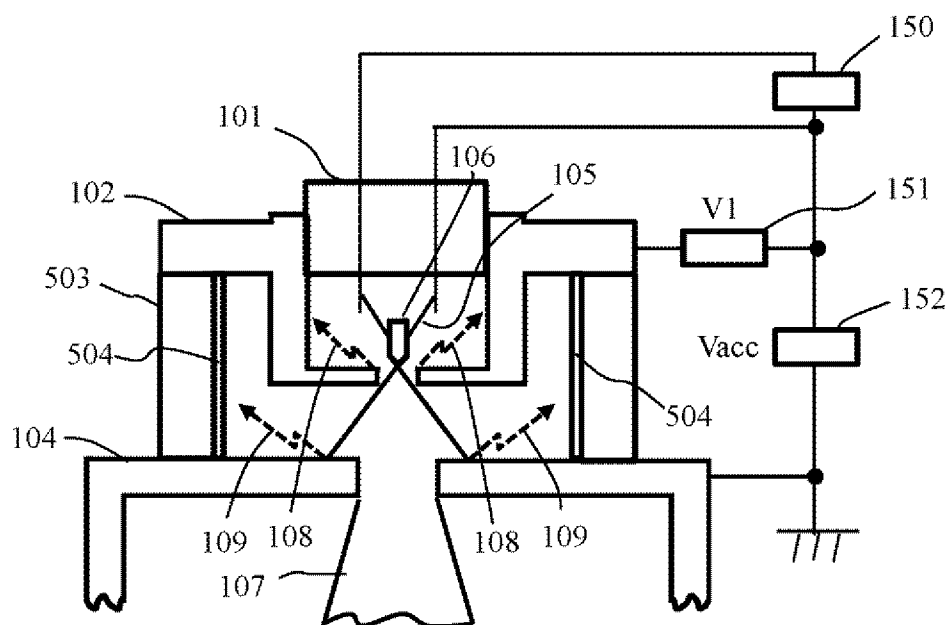
(a)



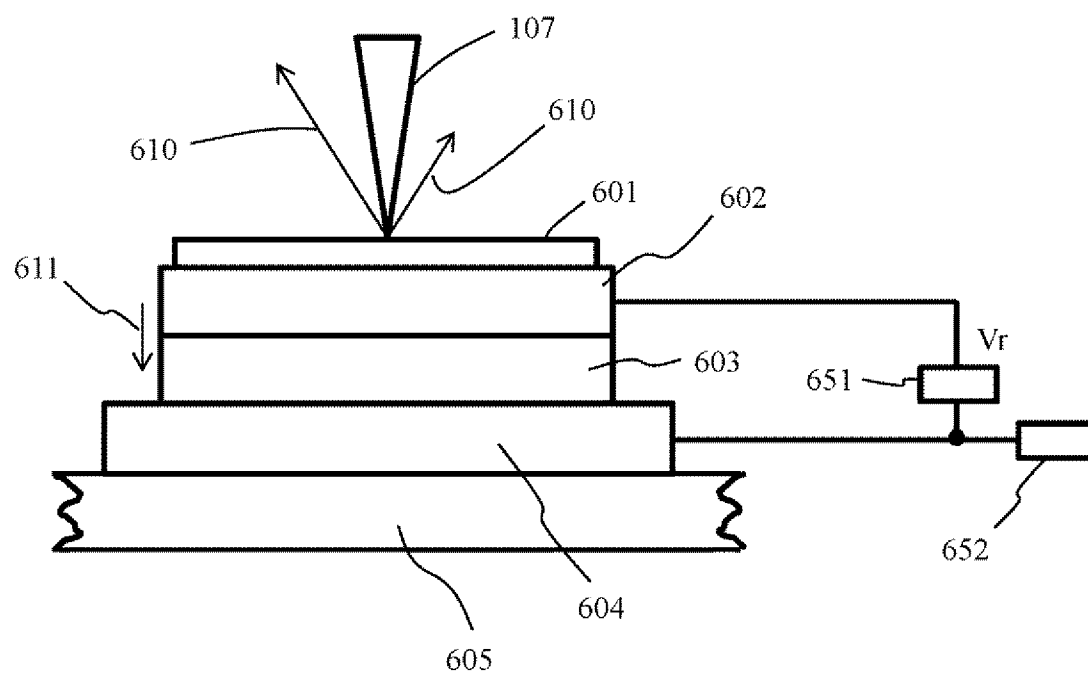
(b)

(c)

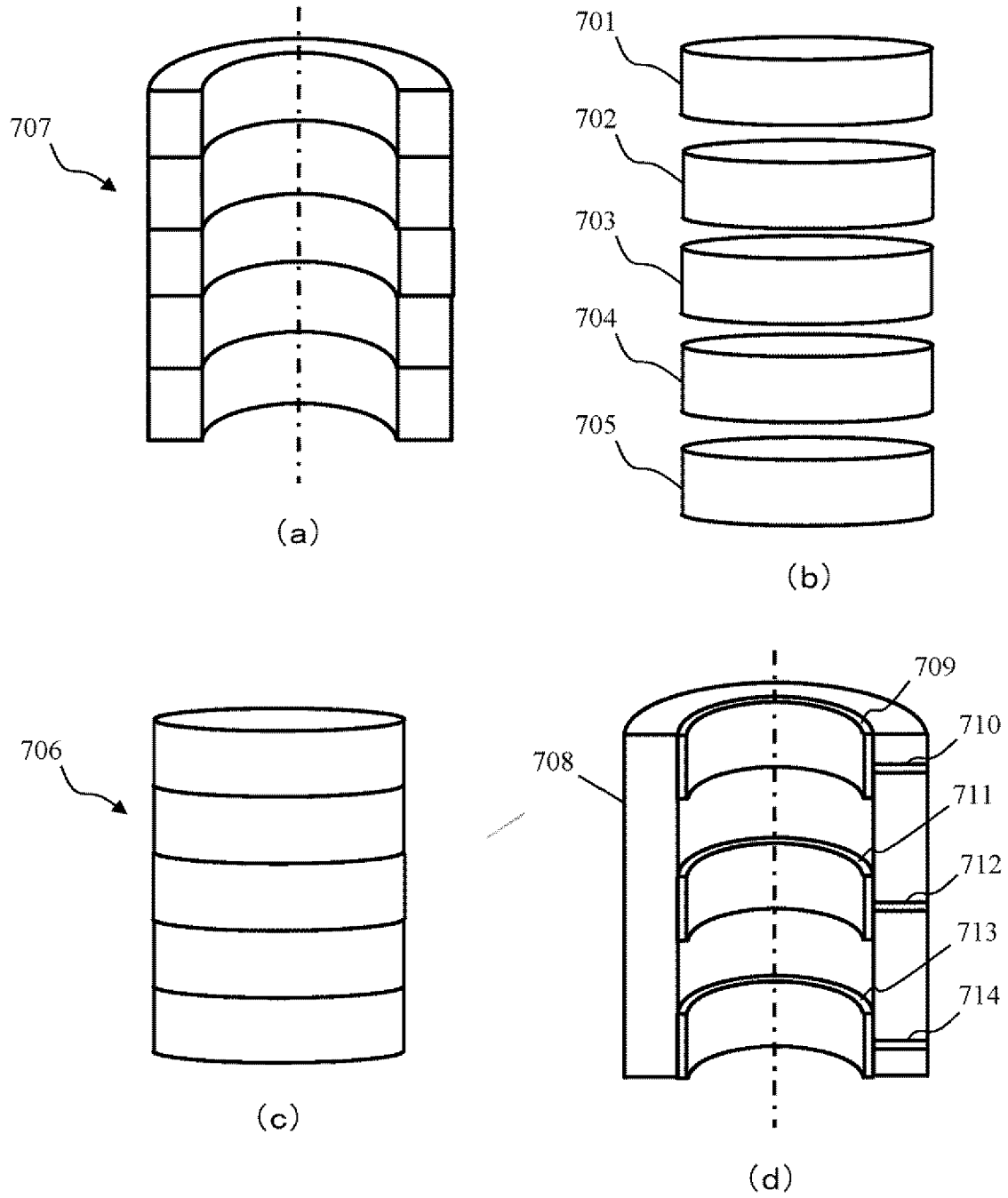
[図6]



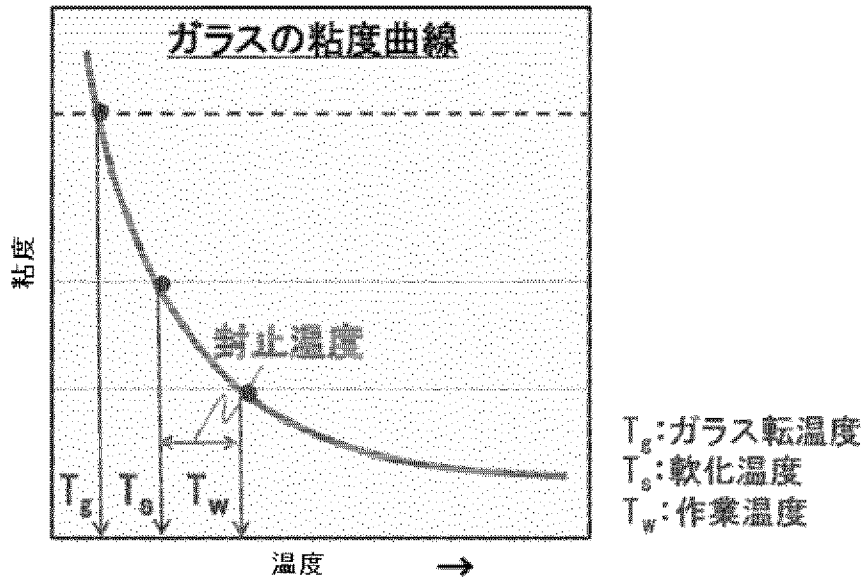
[図7]



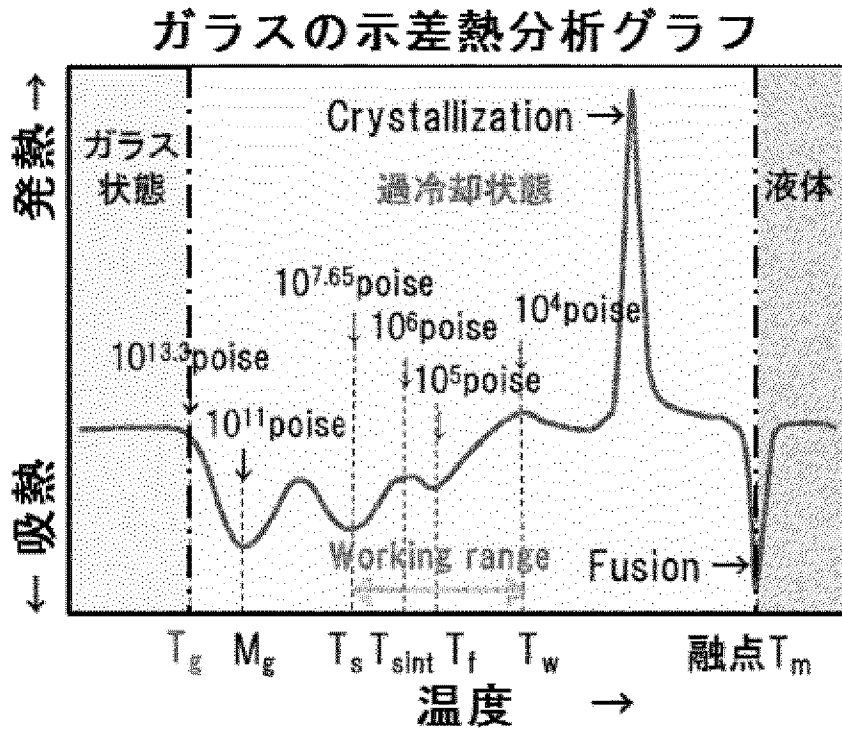
[図8]



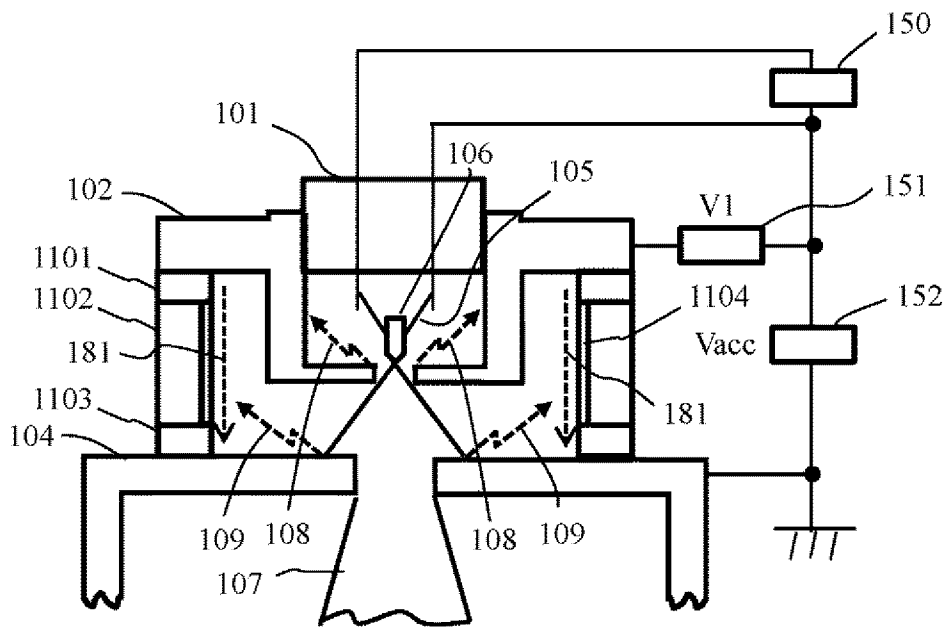
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/051750

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01J37/16(2006.01)i, H01J9/18(2006.01)i, H01J37/065(2006.01)i, H01J37/147(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)
H01J37/00-37/36, H01J9/18

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.
Y A	JP 2000-268755 A (Fujitsu Ltd.), 29 September 2000 (29.09.2000), paragraphs [0022] to [0025], [0070]; fig. 4 (Family: none)	1-3, 6-9, 12-13, 16-17 4-5, 10-11, 14-15
Y A	JP 2012-33298 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 16 February 2012 (16.02.2012), paragraphs [0003] to [0008]; fig. 3 to 5 & US 2013/0140977 A1 & WO 2012/014370 A1 & DE 112011102526 T	1-2, 4, 7-8, 10, 13-16 3, 5-6, 9, 11-12, 17
Y A	JP 2014-49683 A (Canon Inc.), 17 March 2014 (17.03.2014), paragraph [0023]; fig. 3 (Family: none)	1-2, 5, 7-8, 11, 13, 16 3-4, 6, 9-10, 12, 14-15, 17

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 20 March 2015 (20.03.15)	Date of mailing of the international search report 31 March 2015 (31.03.15)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/051750

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-16251 A (Hitachi, Ltd.), 24 January 2008 (24.01.2008), paragraphs [0007] to [0009], [0028] to [0035]; fig. 1 (Family: none)	1-17
Y	JP 2001-223154 A (Fujitsu Ltd.), 17 August 2001 (17.08.2001), paragraphs [0017] to [0019], [0024] to [0026]; fig. 2 (Family: none)	3, 9, 17
Y	JP 2001-266739 A (Kabushiki Kaisha Dune), 28 September 2001 (28.09.2001), paragraphs [0002] to [0007] (Family: none)	14-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H01J37/16(2006.01)i, H01J9/18(2006.01)i, H01J37/065(2006.01)i, H01J37/147(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. H01J37/00-37/36, H01J9/18

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 1971-2015年
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 2000-268755 A（富士通株式会社）2000.09.29, [0022] - [0025], [0070], 図4 (ファミリーなし)	1-3, 6-9, 12-13, 16-17 4-5, 10-11, 14-15
Y A	JP 2012-33298 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2012.02.16, [0003] - [0008], 図3-図5 & US 2013/0140977 A1 & WO 2012/014370 A1 & DE 112011102526 T	1-2, 4, 7-8, 10, 13-16 3, 5-6, 9, 11-12, 17

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	の日の後に公表された文献
「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 20.03.2015	国際調査報告の発送日 31.03.2015
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） 小野 健二 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 A	JP 2014-49683 A (キヤノン株式会社) 2014. 03. 17, [0023], 図3 (ファミリーなし)	1-2, 5, 7-8, 11 , 13, 16 3-4, 6, 9-10, 12, 14-15, 17
Y	JP 2008-16251 A (株式会社日立製作所) 2008. 01. 24, [0007] - [0009], [0028] - [0035], 図1 (ファミリーなし)	1-17
Y	JP 2001-223154 A (富士通株式会社) 2001. 08. 17, [0017] - [0019], [0024] - [0026], 図2 (ファミリーなし)	3, 9, 17
Y	JP 2001-266739 A (株式会社デューン) 2001. 09. 28, [0002] - [0007] (ファミリーなし)	14-15