

(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
2010年11月25日(25.11.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/134259 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/073 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/002684
- (22) 国際出願日: 2010年4月14日(14.04.2010)
- (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 2009-123684 2009年5月22日(22.05.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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24番14号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 市橋幹雄 (ICHIHASHI, Mikio) [JP/JP]; 〒1870023 東京都小平市上水新町二丁目16番地18号 Tokyo (JP). 大西崇 (ONISHI, Takashi) [JP/JP]; 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内

Ibaraki (JP). 渡辺 俊一 (WATANABE, Shunichi) [JP/JP]; 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP). 田村圭司 (TAMURA, Keiji) [JP/JP]; 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 井上学 (INOUE, Manabu); 〒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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

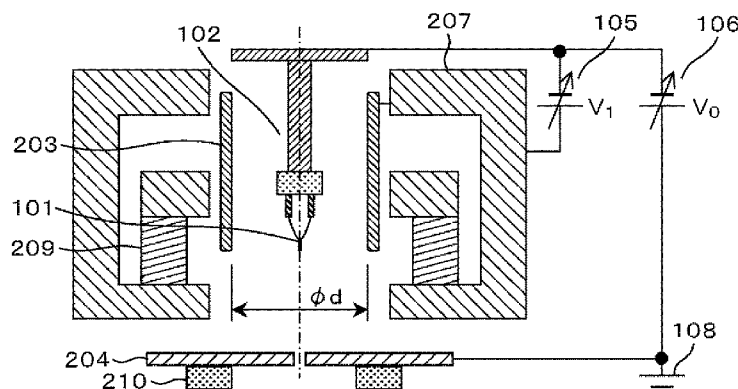
[続葉有]

(54) Title: ELECTRON GUN

(54) 発明の名称: 電子銃

[図2]

図 2



(57) Abstract: Provided is a cold cathode field emission electron gun with a low aberration, and thereby provided is an electron gun with a high brightness even at large current. In the field emission electron gun that extracts an electron beam from a cathode and converges the extracted electron beam, a magnetic field lens is provided so that the cathode is disposed in the lens magnetic field, and an extraction electrode for extracting electrons from the cathode is formed in a cylindrical shape without an aperture structure. An electrostatic lens effect can be reduced that incidentally occurs in an electron gun having a function of converging an electron beam by use of a magnetic field, thereby providing an electron gun with a small aberration and a high brightness.

(57) 要約: 本発明は、低収差の冷陰極電界放出型電子銃を提供することで、大電流においても高輝度の電子銃を提供することを目的とする。本発明は、電子線を陰極から引き出し、引き出された電子線を収束する電界放出型電子銃において、レンズ磁界中に陰極が配置されるように磁場レンズを備え、陰極から電子を引き出すための引出電極を、絞り構造のない円筒形で構成したことを特徴とする。本発明によれば、磁場を用いて電子線を収束する機能を持つ電子銃において、付随して発生する静電レンズ作用を低減し、収差が少なく輝度が高い電子銃を提供することができる。

WO 2010/134259 A1



(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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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 : 電子銃

技術分野

[0001] 本発明は、電子銃に関し、特に高輝度な電子線を発生する冷陰極電界放出型（Cold-FE）電子銃に関する。

背景技術

[0002] 電子顕微鏡は電子銃から出射される電子線を電子レンズや偏向器などの電子光学系を用いて制御しながら、観察対象の物質（試料）に照射する。そして、照射された試料を透過する透過電子や、試料と電子線の相互作用により発生する反射電子、二次電子を検出し、試料の拡大観察を行うことをその原理としている。この電子顕微鏡において、電子線の生成を担う電子銃の担う役割は大きい。

[0003] 電子顕微鏡の典型的な構造は、電子線を生成する電子銃を備え、これと照射系および対物レンズなどの電磁レンズ、および電子線の検出装置を組み合わせたものである。ここで、電磁レンズは電子線を輸送し収束させ試料に照射する役割を担う。

[0004] 高分解能、かつ、短時間で明瞭な観察画像を得るためには、電子線を明るく（照射電流が多く）、かつ試料上で小さく絞られた状態で照射する必要がある。このとき、試料上に小さくかつ明るい電子線スポットを形成するためには、電子銃の輝度を高くする必要がある。ここで、電子線の輝度は光源の立体角あたり面積あたりの電流量として定義されるが、電子光学の原理上、電磁レンズ等によってエネルギーを変えず輸送された電子線の輝度は、もとの輝度を上回ることができない。このため、より高い輝度の電子顕微鏡を得るためには、高輝度の電子銃が必要となる。

[0005] 冷陰極電界放出型（C-FE型）電子銃は、高輝度な電子銃として高分解能を有する電子顕微鏡に広く用いられている。この電子銃の電子線生成の原理は、電界研磨により細く尖らせたタングステン単結晶先端部に強い電場を

発生させ、この強電場により電子線を引き出している。冷陰極電界放出型電子銃は他の電子源に比べ点光源に近く、高い輝度の電子線を得ることができることに加え、引き出される電子線の個々の電子が持つエネルギーのばらつき（エネルギー幅 ΔE ）の小さい電子線を得ることができる。

[0006] 従来、この冷陰極電界放出型電子銃と、Butlerらによって1966年に実用化された静電レンズ構造を組み合わせた構造の電子銃が広く用いられている。

[0007] Butler型静電レンズを備えた典型的な冷陰極電界放出型電子銃の構造を図1に示す。電子源101と引出電極110との電位差（ V_1 ）が、引出電源105によって印加され、これが電子源101の先端部（図の電子源101の最下部）に作る電場によって、電子源101で電界放出が起き、電子線が放出される。放出された電子線のうち、引出電極110に設けられた絞り109を通過した電子線は、引出電極110と陽極107との間に設けられたButler型電極103、104によって形成された電場の静電レンズ作用によって収束されつつ、引出電極と陽極の間の電位差（ $V_0 - V_1$ ）により加速（加速電位の大きさ $|V_0| > \text{引出電位の大きさ } |V_1|$ のとき）ないし減速（ $|V_0| < |V_1|$ のとき）され、試料に向けて出射する。

[0008] この構造は、電子銃の構造を簡易に、比較的小さくすることができ、そのため超高真空を実現する上で利点がある。また、静電レンズにより、電子線の加速と収束を同時に行うことができる点で利点がある。

[0009] しかしながら、この電子銃は取り出せる総電流量がショットキー電子源などの他の電子源に比べて低く、大電流を取り出そうとするとチップから広い角度で放出する電子線を使う必要がある。たとえばチップ（陰極）の全放射電流量の数パーセントを取り出そうとすると、静電レンズの収差の影響で輝度（実効輝度）が大きく低下するという欠点があった。より大きな電流を取り出そうとするとこの現象は顕著に起こる。静電レンズではこの収差の低減が難しい。このため、元素分析などの目的で高い照射電流を必要とする分析電子顕微鏡では、輝度やエネルギー幅を犠牲にし、ショットキー電子源（熱

陰極電界放出型電子銃) など他の電子源が使われている場合が多い。

[0010] 一方、従来の熱陰極電界放出型電子銃に対して、電子銃の輝度向上の目的で、磁界レンズを用いて電子線を収束する電子銃が考案されている。

[0011] 特許文献 1 に示すように電子銃直下に磁場による収束レンズを設けたものよりも、収差低減の面で、電子源が磁場中にあるもの (immersion type, 界浸型) と呼ばれる形式のものが多数考案され、特許文献 2 ～ 7 に示すようにその詳細構造についても公知例が存在する。

[0012] これらの公知例において示される構造は、一般に熱陰極電界放出型電子銃を示しており、これらと冷陰極電界放出型電子銃では、サプレッサの有無という大きな違いがある。熱陰極電界放出型電子銃に特徴的に備えられているサプレッサには、電子源に対し負の電位が印加されており、電子源に近接し熱されたフィラメントから放出される熱電子を反射し、サプレッサ内に閉じ込める役割を持つ。

[0013] これに対し、冷陰極電界放出型電子銃ではフィラメントは加熱されておらず、熱電子も放出されないため、サプレッサは不要である。冷陰極電界放出型電子銃で電子源に近接して設けられる電極は引出電極のみであり、これは電子源の先端部分に大きな電場を発生させ、先端からの電界放出を起こすものである。

[0014] この構造の違いがあるため、磁場レンズを備えた界浸型電子銃においても、熱陰極電界放出型電子銃と冷陰極電界放出型電子銃で最適な構造が大きく異なり、後述の理由により、公知例の構造をそのまま冷陰極電界放出型電子銃に適用しても高い性能を発揮することはできない。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献 1 : 特開昭 6 4 - 7 6 6 5 4 号公報

特許文献 2 : 特開平 2 - 2 9 7 8 5 2 号公報

特許文献 3 : 特開 2 0 0 0 - 3 6 8 9 号公報

特許文献 4 : 特開 2 0 0 0 - 9 0 8 6 6 号公報

特許文献5：特開2000-285839号公報

特許文献6：特開平6-162979号公報

特許文献7：特開2006-210254号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0016] 本発明は、低収差の冷陰極電界放出型電子銃を提供することで、大電流においても高輝度の電子銃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

- [0017] 本発明は、電子線を陰極から引き出し、引き出された電子線を収束する電界放出型電子銃において、レンズ磁界中に陰極が配置されるように磁場レンズを備え、陰極から電子を引き出すための引出電極を、絞り構造のない円筒形で構成したことを特徴とする。
- [0018] 別の表現をすれば、レンズ磁界中に陰極が配置されるように磁場レンズを備え、陰極から電子を引き出すための引出電極と電子線を加速する陽極の間で形成される電界による収束作用が、前記磁場レンズの磁場による収束作用が大きいことを特徴とする。

発明の効果

- [0019] 本発明によれば、磁場を用いて電子線を収束する機能を持つ電子銃において、付随して発生する静電レンズ作用を低減し、収差が少なく輝度が高い電子銃を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1] Butler型静電レンズを備えた冷陰極電界放出型電子銃の構造。
- [図2] 本発明の一実施形態である界浸型冷陰極電界放出型電子銃の構造。
- [図3] 本発明の一実施形態である界浸型冷陰極電界放出型電子銃の構造。
- [図4] 本発明の一実施形態である界浸型冷陰極電界放出型電子銃の構造。
- [図5] 本発明の一実施形態である界浸型冷陰極電界放出型電子銃の構造。
- [図6] 本発明の一実施形態である加速管を備えた100kV～300kVの加

速電圧をもつ電子銃の界浸型電子銃の構造。

[図7]本発明の一実施形態である界浸型冷陰極電界放出型電子銃の構造。

[図8]円筒形の引出電極の印加電圧とチップ先端の電界強度の関係。

[図9]磁場界浸型冷陰極電界放出型電子銃の輝度とButler型静電レンズを備えた冷陰極電界放出型電子銃の輝度の理論解析結果。

[図10]磁場界浸型冷陰極電界放出型電子銃の輝度と、引出電極開口部最小部内径を $\phi 1\text{ mm}$, $\phi 2\text{ mm}$ とした場合の輝度の比較。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明について、以下実施例を用いて詳細に説明する。

実施例 1

[0022] 本発明を実施する形態の例として、界浸型冷陰極電界放出型電子銃の形態を図2に示す。

[0023] 図2は本発明に係る電子銃の構造を示したものである。電子源101、電子源保持部102、引出電極203、陽極204、磁路207、永久磁石209は図示されていない真空容器内にあり、 10^{-8} Pa 程度の超高真空に保たれている。加速電源106によって、電子源101には接地部108を基準として電位 V_0 （負電位）が印加されている。さらに、引出電源105により、この電子源電位を基準として、引出電極203に電圧 V_1 （正電圧、数 kV ）が印加されている。この電位（ V_1 ）によって電界放出が起こり、電子源101から（エネルギー $V_0 - V_1$ をもった）電子線が放出される。この電子線は、磁場レンズ、本実施例では永久磁石209および磁路207が電子線通路上に発生する磁場によって収束され、また陽極204に向けて加速される。ここで磁場レンズは電磁石ではなく永久磁石209により生成されるが、これは電磁石を電子銃の超高真空内かつ高電圧部分に導入する場合の困難から選択されたものである。永久磁石209とパーマロイなどの高透磁率材料で形成された磁路207が作る磁場は静的であり強度を調整することはできないが、電子源201の位置を磁場に対して上下させることで、実効的な磁場レンズ強度を変化させることができ、これを用いて仮想光源位置のような電

子光学的条件を調整することが可能である。そのため、電子源保持部 102 には図示されていない位置調整機構が存在する。

[0024] ここで、引出電極 203 はアノード側が開いた絞り構造のない円筒形をしている。引出電極の役割は電子源先端に高電場を発生させることであるから、一見引出電極は電子源と陽極の間に位置する必要があるように思える。従来の冷陰極電界放出型電子銃の典型的な構造を示した図 1 に見られるように、引出電極は 110 のように電子源の陽極側に絞り構造を持つカップ型の構造が用いられる例が多い。

[0025] これに対し、本実施例では引出電極 203 には絞り構造が存在しない。

[0026] 電子源 101 は直径が数マイクロメートルの鋭くとがった先端を持ち、一方、引出電極は 10 ～ 数 10 ミリメートル単位の巨視的な構造を持つ。陰極先端部の半球形の曲率半径を r ($\sim 1 \mu\text{m}$)、陽極と陰極の距離を R ($\sim 10\text{mm}$)、陽極と陰極の間の電位差を V とするとき、陰極の先端にかかる電界強度 F は、次式で表される。

[0027]
$$F = 2V / \{ r \log_e(4R/r) \}$$

R と r の関係より、電界強度 F がほとんど R に関係なく、 V と r のみに依存することがわかる。この非対称性から、電子源先端部分の電場強度は電子源先端径などの電子源構造によりほぼ決まり、引出電極の位置や構造にはほとんど依存しないことが分かった。よって、引出電極が円筒形であっても電界放出は起こり、本発明はこの現象を用いている。

[0028] ある円筒形の引出電極の、印加電圧と、チップ先端の電界強度の関係（理論解析結果）を図 8 に示す。横軸が引出電極内径 ϕd で、縦軸がチップ先端に $4 \times 10^{10} \text{V/m}$ （計算値）の電界を発生させるために必要な引出電圧 (V_1) である。

[0029] 引出電極を絞り構造のない円筒形とする利点は、絞り部分に発生していた電位勾配の不連続点が解消し、引出電極 203 と陽極 204 の間に存在していた静電レンズ効果が低減されることである。本発明の利点は、収差の大きい静電レンズ構造ではなく磁場レンズによって収束させることで、電子銃全

体の収差を低減することにあるが、この際、電場による収束効果はできるだけ低減することが望ましい。引出電極を陽極側に向けて開いた構造とし、電子線通路に絞り構造を設けないことで、電場による収束力を弱めることができ、この結果として収差を低減することができる。

- [0030] ある形状を仮定した磁場界浸型冷陰極電界放出型電子銃の輝度の理論解析結果を、従来型の（磁場界浸型でない）冷陰極電界放出型電子銃と比較したものを図9に示す。グラフの横軸はプローブ電流であり、縦軸は解析より求められる輝度である。チップからの放出電流のうち中央付近の小さな角度で放射された電流のみを利用する場合、電子銃の輝度は軸上輝度に一致して輝度は界浸型電子銃においても、従来型電子銃においても同じである（グラフの右端）。しかし、大角度で放出された電流を収集することによって取出電流量を大きくしていくと、電子銃の持つ収差の影響で輝度が低下しはじめる。この際、収差の小さい磁場界浸型冷陰極電界放出型電子銃では、より高い電流まで、輝度を保ったまま取り出せることがわかる。この比較においては、輝度の落ち始める取出電流量でおよそ十倍程度、同じ輝度を保ったまま、界浸型冷陰極電界放出型電子銃がより高い電流量を得られることがわかる。

実施例 2

- [0031] 実施例1の変形例として、引出電極の形状が完全に円筒形でなく、若干の絞り構造を持っても、電場レンズによる収束力および収差を低く抑えたまま、主として磁場レンズにより電子線を収束するという目的を達成することができる。
- [0032] 引出電極が円筒形でない場合を図3に示す。図3においては引出電極303が電場によるレンズ作用が生じない程度に突起部が設けられている。このときの引出電極開口部最小部内径310は2mm以上とすることが望ましい。
- [0033] 形状を仮定した理論解析結果の一例を図10に示す。図9のグラフに、最小部分の内径 d_s を1mmφ、2mmφとしたときの理論解析結果を重ねたものである。最小部分の内径を1mmφとすると、輝度の低下は従来型の冷陰極電界放出型電子銃とほとんどかわりない状態まで低下してしまう。2mmφとす

れば輝度の低下は少なくなり、界浸型電子銃（円筒型電極）に近づくが、界浸型電子銃の利点を生かすためには、最小部分の内径が少なくとも2mm以上なければならないことがわかる。

実施例 3

[0034] さらに、引出電極の陽極側の端部が電子源に対し陽極側であっても陰極側であっても電場レンズによる収束力および収差を低く抑えたまま、主として磁場レンズにより電子線を収束するという目的を達成することができる。

[0035] 引出電極端部の位置に関する他の実施例を、図4、図5に示す。

[0036] 図4においては引出電極403が図2の引出電極203よりも陽極404側に延びている。電子線通路から永久磁石209や磁路207全体を隠すように、磁路下面410よりも陽極204側に延びてもよく、この場合も電場レンズ効果はそれほど大きくならない。図5に示すように、電子源101よりも引出電極503の陽極204側端部が上（陽極と反対側）に位置していてもよい。

[0037] 図4の変形例として図7を挙げる。図4における引出電極703をさらに陽極204側に延長し、磁路207を覆うように面状の部分を付加したものが、図7である。図7において、引出電極703は陽極204に対向して磁路207を覆う形状となっており、陽極204に衝突し散乱した散乱電子711の反射が磁路707に到達しにくくなっている。この構造によれば、散乱電子711による磁路707からのガス放出を防ぐことができる。引出電極703は散乱電子711の衝突にあってもガス放出が少なくなるよう、金メッキ等の表面処理が行われており、またヒータ710によって電子銃使用前に十分加熱し、脱ガスを行う。なお、ヒータ710および引出電極703はこの際、磁路207との間に隙間を設けるか、または断熱材を挟み込み、磁路207との熱絶縁を図るのが望ましい。これにより、ヒータ710の加熱によって永久磁石709の熱減磁の可能性を低減することができるからである。

実施例 4

[0038] 実施例 1-3 の構造は、より高圧で、加速管を備えた電子銃にも容易に応用が可能である。加速管を備え、100 kV ~ 300 kV の加速電圧をもつ電子銃の界浸型電子銃の構造について図 6 に示す。この構造においても、同様に電子源 601 に V_0 、引出電極 603 に電子源 101 に対する電位 V_1 が与えられ、電子線が電子源から引き出される。この電子線は電子源に対し V_2 の電位を持つ第二陽極 604 との電位差によって初期加速され、さらに接地電位をもつ陽極 614 まで、中間電極 610 ~ 613 を備えた図示されていない加速管内部を加速される。図 6 の構造においては、第二陽極 604 および中間電極 610 ~ 613 の電子線通路径は図 3 の引出電極 303 と少なくとも同程度に大きく取られ、加速電場がつくるレンズ効果を低く抑えている。

実施例 5

[0039] ところで、図 1 の構造を持つ従来の冷陰極電界放出型電子銃においては、電子源 101 より放射した電子線は、引出電極絞り 109 により大部分がさえぎられ、一部のみが絞りを通じて陽極 107 にむけて加速されていた。しかし、今回の発明による図 2 の電子銃構造によれば、引出電極 203 に絞り構造がないため、電子線は陽極 204 に直接照射される。

[0040] 図 2 の冷陰極電界放出型電子銃において、陽極 204 付近にヒータ 210 を設け、電子銃稼働前に真空中での陽極 204 の部品加熱を実施することで、放出ガスを抑えることができる。同様に、図 6 の加速管を持つ冷陰極電界放出型電子銃においても、陽極 614 付近にヒータ 617 を備えると、放出ガスを抑えることができる。

実施例 6

[0041] 上記実施例では、電子線を収束させる磁場レンズとして、永久磁石を用いている。上記実施例では、空容器に永久磁石を配置して、その真空容器を電子銃室内に配置する例を示した。このような構成によれば、上記の窒化チタンコーティング処理されたサマリウムコバルト磁石でなくても、電子銃室内の真空度を劣化させることなく、本願の効果を達成することができる。

[0042] なお、上記の方法に限られず、窒化チタンコーティング処理された永久磁

石（例えば、サマリウムコバルト磁石）を用いると、電子銃室の真空度を劣化させることがなく、電子銃室内に直接持ち込むことができることが実験の結果わかった。また、電子銃室の外に永久磁石を配置することもできる。このような構成によっても、電子銃室内の真空度を劣化させることなく、本願の効果をを得ることができる。

[0043] 上記は永久磁石を用いて説明をしたが、電磁コイルを用いて磁場を発生させたとしても、本願の効果をを得ることができる。

[0044] これらの実施態様によれば、従来の冷陰極電界放出型電子銃に比べ、収差の小さい電子銃を提供することができる。結果として、電子源からの広い角度で放出された電子線についても（大電流であっても）、電子線に相対的なぼけを生じさせることなく、収集し、利用することが可能である。

[0045] 電子顕微鏡のあらゆる使用条件において、通常の冷陰極電解放出型電子銃と同等の実効輝度を得ようとした場合、本発明では、従来型の冷陰極電界放出型電子銃に比べて全放射電流量を約 10 分の 1 程度に低く抑えたまま取り出し電流量を確保することができる。このことにより、放射電流量の安定性が高く、また放射電子のエネルギー分布 ΔE の小さい、高い性能をもった電子銃が得られる。

[0046] また元素分析機能を備えた電子顕微鏡など、1 nA 以上の相対的な大電流を利用する電子顕微鏡に対しても、スポット径が小さく輝度が高い電子線を供給することができる。

[0047] 本発明は、走査電子顕微鏡、透過電子顕微鏡、走査透過電子顕微鏡をはじめ、その他の電子線を用いた電子線装置の電子源として用いることができる。

符号の説明

[0048] 101 電子源

102 電子源保持部

103, 104 Butler電極

105 引出電源

- 106 加速電源
- 107, 204, 614 陽極
- 108 接地部
- 109 引出電極絞り
- 110, 203, 303, 403, 503, 603 引出電極
- 207 磁路
- 209 永久磁石
- 210, 617, 710 ヒータ
- 310 引出電極最小開口部内径
- 410 磁路下面
- 604 第二陽極
- 610, 611, 612, 613 中間電極
- 615 ブリーダー抵抗
- 616 V_2 電源
- 703 引出電極（シールド兼）
- 711 散乱電子

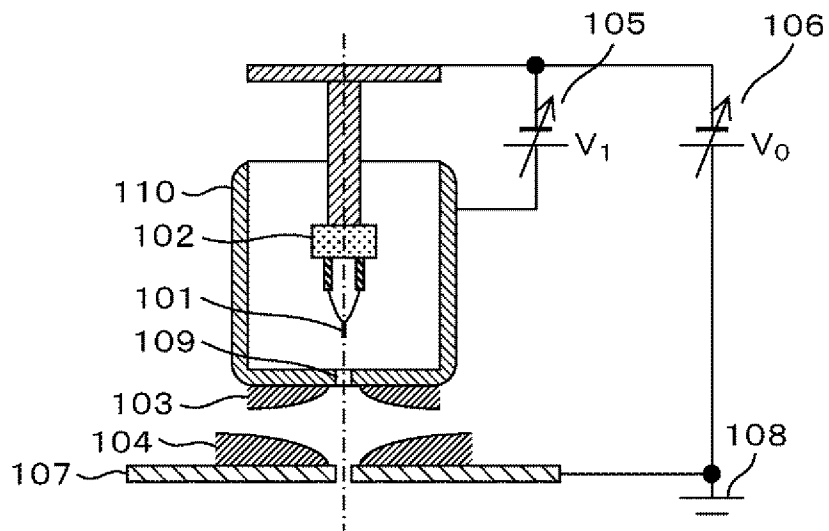
請求の範囲

- [請求項1] 電子線を陰極から引き出し、引き出された電子線を収束する電界放出型電子銃において、
- レンズ磁界中に陰極が配置されるように磁場レンズを備え、陰極から電子を引き出すための引出電極を、絞り構造のない円筒形で構成したことを特徴とする電界放出型電子銃。
- [請求項2] 電子線を陰極から引き出し、引き出された電子線を収束する電界放出型電子銃において、
- レンズ磁界中に陰極が配置されるように磁場レンズを備え、陰極から電子を引き出すための引出電極を、陰極と陽極の間に直径2 mm以下の絞り部分が存在しない形状にしたことを特徴とする電界放出型電子銃。
- [請求項3] 電子線を陰極から引き出し、引き出された電子線を収束する電界放出型電子銃において、
- レンズ磁界中に陰極が配置されるように磁場レンズを備え、陰極から電子を引き出すための引出電極と電子線を加速する陽極の間に形成される電界による収束作用が、前記磁場レンズの磁場による収束作用が大きいことを特徴とする電界放出型電子銃。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれかの電界放出型電子銃において、前記磁場レンズは、永久磁石によって構成されることを特徴とする電界放出型電子銃。
- [請求項5] 請求項4の電界放出型電子銃において、前記陰極の位置を移動する移動機構を備えたことを特徴とする電界放出型電子銃。
- [請求項6] 請求項1から3のいずれかの電界放出型電子銃において、電子線を加速する陽極を加熱する加熱手段を備えたことを特徴とする電界放出型電子銃。
- [請求項7] 請求項3において、前記引出電極の下端が前記陽極に対向する面を有することを特徴とする電界放出型電子銃。

- [請求項8] 請求項 1 から 3 のいずれかの電界放出型電子銃において、前記引出電極を加熱する加熱手段を備えた電界放出型電子銃。
- [請求項9] 請求項 8 において、ヒータ加熱により永久磁石が熱減磁することを防ぐため、ヒータおよび引出電極と永久磁石磁路および永久磁石との間に熱絶縁構造を設けたことを特徴とする電界放出型電子銃。
- [請求項10] 電子線により試料を加工，検査する電子線装置において、請求項 1 から 3 のいずれかの電界放出型電子銃を搭載した電子線装置。

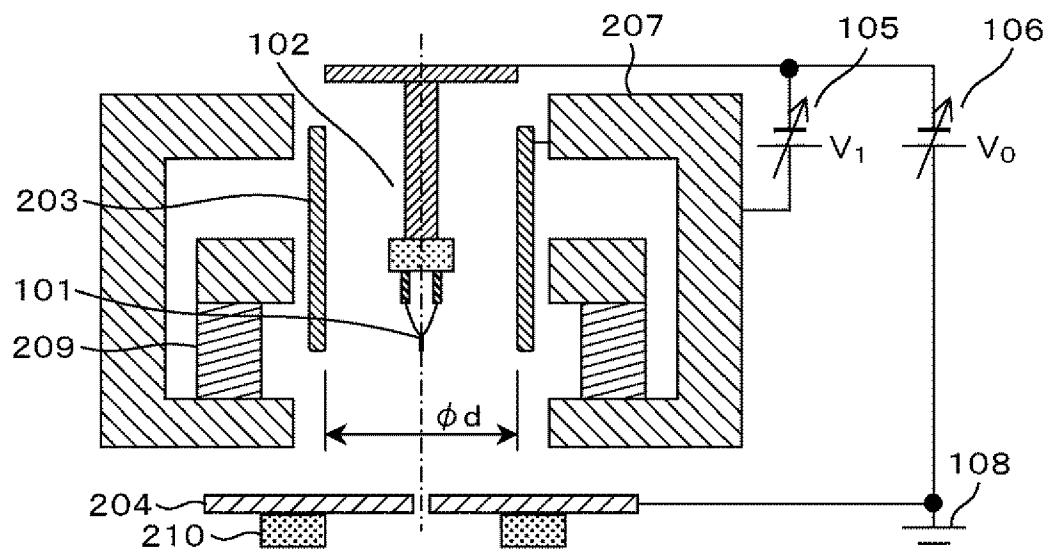
[図1]

図 1



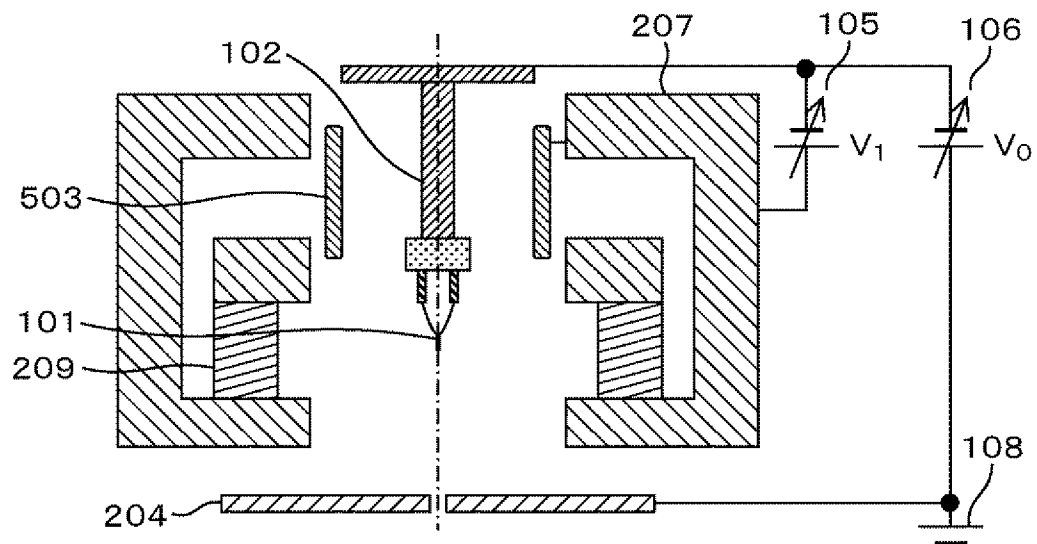
[図2]

図 2



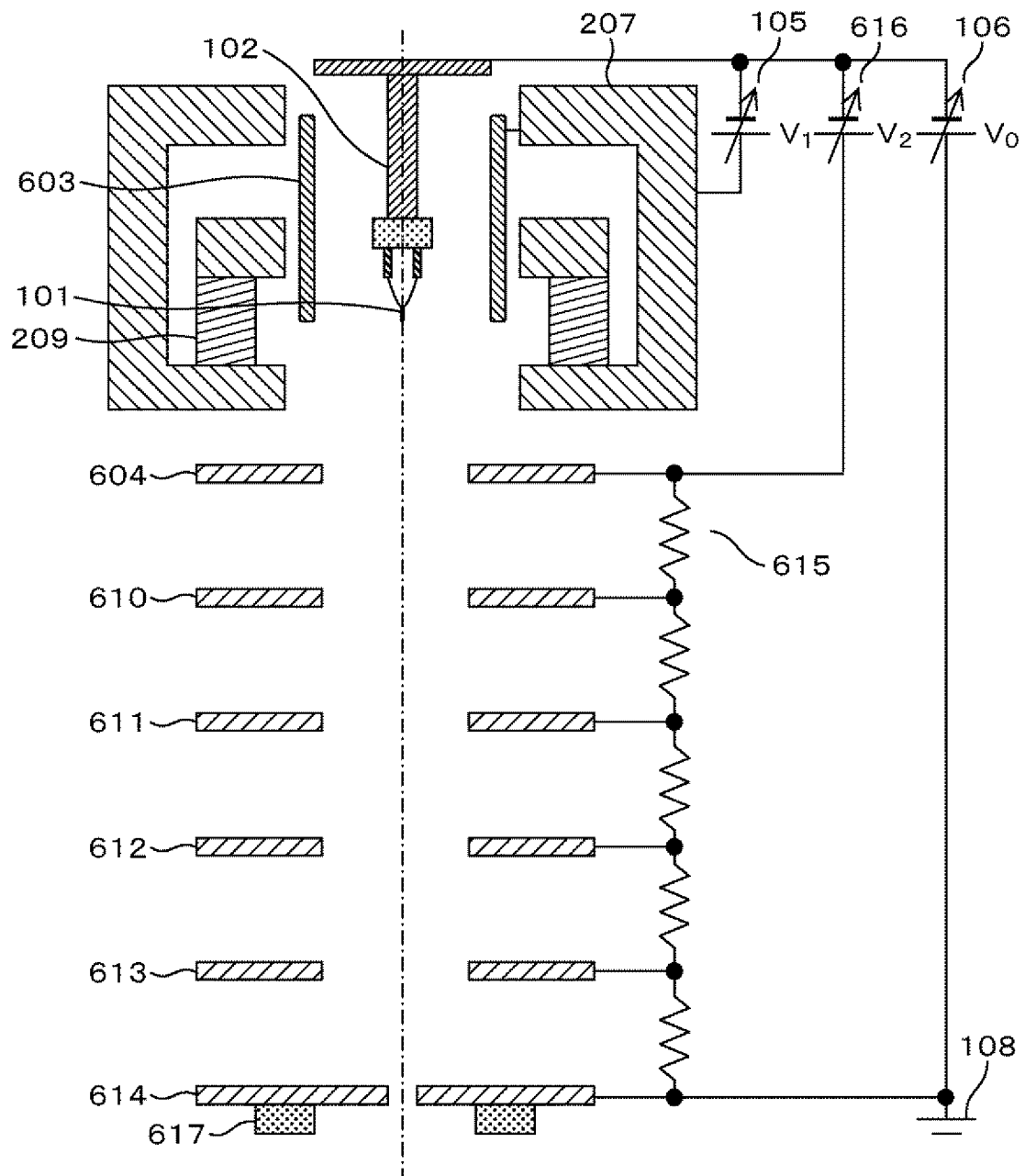
[図5]

図 5



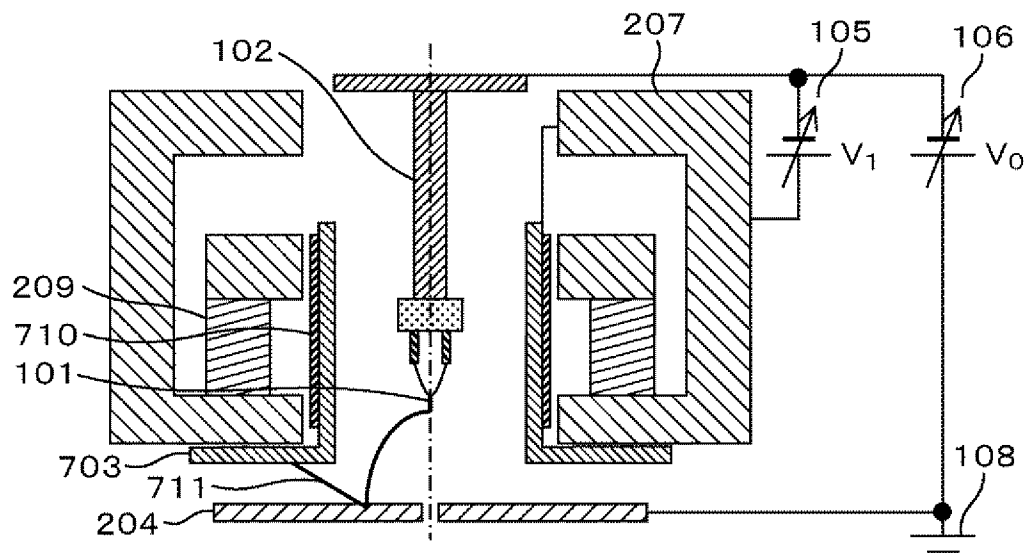
[図6]

図 6



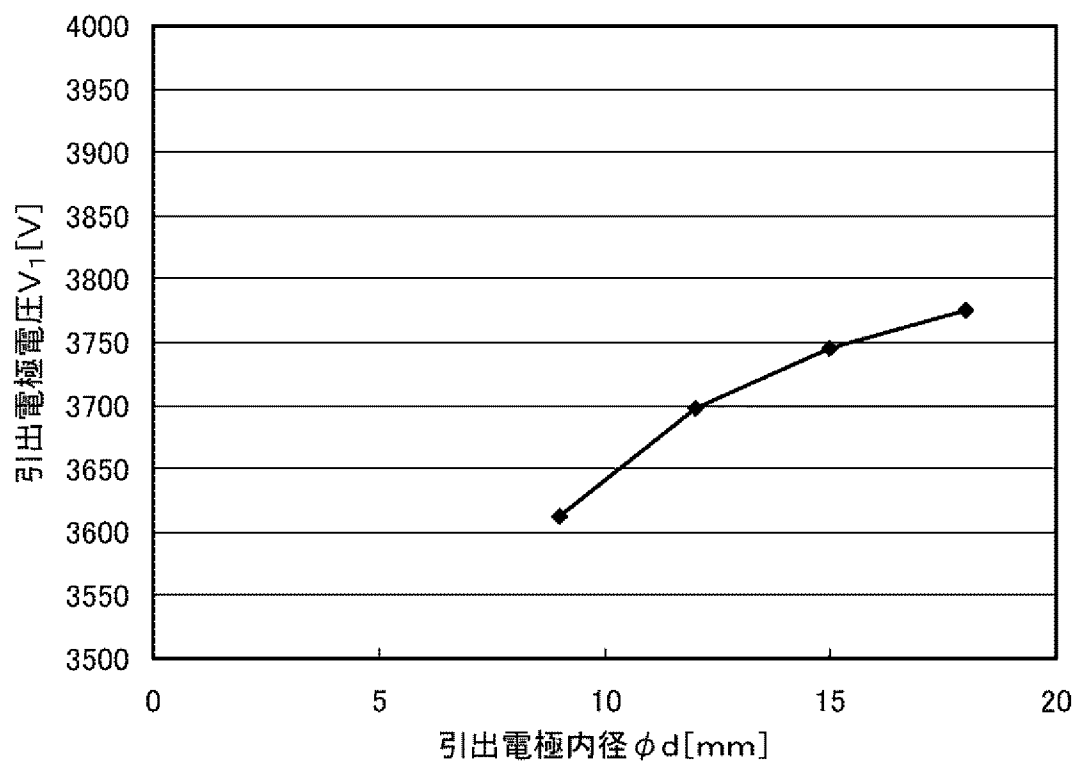
[図7]

図 7



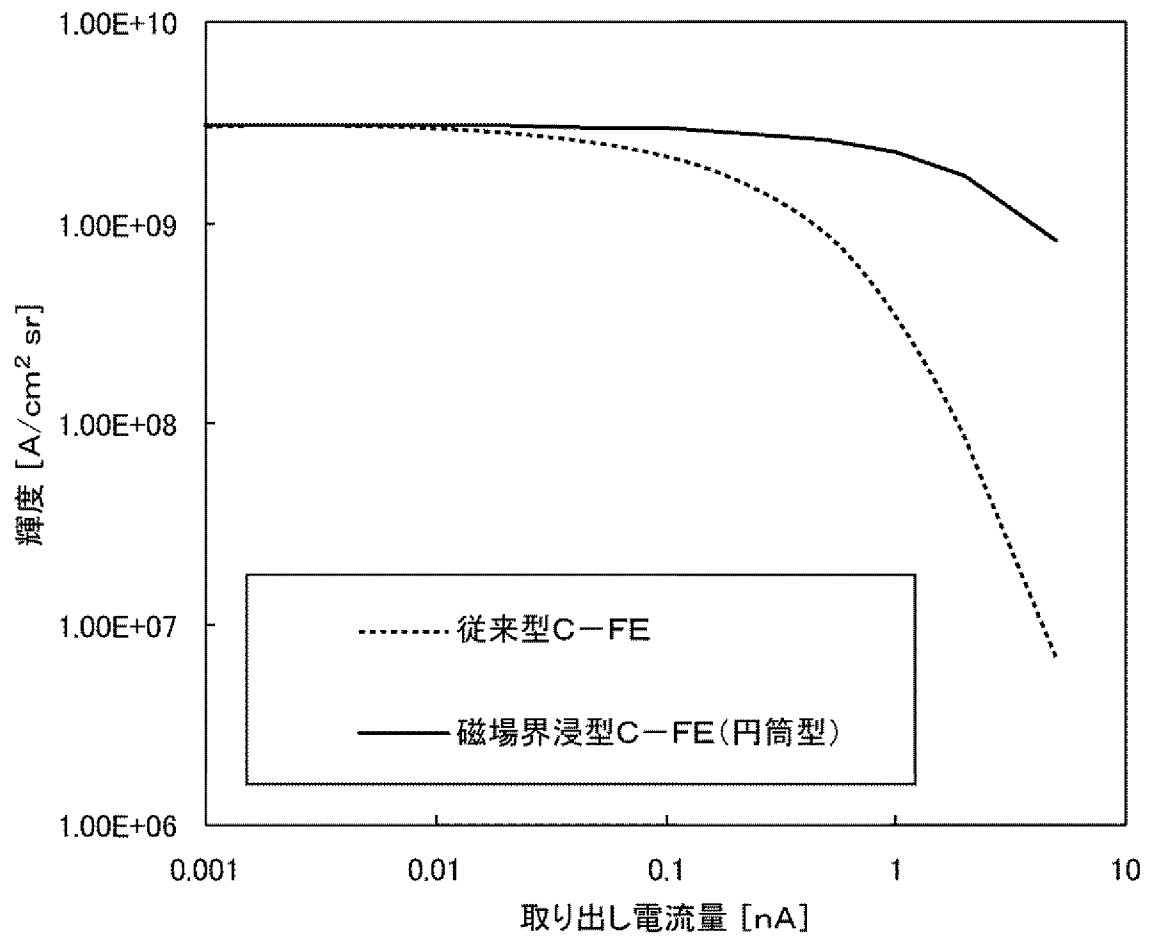
[図8]

図 8



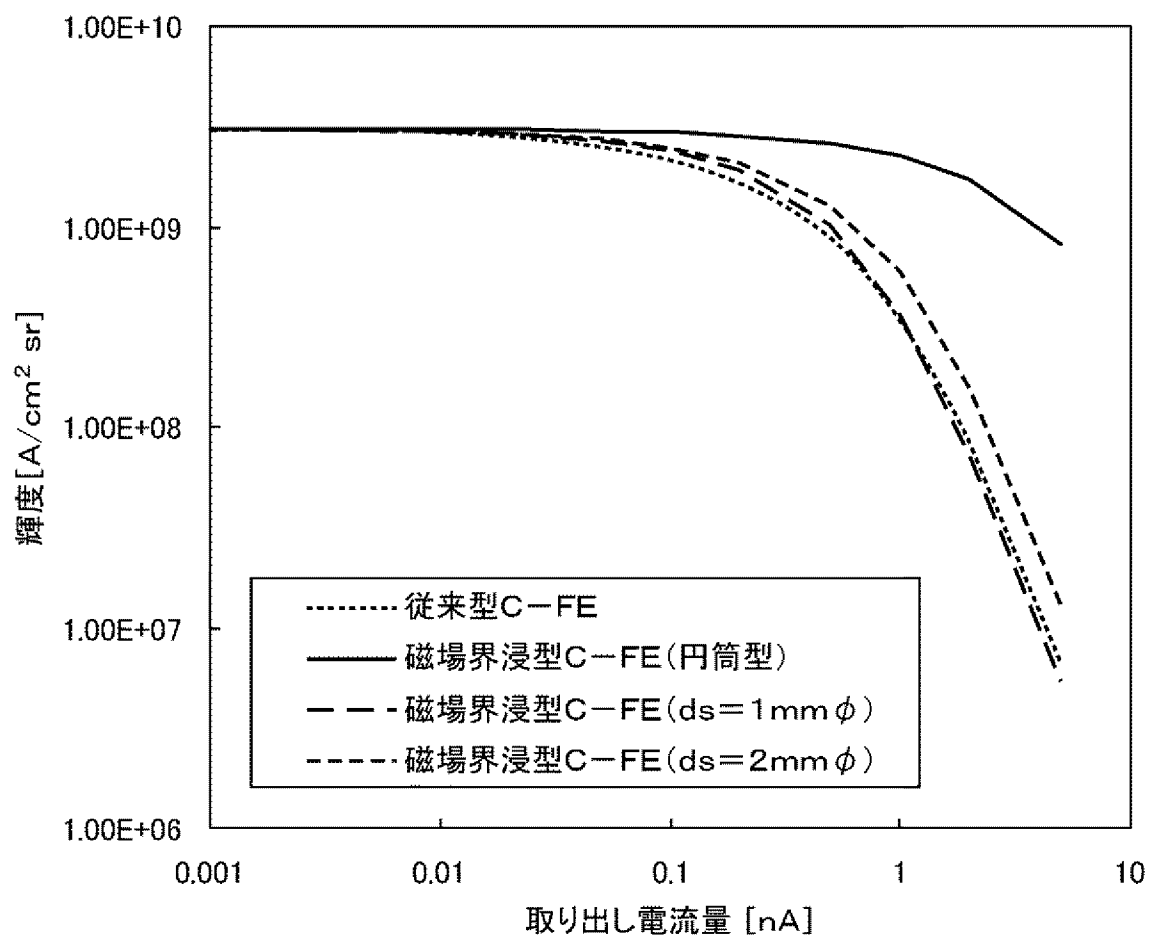
[図9]

図 9



[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/002684

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/073(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)

H01J37/073

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
X Y A	JP 2006-324119 A (Hitachi, Ltd.), 30 November 2006 (30.11.2006), entire text; all drawings (Family: none)	2-3, 7-8, 10 4-6 1, 9
Y	WO 2005/124815 A1 (Hitachi High-technologies Corp.), 29 December 2005 (29.12.2005), entire text; all drawings & JP 4227646 B	4-5
Y	JP 2008-311174 A (JFE Engineering Corp.), 25 December 2008 (25.12.2008), entire text; all drawings (Family: none)	5

☒ 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
21 May, 2010 (21.05.10)Date of mailing of the international search report
01 June, 2010 (01.06.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/002684

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 2009-87593 A (Hitachi High-technologies Corp.), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	6
A	JP 2008-140623 A (Japan Science and Technology Agency), 19 June 2008 (19.06.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1, 8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01J37/073 (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. H01J37/073

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
X Y A Y	JP 2006-324119 A (株式会社日立製作所) 2006. 11. 30, 全文、全図 (ファミリーなし)	2-3, 7-8, 10 4-6
Y	WO 2005/124815 A1 (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2005. 12. 29, 全文、全図 & JP 4227646 B	1, 9 4-5
Y	JP 2008-311174 A (J F E エンジニアリング株式会社) 2008. 12. 25, 全文、全図 (ファミリーなし)	5

☒ 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

2 1 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 6 . 2 0 1 0

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

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

2 G

3 7 0 1

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	JP 2009-87593 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2009. 04. 23, 全文、全図 (ファミリーなし)	6
A	JP 2008-140623 A (独立行政法人科学技術振興機構) 2008. 06. 19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 8