

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007 年 12 月 27 日 (27.12.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/148507 A1(51) 国際特許分類:
H01J 1/304 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/060620

(22) 国際出願日: 2007 年 5 月 24 日 (24.05.2007)

(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2006-168665 2006 年 6 月 19 日 (19.06.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 電気化学工業株式会社 (DENKI KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1038338 東京都中央区日本橋室町二丁目 1 番 1 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): 照井 良典 (TERUI, Yoshinori) [JP/JP]; 〒3778520 群馬県渋川市

中村 1 1 3 5 番地 電気化学工業株式会社 渋川工場内 Gunma (JP). 坂輪 盛一 (SAKAWA, Seiichi) [JP/JP]; 〒3778520 群馬県渋川市中村 1 1 3 5 番地 電気化学工業株式会社 渋川工場内 Gunma (JP).

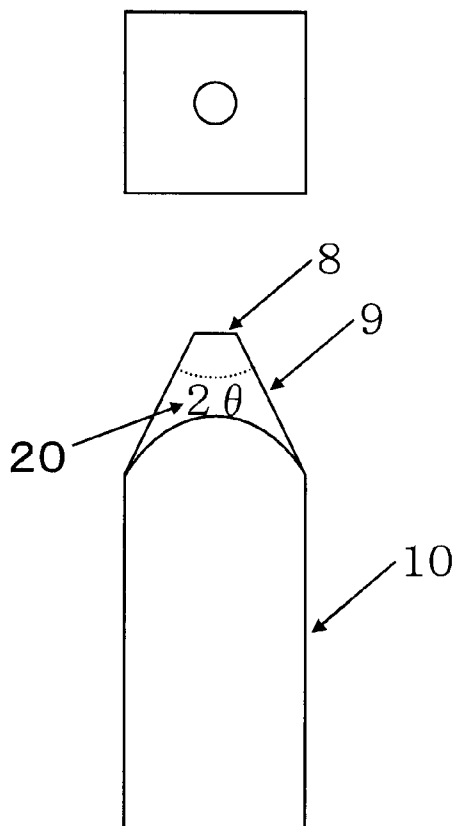
(74) 代理人: 泉名 謙治, 外 (SENMYO, Kenji et al.); 〒1010042 東京都千代田区神田東松下町 3 8 番地 鳥本鋼業ビル Tokyo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ELECTRON SOURCE

(54) 発明の名称: 電子源



(57) Abstract: This invention provides an electron source in which excess current is much lower than that in the conventional product. The electron source comprises a single crystal rod of tungsten or molybdenum having orientation. One end of the rod constitutes an electron release part (8). The electron source is characterized in that an oxide of at least one metal element selected from the group consisting of Ca, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ti, Zr, Hf, and lanthanoid series elements is provided as a diffusion source in a part of the rod and {100} face parallel to the central axis of the rod does not appear on the side face (10) of the rod.

(57) 要約: 余剰電流が従来のものより格段に少ない電子源を提供する。 タングステンまたはモリブデンからなる<100>方位の単結晶ロッドを有し、該ロッドの一端部が電子放出部 8 であり、また該ロッドの一部に Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ti、Zr、Hf、及びランタノイド系列元素からなる群から選ばれた少なくとも 1 種の金属元素の酸化物を拡散源として有する電子源であって、該ロッドの側面 10 に該ロッドの中心軸と平行な {100} 面が現れていないことを特徴とする電子源。

WO 2007/148507 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, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

電子源

技術分野

[0001] 本発明は、電子線露光機、ウェハ検査装置、電子線LSIテスターなどの高角電流密度動作を必要とする電子源に関する。

背景技術

[0002] 近年、熱陰極よりも長寿命で、より高輝度の電子ビームを得るために、タングステン単結晶の針状電極にジルコニウムと酸素の被覆層を設けた陰極を用いた電子源が用いられている(以下「ZrO/W電子源」と記す。)(非特許文献1参照)。

[0003] ZrO/W電子源は、軸方位が<100>方位からなるタングステン単結晶の針状の陰極に、酸化ジルコニウムからなる拡散源を設け、ジルコニウム及び酸素を拡散することにより被覆層(以下、「ZrO被覆層」という)を形成し、該ZrO被覆層によってタングステン単結晶の(100)面の仕事関数を選択的に4.5eVから約2.8eVに低下させたもので、前記陰極の先端部に形成された(100)面に相当する微小な結晶面のみが電子放出領域となるので、従来の熱陰極よりも高輝度の電子ビームが得られ、しかも長寿命であるという特徴を有する。また冷電界放出電子源よりも安定で、低い真空度でも動作し、使い易いという特徴を有している(非特許文献2参照)。

[0004] ZrO/W電子源は、図1に示すように、絶縁碍子5に固定された導電端子4に設けられたタングステン製のフィラメント3の所定の位置に、電子線を放出するタングステンの<100>方位の針状の単結晶ロッド1が溶接等により固着されている。この単結晶ロッドは電解研磨により先鋭端を有し、この先鋭端が電子放出部となる。単結晶ロッド1の一部には、ジルコニウムと酸素の拡散源2が設けられている。図示していないが単結晶ロッド1の表面はZrO被覆層で覆われている。

[0005] 単結晶ロッド1はフィラメント3により通電加熱されて通常は1800K程度の温度下で使用されるので、単結晶ロッド1表面のZrO被覆層は蒸発により消耗する。しかし、拡散源2よりジルコニウム及び酸素が拡散することにより単結晶ロッド1の表面に連続的に供給されるので、結果的にZrO被覆層が維持される。

- [0006] ZrO/W電子源の単結晶ロッド1の先端部はサプレッサー電極6と引き出し電極7の間に配置され使用される(図2参照)。単結晶ロッド1すなわち陰極には引き出し電極7に対して負の高電圧が印加され、更にサプレッサー電極6には単結晶ロッド1に対して数百ボルト程度の負の電圧が印加され、フィラメント3からの熱電子放出を抑制する。
- [0007] ZrO/W電子源は低加速電圧で用いられる測長SEMやウェハ検査装置においては、プローブ電流が安定していて且つエネルギー幅の広がりが抑えられるという理由で0.1~0.2mA/srの角電流密度で動作される。
- [0008] 一方、電子線露光装置、及び電子線LSIテスター等においては、スループットが重視されるために0.4mA/sr程度の高い角電流密度で動作される。このようなスループットを重視する用途では、更に高い角電流密度での動作が望まれ、1.0mA/srもの高い角電流密度での動作が要求されることがある。
- [0009] しかしながら、一般に知られているZrO/W電子源においては、単結晶ロッドの先端はサブミクロンから1 μ m程度の曲率半径であり、(1)高角電流密度動作時に高々1.0mA/sr程度の角電流密度が上限であること、(2)この時、陰極と引き出し電極間に印加される引き出し電圧が4kV以上と大きく、チップ先端での電界強度が $0.4 \times 10^9 \sim 1.0 \times 10^9$ V/mと著しく高くなり、アーク放電による故障頻度が高くなる、といった欠点を有する(非特許文献3参照)。
- [0010] これらの問題点を解決するために、円錐全角が25°以上95°以下の円錐台形部で、その上面が直径が5 μ m以上200 μ m以下の平坦な電子放出面であって、タングステンまたはモリブデンの単結晶からなり、その表面が2A、3Aまたは4A族から選ばれた金属元素と酸素の被覆層により被覆される陰極を具備する電子源が提案されている(特許文献1参照)。
- [0011] また、ZrO/W電子源におけるジルコニウムに替わる元素としてスカンジウム、バリウム、イットリウムなどの元素が知られている(非特許文献4、非特許文献5参照)。
- 特許文献1:国際公開第2004/073010号パンフレット
- 非特許文献1:D. Tuggle, J. Vac. Sci. Technol. 16, p1699(1979)
- 非特許文献2:M. J. Fransen, "On the Electron-Optical Properties of t

he ZrO/W Schottky Electron Emitter”, ADVANCES IN IMAGING AND ELECTRON PHYSICS, VOL. III, p91-166, 1999 by Academic Press.

非特許文献3:D. W. Tuggle、J. Vac. Sci. Technol. B3(1), p220(1985)

非特許文献4:応用物理 第71巻 第4号 (2002) 438-442

非特許文献5:Proc. Int. Display Workshop 2003, 1219-1222

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0012] しかし、このような従来公知の電子源は余剰電流が大きい問題点がある。以下製造方法も含めて詳細に説明する。
- [0013] まず、絶縁碍子5にロウ付けされた導電端子4にタングステン製のフィラメント3をスポット溶接により固定する(図1参照)。次に機械加工により円柱状に加工したタングステン製<100>方位の単結晶の一端部に、ダイヤモンドペーストと研磨盤を用いて円錐部全角 2θ 20が 90° の円錐部9を形成し、更に円錐部9の頂点をダイヤモンドペーストで研磨して直径 $15\mu\text{m}$ の電子放出部8を形成して単結晶ロッド1とする(図3参照)。
- [0014] この単結晶ロッド1を前記フィラメント3にスポット溶接により取り付ける。この単結晶ロッド1は陰極として機能する。
- [0015] 水素化ジルコニウムを粉砕して酢酸イソアミルと混合しペースト状にしたものを単結晶ロッド1の一部に塗布する。酢酸イソアミルが蒸発した後、超高真空装置に導入する。続いて装置内を $3\times 10^{-10}\text{Torr}$ ($4\times 10^{-8}\text{Pa}$)の超高真空中としてフィラメント3に通電して単結晶ロッド1を1800Kに加熱し、水素化ジルコニウムを熱分解して金属ジルコニウムとする。続いて酸素ガスを導入して装置内を $3\times 10^{-6}\text{Torr}$ ($4\times 10^{-4}\text{Pa}$)として金属ジルコニウムを酸化し、酸化ジルコニウムからなるジルコニウムと酸素の拡散源2を形成する。
- [0016] 超高真空装置から取り出した電子源を図2に示す電極配置を有する測定装置に組み込む。単結晶ロッド1の先端はサブレッサー電極6と引き出し電極7との間に配置される。尚、単結晶ロッド1の先端とサブレッサー電極6の距離は0.15mm、サブレッサー

電極6と引き出し電極7の距離は0.8mm、引き出し電極7の孔の直径は0.8mm、サプレッサー電極6の孔の直径は0.8mmである。

[0017] フィラメント3はフィラメント加熱用電源17に接続され、更に陰極用高圧電源16に接続され、引き出し電極7に対して負の高電圧がエミッター電圧 V_E として印加される。また、サプレッサー電極6はバイアス電源15に接続され、単結晶ロッド1とフィラメント3に対して更に負の電圧、バイアス電圧 V_S が印加される。これによりフィラメント3からの熱電子放出を遮る。電子源からの全放出電流 I_t は、陰極用高圧電源16とアース間に置かれた電流計18により測定される。単結晶ロッド1の先端から放出した放出電子線19は引き出し電極7の孔を通過して、制限電極11に到達する。制限電極11の中央にはアパーチャー12(小孔)があり、通過してカップ状電極13に到達したプローブ電流 I_p は微小電流計14により測定される。なおアパーチャー12と単結晶ロッド1の先端との距離と、アパーチャー12の内径から算出される立体角を ω とすると角電流密度 I_p' は I_p / ω となる。

[0018] 続いて測定装置内を 3×10^{-10} Torr(4×10^{-8} Pa)の超高真空中として、単結晶ロッドを1700Kまたは1800Kに維持したままサプレッサー電極にバイアス電圧 $V_S = -300$ Vの電圧を印加し、続いてエミッター電圧 $V_E = -3600$ Vの高電圧を印加して数時間保持し、放出電流が安定したところで全放出電流 I_t とプローブ電流 I_p を測定する。

[0019] 図4に、測定した角電流密度 I_p' と全放出電流 I_t のエミッター電圧依存性(ショットキー・プロット)を示す。ショットキー・プロットはあるエミッター電圧(以下、「閾値電圧」と記す)以上で直線からはずれて増加し、本来の電子放出部以外からの余剰電流が発生していることが分かる。

[0020] 余剰電流は走査型電子顕微鏡や電子線露光装置といった電子光学機器に用いた場合、光源がぼけるなどの電子光学特性を劣化させる原因となる。また、電子線露光装置や電子線LSIテスターといった機器においては、光軸上の電子ビームを偏向により軸外へ逃がす際に、軸外の多量の余剰電流が軸上に流れ込むといった不都合が生じる。

[0021] また、この余剰電流はバイアス電圧を大きくする、或いは、単結晶ロッド1とサプレッ

サー電極6の幾何寸法や位置関係を調整することによりある程度回避される(特開2006-032195号公報参照)が、閾値電圧が大きくなるだけであり、本質的な解決とはならない。

[0022] 本発明は、以上のような公知技術の電子源の有する欠点を改善することを具体的課題としてなされたもので、余剰電流が従来のものより格段に少ない電子源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

[0023] 本発明者は、余剰電流の発生源を鋭意検討した結果、余剰電流は、単結晶ロッド1の側面の(100)結晶面から主として発生することを見いだした。

すなわち、図5に単結晶ロッドの形状と結晶方位の関係を示すように、 $\langle 100 \rangle$ 方位の単結晶ロッドが円柱状であるため、ロッドの側面の一部の4つの領域部分に(100)面が段差状に現れる。この領域部分は図5に於いては太い曲線で示めされる。そして、余剰電流が大きくなるのは、(100)面がZrO吸着層に覆われて仕事関数が低下することにより、(100)面からなる平坦部9と同様に電子が出やすくなったことに起因していることが見いだされた。なお、図6には立方晶の標準投影図が併せて示めされる。

本発明は、上記の知見に基づくものであり、以下の要旨を有するものである。

(1) タングステンまたはモリブデンからなる $\langle 100 \rangle$ 方位の単結晶ロッドを有し、該ロッドの一端部が電子放出部であり、かつ該ロッドの一部にCa、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ti、Zr、Hf、及びランタノイド系列元素からなる群から選ばれた少なくとも1種の金属元素の酸化物を拡散源として有する電子源であって、該ロッドの側面に該ロッドの中心軸と平行な{100}面が現れていないことを特徴とする電子源。

(2) 前記ロッドの側面が、複数の平面、又は複数の平面と曲面からなる上記(1)に記載の電子源。

(3) 前記ロッドの側面が、該ロッドの中心軸と平行な{100}面から 10° 以上傾斜した平面からなる上記(1)又は(2)に記載の電子源。

(4) 前記ロッドの側面が{100}面から $22 \sim 45^\circ$ 傾斜した平面からなる上記(3)に記載の電子源。

(5) 前記ロッドの側面が{110}面からなる上記(1)～(4)のいずれかに記載の電子源。

(6) 前記電子放出部が平坦面からなり、該平坦面の(100)結晶面との角度差が 1° 以内である上記(1)～(5)のいずれかに記載の電子源。

(7) 前記電子放出部を構成する平坦面の直径が $2\sim 200\ \mu\text{m}$ である上記(6)に記載の電子源。

(8) 前記電子放出部が球面の一部からなる上記(1)～(5)のいずれかに記載の電子源。

(9) 前記ロッドの端部に円錐部を有し、該円錐部の頂上に電子放出部を有する上記(1)～(8)のいずれかに記載の電子源。

(10) 前記円錐部の全角 2θ が $20\sim 140^\circ$ である上記(9)に記載の電子源。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、余剰電流は単結晶ロッドの側面10に仕事関数が低い{100}結晶面が露出することにより発生する。よって本発明に於いては、ロッドの幾何形状について側面10に{100}結晶面が現れないようにしているので、余剰電流を抑えることができる。その結果、高角電流密度で動作し、信頼性の高い電子源を提供できる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]ZrO/W電子源の構造図

[図2]電子源の電子放出特性の測定装置の構成図

[図3]従来公知の電子源に用いられる単結晶ロッドの形状を示す平面図および側面図

[図4]従来公知の電子源の電子放射特性を示す図

[図5]従来公知の電子源に用いられる単結晶ロッドの形状と結晶面との関係を示す図

[図6]立方晶の標準投影図

[図7]本発明に係る単結晶ロッドの形状の一例を示す平面図および側面図

[図8]実施例、比較例に係る電子源の電子放出パターン

[図9]実施例、比較例に係る電子源の電子放射特性を示す図

符号の説明

[0026] 1:単結晶ロッド、2:拡散源、3:フィラメント、4:導電端子、5:絶縁碍子、6:サブレッサー電極、7:引き出し電極、8:電子放出部、9:円錐部、10:側面、11:制限電極、12:アパーチャー、13:カップ状電極、14:微小電流計、15:バイアス電源、16:陰極用高圧電源、17:フィラメント加熱用電源、18:電流計、19:放出電子線、20:円錐部全角 2θ

発明を実施するための最良の形態

[0027] 本発明の具体的な実施態様を、ジルコニウム酸化物を拡散源とした場合を例にとつて以下に説明する。

[0028] $\langle 100 \rangle$ 方位のタングステン単結晶を放電加工により直方体形状に切り出し機械研磨により図7の形状に加工する。この時予めエックス線回折により結晶方位を調べておき、図7においては側面10の平面部が $\{100\}$ 結晶面から 10° 以上、好ましくは 22° 以上 45° 以内に傾斜した平面、更に好ましくは $\{110\}$ 結晶面とする。

[0029] 頂点は更にダイヤモンド研磨剤により研磨して加工損傷を取り除き電子放出部8を設ける。円錐部9の全角 2θ は $20 \sim 140^\circ$ で電子放出部8の直径は $2 \sim 200 \mu\text{m}$ とする。また、単結晶ロッド1の端部に形成された平坦な電子放出面8は (100) 面と 1° 以内の角度差に収める。

[0030] この単結晶ロッド1を絶縁碍子5に導電端子4を介して取り付けられたタングステン製のフィラメント3にスポット溶接により取り付ける(図1参照)。

[0031] 引き続いて水素化ジルコニウム粉末を乳鉢により粉碎して有機溶剤と混合しスラリー状にしたものを単結晶ロッド1の一部に塗布して、 1×10^{-6} Torr程度の酸素雰囲気中で加熱して水素化物を熱分解し、更に酸化して酸化ジルコニウムからなる拡散源を形成すると同時に、ジルコニウムと酸素で単結晶ロッド1の表面を被覆する。

[0032] この単結晶ロッド1を引き出し電極7とサブレッサー電極6の間に配置して、引き出し電極7に対して単結晶ロッド1に数キロボルトの負の高電圧を印加し、サブレッサー電極6には単結晶ロッド1に対して数百ボルトの負の電圧を印加すると共にフィラメント3を通電加熱して単結晶ロッド1を $1500 \sim 1900\text{K}$ に加熱することにより電子放出が行える。

[0033] 本発明の電子源は、高い角電流密度で動作しても、全放出電流が数 $10 \mu\text{A}$ 程度と

低く、余剰電流が極めて低いため信頼性が高い。またこの電子源は 1×10^{-8} Torr以下の真空中で動作し、タングステンが母材となっているため長期の動作によっても陰極の消耗が極めて小さく特性の変化が少ない。また、陰極表面がイオン衝撃により荒らされても直ぐに平滑な表面に修復する。

- [0034] なお、拡散源の原料として水素化ジルコニウムを例にとって説明したが、替わりに水素化チタンまたは水素化ハフニウムを用いて、チタンまたはハフニウムと酸素で単結晶ロッド1を被覆した電子源とすることもできる。また、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ti、Zr、Hf、及びランタノイド系列元素からなる群から選ばれた少なくとも1種の金属元素の酸化物を直接塗布して拡散源を形成することもできる。

実施例

- [0035] (実施例、比較例)

絶縁碍子5にロウ付けされた導電端子4にタングステン製のフィラメント3をスポット溶接により固定した。

- [0036] タングステン単結晶を放電加工により長手方向が $\langle 100 \rangle$ 方位となる直方体形状に切り出し、機械研磨により図7の形状に加工する。なおエックス線回折を用いて結晶方位を調べて側面10の平面部が $\{110\}$ 結晶面となるようにした。 $\langle 100 \rangle$ 方位の単結晶ロッド1の一端部をダイヤモンドペーストと研磨盤を用いて直径 $25 \mu\text{m}$ の電子放出部8を形成した。

また、比較例として、タングステン単結晶を使用し、図3に示す側面が円柱状の単結晶ロッド1も作成した。なお比較例の単結晶ロッド1では電子放出部の直径は $15 \mu\text{m}$ である。

- [0037] これらの単結晶ロッド1をそれぞれ前記フィラメント3にスポット溶接により取り付けた。この単結晶ロッド1は陰極として機能する。

- [0038] 次に水素化ジルコニウムを乳鉢により粉碎して酢酸イソアミルと混合しスラリー状にしたものを単結晶ロッド1の一部に塗布した。

- [0039] 酢酸イソアミルが蒸発した後、超高真空装置に導入し 3×10^{-10} Torr (4×10^{-8} Pa)としてフィラメント3に通電して単結晶ロッド1を1800Kに加熱し、水素化ジルコニウムを熱分解して金属ジルコニウムとした。更に酸素ガスを導入して装置内を 3×10^{-6}

Torr (4×10^{-4} Pa)として金属ジルコニウムを酸化し、酸化ジルコニウムから成るジルコニウムと酸素の拡散源2を形成した。

[0040] この電子源を取り出し、電子放出特性測定装置に導入した。単結晶ロッド1の先端はサプレッサー電極6と引き出し電極7との間に配置される。尚、単結晶ロッド1の先端とサプレッサー電極6の距離は0.15mm、サプレッサー電極6と引き出し電極7の距離は0.8mm、引き出し電極7の孔の直径は0.8mm、サプレッサー電極6の孔の直径は0.8mmである。

[0041] フィラメント3はフィラメント加熱用電源17に接続され、更に陰極用高圧電源16に接続され、引き出し電極7に対して負の高電圧、エミッター電圧 V_E が印加される。また、サプレッサー電極6はバイアス電源15に接続され、単結晶ロッド1とフィラメント3に対して更に負の電圧、バイアス電圧 V_s が印加される。これによりフィラメント3からの熱電子放出を遮る。電子源からの全放出電流 I_t は陰極用高圧電源16とアース間に置かれた電流計18により測定される。単結晶ロッド1の先端部の電子放出部8から放出した放出電子線19は引き出し電極7の孔を通過して、制限電極11に到達する。制限電極11の中央にはアパーチャー12(小孔)があり、通過してカップ状電極13に到達したプローブ電流 I_p は微小電流計14により測定される。なおアパーチャー12と単結晶ロッド1の先端との距離と、アパーチャー12の内径から算出される立体角を ω とすると角電流密度 I'_p は I_p / ω となる。また制限電極11上には蛍光材を塗布して電子放出分布のパターンが目視により観察できるようにした。

[0042] この測定装置内を 3×10^{-10} Torr (4×10^{-8} Pa)の超高真空中として、単結晶ロッド1を1800Kに維持してサプレッサー電極6にバイアス電圧 $V_s = -300$ Vの電圧を印加して、エミッター電圧 $V_E = -3600$ Vの高電圧を印加して数時間保持し、放出電流が安定したところで蛍光材を塗布した制限電極11上のパターンを観察した。また全放出電流 I_t と角電流密度 I'_p のエミッター電圧依存性を測定した。

[0043] 本発明による電子源と、円柱形状の側面のロッドを有する比較例の電子源との電子放出特性の比較を以下に示す。

[0044] 制限電極11上で観察される電子放出角度分布を示す電子放出パターンを図8に示した。(a)が本発明によるものであり円状で軸上に閉じこめられたパターンが観察さ

れた。角度分布は全角で約0.2ラジアンであった。一方、比較例では(b)に示すように中心の円状のパターンに加え4回対称で弧状の明るいパターンが観察された。この弧状のパターンが余剰電流に相当する。

[0045] 次に全放出電流 I_t と角電流密度 I_p のエミッター電圧依存性(ショットキー・プロット)を図9に示す。本発明による電子源ではエミッター電圧の絶対値の平方根が30よりも大きな領域においても角電流密度と全放出電流のショットキー・プロットは直線的に増加しているが、比較例では概略50以上で急増して余剰電流成分が発生していることがわかる。

[0046] 表1にエミッター電圧が-3600Vの時の角電流密度と全放出電流の比較を示した。比較例に対し、実施例においては、角電流密度が高いにも拘らず、全放出電流が約半分に抑制されており、余剰電流の抑制に効果があることが判る。

[表1]

	実施例	比較例
電子放出部の直径 (μm)	25	15
角電流密度 (mA/sr) (エミッター電圧-3600V)	1.3	0.52
全放出電流 (μA) (エミッター電圧-3600V)	25	52

産業上の利用可能性

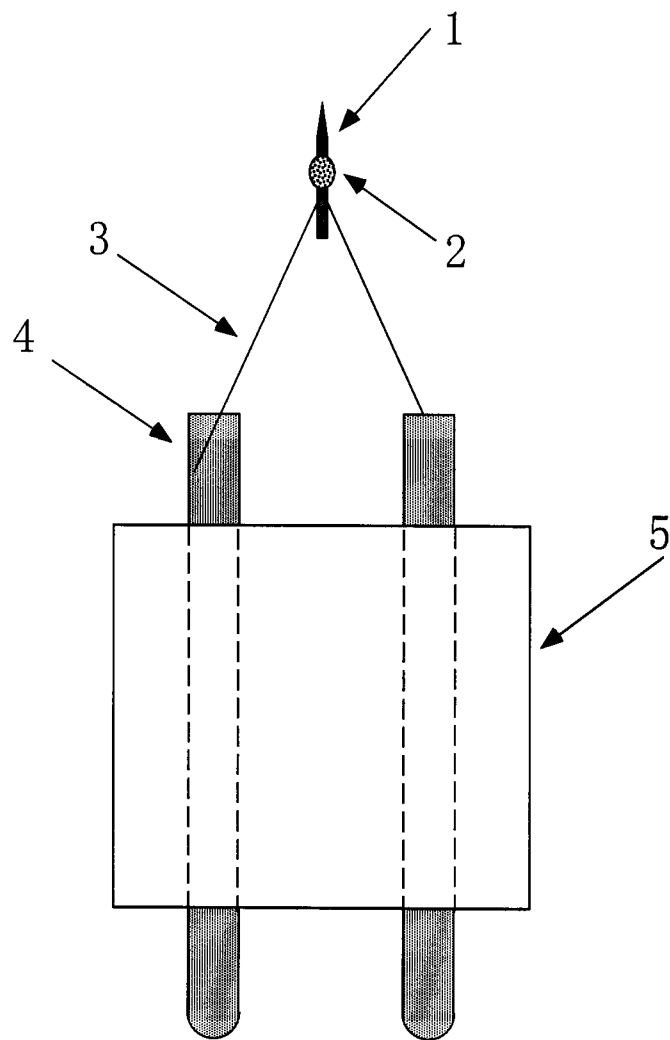
[0047] 本発明の電子源は、電子放出部材である単結晶ロッドの側面からの余剰電流を効果的に抑制することができ、高角電流密度で動作して信頼性の高い電子源であるので、電子線露光機、ウェハ検査装置、電子線LSIテスターなどの高角電流密度動作を必要とする電子源に用いて好適であり、産業上非常に有用である。

[0048] なお、2006年6月19日に出願された日本特許出願2006-168665号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書の全内容をここに引用し、本発明の明細書の開示として、取り入れるものである。

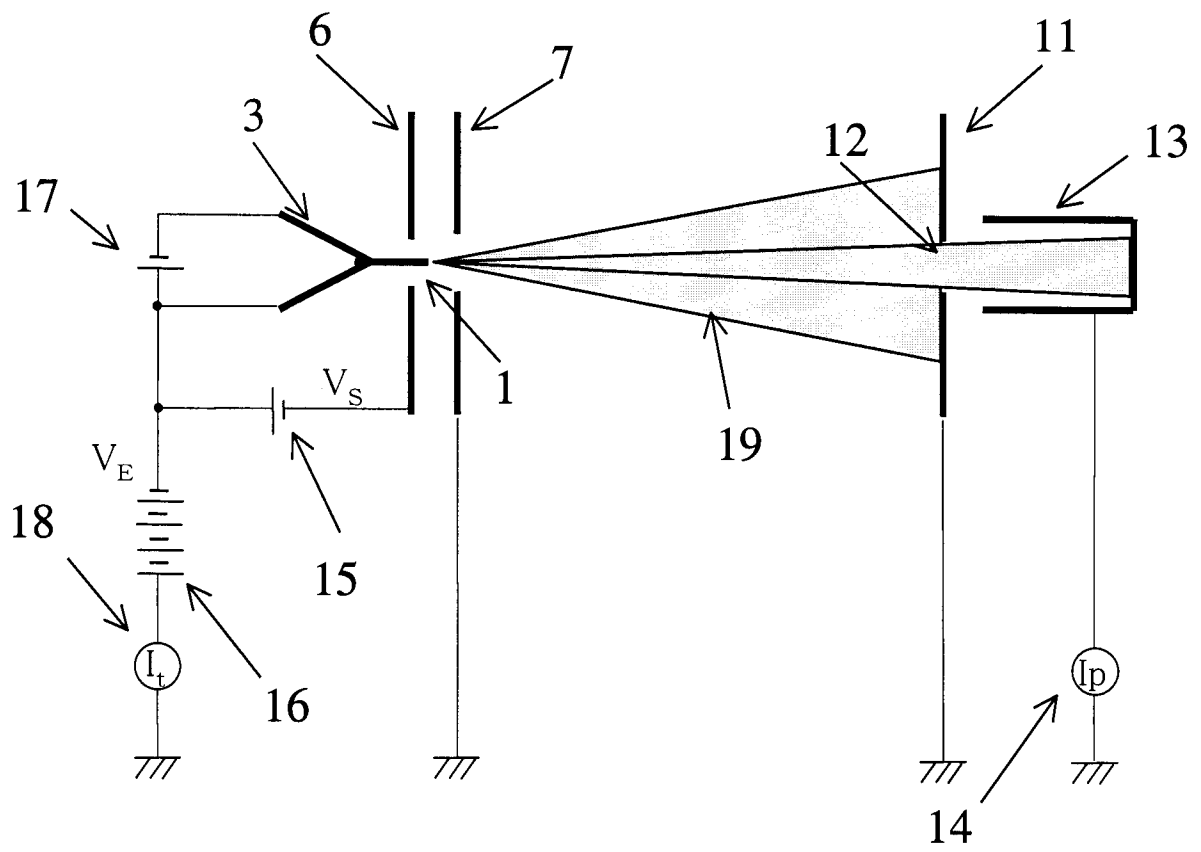
請求の範囲

- [1] タングステンまたはモリブデンからなる<100>方位の単結晶ロッドを有し、該ロッドの一端部が電子放出部であり、かつ該ロッドの一部にCa、Sr、Ba、Sc、Y、La、Ti、Zr、Hf、及びランタノイド系列元素からなる群から選ばれた少なくとも1種の金属元素の酸化物を拡散源として有する電子源であって、該ロッドの側面に該ロッドの中心軸と平行な{100}面が現れていないことを特徴とする電子源。
- [2] 前記ロッドの側面が、複数の平面、又は複数の平面と曲面からなる請求項1に記載の電子源。
- [3] 前記ロッドの側面が、該ロッドの中心軸と平行な{100}面から 10° 以上傾斜した平面からなる請求項1又は2に記載の電子源。
- [4] 前記ロッドの側面が{100}面から $22\sim 45^{\circ}$ 傾斜した平面からなる請求項3に記載の電子源。
- [5] 前記ロッドの側面が{110}面からなる請求項1～4のいずれか一項に記載の電子源。
- [6] 前記電子放出部が平坦面からなり、該平坦面の(100)結晶面との角度差が 1° 以内である請求項1～5のいずれか一項に記載の電子源。
- [7] 前記電子放出部を構成する平坦面の直径が $2\sim 200\ \mu\text{m}$ である請求項6に記載の電子源。
- [8] 前記電子放出部が球面の一部からなる請求項1～5のいずれか一項に記載の電子源。
- [9] 前記ロッドの端部に円錐部を有し、該円錐部の頂上に電子放出部を有する請求項1～8のいずれか一項に記載の電子源。
- [10] 前記円錐部の全角 2θ が $20\sim 140^{\circ}$ である請求項9に記載の電子源。

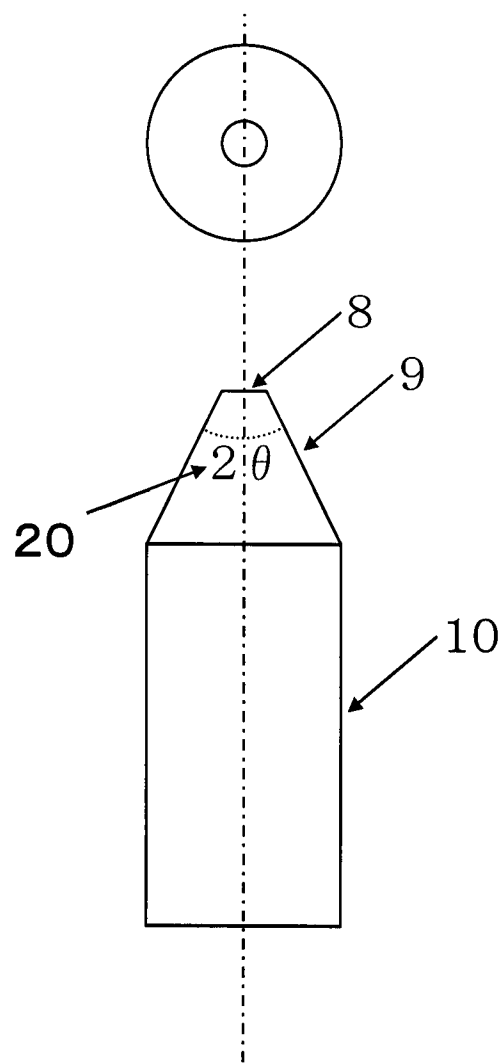
[図1]



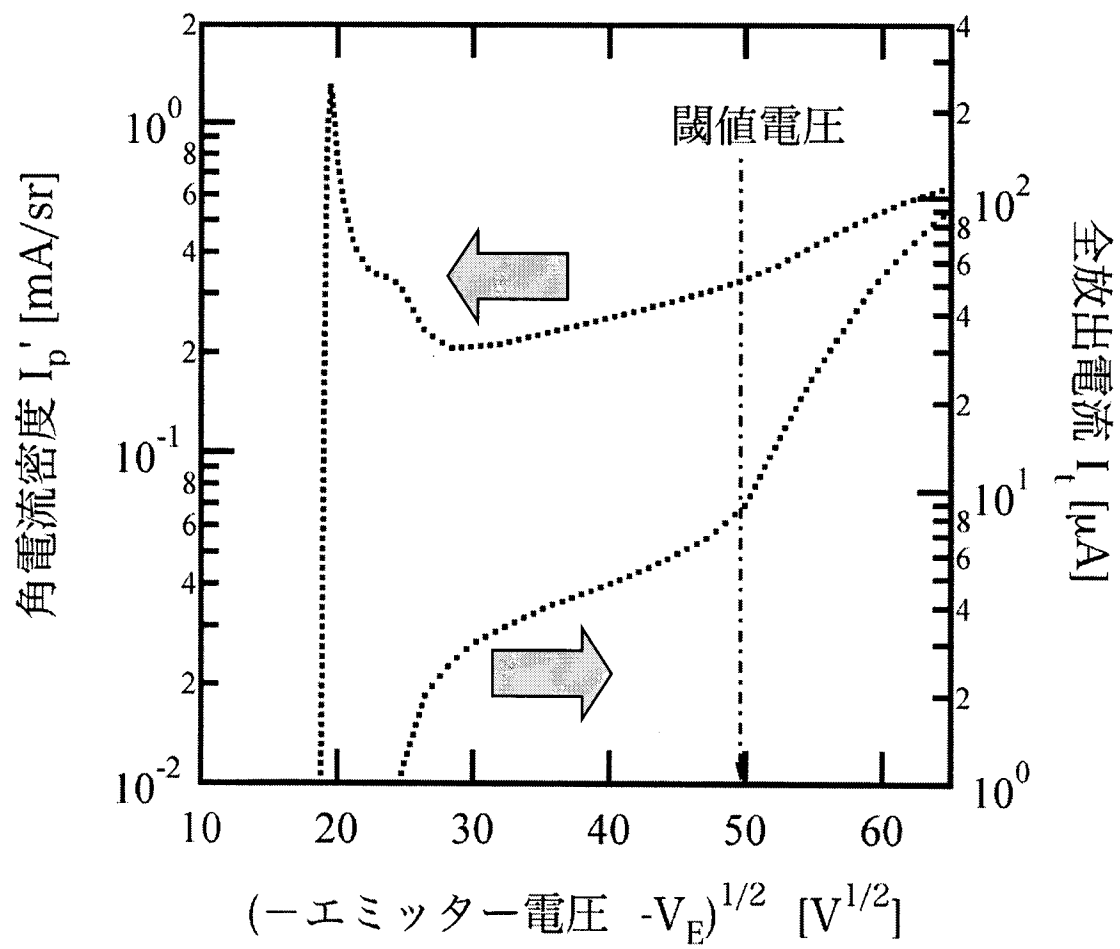
[図2]



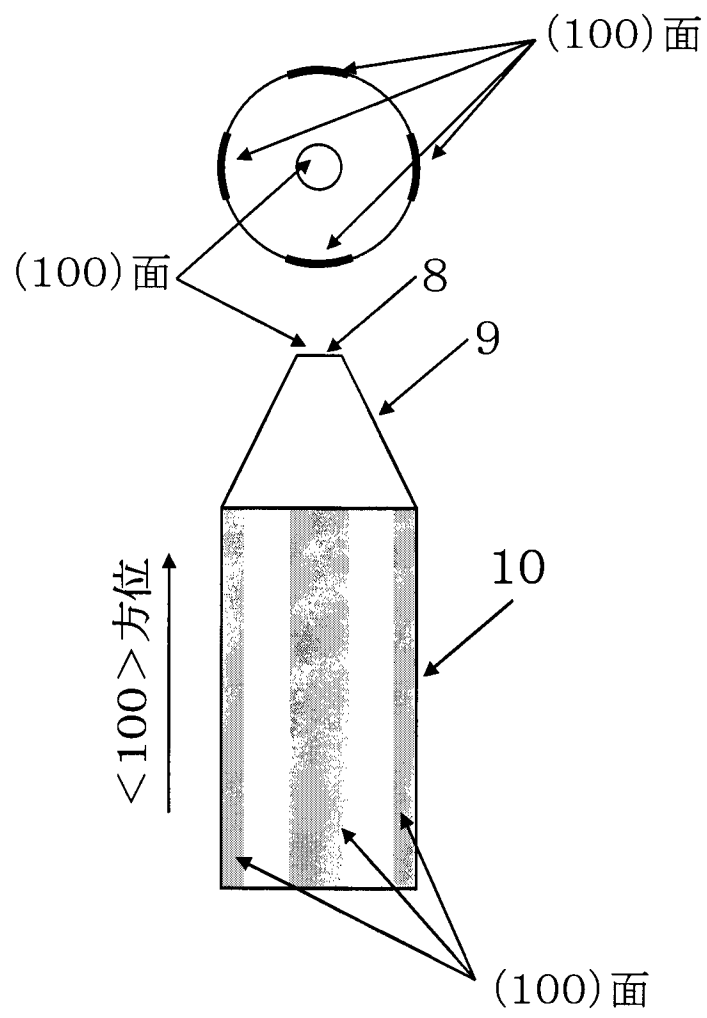
[図3]



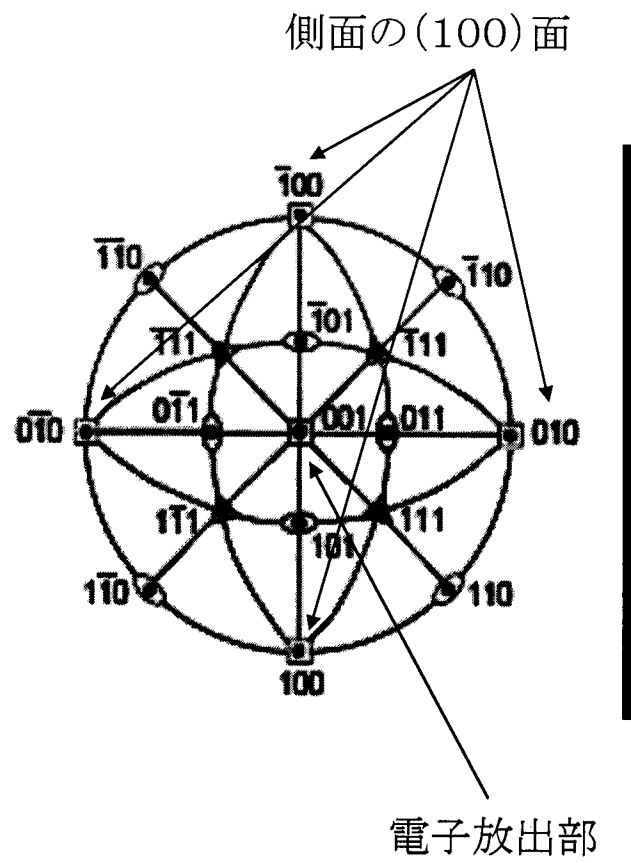
[図4]



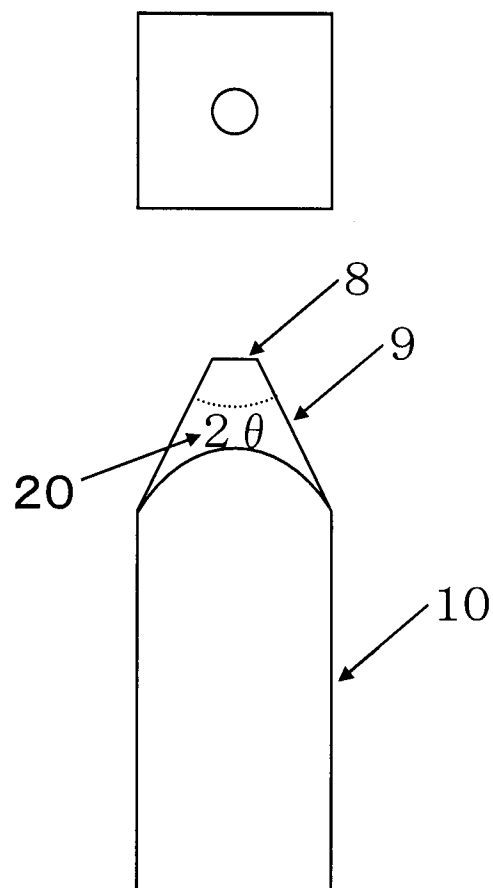
[図5]



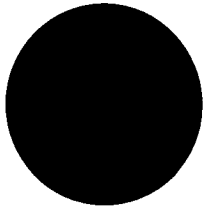
[図6]



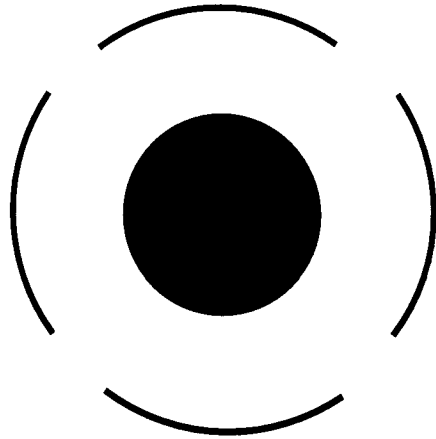
[図7]



[図8]

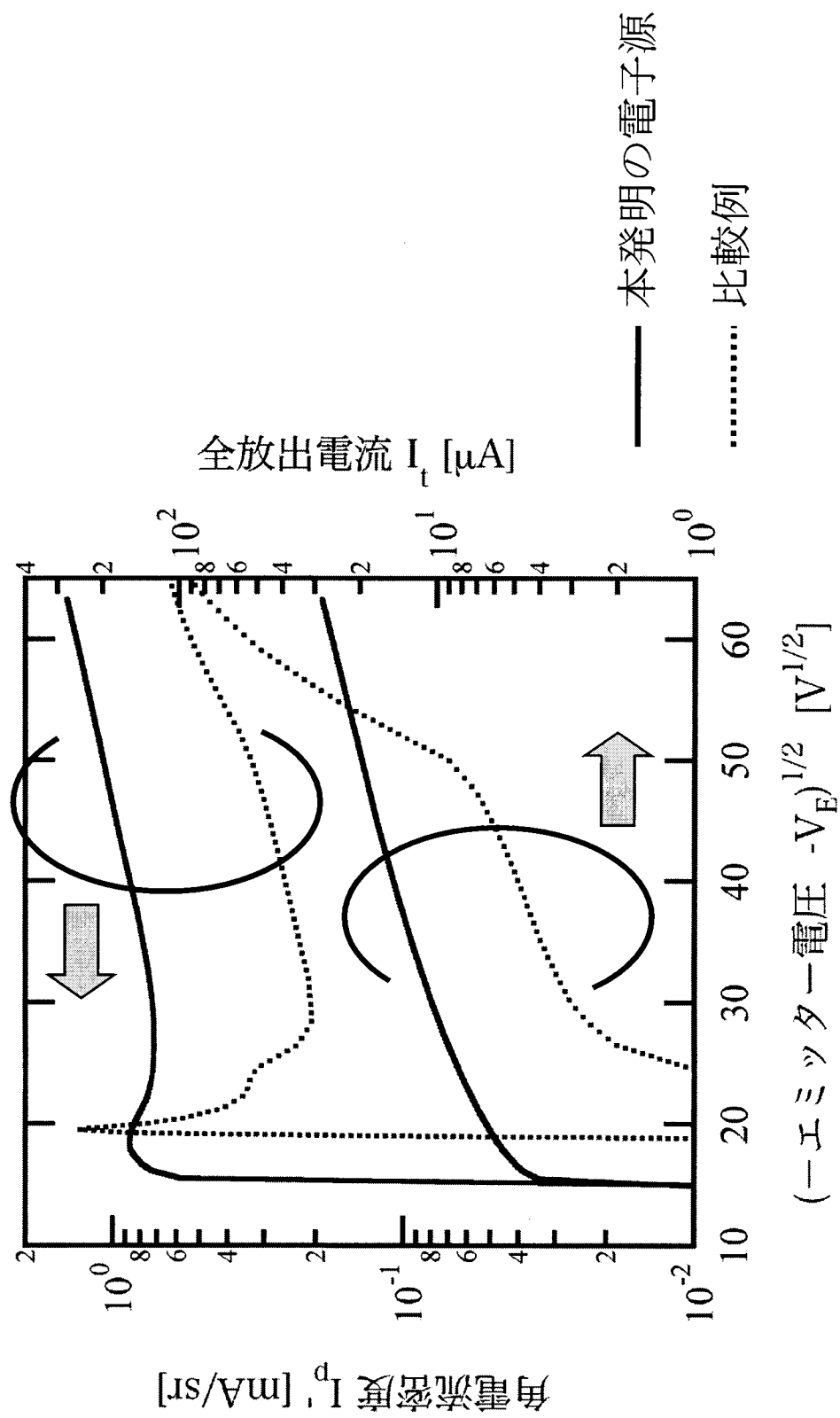


(a)



(b)

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/060620

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J1/304(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, H01J37/073, H01J1/13-1/16

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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	JP 2001-357810 A (Denki Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha), 26 December, 2001 (26.12.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
Y	JP 57-141839 A (NEC Corp.), 02 September, 1982 (02.09.82), Page 2, lower right column; Fig. 3 (Family: none)	1-10
Y	JP 56-82539 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 06 July, 1981 (06.07.81), Page 2, lower left column; Fig. 4 (Family: none)	7,9-10

☒ 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
13 June, 2007 (13.06.07)

Date of mailing of the international search report
26 June, 2007 (26.06.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/060620

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 2003-7195 A (Denki Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha), 10 January, 2003 (10.01.03), Full text; all drawings (Family: none)	8-10
A	JP 2004-335191 A (Tohken Co., Ltd.), 25 November, 2004 (25.11.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 10-154477 A (Hitachi, Ltd.), 09 June, 1998 (09.06.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2003-324050 A (Advantest Corp.), 14 November, 2003 (14.11.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/060620

Claim 8 describes that "the electron release part is a part of a spherical surface". In [0023] of the description, however, only the description of the claim is transcribed, and, in the description, that "the electron release part is a part of a spherical surface" is not substantially described.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01J1/304(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. H01J1/30-1/316, H01J37/073, H01J1/13-1/16

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	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007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 請求の範囲の番号
Y	J P 2 0 0 1 - 3 5 7 8 1 0 A （電気化学工業株式会社） 2 0 0 1 . 1 2 . 2 6 全文、全図 （ファミリーなし）	1 - 1 0
Y	J P 5 7 - 1 4 1 8 3 9 A （日本電気株式会社） 1 9 8 2 . 0 9 . 0 2 第2頁右下欄、第3図 （ファミリーなし）	1 - 1 0

☒ 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

13.06.2007

国際調査報告の発送日

26.06.2007

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）

山口 剛

2 G

9 8 0 6

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 請求の範囲の番号
Y	J P 5 6 - 8 2 5 3 9 A (東京芝浦電気株式会社) 1 9 8 1 . 0 7 . 0 6 第2頁左下欄、第4図 (ファミリーなし)	7, 9 - 1 0
Y	J P 2 0 0 3 - 7 1 9 5 A (電気化学工業株式会社) 2 0 0 3 . 0 1 . 1 0 全文、全図 (ファミリーなし)	8 - 1 0
A	J P 2 0 0 4 - 3 3 5 1 9 1 A (株式会社東研) 2 0 0 4 . 1 1 . 2 5 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 0
A	J P 1 0 - 1 5 4 4 7 7 A (株式会社日立製作所) 1 9 9 8 . 0 6 . 0 9 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 0
A	J P 2 0 0 3 - 3 2 4 0 5 0 A (株式会社アドバンテスト) 2 0 0 3 . 1 1 . 1 4 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 0

請求の範囲8には「電子放出部が球面の一部」であることが記載されているが、明細書には〔0023〕に請求の範囲の記載が転記されているのみで、「電子放出部が球面の一部」であることは明細書に実質的に記載されていない。