

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年11月20日 (20.11.2008)

PCT

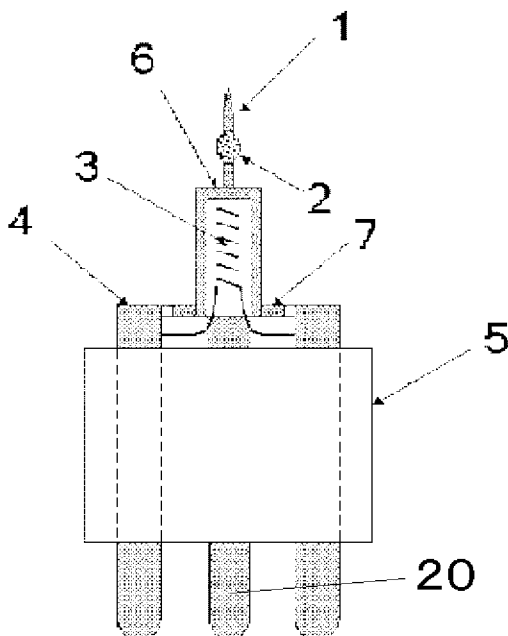
(10) 国際公開番号
WO 2008/140080 A1

- (51) 国際特許分類: H01J 1/26 (2006.01) H01J 37/063 (2006.01)
H01J 1/20 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/058766
 - (22) 国際出願日: 2008年5月13日 (13.05.2008)
 - (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2007-130326 2007年5月16日 (16.05.2007) 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1135 電気化学工業株式会社渋川工場内 Gunma (JP). 野々垣 良三 (NONOGAKI, Ryoza) [JP/JP]; 〒3778520 群馬県渋川市中村1135 電気化学工業株式会社渋川工場内 Gunma (JP).
 - (74) 代理人: 園田吉隆, 外 (SONODA, Yoshitaka et al.); 〒1630453 東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 新宿三井ビル53階 園田・小林特許事務所 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, 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, JP, 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, 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.
 - (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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

(54) Title: ELECTRON SOURCE

(54) 発明の名称: 電子源

[図2]



(57) Abstract: Provided is an electron source which provides a stable electron beam even when vibration is applied from external to a device which uses the electron source. The electron source is provided with a needlelike chip (1) having an electron discharging section at one end; a cup-like component (6) bonded to the other end of the needlelike chip (1); and a filament (3) for heating the cup-like component (6). The filament (3) is arranged in a gap inside the cup-like component (6), in a noncontact state to the cup-like component (6).

(57) 要約: 電子源を用いる装置が外部より振動を受けても、安定した電子線を与える電子源を提供する。この電子源は、一端部に電子放出部を有する針状チップ(1)と、針状チップ(1)の一端部と異なる他端部に接合されているカップ状部品(6)と、カップ状部品(6)を加熱するためのフィラメント(3)とを備える。また、このフィラメント(3)は、カップ状部品(6)の内部に設けられている空隙中に、カップ状部品(6)に対して非接触状態になるように配置されている。

WO 2008/140080 A1

明 細 書

電子源

技術分野

[0001] 本発明は、走査型電子顕微鏡、オージェ電子分光装置、電子線露光機、ウェハ検査装置などに適用される電子源に関する。

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 $\langle 100 \rangle$ 方位からなるタングステン単結晶の針状の陰極に、ジルコニウムと酸素からなる供給源を設け、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4.5eVから約2.8eVに低下させたもので、この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。

[0004] ZrO/W電子源は、図1に示すように、絶縁端子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ビームを放射するタングステンの $\langle 100 \rangle$ 方位の針状チップ1が溶接等により固着されている。針状チップ1の一部には、ジルコニウムと酸素の供給源2が設けられている。

[0005] このような電子源使用装置において、低加速電子ビームを用いる場合、レンズにより絞った電子ビームの径は色収差により支配され、この色収差を低減するには電子源から放射される電子のエネルギー幅を小さくする必要がある。

[0006] 色収差の低減には電子源の動作温度を下げるのが有効であるが、動作温度を下げると放射電流が激減するため、電子源の動作温度を下げるには仕事関数の低い電子源を用いなければならない。以上の観点から、ZrO吸着層に代わる低仕事関数を有するタングステン単結晶上への吸着種とその供給源の探索が近年精力的に行

なわれている。

[0007] 一方、冷電界放射電子源は、タングステン単結晶の<111>、<310>または<100>方位の針状の陰極を、タングステン製のフィラメントに溶接したものであり、放射電流はZrO/W電子源と比較して非常に小さいが、室温で動作させるために色収差が小さく、高分解能SEM用の電子源として用いられている(例えば、特許文献1参照)。

[0008] 冷電界放射電子源は室温で動作させているため、電子放射面にガス吸着しやすく、しだいにビーム電流が不安定になることから、高真空度の装置が必要であるとともに、定期的にフラッシングと呼ばれるフィラメント加熱によるクリーニングを行なう必要がある。

[0009] さらに最近では、原子スケールの微小先端をもつナノ電子源が実験レベルで作製されており、極めて小さな点光源として超高分解能SEMなどへの適用が検討されている。ナノ電子源の作製においても、作製工程において通常加熱処理が必要なことから、通常は図1と同様な針状チップを加熱フィラメントに溶接した構造を持っている(特許文献2参照)。

[0010] 特許文献1:特開昭50-11576号公報

特許文献2:特開2006-134638号公報

非特許文献1:D.Tuggle,J.Vac.Sci.Technol.16,p1699(1979)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、再びZrO/W電子源に話を戻すとZrO/W電子源を用いて比較的高倍率でSEM像を見る際、装置周辺からの振動によりノイズが発生し、分解能が得られず、測長などを行うことができない場合がある。

[0012] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、電子源を用いる装置が外部より振動を受けても、安定した電子線を与える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

[0013] 本発明によれば、一端部に電子放出部を有するロッドと、ロッドの一端部と異なる他端部に接合されている伝熱部と、伝熱部を加熱するための電熱変換部と、を備える

電子源であって、電熱変換部は、伝熱部の内部に設けられている空隙中に、伝熱部に対して非接触状態になるように配置されている、電子源が提供される。

[0014] この構成によれば、電熱変換部が、伝熱部の内部に設けられている空隙中に、伝熱部に対して非接触状態になるように配置されているため、電熱変換部と、伝熱部に接合されているロッドが有する電子放出部とが互いに非接触状態に設けられていることになる。そして、電熱変換部と、電子放出部とが互いに非接触状態に設けられているため、装置外部で発生した振動に対して電熱変換部が共振したとしても、電熱変換部の共振が電子放出部に伝わって電子放出部そのものも振動することをほぼ完全に抑制することができる。

[0015] その結果、この構成によれば、電子放出部がほとんど振動しないことによって、電子源から放出される電子線において非常に微小なノイズの発生すら抑制することができる。すなわち、この構成によれば、電子源を用いる装置が外部より振動を受けても、安定した電子線を与えることができる。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、電熱変換部が、伝熱部の内部に設けられている空隙中に、伝熱部に対して非接触状態になるように配置されているため、電子源を用いる装置が外部より振動を受けても、安定した電子線を与えることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]比較例に係る、従来公知の電子源の構造図である。

[図2]本発明に係る電子源の一例についての構造図である。

[図3]本発明に係る電子源(図2)を針状チップの方向から見た図である。

[図4]電子放射特性の評価装置の構成図である。

符号の説明

- [0018]
- 1: 針状チップ
 - 2: 供給源
 - 3: フィラメント
 - 4: 導電端子
 - 5: 絶縁碍子

- 6: カップ状部品
- 7: 金属部品
- 8: サプレッサー電極
- 9: 引き出し電極
- 10: 蛍光板
- 11: アパーチャー
- 12: カップ状電極
- 13: プローブ電流測定用微小電流計
- 14: バイアス電源
- 15: 高圧電源
- 16: フィラメント加熱電源
- 17: 全放射電流測定用電流計
- 18: 放射電子線
- 20: 金属片

発明を実施するための最良の形態

[0019] <用語の説明>

本明細書および請求の範囲では、下記の通り用語の意味を定義する。

[0020] 下限数値～上限数値: 下限数値以上かつ上限数値以下を意味する。

[0021] ロッド(rod): 棒、竿状のものを意味する。なお、ロッドには、円柱、四角柱、三角柱、円錐、四角錐、三角錐、線状、針状のものが含まれるものとする。また、ロッドには、後述する針状チップが含まれるものとする。

[0022] カップ(cup)状構造: 食器の一種である、杯、コップ、コーヒーカップ、ティーカップ、マグカップ、カップ麺などの容器状の構造を意味する。なお、1以上の開口部のある凹部を有する立体構造であればカップ状の構造であるものとする。

[0023] <発明の経緯>

本発明者等は、ZrO/W電子源を用いて比較的高倍率でSEM像を見る際、装置周辺からの振動によりノイズが発生し、分解能が得られず、測長などを行うことができない場合があることに気づき、このノイズの除去のために鋭意研究開発に励んだ。そ

の結果、本発明者等は、このノイズは、ZrO/W電子源のタングステンフィラメントが共振周波数により振動していることが原因であるのではないかと考えた。

[0024] さらに、本発明者等は、上述の従来技術では、陰極を加熱フィラメントに溶接した構造を持つため、例えば比較的高倍率でSEM像をみる際、加熱用フィラメントが固有の共振周波数を有していることと相俟って、装置外部で発生した振動と加熱用フィラメントが共振すると考えられた。そして、本発明者等は、この共振を抑制するために、何らかの形で加熱用フィラメントそのものを陰極から外してしまえばよいのではないかと考えた。

[0025] 一方、本発明者等は、このチップの振動を抑制するため、装置の外側に防振構造を設けることによる対処法が試みられているが、このような対処法では、完全に共振しないようにするためには、装置として大がかりなものになってしまうという問題があることも見出した。

[0026] そこで、本発明者等は、加熱用フィラメントそのものを陰極から外してしまい、全く別の方法によって陰極を加熱する方法に思い至り、一端部に電子放出部を有するロッドと、ロッドの一端部と異なる他端部に接合されている伝熱部と、伝熱部を加熱するための電熱変換部と、を備える電子源であって、電熱変換部は、伝熱部の内部に設けられている空隙中に、伝熱部に対して非接触状態になるように配置されている、電子源を作製したところ、実際にノイズの抑制が可能であることを確認し、本発明を完成した。

[0027] <実施形態>

以下、本発明の実施の形態について、電子顕微鏡、電子線露光機、測長SEM等に用いられる、動作温度が1500K以下の電子放射陰極を例に説明するが、本発明はこれに制限されるものではない。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0028] 図2は、本実施形態に係る電子源の一例について横方向から見た図であり、図3は本実施形態の電子源の一例について針状チップの方向から見た図である。本実施形態に係る電子源は、図2～図3に示すように、一端部に電子放出部を有する針状チップ1(ロッド)と、針状チップ1(ロッド)の一端部と異なる他端部に接合されているカ

ップ状部品6(伝熱部)と、カップ状部品6(伝熱部)を加熱するためのフィラメント3(電熱変換部)と、を備える。

[0029] また、本実施形態に係る電子源では、フィラメント3(電熱変換部)は、カップ状部品6(伝熱部)の内部に設けられている空隙中に、カップ状部品6(伝熱部)に対して非接触状態になるように配置されている。そして、本実施形態に係る電子源は、フィラメント3(電熱変換部)の両端部に電氣的に接続されている一対の導電端子4と、この一対の導電端子4およびカップ状部品6(伝熱部)を直接的または間接的に担持する絶縁碍子5と、をさらに備える。

[0030] また、本実施形態に係る電子源は、絶縁碍子5に、必要ならば金属部品7を介して、カップ状部品6をカップ部分が絶縁碍子5に面するように固定されている。また、針状チップ1(ロッド)の電子放出部と異なる他端部がカップ状部品6(カップ状構造)の外底部に接合されている。すなわち、針状チップ1(ロッド)は、一端部である先端部に電子放出部を有し、他端部である基部においてカップ状部品6(カップ状構造)の外底部に接合されており、その針状チップ1(ロッド)の基部から先端部へのベクトルが、カップ状部品6(カップ状構造)の外底部平面に略垂直になるように設けられている。

[0031] さらに詳細に説明すれば、カップ状部品6の外底部の所定の位置に、電子ビームを放射する高融点金属単結晶からなる針状チップ1が溶接等により固定されている。そして、このカップ状部品6のカップ内部に加熱用ヒーターとしての加熱用フィラメント3が機械的、電氣的に非接触となるように配置され、この加熱用フィラメント3は、絶縁碍子5に固定された導電端子4に電氣的に接続されている。

[0032] ここで、カップ状部品6のカップ内部に加熱用ヒーターとしての加熱用フィラメント3の材質は、特に限定しないが、例えば加熱効率の面からタングステン製の加熱用フィラメント3を用いることが好ましい。また、加熱用フィラメント3を配置する際には、配置形状を特に限定するものではなく、加熱用フィラメント3がカップ状部品6に接触することがなく、さらに加熱用フィラメント3からの輻射熱により電子源の安定動作温度領域までカップ状部品6および針状チップ1を加熱することが可能であればよい。具体例としては、図2に示すように、加熱用フィラメント3をカップ状部品6のカップ内部で、

カップ状部品6と所定の間隔(例えば、0.2mm以上の間隔)を空けた上で螺旋状に巻いて配置しても良い。

- [0033] このように螺旋状に巻いて配置すれば、加熱用フィラメント3の構造が力学的に安定するので、多少の振動によっても加熱用フィラメント3がカップ状部品6に接触することがなく、加熱用フィラメント3の表面積を多くカップ内に確保できるので、加熱用フィラメント3からの輻射熱により電子源の安定動作温度領域までカップ状部品6および針状チップ1を効率よく加熱できる。そして、この加熱用フィラメント3の螺旋状の部分は、絶縁碍子5にロウ付けされた一对の導電端子4に、加熱用フィラメント3の非螺旋状の部分を介して溶接により固定され、通電加熱できるようにする。
- [0034] 本実施形態に係る電子源は、当該構造を採用しているので、加熱用フィラメント3からの輻射熱により電子源の安定動作温度領域までカップ状部品6および針状チップ1を加熱することが可能であると同時に、加熱用フィラメント3の振動がカップ状部品6に伝わらない為、外界からの振動によるカソード(陰極、すなわち針状チップ1)の共振によるノイズの発生が極めて小さく押さえることができる。すなわち、本実施形態に係る電子源によれば、加熱用フィラメント3(電熱変換部)が、カップ状部品6(伝熱部)の内部に設けられている空隙中に、カップ状部品6(伝熱部)に対して非接触状態になるように配置されているため、電子源を用いる装置が外部より振動を受けても、安定した電子線を与えることができる。その結果、当該電子源を用いた装置では、その外側に防振構造などを設けることなく高分解能が得られ、低いコストで高信頼性を達成することができるという格別の効果が得られる。
- [0035] ここで、本実施形態で用いる針状チップ1の材料としては、特に限定するものではなく、任意の公知の材料を用いることができるが、高融点金属の単結晶であることが好ましく、特に、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、イリジウム(Ir)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)、レニウム(Re)の何れかから選ばれた元素の単結晶であることが、蒸発消耗等により信頼性を損ねることが無く好ましい。
- [0036] さらに、針状チップ1の材料としては、例えばタングステン(W)単結晶またはモリブデン(Mo)単結晶を用いることがより一層好ましい。より具体的には、軸方位が $<100>$ 方位からなるタングステン単結晶の針状のチップ(ロッド、陰極)を用いることが最も

好ましい。針状チップ1の材料として、このような材料を用いれば、長寿命でより高輝度の電子ビームを放出可能な電子源を得ることができるためである。

[0037] また、針状チップ1には、特に限定する趣旨ではないが、電子放射面の仕事関数を低下させる効果のある金属と酸素からなる供給源が設けられることが好ましい。具体例としては、とりわけジルコニウム(Zr)、チタン(Ti)、ハフニウム(Hf)、スカンジウム(Sc)、イットリウム(Y)、ランタノイド系列元素、バリウム(Ba)、ストロンチウム(Sr)、カルシウム(Ca)の群から選ばれた元素を含有する金属酸化物からなる供給源を有する電子源が、高分解能SEM用の電子源として用いるための電界放射電子源として好ましく適用できる。

[0038] また、本実施形態で用いるカップ状部品6についても、特に限定するものではなく、任意の公知の材料を用いることができるが、同様の理由から高融点金属の単結晶であることが好ましく、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、イリジウム(Ir)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)、レニウム(Re)の何れかからなることが、蒸発消耗等により信頼性を損ねることが無く好ましい。

[0039] カップ状部品6の絶縁碍子5への固定においては、直接絶縁碍子5にロウ付け等の方法で固定しても構わないが、図2に例示するように、カップ状部品6を溶接等により固定できる金属部品7を予め絶縁碍子5にロウ付け等で固定しておき、後からカップ状部品6を固定することで、作製が容易になり、かつカップを強固に固定できるので好ましい。なお、金属部品7には剛性を維持しつつ熱の逃げを低減するため、図3に示すような穴を数ヶ所設けておくことが好ましい。また、カップ状部品6を固定するための金属部品7は、電氣的に制御できるよう、絶縁碍子5にロウ付けされた一対の導電端子4とは電氣的に接触しないように、間隔を空けて設けることが好ましい。また、カップ状部品6を固定するための金属部品7は、力学的な構造安定性の実現のためには、さらに別の金属片20を介して絶縁碍子5に接続していることが好ましい。

[0040] また、針状チップ1とカップ状部品6とのいずれもが、タングステン、モリブデン、イリジウム、ニオブ、タンタル、レニウムの何れかから選ばれた元素の一つの単結晶からなる一体成形品である場合には、カップ状部品6を絶縁碍子5に溶接等で固定することのみで、後から針状チップ1を接続する必要が無く、製造し易い利点を得られる。

さらに、この場合には、予め位置精度よく針状チップ1をカップ状部品6に形成することが可能であり針状チップ1の位置精度に優れる電子源が容易に得ることができるので好ましい。

[0041] 本実施形態の電子源は、その使用温度についてその上限を設けるべき理由はないものの、加熱用ヒーターとして通常のタングステン、タングステン-レニウム等からなる加熱用フィラメント3を採用するとき、加熱フィラメント3が許容される温度が2000K以下であり、安定動作を確保できる針状チップ1の温度は1500K以下、さらに好ましくは1300K以下である。従い、動作温度が1500K以下の電子源、更に好ましくは1300K以下の動作温度の電子源において本実施形態の効果が顕著に発揮できる。

[0042] 1500K以下の温度で安定動作する電子源としては、針状チップ1がタングステン単結晶またはモリブデン単結晶からなり、電子放射面の仕事関数を低下させる効果のある金属と酸素からなる供給源、とりわけチタン、ハフニウム、スカンジウム、イットリウム、ランタノイド系列元素、バリウム、ストロンチウム、カルシウムの群から選ばれた元素を含有する金属酸化物からなる供給源を有する電子源が好ましく適用できる。

[0043] 図4は、電子放射特性の評価装置の構成図である。図4に示すように、この針状チップ1を引き出し電極9とサブレッサー電極8の間に配置して、引き出し電極9に対して針状チップ1に数キロボルトの負の高電圧を印加する。サブレッサー電極8には針状チップ1に対して数百ボルトの負の電圧を印加すると共に針状チップ1を1300K以下に加熱することにより電子放射が行なえる。

[0044] <作用効果>

以下、本実施形態の電子源の作用効果について説明する。

本実施形態に係る電子源は、一端部に電子放出部を有する針状チップ1と、針状チップ1の一端部と異なる他端部に接合されているカップ状部品6と、カップ状部品6を加熱するための加熱用フィラメント3と、を備える電子源である。そして、加熱用フィラメント3は、カップ状部品6の内部に設けられている空隙中に、カップ状部品6に対して非接触状態になるように配置されている。

[0045] この構成によれば、加熱用フィラメント3が、カップ状部品6の内部に設けられている空隙中に、カップ状部品6に対して非接触状態になるように配置されているため、加

加熱用フィラメント3と、カップ状部品6に接合されている針状チップ1が有する電子放出部とが互いに非接触状態に設けられていることになる。そして、加熱用フィラメント3と、電子放出部とが互いに非接触状態に設けられているため、装置外部で発生した振動に対して加熱用フィラメント3が共振したとしても、加熱用フィラメント3の共振が電子放出部に伝わって電子放出部そのものも振動することをほぼ完全に抑制することができる。

[0046] その結果、この構成によれば、電子放出部がほとんど振動しないことによって、電子源から放出される電子線において非常に微小なノイズの発生すら抑制することができる。すなわち、この構成によれば、電子源を用いる装置が外部より振動を受けても、安定した電子線を与えることができる。

[0047] すなわち、この構成によれば、電子源が実用に供されたときに、装置周辺からの振動により電子源が共振してノイズを発生することが防止されるので、例えば高倍率でSEM像を観察する場合においても、高分解能な電子線を提供できるという効果が得られる。特に、光源を等倍や拡大、あるいは低い縮小倍率で集束する光学系においては、この針状チップ1のわずかな振動による非常に微小なノイズの影響は深刻なものになりやすいが、そのような深刻な影響を防ぐことができる。

[0048] また、本実施形態に係る電子源は、加熱用フィラメント3の両端部に電氣的に接続されている一对の導電端子4と、一对の導電端子4および加熱用フィラメント3を直接的または間接的に担持する絶縁碍子5と、をさらに備える。

[0049] このため、本実施形態に係る電子源では、一对の導電端子4を介して加熱用フィラメント3に電流を流すことができ、加熱用フィラメント3からの輻射熱により電子源の安定動作温度領域までカップ状部品6および針状チップ1を加熱することが可能になる。また、絶縁碍子5によって一对の導電端子4を介して加熱用フィラメント3を担持することができるため、本実施形態に係る電子源の力学的な構造安定性を高めることができる。

[0050] また、本実施形態に係る電子源では、カップ状部品6が開口部を有する凹部を有しており、針状チップ1の他端部がカップ状部品6の外底部に接合されている。そして、加熱用フィラメント3が、カップ状部品6の内部に、カップ状部品6に対して非接触状

態になるように配置されている。

- [0051] このため、本実施形態に係る電子源では、カップ状部品6が開口部を有する凹部を有するため、加熱用フィラメント3を、カップ状部品6の内部に、カップ状部品6に対して非接触状態になるように配置することが可能になる。その結果、加熱用フィラメント3からの輻射熱により電子源の安定動作温度領域までカップ状部品6および針状チップ1を効率よく加熱することが可能になる。また、針状チップ1の他端部がカップ状部品6の外底部に接合されていることによって、電子源を組み立てるのが容易になり針状チップ1の力学的な構造安定性および位置精度を高めることができる。
- [0052] また、本実施形態に係る電子源では、針状チップ1が、一端部である先端部に電子放出部を有し、他端部である基部においてカップ状部品6の外底部に接合されており、その針状チップ1の基部から先端部へのベクトルが、カップ状部品6の外底部平面に略垂直になるように設けられている。
- [0053] このため、電子源を組み立てる際に、針状チップ1のカップ状部品6の外底部平面での位置決めおよび溶接等による固定がさらに容易になり、針状チップ1の力学的な構造安定性および位置精度をさらに高めることができる。
- [0054] また、本実施形態に係る電子源では、針状チップ1が、タングステン、モリブデン、イリジウム、ニオブ、タンタルまたはレニウムの単結晶と、その単結晶に設けられている金属元素の酸化物を拡散させるための供給源とを有することが好ましい。また、この金属酸化物が、ジルコニウム、チタン、ハフニウム、スカンジウム、イットリウム、ランタノイド系列元素、バリウム、ストロンチウムおよびカルシウムからなる群から選ばれる1種以上の元素を含有することがより好ましい。
- [0055] このようにすれば、1300K等の運転条件での長期の動作によっても針状チップ1の電子放射面の仕事関数が低く維持されるという特徴を有している。
- [0056] また、本実施形態に係る電子源では、カップ状部品6が、タングステン、モリブデン、イリジウム、ニオブ、タンタルおよびレニウムからなる群から選ばれる1種以上の金属を含む材料からなることが好ましい。また、カップ状部品6および針状チップ1が、タングステン、モリブデン、イリジウム、ニオブ、タンタルまたはレニウムの単結晶からなる一体成形構造を有することがより好ましい。

- [0057] このようにすれば、カップ状部品6および針状チップ1が同じ材料からなる一体成形構造であるため、カップ状部品6を絶縁碍子5に溶接等で固定することのみで、後から針状チップ1を接続する必要が無く、製造し易い利点を得られる。さらに、この場合には、予め位置精度よく針状チップ1をカップ状部品6に形成することが可能であり針状チップ1の位置精度に優れる電子源が容易に得ることができるので好ましい。
- [0058] また、本実施形態に係る電子源では、針状チップ1の動作温度が1500K以下であることが好ましい。加熱フィラメント3による針状チップ1の加熱が確保できるのは1500K以下だからであり、この温度範囲であれば、電子源を用いる装置が外部より振動を受けても、電子放出部の振動を特に効果的に抑制することができるので、より一層安定した電子線を与えることができる。
- [0059] 以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。
- [0060] 例えば、上記実施の形態では加熱用フィラメント3をカップ状部品6のカップ内部で螺旋状に巻いて配置することとしたが、特に限定する趣旨ではない。例えば、加熱用フィラメント3をカップ状部品6のカップ内部で、カップ状部品6と所定の間隔(例えば、0.2mm以上の間隔)を空けた上でジグザグに折り曲げてもよい。このようにしても、同様に加熱用フィラメント3の構造が力学的に安定するので、多少の振動によっても加熱用フィラメント3がカップ状部品6に接触することがなく、加熱用フィラメント3の表面積を多くカップ内に確保できるので、加熱用フィラメント3からの輻射熱により電子源の安定動作温度領域までカップ状部品6および針状チップ1を効率よく加熱できるという利点を得られる。

実施例

- [0061] 以下、本発明を実施例によりさらに説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0062] <実施例>

図2および図3に例示した通りに、絶縁碍子5に固定されたタングステンからなるカップ状部品6の内部に非接触で内挿するように、タングステン製のフィラメント3を一對の導電端子4にスポット溶接により固定した。〈100〉方位の単結晶タングステン針

状チップ1をカップ状部品6の外底部にスポット溶接により取り付けられた。

- [0063] 次に針状チップ1の先端部を電解研磨により尖鋭化した。次に供給源を構成する材料としてバリウム・アルミネート(BaAl_2O_4)粉末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針状チップ1の一部に塗布し、約 4×10^{-8} Paの超高真空下でフィラメント3加熱により供給源を1500Kで焼成し、図2に示す構造の電子源を得た。
- [0064] 前記の電子源をSEMの試料室に入れて、針状チップ1からなる陰極の軸方向が走査方向になるようにして設置し、陰極先端近傍の側面がモニター上にSEM像として得られるように位置調整を行った。音源として、周波数を任意の範囲、モード、スピードでスイープ可能なソフトウェア(Test Tone Generator)を用い、PCにスピーカーをつないだ。所定音量で前記作製したカソードが入った試料室の外側近傍の所定位置・方向にスピーカーを固定した。
- [0065] SEMの倍率を5万倍とし、モニター上の画像操作時間を80秒とした。また、音響発生条件は、周波数範囲を1000から4000Hzとして、その範囲をリニアに80秒でスイープする設定とした。共振による振動により、走査中該当する周波数で横方向に画像がずれ、このずれ幅の2倍をこの条件における振幅とした。
- [0066] 電子放射特性評価の為、前記の電子源を図4に示す電極構成を有する評価装置に導入した。針状チップ1の先端はサプレッサー電極8と引き出し電極9との間に配置される。針状チップ1はフィラメント加熱電源16に接続され、更に高圧電源15に接続され、引き出し電極9に対して負の高電圧が印加される。また、サプレッサー電極8はバイアス電源14に接続され、針状チップ1に対して更に負の電圧が印加される。これによりカップ状部品6からの放射熱電子を遮る。電子源からの全放射電流は高圧電源15とアース間に置かれた電流計17により測定される。針状チップ1の先端から放射した電子線18の一部は蛍光板10の中央に有るアパーチャー11を通過し、カップ状電極12に達したプローブ電流 I_p が微小電流計13により測定される。なお、アパーチャー11と針状チップ1の先端との距離とアパーチャー11の内径から算出される立体角を ω とする角電流密度は I_p / ω となる。
- [0067] そして、電子放射特性評価装置を真空引きし、フィラメント3に通電加熱して針状チ

ップ1を1100Kに加熱されることを確認した。更にサブレッサー電極8に50Vの電圧を印加し、引き出し電極9に3kVの高電圧を印加し、4mA/srの角電流密度と120 μ Aの全放射電流の安定な電子放射を確認することができた。

[0068] <比較例>

従来構造の図1に示す構造で、即ち、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にタングステンの<100>方位の針状チップ1がスポット溶接により固着したものに、実施例と同じ方法によりバリウム・アルミネート供給源を形成した。同様に共振試験及び陰極先端位置安定性評価試験を実施した。

[0069] <試験結果>

実施例および比較例を各n=3で試験した共振試験結果を表1に示す。共振試験において、共振周波数はほぼ同様であったが、振幅が実施例については著しく抑制されていることが確認された。

[0070] [表1]

	n	共振周波数[Hz]	振幅[μ m]
実施例	1	振幅が検出下限	<0.1
	2	0.1 μ m以下の為	<0.1
	3	特定できず	<0.1
比較例	1	2741	2.6
	2	2663	2.5
	3	2709	3.2

[0071] 以上、本発明を実施例に基づいて説明した。この実施例はあくまで例示であり、種々の変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

[0072] たとえば、上記実施例では、カップ状部品6の材料としてタングステン(W)の単結晶を用いたが、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、イリジウム(Ir)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)、レニウム(Re)のいずれの単結晶であってもよい。いずれのの単結晶からなる材料であっても、高融点金属の単結晶であり、蒸発消耗等により信頼性を損ねることが無く好ましい。

産業上の利用可能性

[0073] 本発明の電子源は、特定な構造を有していて、外部からの振動の影響を受けにくいので、安定した電子線を提供できる特徴があり、走査型電子顕微鏡、オージェ電

子分光、電子線露光機、ウェハ検査装置などいろいろな電子線利用装置に適用することで、高輝度電子源の性能が十分に発揮でき、高分解能を達成できる。特に、光源を等倍や拡大、あるいは低い縮小倍率で集束する光学系において極めて有利であり、産業上非常に有用である。

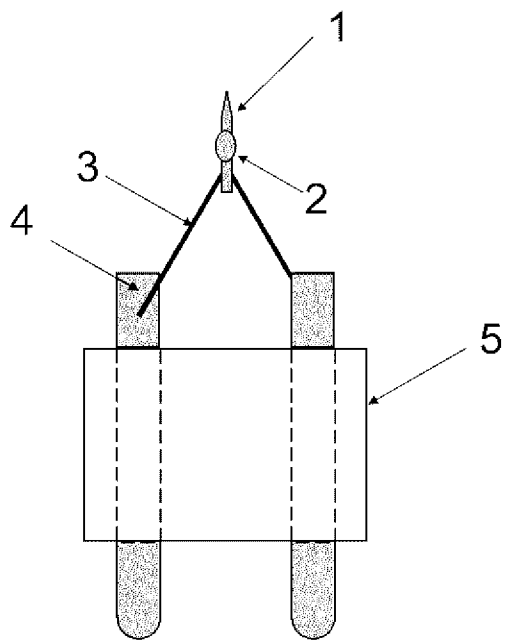
請求の範囲

- [1] 一端部に電子放出部を有するロッドと、前記ロッドの前記一端部と異なる他端部に接合されている伝熱部と、前記伝熱部を加熱するための電熱変換部と、を備える電子源であって、前記電熱変換部は、前記伝熱部の内部に設けられている空隙中に、前記伝熱部に対して非接触状態になるように配置されている、電子源。
- [2] 前記電熱変換部の両端部に電氣的に接続されている一対の導電端子と、前記一対の導電端子および前記伝熱部を直接的または間接的に担持する絶縁碍子と、をさらに備える、請求項1記載の電子源。
- [3] 前記伝熱部がカップ状構造を有しており、前記ロッドの前記他端部が前記カップ状構造の外底部に接合されている、請求項1記載の電子源。
- [4] 前記電熱変換部が、前記カップ状構造の内部に、前記カップ状構造に対して非接触状態になるように配置されている加熱用フィラメントである、請求項3記載の電子源。
- [5] 前記ロッドが、前記一端部である先端部に前記電子放出部を有し、前記他端部である基部において前記カップ状構造の外底部に接合されている針状チップであり、該針状チップの前記基部から前記先端部へのベクトルが、前記カップ状構造の外底部平面に略垂直になるように設けられている、請求項3記載の電子源。
- [6] 前記ロッドが、タングステン、モリブデン、イリジウム、ニオブ、タンタルまたはレニウムの単結晶と、前記単結晶に設けられている金属元素の酸化物を拡散させるための供給源とを有する、請求項1記載の電子源。
- [7] 前記金属酸化物が、ジルコニウム、チタン、ハフニウム、スカンジウム、イットリウム、ランタノイド系列元素、バリウム、ストロンチウムおよびカルシウムからなる群から選ばれる1種以上の元素を含有する金属酸化物である、請求項6に記載の電子源。
- [8] 前記伝熱部が、タングステン、モリブデン、イリジウム、ニオブ、タンタルおよびレニウムからなる群から選ばれる1種以上の金属を含む材料からなる、請求項6記載の電子源。
- [9] 前記伝熱部および前記ロッドが、タングステン、モリブデン、イリジウム、ニオブ、タンタルまたはレニウムの単結晶からなる一体成形構造を有する、請求項6記載の電子

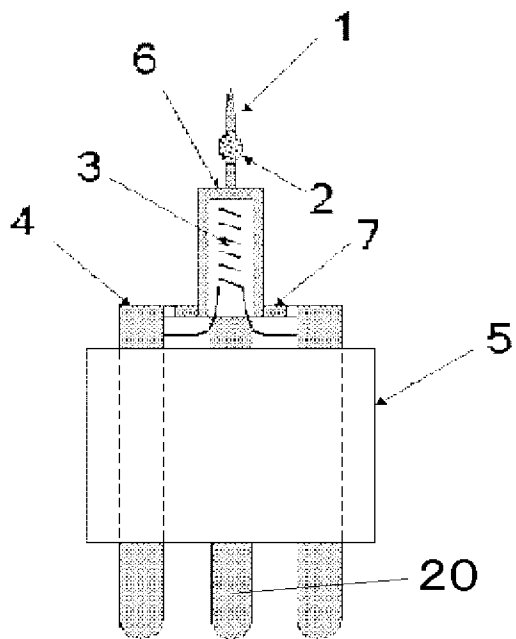
源。

- [10] 前記ロッドの動作温度が1500K以下である、請求項6記載の電子源。

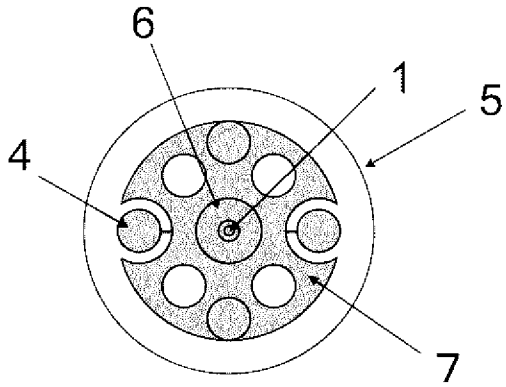
[図1]



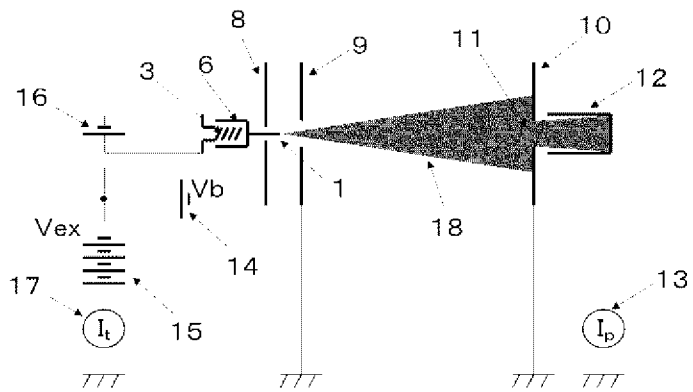
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/058766

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01J1/26(2006.01) i, H01J1/20(2006.01) i, H01J37/063(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)
H01J1/20-1/28, 37/06-37/065

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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 11-224629 A (Hitachi, Ltd.), 17 August, 1999 (17.08.99), Par. Nos. [0054] to [0058] (Family: none)	1-10
Y	JP 07-006718 A (NEC Corp.), 10 January, 1995 (10.01.95), Par. No. [0002] (Family: none)	1-10
Y	JP 02-288044 A (N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken), 28 November, 1990 (28.11.90), Full text; all drawings & US 5030879 A & EP 391466 A1	1-10

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 23 July, 2008 (23.07.08)	Date of mailing of the international search report 05 August, 2008 (05.08.08)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/058766

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 05-128963 A (Hitachi Medical Corp.), 25 May, 1993 (25.05.93), Par. No. [0013]; Fig. 3 (Family: none)	8-9
A	JP 58-189939 A (Mitsubishi Electric Corp.), 05 November, 1983 (05.11.83), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 57-196445 A (International Business Machines Corp.), 02 December, 1982 (02.12.82), Full text; all drawings & US 4468586 A & EP 66705 A1	1-10
A	JP 58-30035 A (New Japan Radio Co., Ltd.), 22 February, 1983 (22.02.83), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2001-517857 A (The Welding Institute), 09 October, 2001 (09.10.01), Full text; all drawings & US 6404115 B1 & GB 9720350 D & EP 1018137 A & WO 1999/016101 A2	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01J1/26(2006.01)i, H01J1/20(2006.01)i, H01J37/063(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. H01J1/20-1/28, 37/06-37/065										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2008年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2008年	日本国実用新案登録公報	1996-2008年	日本国登録実用新案公報	1994-2008年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2008年									
日本国実用新案登録公報	1996-2008年									
日本国登録実用新案公報	1994-2008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	JP 11-224629 A (株式会社日立製作所) 1999.08.17, 【0054】 - 【0058】 段落 (ファミリーなし)	1-10								
Y	JP 07-006718 A (日本電気株式会社) 1995.01.10, 【0002】 段落 (ファミリーなし)	1-10								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 23.07.2008	国際調査報告の発送日 05.08.2008									
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) 松岡 智也 電話番号 03-3581-1101 内線 3273	21 3107								

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	JP 02-288044 A (エヌ ベー ファイリツプス フルーイランペンフ アプリケーション) 1990. 11. 28, 全文、全図 & US 5030879 A & EP 391466 A1	1-10
Y	JP 05-128963 A (株式会社日立メディコ) 1993. 05. 25, 【0013】段落、図3 (ファミリーなし)	8-9
A	JP 58-189939 A (三菱電機株式会社) 1983. 11. 05, 全文、全図 (フ ファミリーなし)	1-10
A	JP 57-196445 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コ ーポレーション) 1982. 12. 02, 全文、全図 & US 4468586 A & EP 66705 A1	1-10
A	JP 58-30035 A (新日本無線株式会社) 1983. 02. 22, 全文、全図 (フ ファミリーなし)	1-10
A	JP 2001-517857 A (ザ ウェルディング インスティテュート) 2001. 10. 09, 全文、全図 & US 6404115 B1 & GB 9720350 D & EP 1018137 A & WO 1999/016101 A2	1-10