

(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
2011年3月3日(03.03.2011)

PCT

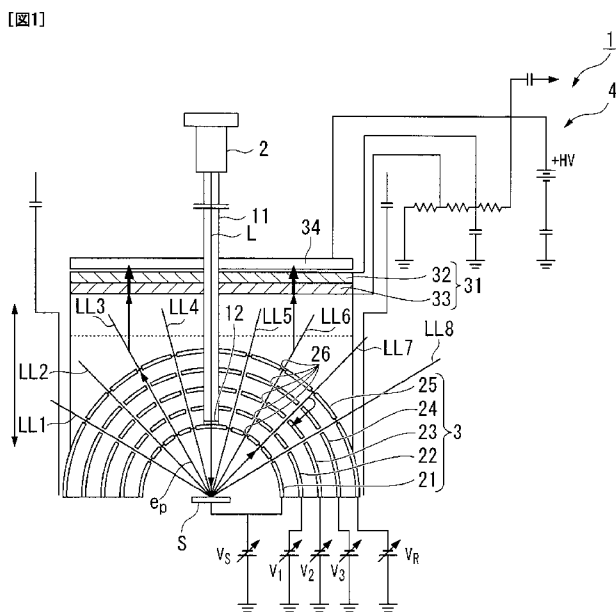
(10) 国際公開番号
WO 2011/024677 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 23/227 (2006.01) G01K 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/063894
- (22) 国際出願日: 2010年8月18日(18.08.2010)
- (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 2009-197670 2009年8月28日(28.08.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関一丁目3番1号 Tokyo (JP). 公立大学法人横浜市立大学(PUBLIC UNIVERSITY CORPORATION YOKOHAMA CITY UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒2360027 神奈川県横浜市金沢区瀬戸2番2号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石井 順太郎 (ISHII Juntaro) [JP/JP]; 〒3058563 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第3 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 木下 郁雄 (KINOSHITA Ikuo) [JP/JP]; 〒2360027 神奈川県横浜市金沢区瀬戸2番2号 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外(TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, 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, 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.
- (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 (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRODE MEMBER, ELECTRON ENERGY ANALYZER, PHOTOELECTRON ENERGY ANALYZER, AND TEMPERATURE MEASURING APPARATUS

(54) 発明の名称: 電極部材、電子エネルギー分析器、光電子エネルギー分析器、及び温度測定装置



(57) Abstract: Disclosed is an electrode member which has spherical sections, each of which configures a part of a sphere, and a plurality of spherical electrode sections wherein the radiuses of the spherical sections are different from each other. The spherical electrode sections are disposed in a state wherein the center points of the respective spheres match each other and the spherical electrode sections are insulated from each other such that voltages can be independently applied thereto. Electron-passing openings for linearly taking out electrons, which are moving at the center point, to the outside of the electrode are formed at positions where the spherical electrode sections and a plurality of straight lines radially extending from the center point intersect each other.

(57) 要約: 電極部材は、球面の一部を構成する球面部と、該球面部の半径が互いに異なる複数個の球面型電極部と、を有する。これらの球面型電極部は、各々の球の中心点が一致し、かつ各々の前記球面型電極部に独立して電圧が印加できるように絶縁された状態で配置されている。これらの球面型電極部各々の、前記中心点から放射状に延びる複数本の直線との交差する位置それぞれに、前記中心点にて運動する電子を電極の外側へ直線状に取り出すための電子通過用の開口が形成されている。

WO 2011/024677 A1

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：

電極部材、電子エネルギー分析器、光電子エネルギー分析器、及び温度測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、電極部材と電子エネルギー分析器及び光電子エネルギー分析器並びに温度測定装置に関し、更に詳しくは、高感度で測定可能であり、高いエネルギー分解能を有し、金属等の物質の表面の絶対温度（熱力学温度）を高精度にて測定することが可能であり、さらには、表面温度の標準温度計としての利用が可能であり、しかも、小型で安価な電子測定技術に関するものである。

本願は、2009年8月28日に、日本に出願された特願2009-197670号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、試料の温度を測定する方法としては、熱電対や抵抗温度計に代表される接触法と、赤外放射温度計に代表される非接触法がある。

接触法は、装置構成が簡単かつ安価であり、試料の温度を直接測定することができるために、広い技術分野で使用されている。しかしながら、熱電対や抵抗温度計のセンサ部が大きく、測定対象と熱接触する等の理由から、清浄な表面、薄膜製造プロセスにおける薄膜の表面、あるいはナノメートルのオーダーで制御された試料に対しては、有効な温度測定手段ではない。

近年、AFMチップの端部に、熱電対または抵抗温度計を取り付けることで局所的な温度測定（SThM）を行うことが試みられているが、測定される物理量の定義が曖昧であり、また、測定装置自体が複雑であることから、他の表面解析測定との同時多機能測定も不可能である。

[0003] また、赤外放射温度計は、温度測定の対象とされる物質の表面からの熱放射光を測定し、その波長分布や強度から物質の温度を決定するもので、実用

温度計として広く普及している。ところで、実在の物質は理想的な黒体放射源ではないために、物質の表面からの熱放射量は、その表面の熱光学特性（放射率）に依存することとなる。したがって、この物質の放射率に関する詳細な情報がなければ、測定対象の表面温度を正確に測定することはできない。

このように、上述した様々な理由から、表面分析やナノ測定の分野における測定ニーズである（a）局所性（表面選択性）、（b）非接触性、（c）同時多機能測定性、を全て満たす実用的温度測定手段がないのが現状である。

[0004] 一方、従来より、金属等の物質の電子エネルギー状態は、フェルミ分布関数により温度の関数として記述され、このフェルミ分布を測定することにより、物質の温度を直接決定することができることは広く知られている。

このフェルミ分布関数は、下記の式（1）に示すように、絶対温度（T）に依存した電子のエネルギー（E）の確率分布関数である。

[数1]

$$f(E,T) = \frac{1}{\exp\left(\frac{E-E_F}{k_B T}\right)+1} \quad \dots(1)$$

上記の式（1）中、 E_F はフェルミ準位、 k_B はボルツマン定数であり、この関数 $f(E, T)$ は、物質中の電子の占有確率を表している。

[0005] このフェルミ分布関数は、絶対温度（T）のみに依存する関数であるから、ある物質におけるフェルミ分布曲線が得られれば、このフェルミ分布曲線から物質の絶対温度（T）を一義的に決定することができる。そこで、電子のフェルミ分布を高分解能で測定し、このフェルミ分布関数から物質の温度を決定する技術を開発すれば、上記の（a）～（c）の条件に見合う温度測定が可能になる。

[0006] 従来より、物質の電子状態を測定する方法としては、走査型トンネル分光

法（STM）、紫外光電子分光法（UPS）やX線光電子分光法（XPS）等の光電子分光法、さらには、オージェ電子分光法（AES）等が知られている。

走査型トンネル分光法（STM）は、局所的な電子状態密度を測定するのに適しているが、測定により得られたトンネル電流の強度は、試料と針金状の金属の電子状態の積分値であり、試料における電子のフェルミ分布を直接測定することはできない。

一方、紫外光電子分光法（UPS）やX線光電子分光法（XPS）は、それぞれ、紫外域あるいは数keV程度に加速された電子を試料に照射し、試料から放出される励起電子の運動エネルギーを測定する装置であり、これらの電子分光スペクトルの高エネルギー端は、試料のフェルミ準位（ E_F ）からの光電子放出であり、この光電子スペクトルの立ち上がりの電子強度は試料のフェルミ分布を反映したものとなる。

[0007] また、X線光電子分光法（XPS）やオージェ電子分光法（AES）は、励起源が数keVであり、内殻電子を測定する元素分析等に適している。また、フェルミ準位付近の価電子帯の電子状態を高エネルギー分解能にて測定するためには、紫外光電子分光法（UPS）が最適である。また、この紫外光電子分光法（UPS）では、紫外域または真空紫外域の光により励起された電子の表面からの脱出深さは数オングストロームであるから、表面の数原子層の電子の物理的情報を得ることができる。

[0008] 従来の電子分光法（UPS、XPS、AES）に用いられる電子エネルギー分析器としては、阻止電場方式や静電偏向方式がある。阻止電場方式は、阻止電極にかけられる電位（障壁ポテンシャル）より高い運動エネルギーの電子のみを通過させ、低いエネルギーの電子を通過させないことを利用して電子エネルギーを分析する方式であり、通常、高エネルギー分解能を必要としない数keVの比較的高いエネルギーの電子の測定に用いられる。静電偏向方式は、数keV以下の電子のエネルギーを高エネルギー分解能で測定するのに用いられる。

特に、物性研究・評価のための紫外光電子分光法（UPS）による測定においては、試料から放出される電子の角度分解測定が重要であり、角度分解能力に優れた同心静電半球型分析器が専ら用いられている（非特許文献1）。

一方、オージェ電子分光法（AES）では、半球阻止型分析器がよく用いられている。半球阻止型分析器は、広い検出角度（立体角）にて電子を検出するので、同心静電半球型分析器と比べて、一般に高感度の測定が可能という特徴を有する。

先行技術文献

非特許文献

- [0009] 非特許文献1：日本化学会編 化学総説 No. 16 電子分光、学会出版センター 1977年7月10日発行、第20頁—第25頁

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] (1) 高感度及び高エネルギー分解能を有する電子エネルギー分析器の必要性

実測した光電子スペクトルから実用的な温度を決定するためには、高感度及び高エネルギー分解能でのフェルミ分布測定が要求される。高感度に関して、光電子スペクトルにフェルミ分布関数をフィッティングさせて温度値を決定するためには、光電子スペクトルを高いS/N比で測定する必要がある。また、高エネルギー分解能に関して、温度測定として実用的な1°Cレベルでの温度分解能を実現する場合、フェルミ分布測定に要求されるエネルギー分解能は概ね3meV以下である。

さらに、表面分析等における実用的な温度測定のためには、電気特性評価用プローブ等、各種測定装置と共存して同時測定をおこなうことができることが有用である。市販の表面分析装置等においては、真空装置の一つのセンサポートに温度測定器として搭載可能であることが要求される。そのため、

電子エネルギー分析装置の小型化とともに低価格化も要求される。

[0011] (2) 従来の同心静電半球型分析器の課題

従来の同心半球静電型分析器は、角度分解能が優れているものの、検出電子の角度を制限しているために、阻止電場型分析器と比べて測定感度が劣っているという問題点があった。また、エネルギー分解能においても、概ね 10 meV 程度であるから、実用的な温度測定のためには不十分である。

なお、市販されている同心半球型分析器の中には、 3 meV 程度のエネルギー分解能を有する装置があるが、この装置は、エネルギー分解能が半球の半径に依存するので非常に大型の装置となり、価格も非常に高額なものとなるので、温度計測装置としては実用的ではない。

[0012] (3) 従来の阻止電場方式の電子エネルギー分析器の課題

従来の半球阻止型分析器は、金属メッシュからなる半球状のグリッド板を電極（金属メッシュ電極）とし、電子は金属メッシュ電極により形成される静電場の中を運動する。ここで、運動エネルギーの比較的高い電子は、試料から放射状に延びる直線上を運動するので、阻止電極に垂直に入射することができるが、運動エネルギーの比較的低い電子は、金属メッシュ電極が形成する局所的に不均一な静電場からの力を受けて飛行軌道が湾曲してしまい、阻止電極に垂直に入射することができず、電子エネルギーを過小に検出するという問題点があった。

また、金属メッシュ電極により形成される半球面上のポテンシャルが空間的に不均一であるから、飛行軌道の違う電子は異なる障壁ポテンシャル上を運動することとなり、したがって、半球阻止型分析器での測定対象となる電子エネルギーは通常 100 eV 程度以上に制限され、それより低い運動エネルギーの電子を測定することが困難であるという問題点があった。

また、 100 eV 程度のエネルギーの電子に対するエネルギー分解能も 0.1 eV 程度であり、実用的な温度測定には適用できない。

[0013] 本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、高感度で測定可能であり、高いエネルギー分解能を有し、金属等の表面の絶対温度（

熱力学温度)等を高精度にて測定することができ、さらには、表面温度の標準温度計としての利用ができ、しかも、小型で安価な電極部材と電子エネルギー分析器及び光電子エネルギー分析器並びに温度測定装置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

[0014] 本発明に係る電極部材は、球面の一部を構成する球面部と、該球面部の半径が互いに異なる複数個の球面型電極部と、を有し、これらの球面型電極部は、各々の球の中心点が一致し、かつ各々の前記球面型電極部に独立して電圧が印加できるように絶縁された状態で配置され、これらの球面型電極部各々の、前記中心点から放射状に延びる複数本の直線との交差する位置それぞれに、前記中心点にて運動する電子を電極の外側へ直線状に取り出すための電子通過用の開口が形成されている。

[0015] 本発明に係る電子エネルギー分析器は、上述の電極部材を有する。

[0016] 本発明に係る電子エネルギー分析器は、電子の電極部を通過する方向を識別するために、球面電極部の後方に、検出部に到達する電子の位置検出を有する電子検出部を設置することができる。

[0017] 本発明に係る光電子エネルギー分析器においては、上述の電子エネルギー分析器は、前記球面型電極部の球の中心点にある試料の表面から光電子を放出させるための励起光源を更に有し、前記球面型電極部が、その球の中心点に表面を位置させた試料から放出する光電子を検出する。

[0018] 好ましくは、上述の光電子エネルギー分析器において、前記励起光源には、この励起光源から照射される光を前記球面型電極部の球の中心点へ案内する案内内部が形成されているものとしてもよい。

[0019] 本発明に係る温度測定装置は、上述の光電子エネルギー分析器を有する。

発明の効果

[0020] 本発明の電極部材によれば、球面の一部を構成する球面部を有しかつ該球面部の半径が互いに異なる複数個の球面型電極部を有するものとし、これらの球面型電極部を、各々の球の中心点が一致し、かつ各々の前記球面型電極

部に独立して電圧が印加できるように絶縁された状態で配置し、これらの球面型電極部各々の、前記中心点から放射状に延びる複数本の直線との交差する位置それぞれに、中心点にて運動する電子を電極の外側へ直線状に取り出すための電子通過用の開口を形成したので、各々の球面型電極部それぞれに適切な電圧を印加することで、隣接する球面型電極部間に電子に対する静電レンズを形成することができる。

[0021] また、試料から放射状に放出された電子は、自由飛行して最も内側の球面型電極部の開口を通過し、静電レンズにより飛行軌道が制御され、最終的に最も外側の球面型電極部（阻止電極）の開口の中心付近に垂直に入射する。この最も外側の球面型電極部で形成される障壁ポテンシャルより高い運動エネルギーを有する電子は、最も外側の球面型電極部を通過することができるが、それ未満の運動エネルギーを有する電子は、最も外側の球面型電極部を通過することができず、したがって、最も外側の球面型電極部を通過した電子のみが検出部により、計数される。これらの電子強度を最も外側の球面型電極部に印加される阻止電圧を走査しながら記録することにより、積分型の電子エネルギースペクトルを得ることができる。さらに、得られた積分型の電子エネルギースペクトルを計算機等により微分計算することで、目的とする電子スペクトルを得ることができる。

[0022] また、阻止電場方式を採用し、電極部材の形状を球面型としたので、試料から放出する光電子の検出においては、最大 2π の大きな立体角を有するものとなり、既存の同心半球静電型分析器と比較して高感度の測定を実現することができる。

また、各々の球面型電極部に電圧を印加し、これらの球面型電極部間に静電レンズを構成することで、試料から放出した光電子の軌道を制御することができる。よって、最も外側の球面型電極部（阻止電極）に入射する電子を、その開口のポテンシャルの均一な中心付近に収束させることができ、かつ、最も外側の球面型電極部（阻止電極）に対し、電子を垂直に入射させることができる。したがって、既存にない高いエネルギー分解能を実現すること

ができる。

[0023] また、検出部に到達する電子の検出器上の位置を決めることができる電子検出器を検出部に用いることで、試料から放出する電子の放出角度ごとに分けた計数測定が可能となる。それにより、本発明の電子エネルギー分析器をもちいて、放出角度の広い範囲での光電子の放出角度ごとの電子エネルギースペクトルを、電子エネルギー分析器の試料に対する設置位置を動かすことなく、同時に測定することが可能となる。

[0024] 本発明の電子エネルギー分析器によれば、本発明の電極部材を有するので、小型化、低価格化を実現することができる。

本発明の光電子エネルギー分析器によれば、本発明の電子エネルギー分析器に、さらに、球面型電極部の球の中心点にある試料の表面から光電子を放出させるための励起光源を有するので、既存の高エネルギー分解の同心静電半球型分析器と比べて、小型化、低価格化を実現することができる。

以上により、既存にない高感度かつ高いエネルギー分解能を有し、小型化・低価格化の容易な実用性の高い電子エネルギー分析器及び光電子エネルギー分析器を実現することができる。したがって、金属等の表面の絶対温度（熱力学温度）等を実用的に測定することができる。

[0025] 本発明の温度測定装置によれば、本発明の光電子エネルギー分析器により構成したので、温度定点等による温度目盛校正が必要無くなる。したがって、温度定点等による温度目盛校正を必要としない標準温度計として利用することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の一実施形態の光電子エネルギー分析器を示す断面図である。

[図2]本発明の一実施形態の光電子エネルギー分析器の球面型電極部を示す上面図である。

[図3]本発明の一実施形態の光電子エネルギー分析器の球面型電極部の変形例を示す斜視図である。

[図4]本発明の一実施形態の光電子エネルギー分析器の球面型電極部を示す部

分断面図である。

[図5]光電子のフェルミ分布関数の温度依存性を示す図である。

[図6]計算機シミュレーションにおける球面型電極部22の電圧 V_1 と阻止電圧 V_R との関係を示す図である。

[図7]計算機シミュレーションにおける球面型電極部23の電圧 V_2 と阻止電圧 V_R との関係を示す図である。

[図8]計算機シミュレーションにおける球面型電極部24の電圧 V_3 と阻止電圧 V_R との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] 本発明の電極部材と電子エネルギー分析器及び光電子エネルギー分析器並びに温度測定装置を実施するための形態について説明する。

なお、この形態は、発明の趣旨をより良く理解させるために具体的に説明するものであり、特に指定のない限り、本発明を限定するものではない。

[0028] 図1は、本発明の一実施形態の光電子エネルギー分析器を示す断面図、図2は同光電子エネルギー分析器の球面型電極部を示す上面図であり、この光電子エネルギー分析器1は、試料Sに光Lを照射する光源2と、光Lにより励起され試料Sから放出された光電子 e_p が通過する電極(部材)3と、光電子 e_p を計数測定する検出器4とにより構成されている。

[0029] ここで、光源2としては、光Lの照射により試料S中の電子を光電子放出させることができる光源であればよく、例えば、キセノン(Xe)等の希ガスをを用いて紫外線を出射する希ガス放電管が好適に用いられる。その他の光源としては、例えば、レーザー光、シンクロトロン放射光、発光ダイオード等が用いられる。

この光源2には、この光源2から照射される光Lを試料Sへ案内するための毛細管(案内部)11が取り付けられ、この毛細管11を通過した光Lは、光学レンズ12を通して試料Sに集光照射されるようになっている。

[0030] 電極3は、無酸素銅、銅または銅合金、ステンレス鋼、グラファイト、無定形炭素(アモルファス炭素)等に金薄膜をコーティングした半球状の導電

性曲板（球面部）からなる複数個の球面型電極部 21～25（図1では5個）により構成され、これら球面型電極部 21～25 各々は、これら球面型電極部 21～25 各々の球の中心点が試料 S の表面上に一致するように、かつ互いに所定の間隔をおいて重ねられた状態で配置されている。

[0031] これら球面型電極部 21～25 各々の、試料 S の表面から放射状に延びる複数本の直線 LL1～LLn（nは2以上の整数）との交差する位置それぞれには、光電子 e_p を試料 S から電極 3 の外側へ直線状に取り出すための光電子通過用の開口 26 が形成されている。つまり、開口 26 は、図1及び図2に示すように、球面型電極部 21～25 各々において、中心軸を中心とした4つの同心円上それぞれに、所定の間隔をおいて等間隔に複数個形成されている。

なお、図1では、球面型電極部 21～25 各々の放射状に延びる複数本の直線 LL1～LLn のうち、中心軸を含む断面上の8本の直線 LL1～LL8 上に開口 26 が形成されている様子を示している。

[0032] この開口 26 の形状や大きさ、及び密度（球面型電極部 21～25 各々の球面上の単位面積当たりの個数）は、光電子 e_p を通過させるのに十分な形状、大きさ及び密度であればよく、特に限定することはないが、高いエネルギー分解能で光電子 e_p を検出するためには、軸対象な静電レンズを形成することができるような円形状である必要がある。

[0033] 図3は、本実施形態の球面型電極部 21～25 の変形例を示す斜視図であり、この球面型電極部 41～45 は、開口 26 を球面型電極部の中心軸を中心とした8つの同心円上それぞれに、所定の間隔をおいて等間隔に複数個形成した点が球面型電極部 21～25 と異なる点であり、その他の点については球面型電極部 21～25 と全く同様である。

[0034] 図4は、球面型電極部 21～25 各々の厚み及びこれらの間隔の一例を示す図であり、開口 26 の直径を D としたときの、球面型電極部 21～25 各々の厚み、及びこれら球面型電極部 21～25 間の間隔の一例を図示している。

この電極 3 では、これらの球面型電極部 2 1 ~ 2 5 のうち最も内側の球面型電極部 2 1 には、試料 S と同電位になるように、試料 S と同じ電圧 V_s が印加されており、この球面型電極部 2 1 と試料 S との間が電場の無い空間とされている。また、球面型電極部 2 2 ~ 2 4 には、それぞれ電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 が印加されており、これらの電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 を制御することにより、光電子 e_p の軌道を、その半径方向に収束することができるようになっている。また、最も外側の球面型電極部 2 5 には、球面型電極部 2 4 の開口 2 6 を通過した光電子 e_p のエネルギーを選択するための阻止電位となるように、阻止電圧 V_R が印加されている。

[0035] この電極 3 では、これらの球面型電極部 2 1 ~ 2 5 各々に上記の電圧を印加することにより、これらの球面型電極部 2 1 ~ 2 5 間に光電子 e_p の軌道を収束することができる静電レンズとしての機能を有している。

また、これらの球面型電極部 2 1 ~ 2 5 各々には、これらの形状を一定に維持しかつ仕事関数を一定に保つためのヒータ等の加熱手段が付加されており、これらの加熱手段を用いて球面型電極部 2 1 ~ 2 5 を一定の温度に保つことにより、球面型電極部 2 1 ~ 2 5 各々の仕事関数の変動を極力抑制し、仕事関数の変動によるエネルギー分解能への影響を極力小さくしている。

[0036] 検出器 4 は、電極 3 の阻止電極を通過した光電子 e_p を計数測定する装置であり、マイクロチャンネルプレート (MCP) 3 1 はシェブロン型、つまり 2 枚のプレート 3 2、3 3 を重ねることで、1 電子を 10^7 倍程度に増幅することができる。増倍された電子は陽極 3 4 に入りコンデンサーに蓄えられることで電圧信号として処理される。

[0037] また、検出器 4 は、2 次元的に分割された陽極を含む位置検出のできる MCP アセンブリーを用いることにより、MCP のチャンネル位置ごとの信号を処理することができる。

[0038] 次に、この光電子エネルギー分析器 1 を用いて試料 S の表面温度を測定する方法について説明する。

光源 2 から照射された真空紫外領域の光 L は、毛細管 1 1 により案内され

、その後光学レンズ12により試料Sの表面に集光照射される。試料Sでは、照射された光Lにより電子が励起され、試料Sから光電子が放出される。この際、試料Sから脱出できる電子は励起電子エネルギーに依存し、真空紫外領域の光Lによって励起された場合の電子の脱出できる深さは表面の数原子層である。したがって、この表面の数原子層のみの電子の情報を得ることになる。この表面から放出した電子は、光による励起エネルギーから仕事関数、すなわち、固体内と真空との電子ポテンシャルの差に相当するエネルギーを差し引いたエネルギー量の運動エネルギーを有する。

[0039] 試料Sと球面型電極部21とは同じ電圧であるから、試料Sと球面型電極部21の間には電子の飛行軌道に影響を与える電場がなく、試料S表面から放射状に放出された光電子 e_p は、球面型電極部21に向かって直線的に自由飛行する。

球面型電極部21に到着した光電子 e_p は、球面型電極部21~25それぞれの開口26を通過するが、通過の際に、球面型電極部22~24それぞれに印加された電圧 $V_1 \sim V_3$ による静電レンズ効果により半径方向に収束し、球面型電極部25の開口26の中心付近に垂直に入射する。

[0040] この光電子 e_p のエネルギー分解能を高めるためには、球面型電極部25の開口26を通過する全ての光電子 e_p が阻止電位により形成される等しいポテンシャル上を通過する必要がある、そのためには、開口26の中心付近に光電子 e_p を集め、かつこれらの光電子 e_p が開口26に垂直に入射する必要がある。

ここでは、球面型電極部25の開口26に向かって直線的に入射した光電子 e_p のうち、阻止電位を超える運動エネルギー ($> e V_R$) を有する光電子 e_p のみが開口26を通過し、阻止電位以下の運動エネルギー ($e V_R$) しか有しない光電子 e_p は、開口26を通過することができない。したがって、球面型電極部25に阻止電圧 V_R を印加することにより、阻止電位を超える運動エネルギー ($> e V_R$) を有する光電子 e_p のみを選択して開口26を通過させることができる。

[0041] 球面型電極部 25 の開口 26 を通過した光電子 e_p は、MCP 31 のプレート 33 の前面に印加された正電位により加速され、プレート 33 に入射する。

プレート 33 前面とプレート 32 後面の間に印加された高電圧により、電子は加速されながら増幅され、陽極 34 に到達する。陽極 34 の電子がもたらす電荷はコンデンサーにより電圧信号となり、その後その電圧信号が計数測定される。

この阻止電位を走査、すなわち球面電極部 25 に印加される電圧 V_R を走査し、かつ球面型電極部 22、23、24 に印加されるそれぞれの電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 を適切に制御することにより、横軸を $e V_R$ 、縦軸を阻止電位を通過してきた電子の計数とした積分型スペクトルを決定することができる。この積分型スペクトルに計算機等により微分処理を行うことで、横軸を電子エネルギー、縦軸を光電子強度とした電子エネルギースペクトルを得ることができる。この電子エネルギースペクトルに対して、フェルミ分布関数を温度を変数としてフィッティング計算を行うことにより、試料 S の表面の絶対温度 (T) を決定することができる。

[0042] 図 5 は、光電子のフェルミ分布関数の温度依存性を示す図であり、絶対温度 (T) が 300 K から 900 K までの範囲を 100 K 毎にプロットしたものである。

このように、光電子のフェルミ分布関数は絶対温度 (T) により一義的に決定することができるので、得られた積分型の光電子スペクトルに、上述した式 (1) のフェルミ分布関数をフィッティングすることにより、試料 S の表面温度を高分解能で決定することができる。

[0043] この光電子エネルギー分析器 1 の最大の特徴は、球面型電極部 21 ~ 25 各々に上記の電圧を印加することにより、これらの球面型電極部 21 ~ 25 間に光電子 e_p の軌道を収束することができる静電レンズとしての機能を有している点である。

従来の低電子エネルギー回折装置 (LEED) やオージェ (Auger) 電子分光

装置等で用いられる半球阻止電極は、金属メッシュで構成されているので、飛行する電子は金属メッシュの電位が作る静電ポテンシャル中を飛行することになる。この場合、金属メッシュ面の静電ポテンシャルは微視的には不均一であり、また、金属メッシュを構成する金属ワイヤと電子との間に働くクーロン力により、電子の直線飛行軌道を曲げてしまうために、この方法で検出し得る電子の運動エネルギーは100 eV程度であり、エネルギー分解能は、その0.1%の0.1 eVが限界である。

[0044] 一方、本実施形態の光電子エネルギー分析器1は、球面型電極部21~25各々に上記の電圧を印加することにより、これらの球面型電極部21~25間に光電子 e_p の軌道を収束することができる静電レンズとしての機能を有するものとし、さらに、球面型電極部25に、光電子 e_p のエネルギーを選択するための阻止電圧 V_R を印加したので、半球方向に放出される光電子 e_p を広角な立体角で検出することができる。したがって、この光電子 e_p を1meV程度の高エネルギー分解能かつ高感度で検出することができる。

[0045] また、検出部4に、2次元的に分割された陽極を含む位置検出のできるMCPアセンブリを用いた場合には、試料から放出する電子の放出角度ごとの電子の計数測定ができる。それにより、試料表面から放出する電子の放出角度の広い範囲で高速に角度分解光電子スペクトルの測定ができる。

[0046] ここで、光電子 e_p のエネルギー分解能の計算機シミュレーション結果について説明する。

球面電極部の配置を図3に示す配置とし、光電子の運動エネルギーとして、光源に光子エネルギー9.6 eVのXeガス放電管を用い、試料として、仕事関数が5.4 eVの金を仮定した。この場合、フェルミ準位から光電子放出された光電子の有する運動エネルギーは4.2 eVである。

また、球面型電極部21の電圧 V_0 を0V、球面型電極部22の電圧 V_1 を+10.000V、球面型電極部23の電圧 V_2 を+1.000V、球面型電極部24の電圧 V_3 を-4.100V、球面型電極部25の電圧 V_R を-4.200Vとした。表1に計算結果を示す。表1中、 r は球面型電極部21の

開口の半径のことであり、 $2r = D$ である。

[0047] [表1]

$E_k(\text{eV})$	0	$\pm 0.1r$	$\pm 0.2r$	$\pm 0.3r$	$\pm 0.4r$	$\pm 0.5r$	$\pm 0.6r$	$\pm 0.7r$	$\pm 0.8r$	$\pm 0.9r$
4.195	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.196	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.197	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.198	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.199	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.200	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.201	×	○	○	○	○	×	○	○	×	×
4.202	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
4.203	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.204	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.205	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.206	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0048] ここでは、フェルミ準位付近から光電子放出した電子の運動エネルギーが球面型電極部 21 の開口を垂直に通過したと仮定し、その開口を通過する 19 個の電子（開口中心位置を 0 とし、そこから $-0.9r \sim +0.9r$ まで $0.1r$ 間隔に電子を分布させて評価した）が 4.195 ~ 4.206 までの運動エネルギーで球面型電極部 21 を通過した後、球面型電極部 25 を通過した場合を「○」で、通過できなかった場合を「×」で示した。

この計算結果によれば、4.200 eV 以下の電子が通過できず、また、4.203 eV 以上の電子が通過していることから、電子の通過成否の不確かさは 4.2015 ± 0.001 eV の範囲に収まっており、エネルギー分解能が 1 meV 程度であることが確認できる。

[0049] 同様の計算機シミュレーションをフェルミ準位より 100 meV 高い（+100 meV）エネルギーの光電子について行った結果を表 2 に、また、フェルミ準位より 100 meV 低い（-100 meV）エネルギーの光電子について行った結果を表 3 に、それぞれ示す。

[0050]

[表2]

Ek(eV)	0	$\pm 0.1r$	$\pm 0.2r$	$\pm 0.3r$	$\pm 0.4r$	$\pm 0.5r$	$\pm 0.6r$	$\pm 0.7r$	$\pm 0.8r$	$\pm 0.9r$
4.295	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.296	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.297	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.298	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.299	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.300	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.301	x	○	○	○	○	x	○	○	x	x
4.302	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x
4.303	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.304	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.305	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.306	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0051] [表3]

Ek(eV)	0	$\pm 0.1r$	$\pm 0.2r$	$\pm 0.3r$	$\pm 0.4r$	$\pm 0.5r$	$\pm 0.6r$	$\pm 0.7r$	$\pm 0.8r$	$\pm 0.9r$
4.095	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.096	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.097	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.098	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.099	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.101	x	○	○	○	○	x	○	○	x	x
4.102	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x
4.103	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.104	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.105	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.106	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0052] ここでは、 $+100\text{meV}$ の電子エネルギー、つまり 4.3eV 前後の運動エネルギーに対しては、球面型電極部22の電圧 V_1 を $+10.238\text{V}$ 、球面型電極部23の電圧 V_2 を $+1.024\text{V}$ 、球面型電極部24の電圧 V_3 を -4.198V 、球面型電極部25の電圧 V_R を -4.300V とした。

また、 -100meV の電子エネルギー、つまり 4.1eV 前後の運動エネルギーに対しては、球面型電極部22の電圧 V_1 を $+9.762\text{V}$ 、球面型電極部23の電圧 V_2 を $+0.976\text{V}$ 、球面型電極部24の電圧 V_3 を -4.002V 、球面型電極部25の電圧 V_R を -4.100V とした。

[0053] この計算結果によれば、 $+100\text{meV}$ の場合においては、電子の通過成否の不確かさは $4.3015 \pm 0.001\text{eV}$ の範囲に収まっており、エネ

ルギー分解能が 1 meV 程度であることが確認できる。

また、 -100 meV の場合においても、電子の通過成否の不確かさは $4.1015 \pm 0.001\text{ eV}$ の範囲に収まっており、エネルギー分解能が 1 meV 程度であることが確認できる。

[0054] 同様の計算機シミュレーションをフェルミ準位より 200 meV 高い ($+200\text{ meV}$) エネルギーの光電子について行った結果を表4に、また、フェルミ準位より 200 meV 低い (-200 meV) エネルギーの光電子について行った結果を表5に、それぞれ示す。

[0055] [表4]

$E_k(\text{eV})$	0	$\pm 0.1r$	$\pm 0.2r$	$\pm 0.3r$	$\pm 0.4r$	$\pm 0.5r$	$\pm 0.6r$	$\pm 0.7r$	$\pm 0.8r$	$\pm 0.9r$
4.395	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.396	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.397	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.398	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.399	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.400	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.401	×	○	○	○	○	×	○	○	×	×
4.402	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
4.403	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.404	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.405	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.406	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0056] [表5]

$E_k(\text{eV})$	0	$\pm 0.1r$	$\pm 0.2r$	$\pm 0.3r$	$\pm 0.4r$	$\pm 0.5r$	$\pm 0.6r$	$\pm 0.7r$	$\pm 0.8r$	$\pm 0.9r$
3.995	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3.996	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3.997	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3.998	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3.999	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4.000	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×
4.001	×	○	○	○	○	×	○	○	×	×
4.002	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.003	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.004	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.005	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4.006	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0057] ここでは、 $+200\text{ meV}$ の電子エネルギー、つまり 4.4 eV 前後の運動エネルギーに対しては、球面型電極部22の電圧 V_1 を $+10.476\text{ V}$ 、

球面型電極部 23 の電圧 V_2 を +1.048 V、球面型電極部 24 の電圧 V_3 を -4.295 V、球面型電極部 25 の電圧 V_R を -4.400 V とした。

また、-200 meV の電子エネルギー、つまり 4.0 eV 前後の運動エネルギーに対しては、球面型電極部 22 の電圧 V_1 を +9.524 V、球面型電極部 23 の電圧 V_2 を +0.952 V、球面型電極部 24 の電圧 V_3 を -3.905 V、球面型電極部 25 の電圧 V_R を -4.000 V とした。

[0058] この計算結果によれば、+200 meV の場合においては、電子の通過成否の不確かさは 4.1015 ± 0.001 eV の範囲に収まっており、エネルギー分解能が 1 meV 程度であることが確認できる。

また、-200 meV の場合においても、電子の通過成否の不確かさは 4.0015 ± 0.001 eV の範囲に収まっており、エネルギー分解能が 1 meV 程度であることが確認できる。

[0059] これらの光電子 e_p のエネルギー分解能の計算機シミュレーション結果により、フェルミ準位の ± 200 meV の範囲の光電子に対して、1 meV 程度の実効的なエネルギー分解能が得られることが確認できた。

[0060] 上記の計算機シミュレーションにおける球面型電極部 22 の電圧 V_1 と阻止電圧 V_R との関係を図 6 に、球面型電極部 23 の電圧 V_2 と阻止電圧 V_R との関係を図 7 に、球面型電極部 24 の電圧 V_3 と阻止電圧 V_R との関係を図 8 に、それぞれ示す。

図 6 ~ 図 8 によれば、すべての電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 は球面型電極部 25 に印加する阻止電圧 V_R に比例していることが分かる。このことは、光電子スペクトルを測定するときの必要な電極電圧の制御が容易であることを示している。

[0061] 上記の計算機シミュレーションでは、試料に金を仮定したが、試料が金以外の金属の場合には、試料の仕事関数が異なる。したがって、Xe ガス放電管を光源とした場合、フェルミ準位付近から励起された光電子の有する運動エネルギーは 4.2 eV とは異なる。その場合でも、フェルミ準位から励起された光電子の有する運動エネルギーに対する計算機シミュレーションを行

うと、同様のエネルギー分解能が得られる。

[0062] 本実施形態の光電子エネルギー分析器 1 によれば、球面型電極部 2 1 ~ 2 5 各々に電圧を印加することにより、これらの球面型電極部 2 1 ~ 2 5 間を光電子 e_p の軌道を収束することができる静電レンズとし、さらに、球面型電極部 2 5 に光電子 e_p のエネルギーを選択するための阻止電圧 V_R を印加したので、半球方向に放出される全ての光電子 e_p を検出することができ、この光電子 e_p のエネルギーを 1 meV 程度の高分解能で検出することができる。

[0063] また、球面型電極部 2 1 ~ 2 5 各々に光電子通過用の開口 2 6 を複数個形成したので、構成が極めて簡単であり、しかも、小型化が容易である。

また、本実施形態の光電子エネルギー分析器 1 を、走査型電子顕微鏡 (SEM)、X線光電子分光装置 (XPS) 等の表面分析装置、材料評価装置、表面反応制御装置等に搭載することにより、表面温度を含む同時多機能測定を行うことができ、これらの装置の多機能化、高機能化、信頼性の向上を図ることができる。

さらに、本実施形態の光電子エネルギー分析器 1 は、温度定点等による校正を必要としない絶対温度計であり、測定領域が表面の原子層レベルに限定されるため、計量標準分野における新たな標準温度計 (表面温度) としての用途を期待することができる。

[0064] 以上、図面を参照して本発明の実施形態について詳述してきたが、本発明の具体的な構成は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0065] 本発明の光電子エネルギー分析器は、電子を検出し、計数するための電極を、球面部の半径が互いに異なる複数個の球面型電極部を有するものとし、これらの球面型電極部を、各々の球の中心点が電子が放出される位置に一致するように重ね、かつ各々の球面型電極部に独立して電圧が印加できるように絶縁された状態で配置し、これらの球面型電極部各々の球の中心点から放射状に延びる複数本の直線との交差する位置それぞれに、球の中心点に向か

って運動する電子を電極の外側へ直線状に取り出すための電子通過用の開口を形成したことにより、高感度で測定可能、高いエネルギー分解能で測定可能としている。これにより、金属等の表面の絶対温度（熱力学温度）の高精度測定、表面温度の標準温度計としての利用はもちろんのこと、上記以外の、例えば、超高真空環境下での非接触温度測定や各種表面分析装置における高感度かつ高エネルギー分解能の電子エネルギー分析器、あるいは、物性研究のための高速な角度分解光電子分光測定器としても有効であり、その産業的及び科学的価値は非常に大きい。

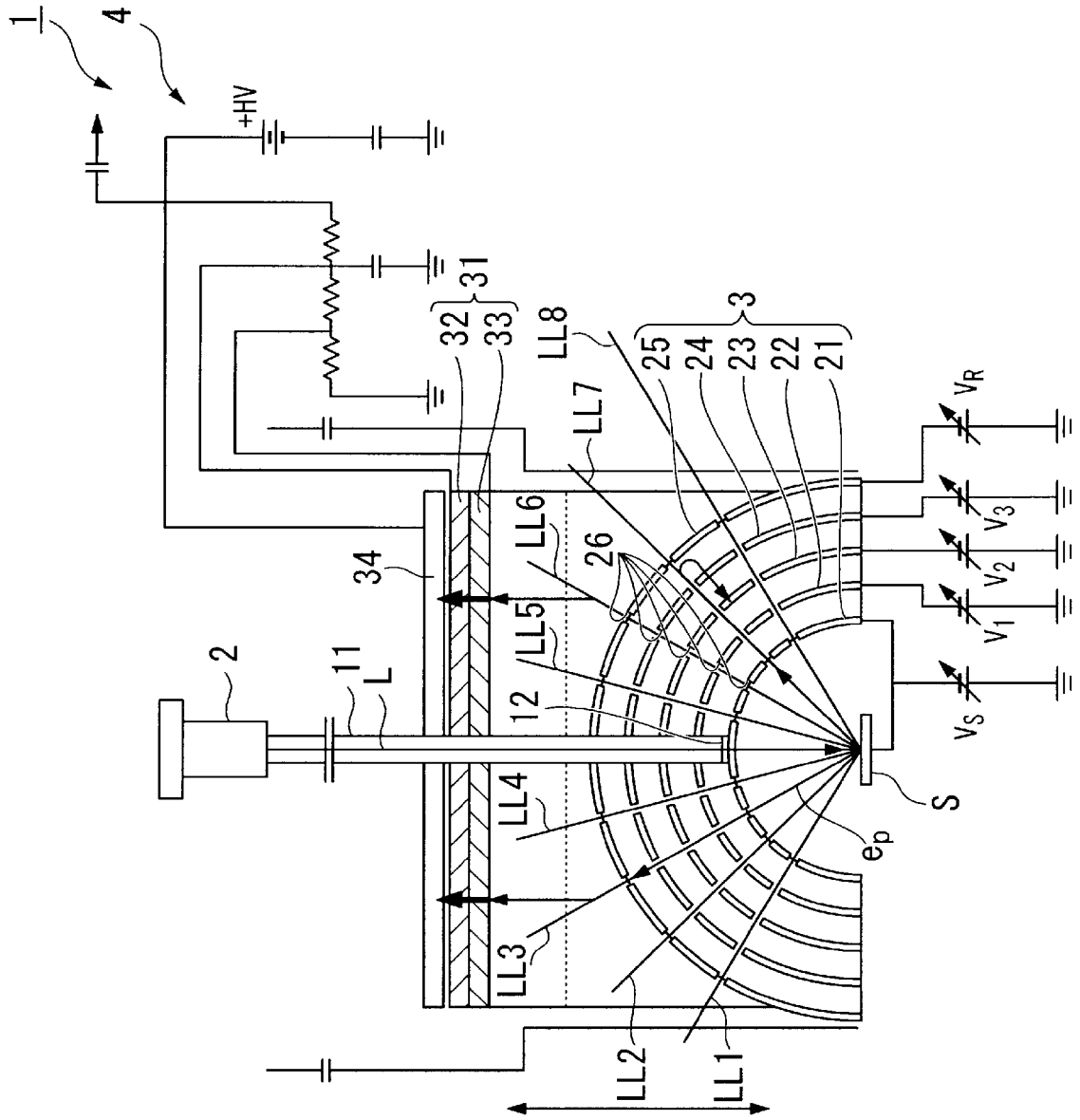
符号の説明

- [0066]
- 1 光電子エネルギー分析器
 - 2 光源
 - 3 電極
 - 4 検出器
 - 1 1 毛細管（案内内部）
 - 1 2 光学レンズ
 - 2 1 ~ 2 5 球面型電極部
 - 2 6 開口
 - 3 1 マイクロチャンネルプレート（MCP）
 - 3 2、3 3 プレート
 - 3 4 陽極
 - 4 1 ~ 4 5 球面型電極部
 - S 試料
 - L 光
 - L L 1 ~ L L 8 直線

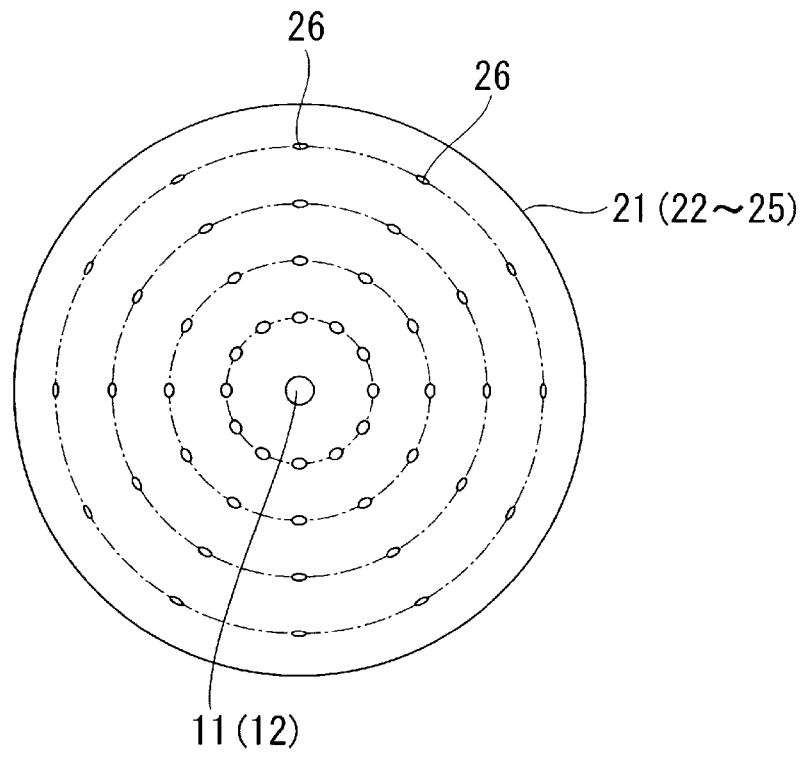
請求の範囲

- [請求項1] 球面の一部を構成する球面部と、
該球面部の半径が互いに異なる複数個の球面型電極部と、
を有し、
これらの球面型電極部は、各々の球の中心点が一致し、かつ各々の前記球面型電極部に独立して電圧が印加できるように絶縁された状態で配置され、
これらの球面型電極部各々の、前記中心点から放射状に延びる複数本の直線との交差する位置それぞれに、前記中心点にて運動する電子を電極の外側へ直線状に取り出すための電子通過用の開口が形成されている電極部材。
- [請求項2] 請求項 1 記載の電極部材を有する電子エネルギー分析器。
- [請求項3] 請求項 2 記載の電子エネルギー分析器は、前記球面型電極部の球の中心点にある試料の表面から光電子を放出させるための励起光源を更に有し、
前記球面型電極部が、その球の中心点に表面を位置させた試料から放出する光電子を検出する光電子エネルギー分析器。
- [請求項4] 前記励起光源には、この励起光源から照射される光を前記球面型電極部の球の中心点へ案内する案内内部が形成されている請求項 3 記載の光電子エネルギー分析器。
- [請求項5] 請求項 3 記載の光電子エネルギー分析器を有する温度測定装置。
- [請求項6] 請求項 4 記載の光電子エネルギー分析器を有する温度測定装置。

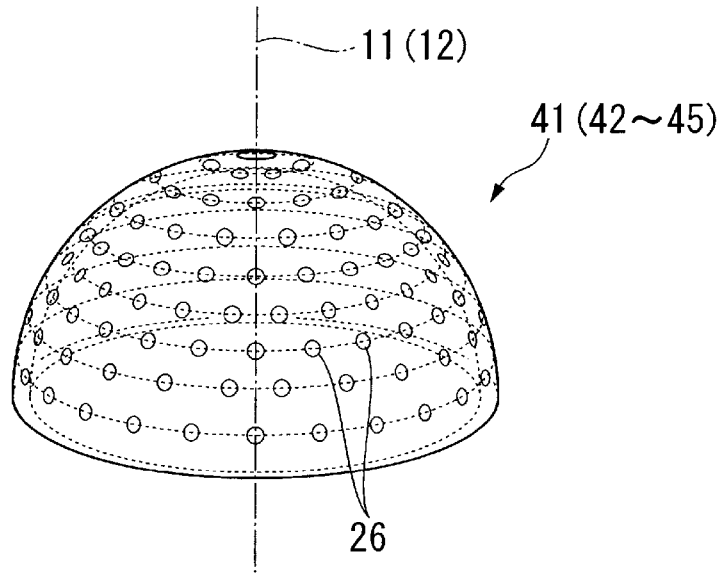
[図1]



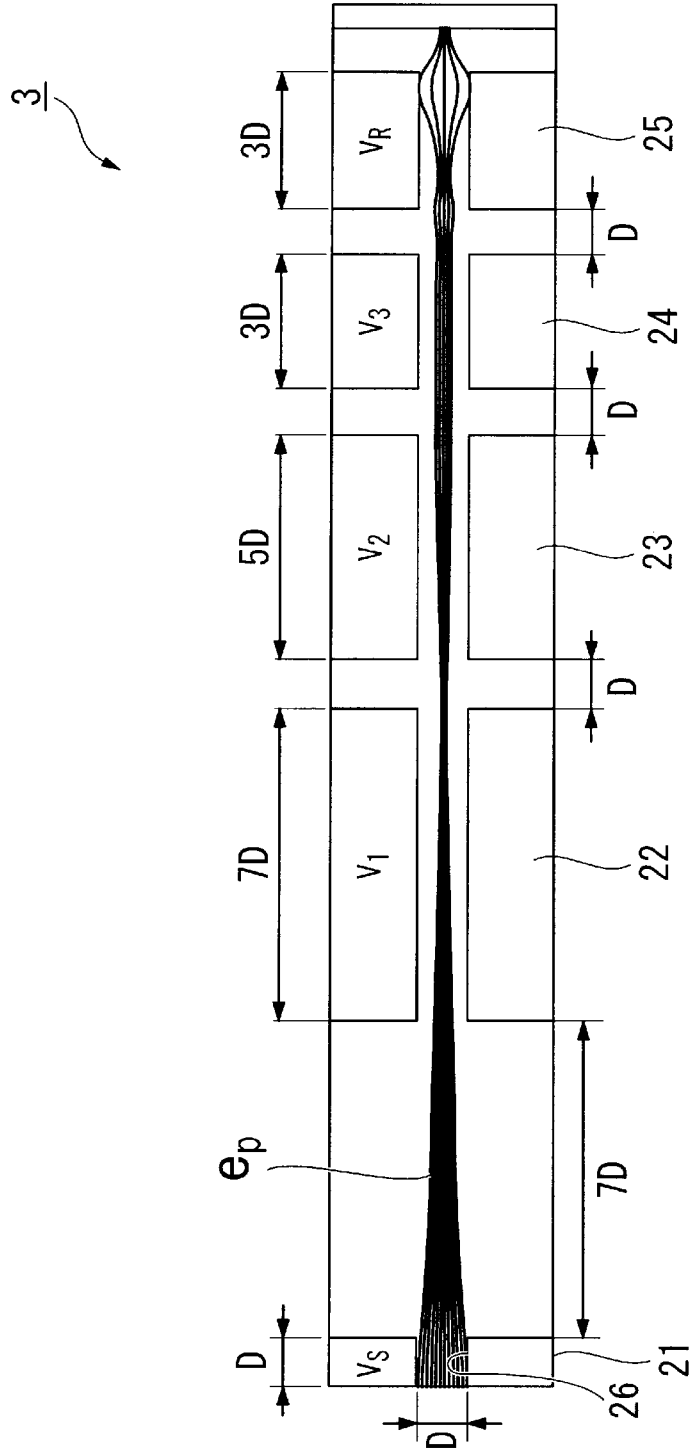
[図2]



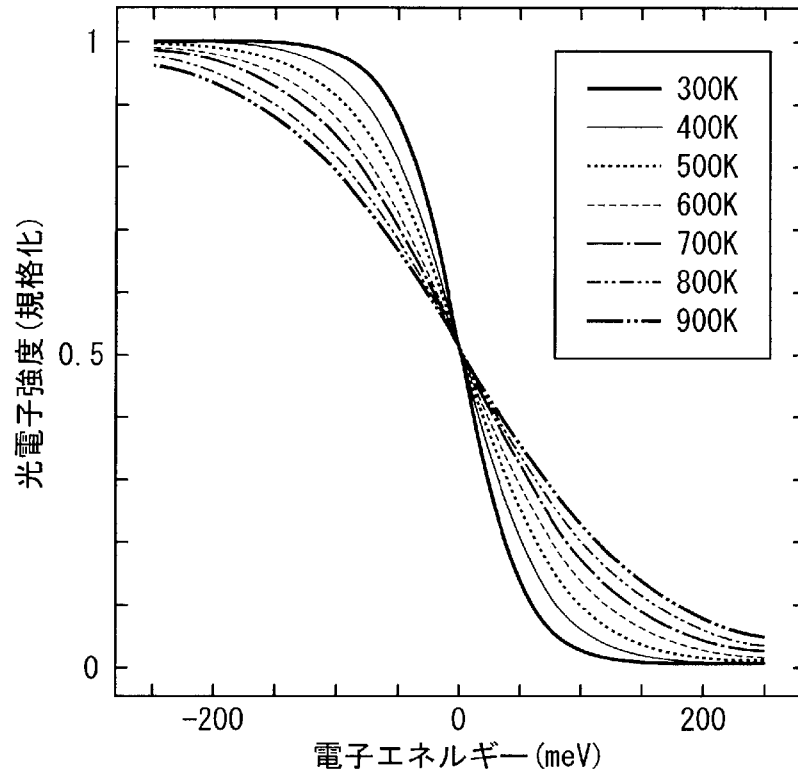
[図3]



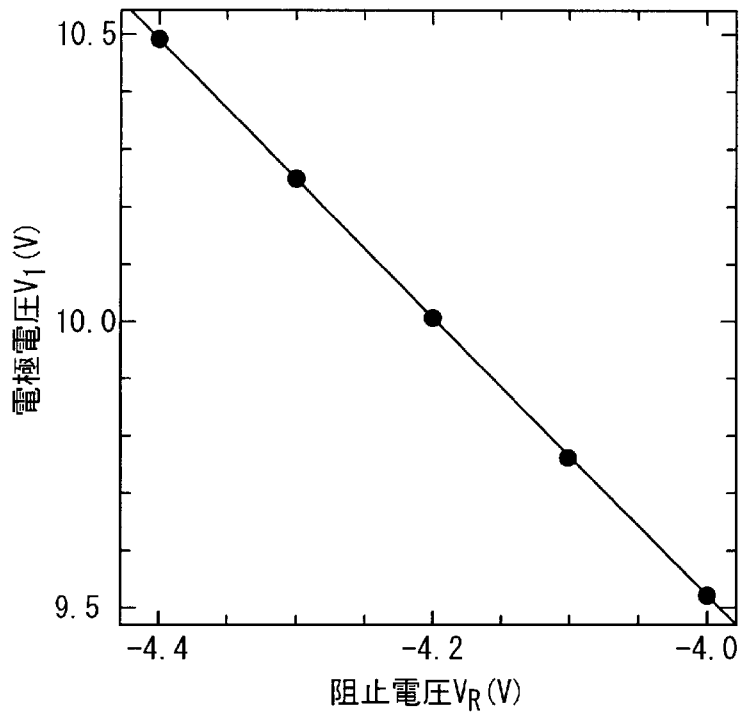
[図4]



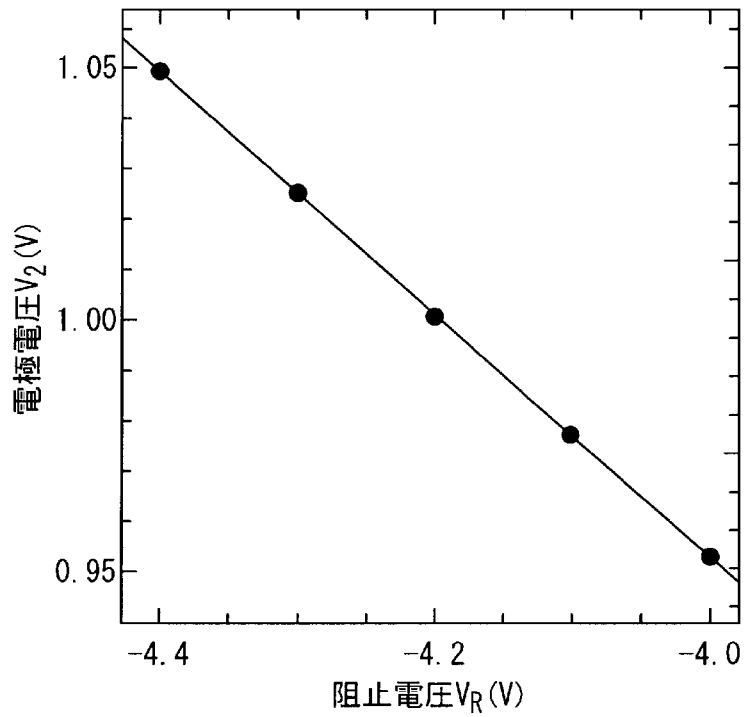
[図5]



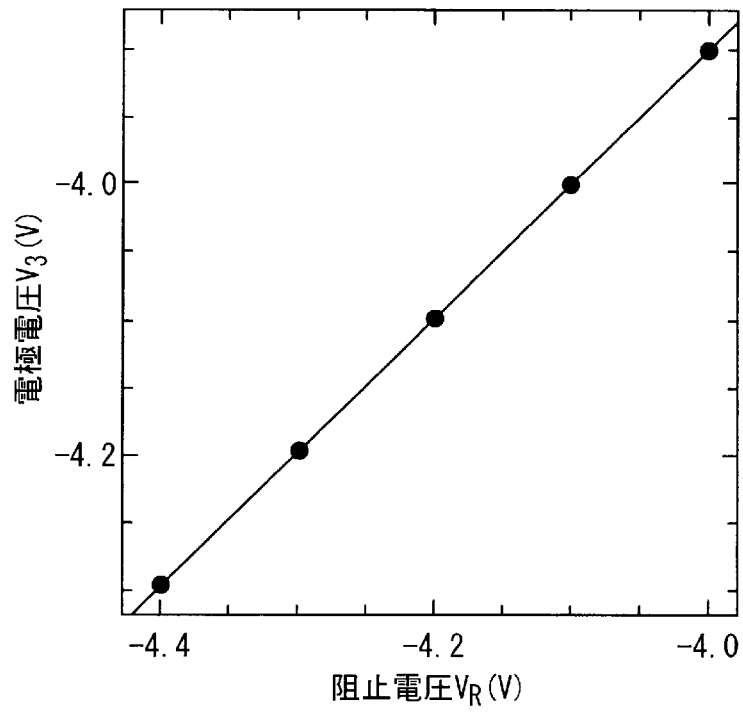
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/063894

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N23/227(2006.01) i, G01K11/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N23/00-G01N23/227, G01K11/00-G01K11/32, H01J37/00-37/36

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)

JSTPlus (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X <u>Y</u>	JP 6-3295 A (Hitachi, Ltd.), 11 January 1994 (11.01.1994), paragraphs [0024] to [0027]; fig. 3 (Family: none)	1-4 <u>5-6</u>
X	JP 10-188883 A (Shimadzu Corp.), 21 July 1998 (21.07.1998), fig. 7 (Family: none)	1-2
X	JP 57-72072 A (Fujitsu Ltd.), 06 May 1982 (06.05.1982), page 2, lower left column, line 5 to lower right column, line 10; fig. 3 (Family: none)	1-2

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
24 September, 2010 (24.09.10)

Date of mailing of the international search report
05 October, 2010 (05.10.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/063894

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 2009-123850 A (Meidensha Corp.), 04 June 2009 (04.06.2009), paragraph [0015] (Family: none)	5-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/063894

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention in claim 1 is same as the invention described in JP 6-3295 A, JP 10-188883 A or JP 57-72072 A, and therefore does not have a special technical feature. As a result of judging special technical features with respect to claims dependent on claim 1, this international application involves two or more inventions including a group of inventions in claim 1 and additionally in claims 2 - 4 and 6 as main invention.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N23/227 (2006.01) i, G01K11/00 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N23/00-G01N23/227,
G01K11/00-G01K11/32 ,
H01J37/00-37/36

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	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010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)

JSTPlus (JDreamII)

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	JP 6-3295 A (株式会社日立製作所) 1994.01.11, 【0024】 - 【0027】、図3 (ファミリーなし)	1-4 <u>5-6</u>
X	JP 10-188883 A (株式会社島津製作所) 1998.07.21, 図7 (ファミリーなし)	1-2
X	JP 57-72072 A (富士通株式会社) 1982.05.06, 第2頁左下欄第5行 - 同頁右下欄第10行、図3 (ファミリーなし)	1-2

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

24.09.2010

国際調査報告の発送日

05.10.2010

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)

比嘉 翔一

2W

4005

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

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 2009-123850 A (株式会社明電舎) 2009.06.04, 【0015】 (ファミリーなし)	5-6

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、JP 6-3295 A、JP 10-188883 A、又は、JP 57-72072 A に記載された発明と同一であるから、特別な技術的特徴を有しない。そこで、請求項1の従属請求項について特別な技術的特徴を判断すると、この国際出願には、請求項1に、請求項2-4及び請求項6を加えた一群の発明を主発明とする、二以上の発明が含まれる。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。