

(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
2019年10月31日(31.10.2019)



(10) 国際公開番号

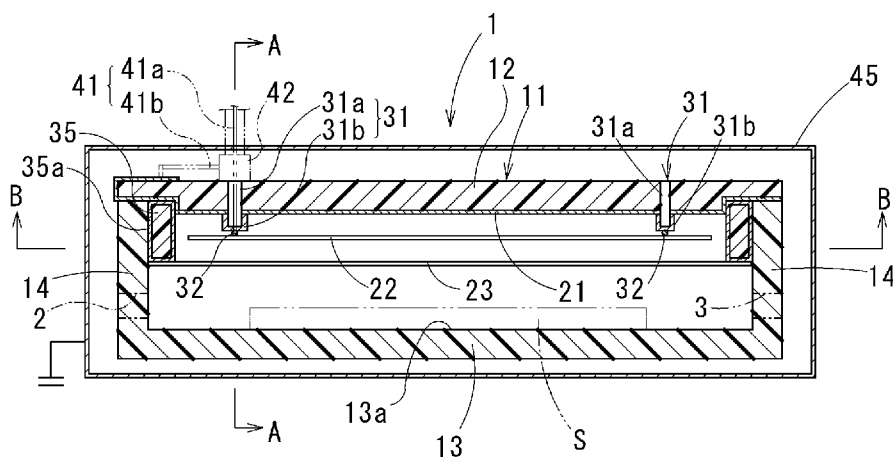
WO 2019/208477 A1

- (51) 国際特許分類:
G01T 1/18 (2006.01) *H01J 47/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/016962
- (22) 国際出願日: 2019年4月22日(22.04.2019)
- (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 2018-085861 2018年4月26日(26.04.2018) JP
- (71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区丸の内3-2-3 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 澤田 佳則 (SAWADA, Yoshinori); 〒6691339 兵庫県三田市テクノパーク12-6 三菱マテリアル株式会社 三田工場内 Hyogo (JP). 塩野 一郎 (SHIONO, Ichiro); 〒6691339 兵庫県三田市テクノパーク12-6 三菱マテリアル株式会社 三田工場内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 青山 正和 (AOYAMA, Masakazu); 〒1010045 東京都千代田区神田鍛冶町3-3-9 喜助新千代田ビル3階 青陽特許事務所 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: α -RAY MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称: α 線測定装置

[図1]



(57) Abstract: An α -ray measuring device which is provided with: a box-shaped container that has a gas inlet and a gas outlet; a cathode film which is provided within the box-shaped container; a plurality of anode wires which are arranged parallel to each other at a distance from the cathode film, while being electrically connected to each other and having a diameter of from 1 μ m to 30 μ m (inclusive); and a plurality of cathode wires which are arranged parallel to each other at a distance from the anode wires, while being electrically connected to the cathode film and having a diameter of from 1 μ m to 30 μ m (inclusive).

(57) 要約: ガス流入口及びガス排出口を有する箱型容器と、前記箱型容器の内側に設けられたカソード膜と、該カソード膜と間隔をおいて平行に並べられ、相互に電氣的に接続され、直径が1 μ m以上30 μ m以下である複数本のアノードワイヤと、前記アノードワイヤと間隔をおいて平行に並べられ、前記カソード膜と電氣的に接続され直径が1 μ m以上30 μ m以下である複数本のカソードワイヤとを備える α 線測定装置。

[続葉有]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： α 線測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、面状の陰極を用い、ガスを流しながら高電圧を印加して α 線を計測する2 π 型ガスフロー比例計数管に属する α 線測定装置に関する。

本願は、2018年4月26日に出願された特願2018-085861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] 情報機器の高度化に伴い様々な分野に高精度の電子回路が適用されている。この結果、電子回路におけるソフトエラーの発生頻度は、自動車分野においては安全性に、情報通信分野では情報の伝達品質に大きな影響を及ぼす。ソフトエラーの発生頻度を増加させる原因はいくつか存在するが、中でも電子回路を構成する半導体素子を回路基板に接合する接合材から放出される α 線が半導体素子に照射されることで、半導体素子が誤動作することが知られている。このため、実際に半導体素子を回路基板に接合するには、半導体接合材料が所望の α 線放出量であることを事前に検証する必要がある。

[0003] この α 線を計測する装置の一種に、面状の陰極と、線状の陽極及び陰極とを配置した箱型容器内に測定対象試料を配置し、ガスを流しながら陰極と陽極との間に高電圧を印加して、気体の電離作用を利用して α 線を計測する2 π 型ガスフロー比例計数管がある。

[0004] 例えば、特許文献1に開示の2 π ガスフロー計数管は、ガス導入出口を有する箱型容器内に、上部より陰極板、多線式陽極、多線式陰極及び試料台が配置された構成とされている。この場合、陰極板、陽極、下部の多線式陰極はいずれも α 線放射元素含有量の少ない導電性材料からなる。陰極板には、超高純度の銅、アルミニウム等の金属を蒸着したプラスチック板、超高純度金属メッキ板などが用いられ、陽極としては、線径10～200 μ mのステンレススチール、銅等の細線が用いられている。

[0005] 陽極の各細線間の間隔は2～3 mm、陽極と各陰極との間隔は1～2 cmの範囲に設定される。また、下部の多線式陰極としては、線径50～100 μm の陽極と同一材料のものが用いられ、線間隔が5～20 mmとすることにより、計数効率が良いと記載されている。試料測定面と下部の多線式陰極との間隔は3～6 mmであるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開昭61-54489号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に開示の 2π ガスフロー計数管を用いた α 線測定装置により、各種材料のある程度の α 線放出量を計測できる。しかしながら、近年では、 α 線放出量が極めて少ない半導体接合材料が求められており、このため、例えば、0.001 cph/cm²以下の低 α 線放出量を計測できる装置が求められている。特許文献1開示の装置では、0.001 cph/cm²以下の低 α 線放出量を高い信頼性をもって測定検証することは難しく、測定できるとしても、例えば100時間以上もの測定時間を要する。

[0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、例えば0.001 cph/cm²以下の低 α 線放出量を短時間で高い信頼性をもって計測できる α 線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

[0009] 本発明の α 線測定装置は、ガス流入口及びガス排出口を有する箱型容器と、前記箱型容器の内側に設けられたカソード膜と、該カソード膜と間隔をおいて平行にかつ相互に平行に間隔をおいて並べられ、相互に電氣的に接続され、直径が30 μm 以下である複数本のアノードワイヤと、前記アノードワイヤと間隔をおいて平行にかつ相互に平行に間隔をおいて並べられ、前記カソード膜と電氣的に接続され、直径が30 μm 以下である複数本のカソード

ワイヤとを備える。

[0010] α 線の計数効率は印加電圧に応じて変化し、印加電圧と放射線の計数効率との関係においては、特定の電圧の範囲で計数効率の変化が少なくほぼ一定となるプラトーと呼ばれる領域が存在する。通常、 α 線測定時の印加電圧はこのプラトー領域の最低電圧に設定するとよい。一方、微量の α 線を短時間で測定するためには、測定装置のバックグランドレベルを低くする必要があるが、このバックグランドレベルを下げるためには、印加電圧を低くする必要がある。しかしながら、プラトー領域の最低電圧からさらに電圧を下げてしまうと、計数効率も低下してしまう。

[0011] これに対して、本発明の発明者らは、アノードワイヤの直径及びカソードワイヤの直径をいずれも $30\mu\text{m}$ 以下と細くすることによりプラトー領域が低電圧側にシフトすることを発見した。これにより、計数効率を下げることなく、より低い印加電圧にて α 線を測定でき、バックグランドも低減し、低 α 線放出量の試料を短時間で測定することができる。各直径が $30\mu\text{m}$ を超えると、プラトー領域が低電圧側に十分にシフトしないため、バックグランドの影響により低 α 線放出量の試料を短時間で測定することが難しい。

[0012] アノードワイヤの直径及びカソードワイヤの直径の下限値はいずれも好ましくは $2\mu\text{m}$ である。

[0013] α 線測定装置の一つの実施態様は、前記アノードワイヤと前記カソードワイヤとの直径が同じであることが好ましい。これにより、両極間に形成される電場の間隔が均一になり、計数効率が安定する。

[0014] α 線測定装置の他の一つの実施態様は、前記カソード膜と前記アノードワイヤとの離間距離、及び前記アノードワイヤと前記カソードワイヤとの離間距離は、いずれも 3mm 以上 10mm 未満である。

[0015] これらの離間距離が 3mm 未満では、バックグランドが上昇して低電圧での測定が困難になるおそれがあるとともに、電極間が接近するため測定装置の組み立ても難しくなる。離間距離が 10mm 以上であると、ノイズが発生し易くなり、それに伴ってバックグランドも上昇するおそれがある。これら

アノードワイヤとカソードワイヤとの離間距離は 3 mm 以上 9 mm 以下がより好ましい。

[0016] α 線測定装置のさらに別の一つの実施態様は、前記アノードワイヤの各線間距離は 10 mm 以上 20 mm 未満であり、前記カソードワイヤの各線間距離は 5 mm 以上 10 mm 以下である。

[0017] アノードワイヤについては、各線間距離が 10 mm 未満では電場同士が干渉してバックグラウンドが上昇するおそれがあり、20 mm 以上であるとアノードワイヤによって形成される電場の間隔が大きくなり、計数効率が低下するおそれがある。計数効率が低下すると、印加電圧を上昇させる必要があるが、その場合、バックグラウンドが上昇し、目的の性能が出せなくなる。

[0018] カソードワイヤも、各線間距離が 5 mm 未満では測定装置のバックグラウンドが上昇するおそれがあり、10 mm を超えると線間が広すぎて計数効率が低下するおそれがある。

[0019] アノードワイヤの線間距離は 10 mm 以上 19 mm 以下がより好ましく、カソードワイヤの線間距離は 5 mm 以上 9 mm 以下がより好ましい。

[0020] α 線測定装置のさらに別の一つの実施態様は、前記箱型容器の内面と各前記アノードワイヤとの間に、絶縁材料からなる複数の支持棒と、 α 線放射元素の含有量が 1 p p b 未満の導電性材料からなり、各前記アノードワイヤの両端部および各前記支持棒に固定され、前記アノードワイヤを保持するとともに各前記アノードワイヤ同士を電氣的に接合する支持導線と、が設けられており、前記支持棒は、前記カソード膜に形成された孔を貫通して前記箱型容器内に一部分が露出する棒状の内側絶縁部と、前記箱型容器内に露出する部分の前記内側絶縁部を覆う絶縁被覆部とを有する。

[0021] カソード膜の孔に貫通させる際に内側絶縁部の外周面がカソード膜に接触してカソード膜の一部（粉等）が付着するおそれがあるので、箱型容器内に露出する部分を絶縁被覆部により覆うことにより、絶縁性を高めて支持棒表面での導電性通路（導通経路）の形成を防止し、ノイズを低減している。

[0022] α 線測定装置のさらに別の一つの実施態様は、各前記アノードワイヤと各

前記支持導線との接合部を固定する導電性接合材を備える。

[0023] 各アノードワイヤが細いので、支持導線との接合部を導電性接合材により接合することで、アノードワイヤの変形、破断等を防止することができ、適切な張力を付与した状態で整然と配置することができる。

[0024] α 線測定装置のさらに別の一つの実施態様は、前記ガス流入口及びガス排出口は、前記箱型容器の前記カソードワイヤと底面との間の側板部に形成されている。

[0025] ガスの流れに伴う箱型容器内の気体の流動がカソードワイヤやアノードワイヤに大きく作用しないようにして、細いアノードワイヤ及びカソードワイヤの振れや撓み等を防止し、測定精度を向上させることができる。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、アノードワイヤ及びカソードワイヤの直径を $30\mu\text{m}$ 以下と細くしたので、計数効率を下げることなく、より低い印加電圧にて α 線を測定でき、バックグラウンドも低減し、低 α 線放出量の試料を短時間で測定することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の α 線測定装置の一実施形態を示す縦断面図である。

[図2]図1のA-A線に沿う矢視断面図である。

[図3]図1のB-B線に沿う矢視断面図である。

[図4]印加電圧と計数効率との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の実施形態を、図面を参照しながら説明する。実施形態の α 線測定装置1は、図1～図3に示すように、ガス流入口2及びガス排出口3を有する箱型容器11と、箱型容器11の天板部12の内面（天井面）に形成されたカソード膜21と、カソード膜21と間隔をおいて平行にかつ相互に平行に間隔をおいて並べられ、相互に電氣的に接続された複数本のアノードワイヤ22と、アノードワイヤ22と間隔をおいて平行にかつ相互に平行に間隔をおいて並べられ、カソード膜21と電氣的に接続された複数本のカ

ソードワイヤ 23 とを備えている。

[0029] 箱型容器 11 は、底板部 13、四方を囲む各側板部 14、天板部 12 を有する直方体状に形成されている。この箱型容器 11 は、底板部 13、各側板部 14、天板部 12 はアクリル樹脂等の合成樹脂により形成されている。天板部 12 の内面（天井面）には、スパッタリング等によってカソード膜 21 が全面に形成されている。

[0030] このカソード膜 21 と平行に、複数本のアノードワイヤ 22 が設けられている。これらアノードワイヤ 22 を支持するために、天板部 12（カソード膜 21）の両側部を貫通する複数の支持棒 31 が、天板部 12 の側部に沿って 2 列をなすように並べて設けられている。これら 2 列の支持棒 31 の先端（図 1, 2 の下端）に、各列に沿って支持導線 32 が相互に平行に固着されている。

[0031] 図 3 に示すように、支持導線 32 は、支持棒 31 が 2 列に設けられることから、支持棒の列ごとに 1 本ずつ、合計 2 本配置されている。この支持導線 32 間を架け渡すようにアノードワイヤ 22 が設けられている。

[0032] 換言すると、箱型容器 11 の内面と各アノードワイヤ 22 との間に、絶縁材料からなる複数の支持棒 31 と、各支持棒 31 に固定された複数（本実施形態では 2 本）の支持導線 32 とが備えられている。各アノードワイヤ 22 は、両端が各支持導線 32 に固定されることにより、各支持導線 32 に保持されている。各支持導線 32 は、 α 線放射元素の含有量が 1 p p b 未満の導電性材料からなり、各アノードワイヤ 22 同士を電氣的に接続している。

[0033] 各支持棒 31 は、箱型容器 11 の天板部 12 およびカソード膜 21 を貫通する棒本体（内側絶縁部）31a と、天板部 12 を貫通して箱型容器 11 内に露出する部分を覆うように形成された絶縁被覆部 31b とにより構成される。支持導線 32 は、その絶縁被覆部 31b に固定される。

[0034] 換言すると、各支持棒 31 は、カソード膜 21 に形成された孔を貫通して箱型容器 11 内に一部分が露出する棒本体 31a と、箱型容器 11 内に露出する部分の棒本体 31a を覆う絶縁被覆部 31b とを有する。棒本体 31a

が絶縁被覆部 3 1 b によって覆われることにより、棒本体 3 1 a が貫通しているカソード膜 2 1 と絶縁被覆部 3 1 b に固定されている各支持導線 3 2 とが確実に絶縁される。

[0035] 各アノードワイヤ 2 2 は、これら支持棒 3 1 先端の支持導線 3 2 の間に、支持導線 3 2 に直交する方向に沿って相互に平行に、かつ一定間隔で設けられることにより、カソード膜 2 1 と一定の間隔をおく平行な面状をなすように配置される。これにより、広い面積の電場を形成できる。

[0036] 支持導線 3 2 とアノードワイヤ 2 2 との間は、A g、N i、C u、A l、A u のいずれかの系の導電性接合材（図示略）によって電氣的、機械的に接合されている。導電性接合材は、例えば、銀系接合材の場合には、具体的には、銀系粉末と樹脂等からなる銀ペーストを塗布して固化することにより形成される。支持導線 3 2 とアノードワイヤ 2 2 との接合部は、さらにエポキシ樹脂等の接着剤を付着させて補強される。なお、支持導線 3 2 とアノードワイヤ 2 2 との接合は、直接くくりつけてねじ止めする構造や、金具でかしめる構造等を採用してもよい。

[0037] 図 2、3 に示すように、これらアノードワイヤ 2 2 及びカソード膜 2 1 に、外部の電源（図示略）と接続するためのケーブル 4 1 が接続されている。ケーブル 4 1 は例えば同軸ケーブルであり、内部導線 4 1 a と、内部導線 4 1 a から絶縁された外部導線 4 1 b とを有し、箱型容器 1 1 の天板部 1 2 にコネクタ 4 2 によって固定される。内部導線 4 1 a はコネクタ 4 2 を介して支持導線 3 2 に電氣的に接続され、外部導線 4 1 b はコネクタ 4 2 を介してカソード膜 2 1 に電氣的に接続される。

[0038] カソードワイヤ 2 3 は、箱型容器 1 1 の内側に設けた矩形の枠部材 3 5 に固定されている。枠部材 3 5 は、アクリル樹脂等の合成樹脂からなり、その表面の全面にスパッタリング等によって導電材料からなる導電膜 3 5 a が形成され、天板部 1 2 のカソード膜 2 1 に接合した状態で各側板部 1 4 の内面に固定されている。この枠部材 3 5 において 1 8 0° 対向する二辺の下端に、これらの間に架け渡された状態で複数本のカソードワイヤ 2 3 が相互に平

行に設けられている。これらカソードワイヤ23が枠部材35の下端に並べられるため、これらカソードワイヤ23も枠部材35の下端間にまたがる面状に配置される。

[0039] これらカソードワイヤ23と枠部材35の導電膜35aとの間、及び枠部材35の導電膜35aと天板部12のカソード膜21との間は、アノードワイヤ22と支持導線32との接合に用いたものと同様の銀系接合材によって電氣的、機械的に接合されている。カソードワイヤ23が枠部材35の導電膜35aに接合され、導電膜35aが天板部12のカソード膜21に接合しているので、カソードワイヤ23とカソード膜21とは電氣的に接続される。

[0040] 前述したように、各アノードワイヤ22はカソード膜21に対して平行に一定の間隔をおいてかつ相互に平行に配置され、各カソードワイヤ23も各アノードワイヤ22により形成される面に対して平行に一定の間隔をおいてかつ相互に平行に配置される。各アノードワイヤ22と各カソードワイヤ23とも相互に平行に配置される。

[0041] カソード膜21、各アノードワイヤ22及び各カソードワイヤ23は、いずれも α 線放射元素含有量の少ない導電材料からなる。例えば、カソード膜21としては銅又はアルミニウムが用いられ、アノードワイヤ22及びカソードワイヤ23としては高純度(5N)のタングステン線が用いられる。例えばタングステン線を使用する場合、強度が高いため直径10 μ m以下でも切れにくい。

[0042] 支持導線32や枠部材35表面の導電膜35aも、ウラン、トリウム、鉛等の α 線放射元素の含有量が合計で1ppb未満である銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、タングステン、タングステン合金といった導電材料が用いられる。例えば、支持導線32は直径1mm以上10mm以下の高純度(5N)の銅線が用いられる。

[0043] カソード膜21の厚みは100nm以上200nm以下が好ましい。アノードワイヤ22及びカソードワイヤ23の直径はいずれも30 μ m以下であ

り、好ましくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上、さらに好ましくは $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。アノードワイヤ22どうしの間隔（線間距離） d_1 は 10 mm 以上 20 mm 未満が好ましく、 10 mm 以上 19 mm 以下がより好ましい。カソードワイヤ23どうしの間隔（線間距離） d_2 は 5 mm 以上 10 mm 以下が好ましく、 5 mm 以上 9 mm 以下がより好ましい。

[0044] アノードワイヤ22により形成される平面とカソード膜21とは、約 1000 cm^2 の面積で対向する。 100 cm^2 以上 1000 cm^2 以下の面積で対向するとよい。これらアノードワイヤ22により形成される平面とカソード膜21との離間距離 h_1 、及び、アノードワイヤ22により形成される平面とカソードワイヤ23により形成される平面との面間の離間距離 h_2 は、それぞれ 3 mm 以上 10 mm 未満に設定され、 3 mm 以上 9 mm 以下がより好ましい。本実施形態では離間距離 h_1 と離間距離 h_2 とは同一であるが、異なってもよい。

[0045] なお、図1～図3は、説明の便宜のため、部分的に誇張した寸法関係に設定しており、実際の寸法関係を忠実に反映したものではない。

[0046] 各アノードワイヤ22及び各カソードワイヤ23は、それぞれ $1\times 10^{-2}\text{ N}$ 以上 $5\times 10^{-2}\text{ N}$ 以下（例えば $4\times 10^{-2}\text{ N}$ ）の張力が付与された状態に懸架される。

[0047] 箱型容器11の底板部13の上面は、 α 線測定対象となる試料Sを載置するための試料保持面13aとなっている。試料保持面13aは、面状に配置されている各カソードワイヤ23の下方に、各カソードワイヤ23が構成する面と平行に配置される。この試料保持面13aに載置される試料Sの上面とカソードワイヤ23との離間距離 h_3 は、 1 mm 以上 3 mm 以下に設定される。試料Sは、必要に応じて適宜の固定手段によって試料保持面13aに固定される。試料Sは、例えば、金属板や樹脂板、金属粉末や樹脂粉末等である。

[0048] 箱型容器11の4つの側板部14のうち、アノードワイヤ22やカソードワイヤ23の両端が対向している2つの側板部14の一方にガス流入口2、

他方にガス排出口3がそれぞれ設けられている。ガス流入口2とガス排出口3は、カソードワイヤ23から離間するように側板部14の下部に設けられ、箱型容器11の1つの隅部から対角上の隅部に向けてガスが流れるように配置されている。ガス流入口2とガス排出口3を上述のように設けることで、ガスの流入に伴う箱型容器11内の気体の流動が、カソードワイヤ23やアノードワイヤ22に大きく作用しないようにして、細いアノードワイヤ22及びカソードワイヤ23の振れや撓み等を防止し、測定精度を向上させることができる。

[0049] 箱型容器11を構成する天板部12、底板部13、側板部14、および支持棒31には、表面抵抗率が $1.0 \times 10^{15} \Omega$ 以上 $1.0 \times 10^{16} \Omega$ 以下のアクリル樹脂やポリカーボネート等の合成樹脂が用いられる。支持棒31において、棒本体31aを覆う絶縁被覆部31bは例えばエポキシ樹脂により形成され、その表面に絶縁性のソルダーレジスト補修材が塗布される。

[0050] 箱型容器11の全体を覆うように金属ケース45が設けられ、アース接続される。

[0051] このように構成された α 線測定装置1を用いて、箱型容器11における底板部13の試料保持面13aに測定対象の試料Sを載置し、アルゴン(Ar)とメタン(CH₄)の混合ガスをガス流入口2から流入させ、カソード膜21及びカソードワイヤ23とアノードワイヤ22との間に外部電源から高電圧を印加し、JEDEC STANDARD JESD221に基づき、試料Sから放出される α 線を測定することができる。

[0052] 外部電源としては、ノイズが低減された外部電源を用いることが好ましい。例えば、外部電源の内部回路基板にシールドを施したり、外部電源の電力供給部へフェライトコアなどのフィルタを設置したり、外部電源のアースラインを増設するなどしてノイズを低減させることができる。

[0053] ガスの流量は300ml/分以上400ml/分以下が適切である。

[0054] この実施形態の α 線測定装置1においては、アノードワイヤ22及びカソードワイヤ23が30 μ m以下と細いため、比較的低い電圧であっても、計

数効率を下げることなく α 線を測定することができる。

- [0055] 図4は、印加電圧（V）と計数効率（cpm：count/min）との一般的な関係を示すグラフであり、電圧の変化があっても計数効率がほとんど変化しないプラトー領域が存在することを示す。 α 線測定においては、通常、このプラトー領域における最低電圧 V_a で印加されるが、本実施形態の α 線測定装置1においては、アノードワイヤ22及びカソードワイヤ23の直径を $30\mu\text{m}$ 以下と細くしたことにより、図4の矢印で示すようにプラトー領域を全体に低電圧側にシフトさせる効果がある。これにより、低い電圧でも計数効率を低下させることなく α 線を測定することができる。
- [0056] したがって、例えば $0.001\text{cpm}/\text{cm}^2$ 以下の低 α 線放出量を、短時間で高い信頼性をもって計測することができる。
- [0057] なお、本発明は上記実施形態に限るものではない。例えば、上記実施形態では、箱型容器11の天板部12にカソード膜21、その下方にアノードワイヤ22、カソードワイヤ23を順次配置し、底板部13に試料保持面13aを配置した。逆に、底板部13にカソード膜21、その上方にアノードワイヤ22、カソードワイヤ23を順次配置し、天板部12に試料保持面を形成してもよい。
- [0058] 上記実施形態ではアノードワイヤ22を支持する支持棒31を、カソード膜21を貫通するように設けたが、必ずしもカソード膜21を貫通していなくてもよい。例えば、箱型容器11の側板部14間に支持導線32を架け渡すように配置し、その支持導線32にアノードワイヤ22を支持させてもよい。
- [0059] 上記実施形態ではカソードワイヤ23を支持する枠部材35の全面を覆う導電膜35aを設けて、導電膜35aをカソード膜21に接合させたが、カソードワイヤ23とカソード膜21とが電氣的に接続状態（同電位）となる構成であれば、この実施形態に限らない。

実施例

- [0060] 上記実施形態にて説明した部品構成の α 線測定装置1を用いて、以下の諸

条件を変えてそれぞれ α 線を測定した。

- [0061] ・アノードワイヤ22の直径 (μm)
・カソードワイヤ23の直径 (μm)
・アノードワイヤ22とカソード膜21との離間距離 h_1 (mm)
・アノードワイヤ22とカソードワイヤ23との離間距離 h_2 (mm)
・アノードワイヤ22の線間距離 d_1 (mm)
・カソードワイヤ23の線間距離 d_2 (mm)
- [0062] 測定対象の試料Sは、錫 (Sn) の圧延板を用い、 α 線放出量が 0.001 cph/cm^2 程度である。
- [0063] 測定条件については、測定面積 1000 cm^2 、ガス流量 400 ml/min 、計数効率80%以上、測定時間100時間以上で実施した。
- [0064] α 線測定装置のバックグランド値と、 0.001 cph/cm^2 を測定するために要する印加電圧 (V_a)、測定時間を計測した。その結果を表1に示す。
- [0065]

[表1]

実験	ワイヤの直径 (μm)		離間距離 (mm)		線間距離 (mm)		印加電圧 (V)	バックグランド値 (c p h)	測定時間 (時間)
	アノード	カソード	h 1	h 2	d 1	d 2			
1	100	120	15	15	30	10	1900	8	240
2	30	0.03	9	8	18.5	9	800	5	160
3	10	10	9	8	18.5	9	650	1	50
4	10	10	15	15	30	10	1330	5	160
5	10	10	12	5	18.5	9	550	3	100
6	10	10	10	7	18.5	9	550	1	50

[0066] 表1に示されるように、アノードワイヤ及びカソードワイヤの直径がいずれも $30\mu\text{m}$ 以下の場合に、バックグランド値が低く、 $0.001\text{c p h}/\text{cm}^2$ を測定に要する時間も短かった。特に、ワイヤ直径がいずれも $10\mu\text{m}$ である実験3では測定に要した時間が短く、50時間以内であった。

産業上の利用可能性

[0067] 計数効率を下げることなく、より低い印加電圧にて α 線を測定でき、バッ

クランドも低減し、低 α 線放出量の試料を短時間で測定できる。

符号の説明

- [0068] 1 α 線測定装置
- 2 ガス流入口
 - 3 ガス排出口
 - 1 1 箱型容器
 - 1 2 天板部
 - 1 3 底板部
 - 1 3 a 試料保持面
 - 1 4 側板部
 - 2 1 カソード膜
 - 2 2 アノードワイヤ
 - 2 3 カソードワイヤ
 - 3 1 支持棒
 - 3 1 a 棒本体（内側絶縁部）
 - 3 1 b 絶縁被覆部
 - 3 2 支持導線
 - 3 5 枠部材
 - 3 5 a 導電膜
 - 4 1 ケーブル
 - 4 1 a 内部導線
 - 4 1 b 外部導線
 - 4 2 コネクタ
 - 4 5 金属ケース
 - S 試料

請求の範囲

- [請求項1] ガス流入口及びガス排出口を有する箱型容器と、
前記箱型容器の内側に設けられたカソード膜と、
前記カソード膜と間隔をおいて平行にかつ相互に平行に間隔をおいて並べられ、相互に電氣的に接続され、直径が $30\mu\text{m}$ 以下である複数本のアノードワイヤと、
前記アノードワイヤと間隔をおいて平行にかつ相互に平行に間隔をおいて並べられ、前記カソード膜と電氣的に接続され、直径が $30\mu\text{m}$ 以下である複数本のカソードワイヤと
を備えることを特徴とする α 線測定装置。
- [請求項2] 前記アノードワイヤの前記直径および前記カソードワイヤの前記直径がいずれも $2\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項1に記載の α 線測定装置。
- [請求項3] 前記アノードワイヤの前記直径と前記カソードワイヤとの前記直径が同じであることを特徴とする請求項1または2のいずれか記載の α 線測定装置。
- [請求項4] 前記カソード膜と前記アノードワイヤとの離間距離、及び前記アノードワイヤと前記カソードワイヤとの離間距離は、いずれも 3mm 以上 10mm 未満であることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の α 線測定装置。
- [請求項5] 前記カソード膜と前記アノードワイヤとの前記離間距離、及び前記アノードワイヤと前記カソードワイヤとの前記離間距離は、いずれも 9mm 以下であることを特徴とする請求項4記載の α 線測定装置。
- [請求項6] 前記アノードワイヤの各線間距離は 10mm 以上 20mm 未満であり、前記カソードワイヤの各線間距離は 5mm 以上 10mm 以下であることを特徴とする請求項1から5のいずれか一項記載の α 線測定装置。
- [請求項7] 前記アノードワイヤの前記線間距離が 19mm 以下であることを特

徴とする請求項 6 記載の α 線測定装置。

[請求項 8] 前記カソードワイヤの前記線間距離が 9 mm 以下であることを特徴とする請求項 6 記載の α 線測定装置。

[請求項 9] 前記箱型容器の内面と各前記アノードワイヤとの間に、絶縁材料からなる複数の支持棒と、 α 線放射元素の含有量が 1 ppb 未満の導電性材料からなり、各前記アノードワイヤの両端部および各前記支持棒に固定され、前記アノードワイヤを保持するとともに各前記アノードワイヤ同士を電氣的に接続する複数の支持導線と、が設けられており、

前記支持棒は、前記カソード膜に形成された孔を貫通して前記箱型容器内に一部分が露出する棒状の内側絶縁部と、前記箱型容器内に露出する部分の前記内側絶縁部を覆う絶縁被覆部とを有することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項記載の α 線測定装置。

[請求項 10] 各前記アノードワイヤと各前記支持導線との接合部を固定する導電性接合材を備えることを特徴とする請求項 9 記載の α 線測定装置。

[請求項 11] 前記支持導線は直径 1 mm 以上 10 mm 以下の銅線であることを特徴とする請求項 9 記載の α 線測定装置。

[請求項 12] 前記ガス流入口及び前記ガス排出口は、前記箱型容器の前記カソードワイヤと底面との間の側板部に形成されていることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか一項記載の α 線測定装置。

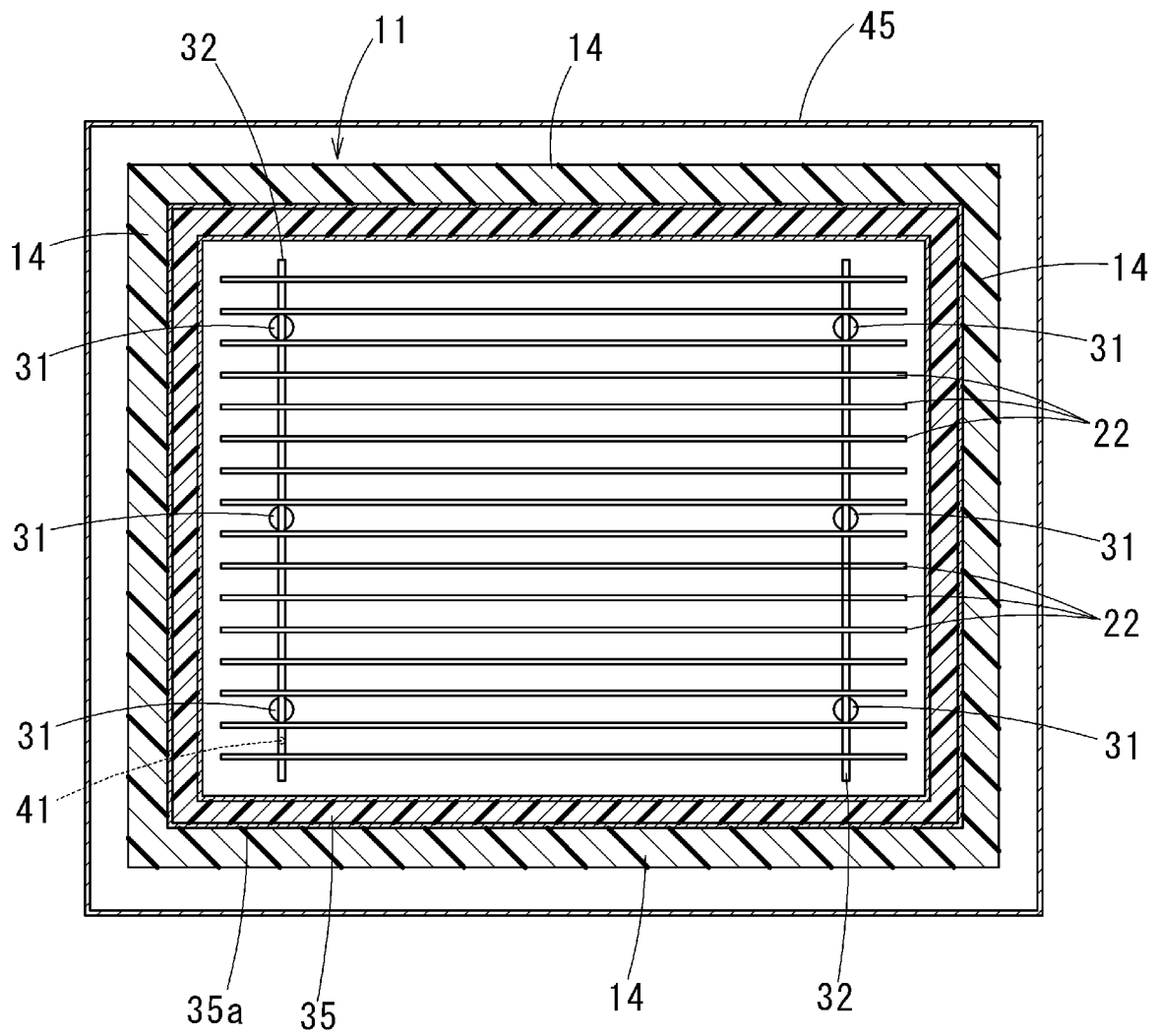
[請求項 13] 前記カソード膜は銅又はアルミニウムからなることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか一項記載の α 線測定装置。

[請求項 14] 前記カソード膜の厚さは 100 nm 以上 200 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれか一項記載の α 線測定装置。

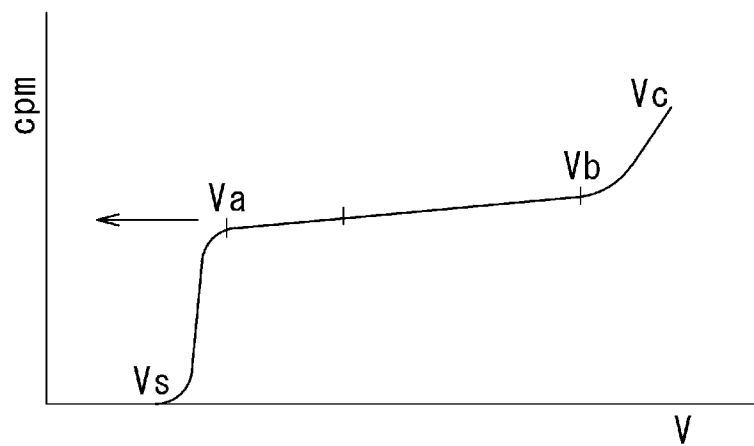
[請求項 15] 前記アノードワイヤおよび前記カソードワイヤはタングステン線であることを特徴とする請求項 1 から 14 のいずれか一項記載の α 線測定装置。

[請求項16] 各前記アノードワイヤにより形成される平面とカソード膜とは100 cm²以上1000 cm²以下の面積で対向することを特徴とする請求項1から15のいずれか一項記載の α 線測定装置。

[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/016962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01T1/18 (2006.01) i, H01J47/06 (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)

Int.Cl. G01T1/18, G01T1/185, H01J47/00-26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
A	JP 61-54489 A (SUMITOMO ALUM SMELT CO., LTD.) 18 March 1986, entire text, all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 5-41196 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 19 February 1993, paragraphs [0019]-[0040], fig. 1-5 (Family: none)	1-16
A	JP 1-211852 A (LABORATORIUM PROF. DR. RUDOLF BERTHOLD) 25 August 1989, entire text, all drawings & US 4965861 A, entire text, all drawings & EP 312829 A2 & DE 3735296 A1 & DE 3744808 A1	1-16
A	JP 63-238587 A (BETADIENE CORPORATION) 04 October 1988, entire text, all drawings (Family: none)	1-16
A	US 5019711 A (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF MICHIGAN) 28 March 1991, entire text, all drawings (Family: none)	1-16

☐ 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
03 July 2019 (03.07.2019)

Date of mailing of the international search report
16 July 2019 (16.07.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01T1/18(2006.01)i, H01J47/06(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. G01T1/18, G01T1/185, H01J47/00-26

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
A	JP 61-54489 A (住友アルミニウム精錬株式会社) 1986.03.18, 全文および全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 5-41196 A (三菱電機株式会社) 1993.02.19, 第[0019] - [0040] 段落および第1-5図 (ファミリーなし)	1-16

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

03.07.2019

国際調査報告の発送日

16.07.2019

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)

藤本 加代子

2 G

4 4 5 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 1-211852 A (ラボラトリウム プロフェツサー ドクター ルドルフ ベルトホルト) 1989.08.25, 全文および全図 & US 4965861 A, 全文および全図 & EP 312829 A2 & DE 3735296 A1 & DE 3744808 A1	1-16
A	JP 63-238587 A (ベータジエン・コーポレーション) 1988.10.04, 全文および全図 (ファミリーなし)	1-16
A	US 5019711 A (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF MICHIGAN) 1991.03.28, 全文および全図 (ファミリーなし)	1-16