

(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
2020年3月19日(19.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/053979 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/20 (2006.01) H01J 37/29 (2006.01)
H01J 37/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/033745
- (22) 国際出願日: 2018年9月12日(12.09.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社日立ハイテクノロジーズ (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山岡 正作 (YAMAOKA Masahiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 長谷

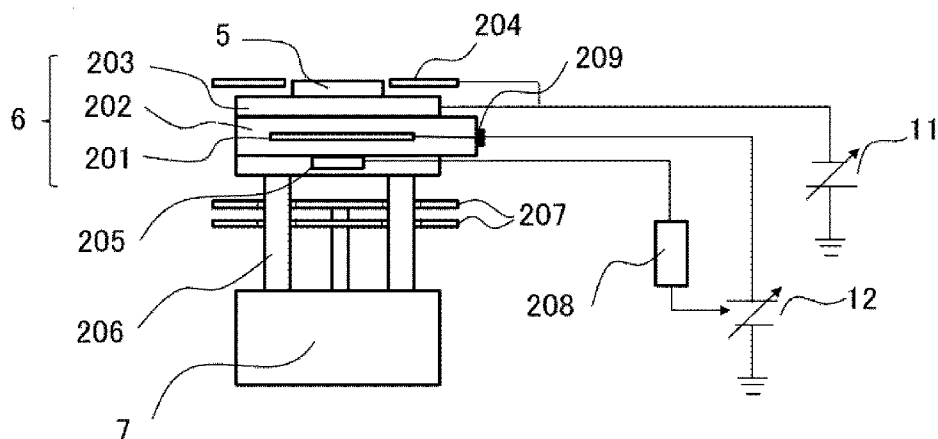
川 正樹(HASEGAWA Masaki); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 菅谷 昌和(SUGAYA Masakazu); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 古川 明広(FURUKAWA Akihiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 小貫 勝則(ONUKE Katsunori); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目13番11号 Tokyo (JP).

(54) Title: MIRROR ELECTRON INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称: ミラー電子式検査装置

図 1



(57) Abstract: Provided is a mirror electron inspection device that is a defect inspection device for detecting defects of, for example, a semiconductor substrate and evaluates the temperature dependence of the defects in vacuum. A heating stage (6) is mounted through an electrically and thermally insulated fixing member (206) on a moving stage (7) installed in a sample chamber of the device, wherein said heating stage (6) has: a heater (heat generating body) (201) that is electrically insulated and covered with an insulator (202); a heater base (203) mounted with a sample (5); and a heat shield plate serving also as an equipotential surface (204). A heater power supply (12) is connected to the heater (heat generating body) (201). A sample application power supply (11) is connected to the heater base (203). The heater power supply (12) and the sample application power supply (11) are electrically isolated from each other.

(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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, 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))

(57) 要約: 半導体基板などの欠陥を検出する欠陥検査装置で、その温度依存性を真空中において評価するミラー電子式検査装置を提供する。装置の試料室に設置される移動ステージ(7)上に、電気絶縁及び熱絶縁された固定部材(206)を介して、電気絶縁された絶縁物(202)で覆われたヒーター(発熱体)(201)と、試料(5)が搭載されたヒータベース(203)と、熱遮蔽板兼等電位面(204)を有する加熱ステージ(6)が搭載される。ヒーター(発熱体)(201)には、ヒーター電源(12)を接続し、ヒータベース(203)には、試料印加電源(11)を接続する。ヒーター電源(12)と試料印加電源(11)は電氣的に分離する。

明 細 書

発明の名称：ミラー電子式検査装置

技術分野

[0001] 本発明は欠陥検査装置に係わり、特に電子線照射で形成される画像に基づき欠陥を検査するミラー電子式検査装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造工程では、鏡面状に研磨された半導体ウェハ上に微細な回路を形成する。このようなウェハ上に異物や傷、あるいは結晶欠陥や結晶の変質層などが存在すると、回路パターンの形成過程において、欠陥や材質劣化が生じ、製造されたデバイスが正常に動作しなくなったり、動作の信頼性が劣化したりし製品として成り立たない。

[0003] パワーデバイスで使用されるSiCは、従来から用いられてきたSi半導体に比べ高い絶縁破壊耐圧、化学的安定性、高硬度など、パワーデバイス材料としての諸特性に優れている。その反面、パワーデバイスの性能に直接影響を与える、結晶成長中に発生した転位などの結晶欠陥が残存するとともに、結晶擾乱の無いウェハ表面を形成する加工、研磨は難しく、加工による結晶変質層の完全な除去は困難である。

[0004] そのため、信頼性確保のためには、ウェハに存在するこれらの欠陥の管理が必要となり、非破壊で精度良く結晶欠陥を検出する装置が必要となる。このようなSiCウェハの結晶欠陥、加工ダメージの非破壊検査を実現するための方法の一つとして、ミラー電子顕微鏡が考案されている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2016-139685号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述のように、SiCパワーデバイスは冷却が不要で高温で利用できるデバイスであるが、その基材であるSiCパワーデバイスの製造過程において加工ダメージや内部欠陥が存在し、デバイスとして高温状態での使用時に内部破壊を起こす可能性を秘めている。しかしながら、鏡面加工されたウェハ表面から内部に及ぶ欠陥は、半導体ウェハの一般的な光学的手法による表面検査装置を用いても、原子レベル以下のため欠陥を把握することは困難である。

[0007] 特許文献1に開示されているようなミラー電子顕微鏡による観察を行うことによって、精度よく内部欠陥を顕著化することができるが、試料を加熱する機構を持っていないため、内部欠陥の温度依存性を見出すことは出来ない。そのため、常温環境では観察が困難であった欠陥の発生のメカニズムを非破壊で効率的に検出することが出来ないという課題がある。

[0008] 本発明は、上記課題を解決し、基材時の内部欠陥の温度依存性を効率良く観察することができるミラー電子式検査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] 上記の目的を達成するため、本発明においては、ミラー電子式検査装置であって、試料を移動する移動ステージと、移動ステージ上に固定部材を介して搭載され、試料を加熱するヒーターを含む電気絶縁された加熱ステージと、電子源からの照射電子が試料に当たる前に、照射電子を反射させる電圧を印加する試料印加電源と、ヒーターに電圧を印加するヒーター電源とを備えるミラー電子式検査装置を提供する。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、負の電圧を試料に印加した状態で加熱ステージにより加熱温調を行うことができ、試料内部に存在する欠陥の有無や欠陥の成長過程、欠陥の温度依存性を見出すことが出来る。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明における加熱ステージの概略を説明する図。

[図2]本発明における加熱ステージの概略を説明する図。

[図3]本発明における加熱ステージの概略を説明する図。

[図4]本発明における加熱ステージの概略を説明する図。

[図5]本発明の加熱ステージをミラー電子顕微鏡に用いた構成概念を説明する図

[図6A]本発明における加熱ステージの発熱体形状を説明する図。

[図6B]本発明における加熱ステージの発熱体形状を説明する図。

[図6C]本発明における加熱ステージの発熱体形状を説明する図。

[図6D]本発明における加熱ステージの発熱体形状を説明する図。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施をするための形態を図面に従い説明する。本願発明者は、ミラー電子顕微鏡の構成を、試料であるSiC基材を真空内で所定の温度に加熱して観察できるものとするることにより、試料の内部に存在する欠陥の温度依存性を観察することが出来ると考察した。しかしながら、ミラー電子顕微鏡で観察を行う場合、試料に電子線の加速電圧とほぼ等しい負の電圧を印加する必要がある。この負の高電圧が印加された試料もしくは試料が搭載された試料ホルダを熱伝導で加熱する場合、熱伝導用の加熱ヒーターと加熱される部材との間に電気絶縁性の高い部材を介在させる必要がある。この高電気絶縁性の部材を介在させないと、加熱ヒーターの導体を通して高電圧がヒーター電源および装置本体に印加され、装置を破損してしまう恐れがあるからである。以下、上記の考察に基づく本発明の電気絶縁された加熱ステージを備えたミラー電子式検査装置の種々の実施例を順次説明する。

実施例 1

[0013] 実施例 1 は、電気絶縁された加熱ステージを移動ステージ上に固定部材を介して搭載する構成のミラー電子式検査装置の実施例である。すなわち、ミラー電子式検査装置であって、試料を移動する移動ステージと、移動ステージ上に固定部材を介して搭載され、試料を加熱するヒーターを含む電気絶縁された加熱ステージと、電子源からの照射電子が試料に当たる前に、照射電子を反射させる電圧を印加する試料印加電源と、ヒーターに電圧を印加するヒーター電源とを備えるミラー電子式検査装置の実施例である。

- [0014] 図1に示すように、本実施例においては、後で説明するミラー電子顕微鏡の真空中に保たれた試料室に設置される移動ステージ7上に、電気絶縁かつ熱絶縁された固定部材206を介して、加熱ステージ6を搭載する。固定部材206は、加熱ステージ6に印加する高電圧に対して、十分な沿面距離を確保し、移動ステージ7に地絡しない電気絶縁性のあるセラミック等の部材を用いる。真空中において使用できる、熱伝導率が小さく電気絶縁性が大きいマシナブルセラミック等を用いるのが望ましい。
- [0015] 加熱ステージ6は、ヒーター（発熱体）201と、その周りを囲みヒーター（発熱体）201を電気絶縁する絶縁物202、その上部に設置されヒーター（発熱体）201の熱伝導及び輻射により加熱されるヒータベース203、更には熱遮蔽板兼等電位面の部材204や温度センサ205を含む。
- [0016] 加熱ステージ6と移動ステージ7の間には、ヒーター（発熱体）201の発熱に伴う輻射熱を遮断するために、熱遮蔽板207を少なくとも一枚設けることにより、ヒーター（発熱体）201からの輻射熱による移動ステージ7への影響を少なくすることができる。
- [0017] 試料5は、絶縁物202で絶縁されたヒーター（発熱体）201の熱伝導及び輻射により加熱されるヒータベース203上に搭載される。試料5は、試料ホルダに搭載された状態で、ヒータベース203上に搭載されても良い。試料印加電源11により高電圧が印加されるヒータベース203とヒーター電源12が接続されるヒーター（発熱体）201とが、電氣的に絶縁破壊を起こさないように絶縁物202の厚みを確保し、また、ヒータベース203の端からヒーター（発熱体）201の電力供給端子209までの沿面距離を確保することにより、試料印加電源11の出力がヒーター電源12に回り込まないように構成する。
- [0018] 絶縁物202は、試料室内の真空中において基材内部からの脱ガスが少なく、かつ熱伝導率が良く、絶縁破壊強さが高いPBN（Pyrolytic Boron Nitride）や窒化ケイ素、窒化アルミ、サファイヤ、ジルコニア、イットリア、アルミナなどが望ましい。本実施例では、PG(Pyrolytic Graphite)/PBNヒーターやセラミックヒーターに代表される発熱体を、電力供給端子の部分を除いて絶

縁材で覆った構造を特徴とするヒーターを用いる。

[0019] 試料5、ヒータベース203、熱遮蔽板兼等電位面の部材204には、ミラー電子顕微鏡の試料室の外に置かれた試料印加電源11から負の電圧を与える構造となっている。また、ヒーター（発熱体）201には、ミラー電子顕微鏡の試料室の外からヒーター電源12によって電力が供給される構造となっている。

[0020] 本実施例の構成において、試料5の加熱温度設定は、温度センサ205及びその出力が接続される温度コントローラ208により、ヒーター電源12を制御することにより行う。この時、試料5、ヒータベース205、部材204、ヒーター（発熱体）201、温度センサ205及び温度コントローラ208は、絶縁物202で電気絶縁され、電氣的に分離されている。

[0021] 部材204は、ヒーター（発熱体）201の輻射熱によるミラー電子顕微鏡の対物レンズへの熱影響を軽減すると共に、ミラー電子顕微鏡の特徴である試料近傍の等電位面の均一性を得るため、試料近傍での等電位面の乱れ防止を目的として、図1に示すように、試料表面と同じ平面で試料を囲んで配置する。導電性部材からなる部材204を配置し、試料5に印加する負の電圧と同じ電位を同時に印加することにより、等電位面の乱れの少ない観察像を得ることが可能となる。また、熱遮蔽板としての部材204は、加熱ステージ6の輻射熱によるミラー電子顕微鏡の対物レンズへの熱影響を軽減する。すなわち、加熱ステージ6は、熱遮蔽板であって試料5の周りに等電位面を形成する部材204を有し、この部材は試料の回りを囲む円板形状を有し、試料に印加される電圧が印加される。

[0022] 続いて、本実施例に用いるヒーター（発熱体）6の好適な構成例を、図6A～図6Dを用いて説明する。図6Aに示すように、同図に灰色で示すヒーター（発熱体）601は、電子線への磁場604の影響を軽減させるため、その材料を非磁性材料とし、隣り合う発熱体に流れる電流603の方向を同図に示すように反対に設定する。すなわち、ヒーター（発熱体）601は非磁性材料の発熱体であり、発熱体から発生する磁場を低減する形状を有する。すなわち、磁場を低減する形状として、ヒーター電源12の加熱電流が逆方向に流れる平行パ

ターンを含む形状を有する。この発熱体の形状により、電流603により発生する磁場604の向きを相殺せることで、発生する磁場604の影響を軽減することが可能となり、ヒーター（発熱体）601に通電した状態を保持することができるため、温度コントローラ208で設定した温度を維持した状態で、ミラー電子顕微鏡における観察が可能となる。

- [0023] 図6Bから図6Dに、ヒーター（発熱体）601の形状の他の構成例を示す。また、灰色で示すヒーター（発熱体）の電力供給端子209は、ヒーター（発熱体）の本体部から離れた部分に配置することで、電力供給端子部の温度上昇の軽減を図ると共に、搭載されるヒータベース203の端からの沿面距離を確保することが可能となり、ヒータベース203に印加される高電圧が電力供給端子部に短絡することを防止することが可能となる。更に、図6Bでは、図6C、図6Dの構成と比較し、2個の灰色で示すヒーター（発熱体）を左右に対象配置することで、電力供給端子209に至る沿面距離を確保する部分においても、隣り合う発熱体に流れる電流603の方向を反対に設定できるため、発生する磁場の影響をより少なくすることができる。

- [0024] 本実施例により、ミラー電子顕微鏡において、試料に照射電子が当たる前に反射させる負の電圧を印加しつつ、試料の加熱温調が可能な電気絶縁された加熱ステージを搭載することにより、常温環境では観察ができなかった試料内部に存在する欠陥の出現及び欠陥の成長過程、欠陥の温度依存性の観察が可能となる。

実施例 2

- [0025] 実施例2は、ミラー電子顕微鏡の電気絶縁された加熱ステージを移動ステージ上に固定部材を介して搭載する他の構成の実施例である。以下の説明においては、実施例1の構成と異なる部分を中心に説明し、同一部分の説明を省略する。

- [0026] 図2に示すように、加熱ステージ6は、移動ステージ7上に電気絶縁かつ熱絶縁された固定部材206を介して搭載される。本実施例の加熱ステージ6では、試料5は、その上下から挟み込む電気絶縁物302で絶縁されたヒーター（発

熱体) 301の熱伝導及び輻射により加熱されたヒータベース203上に搭載される。高電圧が印加されるヒータベース203とヒーター(発熱体) 301とが電氣的に絶縁破壊を起こさないように、上下の電気絶縁物302の厚みを確保し、また、ヒータベース203の端からヒーター(発熱体) 301の電力供給端子209までの沿面距離を確保することにより、試料印加電源11の出力がヒーター電源12に回り込まないようにしている。ヒーター(発熱体) 301の構成は、実施例1同様、図6A-図6Dを利用することができる。

[0027] 本実施例では、ヒーター(発熱体) 301が、上下に配置した板状の絶縁物302で挟まれた形状を特徴とする。ヒーター(発熱体) 301には、外部からヒーター電源12によって電力が供給される。試料の加熱温度設定は、電気絶縁物302を介して温度センサ205及び温度コントローラ208によりヒーター電源12を制御することにより行う。この時、試料5、ヒータベース203、部材204とヒーター(発熱体) 301、温度センサ205及び温度コントローラ208は、電気絶縁され、電氣的に分離されている。

[0028] 本実施例のミラー電子顕微鏡においても、導電性部材からなる部材204を配置し、試料5に印加する負の電圧と同じ電位を同時に印加することにより、等電位面の乱れの少ないミラー電子観察像を得ることができ、試料内部に存在する欠陥の有無や欠陥の成長過程、欠陥の温度依存性を見出すことが出来る。

実施例 3

[0029] 実施例3は、ミラー電子顕微鏡の電気絶縁された加熱ステージを移動ステージ上に固定部材を介して搭載する他の構成の実施例である。以下の説明においては、実施例1、2の構成と異なる部分を中心に説明し、同一部分の説明を省略する。

[0030] 図3に示すように、加熱ステージ6は、移動ステージ7上に電気絶縁かつ熱絶縁された固定部材404を介して搭載される。固定部材404は、加熱ステージ6に印加する高電圧に対して、十分な沿面距離を確保し、移動ステージ7に地絡しない電気絶縁性のあるセラミック等の部材を用いる。固定部材404に搭載さ

れる加熱ステージ6は、カップ型の絶縁材402を備えている。固定部材404は、カップ型の絶縁材402の高さに対応する分、固定部材206より低い高さとする。すなわち、絶縁物402は、固定部材上に搭載されるカップ型の形状を有し、更に、ヒーター電源12に接続されるヒーターの電力供給端子209を、カップ型の形状の絶縁物の側面に配置する。

[0031] 更に、加熱ステージ6と移動ステージ7の間には、ヒーター（発熱体）401の発熱に伴う輻射熱を遮断するために、熱遮蔽板403と、熱遮蔽板207を少なくとも複数枚設けることにより、輻射熱による移動ステージ7への影響を少なくすることができる。

[0032] 試料5は、絶縁物402で絶縁されたヒーター（発熱体）401の熱伝導及び輻射により加熱されたヒータベース203上に搭載される。高電圧が印加されるヒータベース203とヒーター（発熱体）401とが、電氣的に絶縁破壊を起こさないようにカップ型の絶縁物402の上面の厚みを確保し、また、カップ型の絶縁物402の側面の高さを十分取ることにより、ヒーター（発熱体）401への電力供給端子までの沿面距離を確保し、ヒータベース203などに印加される試料印加電源11の出力がヒーター電源12に回り込まないようにしている。本実施例のヒーター（発熱体）401の構成は、実施例1同様、図6A－図6Dを利用することができる。

[0033] 本実施例では、ヒーター（発熱体）401を電力供給端子209の部分を除いて、カップ型の絶縁材402で覆った構造を特徴とする。このように、カップ型の絶縁物402で覆われたヒーター（発熱体）401を用い、その側面の高さを高くすることにより、図3に示すように、電力供給端子209をヒータベース203の端から遠ざけることが可能となり、沿面距離を確保し易くなる。

[0034] 本実施例のミラー電子顕微鏡においても、導電性部材からなる部材204を配置し、試料5に印加する負の電圧と同じ電位を同時に印加することにより、等電位面の乱れの少ないミラー電子観察像を得ることができ、試料内部に存在する欠陥の有無や欠陥の成長過程、欠陥の温度依存性を見出すことが出来る。

実施例 4

[0035] 実施例 4 は、ミラー電子顕微鏡の電気絶縁された加熱ステージを移動ステージ上に固定部材を介して搭載する他の構成の実施例である。以下の説明においては、上述した実施例の構成と異なる部分を中心に説明し、同一部分の説明を省略する。

[0036] 図 4 に示すように、加熱ステージ 6 は、移動ステージ 7 上に電気絶縁かつ熱絶縁された固定部材 206 を介して搭載される。試料 5 は、電気絶縁物 502 で絶縁された円筒型のヒーター（発熱体）501 の熱伝導及び輻射により加熱されたヒータベース 503 上に搭載される。高電圧が印加されるヒータベース 503 とヒーター（発熱体）501 とが、電氣的に絶縁破壊を起こさないように電気絶縁物 502 の厚みを確保し、また、ヒータベース 503 の端からヒーター（発熱体）501 への電力供給端子までの沿面距離を確保することにより、試料印加電源 11 の出力がヒーター電源 12 に回り込まないようにしている。

[0037] 本実施例では、PG/PBN ヒーターやセラミックヒーターに代表される発熱体 501 を、電力供給端子 209 を除いて、電気絶縁材 502 で覆った構造を特徴とする円筒型のヒーターを用いる。なお、円筒型のヒーターは複数設置しても良い。

[0038] 本実施例のミラー電子顕微鏡においても、導電性部材からなる部材 204 を配置し、試料 5 に印加する負の電圧と同じ電位を同時に印加することにより、等電位面の乱れの少ないミラー電子観察像を得ることができ、試料内部に存在する欠陥の有無や欠陥の成長過程、欠陥の温度依存性を見出すことが出来る。

実施例 5

[0039] 実施例 5 は、実施例 1 - 4 で説明した構成の加熱ステージを用いるミラー電子顕微鏡の実施例である。図 5 は、実施例 1 - 4 で説明した加熱ステージを用いるミラー電子顕微鏡も一構成例を示す。但し、図 5 には真空排気用ポンプやその制御装置、ステージの制御装置、排気系配管、試料の搬送系などは省略する。

- [0040] 同図において、電子光学鏡体として試料表面に向けて電子ビームを導く照射系2と、試料表面から戻ってきた電子ビームを結像する結像系8の二つの電子光学系で構成され、それぞれに電子レンズを備えている。両方の電子光学系の合流部分には行きと帰りの電子ビームを分離するためのセパレータ3が配置されている。ここでは、電場と磁場を組み合わせたE×B偏向器を利用したセパレータ3を用いている。E×B偏向器は、上方からきた電子線を偏向し、下方から来た電子線を直進させるように設定できる。
- [0041] 試料5は、真空排気された試料室14内に設置された移動ステージ7に、電気絶縁部材を介して試料ホルダ13が設置され、その上に搭載される。上述の通り、試料ホルダ13を使用することなく、直接加熱ステージ6に載置しても良い。移動ステージ7の駆動方式は、直交する二つの直進運動、また、これらに加えて、上下方向の直進運動や、傾き方向の運動が追加されてよい。移動ステージ7はこれらの運動により、試料5の表面上の全面あるいは一部分を、電子線照射位置である対物レンズ4の光軸上の位置に移動させる。
- [0042] 試料表面に負電位を形成するため、高圧電源である試料印加電源11は、電子線の加速電圧とほぼ等しい負電圧を試料ホルダ13に印加している。実施例1－4で説明した通り、試料印加電源11、ヒーター電源12、温度コントローラ208は試料室の外部に設置される。
- [0043] 照射電子線101は、試料ホルダ13に印加された負電圧によって形成される減速電界によって試料の手前で減速される。試料ホルダ13に印加する負電圧は、試料5に衝突する前に反対方向に電子軌道が反転するように、調整をしておく。試料5で反射された電子は、ミラー電子102となり、結像系の電子光学系8を通り蛍光板9を介してカメラ10で撮影される。撮影された画像の解釈に関しては、ここでは割愛する。
- [0044] 本実施例のミラー電子顕微鏡においては、実施例1－4で説明したヒーター（発熱体）、熱遮蔽板兼等電位面の部材等を備える電気絶縁された加熱ステージを用いた構成とするため、負の電圧を試料に印加した状態での加熱温調を行うことができ、常温状態下において観察することが出来なかった、試

料内部に存在する欠陥の有無や欠陥の成長過程、欠陥の温度依存性を見出すことが出来る。

[0045] 本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明のより良い理解のために詳細に説明したのであり、必ずしも説明の全ての構成を備えるものに限定されない。また、上述した実施例は、ミラー電子顕微鏡などのミラー電子式検査装置を使って説明したが、その他、電子顕微鏡などの荷電粒子線装置にも適用できる。

符号の説明

- [0046] 1 電子源
2 コンデンサレンズ
3 セパレータ
4 対物レンズ
5 試料
6 加熱ステージ
7 移動ステージ
8 電子レンズ
9 蛍光板
10 カメラ
11 試料印加電源
12 ヒーター電源
13 試料ホルダ
14 試料室
101 行きの電子
102 帰りの電子
201、301、401、501、601 ヒーター（発熱体）
202、302、402、502、504、602 絶縁物
203、503 ヒータベース

- 204 部材
- 205 温度センサ
- 206、404 固定部材
- 207、403 熱遮蔽板
- 208 温度コントローラ
- 209 電力供給端子
- 603 電流の方向
- 604 電流による磁場

請求の範囲

- [請求項1] ミラー電子式検査装置であって、
試料を移動する移動ステージと、
前記移動ステージ上に固定部材を介して搭載され、前記試料を加熱するヒーターを含む電気絶縁された加熱ステージと、
電子源からの照射電子が前記試料に当たる前に、前記照射電子を反射させる電圧を印加する試料印加電源と、
前記ヒーターに電圧を印加するヒーター電源と、を備える、
ことを特徴とするミラー電子式検査装置。
- [請求項2] 請求項1記載のミラー電子式検査装置であって、
前記加熱ステージは、
前記試料印加電源と前記ヒーター電源を電氣的に絶縁する絶縁物を有する、
ことを特徴とするミラー電子式検査装置。
- [請求項3] 請求項2記載のミラー電子式検査装置であって、
前記絶縁物は、前記ヒーターを取り囲んで配置される、
ことを特徴とするミラー電子式検査装置。
- [請求項4] 請求項1記載のミラー電子式検査装置であって、
前記加熱ステージは、熱遮蔽板であって前記試料の周りに等電位面を形成する部材を有する、
ことを特徴とするミラー電子式検査装置。
- [請求項5] 請求項4記載のミラー電子式検査装置であって、
前記部材は前記試料の回りを囲む円板形状を有し、前記試料に印加される電圧が印加される、
ことを特徴とするミラー電子式検査装置。
- [請求項6] 請求項1記載のミラー電子式検査装置であって、
前記ヒーターは非磁性材料の発熱体であり、前記発熱体から発生する磁場を低減する形状を有する、

ことを特徴とするミラー電子式検査装置。

[請求項7] 請求項6記載のミラー電子式検査装置であって
前記磁場を低減する形状は、前記ヒーター電源の加熱電流が逆方向に
流れる平行パターンを含む、
ことを特徴とするミラー電子式検査装置。

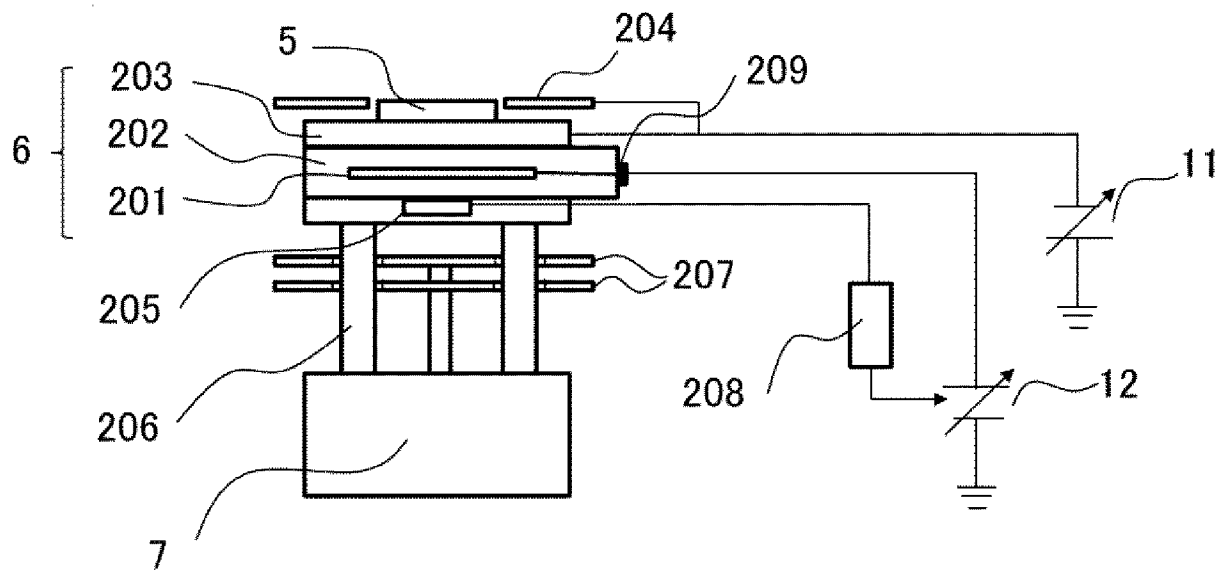
[請求項8] 請求項2記載のミラー電子式検査装置であって、
前記絶縁物は、前記固定部材上に搭載されるカップ型の形状を有する
、
ことを特徴とするミラー電子式検査装置。

[請求項9] 請求項8記載のミラー電子式検査装置であって、
前記ヒーター電源に接続される前記ヒーターの電力供給端子を、カッ
プ型の形状の前記絶縁物の側面に配置する、
ことを特徴とするミラー電子式検査装置。

[請求項10] 請求項2記載のミラー電子式検査装置であって、
前記固定部材は、前記加熱ステージからの輻射熱を遮断する、少なく
とも一枚の熱遮蔽板を有する。
ことを特徴とするミラー電子式検査装置。

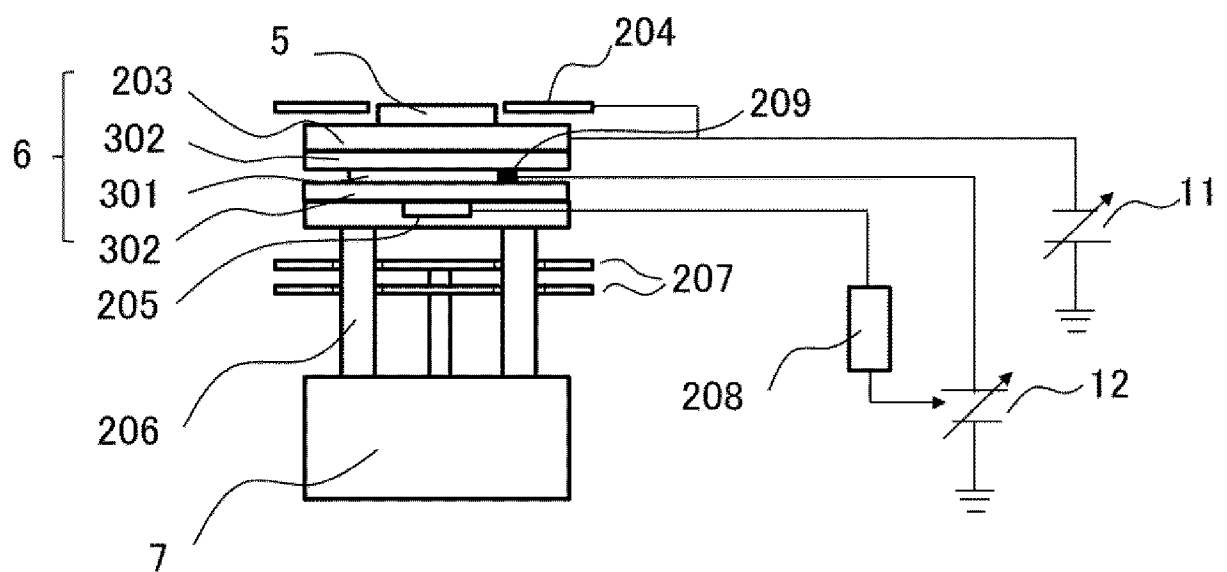
[図1]

図 1



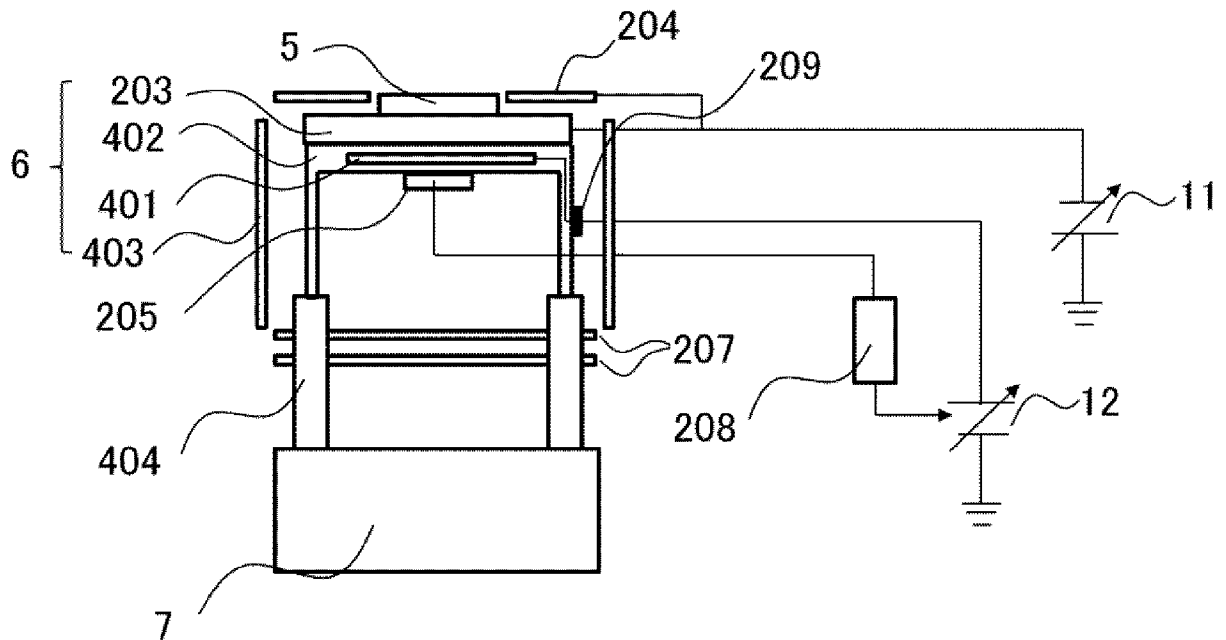
[図2]

図 2



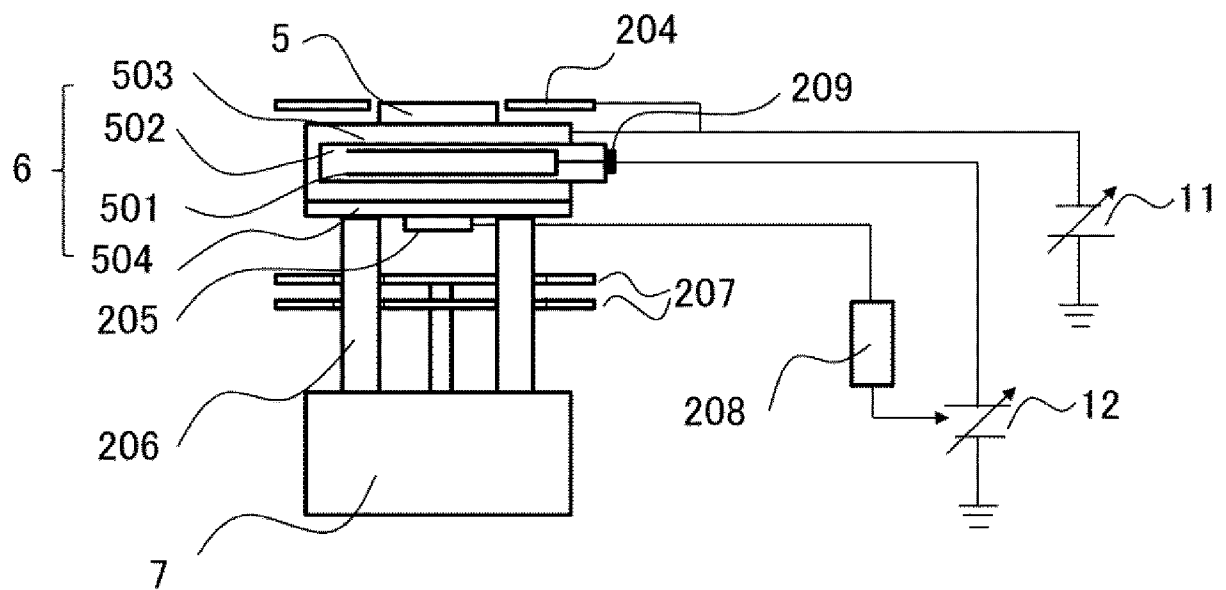
[図3]

図 3



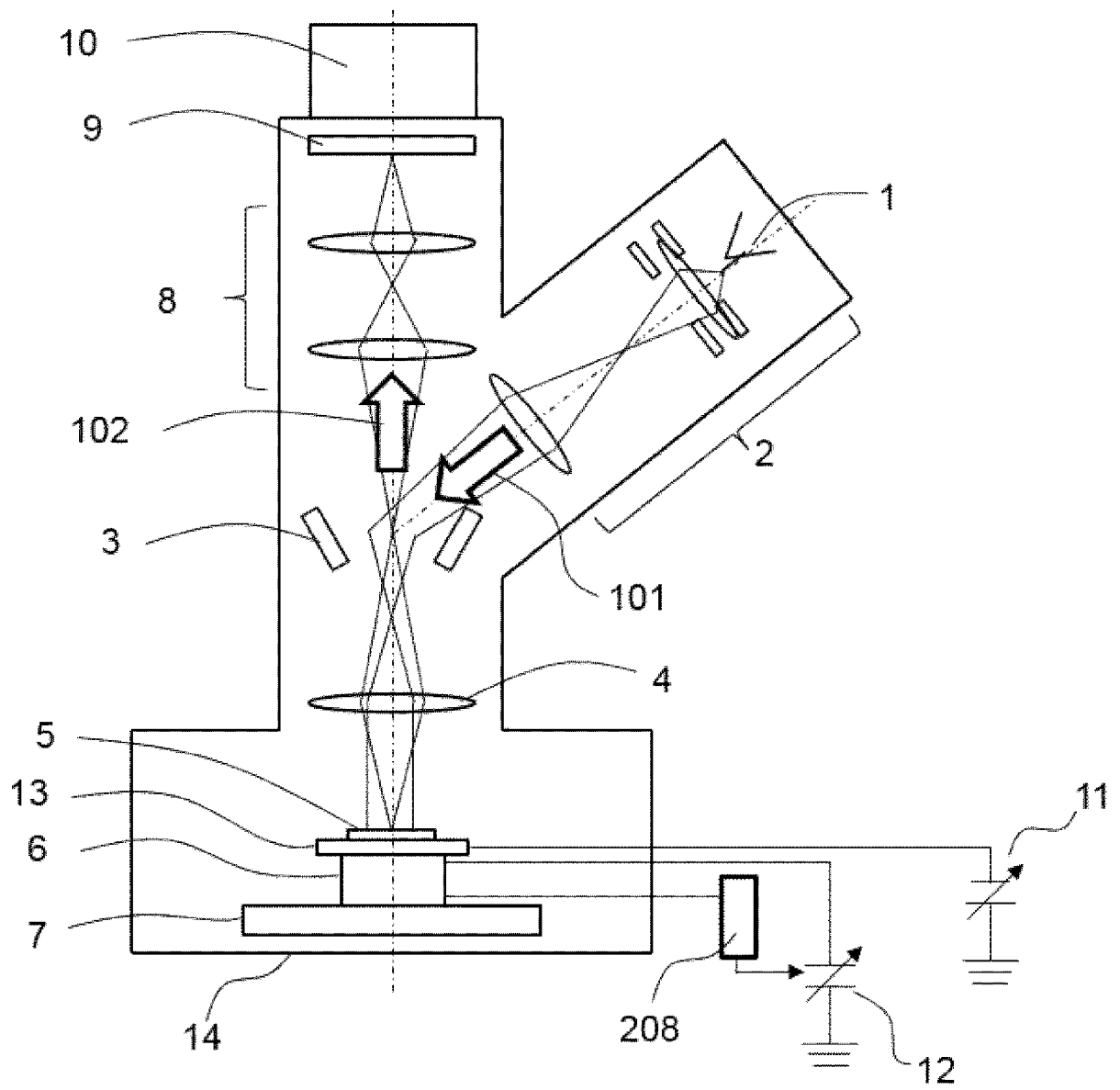
[図4]

図 4



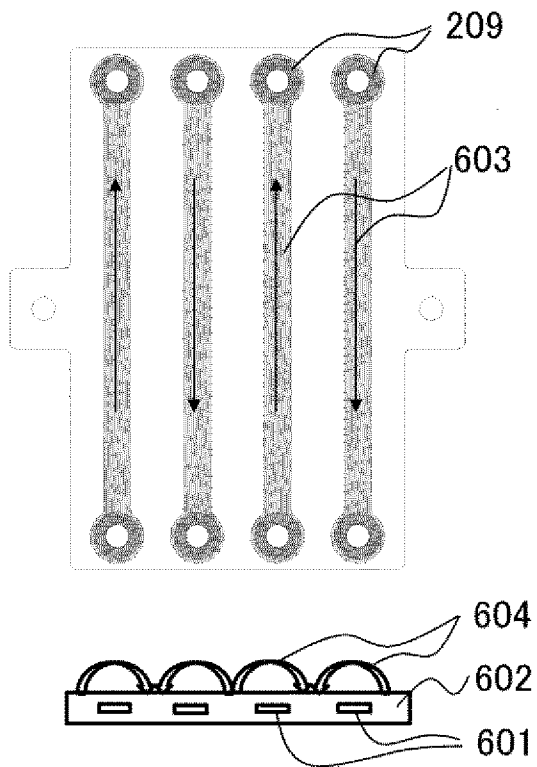
[図5]

図 5



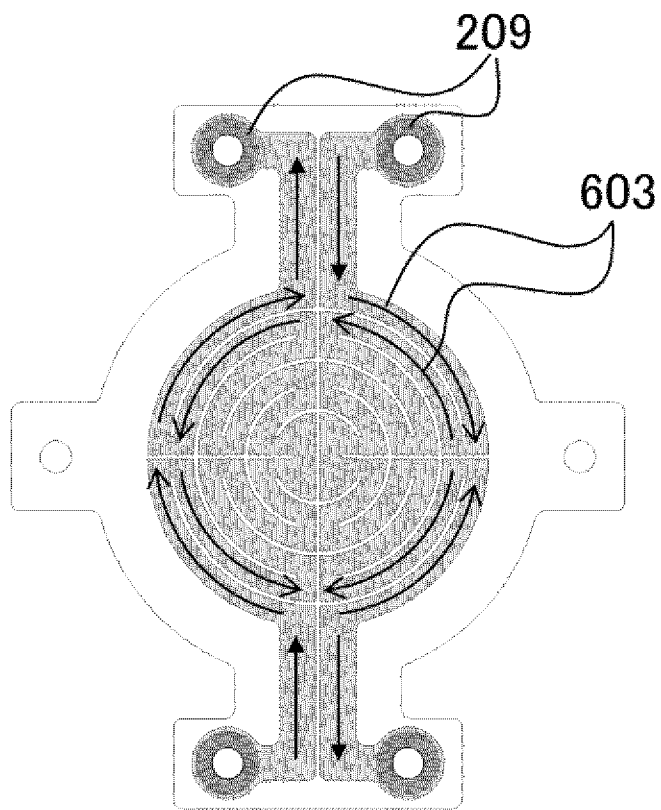
[図6A]

図 6 A



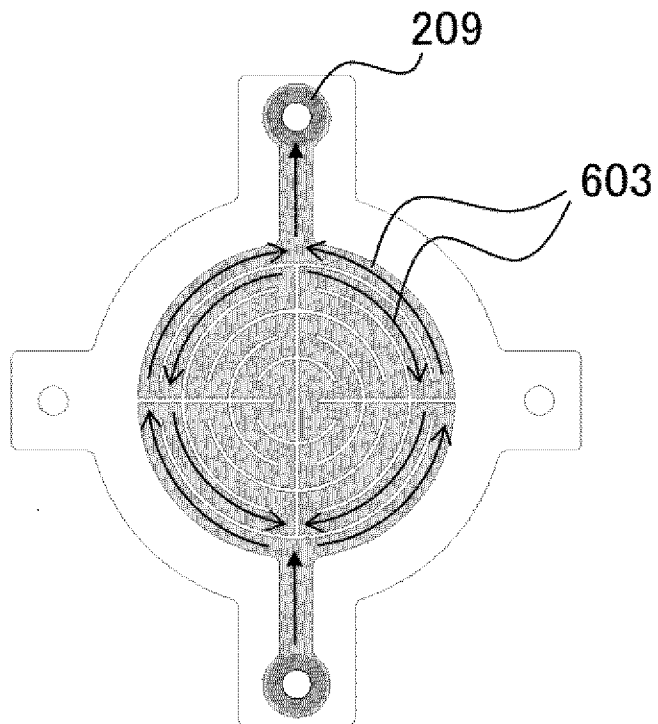
[図6B]

図 6 B



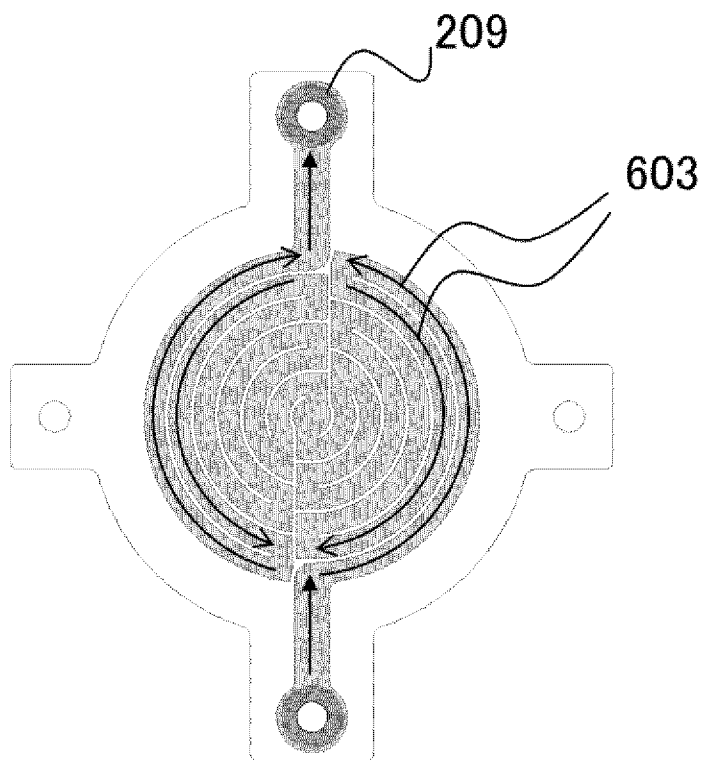
[図6C]

図 6 C



[図6D]

図 6 D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/033745

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01J37/20 (2006.01) i, H01J37/28 (2006.01) i, H01J37/29 (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. H01J37/20, H01J37/28, H01J37/29

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 A	JP 2007-123916 A (HITACHI, LTD.) 17 May 2007, paragraphs [0040], [0066], fig. 12 (Family: none)	1-4, 6-7, 10 5, 8-9
Y A	JP 2010-170712 A (HITACHI, LTD.) 05 August 2010, paragraphs [0022], [0023] & US 2010/0181480 A1, paragraphs [0044], [0045]	1-4, 6-7, 10 5, 8-9
Y	JP 2002-353116 A (TOSHIBA CORP.) 06 December 2002, paragraphs [0047], [0048], [0052], fig. 2, 5 (Family: none)	3, 6-7
Y A	JP 2013-225395 A (CANON INC.) 31 October 2013, paragraphs [0025], [0049], fig. 1 (Family: none)	4 5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20.11.2018

Date of mailing of the international search report
04.12.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/033745

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2006/132111 A1 (SHIMADZU CORP.) 14 December 2006, paragraph [0036], fig. 1 & CN 101128908 A & KR 10-2007-0098949 A & TW 200706055 A	10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01J37/20(2006.01)i, H01J37/28(2006.01)i, H01J37/29(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. H01J37/20, H01J37/28, H01J37/29

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
Y A	JP 2007-123916 A（株式会社日立製作所）2007.05.17, [0040], [0066], 図12（ファミリーなし）	1-4, 6-7, 10 5, 8-9
Y A	JP 2010-170712 A（株式会社日立製作所）2010.08.05, [0022] — [0023] & US 2010/0181480 A1, [0044]-[0045]	1-4, 6-7, 10 5, 8-9
Y	JP 2002-353116 A（株式会社東芝）2002.12.06, [0047] — [0 048], [0052], 図2, 5（ファミリーなし）	3, 6-7

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

20.11.2018

国際調査報告の発送日

04.12.2018

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）

鳥居 祐樹

2G

4070

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
Y A	JP 2013-225395 A (キヤノン株式会社) 2013. 10. 31, [0025], [0049], 図1 (ファミリーなし)	4 5
Y	WO 2006/132111 A1 (株式会社島津製作所) 2006. 12. 14, [0036], 図1 & CN 101128908 A & KR 10-2007-0098949 A & TW 200706055 A	10