

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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)）

are associated with each other along the time axis, and determines the type of particles housed in the nanopore device 100 on the basis of the current data DATA_I and the voltage data DATA_V.

(57) 要約：ナノポアデバイス100は、細孔104および電極対106，108を有する。電流測定部202は、電圧設定コマンドSET_Vに応じたバイアス電圧V_bを、電極対106，108の間に印加するとともに、ナノポアデバイス100に流れる電流信号I_sに応じたデジタルの電流データDATA_Iを生成する。データ処理装置300は、電圧設定コマンドSET_Vを生成するとともに、電流データDATA_Iと、バイアス電圧V_bの波形に関する情報を含む電圧データDATA_Vとを、時間軸上で関連づけた態様で取得し、電流データDATA_Iと電圧データDATA_Vにもとづいて、ナノポアデバイス100に収容される粒子の種類を判定する。

明 細 書

発明の名称：微粒子測定システム、計測装置

技術分野

[0001] 本開示は、ナノポアデバイスを用いた計測に関する。

背景技術

[0002] 電氣的検知帯法（コールター原理）と呼ばれる粒度分布測定法が知られている。この測定法では、粒子を含む電解液を、ナノポアと称される細孔を通過させる。粒子が細孔を通過するとき、細孔中の電解液は粒子の体積に相当する量だけ減少し、細孔の電気抵抗を増加させる。したがって細孔の電気抵抗を測定することで、粒子より細孔の厚みの方が大きい場合には通過する粒子の体積を測定することができ、粒子より細孔の厚みの方が十分に小さい場合、通過している粒子の断面積（すなわち径）を測定することができる。

[0003] 図1は、電氣的検知帯法を用いた微粒子測定システム1Rのブロック図である。微粒子測定システム1Rは、ナノポアデバイス100、計測装置200およびデータ処理装置300を備える。

[0004] ナノポアデバイス100の内部は、検出対象の粒子4を含む電解液2が満たされる。ナノポアデバイス100の内部は、ナノポアチップ102によって2つの空間に隔てられており、2つの空間には電極106と電極108が設けられる。電極106と電極108の間に電位差を発生させると、電極間にイオン電流が流れ、また電気泳動によって粒子4が細孔104を経由して、一方の空間から他方の空間に移動する。

[0005] 計測装置200は、電極対106、108の間に電位差を発生させるとともに、電極対の間の抵抗値 R_p と相関を有する情報を取得する。計測装置200は、トランスインピーダンスアンプ210、電圧源220、デジタイザ230を含む。電圧源220は電極対106、108の間に電位差 V_b を発生させる。この電位差 V_b は、電気泳動の駆動源であるとともに、抵抗値 R_p を測定するためのバイアス信号となる。

[0006] 電極対106, 108の間には、細孔104の抵抗に反比例する微小電流 I_s が流れる。

$$I_s = V_b / R_p \quad \dots (1)$$

[0007] トランスインピーダンスアンプ210は、微小電流 I_s を電圧信号 V_s に変換する。変換ゲインを r とするとき、以下の式が成り立つ。

$$V_s = r \times I_s \quad \dots (2)$$

式(1)を式(2)に代入すると、式(3)が得られる。

$$V_s = V_b \times r / R_p \quad \dots (3)$$

デジタイザ230は、電圧信号 V_s をデジタルデータ D_s に変換する。このように計測装置200により、細孔104の抵抗値 R_p に反比例する電圧信号 V_s を得ることができる。

[0008] 図2は、計測装置200により測定される例示的な微小電流 I_s の波形図である。なお本明細書において参照する波形図やタイムチャートの縦軸および横軸は、理解を容易とするために適宜拡大、縮小したものであり、また示される各波形も、理解の容易のために簡略化され、あるいは誇張もしくは強調されている。

[0009] 粒子が通過する短い期間、細孔104の抵抗値 R_p が増大する。したがって、粒子が通過するごとに電流 I_s はパルス状に減少する。電流 I_s の変化量は、粒径と相関を有する。データ処理装置300は、デジタルデータ D_s を処理し、電解液2に含まれる粒子4の個数や粒径分布などを解析する。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2009-014702号公報

特許文献2：特開2014-209081号公報

特許文献3：特開2017-120257号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 本開示に係る状況においてなされたものであり、そのある態様の例示的な目的のひとつは、粒子を正確に測定可能な微粒子測定システムの提供にある。

課題を解決するための手段

[0012] 本開示のある態様は、微粒子測定システムに関する。微粒子測定システムは、細孔および電極対を有するナノポアデバイスと、電圧制御信号に応じたバイアス電圧を、電極対の間に印加するとともに、ナノポアデバイスに流れる電流信号に応じたデジタルの電流データを生成する電流測定部と、電圧設定コマンドを生成するとともに、電流データと、バイアス電圧の波形に関する情報を含む電圧データと、を、時間軸上で関連づけた態様で取得し、電流データと電圧データにもとづいて、ナノポアデバイスに収容される粒子の種類を判定するデータ処理装置と、を備える。

[0013] 本開示の別の態様は、計測装置である。この計測装置は、測定に際して、データ処理装置と、細孔および電極対を有するナノポアデバイスと接続される。計測装置は、ナノポアデバイスの電極対にバイアス電圧を印加する電圧源と、測定に際して、ナノポアデバイスの電極対に流れる電流を検出するトランスインピーダンスアンプと、トランスインピーダンスアンプの出力信号をデジタルの電流データに変換するA/D変換ブロックと、データ処理装置と接続され、データ処理装置からの制御コマンドにもとづいて、電圧源およびA/D変換ブロックを制御するとともに、電極対に印加されるバイアス電圧を示す電圧データと、電流データを、時間軸上で対応づけ可能な態様で、データ処理装置に送信するバスコントローラと、を備える。

[0014] なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや本開示の構成要素や表現を、方法、装置などの間で相互に置換したのもまた、本開示の態様として有効である。

発明の効果

[0015] 本開示のある態様によれば、粒子を正確に測定できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]電氣的検知帯法を用いた微粒子測定システムのブロック図である。

[図2]計測装置により測定される例示的な微小電流 I_s の波形図である。

[図3]実施形態に係る微粒子測定システムのブロック図である。

[図4]微粒子測定システムの動作を示すタイムチャートである。

[図5]バイアス電圧 V_b の極性を変化させたときの実測した電流データの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] (実施形態の概要)

本開示のいくつかの例示的な実施形態の概要を説明する。この概要は、後述する詳細な説明の前置きとして、実施形態の基本的な理解を目的として、1つまたは複数の実施形態のいくつかの概念を簡略化して説明するものであり、発明あるいは開示の広さを限定するものではない。またこの概要は、考えられるすべての実施形態の包括的な概要ではなく、実施形態の欠くべからざる構成要素を限定するものではない。便宜上、「一実施形態」は、本明細書に開示するひとつの実施形態または複数の実施形態を指すものとして用いる場合がある。

[0018] 一実施形態に係る微粒子測定システムは、細孔および電極対を有するナノポアデバイスと、電圧制御信号に応じたバイアス電圧を、電極対の間に印加するとともに、ナノポアデバイスに流れる電流信号に応じたデジタルの電流データを生成する電流測定部と、電圧設定コマンドを生成するとともに、電流データと、バイアス電圧の波形に関する情報を含む電圧データと、を、時間軸上で関連づけた態様で取得し、電流データと電圧データにもとづいて、ナノポアデバイスに収容される粒子の種類を判定するデータ処理装置と、を備える。

[0019] 一実施形態において、電圧データは、電流データのサンプリングレートと同じレートで生成されてもよい。

[0020] 一実施形態において、電圧データは、バイアス電圧の印加条件の変更のたびに生成されてもよい。

- [0021] 一実施形態において、電流測定部は、電圧制御信号に応じたバイアス電圧を生成する電圧源を含んでもよい。電圧データは、電圧源の状態が切り替えられるたびに生成されてもよい。
- [0022] 一実施形態において、電圧データは、データ処理装置が電圧設定コマンドを発行するたびに生成されてもよい。
- [0023] 一実施形態において、バイアス電圧の電圧レベルは可変であり、電圧データは、バイアス電圧の電圧レベルの情報を含んでもよい。
- [0024] 一実施形態において、バイアス電圧の極性は可変であり、電圧データはバイアス電圧の極性の情報を含んでもよい。
- [0025] 一実施形態において、データ処理装置は、バイアス電圧の極性が反転したときに得られる電流データを除外して、粒子の種類を判定してもよい。不正確な電流データを除外することで、精度を高めることができる。
- [0026] 一実施形態に係る計測装置は、測定に際して、データ処理装置と、細孔および電極対を有するナノポアデバイスと接続される。計測装置は、ナノポアデバイスの電極対にバイアス電圧を印加する電圧源と、測定に際して、ナノポアデバイスの電極対に流れる電流を検出するトランスインピーダンスアンプと、トランスインピーダンスアンプの出力信号をデジタルの電流データに変換するA/D変換ブロックと、データ処理装置と接続され、データ処理装置からの制御コマンドにもとづいて、電圧源およびA/D変換ブロックを制御するとともに、電極対に印加されるバイアス電圧を示す電圧データと、電流データを、時間軸上で対応づけ可能な態様で、データ処理装置に送信するバスコントローラと、を備える。

[0027] (実施形態)

以下、実施形態を図面を参照しながら説明する。各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、実施形態は、開示あるいは発明を限定するものではなく例示であって、実施形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも開示あるいは発明の本質的なものであるとは限らない。

[0028] 本明細書において、「部材Aが、部材Bと接続された状態」とは、部材Aと部材Bが物理的に直接的に接続される場合のほか、部材Aと部材Bが、それらの電氣的な接続状態に実質的な影響を及ぼさない、あるいはそれらの結合により奏される機能や効果を損なわせない、その他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

[0029] 同様に、「部材Cが、部材Aと部材Bの間に設けられた状態」とは、部材Aと部材C、あるいは部材Bと部材Cが直接的に接続される場合のほか、それらの電氣的な接続状態に実質的な影響を及ぼさない、あるいはそれらの結合により奏される機能や効果を損なわせない、その他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

[0030] (基本構成)

図3は、実施形態に係る微粒子測定システム1のブロック図である。微粒子測定システム1は、ナノポアデバイス100、計測装置200、データ処理装置300を備える。

[0031] ナノポアデバイス100については、図1を参照して説明した通りであり、細孔104が設けられたナノポアチップ102と、電極対106、108を備える。ナノポアチップ102の内部は、KCl（塩化カリウム）やPBS（リン酸緩衝生理食塩水）などの電解液で満たされる。

[0032] 計測装置200は、電極対106、108に電圧を印加し、細孔104に流れる電流 I_s を測定可能に構成される。計測装置200は、電流測定部202およびバスコントローラ240を備える。

[0033] 電流測定部202は、電圧制御信号CTRL_Vに応じたバイアス電圧 V_b を、電極対106、108の間に印加するとともに、ナノポアデバイス100に流れる電流信号 I_s に応じた電流データDATA_Iを生成する。

[0034] 電流測定部202は、トランスインピーダンスアンプ210、電圧源220およびA/D変換ブロック230を備える。電圧源220は可変電圧源であり、電圧制御信号CTRL_Vに応じた電圧レベル／極性を有するバイアス電圧 V_b を生成する。トランスインピーダンスアンプ210は、電流信号

I_sを電圧信号V_sに変換する。A/D変換ブロック230は、電圧信号V_sを、デジタルの電流データDATA__Iに変換する。

[0035] バスコントローラ240は、データ処理装置300との間で双方向にデータを伝送可能に構成される。バスコントローラ240は、データ処理装置300から制御コマンドCMDを受信する。制御コマンドCMDは、電圧設定コマンドSET__Vや、計測装置200による測定開始を指示するスタートコマンドSTARTなどを含む。バスコントローラ240は、スタートコマンドSTARTを受信すると、イネーブル信号ADC__ENをアサートする。また電圧設定コマンドSET__Vに応じた電圧制御信号CTRL__Vを生成し、電圧源220が生成するバイアス電圧V_bの電圧レベルや極性を制御する。

[0036] たとえば電圧源220は、D/Aコンバータであってもよい。この場合、電圧制御信号CTRL__Vは、D/Aコンバータのデジタル入力である。

[0037] A/D変換ブロック230は、A/Dコンバータ232およびA/D変換コントローラ234を含む。A/D変換コントローラ234は、イネーブル信号ADC__ENがアサートされると、A/Dコンバータ232に、予め決められたサンプリングレートのサンプリング信号SMPを供給し、電圧信号V_sを量子化して取り込み、電流データDATA__Iとして取得する。

[0038] またバスコントローラ240は、A/D変換ブロック230が生成する電流データDATA__Iを、データ処理装置300に送信する。さらにバスコントローラ240は、バイアス電圧V_bの波形に関する情報を含む電圧データDATA__Vを、データ処理装置300に送信する。

[0039] データ処理装置300は、電流データDATA__Iと電圧データDATA__Vとを時間軸上で関連づけた態様で取得する。そして、電流データDATA__Iと電圧データDATA__Vにもとづいて、ナノポアデバイス100に収容される粒子4の種類を判定する。

[0040] データ処理装置300は、ユーザとのインタフェースであり、また微粒子測定システム1を統合的に制御し、測定結果を取得、保存、表示する機能を

備える。データ処理装置300は、汎用的なコンピュータやワークステーションであってもよいし、微粒子測定システム1専用設計されたハードウェアであってもよい。

[0041] データ処理装置300は、計測装置200から受信した電流データDATA__Iおよび電圧データDATA__Vを処理し、電解液2に含まれる粒子4の個数や粒径あるいは粒子の種類を判定する。たとえばデータ処理装置300は、電流データDATA__Iと電圧データDATA__Vを入力として、粒子の種類を判定する粒子解析処理を行ってもよい。

[0042] たとえばデータ処理装置300は、ラップトップコンピュータやデスクトップコンピュータ、タブレット端末などのデータ処理装置である。本明細書において説明されるデータ処理装置300の機能は、データ処理装置が有するプロセッサ(CPU: Central Processing Unit)と、プロセッサが実行するソフトウェアプログラムの組み合わせによって実現される。

[0043] 以上が微粒子測定システム1の構成である。続いてその動作を説明する。図4は、微粒子測定システム1の動作を示すタイムチャートである。データ処理装置300は、プログラムを実行し、プログラムに応じたコマンドを発行する。データ処理装置300は、時刻 t_0 に電圧設定コマンドSET__Vを発行する。これに応答して時刻 t_1 に、バスコントローラ240は電圧制御信号CTRL__Vを変化させる。その結果、バイアス電圧 V_b は、電圧設定コマンドSET__Vが指定する電圧レベルおよび極性(この例では+0.1V)に設定される。図4において、電圧信号 V_s は、ACカップリングして測定されている。

[0044] 続く時刻 t_2 に、データ処理装置300は、スタートコマンドSTARTを発行する。時刻 t_3 にバスコントローラ240がイネーブル信号ADC__ENをアサートすると、所定のサンプリングレートのサンプリング信号SMPが生成され、電流信号 I_s が取り込まれ、電流データDATA__Iが生成される。

[0045] また、時刻 t_3 以降、バスコントローラ240は、電流データDATA__I

のサンプルごとに、電圧データDATA__Vを生成し、電流データDATA__Iと電圧データDATA__Vをデータ処理装置300に送信する。この電圧データDATA__Vは、各サンプリング時刻において、電極対106, 108に実際に印加されるバイアス電圧Vbであることが好ましく、たとえばバスコントローラ240は、電圧源220からバイアス電圧Vbを示すデータを受信し、受信したデータにもとづいて電圧データDATA__Vを生成してもよい。あるいはバスコントローラ240は、各サンプリング時刻において、自身が生成している電圧制御信号CTRL__Vにもとづいて、電圧データDATA__Vを生成してもよい。

[0046] 時刻 t_4 にデータ処理装置300は、電圧設定コマンドSET__Vを発行する。これに応答して時刻 t_5 に、バスコントローラ240は電圧制御信号CTRL__Vを変化させる。その結果、バイアス電圧Vbは、電圧設定コマンドSET__Vが指定する電圧レベルおよび極性（この例では-0.1V）に変更される。この状態で計測装置200は計測し続ける。

[0047] 時刻 t_6 にデータ処理装置300が終了コマンドENDを発行する。これに
応答してバスコントローラ240は、時刻 t_7 に、イネーブル信号ADC__ENをネゲートすると、電流信号Isの取り込みが終了する。

[0048] 以上が微粒子測定システム1の動作である。この微粒子測定システム1によれば、電流の計測データとともに、電圧印加条件を保存することができる。これにより、データ処理装置300は、電圧レベルや電圧の極性が実際に変化した時刻を知ることができ、粒子の種類の判定に利用することができる。

[0049] 図5は、バイアス電圧Vbの極性を変化させたときの実測した電流データの一例を示す図である。たとえばデータ処理装置300は、電流データDATA__Iにもとづいて、ナノポアチップ102の目詰まりを検出する。そして目詰まりまたはその予兆を検出すると、バイアス電圧Vbの極性を反転するために、電圧設定コマンドSET__Vを生成する。言い換えると、電圧の極性の反転が発生する前後は、目詰まりの可能性が高く、その状態で得られ

る電流データDATA__Iの信頼性は低いといえる。そこでデータ処理装置300は、バイアス電圧V_bの極性が反転したときに得られる電流データを除外して、粒子の種類を判定する。これにより不正確な電流データを除外できるため、判定精度を高めることができる。

[0050] 上で説明した実施形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな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。以下、こうした変形例について説明する。

[0051] (第1変形例)

実施形態では、電圧データDATA__Vが、電流データDATA__Iと同じレートで生成されたがその限りでない。電圧データDATA__Vは、電圧の印加条件が変更されるごとに生成するようにしてもよい。これにより計測装置200からデータ処理装置300に送信するデータ量を減らすことができる。たとえば図4の例では時刻t₁と時刻t₅において、電圧の印加条件を示す電圧データDATA__Vを生成すればよい。

[0052] (第2変形例)

バイアス電圧V_bの電圧レベルが一定であり、極性のみ反転する場合には、極性の情報のみを、電圧データDATA__Vとして保存してもよい。これにより電圧データDATA__Vのデータ量を削減できる。

[0053] (第3変形例)

実施形態では、バスコントローラ240からデータ処理装置300に、電圧データDATA__Vを送信したがその限りでなく、電圧データDATA__Vを、データ処理装置300によって生成してもよい。電圧設定コマンドSET__Vを発行してから、実際にバイアス電圧V_bの印加条件が変更されるまでの遅延時間が短い場合には、電圧設定コマンドSET__Vを発行の時刻を、電圧印加条件の変化時刻とみなして、電圧データを生成できる。

[0054] 実施形態は、本発明の原理、応用を示しているにすぎず、実施形態には、請求の範囲に規定された本発明の思想を逸脱しない範囲において、多くの変

形例や配置の変更が認められる。

産業上の利用可能性

[0055] 本発明は、ナノポアデバイスを用いた計測に関する。

符号の説明

- [0056] 1 微粒子測定システム
 2 電解液
 4 粒子
 100 ナノポアデバイス
 102 ナノポアチップ
 104 細孔
 106, 108 電極
 200 計測装置
 202 電流測定部
 210 トランスインピーダンスアンプ
 220 電圧源
 230 A/D変換ブロック
 232 A/Dコンバータ
 234 A/D変換コントローラ
 240 バスコントローラ
 300 データ処理装置
 SET__V 電圧設定コマンド
 CTRL__V 電圧制御信号
 DATA__I 電流データ
 CMD 制御コマンド
 START スタートコマンド
 ADC__EN イネーブル信号
 DATA__V 電圧データ

請求の範囲

- [請求項1] 細孔および電極対を有するナノポアデバイスと、
電圧設定コマンドに応じたバイアス電圧を、前記電極対の間に印加するとともに、前記ナノポアデバイスに流れる電流信号に応じたデジタルの電流データを生成する電流測定部と、
前記電圧設定コマンドを生成するとともに、前記電流データと、前記バイアス電圧の波形に関する情報を含む電圧データとを、時間軸上で関連づけた態様で取得し、前記電流データと前記電圧データにもとづいて、前記ナノポアデバイスに収容される粒子の種類を判定するデータ処理装置と、
を備えることを特徴とする微粒子測定システム。
- [請求項2] 前記電圧データは、前記電流データのサンプリングレートと同じレートで生成されることを特徴とする請求項1に記載の微粒子測定システム。
- [請求項3] 前記電圧データは、前記バイアス電圧の印加条件が変更されるごとに生成されることを特徴とする請求項1に記載の微粒子測定システム。
- [請求項4] 前記電流測定部は、電圧制御信号に応じた前記バイアス電圧を生成する電圧源を含み、
前記電圧データは、前記電圧源の状態が切り替えられるたびに生成されることを特徴とする請求項3に記載の微粒子測定システム。
- [請求項5] 前記電圧データは、前記データ処理装置が前記電圧設定コマンドを発行するたびに生成されることを特徴とする請求項3に記載の微粒子測定システム。
- [請求項6] 前記バイアス電圧の電圧レベルは可変であり、前記電圧データは、前記バイアス電圧の電圧レベルの情報を含むことを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の微粒子測定システム。
- [請求項7] 前記バイアス電圧の極性は可変であり、前記電圧データは前記バイ

アス電圧の極性の情報を含むことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の微粒子測定システム。

[請求項8] 前記データ処理装置は、前記バイアス電圧の極性が反転したときに得られる前記電流データを除外して前記粒子の種類を判定することを特徴とする請求項 7 に記載の微粒子測定システム。

[請求項9] 測定に際して、データ処理装置と、細孔および電極対を有するナノポアデバイスと接続される計測装置であって、

前記ナノポアデバイスの前記電極対にバイアス電圧を印加する電圧源と、

測定に際して、前記ナノポアデバイスの前記電極対に流れる電流を検出するトランスインピーダンスアンプと、

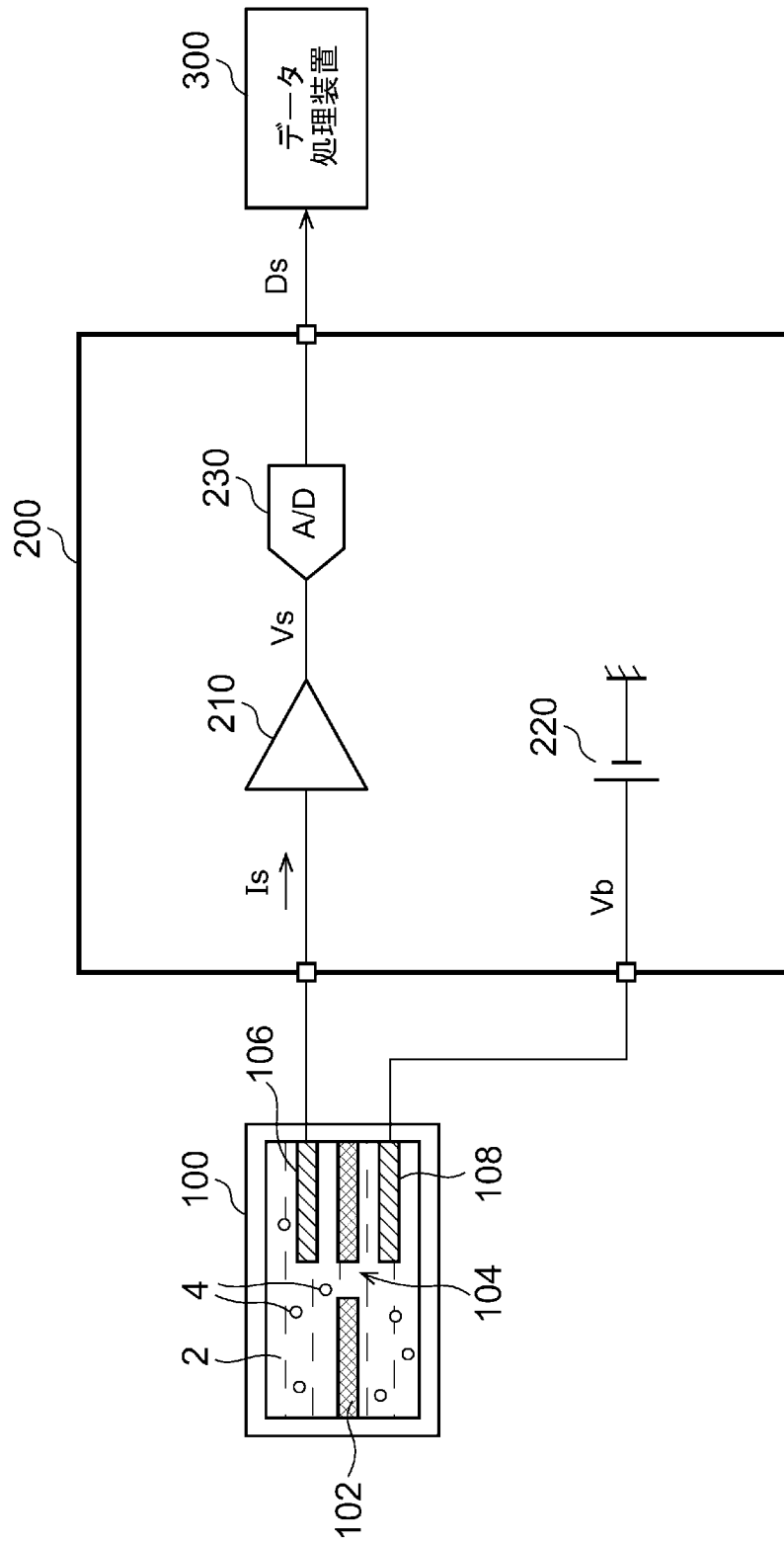
前記トランスインピーダンスアンプの出力信号をデジタルの電流データに変換する A/D 変換ブロックと、

前記データ処理装置と接続され、前記データ処理装置からの制御コマンドにもとづいて、前記電圧源および前記 A/D 変換ブロックを制御するとともに、前記電極対に印加される前記バイアス電圧を示す電圧データと、前記電流データを、時間軸上で対応づけ可能な態様で、前記データ処理装置に送信するバスコントローラと、

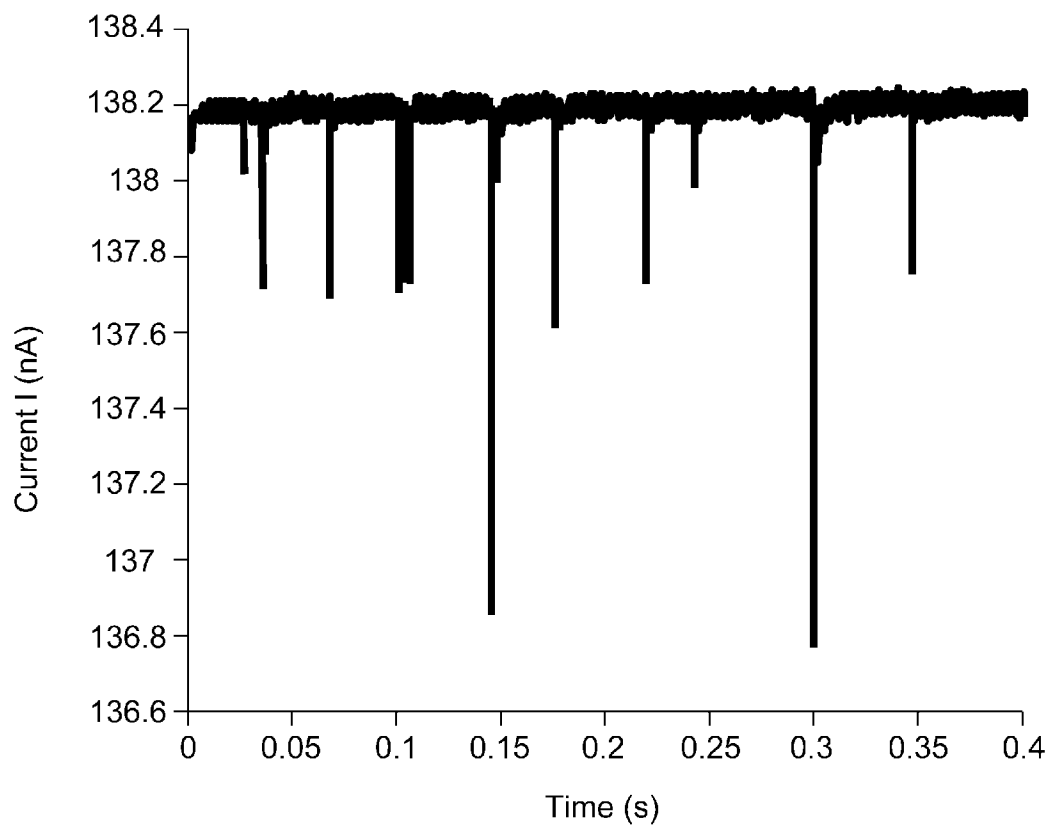
を備えることを特徴とする計測装置。

[図1]

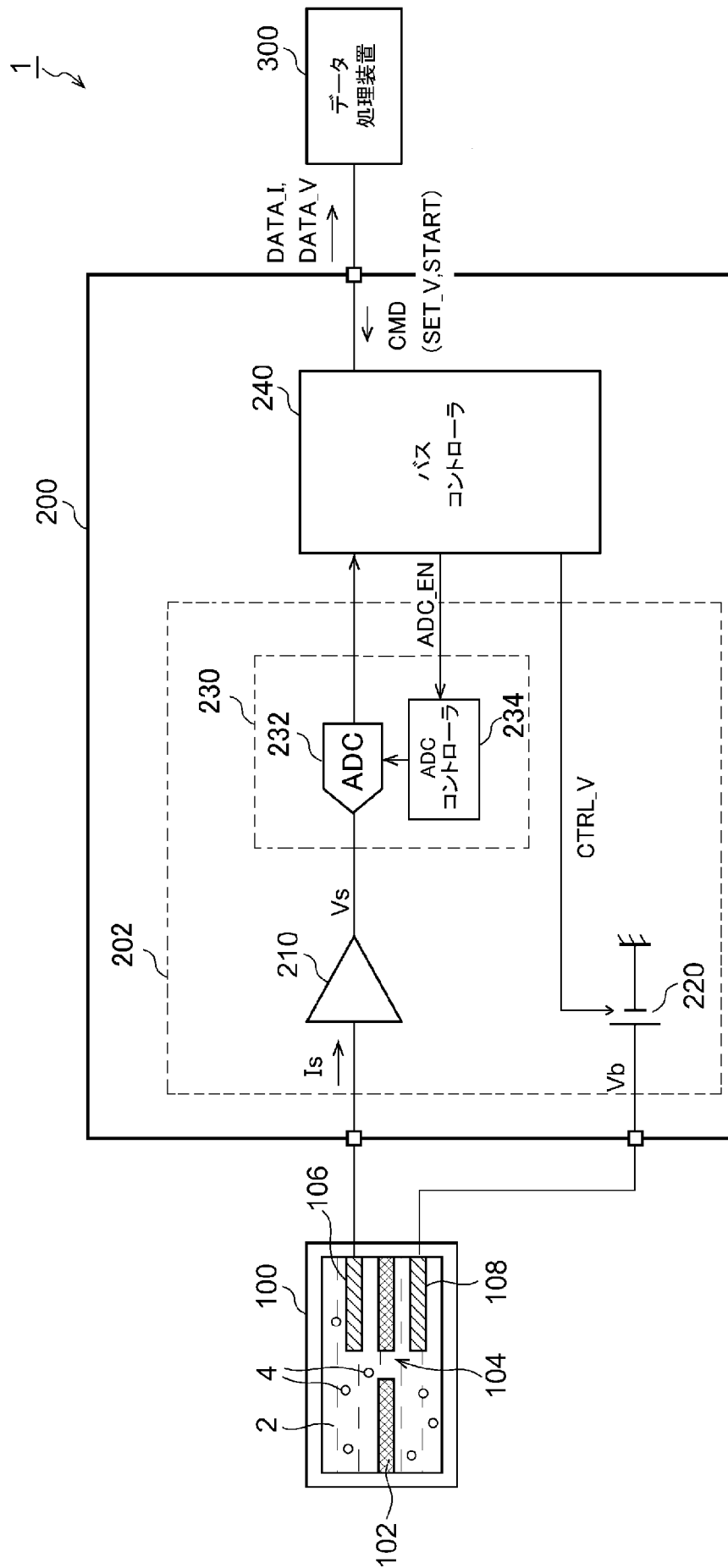
1R



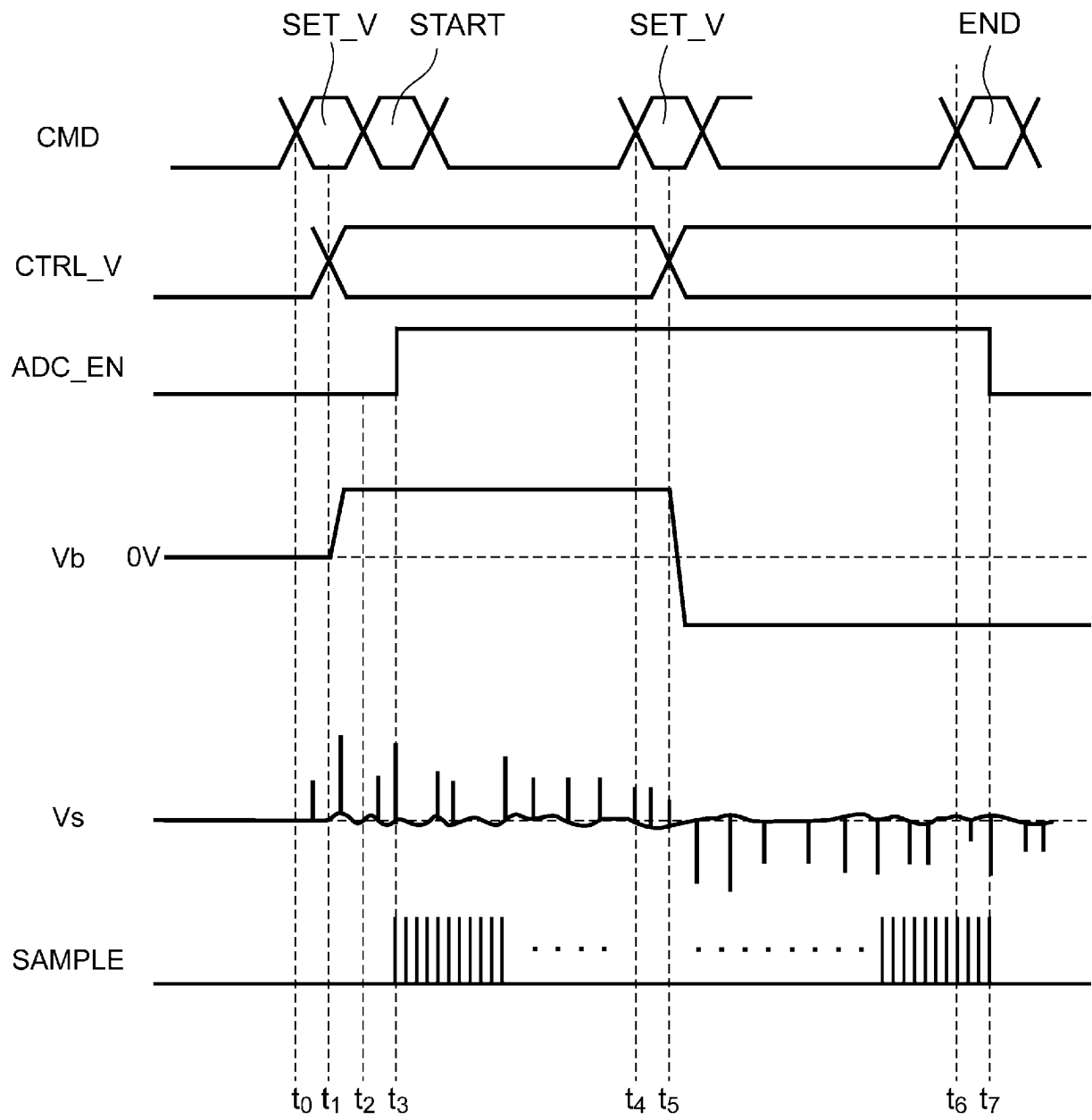
[図2]



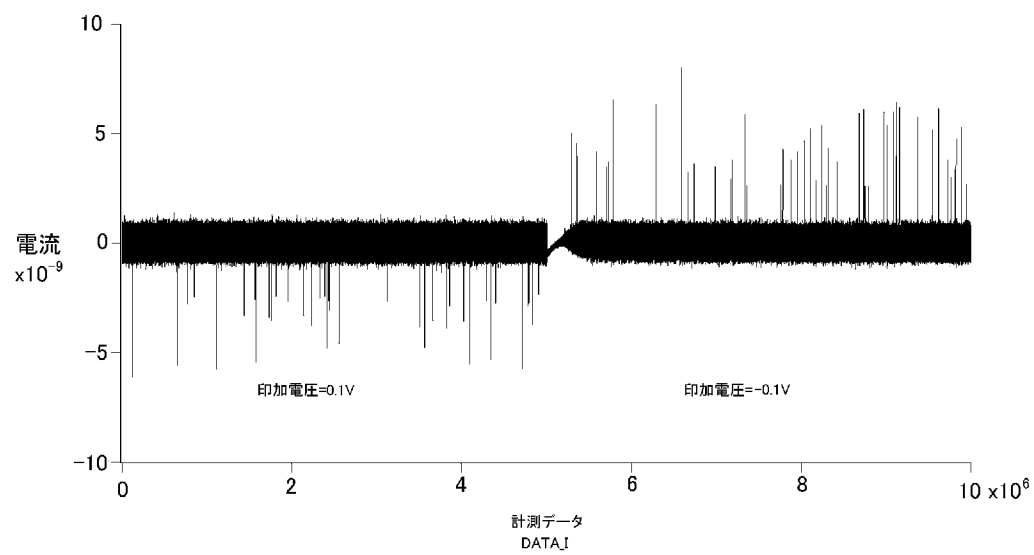
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/002586

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01N15/12 (2006.01) i, G01N27/00 (2006.01) i
FI: G01N15/12 F, G01N27/00 Z

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. G01N15/12, G01N27/00

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
X	JP 2017-120257 A (OSAKA UNIVERSITY) 06 July 2017,	1-2
Y	paragraphs [0001]-[0066], [0109], fig. 1-7	3-9
Y	JP 2011-501806 A (PRESIDENT AND FELLOWS OF HARVARD COLLEGE) 13 January 2011, paragraphs [0001]-[0083], fig. 1-6	3-9
Y	JP 2010-524436 A (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 22 July 2010, paragraphs [0213]-[0218]	8-9
A	WO 2020/044780 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 05 March 2020, entire text, all drawings	1-9



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
05.04.2021

Date of mailing of the international search report
20.04.2021

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/JP2021/002586

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 61-153545 A (TOSHIBA CORP.) 12 July 1986, entire text, all drawings	1-9
A	JP 2004-233356 A (AGILENT TECHNOLOGIES INC.) 19 August 2004, entire text, all drawings	1-9
A	WO 2015/121394 A1 (ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE (EPFL)) 20 August 2015, (entire text, all drawings	1-9
A	US 2018/0164205 A1 (IMPERIAL INNOVATIONS LIMITED) 14 June 2018, entire text, all drawings	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/002586

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-120257 A	06.07.2017	US 2019/0257787 A1 paragraphs [0001]- [0114], [01691]- [0195][0245]-[0246], fig. 1-7 EP 3396354 A1 CN 108474726 A	
JP 2011-501806 A	13.01.2011	US 2009/0136958 A1 paragraphs [0001]- [0092], fig. 1-6 EP 2205765 A1	
JP 2010-524436 A	22.07.2010	US 2010/0035260 A1 paragraphs [0255]- [0264] EP 2156179 A1 CN 101680873 A KR 10-2010-0031498 A	
WO 2020/044780 A1	05.03.2020	(Family: none)	
JP 61-153545 A	12.07.1986	(Family: none)	
JP 2004-233356 A	19.08.2004	US 2004/0144658 A1 entire text, all drawings EP 1441213 A1	
WO 2015/121394 A1	20.08.2015	US 2017/0059547 A1 EP 2908128 A1	
US 2018/0164205 A1	14.06.2018	EP 3308139 A2	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 15/12(2006.01)i; G01N 27/00(2006.01)i FI: G01N15/12 F; G01N27/00 Z		
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）） G01N15/12; G01N27/00		
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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
X	JP 2017-120257 A (国立大学法人大阪大学) 06.07.2017 (2017-07-06) [0001]-[0066][0109][図1]-[図7]	1-2
Y		3-9
Y	JP 2011-501806 A (プレジデント アンド フェロウズ オブ ハーバード カレッジ) 13.01.2011 (2011-01-13) [0001]-[0083][図1]-[図6]	3-9
Y	JP 2010-524436 A (ザ リージェンツ オブ ザ ユニバーシティ オブ カリフォルニア) 22.07.2010 (2010-07-22) [0213]-[0218]	8-9
A	WO 2020/044780 A1 (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 05.03.2020 (2020-03-05) 全文, 全図	1-9
A	JP 61-153545 A (株式会社東芝) 12.07.1986 (1986-07-12) 全文, 全図	1-9
A	JP 2004-233356 A (アジレント・テクノロジーズ・インク) 19.08.2004 (2004-08-19) 全文, 全図	1-9
☒ 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抵触するものではなく、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 05.04.2021		国際調査報告の発送日 20.04.2021
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 野田 華代 2J 4455 電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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	WO 2015/121394 A1 (ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE (EPFL)) 20.08.2015 (2015 - 08 - 20) 全文, 全図	1-9
A	US 2018/0164205 A1 (Imperial Innovations Lilimited) 14.06.2018 (2018 - 06 - 14) 全文, 全図	1-9

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/002586

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-120257	A	06.07.2017	US 2019/0257787 A1 [0001] - [0114][0169] - [0195][0245] - [0246][図1] - [図7] EP 3396354 A1 CN 108474726 A	
JP	2011-501806	A	13.01.2011	US 2009/0136958 A1 [0001] - [0092][図1] - [図6] EP 2205765 A1	
JP	2010-524436	A	22.07.2010	US 2010/0035260 A1 [0255] - [0264] EP 2156179 A1 CN 101680873 A KR 10-2010-0031498 A	
WO	2020/044780	A1	05.03.2020	(ファミリーなし)	
JP	61-153545	A	12.07.1986	(ファミリーなし)	
JP	2004-233356	A	19.08.2004	US 2004/0144658 A1 全文, 全図 EP 1441213 A1	
WO	2015/121394	A1	20.08.2015	US 2017/0059547 A1 EP 2908128 A1	
US	2018/0164205	A1	14.06.2018	EP 3308139 A2	