

明 細 書

発明の名称：

電気化学測定システム、電気化学測定装置および電気化学測定方法

技術分野

[0001] 本開示は、受精卵等の細胞や組織などの生体試料の検査、解析に用いられる電気化学測定装置および電気化学測定方法に関する。

背景技術

[0002] 受精した胚等の細胞や組織などの生体試料は、その内部と外部との間で様々な物質を輸送して活動を行っている。例えば、胚は、周辺の酸素を呼吸によって細胞内部に取り込み、取り込んだ酸素を消費しながら卵胞内部で分割を行っている。そのため、胚の周囲の溶存酸素量を測定することにより、胚の成長具合を検査することができる。このような生体試料の状態を測定する手段として、生体由来物の周辺で生じる物理化学的な状態変化を電氣的に測定する方法が知られている。

[0003] 胚を検査する従来の測定システムは、測定プレートおよび測定装置を含む。測定プレートは、複数のウェルを有する。それぞれのウェルの内部には、胚を収容する収容部と、収容部の周囲に設けられる複数の電極とを有する。測定装置は、ウェル内に設けられる複数の電極と電氣的に接続されている。測定装置は、複数の電極を用いて胚の周囲の溶存酸素を電気化学的に測定する。

[0004] 尚、本開示に関連する先行技術文献としては、例えば、特許文献1が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2010/055942号

発明の概要

[0006] 本開示の電気化学測定システムは、第一と第二の生体試料が配置される電

気化学測定プレートと、電気化学測定プレートに接続された電気化学測定装置とを備える。電気化学測定プレートは、第一の生体試料が配置される第一のウェルと、第一のウェル内に設けられた複数の第一の測定電極を含む第一の測定電極群と、第二の生体試料が配置される第二のウェルと、第二のウェル内に設けられた複数の第二の測定電極を含む第二の測定電極群とを有する。電気化学測定装置は、複数の計測回路と、複数の計測回路を第一の測定電極群と第二の測定電極群とに選択的に切り替えて接続する切替部と、複数の第一と第二の測定電極に印加する電位を制御する制御部とを有する。

[0007] この電気化学測定システムは小型にすることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は実施の形態における電気化学測定システムの概略図である。

[図2]図2は実施の形態における電気化学測定システムの電気化学測定プレートの斜視図である。

[図3A]図3Aは実施の形態における電気化学測定プレートの上面図である。

[図3B]図3Bは実施の形態における他の電気化学測定プレートの上面図である。

[図4]図4は実施の形態における電気化学測定装置の回路図である。

[図5]図5は実施の形態における電気化学測定方法を示すフロー図である。

[図6]図6は実施の形態における電気化学測定方法を示すフロー図である。

[図7]図7は実施の形態における電気化学測定システムの動作での電圧を示す図である。

[図8]図8は実施の形態における電気化学測定システムの他の動作での電圧を示す図である。

[図9A]図9Aは実施の形態におけるさらに他の電気化学測定プレートの上面図である。

[図9B]図9Bは実施の形態における他の電気化学測定装置の回路図である。

[図9C]図9Cは実施の形態におけるさらに他の電気化学測定プレートの上面図である。

[図10]図10は実施の形態におけるさらに他の電気化学測定装置の回路図である。

発明を実施するための形態

[0009] 従来の測定システムにおいて、測定プレートは複数のウェルを有する。また、それぞれのウェルは、複数の測定電極を有する。そのため、従来の測定システムは、全ての測定電極で電気化学測定を行うために、測定電極と同じ数の計測回路を有する必要がある。しかしながら、測定電極と同じ数の計測回路を備える測定装置は、装置自体が大型になる。

[0010] 一方で、従来の測定システムにおいて、1つの計測回路を順次切り替えることにより、複数の測定電極における電気化学測定を行うことが可能である。しかしながら、1つの計測回路を切り替えて測定する場合は、全ての測定電極の測定に長時間を要する。

[0011] 以下では、本開示の実施の形態に係る電気化学測定システム及び電気測定方法について、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本開示の好ましい一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置及び接続形態などは、一例であり、本開示を限定する趣旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0012] また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。各図において、実質的に同一の構造については同一の符号を付しており、重複する説明は省略または簡略化している。

[0013] 図1は、生体試料の電気化学測定を行う実施の形態における電気化学測定システム10の概略図である。電気化学測定システム10は、電気化学測定プレート20と電気化学測定装置50とからなる。電気化学測定システム10は、例えば、一塊の生体試料の測定に用いられる。一塊の生体試料とは、例えば、胚などの細胞塊である。細胞塊は、一細胞であっても、多細胞の集

合体であってもよい。なお、胚は、分裂前の受精卵を含む。

[0014] 図2は電気化学測定プレート20を模式的に示す斜視図である。電気化学測定プレート20は、測定液や培地等の液体が入れられる貯留部29と、貯留部29の底面29aに設けられた複数のウェル21、24とを有する。具体的には、電気化学測定プレート20は基板520を有する。貯留部29は基板520の上面520aに設けられている。貯留部29には、複数の生体試料102（1021～1025）と、導電性を有する測定液1001とが収容される。

[0015] 測定液1001は貯留部29とウェル21に充填され、生体試料1021～1025がウェル211～215にそれぞれ配置される。電気化学測定プレート20は、複数の生体試料102が配置される複数のウェル21を備えることにより、複数の生体試料102を一度に測定することができる。

[0016] 図2に示す電気化学測定プレート20は、生体試料が配置される5つのウェル21（211、212、213、214、215）を有する。電気化学測定プレート20は、生体試料が配置されないウェル24をさらに有する。電気化学測定プレート20は、生体試料が配置されないウェル24をさらに有する。ウェル24、21（211、212、213、214、215）は、底面24a、21a（211a、212a、213a、214a、215a）と、側壁面24b、21b（211b、212b、213b、214b、215b）を有する。側壁面24b、21b（211b、212b、213b、214b、215b）は、貯留部29の底面29aと底面24a、21a（211a、212a、213a、214a、215a）とにそれぞれ繋がっている。

[0017] 図3Aは電気化学測定プレート20のウェル21、24の一部を拡大して示す上面図である。ウェル211は、ウェル211の底面の中心部に設けられた載置部221を有する。載置部221は生体試料が載置されるように構成されている。同様に、ウェル212は、ウェル211の底面の中心部に設けられた載置部222を有する。載置部222は生体試料が載置されるよう

に構成されている。このように、複数のウェル 21 のそれぞれは、生体試料を載置する載置部 22 を備える。なお、載置部 22 は、ウェル 21 の底面に設けられる凹部や載置場所を示す目印などである。

[0018] 電気化学測定プレート 20 は、ウェル 21 内の載置部 22 の周囲に設けられた複数の測定電極 23 を備える。

[0019] 例えば、ウェル 211 は、ウェル 211 内において載置部 221 の周囲に設けられた 6 つの測定電極 2311、2312、2313、2314、2315、2316 を有する。載置部 221 と測定電極 2311、2312、2313、2314、2315、2316 とはそれぞれ距離 d_{11} 、 d_{12} 、 d_{13} 、 d_{14} 、 d_{15} 、 d_{16} だけ離れている。載置部 221 と測定電極 2311 との間の距離 d_{11} は、載置部 221 と測定電極 2312 との間の距離 d_{12} より小さい。距離 d_{12} は、載置部 221 と測定電極 2313 との間の距離 d_{13} より小さい。距離 d_{13} は、載置部 221 と測定電極 2314 との間の距離 d_{14} より小さい。距離 d_{14} は、載置部 221 と測定電極 2315 との間の距離 d_{15} より小さい。距離 d_{15} は、載置部 221 と測定電極 2316 との間の距離 d_{16} より小さい。

[0020] ウェル 211 と同様に、ウェル 212 は、ウェル 212 内において載置部 222 の周囲に設けられた 6 つの測定電極 2321、2322、2323、2324、2325、2326 を有する。載置部 222 と測定電極 2321、2322、2323、2324、2325、2326 とはそれぞれ距離 d_{21} 、 d_{22} 、 d_{23} 、 d_{24} 、 d_{25} 、 d_{26} だけ離れている。載置部 222 と測定電極 2321 との間の距離 d_{21} は、載置部 222 と測定電極 2322 との間の距離 d_{22} より小さい。距離 d_{22} は、載置部 222 と測定電極 2323 との間の距離 d_{23} より小さい。距離 d_{23} は、載置部 222 と測定電極 2324 との間の距離 d_{24} より小さい。距離 d_{24} は、載置部 222 と測定電極 2325 との間の距離 d_{25} より小さい。距離 d_{25} は、載置部 222 と測定電極 2326 との間の距離 d_{26} より小さい。

[0021] なお、一つのウェル 21 内に設けられた複数の測定電極 23 は 1 つの測定

電極群を構成する。ウェル 2 1 1 内において載置部 2 2 1 の周囲に設けられた測定電極 2 3 1 1、2 3 1 2、2 3 1 3、2 3 1 4、2 3 1 5、2 3 1 6 は測定電極群 2 3 1 を構成する。ウェル 2 1 2 内において載置部 2 2 2 の周囲に設けられた測定電極 2 3 2 1、2 3 2 2、2 3 2 3、2 3 2 4、2 3 2 5、2 3 2 6 は測定電極群 2 3 2 を構成する。

[0022] このように、複数のウェル 2 1 のそれぞれにおいて、複数の測定電極 2 3 は、載置部 2 2 との間の互いに異なる距離の位置にそれぞれ配置される。載置部 2 2 からの距離が異なる複数の測定電極 2 3 を用いることにより、電気化学測定プレート 2 0 は、生体試料からの距離に応じた電流値を測定することができる。

[0023] ウェル 2 1 1 での距離 d_{11} とウェル 2 1 2 での距離 d_{21} とは等しい。ウェル 2 1 1 での距離 d_{12} とウェル 2 1 2 での距離 d_{22} とは等しい。ウェル 2 1 1 での距離 d_{13} とウェル 2 1 2 での距離 d_{23} とは等しい。ウェル 2 1 1 での距離 d_{14} とウェル 2 1 2 での距離 d_{24} とは等しい。ウェル 2 1 1 での距離 d_{15} とウェル 2 1 2 での距離 d_{25} とは等しい。ウェル 2 1 1 での距離 d_{16} とウェル 2 1 2 での距離 d_{26} とは等しい。

[0024] このように、ウェル 2 1 1 内の複数の測定電極 2 3 は、ウェル 2 1 2 に設けられた測定電極 2 3 と載置部 2 2 2 との距離と等しい距離の位置に設けられている。複数のウェル 2 1 において、測定電極 2 3 は、同様の位置関係を有する。

[0025] ウェル 2 4 は、ウェル 2 4 内に設けられた対極 2 6 と、ウェル 2 4 内に設けられた参照電極 2 7 とを有する。ウェル 2 4 は、載置部 2 2 および測定電極 2 3 を有していなくてもよい。

[0026] 図 3 B は実施の形態における他の電気化学測定プレート 2 0 a の上面図である。図 3 B において、図 3 A に示す電気化学測定プレート 2 0 と同じ部分には同じ参照番号を付す。電気化学測定プレート 2 0 a は、図 3 A に示す電気化学測定プレート 2 0 の対極 2 6 と参照電極 2 7 の代わりに、ウェル 2 1、2 4 の外部の貯留部 2 9 の底面 2 9 a に配置された対極 2 6 a と参照電極

27aとを備える。電気化学測定プレート20aには、図3Aに示す電気化学測定プレート20の対極26と参照電極27が設けられたウェル24の代わりに、複数の測定電極23が設けられている載置部を有するウェル21が設けられている。貯留部29に測定液を収容することで、対極26aと参照電極27aとは測定液に接触する。

[0027] 図4は電気化学測定装置50の回路図である。

[0028] 電気化学測定装置50は、接続部51と計測部52と切替部53と制御部54とを有する。

[0029] 接続部51には電気化学測定プレート20が設置される。電気化学測定プレート20は、測定電極23、対極26および参照電極27と配線28を介して接続される取り出し電極部25を有する。接続部51には電気化学測定プレート20の取り出し電極部25を介して測定電極23、対極26および参照電極27にそれぞれ接続される接続端子51aが設けられている。

[0030] 計測部52は、複数の計測回路55を有する。具体的には、計測部52には、電気化学測定プレート20の1つのウェル21に設けられる測定電極23と同じ数の計測回路55が設けられている。例えば、1つのウェル21において載置部22の周囲にN個の測定電極が設けられる場合、電気化学測定装置50は、N個の計測回路55を有する。ここで、数Nは2以上の整数である。図4に示す電気化学測定システム10において、数Nは6であり、計測部52は6つの計測回路55（551、552、553、554、555、556）を有する。

[0031] 計測回路55は、例えば、電流値を測定するオペアンプである。計測回路55は、測定電極23と対極26との間に流れる電流値を測定する。

[0032] 切替部53は、計測回路55に接続される測定電極23を切り替える。切替部53は、電気化学測定装置50の複数の計測回路55と同じ数の切替ユニット56を有する。例えば、N個の計測回路55を有する電気化学測定装置50の場合、切替部53はN個の切替ユニット56を有する。図4において、切替部53は、6つの切替ユニット561、562、563、564、

５６５、５６６）を有する。

[0033] 切替ユニット５６は、複数のスイッチ素子５７で構成される。切替ユニット５６は、電気化学測定プレート２０において、試料の測定に用いられるウェル２１の数と同じ数のスイッチ素子５７を有する。

[0034] 例えば、電気化学測定プレート２０に試料が配置されるＭ個のウェル２１が設けられる場合、１つの切替ユニット５６は、Ｍ個のスイッチ素子５７を有する。図４に示す電気化学測定システムにおいて、Ｍは５である。例えば、切替ユニット５６１は、５つのスイッチ素子５７１、５７２、５７３、５７４、５７５を有する。

[0035] スwitch素子５７は、機械式のスイッチでも電磁式のスイッチであってもよい。

[0036] １つの計測回路５５は１つの切替ユニット５６に接続されている。そして、１つの切替ユニット５６に設けられる複数のスイッチ素子５７には、接続部５１および取り出し電極部２５を介して電気化学測定プレート２０に設けられる複数の測定電極２３がそれぞれ接続されている。１つの切替ユニット５６の複数のスイッチ素子５７には、電気化学測定プレート２０の異なるウェル２１に設けられる測定電極２３がそれぞれ接続される。

[0037] 例えば、切替ユニット５６１は計測回路５５１に接続される。切替ユニット５６１において、スイッチ素子５７１はウェル２１１の測定電極２３１１に接続される。スイッチ素子５７２はウェル２１２の測定電極２３２１に接続される。同様に、スイッチ素子５７３、５７４、５７５は、それぞれウェル２１３、２１４、２１５の測定電極２３に接続される。

[0038] このように、１つのウェル２１に設けられる測定電極２３は、１つの切替ユニット５６の複数のスイッチ素子５７に接続されない。図４に示す切替部５３において、複数のスイッチ素子５７のうち破線で囲まれた６つのスイッチング素子は、同じウェル２１内に設けられた測定電極２３１１、２３１２、２３１３、２３１４、２３１５、２３１６がそれぞれ接続されている。そして、制御部５４は、図４の破線で囲まれた６つのスイッチ素子５７が、同

時にオンされ、また、同時にオフされるように切替部 53 を制御する。切替部 53 は、破線で囲まれたスイッチ素子 57 を一群として、一群ごとにスイッチ素子のオンとオフを切り替える。

[0039] このような構成とすることにより、切替ユニット 56 を切り替えることにより、電気化学測定プレート 20 の測定電極 23 において、複数のウェル 21 を順次切り替えながら電気化学測定を行うことができる。また、切替部 53 は、複数の切替ユニット 56 においてスイッチ素子 57 を同時に切替える。このとき、切替部 53 は、複数の計測回路 55 のそれぞれの計測回路 55 で計測される電気化学測定プレート 20 の測定電極 23 が 1 つのウェルに設けられる測定電極 23 となるようにスイッチ素子 57 を切り替える。これにより、電気化学測定装置 50 は、1 つのウェル 21 内に設けられる測定電極 23 を同時に計測することができる。また、電気化学測定装置 50 は、切替部 53 の制御により、計測回路 55 で同時に測定される測定電極 23 をウェル 21 毎に切り替えながら測定することができる。

[0040] 生体試料の電気化学測定において、測定電極 23 に電位を印加して電流を流した状態にすると、測定される電流値が減少していく場合がある。したがって、1 つのウェル 21 において、異なるタイミングで異なる測定電極 23 に流れる電流値を計測すると、基準となる電流値が変動し、測定値の解析が困難となる。また、変動した電流値を用いることにより測定の精度が低下する可能性がある。

[0041] 本開示の実施の形態における電気化学測定システム 10 は、同一ウェル 21 内の電気化学測定を同じタイミングで行うことが出来るため、電流値を容易に解析することができ、かつ電気化学測定の精度を向上させることができる。さらに、ウェル 21 毎に計測回路 55 を切り替えながら電流値を測定することにより、計測回路 55 の数を減らすことができ、電気化学測定装置 50 を小型化することができる。

[0042] 電気化学測定システム 10 において、対極 26 および参照電極 27 は、制御部 54 に接続される。対極 26 と制御部 54 との間の配線 281 および参

照電極 2 7 と制御部 5 4 との間の配線 2 8 2 は切替部 5 3 に接続されていない。そのため、対極 2 6 および参照電極 2 7 は測定において切り替えられない。対極 2 6 および参照電極 2 7 は、各ウェル 2 1 での測定において共通して用いられる。

[0043] 1つの切替ユニット 5 6 には、それぞれのウェル 2 1 の載置部 2 2 から等しい距離の位置にある測定電極 2 3 が接続されていることが好ましい。

[0044] 例えば、切替ユニット 5 6 1 には、ウェル 2 1 1 の測定電極 2 3 1 1 とウェル 2 1 2 の測定電極 2 3 2 1 が接続される。ウェル 2 1 3 ~ 2 1 5 においても、それぞれの載置部 2 2 から距離 d 1 だけ離れた位置に配置された測定電極 2 3 が切替ユニット 5 6 1 に接続される。

[0045] 同様に、その他の切替ユニット 5 6 2 ~ 5 6 6 においても、それぞれのウェル 2 1 において載置部 2 2 から同じ距離だけ離れて位置する測定電極 2 3 が、1つの切替ユニット 5 6 に接続される。

[0046] これにより、生体試料から等しい距離だけ離れた位置にある測定電極 2 3 における電気化学測定を1つの計測回路 5 5 で行うことができ、計測回路 5 5 毎の測定バラつきを低減することができる。そのため、生体試料に起因する電流値の変化を正確に測定することができる。

[0047] 制御部 5 4 は、切替部 5 3 のスイッチ素子 5 7 の切り替え動作および測定電極 2 3 と対極 2 6 との間に印加される電位の大きさや、電位を印加するタイミング等を制御する。計測回路 5 5 は、測定電極 2 3 と対極 2 6 との間に印加した電位により計測回路 5 5 に流れる電流値を測定する。制御部 5 4 がスイッチ素子 5 7 の切替を制御することで、計測回路 5 5 は、特定の測定電極 2 3 に接続される。これにより、計測回路 5 5 は、特定の測定電極 2 3 に流れる電流値を測定することができる。

[0048] 次に、電気化学測定システム 1 0 における電気化学測定方法について説明する。図 5 と図 6 は電気化学測定方法を示すフロー図である。

[0049] 電気化学測定プレート 2 0 を図 1 に示すように電気化学測定装置 5 0 にセットする。その後、電気化学測定プレート 2 0 のウェル 2 1 内に測定電極 2

3と対極26と参照電極27とに接触するように測定液1001を注入する（ステップS01）。

[0050] 次に、測定電極23を安定化させる（ステップS015）。具体的には、各ウェル21の測定電極23に所定の電位Vを印加する。所定の電位Vは、例えば、生体試料の測定時の測定電位 V_m である。

[0051] その後、各ウェル21において、測定電極23のそれぞれと対極26との間に測定電位 V_m を印加し、測定電極23を流れる電流値 I_1 を計測する（ステップS02）。切替部53により計測回路55に接続される測定電極23をウェル21毎に切り替えながら、1つずつ順にウェル211～ウェル215において計測回路55は測定電極23の電流値 I_1 を測定する。

[0052] 図6はステップS02において計測回路55が複数のウェル21において電流値 I_1 を計測する際の切替部53の動作を示す。図7は電気化学測定システム10の動作における測定電極23に印加される電位Vを示す。図7において、縦軸は測定電極23に印加される電位Vを示し、横軸は時間を示す。

[0053] 図7に示すように、電気化学測定システム10では、電気化学測定装置50は、測定電位 V_m と非測定電位 V_n を一定の間隔で交互に測定電極23に印加する。つまり、測定電極23に印加される電位Vは測定電位 V_m と非測定電位 V_n を一定の間隔で交互に繰り返すパルス波形である。測定電位 V_m は、生体試料の電気化学測定において、測定電極23に流れる電流値を計測する際に印加される電位である。非測定電位 V_n は、電気化学測定プレート20が電気化学測定装置50に接続された状態において、測定電極23に電流が流れないように設定されている。

[0054] 期間P1において、計測回路55は切替部53を介してウェル211のN個の測定電極23に接続されている。制御部54は、測定電位 V_m をウェル211のN個の測定電極23に印加する。計測回路55は、ウェル211のN個の測定電極23にそれぞれ流れる電流値 I_1 を測定する（ステップS021）。

[0055] 期間P1に続く期間P15において、制御部54はウェル211のN個の

測定電極 2 3 に非測定電位 V_n を印加する。切替部 5 3 は、ウェル 2 1 1 の N 個の測定電極 2 3 に非測定電位 V_n が印加された状態で、計測回路 5 5 に接続される測定電極 2 3 をウェル 2 1 1 の測定電極 2 3 からウェル 2 1 2 の測定電極 2 3 に切り替える（ステップ S 0 2 2）。すなわち、切替部 5 3 は、ウェル 2 1 1 の N 個の測定電極 2 3 に非測定電位 V_n が印加された状態で、計測回路 5 5 をウェル 2 1 1 の測定電極 2 3 から断ってウェル 2 1 2 の測定電極 2 3 に接続する。

[0056] 期間 P 1 5 に続く期間 P 2 において、制御部 5 4 は測定電位 V_m をウェル 2 1 3 の測定電極 2 3 に印加する。計測回路 5 5 は、ウェル 2 1 3 の測定電極 2 3 に流れる電流値 I_1 を測定する（ステップ S 0 2 3）。

[0057] 期間 P 2 に続く期間 P 2 5 において、制御部 5 4 はウェル 2 1 2 の N 個の測定電極 2 3 に非測定電位 V_n を印加する。切替部 5 3 は、ウェル 2 1 2 の N 個の測定電極 2 3 に非測定電位 V_n が印加された状態で、計測回路 5 5 に接続される測定電極 2 3 をウェル 2 1 2 の測定電極 2 3 からウェル 2 1 3 の測定電極 2 3 に切り替える。すなわち、切替部 5 3 は、ウェル 2 1 2 の N 個の測定電極 2 3 に非測定電位 V_n が印加された状態で、計測回路 5 5 をウェル 2 1 2 の測定電極 2 3 から断ってウェル 2 1 3 の測定電極 2 3 に接続する（ステップ S 0 2 4）。

[0058] 期間 P 2 5 に続く期間 P 3 において、制御部 5 4 は測定電位 V_m をウェル 2 1 3 の測定電極 2 3 に印加する。計測回路 5 5 は、ウェル 2 1 3 の測定電極 2 3 に流れる電流値 I_1 を測定する（ステップ S 0 2 5）。

[0059] 期間 P 3 に続く期間 P 3 5 において、制御部 5 4 はウェル 2 1 3 の N 個の測定電極 2 3 に非測定電位 V_n を印加する。切替部 5 3 は、ウェル 2 1 3 の N 個の測定電極 2 3 に非測定電位 V_n が印加された状態で、計測回路 5 5 に接続される測定電極 2 3 をウェル 2 1 3 の測定電極 2 3 からウェル 2 1 4 の測定電極 2 3 に切り替える。すなわち、切替部 5 3 は、ウェル 2 1 3 の N 個の測定電極 2 3 に非測定電位 V_n が印加された状態で、計測回路 5 5 をウェル 2 1 3 の測定電極 2 3 から断ってウェル 2 1 4 の測定電極 2 3 に接続する

。

[0060] 期間P 3 5に続く期間P 4において、制御部5 4は測定電位 V_m をウェル2 1 4の測定電極2 3に印加する。計測回路5 5は、ウェル2 1 4の測定電極2 3に流れる電流値 I_1 を測定する。

[0061] 期間P 4に続く期間P 4 5において、制御部5 4はウェル2 1 4のN個の測定電極2 3に非測定電位 V_n を印加する。切替部5 3は、ウェル2 1 4のN個の測定電極2 3に非測定電位 V_n が印加された状態で、計測回路5 5に接続される測定電極2 3をウェル2 1 4の測定電極2 3からウェル2 1 5の測定電極2 3に切り替える。すなわち、切替部5 3は、ウェル2 1 4のN個の測定電極2 3に非測定電位 V_n が印加された状態で、計測回路5 5をウェル2 1 4の測定電極2 3から断ってウェル2 1 5の測定電極2 3に接続する。

。

[0062] 期間P 4 5に続く期間P 5において、制御部5 4は測定電位 V_m をウェル2 1 5の測定電極2 3に印加する。計測回路5 5は、ウェル2 1 5の測定電極2 3に流れる電流値 I_1 を測定する（ステップS 0 2 1 0）。

[0063] このようにして、電気化学測定装置5 0は、ウェル2 1 1からウェル2 1 5までを順次切替ながら、各ウェルの測定電極2 3に流れる電流値 I_1 を計測する。

[0064] 実施の形態では、期間P 5に続く期間P 5 5において、制御部5 4はウェル2 1 5のN個の測定電極2 3に非測定電位 V_n を印加する。切替部5 3は、ウェル2 1 5のN個の測定電極2 3に非測定電位 V_n が印加された状態で、計測回路5 5に接続される測定電極2 3をウェル2 1 5の測定電極2 3からウェル2 1 1の測定電極2 3に切り替える（ステップS 0 2 1 1）。すなわち、切替部5 3は、ウェル2 1 5のN個の測定電極2 3に非測定電位 V_n が印加された状態で、計測回路5 5をウェル2 1 5の測定電極2 3から断ってウェル2 1 1の測定電極2 3に接続する。

[0065] 期間P 5 5に続く期間P 1において、制御部5 4は測定電位 V_m をウェル2 1 1の測定電極2 3に印加する。計測回路5 5は、ウェル2 1 1の測定電

極 2 3 に流れる電流値 I_1 を測定する（ステップ S 0 2 1）。図 7 に示すように、制御部 5 4 は、期間 P 1 ～ P 5 での電流値 I_1 の測定を複数回繰り返し行う。

[0066] 上記のように、電流値 I_1 の測定において、非測定電位 V_n を印加する間に切替ユニット 5 6 でスイッチ素子 5 7 を切り替えることが好ましい。これにより、スイッチ素子 5 7 の切替により生じる電流ノイズを低減することができ、正確に電流値 I_1 を測定することができる。

[0067] 図 8 は電気化学測定システム 1 0 の他の動作における測定電極 2 3 に印加される電位 V を示す。図 8 において、縦軸は測定電極 2 3 に印加される電位 V を示し、横軸は時間を示す。図 7 に示す動作において、制御部 5 4 は期間 P 1 ～ P 5 において、測定電位 V_m と非測定電位 V_n を一定の間隔で交互に繰り返すパルス波形を有する電位 V を測定電極 2 3 に印加する。この場合、1 つのウェル 2 1 内の測定中において、非測定電位 V_n が印加されていても切替部 5 3 は、切り替え動作を行わない。そして、1 つのウェル 2 1 内の測定が終わった後の非測定電位 V_n が印加されるタイミングで、切替部 5 3 は切り替え動作を行う。

[0068] 次に、図 5 に示すように、電気化学測定プレート 2 0 のそれぞれのウェル 2 1 の載置部 2 2 に 1 つの生体試料を導入して配置する（ステップ S 0 3）。生体試料の導入は、測定電位 V_m を印加せずに行うことが好ましい。より好ましくは、電気化学測定装置 5 0 に電流が流れない電位、つまり、非測定電位 V_n を印加した状態で、生体試料を導入してもよい。

[0069] 生体試料が導入された状態で、各ウェル 2 1 において、測定電位 V_m を印加し、測定電極 2 3 を流れる電流値 I_2 を測定する（ステップ S 0 4）。ステップ S 0 4 において、ステップ S 0 2（ステップ S 0 2 1 ～ S 0 2 1 0）での電流値 I_1 の測定と同様に、切替部 5 3 により計測回路 5 5 に接続される測定電極 2 3 をウェル 2 1 毎に切替えながら、計測回路 5 5 はウェル 2 1 1 ～ 2 1 5 の 1 つずつに順に測定電極 2 3 に流れる電流値 I_2 を測定する。

[0070] ステップ S 0 4 において電流値 I_2 の測定した後、生体試料をウェル 2 1 か

ら取り出す（ステップS05）。生体試料を取り出す際は、測定電位 V_m を印加しないことが好ましい。より好ましくは、非測定電位 V_n を印加した状態で、生体試料を取り出してもよい。

[0071] ステップS05で生体試料をウェル21から取り出した後、ステップS02（ステップS021～S0210）と同様に、各ウェル21において測定電位 V_m を印加し、測定電極23に流れる電流値 I_3 を測定する（ステップS06）。電流値 I_1 の測定と同様に、切替部53により計測回路55に接続される測定電極23をウェル21毎に切替ながら、計測回路55はウェル211～ウェル215の1つずつに順に電流値 I_3 を測定する。

[0072] 電流値 I_1 、 I_2 、 I_3 を用いて生体試料の状態を判断する（ステップS07）。例えば、胚の状態を調べる場合、電流値 I_1 、 I_2 、 I_3 を用いて、胚の周囲の溶存酸素濃度を算出する。胚の周囲の溶存酸素濃度を求めることにより、胚の活性状態を知ることができる。

[0073] 生体試料の電気化学測定において、測定される電流値は時間の経過と共に変動する場合がある。したがって、一つの生体試料に対応する複数の測定電極を切り替えて測定する場合、測定のタイミングにより基準の電流値が異なるため、生体試料の状態を正確に測定することが難しい。そのため一つの生体試料に対応する複数の測定電極での測定は、同じタイミングで測定されることが好ましい。実施の形態における電気化学測定システム10のように、同じタイミングで電流値を測定することにより、生体試料の正確な状態を測定することができる。

[0074] なお、複数のウェル21の全てが測定に用いられない場合、すなわち複数のウェル21が生体試料の導入されないウェルを含む場合、切替部53は、生体試料が導入されて測定に用いられるウェル21のみで計測回路55と測定電極23を切り替えてもよい。具体的には、例えば、電気化学測定プレート20の3つのウェル211、213、215に生体試料を導入する場合、切替部53の切替ユニット561は、スイッチ素子571、573、575のオンとオフを切替え、スイッチ素子572、574はオフに維持する。切

替ユニット 5 6 2 ～ 5 6 6 においても、切替ユニット 5 6 1 と同様にスイッチ素子を制御する。

[0075] 本開示に係る電気化学測定方法は、1つのウェル 2 1 に設けられる測定電極 2 3 と同じ数の計測回路 5 5 を用いることにより、同一のウェル 2 1 内に設けられる測定電極 2 3 に流れる電流を同じタイミングで測定することができる。したがって、生体試料の電気化学測定を高精度に行うことができる。

[0076] 上述のように、電気化学測定システム 1 0 は、生体試料 1 0 2 1、1 0 2 2 が配置される電気化学測定プレート 2 0 と、電気化学測定プレート 2 0 に接続された電気化学測定装置 5 0 とを備える。電気化学測定プレート 2 0 は、ウェル 2 1 1、2 1 2 と、ウェル 2 1 1 内に設けられた測定電極群 2 3 1 と、ウェル 2 1 2 内に設けられた測定電極群 2 3 2 とを有する。ウェル 2 1 1 には、生体試料 1 0 2 1 が配置される載置部 2 2 1 が設けられている。測定電極群 2 3 1 は、載置部 2 2 1 の周囲に設けられた N 個 (N は 2 以上の整数) の測定電極 2 3 を含む。ウェル 2 1 2 には、生体試料 1 0 2 2 が配置される載置部 2 2 2 が設けられている。測定電極群 2 3 2 は、載置部 2 2 2 の周囲に設けられた N 個の測定電極 2 3 を含む。電気化学測定装置 5 0 は、 N 個の計測回路 5 5 と、 N 個の計測回路 5 5 と測定電極群 2 3 1、2 3 2 に接続された切替部 5 3 と、測定電極 2 3 に印加される電位を制御する制御部 5 4 とを有する。切替部 5 3 は、 N 個の計測回路 5 5 を測定電極群 2 3 1 と測定電極群 2 3 2 とに選択的に切り替えて接続する。

[0077] N 個の測定電極 2 3 のうちの或る測定電極 2 3 1 1 と載置部 2 2 1 との間の距離 $d 1 1$ は、 N 個の測定電極 2 3 のうちの他の測定電極 2 3 1 2 と載置部 2 2 1 との間の距離 $d 1 2$ よりも小さくてもよい。 N 個の測定電極 2 3 のうちの或る測定電極 2 3 2 1 と載置部 2 2 2 との間の第三の距離 $d 2 1$ は、 N 個の測定電極 2 3 のうちの他の測定電極 2 3 2 2 と載置部 2 2 2 との間の第四の距離 $d 2 2$ よりも小さくてもよい。距離 $d 1 1$ は第三の距離 $d 2 1$ と等しくてもよい。距離 $d 1 2$ は第四の距離 $d 2 2$ と等しくてもよい。切替部 5 3 は、切替ユニット 5 6 1、5 6 2 を有する。切替ユニット 5 6 1 は、 N

個の計測回路 55 のうちの計測回路 551 を、或る測定電極 2311 と或る測定電極 2321 とに選択的に切り替えて接続する。切替ユニット 562 は、N 個の計測回路 55 のうちの計測回路 552 を、他の測定電極 2312 と他の測定電極 2322 とに選択的に切り替えて接続する。

[0078] 電気化学測定プレート 20 は対極 26 をさらに有していてもよい。この場合、電気化学測定装置 50 は対極 26 と制御部 54 との間に接続されてかつ切替部 53 に接続されていない配線 281 をさらに有してもよい。

[0079] 電気化学測定装置 50 は、N 個（N は、2 以上の整数）の接続端子 51a を含む電極群 51b と、N 個の接続端子 51a を含む電極群 51c と、N 個の計測回路 55 と、N 個の計測回路 55 を電極群 51b と電極群 51c とに選択的に切り換えて接続する切替部 53 と、制御部 54 とを備える。N 個の接続端子 51a は電気化学測定プレート 20 の N 個の測定電極 23 にそれぞれ接続されるように構成されている。N 個の接続端子 51a は電気化学測定プレート 20 の N 個の測定電極 23 にそれぞれ接続されるように構成されている。

[0080] 電気化学測定装置 50 は、接続端子 51a と制御部 54 とを接続しかつ切替部 53 に接続されない配線 281 をさらに備えてもよい。

[0081] （変形例 1）

本実施の形態における電気化学測定装置の変形例 1 について図面を参照しながら説明する。

[0082] 図 9A は実施の形態におけるさらに他の電気化学測定プレート 80 の上面図である。図 9B は実施の形態における他の電気化学測定システム 10a の回路図であり、主に電気化学測定装置 70 の回路を示す。図 9A と図 9B において、図 1 から図 4 に示す電気化学測定システム 10 と同じ部分には同じ参照番号を付す。

[0083] 電気化学測定プレート 80 は、図 1 から図 4 に示す電気化学測定プレート 20 のウェル 24 に設けられた対極 26 の代わりに、複数のウェル 21 内にそれぞれ設けられた複数の対極 26b を備える。実施の形態では、対極 26

bはウェル21の側壁面21bに設けられている。複数の対極26bは複数のウェル21の複数の載置部の周囲にそれぞれ設けられている。

[0084] 電気化学測定装置70の切替部93は複数のスイッチ素子97を有する切替ユニット967を備える。複数のウェル21内にそれぞれ設けられる複数の対極26bは、切替部53の切替ユニット567の複数のスイッチ素子57にそれぞれ接続されている。切替ユニット567は、他の切替ユニット561～565と同じタイミングで、計測回路55に接続される測定電極23と同じウェル21に設けられている対極26bを制御部54と接続するように対極26bを切り替える。

[0085] 対極26bは図3Aに示す参照電極27の機能を有している。なお、参照電極を対極26bと別に設けてもよい。図9Cは実施の形態におけるさらに他の電気化学測定プレート80aの上面図である。図9Cにおいて、図9Aに示す電気化学測定プレート80と同じ部分には同じ参照番号を付す。電気化学測定プレート80aは、図9Aに示す電気化学測定プレート80の複数のウェル21内にそれぞれ設けられた複数の参照電極27bを備える。実施の形態では、参照電極27bはウェル21の側壁面21bに設けられている。この場合、電気化学測定装置50では、切替部53は、複数のウェル21にそれぞれ設けられた複数の参照電極27bにそれぞれ接続された複数のスイッチ素子97を有する切替ユニットをさらに備える。

[0086] 電気化学測定装置70の電極群51bは、載置部221の周囲に設けられた対極26bに接続される接続端子51aをさらに含む。電極群51cは、載置部222の周囲に設けられた対極26bに接続される接続端子51aをさらに含む。切替部93は、制御部54を複数の対極26bにそれぞれ接続される複数の接続端子51aに選択的に切り替えて接続する切替ユニット967をさらに有する。

[0087] (変形例2)

本実施の形態における電気化学測定装置の変形例2について図面を参照しながら説明する。

- [0088] 図10は実施の形態におけるさらに他の電気化学測定システム10bの回路図であり、主に電気化学測定装置90の回路を示す。図10において、図1から図4に示す電気化学測定システム10と同じ部分には同じ参照番号を付す。
- [0089] 電気化学測定装置90は、図4に示す電気化学測定装置50の切替部53の代わりに切替部93を備える。切替部93は、電気化学測定プレート20の複数のウェル21の数に応じた数の切替ユニット96を備える。1つの切替ユニット96には、1つのウェル21に設けられている複数の測定電極23が接続されている。つまり、切替ユニット96は、1つのウェル21内に設けられる測定電極23の数と同じ数のスイッチ素子97を有する。
- [0090] 図10に示す電気化学測定プレート20は、各ウェル21内の載置部22の周囲に設けられた5つの測定電極23を有する。ウェル211は、5つの測定電極2311、2312、2313、2314、2315を有する。電気化学測定装置90は、5個の計測回路55と5個の切替ユニット96と、5個のスイッチ素子97とを含む。
- [0091] 1つの計測回路55は、1つの切替ユニット96に接続される。
- [0092] 図10に示す切替部93において、切替ユニット961は、スイッチ素子971、972、973、974、975を有する。切替ユニット961は、測定電極2311と接続される。切替ユニット962は、測定電極2312と接続される。切替ユニット963は、測定電極2313と接続される。切替ユニット964は、測定電極2314と接続される。切替ユニット965は、測定電極2315と接続される。
- [0093] 切替部93において、破線で囲まれた5つのスイッチ素子97は、それぞれのウェル21内において、載置部22からの距離が等しい位置に設けられた測定電極23に接続されている。そして、制御部54は、図10の破線で囲まれた5つのスイッチング素子を同時にオンし、同時にオフするように切替部93を制御する。切替部93は、破線で囲まれたスイッチ素子97を一群として、群ごとにスイッチ素子のオンとオフを切り替える。

[0094] これにより、電気化学測定装置 90 は、生体試料から同じ距離に位置する測定電極 23 において、異なるウェル 21 内の電気化学測定を同時に行うことができる。そのため、電気化学測定装置 90 は、生体試料の距離に依存する電気化学的な変化を、精度良く検出することができる。

[0095] 実施の形態における電気化学測定システム 10、10a、10b、電気化学測定装置 50、90 および電気化学測定方法は、胚の呼吸活性の測定を用いて説明したが、これに限定されるものではない。例えば、モデル細胞による新薬候補化合物の薬理テストなど、生体試料等の検査・分析に広く適用することができる。

[0096] また、電流値の測定において、測定電極に印加される電位は、パルス波形の電位に限定されない。たとえば、一定値の測定電位が測定電極に印加された状態で、切替部を動作させることにより、各ウェル毎の電気化学測定を行ってもよい。

[0097] なお、制御部は、生体試料が導入されていないウェル 21 の測定電極 23 が接続される切替ユニット 56 を切替えなくてもよい。

[0098] 以上、一つまたは複数の態様における電気化学測定システムについて、実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、この実施の形態に限定されるものではない。本開示の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、一つまたは複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

産業上の利用可能性

[0099] 本開示にかかる電気化学測定システムは、胚などの生体試料の電気化学測定において有用である。

符号の説明

[0100] 10 電気化学測定システム
20, 80 電気化学測定プレート
21, 24 ウェル

- 2 2 載置部
- 2 3 測定電極
- 2 5 取り出し電極部
- 2 6, 2 6 a, 2 6 b 対極
- 2 7, 2 7 a, 2 7 b 参照電極
- 2 8 配線
- 2 9 貯留部
- 5 0, 7 0, 9 0 電気化学測定装置
- 5 1 接続部
- 5 1 a 接続端子
- 5 1 b, 5 1 c 電極群
- 5 2 計測部
- 5 3, 9 3 切替部
- 5 4 制御部
- 5 5 計測回路
- 5 6, 9 6 切替ユニット
- 5 7, 9 7 スイッチ素子
- 1 0 0 1 測定液
- 1 0 2 生体試料
- 1 0 2 1 生体試料（第一の生体試料）
- 1 0 2 2 生体試料（第二の生体試料）

請求の範囲

[請求項1]

第一の生体試料と第二の生体試料とが配置される電気化学測定プレートと、

前記電気化学測定プレートに接続された電気化学測定装置と、
を備え、

前記電気化学測定プレートは、

前記第一の生体試料が配置される第一の載置部が設けられた第一のウェルと、

前記第一のウェル内において前記第一の載置部の周囲に設けられたN個（Nは2以上の整数）の第一の測定電極を含む第一の測定電極群と、

前記第二の生体試料が配置される第二の載置部が設けられた第二のウェルと、

前記第二のウェル内において前記第二の載置部の周囲に設けられたN個の第二の測定電極を含む第二の測定電極群と、
を有し、

前記電気化学測定装置は、

N個の計測回路と、

前記N個の計測回路を前記第一の測定電極群と前記第二の測定電極群とに選択的に切り替えて接続する切替部と、

前記N個の第一の測定電極に印加される電位と前記N個の第二の測定電極に印加する電位とを制御する制御部と、
を有する、電気化学測定システム。

[請求項2]

前記N個の第一の測定電極のうちの或る第一の測定電極と第一の載置部との間の第一の距離は、前記N個の第一の測定電極のうちの他の第一の測定電極と第一の載置部との間の第二の距離よりも小さく、
前記N個の第二の測定電極のうちの或る第二の測定電極と第二の載置部との間の第三の距離は、前記N個の第二の測定電極のうちの他の第

二の測定電極と第二の載置部との間の第四の距離よりも小さく、
前記第一の距離は前記第三の距離と等しく、
前記第二の距離は前記第四の距離と等しく、
前記切替部は、

前記N個の計測回路のうちの第一の計測回路を、前記或る第一の測定電極と前記或る第二の測定電極とに選択的に切り替えて接続する第一の切替ユニットと、

前記N個の計測回路のうちの第二の計測回路を、前記他の第一の測定電極と前記他の第二の測定電極とに選択的に切り替えて接続する第二の切替ユニットと、

を有する、請求項1に記載の電気化学測定システム。

[請求項3] 前記電気化学測定プレートは対極をさらに有し、
前記電気化学測定装置は前記対極と前記制御部との間に接続されてかつ前記切替部に接続されていない配線をさらに有する、請求項2に記載の電気化学測定システム。

[請求項4] 前記電気化学測定プレートは、
前記第一のウェルに設けられた第一の対極と、
前記第二のウェルに設けられた第二の対極と、
をさらに有し、
前記切替部は、前記制御部を前記第一の対極と前記第二の対極とに選択的に切り替えて接続する第三の切替ユニットをさらに有する、請求項2に記載の電気化学測定システム。

[請求項5] 第一の生体試料と第二の生体試料とが配置される電気化学測定プレートと共に用いられる電気化学測定装置であって、
N個（Nは、2以上の整数）の第一の接続端子を含む第一の電極群と、
、
N個の第二の接続端子を含む第二の電極群と、
N個の計測回路と、

N個の計測回路を前記第一の電極群と前記第二の電極群とに選択的に切り換えて接続する切替部と、
制御部と、
を備え、
前記電気化学測定プレートは、
前記第一の生体試料が配置される第一の載置部と、
前記第一のウェル内に設けられるとともに、前記第一の載置部の周囲に設けられたN個の第一の測定電極と、
前記第二の生体試料が配置される第二の載置部と、
前記第二のウェル内に設けられるとともに、前記第二の載置部の周囲に設けられたN個の第二の測定電極と、
を有し、
前記N個の第一の接続端子は前記N個の第一の測定電極にそれぞれ接続されるように構成されており、
前記N個の第二の接続端子は前記N個の第二の測定電極にそれぞれ接続されるように構成されており、
前記制御部は、前記N個の第一の測定電極に印加する電位と前記N個の第二の測定電極に印加する電位とを制御するように構成されている、電気化学測定装置。

[請求項6] 前記N個の第一の測定電極のうちの或る第一の測定電極と第一の載置部との間の第一の距離は、前記N個の第一の測定電極のうちの他の第一の測定電極と第一の載置部との間の第二の距離よりも小さく、
前記N個の第二の測定電極のうちの或る第二の測定電極と第二の載置部との間の第三の距離は、前記N個の第二の測定電極のうちの他の第二の測定電極と第二の載置部との間の第四の距離よりも小さく、
前記第一の距離と前記第三の距離とは等しく、
前記第二の距離と前記第四の距離とは等しく、
前記切替部は、

前記N個の計測回路のうちの第一の計測回路を、前記或る第一の測定電極と前記或る第二の測定電極とに選択的に切り替えて接続する第一の切替ユニットと、

前記N個の計測回路のうちの第二の計測回路を、前記他の第一の測定電極と前記他の第二の測定電極とに選択的に切り替えて接続する第二の切替ユニットと、

を有する、請求項5に記載の電気化学測定装置。

[請求項7]

第三の接続端子と、

前記第三の接続端子と前記制御部とを接続しかつ前記切替部に接続されない配線と、

をさらに備え、

前記電気化学測定プレートは前記第三の接続端子に接続される対極をさらに有する、請求項6に記載の電気化学測定装置。

[請求項8]

前記電気化学測定プレートは、

前記第一の載置部の周囲に設けられた第一の対極と、

前記第二の載置部の周囲に設けられた第二の対極と、

をさらに有し、

前記第一の電極群は前記第一の対極に接続される第五の接続端子をさらに含み、

前記第二の電極群は前記第二の対極に接続される第六の接続端子をさらに含み、

前記切替部は、前記制御部を前記第五の対極と前記第六の対極とに選択的に切り替えて接続する第三の切替ユニットをさらに有する、請求項6に記載の電気化学測定装置。

[請求項9]

第一の載置部が設けられた第一のウェルと、

前記第一のウェル内において前記第一の載置部の周囲に設けられたN個（Nは2以上の整数）の第一の測定電極を含む第一の測定電極群と、

第二の載置部が設けられた第二のウェルと、
前記第二のウェル内において前記第二の載置部の周囲に設けられたN個の第二の測定電極を含む第二の測定電極群と、
対極と、
を備えた電気化学測定プレートを準備するステップと、
N個の計測回路を備えた電気化学測定装置を準備するステップと、
第一の生体試料と第二の生体試料と測定液とを、前記第一の載置部に第一の生体試料が配置されて前記第二の載置部に第二の生体試料が配置されてかつ前記測定液が前記対極と前記第一の測定電極群と前記第一の測定電極群とに接触するように、前記電気化学測定プレートに収容するステップと、
前記N個の計測回路が前記N個の第一の測定電極にそれぞれ接続された状態で、前記対極に測定電位を印加して、前記N個の第一の測定電極における電流値を測定するステップと、
前記N個の第一の測定電極における前記電流値を測定する前記ステップの後で、前記N個の計測回路が前記N個の第一の測定電極から断たれて前記N個の第二の測定電極にそれぞれ接続されるように前記N個の計測回路を前記第一の測定電極群から前記第二の測定電極群へ切り替えるステップと、
前記N個の計測回路が前記N個の第二の測定電極と接続された状態で、前記対極に前記測定電位を印加して前記N個の第二の測定電極における電流値を測定するステップと、
を含む、電気化学測定方法。

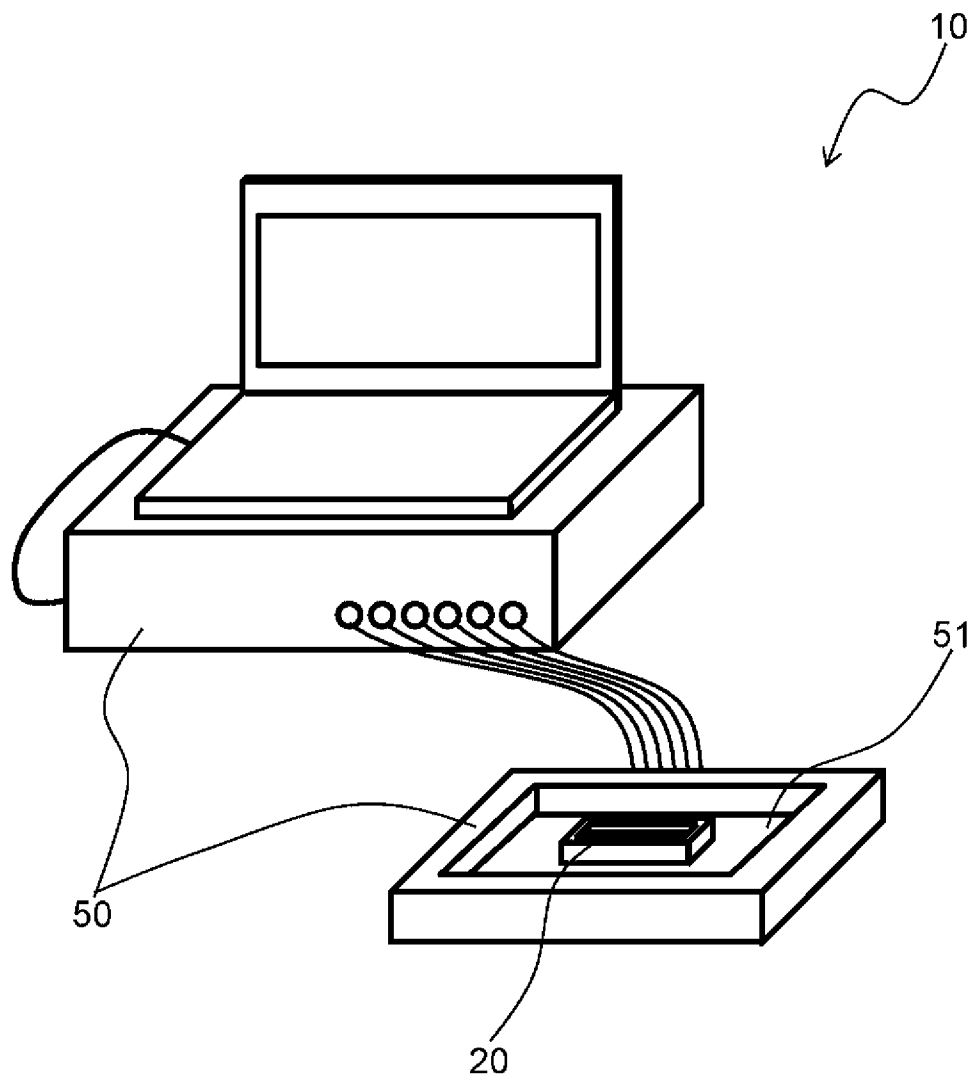
[請求項10]

前記N個の計測回路を前記第一の測定電極群から前記第二の測定電極群へ切り替える前記ステップは、前記N個の第一の測定電極における前記電流値を測定する前記ステップの後で、前記対極に非測定電位が印加された状態で前記N個の計測回路が前記N個の第一の測定電極から断たれて前記N個の第二の測定電極にそれぞれ接続されるように前

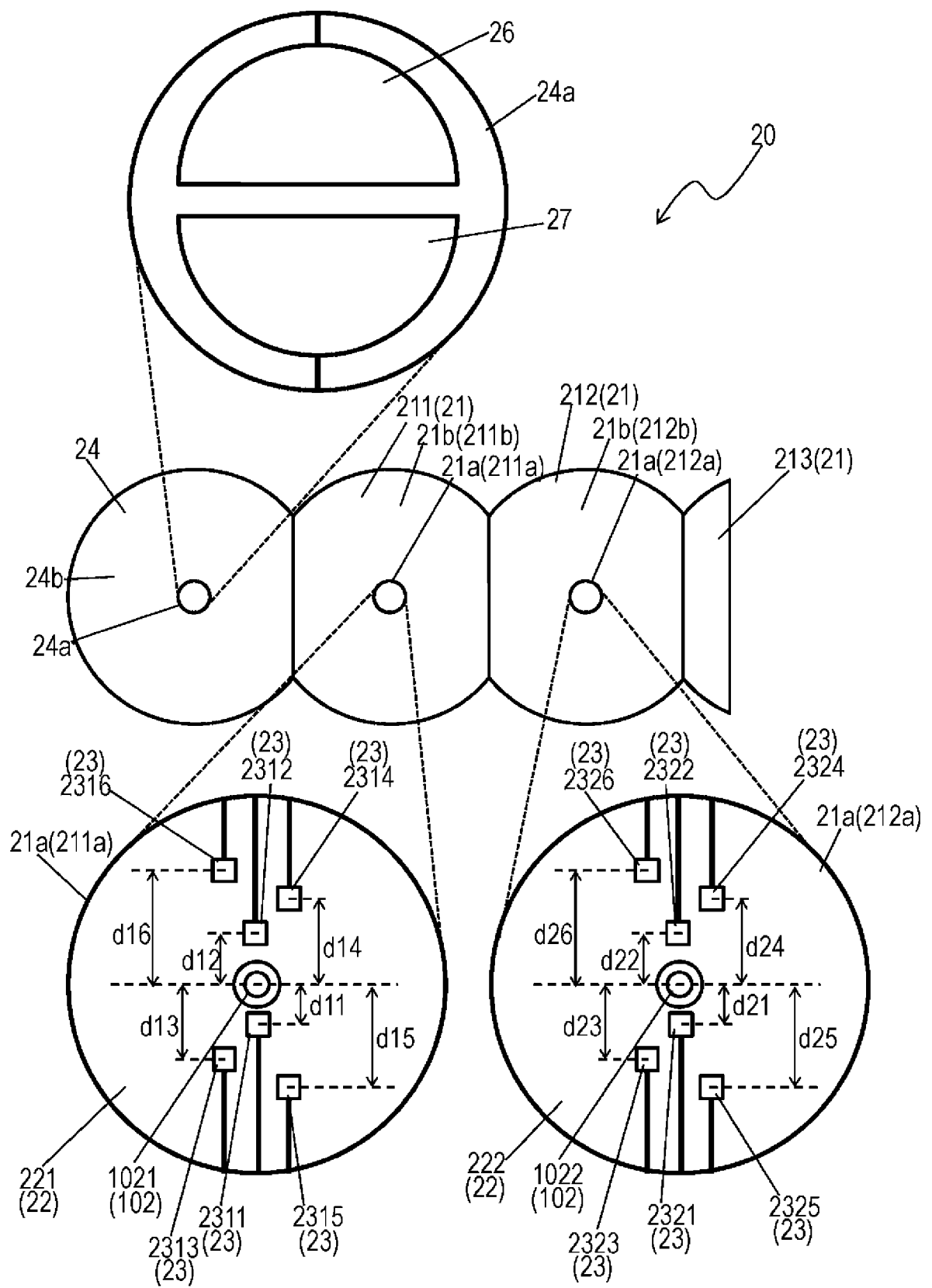
記N個の計測回路を前記第一の測定電極群から前記第二の測定電極群へ切り替えるステップを含む、請求項9に記載の電気化学測定方法。

[請求項11] 前記非測定電位は前記N個の第一の測定電極と前記N個の第二の測定電極とに電流が流れないように設定されている、請求項10に記載の電気化学測定方法。

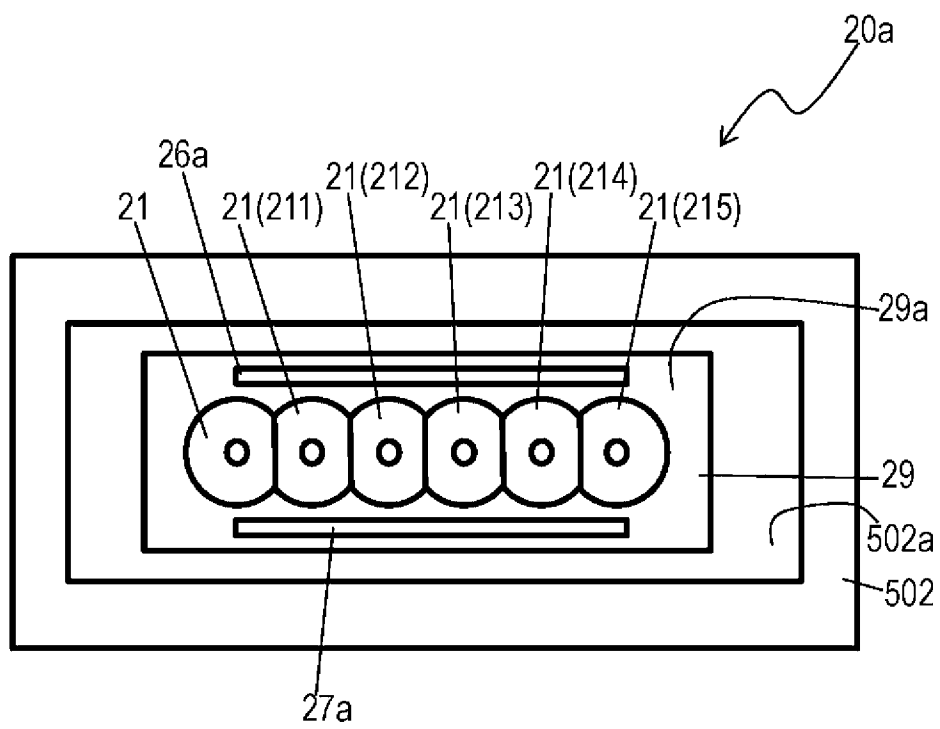
[図1]



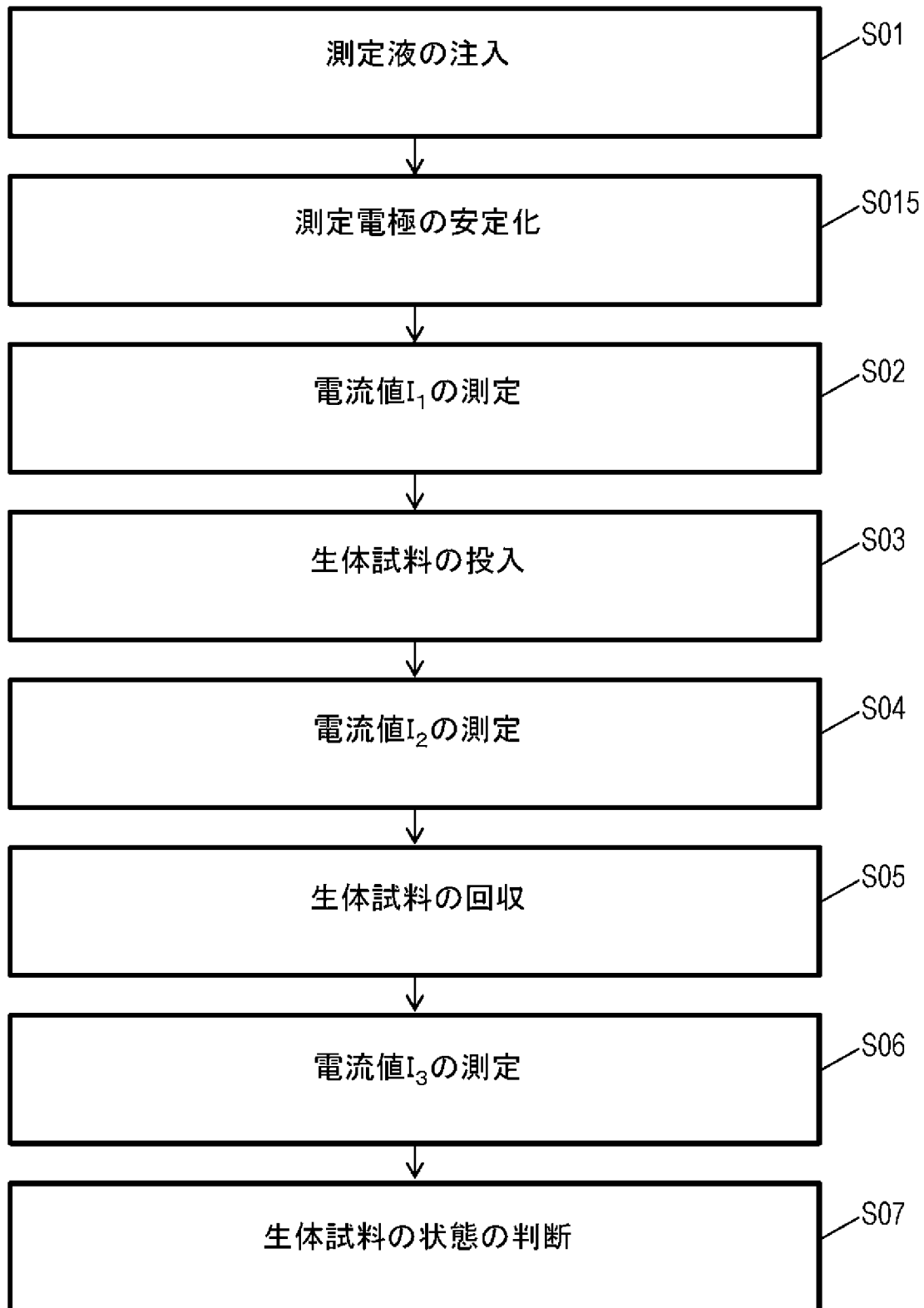
[図3A]



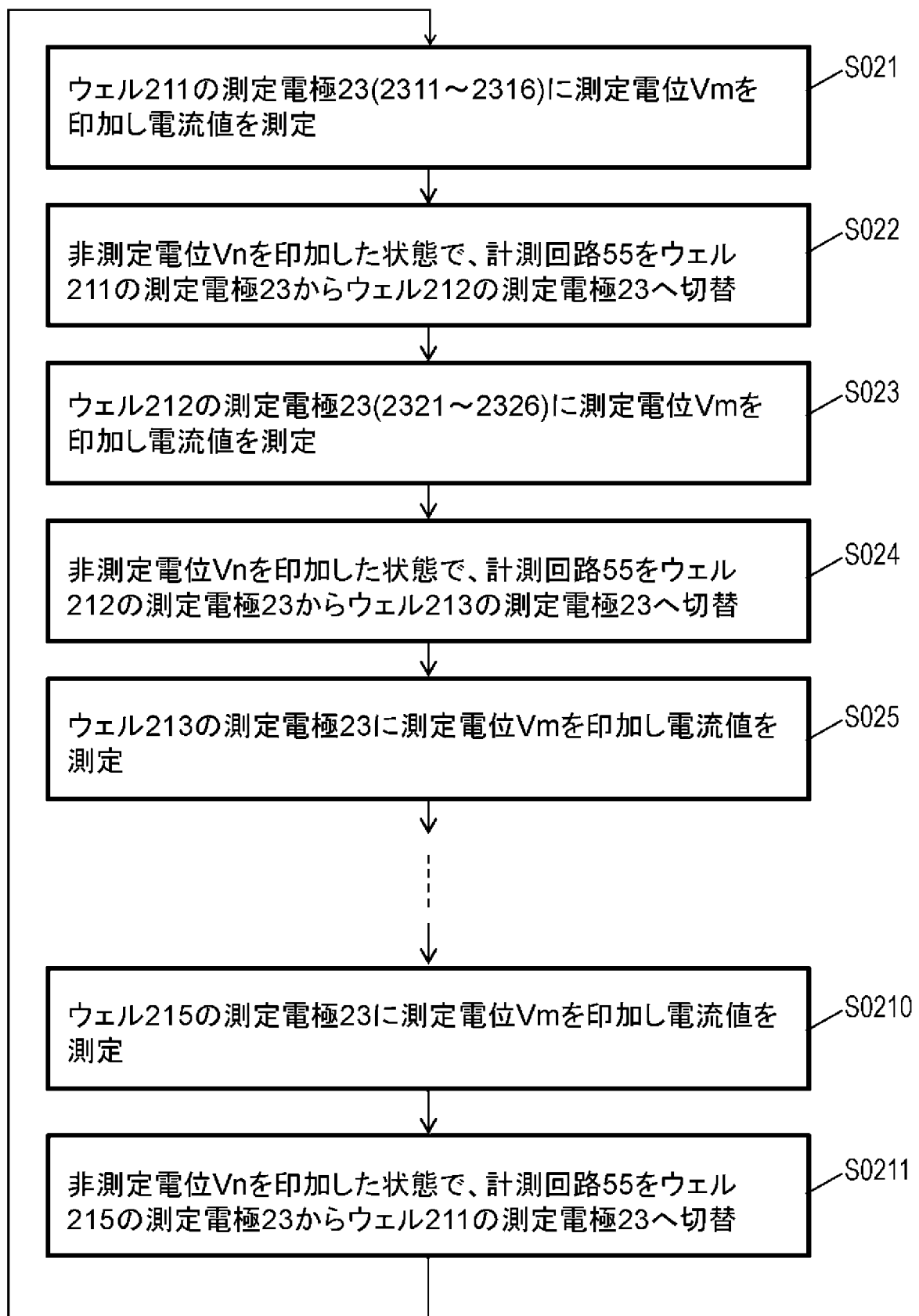
[図3B]



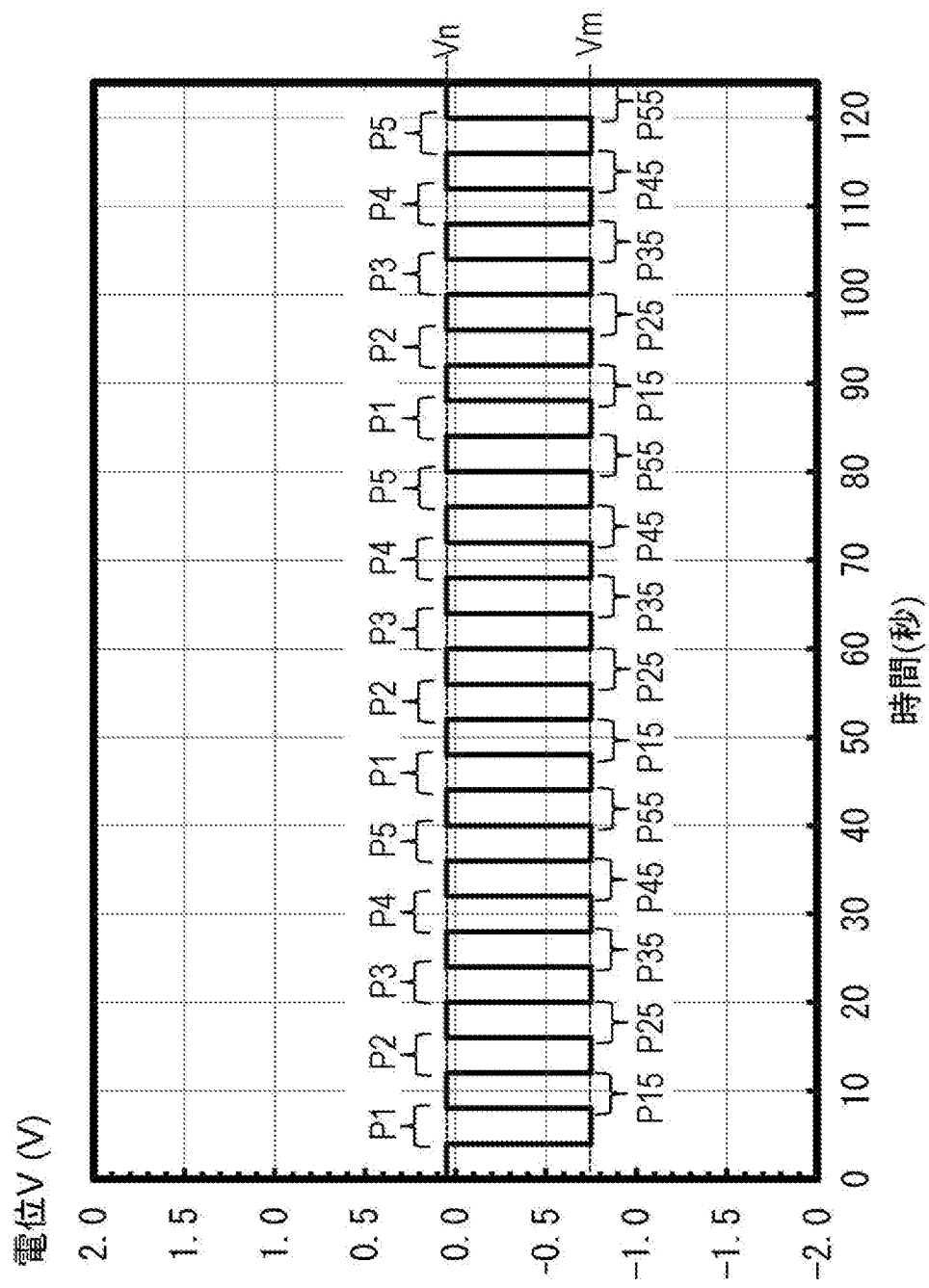
[図5]



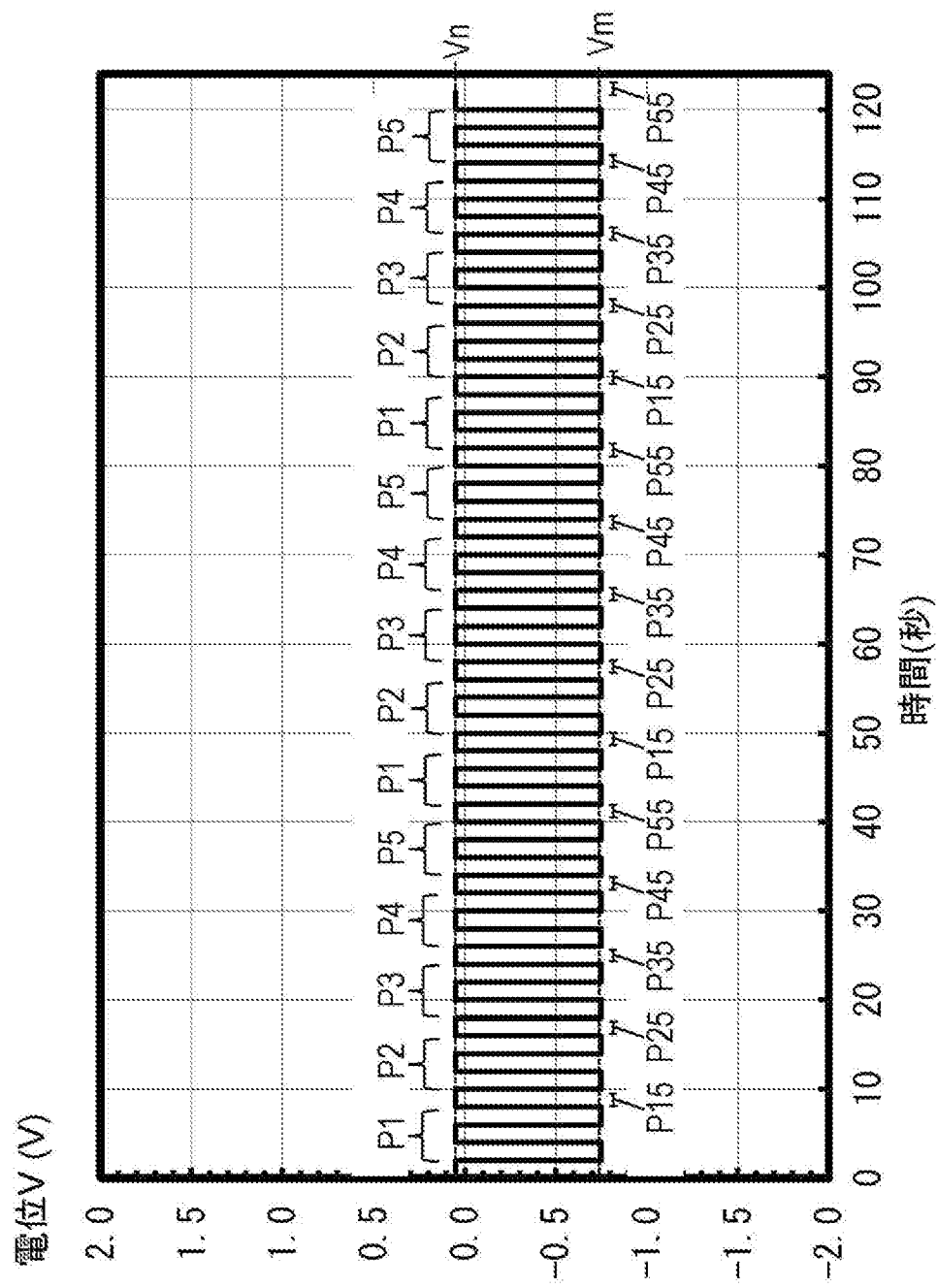
[図6]



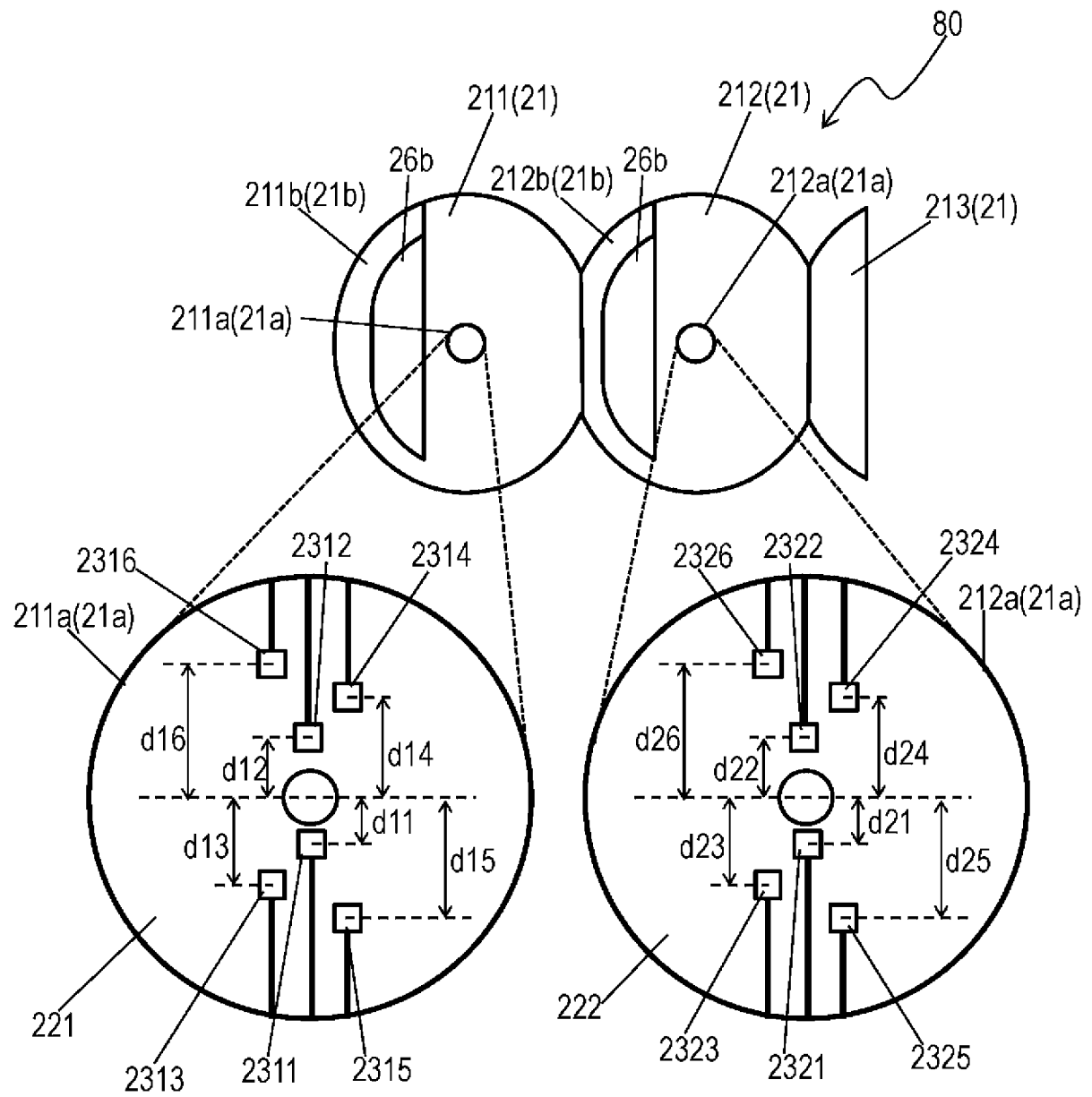
[図7]



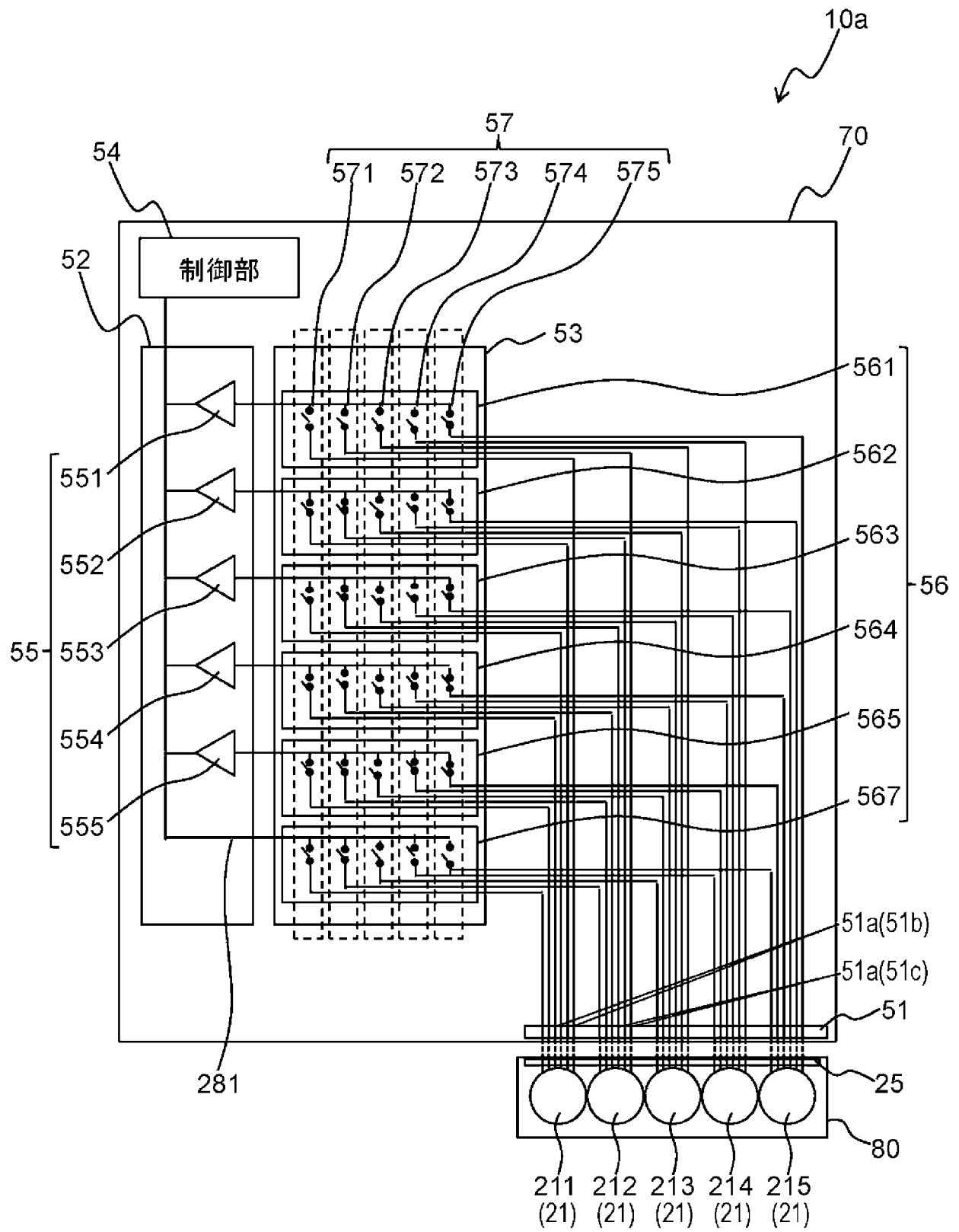
[図8]



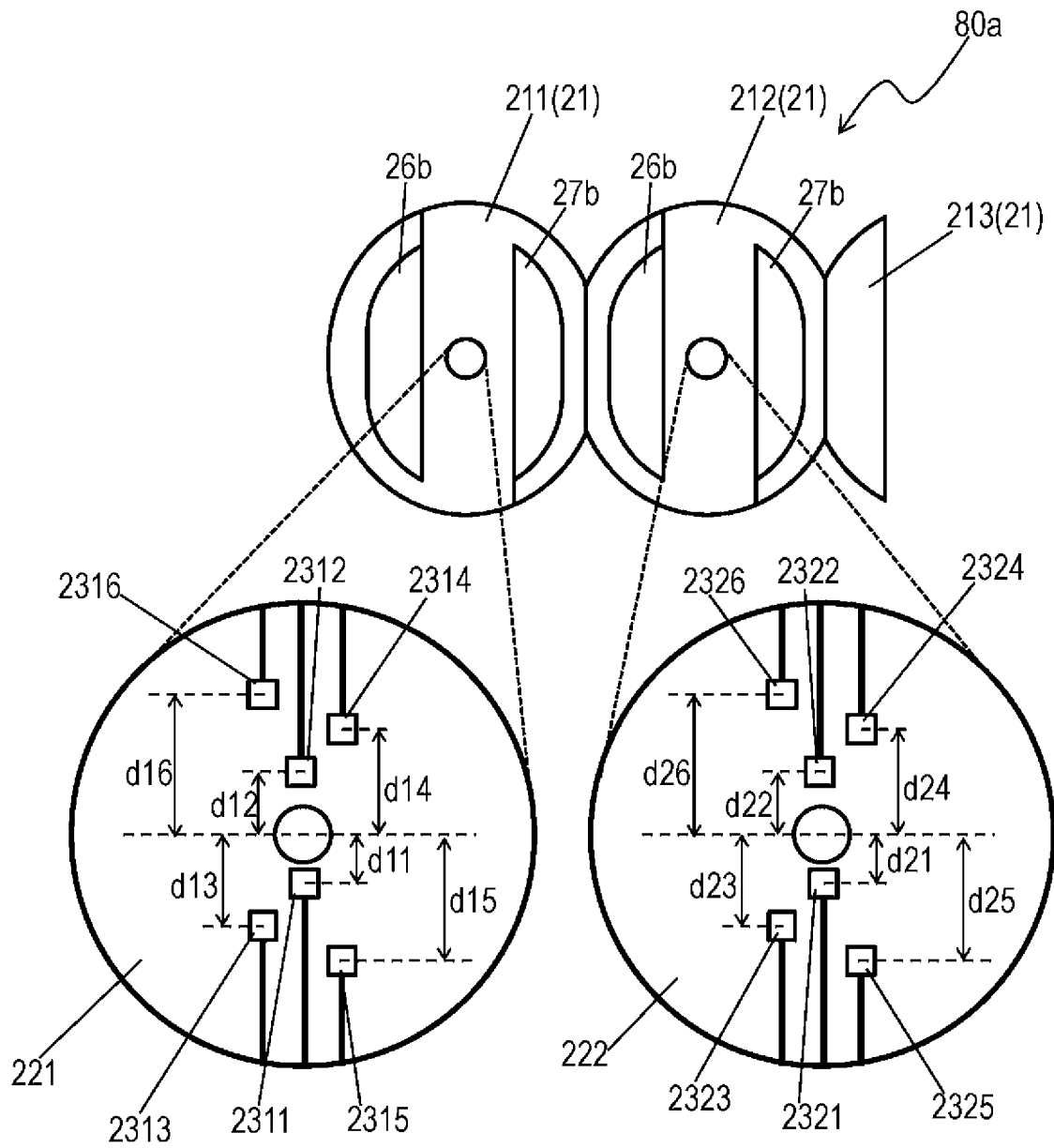
[図9A]



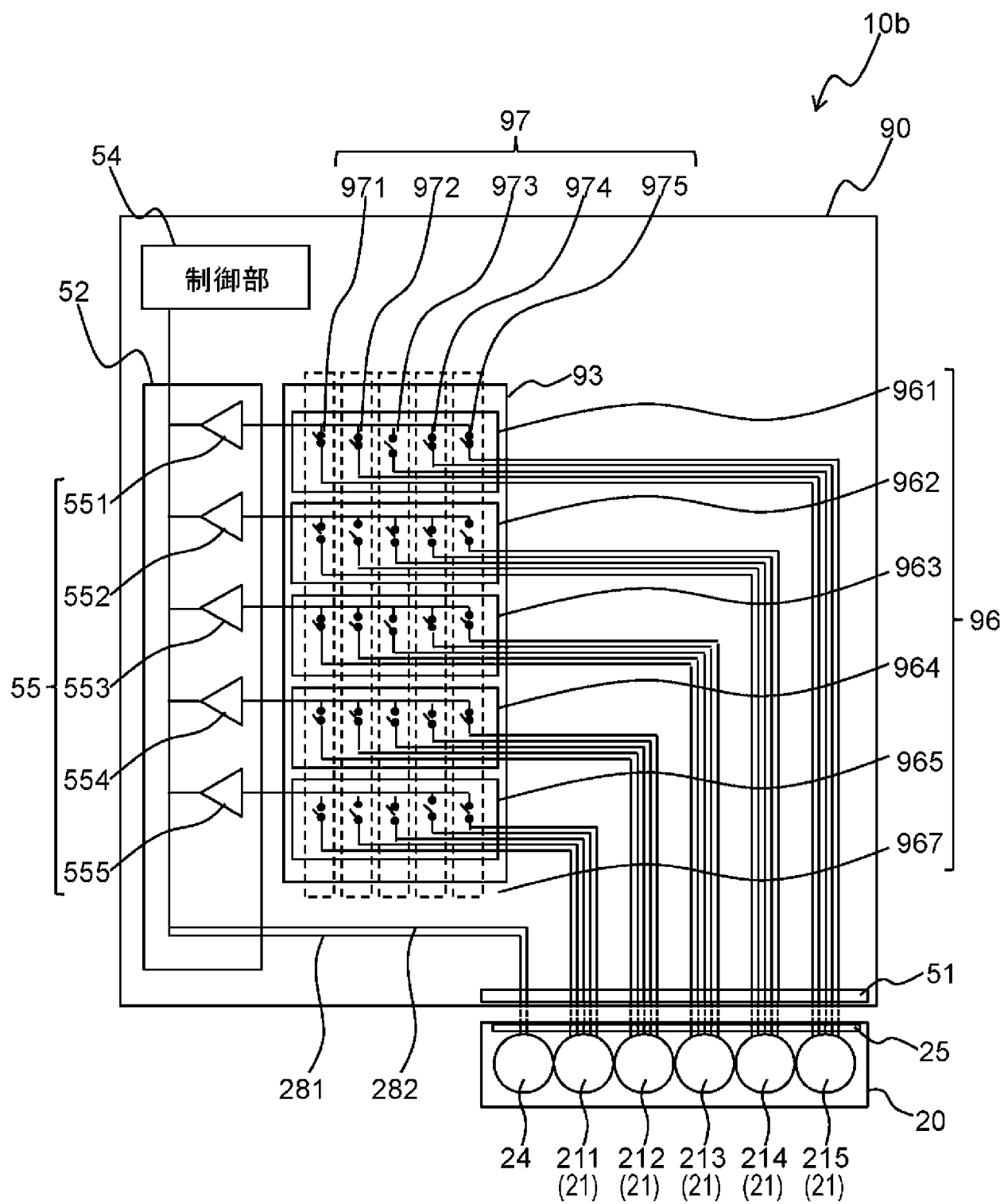
[図9B]



[図9C]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008651

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N27/27(2006.01)i, C12M1/34(2006.01)i, G01N27/30(2006.01)i, G01N27/416(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)

G01N27/00-27/49, C12M1/00-C12M3/10, G01N33/483,

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2015-194357 A (Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd.), 05 November 2015 (05.11.2015), paragraphs [0015] to [0041]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-11
A	JP 10-267887 A (Daikin Industries, Ltd.), 09 October 1998 (09.10.1998), entire text; all drawings & US 6247350 B1 all documents & EP 978722 A1	1-11

☒ 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
22 May 2017 (22.05.17)

Date of mailing of the international search report
06 June 2017 (06.06.17)

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/JP2017/008651

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 2008-534965 A (MDS Analytical Technologies, a business unit of MDS Inc.), 28 August 2008 (28.08.2008), entire text; all drawings & US 2006/0216203 A1 all documents & WO 2006/104839 A2	1-11
A	JP 2007-10431 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 January 2007 (18.01.2007), entire text; all drawings & US 2009/0239033 A1 all documents & US 2010/0019782 A1 & WO 2007/001091 A1	1-11
A	GB 2386949 A (SENSOR-TECH LTD.), 01 October 2003 (01.10.2003), all documents & WO 2003/081253 A2	1-11
A	US 6649402 B2 (WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION), 18 November 2003 (18.11.2003), all documents & WO 2003/000837 A2	1-11
P,A	WO 2016/047114 A1 (Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd.), 31 March 2016 (31.03.2016), entire text; all drawings & JP 6078799 B2	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N27/27(2006.01)i, C12M1/34(2006.01)i, G01N27/30(2006.01)i, G01N27/416(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. G01N27/00-27/49, C12M1/00 -C12M3/10, G01N33/483,

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2015-194357 A（パナソニックIPマネジメント株式会社） 2015.11.05, [0015] - [0041]、第1-6図（ファミリーなし）	1-11
A	JP 10-267887 A（ダイキン工業株式会社）1998.10.09, 全文、全図 & US 6247350 B1, all documents & EP 978722 A1	1-11

☒ 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

22.05.2017

国際調査報告の発送日

06.06.2017

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）

黒田 浩一

2 J

9218

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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 2008-534965 A (エムディエス アナリティカル テクノロジーズ ア ビジネス ユニット オブ エムディエス インコーポレイテッド) 2008.08.28, 全文、全図 & US 2006/0216203 A1, all documents & WO 2006/104839 A2	1-11
A	JP 2007-10431 A (松下電器産業株式会社) 2007.01.18, 全文、全図 & US 2009/0239033 A1, all documents & US 2010/0019782 A1 & WO 2007/001091 A1	1-11
A	GB 2386949 A (SENSOR-TECH LIMITED) 2003.10.01, all documents & WO 2003/081253 A2	1-11
A	US 6649402 B2 (WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION) 2003.11.18, all documents & WO 2003/000837 A2	1-11
P, A	WO 2016/047114 A1 (パナソニック IPマネジメント株式会社) 2016.03.31, 全文、全図 & JP 6078799 B2	1-11