(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2010-29123
(P2010-29123A)
(43)公開日　平成22年2月12日(2010.2.12)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
C12M 1/34	(2006.01)	C12M 1/34	A	2G047
G01N 29/02	(2006.01)	G01N 29/02		4B029
G01N 29/00	(2006.01)	G01N 29/18		
G01N 5/02	(2006.01)	G01N 29/20		
		G01N 5/02	A	

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 10 頁）

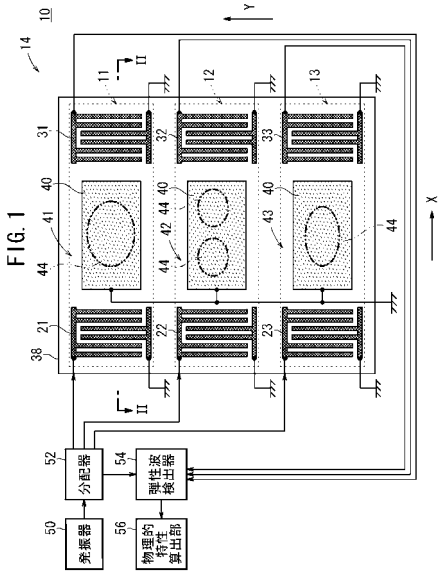
(21)出願番号　特願2008-195894 (P2008-195894)
(22)出願日　平成20年7月30日 (2008.7.30)

(71)出願人　000004330
日本無線株式会社
東京都三鷹市下連雀５丁目１番１号
(74)代理人　100077665
弁理士　千葉　剛宏
(74)代理人　100116676
弁理士　宮寺　利幸
(74)代理人　100142066
弁理士　鹿島　直樹
(74)代理人　100126468
弁理士　田久保　泰夫
(74)代理人　100149261
弁理士　大内　秀治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】細胞特性測定装置

(57)【要約】
【課題】伝搬路に細胞が疎らに負荷されている場合であっても、細胞の物理的特性を正確に測定することができる細胞特性測定装置を提供することを目的とする。
【解決手段】細胞特性測定装置１０は、入力電極２１（２２、２３）、出力電極３１（３２、３３）間に細胞４４が負荷された培地４６が載置される短絡伝搬路４１（４２、４３）が形成された複数の弾性表面波素子１１、１２、１３を備え、弾性表面波素子１１、１２、１３は並列に配列され、入力電極２１（２２、２３）から信号を入力し、出力電極３１（３２、３３）から出力された出力信号に基づいて細胞４４の物理的特性を求める。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
入出力電極間に細胞が負荷された培地が配される伝搬路が形成された複数の弾性表面波素子を備え、
前記各入力電極から信号を入力し、前記各出力電極から出力された出力信号に基づいて前記各細胞の物理的特性を求める
ことを特徴とする細胞特性測定装置。
【請求項２】
請求項１記載の細胞特性測定装置において、
前記各細胞の物理的特性として、前記各細胞の質量変化量を求める
ことを特徴とする細胞特性測定装置。
【請求項３】
請求項１又は２記載の細胞特性測定装置において、
前記各細胞の物理的特性として、前記各培地の粘弾性変化量を求める
ことを特徴とする細胞特性測定装置。
【請求項４】
入出力電極間に細胞が負荷された第１培地が配される第１伝搬路が形成された第１弾性表面波素子と、入出力電極間に細胞が負荷された第２培地が配され前記第１伝搬路と異なる振幅・位相特性の第２伝搬路が形成された第２弾性表面波素子とを有するＳＡＷセンサを複数備え、
前記各ＳＡＷセンサは、並列に配列され、
前記各ＳＡＷセンサの第１弾性表面波素子の入力電極と第２弾性表面波素子の入力電極とに同一の信号を入力し、前記第１弾性表面波素子の出力電極からの出力信号と、前記第１弾性表面波素子と同じＳＡＷセンサ内の第２弾性表面波素子の出力電極からの出力信号とに基づいて前記各細胞の物理的特性を求める
ことを特徴とする細胞特性測定装置。
【請求項５】
請求項１記載の細胞特性測定装置において、
前記各細胞の物理的特性として、前記各細胞の比誘電率又は導電率の少なくとも一方を求める
ことを特徴とする細胞特性測定装置。
【請求項６】
請求項４又は５記載の細胞特性測定装置において、
前記各細胞の物理的特性として、前記各培地の比誘電率又は導電率の少なくとも一方を求める
ことを特徴とする細胞特性測定装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、入出力電極間に細胞が負荷される伝搬路が形成された複数の弾性表面波素子を備え、前記細胞の物理的特性を求める細胞特性測定装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
一般に、弾性表面波素子は、圧電基板と、前記圧電基板上に設けられた櫛歯状電極指からなる入力電極及び出力電極を備えている。弾性表面波素子では、入力電極に電気信号が入力されると、電極指間に電界が発生し、圧電効果により弾性表面波が励振され、圧電基板上を伝搬していく。この弾性表面波のうち、伝搬方向と直交する方向に変位するすべり弾性表面波（SH-SAW:Shear horizontal Surface Acoustic Wave）を利用する弾性表面波素子を用いた各種物質の検出や物性値等の測定を行うための弾性波センサが研究されている（特許文献１）。

【０００３】
弾性波センサでは、圧電基板上に負荷された被測定物の領域が電気的に開放されている場合と、短絡されている場合とでは、出力電極から出力される出力信号の特性に差異があることを利用して被測定物の物理的特性として誘電率、導電率を求めることができる。また、弾性表面波素子の入力電極と出力電極の間の伝搬路上に凹凸構造を形成し、その凹部に被測定物を負荷すると、負荷された被測定物は擬似的に膜を形成する。この膜は圧電基板とともに励振し、膜の質量に基づいて共振周波数が変化する質量負荷効果を利用して、被測定物の密度を求めることができる（特許文献２）。
【０００４】
また、弾性波センサは、細胞の物理的特性を測定することも可能であり、細胞の容積変化を測定する装置として、細胞物性測定装置が知られている（特許文献３）。
【０００５】
図５に示す細胞物性測定装置３００では、弾性表面波素子３０２の入力電極３０４に電気信号が入力されると、電極指間に電界が発生し、圧電効果により弾性表面波が励振され、圧電基板３０６上で被測定物である細胞３０８ａ、３０８ｂ、３０８ｃが負荷された伝搬路３１０を伝搬し、弾性表面波素子の出力電極３１２で受信される。出力電極３１２で受信した信号から検出される弾性表面波の質量変化量に基づいて、培養した細胞の物理的特性として容積を測定している。
【０００６】
【特許文献１】特許第３４８１２９８号公報
【特許文献２】特許第３２４８６８３号公報
【特許文献３】特開２００６－２７５７９８号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
しかしながら、細胞物性測定装置３００に負荷される細胞は、伝搬路３１０上に無作為に固定化されているために、弾性表面波の伝搬速度の変化に基づいて、位相差を検出する場合、伝搬路３１０の幅方向が、細胞３０８の大きさよりも相当長い場合には検出される位相変化量が不正確になる場合があり、測定誤差が生じ得る。すなわち、伝搬路３１０には細胞３０８ａ、３０８ｂ、３０８ｃの３個の細胞が負荷されているが、細胞３０８ａ、３０８ｂを伝搬した弾性表面波と、細胞３０８ｃを伝搬した弾性表面波とは出力電極３１２で一括して受信されて平均化されるために、３個の細胞（３０８ａ、３０８ｂ、３０８ｃ）に対応して本来検出される位相変化量よりも、実際に検出される位相変化量が小さくなってしまう場合がある。このように細胞３０８が伝搬路３１０の幅方向に複数個負荷されていると、細胞３０８の物理的特性を正確に測定できない場合が生じ得る。
【０００８】
本発明は、上記の課題を考慮してなされたものであって、伝搬路に細胞が疎らに負荷されている場合であっても、細胞の物理的特性を正確に測定することが可能となる細胞特性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】
本発明に係る細胞特性測定装置は、入出力電極間に細胞が負荷された培地が配される伝搬路が形成された複数の弾性表面波素子を備え、前記各入力電極から信号を入力し、前記各出力電極から出力された出力信号に基づいて前記各細胞の物理的特性を求めることを特徴とする。
【００１０】
前記各細胞の物理的特性として、前記各細胞の質量変化量、前記培地の粘弾性変化量を求めることができる。
【００１１】
また、本発明に係る他の細胞特性測定装置は、入出力電極間に細胞が負荷された第１培

地が配される第１伝搬路が形成された第１弾性表面波素子と、入出力電極間に細胞が負荷された第２培地が配され前記第１伝搬路と異なる振幅・位相特性の第２伝搬路が形成された第２弾性表面波素子とを有するＳＡＷセンサを複数備え、前記各ＳＡＷセンサは、並列に配列され、前記各ＳＡＷセンサの第１弾性表面波素子の入力電極と第２弾性表面波素子の入力電極とに同一の信号を入力し、前記第１弾性表面波素子の出力電極からの出力信号と、前記第１弾性表面波素子と同じＳＡＷセンサ内の第２弾性表面波素子の出力電極からの出力信号とに基づいて前記各細胞の物理的特性を求めることを特徴とする。

【００１２】

前記各細胞の物理的特性として、前記各細胞の比誘電率又は導電率の少なくとも一方を求めることができ、又、前記各培地の比誘電率又は導電率の少なくとも一方を求めることができる。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、複数の弾性表面波素子によってマルチチャンネル化することにより、細胞の物理的特性として、細胞の質量変化量や培地の粘弾性変化量を正確に測定することができる。また、複数のＳＡＷセンサによってマルチチャンネル化することにより、細胞の物理的特性として、細胞、培地の比誘電率、導電率を正確に測定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

以下、本発明の第１実施形態について図面を参照して説明する。図１は、本発明の実施形態に係る細胞特性測定装置１０の構成の説明図であり、図２は、図１のＩＩ－ＩＩ端面図である。細胞特性測定装置１０は、ＳＡＷセンサ１４と、高周波の電気信号を発生する発振器５０と、発振器５０からの電気信号を分配する分配器５２と、分配器５２から分配された電気信号と、弾性表面波に対応した出力信号との振幅比、位相差等を測定する弾性波検出器５４と、細胞の物理的特性として質量変化量、粘弾性変化量を算出する物理的特性算出部５６とを備える。

【００１５】

ＳＡＷセンサ１４は、弾性表面波素子１１、１２、１３を備える。弾性表面波素子１１は、入力電極２１及び出力電極３１を備え、入力電極２１と出力電極３１との間には、短絡伝搬路４１が形成され、弾性表面波素子１２は、入力電極２２及び出力電極３２を備え、入力電極２２と出力電極３２との間には、短絡伝搬路４２が形成され、弾性表面波素子１３は、入力電極２３及び出力電極３３を備え、入力電極２３と出力電極３３との間には、短絡伝搬路４３が形成される。また、弾性表面波素子１１、１２、１３は、圧電基板３８上に互いに並列になるように配置されている。

【００１６】

入力電極２１、２２、２３は、発振器５０から分配器５２を介して入力された電気信号に基づいて弾性表面波を励振させるために櫛形電極で構成される。また、出力電極３１、３２、３３は、入力電極２１、２２、２３の各々から励振され伝搬してきた弾性表面波を受信するために櫛形電極で構成されている。

【００１７】

短絡伝搬路４１、４２、４３は、圧電基板３８上に蒸着された金属膜４０で形成され、電気的に短絡された短絡伝搬路である。短絡伝搬路４１、４２、４３の幅方向（図１中矢印Ｙ）の長さは、被測定物である細胞４４の種類に応じて、その大きさよりもやや長くし、細胞４４が幅方向に２個以上入らない長さとすることが好ましい。また、金属膜４０の材料は特に限られないが、細胞４４に対して、化学的に安定している金で形成することが好ましい。なお、圧電基板３８は、すべり弾性表面波を伝搬することができれば、特に限られないが、３６度Ｙ板Ｘ伝搬$LiTaO_3$であることが好ましい。

【００１８】

短絡伝搬路４１、４２、４３の各表面には培地４６が載置され、各培地４６上に細胞４４が負荷される（図２参照）。培地４６は、一般的には、固体培地、液体培地、固体培地

及び液体培地が混在した二相培地（例えば、ゲル状培地）のいずれかが用いられ、負荷される細胞４４の種類に応じて特定される。このうち、培地４６として固定培地を用いる場合には、損失を抑えるために弾性表面波の半波長以下の厚さの薄膜として形成することが好ましい。

【００１９】

細胞特性測定装置１０による細胞４４の物理的特性の測定は、次のように行われる。

【００２０】

まず、培地４６が短絡伝搬路４１、４２、４３の各々に載置され、各培地４６上に被測定物である細胞４４が負荷される。その後、発振器５０からの電気信号が分配器５２で分配され弾性波検出器５４及び入力電極２１（２２、２３）の各々に同一信号が入力される。入力電極２１では、入力された信号に基づいて弾性表面波が励振され、短絡伝搬路４１上を伝搬（図１中Ｘ方向）して出力電極３１で受信される。入力電極２２、２３においても入力電極２１と同様に、入力された信号に基づいて弾性表面波が励振され、短絡伝搬路４２（４３）を伝搬して、出力電極３２（３３）において受信される。

【００２１】

弾性波検出器５４では、発振器５０から出力され分配器５２で分配された信号と、出力電極３１、３２、３３からの各出力信号との振幅比、位相差及び伝搬遅延差が検出され、物理的特性算出部５６に出力される。

【００２２】

培地４６に対する細胞４４の負荷の目的が細胞の固定化である場合には、物理的特性算出部５６において、短絡伝搬路４１、４２、４３の各培地４６に固定化された細胞４４の質量変化量が各短絡伝搬路毎に算出される。短絡伝搬路４１の培地４６には細胞４４が１個、短絡伝搬路４１の培地４６には細胞４４が２個、短絡伝搬路４１の培地４６には細胞４４が１個固定化されているので、各個数に応じた質量変化量が算出される。また、各質量変化量を合計した算出値は、短絡伝搬路４１、４２、４３に固定化された細胞４４の総質量変化量となる。さらに、物理的特性算出部５６において、予め、細胞４４の種類毎に質量変化量と質量との相関関係式又は相関関係表を準備することにより、前記算出された細胞４４の質量変化量から培地４６に固定化された細胞４４の質量を算出することができる。さらにまた、細胞４４の単位質量が既知の場合には、算出した細胞４４の質量変化量に基づいて、細胞４４の個数を算出することができ、また、短絡伝搬路４１、４２、４３に固定化した細胞４４の総個数を算出することもできる。

【００２３】

また、培地４６に対する細胞４４の負荷の目的が細胞の増殖である場合には、物理的特性算出部５６において、細胞４４及び培地４６を含めた粘弾性変化量が算出される。この算出された粘弾性変化量も短絡伝搬路４１、４２、４３の各培地４６毎の増殖後の細胞４４の個数に応じた算出値となる。物理的特性算出部５６において、予め、細胞４４の種類毎に粘弾性変化量と質量との相関関係式又は相関関係表を準備することにより、前記算出された細胞４４の粘弾性変化量から培地４６に負荷された細胞４４の質量を算出することができる。さらに、細胞の固定化された場合と同様に、短絡伝搬路４１、４２、４３で増殖した細胞４４の総個数を算出することもできる。

【００２４】

以上説明したように、細胞特性測定装置１０は、入力電極２１（２２、２３）、出力電極３１（３２、３３）間に細胞４４が負荷された培地４６が配される短絡伝搬路４１（４２、４３）が形成された弾性表面波素子１１、１２、１３を備え、入力電極２１（２２、２３）から信号を入力し、出力電極３１（３２、３３）から出力された出力信号に基づいて細胞４４の物理的特性を求める。細胞特性測定装置１０では、短絡伝搬路４１、４２、４３の幅を細胞４４の大きさを考慮して定めた複数の弾性表面波素子１１、１２、１３によってマルチチャンネル化することにより、細胞４４の物理的特性として、細胞４４の質量変化量や培地４６の粘弾性変化量を正確に測定することができる。

【００２５】

次に、本発明の第２実施形態について説明する。図３は、第２実施形態に細胞特性測定装置１０Ａの構成の説明図であり、図４Ａは、図３のＩＶＡ－ＩＶＡ端面図であり、図３のＩＶＢ－ＩＶＢ端面図である。なお、第１実施形態と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【００２６】

図３に示すように、細胞特性測定装置１０Ａは、ＳＡＷセンサ１１５、１１６、１１７と、発振器５０、分配器５２、弾性波検出器５４、細胞の物理的特性として比誘電率、導電率を算出する物理的特性算出部５６とを備える。

【００２７】

ＳＡＷセンサ１１５は、第１弾性表面波素子１１１と第２弾性表面波素子２１１とを備え、第１弾性表面波素子１１１は、入力電極１２１及び出力電極１３１を有し、入力電極１２１と出力電極１３１との間には、短絡伝搬路（第１伝搬路）１４１が形成され、第２弾性表面波素子２１１は、入力電極２２１及び出力電極２３１を有し、入力電極２２１と出力電極２３１との間には、開放伝搬路（第２伝搬路）２４１が形成される。同様に、ＳＡＷセンサ１１６は、第１弾性表面波素子１１２と第２弾性表面波素子２１２とを備え、第１弾性表面波素子１１２は、入力電極１２２及び出力電極１３２を有し、入力電極１２２と出力電極１３２との間には、短絡伝搬路１４２が形成され、第２弾性表面波素子２１２は、入力電極２２２及び出力電極２３２を有し、入力電極２２２と出力電極２３２との間には、開放伝搬路２４２が形成される。また、ＳＡＷセンサ１１７は、第１弾性表面波素子１１３と第２弾性表面波素子２１３とを備え、第１弾性表面波素子１１３は、入力電極１２３及び出力電極１３３を有し、入力電極１２３と出力電極１３３との間には、短絡伝搬路１４３が形成され、第２弾性表面波素子２１３は、入力電極２２３及び出力電極２３３を有し、入力電極２２３と出力電極２３３との間には、開放伝搬路２４３が形成される。また、ＳＡＷセンサ１１５、１１６、１１７は、圧電基板１３８上に互いに並列になるように配置されている。

【００２８】

開放伝搬路２４１、２４２、２４３は、金属膜の一部が剥離され、圧電基板１３８が露出するように金属膜１４０が形成される。従って、圧電基板１３８が露出している開放領域１４４は電気的に開放状態となっている。また、開放伝搬路２４１、２４２、２４３の幅方向（図３中矢印Ｙ）の長さは、被測定物である細胞４４の種類に応じて、その大きさよりもやや長くすることが好ましい。

【００２９】

なお、入力電極１２１、２２１、１２２、２２２、１２３、２２３は、細胞特性測定装置１０の入力電極２１と同様に形成され、出力電極１３１、２３１、１３２、２３２、１３３、２３３は、細胞特性測定装置１０の出力電極３１と同様に形成される。また、圧電基板１３８は、圧電基板３８と同様に形成され、金属膜１４０は金属膜４０と同様に形成されている。

【００３０】

細胞特性測定装置１０Ａによる細胞４４の物理的特性の測定は、次のように行われる。

【００３１】

まず、培地４６が短絡伝搬路１４１、１４２、１４３、開放伝搬路２４１、２４２、２４３の各々に載置され、各培地４６上に被測定物である細胞４４が負荷される。その後、発振器５０からの電気信号が分配器５２で分配されて入力電極１２１、２２１、１２２、２２２、１２３、２２３の各々に同一信号が入力される。

【００３２】

ＳＡＷセンサ１１５の入力電極１２１では、入力された信号に基づいて弾性表面波が励振され、短絡伝搬路１４１上を伝搬して、出力電極１３１で受信され、入力電極２２１では、入力された信号に基づいて弾性表面波が励振され、開放伝搬路２４１上を伝搬して、出力電極２３１で受信される。出力電極１３１、２３１で受信された弾性表面波から取り出された両出力信号が弾性波検出器５４で比較され、振幅比及び位相差が検出される。ま

た、ＳＡＷセンサ１１６（１１７）の各々においても同様に、入力された信号に基づいて弾性表面波が励振され、短絡伝搬路１４２（１４３）、開放伝搬路２４２（２４３）を伝搬して、出力電極１３２、２３２で受信され弾性表面波から取り出された両出力信号が弾性波検出器５４で比較され、また、出力電極１３２（１３３）、出力電極２３２（２３３）で受信され弾性表面波から取り出された両出力信号が弾性波検出器５４で比較され、各々の振幅比及び位相差が検出される。

【００３３】

弾性波検出器５４で検出されたＳＡＷセンサ１１５、１１６、１１７における振幅比及び位相差が、比誘電率・導電率算出部５８に出力される。培地４６に対する細胞４４の負荷の目的が細胞の固定化である場合には、比誘電率・導電率算出部５８では、ＳＡＷセンサ１１５、１１６、１１７毎に培地４６の比誘電率、導電率が算出される。また、培地４６に対する細胞４４の負荷の目的が細胞の増殖である場合には、比誘電率・導電率算出部５８では、ＳＡＷセンサ１１５、１１６、１１７毎に細胞４４と培地４６とを一体とした比誘電率、導電率が算出される。この算出された比誘電率、導電率は増殖した細胞４４の細胞数及び培地４６の変化に対応する。

【００３４】

以上説明したように、細胞特性測定装置１０Ａは、入力電極１２１（１２２、１２３）と出力電極１３１（１３２、１３３）間に細胞４４が負荷された培地（第１培地）４６が配される短絡伝搬路１４１（１４２、１４３）が形成された第１弾性表面波素子１１１（１１２、１１３）と、入力電極２２１（２２２、２２３）と出力電極２３１（２３２、２３３）間に細胞４４が負荷された培地（第２培地）４６が配され短絡伝搬路１４１（１４２、１４３）と異なる振幅・位相特性の開放伝搬路２４１（２４２、２４３）が形成されたＳＡＷセンサ１１５（１１６、１１７）を備え、ＳＡＷセンサ１１５、１１６、１１７は、並列に配列され、入力電極１２１（１２２、１２３）、出力電極１３１（１３２、１３３）に同一の信号を入力し、第１弾性表面波素子１１１（１１２、１１３）の出力電極１３１（１３２、１３３）からの出力信号と、第２弾性表面波素子２１１（２１２、２１３）の出力電極２３１（２３２、２３３）からの出力信号とに基づいて細胞４４の物理的特性を求める。

【００３５】

細胞特性測定装置１０Ａでは、開放伝搬路２４１、２４２、２４３の幅を細胞４４の大きさを考慮して定めたＳＡＷセンサ１１５、１１６、１１７によりマルチチャンネル化することにより、細胞４４の物理的特性として、細胞４４や培地４６の比誘電率、導電率を正確に測定することができる。

【００３６】

なお、細胞特性測定装置１０では、弾性表面波素子の数は、弾性表面波素子１１、１２、１３と３つの弾性表面波素子が並列に配置されているが、２つ以上であればその数は限定されるものではない。また、細胞特性測定装置１０Ａでは、ＳＡＷセンサ１１５、１１６、１１７と３つのＳＡＷセンサが並列に配置されているが、２つ以上であればその数は限定されるものではない。

【００３７】

また、短絡伝搬路４１、４２、４３、１４１、１４２、１４３、開放伝搬路２４１、２４２、２４３に負荷される細胞４４は、同種のものに限定されるものではなく、伝搬路毎に異なる細胞４４を負荷してもよい。

【００３８】

なお、本発明は、上述の実施形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【００３９】

【図１】本発明の第１実施形態に係る細胞特性測定装置の構成の説明図である。

【図２】図１のＩＩ－ＩＩ端面図である。

【図３】本発明の第２実施形態に係る細胞特性測定装置の構成の説明図である。
【図４】図４Ａは、図３のＩＶＡ－ＩＶＡ端面図であり、図４Ｂは、図３のＩＶＢ－ＩＶＢ端面図である。
【図５】従来の細胞特性測定装置の説明図である。
【符号の説明】
【００４０】
１０、３００…細胞物性測定装置　　１１～１３…弾性表面波素子
１４、１１５～１１７…ＳＡＷセンサ
２１～２３、１２１～１２３、２２１～２２３、３０４…入力電極
３１～３３、１３１～１３３、２３１～２３３、３１２…出力電極
３８、１３８、３０６…圧電基板　　４０…金属膜
４１～４３、１４１～１４３…短絡伝搬路
４４、３０８ａ～３０８ｃ…細胞　　４６…培地
５０…発振器　　５２…分配器
５４…弾性波検出器　　５６…物理的特性算出部
５８…比誘電率・導電率算出部　　１１１～１１３…第１弾性表面波素子
１４０…金属膜　　１４４…開放領域
２１１～２１３…第２弾性表面波素子　　２４１～２４３…開放伝搬路
３０２…弾性表面波素子　　３１０…伝搬路

【図１】

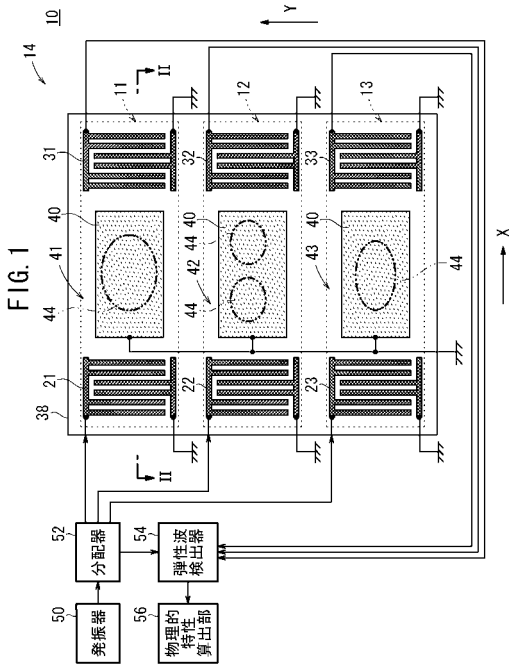


FIG. 1

【図２】

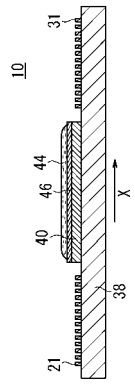
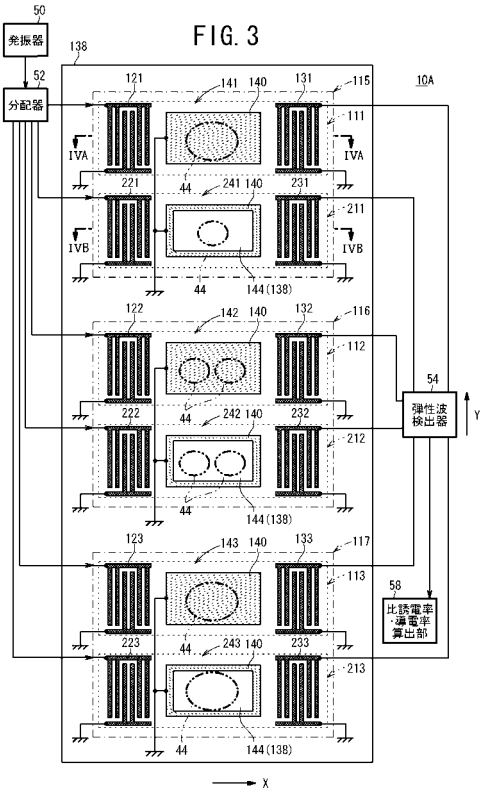


FIG. 2

【図３】

FIG. 3



【図４】

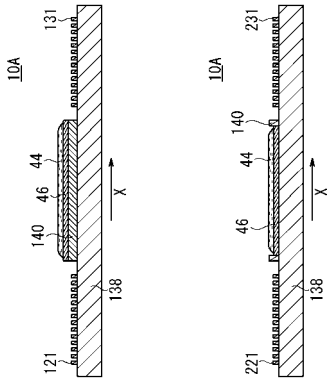
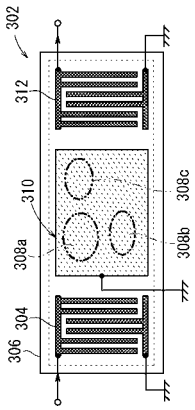


FIG. 4A

FIG. 4B

【図５】

FIG. 5



フロントページの続き

(72)発明者　小貝　崇
東京都三鷹市下連雀５丁目１番１号　日本無線株式会社内
(72)発明者　谷津田　博美
東京都三鷹市下連雀５丁目１番１号　日本無線株式会社内

Ｆターム(参考) 2G047 AA01 BC02 BC03 BC15 CB03 EA05 GA01 GA03 GA13 GB21
4B029 AA07 BB20 CC01 CC02 FA15