

(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2017-116502

(P2017-116502A)

(43) 公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)

(51) Int.Cl.  
G01N 5/02 (2006.01)

F I  
G O I N 5/02 A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-255021 (P2015-255021)  
(22) 出願日 平成27年12月25日 (2015.12.25)

(71) 出願人 000232483  
日本電波工業株式会社  
東京都渋谷区笹塚一丁目4 7 番 1 号  
(74) 代理人 100091513  
弁理士 井上 俊夫  
(72) 発明者 荃田 啓行  
埼玉県狭山市大字上広瀬 1 2 7 5 番地の 2  
日本電波工業株式会社 狭山事業所内

(54) 【発明の名称】 感知センサ及び感知装置

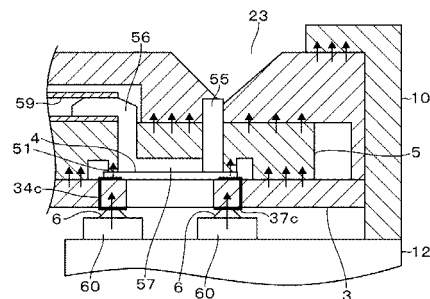
(57) 【要約】

【課題】 感知センサの試料液の漏洩を抑制する技術を提供すること。

【解決手段】

配線基板 3 の一面側に励振電極に感知対象物を吸着する吸着層 4 2 が設けられた水晶振動子 4 を固定し、水晶振動子 4 の一面側に、流路 5 7 を形成する流路形成部材 5 を設けて、水晶振動子 4 の一面側を一端側から他端側に向かう流路 5 7 を形成し、配線基板 3 の他面側に共通電極 4 4 及び励振電極 4 5、4 6、4 8 及び 4 9 と電気的に接続された端子部 3 4 c ~ 3 9 c を形成している。そして配線基板 3 を一面側から支持する規制部 8 4 を設け、発振回路 9 と接続された接続端子 6 を端子部 3 4 c ~ 3 9 c に下方側から押し当てて、配線基板 3 と流路形成部材 5 とを密着させると共に、発振回路 9 と共通電極 4 4 及び励振電極 4 5、4 6、4 8 及び 4 9 とを電氣的に接続するようにしている。

【選択図】 図 1 3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一面側に形成された凹部と、他面側に形成された出力端子と、出力端子と接続され一面側に引き回された導電路と、を備えた配線基板と、

圧電片に、前記導電路に電氣的に接続された励振電極を設けて構成されると共に、一面側に試料液中の感知対象物を吸着する吸着層が形成され、振動領域が前記凹部と対向するように前記凹部を塞いだ状態で前記配線基板に固定された圧電振動子と、

前記圧電振動子を含む配線基板の一面側の領域を覆うように設けられ、圧電振動子との間に圧電振動子の一面側において一端側から他端側へ向けて供給液を流通させる流路を形成する囲み部を備えた流路形成部材と、

前記配線基板と、前記圧電振動子と、前記流路形成部材と、が収納され、配線基板の他面側における出力端子を含む領域が臨む窓部と、流路の一端側に供給液を供給する注入口と、を備えたケース体と、

前記ケース体に設けられ、前記配線基板が他面側から押されたときに配線基板を一面側から規制する規制部と、を備え、

前記出力端子が他面側から押されることにより、圧電振動子が囲み部に押圧されることを特徴とする感知センサ。

## 【請求項 2】

前記出力端子は複数設けられ、一の出力端子は、他の出力端子に対して水晶振動子の中心部から見て対称に設けられたことを特徴とする請求項 1 記載の感知センサ。

## 【請求項 3】

前記出力端子は、流路形成部材の投影領域に設けられたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の感知センサ。

## 【請求項 4】

前記励振電極は、圧電片の一面側に形成された共通電極と、

前記共通電極の表面に吸着層が形成された第 1 の吸着領域と、この第 1 の吸着領域から見て前記流体の流れ方向に対して交差する方向に設けられ、前記共通電極の表面に前記吸着層を形成しない第 1 の参照領域と、に夫々対向するように前記圧電片の他面側に個別に形成された第 1 の対向電極と、

前記第 1 の参照領域から見て前記一方側または前記他方側に離間した位置における前記共通電極の表面に吸着層が形成された第 2 の吸着領域と、この第 2 の吸着領域から見て前記流体の流れ方向に対して交差する方向に設けられ、前記共通電極の表面に前記吸着層を形成しない第 2 の参照領域と、に夫々対向するように前記圧電片の他面側に個別に形成された第 2 の対向電極と、であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の感知センサ。

## 【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の感知センサと、

感知センサを前記注入口が外部に臨むように保持する保持部と、前記圧電振動子を発振させる発振回路と、前記保持部に保持された感知センサの出力端子を他面側から押し上げることにより、圧電振動子を発振回路に電氣的に接続する接続端子と、を備えた本体部と、を備えることを特徴とする感知装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、圧電振動子の発振周波数に基づいて、試料液に含まれる感知対象物を感知するための感知センサ及び感知装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

臨床分野において、例えば血糖値の自己モニタリングに代表される P O C T (Point of core TEST) と呼ばれる簡便な方法が普及している。この方法の例として特許文献 1 には Q

10

20

30

40

50

CM (Quartz Crystal Microbalance) を利用した感知センサが記載されており、配線基板上に水晶振動子を載置し、上側ケース及び下側ケースを互いに係合して上側ケースと水晶振動子との間に試料液の収容空間を形成する構造が開示されている。そしてQCMの高感度化技術として、差動計測を行うツインセンサがある。この技術は一枚の水晶上に二つの電極を流路に対して対称に形成し、試料液が電極に対して同時にかつ同様に流れるように構成して周囲の外来ノイズをキャンセルする。

【0003】

感知センサにおいては、感知対象物と水晶振動子表面との接触率を向上させるために流路の高さを狭小化する要請があり、特許文献2には流路の高さを0.2mmに設定する構造が記載されている。しかし嵌合するカバーの形状のばらつきにより、流路形成部材を押し込んだときに流路が潰れてしまう場合や水晶振動子が欠損する虞がある。またシートの凹部を狭小にしたうえで、嵌合するカバーからの圧力を低下させる手法も考えられるが、試料液がセンサ外に漏れだすおそれがある。

10

特許文献3には、基台上に載置された水晶振動子の上面側の中央寄りに感知対象物を吸着させる電極部を設け、上面側の電極部の周縁に伸ばした端子部に上方からばね端子を押し当てることにより水晶振動子を挟み込んだ構成が記載されているが、本発明の課題を解決するものではない。

【0004】

更に近年特許文献4に記載されているような2対の電極を用い各電極対により差動計測を行う感知センサが知られている。このような感知センサにおいては、感知センサから周波数を出力するための端子部の数が増えるため感知センサが大型化する問題があった。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-145566号公報

【特許文献2】特開2011-27716号公報

【特許文献3】特開2005-201912号公報

【特許文献4】特開2004-69661号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0006】

本発明はこのような事情の下になされたものであり、その目的は、感知センサの試料液の漏洩を抑制する技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の感知センサは、一面側に形成された凹部と、他面側に形成された出力端子と、出力端子と接続され一面側に引き回された導電路と、を備えた配線基板と、

圧電片に、前記導電路に電気的に接続された励振電極を設けて構成されると共に、一面側に試料液中の感知対象物を吸着する吸着層が形成され、振動領域が前記凹部と対向するように前記凹部を塞いだ状態で前記配線基板に固定された圧電振動子と、

40

前記圧電振動子を含む配線基板の一面側の領域を覆うように設けられ、圧電振動子との間に圧電振動子の一面側において一端側から他端側へ向けて供給液を流通させる流路を形成する囲み部を備えた流路形成部材と、

前記配線基板と、前記圧電振動子と、前記流路形成部材と、が収納され、配線基板の他面側における出力端子を含む領域が臨む窓部と、流路の一端側に供給液を供給する注入口と、を備えたケース体と、

前記ケース体に設けられ、前記配線基板が他面側から押されたときに配線基板を一面側から規制する規制部と、を備え、

前記出力端子が他面側から押されることにより、圧電振動子が囲み部に押圧されることを特徴とする。

50

## 【 0 0 0 8 】

また本発明の感知装置は、上述の感知センサと、  
 感知センサを前記注入口が外部に臨むように保持する保持部と、前記圧電振動子を発振させる発振回路と、前記保持部に保持された感知センサの出力端子を他面側から押し上げることにより、圧電振動子を発振回路に電氣的に接続する接続端子と、を備えた本体部と、を備えることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 9 】

本発明の感知センサは、配線基板の一面側に励振電極に感知対象物を吸着する吸着層が設けられた圧電振動子を固定し、圧電振動子の一面側を流路を形成する囲み部を備えた流路形成部材により覆い、圧電振動子の一面側を一端側から他端側に向かう流路を形成し、配線基板の他面側に励振電極と電氣的に接続された端子部を形成している。そして発振回路と接続された接続端子を端子部に押し当てて、圧電振動子と流路形成部材とを密着させると共に、発振回路と励振電極とを電氣的に接続するようにしている。配線基板が接続端子により押されることにより、水晶振動子が流路形成部材に形成された流路の側壁に押圧されるため感知センサを構成する各部材の個体誤差により生じる隙間を塞ぐことができ、流路を流れる試料液の漏洩を防ぐことができる。更に配線基板と、圧電振動子と流路形成部材を収納するケース体に配線基板を一面側から規制する規制部を設けることで配線基板が他面側から押されたときに流路の潰れや水晶振動子の流路形成部材への衝突を防ぐことができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明に係る感知センサを用いた感知装置の斜視図である。

【図 2】感知センサの分解斜視図である。

【図 3】感知センサの各部の上面側を示した分解斜視図である。

【図 4】感知センサの一部の下面側を示した分解斜視図である。

【図 5】配線基板の表面 ( a ) 及び裏面 ( b ) を示す平面図である。

【図 6】水晶振動子の表面 ( a ) 及び裏面 ( b ) を示す平面図である。

【図 7】前記感知センサの縦断側面図である。

【図 8】前記感知センサの水晶振動子及び端子部を拡大した縦断側面図である。

【図 9】前記感知センサの後方側の平面図である。

【図 1 0】コネクタを示す斜視図である。

【図 1 1】接続端子を示す断面図である。

【図 1 2】感知装置の概略構成図である。

【図 1 3】本発明の感知センサの作用を説明する説明図である。

【図 1 4】本発明の感知センサの作用を説明する説明図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 1 】

以下本発明の実施の形態に係る感知センサを用いた感知装置について説明する。この感知装置は、マイクロ流体チップを利用し、例えば人間の鼻腔の拭い液から得られた試料液中のウイルスなどの抗原の有無を検出し、人間のウイルスの感染の有無を判定することができるように構成されている。図 1 の外観斜視図に示すように、感知装置は本体部 1 2 と、感知センサ 2 と、を備えている。感知センサ 2 は、本体部 1 2 に設けられた感知センサ 2 を保持する保持部であるコネクタ 1 0 に着脱自在に接続されている。本体部 1 2 の上面には、例えば液晶表示画面により構成される表示部 1 1 が設けられており、表示部 1 1 は、例えば本体部 1 2 内に設けられた後述する発振回路の出力周波数あるいは、周波数の変化分等の測定結果もしくは、ウイルスの検出の有無等を表示する。

## 【 0 0 1 2 】

続いて感知センサ 2 について説明する。図 2 は図 1 に示した感知センサ 2 における上側ケース 2 1 を外した状態の斜視図を示し、図 3 及び図 4 は夫々感知センサ 2 の各部材の表

側（上面側）及び一部の部材の裏側（下面側）の斜視図を示す。

感知センサ２は、上方が開放された箱型の下側ケース２２と、下方側が開放され、下側ケース２２の外壁を外側から覆うように設けられる上側ケース２１と、で構成されるケース体２０を備えている。下側ケース２２の一端側を後方側、他端側を前方側とすると、例えば下側ケース２２の後方側の側壁は、その一部が切り取られており、さらに下側ケース２２の底部には、後方側の端部から前方に向かって伸びる切り欠き２４が形成されている。更に下側ケース２２の左右の側壁の外側の面には、上側ケース２１に係止する溝部８６が形成されている。

#### 【００１３】

下側ケース２２の内部には、平板状の配線基板３が設けられている。図５（ａ）、（ｂ）も参照して説明すると、配線基板３は略矩形の板状に構成されており、前方側の部分が後方側の部分よりも幅が広がっている。配線基板３の略中心には、貫通孔３２が形成され、配線基板３の前方寄りの位置には、配線基板３の水平位置を決めるための孔部３３が幅方向に２か所並べて形成されている。配線基板３の表面側における貫通孔３２の周囲には貫通孔３２を中心として周方向等間隔に６か所の電極端子３４ａ～３９ａが形成されている。各電極端子３４ａ～３９ａには各々配線基板３の周縁に向けて伸びる導電路３４～３９が接続され、各導電路３４～３９は、スルーホール３４ｂ～３９ｂを介して、配線基板３の裏面側に引き回されている。また配線基板３の裏面側には、貫通孔３２の前方側と後方側とに夫々左右に３つ並べて端子部３４ｃ～３９ｃが形成されており、配線基板３の裏面側にスルーホール３４ｂ～３９ｂを介して、引き回された導電路３４～３９は、端子部３４ｃ～３９ｃに夫々接続されている。

10

20

#### 【００１４】

後述するように配線基板３の表面側における、図５（ａ）中鎖線で示す位置には、水晶振動子４が固定されるが、端子部３４ｃ～３９ｃは、端子部３４ｃ及び端子部３７ｃ、端子部３９ｃ及び端子部３６ｃ、端子部３５ｃ及び端子部３８ｃが夫々水晶振動子４の中心部から見て対称に配置されている。なお端子部３４ｃ～３９ｃの配置は、水晶振動子４の概ね中心部に対して対称に配置されていけばよい。

配線基板３は、下側ケース体２２に裏面側における端子部３４ｃ～３９ｃを含む領域が、切り欠き２４から外部に臨むように設置される。従って切り欠き２４は窓部に相当する。

30

#### 【００１５】

続いて圧電振動子、例えば水晶振動子４について説明する。図６（ａ）、（ｂ）に示すように水晶振動子４は、例えばＡＴカットの円板状の水晶片４１を備えている。図６（ｂ）に示すように水晶片４１の裏面側には、前後方向に伸びる帯状の励振電極４５、４６、４８及び４９が設けられている。各励振電極４５、４６、４８及び４９は、励振電極４５、４９を左右に並べた電極対と、励振電極４６、４８を左右に並べた電極対とが前後に並べて配置され、４つの励振電極４５、４６、４８及び４９は、互いに隙間を介して離間するように配置されている。

#### 【００１６】

また図６（ａ）に示すように水晶片４１の表面側には、例えばＡｕにより前後方向に伸びる楕円形の共通電極４４が裏面側の４つの励振電極４５、４６、４８及び４９と水晶片４１を介して対向する領域にまたがるように設けられている。共通電極４４における裏面側の励振電極４５、４６、４８及び４９と対向する４つの領域の内、共通電極４４を表面側から見て、前方側の右側の励振電極４５と対向する領域には、抗原である感知対象物を吸着するための抗体からなる吸着層４２が前後方向に伸びる帯状に形成されている。また共通電極４４における後方側の左側の励振電極４８と対向する領域にも同様に吸着層４２が前後方向に伸びる帯状に形成されている。

40

#### 【００１７】

また共通電極４４における前方側の左側の励振電極４９と対向する領域と、後方側の右側の励振電極４６と対向する領域と、の表面は吸着層４２が形成されずに剥き出しの状態

50

となっている。この水晶振動子 4 において、共通電極 4 4 と励振電極 4 5 とで挟まれた振動領域 1 0 1 と、共通電極 4 4 と励振電極 4 8 とで挟まれた振動領域 1 0 3 と、は共通電極 4 4 の表面に吸着層 4 2 が形成され、試料液中の感知対象物が吸着する吸着領域となる。また共通電極 4 4 と励振電極 4 9 とで挟まれた振動領域 1 0 2 と、共通電極 4 4 と励振電極 4 6 とで挟まれた振動領域 1 0 4 と、は共通電極 4 4 の表面に吸着層 4 2 が形成されておらず感知対象物が吸着しない。そのため振動領域 1 0 2 及び振動領域 1 0 4 は、夫々吸着領域である振動領域 1 0 1、振動領域 1 0 3 に個別に対応した参照領域となる。

#### 【 0 0 1 8 】

共通電極 4 4 には水晶片 4 1 の前方側周縁に向けて配線の伸びる配線 4 4 a の一端が接続されており、配線 4 4 a の他端側は、水晶片 4 1 の前方側側面を介して裏面側に引き回され、水晶片 4 1 の裏面の前方側の周縁にて電極 4 4 b が形成されている。また水晶振動子 4 の裏面側に設けられた励振電極 4 5、4 6、4 8 及び 4 9 には、夫々水晶振動子 4 の周縁に伸びる配線 4 5 a、4 6 a、4 8 a 及び 4 9 a の一端が接続され、各配線 4 5 a、4 6 a、4 8 a 及び 4 9 a の他端側は水晶振動子 4 の下面側周縁引き回され、電極 4 5 b、4 6 b、4 8 b 及び 4 9 b が形成されている。なお水晶片 4 1 の裏面側後方に形成されている電極 4 7 b は水晶振動子 4 を配線基板 3 に固定したときに水晶片 4 1 の前後の高さを揃えるためのダミー電極である。

#### 【 0 0 1 9 】

図 7 及び図 8 も参照して説明すると、水晶振動子 4 は、図 6 ( b ) に示すように裏面側の励振電極 4 5、4 6、4 8 及び 4 9 が配線基板 3 の貫通孔 3 2 に臨むように配置され、電極 4 4 b ~ 4 9 b が夫々電極端子 3 4 a ~ 3 9 a と導電性接着剤により接続される。

本実施の形態においては、貫通孔 3 2 は、配線基板 3 における水晶振動子 4 の裏面側の励振電極 4 5、4 6、4 8 及び 4 9 が臨む領域に隙間を形成する凹部に相当する。

#### 【 0 0 2 0 】

図 3 及び図 4 に戻って、配線基板 3 の上面側には、流路形成部材 5 が設けられている。流路形成部材 5 は、例えば P D M S ( ポリジメチルシロキサン ) で構成された例えば厚さ 2 . 0 m m の板状の部材で構成され、配線基板 3 の前方側の部位と同じ幅で構成されている。流路形成部材 5 の前方寄りの位置には、流路形成部材 5 の位置合わせをするための孔部 5 8 が、配線基板 3 に形成された孔部 3 3 と対応する位置に、流路形成部材 5 を厚さ方向に貫通するように設けられている。また流路形成部材 5 における前方寄りの位置であって、孔部 3 3 の後方の左右の縁には切欠き 5 0 が形成されている。

#### 【 0 0 2 1 】

流路形成部材 5 の下面側には、図 4 に示すように水晶振動子 4 が収まるように概略円形の凹部 5 4 が形成されている。凹部 5 4 には、配線基板 3 が流路形成部材 5 側に押圧されたときに水晶振動子 4 の表面との間に試料液の流路 5 7 を区画形成する囲み部 5 1 が設けられている。この囲み部 5 1 は、感知センサ 2 の前後方向にその長さ方向が向くように、その外縁が小判型に形成された環状の突出部により構成されている。囲み部 5 1 は、凹部 5 4 から 3 0 0  $\mu$  m の厚さに突出するように設けられ、囲み部 5 1 の内側の領域は、凹部 5 4 と同じ高さの平面になっている。また囲み部 5 1 の内側の領域の幅は後方側から前方方向に向かうにつれて徐々に広がったのち、中流域で一定の幅となり、その後前方側に向けて徐々に狭くなるように構成されている。

#### 【 0 0 2 2 】

流路形成部材 5 には、囲み部 5 1 の内側の領域の後端に開口し、厚さ方向に貫通する直径 1 . 5 m m の貫通孔 5 2 が穿設されている。また流路形成部材 5 には、囲み部 5 1 の内側の領域の前端に開口し、厚さ方向に貫通する直径 1 . 5 m m の廃液流路 5 3 が穿設されている。流路形成部材 5 の孔部 5 8 は、配線基板 3 に設けられた孔部 3 3 と揃うように配置される。この時囲み部 5 1 が水晶振動子 4 の上面に配置され、図 6 ( a ) に示すように共通電極 4 4 が囲み部 5 1 の内側の領域の中心に収まり、囲み部 5 1 の内側の領域の下面側が水晶振動子 4 により塞がれる。この囲み部 5 1 と水晶振動子 4 とに囲まれた領域は、底面が水晶振動子 4 により構成され、天井面と底面が平行に伸びる高さ 3 0 0  $\mu$  m の流路

10

20

30

40

50

57を形成する。

【0023】

また図3に示すように前記貫通孔52、53には、夫々多孔質の部材で構成された入口側毛細管部材55と出口側毛細管部材56が着脱自在に設けられている。

入口側毛細管部材55は、例えば円柱状の部材であり、例えばポリビニルアルコール(PVA)などの化学繊維束により構成されている。入口側毛細管部材55は、貫通孔52を塞ぐように配置され、その上端が後述する上側ケース21に形成された注入口23に露出し、下端が流路57内に進入するように設けられている。出口側毛細管部材56も同様にポリビニルアルコール(PVA)などの化学繊維束により構成され、上方に伸びた後、屈曲して水平に伸びるL字型に形成される。出口側毛細管部材56は、貫通孔53を塞ぎ、その下端が流路57内に進入するように配置されている。更に出口側毛細管部材56の下端は、後方側から前方側に向かって傾斜している。

10

【0024】

出口側毛細管部材56の他端側は、例えば親水性のガラス管で構成される廃液流路59の一端側に接続されている。廃液流路59の他端側には、例えば廃液流路59から流出する液体を吸引する毛細管シート71と、毛細管シート71で吸引された液体を吸収する吸収部材72が接続されており、吸収部材72の外側には、吸収部材72からの液漏れを防ぐためのケース体73が設けられている。なお図中75は廃液流路59を支持する支持部材である。

【0025】

上側ケース21は、配線基板3、流路形成部材5及び吸収部材72を上方側から覆うように設けられる。上側ケース21の上面側には、すり鉢状に傾斜した注入口23が形成されている。図4に示すように上側ケース21の裏面側には、流路形成部材5の高さ位置を規制する押圧部80が設けられている。押圧部80は、例えば略箱形に構成され、上側ケース21を下側ケース22に嵌合して互いに係止した時に、その下面が流路形成部材5の上面全体に接する。押圧部80には、貫通孔52に対応する位置に注入口23に貫通する貫通孔81が設けられている。また貫通孔53に対応する位置から前方側に向かって、後述する出口側毛細管部材56の設置領域を確保するための切欠き82が形成されている。また押圧部80には、固定柱83が設けられている。また固定柱83の後方側における外寄りの位置には、各々配線基板3の高さ位置を規制する規制部84が設けられている。更に上側ケース21の左右の側壁の内面側には、下側ケース22に形成された溝部86に対応する位置に爪部85が設けられている。

20

30

【0026】

そして図9に示すように配線基板3及び流路形成部材5を下側ケース22の上に積層すると流路形成部材5に形成された切欠き50から配線基板3の周縁部が臨む。更に上側ケース21を被せると、固定柱83が配線基板3及び流路形成部材5に形成された孔部33及び58に挿入され、配線基板3及び流路形成部材5が位置決めされる。また規制部84は流路形成部材5の切欠き50に嵌入されると共に、その先端が配線基板3の表面側周縁部に接するように位置する。更に爪部85が下側ケース22の溝部86に嵌合されて固定される。

40

【0027】

続いて本体部12について説明する。本体部12は筐体で構成され、上面における前方側の端部には、感知センサ2と接続するためのコネクタ10が設けられている。図1及び図10に示すようにコネクタ10は前方側が開口した概略箱型に構成され、コネクタ10は、開口部分に感知センサ2の後方側の部位が挿入されるように構成されている。またコネクタ10の天井部分の一部には、感知センサ2を挿入したときに注入口23が臨む、切欠き13が形成されている。またコネクタ10の天井部分の切欠き13の周囲の部分は、挿入された感知センサ2の後方側の周縁部の上方を覆うように構成されている。

【0028】

またコネクタ10の底面には、幅方向に伸びる矩形の台部60が前後に2つ並べて配置

50

されている。各台部 60 は、感知センサ 2 をコネクタ 10 に挿入したときに、感知センサ 2 の下側ケース 22 に形成した切り欠き 24 に進入し、その上面が配線基板 3 の下面とごく狭い隙間を介して対向するように設けられている。また各台部 60 の上面には各々 3 つの接続端子 6 が、台部 60 の伸びる方向に等間隔に並び、感知センサ 2 の 6 つの端子部 34c ~ 39c に夫々対応するように設けられている。

#### 【0029】

図 11 に示すように接続端子 6 は、台部 60 に形成された孔部 61 から先端側が上方に突出するように設けられ、台部 60 の上方にて後方側に屈曲された金属板で構成されている。接続端子 6 の先端は、当該孔部 61 に上方から挿入されて、台部 60 の天井部分の縁に係止されている。これにより接続端子 6 は先端側が常時上方に向けて付勢され、屈曲部分 62 を下方側に押したときに上方に向けた付勢力により押し返す。接続端子 6 の台部 60 から突出する部分の高さ寸法は、感知センサ 2 をコネクタ 10 に挿入したときの台部 60 の上面から配線基板 3 の下面までの隙間の高さ寸法より大きくなるように構成されている。また各接続端子 6 の基端側は、各々本体部 12 の内部に設けられた配線基板 63 に形成された導電路 64 に接続され、導電路 64 の後段側には、スイッチ部 90 及び発振回路 9 がこの順で接続されている。

#### 【0030】

感知センサ 2 がコネクタ 10 に挿入されると、接続端子 6 が夫々対応する感知センサ 2 側の端子部 34c ~ 39c に接触した状態で押し下げられて、電気的に接続される。これにより水晶振動子 4 は、スイッチ部 90 を介して発振回路 9 に接続される。

続いて感知センサ 2 を本体部 12 に接続したときの全体構成について説明する。図 12 に示すようにスイッチ部 90 は、3 つのスイッチ 90a ~ 90c により構成され、共通電極 44 と、励振電極 49、45 とに夫々挟まれた振動領域（詳しくは各領域における水晶片 41）101、102 及び共通電極 44 と、励振電極 48 及び 46 とに夫々挟まれた振動領域 103、104 のいずれか 1 つの領域を発振させると共に、当該 1 つの領域における発振出力（周波数信号）を発振回路 9 側に取り込むように構成されている。

#### 【0031】

振動領域 101、102 と発振回路 9 との間には、第 1 のスイッチ 90a と第 2 のスイッチ 90b とが水晶振動子 4 側からこの順番で配置されており、第 1 のスイッチ 90a は、発振回路 9 と、振動領域 101、102 のいずれか一方とを接続するように構成されている。第 2 のスイッチ 90b は、これら振動領域 101、102 側の接続点と、振動領域 103、104 側の接続点との間で切り替え自在に配置されている。また、振動領域 103、104 と第 2 のスイッチ 90b との間には、発振回路 9 に対して振動領域 103、104 のいずれか一方を接続できるように構成された第 3 のスイッチ 90c が配置されている。また発振回路 9 の後段には、周波数測定部 91 が設けられ、周波数測定部 91 にて測定された周波数は、データ処理部 92 に入力される。

#### 【0032】

本発明の感知装置では、スイッチ部 90 を高速で切り替えられながら各振動領域 101 ~ 104 における各周波数  $f_{m1}$ 、 $f_{r1}$ 、 $f_{m2}$  及び  $f_{r2}$  の時系列データを順次取得する。そしてデータ処理部 92 において、振動領域 101 及び 102 における発振周波数の差分  $f_1$  ( $f_1 = f_{m1} - f_{r1}$ ) と振動領域 103 及び 104 における発振周波数の差分  $f_2$  ( $f_2 = f_{m2} - f_{r2}$ ) とを夫々計算し、これら差分  $f_1$ 、 $f_2$  の合計値  $f_{sum}$  ( $f_{sum} = f_1 + f_2$ ) を算出する。そして例えば得られた計算結果（合計値  $f_{sum}$ ）に基づいて感知対象物の有無を判断したり、あるいは前記計算結果に対応する濃度を検量線から読み取って感知対象物の濃度を表示部 11 に表示する機能を持っている。

#### 【0033】

上述の実施の形態の作用について説明する。感知センサ 2 をコネクタ 10 に接続すると、コネクタ 10 側の接続端子 6 が、夫々対応する感知センサ 2 側の端子部 34c ~ 39c の下方に位置する。各接続端子 6 は、感知センサ 2 をコネクタ 10 に挿入したときの台部

10

20

30

40

50



60の上面と配線基板3の下面との間の隙間の寸法よりも大きな高さ寸法であるため、各接続端子6は感知センサ2側の端子部34c~39cにより下方に押し下げられる。これにより図13に示すように、各接続端子6の上方側に戻ろうとする付勢力により感知センサ2側の端子部34c~39cが押し上げられ、配線基板3が押し上げられる。端子部34c~39cは、水晶振動子4の中心部から見て対称に配置されているため、配線基板3が接続端子6により押し上げられたときに水晶振動子4が中心部から見て対称な位置を押し上げられて、流路形成部材の囲み部51に押し付けられる。

【0034】

水晶振動子4は中心部から見て対称な位置に力がかかることによって、より水平な姿勢で押し付けられるため、囲み部51と水晶振動子4はより密着しやすくなる。従って端子部34c~39cが水晶振動子4の中心部から見て対称に配置されているとは、端子部34c~39cの配置された位置の中心が水晶振動子4の概ね中心部に配置されることで、水晶振動子4と囲み部51との密着性が良くなるため権利範囲に含まれる。

10

【0035】

また図13に示すように配線基板3が押し上げられると流路形成部材5が押し上げられ、さらに上側ケース21を押し上げるが、上側ケース21の後方側の周縁部は、コネクタ10の天井面により係止されている。従って配線基板3、流路形成部材5及び上側ケース21が互いに密着する。

また図14に示すように上側ケース21には規制部84が設けられ、配線基板3の周縁部を押えている。そのため配線基板3が押し上げられたときに流路形成部材5に過度に押し付けられることがなく、流路57が押しつぶされることが避けられる。

20

【0036】

この感知装置による、試料液中の感知対象物の有無を判定方法について説明する。先ず感知センサを本体部12に接続し、図示しないインジェクタを用いて、注入口23に例えば生理食塩水からなり、感知対象物を含まない薄め液を滴下する。液体は毛細管現象により入口側毛細管部材に吸収され、当該入口側毛細管部材55内を流通し、流路57に流れ込んで水晶振動子4の後方側の表面に供給される。

【0037】

水晶振動子4を構成する水晶片41の表面は親水性であるため、流路57内を濡れ拡がり、流路57に広がった液体に続いて入口側毛細管部材55の液体は、表面張力により水晶片41の表面へ引きだされ、注入口23から流路57へ連続して液体が流れていく。振動領域101及び102と、振動領域103及び104は、供給流路の夫々中流部付近に並べて配置されているため、液体は振動領域101及び102の表面を一定の速度で、同時に流れ、振動領域103及び104の表面を一定の速度で、同時に流れることになる。

30

【0038】

そして水晶振動子4の表面の液体が出口側毛細管部材56に到達すると、液体は毛細管現象により出口側毛細管部材56に吸収され、当該出口側毛細管部材56内を流れて廃液流路59へ滲み出る。廃液流路59内の液体は当該廃液流路59内を下流側に通流し、毛細管シート71に到達する。

【0039】

緩衝液の供給に説明を戻すと、注入口23に滴下された緩衝液は、既述のように感知センサ2内を通流する。そして流路57を流れる緩衝液が、共通電極44の表面に供給されると、これら振動領域101及び102、振動領域103及び104は流路57の入り口側から出口側に向かって見て対称に形成されているため、等しく水圧の影響を受ける。これによって振動領域101及び102の発振周波数が共に等しく低下し、振動領域103及び104の発振周波数が共に等しく低下する。

40

【0040】

続いて緩衝液と同量の試料液を注入口23に供給する。これにより入口側毛細管部材55に吸収されている緩衝液に加わる圧力が高くなり、当該緩衝液は再び廃液流路59内を下流側に向かって流れ、試料液が入口側毛細管部材55に吸収される。吸収された試料液

50

は、緩衝液と同様に入口側毛細管部材 5 5 から流路 5 7 に流入し、流路 5 7 内が緩衝液から試料液に置換される。

【 0 0 4 1 】

この時にも、振動領域 1 0 1、1 0 2 及び振動領域 1 0 3、1 0 4 が流路 5 7 の前後方向に見て対称に形成されている。そのためこれら振動領域 1 0 1、1 0 2 及び振動領域 1 0 3、1 0 4 は流路 5 7 内の液の入れ替わりによる圧力変化を均等に受け、当該圧力変化により振動領域 1 0 1 及び 1 0 2 の発振周波数が互いに揃って変化し、振動領域 1 0 3 及び 1 0 4 の発振周波数が互いに揃って変化する。試料液中に感知対象物が含まれる場合には、共通電極 4 4 における振動領域 1 0 1 及び 1 0 3 上の吸着層 4 2 に当該感知対象物が吸着される。一方振動領域 1 0 2 及び 1 0 4 上には、感知対象物が吸着されない。このため吸着層 4 2 への感知対象物の吸着量に応じて周波数が下降し、 $f_{sum}$  が変化する。このように  $f_{sum}$  の変化に基づいて感知対象物の有無を判定することができる。

10

【 0 0 4 2 】

このように感知センサ 2 の内部に形成された流路 5 7 に試料液を通流させて、感知対象物を感知するが、感知センサ 2 の流路 5 7 は、配線基板 3 の上面に水晶振動子 4 を固定し、上方側から上側ケース 2 1 を被せて上側ケース 2 1 内の押圧部により流路形成部材 5 を配線基板 3 に押し当てて構成されている。そのため配線基板 3、流路形成部材 5、上側ケース 2 1 及び下側ケース 2 2 の設計寸法の個体誤差により、配線基板 3 と、流路形成部材 5 との間に隙間が生じ流路を流れる液体が漏出するおそれがある。

【 0 0 4 3 】

上述の実施の形態においては、本体部 1 2 のコネクタ 1 0 内に形成された接続端子 6 に上方に向けて付勢力を持たせている。そのためコネクタ 1 0 に感知センサ 2 を接続して、接続端子 6 に端子部 3 4 c ~ 3 9 c を押し当てたときに端子部 3 4 c ~ 3 9 c は上方に向けて押され、これにより水晶振動子 4 と、流路形成部材 5 に設けた囲み部 5 1 とがより密着している。そのため設計寸法の個体誤差による水晶振動子 4 と囲み部 5 1 との間の隙間ができにくくなり流路 5 7 を流れる液体の漏出が抑制される。

20

さらに端子部 3 4 c ~ 3 9 c を水晶振動子 4 の中心部から見て対称に設けているため、水晶振動子 4 が周方向に均等な力で押し上げられる。従って水晶振動子 4 がより水平な姿勢で囲み部 5 1 に押し付けられ、より密着性が良くなる。

【 0 0 4 4 】

また流路 5 7 の高さ寸法が小さいため、接続端子 6 により配線基板 3 が押し上げられたときに流路 5 7 の底面となる水晶振動子 4 が流路 5 7 の天井部に接触し、流路 5 7 が潰れてしまうおそれがあるが、上側ケース 2 1 に規制部 8 4 を設け、配線基板 3 の縁部を抑えているため、流路 5 7 が潰れることを防いでいる。

30

さらに上述の感知センサ 2 においては、感知センサ 2 の下面に配線基板 3 が露出しており、衝撃により配線基板 3 が押されて、配線基板 3 の表面に固定された水晶振動子 4 が流路 5 7 の天井面に衝突し破損するおそれがある。その場合にも上側ケース 2 1 の規制部 8 4 により配線基板 3 を押えることで、配線基板 3 上の水晶振動子 4 の流路形成部材 5 への衝突を防いでいる。

【 0 0 4 5 】

また上述の実施の形態においては、水晶振動子 4 の共通電極 4 4 及び励振電極 4 5 ~ 4 9 と接続された配線 4 4 a ~ 4 9 a を配線基板 3 の下面側にスルーホール 4 4 b ~ 4 9 b により引き回し、配線基板 3 の下面側において端子部 4 4 c ~ 4 9 c を形成している。配線基板 3 の表面側に端子部 3 4 c ~ 3 9 c を形成した場合には、配線基板 3 の一面側に水晶振動子 4 を配置する領域と端子部 4 4 c ~ 4 9 c を形成する領域とが必要となる。そして配線基板 3 の一面側には、水晶振動子 4 を配置する領域を覆うように流路形成部材 5 が設けられるため、流路形成部材 5 の投影領域の外側の領域に端子部 4 4 c ~ 4 9 c を形成する領域を設ける必要がある。

40

【 0 0 4 6 】

配線基板 3 の裏面側に端子部 4 4 c ~ 4 9 c を形成し、水晶振動子 4 を端子部 4 4 c ~

50

49cと異なる面に形成する場合には、端子部44c～49cを流路形成部材5の投影領域に設けることができる。そのため配線基板3における流路形成部材5に覆われていない領域を狭くできるため、配線基板3を小型化することができ、感知センサ2を小型化することができる。

【0047】

また本発明は水晶振動子4に吸着領域と参照領域とを一对設けた感知センサ2においても同様に効果が得られるが、上述の実施の形態に示したように水晶振動子4に吸着領域と参照領域との対を複数設けた場合には、共通電極44及び励振電極45～49と発振回路9とを接続するための端子部44c～49cの数が多くなるため端子部44c～49cを形成する領域をより広くする必要がある。そのため配線基板3の一面側に水晶振動子4を配置する領域と端子部44c～49cを形成する領域を設けると配線基板3が大型化する傾向があるが、本発明によれば配線基板3の大型化を抑制することができるため感知センサ2の大型化を抑制することができる。

10

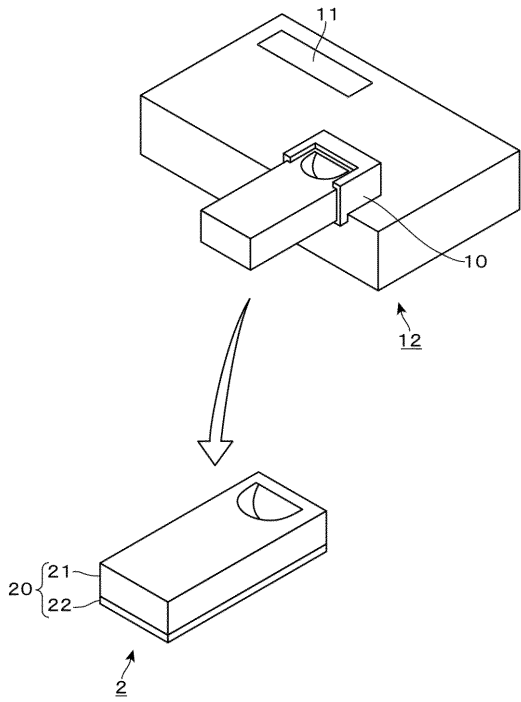
【符号の説明】

【0048】

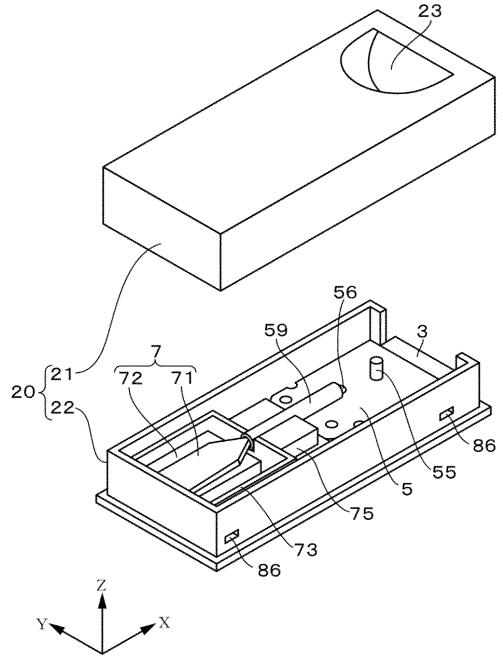
2	感知センサ
3	配線基板
4	水晶振動子
5	流路形成部材
10	コネクタ
12	本体部
20	ケース体
21	上側ケース
22	下側ケース
23	注入口
24	切り欠き
51	囲み部
57	流路
84	規制部

20

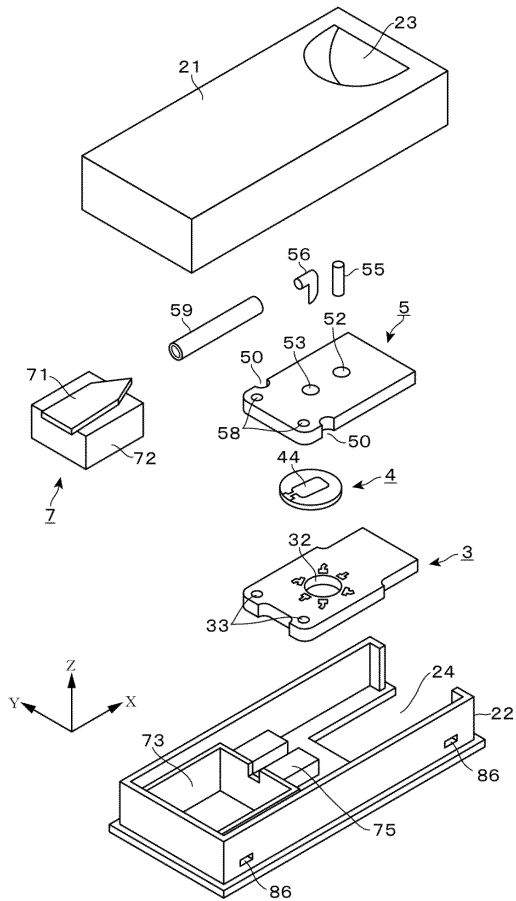
【 図 1 】



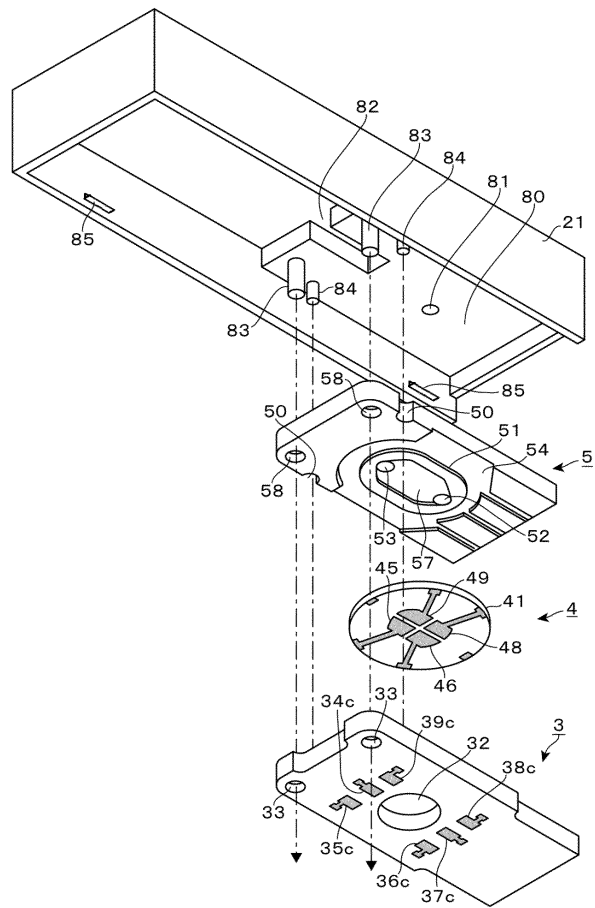
【 図 2 】



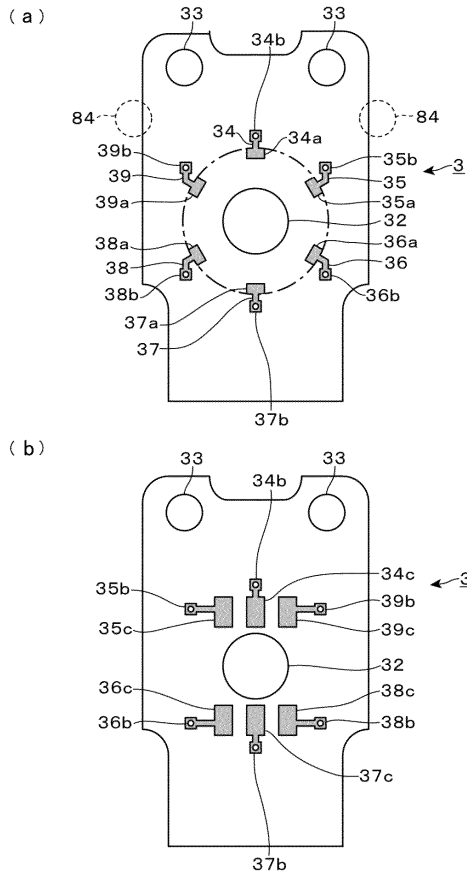
【 図 3 】



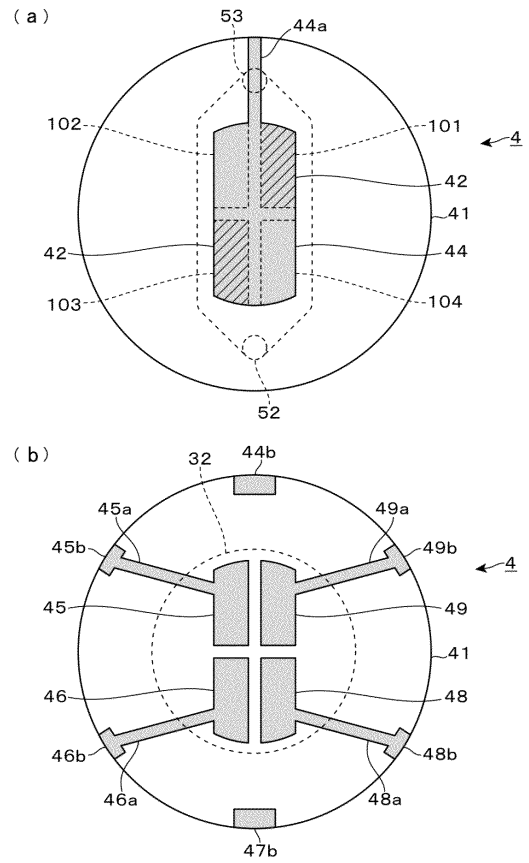
【 図 4 】



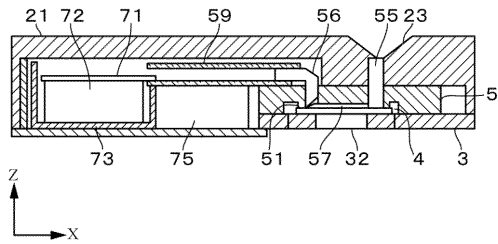
【 図 5 】



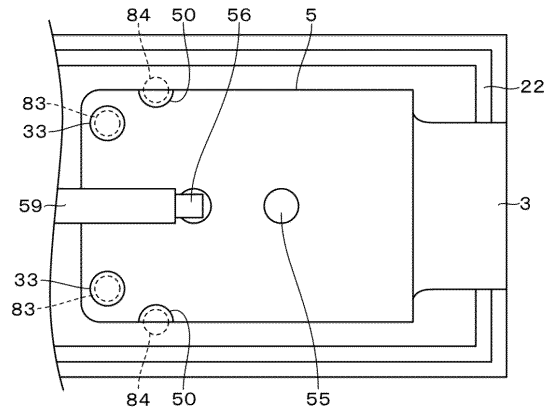
【 図 6 】



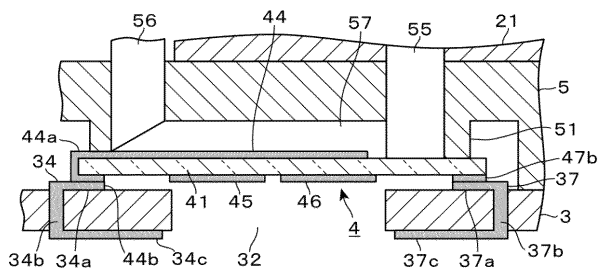
【 図 7 】



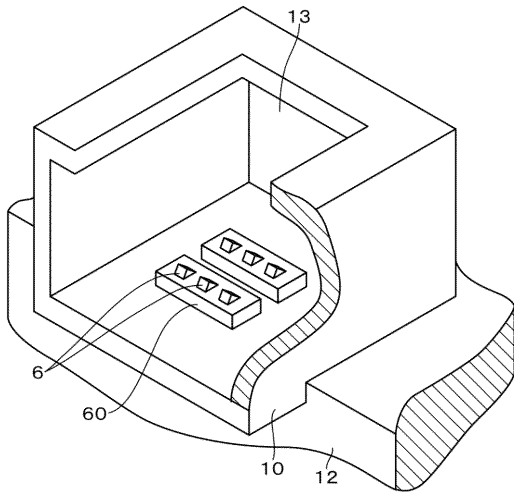
【 図 9 】



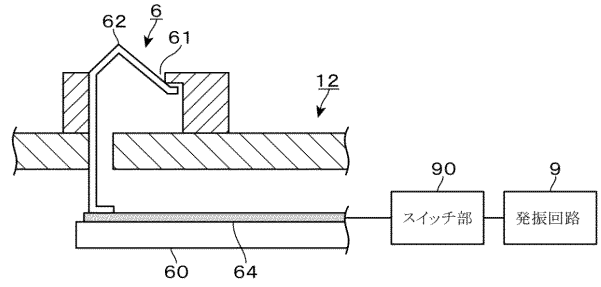
【 図 8 】



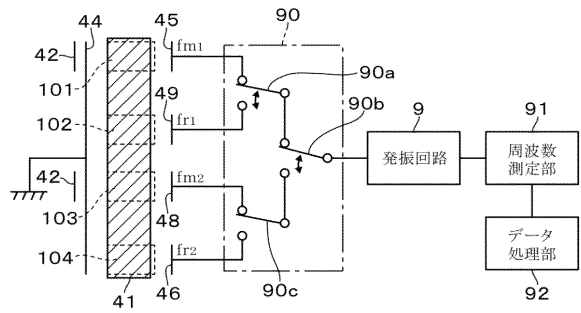
【図 10】



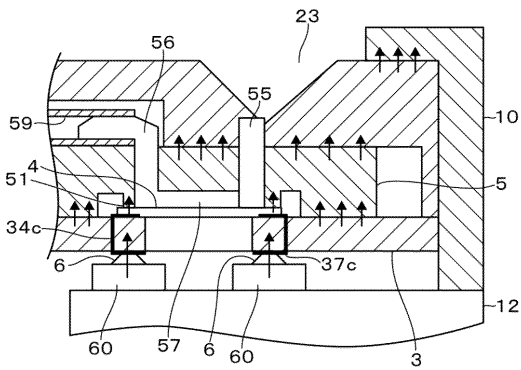
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【図 14】

