

(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2008-185517

(P2008-185517A)

(43) 公開日 平成20年8月14日(2008.8.14)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
 GO 1 N 35/10 (2006.01) GO 1 N 35/06 Z 2 G 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-20845 (P2007-20845)  
 (22) 出願日 平成19年1月31日 (2007.1.31)

(71) 出願人 000005821  
 松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100097445  
 弁理士 岩橋 文雄  
 (74) 代理人 100109667  
 弁理士 内藤 浩樹  
 (74) 代理人 100109151  
 弁理士 永野 大介  
 (72) 発明者 田頭 幸造  
 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソ  
 ニック四国エレクトロニクス株式会社内  
 (72) 発明者 佐伯 博司  
 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソ  
 ニック四国エレクトロニクス株式会社内  
 最終頁に続く

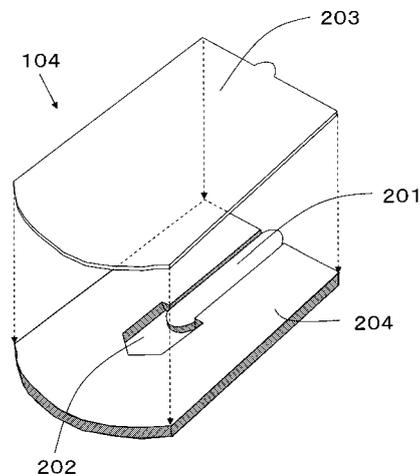
(54) 【発明の名称】 マイクロチャネル及び回転分析デバイス

(57) 【要約】

【課題】 分析すべき試料液を精度よく計量し、移送するためのマイクロチャネル及び回転分析デバイスを提供する。

【解決手段】 分析すべき試料液を毛細管部にて計量するマイクロチャネルであって、試料液を採取し所定量の検査すべき試料液を計量する毛細管よりなる試料計量部と、前記毛細管試料計量部と連結する該計量された試料液を収容する受容部と、を備え、前記毛細管試料計量部と該計量された試料液の受容部とを連結する先端部を円弧状に形成し前記受容部に突出して構成する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

分析すべき試料液を毛細管部にて計量するマイクロチャネルであって、試料液を採取し所定量の検査すべき試料液を計量する毛細管よりなる試料計量部と、前記毛細管試料計量部と連結する該計量された試料液を収容する受容部と、を備え、前記毛細管試料計量部と該計量された試料液の受容部とを連結する先端部を円弧状に形成し前記受容部に突出して構成することを特徴とするマイクロチャネル。

## 【請求項 2】

前記毛細管試料計量部の先端部は、毛細管幅を  $W_c$ 、突出量を  $R_c$  とするとき、 $W_c = 2R_c$  なる関係を有することを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロチャネル。

10

## 【請求項 3】

前記毛細管試料計量部にて計量される試料液のばらつきが  $\pm 5\%$  以内であることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロチャネル。

## 【請求項 4】

請求項 2 に記載のマイクロチャネルを備える複数のパネルを該パネル形状に対応する複数の凹部を有する円盤上に搭載する回転分析デバイスであって、前記回転分析デバイスを回転させて発生する遠心力により、前記計量された試料液を前記受容部に移送することを特徴とする回転分析デバイス。

20

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の回転分析デバイスであって、前記マイクロチャネルを備える複数のパネルを前記円盤の中心点对称位置に配置し、分析すべき前記パネルを 9 時方向に位置し、時計方向と反時計方向に交互に微小角度、所定の周波数で揺動して前記受容部に設置される試薬と試料液を攪拌して光学的に分析することを特徴とする回転分析デバイス。

## 【請求項 6】

前記微小角度は  $\pm 1$  度程度、揺動の周波数は、略  $22\text{ Hz}$  であることを特徴とする請求項 5 に記載の回転分析デバイス。

## 【請求項 7】

前記マイクロチャネルを備えるパネルの受容部の深さは、前記マイクロチャネルの流路の深さより深いことを特徴とする請求項 4 に記載の回転分析デバイス。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は一般に、種々の生物学的及び化学的組成物の分析に適用されるような多項目生体液分析装置（マルチバイオセンサ）の分野に関する。より具体的には、本発明は、印加される遠心力及び装置中の通路の表面特性や液体の表面張力によって生じる毛細管力を利用して液体の計量と移送を行い、分析を実施する方法及び装置に関するものである。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、試料液を内部に収集した分析用パネルを用い、この分析用パネルを軸中心周りに回転させながら、分析装置の光学スキャン技術を用いて、試料液の特性を分析する分析装置が実用化されている。

## 【0003】

近年、試料液の少量化、装置の小型化、短時間測定、多項目同時測定など、市場からの要求も多く、血液等の試料液をいろいろな分析試薬と反応させ、その混合物を検出し、短時間で各種病気の進行度合いを検査できるより高精度の分析装置が望まれている。

50

## 【0004】

図12は毛細管計量セグメント及び親水性ストッパを含む分析装置である。分析装置は、雰囲気中を通じる空気孔V1、V2、V3、V4と、試料溜めR1、R2、R3と、毛細管で形成される計量セグメントLと、親水性ストッパS1で構成されている。計量セグメントLは、分析精度が改善されるよう、正確な量の液体試料が計量分配されることを保証する。液体の試料が試料溜めR1に加えられ、試料溜めR1から計量セグメントLを毛細管力によって流れ（通路は親水性である）、ほぼU字形の計量セグメントLを満たす。計量セグメントLの形状は、図示するU字形である必要はなく、まっすぐ又は直線形の毛管セグメントを使用することもできる。計量セグメントLの両端は空気孔V1とV2を介して大気雰囲気に通じている。試料液体は、毛細管力によって親水性ストッパS1の  
10  
ところまで動くが、計量セグメントLと親水性ストッパS1の接続部で停止する。これは、計量セグメントLの幅より親水性ストッパS1の幅が広い構造にすることにより、液体試料が親水性ストッパS1の壁面に触れることができないことにより、毛細管力が停止してしまうためである。分析装置が回転プラットフォームに配置され、親水性ストッパの抵抗に打ち勝つのに十分な速度で回転させられるならば、計量セグメントLに含まれた液体はストッパS1を通過し、遠心力と毛細管力によって試薬溜めR2に入る。試料液体が遠心力によって親水性ストッパS1を通過するとき、空気孔V1とV2から空気が入り、それにより、計量セグメントLの液柱の長さ、ひいては試薬溜めR2に送られる試料の量を決定する。試料溜めR2の下方には、さらなる試薬溜めR3があり、ここでは、試料液体と反応したり、後の分析に備えて試料液体を準備するために使用したりすることができ  
20  
る。試料溜めR2に注入された液体は遠心力によって試料溜めR2から試料溜めR3まで移動する。（特許文献1参照）

【特許文献1】特表2005-518531号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、前記従来の構成では、計量セグメントLと親水性ストッパS1の接続部で、親水面の一部が連続している場合に、試料液体が親水面を伝って移動しようとするため、計量セグメントLと親水性ストッパS1の接続部で完全に停止せず、親水性ストッパS1部に溢流してしまい、計量セグメントLで正確な計量ができないという課題を有して  
30  
いた。

## 【0006】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、毛細管力による液体の流れを精度よく停止させることのできる毛細管力制御方法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】

## 【0007】

前記従来の課題を解決するために、本発明のマイクロチャネルは、分析すべき試料液を毛細管部にて計量するマイクロチャネルであって、試料液を採取し所定量の検査すべき試料液を計量する毛細管よりなる試料計量部と、前記毛細管試料計量部と連結する該計量された試料液を収容する受容部と、を備え、前記毛細管試料計量部と該計量された試料液の受容部とを連結する先端部を円弧状に形成し前記受容部に突出して構成することを特徴としたものである。  
40

また、本発明の回転分析デバイスは、試料液を採取し所定量の検査すべき試料液を計量する毛細管よりなる試料計量部と、前記毛細管試料計量部と連結する該計量された試料液を収容する受容部と、を備え、前記毛細管試料計量部と該計量された試料液の受容部とを連結する先端部を円弧状に形成し前記受容部に突出して構成した複数のパネルを、該パネル形状に対応する複数の凹部を有する円盤上に搭載する回転分析デバイスであって、前記回転分析デバイスを回転させて発生する遠心力により、前記計量された試料液を前記受容部に移送することを特徴としたものである。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

## 【0008】

本発明の毛細管力制御方法によれば、流路形状によって毛細管力による液体の流れを精度よく制御することができ、毛細管による正確な計量を行うことができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0009】

以下に、本発明の毛細管力制御方法の実施の形態を図面とともに詳細に説明する。

## 【0010】

## (実施の形態1)

図1は、本発明の実施例1における回転分析デバイス101の構成を示す模式図である。また、図2は、マイクロチャンネル105の構成を説明するためのパネル104の拡大斜視図で、本実施例におけるマイクロチャンネル105は、試料計量部201と受容部202で構成される。

10

## 【0011】

図1において、本発明の回転分析デバイス101は、円形の基板の表面にバランスよく形成された複数の凹部103を有する円形基板102と、その凹部103に、凹部103の形状と略一致するように形成されたパネル104を配置して構成される。

## 【0012】

パネル104に形成されるマイクロチャンネル105は、射出成形により作製された複数の基板を貼り合わせるにより形成されている。回転分析デバイス101では、このような構成をとることによって、分析するための試料液を後述する方法で試料計量部201に導入し、回転中心106を軸に回転させ、その回転により発生する遠心力を利用して受容部202へと試料液を遠心移動し、受容部202に配置された試薬と反応させて検査を行う。

20

## 【0013】

本発明では、マイクロチャンネル105の受容部202で反応した試料液に、光を照射し、その透過光を光学的に分析して測定する。具体的には、マイクロチャンネル105の試料液が受容部202に移動し攪拌することにより、受容部202に配置された試薬と試料液が反応し、その反応の割合で吸光度が変化することを利用して、この装置では、光学的分析を行うため、光源部からマイクロチャンネル105の受容部202に光を照射し、受光部にてその透過光の光量を測定することで、試料液の特性を分析することができる。

30

## 【0014】

次にパネル104の構成について説明する。本発明におけるパネル104は2枚の射出成型された基板で構成されており、具体的には図2に示すように、2枚の基板203、204で構成されている。それぞれの基板の厚みは、1mm~7mmで形成しているが、特に制限は無く、マイクロチャンネル105を形成可能な厚みであればよい。基板203、204の形状についても特に限定する必要が無く、用途目的に応じた形状、例えば、扇状、円盤状、板状、その他複雑な形状の成形物などの形状が可能である。

## 【0015】

本発明では基板203、204の材料として、易成形性、高生産性、低価格の面からプラスチックを使用しているが、ガラス、シリコンウェハー、金属、セラミックなど接合できる材料であれば特に制限はない。

40

## 【0016】

本発明ではマイクロチャンネル105を有する基板203、204には、マイクロチャンネル105内の粘性抵抗を減らし流体移動をしやすくするために壁面の一部或いは全ての壁面に親水性処理を行っているが、ガラス等の親水性材料を用いたり、成形時に界面活性剤、親水性ポリマー、シリカゲルの如き親水性粉末などの親水化剤を添加させて材料表面に親水性を付与させたりしてもかまわない。親水性処理方法としては、プラズマ、コロナ、オゾン、フッ素等の活性ガスを用いた表面処理方法や界面活性剤による表面処理が挙げられる。ここで、親水とは水との接触角が90度未満のことをいい、より好ましくは接触角40度未満である。

50

## 【0017】

本発明では、接着剤を用いて基板203、204を接合しているが、使用する材料に応じて溶融接合や陽極接合やレーザー接合などの接合方法で接合してもかまわない。

## 【0018】

次に上記で説明した本発明の第1の実施例における回転分析デバイス101のマイクロチャンネル105の構成および試料液の採取及び移送プロセスについて説明する。

## 【0019】

図3に示すように、マイクロチャンネル105は、回転分析デバイス101にパネルを設置した際に、回転中心106の近傍に試料液を採取及び計量するための試料計量部201が配置されるように構成されている。さらに、試料計量部201から外周方向に試料液と試薬を反応させて検査するための受容部202が配置されている。試料計量部201は、目視で試料計量部201が試料液で満たされていることを確実に確認できるように幅広く、毛細管力が働くようにするために厚みが浅い構成となっている。これは、試料計量部201において、採取すべき試料液の不足や、気泡の混入により、計量した試料液が不足することを試料液採取者にわかりやすくすることにより、必要量の試料液の確実な採取を促し、試料液の確実な採取を実現するためである。

10

## 【0020】

一般的に毛細管力は、壁面の一部或いは全部が親水性であり、向かい合う壁面の距離が、1mm以下のときに働く。さらにその距離が0.3mm以下であるときに、試料液及び壁面に働く表面エネルギーに対して毛細管力の方が支配的となり、試料液は、外力を加えることなく毛細管を通過して移動する。

20

## 【0021】

本実施例1のパネルでは、受容部202に配置された試薬と反応させて吸光度を測定するために試料計量部201で試料液を10 $\mu$ L採取する必要がある。さらに、測定精度向上のために試料計量部201でのばらつきは、 $\pm 5\%$ 以内、つまり、9.5~10.5 $\mu$ L以内となるようにしておく必要がある。図3に示すように、本実施例1のパネルでは、試料計量部201の形状は、長さ $L_c = 9.6$ mm、幅 $W_c = 3.8$ mm、厚み $D_c = 0.3$ mmとし、さらに、開放された毛細管の両端部を毛細管の幅 $W_c$ を直径とする円弧状としている。特に試料計量部201と受容部202が連結した部分では、受容部202の内部に試料計量部201の円弧状の先端部のみ突き出している。

30

## 【0022】

次に、試料液402の採取及び計量方法について説明する。図4~図6に試料液402の採取状態を模式的に示した図を示す。試料計量部201は、壁面の一部或いは全てが親水処理されており、毛細管力により試料液402を吸上げられるような構造になっている。試料液402が血液である場合、まず採血用穿刺器具等を用いて、指先401に針を穿刺し、試料液402となる血液だまりを作る。そこに図4に示すように、試料計量部201の先端部を触れさせることで、試料計量部201に試料液402となる血液の吸上げが開始される。

## 【0023】

さらに図5に示すように、試料液402は、試料計量部201に働く毛細管力で吸上げられ、試料計量部201と受容部202を連結する円弧状の端部までのすべてを満たす。このとき、吸い上げられた試料液402は、円弧状に形成された試料計量部201の端部で停止し、受容部202には移送されない。これは、試料計量部201と受容部202の連結部で、試料計量部201の口径より受容部202の口径が大きい構造をとることにより、壁面の連続性が断たれ、毛細管力が停止するためである。しかしながら、試料計量部201と受容部202の連結部で、1つでも連続した壁面がある場合は、その連続した壁面を伝って試料液402が溢れてしまう。最悪の場合、試料液402が溢れる勢いによって試料液402が受容部202に移送されてしまい、試料計量部201での計量が困難になってしまう。そこで、試料計量部201と受容部202の連結部を円弧状にすることで、試料液402の表面張力が安定しやすい形状で停止させることが可能となり、連結部で

40

50

連続した壁面がある場合でも、受容部への溢流を抑制することができる。

【0024】

図7に、試料計量部201と受容部202の連結部の円弧の形状と、受容部202に溢流する試料液402の関係について示す。円弧の形状は、図3に示した試料計量部201の幅 $W_c$ と円弧の飛び出し幅 $R_c$ とで定義される $2R_c/W_c$ で表現する。例えば、 $2R_c/W_c = 0$ の場合、つまり $R_c = 0$ の場合は試料計量部201の端部は直線状になっており、また $2R_c/W_c = 1$ の場合、つまり $2R_c = W_c$ の場合には試料計量部201の幅 $W_c$ を直径とする円とする円弧となる端部といった具合である。この結果から、円弧の形状は $2R_c = W_c$ となる時、つまり試料計量部201の幅 $W_c$ を直径とする円とする円弧となる端部である場合が、試料液402の溢流を抑制することができるということがわかる。この効果から、試料計量部201の端部を円弧状にすることにより、試料計量部201と受容部202の連結部での試料液402の制御の確実性を向上させることができ、試料計量部201の形状のみで精度よく試料液の計量を行うことが可能となる。その状態で、試料計量部201で計量された試料液402の採取は完了する。

10

【0025】

以上説明したように試料計量部201の先端部を円弧状に形成することにより試料計量部201で計量される試料液のばらつきを、 $\pm 5\%$ 以内に収めることができる。

【0026】

次に、図8～図11を用いて、試料計量部201で計量された試料液402の遠心移送プロセス及び試薬反応プロセスについて説明する。試料液402が試料計量部201に充填された後、図8に示すように、パネル104を回転分析デバイス101の凹部103にセットし固定する。その後、図9に示すように、回転分析デバイス101を回転することにより、パネル104内の試料計量部201に充填された試料液402に遠心力が発生する。そうすると、試料計量部201と受容部202の連結部で停止していた試料液402が受容部202に向かって移動し始める。さらに、回転数を一定に保つことによって、図10に示すように、試料計量部201で計量された試料液402が、受容部202へ全て移動する。

20

【0027】

受容部202には、試薬が収容されており、受容部202に試料液が移動した際に、すぐに反応するように配置されている。この試薬は、固形の試薬であったり、壁面に塗布されたものであったりしてもよい。具体的な試薬としては、グルコース測定のためのグルコースオキシターゼ、グルコースデヒドロゲナーゼや、コレステロール測定のためのコレステロールエステラーゼ、コレステロールヒドロゲナーゼなどが用いられる。

30

【0028】

さらに、試薬との反応を加速するために、図11に示すように、回転分析デバイス101を揺動させる。揺動は、回転分析デバイス101の回転方向を繰り返し変更することで行われる。具体的には、図11に示すように、マイクロチャンネル105が、9時の方向にある状態で、時計回りと反時計回りの方向にプラスマイナス1度ずつ交互に揺動させることで、受容部202に移動した試料液402と試薬を攪拌し、最終的に受容部202の内部で反応液を生成することができる。その後、光学的な測定方法を用いて反応液の吸光度を測定することで試料液402の分析を行うことができる。このときの揺動の角度と、揺動の周波数は、プラスマイナス1度以上、 $22\text{ Hz}$ 以上であれば良く、この条件を満たす揺動を行うことにより、短時間で確実な試薬との反応を実施することができる。即ち、 $22\text{ Hz}$ 程度の周波数で微小角度、マイクロチャンネルを備えるパネルを揺動することにより、確実に試料液と試薬を混合させることができる。

40

【0029】

このように、パネル104に上記に示したようなマイクロチャンネル105を構成することで、試料計量部201での計量精度を向上させることができ、非常に高精度な試料液201の分析が可能となる。

【産業上の利用可能性】

50

## 【 0 0 3 0 】

本発明にかかる回転分析デバイスは、試料液を計量し採取するための試料計量部と、試料液と試薬を攪拌し反応させて吸光度を測定するための受容部との連結部において、受容部内部に円弧状に突き出した試料計量部を形成することにより、受容部に溢流する試料液の量を削減することができるため、高精度な試料液の分析が可能となる。

## 【 0 0 3 1 】

本発明にかかる回転分析デバイスは、血液の分析や、希釈液の長期保存が必要な医療分析検査装置等の用途にも適用できる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 2 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 における回転分析デバイスの概略構成図

【 図 2 】 本発明の実施の形態 1 におけるマイクロチャネルを有するパネルの概略斜視図

【 図 3 】 本発明の実施の形態 1 におけるマイクロチャネルを有するパネルの概略構成図

【 図 4 】 本発明の実施例 1 における回転分析デバイスの試料液採取の第 1 のプロセスを説明するための図

【 図 5 】 本発明の実施例 1 における回転分析デバイスの試料液採取の第 2 のプロセスを説明するための図

【 図 6 】 本発明の実施例 1 における回転分析デバイスの試料液採取代のプロセスを説明するための図

【 図 7 】 本発明の実施例 1 における回転分析デバイスの受容部に溢流する試料液と試料計量部の先端形状との関係を示すための図

【 図 8 】 本発明の実施例 1 における回転分析デバイスの試料液移送の第 1 のプロセスを説明するための図

【 図 9 】 本発明の実施例 1 における回転分析デバイスの試料液移送プロセスの第 2 の概略図

【 図 1 0 】 本発明の実施例 1 における回転分析デバイスの試料液移送の第 2 のプロセス説明するための図

【 図 1 1 】 本発明の実施例 1 における回転分析デバイスの揺動プロセスを説明するための図

【 図 1 2 】 従来の回転分析デバイスの試料の制御及び計量を説明するための図

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 3 3 】

1 0 1 回転分析デバイス

1 0 2 円形基板

1 0 3 凹部

1 0 4 パネル

1 0 5 マイクロチャネル

1 0 6 回転中心

2 0 1 試料計量部

2 0 2 受容部

2 0 3 基板

2 0 4 基板

4 0 1 指先

4 0 2 試料液（血液）

V 1 ~ V 4 空気孔

R 1 ~ R 3 試料溜め

L 計量セグメント

S 1 親水性ストッパ

10

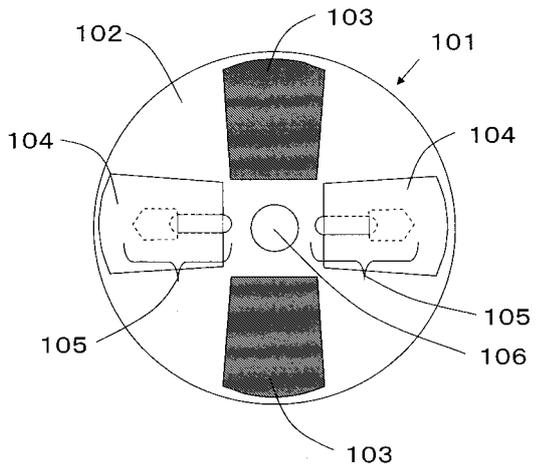
20

30

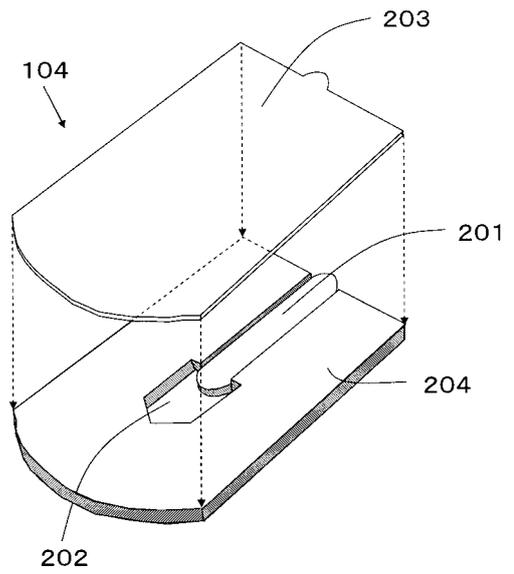
40

50

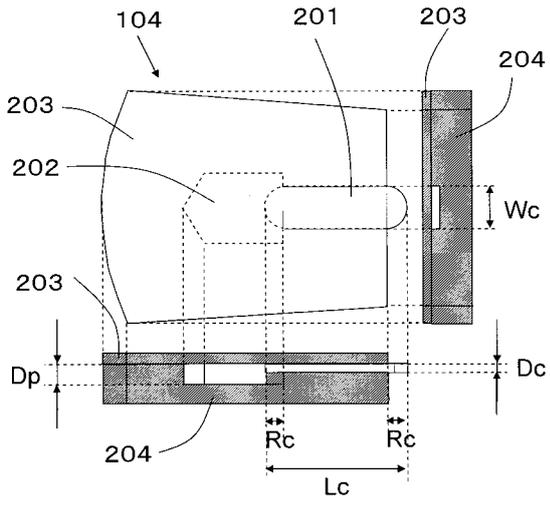
【 図 1 】



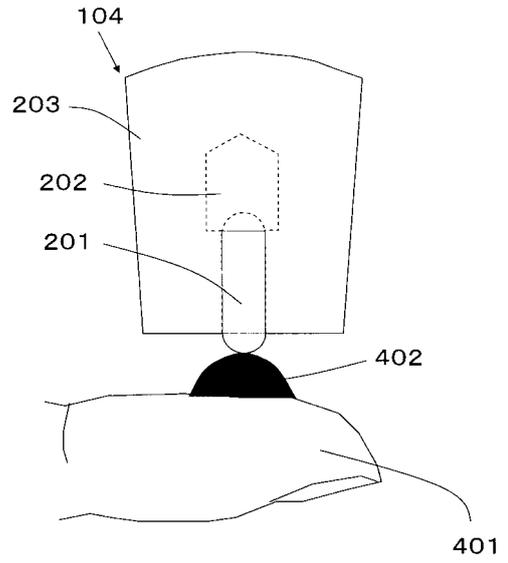
【 図 2 】



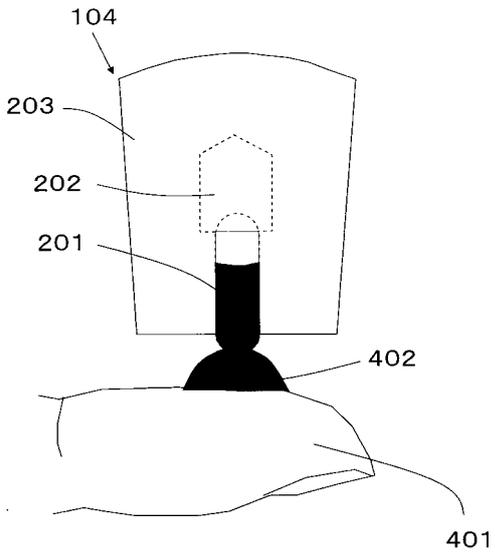
【 図 3 】



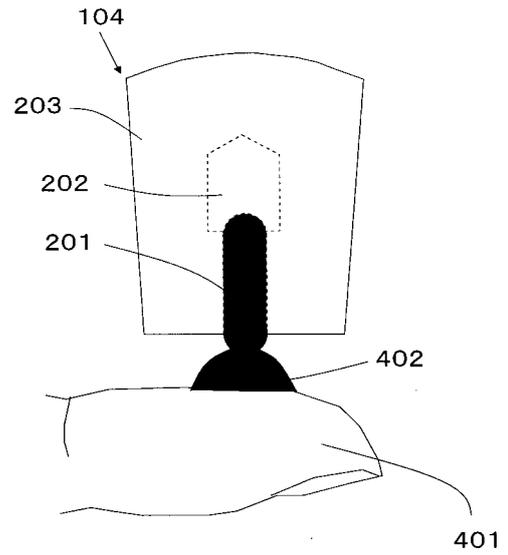
【 図 4 】



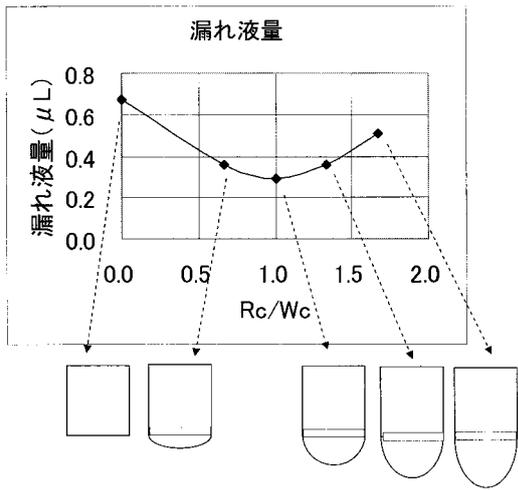
【 図 5 】



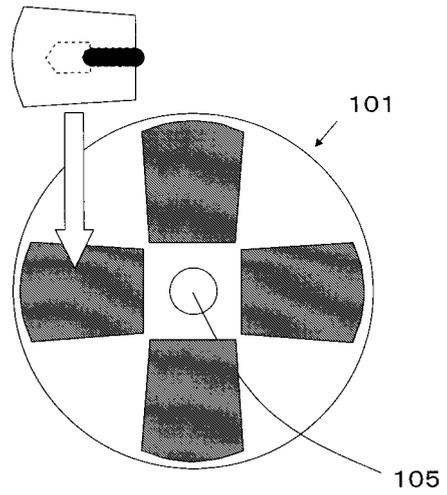
【 図 6 】



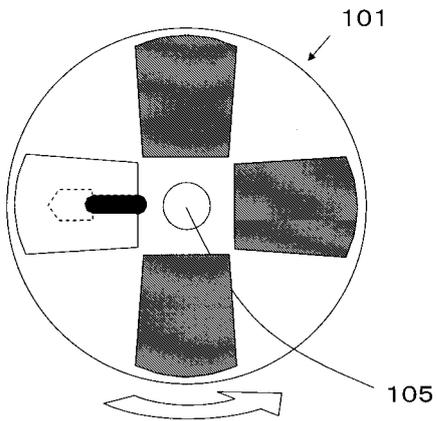
【 図 7 】



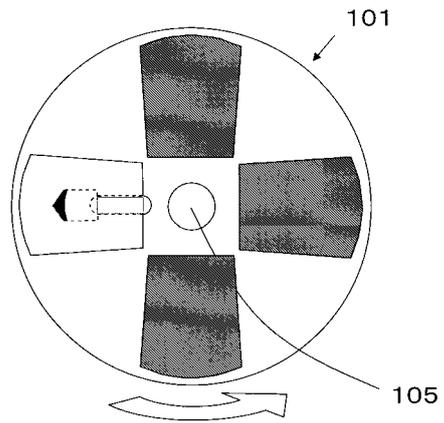
【 図 8 】



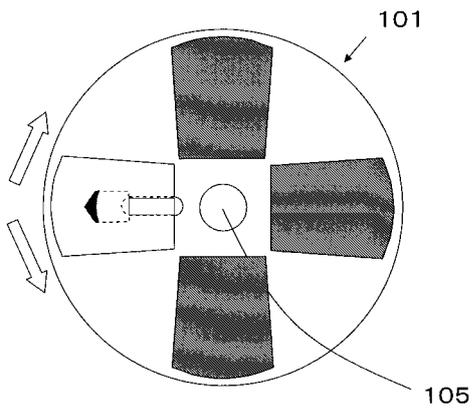
【 図 9 】



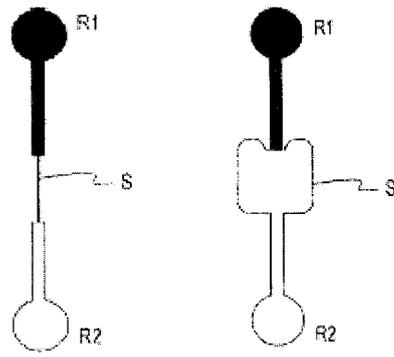
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 杉本 博文

愛媛県東温市南方2 1 3 1 番地 1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内

Fターム(参考) 2G058 CA05 EB00 GA01