

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5094115号
(P5094115)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 F 1/58 (2006.01) G O 1 F 1/58 C

請求項の数 13 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-506125 (P2006-506125) (86) (22) 出願日 平成16年4月14日(2004.4.14) (65) 公表番号 特表2006-522932 (P2006-522932A) (43) 公表日 平成18年10月5日(2006.10.5) (86) 国際出願番号 PCT/GB2004/001618 (87) 国際公開番号 W02004/090475 (87) 国際公開日 平成16年10月21日(2004.10.21) 審査請求日 平成19年4月13日(2007.4.13) (31) 優先権主張番号 0308446.4 (32) 優先日 平成15年4月14日(2003.4.14) (33) 優先権主張国 英国 (GB)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 505368966 センテック リミテッド SENTECC LIMITED イギリス国 シービー4 1ワイジー ケ ンブリッジ ミルトンロード ザ・ウェス トブルック・センター 5</p> <p>(74) 代理人 100067091 弁理士 大橋 弘</p> <p>(72) 発明者 グラウザー アントニー ロバート センテック リミテッド内 イギリス国 CB 5 8EG ケンブリッジ、ニューマーケ ットロード61-69、プランズウィック ハウス</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 電磁流量変換器及びそれを組み込む流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体の流量を測定するための電磁変換器であって、前記変換器は、それぞれに対して均衡され、前記流体と接触するようにそれぞれ配置された、少なくとも2つの測定電極と、交番磁界とを有し、前記少なくとも2つの測定電極のそれぞれは、基部の導体と、前記基部の導体を完全に覆う銀と、前記銀と前記流体との間に介在させることにより、層が使用時に水和されるように配置された塩化銀から成る電気化学的に付着された層又は焼結された層との連続を備えることを特徴とする電磁変換器。

【請求項2】

流体の流量を測定するための電磁変換器であって、前記変換器は、それぞれに対して均衡され、前記流体と接触するようにそれぞれ配置された、少なくとも2つの測定電極と、交番磁界とを有し、前記少なくとも2つの測定電極のそれぞれは、基部の導体と、前記基部の導体を完全に覆う銀と、前記銀と前記流体との間に介在させることにより、層が使用時に水和されるように配置された塩化銀から成る層との連続を備え、前記層の一部は銀に還元されることを特徴とする電磁変換器。

【請求項3】

前記塩化銀の層は、流量を測定すべき前記流体中に微溶性である、請求項1又は2に記載の電磁変換器。

【請求項4】

前記塩化銀の層は、ハロゲン化銀塩である、請求項3に記載の電磁変換器。

10

20

【請求項 5】

前記八口ゲン化銀塩は、フッ化銀塩である、請求項 4 に記載の電磁変換器。

【請求項 6】

前記塩化銀の層は、陽極処理により電気化学的に付着された、請求項 2 から 5 のいずれか一項に記載の電磁変換器。

【請求項 7】

前記塩化銀の層は、焼結された、請求項 2 から 5 のいずれか一項に記載の電磁変換器。

【請求項 8】

前記塩化銀の層の厚さは、前記測定電極のインピーダンスが最小値であるようになっている、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の電磁変換器。

10

【請求項 9】

前記塩化銀の層の一部は、銀に還元される、請求項 1 に記載の電磁変換器。

【請求項 10】

前記電磁変換器の 2 つの測定電極が、前記 2 つの測定電極間のオフセット電位を最小化するように均衡される、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の電磁変換器。

【請求項 11】

前記交番磁界を生成する手段を備え、前記この交番磁界を生成する手段は、残留磁気を発揮する、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の電磁変換器。

【請求項 12】

前記請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の電磁変換器を組み込む流量計。

20

【請求項 13】

前記流量計は、電池から電力供給を受ける、請求項 12 に記載の流量計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電磁流量変換器に関し、特に、電磁水流量計に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の公共設備の水量計では、機械的な流量変換器（典型的には容積式又は単射/多射型ジェット・タービン）が、この変換器の反復サイクル数を測定する記録器機構に結合されている。この機構はしばしば機械的な積算計である。これを遠隔測定器に必要な電子機器と接続することは、この積算計がデジタル計数器を有するソリッドステート型記録器によって置き換えられているときでも、面倒でありかつ経費がかさむ恐れがある。

30

【0003】

同様にソリッドステート型の流量変換器を使用すると、このような接続問題が軽減する。このような流量変換器は、よく知られている種類の電磁流量変換器である。即ち、GB 1303730A は、電極が透水性の絶縁材料によって囲繞された細長い銅含有の導体ワイヤを含む変換器を開示する。SU 800650B は、酸素を回復させる触媒物質から作製され、測定電極を取り囲みかつ酸素の回復に関して定常電位の物質から作製されたアノードと直に接続された格子電極から成るガルバニック対 (galvanic pair) の形態にある保護システムを使用することによって電極が覆われている流量計を開示する。US 3299703 は、流れ導管の内壁中に形成された凹所の中に電極が配置され、この凹所の中で電極と液体との間に湿潤剤が配置されている流量計を請求する。JP 54116960A は、電極表面を清浄に維持するように 1 対の電極に正電位が供給される流量計を開示する。

40

【0004】

このような流量変換器が、図 1 の断面図にも例示されている。流管 101 が、この管 101 の直径を隔てて配置された 1 対の電極 102 を備える電磁変換器 109 を組み込み、それぞれの電極 102 の一方の表面の少なくとも一部が管中の流体 108 と直に接触している。磁極部品 103 は、管 101 の垂直な直径を隔てて配置され、かつ磁気回路 104

50

によって接続されている。当業ではよく知られているように、磁界 107 はバルク媒体（水の場合にはイオン）によって移動する荷電化学種に対して力を与え、この荷電化学種を磁界とバルク流体の運動方向との両方に対して直交する方向に移動させる。反対に荷電した化学種の相互変位によって移動方向に沿って電界が生じ、それは所与のイオンに対する静電力が磁力によって均衡されるまで増大する。磁力は内在的にバルク媒体の流速に依存するので、反対の電界（又は電位差）の測定が流量を算定する適宜な手段となり、他方では時間に関して積分することによって管を通過した総量を計算することができる。このような測定を実現するために電極信号を処理する回路が当業でよく知られており、従って本明細書ではこれ以上詳しく説明しない。

【0005】

10

よく知られているように、静的な場の測定の様々な制約を克服するために、印加磁界を交番させることが有利であり得る。このような1つの制約は流体中の電位差を測定するのに利用される電極の性質によって課せられる。理想的な電極は流体に対して完璧な電気接続を形成し、固液境界面間にはいずれの方向にも電荷の交換に対するエネルギー障壁が存在しない。このようなことは実際のシステムではほとんど観察されず、電位差が境界面間に存在する可能性が遙かに高い。このような電位差はしばしば不十分に画定され、それは周波数に逆比例する雑音スペクトル（ $1/f$ ）を示すように時間と共に不規則に変動する。従って、静的な場（DC）の測定が大きな瞬時誤差を蒙ることになる。

【0006】

印加磁界を既知の周波数 f_0 で交番させると、この問題の一部が克服される。即ち、図 2 に示すように、それによって、望ましい電気信号 210 が、電極雑音スペクトル 202 の特徴的な周波数よりもかなり高くなるように選択される周波数 f_0 でも存在することになる。電気信号の振幅の測定値が実質的に誤差のない流量を示す。

20

【0007】

交番磁界を印加する他の理由は、典型的な電極の小信号電気インピーダンス（それらの電極間に接続された測定回路によって感知される）も周波数の増大と共に低下することである。従って、この測定回路は、実質的な誤差を生じることなく信号源からより多くの電流を引き出すことが可能になり得る。主要な利点は、より簡素で、より安価な測定回路の設計を採用できることである。

【0008】

30

電極の周波数依存挙動を理解するためには、固液境界面 301 にしばしば応用される、コンデンサ 303 と並列接続されている抵抗器 302 から成る図 3 の単純な電氣的モデルを検討することが有益である。固体 304 と液体 305 との間における電荷化学種の直接交換は、抵抗器 302 を通過する流れによって示され、他方ではコンデンサ 303 が、この境界面を実際に横切ることなく、その近傍に蓄積する電荷化学種の傾向を表す。実質的に 1 Hz を超える周波数では、コンデンサ 303 は、一般に固液境界面を通過する小信号電流が流れるより容易な経路となる。

【0009】

図 1 の装置では、交番磁界が、磁気回路 104 の一部に巻き付けられ、かつ適切な交番電流波形が供給されるコイル 105 によって実現されている。さらには、電力消費を削減するために、磁界の状態を変更する必要があるときにコイルを励磁するだけで済むように、残留磁気を発揮する 1 つ又は複数の要素 106 を磁気回路 104 に設けることが知られている。

40

【0010】

本発明は、電磁流量変換器の電力消費をさらに一層削減することを目的として有する。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0011】

従って、本発明は電極及び交番磁界を有する電磁流量変換器にあり、そこでは電極が、5 Hz 未満の周波数において炭素又は耐食性金属の合金を含む電極よりも低い雑音エネルギー

50

ギーを有し、かつ金属と、この金属と流体との間に介在するように配置された当該金属の塩の層とを含み、この層は電気化学的に付着されるか又は焼結される。

【0012】

本発明は、低い周波数において水量計で通常使用される電極よりも低い雑音エネルギーを有する電極を使用することによって、同じ信号対雑音比に関して交番磁界の周波数が低減可能であり、それが次に変換器の電力消費を低減するという認識に基づく。

【0013】

対照的に、知られている電磁流量変換器の電極は、それらが腐食効果に耐性があるように選択され、その結果、ステンレス鋼又はハステロイのような耐食性金属の合金から作製される。このような知られた変換器では、境界面間の電気化学的電位の画定が不十分であり、より長い時間間隔、即ち、秒単位の時間間隔にわたって大きな変動を許す。しかし、知られている変換器は1Hzよりも遙かに大きな磁界周波数で動作するので、これによって問題が発生することはなかった。従って、換言すれば、本発明はまた、電極及び交番磁界を有する電磁流量変換器にあり、そこでは電極が約1Hzの磁界周波数において耐食性金属の合金を含む電極の雑音特性よりも低い雑音特性を有し、かつ金属と、この金属と流体の間に介在するように配置された当該金属の塩の層とを含み、この層は電気化学的に付着されるか又は焼結される。

【0014】

本発明に係る電極は、ガルヴァーニ電流が流量を有する流体との境界面を横切って流れるように構成されている。ガルヴァーニ電流は、固液境界面を通過する電荷化学種の移動又は交換によって生じる。それは、知られている電磁流量計において液体とセンサ電極との間を流れ、かつ相境界を実際に横切らないで境界面の両側に蓄積又は分散する電荷の対向する薄層の結果として流れる変位電流とは異なる。ガルヴァーニ電流構成は、電極の電気インピーダンス及び雑音特性を大幅に向上させる。

【0015】

しかも本発明に係る電極は、ガルヴァーニ電流がイオンによって運ばれるように構成される。銀イオンは、固体銀が長い時間にわたって水中で安定性があり、かつそれほど顕著に腐食しないので特に有利である。しかも、それは無毒性であり、安全食品添加物(E174)である。銀はまた、電気化学的系列が銅に近く、水流管中の望ましくない電気腐食の恐れを低下させる。それは殺菌性でもあり、電極の中又は付近における厄介な生物膜の滞留及び形成を防止する助けとなる。

【0016】

さらには、金属と、この金属と流量を有する流体との間に介在する当該金属の塩との配置は、ガルヴァーニ電流の基礎となる導体と流体との間の荷電交換を助ける。塩又はイオン化合物は、測定すべき流量を有する流体中に微溶性であることが好ましく、従って電極に貯留される。この金属が銀である場合には、そのイオン化合物はハロゲン化銀塩であり得る。しかも流体が水である場合には、このようなハロゲン化銀塩は水道水の中に最も普通に存在するイオン(塩化物、フッ化物)によって有利に形成される。ハロゲン化銀は、金属と接触して安定的な電気化学的半電池を形成する。

【0017】

本発明によれば、金属塩の層は、例えば、陽極処理によって金属表面上に電気化学的に付着されるか、又は金属表面上に焼結された金属塩の層を含む。この層の厚さは電極のインピーダンスに影響することになる。即ち、それが厚すぎれば、それは電気回路全体に過剰な直列インピーダンスを追加し、他方でそれが薄すぎれば、必要な電気化学的反應を維持するには密度が不十分となる。したがって、層の厚さは、電極のインピーダンスが最小であるように、例えば、経験的に、このような両極端の中間にあるように選択されることが好ましい。

【0018】

雑音及び電氣的特性のさらなる向上は、電極活性面積を増大させるように粗面化された金属表面を有する電極によって実現可能である。これは金属塩の一部を再び金属に還元す

10

20

30

40

50

ることによって適宜に実現可能であり、それは非均一で粗目の金属の再生を典型的にもたらす。従って、本発明の第2の態様は、流体の流量を測定するための電磁変換器にあり、この変換器は電極及び交番磁界を有し、そこでは電極が、5 Hz未満の周波数において炭素又は耐食性金属の合金を含む電極よりも低い雑音エネルギーを有し、かつ金属と、この金属と流体との間に介在するように配置された当該金属の塩の層とを含み、この層は一部が再び金属に還元される。換言すれば、本発明の第2の態様は、流体の流量を測定するための電磁変換器にあり、この変換器は電極及び交番磁界を有し、そこでは電極が、約1 Hzの磁界周波数において炭素又は耐食性金属の合金を含む電極の雑音特性よりも低い雑音特性を有し、かつ金属と、この金属と流体との間に介在するように配置された当該金属の塩の層とを含み、この層は一部が再び金属に還元される。

10

【0019】

電磁流量変換器の1対の電極が、これらの2つの間のオフセット電位を最小にするように均衡されることが好ましい。それぞれの電極は、別体の電気化学的半電池として作用し、液体に対して対応する電位差を有する。電極が同じでなければ、2つの半電池電位間の差が電極端子間に存在することになり、これは後続の増幅回路に問題（例えば、飽和）を引き起こす恐れがある。

【0020】

以上の本発明の低電力の利点は、上で論じた残留磁気を発揮する手段によって磁界が生成されるときに実現される電力消費の削減によってさらに高まる。本発明はまた、電磁変換器の低電力消費によって電池電力（図1の110で示す）の使用も可能になり、かつそれがもたらす組付け易さにおける利点を実現するような電磁変換器を組み込む流量計を包含する。

20

【0021】

本発明は例示として添付の図面に図示されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

図4は、本発明の第1の実施形態である電極を示し、この電極は金属要素401（例えば、ワイヤ、プレート、又は基部の導体を完全に覆う薄膜）を含み、この金属要素は流量を測定すべき液体403に微溶性である、同じ金属のイオン化合物402によって被覆されている。

30

【0023】

図示の例では、この金属401は銀であり、付随する化合物402は塩化銀である。図5は、固体の銀電極401と水和された塩化銀層402との間の相境界を横切る銀イオンによって、流体403と金属401との間における完全に可逆性のガルヴァニック電荷交換を例示する。境界面間の電位はネルンストの式によって定義されるが、この式自体はAgClの表面密度及びCl⁻イオンの液中密度に依存する。これらの量は一定ではないが、通常はそれらが交番磁界の周期よりも遙かに大きな時間尺度で変動するように想定可能である。本発明によれば、このような変動の時間尺度は、制御されたイオン交換機構を保有しない電極表面に関するよりもかなり長い。従って、雑音エネルギーが低減されるので、より低い周波数における動作が助長される。図11は、従来の鋼電極又は炭素電極（曲線A及びB）と比較した、塩化銀を含む電極に関する周波数fに伴う雑音Nの変動を示す（曲線C）。図11において、Dは電極物質に関する周波数に対する雑音強度の基線である。

40

【0024】

イオン化合物層402は、金属表面が液中に通常に存在する化学種と自然に反応することによって形成され得る。例えば、銀電極は、塩素処理された給水源中の処理剤（又は残留物）と反応するものと想定されており、最終的には塩化銀を生成する。

【0025】

図6は、自然に十分反応しない場合に、イオン化合物の量を増大させる方法を実施するための装置を例示する。測定電極601及び602に加えて、流体603と接触するよう

50

に第3の電極604が設けられる。電極604は、601及び602と同じ物質から作製される必要はない(例えば、黒鉛又は銅でも十分である)。制御電子機器605によって算定された間隔で、実質的な電位が電極604と測定電極601及び602との間に印加される。上述の塩化銀システムでは、測定電極601及び602は共に、電極604に対して、その近傍の負に帯電したイオン化学種と電極601及び602中のある一定量の銀を反応させるのに十分な正の電位に保持されることになる。このイオン化学種は塩化物であることが好ましく、このような反応に好都合であるように電極間に印加される電位を選択することができる。

【0026】

上記処理の間隔及び継続時間は幾つかの方法で算定可能である。最も単純な実施では、この処置に適用される間隔は据え付け前に決定されている。別法として、この間隔は測定ユニット606によって検出される電気信号の特性に従って計算可能である。例えば、電極からの信号の不規則変動の増大(即ち、雑音の増大)は、まず間違いなくイオン化合物の欠乏によって電極インピーダンスが上昇していることを知らせるものである。これを利用して被覆を回復する処置のサイクルの開始合図にすることができよう。別法として、電極被覆の状態は、ユニット406によって行われるアクティブ・インピーダンスの測定を利用して算定可能である。

【0027】

図7は、上記方法を用いて作製された電極を示すが、それは塩化銀の薄膜702を電気化学的に被覆した銀の平坦部分701を含む。その平坦部分の表面は、乱流並びにそれに対応する測定雑音及び不確かさを低減するように、流動する液体703に直接的に接触して、好ましくは流管の壁と面一で位置決めされているので、この表面は液中の粒子によって時間経過と共に摩耗されやすく、それによって活性電極表面を維持するのを助ける。

【0028】

図8の801及び802でそれぞれ示すように、金属基板の電極上に焼結した酸化銀を使用することによって、より大きな表面積が、塩化銀のより多くの持続的な貯蔵層と共に得られる。図示のように、電極802は、一体構造、即ち、ワイヤ又はプレートの単一の固体部品である。しかし、焼結構造も可能である。顆粒の形態にある金属銀も焼結塩化銀層801の中に含み得るが、銀顆粒の比率は実質的な数が相互に電気接触するように選択される。このような銀と塩化銀顆粒との混合物は、銀棒又は銀板のような第3の一体構造の金属要素上に形成可能である。

【0029】

図9は、本発明に係る他のより堅牢な電極構造であるが、それは時間的な安定性も増し、消耗され難い上に異物混入又は流動作用からの妨害を受け難い。一体構造の銀板901が、塩化銀及び/又は銀の顆粒、粉体、又は焼結品であり得る塩化銀の介在貯蔵層903によって、フリット902のような保護透水性要素の背後に後退して配置されている。

【0030】

図10は図7及び8の合成を示し、塩化銀の焼結顆粒1001が固体銀要素1003内部の中心凹所1002の中に配置されている。この焼結部分は良好な条件下で最も安定した電極となるが、他方では露出した銀(1004の塩化銀によって示されている)は、透水性要素がより閉塞されやすい厳しい条件、例えば、汚れた水に対処するのにより適切である。

【0031】

金属を覆って形成された塩化銀層が厚すぎると、それは電気回路全体に過剰な直列インピーダンスを追加することが理解されよう。それが薄すぎれば、その密度は必要な電気化学的反応を維持するのに不十分である。塩化物の最適量は、電極の製造時又は爾後の動作時に、安定した電解液中で電極の電気インピーダンスを監視することによって算定可能である。インピーダンスがその実現可能な最低点になるまで陰極処理又は陽極処理を行うべきである。

【0032】

10

20

30

40

50

実際には、インピーダンスが測定される構成要素はコンデンサ、抵抗、又はこれら2つの組合せであり得る。それは、電極の端子と同じ電解液中に液浸された、もう1つの流量計電極であり得る第2の電極の端子との間で測定可能である。別法として、2つの電極は、これらの間の小信号インピーダンスを測定するために小さな差分交番電位が印加できるような方式で（例えば、電極端子をインダクタと一緒に接続することによって）処理時に同じ平均電位に維持され得る。

【0033】

2つの電極間のオフセット電位を確実に最小にするように、それらを均衡させることも重要である。それぞれの電極は別体の電気化学的な半電池として作用し、液体に対して対応する電位差を有する。電極が同じでなければ、これらの2つの半電池電位間の差が電極端子間に存在することになり、これは後続の増幅回路に問題（例えば、飽和）を引き起こす恐れがある。

10

【0034】

この目的のためには、電極が共通の電気化学的な半電池電位に達するまで、それらを処理することができる。これは、本明細書のいずれかで説明したように陽極処理、陰極処理、化学薬剤又は光に対する暴露の1つ若しくは複数を含み得るが、電極の半電池電位は一定の標準半電池に対して、又は同時処理されていない第2の電極に対して測定される。別法として、この処理は、ある一定時間の間、2つ以上の同様の電極端子を相互に接続し、他方でこれらの電極を共通の導体電解液中に液浸することを含み得る。このような電極処理は、初期の製造時ばかりでなく、完成機器の動作寿命の間にもホスト電子機器によって

20

【0035】

電極の雑音及び電気的特徴は、その活性表面を増大させ、それによってその境界面インピーダンスを低減させることによって改善可能である。これは知られた機械的及び電気化学的な粗面化技法によって実現可能である。さらには、上に説明した陽極処理において電流の流れを逆転することによって、 $AgCl$ を金属 Ag に再び変換することが可能であり、金属の再生は、金属表面から成長する、 $AgCl$ 間における金属 Ag 形態の樹枝状結晶として生じる。これも銀電極の活性表面積を増大させる効果を有し、金属銀の一体構造及び焼結構造でも共に応用可能であり、そこで顆粒間に樹枝状結晶を再生するのに利用することができる。

30

【0036】

表面積を増大させる工程は、上に述べた塩化銀の形成工程と交互に実施可能である。それは、他の知られた低減方法、例えば、水素ガス中で加熱するか又は光に暴露することを利用して同様に実施可能である。

【0037】

本発明は、水以外の液体にも応用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】電磁流量変換器を装備する流管を示す断面図である。

【図2】電極からの信号の振幅/周波数特性を例示する図である。

40

【図3】固液境界面の単純な電氣的モデルを示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態の電極を示す図である。

【図5】流体と金属との間における完全に可逆性の、ガルヴァニック電荷交換を例示する図である。

【図6】本発明の電極を形成できる配置を例示する図である。

【図7】図6の配置を使用して調製された電極を示す図である。

【図8】本発明に係る第2の電極構成を示す図である。

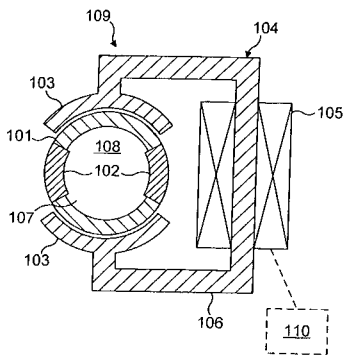
【図9】本発明に係る第3の電極構成を示す図である。

【図10】本発明に係る第4の電極構成を示す図である。

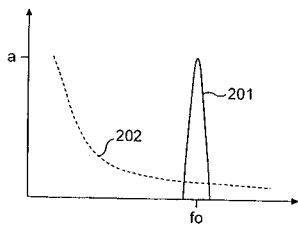
【図11】様々な電極物質に関する、周波数に対する雑音強度を示すグラフである。

50

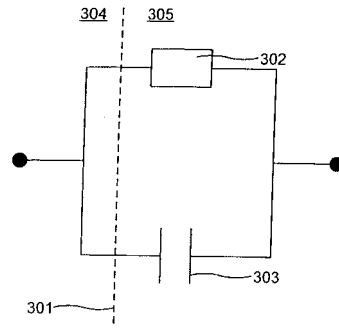
【 図 1 】



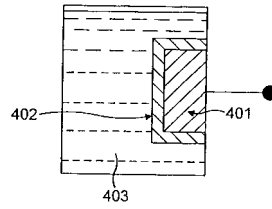
【 図 2 】



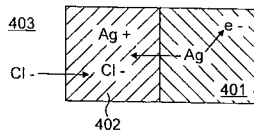
【 図 3 】



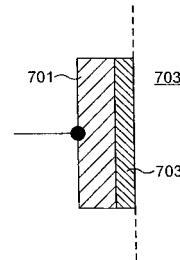
【 図 4 】



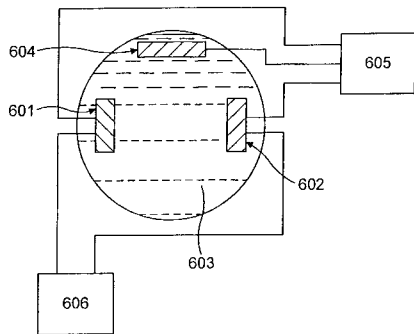
【 図 5 】



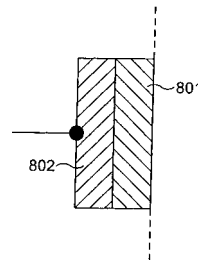
【 図 7 】



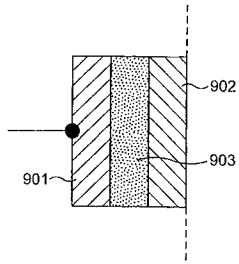
【 図 6 】



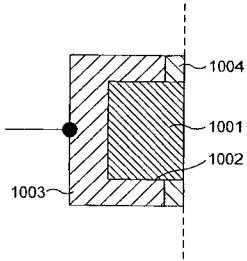
【 図 8 】



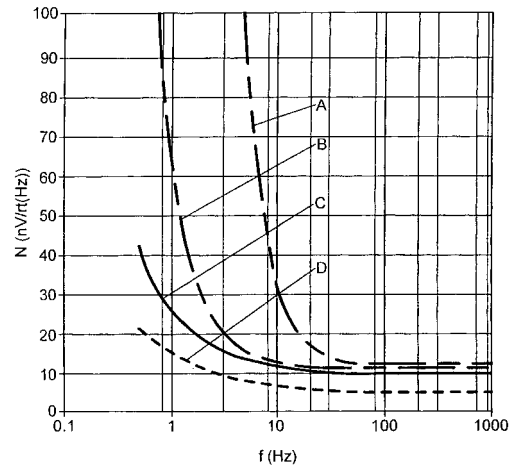
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 ニル アレキサンダー チャールズ
センテック リミテッド内 イギリス国 C B 5 8 E G
ケンブリッジ、ニューマーケットロード61 - 69、ブランズウィックハウス

審査官 石井 哲

(56)参考文献 特開平10 - 160534 (JP, A)
特開昭63 - 018259 (JP, A)
実公昭62 - 012980 (JP, Y1)
特開2000 - 241216 (JP, A)
特開平04 - 295722 (JP, A)
実開昭63 - 105819 (JP, U)
特開平07 - 253346 (JP, A)
特開昭51 - 040172 (JP, A)
実開平05 - 059301 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01F 1/58