

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4956445号
(P4956445)

(45) 発行日 平成24年6月20日 (2012. 6. 20)

(24) 登録日 平成24年3月23日 (2012. 3. 23)

(51) Int. Cl.

GO 1 F 1/58 (2006. 01)

F I

GO 1 F 1/58 C

GO 1 F 1/58 P

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-554213 (P2007-554213)	(73) 特許権者	505307471
(86) (22) 出願日	平成18年2月2日 (2006. 2. 2)		インテグリス・インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2008-530529 (P2008-530529A)		アメリカ合衆国、マサチューセッツ・01
(43) 公表日	平成20年8月7日 (2008. 8. 7)		821-4600、ビレリカ、コンコード
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/003724		・ロード・129
(87) 国際公開番号	W02006/084061	(74) 代理人	110000394
(87) 国際公開日	平成18年8月10日 (2006. 8. 10)		特許業務法人岡田国際特許事務所
審査請求日	平成21年1月22日 (2009. 1. 22)	(72) 発明者	ウェアス, デイビッド, エル
(31) 優先権主張番号	11/052, 005		アメリカ合衆国 55346 ミネソタ,
(32) 優先日	平成17年2月4日 (2005. 2. 4)		エデン プレーリー, ノース ヒルクレス
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	ト コート 16480
			チノック, ロバート, ティー
			アメリカ合衆国 55386 ミネソタ
			ビクトリア, ウッドストーン グレン 8
			601
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 単一構造及び導電性ポリマ電極を有する電磁流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ハウジングと、
一組の磁極と、
一組の電氣的にシールドされた電極と、
を有する電磁流量計であって、前記ハウジングはその中を通るよう形成されている導管を有し、前記導管は流れ軸を有し、
前記一組の磁極は前記導管の両側に直径方向に対向するように配置されており、かつ前記流れ軸と交差する第一の横軸上に一列に並んでおり、
前記一組の電極は前記導管の両側に直径方向に対向するように配置されており、かつ前記導管と連通するとともに前記第一の横軸及び前記流れ軸の両方と交差する第二の横軸を規定し、
前記シールドされた電極のそれぞれは長手軸を有するとともに、中心導電材、管状導電材及びシールド材を含み、この管状導電材及びシールド材は少なくとも一つの導電性材料から作られていてとともに前記長手軸上に配置された前記中心導電材と同心上に配置され、かつ前記管状導電材が前記中心導電材及びシールド材の間に配置されており、
前記中心導電材及び前記管状導電材が第一の間質絶縁材によって分離されており、
前記中心導電材及び前記管状導電材がシグナル増幅器に接続されるようになっており、
前記シールド材が電氣的に接地されており、
前記シグナル増幅器は反転入力、非反転入力及び出力を有する演算増幅器から成り、

10

20

前記中心導電材及び前記管状導電材はそれぞれ前記演算増幅器の非反転入力及び反転入力に電氣的に接続され、かつ前記演算増幅器の反転入力と出力とが電氣的に接続されている電磁流量計。

【請求項 2】

前記中心導電材及び管状導電材が導電性プラスチックから成る請求項 1 に記載の電磁流量計。

【請求項 3】

前記導電性プラスチックが炭素粒子又は炭素繊維で充填されている請求項 2 に記載の電磁流量計。

【請求項 4】

ハウジングと、
一組の磁極と、
一組の電極と

を有する電磁流量計であって、前記ハウジングは絶縁性で非汚染性の化学的に不活性な材料から作られており、前記ハウジングが内側部と、少なくとも一つの外側部と、そこを通る流体フロー用の導管とを有し、前記導管が流れ軸を有しており、

前記ハウジングは、該ハウジングの中であって前記導管近くに形成された直径方向に対向する一組の底部ポートを有し、前記底部ポートは前記流れ軸に交差する第一の横軸上に

一列に並んでおり、前記底部ポートのそれぞれが磁極を固定するように形成されており、
前記ハウジングは、該ハウジングを通して形成されとともに前記導管と流体連通する

直径方向に対向する一組のスルーポートを有し、前記スルーポートは前記第一の横軸と前記流れ軸との両方に交差する第二の横軸上に一列に並んでおり、前記スルーポートのそれぞれが電極を固定するように形成されており、

前記一組の磁極は、前記一組の底部ポートそれぞれへと個別に挿入されるようになっており、
前記一組の電極は一組のスルーポートそれぞれへと個別に挿入されるようになっており、

前記外側部が前記一組の電極と前記一組の磁極とを囲むようになっており、

前記電極のそれぞれは長手軸を有するとともに、中心導電材、管状導電材及びシールド材を含み、この管状導電材及びシールド材は少なくとも一つの導電性材料から作られてい

るとともに前記長手軸上に配置された前記中心導電材と同心上に配置され、かつ前記管状導電材が前記中心導電材及びシールド材の間に配置されており、

前記中心導電材及び前記管状導電材が第一の間質絶縁材によって分離されており、

前記中心導電材及び前記管状導電材がシグナル増幅器に接続されるようになっており、

前記シールド材が電氣的に接地されており、

前記シグナル増幅器は反転入力、非反転入力及び出力を有する演算増幅器から成り、

前記中心導電材及び前記管状導電材はそれぞれ前記演算増幅器の非反転入力及び反転入力に電氣的に接続され、かつ前記演算増幅器の反転入力と出力とが電氣的に接続されている電磁流量計。

【請求項 5】

前記磁極が帰還磁路によって接続されている電磁石を有し、前記ハウジングが前記帰還磁路を囲むようになっており、前記電極の中心導電材及び管状導電材が導電性ポリマ材から成る請求項 4 に記載の電磁流量計。

【請求項 6】

前記電極の導電性ポリマ材が炭素含浸ポリマ材料から成る請求項 5 に記載の電磁流量計。

【請求項 7】

前記絶縁材が非汚染性ポリマで作られている請求項 4 に記載の電磁流量計。

【請求項 8】

前記非汚染性ポリマが、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ポリビニリデンフ

ルオライド（P V D F）、ポリエーテルエーテルケトン（P E E K）、ペルフルオロアルコキシ（P F A）、及び他のフルオロカーボンポリマからなるグループから選択される請求項 7 の電磁流量計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の分野

本発明は、導管中の流量の監視及び測定に関連し、特に半導体産業において用いられる電磁流量計に関連する。

【0002】

10

発明の背景

電磁流量計（「マグフローメータ（magflow meter）」）の作動理論は生じる電圧のファラデーの法則に基づいており、起電力（E M F）は磁場を通して流れる導電媒体の速度に比例して生じる。一般にマグフローメータの場合、流動媒体は、横向き磁束を受けている導管の一部を通過した導電性媒体である。導電性流体が導管を通過することで、結果的に生じる E M F が導管の壁部に設置されており媒体と物理的に接触している電極によって検出される。E M F の不足を防止するために、導管の壁部は非導電性材料によって構成されている。

【0003】

マグフローメータは処理制御産業（化学、飲食物、パルプ及び紙、水処理）において用途が見出されている。なぜならば、それらは広範囲（一般に 30 : 1）にわたって低度の測定誤差（達成可能な測定の 0.2 %）であり、（タービンメータやパドルホイール技術と異なり）可動部や（他の圧力計と異なり）稼働するための流れの制限を必要としないからである。マグフローメータも同様に、適切な部位を通過するフローストリームの媒体のきつい化学薬品の有害な効果に耐えられるように、電極及び導管の壁部用の材料から形成することができる。

20

【0004】

従来のデザインは、非導電性材料から作られた導管を利用することによって所望される電氣的な絶縁を提供した。電極は、先端が内壁と同一平面であるように設置される。他のデザインは金属の外部ハウジング内に非導電性のライナーで作られた導管であり、電極の先端がフローストリーム中に突出している導管を提供した。

30

【0005】

様々な従来技術のデザインはある欠点を有しており、それはマグフローメータの全利益の実現を妨げることである。ほとんどのマグフローメータは金属のハウジング内にある誘電性の溝を利用している。金属のハウジングに誘電性のライナーを取り付けることは費用のかかる処理である。現在のマグフローメータは複雑なアセンブリであり、それは電極及び電磁アセンブリを設置するために、金属のハウジングに溶接されるため、若しくは取り付けのための金具を必要とする。更に、これらのアプローチは一般に金属電極の使用を教示するものの、それは他の産業における適用及び処理には適合しない。

【特許文献 1】米国特許第 5449017 号明細書

40

【特許文献 2】米国特許第 5316035 号明細書

【発明の開示】

【0006】

発明の概要

電磁流量計の技術的な利点にもかかわらず、一般にそれらは半導体産業において用いられていないか、適用されていない。これは、産業界で共通して用いられている液体（HCl 及び NH₄OH 等の酸及び塩基）及び気体の超純性と高腐食性が原因であると考えられる。純度は 10 億分の 1（「PPB」）未満のレベルに維持されなければならない。純度をこのレベルに維持するために、腐食性の流体に接触する材料は腐食してはならないし、イオン性の汚染物を生じてはいけない。それ故に、PTFE 若しくは PFA（又は同属の

50

他のポリマ)を例とする非金属性で非腐食性の湿潤材料から全てを作られた流量計が非常に好まれる。この要望が電磁流量計の使用を排除してきた。それは、液体と接触する電極はE M F信号を伝えることができなければならず、従って316ステンレス鋼、ハステロイ、又はプラチナ等の金属から通常は作られるからである。

【0007】

加えて、マグフローメータは一般に大きく分厚い装置であり、小さなサイズ及び半導体産業の流量の要求に資さない。サイズの第一の要因は、処理産業において広範な圧力及び温度にわたって適切に機能するための要望であり、導管をセラミック等の高価な材料かP T F E若しくはP F Aでライニングされた金属パイプのいずれかから作ることを余儀なくする。

10

【0008】

以下の実施形態における発明は電磁流量計であり、流導管は金属の外部ハウジングを有さない絶縁用の非導電性材料で全体を構成されている。非導電性導管は流断面を有し、それは流断面に垂直な軸に沿って流れる流体を包含するぬれ縁を形成する。導管には一組の磁極が取り付けられてあり、磁極は直径方向に対向するように流断面に位置している。磁極は第一の横軸を形成し、それは流れ軸とほぼ交差している。一組の電極も同様に導管の両側に設置されており、流れ軸と、磁極によって形成される第一の横軸との両方に交差する第二の横軸を形成する。電極はフローストリームの腐食性媒体に耐性である導電性ポリマ材料から作られている。電極は導管のぬれ縁を貫通することで、内部を流れている流体と接触する。

20

【0009】

発明の様々な実施形態の利点は、導管が誘電性材料から作られており、金属の外部ハウジングを有さないために、費用と、導管をライニングする複雑性とを低減できる。その上、導管が電極及び電磁アセンブリを容易及び直接受容するように作られることで、さらに費用とアセンブリの複雑性を低減できる。

【0010】

発明の様々な実施形態の他の利点は、導電性ポリマ(又は可塑性)の電極が化学侵襲に対して耐性を有することである。米国特許第5449017号に開示されるように、導電性ポリマ(又は可塑性)の電極は、測定における特殊な媒体に適したポリマ材料、限定するのではないがP T F E又はP F Aの混合物を含む、から作られるであろう。これらの電極は電極アセンブリ中に形成されるシールドによって、バックグラウンドの電気ノイズを減少する。

30

【0011】

発明の一面は、電磁流量計中の信号の減衰に関する問題を解決する。電極が電解性の流体(例えば水、酸又は塩基)に接触している時、流体と電極との間の電氣的な接続は単純な抵抗ではない。むしろ、流体／電極の界面は複雑なインピーダンス(反応性の要素を有するインピーダンス)を生じる。それは、電極のサイズ及び材料と同様に接触している流体の導電性などのいくつかの物理的な性質又は要素の作用でもある。標準的な金属の電極を有すると、この複雑なインピーダンスは電氣的接続手段の容量を有する分圧器を形成し、接続手段は電極を電子機器に接続する。従って、減衰した電圧は増幅器に供され、減衰は流体／電極の界面の複雑なインピーダンスに関与する接続手段の容量の作用である。分圧器の効果の優性は、小さな電磁流量計において特によくみられ、それは電極がコンパクトで、流体／電極の界面に極めて複雑なインピーダンスを有するからである。

40

【0012】

発明の様々な実施形態の一つの他の利点は、電極シールド回路(電極及びケーブル)を電氣的に稼動する電極構造の利用であり、その結果、流体／電極の界面の複雑なインピーダンスに対して効果的なケーブルのインピーダンスを減少することによって、起電力のより正確な測定を提供することができる。

【0013】

発明は、添付図面に関する発明の様々な実施形態の以下の詳細な説明を参考にすること

50

でより完全に理解されるであろう。

【0014】

発明は様々な改良及び代わりの形状に変更できるものの、それらの特徴は図面の実施例によって示されており、詳細に説明されるであろう。しかしながら、その意図は記載された特定の実施形態に発明を限定することではないことが理解されなければならない。反対に、その意図は添付の請求項によって規定される発明の精神及び範囲内に入る全ての改良物、同等物及び代替物を対象とすることである。

【0015】

発明の詳細な説明

発明は一般に、半導体製造施設において腐食性化学流体の流速を測定するための装置及びシステムを対象とする。発明はそのような用途に限定される必要はなく、発明は特定の文中のような実施形態の考察を用いることでより適切になるであろう。

【0016】

電磁流量計は導電性の液体の体積流量を測定するために用いられる。それらは生じる電圧のファラデーの法則を用いており、それは

$$emf \propto B \cdot L \cdot U$$

によって表され、emfは起電力（ボルト）であり、Bは磁束密度（ガウス）であり、Lはemfが生じるのを横切る導電性液体を通るスパンの（spanwise）長さ又は厚み（例えばcm）であり、Uは測定される導電性液体の局所的な速度（例えばcm/sec）である。

【0017】

図1を参照すると、従来式の電磁流量計1が描かれており、それは導管3を形成するハウジング2を含み、導管は、中心の流れ軸4及びぬれ縁5を有し、流れ軸4にほぼ平行に流れる流体の流れ6を包含する。一組の磁極7はそれらの間に磁界Bを生じるハウジング2の周囲に配置されている。一組の電極8はハウジング2の両側に設置されており、ぬれ縁5を貫通することで流体フロー6と接触している。電極8は起電力emfの検出用の読取装置9に接続されている。

【0018】

ここで図2を参照すると、発明の電磁流量計10の実施例が断面で示されている。計器10は単一ボディのハウジング20を含んでおり、それは、流体フロー40を含むように作られている導管30とぬれ縁37とを形成する中空の円筒として表されている。磁極50はハウジング20の頂部及び底部に取り付けられている。ハウジング20が誘電性材料で作られているため、各磁極50はハウジング20の壁内に形成されている底部ポート52に取り付けられている。底部ポート52はぬれ縁37を貫通していないためそのように形成されているが、ハウジング20内で終わっており、底部57を形成する。底部ポート52は流れ軸35を通る第一の横軸95に沿って並んでいる。

【0019】

図2の実施形態も同様に、一組の電極70が同一平面上に磁極50に対して約90度に位置するよう示している。それぞれの電極70はハウジング20及びぬれ縁37を貫通するスルーポート72に取り付けられることで、各スルーポート72と導管30との間の流体連通を作り出す。電極70は、流れ軸35と第一の横軸95との両方に交差する第二の横軸105に沿って並んでいる。好ましくはあるものの、90度の回転は電磁流量計にとって稼動するためには必要ない。図2の断面は磁場60と、電極70間で検出される起電力（「EMF」）場90との間の相関関係を示す。

【0020】

電極70も同様に、EMF90によって潜在的に生じる電圧を検出する読取装置80に接続されている。読取装置80は表示前に電圧を工学単位（例えばcm/sec）に変換するよう作られている。

【0021】

図3Aを参照すると、発明の他の実施形態が断面図で示されており、電磁流量計10が絶縁性で非汚染性の化学的に不活性な材料のマス（mass）又は胴部110から形成されて

10

20

30

40

50

いる。ここで用いられる場合、「絶縁性」の用語はマス又は胴部 110 の材料の性質を指し、それは非導電性であり、且つ腐食性の化学流体フロー 40 に対して化学的に耐性であり不活性であることの両方であり、それによって流体フロー 40 を「絶縁」することができる。導管 30 は絶縁性マス 110 を通って流れるよう作られる。一組の電磁コイル 130 がマス（又は胴部）110 内に設置される。この形態においては、磁極 50 は電磁コイル 130 によって稼動され、それは帰還磁路 100 によって接続されている。同様に図 3 A も、電極 70 が電極コネクタ 120 まで続くように示している。電極コネクタ 120 はそれぞれ器具のケーブル 125 に接続されており、ケーブルは次に読取装置 80 に接続されている（図示しない）。

【0022】

10

図 3 B は発明の他の実施形態の等角投影図を表し、それは覆われて、周囲から保護されている。流路 30 は絶縁性マス（又は胴部）110 を貫通して形成されており、絶縁性マス 110 内に包含された様々な構成部材（磁極 50、電磁コイル 130、シールド電極 70 及び帰還磁路 100）を有する。絶縁性マス 110 内に構成部材を収納することによって、構成部材は製造環境における一般的な操作から保護される。それは埃及び汚れ、メンテナンスの洗浄及びこぼれた薬品などである。製造の費用及び複雑性も著しく減少する。

【0023】

図 3 C を参照すると、発明の他の実施形態が示されており、それはハウジング 20 C の内側部 140 を含む。内側部 140 は外側部 150 A 及び 150 B で囲まれている。この配置は電磁コイル 130 をハウジング 20 C 内に取り付けるのを可能にし、そして覆うこ

20

【0024】

発明の類似形態が図 3 D に示されている。この実施形態は二枚構造の配置に形成された外側部 150 A 及び 150 B を示す。この実施形態においては、外側部 150 A 及び 150 B が結合することで内側部 140 を取り囲んでいる。そして電極コネクタ 120 は電極 70 に接続されることで密封シールを形成し、周囲から内側部部材を保護する。

【0025】

図 4 A を参照すると、図 3 C の実施例の側面が断面図で示されている。この図は流れ軸 35 に沿って内側部 140 を貫通する流導管 30 を表す。電極 70 の端部 75 は流導管 30 のぬれ縁 37 上にみられるであろう。端部 75 が流体フロー 40 と接触していることが

30

【0026】

発明の他の関係する実施形態が図 4 B に図示されている。それは中細の（convergent/divergent）流路 160 として形成されている導管 30 を含む。この導管 30 の形状が作用することで、流体フローが磁場 60 を通過するときに流体フロー 40 を圧縮し、結果的に流速 U が上昇する。生じた起電力が U に対して比例するために、中細流路 160 が作用することでより大きな起電力 90 を生じ、結果的に読取装置 80 によって検出されるシグナルとノイズの比率が改善される。

【0027】

ここで図 5 A 及び 5 B を参照すると、従来式の電極アッセンブリ 165 が絵を用いて模式的に示されている。アッセンブリ 165 は、電気接続手段 215 を介して増幅器 250 の非反転入力 253 に接続されている中心導電材 190 を含む。増幅器 250 の反転入力 は電気接地 230 に接続されている。中心導電材 190 はハウジング 2 及び誘電性のライナー 193 を貫通しており、絶縁スリーブ 191 によってハウジング 2 から電氣的に絶縁されている。中心導電材 190 は流体／導電材の界面 198 で電解性流体 195（例えば水、酸又は塩基）と接触する。能動部材 201 と反応性部材 202 とを有する複雑なインピーダンス 200 は、流体 195 と中心導電材 190 との間で増大する。複雑なインピーダンス 200 は電気接続手段 215 のインピーダンスと共に分圧器を形成する。従って、不正確で減衰した電圧がシグナル増幅器 220 に呈される。この「分圧器効果」は、（極細線で示したコンデンサによって図 6 に図示されている）接続手段 215 と複雑なインピ

40

50

ーダンス200との寄生容量260の作用である。分圧器効果の優位性は特に金属電極を有するコンパクトな電磁流量計においてよく見られる。それは、電極が小さく、それ故に界面198における複雑なインピーダンス200が高いからである。同様にインピーダンス200は、流体195の導電性、中心導電材190のサイズ、中心導電材190の材料を含むいくつかの物理性質の作用である。流体の導電性は流量に無関係に変化しやすいため、減衰はダイナミックであろう。

【0028】

発明の電極アセンブリ167の実施形態が図6に示されている。アセンブリ165は電氣的にシールドされた電極170を含む。電極170は長手軸180を有し、それは中心導電材190の配置に沿っている。中心導電材190は管状導電材225を有する同心配置中にある。中心導電材と管状導電材の両方は、電気接続手段215（215A、215B）を介してシグナル増幅器220に接続されている。管状導電材225及び中心動電材190は第一の絶縁材210によって互いに絶縁されている。シールド材240は管状導電材225を同心的に取り囲んでいる。シールド材240は電気接地230に接続されている。シグナル増幅器220の模式図は、中心導電材190に接続されている非反転入力257と管状導電材225に接続されている反転入力253とを有するオプアンプ（op amp）を表している。ジャンパ接続270は反転入力253をオプアンプのアウトプット280に接続する。図6の実施形態が作動することで、固有の寄生容量260を低インピーダンスへと移行し、結果的に複雑なインピーダンス200間の相互作用によって生じる動的なエラーを減少させる。

【0029】

導電材190及び225は、米国特許第5316035号及び第5449017号、両者とも参照によって文献援用されている、に開示されているような導電性プラスチックから作られるであろう。ここで、「プラスチック」の用語は一般に、ポリマ、フルオロポリマ、又は他の誘電性材料を指し、それは電磁流量計の内部及び外部の両方における腐食性の外部環境の劣化効果に耐えるのに特に適した材料である。限定するのではないが、「プラスチック」の例には、ポリビニリデンフルオライド（PVDF）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ペルフルオロアルコキシ（PFA）、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）又は適した耐化学性の当業者に周知の他の材料が含まれる。この適用の参照が「導電性プラスチック」についてなされると、プラスチックは導電性材料の粒子又は繊維で満たされており、それはプラスチックに一体的に加えられ、全体に分散している。こうして充填されている導電性材料は、限定するのではないが、炭素若しくは鉄、又はその両者を含むであろう。そのようなプラスチックは、中心及び管状の導電性プラスチック検出部品190及び225と、シールド材240とに用いられるであろう。

【0030】

ここまでで提示され詳細に考察された特殊な電磁流量計が十分に目的を達成でき、記載された利点を提供することができる一方で、それらは本発明の単なる説明であることが理解されなければならない。発明が実施可能であり、本開示中で提供される説明の範囲内である様々な他の改良や変更が当業者にとって容易に明らかとなるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】従来式の電磁流量計の断面図である。

【図2】模式的な付属物を有するフローチャネルに垂直な発明の断面図である。

【図3A】フローチャネルに垂直な発明の断面図である。

【図3B】発明の等角投影図である。

【図3C】フローチャネルに垂直な発明の断面図である。

【図3D】フローチャネルに垂直な発明の断面図である。

【図4A】フローチャネル平面を通る発明の断面図である。

【図4B】フローチャネル平面を通る発明の断面図である。

【図5】従来式の電極アセンブリの模式図である。

【図 5 A】従来式の電極アセンブリの模式図である。

【図 5 B】従来式の電極アセンブリの模式図である。

【図 6】本発明の電極アセンブリの模式図である。

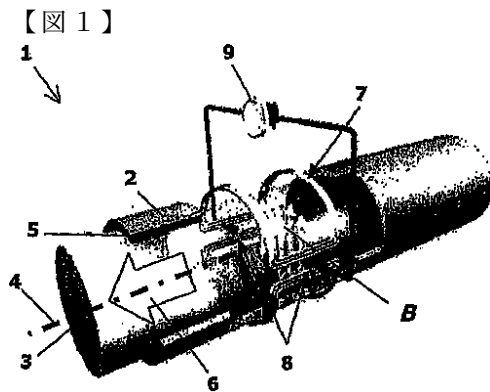


FIG. 1 (PRIOR ART)

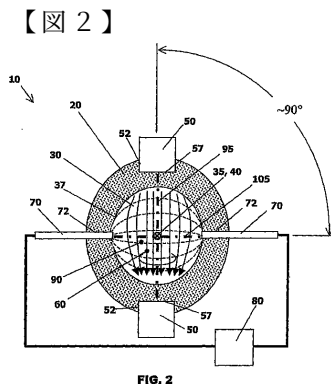


FIG. 2

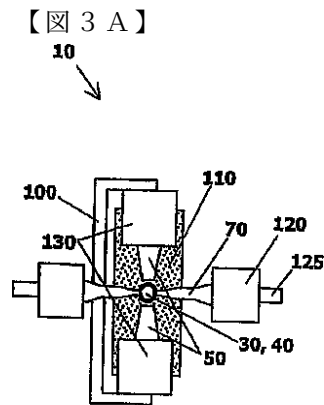


FIG. 3A

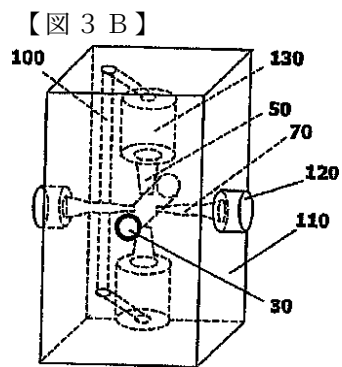


FIG. 3B

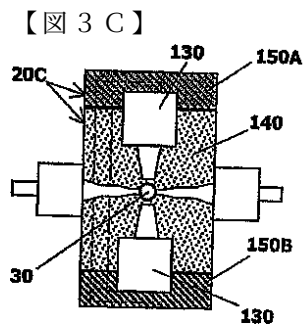


FIG. 3C

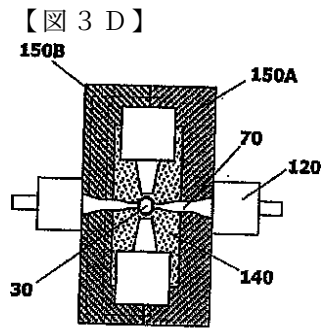


FIG. 3D

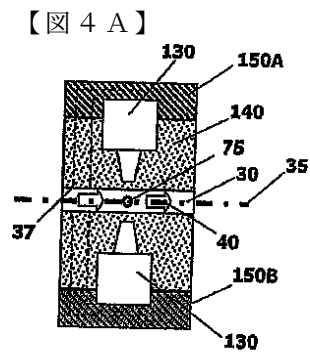


FIG. 4A

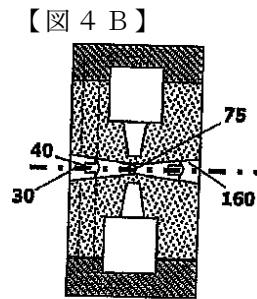


FIG. 4B

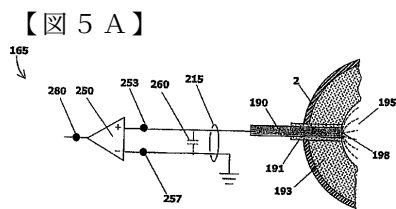


FIG. 5A (PRIOR ART)

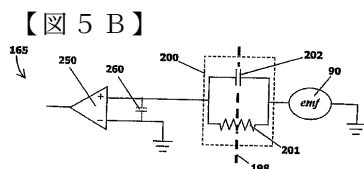


FIG. 5B (PRIOR ART)

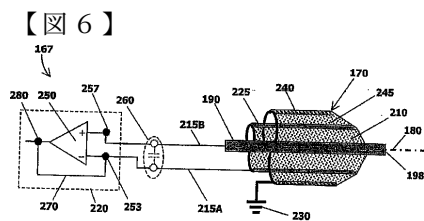


FIG. 6

フロントページの続き

審査官 田邊 英治

- (56)参考文献 特開昭58-017318 (JP, A)
特開昭59-168323 (JP, A)
実開昭63-051225 (JP, U)
特開昭52-116269 (JP, A)
実開昭64-053923 (JP, U)
特開平05-045194 (JP, A)
特開2000-055708 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01F 1/58- 1/60