

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6174791号  
(P6174791)

(45) 発行日 平成29年8月2日(2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日(2017.7.14)

(51) Int.Cl. F I  
 G O 1 L 19/06 (2006.01) G O 1 L 19/06 Z  
 G O 1 L 19/14 (2006.01) G O 1 L 19/14

請求項の数 28 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-516984 (P2016-516984)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成26年8月18日 (2014.8.18)</p> <p>(65) 公表番号 特表2016-532083 (P2016-532083A)</p> <p>(43) 公表日 平成28年10月13日 (2016.10.13)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/US2014/051429</p> <p>(87) 国際公開番号 W02015/047586</p> <p>(87) 国際公開日 平成27年4月2日 (2015.4.2)</p> <p>審査請求日 平成28年4月6日 (2016.4.6)</p> <p>(31) 優先権主張番号 14/039, 233</p> <p>(32) 優先日 平成25年9月27日 (2013.9.27)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 597115727                  ローズマウント インコーポレイテッド                  アメリカ合衆国 55379 ミネソタ州                  、シャコピー、イノベーション・ブルバ                  ード 6021</p> <p>(74) 代理人 100092772                  弁理士 阪本 清孝</p> <p>(74) 代理人 100119688                  弁理士 田邊 壽二</p> <p>(72) 発明者 シューマツハ、マーク、ステイーヴン                  アメリカ合衆国 55419 ミネソタ州                  、ミネアポリス、ミネハハ パークウェイ                  322</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力計測システムおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プロセス流体内まで延設可能であり、プロセス流体の圧力に応じて電気的特性が変化する圧力センサ、および遠位端に結合されたセンサ取付部材を有するスリーブを備え、前記圧力センサが前記センサ取付部材に結合される圧力センサアッセンブリと、

圧力センサアッセンブリのスリーブに接合される遠位端および近位端を備えた金属製シース、および当該金属製シース内で電気絶縁性の乾燥無機物により相互に離間するように延設されて前記圧力センサと電気的に結合される複数の導電部を有する無機絶縁ケーブルと、

圧力センサをプロセス流体がアクセスできるように覆って当該圧力センサをプロセス流体から保護する保護部材とを具備し、

前記金属製シースの近位端がプロセス流体ベゼルに対して液密に結合されるように構成され、圧力センサと取付部材との間の接合によって第1のシールが形成され、スリーブと金属製シースの遠位端との間の接合が第2のシールを形成する圧力計測システム。

【請求項 2】

自身を貫通するアパーチャを有するプロセスフランジを具備し、前記金属製シースの近位端が前記プロセスフランジに液密に接続され、前記プロセスフランジがプロセス流体ベゼルに対して液密に接続されるように構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の圧力計測システム。

【請求項 3】

10

20

前記プロセス流体の圧力に応じて変化する特性が容量であることを特徴とする請求項 1 に記載の圧力計測システム。

【請求項 4】

前記圧力センサが単結晶材料から構成されたことを特徴とする請求項 3 に記載の圧力計測システム。

【請求項 5】

前記圧力センサがセンサ取付部材内でアパーチャにロウ付けされ、前記ロウ付けジョイントが第 1 のプロセス流体シールを形成し、前記無機絶縁ケーブルが第 2 のプロセス流体シールを形成することを特徴とする請求項 1 に記載の圧力計測システム。

【請求項 6】

前記センサ取付部材に溶接され、前記無機絶縁ケーブルの金属製シースに溶接されたスリーブを更に含むことを特徴とする請求項 5 の圧力計測システム。

【請求項 7】

前記スリーブが前記無機絶縁ケーブルの前記圧力センサへの電気的接続を阻止することを特徴とする請求項 6 の圧力計測システム。

【請求項 8】

前記スリーブが絶縁性のドライ無機物で満たされたことを特徴とする請求項 6 の圧力計測システム。

【請求項 9】

前記単結晶材料がサファイヤであることを特徴とする請求項 4 の圧力計測システム。

【請求項 10】

前記圧力センサアセンブリが、前記無機絶縁ケーブルと電気的に結合された感温素子を含むことを特徴とする請求項 1 の圧力計測システム。

【請求項 11】

前記金属製シースがステンレスで構成されたことを特徴とする請求項 1 の圧力計測システム。

【請求項 12】

前記金属製シースの内径が一定であることを特徴とする請求項 1 の圧力計測システム。

【請求項 13】

前記金属製シースの内径が、その遠位端から近位端に向かって減少することを特徴とする請求項 1 の圧力計測システム。

【請求項 14】

前記無機物が酸化マグネシウムであることを特徴とする請求項 1 の圧力計測システム。

【請求項 15】

前記保護部材が、前記圧力センサを保護するために前記圧力センサアセンブリに取り付けられたスクリーンで構成されたことを特徴とする請求項 1 の圧力計測システム。

【請求項 16】

前記保護部材が、前記圧力センサアセンブリに取り付けられた孔開き終端キャップで構成されたことを特徴とする請求項 1 の圧力計測システム。

【請求項 17】

前記保護部材が、前記圧力センサを覆う絶縁流体充填システムで構成され、前記絶縁流体充填システムは、プロセス圧力を圧力センサへ伝達するが圧力センサをプロセス流体から切り離すことを特徴とする請求項 1 の圧力計測システム。

【請求項 18】

前記絶縁流体充填システムが複数のアネロイド箱を含むことを特徴とする請求項 17 の圧力計測システム。

【請求項 19】

前記絶縁流体充填システムが、クロムおよび鉄を含むニッケルの合金で形成されたことを特徴とする請求項 17 の圧力計測システム。

【請求項 20】

10

20

30

40

50

前記無機絶縁ケーブルに接続された第2の圧力センサアセンブリを更に具備したことを特徴とする請求項1の圧力計測システム。

【請求項21】

前記無機絶縁ケーブルの径が略0.5インチ以下であることを特徴とする請求項20の圧力計測システム。

【請求項22】

無機絶縁ケーブルの長さを提供し、  
前記無機絶縁ケーブル内の複数の導電物にアクセスするために当該無機絶縁ケーブルの一部を除去し、  
複数の導電性パッドを有する圧力センサを提供し、  
前記無機絶縁ケーブルの各導電物を前記圧力センサの各導電性パッドに電氣的にそれぞれ接続して内部接続領域を形成し、  
前記内部接続領域の周囲にスリーブを位置決めし、  
前記スリーブを前記無機絶縁ケーブルの金属製シースに取り付けて第1シールを形成し

10

し  
センサ取付部材をスリーブの端部に位置決めし、前記センサ取付部材を前記スリーブに取り付け、

前記圧力センサを前記センサ取付部材に口付けして第2シールを形成し、  
前記圧力センサをプロセス流体がアクセスできるように覆って当該圧力センサをプロセス流体から保護する保護部材を当該圧力センサの近くに配置することを特徴とする圧力計測システムの製造方法。

20

【請求項23】

前記スリーブにドライ無機物パウダを充填することを含むことを特徴とする請求項22の圧力計測システムの製造方法。

【請求項24】

プロセスフランジのアーチャに前記無機絶縁ケーブルを通し、当該無機絶縁ケーブルのシースを前記プロセスフランジに取り付けることを更に含むことを特徴とする請求項22の圧力計測システムの製造方法。

【請求項25】

前記保護部材を配置することは、前記圧力センサの近傍にスクリーンを取り付けることを含むことを特徴とする請求項22の圧力計測システムの製造方法。

30

【請求項26】

前記保護部材を配置することは、前記圧力センサに露出される絶縁流体充填システムを提供し、前記絶縁流体充填システムを絶縁流体で満たすことを含むことを特徴とする請求項22の圧力計測システムの製造方法。

【請求項27】

前記保護部材を配置することは、前記絶縁流体充填システムを覆う孔開き終端キャップを取り付けることを含むことを特徴とする請求項26の圧力計測システムの製造方法。

【請求項28】

前記無機絶縁ケーブルの近位端をプロセス流体ベゼルに対して液密に取り付けることをさらに含むことを特徴とする請求項22の圧力計測システムの製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧力計測システムおよびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

産業プロセス制御システムは、流体などを製造、輸送するための産業プロセスを開始または制御するために用いられる。このようなシステムでは、温度、圧力あるいは流量などの"プロセス変数"を計測することが一般的に重要である。プロセス制御トランスミッタは

50

、そのようなプロセス変数を計測し、計測結果に関連する情報を中央制御ルームのような中央位置へ送信する。

【0003】

プロセス変数トランスミッタの一形態として、プロセス流体の圧力を計測し、その計測結果に関連する出力を供給する圧力トランスミッタがある。その出力は、プロセス流体の圧力、流量、プロセス流量レベルあるいは他の計測された圧力から導き出せるプロセス変数である。圧力トランスミッタは、圧力の計測結果に関連する情報を中央制御ルームへ送信するように構成されている。このような送信は、典型的には2線式プロセス制御ループにより行われるが、他の通信技術もしばしば利用される。

【0004】

一般的に、圧力は圧力変数トランスミッタに接続されて各種のプロセス結合によりプロセス流体に結合されるセンサにより検知される。多くの例で、圧力センサはプロセス流体と、絶縁流体を介してあるいは直に接触することで当該プロセス流体と流体的に結合される。プロセス流体の圧力は、圧力センサに対して物理的な変形をもたらし、これに関連する容量や抵抗などの電気的な変化を圧力センサに生じさせる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

多くの産業上の圧力計測への応用において圧力バリアが必要とされている。圧力バリアは、プラント作業員の安全を確実にするためにプロセス流体圧力を含む機械式構造である。このように、圧力バリアはプロセス流体圧力計測システムにとって重要な装備である。安全かつ堅牢なシステムを提供するために、いくつかの応用は第1の圧力バリアが機能しなくなったときでもプラント作業員の安全を保障する冗長な圧力バリアを必要とする。したがって、第1の圧力バリア（例えば隔離ダイヤフラム）が機能しなくなっても、プロセス流体は依然として第2のバリア（例えばガラス/金属ヘッダ）内に含まれる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明により圧力計測システムが提供される。システムは、プロセス流体内まで延長可能でプロセス流体圧によって電気特徴が変化する圧力センサを具備する圧力検知プローブを含む。無機絶縁ケーブルは近位端および遠位端を有する金属製シースを備え、その遠位端は圧力検知プローブに取り付けられる。無機絶縁ケーブルは金属製シース内に延設され、電気絶縁性のドライ無機物によって相互に離間される複数の導体を含む。金属製シースの近位端はプロセス流体ベゼルと液密に取り付けられるように設計されている。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、以下のような効果が達成される。

【0008】

(1) MIケーブルが圧力計測システム内で第2のシールとして用いられるので、設計変更が非常に容易であり、かつ低コストで非常に耐用性のある構造を提供できる。

【0009】

(2) MIケーブル/センサアセンブリの直径が比較的小さくでき、その結果、材料の削減が実現されるので、海中への応用のように高価な材料を要求される応用でも比較的小さなコスト上昇で達成できる。さらに、このような小型化により狭いエリアでの使用が可能になる。

【0010】

(3) 絶縁流体充填構造により絶縁流体の熱容量が与えられるので、センサ内に露出するいかなる温度センサも、熱過渡に対する減衰応答特性を有するようになる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態に係るMIケーブルを使用する圧力検知プローブの概略図であ

10

20

30

40

50

る。

【図2】本発明の一実施形態に係るMIケーブルを使用する圧力検知プローブの概略図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る圧力検知プローブの圧力センサアセンブリの断面図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る圧力検知プローブの製造方法を示したフロー図である。

【図5】本発明の他の実施形態に係る圧力検知プローブの圧力センサアセンブリの断面図である。

【図6】本発明の実施形態に係る図5の圧力検知プローブの製造方法を示したフロー図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

圧力バリアは色々な形をとることができる。たとえば、プロセス隔離ダイヤフラムは主要な圧力バリアとして一般に良く用いられる。その上、遠隔シールキャピラリシステムは効果的な第2のバリアであり得る。ガラスあるいはセラミック製のヘッダは、有益な圧力バリアを提供するけれども効果的な電気接続を許容する。最後に、圧力センサ自体が圧力を含み、圧力バリアとして用いられるように設計されることが有り得る。前述のように、これらがプロセス流体の健全性を確実にするので、圧力バリアはプロセス流体圧力の計測において非常に重要である。しかしながら、圧力バリアはいくつかの解決すべき技術課題を生じさせる。そのような課題には、経費、複雑さ、サイズ、信頼性および法令の遵守が含まれる。

20

【0013】

本発明の一実施形態によれば、無機絶縁(MI)ケーブルが圧力計測システム内で第2のシールとして用いられる。これは、設計変更が非常に容易で低コストな第2のシールを提供するためのMIケーブルの技術に影響を与える。たとえば、MIケーブルの製造技術は成熟しており、低コストで非常に耐用性のある構造を提供できる。MIケーブルを生産するために、一つ以上のワイヤが金属チューブの内部に吊るされる。ワイヤはドライセラミック粉(例えば、酸化マグネシウム)によって覆われる。それから、全体的なアセンブリは、その直径を小さく(そして、長さを長くする)ためにローラーにより押し潰される。MIケーブルには7本以上の導体がしばしばあり、ある製造方法によれば19本以上の導体を含めることも可能である。MIケーブルは耐用性が高く、非常に高温度の環境下でも動作する。テスト結果によれば、MIケーブルは40 barの圧力環境でも使用可能であり、製品仕様書にはMIケーブルは少なくとも10,000 psiの圧力でも使用し続けることができることが記されている。

30

【0014】

図1は、本発明の一実施形態に係るMIケーブルを使用する圧力検知プローブの概略図である。プロセス圧力計測システム10は、金属製のフランジ14に結合される電子回路区画12を含む。フランジ14はシステム10をプロセス流体の導孔または貯水池に取り付けるのを容易にするための複数のボルト孔15(図2に示される)を含む。圧力センサアセンブリ16は、MIケーブル18により電子回路区画12と電気的に結合され、MIケーブル18はまた、圧力センサアセンブリ16を物理的に支持する。電子回路区画12は、アセンブリ16内に配置されている1ないし複数のセンサの電気的特性を計測する回路を含む。電子回路区画12はまた、電気的特性の計測結果に関連する情報を、例えば4-20mA、HART(登録商標: Highway Addressable Remote Transducer)プロトコル、Foundation(登録商標)フィールドバス、例えばIEC 62591のような無線プロセス通信プロトコルまたは他の適宜のプロセス産業通信プロトコルにより他のデバイスへ送信する回路を、好ましくは含む。

40

【0015】

図2は、本発明の一実施形態に係るMIケーブルを使用する圧力検知プローブの概略図で

50

す。図2は、電子回路区画12が取り外された状態でのシステム10を例示している。MIケーブル18内で、その近位端22から遠位端24まで延びる複数のワイヤが各種の金属製のロッドや導体に結合される。ワイヤは電子回路区画12内においてロッドを回路に接続することを容易にする。金属製ロッドは相互に絶縁され、またその周囲の金属製シースからも、例えばドライ酸化マグネシウム(MgO)のパウダのような絶縁性無機物によって絶縁される。MIケーブルの生産技術ではMIケーブル長を簡単に換えられる。さらに、様々な長さのMIケーブルの提供を容易にするために、長いMIケーブルはプローブ製造プロセスにおいて簡単に切断できる。MIケーブルは1メートルの長さでも満足な動作を提供するかもしれないと考えられている。MIケーブル18の金属製シース30(図3を参照)は、参照番号20においてフランジ14に溶接される。参照番号20は、MIケーブル18をコンテナやパイプのようなプロセス流体ベゼルにシールするあらゆる種類のシールを意味する。このように、ケーブル18の近位端はフランジ14あるいはプロセス流体ベゼルに直接シールされるシール端を提供する。実際、シース30は高いプロセス圧力を拒絶するだけでなく、フランジ14にシース30を溶接することを容易にするために、(既知のMIケーブルとの比較で)極めて厚くなるかもしれない。図2に示されるように、MIケーブル18の遠位端24はセンサアセンブリ16のスリーブ26に結合される。スリーブ26は、MIケーブル18と少なくとも1つのセンサアセンブリ16との相互接続を収容する。金属スクリーン28は、センサアセンブリ16へのプロセス流体の接触を許容しながらセンサを破損から保護するために、好ましくはスリーブ26に溶接される。

10

#### 【0016】

20

本発明の実施形態は、例えばサファイヤのような単結晶で作られる静電容量ベースの圧力センサと共に使用されるとき特に有利である。そのような圧力センサでの使用では、第2のシールとしてのMIケーブルの使用が特に有利である。これらの圧力センサは周知であり、例えば米国特許第6,520,020号にそのようなセンサが開示されている。しかしながら、そのような圧力センサには、その完全な利用のためには固有の搭載方法や容器アレンジが要求されるといったいくつかの特徴がある。最も顕著には、圧力センサは、その材料や設計上の理由から、金属製またはセラミック製の隔離ダイヤフラムを用いる油充填絶縁システムを必要とすることなく、プロセス流体に直接接触することが好ましい。少なくともいくつかの実施形態では、油を使用することなく極めて高いプロセス温度に対して耐用性がある。さらに、センサは圧力境界壁内にロウ付けされるように設計される。それから、ロウ付けジョイントはプロセス圧力側を周囲の側から隔離する。したがって、ガラス/金属シールは不要である。圧力センサ設計の少なくともいくつかは、センサアセンブリが温度および圧力を検知するために不可欠な温度センサを含んでいる。

30

#### 【0017】

図3は、本発明の一実施形態に係る圧力検知プローブの圧力センサアセンブリの断面図である。金属製シース30は、参照番号32の部分でスリーブ26に溶接される。金属製シース30は、例えばステンレス鋼あるいはInconel(登録商標)のようなニッケル合金を含む適宜の金属により構成できる。本発明の実施形態では、採用する金属製シースの内径は一定であるが、シース30の内径は遠位端24から近位端22へ向かって漸減するようにしても良い。これにより、プロセス圧力は、潜在的にシールの圧力評価生じさせるMgO充填物52を更に固めるであろう。

40

#### 【0018】

MIケーブル18は、近位端22からシース30の端部38を超えて位置40まで延設された複数の金属製ロッド34, 36を含む。各ロッド34, 36は、それぞれ導電性の内部接続部材42, 44へ好ましくは溶接により電氣的に連結され、さらに圧力センサ50の接続パッドないしはトレース46, 48に接続されている。各ロッド34, 36は、金属製シース30のみならず他の全てのロッドからも絶縁性の無機物52により離間かつ絶縁されている。圧力センサ50は、サファイヤのような単結晶材で形成された既知の静電容量ベースの圧力センサ、または他の適宜の圧力センサで有り得る。動作中、プロセス流体圧力は矢印52で例示した方向へ作用してセンサ50を圧縮する。センサ50への加圧

50

により、センサ50を構成する層の間隔を変化させる変形が生じる。導電プレートは、ひずみが導電プレート間の静電容量の変化を生じさせるように、圧力センサ50の内側表面に設けられる。この静電容量変化は、電子回路区画12内に配置されてMIケーブル18を介して圧力センサ50と結合された適宜の回路により検知される。圧力センサアセンブリ16は、プロセス流体ベゼルのようなパイプまたはタンク壁に挿入され、そこにフランジ14により取り付けられるようにしても良い。しかしながら、プロセス流体ベゼルの開口部にケーブル18を直接搭載することを含む他の搭載技術であっても良い。さらに、本発明の実施形態は、圧力センサアセンブリ16が差動圧力流の応用への適用において衝動チューブ内に挿入される場合も使用できる。さらに、本発明の少なくともいくつかの実施形態における高温度への耐用性により、最小の衝動管を用いたスチーム検知環境でのセンサアセンブリの利用を可能にできる。加えて、いくつかの実施形態では、圧力センサ50は、プロセス流体温度によって例えば抵抗変化のような電気指標を提供する温度センサを含んでも良い。

10

**【0019】**

図3に示すように、圧力センサ50は参照番号56の部分でセンサ取付部材またはディスク54に結合される。この接続は、好ましくは圧力センサ50をディスク54に取り付けて口付けによりシールする結合である。次いで、ディスク54が参照番号58の部分でスリーブ26に溶接される。図3に示した構造は、いくつかの役に立つ特徴を提供する。たとえば、圧力センサ50が壊れたり折れたりした場合でも、センサ取付ディスク54の開口を通過するプロセス流体はMIケーブル18を通過しないので、これによってプロセス圧力の維持が保障される。図3に示したアレンジの更なる特徴は、MIケーブル/センサアセンブリの直径が比較的小さく、それにより非常に軽いプロセスシール（フランジシール）が使用されることである。さらに、材料の削減が実現されるので、海中への応用のように高価な材料を要求される応用でも比較的小さなコスト上昇で達成できる。さらに、このような小型化により狭いエリアでの使用が可能になる。

20

**【0020】**

図4は、本発明の一実施形態に係る圧力検知プローブの製造方法を示したフロー図である。方法100は、MIケーブルが提供されるブロック102から始まります。MIケーブルの金属製シースの一部をカットバックし、そこで無機材料および導電材料を露出させる。次いで、ブロック104においてセンサアセンブリが対応するMIコンダクタと電気的に結合される。この工程は、各MIコンダクタに柔軟な金属製の内部電極を溶接して、それから柔軟な金属製の各内部電極センサをセンサの対応するパッドないしはトレースに溶接することを含んでも良い。ブロック106では、スリーブ26のようなスリーブが金属製シースへスライド挿入されて溶接される。ブロック108では、スリーブに好ましくは絶縁性のドライ無機物（MgO）が充填される。次いで、ブロック110では、ディスク54のようなセンサ取付ディスクがアセンブリに装着される。センサ取付ディスクは、好ましくは圧力センサのためにスロットを備える。センサ取付ディスクは、好ましくはスリーブにレーザ溶接される。ブロック112では、センサがエンドキャップに口付けされる。最後に、ブロック114ではスクリーンまたは他の適当な保護部材をセンサ取付ディスクに溶接して圧力センサアセンブリが完成する。MIケーブルの近位端は、単にフランジ（例えば、フランジ14）の開口を通り、そこに溶接される。

30

40

**【0021】**

ここまで記述した本発明の実施形態は、プロセス流体と直接接触する圧力センサを提供した。しかしながら、絶縁流体で満たされ絶縁システムを提供する実施形態によれば、いくつかのアドバンテージがまだ得られるかもしれない。たとえば、絶縁流体で満たされシステムがさらにもう一つのプロセスバリアを提供する。さらに、絶縁流体で満たされシステムは温度センサの熱過渡に対する反応を減じるである。

**【0022】**

図5は、本発明の他の実施形態に係る圧力検知プローブの圧力センサアセンブリの断面図である。図5の実施形態では、図3と同一または類似の部分には同一音符号が付して

50

ある。圧力センサ50は、絶縁流体封止システム204に収容された絶縁流体206によって囲まれる。絶縁流体封止システム204は、望ましくはプロセス流体圧力に反応する円筒形のアネロイド箱を含み、それによって、プロセス流体を実際にセンサ50に接触させることなくプロセス流体圧力をセンサ50に伝達する。絶縁流体充填構造204は、プロセス流体の影響を受けるように、好ましくはInconel（登録商標）のようなニッケル合金を含む適宜の金属により構成され、抵抗スポット溶接(RSW)のような適宜の技術を用いてディスク54に溶接される。構造204は故障に対して最初のバリアを提供する。圧力センサ50のディスク54へのロウ付け結合は第2のバリアを提供し、MIケーブル18はプロセス流体が電子回路区画12に侵入することを防ぐ第3のバリアを提供する。最終的な必要条件に従い、構造204は、波型のないもの（単純な薄い金属膜によるシリンダ）から、Inconel（登録商標）のようなニッケル合金等から構成される完全に加工された金属製のアネロイド箱まで、適宜の数の波型を備えることができる。このようなアネロイド箱は汎用品の物で良く、抵抗スポット溶接を含む適宜の技術でディスク54に付けられる。図5に示した絶縁性流体充填構造は、一実施形態では充填ポート208経由で充填されてシールされる。一実施形態では絶縁性流体が油から構成される。

10

#### 【0023】

図5と図3とのもう一つの違いは、スクリーン28が、プロセス流体がセンサ50にアクセスできるようにするための複数の貫通孔202を備えた、より堅牢なキャップ200に交換されていることである。しかしながら、スクリーン28およびキャップ200は、プロセス流体がセンサ50に作用できるにもかかわらずセンサを機械的なダメージから保護するために用いられる単純な防御構造の例に過ぎない。同様の機能を発揮する他の好ましい構造が本発明の実施形態では利用することができる。

20

#### 【0024】

図6は、本発明の実施形態に係る図5の圧力検知プローブの製造方法を示したフロー図である。方法250は、単結晶材料で形成される静電容量ベースの圧力センサがディスク（例えばディスク54）にロウ付けされるブロック252から始まり、次いで、ブロック254において、例えばMIケーブル18のようなMIケーブルがセンサと電気的に結合される。いくつかの実施形態では、このような電気的結合は、MIケーブルのロッド/導電体およびセンサ50の各パッド/トレースにそれぞれ溶接される小さくて柔軟性のあるワイヤの供給を含む。加えて、ひとたび電気的な接続が確保されると、スリーブが供給され、パウダ状のドライ無機物で充填されることが好ましい。ブロック256では、スリーブが適所へ挿入され、センサ取付ディスクのみならずMIケーブル18の金属製シースにも溶接される。ブロック258では、アネロイド箱アセンブリがセンサ取付ディスクに溶接される。アネロイド箱アセンブリは次いで、シリコンオイルのような十分に非圧縮性の絶縁性流体で満たされ、参照番号260の部分でシールされる。次いで、ブロック262では、孔開きキャップ（例えば、孔開きキャップ202）がセンサ取付ディスクに溶接される。その結果として生じる絶縁流体充填構造は、図3に関して説明した実施形態に対して更なるプロセスバリアを提供する。さらに、絶縁流体の熱容量が与えられるので、センサ50内に露出するいかなる温度センサも、図3に関して説明した実施例と比べて熱過渡に対する減衰応答特性を有するものと思われる。

30

40

#### 【0025】

ここまで、本発明の好ましい実施形態に関して記述されたが、当業者には、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、形式及び細部に変更を加え得ることを理解されたい。例えば、本発明の実施形態ではMIケーブルに一つのセンサ（圧力検知構造、およびオプションで温度検知構造を有する）が結合されるものとして説明したが、一つの圧力/温度センサに必要とされるよりも十分に多くの芯/ロッドを備えた市販可能なMIケーブルが得られることは注目に値する。したがって、本発明の実施形態も、MIケーブルの遠位端又はその近傍で複数の圧力/温度センサを提供することを含む。そのような実施形態が提供されるときでも、直径が1/2インチ以下の単一のMIケーブルで必要な電気接続を提供できるであろう。ここに示されるフランジは、無機絶縁されたケーブルを、プロセス流体を流す

50



プロセス流体ベセルと結合する技術の一例である。例示したプロセス流体ベセルは容器またはパイプを含む。1つの構成例では、無機絶縁ケーブルの近位端はプロセス流体ベセルの開口部に直接シールされる。複数種の絶縁性ドライ無機物が、装置の異なる場所で使われるかもしれない。

【符号の説明】

【0026】

10 ... プロセス圧力計測システム, 12 ... 電子回路区画, 14 ... フランジ, 15 ... ボルト孔, 16 ... 圧力センサアセンブリ, 18 ... MIケーブル, 22 ... 近位端, 24 ... 遠位端, 26 ... スリーブ, 28 ... 金属スクリーン, 30 ... 金属製シース, 34, 36 ... 金属製ロッド, 42, 44 ... 内部接続部材, 50 圧力センサ..., MgO充填物 52 ..., 54 ... ディスク, 204 ... 絶縁流体封止システム

【図1】

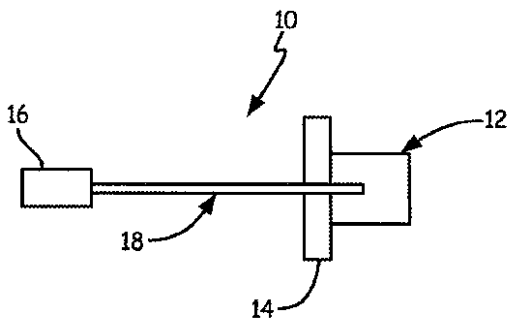


Fig. 1

【図2】

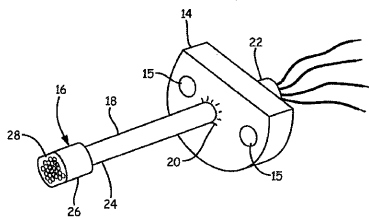


Fig. 2

【図3】

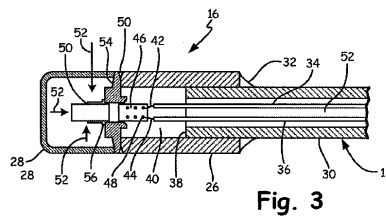
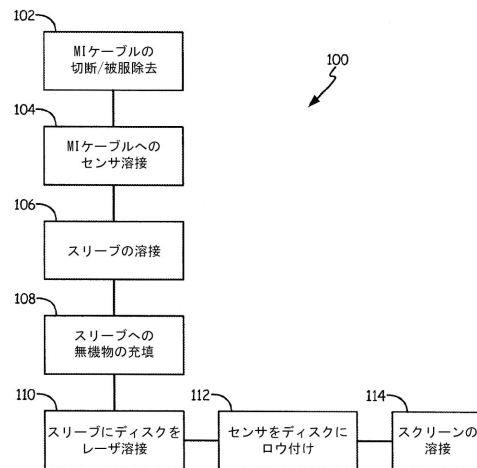


Fig. 3

【図4】



【図5】

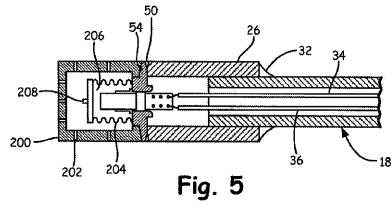
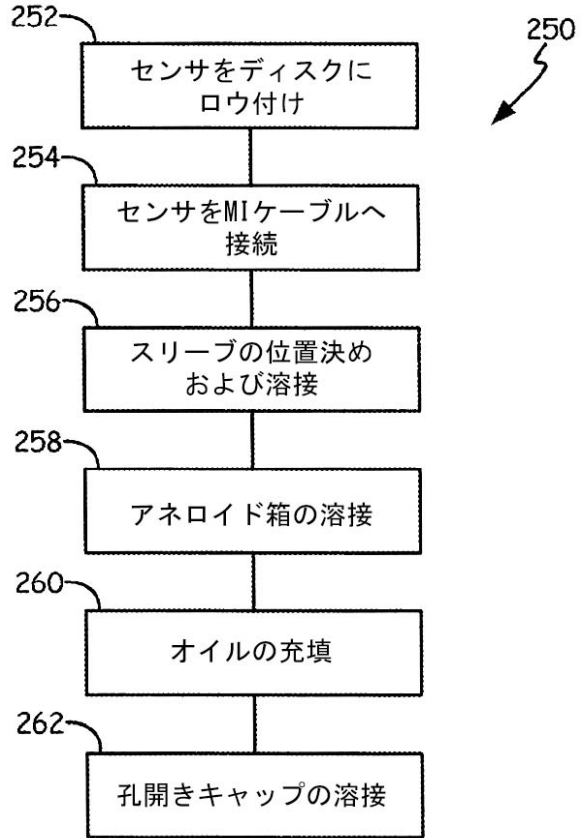


Fig. 5

【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ブローデン, デイヴィッド, アンドリュー  
アメリカ合衆国 55304 ミネソタ州、アンドーバー、ワンハンドレッド シックスティシッ  
クス レーン ノースウエスト 3045

審査官 森 雅之

(56)参考文献 国際公開第2012/066323(WO, A1)  
米国特許出願公開第2010/0257938(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01L