

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5308451号
(P5308451)

(45) 発行日 平成25年10月9日(2013.10.9)

(24) 登録日 平成25年7月5日(2013.7.5)

(51) Int. Cl. F I
G O 1 L 19/04 (2006.01) G O 1 L 19/04

請求項の数 22 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-539425 (P2010-539425)	(73) 特許権者	597115727
(86) (22) 出願日	平成20年12月5日 (2008.12.5)		ローズマウント インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2011-506999 (P2011-506999A)		アメリカ合衆国 55317 ミネソタ州
(43) 公表日	平成23年3月3日 (2011.3.3)		、チャナッセン、マーケット・ブルバード 8200
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/013389	(74) 代理人	100078662
(87) 国際公開番号	W02009/078918		弁理士 津国 肇
(87) 国際公開日	平成21年6月25日 (2009.6.25)	(74) 代理人	100131808
審査請求日	平成22年8月17日 (2010.8.17)		弁理士 柳橋 泰雄
(31) 優先権主張番号	11/958,734	(72) 発明者	ベーム, スティーヴン・エム
(32) 優先日	平成19年12月18日 (2007.12.18)		アメリカ合衆国、ミネソタ 55110、
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ホワイト・ベア・レイク、ハワード・アベニュー 3759

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱管理を備える圧力トランスミッタのための直付け台

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

工業用プロセスのプロセス流体に圧力トランスミッタを結合させるための直付け台であって、

圧力トランスミッタに結合するように構成されたトランスミッタ継手と、

工業用プロセスを結合するように構成されたプロセス継手と、

トランスミッタ継手とプロセス継手との間に延びる毛管と、

比較的高い熱伝導性を有し、プロセス継手とトランスミッタ継手との間に延びる熱伝導通路と、

プロセス継手とトランスミッタ継手との間の熱伝導通路を選択的に熱接続させるように構成された熱スイッチと、を含み、

熱スイッチが、2つの材料の間のギャップによって形成され、2つの材料が異なる膨張係数を有し、それによりギャップのサイズを温度によって変化させる、直付け台。

【請求項 2】

熱スイッチが温度に反応する、請求項 1 記載の装置。

【請求項 3】

プロセス流体から毛管内の封入液を分離するように構成された分離ダイヤフラムを含む、請求項 1 記載の装置。

【請求項 4】

外ケーシングを含む、請求項 1 記載の装置。

10

20

【請求項 5】

毛管が封入液で充填される、請求項 1 記載の装置。

【請求項 6】

毛管が、プロセストランスミッタにプロセス圧力を伝達するように構成される、請求項 1 記載の装置。

【請求項 7】

毛管に沿って、外ケーシングと毛管との間に形成された真空を含む、請求項 4 記載の装置。

【請求項 8】

熱伝導通路が、高い熱伝導性を有する材料を含む、請求項 1 記載の装置。

10

【請求項 9】

熱伝導通路が、毛管に沿って延びる、請求項 1 記載の装置。

【請求項 10】

熱伝導通路と工業用プロセスとの間の熱伝導インターフェイスを含む、請求項 9 記載の装置。

【請求項 11】

熱伝導通路と圧力トランスミッタとの間の熱伝導インターフェイスを含む、請求項 1 記載の装置。

【請求項 12】

熱スイッチが、高温で開かれ、低温で閉じられる、請求項 1 記載の装置。

20

【請求項 13】

工業用プロセスのプロセス流体の圧力に、圧力トランスミッタを結合する方法であって、

プロセス流体の圧力に毛管を結合することと、

毛管に圧力トランスミッタを結合することと、

毛管に沿って熱伝導通路を設けることと、

周囲環境から熱伝導通路を熱的に分離することと、

プロセス流体に熱伝導通路を選択的に熱結合すること、

選択的な熱結合が、2つの材料間にギャップを形成すること、を含み、

2つの材料が異なる膨張係数を有し、それによりギャップのサイズを温度によって変化させる、方法。

30

【請求項 14】

プロセス流体から毛管内の封入液を分離するように構成された分離ダイヤフラムを含む、請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】

毛管が封入液で充填される、請求項 13 記載の方法。

【請求項 16】

毛管が、プロセストランスミッタにプロセス圧力を伝達するように構成される、請求項 13 記載の方法。

【請求項 17】

毛管に沿って、外ケーシングと毛管との間に形成された真空を含む、請求項 13 記載の方法。

40

【請求項 18】

熱伝導通路が、高い熱伝導性を有する材料を含む、請求項 13 記載の方法。

【請求項 19】

熱伝導通路が、毛管に沿って延びる、請求項 13 記載の方法。

【請求項 20】

熱伝導通路と工業用プロセスとの間の熱伝導インターフェイスを含む、請求項 19 記載の方法。

【請求項 21】

50

熱伝導通路と圧力トランスミッタとの間の熱伝導インターフェイスを含む、請求項 1 3 記載の方法。

【請求項 2 2】

熱伝導通路に熱伝導インターフェイスをボンディングすることを含む、請求項 1 9 又は 2 0 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、工業用プロセス監視制御システムで用いられるタイプのプロセス制御トランスミッタに関する。より詳細には、本発明は、高温又は低温環境でプロセス変数を測定するトランスミッタに関する。

10

【背景技術】

【0 0 0 2】

プロセス監視制御システムは、工業用プロセスの動作を監視及び制御するために用いられる。工業用プロセスは、さまざまな製品、たとえば精油、薬剤、紙、食品等を生産する製造において用いられる。大規模な実施では、これらのプロセスは、所望のパラメータ内で動作させるために、監視されて制御される必要がある。

【0 0 0 3】

「トランスミッタ」は、プロセス機器に結合し、プロセス変数を検知するために用いられる装置を説明するために用いられる用語となっている。プロセス変数の例は、圧力、温度、流れその他を含む。往々にして、トランスミッタは、隔離した場所に（すなわち、「フィールド」に）位置付けられ、中央に位置付けられた制御室に、検知されたプロセス変数を返信する。有線及び無線通信の両方を含むさまざまな技術を用いて、プロセス変数を送信する。一つの一般的な有線通信技術は、2線式プロセス制御ループとして既知であるものを用い、一対のワイヤを用いて、情報を運ぶことに加え、トランスミッタに電力を供給する。情報を送信するための一つの十分に確立された技術は、プロセス制御ループを通る電流レベルを、4 mA ~ 20 mA の間に制御することによるものである。4 - 20 mA の範囲内の電流値は、プロセス変数の対応する値にマッピングすることができる。

20

【0 0 0 4】

トランスミッタの一つのタイプは、圧力トランスミッタである。一般に、圧力トランスミッタは、プロセスの流体の圧力を測定する任意のタイプのトランスミッタである。（流体という用語は、気体と液体の両方、及びそれらの組合せを含む。）圧力トランスミッタを用いて、差圧、絶対圧力又はゲージ圧力を含む圧力を直接測定することができる。さらに、既知の技術を用い、圧力トランスミッタを用いて、2点間のプロセス流体の圧力差に基づいてプロセス流体の流れを測定することができる。

30

【0 0 0 5】

一般的には、圧力トランスミッタは、分離システムを介してプロセス流体の圧力に結合する圧力センサを含む。分離システムは、たとえば、プロセス流体と物理的に接触する分離ダイヤフラムと、分離ダイヤフラムと圧力センサとの間に延びる分離封入液とを含むことができる。好ましくは、封入液は実質的に非圧縮性の流体、たとえば油を含む。プロセス流体が分離ダイヤフラムに圧力を加えると、加えられた圧力の変化は、ダイヤフラムを越え、分離液を介して、圧力センサに伝えられる。そのような分離システムは、圧力センサのデリケートな構成要素が、プロセス流体に直接曝されることを防止する。

40

【0 0 0 6】

いくつかのプロセス環境では、プロセス流体は、比較的高温を経験する場合がある。しかし、トランスミッタは、一般的には華氏 250 ~ 300 度の最高動作温度を有する。トランスミッタが高温に耐えられる場合であっても、極端な温度はやはり、圧力測定に誤りを引き起こす可能性がある。圧力トランスミッタの最高温度を超える温度を有するプロセスでは、トランスミッタ自体が、プロセス流体から離れて配置され、長い毛細管を用いてプロセス流体に結合されなければならない。毛細管は、数フィート伸ばすことができ、分

50

離液は管の中を運ばれる。管の一端は、分離ダイヤフラムを介してプロセスに取り付けられ、管の他端は圧力トランスミッタに結合する。通常、この長い毛細管及び分離ダイヤフラムは、「リモートシール」と呼ばれる。

【発明の概要】

【0007】

工業用プロセスのプロセス流体に圧力トランスミッタを結合させるための直付け台は、圧力トランスミッタを結合するように構成されたトランスミッタ継手を含む。プロセス継手は、工業用プロセスを結合するように構成される。毛管は、トランスミッタ継手とプロセス継手との間に延びる。比較的高い熱伝導性を有する熱伝導通路が設けられ、プロセス継手とトランスミッタ継手との間に延びる。好ましくは、熱スイッチは、プロセス継手とトランスミッタ継手との間の熱伝導通路を選択的に熱接続させる。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】圧力センサが、熱的分離を提供する分離ダイヤフラムアセンブリから間隔を置かれる圧力トランスミッタアセンブリを示す図である。

【図2A】1つの実施形態の、直付け式リモートシールを含む圧力トランスミッタの部分切欠図である。

【図2B】図2Aの直付け式リモートシールの部分断面図である。

【図3A】1つの実施形態の、直付け式リモートシールを含む圧力トランスミッタの部分切欠図である。

20

【図3B】図3Aの直付け式リモートシールの部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

高温プロセスの高精度な圧力測定を提供することは、特に高温又は寒冷な周囲環境では困難な可能性がある。本発明は、そのような困難に対処するための技術を提供する。

【0010】

高温プロセスに取り付けられた圧力トランスミッタ、たとえば絶対圧力、ゲージ圧力又は差圧を測定するように構成されたトランスミッタは、トランスミッタが高温プロセスから熱的に分離されない限り、最大動作温度を超えて過熱する場合がある。通常、そのような熱的分離は、リモートシールを用いて達成することができ、圧力トランスミッタはプロセスから離されるかあるいは熱的に分離される。プロセス流体からの圧力は、毛管を通して圧力トランスミッタに伝達される。毛管は、分離ダイヤフラムを用いて、プロセス流体から流体的に分離することができる。分離ダイヤフラムはプロセス流体に接触し、分離ダイヤフラムに圧力が加えられるに従って、分離ダイヤフラムは撓み、毛管内の封入液に圧力を加える。毛管の対向端は、直接あるいはさらなる分離ダイヤフラムを介して、圧力センサに結合する。

30

【0011】

そのようなリモートシール構成に関連する1つの問題は、毛管を充填する封入液が、両極端な気温に曝された場合劣化するかもしれないことである。比較的高温に耐えることが可能である封入液は、比較的低温では十分な精度で動作しない場合がある。1つのタイプの高温封入液(DC-704)は、0を下回ると機能しない。流体は非常に粘性が増し、トランスミッタ分離ダイヤフラムに圧力信号を伝送しない。しかし、多くの用途で、寒冷な周囲条件での高温プロセスの圧力測定が必要とされる。本発明は、トランスミッタをプロセス流体から遠隔して位置付けることによってトランスミッタを高温から分離させる一方で、周囲温度が0を下回る場合であっても200を超えるプロセス温度を測定することが引き続き可能である技術を提供する。本構成はまた、高い周囲温度におけるトランスミッタを保護する。

40

【0012】

図1は、圧力トランスミッタアセンブリを示す図であり、圧力センサは、熱的分離を提供するための分離ダイヤフラムアセンブリから間隔を置かれている。図1は、工業用プロ

50

セス設備 100 の簡略化された図であり、本発明の圧力トランスミッタアセンブリ 106 を図示する。プロセス 100 は、内部にプロセス留置アセンブリ 104 を収容する容器 102 を含む。トランスミッタアセンブリ 106 は、容器 102 にトランスミッタ（トランスミッタモジュール）を取り付けるトランスミッタオフセットアセンブリ 110 を含む。トランスミッタオフセットアセンブリ 110 は別個の構成要素として図示されているが、トランスミッタ 108 と一体化している構成要素であってもよい。オフセットアセンブリ 110 は、分離ダイヤフラムアセンブリ 120、導管 122 及びトランスミッタ支持 124 を含む。分離ダイヤフラムアセンブリ 120 は、プロセス流体 104 に面して接触するプロセスインターフェイス側を有する分離ダイヤフラム 128 を含む。分離されたキャビティ 129 は、分離ダイヤフラム 128 の後ろに画定される。毛管 122 はこのキャビティ 129 に結合し、毛管 122 は、分離封入液で充填される。分離封入液は、実質的に非圧縮性流体、たとえば油である。毛管 122 の、分離ダイヤフラムアセンブリ 120 の反対の端は、圧力センサ 130 に結合する。圧力センサは、トランスミッタ回路 132 に出力を提供する。トランスミッタ回路 132 は、2 線式プロセス制御ループ 134 に結合されているとして図示される。これに代えて、トランスミッタはさまざまな無線技術を使用してもよい。圧力センサ 130 は、電気接続 138 によって、トランスミッタ電子機器 132 に電氣的に結合される。1 つの具体的な実施形態では、電気接続 138 は、フレックス回路を含む。

10

【0013】

分離ダイヤフラムアセンブリ 120 は、任意の構成からなることができ、図 1 の図は図示のみを目的として提供される。同様に、導管 122、トランスミッタ 108、圧力センサ 130 及びトランスミッタ電子機器 132 は、任意の構成からなることができる。導管 122 は、図 1 に図示されるような直線型又は管状である必要はなく、任意の数の導管を代替の構成で使用してもよい。

20

【0014】

トランスミッタ支持 124 は、分離ダイヤフラムアセンブリ 122 にトランスミッタ 108 を、間隔を置いた配向で物理的に取り付ける。任意の所望のトランスミッタ支持又は構成を用いることができる。支持 124 の一例は、導管 122 を完全に囲んで、プロセス環境から導管 122 を保護するものである。別の例のトランスミッタ支持は、容器 102 とトランスミッタ 108 との間の空間を分割して、放射を低減させるか又は反射するためのバッフルを作り出す。オフセットアセンブリ 110 によって提供される、プロセス容器 102 とトランスミッタ 108 との間の空間は、それらの間に熱的分離を提供する。熱的分離は、良好な分離特性を有する材料を用いて、空隙の使用を介して、又は他の技術を介して達成することができる。トランスミッタ 108 とプロセス容器 102 との間の離隔距離は、特定の設備に対する所望量の熱的分離に基づいて選択することができる。特に高いプロセス温度を有する設備に、又は両極端な温度に特に影響されやすい電子機器又は他の構成要素を含むトランスミッタとともに、空間の増大を用いることができる。加えて、図 1 は、トランスミッタ 108 とプロセス 104 との間の熱通路 152 を選択的に結合するように配置されている熱スイッチ 150 の概略的な図示を提供する。1 つの具体的な構成では、熱スイッチ 150 は、特定の閾値に満たない温度で閉じられ、温度が閾値を超えた場合に開く。

30

40

【0015】

図 2 A は、本発明の 1 つの実施形態の、圧力トランスミッタ 108 及び直付け台 200 の部分切欠平面図である。図 2 B は、直付け台 200 のより詳細な断面図である。直付け台 200 は、プロセス結合端 202 及びトランスミッタ結合端 204 を含む。毛管 206 は端 202 及び 204 間に延び、封入液、たとえば実質的に非圧縮性の油等で充填される。1 つの構成では、各端 202 及び 204 は、分離ダイヤフラム 210、212 をそれぞれ含み、毛管 206 内部の封入液を分離して維持する。別の構成では、分離ダイヤフラム 210 は、プロセス結合端 202 のみに位置付けられ、封入液は圧力トランスミッタ 108 の分離ダイヤフラム（図示せず）に接触する。

50

【 0 0 1 6 】

図 2 A 及び 2 B の実施形態では、熱スイッチ 1 5 0 (図 1 の T で示される) は、高温でギャップの形成を生じさせる材料間の熱膨張率の差によって形成される。このギャップは、熱通路の耐熱性の著しい増大を生じさせる。図 2 B を参照すると、台 2 0 0 は、高熱膨張性の外シース 2 3 0 で形成される。たとえば、外シース 2 3 0 は、ステンレス鋼 3 1 6 S S T からなる。また、この材料は比較的低い熱伝導性を有する。内シース 2 3 2 は、低熱膨張材料、たとえば銅合金で形成され、熱伝導通路を提供する。また、低熱膨張材料 2 3 2 は、比較的高い熱伝導性を有する。台 2 0 0 の温度が上昇すると、高熱膨張材料材料 2 3 0 は、ギャップ 2 4 0 の形成を生じさせる低熱膨張材料 2 3 2 よりも高い割合で膨張する。このギャップ 2 4 0 は、材料 2 3 2 によって提供された熱通路を、実質的に工業用プロセスから熱的に切り離させる。これにより熱的な分路が提供され、高温で開き、低温で閉じられる。たとえば、比較的高い周囲温度を有する高温のプロセス用途では、分路が開いて比較的高い耐熱性を提供し、これによりトランスミッタを過熱から保護する。しかし、より寒冷な周囲温度では、分路が閉じるために、比較的低い耐熱性を有する熱通路が提供される。これにより、プロセスからの熱はトランスミッタ分離領域に流れることが可能になるため、トランスミッタ 1 0 8 に近接した領域の毛管 2 0 6 内の封入液の温度が、機能性を維持するために十分に高い温度に維持される。たとえば、1 つのモデルは、周囲大気温度がマイナス 4 0 である場合、プロセス温度が 2 0 0 を上回るように維持される前提で、トランスミッタ 1 0 8 の分離ダイヤフラム 2 1 2 の封入液が 0 を上回るように維持されることを予測する。

10

20

【 0 0 1 7 】

この構成は、直付け型リモートシールを用いる圧力トランスミッタが、非常に寒冷及び非常に暑い周辺温度条件で、非常に高温なプロセスの圧力を測定することを可能にする。加えて、本構成は、プロセス温度が許容可能なレベルを超えて上昇した場合に、トランスミッタを過熱から保護する温度「ヒューズ」として機能することができる。

【 0 0 1 8 】

1 つの態様では、直付け台 2 0 0 の構成は、熱スイッチが閉位置にある間は、プロセスとトランスミッタ分離領域との間の熱抵抗を実質的に最小にし、熱スイッチが開位置にある場合は、プロセスとトランスミッタ分離領域との間の熱抵抗を実質的に最大にする。シース 2 3 0 及び 2 3 2 間の空間を、真空か又は熱的に非伝導性の材料にすることにより、外管から内部熱伝導体を絶縁して、熱を毛管に沿ってトランスミッタ分離領域に向かわせてもよい。好ましくは、構造設計は、材料が被る最大応力が、材料の疲労耐久性及びすべての動作条件に関するクリープ限度を下回るように維持されることを確実にするように構成される。好ましくは、材料は銅合金を含む。

30

【 0 0 1 9 】

図 3 A は、本発明の別の実施形態の部分切欠平面図であり、図 3 B は直付け台 3 0 0 の拡大された部分切欠平面図である。図 3 A 及び 3 B の要素は、図 2 A 及び 2 B に示されたものと類似しており、それらの番号が存続している。図 3 A 及び 3 B の構成では、台 3 0 0 は、受動的な熱最適化を提供する。より詳細には、高熱伝導性材料 3 0 6、たとえば銅は、毛管 2 0 6 を取り囲んで延びる。真空 3 0 8 は、高熱伝導材料 3 0 6 と外管 3 1 0 との間の断熱を提供する。熱的接続 3 1 4 は、伝導性材料 3 0 6 と、プロセス結合 2 0 2 の取り付け具 3 1 6 との間に設けられる。取り付け具 3 1 6 は、たとえばステンレス鋼を含むことができ、3 1 4 との接続は、任意の適切な技術、たとえばブレイジング又はボンディングを介することができる。類似した熱結合インターフェイス 3 2 0 は、熱伝導性材料 3 0 6 と、トランスミッタ継手 2 0 4 の近くの端継手 3 2 2 との間にある。断熱材 3 2 6 は、トランスミッタ継手 2 0 4 の近くに位置付けられ、高熱伝導性材料 3 0 6 と、外管 3 1 0 の薄壁 3 3 0 との間に配置される。薄壁 3 3 0 は、伝導性材料 3 0 6 とトランスミッタ取付具 3 3 2 との間に、さらなる断熱を提供する。

40

【 0 0 2 0 】

動作時、図 3 A 及び 3 B に示される構成は、受動的な熱設計を提供し、これにより非常

50

に寒冷及び非常に暑い周囲温度条件での高温測定が可能になる。この構成では、高い熱伝導性を有する材料306は、管310内部に伸び、プロセス継手304を解してプロセスから熱を伝達するように構成される。この伝導性材料306は、低気温中に十分な熱を伝導して、毛管206内部の封入液を、トランスミッタ継手204において、十分に高い温度、たとえば約0に維持する。しかし、熱継手は、温暖又は暑い周囲温度条件の間にトランスミッタの過熱を生じさせるには十分ではない。この構成はまた、トランスミッタ継手204の、トランスミッタ108及び周辺環境からの断熱を提供する。外管310内部に真空を設けて、高伝導性材料306と外管310との間に絶縁を提供してもよい。1つの構成では、図2A及び2Bに図示されているような、熱スイッチを有する本発明は、図3A及び3Bで説明された受動的な熱分離設計を含む。

10

【0021】

さまざまな態様で、本発明は温度作動型熱スイッチを提供し、異なる膨張係数を有する材料が直付け台に使用される。熱スイッチを用いて、高温プロセスからの熱を毛管に沿って選択的に伝導することにより、リモートシールシステム内部の封入液が、寒冷な周囲条件で用いられる場合に最低動作温度を上回るように維持される。たとえば、この構成を使用して、直付け型リモートシールは、マイナス40の非常に寒冷な周囲環境で、又は高温な周囲温度、たとえば40の暑く天気がよい日に、およそ200及び250の高温プロセスで申し分なく圧力を測定することができる。1つの具体例では、熱スイッチは温度に基づいて作動する。本発明は、設計履行に依存して調整可能である可変耐熱性を提供する。別の態様では、受動的な温度設計は、暑い天気の間にはトランスミッタを過熱から保護するために十分な耐熱性を提供しながらも、寒冷な天気の間には、高温プロセスから毛管に沿って十分な熱を伝導することによって毛管の封入液を最低動作温度を上回るように維持することが可能である。この構成は、直付け型リモートシールが、たとえばマイナス40～0の非常に寒冷な周囲温度で、及び高温な周囲温度、たとえば40の天気がよい日に、たとえば200～250の高温プロセスで圧力を測定することを可能にする。

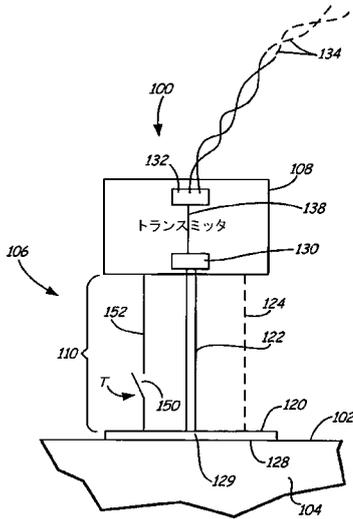
20

【0022】

好ましい実施形態を参照して本発明を説明してきたが、当業者においては、本発明の本質及び範囲から逸脱することなく、形態及び詳細に変更を加えてもよいことが認識されよう。

30

【図 1】



【図 2 A】

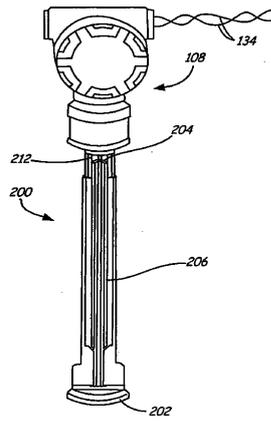


FIG. 2A

【図 2 B】

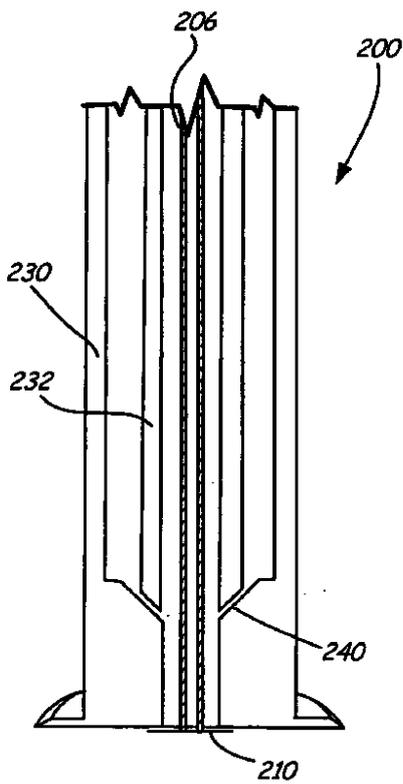


FIG. 2B

【図 3 A】

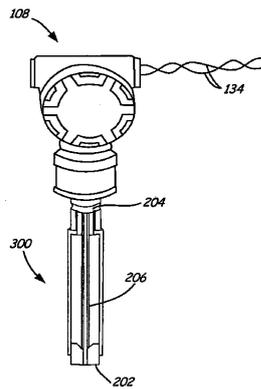


FIG. 3A

【 3 B 】

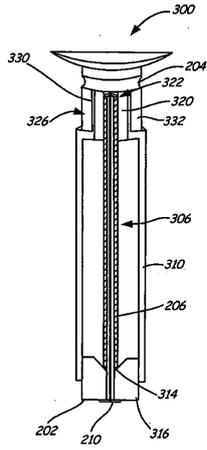


FIG. 3B

フロントページの続き

- (72)発明者 クルーガー, ウィリアム・ビー
アメリカ合衆国、ミネソタ 55425、ブルーミントン、イースト・88ティーエイチ 1909
- (72)発明者 スミス, ジェイ・ダブリュ
アメリカ合衆国、ミネソタ 55317、チャンハッセン、レイク・ドライブ・ウエスト 1321、アパートメント 227
- (72)発明者 レディック, ジェフリー・ピー
アメリカ合衆国、ミネソタ 55345、ミネトンカ、テンプル・ドライブ 16505
- (72)発明者 グラップマン, ジェフリー
アメリカ合衆国、ミネソタ 55331、エクセルシオール、レイクリッジ・ロード 4091
- (72)発明者 シーリゲ, アーロン
アメリカ合衆国、ミネソタ 55408、ミネアポリス、フレモント・アベニュー・サウス 2605

審査官 三田村 陽平

- (56)参考文献 特表平11-502627(JP, A)
国際公開第2007/111817(WO, A1)
実開昭64-023639(JP, U)
実開昭57-019441(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 7/00-23/32
G01L 27/00-27/02