

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6702995号
(P6702995)

(45) 発行日 令和2年6月3日(2020.6.3)

(24) 登録日 令和2年5月11日(2020.5.11)

(51) Int.Cl.

G O 1 F 23/296 (2006.01)

F 1

G O 1 F 23/296

A

請求項の数 19 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2017-545530 (P2017-545530)
 (86) (22) 出願日 平成27年11月18日 (2015.11.18)
 (65) 公表番号 特表2017-534893 (P2017-534893A)
 (43) 公表日 平成29年11月24日 (2017.11.24)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2015/061307
 (87) 國際公開番号 WO2016/081581
 (87) 國際公開日 平成28年5月26日 (2016.5.26)
 審査請求日 平成29年5月17日 (2017.5.17)
 (31) 優先権主張番号 62/081,266
 (32) 優先日 平成26年11月18日 (2014.11.18)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73) 特許権者 517114182
バーサム マテリアルズ ユーエス、リミ
ティド ライアビリティ カンパニー
アメリカ合衆国、アリゾナ 85284,
テンピ、サウス リバー パークウェイ
8555
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100077517
弁理士 石田 敏
(74) 代理人 100087413
弁理士 古賀 哲次
(74) 代理人 100093665
弁理士 蜂谷 厚志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波液体レベルセンシングシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

容器の中に配置されたプローブを用いて容器内の流体の流体レベルを決定し、表示する方法であって、

前記プローブが、バレルの中に配置された複数の超音波センサを有し、

前記複数のセンサの各々が、容器内の異なる流体レベルにおいて配置されており、

前記方法が、

(a) 前記複数の超音波センサからあるセンサを選択し、選択された超音波センサに、所定の超音波周波数を有する電気パルスを送信し、次いで該選択されたセンサが音波を発生し、エコーバックした音波を検出し、エコーの音波を電気信号に変換して送出することと、

(b) 工程(a)において送信された電気パルスに応答して、該選択されたセンサから電気信号を受信することと、

(c) 工程(b)において受信された、該選択されたセンサからの少なくとも1つの電気信号に基づいて、該選択されたセンサのステータスを決定することであって、前記ステータスが：該選択されたセンサが配置された流体レベルにおける流体の不在を示す乾燥ステータス及び該選択されたセンサが配置された流体レベルにおける流体の存在を示す湿潤ステータスの群から選択されるか；又は、前記乾燥ステータス、前記湿潤ステータス、及びエラーステータスの群から選択される、ステータスを決定することと、

(d) 所定のシーケンスで、前記複数の超音波センサの各々で工程(a)～(c)を実施

10

20

することと、

(e) 所定の繰り返しサイクル時間にて工程 (d) を繰り返すことと、

(f) 少なくとも 1 つの所定の条件が満たされている場合にのみ、工程 (c) において決定された、該選択されたセンサのステータスを、工程 (c) の直前の実施で決定されたステータスとは異なるステータスに変更することと、

(g) 工程 (c) ~ (f) で決定された前記複数の超音波センサの各々のステータスの視覚的表示を表示することと
を含み、

前記プローブが、2 層の外部シールドと複数の導体とを含む多芯シールドケーブル (1 15 8) を含み、前記複数の導体が個別に絶縁されているが個別に遮蔽されておらず、

10

前記複数の超音波センサの各超音波センサが、前記複数の導体のうちの別個の 1 つにそれぞれ電気的に接続され、さらに外部シールドの第一の層に各超音波センサの共通の信号戻り線として電気的に接続され、そして外部シールドの第二の層に接地のために電気的に接続されている、方法。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つの所定の条件が、該選択されたセンサでの工程 (b) の逐次的な実施の間に、該選択されたセンサから、全てが同じステータスを示す複数の電気信号を受信することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの所定の条件が、該選択されたセンサでの工程 (b) の逐次的な実施の間に、該選択されたセンサから、所定の期間に亘って全てが同じステータスを示す複数の電気信号を受信することを含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記所定の期間は、該選択されたセンサのステータスが湿潤ステータスから乾燥ステータスに変化している場合は第 1 の所定の期間であり、該選択されたセンサのステータスが乾燥ステータスから湿潤ステータスに変化している場合は第 2 の所定の期間であり、第 1 の所定の期間は第 2 の所定の期間よりも長い、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

該選択されたセンサのステータスの変化が湿潤ステータスから乾燥ステータスである場合に、工程 (f) を繰り返すことを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 6】

前記所定の期間が少なくとも 5 秒である、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 7】

工程 (f) が、工程 (b) で受信された該選択されたセンサからの電気信号が乾燥ステータスを示し、かつ、該選択されたセンサの上方の流体レベルにて配置された前記複数のセンサのうちのいずれかが、その時点で湿潤ステータスであると決定された場合に、該選択されたセンサのステータスがエラーステータスであると決定することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

容器内の流体のレベルを決定することを含むシステムであって、前記システムが、

40

コントローラと、

容器と、取り付け組立品から下側に延在するバレルと、前記バレルの中に配置された複数の超音波センサとに設置されるように適合された取り付け組立品を含む超音波プローブであって、前記複数の超音波センサの各々が前記コントローラに電気的に結合されており、かつ、前記コントローラから送信された電気信号を受信し、前記コントローラから送信された電気信号に応答して音波を放出し、エコーした音波を検出し、検出された音波を示す電気信号を前記コントローラに伝送するように適合されており、前記超音波プローブが、前記容器に挿入されるように成形され、構成されている、超音波プローブと、

前記コントローラに電気的に結合されたディスプレイとを含み、

前記コントローラは、所定の周波数で電気パルスを送信し、かつ、所定のシーケンスに

50

おいて前記複数の超音波センサの各々に対して電気パルスを方向付けるように作動的に構成されており、

前記コントローラは、前記複数の超音波センサの各々から伝送された電気信号に基づいて、前記複数の超音波センサのセンサから受信された伝送された電気信号が、容器内の流体レベルがそのセンサの位置より下であること示すことを意味する乾燥ステータスと、前記複数の超音波センサのセンサから受信された伝送された電気信号が、容器内の流体レベルがそのセンサの位置以上であることを示すことを意味する湿潤ステータスとを含む、前記複数の超音波センサの各々のステータスを決定するように作動的に構成されており、

前記コントローラは、前記ディスプレイに前記複数の超音波センサの各々に関する乾燥ステータス又は湿潤ステータスの視覚的表示を提供せるように作動的に構成されており

10

、
前記コントローラは、前記複数の超音波センサの各々から逐次的に伝送された電気信号を比較するように作動的に構成されており、

前記コントローラは、少なくとも 1 つの所定の基準が満たされた場合にのみ、湿潤ステータスから乾燥ステータスへ前記複数の超音波センサのうちのいずれか 1 つに関する視覚的表示を変更するように作動的に構成されており、

前記プローブが、2 層の外部シールドと複数の導体とを含む多芯シールドケーブル（158）を含み、前記複数の導体が個別に絶縁されているが個別に遮蔽されておらず、

前記複数の超音波センサの各超音波センサが、前記複数の導体のうちの別個の 1 つにそれぞれ電気的に接続され、さらに外部シールドの第一の層に各超音波センサの共通の信号戻り線として電気的に接続され、そして外部シールドの第二の層に接地のために電気的に接続されている、システム。

20

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つの所定の基準が、所定の期間の間の前記複数の超音波センサのうちの 1 つからの電気信号の全ての伝送が、前記複数の超音波センサのうちのその 1 つに関して乾燥ステータスを示すことを含み、前記所定の期間は、前記所定の期間の間に、複数の電気パルスが前記コントローラから前記複数の超音波センサのうちの 1 つに送信されることを可能にするのに十分に長い、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記ステータスがエラーステータスを更に含み、

30

前記コントローラが、前記複数の超音波センサのうちのいずれか 1 つの上方に配置された、前記複数の超音波センサのうちのいずれかのステータスが湿潤ステータスである場合に、前記複数の超音波センサのうちの該 1 つに関する視覚的表示を乾燥ステータスからエラーステータスに変更するように作動的に構成されている、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記バレルが、

上部開口部と、下部開口部と、側壁と、前記側壁に配置された側面開口部とを有する外管と、

前記外管に連結された内管とを含み、

前記内管が、上部開口部と、下部開口部と、側壁とを含み、

40

前記内管の上部開口部が、前記外管の側面開口部と揃えられており、

前記内管の下部開口部が、前記外管の下部開口部と揃えられており、

前記内管が管路を画定しており、

内容積が、前記内管の側壁と前記外管の側壁との間に位置しており、前記複数の超音波センサの少なくとも一部が、前記内容積の中に配置されている、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 12】

容器内の流体のレベルを決定することを含むシステムであって、前記システムが、

コントローラと、

容器と、取り付け組立品から下側に延在するバレルと、前記バレルの中に配置された複

50

数の超音波センサとに設置されるように適合された取り付け組立品を含む超音波プローブであって、前記複数の超音波センサの各々が前記コントローラに電気的に結合されており、かつ、前記コントローラから送信された電気信号を受信し、前記コントローラから送信された電気信号に応答して音波を放出し、エコーした音波を検出し、検出された音波を示す電気信号を前記コントローラに伝送するように適合されており、前記超音波プローブが、前記容器に挿入されるように成形され、構成されている、超音波プローブとを含み、

前記コントローラは、所定の周波数で電気パルスを送信し、かつ、所定のシーケンスにおいて前記複数の超音波センサの各々に対して電気パルスを方向付けるように作動的に構成されており、

前記コントローラは、前記複数の超音波センサの各々から所定の周波数において電気信号を受信し、かつ、前記複数の超音波センサの各々から逐次的に伝送された電気信号を比較するように作動的に構成されており、

前記コントローラは、前記複数の超音波センサの各々から伝送された電気信号に基づいて、前記容器内の流体レベルを決定するように作動的に構成されており、

前記コントローラは、前記コントローラとの電気通信において1つ又はそれより多くの外部装置に伝達するための出力信号を発生させるように動作可能に構成されており、前記出力信号が、前記コントローラにより決定された前記容器内の流体レベルを表しており、

前記超音波プローブが、2層の外部シールドと複数の導体とを含む多芯シールドケーブル(158)を含み、前記複数の導体が個別に絶縁されているが個別に遮蔽されておらず、

前記複数の超音波センサの各超音波センサが、前記複数の導体のうちの別個の1つにそれぞれ電気的に接続され、さらに外部シールドの第一の層に各超音波センサの共通の信号戻り線として電気的に接続され、そして外部シールドの第二の層に接地のために電気的に接続されている、システム。

【請求項13】

前記出力信号が、段階的なアナログ出力である、請求項12に記載のシステム。

【請求項14】

前記段階的なアナログ出力が前記流体レベルに対して直接的に比例する電流を有する、請求項13に記載のシステム。

【請求項15】

前記段階的なアナログ出力が、前記流体レベルに対して直接的に比例する電圧を有する、請求項13に記載のシステム。

【請求項16】

前記出力信号が、前記流体レベルに対して直接的に比例するデジタル出力である、請求項12に記載のシステム。

【請求項17】

2 ワイヤインターフェースが、前記コントローラと前記1つ又はそれより多くの外部装置との間の電気通信を提供し、前記コントローラが、前記2ワイヤインターフェースを通じて出力信号を発生させるように作動的に構成されている、請求項12に記載のシステム。

【請求項18】

内容積と外径とを有する超音波プローブであって、前記超音波プローブが、

第一のシールドと、第二のシールドと、複数の導体であって、その各々が、個別に絶縁されているが個別に遮蔽されていない複数の導体とを含む、多芯シールドケーブルと、

前記内容積の中に配置された複数の超音波センサとを含み、

前記外径が、21.0mm以下であり、

前記複数の超音波センサの各超音波センサが、前記複数の導体のうちの別個の1つにそれぞれ電気的に接続され、さらに第一のシールドに各超音波センサの共通の信号戻り線として電気的に接続され、そして第二のシールドに接地のために電気的に接続されている、超音波プローブ。

10

20

30

40

50

【請求項 19】

前記第二のシールドが、前記多芯シールドケーブルの最外シールドである、請求項18に記載の超音波プローブ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】****関連出願の相互参照**

2014年1月24日に出願された米国特許出願第14/163,407号、及び2014年8月29日に出願された米国仮特許出願第62/043668号は、完全に記載されたかのように参照により本開示に組み入れられる。

10

【0002】**発明の背景**

半導体製造プロセスは、厳しい純度要求を満たす必要がある化学試薬の使用を含む。典型的に、これらの液体化学試薬は、化学試薬を汚染から保護し、漏れを防止するために、密閉容器（例えばアンプル）の中に収容される。化学試薬は、腐食、汚染、又は高圧下での漏れを避けるためにメタル オン メタルシールを用いる金属容器及び容器取り付け具を典型的に要求する。このような容器中で保存された化学試薬を用いる際、環境に対して化学試薬を曝露すること、又は化学試薬に対して作業者を曝露することなく、容器内に残された化学試薬の量を決定することができることが多い。

【0003】

超音波プローブは、半導体産業において、密閉容器の中の化学試薬のレベルの測定に一般的に用いられている。典型的な設計は、プローブの中の管路の長さに沿って直列に配置された複数の超音波センサを含む（たとえばDamらの米国特許第5663503号に開示されたセンサ及び構成）。信号処理装置（例えばコントローラ、計器、パーソナルコンピュータ等）は、電気信号を超音波センサに伝送し、それは次いで管路を通過し、センサにエコーバックするバースト音波を発生させる。各センサは、それが受信するエコー波を、信号処理装置へ伝送して戻される電気信号に変換する。次いで、信号処理装置は、電気信号を解釈して、エコー波の強度、及びエコー波の放出と到着との間に経過した時間を決定する。管路の特定の部分に沿って配置された各センサに関して、超音波が管路の中を移動する速度、及びエコー超音波の強度は、管路のその部分が化学試薬又はガス又は蒸気を含むかどうかに応じて異なる（すなわち、音はガス又は蒸気と比較して液体媒体の中をより速く移動する）。このように、信号処理装置は、管路の長さに沿って化学試薬のレベル、ひいては容器中の化学試薬の量を決定することができる。

20

【0004】

概して、超音波プローブの中に配置された超音波センサの数が多いと、化学試薬レベルの測定の精度が増大する。センサとコントローラコンシュームとを電気的に接続する従来の方法は、より多くのセンサに対して必要な追加の接続を受け入れるのに要求される空間が管路の大きさを超えるため、不十分である。加えて、従来のセンサの動作方法は、信頼性があるように（例えば、クロストークを避けるように）、そのような電気的接続をなすための選択肢をそれが制限するため不十分である。

30

【0005】

したがって、既存の標準的な容器取り付け具を用いつつ、超音波プローブが、増加した数の超音波センサを信頼できるように動作させることを可能にする、センサとコントローラとを電気的に接続する改善された手段を有する超音波プローブ、及びセンサの改善された動作方法に対する当分野における必要がある。

40

【図面の簡単な説明】**【0006】**

請求された発明の実施態様は、同様の数字が同様の要素を記述する添付の図面と関連してこれ以降に記載される。

【図1A】図1Aは、例示的な実施態様による超音波プローブの分解斜視図である。

50

【図1B】図1Bは、図1Aの超音波プローブの線1B—1Bに沿った非分解断面図である。

【図2A】図2Aは、例示的な実施態様による容器に設置された図1A及び1Bの超音波プローブの斜視図である。

【図2B】図2Bは、線2B—2Bに沿った、図2Aの破線領域の中に示された超音波プローブと容器の部分の拡大部分断面図である。

【図3】図3は、線2B—2Bに沿った、別の例示的な実施態様による超音波プローブのセンサの配線を示す、図2Bの拡大部分断面図である。

【図4】図4は、例示的な実施態様による超音波プローブと連結したコントローラ回路のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

好ましい実施態様の詳細な説明

以下の詳細な説明は、好ましい例示的な実施態様を与えるだけであり、本発明の範囲、適用可能性、又は構成を制限することは意図されない。むしろ、以下の好ましい例示的な実施態様の詳細な説明は、当業者に本発明の好ましい例示的な実施態様を実行することを可能にする記載を与える。添付の特許請求の範囲に記載の本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、種々の変更を要素の機能及び配列において行うことができる。

【0008】

図において、本発明の他の実施態様のものに類似する要素は、100だけ増加した参照番号により表される。このような要素は、本開示に別段の主張又は記載がない限り、同じ機能及び特徴を有すると考えるべきであり、したがってこのような要素の議論を、複数の実施態様に関して繰り返さなくてよい。

【0009】

本明細書及び特許請求の範囲で用いられる用語「管路」は、システムの2つ又はそれより多くの構成要素間で流体を輸送することができる1つ又はそれより多くの構造を指す。例えば、管路としては、液体、蒸気、及び／又はガス輸送するパイプ、ダクト、通路、及びこれらの組み合わせを挙げることができる。

【0010】

本明細書及び特許請求の範囲で用いられる用語「流体連通」は、液体、蒸気、及び／又はガスを制御された方法で（すなわち漏れなく）構成要素間で輸送することを可能にする2つ又はそれより多くの構成要素の間の連結性を指す。2つ又はそれより多くの構成要素を互いに流体連通するように連結することは、溶接部、フランジ管路、ガスケット及びボルトを用いた方法等、当分野で知られている任意の適切な方法を含むことができる。2つ又はそれより多くの構成要素を、それらを分離することができるシステムの他の構成要素を介して一緒に連結することもできる。

【0011】

本発明の説明の助けとするために、本発明の部分を記載する明細書及び特許請求の範囲において方向に関する用語を用いる場合がある（例えば、上、下、左、右等）。これらの方向に関する用語は、単に本発明の説明及び請求の助けとなることを意図するだけのものであって、いかなる形であれ、本発明を限定することを意図するものではない。加えて、図面に関連して本明細書において導入される参照番号は、他の特徴に関する文脈を与るために、本明細書において追加の記載なく1つ又はそれより多くの後の図面において繰り返す場合がある。

【0012】

図1A及び1Bは、本発明の例示的な実施態様による超音波プローブ100を示す。より具体的には、図1Aは、超音波プローブ100の分解斜視図を示し、図1Bは、図1Aの線1B—1Bに沿った超音波プローブ100の非分解断面図を示す。破線1Dは、プローブ100の長手方向の軸を示す。

【0013】

10

20

30

40

50

超音波プローブ 100 は、シール取り付け部材 102a 及び 102b と、可撓性コネクタ 104 と、ケーブルシース 106 と、肩部 113 を有するネック管 108 と、バレル 123 とを備える。本開示でより詳細に議論されるように、シール取り付け部材 102a 及び 102b は、超音波プローブ 100 を容器 159 に固定するシール取り付け組立品 157 の部分である。例示的な実施態様において、その教示が参照により本開示に組み入れられる、2014年1月24日出願の関連の同時係属米国特許出願シリアル番号第14/163,407号に記載されているもの等のように、シール取り付け組立品 157 は、シール取り付け部材 102a が貫通穴 103 を有する面シール取り付けグランドであり、シール取り付け部材 102b が 3/4 インチ (19.1 mm) の六角ナットを有する標準的な大きさの面シール取り付け具である、面シール取り付け組立品である。本実施態様において、シール取り付け部材 102b は、シール取り付け部材 102a のリップ 149 上に載置され、貫通穴 103 を通して描かれた軸線を中心にシール取り付け部材 102a に対して回転させることができる。代替的な実施態様において、当業者に明らかであるように、シール取り付け部材 102a 及び 102b は、より長いグランド、半インチ (12.7 mm) 若しくは標準的でない大きさの面シール取り付け具、及び / 又はシール取り付け部材 102a に結合されたシール取り付け部材 102b 等、他の寸法及び特徴を有することができる。同様に、例えば、表面実装 C シール等の他のタイプの取り付け具をシール取り付け組立品 157 のために用いることができる。10

【0014】

シール取り付け部材 102a は、可撓性コネクタ 104 とケーブルシース 106 とに連結される。ネック管 108 は、上部開口部を画定する上端 110 と、下部開口部を画定する下端 112 と、側壁 114 とを備える。本実施態様において、ネック管 108 の肩部 113 は、上部開口部を画定する上端 118 と下部開口部を画定する下端 120 とを有する肩管 116 を備える。例示的な実施態様において、図 1A に示されているものや、関連の同時係属米国特許出願シリアル番号第14/163,407号に記載されているもの等のように、肩管 116 は円錐形状であり、ネック管 108 からバレル 123 の外管 122 への滑らかな移行を提供する。ネック管 108 の下端 112 は、肩管 116 の中に配置され、肩管 116 は、ネック管 108 の側壁 114 に連結される。他の実施態様において、肩部 113 を含むネック管 108 全体を単一の単位部分で形成することができる。ネック管 108 の上端 110 は、シール取り付け部材 102a の貫通穴 103 の中、及び可撓性コネクタ 104 の中に配置される。2030

【0015】

バレル 123 は、外管 122 と、内管 132 と、ディスクキャップ 140 とを備える。外管 122 は、上部開口部を画定する上端 124 と、下部開口部を画定する下端 126 と、側壁 128 と、上端 124 の近くの側壁 128 内に配置された貫通穴 130 とを有する。外管 122 の上端 124 は、肩管 116 の下端 120 に連結される。

【0016】

内管 132 は、上部開口部を画定する上端 124 と、下部開口部を画定する下端 136 と、側壁 138 とを備える。例示的な本実施態様において、上端 134 は、下端 136 によって画定された下部開口部に対してほとんど垂直である上部開口部を画定する。内管 132 は、管路 144 を画定する（図 1B 参照）。本発明の他の実施態様において、超音波プローブ 100 の場合と同様に、管路を完全に閉鎖しなくてよいことを理解されたい。例えば、「音叉」型のバレルを有する（すなわち、下向きに延びる二つの離れた部材を有する）プローブにおいて、管路は、二つの離れた部材の間に位置する空間を含むことができる。40

【0017】

ディスクキャップ 140 は、開口部を画定する内側リム 142 を備える。組み立てられた構成において、内管 132 の全体が外管 122 の中に配置され、内管 132 の上端 134 は、側壁 128 内に配置された貫通穴 130 に揃えられ、内管 132 の下端 136 は、外管 122 の下端 126 に揃えられる。内管 132 の上端 134 は、側壁 128 に連結さ50

れる。ディスクキャップ 140 を外管 122 の下端 126 と内管 132 の下端 136 とに連結することによって、外管 122 の下端 126 が内管 132 の下端 136 に連結される。

【0018】

管路 144 は、バレル 123 の中に配置され、内管 132 の下端 136 によって画定された下部開口部を有する（下部開口部は、ディスクキャップ 140 の内側リム 142 によって画定されると考えることもできる）（図 1B 参照）。バレル 123 が容器中に挿入される場合（図 2 の容器 159 参照）、管路 144 は、液体が管路 144 の中を流れることができるように、液体を保持する容器の内容積と流体連通する。

【0019】

図示されるように、外管 122 の側壁 128 と内管 132 の側壁 138 とは、ディスクキャップ 140 によっても画定されている、それらの間にある内容積 146（すなわち、区画）を画定する。内容積 146 は、管路 144 の中を流れりかなる液体も内容積 146 に入ることができないように、管路 144 から隔離される（すなわち、内容積 146 は管路 144 と流体連通していない）。

【0020】

バレル 123 の内容積 146 の中には、複数の超音波センサ 156 が配置される。1つの例示的な実施態様において、複数の超音波センサ 156 は、内管 132 の側壁 138 に連結された 12 個の超音波センサ 156a ~ 156l を含む。本実施態様において、エポキシによって、複数の超音波センサ 156a ~ 156l の各々が側壁 138 に結合される。したがって、超音波センサ 156a ~ 156l は、側壁 138 に対面する方向（例えば、長手方向の軸線 1D に対して垂直）に音波を放出するように配向される。両面テープや他の接着剤等、連結のための他の適切な手段を用いることもできる。他の実施態様において、複数の超音波センサ 156 は、より多くの又はより少ない数のセンサを含むことができる。好ましくは、複数の超音波センサ 156 は、少なくとも 5 つの超音波センサを含む。複数の超音波センサ 156 には、例えば圧電性結晶等、当業者に知られている任意の適切な超音波センサを実装することができる。複数の超音波センサ 156a ~ 156l の各超音波センサは、側壁 138 及び管路 144（及びその中に存在する任意の液体）を通して音波を放出し、エコーバックした音波を検出するように配向される。複数の超音波センサ 156a ~ 156l の各超音波センサは、内容積 146 からネック管 108 を通り、ケーブルシース 106 を通って延在する（少なくとも 1 つのワイヤを含む）配線 158 を含む。配線 158 は、コントローラ 109 に接続されるコネクタ 107（図 2 参照）において終端される。

【0021】

コントローラ 109 は、複数の超音波センサ 156 に電気信号を伝送し、複数の超音波センサ 156 から電気信号を受信し、超音波プローブ 100 が挿入された容器 159 の中の液体のレベルを決定するプログラム可能なデータ処理装置である。本実施態様において、コントローラ 109 は、1 つ又はそれより多くのマイクロプロセッサ（図示せず）と、電源（図示せず）と、コネクタ 107 を受け入れるための少なくとも一つの入力 / 出力ポート（図示せず）と、容器の中の液体の量の視覚的表示を提供する発光ダイオード（LED）計器又は液晶ディスプレイ（LCD）111とを備える。代替的な実施態様において、コントローラ 109 は、他の入力 / 出力ポート並びに / 又は容器の中の液体のレベルを示すための他の聴覚的及び視覚的機構を含むことができる。同様に、コントローラ 109 には、制御ソフトウェアを実行するパーソナルコンピュータを含む任意のタイプのプログラム可能なデータ処理装置を実装することができる。

【0022】

複数の超音波センサ 156 の各超音波センサに関して、コントローラ 109 は、配線 158 を介して超音波センサに電気信号（例えば、1 つ又はそれより多くの電子パルス）を伝送し、それによって超音波センサは音波を放する（すなわち、圧電性結晶が振動する）。次いで、超音波センサは、エコー音波を受信し、エコー波を、配線 158 を介してコ

10

20

30

40

50

ントローラ 109 に伝送して戻される電気信号に変換する。好ましい実施態様において、コントローラ 109 は、一連の多重パルス（例えば、20 のパルス）を超音波センサ 156 のうちの個別の 1 つに伝送し、それは、該パルスに対応する音波を放出する。コントローラ 109 は、超音波センサが、放出された音波から返ってくる任意のエコー波を受信するように、所定の期間（例えば、時間窓）待機する。エコー波が超音波センサによって受信される場合、センサは、コントローラ 109 に伝送される信号を発生させる（例えば、圧電性結晶は、受信したエコー波の周波数及び強度に基づいた周波数及び強度で振動する）。任意のエコー波が時間窓において受信されたかどうかに基づいて（例えば、超音波センサによって発生した任意の信号の周波数及び / 又は強度に基づいて）、コントローラ 109 は、液体が、所定の超音波センサにおける管路 144 内に存在するかどうかを決定する。典型的には、液体が存在しない場合、エコー波は、時間窓において超音波センサによってほとんどまたは全く検知されず（例えば、圧電性結晶の振動の強度は、非常に低いか、または全くない）、液体が存在する場合、エコー波は、周波数及び強度が伝送波とほとんど同じである。時間窓が終了した後、コントローラ 109 は、超音波プローブ 100 の次のレベルにおける液体の存在を検知するために、一連の多重パルスを超音波センサの次の一つに伝送する。
10

【0023】

前述のように、コントローラ 109 は、受信信号の強度と、超音波センサへの電気信号の送信と超音波センサからの電気信号の受信との間に経過した時間とを解釈して、その特定のセンサが配置された管路 144 の部分に液体が存在するかどうかを決定する。したがって、複数の超音波センサ 156 を用いることによって、コントローラ 109 は、管路 144 の長さに沿って液体のレベルを決定することができるため、バレル 123 が挿入された容器の中の液体の量を決定することができる。複数の超音波センサ 156 の各センサを、LED 計器 111 内の LED により表すことにより、容器の中の液体の量の視覚的表示を提供することができる（例えば、液体が特定のセンサによって検出される場合のみ、各 LED が明るくなる）。
20

【0024】

管路 144 に流入する液体を超音波プローブ 100 によって測定することを可能にするために、ディスクキャップ 140（例えば、超音波プローブ 100 の底部端）と容器 159 の底 179 の内面 178 との間の距離（D5）は、ゼロでない値であるので、側壁 138 及び管路 144 を通して音波を放出するように配向された複数の超音波センサ 156 の最下部の超音波センサ（例えば、超音波センサ 1561）は、容器の底の内面 178 の上方の幾らかの距離にある。したがって、超音波プローブ 100 には、容器 159 の中の液体の正確なレベルを測定する際に幾らかの固有の不正確性がある。したがって、超音波プローブ 100 の幾つかの実施態様は、2014 年 8 月 29 日に出願された関連の同時係属米国仮特許出願第 62/043668 号に記載のように、ディスクキャップ 140（例えば、超音波プローブ 100 の底部端）と容器 159 の底 179 の内面 178 との間の空間（D5）内に存在する液体のレベルを決定するために、容器 159 の底に向けてディスクキャップ 140 を通して音波を放出するように配向された超音波センサを使用することができる。
30

【0025】

コントローラ 109 を、同時に、複数の超音波センサ 156 の超音波センサ 156a ~ 1561 の全てより少ないものに信号を伝送し、それらから信号を受信するようにプログラムすることができる。この特徴によって、複数の超音波センサ 156 のための配線 158 を個別に遮蔽する必要がなくなり、また、超音波センサ 156a ~ 1561 を一緒に、より近くに配置することも可能になる。従来技術のシステムにおいて、超音波センサをコントローラに接続する配線は、同時にプローブ内の超音波センサの全てへ、及び全てから伝送される電気信号から生じる干渉（すなわち、クロストーク）から保護するために、典型的には個別に遮蔽される。例えば、典型的な従来技術の設計における各超音波センサのための配線は、内部導体が超音波センサへの信号線としての役割を果たし、かつ外部シート
40

ルドが接地（例えば、プローブの鋼管に接地される）及び超音波センサからの信号リターンとしての役割を果たす、同軸ケーブルを含むことができる。従来技術のシステムにおいて、同時に音波を放出する超音波センサから生じる干渉を回避するために、プローブの中の超音波センサを更に遠く離して間隔を置く必要もある。これらの特徴の各々（すなわち、複数のシールドケーブル及びセンサ間のより大きな間隔による追加のかさ）は、プローブ及び関連のハードウェアの大きさを増大させることなくプローブ内に配置することができる超音波センサの数を制限する。

【0026】

好ましい実施態様において、コントローラ109は、一度に複数の超音波センサ156のうちの1つの超音波センサに信号を伝送し、それから信号を受信するようにプログラムされるか、またはそうでなければ、動作可能に構成される。例えば、まず、電気信号を超音波センサ156aに伝送し、超音波センサ156aから戻り信号を受信するのを待ち、次いで、電気信号を超音波センサ156bに伝送し、超音波センサ156bから戻り信号を受信するのを待つように、そして、複数の超音波センサ156の各超音波センサについて同様にしてコントローラ109をプログラムすることができる。一度目に、複数の超音波センサ156の各々に電気信号を伝送し、それから電気信号を受信すると（例えば、他の順序が可能であるが、超音波センサ156aで開始し、超音波センサ156lで終了する）、二度目に、コントローラ109は、このシーケンスを繰り返し、超音波センサ156a及び複数の超音波センサ156の各々に電気信号を伝送し、それらから電気信号を受信し、そして、超音波プローブ100を動作させる限り同様にする。このように、超音波センサ156a～156lが、全て同時に音波の放出又は受信を行わず、超音波センサ156a～156lの各々のための配線158が電気信号を同時に搬送しないため、各超音波センサ156a～156lのための配線158間の、及び超音波センサ自体の間の干渉の可能性は、大きく低下するか、又はなくなる。

【0027】

複数の超音波センサ156を動作させるこの方法によって、各超音波センサ156a～156lのための配線158を個別に遮蔽する必要がなくなり、超音波センサ156a～156lを、従来技術のシステムにおけるものよりも近くに（すなわち、図1Bに示されるものよりも更に近くに）、一緒に配置することができ、それらの両方によって、より多くの数の超音波センサをバレル123の中に配置することが可能になる。例示的な構成において、配線158は、個別に遮蔽されていない複数の内部導体を有する多芯シールドケーブルを備え、ここで別々の内部導体は、複数の超音波センサ156の各超音波センサに接続されて信号線としての役割を果たし、かつ多芯シールドケーブルの外部シールドは、複数の超音波センサ156の超音波センサの全てのための共通の戻り線及び接地としての役割を果たす。例えば、多芯シールドケーブルとして同軸ケーブルを用いることができ、ここで内部導体は、複数の超音波センサ156に接続されて信号線としての役割を果たし、かつ同軸ケーブルの外部シールドは、共通の戻り線としての役割を果たす。好ましい実施態様において、多芯シールドケーブルは、米国ミズーリ州セントルイスのベルデン社によって製造されたモデル83562ケーブル等、市販で入手可能なケーブルである。

【0028】

ネック管108は、シール取り付け部材102a及び102b並びに可撓性コネクタ104の中に配置される。ネック管108は、溶接ゾーン148の中に作製される融接部（すなわちビーズ）によって、シール取り付け部材102aに固定される。好ましくは、溶接部は、溶接ゾーン148の一部のみを占め、ネック管108の側壁114がシール取り付け部材102aに当接する場所に作製される。シール取り付け部材102aは、ネック管108の周辺に延在する突出シール面（すなわち、密封面）150を含む。突出シール面150は、距離D1だけネック管108の側壁114から分離された内側縁部151を有する。溶接ゾーン148の中の溶接部による突出シール面150の損傷を防ぐために（例えば、溶接材料は高くなつた面を作りだす可能性があり、及び／または溶接の熱が、突出シール面150を変形させる可能性がある）、距離D1は、好ましくは少なくとも2.

10

20

30

40

50

0 mm、より好ましくは少なくとも 6 . 0 mm である。シール取り付け部材 102b は、シール取り付け組立品 157 の別のシール取り付け部材 164 の反対側のねじ領域 166 に係合するねじ領域 152 を含む。容器 159 に超音波プローブ 100 を固定する場合、超音波プローブ 100 は、漏れ検出のために用いられる試験ポート（図示せず）も含むこともできる。

【0029】

バレル 123 は、外径 D3（すなわち、外管 122 の外径）を有する。ネック管 108 及び内管 132 は、バレル 123 の外径 D3 未満である外径 D2 を有する。内管 132 の外径 D2 より大きなバレル 123 の外径 D3 によって、増加した数の超音波センサ 156a ~ 1561 及びそれらのそれぞれの配線 158 を収容するのに必要な内容積 146 の中の空間の量が増大する。好ましくは、バレル 123 の外径 D3 に対する内管 132 の外径 D2 の比率は、0 . 95 以下である。より好ましくは、バレル 123 の外径 D3 に対する内管 132 の外径 D2 の比率は、0 . 95 以下 0 . 3 以上である。より好ましくは、バレル 123 の外径 D3 に対する内管 132 の外径 D2 の比率は、0 . 8 以下であり、バレル 123 の外径 D3 は、0 . 827 インチ (21 . 0 mm) 以下である。より好ましくは、バレル 123 の外径 D3 に対する内管 132 の外径 D2 の比率は、0 . 8 以下 0 . 4 以上である。より好ましくは、内管 132 の外径 D2 は約 5 / 16 インチ (7 . 9 mm) であり、バレル 123 の外径 D3 は約 5 / 8 インチ (15 . 9 mm) である。好ましくは、複数の超音波センサ 156 が少なくとも 4 つの超音波センサを含む場合、少なくとも 0 . 10 インチ (2 . 5 mm) の外管 122 の側壁 128 と内管 132 の側壁 138 との間の最小距離が存在し、複数の超音波センサ 156 が 12 個の超音波センサ 156a ~ 1561 を含む場合、少なくとも 0 . 15 インチ (3 . 8 mm) の最小距離が存在する。

【0030】

他の実施態様において、関連の同時係属米国特許出願シリアル番号第 14 / 163, 407 号に記載されているもの等のように、超音波プローブ 100 は、ネック管 108 及びバレル 123 の異なる構成を使用することができる。例えば、幾つかの実施態様において、関連の同時係属米国特許出願シリアル番号第 14 / 163, 407 号に記載されているもの等のように、ネック管 108 の肩部 113 は、別々の部分としてではなく、側壁 114 によって形成され、例えば、ネック管 108 の外径 D2 から、バレル 123 の外径でもあるネック管 108 の外径 D3 まで移行する釣鐘形状を有する肩部 113 によって、ネック管 108 の残りと一体となる（すなわち、ネック管 108 及び肩部 113 は単一の材料片である）。

【0031】

更に、関連の同時係属米国特許出願シリアル番号第 14 / 163, 407 号に記載されている他の実施態様は、側壁 128 内に配置された貫通穴を含まず、かつ外管 122 の上端 124 が肩管にもネック管 108 の下端 112 にも連結されない超音波プローブ 100 の外管 122 を使用する可能性がある。代わりに、内管 132 の上端 134 は、ネック管 108 の下端 112 と外管 122 の上端 124 とに連結された鍔の側壁内に配置された貫通穴に揃えられることができる。鍔によって、有利にはバレル 123 の組み立てを完了する前に複数の超音波センサ 156 を試験することを可能にすることができる 1 つ又はそれより多くの組立品としてバレル 123 を構成することが可能になる。加えて、この特徴は、複数の超音波センサ 156 を設置する前にバレル 123 の大部分の構成要素を一緒に溶着することができるので有利であるが、さもなければ溶接からの熱は、複数の超音波センサ 156 に、及び / 又は内容積 146 の中の所定の位置に複数の超音波センサ 156 を保持する結合材に損傷を与える可能性がある。

【0032】

図 2A は、本発明の例示的な実施態様による容器 159 に設置された超音波プローブ 100 の斜視図を示す。前述のように、超音波プローブ 100 は、コントローラ 109 と LED 計器 111 とを含む。容器 159 は、本体 160 と、上部 162 と、上部 162 に連結されたシール取り付け部材 164 とを備える。当業者に明らかであるように、容器 1

10

20

30

40

50

5 9 は、明確性及び例示の目的のために図 2 に示されない他の構成要素（例えば、容器 1 5 9 を補充するための更なるバルブ及びハードウェア）を含むことができる。本体 1 6 0 及び上部 1 6 2 は、流体を収容することができる内容積を画定する。本実施態様において、上部 1 6 2 は、本体 1 6 0 に連結された蓋である。他の実施態様において、上部 1 6 2 は、本体 1 6 0 の一体的な部分であることができる。シール取り付け部材 1 0 2 a 及び 1 0 2 b 等のシール取り付け部材 1 6 4 は、超音波プローブ 1 0 0 を容器 1 5 9 に固定するシール取り付け組立品 1 5 7 の一部である。この例示的な実施態様において、容器 1 5 9 の構成要素は、1 種又はそれより多くの金属から構成される。

【 0 0 3 3 】

図 2 B は、線 2 B ～ 2 B に沿った図 2 A の破線箱の中の超音波プローブ 1 0 0 及び容器 1 5 9 の一部の断面図を示す。図示されるように、ステム 1 6 8 は、容器 1 5 9 の本体 1 6 0 の上部 1 6 2 内の穴内に配置される。本実施態様において、ステム 1 6 8 は、本体 1 6 0 の上部 1 6 2 に結合された（例えば溶接された）面シール取り付けグランドである。ステム 1 6 8 は、突出シール面 1 7 0 と、リップ 1 7 2 と、側壁 1 7 4 とを含む。ステム 1 6 8 の側壁 1 7 4 は、バレル 1 2 3 をステム 1 6 8 に挿入することができるよう、バレル 1 2 3 の外径 D 3 より大きい内径 D 4 を有する。シール取り付け部材 1 6 4 は、ステム 1 6 8 の周りに配置され、シール取り付け部材 1 0 2 b のねじ領域 1 5 2 と係合するねじ領域 1 6 6 を含む（すなわち、ねじ領域 1 5 2 及び 1 6 6 は、各々雌及び雄ねじ等の相補的なねじを有する）。貫通穴を有する金属ガスケット 1 7 6 は、シール取り付け部材 1 0 2 a の突出シール面 1 5 0 とステム 1 6 8 の突出シール面 1 7 0 との間に配置される。

10

【 0 0 3 4 】

全体に設置された構成において、バレルが容器 1 5 9 の内側に配置され、ネック管がステム 1 6 8 及び金属ガスケット 1 7 6 の中に配置されるように、バレル 1 2 3 は、金属ガスケット 1 7 6 及びステム 1 6 8 を通して挿入される。シール取り付け部材 1 0 2 b のねじ領域 1 5 2 は、シール取り付け部材 1 0 2 b がシール取り付け部材 1 0 2 a のリップ 1 4 9 と係合（すなわちそれに対して押し付ける）し、シール取り付け部材 1 6 4 がステム 1 6 8 のリップ 1 7 2 に係合し、金属ガスケット 1 7 6 が、シール取り付け部材 1 0 2 a の突出シール面 1 5 0 とステム 1 6 8 の突出シール面 1 7 0 との間で圧縮されるように、次いでシール取り付け部材 1 6 4 のねじ領域 1 6 6 上にねじ込まれる。このように、突出シール面 1 7 0 、突出シール面 1 5 0 、及び金属ガスケット 1 7 6 は、流体（すなわち液体、蒸気、及び／又はガス）の容器 1 5 9 に対する出入りを防止するメタル オン メタルシールを形成する。

20

【 0 0 3 5 】

全体に設置された構成において、この例示的な実施態様において、距離 S 1 は、ネック管 1 0 8 の側壁 1 1 4 とステム 1 6 8 の側壁 1 7 4 との間に存在し、距離 S 2 は、容器 1 5 9 の上部 1 6 2 （すなわち蓋）と肩管 1 1 6 の上端 1 1 8 との間に存在し、肩管 1 1 6 の上端 1 1 8 は、ステム 1 6 8 の最下部より下に位置し、距離 S 3 は、容器 1 5 9 の上部 1 6 2 とバレル 1 2 3 の外管 1 2 2 の上端 1 2 4 との間に存在する。好ましくは、距離 S 2 は、0.10 インチ (2.5 mm) 以上であり、距離 S 1 は、0.70 mm 以上である。概して、距離 S 1 、 S 2 、及び S 3 は、流体がネック管 1 0 8 の側壁 1 1 4 とステム 1 6 8 の側壁 1 7 4 との間を移動するだけでなく、後退して流れ、重力下で容器 1 5 9 に戻るのに十分大きいことが好ましい。別の言い方をすれば、距離 S 1 、 S 2 及び S 3 は、ネック管 1 0 8 の側壁 1 1 4 とステム 1 6 8 の側壁 1 7 4 との間に流体が留まる毛管現象を回避するのに十分大きいことが好ましい。このような毛管現象を回避することは、使用に関して容器 1 5 9 から抜き出すことができる化学試薬の使用可能な量を最大化することを助け、全体に設置された構成中の容器 1 5 9 及び超音波プローブ 1 0 0 の洗浄中に、容器 1 5 9 に後に加えられる未使用の化学試薬を潜在的に汚染する、残される残留化学品がないことを確実にする。

30

【 0 0 3 6 】

したがって、超音波プローブの記載された実施態様は、標準的な寸法を有する既存の容

40

50

器取り付け具により使用することができる増加した量の超音波センサを有する超音波プローブに対する当分野の必要を満たす。バレル 123 は、増加した数の超音波センサ 156 a ~ 1561 とその各々の配線 158 とを収容する必要がある内容積 146 の中の空間を増大させる外径 D3 を有する。従来技術の超音波プローブ設計において、バレルは、典型的にはシール取り付け組立品内に延在する。バレルの増加した外径は、したがってより大きく、及び / または標準的でないシール取り付け組立品を要求し、またはより大きいバレル径を受け入れることができるように、貫通穴（例えばシール取り付け部材 102a の貫通穴 103）をボーリングすることなどにより、標準的なシール取り付け組立品を改変することを要求する。しかし、標準的でない取り付け組立品は、その標準的な同等品より典型的にははるかに高価であり、更に他の標準的でない構成要素の使用も要求する場合がある。
標準的でない取り付け組立品は、半導体製造プロセスにおいて用いられる標準的な取り付け組立品の広範な試験及び証明された歴史による利益も享受しない。より大きいシール取り付け具は、容器の蓋（例えば上部 162）上により大きな空間も要求し、しっかりと密閉を得ることをより困難にする可能性がある。最後に、本発明者らは、標準的なシール取り付け組立品を改変して、より大きいバレル径を受け入れる試みが、超音波プローブ及び / 又はシール取り付け組立品の構造的な品位に悪影響を与える可能性があることを見出した。例えば、図 1B に関して、シール取り付け部材 102a 内の貫通穴 103 が、ネック管 108 の外径 D2 の代わりにより大きい外径 D2 を受け入れるようにボーリングされた場合、距離 D1 は減少する。結果として、溶接ゾーン 148 の大きさも減少し、溶接の熱は、突出シール面 150 を損傷させる（すなわちたわませる）可能性があり、突出シール面 150 と金属ガスケット 176 との間に作製されたシールの品位に悪影響を与える可能性がある。
10
20

【0037】

従来技術のプローブ設計とは異なり、超音波プローブ 100 のバレル 123 は、シール取り付け部材 102a 中に延在しない。代わりに、バレル 123 は、ネック管 108 に連結され、それは次いでシール取り付け部材 102a に連結される。ステム 168 は、ステム 168 の内径 D4 が、バレル 123 の外径 D3 より大きいようにボーリングされ、バレル 123 はステム 168 に挿入されることができる。ネック管 108 が、バレル 123 の外径 D3 より小さい外径 D2 を有する（すなわち、D2 と D3 の比は 1 未満である）ことにより、より大きいシール取り付け具（例えば 1 インチのシール取り付け具）を要求すること、又は増加したバレル 123 の外径 D3 を受け入れるようにシール取り付け部材 102a 内の貫通穴 103 をボーリングすることとは対照的に、シール取り付け部材 102a の貫通穴 103 が、より小さい穴サイズを有することが可能になる。ネック管 108 のより小さい外径 D2 は、ネック管 108 及びシール取り付け部材 102a を、溶接材料及び / 又は突出シール面 150 を損なう溶接熱なしで一緒に溶接することができるよう十分に大きい溶接ゾーン 148 を有するのに必要な距離 D1 も提供する。突出シール表面 150 に対するそのような損傷を抑制することは、突出シール面 150 と金属ガスケット 176 との密閉の品位の維持、ひいては半導体製造において使用される化学試薬の分析（純度）の維持に不可欠である。
30

【0038】

図 3 は、複数の超音波センサ 156 までの配線 158 の更なる詳細を示す。本開示に記載されるように、コントローラ 109 は、超音波センサ 156 のうちの 1 つに対して電気信号を逐次的に伝送し、超音波センサからの戻り信号の受信を待つ。図 3 に示されるように、配線 158 は、内側配線（図示されるようにワイヤ 181、182、及び 183）と、ケーブルシールド 180 として示される外部シールドとを含む多芯シールドケーブルである。図示されるように、ワイヤ 181、182 及び 183 の各々は、個別に絶縁される（例えば、電気的に互いに隔離される）が、個別に遮蔽されない。図 3 に示されるように、ワイヤ 181 は、超音波センサ 156a への信号線として接続される。ワイヤ 182 及び 183 は、複数の超音波センサ 156（図 3 には示されていない）の後続の 1 つひとつに対する信号線として接続される。図 3 に更に示されるように、ケーブルシールド 180
40
50

は、内管 132 の側壁 138 に電気的に接続される。本開示に記載されるように、側壁 138 に対してケーブルシールド 180 を電気的に接続することにより、ケーブルシールド 180 が、コントローラ 109 へ戻る、超音波センサ 156 の全てからのエコー信号のための共通の戻り線として用いられるため、共通のワイヤが各超音波センサに与えられる必要はなく、むしろ、各超音波センサに対する共通の接続は、側壁 138 に対して電気的に接続することができる。これにより、超音波センサ 156 は、従来技術のシステム中よりも近くに一緒に配置されることができ、超音波プローブ 100 の構成が簡易化され、配線 158 中のワイヤの数と配線 158 の大きさが低減される。代替的な実施態様において、配線 158 は、シールド層のうちの 1 つが共通の戻りであり、外側シールド層が接地している 2 層の外部シールドを含むことができる。例えば、例示的な実施態様において、内側シールド層が共通の戻りとして用いられ、外側シールド層が接地として用いられる。10

【0039】

本開示に記載のように、コントローラ 109 は、所定の周波数において超音波センサ 156 の各々を逐次的に律動させることができる。例えば、1つの実施態様において、コントローラ 109 は、動作の他の周波数が可能であるが、超音波センサ 156 を 100 kHz の周波数にて律動させる。超音波センサ 156 の逐次的な律動は、任意の順序（例えば、上から下、下から上、またはあらゆる他の順序）であることが可能であるが、1つの実施態様において、コントローラ 109 は、超音波プローブ 100 の下から上に超音波センサを逐次的に律動させる（例えば、超音波センサ 1561 から超音波センサ 156a）。例示的な実施態様において、1つのセンサが「乾燥」であると決定される（例えば、液体が所定の超音波センサにより検出されないと、コントローラ 109 は、「乾燥」センサより物理的に上方に位置している全てのセンサも「乾燥」である（例えば、容器の中の液体レベルが、第一の「乾燥」超音波センサのレベルより下である）はずであることを予測するように任意選択的にプログラムすることができる。したがって、幾つかの実施態様において、予測された液体レベルの上方（例えば、「乾燥」センサの上方）のセンサが、「湿潤」ステータスに戻った（例えば、センサが、液体の存在を示す）場合、作業者が、容器の中の液体レベルを変更して超音波プローブ 100 が正常に動作していないかを決定することができるよう、エラー状態をコントローラ 109 により（例えば LED ディスプレイ 111 に）報告することができる。20

【0040】

例示的な実施態様において、コントローラ 109 は、各超音波センサ 156 に対応するステータスを表示する LED ディスプレイ 111 を動作させる。例えば、超音波センサ 156 のうちの所定の 1 つが、液体が存在すること（「湿潤」）を示している場合、LED ディスプレイ 111 の対応する表示は、完全に点灯することができる。同様に、超音波センサ 156 のうちの所定の 1 つが、液体が存在していないこと（「乾燥」）を示している場合、LED ディスプレイ 111 の対応する表示が点灯し、点滅することができる。コントローラ 109 が超音波プローブ 100 と通信することができない場合、または容器の液体が完全に空である場合、LED ディスプレイの表示の全てが点滅することができる。代替的な配列は、例えば、「湿潤」の表示が、第一の LED 色（例えば緑色）である場合、一方で「乾燥」の表示は、第二の LED 色（例えば赤色）であることが可能である。同様に、液体レベルのグラフィック描写を LCD スクリーン又は他のグラフィカルユーザー出力装置に示すことができる。40

【0041】

超音波プローブ 100 は、スプラッティング、攪拌、バブリング、気化 / 凝縮、又は超音波プローブ 100 により検知された液体レベルを一時的に変える可能性がある他の物理的かく乱に供される可能性がある容器の中の液体のレベルを測定するのに用いられる。したがって、LED ディスプレイ 111 に表示される液体レベルの変動を制限するために、コントローラ 109 は、ヒステリシス及び / 又は遅延を用いて、容器の中の液体レベルをより正確に報告することができる。例えば、幾つかの実施態様において、コントローラ 109 を、特定のセンサの読み出しを「湿潤」から「乾燥」へ変更する（液体レベルの低減を50

示す)前に、所定の期間遅延させることができ、これにより、液体レベル指示を変更する前に、容器の液体レベルの任意の一次的なかく乱をできれば避けつつ、コントローラ109に、所定の超音波センサ156から複数の読み出しを受信させることができる。例示的な実施態様において、コントローラ109は、「湿潤」から「乾燥」へ特定のセンサの読み出しを変更する前に、5秒遅延させる。これは、コントローラ109が、前に「湿潤」を読み出したセンサから「乾燥」のセンサ読み出しを受信したら、コントローラ109がLEDディスプレイ111をそのセンサが乾燥であると示すように変更する前に、そのセンサは5秒間「乾燥」を読み出さなければならないことを意味する。5秒間の間の任意の期間において、そのセンサが「湿潤」を読み出した場合、コントローラ109は「湿潤」の指示を維持する。

10

【0042】

幾つかの実施態様において、「乾燥」から「湿潤」へ特定のセンサの読み出しの変更(液体レベルの増加を示す)を指示するように、コントローラ109は遅延を含まない。この非対称の動作は、容器の過充填を回避するために、液体レベルの増加を迅速に示すことが有利である場合がある所定位置補充容器において望ましい場合がある。代わりに、より短い所定期間の遅延(例えば、1秒)を、「乾燥」から「湿潤」へ特定のセンサの読み出しが変化する際に用いることができる。幾つかの実施態様において、コントローラ109は、超音波センサ156の前の読み出しを保存して、超音波センサの1つまたはそれより多くの前の読み出しに基づくヒスチリシスを用いることができる。

20

【0043】

工場の作業者が信号位置から離れて複数の容器の液体レベルを監視することができるよう、コントローラ109の幾つかの実施態様が、外部装置、例えば、製造施設の中に位置する中央コンピュータに液体レベルデータを伝達することが望ましい場合がある。例えば、コントローラ109は、外部装置に連絡するための2ワイヤ出力リンクを提供することができる。係る実施態様において、コントローラ109は、「段階的なアナログ出力」又は量子化された出力を提供して、容器の中の液体レベルを伝達することができる。例えば、固定された電圧(又は電流)の段階は、各超音波センサ156に対応する出力であることができる。例えば、最下部の超音波センサ(例えば超音波センサ1561)が液体を検知する場合、容器の中の最も低い液体レベルに対応する第一の電圧(又は電流)を、コントローラ109により出力することができる。この電圧(又は電流)を、液体を検知する超音波センサ1561の上方の各センサに関して固定された段階ごとに増加させることができる。1つの例示的な実施態様において、段階的なアナログ出力は、12個の超音波センサ156に亘って4~20mAである。別の例示的な実施態様において、段階的なアナログ出力は、他の電圧又は電流の範囲が可能である(例えば0~5ボルト等)が、12個の超音波センサ156に亘って0~10Vである。幾つかの実施態様において、段階的なアナログ出力のタイプ(例えば、電圧又は電流)は、例えば、コントローラ109が電気的に連結される装置のタイプ、又はコントローラ109が動作する環境に基づいて、使用者により選択することができる。例えば、実際には、段階的なアナログ電流出力は、幾つかの動作環境において、段階的なアナログ電圧出力よりノイズに対する感受性がより低い可能性がある。

30

【0044】

段階的なアナログ出力又はデジタル出力を発生させるように出力を与え、コントローラ109を構成することは、容器159が用いられるシステム内の他の構成要素が、2ワイヤインターフェースのみを用いて容器159内の流体レベルに関する情報を受信することを可能にする。これは、超音波センサ156の各々に関して少なくとも1つの出力信号ワイヤからなることが、出力に関して一般的であった従来技術のセンサプロープシステムを上回る改善である。

40

【0045】

図4は、コントローラ109の電気回路のブロック図を示す。図4に示されるように、コントローラ109は、マイクロコントローラ186とステータスディスプレイ111と

50

を含む。記載されるように、ステータスディスプレイ 111 は、1つ又はそれより多くの LED、LCD スクリーン、又は容器 159 の中の液体レベルを表示するのに適した他のディスプレイのタイプとして実装されることができる。超音波プローブ 100 は、マイクロコントローラ 186 と電気的に連絡しており、例えば、ケーブル 106 及び配線 158 により、超音波センサ 156 及びマイクロコントローラ 186 間の電気信号を伝達する。マイクロコントローラ 186 は、容器 159 の液体レベルを決定する超音波プローブから受信された信号を処理する。マイクロコントローラ 186 は、次いで、決定された液体レベルに基づく指示を表示するステータスディスプレイ 111 を制御する。幾つかの実施態様において、マイクロコントローラ 186 は、例えば、信号出力 192 及びケーブル 190 を介して 1つ又はそれより多くの外部制御装置 188 に電気的に連結される。外部制御装置 188 は、製造施設のコンピュータ若しくはサーバのデータベース若しくは監視アプリケーションであることができ、または具体的な製造装置の制御ユニットであることができる。記載されるように、幾つかの実施態様において、ケーブル 190 は二芯ケーブルであることができ、マイクロコントローラ 186 は、超音波プローブ 100 を介して決定された容器 159 内の液体のレベルに対応する「段階的なアナログ出力」又は量子化された出力を介して、二芯ケーブルで連絡することができる。12 個の超音波センサ 156 及び段階的なアナログ出力電流等の段階的なアナログ出力を用いる実施態様において、段階的なアナログ出力電流は、以下の表 1 に示されるようなものであることができる。

【0046】

【表 1】

10

20

表 1

最も高い「湿潤」センサ	段階的なアナログ出力電流 (mA)
なし	4.0
156l	5.3
156k	6.7
156j	8.0
156i	9.3
156h	10.7
156g	12.0
156f	13.3
156e	14.7
156d	16.0
156c	17.3
156b	18.7
156a	20.0

30

【0047】

代替的な実施態様において、コントローラ 109 は、(イーサネット(登録商標)等の) 標準的な通信リンクを提供して、コントローラ 109 を他のコンピュータ、サーバ、又は製造施設の中のコントローラにつなぎ、1つ又はそれより多くの容器内の液体レベルの遠隔での監視を可能にすることができる。このような実施態様において、コントローラ 109 は、容器の中の見積もられた液体レベルを単純に伝達することができ、超音波センサ 156 のうちのどれが液体を検知しているかを報告することができ、超音波センサ 156 の各々のステータスを報告することができ、またはこれらの組み合わせであることができる。このような実施態様において、マイクロコントローラ 186 は、通信モジュールと通信し、標準的な通信リンクのフォーマットにおいてデータを提供することができる(例えば、マイクロコントローラ 186 からイーサネット(登録商標)データパケットにデータをフォーマットするイーサネット(登録商標)通信モジュール)。

40

50

【0048】

請求された発明の原理が、好ましい実施態様に関連して上記で記載される一方、この記載は、ほんの一例であり、請求された発明の範囲を制限しないことが明確に理解されるであろう。

本開示は以下の態様も包含する。

[1] 容器の中に配置されたプローブを用いて容器内の流体の流体レベルを決定し、表示する方法であって、

前記プローブが、バレルの中に配置された複数の超音波センサを有し、

前記複数のセンサの各々が、容器内の異なる流体レベルにおいて配置されており、

前記方法が、

10

(a) 前記複数の超音波センサの第一のセンサに電気パルスを送信することと、

(b) 工程(a)において送信された電気パルスに応答して、第一のセンサから電気信号を受信することと、

(c) 第一のシーケンスにおいて、前記複数の超音波センサの各々で工程(a)を実施することと、

(d) 第一の周波数にて工程(a)を繰り返すことと、

(e) 工程(b)において受信された第一のセンサからの少なくとも1つの電気信号に基づいて、第一の周波数における工程(a)の各々の実施に対する第一のセンサのステータスを決定することであって、前記ステータスが、第一のセンサが配置された流体レベルにおける流体の不在を示す乾燥ステータス、第一のセンサが配置された流体レベルにおける流体の存在を示す湿潤ステータス、及び任意選択的にエラーステータスの群から選択される、ステータスを決定することと、

20

(f) 少なくとも1つの所定の条件が満たされている場合にのみ、工程(e)において決定された第一のセンサのステータスを、工程(e)の直前の実施で決定されたステータスとは異なるステータスに変更することと、

(g) 前記複数の超音波センサの各々で工程(e)～(f)を実施することと、

(h) 工程(g)を繰り返すことと、

(i) 工程(e)～(g)で決定された前記複数の超音波センサの各々のステータスの視覚的表示を表示することと

を含む方法。

30

[2] 前記少なくとも1つの所定の条件が、第1のセンサでの工程(b)の逐次的な実施の間に、第1のセンサから、全てが同じステータスを示す複数の電気信号を受信することを含む、上記態様1に記載の方法。

[3] 前記少なくとも1つの所定の条件が、第1のセンサでの工程(b)の逐次的な実施の間に、第1のセンサから、所定の期間に亘って全てが同じステータスを示す複数の電気信号を受信することを含む、上記態様1に記載の方法。

[4] 前記所定の期間は、第1のセンサのステータスが湿潤ステータスから乾燥ステータスに変化している場合は第1の所定の期間であり、第1のセンサのステータスが乾燥ステータスから湿潤ステータスに変化している場合は第2の所定の期間であり、第1の所定の期間は第2の所定の期間よりも長い、上記態様3に記載の方法。

40

[5] 第1のセンサのステータスの変化が湿潤ステータスから乾燥ステータスである場合に、工程(f)を実施することだけを更に含む、上記態様1に記載の方法。

[6] 前記所定の期間が少なくとも5秒である、上記態様3に記載の方法。

[7] 工程(f)が、工程(b)で受信された第1センサからの電気信号が乾燥ステータスを示し、かつ、第1のセンサの上方の流体レベルにて配置された前記複数のセンサのうちのいずれかが、その時点で湿潤ステータスであると決定された場合に、第一のセンサのステータスがエラーステータスであると決定することを含む、上記態様1に記載の方法。

。 [8] 容器内の流体のレベルを決定することを含むシステムであって、前記システムが

50

コントローラと、

容器と、取り付け組立品から下側に延在するバレルと、前記バレルの中に配置された複数の超音波センサとに設置されるように適合された取り付け組立品を含む超音波プローブであって、前記複数の超音波センサの各々が前記コントローラに電気的に結合されており、かつ、前記コントローラから送信された電気信号を受信し、前記コントローラから送信された電気信号に応答して音波を放出し、音波を検出し、検出された音波を示す電気信号を前記コントローラに伝送するように適合されており、前記超音波プローブが、前記容器に挿入されるように成形され、構成されている、超音波プローブと、

前記コントローラに電気的に結合されたディスプレイとを含み、

前記コントローラは、第一の周波数で電気パルスを送信し、かつ、第一のシーケンスにおいて前記複数の超音波センサの各々に対して電気パルスを方向付けるように作動的に構成されており、

前記コントローラは、前記複数の超音波センサの各々から伝送された電気信号に基づいて、前記複数の超音波センサのセンサから受信された伝送された電気信号が、容器内の流体レベルがそのセンサの位置より下であること示すことを意味する乾燥ステータスと、前記複数の超音波センサのセンサから受信された伝送された電気信号が、容器内の流体レベルがそのセンサの位置以上であることを示すことを意味する湿潤ステータスとを含む、前記複数の超音波センサの各々のステータスを決定するように作動的に構成されており、

前記コントローラは、前記ディスプレイに前記複数の超音波センサの各々に関する乾燥ステータス又は湿潤ステータスの視覚的表示を提供するように作動的に構成されており

10

前記コントローラは、前記複数の超音波センサの各々から逐次的に伝送された電気信号を比較するように作動的に構成されており、

前記コントローラは、少なくとも1つの所定の基準が満たされた場合にのみ、湿潤ステータスから乾燥ステータスへ前記複数の超音波センサのうちのいずれか1つに関する視覚的表示を変更するように作動的に構成されている、システム。

[9] 前記少なくとも1つの所定の基準が、所定の期間の間の前記複数の超音波センサのうちの1つからの電気信号の全ての伝送が、前記複数の超音波センサのうちのその1つに関して乾燥ステータスを示すことを含み、前記所定の期間は、前記所定の期間の間に、複数の電気パルスが前記コントローラから前記複数の超音波センサのうちの1つに送信されることを可能にするのに十分に長い、上記態様8に記載のシステム。

30

[10] 前記ステータスがエラーステータスを更に含み、

前記コントローラが、前記複数の超音波センサのうちのいずれか1つの上方に配置された、前記複数の超音波センサのうちのいずれかのステータスが湿潤ステータスである場合に、前記複数の超音波センサのうちの概1つに関する視覚的表示を乾燥ステータスからエラーステータスに変更するように作動的に構成されている、上記態様8に記載のシステム。

。 [11] 前記バレルが、

上部開口部と、下部開口部と、側壁と、前記側壁に配置された側面開口部とを有する外管と、

40

前記外管に連結された内管とを含み、

前記内管が、上部開口部と、下部開口部と、側壁とを含み、

前記内管の上部開口部が、前記外管の側面開口部と揃えられており、

前記内管の下部開口部が、前記外管の下部開口部と揃えられており、

前記内管が管路を画定しており、

内容積が、前記内管の側壁と前記外管の側壁との間に位置しており、前記複数の超音波センサの少なくとも一部が、前記内容積の中に配置されている、上記態様8に記載の方法。

。 [12] 第一のシールドと、第二のシールドと、複数の導体とを含む多芯シールドケーブルであって、前記第一のシールドが外部シールドを含み、前記複数の導体の各々が個別

50

に絶縁されているが、個別に遮蔽されていない多芯シールドケーブルを更に含む、上記態様 8 に記載の方法。

[1 3] 容器内の流体のレベルを決定することを含むシステムであって、前記システムが、

コントローラと、

容器と、取り付け組立品から下側に延在するバレルと、前記バレルの中に配置された複数の超音波センサとに設置されるように適合された取り付け組立品を含む超音波プローブであって、前記複数の超音波センサの各々が前記コントローラに電気的に結合されており、かつ、前記コントローラから送信された電気信号を受信し、前記コントローラから送信された電気信号に応答して音波を放出し、音波を検出し、検出された音波を示す電気信号を前記コントローラに伝送するように適合されており、前記超音波プローブが、前記容器に挿入されるように成形され、構成されている、超音波プローブとを含み、

前記コントローラは、第一の周波数で電気パルスを送信し、かつ、第一のシーケンスにおいて前記複数の超音波センサの各々に対して電気パルスを方向付けるように作動的に構成されており、

前記コントローラは、前記複数の超音波センサの各々から第一の周波数において電気信号を受信し、かつ、前記複数の超音波センサの各々から逐次的に伝送された電気信号を比較するように作動的に構成されており、

前記コントローラは、前記複数の超音波センサの各々から伝送された電気信号に基づいて、前記容器内の流体レベルを決定するように作動的に構成されており、

前記コントローラは、前記コントローラとの電気通信において 1 つ又はそれより多くの外部装置に伝達するための出力信号を発生させるように動作可能に構成されており、前記出力信号が、前記コントローラにより決定された前記容器内の流体レベルを表している、システム。

[1 4] 前記出力信号が、段階的なアナログ出力である、上記態様 1 3 に記載のシステム。

[1 5] 前記段階的なアナログ出力が前記流体レベルに対して直接的に比例する電流を有する、上記態様 1 4 に記載のシステム。

[1 6] 前記段階的なアナログ出力が、前記流体レベルに対して直接的に比例する電圧を有する、上記態様 1 4 に記載のシステム。

[1 7] 前記出力信号が、前記流体レベルに対して直接的に比例するデジタル出力である、上記態様 1 3 に記載のシステム。

[1 8] 2 ワイヤインターフェースが、前記コントローラと前記 1 つ又はそれより多くの外部装置との間の電気通信を提供し、前記コントローラが、前記 2 ワイヤインターフェースを通じて出力信号を発生させるように作動的に構成されている、上記態様 1 3 に記載のシステム。

[1 9] 内容積と外径とを有する超音波プローブであって、前記超音波プローブが、外部シールドを含む第一のシールドと、第二のシールドと、複数の導体であって、その各々が、個別に絶縁されているが個別に遮蔽されていない複数の導体とを含む、多芯シールドケーブルと、

前記内容積の中に配置された複数の超音波センサとを含み、

前記外径が、21.0 mm 以下であり、

前記複数の超音波センサの各超音波センサが、前記複数の導体のうちの別個の 1 つと、第一のシールドとに電気的に接続されており、第二のシールドが、前記多芯シールドケーブルの接地パスを含む、超音波プローブ。

[2 0] 前記第二のシールドが、多芯シールドケーブルのアース接地パスを含む、上記態様 1 9 に記載の超音波プローブ。

[2 1] 前記第二のシールドが、前記多芯シールドケーブルの最外シールドである、上記態様 1 9 に記載の超音波プローブ。

10

20

30

40

【図1A】

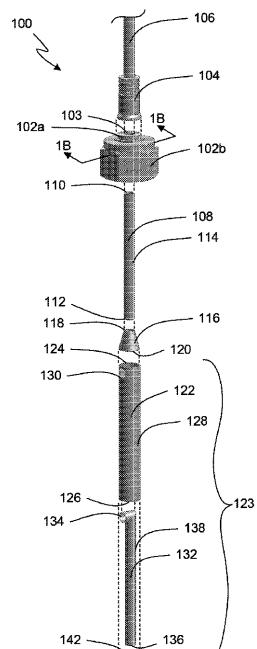


Figure 1A

【図1B】

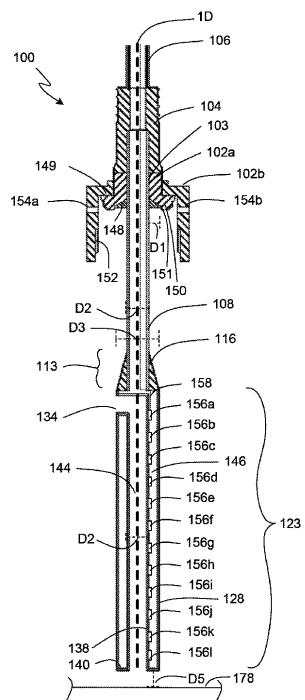


Figure 1B

【図2A】

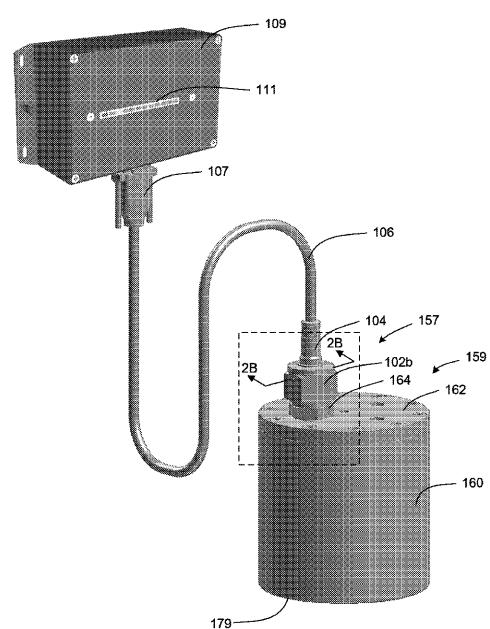


Figure 2A

【図2B】

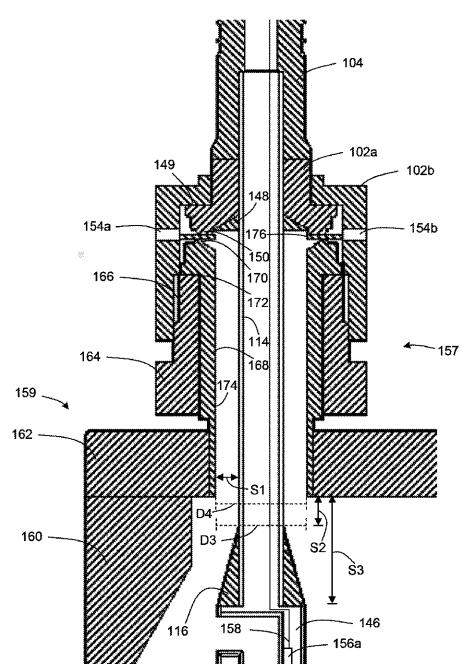
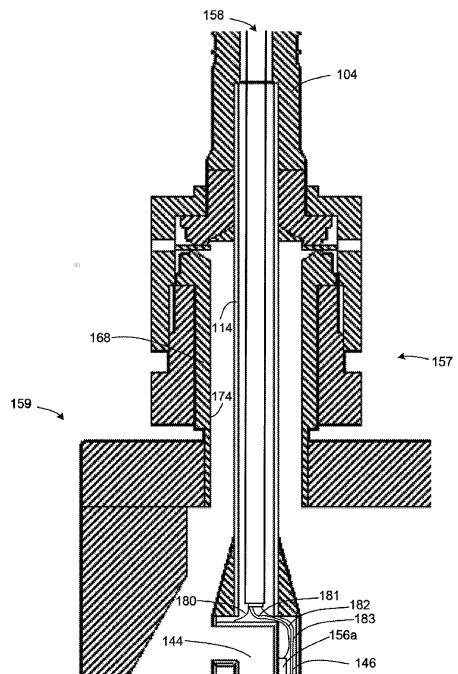


Figure 2B

【図3】



【図4】

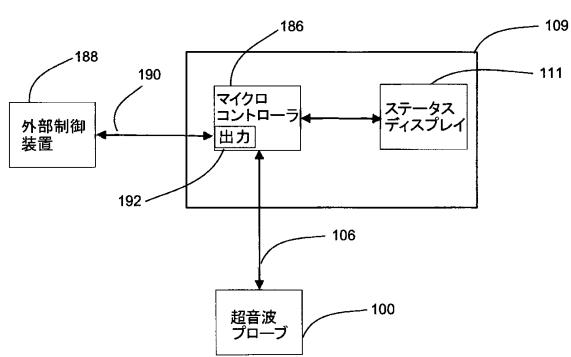


Figure 4

フロントページの続き

(74)代理人 100173107

弁理士 胡田 尚則

(74)代理人 100128495

弁理士 出野 知

(74)代理人 100195213

弁理士 木村 健治

(72)発明者 チャールズ マイケル パーッチャー

アメリカ合衆国, カリフォルニア 92082, バレー センター, ローリング ヒルズ ドライブ 30653

(72)発明者 トーマス アンドリュー ステイドル

アメリカ合衆国, カリフォルニア 92025, エスコンディード, アナハイム ストリート 2928

審査官 大森 努

(56)参考文献 特開平08-173434(JP, A)

特開2003-299648(JP, A)

特開昭57-004519(JP, A)

特開2013-169342(JP, A)

特開2007-188737(JP, A)

米国特許出願公開第2006/0184033(US, A1)

特表平07-502339(JP, A)

実開昭59-155522(JP, U)

特開平05-223619(JP, A)

特開平08-122128(JP, A)

米国特許第04063457(US, A)

米国特許第04077022(US, A)

特開平09-089625(JP, A)

特開2002-148093(JP, A)

実開平01-081526(JP, U)

特開2009-041991(JP, A)

特開2008-203205(JP, A)

米国特許出願公開第2010/0257931(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 23/292 - 23/296,

A61B 8/00 - 8/15