

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5342608号
(P5342608)

(45) 発行日 平成25年11月13日(2013.11.13)

(24) 登録日 平成25年8月16日(2013.8.16)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 B 17/02 (2006.01) G O 1 B 17/02 B

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-156181 (P2011-156181)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成23年7月15日(2011.7.15)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2012-27020 (P2012-27020A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(43) 公開日	平成24年2月9日(2012.2.9)		クタデイ、リバーロード、1番
審査請求日	平成24年10月15日(2012.10.15)	(74) 代理人	100137545
(31) 優先権主張番号	12/840, 485		弁理士 荒川 聡志
(32) 優先日	平成22年7月21日(2010.7.21)	(74) 代理人	100105588
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小倉 博
早期審査対象出願		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	マシュー・クローン
			アメリカ合衆国、ペンシルバニア州、ルイ
			スタウン、インダストリアル・パーク・ロ
			ード、50番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 材料厚みを測定する装置及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軟質回路材料を含む基材と、
 該基材に配設されたはんだ層と、
 該はんだ層を介して前記基材に結合され、セラミックを含み、前記はんだ層を覆う圧電素子と、

前記圧電素子の3つの表面上に配置された導電体を備え、前記圧電素子の3つの表面のうち少なくとも1つの領域を覆う巻き付けタブと、
 を備えた圧電センサ装置であって、

前記基材、前記はんだ層、及び前記圧電素子は、3mmを超えない外形高さを有する成層構造として構成され、

前記基材は、120℃を超える動作温度に適合する材料を含み、

前記基材の内部に接地プレーンを備える、

対象物の厚さを測定するための圧電センサ装置。

【請求項 2】

前記基材及び前記セラミックは、前記はんだ層を加工するのに用いられるリフロー温度に適合する、請求項1に記載の圧電センサ装置。

【請求項 3】

前記セラミックはNavy Type II材料を含んでいる、請求項1に記載の圧電センサ装置。

【請求項 4】

10

20

前記基材はポリアミド系フィルムを含んでいる、請求項 1 に記載の圧電センサ装置。

【請求項 5】

軟質回路材料を含む基材と、

該基材に配設されたはんだ層と、

該はんだ層を介して前記基材に結合され、セラミックを含み、前記はんだ層を覆う圧電素子と、

を備えた圧電センサ装置であって、

前記基材、前記はんだ層、及び前記圧電素子は、3 mmを超えない外形高さを有する成層構造として構成され、

前記基材は、120 を超える動作温度に適合する材料を含み、

前記基材は、T字形幾何学的形状を有する電極を備えた区域を含んでおり、前記圧電素子は、前記はんだ層により前記区域に固定され、

前記基材の内部に接地プレーンを備える、

対象物の厚さを測定するための圧電センサ装置。

10

【請求項 6】

前記圧電素子の少なくとも一部の周りに配設された巻き付けタブをさらに含んでいる請求項 5 に記載の圧電センサ装置。

【請求項 7】

前記圧電素子に配設された金めっきをさらに含んでいる請求項 5 に記載の圧電センサ装置。

20

【請求項 8】

前記基材の前面に配設された 1 又は複数のケーブル接続をさらに含んでおり、前記圧電素子は前記基材の背面に配設され、前記 1 又は複数のケーブル接続は、前記圧電素子、及び前記 1 又は複数のケーブル接続に固定された 1 又は複数のケーブルに対する入出力を導通させるように構成されている、請求項 5 に記載の圧電センサ装置。

【請求項 9】

前記基材に組み入れられて、前記圧電素子及び前記基材の自由端に結合される導体をさらに含んでいる請求項 5 に記載の圧電センサ装置。

【請求項 10】

前記自由端において前記導体に結合されて、前記圧電素子に対する入出力をやり取りするコネクタをさらに含んでいる請求項 9 に記載の圧電センサ装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本書に開示される主題は、超音波トランスデューサを用いて材料厚みを測定することに関し、一実施形態では、軟質回路材料及び圧電セラミックを含む圧電センサ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

幾つかの産業（例えば石油及びガス、精製、化学、発電）は、管（パイプ）を通した流体（例えば液体又はガス）の輸送を必要とする。管壁内面の腐蝕／浸蝕を含めた管の腐蝕／浸蝕を監視するために、非破壊試験システムをこれらの管の外面に載置することができる。これらのシステムは通常、経時的な手動検査の一部として具現化されており、この検査では管壁の厚み及び厚みの変化を時間にわたって監視する。幾つかの例では、プローブ又は他の非破壊試験装置が管の外面に常置結合されて、当該位置での腐蝕／浸蝕を連続監視して管の腐蝕／浸蝕速度を決定すると共に、この管位置が管破損を防ぐための予防保守を必要としているか否かを決定する。

40

【0003】

管の腐蝕／浸蝕を監視するのに用いられる非破壊試験システムの一例が、超音波試験シ

50

ステムである。管の超音波試験を行なうときには、超音波パルスが管の外面に結合されたプローブから放出されて、管壁を通過する。超音波パルスが管壁に入射して管壁を通過するのに伴い、パルスが管の外表面、管壁の内部構造、及び管壁の裏面壁と相互作用するため、エコーと呼ばれる様々なパルス反射がプローブに帰投反射する。エコー信号は、エコー振幅を縦トレース及び飛行時間又は距離を横トレースとして表わすことにより画面に表示され得る。超音波パルスの送信とエコーの受信との間の時間差を追跡することにより、管壁厚みを含めた管の様々な特性を決定することができる。超音波試験システムの位置での管壁の厚みが経時的に減少している場合（例えば裏面壁エコーの飛行時間の減少として示される）には、この減少を腐蝕／浸蝕の指標とすることができる。

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

様々な因子が装置の構成に影響し、特にこれらの非破壊試験システムに用いられる材料に影響する。例えば幾つかの応用での動作温度のような動作条件が、ポリビニリデンフルオリド（P V D F）の共重合体（例えばP（V D F - T r F E））のような材料の限界温度を超える場合がある。また、製造時の幾つかの加工ステップに関連する温度を含めた加工条件が限定因子となる。さらに、微小欠陥及び材料厚みの微小変化に対する精度及び感度のような性能因子が、特定の材料及びこれらの材料の組み合わせの利用を除外する他の因子となる。しかしながら、各材料の何らかの構成を用いて性能の改善を達成し得ても、これらの構成はしばしば、得られる装置の応用可能性を限定する物理的特性（例えば高さ

20

【0005】

従って、性能及び物理的特徴が改善されているばかりでなく、高温の動作温度及び高温の工程温度に対応するように構成されている超音波試験及び材料厚み測定に適した装置を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

一実施形態では、圧電センサ装置が、基材と、基材に配設されたはんだ層と、はんだ層を介して基材に結合された圧電素子とを含んでおり、圧電素子はセラミックを含んでいる。この圧電センサ装置の一例では、基材、はんだ層、及び圧電素子は、3 mmを超えない

30

外形高さを有する成層構造として構成される。この圧電センサ装置の一例では、基材は120 mmを超える動作温度と両立する材料を含んでいる。

【0007】

もう一つの実施形態では、目標物の材料厚みを測定する測定システムが提供される。この測定システムは、T字形幾何学的形状の電極を備えた区域を有する軟質回路材料を含む基材を含んでいる。この測定システムはまた、電極に配設されたはんだ層と、はんだ層に配設された圧電素子とを含んでいる。圧電素子は、第一の電極と、第二の電極と、第一の電極及び第二の電極の各々に結合された巻き付けタブ（wrap tab）とを有するセラミック本体を含んでいる。この測定システムはさらに、圧電素子に対する入出力を導通させる接続を含んでいる。この測定システムの一例では、軟質回路材料、はんだ層、及び圧電素子は、3 mmを超えない外形高さを有する成層構造として構成される。

40

【0008】

さらにもう一つの実施形態では、目標物の材料厚みを監視する装置が提供される。この装置は、目標物に固定されたトランスデューサ・アレイと、トランスデューサ・アレイに結合された機器とを含んでいる。この装置の一例では、トランスデューサ・アレイは圧電センサ装置を含んでいる。この装置の一例では、圧電センサ装置は、軟質回路材料と、はんだ層と、はんだ層を介して軟質回路材料に結合されたセラミック本体とを有する成層構造を含んでいる。この装置の一例では、成層構造は、3 mmを超えない外形高さを有する

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 0 9 】

本発明の各特徴が理解され得るような態様で、一部が添付図面に示されている幾つかの実施形態を参照して本発明の詳細な説明を掲げる。但し、図面は本発明の幾つかの実施形態のみを示し、従って、本発明の範囲は他の同等に実効的な実施形態を包含するため図面は発明の範囲を限定しないものと考えられることを特記しておく。図面は必ずしも縮尺通りではなく、一般的には、本発明の幾つかの実施形態の特徴を説明することに重点を置いている。従って、本発明のさらに十分な理解のために、以下の詳細な説明を図面と共に読んで参照することができる。

【図 1】測定システムの実施形態の一例の概略図である。

【図 2】圧電センサ装置の実施形態の一例の展開組立図である。

10

【図 3】図 2 の圧電センサ装置の側面断面組立図である。

【図 4】圧電センサ装置のもう一つの実施形態の例の前面図である。

【図 5】図 4 の圧電センサ装置の側面断面図である。

【図 6】圧電センサ装置のさらにもう一つの実施形態の例の前面図である。

【図 7】図 6 の圧電センサ装置の側面断面図である。

【図 8】図 2 ~ 図 5 の圧電センサ装置のような圧電センサ装置の具現化形態の概略図である。

【図 9】図 2、図 3、図 6 及び図 7 の圧電センサ装置のような圧電センサ装置のもう一つの具現化形態の概略図である。

【発明を実施するための形態】

20

【 0 0 1 0 】

図面を参照すると、図 1 には感度を高めて構成を改善した測定システム 10 の実施形態の一例が示されており、この構成は、例えば 120 よりも高い動作温度において、他の測定システムでは接近が限定されているような区域での測定システム 10 の具現化に有利である。測定システム 10 は、トランスデューサ・アレイ 12 と、接続 16 を介してトランスデューサ・アレイ 12 に結合されて動作する機器 14 とを含み得る。トランスデューサ・アレイ 12 は、基材 22 に結合されている圧電素子 20 を各々有する 1 又は複数のセンサ素子 18 を含み得る。

【 0 0 1 1 】

トランスデューサ・アレイ 12 は、内部を輸送される流体によって腐蝕及び浸蝕を生じ得る管（パイプ）、チューブ、及び関連するコンジットのような目標物に配設され得る。トランスデューサ・アレイ 12 の配設は、圧電素子 20 によって発生される超音波信号が目標物の材料に入射することを可能にする。これらの超音波信号は材料の表面等によって反射されて、反射信号が圧電素子 20 によって検出される。

30

【 0 0 1 2 】

一実施形態では、機器 14 は、接続 16 を介して圧電素子 20 に印加される波形パルス（一般に「入力」）を発生する超音波試験ユニット 24 を含み得る。波形パルスは、圧電素子 20 に機械的な変化（例えば寸法変化）を生じ得る。この変化が音波を生ずることができ、音波は目標物の材料を透過する。反対に、圧電素子 20 は、被検材料から反射した音波が圧電素子 20 の表面に接触するときに電圧差を発生する。この電圧差が、超音波試験ユニット 24 又は他の信号処理電子回路によって受波信号（一般に「出力」）として検出される。

40

【 0 0 1 3 】

超音波試験ユニット 24 は、圧電素子 20 によって発生される波形パルスの振幅、タイミング及び送信系列を決定するのに有用な様々な制御手段を含み得る。波形パルスは一般的には、周波数レンジが約 5 MHz ~ 約 20 MHz にある。波形パルスの送信と受波信号の受信との間の差を追跡して反射波の振幅を測定することにより、材料の様々な特性を決定することができる。一例では、目標物の材料の厚み及びあらゆる対応する厚みの変化を飛行時間型解析を用いて決定することができ、この方法の主題についてはトランスデューサ及び関連分野の技術者には認められよう。

50

【 0 0 1 4 】

一実施形態では、センサ素子 1 8 は別々に配置されて、個別のセンサ・ユニットとして構築される。これら個別のユニットと超音波試験ユニット 2 4 との間の通信は接続 1 6 によって容易になり、一構成では、接続 1 6 は複数のケーブル（図示されていない）を有する。これらのケーブルはセンサ素子 1 8 の各々に結合される。例示的なケーブルとしては、同軸ケーブル及び光ファイバがあり、また単一及び複数の銅線、並びに / 又は本書で思量されるように圧電素子 2 0 に対する入出力（例えば波形パルス及び受波信号）を導通させ得る関連する材料を含み得る。

【 0 0 1 5 】

もう一つの実施形態では、センサ素子 1 8 は、ここの例では参照番号 2 6 に全体的に示す共通の基材に配置される。この配置は、共通基材 2 6 に配設される圧電素子 2 0 の 1 又は複数によって画定される。センサ素子 1 8 の圧電素子 2 0 は、例えば材料片に沿って互いから隔設されることができ、以下の 1 又は複数の実施形態において議論されるように、この材料は目標物の形状に適合し得る軟質回路材料を含み得る。一例では、軟質回路材料に導体が組み入れられ、各々の導体が圧電素子 2 0 及び共通基材 2 6 の端部において終端する。接続 1 6 は 1 又は複数のコネクタ（図示されていない）を含むことができ、これらのコネクタは導体に結合されて、自由端に組み入れられてもよいし他の場合には自由端に装着されてもよい。コネクタは、対を成すコネクタ、又は超音波試験ユニット 2 4 から延在する同軸ケーブル束のような他の装置に結合され得る。この組み合わせによって、圧電素子 2 0 と機器 1 4 との間で入出力をやり取りすることができる。

【 0 0 1 6 】

トランスデューサ・アレイ 1 2 でのセンサ素子 1 8 の数は様々であってよく、一構成では数は 1 ~ 2 0 にわたり得る。一つの特定の例では、数は 1 4 である。数の代替的な選択は、被検目標物の寸法、目標物でのセンサ素子 1 8 の好ましい間隔、及び検出される欠陥の形式の任意の一つ又は組み合わせに基づき得る。共通基材 2 6 と共に具現化されるときに、圧電素子 2 0 の近似的な中心間の間隔は約 1 0 mm ~ 約 1 0 0 mm にわたり得る。また、センサ素子 1 8 が個別型ユニットとして構成されているような具現化形態では、各々のセンサ素子 1 8 が、トランスデューサ・アレイ 1 2 のセンサ素子 1 8 の他のものと独立に目標物に位置し得る。すると、隣り合った圧電素子 2 0 の間隔、及び目標物の各特徴（例えば端辺）に対する圧電素子 2 0 の位置は、所望に応じてセンサ素子 1 8 の各々について最適化され得る。

【 0 0 1 7 】

トランスデューサ・アレイ 1 2 はリニア・アレイ（例えばセンサ素子 1 8 が単一の横列及び 1 又は複数の縦列を形成する）として示されているが、他の構成も思量される。一実施形態では、トランスデューサ・アレイ 1 2 は、1 又は複数の横列及び 1 又は複数の縦列を成すセンサ素子 1 8 を含み得る。もう一つの実施形態では、センサ素子 1 8 は、横列及び縦列のアレイとは異なる編成で構成される。例として述べると、トランスデューサ・アレイ 1 2 の一つの編成は、センサ素子 1 8 の第一の列とセンサ素子 1 8 の第二の列とを含むことができ、第二の列は第一の列に対して垂直な関係に配置され、従って「T」字形を形成する。

【 0 0 1 8 】

ここでセンサ素子 1 8 の構成に着目して図 2 及び図 3 を参照する。同図には、図 1 のセンサ素子 1 8 の 1 又は複数として配置され得る圧電センサ装置 1 0 0 の実施形態の一例が示されている。一実施形態では、圧電センサ装置 1 0 0 は、基材 1 0 2 と、セラミック本体 1 0 6 を備えた圧電素子 1 0 4 とを含み得る。セラミック本体 1 0 6 は、当該セラミック本体 1 0 6 に付着される金めっき又は同等の伝導性材料で構築される電極 1 0 8 と接地 1 1 0 と巻き付けタブ 1 1 2 とを備えて構成され得る。基材 1 0 2 は、この例では第一の層 1 1 6 及び第二の層 1 1 8 を備えて図示されている軟質回路材料 1 1 4 を含むことができ、さらに圧電素子 1 0 4 を受け入れるように構成されている受け入れ域 1 2 0 を備えている。受け入れ域 1 2 0 は、例えば電極 1 0 8 及び接地 1 1 0 に接続する電極 1 2 2 を有

10

20

30

40

50

し得る。電極 1 2 2 は、第一の電極又は接地電極 1 2 4 と、第二の電極又は高温電極 1 2 6 とを含み得る。電極 1 2 2 は、電極 1 2 2 と電極 1 2 2 との間の隔離用間隙 1 3 0、及び/又は電極 1 2 2 の一方又は両方に適用される形状幾何的構成 1 3 2 によって画定される電極幾何学的形状 1 2 8 に適合し得る。一例では、形状幾何的構成 1 3 2 は高温電極 1 2 6 については T 字形幾何学的形状 1 3 4 を含んでいる。

【 0 0 1 9 】

一実施形態では、圧電センサ装置 1 0 0 はまた、スズ、鉛、銀、ピスマス、及びインジウムのような 1 又は複数の材料を含むはんだ層 1 3 6 を含み得る。はんだ層 1 3 6 は組み立て時に付着されて、基材 1 0 2 の受け入れ域 1 2 0 に圧電素子 1 0 4 を結合するために用いられる。組み立て時には、基材 1 0 2、圧電素子 1 0 4、及びはんだ層 1 3 6 の組み合わせが外形高さ P の成層構造 1 3 8 として構成される。圧電センサ装置 1 0 0 の各実施形態は、外形高さ P が約 7 mm を超えないように構成されることができ、一例では外形高さが約 0 . 2 5 mm ~ 約 1 mm となるように構成されることができ、これらの値は従来装置よりも小さく、従来構成の測定装置では一般に接近可能でなかった箇所での圧電センサ装置 1 0 0 の利用を可能にする。

10

【 0 0 2 0 】

セラミック本体 1 0 6 に用いられる材料は、例えばはんだ層 1 3 6 のリフローに要求されるリフロー温度のような組み立て時の加工条件との両立性を含めた材料の特性について選択される。これらのリフロー温度は典型的には、2 0 0 を上回り、工程の一例ではリフロー温度は約 2 2 0 である。考慮すべき他の特性として、限定しないが材料の誘電率があり、セラミック本体 1 0 6 に選択される材料は、圧電素子 1 0 4 の全体寸法を最小にしつつ良好な電気インピーダンス整合を与える誘電率を有すべきである。これらの寸法は、例えば約 3 mm x 約 5 mm の図 2 の矩形の寸法を含むが、長さ及び幅はそれぞれ約 2 mm ~ 約 8 mm にわたり得る。他の例では、圧電素子 1 0 4 の形状は、方形、円、及び/又は長円を含み得る。上で議論した外形高さ P に関して述べると、圧電素子 1 0 4 は、全厚が約 0 . 1 mm ~ 約 1 mm となるように形成されることがさらに思量される。

20

【 0 0 2 1 】

一実施形態では、Navy Type II 材料及び関連するセラミックス（例えばチタン酸ジルコン鉛圧電性物質）のような圧電セラミックスを用いることが望ましい場合もあるが、類似の特性及び組成を有する他の材料も同様に思量され利用され得る。セラミック本体 1 0 6 （一般的には圧電素子 1 0 4 ）を構築する目的のために、一例では、Navy Type II 材料塊をダイス加工して 0 . 6 mm 程度の厚みを有するプレートにする。これらのプレートは、結果として得られるプレートの厚みが約 0 . 2 mm となるように仕上げ研削作業によって仕上げ加工され得る。線状研削（linear grinding）、ラップ仕上げ、及び裏面研削は全て許容可能な仕上げ研削作業である。この後に、プレートを切断して幅が約 9 mm の材料片とし、電極を形成し、極性を調整して、試験することができる。スパッタリングのようなめっき作業を用いて金（Au）めっきを付着させ、仕上がったプレートをダイス加工して個別の圧電素子（例えば圧電素子 1 0 4 ）を形成することができる。一例では、単一の Navy Type II 材料の単一の塊から約 2 8 8 0 個の圧電素子 1 0 4 が得られる。尚、電極 1 2 2 は幾つかの付着、エッチング、スパッタリング、並びに本開示の範囲及び主旨の範囲内で認められる関連する加工手法及び工程を用いて形成され得ることを認められよう。

30

40

【 0 0 2 2 】

軟質回路材料 1 1 4 の各層（例えば第一の層 1 1 6 及び第二の層 1 1 8 ）は、ポリアミド系フィルムのような材料、並びにポリエステル（PET）、ポリイミド（PI）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、及びポリエーテルイミド（PEI）の 1 又は複数を含む他の材料及びフィルムを含み得る。各層は共に構築されて、本書で議論する加工条件、動作温度、及び物理的特性（例えば外形高さ P ）と両立する成層体を形成することができる。金属箔等の導電体のような導体を層に含めてもよいし、又は他の例では、電気めっき並びに関連するめっき手法及び付着手法等を用いることにより導体を層に組み入れることもできる。これらの導体は電極 1 2 2 まで延在し、また基材 1 0 2 の周辺の各辺及び各区

50

域まで延在し得る。この構成は圧電素子 104 との間でパルス及び電気信号を導通させるのに有用であり、構成の一例については共通基材（例えば図 1 の共通基材 26）に関連して上で議論した。

【0023】

次に図 4～図 7 を参照すると、圧電センサ装置 200（図 4 及び図 5）並びに圧電センサ装置 300（図 6 及び図 7）の実施形態の例が掲げられている。以下の議論の目的のために、図 2～図 7 の間で 100 番ずつ増加している以外では類似している参照番号（例えば参照番号 100 は図 4 及び図 5 では 200 となり、200 は図 6 及び図 7 では 300 となる）を用いて類似の構成要素を示す。圧電センサ装置 200 及び 300 は、上で図 1 に関連して議論されたトランスデューサ・アレイ 12 の構成の 1 又は複数における具現化に有用である。

10

【0024】

例えば図 4 及び図 5 に示す圧電センサ装置 200 は、センサ素子 18 の各々が個別のユニットとして構成されているトランスデューサ・アレイ 12（図 1）の構成に関連して用いるのに適している。一実施形態では、圧電センサ装置 200 は、基材 202 と圧電素子 204 とを含み得る。基材 202 は受け入れ域 220 を備えた軟質回路材料 214 を含むことができ、受け入れ域 220 に圧電素子 204 が配置される。受け入れ域 220 は、接地電極 224 及び高温電極 226 を含む電極 222 を有し得る。はんだ層 236 が、当技術分野では認められるスクリーン印刷手法を用いて電極 222 の 1 又は複数に配設され得る。

20

【0025】

軟質回路材料 214 は前面 240 及び背面 242 を含むことができ、背面 242 に電極 222 が位置する。圧電センサ装置 200 はまた、ケーブル接続パッド 246 及び歪み逃げ 248 を備えた 1 又は複数のケーブル接続 244 を含む得る。ケーブル接続パッド 246 は、接地パッド 250 及び高温パッド 252 を含むことができ、各々が 1 又は複数のビア 254 を介して接地電極 224 及び高温電極 226 にそれぞれ結合される。ビア 254 は軟質回路材料 214 を通って延在し、これにより前面 240 のケーブル接続パッド 246 を背面 242 の電極 222 に結合する。一例では、接地プレーン 256 も軟質回路材料 214 に組み入れられる。接地プレーン 256 は、接地電極 224 及び接地パッド 250 に結合される。

30

【0026】

図 6 及び図 7 に示すような圧電センサ装置 300 は、トランスデューサ・アレイ 12（図 1）が共通基材（例えば共通基材 26（図 1））を用いるときに具現化され得る。一実施形態では、圧電センサ装置 300 は基材 302 及び圧電素子 304 を含む得る。基材 302 は、圧電素子 304 を受け入れるように構成されている 1 又は複数の受け入れ域 320 を備えた軟質回路材料 314 を含む得る。受け入れ域 320 は、接地電極 324 及び高温電極 326 を含む電極 322 を有し得る。また、はんだ層 336 が、圧電素子 304 を電極 322 に固定させるために含まれている。

【0027】

圧電センサ装置 300 は、複数の導体 360 を組み入れた共通基材 358 を含む得る。導体 360 は高温導体 362 及び接地導体 364 を含むことができ、各々が共通基材 358 の自由端 366 から延在するものとして図示されている。自由端 366 には、導体 360 の各々に結合される多重ピン・コネクタのようなコネクタ 368 が配設される。コネクタ 368 も同様に、本書で思量されている機器（例えば機器 14（図 1））に付設されるように、対を成すコネクタ（図示されていない）に結合するように構成される。

40

【0028】

ここで、上述の圧電センサ装置 100、200、及び 300 のような圧電センサ装置の具現化形態について議論するために図 8 及び図 9 を参照する。図 8 及び図 9 は、圧電センサ装置 400 及び 500 の実施形態の例をそれぞれ示し、これらの実施形態は上述の測定システムのような測定システムに用いられるように構成され、以下でさらに詳細に説明さ

50

れる。ここでも類似の参照番号を用いて図2～図9の間で類似の構成要素を表わす。但し、本開示の圧電センサ装置の特徴及び概念の幾つかについては図8及び図9に関連して図示又は議論されない場合があるが、かかる特徴及び概念は、圧電センサ装置400及び500にも、これらの装置の実施形態及び派生物にも適用可能であるものと思量される。

【0029】

例えば図8には、複数の圧電センサ装置400が示されており、圧電センサ装置400の各々が基材402及び圧電素子404を含み得る。基材402は、接地電極424、高温電極426を備えた軟質回路材料414と、圧電素子404を基材402に固定するのに用いられるはんだ層436とを含み得る。軟質回路材料414は前面440及び背面442を含んでいる。一実施形態では、圧電センサ装置400は測定システム470の一部として具現化され、測定システム470は、トランスデューサ・アレイ472と、機器474と、圧電素子404に結合されている1又は複数のケーブル478のような接続476とを含み得る。測定システム470はまた、ケーブル478をまとめて、一例では機器474及びトランスデューサ・アレイ472の圧電センサ装置400に対する信号をやり取りする中央ハブとして動作する接続端子480を含み得る。

10

【0030】

一実施形態では、圧電センサ装置400は、基材402の背面442に配設された接着剤のような接触媒質(カプラント)486を用いて目標物484の表面482に固定される。表面482に対する圧電センサ装置400の正しい作用及び結合をさらに確実にするために、保護層490及び締結機構492のような1又は複数の外側構造488を用いることができる。これらの外側構造488は圧電センサ装置400の一部として組み込まれてもよいし、又は一実施形態では、外側構造488は圧電センサ装置400とは別個の1又は複数の部品を含んでいてもよい。外側構造488の各部品の組み立ては、一般的には圧電センサ装置400及び測定システム470の実装及び設置の時点で生じ得る。

20

【0031】

接触媒質486は、図8に示すように基材402の表面に配設されることができ、また圧電素子404に配設され得る。施工時には、圧電素子404の性能の低下を回避するように注意を払うべきである。性能特性に加えて、接触媒質486として用いられる材料は基材402の材料特性及び目標物484の材料特性と適合することが望ましい場合がある。一例では、アクリル系接着剤のような接着剤を名目初期厚みが約1mmである層として施工することができる。同様に許容可能な他の接着剤及び関連する材料としては、限定しないがシアノアクリレート類、エポキシ類、溶剤型接着剤、及び常温流れ接着剤、並びにこれらの組み合わせ及び誘導体がある。

30

【0032】

保護層490を用いて、下層の構造、例えば圧電センサ装置400に対する損傷を防ぐ。材料も同様に電氣的絶縁特性を有することができ、このようにして外部環境からの保護を提供し、また生じ得る電弧、短絡、及び他の電氣的に誘発される故障を防ぐ。保護層490として用いられる材料の例としては、シリコン、ナイロン、ネオプレン、高分子材料、及びこれらの組み合わせ及び誘導体がある。

40

【0033】

締結機構492は、図8に示す帯状構造の形態にあってよい。目標物484が管又は他の円周型装置であるときに、かかる構造は円周の周りに装着され得る。これらの構造は、管の周りの帯の径を縮小することにより圧電センサ装置400に力を加える二次的な締結及び圧迫特徴を組み入れることができる。平坦な構成又は不規則な構成を有する目標物のような他の構成の目標物484のためには、締結機構492は、目標物484の特定の構成向けに設計された装置を備えて構成され得る。これらの装置は、圧電センサ装置400に力を加え得る磁石及び磁化型手段を含み得る。

【0034】

図9を参照すると、圧電センサ装置500が基材502及び圧電素子504を含み得ることが分かる。基材502は接地電極524及び高温電極526を含むことができ、はん

50

だ層 5 3 6 が本書で思量されるようにして含められている。基材 5 0 2 は、コネクタ 5 6 8 を配設した自由端 5 6 6 を備えた共通基材 5 5 8 として構成されている。圧電センサ装置 5 0 0 は測定システム 5 7 0 の一部であり、測定システム 5 7 0 はトランスデューサ・アレイ 5 7 2、機器 5 7 4、及びトランスデューサ・アレイ 5 7 2 と機器 5 7 4 との間に結合された接続 5 7 6 を含み得る。圧電センサ装置 5 0 0 を固定するために接触媒質 5 8 6 が用いられており、さらに保護層 5 9 0 及び締結機構 5 9 2 によって保護が提供されている。一実施形態では、接続 5 7 6 は、コネクタ 5 6 8 及び機器 5 7 4 に結合されている単一のケーブル 5 9 4 を含み得る。単一のケーブル 5 9 4 は、例えばコネクタ 5 6 8 と係合するように構成されている対を成すコネクタ 5 9 6 を含み得る。

【 0 0 3 5 】

10

この書面の記載は、最適な態様を含めて発明の実施形態を開示し、また任意の装置又はシステムを製造して利用すること及び任意の組み込まれた方法を実行することを含めてあらゆる当業者が本発明を実施することを可能にするように実例を用いている。特許付与可能な発明の範囲は特許請求の範囲によって画定されており、当業者に想到される他の実例を含み得る。かかる他の実例は、特許請求の範囲の書字言語に相違しない構造要素を有する場合、又は特許請求の範囲の書字言語と非実質的な相違を有する等価な構造要素を含む場合には、特許請求の範囲内にあるものとする。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 6 】

1 0 : 測定システム

20

1 2 : トランスデューサ・アレイ

1 4 : 機器

1 6 : 接続

1 8 : センサ素子

2 0 : 圧電素子

2 2 : 基材

2 4 : 超音波試験ユニット

2 6 : 共通基材

1 0 0 : 圧電センサ装置

1 0 2 : 基材

30

1 0 4 : 圧電素子

1 0 6 : セラミック本体

1 0 8 : 電極

1 1 0 : 接地

1 1 2 : 巻き付けタブ

1 1 4 : 軟質回路材料

1 1 6 : 第一の層

1 1 8 : 第二の層

1 2 0 : 受け入れ域

1 2 2 : 電極

40

1 2 4 : 接地電極

1 2 6 : 高温電極

1 2 8 : 電極幾何学的形状

1 3 0 : 隔離用間隙

1 3 2 : 形状幾何構成

1 3 4 : T字形幾何学的形状

1 3 6 : はんだ層

1 3 8 : 成層構造

2 0 0 : 圧電センサ装置

2 0 2 : 基材

50

2 0 4	: 圧電素子	
2 1 4	: 軟質回路材料	
2 2 0	: 受け入れ域	
2 2 2	: 電極	
2 2 4	: 接地電極	
2 2 6	: 高温電極	
2 3 6	: はんだ層	
2 4 0	: 前面	
2 4 2	: 背面	
2 4 4	: ケーブル接続	10
2 4 6	: ケーブル接続パッド	
2 4 8	: 歪み逃げ	
2 5 0	: 接地パッド	
2 5 2	: 高温パッド	
2 5 4	: ビア	
2 5 6	: 接地プレーン	
3 0 0	: 圧電センサ装置	
3 0 2	: 基材	
3 0 4	: 圧電素子	
3 1 4	: 軟質回路材料	20
3 2 0	: 受け入れ域	
3 2 2	: 電極	
3 2 4	: 接地電極	
3 2 6	: 高温電極	
3 3 6	: はんだ層	
3 5 8	: 共通基材	
3 6 0	: 導体	
3 6 2	: 高温導体	
3 6 4	: 接地導体	
3 6 6	: 自由端	30
3 6 8	: コネクタ	
4 0 0	: 圧電センサ装置	
4 0 2	: 基材	
4 0 4	: 圧電素子	
4 1 4	: 軟質回路材料	
4 2 4	: 接地電極	
4 2 6	: 高温電極	
4 3 6	: はんだ層	
4 4 0	: 前面	
4 4 2	: 背面	40
4 7 0	: 測定システム	
4 7 2	: トランスデューサ・アレイ	
4 7 4	: 機器	
4 7 6	: 接続	
4 7 8	: ケーブル	
4 8 0	: 接続端子	
4 8 2	: 表面	
4 8 4	: 目標物	
4 8 6	: 接触媒質	
4 8 8	: 外側構造	50

- 4 9 0 : 保護層
 - 4 9 2 : 締結機構
 - 5 0 0 : 圧電センサ装置
 - 5 0 2 : 基材
 - 5 0 4 : 圧電素子
 - 5 2 4 : 接地電極
 - 5 2 6 : 高温電極
 - 5 3 6 : はんだ層
 - 5 5 8 : 共通基材
 - 5 6 6 : 自由端
 - 5 6 8 : コネクタ
 - 5 7 0 : 測定システム
 - 5 7 2 : トランスデューサ・アレイ
 - 5 7 4 : 機器
 - 5 7 6 : 接続
 - 5 8 6 : 接触媒質
 - 5 9 0 : 保護層
 - 5 9 2 : 締結機構
 - 5 9 4 : 単一のケーブル
 - 5 9 6 : 対を成すコネクタ
- 10
- 20

【 図 1 】

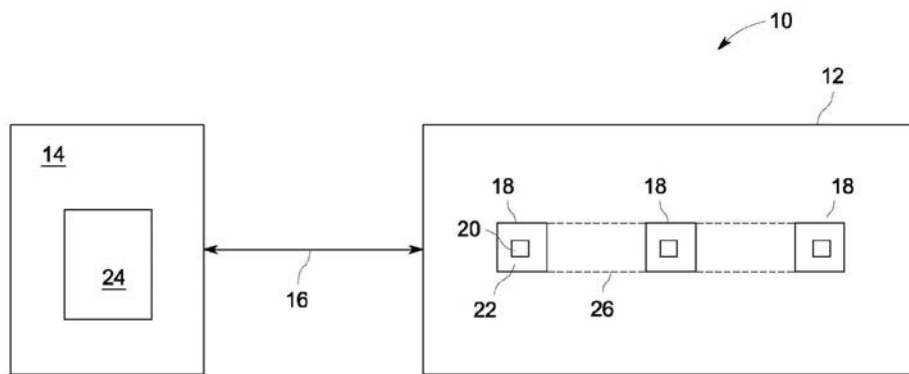


FIG. 1

【 図 2 】

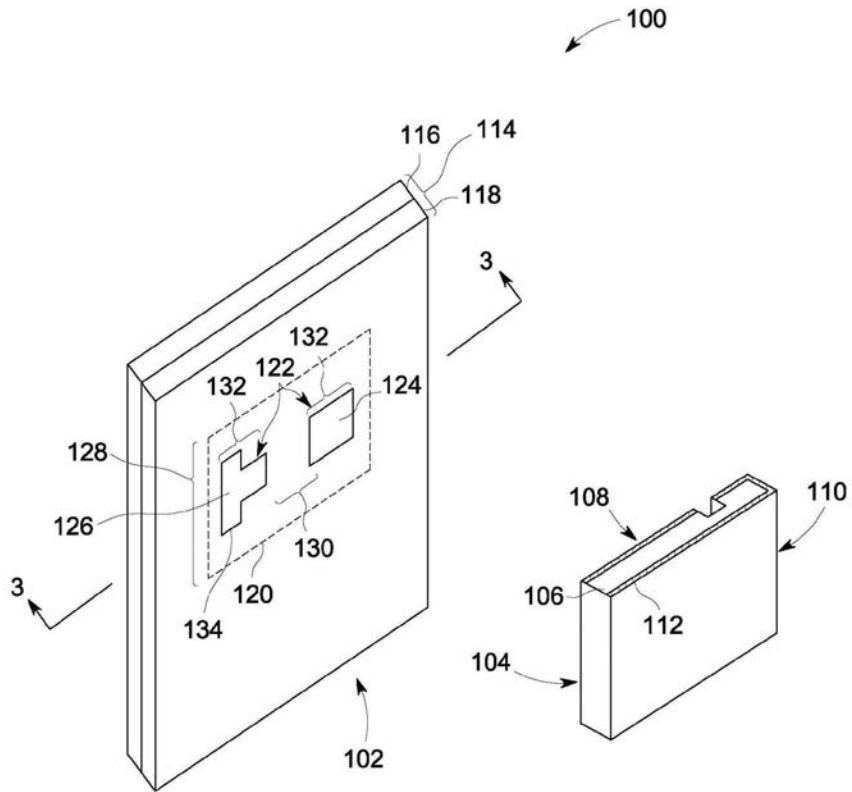


FIG. 2

【 図 3 】

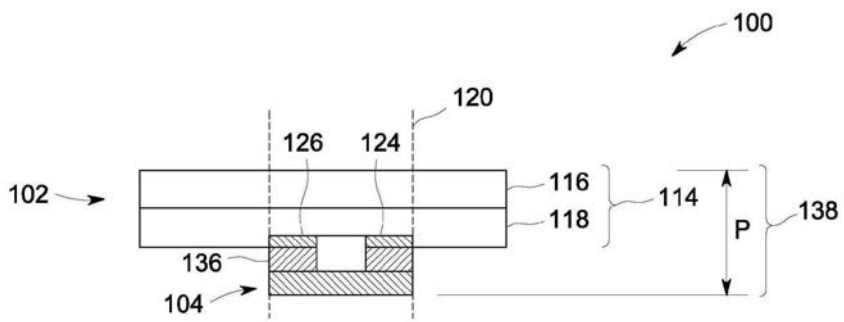


FIG. 3

【 図 4 】

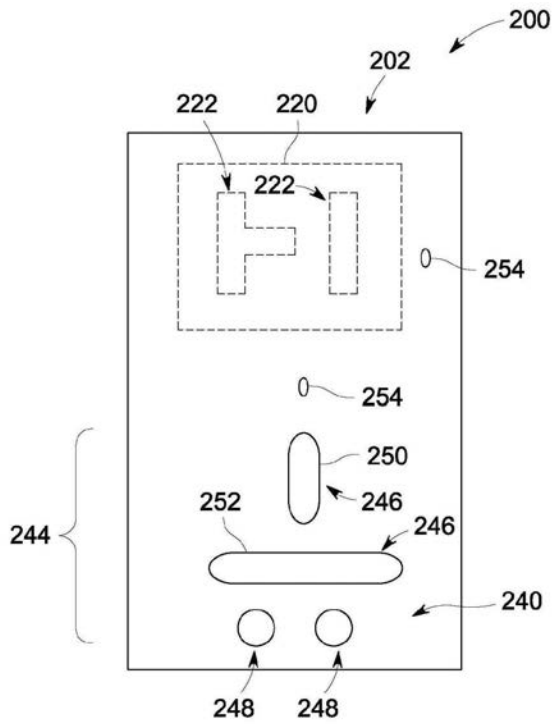


FIG. 4

【 図 5 】

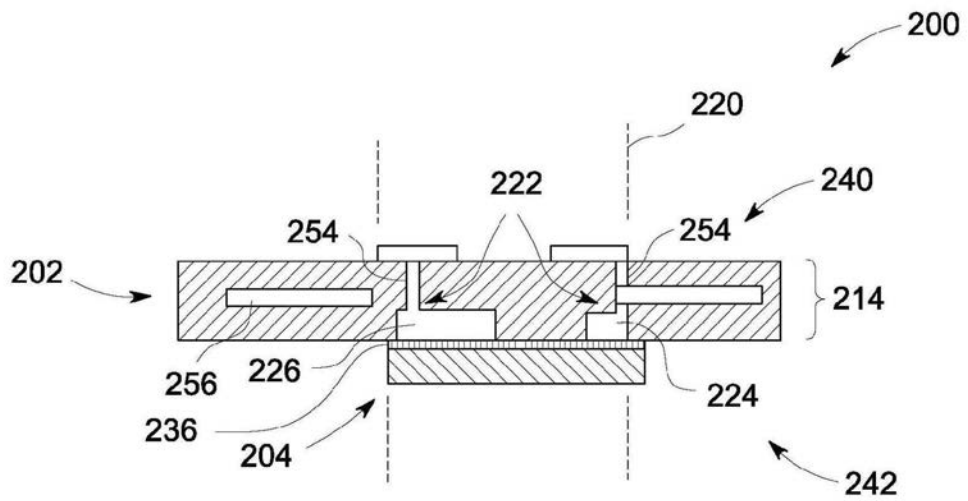


FIG. 5

【 図 6 】

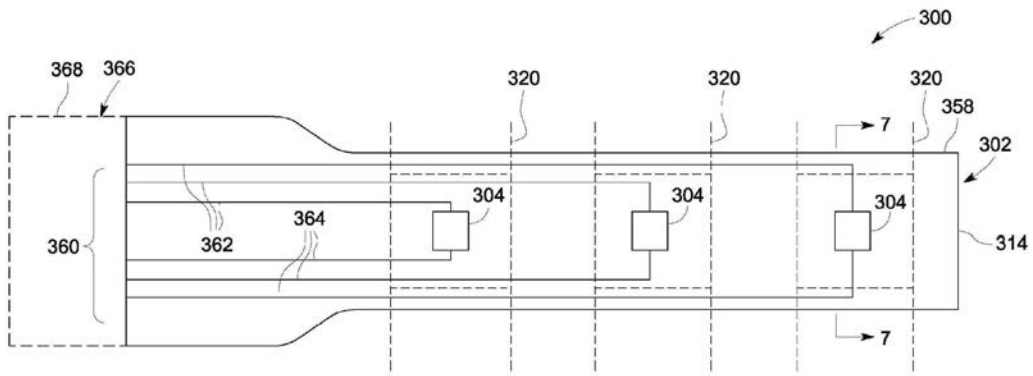


FIG. 6

【 図 7 】

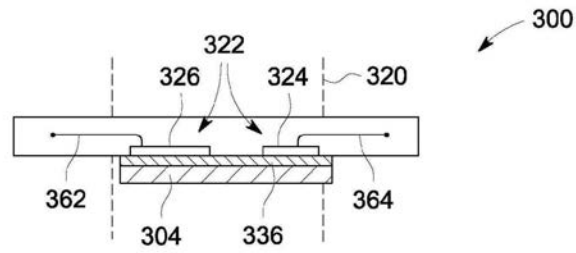


FIG. 7

【 図 8 】

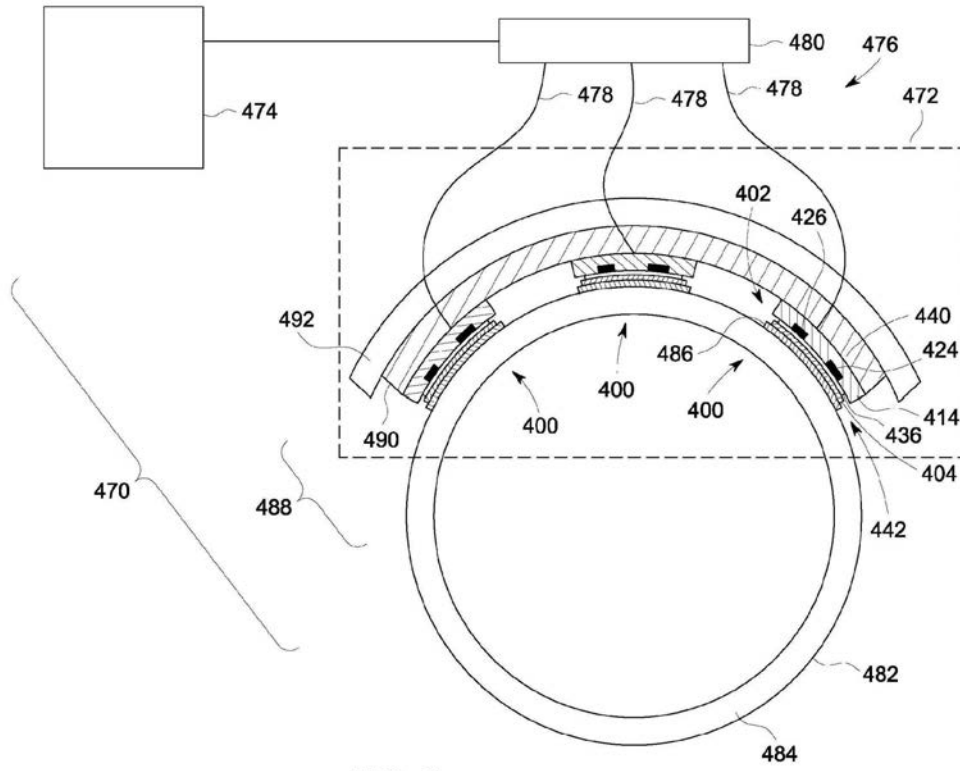


FIG. 8

【 図 9 】

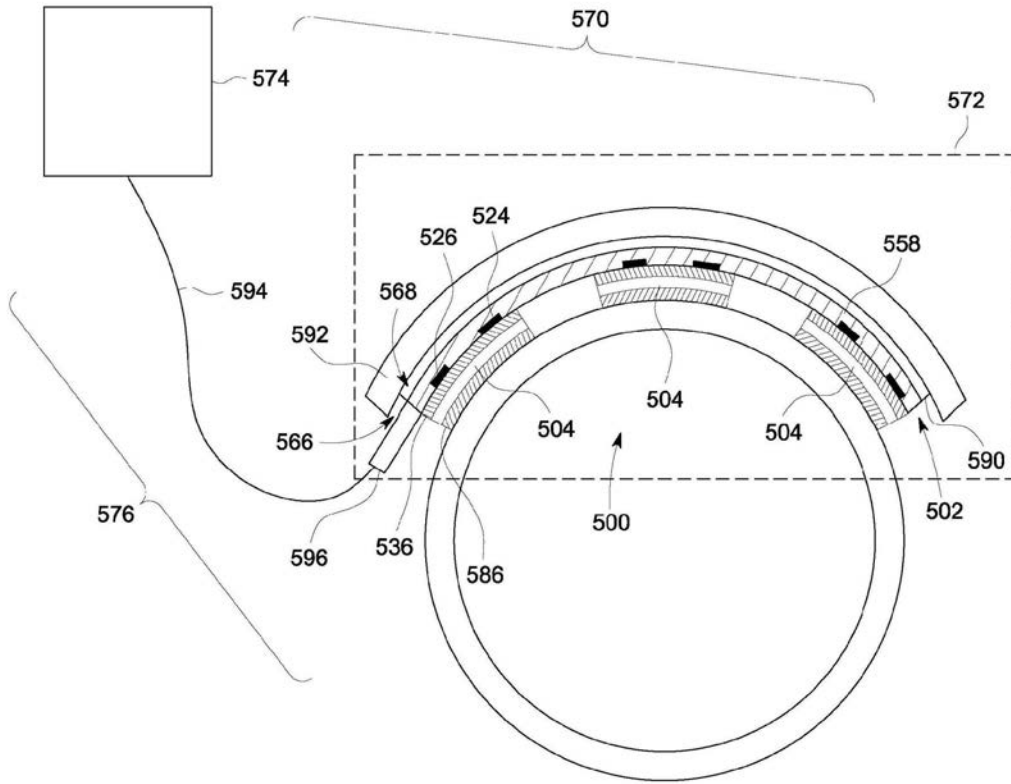


FIG. 9

フロントページの続き

- (72)発明者 ポール・アロシヤス・マイヤー
アメリカ合衆国、ペンシルバニア州、マクヴィータウン、ヴァレー・ビュー・レーン、39番
- (72)発明者 ジェームス・ノーマン・バーシinger
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、リサーチ・サークル、1番
- (72)発明者 イン・ファン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、リサーチ・サークル、1番
- (72)発明者 フレッド・マシューズ
アメリカ合衆国、ペンシルバニア州、ルイスタウン、インダストリアル・パーク・ロード、50番
- (72)発明者 ネイサン・スミス
アメリカ合衆国、ペンシルバニア州、ルイスタウン、インダストリアル・パーク・ロード、50番

審査官 神谷 健一

- (56)参考文献 特開2009-276085(JP,A)
特開2001-291907(JP,A)
特開平05-218518(JP,A)
特表2007-515268(JP,A)
特開平08-116233(JP,A)
特開2010-123845(JP,A)
特開2006-056778(JP,A)
特開平06-077555(JP,A)
特開2001-284676(JP,A)
特開2008-241539(JP,A)
特開2002-026411(JP,A)
特開2002-271113(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B17/00-17/08

H01L41/00-41/22