

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-544010

(P2009-544010A)

(43) 公表日 平成21年12月10日 (2009. 12. 10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO 1 K 7/36 (2006.01)</b>	GO 1 K 7/36 A	2 F 0 5 6
<b>GO 1 K 1/02 (2006.01)</b>	GO 1 K 1/02 E	2 G 0 6 0
<b>GO 1 N 27/00 (2006.01)</b>	GO 1 N 27/00 Z	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 30 頁)

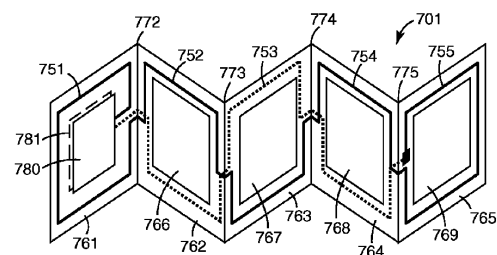
(21) 出願番号	特願2009-519583 (P2009-519583)	(71) 出願人	505005049
(86) (22) 出願日	平成19年6月29日 (2007. 6. 29)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(85) 翻訳文提出日	平成21年1月9日 (2009. 1. 9)		ズ カンパニー
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/072507		アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3
(87) 国際公開番号	W02008/011260		- 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オ
(87) 国際公開日	平成20年1月24日 (2008. 1. 24)		フィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエ
(31) 優先権主張番号	11/456, 443		ム センター
(32) 優先日	平成18年7月10日 (2006. 7. 10)	(74) 代理人	100099759
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100077517
			弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100128495
			弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可撓性誘導センサ

## (57) 【要約】

誘導センサは、誘導性ループを含むインダクタと、ループを機械的に結合させる少なくとも1つのヒンジとを含む。ヒンジの操作は、ループの位置を変化させ、センサのインダクタンスの変化を生じさせる。センサ材料は、センサ材料の寸法変化がヒンジを操作し、ループの位置の変化を生じさせるように、ループに対して配向されてもよい。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

センサであって、

導電ループを含み、インダクタンスと関連するインダクタと、

1 つ以上の対の前記ループを機械的に結合させる 1 つ以上のヒンジと、

センサ材料であって、前記センサ材料の寸法変化によって目的のパラメータに応答するように構成され、前記センサ材料の寸法変化が、前記ループのうち少なくとも第 2 のループに対する前記ループのうち少なくとも第 1 のループの位置の変化を生じさせ、前記インダクタの前記インダクタンスの変化を生成するように、前記ループに対して配向されるセンサ材料と、を含む、センサ。

10

**【請求項 2】**

前記ループのうち少なくとも 1 つが、可撓性基材上に配置される、請求項 1 に記載のセンサ。

**【請求項 3】**

1 つ以上のヒンジが、可撓性材料の折り目を含む、請求項 1 に記載のセンサ材料。

**【請求項 4】**

前記ループ及び前記ヒンジが、一体型基材上に配置される、請求項 1 に記載のセンサ。

**【請求項 5】**

前記一体型基材が可撓性であり、前記ヒンジが前記一体型基材の薄くなった部分を含む、請求項 4 に記載のセンサ。

20

**【請求項 6】**

前記第 1 のループを前記第 2 のループに対して初期角度で配向するように構成されるラッチ機構をさらに含む、請求項 1 に記載のセンサ。

**【請求項 7】**

前記ループが、平行なループの各対間にある距離を有する、ほぼ平行な構成に配向され、

前記位置の変化が、前記平行なループ間の距離の変化を伴う、請求項 1 に記載のセンサ。

**【請求項 8】**

前記ループのうち少なくとも 2 つが、互いにある角度で配向され、

前記位置の変化が、前記角度の変化を伴う、請求項 1 に記載のセンサ。

30

**【請求項 9】**

前記センサ材料が、前記ループのうち少なくともいくつかの間に配置される、請求項 1 に記載のセンサ。

**【請求項 10】**

前記センサ材料が、ヒドロゲルを含む、請求項 1 に記載のセンサ。

**【請求項 11】**

少なくとも 1 つのループが、前記センサ材料を前記目的のパラメータに曝露するように構成される穿孔を有する基材上に配置される、請求項 1 に記載のセンサ。

**【請求項 12】**

前記目的のパラメータが、温度、水分、pH、流量、塩分、溶媒組成物、グルコース濃度、電界、光、及びイオン濃度のうち少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載のセンサ。

40

**【請求項 13】**

前記インダクタに電氣的に結合されて共振回路を形成するコンデンサを含み、前記目的のパラメータの変化が、前記共振回路の共振特性の変化を生じさせる、請求項 1 に記載のセンサ。

**【請求項 14】**

センサであって、

各導電ループが平面基材上に配置される導電ループを含むインダクタと、

1 つ以上のヒンジの操作が前記ループの角度配向を変化させてインダクタのインダクタ

50

ンスの対応する変化を生じさせるように、前記導電ループの少なくとも１対を機械的に結合させる１つ以上のヒンジと、を含む、センサ。

【請求項１５】

前記センサ材料の寸法変化によって前記目的のパラメータに応答するように構成されるセンサ材料をさらに含み、前記センサ材料が、前記センサ材料の寸法変化が前記１つ以上のヒンジの操作を生じさせるように、前記ループに対して配向される、請求項１４に記載のセンサ。

【請求項１６】

前記センサ材料が、前記導電ループ間に配置される、請求項１５に記載のセンサ。

【請求項１７】

10

センサシステムであって、

導電ループを含み、インダクタンスと関連するインダクタと、

１つ以上の対の前記ループを機械的に結合させる１つ以上のヒンジと、

センサ材料であって、前記センサ材料の寸法変化によって目的のパラメータに応答するように構成され、前記センサ材料の寸法変化が、前記ループのうち少なくとも第２のループに対する前記ループのうち少なくとも第１のループの位置の変化を生じさせ、前記インダクタの前記インダクタンスの変化を生成するように、前記ループに対して配向されるセンサ材料と、

前記インダクタに電氣的に結合されて前記インダクタンスに応じた１つ以上の共振特性を有する共振回路を形成するセンサ回路と、を含む誘導センサと、

20

前記共振回路の共振特性の変化を検出するように構成される質問機と、を含む、センサシステム。

【請求項１８】

前記質問機が、前記誘導センサに無線で結合される、請求項１７に記載のセンサシステム。

【請求項１９】

誘導センサを製造する方法であって、

少なくとも第１の部分と、第２の部分と、第１の部分と第２の部分とを連結する可撓性ヒンジ部分とを有する平面基材の第１の部分上に導電材料の第１のループを形成する工程と、

30

前記基材の第２の部分上に、前記第１のループに電氣的に結合される、導電材料の第２のループを形成する工程と、

前記センサ材料の寸法変化によって前記目的のパラメータに応答するように構成されるセンサ材料を、前記基材に対して配向する工程と、

前記センサ材料が前記第１のループと前記第２のループとの間に配置され、前記第１及び第２のループがインダクタのコイルを形成するように、前記基材を前記ヒンジ部分のところで折り畳む工程と、を含む、方法。

【請求項２０】

前記平面基材に穿孔をあけて、前記目的のパラメータへの前記センサ材料の曝露を可能にする工程をさらに含む、請求項１９に記載の方法。

40

【請求項２１】

前記平面基材上に電極を形成する工程をさらに含み、前記電極が、前記平面基材が折り畳まれたときにコンデンサの対向するプレートを形成するように構成され、前記コンデンサが、前記インダクタと電氣的に結合されて共振回路を形成する、請求項１９に記載の方法。

【請求項２２】

前記コンデンサの前記対向するプレートが、前記基材の第１又は第２の部分の対向する両側に形成される、請求項２１に記載の方法。

【請求項２３】

前記対向するプレートのうち少なくとも１つが、区画に形成されて前記少なくとも１つ

50

のプレートにおける渦電流を低減する、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記対向するプレートのうち少なくとも 1 つが、前記ループの 1 つの内側に形成される、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記基材の追加の部分上に導電材料の追加のループを形成する工程であって、前記追加のループが、前記第 1 及び第 2 のループに電氣的に結合され、前記基材が、前記追加の部分を第 1 又は第 2 の部分に結合させる追加の可撓性ヒンジ部分を有する、工程と、

前記追加のヒンジのところで前記基材を折り畳む工程と、をさらに含む、請求項 1 9 に記載の方法。

10

【請求項 2 6】

前記追加のヒンジのところで前記基材を折り畳む工程が、前記基材を扇状に折り畳む工程を含む、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 7】

導電材料の複数のループを第 1 の部分又は第 2 の部分上に堆積させる工程をさらに含み、前記複数のループが、前記基材が折り畳まれたときに多重巻インダクタを形成するように構成される、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 8】

前記平面基材が、ポリイミドフィルムを含む、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 9】

前記ヒンジが、前記第 1 又は第 2 の部分の厚さに比べてより小さい厚さを有する前記基材の部分を含む、請求項 1 9 に記載の方法。

20

【請求項 3 0】

前記第 1 及び第 2 のループを形成する工程が、フォトリソグラフィープロセスを使用して前記第 1 及び第 2 のループを形成する工程を含む、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 3 1】

前記基材上にラッチング機構を形成する工程と、

ラッチング機構を係合させて、折り畳み後に初期角度配向で前記第 1 及び第 2 の部分を掛合する工程と、をさらに含む、請求項 1 9 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、可撓性ヒンジによって結合される導電ループによって形成される、目的のパラメータを検知可能な誘導センサに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

センサは、外部刺激の変化を検出可能な又は測定可能な検知パラメータの変化に変換する。様々な実施では、センサは、インダクタ、コンデンサ、及び / 又はレジスタのような受動電子デバイスを使用して形成されてもよい。これらのセンサの回路値（例えば、インダクタンス、キャパシタンス、又は抵抗値）は、目的のパラメータによって変化する。目的のパラメータを変えることにより生じた回路値の変動が、センサ回路の出力を変更するように、これらのセンサは、センサ回路中に組み込まれてもよい。

40

【0 0 0 3】

センサ情報を遠隔で獲得することは多くの場合望ましい。目的の物品の存在及び動きを検出するために、無線周波数識別（RFID）回路が使用されてきた。RFID 技術の遠隔アクセス能力は、センサ技術と組み合わせられて、遠隔検知能力を提供する場合がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

本発明は、これら及びその他のニーズを満たし、先行技術に勝るその他の利点を提供す

50

る。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、目的のパラメータに応答する誘導センサを対象とし、該誘導センサが、ヒンジによって機械的に結合された導電ループを含む。誘導センサの1つの実施形態は、導電ループを含み、インダクタンスと関連するインダクタを含む。1つ以上のヒンジは、1つ以上の対のループを機械的に結合させる。センサ材料であって、センサ材料の寸法変化によって目的のパラメータに応答するように構成され、該センサ材料の寸法変化がループのうち少なくとも第2のループに対するループのうち少なくとも第1のループの位置の変化を生じさせ、インダクタのインダクタンスの変化を生成するように、ループに対して配向されるセンサ材料。目的のパラメータは、温度、水分、pH、流量、塩分、溶媒組成物、グルコース濃度、電界、光、及びイオン濃度のうち少なくとも1つを伴ってよい。

10

【0006】

本発明の様々な態様によると、ループは、可撓性基材上に配置されてよい。ヒンジは、可撓性材料の折り目によって形成されてよい。1つの実施では、ループ及びヒンジは、一体型基材上に配置され、該ヒンジは、一体型基材の薄くなった部分によって形成される。ラッチング機構(latching mechanism)を使用して、1つのループを別のループに対してある初期角度に配向してよい。

【0007】

例えば、ループは、平行なループの各対の間にある距離を有する、実質的に平行な構成に配向されてもよい。位置の変化は、平行なループ間の距離の変化を伴う。別の例では、ループのうち2つは、互いに対してある角度で配向される場合がある。位置の変化は、ループ間の角度の変化を伴う。

20

【0008】

一部の構成によると、ヒドロゲルのようなセンサ材料は、ループのうち少なくとも一部の間に配置される。ループのうち少なくとも1つは、センサ材料を目的のパラメータに曝露するように構成された穿孔を有する基材上に配置してもよい。

【0009】

センサは、インダクタに電氣的に結合されて共振回路を形成するコンデンサを含んでもよい。目的のパラメータの変化は、共振周波数のような共振回路の共振特性の変化を生じさせる。

30

【0010】

センサの別の実施形態としては、各導電ループが平面基材上に配置される、導電ループを含むインダクタが挙げられる。1つ以上のヒンジが、導電ループの少なくとも1つの対を機械的に結合させる。1つ以上のヒンジの操作は、ループの角度配向を変化させて、インダクタのインダクタンスの対応する変化を生じさせる。一部の実施では、センサ材料の寸法変化によって目的のパラメータに応答するように構成されるセンサ材料は、該センサ材料の寸法変化が1つ以上のヒンジの操作を生じさせるように、ループに対して配向される。本発明の1つの態様によると、センサ材料は、導電ループ間に配置される。

【0011】

40

本発明の別の実施形態は、センサシステムを対象とする。システムは、インダクタンスと関連する導電ループを有する誘導センサを含む。1つ以上のヒンジは、1つ以上の対のループを機械的に結合させる。センサ材料の寸法変化によって目的のパラメータに応答するように構成されるセンサ材料は、該センサ材料の寸法変化がループのうち少なくとも第2のループに対するループのうち少なくとも第1のループの位置の変化を生じさせるように、ループに対して配向される。位置の変化は、インダクタのインダクタンスの変化を生成する。コンデンサは、インダクタに電氣的に結合されてインダクタンスに応じた1つ以上の共振特性を有する共振回路を形成する。センサシステムはまた、誘導センサに無線で結合され得る質問機も含む。質問機は、共振回路の共振特性の変化を検出するように構成される。

50

## 【 0 0 1 2 】

本発明の更に別の実施形態は、誘導センサを製造する方法を対象とする。導電材料の第 1 のループは、平面基材の第 1 の部分上に形成され、該基材は、少なくとも第 1 の部分と、第 2 の部分と、第 1 の部分と第 2 の部分とを連結するヒンジ部分とを有する。導電材料の第 2 のループは、基材の第 2 の部分上に形成され、該第 2 のループは、第 1 のループに電氣的に結合される。センサ材料は、基材に対して配向され、該センサ材料は、該センサ材料の寸法変化によって目的のパラメータに応答するように構成される。基材は、センサ材料が第 1 のループと第 2 のループとの間に配置され、第 1 及び第 2 のループがインダクタのコイルを形成するように、ヒンジ部分のところで折り置まれる。

## 【 0 0 1 3 】

1 つの態様によると、平面基材は、基材の穿孔によって形成される孔のような孔を含む。孔は、目的のパラメータへのセンサ材料の曝露を可能にする。

## 【 0 0 1 4 】

平面基材が折り置まれたときにコンデンサの対向するプレートを作り出すように、電極は平面基材上に形成される場合がある。コンデンサは、インダクタと電氣的に結合されて共振回路を形成する。例えば、コンデンサの対向するプレートは、基材の第 1 又は第 2 の部分の両側でループの 1 つの内側に形成することができる。対向するプレートのうち 1 つ以上は、複数の区画に形成されて渦電流を低減する場合がある。

## 【 0 0 1 5 】

導電材料の追加のループは、各追加のループが第 1 及び第 2 のループに電氣的に結合されるように、基材の追加の部分上に形成される場合がある。基材は、該基材の追加の部分と結合させる追加のヒンジ部分を有してもよい。基材は、扇状に折り畳むことによつてのような、追加のヒンジ部分のところで折り置まれてもよい。上記の追加のループの使用は、基材が折り置まれたときに多重巻インダクタを形成する。

## 【 0 0 1 6 】

本発明の特定の態様によると、平面基材は、ポリイミドを含む場合があり、センサ材料は、ヒドロゲルを含む場合がある。ヒンジ部分を、ヒンジ部分の厚さを減少させることによって形成し、ヒンジの可撓性を増加させる場合がある。インダクタループの形成は、フォトリソグラフィ（photolithographic）プロセスを使用して達成されてもよい。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の一部の態様によると、ラッチング機構が基材上に形成される場合がある。ラッチング機構を係合させて、折り畳み後に初期角度配向でループを掛合することができる。

## 【 0 0 1 8 】

本発明の上記の要約は、本発明の各実施形態又はあらゆる実行例を説明するよう意図されたものではない。以下の発明を実施するための形態及び請求項を添付図面とともに参照することにより、本発明がより完全に理解されとともに、長所及び成果が明らかとなり、評価されるだろう。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 9 】

【 図 1 A 】本発明の実施形態による、初期条件又は目的のパラメータの変化前の、寸法的に  
40 応答するセンサ材料を組み込む誘導センサの、それぞれ側面図及び断面図。

【 図 1 B 】本発明の実施形態による、初期条件又は目的のパラメータの変化前の、寸法的に  
40 応答するセンサ材料を組み込む誘導センサの、それぞれ側面図及び断面図。

【 図 1 C 】本発明の実施形態による、目的のパラメータの変化が起きた後の最終条件にお  
ける、寸法的に  
40 応答するセンサ材料を組み込む誘導センサの側面図及び断面図。

【 図 1 D 】本発明の実施形態による、目的のパラメータの変化が起きた後の最終条件にお  
ける、寸法的に  
40 応答するセンサ材料を組み込む誘導センサの側面図及び断面図。

【 図 2 A 】本発明の実施形態による、センサ材料のない、ヒンジで連結された誘導センサ  
を例示する図。

【 図 2 B 】本発明の実施形態により構成された、寸法的に  
50 応答するセンサ材料により生成

された力を例示する図。

【図 2 C】本発明の実施形態により構成された、寸法的に応答するセンサ材料により生成された力を例示する図。

【図 3 A】本発明の実施形態による、ループの配向及び基材間のセンサ材料の配置後の誘導センサのヒンジのない構成を例示する図。

【図 3 B】センサ材料のない誘導センサの基材及びループの平面図。

【図 3 C】本発明の実施形態による、センサ材料の寸法変化の前及び後の誘導センサの概略断面図。

【図 3 D】本発明の実施形態による、センサ材料の寸法変化の前及び後の誘導センサの概略断面図。

【図 4 A】水分センサとして構成された誘導センサが水に暴露された後の、経時的なインダクタンスの変化を例示するグラフ。

【図 4 B】特定のセンサ材料についてのアニーリングの効果を例示するグラフ。

【図 4 C】ヒドロゲルの 2 種類について、pH の関数としての膨張 / 収縮曲線を示すグラフ。

【図 5 A】RFID の適用のために使用される共振回路の回路図。

【図 5 B】本発明の実施形態による、誘導センサを組み込む共振回路の回路図。

【図 6 A】本発明の実施形態による、共振回路 / センサの概略断面図。

【図 6 B】センサ材料のない平面図の、図 6 A の共振回路 / センサの共振回路構成要素及び基材を示す図。

【図 6 C】本発明の実施形態による、分割されたコンデンサの電極及び基材中の穿孔を含む共振回路 / センサを描く図。

【図 6 D】本発明の実施形態による、それぞれ、負型及び正型デバイスとして電気的に連結された誘導センサを例示する図。

【図 6 E】本発明の実施形態による、それぞれ、負型及び正型デバイスとして電気的に連結された誘導センサを例示する図。

【図 7 A】本発明の実施形態による、単一の折り畳み式基材の上に配置された複数の同心ループを有するインダクタを有する共振回路 / センサを例示する図。

【図 7 B】本発明の実施形態による、5 つの可撓性の折り畳み式基材部分の上に形成された複数のループを有するインダクタを含む共振回路 / センサを示す図。

【図 8】本発明の実施形態による、遠隔検知システムのブロック図。

【図 9】それぞれ、時間  $t_1$  及び  $t_2$  において得られた周波数掃引から質問機により生成された信号を示し、共振回路の共振周波数の下方シフトを表すグラフ。

【図 10】インダクタループ間の距離の関数としての共振周波数のグラフ。

【図 11 A】本発明の実施形態による、水分センサとして構成された共振回路 / センサを濡らした後の、時間の関数としての共振周波数のグラフ。

【図 11 B】本発明の実施形態による、ヒドロゲルセンサ材料の 1 つの特定の処方を使用する誘導センサを含む共振回路について、pH に対する周波数の変化を例示するグラフ。

【図 12】本発明の実施形態による、リファレンス回路及びセンサ回路を組み込む遠隔検知システムのブロック図。

【図 13 A】本発明の実施形態による、共振リファレンス回路及び共振センサ回路を含む検知システムの図。

【図 13 B】本発明の実施形態による、それぞれ、時間  $t_1$  及び  $t_2$  において得られた周波数掃引から質問機により生成された信号を示し、リファレンス回路についての不変の共振周波数と、センサ回路の共振周波数のシフトとを表すグラフ。

【図 14 A】本発明の実施形態による誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

【図 14 B】本発明の実施形態による誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

【図 14 C】本発明の実施形態による誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図

10

20

30

40

50

。

【図 1 5 A】本発明の実施形態による、フォトリソグラフィー (photolithographic) 技術を使用して誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

【図 1 5 B】本発明の実施形態による、フォトリソグラフィー (photolithographic) 技術を使用して誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

【図 1 5 C】本発明の実施形態による、フォトリソグラフィー (photolithographic) 技術を使用して誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

【図 1 5 D】本発明の実施形態による、フォトリソグラフィー (photolithographic) 技術を使用して誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

【図 1 5 E】本発明の実施形態による、フォトリソグラフィー (photolithographic) 技術を使用して誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

10

【図 1 5 F】本発明の実施形態による、フォトリソグラフィー (photolithographic) 技術を使用して誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

【図 1 5 G】本発明の実施形態による、フォトリソグラフィー (photolithographic) 技術を使用して誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

【図 1 5 H】本発明の実施形態による、フォトリソグラフィー (photolithographic) 技術を使用して誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

【図 1 6 A】本発明の実施形態による、センサを初期配向に固定するための機構を含む誘導センサを示す図。

【図 1 6 B】本発明の実施形態による、センサを初期配向に固定するための機構を含む誘導センサを示す図。

20

【図 1 6 C】本発明の実施形態による、センサを初期配向に固定するための機構を含む誘導センサを示す図。

【図 1 7 A】本発明の実施形態による、ラッチング機構を含む誘導センサを示す図。

【図 1 7 B】本発明の実施形態による、ラッチング機構を含む誘導センサを示す図。

【図 1 8 A】本発明の実施形態による、センサ材料の変位を増幅する、てこの機構を提供する、非対称の誘導センサ構造を描く図。

【図 1 8 B】本発明の実施形態による、センサ材料の変位を増幅する、てこの機構を提供する、非対称の誘導センサ構造を描く図。

【図 1 8 C】本発明の実施形態による、センサ材料の変位を増幅する、てこの機構を提供する、非対称の誘導センサ構造を描く図。

30

【図 1 8 D】本発明の実施形態による、センサ材料の変位を増幅する、てこの機構を提供する、非対称の誘導センサ構造を描く図。

【図 1 9】本発明の実施形態による、折り畳まれた多重ループセンサを液体センサ材料によってコーティングすることを伴う、誘導センサを作製するためのプロセスを例示する図。

。

【図 2 0】本発明の実施形態による、誘導センサを組み込む創傷包帯を例示する図。

【図 2 1 A】本発明の実施形態による、脈動流センサを例示する図。

【図 2 1 B】本発明の実施形態による、脈動流センサを例示する図。

【図 2 2】本発明の実施形態による、チャンネルの中の流量を測定するように構成された誘導センサを例示する図。

40

【発明を実施するための形態】

【0020】

例示された実施形態の以下の説明では、本明細書の一部をなす添付図面が参照されるが、その中では本発明が実践されてもよい様々な実施形態が実例として示されている。本発明の範囲から逸脱することなく実施形態が利用されてもよく、また構造的変更が行われてもよいことは理解されるべきである。

【0021】

本発明の実施形態は、誘導センサ、誘導センサを組み込む回路及びシステム、並びに誘導センサを作製する及び使用するためのプロセスを対象とする。本発明の手法は、センサ

50



が暴露される特定のパラメータ又は条件により変更される、インダクタンス値を有する誘導センサを伴う。本明細書で論じられる様々な実施では、誘導センサのインダクタンス値の変化は、周囲若しくは環境条件又は目的の被検質の変化により生じさせる。インダクタンス値は、例えば特定の被検質の変化への暴露の際又は特定の被検質の変化後に変化する場合がある。誘導センサにより検出又は測定されているパラメータはまた、一般に本明細書では、検知パラメータ又は目的のパラメータと呼ばれる。本明細書に記載される実施形態により、誘導センサを使用して、検出、測定、及び/又はモニターされてもよい検知パラメータの代表的なリストには、例えば、温度、水分、pH、流量、塩分、溶媒組成物、グルコース濃度、電界、光、及びイオン濃度が挙げられる。

#### 【0022】

特定の実施では、誘導センサは、センサ材料の寸法変化がインダクタの寸法変化を生じさせるように配向されたセンサ材料を組み込む。インダクタの寸法変化は、インダクタのインダクタンス値を変化させる。一部の実施では、誘導センサは、少なくとも2つのループ及びループに機械的に結合するヒンジを含む。ヒンジの操作は、誘導ループ間の距離を変更し、またインダクタのインダクタンスの対応する変化を生じさせる。更に他の実施では、目的のパラメータに暴露したときに寸法変化を示すセンサ材料は、ヒンジで連結された誘導センサと併せて使用されてもよい。

#### 【0023】

これらの及びその他の実施では、誘導センサは、センサへの遠隔アクセスを提供する共振回路中の構成要素として使用されてもよい。誘導センサのインダクタンスの変化は、共振回路の共振特性の対応する変化を生成する。共振特性の変化は、外部質問機を使用して無線で検出されてもよい。

#### 【0024】

図1A及び1Bは、1つの実施形態による誘導センサ100の、それぞれ側面図及び断面図を例示する。誘導センサ100は、1つ以上のループ111を有し、インダクタンス値に関連するインダクタ110を含む。インダクタのインダクタンス値 $L$ は、一般に、インダクタコイルに結合する材料の透磁率、巻き数、インダクタの断面積、及びインダクタの長さの関数である。

#### 【0025】

誘導センサ110は、検知パラメータの変化にセンサ材料120の寸法変化により応答するセンサ材料120を含む。センサ材料120は、インダクタ110のループ111の中に、インダクタ110のループ111により画定された領域内に配向される。目的のパラメータの変化に暴露されたとき、センサ材料120は寸法変化を経験し(例えば、膨張する又は収縮する)、これは、インダクタ110のループ111により画定された領域の対応する寸法変化を生成する。

#### 【0026】

図1A及び1Bは、検知されているパラメータの変化前の初期条件での誘導センサ100の、それぞれ側面図及び上面図を例示する。誘導センサ100は、初期長さ $l_0$ 、初期直径 $w_0$ 、初期面積 $A_0$ 、及びコイルの各対の間の初期距離 $d_0$ を含む初期構成を有する。図1C及び1Dは、パラメータ変化に暴露後の誘導センサ100の側面図及び断面図を例示する。長さ $l_1$ 、直径 $w_1$ 、面積 $A_1$ 、又はループ111間の距離 $d_1$ の1つ以上が、センサ材料120の膨張によって変化しており、インダクタループ111により画定される領域の対応する膨張を生じさせる。インダクタの長さ、直径、面積、又はループ間の距離のいずれかの1つ以上の変化は、インダクタのインダクタンス値の変化を生じさせる。

#### 【0027】

センサ材料は、目的の検知パラメータの変化によって寸法変化を示すように選択される。例えば、センサ材料は1つ以上の軸に沿って膨張又は収縮して、センサ材料の幅、長さ、又は断面積の1つ以上の変化を生じさせる場合がある。1つの特に有用なセンサ材料は、本明細書においてpVA-pAAヒドロゲルと表示される、ポリ(ビニルアルコール)

10

20

30

40

50

- ポリ（アクリル酸）ヒドロゲルのようなヒドロゲルを含み、それは、水分、pH、又は他のパラメータのような環境条件の変化によって寸法変化を経験する。

#### 【0028】

図2Aは、誘導センサの別の実施形態を例示する。この実施形態では、センサ材料は任意である。インダクタのループ210、211は、基材220の上に任意に形成されてもよく、ヒンジ230により結合される。ヒンジ230の操作は、ループ210、211間の角度を変化させて、ループ210、211間の距離の変化と、インダクタのインダクタンスの対応する変化とを生じさせる。ヒンジ230は、ループ210、211の1つ又は両方に直接的に又は間接的に適用される力Fに対抗するバネ又はその他の機構を含んでもよい。

10

#### 【0029】

図2Bに例示されるように、一部の実施形態は、ループ210、211によって形成された角度の外部に配置されたセンサ材料240を利用する場合がある。センサ材料240の寸法変化は、力 $F_{ext}$ をループ210、211の1つ又は両方の上に生成する。図2Cに例示される他の実施形態では、センサ材料240は、ループ210、211によって形成された角度の内部に配置される場合がある。センサ材料240の寸法変化は、力 $F_{int1}$ 、 $F_{int2}$ をループ210、211の1つ又は両方の上に生成する。

#### 【0030】

図3A～3Dは、1つの実施形態による誘導センサ300について、ヒンジのない構成を例示する。図3Aは、基材320、321、及びループ310、311の配向後、並びに基材320、321間及びループ310、311間へのセンサ材料330の配置後の誘導センサを示す。図3Bは、基材320、321、及びセンサ材料のないループ310、311の電氣的連結を例示する。

20

#### 【0031】

図3C及び3Dの断面図により更に例示されるように、誘導センサ300は、それぞれ、基材320、321上に形成された2つのループ310、311を含む。センサ材料330は、ループ310、311間に配置される。センサ材料330は、 $t_0$ の初期厚さを有し、ループ310、311間の距離 $d_0$ を結果として生じる。センサ材料330は、特定の目的の検知パラメータに対して、寸法的に感応性である。検知パラメータの変化に従って、センサ材料330は、厚さ $t_1$ まで膨張し、ループ310、311の間の距離 $d_1$ を生成する。あるいは、一部の実施では、センサ材料330は、検知パラメータへの暴露後に初期厚さ $t_0$ から収縮して、ループ310、311を共により近くにもたらず場合がある。

30

#### 【0032】

図3Bに例示されるように、誘導センサ300は、上部及び下部ループ310、311の中を電流が同じ方向に流れる正型デバイスとして電氣的に連結されてもよい。正型デバイスのループ310、311により生成される磁場は、加算的であり、ループ310、311の間に正の相互インダクタンスを生じさせる。正型デバイスの全体のインダクタンスは、ループ310、311がより接近するにつれて増加し、ループ310、311が離れるにつれて減少する。

40

#### 【0033】

あるいは、誘導センサは、負型デバイスとして電氣的に連結されてもよい。負型デバイスの上部及び下部ループの中を電流は、反対の方向に流れる。この構成では、1つのループの中を流れる電流により生成された磁場は、反対のループの中を流れる電流により生成された磁場を弱める。磁場の相殺は、ループ間に負の相互インダクタンスを生成する。負型デバイスの全体のインダクタンスは、ループがより接近するにつれて減少し、ループが離れるにつれて増加する。

#### 【0034】

図1～3により例示されたセンサは、例えば、温度、水分、pH、流量、塩分、溶媒組成物、グルコース濃度、電界、光、及びイオン濃度のような多様な環境条件を検知するた

50

めに使用されてもよい。

【0035】

図4Aのグラフは、約200 $\mu$ mのリード直径、約6mmのコイル長、約6mmのコイル直径、及び約1.8 $\mu$ Hの初期インダクタンス $L_0$ を有する20巻き銅コイルインダクタのインダクタンスの変化を例示する。インダクタは、ポリ(ビニルアルコール)-ポリ(アクリル酸)(pVA-pAA)ヒドロゲル中に浸漬されて、インダクタの銅線をヒドロゲルによりコーティングした。この構成を有するデバイスを使用し、pH及び水分レベルの検知を実証した。乾燥後、ヒドロゲルをコーティングされたインダクタは、脱イオン水中に定置され、図4Aに描かれるように、インダクタンスが経時的に測定された。

【0036】

pVA-pAAヒドロゲルのいくつかの組成は、アニーリングなしで水に可溶性である。例えば、3重量%pVA及び6重量%PAAを有するヒドロゲルは、図4Bに示されるように、それが130で10分以上アニールされるとき不溶性になる。図4Bは、アニール時間とヒドロゲルの膨張比との間の依存関係を例示する。

【0037】

12重量%pVA及び1.5重量%pAAを有するヒドロゲルは、アニーリングなしで水に不溶性であることが観察された。図4Cのグラフは、pHの関数として、ヒドロゲルの2種類についての膨張/収縮曲線を例示する。曲線410及び411は、3重量%pVA及び6重量%pAAを含むヒドロゲルのそれぞれ正規化された収縮及び膨張曲線を例示する。PAAが、130で20分間アニールされた。曲線420及び421は、12重量%pVA及び1.5重量%pAAを含むヒドロゲルのそれぞれ正規化された収縮及び膨張曲線を例示する。膨張及び収縮曲線410、411、420、421において観察できるヒステリシスが、前の膨張又は収縮周期の検出を可能にするメモリとして使用されてもよい。

【0038】

特定の実施形態では、誘導センサはコンデンサと結合されて、共振タンク回路を形成してもよい。共振回路の共振周波数及び/又はその他の共振特性は、誘導センサのインダクタンスの関数として変化する。共振周波数及び/又はその他の共振特性の変化は、有線又は無線連結を介して共振回路に結合された検出回路(detector circuitry)を介して検出されてもよい。

【0039】

無線連結を通じた遠隔検知は、アクセスが困難な場所及び/又は低価格での適用において特に有用である。電子商品監視(EAS)又は無線周波数識別(RFID)技術は、目的の物品の存在を検出し、その動きを追跡するために使用されてきた。例えば、EAS及び/又はRFID技術を頻繁に使用し、書店又は図書館の本を検出及び追跡する。本明細書で記載されるような誘電センサは、EAS又はRFID技術の遠隔アクセス能力による検知機能性と合わせて、共振回路の要素として使用されてもよい。

【0040】

図5Aは、EAS/RFIDの適用のために使用される共振回路510を例示する回路図である。遠隔アクセスができるEAS/RFIDデバイスは、インダクタ512及びコンデンサ516を平行に含む単純回路510を使用してもよい。回路510は、回路構成要素512、516の値に依存する固有の周波数で共振するように設計される。インダクタ512は、無線周波数(RF)エネルギーのような電磁エネルギーを受信、反射、及び/又は送信するために使用されるアンテナとしての役割を果たす。一部の適用では、アンテナを介して識別コードを出力するために、追加の回路(示されず)を共振回路510に結合される。コードを送信できるデバイスは、典型的にはRFIDデバイスと称される。IDコードを出力するための追加の回路のないデバイスは、多くの場合EASデバイスと称される。EASデバイスは、読取装置により放出された、RF場のような電磁(EM)場を吸収し乱すように設計される。EM場の乱れは読取装置により検出されてもよく、EASデバイスは典型的には物品についての追加情報を送信できないが、EASデバイスの

10

20

30

40

50

存在を示すと解釈されてもよい。

【 0 0 4 1 】

本発明の実施形態により、E A S 又は R F I D に基づく検知回路は、共振回路の構成要素として本明細書に記載されるような誘導センサを含む。誘導センサは、1つ以上の目的のパラメータに対して感応性である。目的のパラメータの変化は、誘導センサのインダクタンス値の修正を生じさせる。共振回路のインダクタンスの変化は、共振回路の共振特性の対応する変化を生じさせる。様々な構成において、インダクタンスの変化により修正される共振特性としては、共振周波数、Qファクタ、帯域幅、及びノ又は共振回路のその他の共振特性を挙げてもよい。

【 0 0 4 2 】

図5Bの回路図は、誘導センサ522及びコンデンサ516を含む共振回路/センサ520を例示する。誘導センサ522は、目的のパラメータに基づいてインダクタンス値を変えるように構成される。誘導センサ522のインダクタンス値の変動は、共振回路/センサ520の共振特性の変化を生じさせる。共振特性の変化は、遠隔検出され、R F I D 又はE A S 読取装置（示されず）によって解釈されることができる。

【 0 0 4 3 】

共振周波数、又はその他の共振特性の変化は、目的の検知パラメータの変化が起きたことを示すと解釈されることができる。一部の実施によると、回路520の共振周波数の変化は、検知パラメータの変化の量、程度、又は持続時間を決定すると解釈される。ある期間にわたって回路520の共振周波数（又は他の特性）の変化を検出することを使用し、検知パラメータの変化の進行を追跡してもよい。

【 0 0 4 4 】

図6A～6Eは、2つのコイルループを有しコンデンサとともに共振回路を形成する誘導センサの様々な実施形態を例示する。図6Aは、1つの実施形態による図6Bの断面A-A'で切り取られた共振回路/センサ600の断面図を例示する。誘導センサは、基材620、621上に配置された2つのループ610、611を含む。コンデンサを形成する第1及び第2のプレート640、641は、基材620の1つの向かい合った側面上に配置される。センサ材料630の寸法変化が、ループ610、611間の距離の対応する変化を生じさせるように、目的のパラメータに対して寸法的に感応性であるセンサ材料630が、基材620、621間、又はループ610、611間に配置される。図6Bは、センサ材料のない、共振回路構成要素610、611、640、及び基材620、621を例示する。インダクタ及びコンデンサは電氣的に連結されて、図5Bに例示される回路520のような共振回路を形成する。

【 0 0 4 5 】

一部の実施形態では、図6C～Eに例示されるように、インダクタのループ610、611、及びコンデンサプレート640は、第1及び第2の部分661、662を含む単一の折り畳み式基材660上に形成されてもよい。基材660の第1及び第2の部分661、662は、屈曲ヒンジ部分650により分離されている。屈曲ヒンジ650の操作は、インダクタループ610、611が、互いに重なり合うように配向することを可能にする。寸法的に応答するセンサ材料（示されず）は、センサ材料の寸法変化がループを共により接近させる又はより遠く離れさせるように、ループ610、611に対して配向されてもよい。一部の実施形態は、穿孔670を採用し、基材部分661、662の間に挟まれている検知材料に被検質が到達するのを可能にする。

【 0 0 4 6 】

一体型コンデンサの1つ又は両方の電極640は、図6Cに例示されるように、区画642に分割されてもよい。コンデンサ電極640を区画642に分割することは、デバイス600と質問機の外部アンテナとの間の電磁結合を妨げる場合があるコンデンサ電極640中の渦電流を低減する。

【 0 0 4 7 】

図6D及び6Eは、折り畳み式基材660上に形成された共振回路として配列された誘

10

20

30

40

50

導センサ及びコンデンサのための様々な構成を例示する。図 6 D は、ループ 6 1 0 により囲まれた領域の外側の 1 つの基材部分 6 6 1 上に形成された、コンデンサプレート 6 4 0 を有する負型デバイスを例示する。基材 6 6 0 が、屈曲ヒンジ 6 5 0 のところで折り畳まれ、ループ 6 1 0、6 1 1 が重なり合うとき、上部 6 1 0 及び下部 6 1 1 ループ中の電流は反対方向に流れ、ループ 6 1 0、6 1 1 中を流れる電流により生成された磁場の相殺によって負の相互インダクタンスを生成する。この負型デバイスの全体のインダクタンスは、上部及び下部ループ 6 1 0、6 1 1 が互いにより接近するにつれて減少し、ループ 6 1 0、6 1 1 がより遠く離れるにつれて増加する。

#### 【0048】

図 6 E は、正型デバイスを例示する。基材 6 6 0 が、基材部分 6 6 1、6 6 2、及びループ 6 1 0、6 1 1 が重なり合うように折り畳まれるとき、重なり合うループ 6 1 0、6 1 1 中の電流は同じ方向に流れる。正型デバイスの全体のインダクタンスは、ループ 6 1 0、6 1 1 が共により接近するにつれて増加し、ループ 6 1 0、6 1 1 がより遠く離れるにつれて減少する。

#### 【0049】

一部の実施形態では、誘導センサのインダクタは、図 7 A 及び 7 B に例示されるもののような複数のループを含んでもよい。追加のループの使用は、増加した公称インダクタンスを提供し、これは、センサと質問機との間により良好な誘導結合を実現するために有益である。図 7 A は、単一の折り畳み式基材 7 2 0 の上に配置された複数の同心ループ 7 1 0、7 1 1 のあるインダクタを有する共振回路 / センサを例示する。複数の同心ループ 7 1 0、7 1 1 は、それぞれ基材部分 7 2 1、7 2 2 上に形成される。基材 7 2 0 は、基材部分 7 2 1、7 2 2 間に屈曲ヒンジ部分 7 9 1 を含む。折り畳まれたとき、ループ 7 1 0、7 1 1 は重なり合って複数ループのインダクタを形成する。コンデンサは、インダクタループ 7 1 1 により囲まれた領域内に配置された、分割された容量プレート 7 4 0 により 1 つの基材部分 7 2 2 上に形成される。基材部分 7 2 1、7 2 2 の 1 つ又は両方は、穿孔 7 9 0 を含んでもよく、ループ 7 1 0、7 1 1 間に配置されたセンサ材料（示されず）の被検質又は検知されている他の周囲条件への暴露を可能にする。負若しくは正型インダクタ及び / 又は共振回路の形成を実現するための適切な電気連結は、ピア相互連結 7 9 5 を使用して行われてもよい。

#### 【0050】

図 7 B に例示される、別の実施形態では、共振回路 / センサ 7 0 1 は、5 つの可撓性基材部分 7 6 1 ~ 7 6 5 の上に形成された複数のループ 7 5 1 ~ 7 5 5 を有するインダクタを含む。各基材部分 7 6 1 ~ 7 6 5 は、1 つのループ 7 5 1 ~ 7 5 5 をデバイス 7 0 1 のインダクタに提供する。ループ 7 5 1 ~ 7 5 5 は、示されるように、すべてが基材部分 7 6 1 ~ 7 6 5 の片側に、又は半分が基材部分 7 6 1 ~ 7 6 5 の各側に形成されてもよい。基材部分 7 6 1 ~ 7 6 5 は、デバイス 7 0 1 を、屈曲ヒンジ 7 7 2 ~ 7 7 5 のところでジグザグ方式で折り畳むことにより積み重ねられ、基材部分の 1 つ 7 6 1 の上に形成されたプレート 7 8 0、7 8 1 を有するコンデンサと結合したソレノイド様インダクタを結果として生じる。容量プレート 7 8 0、7 8 1 を含まない基材部分は、貫通孔 7 6 6 ~ 7 6 9 を任意に有してもよい。

#### 【0051】

一部の実施形態では、センサ材料（示されず）は、基材部分 7 6 1 ~ 7 6 5 の 1 つ以上の間に配置される。基材部分 7 6 1 ~ 7 6 5 が貫通孔 7 6 6 ~ 7 6 9 を含む場合、センサ材料は、基材部分 7 6 1 ~ 7 6 5 の周辺部に沿って配置される。

#### 【0052】

上記の誘導センサを介する遠隔検知は、誘導センサを組み込む共振回路に無線でアクセスできる質問機回路（interrogator circuitry）を使用して達成されてもよい。図 8 のブロック図は、本明細書においてまた読取装置としても表示される質問機 8 3 0、及び誘導センサ 8 1 2 に結合されたコンデンサ 8 2 6 を有する共振回路 8 2 0 を含む遠隔検知システム 8 5 0 を例示する。質問機 8 3 0 は、無線周波数（RF）源 8 3 4 及び共振分析器（

10

20

30

40

50

resonance analyzer) 836を含む。

【0053】

質問機830は、アンテナ832を含み、RF信号を共振回路820に送信する。共振回路820は、回路820の共振周波数に近いRFエネルギーを吸収及び反射する。質問機830は、共振回路820によるRFエネルギーの吸収及び/又は反射によって生じた送信された信号の変化を検出するように構成されてもよい。共振回路820によるエネルギーの吸収/反射に起因する質問機信号の変化、及び/又は共振回路820により反射された信号の検出は、本明細書では共振回路信号として表示される。

【0054】

誘導センサ812は、センサ812のインダクタンス値を変更することにより、特定の目的のパラメータに応答するように設計される。共振回路820のインダクタンス値の変化は、回路820の共振周波数をシフトする。この周波数のシフトは、質問機830の共振分析器836によって検出可能である。

10

【0055】

図9は、それぞれ時間 $t_1$ 及び $t_2$ において得られた周波数掃引からの質問機によって生成された信号910、920を示す。信号910、920は、共振回路/センサが質問機の付近に存在するときは、質問機により生成される。信号910は、時間 $t_1$ において共振回路の初期共振周波数に関連する特徴911を含む。信号920は、誘導センサのループ間の約200 $\mu\text{m}$ の増加後、時間 $t_2$ における共振回路/センサの共振周波数に関連する信号の特徴921を示す。信号の特徴911、921の比較は、約3MHzの共振回路の共振周波数の下方シフトを示す。図10は、インダクタループ間の距離の関数としての共振周波数のグラフを示す。

20

【0056】

センサ材料として前述のpVA-pAAヒドロゲルのようなヒドロゲルを使用するセンサは、水分吸収及び/又はpHの無線モニタリングを可能にする。図11Aは、デバイスを濡らした後の時間の関数としての共振周波数のグラフを示す。センサ材料により水分が吸収されるにつれて、センサの共振周波数は下方にシフトする。図11Aに示される結果は、吸収の最終的な飽和を示す。図11Bのグラフは、誘導センサ中に使用されるヒドロゲルセンサ材料の1つの特定の処方について、変化するpHによる共振回路の周波数の変化を例示する。

30

【0057】

一部の実施では、複数の誘導センサは同時にモニターされてもよい。例えば、誘導センサは、センサの無線モニタリングを促進するために異なる共振周波数を有する共振回路の中に組み込まれてもよい。複数のセンサは、異なる検知パラメータに又は同じ検知パラメータに応答するように構成されてもよい。一部の実施形態では、誘導センサは、目的の面積にわたって空間的に分布されてもよい。センサは、目的の面積にわたる1つ以上の検知パラメータの変化について、情報を獲得するようにモニターされることができる。無線でアクセス可能な空間的に分布されたセンサの使用は、その態様が本明細書に開示される誘導センサと併せて使用されてもよく、本明細書に参考として組み込まれる、同一所有者の米国特許出願番号第11/383652号(2006年5月16日出願)に記載されている。

40

【0058】

一部の実施では、本明細書に記載されるように誘導センサを組み込む共振回路により生成された信号は、検知回路と質問機との間の誘導結合、及び/又は回路の電気的特性に影響する様々な条件により変更される場合がある。例えば、センサ信号は、目的の検知パラメータ以外の要因、例えば、質問機からのセンサ回路の配向及び/若しくは距離、電磁干渉、近くの金属物質、センサ回路と質問機との間に置かれた物質、温度変化、濡れ若しくは近くの水、並びに/又はその他の要因により影響される場合がある。

【0059】

リファレンス信号は、上記の干渉源によるセンサ回路信号の測定値間の変動の説明をす

50

るために使用されてもよい。１つの実施形態では、検知回路によって生成された信号は、リファレンス信号に基づいて配向及び／又は距離について正規化されてもよい。干渉が、良質な測定の要件を超える場合には、アラーム状態が開始されてもよい。

#### 【００６０】

図１２は、遠隔検知システム１２００を例示する。検知システム１２００は、質問機１２１０に無線で結合される検知回路１２２０及びリファレンス回路１２３０を含む。検知回路１２２０の共振周波数のシフトは、リファレンス回路１２３０により生成された信号を使用して、質問機１２１０により解釈されてもよい。

#### 【００６１】

ここで図１３Ａを見ると、リファレンス回路１３３０及びセンサ回路１３２０は共振回路を含み、一部の実施形態による無線アクセスを提供してもよい。リファレンス回路１３３０は、センサ回路１３２０の共振周波数とは異なる共振周波数を有する。この構成では、リファレンス回路信号及びセンサ回路信号の両方が、質問機アンテナ１３１１を介して質問機１３１０により遠隔検出されることができる。リファレンス回路１３３０は、誘導センサデバイス１３２０のインダクタに類似するインダクタを採用してもよいが、インダクタループ間に固定空隙を有するか、又はデバイスを折り畳まないままにする。リファレンス回路１３３０によって生成された信号を使用して、上記の干渉源により生成された誤りを含むセンサ回路信号の誤りを訂正してもよい。

#### 【００６２】

図１３Ｂは、質問機１３１０により検出された、センサ及びリファレンス回路１３２０、１３３０の共振回路信号を示す。図１３Ｂは、それぞれ、時間 $t_1$ 及び $t_2$ において質問機１３１０による周波数スキャンに応答する検知回路１３２０及びリファレンス回路１３３０により生成された信号１３５０、１３６０を描く。時間 $t_1$ における信号１３５０は、センサ回路１３２０により生成され、またセンサ回路１３２０の初期共振周波数に関連する信号の特徴１３５１を含む。時間 $t_2$ における信号１３６０は、センサ回路１３２０により生成され、また目的の検知パラメータの変化後のセンサ回路１３２０の共振周波数に関連する信号の特徴１３６１を含む。信号１３５０、１３６０の比較は、検知条件により検知回路１３２０により生成された、信号の特徴１３５１、１３６１の周波数のシフトを示す。信号１３５０及び１３６０はまた、それぞれ、時間 $t_1$ 及び $t_2$ において、リファレンス回路１３３０により生成された信号の特徴１３７０、１３７１も示す。これらの信号の特徴１３７０、１３７１は、実質的に変化しないままであるリファレンス回路１３３０の共振周波数に関連する。本実施例は、検知条件への暴露により生じた共振周波数の下方シフトを描くが、その他の構成では、検知条件への暴露は共振周波数の上方シフトを生じさせる場合もあることは理解されるだろう。

#### 【００６３】

図１３Ｂに例示されたグラフでは、リファレンス回路の共振周波数は、時間 $t_1$ 及び $t_2$ において同じままであり、センサ回路信号が干渉により影響を受けない可能性があることを表す。経時的なリファレンス回路の共振周波数の変化は、センサ信号の補正が必要である場合があることを示す。

#### 【００６４】

遠隔検知のためのリファレンス信号の使用に関するさらなる詳細は、同一所有者の米国特許出願番号第１１／３８３６４０号（２００６年５月１６日出願）に記載されており、その特許出願が本明細書に参考として組み込まれる。

#### 【００６５】

１つの実施形態により、共振センサ回路を作製するためのプロセスが、図１４Ａ～Ｃに描かれる。図１４Ａは、折り畳まれていないセンサの平面図を例示する。図１４Ｂは、断面Ｂ－Ｂ'を通して切り取られたセンサの断面図を例示する。それぞれ、図１４Ａ及び１４Ｂの平面図及び断面図において例示されるように、一体型コンデンサを有する２重ルーピングインダクタのための適切なパターンが、ポリイミド－銅（ＰＩ－Ｃｕ）ホイルのような平面可撓性基材１４２０上に形成される。インダクタループ１４１０、１４１１は、第１

10

20

30

40

50

のループ 1 4 1 0 の 1 つの端が第 2 のループ 1 4 1 1 のもう 1 つの端に連結されるように形成される。ヒンジは、P I - C u 基材 1 4 2 0 の薄くされた部分 1 4 5 0 によってループ 1 4 1 0、1 4 1 1 間に形成される。ヒドロゲルのようなセンサ材料 1 4 3 0 は、第 1 及び第 2 のループに対して配向される。穿孔 1 4 8 0 は、P I - C u 基材 1 4 2 0 を通して任意に形成し、被検質又は目的の周囲条件へのセンサ材料 1 4 3 0 の暴露を可能にしてもよい。1 つ以上のビア連結 1 4 9 0 を使用して、基材 1 4 2 0 を通しての電氣的連結を促進する。誘導センサの 2 重ループ構造は、図 1 4 C の矢印により例示されるように、薄くされたヒンジ 1 4 5 0 のところで、平面基材 1 4 2 0 を折り畳むことにより実現される。センサ材料 1 4 3 0 の寸法変化は、ループ 1 4 1 0、1 4 1 1 間の隙間距離、及び回路のインダクタンスを変化させる。図 1 4 A ~ C に例示される構成は、標準的なリソグラフィに基づくプロセスを使用して誘導センサの製作を可能にするデバイス構造を提供する。

10

#### 【 0 0 6 6 】

図 1 5 A ~ H は、本発明の実施形態による、誘導センサ及び共振回路の製作のための代表的なプロセスをより詳細に例示する。図 1 5 A ~ H に示されるプロセスを使用して、誘導センサ及び共振回路は、ポリイミド - 銅フィルム及びフォトリソグラフィに基づく技術を使用してパッチ製作されてもよいが、フォトリソグラフィ以外の技術及び / 又は代替材料があるいは使用されてもよい。図 1 5 A ~ H は、1 つのセンサデバイスの製作プロセスを例示する。以下に記載される技術を使用して、複数のデバイスが、デバイスを分離するために後で切断される一体型基材上に製作されてもよい。

20

#### 【 0 0 6 7 】

第 1 のマスクを使用して、厚さ 5 0  $\mu\text{m}$  の P I ホイル 1 5 2 0 上にコーティングされた厚さ 1 5  $\mu\text{m}$  の C u フィルム 1 5 1 0 をパターン化し、平行プレートコンデンサの電極 1 5 8 0 を形成する ( 図 1 5 A 及び図 1 5 B )。流体被検質用通路としての役割を果す貫通孔 1 5 9 0、並びに回路のためのビア接続用の孔 1 5 9 5 が、ポリイミド ( P I ) 基材 1 5 2 0 の中に製作される ( 図 1 5 C )。貫通孔 1 5 9 0 及び / 又はビア接続孔 1 5 9 5 の形成は、例えば 4 0 重量 % K O H 及び 2 0 重量 % エタノールアミンを有する水溶液中で湿式エッチングすることにより実現されてもよい。エタノールアミンの使用はエッチングされた孔の中のテーパリングを低減し、これは検知要素がより容易に被検質に暴露される広い開口部面積を得られるようにする。図 1 5 D に例示されるように、シード層 1 5 3 0 は、図 1 5 E に記載される電気メッキプロセスにおいて使用するために、P I 基材 1 5 2 0 上にコーティングされる。シード層 1 5 3 0 は、約 1 0 0 n m のチタンフィルムを接着層として堆積し、次いで約 1  $\mu\text{m}$  の C u フィルムを堆積することにより形成される。シード層 1 5 3 0 の銅表面上に積層されたポリメチルメタクリレート ( P M M A ) フォトレジストフィルム 1 5 4 0 はパターン化されて、インダクタループ 1 5 4 5 の C u メッキ、第 2 のコンデンサ電極 1 5 4 6、及びビア相互連結 1 5 9 1 のための成形ダイを形成する ( 図 1 5 E )。より厚いループは、より大きいインダクタンス及びより小さい抵抗、即ちより高い品質要因を提供する。約 5 0  $\mu\text{m}$  の厚さを有するフォトレジストを使用して、C u メッキから 4 0  $\mu\text{m}$  の目標高さを実現する。C u メッキは、平滑化添加剤及び光沢添加剤を有する硫酸に基づく浴の中で実行される。T i / C u シード層 1 5 3 0 を、メッキ後エッチングし、メッキ構造 1 5 4 5、1 5 4 6、1 5 9 1 を電氣的に分離する ( 図 1 5 F )。

30

40

#### 【 0 0 6 8 】

P I 1 5 2 0 を再びエッチングし、屈曲ヒンジを形成する薄くされた部分 1 5 2 1 を作製する ( 図 1 5 G )。K O H に基づくエッチング装置の中で 2 分間エッチングすると、薄くされた部分 1 5 2 1 における P I 1 5 2 0 に厚さ 1 0  $\mu\text{m}$  をもたらす。最後に、厚さ約 1  $\mu\text{m}$  のパリレン - C T M ( P a r y l e n e - C T M ) の共形の誘電体フィルム 1 5 7 0 が、電氣的保護のために、デバイスの表面全体にコーティングされる ( 図 1 5 H )。

#### 【 0 0 6 9 】

前述のように、上に詳細に説明されたプロセスを使用して、誘導センサを形成するため

50



に使用された多数の平面デバイスを含む固体フィルムを同時に形成してもよい。個々のデバイスは、例えば、ブレード又は他の分離技術を使用して固体フィルムから切断されてもよい。

#### 【0070】

個々のデバイスを折り畳み、インダクタループを、それらが重なり合うように配向する。寸法的に感応性であるセンサ材料が、対向する基材部分及び／又はループ内に、折り畳み前又は後のいずれかにおいて任意に配置される。適切なセンサ材料を選択することにより、デバイスを使用して多様なパラメータについての検知を実行することが可能である。例えば、pV A - pA A、ポリ(A A - アクリル酸イソオクチル(I O A))、及びポリ(ヒドロキシエチルメタクリレート(H E M A) - A A)のようなヒドロゲルが、それらの雰囲気のパHに依存して膨潤／収縮する。ポリ(3 - スルホプロピルメタクリレート(S P M A) - I O A)及びpA Aに基づくヒドロゲルのいくつかは、塩の濃度に応答する。ポリ(N - イソプロピルアクリルアミド)(p N I P P A m)は、温度に応答するポリマーの例である。フェニルボロン酸に基づくヒドロゲルの寸法変化は、グルコースの濃度と関連させることができる。

10

#### 【0071】

複数の化学的／物理的／生物学的パラメータの検知は、異なるセンサ材料を組み込む複数のセンサデバイスを使用することにより実施されることができ。例えば、pH及び塩分の同時モニタリングは、それぞれ、pV A - pA A及びポリ(S P M A - I O A)を、異なる共振周波数を有する2つの別個のデバイスと併せて使用することにより実施されることができ。デバイスは、これは例えばモニターされる目標液体の中に定置されてよく、遠隔質問機を通じて無線により質問され、2つのパラメータについての情報を提供することができる。

20

#### 【0072】

上記のプロセスを使用して製作された誘導センサは、折り畳み後誘導センサを初期構成に固定するように構成された機構を含んでもよい。図16A～Cは、センサを固定するための機構を含む1つの実施形態を例示している。センサは、図15A～Hに関連して、上記のプロセスを使用して形成されてもよい。図16Aは、PI基材の薄くされた部分により形成されたヒンジの屈曲に続いて、初期条件にあるセンサを例示する。ヒンジの反対側の基材の末端部は、シリコンゴムのような柔軟な弾性結合材1610により結合されてもよい。シリコンゴムは、初期構成にある誘導センサを安定させる。図16Bは、目的のパラメータ、例えば被検質への暴露前の初期状態にある誘導センサを示す。乾燥したヒドロゲルの1片1620が、インダクタループ1640間の空隙1630内に配置される。ヒドロゲル1620は、被検質への暴露前に水和される。被検質又は周囲条件への暴露は、図16Cに例示されるように、ヒドロゲル1620を膨潤させるか又は膨潤を解消させ(de-swell)、インダクタループ1640間の距離を変化させる。図16Cの点線は、被検質への暴露前のデバイスの上部の構成を示す。図16Cの実線は、被検質への暴露による膨潤後のデバイスの上部の構成を示す。

30

#### 【0073】

一部の実施形態では、センサを掛合することは、デバイスを初期構成に固定するために係合する相補的特徴を有するラッチング機構を使用して達成される。例えば、相補的特徴は、基材の末端部又は縁部上に配置されてもよい。1つの実施形態では、相補的特徴は、他の場所も可能であるが、ヒンジの反対側の基材の末端部上に配置される。図17Aは、折り畳み前の誘導センサ1700を描く。誘導センサ1700は、基材の1つの末端部に1つ以上のフック1710を含む。フック1710は、基材の反対側の末端部で1つ以上のスリット1711と係合するように構成される。フック1710とスリット1711との係合は、図17Bに例示されるように、誘導センサを初期構成に掛合する。図15A～Hに関連して記載されたリソグラフィに基づく製作は、マスキレイアウトを修正することにより、単純なパターンから複雑なパターンまでを有するラッチング構造の追加を可能にする。

40

50

## 【 0 0 7 4 】

図 4 B に関連して前述されたように、特定の組成を有する p V A - p A A ヒドロゲルは水中で可溶性であり、アニーリング後にのみ不溶性になることが見出された。溶解度特性を、誘導センサの組み立てにおいて利用することができる。図 1 8 A ~ D は、こうした手法の実施例を例示する。この実施形態では、可溶性ヒドロゲルの 1 片 1 8 1 0 が、基材の対向する部分 1 8 2 1、1 8 2 2 の間の空隙の中に定置される。基材の対向する部分 1 8 2 1、1 8 2 2 の 1 つ又は両方の中に製作された孔 1 8 3 0 は、センサ材料 1 8 1 0 の水分への暴露を提供する ( 図 1 8 A )。

## 【 0 0 7 5 】

図 1 8 B に例示されるように、ヒドロゲル 1 8 1 0 の表面を孔 1 8 3 0 を介して水 1 8 3 1 で湿らせることは、ヒドロゲル 1 8 1 0 の湿らされた領域を溶解し柔軟化させる。溶解されたヒドロゲル 1 8 1 0 が乾く間に圧力 1 8 3 2 を適用することにより、ヒドロゲル 1 8 1 0 は、孔 1 8 3 0 の中に押し出され、固化されたヒドロゲル 1 8 1 0 と基材の対向する部分 1 8 2 1、1 8 2 2 との間の物理的結合を実現する。デバイスはアニールされてヒドロゲル 1 8 1 0 を不溶性にする。図 1 8 C は、アニーリング後のデバイスを例示する。

## 【 0 0 7 6 】

図 1 8 D に例示された誘導センサは、基材部分 1 8 2 1、1 8 2 2 のより大きい変位 1 8 6 2 を得るために、ヒドロゲルの変位 1 8 6 1 を増幅する、てこの機構を提供するように、センサ材料 1 8 1 0 がヒンジ 1 8 5 0 及び基材部分 1 8 2 1、1 8 2 2 に対して配向される構造を例示する。基材部分 1 8 2 1、1 8 2 2 のより大きい変位 1 8 6 2 は、いずれの機械的な増幅もないデバイスと比較したときに、デバイスのインダクタンス値のより大きい変化及び対応するより大きい信号を生成する。

## 【 0 0 7 7 】

別の実施形態によって誘導センサを作製するためのプロセスは、多重ループデバイス ( multi-loop device ) を液体センサ材料によってコーティングすること、及びそれを乾燥させることを伴う。例えば、液体ヒドロゲル、又は液体形態の他のセンサ材料が、図 7 B に例示される折り畳まれた多層デバイスのような多重ループデバイスの上にコーティングされてもよい。ヒドロゲルの粘度は、材料が折り畳まれた層の間の隙間に流れ込むことを可能にする。ヒドロゲルは次に乾燥される。アニーリングは、使用されるセンサ材料に依存して任意である。結果として生じるデバイスは、図 1 9 に例示される。センサ材料 1 9 2 0 は、1 つ以上のヒンジ 1 9 5 0 で折り畳まれた基材 1 9 3 0 上に配置されたループ 1 9 1 0 の間に配置される。センサ材料 1 9 2 0 は、周囲条件又は被検質への暴露に基づいて膨張及び収縮する。センサ材料 1 9 2 0 の膨張又は収縮は、誘導ループ 1 9 1 0 間の距離の変化を生じさせる。

## 【 0 0 7 8 】

本明細書で記載された誘導センサについて多数の適用が想像されてもよい。1 つの実施例では、誘導センサを創傷包帯又はおむつの中に採用し、創傷包帯又はおむつの水分含量を決定することができる。これらの製品について、包帯を取り外さずに、包帯又はおむつが水分の限界に到達したかどうかを決定することができることは有利である。創傷包帯又はおむつの取り替えの時間を適切に計ることは、ユーザーが不快な又は有害な条件を経験する可能性を低減する。包帯又はおむつの水分含量は、本明細書に記載されたような誘導センサを有する共振回路を組み込むデバイスを使用して遠隔でモニターされてもよい。デバイスは、バッチ方式で製作されることができ、電池のような内部電源を必要としない。これらの要因は、デバイスのコストを低減し、デバイスを使い捨て製品の中に組み込むことを实际的にする。

## 【 0 0 7 9 】

図 2 0 は、誘導センサ 2 0 0 1 を組み込む創傷包帯 2 0 0 0 を例示する。包帯 2 0 0 0 は、負傷した領域 2 0 2 0 の上への定置のために構成された吸収性材料 2 0 1 0 を含む。創傷包帯 2 0 0 0 は、通気性保護フィルム 2 0 3 0 により覆われる。創傷包帯 2 0 0 0 は

また、本明細書に記載されるように誘導センサを組み込む共振回路を有する水分センサ 2001 も含む。一部の実施形態では、水分センサ 2001 は、包帯 2000 の吸収性材料 2010 の上又は近くに定置されてよい。他の実施形態では、図 20 に例示されるように、吸収性材料 2010 は、誘導センサのセンサ材料として使用されてもよい。吸収性材料 2010 が水分を吸収するにつれて、誘導センサ 2001 の吸収性材料 2010 は膨張し、センサ 2001 のインダクタンスの変化及び共振回路の共振周波数の対応する変化を生じさせる。共振周波数の変化は、遠隔質問機により無線で検出されてもよい。質問機又は他の回路は、水分限界に到達したときには警告を発生して、包帯を替えるべきであることを表す場合がある。前述のように、質問機は、複数のパラメータを検知するために異なる初期共振周波数を有するように製作された複数のセンサをモニターしてもよい。複数センサの使用は、複数パラメータの同時検知を可能にする。代替的に、又は追加的に、複数のセンサを使用し、参照としてセンサの 1 つ以上を使用して補正を提供してもよい。

10

#### 【0080】

前述のように、一部の実施形態によると、誘導センサはインダクタの寸法を変化させるためにセンサ材料を使用する必要はない。誘導ループ間の間隔の変化は、ループの 1 つ又は両方の上に発揮された圧力により生じてもよい。寸法的に感応性である物質を組み込まない誘導センサの使用が、次の 2 つの適用実施例に記載される。

#### 【0081】

ヒンジで連結された誘導センサは、流量のようなパラメータの無線モニタリングのために使用されてもよい。1 つの実施例は、図 21A ~ B に例示されるが、誘導センサ 2100 を使用して、可撓性チューブ 2110 を通過する液体（例えば、血液）の脈動流を測定する。この適用では、チューブ 2110 は、検知デバイス 2100 の第 1 及び第 2 の基材部分 2121、2122 によって、ゆるく挟まれている。図 21A ~ B に描かれる検知デバイス 2120 は、ラッチング機構 2130 及びデバイス 2100 のチューブ 2110 の周囲への固定を促進するヒンジ 2150 を含む。チューブ 2110 の直径の変化は、誘導ループ 2140、2141 間の距離の変化を生じさせる。液体の脈動流は、チューブ 2110 の直径及びデバイス 2100 の共振周波数の周期的な変化を生じさせる。図 21A は、チューブ 2110 が最初の直径  $d_1$  を有する時間  $t_1$  におけるデバイス 2100 を例示している。図 21B は、チューブ 2110 が直径  $d_2$  を有する時間  $t_2$  におけるデバイス 2120 を例示している。チューブ 2110 の直径の変化  $d$  は、センサデバイス 2100 の共振周波数のシフトを生じさせる。チューブ直径の周期的変化に対応する共振周波数の周期的変化の頻度を測定することにより、流速が決定されてもよい。

20

30

#### 【0082】

更に別の代表的な適用では、図 22 に示されるが、センサデバイス 2210 を使用して、チャンネル 2200 中の流量を測定する。センサデバイス 2210 はヒンジを含み、1 つの基材部分 2202 が初期角度  $\theta_0$  で、もう 1 つの基材部分 2201 に対して配向されるように、初めに折り畳まれる。1 つの基材部分 2202 は、流体チャンネル 2200 の内壁 2230 上に固定される。2 つの基材部分 2201、2202 間の角度は、自由な基材部分 2201 が、流量により生じた圧力のために下方に押されるのにつれて減少する。より小さい流速は、基材部分 2201、2202 の初期の配向に対して、相対的により小さい角度の変位  $\theta_1$  を生成する。より大きい流速は、基材部分 2201、2202 の初期の配向に対して、相対的により大きい角度変位  $\theta_2$  を生成する。基材部分 2201、2202 間の角度の変位の変化は、センサのインダクタンスを変更し、共振周波数のシフトを生じさせる。共振周波数のシフトは、遠隔質問機により無線でアクセスされ、チャンネル中の流速に相関されてもよい。

40

#### 【0083】

本発明の様々な実施形態についての上述の説明は、例示及び説明を目的として提示されている。それは、包括的であることも、又は開示されたまさにその形態に本発明を限定することも意図していない。以上の教示を考慮すれば、多くの修正及び変形が可能である。例えば、本発明の実施形態は、多種多様な適用において実施されてもよい。本発明の範囲

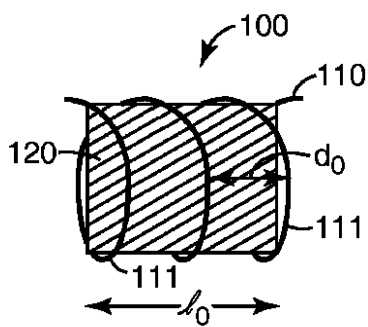
50

は、この「発明を実施するための形態」によって限定されず、むしろ添付「特許請求の範囲」によって限定されるものとする。

【 0 0 8 4 】

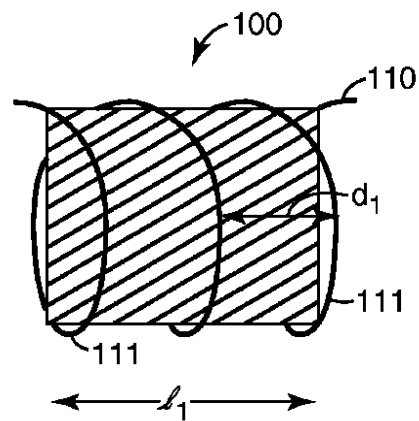
本発明は様々な修正及び代替形態に柔軟に従うことができるが、それらの細目は一例として図面に示され詳細に記述される。しかしながら、記載された特定の実施形態に本発明を限定することを意図しないことは理解されよう。逆に、添付の特許請求の範囲で定義された本発明の範囲内に入るすべての修正、等価物、及び代替物を含むことを意図している。

【 図 1 A 】



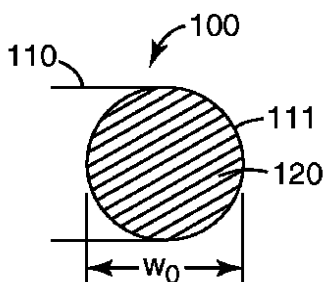
*Figure 1A*

【 図 1 C 】



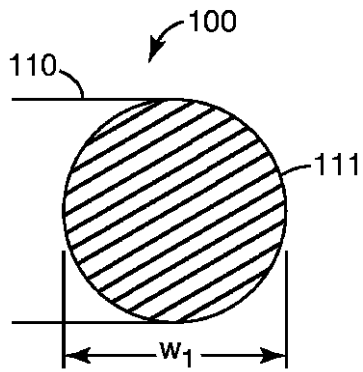
*Figure 1C*

【 図 1 B 】

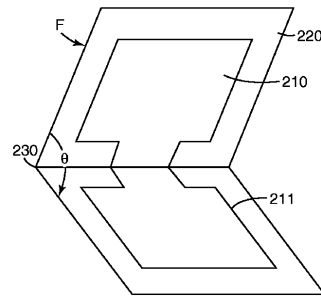


*Figure 1B*

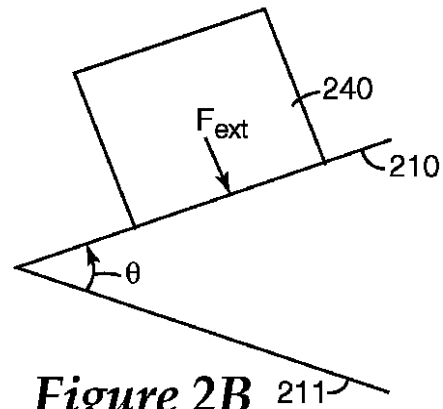
【図 1 D】

*Figure 1D*

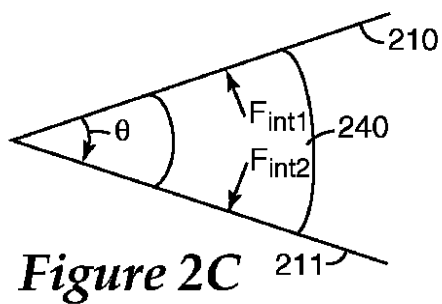
【図 2 A】

*Figure 2A*

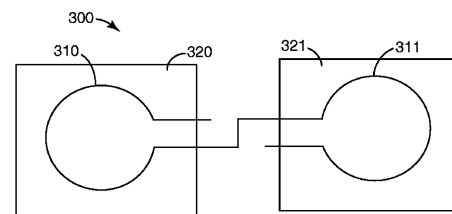
【図 2 B】

*Figure 2B*

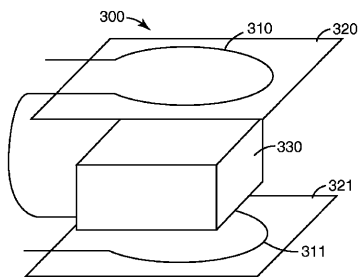
【図 2 C】

*Figure 2C*

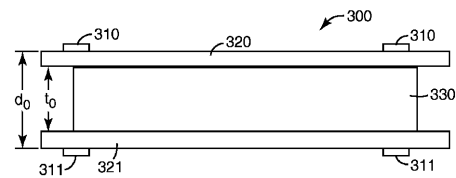
【図 3 B】

*Figure 3B*

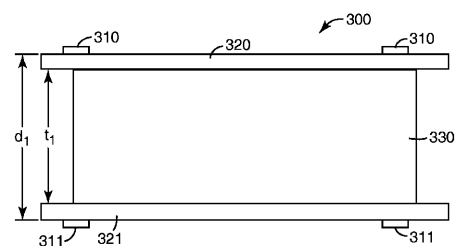
【図 3 A】

*Figure 3A*

【図 3 C】

*Figure 3C*

【図 3 D】

*Figure 3D*

【図 4 A】

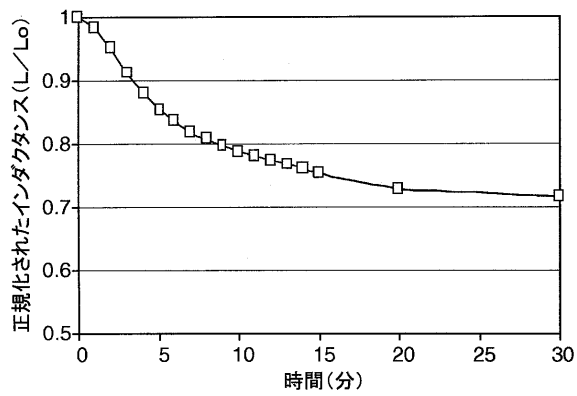


Fig. 4A

【図 4 B】

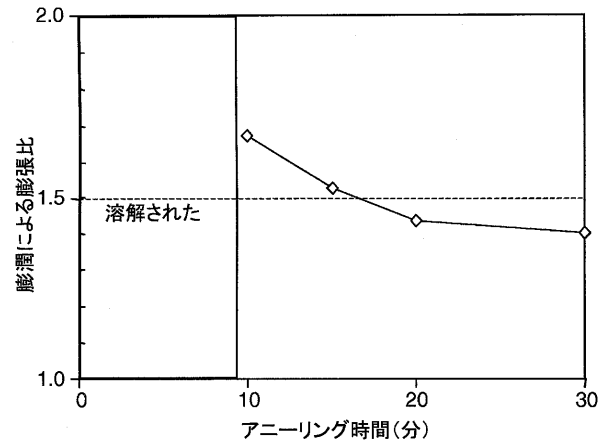


Fig. 4B

【図 4 C】

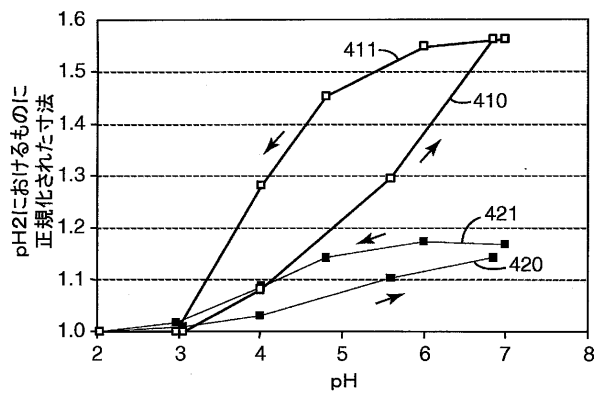


Figure 4C

【図 5 A】

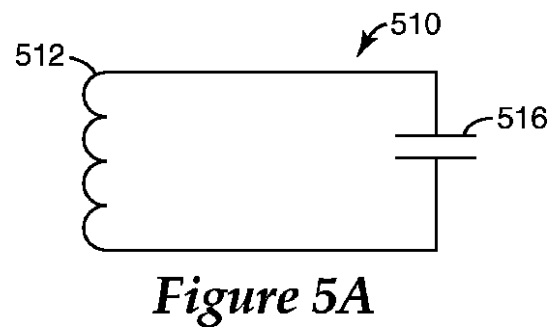


Figure 5A

【図 5 B】

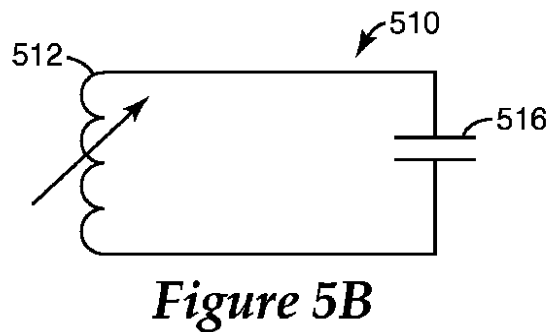


Figure 5B

【図 6 A】

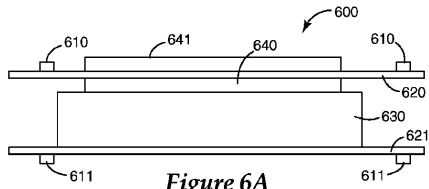


Figure 6A

【図 6 B】

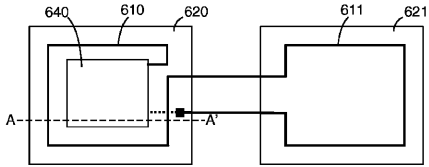


Figure 6B

【図 6 C】

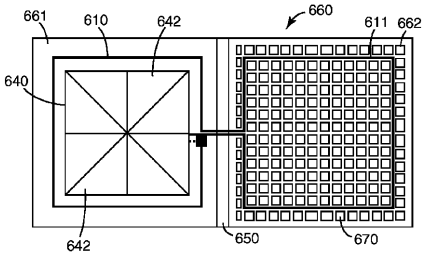


Figure 6C

【図 6 D】

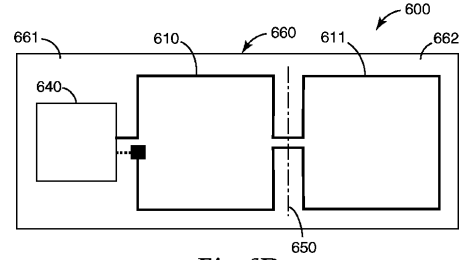


Fig. 6D

【図 6 E】

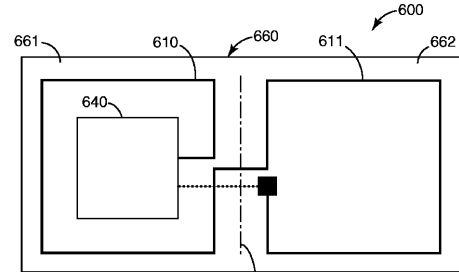


Fig. 6E

【図 7 A】

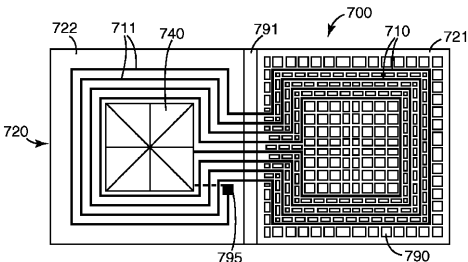


Fig. 7A

【図 7 B】

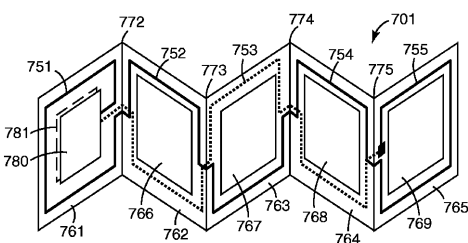


Fig. 7B

【図 8】

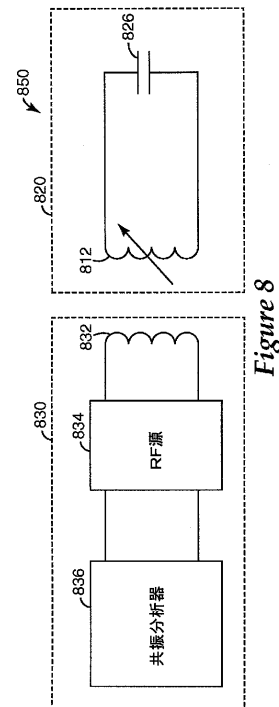


Figure 8

【図 9】

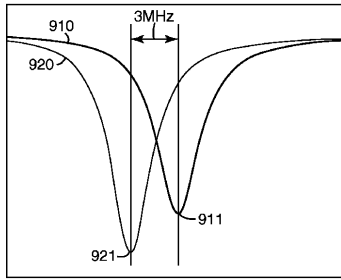


Figure 9

【図 10】

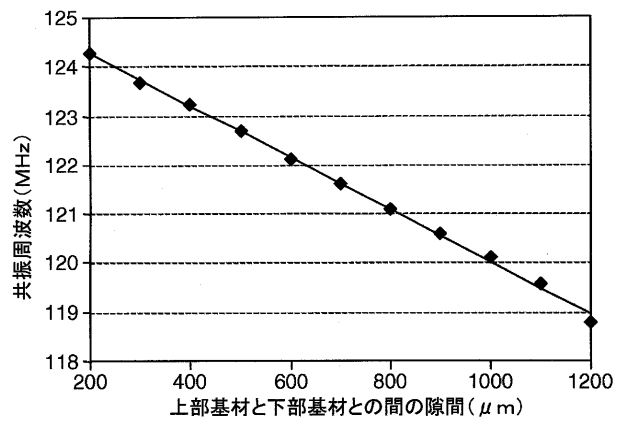


Figure 10

【図 11A】

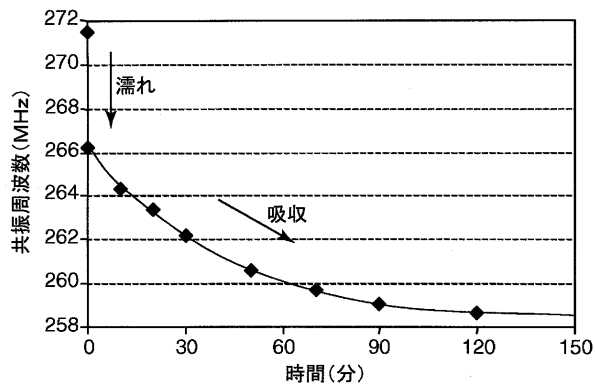


Figure 11A

【図 11B】

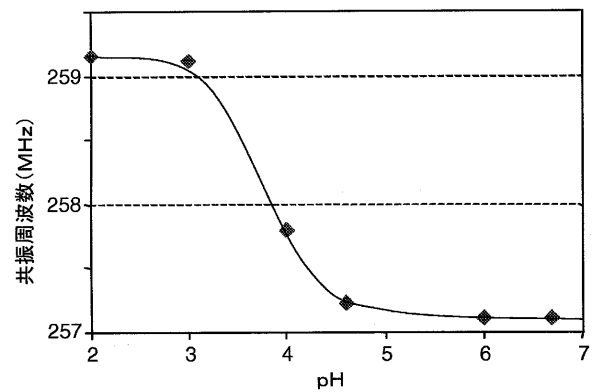


Figure 11B

【図 12】

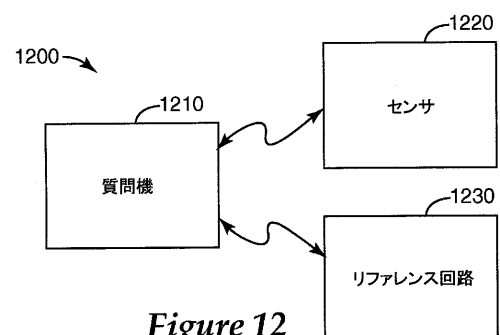


Figure 12



【図 13 A】

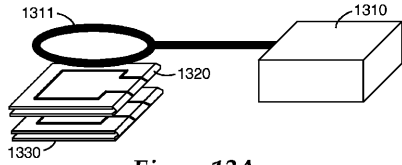


Figure 13A

【図 13 B】

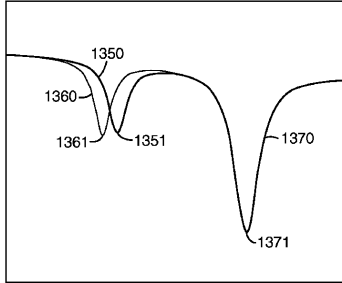


Figure 13B

【図 14 A】

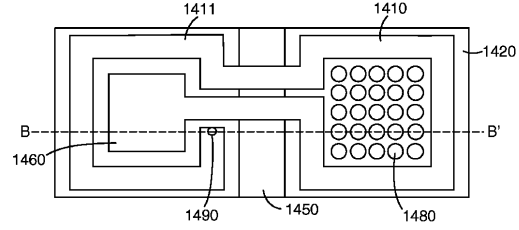


Fig. 14A

【図 14 B】

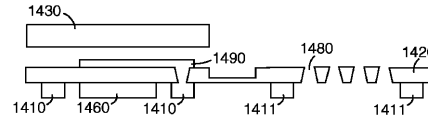


Fig. 14B

【図 14 C】

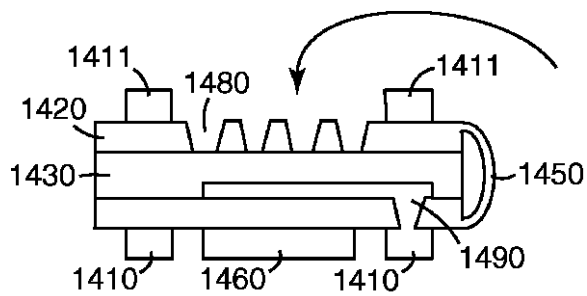


Fig. 14C

【図 15 D】



Figure 15D

【図 15 E】

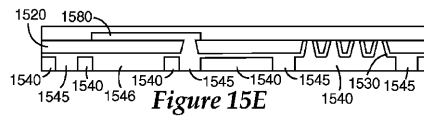


Figure 15E

【図 15 F】

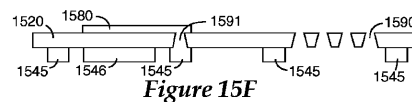


Figure 15F

【図 15 G】

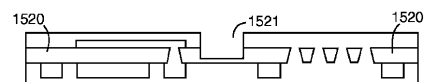


Figure 15G

【図 15 H】

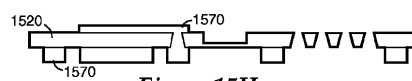


Figure 15H

【図 15 A】

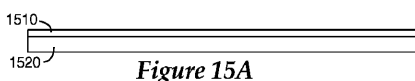


Figure 15A

【図 15 B】

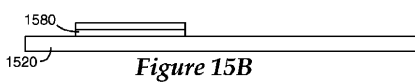


Figure 15B

【図 15 C】

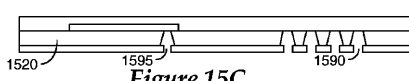


Figure 15C

【図 16 A】

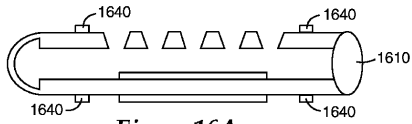


Figure 16A

【図 16 B】

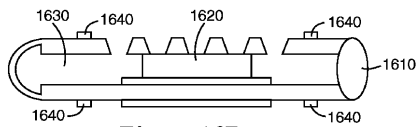


Figure 16B

【図 16 C】

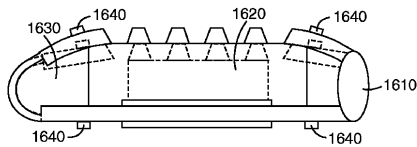


Figure 16C

【図 18 B】

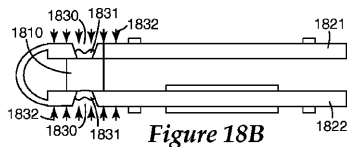


Figure 18B

【図 18 C】



Figure 18C

【図 18 D】

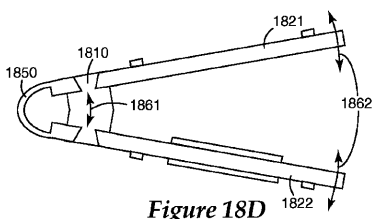


Figure 18D

【図 17 A】

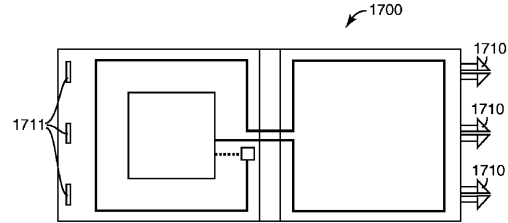


Figure 17A

【図 17 B】

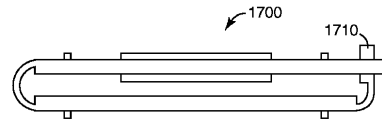


Figure 17B

【図 18 A】



Figure 18A

【図 19】

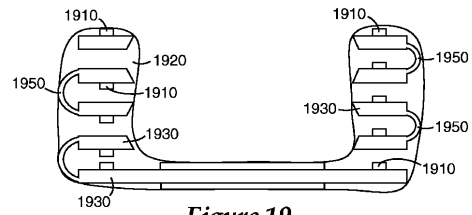


Figure 19

【図 20】

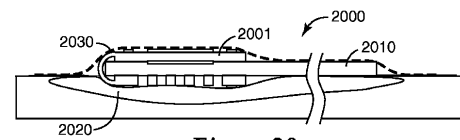


Figure 20

【図 21 A】

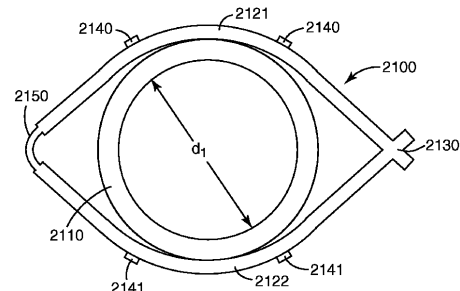


Figure 21A

【図 21 B】

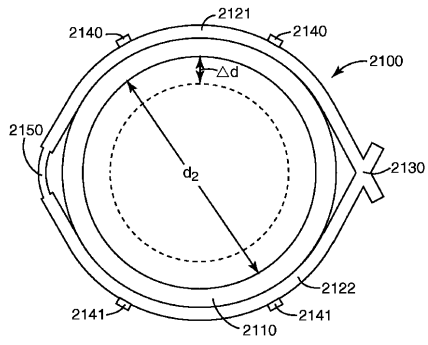


Figure 21B

【図 22】

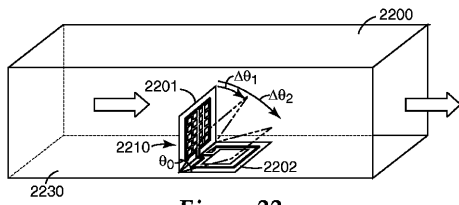




Figure 22

## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. <b>PCT/US2007/072507</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>G01R 27/26(2006.01)i, G01D 5/20(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 8 : G01R 27/26		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models since 1975 Japanese Utility models and applications for Utility models since 1975		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKIPASS(KIPO internal) "inductive", "sensor"		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 6025725 A ( GERSHENFELD N. and FLETCHER R. ) 15 February 2000 See the abstract, column 2 lines 12-59, column 4 lines 8-40, column 5 line 23 - column 7, line 10, claims 1-31, and figures 1-8	1-5, 7,9,12-19, 21, 25-30 6, 31 8, 10-11, 20, 22-24
Y	WO 2006 010108 A2 ( ONWAFER TECHNOLOGIES INC. ) 26 January 2006 See the abstract and figures 7, 9	6, 31
A	WO 2003 078948 A1 ( SAKANO K.; ZIXSYS INC.; FEC INC.; SAKANO M. ) 25 September 2003 See the abstract and figures 3-7	1-31
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 11 JANUARY 2008 (11.01.2008)		Date of mailing of the international search report <b>11 JANUARY 2008 (11.01.2008)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 920 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer WOO, GUI AEE Telephone No. 82-42-481-8479 

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2007/072507**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US6025725A	15.02.2000	None	
W02006010108A2	26.01.2006	KR1020070051255A	17.05.2007
W02003078948A1	25.09.2003	AU2003213435A1	29.09.2003
		CN1643353A	20.07.2005
		EP1486763A1	15.12.2004
		JP2003270051A	25.09.2003
		KR1020040094816A	10.11.2004
		US20050141591A1	30.06.2005

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100093665

弁理士 蛸谷 厚志

(74)代理人 100146466

弁理士 高橋 正俊

(72)発明者 高 畑 憲一

カナダ国, ブリティッシュ コロンビア ブイ 6 ワイ 2 エス 3, リッチモンド, アッシュ ストリート 8 8 0 0

F ターム(参考) 2F056 AE03 AE05 AE07 SA04 SA07

2G060 AA05 AC01 AC05 AE17 AE18 AF20 AG07 AG08 AG15 HC10