

(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2009-544009
(P2009-544009A)

(43) 公表日 平成21年12月10日(2009.12.10)

(51) Int.Cl.

GO1N 27/00 (2006.01)

F1

GO1N 27/00

テーマコード(参考)

Z 2GO6O

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2009-519581 (P2009-519581)
 (86) (22) 出願日 平成19年6月29日 (2007.6.29)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年1月13日 (2009.1.13)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2007/072475
 (87) 國際公開番号 WO2008/008643
 (87) 國際公開日 平成20年1月17日 (2008.1.17)
 (31) 優先権主張番号 11/456,410
 (32) 優先日 平成18年7月10日 (2006.7.10)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

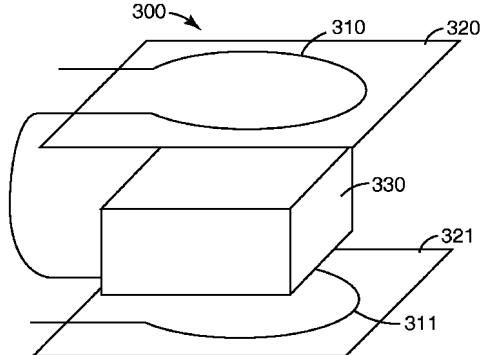
(71) 出願人 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
 -3427, セント ポール, ポスト オ
 フィス ボックス 33427, スリーエ
 ム センター
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敏
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100128495
 弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】誘導センサ

(57) 【要約】

誘導センサは、1つ以上のループ、及び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たセンサ材料を有するインダクタを包含する。センサ材料は、センサ材料の寸法変化がインダクタの寸法変化を生成するように、インダクタのループ内に配向される。インダクタの寸法変化は、インダクタのインダクタンスを変更する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘導センサであって、

1つ以上のループを含み、インダクタンスと関連するインダクタと、

センサ材料であって、前記センサ材料が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、前記センサ材料の前記寸法変化が前記インダクタの寸法変化を生成するように、前記センサ材料が前記インダクタの前記ループ内に配向され、前記インダクタの前記寸法変化が前記インダクタの前記インダクタンスを変更する、センサ材料と、を含む、センサ。

【請求項 2】

前記センサ材料の前記寸法変化が、前記インダクタの断面積の変化を生じさせるように、前記センサ材料が配向される、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 3】

前記センサ材料の前記寸法変化が、前記インダクタの長さの変化を生じさせるように、前記センサ材料が配向される、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 4】

前記センサ材料の前記寸法変化が、前記インダクタの2つ以上のループ間の距離の変化を生じせるように、前記センサ材料が配向される、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 5】

前記センサ材料が、前記インダクタの少なくとも2つのループ間に配置され、前記センサ材料の前記寸法変化が、前記少なくとも2つのループ間の距離の変化を生じせる、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 6】

前記センサ材料が、前記インダクタの少なくとも2つのループ間に配置され、前記センサ材料の前記寸法変化が、前記少なくとも2つのループ間の角度の変化を生じせる、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 7】

前記センサ材料が、前記目的のパラメータの変化に応答して、膨張又は収縮可能なポリマーを含む、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 8】

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 9】

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、及びイオン濃度の少なくとも1つを含む、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 10】

前記インダクタに電気的に結合されて共振回路を形成するコンデンサを更に含み、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せる、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 11】

前記コンデンサが、分割電極を含む、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 12】

前記ループの少なくとも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 13】

前記インダクタの前記寸法変化が、前記可撓性基材及び前記少なくとも1つのループの屈曲を伴う、請求項 1 2 に記載のセンサ。

【請求項 14】

前記可撓性基材上及び少なくとも1つのループ内に形成される容量電極を有するコンデンサを更に含み、前記コンデンサが、前記インダクタに電気的に結合されて共振回路を形成する、請求項 1 2 に記載のセンサ。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

少なくとも 1 つのループが少なくとももう 1 つのループに関して初めに配向するように構成されるラッチング機構を更に含む、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 16】

センサシステムであって、

1 つ以上のループを含むインダクタと、

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、前記センサ材料の前記寸法変化が前記インダクタの寸法変化を生成して、前記インダクタのインダクタンスの変化を生じさせるように、前記インダクタの前記ループにより画定される領域内に配向されるセンサ材料と、

前記インダクタに電気的に結合されて前記インダクタンスに依存する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、

前記共振回路の前記共振特性の変化を検出するように、及び前記共振特性に基づいて前記目的のパラメータを分析するように構成される質問機と、を含む、システム。

【請求項 17】

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 16 に記載のセンサシステム。

【請求項 18】

前記共振特性が、共振周波数を含む、請求項 16 に記載のセンサシステム。

【請求項 19】

前記質問機により検出可能なリファレンス信号を生成するように構成されるリファレンス回路を更に含み、前記質問機が、前記リファレンス信号を使用して前記誘導センサにより生成される信号中の誤りを訂正するように構成されている、請求項 16 に記載のセンサシステム。

【請求項 20】

前記誘導センサが、患者の上に定置されるように構成される水分吸収性包帯の中又は上に配置され、

前記目的のパラメータが水分を含み、

前記質問機が、前記誘導センサの前記共振特性に基づいて前記包帯中の水分を検出するように構成されている、請求項 16 に記載のセンサシステム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、インダクタのループ内に配置されるセンサ材料を有する誘導センサに関する。

【背景技術】**【0002】**

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。

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されて、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】****【0003】**

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

10

20

30

40

50

る。

【課題を解決するための手段】

【0004】

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、誘導センサは、インダクタ及びインダクタのループ内に配置された寸法可変のセンサ材料を包含する。

【0005】

本発明の1つの実施形態は、誘導センサを対象とする。誘導センサは、1つ以上のループを含み及びインダクタンスに関連するインダクタを包含する。誘導センサは、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たセンサ材料を包含する。センサ材料は、センサ材料の寸法変化がインダクタの寸法変化を生成するように、インダクタのループ内に配向される。インダクタの寸法変化は、インダクタのインダクタンスを変更する。

10

【0006】

1つの態様によると、センサ材料は、センサ材料の寸法変化がインダクタの断面積の変化を生じさせるように配向される。本発明の別の態様によると、センサ材料は、センサ材料の寸法変化がインダクタの長さの変化を生じさせるように配向される。別の態様は、センサ材料の寸法変化がインダクタの2つ以上のループ間の距離の変化を生じさせるように、センサ材料の配向を伴う。更に別の態様では、センサ材料は、インダクタの少なくとも2つのループの間に配置され、センサ材料の寸法変化は、この少なくとも2つのループ間の距離の変化を生じさせる。

20

【0007】

センサ材料は、目的のパラメータの変化に応答して、膨張又は収縮可能なポリマーを含んでもよい。1つの構成では、センサ材料はヒドロゲルを含む。

【0008】

センサ材料は、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1つ以上に応答するように構成されてもよい。

【0009】

1つの実施では、センサは、インダクタに電気的に結合されて共振回路を形成するコンデンサを包含し、目的のパラメータの変化は、共振回路の共振特性の変化を生じさせる。

30

【0010】

例えば、インダクタのループの少なくとも1つが、可撓性基材上に配置されてもよく、またインダクタの寸法変化は、可撓性基材及び少なくとも1つのループの屈曲を伴う。誘導センサは、少なくとも1つのループが、少なくとも、もう1つのループに関して初めて配向するように構成された、ラッチング機構 (latching mechanism) を包含してもよい。

【0011】

本発明の別の実施形態は、センサシステムを対象とする。センサシステムは、1つ以上のループのインダクタを有する誘導センサを包含する。センサ材料は、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、センサ材料の寸法変化がインダクタの寸法変化を生成して、インダクタのインダクタンスの変化を生じさせるように、インダクタのループにより画定される領域内に配向される。センサシステムはまた、インダクタに電気的に結合されてインダクタンスに依存する共振特性を有する共振回路を形成する、センサ回路 (sensor circuitry) も包含する。質問機は、共振回路の共振特性の変化を検出するように、及び共振特性に基づいて目的のパラメータを分析するように構成される。例えば、共振特性は、誘導センサの共振周波数であってよい。1つの実施では、質問機は、誘導センサの共振周波数を無線で検出するように構成される。

40

【0012】

センサシステムは、質問機により検出可能なリファレンス信号 (reference signal) を生成するように構成されたリファレンス回路 (reference circuit) を包含してもよい。この構成では、質問機は、リファレンス信号を使用して誘導センサにより生成される信号中の誤りを訂正するように構成されてもよい。

50

【0013】

1つの実施によると、誘導センサは、患者の上に定置されるように構成された水分吸収性包帯の中又は上に配置される。目的のパラメータは水分である。質問機は、誘導センサの共振特性に基づいて包帯中の水分を検出するように構成される。

【0014】

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るとともに、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】

10

【0015】

【図1A】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1B】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1C】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1D】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2A】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。

20

【図2B】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2C】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3A】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3B】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3C】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。

30

【図3D】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4A】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4B】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4C】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5A】RFIDの適用のために使用される共振回路の回路図。

【図5B】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6A】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6B】センサ材料のない平面図の、図6A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6C】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6D】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接続された誘導センサを例示する図。

【図6E】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接続された誘導センサを例示する図。

【図7A】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。

40

50

【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包含する共振回路／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に関する周波数の変化を例示するグラフ。 10

【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包含する検知システムの図。

【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变の共振周波数と、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。

【図 15 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 15 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 15 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 15 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。 30

【図 15 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。

【図 15 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 15 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 15 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 16 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包含する誘導センサを示す図。

【図 16 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包含する誘導センサを示す図。

【図 16 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包含する誘導センサを示す図。

【図 17 A】本発明の実施形態による、ラッチング機構を包含する誘導センサを示す図。

【図 17 B】本発明の実施形態による、ラッチング機構を包含する誘導センサを示す図。

【図 18 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 18 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

10

20

30

40

50

する、非対称の誘導センサ構造を描く図。

【図18C】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18D】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19】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20】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21A】本発明の実施形態による、脈動流センサを例示する図。

【図21B】本発明の実施形態による、脈動流センサを例示する図。

【図22】本発明の実施形態による、チャ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。

【発明を実施するための形態】

【0016】

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。

【0017】

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。

【0018】

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包含する。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。

【0019】

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。

【0020】

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を包含する。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。

10

20

30

40

50

【0021】

誘導センサ110は、センサ材料120の寸法変化によって検知パラメータの変化に応答するセンサ材料120を包含する。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。

【0022】

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 を包含する初期構成を有する。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。

10

【0023】

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)-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。

20

【0024】

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 θ を変化して、ループ210、211間の距離の変化、及び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。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包含してもよい。

30

【0025】

図2Bに例示されるように、一部の実施形態は、ループ210、211により形成された角度 θ の外側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。他の実施形態では、図2Cに例示されるように、センサ材料240は、ループ210、211により形成された角度 θ の内側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。

40

【0026】

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の電気的接続を例示する。

【0027】

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を包含する。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

50

、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す場合がある。

【0028】

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気的に接続されてもよい。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。

【0029】

あるいは、誘導センサは、負型デバイスとして電気的に接続されてもよい。負型デバイスの上部及び下部ループの中の電流は、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。

【0030】

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めに使用されてもよい。

【0031】

図4Aのグラフは、約200μmのリード直径、約6mmのコイル長、約6mmのコイル直径、及び約1.8μH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。

【0032】

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度で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。

【0033】

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、130度で20分間アニールされた、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。曲線420、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。

【0034】

特定の実施形態では、誘導センサをコンデンサと結合し、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、有線又は無線接続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

10

20

30

40

50

てもよい。

【0035】

無線接続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技術は、書店又は図書館の本を検出及び追跡するために頻繁に使用される。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。

【0036】

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、読み取り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場の乱れは読み取り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デバイスの存在を示すと解釈されてもよい。

【0037】

本発明の実施形態により、EAS又はRFID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包含する。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／又は共振回路のその他の共振特性を挙げてもよい。

【0038】

図5Bの回路図は、誘導センサ522及びコンデンサ516を包含する共振回路／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、RFID又はEAS読み取り装置（示されず）によって解釈されることができる。

【0039】

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。

【0040】

図6A～6Eは、2つのコイルループを有しコンデンサと共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を包含する。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

10

20

30

40

50

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気的に接続されて、図5Bに例示される回路520のような共振回路を形成する。

【0041】

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を包含する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に関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。

10

【0042】

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。

20

【0043】

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6Dは、ループ610により囲まれた領域の外側の1つの基材部分661上に形成された、コンデンサプレート640を有する負型デバイスを例示する。基材660が、屈曲ヒンジ650のところで折り畳まれ、ループ610、611が重なり合うとき、上部610及び下部611ループ中の電流は反対の方向に流れ、ループ610、611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610、611が互いにより接近するにつれて減少し、ループ610、611がより遠く離れるにつれて増加する。

30

【0044】

図6Eは、正型デバイスを例示する。基材660が、基材部分661、662、及びループ610、611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610、611の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610、611が共により接近するにつれて増加し、ループ610、611がより遠く離れるにつれて減少する。

【0045】

一部の実施形態では、誘導センサのインダクタは、図7A及び7Bに例示されるもののような複数のループを包含してもよい。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7Aは、単一の折り畳み式基材720の上に配置された複数の同心ループ710、711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710、711は、それぞれ基材部分721、722上に形成される。基材720は、基材部分721、722間に屈曲ヒンジ部分791を包含する。折り畳まれたとき、ループ710、711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711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740により1つの基材部分722上に形成される。基材部分721、722の1つ又は両方は、穿孔790を包含し、ループ710、711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接続は、ピア相互接続795を使用して行われてもよい。

40

50

【0046】

図7Bに例示される、別の実施形態では、共振回路/センサ701は、5つの可撓性基材部分761～765の上に形成された複数のループ751～755を有するインダクタを包含する。各基材部分761～765は、1つのループ751～755をデバイス701のインダクタに提供する。ループ751～755は、示されるように、すべてが基材部分761～765の片側に、又は半分が基材部分761～765の各側に形成されてもよい。基材部分761～765は、デバイス701を、屈曲ヒンジ772～775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761の上に形成されたプレート780、781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780、781を包含しない基材部分は、貫通孔766～769を任意に有してもよい。

10

【0047】

一部の実施形態では、センサ材料(示されず)は、基材部分761～765の1つ以上の間に配置される。基材部分761～765が貫通孔766～769を包含する場合、センサ材料は、基材部分761～765の周辺部に沿って配置される。

20

【0048】

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み取装置としても表示される質問機830、及び誘導センサ812に結合されたコンデンサ826を有する共振回路820を包含する遠隔検知システム850を例示する。質問機830は、無線周波数(RF)源834及び共振分析器(resonance analyzer)836を包含する。

20

【0049】

質問機830は、アンテナ832を包含し、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。

30

【0050】

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。

30

【0051】

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を包含する。信号920は、誘導センサのループ間の約 $200\mu m$ の増加後、時間 t_2 において共振回路/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。

40

【0052】

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

50

化を例示する。

【0053】

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。

10

【0054】

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。

20

【0055】

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。

【0056】

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を包含する。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。

30

【0057】

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る誤りを包含するセンサ回路信号の誤りを訂正してもよい。

40

【0058】

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t₁及びt₂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t₁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を包含する。時間t₂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を包含する。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t₁及びt₂にお

50

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。

【0059】

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。

10

【0060】

遠隔検知のためのリファレンス信号の使用に関する更なる詳細は、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 11/383652 号（2006 年 5 月 16 日出願）に記載されている。

【0061】

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' を通っ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 重ループ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 のループ 1410 の 1 つの端が第 2 のループ 1411 のもう 1 つの端に接続されるように形成される。ヒンジは、PI-Cu 基材 1420 の薄くされた部分 1450 によってループ 1410、1411 間に形成される。ヒドロゲルのようなセンサ材料 1430 は、第 1 及び第 2 のループに関して配向される。穿孔 1480 を PI-Cu 基材 1420 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 1430 の暴露を可能にしてもよい。1 つ以上のビア接続 1490 が、基材 1420 を通しての電気的接続を促進するために使用される。誘導センサの 2 重ループ構造は、図 14C の矢印により例示されるように、薄くされたヒンジ 1450 のところで、平面基材 1420 を折り畳むことにより実現される。センサ材料 1430 の寸法変化は、ループ 1410、1411 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 14A～C に例示される構成は、標準的なリソグラフィー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。

20

【0062】

図 15A～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 15A～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ーに基づく技術を使用してバッチ製作されてもよいが、フォトリソグラフィー以外の技術及び / 又は代替材料がある場合は使用されてもよい。図 15A～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。

30

【0063】

第 1 のマスクを使用して、厚さ 50 μm の PI ホイル 1520 上にコーティングされた厚さ 15 μm の Cu フィルム 1510 をパターン化し、平行プレートコンデンサの電極 1580 を形成する（図 15A 及び 15B）。流体被検質用通路としての役割を果す貫通孔 1590、並びに回路のためのビア接続用の孔 1595 が、ポリイミド（PI）基材 1520 の中に製作される（図 15C）。貫通孔 1590 及び / 又はビア接続孔 1595 の形成は、例えば 40 重量 % KOH 及び 20 重量 % エタノールアミンを有する水溶液中の湿式エッ칭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칭された孔の中のテープーリングを低減し、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

40

50

部面積を得られるようとする。図15Dに例示されるように、シード層1530は、図15E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、PI基材1520上にコーティングされる。シード層1530は、約100nmのチタンフィルムを接着層として堆積し、次いで約1μmのCuフィルムを堆積することにより形成される。シード層1530の銅表面上に積層されたポリメチルメタクリレート(PMMA)フォトレジストフィルム1540はパターン化されて、インダクターラーブ1545のCuメッキ、第2のコンデンサ電極1546、及びビア相互接続1591のための成形ダイを形成する(図15E)。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50μmの厚さを有するフォトレジストを使用し、Cuメッキから40μmの目標高さを実現する。Cu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。Ti/Cuシード層1530を、メッキ後エッティングし、メッキ構造1545、1546、1591を電気的に分離する(図15F)。

10

【0064】

PI 1520を再びエッティングし、屈曲ヒンジを形成する薄くされた部分1521を作製する(図15G)。KOHに基づくエッティング装置の中で2分間エッティングすると、薄くされた部分1521におけるPI 1520に厚さ10μmをもたらす。最後に、厚さ約1μmのパリレン-CTM(Parylene-CTM)の共形の誘電体フィルム1570が、電気的保護のために、デバイスの全表面にわたってコーティングされる(図15H)。

20

【0065】

前述のように、上に詳細に説明されたプロセスを使用し、誘導センサを形成するために使用された多数の平面デバイスを包含する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してもよい。

20

【0066】

個々のデバイスを折り畳み、インダクターラーブを、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、向かい合う基材部分及び/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、pVA-pAA、ポリ(AA-アクリル酸イソオクチル(IOA))、及びポリ(ヒドロキシエチルメタクリレート(HEMA)-AA)のようなヒドロゲルが、それらの雰囲気のpH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(SPMA)-IOA)及びpAA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)(pNIPPAm)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相關させることができる。

30

【0067】

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することができる。例えば、pH及び塩分の同時モニタリングは、それぞれ、pVA-pAA及びポリ(SPMA-IOA)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することができる。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。

40

【0068】

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包含してもよい。図16A~Cは、センサを固定するための機構を包含する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統いて、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

50

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、インダクターブ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)、インダクターブ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。

【0069】

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を包含する。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ーに基づく製作は、マスク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。

10

20

【0070】

図4Bに関連して前述されたように、特定の組成を有するpVA-pAA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18A～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1810が、基材の向かい合う部分1821、1822の間の空隙の中に定置される。基材の向かい合う部分1821、1822の1つ又は両方の中に製作された孔1830は、センサ材料1810の水分への暴露を提供する(図18A)。

30

【0071】

図18Bに例示されるように、ヒドロゲル1810の表面を孔1830を介して水1831で湿らせることは、ヒドロゲル1810の湿られた領域を溶解し柔軟化させる。溶解されたヒドロゲル1810が乾く間に圧力1832を適用することにより、ヒドロゲル1810は、孔1830の中に押し出され、固化されたヒドロゲル1810と基材の向かい合う部分1821、1822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1810を不溶性にする。図18Cは、アニーリング後のデバイスを例示する。

40

【0072】

図18Dに例示された誘導センサは、基材部分1821、1822のより大きい変位1862を得るために、ヒドロゲルの変位1861を増幅する、てこの機構を提供するように、センサ材料1810がヒンジ1850及び基材部分1821、1822に関して配向される構造を例示する。基材部分1821、1822のより大きい変位1862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。

50

【0073】

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7B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

50

存して任意である。結果として生じるデバイスは、図19に例示される。センサ材料1920は、1つ以上のヒンジ1950で折り畳まれた基材1930上に配置されたループ1910の間に配置される。センサ材料1920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1920の膨張又は収縮は、誘導ループ1910間の距離の変化を生じさせる。

【0074】

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実際的にする。

10

【0075】

図20は、誘導センサ20001を組み込む創傷包帯2000を例示する。包帯2000は、負傷した領域2020の上への定置のために構成された吸収性材料2010を包含する。創傷包帯2000は、通気性保護フィルム2030により覆われる。創傷包帯2000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20001も包含する。一部の実施形態では、水分センサ20001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20001の吸収性材料2010は膨張し、センサ20001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する。

20

30

【0076】

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。

【0077】

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、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を包含する。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d₁を有する時間t₁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d₂を有する時間t₂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21

40

50

00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变化に対応する共振周波数の周期的变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。

【0078】

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、チャネル2200の中の流量を測定する。センサデバイス2210はヒンジを包含し、1つの基材部分2202が初期角度₀で、もう1つの基材部分2201に関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の初期配向に関して、相対的により小さい角度の変位₁を生成する。より大きい流速は、基材部分2201、2202の初期配向に関して、相対的により大きい角度の変位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、チャネル中の流速に相関されてもよい。

10

【0079】

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。

20

【0080】

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】

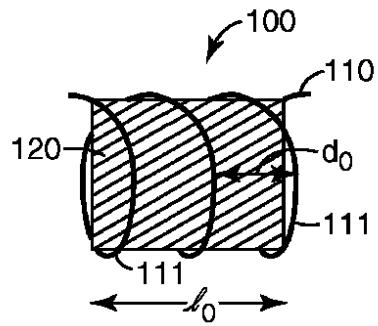


Figure 1A

【図 1 C】

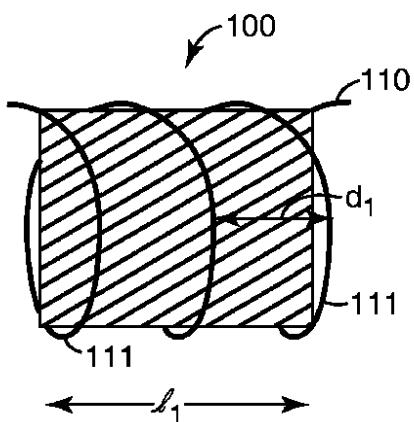


Figure 1C

【図 1 B】

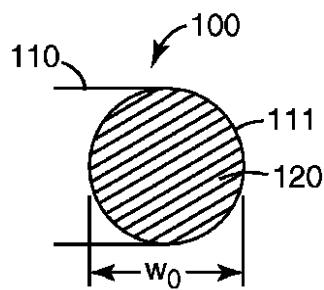


Figure 1B

【図 1 D】

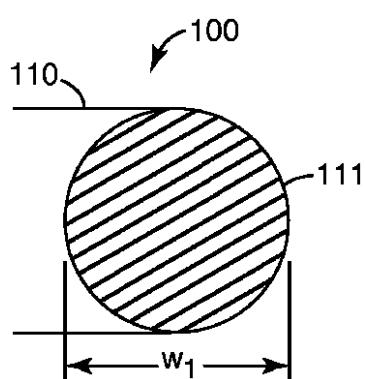


Figure 1D

【図 2 A】

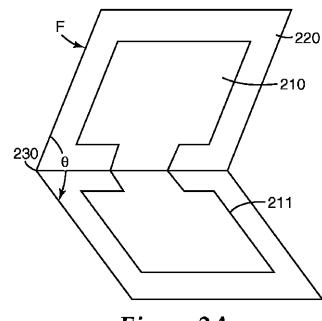


Figure 2A

【図 2 B】

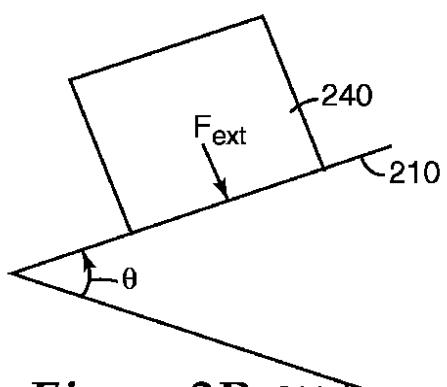


Figure 2B 211

【図 2 C】

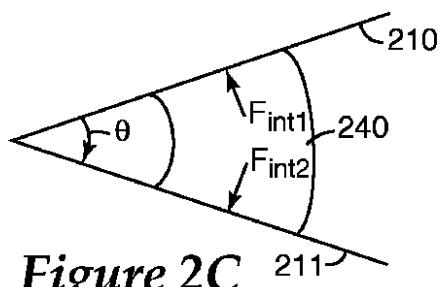


Figure 2C 211

【図 3 A】

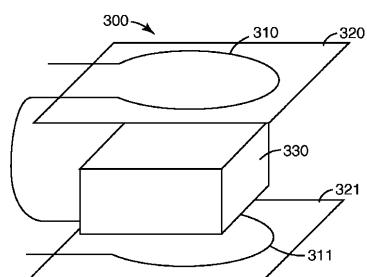


Figure 3A

【図 3 B】

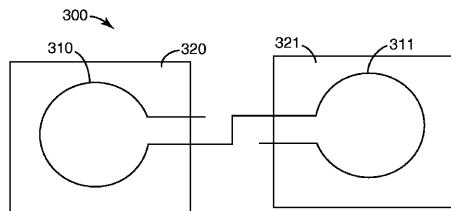


Figure 3B

【図 3 C】

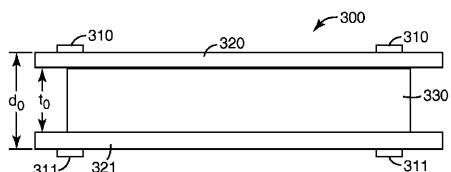


Figure 3C

【図 3 D】

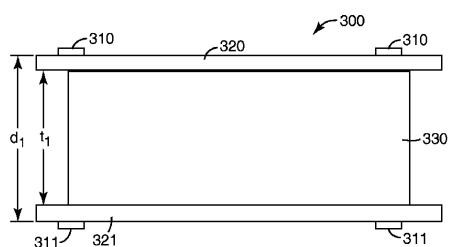


Figure 3D

【図 4 A】

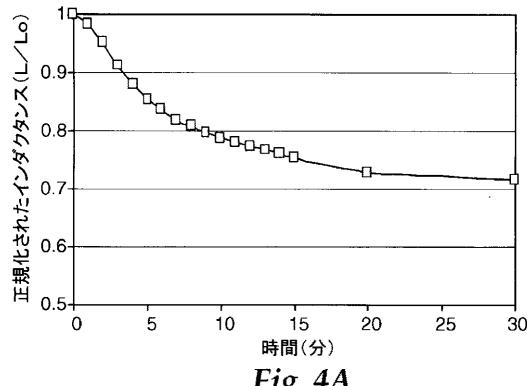


Fig. 4A

【図 4 B】

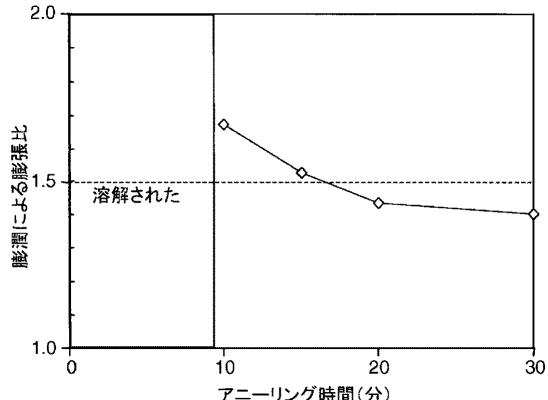


Fig. 4B

【図 4 C】

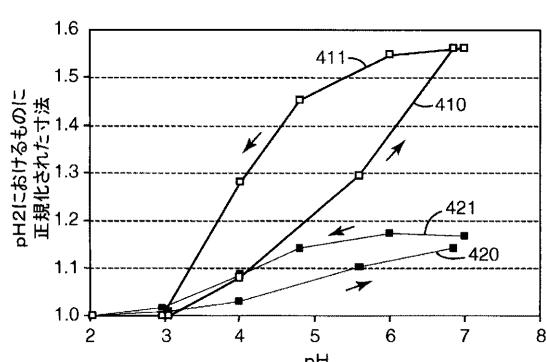


Figure 4C

【図 5 A】

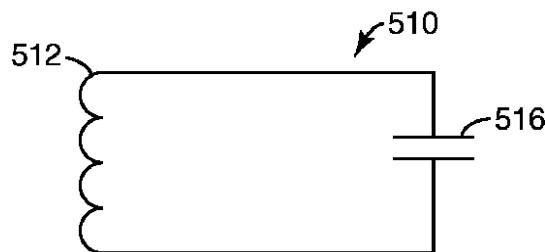


Figure 5A

【図 5 B】

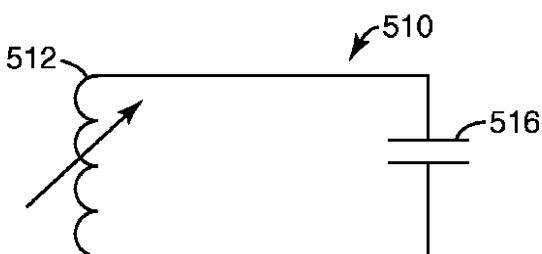


Figure 5B

【図 6 A】

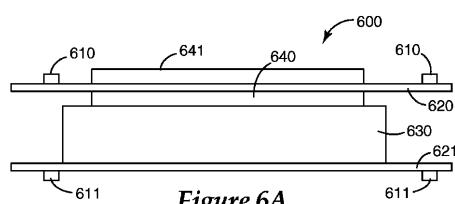


Figure 6A

【図 6 B】

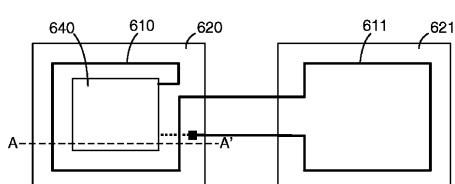


Figure 6B

【図 6 C】

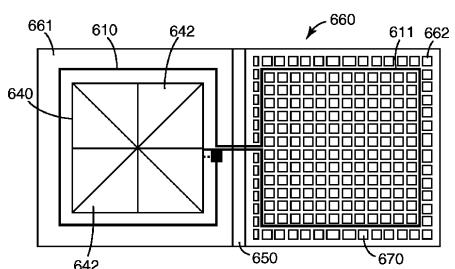


Figure 6C

【図 6 D】

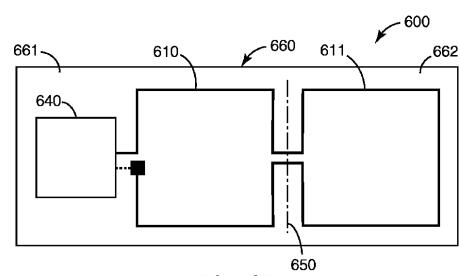


Fig. 6D

【図 6 E】

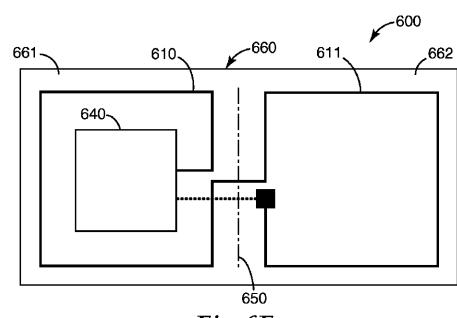


Fig. 6E

【図 7 A】

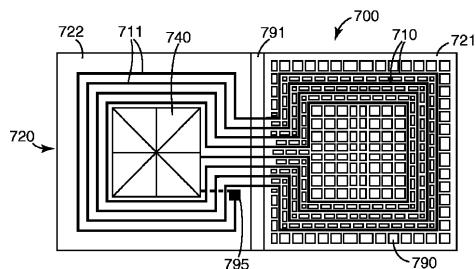


Fig. 7A

【図 7 B】

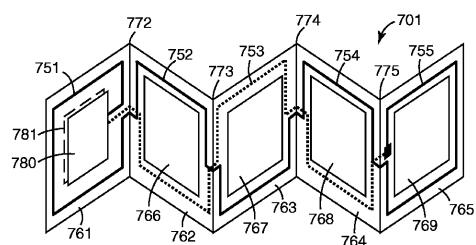


Fig. 7B

【図 8】

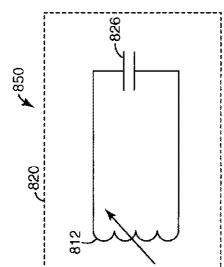


Figure 8

【図 9】

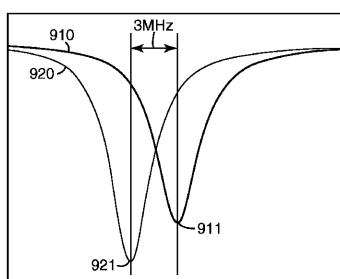


Figure 9

【図 10】

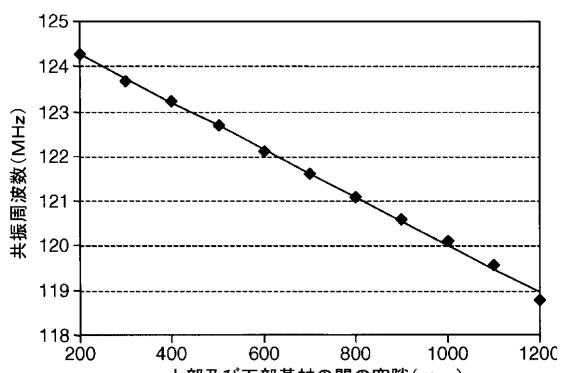


Figure 10

【図 1 1 A】

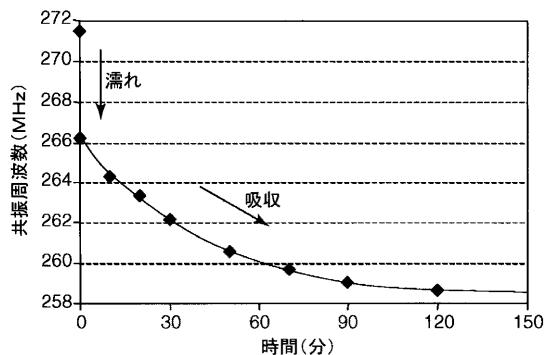


Figure 11A

【図 1 1 B】

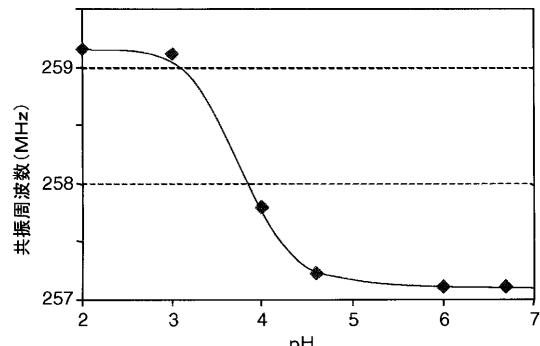


Figure 11B

【図 1 2】

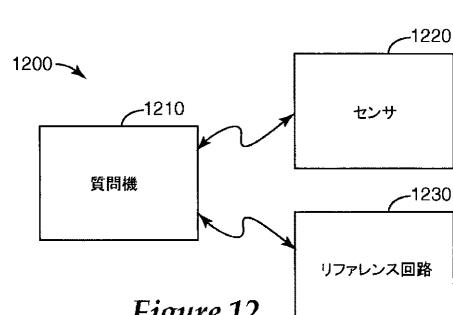


Figure 12

【図 1 3 B】

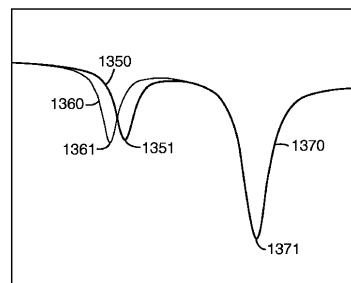


Figure 13B

【図 1 3 A】

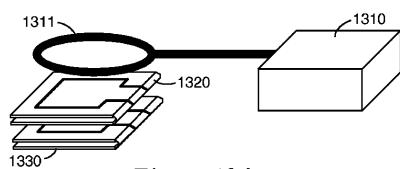


Figure 13A

【図 1 4 A】

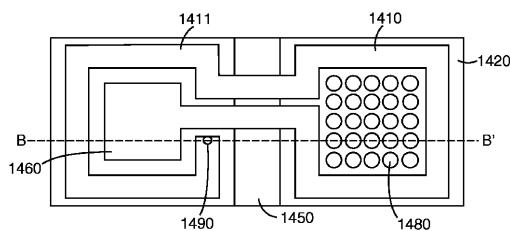
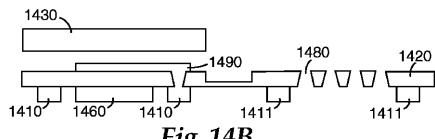


Fig. 14A

【図 1 4 B】



【図 1 4 C】

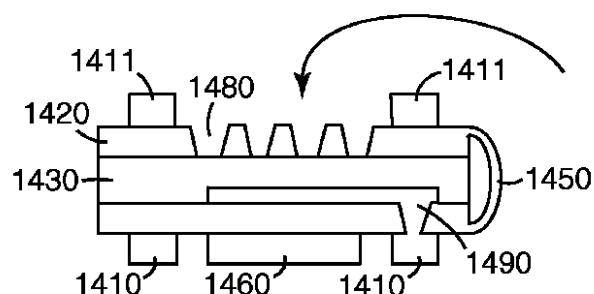
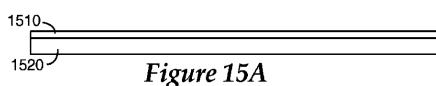
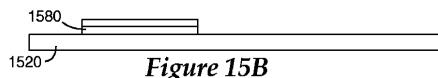


Fig. 14C

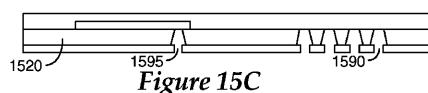
【図 1 5 A】



【図 1 5 B】



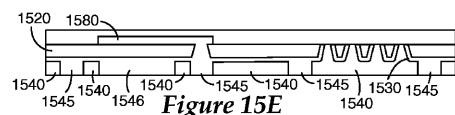
【図 1 5 C】



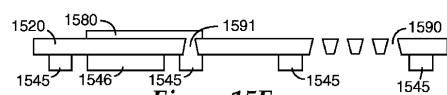
【図 1 5 D】



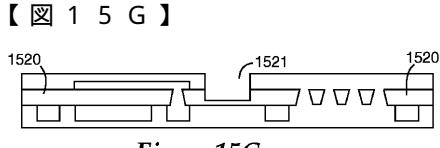
【図 1 5 E】



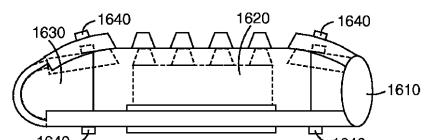
【図 1 5 F】



【図 1 5 G】



【図 1 6 C】



【図 1 5 H】

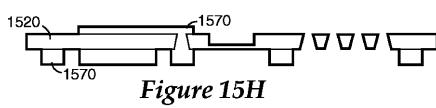
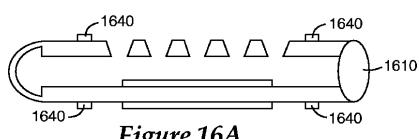


Figure 16C

【図 1 6 A】



【図 1 7 A】

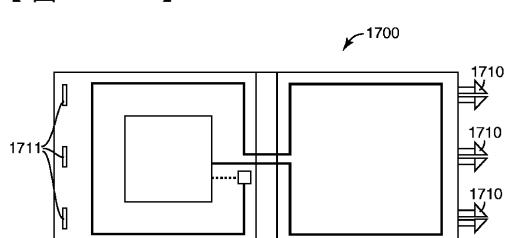
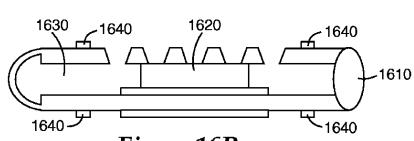


Figure 17A

【図 1 6 B】



【図 1 7 B】

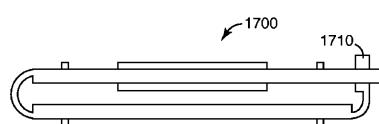


Figure 17B

【図 18 A】

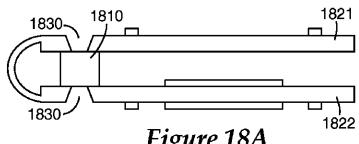


Figure 18A

【図 18 B】

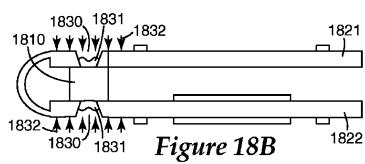


Figure 18B

【図 18 C】

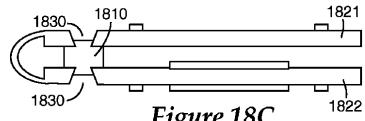


Figure 18C

【図 18 D】

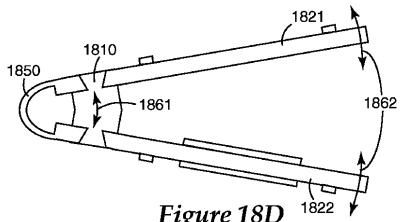


Figure 18D

【図 19】

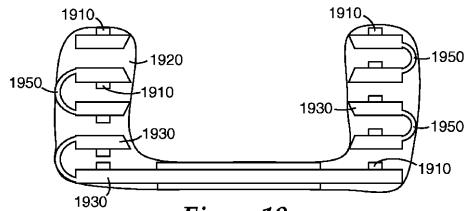


Figure 19

【図 20】

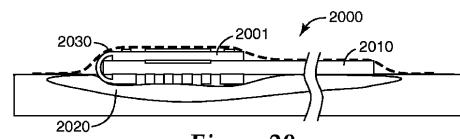


Figure 20

【図 21 A】

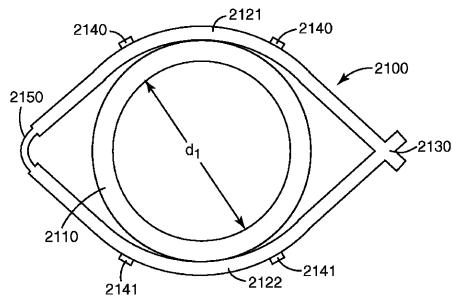


Figure 21A

【図 21 B】

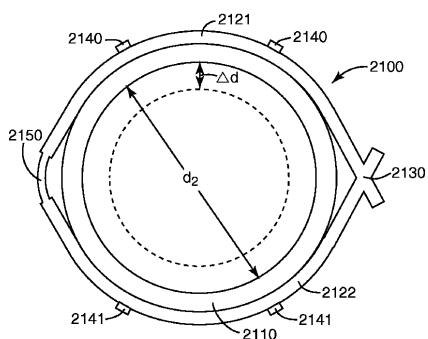


Figure 21B

【図 22】

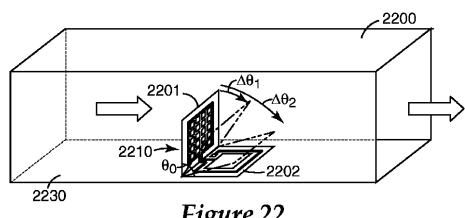


Figure 22

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2007/072475
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01F 21/00(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC 8 : H01F		
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) e-KIPASS		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US04520885A (Jeffrey) 04.Jun.1985 See abstract, column3,line14-column6,line45, claim 1, figure 1.	1
A	US2005223841A1 (Lee) 13.Oct.2005 See abstract, claims 1-13, figure 1.	1-20
A	US05504425A (Fricean et al.) 02.Apr.1996 See abstract, claim 1. figures 1.	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 27 DECEMBER 2007 (27.12.2007)	Date of mailing of the international search report 27 DECEMBER 2007 (27.12.2007)	
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 KIM, Ki Hyun Telephone No. 82-42-481-8221	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2007/072475

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US04520885A	04.06.1985	GB2105082A GB2105082A1 GB2105082B2 JP58037799A2 JP58037799 JP62052919B4 US4520885A	16.03.1983 16.03.1983 28.08.1986 05.03.1983 05.03.1983 07.11.1987 04.06.1985
US2005223841A1	13.10.2005	AU2005230719A1 AU2005230719AA BR200508793A BR200508794A CA2559784AA CA2559784A1 CA2561270AA CA2561270A1 CN1947080A CN1950676A EP01738140A1 EP01751645A2 EP1738140A1 EP1751645A2 JP2007532818T2 JP2007532872T2 KR1020070009684 KR1020070010053 KR2007009684A KR2007010053A US2005225320AA US20060243826A1 US20070089763A1 US20070089763A US20070089763AA US7191759B US7276897B W02005096705A2 W02005096705A3 W02005096705B1 W02005096705C1	20.10.2005 20.10.2005 04.09.2007 04.09.2007 20.10.2005 20.10.2005 20.10.2005 20.10.2005 11.04.2007 18.04.2007 03.01.2007 14.02.2007 03.01.2007 14.02.2007 15.11.2007 15.11.2007 18.01.2007 19.01.2007 18.01.2007 19.01.2007 13.10.2005 02.11.2006 26.04.2007 26.04.2007 26.04.2007 20.03.2007 02.10.2007 20.10.2005 20.04.2006 01.06.2006 23.02.2006
US05504425A	02.04.1996	DE4317359A1 DE5930867100 EP00626595A2 EP00626595B1 EP00626595A2 EP0626595A2 EP626595A2 EP626595A3 JP07055411 JP7055411A2 US5504425A	01.12.1994 16.07.1998 30.11.1994 10.06.1998 30.11.1994 30.11.1994 07.02.1996 03.03.1995 03.03.1995 02.04.1996

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 蛭谷 厚志

(74)代理人 100146466

弁理士 高橋 正俊

(72)発明者 高畠 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 8800

F ターム(参考) 2G060 AA06 AC01 AE12 AF06 AF20 AG06 AG10 HC10 HD03