

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7029442号

(P7029442)

(45)発行日 令和4年3月3日(2022.3.3)

(24)登録日 令和4年2月22日(2022.2.22)

(51)国際特許分類

G 0 1 K 11/06 (2006.01)

F I

G 0 1 K 11/06

C

請求項の数 17 (全25頁)

(21)出願番号	特願2019-510703(P2019-510703)	(73)特許権者	318012573
(86)(22)出願日	平成29年8月31日(2017.8.31)		ブルーチップ リミテッド
(65)公表番号	特表2019-526797(P2019-526797 A)		オーストラリア 3 1 7 9 ビクトリア
(43)公表日	令和1年9月19日(2019.9.19)		スコアーズビー カリビアン パーク ダ ルモア ドライブ 1
(86)国際出願番号	PCT/AU2017/050933	(74)代理人	100145403
(87)国際公開番号	WO2018/039727		弁理士 山尾 憲人
(87)国際公開日	平成30年3月8日(2018.3.8)	(74)代理人	100131808
審査請求日	令和2年8月28日(2020.8.28)		弁理士 柳橋 泰雄
(31)優先権主張番号	2016903474	(74)代理人	100101454
(32)優先日	平成28年8月31日(2016.8.31)		弁理士 山田 卓二
(33)優先権主張国・地域又は機関	オーストラリア(AU)	(72)発明者	イアン・ジョンストン
			英国エヌエヌ4・5エイビー、ノーサン プトンシャー、ノーサンプトン、ブリッ ジ・メドウ・ウェイ2番

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 感温性品物の温度制限指示および検出のための装置、システムおよび方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

温度制御環境内に格納された品物の温度制限の違反を示す装置であって、前記装置は、前記品物の近くに配置可能であり、前記温度制限が違反されたときにセンサの状態を恒久的に変化させるように構成されたマイクロ流体センサを含み、センサ状態の前記変化は、前記温度制限違反の恒久的な指示を提供するために機械読み取り可能であり、前記マイクロ流体センサは、

前記温度制限が違反されたときに固体から液体へと相を変化させる流体を格納するための容器であって、前記容器は、最初は液体状態で前記流体を格納し、前記温度制御環境内へ前記装置が配置されると、前記流体は、液体から固体へと相を変化させ、前記マイクロ流体センサは、停止状態になる、容器と、

前記温度制限が違反されたときに前記容器からの液相での前記流体の流れを受けるように前記容器と流体通信するマイクロ流体流路であって、前記マイクロ流体流路は、毛細管力が前記容器から前記マイクロ流体流路内へと前記流体の流れを行わせるような大きさと形状にされる、マイクロ流体流路と、

前記停止状態から前記マイクロ流体センサの起動まで前記流体の流れが前記センサ状態を恒久的に変化させるのを防ぐように、前記容器と前記マイクロ流体流路との間に配置された障壁と、を含み、前記障壁は、前記マイクロ流体センサを前記停止状態から、前記温度制限が違反されると前記マイクロ流体流路が前記容器から前記流体の流れを受ける、起動状態へと起動させるために除去可能であり、

前記マイクロ流体流路への前記流体の流れは、前記マイクロ流体センサの前記状態が前記起動状態から動作された状態へと恒久的に変化されるように前記マイクロ流体センサの電気的特性を恒久的に変化させ、

前記マイクロ流体センサは、前記動作された状態へのセンサ状態の恒久的な変化の機械読み取り可能な指示器を提供するように構成された電気回路をさらに含む、
装置。

【請求項 2】

前記障壁は、前記マイクロ流体流路内または前記容器端以外の前記マイクロ流体流路の端部に配置される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記マイクロ流体センサは、通気経路であって、前記通気経路を通じて流体の流れをさせるように、圧力を等しくするための通気経路を含む、請求項 1 または請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記通気経路は、少なくとも前記容器と流体通信し、前記障壁は、前記容器と前記通気経路との間、前記容器端以外の前記通気経路端、または前記通気経路内、の少なくとも一つに配置される、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記障壁は、
所望の温度で劣化するまたは小さくなる温度依存性材料を含む前記障壁と、
所望の温度で前記障壁への力を除去するように収縮する気体充填カプセルをさらに含む前記マイクロ流体センサと、
前記障壁への磁力を変更するように磁場が加えられ、および / または除去され得る磁性材料を含む前記障壁と、
前記障壁への力を加え、および / または除去するように動作可能な外部アクチュエータに連結された前記障壁と、の少なくとも一つによって前記マイクロ流体センサを起動させるために除去することができる、請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 6】

前記容器は、前記容器から前記マイクロ流体流路内への流体の流れを促すように疎水性表面を含む、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 7】

前記マイクロ流体流路は、前記容器から前記マイクロ流体流路内への流体の流れを促すように親水性表面を含む、請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 8】

前記電気的特性は、インピーダンス、レジスタンス、静電容量およびインダクタンスを含むグループの一つから選択される、請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 9】

前記マイクロ流体センサは、キャパシタを含み、前記流体の流れは、静電容量の恒久的な変化をさせるために前記キャパシタの導体へ向かって進み、または導体から流れてくる、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記電気回路は、前記キャパシタに接続され、かつセンサ状態の前記変化の前記機械読み取り可能な指示器を提供するように構成される、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記マイクロ流体センサはさらに、センサ状態の前記変化の恒久的な視覚的な指示器を提供するように構成され、前記マイクロ流体センサは、前記マイクロ流体流路と流体通信する指示チャンバを含み、前記指示チャンバは、吸収材であって、前記吸収材が前記流体の流れによって湿ったときに色を変化させる有色色素を含浸された吸収材を含み、前記指示チャンバは、吸収された流体が前記容器に戻るのを防ぎ、前記マイクロ流体センサの前記状態が恒久的に変化されることを確保するために、前記容器端以外の前記マイクロ流体流

10

20

30

40

50

路の端部に配置される、請求項 1 から請求項 1 0 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 2】

複数のマイクロ流体センサを含み、それぞれのマイクロ流体センサは、前記品物の複数の温度制限の違反を示すための異なる流体を格納する、請求項 1 から請求項 1 1 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 3】

温度制御環境に格納された品物の温度制限の違反を検出するためのシステムであって、前記システムは、

前記品物の近くに配置された、請求項 1 から請求項 1 2 のいずれか一項に記載の装置と、前記温度制限が違反されたときにセンサ状態の前記変化を識別し、

センサ状態の前記識別された変化に基づいて前記温度制限の違反を検出するように、構成された質問器とを含む、

システム。

【請求項 1 4】

前記品物に熱的に近接して配置することができる一つ以上の温度センサをさらに含む、請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

前記一つ以上の温度センサは、レーザ若しくは赤外線少なくともいずれか一つを含む光学温度センサ、または熱電対、サーミスタ若しくは抵抗温度検出器 (R T D) の少なくともいずれか一つを含む有線温度センサの一方または両方から選択される、請求項 1 4 に記載のシステム。

【請求項 1 6】

前記質問器はさらに、温度制限違反が検出された場合に警告を発する警告部品を含む、請求項 1 3 から請求項 1 5 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 1 7】

前記質問器はさらに、通信ネットワークを通じてアクセス可能なデータログを提供するために、検出された温度制限違反、前記品物の識別および前記品物の温度の一つ以上をリモートコンピュータシステムに伝達するための通信モジュールを含む、請求項 1 3 から請求項 1 6 のいずれか一項に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本出願は、2016年8月31日に出願された、オーストラリア仮特許出願第2016903474号の利益を主張するものであり、その内容は、本明細書の一部を構成するものとして本明細書に援用する。

【 0 0 0 2 】

本発明は、品物の温度制限の違反を示すための装置、温度制限違反を検出するためのシステムおよび方法に関する。特に（排他的なものではない）、感温性品物の保管、処理および移送の間に生じる温度制限違反の恒久的な機械読み取り可能な指示を可能とする装置に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 3 】

いくつかの例を挙げると赤血球、血漿、細菌株またはウイルス株、胚、配偶子、および抽出されたDNAのような、特定の生体試料は、長期保管のために非常に低い温度で維持されることを必要とされる。当該試料は、典型的には、- 60 から - 200 未満の温度で維持されることを必要とされる。これを達成するために、試料は通常、バイアル、バッグ、カセットまたは他の類似する容器に入れられ、機械的冷凍庫内に若しくはドライアイスに - 60 から - 150 の温度で保管され、または液体窒素を包含する極低温タンク内に - 150 未満で保管される。当該温度での保管は、試料の完全な状態を確保し、したがって解凍されたときの細胞の生存可能性を最大化する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

異なる生体試料は、異なる臨界温度、つまり、細胞構造レベルで変化が生じ得る温度を超える温度、したがって生体試料が劣化し得る温度を超える温度を有する。試料は、必ずしもその臨界温度を超えて解凍するわけではなく（通常は水のガラス転移温度と考えられる）、凍結状態を維持している間に細胞の損傷を被り得る。試料は、最初に凍結されたときから最終処理のために制御された方法で意図的に解凍されるまで、常にその臨界温度より下に保たなければならないと、一般的に認められている。

【 0 0 0 5 】

同様に、同じ原理が、いくつかの例を挙げると生鮮食品、食品、傷みやすいもの、調剤、薬品、および化合物などの他の感温性製品に当てはまる。例えば、冷凍食品のための典型的な基準は、 -18°C 未満の温度で保管され、扱われなければならないということである。つまり、品物のそれぞれの種類は、利用できるように保つことを確保するために異なる臨界温度値または範囲に依存する。安全温度で凍結され、安定にされた後、さらなる保管、処理または移送は、品物がその臨界温度より低く保たれることを確保しなければならない。そうしないと、品物が利用できなくなり得、治療のための薬など、かなりの金銭的価値または重要性を有する品物の損失をもたらす。

10

【 0 0 0 6 】

前述の品物を消費し、または処理するそれぞれの業界は、品物の温度およびトラッキングを維持するために異なる保管、処理、移送システムに依存する。サプライチェーンの様々な段階で、品物がまだ現在利用できると、また、品物の臨界温度値または範囲を超えさせるような出来事に遭遇しなかったと判定することは、重要である。品物の臨界温度値又は範囲は、品物の「温度制限」として本明細書では称される。さらに、品物の温度制限を超えさせる又は違反させる出来事は、「温度制限違反」として本明細書では称される。品物の温度制限の違反が生じたか否かを判定するために温度ロガーおよび指示器を採用することが知られている。

20

【 0 0 0 7 】

温度ロガーは、電子回路を有するサーミスタまたは熱電対などの検出要素、および経時的な温度測定値を記録するためのメモリを包含する小さな電子装置である。典型的には、これらの装置は、熱的な履歴をダウンロードするために無線で質問される。当該履歴は、任意の温度制限違反の合図をするために、個別に処理される。しかしながら、温度ロガーは、温度制限違反の恒久的な記録を提供しない。したがって、記録されたデータの改ざんまたは損失、および処理の間に間違いを取り込むおそれがある。

30

【 0 0 0 8 】

さらに、温度ロガーは、記録されたデータの質問のために品物または保管環境から取り除かれなければならない。この工程は、品物を利用できなくし得る周辺温度に品物をさらすおそれがある。温度ロガーはまた、大きさの制限によって品物と密接な接触をできない可能性がある。したがって、短い温度逸脱は、品物自体が温度の致命的な上昇を経験していないため、偽陰性の指示をもたらし得る。そのような不正確さは、品物を利用できないと誤って識別させる。温度ロガーはまた、 -40°C より高い保管温度で使用するよう制限され、したがって、超低温（ -60°C 未満）または極低温の状況で使用され得ない。

40

【 0 0 0 9 】

温度指示片が、食品および調剤などの、 0°C から -60°C の温度での保管を必要とする品物の温度制限違反を識別するためにコールドチェーン物流で使用される。指示片は、典型的には、品物または品物を格納する容器に接着され、所定の温度範囲で色を変化させるために化学反応を利用するステッカーである。同様に、温度指示バイアルが、様々な品物の極低温の保管場所で使用され、所定の温度範囲で色を変化させる感熱性材料を含む。指示片またはバイアルは、品物の臨界温度値または範囲に対応する温度範囲に基づいて品物とともに使用するために選択される。

【 0 0 1 0 】

温度ロガーとは対照的に、温度指示片またはバイアルは、温度制限違反の恒久的な視覚的

50

指示を提供する。しかしながら、これは、指示器の色の変化を観察し、反応するために人間の作業者を必要とする。したがって、潜在的なヒューマンエラーの原因となる。例えば、品物が保管されている冷凍状態で指示器を観察することは難しい。場合によっては、品物はまた、指示器を観察するために保管場所からの移動を必要とし得る。これは、品物を利用できなくする周辺温度に品物をさらし得る。さらに、指示片またはバイアルは、大きさの制限によって品物と密接な接触をできない可能性があり、上述されているような偽陰性の指示の原因となり得る。

【 0 0 1 1 】

したがって、品物の温度制限の違反の恒久的な機械読み取り可能な指示を可能とする装置と、従来技術の一つ以上の問題および／または不都合を改善し、および／または打開する装置の少なくともいずれか一方を提供することが望ましい。

10

【 0 0 1 2 】

従来技術として認識されている特許文書または何らかの他の事項への言及は、優先日の時点で、文書または他の事項が周知であると、または文書または他の事項が有する情報は一般的な常識の一部であるとの承認とは見なされない。

【 発明の概要 】

【 0 0 1 3 】

一態様において、本発明は、品物の温度制限の違反を指示するための装置を提供する。装置は、品物の近くに配置でき、また、温度制限が違反されたときに状態を恒久的に変化させるように構成されたセンサを含む。センサ状態の変化は、温度制限違反の恒久的な指示を提供するために機械読み取り可能である。センサは、温度制限が違反されたときに固体から液体へと相を変化させる流体を格納するための容器と、容器からの液相での流体の流れを受けるための、容器と流体通信する流路とを含む。センサは、センサの状態が恒久的に変化されるように液相で流体の流れをさせるように配置される。センサはさらに、停止状態からセンサの起動までは流体の流れがセンサ状態を恒久的に変化させるのを妨げるように構成される。

20

【 0 0 1 4 】

好適には、装置は、センサ状態の恒久的な変化によってされる温度制限違反の恒久的な記録を確保する。当該記録は、後で処理するために機械読み取り可能である。例えば、センサ状態の変化は、品物の保管、処理および／または移送の間などの、サプライチェーンの間の任意の時点で機械読み取り可能であってもよい。したがって、装置は、温度制限違反を識別するように視覚的な指示器を観察するために又はデータ記録を処理するために人間の作業者に頼らないので、従来技術の装置より正確かつ確実に温度制限違反を指示する。

30

【 0 0 1 5 】

いくつかの実施形態において、センサは、流体の流れがセンサ状態を恒久的に変化させるのを防ぐための障壁を含む。障壁は、停止状態からセンサを起動させるために除去可能である。センサは、停止状態から起動状態へと起動され得る。障壁は、シール、膜またはバルブの一つを含んでもよい。障壁は、容器に格納された流体が流路へと流れるのを防ぐために容器と流路の間に配置されてもよい。付加的に／代替的に、障壁は、流路内に、または容器端以外の流路の端部に配置されてもよい。

40

【 0 0 1 6 】

流体の流れを可能とするために、センサは、通気経路を通じて流体の流れをさせるように、センサ内の圧力を等しくするための通気経路を含んでもよい。通気経路は、少なくとも容器と流体通信してもよい。障壁は、容器と通気経路の間、容器端以外の通気経路の端部、または通気経路内、の少なくとも一箇所に配置されてもよい。

【 0 0 1 7 】

障壁は、所望の温度で劣化するまたは小さくなる温度依存性材料を含む障壁、所望の温度で障壁への力を除去するように収縮する気体を充填されたカプセルをさらに含むセンサ、の少なくとも一つによってセンサを起動させるように自動的に除去可能であってもよい。

【 0 0 1 8 】

50

障壁はまた、障壁への磁力を変更するように磁場が加えられ、および／または除去され得る磁性材料を含む障壁、障壁への力を加え、および／または除去するように動作可能な外部アクチュエータに連結された障壁、の少なくとも一つによって、センサを起動させるように手動で除去可能であってもよい。例えば、障壁は、十分な磁場の中に配置されたとき、ボールが例えば容器と流路の間に取り込まれるようにする小さなボールベアリングで構成されてもよい。

【 0 0 1 9 】

センサは、温度制限が違反されたときに、起動状態から動作された状態へとセンサ状態を変化させてもよい。センサ状態の変化は、恒久的であり、起動状態に戻すことはできない。

【 0 0 2 0 】

センサの流路は、毛細管力が容器から流路内へと流体の流れを行わせるような大きさと形状にされてもよい。例えば、センサは、マイクロ流体に基づいていてもよく、流路は、毛細管力が流体の流れを行わせるような大きさのマイクロ流体の流路であってもよい。流路はまた、容器から流路内への流体の流れを促すように親水性表面を含んでもよい。これは、流路の酸素プラズマエッチングを通じて得られてもよい。さらに、容器は、容器から流路内への流体の流れを促すように疎水性表面を含んでもよい。例えば、容器は、疎水性コーティングを含んでもよい。

【 0 0 2 1 】

センサは、支持層、および少なくとも容器と流路を含む支持層に接着された付加的な層で構成されてもよい。好ましくは、センサのキャパシタ、インダクタおよび電気回路はまた、支持層に接着された付加的な層に含まれる。装置はまた、品物との密接な熱的接触を提供するセンサを収容する熱伝導性のエンクロージャを含んでもよい。これは有益には、センサの温度が品物の実際の温度と密接に一致するため、偽陰性の指示の可能性を減らす。

【 0 0 2 2 】

センサに格納された流体は、品物の温度制限に対応する所望の融点を有するように選択された単一の流体または流体の組み合わせであってもよい。好ましくは、流体は水溶液である。例えば、流体は、約 - 5 0 の融点を有する 7 0 % エタノール溶液であってもよい。いくつかの実施形態では、装置は、複数のセンサを含み、それぞれのセンサは、品物の一つの温度制限より多くの違反を指示するために異なる流体を格納する。品物の温度制限は、単一の温度または温度の範囲であってもよい。

【 0 0 2 3 】

センサは、センサの状態が恒久的に変化されるように液相での流体の流れをさせるように配置される。つまり、品物の温度がもはや温度制限（すなわち品物用の臨界温度値または範囲）を超えていない場合でも、センサ状態がリセットできない。流体の流れは、センサの性質の恒久的な変化をさせてもよい。性質は、インピーダンス、レジスタンス、静電容量およびインダクタンスを含むグループの一つから選択された電気的特性を含んでもよい。

【 0 0 2 4 】

いくつかの実施形態において、センサは、キャパシタを含み、流体の流れは、静電容量の恒久的な変更をさせる。流体の流れは、静電容量の恒久的な変更をさせるためにキャパシタの導体へ向かって進み、または導体から流れてきてもよい。キャパシタは、流体の流れがキャパシタの導体に向かって進められるように流路と流体通信するように配置されてもよい。例えば、キャパシタは、流路内、または容器端以外の（容器の反対側などの）流路の端部に配置されてもよい。代替的に、キャパシタは、流体の流れがキャパシタの導体から流れてくるように容器内に配置されてもよい。それぞれの様々な構成において、キャパシタの導体は、流体の流れが横切った結果として恒久的に変化される。

【 0 0 2 5 】

センサはまた、センサ状態の変化の機械読み取り可能な指示器を提供するように構成されたキャパシタに接続された電気回路を含んでもよい。例えば、電気回路は、インダクタを含んでもよく、機械読み取り可能な指示器は、電気回路の共振周波数の変化であってもよい。機械読み取り可能な指示器は、直接接触または無線質問を通じて電気回路に質問する

10

20

30

40

50

ことで検出されてもよい。共振周波数の変化は、温度制限違反が発生したという指示を与えるためだけでなく、センサでの液相から変わった流体の量、および品物の温度制限が違反された時間を示すために解析されてもよい。これは、少量の流体のみが再冷凍前に解凍されたような、短い温度逸脱が生じた場合、有益であり得る。したがって、品物の利用可能性は、温度制限違反の度合いによって評価され得る。

【 0 0 2 6 】

センサはさらに、特有の品物識別を提供するためなどの、品物の機械読み取り可能な識別器を設けるように構成されてもよい。好適には、電気回路は、機械読み取り可能な指示器とともに機械読み取り可能な識別器を設けるように構成されてもよい。両方とも、質問器を使用することによってなどの、電気回路の単一の問い合わせで読み取り可能であり得る。例えば、センサは、識別コードをコード化する複数の共振メンバを含んでもよく、共振メンバは、互いに異なる共振周波数を有してもよい。好ましくは、共振メンバは、識別コードを読み取るための質問器から電気回路への励磁信号の付与によるローレンツ型の力によって振動可能である。

10

【 0 0 2 7 】

センサはさらに、センサ状態の変化の恒久的な視覚的指示器を設けるように構成されてもよい。これは好適には、温度制限違反の作業者による即時の検出を可能とする。指示チャンバは、流路と流体通信を設けられてもよく、有色色素を含浸された吸収材を含んでもよい。色素は、吸収材が流体の流れによって湿ったとき、色を変化させることができる。指示チャンバは、吸収された流体の流れが容器に戻るのを防ぎ、センサの状態が恒久的に変化されることを確保するために、容器の反対側などの、容器端以外の流路の端部に配置されてもよい。

20

【 0 0 2 8 】

通気経路は、容器と指示チャンバとの間の復路であってもよい。いくつかの実施形態において、キャパシタは、指示チャンバまたは通気経路内に配置され得る。代替的に、通気経路は、容器と流路の両方に周辺環境（例えば大気）への通気孔を付けることによって得られてもよい。

【 0 0 2 9 】

品物は、感温性であって、生体試料、生鮮食品、食品、傷みやすいもの、調剤および化合物を含むグループの一つから選択されてもよい。これらの品物のそれぞれは、 -200 から 0 の温度での保管を必要とされ得る。したがって、温度制限は、 -200 から 0 の範囲内である温度値または温度範囲のいずれかであってもよい。

30

【 0 0 3 0 】

別の態様において、本発明は、品物の温度制限の違反を検出するためのシステムを提供される。システムは、品物の近くに配置された上述されたような品物の温度制限の違反を示すための装置、および温度制限が違反されたときセンサ状態の変化を識別するため、かつセンサ状態の識別された変化に基づいて温度制限の違反を検出するために構成された質問器を含む。

【 0 0 3 1 】

システムは、品物に熱的に近接して配置可能な一つ以上の温度センサを含んでもよい。温度センサは、レーザ若しくは赤外線少なくともいずれか一つを含む光学温度センサ、または熱電対、サーミスタ若しくは抵抗温度検出器（RTD）の少なくともいずれか一つを含む有線温度センサの一方または両方から選択されてもよい。

40

【 0 0 3 2 】

いくつかの実施形態において、質問器はさらに、温度制限違反が検出された場合に警告を発する警告部品を含む。警告は、聴覚的、視覚的または感覚的な警告の一つであってもよい。質問器はさらに、通信ネットワークを通じてアクセス可能なデータログを提供するために、検出された温度制限違反、品物の識別および品物の温度の一つ以上をリモートコンピュータシステムに伝達するための通信モジュールを含んでもよい。

【 0 0 3 3 】

50

いくつかの実施形態において、質問器は、センサ状態の変化の機械読み取り可能な指示器を検出するように構成されてもよい。例えば、機械読み取り可能な指示器は、上述されたようなセンサの静電容量の恒久的な変化であってもよい。質問器は、センサの電気回路に質問するように構成された質問コイルを含んでもよい。さらに、質問コイルは、使用時にセンサの電気回路に近接するように配置されてもよい。機械読み取り可能な指示器は、質問器によって検出された電気回路の共振周波数の変化であってもよい。共振周波数の変化は、電気回路との直接接触を通じて、または質問器を使用する無線で受動的な質問を通じて、検出され得る。

【0034】

質問器は、質問コイルがセンサの誘導コイルに近接しているときに、励磁信号が質問コイルの質問信号から誘導コイルに誘導されるように、質問コイルで質問信号を生成するために集積信号処理回路を含んでもよい。

10

【0035】

いくつかの実施形態において、質問器はさらに、品物の機械読み取り可能な識別器を検出するように構成される。機械読み取り可能な識別器は、品物に特有の識別コードを含んでもよい。センサは、少なくとも一つの共振メンバを含んでもよく、機械読み取り可能な識別器は、少なくとも一つの共振メンバの共振周波数の変化であってもよい。一般的な導電体は、少なくとも一つの共振メンバに沿って伸びていてもよい。さらに、導電体は、センサの電気回路の一部であってもよい。したがって、機械読み取り可能な識別器および機械読み取り可能な指示器は、質問器によって電気回路の単一の質問で検出され得る。

20

【0036】

温度制限は、-200 から0 の範囲内の温度値または温度範囲のどちらかであってもよい。さらに、品物は、感温性であって、生体試料、生鮮食品、食品、傷みやすいもの、調剤および化合物を含むグループの一つから選択されてもよい。

【0037】

別の実施形態において、本発明は、品物の温度制限の違反を検出する方法を提供する。方法は、上述されたような品物の温度制限の違反を示すための装置を品物の近くに配置するステップと、温度制限が違反されたときにセンサ状態の変化を識別するステップと、センサ状態の識別された変化に基づいて温度制限の違反を検出するステップとを含む。

【0038】

30

いくつかの実施形態において、方法はさらに、品物の近くに装置を配置する前に、センサの状態が恒久的に変化されるように液相での流体の流れを可能とするために、センサを停止状態から起動させるステップを含む。いくつかの実施形態において、センサを起動させることは、流体の流れがセンサ状態を恒久的に変化させるのを防ぐ障壁を除去するステップを含む。障壁は、シール、膜またはバルブの一つを含んでもよい。障壁は、容器と流路との間、流路内または容器端以外の流路の端部、容器と少なくとも容器と流体通信する通気経路との間、通気経路内または容器端以外の通気経路の端部、の一つ以上から除去されてもよい。

【0039】

障壁を除去するステップは、障壁の温度依存性材料が劣化するまたは小さくなることと、センサの気体を充填されたカプセルが障壁への力を除去するように収縮することの少なくとも一方のような所望の温度へ周辺温度を自動的に変化させることを含む。障壁を除去することのステップはまた、障壁への磁力を変更するために障壁の磁性材料へ影響する磁場の存在を利用することおよび/または除去することと、障壁に連結された外部アクチュエータを操作することによって障壁へ加えられている力を利用するおよび/または除去することの少なくとも一方によって、障壁を手動で除去することを含んでもよい。

40

【0040】

いくつかの実施形態において、方法はさらに、センサを起動させる前に、容器に格納された流体が、液体から固体へ相を変化させるように周辺温度を下げるステップを含む。このステップの後、センサは、上述されているように起動される前の停止状態にある。

50

【 0 0 4 1 】

センサ状態の変化を識別することは、センサ状態の変化の機械読み取り可能な指示器を検出するステップを含んでもよい。機械読み取り可能な指示器を検出することは、センサの電気回路に質問するステップと、電気回路の共振周波数の変化を検出するステップとを含んでもよい。共振周波数の変化は、電気回路への直接の接触を通じて、または質問器を使用する無線で受動的な質問を通じて、測定されてもよい。

【 0 0 4 2 】

方法はさらに、品物の機械読み取り可能な識別器を検出するステップを含んでもよい。機械読み取り可能な識別器を検出することは、センサの電気回路に質問するステップと、電気回路の共振周波数の変化を検出するステップとを含んでもよい。好適には、機械読み取り可能な指示器および機械読み取り可能な識別器は、質問器を使用する電気回路の単一の質問で検出され得る。

10

【 0 0 4 3 】

いくつかの実施形態において、センサ状態の変化を識別することは、センサ状態の変化の恒久的な視覚的な指示器を観察するステップを含む。恒久的な視覚的な指示器を観察することは、有色色素を有するセンサの指示チャンバを見るステップと、指示チャンバの色素の色の変化をチェックするステップとを含んでもよい。

【 0 0 4 4 】

温度制限は、- 2 0 0 から 0 の範囲内の温度値または温度範囲のどちらかであってもよい。さらに、品物は、感温性であって、生体試料、生鮮食品、食品、傷みやすいもの、調剤および化合物を含むグループの一つから選択されてもよい。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 5 】

本発明は、同様の特徴が同じ符号によって説明される添付図面を参照してより詳細に記載される。示されている実施形態は、単なる例であり、添付されている特許請求の範囲で定められる本発明の範囲を限定するものとして扱われないと理解される。

【 0 0 4 6 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の実施形態による品物の温度制限の違反を示す装置の平面図である。

【 図 2 】 図 2 は、本発明の別の実施形態による品物の温度制限の違反を示す装置の斜視図である。

30

【 図 3 】 図 3 は、図 2 に描かれた装置の一部を形成するキャパシタの拡大図である。

【 図 4 】 図 4 は、図 2 に描かれた装置の一部を形成するインダクタの拡大図である。

【 図 5 】 図 5 は、品物の温度制限の違反を検出するシステムの詳細な概略図であり、図 1 から図 4 の装置および質問器の要素および回路を示す。

【 図 6 】 図 6 は、図 1 の装置の一部を形成する共振メンバの実施形態の等角図である。

【 図 7 】 図 7 は、図 1 で示された電気回路の周波数応答のグラフ表示である。

【 図 8 】 図 8 は、本発明の実施形態による品物の温度制限の違反を検出する方法のステップを説明するフローチャートである。

【 図 9 】 図 9 は、センサ状態を識別することに関する図 8 の方法のステップを説明するフローチャートである。

40

【 図 1 0 】 図 1 0 は、機械読み取り可能な指示器および機械読み取り可能な識別器を検出することに関する図 9 の方法のさらなるステップを説明するフローチャートである。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、視覚的指示器を観察することに関する図 9 の方法のさらなるステップを説明するフローチャートである。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、センサを停止状態から起動させることに関する図 8 の方法のさらなるステップを説明するフローチャートである。

【 図 1 3 】 図 1 3 は、センサを停止状態から起動させることに関する図 8 の方法のさらなるステップを説明するフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

50

【 0 0 4 7 】

本発明の実施形態は、一定の縮尺ではなく、単に本発明の説明を補助するためのものである図面を参照することにより本明細書にて説明される。本発明に関する装置、システムおよび方法は、恒久的な機械読み取り可能な指示、並びに感温性品物の保管、処理および移送の間に生じる温度制限違反の検出を可能にすることにおける有用性を有する。本発明に関する装置、システムおよび方法は、赤血球、血漿、細菌株またはウイルス株、配偶子および胚などの生体試料、生鮮食品、食品、傷みやすいもの、調剤、薬品および化合物などの製品、並びに低温、超低温（すなわち、 -60 未満）または極低温の保管場所を必要とする他の感温性品物を含む様々な品物とともに使用され得る。

【 0 0 4 8 】

図 1 は、本発明の好ましい実施形態による品物の温度制限の違反を示すための装置 1 0 0 を説明する。装置 1 0 0 は、品物の近くに置くことができ、温度制限が違反されたときに状態を恒久的に変化させるように構成されたセンサ 2 0 0 を含む。センサ状態の変化は、温度制限違反の恒久的な指示を与えるために機械読み取り可能である。センサ 2 0 0 は、温度制限が違反されたとき、固体から液体へ相を変化させる流体 2 0 2 を保管するための容器 2 1 4 を含む。センサ 2 0 0 はまた、容器 2 1 4 からの液相での流体 2 0 2 の流れを受けるための、容器 2 1 4 と流体通信する流路 2 1 6 を含む。センサ 2 0 0 は、センサ 2 0 0 の状態が恒久的に変化されるように液相で流体 2 0 2 を流れさせるように配置される。センサ 2 0 0 はさらに、停止状態からセンサ 2 0 0 の起動までは流体の流れがセンサの状態を恒久的に変化させることを防ぐように構成される。

【 0 0 4 9 】

装置 1 0 0 は、密接な熱的接触を提供するために品物の近くに配置されることが可能である（示されていない）。いくつかの実施形態において、装置 1 0 0 は、品物に直接または実質的に近くに配置するための大きさおよび/または形状にされてもよい。装置 1 0 0 は、品物内への配置、または品物若しくは品物を保管する容器に直接取り付け配置のためにコンパクトでも良い。例えば、装置 1 0 0 は、重量または大きさの感知可能な増加をさせることなく、生体試料内に配置されること、またはバイアル、バッグ、若しくは類似する容器などの保管容器内へ組み込まれることが可能なような大きさでもよい。さらに、装置 1 0 0 は、品物との密接な熱的接触を与えるためにセンサ 2 0 0 を収容する熱伝導性のエンクロージャを含んでもよい（示されていない）。エンクロージャは、特定の品物および温度制御された保管環境のために適するように選択された熱伝導特性を有する材料を含んでもよい。

【 0 0 5 0 】

密接な熱的接触は有益に、装置 1 0 0 が温度制限違反を正確に指示することについて品物に直接または実質的に近くに示された温度を頼りにすることを保証する。装置 1 0 0 が密接な熱的接触でない場合、短い温度逸脱は、品物自体が温度の致命的な上昇または下降を経験していないため、偽陰性の指示をもたらし得る。したがって、密接な熱的接触は、品物の実際の温度に正確にまたは実質的に密接に一致する温度に頼る装置 1 0 0 に起因する偽陰性の指示の可能性を減らす。

【 0 0 5 1 】

図 1 で示されているように、センサ 2 0 0 は、支持層または基板 2 2 8 を含む。支持層 2 2 8 は、ガラス、アクリル、シリコンウエハ、またはポリエチレンテレフタレート（PET）などの他の可撓性ポリマで構成されてもよい。好ましくは、支持層 2 2 8 は、支持層 2 2 8 に接着された付加的な層を支持するために十分に厚い。例えば、図 2 で示されている装置 1 0 0 の代替的な実施形態では、上層 2 3 0 は、支持層または基板 2 2 8 に接着され、センサ構成要素を含んでいる。支持層 2 2 8 はまた、表面の酸素プラズマエッチングなどによって、親水性になるよう処理されてもよい。親水性表面は、支持層 2 2 8 を横断する流体の流れを促すために特に好適であり、これはより詳細には後述される。

【 0 0 5 2 】

センサ 2 0 0 は、流体 2 0 2 を保管するための容器または流体の源泉 2 1 4 を含む。流体

10

20

30

40

50

202は、溶液の形の単一の流体、または混合物の形の流体の組み合わせであってもよい。単一の流体または流体の組み合わせ202は、品物の温度制限に対応する所望の融点を有するように選択される。好ましくは、流体202は、流体の融点および凝固点などの流体202の特性が希釈によって変化し得るような水溶液である。例えば、70%エタノール溶液は、-50 付近で融点を有するが、一方、100%エタノールは、-114 付近で融点を有し、そのため温度は水で希釈することで変化し得る。他の適切な流体202は、-127 の融点を有する1-プロパノールなどの他のアルコールを含んでもよい。

【0053】

装置100が品物の近くに配置される前に、流体202は最初は、液体状態で容器214に格納される。図1に示されているように、容器214は、流路216と通じている。流路216内への流体202の不慮の流れを防ぐために、センサ200は、容器214と流路216との間に配置されている障壁224を含む。障壁224は、容器214からの流体の流れがセンサの状態を恒久的に変化させることを防ぐことができ、障壁224は、センサ200を起動させるために取り除くことが可能である。障壁224は、容器214と流路216との間に配置されているシール、膜またはバルブ224として図1では説明される。他の実施形態において、障壁224はまた、流路216内に、または指示チャンバ218に連結されている容器214の反対側などの、容器端以外の流路216の端部に設けられてもよい。障壁224は、センサ200が起動状態になるまで、センサ200の他の構成要素への流体の漏れが可能とならないことを保証する。

【0054】

(示されていない)他の実施形態において、障壁224は、図1および図2に示され、かつ後述でより詳細に記載されているような、センサ200の通気経路222内に配置されてもよい。障壁224は、容器または保管チャンバ214と通気経路222との間に、容器端以外の通気経路222の端部に、または通気経路222内に配置されてもよい。これらの実施形態での障壁は、背圧に起因する流体202の流れを防ぐ。

【0055】

一旦流体202が容器214内に取り込まれると、センサ200は、流体202が液体から固体へ相を変化するような温度制御環境に配置される。例えば、センサ200は、流体202は、その凝固点より下の温度で凍るように、機械的冷凍庫などの、低温度環境に配置されてもよい。一旦流体が凍り、固体に変わると、センサ200は、停止状態になる。

【0056】

停止状態からセンサ200を起動させるために、障壁224は、センサ200が起動状態または作動待機状態になるように、取り除かれなければならない(示されていない)。センサ200の起動または作動待機は、障壁224の自動的な、または手動の除去によって生じてもよい。障壁224は、容器214から流路216および/または通気経路222への流体経路をブロックする膜、シールまたはバルブであってもよく、流路216および/または通気経路222と流体通信する容器214の開口をブロックしてもよい。センサ200は、いくつかの実施形態ではセンサ200は複数の障壁224を含み得るが、少なくとも一つの障壁224を含む。

【0057】

センサ200の作動待機は、障壁224への外力を利用しまたは取り除くことによってなどの、障壁224の手動の除去によって生じ得る。いくつかの実施形態において、障壁または膜224は、磁場の存在によって容器214内に流体202を取り込む磁性材料を含んでもよい。例えば、障壁または膜224は、容器214と流路216との間の空間に取り込まれることになる小さなボールベアリングで構成されてもよい。障壁または膜224は、装置100を磁場の外へ移動することで、または磁場を停止することで取り除かれてもよい。代替的に、障壁または膜224は、外部アクチュエータに機械的に接続されてもよく、外部アクチュエータは、容器214内に流体202を取り込むために圧力を膜224に作用させる。障壁または膜224は、外部アクチュエータの操作を通じて取り除かれてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

他の実施形態において、センサ 2 0 0 の作動待機は、障壁 2 2 4 の自動的な除去によって生じ得る。障壁または膜 2 2 4 は、温度依存性形状記憶材料などの温度依存性材料を含んでもよい。周辺温度が所望の温度に達したとき、材料は、所望の温度で材料によってもたらされる力に起因してセンサ 2 0 0 を起動させるために劣化または壊して開けてもよい。代替的に、障壁または膜 2 2 4 は、センサ 2 0 0 を起動させるために小さくなる温度依存性材料を含んでもよい。材料は、周辺温度が所望の温度に達したとき、材料収縮が容器 2 1 4 から流路 2 1 6 への流体経路をブロックしないように、より大きな熱膨張係数を含んでもよい。

【 0 0 5 9 】

別の実施形態において、センサ 2 0 0 は、力を及ぼすために、気体の膨張 / 収縮を頼りにした（密封をされたカプセル内で圧力を減らす）、気体を充填されたカプセルを含んでもよい。カプセルは、カプセル内で膨張する他の構成要素の中で C O ₂ ガスを生成する二つの化学物質（例えば、炭酸カルシウムおよび酢酸）の混合物を密封することによって構成されてもよい。膨張されたカプセルは、容器 2 1 4 内に流体 2 0 2 を取り込むために障壁または膜 2 2 4 に力を加える。周辺温度が所望の温度に達したとき、カプセルは、流路 1 6 のどちらかの端部で取り除くために障壁または膜 2 2 4 と相互作用して収縮し、センサ 2 0 0 を起動させる。カプセルは、混合物および配置を変化させることによって特定の温度値または温度範囲でセンサ 2 0 0 を動作させるように設計され得る。

【 0 0 6 0 】

他の実施形態において、センサ 2 0 0 は、流路の片端または両端にバルブ作動手段 2 2 4 を含んでもよい。バルブ作動手段 2 2 4 は、温度依存性の条件下で動作可能なバルブであってもよい。例えば、周辺温度が所望の温度に達したとき、バルブ 2 2 4 は開いてもよく、それによって流路 2 1 6 内への流体の流れを可能にする。代替的に、バルブ 2 2 4 は、空気ポンプなどの外部アクチュエータを通じて動作可能であってもよい。

【 0 0 6 1 】

一旦センサ 2 0 0 が起動状態になったとき、装置 1 0 0 は、温度制限違反の指示用に品物の近くに配置される。特に、流体 2 0 2 は、品物の温度制限、すなわち、利用可能性を確保するために必要とされる臨界温度値または範囲、に正確に、またはほぼ実質的に一致する所望の融点を有するように選択される。したがって、品物の温度制限が違反されたとき、すなわち、品物の温度が閾値温度値または範囲を超えたとき、流体 2 0 2 の温度は、流体を融解させ、固体から液体へ相を変えさせるその融点を超える。障壁 2 2 4 が取り除かれているため、流体 2 0 2 は、容器 2 1 4 から、および流路 2 1 6 内へ液体状態で流れることが可能である。

【 0 0 6 2 】

流体の流れを促すために、流路 2 1 6 は、毛細管力が容器 2 1 4 からの、および流路 2 1 6 内への流体の流れを行わせるような大きさと形状にされてもよい。いくつかの実施形態において、センサ 2 0 0 は、マイクロ流体センサであってもよく、流路 2 1 6 は、毛細管力が流路 2 1 6 内への流体の流れを行わせるような大きさのマイクロ流体流路であってもよい。流路 2 1 6 の寸法が、特に高さおよび幅に関して、十分に小さい場合、毛細管力は、流体の流れを行わせる主要な要因である。容器 2 1 4 はまた、流路 2 1 6 内への流体の流れを行わせることを補助するために疎水性表面を含んでもよい。例えば、容器 2 1 4 は、T i O ₂ コーティングの薄層を含んでもよい。流路 2 1 6 はまた、流路の表面の酸素プラズマエッチングで得られるような、流体の流れを行わせることを補助するために親水性表面を含んでもよい。

【 0 0 6 3 】

センサ 2 0 0 は、流体 2 0 2 の流れが、センサ 2 0 0 の状態が起動状態から動作された状態へと恒久的に変化されるように配置される。流体の流れは、センサ 2 0 0 が起動状態に戻ることができないような、不可逆であるセンサ 2 0 0 の特性の恒久的な変更を引き起こす。図 1 に示されているように、容器 2 1 4 は、電気キャパシタ 2 0 4 を形成するために

10

20

30

40

50

導体または電極を包含し、それによって流体の源泉 2 1 4 での流体 2 0 2 の存在がキャパシタ 2 0 4 の誘電率を変え、そのためファラッドを単位とする測定された静電容量（キャパシタンス）値を決定する。実施形態では示されていないが、キャパシタ 2 0 4 は、電極表面積および測定される静電容量を最大化するために指を互いに組み合わせた形状（形）で構成されてもよい。

【 0 0 6 4 】

容器 2 1 4 から流路 2 1 6 への流体の流れは、静電容量の恒久的な変化を引き起こす。特に、流体の流れは、キャパシタ 2 0 4 の導体または電極 2 0 6 から流路 2 1 6 へと進められ、センサ 2 0 0 を起動状態に戻すために容器 2 1 4 へ戻ることは不可能である。キャパシタの導体または電極 2 0 6 の表面はしたがって、流体の流れに起因して恒久的に変化される。

10

【 0 0 6 5 】

他の実施形態において、センサ 2 0 0 は、静電容量以外の流体 2 0 2 の他の電氣的または化学的特性を測定するように構成されてもよく、これはセンサ 2 0 0 の動作された状態を示す。例えば、センサ特性の恒久的な変化は、インピーダンス、レジスタンスおよびインダクタンスなどの、静電容量以外の電氣的特性を含む。代替的に、センサ特性の恒久的な変化は、密度、粘度および伝導度などの、化学的な特性を含んでもよい。

【 0 0 6 6 】

図 1 に示されているように、センサ 2 0 0 は、容器端以外の流路 2 1 6 の端部に指示チャンバ 2 1 8 を含み、流路 2 1 6 の端部は容器 2 1 4 とは反対側にある。温度制限が違反され、流体 2 0 2 が融解したとき、流体は、容器 2 1 4 から流路 2 1 6 へ流れ、指示チャンバ 2 1 8 に至るまで流路 2 1 6 に沿って進む。指示チャンバ 2 1 8 は、流体 2 0 2 を吸収する吸収材を含む。一旦これが生じると、流体 2 0 2 は、吸収材に取り込まれ、それによって流体 2 0 2 が流路 2 1 6 を介して容器 2 1 4 へ再び入るのを防ぐ。したがって、指示チャンバ 2 1 8 は、センサ 2 0 0 がリセットされ得ないことを保証し、起動状態から動作された状態へと状態を恒久的に変化させる。

20

【 0 0 6 7 】

センサ 2 0 0 はまた、センサ状態の動作された状態への変化の恒久的な視覚的指示器を提供するように構成される。指示チャンバ 2 1 8 の吸収材は、吸収材が流体の流れで湿ったときに色を変化させる有色色素を含浸される。したがって、色の変化が、温度制限違反の即時の視覚的指示を提供するために人間の作業者によって観察され得る。これに関して、指示チャンバ 2 1 8 は、図 2 で示されているような装置 1 0 0 の上層 2 3 0 とともに、好ましくは透明である。

30

【 0 0 6 8 】

センサ 2 0 0 は、温度制限違反の指示のための定められた時間の許容範囲を提供するために最適化される。時間の許容範囲は、センサ 2 0 0 が温度制限違反に反応し、センサ状態を動作された状態へと変化するのにかかる、秒または分などの、時間の長さを示す。時間の許容範囲は、品物の特質にかなり依存し得る。例えば、生体試料は、典型的には人間の作業者が温度制限違反をすぐに警告され得るように短い時間の許容範囲を必要とする。しかしながら、時間の許容範囲は、食品には極めて重要でなくてもよく、食品は、指示前に長い期間を持ちこたえることが可能であり得る。所望の時間の許容範囲を得るために、流路 2 1 6 の長さおよび形状が流体 2 0 2 の量および種類に関連して、特定の品物のための時宜に合った方法で温度制限違反が指示されることを保証するために、最適化される。

40

【 0 0 6 9 】

流体 2 0 2 を流すために、センサ 2 0 0 は、容器 2 1 4 と指示チャンバ 2 1 8 との間の圧力を等しくするための通気経路 2 2 2 を含む。図 1 に示されているように、センサ 2 0 0 は、容器 2 1 4 と指示チャンバ 2 1 8 との間に圧力均等化復路 2 2 2 を含む。復路 2 2 2 は、T i O₂ コーティングの薄層などの、容器 2 1 4 から復路 2 2 2 への流体の浸入を避けるために疎水性表面を含んでもよい。付加的に / 代替的に、障壁 2 2 4 はまた、復路 2 2 2 への流体の浸入を防ぐために復路 2 2 2 と容器 2 1 4 との間に設けられてもよい。他

50

の実施形態において、容器 214 および指示チャンバ 218 は、図 2 に示されているように、圧力を均等化するために大気への通気孔を付けられてもよい。

【0070】

装置 100 の代替的な実施形態が、図 2 に示されている。図 1 の装置 100 とは異なり、キャパシタ 204 は、流体の流れがキャパシタ 204 の導体 206 に向かって進められるように、容器または保管チャンバの端部以外の流路 216 の端部、例えば、容器または保管チャンバ 214 とは反対側にある流路 216 の端部、に配置されている。流体 202 が融解したとき、流体は、容器 214 から流路 216 へと流れ、キャパシタ 204 の導体 206 を横切って流れる。流体 202 の存在は、キャパシタ 204 の誘電率を変え、したがって静電容量の恒久的な変化を引き起こす。キャパシタ 204 の表面は、流体の流れに起因して恒久的に変化される。周辺温度が流体の融点より下に下がったとき流体 202 は、液体から固体へと相を変える。そうでなければ、液体状態でキャパシタ電極 206 を横切ったままである。

10

【0071】

図 2 のセンサ 200 はまた、容器または保管チャンバ 214 とキャパシタ 204 との間に通気経路 222 を含む。通気経路 222 は、容器 214 およびキャパシタ 204 がセンサ 200 内の圧力を均等化し、流体 202 がそれを通じて流れるようにするために、大気への通気孔を付けられたようなものである。示されていないが、センサ 200 はまた、上述されたような指示チャンバ 218 を含んでもよく、キャパシタ 204 は、指示チャンバ 218 に組み込まれてもよい。指示チャンバ 216 の吸収材による流体 202 の吸収に起因して、流体 202 は、容器 214 へ戻ることを妨げられる。

20

【0072】

図 3 と図 4 は、図 2 の実施形態のキャパシタ 204 とインダクタ 210 の拡大図を示す。本実施形態において、キャパシタ 204 は、指形状およびそれらの間に間隙を有する二つの電極 206 を有する 形キャパシタである。指形状の数および指形状の間の間隙は、静電容量値を決定する。 形状は好適には、電極表面積および測定される静電容量を最大化する。静電容量は、流体の種類によって決まる特定の範囲、および質問器 400 の周波数範囲に合わせられる（図 5 参照）。キャパシタ 204 は、金、白金、アルミニウムなどの金属で構成されてもよい。同様に、センサ 100 は、キャパシタ 204 と同じ材料で構成され得るインダクタ 210 を含む。インダクタ 210 の巻数および巻きの間の距離は、インダクタンスの範囲を決定するために選択される。二酸化ケイ素または酸化アルミニウムなどの酸化物の絶縁層 212 は、図 4 に示されているように導体パッドを絶縁するためにインダクタ 210 に含まれる。

30

【0073】

図 1 から図 4 に示されているように、センサ 200 は、キャパシタ 204 に接続された電気回路 208 を含む。電気回路 208 は、キャパシタ 204 とともに電氣的に調整された共振回路を形成するインダクタ 210 を含む。図 1、図 2 および図 4 に示されているようなインダクタ 210 は、ワイヤが巻かれた要素であり、また、本発明の状況で用いるために当業者に考えられるような個別の要素を含んでもよい。インダクタ 210 は、ヘンリを単位とする測定されたインダクタンスの固定値を提供する。上述されているように、静電容量は、温度制限が違反されたとき、容器 214 から流路 216 への流体の流れに起因して変化する。回路 208 のヘルツを単位とする測定された共振周波数は、下記方程式によって定められる。ここで、

40

f_0 は、ヘルツを単位とする共振周波数であり、

L は、ヘンリを単位とするインダクタンスであり、

C は、ファラッドを単位とする静電容量である。

【0074】

【数 1】

50

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

【 0 0 7 5 】

共振周波数は、容器 2 1 4 から流路 2 1 6 への流体の流れによる静電容量の変化に起因して変わる。したがって、電気回路 2 0 8 の共振周波数の変化は、品物の温度制限違反の恒久的な指示を与える。共振周波数および温度制限違反に起因する周波数の変化量は、キャパシタ 2 0 4 およびインダクタ 2 1 0 の寸法を変えることで、および / または、当業者に考えられるような個別のキャパシタおよびインダクタなどの、他の構成要素を電気回路 2 0 8 に加えることで、調整され得る。共振周波数の変化は、温度制限違反の恒久的な指示を与えるために機械読み取り可能である。共振回路 2 0 8 は、装置 1 0 0 のハウジング上に露出された端子を通じた直接の電氣的な接触によって信号を質問されてもよい（示されていない）。好ましくは、共振回路 2 0 8 は、後述するような質問コイル 4 0 2 とセンサの誘導コイル 2 1 0 との間の誘導結合によって受動的に且つ無線で信号を質問される。

10

【 0 0 7 6 】

共振周波数の変化は、温度制限違反が発生したという指示を与えるためだけでなく、液体に変わったセンサ 2 0 0 内の流体 2 0 2 の量、および品物の温度制限が違反された時間を示すためにも解析され得る。これは、少量の流体 2 0 2 のみが再冷凍前に解凍されたような、少しの温度逸脱が生じた場合に有益であり得る。したがって、品物の利用可能性は、温度制限違反の度合いによって評価され得る。

20

【 0 0 7 7 】

適切な電気回路 2 0 8 の例は、下記のように導かれ得る。直径 5 mm の 2 0 回巻きのプリントッド・スパイラル・インダクタ 2 1 0 は、約 5 μ H を生成する。5 mm x 5 mm の寸法内に 5 0 0 本の指形状で形成された 形キャパシタ 2 0 4 は、流体 2 0 2 の存在なしに約 6 6 p F の静電容量を生成する（誘電率 = 1）。1 0 0 % エタノールが流体 2 0 2 として使用されていると仮定すると、エタノールがキャパシタ 2 0 4 上にある静電容量の値は、約 3 8 7 p F である（誘電率 3 0）。水がキャパシタ 2 0 4 上にある静電容量の値は、約 9 4 0 p F である（誘電率 8 0）。これらの状況のそれぞれは、下記の共振周波数、流体 2 0 2 なしでは約 8 . 8 M H z、エタノールのみでは約 3 . 6 M H z、水のみでは 2 . 3 M H z を生成する。水とエタノールの濃度の混合を変えることで、静電容量値は、したがって共振周波数は、上記制限の間で変化する。

30

【 0 0 7 8 】

図 5 に示されているように、装置 1 0 0 は、本発明の好ましい実施形態によると、質問器 4 0 0 とともに、システム 5 0 0 の一部を形成してもよい。装置 1 0 0 は、品物の近くに配置されてもよく、質問器 4 0 0 は、温度制限が違反されたときにセンサ状態の変化を識別し、センサ状態の識別された変化に基づいて温度制限の違反を検出するように構成されてもよい。

【 0 0 7 9 】

質問器 4 0 0 は、装置 1 0 0 の誘導コイル 2 1 0 を通じてセンサ回路 2 0 8 によってもたらされるデータを読み込むために使用されてもよい。質問器 4 0 0 は、装置 1 0 0 の誘導コイル 2 1 0 の近くに置くことができる棒の形であってもよい。好適には、質問器 4 0 0 は、装置 1 0 0 をその温度制御された保管環境から取り出すことなく誘導コイル 2 1 0 を通じてデータを読み込むことができる。図 5 に示されているように、質問器 4 0 0 は特に、質問コイル 4 0 2 および関連された質問回路 4 0 4 を含む。質問回路 4 0 4 は、質問コイル 4 0 2 で励磁信号を生成するように適合される。励磁信号は、電磁誘導によってセンサ 2 0 0 の誘導コイル 2 1 0 へと伝達される。機械読み取り可能な指示器を有するセンサ 2 0 0 は、誘導コイル 2 1 0 に誘導された励磁信号からエネルギーを取り出し、センサ 2 0 0 内の電気回路 2 0 8 にエネルギーを与える。センサ 2 0 0 は、誘導コイル 2 1 0 によってセンサ回路 2 0 8 でコード化されたデータ、すなわち共振周波数の変化、を送信する。そして、このデータは、質問コイル 4 0 2 によって取得され、質問回路 4 0 4 によって読み

40

50

込まれる。いくつかの実施形態において、データは、質問回路 404 から中央コンピュータ 406 へ記憶のために伝達されてもよい。

【0080】

センサ 200 はさらに、特有の品物の識別を提供するために品物の機械読み取り可能な識別器を提供するように構成される。機械読み取り可能な識別器を提供するために、センサ 200 は、識別コードをコード化する複数の共振メンバを含んでもよく、共振メンバは、互いに異なる共振周波数を有してもよい。識別コードは、品物の番号、種類、製造日および賞味期限などの品物の識別用の情報、並びに位置の識別用の情報を含んでもよい。好適には、品物は、温度制御された保管環境から取り出す必要なしに識別されてもよく、それによって品物の利用可能性を損なう可能性を減らす。

10

【0081】

本発明の好ましい実施形態において、センサ 200 は、図 6 に示されているような、特定の共振周波数をそれぞれ有する複数の微小機械的振動可能なまたは共振メンバ 232 を含む。一般的な導電体 244 は、振動可能なメンバ 232 に沿って伸びている。導電体 244 は、共振メンバ 232 に対応する三つの U 形状部分を含む図 1 に示されているようなセンサ 200 の電気回路 208 の一部である。本明細書に記載および示されていないが、図 2 の装置 100 は同様に、複数の共振メンバ 232 を含んでもよい。振動可能なメンバ 232 は、図 6 に示されているようにセンサ 200 の支持層または基板 228 上に形成される。振動可能なメンバ 232 は、誘導コイル 210 を用いてファラデーの電磁誘導によって導電体 244 に交流電流を誘導する質問器 400 で生成された加えられた励磁信号または質問信号によって振動させられる。

20

【0082】

振動可能なメンバ 232 は、ローレンツ力によって振動可能であってもよい。ローレンツ力は、直交磁場を通じて伝わる荷電粒子に作用する力である。この場合、磁場は、導電体 244 を通じた電流の流れに直交する方向へ振動可能なメンバ 232 に加えられる。いくつかの実施形態において、装置 100 はさらに、磁場がセンサ 200 へ直角に作用される磁石 104 または要素を含んでもよい。例えば、磁石 104 は、装置 100 内でセンサ 200 に隣接し、下方に配置されてもよい。代替的に、磁石 104 は、品物内または品物を保管する容器内に含まれてもよい（示されていない）。

【0083】

図 6 は、基板 228 から突き出る二つの柱 240 と柱 242 によって支持されたビーム 238 を含む橋梁構造 236 の形での振動可能なメンバ 232 を描く。図 6 で示されている構造は、既知のエッチング、蒸着工程の使用を伴う従来型の半導体製造手法によって形成されてもよい。一旦、橋梁構造 236 が基板 228 上に形成された場合、導電経路 244 は、構造 236 の長さに沿って蒸着される。導電経路 244 は、図 1 に示されているような電気回路 208 の一部を形成する。振動可能なメンバ 232 は、国際特許出願第 WO 2004/084131 号でより詳細に記載されており、本明細書の一部を構成するものとしてその全体を本明細書に援用する。

30

【0084】

質問信号がセンサ 200 に加えられたとき、交流電流が、伝導経路 244 を通じた電流の流れを引き起こす誘導コイル 210 内に誘導される。直交した磁場の存在内で、電流の流れの方向と磁場の方向の両方に直交する方向へ力がビーム 238 に加えられる。導体 244 内の電流が交流電流であるため、生成された直交する力はまた、交互の力であり、ビーム 238 の振動をもたらす。導体 244 内の交流電流の周波数がビーム 238 の共振周波数である、または共振周波数に近い場合、ビーム 238 は振動するのである。

40

【0085】

図 7 を参照すると、センサ 200 の一部を形成する共振メンバ 232 のそれぞれは、所定の数の共振周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 などの一つに対応する名目上の共振周波数を有する。好ましくは、共振周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 などは、異なる周波数範囲である。質問器 400 が f_1 以降の任意の周波数位置で共振周波数を検出した場合、質問回路 404 は、2 進

50

数「1」として共振周波数を解釈する。一方、任意の所定の周波数位置に共振周波数がないことは、2進数「0」として解釈される。質問回路404によって検出された2進数1および2進数0の数列は、機械読み取り可能な識別器に対応する。

【0086】

温度制限違反に起因する共振周波数の変化(すなわち、機械読み取り可能な指示器)は、類似の方法で質問器400によって検出されてもよい。好ましくは、温度制限違反に起因する共振周波数は、センサ200の共振メンバ232とは異なる周波数範囲内である。質問器400が、例えば f_3 以降の周波数位置で、共振周波数を検出した場合、質問回路404は、2進数「1」として共振周波数を解釈し、そうでなければ共振周波数がないことは、2進数「0」として解釈される。さらに、質問回路404は、インピーダンス値を通じて機械読み取り可能な識別器と機械読み取り可能な指示器に対応した数列を識別してもよい。図7に示されているように、インピーダンス値は、機械読み取り可能な識別器用よりも機械読み取り可能な指示器用の方が大きくてもよい。したがって、機械読み取り可能な指示器および機械読み取り可能な識別器は好適には、質問器400による電気回路108の単一の質問内で読み取られてもよい。質問器400および共振メンバ232は、国際特許出願第W02010/037166号より詳細に記載されており、本明細書の一部を構成するものとしてその全体を本明細書に援用する。

10

【0087】

他の実施形態において、機械読み取り可能な識別器は、センサ200の基板228内へ組み込まれなくてもよい。装置100は、機械読み取り可能な識別器を有する機械読み取り可能なタグを保管するように構成されてもよい。代替的に、装置100は、品物の温度制限違反の識別と指示の二つの機能を提供するための機械読み取り可能なタグを取り付けるような大きさであってもよい。好ましくは、機械読み取り可能なタグおよびセンサ200は、単一の質問で機械読み取り可能な指示器と機械読み取り可能な識別器の読み取りをさせるために極めて近くにある。

20

【0088】

機械読み取り可能な識別器を有する機械読み取り可能なタグは、RFIDタグに基づいたCMOSなどの、MEMS構造を含む必要のない能動的または受動的なRFIDタグに置き換えられてもよい。例えば、温度依存値を有する抵抗は、タグの一部を形成でき、その値は読み取られ得る。代替的に、タグの一部を形成するアンテナは、同調アンテナによって検出可能である温度依存性インピーダンスを有してもよい。当業者は、本発明の状況で用いるために適したさまざまな機械読み取り可能なタグを思い出すことができる。

30

【0089】

いくつかの実施形態において、装置100は、複数のセンサ200を含み、それぞれのセンサ200は、品物の一つより多くの温度制限の違反を指示するための異なる流体を保管する。好適には、これは、品物の解凍の異なる段階の間に提供されるように温度制限違反の視覚的および/または機械読み取り可能なフィードバックをさせる。品物の温度制限は、単一の温度閾値、または温度の範囲であってもよい。品物は、感温性であって、生体試料、生鮮食品、食品、傷みやすいもの、調剤および化合物を含むグループの一つから選択されてもよい。これらの品物のそれぞれは、-200 から0 の温度での保管を必要とし得る。したがって、温度制限は、-200 から0 の範囲内である温度値または温度範囲のいずれかであってもよい。

40

【0090】

いくつかの実施形態において、装置100は、MEMS(微小電気機械システム)技術を使用して製造される。これはまた、PST(マイクロシステム技術)およびマイクロマシニングとして知られている。好ましくは、本明細書に記載されているような微小機械的振動可能なまたは共振メンバ232は、MEMS技術を使用して製造される。MEMS技術は、集積回路用の製造技術およびマイクロマシニング用に特に開発された技術を含む。MEMS技術は一般的に、マイクロメートルからミリメートルの範囲の寸法を有する構成要素の製造に関する。

50

【 0 0 9 1 】

M E M S手法は、他の周知のリソグラフおよびマイクロマシニング工程とともに、例えば、マスキング、蒸着、エッチングのステップを含む。M E M S手法は、例えばフォトリソグラフィおよび薄膜蒸着または薄膜成長を含んでもよい。典型的には、工程は、積層構造をもたらす。多くの構造層が、基板上に形成され得、必要な構成要素は、基板、並びに / または基板に蒸着される犠牲材料および構成材料の選択的なエッチングによって形成され得る。その結果得られる微細加工された構成要素は、標準的な集積回路工程を使って製造された電子機器と結合されてもよい。

【 0 0 9 2 】

図 2 から図 4 のセンサ 2 0 0 を形成する工程は、これから記載されるが、図 1 から図 4 に示されているセンサ 2 0 0 は、標準的なフォトリソグラフィ方法を用いて製造されてもよい。最初に、基板または支持層 2 2 8 は、フォトレジストでコーティングされる。フォトレジストの厚みは、フォトレジストの種類と回転速度によって決定される。フォトレジストは、S U 8 またはポリジメチルシロキサン (P D M S) などのポリマであってもよい。基板は、最適な出力密度で紫外線源のもとで露光される。センサの配置は、コンピュータ支援ソフトウェアで開発されたマスクによって適用される。マスクは通常クロムで作られ、所望のパターンを含む。ポジ型レジストのため、露光される領域は、次のステップで取り除かれる。そして、電子ビーム蒸着器が、金などの金属の層を蒸着するために使用され、金属の層は、蒸着され、リフトオフされる。キャパシタ 2 0 4、およびインダクタ 2 1 0 の一部は、単一のステップで蒸着されてもよい。

【 0 0 9 3 】

次のステップは、インダクタ 2 1 0 の導体パッドを絶縁するための絶縁層 2 1 2 を作成することである。このために、上述されたステップを繰り返すが、異なるパターンを備え、金属から二酸化ケイ素または酸化アルミニウムなどの酸化物へ変更した別のフォトリソグラフィ工程が実行される。さらなるフォトリソグラフィ工程が、誘導コイル 2 1 0 の中央をインダクタパッド 2 1 2 と接続するために必要とされる。別のフォトリソグラフィ工程が、流路 2 1 6 を作成するために必要とされる。流路 2 1 6 の高さとは幅は、レジストの種類と回転速度に基づいてフォトレジストで基板 2 2 8 をコーティングするとき、管理可能である。最終的に、上層またはカバー 2 3 0 が、容器 2 1 4 および通気経路 2 2 2 を形成するために基板 2 2 8 に取り付けられる。上層 2 3 0 は、アクリルまたはポリ塩化ビニル (P V C) で作られ、基板 2 2 8 に接着されてもよい。

【 0 0 9 4 】

図 5 のシステム 5 0 0 に戻り、質問器 4 0 0 は、センサ状態の変化の機械読み取り可能な指示器を検出するように構成されてもよい。図 5 に示されているように、質問器 4 0 0 は、質問コイル 4 0 2 を含む。質問コイル 4 0 2 は、センサ 2 0 0 の電気回路 2 0 8 に質問するように構成される (図 1 から図 4 参照)。質問コイル 4 0 2 は、使用時にセンサ 2 0 0 の電気回路 2 0 8 に近接するように配置されてもよい。質問器 4 0 0 は、装置 1 0 0 への直接の接触が必要ない一方、機械可能な指示器を検出するために極めて接近して配置されるべきである。好ましくは、装置 1 0 0 は、品物から直接または品物の近くから装置 1 0 0 の除去を必要とすることなく質問されることが可能である。これは、好適には、質問の間、温度制御環境に保つことができるため品物の利用可能性を確保する。

【 0 0 9 5 】

図 5 は、質問コイル 4 0 2 に質問信号を生成することができる集積信号処理回路 4 0 4 を含む質問器 4 0 0 を示す。質問コイル 4 0 2 が、センサ 2 0 0 の誘導コイル 2 1 0 に近接しているとき、励磁信号が、質問コイル 4 0 2 の質問信号から誘導コイル 2 1 0 に誘導される。機械読み取り可能な指示器は、電気回路 2 0 8 の共振周波数の変化として質問器 4 0 0 によって検出される。

【 0 0 9 6 】

いくつかの実施形態において、質問器 4 0 0 はさらに、品物の機械読み取り可能な識別器を検出するように構成される。機械読み取り可能な識別器は、本明細書に記載されている

10

20

30

40

50

ような品物のための特有の識別コードを含んでもよい。識別コードはまた、時間、日付、品物の位置および作業員または使用者などの情報を含んでもよい。これに関して、センサ 200 は、図 1 および図 6 に示されているような少なくとも一つの共振メンバ 232 を含んでもよい。機械読み取り可能な識別器は、電気回路 208 の共振周波数の変化として質問器 400 によって検出されてもよい。

【0097】

図 1 に示されているように、少なくとも一つの共振メンバ 232 は、センサ 200 の基板 228 上に含まれてもよく、共通の導電体 244 は、電気回路 208 の一部であってもよい。したがって、機械読み取り可能な識別器および機械読み取り可能な指示器は、質問器による電気回路 208 の単一の質問で検出され得る。機械読み取り可能な識別器および機械読み取り可能な指示器は、上記および図 7 に関して記載されているように共振周波数および/またはインピーダンスの変化の度合いに基づいて区別されてもよい。

10

【0098】

いくつかの実施形態において、質問器 400 は、温度制限違反が検出された場合、アラートを発する。これは、品物の温度が、その品物が臨界温度より上または下で利用できなくなる又は劣化する、臨界温度を超える場合、作業員に警告するのに役立つ。当該警告は、聴覚的、視覚的または感覚的な性質のもの（例えば、LED、点滅する LED 若しくは LED の色の変化による照明、トーンなどの可聴式警告、または振動）であってもよい。

【0099】

システム 500 はまた、一つ以上の温度センサを含んでもよく、レーザ若しくは赤外線少なくともいずれか一つを含む光学検出手段、または熱電対、サーミスタ若しくは抵抗温度検出器 (RTD) の少なくともいずれか一つを含む有線検出手段の一方または両方から選択されてもよい。前述の例は、網羅的なものではなく、他の適切な手段が想定され得ると理解される。それぞれの温度センサは、単一の品物または一つより多くの品物に関連付けられてもよい。多くの温度センサが設けられている場合、品物のいたるところで温度の任意の変化が特定され得る。温度センサは好適には、センサ 200 によって指示され、および/または検出される温度制限違反に加えて、即時の温度測定を提供する。

20

【0100】

いくつかの実施形態において、質問器 400 はさらに、温度制限違反を検出すること、品物の識別および品物の温度の一つ以上を伝達するための通信モジュールを含む。温度および識別データは、記録され、ライブ又はその後のある時点のいずれかでリモートコンピュータまたはサーバにダウンロードされ得、または、さもない限り電氣的に伝達され得る。したがって、品物はその生涯にわたって対象であり得る様々な保管、処理および移送活動の間を通して、品物の永久的なデータログを維持することができる。いくつかの実施形態において、記録は、連続的にされてもよく、データは、リモートコンピュータまたはサーバに定期的に伝達され、または必要に応じて連続的にストリーム配信されてもよい。

30

【0101】

温度制限は、-200 から 0 の範囲内の温度値または温度範囲のいずれかであってもよい。品物は、感温性であって、生体試料、生鮮食品、食品、傷みやすいもの、調剤および化合物を含むグループの一つから選択されてもよい。

40

【0102】

図 8 を参照すると、本発明の好ましい実施形態による、品物の温度制限の違反を検出するための方法のステップを示すフローチャートが説明されている。方法は、品物の近くに本明細書に記載されているような本発明に関する装置 100 を配置するステップ 300 を含む。方法はまた、温度制限が違反されたときにセンサ状態の変化を識別するステップ 302 を含む。さらに、方法は、センサ状態の識別された変化に基づいて温度制限の違反を検出するステップ 304 を含む。

【0103】

好ましくは、本発明に関する装置 100 は、密接な熱的接触を提供するために品物の近くに配置される。また、本発明の装置 100 は、品物に直接または実質的に近くに配置する

50

ための大きさにされ、および／または形状にされてもよい。方法は、生体試料などの品物内に装置１００を配置すること、またはバイアル、バッグ、若しくは類似する容器などの保管容器内へ装置１００を組み込むことを含んでもよい。方法はまた、品物または品物を保管する容器に装置１００を直接取り付けを含んでもよい。

【０１０４】

図９は、図８に示されている方法のさらなるステップを示すフローチャートを説明する。いくつかの実施形態において、センサ状態の変化を識別することは、センサ状態の変化の読み取り可能な識別器を検出するステップ３０６を含む。図１０に示されているように、読み取り可能な識別器を検出することは、ステップ３０８でセンサ２００の電気回路２０８に質問すること、およびステップ３１０で電気回路２０８の共振周波数の変化を検出することを含んでもよい。方法は、共振周波数の変化を計測するためにセンサ２００の電気回路２０８に直接接触することを含んでもよい。

10

【０１０５】

代替的に、方法は、受動的な無線質問のためにセンサ２００の近くに質問器４００を棒の形で配置することを含んでもよい。図５に示されているように、質問器４００の質問コイル４０２に励磁信号を生成すること、およびセンサ２００の誘導コイル２１０へ誘導によって励磁信号を伝達することを含んでもよい。さらに、方法は、誘導コイル２１０を通じて質問コイル４０２に、センサ回路２０８の機械読み取り可能な指示器をコード化しているデータを伝達することを含んでもよい。共振周波数の変化は、質問コイル４０２によって取得されたデータを読み込むことで質問回路４０４によって検出されてもよい。方法はまた、保管のために質問回路４０４から中央コンピュータ４０６にデータを伝達することを含んでもよい。

20

【０１０６】

図９は、センサ状態の変化を識別することがまた、品物の機械読み取り可能な識別器を検出するステップ３１２を含んでもよいことを説明する。図１０に示されているように、機械読み取り可能な識別器を検出することは、ステップ３０８でセンサ２００の電気回路２０８に質問すること、およびステップ３１０で電気回路２０８の共振周波数の変化を検出することを含む。機械読み取り可能な識別器は、上記されたような質問器４００を使用する読み取り可能な指示器に類似する方法で検出され得る。さらに、方法は、質問器４００を使用することによってなどの、電気回路２０８の単一の質問で機械読み取り可能な指示器および機械読み取り可能な識別器を検出することを含んでもよい。方法はまた、周波数値および／またはインピーダンス値に基づいて、機械読み取り可能な指示器と機械読み取り可能な識別器の検出された共振周波数を区別すること含んでもよい。

30

【０１０７】

センサ状態の変化を識別するステップ３０２はまた、図９に示されているようなセンサ状態の変化の恒久的な視覚的指示器を観察するステップ３１４を含む。図１１に示されているように、視覚的指示器を観察することは、有色色素を有するセンサ２００の指示チャンバ２１８を見るステップ３１６、および指示チャンバ２１８の色素の色の変化をチェックするステップ３１８を含む。好適には、視覚的指示器の観測は、温度制限違反の作業者による即時の検出のために提供される。

40

【０１０８】

図１２および図１３は、センサ２００の起動に関する図８に示された方法のさらなるステップを示すフローチャートを説明する。品物の近くに装置１００を配置するステップ３００の前に方法は、センサ２００の容器２１４に格納された流体２０２が、液体から固体へと相を変化させるように周辺温度を下げるステップ３２０を含む。ステップ３２０の後、センサ２００は、停止状態である。これに続いて、方法は、容器２１４に格納された流体２０２をセンサ２００の流路２１６へと流すために、センサ２００を停止状態から起動させるステップ３２２を含んでもよい。

【０１０９】

センサ２００を起動させるステップ３２２は、流体の流れがセンサ状態を恒久的に変化さ

50

せるのを妨げる障壁 2 2 4 を除去するステップを含んでもよい。障壁 2 2 4 は、上記されているようにシール、膜またはバルブの一つを含んでもよい。図 1 3 に示されているように、障壁 2 2 4 を除去するステップは、障壁 2 2 4 を自動的に除去するステップ 3 2 4 と障壁 2 2 4 を手動で除去するステップ 3 2 6 の一方または両方を含んでもよい。障壁 2 2 4 を自動的に除去するステップ 3 2 4 は、障壁 2 2 4 の温度依存性材料が劣化するまたは小さくなることと、センサ 2 0 0 の気体を充填されたカプセルが障壁 2 2 4 への力を除去するために収縮することの少なくとも一方のような所望の温度へ周辺温度を自動的に変化させることを含んでもよい。障壁 2 2 4 を手動で除去するステップ 3 2 6 は、障壁 2 2 4 への磁力を変更するために障壁 2 2 4 の磁性材料へ影響する磁場の存在を利用することおよび / または除去すること、並びに障壁 2 2 4 へ連結された外部アクチュエータによって障壁 2 2 4 へ加えられている力を利用することおよび / または除去することを含んでもよい。好ましくは、磁場の存在および外部アクチュエータによって加えられている力は、障壁 2 2 4 への力を取り除くために除去される。

【 0 1 1 0 】

いくつかの実施形態において、方法は、品物の複数の温度制限違反を検出することを含む。装置 1 0 0 は、品物の複数の温度制限の違反を指示するために、それぞれのセンサ 2 0 0 が異なる流体 2 0 2 を格納している、複数のセンサ 2 0 0 を含んでもよい。有益には、これは、温度制限違反の視覚的または機械読み取り可能な検出が品物の解凍の異なる段階にわたって提供されるようにする。流体 2 0 2 は、品物の温度制限に対応する所望の融点を有するように選択された単一の流体または流体の組み合わせであってもよい。さらに、温度制限は、 -200 から 0 の範囲内の温度値または温度範囲のいずれかであってもよい。品物は、感温性であって、生体試料、生鮮食品、食品、傷みやすいもの、調剤および化合物を含むグループの一つから選択されてもよい。

【 0 1 1 1 】

好適には、本発明に関する装置、システムおよび方法は、感温性品物（特に低温、超低温（すなわち、 -60 未満）または極低温の保管場所を必要とする品物）の保管、処理および移送の間に生じる温度制限違反の恒久的な指示および検出を提供する。装置、システムおよび方法は、センサ状態の恒久的な変化によってもたらされる温度制限違反の恒久的な記録を保証する。記録は、後で処理するために機械読み取り可能である。したがって、装置、システムおよび方法は、指示器の観察またはデータ記録の処理を人間の作業者に依存しないため、より正確かつ確実に、温度制限違反を指示し、検出する。

【 0 1 1 2 】

装置、システムおよび方法はまた、人間の作業者による迅速な介入を可能とするために温度制限違反の即時の検出用の視覚的なフィードバックを提供する。さらに、装置、システムおよび方法は、品物の機械読み取り可能な識別を可能とする。当該識別は、有益には、装置の同じ機械質問の間に生じてもよい。温度制限違反の受動的な無線検出が得られるため、装置は、何らかの電源またはエネルギー源を必要とせず、さらに、殺菌ガンマ線による悪影響を及ぼされない。装置はまた、好適には、温度制限違反の正確な指示および検出のための密接な熱的接触をすぐに提供することができるような大きさと形状にされる。

【 0 1 1 3 】

「備える (comprise)」、「備える (comprises)」、「備えられた (comprised)」または「備えている、備えること (comprising)」の用語のいずれか又は全てが、本明細書（特許請求の範囲を含む）に使用される場合、当該用語は、述べられた特徴、整数、ステップまたは構成要素の存在を明記するが、一つ以上のその他の特徴、整数、ステップまたは構成要素の存在を除外しないものとして解釈される。

【 0 1 1 4 】

添付されている特許請求の範囲で定められるような本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更、追加および / または代替が前述された部分に対して行われることができると、理解される。

【 0 1 1 5 】

以下の特許請求の範囲は、単なる例として提供され、あらゆる将来の利用で主張され得るものの範囲を限定することを意図されていないと、理解される。特徴は、発明または複数の発明をさらに定めるまたは再度定めるために、後日、特許請求の範囲へ加えられてもよく、または特許請求の範囲から除かれてもよい。

【図面】

【図 1】

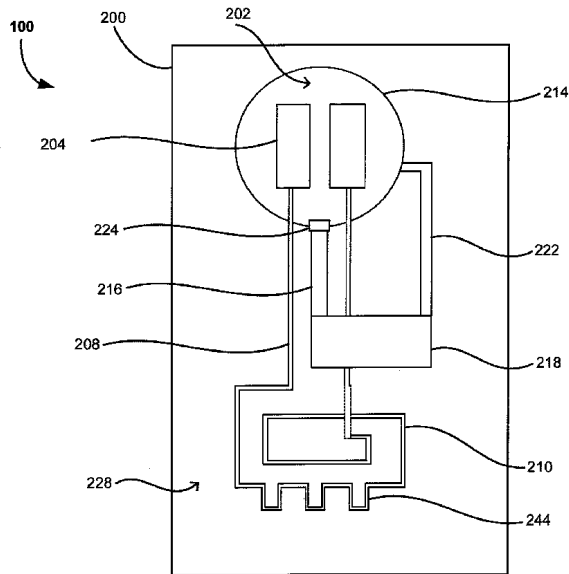


Figure 1

【図 2】

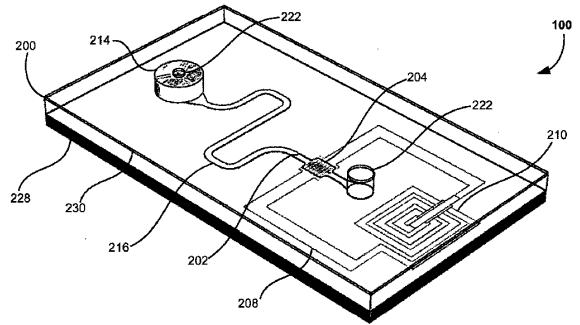


Figure 2

【図 3】

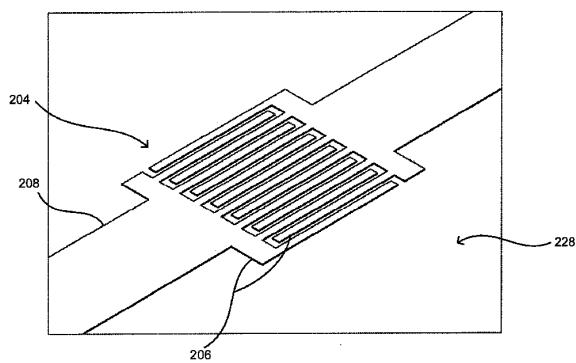


Figure 3

【図 4】

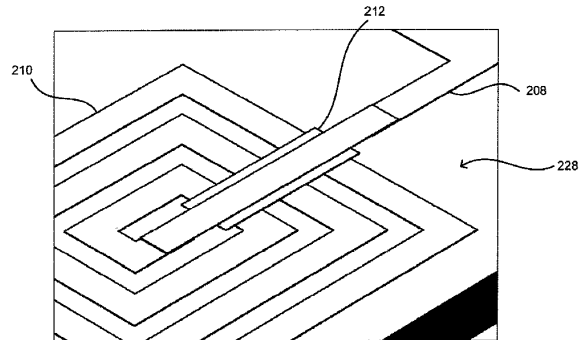


Figure 4

10

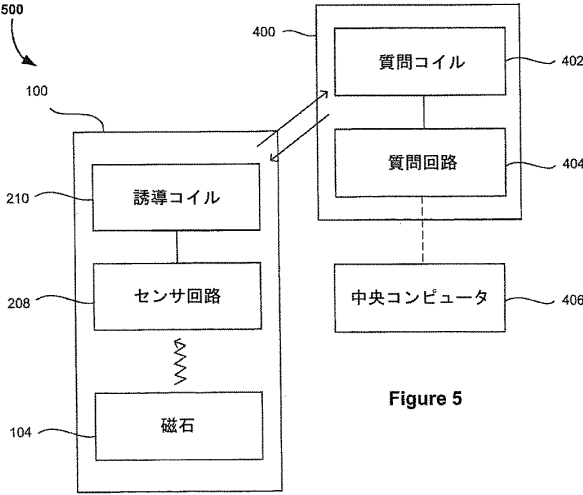
20

30

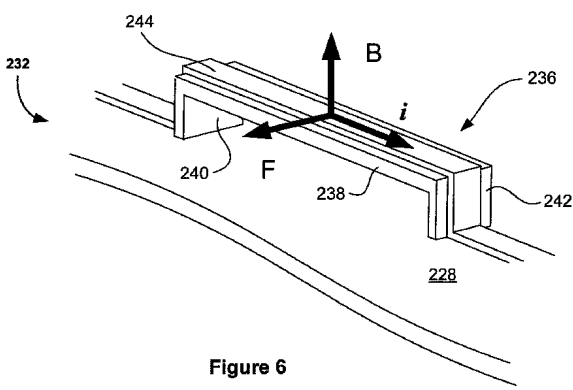
40

50

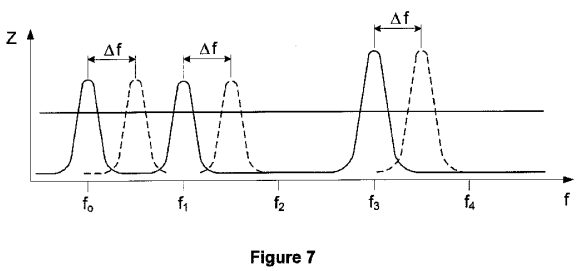
【図 5】



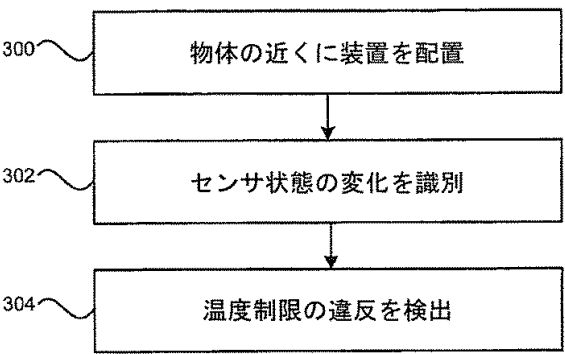
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

40

50

【図 9】

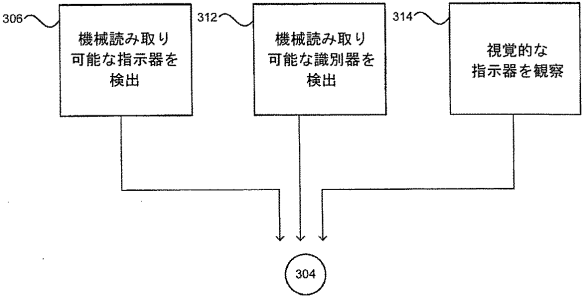


Figure 9

【図 10】

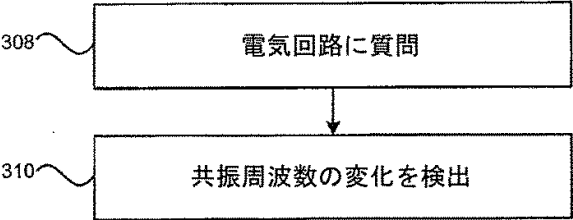


Figure 10

10

【図 11】

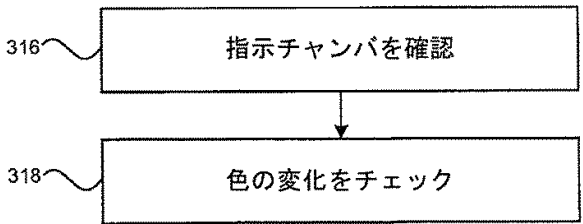


Figure 11

【図 12】

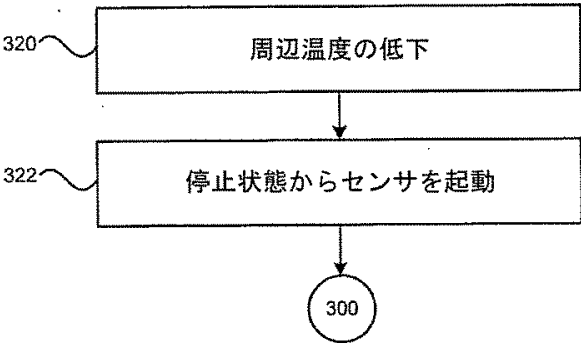


Figure 12

20

【図 13】

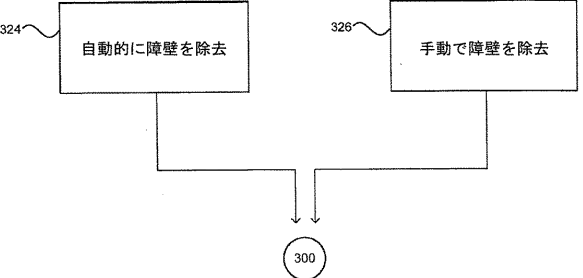


Figure 13

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 アンドリュー・マクレラン
オーストラリア 3 1 4 7 ビクトリア州アシュバートン、セント・ジョージズ・クレセント 6 3 番
- (72)発明者 スコット・ターナー
オーストラリア 3 9 3 1 ビクトリア州モーニントン、ムーンライズ・プレイス 8 番
- (72)発明者 エフストラティオス・スタン・スカフィダス
オーストラリア 3 0 7 1 ビクトリア州ソーンベリー、グーチ・ストリート 7 1 番
- (72)発明者 フォン・ドゥック・グエン
オーストラリア 3 0 2 0 ビクトリア州アルピオン、セルウィン・ストリート・ユニット 3 / 4 8
- (72)発明者 ドゥック・ホウ・フェン
オーストラリア 3 0 7 5 ビクトリア州ララー、ロティノ・クレセント 9 4 番
- (72)発明者 タン・コン・グエン
オーストラリア 3 0 2 0 ビクトリア州サンシャイン・ウエスト、アーノルド・ストリート 3 4 番
- 審査官 平野 真樹
- (56)参考文献 欧州特許出願公開第 0 5 4 5 2 7 4 (E P , A 1)
特開昭 5 9 - 1 6 4 9 2 9 (J P , A)
米国特許第 7 2 7 5 8 6 3 (U S , B 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 K 1 / 0 0 - 1 9 / 0 0