

(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2017-516077

(P2017-516077A)

(43) 公表日 平成29年6月15日 (2017.6.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 7/16 (2006.01)	GO 1 B 7/16	2 F 0 6 3
HO 1 H 35/42 (2006.01)	HO 1 H 35/42	Z

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-558060 (P2016-558060)	(71) 出願人	590005058
(86) (22) 出願日	平成27年3月19日 (2015. 3. 19)		ザ プロクター アンド ギャンブル カ ンパニー
(85) 翻訳文提出日	平成28年9月16日 (2016. 9. 16)		アメリカ合衆国オハイオ州, シンシナティ ー, ワン プロクター アンド ギャンブ ル プラザ (番地なし)
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/021353	(74) 代理人	110001243
(87) 国際公開番号	W02015/148227		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(87) 国際公開日	平成27年10月1日 (2015. 10. 1)	(72) 発明者	グラント エドワード ストリーマー
(31) 優先権主張番号	14/224, 441		アメリカ合衆国 4 5 2 0 2 オハイオ州 シンシナティ ワン プロクター アン ド ギャンブル プラザ (番地なし)
(32) 優先日	平成26年3月25日 (2014. 3. 25)	F ターム (参考)	2F063 AA25 DA02 DA05 DD02 EC07 LA19 NA01
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 材料の歪みを検知するための装置

(57) 【要約】

センサが、切り替え可能なポリマー要素を電氣的に備える。ポリマー要素は、少なくとも第1の電気状態と第2の電気状態とを有し、既定の機械的歪みの変化の関数としてその第1の電気状態と第2の電気状態との間で切り替え可能である。センサは、歪み感受性のポリマーマトリックスと、そのポリマーマトリックス内に埋め込まれた複数の導電性粒子とを備える。

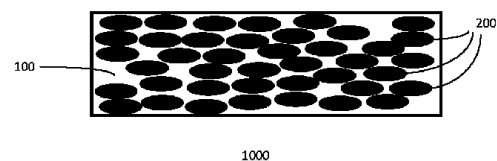


Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機械的歪みの切り替えが可能なポリマー要素を備えることを特徴とするセンサシステムであって、前記ポリマー要素は、少なくとも第 1 の電気状態と第 2 の電気状態とを有し、既定の機械的歪みの変化の関数として前記第 1 の電気状態と前記第 2 の電気状態との間で切り替え可能であり、前記センサは、歪み感受性のポリマーマトリックスと、前記ポリマーマトリックス内に埋め込まれた複数の導電性粒子とを備える、センサシステム。

【請求項 2】

前記導電性粒子は導電性黒鉛化炭素を含む、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 3】

前記歪み感受性ポリマーはシリコーンゴムを含む、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 4】

機械的歪みの切り替えが可能なポリマー要素を備えることを特徴とするセンサシステムであって、前記ポリマー要素は、少なくとも第 1 の電気状態と第 2 の電気状態と第 3 の電気状態とを有し、既定の機械的歪みの変化の関数として前記第 1 の電気状態と前記第 2 の電気状態と前記第 3 の電気状態との間で切り替え可能であり、前記センサは、歪み感受性のポリマーマトリックスと、前記ポリマーマトリックス内に埋め込まれた複数の導電性粒子とを含む第 1 の層と、前記第 1 の層と向かい合う関係で配置されたエラストマーポリマーマトリックスを含む第 2 の層とを備える、センサシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、環境変化に感受性のある感知装置に関する。本発明は具体的には、装置の機械的歪みに感受性のある感知装置に関する。

【背景技術】

【0002】

感知システムは現在、世界で普及している。専用のセンサとプロセッサのループを備えたフィードバックシステムは、速度、加速度、温度、機械的状态、及びその他多数の情報を指示する。これらのシステムは通常、それらの性能を達成するために、高価なハードウェア要素を必要とする。消費者の日常生活を改善するために、日々の状況で所望の情報の提供が可能となるように、低コストでシステムに組み込まれ得るセンサに対する要求は、未だに満たされていない。現在の世界の 1 つの特徴的な利点は、スマートフォンの有用性にあり、スマートフォンは、適切に構成されたセンサの現在の状態をデバイスが探し出すことを可能にする、近距離無線通信、RFID、Bluetooth、WiFi 及び他の通信プロトコルなど、デバイスに内蔵された機能を介して、センサ問い合わせデバイスとしても働き得る。必要とされているのは、遠隔式で問い合わせされ得る、単純で低コストな環境センサである。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

センサが、機械的歪み感受性の切り替え可能なポリマー要素を備える。ポリマー要素は、少なくとも第 1 の電気状態と第 2 の電気状態とを有し、既定の機械的歪みの変化の関数としてその第 1 の電気状態と第 2 の電気状態との間で切り替え可能である。センサは、歪み感受性のポリマーマトリックスと、そのポリマーマトリックス内に埋め込まれた複数の導電性粒子とを備える。

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図 1】本発明の一実施形態の概略図を示す。

【図 2】本発明の一実施形態の概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0005】

以下の本文は、本発明の多数の異なる実施形態の大まかな説明を記載している。あらゆる可能な実施形態を説明するのは不可能ではないとしても非現実的であるため、この説明は単なる例示として解釈されるべきであり、あらゆる可能な実施形態を説明するものではなく、本明細書に記載されるいずれかの機構、特性、コンポーネント、組成物、成分、製品、工程、若しくは方法論は、削除することができ、本明細書に記載される他のいずれかの機構、特性、コンポーネント、組成物、成分、製品、工程、若しくは方法論と組み合わせることができ、又は全体的若しくは部分的に置き換えることができることは理解されるであろう。最新の技術、又は本特許の出願日以降に開発された技術のいずれかを使用して、多数の代替の実施形態を実施することができるが、このような実施形態はやはり、本請求項の範囲内に含まれることになる。

10

【0006】

また、理解されたいこととして、ある用語が、本特許において、『本明細書において用いるとき、「___」という用語は「. . .」を意味する』という文、又は類似の文を用いて明示的に定義されていない限り、その用語の意味を、明示的にも暗示的にも、その平易な又は通常の意味を越えて限定する意図はなく、また、そのような用語が、本特許の任意の段落で（請求項の文言以外で）なされた記載に基づいて範囲を制限されるとは解釈されるべきではない。いずれの用語も、別段の記載がない限り、本発明に対して必要不可欠であることを意図しない。本特許の最後にある請求項に記載されているいずれかの用語が、ある単一の意味と一致した形で本特許内で言及されている限りにおいては、読み手を混乱させないように、単に分かりやすくする目的だけのためにそうしているのであって、暗示又はその他の方法によって、請求項の当該用語をその1つの意味に限定することは意図していない。最後に、「手段」という語及びいかなる構造の詳述もなしにある1つの機能を記載することによって請求要素を定義している場合を除き、いかなる請求要素の範囲も、米国特許法第112条6項の適用に基づいて解釈されないものとする。

20

【0007】

本明細書において先に記載した「チップ」は、当該技術分野において既知のチップレスRFID要素で置換され得る。LC共振RFタグ、又は多共振器要素が上記の実施形態のチップの代わりに使用されてもよい。

【0008】

一態様において、センサシステムが、アナログーデジタル変換器とセンサとを備える。センサは、センサの環境のpHの変化と近似する出力を与えるように適合される。アナログーデジタル変換器は、センサのアナログ出力をデジタル値に変換するように適合される。アナログーデジタル変換器は、センサのアナログ出力をデジタル値に変換するように適合される。アナログーデジタル変換器は、入力端子及び出力端子を含む。アナログーデジタル変換器の入力端子は、センサの出力端子と電気通信するように配置される。

30

【0009】

一態様において、センサシステムはタグを備える。タグは、基板上に印刷された導電性インク及び非導電性インクの1つ以上の層を含んでもよい。代表的な基板材料としては、ポリマーフィルム、紙、高透過性誘電材料、及びFR-4材料が挙げられる。多層構造は、導電性層の少なくとも一部を分離する非導電性材料の部分層を更に備え得る。代表的な導電性層としては、銅及び銀インクが挙げられる。タグは、少なくとも1つの無線周波チップと、カード、コイン、又はインレーの上に回路として配置された第1のアンテナとを備える。代表的なチップ/第1のアンテナの組み合わせとしては、型番：RI-I03-112A-03（13.56メガヘルツ）、及びRI-INL-R9QM（134.2キロヘルツ）、又はモデルTRF7970Aが挙げられ、それぞれ、テキサスインスツルメンツ社（Texas Instruments）（Dallas, TX）から入手可能である。アンテナは、コイル若しくは双極子の物理的形態をなし得るか、又はタグの残部と電気通信する製品若しくはパッケージの導電性構成要素を含み得る。チップ/第1のアンテナの組み合わせは、Kovio（San Jose, CA）から入手可能なユニットタグに統合されても

40

50

よい。タグは、チップ及びアンテナと電気通信する導電性ポリマー系を更に備える。

【0010】

必要な電流はマイクロアンペアの範囲にあるため、タグのために必要な電源は、RFID回路から得られた電力によって供給することができる。得られた電力は、後にタグによって使用するための、コンデンサなどの要素により貯蔵することができる。

【0011】

一実施形態において、センサシステムは、通信要素とスイッチとを備える。スイッチは、通信要素を有効化又は無効化するように構成され得る。スイッチは、切り替え可能なポリマー要素を備える。ポリマー要素は、少なくとも第1の電気状態と第2の電気状態とを有し、既定の環境変化の関数としてその第1の電気状態と第2の電気状態との間で切り替え可能である。スイッチは、環境変化が生じるとき又は生じた後、システムの通信要素の機能的能力を有効化又は無効化し得る。例示的な環境変化には、湿り度、湿度、pH、機械的歪み、溶剤との相溶性、及びそれらの組み合わせが挙げられる。

10

【0012】

それぞれのセンサ要素は一般に、センサの環境における選択的变化に応じた、センサのポリマー成分の膨張に応答して変化する電気状態を有することによって機能する。

【0013】

湿度センサは、高分子電解質コーティングを備え得る。乾燥しているとき、高分子電解質スマートコーティングは、メガオームの範囲の抵抗を有し（開回路）、環境によって刺激されると、3キロオーム未満の抵抗を有する（閉回路）。（脱イオン化した）水又は湿度によって刺激されると、ポリマーは水で膨張し、それによって電解質を可溶化する。刺激されていない、膨張していない状態において、埋め込まれた電解質は、無線周波エネルギー経路を設けてアンテナを作動させ、RFIDが送信することを可能にする。一実施形態において、スマートコーティング製剤は、刺激されてから約10秒～15秒後にこの遷移を可能にする。埋め込まれた電解質は、このスマートコーティングの吸湿性を向上させて、効果的にスマートコーティングを湿度感受性にする。

20

【0014】

湿り度、pH、及び機械的歪みセンサは、非導電性のポリマーマトリックス中に捕らえられた導電性充填剤要素を備え得る。センサが湿り気又は湿度にさらされるとき、ポリマーは、環境から水を取り込むために膨張する。膨張するポリマーマトリックスは、個々の導電性充填剤粒子の間の間隙を増大させることによって、センサ要素の導電性を低減させる。この間隙が増大するとき、センサの充填剤を通じて電流を導くための経路は減少し、また、膨張により、充填剤を介してマトリックスを貫く完全な導電性の経路が残らないとき及び残らなくなった後、完全に開放性となり得る。

30

【0015】

膨張する連続体は、既定レベルの化学及び／又は物理架橋によって制御され得る。化学架橋は、数例を挙げると、開始剤によって、紫外線によって、光によって、熱的に誘発され得る。物理架橋は、数例を挙げると、絡み合い、凍結融解サイクル、及び結晶化から誘発され得る。既定の架橋レベルは、水又は湿度のみから、膨張領域の導電性領域内に平衡膨張をもたらす。架橋はまた、pH感度の効果を増強する方法として働く。架橋した系において、pHの変化は、既定の動的範囲でセンサの膨張又は収縮を引き起こす。

40

【0016】

刺激に先立って、センサは、互いに物理的接触をなす導電性材料の一連の離散粒子からなる導電性経路を備える。この導電性経路は、センサが組み込まれている回路の一部として、電流が流れるための通路をもたらすか、あるいは代替形態として、導電性経路は、回路の一部として、既知の抵抗をもたらし得る。センサが環境的刺激にさらされるとき、センサの導電性は、ポリマーマトリックスの膨張が導電性離散粒子同士の間の距離を増大させるために低下することになり、また、膨張が以前は導電性であった経路のいかなる横断面にも導電性粒子の完全な分離を生じさせる場合にはゼロへと低下し得る。導電性の変化は、環境pHに相関し得る。

50

【0017】

化学レジスタ湿り度感受性スマートコーティングは、乾燥しているときには、導電性を可能にする低いオーム範囲の抵抗を有し、非常に低い導電性を引き起こすように環境によって刺激をされたときには、高いメガオーム範囲の抵抗を有する。スマートコーティングが、水性の液体で刺激を受けたとき、ポリマーは膨張し始める。この膨張は、ポリマーの体積が乾燥体積の20%～40%へと増大するパーコレーション臨界を誘発する。そのようにする際、導電性充填剤は、開回路の陽極側と陰極側との間又は2つのICリードの間で無線周波エネルギーを伝導し得なくなる点に達する。一実施形態において、化学レジスタスマートコーティング製剤は、刺激されてから約5秒後にこの遷移を可能にする。充填剤をより良好に分散させるために、非イオン性界面活性剤Triton X-100が使用される。

10

【0018】

ポリエチレンコー酢酸ビニルの2倍以内のヒルデブランド溶解パラメータを有する、例示的な標的化学物質に対して選択的である化学感受性センサが作製され得る。水に不溶性であるため、この系は、水環境において選択的な化学試験を示す。湿り度感知における化学レジスタは、水溶性ポリマー：[ポリ(ビニルアルコール)、 $M_w=89,000\sim98,000$]と導電性充填剤(銀被膜銅)とから構成されたものである。化学/バイオセンサの場合、化学レジスタのポリマーは、標的と同様の溶解パラメータ(特にヒルデブランドパラメータ)を有する別のもので置換され得る。

【0019】

20

選択されたポリマーが対象の分析物と接触すると、ポリマーは、導電性充填剤のパーコレーション臨界の後に膨張し、ここで、充填剤は導電性を維持するのに十分な接触を有しない。

【0020】

化学レジスタは、既定のpH範囲にある環境に対してのみ応答するように更に修正され得る。モデルポリマー系は、腸溶コーティングを目的としたものであってよい。そのようなコーティングは、設計により、胃内の低pHに耐えるように作られ、また、それらのコーティングが腸内のより高いpH環境を通過するとき、ポリマーは膨張/溶解して薬剤を放出する。本発明者らの場合、基本的なpHセンサに関し、本発明者らが興味を持つのは、一定のpHしきい値を超えて膨張して、充填剤が導電性パーコレーション臨界を超えることを引き起こす系である。このポリマー系は基本的には、メタクリル酸で官能化された有標のアニオン性ポリマーの水性分散系である。この系は、5.5のpHで溶解するように調整され得る。一実施形態において、センサは、環境のpHの指示をもたらすために構成され得る。そのような実施形態において、pHの指示をもたらすために、環境のpHによるポリーマトリックスの体積変化が利用され得る。マトリックスは、水環境への暴露を原因とする膨張による、既知の体積変化が存在するように構成され得るが、ここでマトリックスは、水を取り込み、膨張することによって環境に応答する。マトリックスは、ポリーマトリックスの pK_a に対して酸性又はアルカリ性の環境へ暴露されることによって、更なる体積変化へと誘導され得る。ポリマーは、ポリーマトリックス構成要素の pK_a を超えるpHに応答した酸性マトリックスの脱プロトン化を原因として更に膨張することによって、pH増加に応答するように構成され得る。塩基性のマトリックスは代替的に、上昇するpHに応答したプロトン化を受け、また体積収縮を受けるように構成され得る。

30

40

【0021】

ポリーマトリックスはまた、ある範囲の第1の部分における体積収縮と、その範囲の第2の部分における体積増加の両方を受けることによって、一定範囲のpH値にわたって応答するように構成され得る。一例として、酸性成分と塩基性成分の両方を含有するポリーマトリックスは、その酸性構成成分のプロトン化から、環境のpHがマトリックスの構成成分の pK_a を越えて上昇するときに、体積において収縮するように構成され得、また、既定のpHしきい値では、塩基性の第2の構成成分は、脱プロトン化を受けてマトリ

50

ックス体積を膨張させるように構成され得る。

【0022】

マトリックスは、低下するpHに応答するように配合され得る。一実施形態において、マトリックスは、環境のpHが低下するときに脱プロトン化が原因で膨張し得る。代替形態において、マトリックスは、マトリックスのプロトン化が原因でpHが低下するときに収縮し得る。

【0023】

一実施形態において、ポリマーマトリックスは、特定のpH値の環境変化への暴露に関連付けられる体積ヒステリシスを受ける。そのような実施形態において、ポリマーマトリックスは、環境pHの変化に応答して体積変化を受け、その後、環境pHの逆転に応答してその体積変化の逆転を受け得る。このヒステリシスは、特定のpHにおける最終的なマトリックス体積が元の状態のマトリックス体積及びpHを厳密に反映しなくてもよいことから、完全に対照的でなくてもよい。事象の間にわたるセンサのマトリックス体積の変化により、刺激を受けていないセンサとは異なる電気的特性を有するセンサが得られるため、この不完全なヒステリシス対称性は、対象の環境事象が発生したという指示を与え得る。

【0024】

一実施形態において、ポリマーマトリックスは、対象の範囲のpHを有する溶液によって刺激されたとき、第1の電気状態から第2の電気状態へ遷移する。この刺激の後、マトリックスは乾燥されて、第3の電気状態を生じ得る。乾燥後の第3の状態は、既定の環境pHの変化の関数として、刺激状態に対応するが、第2の状態と電氣的に等価ではない。理論に束縛されるものではないが、第1又は第2の状態に対する、第3の状態における電気抵抗の変化は、pH及び膨張の関数として、ポリマー網目構造の歪みによる結合の破壊と、塩類貯留と、充填剤配向の再編成との組み合わせに関係する。

【0025】

一実施形態において、ポリマーマトリックスは、水分又は湿度によって刺激されたとき、第1の電気状態から第2の電気状態へ遷移する。この刺激の後、マトリックスは乾燥されて、第3の電気状態を生じ得る。乾燥後の第3の状態は、含水量の関数として、初期状態に対応するが、第1の状態と電氣的に等価ではない。

【0026】

ポリマー歪みセンサは、材料の観点からは、化学レジスタと非常に類似している。弾性ポリマーは、環境感受性ポリマーに置き換えられている。ポリマーが歪みによって伸長するとき、結晶構造及び物理的絡み合いが配向を変化させ、したがって、導電性充填剤の接触の程度を変化させる。歪みが増大するとき、導体抵抗も増大する。機械的性質、コーティングの幾何学的形状（特に横断面積）及び充填剤の装填水準が、導体抵抗の変化及びヒステリシスに影響を与える。理想的には、ポリマー系は、接触することになるいかなる潜在的化学物質に対しても不溶性であるべきである。このポリマーセンサは、アンテナ構成及び取り付けによってコーティングを連続フィルムとしてタグから剥がすことができるときにのみ働く。

【0027】

歪みセンサ要素はまた方向性にされ、したがって、センサ上の歪みの大きさ及び方向を指示し得る。一実施形態において、積層構造が形成され、ここで、第1の層は、ポリマーマトリックス内に分散された導電性充填剤粒子を有するものとして既に説明したものである。ポリマーマトリックスのみを含む第2の層が、これに加えられる。導電性層の外表面が凹面となる、積層体の変形は、導電性粒子同士の間隔が低減されるので、結果としてより高い導電性を生じる。それに代わって、導電性層の外表面が凸面となる、反対方向における変形は、より大きな充填剤粒子の間隔及びより低い導電性をもたらす。

【0028】

センサと通信要素とを具現化したタグは、環境感受性のセンサシステムを備える製品を提供する工程であって、センサシステムは、通信要素とその通信要素を有効化又は無効化

10

20

30

40

50

するように構成されたスイッチとを備え、スイッチは、切り替え可能なポリマー要素を備え、そのポリマー要素は、少なくとも第1の電気状態と第2の電気状態とを有し、既定の環境変化の関数としてその第1の電気状態と第2の電気状態との間で切り替え可能である、工程と、通信要素の状態を判定するためにセンサシステムと通信するように適合された問い合わせ器を提供する工程と、製品を潜在的な環境変化に暴露する工程と、センサシステムの通信要素の状態を問い合わせる工程とに従うことによって、環境を監視するために使用され得る。例示的な問い合わせ器及び問い合わせは、対象の環境に置かれたタグの現在の状態を照会するために、NFC対応スマートフォン及び適切なNFCアプリケーションを使用することを含む。

【0029】

本明細書で説明する要素は、センサシステムを備えるデバイスへと構成され得る。次にセンサシステムは、通信要素と、その通信要素を有効化又は無効化するように構成されたスイッチとを備える。スイッチは、切り替え可能なポリマー要素を備え、ポリマー要素は、少なくとも第1の電気状態と第2の電気状態とを有し、既定の環境変化の関数としてその第1の電気状態と第2の電気状態との間で切り替え可能である。

【0030】

一実施形態において、このデバイスは、消費者製品又は消費者製品用のパッケージを備え得る。センサ要素は、パッケージ内で製品と接触し得る。センサは、消費者による製品の使用中に特定の環境変化にセンサを暴露するように意図された方式及び位置で、製品内に配置され得る。この方式での例示的な使用法は、乳幼児によって着用されている間のおむつに対する刺激が環境変化を発生させ、次にその環境変化が全体としてセンサ要素及びタグの電気状態を変えるように、センサを備えるタグをおむつ内に配置することを含む。

【0031】

例示的なセンサ要素：

高い塩類含有量を有する湿度感受性の高分子電解質コーティングが次のように作製された。バイアル瓶は、10 mLの限外濾過脱イオン水を充填された。1.1688 gの塩化ナトリウムがバイアル瓶に添加されて、塩が溶解して2モル/Lの食塩水を生じるまで、室温で電磁攪拌棒で混合された。系が透明になったときに、0.3 gのポリ（ビニルアルコール）が添加された。溶液は90℃まで加熱されて、ポリマーが溶液内に溶けるのを可能にした。系が透明になったとき、先端部のおよそ1～2 mmが除去された、10 µLのピペット先端部を使用して、表面に塗布できる状態となった。ピペットは5 µLに設定され、熱いポリマー溶液が、RFIDタグの対象の領域に塗布された。系はその後、乾燥チャンバ内に配置され、室温で一晩中乾燥させた。

【0032】

化学レジスタ湿度感受性ポリマーコーティングが以下のように作製された。バイアル瓶は、9 mLの限外濾過脱イオン水を充填された。1重量%の溶液をつくるため、10 mLの限外濾過脱イオン水に0.1 gのトリトンX100を添加するために、別個のバイアル瓶が使用された。0.1重量%のトリトンX-100溶液をつくるため、1 mLの1重量%のトリトンX-100が、9 mLの限外濾過脱イオン水に添加された。0.3 gのポリ（ビニルアルコール）が、0.1重量%のトリトンX-100溶液に添加された（系は、より低い分子量（MW）及びより高い加水分解率により、より高いMW及びより低い加水分解率よりも早く反応する）。溶液は90℃まで加熱されて、ポリマーが溶液内に溶けるのを可能にした。系が透明になったとき、Ferro Electronic Materials Systems（Mayfield Heights, OH）から入手可能な、銀コーティングされた銅（AgCU550）導電性充填剤0.1 gが添加された。溶液は5分間にわたって、超音波で分解された（脱気モード、レベル5）。系は、先端部のおよそ1～2 mmが除去された、10 µLのピペット先端部を使用して、表面に塗布された。ピペットは5 µLに設定され、熱いポリマー溶液が、RFIDタグの対象の領域に塗布された。系はその後、乾燥チャンバ内に配置され、室温で一晩中乾燥させた。

【0033】

水には反応せず、他の環境化学に反応するように設計された、第2の化学レジスタポリマーコーティングが、以下のように形成された。バイアル瓶は、10 mLのトリクロロエチレンを充填された。0.6 gのポリ(エチレンコービニルアセテート)がバイアル瓶に添加された。ポリマーが溶液に溶解するまで、溶液が室温で混合される。系が透明なとき、0.2 gの銀コーティングされた銅(AgCU550)導電性充填剤が添加された。系は、先端部のおよそ1~2 mmが除去された、10 µLのピペット先端部を使用して、表面に塗布された。ピペットは5 µLに設定され、熱いポリマー溶液が、RFIDタグの対象の領域に塗布された。系はその後、ヒュームフード内に配置され、室温で一晩中乾燥させた。

【0034】

標的範囲内のpHを有する環境にのみ反応するように設計された、化学レジスタポリマー系は、以下のように形成された。本方法は、粘着防止剤としてのタルク、及び可塑剤としてのクエン酸トリエチル、又は粘着防止／可塑剤としてのPlasACRYL HTP 20のいずれかを使用し得る。200 mLのビーカーにおいて、57 mLの脱イオン水、Evonik Industriesから入手可能な、14.6 mLのPlasACRYL HTP 20、及び4.3 gの銀コーティングされた銅(AgCU550)導電性充填剤に、Evonik Industries(Essen, Germany)から入手可能な、Eudragit L30 D-55が41.7 mL添加された。溶液は、電磁攪拌棒で10分間混合された。溶液は、RFタグの所望のエリアをコーティングするために使用され、循環式乾燥機内で2時間にわたり40℃で硬化された。RFIDタグは、5.5超のpH値を有する環境にポリマーが暴露されたときにオフとなった。

【0035】

pHの環境変化に対応するために、更なる化学レジスタセンサシステムが設計されている。限定するものではないが、導電性充填剤と共にpH感受性マトリックスを形成するのに適したポリマー、開始剤及び／又は架橋剤は、ポリ(アクリル酸)(PAA)、アクリル酸(AA)、2-ヒドロキシエチルメタクリレート(HEMA)、ポリ(ヒドロキシエチルメタクリレート-コ-メタクリル酸)(PHEMA-co-MAA)、ポリ(アクリル酸-コ-イソオクチルアクリレート)(ポリ(AA-co-IOA)、ポリ(アクリルアミド)(PAAm)、ポリ(メタクリル酸)、ポリ(メタクリル酸)(PMAA)、ポリ(ジエチルアミノエチルメタクリレート)(PDEAEMA)、ポリ(ジメチルアミノエチルメタクリレート)(PDMAEMA)、ポリ(ビニルアルコール)(PVOH又はPVA)、ポリ(エチレングリコール)ジメタクリレート(PEGDMA)、アクリルアミド(AAm)、N,N-ジメチルアミノエチルメタクリレート(DMAEMA)、N-イソプロピルアクリルアミド(NIPAAm)、2-(ジメチルマレイニイミド)アクリルアミド(DMIAAm)、2-(ジメチルマレイニイミド)エチルメタクリレート(DMIMA)、ポリ(2-ビニルピリジン)(P2VP)、ポリ(4-ビニルピリジン)(P4VP)、エチレングリコールジメタクリレート(EGDMA)、グルタルアルデヒド、アゾビズ-メチルプロピオニトリル(AIBN)、グリオキサール、グリセロール、セルロース系、アルコール官能基を有する任意のポリマー又は分子、カルボン酸官能基を有する任意のポリマー又は分子の組み合わせを含むか又はその組み合わせであり得ることが理解されよう。

【0036】

モデル導電性複合システムは、導電性充填剤としての導電性の黒鉛化炭素と、ポリ(ビニルアルコール)とポリ(アクリル酸)とから構成されたポリマーマトリックスとで構成される。架橋された感水性ポリマーが、前述した任意のポリマーから構成され得るが、必ずしもpHに感受性があるとは限らないことが理解されよう。

【0037】

感知材料が以下のように調製され得る。

PVOH／PAA／充填剤複合センサ要素：

2つの150 mLのパイレックスガラスビーカーを40 mLの脱イオン水で満たす。磁

10

20

30

40

50

気攪拌棒を加え、ビーカーをホット／攪拌プレート上に置く。攪拌速度を400rpmに設定する。アズベリーカーボン社（Asbury Carbon）から入手可能なA99導電性黒鉛化炭素充填剤（直径44マイクロメートル）を3グラム、計り分け、各ビーカーに加える。攪拌機で乾燥粉末を溶液に混合する。スパチュラを用いて手動で混合すると、残留粉末を溶液へと押しやるのに役立ち得る。ビーカーをホット／攪拌プレートから取り出し、超音波処理槽内に置き、5分間にわたって超音波処理して、充填剤をより良好に分散させる。超音波処理の後、ビーカーを再びホット／攪拌プレートの上に置く。ポリビニルアルコール（PVOH）及びポリ（アクリル酸）（PAA）のホット／攪拌プレートの温度を200℃に設定し、攪拌機を400rpmに設定する。シグマアルドリッチ社から入手可能なPVOH（89～98K MW、99%加水分解）を4g、及びPAA（450K MW）を4g、秤量ポートへと計り分ける。PVOHは、一度にビーカーに加えられる。PAAは、溶液中での凝集を防止するために、徐々に加えられる必要がある。各スパチュラが加えられた後、次のスパチュラを加えるまで、表面上のポリマー粉末が溶液中に移動するように、十分な時間がかけられる。ポリマーが溶液中に十分に分散されると、温度を監視してポリマーが70～80℃に保たれるようにするため、JKE熱電対が加えられる。系は、パラフィン膜で覆われ、3時間にわたって溶解される。3時間後、加熱がオフにされ、システムは、依然として攪拌されながら、30分間にわたって冷却される。温度が30℃未満に低下すると、PVOH溶液とPAA溶液とを500mLのビーカー中に混合する。より高度な粘度を処理するため、また気泡の形成を防止するために、オーバーヘッドメカニカルミキサーが使用される。これら2種類の溶液が、室温で少なくとも2時間にわたり、ただし好ましくは17時間程度にわたって、70rpmで混合され、粘度を制御し、充填剤の沈殿を防止する。混合後、使い捨てのピペットで表面の気泡を除去する。結果として得られた溶液を150×20mmのペトリ皿に注ぎ入れ、一晩中、乾燥させる。別法として、結果として得られる溶液を注射器に注ぎ入れて導電性リードの上に噴射し、センサを形成する。空気乾燥の後、安全カミソリの刃を使用して、ペトリ皿又は乾燥表面の縁部の周りをなぞり、ポリマー系が可塑的に歪まないように注意深く取り除く。2枚のシリコンシートの上に置き、130℃で1時間にわたって硬化させる。PAA上のカルボン酸基とPVOH上のアルコール基との間のエステル化を達成するために、別の硬化時間及び温度が用いられ得ることが理解されよう。シリコンシートを分離する前に、取り出し、室温に冷却する。

【0038】

PAA／グリセロール／充填剤複合センサ要素：

150mLのバイレックガラスビーカーを80mLの脱イオン水で満たす。磁気攪拌棒を加え、ビーカーをホット／攪拌プレート上に置く。攪拌機を400rpmに設定する。アズベリーカーボン社から入手可能なA99導電性黒鉛化炭素充填剤（直径44マイクロメートル）を2.4グラム、計り分け、ビーカーに加える。攪拌機で乾燥粉末を溶液に混合する。スパチュラを用いて手動で混合すると、残留粉末を溶液へと押しやるのに役立ち得る。ビーカーをホット／攪拌プレートから取り出し、超音波処理槽内に置き、5分間にわたって超音波処理して、充填剤をより良好に分散させる。超音波処理の後、ビーカーを再びホット／攪拌プレートの上に置く。ホット／攪拌プレートの温度を200℃に、攪拌機を400rpmに設定する。シグマアルドリッチ社から入手可能なPAA（450K MW）を8g、秤量ポートへと計り分ける。PAAは、溶液中での凝集を防止するために、徐々に加えられる必要がある。各スパチュラが加えられた後、次のスパチュラを加えるまで、表面上のポリマー粉末が溶液中に移動するように、十分な時間がかけられる。ポリマーが溶液中に十分に分散されると、温度を監視してポリマーが50～60℃に保たれ、系がパラフィン膜で覆われている間に3時間にわたって溶解するようにするため、JKE熱電対が加えられる。3時間後、加熱がオフにされ、攪拌プレートが冷却される。溶液の温度が30℃未満に低下した後、ホットプレートからオーバーヘッドメカニカルミキサーへと取り出す。より高度な粘度を処理するため、また気泡の形成を防止するために、オーバーヘッドメカニカルミキサーが使用される。シグマアルドリッチ社（Sigma Aldric

h) から入手可能な 0.8 g のグリセロールをゆっくりと加える。これら 2 種類の溶液は、室温で 1 時間にわたって 70 rpm で混合される。混合後、使い捨てのピペットで表面の気泡を除去する。結果として得られた溶液を 150 × 20 mm のペトリ皿に注ぎ入れ、一晩中、乾燥させる。ポリマー系はまた、導電性リードと共にモールドの中へ入れられてもよい。空気乾燥の後、安全カミソリの刃を使用して、ペトリ皿の縁部の周りをなぞり、複合材が可塑的に歪まないように注意深く取り除く。2 枚のシリコンシートの上に置き、130 °C で 1 時間にわたって硬化させる。PAA 上のカルボン酸基とグリセロール上のアルコール基との間のエステル化を達成するために、別の硬化時間及び温度が用いられ得ることが理解されよう。シリコンシートを分離する前に、取り出し、室温に冷却する。

【0039】

PAA / 充填剤複合センサ要素：

150 mL のバイレックガラスビーカーを 80 mL の脱イオン水で満たす。磁気攪拌棒を加え、ビーカーをホット／攪拌プレート上に置く。攪拌機を 400 rpm に設定する。アズベリーカーボン社から入手可能な A99 導電性黒鉛化炭素充填剤（直径 44 マイクロメートル）を 2.4 グラム、計り分け、ビーカーに加える。攪拌機で乾燥粉末を溶液に混合する。スパチュラを用いて手動で混合すると、残留粉末を溶液へと押しやるのに役立ち得る。ビーカーをホット／攪拌プレートから取り出し、超音波処理槽内に置き、5 分間にわたって超音波処理して、充填剤をより良好に分散させる。超音波処理の後、ビーカーを再びホット／攪拌プレートの上に置く。ホット／攪拌プレートの温度を 200 °C に、攪拌機を 400 rpm に設定する。シグマアルドリッチ社から入手可能な PAA（450 K MW）を 8 g、秤量ポートへと計り分ける。PAA は、溶液中での凝集を防止するために、徐々に加えられる必要がある。各スパチュラが加えられた後、次のスパチュラを加えるまで、表面上のポリマー粉末が溶液中に移動するように、十分な時間がかけられる。ポリマーが溶液中に十分に分散されると、温度を監視してポリマーが 50 ~ 60 °C に保たれ、系が 3 時間にわたって、またパラフィン膜で覆われるまで溶解するようにするため、JKE M 熱電対が加えられる。加熱がオフにされ、攪拌プレートが 30 分間にわたって冷却される。混合後、使い捨てのピペットで表面の気泡を除去する。結果として得られた溶液を 150 × 20 mm のペトリ皿に注ぎ入れ、一晩中、乾燥させる。ポリマー系はまた、導電性リードと共にモールドの中へ入れられてもよい。空気乾燥の後、安全カミソリの刃を使用して、ペトリ皿の縁部の周りをなぞり、複合材が可塑的に歪まないように注意深く取り除く。2 枚のシリコンシートの上に置き、130 °C で 1 時間にわたって硬化させる。PAA 上のカルボン酸基同士の間の自己架橋を達成して酸無水物を形成するために、別の硬化時間及び温度が用いられ得ることが理解されよう。シリコンシートを分離する前に、取り出し、室温に冷却する。

【0040】

材料の調製：

ポリマーを水溶液中に溶解させるために、熱が系に加えられる。乾燥プロセスの間にポリマー系同士の相分離が生じないようにするため、ポリマーは別々のビーカー内で溶解され、後に混合される。PAA のカルボン酸と PVOH 又はグリセロールのアルコールとの間で水素結合が容易に生じるが、62 °C 超で自由体積効果が優勢となる。これを防ぐため、個々のポリマー溶液は、個々のビーカー内で混合されている間、室温にまで冷却される。室温となると、PAA は、架橋系（PVOH 又はグリセロール）にゆっくりと加えられ、2 時間にわたって混合され、2 つの系は水素結合に向けて十分に分散ようになる。乾燥プロセスの間に充填剤が沈殿するのを防止するため、系から水を除去して粘度を増大させるように、より長時間の混合が行われる。実際に、相分離が ATR スペクトル及び pH 感知データの異常によって確認された。ポリマー系に気泡を生じさせるのを回避するために、機械的攪拌機が最終工程で使用される。

【0041】

pH センサの架橋は、Thermo Nicolet Nexus 670 FTIR を使用したエステル生成に対する ATR スペクトル、及び系が溶解しないことを確かめる

ために数日間、水性系に暴露することによって確認された。動抵抗データをセンサから取得し、電解を防止するために、電源が1.0ボルトを供給し、結果として得られる電流が2831E Measurement（データロギングマルチメータ）によって測定された。まず、わに口クリップが感知材料に取り付けるために使用された。測定された電流は、オームの法則を用いて抵抗に変換された。後に改善が行われ、銅線が感知材料へと硬化されて、測定と拡張性が改善された。変化をpHの関数として追跡するために、センサの重量もまた記録された。

【0042】

pHセンサは、溶液中にある間の動的な読みに関して試験された。pHの3及び10において、膨張のプラトーが、PAA/PVOHバージョンに対し、対応する抵抗変化を伴って約2分で達成された。pHの3及び10において、膨張のプラトーが、PAA/グリセリンバージョンに対し、対応する抵抗変化を伴って約1分30秒で達成された。PAAはpH及び時間の関数として容易に脱プロトン化及びプロトン化され得るため、概念実証のヒステリシスループ試験が、主要なPAA/PVOH系で単一のセンサを使用して実施された。pH4で始まる初期の刺激の前に、センサの重量が記録された。後の1時間の刺激及び脱プロトン化による重量変化が、pHの5、5.5、6、7、及び9に対して記録された。理想的な系においては、同じpH刺激を逆転させると、新たな体積が再びそれぞれの体積へと収縮することになる。しかしながら、体積収縮は、プロトン化の時定数、pKa値からのpH距離、何らかの壊れた酸無水物からの歪みネットワークへの不可逆変化が原因でヒステリシスを受け、またPAA/PVOHエステル結合がヒステリシスを生じさせる。このヒステリシスは、刺激時間及び環境pH、そして最終的には電気抵抗値に相関され得る。pHがポリマーのpKaに低下すると、プロトン化が横ばいとなる。

【0043】

以下のように、環境に反応しやすいポリマーに関し、弾性ポリマーを交換することにより、機械的歪みに反応しやすいポリマー系が形成された。8gのシリコーンRTVラバーが、ビーカー内の8gの導電性充填剤と混合されて、50/50の比率のポリマーが得られた。混合物は、プラスチックの20mL注射器を通じて押し出された。容易に取り出すために、シリコーン表面上にストリップが押し出された。一実施形態において、シリコーンの更なる層が、シリコーン導電性充填剤層の上に押し出しされ、硬化される。室温における加硫を24時間行った。歪みセンサストリップが取り除かれ、動的伝導度、及び機械的特性（ヤング係数、弾性区域、降伏点）に関して試験された。インストロンは、破断するまで、1mm/秒の一定伸張に設定された。抵抗は2831E測定（Data Logging Multimeter）と同時に測定されて、小さなわに口クリップがサンプルに取り付けられた。ヤング係数が、インストロンソフトウェアで計算された。わに口クリップを使用せずに第2の試験が行われ、伸張による150%の最終歪みが生じる際に、歪みセンサの中央で破断が生じた。

【0044】

例示的なタグシステムは、センサ要素及び通信要素の組み込みを示す。センサ要素はまた、説明した環境変化に対して電氣的に切り替え可能なセンサが望まれる任意のシステムで使用するためのスタンドアローンデバイスとして作製され得る。

【0045】

充填剤が重力で沈殿して、結果として既定の非導電性ないしは導電性の連続体をマトリックス中に生じるように、ポリマー系の粘度を調整することによって、方向性の歪みに感受性のあるポリマー系が開発された。この充填剤装填レベルの連続体を用いると、系が導電性側に向かって曲げられるときの抵抗の低下、又は、系が非導電性側に向かって曲げられるときの抵抗の増大によって、方向性の歪みが識別され得る。ポリマー系は事実上、熱硬化性、熱可塑性、又はエラストマーとなり得る。好適なポリマー類は、数例を挙げると、エステル、アミド、ウレタン、シリコーン、エポキシ樹脂、エーテル、エチレン、及びビニルである。導電性充填剤は、金属性であっても非金属性であってもよい。本発明者らの場合、モデルシステムは、非金属性の導電性黒鉛化炭素充填剤、及びポリ（ビニルアル

10

20

30

40

50

コール)とポリ(アクリル酸)とから構成されたポリマーマトリックスを用いて設計されたものである。

【0046】

PAA/PVOH/充填剤指向性歪みセンサ複合材：

2つの150mLのバイレックスガラスビーカーを40mLの脱イオン水で満たす。磁気攪拌棒を加え、ビーカーをホットプレート/攪拌プレート上に置く。攪拌速度を400rpmに設定する。アズベリーカーボン社から入手可能なA99導電性黒鉛化炭素充填剤(直径44マイクロメートル)を1.2グラム、計り分け、ビーカーに加える。攪拌機で乾燥粉末を溶液に混合する。スパチュラを用いて手動で混合すると、残留粉末を溶液へと押しやるのに役立ち得る。ビーカーをホット/攪拌プレートから取り出し、超音波処理槽内に置き、5分間にわたって超音波処理して、充填剤をより良好に分散させる。超音波処理の後、ビーカーを再びホット/攪拌プレートの上に置く。ポリビニルアルコール(PVOH)及びポリ(アクリル酸)(PAA)のホット/攪拌プレートの温度を200℃に設定し、攪拌機を400rpmに設定する。シグマアルドリッチ社から入手可能なPVOH(89~98K MW、99%加水分解)を4g、及びPAA(450K MW)を4g、秤量ポートへと計り分ける。PVOHは、一度にビーカーに加えられる。PAAは、溶液中での凝集を防止するために、徐々に加えられる必要がある。各スパチュラが加えられた後、次のスパチュラを加えるまで、表面上のポリマー粉末が溶液中に移動するように、十分な時間がかけられる。ポリマーが溶液中に十分に分散されると、温度を監視してそれらが70~80℃に保たれるようにするために、JKE M熱電対が加えられる。系は、パラフィン膜で覆われ、3時間にわたって溶解される。3時間後、加熱がオフにされ、システムは、依然として攪拌されながら、30分間にわたって冷却される。温度が30℃未満に低下すると、PVOH溶液とPAA溶液とを500mLビーカー中に混合する。より高度な粘度を処理するため、また気泡の形成を防止するために、オーバーヘッドメカニカルミキサーが使用される。完全に混合するが、低粘度となるよう水分は維持して、充填剤が沈殿して連続体をなすように、2種類の溶液が、室温にて少なくとも2時間にわたって70にて混合される。混合後、使い捨てのピペットで表面の気泡を除去する。結果として得られた溶液を150×20mmのペトリ皿に注ぎ入れ、一晩中、乾燥させる。空気乾燥の後、安全カミソリの刃を使用して、ペトリ皿又は乾燥表面の縁部の周りをなぞり、ポリマー系が可塑的に歪まないように注意深く取り除く。2枚のシリコンシートの上に置き、130℃で1時間にわたって硬化させる。PAA上のカルボン酸基とPVOH上のアルコール基との間のエステル化を達成するために、別の硬化時間及び温度が用いられ得ることが理解されよう。シリコンシートを分離する前に、取り出し、室温に冷却する。

【0047】

一片の材料が1cm×4cm片に切断され、わに口クリップで端部を固定される。抵抗変化を取得するために、Flukeマルチメータが使用された。平衡状態の抵抗は約490オームであった。センサが導電性側に向かって曲げられたとき、導電性充填剤の圧縮によって抵抗は336オームへと低下した。センサが非導電性側に向かって曲げられたとき、導電性充填剤の経路の滑り及び分離によって抵抗は618オームへと増大した。歪みを解放した後、センサは、再び約490オームの平衡値へ戻った。

【0048】

図1に示すように、センサ要素1000は、ポリマーマトリックス100と、そのマトリックス内に埋め込まれた導電性充填剤要素200とを含む。図2に示すように、センサ要素1000は、ポリマーマトリックス100と、導電性充填剤200と、非充填マトリックス300とを含む。

【0049】

一態様において、センサシステムはタグを備える。タグは、基板上に印刷された導電性インク及び非導電性インクの1つ以上の層を含んでもよい。代表的な基板材料には、ポリマーフィルム、紙、高透過性誘電材料、及びFR-4材料が挙げられる。多層構造は、導電性層の少なくとも一部を分離する非導電性材料の部分層を更に備え得る。代表的な導電

性層としては、銅及び銀インクが挙げられる。タグは、少なくとも1つのセンサ、無線周波チップ、及びカード、コイン、又はインレーの上に回路として配置される第1のアンテナ、を含む。チップは、受動的又は能動的であり得る。代表的なチップ／第1のアンテナの組み合わせとしては、型番：R I - I 0 3 - 1 1 2 A - 0 3 (1 3 . 5 6 メガヘルツ)、及びR I - I N L - R 9 Q M (1 3 4 . 2 キロヘルツ)、又はモデルT R F 7 9 7 0 A が挙げられ、それぞれ、テキサスインスツルメンツ社 (Texas Instruments) (D a l l a s , T X) から入手可能である。アンテナは、コイル若しくは双極子の物理的形態をなし得るか、又はタグの残部と電気通信する製品若しくはパッケージの導電性構成要素であり得る。

【0050】

10

必要な電流はマイクロアンペアの範囲にあるため、センサのために必要な電源は、R F I D回路から得られた電力によって供給することができる。得られた電力は、後にセンサによって使用するための、コンデンサなどの要素により貯蔵することができる。

【0051】

タグは、センサの出力が、タグのチップのメモリ内に記憶されたワードの1つ以上のビットの値を変更するように構成され得る。一実施形態において、非ゼロセンサ出力は、1から0、又は0から1のどちらかへと、指定されたビット値を変更してもよい。あるいは、タグの回路は、センサ出力と比較されるバイアスをもたらしてもよい。この実施形態において、バイアス閾値を超える、又は下閾値と上閾値のセットの間のセンサ出力のみが、ビットの値を変更し得る。

20

【0052】

タグは、2つ以上のセンサを含み得る。マルチセンサタグの一構成において、各センサの出力は、それ自体のビット値を変更するために使用されてもよい。別の構成において、センサのセットは、タグに電力が供給される際にポーリングされてもよい。タグメモリの単一の特定のビットが、各ポーリングしたセンサの出力によって、一連の値を通じて反復的に切り替えられる (stepped)。上記のように、タグは、いずれかの非ゼロセンサ出力が関連するビットの値を変更し、下閾値を超える値、又は上閾値と下閾値との間の値のみが各ビット値を変更するように、設計されてもよい。

【0053】

タグは、近距離通信 (N F C) プロトコルなどの、無線周波数プロトコルを使用して読まれ得る。タグが問い合わせされるか、又は読まれると、タグ回路に電力が供給され、センサ出力がタグのメモリを変更する。タグのメモリはその後、問い合わせ器により読まれる。これは、感知されたタグの環境の状態を示す、メモリワードのデジタル値を得る。タグの関連する通信周波数範囲は、H F、U H F、又は意図される環境及びタグの使用における、タグの特定の必要性により決定される適切に選択された他の周波数範囲であり得る。

30

【0054】

センサシステムは更に、問い合わせ器を含む場合がある。問い合わせ器は、電源と、第1のアンテナの共振周波数を含む電磁放射を生成するように適合された第2アンテナと、電磁放射を検出し、検出された放射を復調して検出された放射から埋め込まれたデータを抽出するように適合された受信機とを含む。B l u e t o o t h (商標) R F I Dリーダー、型番2 2 3 0 1 2 (G A O R F I D (T o r o n t o C a n a d a) から入手可能) は、問い合わせ器の一形態を表す。モデル2 2 3 0 1 2 問い合わせ器は、無線周波タグに問い合わせ、かつタグのメモリの状態を判定してタグの環境と関係するセンサの出力と関連する情報を抽出する能力を有する。2 2 3 0 1 2 は更に、タグから抽出された情報を、例えば、B l u e t o o t h (商標) を使用することができるコンピュータ又はスマートフォンなどの、二次装置又は二次問い合わせ器に送信するための、B l u e t o o t h (商標) 通信プロトコルを使用した、二次ネットワーク通信リンクを含む。二次問い合わせ器は、タグ環境の状態に関する情報を分析し、特定のタグ及び／又はタグ環境状態に関する出力を更にもたらすことができる。問い合わせ器は、分析されたタグ情報と関連

40

50

する出力を表示するためのLCD又はLEDスクリーンなどの、表示素子を更にも含んでもよい。問い合わせ器は更に、問い合わせ器の環境と関連する情報を確認するための1つ以上のセンサを含んでもよい。センサは、温度、湿度、加速度センサを含み得る。問い合わせ器は更に、製品、タグ、又は環境と関連する画像の捕捉を可能にする1つ以上のカメラを含んでもよい。問い合わせ器は、問い合わせ器が、問い合わせ器の地理的位置に関する情報を確認及び共有することを可能にするように、全地球測位能力を含んでもよい。

【0055】

一態様において、スマートフォンは、問い合わせ器としてのみ機能し得る。この態様において、スマートフォンはタグに問い合わせを行って、タグのメモリからの情報を確認してもよい。問い合わせ器は、情報を分析するか、ないしは別の方法で解釈してもよく、かつ出力を生成してもよい。聴覚的出力、視覚的出力、触覚的出力、又はこれらの組み合わせを介して、システムユーザーに出力がもたらされてもよい。問い合わせ器は、出力生成の際のタグ情報に加えて、クラウドコンピューティングリソースなどの、ネットワークリソースから利用可能な情報及び分析を含む、スマートフォンのセンサ又はシステムからの入力を利用してもよい。システム問い合わせ器として作動するように適切に構成された例示的なスマートフォンとしては、Acer（商標）E320 Liquid Express、Research In Motionから入手可能なBlackberry（商標）Bold（商標）970、Casio IT-800、Google, Inc.（Mountain View Ca）から入手可能なGoogle Nexus 7（商標）、HTCから入手可能なHTC Desire C（商標）、LG Optimus Elite、Motorolaから入手可能なMotorola Droid（商標）Razr（商標）、Nokia 700、Panasonic BizPad（商標）、及び、Samsung Galaxy S Advance（商標）が挙げられる。

【0056】

一態様において、センサシステムは製品を含んでもよい。用語「製品」は、最も広い意味で使用され、いずれかの製品、製品群、サービス、通信、娯楽、環境、組織、システム、ツールなどを指す。例えば、製品群の例は、個人、家族又は家庭などにおいて使用される、個人用及び家庭用製品である。個人及び家庭用製品群内の製品分類の代表的かつ非限定的なリストの例としては、制汗剤、ベビーケア、オーデコロン、商業製品（消費者向け消費財との、卸売、工業、及び商業市場類似物を含む）、化粧品、デオドラント、食器ケア、女性用保護製品、ヘアケア、ヘアカラー、ヘルスケア、家庭用洗剤、洗濯物、口腔ケア、紙製品、個人用洗剤、使い捨て吸収性物品、ペットの健康及び栄養製品、処方薬、プレステージ香水、スキンケア、食品、スナック及び飲料、特殊布地ケア、剃毛及び他の発毛管理製品、小型電気機器、装置及び電池、散髪などのサービス、美容術、温泉療法、医療、歯科、視覚サービス、映画館などの娯楽施設、スタジアム、加えて、映画ショー（film or movie shows）、演劇、及びスポーツイベントなどの娯楽サービスが挙げられる。多様な製品形態が、これらの各製品分類に該当し得る。

【0057】

代表的な製品形態及び商標は、Procter & Gamble社のウェブサイト（www.pg.com）、及びここにリンクされているサイトに示されている。上に列挙したもの以外の製品カテゴリーの一部である消費者製品もまた、本発明によって考慮され、並びに、上で特定したウェブサイトの開示されたもの以外の別の製品形態及び商標もまた、本発明によって包含されることが理解されよう。

【0058】

他の製品群としては、とりわけ、スポーツ用品、娯楽（本、映画、音楽など）、映像、及び家庭用医療、及び応急手当用品が挙げられるが、これらに限定されない。

【0059】

タグは、液体製品、又は顆粒状製品の一次包装などの、製品の包装に取り付けられてもよい。タグは、包装された液体又は顆粒状製品の表面に浸漬されるか、又はこれに浮かせてもよい。タグは、おむつの吸収性コアへの液体の接触を検出する目的で、使い捨て吸

収性物品内など（おむつ内など）、製品内に組み込まれてもよい。タグは、電池内の使用可能な残存電力に関する情報を感知する目的で、電池の表面上など、製品自体の表面上に配置されてもよい。

【0060】

タグのアンテナを、製品の外側表面の形状に適合させることにより、問い合わせ器とタグとの間の通信が全方向であり得るか、又は問い合わせ器とタグとの間の様々な角度で達成可能である、システムを生じるものと考えられる。

【0061】

様々な製品のための通信装置をつくることと関連付けられる問題の1つは、通信装置が、電磁的に導電性である本体において使用されるときに生じる。自由空間電波伝播原理は、導電性の高い物体の付近では当てはまらない。加えて、アンテナの性能は、アンテナが金属の付近に配置されると、著しく低下する。したがって、RFIDタグを、電池上、又は導電性本体を備える物体の上に単純に配置しても、所望の硬化（例えば、電力獲得、及び／又はデータ送信）を達成しないことがある。特にこの問題は、再充電可能／使い捨て電池に限定されない。例えば、剃毛ジェル、剃毛フォームなどの缶、又は金属化フィルムを含むパッケージは、容器の導電性のために同じ問題を有し得る。一般的に、金属製本体に隣接するRFIDタグは、リーダーとタグとの間を繋ぐ信号を1／10に低減する。

【0062】

アンテナに近位の金属により生じる影響を防ぐ方法の1つは、電磁場が金属に入らないようにすることである。例えば、好適な電磁特性及び寸法を備える材料をアンテナと金属表面の間に配置することによって、アンテナと金属表面とを分離することにより、製品の金属／導電性本体の周囲で電磁場を分岐させることができる。ダイバータ材料の特性は、使用される正確な金属、及びRFID周波数に依存する。磁気ダイバータは、タグを缶から、効果的に分離する。効果的な分離は、材料間の空気を充填した空隙により、達成され得る。

【0063】

一態様において、製品情報を決定する方法は、上記のタグを含む製品を提供する工程を含む。タグは、センサの環境の変化と近似する出力をもたらすように適合された少なくとも1つのセンサを含む。センサは、少なくとも1つの出力端子を有する。タグはまた、メモリ素子、入力端子、及び出力端子を含み、入力端子は、センサの出力端子と電気通信するように配置され、第1のアンテナは、チップの出力端子と電気通信するように配置される。

【0064】

この方法はまた、タグのデータと関連する放射を検出するように適合された問い合わせ器を提供する工程を含み得る。問い合わせ器は、上記のBluetooth（商標）機能と接続されたRF又はNFCプロトコルリーダー、あるいは、RF若しくはNFC可能なリーダーを含む、スマートフォン又は他の計算装置であってもよい。

【0065】

一態様において、方法は、タグを含む製品を提供する工程、市場で入手可能な、又は消費者の所有する装置と適合可能なソフトウェアを提供する工程へと、最小化されてもよい。消費者は、その装置が記載される問い合わせ器として機能できるようにする、アプリケーション・ソフトウェアを利用することを選択してもよい。

【0066】

問い合わせ器は、NFCプロトコルなどの、RF通信プロトコルを使用するタグの現在の状態を判定するために使用され得る。問い合わせ器は、この目的のために書かれたソフトウェアアプリケーションを使用して、タグから受信したデータを解釈してもよい。

【0067】

一態様において、問い合わせ器は、携帯電話、又はローカルエリア若しくはWiFiネットワークを含む他のネットワークを介して、データを送受信する能力を装置に付与する、二次ネットワーク通信モジュールを組み込んでもよい。このような態様において、問い

10

20

30

40

50

合わせ器は、タグから受信したデータ、及び／又はタグからのデータの分析を送信してもよい。問い合わせ器のソフトウェアアプリケーションは、タグからのデータを分析して、タグと関連する製品の補充が必要であるかを判断し、又はタグの一連の問い合わせ器を介して形成される製品の使用履歴を考慮して、このような補充がいつ必要となるかを推定してもよい。この態様において、アプリケーションは、ネットワークを介して追加用製品の購入を行うために使用されてもよい。アプリケーションは更に、購入に関して関連する製品をユーザーに提示するか、又は製品と直接関連しない他の製品を提示するために使用されてもよい。

【0068】

一実施形態において、システムタグは、少部分に分けられてもよい。一部分がアンテナ及びチップを含んでもよく、他の部分がセンサを含んでもよい。センサが、吸収性物品の機能環境に暴露され、アンテナ及びチップ部分が物品の機能環境に暴露されないようにして、タグの2つの部分が配置されてもよい。アンテナ及びチップ部分は、取り外し可能であり、したがってまた再使用可能とすることができる。一実施形態において、APLIX Inc. (Charlotte, NC) から利用可能である、導電性フックアンドループ締結具が使用されて、物品の機能環境と、物品の外部との間の中間部を形成してもよい。導電性をもたらず、物品と、センサと、取り外し可能タグとの間の取り付け機構は、フックアンドループ、圧縮（例えば、弾性バンド、ガーター）、接着剤（例えば、接着ストリップ）、磁気、又はこれらの組み合わせであり得る。この実施形態において、センサは、導電性フックアンドループと電氣的に接触するアセンブリとして作製されてもよく、導電性フックアンドループパッドは、ひいては物品の外側表面上に配置され、一方でセンサは、物品内部で、機能的環境に配置されてもよい。アンテナ及びチップアセンブリのアセンブリの一部として、マッチングパッドが導入されてもよく、2つの各アセンブリは、タグの動作用途のために、適合するフックアンドループパッドを使用して、統合することができる。この方法により、より高価なアンテナ及びチップアセンブリが再使用可能となり、多くの対応する使い捨て物品を備えるシステムの使用に伴う、全体的なコストが削減される。対応するアセンブリは、タグの対応する部分の電気リードを、その対応するフックアンドループ締結パッドに固定するために、例えば、MG Chemicals (Surrey, B. C., Canada) から入手可能な、導電性接着剤を使用して形成され得る。

【0069】

本明細書で開示する寸法及び値は、列挙された正確な数値に厳密に限られるとして理解されるべきではない。むしろ、特に断らない限り、そのような各寸法は、記載された値及びその値の周辺の機能的に同等の範囲の両方を意味するものとする。例えば、「40 mm」として開示される寸法は、「約40 mm」を意味することを意図する。

【0070】

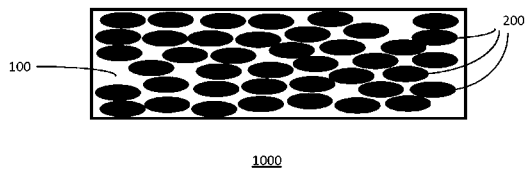
相互参照される又は関連する全ての特許又は特許出願、及び本願が優先権又はその利益を主張する任意の特許出願又は特許を含む、本願に引用される全ての文書は、除外すること又は限定することを明言しない限りにおいて、参照によりその全容にわたって本願に援用するものである。いずれの文献の引用も、こうした文献が本願で開示又は特許請求される任意の発明に対する先行技術であることを容認するものではなく、また、こうした文献が、単独で、あるいは他の任意の参照文献との任意の組み合わせにおいて、こうした発明のいずれかを教示、示唆又は開示していることを容認するものでもない。更に、本文書における用語のいずれかの意味又は定義が、援用文献における同一の用語のいずれかの意味又は定義と矛盾する場合には、本文書においてその用語に与えられた意味又は定義が優先するものとする。

【0071】

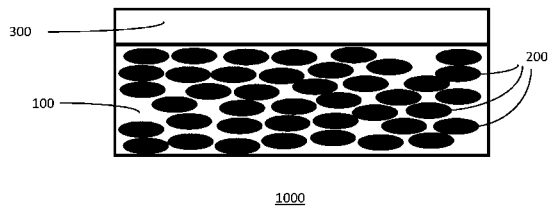
本発明の特定の実施形態を図示、説明したが、本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく他の様々な変更及び改変を行い得ることは当業者には自明であろう。したがって、本発明の範囲内にあるこうした変更及び改変の全てを、添付の特許請求の範囲において網羅

するものとする。

【図 1】



【図 2】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2015/021353

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01L1/20 G01N27/12 G01N27/30 G01M3/04
ADD.

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)

G01L G01N G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/213140 A1 (EICHORN WADE R [US] ET AL) 22 August 2013 (2013-08-22) paragraphs [0002], [0017], [0019], [0022] paragraph [0041] figure 6 -----	1-4
X	US 2014/022058 A1 (STRIEMER GRANT EDWARD [US] ET AL) 23 January 2014 (2014-01-23) paragraph [0013] - paragraph [0030] paragraph [0051] -----	1-4
X	US 2011/320142 A1 (SURMAN CHERYL MARGARET [US] ET AL) 29 December 2011 (2011-12-29) paragraphs [0035], [0041] - [0045], [0059], [0060] figures 1A, 2, 3 -----	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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 another 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

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

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

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

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 June 2015

Date of mailing of the international search report

12/06/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reto, Davide

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2015/021353

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013213140 A1	22-08-2013	US 2013213140 A1	22-08-2013
		US 2014305226 A1	16-10-2014
US 2014022058 A1	23-01-2014	CA 2858833 A1	04-07-2013
		CA 2859071 A1	04-07-2013
		CA 2862252 A1	04-07-2013
		CA 2862253 A1	04-07-2013
		CN 104011747 A	27-08-2014
		CN 104011748 A	27-08-2014
		CN 104011749 A	27-08-2014
		CN 104025113 A	03-09-2014
		CN 104025125 A	03-09-2014
		CN 104620263 A	13-05-2015
		CN 104620264 A	13-05-2015
		CN 104620265 A	13-05-2015
		CN 104620266 A	13-05-2015
		EP 2798572 A1	05-11-2014
		EP 2798581 A1	05-11-2014
		EP 2798584 A1	05-11-2014
		EP 2798585 A1	05-11-2014
		EP 2798586 A1	05-11-2014
		JP 2015503797 A	02-02-2015
		JP 2015506512 A	02-03-2015
		JP 2015506513 A	02-03-2015
		JP 2015509231 A	26-03-2015
		JP 2015510162 A	02-04-2015
		US 2013161380 A1	27-06-2013
		US 2013162402 A1	27-06-2013
		US 2013162403 A1	27-06-2013
		US 2013162404 A1	27-06-2013
		US 2014014716 A1	16-01-2014
		US 2014015644 A1	16-01-2014
		US 2014015645 A1	16-01-2014
		US 2014022058 A1	23-01-2014
		US 2014062663 A1	06-03-2014
		WO 2013101538 A1	04-07-2013
		WO 2013101539 A1	04-07-2013
		WO 2013101652 A1	04-07-2013
		WO 2013101653 A1	04-07-2013
		WO 2013101654 A1	04-07-2013
		WO 2014043429 A1	20-03-2014
		WO 2014043445 A2	20-03-2014
		WO 2014043472 A1	20-03-2014
		WO 2014043481 A1	20-03-2014
US 2011320142 A1	29-12-2011	CN 102959378 A	06-03-2013
		EP 2585804 A1	01-05-2013
		JP 2013529790 A	22-07-2013
		US 2011320142 A1	29-12-2011
		WO 2012002877 A1	05-01-2012

フロントページの続き

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

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. パイレックス