

(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2018-524677

(P2018-524677A)

(43) 公表日 平成30年8月30日(2018.8.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06K 19/077 (2006.01)	G06K 19/077 228	4C038
A61B 5/00 (2006.01)	A61B 5/00 L	4C117
A61B 5/1477 (2006.01)	A61B 5/1477	
G06K 19/07 (2006.01)	G06K 19/07 160	
G06F 21/31 (2013.01)	G06K 19/07 090	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 59 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-561849 (P2017-561849)	(71) 出願人	506175840
(86) (22) 出願日	平成28年6月1日 (2016.6.1)		ザ ボード オブ トラストィーズ オブ
(85) 翻訳文提出日	平成30年1月29日 (2018.1.29)		ザ ユニヴァーシティー オブ イリノ
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/035336		イ
(87) 国際公開番号	W02016/196675		アメリカ合衆国, イリノイ州, アーバナ,
(87) 国際公開日	平成28年12月8日 (2016.12.8)		サウス ライト ストリート 506, ヘ
(31) 優先権主張番号	62/169, 308		ンリー アドミニストレーション ビルデ
(32) 優先日	平成27年6月1日 (2015.6.1)		イング 352
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100107456
(31) 優先権主張番号	62/169, 983		弁理士 池田 成人
(32) 優先日	平成27年6月2日 (2015.6.2)	(74) 代理人	100162352
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 酒巻 順一郎
(31) 優先権主張番号	62/218, 345	(74) 代理人	100123995
(32) 優先日	平成27年9月14日 (2015.9.14)		弁理士 野田 雅一
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
		最終頁に続く	

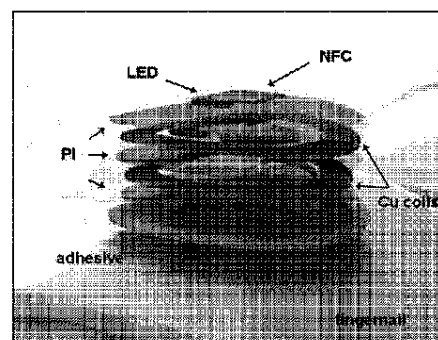
(54) 【発明の名称】 無線電力及び近距離無線通信機能を備えた小型電子システム

(57) 【要約】

本発明は、組織搭載電子機器及び光学機器用のシステム及び方法を提供する。本発明のいくつかの実施形態のデバイスは、組織に対する物理的な悪影響の最小化及び／又は組織面への搭載時の界面応力の抑制を図るデバイス構造において小型の様式を有する高性能（任意選択として可撓性）のデバイス構成要素を実装する。いくつかの実施形態において、本発明は、例えば手指の爪、足指の爪、歯、又は耳たぶ等、急速成長プロセスも剥離プロセスも起こらない組織面への搭載によって、本デバイスの機械的に堅牢及び／又は長期にわたる統合を可能にする相補的な組織搭載方法を提供する。本発明のデバイスは用途が広く、例えばパスワード認証、電子商取引、及びバイオメトリックセンシング用の近距離無線通信の用途を含む広範なセンシング、作動、及び通信の用途に対応する。

【選択図】 図1

FIG. 1B



Size : < 8 mm diameter (down to ~5 mm)

Thickness : ~50 μ m (coils), ~100 μ m (chips)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

組織搭載電子システムであって、
内側面及び外側面を有する基板と、
前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、5 ミリメートル以下の厚さを有し、実質的な剥離なく前記組織との長期にわたる共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、
を備える、組織搭載電子システム。

【請求項 2】

組織搭載電子システムであって、
内側面及び外側面を有する基板と、
前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、5 ミリメートル以下の厚さを有し、前記組織の実質的な炎症も免疫反応もなく前記組織との共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、
を備える、組織搭載電子システム。

【請求項 3】

組織搭載電子システムであって、
内側面及び外側面を有する基板と、
前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、5 ミリメートル以下の厚さを有し、前記システムが搭載される組織面からの熱及び流体の交換を実質的に変化させることなく前記組織との共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、
を備える、組織搭載電子システム。

【請求項 4】

組織搭載電子システムであって、
内側面及び外側面を有する基板と、
1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、前記無機又は有機構成要素がそれぞれ、前記外側面により支持され、前記基板の縁部の 20 ミリメートル範囲内に個別に配置される、電子デバイスと、
を備え、

前記組織搭載電子デバイスが、20 ミリメートル以下の横寸法及び 5 ミリメートル以下の厚さを有する、組織搭載電子システム。

【請求項 5】

組織搭載電子システムであって、
内側面及び外側面を有する基板と、
前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、前記組織との共形統合を確立可能であり、外部刺激又は内部刺激によって変形し、前記変形が第 1 の状態から第 2 の状態への前記システムの機能変化をもたらす、電子デバイスと、
を備える、組織搭載電子システム。

【請求項 6】

前記変形が、第 1 の動作可能状態から第 2 の動作不能状態への前記デバイスの前記機能変化をもたらす、請求項 5 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7】

前記変形が、前記組織上の搭載位置からの前記システムの除去又は除去試行によって引き起こされる、請求項 5 又は 6 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 8】

前記変形が、前記システム又はその構成要素の物理的变化、化学的变化、熱的变化、又は電磁的变化によって引き起こされる、請求項 5～7 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 9】

前記変形が、前記システムの構成要素の物理的破壊、前記システムの構成要素の物理的変形、前記システムの物理的構造の変化、又は前記システムの障壁若しくは封入層の除去によって引き起こされる、請求項 5～8 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 10】

前記変形が、測定されたデバイス特性、測定された生理学的特性、若しくは測定された環境特性の値の変化によって引き起こされるか、又は、位置変化若しくは時間変化によって引き起こされる、請求項 5～9 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

10

【請求項 11】

前記基板の前記内側面が、組織面の曲率に適合する、請求項 1～10 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 12】

前記無機又は有機構成要素が、半導体構成要素、金属導体構成要素、並びに無機半導体構成要素、有機半導体構成要素、及び金属導体構成要素の組み合わせから選択される、請求項 1～11 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 13】

前記無機又は有機構成要素がそれぞれ、前記基板の外周の縁部の 10 ミリメートル範囲内に個別に配置される、請求項 1～12 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

20

【請求項 14】

前記無機又は有機構成要素がそれぞれ、前記基板中の開口部の縁部の 10 ミリメートル範囲内に個別に配置される、請求項 1～13 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 15】

前記無機又は有機構成要素がそれぞれ、前記基板の縁部までの最短距離により個別に特徴付けられ、

前記無機又は有機構成要素の前記最短距離の平均が、10 mm 以下である、請求項 1～14 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

30

【請求項 16】

500 mm² 以下の側方設置面積を有する、請求項 1～15 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 17】

1 mm²～500 mm² の範囲から選択される側方設置面積を有する、請求項 1～16 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 18】

前記組織の面積に対する前記組織搭載電子システムの側方設置面積の比が、0.1 以上である、請求項 1～17 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

40

【請求項 19】

10 kPa～100 GPa の範囲から選択される平均弾性率を有する、請求項 1～18 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 20】

10 kPa より大きな平均弾性率を有する、請求項 1～19 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 21】

0.1 nNm～1 Nm の範囲から選択される正味曲げ剛性を有する、請求項 1～20 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 22】

50

0. 1 n M mより大きな正味曲げ剛性を有する、請求項 1 ～ 2 1 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 2 3】

0. 1 m g · c m⁻² ～ 1 0 0 m g · c m⁻² の範囲から選択される面質量密度を有する、請求項 1 ～ 2 2 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 2 4】

5 ミクロン～5 ミリメートルの範囲から選択される平均厚さを有する、請求項 1 ～ 2 3 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 2 5】

0. 1 m m未満の全体最大厚さと、0. 0 5 m m～0. 0 9 m mの範囲から選択される厚さを有する少なくとも1つの領域とを有する、請求項 1 ～ 2 4 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

10

【請求項 2 6】

複数の機能層、支持層、封入層、平坦化層、又はこれらの任意の組み合わせを含む多層形状を有する、請求項 1 ～ 2 5 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 2 7】

楕円形、長方形、円形、蛇行形、及び不規則形からなる群から選択される形状を有する、請求項 1 ～ 2 6 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 2 8】

前記形状が、横寸法の厚さに対する1 0 0 0 0 未満のアスペクト比により特徴付けられる、請求項 2 7 に記載の組織搭載電子システム。

20

【請求項 2 9】

前記基板の前記内側面が、前記組織面との前記共形接触を確立する5 0 0 m m² 以下の面積を有する、請求項 1 ～ 2 8 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 3 0】

前記基板の前記内側面が、前記組織面との前記共形接触を確立する1 m m² ～ 5 0 0 m m² の範囲から選択される面積を有する、請求項 1 ～ 2 9 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 3 1】

前記基板が、不連続である、請求項 1 ～ 3 0 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

30

【請求項 3 2】

前記基板が、前記基板を通して延びた複数の開口部を含む穿孔形状を有する、請求項 1 ～ 3 1 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 3 3】

前記開口部が、前記組織から前記システム中の気体及び流体の通過を可能にする、請求項 3 2 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 3 4】

前記開口部がそれぞれ、5 ミクロン～2 0 ミリメートルの範囲から選択される横寸法により個別に特徴付けられる、請求項 3 2 又は 3 3 に記載の組織搭載電子システム。

40

【請求項 3 5】

前記基板が、1 m m⁻² ～ 6 0 0 m m⁻² の範囲から選択される前記開口部の面密度を有する、請求項 3 2 ～ 3 4 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 3 6】

前記開口部が、前記基板の全体にわたって実質的に空間均一分布で設けられる、請求項 3 2 ～ 3 5 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 3 7】

前記開口部が、前記基板の全体メッシュ形状を与える、請求項 3 2 ～ 3 6 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 3 8】

50

前記開口部が、0.01%以上の前記基板の孔隙率を与える、請求項32～37のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項39】

前記開口部が、前記組織面から離れる流体の移送を可能にする、請求項32～38のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項40】

前記基板が、可撓性基板又は伸縮性基板である、請求項1～39のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項41】

前記基板が、10kPa～100GPaの範囲から選択される平均弾性率により特徴付けられる、請求項1～40のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。 10

【請求項42】

前記基板が、10kPaより大きな平均弾性率により特徴付けられる、請求項1～41のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項43】

前記基板が、5ミクロン～10ミリメートルの範囲から選択される平均厚さにより特徴付けられる、請求項1～42のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項44】

前記基板が、5ミクロンより大きな平均厚さにより特徴付けられる、請求項1～43のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。 20

【請求項45】

前記基板が、最大厚さ50ミクロンにより特徴付けられる、請求項1～44のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項46】

前記基板が、1つ又は複数の薄膜、被膜、又は両方を備える、請求項1～45のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項47】

前記基板が、無機ポリマー、有機ポリマー、プラスチック、エラストマ、生体ポリマー、熱硬化性ポリマー、ゴム、接着テープ、又はこれらの任意の組み合わせを含む、請求項1～46のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。 30

【請求項48】

前記基板が、ポリイミド、ポリジメチルシロキサン(PDMS)、ポリウレタン、セルロース紙、セルローススポンジ、ポリウレタンスポンジ、ポリビニルアルコールスポンジ、シリコーンスポンジ、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、又はポリカーボネートを含む、請求項1～47のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項49】

前記電子デバイスを封入する1つ又は複数の封入層又は被膜をさらに備える、請求項1～48のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項50】

前記電子デバイスが、剛性若しくは半剛性デバイス、可撓性電子デバイス、又は伸縮性電子デバイスである、請求項1～49のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。 40

【請求項51】

前記1つ又は複数の無機又は有機構成要素がそれぞれ、1つ又は複数の薄膜、ナノリボン、マイクロリボン、ナノ膜、又はマイクロ膜を個別に備える、請求項1～50のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項52】

前記1つ又は複数の無機又は有機構成要素が、単結晶無機半導体材料を個別に含む、請求項1～51のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項53】

前記1つ又は複数の無機又は有機構成要素が、5ミクロン～5000ミクロンの範囲か 50

ら選択される厚さを個別に有する、請求項 1 ～ 5 2 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 5 4】

前記 1 つ又は複数の無機又は有機構成要素が、5 ミクロンより大きな厚さを個別に有する、請求項 1 ～ 5 3 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 5 5】

前記 1 つ又は複数の無機又は有機構成要素が、湾曲形状により個別に特徴付けられる、請求項 1 ～ 5 4 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 5 6】

前記湾曲形状が、屈曲形状、コイル形状、交互形状、又は蛇行形状である、請求項 5 5 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 5 7】

前記 1 つ又は複数の無機又は有機構成要素が、1 つ又は複数のアイランド及びブリッジ構造により特徴付けられる、請求項 1 ～ 5 6 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 5 8】

前記電子デバイスが、複数の機能層、障壁層、支持層、及び封入層を含む多層形状を有する、請求項 1 ～ 5 7 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 5 9】

前記電子デバイスが、前記システムの中立機械表面に近接して設けられる、請求項 1 ～ 5 8 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 6 0】

前記電子デバイスが、1 つ又は複数のセンサ又はその構成要素を備える、請求項 1 ～ 5 9 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 6 1】

前記 1 つ又は複数のセンサ又はその構成要素が、光学的センサ、電気化学的センサ、化学的センサ、機械的センサ、圧力センサ、電氣的センサ、磁氣的センサ、歪みセンサ、温度センサ、容量センサ、インピーダンスセンサ、生物学的センサ、心電図検査センサ、筋電図検査センサ、脳波検査センサ、電気生理学的センサ、光検出器、気体センサ、粒子センサ、空気汚染センサ、放射線センサ、環境センサ、及び撮像デバイスからなる群から選択される、請求項 6 0 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 6 2】

前記電子デバイスが、1 つ又は複数のアクチュエータ又はその構成要素を備える、請求項 1 ～ 6 1 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 6 3】

前記 1 つ又は複数のアクチュエータ又はその構成要素が、電磁放射、光学放射、音響放射、電界、磁界、熱、無線周波数信号、電圧、化学的变化、又は生物学的変化を生成する、請求項 6 2 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 6 4】

前記 1 つ又は複数のアクチュエータ又はその構成要素が、加熱器、光源、電極、音響アクチュエータ、機械的アクチュエータ、マイクロ流体システム、MEMS システム、NEMS システム、圧電アクチュエータ、誘導コイル、化学的变化若しくは生物学的変化をもたらし得る化学薬品を含む容器、レーザ、並びに発光ダイオードからなる群から選択される、請求項 6 3 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 6 5】

前記電子デバイスが、1 つ又は複数のエネルギー貯蔵システム又はその構成要素を備える、請求項 1 ～ 6 4 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 6 6】

前記 1 つ又は複数のエネルギー貯蔵システム又はその構成要素が、電気化学電池、燃料電池、光電池、無線電力コイル、熱電気環境発電機、キャパシタ、スーパーキャパシタ、

10

20

30

40

50

1 次電池、2 次電池、及び圧電環境発電機からなる群から選択される、請求項 6 5 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 6 7】

前記電子デバイスが、1 つ又は複数の通信システム又はその構成要素を備える、請求項 1 ～ 6 6 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 6 8】

前記 1 つ又は複数の通信システム又はその構成要素が、送信機、受信機、送受信機、アンテナ、及び近距離無線通信機器からなる群から選択される、請求項 6 7 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 6 9】

前記電子デバイスが、1 つ又は複数のコイルを備える、請求項 1 ～ 6 8 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7 0】

前記 1 つ又は複数のコイルが、誘導コイルである、請求項 6 9 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7 1】

前記 1 つ又は複数のコイルが、近距離無線通信コイルである、請求項 6 9 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7 2】

前記近距離無線通信コイルがそれぞれ、5 0 0 ミクロン～2 0 ミリメートルの範囲から選択される直径を個別に有する、請求項 7 1 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7 3】

前記近距離無線通信コイルがそれぞれ、1 ミクロン～5 ミリメートルの範囲から選択される平均厚さを個別に有する、請求項 7 1 又は 7 2 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7 4】

前記近距離無線通信コイルそれぞれの周波数が、平面構成から、1 mm～2 0 mm の範囲から選択される曲率半径により特徴付けられる屈曲構成への変化に際して、5 0 % 未満だけ変化する、請求項 7 1 ～ 7 3 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7 5】

前記近距離無線通信コイルがそれぞれ、3 以上の Q 値により特徴付けられる、請求項 7 1 ～ 7 4 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7 6】

前記 1 つ又は複数のコイルが、前記基板又は 1 つ若しくは複数の封入層によって、少なくとも部分的に封入される、請求項 6 9 ～ 7 5 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7 7】

前記 1 つ又は複数のコイルが、環体及び楕円環体からなる群から選択される形状を有する、請求項 6 9 ～ 7 6 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7 8】

前記基板の前記内側面が、外部組織を含む前記組織面との共形統合を確立可能である、請求項 1 ～ 7 7 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 7 9】

前記外部組織が、皮膚、手指の爪、足指の爪、歯、毛、又は耳たぶである、請求項 7 8 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 8 0】

前記基板の前記内側面が、アクリル、シリコーン、又はこれらの組み合わせを含む接着剤によって前記組織面に接合される、請求項 1 ～ 7 9 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 8 1】

近距離無線通信機器をさらに備える、請求項 1 ～ 8 0 のいずれか一項に記載の組織搭載

10

20

30

40

50

電子システム。

【請求項 8 2】

前記近距離無線通信機器が、パスワード認証、電子商取引、又はバイオセンシング用である、請求項 8 1 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 8 3】

前記近距離無線通信機器が、コンピュータ又はモバイル電子機器との通信用である、請求項 8 2 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 8 4】

組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、前記組織搭載電子システムが

10

、
内側面及び外側面を有する基板と、

前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、5 ミリメートル以下の厚さを有し、実質的な剥離なく前記組織との長期にわたる共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、を備える、ステップと、

前記組織搭載電子システムを用いてセンシング、作動、又は通信を行うステップと、を含む、センシング、作動、又は通信のための方法。

【請求項 8 5】

組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、前記組織搭載電子システムが

20

、
内側面及び外側面を有する基板と、

前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、5 ミリメートル以下の厚さを有し、前記組織の実質的な炎症も免疫反応もなく前記組織との共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、を備える、ステップと、

前記組織搭載電子システムを用いてセンシング、作動、又は通信を行うステップと、を含む、センシング、作動、又は通信のための方法。

【請求項 8 6】

組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、前記組織搭載電子システムが

30

、
内側面及び外側面を有する基板と、

前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、5 ミリメートル以下の厚さを有し、前記システムが搭載される前記組織面からの熱及び流体の交換を実質的に変化させることなく前記組織との共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、を備える、ステップと、

前記組織搭載電子システムを用いてセンシング、作動、又は通信を行うステップと、を含む、センシング、作動、又は通信のための方法。

【請求項 8 7】

組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、前記組織搭載電子システムが

40

、
内側面及び外側面を有する基板と、

前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、前記組織からの除去に際して機能的に動作不能となるように前記組織との共形統合を確立し得る、電子デバイスと、を備える、ステップと、

前記組織搭載電子システムを用いてセンシング、作動、又は通信を行うステップと、を含む、センシング、作動、又は通信のための方法。

【請求項 8 8】

組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、前記組織搭載電子システムが

50

、

内側面及び外側面を有する基板であり、前記基板の前記内側面が組織面との接触を確立するためのものである、基板と、

1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、前記無機又は有機構成要素がそれぞれ、前記外側面により支持され、前記基板の縁部の20ミリメートル範囲内に個別に配置される、電子デバイスと、を備え、

前記組織搭載電子デバイスが、20ミリメートル以下の横寸法及び5ミリメートル以下の厚さを有する、ステップと、

前記組織搭載電子システムを用いてセンシング、作動、又は通信を行うステップと、を含む、センシング、作動、又は通信のための方法。

10

【請求項89】

前記無機又は有機構成要素が、無機半導体構成要素、金属導体構成要素、並びに無機半導体構成要素及び金属導体構成要素の組み合わせから選択される、請求項84～88のいずれか一項に記載の方法。

【請求項90】

前記組織面が、対象の外部組織を含む、請求項84～89のいずれか一項に記載の方法。

。

【請求項91】

前記外部組織が、6mm/月以下の成長率により特徴付けられる、請求項84～90のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

20

【請求項92】

前記外部組織が、1回/日以下の剥離率により特徴付けられる、請求項84～91のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項93】

前記外部組織が、10kPa以上の弾性率により特徴付けられる、請求項84～92のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項94】

前記外部組織が、0.1nNm以上の曲げ剛性により特徴付けられる、請求項84～93のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

30

【請求項95】

前記組織面が、1mm～20mmの範囲から選択される曲率半径により特徴付けられる、請求項84～94のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項96】

前記組織が、皮膚、手指の爪、歯、毛、又は耳たぶである、請求項84～95のいずれか一項に記載の方法。

【請求項97】

前記組織が、表皮組織ではない、請求項84～96のいずれか一項に記載の方法。

【請求項98】

前記組織が、内部組織ではない、請求項84～97のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項99】

前記センシング、作動、又は通信が、近距離無線通信信号の生成又は受信を含む、請求項84～98のいずれか一項に記載の方法。

【請求項100】

前記近距離無線通信信号が、コンピュータ又は携帯電子機器により生成又は受信される、請求項99に記載の方法。

【請求項101】

前記近距離無線通信信号が、パスワード認証、電子商取引、又はバイオセンシング用である、請求項99に記載の方法。

【請求項102】

50

前記センシング、作動、又は通信が、前記組織の１つ又は複数の生理学的、電気生理学的、化学的、熱的、又は光学的特性のセンシングを含む、請求項８４～１００のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１０３】

前記センシング、作動、又は通信が、前記組織からの生体液の１つ又は複数の物理的又は化学的特性のセンシングを含む、請求項８４～１００のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１０４】

前記センシング、作動、又は通信が、前記組織の作動を含む、請求項８４～１００のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１０５】

前記作動が、前記組織の静電的、熱的、光学的、音響的、磁氣的、又は化学的作動を含む、請求項１０４に記載の方法。

【請求項１０６】

前記システムが、搭載プラットフォームをさらに備える、請求項１～１０５のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１０７】

前記搭載プラットフォームが、前記組織の表面との接触を確立する外部面を有する、請求項１０６に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１０８】

前記搭載プラットフォームが、前記組織搭載システムの前記基板である、請求項１０６に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１０９】

前記搭載プラットフォームが、前記電子デバイス、前記基板、又は両者を支持する内部面を有する、請求項１０６に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１１０】

前記搭載プラットフォームが、前記組織面との共形接触を確立するためのものである、請求項１０６に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１１１】

前記搭載プラットフォームが、手指の爪の表面との共形接触を確立する、請求項１０６に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１１２】

前記搭載プラットフォームが、剛性又は可撓性である、請求項１０６に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１１３】

前記搭載プラットフォームが、人工装具、接着テープ、又は手指の偽爪である、請求項１０６に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１１４】

前記システムが、前記組織面に適合するように与えられる固定形状において剛性である、請求項１０６に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１１５】

前記固定形状が、湾曲又は曲線プロファイルを有する、請求項１１４に記載の組織搭載電子システム。

【請求項１１６】

前記システムの交差外側面が、剥離を抑える角度で半径方向に接合される、請求項１～１１５のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１１７】

前記システムが、ロール・ツー・ロール処理を用いた産業プロセスにより作製される、請求項１～１１６のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項１１８】

前記ロール・ツー・ロール処理が、ウェブ処理又はリール・ツー・リール処理を含む、

10

20

30

40

50

請求項 1 1 7 に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項 1 1 9】

前記システムが、可撓性プラスチック又は金属箔のロールを用いて作製される、請求項 1 1 7 に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項 1 2 0】

前記システムのデバイス構成要素の少なくとも一部が、O E M 標準的製造後に薄化され、フリップチップ技術を用いてハンダ又は A C P（異方性導電ペースト）により接合されるダイを含む、請求項 1 ～ 1 1 9 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項 1 2 1】

デバイス構成要素の少なくとも一部が、封入により防水処理される、請求項 1 ～ 1 2 0 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム又は方法。

【請求項 1 2 2】

組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、前記組織搭載電子システムが、
内側面及び外側面を有する基板と、
前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスと、を備える、ステップと、
前記組織搭載電子システムを用いた通信により、認証信号を外部機器に提供するステップと、
を含む、外部機器に対してユーザを認証する方法。

【請求項 1 2 3】

前記認証信号の受信に際して、前記外部機器は、前記ユーザが前記外部機器にアクセスして操作することを許可する、請求項 1 2 2 に記載の方法。

【請求項 1 2 4】

前記外部機器が、コンピュータ、電話、銃、薬瓶、ドア、車両、金庫、施錠箱、回転ドア、ゲート、エレベータ、又は錠である、請求項 1 2 3 に記載の方法。

【請求項 1 2 5】

組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、前記組織搭載電子システムが、
内側面及び外側面を有する基板と、
前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスと、を備える、ステップと、
前記組織搭載電子システムを用いた通信により、決済情報を外部機器に提供するステップと、
を含む、電子決済を行う方法。

【請求項 1 2 6】

組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、前記組織搭載電子システムが、
内側面及び外側面を有する基板と、
前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスと、を備える、ステップと、
前記組織搭載電子システムの位置及び識別情報を示す信号を外部機器に伝えるステップと、
を含む、ユーザ整合性を保証する方法。

【請求項 1 2 7】

組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、前記組織搭載電子システムが、
内側面及び外側面を有する基板と、
前記基板の前記外側面により支持される 1 つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、

10

20

30

40

50

又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスと、を備える、ステップと、
前記デジタルコンテンツを示す信号を前記組織搭載電子システムから外部機器に伝える
ステップと、
を含む、デジタルコンテンツを移転する方法。

【請求項 1 2 8】

前記電子デバイスが、前記組織からの除去に際して機能的に動作不能となる、請求項 1
～ 1 2 7 のいずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 1 2 9】

前記電子デバイスが、デバイス構成要素の少なくとも一部の物理的破壊又は変形によっ
て機能的に動作不能となる、請求項 1 ～ 1 2 8 のいずれか一項に記載の組織搭載電子シ
ステム。

10

【請求項 1 3 0】

前記電子デバイスが、障壁又は封入層の除去により、デバイス構成要素の少なくとも一
部を外部環境に曝露することによって機能的に動作不能となる、請求項 1 ～ 1 2 9 のい
ずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 1 3 1】

前記デバイス構成要素が、相互配線、コイル、基板、又はこれらの組み合わせからなる
群から選択される、請求項 1 2 9 又は 1 3 0 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 1 3 2】

前記変形が、前記システムの 4 mm 以上の曲率の変化を含む、請求項 1 2 9 ～ 1 3 1 の
いずれか一項に記載の組織搭載電子システム。

20

【請求項 1 3 3】

前記電子デバイスが、測定された生理学的特性の値が閾値ウィンドウ外となった場合に
機能的に動作不能となる、請求項 1 ～ 1 3 2 のいずれか一項に記載の組織搭載電子シ
ステム。

【請求項 1 3 4】

前記生理学的特性が、温度、pH レベル、グルコース、パルスオキシメトリ、心拍数、
呼吸数、血圧、動脈血酸素飽和度 (SpO₂)、及びこれらの組み合わせからなる群から
選択される、請求項 1 3 3 に記載の組織搭載電子システム。

【請求項 1 3 5】

前記電子デバイスが、所定時間後、設定回数使用後、又は設定回数試行後の適正認証拒
否時に機能的に動作不能となる、請求項 1 ～ 1 3 4 のいずれか一項に記載の組織搭載電子
システム。

30

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

〔関連出願の相互参照〕

[0001] 本願は、2015 年 6 月 1 日に提出された米国特許仮出願第 62/169,308 号、2015 年 6 月 2 日に提出された米国特許仮出願第 62/169,983 号、2015 年 9 月 14 日に提出された米国特許仮出願第 62/218,345 号、2015 年 9 月 14 日に提出された米国特許仮出願第 62/218,321 号による優先権の利益を主張するものであり、それぞれのすべての内容を本明細書と矛盾しない範囲で本明細書に参照により援用する。

40

【0002】

〔連邦政府による資金提供を受けた研究又は開発に関する記載〕

[0002] 該当なし。

【0003】

〔発明の背景〕

[0003] ウェアラブル電子機器及び光学機器は、広範な技術、産業、及び消費者向け製品
に広く影響する可能性があるシステム類である。ウェアラブルシステムの発達は、部分的

50

には、身体と適合するデバイス形状因子を用いて実装される新たな機能をもたらす新しい材料及びデバイス構造の開発によって促される。例えば、眼鏡、リストバンド、履物といった従来の身体装着具を作り直したシステム等、身体搭載形状因子で提供される小型・携帯式の電子機器及び／又は光学機器システムを活用したウェアラブル消費者向け製品が利用可能である。また、身体と相互作用するための低電力動作、無線通信、及び新規統合方式と適合する高度な電子的及び光学的機能を空間的に不十分な形状因子で内蔵したスマートテキスタイル及び伸縮性／可撓性電子システムを含むウェアラブル技術の適用範囲を拡大する新たなデバイスプラットフォームも開発中である（例えば、Kim他のAnnu. Rev. Biomed. Eng. 2012, 14; 113-128、Windmiller他のElectroanalysis; 2013, 25, 1, 29-46、Zeng他のAdv. Mater., 2014, 26, 5310-5336、Ahn他のJ Phys. D: Appl. Phys., 2012, 45, 103001参照）。

10

【0004】

[0004]組織搭載システムは、ヘルスケア、センシング、動作認識、及び通信における様々な用途を支える1つのウェアラブルシステム類を表す。例えば、表皮電子機器の近年の発達によって、皮膚との密接触を可能にする物理的形式で提供される皮膚搭載電子及び／又は光電子システム類がもたらされている（例えば、米国特許出願公開第2013/0041235号参照）。表皮電子システムは、皮膚の柔軟で曲線状の時間的に変化する表面との共形接触を確立して保持するのに有用なデバイス形状で実装される柔軟な弾性基板に対して、高性能の伸縮性及び／又は極薄機能材料を組み合わせたものである。生理学的なモニタリング（例えば、温度、熱輸送、水和状態等）及び体液の特性等（例えば、pH、塩組成等）に関連する化学的情報の変換を含むこのようなプラットフォームを用いることにより、多くのセンシング様式が実証されている（例えば、Huang他のSmall, 2014, 10(15) 3083-3090、Gao他のNature Communications, 2014, 5, 4938参照）。

20

【0005】

[0005]組織搭載システムの大幅な発達にも関わらず、この技術の特定用途の開発には、多くの課題が残っている。まず、表皮等の一部の組織類に対するこれらシステムの共形統合は、組織の生理学的状態及び／又は化学的状态に悪影響を及ぼし、例えば不要な炎症及び／又は免疫反応を引き起こす可能性がある。また、組織搭載システムは、搭載部位における熱、流体、及び／又は気体の交換への影響によって、組織の生理学的及び化学的特性の妨げとなる可能性がある。さらに、高速の成長、流体交換、及び／又は剥離を特徴とする組織のような一部の組織にとっては、長期にわたる確実な統合が課題として残っている。

30

【0006】

[0006]以上から、当然のことながら、ウェアラブル電子機器における新たな用途に対応するには、組織搭載電子・光学システムが必要である。また、実質的な剥離なく堅牢且つ密な統合が可能な組織搭載システム及び方法が求められている。搭載部位で組織に悪影響を及ぼさないように優れた電子的及び光学的性能をもたらし得る組織搭載システム及び方法が求められている。また、効率的な製造に適合して様々な用途に対する費用効率的な実装を可能とする組織搭載システムが求められている。

40

【0007】

[発明の概要]

[0007]本発明は、組織搭載電子機器及び光学機器用のシステム及び方法を提供する。本発明のいくつかの実施形態のデバイスは、組織に対する物理的な悪影響の最小化及び／又は組織面への搭載時の界面応力の抑制を図るデバイス構造において小型の様式を有する高性能（任意選択として可撓性）のデバイス構成要素を実装する。いくつかの実施形態において、本発明は、例えば手指の爪、足指の爪、歯、又は耳たぶ等、急速成長プロセスも剥離プロセスも起こらない組織面への搭載によって、本デバイスの機械的に堅牢及び／又は長期にわたる統合を可能にする相補的な組織搭載方法を提供する。本発明のデバイスは用

50

途が広く、例えばパスワード認証、電子商取引、及びバイオメトリックセンシング用の近距離無線通信の用途を含む広範なセンシング、作動、及び通信の用途に対応する。

【0008】

[0008]一態様において、本発明は、組織搭載電子システムであって、(i)内側面及び外側面を有する基板と、(ii)基板の外側面により支持される1つ又は複数の無機及び／又は有機構成要素を含む電子デバイスであり、5ミリメートル以下、任意選択として1ミリメートル未満の厚さを有し、実質的な剥離なく組織との直接又は間接接触によって長期にわたる共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、を備える、システムを提供する。本明細書において、表現「長期にわたる共形統合」は、電子的又は光学的性能を損なうのに十分な剥離等の劣化なく、少なくとも3時間、任意選択として少なくとも1日又は少なくとも1カ月にわたって、本システムが組織面との共形接触を確立して維持する能力を表す。いくつかの実施形態においては、例えば長期にわたる共形統合を可能とするのに、微小な厚さ及び横寸法が重要であり、電子デバイスは、2mm未満、任意選択として125ミクロン未満、0.1ミクロン未満、若しくは0.05ミクロン未満の最大厚さによる特徴付け並びに／又は2cm²未満、任意選択として0.5cm²未満、若しくは0.1cm²未満の面積による特徴付けがなされている。本態様の一実施形態において、この電子システムは、例えば組織との間に設けられた1つ又は複数の中間構成要素を介して、組織による直接的な支持及び組織との物理的接触又は組織による間接的な支持がなされている。

10

【0009】

[0009]別の態様において、本発明は、組織搭載電子システムであって、(i)内側面及び外側面を有する基板と、(ii)基板の外側面により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、10ミリメートル以下、任意選択として5ミリメートル又は1ミリメートル未満の厚さを有し、組織の炎症も免疫反応もなく組織との共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、を備える、システムを提供する。本明細書において、表現「炎症も免疫反応も伴わない組織との共形統合」は、搭載部位で組織からの観察可能な炎症も免疫反応も生じることなく本システムが組織面との共形接触を確立する能力を表す。いくつかの実施形態においては、例えば炎症も免疫反応も伴わない組織との共形統合を可能とするのに、微小な厚さ及び横寸法が重要であり、電子デバイスは、2mm未満、任意選択として125ミクロン未満、0.1ミクロン未満、若しくは0.05ミクロン未満の最大厚さによる特徴付け並びに／又は2cm²未満、任意選択として0.5cm²未満、若しくは0.1cm²未満の面積による特徴付けがなされている。本態様の一実施形態において、この電子システムは、例えば組織との間に設けられた1つ又は複数の中間構成要素を介して、組織による直接的な支持及び組織との物理的接触又は組織による間接的な支持がなされている。

20

30

【0010】

[0010]別の態様において、本発明は、組織搭載電子システムであって、(i)内側面及び外側面を有する基板と、(ii)基板の外側面により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、10ミリメートル以下、任意選択として5ミリメートル又は1ミリメートル未満の厚さを有し、当該システムが搭載される組織面からの熱及び流体の交換を実質的に変化させることなく組織との共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、を備える、システムを提供する。本明細書において、表現「熱及び流体の交換を実質的に変化させることのない組織との共形統合」は、デバイスを搭載していない状態の組織面に対して、75%超、任意選択として25%超の係数だけ、搭載部位で組織面に対して吸収又は解放される熱及び流体の量を変化させることなく本システムが組織面との共形接触を確立する能力を表す。いくつかの実施形態においては、例えば熱及び流体の交換を実質的に変化させることなく組織との共形統合を可能とするのに、微小な厚さ及び横寸法が重要であり、電子デバイスは、2mm未満、任意選択として125ミクロン未満、0.1ミ

40

50

クロン未満、若しくは0.05ミクロン未満の最大厚さによる特徴付け並びに／又は2 cm² 未満、任意選択として0.5 cm² 未満、若しくは0.1 cm² 未満の面積による特徴付けがなされている。本態様の一実施形態において、この電子システムは、例えば組織との間に設けられた1つ又は複数の中間構成要素を介して、組織による直接的な支持及び組織との物理的接触又は組織による間接的な支持がなされている。

【0011】

[0011]別の態様において、本発明は、組織搭載電子システムであって、(i)内側面及び外側面を有する基板と、(ii)基板の外側面により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、組織との共形統合を確立可能であり、外部刺激又は内部刺激によって変形し、この変形が第1の状態から第2の状態への当該システムの機能変化をもたらす、電子デバイスと、を備える、システムを提供する。本態様のシステムは、当該システムの移動、当該システムの調節、当該システムの物理的、化学的、又は電磁的变化、測定信号又は特性の変化、環境パラメータの変化、及びこれらの組み合わせ等、様々な外部及び／又は内部刺激に適合する。一実施形態において、変形は、第1の動作可能状態から第2の動作不能状態へのデバイスの機能変化をもたらす。一実施形態において、変形は、組織上の搭載位置からの当該システムの除去又は除去試行によって引き起こされる。一実施形態において、変形は、当該システム又はその構成要素の物理的变化、化学的变化、熱的变化、又は電磁的变化によって引き起こされる。一実施形態において、変形は、当該システムの構成要素の物理的破壊（例えば、動作中の構成要素の破壊、電子相互配線の破壊、基板の破壊、障壁層又は封入層の破壊等）、当該システムの構成要素の物理的変形（例えば、動作中の構成要素の変形、電子相互配線の変形、基板の変形等）、当該システムの物理的構造の変化（例えば、外形の変化、曲率の変化等）、又は当該システムの障壁若しくは封入層の除去の結果としての環境への曝露がもたらす変化によって引き起こされる。一実施形態において、変形は、測定されたデバイス特性（例えば、歪みの状態、アンテナ特性）、組織若しくは対象の測定された生理学的特性（例えば、温度、pHレベル、グルコース、パルスオキシメトリ、心拍数、呼吸数、血圧、動脈血酸素飽和度（SpO₂））、又は測定された環境特性（例えば、温度、電磁放射等）の値の変化によって引き起こされる。一実施形態において、変形は、位置変化（例えば、システムの移動）又は時間変化（例えば、事前に選択された時間の経過）によって引き起こされる。いくつかの実施形態においては、例えば搭載位置からの除去に際して変形する能力を可能とするのに、微小な厚さ及び横寸法が重要であり、電子デバイスは、2 mm未満、任意選択として125ミクロン未満、0.1ミクロン未満、若しくは0.05ミクロン未満の最大厚さによる特徴付け並びに／又は2 cm² 未満、任意選択として0.5 cm² 未満、若しくは0.1 cm² 未満の面積による特徴付けがなされている。本態様の一実施形態において、この電子システムは、例えば組織との間に設けられた1つ又は複数の中間構成要素を介して、組織による直接的な支持及び組織との物理的接触又は組織による間接的な支持がなされている。

【0012】

[0012]別の態様において、本発明は、組織搭載電子システムであって、(i)内側面及び外側面を有する基板であり、当該基板の内側面が組織面との接触を確立するためのものである、基板と、(ii)1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、無機構成要素がそれぞれ、外側面により支持され、基板の縁部（例えば、外周縁部又は外周から離れて配置された切り取り領域の縁部）の20ミリメートル、任意選択として16ミリメートル、10ミリメートル、又は1ミリメートル範囲内に個別に配置され、20ミリメートル以下、いくつかの用途の場合の任意選択として16ミリメートル以下の横寸法及び5ミリメートル以下、いくつかの用途の場合の任意選択として10ミリメートル以下の厚さを有する電子デバイスと、を備える、システムを提供する。本態様の一実施形態において、この電子システムは、例えば組織との間に設けられた1つ又は複数の中間構成要素を介して、組織による直接的な支持及び組織との物理的接触又は組織による間接的な支持がなされている。

【0013】

[0013]本明細書において、用語「組織搭載」は、実装に際して1つ又は複数の組織面により支持されるシステム類を広く含むことを意図している。いくつかの実施形態においては、実装に際して、例えば本発明の組織搭載システムが組織面により直接支持され、基板面等のシステムの表面が共形接触等によって組織面と物理的に接触する。いくつかの実施形態においては、実装に際して、例えば本発明の組織搭載システムが組織面により間接的に支持され、基板面等のシステムの表面が、組織面と組織搭載システムとの間に設けられた統合プラットフォーム等の中間構造と物理的に接触する。組織搭載システムは、製造材料及び人工材料等、身体により支持される多種多様な中間構造によって身体と結合されていてもよい。例えば、いくつかの実施形態において、組織搭載システムは、フェイクネイル（すなわち、手指の偽爪）、歯、衣服（ボタン、タグ、織布材料等）、宝飾品（例えば、リング、ブレスレット、ネックレス、腕時計、ピアス等）、ボディエンハンスメント、眼鏡、手袋、マニキュア等によって、身体に直接又は間接的に結合されていてもよい。

10

【0014】

[0014]共形統合は、本システムと組織との界面又はシステムと組織面との間に設けられた中間構造との界面においてデバイスが空間的に適合するように、システムが組織に設けられ得ることを表す。共形統合は、組織面との直接又は間接的な接触を介していてもよい。本発明の組織搭載システムは、直接的な共形統合で設けられていてもよく、システム自体が組織面との共形接触を確立する。本発明の組織搭載システムは、間接的な共形統合で設けられていてもよく、人工装具、接着テープ、フェイクネイル（すなわち、手指の偽爪）、衣服（ボタン、タグ、織布材料等）、宝飾品（例えば、リング、ブレスレット、ネックレス、腕時計、ピアス等）、ボディエンハンスメント、眼鏡、手袋、マニキュア等、組織面と共形接触して設けられた中間構造上にシステムが設けられている。

20

【0015】

[0015]例えば、いくつかの実施形態において、このシステムは、5 mm～20 mmの範囲から選択される横寸法を有する。例えば、いくつかの実施形態において、このシステムは、0.125 mm～5 mm又は0.005 mm～5 mmの範囲から選択される厚さ寸法を有する。例えば、いくつかの実施形態において、このシステムは、10 mm²～500 mm²、20 mm²～350 mm²、又は30 mm²～150 mm²の設置面積／接触面積によって特徴付けられる。いくつかの実施形態において、このシステムは、25 mm²超又は20 mm²超の設置面積／接触面積によって特徴付けられる。例えば、いくつかの実施形態において、このシステムは、0.1 mg・cm⁻²～100 mg・cm⁻²の面質量密度によって特徴付けられる。例えば、いくつかの実施形態において、このシステムは、中心から外側縁部までテーパ状の厚さを有する。いくつかの実施形態においては、システムの中心から外側縁部まで5°以上又は10°以上のテーパによって、剥離が抑制又は防止される。いくつかの実施形態においてこのシステムは、中心から外側縁部まで、対称的又は非対称的にテーパ状となっている。例えば、いくつかの実施形態において、このシステムは、楕円形、長方形、円形、蛇行形、及び不規則形からなる群から選択される形状を有する。例えば、いくつかの実施形態において、このシステムは、4 mm～16 mmから選択される構成要素横寸法によって特徴付けられる。例えば、いくつかの実施形態において、このシステムは、18 μmの銅×12 μmのポリイミドフィルム×18 μmの銅で構成されたシェルダールノヴァクラッド（Sheldahl Novaclad）（登録商標）接着ラミネートを備える。

30

40

【0016】

[0016]いくつかの実施形態において、システムの全体形状は、例えばテーパ状の形状を有することにより、剥離を抑制又は防止するように設計されている。例えば、一実施形態においては、交差外側面の一部又は全部が剥離を抑制又は防止する角度で半径方向に接合されている。例えば、一実施形態において、このシステムは、デバイスの中心以下の範囲で外側面まで徐々に減少する厚さによって特徴付けられ、剥離を抑制又は防止する。例えば、一実施形態において、システムの外側縁部又はシステムの開口部の縁部等の縁部にお

50

ける厚さは、システムの中心（又は、縁部間の中点）の厚さの少なくとも $1/2$ 未満、少なくとも $1/5$ 未満、又は少なくとも $1/10$ 未満である。一実施形態において、システム全体の厚さは、システムの中点からシステムの外側縁部又はシステムの開口部の縁部等の縁部まで実質的に漸近的に減少する。

【0017】

[0017]いくつかの実施形態において、本システムは、例えば生体ポリマー、熱硬化性ポリマー、ゴム、接着テープ、プラスチック、又はこれらの任意の組み合わせによる封入又はパッケージングによって防水処理されている。例えば、実施形態において、このシステムは、ポリイミド、コンフォーマルQ、ビニル、アクリル、ポリジメチルシロキサン（PDMS）、ポリウレタン、ビニル、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、又はポリカーボネートを含む封入層等の防水構造を備える。

10

【0018】

[0018]いくつかの実施形態において、本システムは、例えば搭載後に容易に廃棄可能な易剥離性タブを内蔵することにより、組織面への展開を容易化する。

【0019】

[0019]一実施形態において、基板の内側面は、組織面の曲率に適合する。実施形態において、無機及び／又は有機構成要素は、無機及び／又は有機半導体構成要素、金属導体構成要素、並びに無機半導体構成要素及び金属導体構成要素の組み合わせから選択される。例えば、一実施形態において、無機構成要素はそれぞれ、基板の外周の縁部の10ミリメートル範囲内、任意選択として1ミリメートル範囲内に個別に配置されている。一実施形態において、無機構成要素はそれぞれ、基板の開口部の縁部の10ミリメートル範囲内、いくつかの実施形態においてはこれ未満（例えば、任意選択として1ミリメートル範囲内）に個別に配置されている。一実施形態において、無機構成要素はそれぞれ、基板の縁部までの最短距離によって個別に特徴付けられ、無機構成要素の最短距離の平均は、10mm以下、任意選択として1ミリメートル以下である。

20

【0020】

[0020]本発明のいくつかの態様のシステム及び方法は、全体的な小型化の採用によって、性能に悪影響を及ぼす応力若しくは歪みを生じない組織面との機械的に堅牢な界面の実現並びに／又は組織に対する物理的な悪影響の最小化を図る。例えば、実施形態において、組織搭載電子システムは、 500 mm^2 以下、任意選択として 315 mm^2 以下、又は、 $1\text{ mm}^2 \sim 500\text{ mm}^2$ の範囲から選択され、任意選択として $1\text{ mm}^2 \sim 315\text{ mm}^2$ の範囲から選択される側方設置面積を有する。一実施形態において、組織の面積に対する組織搭載電子システムの側方設置面積の比は、0.1以上である。一実施形態において、組織搭載電子システムは、 $0.1\text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2} \sim 100\text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ の範囲から選択される面質量密度を有する。実施形態において、組織搭載電子システムは、5ミクロン～5ミリメートル、任意選択として12ミクロン～1ミリメートル、任意選択として50ミクロン～90ミクロン、又は例えば50ミクロン超の範囲から選択される平均厚さを有する。一実施形態において、組織搭載電子システムは、0.1mm未満の全体最大厚さと、0.05mm～0.09mmの範囲から選択される厚さを有する少なくとも1つの領域とを有する。例えば、NFC（近距離無線通信）チップ又はLED等の比較的厚い構成要素を含む組織搭載電子システムの領域が0.1mm未満の厚さを与えていてもよく、基板のみ等の比較的薄い構成要素を含む組織搭載電子システムの領域が、0.05mm～0.09mmの範囲から選択される厚さ、又は0.09mm未満若しくは0.07mm未満の厚さを与えていてもよい。

30

40

【0021】

[0021]本発明のいくつかの態様のシステム及び方法は、薄い可撓性の機能構成要素及び基板を統合して、十分な機械的整合性を与えることにより、組織面の搭載部位で共形界面を実現する。本発明の機械的に柔軟なシステムの利点として、複雑な外形の組織面及び／又は時間に対して動的な組織面に適合可能であることが挙げられる。或いは、本発明は、例えば手指の爪、歯、又は足指の爪等、適合的な物理的特性を有する組織種との一体化用

50

の剛性機能構成要素及び／又は基板を統合した剛性システムを含む。本発明の機械的に剛性なシステムの利点として、高機能のシステムがもたらされる点が挙げられ、薄くて機械的に柔軟な構成では、操作中の潜在的な損傷に関する不都合が生じる可能性がある。

【0022】

[0022]実施形態において、組織搭載電子システムは、 $10\text{ kPa} \sim 100\text{ GPa}$ の範囲から選択される平均弾性率、 10 kPa より大きな平均弾性率、任意選択として 100 GPa より大きな平均弾性率を有する。実施形態において、組織搭載電子システムは、 $0.1\text{ nNm} \sim 1\text{ Nm}$ の範囲から選択される曲げ剛度を有する。一実施形態において、組織搭載電子システムは、 0.1 nNm より大きな正味曲げ剛性、いくつかの用途の場合の任意選択として 10 nNm より大きな正味曲げ剛性、いくつかの用途の場合の任意選択として 1000 nNm より大きな正味曲げ剛性を有する。例えば、いくつかの実施形態において、平均弾性率、曲げ剛度、又は曲げ剛性等、デバイスの1つ又は複数の機械的特性は、例えば5倍の範囲内で搭載部位の組織の特性と一致する。例えば、実施形態において、このシステムは、組織面に一致する（例えば、手指の爪の曲率に一致する）湾曲又は曲面形状等、剛性且つ固定形状であるため、組織面に適合する。実施形態において、組織搭載電子システムは、 $1\text{ N}/25\text{ mm} \sim 50\text{ N}/25\text{ mm}$ の範囲から選択される接着強度を有する。或いは、組織搭載電子システムは、 $50\text{ N}/25\text{ mm}$ 超又は $60\text{ N}/25\text{ mm}$ 超の接着強度を有する。いくつかの実施形態においては、室温で20分後に、特定用途の剥離粘着力を調節可能である。

【0023】

[0023]本発明のシステムは、例えば多層デバイスを具備しており、電氣的絶縁又は支持層又は被膜等の構造層によって、電子的及び／又は光電的に機能的なデバイス構成要素を有する機能層が互いに分離されている。実施形態において、組織搭載電子システムは、複数の機能層、支持層、封入層、平坦化層、又はこれらの任意の組み合わせを含む多層形状を有する。実施形態において、組織搭載電子システムは、楕円形、長方形、円形、蛇行形、及び／又は不規則形からなる群から選択される形状を有する。一実施形態において、この形状は、横寸法の厚さに対する10,000未満のアスペクト比、いくつかの実施形態の場合の任意選択として5000～3の範囲から選択されるアスペクト比によって特徴付けられる。

【0024】

[0024]本発明のシステム及び方法においては、様々な物理的及び化学的特性を有する基板が有用である。本発明は、電気絶縁体、光学透明層、光学フィルタ、及び／又は機械的支持層としての機能を有する基板を含む。実施形態において、基板の内側面は、組織面との共形接触を確立する 315 mm^2 以下の面積又は $19\text{ mm}^2 \sim 315\text{ mm}^2$ の範囲から選択される面積を有する。一実施形態において、基板は、基板を通して延びた複数の開口部を含む穿孔形状を有する。一実施形態において、基板は、不連続である。一実施形態において、開口部は、組織からデバイス中の気体及び流体の通過を可能にし、いくつかの実施形態において、開口部は、組織面から離れる流体の移送を可能にする。一実施形態において、開口部はそれぞれ、 $12\text{ ミクロン} \sim 5\text{ ミリメートル}$ 、 $25\text{ ミクロン} \sim 1\text{ ミリメートル}$ 、又は $50\text{ ミクロン} \sim 500\text{ ミクロン}$ の範囲から選択される横寸法によって個別に特徴付けられる。一実施形態において、基板には、 $4\text{ mm} \sim 0.2\text{ mm}$ 又は $2\text{ mm} \sim 0.5\text{ mm}$ の範囲から選択されるピッチで穿孔が分布している。一実施形態において、穿孔は、 0.1 mm 超且つ 2 mm 未満又は 0.2 mm 超且つ 1 mm 未満の平均直径を有する円形開口等の開口である。一実施形態において、基板は、 $1\text{ 個}/\text{cm}^2 \sim 100\text{ 個}/\text{cm}^2$ の範囲から選択される開口部の面密度を有する。一実施形態において、開口部は、基板の全体にわたって実質的に空間均一分布で設けられている。一実施形態において、開口部は、基板の全体メッシュ形状を与える。一実施形態において、開口部は、 0.01% 以上、いくつかの実施形態の場合の任意選択として 0.1% 以上、 1% 以上、又は 10% 以上の基板の孔隙率を与える。一実施形態において、穿孔又は不連続基板は、少なくとも 0.01% の開放エリア、少なくとも 0.1% の開放エリア、少なくとも 0.5% の開放エリア、少な

くとも1%の開放エリア、少なくとも5%の開放エリア、又は少なくとも10%の開放エリアを備える。一実施形態において、開口部はそれぞれ、 $100\mu\text{m}^2 \sim 1\text{cm}^2$ 、 $200\mu\text{m}^2 \sim 1\text{mm}^2$ 、又は $500\mu\text{m}^2 \sim 0.5\text{mm}^2$ の範囲から選択される断面積によって個別に特徴付けられる。

【0025】

[0025]実施形態において、基板は、可撓性の基板又は伸縮性の基板である。一実施形態において、基板は、 $10\text{kPa} \sim 100\text{GPa}$ の範囲から選択される平均弾性率、 10kPa より大きな平均弾性率、いくつかの用途の場合の任意選択として 10kPa より大きな平均弾性率によって特徴付けられる。一実施形態において、基板は、 $12\mu\text{m} \sim 5\text{mm}$ の範囲から選択される平均厚さによって特徴付けられ、いくつかの実施形態においては、 $500\mu\text{m}$ 超、いくつかの実施形態の場合の任意選択として $1000\mu\text{m}$ 超の平均厚さによって特徴付けられる。

10

【0026】

[0026]一実施形態において、基板は、1つ又は複数の薄膜、被膜、又は両方を備える。例えば、いくつかの実施形態において、電子デバイス又はその構成要素上に被膜又は薄膜が直接設けられ、いくつかの実施形態においては、物理的に直接接触している。ただし、いくつかの実施形態においては、電子デバイスと被膜又は薄膜との間に配置された中間構造上に被膜又は薄膜が設けられる。実施形態において、基板は、無機ポリマー、有機ポリマー、プラスチック、エラストマ、生体ポリマー、熱硬化性ポリマー、ゴム、接着テープ、又はこれらの任意の組み合わせを含む。例えば、実施形態において、基板は、ポリイミド、ポリジメチルシロキサン(PDMS)、ポリウレタン、セルロース紙、セルローススポンジ、ポリウレタンスポンジ、ポリビニルアルコールスポンジ、シリコーンスポンジ、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、又はポリカーボネートを含む。

20

【0027】

[0027]様々な機能性電子デバイス構成要素及びデバイス統合方法が本方法及びシステムに適合して、ウェアラブル電子機器における用途の拡大に対応する。例えば、一実施形態において、このシステムは、電子デバイスを封入する1つ又は複数の封入層又は被膜をさらに備える。実施形態において、電子デバイスは、剛性デバイス、半剛性デバイス、可撓性電子デバイス、又は伸縮性電子デバイスである。例えば、実施形態において、1つ又は複数の無機又は有機構成要素はそれぞれ、1つ又は複数の薄膜、ナノリボン、マイクロリボン、ナノ膜、又はマイクロ膜を個別に備える。一実施形態において、1つ又は複数の無機又は有機構成要素は、単結晶無機半導体材料を個別に含む。

30

【0028】

[0028]例えば、一実施形態において、1つ又は複数の無機又は有機構成要素は、 $5\mu\text{m} \sim 5000\mu\text{m}$ 、いくつかの用途の場合の任意選択として $50\mu\text{m} \sim 100000\mu\text{m}$ 、いくつかの用途の場合の任意選択として $50\mu\text{m} \sim 2000\mu\text{m}$ の範囲から選択される厚さを個別に有する。例えば、一実施形態において、1つ又は複数の無機又は有機構成要素は、 $5\mu\text{m}$ より大きな厚さ、いくつかの実施形態の場合の任意選択として $50\mu\text{m}$ より大きな厚さを個別に有する。一実施形態において、1つ又は複数の無機又は有機構成要素は、湾曲形状(例えば、屈曲形状、コイル形状、交互形状、又は蛇行形状)によって個別に特徴付けられる。一実施形態において、1つ又は複数の無機又は有機構成要素は、1つ又は複数のアイランド及びブリッジ構造によって特徴付けられる。

40

【0029】

[0029]実施形態において、電子デバイスは、複数の機能層、障壁層、支持層、及び封入層を含む多層形状を有する。一実施形態において、電子デバイスは、システムの中立機械表面に近接して設けられている。例えば、一実施形態において、電子デバイスは、光学的センサ、電気化学的センサ、化学的センサ、機械的センサ、圧力センサ、電氣的センサ、磁氣的センサ、歪みセンサ、温度センサ、熱センサ、湿度センサ、運動センサ(例えば、

50

加速度計、ジャイロスコープ)、色センサ(比色計、分光計)、音響センサ、容量センサ、インピーダンスセンサ、生物学的センサ、心電図検査センサ、筋電図検査センサ、脳波検査センサ、電気生理学的センサ、光検出器、粒子センサ、気体センサ、空気汚染センサ、放射線センサ、環境センサ、及び撮像デバイスからなる群から選択されるセンサ等、1つ又は複数のセンサ又はその構成要素を備える。

【0030】

[0030]一実施形態において、電子デバイスは、例えば電磁放射、光学放射、音響放射、電界、磁界、熱、RF(無線周波数)信号、電圧、化学的变化、又は生物学的変化を生成するアクチュエータ又はその構成要素等、1つ又は複数のアクチュエータ又はその構成要素を備える。実施形態において、1つ又は複数のアクチュエータ又はその構成要素は、加熱器、光源、電極、音響アクチュエータ、機械的アクチュエータ、マイクロ流体システム、MEMS(マイクロ電気機械)システム、NEMS(ナノ電気機械)システム、圧電アクチュエータ、誘導コイル、化学的变化若しくは生物学的変化をもたらし得る化学薬品を含む容器、レーザ、並びに発光ダイオードからなる群から選択される。

10

【0031】

[0031]実施形態において、電子デバイスは、例えば電気化学電池、燃料電池、光電池、無線電力コイル、熱電気環境発電機、キャパシタ、スーパーキャパシタ、1次電池、2次電池、及び圧電環境発電機からなる群から選択されるエネルギー貯蔵システム又はその構成要素等、1つ又は複数のエネルギー貯蔵システム又はその構成要素を備える。

【0032】

[0032]実施形態において、電子デバイスは、例えば送信機、受信機、送受信機、アンテナ、及び近距離無線通信機器からなる群から選択される通信システム又はその構成要素等、1つ又は複数の通信システム又はその構成要素を備える。

20

【0033】

[0033]実施形態において、電子デバイスは、例えば誘導コイル又は近距離無線通信コイル等、1つ又は複数のコイルを備える。一実施形態において、近距離無線通信コイルはそれぞれ、50ミクロン~20ミリメートルの範囲から選択される直径を個別に有する。例えば、一実施形態において、近距離無線通信コイルはそれぞれ、1ミクロン~5ミリメートル、1ミクロン~500ミクロン、1ミクロン~100ミクロン、5ミクロン~90ミクロン、又は50ミクロン~90ミクロンの範囲から選択される平均厚さを個別に有する。例えば、一実施形態において、近距離無線通信コイルのそれぞれは、平面構成から、1mm~20mmの範囲から選択される曲率半径により特徴付けられる屈曲構成への変化に際して、50%未満、任意選択として20%未満だけ変化する。一実施形態において、近距離無線通信コイルはそれぞれ、3以上のQ値により特徴付けられる。一実施形態において、1つ又は複数のコイルは、基板又は1つ若しくは複数の封入層によって、少なくとも部分的に封入されている。例えば、実施形態において、1つ又は複数のコイルは、環体及び楕円環体からなる群から選択される形状を有する。一実施形態において、本発明の組織搭載システムは、少なくとも2つの層状コイルを備えており、当該コイルが誘電体層によって分離されている。

30

【0034】

[0034]いくつかの実施形態において、システムへの情報伝達及び/又はシステムからの情報伝達は、例えば近接非接触カード用のISO14443、近傍非接触カード用のISO15693、RFID及びEPCグローバルクラス1・第2世代(=18000-6C)用のISO18000シリーズ等のISO規格によって無線で行われる。

40

【0035】

[0035]一態様において、本発明の組織搭載システムは、搭載プラットフォームをさらに備えることにより、1つ又は複数の組織面との効果的な統合をもたらす。例えば、いくつかの実施形態において、搭載プラットフォームは、上記組織の表面との接触を確立する外部面と、上記電子デバイス及び基板を支持する内部面とを有する。一実施形態において、搭載プラットフォームは、システム自体の基板構成要素である。一実施形態において、上

50

記搭載プラットフォームは、手指の爪の表面との共形接触の確立等、上記組織面との共形接触を確立するためのものである。本発明は、剛性又は可撓性の搭載プラットフォーム構成要素を含む。一実施形態において、搭載プラットフォームは、人工装具である。一実施形態において、搭載プラットフォームは、接着テープである。一実施形態において、搭載プラットフォームは、手指の偽爪である。

【0036】

[0036]いくつかの実施形態において、このシステムは、例えば1つ又は複数のLED構成要素をさらに備えることにより、デバイス機能又は審美性を示すことができる。例えば、一実施形態において、このシステムは、リーダから除去された後にオンを持続するように設計された1つ又は複数のLEDを具備する。例えば、一実施形態において、このシステムは、フェイクネイル又はマニキュア等の爪被覆に組み込み又は封入されている。例えば、一実施形態において、このシステムは、例えばカムフラージュ機能のために組織と形状及び色が一致するカバー層又はパッケージングを具備する。

【0037】

[0037]いくつかの実施形態においては、プライバシーのため、個々のデバイスに一意の暗号化された識別番号を格納する専用チップを本発明が有する。また、チップは、絶えず変化する動作固有のセキュリティコードを有する。暗号化されたデバイス番号は、患者のヘルスケア情報を非公表とするのに役立つ。臨床医、病院経営者、及び保険業者だけがこの情報にアクセスできるユーザである。緊急の場合、病院職員は、行方不明の患者の迅速な発見及び／又は患者のバイタルサインの観察が可能である。

【0038】

[0038]本明細書に開示のシステム及び方法は、用途が広く、様々な種類の組織に対して幅広い生物学的機能を実行する。また、本発明は、多様な外部電子デバイスとの通信に用いられるようになっていてもよい。例えば、一実施形態において、基板の内側面は、外部組織を含む組織面との共形接触を確立することができる。実施形態において、外部組織は、皮膚、手指の爪、足指の爪、歯、毛、又は耳たぶである。一実施形態において、毛としては、装着者の頭部の髪の毛、眉毛、又は体毛が挙げられるが、これらに限定されない。例えば、実施形態において、基板の内側面は、アクリル、シリコン、ACP、コンフォーマルQ、無鉛ハンダ、又はこれらの任意の組み合わせ等の接着剤によって組織面に接合される。一実施形態において、このシステムは、例えばパスワード認証、電子商取引、又はバイオセンシング用の近距離無線通信機器等をさらに備える。一実施形態において、近距離無線通信機器は、コンピュータ又はモバイル電子機器との通信用である。

【0039】

[0039]一態様において、本発明は、センシング、作動、又は通信のための方法であって、(i)組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、組織搭載電子システムが、(a)内側面及び外側面を有する基板と、(b)基板の外側面により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、5ミリメートル以下、任意選択として10ミリメートル以下の厚さを有し、実質的な剥離なく組織との長期にわたる共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、を備える、ステップと、(ii)組織搭載電子システムを用いてセンシング、作動、又は通信を行うステップと、を含む、方法である。

【0040】

[0040]一態様において、本発明は、センシング、作動、又は通信のための方法であって、(i)組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、組織搭載電子システムが、(a)内側面及び外側面を有する基板と、(b)基板の外側面により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、5ミリメートル以下、任意選択として10ミリメートル以下の厚さを有し、実質的な炎症も免疫反応もなく組織との共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、を備える、ステップと、(ii)組織搭載電子システムを用いてセンシング、作動、又は通信を行うステップと、を含む、方法である。

【0041】

[0041]一態様において、本発明は、センシング、作動、又は通信のための方法であって、(i)組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、組織搭載電子システムが、(a)内側面及び外側面を有する基板と、(b)基板の外側面により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、5ミリメートル以下、任意選択として1ミリメートル以下の厚さを有し、当該システムが搭載される組織面からの熱及び流体の交換を実質的に変化させることなく組織との共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、を備える、ステップと、(ii)組織搭載電子システムを用いてセンシング、作動、又は通信を行うステップと、を含む、方法である。

10

【0042】

[0042]一態様において、本発明は、センシング、作動、又は通信のための方法であって、(i)組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、組織搭載電子システムが、(a)内側面及び外側面を有する基板と、(b)基板の外側面により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスであり、5ミリメートル以下、任意選択として10ミリメートル以下の厚さを有し、組織からの除去に際して機能的に動作不能となるように組織との共形統合をもたらすのに十分小さな横寸法を有する、電子デバイスと、を備える、ステップと、(ii)組織搭載電子システムを用いてセンシング、作動、又は通信を行うステップと、を含む、方法である。

20

【0043】

[0043]一態様において、本発明は、センシング、作動、又は通信のための方法であって、(i)組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、組織搭載電子システムが、(a)内側面及び外側面を有する基板であり、当該基板の内側面が組織面との接触を確立するためのものである、基板と、(b)外側面により支持され、基板の縁部(例えば、外周縁部又は外周から離れて配置された切り取り領域の縁部)の10ミリメートル、任意選択として1ミリメートル範囲内に個別に配置される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスと、を備え、組織搭載電子デバイスが、20ミリメートル以下の横寸法及び5ミリメートル以下、いくつかの用途の場合の任意選択として10ミリメートル以下の厚さを有する、ステップと、(ii)組織搭載電子システムを用いてセンシング、作動、又は通信を行うステップと、を含む、方法である。

30

【0044】

[0044]本発明は、ウェアラブル電子機器の様々な用途に対応する搭載方法を含む。例えば、一実施形態において、組織面は、人間の対象又は人間以外の対象等の対象の外部組織を含む。例えば、一実施形態において、外部組織は、6mm/月以下、いくつかの実施形態の場合は0.1mm/日以下の成長率により特徴付けられる。例えば、一実施形態において、外部組織は、1回/日以下、いくつかの実施形態の場合は0.1mm/日以下の剥離率により特徴付けられる。例えば、一実施形態において、外部組織は、10kPa以上、いくつかの実施形態の場合の任意選択として10MPa以上の弾性率により特徴付けられる。例えば、一実施形態において、外部組織は、0.1nNm以上、いくつかの実施形態の場合の任意選択として100nNm以上又は1000nNm以上の曲げ剛性により特徴付けられる。例えば、一実施形態において、組織面は、1mm~25mmの範囲から選択される曲率半径により特徴付けられる。

40

【0045】

[0045]例えば、一実施形態において、上記組織は、人間の組織である。例えば、一実施形態において、組織は、人間の対象の皮膚、手指の爪、歯、毛、又は耳たぶである。例えば、一実施形態において、組織は、表皮組織ではない。例えば、一実施形態において、組織は、内部組織ではない。例えば、一実施形態において、組織は、例えば家畜又は獣医学用の人間以外の動物の組織等、人間以外の組織である。例えば、一実施形態において、組

50

織は、例えば農業用の植物（例えば、葉及び／又は根）の組織等、人間以外の組織である。

【0046】

[0046]一実施形態において、センシング、作動、又は通信は、例えば近距離無線通信信号の生成又は受信を含み、当該近距離無線通信信号がコンピュータ又は携帯電子機器によって受信又は生成される。例えば、一実施形態において近距離無線通信信号は、パスワード認証、電子商取引、又はバイオセンシング用である。

【0047】

[0047]例えば、一実施形態において、センシング、作動、又は通信は、組織の生理学的、電気生理学的、化学的、熱的、又は光学的特性等、1つ又は複数の組織特性のセンシングを含む。例えば、一実施形態において、センシング、作動、又は通信は、組織からの生体液の1つ又は複数の物理的又は化学的特性のセンシングを含む。

【0048】

[0048]例えば、一実施形態において、センシング、作動、又は通信は、組織の作動を含む。例えば、一実施形態において、作動は、組織の静電的、熱的、光学の、音響的、磁氣的、又は化学的作動を含む。

【0049】

[0049]例えば、一実施形態において、1つ又は複数の特性を検知するステップは、離散的且つ実質的に瞬時的な信号を検知すること又は所定時間にわたって取得された累積信号を検知することを含む。

【0050】

[0050]一実施形態においては、互いに空間的に分散した複数の組織搭載システムが空間的又は時空的に変化する特性を示すデータを提供するようになっていてもよい。

【0051】

[0051]一態様において、本発明は、外部機器に対してユーザを認証する方法であって、組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、組織搭載電子システムが、内側面及び外側面を有する基板と、基板の外側面（例えば、外周縁部又は外周から離れて配置された切り取り領域の縁部）により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスと、を備える、ステップと、組織搭載電子システムを用いた通信により、認証信号を外部機器に提供するステップと、を含む、方法である。一実施形態においては、認証信号の受信に際して、外部機器は、ユーザが当該外部機器にアクセスして操作することを許可する。例えば、外部機器は、コンピュータ、電話、銃、薬瓶、ドア、車両、金庫、施錠箱、回転ドア、ゲート、エレベータ、又は錠であってもよい。

【0052】

[0052]一態様において、本発明は、電子決済を行う方法であって、組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、組織搭載電子システムが、内側面及び外側面を有する基板と、基板の外側面（例えば、外周縁部又は外周から離れて配置された切り取り領域の縁部）により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスと、を備える、ステップと、組織搭載電子システムを用いた通信により、決済情報を外部機器に提供するステップと、を含む、方法である。

【0053】

[0053]一態様において、本発明は、ユーザ整合性を保証する方法であって、組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、組織搭載電子システムが、内側面及び外側面を有する基板と、基板の外側面（例えば、外周縁部又は外周から離れて配置された切り取り領域の縁部）により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスと、を備える、ステップと、組織搭載電子システムの位置及び識別情報を示す信号を外部機器に伝えるステップと、を含む、方法である。

【0054】

[0054]一態様において、本発明は、デジタルコンテンツを移転する方法であって、組織搭載電子システムを組織面に設けるステップであり、組織搭載電子システムが、内側面及び外側面を有する基板と、基板の外側面（例えば、外周縁部又は外周から離れて配置された切り取り領域の縁部）により支持される1つ又は複数の無機構成要素、有機構成要素、又は無機及び有機構成要素の組み合わせを含む電子デバイスと、を備える、ステップと、組織搭載電子システムを用いた通信により、デジタルコンテンツを示す信号を組織搭載電子システムから外部機器に伝えるステップと、を含む、方法である。

【0055】

[0055]一実施形態において、電子デバイスは、組織からの除去に際して機能的に動作不能となる。例えば、一実施形態において、電子デバイスは、デバイス構成要素の少なくとも一部の物理的破壊又は変形によって機能的に動作不能となる。別の実施形態において、電子デバイスは、障壁又は封入層の除去により、デバイス構成要素の少なくとも一部を外部環境に曝露することによって機能的に動作不能となる。本実施形態によれば、曝露されたデバイス構成要素は、外部環境中の要素によって物理的又は化学的に除去されるようになっていてもよい。破壊、変形、又は曝露され得る例示的なデバイス構成要素としては、相互配線、コイル、基板、又はこれらの組み合わせが挙げられるが、これらに限定されない。一実施形態において、変形には、当該システムの基板の内側面に向かう4 mm以上の曲率の変化を含む。一実施形態において、変形には、当該システムの基板の内側面から離れる曲率の変化を含む。

【0056】

[0056]一実施形態において、電子デバイスは、測定された生理学的特性の値が閾値ウィンドウ外となった場合に機能的に動作不能となる。一実施形態において、生理学的特性は、温度、pHレベル、グルコース、パルスオキシメトリ、心拍数、呼吸数、血圧、動脈血酸素飽和度（SpO₂）、及びこれらの組み合わせからなる群から選択されるようになっていてもよい。例えば、デバイスの装着者の通常の基礎体温を下回る温度は、デバイスが組織から除去されたことを示していてもよく、パルス又は心拍数がゼロである場合は、装着者が死亡しているため、デバイスが動作不能になるはずであることを示していてもよい。動作不能は、電子デバイスから外部機器への（例えば、個人識別情報又は決済情報等の安全な情報の）送信を止める命令を起動するデバイスのマイクロプロセッサ又は過剰な電力を電子デバイスの構成要素に供給して当該構成要素を電氣的に破壊することにより機能的な動作不能をもたらすことによって実現されるようになっていてもよい。

【0057】

[0057]一実施形態において、電子デバイスは、所定時間後、設定回数使用後、又は設定回数試行後の適正認証拒否時に機能的に動作不能となる。例えば、電子デバイスは、設定時間後、設定回数使用後、又は設定回数試行後の適正認証拒否時に自己破壊又は使用不能となるようになっていてもよい。一実施形態においては、所定時間、許容範囲の使用、又は認証試行が電子デバイスのマイクロコントローラにプログラムされており、動作不能は、電子デバイスから外部機器への送信を止める命令を起動するデバイスのマイクロプロセッサ又は過剰な電力を電子デバイスの構成要素に供給して当該構成要素を電氣的に破壊することにより機能的な動作不能をもたらすことによって実現されるようになっていてもよい。

【0058】

[0058]本明細書においては、任意特定の理論に縛られることなく、本明細書に開示のデバイス及び方法に関する基本原理の考え又は思想を論じる場合がある。如何なる機械論的説明又は仮説の究極の正しさにも関わらず、本発明の一実施形態が効果的且つ有用となり得る。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】[0059]（1A）手指の爪に搭載するNFCデバイスを備えた組織搭載システムの

模式上面図である。[0060] (1 B) 手指の爪に搭載する N F C デバイスを備えた組織搭載システムの模式側方分解図である。

【図 2】[0061] L E D を備えた場合及び備えない場合の可撓性 m m - N F C デバイスの模式図及び画像である。(a) (b) デバイスの写真であり、(c) 赤色破線のボックスで示した (b) の領域の走査型電子顕微鏡画像である。(d) コイルの一部の断面 S E M 画像である。(e) 手指の爪に搭載されたデバイスの各層の模式分解図である。(f) ピンセットによってある縁部に保持された自立デバイスの写真である。

【図 3】[0062] 異なる曲率半径となるように曲げられた可撓性 m m - N F C デバイスの電磁特性の実験及びシミュレーション結果を示した図である。(a) 異なる曲率のデバイスの上面図及び 3 D 図である。(b) 曲率半径の関数として測定したコイルの位相応答であり、(c) 対応するシミュレーション結果である。(d) 曲率半径に応じて測定及びシミュレーションした共鳴周波数の変化である。(e) 曲率半径に応じて測定及びシミュレーションした Q 値の変化である。

【図 4】[0063] 楕円形状の m m - N F C デバイスの電磁特性の実験及びシミュレーション結果を示した図である。(a) 異なる離心率（すなわち、長軸の短軸に対する比 b/a ）の楕円 m m - N F C デバイスの写真である。(b) 離心率の関数として測定したコイルの位相応答であり、(c) 対応するシミュレーション結果である。(d) b/a に応じて測定及びシミュレーションした共鳴周波数の変化である。(e) b/a に応じて測定及びシミュレーションした Q 値の変化である。

【図 5】[0064] 印加した歪みに対する可撓性 m m - N F C デバイスの機械的応答の実験及びシミュレーション結果を示した図である。(a) メカニカルステージを用いた力の印加によって変形（中央）、伸長（左）、及び圧縮（右）された柔軟なシリコン基板上に搭載された代表的なデバイスの写真である。(b) 印加応力の対応する F E A 結果を示した下枠である。(c) 異なるサイクル数の単軸伸長（20%まで）／圧縮（20%まで）後に測定した位相応答である。(d) m m - N F C デバイスの直径に応じたエネルギー解放率のプロットである。(e) 挟持モード変形中の皮膚に搭載されたデバイスの写真である。(f) デバイスの近くのシミュレーション応力分布である。

【図 6】[0065] 異なる用途の可能性を提案する身体上の m m - N F C デバイスの様々な統合点の写真である。(a) 手指の爪上のデバイスの写真である。(b) スマートフォンのロック解除への適用の写真であり、(c) (マウスを用いた) コンピュータのロック解除への適用の写真である。(d) 統合 L E D が手指の爪に搭載された一組のデバイスの写真である。(e) (f) 統合的な温度センシングを可能とする耳の後ろの皮膚に搭載されたデバイスの写真及び温度センシングを可能にするデバイスの（はめ込み）写真である。(g) 歯上のデバイスの写真であり、(h) 水に沈めたデバイスの写真である。

【図 7】[0066] 異なる曲げ曲率半径によって共鳴周波数のシフトを決定する m m - N F C デバイスのコイルの実効インダクタンスを示した図である。

【図 8】[0067] (a) 3 つの m m - N F C デバイスの反射減衰スペクトルである。(b) 1 次コイルと m m - N F C デバイスとの間の通信における m m - N F C デバイスのサイズ効果を解析するための 1 次コイルの位相の変化である。

【図 9】[0068] 測定用の 1 次コイル及び m m - N F C デバイスを示した図である。～ 2 m m の垂直距離で m m - N F C デバイスが 1 次コイルの中心に配置される。

【図 10】[0069] 手指の爪に搭載するシリコン C M O S デバイスを特徴付ける画像及び実験結果を示した図である。優れた接着性を示すシアノアクリレートによって手指の爪の表面に接合された。およそ 2.5 カ月の時間枠にわたって実現された良好な電子的性能を実証したプロットである。

【図 11】[0070] 手指の爪の認証デバイスの設計画像である。小型様式で設けられた N F C コイル及び N F C チップ構成要素を備えた手指の爪に搭載するシステムを左側のパネルに示す。同じく小型様式で設けられた環境発電 L E D インジケータをさらに備えた手指の爪に搭載するシステムを右側のパネルに示す。

【図 12】[0071] 手指の爪に搭載する N F C システムの計算 Q 値を特徴付ける設計情報の

10

20

30

40

50

概要を示した図である。この図に示されるように、N F C コイルの厚さ及び直径を含む多くの変数によってQ値が決まる。携帯電話等のモバイル電子機器との通信に高いQ値が有効である。

【図 1 3】[0072]手指の爪に搭載する一連のN F C システム設計に対する周波数の関数としてのS 2 1 (d B 0) のプロットである。S a m s u n g の携帯電話の1次N F C コイルと手指の爪に搭載するN F C システムの2次N F C コイルとの間で移動する電力をS 2 1 が表す。1次及び2次コイル間の距離が5 mmに設定される。

【図 1 4】[0073]コンピュータに対してユーザを認証するマウスと併せて使用する、手指の爪に搭載するN F C システムを示した図である。

【図 1 5】[0074]曲率半径の関数として電磁特性の概要を示した図である。これらの結果は、手指の爪の曲率に関わらず、手指の爪に搭載するN F C システムが同様の範囲で動作することを立証する。

【図 1 6】[0075]組織搭載用途として本発明の2 5 2 個のN F C システムを備えた6 インチ×9 インチのテストパネルの画像を示した図である。

【図 1 7】[0076]A ~ F は、本発明の組織搭載システムの模式図である。

【図 1 8】[0077]銃器の使用に関する認証用に手指の爪に搭載された組織搭載N F C デバイスの模式図である。

【図 1 9】[0078]本発明のデバイスを構成する方法を示したプロセスフロー図である。

【図 2 0】[0079]携帯電話等のモバイル機器に対する本発明のデバイスのインターフェースを示した図である。

【図 2 1】[0070]病院及び臨床環境における本デバイスの例示的な用途を説明した図である。

【図 2 2】[0081]本発明の超小型U V センサの写真及びデバイス模式図（はめ込み）である。

【図 2 3】[0082]皮膚又は爪搭載センサ用の本発明のデバイスに関して、U V 光線療法における曝露の例示的な用途を示した模式図である。

【図 2 4】[0083]N I C U における光線療法に関して、本発明のデバイスの例示的な用途を示した模式図である。

【図 2 5】[0084]感染症整合性に関して、本発明のデバイスの例示的な用途を示した模式図である。

【図 2 6】[0085]感染症整合性に関して、本発明のデバイスの例示的な用途を示した模式図である。

【図 2 7】[0086]感染症整合性に関して、本発明のデバイスの例示的な用途を示した模式図である。

【図 2 8】[0087]パルスオキシメトリ及び比色計に関して、本発明のデバイスの例示的な用途を示した模式図である。

【図 2 9】[0088]パルスレートモニタリングに関して、本発明のデバイスの例示的な用途を示した模式図である。

【図 3 0】[0089]オキシメトリに関して、本発明のデバイスの例示的な用途を示した模式図である。

【図 3 1】[0090]手指の爪のオキシメトリに関して、本発明のデバイスを示した模式図である。

【図 3 2】[0091]プルタブ構成による展開を利用した本発明のデバイスを示した模式図である。

【図 3 3】[0092]認証に関して、本発明のデバイスの例示的な用途を示した模式図である。

【図 3 4】[0093]本発明のデバイスの例示的な用途を示した模式図である。

【0 0 6 0】

[発明の詳細な説明]

[0094]一般的に、本明細書に使用の用語及び表現は、当該技術分野において承認された

10

20

30

40

50

それぞれの意味を有しており、当業者が把握している標準的なテキスト、ジャーナル文献、及びコンテキストを参照すれば見つけられる。以下の定義は、本発明の背景におけるそれぞれの特定用途を明確化するためのものである。

【0061】

[0095]用語「可撓性」及び「屈曲性」は、本明細書において同義的に使用しており、材料、構造、デバイス、又はデバイス構成要素の破壊点を特徴付ける歪み等、非常に高いレベルの歪みを導く変形を受けることなく、材料、構造、デバイス、又はデバイス構成要素を湾曲又は屈曲形状に変形する能力を表す。例示的な一実施形態において、可撓性の材料、構造、デバイス、又はデバイス構成要素は、歪みの影響を受ける領域に5%以上、いくつかの用途では1%以上、さらに別の用途では0.5%以上の歪みを導くことなく、湾曲形状に変形されるようになっていてもよい。本明細書においては、必ずしもすべてではなく、いくつかの可撓性構造が伸縮性でもある。本発明の可撓性構造（例えば、デバイス構成要素）は、低弾性率、曲げ剛性、及び曲げ剛度等の材料特性、小さな平均厚さ（例えば、100ミクロン未満、任意選択として10ミクロン未満、任意選択として1ミクロン未満）等の物理的寸法、並びに薄膜及びメッシュ形状等のデバイス形状といった多様な特性により与えられる。

10

【0062】

[0096]用語「組織」は、動物又は植物を構成する任意の種類の物質を記述するのに広く用いており、例えば特殊化した細胞及びそれぞれの生成物からなる。本明細書において、組織は、同一又は相補機能を実質的に実行する細胞等、1つ又は複数の器官に対応する細胞を表していてもよい。本明細書において言及する組織は、人間及び人間以外の動物（例えば、家畜、獣医学用の動物等）を含む動物並びに植物に対応していてもよい。本明細書において言及する組織は、生体細胞又は死滅細胞に対応していてもよく、爪体（例えば、手指の爪、足指の爪、蹄、角等）が挙げられるが、これに限定されない。組織の例としては、皮膚、手指の爪、足指の爪、歯、骨、毛、又は耳たぶが挙げられる。

20

【0063】

[0097]「伸縮性」は、材料、構造、デバイス、又はデバイス構成要素を破壊なく歪ませる能力を表す。例示的な一実施形態において、伸縮性の材料、構造、デバイス、又はデバイス構成要素は、破壊を伴わない0.5%超の歪み、いくつかの用途では破壊を伴わない1%超の歪み、さらに別の用途では破壊を伴わない3%超の歪みを受けるようになっていてもよい。本明細書においては、多くの伸縮性構造が可撓性でもある。いくつかの伸縮性構造（例えば、デバイス構成要素）は、圧縮、伸長、及び／又は捩じりによって破壊を伴わずに変形できるように設計されている。伸縮性構造としては、エラストマ等の伸縮性の材料を含む薄膜構造、伸長、圧縮、及び／若しくは捩じり運動が可能な屈曲構造、並びにアイランド／ブリッジ形状を有する構造が挙げられる。伸縮性のデバイス構成要素としては、伸縮性の電氣的相互配線等、伸縮性の相互配線を有する構造が挙げられる。

30

【0064】

[0098]「機能層」は、何らかの機能をデバイスに付与するデバイス包含層を表す。例えば、機能層は、半導体層等の薄膜であってもよい。或いは、機能層は、支持層により分離された複数の半導体層等、複数の層を含んでいてもよい。また、機能層は、デバイス受容パッド又はアイランド間に延びた相互配線等、複数のパターン化要素を含んでいてもよい。機能層は、不均質であってもよいし、不均一な1つ又は複数の特性を有していてもよい。「不均一な特性」は、空間的に変動することで多層デバイス内の中立機械表面（NMS）の位置に影響し得る物理的パラメータを表す。

40

【0065】

[0099]「半導体」は、低温では絶縁体であるものの、約300ケルビンの温度では相当の導電性を有する任意の材料を表す。本明細書において、半導体という用語の使用は、マイクロエレクトロニクス及び電子デバイスの技術分野におけるこの用語の使用と整合することを意図している。有用な半導体としては、シリコン、ゲルマニウム、及びダイヤモンド等の元素半導体並びにSiC及びSiGe等のIV族化合物半導体、AlSb、AlA

50

s、AlN、AlP、BN、GaSb、GaAs、GaN、GaP、InSb、InAs、InN、及びInP等のIII-V族半導体、 $Al_xGa_{1-x}As$ 等のIII-V族三元半導体、CsSe、CdS、CdTe、ZnO、ZnSe、ZnS、及びZnTe等のII-VI族半導体、CuCl等のI-VII族半導体、PbS、PbTe、及びSnS等のIV-VI族半導体、 PbI_2 、 MoS_2 、及びGaSe等の層半導体、並びにCuO及び Cu_2O 等の酸化物半導体といった化合物半導体を含むものが挙げられる。半導体という用語には、真性半導体並びにp型ドーピング材料及びn型ドーピング材料を有する半導体等、1つ又は複数の選択材料をドーピングした外因性半導体を含むことにより、所与の用途又はデバイスに役立つ有益な電子的特性を提供する。また、半導体という用語には、半導体及び／又はドーパントの混合物を含む複合材料を含む。いくつかの実施形態に役立つ具体的な半導体材料としては、Si、Ge、SiC、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InP、InAs、GaSb、InP、InAs、InSb、ZnO、ZnSe、ZnTe、CdS、CdSe、ZnSe、ZnTe、CdS、CdSe、CdTe、HgS、PbS、PbSe、PbTe、AlGaAs、AlInAs、AlInP、GaAsP、GaInAs、GaInP、AlGaAsSb、AlGaInP、及びGaInAsPが挙げられるが、これらに限定されない。センサ並びに発光ダイオード(LED)及び固体レーザ等の発光材料の分野において、本明細書に記載の態様の用途には、多孔性のシリコン半導体材料が有用である。半導体材料の不純物は、(1つ若しくは複数の)半導体材料自体以外の原子、元素、イオン、及び／若しくは分子、又は半導体材料に与えられる任意のドーパントである。不純物は、半導体材料の電子的特性に悪影響を及ぼし得る半導体材料中の望ましくない材料であり、酸素、炭素、及び重金属を含む金属が挙げられるが、これらに限定されない。重金属不純物としては、周期律表の銅と鉛との間の元素群、カルシウム、ナトリウム、並びにこれらのすべてのイオン、化合物、及び／若しくは錯体が挙げられるが、これらに限定されない。

【0066】

[0100]「一致」は、2つ以上の物体、平面、又は表面、例えば機能層、基板層等の層に配置又は隣接した中立機械表面(NMS)又は中立機械平面(NMP)等の表面の相対位置を表す。一実施形態において、NMS又はNMPは、層内の最も歪みの影響を受ける層又は材料に対応するように配置されている。「近接」は、例えばNMS又はNMP等、歪みの影響を受ける材料の物性に悪影響を及ぼすことなく、所望の可撓性又は伸縮性を依然として提供しつつ、機能層、基板層等の層の位置に厳密に従う2つ以上の物体、平面、又は表面の相対位置を表す。一般的に、歪みの影響を受け易いために破壊に至る最初の層となる傾向の層は、相対的に脆い半導体等の歪みの影響を受けるデバイス要素を含む機能層等に配置されている。ある層に近接するNMS又はNMPは、当該層内に制約される必要はないものの、近接又は十分近傍に配置されて、歪みの影響を受けるデバイスが折り畳まれた場合のデバイス要素の歪みを低減するという機能上の便益を提供するようにしてもよい。

【0067】

[0101]この態様において、「歪みの影響を受ける」は、比較的低レベルの歪みに応答して破壊或いは損傷する材料を表す。一態様において、NMSは、機能層に一致又は近接する。一態様において、NMSは、機能層に一致しており、NMSに沿ったすべての横方向位置に関して、歪みの影響を受ける材料を含む機能層内にNMSの少なくとも一部が配置されることを表す。一態様において、NMSは、機能層に近接しており、機能層と一致しない場合もあるが、NMSの位置によって、機能層に加わりかねない歪みの実質的な低減等の機械的な便益が機能層にもたらされる。例えば、近接NMSの位置は任意選択として、曲率半径がミリメートル又はセンチメートルのオーダーとなるように折り畳まれたデバイス等、歪みの影響を受ける材料の歪みを所与の折り畳み構成で少なくとも10%、20%、50%、又は75%低減する当該材料からの距離として規定される。別の態様において、近接NMSの位置は、数mm未満、2mm未満、10 μ m未満、1 μ m未満、又は100nm未満等、歪みの影響を受ける材料からの距離等の絶対項において規定可能である。

別の態様において、近接層の位置は、歪を受ける包含層に最も近い層の50%、25%、又は10%範囲内等、歪みの影響を受ける材料に隣接した層に対して規定される。一態様において、近接NMSは、機能層に隣接した層内に含まれる。

【0068】

[0102]「構成要素」は、デバイスの個々の部分を表すのに広く用いている。

【0069】

[0103]「センシング」は、物理的及び／又は化学的特性の有無、量、大きさ、又は強度の検出を表す。有用なセンシング用デバイス構成要素としては、電極素子、化学又は生物センサ素子、pHセンサ、温度センサ、歪みセンサ、機械センサ、位置センサ、光学センサ、及び容量センサが挙げられるが、これらに限定されない。

10

【0070】

[0104]「作動」は、構造、材料、又はデバイス構成要素に対する刺激、制御、或いは影響を表す。有用な作動用デバイス構成要素としては、電極素子、電磁放射素子、発光ダイオード、レーザ、磁気素子、音響素子、圧電素子、化学素子、生物素子、及び加熱素子が挙げられるが、これらに限定されない。

【0071】

[0105]用語「直接的又は間接的」は、ある構成要素の別の構成要素に対する動作又は物理的位置を表す。例えば、ある構成要素が別の構成要素に対して「直接的に」動作又は接触することには、中間物の介在を伴わない。これに対して、ある構成要素が別の構成要素に対して「間接的に」動作又は接触することには、中間物（例えば、第3の構成要素）が介在する。

20

【0072】

[0106]「封入」は、基板、接着層、又は封入層等、1つ又は複数の他の構造によって少なくとも部分的に、場合によっては完全に囲まれたある構造の配向を表す。「部分的に封入」は、1つ又は複数の他の構造によって部分的に囲まれたある構造の配向を表し、例えば当該構造の外面の30%、任意選択として50%、又は任意選択として90%が1つ又は複数の構造によって囲まれている。「完全に封入」は、1つ又は複数の他の構造によって完全に囲まれたある構造の配向を表す。

【0073】

[0107]「誘電体」は、非導電又は絶縁材料を表す。

30

【0074】

[0108]「ポリマー」は、化学的共有結合により接続された繰り返し構造単位で構成された巨大分子又は高分子量の特徴とする場合が多い1つ又は複数のモノマーの重合生成物を表す。ポリマーという用語には、ホモポリマーすなわち本質的に単一の繰り返しモノマー副単位からなるポリマーを含む。また、ポリマーという用語には、ランダム、ブロック、交互、セグメント化、グラフト、テーパー共重合体等、共重合体すなわち本質的に2つ以上のモノマー副単位からなるポリマーを含む。有用なポリマーとしては、非晶質、半非晶質、結晶、又は部分結晶状態の場合がある有機ポリマー又は無機ポリマーが挙げられる。連結モノマー鎖を有する架橋ポリマーは、いくつかの用途において特に有用である。これらの方法、デバイス、及び構成要素に使用可能なポリマーとしては、プラスチック、エラストマ、熱可塑性エラストマ、エラストプラスチック、熱可塑性プラスチック、及びアクリレート類が挙げられるが、これらに限定されない。例示的なポリマーとしては、アセタール重合体、生分解性重合体、セルロース重合体、フッ素重合体、ナイロン、ポリアクリロニトリル重合体、ポリアミドイミド重合体、ポリイミド、ポリアクリレート、ポリベンゾイミダゾール、ポリブチレン、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリエーテルイミド、ポリエチレン、ポリエチレン共重合体及び変性ポリエチレン、ポリケトン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリメチルペンテン、ポリフェニレンオキシド及びポリフェニレンスルフィド、ポリフタルアミド、ポリプロピレン、ポリウレタン、スチレン樹脂、スルホン系樹脂、ビニル系樹脂、ゴム（天然ゴム、スチレンブタジエン、ポリブタジエン、ネオプレン、エチレンプロピレン、ブチル、ニトリル、シリコンを含む）、アクリル、ナ

40

50

イロン、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、又はこれらの任意の組み合わせが挙げられるが、これらに限定されない。

【0075】

[0109]「エラストマ」は、実質的な永久変形を伴わずに伸張又は変形が可能であり、その元の形状に戻ることができるポリマー材料を表す。エラストマは通常、実質的に弾性的に変形する。有用なエラストマとしては、ポリマー、共重合体、ポリマーと共重合体との複合材料又は混合物を含むものが挙げられる。エラストマ層は、少なくとも1つのエラストマを含む層を表す。また、エラストマ層は、ドーパント及び他の非エラストマ材料を含んでいてもよい。有用なエラストマとしては、熱可塑性エラストマ、スチレン材料、オレフィン材料、ポリオレフィン、ポリウレタン熱可塑性エラストマ、ポリアミド、スチレンゴム、PDMS、ポリブタジエン、ポリイソブチレン、ポリ（スチレンブタジエンスチレン）、ポリウレタン、ポリクロロプレネン、及びシリコンが挙げられるが、これらに限定されない。例示的なエラストマとしては、ポリ（ジメチルシロキサン）（すなわち、PDMS及びh-PDMS）、ポリ（メチルシロキサン）、部分アルキル化ポリ（メチルシロキサン）、ポリ（アルキルメチルシロキサン）、及びポリ（フェニルメチルシロキサン）を含むポリシロキサン等のシリコン含有ポリマー、シリコン変性エラストマ、熱可塑性エラストマ、スチレン材料、オレフィン材料、ポリオレフィン、ポリウレタン熱可塑性エラストマ、ポリアミド、スチレンゴム、ポリイソブチレン、ポリ（スチレンブタジエンスチレン）、ポリウレタン、ポリクロロプレネン、及びシリコンが挙げられるが、これらに限定されない。一実施形態において、ポリマーは、エラストマである。

【0076】

[0110]「適合」は、例えば凸形状体を有する表面又は（例えば、時間的に変化する）動的な表面等の非平面形状の表面との共形接触を可能にする外形プロファイル等、特定の用途に望ましい外形プロファイルを採用できるように十分低い曲げ剛性を有するデバイス、材料、又は基板を表す。特定の実施形態において、所望の外形プロファイルは、手指の爪、皮膚、歯、足指の爪、又は耳たぶの外形プロファイルである。

【0077】

[0111]「共形接触」は、デバイスと受容面との間に確立された接触を表す。一態様において、共形接触には、ある表面の全体形状に対するデバイスの1つ又は複数の表面（例えば、接触面）の巨視的な適応を伴う。別の態様において、共形接触には、実質的に空隙のない十分な接触に至る、ある表面に対するデバイスの1つ又は複数の表面（例えば、接触面）の微視的な適応を伴う。一実施形態において、共形接触には、（1つ又は複数の）受容面に対するデバイスの（1つ又は複数の）接触面の適応を伴うことにより、例えば受容面と物理的に接触しないデバイスの接触面の表面積が20%未満であるか、又は任意選択として受容面と物理的に接触しないデバイスの接触面が10%未満であるか、又は任意選択として受容面と物理的に接触しないデバイスの接触面が5%未満である十分な接触が実現される。

【0078】

[0112]「ヤング率」又は「弾性率」は、区別なく使用しており、所与の物質の歪み対応力比を表す材料、デバイス、又は層の機械的特性を表す。ヤング率は、以下の式により与えることができる。

【数1】

$$E = \frac{(\text{応力})}{(\text{歪み})} = \left(\frac{L_0}{\Delta L} \right) \left(\frac{F}{A} \right) \quad (I)$$

ここで、Eはヤング率、 L_0 は平衡長、 ΔL は印加応力下での長さ変化、Fは印加力、Aは力印加面積である。また、ヤング率は、以下の方程式により、ラメ定数に関して表すこともできる。

10

20

30

40

50

【数 2】

$$E = \frac{\mu(3\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu} \quad (\text{II})$$

ここで、 λ 及び μ は、ラメ定数である。高ヤング率（又は「高弾性率」）及び低ヤング率（又は「低弾性率」）は、所与の材料、層、又はデバイスにおけるヤング率の大きさの相対的な記述子である。いくつかの実施形態において、低ヤング率に対する高ヤング率の大きさは、いくつかの用途ではおよそ 10 倍であることが好ましく、他の用途ではおよそ 100 倍であることがより好ましく、さらに他の用途ではおよそ 1000 倍であることがさらに好ましい。一実施形態において、低弾性率層は、100 MPa 未満、任意選択として 10 MPa 未満、任意選択として 0.1 MPa ~ 50 MPa の範囲から選択されるヤング率を有する。一実施形態において、高弾性率層は、100 MPa 超、任意選択として 10 GPa 超、任意選択として 1 GPa ~ 100 GPa の範囲から選択されるヤング率を有する。一実施形態において、本発明のデバイスは、低ヤング率の 1 つ又は複数の構成要素を有する。一実施形態において、本発明のデバイスは、全体として低いヤング率を有する。

【0079】

[0113] 「低弾性率」は、10 MPa 以下、20 MPa 以下、又は 1 MPa 以下のヤング率を有する材料を表す。

【0080】

[0114] 「曲げ剛性」は、印加曲げモーメントに対する抵抗を記述した材料、デバイス、又は層の機械的特性である。一般的に、曲げ剛性は、材料、デバイス、又は層の弾性率と面積慣性モーメントとの積として定義される。不均一な曲げ剛性を有する材料は、任意選択として、材料の層全体の「バルク」又は「平均」曲げ剛性に関して記述する場合がある。

【0081】

[0115] 「横寸法」は、組織搭載電子システム又はその構成要素等の構造の物理的な寸法を表す。例えば、横寸法は、構造の長さ、幅、半径、又は直径等、構造の厚さに沿って延びた軸に直交して配向した 1 つ又は複数の物理的寸法を表していてもよい。横寸法は、構造の厚さに沿って延びた軸に直交して配置された平面又は表面の 2 次元エリアに対応するシステムの側方設置面積の特徴付け等、電子システム又はその構成要素の面積の特徴付けに有用である。

【0082】

[0116] 図 1 の 1 A は、手指の爪に搭載する NFC デバイスを備えた組織搭載システムの上面図であり、図 1 の 1 B は、手指の爪に搭載する NFC デバイスを備えた組織搭載システムの側方分解図である。本実施形態のデバイスは、携帯電話及び他の NFC 対応通信プラットフォームとの通信に適合するウェアラブル電子的用途に対応する。本システムは、パスワード認証、電子商取引、バイオセンシング、及び動作認識等、広範な近距離無線通信用途に対応する。

【0083】

[0117] 図 1 の 1 A 及び 1 B に示すように、手指の爪に搭載する NFC デバイスは、電子的機能層及び／又は光学的機能層と、構造層及び／又は電気絶縁層とを含む多層構造を備える。本実施形態のデバイスは、ミリメートル規模の微小な全体寸法を有する。図 1 の 1 B に示すように、機能層は、一対の NFC 適応銅コイルと、LED 及び NFC チップ構成要素とを備える。コイルは、約 5 mm よりも大きな半径及び約 20 ミクロンの厚さによって特徴付けられている。LED 及び NFC チップ構成要素は、約 100 ミクロンの厚さによって特徴付けられている。図 1 に示すように、NFC チップ構成要素は、コイルの中央領域近くに配置された接点を介してコイルと電氣的につながっている。

【0084】

[0118] 図 1 の 1 B に示すように、NFC デバイスは、銅コイルを物理的に封入するよう

に配置されたポリイミド被膜と、基板として機能する低弾性率アクリル等の接着剤とを含む構造層及び／又は電気絶縁層をさらに具備する。例えば、いくつかの実施形態においては、システムを封入する薄いシリコンエラストマ（例えば、100ミクロン未満）が設けられている。いくつかの実施形態において、構造層及び／又は電気絶縁層（例えば、ポリイミド被膜、接着剤等）は、デバイスの中立機械表面に対して機能デバイス要素（例えば、コイル又はチップ）を一致又は近接させる厚さ及び位置を有する。

【0085】

[0119]図1の1A及び1Bに示す例においては、手指の爪の外面への搭載を示している。これらの実施形態において、システムは、手指の爪の曲線状の表面との機械的に堅牢な共形接触を実現するのに十分な全体柔軟性を与える全体的な物性を有していてもよい。また、本発明のシステムは、歯、足指の爪、耳たぶ、毛、及び皮膚等の外部組織を含む多様な組織面への搭載にも適合する。ただし、手指の爪への搭載によれば、不快感も剥離も低リスクの6カ月超の期間にわたる非常に安定且つ機械的に堅牢な搭載を含むいくつかの用途に有用な一定の便益がもたらされる。また、図1の1A及び1Bに示す例示的なシステムによれば、多機能実装に適合するプラットフォームがもたらされ、別の電子的及び／又は光学的システムが当該システムに組み込まれる。また、図1の1A及び1Bに示す例示的なシステムは、例えば除去試行時の機能喪失及び／又は破壊によって、除去及び／又は再利用を防止する全体デバイス設計にも適合する。

【0086】

[0120]

実施例1

【0087】

要約

[0121]本実施例は、超小型様式の薄くて軽量の可撓性近距離無線通信（NFC）デバイス類を導き、それぞれの最適な構成と関連付けられた機構、無線周波数特性、及び材料面の体系的な調査を示す。これらのシステムによれば、他のNFC技術及びウェアラブル電子機器に対して、機械的強度、配置多様性、及び最小界面応力の利点が得られる。これらのシステムの機械的及び電磁的特性に関する詳細な実験研究及び理論モデリングによって、重要な設計検討事項の理解が得られる。これらの考え方は、バイオセンサ及び電子インプラントといった多くの他種無線通信システムにも当てはまり得る。

【0088】

序論

[0122]ウェアラブル電子技術は、急速に成長する消費者機器部門の基礎となる。新たなウェアラブルデバイスを追及するため、今後10年にわたって、材料だけで1000億ドル超が費やされると予測される^{〔1〕}。これらのシステムに用いる材料及びデバイス構造の発達によって、能力の範囲拡大、使用形態の拡張、堅牢性／信頼性の向上、サイズ／重量の抑制、及びコスト低減の機会が生み出されることになる。携帯電話プラットフォームは、生体プロセスを測定してデータを電話に伝える現在利用可能なリストバンド・腕時計型デバイスのように、より広い技術分野における重要な要素であり続ける可能性が高い^{〔2、3〕}。近年の研究によって、これら既存のシステムと比較して大幅に異なる種類の統合方法が実証されており、ウェアラブルデバイスは、一時転写タトゥーの形態を取る。その結果として、身体との接触が大幅に改善され、これに対応して、集積センサから収集可能な情報の多様性及び精度が向上している^{〔2、4、5〕}。ここで、重要な目標は、皮膚界面における炎症及び不快感を抑える方法として、表皮に一致するとともに、接合の堅牢性を向上させるように物性（特に、弾性率及び伸縮性）を設計することである^{〔2、4、6〕}。本実施例においては、全体サイズの縮小が皮膚への物理的影響を最小限に抑える付加的な（場合により、主要な）手段として機能する相補的な方法を提示する。また、この方式によれば、搭載位置の選択肢の拡張によって、手指の爪及び歯等のエリアが含まれるが、これらのエリアでは、機械的整合性が常に求められるわけではなく、搭載時間を数カ月以上に延長することができる。特に、超小型様式の薄くて軽量の可撓性近距離無線通信

(NFC) デバイスについて、それぞれの最適な構成と関連付けられた機構及び材料面の体系的な研究と併せて導く。潜在的な用途としては、パスワード認証^[7]、電子商取引^[8]、及びバイオメトリックセンシング^[9]が挙げられるが、それぞれ、計端電話又は他のNFC対応プラットフォームとの無線電力及び通信によって実行される。このようなデバイスは、従来の腕装着NFCデバイスよりもほぼ100倍小さな面積しか使わず、～100倍薄く、～10,000倍軽い。また、面積は、表皮構成を伴う最新報告のNFCデバイス^[2]よりもほぼ10倍小さく、知り得る限り、人体の表面上の統合に関して最小である。人体への埋め込みに関しては、ここに報告するデバイスより～10倍大きな体積を有する剛性のカプセル状NFCデバイスが利用可能である^[10]。また、オープン構造設計によって、表皮等の柔軟面に搭載された場合の変形及び物理的応力に対する高い耐性が得られる。機械的及び電磁的特性の実験的測定結果が理論的モデリング結果と同等であるため都合が良い。標準的なNFC対応家電を用いたデバイス動作により、様々な用途に対応する評価の能力を実証する。

【0089】

結果と考察

[0123]図2は、これら超小型又はミリメートル規模のNFC(mm-NFC)デバイスの層状オープン構造設計をまとめている。図2のa及びbは、直径が5.8mm及び7.04mmのmm-NFCデバイスの光学顕微鏡画像を示している。いずれの場合も、デュアルコイルレイアウトのコイルはそれぞれ、9巻(18μm厚)の銅配線から成り、高いQ値及びほぼ14MHzの共鳴周波数を実現している。これらのプラットフォームは、様々な市販の構成要素から選択される薄型NFCダイを利用している。ここで報告する実験では、それぞれ5.8mm及び7.04mmの直径のコイルを備えたNTAG216(NXP semiconductor)及びM24LR04E(ST Microelectronics)チップを使用している。これらのデバイスは、各層の上下にポリイミド被膜を内蔵することによって、銅配線を物理的に封入し、中立機械平面の近くに配置して、曲げ誘起歪みを最小化する(図2のd、e)。NFCダイは、改良フリップチップ技術によって、コイルの中央領域近くに配置された接点につながっている。また、特定のデバイス変形例では、小型の発光ダイオード(LED、0402サイズ:1mm×0.5mm)。ここで、NFC ISOプロトコルでの通信中に環境発電されて整流されたエネルギーによって、LED及びNFCチップが同時に動作可能である。すべての場合において、薄いシリコンエラストマ(～25μm)がシステムを封入し、低弾性率のアクリル接着剤(～25μm)が基板として機能する。超小型の薄くて軽い構成により、長期にわたる統合が可能であり、人体及び外部機器の両者との界面が容易に確立される位置を含めて、人体への搭載に関する幅広い選択肢がもたらされる。

【0090】

[0124]手指の爪及び足指の爪が実例である。皮膚と比較して、爪は固く物理的に静止しており、感覚能力がないため、堅牢且つ長期にわたる統合に関して低侵襲の界面を与える。爪の生皮から終焉までの成長サイクルは、6カ月を超え得るため、数カ月にわたる統合が可能である^[11]。このような時間枠は、皮膚への搭載と関連付けられた時間枠を大幅に超える。皮膚の細胞分化及び剥離のサイクルは、数週間の時間枠で発生する。大人の手指の爪は、年齢、性別、全身サイズ、及び指に応じて、～13mm以上～15mm以下の範囲の曲率半径を有する^[12]。適正に設計されたデバイスであれば、動作特性の大幅な変化なく、このような表面への搭載と関連付けられた屈曲に対応可能である。図3は、手指の爪に関連する曲げ曲率でのmm-NFCデバイスの電磁的特性を示している。これらの評価には、最も大きなデバイス(7.04mmコイル直径)を使用している。この様式には、任意所与の曲率での最も重大な変化を伴うためである。すべての場合において、最小位相法^[13]により測定される共鳴周波数は、電磁的シミュレーション(Ansys HFSS 13ユーザガイド:Ansys Inc. 2011)により決定される共鳴周波数に一致する。通常、周波数は、投射面積及び関連するインダクタンスの減少のため、曲げ半径に伴って高くなる。mm-NFCデバイスのコイルを通る磁束は、 $\Phi = \int$

$\int_S B \cdot dS$ である。ここで、 B は、1次コイルが生成する磁界であり、 S は、mm-NFCデバイスのコイルにより囲まれた対応する面内面積である。市販されている大きな1次コイル（Samsung Galaxy Note II）の場合、磁界 B は本質的に、小さなmm-NFCデバイスの屈曲時と同じままであり、磁束 Φ は、mm-NFCデバイスのコイルの有効面積 S のみによって決まる。有効面積 S の変化は、 $(d/R)^2/3$ である。ここで、 d は、mm-NFCデバイスの内径であり、 R は、曲率半径である。直径が7.04mm、実験と同様に $d \sim 5$ mm、 $R > 5$ mmである大人の手指の爪に用いるmm-NFCデバイスの場合、有効面積 S は、 $R = 5$ mmの場合に $\sim 3.1\%$ しか小さくならない。したがって、図3のaで確認される通り、手指の爪にmm-NFCデバイスが搭載される場合は、磁束も不変のままである。共鳴周波数は、以下により求められる。

10

【数3】

$$f_{\text{共鳴}} = 1/(2\pi\sqrt{L(f_{\text{共鳴}}, R)C})$$

ここで、 C は、NFCダイのキャパシタンスであり、mm-NFCデバイスのコイルの実効インダクタンス L は、図7に示すように、周波数 f 及び曲率半径 R によって決まる。平面状コイルの場合と曲率半径が5mmの場合との実行インダクタンスの最大差は、図7に示すように、 $\sim 3\%$ に過ぎない。結果として、曲げ半径 $R > \sim 5$ mmの場合、共鳴周波数及び Q 値はそれぞれ、 ~ 14 MHz及び ~ 15 のままである。図3のd及びeに示すように、 R が5mmを大幅に下回る場合は、変化が観察される。

20

【0091】

[0125]磁束の式から予想される通り、1次コイルとmm-NFCデバイスとの間の電磁結合は、サイズに大きく依存する。表1に示す異なる半径の3つのmm-NFCデバイスについて検討するが、これらは、同じインダクタンスとなるように巻数及び層数を調整している。すなわち、これらのmm-NFCデバイスは、表1に示すように同じ共鳴周波数及び Q 値を有し、図8のaに示すように同じ反射減衰スペクトルを有する。mm-NFCデバイスのサイズが小さくなると、図8のbに示すように、位相の振幅が急速に低下するが、これは、mm-NFCデバイスのコイルサイズの縮小に伴って、1次コイルとmm-NFCデバイスとの間の通信が大幅に弱くなることを示唆している。

30

【表1】

表1.半径が異なる3つのmm-NFCデバイス

	直径 (mm)	層数	巻数/層	共鳴周波数 f_0	f_0 でのインダクタンス (μH)	f_0 での Q 値
コイル1	7.76	2	8	13.88MHz	4.76	13.9
コイル2	7.04	2	9	13.72MHz	4.87	13.4
コイル3	4	4	8	13.93MHz	4.73	12.3

40

【0092】

[0126]手指の爪が成長する性質により、楕円形状を採用したmm-NFCデバイスであって、長軸が爪の根本と平行に配向している場合は、搭載時間を長くすることができる。図4は、上記のような形状及び円形設計と同様の面積 (πR^2) を有するmm-NFCデバイスについて、主軸 a 及び b が図4のcに示す通りの複数の異なるアスペクト比 $b/a = 1.21$ 、 1.44 、及び 1.69 の場合の結果を示している。図4のb及びcに示すように、アスペクト比 b/a が小さくなくても、共鳴周波数及び位相の振幅はわずかに小さくならない。その結果、この範囲のアスペクト比の場合、共鳴周波数及び Q 値は、本質的に不変すなわちそれぞれ14MHz及び15のままである（図4のd、e）。

50

【0093】

[0127]また、可撓性のmm-NFCデバイスは、皮膚への搭載の場合にも利点がある。ここで、サイズが小さいと知覚が最小限に抑えられ、剥離のエネルギー解放率が抑えられる。図5のaは、様々な変形状態で低弾性率の基板（PDMS、伸長方向の長さ20mm、幅25mm、厚さ3mm、弾性率0.145MPa）上に印刷された外径7.04mmのデバイスの画像を示しており、20%の伸長及び20%の圧縮を繰り返し伴うテストを含む。デバイスは、10,000サイクル後であっても、特性の劣化を一切示していない（図5のc）。図5のbは、有限要素解析（ABAQUSユーザーマニュアル2010, V6.10）により求められた基板とmm-NFCデバイスとの界面における応力分布を示している。伸長及び圧縮の両者について、垂直応力は、界面における剪断応力と比較して無視できるほど小さい。20%伸長の通常の皮膚による力の体性知覚の場合、後者は、閾値（20kPa）よりも小さい^[14]。20%の圧縮は、ほとんどの実用的用途での予想よりも大きい。この場合、剪断応力は、界面の小さな領域（ $\sim 4\text{mm}^2$ ）にわたって閾値20kPaを超える。縁部での微小な亀裂のエネルギー解放率^[15]は、以下の通りである。

【数4】

$$G = \frac{E_{\text{sub}} \varepsilon_{\text{app}}^2}{8(1 - \nu_{\text{sub}}^2)} L_0 \tan \frac{\pi D}{2L_0}$$

ここで、Dはmm-NFCデバイスの直径、 L_0 は伸長方向の基板の長さ、 ε_{app} は基盤中の平均歪み、 E_{sub} 及び ν_{sub} はそれぞれ、基板のヤング率及びポアソン比である。図5のdに示すように、エネルギー解放率は、コイル直径Dとともに明らかに低下し、小さなmm-NFCデバイスの場合はDに関して線形となる。すなわち、以下の通りである。

【数5】

$$G = \frac{\pi D E_{\text{sub}} \varepsilon_{\text{app}}^2}{16(1 - \nu_{\text{sub}}^2)}$$

このスケーリングにより、mm-NFCデバイスが皮膚から剥離する可能性が低くなる利点がある。図5のe及びfはそれぞれ、挟持モード変形中の皮膚に搭載されたデバイスの写真及び有限要素解析による界面での応力分布を示している。デバイスは、皮膚に大きく皺が寄った場合であっても皮膚と十分に接合している。サイズを最小限に抑えることにより、任意所与の接着方法及びデバイス構成について、デバイス／皮膚接合界面の堅牢性が最大化される。

【0094】

[0128]図6は、身体の様々な場所に搭載されたデバイスの画像を示しており、それぞれ、考え得る用途を示唆している。図6のaは、手指の爪上のmm-NFCデバイスを示しており、図6のbに示すように、電話の取り扱いと関連付けられた自然な動作によって、その動作をロック解除することができる。この種の認証は、多くの状況で有用となり得る（図6のc）。目的が異なる複数のデバイスを容易に、1つの好都合なエリアに提供することができる（図6のd）。特定のNFCダイ（SL13A、AMS AG）は、温度センシング及び他の機能における統合能力を与える。図6のeのはめ込みは、温度センシング用のmm-NFCデバイスを示している。この場合は、皮膚統合構成が有用となり得る（図6のe、f）。デバイスは、歯上及び水中でも適正に機能するため（図6のg、h）、生物流体中の化学的センシング用のモードに対応し得る。

【0095】

結論

[0129]ここで提示した材料、デバイス設計、及び統合方法は、mm規模の身体に装着す

る可撓性NFCシステムの枠組みを与えており、パスワード認証、電子商取引、及びバイオメトリックセンシングにおいて潜在的な用途がある。特に、超小型の形状及び機械的に柔軟な設計によって、機械的強度、配置多様性、及び最小界面応力の利点が得られる。適正な設計のためには、材料、電磁的特性、及び機械的特性における理論的及び実験的検討の組み合わせが必要不可欠である。これらの考え方は、様々なバイオセンサ及び電子インプラントといった多くの他種無線通信システムにも当てはまり得る。

【0096】

実験項

[0130]コイルの作製：Cu箔（18 μm 厚、Oak Mitsui Micro-thinシリーズ）を第1のコイル層の材料とした。ポリイミド層（2.4 μm 厚、PI2545、HD Microsystems）を2000rpmで30秒間スピンキャストし、150℃のホットプレート上で5分間焼いた後、250℃の真空オーブンに70分間入れて、絶縁被膜を形成した。このPI被覆Cu箔をポリジメチルシロキサン（PDMS、Sylgard184）被覆ガラススライド上にPI面を下にして重ねることにより、フォトリソグラフィによるCuのコイル形状へのパターン化（AZ4620フォトレジスト、3000rpmで30秒間のスピンキャスト、110℃で3分間の焼成、300mJ/cm²のUV照射、体積比1：2の現像液AZ400K／脱イオン水溶液による～40秒間の現像）及びウェットエッチング（CE-100銅エッチャントTransense、高頻度の水洗を伴う10分間のエッチング）が可能となった。1000rpmで30秒間のPIスピンキャストの被覆により第1のコイル層を覆った。フォトリソグラフィ（AZ4620）及び酸素プラズマエッチングによって、PIを貫通するビアホールを作成した。酸化物除去剤（Flux、Worthington）によって、ビアホールの基部に生じた銅酸化物を除去した。電子ビーム蒸着によって、電気メッキ用の導電層（500nm厚）を形成した。次に、電気メッキ（水中11wt%の硫酸銅五水和物、13mA/cm²で55分間の電流、正極と負極間の距離1.7cm）によって、20 μm 厚のCu層に第2のコイルを生成し、フォトリソグラフィ（AZ4620）及びウェットエッチング（銅エッチャント）によるパターン化を行った。スピンキャストによって、コイル全体構造の上に別の2.4 μm 厚のPI層を形成した。50nm厚のSiO₂層の電子ビーム蒸着によって、フォトリソグラフィ（AZ4620）及びRIEエッチング（50mTorr、40sccm CF₄、100Wで10分間）により規定された形状にハードマスクを作成した。酸素プラズマによって、露出したPIを除去し、コイルの領域にのみPIを残して、機械的変形能を向上させるオープン構造設計を得た。

【0097】

[0131]NFCダイ：NTAG216（NXP Semiconductor、ISO/IEC14443、入力キャパシタンス50pF）チップを最小デバイスの電子機器とした。環境発電デバイスとして、M24LR04E（ST Microelectronics、ISO/IEC15693、入力キャパシタンス27.5pF）チップを使用した。SL13A（AMS AG、ISO/IEC15693、入力キャパシタンス25pF）チップによって、温度センシングデバイスを実現した。すべてのチップを薄化（<100 μm 厚）し、パッケージのないベアダイとして使用した。

【0098】

[0132]転写とチップ組み立て：セルロースベースの水溶性テープ（Grainger）によって、作製したコイルの基板からの回収及び接着基板への統合を可能にした。水溶による水溶性テープの除去によって、転写を完了した。インジウム／Agベースのハンダペーストを用いた改良フリップチップボンディング法（Ind.290、Indium Corporation、リフロー炉において～165℃で2分間）によって、薄化NFCダイ及びLEDをコイルに取り付けた。シリコンエラストマ（Q1-4010、Dow corning）の液滴によりチップを封入した。

【0099】

[0133]電磁的特徴付け：電磁的特徴付けには、5～20MHzの周波数範囲にわたって

10

20

30

40

50

、市販の1次コイル (Samsung Galaxy Note II、共鳴周波数～47.5 MHz) と併せてインピーダンスアナライザ (4291A RFインピーダンス/材料アナライザ Hewlett Packard) を使用した。最小位相法によりNFCデバイスの共鳴周波数を規定した。測定では、図9に示すように、～2 mmの垂直距離で1次コイルの中心にデバイスを配置した。

【0100】

参考文献

[1] H. P. H. J., 2015; G. B. Raupp, EcsTransactions 2011, 37, 229.

【0101】

[2] J. Kim, A. Banks, H. Y. Cheng, Z.Q. Xie, S. Xu, K. I. Jang, J. W. Lee, Z. J . Liu, P. Gutruf, X. Huang, P. H. Wei, F. Liu, K. Li, M. Dalal, R. Ghaffari, X. F eng, Y. G. Huang, S. Gupta, U. Paik, J. A. Rogers, Small 2015, 11, 906. 10

【0102】

[3] J. Siden, V. Skerved, J. Gao, S. Forsstrom, H.-E. Nilsson, T. Kanter, M. Gul liksson, "Home care with nfcsensors and a smart phone", presented at Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communi cation Technologies, 2011.

【0103】

[4] D. H. Kim, N. S. Lu, R. Ma, Y. S. Kim, R. H. Kim, S. D. Wang, J. Wu, S. M. W on, H. Tao, A. Islam, K. J. Yu, T. I. Kim, R. Chowdhury, M. Ying, L. Z. Xu, M. Li , H. J. Chung, H. Keum, M. McCormick, P. Liu, Y. W. Zhang, F. G. Omenetto, Y. G. Huang, T. Coleman, J. A. Rogers, Science 2011, 333, 838. 20

【0104】

[5] S. Xu, Y. H. Zhang, L. Jia, K. E. Mathewson, K. I. Jang, J. Kim, H. R. Fu, X . Huang, P. Chava, R. H. Wang, S. Bhole, L. Z. Wang, Y. J. Na, Y. Guan, M. Flavin , Z. S. Han, Y. G. Huang, J. A. Rogers, Science 2014, 344, 70; J. R. Windmiller, A . J. Bandodkar, G. Valdes-Ramirez, S. Parkhomovsky, A. G. Martinez, J. Wang, Chem Commun 2012, 48, 6794.

【0105】

[6] K. I. Jang, H. U. Chung, S. Xu, C. H. Lee, H. Luan, J. Jeong, H. Cheng, G. T . Kim, S. Y. Han, J. W. Lee, J. Kim, M. Cho, F. Miao, Y. Yang, H. N. Jung, M. Fla vin, H. Liu, G. W. Kong, K. J. Yu, S. I. Rhee, J. Chung, B. Kim, J. W. Kwak, M. H . Yun, J. Y. Kim, Y. M. Song, U. Paik, Y. Zhang, Y. Huang, J. A. Rogers, Nat Comm un 2015, 6, 6566; J. W. Jeong, W. H. Yeo, A. Akhtar, J. J. S. Norton, Y. J. Kwack , S. Li, S. Y. Jung, Y. W. Su, W. Lee, J. Xia, H. Y. Cheng, Y. G. Huang, W. S. Ch oi, T. Bretl, J. A. Rogers, Adv Mater 2013, 25, 6839. 30

【0106】

[7] M. Q. Saeed, C. D. Walter, 2012 International Conference for Internet Techno logy and Secured Transactions 2012, 730.

【0107】

[8] M. Fisher, Google Patents, 2013. 40

【0108】

[9] D. P. Rose, M. Ratterman, D. K. Griffin, L. Hou, N. Kelley-Loughnane, R. R. Naik, J. A. Hagen, I. Papautsky, J. Heikenfeld, 2014; E. Freudenthal, D. Herrera, F. Kautz, C. Natividad, A. Ogrey, J. Sipla, A. Sosa, C. Betancourt, L. Estevez, 2007.

【0109】

[10] A. Znidarsic, B. Werber, 2014; D. Things, Vol. 2014, 2014.

【0110】

[11] W. B. Bean, Arch Intern Med 1980, 140, 73. 50

【0111】

[12] S. Murdan, Int J Cosmetic Sci2011, 33, 509.

【0112】

[13] T. J. Harpster, B. Stark, K.Najafi, Sensor Actuat a-Phys 2002, 95, 100; X. Huang, Y. H. Liu, H. Y. Cheng, W. J. Shin, J. A. Fan, Z. J.Liu, C. J. Lu, G. W. Kong, K. Chen, D. Patnaik, S. H. Lee, S. Hage-Ali, Y. G.Huang, J. A. Rogers, Adv Funct Mater 2014, 24, 3846.

【0113】

[14] S. D. Wang, M. Li, J. Wu, D. H.Kim, N. S. Lu, Y. W. Su, Z. Kang, Y. G. Huang, J. A. Rogers, J Appl Mech-T Asme2012, 79.

10

【0114】

[15] N. S. Lu, J. I. Yoon, Z. G. Suo,Int J Mater Res 2007, 98, 717.

【0115】

実施例2—手指の爪に搭載するパスワード認証用NFCデバイス

[0134]本発明は、例えば電子ハードウェア産業においてパスワード認証に関する独自の解決策を与える手指の爪に搭載する近距離無線通信（NFC）デバイスを提供する。材料、設計、及び回路集積によって、生体適合性NFC技術が実現される。組み込みNFC技術は、パスワード、ピン番号、秘密の質問、個別バイオメトリクス、及び／又はテキスト／電子メール確認取引のデジタル変換器として機能する。本実施形態の手指の爪に搭載するデバイスは、NFCアンテナを用いるアクセス時点管理リーダと無線通信可能である。アクセス時点管理リーダとしては、スマートフォン、ラップトップ、キーボード、コンピュータマウス、リモコン、金庫、及び／又は錠が挙げられるが、これらに限定されない。パスワード、指紋タッチパッド、又は金庫の番号を呼び出す代わりに、手指の爪に搭載するデバイスの認定ユーザは、セキュリティパスコードを生成することなく、それぞれの電子機器及び／又は金庫関連物にすぐアクセスすることができる。

20

【0116】

[0135]例えば、いくつかの実施形態においては、個々のデバイスに一意の暗号化された識別番号を格納する専用チップを本発明が有する。また、チップは、各承認時点後に変化する動作固有のセキュリティコードを有する。暗号化された識別番号は、認定ユーザのアクセスを許可する。例えば、認定ユーザは、リーダが本発明に係るハードウェアを検出したら、テレビに直行する。暗号化された識別番号が適切に整合しない場合、外部ユーザのアクセスは拒否される。

30

【0117】

[0136]プライバシーのため、個々のユーザは、それぞれの個人情報、パスワード、ピン、バイオメトリクス、及び／又はアクセス制限を傍観者に曝すリスクを取らない。顧客は、それぞれの個人用電子機器にアクセスするのに、パスワード又はピンを入力する時間を無駄にする必要がない。手指の爪に搭載するデバイスは、防水処理されており、数日又は数カ月にわたって動作し続ける。本発明は、認証目的で特別に開発された携帯電話又はコンピュータアプリケーションとともに作用し得る。本発明に係るデバイスは、爪又は皮膚から除去された場合、永久に無効となり、すべての個人情報が破壊される。

40

【0118】

[0137]図10は、手指の爪に搭載するシリコンCMOSデバイスの特徴付ける画像及び実験結果を示している。手指の爪の表面への接合は、優れた接着性をもたらすシアノアクリレートによる。図示のプロットは、およそ2.5カ月の時間枠に関して実現された良好な電子的性能を示している。

【0119】

[0138]図11は、手指の爪の認証デバイスの設計画像を示している。左側のパネルは、小型様式で設けられたNFCコイル及びNFCチップ構成要素を備えた手指の爪に搭載するシステムを示している。右側のパネルは、同じく小型様式で設けられた環境発電LEDインジケータをさらに備えた手指の爪に搭載するシステムを示している。

50

【0120】

[0139]図12は、手指の爪に搭載するNFCシステムの計算Q値を特徴付ける設計情報をまとめて示している。図示のように、Q値は、NFCコイルの厚さ及び直径等、多くの変数によって決まる。高いQ値は、携帯電話等のモバイル電子機器との通信に有益である。

【0121】

[0140]図13は、手指の爪に搭載する一連のNFCシステム設計について、周波数の関数としてS21(dB0)をプロットした図である。S21は、Samsung携帯電話のNFC1次コイルと手指の爪に搭載するNFCシステムのNFC2次コイルとの間で転送される電力を表す。1次及び2次コイル間の距離は、5mmに設定されている。

10

【0122】

[0141]図14は、コンピュータに対してユーザを認証するマウスと併せて使用する、手指の爪に搭載するNFCシステムを示している。

【0123】

[0142]図15は、曲率半径の関数として電磁的特性をまとめて示している。これらの結果、手指の爪の曲率に関わらず、手指の爪に搭載するNFCシステムが同様の範囲で動作することを立証している。

【0124】

[0143]図16は、組織搭載用途として本発明の252個のNFCシステムを備えた6インチ×9インチのテストパネルの画像を示している。

20

【0125】

[0144]本発明の手指の爪に搭載するシステムの有利な側面は、以下の通りである。

極薄の可撓性オープン構造（フリーサイズ構成）

急峻な屈曲下で安定動作する設計

堅牢な界面接着の方法

除去及び再利用を防止する設計

苛酷条件下で動作する材料

搭載位置の柔軟性を得る構成

グラフィックス重ね合わせの選択肢となるレイアウト

複数のデバイスが動作するためのコイル

30

【0126】

実施例3—手指の爪に搭載する電子決済用NFCデバイス

[0145]本発明は、例えばモバイル決済及び電子ウォレットサービスプロバイダ向けの独自のプラットフォームを与える手指の爪に搭載する近距離無線通信（NFC）デバイスを提供する。材料、設計、及び回路集積によって、生体適合性NFC技術が実現される。いくつかの実施形態において、組み込みNFC技術は、あらゆるデビットカード、クレジットカード、及びプリペイドギフトカードの背面に見られる磁気ストリップのデジタル変換器として機能する。手指の爪に搭載するデバイスは、NFCアンテナを用いる販売時点管理リーダと無線通信可能である。現金、デビットカード、又はクレジットカードを交換する代わりに、ユーザは、1回のタッチ又はポイントで安全な店内支払いを行うことができる。手指の爪に搭載するデバイスを用いた別の支払い方式としては、デバイスとピン、デバイスの組み合わせ、又はデバイスと第2の承認方法との組み合わせが挙げられる。

40

【0127】

[0146]例えば、一実施形態においては、個々のデバイスに一意的暗号化された決済情報を格納する専用チップを本発明が有する。また、チップは、各取引後に変化する取引固有のセキュリティコードを有する。暗号化された決済情報及び変化するセキュリティコードを用いて、購入時に各取引を処理する。いくつかの実施形態において、決済情報は、業者と共有されることもなければサーバに格納されることもない。いくつかの実施形態において、すべての金融情報は、消費者の個人のモバイル機器及び／又はコンピュータにおいてローカルに格納される。

50

【0128】

[0147]いくつかの実施形態においては、プライバシーのため、本発明に係るハードウェアが如何なる種類の取引情報も保存しない。個々の消費者は、それぞれの氏名、カード番号、セキュリティコードを小売店又は傍観者に曝すリスクを取らない。顧客は、電子決済のためにそれぞれの電話、クレジットカード、及び／又は現金を持ち歩く必要がない。いくつかの実施形態において、デバイスは、防水処理されており、数日又は数カ月にもわたって動作し続ける。本発明の本態様のシステムは、決済取引用に特別に開発された携帯電話アプリケーションとともに作用し得る。いくつかの実施形態において、本発明に係るデバイスは、爪又は皮膚から除去された場合、永久に無効となり、すべての決済情報が破壊される。

10

【0129】

実施例4—手指の爪に搭載する個人識別／承認用NFC

[0148]本発明は、例えばアルコール販売、レストラン、バー、教育、及び／又はヘルスケア産業において個人識別に関する独自の解決策を与える手指の爪に搭載する近距離無線通信（NFC）デバイスを提供する。材料、設計、及び回路集積によって、生体適合性NFC技術が実現される。例えば、いくつかの実施形態において、組み込みNFC技術は、運転免許証及び学校識別カードのデジタル変換器として機能する。例えば、本態様の手指の爪に搭載するデバイスは、NFCアンテナを用いるアクセス時点管理リーダと無線通信可能である。個人識別カードを携行する代わりに、手指の爪に搭載するデバイスは、個人の識別の証明としての機能及び／又は関連する個人情報の格納が可能である。

20

【0130】

[0149]例えば、一実施形態においては、個々のデバイスに一意の暗号化された識別番号を格納する専用チップを本発明が有する。また、チップは、各入場時点後に変化する動作固有のセキュリティコードを有する。暗号化された識別番号は、正当な識別フォームとして機能し得る。例えば、「John Smith」（大人、男性、年齢45歳）は、手指の爪に搭載するデバイスを21歳以上であることの証明として用いることにより、アルコールを購入する。

【0131】

[0150]いくつかの実施形態においては、プライバシーのため、個々のユーザが氏名、年齢、及び／又は住所を曝すリスクを取ることではない。いくつかの実施形態において、デバイスは、防水処理されており、数日又は数カ月にもわたって動作し続ける。本発明の本態様のシステムは、認証目的で特別に開発された携帯電話アプリケーションとともに作用し得る。いくつかの実施形態において、本発明に係るデバイスは、爪又は皮膚から除去された場合、永久に無効となり、すべての個人情報が破壊される。

30

【0132】

実施例5—手指の爪に搭載する鍵アクセス／認証用NFC

[0151]本発明は、例えば居住地、オフィス、ホテル、及び／又は金庫産業での鍵アクセスに関する独自の解決策を与える手指の爪に搭載する近距離無線通信（NFC）デバイスを提供する。材料、設計、及び回路集積によって、生体適合性NFC技術が実現される。例えば、いくつかの実施形態において、組み込みNFC技術は、すべての物理的な鍵のデジタル変換器として機能する。例えば、本態様の手指の爪に搭載するデバイスは、NFCアンテナを用いるアクセス時点管理リーダと無線通信可能である。アクセス時点管理リーダとしては、ドアの取っ手、窓、カウンタ、ロッカー、金庫及び／又は自動車が挙げられるが、これらに限定されない。鍵、カードキー、及び／又は財布を持ち歩く代わりに、手指の爪に搭載するデバイスの認定ユーザは、特定のエリア、建物、部屋、及び／又は自動車へのアクセスが許可される。

40

【0133】

[0152]例えば、一実施形態においては、個々のデバイスに一意の暗号化された識別番号を格納する専用チップを本発明が有する。また、チップは、各入場時点後に変化する動作固有のセキュリティコードを有する。任意提供の個人情報に基づいて、暗号化された識別

50

番号により、指定エリアにアクセスすることができる。例えば、本発明に係るデバイスは、ホテルの部屋のドアを解錠することができる。

【0134】

[0153]いくつかの実施形態においては、プライバシーのため、個々のユーザが氏名、部屋番号、及び／又は第三者の小売店若しくは傍観者へのアクセス制限を曝すリスクを取ることではない。顧客は、それぞれの携帯電話、鍵、及び／又は識別カードを携行してアクセス承認を得る必要がない。いくつかの実施形態において、デバイスは、防水処理されており、数日又は数カ月にわたって動作し続ける。本発明の本態様のシステムは、認証目的で特別に開発された携帯電話アプリケーションとともに作用し得る。いくつかの実施形態において、本発明に係るデバイスは、爪又は皮膚から除去された場合、永久に無効となり、すべての個人情報破壊される。

10

【0135】

実施例6—手指及び足指の爪に搭載する病院モニタリング／追跡用NFCデバイス

[0154]本発明は、例えば病院の患者をモニタリング及び追跡するための独自のサービスプラットフォームを与える組織搭載近距離無線通信（NFC）デバイスを提供する。材料、設計、及び回路集積によって、生体適合性NFC技術が実現される。いくつかの実施形態において、組み込みNFC技術は、銅リード線を用いた病院の識別リストバンド及びバイオセンシング電極のデジタル変換器として機能する。本態様の手指の爪に搭載するデバイスは、NFCアンテナを用いるアクセス時点管理リーダと無線通信可能である。アクセス時点管理リーダとしては、スマートフォン、ドアの取っ手、窓、及び／又はカウンタが挙げられるが、これらに限定されない。本発明に係るデバイスは、病院の認められた患者を電子的に追跡及びモニタリングする手段を医療従事者に提供する。手指の爪又は組織に搭載するデバイスは任意選択として、温度、pHレベル、グルコース、パルスオキシメトリ、心拍数、呼吸数、血圧、ECG（心電図検査）、EOG（電気眼球図検査）、EEG（脳波検査）、EMG（筋電図検査）、PPG（光電式指尖容積脈波検査）、動脈血酸素飽和度（SpO₂）、ビリルビン値、並びに／又はビリルビン光強度及びドーズを測定する別のバイオセンシング様式を提供する。

20

【0136】

[0155]いくつかの実施形態においては、プライバシーのため、個々のデバイスに一意の暗号化された識別番号を格納する専用チップを本発明が有する。また、チップは、絶えず変化する動作固有のセキュリティコードを有する。暗号化されたデバイス番号は、患者のヘルスケア情報を非公表とするのに役立つ。臨床医、病院経営者、及び保険業者だけがこの情報にアクセスできるユーザである。緊急の場合、病院職員は、行方不明の患者の迅速な発見及び／又は患者のバイタルサインの観察が可能である。

30

【0137】

[0156]個々のユーザはもはや、氏名及び／又はヘルスケア情報を傍観者に曝すリスクを取らない。いくつかの実施形態において、デバイスは、防水処理されており、数日又は数カ月にわたって動作し続ける。本発明の本態様のシステムは、認証目的で特別に開発された携帯電話アプリケーションとともに作用し得る。いくつかの実施形態において、本発明に係るデバイスは、爪又は皮膚から除去された場合、永久に無効となり、すべての個人情報破壊される。

40

【0138】

実施例7—手指及び足指の爪に搭載する危険装置安全取り扱い用NFCデバイス

[0157]本発明は、例えば銃器の安全性及び安全が求められる場合の潜在的に危険な機械類の安全な取り扱いに関する独自の解決策を与える組織搭載近距離無線通信（NFC）デバイスを提供する。本発明の材料、設計、及び回路集積によって、生体適合性NFC技術が実現される。一実施形態において、組み込みNFC技術は、潜在的に生命を脅かす装置の操作における付加的な安全且つ安心レイヤとして機能する。生命を脅かす装置としては、銃器、ノコギリ、及び／又は切断機が挙げられるが、これらに限定されない。本態様の手指の爪に搭載するデバイスは、NFCアンテナを用いるリーダと無線通信可能である。

50

身体設計ウェアラブルNFC技術によれば、無線周波数識別システムの使用によって、危険な装置の誤使用が抑えられる。銃器の引き金は、手指の爪に搭載する認定デバイスを検出した場合にのみ引くことができる。本発明に係る特定の実施形態のデバイスは、ユーザが鋭利な物体に近づき過ぎた場合に、工業用又は産業用切断機の停止スイッチを作動させることができる。

【0139】

[0158]一実施形態においては、個々のデバイスに一意の暗号化された識別情報を格納する専用チップを本発明が有する。また、チップは、承認時点後に変化する動作固有のセキュリティコードを有する。暗号化された識別情報及び変化するセキュリティコードを用いて、危険な装置への操作アクセスを許可又は拒否する。

10

【0140】

[0159]本発明の本態様のシステムは、スマートガン及び／又は危険な機械類用に特別に開発されたモバイルアプリケーションとともに作用し得る。いくつかの実施形態において、デバイスは、防水処理されており、数日又は数カ月にわたって動作し続ける。いくつかの実施形態において、本発明に係るデバイスは、爪又は皮膚から除去された場合、永久に無効となる。

【0141】

実施例8－手指及び足指の爪に搭載する薬瓶整合及び安全用NFCデバイス

[0160]本発明は、例えば整合性及び／又は安全性が求められる場合の薬瓶及び薬物へのアクセスに関する独自の解決策を与える組織搭載近距離無線通信（NFC）デバイスを提供し、本発明の材料、設計、及び回路集積によって、生体適合性NFC技術が実現される。一実施形態において、組み込みNFC技術は、薬瓶に関する付加的な安心及び／又は整合性モニタリングレイヤとして機能する。本態様の手指の爪に搭載するデバイスは、NFCアンテナを用いるリーダと無線通信可能である。身体設計ウェアラブルNFC技術によれば、特定の薬瓶が開放されている時間の経過を追うことができ、無線周波数識別システムの使用によって、権限のない個人が薬物にアクセスできないようにする。薬入れは、手指の爪に搭載する認定デバイスを検出した場合にのみ開くことができる。

20

【0142】

[0161]一実施形態においては、個々のデバイスに一意の暗号化された識別情報を格納する専用チップを本発明が有する。また、チップは、承認時点後に変化する動作固有のセキュリティコードを有する。暗号化された識別情報及び変化するセキュリティコードを用いて、既定の薬物へのアクセスを許可又は拒否する。

30

【0143】

[0162]本発明の本態様のシステムは、モバイルアプリケーションとともに作用し得る。いくつかの実施形態において、デバイスは、防水処理されており、数日又は数カ月にわたって動作し続ける。いくつかの実施形態において、本発明に係るデバイスは、爪又は皮膚から除去された場合、永久に無効となる。

【0144】

実施例9－手指の爪に搭載する病院手洗い用NFCデバイス

[0163]本発明は、例えば医療従事者が患者に関わる前に手を洗ったか否かをモニタリングする場合の病院職員に対する独自の解決策として、組織搭載近距離無線通信（NFC）デバイスを提供し、本発明の材料、設計、及び回路集積によって、生体適合性NFC技術が実現される。一実施形態において、組み込みNFC技術は、付加的な健康管理及び安全対策として機能する。本態様の手指の爪に搭載するデバイスは、NFCアンテナを用いるリーダと無線通信可能である。身体設計ウェアラブルNFC技術によれば、無線周波数識別システムの使用によって、医療関連感染のリスクが抑えられる。本発明に係るデバイスは、シンク、手除菌ステーション、及び／又は部屋アクセスポイントに設置されたリーダにごく近接して作動する。リーダは、手を洗った人物、タイミング、時間、及び温度等、作動デバイスからの情報を記録する。アクセス時点管理リーダは、特定の場所にいた人物を記録する。両リーダからのデータセットを相関させて使用することにより、手洗い手

40

50

順の準拠拒否及び汚染エリアを決定する。本発明に係るデバイスは、従業員に責任を課し、より衛生的な環境を保証する。

【0145】

[0164]一実施形態においては、個々のデバイスに一意の暗号化された情報を格納する専用チップを本発明が有する。また、チップは、承認時点後に変化する動作固有のセキュリティコードを有する。暗号化された決済情報及び変化するセキュリティコードを用いて、個人を正確に識別する。いくつかの実施形態において、デバイスは、防水処理されており、数日又は数カ月にわたって動作し続ける。いくつかの実施形態において、本発明に係るデバイスは、爪又は皮膚から除去された場合、永久に無効となる。

【0146】

実施例10—手指の爪に搭載するゲーム、楽曲共有、ソーシャル、及びデジタルメディアプラットフォーム用NFCデバイス

[0165]本発明は、例えばゲーム、楽曲共有、ソーシャル、及びデジタルメディアサービスプロバイダ向けの独自のプラットフォームを与える手指の爪に搭載する近距離無線通信(NFC)デバイスを提供する。材料、設計、及び回路集積によって、生体適合性NFC技術が実現される。本態様の手指の爪に搭載するデバイスは、NFC機能を有するスマートフォンと無線通信可能である。電話番号、電子メールアドレス、及び／又は自宅の住所を交換する代わりに、ユーザは、デジタルコンテンツ及び／又は個人情報を個人的に共有することができる。

【0147】

[0166]いくつかの実施形態においては、個々のデバイスに一意の暗号化された個人識別番号を格納する専用チップを本発明が有する。暗号化された情報は、デジタルコンテンツ及び情報を個人的に開示する手段である。いくつかの実施形態において、個人情報は、ユーザの同意なく、業者と共有されることもなければサーバに格納されることもない。いくつかの実施形態において、すべてのデジタル情報は、消費者の個人のモバイル機器、コンピュータ、ウェブページ、及び／又はゲームシステムにおいてローカルに格納及び共有される。

【0148】

[0167]いくつかの実施形態においては、プライバシーのため、個々の消費者が個人情報又はデジタルコンテンツを権限なき者に曝すリスクを取らない。顧客は、それぞれの電話及び／又は名刺を携行して個人情報を開示する必要がない。いくつかの実施形態において、デバイスは、防水処理されており、数日又は数カ月にわたって動作し続ける。本発明の本態様のシステムは、メディア共有目的で特別に開発された携帯電話アプリケーションとともに作用し得る。いくつかの実施形態において、本発明に係るデバイスは、爪から除去された場合、永久に無効となり、すべてのデジタルコンテンツが破壊される。

【0149】

実施例11—組織搭載デバイスの作動

[0168]本発明は、例えば消費者局、防衛局、及び／又は情報局向けの独自のプラットフォームを与える手指の爪に搭載する近距離無線通信(NFC)デバイスを提供する。材料、設計、及び回路集積によって、生体適合性NFC技術が実現される。本態様の手指の爪に搭載するデバイスは、NFC機能を有するスマートフォン等のデバイスと無線通信可能である。ユーザは、使用の終了及び／又は不法所持の場合にデバイスの機能を永久的に無効化し、すべてのデジタルコンテンツを消去する応答を起動することができる。

【0150】

実施例12—組織搭載デバイス

[0169]本発明のシステム及び方法は、用途が非常に広く、広範な用途に対応する。本実施例では、多くの異なる用途に対応する様々な異なるデバイス実施形態を示す。以下の説明では、本システムの広範な機能を示す実施例を与える。例示的なシステムに共通の構成要素としては、システムの寸法範囲内にアンテナ並びに無機及び／若しくは有機電子構成要素を有する基板が挙げられるが、これらのほとんどが、様々なISO及び非ISO準拠

10

20

30

40

50

形態を採用し得る R F I D I C を含むが、これに限定されない。構成要素は、アプリケーションに応じて、アクティブ又はパッシブ状態で用いられるように構成されている。例示のデバイスは、好ましくは所望の用途に整合する電磁的及び機械的形状因子を可能にする寸法及び形状を有する。

【0151】

実施例 13－組織搭載デバイス

[0170] 本発明のシステム及び方法は、用途が非常に広く、広範な用途に対応する。本実施例では、多くの異なる用途に対応する様々な異なるデバイス実施形態を示す。以下の説明では、本システムの広範な機能を示す実施例を与える。例示的なシステムに共通の構成要素としては、システムの寸法範囲内にアンテナ並びに無機及び／若しくは有機電子構成要素を有する基板が挙げられるが、これらのほとんどが、様々な I S O 及び非 I S O 準拠形態を採用し得る R F I D I C を含むが、これに限定されない。構成要素は、アプリケーションに応じて、アクティブ又はパッシブ状態で用いられるように構成されている。例示のデバイスは、好ましくは所望の用途に整合する電磁的及び機械的形状因子を可能にする寸法及び形状を有する。

【0152】

[0171] 図 17 は、本発明の様々な組織搭載システムの模式図である。

【0153】

[0172] 図 17 の A は、本発明の組織搭載システム 2 が取り付けられた手指の爪（フェイクネイル等）が接着剤により手指の爪上に配置される人の手指を示している。

【0154】

[0173] 図 17 の B は、様々な方法を用いて複数の異なる組織搭載システムが異なる場所に取り付けられた人の頭部を示している。図示の場所及び図示していない他の場所の 1 つ又はすべてを使用可能であるが、ここでは、頭部に関する好適な実施形態を示している。要素 1 は、耳に取り付けられたメモリ及び／又は電子センサを含む組織搭載システムを示している。要素 2 は、適当な接着剤を用いて歯に取り付けられたメモリ及び／又は電子センサを含む組織搭載システムを示している。要素 3 は、鼻の上又はごく近傍に配置された電子機器及び／又はセンサを含む組織搭載システムを示している。

【0155】

[0174] 図 17 の C は、接着剤を用いて爪甲に直接搭載されたメモリ及び／又は電子構成要素／センサを備えた組織搭載システムを装着した人の指を示している。デバイス 1 は、封入又は被覆層等の付加的なカバー材料 2 で覆われる場合がある。

【0156】

[0175] 図 17 の D は、人の足を示している。足上には、3つの異なる組織搭載システムが配置されている。要素 1、2 は、適当な接着剤を用いて爪甲上に直接配置され、メモリ及び／又は電子機器／センサを備える。要素 3 は、適当な接着剤により皮膚に直接搭載され、足指上に配置されたメモリ及び／又は電子機器／センサを備えた組織搭載システムを示している。

【0157】

[0176] 図 17 の E は、適当な接着剤を用いて、指の指紋上に組織搭載システム 1 が搭載された人の手の内側部を示している。デバイスは、メモリ及び／又は電子機器／センサを備える。

【0158】

[0177] 図 17 の F は、破線で人工装具ソケットを示しており、人の肢部に搭載された組織搭載システム 1 が見えるようにした半透明図である。組織搭載システム 1 は、メモリ及び／又は電子機器／センサを含む。

【0159】

[0178] 図 18 は、銃器の使用に関する認証用に手指の爪に搭載された組織搭載 N F C デバイスの模式図である。

【援用及び変形例に関する記述】

【0160】

[0179]例えば発行若しくは付与された特許若しくは同等物を含む特許文献、特許出願公開、及び非特許文献又は他の原資料等、本願全体に引用するすべての参考文献は、各参考文献が本願の開示内容と少なくとも部分的に矛盾しない範囲で、個別援用の如く、そのすべてを本明細書に援用する（例えば、部分的に矛盾する参考文献は、その部分的に矛盾する部分を除いて援用する）。

【0161】

[0180]本明細書に採用した用語及び表現は、説明の用語として使用しており、何ら制限を与えるものではない。また、このような用語及び表現の使用によって、図示及び記載した特徴又はその一部の如何なる均等物も除外することを意図しておらず、特許請求の範囲に係る本発明の範囲内で種々改良が可能であることが認識される。したがって、好適な実施形態、例示的な実施形態、及び任意選択としての特徴により本発明を具体的に開示したものの、当業者であれば、本明細書に開示の概念を改良及び変形可能であり、このような改良及び変形についても、添付の特許請求の範囲により規定される本発明の範囲内にあるものと考え得ることが了解されるものとする。本明細書に提供の具体的な実施形態は、本発明の有用な実施形態の例であり、当業者には、本明細書に記載のデバイス、デバイス構成要素、及び方法ステップの多くの変形例を用いて本発明を実行可能であることが明らかとなるであろう。当業者には当然のことながら、方法及び当該方法に有用なデバイスは、任意選択としての多くの構成及び処理要素並びにステップを含むことができる。

【0162】

[0181]本明細書において、置換基群を開示している場合は、群要素の異性体、鏡像体、及びジアステレオマーを含めて、当該群及びすべての下位群のすべての個別要素を別個に開示していることが了解される。本明細書において、マーカッシュ群等の分類を用いている場合は、当該群のすべての個別要素及び当該群に可能なすべての組み合わせ及び副組み合わせが本開示に個別に含まれることを意図している。本明細書において、例えば化学式又は化学名にて、特定の異性体、鏡像体、又はジアステレオマーが指定されずに化合物が記載されている場合、その記載は、個別又は任意の組み合わせで記載の当該化合物の各異性体及び鏡像体を含むことを意図している。また、特別の定めのない限り、本明細書に開示の化合物のすべての同位体異形は、本開示に包含されるものである。例えば、開示の分子中の1つ又は複数の任意の水素は、重水素又は三重水素で置換可能であることが了解されよう。分子の同位体異形は一般的に、当該分子の分析及び当該分子又はその使用に関する化学的及び生物学的研究における基準として有用である。このような同位体異形を作製する方法は、当技術分野において既知である。化合物の具体名は、例示的なものである。当業者であれば、同じ化合物に別の名称を付与可能であることが知られているためである。

【0163】

[0182]本明細書に開示の分子の多くは、1つ又は複数のイオン化基〔プロトンを除去可能な基（例えば、 $-COOH$ ）若しくは追加可能な基（例えば、アミン）、又は四級化可能な基（例えば、アミン）〕を含む。このような分子及びその塩の考え得るすべてのイオン型は、本開示に個別に含まれるものである。本明細書における化合物の塩に関して、当業者は、所与の用途において本発明の塩の作製に適した多種多様の利用可能なイオン対の中から選択可能である。特定の用途においては、塩を作成するための所与のアニオン又はカチオンの選択によって、当該塩の溶解度が上昇又は低下する場合がある。

【0164】

[0183]特に指定のない限り、本明細書に記載又は例示の構成要素のあらゆる構成又は組み合わせを用いて、本発明を実施することができる。

【0165】

[0184]例えば温度の範囲、時間の範囲、組成の範囲、又は濃度の範囲等、本明細書において範囲を与えている場合はいつでも、すべての中間範囲及び部分的範囲のほか、与えられた範囲に含まれるすべての個別値が本開示に含まれることを意図している。本明細書の

記述に含まれるある範囲又は部分的範囲の任意の部分的範囲又は個別値は、特許請求の範囲から除外可能であることが了解されよう。

【0166】

[0185]本明細書に記載のすべての特許及び刊行物は、本発明が関係する当業者の熟練度を示す。本明細書に引用の参考文献は、そのすべてを本明細書に援用することによって、それぞれの公開日又は出願日の時点での最新技術を示しており、また、この情報は、必要に応じて本明細書に採用することにより、従来技術における具体的な実施形態を除外することができるものである。例えば、組成物を請求している場合、本明細書に引用の参考文献に実施可能な開示が提供された化合物を含めて、本出願人の発明に先立つ技術において既知且つ利用可能な化合物は、特許請求の範囲に係る組成物に含まれるものではないことが了解されるものとする。

10

【0167】

[0186]本明細書において、「備える (comprising)」は、「具備する (including)」、「含む (containing)」、又は「特徴とする (characterized by)」と同義であり、包含的すなわちオープンエンドであるため、付加的な列挙されていない要素又は方法ステップを除外しない。本明細書において、「～からなる (consisting of)」は、特許請求の範囲の要素に指定されていない如何なる要素、ステップ、又は成分も除外する。本明細書において、「～から本質的になる (consisting essentially of)」は、特許請求の範囲の基本的且つ新規な特性に対して実質的な影響を及ぼさない材料又はステップを除外しない。本明細書の如何なる場合も、用語「備える (comprising)」、「～から本質的になる (consisting essentially of)」、及び「～からなる (consisting of)」はそれぞれ、その他2つの用語のいずれかと置き換え可能である。本明細書において説明的に記載した本発明は、本明細書に具体的に開示されていない如何なる (1つ又は複数の) 要素、限定がなくても、適切に実施可能である。

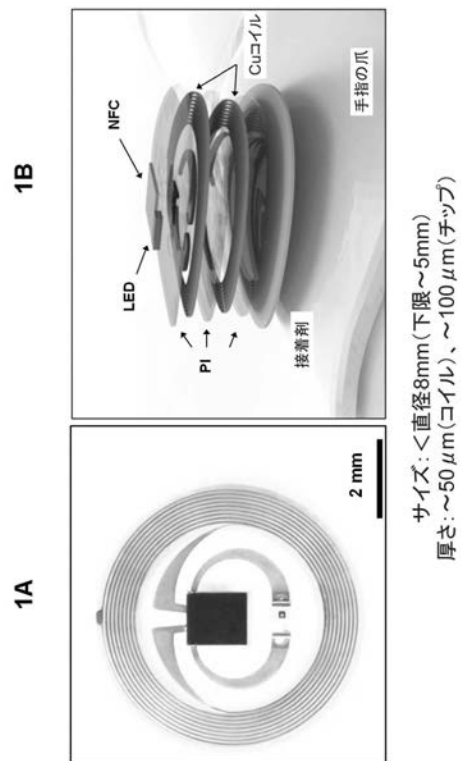
20

【0168】

[0187]当業者には当然のことながら、具体的に例示されていない出発物質、生物材料、試薬、合成方法、精製方法、分析方法、検査方法、及び生物学的方法は、必要以上の実験を行うことなく本発明の実施に採用可能である。このような任意の材料及び方法に関して当技術分野で既知のすべての機能的均等物は、本発明に含まれるものである。以上に採用した用語及び表現は、説明の用語として使用しており、何ら制限を与えるものではない。また、このような用語及び表現の使用によって、図示及び記載した特徴又はその一部の如何なる均等物も除外することを意図しておらず、特許請求の範囲に係る本発明の範囲内で種々改良が可能であることが認識される。したがって、好適な実施形態及び任意選択としての特徴により本発明を具体的に開示したものの、当業者であれば、本明細書に開示の概念を改良及び変形可能であり、このような改良及び変形についても、添付の特許請求の範囲により規定される本発明の範囲内にあるものと考え得ることが了解されるものとする。

30

【図 1】



【図 2】

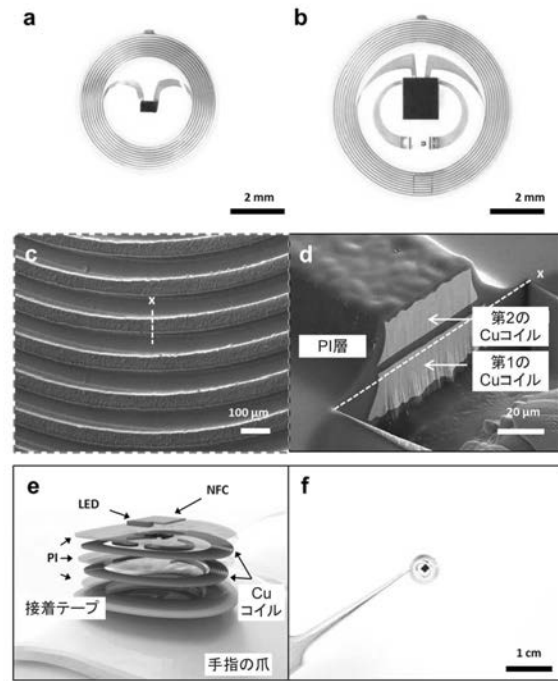


FIG. 2

【図 3】

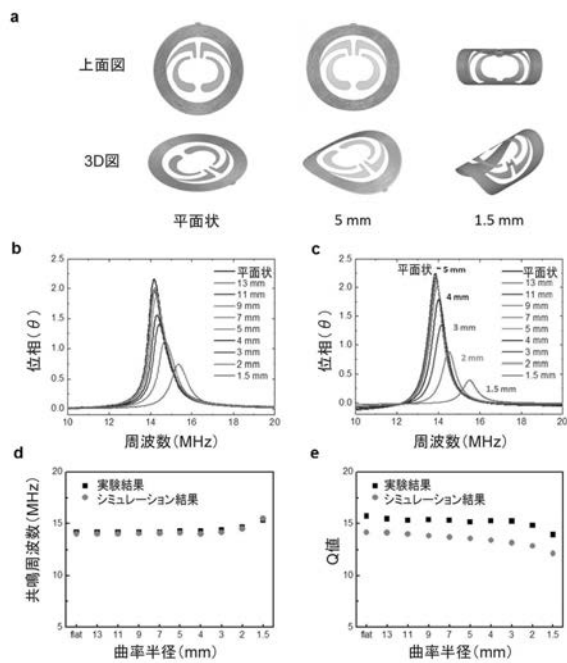


FIG. 3

【図 4】

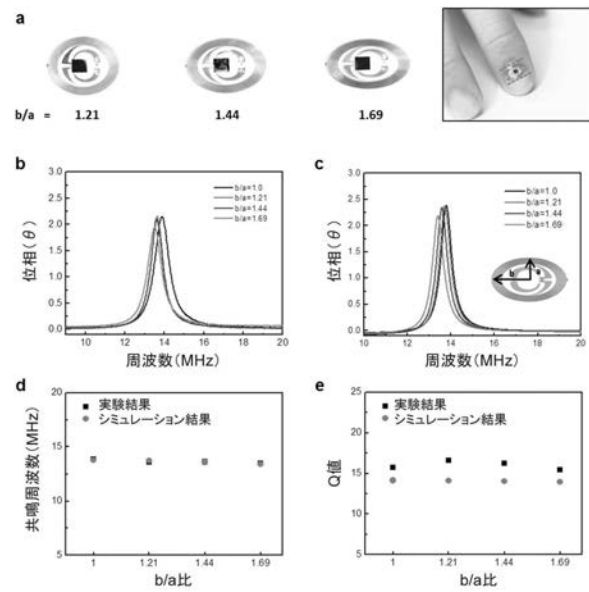


FIG. 4

【図 5】

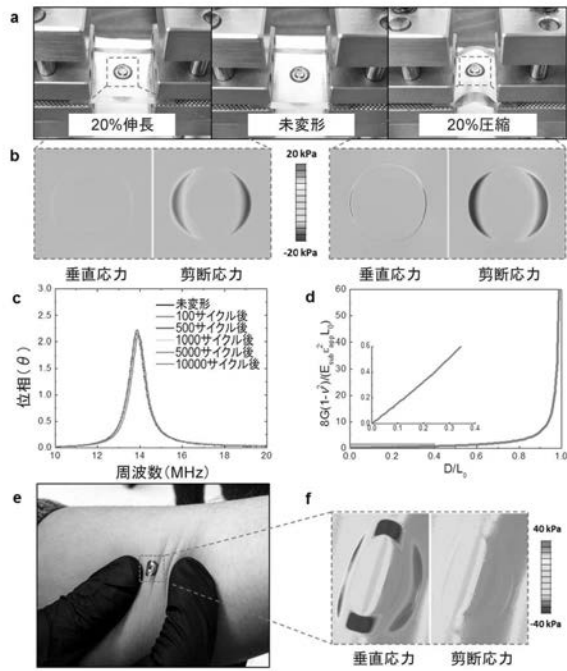


FIG. 5

【図 7】

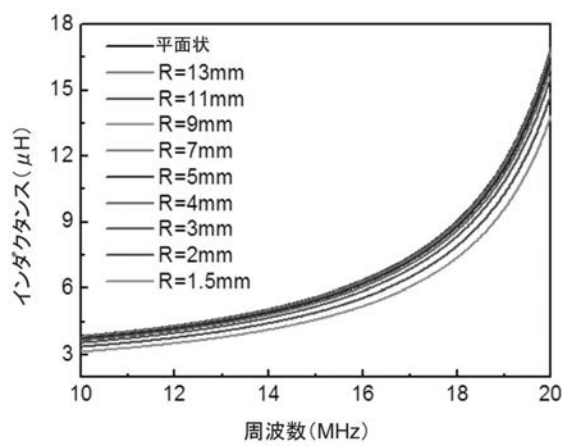


FIG. 7

【図 6】



FIG. 6

【図 8】

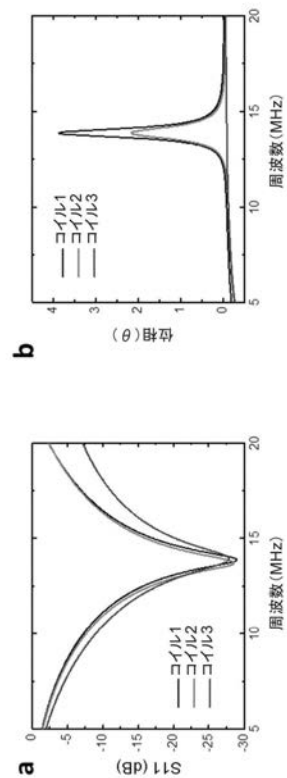


FIG. 8

【 図 9 】

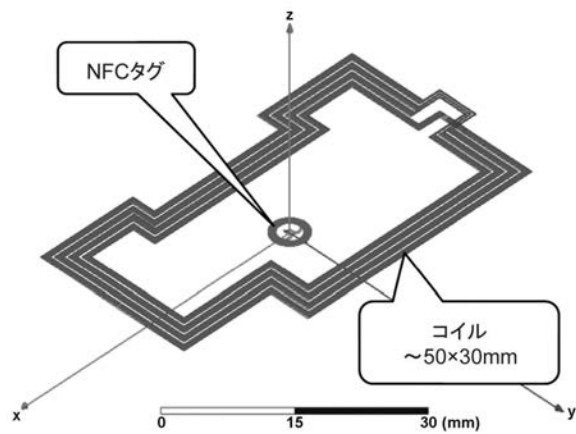


FIG. 9

【 図 1 0 】

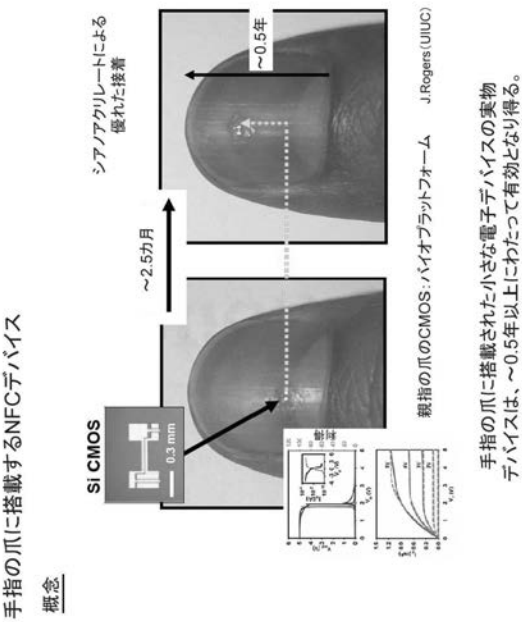


FIG. 10

【 図 1 1 】



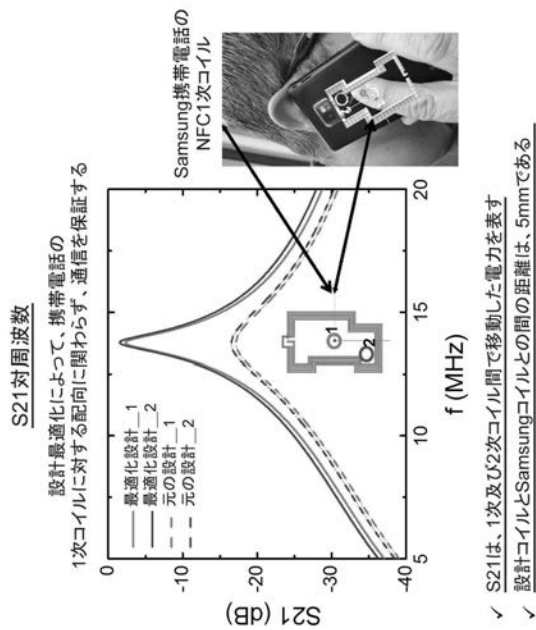
FIG. 11

【 図 1 2 】



FIG. 12

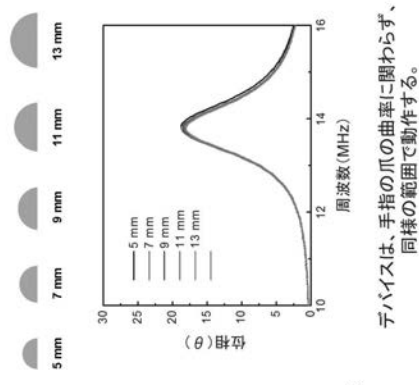
【図 1 3】



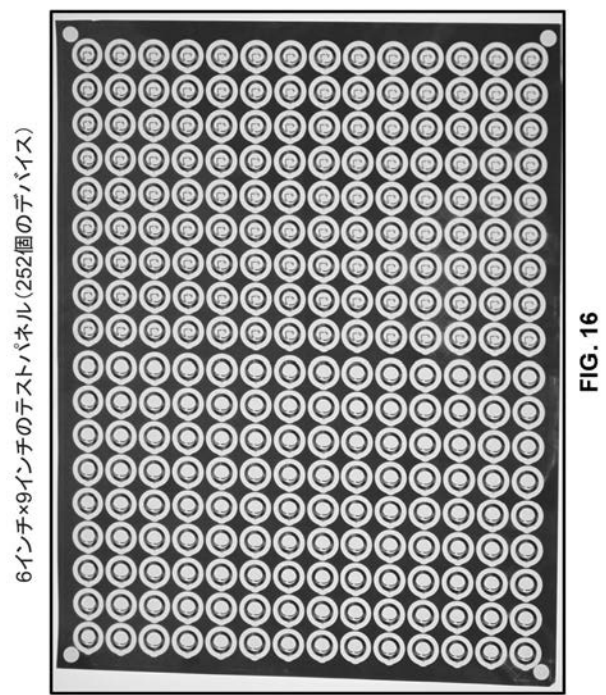
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



手指の爪に搭載するNFCデバイス

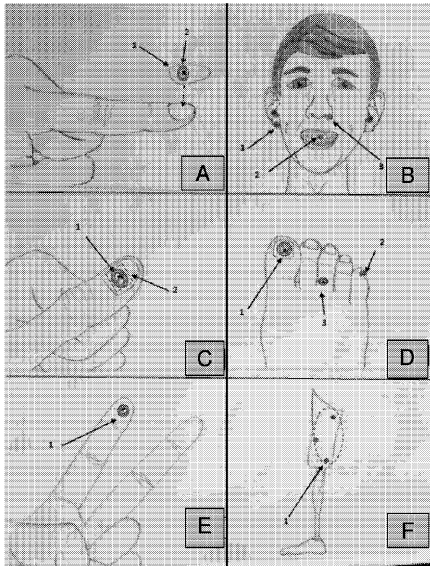
手指の爪の曲率半径に応じたEM特性

指	任意提供者の利き手	手	爪の曲率半径 (mm) (平均±SD)	
			男性	女性
親指	右利き	右	13.2 ± 2.0	10.4 ± 1.8
	左利き	左	12.4 ± 1.2	9.6 ± 1.6
人差し指	右利き	右	12.6 ± 1.3	11.5 ± 1.8
	左利き	左	11.2 ± 2.1	8.4 ± 1.9
中指	右利き	右	10.4 ± 1.6	9.5 ± 1.6
	左利き	左	10.6 ± 1.6	8.9 ± 2.3
薬指	右利き	右	10.7 ± 2.2	8.0 ± 1.7
	左利き	左	10.3 ± 2.0	7.7 ± 1.4
小指	右利き	右	10.4 ± 2.4	9.4 ± 2.7
	左利き	左	8.7 ± 2.1	6.5 ± 1.5
	右利き	右	8.1 ± 1.5	6.2 ± 1.2
	左利き	左	7.5 ± 1.1	5.7 ± 1.1
	右利き	右	8.2 ± 1.4	7.0 ± 1.9
	左利き	左	6.8 ± 1.2	5.1 ± 1.0
	右利き	右	6.6 ± 1.2	5.0 ± 1.0
	左利き	左	7.2 ± 1.6	5.7 ± 0.8

International Journal of Cosmetic Science, 2011, 33, 509-513

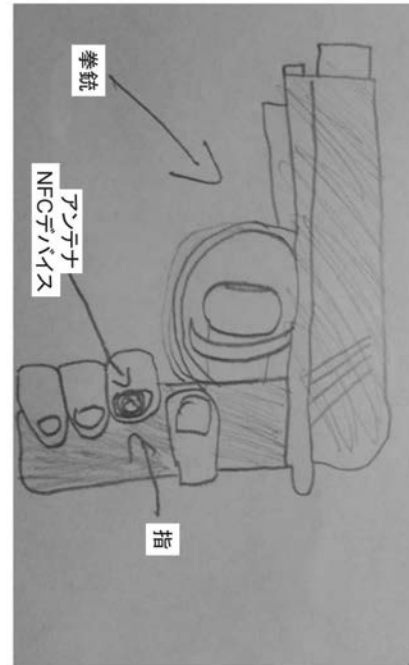
【図 17】

Fig. 17



【図 18】

Fig. 18



【図 19】

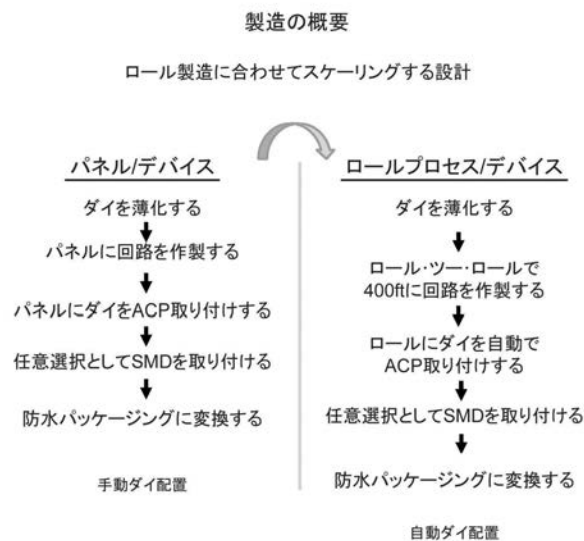


Fig. 19

【図 20】



Fig. 20

【図 2 1】

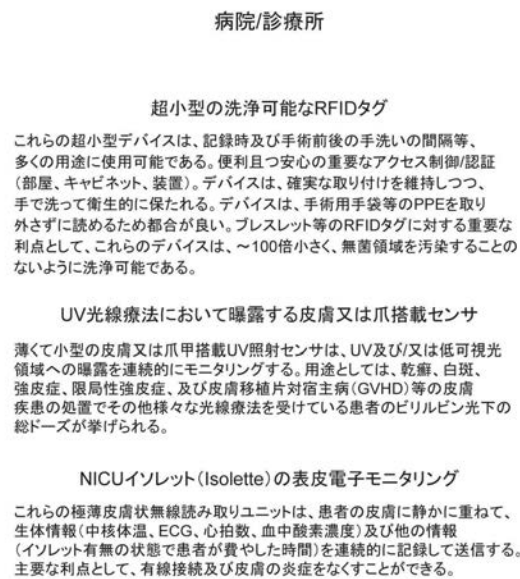


Fig. 21

【図 2 2】

超小型UVセンサ

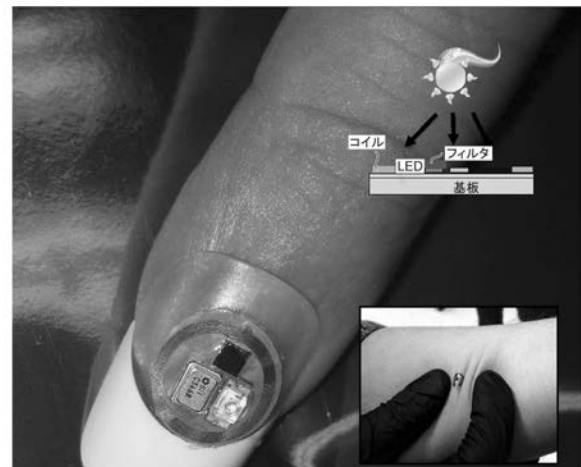


Fig. 22

【図 2 3】

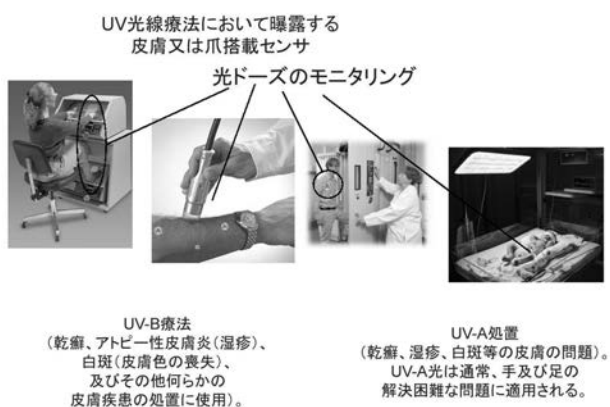


Fig. 23

【図 2 4】



Fig. 24

【図 25】

感染症整合性



Fig. 25

【図 26】

感染症整合性



- The Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, Inc.
- The Centers for Disease Control and Prevention
- The Institute for Healthcare Improvement
- The National Foundation for Infectious Diseases
- The Society for Healthcare Epidemiology of America
- The World Health Organization World Alliance for Patient Safety

製品使用の測定

医療従事者が使用する液体石鹸、擦式アルコール製剤、及びペーパータオルの量を測定すること並びにこれらの製品を使用する頻度を測定することは、手の衛生ガイドラインに対する職員の順守を推定する間接的な手段である。



一方、製品使用の測定では、手の衛生指示に際して医療従事者がそれを実行しているか又は正しく実行しているかが明らかとならない。

Fig. 26

【図 27】

モニタリングソリューション

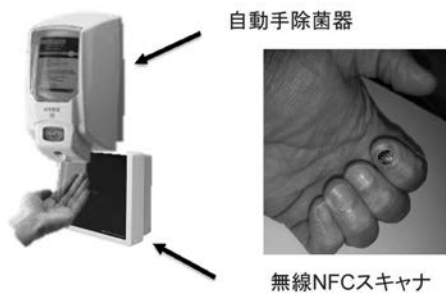


Fig. 27

【図 28】

パルスオキシメトリ及び比色計



Fig. 28

【 図 2 9 】

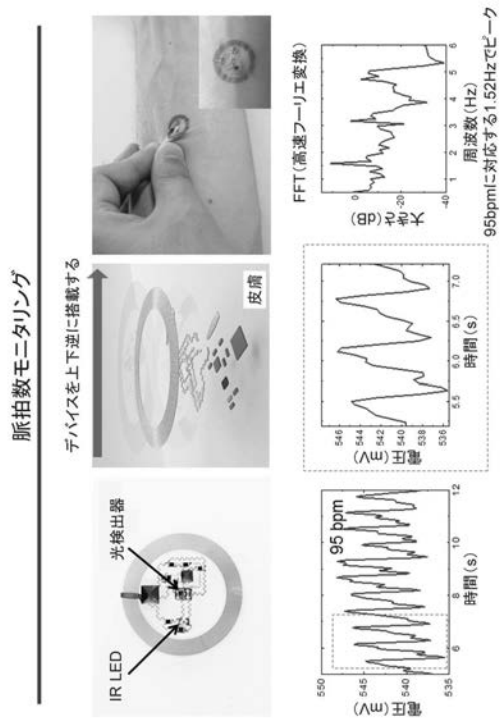


Fig. 29

【 図 3 0 】

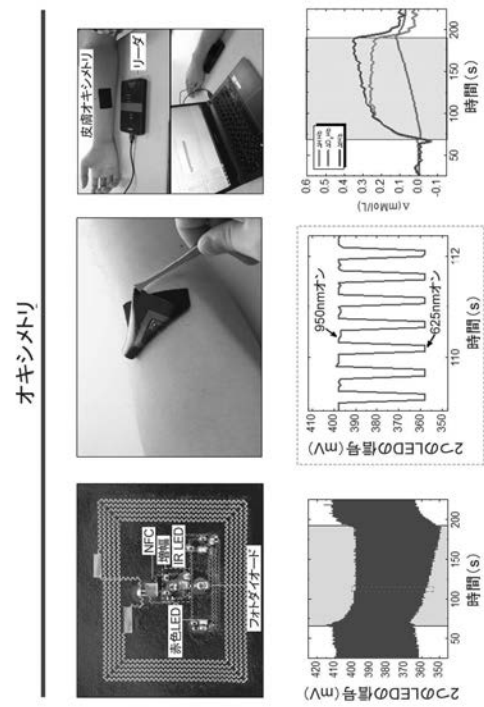


Fig. 30

【図 3 1】

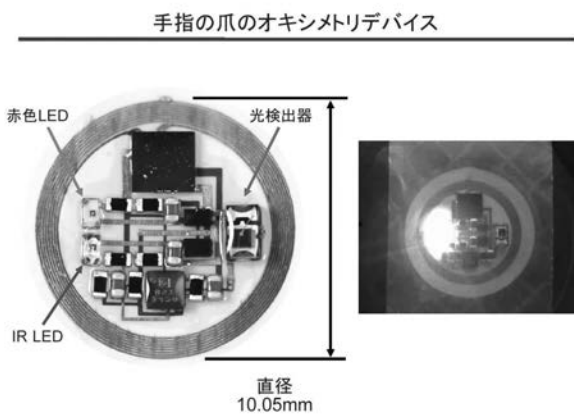


Fig. 31

【图 3 2】

適用を容易化する剥離タブを備えたデバイス

タブは、適用後に容易に除去して廃棄される

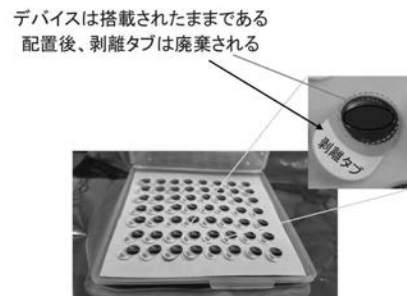


Fig. 32

【図 33】

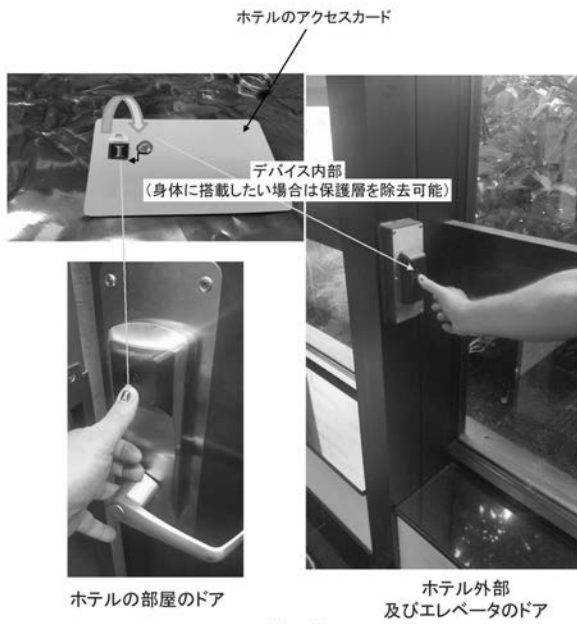


Fig. 33

【図 34】

デバイス



Fig. 34

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 16/35336

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(8) - G06K 19/07 (2016.01)

CPC - G06K 19/0723, H04B 5/0056, H01Q 1/273, H04B 1/0343

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) - G06K 19/07 (2016.01)

CPC - G06K 19/0723, H04B 5/0056, H01Q 1/273, H04B 1/0343

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched (IPC) 343/700MS, 343/718, 455/41.1 (CPC) H04B 5*, H04B 5/0062, H04B 5/0068; G06K 19/0723- G06K 19/0728, G06K 19/0729 (Search term limited; see below)

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

PubWest (PGPB, USPT, EPAB, JPAB); Google; PatBase (All);

Search Terms: Near field communication, NFC, near field, communication, radio, RF, RFID, identification, radio, transceiver, transponder, transmitter, wear*, worn, attach*, body, tissue, human, body, person, subject, user, fingernail, skin, dermal, dermis, patch, ta

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 20 2004 015 373 U1 (HABERGER) 03 February 2005 (03.02.2005) Entire document, especially Abstract, para[0001], para[0006]- para[0008], para[0011], para[0016], para[0019].	1-7, 84-89
A	WO 2014/032193 A1 (YVES SWISS AG) 04 March 2014 (05.03.2014) Entire document.	1-7, 84-89
A	US 2014/0326791 A1 (ISHIDA et al.) 06 November 2014 (06.11.2014) Entire document.	1-7, 84-89
A	US 6,615,074 B2 (MICKLE et al.) 02 September 2003 (02.09.2003) Entire document.	1-7, 84-89
A	US 2011/0254665 A1 (LINDSAY et al.) 20 October 2011 (20.10.2011) Entire document.	1-7, 84-89
A	US 2004/0178913 A1 (PENUOLA et al.) 16 September 2004 (16.09.2004) Entire document.	1-7, 84-89
A	US 9,262,759 B2 (HANSON et al.) 16 February 2015 (17.02.2015) Entire document.	1-7, 84-89

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


* 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

"I" 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

12 September 2016 (12.09.2016)

Date of mailing of the international search report

11 OCT 2016

Name and mailing address of the ISA/US

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents
P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450

Facsimile No. 571-273-8300

Authorized officer:

Lee W. Young

PCT Helpdesk: 571-272-4300
PCT OSP: 571-272-7774

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 16/35336

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☒ Claims Nos.: 8-83, 90-121, 128-135
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I Claims 1-7, 84-89: Directed towards methods and devices with a thickness less than or equal to 5mm, a lateral dimension less than 20mm, to provide long-term conformal integration with said tissue without substantial delamination, without substantial inflammation or immune response of said tissue, without substantially changing the exchange of heat and fluids from a tissue surface upon which said system is mounted, wherein said electronic device undergoes a transformation upon an external stimulus or an internal stimulus; wherein said transformation provides a change in function of the system from a first condition to a second condition.

Group II Claims 122-124, A method of authenticating a user to an external device; said method comprising: provide an authentication signal to an external device.

--- see continuation sheet ---

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-7, 84-89

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 16/35336

----- Continuation of Box III: Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet) -----

Group III: Claim 125, A method of making an electronic payment; said method comprising: provide payment information to an external device.

Group IV: Claim 126, A method of ensuring user compliance; said method comprising: a signal indicative of a location and identification of said tissue mounted electronic system to an external device.

Group V: Claim 127, A method of transferring digital content; said method comprising: a signal indicative of said digital content from said tissue mounted electronic system to an external device.

The inventions listed as Groups I-V do not relate to a single inventive concept under PCT Rule 13.1 because under PCT Rule 13.2 they lack the same or corresponding technical features for the following reasons:

Special Technical Features

Groups I-V: includes the special technical feature as listed above, not required in any other group.

Common Technical Features

Groups I-V share the technical features of providing a tissue mounted electronic system on a tissue surface; wherein said tissue mounted electronic system comprises: a substrate having an inner surface and an outer surface; and an electronic device comprising one or more inorganic components, organic components or a combination of inorganic and organic components supported by said outer surface of said substrate; and communicating using said tissue mounted electronic system.

However, these common technical features are anticipated by DE 20 2004 015 373 U1 (HABERGER). Habegger describes providing a tissue mounted electronic system on a tissue surface (Abstract, para[0001]); wherein said tissue mounted electronic system comprises: a substrate having an inner surface and an outer surface (decoration fingernail, para[0001],[0006]); and an electronic device comprising one or more inorganic components, organic components or a combination of inorganic and organic components supported by said outer surface of said substrate (transponder IC, para[0001],[0008]); and communicating using said tissue mounted electronic system (para[0016]; describes sensing/communication via identification of user).

Accordingly, Groups I-V lack unity under PCT Rule 13.

Note:

*Claims 8-83, 90-121, 128-135 have not been included in the analysis because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G 0 6 K	19/02	(2006.01)		
		G 0 6 K	19/077	1 4 4
		G 0 6 K	19/077	3 0 4
		G 0 6 F	21/31	
		G 0 6 K	19/02	0 5 0
		G 0 6 K	19/077	2 6 4
		G 0 6 K	19/077	1 0 8

(31)優先権主張番号 62/218,321

(32)優先日 平成27年9月14日(2015.9.14)

(33)優先権主張国 米国(US)

(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

(74)代理人 100148596

弁理士 山口 和弘

(72)発明者 ロジャース, ジョン エー.

アメリカ合衆国, イリノイ州, ウィルメット, グリーンウッド アベニュー 1 2 3 6

(72)発明者 バンクス, アンソニー アール.

アメリカ合衆国, イリノイ州, サボイ, フローラル パーク コート 3

(72)発明者 キム, ジョンヒュン

アメリカ合衆国, イリノイ州, アーパナ, ウェスト グリーン エム/シー 2 4 6 1 3 0 4

(72)発明者 ブラウン, グレゴリー

アメリカ合衆国, イリノイ州, シャンペーン, アpartment 2 0 2, イースト メイン ストリート 1 0

F ターム(参考) 4C038 KK01 KK10 KL05 KL09 KX01 VA04 VB22

4C117 XA01 XB02 XB07 XC11 XE13 XE15 XE23 XE24 XE37 XG05

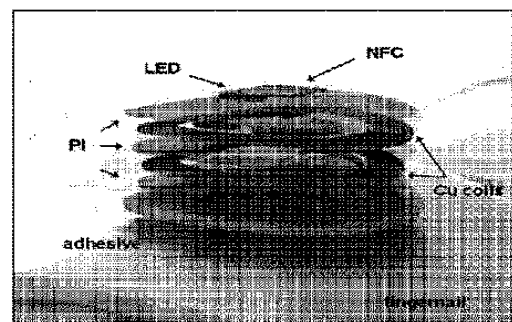
XG20 XH02 XJ13 XJ42 XQ19

专利名称(译)	小型电子系统，具有无线电源和短距离无线通信功能		
公开(公告)号	JP2018524677A	公开(公告)日	2018-08-30
申请号	JP2017561849	申请日	2016-06-01
申请(专利权)人(译)	伊利诺伊州的盐湖城大学董事会		
[标]发明人	ロジャースジョンエー バンクスアンソニーアール キムジョンヒュン ブラウングレゴリー		
发明人	ロジャース, ジョン エー. バンクス, アンソニー アール. キム, ジョンヒュン ブラウン, グレゴリー		
IPC分类号	G06K19/077 A61B5/00 A61B5/1477 G06K19/07 G06F21/31 G06K19/02		
CPC分类号	A61B5/14552 A61B5/6826 A61B2562/028 A61B6/00 G06K19/0716 G06K19/0723 G06K19/07722 G01T1/00 H02J50/001 H02J50/30 A61B2560/0214 A61B2560/0242 A61B2562/0271 G01J1/42 G01J1/429 G01J5/10		
FI分类号	G06K19/077.228 A61B5/00.L A61B5/1477 G06K19/07.160 G06K19/07.090 G06K19/077.144 G06K19/077.304 G06F21/31 G06K19/02.050 G06K19/077.264 G06K19/077.108		
F-TERM分类号	4C038/KK01 4C038/KK10 4C038/KL05 4C038/KL09 4C038/KX01 4C038/VA04 4C038/VB22 4C117/XA01 4C117/XB02 4C117/XB07 4C117/XC11 4C117/XE13 4C117/XE15 4C117/XE23 4C117/XE24 4C117/XE37 4C117/XG05 4C117/XG20 4C117/XH02 4C117/XJ13 4C117/XJ42 4C117/XQ19		
代理人(译)	池田 成人 小泉纯酒卷 山口和弘		
优先权	62/169308 2015-06-01 US 62/169983 2015-06-02 US 62/218345 2015-09-14 US 62/218321 2015-09-14 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供用于组织安装的电子设备和光子学的系统和方法。本发明的一些实施例的装置实现了高性能且可选地柔性的装置部件，其在装置架构中具有小型化格式，其最小化对组织的不利物理影响和/或当安装在组织表面上时减小界面应力。在一些实施方案中，本发明提供互补的组织安装策略，其提供本装置的机械稳健和/或长期整合，例如，通过安装在不经受快速生长或剥脱过程的组织表面上，例如指甲，脚趾甲，牙齿或耳垂。本发明的装置是通用的并且支持用于感测，致动和通信的广泛应用，包括用于近场通信的应用，例如，用于密码认证，电子交易和生物识别感测。

FIG. 1B



Size : < 8 mm diameter (down to ~5 mm)
Thickness : ~50 μ m (coils), ~100 μ m (chips)