

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-148514
(P2017-148514A)

(43) 公開日 平成29年8月31日(2017.8.31)

(5) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	4 C 0 9 7
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 C	4 C 1 6 1
A 6 1 B 1/01 (2006.01)	A 6 1 B 1/01 5 1 3	4 C 1 6 7
A 6 1 M 25/10 (2013.01)	A 6 1 M 25/10	4 C 6 0 1
A 6 1 F 2/02 (2006.01)	A 6 1 F 2/02	5 E 3 3 8

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 56 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-43690 (P2017-43690)
 (22) 出願日 平成29年3月8日(2017.3.8)
 (62) 分割の表示 特願2015-21181 (P2015-21181) の分割
 原出願日 平成21年12月11日(2009.12.11)
 (31) 優先権主張番号 61/140,169
 (32) 優先日 平成20年12月23日(2008.12.23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/121,568
 (32) 優先日 平成20年12月11日(2008.12.11)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/121,541
 (32) 優先日 平成20年12月11日(2008.12.11)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 511088449
 エムシー１０ インコーポレイテッド
 MC 1 0, I N C.
 アメリカ合衆国 0 2 4 2 1 マサチュー
 セッツ州 レキシントン マグワイア ロ
 ード 1 0 ビルディング 3
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100142907
 弁理士 本田 淳

最終頁に続く

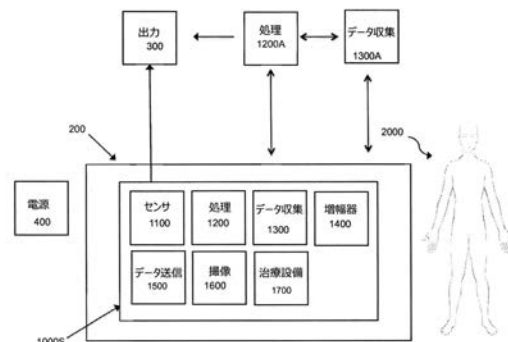
(54) 【発明の名称】 医療用途のための伸張性電子部品を使用する装置

(57) 【要約】

【課題】 医療用途のための伸張性電子部品を使用する装置を提供する。

【解決手段】 装置は、膨張性の基板と、その基板上に配置された回路要素であって、回路要素は能動デバイスのアレイを備え、かつ、基板の膨張時にも機能性を維持するように構成され、アレイは組織に関連するパラメータを指示するデータを検出する検知デバイスを含む回路要素と、回路要素と電子通信状態にある処理設備であって、組織に関連するパラメータを指示するデータを受信する処理設備と、処理設備と電子通信状態にある出力設備とを備え、処理設備は組織に関連する出力データを生成し、出力設備に出力データを生成させるように構成される。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

装置であって、

膨張性の基板と、

前記基板上に配置された回路要素であって、前記回路要素は能動デバイスのアレイを備え、かつ、前記回路要素は、前記基板の膨張時にも前記回路要素が機能性を維持するように、前記能動デバイスのアレイ中の能動デバイスを電氣的に相互接続する伸張性電気相互接続を含み、前記能動デバイスのアレイは組織に関連するパラメータを指示するデータを検出する検知デバイスを含む回路要素と、

前記回路要素と電子通信状態にある処理設備であって、前記組織に関連するパラメータを指示するデータを受信する処理設備と、

前記処理設備と電子通信状態にある出力設備とを備え、

前記処理設備は前記組織に関連する出力データを生成し、前記出力設備に前記出力データを出力させるように構成されている、

装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる以下の米国仮出願、すなわち、2008年12月11日に提出された「Endoscopy Device」という名称のシリアル番号第61/121,568号、2008年12月11日に提出された「Nerve Bundle Prosthesis」という名称のシリアル番号第61/121,541号、および2008年12月23日に提出された「Body Tissue Screener」という名称のシリアル番号第61/140,169号の利益を主張する。さらに、本出願は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる2009年1月12日に提出された「Extremely Stretchable Electronics」という名称の同時係属中の米国非仮特許出願シリアル番号第12/616,922号の一部継続出願であり、かつ、その利益を主張する。非仮特許出願シリアル番号第12/616,922号は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる2008年1月12日に提出された「Extremely Stretchable Interconnects」という名称の米国仮出願番号第61/113,622号の一部継続出願であり、かつ、その利益を主張する。同様に、非仮特許出願シリアル番号第12/616,922号は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる2009年10月7日に提出された「Catheter Balloon Having Stretchable Integrated Circuitry and Sensor Array」という名称の同時係属中の米国非仮出願番号第12/575,008号の一部継続出願であり、かつ、その利益を主張する。非仮出願番号第12/575,008号は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる2008年10月7日に提出された「Catheter Balloon Sensor and Imaging Arrays」という名称の米国仮出願番号第61/103,361号、および、その全体が参照により本明細書に組み込まれる2008年11月10日に提出された「Catheter Balloon with Sensor and Imaging Arrays」という名称の米国仮出願番号第61/113,007号に対して優先権を主張する。

20

30

40

【0002】

本発明は、医療デバイス内または医療デバイス上の、拡張性が、可撓性が、または伸張性の基板上で拡張性または伸張性の集積された回路要素およびセンサアレイを利用するシステム、装置、および方法に関連する。

【背景技術】

【0003】

50

高品質医療検知および撮像データは、消化系に関連する状態、心臓循環系に関連する状態、神経系に対する損傷、癌、および同様なものを含む種々の医療状態の診断および処置において重要になってきた。現行の検知および治療デバイスは、検知、撮像、および治療機能に関連する精緻さが欠如するため、種々の欠点を被る。これらの欠点のうちの1つは、こうしたデバイスが、測定されるまたは処置される身体の部分との直接接触または共形接触を達成できないことである。こうしたデバイスが直接接触または共形接触を達成できないことは、一部にはデバイスおよび付随回路要素の剛性である特質に起因しうる。この剛性は、容易に明らかであるように、形状およびサイズを変化させる可能性があり、また、軟質、柔軟、湾曲状、および/または不規則形状である可能性がある人間の組織と、デバイスが、共形になりかつ/または直接的な接触状態になることを妨げる。そのため、こうした剛性は、測定の精度および処置の有効性を損なう。そのため、可撓性および/または伸張性システムを使用するデバイス、システム、および方法が望ましい。

10

20

30

40

50

【0004】

こうした可撓性および/または伸張性の手法を受け入れられる領域の例は、内視鏡検査、血管検査および処置、神経学的処置および検査、ならびに組織スクリーニングを含む。

一例として、消化(GI)管の内視鏡撮像は、炎症、潰瘍、膿瘍、癌検出を含む種々のGI疾病の有効な診断および処置のために必須である。精巧なものとして、内視鏡撮像用カプセルは、種々の理由で従来の内視鏡と比べて一定の利点を提供する可能性がある。すなわち、内視鏡撮像用カプセルは、最小の患者の不快感を伴い、従来の内視鏡でアクセスできないGI管に沿う領域を撮像しうる。全てのコンポーネントは、その容積が、嚥下され摂取されるのに十分に小さくなければならない楕円本体内にカプセル化される。したがって、これらの摂取可能カプセルの容積を最小にすることに對してさらなる利益が存在する。カプセル内のコンポーネントの空間レイアウトが最適化される場合に著しく改善される電力貯蔵および撮像品質を含む種々の特徴も存在する。さらに、現行の内視鏡カプセル内の光学イメージャは、一般に平面幾何形状を有し、イメージャはレンズの光学中心と整列する。この幾何形状は、収差、周辺歪み、および照明不均一性などの固有の制限を受ける。伸張性および/または可撓性回路要素は、カプセル型内視鏡ならびに従来の内視鏡デバイスに関して上述した欠点の一部を軽減しうる。

【0005】

脊髄および他の複雑な脳または神経の損傷は、身体障害、死、および苦痛の主要な原因であり、現在まで少数の有効な処置が存在する。例として、何千もの神経線維ならびに黒質と灰白質の両方からなる脊髄の複雑さは、高い程度のさらなる非可逆的損傷によって、外科的修復を極端に難しくする。したがって、薬剤または幹細胞によって瘢痕を減少させること、および、再生を誘発することに、多くの注目が集まっている。生物工学的解決策も、ある程度の関心を獲得した。上行束および下行束の電氣的検知および刺激に関して実験が行われ、電気インパルスが、あるレベルの機能を提供するために使用されることが立証された。別途に、慢性疼痛を処置するために、脊椎内のまた脊椎の近くの神経の電気刺激を実施する臨床使用中のデバイスが存在するが、これらのデバイスは、神経機能を回復させることを意図されていない。これらの既存のデバイスの利益を組合せることは、上述したいくつかの制限のために、脊髄治療を劇的に改善することに向かつて十分に前進しない可能性がある。したがって、損傷を受けた神経に対して増大した機能を提供しながら、さらなる損傷のリスクを最小にする動的に設定変更可能でありかつ共形性であるデバイス、システム、および方法についての必要性が存在する。

【0006】

可撓性および/または伸張性デバイスの利益が必要とされる別の例は、組織スクリーニングを含む。組織スクリーニング手段は、癌の早期検出、評価、およびその後の処置のために特に重要であるが、マンモグラフィおよび超音波撮像などの臨床診断法は、高価でありまた熟練した職員を必要とする。そのため、癌のほぼ2/3は、触診的(すなわち、触った時の触覚)自己検査によって最初に検出される。触診検査は、たとえば家庭で行われる乳癌用の前臨床試験として女性に教示される定性的技法である。癌性組織は、健康な組

織を基準にして機械的特性の著しい変化を受けることがよく知られている。乳癌組織の局所病変部は、2倍を超えて硬直性である。乳房の自己検査は、腫瘍の成長を指示する硬化病変部の早期検出を容易にしたが、これらの試験の定性的特質は、臨床医にとって重要な定量的データを確認すること、または、所定期間にわたる傾向を解析することを難しくする。自己検査手法は、一般に指先を病変部の周りに共形にさせることによって、病変部の場所、サイズ、形状、および密度を手で検出することを含むため、組織の固有の機械的特性を定量化し記録しうる、対象組織との共形接触を達成することが可能なデバイスは、マンモグラフィおよび超音波の補助として乳癌スクリーニングが家庭でまた臨床の場で現在実施されている方法にかなりの影響を及ぼしうる。

【0007】

最後に、心臓血管系の状態の検出および処置は、検知デバイス、技法、および方法によって生成されるデータの品質を向上させる手法から著しく利益を得ることになる。現在、こうした検知技法のデバイスおよび方法は、対象領域との、密着接触、直接接触、および/または共形接触を達成することができないことによって大幅に制限されている。したがって、組織の電気的、化学的、また他の物理的活性または状態に関連するデータを採取することが損なわれる。

【0008】

伸張性および/または可撓性電子デバイスは、上述した欠点の多くを軽減するかまたは解決しうる。こうした技法は、上記領域、あるいは、検知または治療デバイスとの増大した接触によって改善されることになる生理学的検知、医療検出、または医療診断の任意の領域に適用されうる。

【発明の概要】

【0009】

生理学的検知、健康関連パラメータの検出、および治療対策の送出的ために伸張性および/または可撓性回路要素を使用する方法、システム、およびデバイスが、本明細書で開示される。所定の実施形態では、回路要素は、伸張性、可撓性、拡張性、および/または膨張性基板上に配設される。所定の実施形態では、回路要素は、電子デバイス（能動デバイスであってよい）を備え、それらは能動デバイスとして、互いに電子通信状態にあり、かつ、出力を生成しこうした出力を出力設備に表示させ、治療対策を送出し、生理的パラメータに関するデータを生成し、かつ/または健康関連状態の判定を行うようにプログラムまたは構成されうる。本発明の実施形態は、処理設備と通信状態にある記憶設備を含んでもよい。処理設備は、能動デバイスによって生成されるデータおよび出力データの少なくとも一方が、記憶設備内に記憶されるようにさせてもよく、また、記憶されたデータに関連する出力データを生成してもよい。処理設備は、能動デバイスによって生成されるデータおよび出力データの少なくとも一方が、集約されるようにさせてもよく、また、集約されたデータに関連する出力データを生成してもよい。

【0010】

所定の実施形態では、本明細書の方法およびシステムは、神経プロテアーゼデバイスを備えてもよい。そのため、本発明の態様では、方法、デバイス、およびシステムは、基板であって、その基板上に、記録電極のアレイであって、記録電極のアレイの少なくとも一部分が複数の神経源に電気接続するときに、複数の神経源から信号を受信する、記録電極のアレイ、および、刺激電極のアレイを含んでもよい回路要素が配設される基板と、電極のアレイと電子通信状態にある処理設備であって、記録電極から信号を受信し、刺激電極によってもたらされる刺激信号のパターンを確定するように構成される、処理設備とを含んでもよい装置を含む。

【0011】

上述した態様および他の実施形態では、電気接続は物理的接触であってよい。さらに所定の実施形態では、装置は、神経源からの信号を照合し、対応する信号を第2の複数の神経に急送するよう刺激電極にさせるように構成されたマルチプレクサを含んでもよい。装置は、動的に設定変更可能であってよい刺激信号のパターンを調整するユーザインタフェ

10

20

30

40

50

ースを含んでもよい。

【0012】

所定の実施形態では、基板は、円板またはバルーンであってよい膨張性本体である。

上述した態様では、処理設備はさらに、神経源の導電率に関連するデータを生成するように構成される。処理設備は、出力設備と電子通信状態にあつてよく、また、神経源の導電率に関連するデータに基づいてマップを生成するよう出力設備にさせてもよい。

【0013】

上述した態様および他の実施形態では、回路要素は、ポリマーの薄層で被覆されてもよい。回路要素は、300%まで伸張性であつてよい。電極は、互いから分離して配置されてもよい。回路要素は、電極を電気接続してもよい伸張性電気相互接続を備えてもよい。

【0014】

所定の実施形態では、回路要素は、温度センサ、接触センサ、光検出器、超音波エミッタおよび受信機、圧力センサ、または同様なもののうちの任意のものを含むセンサを有していてもよい。

【0015】

神経プロテーゼに関連して、および本明細書で開示される他の実施形態に関して述べるこの態様では、基板は、基板の表面に連通するリザーバを含んでもよく、回路要素は、リザーバ内に収容される薬物を放出するように働く弁を開放するように構成されてもよく、回路要素は、制御された方式で弁に薬物を放出させてもよい。

【0016】

他の実施形態では、本明細書の方法およびシステムは、組織を検知するための膨張性デバイスも備えてもよい。

そのため、本発明の別の態様によれば、方法およびシステムは装置を含み、装置は、膨張性基板であつて、その膨張性基板上には、基板の膨張時にも機能性を維持する回路要素が配置されてもよく、また、組織に関連するパラメータを指示するデータを検出する検知デバイスを含む能動デバイスのアレイを含んでもよい膨張性基板と、回路要素と電子通信状態にある処理設備であつて、組織に関連するパラメータを指示するデータを受信する処理設備と、その処理設備と電子通信状態にある出力設備とを含んでもよく、処理設備は、組織に関連する出力データを生成し、出力設備に出力データを生成させるように構成されてもよい。

【0017】

組織を検知するための上述した態様および他の実施形態では、処理設備は、検知デバイスによって生成されるデータを受信し、組織の画像を生成してもよい。所定の実施形態では、検知デバイスは、増幅器およびロジック回路の少なくとも一方を含む回路要素によって作動されてもよい能動マトリックスとして構成される。さらに、装置は、バルーンであつてよい基板に結合したカテーテルガイドワイヤの基部に配置されてもよいマルチプレクサを含んでもよい。

【0018】

所定の実施形態では、処理設備は、回路要素内にあつてよい。他の実施形態では、回路要素から離れていてもよい。

組織パラメータを検知することに関して上述したこの態様では、組織に関連する出力データは、組織の電気活性のマップを含むマップであつてよい。出力データは、動脈プラーク内に存在する温度不均一性に関連するデータを含んでもよい。さらに、出力データは、プラークタイプの指示を含んでもよい。

【0019】

上述した態様および他の実施形態では、回路要素は、組織を切除するように構成される治療設備を備えてもよい。回路要素は、発光電子部品を備えてもよい。回路要素は、処理設備と通信状態にある光検出器のアレイを備えてもよく、処理設備は、組織の画像を生成し、出力設備に高分解能の画像を出力させるように構成されてもよい。回路要素が、ガイドワイヤを有するカテーテルによって送出される場合、ガイドワイヤは、光検出器に光を

10

20

30

40

50

提供する光源（光ファイバでありうる）を含んでもよい。

【0020】

所定の実施形態では、対象組織は、肺静脈、心臓の隔壁、心臓の動脈表面、および心臓の心室表面の任意のものを含んでもよい。

本発明の別の態様では、方法およびシステムは、個人の身体内の管腔に関連するパラメータを検出する方法を含む。その方法は、膨張していないバルーンカテーテルを管腔内に挿入する工程であって、バルーンカテーテルは、伸張性回路要素が取付けられている伸張性バルーンを有するとともに、伸張性回路要素は検知デバイスを備えている工程、管腔内の対象領域内に検知デバイスを移動させる工程、および、バルーンを膨張させ、管腔内で検知デバイスを対象領域の表面と共形接触状態にする工程を含みうる。

10

【0021】

上述した実施形態および本明細書で開示する他の実施形態に関して、本発明は、検知デバイスであって、検知デバイスが対象領域と共形接触状態にあるとき、対象領域のパラメータを指示するデータを生成するための検知デバイスを備えてもよい。他の実施形態と同様に、生成されたデータを使用して、対象領域の画像および対象領域のマップのうちの任意のものを生成してもよく、マップは、対象領域の電気活性を指示するデータを含んでもよい。

【0022】

本発明の別の態様では、方法およびシステムは、個人の身体内の管腔に関連するパラメータを検出する方法を含む。その方法は、膨張していないバルーンカテーテルを管腔内に挿入する工程であって、バルーンカテーテルは、伸張性回路要素が取付けられている伸張性バルーンを有し、その伸張性回路要素は検知デバイスを備える工程、管腔内の対象領域内に検知デバイスを移動させる工程、および、バルーンを膨張させ、管腔内で検知デバイスを対象領域の表面と共形接触状態にする工程を含んでもよい。

20

【0023】

本発明のなお別の態様では、方法およびシステムは、組織のパラメータを検出する方法を含む。その方法は、伸張性回路要素を備える能動検知デバイスのアレイを、組織と共形接触状態にする工程、検知デバイスによってデータを生成する工程、および、生成されたデータからパラメータを確定する工程を含みうる。

【0024】

本明細書の方法およびシステムは、組織スクリーニングデバイスを備えてもよい。そのため、本発明のなお別の態様では、方法およびシステムは、組織スクリーニングデバイスを含み、組織スクリーニングデバイスは、能動デバイスのアレイを含む伸張性回路要素がその上に固着されうる、身体上の対象領域の輪郭に共形性の伸張性基板と、能動デバイスのアレイと電子通信状態にある処理設備と、処理設備と電子通信状態にある出力設備とを備え、処理設備は、能動デバイスのアレイによって生成されるデータに基づいて出力データを生成し、出力設備に出力データを表示させるようにプログラムされる。

30

【0025】

この態様では、他の態様の場合と同様に、基板は膨張性であってよい。基板は、ブラジャーに固着されてもよい。

40

所定の実施形態では、センサデバイスは、圧力センサを含み、圧力センサは、圧力センサが起動されたかどうかを指示するための、圧力センサに結合したオン・オフスイッチを含んでもよい。

【0026】

組織スクリーニングの実施形態および上述した他の実施形態では、処理設備は、超音波エミッタおよび受信機によって生成されるデータを受信してもよく、また、組織の画像を生成してもよい。

【0027】

本発明の所定の実施形態では、出力データは、対象領域の輪郭マップを備える。

本発明のある態様では、方法およびシステムは、癌性組織または疑わしい組織のための

50

検査方法を含み、検査方法は、被検者の身体上の対象領域と共形になる装着可能デバイスを被検者に提供する工程であって、装着可能デバイスは伸張性圧力センサのアレイを備える工程、圧力センサのアレイを起動するのに十分な手動による力を装着可能デバイスに加える工程、圧力センサからのデータを受信する工程、および、受信されたデータに基づいて対象領域内の組織の特徴付けを行う工程を含みうる。さらにこの態様では、方法およびシステムは、手動による力を加えるように被検者に命令する工程を含む。この態様では、装着可能デバイスは膨張性であってよい。この態様では、装着可能デバイスはブラジャーに固着されてもよい。所定の実施形態では、装着可能デバイスはシートであってよい。

【0028】

本明細書の方法およびシステムは、内視鏡デバイスを備えてもよい。

10

そのため、本発明の別の態様では、方法およびシステムは内視鏡デバイスを含み、内視鏡デバイスは、ハウジングであって、その上およびその内部に視覚データを生成する焦点面アレイを含む曲線の回路要素が取付けられてもよいハウジングと、回路要素と電子通信状態にあり、視覚データを無線送信するように構成された送信設備と、視覚データを受信し表示する出力設備とを含む。

【0029】

この態様では、ハウジングはカプセルであってよい。回路要素、送信設備、および出力設備は、カプセル内に搭載されてもよい。この態様では、ハウジングは、内視鏡デバイスの先端に配置されてもよい。この態様では、回路要素はさらに、発光電子部品クスを備える。この態様では、回路要素は、発光電子部品の選択部分を光らせるように構成されてもよい。回路要素は、ハウジングの外側表面に固着されてもよく、または、回路要素は、ハウジングの内側表面に固着されてもよい。

20

【0030】

さらに、内視鏡に関連する実施形態および本明細書の他の実施形態では、回路要素は、酵素活性に関連するデータおよび化学活性に関連するデータの任意のデータを生成することが可能な検知デバイスを含んでもよい。

【0031】

本明細書のこの実施形態および他の実施形態では、回路要素は、検知デバイスと、検知デバイスからのデータを受信する処理設備とを備え、処理設備は、出力設備と電子通信状態にある。処理設備は、検知デバイスによって生成されるデータに関連する情報を出力設備に表示させてもよい。

30

【0032】

さらに、この態様および他の態様では、内視鏡デバイスは、回路要素内に処理設備を含む。さらに、この態様では、内視鏡デバイスは、回路要素から離れた処理設備を含む。

この態様では、視覚データは画像である。この態様では、視覚データはマップであってよい。

【0033】

本明細書の方法およびシステムは、電子デバイスの動的に設定変更可能なシートを備えてもよい。

そのため、本発明の別の態様では、方法およびシステムは、電子デバイスの設定変更可能なシートを含み、電子デバイスの設定変更可能なシートは、互いに電子通信状態にある電子デバイスのアレイを収容する伸張性回路要素がその上に配設されてもよい実質的に平面の基板と、アレイ内の各電子デバイスの識別および場所に関連する第1の情報セットを確定するために電子デバイスのアレイをポーリングすることが可能な処理設備とを含み、処理設備は、アレイ内の各電子デバイスの識別および場所に関連する第2の情報セットに関連する情報に基づいてアレイの動作を調整するように構成される。この態様では、第2の情報セットは、回路要素が再整形された後に受信され、再整形は、回路要素を切断することによってもたらされてもよい。

40

【0034】

所定の実施形態では、電子デバイスのアレイは、シートが対象組織と部分的な電気接触

50

状態にあること、および、部分的な共形接触状態にあることの少なくとも一方であるときに、対象組織のデータを生成するセンサデバイスを含んでもよい。

【0035】

本発明は、以下の説明および添付特許請求の範囲と添付図面とから、より完全に明らかになるであろう。これらの図は、本発明の例示的な実施形態を示すだけであるものと理解され、したがって、これらの図は、本発明の範囲を制限するものとは解されない。本明細書の図において一般的に述べられる本発明のコンポーネントは、いろいろな異なる構成で配置され設計されることが容易に理解されるであろう。それでも、本発明は、添付図を使用してさらなる具体性および詳細を持って述べられ説明されるであろう。

【図面の簡単な説明】

10

【0036】

【図1】本発明の一実施形態の概略図である。

【図2】座屈した相互接続を示す図である。

【図3】半導体を用いた伸張性電子部品構成を示す図であり、アイランドが、伸張性相互接続によってエラストマー基板上に搭載される。

【図4】例示的な伸張性相互接続を示す図である。

【図5】拡張可能なエラストマー基板を用いた隆起した伸張性相互接続を示す図である。

【図6】エラストマースタンプ上への制御された接着方法を示す図である。

【図7】収縮しているバルーンカテーテルに、伸張性回路要素が取付けられている本発明の一実施形態を示す図である。(A)は回路要素の拡大図である。

20

【図8】膨張しているバルーンカテーテルに、伸張性回路要素が取付けられている本発明の一実施形態を示す図である。

【図9A】PDMS層がバルーンの表面に巻き付けられたバルーンの側面図である。

【図9B】カテーテル、バルーンの表面、およびバルーンに取付けられた薄いPDMS層を示す断面図である。

【図10A】カテーテルバルーンの表面に伸張性回路要素を取付けるプロセスを示す図である。

【図10B】カテーテルバルーンの表面に伸張性回路要素を取付けるプロセスを示す図である。

【図10C】カテーテルバルーンの表面に伸張性回路要素を取付けるプロセスを示す図である。

30

【図10D】本発明の一実施形態に従って利用される圧力センサの実施形態を示す図である。

【図10E】本発明の一実施形態による3管腔カテーテルの断面図である。

【図10F】本発明の一実施形態によるマルチプレクサを示す概略図である。

【図11】神経プロテーゼを含む本発明の一実施形態の概略図である。

【図12】本発明の一実施形態のための回路図である。

【図13】本発明の一実施形態による電子デバイスのアレイを動作させるプロセスを示す図である。

40

【図14】神経プロテーゼを含む本発明の一実施形態を示す図である。

【図15】治療薬物を送出手のための回路要素によって制御される弁と共に、治療薬物を保持し送出手のリザーバを有する本発明の一実施形態を示す図である。

【図16】本発明の一実施形態による曲線の回路要素を組立てるプロセスを示す図である。

【図16A】本発明の一実施形態による、内視鏡デバイスに曲線の回路要素アレイを取付けるプロセスを示す図である。

【図16B】本発明の一実施形態による、内視鏡デバイスに曲線の回路要素アレイを取付けるプロセスを示す図である。

【図17】本発明の内視鏡デバイスの一実施形態を示す図である。

【図18】本発明の一実施形態による組織スクリーニングデバイスを示す図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0037】

本発明の詳細な実施形態が本明細書で開示される。しかし、開示される実施形態は、種々の形態で具現化されうる本発明の例示に過ぎないことが理解される。したがって、本明細書で開示される特定の構造的および機能的詳細は、制限するものとして解釈されるのではなく、単に、特許請求の範囲のための基礎として、また、実質的に任意の適切に詳述された構造で様々に本発明を使用することを当業者に教授するための代表的な基礎として解釈される。さらに、本明細書で使用される用語および成句は、制限的であることを意図したのではなく、むしろ、本発明の理解可能な記述を提供することを意図したものである。

10

【0038】

本明細書で使用される用語「ある(a)」または「ある(an)」は、1つまたは2つ以上として定義される。本明細書で使用される用語「別の(another)」は、少なくとも第2のまたはそれ以上として定義される。本明細書で使用される用語「含む(including)」および/または「有する(having)」は、備える(すなわち、開放的な接続語(open transition))、として定義される。本明細書で使用される用語「結合した(coupled)」または「動作可能に結合した(operatively coupled)」は、必ずしも直接的に、また、必ずしも機械的にまたは物理的にではないが、接続していることと定義される。「電子通信(electronic communication)」は、物理的接続、無線接続、またはそれらの組合せを通してデータを伝達するかまたはその他の方法で送信することができる状態である。

20

【0039】

本明細書で述べるように、本発明は、可撓性、拡張性、または膨張性の表面上で可撓性および/または伸張性電子回路を利用するデバイス、システム、および方法を備える。本発明に関して、用語「伸張性(stretchable)」ならびにその語幹および派生語は、本発明の回路要素またはコンポーネントを修飾するために使用されるとき、引き裂くことなくまたは破断することなく、より長くまたはより広くされることが可能な軟質または弾性特性を有する本発明の回路要素および/またはコンポーネントを表し、また、伸張性、膨張性、または拡張性表面に適応し、それぞれ、伸張した、膨張した、またはその他の方法で拡張した、伸張性、膨張性、または拡張性表面に適用されても、機能性を維持するように構成されるコンポーネント(コンポーネント自体が、上述したように個々に伸張性であるか否かによらず)を有する回路要素を包含していることも意味する。用語「拡張性(expandable)」ならびにその語幹および派生語は、本発明の回路要素またはコンポーネントを修飾するために使用されるとき、上述した意味を有することを意味している。そのため、「伸張(stretch)」および「拡張(expand)」およびその全ての派生語は、本発明を参照するとき交換可能に使用されうる。用語「可撓性(flexible)」ならびにその語幹および派生語は、本発明の回路要素またはコンポーネントを修飾するために使用されるとき、破断することなく、曲げることができる本発明の回路要素および/またはコンポーネントを表し、また、撓むかまたはその他の方法で曲がる、可撓性である表面に適用されても、機能性を維持するように構成されるコンポーネント(コンポーネント自体が、上述したように個々に可撓性であるか否かによらず)を有する回路要素を包含することも意味する。所定の実施形態では、「伸張性(stretchable)」の下限では、破断することなく0.5%より大きい材料歪み(strain)になり、上限では、電気性能が低下することなく100,000%伸張しうる構造として言い換えられる。「曲げ性(bendable)」ならびにその語幹および派生語は、本発明の回路要素またはコンポーネントを修飾するために使用されるとき、曲線状にまたはある角度で(少なくとも部分的に)成形されることができ本発明の回路要素またはコンポーネントを表し、また、時として、本明細書で「可撓性(flexible)」と同義的に使用されうる。

30

40

【0040】

図1は、本発明の実施形態の概略図である。図1のコンポーネントのそれぞれのさらなる記述は、本明細書全体に含まれている。回路要素1000Sは、基板200に取付けら

50

れ、固定され、またはその他の方法で固着される。所定の実施形態では、基板 200 は、本明細書で述べるように、伸張性および/または拡張性である。したがって、基板 200 は、プラスチック材料から作ることができ、または、エラストマー材料またはそれらの組合せから作ることができる。「プラスチック (plastic)」は、任意の合成材料か、天然起源材料か、あるいは、一般に加熱時に成型されるかまたは成形され、所望の形状に硬化されうる材料の組合せを指す。用語「エラストマー (elastomer)」は、天然起源材料または合成材料、同様に、伸張するかまたは変形し、実質的な永久的な変形なしでその元の形状に戻ることができるポリマー材料を指す。こうしたエラストマーは、実質的な弾性変形に耐える可能性がある。基板材料で使用されるエラストマーの例は、ポリジメチルシロキサン (PDMS) を含むポリマー有機ケイ素化合物 (「シリコン (silicones)」と一般に呼ばれる) を含む。

10

【0041】

基板に適した他の材料は、ポリイミド、光パターン形成可能シリコン、SU8 ポリマー、PDS ポリダストレン (polydustrene)、パリレンおよびその誘導体およびそのコポリマー (パリレン-N)、超高分子量ポリエチレン、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリウレタン (PTG Elasthane (登録商標)、Dow Pellethane (登録商標))、ポリ乳酸、ポリグリコール酸、ポリマー複合物 (PTG Purisil Al (登録商標)、PTG Bionate (登録商標)、PTG Carbosil)、シリコン/シロキサン (RTV 615 (登録商標)、Sylgard 184 (登録商標))、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE、Teflon (登録商標))、ポリアミド酸、ポリアクリル酸メチル、ステンレス鋼、チタンおよびその合金、プラチナおよびその合金、ならびに金を含む。所定の実施形態では、基板は、いくつかのデバイスが、取出されることなく、ある期間の間、身体 2000 内に残されることを可能にする特性を有する伸張性または可撓性生体適合性材料から作られる。

20

【0042】

上述した材料の一部、特に、パリレンおよびその誘導体およびそのコポリマー (パリレン-N)、超高分子量ポリエチレン、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリウレタン (PTG Elasthane (登録商標)、Dow Pellethane (登録商標))、ポリ乳酸、ポリグリコール酸、ポリマー複合物 (PTG Purisil Al (登録商標)、PTG Bionate (登録商標)、PTG Carbosil)、シリコン/シロキサン (RTV 615 (登録商標)、Sylgard 184 (登録商標))、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE、Teflon (登録商標))、ポリアミド酸、ポリアクリル酸メチル、ステンレス鋼、チタンおよびその合金、プラチナおよびその合金、ならびに金は、生体適合性である。その生体適合性を増加させるための基板用のコーティングは、PTFE、ポリ乳酸、ポリグリコール酸、およびポリ(ラクチド-co-グリコール酸)を含んでもよい。

30

【0043】

本明細書で基板 200 のために開示される材料は、基板を必要とする本明細書で開示する実施形態の任意の実施形態に適用されると理解されてもよい。材料は、剛性の程度、可撓性の程度、弾性の程度を含むその特性、または、ヤング率、引張弾性率、体積弾性率、せん断弾性率を含む材料の弾性率に関連する特性、および/または、その生分解性に基づいて選択されうることに留意するべきである。

40

【0044】

基板 200 は、考えられる任意の数の形状または構成の基板でありうる。所定の実施形態では、基板 200 は、実質的に平面であり、一部の実施形態では、シート状またはストリップ状になるように構成される。しかし、基板 200 のこうした平面構成は任意の数の幾何形状でありうることに留意すべきである。テープのようなまたはシート構成を有する基板を含む平面基板の他の実施形態は、以下で述べられるであろう。シート状またはその他の方法で実質的に平面の構成を有する可撓性および/または伸張性基板 200 は、折り畳まれ、巻き上げられ、束ねられ、巻き付けられ、またはその他の方法で収容されうるよ

50

うに構成されてもよい。所定の実施形態では、こうして構成された基板200は、被検者の身体2000内の狭い通路内での送出中に、折り置まれ、巻き上げられ、束ねられ、(傘に似た構成などにおいて)圧壊され、巻き付けられ、またはその他の方法で収容され、その後、展開用の所定位置で広げられるなどして展開されうる。非制限的な例として、検知デバイス1100を備える畳まれた基板200は、カテーテルを介して送出され、その後、心臓の表面、または、肺静脈などの管腔の内部表面などの対象組織に検知デバイスが接触することが望まれる時点で広げられる。所定の実施形態では、基板200はまた、レンズなどの凹形状および凸形状に形成されてもよい。こうした凸状および凹状基板は、コンタクトレンズなどの目との接触あるいは網膜または角膜移植植物などの目の中への移植に適した材料で作られうる。

10

【0045】

基板200はまた三次元であってもよい。三次元基板200は、任意の数の形状でありうる。こうした三次元基板は、固体でもよく、または、実質的に固体であってもよい。所定の実施形態では、三次元基板は、均一なまたは実質的に均一な材料をその形態全体を通して依然として備えながら、柔軟性、可撓性、伸張性であり、たとえば発泡体あるいは可撓性/伸張性ポリマー製の球状、卵状、円柱状、円板状、または他の三次元物体である。所定の実施形態では、三次元基板200は、数種類の材料から作られてもよい。三次元基板200について現在のところ好ましい実施形態では、基板は膨張性本体(本明細書ではエラストマーベッセルとも呼ばれる)である。バルーンまたは類似物などのこのタイプの膨張性本体は、伸張性であってよい。しかし、他の実施形態では、膨張性本体は、伸張することなく膨張する。所定の実施形態では、膨張は、ガスまたは液体によって達成されうる。いくつかの実施形態では、粘性流体による膨張が好ましいが、種々のガス、流体、またはゲルが、こうした膨張に使用されてもよいことが明らかである。バルーン状の、および円板状の膨張性基板を備える実施形態は、以下でさらに詳細に論じられる。これらの実施形態に関して論じる膨張を達成するシステムは、本明細書の全ての膨張性基板の実施形態に適用される。

20

【0046】

基板200が伸張性である実施形態では、回路要素1000Sは、伸張性であるように、かつ/または、基板200のこうした伸張に適応するように本明細書で述べる適用可能な方法で構成される。同様に、基板200が可撓性であるが、必ずしも伸張性でない実施形態では、回路要素1000Sは、可撓性であるように、かつ/または、基板200のこうした撓みに適応するように本明細書で述べる適用可能な方法で構成される。回路要素1000Sは、例示的な実施形態に関して述べた技法を含む、以下で述べる適用可能な技法を使用して適用され、かつ/または、構成されうる。

30

【0047】

上述のように、本発明は1つまたは複数の可撓性かつ/または伸張性電子部品技術を使用してもよい。従来、電子機器は、集積回路、ハイブリッド集積回路、可撓性のプリント回路基板、およびプリント回路基板上などの硬質構造の上に製造されてきた。ICとも呼ばれる集積回路、超小型回路、マイクロチップ、シリコンチップ、または単純なチップは、従来半導体素材の薄い基板上に製造され、主に無機半導体を堆積する工程で必要とされる高温が原因で硬質基板に制限されていた。ハイブリッド集積回路とプリント回路基板は、ICをセラミック、エポキシ樹脂、または他の硬質かつ不導体表面への載置などによって複数のICを集積するための主な方法であった。これらの相互接続面は、基板とのハンダ接合部および基板全体の金属トレースなどの電気的な相互接続方法が撓曲されたときに破損または破碎するのを確実に防ぐため、従来は硬質であった。加えて、IC自体が撓曲されると砕ける場合がある。そのため、電子技術分野は主として硬質な電子装置構造に拘束されてきたが、今度は、本明細書に開示される実施形態で要求される可撓性および伸張性の少なくともいずれか一方を必要とし得る電子技術の応用を制約しがちである。例えば、高レベルの検知は、センサ装置などの電子装置を対象の組織に密着または直接接触させることを可能にすることにより達成することができる。上述した硬質の装置はそのような

40

50

直接的な接触を妨げてきた。後述する実施形態は、そのような直接的な接触を達成する（「共形接触」と記載される場合もある）。

【0048】

可撓性および屈曲性の電子技術における進歩は、例えば可撓性プラスチック基板上で有機および無機半導体をとともに使用することや、本明細書に記載される他の技術を可能にする可撓性電子技術の応用をもたらした。さらには、可撓性基板上へのICの載置、伸張性のある電氣的な相互接続の方法、および本明細書に記載されている他の技術により、電子機器に伸張性が求められる用途を実現する伸張性のある電子機器技術が登場してきた。本発明は、電子機器が可撓性、屈曲性、拡張性、伸張性等を有する必要がある用途など、電子機器が硬質および平面状であること、または、そのような状態を保ってはならない構成で作動する必要がある用途において、可撓性、屈曲性、伸張性、および同様の性質を持つこれらの技術のうちの1つもしくは複数を利用しうる。

10

【0049】

実施形態によっては、本発明の回路は部分的にまたは全体的に、後述する技術および方法を用いて製造され得る。なお、伸張性および/または可撓性のある電子部品を実現するための各種方法に関する下記説明は、制限を意図するものではなく、当業者の範囲内での適切な変形および/または改変を含む。そのため、本出願は以下の米国特許と特許出願とを参照するものであり、それらの各々は、参照によりその全体が本明細書において援用される。2009年7月7日に発行された「Stretchable Semiconductor Elements and Stretchable Electrical Circuits (伸張性のある半導体素子および伸張性の電気回路)」と題する米国特許第7,557,367号「'367号特許」、2009年4月29日に発行された「Stretchable Form of Single Crystal Silicon for High Performance Electronics on Rubber Substrates (ゴム基板上の高性能電子機器向け単結晶シリコンの伸張可能フォーム)」と題する米国特許第7,521,292号「'292号特許」、2007年9月6日出願された「Controlled Buckling Structures in Semiconductor Interconnects and Nanomembranes for Stretchable Electronics (半導体相互接続における制御された座屈構造および伸張可能な電子部品用ナノメンブレン)」と題する米国公開特許出願第20080157235号（「'235号出願」）、2009年3月5日出願された「Stretchable and Foldable Electronics (伸張可能かつ折り畳み可能な電子部品)」と題するシリアル番号第12/398,811号を有する米国特許出願（「'811号出願」）、2003年3月28日出願された「Stretchable and Elastic Interconnects (伸張性および弾性の相互接続)」と題する米国公開特許出願第20040192082号（「'082出願」）、2006年11月21日出願された「Method For Embedding Dies (ダイを埋め込む方法)」と題する米国公開特許出願第20070134849号（「'849号出願」）、2007年9月12日出願された「Extendable Connector and Network (拡張可能なコネクタおよびネットワーク)」と題する米国公開特許出願第20080064125号（「'125号出願」）、2009年9月7日出願されたシリアル番号第61/240,262号を有する米国仮特許出願「伸張可能な電子部品」（「'262号出願」）、2009年11月12日出願された、「Extremely Stretchable Electronics (極めて伸張性の高い電子部品)」と題する「シリアル番号第12/616,922号を有する米国特許出願（「'922号出願」）、2008年12月9日出願された「Transfer Printing (転写)」と題するシリアル番号第61/120,904号を有する米国仮特許出願（「'904号出願」）、2004年12月1日出願された「Methods and Devices for Fabricating Three-Dimensional Nanoscale Structures (三次元ナノスケール構造を製造するための方法および装置)」と題する米国公開特許出願第20060286488号、2007年3月27日に発行された「Composite Patterning Devices for Soft Lithography (ソフトリソグラフィ用複合パターンニング装置)」と題する米国特許第7,195,733号、2006年6月9日出願された「Pattern Transfer Printing by Kinetic Control of Adhesion to an Elastomeric Stamp (弾性スタンプに対する粘着の動力学的制御によるパターン転写)」と題する米国公開特許出願第20090

20

30

40

50

199960号、2006年6月1日に出願された「Printable Semiconductor Structures and Related Methods of Making and Assembling (印刷可能な半導体構造および関連する製作および組み立て方法)」と題する米国公開特許出願第20070032089号、2007年9月20日に出願された「Release Strategies for Making Transferable Semiconductor Structures, Devices and Device Components (移動可能な半導体構造、装置および装置構成要素を製作するためのリリース戦略)」と題する米国公開特許出願第20080108171号、および2007年2月16日に出願された、「Devices and Methods for Pattern Generation by Ink Lithography (インクリソグラフィとによるパターン生成のための装置および方法)」と題する米国公開特許出願第20080055581号。

10

【0050】

「電子デバイス (electronic device)」は、いろいろな機能を有する集積回路 (複数可) を包含するために本明細書で幅広く使用される。所定の実施形態では、電子デバイスは、例示的な実施形態に関して本明細書で述べるようにデバイスアイランド配置構成でレイアウトされるデバイスであってよい。デバイスは、以下のものであってもよく、または、デバイスの機能は、以下のものを含みうる。すなわち、集積回路、プロセッサ、コントローラ、マイクロプロセッサ、ダイオード、キャパシタ、電力貯蔵要素、アンテナ、ASIC、センサ、増幅器、A/DおよびD/A変換器、関連する差動増幅器、バッファ、光収集器、電気機械変換器を含む変換器、圧電アクチュエータ、LEDを含む発光電子部品、ロジック、メモリ、クロック、および能動マトリックススイッチングトランジスタを含むトランジスタ、ならびにそれらの組合せである。標準IC (所定の実施形態では、CMOS、単結晶シリコン) を使用する目的および利点は、よく知られているプロセスによって既に一般に大量生産されており、受動手段によって生産されるものよりはるかに優れた、ある範囲の機能およびデータの生成を提供する高品質で高性能で高機能の回路コンポーネントを備え、使用することである。電子デバイス内のコンポーネントまたはデバイスは、本明細書で述べられ、上述したコンポーネントを含む。コンポーネントは、上述した電子デバイスの任意の電子デバイスの1つまたは複数であり、かつ/または、フォトダイオード、LED、TUFFT、電極、半導体、他の光収集/検出コンポーネント、トランジスタ、デバイスコンポーネントに接触することが可能な接触パッド、薄膜デバイス、回路要素、制御要素、マイクロプロセッサ、相互接続、接触パッド、キャパシタ、抵抗器、インダクタ、メモリ要素、電力貯蔵要素、アンテナ、ロジック要素、バッファ、および/または他の受動または能動コンポーネントを含んでもよい。デバイスコンポーネントは、金属蒸着、ワイヤボンディング、固体または導電性ペーストの塗布、および同様なものなどによって、当技術分野で知られているように1つまたは複数の接触パッドに接続されてもよい。

20

30

【0051】

別の電気信号によって電流を制御することができないコンポーネントは、受動デバイスと呼ばれる。抵抗器、キャパシタ、インダクタ、変圧器、およびダイオードは全て、受動デバイスと考えられる。

【0052】

本発明に関し、能動デバイスは、電子の流れを電氣的に制御する能力を有する任意のタイプの回路コンポーネントである。能動デバイスは、真空管、トランジスタ、増幅器、ロジックゲート、集積回路、シリコン制御整流器 (SCR)、交流用トライオード (TRIAC) を含むが、それらに限定されない。

40

【0053】

「超薄型 (Ultrathin)」は、可撓性を示す薄い幾何形状のデバイスを指す。

「機能層 (functional layer)」は、ある機能をデバイスに与えるデバイス層を指す。たとえば、機能層は、半導体層などの薄膜であってよい。あるいは、機能層は、支持層によって分離された複数の半導体層などの複数の層を備えてもよい。機能層は、デバイス受容パッド間に延びる相互接続などの複数のパターン形成された要素を備えてもよい。

50

【 0 0 5 4 】

回路を作るために使用されうる半導体材料は、アモルファスシリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコン、導電性酸化物、カーボンナノチューブ、および有機材料を含みうる。

本発明の実施形態では、可撓性プラスチック基板上に半導体を印刷し、屈曲性マクロ電子部品、マイクロ電子部品、および/またはナノ電子部品を作出する。プラスチック上に設けられたそれらの屈曲可能な薄型フィルム電子部品は、従来的高温処理方法によって製造される薄型フィルム電子部品と同様かそれを上回る電界効果を呈し得る。加えて、プラスチック構造上のこれらの可撓性半導体は、プラスチック基板に対する室温処理など、可撓性基板の広域において低温でも効率的な高スループット処理と両立する屈曲可能な電子部品を提供し得る。この技術は、単結晶シリコンリボン、GaAs、INPワイヤ、およびカーボンナノチューブなど多岐にわたる幅広い高品質半導体をプラスチック基板上に堆積させることにより、屈曲可能な薄型フィルム電子部品を組み立てることのできる乾式転写接触印刷技法を提供し得る。可撓性基板上に設けられたこの高性能印刷回路により、幅広い用途を有する電子構造を実現する。' 367号特許および関連開示に、屈曲可能な薄型フィルム電子部品をこの方法で製造するための手順の例が例示されている（例えば' 367号特許の図26Aを参照）。

10

【 0 0 5 5 】

プラスチックの上に半導体構造を製造できることに加え、金属・半導体電子部品が、プラスチック基板上にGaAsマイクロワイヤなどの印刷可能なワイヤ配列と共に形成され得ることが実証されている。同様に、他の高品質半導体素材も、シリコンナノワイヤ、マイクロリボン、プレートレット等を含むプラスチック基板上に転写されることが示されている。加えて、弾性スタンプを使用した転写印刷技法も使用され得る。' 367号特許には、可撓性プラスチック基板上でエピタキシャルなチャンネル層を有する単一ワイヤ（本事例ではGaAsワイヤ）の配列と、集積されたホルミウムの(holmic)接触とを使用する電子部品を製造するための主要手順が例示されている（' 367号特許の図41を参照）。一実施例では、半絶縁GaAsウェハが、マイクロワイヤを生成するための原素材を提供し得る。各ワイヤは、最終的な電子部品のチャンネル長さを定義する隙間によって切り離された複数のオームストライプを有し得る。PDMSの平面状の弾性スタンプをワイヤに接触させることにより、ファンデルワールス結合が形成される。この相互作用により、スタンプの被覆を戻したときに、ウェハからPDMSの表面までのすべてのワイヤを除去することができる。ワイヤを有するPDMSスタンプはその後、それから未硬化プラスチックシートに接触して配置される。硬化後にPDMSスタンプを剥ぎ取ると、ワイヤが、露出したオームストライプとともにプラスチック基板の表面に埋め込まれた状態になる。プラスチック基板上でさらに処理すると、オームストライプを接続して電子部品のソース電極、ドレイン電極、およびゲート電極を形成する電極を定義し得る。最終的な配列は、プラスチック基板とワイヤとの屈曲性のため、機械的に可撓性を有する。

20

30

【 0 0 5 6 】

所定の実施形態において、また一般に、伸張性電子部品は、マルチプレクス用チップおよびデータ取得システムに接続されるような電極を組み込んでもよい。たとえば、こうした電極システムは、神経学または心臓の監視および刺激用のカテーテルなどの医療用途に統合されてもよい。ある例では、電極は、作製され、設計され、転写され、被覆されてもよい。ある実施形態では、作製は、Siウェハ、接着層（たとえば、HMDS接着層）のスピンコート、酸素RIEなどにおいてシャドウマスクによってパターン形成された（たとえばPMMA）のスピンコート、ポリイミドのスピンコート、PECVD SiO₂の堆積、1813レジストのスピンコート、フォトリソグラフィパターン形成、金属蒸着（たとえば、Ti、Pt、Au、および同様なもの、または上記の組合せ）、金エCHANT、ホットアセトン内でのリフトオフ、RIEエッチングなどを利用してよく、かつ/または、含んでもよい。この実施形態では、作製ステップは、電極をSiウェハ上に作ることで終了してもよい。所定の実施形態では、Siウェハは、その後、約1時間、100などでホットアセトン浴に浸されて、PIポストが、電極をSiウェハの表面に固着した

40

50

状態に維持しながら、接着層が解放されてもよい。所定の実施形態では、電極は、複数の形状で設計され、複数の分布パターンで分配されてもよい。電極は、図1に関して述べた設備/要素および/または本明細書の例示的な実施形態のうちの任意のものを含む、電子部品、マルチプレクス処理用電子部品、インタフェース電子部品、通信設備、インタフェース接続、および同様なものに相互接続されてもよい。所定の実施形態では、電極は、SiウェハからPDMSスタンプなどの転写スタンプに転写されてもよく、転写スタンプの材料は、完全に硬化されてもよく、部分的に硬化されてもよく、また同様な処理がされてもよい。たとえば、部分的に硬化されたPDMSシートは、約350nmであってよく、PDMSは、60秒間、300rpmでスピコートされ、25分間、65で硬化され、PDMSシートから電極をリフトオフするために使用された。さらに、電極は、被覆されてもよく、たとえば、PDMS層の少なくとも一層が部分的に硬化している間に、支持用PDMS層と第2のPDMS層との間に電極が挟まれる。

10

20

30

40

50

【0057】

所定の実施形態では、伸張性電子部品構成は、電極および/またはデバイスへの接続のため、また、データ取得システム(DAQ)などのインタフェース電子部品への接続のために、フレックスプリントなどのフレックスPCB設計要素、フリップチップ構成(PCB上に接着されるような)、および同様なものを組み込んでもよい。たとえば、フレックスPCBは、異方性導電性フィルム(ACF)接続によって電極に接合されてもよく、はんだ接合は、導電性ワイヤによってデータ取得システムにフレックスPCBを接続してもよい。所定の実施形態では、電極は、部分的に硬化したエラストマー(たとえばPDMS)を接着剤として使用することによって、表面上に接続されてもよい。

【0058】

所定の実施形態では、伸張性電子部品は、以下に述べる伸張性電極システムを介して神経信号活性を監視するなどのために、伸張性電子部品のシートに形成されてもよい。所定の実施形態では、伸張性シートは薄くてもよく、たとえば約100 μ mである。任意選択で、増幅およびマルチプレクス処理は、マイクロ流体冷却などによって、接触領域を実質的に加熱することなく実施されてもよい。

【0059】

所定の実施形態では、電極を備える電子デバイスのアレイを有するシートは、様々な形状に切断され、電極シートの形状を決定する通信用電極アイランドなどを通して、機能性を維持してもよい。電極は、(本明細書で述べる)デバイスアイランド配置構成でレイアウトされ、能動回路要素を含んでもよく、能動回路要素は、回路要素内の(本明細書で述べる)処理設備が、他のこうしたアイランドの識別および場所をリアルタイムに確定できるように、アイランド内の伸張性相互接続を介して互いに通信するように設計される。こうして、1つのアイランドが欠陥を生じる場合、アイランドは、残りのアレイから、調節されマルチプレクス処理されたデータを依然として送しうる。こうした機能は、このようなアレイが、用途のサイズ制約に基づいて切断され整形されることを可能にする。シート、したがって、回路要素は、横側に切断されてもよく、回路要素は、残りの電極および/またはデバイスをポーリングして、どれが残っており、相応してどれが較正を修正することになるかを判定することになる。この機能を含む伸張性電子部品シートの例は、20mm \times 20mmの総面積について、1mmピッチのプラチナ電極の20 \times 20アレイなどの電極幾何形状、1kHzで5キロオームなどの電極インピーダンス(調整可能)、50 μ m総合厚さおよび被覆されたポリイミドなどを有する可撓性シートでの構成、2kHz/チャンネルなどのサンプリングレート、+/-6mVなどの電圧ダイナミックレンジ、dcリジエクシオンを有する-2.5~5Vなどのdc電圧オフセット範囲、0.002mVなどの電圧ノイズ、3000などの最大信号対ノイズ比、IEC規格などを満たす、典型的には0.3 μ A、最大10 μ Aなどの漏洩電流、2mW未満などの動作電力/チャンネル(調整可能)、電力、グラウンド、低インピーダンスグラウンド、データ線、および同様なものなどのための多数のインタフェースワイヤ、150などの電圧利得、1mmなどの機械的曲げ半径、最大1だけ局所組織を加熱するなどの局所加熱能力、2週間などの生

体適合性計測期間、差動増幅器、マルチプレクサなどの能動電子部品（たとえば、1000トランジスタ/チャンネル）、500kHzサンプリングレートを用いた16ビットA/D変換器、2μV未満のノイズ、データロギン、およびリアルタイムスクリーンディスプレイなどを有するデータ取得システム、IEC10601などに対する安全適合性、および同様なものを含んでもよい。

【0060】

本発明の実施形態において、多数の応用に関し、機械的可撓性は、例えばプラスチック基板上における装置の重要な特性を表しうる。集積されたオーム接触を有するマイクロ/ナノワイヤは、幅広い種類のデバイス基板の上に直接作製することのできる高性能デバイス向けの特有なタイプの素材を提供する。あるいは、金属相互接続線の有無に関係なく薄いポリマーブリッジによって電気的および/または機械的に接続するなど、電気的な構成要素を共に接続する目的で他の素材が使用され得る。

10

【0061】

実施形態によっては、被覆層が利用され得る。被覆層とは、デバイスのコーティング、すなわちデバイスの一部を示し得る。実施形態によっては、被覆層は、不均一かつ/または空間的に変化する弾性率を有し得る。被覆層は、機械的な保護やデバイスの隔離等を提供し得る。これらの層は、伸張可能な電子部品に対するかなりの利点を有しうる。例えば、低弾性PDMS構造は、伸張性の範囲を著しく拡大し得る（'811号出願で詳しく記載されている）。被覆層はその後、デバイスの上で保護または電気隔離のためのバッシベーションとしても使用されうる。実施形態によっては、低弾性引張隔離層の使用により、高性能電子部品の集積が許容されうる。これらのデバイスは、機械的な保護と環境からの保護を提供するための被覆層を有しうる。被覆層の使用は、高い引張度で有意な影響を及ぼしうる。低弾性率の被覆材料が最大の可撓性を提供し、したがって最大の伸張性を提供しうる。'811号出願で言及されているとおり、PDMSの低弾性配合により、伸張性の範囲は少なくとも60%から拡大しうる。被覆層は、引張による故障に弱いデバイスの機能層など、電子デバイスに対する引張力および応力を緩和することにもなる。実施形態によっては、異なる弾性率を有する材料を積層化してもよい。実施形態によっては、これらの層はポリマーやエラストマー等でありうる。実施形態によっては、被覆は、組織と接触する電子デバイスのシルク（Silk）被覆のような、埋め込まれた伸張性電子システムの間を生体適合性の接触面を作出するために利用されうる。

20

30

【0062】

本発明で利用されうる可撓性かつ伸張性の電子部品技術に戻って、GaAsまたはシリコンなどの半導体の座屈した波形のリボンは、エラストマー基板上の電子部品の一部として作製されてもよいことが示された。サブミクロン範囲の厚さならびに明確な「波形(wavy)」および/または「座屈した(buckled)」幾何形状などを有する半導体リボンが立証された。エラストマー基板の表面上のまたはその基板に埋め込まれた、結果として得られる構造は、10%より大きな歪みに対して可逆的な伸張性および圧縮性を示すことが示された。これらの構造化GaAsリボン上にオーム接触を集積させることによって、高性能伸張性電子デバイスが達成される。第'292号特許は、PDMSで作られたエラストマー基板上に伸張性GaAsリボンを作製するステップを示し、リボンは、複数のエピタキシャル層を有するGaAsの高品質バルクウェハから生成される（図22を参照）。解放されたGaAsリボンを有するウェハは、リボンが伸張方向に沿って整列した状態で伸張前のPDMSの表面に接触する。母体ウェハからPDMSを剥離することで、全てのリボンがPDMSの表面に転写される。PDMS内の予備歪みを緩和することで、リボンに沿って大規模な座屈/波形構造が形成される。リボンの幾何形状は、スタンプに加えられ予備歪み、PDMSとリボンとの間の相互作用、およびリボンの曲げ剛性などに依存しうる。所定の実施形態では、座屈および波は、たとえばデバイス構造に関連する厚さ変動のために、単一リボン内に、その長さに沿って含まれてもよい。実用的な用途では、リボンおよびデバイスを、それらの伸張性を維持するように被覆することが有用である場合がある。エラストマー基板上の半導体リボンは、高性能電子デバイス、半導体多層積重体の

40

50

座屈した波形リボン、およびかなりの圧縮性／伸張性を示すデバイスを作製するために使用されてもよい。所定の実施形態では、本発明は、伸張性波形相互接続を有するCMOSインバータのレイなどの半導体リボンを利用するデバイスのレイを生産する作製プロセスを利用してよい。同様に、上部層被覆の方策は、回路要素を歪みから隔離し、それにより、クラッキングを回避するために使用されてもよい。

【0063】

所定の実施形態では、多層積層体内の中立機械面(neutral mechanical plane)(NMP)は、歪みがゼロである位置を規定しうる。たとえば、種々の層は、支持層、機能層、中立機械表面調整層、結果として得られる中立機械表面(たとえば機能層と一致する)を有する被覆層、および同様なものを含んでもよい。所定の実施形態では、機能層は、可撓性または弾性デバイス領域および剛性アイランド領域を含んでもよい。所定の実施形態では、NMPは、本発明で利用される伸張性電子部品の任意の用途で実現されてもよい。

10

【0064】

所定の実施形態では、半導体リボン(同様に、マイクロリボン、ナノリボン、および同様なもの)は、集積回路要素、電気／電子コンポーネント間の電氣的相互接続を実装するために、またさらに、電気／電子システムの一部としての機械的支持のために使用されてもよい。したがって、半導体リボンは、可撓性かつ伸張性電子部品の構成／作製において、可撓性基板上に可撓性および／または伸張性電子部品を形成する相互接続されたりボンのレイとして、電子部品あるいは可撓性および／または伸張性電子部品をもたらす組立体の相互接続部分のために使用されるなど、いろいろな方法で利用されてもよい。たとえば、ナノリボンは、プラスチック基板上に電子部品の可撓性レイを形成するために使用されてもよい。レイは、電極-電子部品セルのレイを表してもよく、ナノリボンが予め作製され、その後、取付けられ、金属化および被覆層を通して相互接続される。この構成の最終構造は、本明細書で述べるプラスチック上に直接作製される電子デバイスレイと同様である場合があるが、半導体リボンによって高い電子部品集積密度が可能になることに留意されたい。さらに、この構成は、湿潤環境から構造を隔離しうる被覆層および作製ステップを含んでもよい。半導体リボンは、可撓性および伸張性に関連する様々な用途で使用される可能性があるため、この例は、半導体リボンの使用をいずれの点でも制限することを意味しない。たとえば、回路要素の可撓性および／または伸張性を改善するために、このレイのセルは、代わりに、ワイヤ、屈曲した相互接続によって接続され、エラストマー基板上に取付けられてもよい。

20

30

【0065】

波形半導体相互接続は、(ある場合には)「屈曲した(bent)」相互接続と呼ばれる場合もある、より広い分類の可撓性かつ伸張性相互接続の一形態に過ぎず、材料は、リボン、バンド、ワイヤ、トレース、および同様の形状に形成された半導体、金属、または他の導電性材料であってよい。屈曲した構成は、1つまたは複数の折り畳まれた領域を有するなど、力を加えることによって生じる湾曲形状を有する構造を指してもよい。これらの屈曲した相互接続は、種々の方法で、また、相互接続材料が、予め歪められたエラストマー基板上に配置され、歪みが解放されると、屈曲した形態が生成されるような実施形態で形成されてもよい。所定の実施形態では、予備歪みは、予備伸張または予備圧縮であってよく、たとえば1軸、2軸、または3軸で提供されてもよく、均一にまたは不均一に提供されてもよい。波形パターンは、予め歪められた波形パターンに沿って形成されてもよく、「ポップアップ(pop-up)」ブリッジを形成してもよく、エラストマー上に搭載されるかまたは別の構造に転写印刷された他の電気コンポーネントと共に使用されてもよい。あるいは、エラストマー基板に力または歪みを加えることによって、「ポップアップ」または座屈したコンポーネントを生成する代わりに、伸張性かつ屈曲性相互接続は、受容表面にコンポーネント材料を適用することによって作られてもよい。屈曲した構成は、基板上に転写されるようなマイクロワイヤから、または、エラストマー基板上などで、電子部品コンポーネントと共に波形相互接続パターンを作製することによって構築されてもよい。

40

【0066】

50

本明細書で述べる半導体ナノリボンは、予め歪められたエラストマー基板上に屈曲した相互接続を形成することを通して波形の「屈曲した」相互接続を形成する方法を利用してよく、この技法は、複数の異なる材料に適用されてもよい。別の一般的な分類の波形相互接続は、相互接続材料の制御された座屈を利用してよい。この場合、接着材料は、（変形後に）基板と物理的接触状態を維持する接着領域および物理的接触状態を維持しない他の領域が存在するように、選択されたパターンで適用されてもよい。予め歪められた基板は、ウェハ基板から除去され、基板の弛緩によって、無拘束の相互接続が、未接着の（または弱く接着した）領域で座屈する（「ポップアップする」）。したがって、座屈状相互接続は、コンポーネント間の電気接触を断つことなく構造に伸張性を与え、それにより、可撓性および/または伸張性が提供される。図2は、2つのコンポーネント202Sと208Sとの間の座屈した相互接続204Sを示す概略図を示す。

10

【0067】

所定の実施形態では、プラスチックまたはエラストマー基板などの可撓性基板に屈曲した相互接続を取付けるなどの、本明細書で述べる相互接続スキームの任意の、全ての、または、それぞれの組合せは、電子部品支持構造をより大きな可撓性または屈曲性にするために適用されてもよい。しかし、これらの屈曲した相互接続構造は、別の一般的な分類の伸張性電子構造において実質的により拡張性または伸張性の構成を提供する場合があります、剛性半導体アイランドは、エラストマー基板上に搭載され、複数の屈曲した相互接続技術のうちの1つの技術によって相互接続される。この技術は、本明細書に、また、参照によりその全体が組み込まれた第262号出願にも提示される。この構成はまた、本明細書

20

【0068】

ある実施形態では、本明細書で述べる伸張性かつ可撓性電子部品を作成するプロセスの第1のステップは、機能層のための必要とされる電子デバイスおよびコンポーネントならびに導電性材料を得る工程を含む。電子部品は、その後、（必要である場合）背面研磨プロセスを使用することによって薄化される。50マイクロメートル未満のウェハを取得し

多くのプロセスが利用可能である。研磨プロセスの前にプラズマエッチングによってチップをダイシングすることは、さらなる厚さの減少を可能し、厚さが20マイクロメートル未満のチップを送出する。薄化の場合、通常、特別なテープがチップの処理される部分を覆うように配置される。チップの底部は、その後、機械的手段および/または化学的手段の両方を使用して薄化される。薄化後に、チップは、受容基板に転写されてもよく、受容基板は、伸張性相互接続がその上で作製されうる平面であってよい。図3は例示的なプロセスを示しており、犠牲層304Sでコーティングされたキャリア308S上に可撓性基板302Sを作成すること（図3A）から始まり、可撓性基板上にデバイス310Sを配置し（図3B）、さらに、受容基板の上部表面をダイ表面の高さと同じ高さにするために、平坦化ステップを実施する（図3C）。相互接続作製プロセスは次の通りである

。受容基板上に堆積されたデバイス310Sは、1つのデバイスから別のデバイスへボンドパッドを接合する相互接続312Sによって相互接続される（図3D）。所定の実施形態では、これらの相互接続312Sは、10マイクロメートルから10センチメートルまで変動する場合がある。ポリマー被覆層314Sは、その後、相互接続された電子デバイスおよびコンポーネントのレイ全体をコーティングするために使用されてもよい（図3E）。相互接続された電子デバイスは、その後、溶媒で犠牲材料をエッチング除去することによって基板から解放される。デバイスは、その後、伸張処理をいつでも受けられる。デバイスは、剛性キャリア基板から、PDMSなどのエラストマー基板に転写される。新しい基板への転写の直前に、レイは、被覆された相互接続が受容基板に対して垂直に自由に変位するようにしたまま、デバイス/コンポーネントアイランドが優先的に表面に付

30

40

50

着するように前処理される。

【0069】

所定の実施形態では、相互接続システムは、2つ以上のボンドパッドを接続する真っすぐな金属線である。この場合、電子部品アレイは、予め歪められたエラストマー基板に転写される。この基板の弛緩によって、相互接続は、基板に対して垂直に変位することになり、したがって、外向き座屈が生成される。この座屈は、システムの伸張を可能にする。

【0070】

別の実施形態では、相互接続は、導電性金属の蛇紋パターンである。これらのタイプの相互接続されたアレイは、予め歪められたエラストマー基板上に堆積される必要がない。システムの伸張性は、相互接続の回旋形状によって可能になる。

10

【0071】

伸張性/可撓性回路は、従来のフォトリソグラフィ技法、スパッタリング、化学気相堆積、インクジェット印刷、またはパターン形成技法と組合せた有機材料堆積を含むが、それらに限定されない技法を使用して、紙、プラスチック、エラストマー、または他の材料の上に形成されてもよい。回路を作るために使用されてもよい半導体材料は、アモルファスシリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコン、導電性酸化物、カーボンナノチューブ、および有機材料を含んでもよい。所定の実施形態では、相互接続は、エラストマーまたはプラスチック材料などの上の、導電性フィルム、ストライプ、パターン、および同様なもので形成されてもよく、フィルムは、本明細書で述べるように、座屈、変形、伸張等するように作られてもよい。所定の実施形態では、相互接続は、可撓性および/または伸張性基板またはプラスチック上のまたはそこに埋め込まれるような、複数のフィルムで作られてもよい。

20

【0072】

所定の実施形態では、デバイスアイランド402Sの相互接続は、図4に示すような、また、第922号出願に開示される種々の構成などの著しく伸張性の相互接続404Sを利用してよい。相互接続404Sの幾何形状および寸法は、相互接続404Sを著しく柔軟にさせるものである。各相互接続404Sは、その構造形態において類似の大きさの幅および厚さ寸法を有するようにパターン形成されエッチングされ(それらの比または逆比が約10の倍数を超えないなど)、また、好ましくは同じサイズであってよい。所定の実施形態では、相互接続は、長いバー408Sおよび短いバー410Sを効率的に備えるように、牛耕式に形成されてもよい。この独特の幾何形状は、ワイヤの効率的な形態を有するため、その後伸張されるときに相互接続で生成される応力を最小にし、他の2つの寸法を大幅に超える1つの寸法を有する相互接続形状因子(たとえばプレート)と非常に異なった振舞いをする。プレートタイプ構造は、主に、座屈によって単一軸の周りにだけ応力を逃がし、クラッキングする前にわずかな量のせん断応力だけに耐える。本発明は、3つ全ての軸の周りに、せん断応力および任意の他の応力を含む応力を逃がすことができる。さらに、相互接続は、剛性材料から形成されてもよい。伸張された後、未伸張状態に再圧縮されるときに、そのワイヤに似た形態が絡まるかまたはもつれるのを防止するのに役立つ回復力を有しうる。牛耕式幾何形状の別の利点は、牛耕式幾何形状が、アイランド間の初期分離距離を最小にすることである。所定の実施形態では、相互接続は、モノリシックに(すなわち、デバイスアイランドと同じ半導体材料から)形成されてもよく、または、別の材料から形成されてもよい。

30

40

【0073】

別の実施形態では、エラストマー基板は、図5に示すような高さ512Sによって分離された2つの層を備えてもよい。上部「接触」層は、デバイスアイランド502Sに接触し、デバイスアイランド502Sは、本明細書で述べる相互接続スキームの1つのスキームを用いて相互接続される504S。さらに、底部層は、エラストマー作製中に基板508S内に成型された波紋514Sまたは方形波を含む「波形」層であってよい。これらの波形はさらなる伸張を可能にし、伸張の程度は、エラストマー内で成型された波パターンの振幅510Sおよび波長に依存しうる。

50

【0074】

所定の実施形態では、デバイスアイランドは、可撓性および/または伸張性基板の上、その内部、その間などに搭載されてもよい任意の予め作製された集積回路（IC）であってよい。たとえば、さらなるエラストマー層は、保護、強度の増加、可撓性の増加などのために構造物を被覆するために、図5に示すように、構造物の上に追加されてもよい。埋め込み式電気コンポーネントに対する電気接触は、埋め込み層の前後で、第2の電気相互接続層からエラストマー層（複数可）を介するなどして提供されてもよい。たとえば、ICは、可撓性材料内にカプセル化されてもよく、相互接続は、第'849号出願に述べるようにアクセス可能にされる（たとえば第'849号出願の図1を参照）。この例では、埋め込み式ICは、剛性キャリアなどのキャリア上にICを最初に配置することによって作製され、ICは、薄化された（キャリア上に搭載される前に薄化されるか、または、キャリア上にある間に薄化された）ICであってよい。第2のステップは、IC上に流されうる何らかの接着剤、エラストマー、または他の絶縁材料でICをコーティングする工程を含んでもよい。第3のステップは、レーザ穿孔または当技術分野で知られている他の方法などによってICの電気接点に到達する工程であってよい。第4のステップは、開口内に電気導体を流し、それにより、ICの電気接続に対する電氣的アクセスを確立する工程であってよい。最後に、こうして収容されたICは、キャリアから解放されうる。今や、構造体は、電気接続性を維持しながら、可撓性基板内に容易に埋め込まれることができる。所定の実施形態では、この構造体は、ICの薄さ、周囲構造の弾性特性、延長した電気接点の弾性構成などにより、可撓性構造体でありうる。

10

20

【0075】

伸張性電子部品技法の多くは、たとえばPDM Sスタンプを用いた転写印刷プロセスを利用することが留意されるべきである。所定の実施形態では、本発明は、本明細書で述べられ、第'904号出願に開示されるように、転写印刷の表面付着を動的に制御する方法を含んでもよい。転写印刷スタンプは、多くの使用法を有し、使用法の1つは、1つの表面（「初期表面」）から材料の薄膜（「ターゲット」）を拾い上げ、その薄膜を別の表面（「最終表面」）上に堆積させることである。ピックアップは、ターゲットに接触した状態で転写印刷スタンプを押し付け、スタンプとターゲットとの間にファンデルワールス接着を生成するためある程度の圧力を加え、ターゲットと共にスタンプを剥離し、その後、別の表面と接触した状態で、ターゲットと共にスタンプを配置し、圧力を加え、ターゲットが最終表面上に残るように、ターゲットなしのスタンプを剥離することによって達成されてもよい。最終表面が、転写スタンプと比べてターゲットとの高い接着強度を有する場合、転写スタンプが剥離されると、ターゲットが最終表面上に残ることになる。あるいは、転写スタンプを剥離する速度は、ターゲットとスタンプおよびターゲットと最終表面の接着力の比を変えるように調整されうる。本発明は、ターゲットがピックアップされた後に転写スタンプの表面付着を変更することによって、ターゲットを堆積させる新規な方法を記載する。これは、ターゲットと共にスタンプが、最終表面と接触状態にある間に行われてもよい。所定の実施形態では、付着制御は、水または他の流体が、スタンプの中からスタンプの表面に圧送され、それにより、表面付着が粘着性から非粘着性に変化するようになり、転写スタンプ内にマイクロ流体チャネルを導入することによって行われうる。

30

40

【0076】

所定の実施形態では、本発明は、流体（液体またはガス）が、スタンプの表面に圧送されて、表面を湿潤させるかまたは化学的に官能化し、したがって、スタンプ表面の表面付着を変化させるように、マイクロ流体チャネルを形成された転写印刷スタンプを使用することによって転写印刷を達成してもよい。転写印刷スタンプは、ポリジメチルシロキサン（PDM S）およびその誘導体を含むが、それらに限定されない任意の材料から作られてもよい。1つの非制限的な実施形態では、スタンプは、約1マイクロメートルから1メートルの範囲の寸法を有する直方体の形状のPDM Sピースである。この例の場合、直方体は、1cm×1cm×0.5cm（長さ、幅、厚さ）である。直方体の1つの1cm×1cm表面が、スタンピング面として設計される。フォトリソグラフィマスクまたはステン

50

シルマスクを使用することによって、垂直穴（チャンネル）のパターンが、スタンピング面からスタンプの対向面までエッチングされる。これは、酸素反応性イオンエッチングを用いて行われてもよい。これらの穴は、マイクロ流体チャンネルであり、径が約0.1~10マイクロメートルであってよい。穴は、約1~50マイクロメートルだけ離間していてもよい。PDMSの別のピースは、リザーバ形状に形成されてもよい（たとえば、小さな直方体（約0.8cm×0.8cm×0.3cm）が1つの表面から切出された1cm×1cm×0.5cm直方体）。この形状は、PDMSをモールド内に注ぎ、PDMSを硬化させ、PDMSをモールドから除去することによって形成されてもよい。このさらなるPDMSピースは、その後、PDMSの第1のピースと接触状態で配置され、2つのピースが図6のステップAに示す形状を形成するように接着されてもよい（これは、2つのピースを接触させる前に、紫外オゾン露光または酸素プラズマ露光によって行われてもよい）。その後、スタンプ内に水を圧送する流体パイプが装備されるように、1つまたは複数の穴が、リザーバの上部に開けられてもよい。別の非制限的な実施形態では、スタンプは、PDMSの第1のピースが成型によってマイクロ流体チャンネルを有するように形成されることを除いて、上述したように構築される。PDMS成型は、よく知られている技術である。第1に、所望の形状の反転であるモールドが作られる。この場合、それは、4つの壁を有する底面上の垂直棒のアレイである。このモールドは、その後、PDMSを注ぎ込むことによってPDMAで充填され、PDMSが硬化することが可能になり（高温であってよい）、その後、PDMSが除去される。別の非制限的な実施形態では、スタンピング表面はまた、浅いエッチングされた表面チャンネルのアレイでパターン形成される。所定の実施形態では、これらのチャンネルは、約100~10000nm幅であり、PDMS内に100~10000nmだけエッチングされてもよい。これらのチャンネルは、直線アレイまたはチェッカー盤グリッドを形成してもよい。チャンネルの目的は、垂直のマイクロ流体チャンネルからスタンプの表面の周りに液体を分配させることである。さらに、これらのチャンネルは、スタンプの表面に液体を押し出すために変位されなければならない空気が出ていくことを可能にする。使用されてもよい液体の例は、水（スタンプの表面を湿潤させ、その付着性を減少させることになる）を含むが、それに限定されない。ガス流体の場合、これらの表面チャンネルは必要でない場合がある。PDMSの表面付着を低下させうるガスの例は、ジメチルジクロロシラン（DDMS）、ペルフルオロオクチルトリクロロシラン（FOOTS）、ペルフルオロデシルトリス（ジメチルアミノ）シラン（PF10TAS）、およびペルフルオロデカン酸（PFDA）、ならびに同様なものである。

【0077】

所定の実施形態では、スタンプは、図6に示すように動作させてもよい。第1に、スタンプは、ピックアップされるターゲット材料またはデバイスを有する基板と接触した状態で押し付けられる（図6A）。ターゲット材料は、よく知られているように、それ自身とスタンプとの間のファンデルワールス力によって拾い上げられる（図6B、6C）。ターゲット材料は、最終基板と接触した状態で配置され、接触した状態で押し付けられる（図6D）。流体（たとえば水）が、付着を低減するためにスタンプ表面に圧送される（図6E）。スタンプ表面を水が完全に湿潤させるのに必要なだけの期間、スタンプは、この状態のままにされてもよい。最後に、ターゲット材料が最終基板上に残ったままで、スタンプが除去される（図6F）。図6A~6Fでは、明確にするために以下の名称が付されている。流体入口601S、PDMSスタンプ602S、流体分配リザーバ603S、スタンプ表面に対するマイクロ流体チャンネル604S、接着性スタンプ表面605S、拾い上げられ転写印刷されるデバイス606S、初期基板607S、最終基板608S、水609Sの圧入。こうして、水がマイクロ流体チャンネルの端部に達して、転写スタンプの表面付着を改質し、デバイスを解放する。スタンプ表面上のいずれの表面チャンネルも、図に示されておらず、また、図は一定の縮尺で描かれていないことに留意されたい。

【0078】

伸張性回路要素を可能にする別の例示的な構成は、拡張性相互接続に関する第'125号出願で説明されている。（第'125号出願の図3参照）。電気コンポーネントは、複

10

20

30

40

50

数の相互接続ノードのうちの一つのノードと考えられてもよく、その相互接続は、下にある可撓性基板が拡張するにつれて、拡張/延長する。所定の実施形態では、可撓性かつ伸張性電子部品は、基板、電気コンポーネント、電気相互接続、および同様なものを含む構成を含め、様々な方法で実装されてもよく、また、それらの開発および実装時に電氣的、機械的、および化学的プロセスを含んでもよい。

【0079】

本明細書で十分に論じられるように、CMOSデバイスは、検知、撮像、処理、ロジック、増幅器、バッファ、A/D変換器、メモリ、クロック、および能動マトリックススイッチングトランジスタを含む種々の精緻な機能を提供する。本発明の伸張性/可撓性回路要素の電子デバイスまたは「デバイスアイランド」は、デバイスであってよく、それ自体

10

【0080】

所定の実施形態では、デバイスおよびデバイスアイランドは、上述したように、「能動的」であるとして理解される。

所定の実施形態では、電子デバイスは、本明細書で述べるように、任意選択で、デバイスアイランド配置構成でレイアウトされる。そのため、回路要素1000S、したがって電子デバイスに関して本明細書で述べる機能は、電子デバイス自体に存在してもよく、電子デバイスおよび/または電子コンポーネントのアレイにわたって分散されてもよく、あるいは、他の電子デバイスおよび/またはデバイスコンポーネントであって、各電子デバイス(または電子デバイスとデバイスコンポーネントの組合せ)が、本開示から明らかになる、別個の機能または追加の機能であるが相補的な機能を有する、他の電子デバイスおよび/またはデバイスコンポーネントとの電子通信および連携によって達成されてもよい。所定の実施形態では、こうした電子通信は無線でありうる。したがって、前記デバイスは、こうした無線伝送が可能な変換器、送信機、または受信機を備えてもよい。

20

【0081】

図1に戻って、この図は、回路要素1000S(およびそのため、電子デバイス、デバイスコンポーネント、またはそれらの組合せ)の機能を概略的に示す。電子デバイス、デバイスコンポーネント、またはそれらの組合せを含むエレメント1100~1700ならびにそれらのサブエレメントおよびコンポーネントは、個々に、または、適用可能な場合には任意の組合せで回路要素1000S内に存在しうる。いくつかの組合せが以下で論じられることになる。しかし、以下の議論は、本発明の例示的な実施形態を示すだけであり、したがって、本発明の範囲を制限するものとみなされるべきではない。本明細書で一般的に述べる回路要素1000Sの素子は、様々な構成で配置され設計されることが容易に理解されるであろう。それでも、本発明は、さらなる具体性および詳細を持って説明されるであろう。

30

【0082】

回路要素1000Sは、温度や赤外線などの熱パラメータ;光学パラメータ;pH、酵素活性、血液ガスおよび血液グルコースを含む血液成分、イオン濃度、たんぱく質濃度などの電気化学的および生化学的パラメータ;抵抗、伝導率、インピーダンス、EKG、EEG、およびEMGなどの電気パラメータ;音、圧力、触感、および表面特性、あるいは、身体の他の形態的な特徴を含む被検者の身体の種々のパラメータを検出するセンサ(あるいは、「センサデバイス」と呼ばれる)1100を備える。そのため、上述したパラメータの検出を達成するために、センサは、サーミスタ、熱電対、シリコンバンドギャップ温度センサ、薄膜抵抗温度デバイス、LEDエミッタ、光検出器を含む光センサ、電極、圧電センサ、超音波エミッタおよび受信機を含む超音波、イオン感応性電界効果トランジスタ、およびマイクロニードルを含んでもよい。上記センサのうちの一つまたは複数を使用するか、あるいは、上記パラメータのうちの一つまたは複数を検出し、かつ/または測定する例示的な実施形態が以下で論じられる。

40

【0083】

センサ(たとえば、センサデバイスアイランド)間の分離距離は、製造可能である任意

50

の距離であり、有効な範囲は、 $10\ \mu\text{m} \sim 10000\ \mu\text{m}$ であるが、それに限定されなくてもよい。所定の実施形態では、センサ1100は、センサ回路とみなされうる。個々のセンサは、差動増幅器および/またはバッファおよび/またはアナログ-デジタル変換器に結合されてもよい。結果として得られるセンサ回路は、センサ自体と同じかまたは異なるデバイス上に形成されてもよい。回路は、複数のセンサ1100からの読取り値が、1つまたは少数の増幅器/ロジック回路に入るように切換えられ、それらによって処理されるように、能動マトリクス方式でレイアウトされてもよい。センサ1100のアレイからの信号は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、2009年3月12日出願された国際特許出願公開第WO2009/114689号に記載される技法を含むマルチプレクス処理技法を使用して処理されうる。マルチプレクスコンポーネント回路要素は、基板200上の回路要素1000S上にまたは回路要素1000S内に、あるいは、デバイスの動作との干渉を回避する場所、たとえばカテーテルガイドワイヤの基部(基板がカテーテルバルーンである実施形態に係るが、動作の干渉を回避する他の領域も明らかであろう)に配置されてもよい。

【0084】

回路要素1000Sは、処理設備1200(あるいは、本明細書で、「プロセッサ」、「処理」として、およびすぐ下に記載の用語で称される)を備え、処理設備1200は、そこに記憶されるかまたはそこに対してアクセス可能なプログラムコードまたはプログラム命令の実行を、直接的にまたは間接的に容易にしうる信号プロセッサ、デジタルプロセッサ、埋め込みプロセッサ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、ASIC、または同様なものを含んでもよい。さらに、処理設備1200は、複数のプログラム、スレッド、およびコードの実行を可能にしてもよい。スレッドは、処理設備1200の性能を上げるため、また、アプリケーションの同時操作を容易にするために、同時に実行されてもよい。実装の方法として、本明細書で述べる方法、プログラムコード、プログラム命令、および同様なものは、1つまたは複数のスレッドで実装されてもよい。スレッドは、他の複数のスレッドを生成してもよく、それらのスレッドはそれらに関連する割当てられた優先順位を有することが可能である。すなわち、処理設備1200は、優先順位またはプログラムコード内に設けられる命令に基づく任意の他の順序に基づいて、これらのスレッドを実行してもよい。処理設備1200(および/または一般に回路要素1000S)は、本明細書および他の箇所で述べた方法、コード、命令、およびプログラムを記憶するメモリを含んでもよく、または、メモリと電子通信状態にあってもよい。処理設備1200は、本明細書および他の所で述べた方法および機能を実施する方法、コード、および命令を記憶してもよい記憶媒体に、インタフェースを通してアクセスしてもよい。処理設備1200は、電子デバイスおよび/またはデバイスコンポーネントを含む回路要素1000Sの他の素子内にあるか、または、他の素子と電子通信状態にある。オフボード処理設備1200Aは、上述した全ての機能を含む。しかし、オフボード処理設備1200Aは、回路要素1000Sから物理的に離れているが、回路要素1000Sと電子通信状態にある。

【0085】

データ収集設備1300(およびオフボードデータ収集設備1300A)は、回路要素1000Sならびに撮像設備1600(以下で論じる)および治療設備1700(以下で論じる)を含む回路要素1000Sのエレメントによって生成されるデータを、それぞれ独立に、または、共に収集し、記憶するように構成される。データ送信設備1500は、センサ情報を、処理設備1200またはオフボード処理設備1200Aに(RFおよび/または有線)送信する手段を含む。素子1100~1700はそれぞれ、互いに電子通信状態にあるように構成され、必ずしもデータ送信設備1500を通して通信する必要はない。所定の実施形態では、回路要素1000Sおよび/またはデータ送信設備1500は、出力設備300と電子通信状態にあり、出力設備300は、所定の実施形態では、処理設備1200Aまたは別個の処理設備と電子通信状態にありうる。検知されたパラメータに基づく視覚マップなどの本明細書で述べる種々の出力は、出力設備300から出される

10

20

30

40

50

ことが理解されるべきである。

【0086】

回路要素1000Sは、上述した方法を含む物理的接続によって、また、回路要素1000S上でアクセス可能な場所またはデバイスの動作への干渉を回避する場所に導電性パッドを設け、導電性パッドに異方性導電性フィルム(ACF)コネクタを接続することによって、外部の/別個のデバイスおよびシステムに接続されてもよく、またはその他の方法により、それと電子通信状態にあってもよい。同様に、回路要素1000Sおよび/または関連するデバイス1010Sは、外部の/別個のデバイスおよびシステムと無線伝送、したがって、無線通信することが可能な変換器、送信機、送受信機、または受信機を備えてもよい。さらに、回路要素1000Sアイランドは、以下で述べるような導波路に沿って光データ通信を実施するように作られてもよい。

10

【0087】

電源400は、導波路を使用し、残りの回路要素に加えて伸張性/可撓性形式で作られたPV電池を備え、外部からの光学的な供給を含む任意の数の方法で、回路要素1000Sに電力を供給することができる。あるいは、回路要素1000Sを駆動するために薄膜電池を使用してもよく、装置が身体内に残され、操作者と通信することを可能にする。あるいは、装置上のRF通信回路は、回路要素内のデバイスおよび/または外部の/別個のシステムの間無線通信を容易にするために使用されるだけでなく、回路を駆動するRF電力を受信してもよい。こうした手法を使用することにより、外部電気インタフェースの必要性をなくすことができる。

20

【0088】

回路要素1000Sは、本発明の所定の実施形態において、所望の治療をもたらす種々の素子を含む治療設備1700を含む。所定の実施形態では、回路要素は、活性化されると、抗炎症薬などの化学薬剤を身体内の局所部位に放出しうる熱または光活性化薬物送達ポリマーを含みうる。したがって、所定の実施形態では、薬物送達ポリマーを活性化するために発光電子部品(LEDなど)を利用することができる。他の治療は、展開中に心臓組織に切除治療を送出するように構成された回路要素などの回路要素1000Sによって施行されうる/もたらされうる。治療設備1700の他の例示的な実施形態が本明細書で述べられるであろう。治療設備についての、これらの例示的な構成および方法は、範囲を制限するものとみなされるべきではなく、したがって、記載される特定の例示的な実施形態に特異的にかつ排他的に適用されるのではなく、治療設備1700を利用する全ての実施形態に適用されるものとみなされるべきである。

30

【0089】

本発明の所定の実施形態では、回路要素1000Sは、撮像回路要素1600を備える。撮像回路要素1600は、所定の実施形態では、能動ピクセルセンサのバックアレイを備える。アレイ内の各ピクセルは、単結晶シリコンの単一ピース(50 μ m \times 50 μ m; 1.2 μ m厚)で形成された、光検出器、pn接合プロッキングダイオード、能動増幅器、およびアナログ-デジタル変換器を含んでもよい。所定の実施形態では、撮像回路要素1600は、接触応力により誘発される損傷を防止するために、PDMSなどのポリマー層で被覆されてもよい。撮像回路要素1600は、被検者の身体2000内の対象部位に非常に接近して位置決めされた基板200上に光検出器のアレイを備え、組織に対する光検出器の近接性によるレンズベースの焦点調節を必要とすることなく、高空間分解能撮像を提供しうる。撮像回路要素1600は、対象組織を撮像するために光検出器に照明を提供するための、光ファイバまたはLEDを備えるかまたはそれに接続された光源を備える。

40

【0090】

そのため、上記構成、設計、および技法は、回路要素が身体内の組織に直接接触し、場合によってはそれと共形となることを可能にする。組織とのこうした共形接触は、本明細書に開示する医療デバイス、方法、およびシステムの能力を高める。

【0091】

50

回路要素 1000S についての例示的な構成は、センサ設備 1100、処理設備 1200 および 1200A、出力設備 300、ならびに治療設備 1700 を含み、方法、構成、ならびに作製技法が、以下で述べられ、以下の議論において、参照 1000B (またその後、1000N、1000T、および 1000E) に関して言及されるであろう。しかし、本明細書で述べる回路要素 (したがって、電子デバイス、コンポーネント、および他の機能的素子) の任意の実施形態が、例示的な実施形態の任意の実施形態に適用されることが理解されるべきである。例示的な構成および技法は、範囲を制限するものとみなされるべきではない。本明細書で全体が述べられる本発明の回路要素素子、構成、および作製技法が、様々な異なる方法で、利用され、配列され、またはその他の方法で実装されることが容易に理解されるであろう。同様に、また、明確にするために、本明細書に記載のこの実施形態 (および全ての例示的な実施形態) について述べる回路要素構成および機能的素子ならびに作製技法は、本明細書に開示される実施形態のそれぞれのまたは任意の実施形態に適用されるものとみなされ、したがって、記載される特定の例示的な実施形態に特異的かつ排他的に適用されるものとみなされるべきでない。

10

20

30

40

50

【0092】

図 7 は、本発明のある実施形態を示しており、回路要素 1000B は伸張性であり、この実施形態では、膨張性本体である拡張性 / 伸張性基板 200B 上にある。一部の実施形態 (図 7 に示す実施形態など) では、膨張性本体は、カテーテル 220B 上のバルーンである。バルーンおよびカテーテルは合わせて「バルーンカテーテル」210B と呼ばれ、膨張性バルーンをその先端に有するタイプのカテーテルであり、また、身体内の狭い開口または通路を拡大するためなどの種々の医療処置のためのカテーテル導入処置中に使用されることを当業者は理解するであろう。収縮したバルーンカテーテル 210B は、配備された後、必要な処置を実施するために膨張され、除去のために再び収縮される。

【0093】

図 7 は、この実施形態では動脈である管腔 2010B 内に挿入される、弛緩または収縮状態にあるバルーンカテーテル 210B を示す。図 7 はまた、動脈 2010B の内壁上に形成された動脈プラーク 2020B を示す。伸張性電子回路要素 1000B は、伸張性回路要素 1000B の種々の実施形態を参照して上述した方法で構成され、上述した適用可能な技法に従って基板、すなわち膨張性本体 200B の表面に取付けられる。所定の実施形態では、回路要素 1000B は、相補型金属酸化物半導体 (CMOS) 技術を利用する。

【0094】

図 7A は、デバイスが収縮または非拡張状態にある間の回路要素 1000B の詳細な図を示す。上述したように、本発明の回路要素 1000B は、別個のデバイス 1010B として図 7 および 7A に示される少なくとも 1 つのデバイスを備える。上述したように、所定の実施形態では、電子デバイスは、少なくとも 1 つの他のデバイス 1010B と電子通信状態にある。所定の実施形態では、デバイスは、本明細書で述べるように「デバイスアイランド」配置構成で配列され、図 1 のエレメント 1100 ~ 1700 について述べた機能、以下の例示的な実施形態、またはそれらの部分を含む本明細書で述べる回路要素の機能を実施することがそれら自体で可能である。そのため、所定の実施形態では、デバイス 1010B (または、本明細書の任意のこうした電子デバイス) のこれらの機能は、集積回路、物理 (たとえば、温度、pH、光、放射線など) センサ、生物学的および / または化学センサ、増幅器、A / D および D / A 変換器、光収集器、電気機械変換器、圧電アクチュエータ、LED を含む発光電子部品、ならびにそれらの組合せを含みうる。

【0095】

所定の実施形態では、カテーテルバルーン 210B などの拡張性かつ伸張性基板 200B の要求に対して、剛性であってよいデバイス 1010B を適応させるために、デバイス 1010B は、別個でありかつ分離した「デバイスアイランド」として配置され、伸張性相互接続 1020B または拡張性または伸張性表面に適応するように構成された相互接続に電氣的に相互接続されるように作製される。回路要素 1000B の全ての素子の場合と

同様に、相互接続 1020B は、本明細書で述べる技法に従って作製されることができ、したがって、この例示的な実施形態を参照して示し述べられるものと異なって構成されてもよい。

【0096】

この例示的な実施形態では、相互接続 1020B は可撓性であり、したがって、バルーン 210B の膨張によって生じる伸張に適応可能であることわかる。そのため、回路要素 1000B の全体が、拡張性または伸張性である。図 7A に示す実施形態では、相互接続 1020B は、基板 200B が収縮状態にあるとき、座屈しており、または共平面でない。(図 8 に示すように)膨張すると、相互接続 1020B は、共平面になるかまたは座屈しなくなり、膨張によるデバイス 1010B 間の距離の増加に適応する。こうした座屈する非共平面相互接続ならびに同様な特性を有する回路要素は、本明細書の他の箇所に記載され、当てはめられる。

10

【0097】

上述したように、所定の実施形態では、デバイス間の、かつ/または、前記デバイスと離れた(たとえば、外部の)デバイスとの間の電子通信は、無線でありうる。したがって、前記回路要素 1000B および/または関連するデバイス 1010B は、こうした無線伝送が可能な変換器、送信機、または受信機を備えてもよい。

【0098】

こうした回路要素の特定の作製方法は、デバイスに組み込まれることを所望される特定の分類の回路、ならびに、デバイス、相互接続などの特性を含む回路要素の特定の特性に依存し、また、この例示的な実施形態に関して開示される作製方法を含むが、それに限定されなくてもよい。本発明の例示的な実施形態、すなわち温度センサを装備するカテーテルバルーンの完全な作製ステップの非制限的な例は、以下の節で述べられる。以下で述べる実施形態は、膨張性システム(特にカテーテルバルーン)を参照するが、こうした動作原理は、図 1 および基板の議論に関して上述したように、回路要素が取付けられる基板が、普通なら伸張性または拡張性であるが膨張性でない状況、あるいは、基板が、膨張性であるが、必ずしも伸張性でない状況に適用されうることを当業者は理解するであろうことに留意すべきである。

20

【0099】

バルーンカテーテル、神経束プロテーゼ、内視鏡、および組織スクリーニングについて本明細書で述べた実施形態を含むが、それらに限定されない本明細書の実施形態では、温度センサおよび関連する差動増幅器、バッファ、A/D変換器、ロジック、メモリ、クロック、ならびに能動マトリックススイッチングトランジスタを含んでもよいデバイスのアレイは、「デバイスアイランド」配置構成でレイアウトされる。デバイスアイランドは、 $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ 平方であることができ、そのほとんどが、単一の従来型センサ回路、たとえば、それ自体は増幅器に接続されているバッファに接続された1つの温度センサを収容する。抵抗性、ダイオードベースなどであってよい温度センサは、以下でさらに詳細に述べるように、温度(または温度変化)を反映する信号を供給し、残りのセンサ回路要素は、その後の処理のために信号を調節する。

30

【0100】

バルーンカテーテル、神経束プロテーゼ、内視鏡、および組織スクリーニングについて本明細書で述べた実施形態を含むが、それらに限定されない本明細書の実施形態では、デバイスは、能動マトリックススイッチおよびアナログ温度信号をデジタル形態に変換する A/D変換器を収容し、一部のデバイスは、(たとえば、検知された温度または温度変化にある値を割当てするために)デジタル信号を読取り、それら进行处理することが可能なロジック回路要素を収容する。これらの回路は、温度の読取り値を別のモジュールに出力してもよく、または、データを出力するかまたはデータをオンボードメモリセルに記憶することが可能である。

40

【0101】

バルーンカテーテル、神経束プロテーゼ、内視鏡、および組織スクリーニングについて

50

本明細書で述べた実施形態を含むが、それらに限定されない本明細書の実施形態では、回路要素は、任意の2つのデバイスアイランド間で、好ましくはほぼ1つだけであるが約100を超えない電気相互接続が必要とされるように、配置され設計される。所定の実施形態では、回路要素は、その後、標準的なCMOS作製技術を使用してSOIウェハ（標準的なウェハが使用されることが理解されるべきであるが）（ $1.2\ \mu\text{m}$ 厚の上部Si、 $1\ \mu\text{m}$ 厚の埋め込み酸化物）上に作製され、各アイランド間のシリコン空間は、各アイランドを分離するためにエッチング除去される。回路は、ポリイミドパッシベーション層によって保護され、その後、短いHFエッチングステップが、アイランドを部分的にアンダーカットするために適用される。パッシベーション層が除去された後、 SiO_2 の薄膜が、リフトオフ手段と組合せたPECVDまたは他の堆積技法によって堆積かつパターン形成され（ $100\ \text{nm}$ 厚）、それにより、約 $5\ \mu\text{m}$ である各デバイスアイランドの周りの領域を除いて、酸化物層が、デバイス（a/k/aデバイスアイランド）間の空間のほとんどを覆う。別のポリイミド層が回転塗布され、相互接続の形状にパターン形成される。通常、1つの相互接続は、1つのデバイスの中心から別のデバイスの中心まで延在してもよい。あるいは、2つの相互接続は、デバイスのそれぞれの角から2つの異なるデバイスの角まで延在してもよい。あるいは、1つの相互接続は、1つのアイランドエッジの中心から別のアイランドエッジの中心まで延在してもよい。相互接続ブリッジは、約 $25\ \mu\text{m}$ 幅であってよく、複数の電気線を収容してもよい。ポリイミドは、デバイスアイランドがアンダーカットされる場所を部分的に充填する。すなわち、これは、後の解放プロセスにおいてアイランドを安定化し、そのマイグレーションを防止するのに役立つ。ビアは、PI層にエッチングされて、次のステップでパターン形成される金属ワイヤが、回路に接触し、1つのアイランドを別のアイランドに接続することを可能にする。（このステップは、第1のセットの上に配置されるワイヤのさらなるセットを形成するために繰返されうる）。別のPI層が回転塗布される（ワイヤおよびその他全てを覆う）。PI（両方の層）は、その後、 O_2 RIEにおいて、堆積された SiO_2 ハードマスクを用いてエッチングすることによって絶縁される。デバイスおよびブリッジの外側に配置されるPI、ならびに、外部から電氣的にインタフェースされることを意味されるPICカバー領域および下にある酸化物につながる小領域がエッチングされる。エッチング穴は、必要である場合に形成され、その後、ウェットおよび/またはドライエッチングによってシリコンまたは金属層を通して転写されてもよい。下にある埋め込み酸化物は、デバイスを自由にするためにHFエッチャントを使用してエッチング除去され、デバイスは、デバイスの周りの境界の近くにハンドルウェハを接触させる第1のポリイミドパッシベーション層のために、ハンドル基板に取付けられたままになる。

【0102】

HFエッチングが、十分に制御可能でなく、PI絶縁層の下に漏れ、それにより、CMOSデバイスを侵食する場合、第1のPIパッシベーションの前に、短いアルゴンスパッタリングが、任意のネイティブな酸化物を除去するために行われ、それに続いて、アモルファスシリコンスパッタリング、それに続いて、PIパッシベーションおよび処理の残りが行われる。すすぎの後、デバイスは、空気乾燥にさらされる。

【0103】

一部の実施形態に関連して、乾燥後、デバイスは、PDMSスタンプによって拾い上げられ、この特定の例示的な実施形態では、カテーテルバルーン210Bなどの膨張性本体である基板の表面、あるいは、薄いPDMS層または別個の薄いPDMS層（後に膨張性本体に巻き付けられてもよい）でコーティングされた膨張性本体の表面上に転写印刷される。図9Aは、PDMS層230Bがバルーンの表面に巻き付けられたバルーンの側面図を示す。図9Bは、カテーテル220B、バルーン210Bの表面、およびバルーンに塗布された薄いPDMS層230Bを示す断面図である。

【0104】

（膨張性本体を含む実施形態において）薄いPDMSモールドが、（膨張した）バルーンの半分の形状で作られることも可能であり、そのPDMSモールドは、平坦に伸張され

10

20

30

40

50

、平面状態でP D M Sモールドに回路が転写され、その後、半バルーン形状に急速に戻るよう解放されうる。この半バルーンは、実際のバルーンに容易に取付けられることができ、またさらに接着されてもよい。回路がバルーンの外側にある場合には、デバイスが圧縮されているか、あるいは、拡張性/膨張性本体がその他の方法で弛緩または収縮状態にあるとき、ブリッジ（本明細書では相互接続および物理的電気接続とも呼ばれる）は、外側に突出するかまたは座屈することに留意すべきである。ブリッジ1020Bは、膨張状態ではまったく曲がっておらず、かつ/または基板200Bの表面と共平面であるべきであり、それにより、収縮状態において座屈することでかなりの圧縮応力に適應することができる。

【0105】

別例として、この工程が、バルーンの収縮状態で作製され、大幅に拡張されるように平面以上に伸張されるモールドを用いて繰り返され、回路が転写されてモールドが解放された後に回路が大幅に圧縮するようになされてもよい。この場合、実際のバルーンへの転写後、実際のバルーンが完全に拡張されると、ブリッジはほぼ平面になるか、または、完全に伸長されてほとんど座屈しなくなるように、回路は十分に圧縮されるべきである。

【0106】

回路要素1000Bが、バルーンに直接転写される実施形態では、P D M Sスタンプは、薄く（厚さが約100～500μmに）、それにより、バルーンの形状と共形になるのに十分に柔軟であるように作られるべきである。

【0107】

回路要素1000Bが、別個の薄いP D M S層に最初に転写される実施形態では、P D M S層は、転写が容易に行われうるように剛性基板上にあってよい。その後、P D M S層は、基板から剥離され、回路要素1000Bが、予備歪みを用いて転写されたか否かに応じて、膨張状態または収縮状態でバルーン210Bに巻き付けられうる。2Dアレイではなく1Dアレイで回路要素を作ることが望ましい場合がある。この方法では、薄いP D M S層は、バルーン210B表面全体を覆うために、バルーン210Bに容易に巻き付けられうる長く幅の狭いリボンである。

【0108】

所定の実施形態では、回路要素を取付けるために、バルーン210Bは、図10Aに示すP D M Sキャリア基板204B上の回路要素1000Bの平面アレイに沿って直接転がされうる。バルーンは、その後、収縮され、かつ/または、再膨張されうる。収縮は、図10Cに示すように、回路要素の相互接続に、座屈させ、収縮によって課される収縮力を引き受けさせることができ、一方、膨張は、相互接続に、（図10Bに示すように）実質的に基板と共平面にさせる。この原理は、本明細書の、膨張性、伸張性、および可撓性の実施形態に適用された。さらに、バルーンカテーテルに適用される前述のスタンピング方法は、本明細書で述べる実施形態の全てにおいて電子回路要素をスタンピングするために適用されうるということが理解されるべきである。

【0109】

所定の実施形態では、回路要素を、P D M Sの別の層で、または、流体被覆を行うためにP D M Sの液体とそれに続く固体P D M Sの上層で（所定の実施形態では、圧縮状態にある間に）被覆されてもよい。

【0110】

回路要素がバルーン上で外側に面している実施形態では、それは、バルーンの基部に位置するように設計されるべき導電性パッドにおいて電氣的に外部から接続されてもよい。異方性導電フィルム（ACF）のコネクタが使用されて、フィルムをパッド上に押し付けて加熱することにより、上記の導電性パッドに接続されてもよい。フィルムは非常に薄く可撓性を有するので、フィルムを次いでカテーテルの長さに沿って徐々に減少させることができる。

【0111】

回路要素が被覆されているかまたは内側に面している実施形態では、ウェット化学エッ

10

20

30

40

50

チングもしくはドライ化学エッチングで導電性パッド上の被覆用ポリマーの一部を最初に除去することにより、または材料の物理的な機械的除去、例えば限定するものではないがドリル加工により、電氣的に外部から接続されてもよい。この時点でACFが組み込まれてもよい。別例として、伸張性の回路要素は、転写または被覆処理に先立ってACFに電氣的に接続されてもよい。

【0112】

上述のように、複数の実施形態では導波路としてカテーテルチューブを使用し、残りの回路要素に加えて伸張可能な形式で作製されたPV電池を備えさせて、回路に外部から光学的に動力を供給することが可能な場合もある。さらに、カテーテル導波路に沿って光データ通信を行うためにLEDアイランドが作製されてもよい。別例として、回路要素に動力を供給するために薄膜バッテリーが使用されてもよい。別例として、装置上のRF通信回路は本体の外部で無線通信するために使用されてもよく、回路に動力を供給するためにRF電源を受け入れることもできる。

10

【0113】

所定の実施形態では、基板は、ポリマー、たとえばポリイミドまたはポリジメチルシロキサン(PDMS)である。単結晶半導体自体が、所望の機能を実装する回路設計に従ってシリコンオンインシュレータ(SOI)キャリアウェハ上に生成されてもよい。(本明細書で述べる)相互接続システムはまた、より小さなデバイスアイランドを接合するために、このステップ中に生成されてもよい。処理された単結晶デバイスは、(たとえば、エッチングによって)SOIウェハから除去され、その後、所望の可撓性ポリマー基板上への(本明細書で述べる方法による)転写印刷のために、エラストマースタンプと接触状態で配置される。所定の実施形態では、回路要素1000Bは、転写の前に予備伸張されてもよい伸張性基板上に転写される。所定の実施形態では、伸張性基板は、カテーテルバルーン210Bとして役立ち、モールドによって膨張したバルーンの形状に適合されうる。バルーンポリマーは、回路要素1000Bに損傷をもたらすことなく、その緩和したまたは自然の状態の大きな(300%より大きな)歪みにわたって伸張されうる。本明細書で述べるように、回路要素は、クラックまたは局所的接触応力からのさらなる保護を提供するためにさらなるポリマーの薄層を用いて被覆されうる。

20

【0114】

ここに説明されたバルーンカテーテルの例示的な実施形態を含むがそれに限定されない本発明の装置において、基板(本実施形態ではカテーテルバルーン210B)はデバイス210Bの配列を有する伸張性回路要素1000Bで覆われ、かつ、患者の体の内腔2010B内に挿入され得る。デバイスは、温度センサを含んでいてもよい。温度センサは、例えば、シリコンダイオードから構成されたシリコンバンドギャップ温度センサであってもよい。これらのシリコンダイオードの順電圧は温度の変化を感知することができる。別例として、異なる熱電材料間の温度変化を感知する電気抵抗回路または熱電対回路において温度により引き起こされた変化に基づいて温度を計測する、白金薄膜抵抗温度デバイス(RTD)が利用可能である。熱抵抗器については、正規化された抵抗の変化(R)、抵抗器の温度係数(α)は、温度の変化(T)に対して

30

$$R/R = \alpha T$$

40

によって関係づけられる。

【0115】

白金(500 μ m)、およびクロムの粘着層(150 μ m)は、個々のRTDセンサを画成するために、eビームによる熱蒸着を使用してSOIウェハ上でパターン形成および堆積されうる。RTDセンサは、先に記述されたのと同じデバイスアイランド上で、CMOSをベースとした増幅器、トランスデューサ、計算論理素子、およびA/D回路要素と共に集積化可能である。

【0116】

回路要素1000Bが膨張性の本体(この実施形態ではバルーンカテーテル210B)の上に転写されると、複数方向の引張歪みもしくは圧縮歪みを不安定に適用することがで

50

きる機械的曲げステージを用いて、または反復した膨張および収縮の負荷サイクルをかけることにより、引張試験および疲労試験を実施可能である。機械的曲げステージは、回路半導体に連結される電氣的な探查端末（アジレント社（Agilent）、5155C）と並行して作動することができる。実施形態では、回路要素の性能を評価するために、加熱試験および冷却試験の複合サイクル化が実施されてもよい。回路が160で5分間加熱され、続いて、各電気計測の前および後に冷却されうる。

【0117】

この例示的な実施形態および外部損傷から回路要素を保護することが望ましい他の実施形態では、ポリマーの被覆用薄層は、回路要素に適用されることができ、先の説明および本明細書で述べる他の適用可能な被覆方法に従って、膨張性本体に回路要素が適用された後、膨張性本体の表面上に適用されることを含む。この被覆用ポリマー層は、センサとの直接接触が必要とされない領域における選択的な硬化を可能にするために、非常に薄く（ $< 100 \mu\text{m}$ ）かつ光硬化性であってよい。そのため、対象組織との直接接触または共形接触を必要としないデバイスの領域は、露出されてもよい。こうした選択的な被覆が以下で述べられるが、本明細書で述べる選択的被覆についての任意の技法が適用されてもよい。選択的被覆の全ての方法が、本明細書で開示される任意の実施形態に適用されることに留意すべきである。

10

【0118】

実施形態によっては、光硬化の間、直接的接触のためRTD温度センサを優先的に露出してもよい。被覆用層の優先的な光硬化に使用可能なくつかのポリマーがあり、例えば、限定するものではないが2-ヒドロキシ-2-メチルプロピオフェノン光重合開始剤を併せたポリエチレングリコール（PEG）が挙げられる。光硬化性のPEG被覆は、紫外線に曝露されると硬化する。AUTOCADを使用して設計されたフォトマスクが印刷されて、膨張性の本体の表面の選択的硬化を可能にすることができる。これらのマスクは、広域励起UVフィルタが連結されたUV光源ステージの中へフィルタとして挿入可能である。位置調整されたマスクを用いた曝露により、膨張性の本体の戦略的領域における重合が可能となる。重合時の視覚的な位置調整は、CCDカメラを用いて達成される。

20

【0119】

所定の実施形態では、基板（所定の実施形態では、カテーテルバルーン210Bなどの膨張性本体）は、温度センサなどのセンサを備えるデバイス1010Bのアレイを装備し、膨張性本体が膨張すると、管腔内のブラークの表面と直接接触または共形接触状態で温度センサが位置決めされるように展開されうる。

30

【0120】

この実施形態で、また、本明細書に記載の可撓性および/または伸張性回路要素を有する他の実施形態で実現される重要な利点は、回路要素（およびしたがって、そのセンサなどのデバイス）が、対象の表面または組織（この場合、管腔のブラークおよび内部表面）と直接接触状態になるだけでなく、表面または組織の輪郭および/または表面特徴との共形接触を達成して大幅に改善された性能を達成することである。

【0121】

実施形態によっては、センサ間の分離距離は製造可能な任意の距離でよく、有効な範囲は $10 \mu\text{m} \sim 10000 \mu\text{m}$ であり得るがそれに限定されない。個々のセンサは、差動増幅器および/または緩衝器および/またはアナログデジタル変換器に連結されてもよい。これらの回路は、温度センサ以外の同一または異なるデバイス上に形成可能である。回路は、多数の温度センサからの読取り値が1または数個の増幅器/論理回路へ切り替えられて該増幅器/論理回路によって処理されることが可能なように、能動マトリックス方式で配列されてもよい。これらのセンサアレイは入力信号を記録し、入力信号はその後、バルーン表面とカテーテルチューブとの間の接合部付近に置かれた金属電極を使用して、バルーンの表面からガイドワイヤおよびプロセッサへと送られることが可能である。別例として、ワイヤボンダを使用してバルーン回路要素をカテーテルガイドワイヤの表面に取り付けるために金の金属ワイヤが用いられてもよい。センサのアレイからの信号は、2009

40

50

年3月12日に出願された国際公開第2009/114689号(全体が参照により本願に組み込まれる)に記載されたものを含む多重化技術を使用して処理されうる。カテーテルガイドワイヤの基部にあるマルチプレクス構成要素の回路要素は、この種のデータ解析/処理を促進することができる。

【0122】

本明細書で開示されるこうしたマルチプレクス処理技法は、どの能動デバイスが利用されるべきか、または、能動デバイスのどのようなパターンが機能すべきかを、回路要素(または操作者)が選択することを可能にする。処理設備は、操作者が前記選択または調整を行うように出力設備上にユーザインタフェースを生成するように構成される。いくつかの場合には、利用される能動デバイスの識別またはパターンは、デバイスが対象組織と電気接触状態にあるか、共形接触状態にあるか(または、どの程度電気接触状態にあるか、または、どの程度共形接触状態にあるか)に基づく。そのため、本明細書の全ての実施形態は、全ての電子デバイスが、組織上の対象領域と完全に接触状態にあるのではなく、部分的に接触状態にあるときでも、有用な量のデータを生成することができる。

10

【0123】

デバイスの操作者は、X線血管造影中に光学ガイダンスを使用して、ガイドワイヤがブランク部位領域に達すると、バルーンカテーテルを展開する。カテーテルバルーンの変形性かつ伸張性の性質は、動脈管腔および堆積したブランク(図7および7Aの2020Bとして示す)の表面輪郭などの不均一表面輪郭上の複数の接触点での温度測定を可能にする。(回路要素の共形の性質は、こうした能力を可能にする)。展開されると、本明細書に記載の処理設備は、送信データを処理し、管腔内のブランクの空間温度マップを生成する。このデータは、デバイスの操作者によって使用され、ブランクに沿って温度不均一性の存在が検出され、ブランクのタイプが確定されうる。ブランクタイプが確定され、表面輪郭が特徴付けられると、バルーンカテーテルは、収縮され除去されうる。

20

【0124】

本発明の別の実施形態では、伸張性回路要素1000Bは、圧力センサアレイを備える。こうしたセンサアレイは、シリコンベースであり、圧抵抗性または容量性検知を利用してもよく、または、ポリマーベースまたは光学ベースであってよい。所定の実施形態では、圧力センサは、用途に適した作動範囲およびサイズを有し、本明細書に記載の用途を受け入れることができ、また、経験することになる伸張力に対して耐性であるべきである。

30

【0125】

図10Dは1つの例示的な圧力/接触センサを示しており、そのセンサは本明細書に記載の、圧力センサまたは接触センサを必要とするどの実施形態においても利用することができる。圧力センサは、薄い単結晶シリコン、ポリシリコン、および/または窒化ケイ素の薄膜のような可撓性材料からなる可撓性かつ懸架されたダイヤフラム600を備える。ダイヤフラム600は、SOIウェハから取り出された金属電極層で構成されているドーピングシリコンの基層の真上に懸架可能である。ポリシリコンのダイヤフラム層は、シリコン電極610の上に最初にSiO₂層を堆積させることにより、懸架された層として形成可能である。その後、SiO₂層の上にポリシリコンが堆積されてもよく、次にSiO₂層が選択的にエッチングされうる。このエッチングステップにより、懸架された可撓性のポリシリコン構造物の形成が可能となる。厚さが制御されたダイヤフラムを生産するためには、HFを使用する正確なエッチング速度が使用されなければならない。既知の厚さ(2~10μm厚)、材料係数および表面積を備えたこのダイヤフラムおよび下層をなすシリコン電極は、総体として平行板キャパシタを形成する。センサの静電容量は、上部のポリシリコン層と下層をなすシリコン電極との間の距離に依存する。静電容量の記録は、ダイヤフラムのたわみ(力Pによって引き起こされる)を静電容量の変化に関連づける。

40

【0126】

本発明の実施形態では、伸張性回路要素は接触センサのアレイを含む。接触センサは、圧力に応じてオン/オフ電気抵抗変化を提供するように設計されて、加えられた圧力が所定の閾値を越えた時に、センサが例えば動脈壁と接触していることを示す電気信号を提供

50

するようになっている。接触センサを形成する方法の一例は、単純な機械的電気スイッチであって一方の導電体が他方の導電体上に機械的に押し付けられるものを作製することである。表面のバルーン上に置かれる下方の導電体は、開放回路を形成するために1つ以上の場所において不連続な金属ワイヤで構成される。この開放回路の周囲で被覆されるのが、P D M S から形成されたダイヤフラムである。P D M S はダイヤフラムの形状にモールド成型されてもよいしエッチングされてもよい。ダイヤフラムの上部壁は、フォトリソグラフィパターンニング、電気化学的エッチング、エッチング、斜め蒸着などの標準的手段によって金属導電体でコーティングされる。ダイヤフラムは位置調整されてバルーンの表面に結合される。ダイヤフラムは、一定の圧力が加えられたときに、下方へ屈曲して上方の導電体が下方の不連続な導電体と接触かつ短絡することが可能になるように設計されている。これは、ダイヤフラムの幾何学的形状（高さと幅）および材料の制御によって行われる。さらに別の非限定的な例においては、ダイヤフラムは、上部にポリシリコン架橋部を備えた二酸化ケイ素犠牲層など、MEMS 技術で作製されてもよい。

10

20

30

40

50

【0127】

本発明の実施形態では、相対圧力を計測するために、各圧力センサは、感圧性が著しく低いことを除いて同一の電気特性を有する参照センサユニットと連結されてもよい。センサと参照ユニットとの間の圧力計測値の差により、多数の寄生効果に関する補正が可能となる。参照ユニットは、ポリシリコン電極の頂面にパッシベーション層を残すことにより作出可能である。圧力センサユニットと共に参照ユニットを有することにより、差圧の記録が可能となる。そのようなセンサアレイは、配備されると、とりわけ組織の存在および機械特性（例えば動脈内腔およびその中のプラークの存在および特性）を決定するために回路要素が使用することのできるデータを生成することができる。基板がバルーンである実施形態では、そのようなデータをバルーンの直径および内腔を推定するために使用することもでき、その時点でバルーンの膨張を終了させるべく、デバイスの操作者にフィードバックを供給する。この種の検知は、一回の展開配置の試みの際に組織の機械的かつ熱的性質の完全な評価を行うために温度センサアレイと組み合わせられてもよい。

【0128】

所定の実施形態では、こうした圧力検知によって生成されるデータはまた、動脈プラークなどの物質の表面輪郭の触感画像マップの生成を可能にする。さらに、バルーンカテーテルの実施形態におけるこの種の機械式撮像は、バルーンが膨張したときにステントが首尾よく展開されたかどうかを指示しうる。

【0129】

治療設備1700を含む本発明の実施形態では、プラークタイプが、温度センサによって生成されたデータを用いて最初に確定され、その直後に、バルーンポリマー内に埋め込まれた薬物送達ポリマーおよび回路要素が活性化されて、炎症が存在するプラーク上の局所部位に対する、局所冷却および/または抗炎症薬などの化学薬剤の放出がもたらされる。所定の実施形態では、治療設備1700は、発光電子部品（LEDなど）を備え、薬物送達ポリマーを活性化するために利用されうる。

【0130】

所定の実施形態では、回路要素は、撮像回路要素（図1に関連して1600と呼ばれる）を備える。撮像回路要素は、能動ピクセルセンサのパックドアレイを備える。アレイ内の各ピクセルは、単結晶シリコンの単一ピース（ $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ ； $1.2\mu\text{m}$ 厚）で形成された、光検出器、pn接合ブロックダイオード、能動増幅器、およびアナログ-デジタル変換器を含んでもよい。カテーテルバルーンなどの膨張性本体に関する実施形態では、膨張性本体上の回路要素の接触応力により誘発される損傷を防止するために、P D M S などのポリマー層を用いて回路要素を全て被覆してもよい。その理由は、管腔と光センサアレイとの直接接触の必要が存在しないからである。動脈管腔内のプラーク部位に非常に接近して位置決めされた膨張性本体上の光検出器のアレイは、管腔に対する光検出器の近接性によるレンズベースの焦点調節を必要とすることなく、高空間分解能画像を生成するために処理設備によって使用されるデータを提供する。カテーテルガイドワイヤは

、ブランクおよび管腔表面を撮像するために光検出器に照明を提供するための、光ファイバまたはLEDなどの光源を備えてもよい。

【0131】

本発明の実施形態では、基板は、超音波エミッタおよび受信機で覆われて、ブランクおよび動脈管腔の横方向深部組織画像を生成するために使用されるデータを生成する。

本発明の実施形態では、基板は、ブランク導電率を測定するために使用される刺激および記録電極で覆われる。不安定ブランクは、安定したブランクおよび動脈組織よりかなり導電性が低いため、この形態のセンサアレイは、測定されるブランクの導電率に基づいてブランクタイプを確定するのに役立つ。膨張性本体が展開されると、電極は、ブランク付着物と直接接触および/または共形接触状態で位置決めされ、導電率が測定される。再び、このデバイスは、伸張性および膨張性の本体内に埋め込まれた他のセンサアレイタイプと組合されて、複数の検知および治療機能を並列に提供しうる。

10

【0132】

ブランクの部位でセンサによって収集されるデータは、ブランクがない管腔内の異なる場所で同じ膨張性本体（または、同じカテーテル上の第2の膨張性本体）を展開することによって確立されるベースラインと対照して解釈されうる。

【0133】

本発明の実施形態では、デバイスのアレイは、可撓性かつ伸張性のポリマーベースバルーンカテーテル基板内で一括して作製された温度検出器、圧力センサ、および光検出器を含む。これらの能動デバイスコンポーネントは、 $0.6\ \mu\text{m}$ またはそれよりも小さい特徴分解能（feature resolution）を使用して設計されうる。これらの能動デバイスコンポーネントは、単結晶シリコンのピース（ $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$ ； $1.2\ \mu\text{m}$ 厚）であるデバイス上に集積されてもよい。バルーンが動脈管腔内に挿入されると、デバイスの操作者は、ガイドワイヤをナビゲートし、バルーンをブランク部位に導く。バルーンの展開は、血流を断続的に停止しうる。ガイドワイヤは、好ましくは、光ファイバまたはLEDを装備し、管腔に対する撮像アレイの密接な接触は、光学レンズアレイの必要性をなくす。その理由は、光源からの光が、アレイ間の相互接続ギャップ領域を通過し、管腔/ブランクを通して散乱し、光検出器に直接達するからである。

20

【0134】

この実施形態では、圧力センサアレイは、膨張性本体が最初にブランクに接触したときを検出し、良好な展開を確実にするために、接触領域全体を空間的にマッピングするために使用されるデータを生成する。回路要素は、センサによって生成されるデータを連続して記録し、動脈ブランク内のどこに炎症およびマクロファージ付着物が存在するかを検出する方法として、温度を空間的にマッピングする。デバイスの操作者は、データを調査し、薬物送達方策、ステント展開、またはブランクに関するさらなる試験による即座の処置をとるかどうかを決定してもよい。デバイスの操作者はまた、ブランクを可視化するために光撮像を利用してもよい。温度センサに加えて、バルーン上に集積された圧力センサおよび撮像センサを有することは、バルーンがブランクに接触する領域の詳細な触感、温度、および視覚マップの生成を可能にする。圧力センサおよび光検出器のアレイを用いたこのタイプの分散機械式検知および撮像は、ステントおよび/またはバルーンが、ブランクの表面全体に接触することを確実にする。

30

40

【0135】

所定の実施形態では、管腔は肺静脈であってよい。こうした実施形態では、回路要素1000Bは、肺静脈の電気活性に関連するデータを生成するセンサを有するデバイスを備え、そのデータは、次に、処理設備によって使用されて、肺静脈の周辺電気活性のマップが生成されうる。他の実施形態では、センサは、活性電極を含んでもよい。こうした実施形態は、肺静脈の電気活性をマッピングするためのデータを生成してもよい。さらに、実施形態はまた、電気活性をマッピングするために肺静脈内に展開される、バルーン上での均一な検知のための圧力センサおよび温度センサを含んでもよい。肺静脈について述べるこうした実施形態は、任意の管腔に適用されてもよい。他の実施形態では、センサは、隔

50

壁、心房壁または表面、および/または心室表面の電気活性をマッピングするために使用されるデータを生成する活性電極を含んでもよい。

【0136】

他の実施形態は、膨張性本体が膨張している間に電気活性をマッピングするためにデータを生成するように構成され、同時のマッピングと切除を可能にする活性電極を含んでもよい。所定の実施形態では、切除は、レーザまたはRFエネルギーによって低温で行われてもよい。

【0137】

他の実施形態では、接触圧力センサデバイスは、処理デバイスによって使用されるデータを生成し、マッピングおよび切除中に膨張性本体、すなわちバルーンの閉塞のために使用されうる肺静脈孔に加えられる単位面積当たりの力をマッピングする。

10

【0138】

本明細書の膨張性本体は、指定温度の流体によって膨張されてもよい。流体の温度に関連するデータは、回路要素によって生成され、そして、電子部品の熱出力を調節するか、または、センサを較正するために使用されてもよい。

【0139】

バルーンカテーテルの実施形態は、バルーンの能動検知および撮像領域の周りに嵌合される可能性があるステントと共に展開されうる。

カテーテルを利用する実施形態は、本明細書に記載の本発明のカテーテルを利用してもよい。図10Eは、3つの管腔、すなわち、(ガイドワイヤを収容する)ガイドワイヤ管腔7002、流体注入管腔7006(バルーンを膨張させるか、または、バルーン表面上の電極または能動デバイスの温度を制御するために使用されることになる流体用のチャンネル)、および(DAQに接続されることになる可撓性PCBおよび配線を収容する)回路要素管腔7004を備えるカテーテル7000を示す。カテーテルシステムの組立てにおいて、可撓性PCBは、DAQへの接続のために配線され、伸張性電極アレイにも電気接続される。このユニットは、その後、最初に入り、DAQへの接続のためにカテーテルの近位端を通して出るDAQに向かうワイヤを用いて、示される3管腔押し出し品の回路要素管腔内に通される。

20

【0140】

マルチプレクサの実施形態は、バルーンカテーテルの例示的な実施形態に関連して述べられるが、他の実施形態に適用されることが理解されるべきである。図10Fは、単一无線リンクを通じて16(であるが、他の数でもありうる)の非同期チャンネルを集める無線カテーテル統計的マルチプレクサを示す。図10Fでは、 $l_0 \sim l_{15}$ は、バルーンカテーテル電極である。3つのクロスポイントスイッチが、マルチプレクス処理のために使用される。マルチプレクス後、X倍の増幅器が使用される。増幅後の信号は、CPUのA/Dに給送され、その後、無線送信される。2つのワイヤが、電源およびグラウンドのために必要とされる(5~7.5mAで3~5V)。

30

【0141】

非同期ポートは、57.6Kbpsまでの速度について個々に設定されうる。ハードウェア(CTS/Busy highまたはlow)またはソフトウェア(Xon/Xoff even、odd、mark、space、またはtransparent)フロー制御もまた、ポートごとに設定される。

40

【0142】

無線カテーテル統計的マルチプレクサは、57.6Kbpsで実行される無線リンクである。そのマルチプレクサは、ライセンスフリーISMまたはMedRadio帯域上で送信する。リンクラジオモジュールは、ネットワーク管理ポートまたはポート1に接続される端末またはPCを使用して容易に構成される。レンジは、オプションの外部リピータ(図示せず)を用いて、122~183cm(4~6フィート)または305m(1000フィート)までである。

【0143】

50

ネットワーク管理ポートは、ローカルおよびリモートの構成コマンドを含む。コンフィギュレーション表示 (Show Configuration) コマンドは、ローカルとリモートの両方のマルチプレクサの構成設定を、システム管理者が観察することを可能にする。ネットワーク管理機能は、ポートおよび複合ループバック、リモートまたはローカルポートの取込み、リモートまたはローカルの個々のポートへの試験メッセージの送出、ノード識別のためのマルチプレクサIDの設定、および、ローカルマルチプレクサにおいて送信ラインまたは受信ラインの監視を可能にする組込み式「データラインモニタ (data line monitor) 」を含む。マルチプレクサ特有の特徴は、ココピーコマンドである。このコマンドは、ユーザが何を入力しているかを正確に観察するために、任意のローカルまたはリモートポートを、ホストサイトのトレーナが「コピー」することを可能にする。

10

【 0 1 4 4 】

こうしたマルチプレクス処理技法は、回路要素 (または操作者) が、どの能動デバイスが利用されるべきか、または、能動デバイスのどのようなパターンが機能するべきかを選択することを可能にする。ある場合には、利用される能動デバイスの識別またはパターンは、デバイスが対象組織と電気接触状態にあるか、共形接触状態にあるか (または、どの程度電気接触状態にあるか、または、どの程度共形接触状態にあるか) に基づく。そのため、本明細書の全ての実施形態は、全ての電子デバイスが、組織上の対象領域と完全に接触状態にあるのではなく、部分的に接触状態にあるだけのときでも、有用な量のデータを生成することができる。

20

【 0 1 4 5 】

元の図 1 を参照して、本発明の別の実施形態は、小さな開口によって、神経束の切断された端部間に挿入されうるプロテーゼデバイスであるかまたはそれを備える基板 200 (以下のいくつかの実施形態を参照して 200N として示される) を含む。プロテーゼデバイスの外部表面は、本明細書の開示による回路要素を備え、回路要素は、増幅および刺激回路要素に結合した微小電極を備える。

【 0 1 4 6 】

プロテーゼデバイスは、神経束の形状と共形になるように、伸張、膨張、またはその他の方法で拡張しうる。この拡張は、神経束のギャップを架橋するように、デバイス上に戦略的に位置決めされる微小電極の配向を促進する可能性がある。さらに、回路要素 (および、所定の実施形態では、治療設備 1700) は、本明細書で述べる方法で、オンボードロジックコンポーネントを使用して、または、回路要素に接続された外部デバイスを利用した操作者からの手入力によって、複数の神経間の接続を選択的に生成してもよい。これらのアクションの実行は、電極の移動なしで、または、さらに物理的干渉なしで起こる可能性がある。

30

【 0 1 4 7 】

この特定の実施形態の利益は、多くの個々の神経を、神経を直接操作する必要性なしで電氣的に再接続できること、最小侵襲性手段を使用することによって神経損傷の重症化のリスクを低減できること、および、さらなる手術手段なしで、1回または複数回、接続をその後「書き直す (rewrite) 」ことができることを含む。さらに、この実施形態は、特定の神経線維の特性および機能に対して、信号増幅および調節を使用して各「再接続」の入力および出力を適合させるという利点を有する。

40

【 0 1 4 8 】

この実施形態では、回路要素は、上述した方法に従って作製される。本明細書に記載の他の実施形態のように、デバイスは、デバイス「アイランド (island) 」配置構成でレイアウトされうることに留意すべきである。デバイスは、約 $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$ 平方であり、そのほとんどが、バッファ、また同様に増幅器に接続された1つまたは複数のコンポーネントを収容する。一部のデバイスは、能動マトリックススイッチおよび A/D 変換器を収容し、一部のアイランドは、デジタル信号を読み込み、それを処理することが可能で、また、データを出力するかまたはデータをメモリセルに記憶することが可能なロジック回路要素を収容する。回路要素はまた、金属接触パッドを備えるデバイスコンポーネントを含

50

んでもよい。デバイス上の回路は、任意の2つのデバイスアイランドまたはデバイス間で、好ましくは約1つだけであるが、約100を超えない電気相互接続が必要とされるように、構成され設計される。

【0149】

所定の実施形態では、基板は、エラストマーベッセル（本明細書で「膨張性本体」とも呼ばれる）を備える。いくつかの実施形態では、こうした基板は、円板の形状であり、前記ベッセルは、本明細書で述べる可撓性および/または伸張性回路で覆われ、複数の電極を有する。円板は、変形されて、「収縮した」構成で小さな開口を通して通過すること、および、切断されたまたは損傷した神経束間の隙間においてその後展開することが可能になりうる。粘性流体による膨張が好ましいが、種々のガス、流体、またはゲルが使用されてもよいことが明らかである。本明細書で述べる方法によれば、可撓性および/または伸張性回路要素は、小型電極であって、小型電極が周囲組織と相互作用することが可能になるように露出された、小型電極で封止される。各電極は、検知電極または刺激電極として役立つことができ、デバイス構成に応じて、検知または刺激増幅器に接続される。信号は、検知電極から信号処理回路要素を通して刺激電極へと経路指定される。この実施形態では、どの電極も、そのときに実施される動的構成に応じて、刺激電極または検知電極として働きうる。こうした電極は、電気接続および/または直接の物理的接触状態にある間にデータを生成しうる。「電気接続」は、必ずしも直接の物理的接触状態になくとも、電極が対象組織に関するデータを生成している状況を包含することを意味する。「機能的接触（functional contact）」または「検知的接触（sensing contact）」は、同様に、必ずしも直接の物理的接触状態になくとも、検知デバイスが対象組織に関するデータを生成している状況を包含することを意味することに留意すべきである。

10

20

【0150】

図11は、本発明の例示的な実施形態における単一神経パルスの経路を示す。電極1022Nは、デバイスの表面上の所与の場所において神経終末2030Nと接触状態にある。電気活性は、電極の電流または電位に影響を及ぼし、検知増幅器1012Nによって増幅され、その後任意選択で、ブロック1014Nによってさらなる信号調節を受ける。そこから、電気信号がマルチプレクサ1016Nに流れる。マルチプレクサ1016Nは、臨床的に望ましい結果となる最も有利な方法で神経信号の発生源と行き先を対応させるように構成される。マルチプレクサ1016Nは、デバイスの他の側の適切な場所に信号を発生し、そこで信号は刺激増幅器1013Nによって再び増幅され、最後に、電極1024Nを介して神経終末2032の神経活性をもたらす。図12は、たった今述べた実施形態のための複数チャンネルを示す回路図を示す。

30

【0151】

好ましい実施形態は、何千ものこうした経路を含み、可撓性の/設定変更可能な方法で、神経間隙の前後での多くの神経の相互接続を可能にする。特に、デバイスの位置によって、または、埋め込み時に2つの終末間の接続が確定されない場合、処置の最中にまたはその後の任意の時間に、本発明の寸法を変更することによって変更されうる。神経信号の経路指定を変更する理由の中には、種々の神経のマッピングに関する観測、患者の回復の進行または神経可塑性の影響、あるいは、動きまたは生理的プロセスの過程における電極と組織との相対位置の変化がある。装置を構成する1つの自動化手段は次の通りである。

40

【0152】

図13に示すように、最初に展開によって、全ての電極および関連する増幅器は、検知モードになるように設定される3010。電極は、その後、電位のデータを検出する3020。電極は、電極に接する神経の活性によって個々にまた一括して影響を受ける。これらのデータは、その後、（本明細書で述べる任意の適用可能な処理設備によって）増幅され処理されて、電気活性の存在または程度が確定され3030、その存在または程度は、その後、以下の方法でチャンネルを構成するために使用される。ステップ3040に示すように、高い電気活性を有する領域内の電極は、検知モードに維持される。ステップ3050には、少ないがゼロではない活性を有する領域内の電極は、刺激モードに切換え

50

られることが示されている。ステップ3060において、活性がない領域内の電極は、電力を維持し、干渉を回避するためにオフにされる。その振幅および周波数を含む電気信号のすべての性質は、任意選択で、電極が接触している神経組織の元の解剖学的機能を推測するために、この実施形態によって利用される。

【0153】

所定の実施形態では、回路要素は、電極間の導電率の測定を行う。これらの測定は、生理的構造の電気活性と相関を持ち、したがって、導電率の輪郭マップを生成するために、回路要素または外部処理設備1200Aによって使用されうる。所定の実施形態では、こうしたマップは、電極およびマルチプレクス処理方策の構成を向上させるために使用されうる。

10

【0154】

本明細書の他の所で述べるように、センサはまた、温度またはpHセンサあるいは姿勢センサを含むことができ、それらのセンサから得られる測定値は、接続を改善するために使用されうる。

【0155】

他の実施形態では、デバイスは、単に、電極の1対1対応を提供するものではない。所与の出力電極の刺激は、2つ以上のセンサおよび/または2つ以上の入力(検知)電極からの信号に基づく場合があり、あるいは、多くの電極の刺激は、たった1つの入力電極からの信号に基づく場合がある。

【0156】

20

初期構成後、開示される本発明は、身体の外側からデバイスへの無線制御リンクを(本明細書で述べる方法で)確立し、最良の構成に関する決定を行うためにさらなる情報を使用することによって、その後、1回または複数回、再構成されうる。たとえば、臨床医は、患者と通信し、ある筋肉を動かすか、または、ある感情が有るか無いかを報告するように患者に試行させる。上述したように、基板は生体適合性であるため、再構成は、外科切開が成功裏に治癒した後に行われることができ、また、患者に対する麻酔またはさらなる外傷なしで、神経間の接続が、ある期間にわたって最大利益のためにゆっくりと最適化されることが可能になる。本発明の利益は、これらの調整が、身体的または外科的操作を全く必要とせず、したがって、患者に対するさらなるリスクおよび苦痛が回避されることである。さらに、その後の構成は、包括的なりハビリテーションプログラムに統合されうる。

30

【0157】

回路要素は、基板全体に分配され、特定の解剖学的部位にとって最も有利な種々のサイズおよび形状で本発明が実現されることを可能にしながら、高密度の電極を提供する。回路要素の可撓性/伸張性の性質は、切断された神経線維の不規則表面との密接な接触を、回路要素が達成する - ならびに維持する - ことを可能にし、個々に位置決めされなければならないか、または、神経が、本質的に通常は見出されない平面であることを必要とする電極システムに優るかなりの利点を提供する。明白な外科留置(何千もの個々の神経に対して実行不可能である)または完全に平坦な表面なしで、初期接触を可能にすることに加えて、本発明は、装置を充填する流体によってほぼ均一な圧力が電極の全てに加えられるため、身体的移動、生理的プロセス(炎症または瘢痕化など)、または時間の経過にもかかわらず、多数の神経との(電氣的または物理的)接触を維持するという利益を有する。

40

【0158】

図14は、神経損傷を有する被検者の脊柱に埋め込まれたデバイスを示す。2036Nおよび2037Nは、脊柱の脊椎である。軟骨円板2038Nも示される。回路要素1000Nを有する膨張性円板212Nは、損傷領域に挿入されているのが示されている。所定の場所に配置されると、円板212Nは膨張され、したがって、上述したように神経に接触する。

【0159】

他の実施形態は、治療設備(図1に示す1700など)を含むことができ、本発明はま

50

た、電極アレイに沿って薬物送達能力を組み込むことになる。図15は、こうした実施形態を示す。電極1022Nを備える回路要素1000Nは、たとえば、膨張性であってもなくてもよい円板200Nの外側表面上に設けられる。薬物リザーバ214Nが設けられ、チャンネル216Nによって円板200Nの表面に連通する。チャンネル216Nの端には、所定の実施形態でMEMS弁である弁218があり、治療設備1700を備える回路要素1000Nに接続され回路要素1000Nによって制御される。再充填ライン219Nがリザーバに接続され、リザーバ214Nが所定の実施形態で再充填されることを可能にする。こうした能力の1つの利点は、組織と装置との間の界面における拒絶反応または瘢痕形成を低減する薬物を送出的ることである。薬物の放出は、MEMS弁218Nによって制御され、そのように構成されている処理設備1300の判定によって、前回の測定（温度または導電率など）により、利益が最大となる可能性が示された領域内のみ送出的れる。他の実施形態は、薬物を含む個々の空洞を含み、消費されると、さらなる薬物治療が望まれる場合、デバイスの置換を必要とする。

10

20

30

40

50

【0160】

本発明の別の実施形態では、実質的に平面な基板上の電極、所定の実施形態では、伸張性および/または可撓性の電子部品を備えるシート上の電極は、脳、外部皮膚のパッチ、神経束、内部器官、および同様なものに刺激を提供してもよい。高密度電極（<1cm間隔など）は、配線の複雑さを減少させることによって、各電極または電極のグループに通信設備を含ませることによって、電極のアレイ内に増幅およびマルチプレクス処理能力を含ませることによって、および同様の方法によって可能にされる。

【0161】

本発明の他の実施形態は、電力および容積の点で改善された設計効率を有する内視鏡撮像デバイスを含む。本発明の実施形態は、容積減少、撮像向上、および機能の増加のために共形で曲線の電子部品コンポーネントを組み込む。

【0162】

以下に述べる実施形態の手法は、従来の管状内視鏡デバイスおよびカプセル型内視鏡デバイスならびにCMOSイメージャに包括される本明細書に記載の光検出器の湾曲焦点面アレイを利用する任意のデバイスに適用されてもよいことが理解されるであろう。こうした湾曲焦点面アレイは、本明細書に記載の任意の実施形態と共に利用されうること、ならびに、回路要素および回路要素の素子に関連する実施形態を含む本明細書で述べる全ての他の実施形態が、以下で述べる内視鏡の実施形態において適用可能であるものとして利用されることが意図されることに留意すべきである。湾曲シリコン光センサアレイは、従来の平面アレイに優るかなりの利点を有する。これらの利点は、光学素子の数の減少、非点収差およびコマ収差を含む収差の減少、ならびに軸外輝度および先鋭度の増加を含む。

【0163】

本発明の実施形態では、内視鏡デバイスは、たとえばその外部表面上に、センサおよび/または変換器の曲線アレイを装備し、それにより、デバイスの必要とされる容積を低減する。この手法は、本明細書で述べる任意の機能を含むさらなる診断機能、治療機能、および/または検知機能（たとえば、超音波、圧力検知、温度検知、pH、化学検知、標的薬物送達、電気焼灼、バイオプシ、レーザ、および加熱）の統合を可能にするため、内視鏡デバイスの全体のサイズを低減するとき、また、許容可能な電池サイズを増加させるときに特に有利である。カプセル型内視鏡デバイスの電力貯蔵の増加は、画像品質、画像圧縮、伝送レート、取込まれる画像の数、およびLEDによって生成される照明の輝度の改善をもたらす。

【0164】

本発明の実施形態では、カプセル型内視鏡デバイスおよびその内部回路要素は共に、当業者に明らかな他の生体適合性材料を含め、基板について説明した材料のうち任意の材料から可撓性および/または伸張性にされる。こうした可撓性/伸張性の内視鏡デバイスは、GI管に沿う動きの容易性を高め、同様に実行可能容積を増加させうる。他の実施形態では、デバイスは、カプセルの内側および/または外側シェルに共形的に嵌合した電子部

品を有する剛性カプセルのような構造を有してもよい。露出した表面 剛性楕円体シェルあるいは可撓性または伸張性層 は、内視鏡デバイスが遭遇することになる過酷な消化環境に対する耐性を有するが、患者の内部解剖学的構造に対して生体適合性でありかつ無害である材料から作製される。外側表面の生体適合性の他の特性は、本明細書に記載されている。

【 0 1 6 5 】

内視鏡デバイスの伸張性電子部品コンポーネントは、全ての実施形態の回路要素の議論に関連して本明細書で述べられた。所定の実施形態では、回路要素は、GI管などの身体の空洞および管腔の内部にある特徴部を監視する検知および撮像アレイを備える。上述したように、機能性は、デバイスアイランドを備えてもよいデバイスを構成する回路要素に存在してもよく、または、その逆でもよい。アイランドは、必要とされる回路要素を収容し、本明細書で述べるような相互接続によって、機械的かつ電氣的に相互接続される。相互接続は、次に、優先的に歪みを吸収し、したがって、デバイスアイランドからチャンネル破壊力を逃がす。相互接続は、力が加えられるときに、集積回路が伸張し撓むメカニズムを提供する。デバイスアイランドおよび相互接続は、以下で述べるように、転写印刷によって内視鏡デバイスのケーシングまたはカプセルシェルに集積されてもよい。電子デバイスのカプセル化およびシステム/デバイス相互接続の集積化は、このプロセスのいくつかのステージのうち任意のステージで実施されうる。

10

【 0 1 6 6 】

本明細書で述べる他の実施形態の場合と同様に、電子デバイスで使用される回路要素は、標準的なICセンサ、変換器、相互接続、および計算/ロジック素子を備えてもよい。所定の実施形態では、電子デバイスは、通常、所望の機能を実装する回路設計に従ってシリコンオンインシュレータ(SOI)ウェハ上に作られる。半導体デバイスは、容易に除去される層(たとえば、PMMA)によって支持される超薄半導体の上部層を提供する、適したキャリアウェハ上で処理されてもよい。これらのウェハは、標準的なプロセスによって撓み/伸張ICを作製するために使用され、特定のアイランドおよび相互接続の配置は、特定の用途の要求に対して調節される。「超薄(ultrathin)」は、著しいレベルの曲げ性を示す薄い幾何形状のデバイスを指す。こうしたデバイスは、通常、厚さが10μm未満である。

20

【 0 1 6 7 】

回路要素の作製の上記議論は、内視鏡の実施形態に適用される。しかし、以下の議論は、内視鏡(必ずしもそれに限定しないが)に関連する実施形態についての転写ステップを説明するであろう。こうした実施形態では、回路要素は、主に、デバイスの撮像システムを向上させるために使用される。

30

【 0 1 6 8 】

(平面アレイの代わりに)湾曲光センサアレイを用いた撮像は、レンズ、照明用LED、電池、演算器、アンテナ、および無線送信機と共に使用される。有線テレメトリが、従来の管状内視鏡について使用される。受動または能動マトリクス焦点面アレイは、上述した伸張性処理技法のうちの1つの技法を使用して作製される。アレイは、単結晶シリコン光検出器および電流遮断pn接合ダイオードを含む。アレイを使用して取込まれる画像は、オンボード演算によって最小限処理され、さらなる処理のために外部受信機に(有線または無線で)送信される。

40

【 0 1 6 9 】

以下に述べる焦点面アレイは、上述した任意の撮像設備の一部とみなされうる。個々の光検出器は、本発明による相互接続システムによってネットワーク化されてもよい。これらのデバイスは、アイランド上に見出され、本明細書で述べる相互接続などの相互接続によって接続される。所定の実施形態では、ポリイミドのフィルムは、ある領域を支持し、システム全体を被覆する。そのため、こうした焦点面アレイは、内視鏡デバイスに組み込まれうる。

【 0 1 7 0 】

50

図16は、こうした焦点面アレイを作成するプロセスを示す。第1のステップは、この実施形態では焦点面アレイである必要な回路要素1000Eを作製する工程であり、このプロセスを促進するために適した幾何形状の転写スタンプの生成である。この実施形態では、回路要素は、1000Eとして示される（しかし、この回路要素1000Eは、本明細書で述べる他の回路要素実施形態に関連するまたはそれと共に使用されてもよいことが想定されることを理解すべきである）。

【0171】

ステップ1600Aにて、適切なスタンプ（転写素子とも呼ばれる）が、整合曲率半径（それぞれ1621Eおよび1622E）を有する対向する凸レンズと凹レンズとの間の間隙内でポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）を成型し硬化させることによって生成される。曲率半径は、非共面イメージャのために有用な最適放物線曲率を反映すべきである。ステップ1600Bにて、硬化され湾曲した転写素子240E（レンズスタンピングメカニズムからの除去は示されていない）は、特別に設計されたメカニズムを使用して伸張されることができ、特別に設計されたメカニズムは、スタンプの縁に沿って外向きの半径方向の力（所定の実施形態では、外向きの力に等しい）を提供して、予め歪められた平面幾何形状転写素子が生成される。転写素子は、弛緩すると、その初期サイズに戻る。転写素子240Eはまた、ドナー基板上の電子デバイスアイランドの領域全体に接触するようにその平面構成において十分な大きさであるべきである。

10

【0172】

この実施形態の回路要素1000Eのコンポーネントは、相互接続1020Eによって接合される処理済み電子デバイスである。ステップ1600Cにて、回路要素1000Eは、平面転写素子240Eと接触させられ、平面転写素子240Eは、十分に強いファンデルワールス相互作用によって回路要素1000Eに付着する。転写素子240Eは、背面剥離され、それにより、1600Dに示すハンドルウェハ1626から、焦点面アレイ、すなわち回路要素1000Eが除去される。焦点面アレイ1000Eがハンドルウェハから除去された後、スタンプ内の張力が解放され、接触層、すなわち焦点面アレイとスタンプは共に、スタンプの初期幾何形状形態（1600Eに示す）をとる。焦点面アレイ1000Eは、圧縮され、アレイのネットワーク化された相互接続1020Eは、座屈して歪みに適応する。座屈した焦点面アレイ1000Eは、その後、一致する曲率半径を有するその最終基板（ステップF～ステップHに示す）に転写され、電気接点を介して電池、アンテナ、および無線送信機と通信状態になる。この転写は、両方の表面を接触させることによって起こり、光硬化性接着剤の使用によって補助される。接着剤は、PDMSが除去されるときに、撮像システムポート上に光検出器の曲線アレイを解放するように十分な引力を提供する。湾曲焦点面アレイは、その後、アレイの外周縁上の電極接点パッドを介して撮像電子コンポーネントの残りに接続される。

20

30

【0173】

図16Aに示す別の実施形態では、電池の形態の電源300E、処理設備1200E、およびデータ送信設備1500Eを備える内視鏡デバイス1680Eが示される。ステップ1601Aは、たとえば幾何形状転写スタンプ245Eによって内視鏡デバイス1680Eの外側シェルに付着される凸状焦点面アレイ1000Eを示す。（先の図16に関連して述べたように）予め歪められた平面PDMSを用いてハンドルウェハから焦点面アレイをリフトオフした後、焦点面アレイは、弛緩し、たとえば光硬化性接着剤を有する受容基板246Eを備える内視鏡デバイス1680Eの遠位端上に直接堆積されうる。内視鏡デバイス1680E上への堆積後（1601Bに示す状態）に、アレイ1000Eから内視鏡デバイス1680Eの内部回路要素まで電気接点が作られる。1601Cにて、露出した回路要素が全て、適したポリマーおよび/または金属層（たとえば、パリレン、ポリウレタン、白金、金）247Eで封止されうる。

40

【0174】

微小レンズアレイは、こうした光学アレイシステムについて必要とされる可能性がある。しかし、適切な照明および光学アレイと撮像される表面との間の無視できる距離（たと

50

えば、近接場撮像)によって、この要件は無効にされてもよい。

【0175】

なお別の実施形態では、回路要素1000Eと呼ばれてもよい焦点面アレイは、デバイスの長軸から外側半径方向を指すように、内視鏡デバイスに共形的に巻き付けられてもよい。これは、上述した、同じ平面伸張性処理ステップを終了し、異なる特別のポリマースタンプを用いて回路を転写することによって達成される。転写スタンプは、平面長方形ストリップの形態をとってもよい。各ポリマーストリップは、熱膨張(約160℃まで加熱)によって、または、不均一な半径方向歪みを加えることによって、予め歪められる。予め歪められたこのポリマーは、その後、処理済み焦点面アレイと直接接触状態に位置決めされる。エラストマーは、その後、背面剥離されて、そのハンドルウェハからアレイが解放される。スタンプは、その後、室温への冷却、または、機械的に誘発された歪みを徐々に解放することによって弛緩する。この歪みの解放は、エラストマーをその初期形状に戻らせ、次に、アレイのデバイスアイランドを、強制的に引き寄せる。所定の実施形態では、相互接続は、強制的に座屈させられ、伸張および曲げ特性が有効になる。所定の実施形態では、アレイが付着することを意図される領域は、光硬化接着剤で前処理される。あるいは、PDMS層が、付着を高めるために使用されてもよい。

10

【0176】

図16Bは、回路要素を内視鏡デバイスに転写するプロセスの実施形態を詳述する。転写は、デバイスアイランドおよび相互接続の平面アレイを、内視鏡デバイス1680Eなどの曲線表面上にスタンプングすることによって達成される。1602Aは、薄いPDMSシェルまたは接着性外側層250Eを有する内視鏡デバイスを示す。1602Bは、キャリア基板201E上の回路要素1000Eを示す。1602Cは、デバイスアイランドの平面アレイを含む基板201Eの上で内視鏡デバイス1680Eを約1回転、回転させるステップを示し、光検出器および相互接続のアレイは、ステップ1602Dに示す曲線方式で内視鏡デバイス1680Eの表面に優先的に付着することになる。

20

【0177】

別の実施形態では、微小レンズアレイが、最適な焦点調節および画像品質のために必要とされる可能性がある。しかし、適切な照明および光学アレイと撮像される表面との間の無視できる距離によって、この要件は無効にされてもよい。微小レンズアレイが必要とされる場合、微小レンズアレイは、伸張性処理中に、光検出器アレイの被覆層として直接生成されてもよい。微小レンズアレイはまた、内視鏡デバイスが作られた後にスタンプングされてもよい。この光学アレイは、その後、被覆され、以下の方法で、内視鏡デバイスの残りとの電子的に統合される。伸張のために処理された電子デバイスは、予め歪められた平面PDMSスタンプを用いて拾い上げられうる。予め歪められた平面PDMSスタンプは、その後、弛緩し、転写印刷のためにアクセプタ基板に接触させられる。このアクセプタ表面は、内視鏡デバイスの表面であってよく、前記表面は、薄いPDMS層、または、後で内視鏡に巻き付けられてもよい別個の薄い適切な形状のPDMS層でコーティングされる。デバイスが内視鏡デバイス基板上で外側を向く場合、デバイスは、PDMSの別の層で、または、流体被覆を行うためにPDMSの液体層とそれに続く固体PDMSの上層で(圧縮状態にある間に)被覆されてもよい。他の材料/方法が適用されてもよい。デバイスが内視鏡デバイス基板上で外側を向く場合、デバイスは、従来の場所に配置されるように設計されるべきである導電性パッドにおいて電氣的に外的に接続されてもよい。異方性導電性フィルム(ACF)コネクタは、フィルムをパッド上に押し付け加熱することによって、これらの導電性パッドに接続するために使用されうる。

30

40

【0178】

デバイスが完全に被覆されるかまたは内側を向く場合、デバイスは、ウェットまたはドライ化学エッチング、あるいは、穿孔を含むがそれに限定されない材料の物理機械的除去によって、導電性パッドを覆う被覆ポリマーの一部を最初に除去することによって外部に電氣的に接続されてもよい。この時点で、ACFが組み込まれてもよい。あるいは、伸張性電子部品は、転写または被覆プロセスの前にACFに電氣的に接続されてもよい。

50

【 0 1 7 9 】

所定の実施形態では、回路要素 1 0 0 0 E は、図 1 7 に示すように、内視鏡デバイス 1 6 8 0 E の外側表面上に可撓性 L E D アレイを含んでもよい。こうしたアレイは、光学画像取込みに必要とされる照明を提供する。可撓性 L E D システムを生成する代表的なプロセスは、次の通りである。

【 0 1 8 0 】

L E D は、G a A s 基板上の量子井戸 (Q W) 構造から作られる。G a A s 基板と Q W 構造との間には、A l A s 犠牲層がある。Q W 構造は、反応性イオンエッチング (R I E) によって、犠牲層の下までエッチングされて、エッジ上で、たとえば 1 0 ~ 1 0 0 0 μ m の範囲にあってよい隔離された正方形アイランドが形成される。H F エッチングによるアイランドの部分的解放 / アンダーカットが実施される。固定部の役割を果たす正方形をアイランドの角の周りに形成するために、フォトレジストが、基板上にスピンコートされ、パターン形成される。完全 H F 解放エッチングが、G a A s バルク基板からアイランドを離すために実施される。フォトレジスト固定部は、アイランドが、エッチング、すすぎ、乾燥ステップ中に浮遊除去されることを防止する。エラストマースタンプ (たとえば P D M S) は、アイランドを拾い上げ、別の基板に転写するために使用される。転写は、複数のステップで行われてもよく、G a A s アイランドを幾何学的に再配列するために、一度に G a A s アイランドの一部を拾い上げる。さらなる処理のためにアイランドがその上に転写される基板は、後で剥離されるガラス基板上の P E T (ポリエチレンプラスチック) 層か、P M M A (ポリメチルメタクリレート) 犠牲層の上部のポリイミド層か、または P D M S 層などであってよい。L E D アイランドの複数の部分は、その後、パターン形成され、n 型接点が露出されるようにウェットエッチングされる。これは、たとえば $H_3 P O_4 + H_2 O_2$ の組合せによって行われてもよい。アイランドの複数の部分はエッチングされないことにより、上側 p 型材料も電氣的に接触する。次に、ビアがデバイスの p 型および n 型接触領域の下に延在するように、ポリイミドの平坦化層が回転塗布されパターン形成される。p 型領域へのワイヤが一方向に伸び、n 型領域へのワイヤが直交方向に伸びるように薄膜ワイヤが堆積されパターン形成される。他のワイヤの 1 つは、交差回路 (cross - circuit) にならないように間隙を有するべきである。この間隙は、間隙を覆って別の平坦化層をスピンコートし、ギャップの両側にビアを有するようにその平坦化層をパターン形成することによって架橋され、金属は、接続を行うために、平坦化層を覆ってパターン形成される。別のパッシベーション層は、上部に回転塗布され、ブリッジおよびアイランドがポリマーで被覆されたままになるが、介在領域が、完全にエッチング除去されるように、積重体全体がエッチングされる。これは、ブリッジが可撓性になることを可能にする。P M M A 犠牲層がアンダーカットされるか、または、P E T 層が剥離され、回路を有するシート全体が、再び P D M S スタンプによって拾い上げられ、ひっくり返されてもよい。下部ポリイミドの背面または回路の底部は、C r / S i O₂ でコーティングされ、ブリッジのコーティングは、シャドウマスク蒸着手段を使用することによって回避される。サンプルは、S i O₂ にダングリングボンドを与えるために U V オゾン処理を受け、回路が転写される次の基板との共有結合の形成を容易にする。この最終基板は、転写後に、歪みが緩和され、デバイスが近づき、ブリッジが飛び出して、歪みに適応するために座屈するように、熱的または機械的に予め歪められた P D M S であってよい。

【 0 1 8 1 】

伸張性 L E D アレイは、円柱光センサアレイの方法と同様の方法で内視鏡デバイスに転写される。伸張性 L E D アレイは、その後、微小レンズアレイに関連して本明細書で述べる方法に従って、デバイスレベルで被覆され集積化される。図 1 7 は、内視鏡デバイス 1 6 8 0 E を示し、回路要素 1 0 0 0 E は、光検出器のアレイおよび L E D のアレイ (個々の 1 0 3 0 E として示す) を備える。L E D アレイは、領域動作中对象領域を照らすだけであり、電力節約メカニズムとして使用中でないときにはオフにされるように、ロジックデバイスの形態で処理設備 1 2 0 0 E を利用してもよい。デバイスはまた、外部デバイスと無線通信する R F アンテナ 1 5 0 2 を含むデータ送信設備を含む。

【0182】

本発明の別の実施形態では、内視鏡デバイスは、1100の議論に関連するセンサを含む本明細書のセンサから選択されうるセンサのアレイを装備する。前記センサは、pH、化学物質の存在、および/または酵素活性を監視するために回路要素1000Eと共に働く。所定の実施形態では、このセンサアレイによって収集されるデータは、ローカル演算デバイスによって処理され、さらなる処理のために、外部受信機にRFアンテナまたは有線テレメトリを介して送信される。

【0183】

アレイ内のセンサの少なくとも一部は、イオン濃度の変化に関連するデータを生成するイオン感応性電界効果トランジスタ (ISFET) を備えてもよい。出力信号は、通常、その大きさが検知されるイオン (たとえばヒドロニウム) および/または酵素の変化と共に変動する電圧および/または電流差である。

10

【0184】

本発明の別の実施形態は、空間を維持するためにカプセルシェルの内部および/または外部壁に共形的に適合する複数の電子コンポーネントを有するカプセル型内視鏡デバイスに関する。共形コンポーネントは、本明細書に記載の適した材料に関して伸張性処理を最初に実施することによって生成される。こうした内視鏡デバイスの基本コンポーネントは、受動または能動マトリクス焦点面アレイ、レンズ、照明用LED、電池、およびテレメトリデバイス (アンテナおよび無線送信機) を含む。オプションのコンポーネントは、超音波変換器、圧力センサ (たとえば、圧抵抗性または容量性検知メカニズムを利用するシリコンベースデバイス、ポリマーベースセンサ、および/または、物理的変位を測定する光ベースセンサ)、温度センサ (たとえば、シリコンバンドギャップ温度センサ、白金抵抗温度デバイス)、pH/酵素/化学センサ (たとえば、先に論じたISFET) を含む本明細書で述べるセンサ、標的薬物送達コンポーネント、電気焼灼デバイス、バイオシデバイス、レーザ、および加熱デバイスを含んでもよい。GI壁および流体との接触から利益を得るコンポーネント (たとえば、化学センサ、LED、光学アレイ) は、外部環境と連通または光学的に通信するように位置する。これは、たとえば、カプセルの外側表面上にデバイスを共形的に配置することによって、または、外側領域からカプセルの内部へ情報を中継する電極の使用を通して達成されてもよい。残りのコンポーネント (たとえば、電池、テレメトリデバイス) は、好ましくは、カプセルの内部に配置される。

20

30

【0185】

伸張性焦点面アレイを生成し、それらを所望の基板に組み込む方法が上述された。焦点面アレイを処理し転写する (伸張性処理) ために使用される同じ方法は、種々の単結晶シリコンベース電子デバイス (たとえば、アンテナ、RF送信機、ISFET) のために使用されてもよく、回路は、機械的変形および伸張に適應するように (たとえば、CADツールを使用して) レイアウトされる。

【0186】

異種の (heterogeneous) 集積回路 (非シリコンベースデバイス) を組み込むことが望まれる実施形態では、わずかに異なる手法が使用されてもよい。ヘテロジニアス集積化 (たとえばLED) を必要とするデバイスを生成するとき、回路は、通常、異なる基板上に生成される。伸張性処理後、電子デバイスは、先に述べたスタンピング法を使用して同じ基板上で結合される。この基板は、デバイスの最終目標 (製品集積化) であってよく、または、代わりに、中間物 (すなわち、後に製品に組み込まれることになる剛性が、可撓性が、または伸張性の材料) であってよい。この時点で、相互接続は、ヘテロジニアスコンポーネントの全てを電気接続状態に維持することを要求されてもよい。これらは、正確なアライメント ($< 5 \mu\text{m}$) を有するソフトリソグラフィまたは別の低インパクト低温 (< 400) 処理法を使用して提供される。集積回路は、その後、適切に被覆され、システム/デバイス相互接続集積化が、微小レンズアレイに関連して上述したように実行される。

40

【0187】

50

上述したように、本明細書の実施形態で使用される基板用の材料は、生体適合性であってよい。このことは内視鏡デバイスの外側コーティングを含む基板に当てはまる。生体適合性に加えて、イメージアレイと監視される対象物との間に配置されるデバイスハウジングの任意の部分は、好ましくは透明である。さらに、内視鏡デバイスの外側シェル内の材料は、GI管内の容易な進行を促進する。適した生体適合性材料の例は、先に示されている。

【0188】

上述したデバイスのハウジングもまた基板であってよく、また、その逆でもよいことが理解される。したがって、基板の材料に関連するいくつかの議論は、いくつかの実施形態では前記ハウジングに適用されうることを当業者は理解するであろう。

10

【0189】

基板が、アレイセンサを備える回路要素を装備しうること、および、前記センサが、圧力センサを備えることが本発明の実施形態に関連して本明細書で述べられた。回路要素はまた、数ある能力の中でも、とりわけ処理能力1200および1200A、データ収集能力1300、増幅器能力1400、およびデータ伝送能力1500を備えうる。したがって、触診に基づく組織の定量的検査を容易にする別の実施形態が説明されるであろう。所定の実施形態では、デバイスは、自己検診のために構成される。デバイスは、特に、乳房自己検診に適する。しかし、例示的な実施形態の以下の開示にもかかわらず、この例示的な実施形態に関連して開示されるデバイスおよび方法は、種々の組織および身体領域の検査に適用され、こうした検査が、触診に基づくだけである必要がないことが理解されるであろう。

20

【0190】

こうした装置は、身体が伸張しまた曲がっても、動作を維持する圧力変換器のアレイを装備する共形的かつ伸張性のポリマーを備える。ポリマー基板は、組織の表面の一部分または全体を覆い、複数の離散点において、組織の機械的硬直性を測定するために使用されてもよい。処理設備に結合する圧力変換器は、触診中に組織表面に加えられた既知の歪みに応答した組織の機械的硬直性を測定しうる。本発明の他の実施形態の場合と同様に、回路要素の電子デバイスは、ポリマー基板を覆う感覚回路要素に電子部品配線によって接続された、マルチプレクサ、データ取得回路、およびマイクロプロセッサ回路を備えてもよい。組織の異常に硬質である領域の検出は、身体部分、たとえば乳房の表面に圧力変換器のアレイを最初に押し付けることによって始まる。所定の実施形態では、デバイスは、身体部分(たとえば乳房)の表面領域全体を覆って取付けられ、したがって、身体部分硬直性のプロファイルが、高空間分解能でマッピングされうる。

30

【0191】

本発明の実施形態は、生体組織の異常に硬直な病変部の存在または空間的範囲を確定し、健康組織と癌性組織の相対的硬直性を区別し、適切である場合、迅速かつ局在化された治療対策を容易にする。乳房組織の機械的特性は本質的に不均一であるため、本発明は、所定期間にわたって定期的に使用されて、検査される組織の健康状態を正確にマッピングし、それにより、経時的な構造上の異常および/または逸脱の検出を可能にする。

【0192】

本発明の実施形態は、生体組織の物質、機械的特性、および/または光学的特性を測定するための可撓性かつ伸張性電子センサおよび撮像アレイを装備した装着式ポリマー膜を含む。本発明は、生体組織の温度、圧力、および導電率などのパラメータを測定するのに適した可撓性かつ伸張性の回路要素を利用する。より具体的には、乳房領域は、こうした組織調査のための1つの対象領域である。電子コンポーネントは、必要とされる回路要素を収容し、相互接続によって機械的かつ電子的に相互接続されるアイランドとして配列されてもよい。相互接続は、次に、歪みを優先的に吸収し、したがって、センサアレイが、極端な伸張に耐え、生体組織の一樣でない形状と共形になることを可能にする。デバイスアイランドおよび相互接続は、以下で述べるように、転写印刷によってデバイスに集積されてもよい。電子デバイスの被覆およびシステム/デバイス相互接続集積化は、このプロ

40

50

セスのいくつかのステージで実施されうる。

【0193】

本明細書で十分に述べられるように、バッファおよび同様に増幅器に接続される、本明細書で述べる1つまたは複数の電子デバイスおよび/またはデバイスコンポーネント(たとえば、圧力、光、および放射線センサ、生物学的および/または化学的センサ、増幅器、A/DおよびD/A変換器、光収集器、電気機械変換器、圧電アクチュエータ)を含んでもよいデバイスのアレイは、デバイス「アイランド」配置構成でレイアウトされる。デバイスアイランドは、約50 μ m \times 50 μ m平方である。一部のアイランドは、能動マトリックススイッチおよびA/D変換器を収容し、一部のアイランドは、デジタル信号を読み込み、それを処理することが可能で、また、データを出力するかまたはデータをメモリセルに記憶することが可能なロジック回路要素を収容する。これらのアイランド上の回路は、任意の2つのデバイスアイランド間で、好ましくは約1つだけであるが、約100を超えない電気相互接続が必要とされるように、構成され設計される。回路要素は、デバイスのデバイスアイランド配置構成について述べた方法を含む上述した方法に従って作られ適用される。

10

【0194】

図18は、人の乳房に適合した本発明の実施形態を示す。本発明の実施形態では、共形ポリマー膜200Tは、単一の人の乳房2040Tの形状である。膜200Tには、たとえば相補型金属酸化物半導体(CMOS)技術に基づくセンサおよび/または撮像アレイを備える回路要素1000Tが取付けられる。所定の実施形態では、アレイ(複数可)1000Tは、(ポリ)ジメチルシロキサン(PDMS)などのポリマー製乳房形状膜200Tの表面に物理的に集積される。このスタンピング処置は、本明細書で規定される転写印刷プロセスによって行われてもよい。本明細書で述べるように、アレイ1000Tは、CMOSデバイスで作られることができ、CMOSデバイスは、圧力検知、光撮像、および経皮的薬物送達を含む(が、それらに限定されない)種々の精緻な検知、撮像、および治療機能を提供する。デバイスアレイ1000Tは、本明細書で述べる有効な回路レイアウトおよび相互接続設計の使用によって、伸張および曲げに耐えるように設計される。

20

【0195】

所定の実施形態では、組織スクリーニング装置は、ブラジャー275Tの形態で形成されてもよく、または、ブラジャーになるように集積されてもよい。

30

所定の実施形態は、アレイ化された圧力センサを備える回路要素/アレイ1000Tを含んでもよい。したがって、電子デバイス1010Tは圧力センサを含みうる。各圧力センサアイランドは、可撓性隔膜を備え、隔膜は、偏向にตอบสนองしてキャパシタンスの変化を記録しうる。圧力センサは、一連の圧抵抗性歪みゲージおよび/または導電性ポリマーで作られうる。各電子デバイスは、各アイランド上でローカル信号処理を提供するために、増幅器およびA/D変換器を含んでもよい。センサアイランドは、相互接続および回路要素を保護するために、ポリマーの薄い(約100 μ m厚の)層で被覆される。薄い層を含む表面は、処置中に乳房組織と直接接触状態になるよう位置決めされる。センサに対向する表面は、空気充填ギャップを有する格納部として形成される、さらなるポリマー層(300~500 μ m厚)を装備しうる。この空気充填空間を既知の量だけ(蠕動ポンプによって)膨張させることは、乳房組織に対する既知の歪みの印加を容易にする。したがって、乳房組織は、空気充填空間を膨張させることによって、その表面全体にわたって一定量だけ押し下げられることができ、各場所における圧力が、圧力センサによって記録される。

40

【0196】

別の実施形態では、各デバイス1010Tは、前記圧力センサに結合され、圧力が印加されると起動されるオンオフスイッチトランジスタを含む。このオンオフメカニズムを使用して、デバイスは、検知中にどのセンサが押されたかを判定し、たとえば外部デバイス上のグラフィックユーザインタフェースによるか、センサが起動されたまたは起動されなかった点灯領域などの視覚手段によるか、または作動の触感インジケータによってユーザ

50

にそれを通信しうる。オンオフフィードバックを有するセンサアレイを使用することの1つの重要な利点は、乳房に手で力を加える場合に、センサアレイのどの部分も押し下げられなかった場合、センサアレイがユーザに警告することである。したがって、センサアレイは、手による検査中に乳房の複数の領域を見落とす可能性をなくす。そのため所定の実施形態では、各電子デバイスは、乳房検査中に圧力検知メカニズムが適切に起動されなかった場合、フィードバックを提供できる。

【0197】

本発明の別の実施形態では、デバイスは、275Tのストラップと同様のストラップを用いて乳房に固定される。そのため、使用時、ユーザは、ブラジャーのような装置を装着しうる。所定の実施形態では、デバイスは、図18ではラップトップコンピュータ1204T内に存在するものとして示される外部処理設備1200Aに接続するためのポート(図示せず)を有する。無線通信もまた、可能であり、図に示される。外部デバイスは、スクリーニング中に電力を提供し、データも受信しうる。所定の実施形態では、処理設備1204Tは、回路要素と電子通信状態にあり、ブラジャーが装着されていることを検出し、乳房検査を開始するようユーザに促すように構成される。乳房に対向する側のデバイスの外側表面は、前の実施形態で述べたポリマーの薄い被覆層で覆われうる。この外側表面と装置の表面との間の空間は、蠕動空気ポンプを使用して、気密的に封止され、空気を充填されうる。この空間を空気で充填することは、乳房の表面全体に沿って一様な圧力が印加されることを可能にし、次に、乳房にどれほど多くの歪みが印加されるかに対する制御を提供する。

10

20

【0198】

本発明の別の実施形態では、伸張性材料200Tは、超音波変換器(たとえば、圧電結晶)のアレイを有する回路要素1000Tを備える。各デバイス1010Tは、組織を通してメガヘルツ周波数で音響波を送出する音響エミッタによって生成される音響反射を検知する受信機を備える。この実施形態は、乳房組織の異常な領域をさらに位置特定し撮像するために、圧力センサを含む、本明細書で述べる他のセンサと組合せられうる。本明細書の全ての実施形態の場合と同様に、センサは、前記センサからデータを受信し、本明細書に述べる方法に従ってデータを処理し、さらに、本明細書に述べるように、出力を出力デバイスに生成させる処理設備を含む、他の設備、電子デバイス、コンポーネント、および回路要素の要素と電子通信状態にありうる。

30

【0199】

回路要素1000Tはまた、赤外線エミッタおよび検出器のアレイ(たとえば、ボロメータ)を備えうる。赤外波長は、健康な組織の吸収と癌性組織の吸収の比を最小にするように選択される。エミッタは乳房を照らし、検出器は放射を撮像する。この実施形態は、精度を増すために上述した検知概念のうちの任意の概念と結合され、統合されうる。

【0200】

回路要素1000Tはまた、組織の電気インピーダンスの空間マップを生成するために、刺激および記録電極のアレイを備えうる。癌性組織の導電率および誘電体特性は、健康な組織のそれと異なる可能性がある。局所的癌性組織の存在によって誘発される電気インピーダンスの変化を検出するために、既知のAC電流を既知の場所に注入することができ、記録電極のアレイによって規定される多数の点で電圧が記録される。この実施形態では、ポリマーの被覆層は、電極の接触領域を除いて全てを覆う。光パターン形成可能なポリマーは、このステップを達成するために使用されうる。

40

【0201】

電気インピーダンス走査は、ある範囲の周波数にわたる複素インピーダンスおよび誘電率の3D空間マップを可能にするデータを提供し、3D空間マップは、乳房細胞内の深くにある異常な癌性細胞の存在を予測する検知ツールとして使用されうる。この実施形態は、精度を上げるために、上述した方法および概念のうちの任意のものと組合せられ統合されうる。

【0202】

50

センサのアレイによって収集されるデータは、取出しのために記憶され、かつ/または、組織の健康の時間ベースの追跡のために外部システムに送信されうる。

所定の実施形態では、圧力変換器のアレイ1000Tからのセンサデータは、各センサのレベルで増幅され、デジタル形態に変換され、その後、マルチプレクサに送信されうる。あるいは、アナログ回路要素を各デバイス1010Tのレベルで含むことができ、デジタル処理回路は、ポリマーから離れて収容されうる。データが、各ポイントから収集され、コンピュータ端末に送信されると、ユーザは、検査が終了したことをプロンプト表示で知らされてもよい。ユーザは、(一例として)自分自身でデータを調査してもよく、かつ/または、さらなる検討のために自分の医師にデータを送信してもよい。

【0203】

そのため、所定の実施形態では、デバイスの回路要素は、デバイスからのデータを受容し、検査に関連するデータのグラフィックなまたはその他の方法の視覚表示を出力設備(図1に関連して300として先に論じられた)に生成させるように構成された処理設備と電子通信状態にあることが明らかである。たとえば、本明細書で述べる組織マップは、本明細書で開示される全てのセンサデータから生成され、(1204T上で示す)出力設備上で提示されてもよい。回路要素によって生成されるデータに関連するテキストデータおよびグラフィックデータは、ユーザに提示されてもよい。処理設備は、回路要素によって生成された履歴データを、毎日の、毎週の、毎月の、または任意の他の有用な間隔の読取り値、チャート、報告、および同様なものを含む、種々の方法で記憶、集約、提示するように構成されてもよい。

【0204】

デバイス自体の物理的特性に戻って、デバイスは、女性の乳房が見えないように不透明であってよい。この特徴は、硬化する前にエラストマーに不透明(たとえば黒)色素を添加することによって達成されうる。この実施形態では、センサのアレイは、彼女のありのままの乳房を露出する必要なしで、乳房と密接接触状態のままである。PDMSのようなポリマーの生体適合性のために、このタイプのデバイスは、便宜上、通常のブラジャー内に嵌合されうる。

【0205】

本発明の一実施形態では、電子部品は、乳房の輪郭を描くエラストマー材料に集積される。この形状は、意図されるユーザの乳房サイズに応じて異なるサイズで再現可能である。乳房形状のデバイスを生成するプロセスは、第1の乳房形状のモールドの生成で始まる。続いて、第2の逆型に成形されたモールドが、第1のモールドの曲率に一致するように作られる。PDMSなどのエラストマー材料は、薄膜(2mm未満)を生成するために2つのモールド間に注がれる。この層は、上述した転写印刷プロセスによって電子部品がスタンピングされることになるエラストマー材料の固体乳房形状膜を生成するために硬化される。この印刷プロセスを達成するために、エラストマー材料は、平面に伸張され、既に「伸張処理された」電子部品と接触状態に置かれる。電子部品は、ファンデルワールス力によってまたは化学支援手段によってエラストマーの表面に優先的に付着する。その後、埋め込み式電子部品を有するエラストマーは、弛緩し、電子部品アレイの相互接続内で座屈が起こり、伸張可能になる。

【0206】

さらなる被覆およびデバイス集積化が必要とされる場合がある。これは、伸張性電子部品アレイ上の(たとえば、その外周縁上の)容易にアクセス可能な領域にあるように設計されるボンドパッドに異方性導電性フィルム(ACF)を(手作業でまたは電子自動化によって)接続することによって行われてもよい。このACFは、電子部品が埋め込まれたエラストマーを、電力を供給することに関与するデバイスに接続し、電気接触を必要とする他のタスクの情報を中継する。

【0207】

1つまたは複数の実施形態によれば、伸張性電子部品は、ブラジャーのような構造上に直接集積される。これは、ブラジャーのような物品をエラストマー基板(たとえばPDMS

10

20

30

40

50

S)でコーティングし、上述した伸張性電子部品アレイを新しくコーティングされたブラジャーのような物品に付着させることによって達成されてもよい。

【0208】

本発明に関連して述べた方法およびシステムのいくつか（以降で「主題の方法およびシステム（Subject Methods and Systems）」と呼ぶ）は、本明細書で述べる電子回路要素と一体化されたまたは電子回路要素と離れたプロセッサ上で、コンピュータソフトウェア、プログラムコード、および/または命令を実行する機械を通して、部分的にまたは全体として展開されてもよい。前記いくつかの方法およびシステムは、当業者に明らかになり、以下のものはいずれも、既に開示されたものを制限することを意図しておらず、むしろそれを補足することを意図される。

10

【0209】

本明細書中に記載された能動的な伸張性または可撓性の回路要素を、主題の方法およびシステムを全体的にまたは部分的に展開するのに必要な機械と考えることも可能であるし、別々に配置された機械が主題の方法およびシステムを全体的にまたは部分的に展開してもよい。したがって、本明細書中で言及される「機械」は、上述の回路要素、個々のプロセッサ、個々のインタフェース電子装置またはこれらの組み合わせに適用可能である。

【0210】

主題の方法およびシステムの発明は、機械で実施される方法として、該機械の部分的なまたは該機械に関連したシステムもしくは装置として、または1つ以上の機械で実行されるコンピュータ読取り可能媒体として具体化されるコンピュータプログラム製品として、実施されうる。複数の実施形態では、プロセッサは、サーバ、クライアント、ネットワークインフラストラクチャ、モバイル・コンピューティング・プラットフォーム、ステーションナリー・コンピューティング・プラットフォーム、または他のコンピューティング・プラットフォームの一部であってよい。プロセッサは、プログラム命令、コード、二進法インストラクションなどを実行することができる任意の種類の実行デバイスまたは処理デバイスであってよい。プロセッサは、そこに格納されたプログラムコードまたはプログラム命令の実行を直接的または間接的に促進しうる、信号プロセッサ、デジタルプロセッサ、埋め込みプロセッサ、マイクロプロセッサまたは任意の変形物であって例えばコプロセッサ（演算コプロセッサ、グラフィックコプロセッサ、通信コプロセッサなど）などであってもよいし、前記のものを備えていてもよい。さらにプロセッサは、多数のプログラム、スレッドおよびコードの実行を可能にすることができる。スレッドは、プロセッサの性能を増強し、かつアプリケーションの同時処理操作を促進するために同時に実行されてもよい。実装のためには、本明細書中に記載された方法、プログラムコード、プログラム命令などは1つ以上のスレッドに実装されてもよい。スレッドは、他の複数のスレッドを生成してもよく、該複数のスレッドはそれらに関連して割り当てられた優先順位を有することが可能である。プロセッサは、プログラムコード中に提供された命令に基づいた優先順位または任意の他の順序に基づいてスレッドを実行することができる。プロセッサ、またはプロセッサを利用する任意の機械は、本明細書中および他所に記載されるような方法、コード、命令およびプログラムを格納するメモリを備えることができる。プロセッサは、本明細書中および他所に記載されるような方法、コード、および命令を格納することができる記憶媒体にインターフェースを介してアクセスしてもよい。計算デバイスまたは処理デバイスによって実行されうる方法、プログラム、コード、プログラム命令または他の種類の命令を格納するための、プロセッサに関連した記憶媒体には、限定するものではないが、1つまたは複数のCD ROM、DVD、メモリ、ハードディスク、フラッシュドライブ、RAM、ROM、キャッシュなどが挙げられる。この節または以下の節の内容はいずれも、本明細書でまた全体を通して述べた処理設備の説明を制限するかまたはそれを否定するように意図されていない。

20

30

40

【0211】

プロセッサは、マルチプロセッサの速度および性能を増強しうる1つ以上のコアを含むことができる。実施形態では、プロセッサは、デュアルコアプロセッサ、クアッドコアプロ

50

セッサ、他のチップレベルマルチプロセッサおよび2つ以上の独立したコア（ダイと呼ばれる）を組み合わせる同様のものであってよい。

【0212】

本明細書中に記載された主題の方法およびシステムは、サーバ、クライアント、ファイアウォール、ゲートウェイ、ハブ、ルータ、または他のそのようなコンピュータハードウェアおよび/またはネットワークハードウェアにおいてコンピュータソフトウェアを実行する機械によって部分的にまたは全体的に展開可能である。ソフトウェアプログラムは、ファイルサーバ、プリントサーバ、ドメインサーバ、インターネットサーバ、イントラネットサーバ、および他の変形物、例えばセカンダリサーバ、ホストサーバ、分散サーバなどのようなサーバに関連付けられることが可能である。サーバは、1つ以上のメモリ、プロセッサ、コンピュータ読取り可能媒体、記憶媒体、ポート（物理的ポートおよび仮想ポート）、通信デバイス、ならびに有線または無線媒体を介して他のサーバ、クライアント、機械およびデバイスにアクセスすることができるインタフェース、などを備えることができる。本明細書中および他所に記載されるような方法、プログラムまたはコードは、サーバによって実行されてもよい。さらに、本願において記載されているような方法の実行に必要な他のデバイスは、サーバに関連付けられたインフラストラクチャの一部と見なされてもよい。

10

【0213】

サーバは、限定するものではないが、クライアント、他のサーバ、プリンタ、データベースサーバ、プリントサーバ、ファイルサーバ、通信サーバ、分散サーバなどの他のデバイスにインタフェースを提供してもよい。さらに、この連結および/または接続は、ネットワークを介したプログラムの遠隔実行を容易にすることができる。これらのデバイスの一部または全てのネットワーク化により、本発明の範囲から逸脱することなく、1つ以上の場所でのプログラムまたは方法の並列処理を容易にすることができる。さらに、インタフェースを介してサーバに取り付けられたいずれのデバイスも、方法、プログラム、コードまたは命令のうち少なくともいずれかを格納することができる少なくとも1つの記憶媒体を備えることができる。中央レポジトリが、異なるデバイス上で実行されるプログラム命令を提供してもよい。この実装においては、リモートレポジトリは、プログラムコード、命令、およびプログラムの記憶媒体としての役割を果たすことができる。

20

【0214】

主題の方法およびシステムがソフトウェアプログラムとして具体化される場合、該ソフトウェアプログラムは、ファイルクライアント、プリントクライアント、ドメインクライアント、インターネットクライアント、イントラネットクライアント、および他の変形形態であって例えばセカンドクライアント、ホストクライアント、分散クライアントなどを挙げることができるクライアントに関連付けることが可能である。クライアントは、1つ以上のメモリ、プロセッサ、コンピュータ読取り可能媒体、記憶媒体、ポート（物理的ポートおよび仮想ポート）、通信デバイス、ならびに有線または無線媒体を介して他のクライアント、サーバ、機械、およびデバイスにアクセスすることができるインタフェース、などを備えることができる。本明細書中および他所に記載されるような方法、プログラムまたはコードは、クライアントによって実行されてもよい。さらに、本願に記載されているような方法の実行に必要な他のデバイスは、クライアントに関連付けられたインフラストラクチャの一部と見なすことができる。

30

40

【0215】

クライアントは、限定するものではないが、サーバ、他のクライアント、プリンタ、データベースサーバ、プリントサーバ、ファイルサーバ、通信サーバ、分散サーバなどの他のデバイスにインタフェースを提供してもよい。さらに、この連結および/または接続は、ネットワークを介したプログラムの遠隔実行を容易にすることができる。これらのデバイスの一部または全てのネットワーク化により、本発明の範囲から逸脱することなく、1つ以上の場所でのプログラムまたは方法の並列処理を容易にすることができる。さらに、インタフェースを介してクライアントに取り付けられたいずれのデバイスも、方法、プロ

50

グラム、アプリケーション、コードまたは命令のうち少なくともいずれかを格納することができる少なくとも1つの記憶媒体を備えることができる。中央レポジトリが、異なるデバイス上で実行されるプログラム命令を提供してもよい。この実装においては、リモートレポジトリは、プログラムコード、命令、およびプログラムの記憶媒体としての役割を果たすことができる。

【0216】

本明細書中に記載された主題の方法およびシステムは、ネットワークインフラストラクチャによって部分的にまたは全体的に展開されてもよい。ネットワークインフラストラクチャは、計算デバイス、サーバ、ルータ、ハブ、ファイアウォール、クライアント、パーソナルコンピュータ、通信デバイス、ルーティングデバイス、ならびに他の能動型および受動型のデバイス、モジュールおよび/または当分野で周知の構成要素、のような要素を含むことができる。ネットワークインフラストラクチャに関連付けられる計算デバイスおよび/または非計算デバイスには、他の構成要素とは別に、記憶媒体、例えばフラッシュメモリ、バッファ、スタック、RAM、ROMなどが含まれる。本明細書中および他所に記載された処理、方法、プログラムコード、命令は、ネットワークインフラストラクチャの要素のうちの一つ以上によって実行可能である。

10

【0217】

本明細書中および他所に記載の主題の方法およびシステムに関係する方法、プログラムコード、および命令は、多数のセルを有するセルラーネットワーク上に実装されてもよい。セルラーネットワークは、周波数分割多元接続(FDMA)ネットワークまたはコード分割多元接続(CDMA)ネットワークのいずれかであってよい。セルラーネットワークは、モバイル機器、セルサイト、基地局、リピータ、アンテナ、タワーなどを含むことができる。セルネットワークは、GSM(登録商標)、GPRS、3G、EVDO、メッシュ、または他の種類のネットワークであってよい。

20

【0218】

本明細書中および他所に記載された主題の方法およびシステムに関係する方法、プログラムコード、および命令は、モバイル機器に、またはモバイル機器を介して実装されてもよい。モバイル機器には、ナビゲーションデバイス、携帯電話、移動式電話、モバイル型個人用デジタル情報処理端末、ラップトップ、パームトップ、ネットブック、ポケットベル、電子書籍端末、音楽プレーヤなどが挙げられる。これらのデバイスは、他の構成要素とは別に、フラッシュメモリ、バッファ、RAM、ROMのような記憶媒体および一つ以上の計算デバイスを備えていてもよい。モバイル機器に関連付けられた計算デバイスは、そこに格納されたプログラムコード、方法、および命令を実行することができるようにもよい。別例として、モバイル機器は他のデバイスと共同で命令を実行するように構成されてもよい。モバイル機器は、サーバに接続されてプログラムコードを実行するように構成された基地局と通信してもよい。モバイル機器は、ピアツーピアネットワーク、メッシュネットワーク、または他の通信ネットワーク上で通信することもできる。プログラムコードは、サーバに関連付けられた記憶媒体に格納され、サーバ内に埋め込まれた計算デバイスによって実行されてもよい。基地局は計算デバイスおよび記憶媒体を備えていてもよい。記憶媒体は、基地局に関連付けられた計算デバイスによって実行されるプログラムコードおよび命令を格納することができる。

30

40

【0219】

主題の方法およびシステムに関係するコンピュータソフトウェア、プログラムコード、および/または命令は、機械読み込み可能な媒体に格納され、かつ/またはアクセスを受けることが可能であり、該媒体には：ある時間にわたって計算するために使用されるデジタルデータを保持するコンピュータ部品、デバイスおよび記録媒体；ランダムアクセスメモリ(RAM)として知られている半導体記憶装置；典型的にはより恒久的な格納のためのマス・ストレージ、例えば光ディスク、磁気記憶装置の形態であって例えばハードディスク、テープ、ドラム、カードおよび他の型態；プロセッサレジスタ、キャッシュメモリ、揮発性メモリ、不揮発性メモリ；CD、DVDのような光記憶装置；取り外し可能な媒

50

体、例えばフラッシュメモリ（例えば、USBスティックまたはキー）、フロッピーディスク、磁気テープ、紙テープ、パンチカード、スタンドアロン型のRAMディスク、Zipドライブ、取り外し可能なマス・ストレージ、オフラインなど；他のコンピュータメモリ、例えばダイナミックメモリ、スタティックメモリ、読み/書き記憶装置、可変記憶装置、読み出し専用型、ランダムアクセス型、順次アクセス型、位置アドレス可能なもの、アドレス可能なファイル、アドレス可能なコンテンツ、ネットワーク接続型記憶装置、記憶域ネットワーク、バーコード、磁気インクなどが挙げられる。

【0220】

本明細書中に記載された主題の方法およびシステムは、物理的かつ/または無形のアイテムをある状態から別の状態へと変容させることができる。本明細書中に記載された方法およびシステムはさらに、物理的かつ/または無形のアイテムを表すデータのある状態から別の状態へと変容させることもできる。

10

【0221】

本明細書中に記載かつ描出された要素およびその機能は、モノリシックなソフトウェア構造として、スタンドアロン型のソフトウェアモジュールとして、または外部のルーティン、コード、サービスなど、もしくはこれらの組み合わせを使用するモジュールとしてプロセッサに格納されたプログラム命令を実行することができる該プロセッサを有するコンピュータ実行可能な媒体を介して機械に実装可能であり、そのような実装は全て本開示の範囲内にある。そのような機械の例には、限定するものではないが、個人用デジタル情報処理端末、ラップトップ、パーソナルコンピュータ、移動式電話、他の携帯型の計算デバイス、医療用具、有線または無線の通信デバイス、トランスデューサ、チップ、計算器、衛星、タブレットPC、電子書籍、ガジェット、電子デバイス、人工知能を有するデバイス、計算デバイス、ネットワーク機器、サーバ、ルータなどが挙げられる。さらに、フローチャートおよびブロック図に描出された要素または他の論理構成要素が、プログラム命令を実行することができる機械に実装されてもよい。したがって、先の記述は開示されたシステムの機能面について述べているが、これらの機能面を実装するためのソフトウェアの特定の構成は、明示的に示されているかまたは文脈から明らかである場合を除き、上記の記述から推論されるべきではない。同様に、当然ながら、上記に特定かつ記載された様々なステップは可変的であり、またステップの順序は本明細書中に開示された技法の特定の用途に適合させることができる。そのような変更および改変は全て本開示の範囲内にあることが意図されている。そのため、様々なステップの順序の描写および/または記載は、特定の用途によって必要とされるか、または明示的に示されるかもしくは文脈から明らかである場合を除き、そのステップについて特定の実行順序を必要とするものと理解されるべきではない。

20

30

【0222】

主題の方法およびシステム、ならびに該方法およびシステムに関連するステップは、具体的な用途に適した、ハードウェア、ソフトウェアまたはハードウェアとソフトウェアとの任意の組み合わせにおいて実現されうる。ハードウェアには、汎用コンピュータおよび/または専用の計算デバイスもしくは特定の計算デバイスもしくは特定の計算デバイスの特定の態様もしくは構成要素が挙げられる。処理は、1つ以上のマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、埋め込み型マイクロコントローラ、プログラマブルデジタル信号プロセッサまたはその他のプログラマブルデバイスにおいて、内部メモリおよび/または外部メモリと共に実現されうる。処理は、さらに、または代替として、特定用途向け集積回路、プログラマブルゲートアレイ、プログラマブルアレイロジック、または電子信号を処理するように設定変更可能な他のデバイスもしくはデバイスの組み合わせとして具体化されてもよい。さらに、当然のことではあるが、1つ以上の処理は、機械可読媒体上で実行されうるコンピュータ実行可能コードとして実現されうる。

40

【0223】

コンピュータ実行可能コードは、上記デバイスのうちの1つで動作するように格納、翻訳または解読されうる、C言語のような構造化プログラミング言語、C++言語のような

50

オブジェクト指向プログラミング言語、または任意の他の高レベルもしくは低レベルのプログラミング言語（アセンブリ言語、ハードウェア記述言語、およびデータベースプログラミングの言語および技法を含む）、ならびに多様な組み合わせのプロセッサ、プロセッサアーキテクチャ、もしくは異なるハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせ、またはプログラム命令を実行することができる任意の他の機械、を使用して作出可能である。

【0224】

したがって、1つの態様では、主題のシステムおよび方法ならびにそれらの組み合わせに関連して上述された方法は、1つ以上の計算デバイスで実行される場合に、そのステップを実施するコンピュータ実行可能なコードとして具体化されてもよい。別の態様では、該方法はそのステップを実施するシステムとして具体化され、様々な方法でデバイス全体に分散されてもよいし、全ての機能が専用のスタンドアロン型デバイスまたは他のハードウェアに統合されてもよい。別の態様では、上述の処理に関連したステップを実施するための手段には、上述のハードウェアおよび/またはソフトウェアのうち任意のものが挙げられる。そのような置換および組み合わせは全て本開示の範囲内にあることが意図される。

10

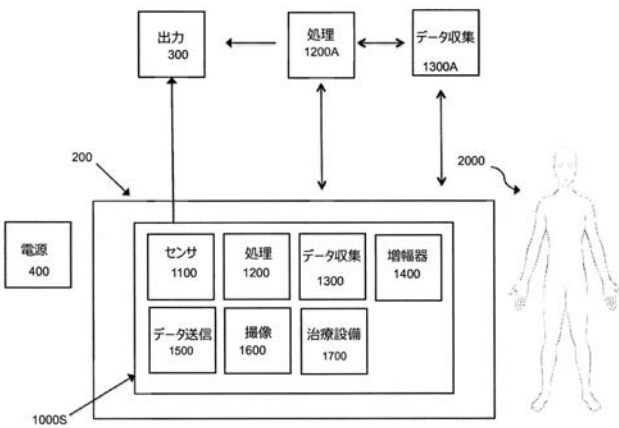
【0225】

以上、本発明について特定の好適な実施形態と関連付けて記載してきたが、他の実施形態も当業者によって理解され、本明細書に含まれる。

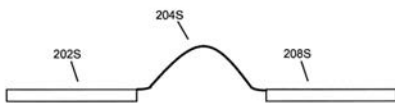
本明細書で参照されたすべての文献は、参照により本明細書に援用される。

20

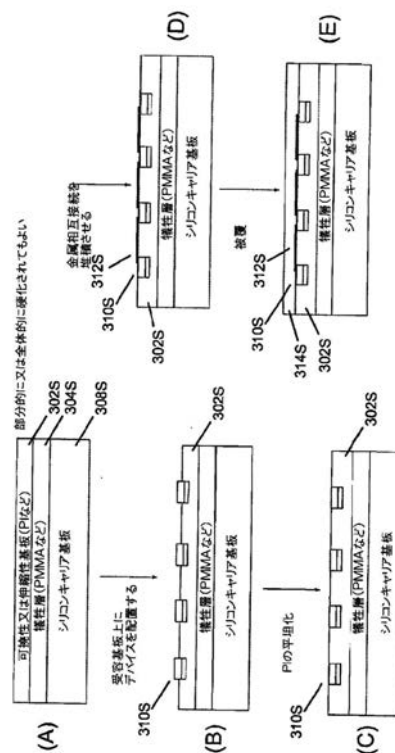
【図1】



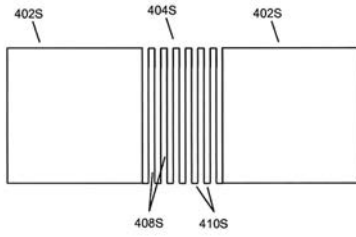
【図2】



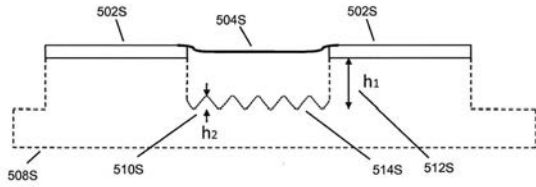
【図3】



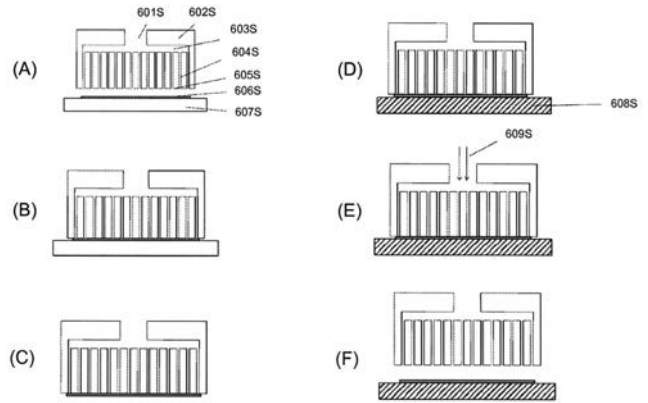
【 図 4 】



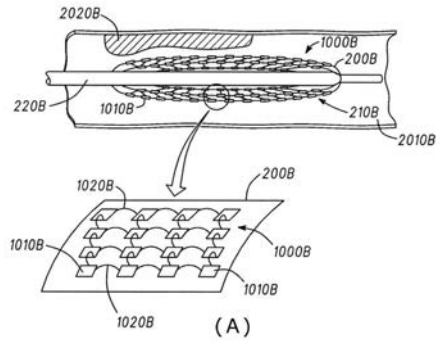
【 図 5 】



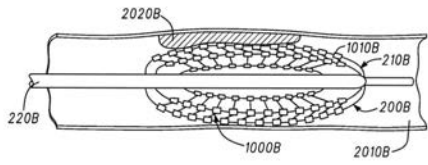
【 図 6 】



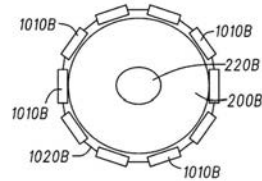
【 図 7 】



【 図 8 】



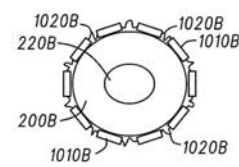
【 図 10 B 】



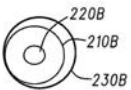
【 図 9 A 】



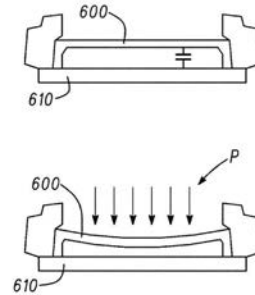
【 図 10 C 】



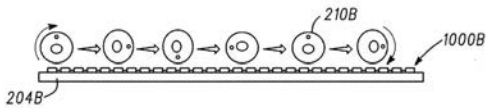
【 図 9 B 】



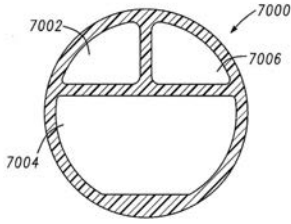
【 図 10 D 】



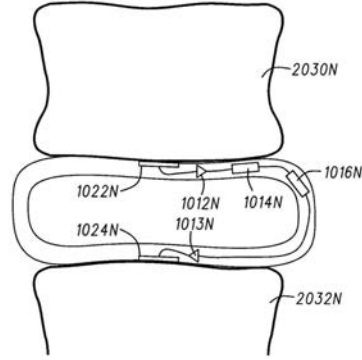
【 図 10 A 】



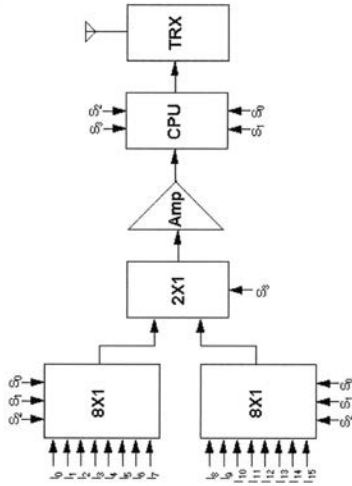
【図10E】



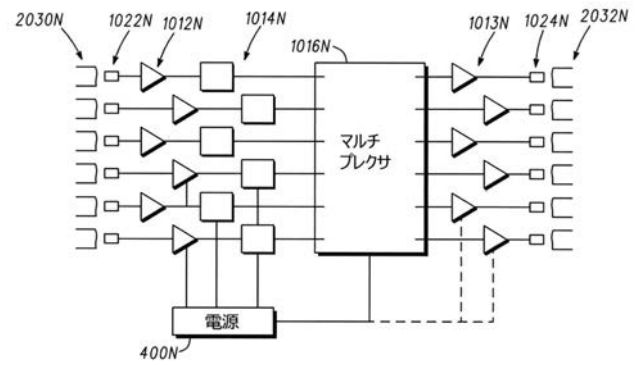
【図11】



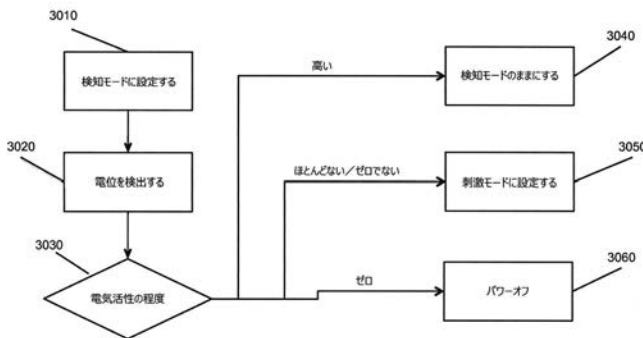
【図10F】



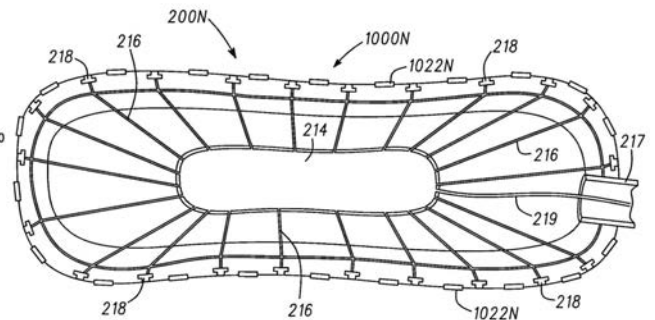
【図12】



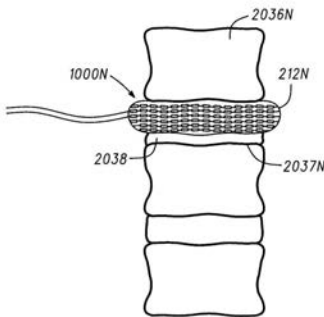
【図13】



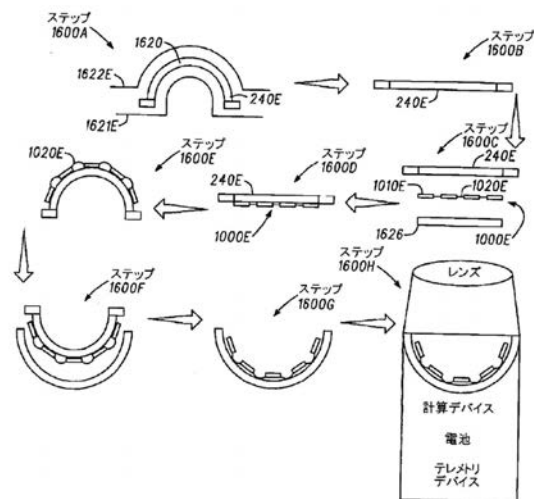
【図15】



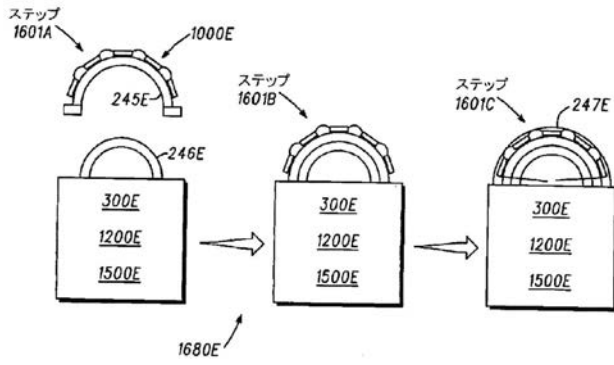
【図14】



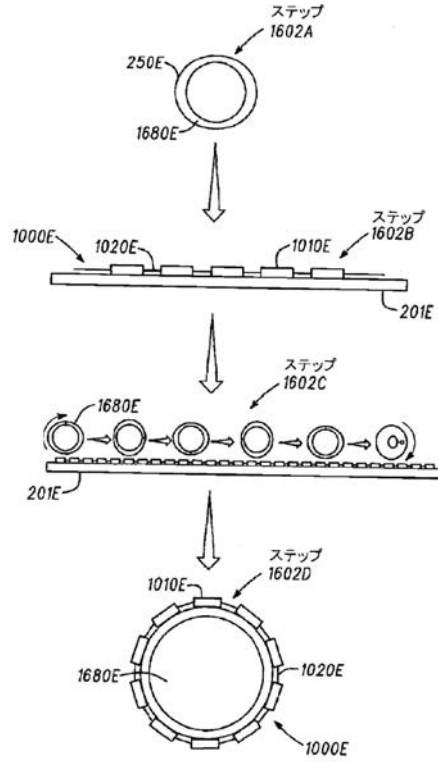
【図16】



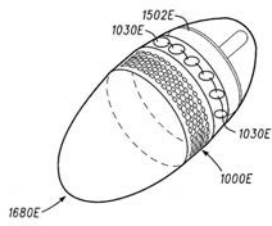
【 図 1 6 A 】



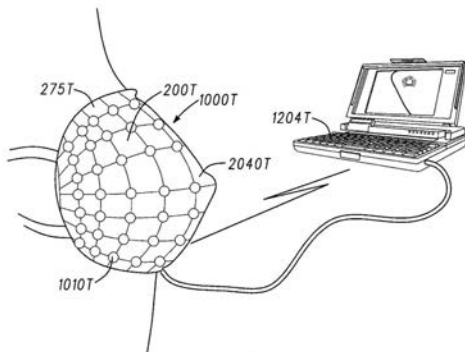
【 図 1 6 B 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)		
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B	1/04	5 3 0			
H 0 5 K 1/02 (2006.01)	H 0 5 K	1/02		B		

(31)優先権主張番号 12/575,008

(32)優先日 平成21年10月7日(2009.10.7)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 12/616,922

(32)優先日 平成21年11月12日(2009.11.12)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ガファリ、ルーズベ

アメリカ合衆国 0 2 1 4 2 マサチューセッツ州 ケンブリッジ サード ストリート 2 8 5
ナンバー 3 1 6

(72)発明者 コールセン、ギルマン

アメリカ合衆国 0 2 1 4 8 マサチューセッツ州 モールデン オーバーラック リッジ ドラ
イブ 1 0 ナンバー 6 3 0

(72)発明者 デ グラフ、バーゼル

トリニダード トバゴ共和国 サン ホアン ドン ミゲール ゴビン アベニュー 2 8 ナン
バー 2

(72)発明者 アローラ、ウィリアム ジェイ .

アメリカ合衆国 0 2 1 1 6 マサチューセッツ州 ボストン ボイルストーン ストリート 7 1
9 ナンバー 3 エフ

(72)発明者 シュラトゥカ、ベンジャミン

アメリカ合衆国 0 2 4 2 1 マサチューセッツ州 レキシントン ステッドマン ロード 1 2

(72)発明者 クズネツォフ、ユージン

アメリカ合衆国 0 2 1 4 0 マサチューセッツ州 ケンブリッジ ペンバートン ストリート
6 1

F ターム(参考) 4C097 AA10 BB01 CC01 CC03

4C161 AA01 AA04 AA22 CC06 DD03 DD07 FF17 FF36 FF41 HH51

JJ06 JJ17 NN01 QQ07

4C167 AA07 BB28 BB62 CC09 HH11

4C601 DD08 EE11 GA03 GB09

5E338 AA05 AA12 AA16 BB51 BB75 BB80 CD01 EE60