

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4795507号  
(P4795507)

(45) 発行日 平成23年10月19日(2011.10.19)

(24) 登録日 平成23年8月5日(2011.8.5)

(51) Int.Cl.	F 1
A 6 1 B 5/01 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 1 O 1 F
G 0 1 K 1/14 (2006.01)	G 0 1 K 1/14 E
G 0 1 K 7/02 (2006.01)	G 0 1 K 7/02 E
H 0 1 L 35/32 (2006.01)	H 0 1 L 35/32 Z

請求項の数 9 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2000-110458 (P2000-110458)	(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番
(22) 出願日	平成12年4月12日 (2000.4.12)	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 智志
(65) 公開番号	特開2001-8902 (P2001-8902A)	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(43) 公開日	平成13年1月16日 (2001.1.16)	(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
審査請求日	平成19年4月5日 (2007.4.5)	(72) 発明者	クリスティーナ・ヘレナ・バルボーグ・ヘデングレン アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、ペイカー・アベニュー・イースト、2120番
(31) 優先権主張番号	09/395135		
(32) 優先日	平成11年9月13日 (1999.9.13)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	60/128741		
(32) 優先日	平成11年4月12日 (1999.4.12)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	09/313531		
(32) 優先日	平成11年5月12日 (1999.5.12)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度センサアレイ並びにその製造及び使用方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の独立した温度センサ(1, 2, 3)を含む誘電体層(10, 216)と、前記誘電体層(10, 216)の少なくとも一方の表面に對面して前記複数の独立した温度センサの各々からの電気的接続を達成するための堆積電気結線パターン(16, 26, 41, 126)とを含む温度センサアレイ(100)と、

前記堆積電気結線パターンに接続されて前記温度センサからのセンサ信号を得るための走査装置(210)と、

前記センサ信号を処理して温度分布を推定するためのコンピュータ(212)とを含み、前記温度センサアレイ(100)が、前記誘電体層の一方の表面上に形成されかつ前記堆積電気結線パターンとは異なる熱起電力を有する第1の堆積パターン化導電層(12)を含み、

前記誘電体層を貫通してスルーホール(14)が設けられ、

前記堆積電気結線パターンが前記スルーホール(14)において前記誘電体層を貫通する第2のパターン化導電層(16)から成り、

前記独立した温度センサの少なくとも一部が前記スルーホールを通して前記第1及び第2のパターン化導電層の間に形成された接点によって構成される熱電対(1)から成り、

前記第2のパターン化導電層(16)が、前記誘電体層の他方の表面上に配置されかつ前記温度センサのそれぞれを接続する複数の独立した結線(416)を含み、

前記第1の堆積パターン化導電層(12)が前記接点において前記第1の堆積パターン化

10

20

導電層の他の部分よりも大きい厚さを持った部分（9）を有し、  
前記誘電体層（10）のうちで前記第1の堆積パターン化導電層に対面する部分（17）  
を含まない特定の領域（13）において前記誘電体層（110）が薄い、ことを特徴とする  
診断用具。

【請求項2】

前記誘電体層（10，216）及び前記堆積電気結線パターンが表面順応性を有する請求項1記載の診断用具。

【請求項3】

測定すべき表面（214）に接触するように前記温度センサアレイ（100）を位置決めするための定着装置（218）を更に含む請求項1または2記載の診断用具。 10

【請求項4】

複数の独立した温度センサ（1，2，3）を含む誘電体層（10，24）と、  
 前記誘電体層の少なくとも一方の表面に對面して前記複数の独立した温度センサの各々から  
 の電気的接続を達成するための堆積電気結線パターン（16，26，41，126）と、

前記誘電体層の一方の表面上に形成されかつ前記堆積電気結線パターンとは異なる熱起電力  
を有する第1の堆積パターン化導電層（12）と、を含み、

前記誘電体層を貫通してスルーホール（14）が設けられ、前記堆積電気結線パターンが  
前記スルーホール（14）において前記誘電体層を貫通する第2のパターン化導電層（1  
6）から成り、かつ前記独立した温度センサの少なくとも一部が前記スルーホールを通し  
て前記第1及び第2のパターン化導電層の間に形成された接点によって構成される熱電対  
（1）から成り、 20

前記第2のパターン化導電層（16）が、前記誘電体層の他方の表面上に配置されかつ前  
記温度センサのそれぞれを接続する複数の独立した結線（416）を含み、

前記第1の堆積パターン化導電層（12）が前記接点において前記第1の堆積パターン化  
導電層の他の部分よりも大きい厚さを持った部分（9）を有し、

前記誘電体層（10）のうちで前記第1の堆積パターン化導電層に対面する部分（17）  
を含まない特定の領域（13）において前記誘電体層（110）が薄いことを特徴とする  
温度センサアレイ（101，102，103）。

【請求項5】

前記誘電体層及び前記堆積電気結線パターンが表面順応性を有する請求項4記載の温度センサアレイ。

【請求項6】

前記誘電体層が第1の誘電体層から成る場合において、  
 前記第1の誘電体層及び前記堆積電気結線パターンの上方に位置しつつ前記堆積電気結線パターンの特定部分にまで延びる第2の誘電体層スルーホール（21）を有する第2の誘電体層（27）と、

前記第2の誘電体層上に広がると共に前記第2の誘電体層スルーホール中に延びて前記堆積電気結線パターンに接続された追加の堆積電気結線パターン（23）とを更に含む請求項5に記載の温度センサアレイ。 40

【請求項7】

少なくとも1つのマルチブレクサ（236）を更に含んでいて、前記複数の独立した結線の各々が前記少なくとも1つのマルチブレクサに接続されている請求項4記載の温度センサアレイ。

【請求項8】

前記少なくとも1つのマルチブレクサが前記温度センサの両側に配置された少なくとも2つのマルチブレクサを含む請求項4記載の温度センサアレイ。

【請求項9】

複数の独立した温度センサ（1，2，3）を含む誘電体層（10，24）を用意する工程と、 50

前記複数の独立した温度センサの各々からの電気的接続を達成するための電気結線パターン（16，26，41，126）を前記誘電体層の少なくとも一方の表面上に堆積させる工程と、

前記堆積電気結線パターンと異なる熱起電力を有する第1の堆積パターン化導電層（12）を前記誘電体層の他方の表面上に堆積させる工程と、

前記誘電体層（10）のうちで前記第1の堆積パターン化導電層に対面する部分（17）を含まない特定の領域（13）において前記誘電体層（110）を薄くする工程とを含み、

前記誘電体層を貫通してスルーホール（14）が形成され、前記堆積電気結線パターンが前記スルーホール（14）において前記誘電体層を貫通する第2のパターン化導電層（16）から成り、かつ前記独立した温度センサの少なくとも一部が前記スルーホールを通して前記第1及び第2のパターン化導電層の間に形成された接点（17）によって構成され、

前記第2のパターン化導電層（16）が、前記誘電体層の他方の表面上に配置されかつ前記温度センサのそれぞれを接続する複数の独立した結線（416）を含み、

前記第1の堆積パターン化導電層（12）が前記接点において前記第1の堆積パターン化導電層の他の部分よりも大きい厚さを持った部分（9）を有することを特徴とする温度センサアレイ（101，102，103）の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の背景】

本発明は温度センサに関するものであって、更に具体的には、サーモグラフィ用温度センサに関する。

##### 【0002】

従来の乳癌スクリーニング技術は、組織塊構造の検出及び評価に基づくものである。乳癌スクリーニングにはX線マンモグラフィが常用されている。X線マンモグラフィの短所として、(a) 集団が系統的線量の放射線に被爆されること、(b) (若い女性の間では比較的普通に見られる状態である) 密度の高い乳房ではX線マンモグラフィの有効性が低下すること、(c) 一部の女性には不快な処置を受けることに対する抵抗があること、及び(d) X線マンモグラフィでは小さな初期腫瘍を検出できないことが挙げられる。検出のためには、腫瘍の大きさがある最小値を超えていなければならない。

##### 【0003】

全ての固体腫瘍が直径数ミリメートル以上に成長するには血管新生（既存の血管から新しい血管が成長すること）が必要とされることが証明されている〔ジェイ・フォークマン（J. Folkman）、ニュー・イングランド・ジャーナル・オブ・メディシン（New England J of Medicine）、285：1182-1186、1971、及びエヌ・ワイドナー（N. Weidner）等、ニュー・イングランド・ジャーナル・オブ・メディシン、324：1-8、1991〕。初期腫瘍成長に伴う血管網及び血液灌流の増加並びに成長しつつある腫瘍の代謝量の増加は、周囲の組織よりも高い腫瘍温度をもたらすという仮説が立てられている。乳癌については、皮膚表面付近の腫瘍に関してこの仮説が定性的に実証されている。従って、十分に鋭敏で他の環境因子によって引起される誤差を生じない適当な技術を用いたサーモグラフィ検知法は、癌（特に乳癌）のスクリーン法として有用であると思料される。

##### 【0004】

前述の米国特許第5909004号のごとき用途においては、温度勾配を測定するためにサーモグラフィ用センサが使用されている。測定すべき温度の摂動を最少限に抑えるため、センサは最小の横方向熱伝導性を有していかなければならない。更にまた、温度の迅速な読み取りが達成されるようにするため、熱的時定数及び熱質量も最小にしなければならない。サーモグラフィの分野においては、初期の腫瘍成長の指標となる情報を得るために人体の表面温度地図が作成される。

##### 【0005】

10

20

30

40

50

また、小さな温度勾配を測定しようという試みのために赤外線（IR）カメラ又は撮像装置も使用されてきた。熱電的な赤外線検出器アレイの実例は、米国特許第4558342号明細書に見出すことができる。腫瘍を検出するために人体組織内の温度分布を測定する際には、内部腫瘍からの寄与を適正に検出し得るようにために正確な表面温度地図を作成しなければならない。（皮膚に対して直接に接触させることのできない）赤外線センサは、一部は皮膚表面における周囲気流の影響に原因し、また一部は皮膚の放射率及び赤外線センサに対する皮膚の方位の変動に原因する信頼できない温度データを生じることがある。実際、皮膚の放射率は特に厄介な問題であって、皮膚上の様々な物質（例えば、油分、水分及び粒状残渣）の存在によって変化する。放射率の変化は赤外線カメラによって検知される温度の見掛けの変化を引起こし、そのためその下方に位置する皮膚の真の温度勾配を覆い隠すことになる。

#### 【0006】

##### 【発明の概要】

このように、生体組織内での空間的及び／又は時間的温度勾配を測定することにより、極く初期の腫瘍発生に伴う血管新生及び代謝変化に関するスクリーニングを行ったり、腫瘍の大きさの変化を監視したりするための非侵襲的で無害な方法及び装置が要望されているのである。

#### 【0007】

また、測定すべき温度場に対するセンサの影響を最少限に抑えながら改良された温度センサを提供することも望ましい。

#### 【0008】

更にまた、表面の放射特性以外のパラメータを測定すると共に較正や厳しい環境管理の必要性を低減させるような改良された検出装置を提供すること、得られたデータをデジタル的に処理して検出感度を向上させること、かつデータ収集の安定化及び信号位置の局所化を助けるための定着装置を提供することも望ましい。

#### 【0009】

本発明の一実施形態に従えば、薄膜相互接続構造物を用いて1群の温度センサを相互接続すると共に、それらを熱伝導率が小さくかつ熱質量が小さい材料に固定することにより、横方向熱伝導性及び横方向熱損失の低減したセンサアレイが製造される。IRを測定して放射率を考慮しながら温度を推定するIR撮像技術（この場合、温度Tは放射率と検出されたIR信号との関数である）と異なり、本発明を使用すれば、複雑度及び誤差の可能性を低減させながら対応する温度値に変換し得る直接接触電圧測定値を得ることができる（T = 電圧信号V × 定数K）。

#### 【0010】

##### 【好ましい実施の形態】

新規であると思料する本発明の特徴は、特許請求の範囲に具体的に開示されている。ただし、本発明の構成及び実施方法並びにその追加の目的及び利点は、添付の図面を参照しながら以下の説明を考察することによって最も良く理解されよう。なお、添付の図面において類似構成要素は類似の参照符号で表した。

#### 【0011】

図1は本発明の一実施形態に係る診断用具のブロック図であって、この診断用具は温度センサアレイ100、温度センサアレイ中の温度センサに接続された走査装置210、及びセンサ信号を処理して温度分布を推定するためのコンピュータ212を含んでいる。図2は、図1の診断用具を適用し得る一応用例の斜視図である。

#### 【0012】

図2～23に関連して以下に一層詳細に考察される本発明の幾つかの実施形態に従えば、温度センサアレイは複数の独立した温度センサを含む誘電体層216（図1）と堆積電気結線パターンとから成っている。堆積電気結線パターンは誘電体層の少なくとも一方の表面に対面していて、複数の独立した温度センサの各々からの電気的接続を達成するために役立つ。なお、誘電体層及び堆積電気結線パターンは表面順応性を有している。

10

20

30

40

50

**【 0 0 1 3 】**

ここで言う「表面順応性」とは、胸壁に対して押し当てたとき、独立した温度センサの大部分が表面の温度を表す信号を発生し得るように解剖学的構造（例えば乳房組織）の表面に順応するのに十分なだけの柔軟性を有することを意味している。表面順応性の温度センサアレイは多くの用途にとって好ましいものであるが、多くの用途に対して剛性の平坦なセンサを使用することもできる。

**【 0 0 1 4 】**

例示を目的として、図3～15は熱電対に関する実施形態を示し、図16～20はサーミスタに関する実施形態を示し、また図21は抵抗温度検出器に関する実施形態を示している。更にまた、薄いフィルム及び堆積電気結線と共に一体化し得るその他の種類の温度センサ（例えば、サーモパイル）を使用することもできる。

10

**【 0 0 1 5 】**

図1に戻れば、走査装置210及び温度センサアレイ100は個別の構成要素から成っていてもよいし、或いは共通の誘導体層216上に一体化されていてもよい。マルチブレクサユニット213を使用することにより、走査装置に伝送すべきデータを多重化し、それによって結線の複雑度を低下させることができる。マルチブレクサ213はセンサアレイ及び／又は走査装置と一体化されていてもよいし、或いは独立の構成要素から成っていてもよい。

**【 0 0 1 6 】**

温度センサアレイは、測定すべき表面214に押し付けることにより手動モードで使用することができる。或いは、表面214に接触させる温度センサアレイの位置決めを行うための定着装置218を使用することにより、温度センサアレイの位置及び圧力を一層正確に制御することもできる。ある種の用途においては、定着装置は目的の方向における組織の厚さを低減させて検出能力を高めるために有用な場合がある。

20

**【 0 0 1 7 】**

一実施形態に従えば、図2に示されるごとく、定着装置218は射出成形された軽量ポリカーボネートのような実質的に剛性の構造材料から成るベース219を含むと共に、例えば熱伝導性の小さい支持材又は複数のばねのような機械的に柔軟な媒体221によってベース219に連結された実質的に柔軟な熱電対アレイ100を含んでいる。一実施形態に従えば、支持材はフォームラバーから成っている。

30

**【 0 0 1 8 】**

再び図1について述べれば、一実施形態に従えば、（データリンク217を介してデータを受信するための）コンピュータ212は、多重化データの流れを収集するために使用されるデータ収集ユニット220と、空間温度地図の時間的序列を形成するためのデータ処理ユニット224と、かかる温度地図を保存するための記録ユニット226とを含んでいる。

**【 0 0 1 9 】**

データ処理ユニット224は、局所統計又はその他の画像特性に基づく温度地図の領域を強調するための信号／画像処理用ソフトウェア又は方法を含むことがある。信号の解析に際しては、皮膚の熱的境界条件の摂動に原因する観測信号の時間的変動が斟酌される。皮膚表面のサーモグラフ画像を作成する際には、熱拡散のために初期のデータは後期のデータよりも急な勾配を有することがあるという事実を考慮することができる。また、最高の感度を得るために、アレイ中のセンサの個々の温度変動を平均化することができる。すなわち、センサアレイの尺度を予想される温度勾配の輪郭よりも遙かに小さくすることにより、互いに隣接するセンサについて実行すべき信号の平滑化が可能となる。かかる平滑化のためのアルゴリズムを実行することができる。

40

**【 0 0 2 0 】**

データの収集及び処理のためには、オーバサンプリングによって所望の解像度が得られるようにセンサ素子の間隔を決定することができる。すなわち、1mmの解像度が所望される場合には、0.5mm（又はそれより小さい）格子上にセンサを配置すればよい。この

50

ようすれば、多重信号によって検出の信頼度が高まる。オーバサンプリングはまた、センサアレイの位置を物理的に移動させることによって達成することもできる。なお、かかる移動は定着装置内に組込むことができる。オーバサンプリングにより、或いは互いに隣接する点同士を組合わせてオーバサンプリングの効果を増強させることにより、データを再構成することができる。患者を繰返して監視するのであれば、下方に位置する既知の解剖学的構造（例えば血管）に原因する温度信号を除去くための方法を組込むこともできる。

#### 【0021】

かかるコンピュータはまた、その他の構成要素、例えばディスプレイ 228、キーボード 232、プリンタ 234、コントローラ 230、並びに例えばデータ収集ユニット、データ処理ユニット及び記録ユニットを統合するための中央処理装置（CPU）222をも含むことがある。かかるコンピュータは、直接に解析を行ったり、一層詳しい解析のために遠隔のコンピュータにデータを送信したり、及び／又は（例えば人工衛星を介して）専門医に情報を送信して専門的助言を求めたりすることができる。一実施形態に従えば、かかるコンピュータはコントローラ又は遠隔のコンピュータから情報を得ると共に、マルチブレクサ 213を調整するための情報を走査装置 210に提供する。

10

#### 【0022】

図2の実施形態に示されるごとく、かかる診断用具は例えば乳癌を診断するために使用することができる。そのためには、乳房を構成する表面上に温度センサアレイを配置し、堆積電気結線パターンを介してセンサ信号を走査し、次いでセンサ信号を処理して乳癌の指標となる温度分布を推定すればよい。その際、定着装置又は手圧を用いて目的の方向における組織の厚さを低減させることができる。本発明のこの実施形態は、生体組織内での空間的な温度勾配（組織を横切る方向の変化）及び／又は時間的な温度勾配（時間の経過に伴う変化）を測定することにより、初期の腫瘍発生に関するスクリーニングを行ったり、或いは腫瘍治療の効果（特に、腫瘍への血液供給を直接に攻撃するように計画された抗血管新生療法の効果）を監視したりするための非侵襲的で無害な技術を提供することができる。

20

#### 【0023】

様々な患者の姿勢は、本発明にとってそれぞれの利点を有している。患者を仰向けに寝せれば、乳房組織は横に広がるため（温度信号が透過する必要のある）組織の厚さは必然的に最小となり、乳房の運動は最少限に抑えられ、また患者にとっても安楽である。患者をうつぶせに寝せ、そして乳房を検査台の穴から突出させれば、横方向の厚さは最小となり、乳房の運動は最少限に抑えられ、また患者にとっても安楽である。定着装置を使用する場合、患者を着座状態又は直立状態に配置すれば、横たわる姿勢の場合に必要となるセンサアレイの位置決め時間を短縮することができる。更にまた、検知のために適した姿勢は臨床的使用の性質に応じて変化する。無症状の乳房のスクリーニングを行う場合には、全体的に、偏りなく、徹底的に、かつ正確に検査することが最高の感度を得るために重要である。疑いのある癌を診断する場合には、位置決めの目標は乳房の疑わしい領域に関する最良の情報を得ることにある。

30

#### 【0024】

更にまた、特に表面の2つ以上の位置に温度センサアレイを使用する場合には、定着装置の位置決めを助けるために点、線又は格子で測定すべき表面に目印を付けることが有用なこともある。例えば、恒久的でない黒色のマーカを使用することにより、相異なる位置で撮影された複数の熱画像を位置合せするための目印を得ることができる。

40

#### 【0025】

更にまた、測定目的のために1つの位置を使用し得るように十分なサイズ（例えば、25 cm × 25 cm）のアレイを用意することも有用である。別の実施形態に従えば、同時測定のために複数のアレイが同時に配置される。

#### 【0026】

図3及び4は、本発明の一実施形態に係る熱電対アレイ 101の上面図及び側面図をそれ

50

それ示している。この実施形態においては、熱電対アレイは誘電体層10の一方の表面に對面する第1のパターン化導電層12を含むと共に、堆積電気結線パターンは誘電体層10の他方の表面に對面する第2のパターン化導電層16から成っている。第1及び第2のパターン化導電層は、相異なる熱起電力を有している。誘電体層10はスルーホール14を有していて、独立した温度センサの少なくとも一部は第1及び第2のパターン化導電層は第1及び第2のパターン化導電層の間のスルーホールを通して形成された接点15を含む熱電対1から成っている。ここで言う「對面する」という用語は、導電層と誘電体層との間に別の材料（例えば、接着剤）が存在し得るような状況をも含むことを意味している。

## 【0027】

10

一実施形態に従えば、例えば接着剤54を用いて支持体層20が除去可能な支持キャリヤ50上に貼合わされる。支持キャリヤは、熱電対アレイ製造時の加工温度に耐え得る構造的に適当な任意の材料から成っていればよい。一実施形態においては、支持キャリヤ50は銅から成っている。支持体層50は、誘電率の小さい材料（例えば、重合体）から成つていればよい。支持キャリヤが銅から成りかつ支持体層が重合体から成る場合、接着剤54用として有用な材料は例えばシロキサンポリエーテルイミドブロック共重合体である。

## 【0028】

第1のパターン化導電層12は、任意適宜の技術によって誘電体層10上に設置することができる。図4の実施形態においては、先ず支持体層20上に第1のパターン化導電層12を設置し、次いで第1のパターン化導電層上の誘電体層10を配置することにより、第1のパターン化導電層12が誘電体層10上に設置されている。第1のパターン化導電層12を支持体層上に設置するには、支持体層を支持キャリヤに取付ける前又は取付けた後において、例えば吹付け、スパッタリング、又は接着剤（図示せず）による貼合せのような任意適宜の技術を使用すればよい。第1のパターン化導電層については、非パターン化シートの形態で導電層を設置した後、通常の写真食刻技術に従ってホトレジストでパターン化することにより、例えば一連の電気流路を生み出すことができる。

20

## 【0029】

誘電体層10用として適する材料は、熱電対アレイの使用目的及び使用環境に依存する。キャプトン（登録商標）ポリイミド〔キャプトン(KAPTON)はイー・アイ・デュポン・ド・ネムール社(E.I. duPont de Nemours & Co.)の商標である〕又はユピレックス（登録商標）ポリイミド〔ユピレックス(UPILEX)はウベ・インダストリーズ社(UBE Industries, Ltd.)の商標である〕のような材料は丈夫で耐摩耗性のアレイを与えるが、女性の乳房組織のような複雑な表面形状に対しては、より高度の柔軟性を有するシリコーンゴム膜ほど容易には順応しない。誘電体層10は、スピニング、吹付け又は（図示のような）接着剤11の使用のような技術によって設置することができる。一実施形態においては、接着剤11はS P I（シロキサンポリイミド）-エポキシブレンドから成っている。

30

## 【0030】

スルーホール14は、機械的打抜き法、化学的エッティング法又はレーザ穴あけ法を用いて誘電体層10中に形成することができる。レーザ穴あけ方法の実例は、例えば、1990年1月6日付けのアイヘルベルガー(Eichelberger)等の米国特許第4894115号及び1989年3月30日付けのアイヘルベルガー(Eichelberger)等の米国特許第4835704号の明細書に記載されている。反応性イオンエッティング法を用いてスルーホールを清掃することにより、スルーホールの底部にある第1のパターン化導電層の表面を清浄にすることができる。

40

## 【0031】

第2のパターン化導電層16は、支持体層及び／又は第1のパターン化導電層に誘電体層を取付ける前又は取付けた後において、例えば吹付け、スパッタリング、又は接着剤（図示せず）による貼合せのような任意適宜の技術によって設置することができる。誘電体層を取付けた後に第2のパターン化導電層を設置する一実施形態に従えば、スパッタリング又は蒸着によって誘電体層10の上面に第2のパターン化導電層を形成すると、それはス

50

ルーホールを通って第1のパターン化導電層12のそれぞれの露出部分にまで延びる。その後、第1のパターン化導電層の場合と同様にして第2のパターン化導電層のパターン化を行えばよい。

#### 【0032】

個々の熱電材料（この例では第1及び第2のパターン化導電層）は、実用目的のためには、熱起電力（ $e m f$ ）と呼ばれる量によって特徴づけられることが多い。ここで言う「熱起電力」とは、白金に対する材料の単位温度当りの熱起電力を意味する。熱起電力は正の数であることも負の数であることもあります、また通常は摂氏1度当りのマイクロボルト（ $\mu v / ^\circ C$ ）を単位として表される。第1及び第2のパターン化導電層は、有用な電気出力信号を生み出すのに十分な熱起電力の差を有していなければならない。特定の用途のために使用される電圧測定装置の感度は、実際の測定目的のために十分な熱起電力の差に影響を及ぼす。10

#### 【0033】

一実施形態に従えば、得られる熱分路の断面積を最小にし、それによって熱伝導性及び測定すべき温度場を乱す可能性を最小にするため、第1及び第2のパターン化導電層のそれぞれは約2～約4  $\mu m$ の範囲内の厚さを有している。本発明の熱電対は極めて微細にパターン化することができる。例えば、パターン化導電層中の線の幅が約0.05 mmである場合、線同士の間隔は約0.05 mmであり、またパターン化スルーホールの直径は約0.1 mmである。その時、1.65 mmのピッチを有する領域内に15行の熱電対アレイを配置することができる。20

#### 【0034】

好ましい実施形態に従えば、第1及び第2のパターン化導電層の一方はコンスタンタン（約55%の銅と約45%のニッケルとの合金）から成り、また第1及び第2のパターン化導電層の他方は銅から成る。例えば約200  $^\circ C$  の温度では、銅の熱起電力は+9.15  $\mu v / ^\circ C$ 、またコンスタンタンの熱起電力は-37.25  $\mu v / ^\circ C$  であって、熱起電力の差は46.4  $\mu v / ^\circ C$  である。別の実施形態に従えば、銅及び（200  $^\circ C$  で29.8  $\mu v / ^\circ C$  の熱起電力を有する）90%Niと10%Crとの合金が使用されるが、これらの熱起電力の差は約67  $\mu v / ^\circ C$  である。極めて大きい熱起電力の差（76.5  $\mu v / ^\circ C$ ）を有する1対の導電層は、ゲルマニウム（+36.2  $\mu v / ^\circ C$ ）及びケイ素（-40.3  $\mu v / ^\circ C$ ）から成るものである。また、極めて小さい熱起電力の差（約1  $\mu v / ^\circ C$ ）を有する1対の導電層としては、白金及びロジウム合金が挙げられる。実用目的のためには、熱起電力の差は約1～約67  $\mu v / ^\circ C$  の範囲内にあるのが通例である。30

#### 【0035】

一方の導電層が正の熱起電力を持った材料から成りかつ他方の導電層が負の熱起電力を持った材料から成るような上記の例は、もっぱら例示を目的として示されたものに過ぎない。重要な因子は、両方ともに正であれ負であれ、2つの導電層が十分に大きい熱起電力の差を有することである。どちらの導電層を最初に設置してもよい。好ましい実施形態に従えば、第1及び第2のパターン化導電層間の接点が検知すべき領域にできるだけ近くなるようにするために、検知すべき領域の最も近くに配置されるパターン化導電層は第1のパターン化導電層である。40

#### 【0036】

上記の説明はパターン化導電層12及び16の間の相互接続が誘電体層10を直接に貫通して達成されるような相互接続系に関するものであるが、両方の導電層がスルーホールを通して別の誘電体層（例えば、支持体層20）上の別の結線パターン（図示せず）に相互接続されることも可能である。同様に、誘電体層の一方の表面上に2つのパターン化導電層を形成し、2種の導電層材料の一方から成る別のパターン化層を反対側の表面上に形成し、そしてかかる他方のパターン化層に達するスルーホール及び結線を設けることも可能である。これらの実施形態を使用すれば、熱電対アレイの横方向熱伝導性を最小にすることができる。

#### 【0037】

10

20

30

40

50

図3の実施形態においては、熱電対アレイは複数の行及び列から成る格子であって、パターン化導電層同士を選択的に接続するために導電性のスルーホール（図示せず）が存在している。或いはまた、前述の米国特許第5909004号明細書に記載されたもののような別のタイプのアレイを使用することもできる。

#### 【0038】

図4にはまた、熱電対アレイに対して機械的保護を与えるため、第1及び第2のパターン化導電層の設置後に例えば接着剤を用いて設置し得る追加の誘電体層18が示されている。追加の誘電体層18用として使用される材料は個々の用途に応じて変わるが、例えば重合体のような材料から成り得る。熱電対アレイ製造の完了後、熱電対アレイを支持キャリヤ50から除去することができる。そのためには、支持体層20を支持キャリヤ50から剥離するか、或いは適当な溶剤を用いて接着剤層54を溶解すればよい。或いはまた、支持キャリヤを取付けたままにすることもできる。支持キャリヤを取付けたままにする場合、その材料及び厚さはアレイに対する要求条件に適合した柔軟性及び熱的性質を有するよう選定される。

10

#### 【0039】

追加の誘電体層及び支持体層の一方（18又は20）は検知すべき表面の最も近くに配置されるが、この層は質量が小さくかつ熱伝導率が小さい材料から成ることが好ましい。この層はまた、その熱質量が温度測定を妨害せず、従って空間的及び時間的解像度が最大になるようになるため、可能な限り薄いことが好ましい。一実施形態においては、その厚さは約20～約50μmの範囲内にあり、またその材料は例えばテフロン（登録商標）ポリテトラフルオロエチレン〔テフロン(TEFLON)はイー・アイ・デュポン・ド・ヌムール社(E.I. duPont de Nemours & Co.)〕、シリコーンゴム又はラテックスから成っている。

20

#### 【0040】

ある種の用途においては検知すべき表面に接触していない追加の誘電体層及び支持体層の他方（18又は20）は、気流からの断熱層を提供するのに十分なだけの厚さを有していてよい。一実施形態においては、その材料は約3mm～3cmの範囲内の厚さを有するポリウレタンフォームから成り、また機械的安定性の向上のために必要であれば（例示のために層56として示された）裏当て材又は支持材を設けることもできる。かかる裏当て材は、例えば約100～約6000μmの範囲内の厚さを有するシリコーンゴムから成り得る。両方のパターン化導電層を被覆すれば、平滑な表面が得られるばかりでなく、材料の滅菌が可能となる。

30

#### 【0041】

柔軟なアレイは、測定すべき表面に順応しながらそれに直接接触させて配置することができる。材料との直接接触は、直接接触が達成されない場合に生じる空気界面に原因する温度効果を低減させる。

#### 【0042】

図5～8は、図3及び4の熱電対アレイに関連した幾つかの実施形態を示す側面図である。図3及び4は実質的に平滑なアレイ表面を示しているが、図5～8に示されるように変更された表面を有するセンサを製造することもできる。図5は、誘電体層10の下方に位置する追加の誘電体層又は支持体層を含まない実施形態を示している。第2のパターン化導電層16の追加部分19により、図5の断面図には示されていないが、熱電対接点への結線を得ることができる。

40

#### 【0043】

図6は、特定の領域13において誘電体層110の厚さを元の厚さの約40～約60%にまで低減させた実施形態を示している。かかる特定の領域は、誘電体層のうちで第1のパターン化導電層12に対面した部分17を含まない。厚さの低減は、第1のパターン化導電層を更に露出させると共に、誘電体層の横方向熱伝導性を低減させる。第1のパターン化導電層を検知すべき表面から電気的に隔離する必要がある場合には、図7に示されるごとく、約10～約25μmの範囲内の厚さを有する薄いシリコーンゴムのような材料から成る保護層22を設置することもできる。かかる保護層は、表面全体を覆うように存在し

50

ていてもよいし、或いは図8の保護層122によって示されるごとく第1のパターン化導電層のみを覆うように設置されていてもよい。(図5に構成要素9として点線で示されるような)別の実施形態に従えば、熱電対接点の領域において第1のパターン化導電層12の厚さを増大させることにより、センサの位置を突出させるための追加の高さを得ることもできる。

#### 【0044】

図9～12は熱電対アレイの接続に関する幾つかの実施形態を示す概略回路上面図であり、また図13及び14は図12及び11の一部分の側面図である。

#### 【0045】

図9及び10においては、熱電対接点315からの電気結線を得るために使用される堆積電気導体パターンは、誘電体層(図3及び4に示された誘電体層10)の一方の表面上に配置されかつ全ての温度センサを(端子317によって代表される)1個以上の共通端子に接続する共通の電気結線を含む第1のパターン化導電層312(図10)と、誘電体層の他方の表面上に配置されかつそれぞれの温度センサを接続する複数の独立した結線416を含む第2のパターン化導電層316(図9)とを含んでいる。図9において、独立した結線416の各々は独立した端子313に接続されている。各々の熱電対接点は該接点と基準接点との温度差に比例した電圧を発生するから、第1のパターン化導電層312の接点は図示のごとく端子317に接続することができる。

#### 【0046】

図11及び12においては、少なくとも1つのマルチプレクサ236が使用され、そして複数の独立した結線の各々がかかる少なくとも1つのマルチプレクサに接続されている。このような実施形態に従えば、必要な端子数が減少し、従って図1の走査装置210はアレイに対して多数の結線を含む必要がなくなる。単一のマルチプレクサを使用することもできるし、また複数のマルチプレクサを使用することもできる。後者の場合、複数のマルチプレクサは温度センサの同じ側に配置することもできるし、或いは図12に示されるごとく、センサ間の要求間隔を変更するため、少なくとも2つのマルチプレクサ(236及び536)を温度センサの両側に配置することもできる。図12にはまた、マルチプレクサからの結線を並列に接続して端子319への出力結線を簡略化するような実施形態も示されている。図12に示されるごとく、温度センサの行及び列を実質的に等しい間隔で配置することは有用である。

#### 【0047】

図13は図12の線13-13に関する断面図であって、マルチプレクサを誘電体層10と一体化する方法の一例を示している。図13においては、マルチプレクサ236はフリップチップ技術やボールグリッドアレイ技術のような電子組立技術に従い誘電体層10の上方において結線416に接続されていると共に、マルチプレクサ及び誘電体層10の上には追加の誘電体層18が広がっている。図13に点線で示された別の実施形態に従えば、マルチプレクサ336を誘電体層10の内部に埋込むこともできる。更に別の実施形態に従えば、ワイヤボンディング(図示せず)のような別の電子組立技術を用いてマルチプレクサを例えば結線416に接続することもできる。

#### 【0048】

図14は図11の線14-14に関する断面図であって、センサの密度オプションを決定するために有用な寸法を示している。図14においては、結線416の幅をWc、結線同士の間隔をWs、そして熱電対の幅をWtとする。この例の場合、結線の層数を1とすれば、図11に示されたレイアウトに関して行数Nの関数として表される熱電対の行間の距離Dtは次式によって与えられる。

#### 【0049】

$$D_t = W_t + (N - 1) * (W_s + W_c) + W_s$$

単位幅当りのセンサ数は1/Dtによって与えられる。通例のごとくに結線の幅及び間隔を0.5mmとし、かつ熱電対の幅を0.1mmとすれば、センサピッチは16行のアレイについては1.65mmとなり、また26行のアレイについては2.65mmとなる。

10

20

30

40

50

また、図11の片面結線系の代りに図12の両面結線系を使用すれば、16行及び16行のアレイに関するセンサピッチはそれぞれ0.85mm及び1.35mmとなる。

#### 【0050】

図15は、列のピッチを減少させるために使用し得る多層相互接続を含むような本発明の実施形態を示す側面図である。2つの層が示されているが、適宜に層の数を追加することができる。この実施形態に従えば、第1の誘電体層10及び(例示目的のため図15に第2のパターン化導電層16として示された)堆積電気結線パターンの上方に第2の誘電体層27が配置される。第2の誘電体層27は、堆積電気結線パターンの特定部分にまで延びる第2の誘電体層スルーホール21を有している。更にまた、追加の堆積電気結線パターン23が第2の誘電体上に広がると共に、第2の誘電体層スルーホール中に延びて堆積電気結線パターンに接続されている。一実施形態においては、2種の材料から成る結線によって追加の熱電対接点が形成されないようにするため、追加の堆積電気結線パターン23は第2のパターン化導電層16と同じ材料から成っている。追加の堆積電気結線パターン23を使用すれば、センサ間隔を増大させることなしに検知位置の数を増加させることによってより大形のセンサアレイを製造することができる。

10

#### 【0051】

図16～18は、本発明の別の実施形態に係るサーミスタアレイ102の製造方法での様々な工程を示す側面図である。この実施形態に従えば、誘電体層24はスルーホール25及び/又は125並びに225を有していて、独立した温度センサの少なくとも一部は少なくとも部分的にスルーホールの内部に配置されたサーミスタ30から成っている。サーミスタは、その抵抗が温度の関数として大きく(1当り約10～約15%)変化するために有用である。

20

#### 【0052】

図16には誘電体層24が示されているが、誘電体層10及び検知すべき表面の最も近くに配置される層20又は18に関連して上記に記載されるものと同様に熱伝導率が小さくかつ熱質量が小さい材料から成っていればよい。通例、誘電体層24の厚さはサーミスタの高さと同じであって、約0.125～約0.25mmの範囲内にある。かかる誘電体層には、例えば穴あけ、機械的打抜き、レーザエッティング又はジェット水圧によってスルーホールを形成することができる。

30

#### 【0053】

次いで、銅の無電解めっき及び電気めっきの組合せ並びにそれに続くパターン化によって印刷回路板の金属被膜を形成する場合と同様にして、誘電体層24のスルーホール内及び表面上にパターン化導電材料26を設置することができる。図16～18の実施形態においては、スルーホール25及び225内のパターン化導電材料は誘電体層の相対する表面同士を接続している。所望に応じ、パターン化導電材料は特定のスルーホール125からは除去又は排除することもできる。

40

#### 【0054】

図17及び18に示されるごとく、相対する表面の一方及びサーミスタ30には少なくとも1個の導電要素32を接合することができ、また相対する表面の他方には追加の誘電体層118を設置することができる。かかる追加の誘電体層はサーミスタ及びパターン化導電材料にまで延びる複数の追加の誘電体層スルーホール114を有しており、そして堆積電気結線パターン112が追加の誘電体層スルーホールを通って延びている。

40

#### 【0055】

スルーホール25がパターン化導電材料26を含むような実施形態においては、その材料を用いて少なくとも1個の導電要素32を誘電体層24の上面に接続することができる。スルーホール125がパターン化導電材料26を含まないような実施形態においては、上面への接続はパターン化導電材料26を含む追加のスルーホール225への結線によって達成することができる。図示目的のため1つの図面に示されているが、通例はこれら2種の実施形態が併用されることはない。サーミスタスルーホール125が金属で被覆されていない実施形態においてはより多くのスルーホールが必要となるが、金属で被覆されたス

50

ルーホール 25 を含む実施形態に比べて製造が簡単である。なぜなら、後者の実施形態においては、スルーホール側壁に沿って延びるパターン化導電材料 26 とサーミスタ 30 との間で短絡が起こる恐れがあるからである。

#### 【 0 0 5 6 】

一実施形態に従えば、導電要素 32 は導電性接着剤 31 によってパターン化導電材料 26 及びサーミスタ 30 に接合された帯金から成っている。一実施形態においては、かかる帯金は約 25 ~ 約 50 μm の範囲内の厚さを有する銅から成り、また導電性接着剤は導電性エポキシ樹脂から成っている。接合されたサーミスタ 2 は、次いで追加の誘電体層 118 及び堆積電気結線パターン 112 によって相互接続することができる。所望ならば、温度センサ密度を高め、及び / 又は所要面積を減少させるため、追加の誘電体層 118 上に形成された結線に加えて誘電体層 24 上に結線を形成することもできる。10

#### 【 0 0 5 7 】

図 19 は、サーミスタアレイの製造工程に関する別の実施形態を示す側面図である。この場合には、少なくとも 1 個の導電要素 132 が誘電体層 24 に接合されると共に、少なくとも一部のスルーホール 25 は少なくとも 1 個の導電要素にまで延びている。一実施形態に従えば、パターン化導電材料 126 はスルーホールを通って延び、そして少なくとも 1 個の導電要素に接合されている。一実施形態に従えば、かかる接合は導電性接着剤 31 によって達成される。この場合にもまた、( 図 18 に 118 として示された ) 追加の誘電体層及び堆積電気結線パターン 112 を用いてサーミスタを相互接続することができる。図 16 ~ 18 の場合と同様に、スルーホール 125 はパターン化導電材料 126 を含む必要はない。20

#### 【 0 0 5 8 】

サーミスタアレイを製造するための 1 つの方法を詳細に記載したが、その他の方法 ( 例えば、薄い導体箔上にサーミスタを取付けてから打抜き済みの誘電体層を積層する方法 ) を使用することにより、スルーホール内に個々のサーミスタを配置する必要性を排除することもできる。

#### 【 0 0 5 9 】

図 20 は、サーミスタアレイを用いた本発明の実施形態を示す概略回路上面図である。図 20 に示されるごとく、堆積電気結線パターンの第 1 の部分 112 又は第 2 の部分 113 のいずれか一方は端子 119 への共通の電気結線を含み得る。各々のサーミスタの高さが 0.2 mm かつ一辺 117 の長さが約 0.5 mm であるような実施形態に従えば、図 14 に関連して上記に記載されたものと同様なセンサピッチを達成することができる。所望ならば、端子 119 を並列に接続することもできるし、及び / 又は端子 121 を並列に接続することもできる。かかる接続は結線の数を減少させるが、走査装置 210 ( 図 1 ) の複雑度を増大させることがある。30

#### 【 0 0 6 0 】

図 21 は、抵抗温度検出器アレイ 103 を用いた本発明の実施形態を示す概略回路上面図である。この実施形態に従えば、独立した温度センサの少なくとも一部は誘電体層 10 上にパターン化によって形成された抵抗温度検出器 ( R T D ) 3 から成っている。

#### 【 0 0 6 1 】

更に詳しく述べれば、R T D は高抵抗の領域を形成するように選択的にパターン化された堆積電気結線パターン 41 の一部から構成することができる。一実施形態においては、約 25 ~ 50 μm の幅、約 250 ~ 1000 μm の長さ、及び約 0.2 ~ 4 μm の高さを有する細い蛇行した線を含む領域 34 を有するように結線がパターン化される。結線材料として常用される金属 ( 例えば、銅、ニッケル及びチタン ) について言えば、温度変化に対する R T D の抵抗変化は通常約 0.4 ~ 約 0.6 % である。かかる R T D アレイは、簡略化された製造方法に従って製造することができる。なぜなら、2 種の異なるパターン化導電層材料や独立したサーミスタを使用する必要がないからである。40

#### 【 0 0 6 2 】

アレイ 103 は、例えば、各々の R T D が一般にケルビン結線と呼ばれる 4 本の端子結線

134を有するようにして配列することができる。スイッチが誘電体層上に配置されるのであれば、マルチプレクサ集積回路チップが有用である。スイッチが誘電体層外に配置されるのであれば、リードリレースイッチを使用することができる。図21の実施形態においては、結線36を通してRTD中に電流が流されると共に、RTDの両端に発生する電圧がRTDに対して直接に接続された結線138又は238によって測定される。この技術は、RTDリード線及び結線中における電圧降下に原因する誤差を排除する。測定サイクル中においてRTD電流結線の全てを直列に接続すれば、結線の数をある程度まで減少させることができる。

#### 【0063】

各々のRTDの近くに接続される結線部分238の代りに2個のRTDの中間に接続される結線部分138を含むように堆積電気結線パターンを形成すれば、(精度は多少低下するものの)スイッチ239及び339の数を減少させることができる。

10

#### 【0064】

図22はセンサ用の矩形グリッドを示し、また図23は本発明の一実施形態に係るセンサ用の三角形グリッドを示している。前述の実施形態は一般に矩形グリッドを成して配列された温度センサに関するものであるが、図23に示されるごとく三角形グリッド上にセンサを配列することが有用な場合もある。図23の実施形態においては、各々のセンサとそれに隣接するセンサとの間の距離が実質的に同じになるようにしながら、複数の独立した温度センサが三角形グリッドを成して配列されている。

#### 【0065】

20

三角形グリッドは、矩形グリッドによっては得られない一様な間隔を与えるばかりでなく、1平方センチメートル当りのセンサ素子の数を増加させることなしにセンサアレイの空間解像度を増大させることができる。更にまた、三角形グリッドは所定の空間解像度について要求されるセンサの総数を減少させ、それによってセンサの費用を低減させかつ関連する電子回路の複雑度を低下させることができる。

#### 【0066】

以上、本発明の特定の好ましい実施形態のみを記載したが、当業者には数多くの変更及び修正が想起されるであろう。それ故、特許請求の範囲は、本発明の真の技術的思想に属する変更及び修正の全てを包含するものと理解すべきである。

#### 【図面の簡単な説明】

30

【図1】本発明の一実施形態に係る診断用具のブロック図である。

【図2】図1の診断用具を適用し得る一応用例を示す斜視図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る熱電対アレイの上面図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る熱電対アレイの側面図である。

【図5】図3～4の熱電対アレイに関連する本発明の別の実施形態を示す側面図である。

【図6】図3～4の熱電対アレイに関連する本発明の別の実施形態を示す側面図である。

【図7】図3～4の熱電対アレイに関連する本発明の別の実施形態を示す側面図である。

【図8】図3～4の熱電対アレイに関連する本発明の別の実施形態を示す側面図である。

【図9】熱電対アレイの接続に関する本発明の実施形態を示す概略回路上面図である。

【図10】熱電対アレイの接続に関する本発明の実施形態を示す概略回路上面図である。

40

【図11】熱電対アレイの接続に関する本発明の実施形態を示す概略回路上面図である。

【図12】熱電対アレイの接続に関する本発明の実施形態を示す概略回路上面図である。

【図13】図12の一部分の側面図である。

【図14】図11の一部分の側面図である。

【図15】多層相互接続を含む本発明の実施形態を示す側面図である。

【図16】本発明の別の実施形態に係るサーミスタアレイ製造方法における一工程を示す側面図である。

【図17】本発明の別の実施形態に係るサーミスタアレイ製造方法における一工程を示す側面図である。

【図18】本発明の別の実施形態に係るサーミスタアレイ製造方法における一工程を示す

50

側面図である。

【図19】サーミスタアレイを用いた本発明の別の実施形態を示す概略回路上面図である。

【図20】サーミスタアレイを用いた本発明の実施形態を示す概略回路上面図である。

【図21】抵抗温度検出器アレイを用いた本発明の実施形態を示す上面図である。

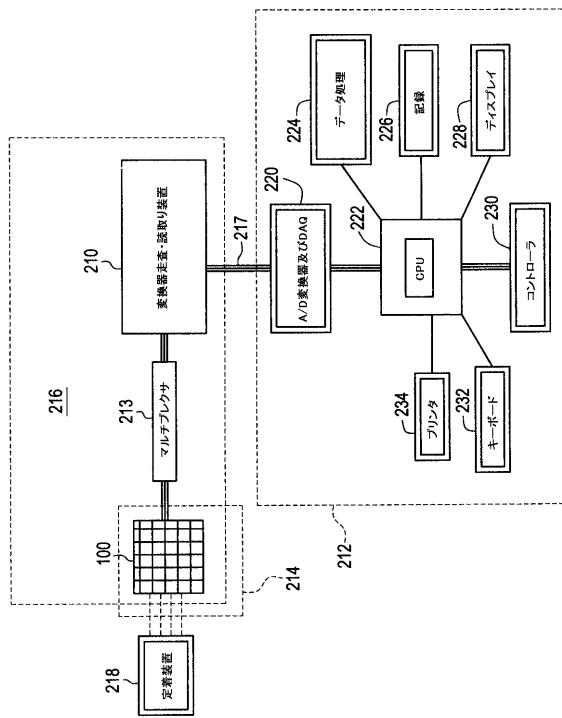
【図22】センサ用の矩形グリッドを示す図である。

【図23】本発明の一実施形態に係るセンサ用の三角形グリッドを示す図である。

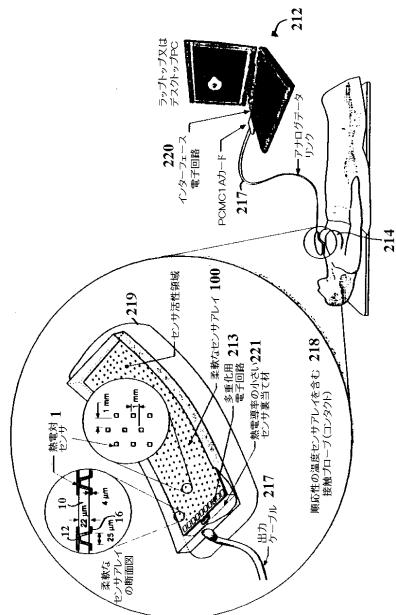
【符号の説明】

2	サーミスタ	
3	抵抗温度検出器	10
1 0	誘電体層	
1 2	第1のパターン化導電層	
1 3	特定の領域	
1 4	スルーホール	
1 5	接点	
1 6	第2のパターン化導電層	
1 8	追加の誘電体層	
2 0	支持体層	
2 1	第2の誘電体層スルーホール	
2 3	追加の堆積電気結線パターン	20
2 4	誘電体層	
2 5	スルーホール	
2 6	パターン化導電材料	
2 7	第2の誘電体層	
3 0	サーミスタ	
3 2	導電要素	
1 0 0	温度センサアレイ	
1 0 2	サーミスタアレイ	
1 0 3	抵抗温度検出器アレイ	
1 1 2	堆積電気結線パターン	30
1 1 4	追加の誘電体層スルーホール	
1 1 8	追加の誘電体層	
1 2 5	スルーホール	
1 2 6	パターン化導電材料	
1 3 2	導電要素	
2 1 0	走査装置	
2 1 2	コンピュータ	
2 1 8	定着装置	
2 1 9	ベース	
2 2 0	データ収集ユニット	40
2 2 4	データ処理ユニット	
2 2 6	記録ユニット	
2 3 1	マルチプレクサユニット	
2 3 6	マルチプレクサ	
3 1 2	第1のパターン化導電層	
3 1 3	端子	
3 1 5	熱電対接点	
3 1 6	第2のパターン化導電層	
3 1 7	端子	
4 1 6	結線	50

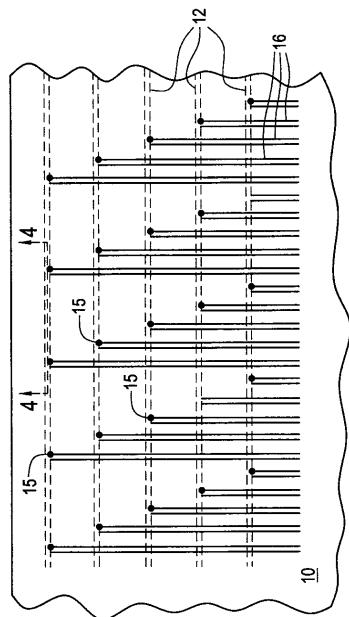
【図1】



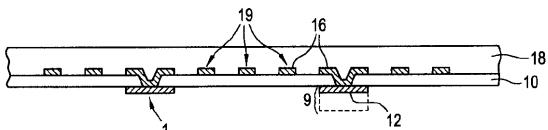
【図2】



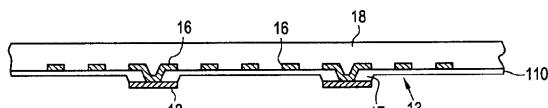
【図3】



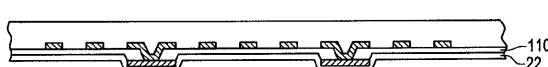
【図5】



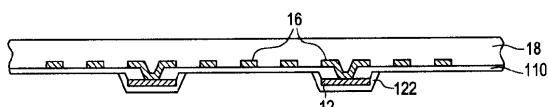
【図6】



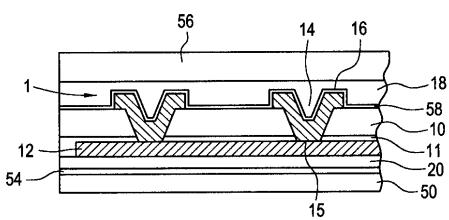
【図7】



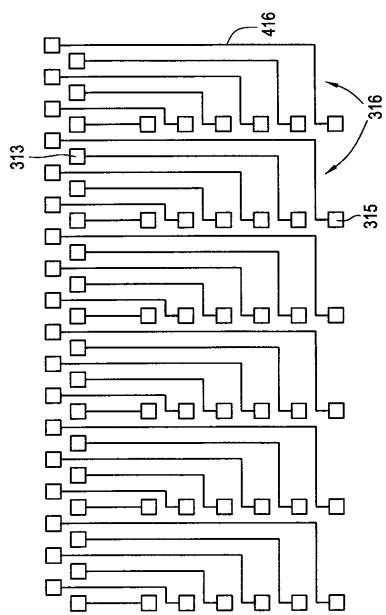
【図8】



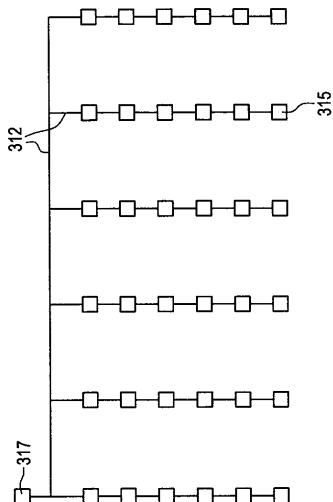
【図4】



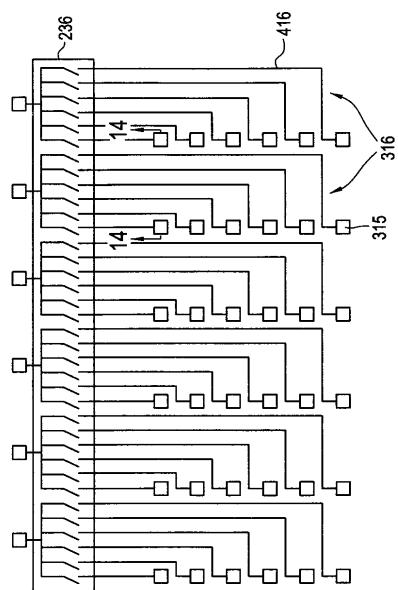
【図9】



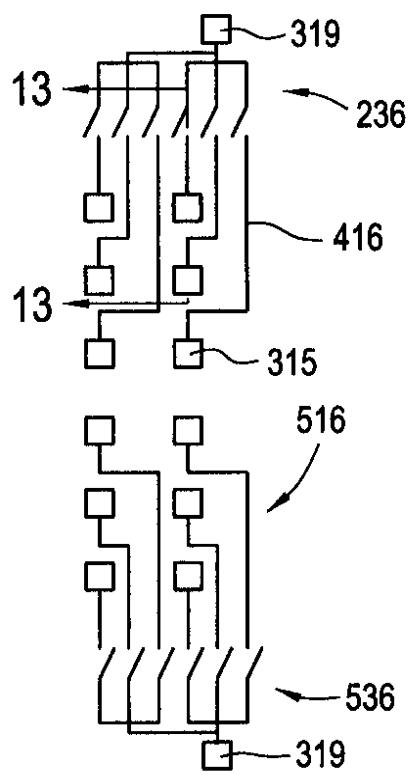
【図10】



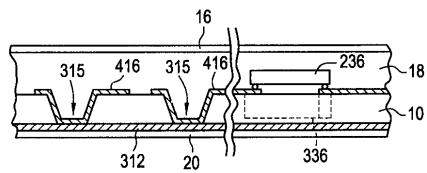
【図11】



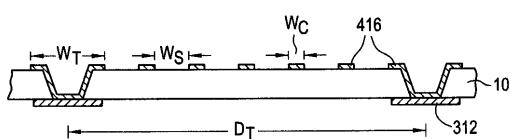
【図12】



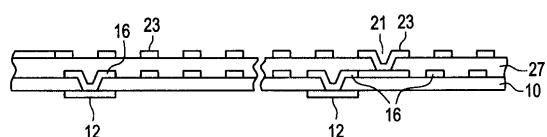
【図13】



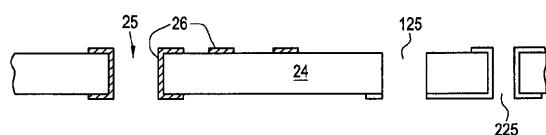
【図14】



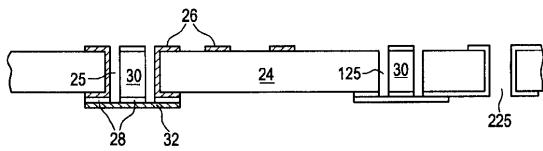
【図15】



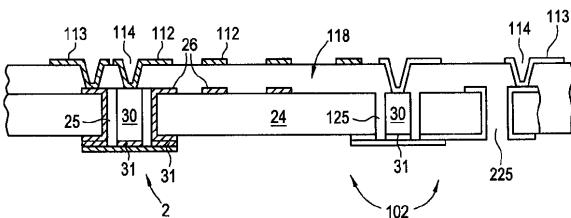
【図16】



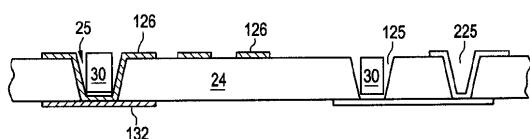
【図17】



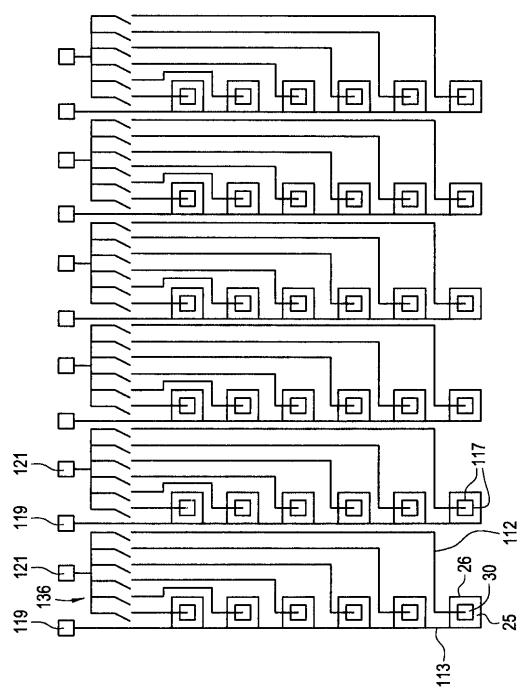
【図18】



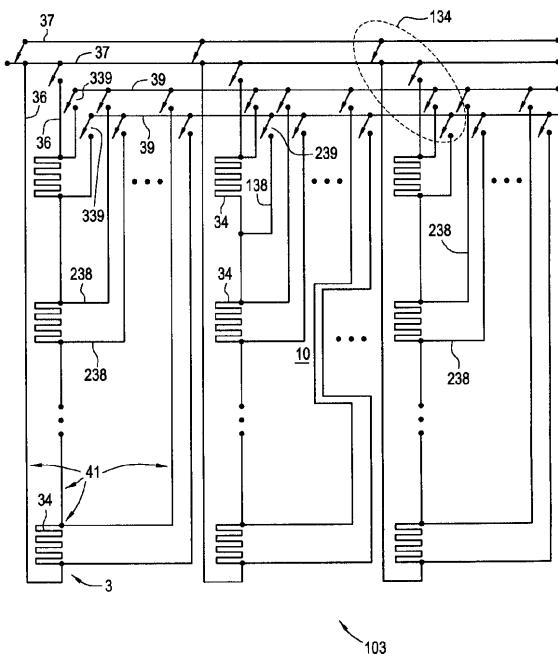
【図19】



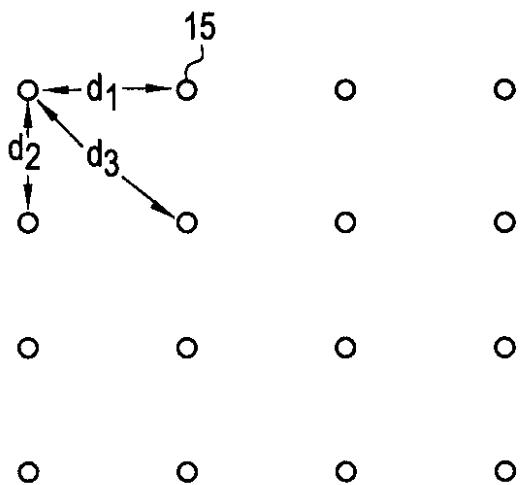
【図20】



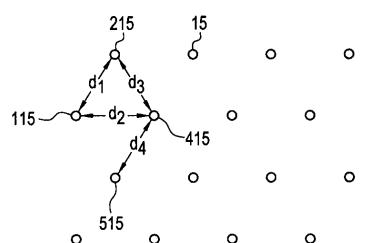
【図21】



【図2-2】



【図2-3】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ウィリアム・ポール・コーンラムフ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、テレース・ロード、335番
- (72)発明者 マーク・ルロイド・ミラー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、ベイカー・アベニュー・イースト、2120  
番
- (72)発明者 ピーレ・ヒップズ・オブサル - オング  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、コベントリー・ドライブ、17番
- (72)発明者 エギディジャス・エドワード・ウズギリス  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、ビューモント・ドライブ、1206番

審査官 早川 貴之

- (56)参考文献 特開昭63-193023(JP,A)  
特開平02-263483(JP,A)  
特表平10-505252(JP,A)  
特開平07-146186(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- A61B 5/01  
G01K 1/14  
G01K 7/02  
H01L 35/32