

(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2012-108119

(P2012-108119A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 29/08 (2006.01)	GO 1 R 29/08 F	2 G O 6 5
GO 1 J 1/02 (2006.01)	GO 1 J 1/02 C	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2011-234012 (P2011-234012) (22) 出願日 平成23年10月25日 (2011.10.25) (31) 優先権主張番号 10/04202 (32) 優先日 平成22年10月26日 (2010.10.26) (33) 優先権主張国 フランス (FR)	(71) 出願人 510225292 コミサリア ア レネルギー アトミック エ オ ゼネルギー アルテルナティブ COMMISSARIAT A L' EN ERGIE ATOMIQUE ET A UX ENERGIES ALTERNA TIVES フランス, パリ エフー75015, リュ ー ルブラン 25, バティマン ル ポ ナン デ Batiment Le Ponant D, 25 rue Leblanc, F- 75015 Paris, FRANCE (74) 代理人 100117787 弁理士 勝沼 宏仁 最終頁に続く
--	--

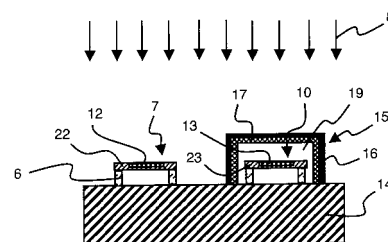
(54) 【発明の名称】 電磁放射を検出するための装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電磁放射の信頼性があり正確な測定を可能にする検出装置を提供する。

【解決手段】電磁放射を検出するための装置は、電磁放射8に対して感受性を有する第1の要素12を備えたアクティブ・ボロメータ7と、アクティブ・ボロメータと同一であり、電磁放射8に対して感受性を有する第2の要素13を備えた基準ボロメータ10とを含む。アクティブ・ボロメータ7および基準ボロメータ10は、同じ基板14上に互いに接近して配置される。カバー15が、電磁放射に晒される第2の感受性要素13の少なくとも一部分を被覆し、かつ、第2の感受性要素13とカバー15の間に空きスペースを設ける。カバー15の内壁17は、少なくとも第2の感受性要素13から放射された熱放射線を吸収する材料から作られた吸収性層から構成される。反射シールドが、電磁放射8に晒される外壁16の少なくとも一部分を形成する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電磁放射（８）に対して感受性を有する第１の要素（１２）を備えたアクティブ・ポロメータ（７）と、

前記アクティブ・ポロメータ（７）と同一であり、前記電磁放射（８）に対して感受性を有する第２の要素（１３）を備えた基準ポロメータ（１０）と、

外壁（１６）および前記第２の感受性要素（１３）に向いた内壁（１７）を有するカバー（１５）であって、前記電磁放射（８）に晒される前記第２の感受性要素（１３）の少なくとも一部分を被覆し、かつ前記第２の感受性要素（１３）と前記内壁（１７）を隔てる空きスペースを設ける、カバー（１５）と、

前記電磁放射（８）に晒される前記外壁（１６）の少なくとも一部分を形成する反射シールド（１８）と、

を単一基板（１４）上に含む、電磁放射を検出するための装置であって、

前記カバー（１５）の前記内壁（１７）は、吸収性層（２０）から構成され、

前記吸収性層（２０）は、少なくとも前記第２の感受性要素（１３）から放射された熱放射線を吸収する材料から作られていることを特徴とする、電磁放射を検出するための装置。

【請求項 2】

前記カバー（１５）は、前記第２の感受性要素（１３）を完全にカプセル化することを特徴とする、請求項 1 に記載の電磁放射を検出するための装置。

【請求項 3】

前記カバー（１５）は、前記基板（１４）を圧することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記カバー（１５）は、前記基板（１４）と共に、前記基準ポロメータ（１０）がその中に収納される閉空洞（１９）を形成することを特徴とする、請求項 3 に記載の電磁放射を検出するための装置。

【請求項 5】

前記基準ポロメータ（１０）は、固定点（６）を含む断熱マイクロブリッジ構造体を有すること、および

前記カバー（１５）は、前記固定点（６）の少なくとも２つを圧することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の電磁放射を検出するための装置。

【請求項 6】

前記吸収性層（２０）は、多層であることを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の電磁放射を検出するための装置。

【請求項 7】

前記吸収性層（２０）は、石油、プラチナ、銀およびクロムから選択される、少なくとも 1 つの多孔質で金属質の吸収性材料から形成されることを特徴とする、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の電磁放射を検出するための装置。

【請求項 8】

前記吸収性層（２０）は、黒鉛を含む、少なくとも 1 つの高分子材料から形成されることを特徴とする、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の電磁放射を検出するための装置。

【請求項 9】

前記吸収性層（２０）は、窒化チタニウムおよびニクロムから選択される、少なくとも 1 つの抵抗性吸収性材料から形成されることを特徴とする、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の電磁放射を検出するための装置。

【請求項 10】

前記カバー（１５）は、前記吸収性層（２０）と反射シールド（１８）の間に配置された支持層（３０）を含むこと、および

前記アクティブ・ポロメータ（７）は、カプセル（２９）によってカプセル化され、

10

20

30

40

50

前記支持層（３０）は、基準ボロメータ（１０）から放射された前記電磁放射に対して透明な材料から構成されることを特徴とする、請求項１乃至９のいずれか１項に記載の電磁放射を検出するための装置。

【請求項１１】

前記支持層（３０）の前記透明な材料は、単結晶、多結晶またはアモルファスのシリコン、単結晶または多結晶のゲルマニウム、ならびにＳｉＧｅ合金から選択されることを特徴とする、請求項１０に記載の電磁放射を検出するための装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

10

本発明は、電磁放射を検出するための装置に関し、その装置は、

－ 前記電磁放射に対して感受性を有する第１の要素を備えたアクティブ・ボロメータと、

－ 該アクティブ・ボロメータと同一であり、前記電磁放射に対して感受性を有する第２の要素を備えた基準ボロメータであって、前記アクティブおよび基準のボロメータは、同じ基板上に互いに近接して配置される、基準ボロメータと、

－ 外壁および第２の感受性要素に向いた内壁を有するカバーであって、前記カバーは、電磁放射に晒される第２の感受性要素の少なくとも一部分を被覆し、かつ前記第２の感受性要素と該カバーの間に空きスペースを設ける、カバーと、

－ 前記電磁放射に晒される外壁の少なくとも一部分を形成する反射シールドとを含む。

20

【背景技術】

【０００２】

ボロメータは、テラヘルツの範囲内にある電磁放射のパワー、または赤外線のパワーが、その放射の電気信号への変換によって測定されるのを可能にする。図１および２に示されたように、抵抗型のボロメトリック（bolometric）検出器が、基板２の上方につりさげられたボロメトリック・プレート１を含む。ボロメトリック・プレート１は、電磁放射を吸収する薄膜３と、感熱性半導体材料から構成されるサーミスタ４とから構成され、その必須の特性は、その温度が変化したとき、その電気抵抗の変化を示すことである。薄膜３は、固定点６によって基板２に固定された断熱アーム５によってつり下げられる。

30

【０００３】

薄膜３は、入射する放射を吸収し、その放射を熱に変換し、そしてその熱をサーミスタ４に伝える。次いで、サーミスタ４の温度が上昇して、ボロメトリック検出器の端子で電圧または電流の変化を誘起し、適切な電気アセンブリによって測定される。電極（不図示）が、たとえば固定点６のレベルに配置される。従来の方法では、読み出し回路が基板２上に集積化され、行われた測定を利用する。断熱アーム５は、基板２から薄膜３を熱的に絶縁し、それによって測定感度を向上させる。

【０００４】

ボロメトリック検出器の品質管理は、３つの主な条件が満たされることを要求する。すなわち、低い発熱量（calorific mass）、基板２からの薄膜３の良好な断熱、および温度上昇を電気信号に変換する作用の良好な感度である。最初の２つの条件は、ボロメトリック検出器を薄い層で実装することによって達成される。

40

【０００５】

大気温度で作動するモノリシックの赤外線画像装置は、ＣＭＯＳまたはＣＣＤタイプのシリコンから作られる多重化回路に、ボロメトリック検出器のマトリックスを直接接続することによって作製される。

【０００６】

ボロメトリック検出器の読み出し原理は、サーミスタ４の抵抗値とその変化とを測定することにある。これらの変化が極めて小さいとき、具体的には赤外線検出の場合（ＩＲ）、検出された信号は、高利得増幅器または積分器ステージによって読み出し回路内で増幅

50

される。一般的には、積分器ステージに恩恵が与えられる。というのは、積分器ステージが、本質的に通過帯域を縮小させ、それによってホワイト・ノイズを取り除くからである。

【0007】

積分器の場合、ボロメトリック検出器により生じた電流が、読み出し集積回路（ROIC (read-out integrated circuit)）の出力信号を急速に飽和させる。現場（scene）の情報を包含した有益な電流は、そのとき、全積分電流のほんの一部だけに相当する。従来では、読み出し感度を増加させるために、電流の不変部分が「スキミング・ブランチ（skimming branch）」と呼ばれる回路のブランチに分岐され、スキミング・ブランチは、画像化された現場に対応した電流の可変部分だけを積分器に送信する。

10

【0008】

図3は、ボロメータをベースにした検出装置の読み出し原理を示す。装置は、入射電磁放射8を吸収し、そしてその電磁放射が測定されるのを可能にするアクティブ・ボロメータ7を含む。アクティブ・ボロメータ7の抵抗の変化は、この放射8の値を表す。電流の読み出しが、この測定を実施するのに、しばしば使用される。アクティブ・ボロメータ7の出力線上の電流は、可変部分と不変部分とを含む。実際、検出装置は、相対的な方法で作動する。すなわち、検出装置は、不変の連続的なバックグラウンド信号を検出し、バックグラウンド信号は有益な可変信号の測定に影響する可能性があり、可変信号は、一般に、バックグラウンド信号に比べて小さい。したがって、電流のこの不変部分を取り除くことが、放射値の最適な測定を達成するために望ましい。

20

【0009】

読み出し感度を増加させるために、オフセット電流と呼ばれる電流の可変部分だけが積分器9に送られるように、電流の不変部分が分岐ブランチ中で分岐されることが好ましい。電子的な条件では、分岐ブランチとして働く要素は、できるだけわずかな外乱を生成するように、低ノイズを示すことが必要である。このために、分岐ブランチは、直接注入（direct injection）によってバイアスされた、十分に高い値の抵抗器から形成される。直接注入によって意味されるものは、抵抗器に由来する電子が、抵抗器をバイアスし且つ検出器のバイアスを調節するトランジスタ中に、直接注入されることである。

【0010】

従来の解決策は、分岐ブランチとして基準ボロメータ10、すなわち電磁放射8を検出しないボロメータ10を使用することにある。

30

【0011】

したがって、分岐ブランチは、図3に示されたように、基準ボロメータ10を含み、それは、電磁放射8と基準ボロメータ10の間に配置された保護シールド11によって遮光される。それゆえ、基準ボロメータ10は、全く放射を吸収せず、基準として働くパッシブ・ボロメータに変形される。

【0012】

このようなタイプの検出装置の効率は、基準ボロメータの特性およびその全体的に遮光される能力に依存する。

【0013】

例示する目的で、米国特許出願第2007-138395号は、入射放射（incident radiation）の強度に依存した信号をもたらす第1のセルと、第1のセルの出力信号を較正するために使用される第2のセルとを含む熱検出器を提案している。各セルは、単一の基板上に形成される赤外線検出器を含み、この検出器を全体的にカプセル化するカバーを有する。第2のセルは、放射がカバーを通して検出器に透過することを防止するように構成される。具体的には、カバーは、反射スクリーンを有する。反射スクリーンは、カバーの上面の上に配置され、この上面は、基板に平行である。この反射スクリーンは、第2のセルが光学的に不透明な状態にされるのを可能にする。第2のセルの出力信号は、入射放射には依存せず、第1のセルの出力信号を較正するために、基準信号として使用される。

40

【0014】

50

それにもかかわらず、基準構造体 (reference structure) の上方で反射スクリーンを使用することは、たとえば I R 画像現場信号の高い検出利得の使用を求める I R 画像装置に対しては、最適にオフセット電流を取り除き、極めて弱い信号を検出するのには不十分である。検出器の応答への高利得を達成するために、ボロメトリック抵抗が、実際、パルス化された方法で一般にバイアスされる。

【0015】

しかし、バイアス・パルス (biasing pulse) の間、サーミスタ 4 を構成する材料内のジュール効果の散逸によって引き起こされたボロメータの自己発熱現象が観察される。そのとき、オフセット電流が、この熱放射現象によって著しく変化する。

【0016】

次いで、電磁放射の低い流束信号の分解が含まれるとき、D C 電流を介したオフセットの減算アーキテクチャが障害になることが判明している。自己発熱現象が R O I C の飽和を誘起し、それが、使用可能な利得を限定し、そしてボロメータの最適な性能が利用可能にされるのを不可能にしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献 1】米国特許出願第 2007-138395 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

本発明の目的は、電磁放射の信頼性があり正確な測定を可能にする検出装置、具体的には、高利得および改善されたオフセット電流のスキミングによって、I R 画像現場信号ができるだけ最良に増幅されるのを可能にする、最適化された装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明によれば、この目的は、インデックス付きのクレームによる電磁放射検出装置によって達成される。

【0020】

具体的には、この目的は、カバーの内壁が、吸収性層によって構成され、前記層は、第 2 の感受性要素から放射された熱放射線を少なくとも吸収する材料から作られることによって達成される。

【0021】

他の利点および特徴は、非限定で例示する目的だけで与えられ、添付図面中に表された本発明の特定の実施形態に関する後続の記述から、さらにははっきりと明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】従来技術のボロメトリック検出器を概略的に表す平面図である。

【図 2】従来技術のボロメトリック検出器を概略的に表す斜視図である。

【図 3】従来技術によるボロメータをベースにした電磁放射検出装置の読み出し原理を概略的に表す図である。

【図 4】本発明による電磁放射検出装置を概略的に表す断面図である。

【図 5】2 つの面 S_1 と S_2 の間での熱交換原理を概略的に表す図である。

【図 6】本発明による装置の特定の実施形態を概略的に表す断面図である。

【図 7】図 6 による検出装置を概略的に表す斜視図である。

【図 8】図 4 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 9】図 4 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 10】図 4 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 11】図 4 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 12】図 4 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 4 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 1 4】本発明の特定の実施形態による検出装置を概略的に表す断面図である。

【図 1 5】もう 1 つの特定の実施形態による検出装置を概略的に表す断面図である。

【図 1 6】図 1 5 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 1 7】図 1 5 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 1 8】図 1 5 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 1 9】図 1 5 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 2 0】図 1 5 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 2 1】図 1 5 による検出装置の作製方法のステップを概略的に表す断面図である。

【図 2 2】本発明による検出装置および従来技術の装置の電流対時間の変化を表すグラフである。 10

【発明を実施するための形態】

【0023】

図 4 に示されたように、電磁放射 8 の検出のための装置が、前記電磁放射 8 に感受性を有する第 1 の要素 1 2 を備えたアクティブ・ボロメータ 7 と、アクティブ・ボロメータ 7 と同一であり、前記電磁放射 8 に感受性を有する第 2 の要素 1 3 を備えた基準ボロメータ 1 0 とを含む。同一ということによって意味されるものは、厳密に同一である、すなわち基準ボロメータ 1 0 は、アクティブ・ボロメータ 7 の材料と同一の材料で構成され、かつ同じアーキテクチャおよび同一の寸法を有するということである。したがって、基準ボロメータ 1 0 は、同一の方法で、温度によって変化する。 20

【0024】

アクティブ・ボロメータ 7 および基準ボロメータ 1 0 は、同じ基板 1 4 上に互いに近接して配置される。

【0025】

基板 1 4 は、シリコンから従来のように作られる支持体である。それは、アクティブ・ボロメータ 7 および基準ボロメータ 1 0 の機械的強度を保証し、好ましくは、サーミスタ抵抗のバイアスおよび読み出しの装置を含む（不図示）。具体的には、マトリックス構造体を備えたいくつかのマイクロボロメータを含む I R 検出装置の場合、その基板 1 4 は、様々なマイクロボロメータに起因した信号が、通常の画像システムによって使用されるために、シリアル化され、そしてそれらを、出力数が減少した形で送信するのを可能にする 30 多重化構成部品を含むこともできる。

【0026】

図 4 に表されたように、アクティブ・ボロメータ 7 および基準ボロメータ 1 0 は、有利には、マイクロブリッジを備えた断熱構造体を有し、各構造体は、熱伝導を最小にするために、固定点 6 および断熱アーム 5 を含む（図 2）。マイクロブリッジ構造体は、熱抵抗が高い。高い熱抵抗は、電気抵抗の変化が最大にされるのを可能にする。熱質量（thermal mass）が、システムのレベルにおいて要求される熱時定数（thermal time constant）に適合するように、調節される。それによって、この構造体は、検出装置から送出される信号の応答時間を減少させ、信号対雑音比を向上させる。 40

【0027】

検出装置は、電磁放射 8 に晒される第 2 の感受性要素 1 3 の少なくとも一部分を被覆し、第 2 の感受性要素 1 3 とカバー 1 5 の間に空きスペースを設けるカバー 1 5 も含む。カバー 1 5 は、基準ボロメータ 1 0 を完全に被覆せずに、第 2 の感受性要素 1 3 の上方だけに位置付けることができる（図 4 の上部に）。したがって、カバー 1 5 は、開空洞 1 9 を生成する。カバー 1 5 は、電磁放射 8 の光路上で、放射線源と第 2 の感受性要素 1 3 の間に配置される。それゆえ、シールドされた基準ボロメータ 1 0 は、すなわち、シールドを形成するカバー 1 5 を備えていると言及されることになる。

【0028】

カバー 1 5 は、外壁 1 6 および内壁 1 7 を有する。内壁 1 7 は、第 2 の感受性要素 1 3 に向いており、外壁 1 6 は、電磁放射 8 を放射している現場に向いている。 50

【0029】

最適な作動を達成するために、アクティブ・ボロメータ7および基準ボロメータ10は、有利には、電気抵抗および熱時定数に関して同一である、または少なくとも同程度であることが必要である。熱時定数によって意味されるものは、ボロメータが、入射電磁放射8の変化の影響によって、1つの温度からもう1つの温度に変化するのにかかる時間である。

【0030】

熱時定数は、ボロメータの熱質量と熱抵抗の積である。熱質量によって意味されるものは、熱エネルギーを蓄え、次いでその熱エネルギーを放射（放射損失）、対流（convection）または伝導（conduction）によって放射する、材料の容量である。

10

【0031】

熱質量および電気抵抗は、ボロメータに本来備わっている特性であり、それは、そのボロメータを構成する材料の性質およびそのアーキテクチャに依存する。アクティブ・ボロメータ7および基準ボロメータ10が同一であるので、それゆえに、アクティブ・ボロメータ7の熱質量および電気抵抗は、基準ボロメータ10のそれらと同一である。

【0032】

他方では、熱抵抗は、ボロメータとその環境との間のターミナル熱交換（terminal heat exchange）を定量化した放射損失に依存する。

【0033】

さらに具体的には、熱抵抗は、2つの成分、すなわち、断熱アーム5を介した伝導による、ボロメトリック・プレート1と固定点6の間の熱交換に起因する第1の成分と、ボロメータとその環境との熱交換を定量化した放射損失に依存する第2の成分とを含む。

20

【0034】

それゆえに、放射熱交換の大きさを決定するボロメータの環境が、熱時定数の値に影響を及ぼす。

【0035】

実際、各面は、原理から、空間のすべての方向に熱放射線を放射し、その面を囲繞する他の面に由来する放射線を受け取る。図5に示されたように、2つの面 S_1 および S_2 によって交換される熱流束の領域中で、熱交換は、以下の式（1）で表現される。

【数1】

30

$$\frac{\Phi_{12}}{S_1} = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2}{1 - \left(1 - \varepsilon_1 \frac{S_1}{S_2}\right) (1 - \varepsilon_2) + \varepsilon_1 \varepsilon_2 \frac{F_{11}}{F_{12}}} (\sigma(T_1^4 - T_2^4)) \quad (1)$$

ここで、 ε_1 および ε_2 は、面 S_1 および S_2 のそれぞれの放射率であり、 Φ_{12} は、面 S_1 と S_2 の間で交換される放射流束の密度であり、 T_1 および T_2 は、2つの面 S_1 と S_2 のそれぞれの温度であり、 F_{11} および F_{12} は、 S_1 が自分自身を見た場合、及び S_1 が S_2 を見た場合における形状因子（form factor）である。

【0036】

40

図5に示されたような平坦な面 S_1 については、因子 F_{11} は0に等しい。

【0037】

ケースだけによって被覆された従来のボロメータは、面 S_1 （平坦）および S_2 でそれぞれ図式化することができる（図5）。ケースの寸法は、ボロメータからケースまでの距離よりも大きく、また、ボロメータの寸法よりも大きいので、ボロメータ S_1 からケース S_2 の方向に出力された熱流束の式（1）は、簡単化されて以下の式（2）を与え、

【数2】

$$\frac{\Phi_{12}}{S_1} = \varepsilon_1 (\sigma(T_1^4 - T_2^4)) \quad (2)$$

50

ただし、 $S_1/S_2 \ll 1$ 、および $F_{12} = 1$ とする。

【0038】

したがって、ボロメータから所定の距離に位置付けられたケースは、黒体面 (black surface) として振る舞う。

【0039】

他方では、ケースに近接して存在する基準ボロメータ10の場合、比 S_1/S_2 が約1と2の範囲に含まれるので、もはや無視できない。式(1)に、1に近い F_{12} の値および比 S_1/S_2 を入れると、ケースの存在が熱流束密度を大幅に変更することがわかる。

【0040】

基準ボロメータ10に近接した、具体的には、第2の感受性要素13に近接したカバー15の存在が、基準ボロメータ10の熱抵抗を変更することができる。さらに、カバー15の熱抵抗に及ぼす影響は、基準ボロメータ10からこのカバー15を引き離す距離に依存する。したがって、アクティブ・ボロメータ7は、基準ボロメータ10の環境と異なる環境に遭遇する。カバー15の存在は、アクティブ・ボロメータ7と基準ボロメータ10が同一であるという事実にもかかわらず、ボロメータ7とボロメータ10の間に観測される熱抵抗の差を説明する。

【0041】

この原理によれば、ただし、基準ボロメータ10のアーキテクチャが、アクティブ・ボロメータ7のそれと同一のままであるという条件で、基準ボロメータ10によって交換される熱流束が、アクティブ・ボロメータ7によって交換される熱流束と同一である、または少なくとも匹敵することになる、唯一の可能性は、黒体として振る舞う、すなわち放射率が1に等しい ($\varepsilon_2 = 1$)、かつ焦点面およびケースと同じ温度まで加熱される材料から構成されるカバー15を選択することである。

【0042】

電磁放射8に晒されるカバー15の外壁16も、反射性であり、かつ極めて良好な熱伝導性の材料から構成される必要がある。

【0043】

一方では、カバー15は、基準ボロメータ10に向いた内壁17上への熱放射線を完全に吸収することが必要であり、他方では、電磁放射8を放射する現場に向けて、カバー15の外壁16上で完全に反射性であることが必要である。

【0044】

これを達成するために、反射シールド18が、電磁放射8に晒される外壁16の少なくとも一部分を形成する。反射シールド18は、従来、良好な反射特性を有し、良好な熱伝導体である、少なくとも1つの材料から形成される反射性薄層から構成される。

【0045】

カバー15の外壁16の全体は、有利には、反射シールド18から構成される (図6)

。

【0046】

代替の方法では、反射シールド18は、電磁放射8に晒される外壁16の一部分を形成するだけである。さらに正確には、反射シールド18は、基板に平行な、外壁16の一部分を形成するだけである。

【0047】

反射シールド18は、カバー15を貫通して基準ボロメータ10までへの電磁放射8の透過を防止する。基準ボロメータ10は、電磁放射8の影響を受けない。

【0048】

反射シールド18は、有利には、アルミニウム、チタニウム、金、ニッケル、および銅、ならびにアルミニウム合金から選択される、少なくとも1つの金属材料から形成される。

。

【0049】

検出装置は、好ましくは、IRおよびテラヘルツ (THz) の検出装置である。

10

20

30

40

50

【0050】

カバー15は、基板14を押し、基板14とともに、開いた、または閉じた空洞19を形成し、その中に基準ボロメータ10が収納される。

【0051】

特定の実施形態によれば、カバー15は、第2の感受性要素13を全体的にカプセル化する。

【0052】

図6および7に示されたように、カバー15は、空洞19中に位置付けられた基準ボロメータ10を全体的にカプセル化することができる。次いで閉じられる空洞19は、上部においてカバー15によって（図6の上部で）、かつ底部において基板14によって（図6の底部で）、その輪郭が描かれる。

10

【0053】

カバー15は、好ましくは、基準ボロメータ10と接触せずに、それを全体的に被覆する。したがって、カバー15は、閉じた、できる限りしっかりと密閉された空洞19を生成するカプセルを形成し、その中に基準ボロメータ10が収納される（図6および7）。

【0054】

また、カバー15は、基板14の一部分の上に延在する、基板14を圧するリムを形成することができる。図7に示されたように、リムは、カプセルの周りすべてに存在して、カバー15の付着力、最終的には機密性を向上させる。

【0055】

20

カバー15の内壁17は、閉じられた空洞19が、吸収性の空洞を構成するように、吸収性層20から構成される。さらに正確には、内壁17の全体は、第2の感受性要素13から入射する放射線を吸収するために、吸収性層20から構成される。吸収性層20を構成する吸収性の材料は、カバー15の内壁17の全体を被覆する。吸収性層20は、第2の感受性要素13から、好ましくは基準ボロメータ10の全体から放射された熱放射線を少なくとも吸収する材料から作られる。検出装置が作動中であるとき、第2の感受性要素13は、実際に、熱くなり、放射線を放出し、それは、次いで吸収性層20によって吸収される。

【0056】

吸収性層20は、有利には、石油（black gold）、プラチナ、銀、およびクロムから選択される、少なくとも1つの多孔質で吸収性の金属質材料から形成される。石油およびプラチナは、黒色吸収体を精巧に仕上げるために、銀およびクロムのパイロ電気（pyroelectric）、またはサーモパイル（thermopile）の検出装置の分野で通常使用される。

30

【0057】

ボロメータの熱化、すなわち基準ボロメータ10がとることになる温度は、断熱アーム5を介した熱伝導による損失、およびそれに、黒体から構成される内壁17によって支配される、放射による損失が加えられた結果である。

【0058】

代替の実施形態によれば、吸収性層20は、少なくとも1つの、黒鉛を含む高分子材料から形成される。黒鉛を含む高分子材料は、2 μm から20 μm の範囲で最大80%まで吸収することができる。「高分子」という用語は、エポキシまたはポリイミドのタイプの高分子樹脂、ならびに感光性樹脂も包含する。

40

【0059】

吸収性層20の吸収能力を向上させるために、層20は、多層の形で作製する、および／または異なる性質のいくつかの吸収性材料を含むこともできる。

【0060】

次いで、上記に述べられたカバー15を有する基準ボロメータ10は、アクティブ・ボロメータ7の熱抵抗と同一の、または少なくともそれに匹敵する熱抵抗を示す。

【0061】

上記に述べられた電磁放射検出装置は、検出装置の真空カプセル化プロセスの範囲（sc

50

ope) 内で、単元的な (elementary) 形で、またはウェーハ上に集合的な (collective) やり方で作製しても良い。

【0062】

図4および6に示された特定の実施形態によれば、検出装置は、シールドされていないアクティブ・ボロメータ7と、カバー15によってシールドされた基準ボロメータ10とを含む。

【0063】

電磁放射8のかかる検出装置の特定の実施形態が、図8～13を参照してさらに詳細に述べられる。

【0064】

アクティブ・ボロメータ7および基準ボロメータ10の特性は、それらの作製条件に依存して、具体的にはIR検出装置を小型化するために、わずかに変化する可能性がある。このため、これらの特性の差により、特に、サーミスタ4の温度変化を正確に測定する場合に、測定誤差が生じる(図2)。測定精度を向上させるために、具体的にはこのタイプの誤差を防止するために、アクティブ・ボロメータ7および基準ボロメータ10は、好ましくは、同じ基板14上に同時に形成される。

【0065】

図8に示されたように、検出装置の作製方法は、まず、固定点6を含む基板14上への第1の犠牲層21の堆積を含み、その犠牲層21は、好ましくはポリイミドから作製され、その厚さが、アクティブ・ボロメータ7および基準ボロメータ10の固定点6の厚さにおおよそ等しい。次いで、第1の感受性要素12および第2の感受性要素13をそれぞれ含むボロメトリック・プレート22および23が、アクティブ・ボロメータ7および基準ボロメータ10を形成する従来の方法で作製される。

【0066】

次いで、図9に示されたように、好ましくはポリイミドから作製される第2の犠牲層24が、第1の犠牲層21上に、およびボロメトリック・プレート22および23上に堆積される。この堆積によって導入される熱処理が、アクティブ・ボロメータ7および基準ボロメータ10の性能を損なってはならない。第2の感受性要素13の上方に空きスペースを形成し、かつ基準ボロメータ10の上方で、0.5 μmと5 μmの範囲に含まれる距離にカバー15を作るために、第2の犠牲層24の厚さもまた0.5 μmと5 μmの範囲に含まれる。

【0067】

次いで、図10で、第1の犠牲層21および第2の犠牲層24のエッチングが、基準ボロメータ10に向かって実施される。リセス25が、カバー15の要求された形状に従って、基準ボロメータ10の周りすべてで、エッチングされる。したがって、リセス25は、基準ボロメータ10を囲繞し、第1の犠牲層21および第2の犠牲層24の全厚を貫通する、連続した溝を形成する。

【0068】

次いで、図11に示されたように、カバー15を構成する異なる層が、いずれもの知られた方法によって、第2の犠牲層24上に薄層の形で連続して堆積される。薄層によって意味されるものは、その厚さが、0.005 μmと1 μmの範囲に含まれる層である。

【0069】

これらの層は、たとえば、吸収性材料の第2の層27上に堆積される第1の金属層26から構成される。すべての場合において、第1の層26および第2の層27は、カバー15が、電磁放射8を反射し、かつ、基準ボロメータ10が作動しているとき、ジュール効果によって散逸されたパワーに起因する、基準ボロメータ10から放射された熱放射線を吸収するのに必要な光学および熱的な特性を示すように、選択される。

【0070】

薄層の堆積は、陰極スパッタリング、低圧化学蒸着 (LP CVD (low-pressure chemical vapor deposition))、またはプラズマ化学気相蒸着 (PE CVD (plasma-enhance

10

20

30

40

50

d chemical vapor deposition)) によって実施される。

【0071】

例示する目的で、石油の第2の層27は、2 m b a rと20 m b a rの範囲に含まれる減圧された窒素圧下で、石油を蒸発させることによって作られても良い。

【0072】

プラチナの第2の層27が、従来の電気化学的技術によって堆積されても良い。

【0073】

クロムの第2の層の堆積が、たとえば、アルゴン (A r) /酸素 (O₂) の混合物の存在中で、以下の条件下でスパッタリングによって達成されても良い。

【0074】

圧力は、1 m T o r rと20 m T o r rの範囲に含まれる

A r / O₂ 比は、20 : 1と10 : 1の範囲に含まれる

面の単位当たりのパワーは、0.12 W / c m²と2 W / c m²の範囲に含まれる

【0075】

同様に、銀の第2の層27の堆積が、アルゴンまたは窒素の存在中で、75 m T o r rと750 m T o r rの範囲に含まれる圧力で、蒸発によって実施されても良い。

【0076】

したがって、図4および図13に示されたように、リセス25中に形成される第1の層26および第2の層27は、基板14上に位置するカバー15の側壁を構成する。カバー15の側壁は、有利には、その厚さが、0.1 μ mと2.5 μ mの範囲に含まれる。

【0077】

次いで、図12に示されたように、基準ボロメータ10の場所に向くだけであるカバー15を形成するために、層26および27のエッチングが、アクティブ・ボロメータ7の場所に向かって実施される。カバー15は、たとえば、化学的またはプラズマのエッチング方法によって、またはリフトオフ処理によって、その輪郭が描かれる。

【0078】

次いで、最後に、同じ基板14上にアクティブ・ボロメータ7および基準ボロメータ10を有する検出装置のほかに、黒体として振る舞う集積化されたカバー15も得るために、第1の犠牲層21および第2の犠牲層24がエッチングされる (図13)。

【0079】

犠牲層21および24のエッチングは、好ましくは、いずれもの知られた方法によって単一のステップで実施される。この最後のステップを容易にするために、開口部 (不図示) が、カバー15の厚さ中に設けられても良い。開口部のサイズは、カバー15の機能を阻害しないほどに十分小さくすることが必要である。犠牲層21および24のエッチングは、閉空洞19を開放する。

【0080】

図示されていない代替の実施形態によれば、検出装置は、いくつかの同一のアクティブ・ボロメータ7のために、単一の基準ボロメータ10を含む。

【0081】

図14に示された代替の実施形態によれば、基準ボロメータ10が固定点6を含むマイクロブリッジを備えた断熱構造体を有したとき、カバー15は、基板14を圧しなくとも良いが、基準ボロメータ10の固定点6を圧しても良い。図14に示されたように、カバー15は、基準ボロメータ10の固定点6の少なくとも2つを圧する。基準ボロメータ10のカバー15およびボロメトリック・プレート23は、開空洞28を形成する。開空洞28は、上部においてカバー15によって (図14の上部で)、かつ底部においてプレーンA Aによって (図14の底部で)、その輪郭が描かれる。プレーンA Aは、支持体 (support) を形成する固定点6を通過する。固定点6がボロメトリック・プレート23と同じ面上にあるとき、プレーンA Aは、ボロメトリック・プレート23も通過する (図14)。カバー15は、基準ボロメータ10を被覆しないが、第2の感受性要素13に接触せずに第2の感受性要素13だけを被覆する。

10

20

30

40

50

【0082】

かかる装置を生成するための方法は、リセス25が基準ポロメータ10の固定点6に向かったエッチングによって生成される点で、以前の実施形態と異なる。エッチングの後、リセス25中に堆積された第1の層26および第2の層27は、基準ポロメータ10の固定点6上に位置するカバー15の側壁を構成する。

【0083】

この代替の実施形態は、特に、カバー15を生成するために要求される全体の寸法および容積を減少させる。この代替の実施形態は、第1の犠牲層21および第2の犠牲層24のエッチングが特に困難であるときに好まれる。

【0084】

図15に示された、もう1つの特定の実施形態によれば、検出装置は、アクティブ・ポロメータ7がカプセル29によってカプセル化され、かつ基準ポロメータ10のカバー15がファブリペロー・タイプの多層の吸収性構造体を有することにより、以前の実施形態と異なる。具体的には、カバー15は、基準ポロメータ10から放射された電磁放射に対して透明な材料から構成され、吸収性層20と反射シールド18の間に配置された支持層30を含む。

【0085】

支持層30、外壁16および内壁17は、共振空洞 (resonant cavity) を形成する。共振空洞は、基準ポロメータ10から放射されることがある、いかなる電磁放射も吸収する。支持層30は、基準ポロメータ10から放射された電磁放射に対して透明な材料から構成される。

【0086】

カプセル29は、アクティブ・ポロメータ7をカプセル化し、電磁放射8に対して透明な、有利には、支持層30の透明な材料と同一の材料から構成される。

【0087】

図15に示されるように、支持層30は、好ましくは、その形状がカプセル29の形状と同一である覆い (envelope) を形成する。

【0088】

カプセル29は、アクティブ・ポロメータ7がその中に収納される、閉空洞19bを形成するために、アクティブ・ポロメータ7を全体的に覆う。閉空洞19bは、上部においてカプセル29によって (図15の上部で)、かつ底部において基板14によって (図15の底部で)、その輪郭が描かれる。

【0089】

カプセル29は、入射電磁放射に対して透明である。

【0090】

吸収性層20は、好ましくは窒化チタニウムおよびニクロムから選択される、適切な二乗の抵抗 (squared resistance) を有する抵抗性吸収性材料の少なくとも1つから形成される。吸収性層20は、カバー15のレベルで吸収性空洞を形成する。抵抗性吸収性材料は、基準ポロメータ10に向いて配置され、有利には、そのインピーダンスが376と377Ωの二乗 (Ω.squared) の範囲に含まれる、好ましくは、376.8Ωの二乗 (Ω.squared) に等しい。

【0091】

カプセル29および／または支持層30の透明な材料は、単結晶、多結晶またはアモルファスのシリコン、単結晶または多結晶のゲルマニウム、ならびにSiGe合金から選択される。

【0092】

支持層30の厚さdは、後続の式 (3) に従って、基準ポロメータ10から放射された電磁放射の波長λに、および支持層30の光学指数 (optical index) nに依存する。

$$d = \lambda / 4n \quad (3)$$

【0093】

支持層 30 は、反射シールド 18 を支持し、それは、有利には、金属から作られる。たとえば、 $14\ \mu\text{m}$ において最大の吸収を示すカバー 15 を形成するために、アモルファス・シリコンから作られ、かつ抵抗性吸収性材料から構成される吸収性層 20 と、たとえばアルミニウムまたはアルミニウム・ベースの合金から作られる反射シールド 18 との間に挿入される支持層 30 の厚さは、 $1\ \mu\text{m}$ であることが必要である。次いで、かかる構造体は、約 300 K で 0.8 の放射率を示し、黒体の放射率（1 に等しい）に近い。

【0094】

この構造体は、真空マイクロカプセル化技術に特に適しており、カバー 15 を構成する材料は、この分野で通常使用される。前述の電磁放射を検出するための装置は、真空カプセル化方法の範囲内で作製されても良い。

10

【0095】

図 15 による、アクティブ・ボロメータ 7 および基準ボロメータ 10 を含む、電磁放射を検出するための装置の特定の実施形態が、図 16 ~ 21 を参照してさらに詳細に述べられる。

【0096】

図 16 に示されたように、かかる検出装置を作製するための方法は、リセス 25 が基準ボロメータ 10 を囲繞する連続した溝、およびアクティブ・ボロメータ 7 を囲繞する溝も形成するようなやり方で作られる点で、以前の実施形態と主に異なる。

【0097】

次いで、カバー 15 の吸収性層 20 を形成するために、吸収性材料の第 2 の層 27 が、いずれもの知られた方法によって、アクティブ・ボロメータ 7 の場所に向かって堆積されて、エッチングされる（図 17）。

20

【0098】

次いで、リセス 25 および吸収性層 20 を被覆するために、透明な材料の第 3 の層（不図示）が堆積され、次いで、それは、支持層 30 を形成するために、いずれもの知られた方法によってエッチングされる。

【0099】

次いで、反射シールド 18 を構成するために、第 1 の層 26 が堆積されエッチングされる（図 18）。

【0100】

アクティブ・ボロメータ 7 および基準ボロメータ 10 をカプセル化するための解放用およびポンプ用のチャネル 32 をその後に形成するために、穴 31 が、連続的に、または同時にいずれかで、カプセル 29 に、ならびに反射シールド 18、支持層 30 および吸収性層 20 を貫通してカバー 15 に作られる（図 19）。

30

【0101】

図 20 および 21 に示されたステップは、従来の方法によって通気チャネル 33（図 20）を生成し、次いで、1 つまたは複数の密閉層 34 を堆積することによって、アクティブ・ボロメータ 7 および基準ボロメータ 10 を真空中でカプセル化することにある（図 21）。これら密閉層は、通気孔（vent）33 を密閉し、アクティブ・ボロメータ 7 のために反射防止機能を果たす。

40

【0102】

次いで、第 1 の犠牲層 21 および第 2 の犠牲層 24 が、いずれもの知られた方法によってエッチングされ、それによって、カバー 15 およびカプセル 29 のそれぞれの空洞 19 および 19b を開放する。

【0103】

ゲッター（getter）（不図示）が、場合によっては、カバー 15 およびカプセル 29 のそれぞれの空洞 19 および 19b 中に組み込まれても良い。この場合、ゲッターは、ボロメータ 7 および 10 の密閉前に、従来のように熱処理によって活性化されることが必要である。

【0104】

50

本発明による電磁放射を検出するための装置は、アクティブ・ボロメータから送られた、 S_a として示された信号の自己発熱成分が取り除かれ、そして電磁放射 8 を放出する現場の信号が最大限に増幅されるのを可能にする。基準ボロメータ 10 は、電気熱の観点からアクティブ・ボロメータ 7 と同一であり、電磁放射 8 に、特に IR に左右されない。

【0105】

この検出装置は、見込みがある。というのは、これは、バイアス・パルス (biasing pulse) 中におけるアクティブ・ボロメータ 7 の熱的挙動が、完全に同じように再現されるのを可能にし、基準ボロメータ 10 からの S_r として示された信号が、同じオフセットおよび自己発熱信号成分 (self-heating signal components) を含むからである。基準ボロメータ 10 の放射環境が、最適化された方法で、アクティブ・ボロメータ 7 の放射環境をエミュレートし、それによって、オフセット電流が、最適に差し引かれるのが可能になる。このように、一度これらのボロメータ 7 および 10 からの信号が差し引かれると、その結果得られた S_u として示された信号は、もっぱらその現場の寄与分に対応し、次いで、他の読み出しチェーン (read chain) によって増幅されることが可能になる。

【0106】

図 22 に示されたように、バイアス・フェーズ (biasing phase) 中のアクティブ・ボロメータ 7 からの信号 S_a および基準ボロメータ 10 からの信号 S_r の変化は、基準ボロメータ 10 からの信号がアクティブ・ボロメータ 7 からの信号を追従することを示す。従来の技術による、金属シールドだけを有する基準ボロメータからの信号 S_0 と比較すると、ほぼ 1 % のオフセット電流の残留分の存在が観察される。よって、積分された信号が、現場に関する情報を含まない、有益でない部分から構成されることになる。

【0107】

従来の IR 画像装置の通常のパイアス電流および利得の場合、この電流の残留分は、その装置の出力範囲の 30 % に達する可能性がある。その結果として、現場を画像化するための信号の利用可能な変位が減少される。本発明の電磁放射を検出するための装置の他との区別を示す特性は、この残留分が取り除かれる、または少なくとも、大いに減少されるのを可能にする。それによって、本発明による電磁放射を検出するための装置は、オフセット電流のスキミング (skimming) を最適化し、そして現場の利用できるダイナミック・レンジが増大されるのを可能にする。

【符号の説明】

【0108】

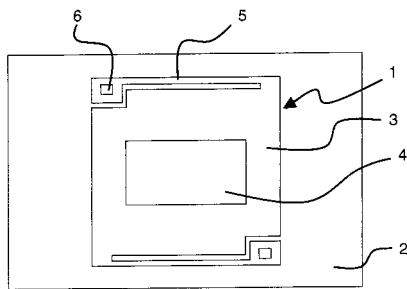
- 1 ボロメトリック・プレート
- 2 基板
- 3 薄膜
- 4 サーミスタ
- 5 断熱アーム
- 6 固定点
- 7 アクティブ・ボロメータ
- 8 電磁放射
- 9 積分器
- 10 基準ボロメータ
- 11 保護シールド
- 12 第 1 の要素、第 1 の感受性要素
- 13 第 2 の要素、第 2 の感受性要素
- 14 基板
- 15 カバー
- 16 外壁
- 17 内壁
- 18 反射シールド
- 19 開いた、または閉じた空洞

- 19 b 閉空洞
 20 吸収性層
 21 第1の犠牲層
 22 ボロメトリック・プレート
 23 ボロメトリック・プレート
 24 第2の犠牲層
 25 リセス
 26 第1の層
 27 第2の層
 28 開空洞
 29 カプセル
 30 支持層
 31 穴
 32 チャンネル
 33 通気チャンネル
 34 密閉層
 S₁ 面
 S₂ 面
 S_a 信号の自己発熱成分
 S_r 基準ボロメータからの信号
 S₀ 基準ボロメータからの信号
 S_u 得られた信号

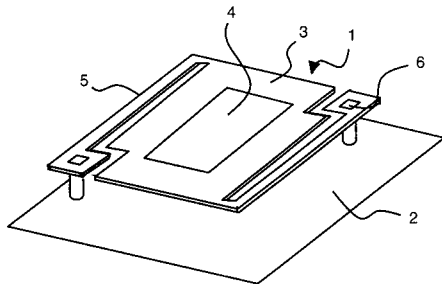
10

20

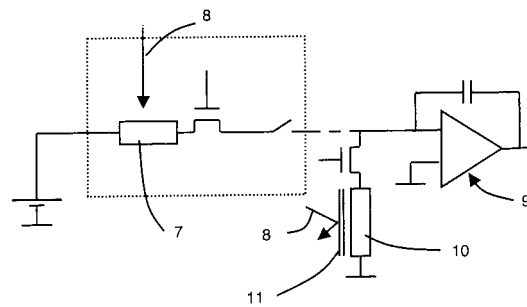
【図1】



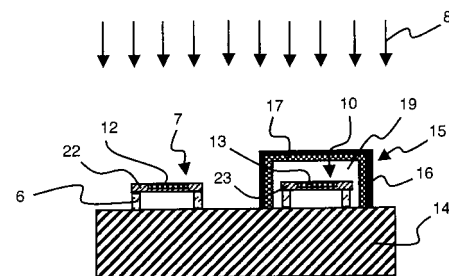
【図2】



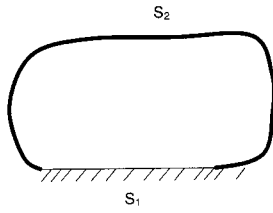
【図3】



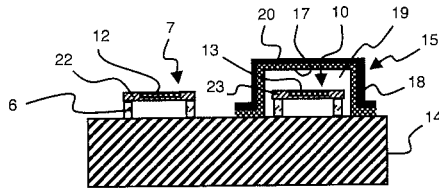
【図4】



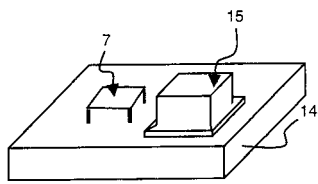
【図 5】



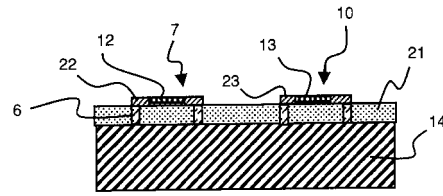
【図 6】



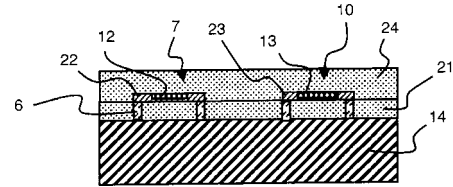
【図 7】



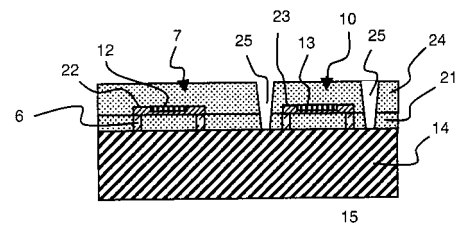
【図 8】



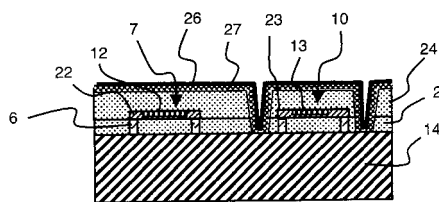
【図 9】



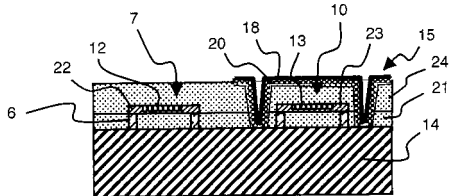
【図 10】



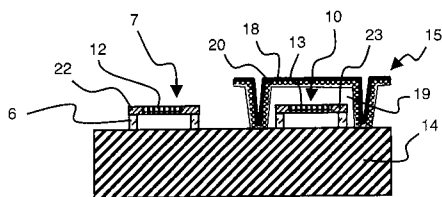
【図 11】



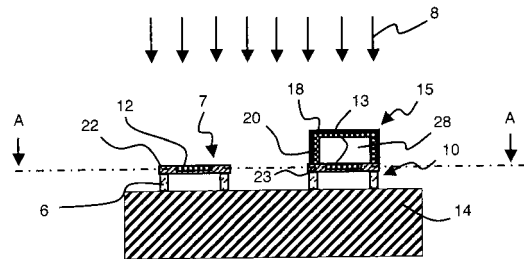
【図 12】



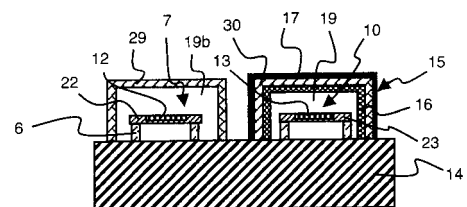
【図 13】



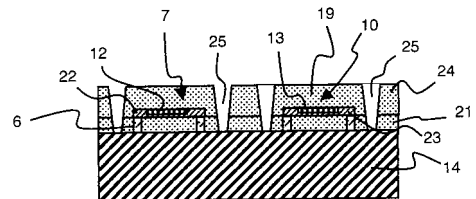
【図 14】

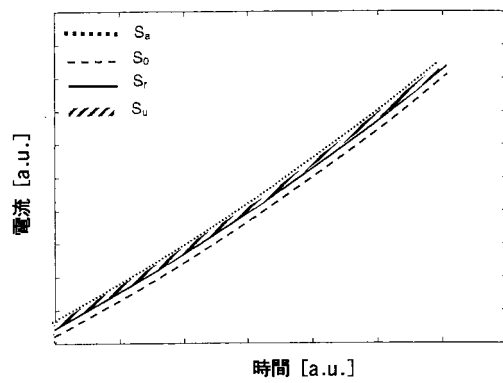
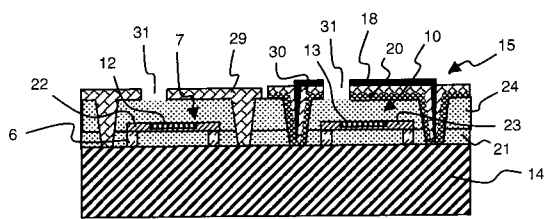
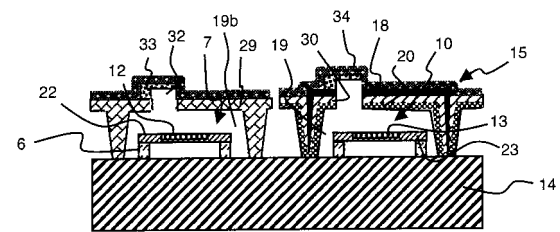
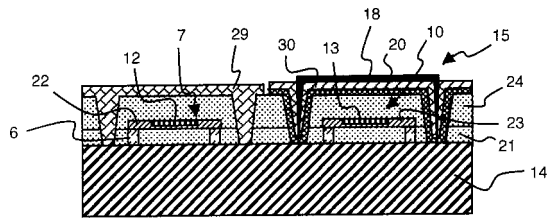
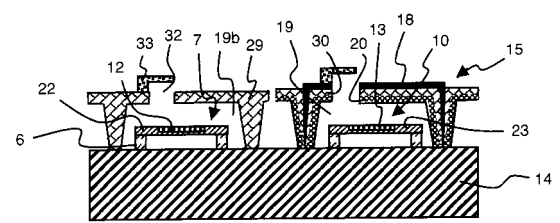
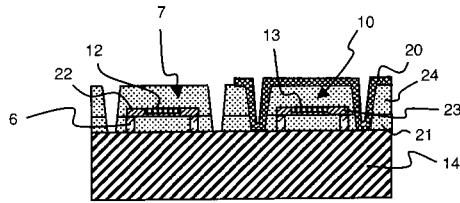


【図 15】



【図 16】





フロントページの続き

(74)代理人 100082991

弁理士 佐藤 泰和

(74)代理人 100103263

弁理士 川崎 康

(74)代理人 100107582

弁理士 関根 毅

(74)代理人 100118843

弁理士 赤岡 明

(74)代理人 100152205

弁理士 吉田 昌司

(72)発明者 ジャン - ルイ、ウブリエ - ビュフェ

フランス国セブリエ、ルート、ド、ラ、プランシュ、430

(72)発明者 ジェローム、メラン

フランス国グルノーブル、リュ、ガブリエル、ペリ、32

Fターム(参考) 2G065 AA11 AB02 AB03 BA12 BA15 BE08 CA13 CA21 DA18

【外国語明細書】
2012108119000001.pdf