

(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2013-217786

(P2013-217786A)

(43) 公開日 平成25年10月24日(2013.10.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>G01J 1/02</b> (2006.01)	G01J 1/02	C 2 G065
<b>H01L 27/144</b> (2006.01)	G01J 1/02	Y 2 G066
<b>G01J 5/48</b> (2006.01)	H01L 27/14	K 4 M118
<b>H04N 5/33</b> (2006.01)	G01J 5/48	A 5 C024
	HO4N 5/33	

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2012-89060 (P2012-89060)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成24年4月10日 (2012.4.10)	(74) 代理人	100095728 弁理士 上柳 雅善
		(74) 代理人	100107261 弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661 弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	野田 貴史 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

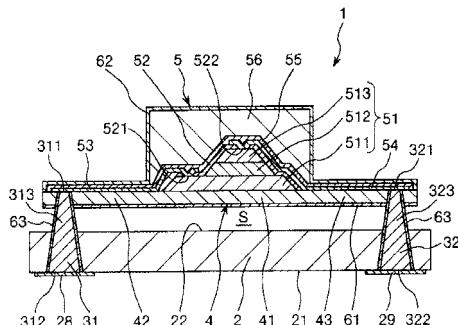
(54) 【発明の名称】熱型電磁波検出素子、熱型電磁波検出素子の製造方法、熱型電磁波検出装置および電子機器

## (57) 【要約】

【課題】製造の容易な熱型電磁波検出素子を提供することにある。

【解決手段】熱型電磁波検出素子1は、赤外線を検出する検出部5と、検出部5を支持するメンブレン4と、メンブレン4と空隙Sを隔てて対向配置された基板2と、基板2に対して支持基板4を支持するとともに、検出部5と電気的に接続されたビア31、32とを有している。ビア31、32は、基板2を貫通するとともに基板2からメンブレン4側へ突出して形成され、基板2から突出した突出部313、323にてメンブレン4と接合されている。すなわち、突出部313、323は、空隙Sを形成するスペーサーを構成する。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

受けた電磁波の量に応じた電気信号を電極から取り出すことのできる検出部と、前記検出部を支持する支持部材と、前記支持部材と空隙を隔てて対向配置された基板と、前記基板を貫通し、前記基板に対して前記支持部材を支持しており、前記検出部の電極と電気的に接続された導電性を有するビアとを有することを特徴とする熱型電磁波検出素子。

**【請求項 2】**

前記ビアは、前記基板から前記空隙へ突出し、前記ビアの前記基板から突出した部分は前記空隙を形成するスペーサーを構成する請求項 1 に記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 3】**

前記ビアは、前記基板から前記空隙へ突出し、前記ビアの前記基板から突出した部分は前記支持部材と前記基板との間に形成された層を除去することにより形成される請求項 1 または 2 に記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 4】**

前記ビアは、前記支持部材を貫通して設けられている請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 5】**

前記ビアの前記基板から突出した部分は、その横断面積が前記支持部材側へ向けて漸減している請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 6】**

前記支持部材は、前記検出部が搭載された搭載部と、前記搭載部の縁部に連結された少なくとも 1 つのアームとを有し、前記アームにて前記ビアに支持されている請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 7】**

前記支持部材は、一対の前記アームを有し、前記搭載部に対して前記一対のアームがそれぞれ前記搭載部の中心から反対方向に延出している請求項 6 に記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 8】**

前記アームは、前記搭載部に対して熱コンダクタンスが低い請求項 6 または 7 に記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 9】**

前記アームは、前記搭載部の外周に沿って延在するように、長手方向の途中にて少なくとも 2 回屈曲している請求項 6 ないし 8 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 10】**

前記基板の前記支持部材と対向する面は、平坦面である請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 11】**

前記支持部材の前記基板と対向する面は、耐エッチング性を有する第 1 保護層で覆われている請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 12】**

前記支持部材の前記基板と反対側の面および前記検出部は、耐エッチング性を有する第 2 保護層で覆われている請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 13】**

前記ビアは、前記基板から前記空隙へ突出し、前記ビアの前記基板から突出した部分は、耐エッチング性を有する第 3 保護層で覆われている請求項 1 ないし 12 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子。

**【請求項 14】**

基板、犠牲層および支持部材がこの順にて積層しており、前記支持部材に、受けた電磁

10

20

30

40

50

波の量に応じた電気信号を電極から取り出すことのできる検出部が設けられている積層体を得る工程と、

少なくとも前記基板および前記犠牲層を貫通する孔を形成する工程と、

前記孔に導電性を有する導電性材料を充填することにより、前記電極と電気的に接続されたビアを形成する工程と、

前記犠牲層をエッチングにより除去し、前記基板と前記支持部材との間に空隙を形成する工程と、を有することを特徴とする熱型電磁波検出素子の製造方法。

#### 【請求項 15】

請求項 1ないし 13 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子が複数、2次元的に配置されていることを特徴とする熱型電磁波検出装置。10

#### 【請求項 16】

請求項 1ないし 13 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子を少なくとも 1つ備えることを特徴とする電子機器。

#### 【請求項 17】

複数の前記熱型電磁波検出素子が2次元的に配置された熱型電磁波検出装置を備える撮像装置である請求項 16 に記載の電子機器。20

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、熱型電磁波検出素子、熱型電磁波検出素子の製造方法、熱型電磁波検出装置および電子機器に関するものである。20

#### 【背景技術】

#### 【0002】

従来から、熱型電磁波検出装置として、焦電型、熱電対型、抵抗型（ボロメーター型）等の赤外線検出装置が知られている。このうち焦電型の赤外線検出装置は、受光した赤外線の光量によって焦電体材料の自発分極量が変化することを利用して、例えばソースフォロワ回路での読み出しの場合、焦電体の両端に焦電流による電位差を生じさせ、この電位差を利用して赤外線を検出している。このような焦電型の赤外線検出装置は、熱電対型、ボロメーター型等の他の赤外線検出装置と比較して、検出感度が優れるという利点がある。30

#### 【0003】

焦電型の赤外線検出素子としては、例えば、特許文献 1 に記載された素子が知られている。特許文献 1 に記載の赤外線検出素子（焦電型赤外線検出器）は、支持部材と、支持部材の上面に搭載されている検出部と、支持部材を支持する基部とを有している。基部は、支持部材側に突出するポスト（突起）を有し、ポストを介して支持部材を支持している。このようなポストによって支持部材と基部との間に空洞部が形成され、これにより赤外線検受光部と基部との熱分離が図られている。

#### 【0004】

ここで、特許文献 1 の赤外線検出素子では、層間絶縁膜で形成される基部をエッチングすることによりポストおよび空洞部を形成している。具体的には、基部の一方の面にポストの平面視形状に対応したマスクを形成し、このマスクを介して基部をエッチングすることによりポストおよび空洞部を形成している。すなわち、マスクで覆われていない部分をエッチダウンすることにより、ポストと空洞部を同時に形成している。40

#### 【0005】

しかしながら、上述したような、層間絶縁膜で形成される基部をエッチングすることによってポストおよび空洞部を形成する方法では、赤外線検出素子の周辺や下部に層間絶縁膜が位置することになる。一般的に層間絶縁膜は、SiO<sub>2</sub> や SiN といった絶縁性材料で形成されており、これらの絶縁性材料は赤外線を吸収して熱を持つ。したがって、赤外線が照射されると、赤外線検出素子だけでなく、絶縁性材料が赤外線を吸収することによってポストの温度も上昇する。このような場合には、赤外線非照射時に赤外線検出素子の50

温度が低下した際、ポストから赤外線検出素子に熱が流入することがある。これにより、赤外線非照射時の赤外線検出素子の温度が上昇し、赤外線非照射時と赤外線照射時との温度差が小さくなる。赤外線検出素子の出力信号のレベルは、赤外線検出素子の温度差に比例するため、前述のように赤外線非照射時と赤外線照射時との温度差が小さくなると、赤外線検出素子の出力信号が小さくなるという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2011-203167号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、電磁波に対する温度上昇が小さい構成により支持部材を支持する熱型電磁波検出素子、熱型電磁波検出素子の製造方法、熱型電磁波検出装置および電子機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の熱型電磁波検出素子は、受けた電磁波の量に応じた電気信号を電極から取り出すことのできる検出部と、

20

前記検出部を支持する支持部材と、

前記支持部材と空隙を隔てて対向配置された基板と、

前記基板を貫通し、前記基板に対して前記支持部材を支持しており、前記検出部の電極と電気的に接続された導電性を有するビアとを有することを特徴とする。

これにより、導電性を有するビアによって支持部材を支持することができる。導電性を有する材料は、従来の層間絶縁膜を構成する絶縁性材料よりも電磁波を吸収しにくいため、このような構成によれば、電磁波に対する温度上昇が小さい構成により支持部材を支持する熱型電磁波検出素子を提供することができる。

【0009】

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記ビアは、前記基板から前記空隙へ突出し、前記ビアの前記基板から突出した部分は、前記空隙を形成するスペーサーを構成することが好みしい。

これにより、ビアの突出している部分の高さを規定することにより、空隙の高さを簡単に制御することができる。

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記ビアは、前記基板から前記空隙へ突出し、前記ビアの前記基板から突出した部分は、前記支持部材と前記基板との間に形成された層を除去することにより形成されることが好みしい。

これにより、簡単に空隙を形成することができる。

【0010】

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記ビアは、前記支持部材を貫通して設けられていることが好みしい。

これにより、ビアと検出部の電気的接続を簡単に行うことができる。そのため、熱型電磁波検出素子の製造がより簡単となる。

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記ビアの前記基板から突出した部分は、その横断面積が前記支持部材側へ向けて漸減していることが好みしい。

これにより、ビアと検出部との接触面積を小さくすることができ、検出部からビアへの熱伝達を抑制することができる。そのため、検出部がより効率的に光を検出することができる。

【0011】

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記支持部材は、前記検出部が搭載された搭載部と

30

40

50

、前記搭載部の縁部に連結された少なくとも1つのアームとを有し、前記アームにて前記ビアに支持されていることが好ましい。

これにより、支持部材の構成が簡単となる。

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記支持部材は、一対の前記アームを有し、

前記搭載部に対して前記一対のアームがそれぞれ前記搭載部の中心から反対方向に延出していることが好ましい。

これにより、支持部材を基部に対してより安定的に支持することができる。

#### 【0012】

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記アームは、前記搭載部に対して熱コンダクタンスが低いことが好ましい。

これにより、検出部の熱が支持部材を介してビアや基板に伝達されるのを効果的に抑制することができる。そのため、検出部にて、より効率的に光を検出することができる。

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記アームは、前記搭載部の外周に沿って延在するように、長手方向の途中にて少なくとも2回屈曲していることが好ましい。

これにより、搭載部からのアームの過度な突出を抑制することができるとともに、アームの長さをより長くすることができる。そのため、熱型電磁波検出素子の小型化を図ることができるとともに、検出部の熱が支持部材を介してビアや基板に伝達されるのを効果的に抑制することができる。

#### 【0013】

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記基板の前記支持部材と対向する面は、平坦面であることが好ましい。

これにより、熱型電磁波検出素子の構成が簡単となる。

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記支持部材の前記基板と対向する面は、耐エッチング性を有する第1保護層で覆われていることが好ましい。

これにより、製造時における支持部材の腐食や劣化を防止することができ、優れた信頼性を発揮することができる熱型電磁波検出素子となる。

#### 【0014】

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記支持部材の前記基板と反対側の面および前記検出部は、耐エッチング性を有する第2保護層で覆われていることが好ましい。

これにより、製造時における支持部材や検出部の腐食や劣化を防止することができ、優れた信頼性を発揮することができる熱型電磁波検出素子となる。

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記ビアは、前記基板から前記空隙へ突出し、前記ビアの前記基板から突出した部分は、耐エッチング性を有する第3保護層で覆われていることが好ましい。

これにより、製造時におけるビアの腐食や劣化を防止することができ、優れた信頼性を発揮することができる熱型電磁波検出素子となる。

#### 【0015】

本発明の熱型電磁波検出素子の製造方法は、基板、犠牲層および支持部材がこの順にて積層しており、前記支持部材に、受けた電磁波の量に応じた電気信号を電極から取り出すことのできる検出部が設けられている積層体を得る工程と、

少なくとも前記基板および前記犠牲層を貫通する孔を形成する工程と、

前記孔に導電性を有する導電性材料を充填することにより、前記電極と電気的に接続されたビアを形成する工程と、

前記犠牲層をエッチングにより除去し、前記基板と前記支持部材との間に空隙を形成する工程と、を有することを特徴とする。

このような製造方法によれば、犠牲層を除去するだけで、基板と支持部材との間に空隙を形成することができるため、熱型電磁波検出素子の製造が簡単となる。また、犠牲層の厚さによって、空隙の高さを制御することができるため、比較的大きな高さを有する空隙であっても簡単に形成することができる。

#### 【0016】

10

20

30

40

50

本発明の熱型電磁波検出装置は、本発明の熱型電磁波検出素子が複数、2次元的に配置されていることを特徴とする。

これにより、上述の効果を発揮することのできる熱型電磁波検出装置が得られる。

本発明の電子機器は、本発明の熱型電磁波検出素子を少なくとも1つ備えることを特徴とする。

これにより、上述の効果を発揮することのできる電子機器が得られる。

本発明の電子機器は、複数の前記熱型電磁波検出素子が2次元的に配置された熱型電磁波検出装置を備える撮像装置であることが好ましい。

これにより、電子機器を、例えば、赤外線カメラ、サーモグラフィー、車載用ナイトビジョン、監視カメラなどとして用いることができる。

10

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0017】

【図1】本発明の第1実施形態に係る熱型電磁波検出素子の平面図である。

【図2】図1に示す熱型電磁波検出素子の断面図である。

【図3】図1に示す熱型電磁波検出素子の製造方法を説明する断面図である。

【図4】図1に示す熱型電磁波検出素子の製造方法を説明する断面図である。

【図5】図1に示す熱型電磁波検出素子の製造方法を説明する断面図である。

【図6】図1に示す熱型電磁波検出素子の製造方法を説明する断面図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係る熱型電磁波検出素子を示す平面図である。

20

【図8】本発明の第3実施形態に係る熱型電磁波検出素子を示す平面図である。

【図9】本発明の第4実施形態に係る熱型電磁波検出素子を示す断面図である。

【図10】本発明の熱型電磁波検出装置の好適な実施形態を示す平面図である。

【図11】図10に示す熱型電磁波検出装置の断面図である。

【図12】本発明の熱型電磁波検出素子を備える電子機器（テラヘルツカメラ）である。

【図13】図12に示すテラヘルツカメラの詳細を示すブロックである。

【図14】本発明の熱型電磁波検出素子を備える電子機器（赤外線カメラ）である。

【図15】本発明の熱型電磁波検出素子を備える電子機器（FA機器）である。

【図16】本発明の熱型電磁波検出素子を備える電子機器（電気機器）である。

【図17】本発明の熱型電磁波検出素子を備える電子機器（運転支援装置）である。

30

【図18】図17に示す運転支援装置の詳細を示すブロック図である。

【図19】本発明の熱型電磁波検出素子を備える電子機器（コントローラー）である。

【図20】図19に示すコントローラーの詳細を示すブロックである。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0018】

以下、本発明の熱型電磁波検出素子、熱型電磁波検出素子の製造方法、熱型電磁波検出装置および電子機器の好適な実施形態について、添付図面を参照しつつ説明する。

#### <第1実施形態>

まず、本発明の熱型電磁波検出素子の第1実施形態について説明する。

図1は、本発明の第1実施形態に係る熱型電磁波検出素子の平面図、図2は、図1に示す熱型電磁波検出素子の断面図、図4ないし図6は、図1に示す熱型電磁波検出素子の製造方法を説明する断面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図2～図6中の上側を「上」、下側「下」、右側を「右」、左側を「左」と言う。また、図1では、説明の便宜上、保護層62の図示を省略している。

40

##### 【0019】

#### 1. 热型電磁波検出素子

図1および図2に示す熱型電磁波検出素子1は、電磁波を検出する焦電型の検出素子である。電磁波には、例えば、電波、赤外線、可視光線、赤外線、X線、ガンマ線が含まれるが、以下では、代表して、主に赤外線（およそ0.7 μm～1000 μmの波長を有する光）を検出する焦電型の赤外線検出素子について説明する。なお、電波、可視光線、赤外線、X線、ガンマ線等の赤外線以外の電磁波を検出する場合についても、熱型電磁波検

50

出素子 1 と同様の構成とすることができる。

#### 【0020】

このような熱型電磁波検出素子 1 は、基板 2 と、基板 2 に形成されるとともに基板 2 から突出する一対のビア（柱状電極）31、32と、ビア31、32を介して基板2に支持（固定）されたメンブレン（支持部材）4と、メンブレン4に搭載された検出部5とを有している。

熱型電磁波検出素子 1 では、ビア31、32が基板2から上方に突出することにより、メンブレン4と基板2との間に空隙（空間）Sが形成されている。そして、この空隙Sによって、検出部5と基板2とが熱分離されている。

#### 【0021】

##### 1 - 1 . 基板

基板2は、ビア31、32を介してメンブレン4を支持する機能を有する。このような基板2は、その上面（メンブレン4と対向する面）が平坦面で構成されている。これにより、基板2を簡単（単純）な形状とすることことができ、熱型電磁波検出素子1の製造が容易となる。また、後述するように空隙Sの厚さを均一にすることができる。

#### 【0022】

基板2の構成材料としては、特に限定されず、例えば、Si（シリコン）またはその化合物（酸化物、窒化物など）を用いることができる。

基板2は、単層で構成されていてもよく、複数の層が積層された積層体で構成されていてもよい。

また、基板2の厚さとしては、特に限定されず、例えば、10～800μm程度とすることができる。

図2に示すように、このような基板2の下面21には、2つの外部接続端子28、29が形成されている。これら2つの外部接続端子28、29は、後述するように検出部5と電気的に接続されている。

#### 【0023】

##### 1 - 2 . メンブレン

図1および図2に示すように、メンブレン4は、板状をなしており、検出部5を搭載して支持する板状の搭載部41と、搭載部41の縁部から両側へ向けて延出する2本のアーム42、43とを有している。このようなメンブレン4は、2本のアーム42、43の各々の端部（先端部）にてビア31、32に支持されている。搭載部41および各アーム42、43は、例えば、単一の部材をエッチング等によりパターニングすることにより一体的に形成することができる。

#### 【0024】

搭載部41の平面視形状は、略四角形（略正方形）である。搭載部41の大きさとしては、特に限定されないが、例えば、一辺の長さが20～50μm程度であるのが好ましい。なお、搭載部41の平面視形状は、特に限定されず、例えば、円形、橢円形、長方形、三角形、五角形等であってもよい。

アーム42は、その基端が搭載部41と連結しており、先端部がビア31に支持されている。同様に、アーム43は、その基端が搭載部41と連結しており、先端部がビア32に支持されている。また、各アーム42、43は、長尺かつ細幅であって、一方向（所定方向）に延びる直線状をなしている。また、これら2本のアーム42、43は、搭載部41の中心に対し点対称に形成されている。

#### 【0025】

各アーム42、43をこのような形状とすることにより、各アーム42、43の熱コンダクタンスを搭載部41と比較して十分に小さくなる。すなわち、各アーム42、43の横断面（熱の伝達方向に直交する面）の面積を、搭載部41の横断面の面積と比較して十分に小さくすることにより、アーム42、43を、搭載部41と比較して熱が伝達され難いものとすることができます。そのため、検出部5の熱が各アーム42、43を介して基板2に伝達され難くなり、検出部5を基板2に対して効果的に熱分離するため

10

20

30

40

50

、検出部 5 の感度が向上する。

#### 【0026】

各アーム 42、43 の長さは、特に限定されないが、例えば、10～60 μm 程度であるのが好ましい。また、各アーム 42、43 の幅は、特に限定されないが、例えば、1～15 μm 程度であるのが好ましい。また、各アーム 42、43 の厚さは、特に限定されないが、1～15 μm 程度であるのが好ましい。

各アーム 42、43 をこのような長さ、幅および厚さとすることにより、上述の効果をより効果的に発揮することができるとともに、熱型電磁波検出素子 1 の小型化を図ることができる。さらに、各アーム 42、43 の撓みを抑制することができ、搭載部 41 に搭載された検出部 5 の不本意な姿勢の変化（振動、搖動等）を抑制することもできる。これにより、熱型電磁波検出素子 1 は、小型でかつ優れた信頼性を有するものとなる。10

#### 【0027】

メンブレン 4 の構成材料としては、特に限定されず、例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、Si<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などのシリコン酸化物、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>などのシリコン窒化物、ポリシリコン、アモルファスシリコンなどを用いることができる。このような構成材料でメンブレン 4 を構成することにより、メンブレン 4 に絶縁性を付与することができる。また、メンブレン 4 の熱容量を小さくすることができ、検出部 5 を基板 2 に対して効果的に熱分離することができる。

なお、メンブレン 4 は、単層で構成されていてもよいし、複数の層が積層した積層体で構成されていてもよい。積層体で構成する場合には、メンブレン 4 は、例えば、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜（シリコン窒化膜）、SiO<sub>2</sub>膜（シリコン酸化膜）、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜（シリコン窒化膜）がこの順で積層された積層膜で構成することができる。20

#### 【0028】

このようなメンブレン 4 の下面には、保護層（第 1 保護層）61 が形成されている。この保護層 61 は、熱型電磁波検出素子 1 の製造工程にて、後述する犠牲層 7（SiO<sub>2</sub> 膜）を除去する際に用いられるエッティング液（HF：フッ化水素）からメンブレン 4 を保護する機能を有している。すなわち、保護層 61 は、用いられるエッティング液に対する耐エッティング性（耐食性）を有している。これにより、製造時におけるメンブレン 4 の損傷等を効果的に防止することができるため、信頼性の高い熱型電磁波検出素子 1 が得られる。なお、熱型電磁波検出素子 1 の製造方法については、後に詳述する。30

#### 【0029】

保護層 61 の構成材料としては、エッティング液（HF）に対して耐エッティング性のある材料であればよく、例えば、Au、Pt、Al、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Cr、Mo、Fe、Ni、W のいずれか、または、これらのうちの少なくとも 1 種を含む合金などを用いることができる。

なお、保護層 61 の厚さとしては、前述のような効果を発揮することができれば、特に限定されず、例えば、0.1～1 μm 程度とすることができます。

#### 【0030】

##### 1 - 3 . 検出部

検出部 5 は、赤外線（およそ 0.7 μm～1000 μm の波長を有する光）を検出する機能を有している。40

図 2 に示すように、検出部 5 は、メンブレン 4 の搭載部 41 の上面に形成された下部電極 511 と、この下部電極 511 上に重ねて形成された焦電体層 512 と、この焦電体層 512 上に重ねて形成された上部電極 513 とにより構成されたキャパシター 51 を有している。

#### 【0031】

検出部 5 に赤外線（または赤外線を含む光）が照射され、焦電体層 512 が赤外線を吸収し昇温すると、その温度変化に応じて焦電体層 512 の分極の大きさが変化する。そのため、焦電体層 512 の温度変化を下部電極 511 および上部電極 513 の間から電圧（電気信号）として取り出すことができる。そして、取り出した電圧の大きさから焦電体層

10

20

30

40

50

512の温度を検出することができ、さらには、検出した焦電体層512の温度から検出部5に照射された赤外線の照射量を検出することができる。

#### 【0032】

焦電体層512は、焦電体で構成されている。焦電体層512を構成する焦電体としては、特に限定されず、例えば、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）、PZTN（PZTにNb（ニオブ）を添加したもの）、PLZT（チタン酸ジルコン酸ランタン鉛）、SBT（チタン酸バリウムストロンチウム）、LiTaO<sub>3</sub>、PbTiO<sub>3</sub>、PbLaO<sub>3</sub>などを用いることができる。

焦電体層512の厚さは、特に限定されず、例えば、0.05～0.3μm程度とすることができる。

10

#### 【0033】

また、下部電極511および上部電極513の構成材料としては、必要な導電性を有していれば、特に限定されず、例えば、Au、Ag、Pt、Cu、Al、Fe、Ni、Cr、Ir、Taなどの金属材料、または、これらのうちの少なくとも1種を含む合金などを用いることができる。また、下部電極511および上部電極513の構成材料としては、上記材料のうちでも高い耐熱性を有する材料を用いるのが好ましく、その例としては、Au、Pt、Irが挙げられる。

#### 【0034】

下部電極511（上部電極513についても同様）は、単層からなる単層構造であっても、複数の層が積層されてなる積層構造であってもよい。下部電極511を積層構造とする場合には、例えば、Irで構成された下地層と、Ptで構成された電極層とを積層した構造とすることができる、さらに、下地層と電極層との間に、例えば、IrO<sub>x</sub>（酸化イリジウム）で構成された中間層を介在させてもよい。また、他の構成例として、例えば、Ni-Cr系合金で構成された下地層と、AuまたはAu系合金で構成された電極層とを積層した構造とすることができる。

20

下部電極511および上部電極513の厚さは、特に限定されず、例えば、0.05～0.6μm程度とすることができる。

#### 【0035】

また、図2に示すように、検出部5は、さらに、キャパシター51を覆う絶縁膜52と、下部電極511と電気的に接続されるとともに、アーム42の先端部まで引き出された下部電極配線53と、上部電極513と電気的に接続されるとともに、アーム43の先端部まで引き出された上部電極配線54と、キャパシター51、下部電極配線53および上部電極配線54を覆う絶縁膜55と、キャパシター51と重ねて形成された赤外線吸収膜56とを有している。

30

#### 【0036】

絶縁膜52は、キャパシター51を覆っている。これにより、キャパシター51を保護するとともに、キャパシター51と配線等との不本意な電気的な接続（短絡）を防止することができる。

また、絶縁膜52には、下部電極511に通じる第1コンタクトホール521と、上部電極513に通じる第2コンタクトホール522とが形成されている。

40

#### 【0037】

絶縁膜52の構成材料としては、必要な絶縁性を有していれば、特に限定されず、例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、Si<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などのシリコン酸化物、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>などのシリコン窒化物などを用いることができる。

絶縁膜52は、単層からなる単層構造であっても、複数層が積層されてなる積層構造であってもよい。絶縁膜52を積層構造とする場合には、例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で構成された第1層と、SiO<sub>2</sub>またはSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>で構成された第2層とを積層した構造とすることができます。

#### 【0038】

このような絶縁膜52上およびメンブレン4上に跨って下部電極配線53が形成されて

50

いる。下部電極配線 5 3 は、その一端部にて第 1 コンタクトホール 5 2 1 を通じて下部電極 5 1 1 と電気的に接続されている。また、下部電極配線 5 3 の他端部は、アーム 4 2 の先端部に位置している。このような下部電極配線 5 3 によって、下部電極 5 1 1 がアーム 4 2 の先端部まで引き出されている。

#### 【 0 0 3 9 】

また、絶縁膜 5 2 上およびメンブレン 4 上に跨って上部電極配線 5 4 が形成されている。上部電極配線 5 4 は、その一端部にて第 2 コンタクトホール 5 2 2 を通じて上部電極 5 1 3 と電気的に接続されている。また、上部電極配線 5 4 の他端は、アーム 4 3 の先端部に位置している。このような上部電極配線 5 4 によって、上部電極 5 1 3 がアーム 4 3 の先端部まで引き出されている。

10

#### 【 0 0 4 0 】

このような下部電極配線 5 3 および上部電極配線 5 4 の構成材料としては、必要な導電性を有していれば、特に限定されず、例えば、Au、Ag、Pt、Cu、Al、Fe、Ni、Cr、Ir、Ta、Tiなどの金属材料、または、これらのうちの少なくとも 1 種を含む合金や窒化物などを用いることができる。また、下部電極配線 5 3 および上部電極配線 5 4 の構成材料としては、上記材料のうちでも高い耐熱性を有する材料を用いるのが好ましく、その例としては、前述したような下部電極 5 1 1 および上部電極 5 1 3 と同様のものが挙げられる。

#### 【 0 0 4 1 】

これら下部電極配線 5 3 および上部電極配線 5 4 と、キャパシター 5 1 とを覆うように、絶縁膜 5 5 が形成されている。これにより、下部電極配線 5 3 および上部電極配線 5 4 が絶縁膜 5 5 によって覆われるため、下部電極配線 5 3 および上部電極配線 5 4 と、他の配線等との不本意な電気的接続（短絡）を防止することができる。また、下部電極配線 5 3 および上部電極配線 5 4 の酸化等による劣化を抑制することもできる。

20

このような絶縁膜 5 5 は、例えば、前述した絶縁膜 5 2 と同様の構成とすることができる。

#### 【 0 0 4 2 】

また、キャパシター 5 1 と重なって赤外線吸収膜 5 6 が形成されている。赤外線吸収膜 5 6 は、赤外線をほとんど反射せずに吸収する性質を有する。このような赤外線吸収膜 5 6 をキャパシター 5 1 に重ねて形成することにより、検出部 5 に照射された赤外線を効率的に吸収することができるため、焦電体層 5 1 2 の温度変化量を大きくすることができ、検出部 5 の感度を高めることができる。

30

赤外線吸収膜 5 6 の構成材料としては、赤外線の吸収率が高い材料であれば、特に限定されず、例えば、Si、SiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、Ti-Ni系合金、Ni-Cr系合金、C、金黒、ポリイミドなどの有機材料などを用いることができる。

以上、検出部 5 について説明した。

#### 【 0 0 4 3 】

図 2 に示すように、このような検出部 5 は、保護層（第 2 保護層）6 2 で覆われている。保護層 6 2 は、前述した保護層 6 1 と同様の機能、すなわち熱型電磁波検出素子 1 の製造工程にて、犠牲層 7 を除去する際に用いられるエッティング液（HF）から検出部 5 を保護する機能を有している。保護層 6 2 の構成材料としては、例えば、前述した保護層 6 1 と同様の材料を用いることができる。

40

#### 【 0 0 4 4 】

1 - 4 . ビア

ビア 3 1、3 2 は、基板 2 に対してメンブレン 4 を支持（固定）する機能を有している。また、ビア 3 1、3 2 は、導電性を有しており、下部電極配線 5 3 と外部接続端子 2 8 、および、上部電極配線 5 4 と外部接続端子 2 9 を、電気的に接続する機能を有している。また、ビア 3 1、3 2 は、メンブレン 4 と基板 2 との間に所望の高さの空隙 S を形成するためのスペーサーとしても機能する。

#### 【 0 0 4 5 】

50

図1に示すように、ビア31は、基板2を貫通して設けられているとともに、基板2の上面22から上方(空隙S内)へ突出している。また、ビア31の上端部(突出部313の先端部)は、メンブレン4のアーム42の先端部を貫通して設けられており、その上面311が下部電極配線53と接触している。これにより、ビア31と下部電極配線53とが電気的に接続される。また、ビア31がメンブレン4を貫通して設けられることにより、メンブレン4の上面に形成された下部電極配線53との導通を簡単かつ確実に行うことができる。

#### 【0046】

また、ビア31の下面312は、基板2の下面21に臨んでいるとともに、基板2の下面21と一致しており、基板2の下面21に形成された外部接続端子28と接触している。これにより、ビア31と外部接続端子28とが電気的に接続される。10

このように、熱型電磁波検出素子1では、ビア31の先端部がメンブレン4に接合されており、このビア31を介して下部電極配線53(下部電極511)と外部接続端子28とが電気的に接続されている。

#### 【0047】

同様に、ビア32は、基板2を貫通して設けられているとともに、基板2の上面22から上方(空隙S内)へ突出している。また、ビア32の上端部(突出部323の先端部)は、メンブレン4のアーム43の先端部を貫通して設けられており、その上面321が上部電極配線54と接触している。これにより、ビア32と上部電極配線54とが電気的に接続される。また、ビア32がメンブレン4を貫通して設けられることにより、メンブレン4の上面に形成された上部電極配線54との導通を簡単かつ確実に行うことができる。20

#### 【0048】

また、ビア32の下面322は、基板2の下面21に臨んでいるとともに、基板2の下面21と一致しており、基板2の下面21に形成された外部接続端子29と接触している。これにより、ビア32と外部接続端子29とが電気的に接続される。

このように、熱型電磁波検出素子1では、ビア32の先端部がメンブレン4に接合されており、このビア32を介して上部電極配線54(上部電極513)と外部接続端子29とが電気的に接続されている。

#### 【0049】

ビア31、32は、略円錐台形状をなしている。そのため、ビア31、32の横断面積は、下面312、322側から上面311、321側に向けて漸減している。ビア31、32をこのような形状とすることにより、ビア31、32の機械的強度を確保しつつ、ビア31、32の上面311、321の面積を小さくすることができる。そのため、ビア31と下部電極配線53との接触面積、および、ビア32と上部電極配線54との接触面積を小さくすることができ、検出部5の熱が下部電極配線53および上部電極配線54を介してビア31、32や基板2に伝達されるのを抑制することができる。すなわち、検出部5を基板2に対して、より効果的に熱分離することができる。30

#### 【0050】

なお、ビア31と下部電極配線53との接触面積(ビア32と上部電極配線54との接触面積)としては、特に限定されないが、 $0.05 \sim 1 \mu m^2$ 程度であるのが好ましい。これにより、ビア31と下部電極配線53とをより確実に電気的に接続することができるとともに、検出部5をより効果的に熱分離することができる。40

また、ビア31、32の形状は、特に限定されず、例えば、三角錐台、四角錐台等であってもよいし、円柱、三角柱、四角柱のような柱状であってもよい。また、ビア31、32は、中実体に限定されず、中空体であってもよい。

#### 【0051】

ビア31、32は、基板2の上面22から突出して形成されており、上面22から突出した突出部313、323によって、基板2とメンブレン4との間に空隙Sを形成している。すなわち、ビア31、32の突出部313、323は、基板2とメンブレン4との間50

に空隙 S を形成するスペーサーを構成している。

このように、ビア 3 1、3 2 を基板 2 から突出させることによって、例えば、従来のように基板 2 をエッティングすることにより空隙 S を形成する方法と比較して、隙間 S を簡単に形成することができる。また、空隙 S の高さ（基板 2 とメンブレン 4 の離間距離）が比較的高い場合でも、空隙 S を簡単に形成することができる。

#### 【 0 0 5 2 】

ここで、熱型電磁波検出素子 1 を気密封止されたパッケージ（図示せず）に収容してもよい。この場合には、パッケージ内すなわち空隙 S を減圧（好ましくは真空）環境下としたり、不活性ガス充填環境下としたりすることができる。これにより、例えば、大気中に熱型電磁波検出素子 1 を配置する場合と比較して、検出部 5 と基板 2 とを効果的に熱分離することができる。10

#### 【 0 0 5 3 】

空隙 S の高さ（厚さ）としては、特に限定されないが、例えば、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$  程度であるのが好ましく、 $5 \sim 50 \mu\text{m}$  程度であるのがより好ましい。これにより、熱型電磁波検出素子 1 の小型化を図りつつ、メンブレン 4 に搭載された検出部 5 と基板 2 とを効果的に熱分離することができる。

なお、空隙 S の高さが $20 \sim 30 \mu\text{m}$  を超えると、空隙 S の高さが基板 2 と検出部 5 とを熱分離するのに十分な高さとなる。そのため、隙間 S の高さを $20 \sim 30 \mu\text{m}$  以上とすることにより、例えば、熱型電磁波検出素子 1 がパッケージに収容されている場合には、空隙 S の真空度（パッケージ内の真空度）を低くすることができるため、その製造が容易となる。20

#### 【 0 0 5 4 】

このようなビア 3 1、3 2 の構成材料としては、必要な導電性を有していれば、特に限定されず、例えば、Au、Ag、Pt、Cu、Al、Fe、Ni、Cr、Co、Ir、Ta、Wなどの金属材料、または、これらのうちの少なくとも 1 種を含む合金などを用いることができる。

これらの材料は、 $\text{SiO}_2$  や  $\text{SiN}$  などの絶縁性材料よりも、電磁波を吸収しにくく、電磁波が照射された際の温度上昇が小さい。このため、電磁波が照射された際に、熱型電磁波検出素子 1 とともにビア 3 1、3 2 の温度が上昇することを抑制することができる。これにより、電磁波非照射時に熱型電磁波検出素子 1 の温度が低下した際、ビア 3 1、3 2 から熱型電磁波検出素子 1 に熱が流入することを抑制することができる。このようなビア 3 1、3 2 によれば、熱型電磁波検出素子 1 の電磁波非照射時の温度と電磁波照射時の温度との温度差が小さくなることを抑制し（すなわち、温度差を大きく保つことができ）、熱型電磁波検出素子 1 の出力信号が小さくなることを抑制できる。30

#### 【 0 0 5 5 】

このようなビア 3 1、3 2 は、保護層（第 3 保護層）6 3 で覆われている。保護層 6 3 は、前述した保護層 6 1 と同様の機能、すなわち熱型電磁波検出素子 1 の製造工程にて、犠牲層 7 を除去する際に用いられるエッティング液（HF）からビア 3 1、3 2 を保護する機能を有している。保護層 6 3 の構成材料としては、例えば、前述した保護層 6 1 と同様の材料を用いることができる。

#### 【 0 0 5 6 】

なお、本実施形態では、保護層 6 3 は、ビア 3 1、3 2 の外周の全域を覆うように形成されているが、これに限定されず、少なくとも、突出部 3 1 3、3 2 3 の外周（すなわち、空隙 S に露出する領域）を覆うように形成されなければよい。そのため、例えば、ビア 3 1、3 2 の基板 2 に埋設された部分の外周には、保護層 6 3 が形成されていなくてもよい。

また、本実施形態では、ビアが一対形成されているが、ビアの数は、特に限定されず、例えば、1 つでもよいし、3 つ以上であってもよい。

#### 【 0 0 5 7 】

図 2 に示すように、ビア 3 1、3 2 により形成された空隙 S は、その厚さが均一である

10

20

30

40

50

。言い換れば、空隙 S の厚さは、全域にわたってほぼ同じである。このように空隙 S の厚さを均一にすることにより、空隙 S の各部にて均一な熱分離の効果を発揮することができるため、信頼性が向上する。また、熱分離空隙 S の形成が容易となる。すなわち、基板 2 の上面 2 2 を平坦面で構成することができるため、従来のように基板 2 の上面 2 2 に凹部を形成する必要がなく、空隙 S の形成を簡単に行うことができる。ただし、空隙 S は、その厚さが部分的に変化している箇所があつてもよい。

このような空隙 S は、後述するように、基板 2 とメンブレン 4 との間に形成された犠牲層（層）7 を除去することにより形成される。これにより、簡単に、空隙 S を形成することができる。

以上、熱型電磁波検出素子 1 の構成について説明した。

10

#### 【0058】

##### 2. 热型電磁波検出素子の製造方法

次に、熱型電磁波検出素子の製造方法（本発明の熱型電磁波検出素子の製造方法）について、熱型電磁波検出素子 1 の製造方法を例に挙げて説明する。なお、以下では、説明の便宜上、各部の構成材料を特定して説明するが、各部の構成材料は、その特定されたものに限定されるものではなく、上述したような各種材料を用いることができる。

#### 【0059】

熱型電磁波検出素子 1 の製造方法は、基板 2 、犠牲層 7 およびメンブレン 4 がこの順に積層しており、メンブレン 4 に、受けた光の量に応じた電気信号を電極から取り出すことのできる検出部 5 が設けられている積層体 9 を得る工程と、基板 2 および犠牲層 7 を貫通する孔 8 1 、 8 2 を形成する工程と、孔 8 1 、 8 2 に導電性を有する導電性材料を充填することによりピア 3 1 、 3 2 を形成する工程と、犠牲層 7 をエッチングにより除去し、基板 2 とメンブレン 4 との間に空隙 S を形成する工程とを有している。以下、具体的に説明する。

20

#### 【0060】

##### [1] 基板準備工程

まず、図 3 (a) に示すように、S i で構成された基板 2 を用意する。

##### [2] 犠牲層形成工程

次に、図 3 (b) に示すように、基板 2 の上面に S i O<sub>2</sub> で構成された犠牲層 7 を形成する。具体的には、まず、基板 2 の上面を熱酸化して S i O<sub>2</sub> 膜を形成する。さらに、蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング、C V D ( C h e m i c a l V a p e r D e p o s i t i o n ) などの気相成膜法を用いて熱酸化により形成された S i O<sub>2</sub> 膜上に、S i O<sub>2</sub> 膜を形成する。これにより、S i O<sub>2</sub> 膜で構成され、所望の膜厚を有する犠牲層 7 を形成する。なお、犠牲層 7 の厚さが、基板 2 とメンブレン 4 との間の空隙 S の高さ（厚さ）となるため、犠牲層 7 の厚さは、空隙 S の高さと等しく設定される。

30

#### 【0061】

##### [3] 保護層形成工程

次に、図 3 (c) に示すように、犠牲層 7 の上面に、蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング、C V D などの気相成膜法を用いて、A l<sub>2</sub>O<sub>3</sub> で構成された保護層 6 1 を形成する。

40

##### [4] 基板接合工程

次に、図 3 (d) に示すように、保護層 6 2 の上面に、S i O<sub>2</sub> で構成された基板 4 0 を接合する。この基板 4 0 は、後のパターニング工程を経てメンブレン 4 となる基板である。

#### 【0062】

##### [5] パターニング工程

次に、図 4 (a) に示すように、例えば、フォトリソグラフィ法を用いて基板 4 0 の上面に搭載部 4 1 およびアーム 4 2 、 4 3 に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法などを用いて基板 4 0 および保護層 6 1 をパターニングした後、マスクを除去する。これにより、搭載部 4 1 およびアーム 4 2 、 4 3 が一体的に形成されたメンブレン 4 が形成さ

50

れる。

### 【0063】

#### [6] 検出部形成工程

次に、搭載部41の上面に下部電極511を形成する。具体的には、まず、Ir(イリジウム)、IrO<sub>x</sub>(酸化イリジウム)、Pt(白金)を、この順に前述したような気相成膜法により成膜する。次に、フォトリソグラフィ法などを用いて膜上に下部電極511に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法などを用いて膜をパターニングした後、マスクを除去する。これにより、下部電極511が形成される。

### 【0064】

次に、下部電極511の上面に焦電体層512を形成する。具体的には、まず、焦電体層512を、前述したような気相成膜法またはゾルゲル法により成膜する。次に、フォトリソグラフィ法などを用いて膜上に焦電体層512に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法を用いて膜をパターニングした後、マスクを除去する。これにより、焦電体層512が形成される。

### 【0065】

次に、焦電体層512の上面に上部電極513を形成する。具体的には、Pt(白金)、または更にIrO<sub>x</sub>(酸化イリジウム)、Ir(イリジウム)を、この順に前述したような気相成膜法により成膜する。次に、フォトリソグラフィ法などを用いて膜上に上部電極513に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法などを用いて膜をパターニングした後、マスクを除去する。これにより、上部電極513が形成される。

以上により、図4(b)に示すように、キャパシター51が形成される。

### 【0066】

次に、キャパシター51を覆うように、絶縁膜52を形成する。具体的には、まず、SiO<sub>2</sub>またはSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>を前述したような気相成膜法により成膜する。次に、フォトリソグラフィ法などを用いて膜上に絶縁膜52に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法などを用いて膜をパターニングした後、マスクを除去する。これにより、絶縁膜52が形成される。

### 【0067】

次に、絶縁膜52に第1、第2コンタクトホール521、522を形成する。具体的には、フォトリソグラフィ法などを用いて絶縁膜52上に第1、第2コンタクトホール521、522に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法などを用いて絶縁膜52をパターニングした後、マスクを除去する。これにより、絶縁膜52に第1コンタクトホール521および第2コンタクトホール522が形成される。

### 【0068】

次に、下部電極配線53および上部電極配線54を形成する。具体的には、まず、メンブレン4の上面および絶縁膜52の上面に跨って、Al(アルミニウム)やTiまたはその合金層を前述したような気相成膜法により成膜する。この際、第1、第2コンタクトホール521、522内にAlが充填されるように成膜する。次に、フォトリソグラフィ法などを用いて膜上に下部電極配線53および上部電極配線54に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法などを用いてパターニングした後、マスクを除去する。これにより、第1コンタクトホール521を通じて下部電極511と電気的に接続され、アーム42の先端部まで引き出された下部電極配線53が形成されるとともに、第2コンタクトホール522を通じて上部電極513と電気的に接続され、アーム43の先端部まで引き出された上部電極配線54が形成される。

### 【0069】

次に、キャパシター51、下部電極配線53および上部電極配線54を覆うように、絶縁膜55を形成する。具体的には、まず、SiO<sub>2</sub>またはSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>を前述したような気相成膜法により成膜する。次に、フォトリソグラフィ法などを用いて膜上に絶縁膜55に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法などを用いて膜をパターニングした後、マスクを除去する。これにより、絶縁膜55が形成される。

## 【0070】

次に、キャパシター51と重なるように赤外線吸収膜56を形成する。具体的には、まず、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ を前述したような気相成膜法により成膜する。次に、フォトリソグラフィ法などを用いて膜上に赤外線吸収膜56に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法などを用いて膜をパターニングした後、マスクを除去する。これにより、赤外線吸収膜56が形成される。

以上により、図4(c)に示すように、検出部5が形成される。

## 【0071】

## [7] 保護層形成工程

次に、図5(a)に示すように、検出部5を覆うように、前述したような気相成膜法により、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ で構成された保護層62を形成する。10

これにより、積層体9が得られる。

## [8] ビア形成工程

まず、図5(b)に示すように、基板2の下面21に、フォトリソグラフィ法などを用いてビア31、32に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法などを用いて基板2、犠牲層7、保護層61およびメンブレン4を貫通する孔(スルーホール)81、82を形成し、マスクを除去する。

次に、図5(c)に示すように、孔81、82の内周面に、前述したような気相成膜法により、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ で構成された保護層63を形成する。

次に、図5(a)に示すように、孔81、82にCu(銅)を充填し、ビア31、32を形成する。20

## 【0072】

## [9] 外部接続端子形成工程

次に、図6(b)に示すように、基板2の下面21に外部接続端子28、29を形成する。具体的には、まず、基板2の下面21に、Ni-Cr系合金、Au(金)を、この順に前述したような気相成膜法により成膜する。次に、フォトリソグラフィ法などを用いて膜上に外部接続端子28、29に対応するマスクを形成し、ドライエッチング法などを用いて膜をパターニングした後、マスクを除去する。これにより、外部接続端子28、29が形成される。

## 【0073】

## [10] 犠牲層除去工程

次に、図6(c)に示すように、 $\text{SiO}_2$ で構成された犠牲層7を除去する。具体的には、工程[9]で得られたものを、HF(フッ化水素)ベーパー雰囲気に曝すことにより、基板2とメンブレン4との間などからフッ化水素を犠牲層7に触れさせる。これにより、 $\text{SiO}_2$ で構成された犠牲層7が腐食されて除去され、犠牲層7の存在していた領域が空洞化することにより空隙Sが形成される。30

## 【0074】

なお、犠牲層7と同じく、メンブレン4も $\text{SiO}_2$ で構成されているが、前述のように、メンブレン4の両面にHF(フッ化水素)に対する耐エッチング性を有する保護層61、62を形成しておくことにより、本工程にてメンブレン4が腐食し、除去されるのを防止している。また、ビア31、32についても同様に、ビア31、32の周面にHFに対する耐エッチング性を有する保護層63を形成しておくことにより、本工程にてビア31、32が腐食し、除去されるのを防止している。40

## 【0075】

また、犠牲層エッチングをウェットエッチング法で行うこともできる。この場合は、犠牲層7に対してエッチング選択比が高くとれる材料を保護層61、62、63に用いる。構成として例えば $\text{SiO}_2$ を犠牲層7とし、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ を保護層61、62、63とし、エッチング液をフッ酸とすることができます。

以上により、熱型電磁波検出素子1が得られる。

## 【0076】

このような製造方法によれば、犠牲層 7 を除去するだけで、基板 2 とメンブレン 4 との間に空隙 S を形成することができる。そのため、熱型電磁波検出素子 1 を簡単に製造することができる。また、犠牲層 7 の厚さによって、空隙 S の高さ（厚さ）を簡単に制御することができるため、所望の高さを有する空隙 S を簡単かつ正確に形成することができる。また、犠牲層 7 は、最後の工程にて除去すればよい。そのため、製造過程にて、順に重ね合わせていく部材同士（例えば、基板 2 と犠牲層 7 や犠牲層 7 とメンブレン 4 ）の間に空隙が形成されず、機械的強度を十分に高く維持しながら熱型電磁波検出素子 1 を製造することができる。その結果、製造工程時の破損等を効果的に防止することができ、信頼性の高い熱型電磁波検出素子 1 を高い歩留まりで製造することができる。

## 【0077】

10

## &lt;第2実施形態&gt;

次に、本発明の熱型電磁波検出素子の第2実施形態について説明する。

図7は、本発明の第2実施形態に係る熱型電磁波検出素子を示す平面図である。

以下、第2実施形態の熱型電磁波検出素子について、前述した実施形態との相違点を中心説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本発明の第2実施形態にかかる熱型電磁波検出素子は、メンブレンのアームの形状が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。なお、前述した第1実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

## 【0078】

20

図7に示すように、本実施形態の熱型電磁波検出素子1Aでは、メンブレン4が有する2つのアーム42A、43Aは、搭載部41の外周に沿って、その長手方向の途中で略直角に屈曲した形状、すなわち略「L」字状となっている。また、2本のアーム42A、43Aは、搭載部41の中心に対して点対称となるように形成されている。

具体的には、アーム42Aは、搭載部41の図7中左上の角部411から左側へ延出した基端部421Aと、基端部421Aの先端から下側へ延出し、その先端部がビア31に支持された先端部423Aとを有している。また、先端部423Aは、搭載部41の左辺413に沿って設けられている。また、基端部421Aは、先端部423Aに対して短く形成されている。

## 【0079】

30

一方、アーム43Aは、搭載部41の図7中右下の角部412（角部411の対角）から右側へ延出した基端部431Aと、基端部431Aの先端から上側へ延出し、その先端部がビア32に支持された先端部433Aとを有し、先端部433Aは、搭載部41の右辺414に沿って設けられている。また、基端部431Aは、先端部433Aに対して短く形成されている。

## 【0080】

40

アーム42A、43Aをこのような形状とすることにより、搭載部41からのアーム42A、43Aの過度な突出を防止しつつ、すなわち、アーム42A、43Aの先端部423A、433Aが搭載部41から遠く離れずに、アーム42A、43Aをより長くすることができます。そのため、熱型電磁波検出素子1の小型化を図りつつ、検出部5をより効果的に熱分離することができる。

## 【0081】

40

なお、図示の構成では、基端部421Aの幅と先端部423Aの幅が等しいが、基端部421Aの幅が先端部423Aの幅よりも太くてもよい。

また、図示の構成では、基端部421Aと先端部423Aとの屈曲角度が90°であるが、屈曲角度としては、これに限定されず、例えば、45～135°程度であってもよい。

このような第2実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を發揮することができる。

## 【0082】

50

## &lt;第3実施形態&gt;

次に、本発明の熱型電磁波検出素子の第3実施形態について説明する。

図8は、本発明の第3実施形態に係る熱型電磁波検出素子を示す平面図である。

以下、第3実施形態の熱型電磁波検出素子について、前述した実施形態との相違点を中心説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本発明の第3実施形態にかかる熱型電磁波検出素子は、メンブレンのアームの形状が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。なお、前述した第1実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

#### 【0083】

図8に示すように、本実施形態の熱型電磁波検出素子1Bでは、メンブレン4が有する2つのアーム42B、43Bは、搭載部41の外周に沿って、その長手方向の途中の2か所にて同じ方向へ略直角に屈曲した形状となっている。また、2本のアーム42B、43Bは、搭載部41の中心に対して点対称となるように形成されている。10

具体的には、アーム42Bは、搭載部41の図8中左上の角部411から左側へ延出した基端部421Bと、基端部421Bの先端から下側へ延出した中間部422Bと、中間部422Bの先端から右側に延出し、その先端部がビア31に支持された先端部423Bとを有している。また、中間部422Bは、搭載部41の左辺413に沿って設けられている。また、先端部423Bは、搭載部41の下辺415に沿って設けられている。また、基端部421Bは、中間部422Bおよび先端部423Bに対して短く形成されている。20

#### 【0084】

一方、アーム43Bは、搭載部41の図8中右下の角部412（角部411の対角）から右側へ延出した基端部431Bと、基端部431Bの先端から上側へ延出した中間部432Bと、中間部432Bの先端から左側に延出し、その先端部がビア32に支持された先端部433Bとを有している。また、中間部432Bは、搭載部41の右辺414に沿って設けられている。また、先端部433Bは、搭載部41の上辺416に沿って設けられている。また、基端部431Bは、中間部432Bおよび先端部433Bに対して短く形成されている。20

#### 【0085】

アーム42B、43Bをこのような形状とすることにより、搭載部41からのアーム42B、43Bの過度な突出を防止しつつ、すなわち、アーム42B、43Bの先端部423A、433Aが搭載部41から遠く離れずに、アーム42B、43Bをより長く（例えば、前述した第2実施形態のアーム42A、43Aよりも長く）することができる。そのため、熱型電磁波検出素子1の小型化を図りつつ、検出部5をより効果的に熱分離することができる。30

#### 【0086】

なお、図示の構成では、基端部421Bの幅と中間部422Bの幅と先端部423Bの幅が等しいが、これらの幅の関係は、特に限定されず、例えば、基端部421B、中間部422Bおよび先端部423Bのうちの2つが等しい幅を有し、他の1つが異なる幅を有していてもよいし、互いに幅が異なっていてもよい。具体的には、例えば、中間部422Bの幅と先端部423Bの幅が等しく、基端部421Bの幅が中間部422B（先端部423B）の幅よりも太くてもよい。40

#### 【0087】

また、図示の構成では、基端部421Bと中間部422Bとの屈曲角度が90°であるが、屈曲角度としては、これに限定されず、例えば、45～135°程度であってもよい。中間部422Bと先端部423Bとの屈曲角度についても同様である。

このような第3実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

#### 【0088】

<第4実施形態>

次に、本発明の熱型電磁波検出素子の第4実施形態について説明する。50

図9は、本発明の第4実施形態に係る熱型電磁波検出素子を示す断面図である。

以下、第4実施形態の熱型電磁波検出素子について、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本発明の第4実施形態にかかる熱型電磁波検出素子は、ピアがメンブレンを貫通していない以外は、前述した第1実施形態と同様である。なお、前述した第1実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

#### 【0089】

図9に示すように、本実施形態の熱型電磁波検出素子1Cでは、ピア31、32の上面311、321は、メンブレン4の下面に接合されている。すなわち、前述した第1実施形態とは異なり、ピア31、32は、メンブレン4を貫通していない。

また、メンブレン4のアーム42には、その上面および下面を貫通して設けられた導体ポスト33が形成されており、この導体ポスト33を介して下部電極配線53とピア31とが電気的に接続されている。同様に、メンブレン4のアーム43には、その上面および下面を貫通して設けられた導体ポスト34が形成されており、この導体ポスト34を介して上部電極配線54とピア32とが電気的に接続されている。

#### 【0090】

導体ポスト33、34は、その横断面積がピア31、32の上面311、321の面積よりも小さく形成されている。そのため、例えば、ピア31と下部電極配線53（ピア32と上部電極配線54）が直接接触している前述した第1実施形態と比較して、導体ポスト33、34を介したピア31、32への熱の伝達をより効果的に抑制することができる。

#### 【0091】

導体ポスト33、34の構成材料としては、必要な導電性を有していれば、特に限定されず、例えば、ピア31、32や、下部電極配線53および上部電極配線と同様の材料を用いることができる。なお、導体ポスト33は、下部電極配線53と一体的に形成してもよく、導体ポスト34は、上部電極配線54と一体的に形成してもよい。

このような第4実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

#### 【0092】

### 3. 热型電磁波検出装置

次に、熱型電磁波検出素子1を適用した熱型電磁波検出装置（本発明の熱型電磁波検出装置）10について説明する。

図10は、本発明の熱型電磁波検出装置の好適な実施形態を示す平面図、図11は、図10に示す熱型電磁波検出装置の断面図である。

図10および図11に示すように、センサーデバイス（熱型電磁波検出装置）10は、複数の熱型電磁波検出素子1が直交2軸方向に行列状に配列されたセンサー基板11と、センサー基板11の下側に位置し、各熱型電磁波検出素子1からの信号を処理する回路が形成された回路基板12とを有している。

#### 【0093】

センサー基板11に配置される熱型電磁波検出素子1の数としては、例えば、 $320 \times 240$ 程度とすることができる。これにより、QVGA程度の表示解像度が得られ、例えば、センサーデバイス10をカメラ等に適用する場合に、その使用目的によっても異なるが十分な解像度を有する画像を提供することができる。なお、センサー基板11に配置される熱型電磁波検出素子1の数としては、特に限定されず、例えば、 $640 \times 480$ 程度であってもよい。これにより、VGA程度の表示解像度が得られ、高い解像度を有する画像を提供することができる。

#### 【0094】

センサー基板11は、基板2が各熱型電磁波検出素子1で共通化されていること以外は、前述した熱型電磁波検出素子1の構成と同様である。すなわち、センサー基板11は、基板2と、基板2にピア31、32を介して支持されている複数のメンブレン4と、各メ

ンブレン 4 に搭載された複数の検出部 5 とを有している。1 つの熱型電磁波検出素子 1 が占める領域は、例えば  $30 \times 30 \mu\text{m}$  程度である。なお、各部の構成は、前述したものと同様であるため、その説明を省略する。

#### 【0095】

回路基板 12 は、基板 2 の下面に形成された複数の外部接続端子 28、29 と接続バンプ 13 を介して電気的に接続されている。これにより、回路基板 12 と各熱型電磁波検出素子 1 とが電気的に接続される。ここで、前述したように、各熱型電磁波検出素子 1 では、ピア 31、32 によって、下部電極 511 および上部電極 513 が基板 2 の下面まで引き出されているため、センサー基板 11 と回路基板 12 との電気的な接続を簡単に行うことができる。

10

#### 【0096】

回路基板 12 は、例えば、各熱型電磁波検出素子 1 に対応して形成された読み出し回路 (ROIC) 121 と、各熱型電磁波検出素子 1 の駆動を制御する制御回路 122 と、A/D 変換回路 123 とを有している。

制御回路 122 は、各熱型電磁波検出素子 1 の駆動を制御する機能を有する。また、各読み出し回路 121 は、対応する熱型電磁波検出素子 1 から出力された信号を個別に処理する。読み出し回路 121 によって処理された各熱型電磁波検出素子 1 からの信号は、A/D 変換回路 123 によってデジタル信号に変換され、デジタルの画像信号として出力される。

20

なお、図示の構成では、複数の熱型電磁波検出素子 1 が 2 次元的に配列されているが、これに限定されず、複数の熱型電磁波検出素子 1 が 1 列 (1 軸方向) に並んで配置されていてもよい。この場合、直線状に並んだものの他、例えば、円形に並んだものでもよい。

#### 【0097】

##### 4. 電子機器

次に、熱型電磁波検出素子 1 (センサーデバイス 10) を適用した電子機器 (本発明の電子機器) について説明する。

##### (テラヘルツカメラ)

図 12 は、センサーデバイス 10 を利用した電子機器の一具体例に係るテラヘルツカメラ 100 の構成を概略的に示す。この図において、テラヘルツカメラ 100 は、筐体 101 を備えている。また、筐体 101 の正面には、スリット 102 が形成されているとともに、レンズ 103 が装着されている。スリット 102 からテラヘルツ帯の電磁波が対象物に向かって照射される。こうした電磁波には、テラヘルツ波といった電波および赤外線といった光が含まれる。なお、テラヘルツ帯には  $100 \text{ GHz} \sim 30 \text{ THz}$  の周波数帯が含まれている。レンズ 103 には、対象物から反射してくるテラヘルツ帯の電磁波が取り込まれる。

30

#### 【0098】

テラヘルツカメラ 100 の構成をさらに詳しく説明すると、図 13 に示すように、テラヘルツカメラ 100 は、照射源 (電磁波源) 104 を備えている。照射源 104 には、駆動回路 105 が接続されている。駆動回路 105 は、照射源 104 に所望の駆動信号を供給する。照射源 104 は、駆動信号の受領に応じてテラヘルツ帯の電磁波を放射する。照射源 104 には、例えばレーザー光源が用いられる。

40

#### 【0099】

レンズ 103 は、光学系 106 を構成する。光学系 106 は、レンズ 103 のほかに光学部品を備えてよい。レンズ 103 の光軸 103a 上にセンサーデバイス 10 が配置されている。光学系 106 は、熱型電磁波検出素子 1 のマトリクス上に像を結像する。センサーデバイス 10 には、アナログデジタル変換回路 107 が接続されている。アナログデジタル変換回路 107 には、センサーデバイス 10 から熱型電磁波検出素子 1 の出力が順番に時系列で供給される。アナログデジタル変換回路 107 は、出力のアナログ信号をデジタル信号に変換する。

#### 【0100】

50

アナログデジタル変換回路 107 には、演算処理回路（処理回路）108 が接続されている。演算処理回路 108 には、アナログデジタル変換回路 107 からデジタルの画像データが供給される。演算処理回路 108 は、画像データを処理し表示画面の画素ごとに画素データを生成する。演算処理回路 108 には、描画処理回路 109 が接続されている。描画処理回路 109 は、画素データに基づき描画データを生成する。描画処理回路 109 には、表示装置 110 が接続されている。表示装置 110 には、例えば液晶ディスプレイといったフラットパネルディスプレイを用いることができる。表示装置 110 は、描画データに基づき画面上に画像を表示する。描画データは、記憶装置 111 に格納することができる。紙やプラスチック、纖維その他の物体に対する透過性、および、物質固有の吸収スペクトルに基づきテラヘルツカメラ 100 は、検査装置として利用することができる。

10

#### 【0101】

その他、テラヘルツカメラ 100 は、物質の定性分析や定量分析に利用されることができる。こうした利用にあたって、例えばレンズ 103 の光軸 103a 上には特定周波数のフィルターが配置される。フィルターは、特定波長以外の電磁波を遮断する機能を有する。したがって、特定波長の電磁波のみがセンサーデバイス 10 に到達し、これによって特定の物質の有無や量が検出される。

#### 【0102】

##### （赤外線カメラ）

図 14 は、センサーデバイス 10 を利用した電子機器の一具体例に係る赤外線カメラ 200 の構成を概略的に示す。この図において、赤外線カメラ 200 は、光学系 201 を備えている。光学系 201 の光軸 201a 上にセンサーデバイス 10 が配置されている。光学系 201 は、熱型電磁波検出素子 1 のマトリクス上に像を結像する。センサーデバイス 10 には、アナログデジタル変換回路 202 が接続されている。アナログデジタル変換回路 202 には、センサーデバイス 10 から熱型電磁波検出素子 1 の出力が順番に時系列で供給される。アナログデジタル変換回路 202 は、出力のアナログ信号をデジタル信号に変換する。

20

#### 【0103】

アナログデジタル変換回路 202 には、演算処理回路（処理回路）203 が接続されている。演算処理回路 203 には、アナログデジタル変換回路 202 からデジタルの画像データが供給される。演算処理回路 203 は、画像データを処理し表示画面の画素ごとに画素データを生成する。演算処理回路 203 には、描画処理回路 204 が接続されている。描画処理回路 204 は、画素データに基づき描画データを生成する。描画処理回路 204 には、表示装置 205 が接続されている。表示装置 205 には、例えば液晶ディスプレイといったフラットパネルディスプレイを用いることができる。表示装置 205 は、描画データに基づき画面上に画像を表示する。描画データは、記憶装置 206 に格納することができる。

30

#### 【0104】

赤外線カメラ 200 は、サーモグラフィーとして利用することができる。この場合には赤外線カメラ 200 は、表示装置 205 の画面に熱分布画像を映し出すことができる。熱分布画像の生成にあたって演算処理回路 203 では温度帯域ごとに画素の色が設定される。サーモグラフィーは、人体の温度分布の測定や体温そのものの測定に用いることができる。その他、サーモグラフィーは、FA（ファクトリーオートメーション）機器に組み込まれて熱漏れや異常な温度変化の検出に用いることができる。

40

#### 【0105】

例えば、図 15 に示すように、FA 機器（電子機器）300 は、FA 機能ユニット 301 を備えている。FA 機能ユニット 301 は、特定の機能の実現にあたって動作する。FA 機能ユニット 301 には、制御回路（処理回路）302 が接続されている。制御回路 302 は、加熱や加圧、機械的処理、化学的処理、その他の FA 機能ユニット 301 の動作を制御する。

50

## 【0106】

制御回路302には、赤外線カメラ200、表示装置303およびスピーカー304などが接続されている。赤外線カメラ200は、撮像範囲内でFA機能ユニット301を撮像する。制御回路302は、撮像範囲内で異常な高温や温度変化を検出すると、FA機能ユニット301に向けて動作停止信号を出力したり、表示装置303やスピーカー304に向けて警告信号を出力したりする。

## 【0107】

異常な高温や温度変化の検出にあたって、制御回路302は、例えばメモリ(図示されず)内に基準温度分布データを保持する。基準温度分布データは、平常時の撮像範囲内の温度分布を特定する。制御回路302は、基準温度分布データの熱分布にリアルタイムの熱分布画像を照らし合わせることができる。その他、サーモグラフィーは、物体と周囲との温度差に基づき物体の検出に用いることができる。

10

## 【0108】

赤外線カメラ200は、ナイトビジョンすなわち暗視カメラとして利用することができる。この場合には、赤外線カメラ200は、表示装置205に例えば暗闇での画像を映し出すことができる。暗視カメラは、例えばセキュリティー機器の一具体例としての監視カメラや、人感センサー、運転支援装置その他に利用することができる。

人感センサーは、エスカレーター、照明器具、空気調和機、テレビといった電気機器(家電機器)のオンオフ制御、その他の制御に用いることができる。

20

## 【0109】

例えば、図16に示すように、電気機器400は、機能ユニット401を備えている。機能ユニット401は、特定の機能の実現にあたって機械的動作や電気的動作を実施する。機能ユニット401には、人感センサー402が接続されている。人感センサー402は、赤外線カメラ200を備えている。赤外線カメラ200は、監視範囲内で撮像を実施する。赤外線カメラ200には、判定回路403が接続されている。

20

## 【0110】

判定回路403は、熱分布画像に基づき人の存在または不存在を判定する。判定にあたって判定回路403は、画像内で特定温度域(例えば体温の温度域の塊)の動きを検出する。判定回路403は、人の存在または不存在を特定する判定信号を機能ユニット401に供給する。機能ユニット401は、例えば、判定信号の受領に応じてオンオフ制御される。

30

## 【0111】

例えば、図17に示すように、運転支援装置(電子機器)500は、赤外線カメラ200およびヘッドアップディスプレイ501を備えている。赤外線カメラ200は、例えば車両502のフロントノーズ503に取り付けられている。赤外線カメラ200は、車両502から前方に広がる撮像範囲を撮像する位置に配置されている。ヘッドアップディスプレイ501は、例えばフロントウインドウ504の運転席側に配置されている。ヘッドアップディスプレイ501には、赤外線カメラ200の画像が映し出すことができる。ヘッドアップディスプレイ501の画面では、例えば撮像範囲で捕捉される歩行者の像を強調することができる。

40

## 【0112】

図18に示すように、赤外線カメラ200およびヘッドアップディスプレイ501には処理回路505が接続されている。処理回路505には、車速センサー506、ヨーレートセンサー507およびブレーキセンサー508が接続されている。車速センサー506は、車両502の走行速度を検出する。ヨーレートセンサー507は、車両502のヨーレートを検出する。ブレーキセンサー508は、ブレーキペダルの操作の有無を検出する。処理回路505は、車両502の走行状態に応じて特定の歩行者を選別する。処理回路505は、車両502の走行速度、ヨーレートおよびブレーキの踏み具合に応じて車両502の走行状態を特定する。処理回路505は、スピーカー509から例えば音声に基づき運転者の注意を促してもよい。

50

## 【0113】

(ゲーム機コントローラー)

図19は、センサーデバイス10を利用した電子機器の一具体例に係るゲーム機600の構成を概略的に示す。この図において、ゲーム機600は、ゲーム機本体601、表示装置602およびコントローラー(電子機器)603を備えている。

表示装置602は、例えば有線でゲーム機本体601に接続されている。ゲーム機本体601の動作は、表示装置602の画面に映し出される。プレーヤーGは、コントローラー603を用いてゲーム機本体601の動作を操作する。こうした操作の実現にあたって、コントローラー603には、例えば1対のLEDモジュール604から赤外線が照射される。LEDモジュール604は、例えば表示装置602の画面の周囲でベゼルに取り付けることができる。  
10

## 【0114】

図20に示すように、コントローラー603には、センサーデバイス10が組み込まれている。なお、センサーデバイス10には、赤外線フィルター605および光学系(例えばレンズ)606が組み合わせられてもよい。センサーデバイス10は、LEDモジュール604から放射される赤外線を受光することができる。センサーデバイス10には、画像処理回路607が接続されている。画像処理回路607は、予め決められた画面内でLEDモジュール604の赤外線スポットを画像化する。

## 【0115】

画像処理回路607には、演算処理回路608が接続されている。演算処理回路608は、赤外線スポット情報を生成する。この赤外線スポット情報では、予め決められた画面内で赤外線スポットの位置および大きさが特定される。赤外線スポットの位置は、LEDモジュール604の位置に対応する。また、赤外線スポットの大きさは、LEDモジュール604との距離に対応する。  
20

## 【0116】

演算処理回路608には、無線モジュール609が接続されている。赤外線スポット情報は、無線モジュール609からゲーム機本体601に送り込まれる。なお、図示の構成では、演算処理回路608に操作スイッチ610や加速度センサー611が接続されている。操作スイッチ610の操作信号や加速度センサー611の加速度情報は、無線モジュール609からゲーム機本体601に供給される。  
30

## 【0117】

ゲーム機本体601は、無線モジュール612で操作信号や赤外線スポット情報、加速度情報を受信する。ゲーム機本体601内のプロセッサー613は、操作信号に基づき操作スイッチ610の動作を特定し、赤外線スポット情報および加速度情報に基づきコントローラー603の動きを特定する。こうして操作スイッチ610の動作やコントローラー603の動きに応じてゲーム機本体601が制御される。LEDモジュール604は、プロセッサー613に接続されることがある。プロセッサー613は、LEDモジュール604の動作を制御することができる。

## 【0118】

以上、本発明の熱型電磁波検出素子、熱型電磁波検出素子の製造方法、熱型電磁波検出装置および電子機器について、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。また、各実施形態を適宜組み合わせてもよい。  
40

## 【0119】

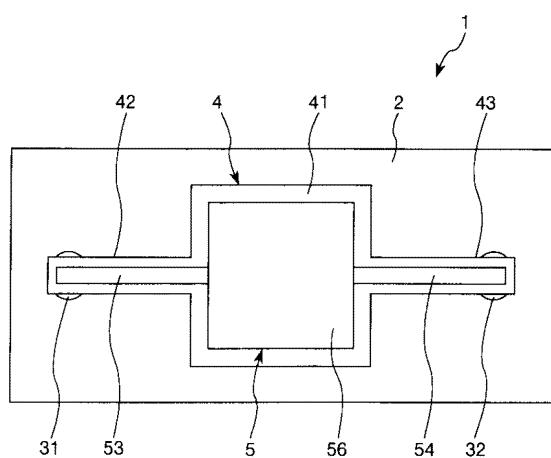
また、前述した実施形態では、焦電型の熱型電磁波検出素子について説明したが、本発明の熱型電磁波検出素子は、焦電型に限定されず、例えば、熱電対型、抵抗型(ボロメータ型)であってもよい。

また、前述した実施形態では、検出部が赤外線を検出する構成について説明したが、検出部が検出する光の波長は、特に限定されない。  
50

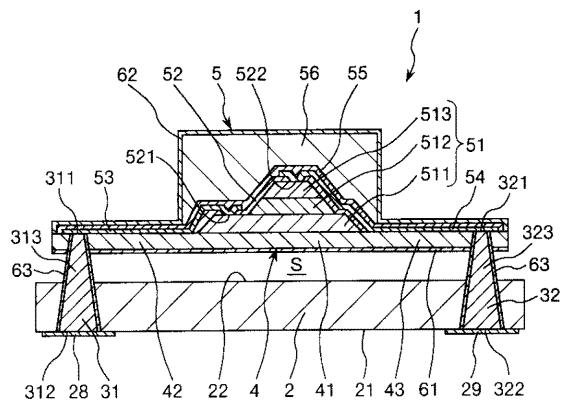
## 【 符号の説明 】

【 0 1 2 0 】

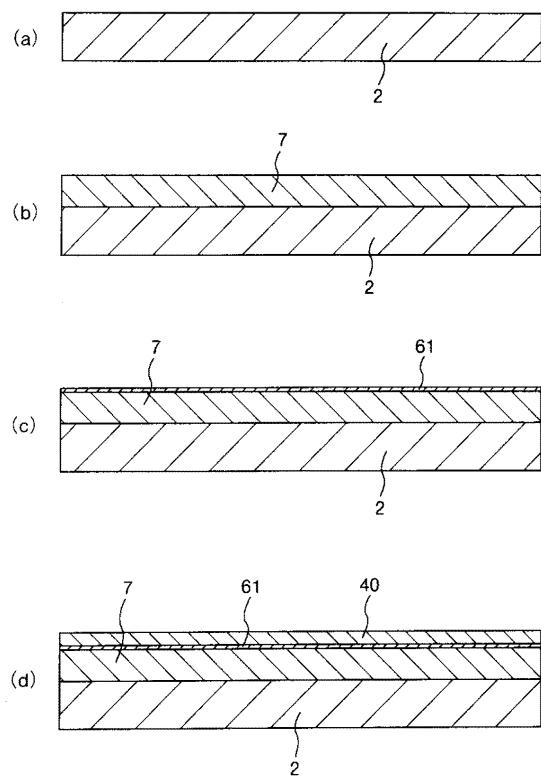
【 図 1 】



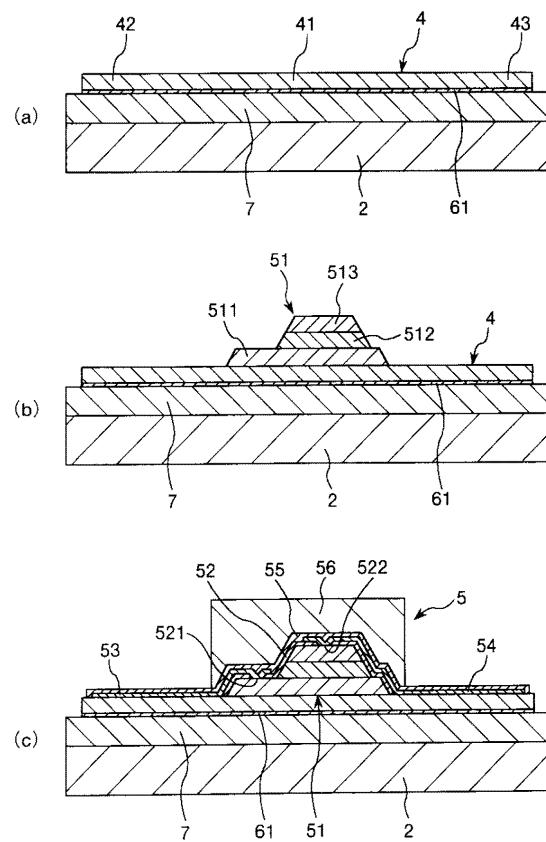
【 図 2 】



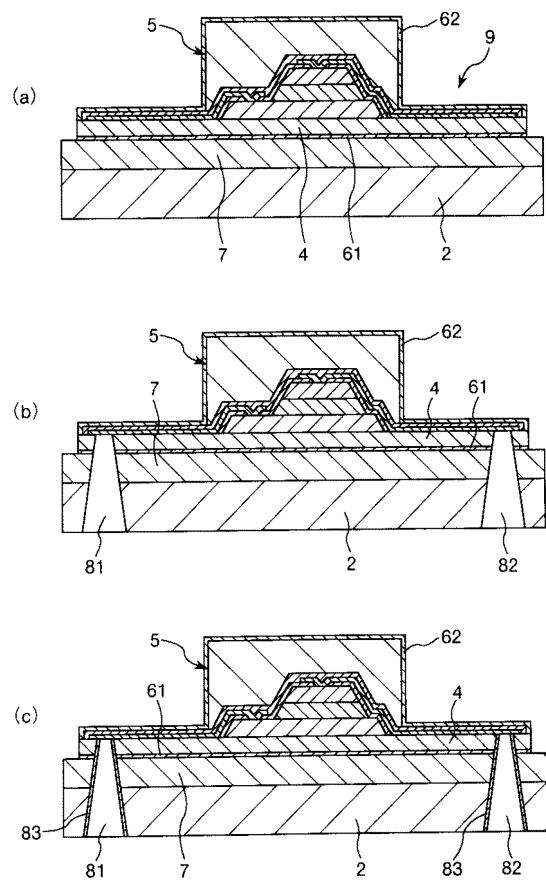
【図3】



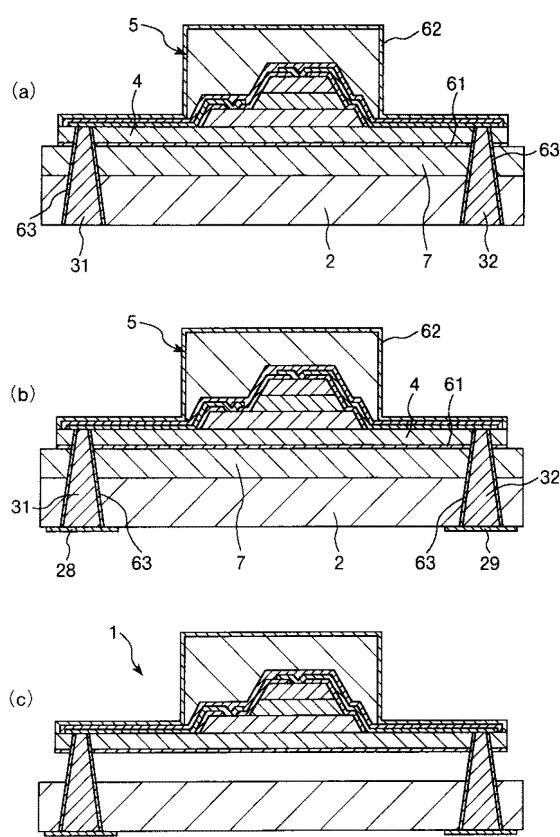
【 四 4 】



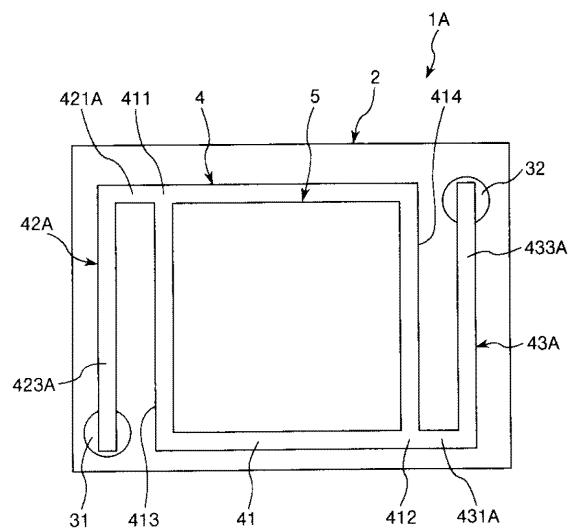
【図5】



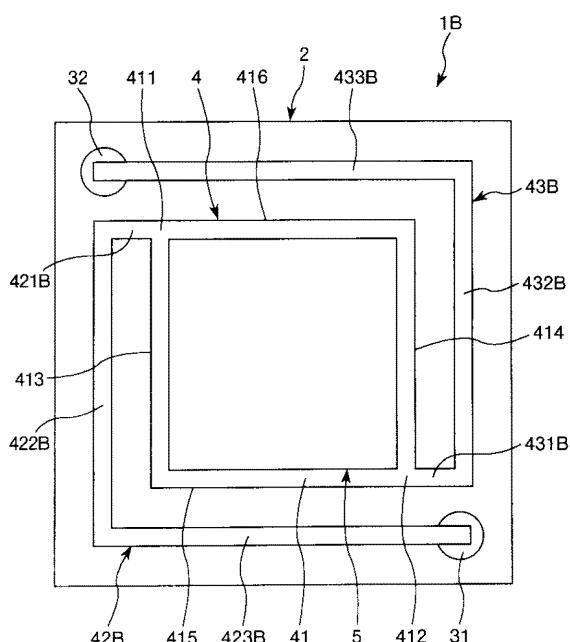
【図6】



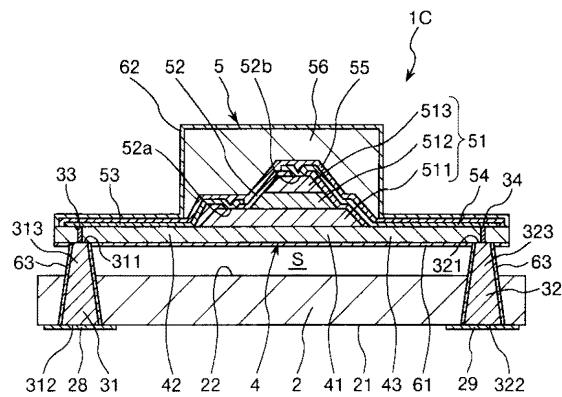
【図7】



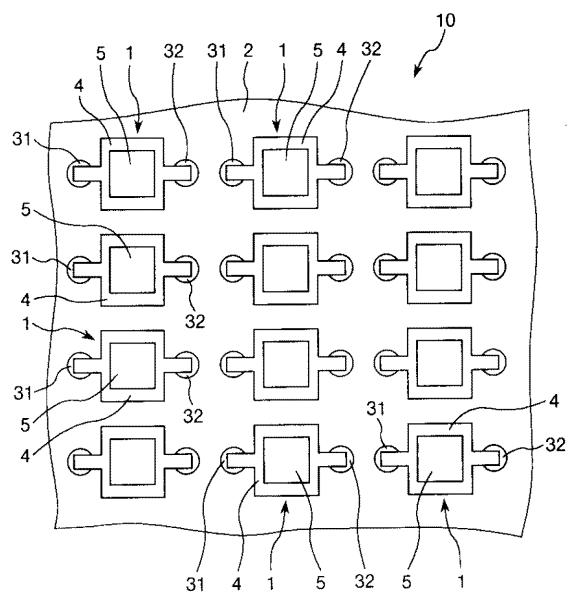
【図8】



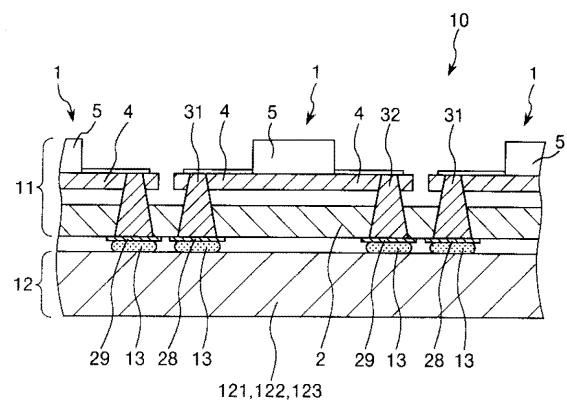
【図 9】



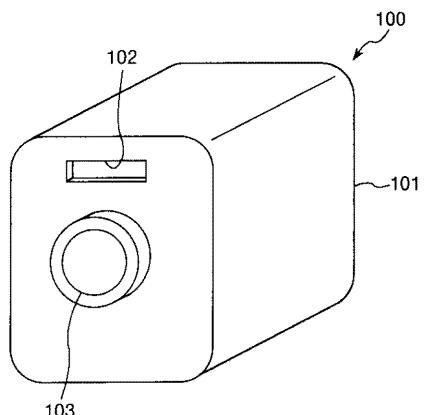
【図 10】



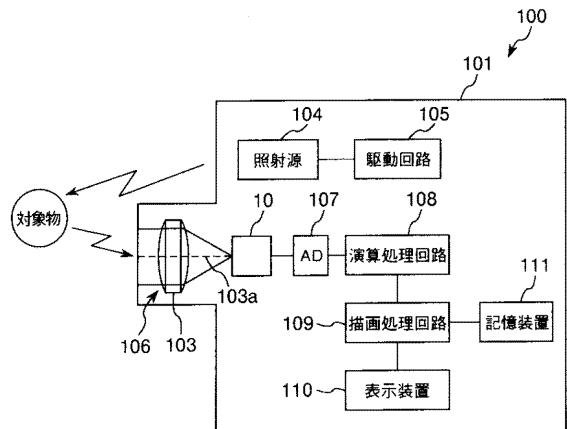
【図 11】



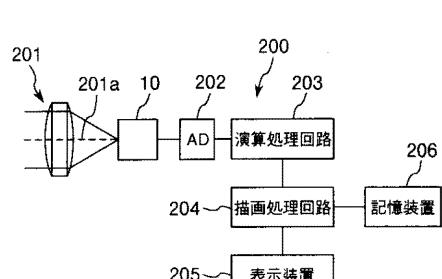
【図 12】



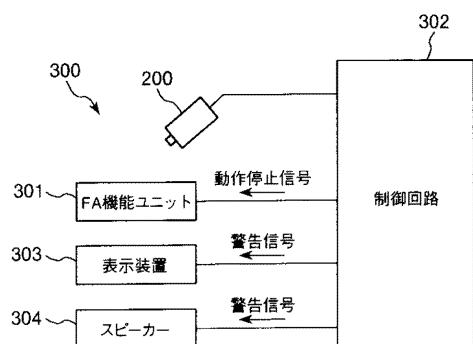
【図 1 3】



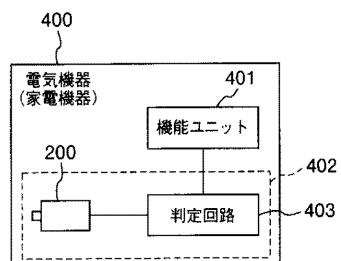
【図 1 4】



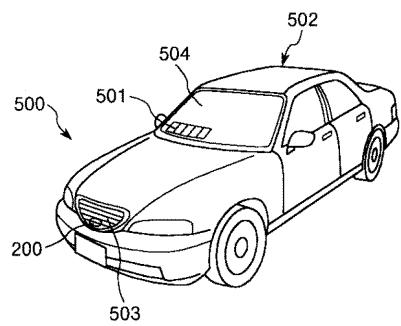
【図 1 5】



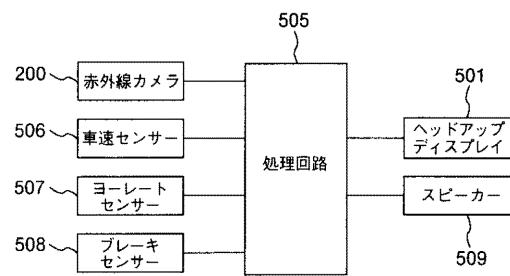
【図 1 6】



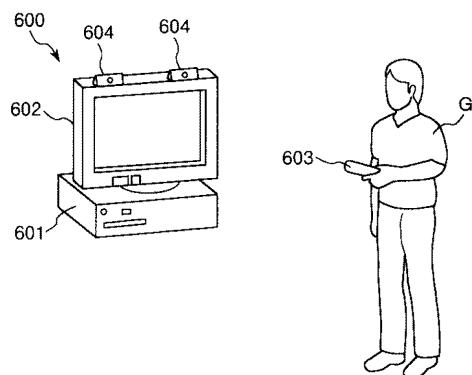
【図 17】



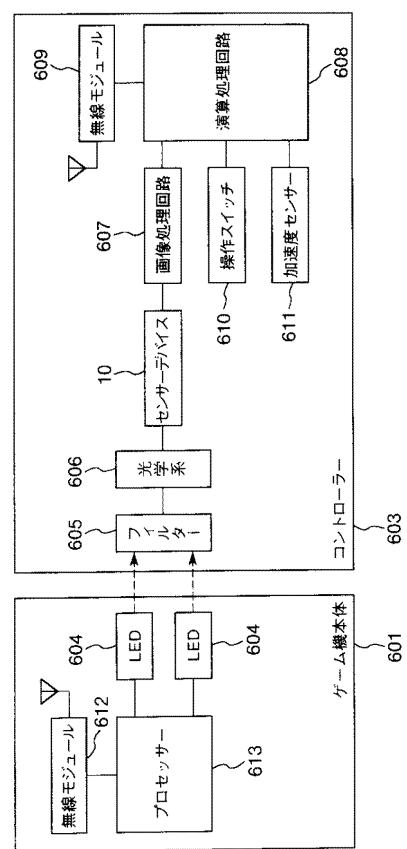
【図 18】



【図 19】



【図 20】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2G065 AA04 AB02 AB03 AB22 AB26 BA11 BA12 BA13 BA34 BC13  
BC28 BC33 BC35 BD06 DA08 DA15 DA18  
2G066 BA04 BC07 CA02 CA08 CA11  
4M118 AA01 AB01 BA05 CA16 CA32 CA35 CB12 CB14 EA14 GA10  
5C024 AX06 CY47 GX01 GX08