

(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 I				テーマコード (参考)
<b>GO 1 J</b>	<b>1/02</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 J	1/02	C	2 G 0 6 5
<b>HO 1 L</b>	<b>27/144</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 J	1/02	Y	2 G 0 6 6
GO 1 J	5/48	(2006.01)	HO 1 L	27/14	K	4 M 1 1 8
HO 4 N	5/33	(2006.01)	GO 1 J	5/48	A	5 C 0 2 4
			HO 4 N	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)  
 (22) 出願日 平成24年4月10日 (2012.4.10)

(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  
 (74) 代理人 100095728  
 弁理士 上柳 雅誉  
 (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

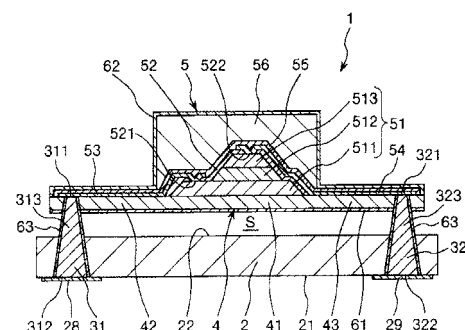
(54) 【発明の名称】 熱型電磁波検出素子、熱型電磁波検出素子の製造方法、熱型電磁波検出装置および電子機器

## (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と電氣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氣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。 10

## 【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。 20

## 【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、一对の前記アームを有し、  
前記搭載部に対して前記一对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。 30

## 【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。 40

## 【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 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、前記電極と電氣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。

【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出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、 $\text{SiO}_2$  や  $\text{SiN}$  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

【発明の概要】

10

【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ましい。

30

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ましい。

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ましい。

40

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ましい。

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

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、一对の前記アームを有し、前記搭載部に対して前記一对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】

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。

【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。

20

【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。

【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。

30

【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．熱型電磁波検出素子

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 $0.7\mu\text{m} \sim 1000\mu\text{m}$ 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。

#### 【 0 0 2 0 】

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ピア（柱状電極）3 1、3 2 と、ピア 3 1、3 2 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、ピア 3 1、3 2 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。

#### 【 0 0 2 1 】

##### 1 - 1 . 基板

基板 2 は、ピア 3 1、3 2 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。

#### 【 0 0 2 2 】

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 ~ 800  $\mu\text{m}$  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 2 1 には、2 つの外部接続端子 2 8、2 9 が形成されている。これら 2 つの外部接続端子 2 8、2 9 は、後述するように検出部 5 と電氣的に接続されている。

#### 【 0 0 2 3 】

##### 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 4 1 と、搭載部 4 1 の縁部から両側へ向けて延出する 2 本のアーム 4 2、4 3 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 4 2、4 3 の各々の端部（先端部）にてピア 3 1、3 2 に支持されている。搭載部 4 1 および各アーム 4 2、4 3 は、例えば、単一の部材をエッチング等によりパターンニングすることにより一体的に形成することができる。

#### 【 0 0 2 4 】

搭載部 4 1 の平面視形状は、略四角形（略正方形）である。搭載部 4 1 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 ~ 50  $\mu\text{m}$  程度であるのが好ましい。なお、搭載部 4 1 の平面視形状は、特に限定されず、例えば、円形、楕円形、長方形、三角形、五角形等であってもよい。

アーム 4 2 は、その基端が搭載部 4 1 と連結しており、先端部がピア 3 1 に支持されている。同様に、アーム 4 3 は、その基端が搭載部 4 1 と連結しており、先端部がピア 3 2 に支持されている。また、各アーム 4 2、4 3 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 4 2、4 3 は、搭載部 4 1 の中心に対して点対称に形成されている。

#### 【 0 0 2 5 】

各アーム 4 2、4 3 をこのような形状とすることにより、各アーム 4 2、4 3 の熱コンダクタンスを搭載部 4 1 と比較して十分に小さくなる。すなわち、各アーム 4 2、4 3 の横断面（熱の伝達方向に直交する面）の面積を、搭載部 4 1 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 4 2、4 3 を、搭載部 4 1 と比較して熱が伝達され難いものとすることができる。そのため、検出部 5 の熱が各アーム 4 2、4 3 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ことができるため

10

20

30

40

50

、検出部 5 の感度が向上する。

【0026】

各アーム 4 2、4 3 の長さは、特に限定されないが、例えば、 $10 \sim 60 \mu\text{m}$  程度であるのが好ましい。また、各アーム 4 2、4 3 の幅は、特に限定されないが、例えば、 $1 \sim 15 \mu\text{m}$  程度であるのが好ましい。また、各アーム 4 2、4 3 の厚さは、特に限定されないが、 $1 \sim 15 \mu\text{m}$  程度であるのが好ましい。

各アーム 4 2、4 3 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 4 2、4 3 の撓みを抑制することができ、搭載部 4 1 に搭載された検出部 5 の不本意な姿勢の変化（振動、揺動等）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、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_2\text{O}_3$  などのシリコン酸化物、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  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、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜（シリコン窒化膜）、 $\text{SiO}_2$  膜（シリコン酸化膜）、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  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）6 1 が形成されている。この保護層 6 1 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（ $\text{SiO}_2$  膜）を除去する際に用いられるエッチング液（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 6 1 は、用いられるエッチング液に対する耐エッチング性（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 6 1 の構成材料としては、エッチング液（HF）に対して耐エッチング性のある材料であればよく、例えば、Au、Pt、Al、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、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 6 1 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、 $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$  程度とすることができる。

【0030】

1 - 3 . 検出部

検出部 5 は、赤外線（およそ  $0.7 \mu\text{m} \sim 1000 \mu\text{m}$  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 4 1 の上面に形成された下部電極 5 1 1 と、この下部電極 5 1 1 上に重ねて形成された焦電体層 5 1 2 と、この焦電体層 5 1 2 上に重ねて形成された上部電極 5 1 3 とにより構成されたキャパシター 5 1 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 5 1 2 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 5 1 2 の分極の大きさが変化する。そのため、焦電体層 5 1 2 の温度変化を下部電極 5 1 1 および上部電極 5 1 3 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

50



5 1 2 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 5 1 2 の温度から検出部 5 に照射された赤外線照射量を検出することができる。

【0032】

焦電体層 5 1 2 は、焦電体で構成されている。焦電体層 5 1 2 を構成する焦電体としては、特に限定されず、例えば、P Z T (チタン酸ジルコン酸鉛)、P Z T N (P Z T に N b (ニオブ) を添加したもの)、P L Z T (チタン酸ジルコン酸ランタン鉛)、S B T (チタン酸バリウムストロンチウム)、L i T a O<sub>3</sub>、P b T i O<sub>3</sub>、P b L a O<sub>3</sub> などを用いることができる。

焦電体層 5 1 2 の厚さは、特に限定されず、例えば、0 . 0 5 ~ 0 . 3 μ m 程度とすることができる。

【0033】

また、下部電極 5 1 1 および上部電極 5 1 3 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、A u、A g、P t、C u、A l、F e、N i、C r、I r、T a 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 5 1 1 および上部電極 5 1 3 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、A u、P t、I r が挙げられる。

【0034】

下部電極 5 1 1 (上部電極 5 1 3 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 5 1 1 を積層構造とする場合には、例えば、I r で構成された下地層と、P t 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、さらに、下地層と電極層との間に、例えば、I r O<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、N i - C r 系合金で構成された下地層と、A u または A u 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。

下部電極 5 1 1 および上部電極 5 1 3 の厚さは、特に限定されず、例えば、0 . 0 5 ~ 0 . 6 μ m 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 5 1 を覆う絶縁膜 5 2 と、下部電極 5 1 1 と電氣的に接続されているとともに、アーム 4 2 の先端部まで引き出された下部電極配線 5 3 と、上部電極 5 1 3 と電氣的に接続されているとともに、アーム 4 3 の先端部まで引き出された上部電極配線 5 4 と、キャパシター 5 1、下部電極配線 5 3 および上部電極配線 5 4 を覆う絶縁膜 5 5 と、キャパシター 5 1 と重ねて形成された赤外線吸収膜 5 6 とを有している。

【0036】

絶縁膜 5 2 は、キャパシター 5 1 を覆っている。これにより、キャパシター 5 1 を保護するとともに、キャパシター 5 1 と配線等との不本意な電氣的な接続 (短絡) を防止することができる。

また、絶縁膜 5 2 には、下部電極 5 1 1 に通じる第 1 コンタクトホール 5 2 1 と、上部電極 5 1 3 に通じる第 2 コンタクトホール 5 2 2 とが形成されている。

【0037】

絶縁膜 5 2 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、A l<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、S i O<sub>2</sub>、S i<sub>2</sub>O<sub>3</sub> などのシリコン酸化物、S i<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 5 2 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 5 2 を積層構造とする場合には、例えば、A l<sub>2</sub>O<sub>3</sub> で構成された第 1 層と、S i O<sub>2</sub> または S i<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る。

【0038】

このような絶縁膜 5 2 上およびメンブレン 4 上に跨って下部電極配線 5 3 が形成されて

10

20

30

40

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 と電氣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 と電氣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氣的接続（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チング液（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 . ピア

ピア 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、ピア 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、電氣的に接続する機能を有している。また、ピア 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 3 1 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 2 2 から上方（空隙 S 内）へ突出している。また、ビア 3 1 の上端部（突出部 3 1 3 の先端部）は、メンブレン 4 のアーム 4 2 の先端部を貫通して設けられており、その上面 3 1 1 が下部電極配線 5 3 と接触している。これにより、ビア 3 1 と下部電極配線 5 3 とが電氣的に接続される。また、ビア 3 1 がメンブレン 4 を貫通して設けられていることにより、メンブレン 4 の上面に形成された下部電極配線 5 3 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 3 1 の下面 3 1 2 は、基板 2 の下面 2 1 に臨んでいるとともに、基板 2 の下面 2 1 と一致しており、基板 2 の下面 2 1 に形成された外部接続端子 2 8 と接触している。これにより、ビア 3 1 と外部接続端子 2 8 とが電氣的に接続される。

このように、熱型電磁波検出素子 1 では、ビア 3 1 の先端部がメンブレン 4 に接合されており、このビア 3 1 を介して下部電極配線 5 3（下部電極 5 1 1）と外部接続端子 2 8 とが電氣的に接続されている。

【0047】

同様に、ビア 3 2 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 2 2 から上方（空隙 S 内）へ突出している。また、ビア 3 2 の上端部（突出部 3 2 3 の先端部）は、メンブレン 4 のアーム 4 3 の先端部を貫通して設けられており、その上面 3 2 1 が上部電極配線 5 4 と接触している。これにより、ビア 3 2 と上部電極配線 5 4 とが電氣的に接続される。また、ビア 3 2 がメンブレン 4 を貫通して設けられていることにより、メンブレン 4 の上面に形成された上部電極配線 5 4 との導通を簡単かつ確実に行うことができる。

【0048】

また、ビア 3 2 の下面 3 2 2 は、基板 2 の下面 2 1 に臨んでいるとともに、基板 2 の下面 2 1 と一致しており、基板 2 の下面 2 1 に形成された外部接続端子 2 9 と接触している。これにより、ビア 3 2 と外部接続端子 2 9 とが電氣的に接続される。

このように、熱型電磁波検出素子 1 では、ビア 3 2 の先端部がメンブレン 4 に接合されており、このビア 3 2 を介して上部電極配線 5 4（上部電極 5 1 3）と外部接続端子 2 9 とが電氣的に接続されている。

【0049】

ビア 3 1、3 2 は、略円錐台形状をなしている。そのため、ビア 3 1、3 2 の横断面積は、下面 3 1 2、3 2 2 側から上面 3 1 1、3 2 1 側に向けて漸減している。ビア 3 1、3 2 をこのような形状とすることにより、ビア 3 1、3 2 の機械的強度を確保しつつ、ビア 3 1、3 2 の上面 3 1 1、3 2 1 の面積を小さくすることができる。そのため、ビア 3 1 と下部電極配線 5 3 との接触面積、および、ビア 3 2 と上部電極配線 5 4 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 5 3 および上部電極配線 5 4 を介してビア 3 1、3 2 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。

【0050】

なお、ビア 3 1 と下部電極配線 5 3 との接触面積（ビア 3 2 と上部電極配線 5 4 との接触面積）としては、特に限定されないが、 $0.05 \sim 1 \mu\text{m}^2$  程度であるのが好ましい。これにより、ビア 3 1 と下部電極配線 5 3 とをより確実に電氣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。

また、ビア 3 1、3 2 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 3 1、3 2 は、中実体に限定されず、中空体であってもよい。

【0051】

ビア 3 1、3 2 は、基板 2 の上面 2 2 から突出して形成されており、上面 2 2 から突出した突出部 3 1 3、3 2 3 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 3 1、3 2 の突出部 3 1 3、3 2 3 は、基板 2 とメンブレン 4 との間

10

20

30

40

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 をエッチ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。

#### 【0052】

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）に收容してもよい。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

#### 【0053】

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 がパッケージに收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

#### 【0054】

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

#### 【0055】

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チング液（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。

40

#### 【0056】

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ていればよい。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、ビアが一对形成されているが、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。

#### 【0057】

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

50

。言い換えれば、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、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 22 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 22 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ってもよい。

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. 熱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 がこの順にて積層しており、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 81、82 を形成する工程と、孔 81、82 に導電性を有する導電性材料を充填することによりビア 31、32 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、Si 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  $\text{SiO}_2$  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  $\text{SiO}_2$  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、CVD (Chemical Vapor Deposition) などの気相成膜法を用いて熱酸化により形成された  $\text{SiO}_2$  膜上に、 $\text{SiO}_2$  膜を形成する。これにより、 $\text{SiO}_2$  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 の高さと同しく設定される。

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、CVD などの気相成膜法を用いて、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  で構成された保護層 61 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 62 の上面に、 $\text{SiO}_2$  で構成された基板 40 を接合する。この基板 40 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 40 の上面に搭載部 41 およびアーム 42、43 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 40 および保護層 61 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 41 およびアーム 42、43 が一体的に形成されたメンブレン 4 が形成さ

50

れる。

【 0 0 6 3 】

[ 6 ] 検出部形成工程

次に、搭載部 4 1 の上面に下部電極 5 1 1 を形成する。具体的には、まず、I r ( イリジウム )、I r O x ( 酸化イリジウム )、P t ( 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 5 1 1 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 5 1 1 が形成される。

【 0 0 6 4 】

次に、下部電極 5 1 1 の上面に焦電体層 5 1 2 を形成する。具体的には、まず、焦電体層 5 1 2 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 5 1 2 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 5 1 2 が形成される。

10

【 0 0 6 5 】

次に、焦電体層 5 1 2 の上面に上部電極 5 1 3 を形成する。具体的には、P t ( 白金 )、または更に I r O x ( 酸化イリジウム )、I r ( 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 5 1 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 5 1 3 が形成される。

20

以上により、図 4 ( b ) に示すように、キャパシター 5 1 が形成される。

【 0 0 6 6 】

次に、キャパシター 5 1 を覆うように、絶縁膜 5 2 を形成する。具体的には、まず、S i O<sub>2</sub> または S i<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 5 2 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 5 2 が形成される。

【 0 0 6 7 】

次に、絶縁膜 5 2 に第 1、第 2 コンタクトホール 5 2 1、5 2 2 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 5 2 上に第 1、第 2 コンタクトホール 5 2 1、5 2 2 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 5 2 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 5 2 に第 1 コンタクトホール 5 2 1 および第 2 コンタクトホール 5 2 2 が形成される。

30

【 0 0 6 8 】

次に、下部電極配線 5 3 および上部電極配線 5 4 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 5 2 の上面に跨って、A l ( アルミニウム ) や T i 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 5 2 1、5 2 2 内に A l 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 5 3 および上部電極配線 5 4 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 5 2 1 を通じて下部電極 5 1 1 と電氣的に接続され、アーム 4 2 の先端部まで引き出された下部電極配線 5 3 が形成されるとともに、第 2 コンタクトホール 5 2 2 を通じて上部電極 5 1 3 と電氣的に接続され、アーム 4 3 の先端部まで引き出された上部電極配線 5 4 が形成される。

40

【 0 0 6 9 】

次に、キャパシター 5 1、下部電極配線 5 3 および上部電極配線 5 4 を覆うように、絶縁膜 5 5 を形成する。具体的には、まず、S i O<sub>2</sub> または S i<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 5 5 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 5 5 が形成される。

50

## 【 0 0 7 0 】

次に、キャパシター 5 1 と重なるように赤外線吸収膜 5 6 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 5 6 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 5 6 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。

## 【 0 0 7 1 】

## [ 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 6 2 を形成する。

これにより、積層体 9 が得られる。

## [ 8 ] ピア形成工程

まず、図 5 ( b ) に示すように、基板 2 の下面 2 1 に、フォトリソグラフィ法などを用いてビア 3 1、3 2 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 6 1 およびメンブレン 4 を貫通する孔 (スルーホール) 8 1、8 2 を形成し、マスクを除去する。

次に、図 5 ( c ) に示すように、孔 8 1、8 2 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 6 3 を形成する。

次に、図 5 ( a ) に示すように、孔 8 1、8 2 に Cu (銅) を充填し、ビア 3 1、3 2 を形成する。

## 【 0 0 7 2 】

## [ 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 2 1 に外部接続端子 2 8、2 9 を形成する。具体的には、まず、基板 2 の下面 2 1 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 2 8、2 9 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 2 8、2 9 が形成される。

## 【 0 0 7 3 】

## [ 1 0 ] 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。

## 【 0 0 7 4 】

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 6 1、6 2 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 3 1、3 2 についても同様に、ビア 3 1、3 2 の周面に HF に対する耐エッチング性を有する保護層 6 3 を形成しておくことにより、本工程にてビア 3 1、3 2 が腐食し、除去されるのを防止している。

## 【 0 0 7 5 】

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 6 1、6 2、6 3 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 6 1、6 2、6 3 とし、エッチング液をフッ酸とすることができる。

以上により、熱型電磁波検出素子 1 が得られる。

## 【 0 0 7 6 】

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

< 第 2 実施形態 >

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 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 1 A では、メンブレン 4 が有する 2 つのアーム 4 2 A、4 3 A は、搭載部 4 1 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 4 2 A、4 3 A は、搭載部 4 1 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 4 2 A は、搭載部 4 1 の図 7 中左上の角部 4 1 1 から左側へ延出した基端部 4 2 1 A と、基端部 4 2 1 A の先端から下側へ延出し、その先端部がビア 3 1 に支持された先端部 4 2 3 A とを有している。また、先端部 4 2 3 A は、搭載部 4 1 の左辺 4 1 3 に沿って設けられている。また、基端部 4 2 1 A は、先端部 4 2 3 A に対して短く形成されている。

【0079】

30

一方、アーム 4 3 A は、搭載部 4 1 の図 7 中右下の角部 4 1 2（角部 4 1 1 の対角）から右側へ延出した基端部 4 3 1 A と、基端部 4 3 1 A の先端から上側へ延出し、その先端部がビア 3 2 に支持された先端部 4 3 3 A とを有し、先端部 4 3 3 A は、搭載部 4 1 の右辺 4 1 4 に沿って設けられている。また、基端部 4 3 1 A は、先端部 4 3 3 A に対して短く形成されている。

【0080】

アーム 4 2 A、4 3 A をこのような形状とすることにより、搭載部 4 1 からのアーム 4 2 A、4 3 A の過度な突出を防止しつつ、すなわち、アーム 4 2 A、4 3 A の先端部 4 2 3 A、4 3 3 A が搭載部 4 1 から遠く離れずに、アーム 4 2 A、4 3 A 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 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。

40

【0081】

なお、図示の構成では、基端部 4 2 1 A の幅と先端部 4 2 3 A の幅が等しいが、基端部 4 2 1 A の幅が先端部 4 2 3 A の幅よりも太くてもよい。

また、図示の構成では、基端部 4 2 1 A と先端部 4 2 3 A 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発揮することができる。

【0082】

< 第 3 実施形態 >

50



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。

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。

#### 【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。

#### 【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。

#### 【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。

#### 【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。

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、ビ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 1 C では、ビア 3 1、3 2 の上面 3 1 1、3 2 1 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、ビア 3 1、3 2 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 4 2 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 3 3 が形成されており、この導体ポスト 3 3 を介して下部電極配線 5 3 とビア 3 1 とが電氣的に接続されている。同様に、メンブレン 4 のアーム 4 3 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 3 4 が形成されており、この導体ポスト 3 4 を介して上部電極配線 5 4 とビア 3 2 とが電氣的に接続されている。

【0090】

導体ポスト 3 3、3 4 は、その横断面積がビア 3 1、3 2 の上面 3 1 1、3 2 1 の面積よりも小さく形成されている。そのため、例えば、ビア 3 1 と下部電極配線 5 3 (ビア 3 2 と上部電極配線 5 4) 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 3 3、3 4 を介したビア 3 1、3 2 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 3 3、3 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、ビア 3 1、3 2 や、下部電極配線 5 3 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 3 3 は、下部電極配線 5 3 と一体的に形成してもよく、導体ポスト 3 4 は、上部電極配線 5 4 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. 熱型電磁波検出装置

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) 1 0 について説明する。

図 1 0 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 1 1 は、図 1 0 に示す熱型電磁波検出装置の断面図である。

図 1 0 および図 1 1 に示すように、センサーデバイス (熱型電磁波検出装置) 1 0 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 1 1 と、センサー基板 1 1 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 1 2 とを有している。

【0093】

センサー基板 1 1 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 × 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 1 0 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 1 1 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 × 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 1 1 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 1 1 は、基板 2 と、基板 2 にビア 3 1、3 2 を介して支持されている複数のメンブレン 4 と、各メ

10

20

30

40

50

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 と接続バンブ 13 を介して電氣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 とが電氣的に接続される。ここで、前述したように、各熱型電磁波検出素子 1 では、ビア 31、32 によって、下部電極 51 および上部電極 53 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 との電氣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。

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。

20

#### 【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もよい。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、繊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されることができる。

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

## 【 0 1 0 6 】

制御回路 3 0 2 には、赤外線カメラ 2 0 0、表示装置 3 0 3 およびスピーカー 3 0 4 などが接続されている。赤外線カメラ 2 0 0 は、撮像範囲内で F A 機能ユニット 3 0 1 を撮像する。制御回路 3 0 2 は、撮像範囲内で異常な高温や温度変化を検出すると、F A 機能ユニット 3 0 1 に向けて動作停止信号を出力したり、表示装置 3 0 3 やスピーカー 3 0 4 に向けて警告信号を出力したりする。

## 【 0 1 0 7 】

異常な高温や温度変化の検出にあたって、制御回路 3 0 2 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 3 0 2 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。

## 【 0 1 0 8 】

赤外線カメラ 2 0 0 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 2 0 0 は、表示装置 2 0 5 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、エスカレーターや照明器具、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。

## 【 0 1 0 9 】

例えば、図 1 6 に示すように、電気機器 4 0 0 は、機能ユニット 4 0 1 を備えている。機能ユニット 4 0 1 は、特定の機能の実現にあたって機械的動作や電氣的動作を実施する。機能ユニット 4 0 1 には、人感センサー 4 0 2 が接続されている。人感センサー 4 0 2 は、赤外線カメラ 2 0 0 を備えている。赤外線カメラ 2 0 0 は、監視範囲内で撮像を実施する。赤外線カメラ 2 0 0 には、判定回路 4 0 3 が接続されている。

## 【 0 1 1 0 】

判定回路 4 0 3 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 4 0 3 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 4 0 3 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 4 0 1 に供給する。機能ユニット 4 0 1 は、例えば、判定信号の受領に応じてオンオフ制御される。

## 【 0 1 1 1 】

例えば、図 1 7 に示すように、運転支援装置（電子機器）5 0 0 は、赤外線カメラ 2 0 0 およびヘッドアップディスプレイ 5 0 1 を備えている。赤外線カメラ 2 0 0 は、例えば車両 5 0 2 のフロントノーズ 5 0 3 に取り付けられている。赤外線カメラ 2 0 0 は、車両 5 0 2 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 5 0 1 は、例えばフロントウィンドウ 5 0 4 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 5 0 1 には、赤外線カメラ 2 0 0 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 5 0 1 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。

## 【 0 1 1 2 】

図 1 8 に示すように、赤外線カメラ 2 0 0 およびヘッドアップディスプレイ 5 0 1 には処理回路 5 0 5 が接続されている。処理回路 5 0 5 には、車速センサー 5 0 6、ヨーレートセンサー 5 0 7 およびブレーキセンサー 5 0 8 が接続されている。車速センサー 5 0 6 は、車両 5 0 2 の走行速度を検出する。ヨーレートセンサー 5 0 7 は、車両 5 0 2 のヨーレートを検出する。ブレーキセンサー 5 0 8 は、ブレーキペダルの操作の有無を検出する。処理回路 5 0 5 は、車両 5 0 2 の走行状態に応じて特定の歩行者を選別する。処理回路 5 0 5 は、車両 5 0 2 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 5 0 2 の走行状態を特定する。処理回路 5 0 5 は、スピーカー 5 0 9 から例えば音声に基づき運転者の注意を促してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 3 】

( ゲーム機コントローラー )

図 1 9 は、センサーデバイス 1 0 を利用した電子機器の一具体例に係るゲーム機 6 0 0 の構成を概略的に示す。この図において、ゲーム機 6 0 0 は、ゲーム機本体 6 0 1、表示装置 6 0 2 およびコントローラー ( 電子機器 ) 6 0 3 を備えている。

表示装置 6 0 2 は、例えば有線でゲーム機本体 6 0 1 に接続されている。ゲーム機本体 6 0 1 の動作は、表示装置 6 0 2 の画面に映し出される。プレーヤー G は、コントローラー 6 0 3 を用いてゲーム機本体 6 0 1 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 6 0 3 には、例えば 1 対の L E D モジュール 6 0 4 から赤外線が照射される。L E D モジュール 6 0 4 は、例えば表示装置 6 0 2 の画面の周囲でベゼルに取り付けることができる。

10

## 【 0 1 1 4 】

図 2 0 に示すように、コントローラー 6 0 3 には、センサーデバイス 1 0 が組み込まれている。なお、センサーデバイス 1 0 には、赤外線フィルター 6 0 5 および光学系 ( 例えばレンズ ) 6 0 6 が組み合わされてもよい。センサーデバイス 1 0 は、L E D モジュール 6 0 4 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 1 0 には、画像処理回路 6 0 7 が接続されている。画像処理回路 6 0 7 は、予め決められた画面内で L E D モジュール 6 0 4 の赤外線スポットを画像化する。

## 【 0 1 1 5 】

画像処理回路 6 0 7 には、演算処理回路 6 0 8 が接続されている。演算処理回路 6 0 8 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、L E D モジュール 6 0 4 の位置に対応する。また、赤外線スポットの大きさは、L E D モジュール 6 0 4 との距離に対応する。

20

## 【 0 1 1 6 】

演算処理回路 6 0 8 には、無線モジュール 6 0 9 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 6 0 9 からゲーム機本体 6 0 1 に送り込まれる。なお、図示の構成では、演算処理回路 6 0 8 に操作スイッチ 6 1 0 や加速度センサー 6 1 1 が接続されている。操作スイッチ 6 1 0 の操作信号や加速度センサー 6 1 1 の加速度情報は、無線モジュール 6 0 9 からゲーム機本体 6 0 1 に供給される。

30

## 【 0 1 1 7 】

ゲーム機本体 6 0 1 は、無線モジュール 6 1 2 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 6 0 1 内のプロセッサ 6 1 3 は、操作信号に基づき操作スイッチ 6 1 0 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 6 0 3 の動きを特定する。こうして操作スイッチ 6 1 0 の動作やコントローラー 6 0 3 の動きに応じてゲーム機本体 6 0 1 が制御される。L E D モジュール 6 0 4 は、プロセッサ 6 1 3 に接続されることができる。プロセッサ 6 1 3 は、L E D モジュール 6 0 4 の動作を制御することができる。

## 【 0 1 1 8 】

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

## 【 0 1 1 9 】

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 ( ボロメーター型 ) 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】

## 【0120】

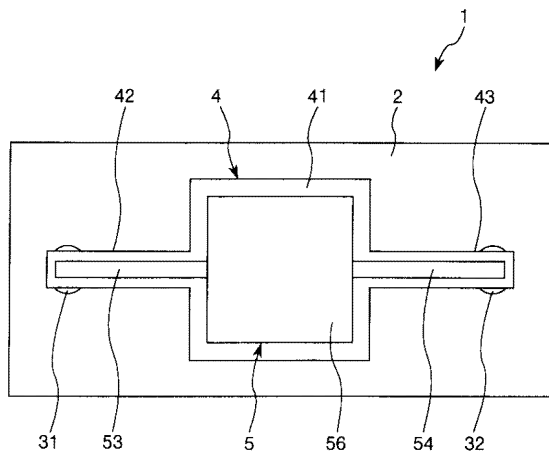
1、1 A、1 B、1 C ... 熱型電磁波検出素子    1 0 ... センサーデバイス    1 1 ...  
 センサー基板    1 2 ... 回路基板    1 2 1 ... 読み出し回路    1 2 2 ... 制御回路    1 2  
 3 ... A / D 変換回路    1 3 ... 接続バンプ    2 ... 基板    2 1 ... 下面    2 2 ... 上面  
 2 8、2 9 ... 外部接続端子    3 1、3 2 ... ピア    3 1 1、3 2 1 ... 上面    3 1 2  
 、3 2 2 ... 下面    3 1 3、3 2 3 ... 突出部    3 3、3 4 ... 導体ポスト    4 ... メン  
 ブレン    4 0 ... 基板    4 1 ... 搭載部    4 1 1、4 1 2 ... 角部    4 1 3 ... 左辺    4  
 1 4 ... 右辺    4 1 5 ... 下辺    4 1 6 ... 上辺    4 2、4 2 A、4 2 B、4 3、4 3 A  
 、4 3 B ... アーム    4 2 1 A、4 2 1 B、4 3 1 A、4 3 1 B ... 基端部    4 2 2 B、  
 4 3 2 B ... 中間部    4 2 3 A、4 2 3 B、4 3 3 A、4 3 3 B ... 先端部    5 ... 検出  
 部    5 1 ... キャパシター    5 1 1 ... 下部電極    5 1 2 ... 焦電体層    5 1 3 ... 上部  
 電極    5 2 ... 絶縁膜    5 2 1 ... 第 1 コンタクトホール    5 2 2 ... 第 2 コンタクトホ  
 ール    5 3 ... 下部電極配線    5 4 ... 上部電極配線    5 5 ... 絶縁膜    5 6 ... 赤外線  
 吸収膜    6 1、6 2、6 3 ... 保護層    7 ... 犠牲層    8 1、8 2 ... 孔    9 ... 積層体  
 1 0 0 ... テラヘルツカメラ    1 0 1 ... 筐体    1 0 2 ... スリット    1 0 3 ... レン  
 ズ    1 0 3 a ... 光軸    1 0 4 ... 照射源    1 0 5 ... 駆動回路    1 0 6 ... 光学系    1  
 0 7 ... アナログデジタル変換回路    1 0 8 ... 演算処理回路    1 0 9 ... 描画処理回路  
 1 1 0 ... 表示装置    1 1 1 ... 記憶装置    2 0 0 ... 赤外線カメラ    2 0 1 ... 光学  
 系    2 0 1 a ... 光軸    2 0 2 ... アナログデジタル変換回路    2 0 3 ... 演算処理回路  
 2 0 4 ... 描画処理回路    2 0 5 ... 表示装置    2 0 6 ... 記憶装置    3 0 1 ... F A  
 機能ユニット    3 0 2 ... 制御回路    3 0 3 ... 表示装置    3 0 4 ... スピーカー    4 0  
 0 ... 電気機器    4 0 1 ... 機能ユニット    4 0 2 ... 人感センサー    4 0 3 ... 判定回  
 路    5 0 1 ... ヘッドアップディスプレイ    5 0 2 ... 車両    5 0 3 ... フロントノーズ  
 5 0 4 ... フロントウィンドウ    5 0 5 ... 処理回路    5 0 6 ... 車速センサー    5 0  
 7 ... ヨーレートセンサー    5 0 8 ... ブレーキセンサー    5 0 9 ... スピーカー    6 0  
 0 ... ゲーム機    6 0 1 ... ゲーム機本体    6 0 2 ... 表示装置    6 0 3 ... コントロー  
 ラー    6 0 4 ... L E D モジュール    6 0 5 ... 赤外線フィルター    6 0 6 ... 光学系  
 6 0 7 ... 画像処理回路    6 0 8 ... 演算処理回路    6 0 9 ... 無線モジュール    6 1 0  
 ... 操作スイッチ    6 1 1 ... 加速度センサー    6 1 2 ... 無線モジュール    6 1 3 ...  
 プロセッサ    S ... 空隙

10

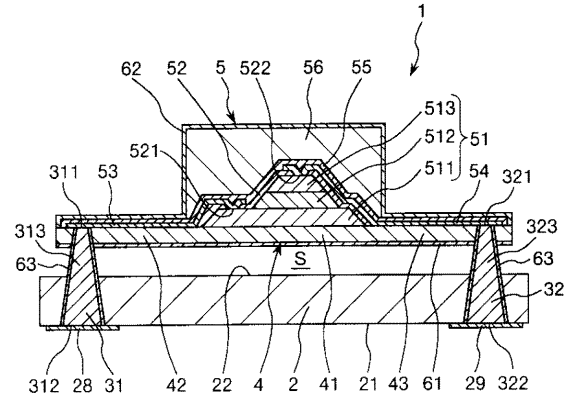
20

30

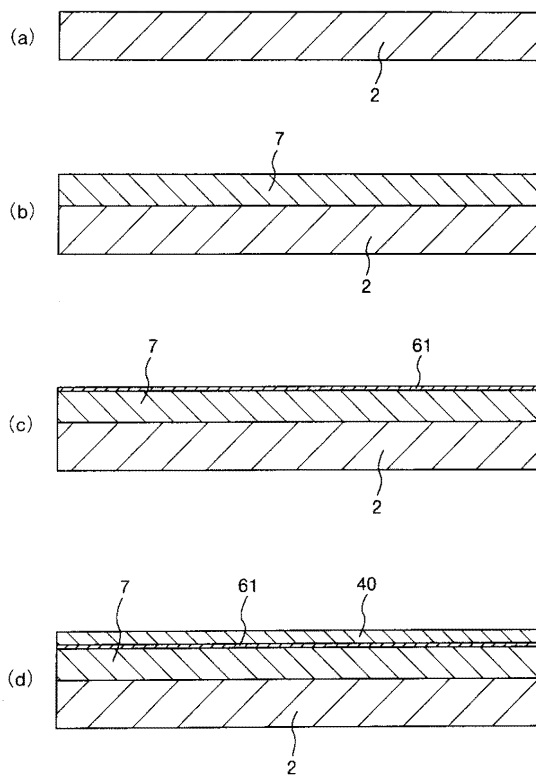
【図 1】



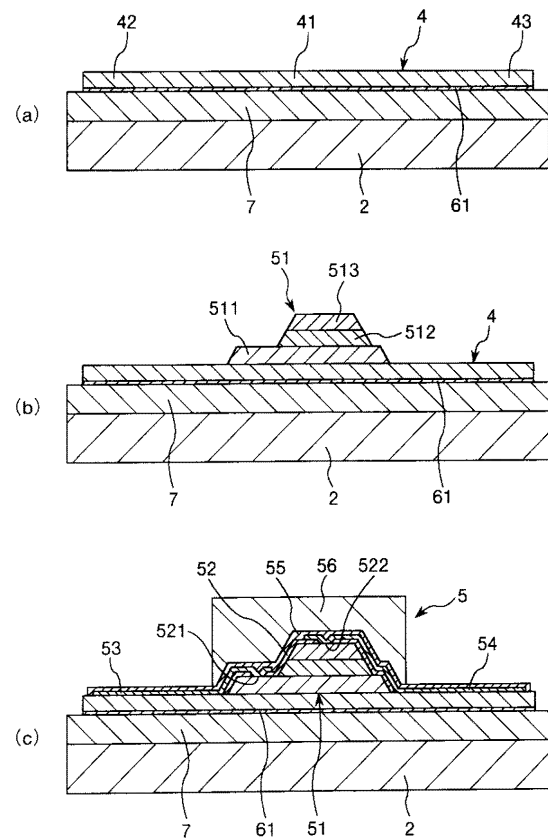
【図 2】



【図 3】

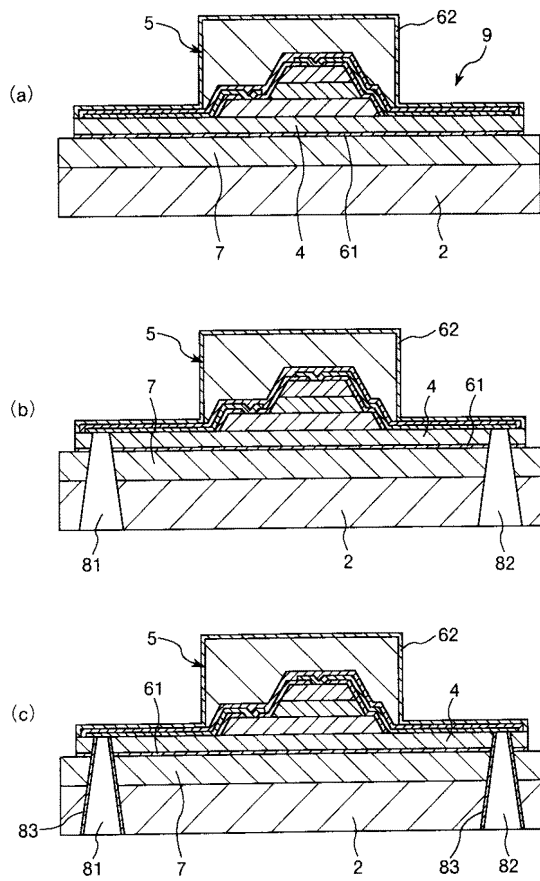


【図 4】

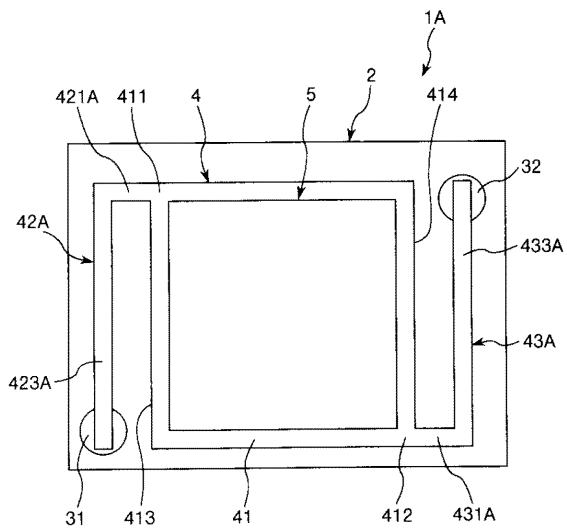




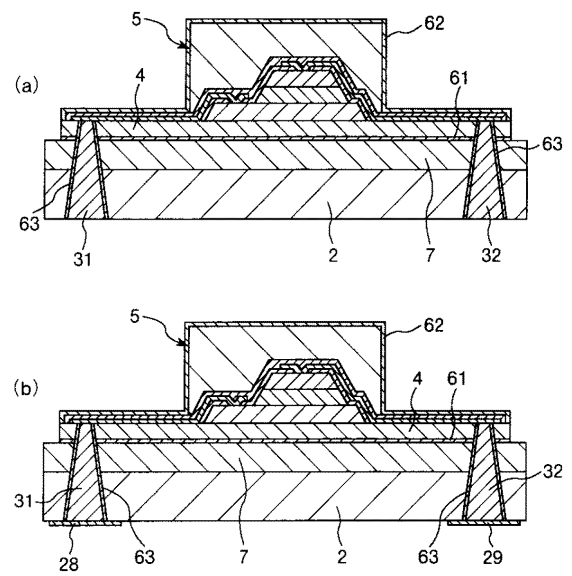
【図 5】



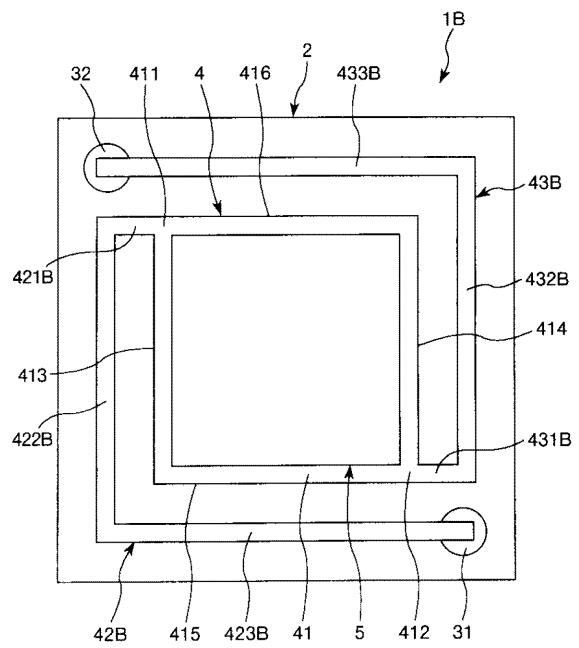
【図 7】



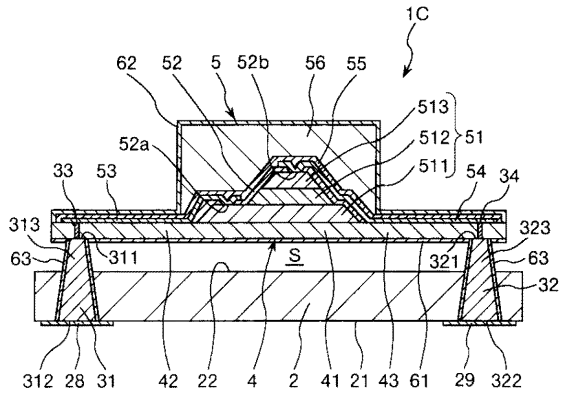
【図 6】



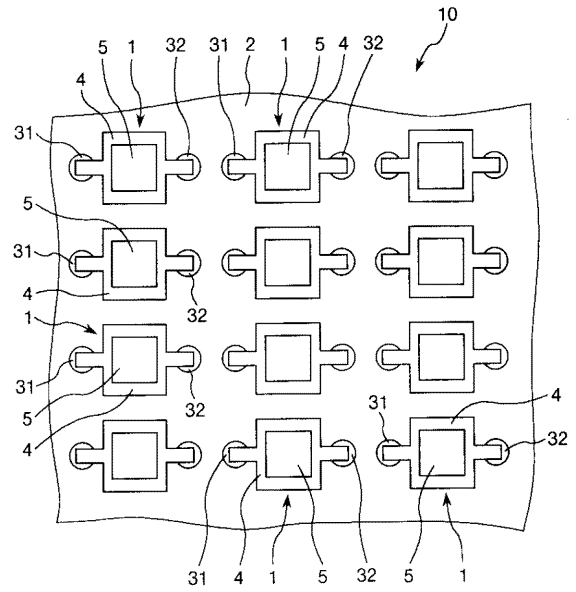
【図 8】



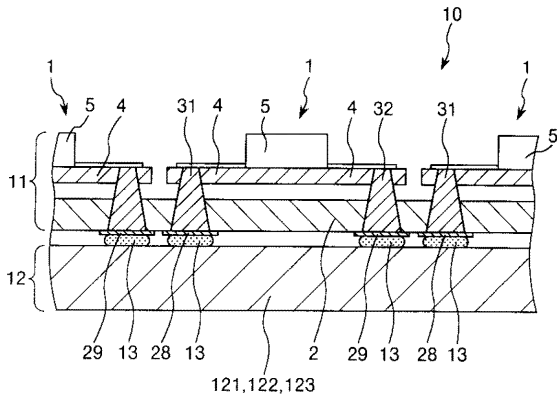
【 図 9 】



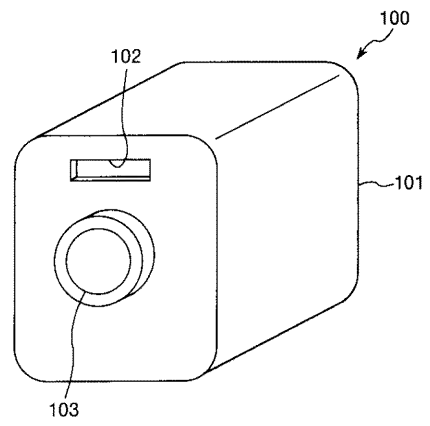
【 図 1 0 】



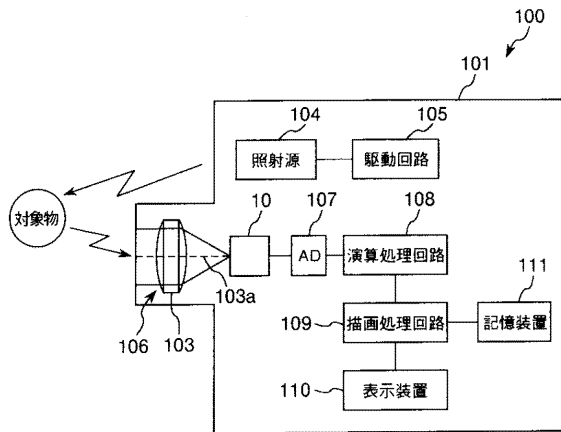
【 図 1 1 】



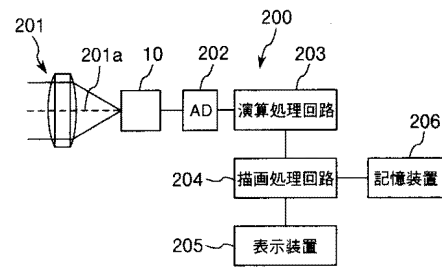
【 ㄨ 1 2 】



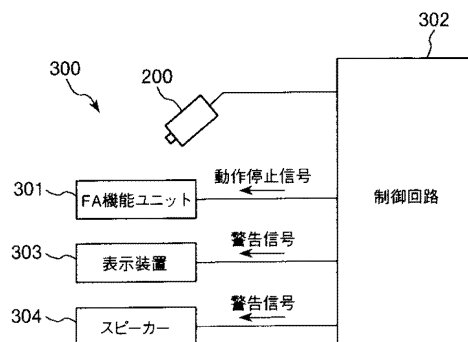
【図 13】



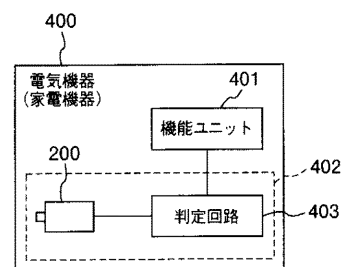
【図 14】



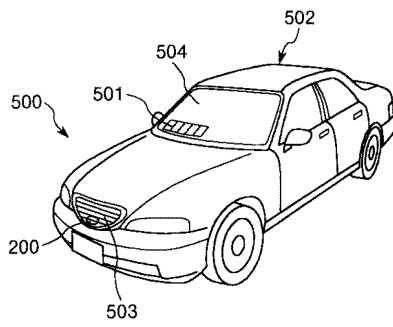
【図 15】



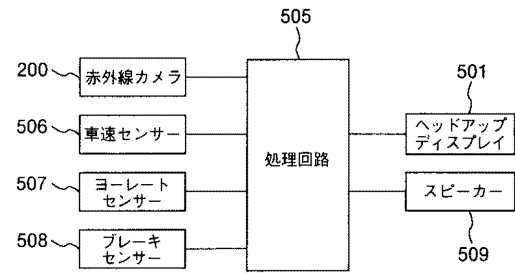
【図 16】



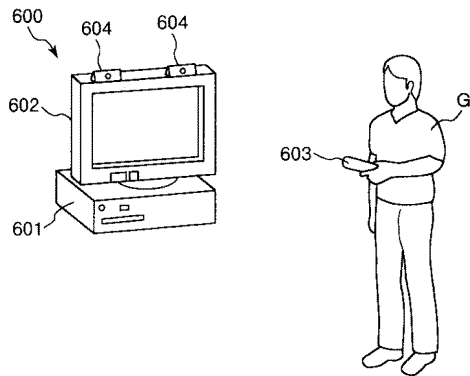
【図 17】



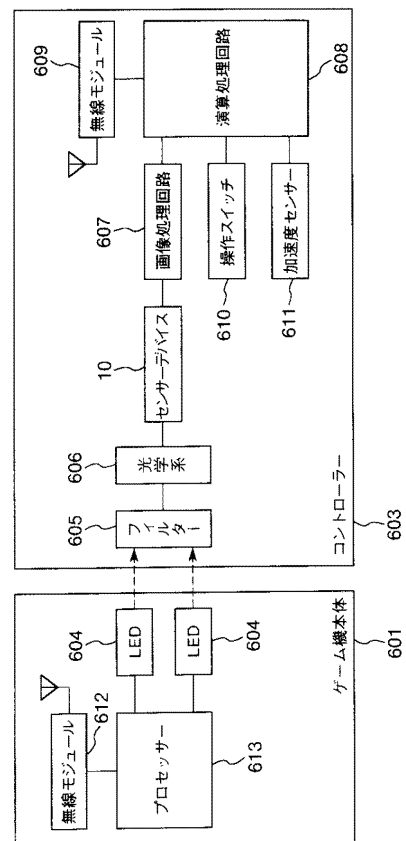
【図 18】



【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