

(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2013-246021

(P2013-246021A)

(43) 公開日 平成25年12月9日(2013.12.9)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO1J	1/02	(2006.01)	GO1J	1/02	C	2G065		
GO1J	5/48	(2006.01)	GO1J	1/02	Q	2G066		
HO1L	37/02	(2006.01)	GO1J	5/48	A			
			HO1L	37/02				

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2012-119424 (P2012-119424)
 (22) 出願日 平成24年5月25日 (2012.5.25)

(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

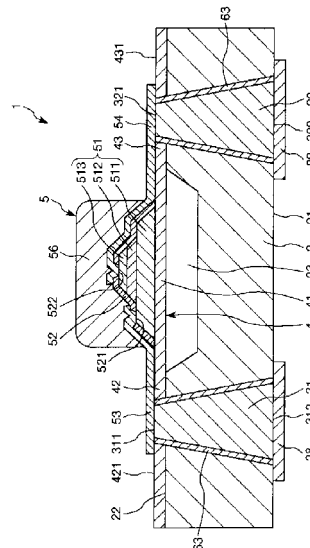
(54) 【発明の名称】 熱型電磁波検出素子、熱型電磁波検出素子の製造方法、熱型電磁波検出装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】 空隙の角部の近傍における破損や変形を防止することができ、信頼性の高い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。

【解決手段】 熱型電磁波検出素子1は、半導体基板と、前記半導体基板上に設けられた支持部材と、前記支持部材上に設けられ、受けた電磁波の量に応じた電気信号を1対の電極から取り出すことのできる検出部5と、前記半導体基板を貫通し、前記1対の電極と電気的に接続された導電性を有する1対のビア31、32とを有し、前記半導体基板の前記1対のビア31、32の間に、前記支持部材側に開放する空隙23が設けられている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体基板と、
前記半導体基板上に設けられた支持部材と、
前記支持部材上に設けられ、受けた電磁波の量に応じた電気信号を 1 対の電極から取り出すことのできる検出部と、
前記半導体基板を貫通し、前記 1 対の電極と電気的に接続された導電性を有する 1 対のビアとを有し、
前記半導体基板の前記 1 対のビアの間に、前記支持部材側に開放する空隙が設けられていることを特徴とする熱型電磁波検出素子。

10

【請求項 2】

平面視で、前記 1 対のビアの前記支持部材側の面のそれぞれと前記空隙とが重ならない請求項 1 に記載の熱型電磁波検出素子。

【請求項 3】

前記空隙は、前記半導体基板に対してエッチング処理を施すことにより形成されたものである請求項 1 または 2 に記載の熱型電磁波検出素子。

【請求項 4】

前記エッチング処理における前記半導体基板の構成材料のエッチングレートは、前記支持部材の構成材料のエッチングレートよりも高い請求項 3 に記載の熱型電磁波検出素子。

【請求項 5】

前記 1 対のビアの前記支持部材側の面は、それぞれ、前記支持部材の前記半導体基板側の面側に位置している請求項 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】

前記検出部は、前記 1 対の電極と前記 1 対のビアとを電気的に接続する 1 対の電極配線を有しており、

前記 1 対の電極配線は、それぞれ、前記支持部材を貫通して前記 1 対のビアと電気的に接続されている請求項 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 1 対のビアは、それぞれ、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 4 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子。

30

【請求項 8】

前記 1 対のビアは、それぞれ、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 7 のいずれかに記載の熱型電磁波検出素子。

【請求項 9】

半導体基板と、該半導体基板上に設けられた支持部材と、該支持部材上に設けられ、受けた電磁波の量に応じた電気信号を 1 対の電極から取り出すことのできる検出部とを有する積層体を得る工程と、

前記半導体基板を貫通し、前記 1 対の電極と電気的に接続された導電性を有する 1 対のビアを形成する工程と、

前記半導体基板に対してエッチング処理を施し、該半導体基板の前記 1 対のビアの間に、前記支持部材側に開放する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装置の製造方法。

40

【請求項 10】

半導体基板と、該半導体基板上に設けられた支持部材とを有する積層体を得る工程と、

前記半導体基板を貫通し、導電性を有する 1 対のビアを形成する工程と、

前記支持部材上に、前記 1 対のビアと電気的に接続された 1 対の電極を有し、受けた電磁波の量に応じた電気信号を該 1 対の電極から取り出すことのできる検出部を形成する工程と、

前記半導体基板に対してエッチング処理を施し、該半導体基板の前記 1 対のビアの間に

50

、前記支持部材側に開放する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装置の製造方法。

【請求項 1 1】

請求項 1 ないし 8 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。

【請求項 1 2】

請求項 1 ないし 8 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 1 3】

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 1 2 に記載の電子機器。

10

【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。

【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り生じ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。

20

【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、基板と、基板上に設けられた層間絶縁層と、層間絶縁層上に設けられた支持基板と、支持基板上に設けられ、赤外線を受光する検出部と、検出部の 1 対の電極と電氣的に接続された導電性を有する 1 対のビア（柱状電極）とを有している。また、層間絶縁層における検出部の下方の部位には、空隙が形成されており、これにより検出部と基板との熱分離が図られている。なお、各ビアは、空隙よりも下側に位置し、また、一方のビアは、平面視で、空隙と重なるように配置されている。

30

【0004】

しかしながら、前記特許文献 1 に記載の赤外線検出素子では、平面視で空隙と重なるようにビアが配置されているので、層間絶縁層に空隙を形成する際等に、その層間絶縁層における空隙の角部に応力が集中し、空隙の角部の近傍において、層間絶縁層等が破損や変形する虞がある。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2011 - 203167 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、空隙の角部の近傍における破損や変形を防止することができ、信頼性の高い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】

50

【0007】

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、半導体基板と、

前記半導体基板上に設けられた支持部材と、

前記支持部材上に設けられ、受けた電磁波の量に応じた電気信号を1対の電極から取り出すことのできる検出部と、

前記半導体基板を貫通し、前記1対の電極と電氣的に接続された導電性を有する1対のビアとを有し、

前記半導体基板の前記1対のビアの間に、前記支持部材側に開放する空隙が設けられていることを特徴とする。

10

【0008】

これにより、半導体基板における空隙の角部に応力が集中してしまうことを防止でき、空隙の角部の近傍において、半導体基板等が破損や変形することを防止することができ、これによって、信頼性の高い熱型電磁波検出素子を提供することができる。

また、半導体基板に空隙が設けられているので、その空隙を形成する際は、耐熱性の低い樹脂製の犠牲層を用いる必要がなく、これにより、検出部を形成する際の温度を、その検出部の形成に十分な温度にしても問題がなく、これによって、高性能の検出部を形成することができる。

【0009】

本発明の熱型電磁波検出素子では、平面視で、前記1対のビアの前記支持部材側の面のそれぞれと前記空隙とが重ならないことが好ましい。

20

これにより、より確実に、空隙の角部の近傍において、半導体基板等が破損や変形することを防止することができる。

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記空隙は、前記半導体基板に対してエッチング処理を施すことにより形成されたものであることが好ましい。

これにより、容易かつ確実に、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、前記エッチング処理における前記半導体基板の構成材料のエッチングレートは、前記支持部材の構成材料のエッチングレートよりも高いことが好ましい。

30

これにより、半導体基板に対してエッチング処理を施して空隙を形成する際に検出部や支持部材を保護することを目的とする保護層を形成する必要がなく、これによって、その保護層の分、熱伝導率を低くすることができる。これにより、検出部の熱がビアや半導体基板に伝達されるのを抑制することができる。そのため、検出部にて、より効率的に電磁波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1対のビアの前記支持部材側の面は、それぞれ、前記支持部材の前記半導体基板側の面側に位置していることが好ましい。

これにより、1対の電極と1対のビアとを電氣的に接続する1対の電極配線と、1対のビアとを電氣的に接続する際、互いの接触面積を小さくすることができ、これによって、検出部の熱がその電極配線を介してビアに伝達されるのを抑制することができる。そのため、検出部にて、より効率的に電磁波を検出することができる。

40

【0012】

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記検出部は、前記1対の電極と前記1対のビアとを電氣的に接続する1対の電極配線を有しており、

前記1対の電極配線は、それぞれ、前記支持部材を貫通して前記1対のビアと電氣的に接続されていることが好ましい。

これにより、1対の電極配線と、1対のビアとを電氣的に接続する際、互いの接触面積を小さくすることができ、これによって、検出部の熱がその電極配線を介してビアに伝達されるのを抑制することができる。そのため、検出部にて、より効率的に電磁波を検出す

50

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1対のビアは、それぞれ、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。

これにより、1対のビアが支持部材を貫通していない場合に比べ、容易に、熱型電磁波検出素子を製造することができる。

本発明の熱型電磁波検出素子では、前記1対のビアは、それぞれ、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電磁波を検出することができる。

10

【0014】

本発明の熱型電磁波検出装置の製造方法は、半導体基板と、該半導体基板上に設けられた支持部材と、該支持部材上に設けられ、受けた電磁波の量に応じた電気信号を1対の電極から取り出すことのできる検出部とを有する積層体を得る工程と、

前記半導体基板を貫通し、前記1対の電極と電気的に接続された導電性を有する1対のビアを形成する工程と、

前記半導体基板に対してエッチング処理を施し、該半導体基板の前記1対のビアの間に、前記支持部材側に開放する空隙を形成する工程とを有することを特徴とする。

20

【0015】

このような製造方法によれば、半導体基板における空隙の角部に応力が集中してしまうことを防止でき、空隙の角部の近傍において、半導体基板等が破損や変形することを防止することができる。信頼性の高い熱型電磁波検出素子を容易に製造することができる。

また、半導体基板に空隙を形成するので、耐熱性の低い樹脂製の犠牲層を用いる必要がなく、これにより、検出部を形成する際の温度を、その検出部の形成に十分な温度にしても問題がなく、これによって、高性能の検出部を形成することができる。

【0016】

本発明の熱型電磁波検出装置の製造方法は、半導体基板と、該半導体基板上に設けられた支持部材とを有する積層体を得る工程と、

前記半導体基板を貫通し、導電性を有する1対のビアを形成する工程と、

30

前記支持部材上に、前記1対のビアと電気的に接続された1対の電極を有し、受けた電磁波の量に応じた電気信号を該1対の電極から取り出すことのできる検出部を形成する工程と、

前記半導体基板に対してエッチング処理を施し、該半導体基板の前記1対のビアの間に、前記支持部材側に開放する空隙を形成する工程とを有することを特徴とする。

【0017】

このような製造方法によれば、半導体基板における空隙の角部に応力が集中してしまうことを防止でき、空隙の角部の近傍において、半導体基板等が破損や変形することを防止することができる。信頼性の高い熱型電磁波検出素子を容易に製造することができる。

また、半導体基板に空隙を形成するので、耐熱性の低い樹脂製の犠牲層を用いる必要がなく、これにより、検出部を形成する際の温度を、その検出部の形成に十分な温度にしても問題がなく、これによって、高性能の検出部を形成することができる。

40

【0018】

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。

本発明の電子機器では、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

50

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。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1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。

10

【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断面図である。

【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断面図である。

【図9】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10】図9に示す熱型電磁波検出装置の断面図である。

【図11】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）を示す図である。

【図12】図11に示すテラヘルツカメラの詳細を示すブロック図である。

【図13】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）を示す図である。

20

【図14】本発明の熱型電磁波検出素子を備える電子機器（FA機器）を示す図である。

【図15】本発明の熱型電磁波検出素子を備える電子機器（電気機器）を示す図である。

【図16】本発明の熱型電磁波検出素子を備える電子機器（運転支援装置）を示す図である。

【図17】図16に示す運転支援装置の詳細を示すブロック図である。

【図18】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）を示す図である。

【図19】図18に示すコントローラーの詳細を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

30

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を示す平面図、図2は、図1に示す熱型電磁波検出素子の断面図、図3～図6は、図1に示す熱型光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。

【0021】

1. 熱型電磁波検出素子

40

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、熱型電磁波検出素子1と同様の構成とすることができる。

【0022】

このような熱型電磁波検出素子1は、半導体基板（以下、基板という）2と、基板2上に設けられたメンブレン（支持部材）4と、メンブレン4上に設けられた検出部5と、基板2に形成された1対のピア（柱状電極）31、32とを有している。

50

ビア 3 1、3 2 は、基板 2 をその厚さ方向に貫通しており、基板 2 のビア 3 1 とビア 3 2 との間に、メンブレン 4 側に開放する空隙（空間）2 3 が設けられている。そして、この空隙 2 3 によって、検出部 5 と基板 2 とが熱分離されている。

【0023】

1 - 1 . 基板

基板 2 は、メンブレン 4 を支持する機能を有する。基板 2 の構成材料としては、半導体材料であれば、特に限定されず、例えば、Si（シリコン）、GaAs 等を用いることができる。

ここで、後述する空隙 2 3 は、基板 2 に対してエッチング処理を施すことにより形成されることが好ましい。これより、容易かつ確実に、空隙 2 3 を形成することができる。そして、空隙 2 3 をエッチング処理により形成する場合には、そのエッチング処理における基板 2 の構成材料のエッチングレートが、メンブレン 4 の構成材料のエッチングレートよりも高くなるように、基板 2 の構成材料およびメンブレン 4 の構成材料をそれぞれ選択する。

【0024】

これにより、基板 2 に対してエッチング処理を施して空隙 2 3 を形成する際に検出部 5 やメンブレン 4 を保護することを目的とする保護層を形成する必要がなく、これによって、その保護層の分、熱伝導率を低くすることができる。これにより、検出部 5 の熱がビア 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。そのため、検出部 5 にて、より効率的に赤外線を検出することができる。

【0025】

また、空隙 2 3 の形成において、耐熱性の低い樹脂製の犠牲層を用いる必要がなく、これにより、検出部 5 を形成する際の温度を、その検出部 5 の形成に十分な温度にしても問題がなく、これによって、高性能の検出部 5 を形成することができる。

また、前記エッチング処理における基板 2 の構成材料のエッチングレートを a、メンブレン 4 の構成材料のエッチングレートを b としたとき、そのエッチングレートの比（選択比） a/b は、10 以上であることが好ましく、10 以上 100 以下であることがより好ましく、20 以上 100 以下であることがさらに好ましい。

【0026】

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 μm 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。

【0027】

また、基板 2 の後述するビア 3 1 とビア 3 2 との間には、メンブレン 4 側に開放する空隙 2 3 が形成されている。なお、空隙 2 3 のメンブレン 4 と反対側は、本実施形態では、閉塞している。

この空隙 2 3 は、平面視で、検出部 5 のキャパシター 5 1 を包含するように形成されている。これにより、空隙 2 3 によって、検出部 5 と基板 2、特にキャパシター 5 1 と基板 2 とを熱分離することができる。

【0028】

また、空隙 2 3 は、平面視で、ビア 3 1、3 2 の上面（頂面）3 1 1、3 2 1、すなわちビア 3 1、3 2 のメンブレン 4 側の面のそれぞれと重ならないように形成されている。また、空隙 2 3 は、平面視で、ビア 3 1、3 2 の下面 3 1 2、3 2 2、すなわちビア 3 1、3 2 のメンブレン 4 と反対側の面のそれぞれとも重ならないように形成されている。これにより、基板 2 における空隙 2 3 の角部に応力が集中してしまうことを防止でき、空隙 2 3 の角部の近傍において、基板 2 等が破損や変形することを防止することができ、これ

10

20

30

40

50

によって、信頼性の高い熱型電磁波検出素子 1 を提供することができる。

【0029】

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 23 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。

【0030】

空隙 23 の高さ（厚さ）としては、特に限定されないが、例えば、1 ~ 100 μm 程度であるのが好ましく、1 ~ 20 μm 程度であるのがより好ましい。これにより、基板 2 の薄型化、すなわち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 23 の高さが 10 ~ 20 μm を超えると、空隙 23 の高さが検出部 5 と基板 2 とを熱分離するのに十分な高さとなる。そのため、空隙 23 の高さを 10 ~ 20 μm 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 23 の真空度（パッケージ内の真空度）を高めなくても検出部 5 と基板 2 とを十分に熱分離することができ、その製造が容易となる。

【0031】

また、図 2 に示すように、空隙 23 は、その端部を除き、厚さが均一である。言い換えれば、空隙 23 の厚さは、その端部を除き、ほぼ同じである。このように空隙 23 の厚さを均一にすることにより、空隙 23 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 23 の形成が容易となる。なお、空隙 23 は、その厚さが、全域において均一であってもよく、また、端部以外においても分的に変化している箇所があってもよい。

【0032】

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 にて基板 2 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。

【0033】

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 ~ 50 μm 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、楕円形、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、基板 2 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、基板 2 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 の中心に対して点対称に形成されている。

【0034】

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することができる。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ことができるため、検出部 5 の感度が向上する。

【0035】

10

20

30

40

50

各アーム 4 2、4 3 の長さは、特に限定されないが、例えば、20 ~ 50 μm 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 ~ 10 μm 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、例えば、1 ~ 10 μm 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。

【0036】

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_2O_3 、 SiO_2 、 Si_2O_3 などのシリコン酸化物、 Si_3N_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、 Si_3N_4 膜（シリコン窒化膜）、 SiO_2 膜（シリコン酸化膜）、 Si_3N_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。

【0037】

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。

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。

【0038】

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 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の照射量を検出することができる。

【0039】

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、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_3 、 PbTiO_3 、 PbLaO_3 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 . 05 ~ 0 . 2 μm 程度とすることができる。

【0040】

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、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 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、Au、Pt、Ir が挙げられる。

10

20

30

40

50

【0041】

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、さらに、下地層と電極層との間に、例えば、IrOx（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。

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、0.3～0.6μm程度とすることができる。

10

【0042】

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と電氣的に接続されているとともに、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と電氣的に接続されているとともに、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。

【0043】

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氣的な接続（短絡）を防止することができる。

20

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。

【0044】

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、Al₂O₃、SiO₂、Si₂O₃などのシリコン酸化物、Si₃N₄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、Al₂O₃で構成された第1層と、SiO₂またはSi₃N₄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。

30

【0045】

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が形成されている。下部電極配線53は、その一端部にて第1コンタクトホール521を通じて下部電極511と電氣的に接続されている。また、下部電極配線53の他端部は、アーム42上に位置している。このような下部電極配線53によって、下部電極511がアーム42上まで引き出されている。

【0046】

また、絶縁膜52上およびメンブレン4上に跨って上部電極配線54が形成されている。上部電極配線54は、その一端部にて第2コンタクトホール522を通じて上部電極513と電氣的に接続されている。また、上部電極配線54の他端は、アーム43上に位置している。このような上部電極配線54によって、上部電極513がアーム43上まで引き出されている。

40

【0047】

このような下部電極配線53および上部電極配線54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、下部電極配線53および上部電極配線54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511および上部電極513と同様のものが挙げられ

50

る。

【0048】

また、キャパシター51と重なって赤外線吸収膜56が形成されている。赤外線吸収膜56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56をキャパシター51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512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。

赤外線吸収膜56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、SiO₂、Si₃N₄、Ti-Ni系合金、Ni-Cr系合金、C、金黒、ポリイミドなどを用いることができる。

10

以上、検出部5について説明した。

【0049】

1-4. ピア

ピア31、32は、導電性を有しており、下部電極配線53と外部接続端子28、および、上部電極配線54と外部接続端子29を、電氣的に接続する機能を有している。

図1に示すように、ピア31は、基板2およびメンブレン4のアーム42を貫通して設けられており、その上面(頂面)311が、アーム42の上面421と一致しており、下部電極配線53と接触している。これにより、ピア31と下部電極配線53とが電氣的に接続される。また、ピア31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53との導通を簡単かつ確実に行うことができる。

20

【0050】

また、ピア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、ピア31と外部接続端子28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、ピア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とが電氣的に接続されている。

【0051】

同様に、ピア32は、基板2およびメンブレン4のアーム43を貫通して設けられており、その上面(頂面)321が、アーム43の上面431と一致しており、上部電極配線54と接触している。これにより、ピア32と上部電極配線54とが電氣的に接続される。また、ピア32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54との導通を簡単かつ確実に行うことができる。

30

【0052】

また、ピア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、ピア32と外部接続端子29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、ピア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とが電氣的に接続されている。

【0053】

ピア31、32は、略円錐台形状をなしている。そのため、ピア31、32の横断面積は、メンブレン4側に向けて、すなわち下面312、322側から上面311、321側に向けて、漸減している。ピア31、32をこのような形状とすることにより、ピア31、32の機械的強度を確保しつつ、ピア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、ピア31と下部電極配線53との接触面積、および、ピア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を介してピア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。

40

【0054】

50

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、 $0.1 \sim 1 \mu\text{m}^2$ 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。

【0055】

このようなビア31、32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。

10

このようなビア31、32は、絶縁膜63で覆われている。絶縁膜63は、ビア31、32と、基板2とを絶縁する機能を有している。

【0056】

絶縁膜63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_2O_3 、 SiO_2 、 Si_2O_3 などのシリコン酸化物、 Si_3N_4 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63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63を積層構造とする場合には、例えば、 Al_2O_3 で構成された第1層と、 SiO_2 または Si_3N_4 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。

20

【0057】

絶縁膜63の厚さとしては、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。

また、本実施形態では、ビアが1対形成されているが、ビアの数は、2つ以上であれば、特に限定されず、例えば、3つ以上であってもよい。

以上、熱型電磁波検出素子1の構成について説明した。

【0058】

2. 熱型電磁波検出素子の製造方法

30

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と、基板2上に設けられたメンブレン4と、メンブレン4上に設けられ、受けた赤外線（光）（電磁波）の量に応じた電気信号を下部電極511、上部電極513から取り出すことのできる検出部5とを有する積層体9を得る工程と、基板2を貫通し、下部電極511、上部電極513と電氣的に接続された導電性を有するビア31、32を形成する工程と、基板2に対してエッチング処理を施し、基板2のビア31とビア32との間に、メンブレン4側に開放する空隙23を形成する工程とを有している。以下、具体的に説明する。

40

【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] 基板接合工程

次に、図3(b)に示すように、基板2の上面に、 SiO_2 で構成された基板40を接合する。この基板40は、後のパターンニング工程を経てメンブレン4となる基板である。

【0061】

[3] パターンニング工程

50

次に、図3(c)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が形成される。

【0062】

[4] 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_x(酸化イリジウム)、Pt(白金)を、この順に、蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング、PVD(Physical Vapor Deposition)、CVD(Chemical Vapor Deposition)などの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。

10

【0063】

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を構成する材料(焦電体)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。

【0064】

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、まず、Pt(白金)、IrO_x(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。

20

以上により、図4(a)に示すように、キャパシター51が形成される。

【0065】

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、SiO₂またはSi₃N₄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。

30

【0066】

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を除く部位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。

【0067】

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)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と電氣的に接続され、アーム42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と電氣的に接続され、アーム43まで引き出された上部電極配線54が形成される。

40

【0068】

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

50

ず、 Si_3N_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(b)に示すように、検出部5が形成され、積層体9が得られる。

【0069】

[5] ピア形成工程

まず、図4(c)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ピア31、32および絶縁膜63を除く部位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(a)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、 Al_2O_3 で構成された絶縁膜63を形成する。

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

【0070】

[6] 外部接続端子形成工程

次に、図6(a)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。

【0071】

[7] 空隙形成工程

次に、図6(b)に示すように、基板2に対してエッチング処理を施し、空隙23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空隙23を形成する部位を除いた部位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空隙23を形成した後、マスクを除去する。

【0072】

なお、前記エッチングでは、基板2のエッチングレートが、メンブレン4のエッチングレートよりも高くなるような処理ガスを用いる。 Si のエッチングレートが、 SiO_2 のエッチングレートよりも高くなる処理ガスとしては、例えば、 XeF_2 等が挙げられる。また、ウェットエッチング法で形成する場合は、エッチャントとして、例えば、 KOH 等が挙げられる。

以上により、熱型電磁波検出素子1が得られる。

【0073】

このような製造方法によれば、基板2における空隙23の角部に応力が集中してしまうことを防止でき、空隙23の角部の近傍において、基板2等が破損や変形することを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を容易に製造することができる。

また、基板2に空隙23を形成するので、耐熱性の低い樹脂製の犠牲層を用いる必要がなく、これにより、検出部5を形成する際の温度を、その検出部5の形成に十分な温度にしても問題がなく、これによって、高性能の検出部5を形成することができる。

【0074】

なお、熱型電磁波検出素子1の製造方法は、前記の方法には限定されず、例えば、前記の方法において、検出部5を形成する工程と、ピア31、32を形成する工程の順序を逆にしてもよい。すなわち、熱型電磁波検出素子1の他の製造方法は、基板2と、基板2上に設けられたメンブレン4とを有する積層体を得る工程と、基板2を貫通し、導電性を有するピア31、32を形成する工程と、メンブレン4上に、ピア31、32と電氣的に接続された下部電極511、上部電極513を有し、受けた赤外線(光)(電磁波)の量に

10

20

30

40

50

応じた電気信号をその下部電極 5 1 1、上部電極 5 1 3 から取り出すことのできる検出部 5 を形成する工程と、基板 2 に対してエッチング処理を施し、基板 2 のビア 3 1 とビア 3 2 との間に、メンブレン 4 側に開放する空隙 2 3 を形成する工程とを有している。

【0075】

< 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断面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 7 中の上側を「上」、下側「下」、右側を「右」、左側を「左」と言う。

【0076】

以下、第 2 実施形態の熱型電磁波検出素子について、前述した第 1 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。

図 7 に示すように、第 2 実施形態の熱型電磁波検出素子 1 では、ビア 3 1、3 2 は、メンブレン 4 を貫通していない。具体的には、ビア 3 1、3 2 のメンブレン 4 側の面、すなわち上面（頂面）3 1 1、3 2 1 は、メンブレン 4 の基板 2 側の面側、すなわちアーム 4 2 の下面 4 2 2、アーム 4 3 の下面 4 3 2 側に位置している。また、ビア 3 1 の上面 3 1 1、ビア 3 2 の上面 3 2 1 は、基板 2 の上面 2 2 と一致している。

【0077】

また、アーム 4 2 におけるビア 3 1 の上面 3 1 1 に対応する部位には、そのアーム 4 2 を貫通するコンタクトホール 4 2 3 が形成されている。下部電極配線 5 3 は、その一端部にて、アーム 4 2 を貫通して、すなわちコンタクトホール 4 2 3 を通じて、ビア 3 1 の上面 3 1 1 に接触し、ビア 3 1 と電気的に接続されている。

同様に、アーム 4 3 におけるビア 3 2 の上面 3 2 1 に対応する部位には、そのアーム 4 3 を貫通するコンタクトホール 4 3 3 が形成されている。上部電極配線 5 4 は、その一端部にて、アーム 4 3 を貫通して、すなわちコンタクトホール 4 3 3 を通じて、ビア 3 2 の上面 3 2 1 に接触し、ビア 3 2 と電気的に接続されている。

【0078】

これにより、下部電極配線 5 3、上部電極配線 5 4 と、ビア 3 1、3 2 との互いの接触面積をより小さくすることができ、これによって、検出部 5 の熱が下部電極配線 5 3、上部電極配線 5 4 を介してビア 3 1、3 2 に伝達されるのを抑制することができる。そのため、検出部 5 にて、より効率的に赤外線を検出することができる。

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。

【0079】

< 第 3 実施形態 >

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断面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 8 中の上側を「上」、下側「下」、右側を「右」、左側を「左」と言う。

【0080】

以下、第 3 実施形態の熱型電磁波検出素子について、前述した第 1 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。

図 7 に示すように、第 3 実施形態の熱型電磁波検出素子 1 では、空隙 2 3 は、基板 2 をその厚さ方向に貫通している。換言すれば、空隙は、基板 2 の上面 2 2 側、すなわち基板 2 のメンブレン 4 側のみならず、基板 2 の下面 2 1 側、すなわち基板 2 のメンブレン 4 と反対側にも開放している。

【0081】

これにより、基板 2 の厚さを比較的薄くすることができ、熱型電磁波検出素子 1 の小型化を図ることができる。

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

10

20

30

40

50

とができる。

なお、第3実施形態は、前述した第2実施形態にも適用することができる。すなわち、第2実施形態においても、空隙23は、基板2の下面21側、すなわち基板2のメンブレン4と反対側にも開放していてもよい。

【0082】

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）10について説明する。

図9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10は、図9に示す熱型電磁波検出装置の断面図である。

10

【0083】

図9および図10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。

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、 320×240 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、 640×480 程度

20

【0084】

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にビア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。

【0085】

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との電氣的な接続を簡単に行うことができる。

30

【0086】

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。

40

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。

【0087】

4. 電子機器

50

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11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100GHz～30THz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。

10

【0088】

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12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。

【0089】

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。

20

【0090】

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。

30

【0091】

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。

40

【0092】

（赤外線カメラ）

図13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

50

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。

【0093】

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。

10

【0094】

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。

20

【0095】

例えば、図 14 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。

【0096】

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。

30

【0097】

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。

【0098】

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。

40

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。

【0099】

例えば、図 15 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氣的動作を実施する。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

50

する。赤外線カメラ 200 には、判定回路 403 が接続されている。

【0100】

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。

【0101】

例えば、図 16 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、例えばフロントウィンドウ 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。

【0102】

図 17 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。

【0103】

（ゲーム機コントローラー）

図 18 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。プレイヤー 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。

【0104】

図 19 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。

【0105】

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。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 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 に送られる。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。

【 0 1 0 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 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 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。LED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、LEDモジュール 6 0 4 の動作を制御することができる。

10

【 0 1 0 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、他の任意の構成物や工程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。

20

【 0 1 0 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（ポロメータ型）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。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 0 】

1 ... 熱型電磁波検出素子 1 0 ... センサーデバイス 1 1 ... アレイ基板 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 ... 接続パンプ 2 ... 基板 2 1 ... 下面 2 2 ... 上面 2 3 ... 空隙 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 4 ... メンブレン 4 0 ... 基板 4 1 ... 搭載部 4 2 、 4 3 ... アーム 4 2 1 、 4 3 1 ... 上面 4 2 2 、 4 3 2 ... 下面 4 2 3 、 4 3 3 ... コンタクトホール 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 3 ... 絶縁膜 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 0 ... F A 機器（電子機器） 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 0 ... 運転支援装置（電子機器） 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 ... フロントウインドウ 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

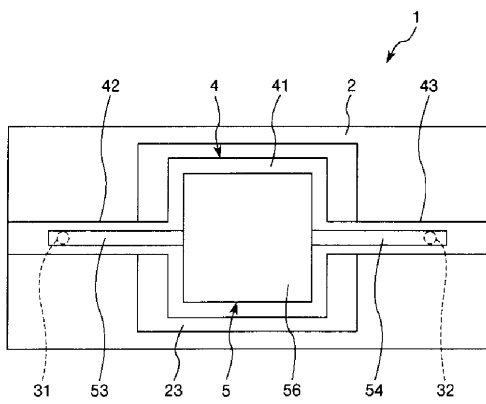
30

40

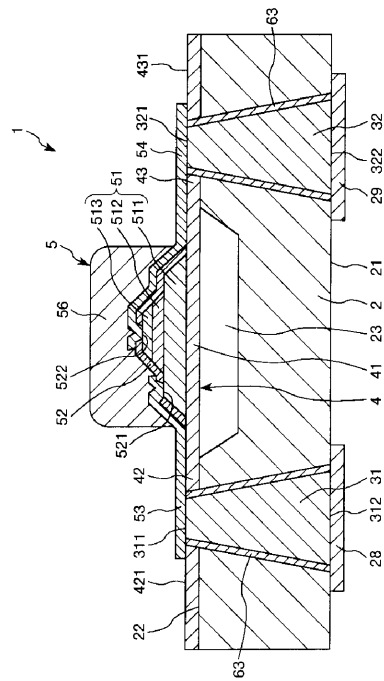
50

..... ゲーム機本体 602 表示装置 603 コントローラー 604 LED
モジュール 605 赤外線フィルター 606 光学系 607 画像処理回路
608 演算処理回路 609 無線モジュール 610 操作スイッチ 61
1 加速度センサー 612 無線モジュール 613 プロセッサ G プ
レーヤー

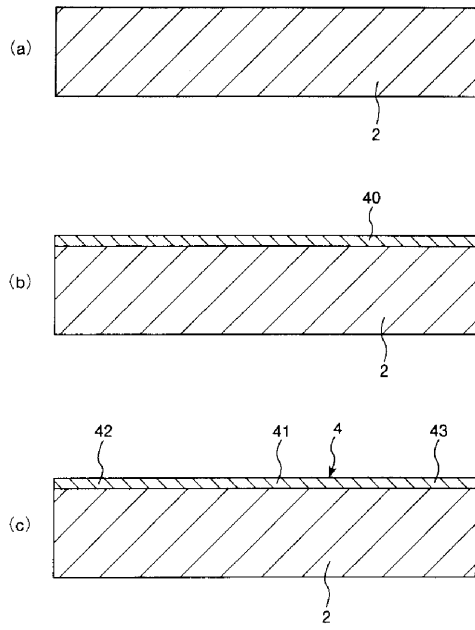
【 図 1 】



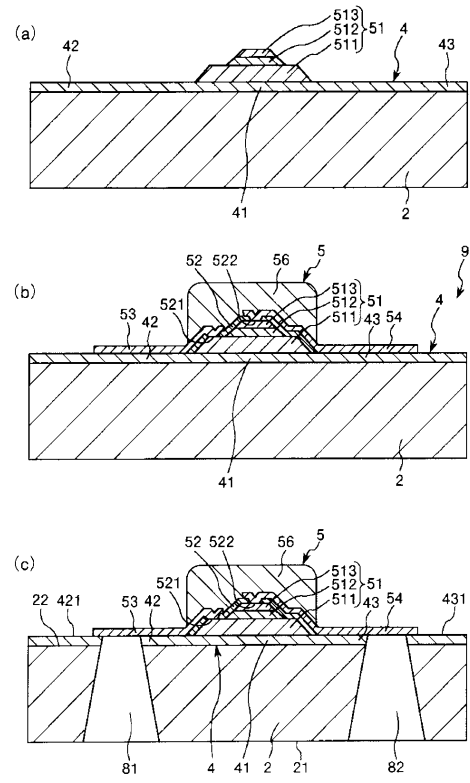
【 図 2 】



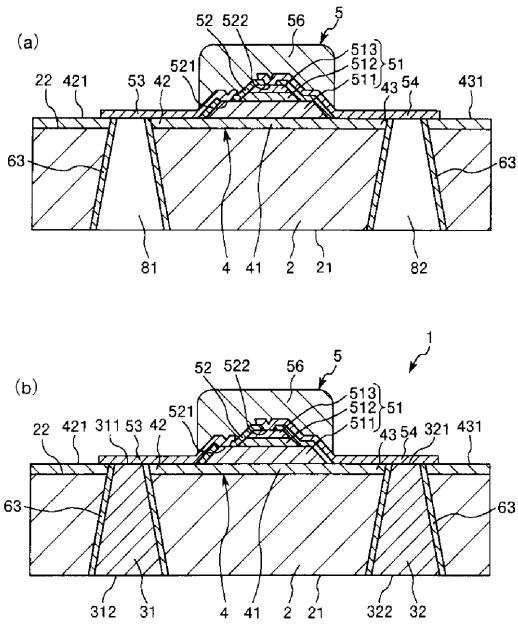
【 図 3 】



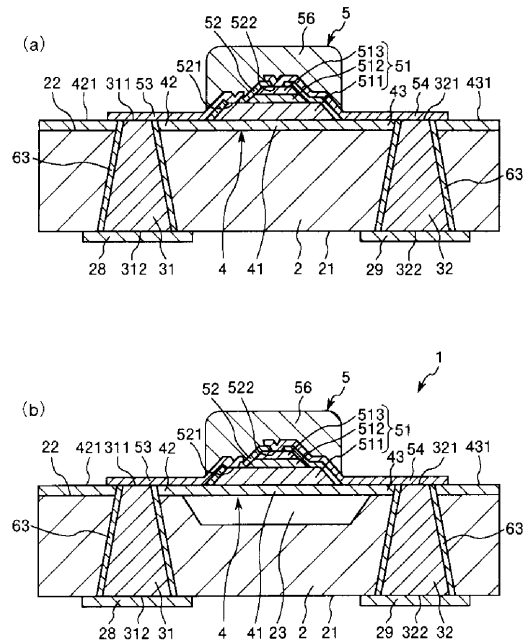
【 図 4 】



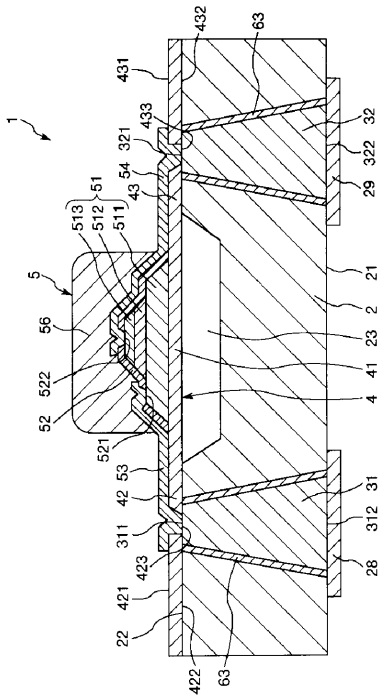
【 図 5 】



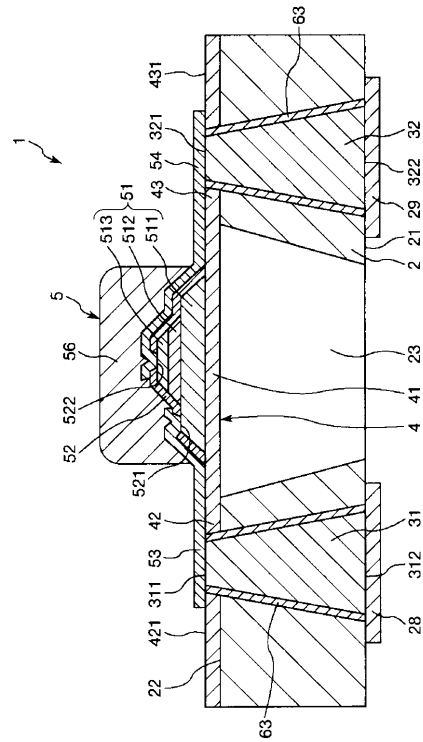
【 図 6 】



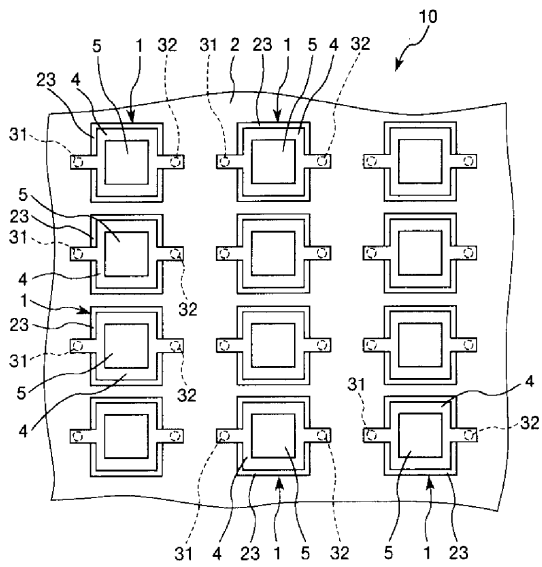
【 図 7 】



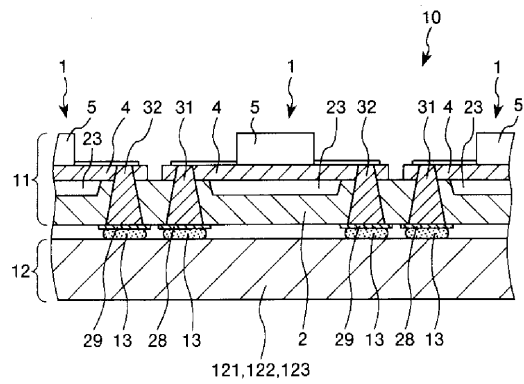
【 図 8 】



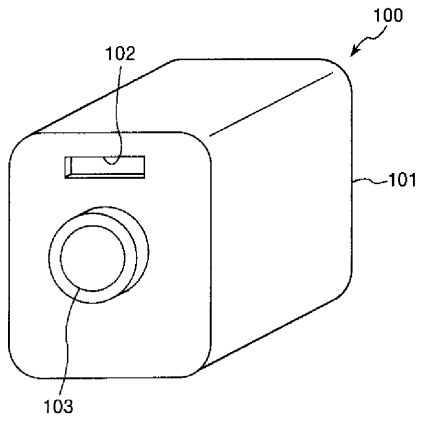
【 図 9 】



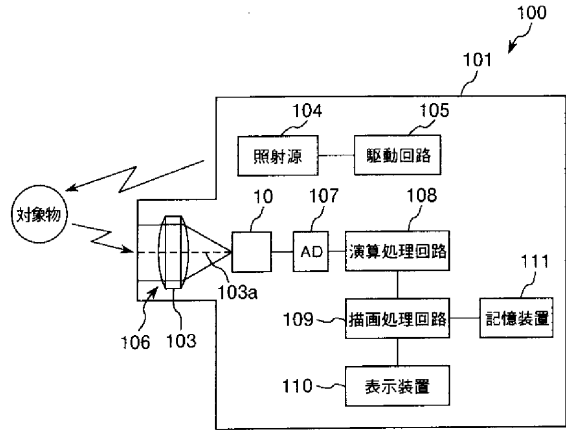
【 図 10 】



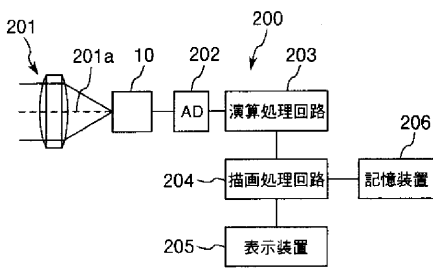
【 図 1 1 】



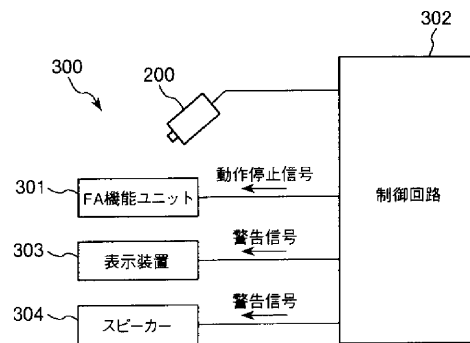
【 図 1 2 】



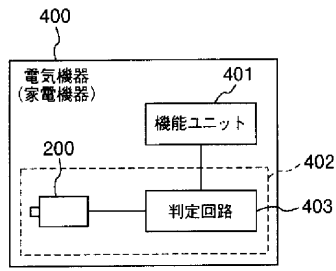
【 図 1 3 】



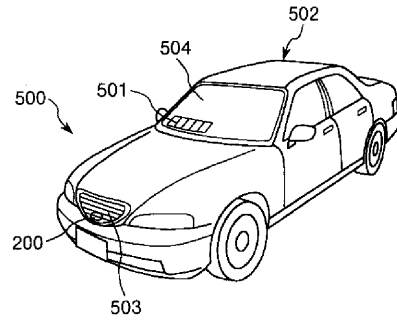
【 図 1 4 】



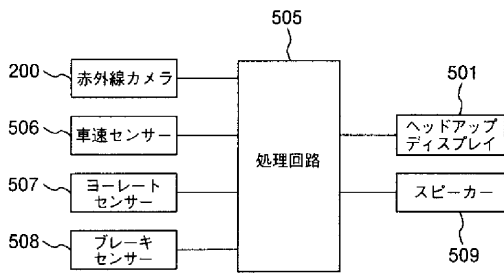
【図15】



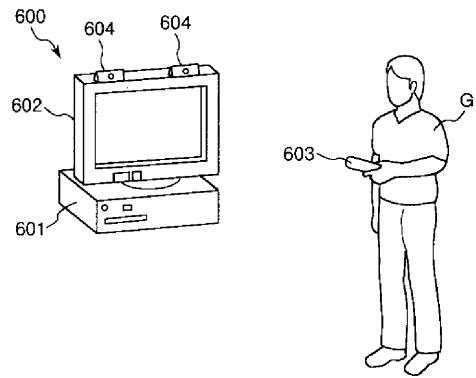
【図16】



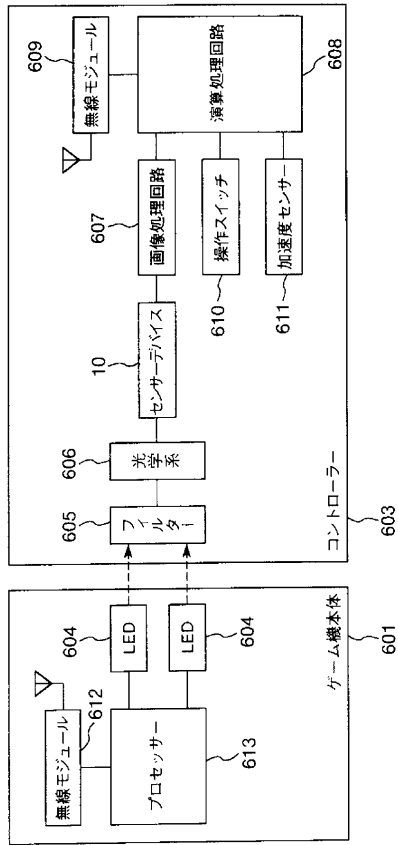
【図17】



【図18】



【図 19】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G065 AB02 AB03 AB04 AB05 AB09 AB26 BA11 BA12 BA13 BA14
BA34 BB26 BB27 BC11 BC13 BC14 BC28 BC33 BD03 CA13
CA27 DA08 DA18 DA20
2G066 AC13 BA04 BA08 BA09 BA55 BB09 BB13 CA02 CA08 CA20