

(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2013-148444
(P2013-148444A)

(43) 公開日 平成25年8月1日(2013.8.1)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
GO1J	1/02	(2006.01)	GO1J	1/02	Y	2G065
HO1L	37/02	(2006.01)	HO1L	37/02		5C024
HO4N	5/369	(2011.01)	HO4N	5/335	690	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-8714 (P2012-8714)
(22) 出願日 平成24年1月19日 (2012.1.19)

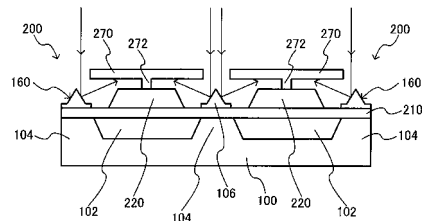
(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅誉
(74) 代理人 100107261
弁理士 須澤 修
(74) 代理人 100127661
弁理士 宮坂 一彦
(72) 発明者 金井 俊起
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
Fターム(参考) 2G065 AA11 AB03 BA13 BA34 BC11
BC28 BC35 BD03 DA15 DA18
5C024 AX06 CX41 CY47 GX08 GY31

(54) 【発明の名称】 テラヘルツカメラおよび電子機器

(57) 【要約】

【課題】電磁波吸収体に直接入射されない電磁波も、電磁波検出に寄与させて検出精度を向上できるテラヘルツカメラおよび電子機器を提供すること。

【解決手段】焦電型検出器200は、焦電型検出素子220と、電磁波吸収体270と、支持部材210と、支持部100、104と、反射体160とを有する。支持部材210に支持される焦電型検出素子220は、温度に基づいて分極量が変化するキャパシター230を含む。電磁波吸収体270は、焦電型検出素子の頂部を覆い、平面視にてキャパシターの面積よりも広い面積を有する。反射体160は、焦電型検出素子の周囲に配置され、入射された電磁波を電磁波吸収体に向けて反射させる。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 電極と、第 2 電極と、前記第 1 , 第 2 電極間に配置された焦電材料とから成り、温度に基づいて分極量が変化するキャパシターを含む焦電型検出素子と、

前記焦電型検出素子の頂部を覆い、かつ、前記焦電型検出素子の頂部より外側に張り出して平板状に形成され、平面視にて前記キャパシターの面積よりも広い面積を有する電磁波吸収体と、

第 1 面と、前記第 1 面に対向する第 2 面とを含み、前記第 2 面が空洞部に臨んで配置され、前記第 1 面が前記第 1 電極と接して前記焦電型検出素子を搭載する支持部材と、

前記支持部材の前記第 2 面の一部を支持する支持部と、

前記焦電型検出素子の周囲に配置され、入射された電磁波を前記電磁波吸収体に向けて反射させる反射体と、を有することを特徴とするテラヘルツカメラ。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記支持部材は、前記焦電型検出素子が搭載される搭載部と、前記搭載部と前記支持部とを連結するアーム部と、を含み、

前記支持部は、前記搭載部の周囲に配置される隔壁部を含み、

前記反射体は、前記隔壁部上に配置されることを特徴とするテラヘルツカメラ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記反射体は、斜面を有するコア部材と、前記コア部材に被覆される反射層と、を含むことを特徴とするテラヘルツカメラ。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の焦電型検出器を 1 セルとし、複数セルが少なくとも一軸方向に沿って配置されることを特徴とするテラヘルツカメラ。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のテラヘルツカメラを 1 セルとし、複数セルが少なくとも一軸方向に沿って配置される焦電型検出装置であって、

前記隔壁部は平面視で矩形リング状に形成され、前記少なくとも一軸方向にて隣り合う 2 つのセルは、前記 2 つのセルの間に位置する前記隔壁の一辺が共有され、

前記隔壁の一辺上に形成される前記反射体は、前記隔壁側を底辺とする縦断面が三角形状に形成され、前記 2 つのセルの間に入射された電磁波を、前記 2 つのセルの各々の前記電磁波吸収体に向けて反射させることを特徴とするテラヘルツカメラ。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のテラヘルツカメラを有することを特徴とする電子機器。

【請求項 7】

請求項 4 または 5 に記載のテラヘルツカメラを有することを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、テラヘルツカメラおよび電子機器に関する。

【背景技術】**【0002】**

テラヘルツ波は、波長が赤外線に近い電磁波である。このテラヘルツ波を用いた画像計測技術は各種方面への活用が研究されている。例えば、テラヘルツカメラによる特定物質探知装置、偽造紙幣の判定、封筒内の薬品検出、建造物の非破壊検査等がある。

一方、赤外線カメラとしては、焦電型検出器を用いるカメラがある。出願人は、テラヘルツ波の波長が赤外線に近いことから、テラヘルツカメラに焦電型検出器を用いる技術を発明した。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

焦電型検出装置のセルは、上部電極と下部電極とに接続された焦電体を含むキャパシターを有し、電極や焦電体の材料に関して、各種の提案がなされている（特許文献1）。

【 0 0 0 4 】

また、上部電極と下部電極とに接続された強誘電体を含むキャパシターは強誘電体メモリーに用いられており、強誘電体メモリーに適した電極や強誘電体の材料に関しても、各種の提案がなされている（特許文献2, 3）。ポロメーター型検出器として、特許文献4には電磁波を吸収する構造が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 8 - 2 3 2 8 9 6 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 9 - 7 1 2 4 2 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 9 - 1 2 9 9 7 2 号 公 報

【 特許文献 4 】 特許 第 3 5 7 4 3 6 8 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

焦電型でもポロメーター型でも、電磁波検出装置では入射された電磁波を効率よく吸収して得た熱を検出素子に効率よく伝達することが、測定精度の向上につながる。ポロメーター型検出装置を開示した特許文献4の図21及び図22では、ポロメーター薄膜を含む検出部の裏面側にて空洞部を介して反射膜が配置され、検出部と反射膜との距離を $\lambda/4$ （ λ は入射波長）として光学的共振構造としている。また、特許文献の図1等では、検出部よりも電磁波入射側に平板状の電磁波吸収部を設け、検出部と電磁波吸収部とを接合柱にて連結している。

20

【 0 0 0 7 】

特許文献4の技術を焦電型検出器に応用すると、焦電型検出素子は2つの電極間に焦電材料を挟んだキャパシター構造を有するので、キャパシターの裏側の反射膜に電磁波はほとんど到達せず、むしろキャパシター中の電極で反射されてしまう。

【 0 0 0 8 】

30

また、検出部と電磁波吸収部とを接合柱にて連結すると、垂直に起立する接合柱は電磁波の吸収にほとんど寄与せず、しかも電磁波吸収部と検出部との間の唯一の伝熱経路である接合柱の横断面積が小さいために伝熱性も劣り、伝熱損失が生ずる。しかも、電磁波吸収膜に直接入射されない電磁波は、検出に寄与させることができない。

【 0 0 0 9 】

本発明の幾つかの態様では、焦電型検出素子よりも電磁波入射方向の上流側に配置され電磁波吸収体に直接入射されない電磁波も、電磁波検出に寄与させて検出精度を向上できるテラヘルツカメラ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 】

【 0 0 1 0 】

40

本発明の一態様に係るテラヘルツカメラは、

第1電極と、第2電極と、前記第1, 第2電極間に配置された焦電材料とから成り、温度に基づいて分極量が変化するキャパシターを含む焦電型検出素子と、

前記焦電型検出素子の頂部を覆い、かつ、前記焦電型検出素子の頂部より外側に張り出して平板状に形成され、平面視にて前記キャパシターの面積よりも広い面積を有する電磁波吸収体と、

第1面と、前記第1面に対向する第2面とを含み、前記第2面が空洞部に臨んで配置され、前記第1面が前記第1電極と接して前記焦電型検出素子を搭載する支持部材と、

前記支持部材の前記第2面の一部を支持する支持部と、

前記焦電型検出素子の周囲に配置され、入射された電磁波を前記電磁波吸収体に向けて

50

反射させる反射体と、
を有することを特徴とする。

【0011】

本発明の一態様によれば、焦電型検出素子よりも電磁波入射方向の上流側に配置された電磁波吸収体に電磁波が入射されることで、電磁波吸収体が発熱し、その熱が電磁波吸収体よりキャパシターに伝熱され、焦電効果により吸収される電磁波量に応じた電気信号を取り出すことができる。電磁波吸収体に直接入射されない電磁波も、焦電型検出素子の周囲に配置された反射体により反射されて電磁波吸収体に入射されるので、吸収される電磁波量を増大させることができ、それにより信号検出精度が向上する。

【0012】

本発明の一態様では、前記支持部材は、前記焦電型検出素子が搭載される搭載部と、前記搭載部と前記支持部とを連結するアーム部と、を含み、前記支持部は、前記搭載部の周囲に配置される隔壁部を含み、前記反射体は、前記隔壁部上に配置することができる。

【0013】

焦電型検出素子が搭載される搭載部を囲んで隔壁部を配置することで、焦電型検出素子の周囲に反射体を配置することができ、反射体を介して電磁波吸収体に導かれる電磁波量を増大できる。

【0014】

本発明の一態様では、前記反射体は、斜面を有するコア部材と、前記コア部材に被覆される反射層と、を含むことができる。こうすると、コア部材に形成した斜面に反射膜を形成することができるので、反射角度を付与できると共に反射膜を薄膜で形成できる。

【0015】

本発明の他の態様に係るテラヘルツカメラは、上述した焦電型検出器を1セルとし、複数セルを少なくとも一軸方向に沿って二次元配置することができ、あるいは二軸方向好ましくは直交二軸に沿って二次元配置することができる。

【0016】

この場合、前記隔壁部は平面視で矩形リング状に形成され、前記少なくとも一軸方向にて隣り合う2つのセルは、前記2つのセルの間に位置する前記隔壁の一边が共有され、前記隔壁の一边上に形成される前記反射体は、前記隔壁側を底辺とする縦断面が三角形状に形成され、前記2つのセルの間に入射された電磁波を、前記2つのセルの各々の前記電磁波吸収体に向けて反射させることができる。こうすると、2セルで一つの隔壁を共用することでセル集積度を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係る焦電型検出装置の断面図である。

【図2】図1に示す焦電型検出装置の平面図である。

【図3】焦電型検出器の具体的構造を示す断面図であり、第2電極（上部電極）への配線を含む断面を示している。

【図4】焦電型検出器の図3とは異なる断面で図あり、反射体を含む断面を示している。

【図5】図5（A）～図5（C）は、図3に示す焦電型検出器の製造工程の前半部を示す概略断面図である。

【図6】図6（A）～図6（C）は、図1に示す焦電型検出器の製造工程の後半部を示す概略断面図である。

【図7】図4に示す反射体の第1製造工程を示す断面図である。

【図8】図4に示す反射体の第2製造工程を示す断面図である。

【図9】図4に示す反射体の第3製造工程を示す断面図である。

【図10】図4に示す反射体の第4製造工程を示す断面図である。

【図11】焦電型検出器または焦電型検出装置を含む電子機器のブロック図である。

【図12】図12（A）、図12（B）は焦電型検出器を二次元配置した焦電型検出装置の構成例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】本発明に係るテラヘルツカメラを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0019】

1. 焦電型検出器の概要

図 1 は本実施形態に係る焦電型検出装置の断面図であり、図 1 には一軸方向にて隣り合う 2 セル分の電磁波検出器 10 が模式的に示されている。図 1 において、2 セル分の電磁波検出器 10 の各々は、基部である支持部 100 を共通に有する。基部（支持部）100 には、空洞部 102 上に掛け渡される支持部材 210 を支持するポスト（広義には支持部の一部）104 が突出形成されている。2 セル分の電磁波検出器 10 の各々は、支持部材 210 上に、キャパシター 230（図 3 参照）を含む焦電型検出素子 220 を搭載している。

10

【0020】

2 セル分の電磁波検出器 10 の各々は、焦電型検出素子 220 の頂部を覆い、かつ、焦電型検出素子 220 の頂部より外側に張り出して平板状に形成され、平面視にてキャパシター 230 の面積よりも広い面積を有する電磁波吸収体 270 が設けられている。なお、図 1 では、電磁波吸収体 270 は接合柱部 272 を介して焦電型検出素子 220 の頂部に連結されている。ただし、接合柱部 272 に代えて、電磁波吸収体 270 を焦電型検出素子 220 の頂部に直接固定することができる（図 3 参照）。

20

【0021】

2 セル分の焦電型検出素子 220 の周囲には、入射された電磁波を電磁波吸収体 270 に向けて反射させる反射体 160 が設けられている。反射体 160 は、ポスト 104 側を底辺とする縦断面が三角形に形成されている。

【0022】

図 1 に示すように、電磁波吸収体 270 に直接入射されず、セル間に入射される電磁波を、反射体 160 に入射させることができる。この入射電磁波は反射体 160 にて反射されて、電磁波吸収体 270 の裏面側に導かれて電磁波吸収体 270 に吸収される。よって、電磁波吸収体 270 の表面側から入射される電磁波に加えて、電磁波吸収体 270 の裏面側から入射される電磁波が増量されるので、信号成分が大きくなって検出精度が向上する。

30

【0023】

しかも、縦断面が三角形の反射体 160 は、セル間を越えて電磁波を誤誘導することがないので、セル間でのクロストークは防止される。

【0024】

図 2 は、図 1 の焦電型検出装置の平面図であり、右側のセルは電磁波吸収体 270 を取り除いた状態で描かれている。図 2 において、1 セル分の焦電型検出器 200 が占める領域は、例えば一辺が数十 μm の矩形である。また、1 セル分の焦電型検出素子 220 が占める領域は、例えば一辺の長さが 10 μm 程度の矩形である。

40

【0025】

図 1 に示すポスト 104 は、図 2 に示す平面視にて 2 つのセルの各周囲にて連続する、平面視で矩形リング状の隔壁として形成されている。

【0026】

図 2 の左側のセルに示すように、焦電型検出素子 220 を支持する支持部材 210 は、焦電型検出素子 220 を搭載する搭載部 210A と、搭載部 210A をポスト 104 に連結する例えば 2 本のアーム 210B とを有する。平面視にて支持部材 210 と隔壁状のポスト 104 との間には、図 1 に示す空洞部に連通する開口部 102A が形成される。

【0027】

50

焦電型検出素子 220 は後述するキャパシター 230 (図 3 参照) を含み、第 1 電極 (下部電極) 234 と第 2 電極 (上部電極) 236 との間に焦電材料 234 を有する。このため、図 2 に示すように、第 1 電極 (下部電極) 234 に接続される配線層 222 と、第 2 電極 (上部電極) 236 に接続される配線層 224 とが、焦電型検出素子 220 に設けられている。配線層 222, 224 は共に、ポスト 104 に形成したプラグ 106 を介して、基部 100 に内蔵される駆動回路に接続される。

【0028】

従って、隔壁状のポスト 104 は、図 2 に示すように、例えばプラグ 106 が形成される領域を除いて、上述した反射体 160 を設置することができる。なお、プラグ 106 が形成される領域の上に反射体 160 を形成することは可能であり、それにより 1 セルの焦電型検出器 200 の全周に反射体 160 を配置することができる。あるいは、プラグ 106 が形成されるポストとは別個に、焦電型検出器 200 の全周に反射体 160 を配置するポストを設けても良い。

【0029】

図 2 では、隔壁状のポスト 104 は平面視で矩形リング状に形成され、一軸方向で隣り合う 2 つのセルは、2 つのセルの間に位置する隔壁状のポスト 104 の一辺が共有されている。この場合、図 2 に示すように、共有されるポスト 104 の一辺には、その一辺を挟んで隣り合う 2 つのセルに接続される配線 222, 224 のための 2 つのプラグ 106 が形成される。これにより、隣り合う 2 つのセル間に各セル専用の 2 つのポスト 104 を配置する必要がないので、セル集積密度を高めることができる。なお、複数のセルを二軸例えば直交二軸方向に沿って二次元配置することができる。その場合には、二軸方向でそれぞれ隣り合う各 2 つのセルは、各 2 つのセルの間に位置する隔壁状のポスト 104 の一辺を共有することができる。

【0030】

2. 焦電型検出器の具体的構造

図 3 は、図 1 及び図 2 に示す焦電型検出器 200 の断面図であり、配線層 222, 224 を含む位置での断面を示している。図 4 は、図 3 とは異なる位置での焦電型検出器 200 の断面図であり、反射体 160 を含む位置での断面を示している。なお、製造工程途中の焦電型検出器 200 では、図 3 及び図 4 の空洞部 102 が第 1 犠牲層 150 (図 5 (A) 参照) により埋め込まれている。この第 1 犠牲層 150 は、支持部材 210 及び焦電型検出素子 220 の形成工程前から形成工程後まで存在しており、焦電型検出素子 220 の形成工程後に等方性エッチングにより除去されるものである。

【0031】

図 3 及び図 4 に示すように、基部 (支持部) 100 は、基板例えばシリコン基板 110 と、シリコン基板 110 上の絶縁膜 (例えば SiO_2) にて形成されるスペーサー層 120 とを含んでいる。図 1 及び図 2 のポスト (支持部) 104 は、スペーサー層 120 をエッチングすることで形成され、例えば SiO_2 にて形成されている。ポスト (支持部) 104 には、第 1, 第 2 電極配線層 222, 224 に接続されるプラグ 106 (図 2 参照) を配置することができる。このプラグ 106 は、シリコン基板 110 に設けられる行選択回路 (行ドライバー) か、または列線を介して検出器からのデータを読み出す読み出し回路に接続される。空洞部 102 は、スペーサー層 120 のうちの第 1 犠牲層 150 (図 6 (B) 等参照) を等方性エッチングすることで、ポスト 104 と同時に形成される。図 2 に示す開口部 102 A は、支持部材 210 をパターンエッチングすることで形成される。また、図 2 に示す開口部 102 a A からエッチャントを供給して第 1 犠牲層 150 (図 6 (B) 等参照) を等方性エッチングする。このエッチングのために、図 3 に示すように、空洞部 102 の露出面にはエッチングストップ膜 130, 140 が残存している。

【0032】

支持部材 210 の第 1 面 211 A 上に搭載される焦電型検出素子 220 は、キャパシター 230 を含んでいる。キャパシター 230 は、焦電体 232 と、焦電体 232 の下面に接続される第 1 電極 (下部電極) 234 と、焦電体 232 の上面に接続される第 2 電極 (

10

20

30

40

50

上部電極) 236とを含んでいる。第1電極234は、例えば複数層で形成される支持部材210の第1層部材(例えば絶縁層である SiO_2)との密着性を高める密着層を含むことができる。支持部材210の第2面211Bは空洞部102に面している。

【0033】

キャパシター230は、キャパシター230の形成後の工程で還元ガス(水素、水蒸気、OH基、メチル基など)がキャパシター230に侵入することを抑制する第1還元ガスバリア層240に覆われている。キャパシター230の焦電体(例えばPZT等)232は酸化物であり、酸化物が還元されると酸素欠損を生じて、焦電効果が損なわれるからである。

【0034】

第1還元ガスバリア層240は、キャパシター230に接する第1バリア層と、第1バリア層に積層される第2バリア層とを含むことができる。第1バリア層は、例えば酸化アルミニウム Al_2O_3 をスパッタ法により成膜して形成することができる。スパッタ法では還元ガスが用いられないので、キャパシター230が還元されることはない。第2水素バリア層は、例えば酸化アルミニウム Al_2O_3 を例えば原子層化学気相成長(ALCVD: Atomic Layer Chemical Vapor Deposition)法により成膜して形成することができる。通常のCVD(Chemical Vapor Deposition)法は還元ガスを用いるが、第1層バリア層によりキャパシター230は還元ガスから隔離される。

【0035】

ここで、第1還元ガスバリア層240のトータル膜厚は50~70nm、例えば60nmとする。このとき、CVD法で形成される第1バリア層の膜厚は原子層化学気相成長(ALCVD)法により形成される第2バリア層よりも厚く、薄くても35~65nm例えば40nmとなる。これに対して、原子層化学気相成長(ALCVD)法により形成される第2バリア層の膜厚は薄くでき、例えば酸化アルミニウム Al_2O_3 を5~30nm例えば20nmで成膜して形成される。原子層化学気相成長(ALCVD)法は、スパッタ法等と比較して、優れた埋め込み特性を有するため、微細化に対応することが可能となり、第1、第2バリアにて還元ガスバリア性を高めることができる。また、スパッタ法で成膜される第1バリア層は第2バリア層に比べて緻密ではないが、それが効を奏して伝熱率を下げる要因となるので、キャパシター230からの熱の散逸を防止できる。

【0036】

第1還元ガスバリア層240上には層間絶縁膜250が形成されている。一般に、層間絶縁膜250の原料ガス(TEOS)が化学反応する際には、水素ガスや水蒸気等の還元ガスが発生する。キャパシター230の周囲に設けた第1還元ガスバリア層240は、この層間絶縁膜250の形成中に発生する還元ガスからキャパシター230を保護するものである。なお、第1還元ガスバリア層240及び層間絶縁膜250は、キャパシター230を保護する保護膜と呼ぶことができる。あるいは、層間絶縁膜250がキャパシター230を保護する保護膜と称される場合には、保護膜250とキャパシター230との間に第1還元ガスバリア層240を介在配置することができる。

【0037】

図3に示すように、層間絶縁膜250上に、図2にも示した第1電極(下部電極)配線層222と第2電極(上部電極)配線層224とが配置される。層間絶縁膜250には、電極配線形成前に予め、第1コンタクトホール252と第2コンタクトホール254が形成される。その際、第1還元ガスバリア層240にも同様にコンタクトホールが形成される。第1コンタクトホール252に埋め込まれた第1プラグ226により、第1電極(下部電極)234と第1電極配線層222とが導通される。同様に第2コンタクトホール254に埋め込まれた第2プラグ228により、第2電極(上部電極)236と第2電極配線層224とが導通される。

【0038】

ここで、層間絶縁膜250が存在しないと、第1電極(下部電極)配線層222と第2電極(上部電極)配線層224をパターンエッチングする際に、その下層の第1還元ガス

10

20

30

40

50

バリア層 240 の第 2 バリア層がエッチングされて、バリア性が低下してしまう。層間絶縁膜 250 は、第 1 還元ガスバリア層 240 のバリア性を担保する上で必要である。

【0039】

層間絶縁膜 250 は水素含有率が低いことが好ましい。そこで、層間絶縁膜 250 はアニーリングにより脱ガス処理される。

【0040】

なお、キャパシター 230 の天面の第 1 還元ガスバリア層 240 は、層間絶縁膜 250 の形成時には第 2 コンタクトホール 254 がなく閉じているので、層間絶縁膜 250 の形成中の還元ガスがキャパシター 230 に侵入することはない。しかし、第 1 還元ガスバリア層 240 に第 2 コンタクトホール 254 が形成された後は、バリア性が劣化する。これを防止する一例として、第 2 プラグ 228 はバリアメタル層を含むことができる。バリアメタル層は、チタン Ti のように拡散性の高いものは好ましくなく、拡散性が少なくかつ還元ガスバリア性の高いチタン・アルミ・ナイトライド TiAlN を採用できる。

10

【0041】

図 3 及び図 4 に示すように、層間絶縁膜 250 及び第 1, 第 2 電極配線層 222, 224 を覆って、第 2 還元ガスバリア層 260 を設けることができる。この第 2 還元ガスバリア層 260 は、電磁波吸収体 270 を製造する過程で、アンダーカット状の電磁波吸収膜 (270) の下層に埋め込まれていた第 2 犠牲層 280 (図 6 (B) 等参照) を等方性エッチングする時のエッチングストップ膜としても機能する。第 2 還元ガスバリア層 260 は、例えば酸化アルミニウム Al_2O_3 を原子層化学気相成長 (ALCVD) 法により膜厚 20 ~ 50 nm で成膜されて形成される。

20

【0042】

第 2 還元ガスバリア層 260 は、図 6 (B) 等に示す第 2 犠牲層 280 をフッ酸等により還元雰囲気中で等方性エッチングしたとき、第 1 還元ガスバリア層 240 と共に、キャパシター 230 に還元ガスが侵入することを抑制できる。

【0043】

図 3 及び図 4 に示すように、焦電型検出素子 220 よりも、電磁波入射方向の上流側に電磁波吸収体 270 が配置されている。電磁波吸収体 270 は、吸収した電磁波量に応じて発熱する材料にて形成され、例えば SiO_2 または SiN にて形成される。電磁波を吸収することで集熱される熱が、電磁波吸収体 270 より焦電体 232 に伝熱されることで、キャパシター 230 の自発分極量が熱によって変化し、自発分極による電荷を検出することで電磁波を検出できる。

30

【0044】

電磁波吸収体 270 は、焦電型検出素子 220 の頂部に位置する第 2 電極 (上部電極) 236 と連結されて、焦電型検出素子 220 の頂部を覆い、かつ、焦電型検出素子 220 の頂部より外側に張り出して平板状に形成され、平面視にてキャパシター 230 の面積 (本実施形態では最大面積を有する第 1 電極 232 の面積) よりも広い面積を有する。電磁波吸収体 270 は、図 2 に示すように 1 セルの焦電型検出器 200 が一軸に沿って配置され時には、1 セル領域の占有面積を超えない範囲で、各セル間で電磁波吸収体 270 の面積を実質的に等しく設定される。

40

【0045】

本実施形態では、電磁波吸収体 270 は、第 2 プラグ 228 及び配線層 224 A を介して第 2 電極 (上部電極) 236 に連結されている。なお、図 3 及び図 4 では、電磁波吸収体 270 の下面には、後述する第 2 犠牲層 280 (図 6 (B) 等参照) を等方性エッチングする時に必要なエッチングストップ膜 (例えば酸化アルミニウム Al_2O_3 膜) 290 が残存している。この場合、電磁波吸収体 270 と配線層 224 A との間にもエッチングストップ膜 290 が介在する。ただし、電磁波吸収体 270 の材料が第 2 犠牲層 280 をエッチングするエッチャントに対して選択比が小さければ、エッチングストップ膜 290 は不要となる。なお、エッチングストップ膜 290 は導電性の高い金属膜とすることができる。さらに、金属膜 290 を所定の厚さに形成すれば、金属膜 290 は電磁波吸収体 27

50

0の支持層として機能し、電磁波吸収体270の剛性を高めることができる他、電磁波反射膜として機能させることもできる。なお、図4では、支持部材210をパターンエッチングした後に形成される開口部102Aに臨む面にエッチングストップ膜（例えば酸化アルミニウム Al_2O_3 膜）292が形成されている。

【0046】

ここで、一般に、第2プラグ228が配線層224と第2電極との電気的コンタクトのみに用いられるときには、第2コンタクトホール254は比較的小径に形成される。しかし、本実施形態では、第2プラグ228は導電性と共に伝熱性が最重要視される。このため、第2プラグ228は伝熱性を有する必要がある。そこで、第2プラグ228は、平面視にて、第2電極236の面積中の50%以上、好ましくは60%、さらに好ましくは80%以上の領域とコンタクトされる。こうして、第2プラグ228は導電性と共に伝熱性が確保される。

10

【0047】

また、図4に示すように、ポスト104上には反射体160が形成されている。この反射体160は、例えば縦断面が三角形のコア部材162と、コア部材の表面に形成される反射膜164とを含むことができる。よって、図1に示すように、電磁波吸収体270に直接入射されない電磁波を反射させて、電磁波吸収体270の裏面側から入射させることができる。

【0048】

本実施形態の赤外線検出器200によれば、焦電型検出素子220よりも電磁波入射方向にて上流側に、平面視でのキャパシター230の面積よりも広い面積の電磁波吸収体270を有し、しかもその周囲には反射体160を有するので、各セルの焦電型検出器200にて効率よく入射電磁波を熱に変換できる。しかも、電磁波吸収体270は焦電型検出素子220の頂部にて支持されるので、図1や特許文献4に示す接合柱272は不要となり、支持が安定する上に、伝熱面積も拡大する。

20

【0049】

電磁波吸収体270は、伝熱性を有する第2プラグ228を介してキャパシター230の第2電極（上部電極）236に連結されているので、電磁波を吸収することで集熱された熱を、電磁波吸収体270から伝熱性の第2プラグ228を介して効率よくキャパシター230に伝熱することができる。こうして、電磁波検出に基づく信号強度を高めて、電磁波検出精度を向上することができる。

30

【0050】

また、電磁波吸収体270の厚さは、入射電磁波の波長 λ に対して $(2m+1)\lambda/4$ ($m=0, 1, 2, \dots$) に設定することができる。こうすると、電磁波吸収体270で吸収されなかった電磁波は、配線層224Aまたは金属の支持層290を下部反射層とし、電磁波吸収体270の最上面（界面）を上部反射層とする光学的共振構造にて共振される。それにより、電磁波吸収体270での電磁波吸収効率を高めることができる。

【0051】

3. 焦電型検出器の製造方法

次に、焦電型検出器200の製造方法について、図5(A)～図5(C)、図6(A)～図6(C)及び図7～図10を参照して説明する。

40

【0052】

3.1. 電磁波吸収体を含む焦電型検出器の製造方法

先ず、電磁波吸収体270を含む焦電型検出器200の製造方法について、図5(A)～図5(C)及び図6(A)～図6(C)を参照して説明する。図5(A)に示すように、図1の完成品では空洞部102となる領域に第1犠牲層150が埋め込まれ、第1犠牲層150上にエッチングストップ膜140が形成される。支持部材210及び焦電型検出素子220は、第1犠牲層150及びその上のエッチングストップ膜140上に形成される。なお、この状態では支持部材210はパターンニングされてなく、全面に形成されている。

50

【0053】

図5(A)では、エッチングストップ膜140上に、支持部材210、キャパシター230、第1還元ガスバリア層240、層間絶縁膜250、第1、第2コンタクトホール252、254、第1、第2プラグ226、228、配線層222、224が形成された状態を示している。

【0054】

次に、図5(B)に示すように、図5(A)の状態にて支持部材210上にて露出している全面を覆って、エッチングストップ膜(例えば酸化アルミニウム Al_2O_3 膜)としても機能する第2還元ガスバリア層260を例えば原子層化学気相成長(ALCVD)法により形成する。なお、後述する反射体160の製造工程は、例えば図5(B)の工程に続いて実施される。ここでは、反射体160の製造工程後に実施される電磁波吸収体270の製造工程を引き続き説明する。

10

【0055】

図5(C)に示すように、第2還元ガスバリア層260を覆って、第2犠牲層(例えば SiO_2)280を、例えばCVD法等によって全面に形成する。このとき、第2犠牲層280は下地層の凹凸に沿って形成される。

【0056】

次に、図6(A)に示すように、第2犠牲層280を例えばCMP等により平坦化して、第2犠牲層280と頂部の配線層224Aとが面一とされる。これによって、電磁波吸収体270を形成するための平面が形成される。図6(A)では、第2プラグ228及び配線層224A上の第2還元ガスバリア層260の一部もエッチングされて、頂面に配線層224Aが露出される。

20

【0057】

次に、図6(B)に示すように、全面にエッチングストップ膜(例えば酸化アルミニウム Al_2O_3 膜または金属膜)290を例えば原子層化学気相成長(ALCVD)法にて形成し、その上に電磁波吸収体(例えば SiO_2 膜または SiN 膜)270をCVD等により形成する。その後、エッチングストップ膜290及び電磁波吸収体270をフォトリソグラフィ法によりパターンニングする。これにより、各セルにて、平面視でキャパシター230の面積よりも広い面積を有する電磁波吸収体270がパターンニング形成される。

【0058】

その後、図6(C)に示すように、第2犠牲層280が例えばフッ酸等を用いた等方性エッチングにより除去される。このとき、電磁波吸収体270はエッチングストップ膜290により保護され、焦電型検出素子220もエッチングストップ膜(第2還元ガスバリア層)260により保護される。なお、電磁波吸収体270の側面にもエッチングストップ膜を形成しておくことが好ましい。これにより、電磁波吸収体270の下面は、焦電型検出素子220の頂部と接する面を除いて非接触面となり、アンダーカット形状となって熱分離される。このように、電磁波吸収体270は、焦電型検出素子220の頂部と接する面を除いて非接触面を有するので、集熱された熱は固体熱伝導によりキャパシター230へ伝熱される。

30

【0059】

以降は、支持部材210をパターンニングし、それにより形成された開口部102A(図2参照)を用いて、支持部材210の下層の第1犠牲層150をフッ酸等による等方性エッチングによって除去することで、図1に示す焦電型検出器200が完成する。

40

【0060】

3.2. 反射体の製造方法

反射体の製造方法の一例について、図7~図10を参照して説明する。図7~図10に示す反射体160の製造方法は、例えば図5(B)~図5(C)の間を実施される。図7に示すように、第1、第2還元ガスバリア層(エッチングストップ膜)240、260で覆われている全面に、第3犠牲層300を形成して平坦化する。さらに、第3犠牲層300上に、トレンチエッチング用のマスク302を形成する。

50

【 0 0 6 1 】

図 8 は、図 7 に示すマスク 3 0 2 を用いて第 3 犠牲層 3 0 0 をエッチングした時に形成される縦断面が三角形のコア部材 1 6 2 を示している。マスク 3 0 2 に形成されたリング状の孔 3 0 4 は、エッチングの進行と共にエッジが後退するので、マスク孔 3 0 4 の形状とエッチングレートとの関係で、三角形のコア部材 1 6 2 を形成することができる。

【 0 0 6 2 】

次に、図 9 に示すように、第 3 犠牲層 3 0 0 及び反射体 1 6 0 上に金属膜（反射膜）3 1 0 を例えばスパッタにより形成し、金属膜 3 1 0 をパターニングすることで、コア部材 1 6 2 上に反射膜 1 6 4 が形成される反射体 1 6 0 が完成する。

【 0 0 6 3 】

4 . 電子機器

図 1 1 に本実施形態の焦電型検出器を含む電子機器の構成例を示す。この電子機器は、光学系 4 0 0、センサーデバイス（焦電型検出装置）4 1 0、画像処理部 4 2 0、処理部 4 3 0、記憶部 4 4 0、操作部 4 5 0、表示部 4 6 0 を含む。なお本実施形態の電子機器は図 1 1 の構成に限定されず、その構成要素の一部（例えば光学系、操作部、表示部等）を省略したり、他の構成要素を追加したりするなどの種々の変形実施が可能である。

【 0 0 6 4 】

光学系 4 0 0 は、例えば 1 又は複数のレンズや、これらのレンズを駆動する駆動部などを含む。そしてセンサーデバイス 4 1 0 への物体像の結像などを行う。また必要であればフォーカス調整なども行う。

【 0 0 6 5 】

センサーデバイス 4 1 0 は、上述した本実施形態の焦電型検出器 2 0 0 A（2 0 0 B，2 0 0 C）を二次元配列させて構成され、複数の行線（ワード線、走査線）と複数の列線（データ線）が設けられる。センサーデバイス 4 1 0 は、二次元配列された検出器に加えて、行選択回路（行ドライバー）と、列線を介して検出器からのデータを読み出す読み出し回路と、A / D 変換部等を含むことができる。二次元配列された各検出器からのデータを順次読み出すことで、物体像の撮像処理を行うことができる。

【 0 0 6 6 】

画像処理部 4 2 0 は、センサーデバイス 4 1 0 からのデジタルの画像データ（画素データ）に基づいて、画像補正処理などの各種の画像処理を行う。

【 0 0 6 7 】

処理部 4 3 0 は、電子機器の全体の制御を行ったり、電子機器内の各ブロックの制御を行ったりする。この処理部 4 3 0 は、例えば CPU 等により実現される。記憶部 4 4 0 は、各種の情報を記憶するものであり、例えば処理部 4 3 0 や画像処理部 4 2 0 のワーク領域として機能する。操作部 4 5 0 は、ユーザーが電子機器を操作するためのインターフェースとなるものであり、例えば各種ボタンや GUI（Graphical User Interface）画面などにより実現される。表示部 4 6 0 は、例えばセンサーデバイス 4 1 0 により取得された画像や GUI 画面などを表示するものであり、液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイなどの各種のディスプレイにより実現される。

【 0 0 6 8 】

このように、1 セル分の焦電型検出器をセンサーとして用いる他、1 セル分の焦電型検出器を二軸方向例えば直交二軸方向に二次元配置することでセンサーデバイス 4 1 0 を構成することができ、こうすると電磁波に起因する熱分布画像を提供することができる。このセンサーデバイス 4 1 0 を用いて、特定物質探知装置、偽造紙幣の判定、封筒内の薬品検出、建造物の非破壊検査などのテラヘルツカメラを用いる電子機器を構成することができる。

【 0 0 6 9 】

図 1 2（A）に図 1 1 のセンサーデバイス 4 1 0 の構成例を示す。このセンサーデバイスは、センサーアレイ 5 0 0 と、行選択回路（行ドライバー）5 1 0 と、読み出し回路 5 2 0 を含む。また A / D 変換部 5 3 0、制御回路 5 5 0 を含むことができる。このセンサ

10

20

30

40

50

ーデバイスを用いることで、高性能なテラヘルツカメラを実現できる。

【0070】

センサーアレイ500には、例えば図2に示すように二軸方向に複数のセンサーセルが配列（配置）される。また複数の行線（ワード線、走査線）と複数の列線（データ線）が設けられる。なお行線及び列線の一方の本数が1本であってもよい。例えば行線が1本である場合には、図12（A）において行線に沿った方向（横方向）に複数のセンサーセルが配列される。一方、列線が1本である場合には、列線に沿った方向（縦方向）に複数のセンサーセルが配列される。

【0071】

図12（B）に示すように、センサーアレイ500の各センサーセルは、各行線と各列線の交差位置に対応する場所に配置（形成）される。例えば図12（B）のセンサーセルは、行線WL1と列線DL1の交差位置に対応する場所に配置されている。他のセンサーセルも同様である。

10

【0072】

行選択回路510は、1又は複数の行線に接続される。そして各行線の選択動作を行う。例えば図12（B）のようなQVGA（320×240画素）のセンサーアレイ500（焦点面アレイ）を例にとれば、行線WL0、WL1、WL2・・・WL239を順次選択（走査）する動作を行う。即ちこれらの行線を選択する信号（ワード選択信号）をセンサーアレイ500に出力する。

【0073】

読み出し回路520は、1又は複数の列線に接続される。そして各列線の読み出し動作を行う。QVGAのセンサーアレイ500を例にとれば、列線DL0、DL1、DL2・・・DL319からの検出信号（検出電流、検出電荷）を読み出す動作を行う。

20

【0074】

A/D変換部530は、読み出し回路520において取得された検出電圧（測定電圧、到達電圧）をデジタルデータにA/D変換する処理を行う。そしてA/D変換後のデジタルデータDOUTを出力する。具体的には、A/D変換部530には、複数の列線の各列線に対応して各A/D変換器が設けられる。そして、各A/D変換器は、対応する列線において読み出し回路520により取得された検出電圧のA/D変換処理を行う。なお、複数の列線に対応して1つのA/D変換器を設け、この1つのA/D変換器を用いて、複数の列線の検出電圧を時分割にA/D変換してもよい。

30

【0075】

制御回路550（タイミング生成回路）は、各種の制御信号を生成して、行選択回路510、読み出し回路520、A/D変換部530に出力する。例えば充電や放電（リセット）の制御信号を生成して出力する。或いは、各回路のタイミングを制御する信号を生成して出力する。

【0076】

図13に本実施形態の焦電型検出器を含むテラヘルツカメラの例を示す。前述のセンサーデバイス410の電磁波吸収材は、その吸収波長がテラヘルツ波で最適になるように設定されており、テラヘルツ光照射ユニットと組み合わせてテラヘルツカメラ1000を構成した例を示す。

40

【0077】

テラヘルツカメラ1000は、制御ユニット1010と、照射光ユニット1020と、光学フィルター1030と、撮像ユニット1040と、表示部1050とを備えて構成されている。撮像ユニット1040は、図示しないレンズなどの光学系と前述の焦電型検出器の電磁波吸収材の吸収波長をテラヘルツ域で最適化したセンサーデバイスを含んで構成されている。

【0078】

制御ユニット1010は、本装置全体を制御するシステムコントローラーを含み、該システムコントローラーは制御ユニットに含まれる光源駆動部および画像処理ユニットを制

50

御する。照射光ユニット1020は、テラヘルツ光（波長が100 μ m～1000 μ mの範囲にある電磁波を指す。）出射するレーザー装置と光学系を含み、テラヘルツ光を検査対象の人物1060に照射する。人物1060からの反射テラヘルツ光は、探知対象である特定物質1070の分光スペクトルのみを通過させる光学フィルター1030を介して撮像ユニット1040に受光される。撮像ユニット1040で生成された画像信号は、制御ユニット1010の画像処理ユニットで所定の画像処理が施され、その画像信号が表示部1050へ出力される。そして人物1060の衣服内等に特定物質1070が存在するか否かにより受光信号の強度が異なるので特定物質1070の存在が判別できる。

【0079】

以上、いくつかの実施形態について説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるものである。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。

10

【0080】

本発明は、種々の焦電型検出器に広く適用することができる。なお、検出する電磁波の波長は、特にテラヘルツ波である場合に有効な技術である。

【符号の説明】

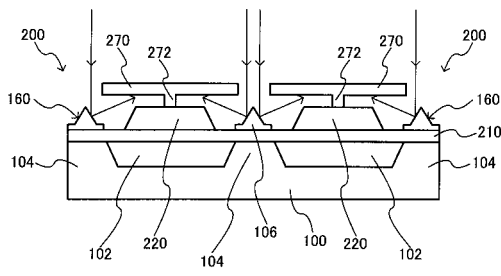
【0081】

100 基部（支持部）、102 空洞部、104 支持部（ポスト）、130, 140 エッチングストップ膜、150 第1犠牲層、160 反射体、162 コア部材、164 反射膜、200 焦電型検出器、210 支持部材、211A 第1面、211B 第2面、220 検出素子、222, 224 第1, 第2電極配線層、226, 228 第1, 第2プラグ、230 キャパシター、232 焦電体、234 第1電極、236 第2電極、240 第1還元ガスバリア層、250 層間絶縁膜（保護膜）、260 第2還元ガスバリア層、270 電磁波吸収体、280 第2犠牲層、290 エッチングストップ膜（支持層、反射膜）、292 エッチングストップ膜、300 第3犠牲層、302 マスク、304 マスク孔、310 反射膜（金属層）、1000 テラヘルツカメラ、1020 照射光ユニット、1040 撮像ユニット。

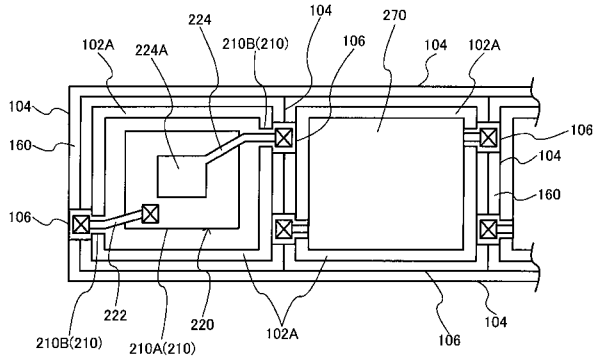
20

30

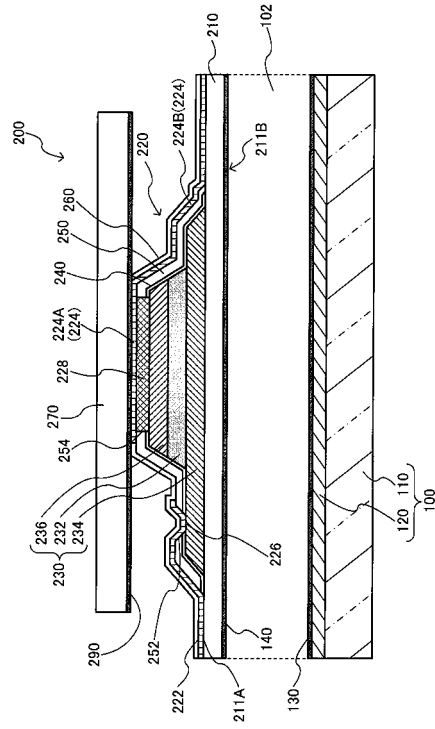
【 図 1 】



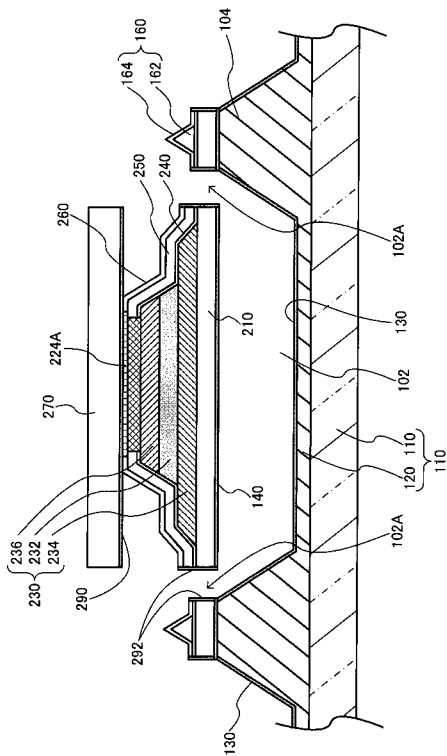
【 図 2 】



【 図 3 】

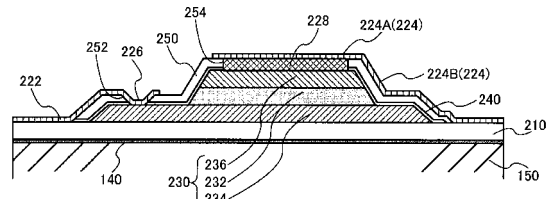


【 図 4 】

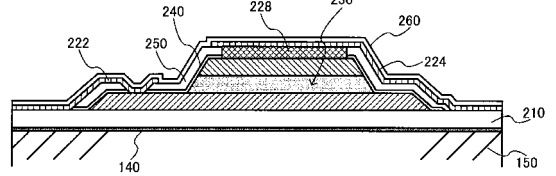


【 図 5 】

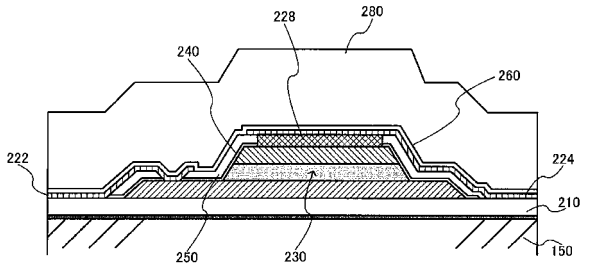
(A)



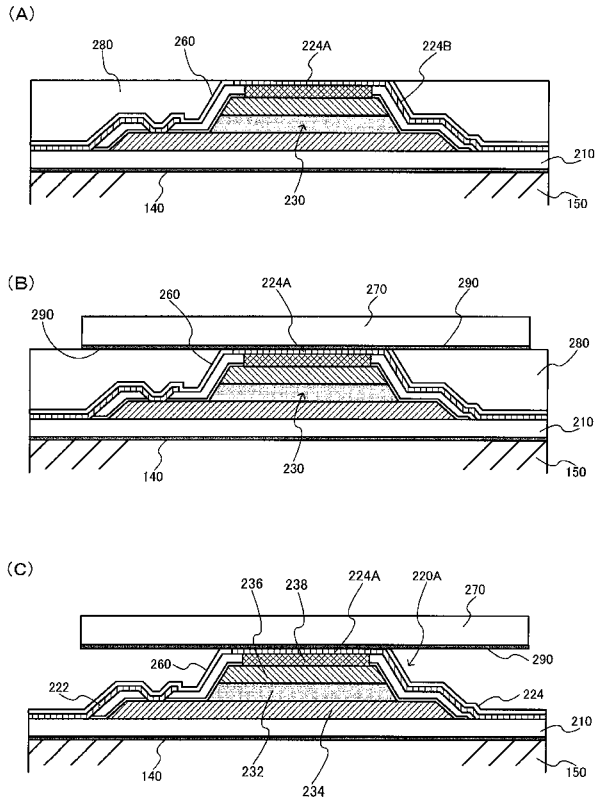
(B)



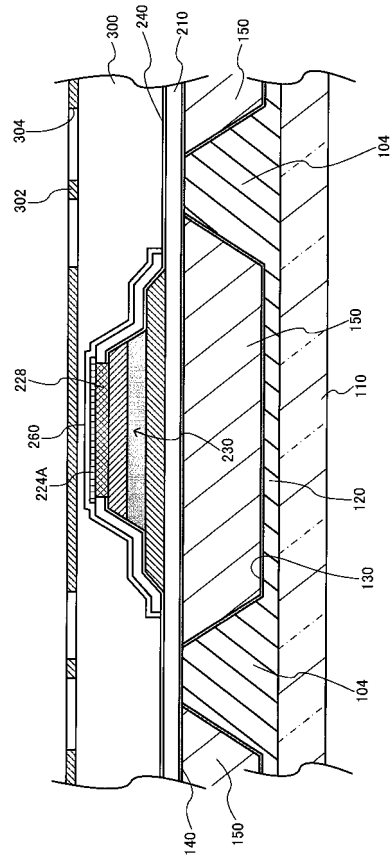
(C)



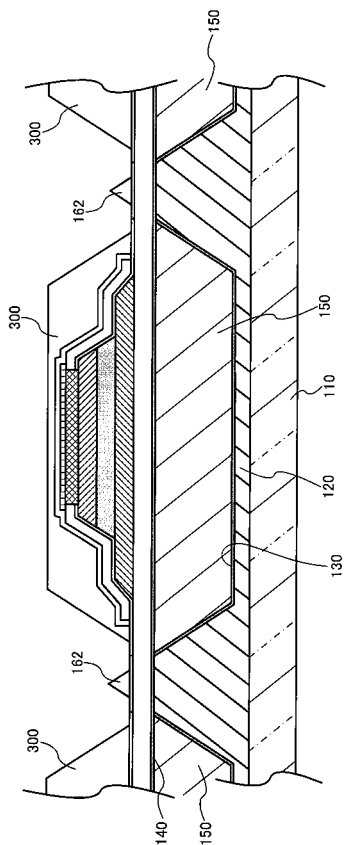
【 図 6 】



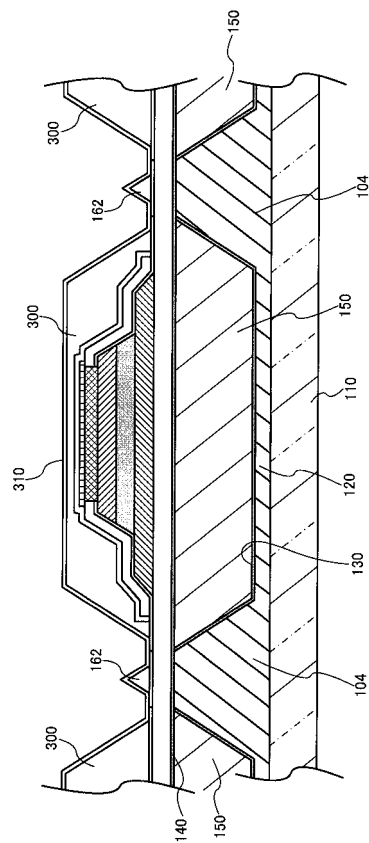
【 図 7 】



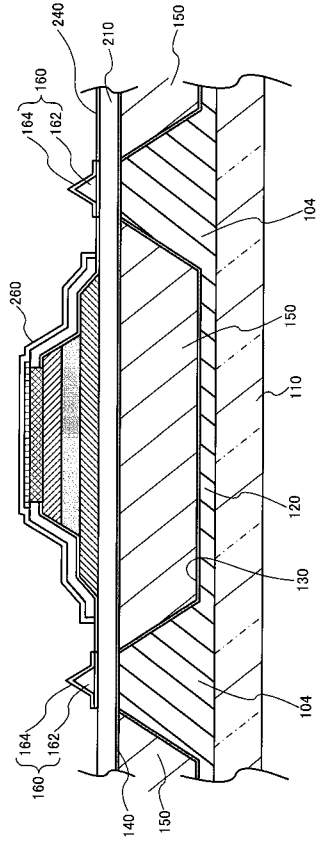
【 図 8 】



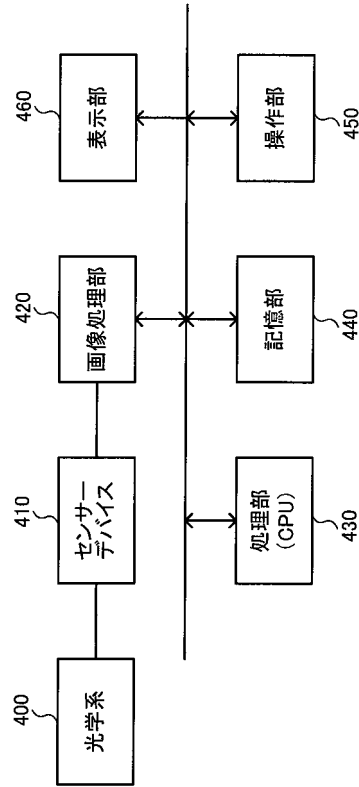
【 図 9 】



【図10】

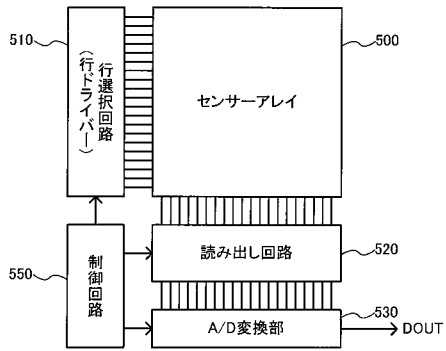


【図11】

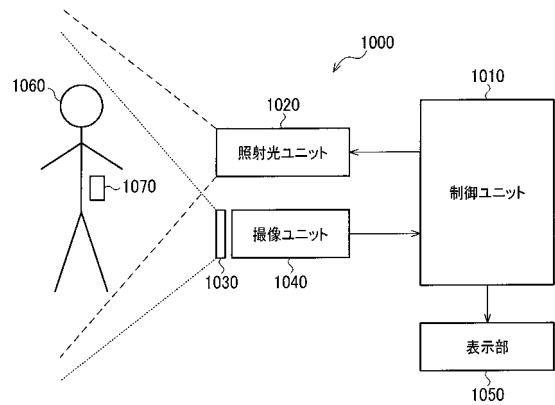


【図12】

(A)



【図13】



(B)

