

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5842118号
(P5842118)

(45) 発行日 平成28年1月13日(2016.1.13)

(24) 登録日 平成27年11月27日(2015.11.27)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 J	1/02	(2006.01)	GO 1 J	1/02	C
HO 1 L	35/30	(2006.01)	GO 1 J	1/02	Q
HO 1 L	37/02	(2006.01)	HO 1 L	35/30	
			GO 1 J	1/02	R
			HO 1 L	37/02	

請求項の数 3 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2010-144176 (P2010-144176)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成22年6月24日 (2010.6.24)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2012-8003 (P2012-8003A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成24年1月12日 (2012.1.12)	(74) 代理人	100087767
審査請求日	平成25年4月9日 (2013.4.9)		弁理士 西川 恵清
		(72) 発明者	桐原 昌男
			大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内
		(72) 発明者	山中 浩
			大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内
		(72) 発明者	佐名川 佳治
			大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 赤外線センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

サーモパイルにより構成される感温部を具備する複数の画素部が半導体基板の一表面側においてアレイ状に配置された赤外線センサチップと、前記赤外線センサチップの出力信号を信号処理するICチップと、前記赤外線センサチップおよび前記ICチップが収納されたパッケージとを備え、前記パッケージが、前記赤外線センサチップおよび前記ICチップが横並びで実装されたパッケージ本体と、前記赤外線センサチップでの検知対象の赤外線透過する機能を有し前記パッケージ本体との間に前記赤外線センサチップおよび前記ICチップを囲む形で前記パッケージ本体に気密的に接合されたパッケージ蓋とを有し、前記パッケージ内に、前記赤外線センサチップへの赤外線を通す窓孔を有するカバー部材を設けてなり、

10

前記カバー部材は、前記赤外線センサチップの前方に位置し前記窓孔が形成された前板部と、前記前板部の外周縁から後方へ延設され前記赤外線センサチップと前記ICチップとの並設方向に沿った前記赤外線センサチップの両側面それぞれの側方に位置し前記パッケージ本体に接合された2つの側板部とを備え、前記前板部は、前記前板部の外周縁の投影領域内に前記赤外線センサチップおよび前記ICチップが収まる大きさに形成され、

前記パッケージ本体は、前記赤外線センサチップを実装する第1の領域の表面より前記ICチップを実装する第2の領域の表面を後退させてあることを特徴とする赤外線センサ。

【請求項2】

20

前記カバー部材は、前記前板部の前記窓孔が矩形状であり、平面視で前記窓孔の前記ＩＣチップ側の内周線が前記赤外線センサチップの前記ＩＣチップ側の外周線よりも前記ＩＣチップ側にあることを特徴とする請求項１記載の赤外線センサ。

【請求項３】

前記カバー部材は、前記ＩＣチップの発熱に応じた前記各画素部の温接点および冷接点の温度変化量を均一化することを特徴とする請求項１又は２に記載の赤外線センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、赤外線センサに関するものである。

10

【背景技術】

【０００２】

従来から、サーモパイルからなる感温部を具備する複数の画素部がシリコン基板の一表面側においてアレイ状に配置された赤外線センサチップと、この赤外線センサチップの出力信号を信号処理するＩＣチップと、赤外線センサチップおよびＩＣチップが収納されたパッケージとを備えた赤外線センサ（赤外線センサモジュール）が提案されている（例えば、特許文献１）。

【０００３】

上述のパッケージは、赤外線センサチップおよびＩＣチップが横並びで実装されたパッケージ本体と、このパッケージ本体との間に赤外線センサチップおよびＩＣチップを囲む形でパッケージ本体に覆着されたパッケージ蓋とで構成されている。ここにおいて、パッケージ蓋は、赤外線センサチップでの検知対象の赤外線を収束するレンズを備えている。要するに、パッケージ蓋は、赤外線センサチップでの検知対象の赤外線を透過する機能を有している。

20

【０００４】

上述の赤外線センサチップは、各画素部において感温部を備えた熱型赤外線検出部がシリコン基板の上記一表面側に形成されてシリコン基板に支持されている。また、赤外線センサチップは、シリコン基板において熱型赤外線検出部の一部の直下に空洞部が形成されている。また、赤外線センサチップは、感温部を構成しているサーモパイルの温接点が、熱型赤外線検出部において空洞部に重なる領域に形成され、冷接点が熱型赤外線検出部において空洞部に重ならない領域に形成されている。なお、赤外線センサチップは、シリコン基板の上記一表面側において、各画素部それぞれに、画素部選択用のスイッチング素子であるＭＯＳトランジスタが形成されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２０１０－７８４５１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

上述の赤外線センサでは、赤外線センサチップとＩＣチップとが１つのパッケージ内に収納されており、赤外線センサチップとＩＣチップとの間の配線を短くできるので、外来ノイズの影響を低減でき、耐ノイズ性を向上できる。

40

【０００７】

しかしながら、この赤外線センサでは、赤外線センサチップの各画素部それぞれの出力信号（出力電圧）に、ＩＣチップの発熱に起因したオフセット電圧を含んでしまい、しかも、画素部でＳ／Ｎ比がばらついてしまう。要するに、赤外線センサチップの面内でＳ／Ｎ比がばらついてしまう。ここにおいて、ＩＣチップからパッケージ本体を通る経路で赤外線センサチップのシリコン基板へ伝わる熱は、主に冷接点の温度を上昇させるのでマイナスのオフセット電圧を発生させる要因となる。一方、ＩＣチップからのパッケージ内の

50

媒体（例えば、窒素ガスなど）を介した熱伝導や熱輻射により赤外線センサチップへ伝わる熱は、主に温接点の温度を上昇させるので、プラスのオフセット電圧を発生させる要因となる。

【0008】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、ICチップの発熱に起因した赤外線センサチップの面内でのS/N比のばらつきを抑制することが可能な赤外線センサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の赤外線センサは、サーモパイルにより構成される感温部を具備する複数の画素部が半導体基板の一表面側においてアレイ状に配置された赤外線センサチップと、前記赤外線センサチップの出力信号を信号処理するICチップと、前記赤外線センサチップおよび前記ICチップが収納されたパッケージとを備え、前記パッケージが、前記赤外線センサチップおよび前記ICチップが横並びで実装されたパッケージ本体と、前記赤外線センサチップでの検知対象の赤外線を透過する機能を有し前記パッケージ本体との間に前記赤外線センサチップおよび前記ICチップを囲む形で前記パッケージ本体に気密的に接合されたパッケージ蓋とを有し、前記パッケージ内に、前記赤外線センサチップへの赤外線を通す窓孔を有し前記ICチップの発熱に応じた前記各画素部の温接点および冷接点の温度変化量を均一化するカバー部材を設けてなることを特徴とする。

【0010】

この赤外線センサにおいて、前記カバー部材は、前記赤外線センサチップの前方に位置し前記窓孔が形成された前板部と、前記前板部の外周縁から後方へ延設され前記ICチップと前記赤外線センサチップとの間で前記パッケージ本体に接合された側板部とで構成されてなることが好ましい。

【0011】

また、この赤外線センサにおいて、前記パッケージ本体は、前記赤外線センサチップを実装する第1の領域の表面よりも前記ICチップを実装する第2の領域の表面を後退させてあり、前記カバー部材は、前記赤外線センサチップの前方に位置し前記窓孔が形成された前板部と、前記前板部の外周縁から後方へ延設され前記赤外線センサチップと前記ICチップとの並設方向に沿った前記赤外線センサチップの両側面それぞれの側方に位置し前記パッケージ本体に接合された2つの側板部とを備え、前記前板部は、前記前板部の外周線の投影領域内に前記赤外線センサチップおよび前記ICチップが収まる大きさに形成されてなることが好ましい。

【0012】

この赤外線センサにおいて、前記カバー部材は、前記前板部の前記窓孔が矩形状であり、平面視で前記窓孔の前記ICチップ側の内周縁が前記赤外線センサチップの前記ICチップ側の外周縁よりも前記ICチップ側にあることが好ましい。

【発明の効果】

【0013】

本発明は、ICチップの発熱に起因した赤外線センサチップの面内でのS/N比のばらつきを抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施形態1の赤外線センサに関し、(a)は一部破断した概略斜視図、(b)はパッケージ蓋を取り外した状態の概略斜視図、(c)はパッケージ蓋を取り外した状態の概略側面図、(d)は概略断面図、(e)は赤外線センサチップの要部概略断面図である。

【図2】同上における赤外線センサチップの平面レイアウト図である。

【図3】同上における赤外線センサチップの画素部の平面レイアウト図である。

【図4】同上における赤外線センサチップの画素部の平面レイアウト図である。

10

20

30

40

50

【図 5】同上における赤外線センサチップの画素部の要部を示し、(a)は平面レイアウト図、(b)は(a)のD-D'断面に対応する概略断面図である。

【図 6】同上における赤外線センサチップの画素部の要部の平面レイアウト図である。

【図 7】同上における赤外線センサチップの画素部の要部の平面レイアウト図である。

【図 8】同上における赤外線センサチップの画素部の要部を示し、(a)は平面レイアウト図、(b)は(a)のD-D'断面に対応する概略断面図である。

【図 9】同上における赤外線センサチップの冷接点を含む要部を示し、(a)は平面レイアウト図、(b)は概略断面図である。

【図 10】同上における赤外線センサチップの温接点を含む要部を示し、(a)は平面レイアウト図、(b)は概略断面図である。

10

【図 11】同上における赤外線センサチップの画素部の要部の概略断面図である。

【図 12】同上における赤外線センサチップの画素部の要部の概略断面図である。

【図 13】同上における赤外線センサチップの要部説明図である。

【図 14】同上における赤外線センサチップの等価回路図である。

【図 15】同上における赤外線センサの製造方法を説明するための主要工程断面図である。

【図 16】同上における赤外線センサの製造方法を説明するための主要工程断面図である。

【図 17】同上における赤外線センサの製造方法を説明するための主要工程断面図である。

20

【図 18】同上における赤外線センサの製造方法を説明するための主要工程断面図である。

【図 19】実施形態 2 の赤外線センサに関し、(a)は一部破断した概略斜視図、(b)はパッケージ蓋を取り外した状態の概略斜視図、(c)はパッケージ蓋を取り外した状態の概略側面図、(d)は概略断面図、(e)は赤外線センサチップの要部概略断面図である。

【図 20】実施形態 3 の赤外線センサに関し、(a)は一部破断した概略斜視図、(b)はパッケージ蓋を取り外した状態の概略斜視図、(c)はパッケージ蓋を取り外した状態の概略側面図、(d)は概略断面図、(e)は赤外線センサチップの要部概略断面図である。

30

【図 21】実施形態 4 の赤外線センサに関し、(a)は一部破断した概略斜視図、(b)はパッケージ蓋を取り外した状態の概略斜視図、(c)はパッケージ蓋を取り外した状態の概略側面図、(d)は概略断面図、(e)は赤外線センサチップの要部概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

(実施形態 1)

以下、本実施形態の赤外線センサについて図 1 ~ 図 14 を参照しながら説明する。

【0016】

本実施形態の赤外線センサは、赤外線センサチップ 100 と、この赤外線センサチップ 100 の出力信号を信号処理する IC チップ 102 と、赤外線センサチップ 100 および IC チップ 102 が収納されたパッケージ 103 とを備えている。また、赤外線センサは、絶対温度を測定するサーミスタ 101 も、パッケージ 103 に収納されている。

40

【0017】

赤外線センサチップ 100 は、図 1 (e) に示すように、サーモパイル 30a を有する熱型赤外線検出部 3 がシリコン基板からなる半導体基板 1 の一表面側に形成されている。

【0018】

パッケージ 103 は、赤外線センサチップ 100 および IC チップ 102 およびサーミスタ 101 が実装されたパッケージ本体 104 と、パッケージ本体 104 との間に赤外線センサチップ 100 および IC チップ 102 およびサーミスタ 101 を囲む形でパッケー

50

ジ本体 104 に気密的に接合されたパッケージ蓋 105 とを有している。

【0019】

パッケージ本体 104 は、ICチップ 102 と赤外線センサチップ 100 とが横並びで実装されている。また、パッケージ本体 104 は、赤外線センサチップ 100 とサーミスタ 101 とが、ICチップ 101 と赤外線センサチップ 100 との並設方向とは直交する方向において横並びで実装されている。一方、パッケージ蓋 105 は、赤外線センサチップ 100 での検知対象の赤外線を透過する機能および導電性を有している。

【0020】

パッケージ蓋 105 は、パッケージ本体 104 の上記一表面側に覆着されたメタルキャップ 152 と、メタルキャップ 152 において赤外線センサチップ 100 に対応する部位に形成された開口窓 152a を閉塞するレンズ 153 とで構成されている。ここにおいて、レンズ 153 が、赤外線を透過する機能を有するとともに、赤外線センサチップ 100 へ赤外線を収束する機能を有している。

10

【0021】

また、赤外線センサは、パッケージ 103 内に、ICチップ 102 の発熱に応じた各画素部 2 の温接点 T1 および冷接点 T2 の温度変化量を均一化するカバー部材を設けてある。ここにおいて、カバー部材 106 は、赤外線センサチップ 100 への赤外線を通す窓孔 108 を有している。

【0022】

以下、各構成要素についてさらに説明する。

20

【0023】

赤外線センサチップ 100 は、熱型赤外線検出部 3 と画素選択用のスイッチング素子である MOS トランジスタ 4 とを有する複数の画素部 2 が半導体基板 1 の上記一表面側においてアレイ状（ここでは、2次元アレイ状）に配列されている（図 2 参照）。本実施形態では、1つの半導体基板 1 の上記一表面側に $m \times n$ 個（図 2 に示した例では、 8×8 個）の画素部 2 が形成されているが、画素部 2 の数や配列は特に限定するものではない。また、本実施形態では、熱型赤外線検出部 3 の感温部 30 が、複数個（ここでは、6 個）のサーモパイル 30a（図 3 参照）を直列接続することにより構成されている。図 14 では、熱型赤外線検出部 3 における感温部 30 の等価回路を、当該感温部 30 の熱起電力に対応する電圧源で表してある。

30

【0024】

また、赤外線センサチップ 100 は、図 3、図 5 および図 14 に示すように、各列の複数の熱型赤外線検出部 3 の感温部 30 の一端が上述の MOS トランジスタ 4 を介して各列ごとに共通接続された複数の垂直読み出し線 7 と、各行の熱型赤外線検出部 3 の感温部 30 に対応する MOS トランジスタ 4 のゲート電極 46 が各行ごとに共通接続された複数の水平信号線 6 とを備えている。また、赤外線センサチップ 100 は、各列の MOS トランジスタ 4 の p^+ 形ウェル領域 41 が各列ごとに共通接続された複数のグラウンド線 8 と、各グラウンド線 8 が共通接続された共通グラウンド線 9 とを備えている。さらに、赤外線センサチップ 100 は、各列の複数の熱型赤外線検出部 3 の感温部 30 の他端が各列ごとに共通接続された複数の基準バイアス線 5 を備えている。しかして、赤外線センサチップ 100 は、全ての熱型赤外線検出部 3 の感温部 30 の出力を時系列的に読み出すことができるようになっている。要するに、赤外線センサチップ 100 は、半導体基板 1 の上記一表面側に熱型赤外線検出部 3 と当該熱型赤外線検出部 3 に並設され当該熱型赤外線検出部 3 の出力を読み出すための MOS トランジスタ 4 とを有する複数の画素部 2 が形成されている。

40

【0025】

ここで、MOS トランジスタ 4 は、ゲート電極 46 が水平信号線 6 に接続され、ソース電極 48 が感温部 30 を介して基準バイアス線 5 に接続され、ドレイン電極 47 が垂直読み出し線 7 に接続されている。ここで、各水平信号線 6 それぞれは、各別の画素選択用のパッド V_{sel} に電氣的に接続され、各基準バイアス線 5 は、共通基準バイアス線 5a に共

50

通接続され、各垂直読み出し線 7 それぞれは、各別の出力用のパッド V_{out} に電氣的に接続されている。また、共通グラウンド線 9 は、グラウンド用のパッド Gnd に電氣的に接続され、共通基準バイアス線 5 a は、基準バイアス用のパッド V_{ref} と電氣的に接続され、半導体基板 1 は、基板用のパッド V_{dd} に電氣的に接続されている。

【 0 0 2 6 】

しかして、MOS トランジスタ 4 が、順次、オン状態になるように各画素選択用のパッド V_{sel} の電位を制御することで各画素部 2 の出力電圧を順次読み出すことができる。例えば、基準バイアス用のパッド V_{ref} の電位を 1.65 V、グラウンド用のパッド Gnd の電位を 0 V、基板用のパッド V_{dd} の電位を 5 V としておき、画素選択用のパッド V_{sel} の電位を 5 V とすれば、MOS トランジスタ 4 がオンとなり、出力用のパッド V_{out} から画素部 2 の出力電圧 (1.65 V + 感温部 30 の出力電圧) が読み出される。また、画素選択用のパッド V_{sel} の電位を 0 V とすれば、MOS トランジスタ 4 がオフとなり、出力用のパッド V_{out} から画素部 2 の出力電圧は読み出されない。なお、図 2 では、図 1 4 における画素選択用のパッド V_{sel}、基準バイアス用のパッド V_{ref}、グラウンド用のパッド Gnd、出力用のパッド V_{out} などを区別せずに、全てパッド 80 として図示してある。

【 0 0 2 7 】

以下、熱型赤外線検出部 3 および MOS トランジスタ 4 それぞれの構造について説明する。なお、本実施形態では、上述の半導体基板 1 として、導電形が n 形で上記一表面が (100) 面の単結晶シリコン基板を用いている。

【 0 0 2 8 】

各画素部 2 の熱型赤外線検出部 3 は、半導体基板 1 の上記一表面側において熱型赤外線検出部 3 の形成用領域 A1 (図 5 参照) に形成されている。また、各画素部 2 の MOS トランジスタ 4 は、半導体基板 1 の上記一表面側において MOS トランジスタ 4 の形成用領域 A2 (図 5 参照) に形成されている。

【 0 0 2 9 】

赤外線センサチップ 100 は、半導体基板 1 の上記一表面側において熱型赤外線検出部 3 の一部の直下に空洞部 11 が形成されている。熱型赤外線検出部 3 は、半導体基板 1 の上記一表面側で空洞部 11 の周部に形成された支持部 3d と、半導体基板 1 の上記一表面側で平面視において空洞部 11 を覆う第 1 の薄膜構造部 3a とを備えている。第 1 の薄膜構造部 3a は、赤外線を吸収する赤外線吸収部 33 を備えている。ここで、第 1 の薄膜構造部 3a は、空洞部 11 の周方向に沿って並設され支持部 3d に支持された複数の第 2 の薄膜構造部 3a a と、隣接する第 2 の薄膜構造部 3a a 同士を連結する連結片 3c とを有している。なお、図 3 の例の熱型赤外線検出部 3 では、複数の線状のスリット 13 を設けることにより、第 1 の薄膜構造部 3a が 6 つの第 2 の薄膜構造部 3a a に分離されている。以下では、赤外線吸収部 33 (第 1 の赤外線吸収部 33 と称する) のうち第 2 の薄膜構造部 3a a それぞれに対応して分割された各部位を第 2 の赤外線吸収部 33 a と称する。

【 0 0 3 0 】

熱型赤外線検出部 3 は、第 2 の薄膜構造部 3a a ごとにサーモパイル 30 a が設けられている。ここで、サーモパイル 30 a は、温接点 T1 が、第 2 の薄膜構造部 3a a に設けられ、冷接点 T2 が、支持部 3d に設けられている。要するに、温接点 T1 は、熱型赤外線検出部 3 において空洞部 11 に重なる第 1 の領域に形成され、冷接点 T2 は、熱型赤外線検出部 3 において空洞部 11 に重ならない第 2 の領域に形成されている。

【 0 0 3 1 】

また、熱型赤外線検出部 3 の感温部 30 は、各サーモパイル 30 a ごとに出力を取り出す場合に比べて温度変化に対する出力変化が大きくなる接続関係で、全てのサーモパイル 30 a が電氣的に接続されている。図 3 の例では、感温部 30 は、6 個のサーモパイル 30 a を直列接続してある。ただし、上述の接続関係は、複数個のサーモパイル 30 a の全てを直列接続する接続関係に限らない。例えば、それぞれ 3 個のサーモパイル 30 a の直列回路を並列接続すれば、6 個のサーモパイル 30 a が並列接続されている場合や、各サーモパイル 30 a ごとに出力を取り出す場合に比べて、感度を高めることができる。また

10

20

30

40

50

、6個のサーモパイル30aの全てが直列接続されている場合に比べて、感温部30の電気抵抗を低くできて熱雑音が低減されるから、S/N比が向上する。

【0032】

ここで、熱型赤外線検出部3では、第2の薄膜構造部3aaごとに、支持部3dと第2の赤外線吸収部33aとを連結する2つの平面視短冊状のブリッジ部3bb、3bbが空洞部11の周方向に離間して形成されている。これにより、2つのブリッジ部3bb、3bbと第2の赤外線吸収部33aとを空間的に分離し空洞部11に連通する平面視コ字状のスリット14が形成されている。熱型赤外線検出部3のうち、平面視において第1の薄膜構造部3aを囲む部位である支持部3dは、矩形棒状の形状となっている。なお、ブリッジ部3bbは、上述の各スリット13、14により、第2の赤外線吸収部33aおよび支持部3dそれぞれとの連結部位以外の部分が、第2の赤外線吸収部33aおよび支持部3dと空間的に分離されている。ここで、第2の薄膜構造部3aaは、支持部3dからの延長方向の寸法を93 μ m、この延長方向に直交する幅方向の寸法を75 μ mとし、各ブリッジ部3bbの幅寸法を23 μ m、各スリット13、14の幅を5 μ mに設定してあるが、これらの値は一例であって特に限定するものではない。

10

【0033】

第1の薄膜構造部3aは、半導体基板1の上記一表面側に形成されたシリコン酸化膜1bと、当該シリコン酸化膜1b上に形成されたシリコン窒化膜32と、当該シリコン窒化膜32上に形成された感温部30と、シリコン窒化膜32の表面側で感温部30を覆うように形成された層間絶縁膜50と、層間絶縁膜50上に形成されたパッシベーション膜60との積層構造部をパターンングすることにより形成されている。層間絶縁膜50は、BPSG膜により構成し、パッシベーション膜60は、PSG膜と当該PSG膜上に形成されたNSG膜との積層膜により構成してあるが、これに限らず、例えば、シリコン窒化膜により構成してもよい。

20

【0034】

上述の熱型赤外線検出部3では、シリコン窒化膜32のうち第1の薄膜構造部3aのブリッジ部3bb、3bb以外の部位が第1の赤外線吸収部33を構成している。また、支持部3dは、シリコン酸化膜1bとシリコン窒化膜32と層間絶縁膜50とパッシベーション膜60とで構成されている。

【0035】

また、赤外線センサチップ100は、層間絶縁膜50とパッシベーション膜60との積層膜が、半導体基板1の上記一表面側において、熱型赤外線検出部3の形成用領域A1とMOSトランジスタ4の形成用領域A2とに跨って形成されており、この積層膜のうち、熱型赤外線検出部3の形成用領域A1に形成された部分が赤外線吸収膜70(図5(b)参照)を兼ねている。ここで、赤外線吸収膜70の屈折率を n_2 、検出対象の赤外線を中心波長を λ とすると、赤外線吸収膜70の厚さ t_2 を $\lambda/4n_2$ に設定するようになっているので、検出対象の波長(例えば、8~12 μ m)の赤外線の吸収効率を高めることができ、高感度化を図れる。例えば、 $n_2 = 1.4$ 、 $\lambda = 10\mu$ mの場合には、 $t_2 = 1.8\mu$ mとすればよい。なお、本実施形態では、層間絶縁膜50の膜厚を0.8 μ m、パッシベーション膜60の膜厚を1 μ m(PSG膜の膜厚を0.5 μ m、NSG膜の膜厚を0.5 μ m)としてある。

30

40

【0036】

また、各画素部2では、空洞部11の内周形状が矩形状であり、連結片3cは、平面視X字状に形成されており、第2の薄膜構造部3aaの延長方向に交差する斜め方向において隣接する第2の薄膜構造部3aa、3aa同士、第2の薄膜構造部3aaの延長方向において隣接する第2の薄膜構造部3aa、3aa同士、第2の薄膜構造部3aaの延長方向に直交する方向において隣接する第2の薄膜構造部3aa、3aa同士を連結している。

【0037】

サーモパイル30aは、シリコン窒化膜32上で第2の薄膜構造部3aaと支持部3d

50

とに跨って形成されたn形ポリシリコン層34とp形ポリシリコン層35との一端部同士を第2の赤外線吸収部33aの赤外線入射面側で金属材料(例えば、Al-Siなど)からなる接続部36により電氣的に接続した複数個(図3に示した例では、9個)の熱電対を有している。また、サーモパイル30aは、半導体基板1の上記一表面側で互いに隣り合う熱電対のn形ポリシリコン層34の他端部とp形ポリシリコン層35の他端部とが金属材料(例えば、Al-Siなど)からなる接続部37により接合され電氣的に接続されている。ここで、サーモパイル30aは、n形ポリシリコン層34の上記一端部とp形ポリシリコン層35の上記一端部と接続部36とで温接点T1を構成している。また、n形ポリシリコン層34の上記他端部とp形ポリシリコン層35の上記他端部と接続部37とで冷接点T2を構成している。要するに、サーモパイル30aの各温接点T1は、熱型赤外線検出部3において空洞部11に重なる領域に形成され、各冷接点T2は、熱型赤外線検出部3において空洞部11に重ならない領域に形成されている。なお、本実施形態における赤外線センサチップ100では、サーモパイル30aの各n形ポリシリコン層34および各p形ポリシリコン層35それぞれにおいて、上述のブリッジ部3bb, 3bbに形成されている部位および半導体基板1の上記一表面側のシリコン窒化膜32上に形成されている部位でも赤外線を吸収することができる。

【0038】

また、赤外線センサチップ100は、空洞部11の形状が、四角錐状であり、平面視における中央部の方が周部に比べて深さ寸法が大きくなっているため、第1の薄膜構造部3aの中央部に温接点T1が集まるように各画素部2におけるサーモパイル30aの平面レイアウトを設計してある。すなわち、図3の上下方向における真ん中の2つの第2の薄膜構造部3aaでは、図3および図6に示すように、3つの第2の薄膜構造部3aaの並設方向に沿って温接点T1を並べて配置してあるのに対し、当該上下方向における上側の2つの第2の薄膜構造部3aaでは、図3および図7に示すように、3つの第2の薄膜構造部3aaの並設方向において真ん中の第2の薄膜構造部3aaに近い側に温接点T1を集中して配置してあり、当該上下方向における下側の2つの第2の薄膜構造部3aaでは、図3に示すように、3つの第2の薄膜構造部3aaの並設方向において真ん中の第2の薄膜構造部3aaに近い側に温接点T1を集中して配置してある。しかして、本実施形態における赤外線センサチップ100では、図3の上下方向における上側、下側の第2の薄膜構造部3aaの複数の温接点T1の配置が、真ん中の第2の薄膜構造部3aaの複数の温接点T1の配置と同じである場合に比べて、温接点T1の温度変化を大きくできるので、感度を向上できる。なお、本実施形態では、空洞部11の最深部の深さを所定深さdp(図5(b)参照)とするとき、所定深さdpを200μmに設定してあるが、この値は一例であり、特に限定するものではない。

【0039】

また、第2の薄膜構造部3aaは、シリコン窒化膜32の赤外線入射面側においてサーモパイル30aを形成していない領域に、第2の薄膜構造部3aaの反りを抑制するとともに赤外線を吸収するn形ポリシリコン層からなる赤外線吸収層39が形成されている。また、隣接する第2の薄膜構造部3aa, 3aa同士を連結する連結片3cには、当該連結片3cを補強するn形ポリシリコン層からなる補強層39b(図8参照)が設けられている。ここで、補強層39bは、赤外線吸収層39と連続一体に形成されている。しかして、赤外線センサチップ100では、連結片3cが補強層39bにより補強されているので、使用中の外部の温度変化や衝撃に起因して発生する応力による破損を防止でき、また、製造時の破損を低減でき、製造歩留まりの向上を図れる。なお、本実施形態では、図8に示す連結片3cの長さ寸法L1を24μm、幅寸法L2を5μm、補強層39bの幅寸法L3を1μmに設定してあるが、これらの数値は一例であり、特に限定するものではない。ただし、本実施形態のように半導体基板1としてシリコン基板を用いており、補強層39bがn形ポリシリコン層により形成される場合には、空洞部11の形成時に補強層39bがエッチングされるのを防止するために、補強層39bの幅寸法は、連結片3cの幅寸法よりも小さく設定し、平面視において補強層39bの両側縁が連結片3cの両側縁よ

10

20

30

40

50

りも内側に位置する必要がある。

【0040】

また、赤外線センサチップ100は、図8および図13(b)に示すように、連結片3cの両側縁と第2の薄膜構造部3aaの側縁との間にそれぞれ面取り部3d、3dが形成され、X字状の連結片3cの略直交する側縁間にも面取り部3eが形成されている。しかし、赤外線センサチップ100では、図13(a)に示すように面取り部が形成されていない場合に比べて、連結片3cと第2の薄膜構造部3aaとの連結部位での応力集中を緩和でき、製造時に発生する残留応力を低減できるとともに製造時の破損を低減でき、製造歩留まりの向上を図れる。また、使用中の外部の温度変化や衝撃に起因して発生する応力による破損を防止できる。なお、図8に示した例では、各面取り部3d、3eをR(アール)が3μmのR面取り部としてあるが、R面取り部に限らず、例えば、C面取り部としてもよい。

10

【0041】

また、赤外線センサチップ100は、各熱型赤外線検出部3に、支持部3dと一方のブリッジ部3bbと第2の赤外線吸収部33aと他方のブリッジ部3bbと支持部3dとに跨るように引き回されたn形ポリシリコン層からなる故障診断用の配線(以下、故障診断用配線と称する)139を設けて、全ての故障診断用配線139を直列接続してある。しかし、m×n個の故障診断用配線139の直列回路へ通電することで、ブリッジ部3bbの折れなどの破損の有無を検出することができる。

【0042】

要するに、赤外線センサチップ100は、製造途中での検査時や使用時において、m×n個の故障診断用配線139の直列回路への通電の有無によって、ブリッジ部3bbの折れや故障診断用配線139の断線などを検出することができる。また、赤外線センサチップ100では、上述の検査時や使用時において、m×n個の故障診断用配線139の直列回路へ通電して各感温部30の出力を検出することにより、感温部30の断線の有無や感度のばらつき(感温部30の出力のばらつき)などを検知することが可能となる。ここにおいて、感度のばらつきに関しては、画素部2ごとの感度のばらつきを検知することが可能であり、例えば、第1の薄膜構造部3aの反りや第1の薄膜構造部3aの半導体基板1へのスティッキングなどに起因した感度のばらつきを検知することが可能となる。ここで、本実施形態における赤外線センサチップ100では、平面視において、故障診断用配線139を複数の温接点T1の群の付近において折り返され蛇行した形状としてある。したがって、故障診断用配線139へ通電することにより発生するジュール熱によって、各温接点T1を効率良く温めることができる。上述の故障診断用配線139は、n形ポリシリコン層34およびp形ポリシリコン層35と同一平面上に同一厚さで形成されている。

20

30

【0043】

上述の赤外線吸収層39および故障診断用配線139は、n形ポリシリコン層34と同じn形不純物(例えば、リンなど)を同じ不純物濃度(例えば、 $10^{18} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$)で含んでおり、n形ポリシリコン層34と同時に形成されている。また、p形ポリシリコン層35のp形不純物として例えばボロンを採用すればよく、不純物濃度を例えば $10^{18} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度の範囲で適宜設定すればよい。本実施形態では、n形ポリシリコン層34およびp形ポリシリコン層35それぞれの不純物濃度が $10^{18} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であり、熱電対の抵抗値を低減でき、S/N比の向上を図れる。なお、赤外線吸収層39および故障診断用配線139は、n形ポリシリコン層34と同じn形不純物を同じ不純物濃度でドーピングしてあるが、これに限らず、例えば、p形ポリシリコン層35と同じ不純物を同じ不純物濃度でドーピングしてもよい。

40

【0044】

ところで、本実施形態では、n形ポリシリコン層34、p形ポリシリコン層35、赤外線吸収層39、および故障診断用配線139の屈折率を n_1 、検出対象の赤外線の中心波長を λ とすると、n形ポリシリコン層34、p形ポリシリコン層35、赤外線吸収層39、および故障診断用配線139それぞれの厚さ t_1 を $\lambda / 4 n_1$ に設定するようにして

50

いる。しかして、検出対象の波長（例えば、 $8 \sim 12 \mu\text{m}$ ）の赤外線吸収効率を高めることができ、高感度化を図れる。例えば、 $n_1 = 3.6$ 、 $t_1 = 10 \mu\text{m}$ の場合には、 $t_1 = 0.69 \mu\text{m}$ とすればよい。

【0045】

また、本実施形態では、 n 形ポリシリコン層34、 p 形ポリシリコン層35、赤外線吸収層39、および故障診断用配線139それぞれの不純物濃度が $10^{18} \sim 10^{20} \text{cm}^{-3}$ であるので、赤外線の吸収率を高くしつつ赤外線の反射を抑制することができて、感温部30の出力の S/N 比を高めることができる。また、赤外線吸収層39および故障診断用配線139を n 形ポリシリコン層34と同一工程で形成できるから、低コスト化を図れる。

10

【0046】

ここで、感温部30の接続部36と接続部37とは、半導体基板1の上記一表面側において、層間絶縁膜50によって絶縁分離されている（図9および図10参照）。すなわち、温接点T1側の接続部36は、層間絶縁膜50に形成したコンタクトホール50a₁、50a₂を通して、両ポリシリコン層34、35の上記各一端部と電気的に接続されている。また、冷接点T2側の接続部37は、層間絶縁膜50に形成されたコンタクトホール50a₃、50a₄を通して、両ポリシリコン層34、35の上記各他端部と電気的に接続されている。

【0047】

また、MOSトランジスタ4は、上述のように、半導体基板1の上記一表面側においてMOSトランジスタ4の形成用領域A2に形成されている。

20

【0048】

MOSトランジスタ4は、図5および図12に示すように、半導体基板1の上記一表面側に p^+ 形ウェル領域41が形成され、 p^+ 形ウェル領域41内に、 n^+ 形ドレイン領域43と n^+ 形ソース領域44とが離間して形成されている。さらに、 p^+ 形ウェル領域41内には、 n^+ 形ドレイン領域43と n^+ 形ソース領域44とを囲む p^+ 形チャネルストップ領域42が形成されている。

【0049】

p^+ 形ウェル領域41において n^+ 形ドレイン領域43と n^+ 形ソース領域44との間に位置する部位の上には、シリコン酸化膜（熱酸化膜）からなるゲート絶縁膜45を介して n 形ポリシリコン層からなるゲート電極46が形成されている。

30

【0050】

また、 n^+ 形ドレイン領域43上には、金属材料（例えば、 Al-Si など）からなるドレイン電極47が形成され、 n^+ 形ソース領域44上には、金属材料（例えば、 Al-Si など）からなるソース電極48が形成されている。

【0051】

ゲート電極46、ドレイン電極47およびソース電極48は、上述の層間絶縁膜50によって絶縁分離されている。ここで、ドレイン電極47は、層間絶縁膜50に形成したコンタクトホール50dを通して n^+ 形ドレイン領域43と電気的に接続され、ソース電極48は、層間絶縁膜50に形成したコンタクトホール50eを通して n^+ 形ソース領域44と電気的に接続されている。

40

【0052】

赤外線センサチップ100の各画素部2では、MOSトランジスタ4のソース電極48と感温部30の一端とが電気的に接続され、感温部30の他端が基準バイアス線5に電気的に接続されている。また、各画素部2では、MOSトランジスタ4のドレイン電極47が、垂直読み出し線7と電気的に接続され、ゲート電極46が、当該ゲート電極46に連続一体に形成された n 形ポリシリコン配線からなる水平信号線6と電気的に接続されている。また、各画素部2では、MOSトランジスタ4の p^+ 形チャネルストップ領域42上に、金属材料（例えば、 Al-Si など）からなるグラウンド用の電極（以下、グラウンド用電極と称する）49が形成されている。このグラウンド用電極49は、当該 p^+

50

形チャンネルストップ領域 4 2 を n^+ 形ドレイン領域 4 3 および n^+ 形ソース領域 4 4 よりも低電位にバイアスして素子分離するための共通グラウンド線 8 と電気的に接続されている。なお、グラウンド用電極 4 9 は、層間絶縁膜 5 0 に形成したコンタクトホール 5 0 f を通して p^+ 形チャンネルストップ領域 4 2 と電気的に接続されている。

【0053】

上述の赤外線センサチップ 1 0 0 によれば、通電されることにより発生するジュール熱によって温接点 T 1 を温める自己診断用配線 1 3 9 を備えているので、自己診断用配線 1 3 9 へ通電してサーモパイル 3 0 a の出力を測定することにより、サーモパイル 3 0 a の断線などの故障の有無を判断することが可能となって、信頼性の向上を図れ、しかも、自己診断用配線 1 3 9 は、熱型赤外線検出部 3 において半導体基板 1 の空洞部 1 1 に重なる領域でサーモパイル 3 0 a と重ならないように配置されているので、自己診断用配線 1 3 9 によるサーモパイル 3 0 a の温接点 T 1 の熱容量の増大を防止でき、感度および応答速度の向上を図れる。

10

【0054】

ここで、赤外線センサチップ 1 0 0 は、使用時において自己診断を行わない通常時において、自己診断用配線 1 3 9 も外部からの赤外線を吸収するので、複数の温接点 T 1 の温度の均一化を図れ、感度の向上を図れる。なお、赤外線センサチップ 1 0 0 では、赤外線吸収層 3 9 および補強層 3 9 b も外部からの赤外線を吸収するので、複数の温接点 T 1 の温度の均一化を図れ、感度の向上を図れる。また、赤外線センサチップ 1 0 0 の使用時の自己診断は、IC チップ 1 0 2 に設けられた自己診断回路（図示せず）により定期的に行われるが、必ずしも定期的に行う必要はない。

20

【0055】

また、赤外線センサチップ 1 0 0 は、第 1 の薄膜構造部 3 a が、複数の線状のスリット 1 3 を設けることによって、空洞部 1 1 の内周方向に沿って並設されそれぞれ熱型赤外線検出部 3 において空洞部 1 1 を囲む部位である支持部 3 d から内方へ延長された複数の第 2 の薄膜構造部 3 a a に分離され、各第 2 の薄膜構造部 3 a a ごとにサーモパイル 3 0 a の温接点 T 1 が設けられるとともに、各サーモパイル 3 0 a ごとに出力を取り出す場合に比べて温度変化に対する出力変化が大きくなる接続関係で全てのサーモパイル 3 0 a が電気的に接続されているので、応答速度および感度の向上を図れ、しかも、全ての第 2 の薄膜構造部 3 a a に跨って自己診断用配線 1 3 9 が形成されているので、熱型赤外線検出部 3 の全てのサーモパイル 3 0 a を一括して自己診断することが可能となる。また、赤外線センサチップ 1 0 0 では、隣接する第 2 の薄膜構造部 3 a a , 3 a a 同士を連結する連結片 3 c が形成されていることにより、各第 2 の薄膜構造部 3 a a の反りを低減でき、構造安定性の向上を図れ、感度が安定する。

30

【0056】

また、赤外線センサチップ 1 0 0 は、 n 形ポリシリコン層 3 4 と p 形ポリシリコン層 3 5 と赤外線吸収層 3 9 と補強層 3 9 b と自己診断用配線 1 3 9 とが同一の厚さに設定されているので、第 2 の薄膜構造部 3 a a の応力バランスの均一性が向上し、第 2 の薄膜構造部 3 a a の反りを抑制することができ、製品ごとの感度のばらつきや、画素部 2 ごとの感度のばらつきを低減できる。

40

【0057】

また、赤外線センサチップ 1 0 0 は、自己診断用配線 1 3 9 が、第 1 の熱電要素である n 形ポリシリコン層 3 4 もしくは第 2 の熱電要素である p 形ポリシリコン層 3 5 と同じ材料により形成されているので、自己診断用配線 1 3 9 を第 1 の熱電要素もしくは第 2 の熱電要素と同時に形成することが可能となり、製造プロセスの簡略化による低コスト化を図れる。

【0058】

また、赤外線センサチップ 1 0 0 は、赤外線吸収部 3 3 および自己診断用配線 1 3 9 を備えた複数の画素部 2 が、半導体基板 1 の上記一表面側でアレイ状に設けられているので、製造時や使用時の自己診断に際して各画素部 2 それぞれの自己診断用配線 1 3 9 に通電

50

することにより、各画素部 2 それぞれの感温部 3 0 の感度のばらつきを把握することが可能となる。

【 0 0 5 9 】

また、赤外線センサチップ 1 0 0 は、各画素部 2 ごとに感温部 3 0 の出力を読み出すための M O S トランジスタ 4 を有しているため、出力用のパッド Vout (図 1 4 参照) の数を少なくでき、小型化および低コスト化を図れる。

【 0 0 6 0 】

以下、赤外線センサチップ 1 0 0 の製造方法について図 1 5 ~ 図 1 8 を参照して説明する。

【 0 0 6 1 】

まず、シリコン基板からなる半導体基板 1 の上記一表面側に第 1 の所定膜厚 (例えば、 $0.3 \mu\text{m}$) の第 1 のシリコン酸化膜 3 1 と第 2 の所定膜厚 (例えば、 $0.1 \mu\text{m}$) のシリコン窒化膜 3 2 との積層膜からなる絶縁層を形成する絶縁層形成工程を行う。その後、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を利用して当該絶縁層のうち熱型赤外線検出部 3 の形成用領域 A 1 に対応する部分の一部を残して M O S トランジスタ 4 の形成用領域 A 2 に対応する部分をエッチング除去する絶縁層パターニング工程を行うことにより、図 1 5 (a) に示す構造を得る。ここにおいて、シリコン酸化膜 3 1 は、半導体基板 1 を所定温度 (例えば、 1100) で熱酸化することにより形成し、シリコン窒化膜 3 2 は、L P C V D 法により形成している。

【 0 0 6 2 】

上述の絶縁層パターニング工程の後、半導体基板 1 の上記一表面側に p^+ 形ウェル領域 4 1 を形成するウェル領域形成工程を行い、続いて、半導体基板 1 の上記一表面側における p^+ 形ウェル領域 4 1 内に p^{++} 形チャネルストップ領域 4 2 を形成するチャネルストップ領域形成工程を行うことにより、図 1 5 (b) に示す構造を得る。ここで、ウェル領域形成工程では、まず、半導体基板 1 の上記一表面側の露出部位を所定温度で熱酸化することにより第 2 のシリコン酸化膜 (熱酸化膜) 5 1 を選択的に形成する。その後、 p^+ 形ウェル領域 4 1 を形成するためのマスクを利用したフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を利用してシリコン酸化膜 5 1 をパターニングする。続いて、 p 形不純物 (例えば、ボロンなど) のイオン注入を行ってから、ドライブインを行うことにより、 p^+ 形ウェル領域 4 1 を形成する。また、チャネルストップ領域形成工程では、半導体基板 1 の上記一表面側を所定温度で熱酸化することにより第 3 のシリコン酸化膜 (熱酸化膜) 5 2 を選択的に形成する。その後、 p^{++} 形チャネルストップ領域 4 2 を形成するためのマスクを利用したフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を利用して第 3 のシリコン酸化膜 5 2 をパターニングする。続いて、 p 形不純物 (例えば、ボロンなど) のイオン注入を行ってから、ドライブインを行うことにより、 p^{++} 形チャネルストップ領域 4 2 を形成する。なお、第 1 のシリコン酸化膜 3 1 と第 2 のシリコン酸化膜 5 1 と第 3 のシリコン酸化膜 5 2 とで、半導体基板 1 の上記一表面側のシリコン酸化膜 1 b を構成している。

【 0 0 6 3 】

上述のチャネルストップ領域形成工程の後、 n^+ 形ドレイン領域 4 3 および n^+ 形ソース領域 4 4 を形成するソース・ドレイン形成工程を行う。このソース・ドレイン形成工程では、 p^+ 形ウェル領域 4 1 における n^+ 形ドレイン領域 4 3 および n^+ 形ソース領域 4 4 それぞれの形成予定領域に n 形不純物 (例えば、リンなど) のイオン注入を行ってから、ドライブを行うことにより、 n^+ 形ドレイン領域 4 3 および n^+ 形ソース領域 4 4 を形成する。

【 0 0 6 4 】

ソース・ドレイン形成工程の後、半導体基板 1 の上記一表面側に熱酸化により所定膜厚 (例えば、 600) のシリコン酸化膜 (熱酸化膜) からなるゲート絶縁膜 4 5 を形成するゲート絶縁膜形成工程を行う。続いて、半導体基板 1 の上記一表面側の全面にゲート電極 4 6、水平信号線 6 (図 3 参照)、 n 形ポリシリコン層 3 4、 p 形ポリシリコン層 3 5、赤外線吸収層 3 9 および故障診断用配線 1 3 9 の基礎となる所定膜厚 (例えば、 0.6

10

20

30

40

50

9 μm) のノンドープポリシリコン層を LPCVD 法により形成するポリシリコン層形成工程を行う。その後、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を利用して上記ノンドープポリシリコン層のうちゲート電極 46、水平信号線 6、n 形ポリシリコン層 34、p 形ポリシリコン層 35、赤外線吸収層 39 および故障診断用配線 139 それぞれに対応する部分が残るようにパターニングするポリシリコン層パターニング工程を行う。続いて、上記ノンドープポリシリコン層のうち p 形ポリシリコン層 35 に対応する部分に p 形不純物 (例えば、ボロンなど) のイオン注入を行ってからドライブを行うことにより p 形ポリシリコン層 35 を形成する p 形ポリシリコン層形成工程を行う。その後、上記ノンドープポリシリコン層のうち n 形ポリシリコン層 34、赤外線吸収層 39、故障診断用配線 139、ゲート電極 46 および水平信号線 6 に対応する部分に n 形不純物 (例えば、リンなど) のイオン注入を行ってからドライブを行うことにより n 形ポリシリコン層 34、赤外線吸収層 39、故障診断用配線 139、ゲート電極 46 および水平信号線 6 を形成する n 形ポリシリコン層形成工程を行うことによって、図 16 (a) に示す構造を得る。なお、p 形ポリシリコン層形成工程と n 形ポリシリコン層形成工程との順序は逆でもよい。

【0065】

上述の p 形ポリシリコン層形成工程および n 形ポリシリコン層形成工程が終了した後、半導体基板 1 の上記一表面側に層間絶縁膜 50 を形成する層間絶縁膜形成工程を行う。続いて、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を利用して層間絶縁膜 50 に各コンタクトホール 50a₁, 50a₂, 50a₃, 50a₄, 50d, 50e, 50f (図 9、図 10、図 12 参照) を形成するコンタクトホール形成工程を行うことによって、図 16 (b) に示す構造を得る。層間絶縁膜形成工程では、半導体基板 1 の上記一表面側に所定膜厚 (例えば、0.8 μm) の BPSG 膜を CVD 法により堆積させてから、所定温度 (例えば、800 °C) でリフローすることにより平坦化された層間絶縁膜 50 を形成する。

【0066】

上述のコンタクトホール形成工程の後、半導体基板 1 の上記一表面側の全面に接続部 36, 37、ドレイン電極 47、ソース電極 48、基準バイアス線 5、垂直読み出し線 7、グラウンド線 8、共通グラウンド線 9 および各パッド Vout, Vsel, Vref, Vdd, Gnd など (図 14 参照) の基礎となる所定膜厚 (例えば、2 μm) の金属膜 (例えば、Al-Si 膜) をスパッタ法などにより形成する金属膜形成工程を行う。続いて、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を利用して金属膜をパターニングすることで接続部 36, 37、ドレイン電極 47、ソース電極 48、基準バイアス線 5、垂直読み出し線 7、グラウンド線 8、共通グラウンド線 9 および各パッド Vout, Vsel, Vref, Vdd, Gnd などを形成する金属膜パターニング工程を行うことによって、図 17 (a) に示す構造を得る。なお、金属膜パターニング工程におけるエッチングは RIE により行っている。また、この金属膜パターニング工程を行うことにより、温接点 T1 および冷接点 T2 が形成される。

【0067】

上述の金属膜パターニング工程の後、半導体基板 1 の上記一表面側 (つまり、層間絶縁膜 50 の表面側) に所定膜厚 (例えば、0.5 μm) の PSG 膜と所定膜厚 (例えば、0.5 μm) の NSG 膜との積層膜からなるパッシベーション膜 60 を CVD 法により形成するパッシベーション膜形成工程を行うことによって、図 17 (b) に示す構造を得る。

【0068】

上述のパッシベーション膜形成工程の後、シリコン酸化膜 31、シリコン窒化膜 32、層間絶縁膜 50、パッシベーション膜 60 などを備え、感温部 30 などが埋設された積層構造部をパターニングすることにより、第 2 の薄膜構造部 3aa および連結片 3c を形成する積層構造部パターニング工程を行うことによって、図 18 (a) に示す構造を得る。なお、積層構造部パターニング工程において、各スリット 13, 14 を形成している。

【0069】

上述の積層構造部パターニング工程の後、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技

10

20

30

40

50

術を利用して各パッド V_{out} , V_{sel} , V_{ref} , V_{dd} , Gnd を露出させる開口部 (図示せず) を形成する開口部形成工程を行う。次に、各スリット 13 , 14 をエッチング液導入孔としてエッチング液を導入し半導体基板 1 を異方性エッチング (結晶異方性エッチング) することにより半導体基板 1 に空洞部 11 を形成する空洞部形成工程を行うことで、図 18 (b) に示す構造の赤外線センサチップ 100 を得る。ここで、開口部形成工程におけるエッチングは R I E により行っている。また、空洞部形成工程では、エッチング液として所定温度 (例えば、85) に加熱した T M A H 溶液を用いているが、エッチング液は T M A H 溶液に限らず、他のアルカリ系溶液 (例えば、K O H 溶液など) を用いてもよい。なお、空洞部形成工程が終了するまでの全工程はウェハレベルで行うので、空洞部形成工程が終了した後、個々の赤外線センサチップ 100 に分離する分離工程を行えばよい。また、上述の説明から分かるように、M O S トランジスタ 4 の製造方法に関してみれば、周知の一般的な M O S トランジスタの製造方法を採用しており、熱酸化による熱酸化膜の形成、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術による熱酸化膜のパターニング、不純物のイオン注入、ドライブイン (不純物の拡散) の基本工程を繰り返すことにより、 p^+ 形ウェル領域 41、 p^{++} 形チャネルストップ領域 42、 n^+ 形ドレイン領域 43 と n^+ 形ソース領域 44 を形成している。

【 0070 】

上述の赤外線センサチップ 100 では、半導体基板 1 として上記一表面が (100) 面の単結晶のシリコン基板を用いて、エッチング速度の結晶面方位依存性を利用した異方性エッチングにより形成する空洞部 11 を四角錐状の形状としてあるが、四角錐状の形状に限らず、四角錐台状の形状でもよい。また、半導体基板 1 の上記一表面の面方位は特に限定するものではなく、例えば、半導体基板 1 として上記一表面が (110) 面の単結晶のシリコン基板を用いてもよい。

【 0071 】

I C チップ 102 は、A S I C (: Application Specific I C) であり、シリコン基板を用いて形成されている。

【 0072 】

I C チップ 102 は、例えば、赤外線センサチップ 100 を制御する制御回路、赤外線センサチップ 100 の複数の出力用のパッド 80 に電氣的に接続された複数の入力用のパッドの出力電圧を増幅する増幅回路、複数の入力用のパッドの出力電圧を択一的に上記増幅回路に入力するマルチプレクサ、上記増幅回路の出力 (画素部 2 における温接点 T1 と冷接点 T2 との温度差に応じた出力) とサーミスタ 101 の出力 (絶対温度に応じた出力であり、画素部 2 における冷接点 T2 の温度に応じた出力であると想定している) とに基づいて温度を求める演算回路などを備えており、外部の表示装置に赤外線画像を表示させることができる。また、I C チップ 102 は、上述の自己診断回路も備えている。なお、I C チップ 102 の回路構成は、特に限定するものではない。また、サーミスタ 101 は、必ずしも設ける必要はない。

【 0073 】

本実施形態の赤外線センサは、パッケージ本体 104 とパッケージ蓋 105 とで構成されるパッケージ 103 の内部空間 (気密空間) 165 を、窒素ガス (ドライ窒素ガス) 雰囲気としてあるが、これに限らず、例えば、真空雰囲気としてもよい。

【 0074 】

パッケージ本体 104 は、絶縁材料からなる基体 104a に金属材料からなる配線パターン (図示せず) および電磁シールド層 (図示せず) が形成されており、この電磁シールド層により電磁シールド機能を有している。一方、パッケージ蓋 105 は、レンズ 153 が導電性を有するとともに、レンズ 153 がメタルキャップ 152 に導電性材料により接合されており、導電性を有している。そして、パッケージ蓋 105 は、パッケージ本体 104 の上記電磁シールド層と電氣的に接続されている。しかして、本実施形態では、パッケージ本体 104 の上記電磁シールド層とパッケージ蓋 105 とを同電位とすることができる。その結果、パッケージ 103 は、赤外線センサチップ 100、I C チップ 102、

10

20

30

40

50

サーミスタ101、上記配線パターン、後述のボンディングワイヤ（図示せず）などを含んで構成されるセンサ回路（図示せず）への外来の電磁ノイズを防止する電磁シールド機能を有している。

【0075】

パッケージ本体104は、赤外線センサチップ100、ICチップ102およびサーミスタ101が一表面側に実装される平板状のセラミック基板により構成してある。要するに、パッケージ本体104は、基体104aが絶縁材料であるセラミックスにより形成されており、配線パターンのうち基体104aの一表面側に形成された部位に、赤外線センサチップ100およびICチップ102それぞれのパッド（図示せず）が、ボンディングワイヤを介して適直接続されている。なお、赤外線センサにおいて、赤外線センサチップ100とICチップ102とは、ボンディングワイヤおよびパッケージ本体104の配線パターンなどを介して電氣的に接続されている。各ボンディングワイヤとしては、Auワイヤに比べて耐腐食性の高いAuワイヤを用いることが好ましい。

10

【0076】

本実施形態では、パッケージ本体104の絶縁材料としてセラミックスを採用しているため、上記絶縁材料としてエポキシ樹脂などの有機材料を採用する場合に比べて、パッケージ本体104の耐湿性および耐熱性を向上させることができる。ここで、絶縁材料のセラミックスとしては、アルミナを採用しているが、特に、アルミナに限定するものではなく、窒化アルミニウムや炭化珪素などを採用してもよい。なお、アルミナの熱伝導率は、 $14\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度である。

20

【0077】

また、パッケージ本体104は、上述の配線パターンの一部により構成される外部接続電極（図示せず）が、基体104aの他表面と側面とに跨って形成されている。しかして、本実施形態の赤外線センサでは、回路基板などへの2次実装後において、回路基板などとの接合部の外観検査を容易に行うことができる。

【0078】

また、赤外線センサチップ100およびICチップ102は、パッケージ本体104に対して、ダイボンド剤を用いて実装されている。ダイボンド剤としては、エポキシ系樹脂やシリコン系樹脂などの絶縁性接着剤、半田（鉛フリー半田、Au-Sn半田など）や銀ペーストなどの導電性接着剤を用いればよい。また、ダイボンド剤を用いずに、例えば、常温接合法や、Au-Sn共晶もしくはAu-Si共晶を利用した共晶接合法などにより接合してもよい。なお、エポキシ系樹脂の熱伝導率は、 $0.2\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度である。また、赤外線センサチップ100およびICチップ2の外周形状は、矩形形状（正方形形状ないし長方形形状）である。

30

【0079】

パッケージ蓋105は、パッケージ本体104側の一面が開放された箱状に形成され赤外線センサチップ100に対応する部位に開口窓152aが形成されたメタルキャップ152と、メタルキャップ152の開口窓152aを閉塞する形でメタルキャップ152に接合されたレンズ153とで構成されており、メタルキャップ152の上記一面がパッケージ本体104により閉塞される形でパッケージ本体104に気密的に接合されている。ここで、パッケージ本体104の上記一表面の周部には、パッケージ本体104の外周形状に沿った枠状の金属パターン147（図1参照）が全周に亘って形成されており、パッケージ蓋105とパッケージ本体104の金属パターン147とは、シーム溶接（抵抗溶接法）により金属接合されており、気密性および電磁シールド効果を高めることができる。なお、パッケージ蓋105のメタルキャップ152は、コパールにより形成されており、Niめっきが施されている。また、パッケージ本体104の金属パターン147は、コパールにより形成され、Niのめっきが施され、さらにAuのめっきが施されている。コパールの熱伝導率は、 $16.7\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度である。

40

【0080】

パッケージ蓋105とパッケージ本体104の金属パターン147との接合方法は、シ

50

ーム溶接に限らず、他の溶接（例えば、スポット溶接）や、導電性樹脂により接合してもよい。ここで、導電性樹脂として異方導電性接着剤を用いれば、樹脂（バインダー）中に分散された導電粒子の含有量が少なく、接合時に加熱・加圧を行うことでパッケージ蓋105とパッケージ本体104との接合部の厚みを薄くできるので、外部からパッケージ103内へ水分やガス（例えば、水蒸気、酸素など）が侵入するのを抑制できる。また、導電性樹脂として、酸化バリウム、酸化カルシウムなどの乾燥剤を混入させたものを用いてもよい。

【0081】

なお、パッケージ本体104およびパッケージ蓋105の外周形状は矩形状としてあるが、矩形状に限らず、例えば、円形状でもよい。また、パッケージ蓋105のメタルキャップ152は、パッケージ本体104側の端縁から全周に亘って外方に延設された鍔部152bを備えており、鍔部152bが全周に亘ってパッケージ本体104と接合されている。

10

【0082】

レンズ153は、平凸型の非球面レンズである。しかして、本実施形態の赤外線センサでは、レンズ153の薄型化を図りながらも、赤外線センサチップ100での赤外線の受光効率の向上による高感度化を図れる。また、本実施形態の赤外線センサでは、赤外線センサチップ100の検知エリアをレンズ153により設定することが可能となる。レンズ153は、赤外線センサチップ100の半導体基板1とは別の半導体基板を用いて形成されている。更に説明すれば、レンズ153は、所望のレンズ形状に応じて半導体基板（ここでは、シリコン基板）との接触パターンを設計した陽極を半導体基板の一表面側に半導体基板との接触がオーミック接触となるように形成した後半導体基板の構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液からなる電解液中で半導体基板の他表面側を陽極酸化することで除去部位となる多孔質部を形成してから当該多孔質部を除去することにより形成された半導体レンズ（ここでは、シリコンレンズ）により構成されている。しかして、レンズ153は、導電性を有している。なお、この種の陽極酸化技術を応用した半導体レンズの製造方法については、例えば、特許第3897055号公報、特許第3897056号公報などに開示されているので、説明を省略する。

20

【0083】

本実施形態では、赤外線センサチップ100の検知エリアを上述の半導体レンズからなるレンズ153により設定することができ、また、レンズ153として、球面レンズよりも短焦点で且つ開口径が大きく収差が小さな半導体レンズを採用することができるから、短焦点化により、パッケージ103の薄型化を図れる。本実施形態の赤外線センサは、赤外線センサチップ100の検知対象の赤外線として、人体から放射される10 μ m付近の波長帯（8 μ m～13 μ m）の赤外線を想定しており、レンズ153の材料として、ZnSやGaAsなどに比べて環境負荷が少なく且つ、Geに比べて低コスト化が可能であり、しかも、ZnSに比べて波長分散が小さなSiを採用している。

30

【0084】

また、レンズ153は、メタルキャップ152における開口部152aの周部に導電性接着剤（例えば、鉛フリー半田、銀ペーストなど）からなる接合部（図示せず）により固着されている。上記接合部の材料として導電性接着剤を採用することにより、レンズ153が、上記接合部およびメタルキャップ152を介してパッケージ本体104の上記電磁シールド層に電氣的に接続されるので、電磁ノイズに対するシールド性を高めることができ、外来の電磁ノイズに起因したS/N比の低下を防止することができる。

40

【0085】

上述のレンズ153には、赤外線センサチップ100での検知対象の赤外線の波長を含む所望の波長域の赤外線を透過し当該波長域以外の赤外線を反射する光学多層膜（多層干渉フィルタ膜）からなるフィルタ部（図示せず）を設けることが好ましい。このようなフィルタ部を設けることにより、所望の波長域以外の不要な波長域の赤外線や可視光をフィルタ部によりカットすることが可能となり、太陽光などによるノイズの発生を抑制するこ

50

とができ、高感度化を図れる。

【0086】

ここにおいて、本実施形態では、上述のようにICチップ102としてベアチップを採用しているので、パッケージ蓋105が可視光をカットする機能を有するように、メタルキャップ152およびレンズ153およびフィルタ部の材料を適宜選択することにより、可視光に起因したICチップ102の起電力による誤動作を防止することができる。ただし、ベアチップからなるICチップ102における少なくともパッケージ蓋105側の表面に外部からの光を遮光する樹脂部(図示せず)を設けるようにすれば、可視光に起因したICチップ102の起電力による誤動作を防止することができる。

【0087】

また、本実施形態では、パッケージ本体104が平板状に形成されているので、パッケージ本体104への赤外線センサチップ100およびICチップ102の実装が容易になるとともに、パッケージ本体104の低コスト化が可能となる。また、パッケージ本体104が平板状に形成されているので、パッケージ本体104を、一面が開放された箱状の形状として、多層セラミック基板により構成し、パッケージ本体104の内底面に赤外線センサチップ100を実装する場合に比べて、パッケージ本体104の上記一表面側に配置される赤外線センサチップ100とレンズ153との間の距離の精度を高めることができ、より一層の高感度化を図れる。

【0088】

カバー部材106は、赤外線センサチップ100の前方に位置し窓孔108が形成された前板部107と、前板部107の外周縁から後方へ延設されICチップ102と赤外線センサチップ100との間でパッケージ本体104に接合された側板部109とで構成されている。ここにおいて、前板部107は、レンズ153と赤外線センサチップ100との間で、レンズ153および赤外線センサチップ100それぞれから離間して配置されている。側板部109は、ICチップ102と赤外線センサチップ100との間で、ICチップ102および赤外線センサチップ100それぞれから離間して配置されているが、側板部109とICチップ102との距離を、側板部109と赤外線センサチップ100との距離よりも短く設定することが好ましい。要するに、側板部109をICチップ102に近接して配置することが好ましい。

【0089】

カバー部材106の材料としては、コパールを採用しているが、これに限らず、例えば、ステンレス鋼、銅、アルミニウムなどを採用してもよい。

【0090】

上述のカバー部材106は、前板部107の外周形状が矩形状であり、前板部107の外周縁の投影領域内に赤外線センサチップ100が収まるように前板部107の外形サイズを設定してある。カバー部材106の側板部109とパッケージ本体104とは、例えば、接着剤(例えば、エポキシ樹脂など)により接合すればよいが、カバー部材106とパッケージ本体104とを熱結合する観点から、熱伝導率の高い材料が好ましく、また、カバー部材106をパッケージ本体104の上記シールド層と電氣的に接続して電磁シールド性を付与する観点から、導電性を有する材料が好ましく、例えば、銀ペーストなどを採用することが好ましい。また、前板部107の窓孔108は、矩形状に開口されている。ここで、窓孔108の開口形状は、赤外線センサチップ100の外周形状と相似となるように設定してあるが、必ずしも相似である必要はない。

【0091】

以上説明した本実施形態の赤外線センサでは、パッケージ103内に、赤外線センサチップ100への赤外線を通す窓孔108を有しICチップ102の発熱に応じた各画素部2の温接点T1および冷接点T2の温度変化量を均一化するカバー部材106を設けてることにより、ICチップ102の発熱に起因した熱をパッケージ本体104を通る経路と、カバー部材106を通る経路とで赤外線センサチップ100の画素部2へ伝えるので、赤外線センサチップ100の各画素部2へ伝わる熱を均一化することが可能となり、I

10

20

30

40

50

Cチップ102の発熱に起因した赤外線センサチップ100の面内でのオフセット電圧のばらつきを抑制できてS/N比のばらつきを抑制することが可能となる。例えば、図1に示した赤外線センサでは、カバー部材106を設けていない場合に比べて、赤外線センサチップ100のうちICチップ102に最も近い画素部2における感温部30のオフセット電圧とICチップ102から最も遠い画素部2における感温部30のオフセット電圧との差を低減することが可能となる。

【0092】

また、赤外線センサは、パッケージ103内にカバー部材106が設けられていることにより、ICチップ102の発熱に起因してICチップ102から放射された赤外線やパッケージ蓋105のメタルキャップ152から放射された赤外線が赤外線センサチップ100へ到達するのを阻止することもできる。ここで、カバー部材106が、赤外線センサチップ100の前方に位置し窓孔108が形成された前板部107と、前板部107の外周縁から後方へ延設されICチップ102と赤外線センサチップ100との間でパッケージ本体104に接合された側板部109とで構成されていることにより、ICチップ102から放射された赤外線が直接、赤外線センサチップ100へ到達するのを防止することが可能となる。

【0093】

また、本実施形態では、パッケージ本体104が平板状に形成されているので、パッケージ本体104への赤外線センサチップ100およびICチップ102の実装が容易になるとともに、パッケージ本体104の低コスト化が可能となる。また、パッケージ本体104が平板状に形成されているので、パッケージ本体104を、一面が開放された箱状の形状として、多層セラミック基板により構成し、パッケージ本体104の内底面に赤外線センサチップ100などを実装する場合に比べて、パッケージ本体104の上記一表面側に配置される赤外線センサチップ100とレンズ153との間の距離の精度を高めることができ、より一層の高感度化を図れる。

【0094】

また、本実施形態の赤外線センサは、赤外線センサチップ100の各画素部2にMOSトランジスタ4を設けてあるので、感温部30とMOSトランジスタ4との間の配線に起因したノイズを低減することが可能となる。

【0095】

また、本実施形態の赤外線センサは、パッケージ本体104において、上述の配線パターンのうち赤外線センサチップ100およびICチップ102それぞれのグランド用のパッド(図示せず)が接続される部位を、上記電磁シールド層に電氣的に接続しておくことにより、赤外線センサチップ100およびICチップ102などにより構成されるセンサ回路への外来の電磁ノイズの影響を低減でき、外来の電磁ノイズに起因したS/N比の低下を抑制することができる。なお、赤外線センサを回路基板などに2次実装する場合には、電磁シールド層を回路基板などのグランドパターンと電氣的に接続することで、上述のセンサ回路への外来の電磁ノイズの影響を低減でき、外来の電磁ノイズに起因したS/N比の低下を抑制することができる。

【0096】

(実施形態2)

本実施形態の赤外線センサの基本構成は実施形態1と略同じであり、図19に示すように、カバー部材106の形状などが相違する。なお、実施形態1と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を適宜省略する。

【0097】

本実施形態の赤外線センサでは、パッケージ本体104において、赤外線センサチップ100を実装する第1の領域141の表面よりもICチップ102を実装する第2の領域142を後退させてある。したがって、第1の領域141の表面と第2の領域142との間に段差が形成されている。ここで、パッケージ本体104は、段差の寸法がICチップ102の厚み寸法よりも小さくなるように、第2の領域142の表面を後退させる寸法を

10

20

30

40

50

設定してある。

【0098】

カバー部材106は、赤外線センサチップ100の前方に位置し窓孔108が形成された前板部107と、前板部107の外周縁から後方へ延設されパッケージ本体104に接合された2つの側板部109とを備えている。

【0099】

ここで、前板部107と赤外線センサチップ100との間の距離は、実施形態1の赤外線センサよりも長く設定してある。また、2つの側板部109は、赤外線センサチップ100とICチップ102との並設方向に沿った赤外線センサチップ100の両側面それぞれの側方に位置している。

10

【0100】

また、前板部107は、当該前板部107の外周縁の投影領域内に赤外線センサチップ100およびICチップ102が収まる大きさに形成されている。また、前板部107は、赤外線センサチップ100とICチップ102との並設方向に沿った長手方向の両側縁から後方へ突出片107bが延設されている。この突出片107bは、側板部109よりも前板部107からの突出寸法が小さく、当該突出片107bの先端面を含む平面が赤外線センサチップ100の表面よりも前方に位置するように、前板部107からの突出寸法を設定してある。

【0101】

本実施形態の赤外線センサでは、ICチップ102の発熱に起因した赤外線センサチップ100の面内でのS/N比のばらつきを抑制することを可能としつつ、実施形態1に比べて、カバー部材106を、より安定して接合することができ、前板部107が赤外線センサチップ100の表面に対して傾くのを防止することが可能となる。また、本実施形態の赤外線センサでは、赤外線センサチップ100とICチップ102との間に側板部109が位置していないので、赤外線センサチップ100とICチップ102とをボンディングワイヤのみにより直接接続することが可能となる。

20

【0102】

(実施形態3)

本実施形態の赤外線センサの基本構成は実施形態2と略同じであり、図20に示すように、カバー部材106の形状などが相違する。なお、実施形態2と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

30

【0103】

本実施形態の赤外線センサは、実施形態2において説明した突出片107b(図19参照)を設けておらず、図20に示すように、前板部107と赤外線センサチップ100との間の距離を実施形態2の赤外線センサよりも短く設定してある点が相違する。

【0104】

しかして、本実施形態の赤外線センサでは、ICチップ102の発熱に起因した赤外線センサチップ100の面内でのS/N比のばらつきを抑制することを可能としつつ、前板部107と赤外線センサチップ100との間の距離の短縮化を図れる。

【0105】

(実施形態4)

本実施形態の赤外線センサの基本構成は実施形態2と略同じであり、図21に示すように、カバー160の形状が相違する。なお、実施形態2と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

40

【0106】

本実施形態におけるカバー部材106は、前板部107の窓孔108が矩形状である点は実施形態2と同様であるが、平面視で窓孔108のICチップ102側の内周縁(4辺のうち1辺)が、赤外線センサチップ100のICチップ102側の外周縁(4辺のうち1辺)よりもICチップ102側にある点の実施形態2とは相違している。

【0107】

50

しかして、本実施形態の赤外線センサでは、実施形態 2 に比べてカバー部材 106 を通して赤外線センサチップ 100 に伝わる熱を低減することが可能となる。

【0108】

ところで、上記各実施形態において、半導体基板 1 の空洞部 11 は、半導体基板 1 の厚み方向に貫通する形で形成してもよく、この場合は、空洞部 11 を形成する空洞部形成工程において、半導体基板 1 の上記一表面とは反対の他表面側から、半導体基板 1 における空洞部 11 の形成予定領域を、例えば誘導結合プラズマ (ICP) 型のドライエッチング装置を用いた異方性エッチング技術を利用して形成すればよい。また、赤外線センサチップ 100 は、サーモパイル 30a により構成される感温部 30 を具備する複数の画素部 2 が半導体基板 1 の一表面側においてアレイ状に配置されたものであればよく、構造は特に限定するものではなく、感温部 30 を構成するサーモパイル 30a の数も複数に限らず、1 つでもよい。また、半導体基板 1 もシリコン基板に限らず、例えば、ゲルマニウム基板や、シリコンカーバイド基板などでもよい。また、パッケージ蓋 104 において、レンズ 153 の代わりに、平板状のシリコン基板を配置して赤外線を透過する機能を有するようにしてもよい。また、パッケージ蓋 104 におけるレンズ 153 の配置も特に限定するものではなく、レンズ 153 をパッケージ蓋 104 の外側に配置するようにしてもよい。

10

【符号の説明】

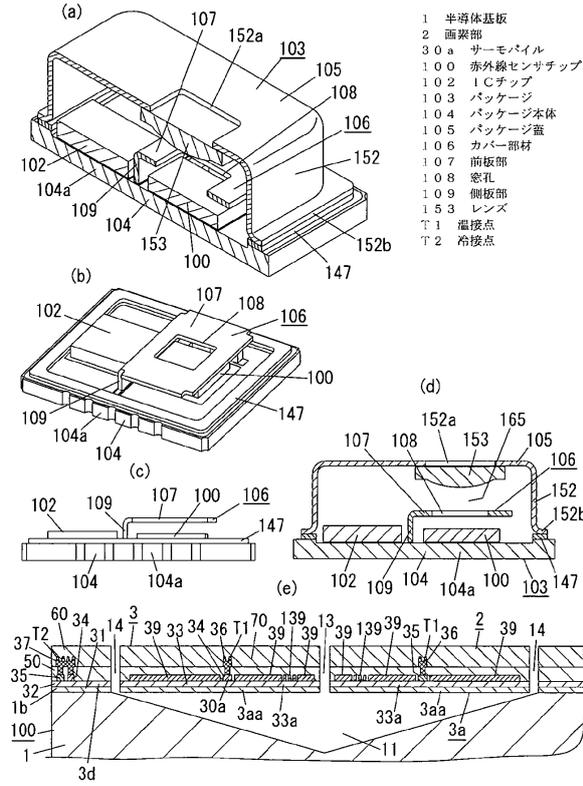
【0109】

- 1 半導体基板
- 2 画素部
- 30a サーモパイル
- 100 赤外線センサチップ
- 102 ICチップ
- 103 パッケージ
- 104 パッケージ本体
- 105 パッケージ蓋
- 106 カバー部材
- 107 前板部
- 108 窓孔
- 109 側板部
- 141 第 1 の領域
- 142 第 2 の領域
- 153 レンズ
- T1 温接点
- T2 冷接点

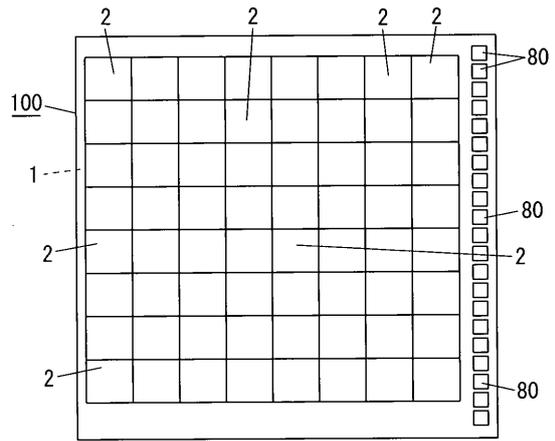
20

30

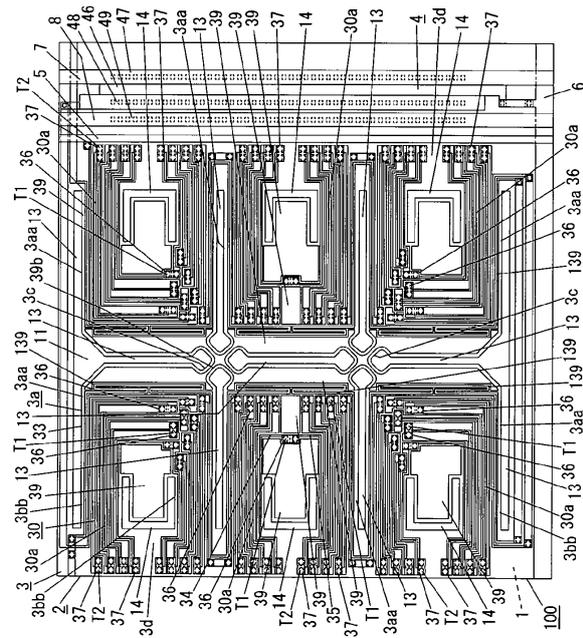
【図1】



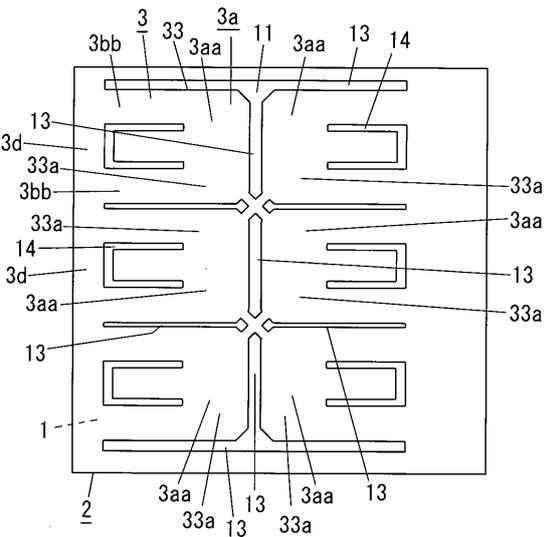
【図2】



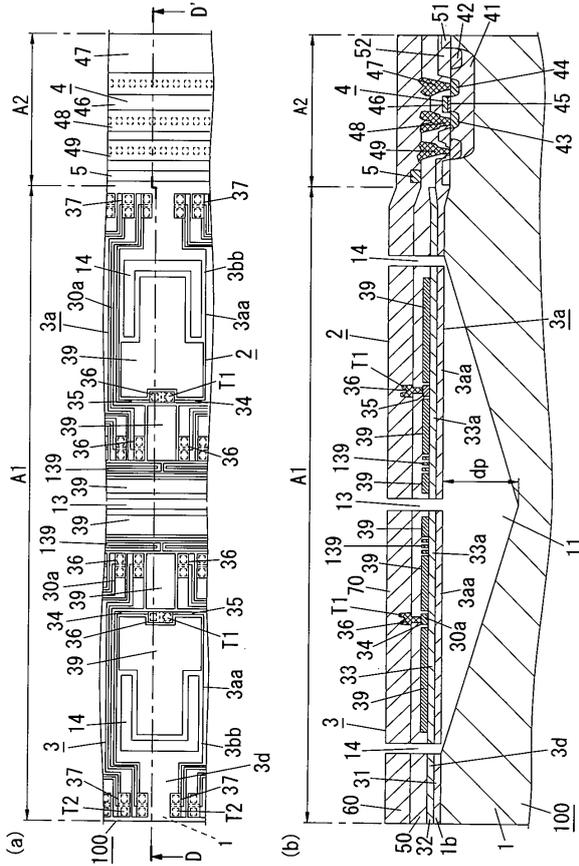
【図3】



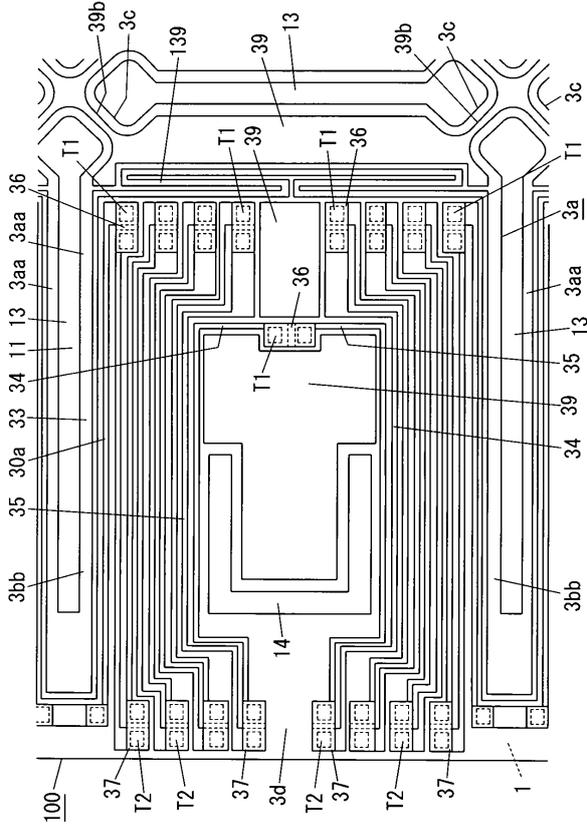
【図4】



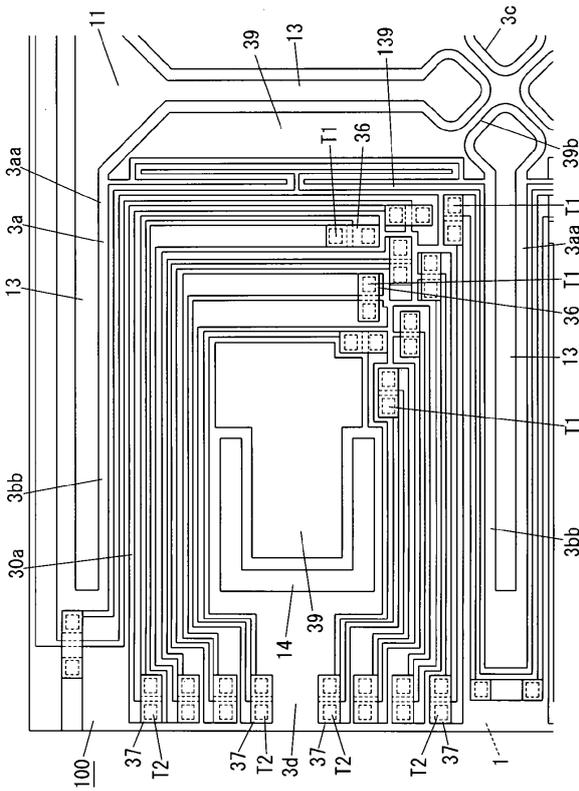
【図 5】



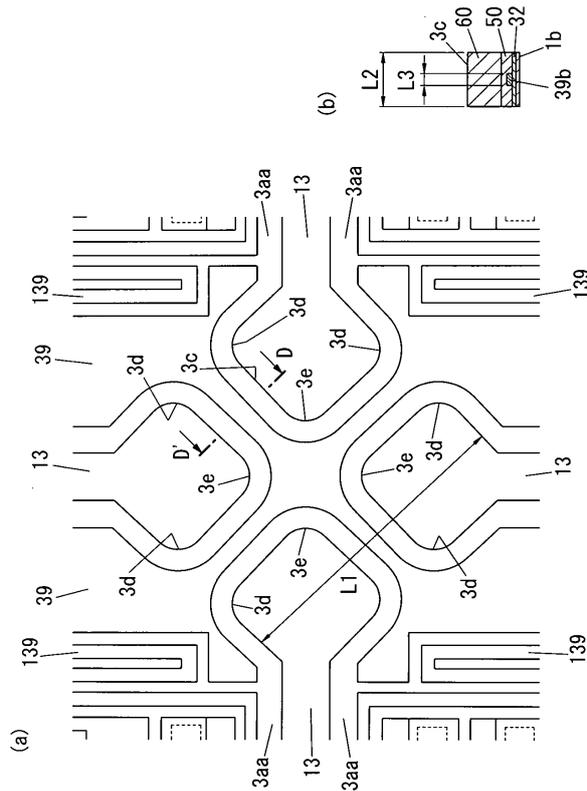
【図 6】



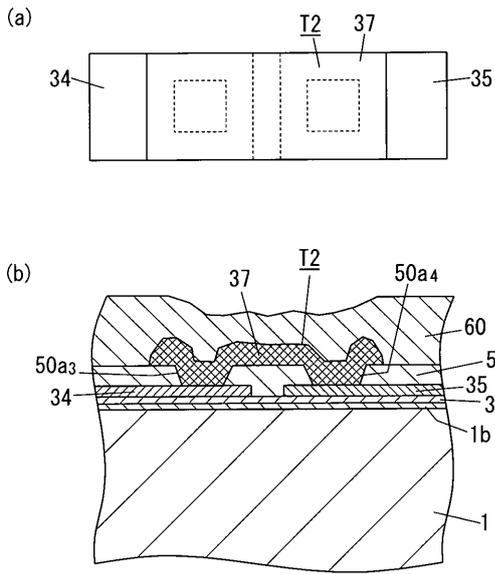
【図 7】



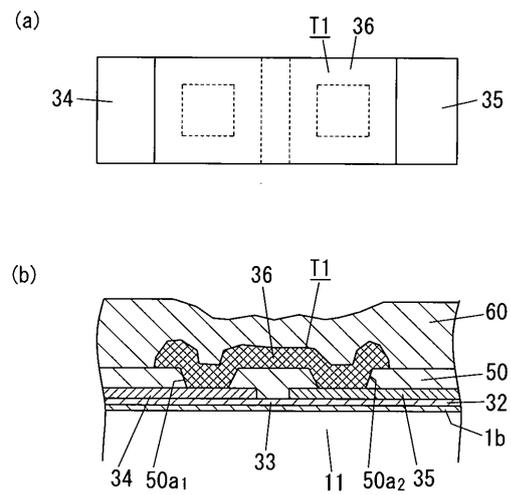
【図 8】



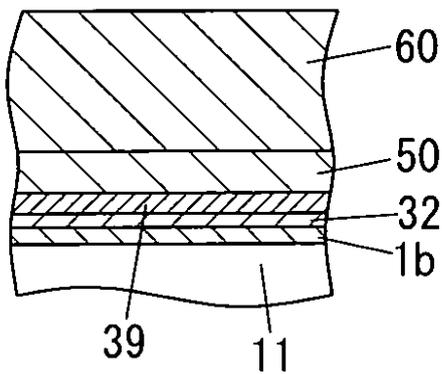
【 図 9 】



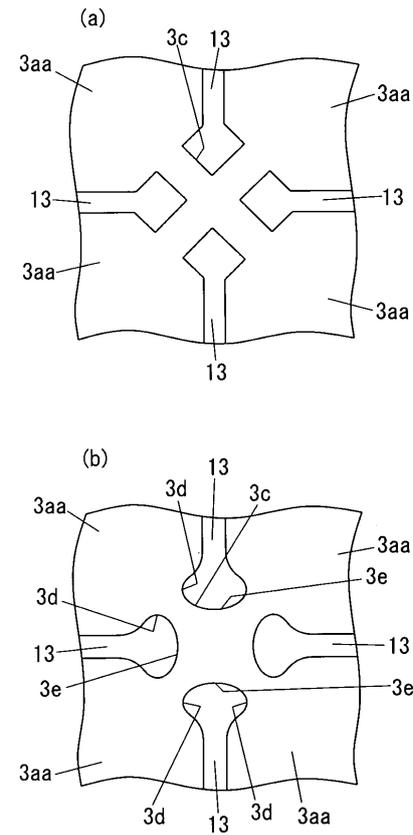
【 図 10 】



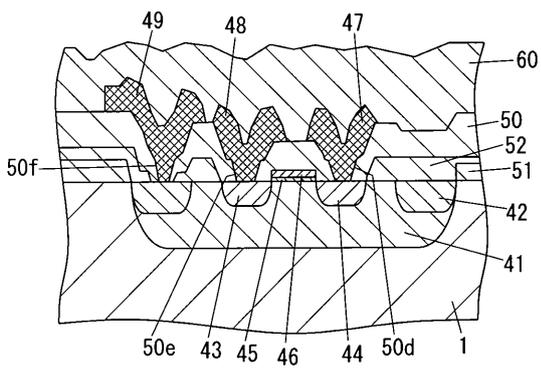
【 図 11 】



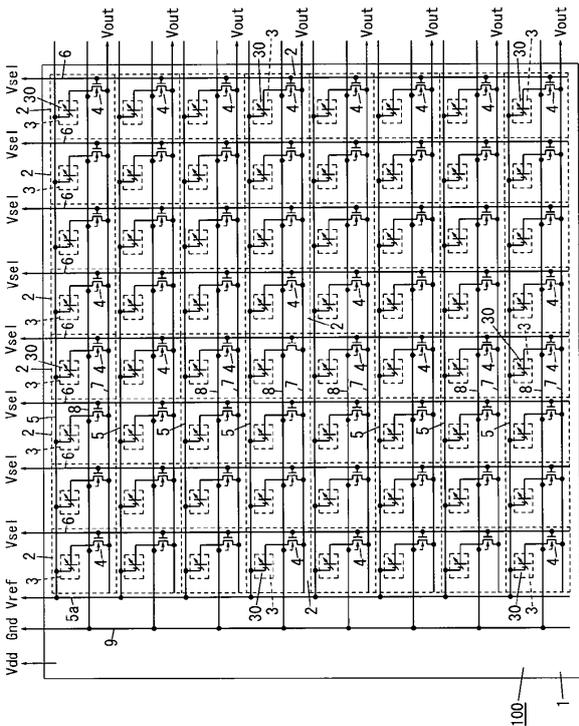
【 図 13 】



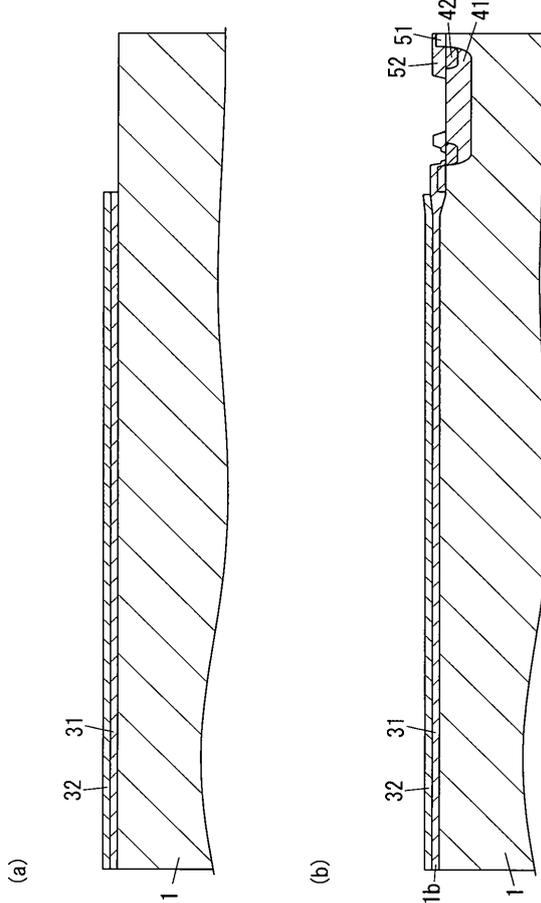
【 図 12 】



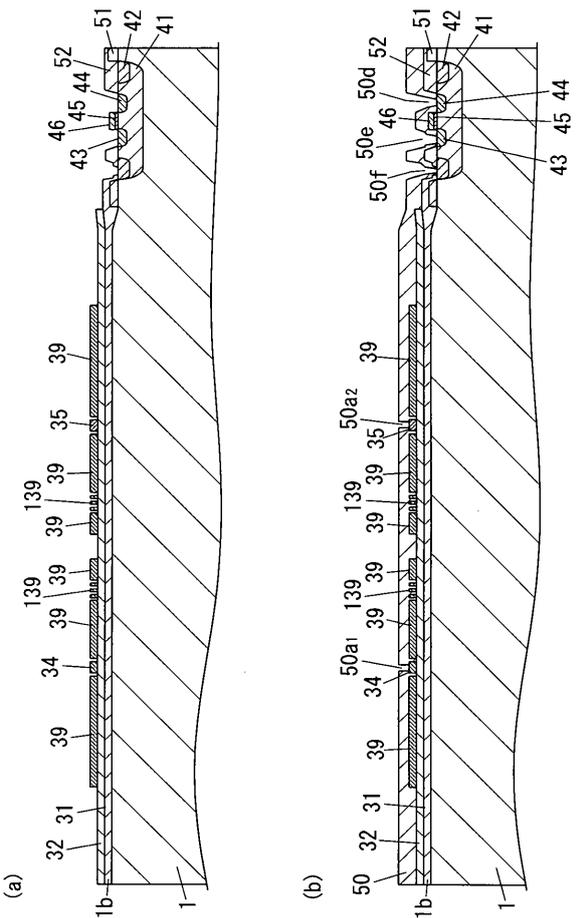
【 図 1 4 】



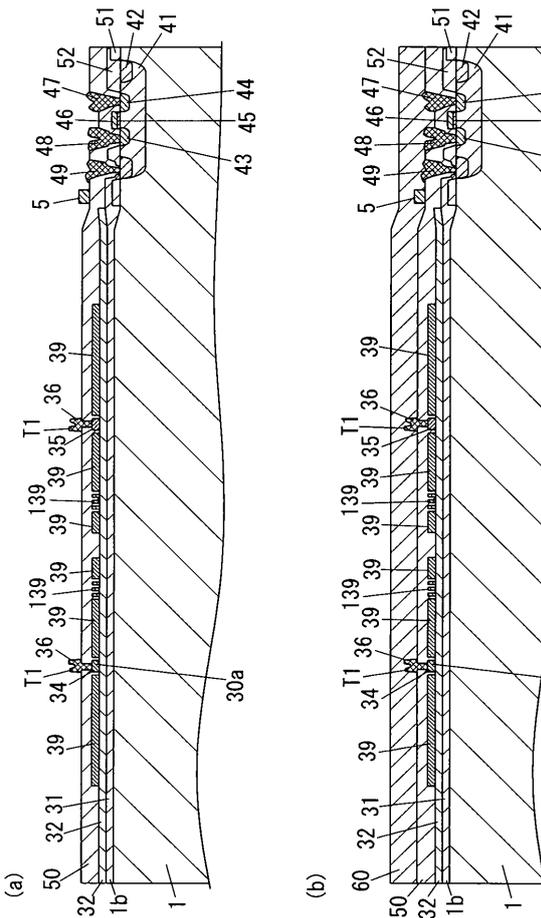
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 明田 孝典
大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内
- (72)発明者 中村 雄志
大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内
- (72)発明者 植田 充彦
大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内

審査官 南 宏輔

- (56)参考文献 国際公開第2010/035738(WO, A1)
特開2003-344156(JP, A)
特開2005-050974(JP, A)
特開2003-149045(JP, A)
特開2011-128067(JP, A)
国際公開第2006/122529(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J 1/02 - 1/04
G01J 1/42
G01J 5/02
G01J 5/12 - 5/16
G01J 5/48
G12B17/06
H01L23/02 - 23/06
H01L27/14 - 27/148
H01L31/00 - 31/0232
H01L31/08 - 31/09
H01L35/30 - 35/32
H05K 7/20