

(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2007-171170

(P2007-171170A)

(43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
G01J 1/02 (2006.01) G01J 1/02 C 2G065
 G01J 1/02 H

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2006-319072 (P2006-319072)	(71) 出願人	000005832 松下電工株式会社
(22) 出願日	平成18年11月27日 (2006.11.27)		大阪府門真市大字門真1048番地
(31) 優先権主張番号	特願2005-341214 (P2005-341214)	(74) 代理人	100087767 弁理士 西川 恵清
(32) 優先日	平成17年11月25日 (2005.11.25)	(74) 代理人	100085604 弁理士 森 厚夫
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	本多 由明 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内
		(72) 発明者	西川 尚之 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内
		Fターム(参考)	2G065 AA04 AB02 BA11 BA12 BA13 BA37 BB06

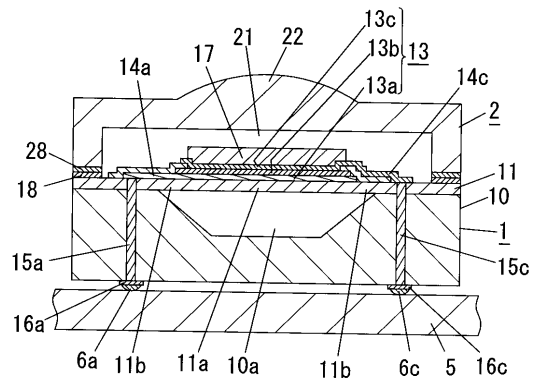
(54) 【発明の名称】 熱型赤外線検出装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 小型化および低コスト化が可能な熱型赤外線検出装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 第1のウェハ(シリコンウェハ)を用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部13が形成された熱型赤外線検出素子1と、熱型赤外線検出素子1の上記一表面側で赤外線検出部13を囲む形で封着されたパッケージ2とを備える。パッケージ2は、第2のウェハ(シリコンウェハ)を用いて形成され、熱型赤外線検出素子1に赤外線検出部13と電気的に接続される貫通孔配線15a, 15cが形成され、熱型赤外線検出素子1とパッケージ2との外形サイズが同じであり、パッケージ2に第2のウェハの一部からなる半導体レンズ部22が一体に形成されている。

【選択図】 図1



- 1 熱型赤外線検出素子
- 2 パッケージ
- 10 支持基板
- 11 絶縁層
- 11a ベース部
- 11b 梁部
- 13 赤外線検出部
- 14a, 14c 金属配線
- 15a, 15c 貫通孔配線
- 16a, 16c 外部接続用電極
- 17 赤外線吸収層
- 18 封止用接合金属層
- 21 熱絶縁用凹部
- 22 半導体レンズ部
- 28 封止用接合金属層

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 のウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部が形成された熱型赤外線検出素子と、熱型赤外線検出素子の前記一表面側において赤外線検出部を囲む形で熱型赤外線検出素子に封着されたパッケージとを備え、パッケージが少なくとも第 2 のウェハを用いて形成され、第 2 のウェハの材料が半導体材料であり、熱型赤外線検出素子とパッケージとの一方に赤外線検出部と電氣的に接続される貫通孔配線が形成され、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり、パッケージに第 2 のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されてなることを特徴とする熱型赤外線検出装置。

10

【請求項 2】

前記パッケージが前記第 2 のウェハを用いて形成され、前記パッケージにおける前記熱型赤外線検出素子側の表面に、前記赤外線検出部を熱絶縁する熱絶縁用凹部が形成され、前記パッケージにおける熱絶縁用凹部の周部と前記熱型赤外線検出素子の周部とが接合されてなることを特徴とする請求項 1 記載の熱型赤外線検出装置。

【請求項 3】

前記パッケージが、前記第 2 のウェハを用いて形成されて前記半導体レンズ部を一体に有し前記熱型赤外線検出素子の前記一表面から離間して配置されるパッケージ蓋と、第 3 のウェハを用いて形成され前記熱型赤外線検出素子とパッケージ蓋との間に介在する枠状のスペーサとで構成されてなることを特徴とする請求項 1 記載の熱型赤外線検出装置。

20

【請求項 4】

前記熱型赤外線検出素子と前記パッケージとで囲まれた空間を真空雰囲気としてあることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の熱型赤外線検出装置。

【請求項 5】

前記半導体レンズ部の少なくとも一面に、所望の波長域の赤外線を透過し不要な波長域の赤外線を反射する多層干渉フィルタが形成されてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の熱型赤外線検出装置。

【請求項 6】

前記パッケージは、前記半導体レンズ部の周辺部を通して前記熱型赤外線検出素子の受光面へ入射しようとする赤外線を反射する赤外線反射膜が設けられてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の熱型赤外線検出装置。

30

【請求項 7】

前記パッケージは、前記半導体レンズ部の周辺部を通して前記熱型赤外線検出素子の受光面へ入射しようとする赤外線を吸収する赤外線吸収部が設けられてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の熱型赤外線検出装置。

【請求項 8】

前記赤外線吸収部は、前記半導体レンズ部の周辺部に比べて高濃度ドーピングされた高濃度不純物ドーピング層からなることを特徴とする請求項 7 記載の熱型赤外線検出装置。

【請求項 9】

前記熱型赤外線検出素子および前記パッケージの両方が接地されてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の熱型赤外線検出装置。

40

【請求項 10】

前記熱型赤外線検出素子は、前記第 1 のウェハを用いて形成され前記赤外線検出部の出力信号を増幅する増幅回路を含む集積回路からなる信号処理回路が前記一表面側に形成されてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 9 のいずれか 1 項に記載の赤外線検出装置。

【請求項 11】

請求項 2 記載の熱型赤外線検出装置の製造方法であって、熱型赤外線検出素子を複数形成した第 1 のウェハと、パッケージを複数形成した第 2 のウェハとをウェハレベルで接合することでウェハレベルパッケージ構造体を形成し、ウェハレベルパッケージ構造体から

50

熱型赤外線検出素子の外形サイズに分割することを特徴とする熱型赤外線検出装置の製造方法。

【請求項 1 2】

請求項 3 記載の熱型赤外線検出装置の製造方法であって、熱型赤外線検出素子を複数形成した第 1 のウェハとパッケージ蓋を複数形成した第 2 のウェハとのいずれか一方とスペーサを複数形成した第 3 のウェハとをウェハレベルで接合した後、他方と第 3 のウェハとをウェハレベルで接合することでウェハレベルパッケージ構造体を形成し、ウェハレベルパッケージ構造体から熱型赤外線検出素子の外形サイズに分割することを特徴とする熱型赤外線検出装置の製造方法。

【請求項 1 3】

前記半導体レンズ部の形成にあたっては、所望のレンズ形状に応じてパターン設計した陽極を前記第 2 のウェハの一表面側に形成する陽極形成工程と、電解液中で前記第 2 のウェハの他表面側に対向配置される陰極と前記陽極との間に通電して前記第 2 のウェハの他表面側に除去部位となる多孔質部を形成する陽極酸化工程と、当該多孔質部を除去する多孔質部除去工程とを有し、陽極形成工程では、前記陽極と前記第 2 のウェハとの接触がオーミック接触となるように前記陽極を形成し、前記陽極酸化工程では、前記電解液として、前記第 2 のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いることを特徴とする請求項 1 1 または請求項 1 2 記載の熱型赤外線検出装置の製造方法。

【請求項 1 4】

第 1 のウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部が形成された熱型赤外線検出素子と、熱型赤外線検出素子の前記一表面側で赤外線検出部を囲む形で封着されたパッケージとを備え、パッケージが少なくとも第 2 のウェハを用いて形成され、第 2 のウェハの材料が半導体材料であり、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり、パッケージに第 2 のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されてなる熱型赤外線検出装置の製造方法であって、半導体レンズ部の形成にあたっては、所望のレンズ形状に応じてパターン設計した陽極を第 2 のウェハの一表面側に形成する陽極形成工程と、電解液中で第 2 のウェハの他表面側に対向配置される陰極と前記陽極との間に通電して第 2 のウェハの他表面側に除去部位となる多孔質部を形成する陽極酸化工程と、当該多孔質部を除去する多孔質部除去工程とを有し、陽極形成工程では、前記陽極と第 2 のウェハとの接触がオーミック接触となるように前記陽極を形成し、陽極酸化工程では、電解液として、第 2 のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いることを特徴とする熱型赤外線検出装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱型赤外線検出装置およびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、受光装置などの分野において、導電性基板を用いたマイクロレンズ用金型の製造方法およびそのマイクロレンズ用金型を用いたマイクロレンズの製造方法が提案されている（特許文献 1 参照）。なお、特許文献 1 には、マイクロレンズとして合成樹脂レンズが例示されている。

【0003】

上記特許文献 1 のマイクロレンズ用金型の製造方法では、例えば、導電性基板たる低抵抗の p 形シリコン基板の一表面上にシリコン窒化膜を堆積させた後、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シリコン窒化膜の所定部位に円形状の開孔部を形成し、その後、シリコン窒化膜をマスク層として p 形シリコン基板の上記一表面側の一部を陽極酸化処理にて多孔質化することにより半球状の多孔質シリコン部を形成する。その後、多孔質シリコン部を全体に亘って酸化することにより二酸化シリコン部を形成し、マスク層を除去してから、二酸化シリコン部を除去することによって p 形シリコン基板の上記

10

20

30

40

50

一表面に所望の凸レンズの形状に対応する凹部を形成し、続いて、p形シリコン基板の上記一表面側および他表面側それぞれに熱酸化膜を形成している。なお、上述の陽極酸化処理では、陽極酸化用の電解液中でp形シリコン基板の上記一表面側に対向配置される陰極と半導体基板の他表面に接する形で配置される陽極板との間に通電することで多孔質シリコン部を形成している。

【0004】

ところで、上記特許文献1に開示されたマイクロレンズ用金型の製造方法では、p形シリコン基板として抵抗率が導体の抵抗率に比較的近い低抵抗のものをを用いており、陽極酸化処理時にp形シリコン基板の多孔質化が等方性エッチングのように等方的に進行するので、上記開孔部の形状を円形状とすることにより、図12に示すようにp形シリコン基板90の上記一表面に形成される凹部91の深さ寸法a1と凹部91の円形状の開口面の半径a2とが略等しくなり、結果的に、マイクロレンズとして球面レンズを製造することができる。なお、上記特許文献1には、マイクロレンズ用金型の製造時に上記開孔部の形状を長方形とすることにより、結果的に、マイクロレンズとしてシリンドリカルレンズを製造することも開示されている。

10

【0005】

しかしながら、上記特許文献1に開示されたマイクロレンズ用金型の製造方法では、凸曲面の曲率半径が一様な凸レンズからなるマイクロレンズを形成するためのマイクロレンズ用金型しか製造することができず、マイクロレンズとして非球面レンズや凹レンズを形成することはできなかった。また、上記特許文献1に開示されたマイクロレンズ用金型の製造方法では、製造可能なマイクロレンズのレンズ径(=2×a2)がp形シリコン基板90の厚みで制限されてしまい、より大きなレンズ径のマイクロレンズを製造するには、厚みがより大きなp形シリコン基板90を用いる必要があり、コストが高くなってしま

20

【0006】

また、上記特許文献1に記載されたp形シリコン基板90への凹部91の形成方法を利用することで平凹型の半導体レンズを製造することも考えられるが、半導体レンズとして、凹曲面の曲率半径が一様な平凹型の球面レンズやシリンドリカルレンズしか形成することができず、非球面レンズを形成することはできなかった。また、このような半導体レンズの製造方法では、陽極酸化処理時に発生した気泡がマスク層の開孔部を通して脱離することとなるので、開孔部周辺に気泡が集まり、多孔質化の進行速度にばらつきが生じたり、多孔質化が停止したりして、結果的に所望の曲率半径の凹曲面を形成できないことがあ

30

【0007】

また、従来から、半絶縁性のGaAs基板のような高抵抗(例えば、抵抗率が 10^8 cm程度)の半導体基板の一表面側にメサ形状に応じてパターン設計したマスク層を設けることなく陽極酸化技術を利用してメサ形状を形成する方法として、半導体基板の他表面側にメサ形状に応じて形状を設計した陽極(電極)を接触させ、その後、陽極と電解液中において半導体基板の上記一表面に対向配置した陰極との間に通電して酸化膜を形成する陽極酸化工程を行い、続いて、酸化膜をエッチング除去する酸化膜除去工程を行う方法が

40

【0008】

上記特許文献2に記載されたメサ形状の形成方法では、陽極酸化工程において陽極の形状や酸化膜の厚さなどによって半導体基板に流れる電流の電流密度の面内分布が決まるので、メサの側面の勾配が緩く、メサの側面と平坦面とが滑らかに連続したメサ形状を形成することができる。そこで、上記特許文献2に記載の技術を半導体レンズの製造方法に適用することが考えられる。

【0009】

また、従来から、熱型赤外線検出装置として、図13に示すようなマイクロレンズ付赤外線検出素子が開示されている(特許文献3参照)。

50

【0010】

ここにおいて、図13に示した構成の熱型赤外線検出装置は、赤外線検出部（赤外線感知部）102が一表面側に形成された第1の半導体基板101と、赤外線検出部102に赤外線を収束するマイクロレンズ部105が形成された第2の半導体基板104とが、マイクロレンズ部105と赤外線検出部102との間に空洞106が形成される形で接合されている。

【0011】

また、図13に示した構成の熱型赤外線検出装置は、第1の半導体基板101の上記一表面側にボンディングパッド107が形成されており、赤外線検出部102とボンディングパッド107とが金属配線107aおよび拡散層配線107bを介して電氣的に接続されている。

10

【特許文献1】特開2000-263556号公報

【特許文献2】特開昭55-13960号公報

【特許文献3】特開平9-113352号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、図13に示した構成の熱型赤外線検出装置では、第1の半導体基板101の上記一表面側にボンディングパッド107が形成されているので、小型化が難しく低コスト化が難しかった。また、図13に示した構成の熱型赤外線検出装置では、製造時に、第2の半導体基板104の基礎となるシリコンウェハの一表面側にレンズ形成用凹部を形成した後、マイクロレンズ用の赤外線透過材料を加熱してレンズ形成用凹部に充填してマイクロレンズ部105を形成し、その後、シリコンウェハの他表面側に凹所108を形成することでマイクロレンズ部105を露出させる必要があるため、第2の半導体基板104のコストが高くなってしまふ。

20

【0013】

また、上述のように、上記特許文献2に記載の技術を半導体レンズの製造方法に適用して曲率半径が大きな非球面レンズを形成することが考えられるが、陽極酸化工程において、形成された酸化膜の厚さの増加に伴って陽極と陰極との間の電位差が上昇し、例えば、半導体基板として厚さが400 μ mで抵抗率が10⁸ cmのGaAs基板を用いた場合には1mA/cm²の定電流で酸化膜を形成した際に酸化膜の厚さが0.6 μ m程度でも上記電位差が400Vもの高い値になってしまうので、陽極酸化工程と酸化膜除去工程とからなる基本工程を繰り返す必要があり、製造プロセスが複雑になるとともに、所望のレンズ形状の半導体レンズを製造するのが難しかった。

30

【0014】

また、上記特許文献2に記載の技術では、陽極酸化工程において利用する陽極を高抵抗の半導体基板の上記他表面に押し当てて接触させているだけなので、半導体基板と陽極との接触抵抗が大きく、半導体基板と陽極との接触がショットキ接触となってしまう、電流密度の面内分布の制御性や再現性に問題があった。

【0015】

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、小型化および低コスト化が可能な熱型赤外線検出装置およびその製造方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0016】

請求項1の発明は、第1のウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部が形成された熱型赤外線検出素子と、熱型赤外線検出素子の前記一表面側において赤外線検出部を囲む形で熱型赤外線検出素子に封着されたパッケージとを備え、パッケージが少なくとも第2のウェハを用いて形成され、第2のウェハの材料が半導体材料であり、熱型赤外線検出素子とパッケージとの一方に赤外線検出部と電氣的に接続される貫通孔配線が形成され、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり

50

、パッケージに第2のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されてなることを特徴とする。

【0017】

この発明によれば、熱型赤外線検出素子とパッケージとの一方に赤外線検出部と電氣的に接続される貫通孔配線が形成され、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり、パッケージに第2のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されているので、小型化および低コスト化が可能になる。

【0018】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記パッケージが前記第2のウェハを用いて形成され、前記パッケージにおける前記熱型赤外線検出素子側の表面に、前記赤外線検出部を熱絶縁する熱絶縁用凹部が形成され、前記パッケージにおける熱絶縁用凹部の周部と前記熱型赤外線検出素子の周部とが接合されてなることを特徴とする。

10

【0019】

この発明によれば、前記パッケージを前記第2のウェハ1枚のみを用いて形成することができ、低コスト化を図れる。

【0020】

請求項3の発明は、請求項1の発明において、前記パッケージが、前記第2のウェハを用いて形成されて前記半導体レンズ部を一体に有し前記熱型赤外線検出素子の前記一表面から離間して配置されるパッケージ蓋と、第3のウェハを用いて形成され前記熱型赤外線検出素子とパッケージ蓋との間に介在する枠状のスペーサとで構成されてなることを特徴とする。

20

【0021】

この発明によれば、第3のウェハの厚みを適宜調整することにより、前記半導体レンズ部の焦点の位置を前記赤外線検出部の位置に容易に合わせることが可能となり、第2のウェハの厚みによらず、高感度化を図れる。

【0022】

請求項4の発明は、請求項1ないし請求項3の発明において、前記熱型赤外線検出素子と前記パッケージとで囲まれた空間を真空雰囲気としてあることを特徴とする。

【0023】

この発明によれば、前記赤外線検出部が真空雰囲気中に配置されているので、高感度化を図れる。

30

【0024】

請求項5の発明は、請求項1ないし請求項4の発明において、前記半導体レンズ部の少なくとも一面に、所望の波長域の赤外線を透過し不要な波長域の赤外線を反射する多層干渉フィルタが形成されてなることを特徴とする。

【0025】

この発明によれば、不要な波長域の赤外線をカットすることができるので、高感度化を図れる。

【0026】

請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5の発明において、前記パッケージは、前記半導体レンズ部の周辺部を通して前記熱型赤外線検出素子の受光面へ入射しようとする赤外線を反射する赤外線反射膜が設けられてなることを特徴とする。

40

【0027】

この発明によれば、前記パッケージにおける前記半導体レンズ部の周辺部を通して赤外線が前記熱型赤外線検出素子の受光面へ入射するのを防止することができ、ノイズを低減できる。

【0028】

請求項7の発明は、請求項1ないし請求項5の発明において、前記パッケージは、前記半導体レンズ部の周辺部を通して前記熱型赤外線検出素子の受光面へ入射しようとする赤外線を吸収する赤外線吸収部が設けられてなることを特徴とする。

50

【0029】

この発明によれば、前記パッケージにおける前記半導体レンズ部の周辺部を通して赤外線が前記熱型赤外線検出素子の受光面へ入射するのを防止することができ、ノイズを低減できる。

【0030】

請求項8の発明は、請求項7の発明において、前記赤外線吸収部は、前記半導体レンズ部の周辺部に比べて高濃度ドーピングされた高濃度不純物ドーピング層からなることを特徴とする。

【0031】

この発明によれば、前記赤外線吸収部が熱的に安定なので、例えば、熱型赤外線検出装置の製造方法として、前記熱型赤外線検出素子と前記パッケージと囲まれる空間内にゲッタを配置しておきゲッタを活性化するための加熱を行うような製造方法を採用する場合に、当該活性化のための加熱時に前記赤外線吸収部の赤外線吸収特性が変化するのを防止することができる。

10

【0032】

請求項9の発明は、請求項1ないし請求項8の発明において、前記熱型赤外線検出素子および前記パッケージの両方が接地されてなることを特徴とする。

【0033】

この発明によれば、電磁シールド効果を高めることができ、前記赤外線検出部の出力信号への電磁ノイズの影響を防止できる。

20

【0034】

請求項10の発明は、請求項1ないし請求項9の発明において、前記熱型赤外線検出素子は、前記第1のウェハを用いて形成され前記赤外線検出部の出力信号を増幅する増幅回路を含む集積回路からなる信号処理回路が前記一表面側に形成されてなることを特徴とする。

【0035】

この発明によれば、前記赤外線検出部と増幅回路との間の配線長を短くすることができるとともに、両者を接続する配線から入るノイズを防止でき、しかも、信号処理回路へ外部からの光が入射するのを前記パッケージによって防止することができるので、信号処理回路でのキャリアの光励起によるノイズを防止することができ、高感度化を図れる。また、前記赤外線検出部と前記信号処理回路とが別々にパッケージングされている場合に比べて、信号処理回路を含めた熱型赤外線検出装置の小型化を図れるという利点もある。

30

【0036】

請求項11の発明は、請求項2記載の熱型赤外線検出装置の製造方法であって、熱型赤外線検出素子を複数形成した第1のウェハと、パッケージを複数形成した第2のウェハとをウェハレベルで接合することでウェハレベルパッケージ構造体を形成し、ウェハレベルパッケージ構造体から熱型赤外線検出素子の外形サイズに分割することを特徴とする。

【0037】

この発明によれば、小型で低コストの熱型赤外線検出装置を提供することができる。

【0038】

請求項12の発明は、請求項3記載の熱型赤外線検出装置の製造方法であって、熱型赤外線検出素子を複数形成した第1のウェハとパッケージ蓋を複数形成した第2のウェハとのいずれか一方とスペーサを複数形成した第3のウェハとをウェハレベルで接合した後、他方と第3のウェハとをウェハレベルで接合することでウェハレベルパッケージ構造体を形成し、ウェハレベルパッケージ構造体から熱型赤外線検出素子の外形サイズに分割することを特徴とする。

40

【0039】

この発明によれば、小型で低コストの熱型赤外線検出装置を提供することができる。

【0040】

請求項13の発明は、請求項11または請求項12の発明において、前記半導体レンズ

50

部の形成にあたっては、所望のレンズ形状に応じてパターン設計した陽極を前記第2のウェハの一表面側に形成する陽極形成工程と、電解液中で前記第2のウェハの他表面側に対向配置される陰極と前記陽極との間に通電して前記第2のウェハの他表面側に除去部位となる多孔質部を形成する陽極酸化工程と、当該多孔質部を除去する多孔質部除去工程とを有し、前記陽極形成工程では、前記陽極と前記第2のウェハとの接触がオーミック接触となるように前記陽極を形成し、前記陽極酸化工程では、前記電解液として、前記第2のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いることを特徴とする。

【0041】

この発明によれば、陽極形成工程にて形成する陽極のパターンにより陽極酸化工程において前記第2のウェハに流れる電流の電流密度の面内分布が決まるので、陽極酸化工程にて形成する多孔質部の厚みの面内分布の制御が容易になり、しかも、陽極形成工程では、陽極と前記第2のウェハとの接触がオーミック接触となるように陽極を形成しているので、陽極と前記第2のウェハとの間にショットキ障壁が生じないから、陽極酸化工程での通電時に流れる電流がショットキ障壁により遮られたり所望の電流値が得られなかったりショットキ障壁の不安定さに起因して接触抵抗の面内ばらつきが起こるような不具合の発生を防止でき、さらに、陽極酸化工程では、電解液として、前記第2のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いているので、所望の厚さ分布で厚みが連続的に変化した多孔質部を1回の陽極酸化工程で容易に形成することが可能であり、当該多孔質部を多孔質部除去工程にて除去することで所望のレンズ形状の半導体レンズ部が形成されるから、任意形状の半導体レンズ部を容易に形成することが可能になる。

10

20

【0042】

請求項14の発明は、第1のウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部が形成された熱型赤外線検出素子と、熱型赤外線検出素子の前記一表面側で赤外線検出部を囲む形で封着されたパッケージとを備え、パッケージが少なくとも第2のウェハを用いて形成され、第2のウェハの材料が半導体材料であり、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり、パッケージに第2のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されてなる熱型赤外線検出装置の製造方法であって、半導体レンズ部の形成にあたっては、所望のレンズ形状に応じてパターン設計した陽極を第2のウェハの一表面側に形成する陽極形成工程と、電解液中で第2のウェハの他表面側に対向配置される陰極と前記陽極との間に通電して第2のウェハの他表面側に除去部位となる多孔質部を形成する陽極酸化工程と、当該多孔質部を除去する多孔質部除去工程とを有し、陽極形成工程では、前記陽極と第2のウェハとの接触がオーミック接触となるように前記陽極を形成し、陽極酸化工程では、電解液として、第2のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いることを特徴とする。

30

【0043】

この発明によれば、陽極形成工程にて形成する陽極のパターンにより陽極酸化工程において前記第2のウェハに流れる電流の電流密度の面内分布が決まるので、陽極酸化工程にて形成する多孔質部の厚みの面内分布の制御が容易になり、しかも、陽極形成工程では、陽極と第2のウェハとの接触がオーミック接触となるように陽極を形成しているので、陽極と第2のウェハとの間にショットキ障壁が生じないから、陽極酸化工程での通電時に流れる電流がショットキ障壁により遮られたり所望の電流値が得られなかったりショットキ障壁の不安定さに起因して接触抵抗の面内ばらつきが起こるような不具合の発生を防止でき、さらに、陽極酸化工程では、電解液として、第2のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いているので、所望の厚さ分布で厚みが連続的に変化した多孔質部を1回の陽極酸化工程で容易に形成することが可能であり、当該多孔質部を多孔質部除去工程にて除去することで所望のレンズ形状の半導体レンズ部が形成されるから、任意形状の半導体レンズ部を容易に形成することが可能になり、小型で低コストの熱型赤外線検出装置を提供することが可能になる。

40

【発明の効果】

【0044】

50

請求項1の発明では、小型化および低コスト化が可能になるという効果がある。

【0045】

請求項11, 12, 14の発明では、小型で低コストの熱型赤外線検出装置を提供することが可能になるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

(実施形態1)

本実施形態の熱型赤外線検出装置は、図1に示すように、第1のシリコンウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部13が形成された熱型赤外線検出素子1(図2参照)と、第2のシリコンウェハ20(図3(a)参照)を用いて形成され熱型赤外線検出素子1の上記一表面側で赤外線検出部13を囲む形で封着されたパッケージ2とを備え、熱型赤外線検出素子1とパッケージ2との外形サイズが同じであり、パッケージ2に第2のシリコンウェハ20の一部からなる半導体レンズ部22が一体に形成されている。なお、本実施形態では、第1のシリコンウェハが第1のウェハを構成し、第2のシリコンウェハ20が第2のウェハを構成している。すなわち、第2のウェハの材料は半導体材料である。また、熱型赤外線検出素子1およびパッケージ2の外形は矩形状となっている。

10

【0047】

赤外線検出部13は、温度に応じて電気抵抗値が変化するサーミスタ型のセンシングエレメントであり、クロム膜からなる下部電極13aと、下部電極13a上に形成されたアモルファスシリコン膜からなる抵抗体層13bと、抵抗体層13b上に形成されたクロム膜からなる上部電極13cとで構成されている。また、本実施形態における熱型赤外線検出素子1では、赤外線検出部13に赤外線吸収層17が積層されている。ここにおいて、熱型赤外線検出素子1は、検出対象の赤外線として人体から放射される $8\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ の波長帯の赤外線を想定しており、赤外線吸収層17の材料としてSiONを採用しているが、赤外線吸収層17の材料はSiONに限らず、例えば Si_3N_4 、 SiO_2 、金黒などを採用してもよい。なお、赤外線検出部13は、サーミスタ型のセンシングエレメントに限らず、例えば、サーモパイル型のセンシングエレメント、抵抗ポロメータ型のセンシングエレメント、焦電型のセンシングエレメントなどのように、温度変化を電気信号変化に変換できるものであればよい。また、赤外線検出素子1は、赤外線検出部13が1つのセンシングエレメントにより構成されたものに限らず、複数のセンシングエレメントがアレイ状に配置されたアレイタイプのものでよいし、種類の異なる複数のセンシングエレメントを備えた複合タイプのものでよい。

20

30

【0048】

ところで、熱型赤外線検出素子1は、上述のように第1のシリコンウェハを用いて形成された支持基板10の一表面(図1における上面)に形成された凹所10aの周部の内側に配置された薄膜状のベース部11a上に赤外線検出部13が形成されている。ベース部11aは外周形状が矩形状に形成されており、当該ベース部11aの四隅それぞれからベース部11aの対角線の方向に沿って連続一体に延長された4つの梁部11bを介して支持基板10における凹所10aの周部に支持されている。ここにおいて、支持基板10は、一表面上に絶縁層11が形成されており、上述の各梁部11bは、支持基板10の絶縁層11に連続一体に形成されている。要するに、各梁部11bは、支持基板10における凹所10aの周部の内側に配置され且つ一端部がベース部11aに連続一体に連結され他端部が凹所10aの周部に連続一体に連結されている。なお、絶縁層11は、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜との積層膜により構成してあるが、当該積層膜に限らず、例えば、いわゆる低応力窒化ケイ素などにより形成してもよい。また、凹所10aの内底面とベース部11aとの間の距離は、断熱性を考慮して例えば数 μm 程度に設定すればよい。

40

【0049】

また、熱型赤外線検出素子1の赤外線検出部13は、下部電極13aおよび上部電極13cそれぞれが互いに異なる梁部11b, 11bに沿って延長された金属配線14a, 1

50

4 c および支持基板 1 0 の厚み方向に貫設された貫通孔配線 1 5 a , 1 5 c を介して支持基板 1 0 の他表面 (図 1 における下面) に形成された外部接続用電極 1 6 a , 1 6 c と電氣的に接続されている (なお、図 1 では、貫通孔配線 1 5 a , 1 5 c および外部接続用電極 1 6 a , 1 6 c と支持基板 1 0 との間に介在する絶縁膜の図示を省略してある) 。ここで、本実施形態における熱型赤外線検出素子 1 は、上述の梁部 1 1 b を利用したマイクロブリッジ構造となっており、小型化を図りつつも高感度化を図るために、各梁部 1 1 b をベース部 1 1 a の対角線に沿った方向に延長することで各梁部 1 1 b の長さ寸法を長くし、梁部 1 1 b , 1 1 b 上に形成された金属配線 1 4 a , 1 4 c の線幅を梁部 1 1 b , 1 1 b の幅寸法よりも小さくすることで金属配線 1 4 a , 1 4 c を通しての熱伝達を抑制できるようにしている。なお、本実施形態では、上述のマイクロブリッジ構造を利用して赤外線検出部 1 3 を周囲と熱絶縁してあるが、赤外線検出部 1 3 を周囲と熱絶縁するための構造はマイクロブリッジ構造に限らず、ダイヤフラム状の膜で形成された断熱構造を利用してもよい。また、図 1 では、本実施形態の熱型赤外線検出装置をプリント基板からなる回路基板 5 に実装した例を示してあり、各外部接続用電極 1 6 a , 1 6 c が bumps 6 a , 6 c を介して回路基板 5 の異なる導体パターン (図示せず) と接合されている。

10

【 0 0 5 0 】

また、上述のパッケージ 2 は、熱型赤外線検出素子 1 側の表面に、赤外線検出部 1 3 を熱絶縁する熱絶縁用凹部 2 1 が形成されている。ここにおいて、熱絶縁用凹部 2 1 の深さ寸法は、断熱性を考慮して熱絶縁用凹部 2 1 の内底面と赤外線吸収層 1 7 との間の距離が例えば数 μm 程度になるように設定してある。

20

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態の熱型赤外線検出装置では、熱型赤外線検出素子 1 の支持基板 1 0 の周部の全周に亘って封止用接合金属層 1 8 が形成されるとともに、パッケージ 2 における熱型赤外線検出素子 1 側の周部の全周に亘って封止用接合金属層 2 8 が形成されており、真空中で封止用接合金属層 1 8 , 2 8 同士を接合してあり (つまり、パッケージ 2 における熱絶縁用凹部 2 1 の周部と熱型赤外線検出素子 1 の周部とが接合されおり) 、熱型赤外線検出素子 1 とパッケージ 2 とで囲まれた空間および凹所 1 0 a の内部空間とが真空雰囲気となっている。ここで、封止用接合金属層 1 8 , 2 8 同士を直接接合するようにすれば製造プロセスが簡単になるが、半田を用いて接合した方が接合信頼性をより向上できる。なお、封止用接合金属層 1 8 , 2 8 同士を直接接合する場合には、両封止用接合金属層 1 8 , 2 8 の材料として同じ金属材料 (例えば、Au、Al、Cu など) を採用し、常温接合法で適宜荷重をかけて直接接合すればよい。また、封止用接合金属層 1 8 , 2 8 を設けずに、支持基板 1 0 とパッケージ 2 とを、Si-Si、Si-SiO₂、SiO₂-SiO₂ の群から選択されるいずれか 1 組の組み合わせで常温接合法により直接接合するようにしてもよい。

30

【 0 0 5 2 】

ところで、パッケージ 2 には、上述の第 2 のシリコンウェハ 2 0 の一部からなる半導体レンズ部 (シリコンレンズ部) 2 2 が一体に形成されている。なお、本実施形態における半導体レンズ部 2 2 は、平凸型の非球面レンズを構成しており、赤外線検出部 1 3 側の表面が平面状、赤外線検出部 1 3 とは反対側の表面が凸曲面状に形成されている。

40

【 0 0 5 3 】

以下、上述の半導体レンズ部 2 2 の形成方法について図 3 (a) ~ (e) を参照しながら説明する。

【 0 0 5 4 】

まず、図 3 (a) に示す第 2 のシリコンウェハ 2 0 を洗浄する洗浄工程、第 2 のシリコンウェハ 2 0 の一表面 (図 3 (a) における下面) にマークを設けるマーキング工程を行ってから、第 2 のシリコンウェハ 2 0 の上記一表面側に陽極酸化工程で利用する陽極 3 2 (図 3 (c) 参照) の基礎となる所定膜厚 (例えば、1 μm) の金属膜 (本実施形態では、Al 膜) からなる導電性層 3 1 を形成する導電性層形成工程を行うことによって、図 3 (b) に示す構造を得る。ここにおいて、導電性層形成工程では、例えばスパッタ法によ

50

って第2のシリコンウェハ20の上記一表面上に導電性層31を成膜した後、N₂ガスおよびH₂ガス雰囲気中で導電性層31のシタ(熱処理)を行うことにより第2のシリコンウェハ20との接触がオーミック接触をなす導電性層31を形成する。なお、導電性層31の成膜方法はスパッタ法に限らず、例えば蒸着法などの他の周知の薄膜形成方法を採用してもよい。また、導電性層31の材料もAlに限定するものではなく、第2の半導体ウェハ20とのオーミック接触が可能な材料であればよく、例えばAlを主成分とするAl-Siなどを採用してもよい。

【0055】

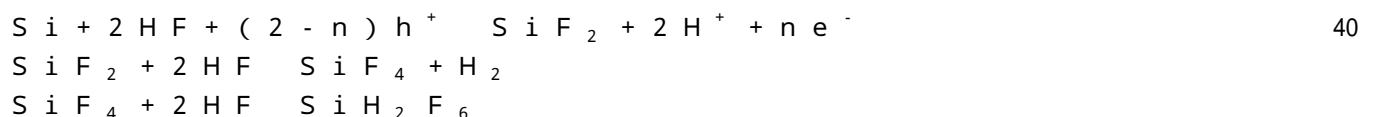
導電性層形成工程の後、導電性層31に円形状の開孔部33を設けるように導電性層31をパターニングするパターニング工程を行うことによって、図3(c)に示す構造を得る。ここにおいて、パターニング工程では、フォトリソグラフィ技術を利用して第2のシリコンウェハ20の上記一表面側に上記開孔部33に対応する部位が開孔されたレジスト層(図示せず)を形成した後、レジスト層をマスクとして導電性層31の不要部分を例えばウェットエッチング技術あるいはドライエッチング技術によってエッチング除去して開孔部33を設けることにより導電性層31の残りの部分からなる陽極32を形成し、その後、上記レジスト層を除去する。なお、導電性層31がAl膜であれば、導電性層31の不要部分をウェットエッチング技術によりエッチング除去する場合には、例えば燐酸系エッチャントを用いればよく、導電性層31の不要部分をドライエッチング技術によりエッチング除去する場合には、例えば反応性イオンエッチング装置などを用いればよい。また、本実施形態では、上述の導電性層形成工程とパターニング工程とで、所望のレンズ形状に依りてパターン設計した陽極32を第2のウェハたる第2のシリコンウェハ20の上記一表面側に形成する陽極形成工程を構成している。

【0056】

パターニング工程の後、陽極酸化用の電解液中で第2のシリコンウェハ20の他表面側(図3(a)の上面側)に対向配置される陰極と上記陽極32との間に通電して第2のシリコンウェハ20の上記他表面側に除去部位となる多孔質部34を形成する陽極酸化工程(陽極酸化処理)を行うことによって、図3(d)に示す構造を得る。なお、本実施形態では、第2のシリコンウェハ20として、導電形がp形のものを用いているので、陽極酸化工程において第2のシリコンウェハ20の上記他表面側に光を照射する必要はないが、第2のシリコンウェハ20として導電形がn形のものを用いる場合には光を照射する必要がある。また、電解液としては、55wt%のフッ化水素水溶液とエタノールとを1:1で混合した混合溶液を用いているが、フッ化水素水溶液の濃度やフッ化水素水溶液とエタノールとの混合比は特に限定するものではない。また、フッ化水素水溶液と混合する液体もエタノールに限らず、メタノール、プロパノール、イソプロパノール(IPA)などのアルコールなど、陽極酸化反応で発生した気泡を除去できる液体であれば、特に限定するものではない。

【0057】

ところで、第2のシリコンウェハ20の一部を陽極酸化工程において多孔質化する際には、ホールをh⁺、電子をe⁻とすると、以下の反応が起こっていると考えられる。



すなわち、第2のシリコンウェハ20の陽極酸化では、Fイオンの供給量とホールh⁺の供給量との兼ね合いで多孔質化あるいは電解研磨が起こることが知られており、Fイオンの供給量の方がホールの供給量よりも多い場合には多孔質化が起こり、ホールh⁺の供給量がFイオンの供給量よりも多い場合には電解研磨が起こる。したがって、本実施形態のように第2のシリコンウェハ20として導電形がp形のものを用いている場合には、陽極酸化による多孔質化の速度はホールh⁺の供給量で決まるから、第2のシリコンウェハ20中を流れる電流の電流密度で多孔質化の速度が決まり、多孔質部34の厚みが決まることになる。ここで、第2のシリコンウェハ20の上記他表面側では、陽極32の厚み方

向に沿った開孔部 33 の中心線から離れるほど電流密度が徐々に大きくなるような電流密度の面内分布を有することとなり、第 2 のシリコンウェハ 20 の上記他表面側に形成される多孔質部 34 は、陽極 32 の開孔部 33 の上記中心線に近くなるほど徐々に薄くなっている。

【0058】

上述の陽極酸化工程の終了後、多孔質部 34 を除去する多孔質部除去工程を行う。ここにおいて、多孔質部 34 を除去するエッチング液としてアルカリ系溶液（例えば、KOH、TMAH、NaOH など）や HF 系溶液を用いれば、多孔質部 34 を除去する多孔質部除去工程において、アルミニウムにより形成されている陽極 32 もエッチング除去することができ、図 3 (e) に示す構造の半導体レンズ部 22 を形成することができる。なお、

10

【0059】

以上説明した半導体レンズ部 22 の形成方法によれば、陽極形成工程にて形成する陽極 32 のパターンにより陽極酸化工程において第 2 のシリコンウェハ 20 に流れる電流の電流密度の面内分布が決まるので、陽極酸化工程にて形成する多孔質部 34 の厚みの面内分布を制御することができ、しかも、陽極形成工程では、陽極 32 と第 2 の半導体ウェハ 30 との接触がオーミック接触となるように陽極 32 を形成しているため、陽極 32 と第 2 の半導体ウェハ 30 との間にショットキ障壁が生じないから、陽極酸化工程での通電時に流れる電流がショットキ障壁により遮られたり所望の電流値が得られなかったりショットキ障壁の不安定さに起因して接触抵抗の面内ばらつきが起こるような不具合の発生を防止でき、さらに、陽極酸化工程では、電解液として、第 2 の半導体ウェハ 30 の構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いているので、所望の厚さ分布で厚みが連続的に変化した多孔質部 34 を 1 回の陽極酸化工程で容易に形成することが可能であり、当該多孔質部 34 を多孔質部除去工程にて除去することで所望のレンズ形状の半導体レンズ部 22 が形成されるから、任意形状の半導体レンズ部 22 を容易に形成することが可能になる。なお、本実施形態では、半導体レンズ部 22 のレンズ径を数 mm 程度に設定してあり、機械加工によるシリコンレンズに比べて小型化および低コスト化を図れる一方で、熱画像センサのようなイメージセンサで用いられるマイクロレンズに比べてレンズ径が比較的大きな（サブ mm 以上）の半導体レンズ部 22 を形成することもできる。ここで、半導体レンズ部 22 のレンズ径は特に限定するものではなく、半導体レンズ部 22 のレンズ径の設計値に基づいて上述の円形状の開孔部 33 の半径を適宜設定すればよい。

20

30

【0060】

ところで、上述の半導体レンズ部 22 の形成方法においては、陽極酸化工程において第 2 のシリコンウェハ 20 に流れる電流の電流密度の面内分布によってレンズ形状（本実施形態では、平凸型の非球面レンズにおける非球面の曲率半径やレンズ径）が決まるので、第 2 のシリコンウェハ 20 の抵抗率や厚み、陽極酸化工程にて用いる電解液の電気抵抗値や、第 2 のシリコンウェハ 20 と陰極との間の距離、陰極の平面形状（第 2 のシリコンウェハ 20 に対向配置した状態において第 2 のシリコンウェハ 20 に平行な面内での形状）、陽極 32 における円形状の開孔部 33 の内径などを適宜設定することにより、レンズ形状を制御することができる。ここにおいて、電解液の電気抵抗値は、例えば、フッ化水素水溶液の濃度や、フッ化水素水溶液とエタノールとの混合比などを変えることにより調整することができるので、陽極 32 の形状の他に、陽極 32 の形状以外の条件（例えば、電解液の電気抵抗値）を適宜設定することによって、半導体レンズ部 22 の形状をより制御しやすくなる。なお、上述の半導体レンズ部 22 の形成方法では、陽極形成工程において円形状の開孔部 33 が設けられた陽極 32 を形成しているが、開孔部 33 の形状を円形状ではなくて長方形の形状とすれば、半導体レンズ部 22 として、シリンドリカルレンズを形成することも可能である。また、陽極 32 を円形状の平面形状とすれば、半導体レンズ部 22 として、平凹型の非球面レンズを形成することも可能である。また、上述の半導体レンズ部 22 の形成方法は、上述の貫通孔配線 15 a, 15 c を設けていない熱型赤外

40

50

線検出装置の製造方法においても適用できる。

【0061】

ところで、本実施形態の熱型赤外線検出装置は、上述のように、熱型赤外線検出素子1に赤外線検出部13と電気的に接続される貫通孔配線15a, 15cが形成され、熱型赤外線検出素子1とパッケージ2との外形サイズが同じであり、パッケージ2に第2のシリコンウェハ20の一部からなる半導体レンズ部22が一体に形成されているので、図13に示した従来構成に比べて、小型化および低コスト化が可能になる。なお、従来のキャンパッケージのように、ステム、キャップ、フィルタ、レンズ、赤外線検出素子など多数の部品により構成され、サイズが大きくなっていた熱型赤外線検出装置に比べても、高感度化でありながら小型化を図れる。

10

【0062】

また、本実施形態の熱型赤外線検出装置は、パッケージ2が上述の第2のシリコンウェハ20を用いて形成され、パッケージ2における熱型赤外線検出素子1側の表面に、赤外線検出部13を熱絶縁する熱絶縁用凹部21が形成され、パッケージ2における熱絶縁用凹部21の周部と熱型赤外線検出素子1の周部とが接合されているので、パッケージ2を第2のシリコンウェハ20のみを用いて形成することができ、結果的に2枚のウェハを用いて熱型赤外線検出装置を形成することができ、低コスト化を図れる。

【0063】

また、本実施形態の熱型赤外線検出装置では、赤外線検出部13が真空雰囲気中に配置されているので、高感度化を図れる。ここで、本実施形態の熱型赤外線検出装置は、熱型赤外線検出素子1とパッケージ2との2部品ともにシリコンにより形成されているので、両方で囲まれる空間を真空にした際の各部品からのガス放出を大幅に抑えることが可能であり、従来の真空パッケージで必要とされているゲッタなどを不要とすることも可能となる。

20

【0064】

また、本実施形態の熱型赤外線検出装置の製造にあたっては、熱型赤外線検出素子1を複数形成した第1のシリコンウェハと、パッケージ2を複数形成した第2のシリコンウェハ20とをウェハレベルで接合することでウェハレベルパッケージ構造体を形成し、ウェハレベルパッケージ構造体から熱型赤外線検出素子1の外形サイズに分割するようにしているので、小型で低コストの熱型赤外線検出装置を提供することができる。

30

【0065】

(実施形態2)

本実施形態の熱型赤外線検出装置の基本構成は実施形態1と略同じであって、図4に示すように、半導体レンズ部22の両面に、所望の波長域の赤外線を透過し不要な波長域の赤外線を反射する多層干渉フィルタ23, 24が形成されている点などが相違する。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省略する。

【0066】

ここで、一方の多層干渉フィルタ23はパッケージ2における熱型赤外線検出素子1とは反対側の表面の全面に亘って形成されている(つまり、半導体レンズ部22に対応する部位とその周辺部位とに跨って形成されている)のに対して、他方の多層干渉フィルタ24は、熱絶縁用凹部21の内底面において半導体レンズ部22に対応する部位にのみ形成され、半導体レンズ部22に対応する部位の周辺部位には、赤外線反射膜25を形成してある。なお、赤外線反射膜25の材料としては、例えば、A1や、A1を主成分とするA-Siなどを採用すればよく、この場合には、半導体レンズ部22の形成時に利用する陽極32(図3(d)参照)を除去せずにそのまま赤外線反射膜25として利用することが可能となる。

40

【0067】

しかして、本実施形態の熱型赤外線検出装置では、半導体レンズ部22の両面に、所望の波長域の赤外線を透過し不要な波長域の赤外線を反射する多層干渉フィルタ23, 24が形成されているので、不要な波長域の赤外線をカットすることができ(太陽光によるノ

50

イズを除去することができ)、高感度化を図れる。また、パッケージ2における半導体レンズ部22の周辺部を通して赤外線が熱型赤外線検出素子1の受光面へ入射するのを防止することができ、ノイズを低減できる。

【0068】

ところで、実施形態1と同様に回路基板5に実装して用いる場合、回路基板5に実装した後に、熱型赤外線検出装置の周囲に樹脂(例えば、エポキシ樹脂など)を塗布して硬化させることで赤外線侵入防止部7を形成すれば、当該熱型赤外線検出装置の側面からの赤外線の侵入を防止することが可能となる。

【0069】

なお、本実施形態では、半導体レンズ部22の両面に多層干渉フィルタ23, 24を形成してあるが、少なくとも一面に形成してあればよい。 10

【0070】

(実施形態3)

本実施形態の熱型赤外線検出装置の基本構成は実施形態2と略同じであって、図5に示すように、熱型赤外線検出素子1における支持基板10およびパッケージ2それぞれの側面にコンタクト電極4, 4を設け、赤外線侵入防止部7を導電ペーストまたは半田からなる導電性材料により形成することで、熱型赤外線検出素子1およびパッケージ2を回路基板5のグランドパターン(図示せず)に接地してある点が相違するだけである。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。

【0071】

しかして、本実施形態の赤外線検出装置では、熱型赤外線検出素子1およびパッケージ2の両方が接地されているので、電磁シールド効果を高めることができ、赤外線検出部13の出力信号への電磁ノイズの影響を防止できる。なお、本実施形態では、コンタクト電極4は必要に応じて形成すればよく、例えば、熱型赤外線検出素子1とパッケージ2との間に絶縁体が介在しない場合(例えば、支持基板10とパッケージ2とが、Si-Siの組み合わせで直接接合されている場合や半田部を介して接合されている場合)には、支持基板10とパッケージ2との少なくとも一方にコンタクト電極4を設ければよい。また、他の実施形態において、同様のコンタクト電極4を設けてもよいことは勿論である。 20

【0072】

ところで、実施形態2, 3にて説明したパッケージ2は、半導体レンズ部22に対応する部位の周辺部位に、赤外線反射膜25を形成してあるが、赤外線反射膜25の代わりに、半導体レンズ部22の周辺部を通して赤外線検出素子1へ入射しようとする赤外線を吸収することで赤外線を阻止する赤外線吸収部を形成してもよい。ここにおいて、赤外線吸収部を例えば薄膜形成技術を利用して形成する場合、赤外線吸収部の材料としては、例えば、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 $SiON$ 、セラミック(例えば、 Al_2O_3 、 AlN 、 SiC など)などの非金属(絶縁性材料)や、 $NiCr$ 、グラファイト、グラファイトライカーボンなどの反射率の低い金属(導電性材料)や、金属酸化物(例えば、 Ti 、 Mo 、 Ni 、 Al などの金属酸化物)などを採用すればよい。なお、赤外線吸収部の材料として金属酸化物を採用する場合には、例えば、金属酸化物膜をスパッタ法やCVD法などにより成膜するようにしてもよいし、 Ti 、 Mo 、 Ni 、 Al などの金属材料からなる金属膜を成膜した後で当該金属膜の少なくとも一部(例えば、当該金属膜の表面側の部分)を酸化することにより金属酸化物膜を形成するようにしてもよい。また、赤外線吸収部は、薄膜形成技術に限らず、半導体レンズ部22の周辺部の一部を陽極酸化技術を利用して多孔質化することにより形成した多孔質層(多孔質シリコン層)により構成してもよい。 30 40

【0073】

また、赤外線吸収部は、図6に示すように、半導体レンズ部22の周辺部において不純物(例えば、ボロンなど)が $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以上の濃度で高濃度ドーピングされた高濃度不純物ドーピング層26により構成してもよく、赤外線吸収部の熱的に安定になるので、例えば、熱型赤外線検出装置の製造方法として、熱型赤外線検出素子1とパッケージ2と囲まれる空間内にゲッタを配置しておき、ゲッタを活性化するための加熱を行うよ 50

うな製造方法を採用する場合に、当該活性化のための加熱時に赤外線吸収部の赤外線吸収特性が変化することを防止することができる。

【0074】

ここで、赤外線吸収部を高濃度不純物ドーピング層26により構成する場合には、高濃度不純物ドーピング層26を実施形態1にて説明した半導体レンズ部22の形成方法において陽極酸化工程で用いる陽極32(図3(c)参照)として利用することが考えられる。以下、この場合の、半導体レンズ部22の形成方法について図7に基づいて説明するが、実施形態1と同様の工程については説明を適宜省略する。

【0075】

まず、第2のシリコンウェハ20に洗浄工程、マーキング工程を行ってから、第2のシリコンウェハ20の一表面側に高濃度不純物ドーピング層形成用にパターンニングされたマスク層36(例えば、レジスト層、シリコン酸化膜など)を形成するマスク層形成工程を行い、その後、第2のシリコンウェハ20の上記一表面側から不純物をドーピングすることにより高濃度不純物ドーピング層26を形成するドーピング工程を行うことによって、図7(a)に示す構造を得る。なお、ドーピング工程では、例えば、 B^+ をイオン注入して熱拡散させることにより低抵抗の高濃度不純物ドーピング層26を形成すればよいが、イオン注入法に限らず、例えば拡散法により形成してもよい。ここで、高濃度不純物ドーピング層26は、半導体レンズ部22の形状に応じてパターン設計してあり、上記マスク層36の開口パターンは、高濃度不純物ドーピング層26のパターン設計に応じて設計してある。なお、図7の例では、マスク層形成工程とドーピング工程とで陽極形成工程を構成する。

10

20

【0076】

ドーピング工程の後、上記マスク層36を除去するマスク層除去工程を行うことによって、図7(b)に示す構造を得る(なお、図7(b)では、第2のシリコンウェハ20の上記一表面側が下側となるように図示してある)。

【0077】

マスク層除去工程の後、第2のシリコンウェハ20の上記一表面側に高濃度不純物ドーピング層26と接触する電流導入用電極(図示せず)を配置し、陽極酸化用の電解液中で第2のシリコンウェハ20の他表面側(図7(b)の上面側)に対向配置される陰極と高濃度不純物ドーピング層26からなる陽極との間に上記電流導入用電極を介して通電して第2のシリコンウェハ20の上記他表面側に除去部位となる多孔質部34を形成する陽極酸化工程を行うことによって、図7(c)に示す構造を得る。

30

【0078】

陽極酸化工程の終了後、多孔質部34を除去する多孔質部除去工程を行う。ここにおいて、多孔質部34を除去するエッチング液としてアルカリ系溶液(例えば、 KOH 、 $TMAH$ 、 $NaOH$ など)や HF 系溶液を用いれば、多孔質部除去工程において、多孔質部34を選択的に除去することができ、上述の高濃度不純物ドーピング層26を赤外線吸収部として周辺部分に備えた図7(d)に示す構造の半導体レンズ部22を形成することができる。

【0079】

しかして、この半導体レンズ部22の形成方法によれば、陽極形成工程では、第2のシリコンウェハ20の上記一表面側から第2のシリコンウェハ20中へ不純物をドーピングすることで第2のシリコンウェハ20内に陽極を兼ねる高濃度不純物ドーピング層26を形成するようにしているので、陽極と第2のシリコンウェハ20との間にショットキ障壁が生じないから、陽極酸化工程での通電時に流れる電流がショットキ障壁により遮られたり所望の電流値が得られなかったりショットキ障壁の不安定さに起因して接触抵抗の面内ばらつきが起るような不具合の発生を防止でき、さらに、陽極酸化工程では、電解液として、第2のシリコンウェハ20の構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いているので、所望の厚さ分布で厚みが連続的に変化した多孔質部34を1回の陽極酸化工程で容易に形成することが可能であり、当該多孔質部34を多孔質部除去工程にて選択的に

40

50

除去することで所望の形状の半導体レンズ部 2 2 を形成することができるとともに上記高濃度不純物ドーピング層 2 6 を赤外線吸収部として残すことができるので、赤外線吸収部の位置精度を高めることができる。

【0080】

(実施形態 4)

本実施形態の熱型赤外線検出装置の基本構成は実施形態 1 と略同じであって、図 8 に示すように、パッケージ 2 が、第 2 のシリコンウェハ 2 0 (図 3 (a) 参照) を用いて形成されて半導体レンズ部 2 2 を一体に有し熱型赤外線検出素子 1 の上記一表面から離間して配置されるパッケージ蓋 2 a と、第 3 のウェハたる第 3 のシリコンウェハを用いて形成され熱型赤外線検出素子 1 とパッケージ蓋 2 a との間に介在する枠状 (ここでは、矩形枠状) のスペーサ 2 b とで構成されている点が相違する。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省略する。ただし、本実施形態におけるパッケージ蓋 2 a は実施形態 1 におけるパッケージ 2 と同様の形状に形成してある。

10

【0081】

ところで、実施形態 1 ~ 3 の熱型赤外線検出装置では、より高感度化を図るために、半導体レンズ部 2 2 のレンズ形状により決まる焦点の位置を赤外線検出部 1 3 の位置に合わせようとする、焦点距離が長くなるにつれて、第 2 のシリコンウェハ 2 0 の厚みを厚くする必要が生じることがあった。一方、半導体レンズ部 2 2 の加工形状は第 2 のシリコンウェハ 2 0 の厚みの影響も受けるので、所望のレンズ形状を得ようとする場合、第 2 のシリコンウェハ 2 0 の厚みに制約があると、形成が難しくなる場合がある。同様に、図 1 3 に示した従来の熱型赤外線検出装置においても、第 2 の半導体基板 1 0 4 の厚みによっては、マイクロレンズ部 1 0 5 の焦点の位置を赤外線検出部 1 0 2 の位置に合わせることが難しいことがある。

20

【0082】

これに対して、本実施形態の熱型赤外線検出装置では、スペーサ 2 b の高さを適宜調整することにより、つまり、第 3 のシリコンウェハの厚みを適宜設定したり適宜調整することにより、半導体レンズ部 2 2 の焦点の位置を赤外線検出部 1 3 の位置に容易に合わせることが可能となり、第 2 のシリコンウェハ 2 0 の厚みによらず、高感度化を図れるので、所望のレンズ形状の半導体レンズ部 2 2 を容易に形成することができる。

【0083】

本実施形態の熱型赤外線検出装置の製造にあたっては、熱型赤外線検出素子 1 を複数形成した第 1 のシリコンウェハとパッケージ蓋 2 a を複数形成した第 2 のシリコンウェハ 2 0 とのいずれか一方とスペーサ 2 b を複数形成した第 3 のシリコンウェハとをウェハレベルで接合した後、他方と第 3 のシリコンウェハとをウェハレベルで接合することでウェハレベルパッケージ構造体を形成し、ウェハレベルパッケージ構造体から熱型赤外線検出素子 1 の外形サイズに分割すればよく、このような製造方法を採用することにより、小型で低コストの熱型赤外線検出装置を提供することができる。

30

【0084】

(実施形態 5)

本実施形態の熱型赤外線検出装置の基本構成は実施形態 4 と略同じであって、図 9 に示すように、パッケージ 2 におけるパッケージ蓋 2 a の形状が相違するだけである。すなわち、本実施形態の熱型赤外線検出装置では、パッケージ蓋 2 a における熱型赤外線検出素子 1 側の表面が平面状になっている点が相違するだけであり、パッケージ蓋 2 a の形成が容易になる。他の構成は実施形態 4 と同じなので、実施形態 4 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

【0085】

本実施形態の熱型赤外線検出装置では、第 3 のシリコンウェハの厚みのみで赤外線検出部 1 3 と半導体レンズ部 2 2 との間隔を調整するので、第 2 のシリコンウェハ 2 0 における第 1 のシリコンウェハ側に熱絶縁用凹部 2 1 (図 8 参照) を形成する必要がなく、第 2 のシリコンウェハ 2 0 の厚みの制約が少なくなるとともに、上記熱絶縁用凹部 2 1 の形成

50

により薄くなった部分と当該部分の周辺部分との境界付近への応力集中によるパッケージ蓋 2 a の破損を考慮する必要がなくなるから、所望のレンズ形状のみを考慮して第 2 のシリコンウェハ 2 0 の厚みを設定することが可能となり、しかも、熱型赤外線検出素子 1 とパッケージ 2 とで囲まれた空間を真空とした際に外部からの圧力に対して強く、当該圧力によるパッケージ蓋 2 の破損を防止できて製造歩留まりが高くなり、その上、上記熱絶縁用凹部 2 1 を形成する工程をなくすことにより製造工程を短縮できるから、低コスト化を図れるという利点がある。

【 0 0 8 6 】

(実施形態 6)

本実施形態の熱型赤外線検出装置の基本構成は実施形態 4 と略同じであって、図 1 0 に示すように、半導体レンズ部 2 2 の形状が相違する。なお、実施形態 4 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。

10

【 0 0 8 7 】

本実施形態における半導体レンズ部 2 2 は、熱型赤外線検出素子 1 側の表面が凸曲面状に形成され、熱型赤外線検出素子 1 側とは反対側の表面が平面状に形成されており、パッケージ 2 における熱型赤外線検出素子 1 側とは反対側の表面が平面状となっているので、半導体レンズ部 2 2 に傷がつきにくくなる。

【 0 0 8 8 】

しかして、本実施形態の熱型赤外線検出装置では、半導体レンズ部 2 2 の傷に起因して感度低下が生じるのを抑制することができ、品質および信頼性の向上を図れる。

20

【 0 0 8 9 】

なお、本実施形態では、赤外線検出部 1 3 と電氣的に接続される貫通孔配線 1 5 a , 1 5 c を熱型赤外線検出素子 1 に形成してあるが、貫通孔配線 1 5 a , 1 5 c はパッケージ 2 に形成するようにしてもよく、回路基板 5 に実装する際には、回路基板 5 において半導体レンズ部 2 2 に対応する部位に窓孔を形成すればよい。

【 0 0 9 0 】

(実施形態 7)

本実施形態の熱型赤外線検出装置の基本構成は実施形態 1 と略同じであって、図 1 1 に示すように、熱型赤外線検出素子 1 の基礎となる上記第 1 のウェハを用いて形成され赤外線検出部 1 3 の出力信号を増幅する増幅回路を含む集積回路からなる信号処理回路 1 9 が熱型赤外線検出素子 1 の上記一表面側に形成されている点などが相違する。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する。

30

【 0 0 9 1 】

信号処理回路 1 9 は、上記増幅回路、上記増幅回路の後段のウィンドウコンパレータなどが集積化されており、赤外線検出部 1 3 および信号処理回路が貫通孔配線 1 5 を介して外部接続用電極 1 6 と電氣的に接続され、外部接続用電極 1 6 がバンプ 6 を介して回路基板 5 の導体パターン(図示せず)と接合されている。

【 0 0 9 2 】

しかして、本実施形態の熱型赤外線検出装置では、赤外線検出部 1 3 と増幅回路との間の配線長を短くすることができるとともに、両者を接続する配線から入るノイズを防止でき、しかも、信号処理回路 1 9 へ外部からの光が入射するのをパッケージ 2 によって防止することができるので、信号処理回路 1 9 でのキャリアの光励起によるノイズを防止することができ、高感度化を図れる。また、赤外線検出部 1 3 と信号処理回路 1 9 とが互いに異なるウェハを用いて形成され別々にパッケージングされている場合に比べて、信号処理回路 1 9 を含めた熱型赤外線検出装置の小型化を図れるという利点もある。

40

【 0 0 9 3 】

なお、他の実施形態 1 ~ 7 においても信号処理回路 1 9 を赤外線検出素子 1 に一体に形成してもよいことは勿論である。また、実施形態 4 ~ 7 においても、実施形態 3 にて説明した赤外線反射膜 2 5 (図 5 参照)や高濃度不純物ドーピング層 2 6 (図 6、図 7 (d) 参照)のような赤外線吸収部などを設けてもよい。

50

【 0 0 9 4 】

ところで、上記各実施形態では、半導体レンズ部 2 2 の基礎となる第 2 のウェハとして p 形のシリコンウェハを採用しているが、第 2 のウェハの材料は Si に限らず、Ge、SiC、GaAs、GaP、InP などの陽極酸化処理による多孔質化が可能な他の材料でもよく、導電形も p 形に限らず、n 形でもよい。ただし、第 2 のウェハの導電形を p 形とした場合には、陽極酸化工程にて第 2 のウェハに光を照射することなく多孔質部 3 4 を形成することができるので、第 2 のウェハの導電形を n 形とした場合に比べて陽極酸化工程にて用いる陽極酸化装置を簡略化することができ、低コスト化を図れる。

【 0 0 9 5 】

陽極酸化工程において用いる電解液であって第 2 のウェハ（半導体基板）の構成元素の酸化物を除去する電解液としては、例えば、下記表 1 のような電解液を用いればよい。

【 0 0 9 6 】

【表 1】

半導体基板材料	電解液
Si	HF + C ₂ H ₅ OH
Ge	HCl + C ₂ H ₅ OH
SiC	HF + C ₂ H ₅ OH
GaAs	HCl
GaP	H ₂ SO ₄
InP	HCl

10

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 7 】

【図 1】実施形態 1 における熱型赤外線検出装置の概略断面図である。

【図 2】同上の製造方法の説明図である。

【図 3】同上における半導体レンズ部の形成方法の説明図である。

【図 4】実施形態 2 における熱型赤外線検出装置の概略断面図である。

【図 5】実施形態 3 における熱型赤外線検出装置の概略断面図である。

【図 6】同上における半導体レンズ部の他の構成例を示す概略断面図である。

30

【図 7】同上における他の構成例の半導体レンズ部の形成方法の説明図である。

【図 8】実施形態 4 における熱型赤外線検出装置の概略断面図である。

【図 9】実施形態 5 における熱型赤外線検出装置の概略断面図である。

【図 10】実施形態 6 における熱型赤外線検出装置の概略断面図である。

【図 11】実施形態 7 における熱型赤外線検出装置の概略断面図である。

【図 12】従来のマイクロレンズ用金型の製造方法の説明図である。

【図 13】従来の熱型赤外線検出装置の概略断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 9 8 】

1 熱型赤外線検出素子

40

2 パッケージ

2 a パッケージ蓋

2 b スペース

1 0 支持基板

1 1 絶縁層

1 1 a ベース部

1 1 b 梁部

1 3 赤外線検出部

1 4 a , 1 4 c 金属配線

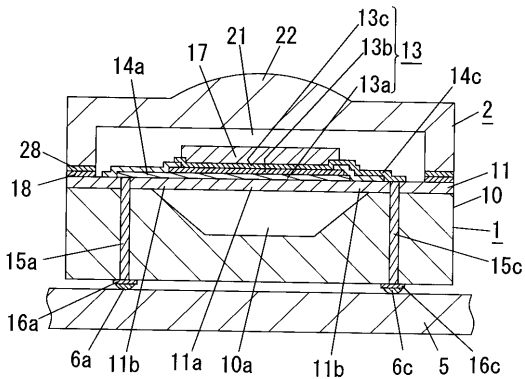
1 5 a , 1 5 c 貫通孔配線

50

- 16 a , 16 c 外部接続用電極
- 17 赤外線吸収層
- 18 封止用接合金属層
- 19 信号処理回路
- 20 第2のシリコンウェハ(第2のウェハ)
- 21 熱絶縁用凹部
- 22 半導体レンズ部
- 23 多層干渉フィルタ
- 24 多層干渉フィルタ
- 25 赤外線反射膜
- 26 高濃度不純物ドーピング層(赤外線吸収部)
- 28 封止用接合金属層
- 32 陽極
- 34 多孔質部

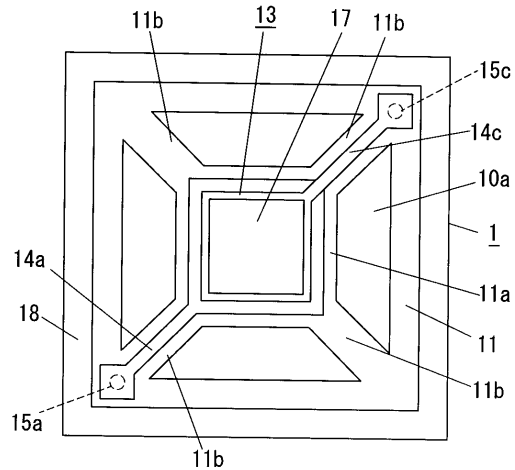
10

【図1】

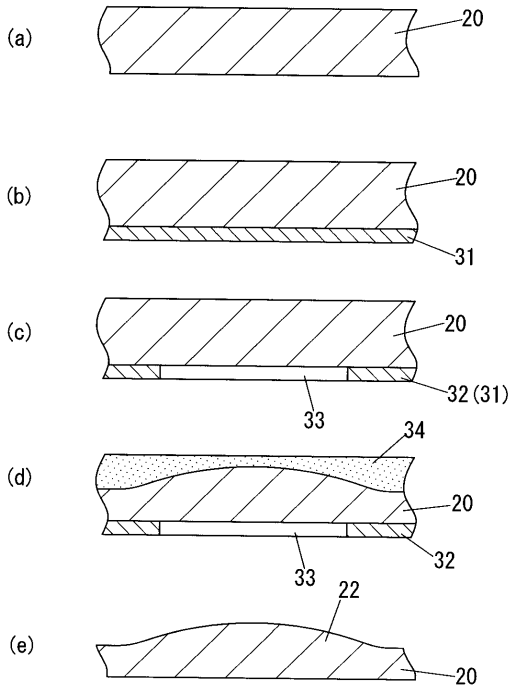


- 1 熱型赤外線検出素子
- 2 パッケージ
- 10 支持基板
- 11 絶縁層
- 11a ベース部
- 11b 梁部
- 13 赤外線検出部
- 14a, 14c 金属配線
- 15a, 15c 貫通孔配線
- 16a, 16c 外部接続用電極
- 17 赤外線吸収層
- 18 封止用接合金属層
- 21 熱絶縁用凹部
- 22 半導体レンズ部
- 28 封止用接合金属層

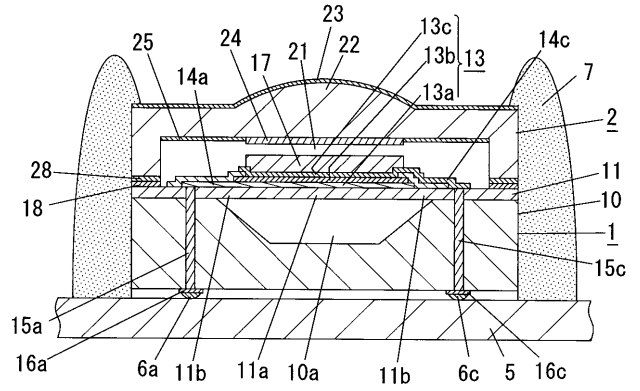
【図2】



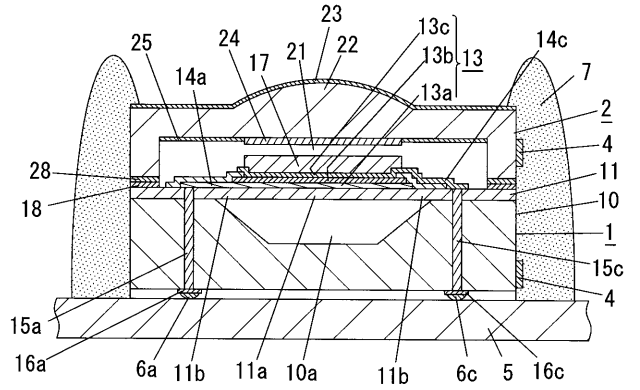
【 図 3 】



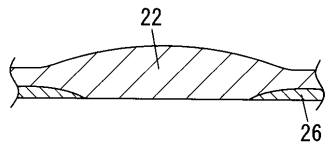
【 図 4 】



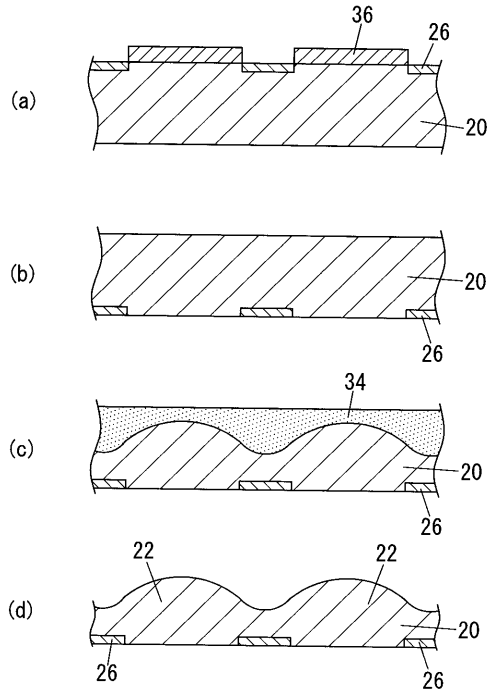
【 図 5 】



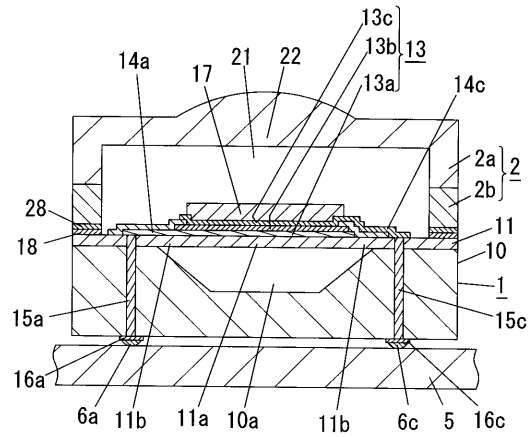
【 図 6 】



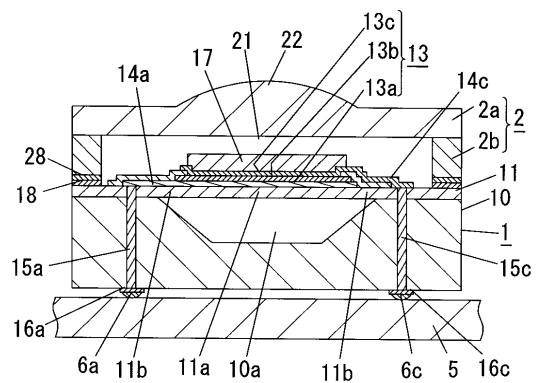
【 図 7 】



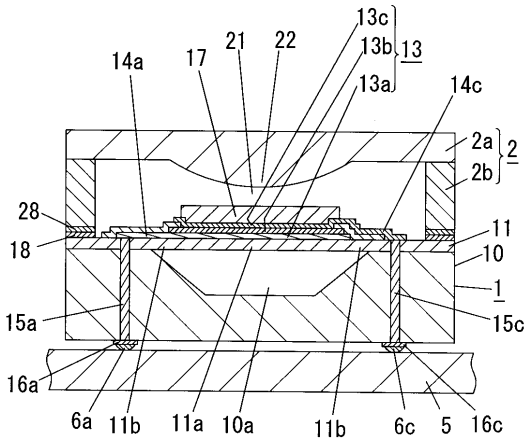
【 図 8 】



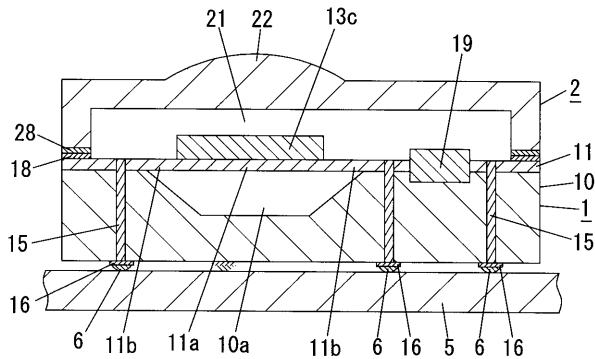
【 図 9 】



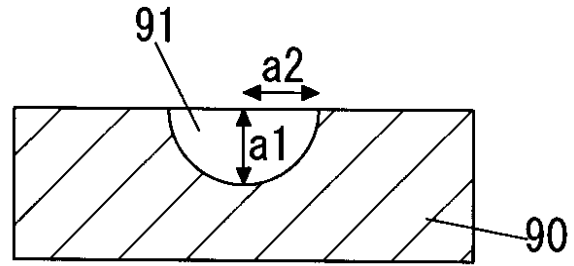
【図10】



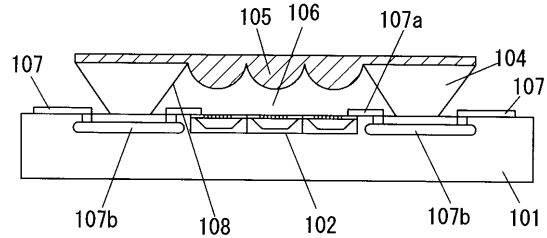
【図11】



【図12】



【図13】



【手続補正書】

【提出日】平成19年4月16日(2007.4.16)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部が形成された熱型赤外線検出素子と、熱型赤外線検出素子の前記一表面側において赤外線検出部を囲む形で熱型赤外線検出素子に封着されたパッケージとを備え、パッケージが第2のウェハを用いて形成され、第2のウェハの材料が半導体材料であり、熱型赤外線検出素子とパッケージとの一方に赤外線検出部と電氣的に接続される貫通孔配線が形成され、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり、パッケージに第2のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されてなり、パッケージにおける熱型赤外線検出素子側の表面に、赤外線検出部を熱絶縁する熱絶縁用凹部が形成され、パッケージにおける熱絶縁用凹部の周部と熱型赤外線検出素子の周部とが接合されてなる熱型赤外線検出装置の製造方法であって、熱型赤外線検出素子を複数形成した第1のウェハと、パッケージを複数形成した第2のウェハとをウェハレベルで接合することでウェハレベルパッケージ構造体を形成し、ウェハレベルパッケージ構造体から熱型赤外線検出素子の外形サイズに分割するようにし、半導体レンズ部の形成にあたっては、所望のレンズ形状に応じてパターン設計した陽極を第2のウェハの一表面側に形成する陽極形成工程と、電解液中で第2のウェハの他表面側に対向配置される陰極と陽極との間に通電して第2のウェハの他表面側に除去部位となる多孔質部を形成する陽極酸化工程と、当該多孔質部を除去する多孔

質部除去工程とを有し、陽極形成工程では、陽極と第2のウェハとの接触がオーミック接触となるように陽極を形成し、陽極酸化工程では、電解液として、第2のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いることを特徴とする熱型赤外線検出装置の製造方法。

【請求項2】

第1のウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部が形成された熱型赤外線検出素子と、熱型赤外線検出素子の前記一表面側において赤外線検出部を囲む形で熱型赤外線検出素子に封着されたパッケージとを備え、パッケージが少なくとも第2のウェハを用いて形成され、第2のウェハの材料が半導体材料であり、熱型赤外線検出素子とパッケージとの一方に赤外線検出部と電氣的に接続される貫通孔配線が形成され、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり、パッケージに第2のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されてなり、パッケージが、第2のウェハを用いて形成されて半導体レンズ部を一体に有し熱型赤外線検出素子の前記一表面から離間して配置されるパッケージ蓋と、第3のウェハを用いて形成され熱型赤外線検出素子とパッケージ蓋との間に介在する枠状のスペーサとで構成されてなる熱型赤外線検出装置の製造方法であって、熱型赤外線検出素子を複数形成した第1のウェハとパッケージ蓋を複数形成した第2のウェハとのいずれか一方とスペーサを複数形成した第3のウェハとをウェハレベルで接合した後、他方と第3のウェハとをウェハレベルで接合することでウェハレベルパッケージ構造体を形成し、ウェハレベルパッケージ構造体から熱型赤外線検出素子の外形サイズに分割するようにし、半導体レンズ部の形成にあたっては、所望のレンズ形状に応じてパターン設計した陽極を第2のウェハの一表面側に形成する陽極形成工程と、電解液中で第2のウェハの他表面側に対向配置される陰極と陽極との間に通電して第2のウェハの他表面側に除去部位となる多孔質部を形成する陽極酸化工程と、当該多孔質部を除去する多孔質部除去工程とを有し、陽極形成工程では、陽極と第2のウェハとの接触がオーミック接触となるように陽極を形成し、陽極酸化工程では、電解液として、第2のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いることを特徴とする熱型赤外線検出装置の製造方法。

【請求項3】

第1のウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部が形成された熱型赤外線検出素子と、熱型赤外線検出素子の前記一表面側で赤外線検出部を囲む形で封着されたパッケージとを備え、パッケージが少なくとも第2のウェハを用いて形成され、第2のウェハの材料が半導体材料であり、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり、パッケージに第2のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されてなる熱型赤外線検出装置の製造方法であって、半導体レンズ部の形成にあたっては、所望のレンズ形状に応じてパターン設計した陽極を第2のウェハの一表面側に形成する陽極形成工程と、電解液中で第2のウェハの他表面側に対向配置される陰極と陽極との間に通電して第2のウェハの他表面側に除去部位となる多孔質部を形成する陽極酸化工程と、当該多孔質部を除去する多孔質部除去工程とを有し、陽極形成工程では、陽極と第2のウェハとの接触がオーミック接触となるように前記陽極を形成し、陽極酸化工程では、電解液として、第2のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いることを特徴とする熱型赤外線検出装置の製造方法。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

本発明は、熱型赤外線検出装置の製造方法に関するものである。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 5 】

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、小型化および低コスト化が可能な熱型赤外線検出装置の製造方法を提供することにある。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 6

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 7

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 8

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 9

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 0

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 10】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 1

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 11】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 2

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 12】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 3

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 13】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 4

【補正方法】 削除

【補正の内容】
【手続補正 1 4】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 5
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 5】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 6
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 6】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 7
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 7】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 8
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 8】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 9
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 9】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 0
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 0】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 1
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 1】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 2
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 2】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 3
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 3】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 4
【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 2 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 5

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 2 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 6】

請求項 1 の発明は、第 1 のウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部が形成された熱型赤外線検出素子と、熱型赤外線検出素子の前記一表面側において赤外線検出部を囲む形で熱型赤外線検出素子に封着されたパッケージとを備え、パッケージが第 2 のウェハを用いて形成され、第 2 のウェハの材料が半導体材料であり、熱型赤外線検出素子とパッケージとの一方に赤外線検出部と電氣的に接続される貫通孔配線が形成され、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり、パッケージに第 2 のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されてなり、パッケージにおける熱型赤外線検出素子側の表面に、赤外線検出部を熱絶縁する熱絶縁用凹部が形成され、パッケージにおける熱絶縁用凹部の周部と熱型赤外線検出素子の周部とが接合されてなる熱型赤外線検出装置の製造方法であって、熱型赤外線検出素子を複数形成した第 1 のウェハと、パッケージを複数形成した第 2 のウェハとをウェハレベルで接合することでウェハレベルパッケージ構造体を形成し、ウェハレベルパッケージ構造体から熱型赤外線検出素子の外形サイズに分割するようにし、半導体レンズ部の形成にあたっては、所望のレンズ形状に応じてパターン設計した陽極を第 2 のウェハの一表面側に形成する陽極形成工程と、電解液中で第 2 のウェハの他表面側に対向配置される陰極と陽極との間に通電して第 2 のウェハの他表面側に除去部位となる多孔質部を形成する陽極酸化工程と、当該多孔質部を除去する多孔質部除去工程とを有し、陽極形成工程では、陽極と第 2 のウェハとの接触がオーミック接触となるように陽極を形成し、陽極酸化工程では、電解液として、第 2 のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いることを特徴とする。

【手続補正 2 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 7】

この発明によれば、小型で低コストの熱型赤外線検出装置を提供することができる。また、この発明によれば、陽極形成工程にて形成する陽極のパターンにより陽極酸化工程において第 2 のウェハに流れる電流の電流密度の面内分布が決まるので、陽極酸化工程にて形成する多孔質部の厚みの面内分布の制御が容易になり、しかも、陽極形成工程では、陽極と第 2 のウェハとの接触がオーミック接触となるように陽極を形成しているため、陽極と第 2 のウェハとの間にショットキ障壁が生じないから、陽極酸化工程での通電時に流れる電流がショットキ障壁により遮られたり所望の電流値が得られなかったりショットキ障壁の不安定さに起因して接触抵抗の面内ばらつきが起こるような不具合の発生を防止でき、さらに、陽極酸化工程では、電解液として、第 2 のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いているため、所望の厚さ分布で厚みが連続的に変化した多孔質部を 1 回の陽極酸化工程で容易に形成することが可能であり、当該多孔質部を多孔質部除去工程にて除去することで所望のレンズ形状の半導体レンズ部が形成されるから、任意形状の半導体レンズ部を容易に形成することが可能になる。

【手続補正 27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

請求項 2 の発明は、第 1 のウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部が形成された熱型赤外線検出素子と、熱型赤外線検出素子の前記一表面側において赤外線検出部を囲む形で熱型赤外線検出素子に封着されたパッケージとを備え、パッケージが少なくとも第 2 のウェハを用いて形成され、第 2 のウェハの材料が半導体材料であり、熱型赤外線検出素子とパッケージとの一方に赤外線検出部と電氣的に接続される貫通孔配線が形成され、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり、パッケージに第 2 のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されてなり、パッケージが、第 2 のウェハを用いて形成されて半導体レンズ部を一体に有し熱型赤外線検出素子の前記一表面から離間して配置されるパッケージ蓋と、第 3 のウェハを用いて形成され熱型赤外線検出素子とパッケージ蓋との間に介在する枠状のスペーサとで構成されてなる熱型赤外線検出装置の製造方法であって、熱型赤外線検出素子を複数形成した第 1 のウェハとパッケージ蓋を複数形成した第 2 のウェハとのいずれか一方とスペーサを複数形成した第 3 のウェハとをウェハレベルで接合した後、他方と第 3 のウェハとをウェハレベルで接合することでウェハレベルパッケージ構造体を形成し、ウェハレベルパッケージ構造体から熱型赤外線検出素子の外形サイズに分割するようにし、半導体レンズ部の形成にあたっては、所望のレンズ形状に応じてパターン設計した陽極を第 2 のウェハの一表面側に形成する陽極形成工程と、電解液中で第 2 のウェハの他表面側に対向配置される陰極と陽極との間に通電して第 2 のウェハの他表面側に除去部位となる多孔質部を形成する陽極酸化工程と、当該多孔質部を除去する多孔質部除去工程とを有し、陽極形成工程では、陽極と第 2 のウェハとの接触がオーミック接触となるように陽極を形成し、陽極酸化工程では、電解液として、第 2 のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いることを特徴とする。

【手続補正 28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

また、この発明によれば、陽極形成工程にて形成する陽極のパターンにより陽極酸化工程において第 2 のウェハに流れる電流の電流密度の面内分布が決まるので、陽極酸化工程にて形成する多孔質部の厚みの面内分布の制御が容易になり、しかも、陽極形成工程では、陽極と第 2 のウェハとの接触がオーミック接触となるように陽極を形成しているので、陽極と第 2 のウェハとの間にショットキ障壁が生じないから、陽極酸化工程での通電時に流れる電流がショットキ障壁により遮られたり所望の電流値が得られなかったりショットキ障壁の不安定さに起因して接触抵抗の面内ばらつきが起るような不具合の発生を防止でき、さらに、陽極酸化工程では、電解液として、前記第 2 のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いているので、所望の厚さ分布で厚みが連続的に変化した多孔質部を 1 回の陽極酸化工程で容易に形成することが可能であり、当該多孔質部を多孔質部除去工程にて除去することで所望のレンズ形状の半導体レンズ部が形成されるから、

任意形状の半導体レンズ部を容易に形成することが可能になる。

【手続補正 30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

請求項3の発明は、第1のウェハを用いて形成され一表面側において周囲と熱絶縁された赤外線検出部が形成された熱型赤外線検出素子と、熱型赤外線検出素子の前記一表面側で赤外線検出部を囲む形で封着されたパッケージとを備え、パッケージが少なくとも第2のウェハを用いて形成され、第2のウェハの材料が半導体材料であり、熱型赤外線検出素子とパッケージとの外形サイズが同じであり、パッケージに第2のウェハの一部からなる半導体レンズ部が一体に形成されてなる熱型赤外線検出装置の製造方法であって、半導体レンズ部の形成にあたっては、所望のレンズ形状に応じてパターン設計した陽極を第2のウェハの一表面側に形成する陽極形成工程と、電解液中で第2のウェハの他表面側に対向配置される陰極と陽極との間に通電して第2のウェハの他表面側に除去部位となる多孔質部を形成する陽極酸化工程と、当該多孔質部を除去する多孔質部除去工程とを有し、陽極形成工程では、陽極と第2のウェハとの接触がオーミック接触となるように陽極を形成し、陽極酸化工程では、電解液として、第2のウェハの構成元素の酸化物をエッチング除去する溶液を用いることを特徴とする。

【手続補正 31】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 32】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

請求項1, 2, 3の発明では、小型で低コストの熱型赤外線検出装置を提供することが可能になるという効果がある。

【手続補正 33】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

赤外線検出部13は、温度に応じて電気抵抗値が変化するサーミスタ型のセンシングエレメントであり、クロム膜からなる下部電極13aと、下部電極13a上に形成されたアモルファスシリコン膜からなる抵抗体層13bと、抵抗体層13b上に形成されたクロム膜からなる上部電極13cとで構成されている。また、本実施形態における熱型赤外線検出素子1では、赤外線検出部13に赤外線吸収層17が積層されている。ここにおいて、熱型赤外線検出素子1は、検出対象の赤外線として人体から放射される $8\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ の波長帯の赤外線を想定しており、赤外線吸収層17の材料としてSiONを採用しているが、赤外線吸収層17の材料はSiONに限らず、例えば Si_3N_4 、 SiO_2 、金黒などを採用してもよい。なお、赤外線検出部13は、サーミスタ型のセンシングエレメントに限らず、例えば、サーモパイル型のセンシングエレメント、抵抗ボロメータ型のセンシングエレメント、焦電型のセンシングエレメントなどのように、温度変化を電気信号変

化に変換できるものであればよい。また、熱型赤外線検出素子 1 は、赤外線検出部 1 3 が 1 つのセンシングエレメントにより構成されたものに限らず、複数のセンシングエレメントがアレイ状に配置されたアレイタイプのものでよいし、種類の異なる複数のセンシングエレメントを備えた複合タイプのものでよい。

【手続補正 3 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 7 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 7 2】

ところで、実施形態 2, 3 にて説明したパッケージ 2 は、半導体レンズ部 2 2 に対応する部位の周辺部位に、赤外線反射膜 2 5 を形成してあるが、赤外線反射膜 2 5 の代わりに、半導体レンズ部 2 2 の周辺部を通して熱型赤外線検出素子 1 へ入射しようとする赤外線を吸収することで赤外線を阻止する赤外線吸収部を形成してもよい。ここにおいて、赤外線吸収部を例えば薄膜形成技術を利用して形成する場合、赤外線吸収部の材料としては、例えば、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 SiON 、セラミック（例えば、 Al_2O_3 、 AlN 、 SiC など）などの非金属（絶縁性材料）や、 NiCr 、グラファイト、グラファイトライカーボンなどの反射率の低い金属（導電性材料）や、金属酸化物（例えば、 Ti 、 Mo 、 Ni 、 Al などの金属酸化物）などを採用すればよい。なお、赤外線吸収部の材料として金属酸化物を採用する場合には、例えば、金属酸化物膜をスパッタ法や CVD 法などにより成膜するようにしてもよいし、 Ti 、 Mo 、 Ni 、 Al などの金属材料からなる金属膜を成膜した後で当該金属膜の少なくとも一部（例えば、当該金属膜の表面側の部分）を酸化することにより金属酸化物膜を形成するようにしてもよい。また、赤外線吸収部は、薄膜形成技術に限らず、半導体レンズ部 2 2 の周辺部の一部を陽極酸化技術を利用して多孔質化することにより形成した多孔質層（多孔質シリコン層）により構成してもよい。

【手続補正 3 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 7 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 7 3】

また、赤外線吸収部は、図 6 に示すように、半導体レンズ部 2 2 の周辺部において不純物（例えば、ボロンなど）が $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以上の濃度で高濃度ドーピングされた高濃度不純物ドーピング層 2 6 により構成してもよく、赤外線吸収部が熱的に安定になるので、例えば、熱型赤外線検出装置の製造方法として、熱型赤外線検出素子 1 とパッケージ 2 と囲まれる空間内にゲッタを配置しておき、ゲッタを活性化するための加熱を行うような製造方法を採用する場合に、当該活性化のための加熱時に赤外線吸収部の赤外線吸収特性が変化することを防止することができる。

【手続補正 3 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 9 1】

信号処理回路 1 9 は、上記増幅回路、上記増幅回路の後段のウィンドウコンパレータなどが集積化されており、赤外線検出部 1 3 および信号処理回路 1 9 が貫通孔配線 1 5 を介して外部接続用電極 1 6 と電気的に接続され、外部接続用電極 1 6 がパンプ 6 を介して回路基板 5 の導体パターン（図示せず）と接合されている。

【手続補正 3 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 9 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 9 3 】

なお、他の実施形態 1 ~ 6 においても信号処理回路 1 9 を熱型赤外線検出素子 1 に一体に形成してもよいことは勿論である。また、実施形態 4 ~ 7 においても、実施形態 3 にて説明した赤外線反射膜 2 5 (図 5 参照) や高濃度不純物ドーピング層 2 6 (図 6、図 7 (d) 参照) のような赤外線吸収部などを設けてもよい。