

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4975669号  
(P4975669)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月20日(2012.4.20)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 1 J 1/02 (2006.01)**  
 GO 1 J 1/02 C  
 GO 1 J 1/02 Q  
 GO 1 J 1/02 R

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-78212 (P2008-78212)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝
(22) 出願日	平成20年3月25日 (2008.3.25)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2009-229401 (P2009-229401A)	(74) 代理人	100075812 弁理士 吉武 賢次
(43) 公開日	平成21年10月8日 (2009.10.8)	(74) 代理人	100082991 弁理士 佐藤 泰和
審査請求日	平成23年1月19日 (2011.1.19)	(74) 代理人	100096921 弁理士 吉元 弘
		(74) 代理人	100103263 弁理士 川崎 康
		(72) 発明者	本 多 浩 大 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 赤外線検出器およびこの赤外線検出器を備えた固体撮像素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体基板と、  
 前記半導体基板上に設けられた読み出し配線部と、  
 前記半導体基板の表面部分に形成された凹部の上方に配置され、前記読み出し配線部と電気的に接続された接続配線を有する支持構造部と、  
 前記凹部の上方に配置され、前記支持構造部によって支持されたセル部と、  
 を備え、前記セル部は、  
 入射された赤外線を吸収する赤外線吸収層と、  
 前記支持構造部と電気的に接続されると共に、前記赤外線吸収層と電気的に絶縁され、  
 前記セル部の温度変化を検出することにより、電気信号を生成する複数の熱電変換素子と、  
 を有し、  
 複数の前記熱電変換素子のそれぞれは、半導体層と、前記半導体層に離間して形成されたp型シリコン層およびn型シリコン層と、前記p型シリコン層と前記n型シリコン層との間の前記半導体層上に形成されたポリシリコン層とを有していることを特徴とする赤外線検出器。

【請求項2】

前記ポリシリコン層、前記p型シリコン層、および前記n型シリコン層のいずれかあるいは全ての表面に金属シリサイドが形成されていることを特徴とする請求項1記載の赤外

線検出器。

【請求項 3】

前記金属シリサイドは、複数の熱電変換素子間を直列接続するための配線を兼ねていることを特徴とする請求項 2 記載の赤外線検出器。

【請求項 4】

前記半導体層は、前記 p 型シリコン層または前記 n 型シリコン層より低濃度の p 型シリコン層または n 型シリコン層であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の赤外線検出器。

【請求項 5】

複数の前記熱電変換素子間は絶縁膜によって分離されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の赤外線検出器。

10

【請求項 6】

複数の前記熱電変換素子間には、前記半導体層が存在し、前記半導体層上にシリサイド層が形成され、このシリサイド層によって、複数の前記熱電変換素子が直列に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の赤外線検出器。

【請求項 7】

マトリクス状に配列された請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の赤外線検出器と、前記赤外線検出器のそれぞれの検出信号を選択して順次読み出す読み出し回路と、を備えていることを特徴とする固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、赤外線検出器およびこの赤外線検出器を備えた固体撮像素子に関する。

【背景技術】

【0002】

主に、 $8\ \mu\text{m} \sim 12\ \mu\text{m}$  帯の赤外線に対応する赤外線センサは、特に室温近傍の物体から放射される赤外線に感度が高いことから、セキュリティカメラ、車載前方監視カメラへの応用が始まっている。近年、MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) プロセスの発展に伴って、素子を冷却することなく赤外線を感知する「熱型」の赤外線センサが主流となりつつある。

30

【0003】

非冷却の赤外線センサは、遠赤外線用のレンズ(主に、Ge レンズ)によって集光された赤外線を、アレイ化され、半導体基板から熱的に隔離されたセルによって吸収し、生じたセルの熱上昇を熱電変換して電気信号として読み出し、イメージ化するというものである。

【0004】

熱電変換素子として、近年、シリコン pn 接合ダイオードを用いる例がある。これは、pn 接合の順方向特性が温度変化に応じて変化することを利用したものである。pn 接合に順方向定電流を流したときに、赤外線吸収により画素温度が上昇すると、pn 接合の順方向電圧が下がる。この効果は、pn 接合の直列接続数に比例するため、例えば 6 個から 10 個程度の pn 接合を 1 セル内に形成し、配線接続するものである。

40

【0005】

熱型赤外線センサのセルにおいて、入射赤外線に高速で応答することができるように、pn 接合間の配線をアルミニウム等で形成すること、及びこの配線とシリコン表面とを接続するコンタクトプラグをタンゲステン等で形成することの代わりに、シリコン表面をシリサイド化(シリコンを金属化)することにより、セル内の配線層を簡略化する技術が特許文献 1 に開示されている。

【特許文献 1】特開 2003 - 65842 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 6 】

この特許文献 1 に記載された技術では、配線層の簡略化によってセルの熱容量を下げ、高速応答が可能な熱型赤外線センサを提案しているが、赤外線吸収層で吸収しきれなかった赤外線が、セルの大部分を占める、シリサイドの形成されていないシリコン層を透過してしまい、十分に感度を稼ぐことが出来ないという問題がある。また、この特許文献 1 に記載された技術には、標準的な半導体プロセスに、選択的にシリサイドを形成するためのプロセスや、pn 接合を形成するプロセスが必要となり、製造コストが高くなるという問題がある。

## 【 0 0 0 7 】

本発明は、上記事情を考慮してなされたものであって、セルに入射した赤外線を効率よく吸収し、低コストで製造することができる赤外線検出器およびこの赤外線検出器を備えた固体撮像素子を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 8 】

本発明の第 1 の態様による赤外線検出器は、半導体基板と、前記半導体基板上に設けられた読み出し配線部と、前記半導体基板の表面部分に形成された凹部の上方に配置され、前記読み出し配線部と電気的に接続された接続配線を有する支持構造部と、前記凹部の上方に配置され、前記支持構造部によって支持されたセル部と、を備え、前記セル部は、入射された赤外線を吸収する赤外線吸収層と、前記支持構造部と電気的に接続されると共に、前記赤外線吸収層と電気的に絶縁され、前記セル部の温度変化を検出することにより、電気信号を生成する複数の熱電変換素子と、を有し、複数の前記熱電変換素子のそれぞれは、半導体層と、前記半導体層に離間して形成された p 型シリコン層および n 型シリコン層と、前記 p 型シリコン層と前記 n 型シリコン層との間の前記半導体層上に形成されたポリシリコン層とを有していることを特徴とする。

## 【 0 0 0 9 】

また、本発明の第 2 の態様による固体撮像素子は、マトリクス状に配列された第 2 の態様による赤外線検出器と、前記赤外線検出器のそれぞれの検出信号を選択して順次読み出す読み出し回路と、を備えていることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 0 】

本発明によれば、セルに入射した赤外線を効率よく吸収し、低コストで製造することができる赤外線検出器およびこの赤外線検出器を備えた固体撮像素子を提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 1 】

(第 1 実施形態)

本発明の第 1 実施形態による赤外線検出器を図 1 および図 2 に示す。図 1 は本実施形態の赤外線検出器の断面図であり、図 2 は、図 1 に示す切断面 A - A より下をみた場合の平面図である。なお、図 1 は、図 2 に示す切断線 B - B で切断した断面図である。

## 【 0 0 1 2 】

本実施形態の赤外線検出器 1 は、支持基板 3、埋め込み酸化膜 4、および低濃度の p 型のシリコン（以下、p<sup>-</sup>型シリコンともいう）からなる SOI 層 5 を有する SOI 基板 2 に形成されている。この SOI 層 5 には、後述する複数の熱電変換素子 11 a、11 b が形成され、熱電変換素子 11 a、11 b 以外の SOI 層は、例えば、二酸化シリコンからなる素子分離領域 20 に置き換えられている。支持基板 3 の埋め込み酸化膜 4 側に空洞部（凹部）14 が設けられ、この空洞部 14 の上の埋め込み酸化膜 4、素子分離領域 20 上にセル部 10 が設けられている。このセル部 10 は、複数の熱電変換素子 11 a、11 b と、絶縁層 24 と、コンタクト 15 2 と、配線 15 4 と、絶縁層 26 と、赤外線吸収層 10 1 とを備えている。

## 【 0 0 1 3 】

熱電変換素子 11a は、p<sup>-</sup>型シリコンからなる SOI 層 5 に離間して形成された p 型シリコン層 110a および n 型シリコン層 111a と、p 型シリコン層 110a と n 型シリコン層 111a との間の p<sup>-</sup>型シリコン層 5 上に形成されたポリシリコン層 112a とを備えている。同様に、熱電変換素子 11b は、p<sup>-</sup>型シリコン層 5 に離間して形成された p 型シリコン層 110b および n 型シリコン層 111b と、p 型シリコン層 110b と n 型シリコン層 111b との間の p<sup>-</sup>型シリコン層 5 上に形成されたポリシリコン層 112b とを備えている。したがって、熱電変換素子 11a の pn 接合は p<sup>-</sup>型シリコン層 5 と n 型シリコン層 111a の境界となり、熱電変換素子 11b の pn 接合は p<sup>-</sup>型シリコン層 5 と n 型シリコン層 111b の境界となる。

#### 【0014】

p 型シリコン層 110a、n 型シリコン層 111a、p 型シリコン層 110b、および n 型シリコン層 111b の表面にはシリサイド層 114 が形成され、ポリシリコン層 112a およびポリシリコン層 112b の表面にはシリサイド層 113 が形成されている。シリサイド層はコンタクト 152 を介して配線 154 に接続される。そして、本実施形態においては、熱電変換素子 11a、11b は、コンタクト 152 および配線 154 を介して直列に接続されている。なお、図 2 からわかるように、本実施形態においては、4 個の熱電変換素子が直列に接続されている。しかし、ポリシリコン層 112a、112b の表面に形成されたシリサイド層 113 と、p 型シリコン層 110a、n 型シリコン層 111a、p 型シリコン層 110b、および n 型シリコン層 111b の表面に形成されたシリサイド層 114 とは電氣的に接続されていない。これらのシリサイド層 113、114 は、入射した赤外線を反射し、再び後述する赤外線吸収層 101 にて吸収するための反射層として機能する。

#### 【0015】

熱電変換素子 11a、11b および素子分離領域 20 を覆うように絶縁層 24 が設けられ、この絶縁層 24 に熱電変換素子 11a、11b と電氣的に接続するコンタクト 152 が設けられている。また、絶縁層 24 上にはコンタクト 152 に接続する配線 154 が形成されている。この配線 154 および絶縁層 24 を覆うように絶縁層 26 が形成されている。この絶縁層 26 上に赤外線吸収層 101 が設けられている。この赤外線吸収層 101 は、空洞部 14 の外側の SOI 基板の領域（周辺回路が形成される領域）まで延びている。

#### 【0016】

セル部 10 は、セル部 10 の周辺の空洞部 14 上に設けられた支持構造部によって支持されている。支持構造部は、セル部 10 の周囲に交差しないように配置された第 1 支持部 12a と、第 2 支持部 12b とを有している。セル部 10 と、第 1 支持部 12a および第 2 支持部 12b の間には空洞部 14 に通じる開口 13 が設けられている。第 1 および第 2 支持部 12a、12b のそれぞれは、素子分離領域 20 上に設けられた接続配線 121a、121b と、これらの配線 121a、121b を覆う保護膜 122a、122b を備えている。第 1 および第 2 支持部 12a、12b の一端は絶縁膜 24 に連結され、他端は、後述する保護膜 28 に連結されている。第 1 および第 2 支持部 12a、12b の接続配線 121a、121b はそれぞれ、一端が絶縁膜 24 中に設けられた図示しないコンタクトを介して配線 154 と電氣的に接続され、他端が後述する読み出し配線 28 と電氣的に接続されている。したがって、接続配線 121a、121b の上記一端は、上記コンタクト、配線 154、およびコンタクト 152 を介して熱電変換素子 11a、11b と電氣的に接続される。また、空洞部 14 が形成された領域を除いた素子分離 20 上には保護膜 28 が設けられ、この保護膜 28 内に読み出し配線 27 が形成されている。

#### 【0017】

本実施形態の赤外線検出器は、赤外線吸収層 101 に入射した長波長光を吸収し、生じた熱エネルギー Pa により自身の温度を上昇させる。ここで、本実施形態の赤外線検出器は真空中で動作させるため、セル部 10 からの熱の逃げ道は第 1 および第 2 支持部 12a、12b からなる支持構造部のみとなる。したがって、セル部 10 の断熱性はこの支持構

10

20

30

40

50

造部の熱コンダクタンスによって決定され、支持構造部の長さを長くすればするほど、また細くすればするほど断熱性は向上する。

【0018】

支持構造部全体の熱コンダクタンスを  $G_{th}$  とすると、上記において生じた熱エネルギーによってセル部10の温度は、

【数1】

$$\Delta T = \frac{P_a}{G_{th}} \{1 - \exp(-tG_{th}/C_{th})\} \dots (1)$$

にしたがって上昇していく。ここで、 $t$  は光入射開始後の経過時間、 $C_{th}$  はセル部10の熱容量である。セル部10の温度は下記の(2)式で表される熱時定数で定常状態になる。

【数2】

$$\tau = C_{th}/G_{th} \dots (2)$$

(2)式によって与えられる熱時定数が、熱型赤外線検出器における応答速度となる。

【0019】

セル部10のサイズを1辺30 $\mu$ m程度の正方形、高さを4 $\mu$ m~5 $\mu$ m程度としたとき、また支持構造部が第1および第2支持部の2本が形成され、支持構造部の保護膜122a、122bの正方形の断面サイズを1 $\mu$ m程度、支持構造部の長さ(すなわち、セル部10から読み出し配線27の保護膜28に至る長さ)を70 $\mu$ m程度としたとき、上記熱時定数はおおよそ20msec~50msec程度となる。

【0020】

ここで、赤外線受光によるセル部10の温度上昇分  $T_{IR}$  は、

【数3】

$$\Delta T_{IR} = \frac{P_a}{G_{th}} \dots (3)$$

で与えられる。

【0021】

セル部10の温度上昇  $T_{IR}$  は、セル部10の下層に構成された熱電変換素子11a、11bによって検出される。

【0022】

本実施形態においては熱電変換素子11a、11bにpn接合ダイオードを用いており、ダイオードを直列に複数接続することで、熱上昇に対する抵抗変化総量が大きくなることを利用している。ダイオードの接続個数は多ければ多いほど感度が高いことになる。

【0023】

ダイオードで生じた信号電圧を出力するには、直列に接続された熱電変換素子11a、11bに、読み出し配線27および接続配線121a、121bを介して一定電流を流し、その状態で両端電圧の変化をみる方法が簡便である。

【0024】

この駆動方法では熱電変換率は  $dV/dT$  で表され、セル部10の温度上昇  $T$  によって電圧変化  $dV$  が発生する。したがって定常状態では、セル部10から

【数4】

$$dV = \Delta T \cdot \frac{dV}{dT} = \frac{P_a}{G_{th}} \frac{dV}{dT} \dots (4)$$

で表される電圧信号が出力される。この電圧の変化の特性を図3に示す。

【0025】

本実施形態に係る熱電変換素子11a、11bの構成は、通常のトランジスタのゲート

10

20

30

40

50

形成工程、ソースドレイン形成工程を用いて形成することが出来、平面的な p n 接合のプロファイルをポリシリコン 1 1 2 a、1 1 2 b のパターンによってセルフアラインで決定することができる。このことを、本実施形態の赤外線検出器の製造方法を以下に説明する。

【 0 0 2 6 】

本実施形態の赤外線検出器の製造工程を図 4 乃至図 1 1 に示す。

【 0 0 2 7 】

まず、図 4 に示すように、S O I 基板 2 の S O I 層 4 に素子分離領域 2 0 を形成し、残った S O I 層 5 上に p n 接合が形成されることになる。ここで S O I 基板 2 は S O I 層 5、埋め込み酸化膜 4、及び支持基板 3 の積層構造となっている。続いて、ポリシリコンを堆積し、パターニングすることにより、ポリシリコン層 1 1 2 a、1 1 2 b および接続配線 1 2 1 a、1 2 1 b を形成する。

10

【 0 0 2 8 】

次に、図 5 に示すように、S O I 層 5 に対して p 型不純物及び n 型不純物のイオン注入を行う。各イオン注入は、ポリシリコン層 1 1 2 a、1 1 2 b をマスクとして用いて行う。例えば、図 5 中の p 型シリコン層 1 1 0 a のポリシリコン側はポリシリコン層 1 1 2 a をマスクとして用い、逆側はフォトマスクを用いて画定する。これにより、p 型シリコン層 1 1 0 a と n 型シリコン層 1 1 1 a との間隔がポリシリコン層 1 1 2 a の大きさによってセルフアラインで決定されるとともに p 型シリコン層 1 1 0 b と n 型シリコン層 1 1 1 b との間隔がポリシリコン層 1 1 2 b の大きさによってセルフアラインで決定されることになり、製造ばらつきを完全になくすことができる。

20

【 0 0 2 9 】

引き続き、通常のトランジスタと同様にポリシリコンにサイドウォールを形成し（図示していない）、ポリシリコン層 1 1 2 a、1 1 2 b の表面にサリサイド層 1 1 3 を形成するとともに p 型シリコン層 1 1 0 a、1 1 0 b および n 型シリコン層 1 1 1 a、1 1 1 b の表面にサリサイド層 1 1 4 を形成する（図 6）。サリサイド層の形成は、例えば、T i 薄膜をシリコン上に製膜し、アニール処理を施すことによって、シリコンと T i がアロイ化してなされ、シリコン表面を低抵抗化することができる。

【 0 0 3 0 】

次に、図 7 に示すように、コンタクト 1 5 2 および配線 1 5 4、2 7 を形成する。まず、S i O<sub>2</sub> 等の絶縁膜 2 4 を成膜し、絶縁膜 2 4 にコンタクトホールを形成し、このコンタクトホールにタングステン等の金属材料を埋め込み、コンタクト 1 5 2 を形成する。さらに配線材料膜をアルミニウム等で成膜し、この配線材料膜をパターニングすることにより、配線 1 5 4、2 7 を形成する。最後に絶縁膜 2 6 で配線 1 5 4、2 7 を埋めることによって、図 7 に示す断面形状となる。

30

【 0 0 3 1 】

次に、図 8 に示すように、開口 1 3 を、R I E (Reactive Ion Etching) を用いて形成する。開口 1 3 によって第 1 および第 2 支持部 1 2 a、1 2 b の平面形状が決定されることになる。続いて第 1 および第 2 支持部 1 2 a、1 2 b の上面の絶縁膜 2 8 に対して R I E を行い、薄膜化した絶縁膜 2 8 a とする。これにより、第 1 および第 2 支持部 1 2 a、1 2 b における、支持基板 3 の表面に垂直な方向の断面積が低下し、最終的な断熱性が向上する。

40

【 0 0 3 2 】

引き続き、赤外線吸収層 1 0 1 を形成する。赤外線吸収層 1 0 1 は、図 1 からわかるように第 1 および第 2 支持部 1 2 a、1 2 b 及び配線 1 1 3 の上方に張り出した形状となっているため、土台を形成する必要がある。そこで、図 9 に示すように、全面に犠牲層 9 2 を成膜し、開口 1 3 を埋め込む。犠牲層 9 2 は、例えばアモルファスシリコンやポリシリコンなど、セル外面を構成する絶縁膜 ( S i O<sub>2</sub> 等 ) とエッチング選択比のよい材料であればよい。

【 0 0 3 3 】

50

次に、図10に示すように、犠牲層92にコンタクトホール93をRIEにより形成し、図11に示すように赤外線吸収層101を成膜する。この状態では赤外線吸収層101はセル部10の上面には接続されているが、隣のセルと繋がった状態となっているため、画セル間の分離のため図11に示す矢印で示した箇所にエッチングをおこない、犠牲層92を露出させる。その後、例えばTMAHなどのエッチング溶液を用いて、犠牲層92及びセル部10の直下の支持基板3をエッチングし、図1に示す断面構造が完成し、本実施形態の赤外線検出器を形成される。

#### 【0034】

以上説明したことから分かるように、本実施形態の赤外線検出器は、通常のCMOSプロセスにpn接合形成のためのプロセスを追加することがなく、低コストにて製造可能である。また、ダミーのポリシリコンを用いたセルフアラインのイオン注入により、マスク合わせずれの影響を回避することができるため、製造歩留まりが大幅に向上する。

#### 【0035】

また、本実施形態においては、赤外線吸収層101が、セル部10覆っているためセル部に入射した赤外線を、より多く吸収することができる。また、セル部10を支持している第1および第2支持部の長さを可及的に長くするとともにその断面積を小さくすることが可能となるので、断熱性が向上して吸収した赤外線の熱の散逸を可及的に防止することができるので、吸収した赤外線を効率よく吸収することが可能となる。

#### 【0036】

##### (第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態による赤外線検出器を図12に示す。本実施形態の赤外線検出器1は、図1に示す第1実施形態に赤外線検出器において、熱電変換素子11aと、熱電変換素子11bとの間に素子分離領域20を形成しないでSOI層5とし、このSOI層5と、n型シリコン層111aと、p型シリコン層110bの表面にシリサイド層114aを形成することにより、熱電変換素子11aと、熱電変換素子11bとを直列に接続する構成とした。このため、配線154やコンタクト152が不要となるので、セル部10の熱容量を大幅に低下させることができ、熱時定数を低減させることが可能となってセル部10の熱的な応答を速くすることができる。

#### 【0037】

##### (第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態による赤外線検出器を、図13を参照して説明する。図13は、本実施形態の赤外線検出器における熱電変換素子11a、11bの上面図である。

#### 【0038】

本実施形態の赤外線検出器は、第1または第2実施形態の赤外線検出器において、熱電変換素子11a、11bのp型シリコン層110a、110bと、n型シリコン層111a、111bとの間の領域上に形成されるポリシリコン層112a、112bを九十九折り状に形成し、ポリシリコン層112a、112bでそれぞれ隔離されたp型シリコン層110a、110bと、n型シリコン層111a、111bがそれぞれ櫛歯形状となるように形成した構成となっている。

#### 【0039】

このような構造を採用することにより、第1または第2実施形態の赤外線検出器のレイアウトと比較してpn接合面積が増大し、pn接合間に流れる順方向電流を増大させることができる。ポリシリコン層112a、112b直下の半導体層がp型(低濃度p<sup>-</sup>)である場合、pn接合はn型シリコン層111a、111b側となる。pn接合の面積は、n型シリコン層111a、111bとポリシリコン層112a、112bとの接する九十九折りの長さに、n型シリコン層111a、111bの不純物拡散深さを乗算したものとなる。接合面積は、九十九折りの長さが長ければ長いほど、またn型シリコン層の拡散層の深さが深ければ深いほど大きくなる。これにより、同じ順方向電圧を印加したときの順方向電流が大きくなる。

#### 【0040】

10

20

30

40

50

ダイオードの順方向電流  $I_f$  は、順方向電圧  $V_f$  を用いて  
【数 5】

$$I_f = A \cdot I_s \cdot \{\exp(qV_f / kT) - 1\} \cdot \dots \quad (5)$$

と表される。ここで  $A$  は  $p-n$  接合面積、 $I_s$  は  $V_f$  に依存しない飽和電流、 $q$  は電荷素量、 $k$  はボルツマン定数、 $T$  は絶対温度である。この (5) 式からわかるように、 $I_f$  は  $A$  に比例するため、 $I_f$  を高めるには接合面積を拡大することが重要である。

【0041】

ある  $V_f$  に対して、高い  $I_f$  が得られるということは、逆に、ある定電流を流すために必要な  $V_f$  が低下するということであり、特に  $p-n$  接合を直列に多数接続する場合は、駆動電圧の低減につながる。また、 $V_f$  が低下すると、下記の (6) で表される熱電変換効率が向上する。

【数 6】

$$\frac{dV}{dT} = \frac{1.21 - V_f}{T} \cdot \dots \quad (6)$$

【0042】

本実施形態の赤外線検出器を作製するためには、ポリシリコン層 112a, 112b、 $p$  型シリコン層 110a, 110b、 $n$  型シリコン層 111a, 111b の平面フォトマスクレイアウトを変更し、第 1 実施形態と同様のプロセスを行えばよい。

【0043】

なお、第 1 乃至第 3 実施形態においては、SOI 層 5 は、 $p$  型シリコン層 110a、110b よりも低濃度の  $p$  型シリコン層であったが、 $n$  型シリコン層 111a、111b よりも低濃度の  $n$  型シリコン層であってもよい。この場合、 $p-n$  接合は、低濃度の  $n$  型シリコン層と  $p$  型シリコン層 110a、110b との間に形成される。

【0044】

(第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態による固体撮像素子を、図 14 に示す。本実施形態の固体撮像素子は、第 1 乃至第 3 実施形態のいずれかの赤外線検出器を用いて構成したものである。

【0045】

本実施形態による固体撮像素子 40 は、マトリクス状に配列された第 1 乃至第 3 実施形態のいずれかの赤外線検出器 1 と、これら赤外線検出器 1 を行単位で選択する垂直選択回路 43 と、複数の赤外線検出器 1 の各列に対応して設けられる複数の増幅回路 41 と、これら増幅回路 41 の出力を順に選択する水平選択回路 42 と、を有している。

【0046】

固体撮像素子 40 内の垂直選択回路 43 によって、1 行単位で赤外線検出器 1 の出力信号が選択され、この垂直選択回路 43 で選択された特定の行の赤外線検出器 1 の出力信号を水平選択回路 42 によって順次選択されて読み出し回路 44 に送出される。そして、この読み出し回路 44 において、ノイズ減算処理および積分処理された後、A/D 変換され、その後、信号処理されて外部に出力される。

【0047】

このように構成された第 4 実施形態の固体撮像素子によれば、第 1 乃至第 3 実施形態による赤外線検出器 1 をマトリクス状に配列したことにより、セルに入射した赤外線を効率よく吸収し、低コストで製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図 1】本発明の第 1 実施形態による赤外線検出器の断面図。

【図 2】第 1 実施形態の赤外線検出器の平面図。

【図 3】第 1 実施形態の赤外線検出器の特性を示す図。

10

20

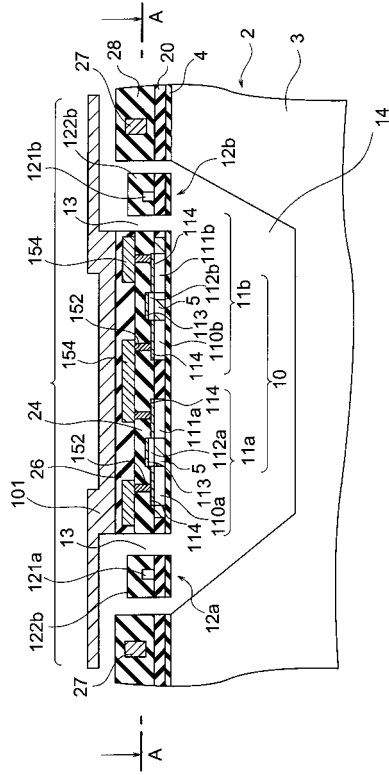
30

40

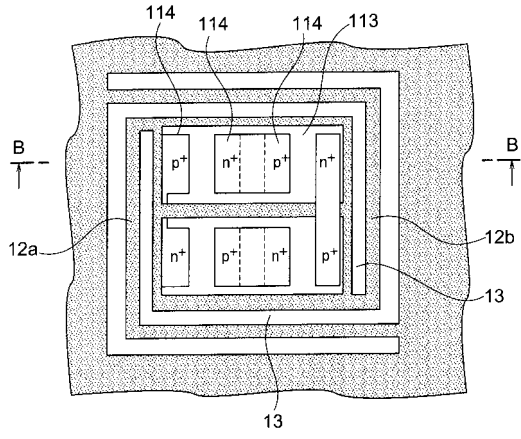
50

- 【図4】第1実施形態の赤外線検出器の製造工程を示す断面図。  
 【図5】第1実施形態の赤外線検出器の製造工程を示す断面図。  
 【図6】第1実施形態の赤外線検出器の製造工程を示す断面図。  
 【図7】第1実施形態の赤外線検出器の製造工程を示す断面図。  
 【図8】第1実施形態の赤外線検出器の製造工程を示す断面図。  
 【図9】第1実施形態の赤外線検出器の製造工程を示す断面図。  
 【図10】第1実施形態の赤外線検出器の製造工程を示す断面図。  
 【図11】第1実施形態の赤外線検出器の製造工程を示す断面図。  
 【図12】第2実施形態の赤外線検出器の断面図。  
 【図13】第3実施形態の赤外線検出器に係る熱電変換素子の平面図。 10  
 【図14】第4実施形態の固体撮像素子のブロック図。
- 【符号の説明】
- 【0049】
- 1 赤外線検出器
  - 2 SOI基板
  - 3 支持基板
  - 4 埋め込み酸化膜
  - 5 SOI層(p<sup>-</sup>シリコン層)
  - 10 セル部
  - 11a 熱電変換素子 20
  - 11b 熱電変換素子
  - 12a 第1支持部
  - 12b 第2支持部
  - 13 開口
  - 20 素子分離領域
  - 24 絶縁膜
  - 26 絶縁膜
  - 27 読み出し配線
  - 28 保護膜
  - 40 固体撮像素子 30
  - 41 増幅回路
  - 42 水平選択回路
  - 43 垂直選択回路
  - 44 読み出し回路
  - 101 赤外線吸収層
  - 110a p型シリコン層
  - 110b p型シリコン層
  - 111a n型シリコン層
  - 111b n型シリコン層
  - 112a ポリシリコン層 40
  - 112b ポリシリコン層
  - 113 シリサイド層
  - 114 シリサイド層
  - 121a 接続配線
  - 121b 接続配線
  - 122a 保護膜
  - 122b 保護膜
  - 152 コンタクト
  - 154 配線

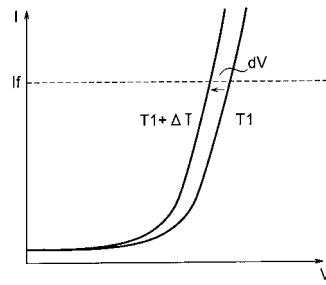
【 図 1 】



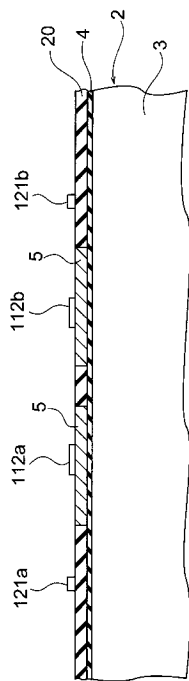
【 図 2 】



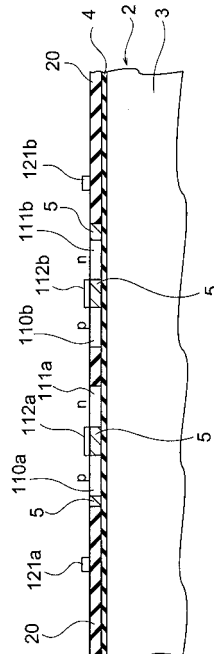
【 図 3 】



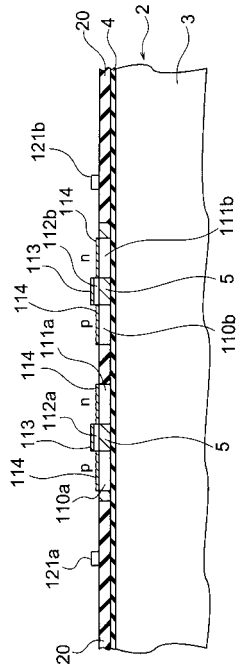
【 図 4 】



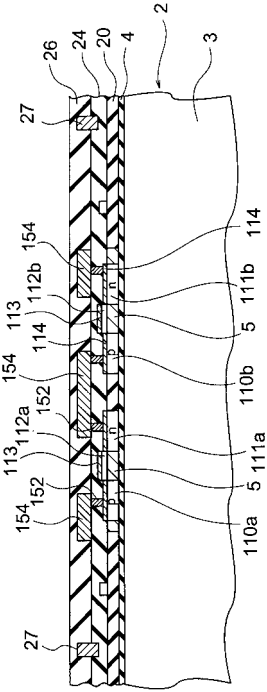
【 図 5 】



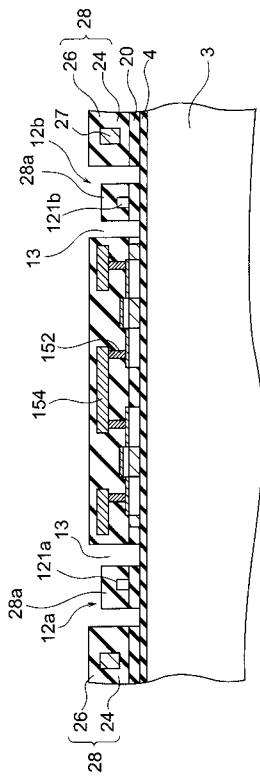
【 図 6 】



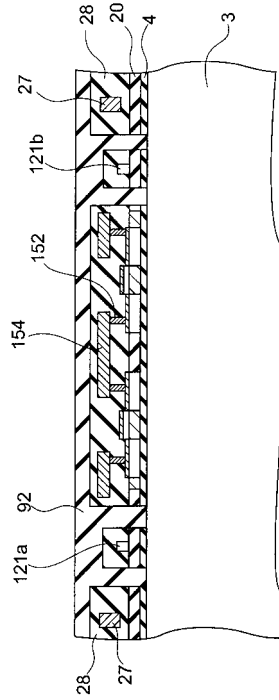
【 図 7 】



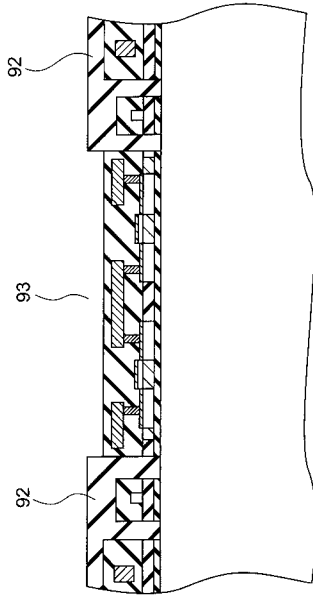
【 図 8 】



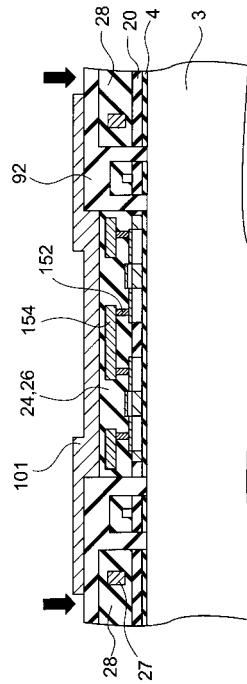
【 図 9 】



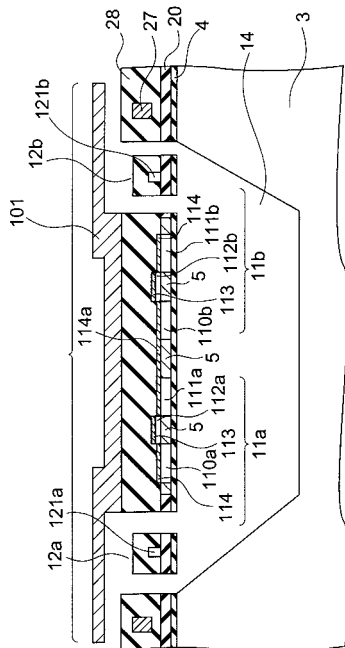
【図 10】



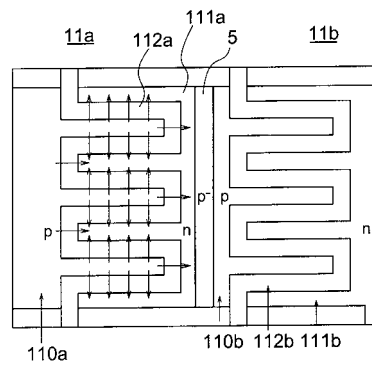
【図 11】



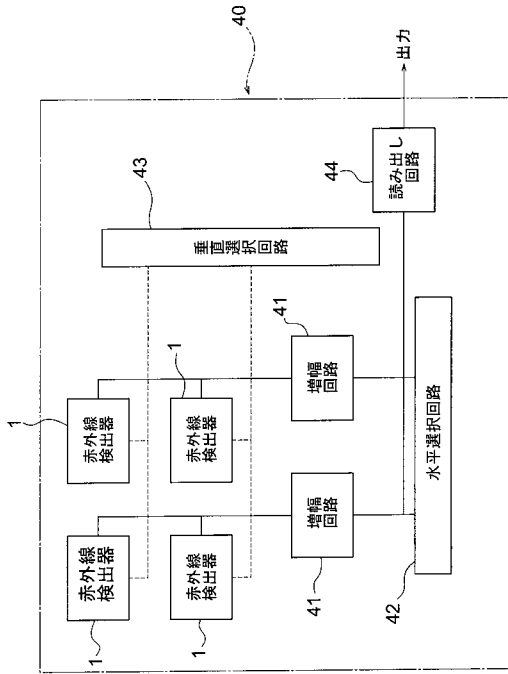
【図 12】



【図 13】



【図14】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 舟 木 英 之  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 藤 原 郁 夫  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 中村 祐一

- (56)参考文献 特開2003-065842(JP,A)  
特開2006-086465(JP,A)  
特開2005-009998(JP,A)  
特開2003-106894(JP,A)  
特開2001-281051(JP,A)  
特開2001-267542(JP,A)  
特開2000-088640(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01J1/00-1/60  
JSTPlus(JDreamII)