

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6038771号  
(P6038771)

(45) 発行日 平成28年12月7日(2016.12.7)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016.11.11)

(51) Int.Cl.	F 1		
HO 1 L 35/32	(2006.01)	HO 1 L	35/32
HO 1 L 35/14	(2006.01)	HO 1 L	35/14
HO 1 L 35/34	(2006.01)	HO 1 L	35/34

請求項の数 16 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-502561 (P2013-502561)
(86) (22) 出願日	平成22年12月23日 (2010.12.23)
(65) 公表番号	特表2013-524506 (P2013-524506A)
(43) 公表日	平成25年6月17日 (2013.6.17)
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/062055
(87) 国際公開番号	W02011/126530
(87) 国際公開日	平成23年10月13日 (2011.10.13)
審査請求日	平成25年12月12日 (2013.12.12)
(31) 優先権主張番号	12/750,408
(32) 優先日	平成22年3月30日 (2010.3.30)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	390020248 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社 東京都新宿区西新宿六丁目24番1号
(73) 特許権者	507107291 テキサス インスツルメンツ インコーポ レイテッド アメリカ合衆国 テキサス州 75265 -5474 ダラス メイル ステイショ ン 3999 ピーオーボックス 655 474
(74) 上記1名の代理人	100098497 弁理士 片寄 恒三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体熱電対及びセンサ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

基板と、

前記基板の第1の部分の上に形成される薄い誘電体層と、

前記基板の第2の部分の上に形成される厚い誘電体層と、

少なくとも前記薄い誘電体層の一部の上に延在する第1の導電性層の第1の部分であって、前記第1の導電性層が第1のゼーベック係数を有する第1の材料で作られる、前記第1の導電性層の第1の部分と、

少なくとも前記厚い誘電体層の一部の上に延在し、前記第1の導電性層の第1の部分から延びる前記第1の導電性層の第2の部分と、

前記薄い誘電体層と前記厚い誘電体層のそれぞれの少なくとも一部の上に延在する第2の導電性層であって、前記第2の導電性層と前記基板との間に垂直的な温度勾配を作るよう前記第2の導電性層が赤外線放射を受け取るように構成される、前記第2の導電性層と、

前記第2の導電性層と前記第1の導電性層の前記第2の部分との間に形成され、前記第1のゼーベック係数よりも小さい第2のゼーベック係数を有する導電性バスと、

前記第1の導電性層の前記第1の部分に結合される第1の相互接続バスと、

前記第1の導電性層の前記第2の部分に前記導電性バスを介して結合される第2の相互接続バスであって、相互接続層を含み、前記相互接続層が前記導電性バスよりも高い熱インピーダンスを有する、前記第2の相互接続バスと、

10

20

を含む、装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記第 1 の導電性層がポリシリコンで形成され、前記薄い誘電体層と前記厚い誘電体層とが二酸化シリコンで形成され、前記第 2 の導電性層がアルミニウム又は銅で形成されるメタライゼーション層であり、前記薄い誘電体層が 10 nm から 12 nm の間である、装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の装置であって、

前記厚い誘電体層が 200 nm から 220 nm の間のフィールド酸化物層である、装置 10  
。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の装置であって、

前記第 1 の導電性層の前記第 1 の部分の少なくとも一部の上に延在する第 3 の導電性層の第 1 の部分と、

前記第 1 の導電性層の前記第 2 の部分の少なくとも一部の上に延在し、前記第 3 の導電性層の前記第 1 の部分から分離されている前記第 3 の導電性層の第 2 の部分と、

前記第 1 の導電性層の前記第 1 の部分と前記第 3 の導電性層の前記第 1 の部分との間に形成される第 1 の導電性バイアと、

前記第 1 の導電性層の前記第 2 の部分と第 3 の導電性層の前記第 2 の部分との間に形成される第 2 の導電性バイアと、 20

互いに分離されている第 4 の導電性層の第 1 、第 2 及び第 3 の部分と、

前記第 3 の導電性層の前記第 1 の部分と前記第 4 の導電性層の前記第 1 の部分との間に形成される第 3 の導電性バイアと、

前記第 4 の導電性層の前記第 3 の部分と前記相互接続層との間に形成される第 4 の導電性バイアと、

前記相互接続層と前記第 4 の導電性層の前記第 2 の部分との間に形成される第 5 の導電性バイアと、

前記第 3 の導電性層の前記第 2 の部分と前記第 4 の導電性層の前記第 2 の部分との間に形成される第 6 の導電性バイアと、 30

前記第 4 の導電性層の前記第 2 の部分と前記第 2 の導電性層との間に形成される第 7 の導電性バイアと、

を更に含み、

前記第 2 の導電性バイアと、前記第 3 の導電性層の前記第 2 の部分と、前記第 6 の導電性バイアと、前記第 4 の導電性層の前記第 2 の部分と、前記第 7 の導電性バイアとが、前記導電性バスの少なくとも一部を形成し、前記第 4 の導電性層の第 3 の部分と、前記第 4 の導電性バイアと、前記相互接続層と、前記第 5 の導電性バイアと、第 4 の導電性層の前記第 2 の部分とが、前記第 2 の相互接続バスの少なくとも一部を形成し、前記第 1 の導電性バイアと、前記第 3 の導電性層の前記第 1 の部分と、前記第 3 の導電性バイアと、前記第 4 の導電性層の前記第 1 の部分とが、前記第 1 の相互接続バスの少なくとも一部を形成する、装置。 40

【請求項 5】

請求項 4 に記載の装置であって、

前記第 3 及び第 4 の導電性層がそれぞれアルミニウム又は銅で形成され、前記第 1 、第 2 、第 3 、第 4 、第 5 、第 6 及び第 7 の導電性バイアがアルミニウム又はタンゲステンで形成され、前記相互接続層が窒化チタンで形成される、装置

【請求項 6】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記第 1 の導電性層が第 1 の導電型の材料でドープされたポリシリコンで形成され、前記薄い誘電体層と前記厚い誘電体層とが二酸化シリコンで形成される、装置。 50

## 【請求項 7】

サーモパイルを形成するためにアレイ状に互いに結合される複数の熱電対を含む装置であって、

各熱電対が、

薄い誘電体層と、

厚い誘電体層と、

少なくとも前記薄い誘電体層の一部の上に延在する第1の導電性層の第1の部分であって、前記第1の導電性層が第1のゼーベック係数を有する第1の材料で作られる、前記第1の導電性層の第1の部分と、

少なくとも前記厚い誘電体層の一部の上に延在し、前記第1の導電性層の前記第1の部分から延びる前記第1の導電性層の第2の部分と、

前記薄い誘電体層と前記厚い誘電体層のそれぞれの少なくとも一部の上に延在する第2の導電性層であって、前記第2の導電性層と前記基板との間に垂直的な温度傾斜を作るよう前記第2の導電性層が赤外線放射を受け取るように構成される、前記第2の導電体層と、

前記第2の導電性層と前記第1の導電性層の前記第2の部分との間に形成され、前記第1のゼーベック係数よりも小さい第2のゼーベック係数を有する導電性パスと、

前記第1の導電性層の前記第1の部分に結合される第1の相互接続パスと、

前記第1の導電性層の前記第2の部分に前記導電性パスを介して結合される第2の相互接続パスであって、相互接続層を含み、前記相互接続層が前記導電性パスよりも高い熱インピーダンスを有する、前記第2の相互接続パスと、

を含む、装置。

## 【請求項 8】

請求項7に記載の装置であって、

前記第1の導電性層がポリシリコンで形成され、前記第2の導電性層がアルミニウム又は銅で形成されるメタライゼーション層であり、前記薄い誘電体層が10nmから12nmの間であり、前記薄い誘電体層と前記厚い誘電体層とが二酸化シリコンで形成される、装置。

## 【請求項 9】

請求項8に記載の装置であって、

前記厚い誘電体層が200nmから220nmの間のフィールド酸化物層である、装置。

## 【請求項 10】

請求項9に記載の装置であって、

各熱電対が、

前記第1の導電性層の前記第1の部分の少なくとも一部の上に延在する第3の導電性層の第1の部分と、

前記第1の導電性層の前記第2の部分の少なくとも一部の上に延在し、前記第3の導電性層の前記第1の部分から分離されている前記第3の導電性層の第2の部分と、

前記第1の導電性層の前記第1の部分と前記第3の導電性層の前記第1の部分との間に形成される第1の導電性バイアと、

前記第1の導電性層の前記第2の部分と前記第3の導電性層の前記第2の部分との間に形成される第2の導電性バイアと、

互いに分離されている第4の導電性層の第1、第2及び第3の部分と、

前記第3の導電性層の前記第1の部分と前記第4の導電性層の前記第1の部分との間に形成される第3の導電性バイアと、

前記第4の導電性層の前記第3の部分と前記相互接続層との間に形成される第4の導電性バイアと、

前記相互接続層と前記第4の導電性層の前記第2の部分との間に形成される第5の導電性バイアと、

10

20

30

40

50

前記第3の導電性層の前記第2の部分と前記第4の導電性層の第2の部分との間に形成される第6の導電性バイアと、

前記第4の導電性層の前記第2の部分と前記第2の導電性層との間に形成される第7の導電性バイアと、

を更に含み、

前記第2の導電性バイアと、前記第3の導電性層の前記第2の部分と、前記第6の導電性バイアと、前記第4の導電性層の前記第2の部分と、前記第7の導電性バイアとが、前記導電性バスの少なくとも一部を形成し、前記第4の導電性層の前記第3の部分と、前記第4の導電性バイアと、前記相互接続層と、前記第5の導電性バイアと、前記第4の導電性層の前記第2の部分とが、前記第2の相互接続バスの少なくとも一部を形成し、前記第1の導電性バイアと、前記第3の導電性層の前記第1の部分と、前記第3の導電性バイアと、前記第4の導電性層の前記第1の部分とが、前記第1の相互接続バスの少なくとも一部を形成し、前記第2の相互接続バスが各熱電対を近傍の熱電対に電気的に結合する、装置。  
10

【請求項11】

請求項10に記載の装置であって、

前記第3及び第4の導電性層がそれぞれアルミニウム又は銅で形成され、前記第1、第2、第3、第4、第5、第6、及び第7の導電性バイアがアルミニウム又はタンクステンで形成され、前記相互接続層が窒化チタンで形成される、装置。

【請求項12】

請求項8に記載の装置であって、

前記厚い誘電体層が200nmから220nmの間の分離領域である、装置。  
20

【請求項13】

請求項7に記載の装置であって、

前記サーモバイルに結合される増幅器と、

前記増幅器に結合されるアナログ・デジタル変換器(ADC)と、

前記ADCに結合されるデジタル線形化エンジンと、

前記デジタル線形化エンジンに結合されるインターフェースと、

を更に含む、装置。

【請求項14】

請求項13に記載の装置であって、

前記ADCがシグマ・デルタADCである、装置。  
30

【請求項15】

請求項14に記載の装置であって、

前記インターフェースがSMBus準拠インターフェースである、装置。

【請求項16】

請求項7に記載の装置であって、

前記第1の導電性層が第1の導電型の材料でドープされたポリシリコンで形成される、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、全般的に熱電対に関し、より具体的にはモノリシックに集積されたサーモバイルに関する。

【背景技術】

【0002】

図1を参照すると、参照番号100は、全般的に、従来のモノリシックに集積された又は「オンチップ」の熱電対を表す。熱電対100は全般的に、膜102を含み、膜102は、シリコン基板104内(典型的には「リム」と呼ばれる)に形成される窪み108の上にシリコン基板104から延在する2つの異なる熱導電性材料110及び112を含む  
40

10

20

30

40

50

。熱又は赤外線放射が膜102に印加されると、窪み108の上のエリアと「リム」(ここで基板104がヒートシンクとして動作する)との間の膜102内に熱的差分が生じる。そのため、読み取り可能であり信頼できる温度測定を確実にできるように、多くの熱電対100をサーモパイル内に配置することができる。

【0003】

しかしながら、熱電対100には多くの欠点がある。第1に、窪み108を形成するために用いられる深い選択的エッティングは非標準の製造ステップであり、製造コストを劇的に増大させる可能性がある。第2に、膜102は非常に脆弱であり、一般に特殊な扱い及びパッケージングを必要とし、一般に膜が圧力及び振動に対し敏感となる。加えて、膜102が脆弱であるため、膜のサイズが機械的に制限される。

10

【0004】

図2に移ると、別の代替サーモパイル200が見られる。サーモパイル200は、全般的に、シリコン基板104上に「蛇行」して配置される、材料の第1のセット202-1、202-2、202-3、及び202-4と、材料の第2のセット204-1、204-2、204-3、及び204-4とを含む。空気(又は別の液体)がサーモパイルを横切ると、サーモパイル200全体にわたって温度又は熱勾配が形成される。サーモパイル200の配置は、熱電対100のアレイを有するサーモパイルより機械的に耐久性があるが、サーモパイル200の感度は非常に低く、一般に広い面積を必要とするため、法外に高価になる。

【0005】

20

従来の熱電対及びサーモパイルのいくつかの他の例が、米国特許番号第3,393,328号、米国特許番号第5,059,543号、米国特許番号第5,343,064号、米国特許番号第6,531,899号、米国特許番号第6,565,254号、米国特許番号第6,793,389号、米国特許番号第6,987,223号、米国特許番号第7,042,690号、米国特許番号第7,282,712号、米国特許番号第7,406,185号、米国特許公開番号2009/0260669、Paul等による文献「商用CMOSテクノロジによる熱電赤外線イメージングマイクロシステム(Thermoelectric Infrared Imaging Microsystem by Commercial CMOS Technology)」Proceedings Eur. Solid-State Device Conf., Bordeaux, France, Sep. 8-10, 1998, pp. 52-55、及びLahiji等による文献「バッチ製造シリコンサーモパイル赤外線検出器(A Batch-Fabricated Silicon Thermopile Infrared Detector)」IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 29, No. 1, Jan. 1982, pp. 14-22に記載されている。

30

【発明の概要】

【0006】

40

したがって、本発明の例示の実施形態では装置が提供される。この装置は、基板、基板の第1の部分の上に形成される薄い誘電体層、基板の第2の部分の上に形成される厚い誘電体層、薄い誘電体層及び厚い誘電体層のそれぞれの少なくとも一部の上に延在し、第1のゼーベック係数を有する第1の材料で作られる第1の導電性層、少なくとも第1の導電性層及び薄い誘電体層の一部の上に延在し、第2のゼーベック係数を有する第2の材料で作られる第2の導電性層の第1の部分、少なくとも第1の導電性層及び厚い誘電体層の一部の上に延在する第2の導電性層の第2の部分、第1の導電性層と第2の導電性層の第1の部分との間に形成される第1の導電性バイア、及び第1の導電性層と第2の導電性層の第2の部分との間に形成される第2の導電性バイアを含む。

【0007】

本発明の例示の実施形態に従って、第1の導電性層がポリシリコンで形成され、薄い誘電体層及び厚い誘電体層が二酸化シリコンで形成される。第2の導電性層はアルミニウム

50

又が銅で形成されるメタライゼーション層であり、第1及び第2の導電性バイアがタンゲステン又がアルミニウムで形成され、薄い誘電体層が約10nmから約12nmの間である。

【0008】

本発明の例示の実施形態に従って、薄い誘電体層が約200nmから約220nmの間のフィールド酸化物層である。

【0009】

本発明の例示の実施形態に従って、この装置は、第2の導電性層の第1及び第2の部分のそれぞれの少なくとも一部の上に延在する第3の導電性層、第2の導電性層と第3の導電性層との間に形成され、第1の導電性バイアと全般的に同一境界を有する第3の導電性バイア、第2の導電性層と第3の導電性層との間に形成される第4の導電性バイアであつて、第3の導電性バイアが第2の導電性バイアと全般的に同一境界を有する第4の導電性バイア、第3の導電性層より高い熱インピーダンスを有する相互接続層、第3の導電性層と相互接続層との間に形成される第5の導電性バイア、赤外線放射を受け取るように適合される第4の導電性層、及び第3の導電性層と第4の導電性層との間に形成され、第2のバイアと全般的に同一境界を有する第6の導電性バイアを更に含む。

【0010】

本発明の例示の実施形態に従って、第3の導電性層及び第4の導電性層がそれぞれアルミニウム又は銅で形成され、第3、第4、第5、及び第6の導電性バイアがアルミニウム又はタンゲステンで形成され、相互接続層が窒化チタンで形成される。

【0011】

本発明の例示の実施形態に従って、薄い誘電体層が約200nmから約220nmの間の隔離領域である。

【0012】

本発明の例示の実施形態に従って、この装置は、第2の導電性層の第2の部分の上に延在する吸収層を更に含む。

【0013】

本発明の例示の実施形態に従って、この装置は、第2の導電性層の第1の部分の下の基板内に形成される埋め込み層を更に含む。

【0014】

本発明の例示の実施形態に従って、吸収層がポリアミドで形成される。

【0015】

本発明の例示の実施形態に従って、第1の導電性層が第1の導電型の材料でドープされたポリシリコンで形成され、薄い誘導体層及び厚い誘導体層が二酸化シリコンで形成され、第2の導電性層が第2の導電型の材料でドープされたポリシリコンで形成される。

【0016】

本発明の例示の実施形態によって或る装置が提供される。この装置は、サーモパイルを形成するようにアレイ状に互いに結合される複数の熱電対を含み、各熱電対が、薄い誘電体層、薄い誘電体層、薄い誘電体層及び厚い誘電体層のそれぞれの少なくとも一部の上に延在し、第1のゼーベック係数を有する第1の材料で作られる第1の導電性層、少なくとも第1の導電性層及び薄い誘電体層の一部の上に延在し、第2のゼーベック係数を有する第2の材料で作られる第2の導電性層の第1の部分、少なくとも第1の導電性層及び厚い誘電体層の一部の上に延在する第2の導電性層の第2の部分、第1の導電性層と第2の導電性層の第1の部分との間に形成される第1の導電性バイア、及び第1の導電性層と第2の導電性層の第2の部分との間に形成される第2の導電性バイアを含む。

【0017】

本発明の例示の実施形態に従って、各熱電対が、第2の導電性層の第1の部分及び第2の部分のそれぞれの少なくとも一部の上に延在する第3の導電性層、第2の導電性層と第3の導電性層との間に形成され、第1の導電性バイアと全般的に同一境界を有する第3の導電性バイア、第2の導電性層と第3の導電性層との間に形成される第4の導電性バイア

10

20

30

40

50

であって、第4の導電性バイアが第2の導電性バイアと全般的に同一境界を有する第4の導電性バイア、第3の導電性層より高い熱インピーダンスを有する相互接続層、第3の導電性層と相互接続層との間に形成される第5の導電性バイア、赤外線放射を受け取るよう に適合される第4の導電性層、第3の導電性層と第4の導電性層との間に形成され、第2のバイアと全般的に同一境界を有する第6の導電性バイア、及び第2の導電性層と第3の導電性層との間に形成される第7の導電性バイアであって、近傍の熱電対に第2の導電性層の第1の部分が電気的に接続されるように第1の導電性バイアと全般的に同一境界を有する第7の導電性バイアを更に含む。

【0018】

本発明の例示の実施形態に従って、各熱電対が、第2の導電性層の第2の部分の上に延在する吸収層、及び第2の導電性層の第1の部分の下の基板内に形成される埋め込み層を更に含む。 10

【0019】

本発明の例示の実施形態に従って、この装置は、サーモパイアルに結合される増幅器、増幅器に結合されるアナログ・デジタル変換器(ADC)、ADCに結合されるデジタル線形化エンジン、及びデジタル線形化エンジンに結合されるインターフェースを更に含む。

【0020】

本発明の例示の実施形態に従って、ADCがシグマ・デルタADCである。

【0021】

本発明の例示の実施形態に従って、インターフェースがSMBus対応インターフェースである。 20

【0022】

本発明の例示の実施形態に従って、熱電対を製造する方法が提供される。この方法は、基板の上に厚い誘電体層及び薄い誘電体層を形成すること、厚い誘電体層及び薄い誘電体層のそれぞれの少なくとも一部の上に延在し、第1のゼーベック係数を有する、第1の導電性層を形成すること、第1の導電性層の上に酸化物層を形成すること、少なくとも第1の導電性層及び薄い誘電体層の一部と全般的に同一境界を有する第1のアパーチャを形成するように及び少なくとも第1の導電性層及び厚い誘電体層の一部と全般的に同一境界を有する第2のアパーチャを形成するように、酸化物層をエッチングすること、第1及び第2の導電性バイアを形成するために第1及び第2のアパーチャを充填すること、第2のゼーベック係数を有する第2の導電性層を酸化物層の上に形成すること、及び、互いに実質的に電気的に隔離された第2の導電性層の第1及び第2の部分を形成するように第2の導電性層をエッチングすることを含む。 30

【0023】

本発明の例示の実施形態に従って、メタライゼーション層が第1のメタライゼーション層を更に含み、酸化物層が第1の酸化物層を更に含み、この方法が、第1のメタライゼーション層の上に第2の酸化物層を形成すること、第2の酸化物層の上に相互接続層を形成すること、相互接続層の上に第3の酸化物層を形成すること、第1の導電性バイアと全般的に同一境界を有する第3のアパーチャと、第2の導電性バイアと全般的に同一境界を有する第4のアパーチャと、相互接続層の少なくとも一部と全般的に同一境界を有する第5のアパーチャと、相互接続層の少なくとも一部と全般的に同一境界を有する第6のアパーチャとを形成するように第2及び第3の酸化物層をエッチングすること、第3、第4、第5、及び第6の導電性バイアを形成するために第3、第4、第5、及び第6のアパーチャを充填すること、第3の酸化物層の上に第2のメタライゼーション層を形成すること、及び、第4及び第5の導電性バイアが電気的に接続され、第3の導電性バイアが第1の近傍の熱電対に電気的に接続され、第6の導電性バイアが第2の近傍の熱電対に電気的に接続されるように、第2のメタライゼーション層をエッチングすることを更に含む。 40

【0024】

本発明の例示の実施形態に従って、酸化物層が第1の酸化物層を更に含み、メタライゼーション層の第1及び第2の部分が第1及び第2の近傍の熱電対に電気的に接続され、こ 50

の方法が、第1の導電性バイアの下の基板内に埋め込み層を形成すること、メタライゼーション層の上に第2の酸化物層を形成すること、及び、第2のバイアの上に吸収層を形成することを更に含む。

【0025】

例示の実施形態を添付の図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】従来の熱電対の例である。

【0027】

【図2】従来のサーモパイルの例である。

10

【0028】

【図3A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

【0029】

【図3B】図3Aのプロセスステップの、切断線A-Aに沿った立面図である。

【0030】

【図4A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

【0031】

【図4B】図4Aのプロセスステップの、切断線B-Bに沿った立面図である。

20

【0032】

【図5A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

【0033】

【図5B】図5Aのプロセスステップの、切断線C-Cに沿った立面図である。

【0034】

【図6A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

【0035】

【図6B】図5Aのプロセスステップの、切断線D-Dに沿った立面図である。

30

【0036】

【図7A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

【0037】

【図7B】図7Aのプロセスステップの、切断線E-Eに沿った立面図である。

【0038】

【図8A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

【0039】

【図8B】図8Aのプロセスステップの、切断線F-Fに沿った立面図である。

40

【0040】

【図9A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

【0041】

【図9B】図9Aのプロセスステップの、切断線G-Gに沿った立面図である。

【0042】

【図10A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

【0043】

【図10B】図10Aのプロセスステップの、切断線H-Hに沿った立面図である。

50

## 【0044】

【図11A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

## 【0045】

【図11B】図11Aのプロセスステップの、切断線I-Iに沿った立面図である。

## 【0046】

【図12A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

## 【0047】

【図12B】図12Aのプロセスステップの、切断線J-Jに沿った立面図である。

10

## 【0048】

【図13A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

## 【0049】

【図13B】図13Aのプロセスステップの、切断線K-Kに沿った立面図である。

## 【0050】

【図14A】本発明の例示の実施形態に従って熱電対を形成するためのプロセスステップの一例の平面図である。

## 【0051】

【図14B】図14Aのプロセスステップの、切断線L-Lに沿った立面図である。

20

## 【0052】

【図15】図3Aから図14Bのプロセスステップに示した熱電対を用いる集積回路(I-C)の一例である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0053】

図3Aから図10Bでは、(図10Bに示すような)熱電対300-1を形成するためのプロセスを示す。初めに、図3A及び図3Bで見られるように、基板104の上に薄い誘電体層304及び厚い誘電体層又はフィールド酸化物層302が形成される。典型的には、これらの層302及び304は二酸化シリコンで形成され、1つ又は複数の従来の酸化プロセスステップを介して基板104上に成長される。薄い酸化物層304の厚さは約10nmから約12nmの間であり得、フィールド酸化物層302の厚さは約200nmから約220nmの間であり得る。また、基板104はシリコンで形成することができるが、いくつかの他の適切な材料で基板104を作成することもできる。

30

## 【0054】

誘電体層302及び304の形成に続き、図4A及び図4Bに見られるように、誘電体層302の上に導電性層306-1が形成される。典型的には、この導電性層306-1は、約40 $\mu$ V/Kのゼーベック係数を有し、熱電対300-1を形成するために用いられる熱導電性材料のうちの1つである、ポリシリコンで形成される。導電性層306-1の形成において、ポリシリコンの層が、全般的に層302及び304の上に形成され、その後パターニング及びエッチングされて、図4Aの平面図に示すような形状が形成される。導電性層306-1は、P型材料(ホウ素、インジウム、又はアルミニウムなど)又はN型材料(リン、ヒ素、及びアンチモンなど)のいずれかでドープすることもできる。

40

## 【0055】

図5A及び図5Bに移ると、導電性層306-1を用いて導電性コンタクトが形成される。これを実施するために、誘電体層(典型的には二酸化シリコン)308-1が、導電性層306-1の上に形成され、パターニング及びエッチングされる(各々が全般的に又は部分的に導電性層306-1及び層304又は302の1つと同一境界を有する、アバーチャを形成する)。その後、これらのアバーチャが導電性材料(即ちタングステン又はアルミニウム)で充填されてバイア310-1及び312-1を形成する。

## 【0056】

50

バイア310-1及び312-1が適所に配されると、(図6A及び図6Bに示すような)導電性層又はメタライゼーション層314-1が誘電体層308-1の上に形成される。典型的には、メタライゼーション層314-1は、バイア310-1及び312-1に用いられる導電性材料と同様の又はほぼ同一のゼーベック係数を有する材料で形成される。たとえば、タングステン又はアルミニウム(それぞれ7.5μV/K及び3.5μV/Kのゼーベック係数を有する)の場合、アルミニウム又は銅(6.5μV/K)が同様の又はほぼ同一のゼーベック係数を有することになる。このメタライゼーション層314-1は(適所に配されると)パターニング及びエッティングされて、互いに電気的に隔離された2つの個別の部分又は「パッド」を形成することができる。また、これらの「パッド」のそれぞれは、バイア310-1及び312-1の1つと電気的に接触する。あるいは、導電性層314-1は、P型材料(ホウ素、インジウム、又はアルミニウムなど)又はN型材料(リン、ヒ素、及びアンチモンなど)のいずれかでドープされたポリシリコンで形成することができる。典型的には、導電性層314-1がドープされたポリシリコンで形成されるとき、導電性層306-1は導電性層314-1とは逆のドーピングを有する。

#### 【0057】

図7A及び図7Bに移ると、付加的な接続層が形成される。メタライゼーション層314-1(及び誘電体層308-1)の上に誘電体層(即ち誘電体層316-1の一部)がまず形成され、相互接続層が形成される(即ち蒸着及びエッティングされる)。その後、誘電体層316-1の残りが形成される。前の誘電体層308-1と同様に、アパー・チャヤが形成され、導電性材料(即ちアルミニウム又はタングステン)で充填されて、バイア320、322、324、及び326が形成される。典型的には、相互接続層318(これは、熱電対300-1など、近傍の熱電対間の接続層として動作する)が、メタライゼーション層314-1及び328に用いられる材料より高い熱インピーダンスを備えた、良好な導電性を有する材料で形成される。たとえば、相互接続層318は窒化チタンで形成され得る。こうした材料を用いることにより、1つの熱電対300-1の、「ホット」ジャンクションを近傍の熱電対(即ち熱電対300-1)内の「コールド」ジャンクションから熱的に隔離することができる。

#### 【0058】

バイア320、322、324、及び326の形成に続き、(図8A及び図8Bに示すように)第2のメタライゼーション層328が、蒸着され、パターニングされ、エッティングされる。第1のメタライゼーション層314-1と同様に、メタライゼーション層328内には、互いに全般的に電気的に隔離されるいくつかの部分又は「パッド」が存在する。特にメタライゼーション層328は、バイア322及び324と共に電気的に接続し、バイア326を1つの近傍のセル又は熱電対(即ち熱電対300-1)と電気的に接觸させ、バイア320を別の近傍のセル又は熱電対(即ち熱電対300-1)と電気的に接続する。また、図8Bに示すように、バイア322及び320は、それぞれバイア310-1及び312-1と全般的に同一境界を有し得るか又は全般的に整合され得る。

#### 【0059】

メタライゼーション層328が形成されると、付加的なバイア330及び第3のメタライゼーション層334(図9Aから図10Bに示す)が形成される。他のバイア310-1、312-1、320、322、324、326と同様に、バイア330が、誘電体層332(即ち二酸化シリコン)内のアパー・チャヤ内に蒸着された導電性材料(即ちタングステン又はアルミニウム)で形成される。その後、「ホットジャンクション」へ熱を伝導するように、セルの上に第3のメタライゼーション層334が形成される。また、メタライゼーション層334の上に吸収層336を形成することが可能であり、典型的には、この吸収層336は、ポリアミド又は任意の他の適切な赤外線又は熱吸収体で形成され得る。

#### 【0060】

オペレーションにおいて、セル又は熱電対300-1は、ペルチェ・ゼーベック効果を用いて電圧を生成することができる。熱又は赤外線放射が、メタライゼーション層334

10

20

30

40

50

に印加され、メタライゼーション層 328 及び 314-1 ならびにバイア 330、322、及び 310-1 を介して導電性層 306-1 に伝送される。厚い誘電体層 302（フィールド酸化物層である）は、その相対的な厚さのため薄い酸化物層 304 より熱的伝導性が低いため、「ホット」ジャンクションがバイア 310-1 と導電性層 306-1 との間のジャンクションに形成され、「コールド」ジャンクションが導電性層 306-1 とバイア 312-1 との間のジャンクションに形成される。このように、導電性層 306-1 ならびにメタライゼーション層又は導電性層 314-1 及び 328 の材料が異なるため、赤外線放射又は熱がメタライゼーション層又は導電性層 334 に印加されるとき電圧が生成される。

## 【0061】

代替の又は付加的な特徴として、赤外線吸収のためにポリマー及び／又は埋め込み層を用いることができる。図 11A～図 13B に移ると、図 6A 及び図 6B の構造に類似の構造が形成される。いくつかの相違点は、（1）誘電体層 302 が隔離領域 402（即ち、浅いトレンチ隔離又は深いトレンチ隔離）で置き換えられ、隔離領域 402 の上に酸化物層 406 が延在すること、（2）基板 104 内に埋め込み層 404（これは、一般に注入又は拡散されたドーパントで構成され、バイア 312-2 と全般的に同延であるか又は全般的に整合される）が提供されること、及び、（3）近傍のセルに「パッド」又はメタライゼーション層 314-2 の一部が電気的に接続される点である。また、図 14A 及び 14B に示すように、吸収層 408（これは、一般にポリアミドで形成される）が、バイア 310-2 と全般的に同一境界を有するように誘電体層 316-2 上に形成される。典型的には、埋め込み層は、P 型材料（ホウ素、インジウム、又はアルミニウムなど）又はN 型材料（リン、ヒ素、及びアンチモンなど）のいずれかで重くドープされる。

## 【0062】

セル又は熱電対 300-2 の構成の結果として、上及び下の両方からの吸収が可能となる。埋め込み層 404 及び吸収層 408 の両方が、赤外線放射を「捕捉」するように動作する。放射の方向に関わらず、熱が、「ホット」ジャンクション（バイア 310-2 と導電性層 306-2 の間のジャンクション）で捕捉され、「コールド」ジャンクション（バイア 312-2 と導電性層 306-2 の間のジャンクション）で基板 104 内に放散される。したがって熱電対 300-1 と同様に、熱電対 300-2 は、赤外線放射を受け取るとき電圧を生成する。

## 【0063】

図 15 に移ると、熱電対 300-1 及び／又は 300-2 の適用例が見られる。全般的に、熱電対 300-1 及び／又は 300-2 が集積回路（IC）の一部として形成される。セル又は熱電対 300-1 及び／又は 300-2（これらはそれぞれ約  $7.5 \mu\text{m}^2$  である）がアレイ状に配置されてサーモパイ尔 502 を形成する。典型的には、サーモパイ尔 502 は何万ものセル又はサーモパイ尔 300-1 及び 300-2 を含む。サーモパイ尔 502 は増幅器 504 に結合され、増幅された信号がアナログ・デジタル変換器（ADC）506 に供給される。典型的には、ADC 506 は、温度センサ 508 から局所温度 L T を受け取り、参照電圧生成器 510 から参照電圧 R E F を受け取るシグマ・デルタ ADC である。増幅された信号のデジタル表現が、デジタル線形化エンジン 512 によって線形化され、インターフェース 514（一般に SMBus 対応である）に供給される。

## 【0064】

セル又は熱電対 300-1 及び／又は 300-2 を用いた結果として、従来の熱電対に勝るいくつかの利点が実現され得る。熱電対 300-1 及び／又は 300-2 は、標準の半導体製造プロセスに完全に適合する。特別な処理ステップはなく、ウェハあたりのコストは、用いられるプロセスのウェハあたりの基本コストに等しい。サーモパイ尔 502 のサイズに関する制約がない。サーモパイ尔 502 をスケールアップすることで、所望とされる感度及び信号対雑音比が達成可能である。熱電対 300-1 及び／又は 300-2 は、シリコンチップ自体の頑強性に全般的に等しい機械的頑強性を有する。熱電対 300-1 及び／又は 300-2 は、圧力及び／又は振動に対し、あるいは化学的及び／又はイオ

10

20

30

40

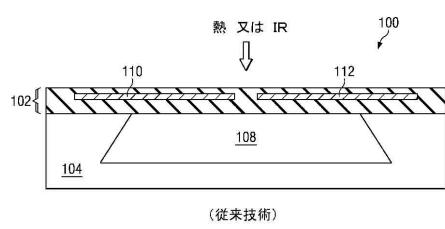
50

ン汚染に対し影響を受け難い。

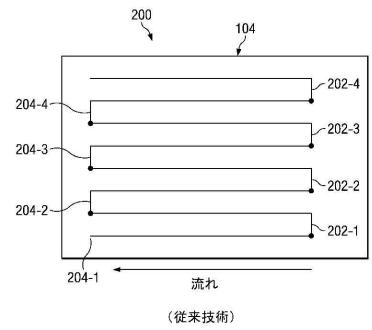
【0065】

例示の実施例の文脈で説明したような特徴又はステップのすべて又はその幾つかを有する例示の実施例の文脈で説明した一つ又は複数の特徴又はステップの異なる組み合わせを有する実施例も、本明細書に包含されることを意図している。当業者であれば、多くの他の実施形態及び変形も、本発明の特許請求の範囲内で可能であることを理解されよう。

【図1】



【図2】



【図3A】

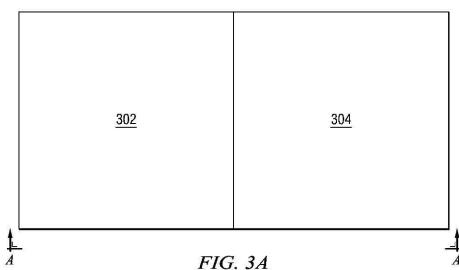


FIG. 3A

【図3B】

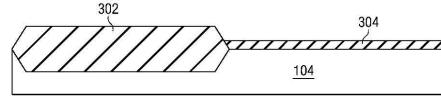


FIG. 3B

【図4A】

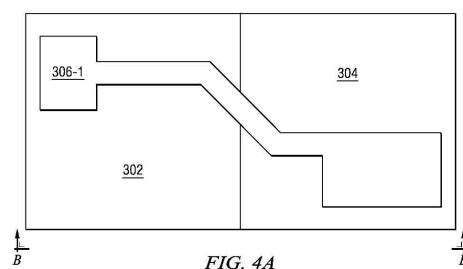


FIG. 4A

【図 4 B】

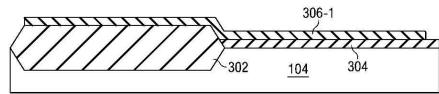


FIG. 4B

【図 5 A】

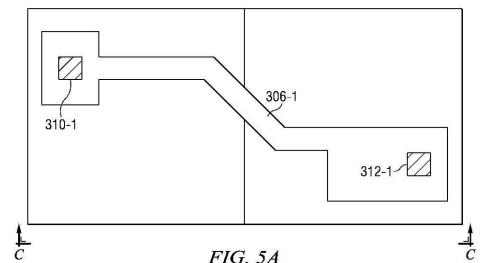


FIG. 5A

【図 5 B】

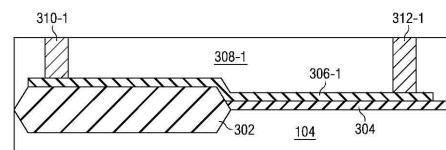


FIG. 5B

【図 6 A】

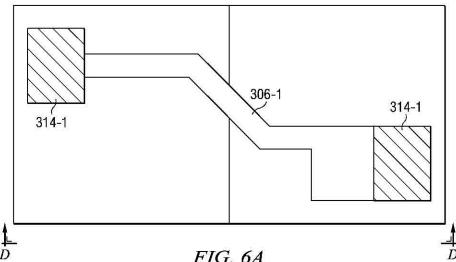


FIG. 6A

【図 6 B】

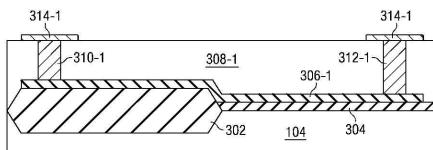


FIG. 6B

【図 7 A】

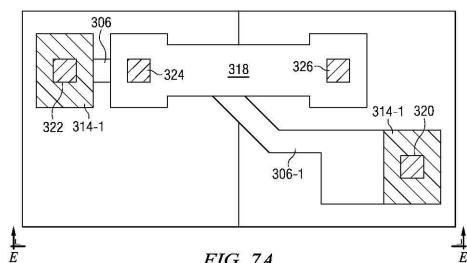


FIG. 7A

【図 7 B】

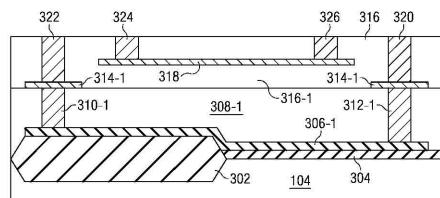


FIG. 7B

【図 8 A】

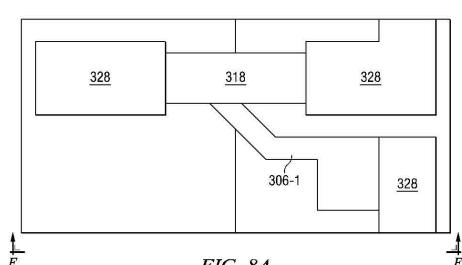


FIG. 8A

【図 8 B】

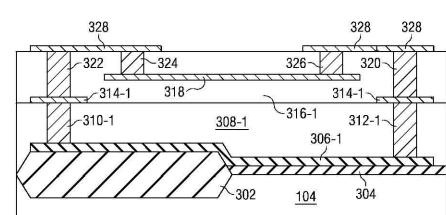


FIG. 8B

【図 9 A】

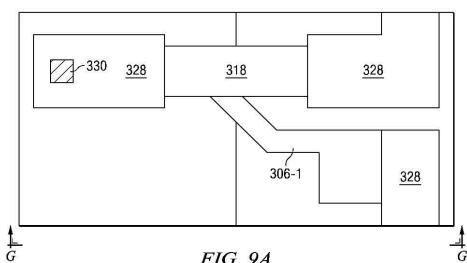


FIG. 9A

【図 9 B】

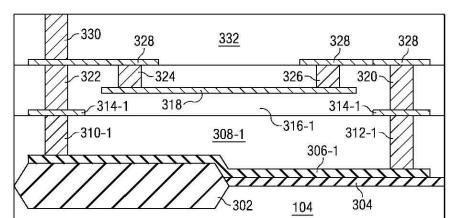


FIG. 9B

【図 10A】

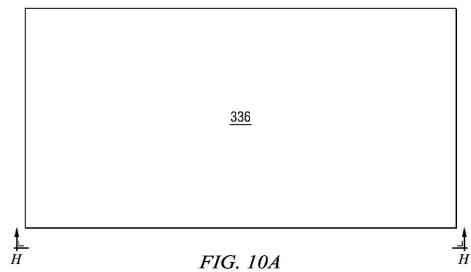


FIG. 10A

【図 10B】

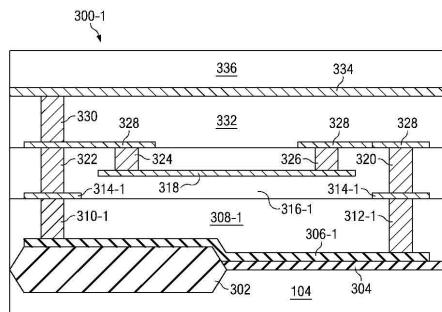


FIG. 10B

【図 11A】

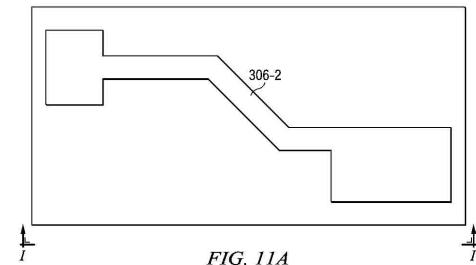


FIG. 11A

【図 11B】

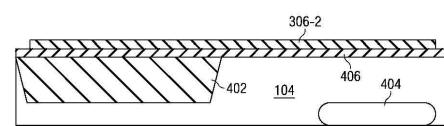


FIG. 11B

【図 12A】

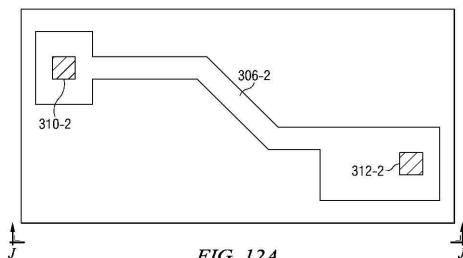


FIG. 12A

【図 12B】

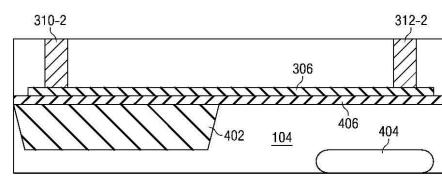


FIG. 12B

【図 13A】

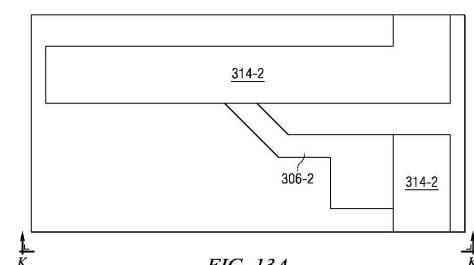


FIG. 13A

【図 13B】

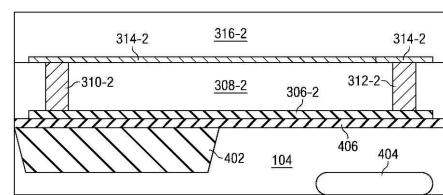


FIG. 13B

【図 14A】

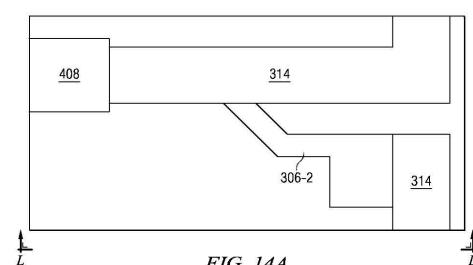


FIG. 14A

【図 14B】

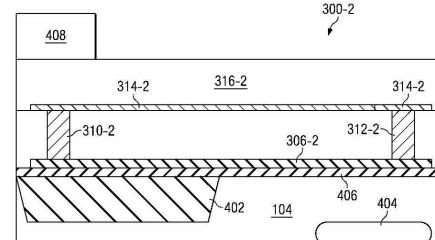
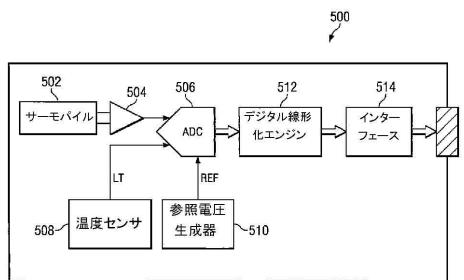


FIG. 14B

【図15】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ディミター ティー トリフォノフ  
アメリカ合衆国 85641 アリゾナ州 スプリング ドライブ ヴェイル, イースト ダグ  
ラス キャンプ 12912

審査官 安田 雅彦

(56)参考文献 特開2001-208606(JP, A)  
特開2009-210289(JP, A)  
米国特許出願公開第2007/0095381(US, A1)  
特開2004-033610(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 35/32  
H01L 37/02  
H01L 27/14  
G01J 1/02  
G01J 5/02