

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3616659号  
(P3616659)

(45) 発行日 平成17年2月2日(2005.2.2)

(24) 登録日 平成16年11月12日(2004.11.12)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

F 1

H01L 29/84

H01L 29/84

A

G01B 7/16

H01L 29/84

Z

G01L 1/10

G01L 1/10

A

G01B 7/18

G

請求項の数 14 (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平6-121315

(22) 出願日

平成6年6月2日(1994.6.2)

(65) 公開番号

特開平7-99326

(43) 公開日

平成7年4月11日(1995.4.11)

審査請求日

平成13年3月27日(2001.3.27)

(31) 優先権主張番号

P4318466.9

(32) 優先日

平成5年6月3日(1993.6.3)

(33) 優先権主張国

ドイツ(DE)

前置審査

(73) 特許権者 390023711

ローベルト ポツシユ ゲゼルシャフト

ミツト ベシユレンクテル ハフツング

ROBERT BOSCH GMBH

ドイツ連邦共和国 シュツットガルト (

番地なし)

Stuttgart, Germany

100061815

弁理士 矢野 敏雄

100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス=ライ  
ンハルト

230100044

弁護士 ラインハルト・アインゼル

(54) 【発明の名称】マイクロメカニックセンサおよびその製造方法

最終頁に続く

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

シリコン基板(1)からなる支持体と、このシリコン基板(1)に被覆されたシリコンからなるエピタクシー層(5)とからなり、このエピタクシー層(5)の一部がエッティング工程により少なくとも1つのマイクロメカニック変位部分(12～15、30、36)として開放されており、この部分が支持領域の少なくとも一方でシリコン基板(1)と連結されており、かつセンサ(16)に力が作用するとほかのセンサ構造に対して変位可能であり、この変位を評価する手段を有するマイクロメカニックセンサ(16)において、開放された変位部分(12～15、30、37)が多結晶のシリコンからなり、このシリコンが支持領域のシリコン基板(1)への連結部分で単結晶のシリコンに移行していることを特徴とするマイクロメカニックセンサ。

## 【請求項 2】

変位の評価を容量式にまたはピエゾ抵抗により実施する請求項1記載のマイクロメカニックセンサ。

## 【請求項 3】

変位部分が1つ以上の片持舌状片(12～15、36)からなる請求項1または2記載のマイクロメカニックセンサ。

## 【請求項 4】

変位部分が縁部領域で支持されたプレート(30)からなる請求項1または2記載のマイクロメカニックセンサ。

**【請求項 5】**

互いに重なったエピタクシー層からなる変位部分の多数の層が開放されている請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載のマイクロメカニックセンサ。

**【請求項 6】**

支持体 (1) がシリコンウェーハとして結晶学的方向 (111) または (100) に配向されている請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載のマイクロメカニックセンサ。

**【請求項 7】**

同一の支持体 (1) 上にマイクロメカニックセンサ (16) の他に集積電子回路 (17) が配置されている請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載のマイクロメカニックセンサ。

**【請求項 8】**

同一の支持体 (1) 上のほかの構成部材 (17) からマイクロメカニックセンサ部分 (16) が絶縁拡散部分 (19) によりまたはトレンチングにより電気的に絶縁されている請求項 7 記載のマイクロメカニックセンサ。

**【請求項 9】**

請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載のマイクロメカニックセンサを製造する方法において、マイクロメカニック変位部分 (12 ~ 15、30、36) を開放すべきであるシリコン基板 (1) に酸化珪素層 (2) を被覆し、その際この酸化珪素層 (2) の周囲にシリコン基板 (1) に対する接触窓開口 (3、4) を製造し、酸化珪素層 (2) および接触窓開口 (3、4) にシリコンからなるエピタクシー層 (5) を析出させ、このエピタクシー層を酸化珪素層 (2) 上では多結晶で (領域 8) および接触窓開口 (3、4) の領域ではシリコン基板 (1) への直接連結部分として単結晶で (領域 6、7) 成長させ、犠牲層としての、多結晶のエピタクシー層領域 (8) の下側の酸化珪素層 (2) をエッチング工程により除去することを特徴とするマイクロメカニックセンサの製造方法。

**【請求項 10】**

酸化珪素層 (2) を除去する前にトレンチング工程で、トレンチ (11) としての狭いエッチング溝の形の変位部分 (12 ~ 15、30、36、37) の横方向の構造境界部を異方性のプラズマエッチング技術を使用して多結晶のエピタクシー層 (8) を貫通させてエッチングにより除去する請求項 9 記載の方法。

**【請求項 11】**

犠牲酸化物を析出させる前に電気的不動態化のために耐 HF 性の誘電層を基板に析出させる請求項 9 または 10 記載の方法。

**【請求項 12】**

酸化珪素層 (2) をドープする請求項 9 から 11 までのいずれか 1 項記載の方法。

**【請求項 13】**

酸化珪素層 (2) の除去をフッ化水素酸を使用して実施する請求項 9 から 12 までのいずれか 1 項記載の方法。

**【請求項 14】**

マイクロメカニックセンサ (16) の製造工程を利用して同一の支持体 (1) 上に集積電子回路 (17) を製造する請求項 9 から 13 までのいずれか 1 項記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【産業上の利用分野】**

本発明は、シリコン基板からなる支持体と、このシリコン基板に被覆されたシリコンからなるエピタクシー層とからなり、このエピタクシー層の一部がエッチング工程により少なくとも 1 つのマイクロメカニック変位部分として開放されており、この部分が支持領域の少なくとも一方でシリコン基板と連結されており、かつセンサに力が作用するとほかのセンサ構造に対して変位可能であり、この変位を評価する手段を有する、特に振動、傾き、加速度または圧力を測定するためのマイクロメカニックセンサから出発する。

**【0002】****【従来の技術】**

10

20

30

40

50

ドイツ特許出願番号第 4 0 0 0 9 0 3 . 3 . 0 9 号からシリコンマイクロ工学をベースとして製造される加速度センサとしてのマイクロメカニックセンサが公知である。このセンサはシリコン基板からなる支持体と、このシリコン基板に被覆されたシリコンからなるエピタクシー層とからなり、エッチング工程によりエピタクシー層の一部がマイクロメカニック変位部分として舌状片の形で開放されている。そのために 1 つ以上の舌状片が 1 つ以上のウェブに掛けられており、かつセンサに力が作用するとその他のセンサ構造に対して変位する。更にこの変位を評価する手段が備えられている。ドイツ特許出願番号第 4 0 0 3 4 7 3 . 9 . 0 9 号から、形式および配置において、およびエッチング工程のために単結晶のシリコンウェーハの結晶学的角度を配慮することが更に公知である。

## 【 0 0 0 3 】

10

舌状片の変位を評価する手段としてそれぞれ舌状片から電気的に絶縁された電極が配置されており、従って舌状片と電極との容量の変動が測定可能である。

## 【 0 0 0 4 】

エピタクシー層の構成部分としての舌状片の開放は裏面エッチングにより実施する。これは通常のバイポーラ工程に比べて付加的な工程である。

## 【 0 0 0 5 】

国際公開 WO 9 2 / 0 3 7 4 0 号明細書から、シリコン基板からなる支持体に低圧化学蒸着法 ( L P C V D , Low Pressure Chemical Vapor Deposited ) で接触窓を有する酸化珪素層上の多結晶のシリコンからなる層を被覆することは公知である。酸化珪素層はエッチング工程により除去し、それにより多結晶のシリコン層がシリコン基板から間隔をあいて舌状片としてまたは電極として接触窓に形成された支持体上に存在する。機械的応力の乏しい L P C V D - ポリの析出速度は約 6 0 / 分であり、従って約 1  $\mu$  / 分のエピタクシーポリシリコンの析出速度に比べてきわめて低い。そのため製造費用の理由から比較的薄い L P C V D 層のみが製造可能であり、それにより特に横型加速度センサの作動能力は舌状片の相当する低い層密度により制限される。この場合に従来のバイポーラ工程に比べて更に付加的なシリコン析出が必要である。

20

## 【 0 0 0 6 】

## 【 発明の構成 】

30

これに対して、開放された変位部分が多結晶のシリコンからなり、このシリコンが支持領域のシリコン基板への連結部分で単結晶のシリコンに移行していることを特徴とする本発明によるセンサは、多結晶のシリコンからなる開放された変位部分の製造または機械的に活性の層の製造が付加的な費用をかけずにバイポーラ工程または M O S 工程の範囲内で可能であり、付加的なシリコン析出を必要としないという利点を有する。エピタクシーはシリコンからなる単結晶の層を製造するための公知の特別な工程であり、これに対して本発明においては多結晶の（酸化珪素上の）またはほかの非結晶質の層を析出するエピタクシー層を使用し、この層は従来のバイポーラ工程に従って被覆する。

## 【 0 0 0 7 】

エピタクシー析出速度は L P C V D 工程に比べてきわめて高く、従って本発明により 1 0 ~ 3 0  $\mu$  m の比較的厚い層を実現することができ、これは横型センサの作動能力を増加する。

40

## 【 0 0 0 8 】

請求項 2 以下に記載の手段により請求項 1 記載のセンサの有利な構成が可能である。本発明によるセンサの特別の利点は、本発明による方法が種々の構成に普遍的に使用可能であり、特に片持舌状片および縁部領域を支持されたプレートを多数の層で重なって配置することが可能であることがある。もう 1 つの大きな利点は、同じ工程を使用して著しい付加的費用をかけずに同一の支持体にマイクロメカニックセンサの他に集積電子回路、特に変位の評価回路が製造可能であることである。同様に、その他の製造工程といっしょに同一の支持体上のその他の電子部材からのマイクロメカニックセンサ部材の電気的絶縁が可能である。

## 【 0 0 0 9 】

50

**【実施例】**

本発明を図面により詳細に説明する。

**【0010】**

図1にはシリコン基板からなる支持体1が示されており、この基板に酸化珪素層2が被覆され、この酸化珪素層2の周囲にシリコン基板1に対する接触窓開口3,4が製造されている。

**【0011】**

酸化珪素層2はドープされていないかまたは燐、硼素または砒素がドープされていてもよい。ドーピングは有利にはこの酸化珪素層2を比較的後で除去する際により短いエッティング工程を生じるかまたは機械的に運動するSi構造のドーピングに使用することもできる

10

。

**【0012】**

酸化物層に選択的になおほかの層、たとえば窒化珪素またはポリシリコンを被覆することができる。

**【0013】**

図1bによりほかの工程で支持体1または酸化珪素層2および接触窓開口3,4にシリコンからなるエピタクシー層5を析出する。エピタクシーはシリコンからなる単結晶の層を製造するためのそれ自体公知の特別の工程である。本発明による工程においては、エピタクシー層5は支持領域6,7でのみシリコン基板1上に単結晶で成長する。これに対して、酸化珪素層2上に、領域8に矢印9の幅にほぼ相当してエピタクシー層が多結晶で成長する(ハッチングにより示される)。

20

**【0014】**

前記支持体はシリコンウェーハとして有利には結晶方向に配向されている。(100)方向の配向はMOS工程およびBICMOS工程のために技術的に重要であり、配向(111)はバイポーラ工程のために重要である。配向(110)は技術的にあまり重要でない。

**【0015】**

多結晶のエピタクシー層(領域8)の特性を改良するために、酸化珪素層2にエピタクシーの前にポリスタート層10を被覆し、これは図1aで破線で示されている。

**【0016】**

30

センサの特別な構成においては、基板上の開放してエッティングしたセンサ物質の下側にpn接合により立体的に制限される導線または対抗電極が必要である。電気的に不動態化するために、犠牲酸化物を析出する前に耐HF性の誘電層を基板に析出することができる(たとえば窒化物)。この層は犠牲酸化物エッティングにより開放されるpn接合を介した多くのもれ電流を回避する。

**【0017】**

領域8内の多結晶のエピタクシー層からマイクロメカニック変位部分を開放する。そのために、1cに示されるように、トレンチング工程で多結晶のエピタクシー層8を貫通して深く狭いエッティング溝、いわゆるトレンチを掘る。そのために、たとえばレジストとして相当するマスクが必要である。トレンチの製造は、高い異方性を有する乾燥エッティング工程として異方性のプラズマエッティング技術を使用して行う。図示された5個のトレンチ11により、4個の舌状の変位部分12,13,14,15の横方向の構造限界部をエッティングにより除去する。

40

**【0018】**

ほかの工程で犠牲層としての酸化珪素層2を除去する。この除去はフッ化水素酸(HF)を使用したシリコンに比べて高い選択性をもって実施される。

**【0019】**

従って、図1dから明らかなように、マイクロメカニックセンサ16が多結晶のシリコンからなる変位部分12,13,14,15とともに製造可能であり、これらの部分は支持領域でシリコン基板1への連結部分で単結晶のシリコンに移行している。センサに力が作

50

用するとこれらの変位部分 12, 13, 14, 15 はほかのセンサ構造、特にシリコン基板 1 に対して変位する。この変位を測定目的のために容量式にまたはピエゾ抵抗により評価することができる。

【0020】

明らかなように、上記の方法は酸化珪素層 2、ほかの層 10 およびエピタクシー層 5 を交互に被覆することにより幾重にも重ね合わせて使用することができ、従って相当するエッチング工程により変位部分 12, 13, 14, 15 の多くの層が重ね合わせて製造可能である。そのような構成は特に容量式の加速度センサに適している。

【0021】

エピタクシー層の析出速度はかなり速く、従ってエピタクシー層厚さおよびそれとともに変位部分 12, 13, 14, 15 の厚さが 10 ~ 30  $\mu\text{m}$  の厚さで実現可能である。

【0022】

図 1a ~ 図 1d の図面の後で、具体的なマイクロメカニックセンサ 16 の製造および構成を図 2a ~ 図 2e によりこれと並んだトランジスタ 17 のバイポーラ工程の集積可能性と関連して説明する。このトランジスタは典型的には IC 回路のために、特にセンサ 16 の変位部分の機械的変位のための評価回路として存在する。

【0023】

図 2a には出発部材として p - ドープしたシリコン基板からなる支持体 1 が示されている。

【0024】

図 2 には  $n^+$  拡散（埋め込み層拡散、Buried Layer Diffusion）および p 拡散（以下の絶縁拡散）によるバイポーラ技術の通常の製造工程が示されている。図 2b の左側の領域に示された層 2 および 10 は図 1 の層 2 および 10 に相当する。右側の部分に示された酸化珪素層 18（右側の領域ではトランジスタが生じるべきである）はほかの工程のために除去されるが、これに対して酸化珪素層 2 は存在する接触窓とともに残される。その後、図 2c で示されるように、この構造の上に  $n$  - エピタクシー層 5 を被覆し、この層は残された酸化珪素層 2 の上に領域 8 に矢印 9 の長さに相当して多結晶で成長する。

【0025】

引き続き図 2d に相当して p - ベース拡散部分 20 と同様に p - 絶縁拡散部分 19 により電気的絶縁を実施する。更に  $n^+$  コレクタ接続拡散部分 21 および  $n^+$  エミッタ拡散部分を公知の方法でバイポーラ工程に相当して取り付ける。更に上方の酸化珪素層 23 を被覆する。

【0026】

図 2e によるほかの工程では舌状の変位部分 12 の横方向の構造境界部にトレンチ 11 を掘り、かつ下側表面を開放するために酸化珪素層 2 を犠牲層としてフッ化水素酸を使用して腐食させて除去する。更に接触開口およびセンサ 16 の接続部分の金属被覆およびトランジスタ 17 のトランジスタ接続部分 E、B、C を製造する。

【0027】

従って、図 2e により舌状の変位部分 12 を有するマイクロメカニックセンサ 16 を製造し、この部分は空気間隙 24 の内部で力が作用すると変位可能である。接続部分 25 および 26 を介して容量の変化を測定し、評価することができる。

【0028】

図 3a および 3b では図 2a ~ 2e 左側による製造工程に相当してセンサ 16 が詳細に示されている。そのために図 3b は平面図 3a の線 27 に沿った相当する断面図を示す。

【0029】

図 3a から、トレンチング工程を使用してトレンチ溝 11 を製造し、この溝が変位部分 12 としてのプレート状の構造を限定し、この部材が 2 つのウェブ 28、29 を介してほかの構造と連結されていることが明らかである。従ってセンサは有利には支持体平面に対して垂直に作動する加速度センサとして使用可能である。

10

20

30

40

50

## 【0030】

図4によるほかの構成においてはプレート状の、ほぼ正方形の変位部分30が角部で4つのウェブ31、32、33、34を介して保持されている。そのような構成は特に容量式の加速度センサとして適している。

## 【0031】

図5による第3の構成の平面図から、前記技術を使用してセンサ内に、場合により導電性の条片35を介して接続された多数の電極36を有する構成も実現可能であることが認められる。この固定した電極36に対して前記方法により製造された、開放されたシリコン材料37が作動する。この材料には電極が備えられており、この電極は固定された電極36の間に突出している。従って、横方向の加速度による材料37の変位は容量式に感知することができる。  
10

## 【図面の簡単な説明】

【図1】a～dは種々の製造工程におけるセンサの断面図である。

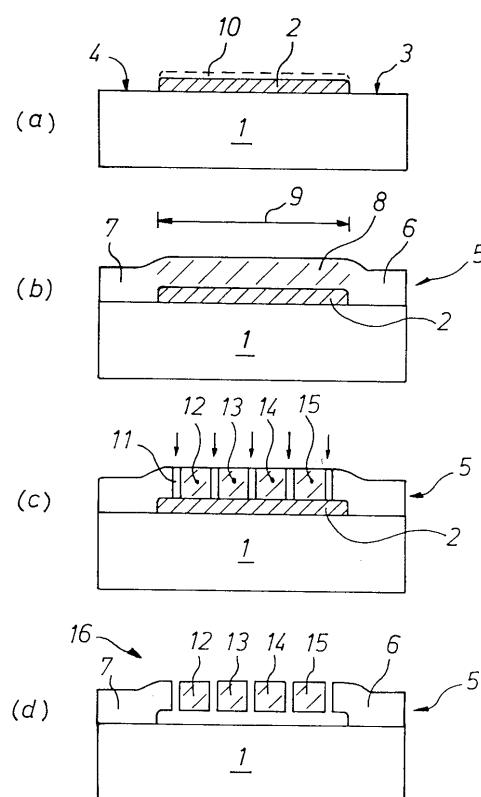
【図2】a～eは種々の製造工程におけるバイポーラ工程によるトランジスタと連結したセンサの断面図である。

【図3】aは本発明によるセンサの平面図である。bはこのセンサの断面図である。

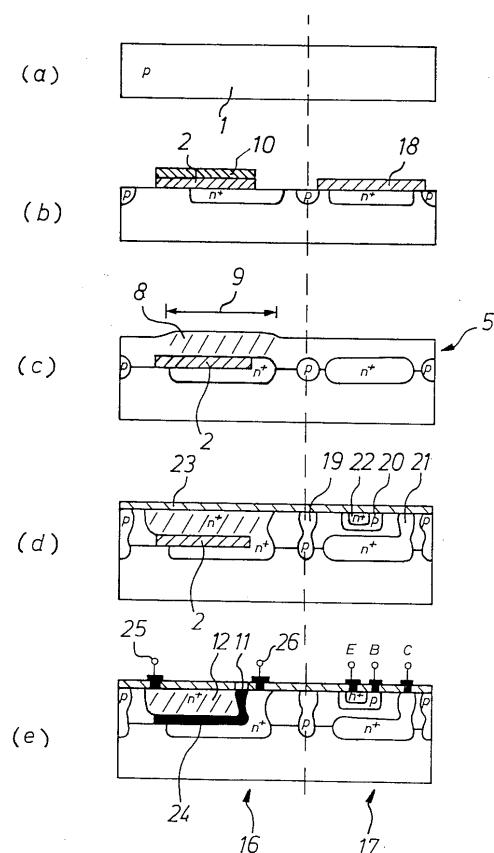
【図4】本発明によるセンサの第2の実施例の平面図である。

【図5】本発明によるセンサの第3の実施例の平面図である。

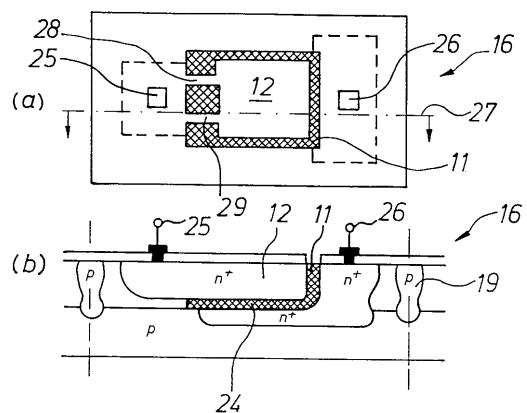
【図1】



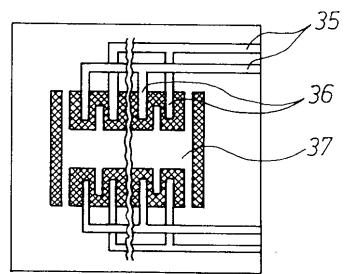
【図2】



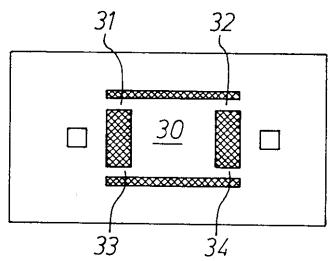
【図3】



【図5】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 イエルク ムホフ  
ドイツ連邦共和国 ロイトリンゲン マックス - プランク - シュトラーセ 69  
(72)発明者 ホルスト ミュンツエル  
ドイツ連邦共和国 ロイトリンゲン グルオバッハシュトラーセ 60  
(72)発明者 ミヒヤエル オッフェンベルク  
ドイツ連邦共和国 チュービンゲン オブ デア グラーフェンハルデ 17  
(72)発明者 ヴィンフリーント ヴァルトフォーゲル  
ドイツ連邦共和国 キルヒエンテリンスフルト ハルデンヴェーク 33

審査官 河口 雅英

(56)参考文献 特開平04-359571(JP,A)  
特開昭64-050532(JP,A)  
特開昭60-092671(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H01L 29/84

G01B 7/16

G01L 1/10