

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4386559号  
(P4386559)

(45) 発行日 平成21年12月16日(2009.12.16)

(24) 登録日 平成21年10月9日(2009.10.9)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 29/84 (2006.01)

H01L 29/84

Z

G01P 15/08 (2006.01)

G01P 15/08

P

G01P 15/125 (2006.01)

G01P 15/125

Z

請求項の数 12 (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2000-321140 (P2000-321140)

(22) 出願日

平成12年10月20日 (2000.10.20)

(65) 公開番号

特開2002-134759 (P2002-134759A)

(43) 公開日

平成14年5月10日 (2002.5.10)

審査請求日

平成17年12月26日 (2005.12.26)

(73) 特許権者 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 葵

(74) 代理人 100101454

弁理士 山田 阜二

(74) 代理人 100112911

弁理士 中野 晴夫

(72) 発明者 山口 靖雄

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 中村 邦宏

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加速度センサ及びその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ベース部とキャップ部とが接合され、それらの間にセンサ部が封止された加速度センサであって、

a ) 半導体基板と、

該半導体基板上に堆積された不純物がドーピングされた多結晶シリコン層から形成された、センサ部と該センサ部の周囲を囲む枠部と、

該枠部上に順次積層された拡散防止層とノンドープ多結晶シリコン層とを含むベース部と、

b ) 基体と、

該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコン層に接するように該基体上に設けられたニッケル層とを含むキャップ部とを含み、

該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコン層と該キャップ部の該ニッケル層とが共晶接合されて、該ベース部と該キャップ部との間に該センサ部が封止されたことを特徴とする加速度センサ。

## 【請求項 2】

上記拡散防止層が、酸化シリコン層及び窒化シリコン層の群から選択される1の層であることを特徴とする請求項1に記載の加速度センサ。

## 【請求項 3】

ベース部とキャップ部とが接合され、それらの間にセンサ部が封止された加速度センサ

10

20

であって、

a ) 半導体基板と、

該半導体基板上に堆積された不純物がドーピングされた多結晶シリコン層から形成された、センサ部と該センサ部の周囲を囲む枠部と、

該枠部上に積層された、所定の膜厚のノンドープ多結晶シリコンとを含むベース部と、

b ) 基体と、

該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコン層に接するように該基体上に設けられたニッケル層とを含むキャップ部とを含み、

該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコンと該キャップ部の該ニッケル層とが共晶接合されて、該ベース部と該キャップ部との間に該センサ部が封止され、

該ノンドープ多結晶シリコン層の該膜厚が、該共晶接合を形成する工程中に該枠部に含まれる不純物が該ノンドープ多結晶シリコン中を拡散した距離より大きいことを特徴とする加速度センサ。

【請求項 4】

上記ノンドープ多結晶シリコン層の膜厚が、1 μm から 5 μm の範囲内であることを特徴とする請求項 3 に記載の加速度センサ。

【請求項 5】

上記不純物が、リンであることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の加速度センサ。

20

【請求項 6】

上記キャップ部が、上記基体と上記ニッケル層の間にチタン層を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の加速度センサ。

【請求項 7】

ベース部とキャップ部とを接合し、それらの間にセンサ部を封止する加速度センサの製造工程であって、

半導体基板上に、不純物がドープされた多結晶シリコン層を堆積する工程と、

該多結晶シリコンを加工して、センサ部と、該センサ部の周囲を囲む枠部形成する工程と、

該枠部上に、拡散防止層と、ノンドープ多結晶シリコン層とを、順次積層し、ベース部とする工程と、

30

該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコン層に接する領域に、ニッケル層が設けられた基体からなるキャップ部を準備する工程と、

該ノンドープ多結晶シリコン層に該ニッケル層が接するように、該ベース部上に該キャップ部を載置する工程と、

該ベース部と該キャップ部とを加熱して、該ノンドープ多結晶シリコン層と該ニッケル層とを共晶接合させ、該ベース部と該キャップ部との間に該センサ部を封止する工程とを含むことを特徴とする加速度センサの製造方法。

【請求項 8】

上記拡散防止層が、酸化シリコン膜及び窒化シリコン膜の群から選択される 1 の膜から形成されることを特徴とする請求 7 に記載の製造方法。

40

【請求項 9】

ベース部とキャップ部とを接合し、それらの間にセンサ部を封止する加速度センサの製造工程であって、

半導体基板上に、不純物がドープされた多結晶シリコン層を堆積する工程と、

該多結晶シリコンを加工して、センサ部と、該センサ部の周囲を囲む枠部とを形成する工程と、

該枠部上に、所定の膜厚のノンドープ多結晶シリコン層を積層し、ベース部とする工程と、

該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコン層に接する領域に、ニッケル層が設けられた

50

基体からなるキャップ部を準備する工程と、

該ノンドープ多結晶シリコン層に該ニッケル層が接するように、該ベース部上に該キャップ部を載置する工程と、

該ベース部と該キャップ部とを加熱して、該ノンドープ多結晶シリコン層と該ニッケル層とを共晶接合させ、該ベース部と該キャップ部との間に該センサ部を封止する接合工程とを含み、

該接合工程において該枠部に含まれる該不純物が該ノンドープ多結晶シリコン層中を拡散する距離よりも、該ノンドープ多結晶シリコン層の膜厚を大きくすることを特徴とする加速度センサの製造方法。

【請求項 10】

上記ノンドープ多結晶シリコンの膜厚が、 $1 \mu\text{m}$ から $5 \mu\text{m}$ の範囲内であることを特徴とする請求項 9 に記載の製造方法。

【請求項 11】

上記不純物が、リンであることを特徴とする請求項 7 ~ 10 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 12】

上記キャップ部が、上記基体と上記ニッケル層の間にチタン層を含むことを特徴とする請求項 7 ~ 10 のいずれかに記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、加速度センサ及びその製造方法に関し、特に、内部にセンサ素子が封止された容量式加速度センサ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 3 及び図 4 に、従来の容量式加速度センサの製造工程を示す。まず、図 3 に示すように、シリコン半導体基板 1 上に、リンがドーピングされた多結晶シリコン層を堆積する。次に、多結晶シリコン層を選択的に除去して、センサ部 12 と枠部 2 とを形成する。センサ部 12 には、一般的な方法を用いて加速度センサ素子（図示せず）が形成される。かかる工程で、加速度センサのベース部 10 が完成する。

【0003】

次に、図 4 (a) に示すように、ベース部 10 のセンサ部 12 を覆うためのキャップ部 20 を準備する。図 4 (a) は、図 3 の A - A 方向の断面図である。キャップ部 20 の準備工程では、まず、シリコン基板の片面に凹部を形成し、キャップ本体 5 を形成する。次に、キャップ本体 5 の凹部を形成した面を覆うように、金属層 6 を形成する。金属層 6 は、キャップ本体 5 に、まずチタン層を蒸着した、続いてニッケル層を蒸着して形成する。

【0004】

次に、図 4 (b) 示すように、ベース部 10 の枠部 2 に金属層 6 が重なるように、ベース部 10 上にキャップ部 20 を重ねる。かかる状態で、例えば 400 に加熱して、枠部 2 のシリコンと金属層 6 のニッケルとの反応させて、共晶合金を形成する。これにより、ベース部 10 とキャップ部 20 が、センサ部 12 をそれらの中に封止するように接合され、全体が 101 で示される加速度センサが形成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

かかる加速度センサ 101 では、枠部 2 と金属層 6 との接合不良が発生しやすく、製造歩留まりの向上に限界があった。また、かかる接合不良の発生は、加速度センサ 101 の信頼性を低下させていた。

【0006】

かかる原因について検討した結果、枠部 2 の多結晶シリコンに含まれるリンが、加熱中に拡散して金属層 6 に到達して、シリコンとニッケルとの接合界面に析出し、かかる析出

10

20

30

40

50

物が、不完全な接合や接合強度の低下を引き起こしていることを見出した。

【0007】

そこで、本発明は、ベース部の枠部と、キャップ部の金属層とが、良好に接合された加速度センサ及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ベース部とキャップ部とが接合され、それらの間にセンサ部が封止された加速度センサであって、

a) 半導体基板と、該半導体基板上に堆積された不純物がドーピングされた多結晶シリコン層から形成された、センサ部と該センサ部の周囲を囲む枠部と、該枠部上に順次積層された拡散防止層とノンドープ多結晶シリコン層とを含むベース部と、

b) 基体と、該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコン層に接するように該基体上に設けられたニッケル層とを含むキャップ部とを含み、

該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコン層と該キャップ部の該ニッケル層とが共晶接合されて、該ベース部と該キャップ部との間に該センサ部が封止されたことを特徴とする加速度センサである。

このように、拡散防止層を設けることにより、枠部から共晶接合面への不純物の拡散を防止することができる。この結果、良好な共晶接合を得ることができ、接合強度の向上が可能となる。

【0009】

20

上記拡散防止層は、酸化シリコン層及び窒化シリコン層の群から選択される1の層であることが好ましい。

ノンドープ多結晶シリコン層中への不純物の拡散を、有效地に防止できるからである。

【0010】

また、本発明は、ベース部とキャップ部とが接合され、それらの間にセンサ部が封止された加速度センサであって、

a) 半導体基板と、該半導体基板上に堆積された不純物がドーピングされた多結晶シリコン層から形成された、センサ部と該センサ部の周囲を囲む枠部と、

該枠部上に積層された、所定の膜厚のノンドープ多結晶シリコンとを含むベース部と、

b) 基体と、該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコン層に接する該基体上の領域に設けられたニッケル層とを含むキャップ部とを含み、

30

該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコンと該キャップ部の該ニッケル層とが共晶接合されて、該ベース部と該キャップ部との間に該センサ部が封止され、該ノンドープ多結晶シリコン層の該膜厚が、該共晶接合を形成する工程中に該枠部に含まれる不純物が該ノンドープ多結晶シリコン中を拡散した距離より大きいことを特徴とする加速度センサもある。

このように、ノンドープ多結晶シリコン層を所定の膜厚とすることにより、枠部から拡散した不純物が、共晶接合面に到達するのを防止することができる。この結果、共晶接合面の接合強度を向上させることができる。

【0011】

40

上記ノンドープ多結晶シリコン層の膜厚は、1 μmから5 μmの範囲内であることが好ましい。

かかる膜厚とすることにより、ベース部とキャップ部との接合工程において、不純物が接合界面に到達するのを有效地に防止できる。

【0012】

上記不純物は、リンであることが好ましい。

【0013】

上記キャップ部は、上記基体と上記ニッケル層の間にチタン層を含むものであっても良い。

【0014】

50

また、本発明は、ベース部とキャップ部とを接合し、それらの間にセンサ部を封止する加速度センサの製造工程であって、半導体基板上に、不純物がドープされた多結晶シリコン層を堆積する工程と、該多結晶シリコンを加工して、センサ部と、該センサ部の周囲を囲む枠部とを形成する工程と、該枠部上に、拡散防止層と、ノンドープ多結晶シリコン層とを、順次積層し、ベース部とする工程と、該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコン層に接する領域に、ニッケル層が設けられた基体からなるキャップ部を準備する工程と、該ノンドープ多結晶シリコン層に該ニッケル層が接するように、該ベース部上に該キャップ部を載置する工程と、該ベース部と該キャップ部とを加熱して、該ノンドープ多結晶シリコン層と該ニッケル層とを共晶接合させ、該ベース部と該キャップ部との間に該センサ部を封止する工程とを含むことを特徴とする加速度センサの製造方法でもある。

10

このように、拡散防止層を設けることにより、枠部から共晶接合面への不純物の拡散を防止することができる。

#### 【0015】

上記拡散防止層は、酸化シリコン膜及び窒化シリコン膜の群から選択される1の膜から形成されることが好ましい。

#### 【0016】

また、本発明は、ベース部とキャップ部とを接合し、それらの間にセンサ部を封止する加速度センサの製造工程であって、半導体基板上に、不純物がドープされた多結晶シリコン層を堆積する工程と、該多結晶シリコンを加工して、センサ部と、該センサ部の周囲を囲む枠部とを形成する工程と、該枠部上に、所定の膜厚のノンドープ多結晶シリコン層を積層し、ベース部とする工程と、該ベース部の該ノンドープ多結晶シリコン層に接する領域に、ニッケル層が設けられた基体からなるキャップ部を準備する工程と、該ノンドープ多結晶シリコン層に該ニッケル層が接するように、該ベース部上に該キャップ部を載置する工程と、該ベース部と該キャップ部とを加熱して、該ノンドープ多結晶シリコン層と該ニッケル層とを共晶接合させ、該ベース部と該キャップ部との間に該センサ部を封止する接合工程とを含み、該接合工程において該枠部に含まれる該不純物が該ノンドープ多結晶シリコン層中を拡散する距離よりも、該ノンドープ多結晶シリコン層の膜厚を大きくすることを特徴とする加速度センサの製造方法でもある。

20

このように、ノンドープ多結晶シリコン層を所定の膜厚とすることにより、枠部から拡散した不純物が、接合界面に到達するのを防止することができる。

30

#### 【0017】

上記ノンドープ多結晶シリコンの膜厚は、1μmから5μmの範囲内であることが好ましい。

かかる膜厚とすることにより、ベース部とキャップ部との接合工程に、不純物が接合界面に到達するのを有効に防止できる。

#### 【0018】

上記不純物は、リンであることが好ましい。

#### 【0019】

上記キャップ部は、上記基体と上記ニッケル層の間にチタン層を含むものであっても良い。

40

#### 【0020】

#### 【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1に、本実施の形態にかかる加速度センサの各製造工程における断面図を示す。

かかる製造工程では、まず、図1(a)に示すように、シリコンの半導体基板1の上に、多結晶シリコン層を堆積し、これを選択的に除去して、センサ部12と、センサ部12を囲む枠部2とを形成する。センサ部12には、加速度センサ素子が形成される(図示せず)。かかる工程は、従来の加速度センサの製造工程と同じである。

#### 【0021】

次に、図1(b)に示すように、半導体基板1上に、センサ部12と枠部2とを覆うよ

50

うに、拡散防止層3を堆積する。拡散防止層3には、酸化シリコン、窒化シリコンの他、アルミニウムや金等の金属を用いることもできる。

【0022】

次に、拡散防止層3を覆うように、ノンドープの多結晶シリコン層4を形成する。

【0023】

次に、リソグラフィ技術、エッチング技術を用いて、多結晶シリコン層4、拡散防止層3を選択的に除去して、枠部2の上部にのみこれらを残す。

【0024】

次に、図1(c)に示すように、キャップ部20をベース部10の上に重ねる。キャップ部20は、図4(a)に示す従来の工程と同様の工程で作製される。これにより、シリコンからなるキャップ本体(基体)5の、凹部が形成された面上には、例えばスパッタ法を用いて、チタン層が形成され、その上に、更にニッケル層が形成されている。ベース部10にキャップ部20を重ねることにより、枠部2上に形成されたノンドープの多結晶シリコン層4が、金属層6のニッケル層に接触する。

【0025】

次に、かかる状態で、加熱炉に入れられて、シリコンとニッケルの共晶温度以上、好ましくは約350から約450の間、更に好ましくは400程度に加熱される。加熱時間は、数10分から数時間程度である。加熱中、加熱炉内は真空に保たれても良いし、例えば、窒素等の不活性ガスが流されても良い。

【0026】

このように、加熱することにより、多結晶シリコン層4中のシリコンと、金属層5中のニッケルとが共晶合金を形成し、ベース部10とキャップ部20が接合される。これにより、内部にセンサ素子が封入された加速度センサ100が形成される。

【0027】

本実施の形態では、枠部2の上に拡散防止層3が形成されているため、上述の加熱工程において、リンが、枠部2からノンドープ多結晶シリコン層4中に拡散するのを防止することができる。

この結果、ノンドープ多結晶シリコン層4と金属層6との接合界面にリンが析出することなく、良好な共晶接合を得ることができる。

【0028】

実施の形態2.

図2に、本実施の形態にかかる加速度センサ101の断面図を示す。図2の加速度センサ101では、図1(c)に示す加速度センサ100の拡散防止層3、ノンドープ多結晶シリコン層4に代えて、所定の膜厚のノンドープ多結晶シリコン層7が設けられている。ノンドープ多結晶シリコン層7の膜厚としては、例えば、1μmから5μm程度が好ましい。それ以外の構造は、加速度センサ100と同じである。

【0029】

本実施の形態にかかる加速度センサ101では、ノンドープ多結晶シリコン層7の膜厚を所定の厚みに形成している。このため、加熱工程において、枠部2からノンドープ多結晶シリコン層7中にリンが拡散した場合であっても、ノンドープ多結晶シリコン層7と金属層6との接合界面にはリンが到達しない。

従って、ノンドープ多結晶シリコン層4と金属層6との接合界面にリンが析出することなく、良好な共晶接合を得ることができる。

発明者らの実験結果では、上述の加熱条件において、膜厚を少なくとも1μmより厚くすれば、接合界面までリンが拡散しないことが確認されている。

【0030】

なお、ノンドープ多結晶シリコン層7の膜厚は、加熱工程における加熱温度、加熱時間に従って変えててもかまわない。

また、本実施の形態1、2では、枠部2にドープされたリンが拡散する場合について説明したが、ボロン、ガリウム、砒素等の他のドーパントを使用した場合にも適用すること

10

20

30

40

50

ができる。この場合、実施の形態2の加速度センサ101では、ノンドープ多結晶シリコン膜7の膜厚をドーパントの種類に応じて調整する。

【0031】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明にかかる加速度センサでは、ベース部とキャップ部との接合界面に、不純物が拡散して到達するのを防止でき、良好な接合を得ることができる。

【0032】

この結果、加速度センサの製造歩留まりを向上させることができる。

【0033】

また、加速度センサの信頼性を向上させることもできる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態にかかる加速度センサの断面図である。

【図2】 本発明の第2の実施の形態にかかる加速度センサの断面図である。

【図3】 従来の加速度センサのベース部の上面図である。

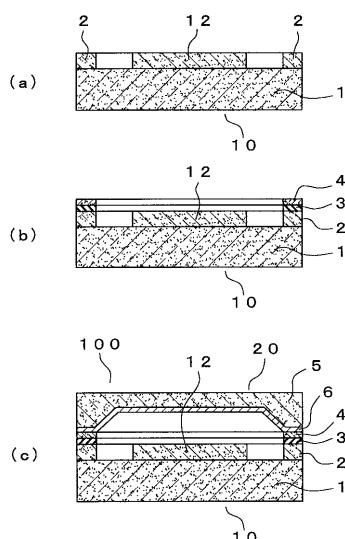
【図4】 従来の加速度センサの断面図である。

【符号の説明】

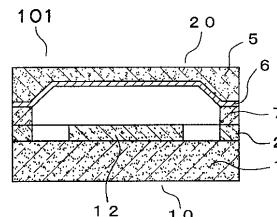
1 半導体基板、2 枠部、3 拡散防止層、4 ノンドープ多結晶シリコン層、5 キャップ本体、6 金属層、7 ノンドープ多結晶シリコン層、10 ベース部、12 センサ部、20 キャップ部、100、101、110 加速度センサ。

20

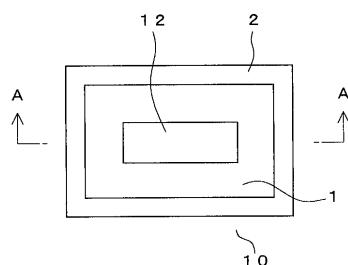
【図1】



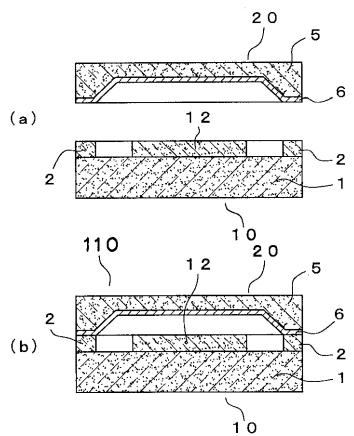
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山 崎 史朗

東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三菱電機エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 深浦 輝也

兵庫県伊丹市瑞原四丁目1番地 菱電セミコンダクタシステムエンジニアリング株式会社内

審査官 高 橋 英樹

(56)参考文献 特開平05-164778 (JP, A)

特開2001-227902 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 29/84

G01P 15/08

G01P 15/125