

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4839685号
(P4839685)

(45) 発行日 平成23年12月21日(2011.12.21)

(24) 登録日 平成23年10月14日(2011.10.14)

| | | | |
|---------------|-----------|--------------|---|
| (51) Int.Cl. | | F I | |
| HO 1 L 27/04 | (2006.01) | HO 1 L 27/04 | A |
| HO 1 L 21/822 | (2006.01) | HO 1 L 27/04 | T |
| HO 1 L 21/66 | (2006.01) | HO 1 L 21/66 | T |

請求項の数 15 (全 13 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2005-172680 (P2005-172680) | (73) 特許権者 | 000004260 |
| (22) 出願日 | 平成17年6月13日(2005.6.13) | | 株式会社デンソー |
| (65) 公開番号 | 特開2006-351628 (P2006-351628A) | | 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 |
| (43) 公開日 | 平成18年12月28日(2006.12.28) | (74) 代理人 | 100106149 |
| 審査請求日 | 平成19年7月9日(2007.7.9) | | 弁理士 矢作 和行 |
| | | (72) 発明者 | 田井 明 |
| | | | 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内 |
| | | 審査官 | 池淵 立 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体基板の主面側の表層部に形成された第1絶縁分離領域と、前記第1絶縁分離領域に取り囲まれ、前記第1絶縁分離領域と絶縁分離された第2絶縁分離領域とを有してなり、

前記第2絶縁分離領域内に半導体素子が形成され、

前記第1絶縁分離領域に、当該第1絶縁分離領域を通電発熱させるための一对の電極が、前記第2絶縁分離領域を間に挟むようにして接続されてなる半導体装置であって、

前記半導体基板が、埋め込み絶縁膜を有するSOI構造の半導体基板で、支持基板、前記埋め込み絶縁膜およびSOI層からなり、

前記第1絶縁分離領域と第2絶縁分離領域が、前記埋め込み絶縁膜に達する絶縁分離トレンチで前記SOI層が区切られて絶縁分離されることにより形成され、

前記第1絶縁分離領域のSOI層を通電発熱させてヒータとして機能させ、前記第2絶縁分離領域のSOI層に形成された前記半導体素子を周囲から加熱することを特徴とする半導体装置。

【請求項2】

前記第1絶縁分離領域が、周囲に多重に形成された前記絶縁分離トレンチで絶縁分離されてなることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】

前記第1絶縁分離領域に接続される電極が、アルミニウム(Al)、タングステン(W

)、チタン (Ti)、高融点金属珪化物および多結晶シリコンのいずれかであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記埋め込み絶縁膜上の SOI 層の不純物濃度が、深さ方向で、一定であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記埋め込み絶縁膜下の支持基板上に、当該支持基板を通電発熱させるための電極が接続されてなることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記支持基板に接続される電極が、アルミニウム (Al)、タングステン (W)、チタン (Ti)、高融点金属珪化物および多結晶シリコンのいずれかであることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体装置。

10

【請求項 7】

前記半導体基板の主面側の表層部上に、層間絶縁膜が形成されてなり、
前記層間絶縁膜中に電界を形成するための電極が、前記半導体素子を覆って、層間絶縁膜上に配置されてなることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記半導体基板の主面側の表層部上に、層間絶縁膜が形成されてなり、
多結晶シリコン膜もしくはアルミニウム (Al) 膜からなるヒータが、前記層間絶縁膜上に配置されてなることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の半導体装置。

20

【請求項 9】

前記第 2 絶縁分離領域が、複数個あることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記複数個の第 2 絶縁分離領域内にある半導体素子が、全て同じ半導体素子であることを特徴とする請求項 9 に記載の半導体装置。

【請求項 11】

少なくとも一個の前記第 2 絶縁分離領域内に形成された半導体素子が、温度センサ素子として用いられ、

30

前記第 1 絶縁分離領域の発熱温度が、前記温度センサ素子からの信号により制御されることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の半導体装置。

【請求項 12】

前記温度センサ素子が、複数個あり、
前記温度センサ素子が形成された各第 2 絶縁分離領域が、前記温度センサ素子以外の半導体素子が形成された第 2 絶縁分離領域を取り囲んで配置されてなることを特徴とする請求項 11 に記載の半導体装置。

【請求項 13】

前記温度センサ素子が、拡散抵抗、ダイオード、バイポーラトランジスタもしくは MOS トランジスタのいずれかであることを特徴とする請求項 11 または 12 に記載の半導体装置。

40

【請求項 14】

前記半導体素子が、ガスセンサもしくは振動子型素子であることを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 15】

前記半導体装置が、室温以下の低温環境で用いられることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、局部加熱によって、高温加速試験の実施や一定温度での使用が可能な半導体装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

局部加熱によって、一定温度での使用可能な半導体装置が、例えば、Microelectronics Reliability 44 (2004) 1251-1262 (非特許文献 1) に開示されている。

【 0 0 0 3 】

図 4 (a) , (b) は、非特許文献 1 に開示された半導体装置で、図 4 (a) は、半導体装置 9 0 の模式的な上面図であり、図 4 (b) は、図 4 (a) における A - A ' での模式的な断面図である。

10

【 0 0 0 4 】

図 4 (a) , (b) に示す半導体装置 9 0 では、シリコン基板 1 上に、厚い酸化膜 2 を介して、多結晶シリコン膜からなるヒータ 3 が配置されている。この多結晶シリコン膜 3 に電流を流して発熱させることで、シリコン基板 1 の表層部に形成された MOS トランジスタ 9 を局部加熱し、MOS トランジスタ 9 の一定温度での使用が可能となっている。尚、図 4 (a) , (b) の半導体装置 9 0 においては、誘電体膜 4 を介して形成された金属抵抗 5 を温度センサとして機能させ、ヒータ 3 の発熱 (MOS トランジスタ 9 の温度) を制御している。

【 非特許文献 1 】 Microelectronics Reliability 44 (2004) 1251-1262

20

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

半導体装置 9 0 における MOS トランジスタ 9 は、ヒータ 3 で加熱されて温度制御されるため、一定温度での使用が可能である。しかしながら、多結晶シリコン膜からなるヒータ 3 は、厚い酸化膜 2 上に形成されており、外部への放熱ロスも大きい。このため、図 4 (a) , (b) の半導体装置 9 0 においては、ヒータ 3 を最大 5 4 0 まで発熱させても、シリコン基板 1 の表層部に形成された MOS トランジスタ 9 を最大 2 5 0 までしか加熱することができない。一方、信頼性を評価するために、高温加速試験でシリコン基板 1 に形成された MOS トランジスタ 9 の特性を数時間程度で変動させるには、4 0 0 程度

30

【 0 0 0 6 】

さらに、図 4 (a) , (b) の半導体装置 9 0 では、ヒータ 3 上に形成された誘電体膜 4 を介して、温度センサである金属抵抗 5 が形成されている。このため、シリコン基板 1 の表層部に形成された MOS トランジスタ 9 と温度センサ 5 が離れてしまい、MOS トランジスタ 9 の温度を正確にモニターすることができない。

【 0 0 0 7 】

そこで本発明は、半導体基板の表層部に形成された半導体素子を、4 0 0 以上に局部加熱することができると共に、当該半導体素子の温度を正確にモニターすることができ、高温加速試験の実施や一定温度での使用が可能な半導体装置を提供することを目的としている。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

請求項 1 に記載の半導体装置は、半導体基板の主面側の表層部に形成された第 1 絶縁分離領域と、前記第 1 絶縁分離領域に取り囲まれ、前記第 1 絶縁分離領域と絶縁分離された第 2 絶縁分離領域とを有してなり、前記第 2 絶縁分離領域内に半導体素子が形成され、前記第 1 絶縁分離領域に、当該第 1 絶縁分離領域を通電発熱させるための 一対の電極が、前記第 2 絶縁分離領域を間に挟むようにして接続されてなる半導体装置であって、前記半導

50

体基板が、埋め込み絶縁膜を有するSOI構造の半導体基板で、支持基板、前記埋め込み絶縁膜およびSOI層からなり、前記第1絶縁分離領域と第2絶縁分離領域が、前記埋め込み絶縁膜に達する絶縁分離トレンチで前記SOI層が区切られて絶縁分離されることにより形成され、前記第1絶縁分離領域のSOI層を通电発熱させてヒータとして機能させ、前記第2絶縁分離領域のSOI層に形成された前記半導体素子を周囲から加熱することを特徴としている。

【0009】

上記半導体装置では、埋め込み絶縁膜を有するSOI (Silicon On Insulator) 構造の半導体基板で、支持基板、前記埋め込み絶縁膜およびSOI層からなる半導体基板が用いられている。また、上記埋め込み絶縁膜に達する絶縁分離トレンチにより、埋め込み絶縁膜上にあるSOI層を区切って第1絶縁分離領域と第2絶縁分離領域とし、これらを確実に絶縁分離するようにしている。そして、第1絶縁分離領域のSOI層を、第2絶縁分離領域を間に挟むようにして該SOI層に接続されている一对の電極により通电発熱させてヒータとして機能させ、第2絶縁分離領域のSOI層に形成された半導体素子を、周囲から効率的に加熱するようにしている。

10

このように、上記半導体装置においては、第1絶縁分離領域を通电発熱させてヒータとして機能させ、第1絶縁分離領域内にある第2絶縁分離領域に形成された半導体素子を、局部加熱することができる。上記半導体装置の構造は、ヒータとして機能する第1絶縁分離領域が、加熱対象である半導体素子と同じ半導体基板の表層部に、半導体素子を取り囲むようにして形成されている。このため、外部への放熱ロスが小さく、加熱対象の半導体素子を、周囲から効率よく400以上の高温に加熱することができる。従って、例えば、当該半導体素子の高温加速試験を400以上で実施することができ、数時間程度で当該半導体素子の信頼性を評価することができる。尚、上記高温加速試験は、製造途中のチップ切り出し前のウエハ段階で行ってもよいし、当該半導体装置のチップ切り出し後に行ってもよい。また、言うまでもなく、上記半導体装置においては、半導体素子を一定温度に設定して動作させるようにして使用することも可能である。

20

【0010】

以上のようにして、上記半導体装置は、半導体基板の表層部に形成された半導体素子を、400以上に局部加熱できると共に、高温加速試験の実施や高温での使用が可能な半導体装置となっている。

30

【0011】

請求項2に記載のように、前記第1絶縁分離領域は、周囲に多重に形成された前記絶縁分離トレンチで絶縁分離されてなることが好ましい。これにより、第1絶縁分離領域のSOI層の発熱に伴う横方向への放熱ロスを、より抑制することができる。

【0012】

また、請求項3に記載のように、前記第1絶縁分離領域に接続される電極は、半導体装置の配線材料と同じアルミニウム (Al) であってもよいし、高温で高い耐熱性を有するタングステン (W)、チタン (Ti)、高融点金属珪化物および多結晶シリコンのいずれかであってもよい。

【0016】

上記半導体装置においては、請求項4に記載のように、前記埋め込み絶縁膜上のSOI層の不純物濃度を、深さ方向で一定とすることにより、第1絶縁分離領域のSOI層を均一に発熱させることができる。

40

【0017】

また、請求項5に記載のように、前記埋め込み絶縁膜下の支持基板上に、当該支持基板を通电発熱させるための電極が接続されてなるように構成し、支持基板もヒータとして機能させることができる。これにより、第2絶縁分離領域のSOI層に形成された半導体素子を、周囲からだけでなく、下方からも加熱することができる。

【0018】

請求項6に記載のように、前記支持基板に接続される電極は、半導体装置の配線材料と

50

同じアルミニウム（Al）であってもよいし、高温で高い耐熱性を有するタングステン（W）、チタン（Ti）、高融点金属珪化物および多結晶シリコンのいずれかであってもよい。

【0022】

請求項7に記載の発明は、前記半導体基板の主面側の表層部上に、層間絶縁膜が形成されている場合において、前記層間絶縁膜中に電界を形成するための電極が、前記半導体素子を覆って、層間絶縁膜上に配置されてなるように、上記半導体装置を構成することを特徴としている。

【0023】

上記半導体装置においては、層間絶縁膜上に配置した電極に電圧を印加して層間絶縁膜中に電界を形成し、層間絶縁膜中に存在する可動電荷の移動を電圧（電界）で加速することができる。従って、上記した高温加速試験において、半導体素子の信頼性評価だけでなく、層間絶縁膜の絶縁耐久性についても、同時に評価することができる。

10

【0024】

さらに、上記した半導体基板の主面側の表層部上に層間絶縁膜が形成されている場合においては、請求項8に記載のように、多結晶シリコン膜もしくはアルミニウム（Al）膜からなるヒータが、前記層間絶縁膜上に配置されてなるように、上記半導体装置を構成することもできる。

【0025】

これによれば、第2絶縁分離領域に形成された半導体素子を、周囲からだけでなく、上方からも加熱することができる。

20

【0026】

請求項9に記載したように、第1絶縁分離領域内にある前記第2絶縁分離領域は、1個に限らず、複数個であってもよい。また、請求項10に記載のように、前記複数個の第2絶縁分離領域内にある半導体素子は、全て同じ半導体素子であってもよい。

【0027】

請求項11に記載の発明は、上記した第1絶縁分離領域内に第2絶縁分離領域が複数ある場合において、少なくとも一個の前記第2絶縁分離領域内に形成された半導体素子が、温度センサ素子として用いられ、前記第1絶縁分離領域の発熱温度が、前記温度センサ素子からの信号により制御されることを特徴としている。

30

【0028】

これにより、前記第2絶縁分離領域内に形成された温度センサ素子からの信号を用いて、ヒータとして機能する第1絶縁分離領域の発熱温度をフィードバック制御し、別の第2絶縁分離領域内に形成された半導体素子の温度を、高温で一定になるように制御することができる。当該半導体装置においては、温度計測のための温度センサ素子と評価対象である半導体素子が、ヒータとして機能する同じ第1絶縁分離領域内に配設されている。このため、半導体素子の温度を正確にモニターできると共に、ヒータの発熱温度（従って半導体素子の温度）を精度良く制御することができる。

【0029】

以上のようにして、上記半導体装置は、半導体基板の表層部に形成された半導体素子の温度を正確にモニターし、ヒータとして機能する第1絶縁分離領域により半導体素子を加熱して、所定の温度に精度良く制御することができる。これによって、上記半導体装置は、高い温度設定精度で、高温加速試験の実施や一定温度での使用が可能な半導体装置となっている。

40

【0030】

請求項12に記載のように、前記温度センサ素子が、複数個ある場合には、前記温度センサ素子が形成された各第2絶縁分離領域が、前記温度センサ素子以外の半導体素子が形成された第2絶縁分離領域を取り囲んで配置されてなるように構成することが好ましい。

【0031】

例えば、温度センサ素子が形成された第2絶縁分離領域を、温度センサ素子以外の評価

50

対象である半導体素子が形成された第2絶縁分離領域を取り囲んで、4方向全てに配置することで、評価対象である半導体素子の温度を、精度良く設定することができる。

【0032】

請求項13に記載のように、前記温度センサ素子として用いる半導体素子は、例えば、拡散抵抗、ダイオード、バイポーラトランジスタもしくはMOSトランジスタのいずれかとすることができる。また、これ以外の半導体素子であってもよい。但し、温度センサ素子として用いる半導体素子は、評価対象の半導体素子と同じであることが好ましい。これにより、評価対象である半導体素子の温度を、より正確にモニターすることができる。

【0033】

請求項14に記載のように、上記半導体装置は、前記半導体素子が、一定温度での使用されることが望ましいガスセンサもしくは振動子型素子である場合に好適である。

10

【0035】

さらに、請求項15に記載のように、前記半導体装置は、ヒータとして機能する第1絶縁分離領域を備えており、半導体素子を加熱して、一定温度で安定して動作させることができる。このため、宇宙空間などの極低温環境等、室温以下の低温環境で用いられる場合にも好適である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

以下、本発明を実施するための最良の形態を、図に基づいて説明する。

【0037】

20

図1(a)~(c)は、本発明の半導体装置の一例で、図1(a)は半導体装置100の模式的な上面図である。また、図1(b)は、図1(a)の一点鎖線B-B'における模式的な断面図であり、図1(c)は、図1(a)の一点鎖線C-C'における模式的な断面図である。

【0038】

図1(a)~(c)に示す半導体装置100は、半導体基板10の主面側の表層部に形成された第1絶縁分離領域Z1と、第1絶縁分離領域Z1に取り囲まれ、第1絶縁分離領域Z1と絶縁分離された第2絶縁分離領域Z2a, Z2bとを有している。

【0039】

第2絶縁分離領域Z2a, Z2b内には、半導体素子Da, Dbが形成されている。図1(a)~(c)の半導体装置100における半導体素子Da, Dbは、NPN型バイポーラトランジスタである。また、第1絶縁分離領域Z1を通電発熱させるための電極Ha, Hbが、半導体基板10上に形成された絶縁膜20を介して、第1絶縁分離領域Z1に接続されている。

30

【0040】

半導体基板10は、図1(a), (b)に示すように、埋め込み絶縁膜1bを有するSOI(Silicon On Insulator)構造の半導体基板で、支持基板1a、埋め込み絶縁膜1bおよびSOI層1c(N-)からなる。尚、半導体素子Da, Dbの特性向上のため、SOI層1c中の埋め込み絶縁膜1b上には、高濃度層1d(N+)が形成されている。

【0041】

40

第1絶縁分離領域Z1と第2絶縁分離領域Z2a, Z2bは、それぞれ、埋め込み絶縁膜1bに達する絶縁分離トレンチT1, T2a, T2bによって形成されている。この埋め込み絶縁膜1bに達する絶縁分離トレンチT1, T2a, T2bにより、埋め込み絶縁膜1b上にあるSOI層1cを区切って第1絶縁分離領域Z1と第2絶縁分離領域Z2a, Z2bとし、これらを確実に絶縁分離することができる。また、第1絶縁分離領域Z1のSOI層1cを通電発熱させてヒータとして機能させ、第2絶縁分離領域Z2a, Z2bのSOI層1cに形成された半導体素子Da, Dbを、周囲から効率的に加熱することができる。

【0042】

以上のように、図1(a)~(c)に示す半導体装置100においては、第1絶縁分離

50

領域 Z 1 を通電発熱させてヒータとして機能させ、第 1 絶縁分離領域 Z 1 内にある第 2 絶縁分離領域 Z 2 a , Z 2 b に形成された半導体素子 D a , D b を、局部加熱することができる。図 1 (a) ~ (c) に示す半導体装置 1 0 0 の構造は、図 4 (a) , (b) に示す従来の半導体装置 9 0 の構造と異なり、ヒータとして機能する第 1 絶縁分離領域 Z 1 が、加熱対象である半導体素子 D a , D b と同じ半導体基板 1 0 の表層部に、半導体素子 D a , D b を取り囲むようにして形成されている。このため、外部への放熱ロスが小さく、加熱対象の半導体素子 D a , D b を、周囲から効率よく 4 0 0 以上の高温に加熱することができる。従って、例えば、半導体素子 D a , D b の高温加速試験を 4 0 0 以上で実施することができ、数時間程度で半導体素子 D a , D b の信頼性を評価することができる。尚、高温加速試験は、製造途中のチップ切り出し前のウエハ段階で行ってもよいし、半導体装置 1 0 0 のチップ切り出し後に行ってもよい。また、言うまでもなく、図 1 (a) ~ (c) の半導体装置 1 0 0 においては、半導体素子 D a , D b を一定温度に設定して動作させるようにして使用することも可能である。

10

【 0 0 4 3 】

以上のようにして、図 1 (a) ~ (c) の半導体装置 1 0 0 は、半導体基板 1 0 の表層部に形成された半導体素子 D a , D b を、4 0 0 以上に局部加熱できると共に、高温加速試験の実施や高温での使用が可能な半導体装置となっている。

【 0 0 4 4 】

尚、第 1 絶縁分離領域 Z 1 に接続される電極 H a , H b は、半導体装置 1 0 0 の配線材料と同じアルミニウム (A l) であってもよいし、高温で高い耐熱性を有するタングステン (W) 、チタン (T i) 、高融点金属珪化物および多結晶シリコンのいずれかであってもよい。

20

【 0 0 4 5 】

図 1 (a) ~ (c) に示す半導体装置 1 0 0 のように、S O I 構造半導体基板と絶縁分離トレンチを用いた半導体装置においては、図 1 (a) ~ (c) に示す第 1 絶縁分離領域 Z 1 を形成する絶縁分離トレンチ T 1 を、2 以上の多重の絶縁分離トレンチとすることができる。これにより、絶縁分離トレンチ T 1 が 1 重である図 1 (a) ~ (c) の半導体装置 1 0 0 に較べて、第 1 絶縁分離領域 Z 1 の S O I 層 1 b の発熱に伴う横方向への放熱ロスを、より抑制することができる。

【 0 0 4 6 】

また、図 1 (a) ~ (c) に示す半導体装置 1 0 0 においては、埋め込み絶縁膜 1 b 上に高濃度層 1 d が形成されているが、高濃度層 1 d を形成せず、埋め込み絶縁膜 1 b 上の S O I 層 1 c の不純物濃度を、深さ方向で一定としてもよい。これにより、第 1 絶縁分離領域 Z 1 の S O I 層 1 b を均一に発熱させることができる。

30

【 0 0 4 7 】

さらに、図 1 (a) ~ (c) に示す半導体装置 1 0 0 において、半導体基板 1 0 の裏面側、すなわち埋め込み絶縁膜 1 b 下の支持基板 1 a 上に、主面側の電極 H a , H b と同様にして、支持基板 1 a を通電発熱させるための電極を接続してもよい。これにより、支持基板 1 a もヒータとして機能させることができ、第 2 絶縁分離領域 Z 2 a , Z 2 b の S O I 層 1 c に形成された半導体素子 D a , D b を、周囲からだけでなく、下方からも加熱することができる。尚、上記支持基板 1 a に接続される電極についても、主面側の電極 H a , H b と同様に、半導体装置 1 0 0 の配線材料と同じアルミニウム (A l) であってもよいし、高温で高い耐熱性を有するタングステン (W) 、チタン (T i) 、高融点金属珪化物および多結晶シリコンのいずれかであってもよい。

40

【 0 0 4 8 】

図 1 (a) ~ (c) の半導体装置 1 0 0 では、第 1 絶縁分離領域 Z 1 内に、2 個の第 2 絶縁分離領域 Z 2 a , Z 2 b (従って、2 個の半導体素子 D a , D b) がある。しかしながら、本発明の半導体装置はこれに限らず、第 1 絶縁分離領域内にある第 2 絶縁分離領域 (従って、半導体素子) は、1 個であってもよいし、3 個以上の任意の複数個であってもよい。また、図 1 (a) ~ (c) の半導体装置 1 0 0 では、2 個の第 2 絶縁分離領域 Z 2 a

50

、Z2bには、半導体素子Da、Dbとして、同じNPN型バイポーラトランジスタが形成されている。このように、複数個の第2絶縁分離領域内の半導体素子が、全て同じ半導体素子であってよいし、これに限らず、複数個の第2絶縁分離領域内にそれぞれ異なる半導体素子が形成されていてもよい。

【0049】

図1(a)~(c)に示す半導体装置100のように、第1絶縁分離領域Z1内に第2絶縁分離領域Z2a、Z2b(従って、半導体素子Da、Db)が複数個ある場合には、少なくとも一個の第2絶縁分離領域内に形成された半導体素子(例えば、第2絶縁分離領域Z2b内に形成された半導体素子Db)を、温度センサ素子として用いることができる。従って、この温度センサ素子Dbからの信号により、第1絶縁分離領域Z1の発熱温度を制御することができる。

10

【0050】

このように、図1(a)~(c)の半導体装置100では、一つの第2絶縁分離領域Z2b内に形成された温度センサ素子Dbからの信号を用いて、ヒータとして機能する第1絶縁分離領域Z1に流す電流に随時フィードバックし、第1絶縁分離領域Z1の発熱温度をフィードバック制御する。これによって、第1絶縁分離領域Z1の発熱温度、ひいては別の第2絶縁分離領域Z2a内に形成された半導体素子Daの温度を、高温で一定になるように制御することができる。図1(a)~(c)の半導体装置100では、図4(a)、(b)の半導体装置90と異なり、温度計測のための温度センサ素子Dbと評価対象である半導体素子Daが、ヒータとして機能する同じ第1絶縁分離領域Z1内に配設されている。このため、半導体素子Daの温度を正確にモニターできると共に、ヒータの発熱温度(従って半導体素子の温度)を精度良く制御することができる。

20

【0051】

以上のようにして、第2絶縁分離領域Z2b内に形成された半導体素子Dbを温度センサ素子として用いる図1(a)~(c)の半導体装置100は、半導体基板10の表層部に形成された半導体素子Daの温度を正確にモニターし、ヒータとして機能する第1絶縁分離領域Z1により半導体素子Daを加熱して、所定の温度に精度良く制御することができる。これによって、半導体装置100は、高い温度設定精度で、高温加速試験の実施や一定温度での使用が可能な半導体装置となっている。

【0052】

尚、上記した図1(a)~(c)の半導体装置100においては温度センサ素子Dbが1個であるが、温度センサ素子が複数個ある場合には、温度センサ素子が形成された各第2絶縁分離領域が、温度センサ素子以外の評価対象である半導体素子が形成された第2絶縁分離領域を取り囲んで配置されてなるように構成することが好ましい。例えば、温度センサ素子が形成された第2絶縁分離領域を、温度センサ素子以外の評価対象である半導体素子が形成された第2絶縁分離領域を取り囲んで、4方向全てに配置することで、評価対象である半導体素子の温度を、精度良く設定することができる。

30

【0053】

以上のように、温度センサ素子として用いる半導体素子は、例えば、拡散抵抗、ダイオード、バイポーラトランジスタもしくはMOSトランジスタのいずれかとすることができる。拡散抵抗は、抵抗-温度特性で、温度をモニターすることができる。ダイオード、バイポーラトランジスタもしくはMOSトランジスタのようなPN接合が形成された半導体素子は、PN接合の順方向電圧(Vf)で、温度をモニターすることができる。また、上記以外の半導体素子であってもよい。但し、温度センサ素子として用いる半導体素子は、評価対象の半導体素子と同じであることが好ましい。これにより、評価対象である半導体素子の温度を、より正確にモニターすることができる。

40

【0054】

尚、第2絶縁分離領域に形成された半導体素子温度センサ素子として利用しない場合には、図4(a)、(b)に示す従来の半導体装置90と同様にして、半導体基板10上に、絶縁膜を介して金属抵抗からなる温度センサを配置してもよい。

50

【 0 0 5 5 】

図 2 (a) , (b) は、本発明における別の半導体装置の例で、図 2 (a) は半導体装置 1 0 1 の模式的な上面図であり、図 2 (b) は、図 2 (a) の一点鎖線 D - D ' における模式的な断面図である。尚、図 2 (a) , (b) の半導体装置 1 0 1 において、図 1 (a) ~ (c) の半導体装置 1 0 0 と同様の部分については、同じ符号を付した。

【 0 0 5 6 】

図 2 (a) , (b) に示す半導体装置 1 0 1 では、図 1 (a) ~ (c) の半導体装置 1 0 0 に加えて、半導体基板 1 0 の主面側の表層部上に、層間絶縁膜 2 1 が形成されている。また、層間絶縁膜 2 1 中に電界を形成するための電極 E a が、半導体素子 D a を覆って、層間絶縁膜 2 1 上に配置されている。

10

【 0 0 5 7 】

図 2 (a) , (b) の半導体装置 1 0 1 においては、層間絶縁膜 2 1 上に配置した電極 E a に電圧を印加して層間絶縁膜 2 1 中に電界を形成し、層間絶縁膜 2 1 中に存在する可動電荷の移動を電圧 (電界) で加速することができる。従って、上記した高温加速試験において、半導体素子 D a の信頼性評価だけでなく、層間絶縁膜 2 1 の絶縁耐久性についても、同時に評価することができる。

【 0 0 5 8 】

また、図 2 (a) , (b) に示す半導体装置 1 0 1 のように、半導体基板 1 0 の主面側の表層部上に層間絶縁膜 2 1 が形成されている場合においては、多結晶シリコン膜もしくはアルミニウム (A l) 膜からなるヒータを、層間絶縁膜 2 1 上に配置することもできる。これによれば、第 2 絶縁分離領域に形成された半導体素子を、周囲からだけでなく、図 4 (a) , (b) に示す従来の半導体装置 9 0 と同様にして、上方からも加熱することができる。

20

【 0 0 5 9 】

図 3 (a) , (b) は、本発明ではないが参考とする半導体装置の例で、図 3 (a) は半導体装置 1 1 0 の模式的な上面図であり、図 3 (b) は、図 3 (a) の一点鎖線 E - E ' における模式的な断面図である。

【 0 0 6 0 】

図 3 (a) , (b) に示す半導体装置 1 1 0 は、半導体基板 1 1 の主面側の表層部に形成された第 1 絶縁分離領域 Z 3 と、第 1 絶縁分離領域 Z 3 に取り囲まれ、第 1 絶縁分離領域 Z 3 と絶縁分離された第 2 絶縁分離領域 Z 4 とを有している。

30

【 0 0 6 1 】

第 2 絶縁分離領域 Z 4 内には、半導体素子 D c が形成されている。また、第 1 絶縁分離領域 Z 3 を通電発熱させるための電極 H c , H d が、半導体基板 1 1 上に形成された絶縁膜 2 0 を介して、第 1 絶縁分離領域 Z 3 に接続されている。

【 0 0 6 2 】

図 3 (a) , (b) に示す半導体装置 1 1 0 では、通常のシリコン (S i) や、それ以外の任意の半導体基板 1 1 にトレンチを形成して、ヒータとして機能させる第 1 絶縁分離領域 Z 3 が、側壁絶縁膜 6 を介してトレンチ内に埋め込まれた多結晶シリコンからなるようにしている。

40

【 0 0 6 3 】

図 3 (a) , (b) の半導体装置 1 1 0 においても、多結晶シリコンからなる第 1 絶縁分離領域 Z 3 に側壁絶縁膜 6 を介して取り囲まれた第 2 絶縁分離領域 Z 4 内の半導体素子 D c を、周囲から効率よく局部加熱することができる。半導体装置 1 1 0 においては、ヒータとして機能させる第 1 絶縁分離領域 Z 3 が、トレンチ内に埋め込まれた多結晶シリコンであり、占有面積が小さくて済む。このため、図 3 (a) , (b) の半導体装置 1 1 0 は、図 1 (a) ~ (c) の第 1 絶縁分離領域 Z 1 が S O I 層 1 c である半導体装置 1 0 0 に較べて、小型化が可能である。

【 0 0 6 4 】

尚、埋め込み絶縁膜を有する S O I 構造の半導体基板を用いて、埋め込み絶縁膜に達す

50

るトレンチを形成し、トレンチ内に埋め込まれた多結晶シリコンを第1絶縁分離領域とする半導体装置を形成してもよい。この場合には、トレンチ内に埋め込まれた多結晶シリコンからなる第1絶縁分離領域に取り囲まれたSOI層に、図1(a)~(c)と同様に、絶縁分離された複数個の第2絶縁分離領域(従って、複数個の半導体素子)を形成することができる。

【0065】

図3(a),(b)の半導体装置110のように、任意の半導体基板11を用いる場合には、半導体基板11の裏面側に、絶縁膜を介して、多結晶シリコン膜もしくはアルミニウム(A1)膜からなるヒータを配置してもよい。これによっても、第2絶縁分離領域Z4に形成された半導体素子Dcを、周囲からだけでなく、下方からも加熱することができる。

10

【0066】

図1~図3に示した半導体装置100,101,110は、半導体素子Da~Dcが、一定温度での使用されることが望ましいガスセンサもしくは振動子型素子である場合に好適である。

【0067】

また、上記した半導体装置100,101,110は、同じウエハ上の別位置に形成される半導体素子Da~Dcのモニター用として、高温加速試験に、好適に用いることができる。

【0068】

さらに、上記した半導体装置100,101,110は、ヒータとして機能する第1絶縁分離領域Z1,Z3を備えており、半導体素子Da~Dcを加熱して、一定温度で安定して動作させることができる。このため、宇宙空間などの極低温環境等、室温以下の低温環境で用いられる場合にも好適である。

20

【0069】

以上のようにして、本発明の半導体装置は、半導体基板の表層部に形成された半導体素子を、400以上に局部加熱することができると共に、当該半導体素子の温度を正確にモニターすることができ、高温加速試験の実施や一定温度での使用が可能な半導体装置となっている。

【図面の簡単な説明】

30

【0070】

【図1】本発明の半導体装置の一例で、(a)は半導体装置100の模式的な上面図である。また、(b)は、(a)の一点鎖線B-B'における模式的な断面図であり、(c)は、(a)の一点鎖線C-C'における模式的な断面図である。

【図2】本発明における別の半導体装置の例で、(a)は半導体装置101の模式的な上面図であり、(b)は、(a)の一点鎖線D-D'における模式的な断面図である。

【図3】本発明ではないが参考とする半導体装置の例で、(a)は半導体装置110の模式的な上面図であり、(b)は、(a)の一点鎖線E-E'における模式的な断面図である。

【図4】従来の半導体装置で、(a)は、半導体装置90の模式的な上面図であり、(b)は、(a)におけるA-A'での模式的な断面図である。

40

【符号の説明】

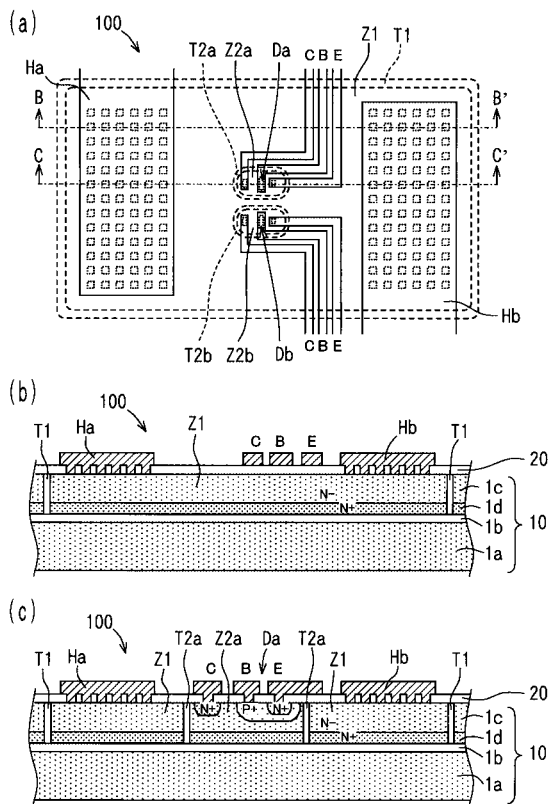
【0071】

90,100,101,110 半導体装置
 1,10 半導体基板
 Z1,Z3 第1絶縁分離領域
 Z2a,Z2b,Z4 第2絶縁分離領域
 Da~Dc 半導体素子
 Ha~Hd 電極
 1a 支持基板

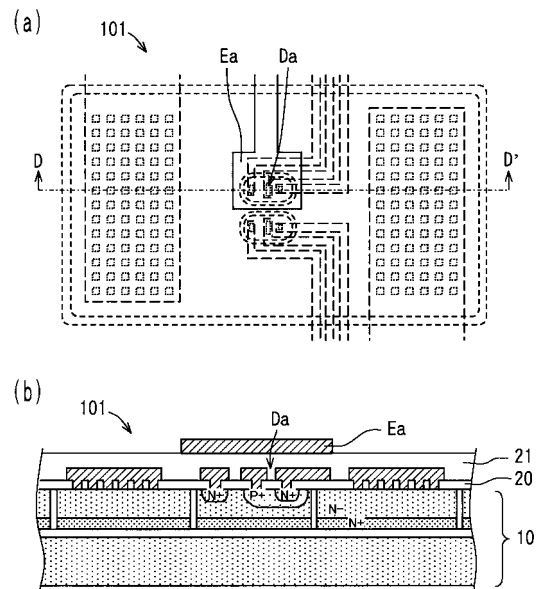
50

- 1 b 埋め込み絶縁膜
- 1 c S O I 層
- T 1 , T 2 a , T 2 b 絶縁分離トレンチ
- 2 1 層間絶縁膜
- E a 電極
- 6 側壁絶縁膜

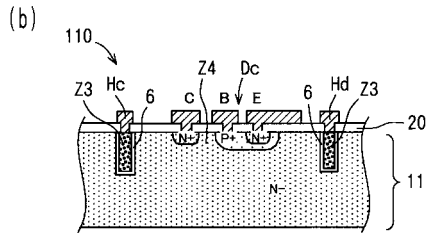
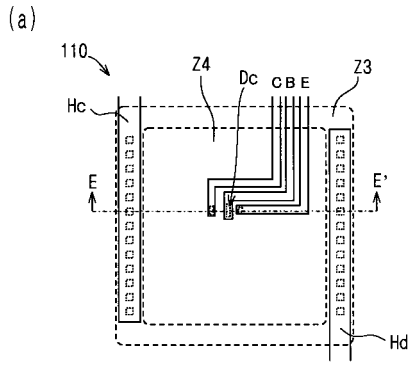
【 図 1 】



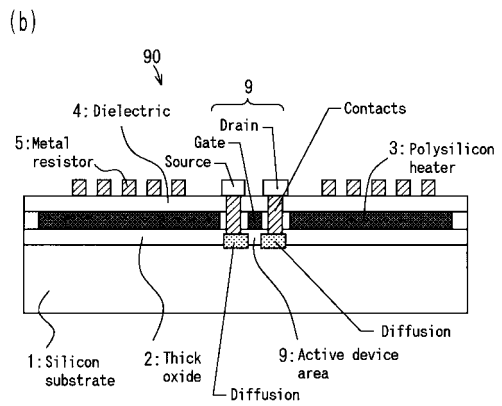
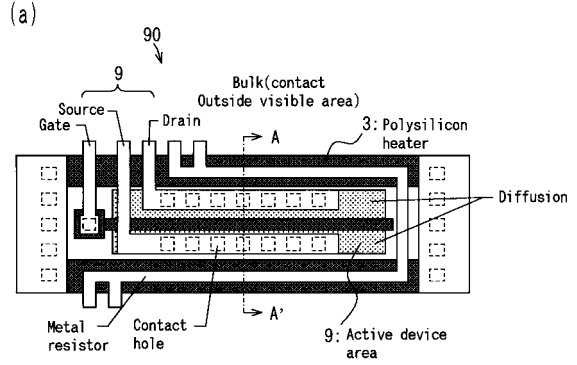
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-043521(JP,A)
特開平07-297273(JP,A)
特開平09-139422(JP,A)
特開2001-345420(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/822
H01L 27/04
H01L 21/66