

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7437346号  
(P7437346)

(45)発行日 令和6年2月22日(2024.2.22)

(24)登録日 令和6年2月14日(2024.2.14)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L	21/336 (2006.01)	H 0 1 L	29/78	3 0 1 G
H 0 1 L	29/78 (2006.01)	H 0 1 L	29/78	3 0 1 B
H 0 1 L	29/423 (2006.01)	H 0 1 L	29/78	3 0 1 H
H 0 1 L	29/49 (2006.01)	H 0 1 L	29/58	G
H 0 1 L	29/41 (2006.01)	H 0 1 L	29/44	S

請求項の数 20 (全13頁)

(21)出願番号 特願2021-68885(P2021-68885)  
 (22)出願日 令和3年4月15日(2021.4.15)  
 (65)公開番号 特開2022-163823(P2022-163823  
 A)  
 (43)公開日 令和4年10月27日(2022.10.27)  
 審査請求日 令和5年3月13日(2023.3.13)

(73)特許権者 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74)代理人 110004026  
 弁理士法人 i X  
 (72)発明者 大野 浩志  
 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 梶原 瑛祐  
 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 蔵口 雅彦  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会  
 社東芝内  
 審査官 鈴木 聡一郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1部分領域、第2部分領域及び第3部分領域を含む半導体部材であって、前記第2部分領域から前記第3部分領域への第1方向における前記第1部分領域の位置は、前記第1方向における前記第2部分領域の位置と、前記第1方向における前記第3部分領域の位置と、の間にある、前記半導体部材と、

第1導電部分を含む第1導電部材であって、前記第1導電部分は、前記第1方向において前記第2部分領域と前記第3部分領域との間にあり、前記第1部分領域から前記第1導電部分への方向は、前記第1方向と交差する第2方向に沿う、前記第1導電部材と、

前記第1導電部材と電気的に接続された第1電極であって、前記第1電極は、第1電極部分、第2電極部分及び第3電極部分を含み、前記第1電極部分は、前記第2方向において、前記第1部分領域と前記第1導電部分との間にあり、前記第2電極部分は、前記第1方向において、前記第2部分領域と前記第1導電部分との間にあり、前記第3電極部分は、前記第1方向において、前記第1導電部分と前記第3部分領域との間にある、前記第1電極と、

第1絶縁部材であって、前記第1絶縁部材は、第1絶縁領域、第2絶縁領域及び第3絶縁領域を含み、前記第1絶縁領域は、前記第2方向において前記第1部分領域と前記第1電極部分との間にあり、前記第2絶縁領域は、前記第1方向において前記第2部分領域と前記第2電極部分との間にあり、前記第3絶縁領域は、前記第1方向において前記第3電極部分と前記第3部分領域との間にある、前記第1絶縁部材と、

10

20

第2絶縁部材であって、前記第2絶縁部材は、第1絶縁部分及び第2絶縁部分を含み、前記第1絶縁部分は、前記第1方向において前記第2電極部分と前記第1導電部分との間にあり、前記第2絶縁部分は、前記第1方向において前記第1導電部分と前記第3電極部分との間にある、前記第2絶縁部材と、  
を備えた半導体装置。

【請求項2】

前記第1導電部材は、第2導電部分及び第3導電部分をさらに含み、  
前記第1絶縁部分は、前記第2方向において前記第1電極部分の一部と前記第2導電部分の少なくとも一部との間にあり、  
前記第2絶縁部分は、前記第2方向において前記第1電極部分の他部と前記第3導電部分の少なくとも一部と、の間にある、請求項1記載の半導体装置。

10

【請求項3】

前記第2電極部分は、前記第2方向において前記第1部分領域と前記第2導電部分との間にあり、  
前記第3電極部分は、前記第2方向において前記第1部分領域と前記第3導電部分との間にある、請求項2記載の半導体装置。

【請求項4】

前記第2電極部分は、前記第2導電部分と電氣的に接続され、  
前記第3電極部分は、前記第3導電部分と電氣的に接続された、請求項2または3に記載の半導体装置。

20

【請求項5】

前記第2電極部分は、前記第2導電部分と接し、  
前記第3電極部分は、前記第3導電部分と接した、請求項2～4のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項6】

前記第1電極部分は、前記第1導電部分と接した、請求項1～5のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項7】

前記半導体部材は、  
 $A1 \times 1 Ga_{1-x} N(0 < x < 1)$  を含む第1半導体領域と、  
 $A1 \times 2 Ga_{1-x} N(0 < x < 1)$  を含む第2半導体領域と、を含み、  
前記第1半導体領域は、第1部分、第2部分、及び、第3部分を含み、  
前記第2半導体領域は、第1半導体部分及び第2半導体部分を含み、  
前記第1部分は、前記第1部分領域に含まれ、  
前記第2部分から前記第1半導体部分への方向は、前記第2方向に沿い、  
前記第3部分から前記第2半導体部分への方向は、前記第2方向に沿い、  
前記第2部分及び前記第1半導体部分は、前記第2部分領域に含まれ、  
前記第3部分及び前記第2半導体部分は、前記第3部分領域に含まれる、請求項1～6のいずれか1つに記載の半導体装置。

30

【請求項8】

第2電極及び第3電極をさらに備え、  
前記第1電極の前記第1方向における位置は、前記第2電極の前記第1方向における位置と、前記第3電極の前記第1方向における位置と、の間であり、  
前記第1半導体部分は、前記第1方向において、前記第2電極の少なくとも一部と、前記第2絶縁領域と、の間であり、  
前記第2半導体部分は、前記第1方向において、前記第3絶縁領域と、前記第3電極の少なくとも一部と、の間にある、請求項7記載の半導体装置。

40

【請求項9】

前記第2電極は、前記第2部分と電氣的に接続され、  
前記第3電極は、前記第3部分と電氣的に接続された、請求項8記載の半導体装置。

50

## 【請求項 10】

前記第 2 絶縁部材は、第 3 絶縁部分及び第 4 絶縁部分をさらに含み、  
前記第 1 半導体部分は、前記第 2 方向において前記第 2 部分と前記第 3 絶縁部分との間にあり、  
前記第 2 半導体部分は、前記第 2 方向において前記第 3 部分と前記第 4 絶縁部分との間にある、請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

## 【請求項 11】

前記第 1 電極は、第 4 電極部分及び第 5 電極部分をさらに含み、  
前記第 4 電極部分の少なくとも一部は、前記第 2 方向において前記第 1 半導体部分と前記第 3 絶縁部分との間にあり、  
前記第 5 電極部分の少なくとも一部は、前記第 2 方向において前記第 2 半導体部分と前記第 4 絶縁部分との間にある、請求項 10 記載の半導体装置。

10

## 【請求項 12】

第 3 絶縁部材をさらに備え、  
前記第 3 絶縁部材の一部は、前記第 2 方向において前記第 1 半導体部分と前記第 4 電極部分との間にあり、  
前記第 3 絶縁部材の別の一部は、前記第 2 方向において前記第 2 半導体部分と前記第 5 電極部分との間にある、請求項 11 記載の半導体装置。

## 【請求項 13】

前記第 1 絶縁部材は、シリコン及び酸素を含み、  
前記第 2 絶縁部材は、シリコン及び酸素を含み、  
前記第 3 絶縁部材は、シリコン及び窒素を含み、  
前記第 1 絶縁部材及び前記第 2 絶縁部材は、窒素を含まない、または、前記第 1 絶縁部材及び前記第 2 絶縁部材における窒素の濃度は、前記第 3 絶縁部材における窒素の濃度よりも低い、請求項 12 記載の半導体装置。

20

## 【請求項 14】

A1 及び窒素を含む窒化物部材をさらに備え、  
前記窒化物部材は、第 1 窒化物部分、第 2 窒化物部分及び第 3 窒化物部分を含み、  
前記第 1 窒化物部分は、前記第 1 部分領域と前記第 1 絶縁領域との間にあり、  
前記第 2 窒化物部分は、前記第 2 部分領域と前記第 2 絶縁領域との間にあり、  
前記第 3 窒化物部分は、前記第 3 絶縁領域と前記第 3 部分領域との間にある、請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

30

## 【請求項 15】

前記第 1 電極部分は、第 1 面及び第 2 面を含み、  
前記第 1 面は、前記第 2 方向において前記第 1 導電部分と対向し、  
前記第 2 面は、前記第 1 方向において前記第 1 絶縁部分と対向し、  
前記第 1 絶縁部分は、前記第 1 方向において前記第 1 導電部分と対向する第 3 面を含み、  
前記第 3 面と前記第 1 面との間の第 1 角度は、前記第 2 面と前記第 1 面との間の第 2 角度よりも大きい、請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

## 【請求項 16】

前記第 1 導電部分は、第 1 コーナ部を含み、  
前記第 1 コーナ部は、前記第 2 方向において前記第 1 電極部分と対向し、前記第 1 方向において前記第 2 部分領域と対向し、  
前記第 1 絶縁部分の少なくとも一部は、前記第 1 コーナ部と前記第 2 電極部分との間にある、請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

40

## 【請求項 17】

前記第 1 電極は、チタン及び窒素を含む、請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

## 【請求項 18】

前記第 1 導電部分は、第 1 膜及び第 2 膜を含み、

50

前記第 1 膜は、前記第 1 電極部分と前記第 2 膜との間にあり、

前記第 1 膜は、前記第 1 電極に含まれる金属元素を含む、請求項 17 記載の半導体装置。

【請求項 19】

穴を含む半導体部材の前記穴の底部及び側部に設けられた第 1 絶縁部材の上に第 1 電極を形成し、

前記第 1 電極の上及び前記半導体部材の上に絶縁膜を形成し、前記絶縁膜は、底部の上の底絶縁部分と、前記底部及び前記側部の上のコーナ絶縁部分と、を含み、

前記コーナ絶縁部分を残しつつ前記底絶縁部分を除去し、

前記第 1 電極及び前記コーナ絶縁部分の上に第 1 導電部材を形成する、半導体装置の製造方法。

10

【請求項 20】

前記コーナ絶縁部分の前記底部を基準にした傾斜は、前記側部の前記底部を基準にした傾斜よりも緩やかである、請求項 19 記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、半導体装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば窒化物半導体を用いたトランジスタなどの半導体装置がある。半導体装置において、安定した特性が望まれる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2013 - 138137 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の実施形態は、安定した特性が得られる半導体装置及びその製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

30

【0005】

本発明の実施形態によれば、半導体装置は、半導体部材と、第 1 導電部材と、第 1 電極と、第 1 絶縁部材と、第 2 絶縁部材と、を含む。前記半導体部材は、第 1 部分領域、第 2 部分領域及び第 3 部分領域を含む。前記第 2 部分領域から前記第 3 部分領域への第 1 方向における前記第 1 部分領域の位置は、前記第 1 方向における前記第 2 部分領域の位置と、前記第 1 方向における前記第 3 部分領域の位置と、の間にある。前記第 1 導電部材は、第 1 導電部分を含む。前記第 1 導電部分は、前記第 1 方向において前記第 2 部分領域と前記第 3 部分領域との間にある。前記第 1 部分領域から前記第 1 導電部分への方向は、前記第 1 方向と交差する第 2 方向に沿う。前記第 1 電極は、前記第 1 導電部材と電氣的に接続される。前記第 1 電極は、第 1 電極部分、第 2 電極部分及び第 3 電極部分を含む。前記第 1 電極部分は、前記第 2 方向において、前記第 1 部分領域と前記第 1 導電部分との間にある。前記第 2 電極部分は、前記第 1 方向において、前記第 2 部分領域と前記第 1 導電部分との間にある。前記第 3 電極部分は、前記第 1 方向において、前記第 1 導電部分と前記第 3 部分領域との間にある。前記第 1 絶縁部材は、第 1 絶縁領域、第 2 絶縁領域及び第 3 絶縁領域を含む。前記第 1 絶縁領域は、前記第 2 方向において前記第 1 部分領域と前記第 1 電極部分との間にある。前記第 2 絶縁領域は、前記第 1 方向において前記第 2 部分領域と前記第 2 電極部分との間にある。前記第 3 絶縁領域は、前記第 1 方向において前記第 3 電極部分と前記第 3 部分領域との間にある。前記第 2 絶縁部材は、第 1 絶縁部分及び第 2 絶縁部分を含む。前記第 1 絶縁部分は、前記第 1 方向において前記第 2 電極部分と前記第 1 導電部分との間にある。前記第 2 絶縁部分は、前記第 1 方向において前記第 1 導電部分と前

40

50

記第 3 電極部分との間にある。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】図 1 は、第 1 実施形態に係る半導体装置を例示する模式的断面図である。

【図 2】図 2 は、第 1 実施形態に係る半導体装置の一部を例示する模式的断面図である。

【図 3】図 3 は、第 1 実施形態に係る半導体装置の一部を例示する模式的断面図である。

【図 4】図 4 ( a ) ~ 図 4 ( d ) は、第 2 実施形態に係る半導体装置の製造方法を例示する模式的断面図である。

【図 5】図 5 ( a ) ~ 図 5 ( c ) は、第 2 実施形態に係る半導体装置の製造方法を例示する模式的断面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下に、本発明の各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚さと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同じとは限らない。同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

【0008】

(第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態に係る半導体装置を例示する模式的断面図である。

図 1 に示すように、実施形態にかかる半導体装置 1 1 0 は、半導体部材 1 0 と、第 1 導電部材 6 1 と、第 1 電極 5 1 と、第 1 絶縁部材 4 1 と、第 2 絶縁部材 4 2 と、を含む。

20

【0009】

半導体部材 1 0 は、第 1 部分領域 1 0 a、第 2 部分領域 1 0 b 及び第 3 部分領域 1 0 c を含む。第 2 部分領域 1 0 b から第 3 部分領域 1 0 c へ方向を第 1 方向とする。第 1 方向における第 1 部分領域 1 0 a の位置は、第 1 方向における第 2 部分領域 1 0 b の位置と、第 1 方向における第 3 部分領域 1 0 c の位置と、の間にある。

【0010】

第 1 方向を X 軸方向とする。X 軸方向に対して垂直な方向を Z 軸方向とする。X 軸方向及び Z 軸方向に対して垂直な方向を Y 軸方向とする。

30

【0011】

第 1 導電部材 6 1 は、第 1 導電部分 6 1 a を含む。第 1 導電部分 6 1 a は、第 1 方向 ( Z 軸方向 ) において第 2 部分領域 1 0 b と第 3 部分領域 1 0 c との間にある。第 1 部分領域 1 0 a から第 1 導電部分 6 1 a へ方向は、第 2 方向に沿う。第 2 方向は、第 1 方向と交差する。第 2 方向は、例えば、Z 軸方向である。

【0012】

第 1 電極 5 1 は、第 1 導電部材 6 1 と電氣的に接続される。第 1 電極 5 1 は、第 1 電極部分 5 1 a、第 2 電極部分 5 1 b 及び第 3 電極部分 5 1 c を含む。第 1 電極部分 5 1 a は、第 2 方向 ( 例えば Z 軸方向 ) において、第 1 部分領域 1 0 a と第 1 導電部分 6 1 a との間にある。第 2 電極部分 5 1 b は、第 1 方向 ( X 軸方向 ) において、第 2 部分領域 1 0 b と第 1 導電部分 6 1 a との間にある。第 3 電極部分 5 1 c は、第 1 方向において、第 1 導電部分 6 1 a と第 3 部分領域 1 0 c との間にある。

40

【0013】

第 1 絶縁部材 4 1 は、第 1 絶縁領域 4 1 a、第 2 絶縁領域 4 1 b 及び第 3 絶縁領域 4 1 c を含む。第 1 絶縁領域 4 1 a は、第 2 方向 ( Z 軸方向 ) において第 1 部分領域 1 0 a と第 1 電極部分 5 1 a との間にある。第 2 絶縁領域 4 1 b は、第 1 方向 ( X 軸方向 ) において第 2 部分領域 1 0 b と第 2 電極部分 5 1 b との間にある。第 3 絶縁領域 4 1 c は、第 1 方向において第 3 電極部分 5 1 c と第 3 部分領域 1 0 c との間にある。

【0014】

50

第2絶縁部材42は、第1絶縁部分42a及び第2絶縁部分42bを含む。第1絶縁部分42aは、第1方向(X軸方向)において、第2電極部分51bと第1導電部分61aとの間にある。第2絶縁部分42bは、第1方向において第1導電部分61aと第3電極部分51cとの間にある。

【0015】

例えば、半導体部材10は、第1半導体領域11及び第2半導体領域12を含んでよい。第1半導体領域11は、例えば、 $Al_{x_1}Ga_{1-x_1}N$  ( $0 < x_1 < 1$ )を含む。第2半導体領域12は、例えば、 $Al_{x_2}Ga_{1-x_2}N$  ( $0 < x_2 < 1$ )を含む。組成比 $x_1$ は、例えば、0以上0.15未満である。組成比 $x_2$ は、例えば、0.15以上0.5以下である。第1半導体領域11は、例えば、GaNである。第2半導体領域12は、 $AlGaIn$ である。

10

【0016】

第1半導体領域11は、第1部分11a、第2部分11b、及び、第3部分11cを含む。第2半導体領域12は、第1半導体部分12a及び第2半導体部分12bを含む。第1部分11aは、上記の第1部分領域10aに含まれる。第2部分11bから第1半導体部分12aへの方向は、第2方向(例えばZ軸方向)に沿う。第3部分11cから第2半導体部分12bへの方向は、第2方向に沿う。第2部分11b及び第1半導体部分12aは、上記の第2部分領域10bに含まれる。第3部分11c及び第2半導体部分12bは、上記の第3部分領域10cに含まれる。

【0017】

半導体装置110は、例えば、基体10S及び窒化物層10Bを含んでも良い。窒化物層10Bは、基体10Sと半導体部材10との間に設けられる。基体10Sは、例えば、基板(例えばシリコン基板など)である。窒化物層10Bは、例えば、バッファ層である。窒化物層10Bは、例えば、窒化物半導体を含む。

20

【0018】

基体10Sの上に窒化物層10Bが設けられる。窒化物層10Bの上に半導体部材10が設けられる。第1半導体領域11の一部の上に第2半導体領域12が設けられる。

【0019】

半導体装置110は、第2電極52及び第3電極53をさらに含んでも良い。第1電極51の第1方向(X軸方向)における位置は、第2電極52の第1方向における位置と、第3電極53の第1方向における位置と、の間にある。第1半導体部分12aは、第1方向において、第2電極52の少なくとも一部と、第2絶縁領域41bと、の間にある。第2半導体部分12bは、第1方向において、第3絶縁領域41cと、第3電極53の少なくとも一部と、の間にある。第2電極52は、例えば、第2部分11bと電氣的に接続される。第3電極53は、第3部分11cと電氣的に接続される。

30

【0020】

第2電極52と第3電極53との間に流れる電流は、例えば、第1電極51の電位により制御できる。第1電極51の電位は、例えば、第2電極52の電位を基準とした電位である。第1電極51は、例えば、ゲート電極として機能する。第2電極52は、例えば、ソース電極として機能する。第3電極53は、例えば、ドレイン電極として機能する。半導体装置110は、例えば、トランジスタである。

40

【0021】

第1半導体領域11と第2半導体領域12との間を界面の近傍にキャリア領域が形成される。キャリア領域は、例えば、2次元電子ガスである。半導体装置110は、例えばHEMT(High Electron Mobility Transistor)である。

【0022】

実施形態において、例えば、第1電極51の少なくとも一部は、第2方向(X軸方向において)、半導体部材10の間にある。第1電極51は、リセス型のゲート電極である。これにより、より高いしきい値電圧が得られる。例えば、ノーマリオフの特性が得られる。

【0023】

50

第1導電部材61は、第1電極51と接続された配線電極である。実施形態においては、上記のように、第1絶縁部分42a及び第2絶縁部分42bを含む第2絶縁部材42が設けられる。第1絶縁部分42aは、第1方向(X軸方向)において、第2電極部分51bと第1導電部分61aとの間に設けられる。第2絶縁部分42bは、第1方向において第1導電部分61aと第3電極部分51cとの間に設けられる。第1絶縁部分42a及び第2絶縁部分42bは、リセス型のゲート電極のコナ部に対応する位置に設けられる。

【0024】

これにより、例えば、第1導電部材61の特性がより安定化する。

【0025】

以下、第2絶縁部材42の形状の1つの例について説明する。

図2は、第1実施形態に係る半導体装置の一部を例示する模式的断面図である。

図2に示すように、第1電極部分51aは、第1面f1及び第2面f2を含む。第1面f1は、第2方向(Z軸方向)において第1導電部分61aと対向する。第2面f2は、第1方向(X軸方向)において第1絶縁部分42aと対向する。第1絶縁部分42aは、第1方向において第1導電部分61aと対向する第3面f3を含む。

【0026】

第3面f3と第1面f1との間の角度を第1角度 $\theta_1$ とする。第2面f2と第1面f1との間の角度を第2角度 $\theta_2$ とする。第1角度 $\theta_1$ は、第2角度 $\theta_2$ よりも大きい。第1角度 $\theta_1$ 及び第2角度 $\theta_2$ は、90度以上である。例えば、第3面f3の傾斜は、第2面f2の傾斜よりも緩やかである。

【0027】

このような第1絶縁部分42a(第2絶縁部材42)の上に第1導電部材61が設けられる。これにより、例えば、第1導電部材61の特性がより安定になる。

【0028】

例えば、第2絶縁部材42が設けられない第1参考例がある。第1参考例においては、第1電極部分51a(底部)の上に形成された導電部分は、第2電極部分51b(側部)の上に形成された導電部分と不連続になりやすい。これにより、第1導電部材61の特性がより安定になりやすい。

【0029】

これに対して、実施形態においては、第1絶縁部分42a及び第2絶縁部分42bが設けられることで、それらの上に設けられる導電部材は滑らかに形成される。より均一な第1導電部材61が得やすい。実施形態によれば、安定した特性が得られる半導体装置を提供できる。

【0030】

第1絶縁部分42a及び第2絶縁部分42bが設けられることで、第1電極51のコナ部分の特性が安定化しやすい。例えば、上記の第1参考例においては、第1電極51と第1導電部材61とは、リセス型のゲート電極のコナ部においても接する。これにより、コナ部において、第1導電部材61の影響により第1電極51の材料及び構成が変化しやすい。例えば、第1電極51に含まれる元素の一部が、第1導電部材61に移動しやすい。例えば、第1導電部材61に含まれる元素が第1電極51に移動しやすい。これにより、第1電極51の特性(例えば仕事関数など)が変動しやすい。第1電極51の特性が変化すると、しきい値電圧が変化する。

【0031】

しきい値電圧は、第1電極51(リセス型のゲート電極)のコナ部の特性の変化の特性を特に敏感に受ける。このため、第1参考例においては、コナ部の特性に起因したしきい値電圧の変化が大きい。

【0032】

これに対して、実施形態においては、第1電極51(リセス型のゲート電極)のコナ部の特性が変化しにくい。これにより、より安定したしきい値電圧が得られる。実施形態によれば、安定した特性が得られる半導体装置を提供できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 3 】

実施形態においては、第 1 絶縁部分 4 2 a 及び第 2 絶縁部分 4 2 b が設けられることで、第 1 導電部材 6 1 に生じる歪みが抑制しやすい。これにより、より安定した特性が得られる。実施形態によれば、安定した特性が得られる半導体装置を提供できる。

## 【 0 0 3 4 】

図 1 に示すように、第 1 導電部材 6 1 は、第 2 導電部分 6 1 b 及び第 3 導電部分 6 1 c をさらに含んで良い。第 1 絶縁部分 4 2 a は、第 2 方向（例えば Z 軸方向）において第 1 電極部分 5 1 a の一部と第 2 導電部分 6 1 b の少なくとも一部との間にある。第 2 絶縁部分 4 2 b は、第 2 方向において第 1 電極部分 5 1 a の他部と第 3 導電部分 6 1 c の少なくとも一部と、の間にある。

10

## 【 0 0 3 5 】

図 1 に示すように、この例では、第 2 電極部分 5 1 b は、第 2 方向（Z 軸方向）において第 1 部分領域 1 0 a と第 2 導電部分 6 1 b との間にある。第 3 電極部分 5 1 c は、第 2 方向において第 1 部分領域 1 0 a と第 3 導電部分 6 1 c との間にある。

## 【 0 0 3 6 】

例えば、第 2 電極部分 5 1 b は、第 2 導電部分 6 1 b と電氣的に接続される。第 3 電極部分 5 1 c は、第 3 導電部分 6 1 c と電氣的に接続される。例えば、第 2 電極部分 5 1 b は、第 2 導電部分 6 1 b と接する。第 3 電極部分 5 1 c は、第 3 導電部分 6 1 c と接する。例えば、第 1 電極部分 5 1 a は、第 1 導電部分 6 1 a と接して良い。

## 【 0 0 3 7 】

図 1 に示すように、第 2 絶縁部材 4 2 は、第 3 絶縁部分 4 2 c 及び第 4 絶縁部分 4 2 d をさらに含んでも良い。第 1 半導体部分 1 2 a は、第 2 方向（例えば Z 軸方向）において第 2 部分 1 1 b と第 3 絶縁部分 4 2 c との間にある。第 2 半導体部分 1 2 b は、第 2 方向において第 3 部分 1 1 c と第 4 絶縁部分 4 2 d との間にある。

20

## 【 0 0 3 8 】

図 1 に示すように、第 1 電極 5 1 は、第 4 電極部分 5 1 d 及び第 5 電極部分 5 1 e をさらに含んでも良い。第 4 電極部分 5 1 d の少なくとも一部は、第 2 方向（Z 軸方向）において第 1 半導体部分 1 2 a と第 3 絶縁部分 4 2 c との間にある。第 5 電極部分 5 1 e の少なくとも一部は、第 2 方向において第 2 半導体部分 1 2 b と第 4 絶縁部分 4 2 d との間にある。

30

## 【 0 0 3 9 】

図 1 に示すように、半導体装置 1 1 0 は、第 3 絶縁部材 4 3 をさらに含んでも良い。第 3 絶縁部材 4 3 の一部 4 3 p は、第 2 方向（例えば Z 軸方向）において第 1 半導体部分 1 2 a と第 4 電極部分 5 1 d との間にある。第 3 絶縁部材 4 3 の別の一部 4 3 q は、第 2 方向において第 2 半導体部分 1 2 b と第 5 電極部分 5 1 e との間にある。

## 【 0 0 4 0 】

1 つの例において、第 1 絶縁部材 4 1 は、シリコン及び酸素を含む。第 2 絶縁部材 4 2 は、シリコン及び酸素を含む。第 3 絶縁部材 4 3 は、シリコン及び窒素を含む。例えば、第 1 絶縁部材 4 1 及び第 2 絶縁部材 4 2 は、窒素を含まない。または、第 1 絶縁部材 4 1 及び第 2 絶縁部材 4 2 における窒素の濃度は、第 3 絶縁部材 4 3 における窒素の濃度よりも低い。

40

## 【 0 0 4 1 】

例えば、第 1 絶縁部材 4 1 及び第 2 絶縁部材 4 2 は、酸化シリコン（例えば、 $\text{SiO}_2$ ）を含む。これにより、より安定した電氣的特性が得やすい。例えば、第 3 絶縁部材 4 3 は、窒化シリコン（例えば  $\text{SiN}$ ）を含む。このような第 3 絶縁部材 4 3 が設けられることで、例えば、半導体部材 1 0 の特性が安定化しやすい。

## 【 0 0 4 2 】

図 1 に示すように、第 1 絶縁部材 4 1 は、第 4 絶縁領域 4 1 d 及び第 5 絶縁領域 4 1 e を含んでも良い。例えば、第 4 絶縁領域 4 1 d の少なくとも一部は、第 3 絶縁部材 4 3 の一部 4 3 p と、第 4 電極部分 5 1 d と、の間にある。例えば、第 5 絶縁領域 4 1 e の少な

50

くとも一部は、第3絶縁部材43の別の一部43qと、第5電極部分51eと、の間にある。

【0043】

図1に示すように、半導体装置110は、窒化物部材45をさらに含んでも良い。窒化物部材45は、Al及び窒素を含む。窒化物部材45は、例えば、AlNを含む。窒化物部材45は、例えば、第1窒化物部分45a、第2窒化物部分45b及び第3窒化物部分45cを含む。第1窒化物部分45aは、第1部分領域10aと第1絶縁領域41aとの間にある。第2窒化物部分45bは、第2部分領域10bと第2絶縁領域41bとの間にある。第3窒化物部分45cは、第3絶縁領域41cと第3部分領域10cとの間にある。このような窒化物部材45が設けられることで、半導体部材10の特性がより安定になる。

10

【0044】

図2に示すように、第1導電部分61aは、第1コーナ部61Pを含む。第1コーナ部61Pは、第2方向(Z軸方向)において第1電極部分51aと対向し、第1方向(X軸方向)において第2部分領域10bと対向する。第1絶縁部分42aの少なくとも一部は、第1コーナ部61Pと第2電極部分51bとの間にある。

【0045】

図3は、第1実施形態に係る半導体装置の一部を例示する模式的断面図である。

図3に示すように、第1導電部材61(例えば第1導電部分61a)は、第1膜65a及び第2膜65bを含んでも良い。第1導電部分61aは、第3膜65cをさらに含んでも良い。第1膜65aは、第1電極部分51aと第2膜65bとの間にある。第2膜65bは、第1膜65aと第3膜65cとの間にある。

20

【0046】

例えば、第1膜65aは、第1電極51に含まれる金属元素を含んでも良い。例えば、第1電極51は、チタン(Ti)及び窒素を含む。第1電極51は、例えばTiNを含む。第1膜65aは、例えばTiを含む。第2膜65bは、Ptを含む。第3膜65cが、例えばAl及びAuよりなる群から選択された少なくとも1つを含む。このような構成より、より安定な特性が得られる。

【0047】

(第2実施形態)

第2実施形態は、半導体装置の製造方法に係る。

図4(a)~図4(d)、及び、図5(a)~図5(c)は、第2実施形態に係る半導体装置の製造方法を例示する模式的断面図である。

図4(a)に示すように、半導体部材10が準備される。半導体部材10は、穴18を含む。穴18は、底部18b及び側部18sを含む。

30

【0048】

図4(b)に示すように、穴18の底部18b及び側部18sに第1絶縁部材41が設けられる。第1絶縁部材41の形成の前に、必要に応じて、第3絶縁部材43(例えばSiN)となる膜が形成され、その膜の一部が除去されても良い。さらに、第1絶縁部材41の形成の前に、必要に応じて窒化物部材45(例えばAlN)となる膜が形成されても良い。

40

【0049】

図4(c)に示すように、第1絶縁部材41の上に第1電極51が形成される。

【0050】

図4(d)に示すように、第1電極51の上、及び、半導体部材10の上に絶縁膜42Fが形成される。絶縁膜42Fは、底部18bの上の底絶縁部分42Fbと、底部18b及び側部18sの上のコーナ絶縁部分42Fcと、を含む。

【0051】

図5(a)に示すように、開口部47oを有するマスク材47を形成する。

【0052】

50

図5(b)に示すように、マスク材47をマスクとして用いて、絶縁膜42Fの一部を除去する。除去には、例えば、ドライエッチングが用いられる。これにより、コーナ絶縁部分42Fcを残しつつ、底絶縁部分42Fbが除去される。

【0053】

図5(c)に示すように、第1電極51の上の及びコーナ絶縁部分42Fcの上に第1導電部材61が形成される。第2電極52及び第3電極53が適宜形成される。

【0054】

実施形態に係る製造方法によれば、安定した特性が得られる半導体装置の製造方法が提供できる。

【0055】

実施形態によれば、安定した特性が得られる半導体装置及びその製造方法が提供できる。

【0056】

本願明細書において、「垂直」及び「平行」は、厳密な垂直及び厳密な平行だけではなく、例えば製造工程におけるばらつきなどを含むものであり、実質的に垂直及び実質的に平行であれば良い。

【0057】

なお、本明細書において「窒化物半導体」とは、 $B_x I n_y A l_z G a_{1-x-y-z} N$  ( $0 < x < 1, 0 < y < 1, 0 < z < 1, x + y + z < 1$ )なる化学式において組成比x、y及びzをそれぞれの範囲内で変化させた全ての組成比の半導体を含むものとする。またさらに、上記化学式において、N(窒素)以外のV族元素もさらに含むもの、導電形などの各種の物性を制御するために添加される各種の元素をさらに含むもの、及び、意図せずに含まれる各種の元素をさらに含むものも、「窒化物半導体」に含まれるものとする。

【0058】

以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、半導体装置に含まれる半導体部材、電極、導電部材及び絶縁部材などの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包含される。

【0059】

また、各具体例のいずれか2つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

【0060】

その他、本発明の実施の形態として上述した半導体装置を基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての半導体装置も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

【0061】

その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

【0062】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0063】

10...半導体部材、10B...窒化物層、10S...基体、10a~10c...第1~第3部分領域、11...第1半導体領域、11a~11c...第1~第3部分、12...第2半導体領域、12a、12b...第1、第2半導体部分、18...穴、18b...底部、

10

20

30

40

50

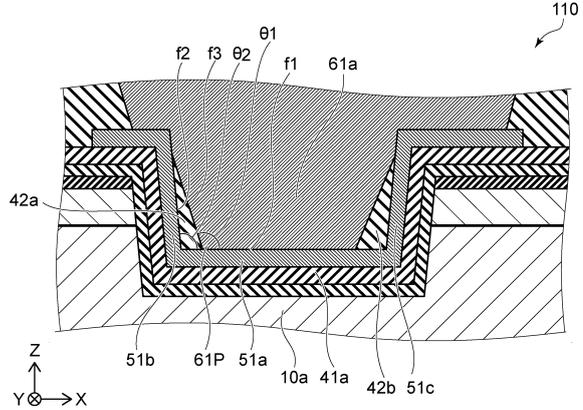
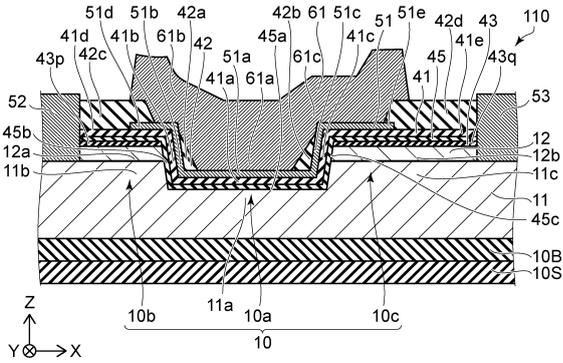
1 8 s ... 側部、 4 1 ... 第 1 絶縁部材、 4 1 a ~ 4 1 e ... 第 1 ~ 第 5 絶縁領域、 4 2 ... 第 2 絶縁部材、 4 2 F ... 絶縁膜、 4 2 F b ... 底絶縁部分、 4 2 F c ... コーナ絶縁部分、 4 2 a ~ 4 2 d ... 第 1 ~ 第 4 絶縁部分、 4 3 ... 第 3 絶縁部材、 4 3 p、 4 3 q ... 一部、 4 5 ... 窒化物部材、 4 5 a ~ 4 5 c ... 第 1 ~ 第 3 窒化物部分、 4 7 ... マスク材、 4 7 o ... 開口部、 5 1 ... 第 1 電極、 5 1 a ~ 5 1 e ... 第 1 ~ 第 5 電極部分、 5 2 ... 第 2 電極、 5 3 ... 第 3 電極、 6 1 ... 導電部分、 6 1 P ... 第 1 コーナ部、 6 1 a ~ 6 1 c ... 第 1 ~ 第 3 導電部分、 6 5 a ~ 6 5 c ... 第 1 ~ 第 3 膜、 1、 2 ... 第 1、 第 2 角度、 1 1 0 ... 半導体装置、 f 1 ~ f 3 ... 第 1 ~ 第 3 面

【図面】

【図 1】

【図 2】

10



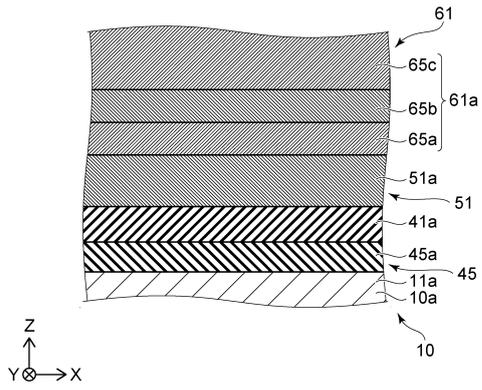
20

30

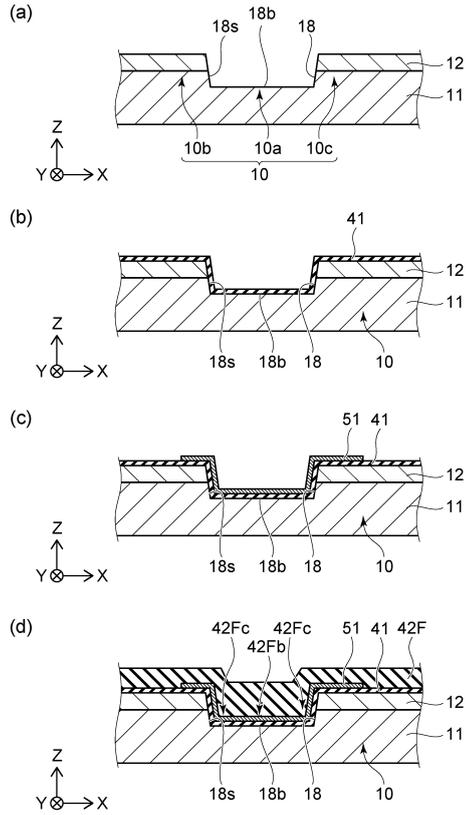
40

50

【 図 3 】



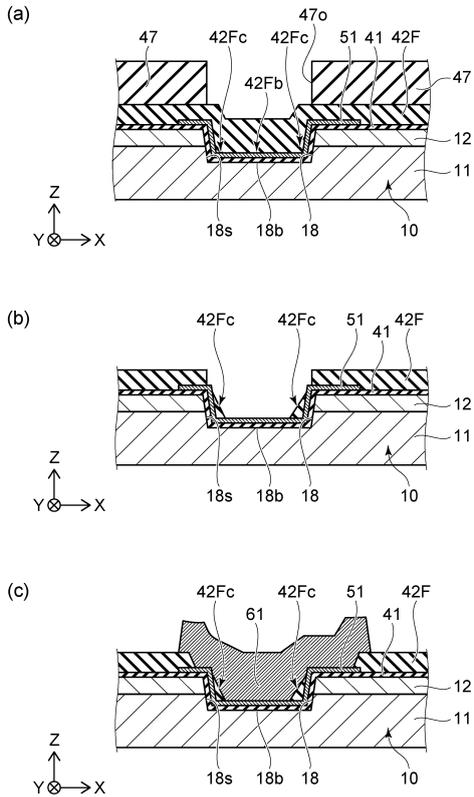
【 図 4 】



10

20

【 図 5 】



30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2021-009886(JP,A)  
特開2011-077123(JP,A)  
特開2013-138137(JP,A)  
米国特許出願公開第2020/0168502(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- H01L 21/28 - 21/288
  - H01L 21/329
  - H01L 21/336 - 21/338
  - H01L 21/44 - 21/445
  - H01L 21/8232 - 21/8238
  - H01L 21/8249
  - H01L 27/06
  - H01L 27/07
  - H01L 27/085 - 27/092
  - H01L 27/118
  - H01L 29/40 - 29/49
  - H01L 29/76
  - H01L 29/772
  - H01L 29/778 - 29/78
  - H01L 29/80 - 29/812
  - H01L 29/872