

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5851089号
(P5851089)

(45) 発行日 平成28年2月3日(2016.2.3)

(24) 登録日 平成27年12月11日(2015.12.11)

(51) Int.Cl. F I

HO 1 L 21/28 (2006.01)

HO 1 L 21/3213 (2006.01)

HO 1 L 21/768 (2006.01)

HO 1 L 21/336 (2006.01)

HO 1 L 29/78 (2006.01)

HO 1 L 21/28 E

HO 1 L 21/28 3 O 1 R

HO 1 L 21/88 D

HO 1 L 29/78 3 O 1 G

HO 1 L 27/08 3 2 1 D

請求項の数 8 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-223671 (P2010-223671)	(73) 特許権者	390019839
(22) 出願日	平成22年10月1日 (2010.10.1)		三星電子株式会社
(65) 公開番号	特開2011-86933 (P2011-86933A)		S a m s u n g E l e c t r o n i c s
(43) 公開日	平成23年4月28日 (2011.4.28)		C o . , L t d .
審査請求日	平成25年9月27日 (2013.9.27)		大韓民国京畿道水原市靈通区三星路129
(31) 優先権主張番号	10-2009-0099364		129, S a m s u n g - r o , Y e o n
(32) 優先日	平成21年10月19日 (2009.10.19)		g t o n g - g u , S u w o n - s i , G
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		y e o n g g i - d o , R e p u b l i c
			o f K o r e a
		(74) 代理人	100093779
			弁理士 服部 雅紀
		(72) 発明者	張 鍾光
			大韓民国仁川広域市富平区富平1洞東亜1
			団地エーピーテュー. 7棟904号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体素子の形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板上に高誘電膜を形成する段階と、
前記高誘電膜上に金属含有膜を形成する段階と、
前記金属含有膜上に多結晶半導体を含む半導体膜を形成する段階と、
前記半導体膜を異方性エッチングする段階と、
前記半導体膜及び前記半導体膜に隣接した領域に反応性窒素及び／または酸素含有ガスを提供し、エッチングされた前記半導体膜の少なくとも側壁上に前記半導体基板に対して傾く保護膜を形成する段階と、
前記金属含有膜及び前記高誘電膜を異方性エッチングする段階と、
を含み、
前記保護膜は、前記半導体基板に近い部位の幅が前記半導体基板に遠い部位の幅より広くなるよう形成され、
異方性エッチングによって前記半導体膜から離脱した前記多結晶半導体は、前記反応性窒素及び／または前記酸素含有ガスによって窒化及び／または酸化されて保護膜形成粒子を形成し、
前記保護膜形成粒子は、エッチングされた前記半導体膜の側壁に付着して前記保護膜を形成することを特徴とする半導体素子の形成方法。

【請求項 2】

前記保護膜形成粒子は前記半導体膜と異なるエッチング選択比を有することを特徴とす

る請求項 1 に記載の半導体素子の形成方法。

【請求項 3】

前記金属含有膜は前記保護膜及びエッチングされた前記半導体膜をエッチングマスクとして使ってエッチングされることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体素子の形成方法。

【請求項 4】

前記半導体基板は互いに異なる導電型のドーパントを含む第 1 領域及び第 2 領域を含み、前記高誘電膜、前記金属含有膜及び前記半導体膜は前記第 1 領域及び前記第 2 領域の前記半導体基板上に形成され、

前記第 2 領域の前記高誘電膜及び前記金属含有膜の間にゲート導電膜を形成することをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体素子の形成方法。

10

【請求項 5】

前記半導体膜をエッチングすることは、前記半導体膜の上部をエッチングすること及び前記半導体膜の下部をエッチングすることを含み、

前記反応性窒素及び / または前記酸素含有ガスを提供することは前記半導体膜の上部をエッチングする段階と前記半導体膜の下部をエッチングする段階との間に実行されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体素子の形成方法。

【請求項 6】

前記半導体膜のエッチングと前記反応性窒素及び / または前記酸素含有ガスの提供を交互に複数回繰り返すことを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体素子の形成方法。

20

【請求項 7】

半導体基板上に順に高誘電パターン及び金属含有パターンを積層する段階と、

前記金属含有パターン上に多結晶半導体を含むゲートパターンを形成する段階と、

前記ゲートパターンの側壁上に前記多結晶半導体の酸化物、窒化物及び / または酸窒化物から形成され前記半導体基板に近い部位の幅が前記半導体基板に遠い部位の幅より広い保護膜を形成する段階と、

を含み、

前記多結晶半導体の酸化物、窒化物及び / または酸窒化物は、異方性エッチングによって前記ゲートパターンから離脱した前記多結晶半導体が反応性窒素及び / または酸素含有ガスによって窒化及び / または酸化されたのち前記ゲートパターンの側壁に付着して前記保護膜を形成する保護膜形成粒子であることを特徴とする半導体素子の形成方法。

30

【請求項 8】

基板上に金属含有膜を形成する段階と、

前記金属含有膜上に多結晶半導体を含む半導体膜を形成する段階と、

前記半導体膜を異方性エッチングして前記多結晶半導体が前記半導体膜から離脱される段階と、

前記半導体膜を異方性にエッチングする間に、反応性窒素及び / または酸素含有ガスを異方性エッチングされた前記半導体膜に提供する段階と、

前記金属含有膜を異方性エッチングする段階と、

を含み、

40

前記反応性窒素及び / または前記酸素含有ガスは、前記半導体膜から離脱する前記多結晶半導体と反応して保護膜形成粒子を形成し、

前記保護膜形成粒子は、エッチングされた前記半導体膜の少なくとも側壁上に前記基板に対して傾く保護膜を形成することを特徴とする半導体素子の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体素子の形成方法に関し、詳しくは、半導体膜と金属含有膜とを含む半導体素子の形成方法に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

半導体素子の高集積化の傾向に伴い、前記半導体素子を構成する構成要素の小型化が要求されている。しかし、装備などの制約によって、このような構成要素をより小さく形成するのは容易ではない。例えば、狭い線幅を有するパターンを形成するためのパターンニング工程においての狭い線幅を有するパターンの場合、小さいエッチング損傷にも素子の特性が維持されない虞がある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 8 - 2 1 9 0 0 6 号 公 報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

本発明の課題は、エッチング損傷が最小化された半導体素子の形成方法を提供することにある。

本発明の他の課題は、信頼性が向上した半導体素子の形成方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

上述の課題を解決するための半導体素子の形成方法及びこれらによって形成された半導体素子が提供される。

20

本発明の半導体素子の形成方法は、半導体基板上に高誘電膜を形成する段階と、前記高誘電膜上に金属含有膜を形成する段階と、前記金属含有膜上に多結晶半導体を含む半導体膜を形成する段階と、前記半導体膜を異方性エッチングする段階と、前記半導体膜及び前記半導体膜に隣接した領域に反応性窒素及び／または酸素含有ガスを提供し、エッチングされた前記半導体膜の少なくとも側壁上に前記半導体基板に対して傾く保護膜を形成する段階と、前記金属含有膜及び前記高誘電膜を異方性エッチングする段階とを含み、前記保護膜は、前記半導体基板に近い部位の幅が前記半導体基板に遠い部位の幅より広いことを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

一態様において、前記多結晶半導体の一部は前記異方性エッチングによって前記半導体膜から離脱することができる。離脱した前記多結晶半導体は前記反応性窒素及び／または前記酸素含有ガスによって窒化及び／または酸化されて保護膜形成粒子を形成することができる。

30

【 0 0 0 7 】

一態様において、前記保護膜形成粒子がエッチングされた前記半導体膜の側壁に付着して保護膜を形成することができる。前記保護膜形成粒子は前記半導体膜と異なるエッチング選択比を有することができる。

一態様において、前記金属含有膜は前記保護膜及びエッチングされた前記半導体膜をエッチングマスクとして使ってエッチングされ得る。

【 0 0 0 8 】

40

一態様において、前記半導体基板は互いに異なる導電型のドーパントを含む第 1 領域及び第 2 領域を含み、前記高誘電膜、前記金属含有膜及び前記半導体膜は前記第 1 領域及び前記第 2 領域の前記半導体基板上に形成される。前記第 2 領域の前記高誘電膜及び前記金属含有膜の間にゲート導電膜が形成される。

一態様において、前記ゲート導電膜は複数の導電性金属化合物層を含むことができる。複数の前記導電性金属化合物層の間に他の高誘電膜がさらに形成され得る。

【 0 0 0 9 】

一態様において、前記半導体膜をエッチングすることは、前記半導体膜の上部をエッチングすること及び前記半導体膜の下部をエッチングすることを含むことができる。前記反応性窒素及び／または前記酸素含有ガスを提供することは前記半導体膜の上部をエッチン

50

グする段階と、前記下部半導体膜の下部をエッチングする段階との間に実行される。

一態様において、前記半導体膜のエッチングと前記反応性窒素及び／または前記酸素含有ガスの提供は交互に複数回繰り返して実行することができる。

【0010】

一態様において、前記反応性窒素及び／または前記酸素含有ガスを提供することによって、前記金属含有膜のエッチング副産物が窒化及び／または酸化される。

【0011】

本発明の半導体素子の形成方法は、半導体基板上に順に高誘電パターン及び金属含有パターンを積層する段階、前記金属含有パターン上の多結晶半導体を含むゲートパターンを形成する段階、及び、ゲートパターンの側壁上に多結晶半導体の酸化物、窒化物及び／または酸窒化物から形成され半導体基板に近い部位の幅が半導体基板に遠い部位の幅より広い保護膜を形成する段階を含むことができる。多結晶半導体の酸化物、窒化物及び／または酸窒化物は、異方性エッチングによってゲートパターンから離脱した多結晶半導体が反応性窒素及び／または酸素含有ガスによって窒化及び／または酸化されたのちゲートパターンの側壁に付着して保護膜を形成する保護膜形成粒子である。

10

【0012】

本発明の半導体素子の形成方法は、基板上に金属含有膜を形成する段階と、前記金属含有膜上に多結晶半導体を含む半導体膜を形成する段階と、前記半導体膜を異方性エッチングして前記多結晶半導体が前記半導体膜から離脱される段階と、前記半導体膜を異方性にエッチングする間に、反応性窒素及び／または酸素含有ガスを前記エッチングされた半導体膜に提供する段階と、前記金属含有膜を異方性エッチングする段階と、を含み、前記反応性窒素及び／または酸素含有ガスは、多結晶半導体と反応して保護膜形成粒子を形成することを特徴とする。

20

【0013】

一態様において、前記保護膜は互いに異なる厚さの上部及び下部を有することができる。

一態様において、前記半導体基板は第1領域及び第2領域を含み、前記高誘電パターン、金属含有パターン及びゲートパターンは前記第1領域及び第2領域の前記半導体基板上に配置される。前記半導体素子は前記第2領域の前記高誘電パターン及び前記金属含有パターンの間に選択的に介在されたゲート導電パターンをさらに含むことができる。

30

【0014】

一態様において、前記半導体基板の第1領域は第1導電型のドーパントがドーピングされた第1ウェル領域を含み、前記半導体基板の第2領域は第2導電型のドーパントがドーピングされた第2ウェル領域を含むことができる。

一態様において、前記保護膜は前記金属含有膜のエッチング副産物の窒化物、酸化物及び／または酸窒化物をさらに含むことができる。

【0015】

一態様において、前記ゲートパターンの側壁は前記ゲートパターンの底と鋭角をなすことができる。

一態様において、前記ゲートパターンの側壁は前記半導体基板に対して実質的に垂直である。

40

【0016】

(発明の効果)

本発明によれば、半導体膜の異方性エッチングの途中または以後に反応性窒素及び／または酸素含有ガスが提供される。前記反応性窒素及び／または酸素含有ガスの提供によってエッチングされる半導体膜の側壁の所望しない損傷を防止することができる。これによって、エッチング損傷が最小化された半導体素子を形成することができる。また、前記エッチング損傷が最小化された半導体素子は高い信頼性を有することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

50

【図 1 A】本発明の第 1 実施形態による半導体素子を示す模式図である。

【図 1 B】図 1 A に示した A 領域の拡大図である。

【図 2 A】本発明の第 2 実施形態の変形例による半導体素子を示す模式図である。

【図 2 B】図 2 A に示した B 領域の拡大図である。

【図 3 A】本発明の第 3 実施形態による半導体素子の形成方法を説明するための断面図である。

【図 3 B】本発明の第 3 実施形態による半導体素子の形成方法を説明するための断面図である。

【図 3 C】本発明の第 3 実施形態による半導体素子の形成方法を説明するための断面図である。

10

【図 4 A】本発明の第 4 実施形態による半導体素子を示す模式図である。

【図 4 B】図 4 A に示した A 領域の拡大図である。

【図 5 A】本発明の第 5 実施形態の変形例による半導体素子を示す模式図である。

【図 5 B】図 5 A に示した B 領域の拡大図である。

【図 6 A】本発明の第 6 実施形態による半導体素子の形成方法を説明するための断面図である。

【図 6 B】本発明の第 6 実施形態による半導体素子の形成方法を説明するための断面図である。

【図 6 C】本発明の第 6 実施形態による半導体素子の形成方法を説明するための断面図である。

20

【図 6 D】本発明の第 6 実施形態による半導体素子の形成方法を説明するための断面図である。

【図 7】本発明の実施形態による半導体素子の形成方法を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、添付の図を参照して、本発明の実施形態による半導体素子及びその形成方法を説明する。説明される実施形態は本発明の思想を当業者が容易に理解するように提供されるものであり、これによって本発明が限定されない。本発明の実施形態は本発明の技術的思想及び範囲内で他の形態に変形可能である。本明細書において、‘及び/または’は前後に並べた構成要素のうちの少なくとも 1 つを含む意味として使われた。本明細書において、一構成要素が異なる構成要素‘上に’位置するとは、一構成要素上に異なる構成要素が直接位置し、前記一構成要素上に第 3 の構成要素がさらに位置することができるという意味も含む。本明細書の各構成要素または部分などを第 1、第 2 などの表現を使って指称したが、これは明確な説明のために使われた表現であり、これによって限定されない。図面に表現された構成要素の厚さ及び相対的な厚さは本発明の実施形態を明確に表現するために誇張されている。また、本明細書の上部及び下部などの位置に係わる表現は説明を明らかにするための相対的な表現として、絶対的な構成要素間の位置を限定するものではない。同一の構成要素には同一の図面符号を使った。

30

【0019】

40

(第 1 実施形態)

図 1 A 及び図 1 B を参照して、本発明の第 1 実施形態による半導体素子を説明する。図 1 B は、図 1 A に示した A 領域を拡大した図である。半導体基板 100 が提供される。半導体基板 100 は第 1 導電型のドーパントがドーピングされたウェル領域(図示しない)を含むことができる。半導体基板 100 内にソース/ドレイン領域 102 が配置されている。ソース/ドレイン領域 102 は前記第 1 導電型と反対の導電型である第 2 導電型のドーパントがドーピングされた領域であり得る。

【0020】

ソース/ドレイン領域 102 の間の半導体基板 100 上にゲート絶縁パターン 112、金属含有パターン 133 及びゲートパターン 142 が順に積層される。

50

ゲート絶縁パターン 112 は酸化シリコン (SiO_2) に比較して高い誘電率を有する絶縁物質を含むことができる。すなわち、ゲート絶縁パターン 112 は高誘電膜であり得る。ゲート絶縁パターン 112 は、Hf、Zr、Al、Ti、La、Y、Gd 及び Ta のうちの少なくとも 1 つの金属を含む金属酸化物、金属シリコン酸化物または金属シリコン酸窒化物を含むことができる。例えば、ゲート絶縁パターン 112 は HfSiON を含むことができる。

【0021】

金属含有パターン 133 はゲート絶縁パターン 112 上に配置され、ゲート絶縁パターン 112 の一部側壁と球面をなす側壁を有することができる。金属含有パターン 133 の上部面の端 135A は陥没され得る。すなわち、金属含有パターン 133 の端 135A の高さは金属含有パターン 133 の中心部の高さより低いことがある。

10

【0022】

金属含有パターン 133 は導電性金属化合物を含むことができる。例えば、金属含有パターン 133 は導電性金属窒化物を含むことができる。金属含有パターン 133 は Ti、Ta、W、Mo、Al、Hf 及び Zr のうちで選択された少なくとも 1 つの金属の窒化物を含むことができる。

【0023】

ゲートパターン 142 はドーパントがドーピングされた半導体を含むことができる。ゲートパターン 142 は n 型または p 型のドーパントがドーピングされた多結晶半導体を含むことができる。例えば、ゲートパターン 142 は多結晶シリコンを含むことができる。ゲートパターン 142 の最上部の幅と最下部の幅は異なることができる。例えば、ゲートパターン 142 の最上部の幅はゲートパターン 142 の最下部の幅より広いことがある。これによって、ゲートパターン 142 の側壁とゲートパターン 142 の底面は鈍角を成すことができる。

20

【0024】

ゲートパターン 142 の側壁上に保護膜 151 が配置される。保護膜 151 は金属含有パターン 133 の端 135A 部分上に配置される。示したことと異なり、金属含有パターン 133 は陥没しない端を有し、前記陥没しない端上に保護膜 151 が配置されることもある。保護膜 151 はゲートパターン 142 の側壁上に不規則に付着した複数の保護膜形成粒子を含むことができる。前記保護膜形成粒子は互いに異なる大きさを有することができる。本実施形態において、保護膜 151 の下部分を構成する前記保護膜形成粒子の数は保護膜 151 の上部を構成する保護膜形成粒子の数より多いことがある。これによって、保護膜 151 は相対的に厚い下部分と相対的に薄い上部を含むことができる。前記保護膜形成粒子はゲートパターン 142 の側壁上に不規則に配列され得る。

30

【0025】

保護膜 151 の厚さは不均一であり得る。例えば、保護膜 151 の下部分の前記保護膜形成粒子の数は保護膜 151 の上部の粒子の数より多いことがある。これによって、保護膜 151 は相対的に厚い下部分と相対的に薄い上部を含むことができる。これと異なり、保護膜 151 の厚さは前記保護膜形成粒子の配列によって多様に変化することができる。

【0026】

40

保護膜 151 に含まれた保護膜形成粒子はゲートパターン 142 に含まれた物質の酸化物、窒化物及び / または酸窒化物を含むことができる。例えば、前記保護膜形成粒子は多結晶半導体の酸化物、多結晶半導体の窒化物及び / または多結晶半導体の酸窒化物を含むことができる。本実施形態において、前記保護膜形成粒子は表面が酸化及び / または窒化された半導体粒子を含むことができる。保護膜 151 によってゲートパターン 142 の側壁は保護される。

【0027】

これに加えて、保護膜 151 は金属含有パターン 133 に含まれた物質の酸化物、窒化物及び / または酸窒化物をさらに含むことができる。例えば、保護膜 151 は Ti、Ta、W、Mo、Al、Hf 及び Zr のうちで選択された少なくとも 1 つの酸化物、窒化物及

50

び／または酸窒化物をさらに含むことができる。

【 0 0 2 8 】

(第 2 実施形態)

図 2 A 及び図 2 B を参照して、本発明の第 2 実施形態を説明する。図 2 B は、図 2 A に示した B 領域を拡大した図である。図 1 A を参照して説明した構成要素に対する説明は省略する。

【 0 0 2 9 】

ゲート絶縁パターン 1 1 2 上に金属含有パターン 1 3 4 が配置される。金属含有パターン 1 3 4 はゲート絶縁パターン 1 1 2 の側壁と球面を成す側壁を有する。金属含有パターン 1 3 4 は導電性金属化合物を含むことができる。例えば、金属含有パターン 1 3 4 は T i 、 T a 、 W 、 M o 、 A l 、 H f 及び Z r のうちで選択された少なくとも 1 つの酸化物、窒化物及び／または酸窒化物をさらに含むことができる。

10

【 0 0 3 0 】

金属含有パターン 1 3 4 上にゲートパターン 1 4 4 が配置される。ゲートパターン 1 4 4 は陥没した側壁 1 4 5 を有することができる。陥没した側壁 1 4 5 を含むゲートパターン 1 4 4 の側壁上に保護膜 1 5 3 が配置される。保護膜 1 5 3 はゲートパターン 1 4 4 の陥没した側壁 1 4 5 上に不規則に付着した複数の保護膜形成粒子を含むことができる。本実施形態において、前記保護膜形成粒子は互いに異なる大きさを有することができる。前記保護膜形成粒子はゲートパターン 1 4 4 の側壁上に不均一に配列され得る。

【 0 0 3 1 】

保護膜 1 5 3 の厚さは不均一であり得る。例えば、保護膜 1 5 3 の下部分の前記保護膜形成粒子の数は保護膜 1 5 3 の上部の粒子の数より多いことがある。これによって、保護膜 1 5 3 は相対的に厚い下部分と相対的に薄い上部を含むことができる。これと異なり、保護膜 1 5 3 の厚さは前記保護膜形成粒子の配列によって多様に変化することができる。

20

【 0 0 3 2 】

保護膜 1 5 3 に含まれた保護膜形成粒子はゲートパターン 1 4 4 に含まれた物質の酸化物、窒化物及び／または酸窒化物を含むことができる。例えば、前記保護膜形成粒子は多結晶半導体の酸化物、多結晶半導体の窒化物及び／または多結晶半導体の酸窒化物を含むことができる。本実施形態において、前記保護膜形成粒子は酸化及び／または窒化された半導体粒子を含むことができる。

30

【 0 0 3 3 】

(第 3 実施形態)

図 1 A 、図 1 B 、図 3 A ～図 3 C 及び図 7 を参照して、本発明の第 3 実施形態による半導体素子の形成方法を説明する。図 1 A 及び図 1 B を参照して説明した内容は省略することができる。

【 0 0 3 4 】

図 3 A 及び図 7 を参照すれば、半導体基板 1 0 0 上にゲート絶縁膜 1 1 1 が形成される (S 1) 。ゲート絶縁膜 1 1 1 を形成する前に、半導体基板 1 0 0 内にドーパントをドーピングしてウェル領域を形成することができる。ゲート絶縁膜 1 1 1 は高誘電率を有する絶縁物質を含むことができる。例えば、ゲート絶縁膜 1 1 1 は H f 、 Z r 、 A l 、 T i 、 L a 、 Y 、 G d 及び T a のうちで選択された少なくとも 1 つの金属を含む金属酸化物、金属シリコン酸化物または金属シリコン酸窒化物を含むことができる。例えば、ゲート絶縁膜 1 1 1 は H f S i O N を含むことができる。

40

【 0 0 3 5 】

ゲート絶縁膜 1 1 1 上に金属含有膜 1 3 2 が形成される (S 2) 。金属含有膜 1 3 2 は導電性金属化合物を含むことができる。金属含有膜 1 3 2 はゲート絶縁膜 1 1 1 と異なるエッチング選択比を有する物質を含むことができる。金属含有膜 1 3 2 は T i 、 T a 、 W 、 M o 、 A l 、 H f 及び Z r のうちで選択された少なくとも 1 つの窒化物であり得る。例えば、金属含有膜 1 3 2 は窒化チタン (T i N) を含むことができる。

【 0 0 3 6 】

50

金属含有膜 1 3 2 上に半導体膜 1 4 1 が形成される (S 3)。半導体膜 1 4 1 は多結晶シリコンを含むことができる。半導体膜 1 4 1 は化学気相蒸着法及び原子層蒸着法を含む多様な蒸着方法のうちで選択された少なくとも 1 つの方法により形成することができる。例えば、半導体膜 1 4 1 は低圧化学気相蒸着 (L P C V D) 法によって形成することができる。

半導体膜 1 4 1 上にマスクパターン 1 6 0 が形成される。マスクパターン 1 6 0 は半導体膜 1 4 1 の一部を覆うことができる。

【 0 0 3 7 】

図 3 B、図 3 C 及び図 7 を参照すれば、マスクパターン 1 6 0 をエッチングマスクとして使って半導体膜 1 4 1 がエッチングされる (S 4)。図 3 B は、一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A を示す工程断面図であり、図 3 C は、半導体膜 1 4 1 が十分にエッチングされてゲートパターン 1 4 2 が形成された時の工程断面図である。半導体膜 1 4 1 のエッチングは半導体膜 1 4 1 に対して高いエッチング選択比を有するエッチング剤 (e t c h a n t) を使って実行することができる。

【 0 0 3 8 】

半導体膜 1 4 1 はハロゲン元素を含むエッチングガス、例えば、H B r ガスを利用してエッチングすることができる。具体的に、半導体膜 1 4 1 をエッチングすることは、数十乃至数千 (W) のソースパワー (s o u r c e p o w e r) 及びバックバイアスパワー (b a c k - b i a s p o w e r) で、数乃至数百 s c c m の H B r ガスを提供することを含むことができる。本実施形態において、半導体膜 1 4 1 をエッチングすることは酸素 (O ₂) 及びヘリウム (H e) ガスのうちで選択された少なくとも 1 つを提供することをさらに含むことができる。

【 0 0 3 9 】

半導体膜 1 4 1 のエッチングの時、多結晶半導体の粒子がエッチング副産物として発生することができる。図 3 B を参照すれば、一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A の上部内に微細トレンチ 1 3 5 が形成される。これと異なり、半導体膜 1 4 1 に対するエッチングが十分に進行された以後には図 3 C に示したように、金属含有膜 1 3 2 を構成する金属含有粒子がエッチング副産物として発生することができる。この場合、金属含有膜 1 3 2 の上部内に微細トレンチ 1 3 5 A が形成される。前記エッチング副産物は前記エッチング剤と一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A または前記エッチング剤と金属含有膜 1 3 2 が衝突する部分、例えば、微細トレンチ 1 3 5、1 3 5 A で形成されて、一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A または金属含有膜 1 3 2 から取れることができる。

【 0 0 4 0 】

半導体膜 1 4 1 のエッチングが実行されている反応チャンバ内に反応性窒素及び / または酸素含有ガスが提供される (S 5)。前記反応性窒素及び / または酸素含有ガスは半導体膜 1 4 1 のエッチング工程実行の途中に提供することができる。例えば、半導体膜 1 4 1 の上部をエッチングして、前記反応性窒素及び / または酸素含有ガスが提供された後、半導体膜 1 4 1 の下部をエッチングすることができる。これと異なり、半導体膜 1 4 1 のエッチングと前記反応性窒素及び / または酸素含有ガスの提供が交互に実行されることもある。前記反応性窒素及び / または酸素含有ガスは半導体膜 1 4 1 を構成する物質、例えば多結晶シリコンを窒化及び / または酸化させることができるガスを含むことができる。前記反応性窒素及び / または酸素含有ガスは例えば、O ₂、O ₃ 及び N ₂ H ₂ のうちで選択された少なくとも 1 つを含むことができる。

【 0 0 4 1 】

前記反応性窒素及び / または酸素含有ガスによって半導体膜 1 4 1 のエッチングの時発生したエッチング副産物が窒化及び / または酸化され得る。例えば、多結晶半導体粒子及び / または前記金属含有粒子の少なくとも一部が窒化及び / または酸化され得る。前記窒化及び / または酸化された粒子は一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A の側壁に付着することができる。一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A に付着した前記窒化及び / または酸化された粒子は一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A の側壁を保護する保護

10

20

30

40

50

膜形成粒子であり得る。一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A の側壁に付着した前記保護膜形成粒子は保護膜 1 5 1 を構成することができる。

【 0 0 4 2 】

本実施形態において、前記エッチング副産物は前記エッチング剤と一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A が接する領域で形成され得る。例えば、前記エッチング副産物は微細トレンチ 1 3 5、1 3 5 A で形成され得る。したがって、酸化及び／または窒化された前記エッチング副産物、すなわち、保護膜形成粒子の多数が微細トレンチ 1 3 5、1 3 5 A に隣接したゲートパターン 1 4 2 の下部側壁に付着することができる。一方、ゲートパターン 1 4 2 の上部側壁には前記下部側壁に比較して少ない数の保護膜形成粒子が付着することができる。これによって、前記保護膜形成粒子を含む保護膜 1 5 1 は相対的に厚い下部及び相対的に薄い上部を含むことができる。これと異なり、前記反応性窒素及び／または酸素の注入時間及び／または注入時期によって保護膜 1 5 1 の厚さ及び相対的厚さは異なるように調節することができる。

10

【 0 0 4 3 】

前記保護膜形成粒子は、半導体膜 1 4 1 のエッチングの時使われるエッチング剤に対して半導体膜 1 4 1 より低いエッチング率を有することができる。例えば、前記保護膜形成粒子が前記エッチング剤によってエッチングされる割合は多結晶半導体が前記エッチング剤によってエッチングされる割合より低いことがある。

【 0 0 4 4 】

異方性エッチングで、エッチング剤の一部がエッチング対象膜から衝突及び反射してエッチング対象膜を再びエッチングすることができる。例えば、一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A の上部面で反射したエッチング剤の一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A の側壁 1 4 5 と衝突することができる。これによって、一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A 及び半導体膜 1 4 1 のエッチングによって形成されるゲートパターン 1 4 2 の側壁 1 4 5 にネガティブプロファイルが発生することができる。

20

【 0 0 4 5 】

しかし、本実施形態によって、一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A の側壁上にエッチングされた半導体膜 1 4 1 A と異なるエッチング選択比を有する保護膜 1 5 1 が形成される場合、一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A の側壁の所望しないエッチングを防止することができる。すなわち、前記ネガティブプロファイルを最小化することができる。したがって、一部がエッチングされた半導体膜 1 4 1 A をエッチングして形成されるゲートパターン 1 4 2 の特性が向上することができる。

30

【 0 0 4 6 】

提供される前記反応性窒素及び／または酸素含有ガスの注入時間及び／または注入時期によって、保護膜 1 5 1 は多様な形態に形成可能である。例えば、図 1 A に示したように、ゲートパターン 1 4 2 の側壁の全面上に保護膜 1 5 1 が形成される。これと異なり、図 2 A に示したように、ゲートパターン 1 4 4 の一部側壁上に保護膜 1 5 3 が形成されることも可能である。

【 0 0 4 7 】

再び図 1 A を参照すれば、マスクパターン 1 6 0、ゲートパターン 1 4 2 及び保護膜 1 5 1 をエッチングマスクとして使って、金属含有膜 1 3 2 及びゲート絶縁膜 1 1 1 がエッチングされる (S 6)。ゲートパターン 1 4 2 が保護された側壁によって金属含有膜 1 3 3 及びゲート絶縁膜 1 1 1 のエッチングの時の欠陥を最小化することができる。具体的に、ゲートパターン 1 4 2 の側壁上に保護膜 1 5 1 が形成されない場合、ゲートパターン 1 4 2 の側壁、特にゲートパターン 1 4 2 の下部側壁でネガティブプロファイルが形成され得る。ネガティブプロファイルを有するゲートパターン 1 4 2 をエッチングマスクとしてエッチングされた金属含有膜 1 3 3 及びゲート絶縁膜 1 1 1 は前記ネガティブプロファイルを有するゲートパターン 1 4 2 の側壁に自己整列されるので、金属含有膜 1 3 3 の特性も劣化することができる。

40

【 0 0 4 8 】

50

これと異なり、本実施形態によって、ゲートパターン 142 の側壁が保護される場合、ゲートパターン 142 の側壁が保護されると共に、ゲートパターン 142 をマスクとしてエッチングされる金属含有膜 133 及びゲート絶縁膜 111 の側壁も保護され得る。したがって、これによって形成される半導体素子の信頼性が向上することができる。

【0049】

ゲートパターン 142 をイオン注入マスクとしてゲートパターン 142 に隣接した半導体基板 100 内にソース/ドレイン領域 102 が形成される。ソース/ドレイン領域 102 は前記第 1 導電型と反対の導電型を有する第 2 導電型のドーパントを半導体基板 100 内に注入することによって形成される。

【0050】

(第 4 実施形態)

図 4 A 及び図 4 B を参照して本発明の第 4 実施形態による半導体素子を説明する。図 4 B は、図 4 A の A 領域を拡大した図である。第 1 領域及び第 2 領域を含む半導体基板 200 が提供される。前記第 1 領域及び前記第 2 領域は素子分離膜 201 によって分離する。前記第 1 領域の半導体基板 200 は第 1 導電型のドーパントがドーピングされた第 1 ウェル領域 204 を含み、前記第 2 領域の半導体基板 200 は第 2 導電型のドーパントがドーピングされた第 2 ウェル領域 205 を含むことができる。第 1 ウェル領域 204 内には第 2 導電型のドーパントがドーピングされた第 1 ソース/ドレイン領域 202 が配置され、第 2 ウェル領域 205 内には第 1 導電型のドーパントがドーピングされた第 2 ソース/ドレイン領域 203 が配置される。

【0051】

第 1 ソース/ドレイン領域 202 の間の半導体基板 200 上に第 1 下部ゲート絶縁パターン 212、第 1 上部ゲート絶縁パターン 233、第 1 金属含有パターン 237 及び第 1 ゲートパターン 242 が順に積層される。

第 1 下部ゲート絶縁パターン 212 及び第 1 上部ゲート絶縁パターン 233 は高誘電物質を含むことができる。第 1 下部ゲート絶縁パターン 212 は Hf、Zr、Al、Ti、La、Y、Gd 及び Ta のうちの少なくとも 1 つの金属を含む金属酸化物、金属シリコン酸化物または金属シリコン酸窒化物を含むことができる。例えば、ゲート絶縁パターン 212 は HfSiON を含むことができる。第 1 上部ゲート絶縁パターン 233 はランタン族金属の酸化物を含むことができる。示したことと異なり、第 1 下部ゲート絶縁パターン 212 及び第 1 上部ゲート絶縁パターン 233 のうちのいずれか 1 つは省略可能である。

【0052】

第 1 金属含有パターン 237 は導電性金属化合物を含むことができる。例えば、第 1 金属含有パターン 237 は Ti、Ta、W、Mo、Al、Hf 及び Zr のうちで選択された少なくとも 1 つの窒化物であり得る。例えば、第 1 金属含有パターン 237 は窒化チタン (TiN) を含むことができる。本実施形態において、第 1 金属含有パターン 237 は陥没した端 235A を有することができる。

【0053】

第 1 ゲートパターン 242 は半導体基板 200 の平面に対して傾いた側壁を有することができる。例えば、第 1 ゲートパターン 242 は互いに異なる幅を有する上部と下部とを含み、前記下部の幅が前記上部の幅より狭いことがある。第 1 ゲートパターン 242 は多結晶半導体を含むことができる。例えば、第 1 ゲートパターン 242 は多結晶シリコンを含むことができる。

【0054】

第 1 ゲートパターン 242 の側壁上に第 1 保護膜 251 が配置される。本実施形態において、第 1 保護膜 251 は第 1 金属含有パターン 237 の陥没した端 235A まで延長することができる。第 1 保護膜 251 は保護膜形成粒子を含むことができる。前記保護膜形成粒子は多結晶半導体粒子の酸化物、窒化物及び/または酸窒化物を含むことができる。本実施形態において、前記保護膜形成粒子は第 1 金属含有パターン 237 を構成する物質の酸化物、窒化物及び/または酸窒化物をさらに含むことができる。第 1 ゲートパターン

242の下部側壁に付着した前記保護膜形成粒子の数が第1ゲートパターン242の上部側壁に付着した前記保護膜形成粒子の数より多いことがある。これによって、第1保護膜251の下部は第1保護膜251の上部より厚いことがある。

【0055】

第2ソース/ドレイン領域204の間の半導体基板200上に第2下部ゲート絶縁パターン213、下部ゲート導電パターン223、薄膜パターン225、上部ゲート導電パターン227、第2上部ゲート絶縁パターン234、第2金属含有パターン238及び第2ゲートパターン243が順に積層される。本実施形態において、薄膜パターン225が省略され、下部ゲート導電パターン223と上部ゲート導電パターン227が直接接することもできる。

10

【0056】

第2下部ゲート絶縁パターン213は高誘電物質を含むことができる。第2下部ゲート絶縁パターン213はHf、Zr、Al、Ti、La、Y、Gd及びTaのうちの少なくとも1つの金属を含む金属酸化物、金属シリコン酸化物または金属シリコン酸窒化物を含むことができる。例えば、第2下部ゲート絶縁パターン213はHfSiONを含むことができる。

【0057】

下部ゲート導電パターン223及び上部ゲート導電パターン227は導電性金属化合物を含むことができる。例えば、下部ゲート導電パターン223及び上部ゲート導電パターン227はTi、Ta、W、Mo、Al、Hf及びZrのうちで選択された少なくとも1つの窒化物であり得る。本実施形態において、下部及び上部ゲート導電パターン223、227は非金属不純物をさらに含むことができる。下部ゲート導電パターン223と上部ゲート導電パターン227は互いに異なる特性を有することができる。例えば、下部ゲート導電パターン223と上部ゲート導電パターン227は互いに異なる厚さを有することができる。また、下部ゲート導電パターン223と上部ゲート導電パターン227は互いに異なる含量比の元素を含むことができる。

20

【0058】

下部ゲート導電パターン223及び上部ゲート導電パターン227によって、下部及び上部ゲート導電パターン223、227及び第2ゲートパターン243を含むゲート構造物の仕事関数が制御され得る。例えば、前記第1領域の第1ゲートパターン242と前記第2領域の第2ゲートパターン243は同一の物質で形成され、第2ゲートパターン243と半導体基板200との間に選択的にゲート導電パターン223、227が挿入される。これによって、前記第2領域の前記ゲート構造物の仕事関数が選択的に制御され得る。したがって、第1領域のトランジスタと第2領域のトランジスタは互いに異なるスレッショルド電圧値を有することができる。

30

【0059】

下部ゲート導電パターン223と上部ゲート導電パターン227との間に薄膜パターン225が介在される。薄膜パターン225は例えば、ランタン族元素の酸化物を含むことができる。薄膜パターン225は下部ゲート導電パターン223及び上部ゲート導電パターン227に比較して薄い厚さを有することができる。例えば、下部ゲート導電パターン223及び上部ゲート導電パターン227は数十の厚さを有し、薄膜パターン225は数の厚さを有することができる。示したところと異なり、薄膜パターン225は省略可能である。

40

【0060】

第2上部ゲート絶縁パターン234は高誘電物質を含むことができる。第2上部ゲート絶縁パターン234はランタン族金属の酸化物を含むことができる。

【0061】

第2金属含有パターン238は導電性金属化合物を含むことができる。例えば、第2金属含有パターン238はTi、Ta、W、Mo、Al、Hf及びZrのうちで選択された少なくとも1つの窒化物であり得る。例えば、第2金属含有パターン238は窒化チタン

50

(TiN)を含むことができる。第2金属含有パターン238は第1金属含有パターン237と実質的に同一の物質を含むことができる。本実施形態において、第2金属含有パターン238は陥没した端235Aを有することができる。

【0062】

第2ゲートパターン243は半導体基板200の平面に対して傾いた側壁を有することができる。例えば、第2ゲートパターン243は互いに異なる幅を有する上部と下部とを含み、前記下部の幅が前記上部の幅より狭いことがある。本実施形態において、第2ゲートパターン243の最上部と最下部の幅の差は第1ゲートパターン242の最上部と最下部の幅の差より小さいことがある。すなわち、第2ゲートパターン243の側壁は第1ゲートパターン242の側壁より半導体基板200の平面に対してより小さく傾くことができる。

10

【0063】

第2ゲートパターン243の側壁上に第2保護膜252が配置される。本実施形態において、第2保護膜252は第2金属含有パターン238の陥没した端235Aまで延長することができる。第2保護膜252は保護膜形成粒子を含むことができる。例えば、前記保護膜形成粒子は多結晶半導体粒子の酸化物、窒化物及び/または酸窒化物を含むことができる。本実施形態において、前記保護膜形成粒子は第2金属含有パターン238を構成する物質の酸化物、窒化物及び/または酸窒化物をさらに含むことができる。

【0064】

第2ゲートパターン243の下部側壁に付着した前記保護膜形成粒子の数が第2ゲートパターン243の上部側壁に付着した前記保護膜形成粒子の数より多いことがある。これによって、第2保護膜252の下部は第2保護膜252の上部より厚いことがある。本実施形態において、第2保護膜252と第1保護膜251の厚さは互いに異なることができる。例えば、第2保護膜252の厚さが第1保護膜251の厚さより厚いことがある。

20

【0065】

(第5実施形態)

第1及び第2ゲートパターン242、243と第1及び第2保護膜251、252の形態は変形可能である。

本発明の第5実施形態を示す図5A及び図5Bを参照すれば、第1ゲートパターン244及び第2ゲートパターン247の側壁は第1及び第2陥没部245、248を含むことができる。第1及び第2陥没部245、248は前記側壁端の以外の部分、例えば、前記側壁の中間に配置され得る。第1及び第2陥没部245、248内に第1及び第2保護膜253、254が配置され得る。第1及び第2保護膜253、254は保護膜形成粒子を含むことができる。前記保護膜形成粒子は第1及び第2ゲートパターン244、247に含まれた物質のうちの少なくとも1つを含むことができる。第1及び第2保護膜253、254は上述の図4Aを参照して説明した第1及び第2保護膜251、252と実質的に同一の保護膜形成粒子を含むことができる。

30

【0066】

(第6実施形態)

図4A、図4B、図6A～図6C及び図7を参照して本発明の第6実施形態による半導体素子の形成方法を説明する。

40

【0067】

図6A及び図7を参照すれば、半導体基板200内に素子分離膜201が形成される。素子分離膜201は半導体基板200を第1領域及び第2領域に分離することができる。半導体基板200内に第1ウェル領域204及び第2ウェル領域205が形成される。第1ウェル領域204及び第2ウェル領域205は互いに異なる導電型のドーパントがドーピングされ得る。例えば、第1ウェル領域204はp型のドーパントがドーピングされ、第2ウェル領域205はn型のドーパントがドーピングされ得る。

【0068】

半導体基板200上に下部ゲート絶縁膜211が形成される(S1)。下部ゲート絶縁

50

膜 2 1 1 は前記第 1 領域及び第 2 領域の半導体基板 2 0 0 の全面上に形成される。下部ゲート絶縁膜 2 1 1 は高誘電膜を有する絶縁物質を含む。例えば、下部ゲート絶縁膜 2 1 1 は HfSiON を含むことができる。下部ゲート絶縁膜 2 1 1 は原子層蒸着法及び化学気相蒸着法を含む多様な蒸着法のうちで選択された少なくとも 1 つによって形成され得る。

【0069】

前記第 2 領域の半導体基板 2 0 0 上に選択的に下部ゲート導電膜 2 2 2、薄膜 2 2 4 及び上部ゲート導電膜 2 2 6 が形成される。下部ゲート導電膜 2 2 2、薄膜 2 2 4 及び上部ゲート導電膜 2 2 6 は半導体基板 2 0 0 上に導電膜、高誘電膜及び導電膜を順に積層した後、前記第 1 領域の半導体基板 2 0 0 上の膜を選択的に除去して形成され得る。

【0070】

図 6 B に示すように、半導体基板 2 0 0 上に上部ゲート絶縁膜 2 3 2 が形成される。上部ゲート絶縁膜 2 3 2 は前記第 1 領域及び前記第 2 領域の半導体基板 2 0 0 及び下部ゲート絶縁膜 2 1 1 上に形成される。上部ゲート絶縁膜 2 3 2 は高誘電率を有する絶縁膜であり得る。例えば、上部ゲート絶縁膜 2 3 2 はランタン族金属のうちで選択された少なくとも 1 つの酸化物、窒化物及び / または酸窒化物を含むことができる。

【0071】

上部ゲート絶縁膜 2 3 2 上に金属含有膜 2 3 6 が形成される。金属含有膜 2 3 6 は前記第 1 領域及び前記第 2 領域の上部ゲート絶縁膜 2 3 2 上に形成される。金属含有膜 2 3 6 は導電性金属化合物を含むことができる。例えば、金属含有膜 2 3 6 は金属窒化物を含むことができる。

【0072】

金属含有膜 2 3 6 上に半導体膜 2 4 1 が形成される。半導体膜 2 4 1 は多結晶半導体を含むことができる。半導体膜 2 4 1 は上部及び下部ゲート導電膜 2 2 2、2 2 6 の厚さの数乃至数十倍の厚さを有することができる。

【0073】

半導体膜 2 4 1 上にマスクパターン 2 6 0 が形成される。マスクパターン 2 6 0 は第 1 ウェル領域 2 0 4 及び第 2 ウェル領域 2 0 5 の半導体膜 2 4 1 上に形成される。

【0074】

図 6 C 及び図 6 D に示すように、マスクパターン 2 6 0 をエッチングマスクとして使って、半導体膜 2 4 1 が異方性エッチングされる (S 4)。図 6 C は、一部がエッチングされた半導体膜 2 4 1 A を示し、図 6 D は、十分にエッチングされた半導体膜、すなわち、ゲートパターン 2 4 2、2 4 3 を示す。半導体膜 2 4 1 のエッチングはハロゲン系列のエッチング剤、例えば、 HBr を使って実行することができる。半導体膜 2 4 1 のエッチングによって半導体膜 2 4 1 を構成する物質、例えば、多結晶半導体の 粒子 が形成され得る。

【0075】

前記多結晶半導体 粒子 は前記一部がエッチングされた半導体膜 2 4 1 A が接する領域で形成され得る。例えば、前記多結晶半導体 粒子 は一部がエッチングされた半導体膜 2 4 1 A のエッチングされた側壁周辺の微細トレンチ 2 3 5 より形成され得る。半導体膜 2 4 1 が図 6 D のように、十分にエッチングされてゲートパターン 2 4 2、2 4 3 が形成された場合、金属含有膜 2 3 6 の一部がエッチングされて金属含有膜 2 3 6 の上部に微細トレンチ 2 3 5 A が形成されることもある。

【0076】

前記異方性エッチング工程の途中に反応性窒素及び / または酸素含有ガスを提供することができる。前記反応性窒素及び / または酸素含有ガスは半導体膜 2 4 1 のエッチングの時発生する多結晶半導体の 粒子 を窒化及び / または酸化させることができる。窒化及び / または酸化された前記 粒子 (以下、保護膜形成粒子) は一部がエッチングされた半導体膜 2 4 1 A の表面に付着することができる。これによって、一部がエッチングされた半導体膜 2 4 1 A の側壁上に保護膜 2 5 1、2 5 2 が形成され得る。本実施形態において、図 6 D のように、半導体膜 2 4 1 が十分にエッチングされた場合、金属含有膜 2 3 6 に含まれ

10

20

30

40

50

た金属含有粒子がエッチング副産物として形成されて前記反応性窒素及び／または酸素含有ガスによって酸化及び／または窒化され得る。

【0077】

提供される前記反応性窒素及び／または酸素含有ガスの注入時間及び／または注入時期によって、保護膜251、253は多様な形態を有することができる。例えば、図4Aに示したように、ゲートパターン242、243の側壁の全面上に保護膜251、253が形成され得る。これと異なり、図5Aに示したように、ゲートパターン244、247の一部側壁上に保護膜253、254が形成されることもある。また、保護膜251、253の厚さも前記反応性窒素及び／または酸素含有ガスの注入時間及び／または注入時期によって調節することができる。例えば、半導体膜241のエッチングが十分に行われた後、前記反応性窒素及び／または酸素含有ガスが注入される場合、保護膜251、253はゲートパターン242、243の側壁の下部上で相対的に厚い厚さを有し、ゲートパターン242、243の側壁の上部上で相対的に薄い厚さを有することができる。

10

【0078】

前記保護膜形成粒子は半導体膜241のエッチングの時使われるエッチング剤に対するエッチング率が半導体膜241に比較して低いことがある。これによって、前記保護膜形成粒子を含む保護膜253、254が付着した一部がエッチングされた半導体膜241A及びこれによって形成されるゲートパターン242、243の側壁の損傷は減少することができる。

【0079】

20

図4Aを参照すれば、マスクパターン260及びゲートパターン242、243をエッチングマスクとして使って、金属含有膜236及び上部ゲート絶縁膜232がエッチングされ得る。前記エッチングによって前記第1領域の半導体基板200上に第1上部ゲート絶縁パターン233及び第1金属含有パターン237が形成され、前記第2領域の半導体基板200上に第2上部ゲート絶縁パターン234及び第2金属含有パターン238が形成される。

【0080】

続いて、前記第2領域の上部ゲート導電膜226、薄膜224及び下部ゲート導電膜222が順にエッチングされ得る。第1及び第2ゲートパターン242、243の側壁上に第1及び第2保護膜251、252が形成されない場合、第2領域の上部ゲート導電膜226、薄膜224及び下部ゲート導電膜222のエッチングの時、第1領域の第1ゲートパターン242の特性は劣化することができる。具体的に、前記第2領域のゲート導電膜226、222がエッチングされる間前記第1領域にはエッチングされる膜が配置されないこともある。

30

【0081】

したがって、ゲート導電膜226、222のエッチングのために使われるエッチング剤の物理的及び／または化学的作用によって第1ゲートパターン242の側壁の損傷がより深化することができる。すなわち、第1ゲートパターン242側壁のネガティブプロファイルが深化することができる。しかし、本実施形態によって、第1ゲートパターン242の側壁上に第1保護膜251が形成される場合、前記第2領域の膜のエッチング工程の時、第1ゲートパターン242の側壁が損傷されることを防止することができる。したがって、第1ゲートパターン242は所望する垂直プロファイルを有することができる。

40

【0082】

図4A及び図4Bを参照すれば、ゲートパターン242、243に隣接した半導体基板200内に第1及び第2ソース／ドレイン領域202、203が形成され得る。第1及び第2ソース／ドレイン領域202、203はマスクパターン260及びゲートパターン242、243をイオン注入マスクとして使ったイオン注入工程を実行して形成され得る。マスク260は除去され得る。

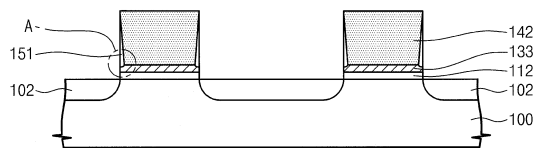
【符号の説明】

【0083】

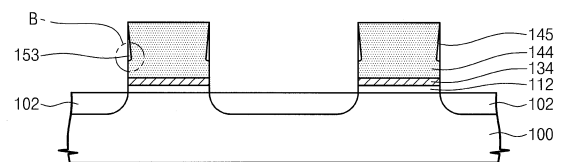
50

- 1 4 2 . . . ゲートパターン
- 1 3 3 . . . 金属含有パターン
- 1 1 2 . . . ゲート絶縁パターン
- 1 0 2 . . . ソース/ドレイン領域
- 1 0 0 . . . 半導体基板
- 1 5 1 . . . 保護膜

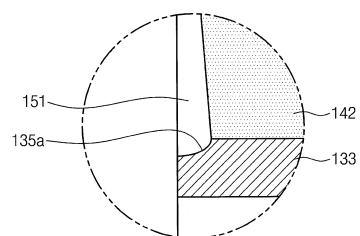
【図 1 A】



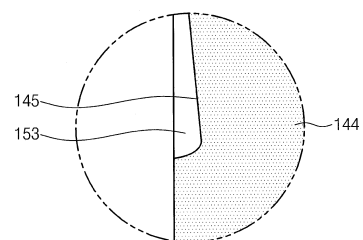
【図 2 A】



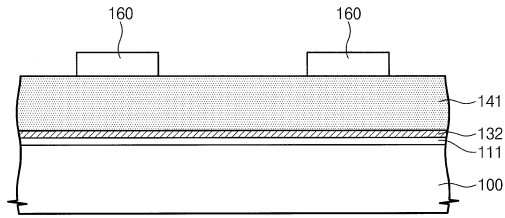
【図 1 B】



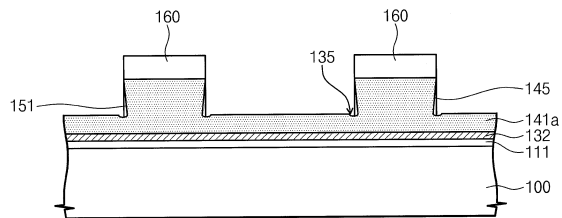
【図 2 B】



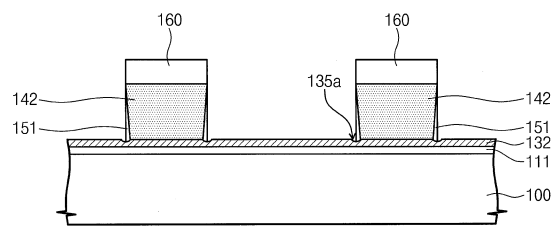
【図 3 A】



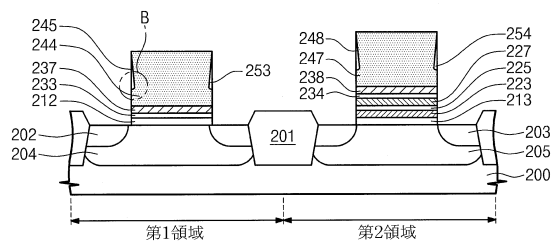
【図 3 B】



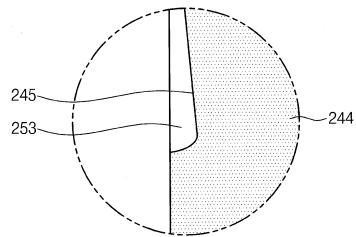
【図 3 C】



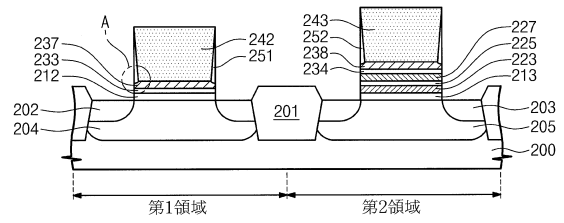
【図 5 A】



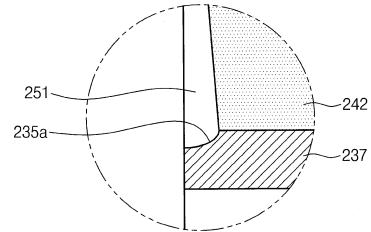
【図 5 B】



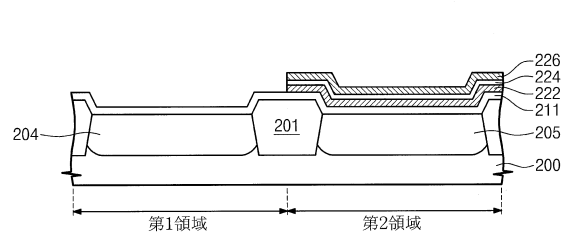
【図 4 A】



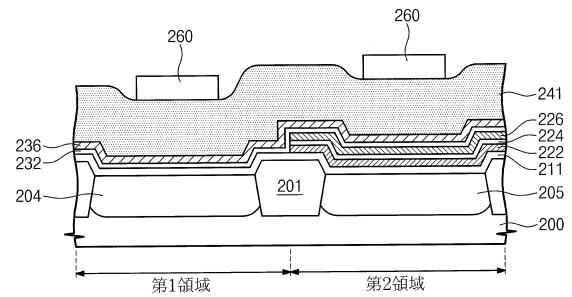
【図 4 B】



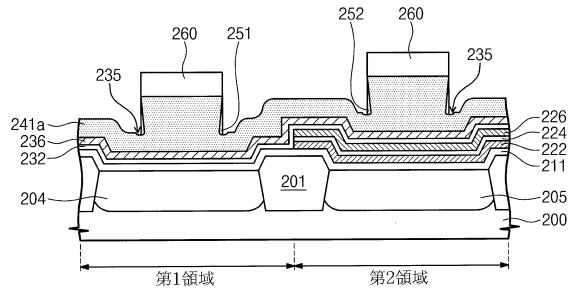
【図 6 A】



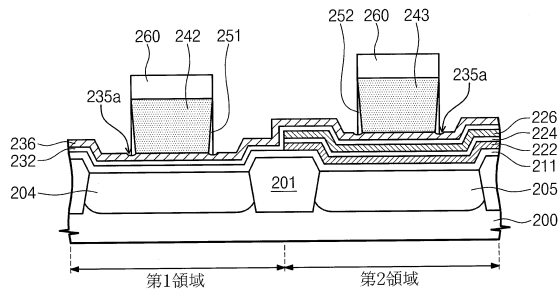
【図 6 B】



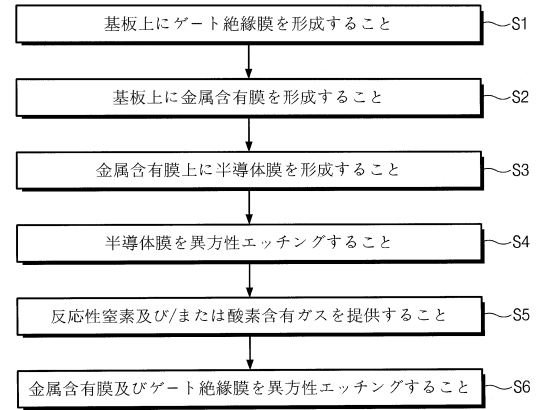
【図 6 C】



【図 6 D】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
H 0 1 L	21/8238	(2006.01)	H 0 1 L	27/08	3 2 1 N
H 0 1 L	27/092	(2006.01)	H 0 1 L	21/302	1 0 5 A
H 0 1 L	21/3065	(2006.01)	H 0 1 L	21/88	Q
H 0 1 L	21/3205	(2006.01)	H 0 1 L	29/58	G
H 0 1 L	23/532	(2006.01)			
H 0 1 L	29/423	(2006.01)			
H 0 1 L	29/49	(2006.01)			

- (72)発明者 文 永俊
大韓民国ソウル特別市松坡区梧琴洞大林エーピーティー . 5 棟 1 0 3 号
- (72)発明者 金 徳 南
大韓民国ソウル特別市恩平区水色洞 2 5 - 1 番地
- (72)発明者 鄭 榮鐘
大韓民国ソウル特別市永登浦区大林 2 洞 1 0 7 5 - 9 5 番地

審査官 河合 俊英

- (56)参考文献 特開平 0 5 - 1 7 5 1 7 1 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 3 5 1 3 5 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 1 5 1 1 8 3 (U S , A 1)
特表 2 0 0 8 - 5 1 4 0 0 1 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 9 4 1 0 6 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 1 4 8 1 4 6 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 2 8
H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5
H 0 1 L 2 1 / 3 2 0 5
H 0 1 L 2 1 / 3 2 1 3
H 0 1 L 2 1 / 3 3 6
H 0 1 L 2 1 / 7 6 8
H 0 1 L 2 1 / 8 2 3 8
H 0 1 L 2 3 / 5 3 2
H 0 1 L 2 7 / 0 9 2
H 0 1 L 2 9 / 4 2 3
H 0 1 L 2 9 / 4 9
H 0 1 L 2 9 / 7 8