

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 26 年 1 月 16 日 (2014.1.16)

【公開番号】特開 2011-205057 (P2011-205057A)

【公開日】平成 23 年 10 月 13 日 (2011.10.13)

【年通号数】公開・登録公報 2011-041

【出願番号】特願 2010-253647 (P2010-253647)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/336 (2006.01)

H 0 1 L 29/78 (2006.01)

H 0 1 L 21/28 (2006.01)

H 0 1 L 21/285 (2006.01)

H 0 1 L 21/8247 (2006.01)

H 0 1 L 27/115 (2006.01)

H 0 1 L 27/105 (2006.01)

H 0 1 L 29/788 (2006.01)

H 0 1 L 29/792 (2006.01)

H 0 1 L 45/00 (2006.01)

H 0 1 L 49/00 (2006.01)

C 2 3 C 14/06 (2006.01)

H 0 1 L 29/423 (2006.01)

H 0 1 L 29/49 (2006.01)

【 F I 】

H 0 1 L 29/78 3 0 1 G

H 0 1 L 21/28 3 0 1 R

H 0 1 L 21/285 S

H 0 1 L 27/10 4 3 4

H 0 1 L 27/10 4 4 8

H 0 1 L 29/78 3 7 1

H 0 1 L 45/00 Z

H 0 1 L 49/00 Z

C 2 3 C 14/06 A

H 0 1 L 29/58 G

【手続補正書】

【提出日】平成 25 年 11 月 27 日 (2013.11.27)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン基板と、

前記シリコン基板上に設けられたゲート絶縁膜と、

前記ゲート絶縁膜上に設けられたゲート電極と、

を備え、

前記ゲート絶縁膜は、金属酸化物、金属シリケート、窒素が導入された金属酸化物、もしくは窒素が導入された金属シリケートを含む高誘電率絶縁膜であり、

前記ゲート電極は、前記ゲート絶縁膜上に設けられたTiN、W、WN、およびSiから選択される少なくとも一つを含む金属含有層であって、WおよびWSiのいずれか一つからなる膜ではない金属含有層と、前記金属含有層上に設けられたTiとAlとNを含む金属窒化物層と、前記金属窒化物層上に設けられたシリコン層とを有し、

前記金属窒化物膜のTiとAlとNとのモル比率($N / (Ti + Al + N)$)が0.53以上であり、かつ前記金属窒化物層のTiとAlとNとのモル比率($Ti / (Ti + Al + N)$)が0.32以下であり、かつ前記金属窒化物層のTiとAlとNとのモル比率($Al / (Ti + Al + N)$)が0.15以下であることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】

前記半導体装置が電界効果トランジスタであ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】

前記電界効果トランジスタがP型MOSFETであることを特徴とする請求項2に記載の半導体装置。

【請求項4】

前記シリコン基板は少なくとも表面が半導体層を含む基板であり、前記ゲート絶縁膜は積層型ゲート絶縁膜であ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5】

アニール処理後の実効仕事関数が4.9 eV以上であ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6】

半導体装置の製造方法であって、
シリコン基板上にゲート絶縁膜を形成する工程と、
該ゲート絶縁膜上にゲート電極を形成する工程と、
前記形成されたゲート電極に対してアニール処理を行う工程とを有し、
前記ゲート絶縁膜を形成する工程は、金属酸化物、金属シリケート、窒素が導入された金属酸化物、もしくは窒素が導入された金属シリケートからなる高誘電率絶縁膜を形成する工程を有し、

前記ゲート電極を形成する工程は、

TiN、W、WN、およびSiから選択される少なくとも一つを含む金属含有層であって、WおよびWSiのいずれか一つからなる膜ではない金属含有層を形成する工程と、

前記金属含有層上にTiとAlとNとを含有する金属窒化物膜を形成する工程と、

前記金属窒化物膜上にシリコン膜を形成する工程とを有し、

前記金属窒化物膜のTiとAlとNとのモル比率($N / (Ti + Al + N)$)が0.53以上であり、かつ前記金属窒化物膜のTiとAlとNとのモル比率($Ti / (Ti + Al + N)$)が0.32以下であり、かつ前記金属窒化物膜のTiとAlとNとのモル比率($Al / (Ti + Al + N)$)が0.15以下であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項7】

金属窒化物膜を備える半導体装置の製造方法であって、

前記金属窒化物膜を形成する工程を有し、

前記金属窒化物膜は、TiとAlとNとを含有する金属窒化物膜であり、

前記金属窒化物膜を形成する工程は、真空容器内で、窒素を含む反応性ガスと不活性ガスとの混合雰囲気下においてTiターゲットおよびAlターゲット、もしくはTiとAlとを含有する合金ターゲットをマグネトロンスパッタする工程であり、

前記反応性ガスの供給量を、前記TiターゲットおよびAlターゲット、もしくは前記合金ターゲットの表面が窒化することにより生じるスパッタ率の低下率が最大となる供給量以上に設定することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項8】

金属窒化物膜を備える半導体装置の製造方法であって、

前記金属窒化物膜を形成する工程を有し、

前記金属窒化膜は、該金属窒化膜のTiとAlとNとのモル比率($N / (Ti + Al + N)$)が0.53以上であり、かつ前記金属窒化膜のTiとAlとNとのモル比率($Ti / (Ti + Al + N)$)が0.32以下であり、かつ前記金属窒化膜のTiとAlとNとのモル比率($Al / (Ti + Al + N)$)が0.15以下であり、

前記金属窒化膜を形成する工程は、真空容器内で、窒素を含む反応性ガスと不活性ガスとの混合雰囲気下においてTiターゲットおよびAlターゲット、もしくはTiとAlとを含有する合金ターゲットをマグネトロンスパッタする工程であり、

前記反応性ガスの供給量を、前記TiターゲットおよびAlターゲット、もしくは前記合金ターゲットの表面が窒化することにより生じるスパッタ率の低下率が最大となる供給量以上に設定することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項9】

半導体装置の製造方法であって、

シリコン基板上にゲート絶縁膜を形成する工程と、

該ゲート絶縁膜上にゲート電極を形成する工程と、

前記形成されたゲート電極に対してアニール処理を行う工程とを有し、

前記ゲート絶縁膜を形成する工程は、金属酸化物、金属シリケート、窒素が導入された金属酸化物、もしくは窒素が導入された金属シリケートからなる高誘電率絶縁膜を形成する工程を有し、

前記ゲート電極を形成する工程は、

TiN、W、WN、およびSiから選択される少なくとも一つを含む金属含有層を形成する工程と、

前記金属含有層上にTiとAlとNとを含有する金属窒化膜を形成する工程と、

前記金属窒化膜上にシリコン膜を形成する工程とを有し、

前記金属窒化膜を形成する工程は、真空容器内で、窒素を含む反応性ガスと不活性ガスとの混合雰囲気下においてTiターゲットおよびAlターゲット、もしくはTiとAlとを含有する合金ターゲットをマグネトロンスパッタする工程であり、

前記反応性ガスの供給量を、前記TiターゲットおよびAlターゲット、もしくは前記合金ターゲットの表面が窒化することにより生じるスパッタ率の低下率が最大となる供給量以上に設定することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項10】

前記金属窒化膜のTiとAlとNとのモル比率($N / (Ti + Al + N)$)が0.53以上であり、かつ前記金属窒化膜のTiとAlとNとのモル比率($Ti / (Ti + Al + N)$)が0.32以下であり、かつ前記金属窒化膜のTiとAlとNとのモル比率($Al / (Ti + Al + N)$)が0.15以下であることを特徴とする請求項9記載の半導体装置の製造方法。

【請求項11】

前記反応性ガスは N_2 であり、前記反応性ガスの供給量が15sccm以上であることを特徴とする請求項7～9のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。