

【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27年12月24日 (2015.12.24)

【公表番号】特表2014-533437(P2014-533437A)

【公表日】平成26年12月11日 (2014.12.11)

【年通号数】公開・登録公報2014-068

【出願番号】特願2014-541176(P2014-541176)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/318 (2006.01)

H 0 1 L 21/316 (2006.01)

H 0 1 L 21/8247 (2006.01)

H 0 1 L 27/115 (2006.01)

H 0 1 L 21/336 (2006.01)

H 0 1 L 29/788 (2006.01)

H 0 1 L 29/792 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/318 M

H 0 1 L 21/316 M

H 0 1 L 27/10 4 3 4

H 0 1 L 29/78 3 7 1

【手続補正書】

【提出日】平成27年11月6日 (2015.11.6)

【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】

第 1 の浮遊ゲート、第 2 の浮遊ゲート、および前記第 1 の浮遊ゲートと前記第 2 の浮遊ゲートとの間に配置された分離層を有する基板上に配置された層間多結晶シリコン誘電体キャップであって、

前記第 1 の浮遊ゲートおよび前記第 2 の浮遊ゲートの上部部分上および側壁上に配置された第 1 の窒素含有層と、

前記第 1 の窒素含有層上および前記分離層の上面上に配置された第 1 の酸素含有層と、

前記第 1 の酸素含有層の上部部分上および側壁上に配置された第 2 の窒素含有層と、

前記第 2 の窒素含有層上および前記第 1 の酸素含有層の上面上に配置された第 2 の酸素含有層とを備える層間多結晶シリコン誘電体キャップ。

【請求項 2】

前記第 2 の酸素含有層上に配置された第 3 の窒素含有層をさらに備える、請求項 1 に記載の層間多結晶シリコン誘電体キャップ。

【請求項 3】

前記第 3 の窒素含有層が、厚さ約 10 ～ 約 20 $\text{\AA}$ である、請求項 2 に記載の層間多結晶シリコン誘電体キャップ。

【請求項 4】

前記第 3 の窒素含有層上に配置された制御ゲート層をさらに備える、請求項 2 に記載の層間多結晶シリコン誘電体キャップ。

【請求項 5】

前記第 1 の窒素含有層が、厚さ約 5 ～約 20 Å であること、
前記第 1 の酸素含有層が、厚さ約 20 ～約 40 Å であること、
前記第 2 の窒素含有層が、厚さ約 20 ～約 40 Å であること、または
前記第 2 の酸素含有層が、厚さ約 40 ～約 80 Å であること
のうちの少なくとも 1 つである、請求項 1 に記載の層間多結晶シリコン誘電体キャップ

。

【請求項 6】

前記第 1 の窒素含有層および前記第 2 の窒素含有層が、窒化ケイ素 (SiN)、酸窒化ケイ素 (SiON) の少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の層間多結晶シリコン誘電体キャップ。

【請求項 7】

前記第 1 の酸素含有層および前記第 2 の酸素含有層がそれぞれ、酸化ケイ素 (SiO₂) または高誘電率材料の少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の層間多結晶シリコン誘電体キャップ。

【請求項 8】

第 1 の浮遊ゲート、第 2 の浮遊ゲート、および前記第 1 の浮遊ゲートと前記第 2 の浮遊ゲートとの間に配置された分離層を有する基板と、

前記第 1 の浮遊ゲートおよび前記第 2 の浮遊ゲートの上部部分上および側壁上に配置された第 1 の窒素含有層と、

前記第 1 の窒素含有層上および前記分離層の上面上に配置された第 1 の酸素含有層と、

前記第 1 の酸素含有層の上部部分上および側壁上に配置された第 2 の窒素含有層と、

前記第 2 の窒素含有層上および前記第 1 の酸素含有層の上面上に配置された第 2 の酸素含有層とを備え、前記第 1 および前記第 2 の窒素含有層ならびに前記第 1 および前記第 2 の酸素含有層が、層間多結晶シリコン誘電体キャップを形成する、

デバイス。

【請求項 9】

前記第 2 の酸素含有層上に配置された第 3 の窒素含有層
をさらに備える、請求項 8 に記載のデバイス。

【請求項 10】

前記第 3 の窒素含有層上に配置された制御ゲート層
をさらに備える、請求項 9 に記載のデバイス。

【請求項 11】

第 1 の浮遊ゲート、第 2 の浮遊ゲート、および前記第 1 の浮遊ゲートと前記第 2 の浮遊ゲートとの間に配置された分離層を有する基板上に層間多結晶シリコン誘電体キャップを形成する方法であって、

前記第 1 の浮遊ゲートおよび前記第 2 の浮遊ゲートの上部部分上および側壁上に第 1 の窒素含有層を選択的に形成することと、

前記第 1 の窒素含有層上および前記分離層の上面上に第 1 の酸素含有層を形成することと、

前記第 1 の浮遊ゲートおよび前記第 2 の浮遊ゲートの前記上部部分の上に堆積された第 1 の厚さ、ならびに前記分離層の前記上面の上に堆積された、前記第 1 の厚さより小さい第 2 の厚さを有する第 2 の窒素含有層を、前記第 1 の酸素含有層上に堆積させることと、

前記第 1 の浮遊ゲートおよび前記第 2 の浮遊ゲートの前記上部部分の上に堆積された前記第 2 の窒素含有層の少なくとも一部分、ならび、前記分離層の前記上面の上に堆積された前記第 2 の窒素含有層の実質上すべてを酸化させることによって、第 2 の酸素含有層を形成することを含む方法。

【請求項 12】

前記第 2 の酸素含有層上に第 3 の窒素含有層を形成すること
をさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第3の窒素含有層上に制御ゲート層を堆積させること
をさらに含む、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記第1の窒素含有層を選択的に形成することが、前記第1の浮遊ゲートおよび前記第2の浮遊ゲートの前記上部部分および前記側壁の少なくとも一部分を窒化させるプラズマ窒化プロセスを実行することを含む、請求項11に記載の方法。

【請求項15】

前記第2の酸素含有層上に第3の酸素含有層を堆積させて前記第2の酸素含有層の厚さを増大させること

をさらに含む、請求項11に記載の方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

いくつかの実施形態では、分離層110は、基板108と第1の浮遊ゲート104および第2の浮遊ゲート106との間に配置することができ、第1の浮遊ゲート104と第2の浮遊ゲート106との間の分離領域112（フィールド酸化物層と呼ばれることもある）内へ延びて、第1の浮遊ゲート104および第2の浮遊ゲート106を互いから、また基板108から分離するのを容易にすることができる。分離層110は、第1の浮遊ゲート104および第2の浮遊ゲート106ならびに基板108の前述の分離を提供するのに適した任意の材料を含むことができる。たとえば、いくつかの実施形態では、分離層110は、酸化ケイ素（ SiO_2 ）、酸窒化ケイ素（ SiON ）などのシリコンおよび酸素、あるいはアルミニウム（ Al ）、ハフニウム（ Hf ）、ランタン（ La ）、もしくはジルコニウム（ Zr ）ベースの酸化物もしくは酸窒化物、または窒化ケイ素（ Si_xN_y ）などの高誘電率誘電体材料などを、単層または積層構造（たとえば、 SiO_2 ／高誘電率／ SiO_2 ）で含むことができる。さらに、分離層110は、たとえば約50～約80 Åなど、上記で論じたように第1の浮遊ゲート104および第2の浮遊ゲート106ならびに基板108の分離を提供するのに適した任意の厚さを有することができる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

いくつかの実施形態では、第1の窒素含有層114および分離層110の頂面120上に、第1の酸素含有層122を配置することができる。いくつかの実施形態では、第1の酸素含有層122は、たとえば酸化ケイ素（ SiO_2 ）、酸窒化ケイ素（ SiON ）などのシリコンおよび酸素、あるいはアルミニウム（ Al ）、ハフニウム（ Hf ）、ランタン（ La ）、もしくはジルコニウム（ Zr ）ベースの酸化物もしくは酸窒化物、または窒化ケイ素（ Si_xN_y ）などの高誘電率誘電体材料などを、単層または積層構造（たとえば、 SiO_2 ／高誘電率／ SiO_2 ）で含むことができる。いくつかの実施形態では、第1の酸素含有層122は、分離層110に使用される材料と同じ材料を含むことができ、またはいくつかの実施形態では、異なる材料を含むこともできる。たとえば、分離層110が酸化物、たとえば酸化ケイ素（ SiO_2 ）を含む実施形態では、第1の酸素含有層122もまた、酸化ケイ素（ SiO_2 ）を含むことができる。いくつかの実施形態では、第1の酸素含有層122は、約20～約40 Åの厚さを有することができる。いくつかの実施形態では、第1の酸素含有層122は、約50～約80原子パーセントの酸素含有率を含むことができる。

【手続補正４】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４２

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００４２】

次に２０８で、図３Ｄに示すように、第１の酸素含有層３１８の上に第２の窒素含有層３２１が堆積され、第２の窒素含有層３２１は、第１の浮遊ゲート３０６、３０８および第２の浮遊ゲートの上部部分３１６、３１７の上に堆積された第１の厚さ３２２と、分離層３０４の上面３２０の上に堆積された第２の厚さ３２４とを有する。第２の窒素含有層３２１は、たとえば図１に示す第２の窒素層１２４に関して上述した材料など、所望のデバイス形成するのに適した任意の窒素含有材料を含むことができる。

【手続補正５】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４４

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００４４】

第２の窒素含有層３２１を非共形層として提供する（すなわち、上述したように第１の厚さ３２２および第２の厚さ３２４を有する）ことで、第１の浮遊ゲート３０６、３０８および第２の浮遊ゲートの上部部分３１６、３１７の上の第２の窒素含有層３２１の一部を部分的に消費し、分離層３０４の上面３２０の上に堆積された第２の窒素含有層３２１の実質上すべてを、後の酸化ステップ（後述）で実質上すべて消費することが可能になる。いくつかの実施形態では、第１の厚さ３２２は、約３０～約５０Åである。いくつかの実施形態では、第２の厚さ３２４は、約１０～約３０Åである。

【手続補正６】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４５

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００４５】

次に２１０で、図３Ｅに示すように、第１の浮遊ゲート３０６、３０８および第２の浮遊ゲートの上部部分３１６、３１７の上に堆積された第２の窒素含有層３２１の少なくとも一部分、ならび、分離層３０４の上面３２０の上に堆積された第２の窒素含有層３２１の実質上すべてを酸化させることによって、第２の酸素含有層３２６が形成される。本発明者らは、非共形の第２の酸素含有層３２６を形成し（すなわち、前述の酸化プロセスを実行する）、第２の窒素含有層３２１のうち、分離層３０４の上面３２０の上に堆積された実質上すべてを除去することによって、第１の浮遊ゲート３０６と第２の浮遊ゲート３０８の電気結合を防止し、または低減させ、第１の浮遊ゲート３０６と第２の浮遊ゲート３０８との間の漏れを著しく低減させ、または排除し、したがってデバイス３００の性能を増大させることができることを観察してきた。

【手続補正７】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４９

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００４９】

酸化プラズマを形成するために、プラズマ出力、たとえばＲＦ電力が酸化プロセスガスに結合される。いくつかの実施形態では、プラズマを形成するために、ＲＦ電力は、約２ＭＨｚ～約２ＧＨｚの周波数で約５０～約５０００Ｗとすることができる。酸化プラズマ

を維持するために、および／または酸化を容易にするために、他のパラメータを利用することもできる。たとえば、いくつかの実施形態では、プロセスチャンバは、約 1 ～ 約 5 0 0 トルの圧力で維持することができる。別法として、または組み合わせて、いくつかの実施形態では、基板 3 0 2 は、摂氏約 5 0 0 ～ 約 1 0 0 0 度の温度で維持することができる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 0】

酸化プラズマの存在下では基板 3 0 2 に自己バイアスがかかるため、酸化プラズマ内に含まれる帯電した核種は、帯電した核種から基板の方へ何らかの方向性を提供し、したがって、帯電した核種を基板の方へ加速させることができ、したがって上述した第 2 の窒素含有層 3 2 1 部分の除去を容易にすることができる。さらに、バイアスをかける電力を基板 3 0 2 に提供することによって、酸化プラズマの線束を制御することができ、それによって基板 3 0 2 に対して直角の方向に帯電した核種の方向性および加速度を増大させて、第 1 の浮遊ゲート 3 0 6、3 0 8 および第 2 の浮遊ゲートの上部部分 3 1 6、3 1 7 ならびに分離層 3 0 4 の上面 3 2 0 の上に位置する第 2 の窒素含有層 3 2 1 の除去を容易にすることができる。したがって、いくつかの実施形態では、処理中に約 5 0 ～ 約 1 0 0 0 ワットのバイアス電力を基板 3 0 2 に提供することができる。