

【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 21 年 2 月 12 日 (2009.2.12)

【公表番号】特表 2008-537639 (P2008-537639A)

【公表日】平成 20 年 9 月 18 日 (2008.9.18)

【年通号数】公開・登録公報 2008-037

【出願番号】特願 2008-500925 (P2008-500925)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/768 (2006.01)

H 0 1 L 23/522 (2006.01)

H 0 1 L 21/316 (2006.01)

C 2 3 C 16/30 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/90 J

H 0 1 L 21/316 M

C 2 3 C 16/30

【手続補正書】

【提出日】平成 20 年 12 月 12 日 (2008.12.12)

【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】

3.0 又はそれ以下の誘電率を有する少なくとも 1 つの誘電体材料 (14) と、Si 及び O 原子を含む少なくとも 1 つのナノ層 (16) とを有する誘電体スタック (12)。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つの誘電体材料 (14) は、少なくとも C、O 及び H 原子を含む有機誘電体、Si、O、及び H 原子、そして随意に C 原子を含む無機誘電体、又はこれらの混合物及びこれらの多層を含む、請求項 1 に記載の誘電体スタック (12)。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの誘電体材料 (14) は、三次元ネットワークで結合した Si、C、O 及び H 原子を含んだ無機誘電体を含む、請求項 1 に記載の誘電体スタック (12)。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの誘電体材料 (14) は、多孔質、非多孔質又はこれらの組合せである、請求項 1 に記載の誘電体スタック (12)。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つのナノ層 (16) は、ナノメートル域の厚さを有する、請求項 1 に記載の誘電体スタック (12)。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つのナノ層 (16) は、Si 及び O 原子、並びに随意に C、N 及び H 原子を含む、請求項 1 に記載の誘電体スタック (12)。

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つのナノ層 (16) は、SiCOH、SiCOHN、SiO<sub>2</sub>、SiCO<sub>x</sub> 又は SiON を含む、請求項 6 に記載の誘電体スタック (12)。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つのナノ層 (16) を含む前記少なくとも 1 つの誘電体材料 (14)

は、 $1.2 \mu\text{m}$ において $1 \times 10^{-10} \text{ m / 秒}$ より小さな亀裂速度を有する、請求項 1 に記載の誘電体スタック (12)。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つのナノ層 (16) を含む前記少なくとも 1 つの誘電体材料 (14) は、 $60 \text{ MPa}$ より小さな応力、 $7.5 \text{ GPa}$ より大きな弾性率、及び  $1.0$  より大きな硬度を有する、請求項 1 に記載の誘電体スタック (12)。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 に記載の誘電体スタック (12) を含む、基板上に配置された相互接続構造体。

【請求項 11】

前記誘電体スタック (12) は、層間誘電体、層内誘電体、キャップ層、ハードマスク / 研磨停止層又はこれらの任意の組合せである、請求項 10 に記載の相互接続構造体。

【請求項 12】

$1 \times 10^{-10} \text{ m / 秒}$ 又はそれ以上の亀裂速度を有する 1 つ又は複数の膜 (14) と、前記 1 つ又は複数の膜 (14) と直接接触した少なくとも 1 つのナノ層 (16) とを含み、前記少なくとも 1 つのナノ層 (16) は前記 1 つ又は複数の膜の亀裂速度を  $1 \times 10^{-10} \text{ m / 秒}$ より小さな値に減少させる、材料スタック。

【請求項 13】

前記少なくとも 1 つ又は複数の膜 (14) は金属層を含む、請求項 12 に記載の材料スタック。

【請求項 14】

誘電体スタックを形成する方法であって、

基板 (10) を反応器チャンバ内に準備するステップと、

前記基板 (10) の表面上に低  $k$  誘電体膜 (14) を、少なくとも第 1 の誘電体前駆体から堆積させるステップであって、前記低  $k$  誘電体膜 (14) を前記堆積させるステップ中に、前記第 1 の誘電体前駆体はナノ層前駆体に変化し、それによって  $\text{Si}$  及び  $\text{O}$  原子を含む少なくとも 1 つのナノ層 (16) が低  $k$  誘電体膜 (14) に導入される、ステップとを含む方法。

【請求項 15】

前記反応器チャンバは、プラズマ強化化学気相堆積の反応器チャンバである、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記誘電体前駆体は  $\text{Si}$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{O}$  及び  $\text{H}$  原子を含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 17】

前記ナノ層前駆体は  $\text{C}$ 、 $\text{N}$  又は  $\text{H}$  の内の少なくとも 1 つをさらに含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 18】

前記誘電体膜 (14) の前記堆積ステップは、基板の温度を  $200$  と  $425$  の間に設定するステップと、高周波  $\text{RF}$  電力密度を  $0.1 \text{ W / cm}^2$  と  $2.5 \text{ W / cm}^2$  の間に設定するステップと、第 1 の液体前駆体の流速を  $100 \text{ mg / 分}$  と  $5000 \text{ mg / 分}$  の間に設定するステップと、随意に第 2 の液体前駆体の流速を  $50 \text{ mg / 分}$  から  $10,000 \text{ mg / 分}$  までの間に設定するステップと、随意に第 3 の液体前駆体の流速を  $25 \text{ mg / 分}$  から  $4000 \text{ mg / 分}$  までの間に設定するステップと、随意に不活性キャリアガスの流速を  $50 \text{ sccm}$  から  $5000 \text{ sccm}$  までの間に設定するステップと、反応器の圧力を  $1000 \text{ mTorr}$  と  $7000 \text{ mTorr}$  の間の圧力に設定するステップと、高周波  $\text{RF}$  電力を  $75 \text{ W}$  と  $1000 \text{ W}$  の間に設定するステップと、随意に低周波電力を  $30 \text{ W}$  と  $400 \text{ W}$  の間に設定するステップとを含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 19】

前記誘電体前駆体は、 $1, 3, 5, 7$ -テトラメチルシクロテトラシロキサン (「 $\text{TMC TS}$ 」又は「 $\text{C}_4\text{H}_{16}\text{O}_4\text{Si}_4$ 」)、オクタメチルシクロテトラシロキサン (「 $\text{OM}$

C T S )、ジエトキシメチルシラン ( D E M S )、ジメチルジメトキシシラン ( D M D M O S )、ジエチルメトキシシラン ( D E M O S )、又は関連する環状及び非環状シラン及びシロキサンを含む、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記ナノ層前駆体は、1, 3, 5, 7 - テトラメチルシクロテトラシロキサン (「T M C T S」又は「C<sub>4</sub>H<sub>16</sub>O<sub>4</sub>Si<sub>4</sub>」)、オクタメチルシクロテトラシロキサン ( O M C T S )、ジエトキシメチルシラン ( D E M S )、ジメチルジメトキシシラン ( D M D M O S )、ジエチルメトキシシラン ( D E M O S )、シラン、ヘキサメチルジシラザン ( H M D S ) 又は関連する環状及び非環状シラン及びシロキサンを含む、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記堆積ステップ中にボロゲンを導入するステップをさらに含む、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記少なくとも 1 つのナノ層 ( 1 6 ) を含む前記誘電体膜 ( 1 4 ) に後処理ステップを施すステップをさらに含む、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記後処理ステップは、熱、電子線、プラズマ、マイクロ波、UV 及びレーザーから成る群から選択されるエネルギー源を利用するステップを含む、請求項 2 2 に記載の方法。