

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-506149

(P2012-506149A)

(43) 公表日 平成24年3月8日(2012.3.8)

(51) Int.Cl.

H01L 21/76

(2006.01)

F 1

H01L 21/76

L

テーマコード(参考)

5FO32

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2011-532139 (P2011-532139)  
 (86) (22) 出願日 平成21年9月29日 (2009.9.29)  
 (85) 翻訳文提出日 平成23年6月1日 (2011.6.1)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2009/058832  
 (87) 國際公開番号 WO2010/045021  
 (87) 國際公開日 平成22年4月22日 (2010.4.22)  
 (31) 優先権主張番号 61/106,076  
 (32) 優先日 平成20年10月16日 (2008.10.16)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 12/437,256  
 (32) 優先日 平成21年5月7日 (2009.5.7)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390040660  
 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド  
 APPLIED MATERIALS, INCORPORATED  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタクララ バウアーズ アベニュー 3050  
 (74) 代理人 100109726  
 弁理士 園田 吉隆  
 (74) 代理人 100101199  
 弁理士 小林 義教

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】低いエッティング速度の誘電体ライナを用いたギャップ充填の改善

## (57) 【要約】

トレンチを充填する方法が記述され、その方法は、フッ素を含むエッティング化学作用において、酸化シリコンと誘電体ライナのエッティング速度の比が高い状態で誘電体ライナを堆積させることを含む。酸化シリコンはトレンチの中に堆積され、トレンチの頂部付近のギャップを再び開くまたは広げるようにエッティングされる。誘電体ライナは、エッティングプロセスの間、下にある基板を保護し、したがって、ギャップをより広くすることができるようになる。トレンチの中に再び酸化シリコンを堆積させて、トレンチを実質的に充填する。

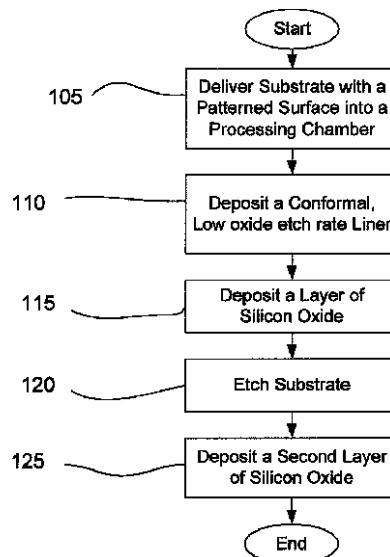


FIG. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

半導体基板のトレンチ内に誘電体材料を堆積させる方法であって、窒化ホウ素を含むライナ層を前記トレンチの底部および側壁の表面の上に形成すること、

酸化シリコンを含む前記誘電体材料を、前記ライナ層の上に堆積させることであって、前記誘電体材料が前記トレンチを少なくとも部分的に充填すること、および

前記堆積した誘電体材料の一部をエッチャントを用いてエッチングすることであって、前記エッチャントが、前記ライナ層より高いエッチング速度で前記誘電体材料を除去すること

10

を含む方法。

**【請求項 2】**

前記ライナ層が窒化ホウ素を含む単層である請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記ライナ層が、窒化シリコン層および窒化ホウ素層を含む 2 重層である請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記ライナ層が、1 対の窒化シリコン層の間に形成された窒化ホウ素層を含む 3 重層である請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記堆積した誘電体材料の一部をエッチングする前記ステップが、前記トレンチの前記誘電体材料内に形成されたボイドを露出させる請求項 1 に記載の方法。

20

**【請求項 6】**

前記方法が、前記トレンチの前記誘電体材料内の第 2 の部分を堆積させることをさらに含み、前記誘電体材料の第 2 の部分が、前記露出したボイドを少なくとも部分的に充填する請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記堆積した誘電体材料の一部をエッチングする前記ステップが、前記トレンチ内に前記誘電体材料によって形成されたギャップを広げる請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記堆積した誘電体材料の一部をエッチングする前記ステップが、反応性のフッ素を含むドライエッチャントを伴う請求項 1 に記載の方法。

30

**【請求項 9】**

前記堆積した誘電体材料の一部をエッチングする前記ステップが、SiCONi エッチャントプロセスを伴う請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記エッチャントが、三フッ化窒素 (NF<sub>3</sub>) から形成される反応性のフッ素種を含む請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 11】**

半導体基板内のトレンチを充填する誘電体材料の中に形成されたボイドを除去する方法であって、

前記誘電体材料の頂部をエッチャントして、前記ボイド中の開口部を露出させることであって、前記エッチャントが、前記誘電体材料によって被覆された窒化ホウ素を含むライナ層の一部も露出させること、および

前記露出したボイドの中に追加の誘電体材料を堆積させ、前記追加の誘電体材料で充填することによって前記ボイドを除去することを含む方法。

**【請求項 12】**

薄膜を堆積させて基板の表面内のギャップを充填する方法であって、

前記基板の前記表面上に誘電体ライナを形成することであって、酸化シリコンと誘電体

40

50

ライナのエッチング比が約 50 超であること、  
 前記誘電体ライナの上に誘電体の第 1 の層を堆積させること、  
 前記基板の前記表面をエッチングすること、および  
 誘電体の第 2 の層を堆積させて前記ギャップを実質的に充填すること  
 を含む方法。

## 【請求項 1 3】

前記酸化物と誘電体ライナのエッティング比が約 75 超である請求項 1 2 に記載の方法。

## 【請求項 1 4】

前記酸化物と誘電体ライナのエッティング比が約 100 超である請求項 1 2 に記載の方法。  
 。

10

## 【請求項 1 5】

前記誘電体ライナが窒化ホウ素を含む請求項 1 2 に記載の方法。

## 【請求項 1 6】

前記誘電体ライナが、5 % 超の原子濃度のホウ素を有する請求項 1 2 に記載の方法。

## 【請求項 1 7】

前記誘電体ライナが、5 % 超の原子濃度の炭素を有する請求項 1 2 に記載の方法。

## 【請求項 1 8】

前記誘電体ライナが、10 % 超の原子濃度のホウ素を有する請求項 1 2 に記載の方法。

## 【請求項 1 9】

前記誘電体ライナが、10 % 超の原子濃度の炭素を有する請求項 1 2 に記載の方法。

20

## 【請求項 2 0】

前記誘電体ライナが、20 % 超の原子濃度のホウ素を有する請求項 1 2 に記載の方法。

## 【請求項 2 1】

前記誘電体ライナが、20 % 超の原子濃度の炭素を有する請求項 1 2 に記載の方法。

## 【請求項 2 2】

前記誘電体ライナが、炭化ホウ素、酸化ホウ素、炭化シリコン、窒化ホウ素、ホウ素炭素窒化物、リンホウ素窒化物、窒化炭素、シリコンホウ素窒化物、ホウ素シリコン酸化物、およびシリコン炭素窒化物からなる群から選択される材料を含む請求項 1 2 に記載の方法。

## 【請求項 2 3】

窒化ホウ素の共形層を形成する前に、窒化シリコンの層を形成するステップをさらに含む請求項 1 2 に記載の方法。

30

## 【請求項 2 4】

前記誘電体の第 1 の層を堆積させる前に、窒化シリコンの層を形成するステップをさらに含む請求項 1 2 に記載の方法。

## 【請求項 2 5】

前記窒化ホウ素の共形層を形成する前に窒化シリコンの第 1 の層を、前記誘電体の第 1 の層を堆積させる前に窒化シリコンの第 2 の層を形成するステップをさらに含む請求項 1 2 に記載の方法。

## 【請求項 2 6】

前記基板をエッティングする前記ステップが、NH<sub>3</sub> およびNF<sub>3</sub> を含むプロセスガス中で前記基板をドライエッティングすることを含む請求項 1 2 に記載の方法。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本願は、2008年10月16日に出願された、「GAPFILL IMPROVEMENT WITH HIGH LOW ETCH RATE DIELECTRIC LINES」という名称のKwon等による米国仮特許出願第61/106,076号の利益を主張するものである。本願は、どちらも「BORON NITRIDE AND BORON NITRIDE-DERIVED MATERIALS DEPOSITION

50

ON METHOD」という名称の米国特許出願第11/765,257号および米国仮特許出願61/042,638号に関する。3つの出願すべての内容全体を、すべての目的のために参照によって本明細書に援用する。

#### 【0002】

本願は、薄い膜およびコーティングの堆積、パターン形成、および処理に用いられる装置、プロセス、および材料を含む製造技術の解決策に関するものであり、典型的な例には、（それだけに限らないが）半導体および誘電体の材料およびデバイス、シリコンベースのウェハ、ならびにフラットパネルディスプレイ（TFTなど）に関わる用途が含まれる。

#### 【背景技術】

#### 【0003】

集積回路の密度が増加すると速度を高めることができ、また新しい用途が可能になる。増加した密度によって、隣接する回路素子および導電性ラインの間で望ましくない電気的な相互作用が増す可能性がある。不要な相互作用は通常、素子を物理的にも電気的にも隔離するように、電気絶縁性の材料で充填されたトレンチを設けることによって防止される。しかしながら、回路の密度が増加するにつれて、こうしたトレンチの幅が減少してそれらのアスペクト比が大きくなり、ボイドを残さずにトレンチを充填することがますます難しくなる。完全に充填されていないトレンチは、隔離の程度が甘くなり、したがって最大動作周波数を制限する、あるいは集積回路の動作に悪影響を及ぼす恐れがあるため望ましくない。

#### 【0004】

こうしたギャップ充填の用途に用いられる一般的な技術は、化学気相成長（「CVD」）技術である。従来型の熱CVDプロセスは、反応性ガスを基板表面に供給し、そこで熱によって引き起こされる化学反応が行われ、所望の薄膜を生成する。プラズマ強化CVD（「PECVD」）技術は、基板表面に近い反応ゾーンに無線周波数（「RF」）エネルギーを加えることによって反応ガスの励起および／または解離を促し、プラズマを生じさせる。プラズマ中の化学種の高い反応性によって、化学反応が起こるために必要なエネルギーが低減され、したがって、従来型の熱CVDプロセスに比べると、こうしたCVDプロセスに必要な温度が下がる。これらの利点はさらに、反応物の占有率全体の中でイオン化された反応物がより高い割合になるように低真空圧力で高密度のプラズマが形成される、高密度プラズマ（「HDP」）CVD技術によって利用することができる。こうした技術はそれぞれ、広義には「CVD技術」の中に含まれるが、そのそれぞれが程度の差はある、それらをある特定の用途に適したものにする特徴的な特性を有している。

#### 【0005】

トレンチが大きいアスペクト比および狭い幅を有するいくつかの例では、トレンチは、こうしたCVD技術のそれにより、順次、材料を堆積させ、その一部をエッチバックし、追加の材料を堆積させることを含む「堆積／エッチング／堆積」プロセスを用いて充填されている。エッチングステップは部分的に充填されたトレンチを再形成するように働き、トレンチを開いてより多くの材料を堆積させることができるようにした後、材料がトレンチをふさぎ、内部のボイドを残す。エッチングステップは、堆積した材料を貫通し、下にある、特にトレンチまたはバリアの頂部に近い層を損傷する可能性がある。シャロートレンチアイソレーション（STI）の場合には、下にある半導体および／または保護用の窒化シリコンのバリア層が損傷を受けることがあり、それがデバイスの不安定を引き起こす恐れがある。デバイスの信頼性は一般に、エッチングステップによって多くの材料を除去しすぎると危険に曝される。

#### 【発明の概要】

#### 【0006】

トレンチを充填する方法が記述され、その方法は、フッ素を含むエッチング化学作用において、酸化シリコンと誘電体ライナのエッチング速度の比が高い状態で誘電体ライナを堆積させることを含む。酸化シリコンはトレンチの中に堆積され、トレンチの頂部付近の

ギャップを再び開くまたは広げるようにエッティングされる。誘電体ライナは、エッティングプロセスの間、下にある基板を保護し、したがって、ギャップをより広くすることができるようになる。トレンチの中に再び酸化シリコンを堆積させて、トレンチを実質的に充填する。

#### 【0007】

一実施形態において、誘電体材料を半導体基板のトレンチ内に堆積させる方法は、窒化ホウ素を含むライナ層をトレンチの底部および側壁の表面の上に形成すること、および酸化シリコンを含む誘電体材料を、ライナ層の上に、誘電体材料がトレンチを少なくとも部分的に充填するように堆積させることを含む。方法はさらに、堆積した誘電体材料の一部をエッチャントを用いてエッティングし、ライナ層より高いエッティング速度で誘電体材料を除去することを含む。10

#### 【0008】

他の実施形態において、半導体基板内のトレンチを充填する誘電体材料の中に形成されたボイドを除去する方法は、誘電体材料の頂部をエッティングして、ボイド中の開口部を露出させることを含み、エッティングは、誘電体材料によって被覆された窒化ホウ素を含むライナ層の一部も露出させる。方法はさらに、露出したボイドの中に追加の誘電体材料を堆積させ、追加の誘電体材料で充填することによってボイドを除去することを含む。

#### 【0009】

さらに他の実施形態において、薄膜を堆積させて基板の表面内のギャップを充填する方法は、基板の表面上に誘電体ライナを形成することを含み、酸化シリコンと誘電体ライナのエッティング比は約50超である。方法はさらに、誘電体ライナの上に誘電体の第1の層を堆積させること、基板の表面をエッティングすること、および誘電体の第2の層を堆積させてギャップを実質的に充填することを含む。20

#### 【0010】

さらなる実施形態および特徴は、一部は以下の記述において述べられ、また一部は本明細書を検討すると当業者には明らかになる、あるいは開示される実施形態の実施によって知ることができる。開示される実施形態の特徴および利点は、本明細書に記載される手段、組み合わせ、および方法によって実現および達成することができる。

#### 【0011】

本明細書の残りの部分および図面を参照することによって、開示される実施形態の性質および利点をさらに理解することができる。30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0012】

【図1】開示される実施形態による、酸化シリコンのギャップ充填の堆積プロセスの流れ図である。

【図2A】開示される実施形態による、堆積プロセス中の基板上のフィーチャの断面図である。

【図2B】開示される実施形態による、堆積プロセス中の基板上のフィーチャの断面図である。

【図2C】開示される実施形態による、堆積プロセス中の基板上のフィーチャの断面図である。40

【図2D】開示される実施形態による、堆積プロセス中の基板上のフィーチャの断面図である。

【図2E】開示される実施形態による、堆積プロセス中の基板上のフィーチャの断面図である。

#### 【図3A】開示される実施形態によるバリア層の断面図である。

#### 【図3B】開示される実施形態によるバリア層の断面図である。

#### 【図4】窒化ホウ素および酸化ホウ素の薄膜を形成する方法の流れ図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0013】

添付図面では、同様の構成要素および／またはフィーチャは、同じ参照符号を有することがある。さらに、同じタイプの様々な構成要素は、参照符号の後に、ダッシュおよび同様の構成要素の間で区別する第2の符号を付けることによって区別することができる。本明細書において第1の参照符号のみが用いられる場合、その記述は第2の参照符号に關係なく、同じ第1の参照符号を有する同様の構成要素の任意のものに適用することができる。

#### 【0014】

トレンチを充填する方法が記述され、その方法は、フッ素を含むエッティング化学作用において、酸化シリコンと誘電体ライナのエッティング速度の比が高い状態で誘電体ライナを堆積させることを含む。酸化シリコンはトレンチの中に堆積され、トレンチの頂部付近のギャップを再び開くまたは広げるようにエッティングされる。誘電体ライナは、エッティングプロセスの間、下にある基板を保護し、したがって、ギャップをより広くすることができるようになる。トレンチの中に再び酸化シリコンを堆積させて、トレンチを充填する。

10

#### 【0015】

本発明の実施形態は、薄膜を堆積させて基板の表面内のトレンチを充填する方法を対象にしている。所与の幅のトレンチに対して、実施形態は、多段階の堆積およびエッティングのプロセスを使用し、エッティングプロセスは、堆積プロセスの間に薄膜内のギャップを広げるまたは再び開くために行われる。酸化シリコンに比べて低いHFエッティング速度を有する誘電体ライナ層が、基板の表面内のトレンチ上に共形的に堆積され、続いて酸化シリコンの堆積／エッティング／堆積の手順（手順における酸化シリコンの処理ステップの順序を表す）が行われる。誘電体ライナ層によって表面フィーチャの保護が改善されることにより、最終的にデバイスの動作に影響を及ぼす可能性があるトレンチの壁への損傷が与えられる前に、さらに高いアスペクト比のトレンチを、ボイドなしで充填することが可能になる。特に本発明の実施形態は、幅が約45nm以下のトレンチを充填するために用いることが可能であり、また例えばシャロートレンチアイソレーションなど、様々な異なるギャップ充填の用途に適している。

20

#### 【0016】

本発明をより適切に理解および認識するために、次に、開示される実施形態による酸化シリコンのギャップ充填の堆積プロセスの流れ図および断面図である、図1および図2を参考する。表面上にトレンチ210を有する基板200が処理チャンバの中に移されると、プロセスが始まる（ステップ105および図2A）。トレンチは、均質な材料の2つの壁の存在によって作り出すこと、または示されるように、異なる材料205、206の壁から形成することができる。場合によっては、壁は支持基板材料自体で形成される。比較的低いエッティング速度を有する、窒化ホウ素などの材料の薄い共形のライナ層が、基板上に堆積される（ステップ110によって図2Bのようになる）。薄い共形のライナ250は、トレンチ210の幅に比べて薄くなる。本明細書において使用される比較的低いエッティング速度を有する材料とは、フッ素ベースのエッティングプロセスにおける一般的な窒化シリコンより遅くエッティングする材料を表す。

30

#### 【0017】

ライナ250の堆積後、トレンチ210を充填するプロセスは、酸化シリコンの層を堆積させることから始まる（ステップ115によって図2Cのようになる）。酸化シリコンの層275は、トレンチ210の一部を充填する。酸化シリコンの層275の厚さは、トレンチ210の側面または底部より頂部付近で速く増大することができる。このため、トレンチ210より上の狭められたギャップ、あるいはトレンチ210内の閉じたボイド（図示せず）が生じる可能性がある。トレンチ内に残され、完成したデバイスまたは集積回路に取り込まれた閉じたボイドは、デバイスの性能を損なう、または収率に影響を及ぼす恐れがある。

40

#### 【0018】

後続の材料の堆積中、トレンチ210におけるボイドの形成を低減するために、堆積プロセスが停止され、基板がエッチバックされる（ステップ120によって図2Dのようになる）。実施形態において、ライナは、同じまたは同様のフッ素ベースのエッティングプロ

50

セスに対して、窒化シリコンより低いエッティング速度を示す窒化ホウ素である。窒化シリコンは、一般的な代替のライナ材料である。開示される実施形態によるライナのより低いエッティング速度よって、エッティングプロセスをより長く継続させることが可能になり、したがって、トレンチ 210 により入りやすくなる。別法としてまたは組み合わせとして、ライナのエッティング速度をより低くすることにより、ライナと酸化シリコンの両方の除去に対して、エッティングプロセスをより積極的なものにすることが可能になる。こうした修正は、エッティングプラズマのパラメータの変更、フッ素の化学作用の変更、または当業者に知られている他のエッティングプロセスのパラメータによって行うことができる。より長いかつ / またはより積極的なエッティングによって、デバイスの性能を損なうようなライナまたは頂部側壁の材料 205、206 の損傷を伴うことなく、比較的多くの酸化シリコンを除去することが可能になる。エッティングプロセスは、プラズマの有無に関わらず、フッ素を含むガスを必要とすることがある。エッティングは、酸化シリコンの層 275 の高い場所からより多くの材料を、トレンチ 210 の底部からより少ない材料を除去し、次のステップのギャップ充填を改善することができる。次いで、エッティングされた基板上への酸化シリコンの第 2 の堆積によって、2 つの側壁の間のトレンチ 210 を充填する（ステップ 125 によって図 2 E のようになる）。

10

20

30

40

50

## 【0019】

図 1 および 2 によって表される例示的なプロセスは、1 回のエッティングをはさむ 2 回の堆積を含むプロセス（簡潔に「堆積 / エッティング / 堆積」と呼ぶ）を示しているが、プロセスは、各エッティングの前および後に堆積を伴う任意の数のエッティングプロセスを含むことができる（例えば、「堆積 / エッティング / 堆積 / エッティング / 堆積」）。隣り合う堆積プロセスとエッティングプロセスの対は、互いに接していなくてもよい。実際には対のプロセスの間に隔たりがあってもよく、また場合によっては、2 つのプロセスの間でウェハを 1 つの処理チャンバから取り出し、別の処理チャンバに移してもよい。

## 【0020】

図 3 A には、窒化ホウ素など比較的低いエッティング速度の材料でできた、単層のライナ 350-1 の断面が示されている。1 層の材料 354 を示す、ライナの拡大断面図も示されている。単層のライナの化学組成は典型的なライナの材料とは異なり、関連付けられるエッティング速度はより低くなる。処理フローに導入されると、材料（例えばホウ素）が単層のライナから浸出し、デバイスの性能または処理フローに悪影響を及ぼす可能性もある。窒化シリコンは、下にある基板部分の中または外へ浸出する材料の拡散に対する有能なバリアであることが知られている。開示される実施形態によるライナは、多くの用途においてバリア層と同様の有用性をもたらすことができる。ホウ素の拡散に敏感である可能性がある他の用途では、こうした新しいライナから、ライナより上または下の領域への材料の拡散を回避または抑制するために、1 つまたは複数の窒化シリコンのライナを図 1 の処理フローに組み込むことができる。

## 【0021】

ライナより下の領域への拡散を低減するために、ステップ 105 とステップ 110 の間で、窒化シリコンの層を堆積させることができる。新しいライナ材料からライナより上の領域への化学物質の拡散を低減するために、ステップ 110 とステップ 115 の間に窒化シリコンの層を堆積させるステップを挿入することもできる。これらの挿入された窒化シリコンの層を、本明細書では一般的にバリア層または拡散バリア層と呼ぶことがあり、また窒化シリコン以外の他の材料で製造することもできる。したがって実施形態では、酸化シリコンの堆積前に、ライナとして使用するための 2 重層および 3 重層を含む複合層を形成することができる。複合層中の層の少なくとも 1 つは、本発明の実施形態に従って、従来技術の窒化シリコンの層に比べて比較的低いエッティング速度を示すようにすることができる。図 3 B は、3 重層のライナ 350-2 の断面図である。窒化シリコンの底部層 352、窒化ホウ素 354、および窒化シリコンの頂部層 356 を含む、材料の 3 つの層を表すライナの拡大断面図も示されている。

## 【0022】

次に、トレンチを充填するための堆積 / エッティング / 堆積の手順に言及するが、所与の手順の 2 つの堆積技術は、同じ堆積技術または方法とすることができます。しかしながら、それらは互いに異なるものでもよい。代表的な酸化物の堆積方法は、CVD、HDP-CVD、SACVD、eHARP、HTUSG、およびO<sub>3</sub>-TEOS である。スピンドルガラス (SOG) などの流動性技術は、ギャップ充填の能力を向上させてきたかもしれないが、粘度または他のSOG の処理パラメータに応じて、開示される実施形態による処理手順によってさらに利益を得ることができる。

## 【0023】

開示される実施形態による方法は、広範なフッ素を含むドライエッティングプロセスおよびウェットエッティングプロセスに対する有用性をもたらす。表 I には、2 つの代表的なフッ素を含むドライエッティングプロセスでのエッティング比が示される。1 つの列には、2 つのフッ素エッティングプロセスを用いた酸化物のエッティング速度と窒化シリコンのエッティング速度の比が示される。同様に最後の列には、2 つのフッ素エッティングでの酸化シリコンと窒化ホウ素のエッティング速度の比が示される。酸化物のエッティングにおいて、酸化シリコンは窒化ホウ素よりずっと速くエッティングするため、同様の厚さの窒化シリコンのライナの少なくとも一部が同じ酸化物のエッティングプロセスによって除去されたとき、窒化ホウ素から作られたライナの一部が残存することが可能である。これら 2 つのフッ素エッティングプロセスは 2 つの前駆物質、すなわち NH<sub>3</sub> および NF<sub>3</sub> を含み、酸化シリコンのエッティング速度を高めるために、「エッティング 1」は「エッティング 2」より高い NF<sub>3</sub> の濃度を伴う。

10

20

30

## 【0024】

## 【表 1】

表I: 酸化シリコンに対するエッティング比

	窒化シリコン	窒化ホウ素
エッティング1	19.9	147
エッティング2	39.2	126

## 【0025】

開示される誘電体ライナは、比較的低いエッティング速度の材料の単層、または窒化シリコンをそうした単層と組み合わせた多層とすることができる。様々な実施形態において、誘電体ライナの厚さは 10 nm 未満、5 nm 未満、2 nm 未満、または 1 nm 未満とすることができます。これらの厚さは、複合ライナ層に含まれる（1 つまたは複数の）任意のバリア層の（1 つまたは複数の）厚さを含む。様々な実施形態において、複合ライナ層は、少なくとも 25% もしくは約 25%、少なくとも 50% もしくは約 50%、または少なくとも 75% もしくは約 75% の低いエッティング速度の材料から作られる。

40

## 【0026】

酸化シリコン、窒化シリコン、および実施形態による誘電体ライナの間の比較を容易にするために、基準のエッティングが、室温で 1% の HF 水溶液となるように選択されている。酸化シリコンと誘電体ライナのエッティング比は、特に他に言及しない限り、ここではこの基準のエッティングに対して与えられる。酸化シリコンのエッティング速度と窒化シリコンのライナのエッティング速度の比は、1 ~ 50 とすることができる。本発明に関しては、様々な実施形態において、酸化シリコンのエッティング速度と誘電体ライナのエッティング速度の比を、50 超もしくは約 50、75 超もしくは約 75、または 100 超もしくは約 100 とすることができます。複合ライナ層に関しては、エッティング速度の比は、複合ライナ層内の比較的低いエッティング速度の層のエッティング速度を用いて計算される。

50

## 【0027】

開示される実施形態による比較的低いエッチング速度の材料は、窒化ホウ素層に限定されない。開示される実施形態には、同様の有用性をもたらす他の材料が含まれる。同様の堆積方法を用いて、ホウ素および／または炭素を含み、かつ同様の酸化シリコンと誘電体ライナのエッチング比を示すライナを形成することができる。ライナは、様々な実施形態において、5%超もしくは約5%、10%超もしくは約10%、または20%超もしくは約20%の原子濃度のホウ素を有することができる。別法として、またはホウ素の濃度との組み合わせとして、ライナは、様々な実施形態において、5%超もしくは約5%、10%超もしくは約10%、または20%超もしくは約20%の原子濃度の炭素を有することができる。ホウ素および／または炭素の濃度の増加は、HFエッチング速度の低下と相関関係がある。例示的な薄膜は、窒化ホウ素(BN)、酸化ホウ素(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、炭化シリコン(SiC)、炭化ホウ素(BC)、窒化炭素(CN)、シリコンホウ素窒化物(silicon boron nitride、SiBN)、ホウ素シリコン酸化物(boron silicon oxide、BSi<sub>x</sub>O<sub>y</sub>)、リンホウ素窒化物(phosphorus boron nitride、PBN)、シリコン炭素窒化物(silicon carbon nitride、SiCN)、およびホウ素炭素シリコン窒化物(boron carbon silicon nitride、BCSiN)の薄膜である。

10

## 【0028】

図4の流れ図を参照しながら、ホウ素を含むライナ層を堆積させる例示的な方法について説明する。この例は、窒化ホウ素および酸化ホウ素を堆積させる方法に焦点をあてる。ステップ405に示すように、ホウ素を含む前駆物質がチャンバに導入される。ステップ410では、チャンバ内の基板上に、ホウ素を含む前駆物質からホウ素を含む薄膜が堆積される。次いでステップ415では、ホウ素を含む薄膜が、薄膜の組成を変更するよう(例えば、薄膜の窒素または酸素の含有量を増加させるように)処理される。ホウ素を含む薄膜を処理することは、ホウ素を含む薄膜を、窒素を含むまたは酸素を含む前駆物質に曝すことを含む。

20

## 【0029】

ステップ405に戻ると、ホウ素を含む前駆物質が導入されるチャンバは、任意の化学気相成長用のチャンバまたはプラズマ強化化学気相成長用のチャンバとすることができます。使用可能なチャンバの例には、そのどちらもApplied Materials, Inc. (カリフォルニア州サンタクララ) から入手可能なPRODUCER (登録商標)

30

SEおよびPRODUCER (登録商標) GT PECVDチャンバが含まれる。本明細書に示される処理条件は、2つの分離された処理領域を備え、処理領域ごとに1つの基板を用いる300mmのPRODUCER (登録商標) SEチャンバに与えられるものである。したがって、各基板処理領域および基板ごとに受ける流量は、チャンバ内への流量の半分になる。

## 【0030】

ホウ素を含む薄膜を堆積させる基板は、シリコン基板、シリコンを含む基板、またはガラス基板とすることができます。基板は、被覆のない基板でもよく、あるいはその上に堆積した材料の1つまたは複数の層、および／またはその中に形成されたフィーチャを有してもよい。

40

## 【0031】

ホウ素を含む前駆物質は、ジボラン(B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)、ボラジン(B<sub>3</sub>N<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)、またはアルキル基で置換されたボラジンの誘導体とすることができます。ホウ素を含む前駆物質は、約10sccm～約1slmなど、約5sccm～約50slmの流量でチャンバに導入することができる。通常、ホウ素を含む前駆物質は、希釈ガスとしての窒素(N<sub>2</sub>)、水素(H<sub>2</sub>)、アルゴン(Argon)、またはそれらの組み合わせと共に、チャンバに導入される。希釈ガスは、約1slm～約10slmなど、約5sccm～約50slmの流量でチャンバに導入することができる。

50

## 【0032】

実施形態では、ホウ素を含む薄膜は、図4のステップ415において、窒素を含む化合物および／または酸素を含む薄膜を導入することによって形成することができる。使用可能な窒素を含む化合物の例には、アンモニア( $\text{NH}_3$ )、ヒドラジン( $\text{N}_2\text{H}_4$ )が含まれる。酸素を含む化合物の例には、酸素( $\text{O}_2$ )、一酸化窒素( $\text{NO}$ )、一酸化二窒素( $\text{N}_2\text{O}$ )、二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )、および水( $\text{H}_2\text{O}$ )が含まれる。同様に、シリコンを含む化合物、炭素を含む化合物、リンを含む化合物などを含めた他の化合物を用いることができる。化合物の組み合わせを用いることもできる。場合によっては、これらの化合物は、ホウ素を含む前駆物質がチャンバ内に存在するのと同時に存在してもよい(図4には示さず)。あるいは、ホウ素を含む前駆物質を導入する前または後に、化合物をチャンバに導入してもよい。使用可能なシリコンを含む化合物の例には、シラン、トリシリルアミン(TSA)、トリメチルシラン(TMS)、およびヘキサメチルシクロトリシラザン(HMCTZ)などのシラザン類が含まれる。使用可能な炭素を含む化合物の例には、アルカン類、アルケン類、およびアルキン類など、一般式 $C_x\text{H}_y$ を有する炭化水素化合物が含まれる。使用可能なリンを含む化合物の例は、ホスフィン( $\text{PH}_3$ )である。

10

## 【0033】

チャンバ内のプラズマの存在下または非存在下で、チャンバ内の基板上に、ホウ素を含む前駆物質からホウ素を含む薄膜を堆積させることができる。

## 【0034】

チャンバ内のプラズマの非存在下でホウ素を含む薄膜を堆積させる場合、堆積の間、チャンバ内の基板支持体の温度は、約100～約1000、例えば約300～約500に設定することができ、チャンバ内の圧力は、約10ミリトル～約760トル、例えば約2トル～約10トルにすることができる。ホウ素を含む化合物、窒素を含む化合物、炭素を含む化合物、酸素を含む化合物、およびシリコンを含む化合物の組み合わせを、約10sccm～約1slmなど、約5sccm～約50slmの流量でチャンバに同時に導入することができる。

20

## 【0035】

チャンバ内のプラズマの存在下でホウ素を含む薄膜を堆積させる場合、堆積の間、チャンバ内の基板支持体の温度は、約100～約1000、例えば約300～約500に設定することができ、チャンバ内の圧力は、約10ミリトル～約760トル、例えば約2トル～約10トルにすることができる。プラズマは、チャンバのシャワー・ヘッド電極および／または基板支持電極に送出されるRF出力によって供給することができる。RF出力は、約100kHz～最大約1MHz、例えば約300kHz～約400kHzの単一の低い周波数における、約30W～約1000Wなど約2W～約5000Wの出力レベルで、または約1MHz超～最大約60MHzなど約1MHz超、例えば13.6MHzの単一の高い周波数における、約30W～約1000Wなど約2W～約5000Wの出力レベルで供給することができる。あるいは、RF出力は、約30W～約1000Wなど約2W～約5000Wの出力レベルにおける、約100kHz～最大約1MHz、例えば約300kHz～約400kHzの第1の周波数、および約30W～約1000Wなど約2W～約5000Wの出力レベルにおける、約1MHz超～最大約60MHzなど約1MHz超、例えば13.6MHzの第2の周波数を含む、混合周波数で供給することができる。

30

## 【0036】

図4に戻ると、ホウ素を含む薄膜を堆積させた後、ホウ素を含む薄膜は、窒素または酸素を薄膜に取り込むことによってその組成を変更し、窒化ホウ素または酸化ホウ素の薄膜を形成するように処理される。窒化ホウ素または酸化ホウ素の薄膜は、約2～約500の厚さを有することができる。処理は、プラズマプロセス、紫外線(UV)硬化プロセス、熱アニールプロセス、およびそれらの組み合わせからなる群から選択され、ホウ素を含む薄膜を窒素を含む前駆物質に曝し、窒素を薄膜に取り込み、窒化ホウ素の薄膜を形成することを含む。窒素を含む前駆物質は、例えば窒素ガス( $\text{N}_2$ )、アンモニア( $\text{NH}_3$ )

40

50

<sub>3</sub> ) 、またはヒドラジン ( N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ) とすることができます。窒素を含む前駆物質は、アルゴン、ヘリウム、水素、またはキセノンなどの希釈ガスで希釈することができる。ホウ素を含む薄膜を酸素を含む前駆物質に曝すことによって、薄膜に酸素を取り込み、酸化ホウ素の薄膜を形成することができる。酸素を含む前駆物質は、酸素ガス ( O<sub>2</sub> ) 、一酸化二窒素 ( N<sub>2</sub>O ) 、または二酸化炭素 ( CO<sub>2</sub> ) とすることができる。

#### 【 0 0 3 7 】

処理がプラズマプロセスを含む実施形態では、プラズマプロセスを、ホウ素を含む薄膜を堆積させた同じチャンバ、または異なるチャンバの中で実施することができる。プラズマは、チャンバのシャワー・ヘッド電極および / または基板支持電極に送出される R F 出力によって供給することができる。R F 出力は、約 1 0 0 k H z ~ 最大約 1 M H z 、例えば約 3 0 0 k H z ~ 約 4 0 0 k H z の単一の低い周波数における、約 3 0 W ~ 約 1 0 0 0 W など約 2 W ~ 約 5 0 0 0 W の出力レベルで、または約 1 M H z 超 ~ 最大約 6 0 M H z など約 1 M H z 超、例えば 1 3 . 6 M H z の単一の高い周波数における、約 3 0 W ~ 約 1 0 0 0 W など約 2 W ~ 約 5 0 0 0 W の出力レベルで供給することができる。あるいは、R F 出力は、約 3 0 W ~ 約 1 0 0 0 W など約 2 W ~ 約 5 0 0 0 W の出力レベルにおける、約 1 0 0 k H z ~ 最大約 1 M H z 、例えば約 3 0 0 k H z ~ 約 4 0 0 k H z の第 1 の周波数、および約 3 0 W ~ 約 1 0 0 0 W など約 2 W ~ 約 5 0 0 0 W の出力レベルにおける、約 1 M H z 超 ~ 最大約 6 0 M H z など約 1 M H z 超、例えば 1 3 . 6 M H z の第 2 の周波数を含む、混合周波数で供給することができる。窒素を含む前駆物質は、処理の間、約 1 0 0 s c m ~ 約 5 0 0 s c c m など、約 5 s c c m ~ 約 5 0 s l m の流量でチャンバに導入することができる。窒素を含む前駆物質は、約 1 秒 ~ 約 2 時間など、約 1 秒 ~ 約 6 0 秒など、ある時間にわたってチャンバに流入させることができる。処理の間、チャンバの圧力は、約 1 0 ミリトル ~ 約 7 6 0 ルにすることができる、チャンバ内の基板支持体の温度は、約 2 0 ~ 約 1 0 0 0 にすることができる。プラズマプロセスの増加した高周波 R F 出力、増加した N H<sub>3</sub> の流量、およびより長い処理時間用いて、薄膜のエッチング速度を調節することができる。

#### 【 0 0 3 8 】

処理が U V 硬化プロセスを含む実施形態では、U V 硬化プロセスを、堆積チャンバと同じチャンバの中、またはホウ素を含む薄膜を堆積させた堆積チャンバを含む統合されたツールの一部であるチャンバの中で実施することができる。例えば U V 硬化プロセスは、ホウ素を含む薄膜を堆積させる P E C V D チャンバを含む P R O D U C E R ( 登録商標 ) のプラットフォームの一部である、N A N O C U R E ( 商標 ) チャンバの中で実施することができる。

#### 【 0 0 3 9 】

使用可能な例示的な U V 硬化プロセスの条件は、約 1 0 ミリトル ~ 約 7 6 0 ルのチャンバの圧力、および約 2 0 ~ 約 1 0 0 0 の基板支持体の温度を含む。窒素を含む前駆物質は、処理の間、約 5 s c c m ~ 約 5 0 s c c m の流量でチャンバに導入することができる。窒素を含む前駆物質は、約 1 秒 ~ 約 2 時間など、約 1 秒 ~ 約 1 0 分など、ある時間にわたってチャンバに流入させることができる。U V 放射は、水銀マイクロ波アークランプ、パルス式キセノンフラッシュランプ、または高効率の U V 発光ダイオードアレイなど、任意の U V 供給源によって供給することができる。U V 放射は、例えば約 1 7 0 n m ~ 約 4 0 0 n m の波長を有することができる。処理は、ホウ素を含む薄膜を約 1 ワット / c m<sup>2</sup> ~ 約 1 0 0 0 ワット / c m<sup>2</sup> の紫外線放射に曝すことを含むことができ、紫外線放射は、1 e V ~ 約 6 e V など、約 0 . 5 e V ~ 約 1 0 e V の光子エネルギーを供給することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

通常、U V 硬化プロセスは薄膜から水素を除去するが、それは、水素が薄膜を通って基板の半導体性の領域内に拡散し、基板上に形成されたデバイスの信頼性を低下させる恐れがあるため望ましい。また U V 硬化プロセスは通常、薄膜の密度を高め、エッチング速度を低下させる。

10

20

30

40

50

## 【0041】

処理が熱プロセスを含む実施形態では、熱プロセスを、ホウ素を含む薄膜を堆積させた同じチャンバ、または異なるチャンバの中で実施することができる。窒素を含む前駆物質は、処理の間、約10sccm～約1s1mなど、約5sccm～約50s1mの流量でチャンバに導入することができる。窒素を含む前駆物質は、約1秒～約10時間など、10秒～約20分など、ある時間にわたってチャンバに流入させることができる。処理の間、チャンバの圧力は、約10ミリトル～約760トルにすることができ、チャンバ内の基板支持体の温度は、約20～約1000にすることができる。

## 【0042】

図4に関して記載される実施形態では、基板は順次、ホウ素を含む前駆物質および窒素を含む前駆物質に曝されるが、代替の実施形態では、基板は、ホウ素を含む前駆物質および窒素を含む前駆物質（および／または酸素を含む）前駆物質に同時に曝される。一般的に言えば、同時に曝すことによって薄膜の成長速度が高くなり、薄い膜の厚さを制御する能力が低下する。こうした実施形態では、ホウ素を含む前駆物質、および窒素を含むまたは酸素を含む前駆物質をチャンバに導入し、次いで、チャンバ内の基板上に窒化ホウ素または酸化ホウ素の薄膜を化学気相成長させるように反応させる。任意選択で、シリコンを含む化合物、炭素を含む化合物、リンを含む化合物、またはそれらの組み合わせをやはり同時にチャンバに導入し、ドープされた窒化ホウ素の薄膜を堆積させることができる。ホウ素を含む前駆物質、窒素を含むまたは酸素を含む前駆物質、および任意選択の他の化合物の反応は、チャンバ内のプラズマの存在下または非存在下で実施することができる。

10

20

## 【0043】

次の議論では、例示的な低いエッチング速度の材料として、窒化ホウ素を成長させるための特定の処理条件について論じる。ホウ素を含む前駆物質および窒素を含む前駆物質は、図4の実施形態に関して前述した前駆物質の任意のものとすることができる。同様に、チャンバおよび基板はそれぞれ、図4の実施形態に関して前述したチャンバおよび基板の任意のものとすることができる。

30

## 【0044】

ホウ素を含む前駆物質は、希釈ガスとしての窒素（N<sub>2</sub>）、水素（H<sub>2</sub>）、アルゴン（Ar）、またはそれらの組み合わせと共に、チャンバに導入することができる。ホウ素を含む前駆物質は、約10sccm～約1s1mなど、約5sccm～約50s1mの流量でチャンバに導入することができる。窒素を含む前駆物質は、約10sccm～約1s1mなど、約5sccm～約50s1mの流量でチャンバに導入することができる。希釈ガスは、約1s1m～約10s1mなど、約5sccm～約50s1mの流量でチャンバに導入することができる。

30

## 【0045】

ホウ素を含む前駆物質および窒素を含む前駆物質をプラズマの存在下で反応させる実施形態では、堆積の間、約10ミリトル～約760トル、例えば約2トル～約10トルのチャンバの圧力、および約100～約1000、例えば約300～約500の基板支持体の温度を用いることができる。チャンバのシャワーヘッドと基板支持体の間の間隔は、約100ミル～約1000ミルとすることができる。プラズマは、チャンバのシャワーヘッド電極および／または基板支持電極に送出されるRF出力によって供給することができる。RF出力は、約100kHz～最大約1MHz、例えば約300kHz～約400kHzの単一の低い周波数における、約30W～約1000Wなど約2W～約500Wの出力レベルで、または約1MHz超～最大約60MHzなど約1MHz超、例えば13.6MHzの単一の高い周波数における、約30W～約1000Wなど約2W～約500Wの出力レベルで供給することができる。あるいは、RF出力は、約30W～約1000Wなど約2W～約500Wの出力レベルにおける、約100kHz～最大約1MHz、例えば約300kHz～約400kHzの第1の周波数、および約30W～約1000Wなど約2W～約500Wの出力レベルにおける、約1MHz超～最大約60MHzなど約1MHz超、例えば13.6MHzの第2の周波数を含む、混合周波数で供給す

40

50

ることができる。

#### 【0046】

窒化ホウ素以外の低い誘電性のエッティング速度の材料も、これまでに記述し、特許請求の範囲において述べる本特許の対象である。ホウ素を含む前駆物質、ならびに窒素を含む、酸素を含む、炭素を含む、および／またはシリコンを含む前駆物質をプラズマの非存在下で反応させる実施形態では、堆積の間、約10ミリトル～約760トルのチャンバの圧力、および約100～約1000の基板支持体の温度を用いることができる。チャンバのシャワーヘッドと基板支持体の間の間隔は、約50ミル～約500ミルとすることができます。

#### 【0047】

本明細書で使用するとき、「基板」とは、その上に形成される層の有無に関わらず支持基板とすることができる。支持基板は、様々なドーピング濃度および外形の絶縁体または半導体とすることが可能であり、例えば集積回路の製造に用いられるタイプの半導体基板とすることができます。「励起状態」のガスとは、ガス分子の少なくとも一部が振動励起した、解離した、かつ／またはイオン化した状態にあるガスを表す。ガスは、2つ以上のガスを組み合わせたものでもよい。トレンチという用語は全体を通して、エッティングされた形状が大きい水平アスペクト比を有することを含意せずに用いられる。表面の上から見ると、トレンチは、円形、橢円形、多角形、長方形、または様々な他の形状を呈することがある。

#### 【0048】

いくつかの実施形態を開示してきたが、開示された実施形態の趣旨から逸脱することなく、様々な変更形態、代替の構造、および等価物を用いることが可能であることが当業者には認識されるであろう。さらに、本発明を必要に不明瞭にすることを避けるために、いくつかのよく知られたプロセスおよび要素は記述していない。したがって、前述の記述は本発明の範囲を限定するものと解釈すべきではない。

#### 【0049】

値の範囲が示される場合、文脈上別段の明確な指示がない限り、その範囲の上限と下限の間では下限の単位の十分の一まで、間にあるそれぞれの値も具体的に開示されるものと理解される。明記された範囲内の任意の明記された値または間にある値と、その明記された範囲内の任意の他の明記された値または間にある値との間に小さい範囲が含まれる。こうしたさらに小さい範囲の上限および下限は独立に、その範囲に含まれても除外されてもよく、またさらに小さい範囲に限界値のいずれかが含まれる、いずれも含まれない、または両方が含まれる範囲もそれぞれ、明記された範囲内で具体的に除外される任意の限界値を条件として本発明に包含される。明記された範囲が限界値の一方または両方を含む場合、それらの含まれる限界値のいずれかまたは両方を除外する範囲も含まれる。

#### 【0050】

本明細書および添付の特許請求の範囲で使用されるとき、単数形の「1つの（a、an）」および「その（the）」は、文脈上別段の明確な指示がない限り、複数の指示対象を含む。したがって、例えば「1つのプロセス」に対する言及は複数のそうしたプロセスを含み、「その誘電体材料」に対する言及は、1つまたは複数の誘電体材料、および当業者に知られているその等価物などへの言及を含む。

#### 【0051】

また、「備える（comprise）」、「備えている（comprising）」、「含む（include）」、「含んでいる（including）」、および「含む（includes）」という単語は、本明細書および以下の特許請求の範囲で使用されるとき、明記された特徴、完全体、構成要素、またはステップの存在を指定することを意図しているが、それらは1つまたは複数の他の特徴、完全体、構成要素、ステップ、行為、もしくはグループの存在または追加を排除するものではない。

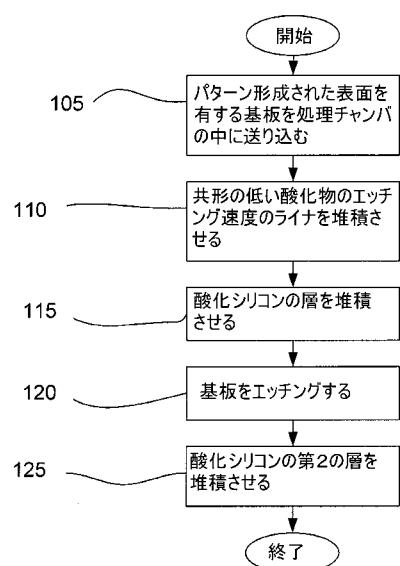
10

20

30

40

【図 1】



【図 2 A】

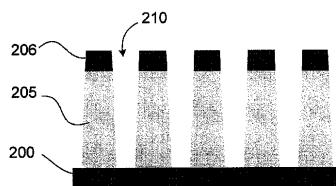


FIG. 2A

【図 2 B】

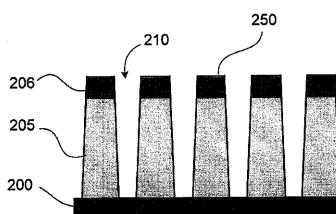


FIG. 2B

FIG. 1

【図 2 C】

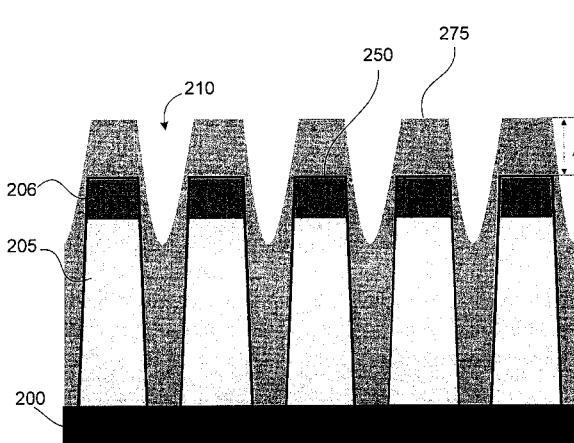


FIG. 2C

【図 2 D】

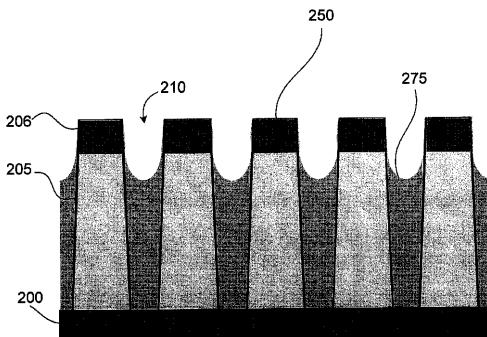


FIG. 2D

【図 2 E】

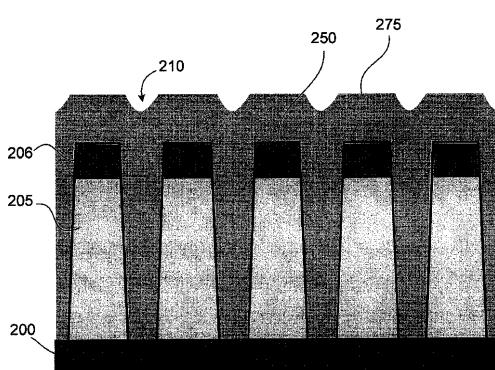


FIG. 2E

【図 3 A】

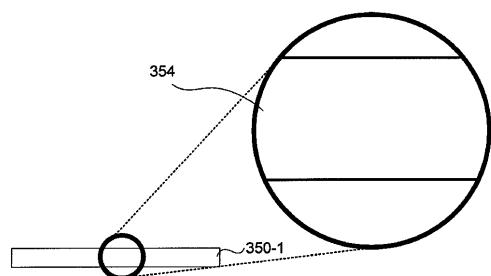


FIG. 3A

【図 3 B】

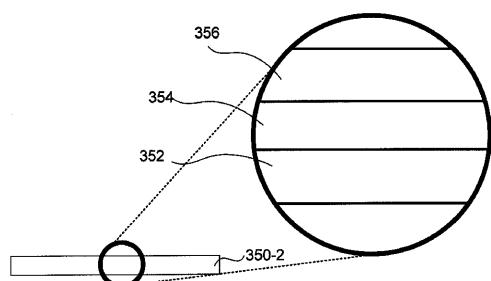


FIG. 3B

【図 4】

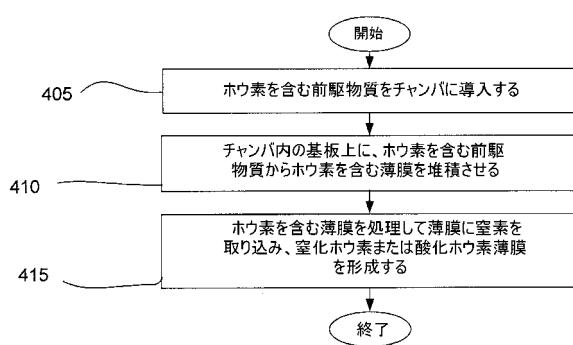


FIG. 4

## 【国際調査報告】

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/US2009/058832**

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2.  Claims Nos.: 9 because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  
Claim [9] suggests that the step of etching a portion of the deposited dielectric material involves a Siconi etch process. However, the term "Siconi etch process" is not defined in the description, and the feature of claim [9] is not referred to in the description.
3.  Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. <b>PCT/US2009/058832</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>H01L 21/762(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 21/762; H01L 21/00; H01L 21/302; H01L 21/31; H01L 21/469; H01L 21/76		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models (Chinese Patents and application for patent)		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: DED, liner, etch ratio, boron nitride, carbon		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2002-0197823 A1 (YOO; JAE-YOON et al.) 26 December 2002 See abstract; and paragraphs [0056]–[0057], [0067]	1–2, 5–7, 11 8, 10, 15–16, 18, 20
X Y	US 7081414 B2 (ZHANG; LIN et al.) 25 July 2006 See abstract; figures 2–3; and column 2 lines 22–52, column 8 line 62–column 9 line 14	12–14, 17, 19, 21–22 8, 10, 15–16, 18, 20
A	US 2005-0048801 A1 (KARIM M., ZIAUL et al.) 03 March 2005 See abstract; figure 1; and paragraphs [0019]–[0021]	1–8, 10–26
A	US 6531377 B2 (KNORR; ANDREAS et al.) 11 March 2003 See abstract; figure 3; and column 4 lines 20–43	1–8, 10–26
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* Special categories of cited documents:      "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance      "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date      "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)      "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means      "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention      "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone      "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art      "&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 26 APRIL 2010 (26.04.2010)	Date of mailing of the international search report <b>30 APRIL 2010 (30.04.2010)</b>	
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer Kim, Young Jin Telephone No. 042 481 5771	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2009/058832**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002-0197823 A1	26.12.2002	CN 1267982 C0 CN 1387248 A0 JP 2003-045957 A KR 10-0403628 B1 KR 10-0421049 B1 US 2006-0183296 A1	02.08.2006 25.12.2002 14.02.2003 30.10.2003 04.03.2004 17.08.2006
US 7081414 B2	25.07.2006	US 2004-0251236 A1 US 2006-0228886 A1 US 2006-0286764 A1 US 7691753 B2	16.12.2004 12.10.2006 21.12.2006 06.04.2010
US 2005-0048801 A1	03.03.2005	US 2005-0164517 A1 US 2006-0166515 A1 US 6903031 B2 US 7049211 B2 US 7294588 B2 WO 2005-024094 A2 WO 2005-024094 A3	28.07.2005 27.07.2006 07.06.2005 23.05.2006 13.11.2007 17.03.2005 30.06.2005
US 6531377 B2	11.03.2003	DE 10228691 A1 US 2003-013271 A1	13.03.2003 16.01.2003

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,S,K,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 クォン，ヨンス

大韓民国 キョンギ 446-581, ヨンインシ, キファング, サンハドン, ハンラ  
ヴィヴァルディ アパートメント 903-1603

(72)発明者 チャン，ビ

大韓民国 キョンギ-ド 448-533, ヨンイン-シティ, シンボン-ドン, エルジー  
アパートメント, ドン-403ホ 115

(72)発明者 ワン，アンチュアン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95129, サンノゼ, アパートメント 107, ブ  
ルーヒル ドライブ 7250

(72)発明者 リー，ヨン，エス。

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95120, サンノゼ, ヴィア コルティナ 1714

(72)発明者 バルシーヌ，ミハエラ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94087, サニーベール, アパートメント ティー,  
ベルヴィル ウェイ 1639

(72)発明者 シャ，リ-クン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95014, クパチーノ, ウエスタン ドライブ 102  
21

(72)発明者 チョン，ジンホ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94582, サンラモン, バロッサ ドライブ 182  
4

F ターム(参考) 5F032 AA11 AA35 AA43 AA44 AA45 AA46 AA70 CA09 CA17 DA02

DA04 DA10 DA23 DA24