

(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2009-503889

(P2009-503889A)

(43) 公表日 平成21年1月29日 (2009.1.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/3065 (2006.01)	H O 1 L 21/302 1 O 4 H	5 F 0 0 4
H O 1 L 21/768 (2006.01)	H O 1 L 21/90 J	5 F 0 3 3
H O 1 L 23/522 (2006.01)	H O 1 L 21/302 1 O 6	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

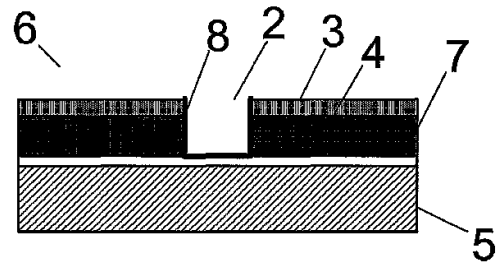
(21) 出願番号	特願2008-524962 (P2008-524962)	(71) 出願人	000219967
(86) (22) 出願日	平成18年5月24日 (2006.5.24)		東京エレクトロン株式会社
(85) 翻訳文提出日	平成20年1月30日 (2008.1.30)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/019914	(74) 代理人	100070150
(87) 国際公開番号	W02007/018678		弁理士 伊東 忠彦
(87) 国際公開日	平成19年2月15日 (2007.2.15)	(72) 発明者	西野 雅
(31) 優先権主張番号	11/195,854		東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
(32) 優先日	平成17年8月3日 (2005.8.3)	(72) 発明者	トリケット, ダグラス, エム
(33) 優先権主張国	米国 (US)		東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
		Fターム (参考)	5F004 AA06 BD01 DA00 DA22 DA23 DA24 DA25 DA26 DB26 DB27

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低誘電率膜エッチング後の無損傷アッシングプロセス及びシステム

(57) 【要約】

低誘電率 (low - k) 層内の造形部のエッチング後の基板アッシング方法が提供される。low - k層は、超low - k材料又は多孔質low - k材料を含み得る。このプロセスは、造形部の限界寸法を維持しながら副生成物を除去するように構成される。このアッシングプロセスは、例えば O_2 、 CO 、若しくは CO_2 、又はこれらの組み合わせ等の酸素を含むパッシベーション化学反応とともに、窒素及び水素を含む化学反応を使用することを含んでいる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板からエッチング残渣を除去する方法であって：

誘電体層を有する前記基板をプラズマ処理システム内に配置する段階であり、該誘電体層は、その内部に、エッチングプロセスを用いて形成された造形部を有し、且つ該造形部は、その上に、前記エッチングプロセスによって形成された前記エッチング残渣を有する、段階；

窒素含有ガス、水素含有ガス及び酸素含有ガスを含むプロセスガスを導入する段階であり、該酸素含有ガスは、 O_2 、 CO 、若しくは CO_2 、又はこれらの組み合わせを含む、段階；

前記プラズマ処理システム内で前記プロセスガスからプラズマを形成する段階；及び
前記エッチング残渣を除去するために前記プラズマに前記基板を晒す段階；

を有し、

前記誘電体層は SiO_2 の誘電率より低い誘電率を有する、方法。

【請求項 2】

前記プロセスガスを導入する段階は更に、不活性ガスを導入する段階を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記不活性ガスを導入する段階は、希ガスを導入することを有する、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記窒素含有ガス及び前記水素含有ガスを導入する段階は、 NH_3 を導入することを有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記窒素含有ガス及び前記水素含有ガスを導入する段階は、 N_2 及び H_2 を導入することを有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記プロセスガスを導入する段階は、 NH_3 及び CO を導入することを有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記プロセスガスを導入する段階は、 NH_3 及び O_2 を導入することを有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記誘電体層は多孔質誘電体層を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記誘電体層は 2 . 5 未満の誘電率を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記プラズマを形成する段階は、前記基板が置かれた基板ホルダーに RF 電力を結合させることを有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

基板からエッチング残渣を除去する方法であって：

誘電体層を有する前記基板をプラズマ処理システム内に配置する段階であり、該誘電体層は、その内部に、エッチングプロセスを用いて形成された造形部を有し、該造形部は、その上に、前記エッチングプロセスによって形成された前記エッチング残渣を有し、且つ前記誘電体層は SiO_2 の誘電率より低い誘電率を有する、段階；

窒素含有ガス、水素含有ガス及び酸素含有ガスを含むプロセスガスを導入する段階であり、該酸素含有ガスは、 CO 、若しくは CO_2 、又はこれら双方を含む、段階；

前記プラズマ処理システム内で前記プロセスガスからプラズマを形成する段階；及び

前記誘電体層の誘電率に実質的な変化を生じさせずに前記エッチング残渣を除去するために前記プラズマに前記基板を晒す段階；

10

20

30

40

50

を有する方法。

【請求項 1 2】

前記誘電体層を有する前記基板を配置する段階は、前記誘電体層と該誘電体層の下に位置するエッチング停止層とを有する前記基板を配置することを有する、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記エッチング停止層は窒化シリコン又は炭化シリコンから成る、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記プラズマに前記基板を晒す段階は、前記エッチング停止層の厚さのおよそ 1 0 % 未満の、前記エッチング停止層の喪失を生じさせる、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

基板上の誘電体層内の造形部からエッチング残渣を除去するプラズマ処理システムであって：

前記造形部から前記エッチング残渣を除去するために、プロセスガスからのプラズマの形成を促進させるプラズマ処理チャンバー；及び

前記プラズマ処理チャンバーに結合され、且つ前記プロセスガスを用いてプロセスレシピを実行するように構成されたコントローラであり、前記プロセスガスは窒素含有ガス、水素含有ガス及び酸素含有ガスを含み、該酸素含有ガスは、 O_2 、 CO 、若しくは CO_2 、又はこれらの組み合わせを含み、前記誘電体層は SiO_2 の誘電率より低い誘電率を有し、且つ前記エッチング残渣の除去は前記誘電体層の誘電率に実質的な変化を生じさせない、コントローラ；

を有するプラズマ処理システム。

【請求項 1 6】

前記窒素含有ガス及び前記水素含有ガスは NH_3 を含む、請求項 1 5 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 1 7】

前記窒素含有ガス及び前記水素含有ガスは N_2 及び H_2 を含む、請求項 1 5 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 1 8】

前記誘電体層の誘電率は 2 . 5 未満である、請求項 1 5 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 1 9】

前記誘電体層は、エッチング停止層が下に位置するように前記基板上に形成されており、且つ前記エッチング残渣の除去は、前記エッチング停止層の厚さのおよそ 1 0 % 未満の、前記エッチング停止層の喪失を生じさせる、請求項 1 5 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 2 0】

前記造形部は前記エッチング残渣の除去の前に少なくとも 1 つの限界寸法を有し、且つ前記エッチング残渣の除去は、前記少なくとも 1 つの限界寸法のおよそ 1 0 % 以下の、前記少なくとも 1 つの限界寸法の変化を生じさせる、請求項 1 5 に記載のプラズマ処理システム。

【請求項 2 1】

基板上の誘電体層内の造形部からエッチング残渣を除去するプラズマ処理システムであって：

前記造形部から前記エッチング残渣を除去するために、プロセスガスからのプラズマの形成を促進させるプラズマ処理チャンバー；及び

前記プラズマ処理チャンバーに結合され、且つ前記プロセスガスを用いてプロセスレシピを実行するように構成されたコントローラであり、前記プロセスガスは窒素含有ガス、水素含有ガス及び酸素含有ガスを含み、該酸素含有ガスは、 CO 、若しくは CO_2 、又は

10

20

30

40

50

これら双方を含み、前記誘電体層は SiO_2 の誘電率より低い誘電率を有し、且つ前記エッチング残渣の除去は前記誘電体層の誘電率に実質的な変化を生じさせない、コントローラ；

を有するプラズマ処理システム。

【請求項 22】

コンピュータシステム上で実行されるプログラム命令を格納したコンピュータ読み取り可能媒体であって、該プログラム命令は該コンピュータシステム上で実行されたとき、該コンピュータシステムにプラズマ処理システムを制御させ；

誘電体層を有する基板を前記プラズマ処理システム内に配置する段階であり、該誘電体層は、その内部に、エッチングプロセスを用いて形成された造形部を有し、該造形部は、その上に、前記エッチングプロセスによって形成されたエッチング残渣を有し、且つ該誘電体層は SiO_2 の誘電率より低い誘電率を有する、段階；

窒素含有ガス、水素含有ガス及び酸素含有ガスを含むプロセスガスを導入する段階であり、該酸素含有ガスは、 O_2 、 CO 、若しくは CO_2 、又はこれらの組み合わせを含む、段階；

前記プラズマ処理システム内で前記プロセスガスからプラズマを形成する段階；及び

前記エッチング残渣を除去するために前記プラズマに前記基板を晒す段階；

を実行させる、コンピュータ読み取り可能媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ドライプラズマプロセスを用いて基板上のエッチング残渣を除去する方法及びシステムに関し、より具体的には、 SiO_2 の誘電率より低い誘電率を有する低誘電率 (low-k) 層上のエッチング残渣を無損傷 (ダメージフリー) で除去する方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体技術の当業者に知られているように、インターコネクト遅延は、集積回路 (IC) のスピード及び性能を改善しようとする動きにおける主要な制限要因である。インターコネクト遅延を最小化する 1 つの手法は、IC の製造において低誘電率 (low-k) 材料を用いることによってインターコネクトの静電容量を低減させることである。故に、近年、例えば二酸化シリコンなどの比較的高い誘電率を有する絶縁材料を置き換えるために low-k 材料が開発されてきた。具体的には、 low-k 膜は半導体デバイスの金属層群の間の層間誘電体層及び層内誘電体層に使用されている。また、絶縁材料の誘電率を更に低減させるために、材料膜は空孔 (ポア) 群を有するように、すなわち、多孔質 (ポーラス) low-k 誘電体膜として形成される。このような low-k 膜は、フォトレジストの塗布と同様の SOD (spin-on dielectric) 法によって、あるいは化学的気相成長 (CVD) によって堆積されることが可能である。故に、 low-k 材料の使用は既存の半導体製造プロセスに容易に適用可能である。 low-k 材料は半導体回路の製造に有望であるが、これらの膜はまた多くの問題を抱えていることが本発明の発明者によって認識された。第 1 に、 low-k 膜は、より伝統的な誘電体層より堅牢でない傾向があり、例えば誘電体層をパターニングする際に一般的に使用されるエッチングやプラズマアッシングプロセスなどのウェハ処理中にダメージを受けやすい。さらに、一部の low-k 膜はダメージを受けたとき、特にパターニング後、高い反応性を有する傾向にあり、そのため low-k 材料は水分を吸収し、且つ / 或いはその他の気体及び / 又はプロセス汚染物質と反応することができ、誘電体層の電気的特性を変化させてしまう。結果として、元々は低い誘電率を有する low-k 材料は、その誘電率の増大及びその当初意図された効果の喪失につながるダメージに悩まされてしまう。現在、 low-k 層群を有する先端的な半導体デバイスからエッチング後のエッチング残渣を除去することは、これらの層をドライプラズマアッシングプロセスに掛けることによって促進されている。具体的には、ドライ

プラズマは酸素に基づく化学反応を用いている。しかしながら、従来の酸素プラズマは上述のように $low-k$ 層にダメージを与えることが観測されている。代替策として窒素、水素及びアンモニアに基づく化学反応が研究されているが、これらの化学反応は $low-k$ 層の下に位置するエッチング停止層に対する乏しいエッチング選択性を示している。プラズマアッシング中にエッチング停止層が除去されることは、半導体デバイスの潜在的な損傷につながり得る。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明は、ドライプラズマプロセスを用いて基板上のエッチング残渣を除去する方法を提供することを目的とする。具体的には、本発明は、 SiO_2 の誘電率より低い誘電率を有する $low-k$ 層上のエッチング残渣をダメージフリーで除去する方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の一実施形態に従った基板からエッチング残渣を除去する方法を説明する。誘電体層を有する基板がプラズマ処理システム内に配置される。この誘電体層は SiO_2 の誘電率より低い誘電率を有しており、その内部に、エッチングプロセスを用いて形成された造形部を有している。この造形部は、その上に、前記エッチングプロセスによって形成されたエッチング残渣を有している。窒素含有ガス、水素含有ガス、及び、酸素 (O_2)、 CO 、若しくは CO_2 、又はこれらの組み合わせを含む酸素含有ガス、を含むプロセスガスが導入される。プラズマ処理システム内でプロセスガスからプラズマが形成される。エッチング残渣を除去するために基板がプラズマに晒される。

20

【0005】

本発明の他の一実施形態に従った基板からエッチング残渣を除去する方法を説明する。誘電体層を有する基板がプラズマ処理システム内に配置される。この誘電体層は、その内部に、エッチングプロセスを用いて形成された造形部を有している。この造形部は、その上に、前記エッチングプロセスによって形成されたエッチング残渣を有している。また、この誘電体層は SiO_2 の誘電率より低い誘電率を有している。窒素含有ガス、水素含有ガス、及び、 CO 、若しくは CO_2 、又はこれらの組み合わせを含む酸素含有ガス、を含むプロセスガスが導入される。プラズマ処理システム内でプロセスガスからプラズマが形成される。誘電体層の誘電率に実質的な変化を生じさせずにエッチング残渣を除去するために基板がプラズマに晒される。

30

【0006】

本発明の他の一実施形態に従った、基板上の誘電体層内の造形部からエッチング残渣を除去するプラズマ処理システムを説明する。このシステムは、造形部からエッチング残渣を除去するために、プロセスガスからのプラズマの形成を促進させるプラズマ処理チャンバー、及び該プラズマ処理チャンバーに結合され且つプロセスガスを用いてプロセスレジピを実行するように構成されたコントローラを含んでいる。プロセスガスは窒素含有ガス、水素含有ガス及び酸素含有ガスを含んでおり、該酸素含有ガスは、 O_2 、 CO 、若しくは CO_2 、又はこれらの組み合わせを含んでいる。誘電体層は SiO_2 の誘電率より低い誘電率を有しており、エッチング残渣の除去は誘電体層の誘電率に実質的な変化を生じさせない。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

材料処理方法において、パターンエッチングは、例えばフォトリソ等感光性材料から成る薄い層を基板の上面に塗布することを含んでいる。この層は、続いて、エッチング中に下地の薄膜にパターンを転写するマスクを提供するようにパターンニングされる。感光性材料のパターンニングは、一般に、例えばマイクロリソグラフィシステムを用いて放射線源によってレチクルを介して該感光性材料を露光すること、及びそれに続く、現像液を

50

用いて感光性材料の照射部分（ポジ型フォトリソグレイスの場合）又は非照射部分（ネガ型レジストの場合）を除去することを含んでいる。

【0008】

例えば、図1A-1Cに示されるように、従来のリソグラフィ技術を用いて形成されたパターン2を有する感光層3から成るエッチングマスク6は、誘電体層4をエッチングするためのマスクとして使用されることができ、エッチングプロセスにより感光層3内のマスクパターン2が誘電体層4に転写される。下に位置する基板5の層にエッチングプロセスが入り込むことを防止しながらエッチングプロセスを停止させることを容易にするため、エッチング停止層7が用いられ得る。エッチング停止層は、例えば、シリコン処理においては窒化シリコン又は炭化シリコンを含むことができる。エッチングプロセスが行われると、感光性材料の残部とエッチング後の残渣8が造形部9の表面に残される。

10

【0009】

エッチングプロセスに続いて、エッチング残渣が除去される。上述のように、従来はこのような残渣を除去するために酸素プラズマが用いられていたが、これら従来プロセスは誘電体層にダメージを与え、多くの場合、この層の誘電率の増大を引き起こすことが観測されている。先端半導体デバイスにおいては、誘電体層は低誘電率（low-k）材料を有している。例えば、誘電体層の誘電率は、およそ4である SiO_2 の誘電率（例えば、熱成長された二酸化シリコンの誘電率は3.8から3.9の範囲となり得る）より低い値である。他の例では、誘電率は2.5未満とし得る。例えば、誘電体層は超low-k材料として特徴付けられてもよい。

20

【0010】

誘電体層は有機、無機、及び無機-有機ハイブリッド材料のうちの少なくとも1つを含んでいてもよい。また、誘電体層は多孔質であってもよいし、あるいは非多孔質であってもよい。例えば、誘電体層は、CVD技術を用いて堆積された例えば酸化オルガノシラン（又はオルガノシロキサン）等の無機のケイ酸塩ベース材料を含んでいてもよい。このような層の例には、アプライドマテリアル社から商業的に入手可能なBlack Diamond（登録商標）CVD有機ケイ酸塩ガラス（OSG）膜、又はノベラスシステムズ社から商業的に入手可能なCoral（登録商標）CVD膜がある。また、多孔質誘電体層は、例えばキュアプロセス中に破壊されて微小なボイド（又はボア）を作り出す CH_3 結合を有するシリコン酸化物ベースの充填剤（matrix）などの、単一相材料を含むことができる。また、例えば、多孔質誘電体層は、例えばキュアプロセス中に気化される有機材料（例えば、ポロゲン）のボアを有するシリコン酸化物ベースの充填剤などの、複相材料を含むことができる。他の例では、誘電体層は、SOD技術を用いて堆積された例えば水素シルセスキオキサン（HSQ）又はメチルシルセスキオキサン（MSQ）等の無機のケイ酸塩ベース材料を含んでいてもよい。このような膜の例には、ダウコーニング社から商業的に入手可能なFOXHSQ及びXLK多孔質HSQ、並びにJSRマイクロエレクトロニクス社から商業的に入手可能なJSRLKD-5109がある。更に他の例では、誘電体層はSOD技術を用いて堆積された有機材料を含むことができる。このような膜の例には、ダウケミカル社から商業的に入手可能なSiLK-I、SiLK-J、SiLK-H、SiLK-D及び多孔質SiLK半導体誘電体樹脂、並びにハネウェル社から商業的に入手可能なFLARE（登録商標）及びナノガラスがある。

30

40

【0011】

窒素（N）含有ガス、水素（H）含有ガス及び酸素（O）含有ガスを含むプロセスガスを用いて誘電体層からエッチング残渣を除去する一実施形態に係るプロセスを説明する。他の例では、窒素（N）、水素（H）及び酸素（O）のうちの2つ以上が単一のガスに含められてもよい。例えば、low-k誘電体層からエッチング残渣を除去する方法として、アンモニア-酸素（ NH_3/O_2 ）ベースの化学反応が導入されることができ、代替的な一実施形態においては、low-k誘電体層からエッチング残渣を除去するために、窒素-水素-酸素（ $\text{N}_2/\text{H}_2/\text{O}_2$ ）ベースの化学反応が用いられることができる。他の例では、上述の2つの化学反応における O_2 を置換するために、一酸化炭素（CO）が

50

付加あるいは利用される。他の例では、上述の３つの化学反応における O_2 を置換するために、二酸化炭素(CO_2)が付加あるいは利用される。他の例では、プロセスガスは更に、例えば希ガス(すなわち、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン等)などの不活性ガスを含むことができる。

【0012】

一実施形態に従ったプラズマ処理システム１が図２に示されており、これはプラズマ処理チャンバー１０、プラズマ処理チャンバー１０に結合された診断系１２、及び診断系１２とプラズマ処理チャンバー１０とに結合されたコントローラ１４を有している。コントローラ１４は、エッチング後のエッチング残渣を誘電体層から除去するために、上記にて特定された化学反応(すなわち、 NH_3/O_2 、 $N_2/H_2/O_2$ 、 NH_3/CO 、 $N_2/H_2/CO$ 、 NH_3/CO_2 、 $N_2/H_2/CO_2$ 等)の少なくとも１つを有するプロセスレシピを実行するように構成されている。また、コントローラ１４は、診断系１２から少なくとも１つの終点信号を受信し、プロセスの終点を正確に決定するために該少なくとも１つの終点信号を後処理するように構成されている。例示された実施形態においては、図２に示されたプラズマ処理システム１は材料の処理のためにプラズマを使用する。プラズマ処理システム１はエッチングチャンバーを有することができる。

【0013】

図３に示された一実施形態によれば、プラズマ処理システム１aはプラズマ処理チャンバー１０、処理されるべき基板２５が上に添えられる基板ホルダー２０、及び真空ポンプ系３０を有している。基板２５は、例えば、半導体基板、ウェハ又は液晶ディスプレイであり得る。プラズマ処理チャンバー１０は、基板２５の表面に隣接する処理領域１５にプラズマを生成することを促進するように構成され得る。イオン化ガス又は混合ガスがガス注入系(図示せず)を介して導入されるとともに、処理圧力が調整される。例えば、真空ポンプ系３０を絞るために制御機構(図示せず)が使用される。プラズマは、所定の材料プロセスに特有の材料を作り出し、且つ/或いは基板２５の露出面から材料を除去することを助けるために利用され得る。プラズマ処理システム１aは、例えば２００mm基板、３００mm基板又は更に大きい基板など、任意の大きさの基板を処理するように構成され得る。

【0014】

基板２５は静電クランプ系によって基板ホルダー２０に貼り付けられることができる。また、基板ホルダー２０は更に、再循環冷却材流を含む冷却系を含むことができ、この冷却材流は基板ホルダー２０から熱を受け取って熱交換器系(図示せず)まで熱伝達し、あるいは加熱時に熱交換器系から熱を伝達する。さらに、基板２５と基板ホルダー２０との間のガスギャップの熱伝導率を改善するために、基板２５の裏面側にガスが供給されてもよい。このようなシステムは、上昇温度又は下降温度での基板の温度制御が要求されるときに利用され得る。例えば、裏面側のガス系は、基板２５の中心部と端部との間でガスギャップ圧力を独立に変化させられ得る２区画のガス分配系を有していてもよい。他の実施形態において、例えば抵抗加熱素子又は熱電加熱器/冷却器などの加熱/冷却素子が、基板ホルダー２０、プラズマ処理チャンバー１０のチャンバー壁、及びプラズマ処理システム１a内のその他の部品に含められ得る。

【0015】

図３に示された実施形態においては、基板ホルダー２０は、処理空間１５の処理プラズマに無線周波数(RF)電力を結合させる電極を有している。例えば、基板ホルダー２０は、RF発生器４０から該基板ホルダー２０へのインピーダンス整合回路５０を介したRF電力の伝送によって、あるRF電圧に電氣的にバイアスされることができる。このRFバイアスは電子を加熱し、それによってプラズマを形成・維持するように作用する。この構成において、システムは反応性イオンエッチング(RIE)炉として動作し、チャンバー及び上側のガス供給電極は接地面として作用する。RFバイアスの典型的な周波数は約０．１MHzから約１００MHzの範囲とし得る。プラズマ処理のためのRF系は当業者に周知である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

他の例では、R F 電力は基板ホルダー電極に複数の周波数で印加される。さらに、インピーダンス整合回路 5 0 は、反射される電力を低減することによって、プラズマ処理チャンパー 1 0 内のプラズマへの R F 電力の移送を改善するように作用する。整合回路トポロジー（例えば、L 型、 π 型、T 型など）及び自動制御方法は当業者に周知である。

【 0 0 1 7 】

真空ポンプ系 3 0 は、例えば、毎秒 5 0 0 0 リットルの（及び、これより大きい）速度でポンプ可能なターボ分子真空ポンプ（T M P）と、チャンパー圧力を絞るための仕切り弁とを含み得る。ドライプラズマエッチングで使用される従来からのプラズマ処理装置においては、一般的に、毎秒 1 0 0 0 から 3 0 0 0 リットルの T M P が使用される。T M P は低圧処理、典型的には約 5 0 m T o r r 未満で有用である。高圧処理（すなわち、約 1 0 0 m T o r r より高い）の場合には、機械的な増圧ポンプ及びドライ式の粗引きポンプが使用され得る。また、チャンパー圧力を監視する装置（図示せず）がプラズマ処理チャンパー 1 0 に結合されることができ、この圧力測定装置は、例えば、M K S インスツルメント社から市販されている 6 2 8 B 型バラトロン（Baratron）絶対キャパシタンス式圧力計とし得る。

【 0 0 1 8 】

コントローラ 1 4 はマイクロプロセッサ、メモリ、及び、プラズマ処理システム 1 a からの出力を監視するとともにプラズマ処理システム 1 a への入力を伝達し且つアクティブにするに十分な制御電圧を生成可能なデジタル I / O ポートを含んでいる。さらに、コントローラ 1 4 は、R F 発生器 4 0、インピーダンス整合回路 5 0、ガス注入系（図示せず）、真空ポンプ系 3 0、裏面側ガス注入系（図示せず）、基板 / 基板ホルダー温度測定系（図示せず）、及び / 又は静電クランプ系（図示せず）に結合され、それらと情報を交換することが可能である。例えば、有機 A R C 層をエッチングする方法を実行するため、プロセスレシピに従ってプラズマ処理システム 1 a の上述の構成要素への入力をアクティブにするように、メモリ内に格納されたプログラムが使用され得る。コントローラ 1 4 の一例は、デル社から入手可能な D E L L P R E C I S I O N W O R K S T A T I O N 6 1 0（登録商標）である。

【 0 0 1 9 】

コントローラ 1 4 は、プラズマ処理システム 1 a に対してローカルに配置されていてもよいし、インターネット又はイントラネットを介してプラズマ処理システム 1 a に対して遠隔に配置されていてもよい。故に、コントローラ 1 4 は、直接接続、イントラネット若しくはインターネット、又はこれらの何らかの組み合わせ、の何れかを介してプラズマ処理システム 1 a とデータを交換することができる。コントローラ 1 4 は、顧客側（すなわち、デバイスメーカー等）のイントラネットに結合されていてもよいし、製造供給元（すなわち、装置製造者）のイントラネットに結合されていてもよい。さらに、他のコンピュータ（すなわち、コントローラ、サーバ等）が、直接接続、イントラネット若しくはインターネット、又はこれらの何らかの組み合わせ、の何れかを介してデータ交換するために、コントローラ 1 4 にアクセスしてもよい。

【 0 0 2 0 】

診断系 1 2 は光学式診断サブシステム（図示せず）を含み得る。光学式診断サブシステムは、プラズマから放射された光強度を測定する例えば（シリコン）フォトダイオードや光電管（P M T）等の検出器を有している。診断系 1 2 は更に、例えば狭帯域干渉フィルタ等の光学フィルタを含み得る。代替的な一実施形態においては、診断系 1 2 は、ライン C C D（電荷結合素子）、C I D（電荷注入素子）アレイ、若しくは回折格子やプリズム等の光分散素子、又はこれらの何らかの組み合わせを含んでいてもよい。また、診断系 1 2 は所与の波長の光を測定する単色分光器（例えば、回折格子 / 検出器システム）、又は例えば米国特許第 5 8 8 8 3 3 7 号明細書に記載されている装置のような、光のスペクトルを測定する分光計（例えば、回転式回折格子）を含んでいてもよい。

【 0 0 2 1 】

診断系 12 は、例えばピークセンサーシステムズ社又はベリティインスツルメンツ社からのものなど、高分解能の発光分光 (OES) センサーを含むことができる。このような OES センサーは、紫外 (UV)、可視 (VIS) 及び近赤外 (NIR) の光スペクトルに及ぶ広い帯域を有している。分解能はおよそ 1.4 であり、240 nm から 1000 nm までで 5550 波長を収集することが可能である。例えば、OES センサーには高感度の小型光ファイバー式 UV-VIS-NIR 分光計が備えられ、この分光計は 2048 画素のリニア CCD アレイに一体化される。

【0022】

分光計は単一あるいは束状の光ファイバーを介して伝送された光を受信し、光ファイバーから出力された光が固定式の回折格子を用いてライン CCD アレイ上に散らされる。上述の構成を用い、光学的な真空窓を通して伝送された光は凸面球状レンズを介して光ファイバーの入力端に集められる。そして、各々が所与のスペクトル範囲 (UV、VIS 及び NIR) に明確に同調された 3 つの分光計が処理チャンバー 10 用のセンサーを形成する。各分光計は独立した A/D 変換器を含んでいる。そして最終的に、センサーの使用に応じて、完全な放射スペクトルが 0.1 秒から 1.0 秒ごとに記録される。

10

【0023】

図 4 に示された一実施形態において、プラズマ処理システム 1b は、図 2 又は 3 の実施形態と同様であるが、図 2 及び 3 を参照して説明された構成要素に加えて更に、プラズマ密度を潜在的に高め、且つ / 或いはプラズマ処理の均一性を向上させるために、静止しているか、機械的又は電氣的に回転しているかの何れかである磁場系 60 を有している。また、回転速度及び磁場強度を調整するために磁場系 60 にコントローラ 14 が結合されている。回転磁場の設計及び実装は当業者に周知である。

20

【0024】

図 5 に示された一実施形態において、プラズマ処理システム 1c は、図 2 又は 3 の実施形態と同様であるが、更に、RF 発生器 72 からインピーダンス整合回路 74 を介して RF 電力が結合され得る上部電極 70 を有している。この上部電極への RF 電力印加の典型的な周波数は約 0.1 MHz から約 200 MHz の範囲とし得る。さらに、下部電極への電力印加の典型的な周波数は約 0.1 MHz から約 100 MHz の範囲とし得る。また、上部電極 70 への RF 電力の印加を制御するため、RF 発生器 72 及びインピーダンス整合回路 74 にコントローラ 14 が結合されている。上部電極の設計及び実装は当業者に周知である。

30

【0025】

図 6 に示された一実施形態において、プラズマ処理システム 1d は、図 2 及び 3 の実施形態と同様であるが、更に、RF 発生器 82 からインピーダンス整合回路 84 を介して RF 電力が結合される誘導コイル 80 を有している。RF 電力は誘導コイル 80 から誘電体窓 (図示せず) を介してプラズマ処理領域 15 に誘導的に結合される。誘導コイル 80 への RF 電力印加の典型的な周波数は約 10 MHz から約 100 MHz の範囲とし得る。同様に、チャック電極への電力印加の典型的な周波数は約 0.1 MHz から約 100 MHz の範囲とし得る。さらに、誘導コイル 80 とプラズマとの間の容量結合を低減させるために、スロット式ファラデー遮蔽体 (図示せず) が用いられ得る。また、誘導コイル 80 への電力印加を制御するため、RF 発生器 82 及びインピーダンス整合回路 84 にコントローラ 14 が結合されている。代替的な一実施形態においては、誘導コイル 80 はトランス結合型プラズマ (TCP) 炉においてのように上方からプラズマ処理領域 15 に作用する“螺旋状”コイル又は“パンケーキ型”コイルとし得る。誘導結合型プラズマ (ICP) 源又はトランス結合型プラズマ (TCP) 源の設計及び実装は当業者に周知である。

40

【0026】

他の例では、プラズマは電子サイクロトロン共鳴 (ECR) によって形成されてもよい。更に他の一実施形態においては、プラズマはヘリコン波の放射によって形成される。更に他の一実施形態においては、プラズマは伝播表面波によって形成される。これらの各プラズマ源は当業者に周知である。

50

【 0 0 2 7 】

以上の説明にて、プラズマ処理を用いて誘電体層からエッチング残渣を除去する方法が提示された。プラズマ処理装置は、例えば図 2 乃至 6 に関して説明された要素又はこれらの組み合わせ等の様々な要素を有し得る。

【 0 0 2 8 】

一実施形態において、誘電体層からエッチング残渣を除去する方法は NH_3 / CO ベースの化学反応を含む。例えば、プロセスパラメータ空間は、約 10 mTorr から約 1000 mTorr のチャンバー圧力、約 50 sccm から約 2000 sccm の範囲の NH_3 プロセスガス流量、約 50 sccm から約 1000 sccm の範囲の CO プロセスガス流量、約 0 W から約 2000 W の範囲の上部電極（例えば、図 5 の要素 70）の RF バイアス、及び約 10 W から約 1000 W の範囲の下部電極（例えば、図 5 の要素 20）の RF バイアスを有し得る。また、上部電極のバイアス周波数は約 0.1 MHz から約 200 MHz の範囲とすることができ、例えば約 60 MHz である。さらに、下部電極のバイアス周波数は約 0.1 MHz から約 100 MHz の範囲とすることができ、例えば約 2 MHz である。

【 0 0 2 9 】

他の一実施形態において、誘電体層からエッチング残渣を除去する方法は NH_3 / O_2 ベースの化学反応を含む。例えば、プロセスパラメータ空間は、約 20 mTorr から約 1000 mTorr のチャンバー圧力、約 50 sccm から約 2000 sccm の範囲の NH_3 プロセスガス流量、約 50 sccm から約 1000 sccm の範囲の O_2 プロセスガス流量、約 0 W から約 2000 W の範囲の上部電極（例えば、図 5 の要素 70）の RF バイアス、及び約 10 W から約 1000 W の範囲の下部電極（例えば、図 5 の要素 20）の RF バイアスを有し得る。また、上部電極のバイアス周波数は約 0.1 MHz から約 200 MHz の範囲とすることができ、例えば約 60 MHz である。さらに、下部電極のバイアス周波数は約 0.1 MHz から約 100 MHz の範囲とすることができ、例えば約 2 MHz である。

【 0 0 3 0 】

更に他の一実施形態において、誘電体層からエッチング残渣を除去する方法は $\text{NH}_3 / \text{CO}_2$ ベースの化学反応を含む。例えば、プロセスパラメータ空間は、約 20 mTorr から約 1000 mTorr のチャンバー圧力、約 50 sccm から約 2000 sccm の範囲の NH_3 プロセスガス流量、約 50 sccm から約 1000 sccm の範囲の CO_2 プロセスガス流量、約 0 W から約 2000 W の範囲の上部電極（例えば、図 5 の要素 70）の RF バイアス、及び約 10 W から約 1000 W の範囲の下部電極（例えば、図 5 の要素 20）の RF バイアスを有し得る。また、上部電極のバイアス周波数は約 0.1 MHz から約 200 MHz の範囲とすることができ、例えば約 60 MHz である。さらに、下部電極のバイアス周波数は約 0.1 MHz から約 100 MHz の範囲とすることができ、例えば約 2 MHz である。

【 0 0 3 1 】

一実施例として、例えば図 5 にて説明された装置などのプラズマ処理装置を用いて誘電体層からエッチング残渣を除去する方法が提示される。しかしながら、ここで説明される方法の範囲はこの例示的な提示によって限定されるものではない。表 1 は、以下の典型的なプロセスレシピを用いたときの、（ SiCOH low-k）誘電体層内にエッチングされた造形部のエッチング残渣の除去後の限界寸法（critical dimension; CD）（頂部、中央部、及び底部）（nm）と、エッチング残渣除去の前後での造形部の限界寸法の変化（CD シフト）（nm）とを示している：チャンバー圧力 = 約 400 mTorr ；上部電極 RF 電力 = 約 0 W ；下部電極 RF 電力 = 約 300 W ；プロセスガス流量 NH_3 / CO = 約 $1200 / 600 \text{ sccm}$ ；電極 70（図 5 参照）の下側表面と基板ホルダー 20 上の基板 25 の上側表面との間の間隔 = 約 60 mm ；下部電極（例えば、図 5 の基板ホルダー 20）温度 = 約 20 ；上部電極（例えば、図 5 の電極 70）温度 = 約 60 ；チャンバー壁温度 = 約 60 ；中心部 / 端部での裏面側ヘリウム圧力 = 約 $10 / 35 \text{ Torr}$

；及びエッチング時間＝約 125 s。限界寸法及びその変化は、ネスト化された造形部（空間的に密接した造形部）及び離隔化された造形部（空間的に広く離隔された造形部）に関して提示されている。

【0032】

また、限界寸法及びその変化は、誘電体層からエッチング残渣を除去するためのその他 2 つのプロセスレシピに関しても提示されている。第 1 に、従来の酸素（ O_2 ）ベースの化学反応が提示されている：チャンバー圧力＝約 20 mTorr；上部電極 RF 電力＝約 300 W；下部電極 RF 電力＝約 0 W；プロセスガス流量 O_2 / Ar ＝約 200 / 550 sccm；電極 70（図 5 参照）の下側表面と基板ホルダー 20 上の基板 25 の上側表面との間の間隔＝約 60 mm；下部電極（例えば、図 5 の基板ホルダー 20）温度＝約 20；上部電極（例えば、図 5 の電極 70）温度＝約 60；チャンバー壁温度＝約 60；中心部／端部での裏面側ヘリウム圧力＝約 10 / 35 Torr；及びエッチング時間＝約 55 s。第 2 に、アンモニア（ NH_3 ）ベースの化学反応が提示されている：チャンバー圧力＝約 400 mTorr；上部電極 RF 電力＝約 0 W；下部電極 RF 電力＝約 300 W；プロセスガス流量 NH_3 ＝約 1800 sccm；電極 70（図 5 参照）の下側表面と基板ホルダー 20 上の基板 25 の上側表面との間の間隔＝約 60 mm；下部電極（例えば、図 5 の基板ホルダー 20）温度＝約 20；上部電極（例えば、図 5 の電極 70）温度＝約 60；チャンバー壁温度＝約 60；中心部／端部での裏面側ヘリウム圧力＝約 10 / 35 Torr；及びエッチング時間＝約 120 s。

【0033】

【表 1】

		ネスト化			CDシフト		
		CD			CDシフト		
化学反応	位置	頂部	中央部	底部	頂部	中央部	底部
O_2	中心部	121	159	99	4	52	17
	端部	121	169	105	3	57	13
NH_3	中心部	116	110	96	1	7	7
	端部	113	107	87	7	11	11
$NH_3 + CO$	中心部	121	118	98	4	3	5
	端部	116	112	90	3	3	5
		CD			CDシフト		
化学反応	位置	頂部	中央部	底部	頂部	中心部	底部
O_2	中心部	123	171	101	2	50	13
	端部	140	190	138	5	59	39
NH_3	中心部	125	113	105	6	14	8
	端部	133	123	109	2	10	10
$NH_3 + CO$	中心部	136	132	110	7	5	5
	端部	134	122	100	3	7	9

表 1 に示されるように、CO を含むアンモニア（ NH_3 ）ベースの化学反応が用いられるとき、CD シフトは顕著に低減される。例えば、ネスト化された造形部に関する CD シフトは 5 nm 以下であり、離隔化された造形部に関する CD シフトは 10 nm 未満である。また、限界寸法の変化は限界寸法のおよそ 10 % 以下になる。アンモニアのみに基づく化学反応に関する CD シフトも適度であるが、この化学反応を用いたエッチング残渣の除去は（low - k）誘電体層の下に位置するエッチング停止層の過度の除去を引き起こすことが本発明の発明者によって認識された。

【0034】

図 7 は、プラズマ処理システム内で基板上の（low - k）誘電体層からエッチング残渣を除去するための、本発明の一実施形態に従った方法を示すフローチャートである。手

順 4 0 0 は段階 4 1 0 にて開始され、窒素 (N) 含有ガス、水素 (H) 含有ガス及び酸素 (O) 含有ガスを含むプロセスガスが、プラズマ処理システムに導入される。例えば、プロセスガスはアンモニア (NH_3) 及び二原子酸素 (O_2) を含むことができる。他の例では、プロセスガスは二原子窒素 (N_2)、二原子水素 (H_2) 及び二原子酸素 (O_2) を含むことができる。他の例では、プロセスガスはアンモニア (NH_3) 及び一酸化炭素 (CO) を含むことができる。他の例では、プロセスガスは二原子窒素 (N_2)、二原子水素 (H_2) 及び一酸化炭素 (CO) を含むことができる。他の例では、プロセスガスはアンモニア (NH_3) 及び二酸化炭素 (CO_2) を含むことができる。他の例では、プロセスガスは二原子窒素 (N_2)、二原子水素 (H_2) 及び二酸化炭素 (CO_2) を含むことができる。他の例では、プロセスガスは更に、例えば希ガス等の不活性ガスを含むことができる。

10

【 0 0 3 5 】

段階 4 2 0 にて、例えば、図 2 乃至 6 にて説明されたシステムの何れか又はそれらの組み合わせを用いて、プラズマ処理システム内でプロセスガスからプラズマが形成される。

【 0 0 3 6 】

段階 4 3 0 にて、エッチング残渣を上にも有する誘電体層を備えた基板が段階 4 2 0 で形成されたプラズマに晒され、誘電体層にダメージを与えることなくエッチング残渣が除去される。この実施形態において、このプラズマに晒す段階は、誘電体層の下に位置するエッチング停止層の厚さを低減させ得るが、それはおよそ 1 0 % 未満である。

20

【 0 0 3 7 】

以上では本発明の特定の実施形態のみが詳細に説明されているが、当業者に容易に認識されるように、これらの実施形態には、本発明の新規な教示及び効果を実質的に逸脱することなく数多くの変更が為され得る。従って、全てのそのような変更は本発明の範囲に含まれるものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 8 】

【 図 1 A 】 薄膜をパターンエッチングする典型的な手順を示す概略図である。

【 図 1 B 】 薄膜をパターンエッチングする典型的な手順を示す概略図である。

【 図 1 C 】 薄膜をパターンエッチングする典型的な手順を示す概略図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態に従ったプラズマ処理システムを簡略化して示す概略図である。

30

【 図 3 】 本発明の他の一実施形態に従ったプラズマ処理システムを示す概略図である。

【 図 4 】 本発明の他の一実施形態に従ったプラズマ処理システムを示す概略図である。

【 図 5 】 本発明の他の一実施形態に従ったプラズマ処理システムを示す概略図である。

【 図 6 】 本発明の他の一実施形態に従ったプラズマ処理システムを示す概略図である。

【 図 7 】 本発明の一実施形態に従った、プラズマ処理システム内で基板上の誘電体層からエッチング残渣を除去する方法を示す図である。

【図 1 A】

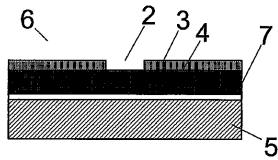


FIG. 1A.

【図 1 B】

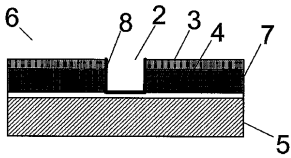


FIG. 1B.

【図 1 C】

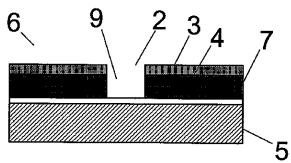


FIG. 1C.

【図 2】

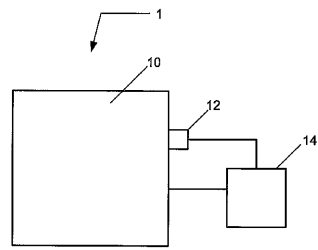


FIG. 2.

【図 3】

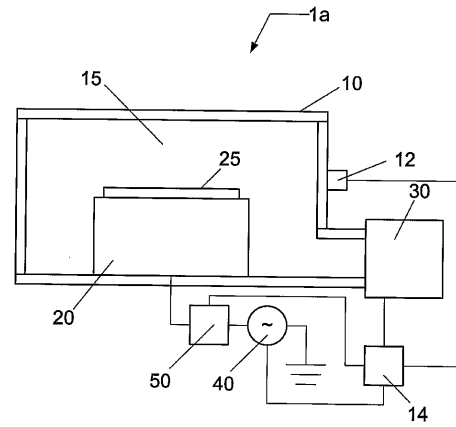


FIG. 3.

【図 4】

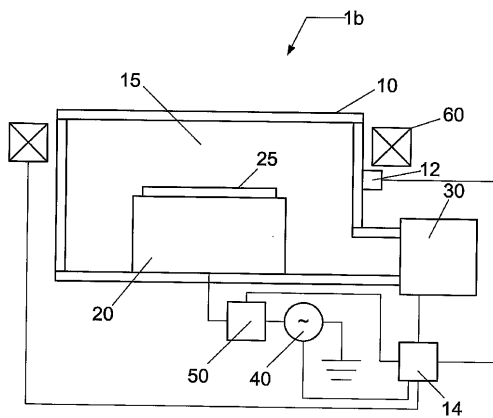


FIG. 4.

【図 5】

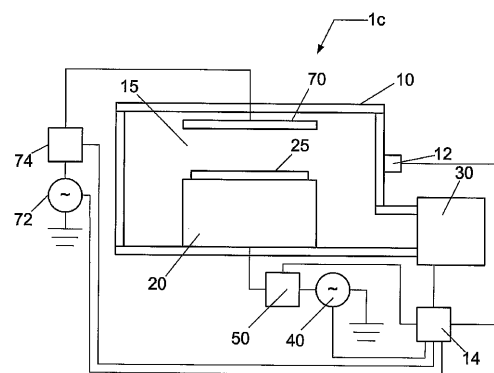


FIG. 5.

【 図 6 】

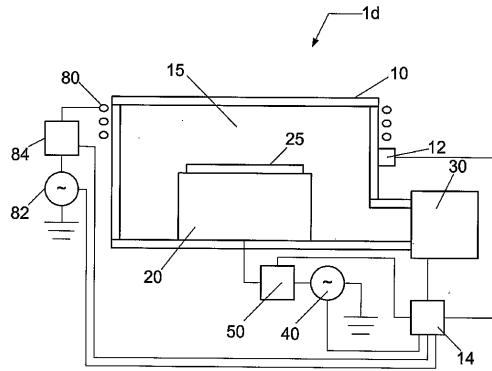
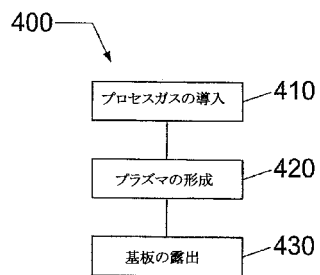


FIG. 6.

【 図 7 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US06/19914										
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: H 01L 21/302 USPC: 438/706,710,711,725 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC * *												
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 438/706,710,711,725 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EAST												
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT												
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.										
X	US 2002/0058397 A1 (SMITH et al.) 16 May 2002 (16.05.2002), paragraphs [0020], [0022], [0031]	1-5 and 7										
X	US 2006/0051947 A1 (LIN et al.) 9 March 2006 (09.03.2006), paragraphs [0015], [0022]	1 and 8-10										
Y	US 2006/0138399 A1 (ITANO et al.) 29 June 2006 (29.06.2006), paragraph [0009]	6 and 11-13										
Y	2005/0029229 A1 (CHAE et al) 10 February 2005 (10.02.2005), paragraph [0045]	6 and 11-13										
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.												
* Special categories of cited documents: <table border="0"> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier application or patent published on or after the international filing date	"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	"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"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	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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											
"E" earlier application or patent published on or after the international filing date	"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											
"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"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											
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family											
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed												
Date of the actual completion of the international search 18 December 2006 (18.12.2006)		Date of mailing of the international search report 16 MAY 2007										
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Authorized officer Hsien Ming Lee <i>Hsien Ming Lee</i> Telephone No. 571-272-1863										

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US06/19914

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.:
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:
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:
Please See Continuation Sheet

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 additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.
 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.: 1-14
- 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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US06/19914

BOX III. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING

Group I, claim(s) 1-14, drawn to a method of removing post-etch residue from a substrate;

Group II, claim(s) 15-21, drawn to a plasma processing apparatus.

Group III, claim(s) 22, drawn to a computer readable medium.

The inventions listed as Groups I, II and III do not relate to a *single general inventive concept* under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: Group I claims a method, Group II claims an apparatus and Group III claims a computer medium. They are independent from each other.

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

Fターム(参考) 5F033 QQ04 QQ09 QQ12 QQ15 QQ25 QQ92 QQ96 RR01 RR06 RR09
RR21 RR25 RR29 WW09 XX00 XX21 XX24