

(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2006-501634

(P2006-501634A)

(43) 公表日 平成18年1月12日(2006.1.12)

(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 3 O 1 N	5 F O O 4
H O 1 L 21/768 (2006.01)	H O 1 L 21/90 A	5 F O 3 3

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 27 頁)

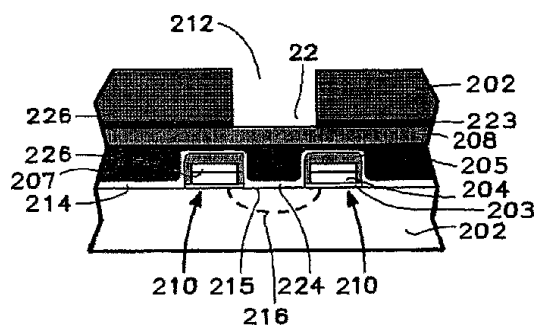
(21) 出願番号	特願2003-553608 (P2003-553608)	(71) 出願人	500022096
(86) (22) 出願日	平成14年12月12日 (2002.12.12)		アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成16年8月11日 (2004.8.11)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95052 サンタ クララ ピーオーボックス 450エイ
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/039906	(74) 代理人	100082005
(87) 国際公開番号	W02003/052808		弁理士 熊倉 禎男
(87) 国際公開日	平成15年6月26日 (2003.6.26)	(74) 代理人	100067013
(31) 優先権主張番号	60/341, 135		弁理士 大塚 文昭
(32) 優先日	平成13年12月13日 (2001.12.13)	(74) 代理人	100074228
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 今城 俊夫
		(74) 代理人	100086771
			弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板をエッチングするための方法及び装置

(57) 【要約】

本方法及び装置は、化学式 $C_a F_b$ を有する第1のガス及び化学式 $C_x H_y F_z$ を有する第2のガスの混合物（ただし、 $a/b = 2/3$ 、 $x/z = 1/2$ である）に基づくプラズマの使用を通して半導体及び誘電体基板をエッチングするために提供される。この混合物は、磁気的に増強された反応性イオンチャンバ内に維持された低または中密度プラズマにおいて用いられ、優れたコーナー層の選択性、ホトレジストの選択性、下層の選択性及びプロファイルと底部のCD制御を示すプロセスを提供する。第1と第2のガスのパーセンテージは、ドーパされない酸化物膜をエッチングするプラズマまたはこのような膜上でエッチング停止を与えるために、エッチング中に変えることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板をエッチングするための方法であって、
少なくとも一つの酸化物層を有する基板を備えるステップと、
酸素及び少なくとも第 1 と第 2 のガスの混合物に基づくプラズマで前記酸化物層をエッチングするステップとを有し、

前記第 1 のガスは化学式 $C_a F_b$ を有し、前記第 2 のガスは $C_x H_y F_z$ を有し、 $a/b \geq 2/3$ 、 $x/z \geq 1/2$ であり、且つ a 、 b 、 x 、 y 、 z は全て 0 より大きいことを特徴とする方法。

【請求項 2】

$x/y \geq 1/3$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記混合物は、更に、アルゴンを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

a は、4 であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

x は、1 ~ 3 の範囲にあることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記プラズマは、約 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ 未満の密度を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記プラズマは、約 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ ~ 約 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ の範囲内の密度を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記基板は、更に、ホトレジストの層を有し、前記プラズマは、少なくとも 6 : 1 のホトレジストの選択性を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記基板は、更に、ホトレジストの層を有し、且つ前記プラズマは、少なくとも 8 : 1 のホトレジストの選択性を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記基板は、更に、窒化物の層を有し、且つ前記プラズマは、少なくとも 20 : 1 の窒化物の選択性を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記基板は、前記基板に孔が形成されるような方法でエッチングされることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記エッチング状態のもとで前記混合物の使用によって、孔の少なくとも一つの面上にフルオロポリマーが堆積されることを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記孔は、少なくとも 1 方向に約 $0.25 \mu\text{m}$ 未満の幅を有することを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記孔は、少なくとも 1 方向に約 $0.18 \mu\text{m}$ 未満の幅を有することを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記孔は、少なくとも 1 方向に約 $0.14 \mu\text{m}$ 未満の幅を有することを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 2 のガスは、化学式 $C_2 H_2 F_4$ を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

前記第 2 のガスは、テトラフルオロエタンであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 18】

前記第 2 のガスは、1,1,1,2-テトラフルオロエタンであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 19】

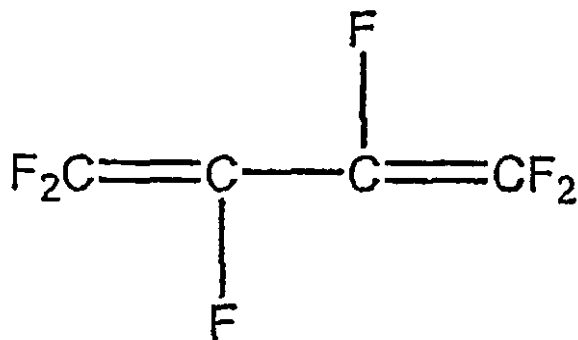
前記第 1 のガスは、化学式 C_4F_6 であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 20】

前記第 1 のガスは、

【化 1】

10



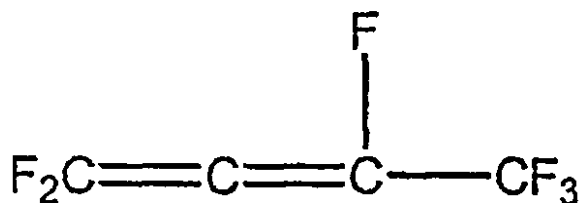
20

であることを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記第 1 のガスは、

【化 2】



30

であることを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【請求項 22】

前記混合物は、 C_4F_6 、 $C_2H_2F_4$ 、 O_2 及び Ar を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 23】

前記混合物は、 C_4F_6 、 CH_3F 、 O_2 及び Ar を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 24】

前記混合物は、 C_4F_6 、 CH_2F_2 、 O_2 及び Ar を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 25】

前記混合物は、更に、CO を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 26】

エッチングは、チャンバ内で行なわれ、且つ O_2 と $C_2H_2F_4$ のチャンバへの流速の比は、約 2 ~ 約 8 の範囲内であることを特徴とする請求項 21 に記載の方法。

【請求項 27】

エッチングは、チャンバ内で行なわれ、且つ O_2 と $C_2H_2F_4$ の流速の比は、約 4 ~ 約 6 の範囲内であることを特徴とする請求項 25 に記載の方法。

50

【請求項 28】

エッチングは、チャンバないで行なわれ、且つ O_2 と C_4F_6 のチャンバへの流速の比は、約 0.5 ~ 約 1.0 の範囲内であることを特徴とする請求項 21 に記載の方法。

【請求項 29】

前記混合物は、エッチングプロセス中に第 1 の混合物から第 2 の混合物へ変化され、且つ前記第 2 のガスと前記第 1 のガスのモル比は、前記第 1 の混合物より前記第 2 の混合物において高いことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 30】

前記基板は、ドーブされない酸化物の層上に設けられたドーブされた酸化物の層を有し、前記第 1 と第 2 の混合物は、前記ドーブされた酸化物をエッチングし、且つ前記第 2 の混合物は、前記第 1 の混合物が前記ドーブされた酸化物をエッチングする速度より遅い速度でドーブされない酸化物をエッチングすることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 31】

前記基板は、磁氣的に増強された反応性イオンエッチャーにおいてエッチングされることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 32】

前記エッチャーは、カソードを備え、且つ前記カソードは、約 0 ~ 約 40 度の範囲内の温度を有することを特徴とする請求項 31 に記載の方法。

【請求項 33】

前記基板は、約 40 mTorr ~ 80 mTorr の範囲内の圧力でエッチングされることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 34】

前記基板は、約 50 ガウス未満の磁界の存在下でエッチングされることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 35】

前記基板は、約 10 ~ 約 40 ガウスの範囲内の磁界の存在下でエッチングされることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 36】

基板をエッチングするための方法であって、

基板上に設けられ、誘電体層と半導体層から成るグループから選ばれた第 1 の層を有する構造体をチャンバ内に配置するステップと、

30

少なくとも一つの酸化物層を有する基板を備えるステップと、

酸素及び少なくとも第 1 と第 2 のガスの混合物に基づくプラズマで前記酸化物層をエッチングするステップとを有し、

化学式 C_aF_b を有する第 1 のガスと、化学式 $C_xH_yF_z$ を有する第 2 のガスを有する反応性ガス混合物（ただし、 $a/b = 2/3$ ， $x/z = 1/2$ であり、且つ a, b, x, y, z は全て 0 より大きい）をチャンバに供給するステップと、

エッチングプラズマを確立するために十分な RF エネルギーを前記チャンバに供給し、且つ前記基板の面に垂直な関連電界を供給するステップと、

前記電界に実質的に垂直で、前記基板の表面に実質的に平行な磁界をチャンバに与えるステップと、

40

前記プラズマが前記第 1 の層の少なくとも一部をエッチングするのを可能にするステップと、

を有することを特徴とする方法。

【請求項 37】

更に、マスク層を前記第 1 の層に与えるステップと、

前記マスク層に開口を形成して、前記マスク層を通して前記第 1 の層を露出するステップと、

を有することを特徴とする請求項 36 に記載の方法。

【請求項 38】

50

前記第 1 の層は、シリコン酸化物の層であることを特徴とする請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 3 9】

前記第 1 の層は、シリコンの層であることを特徴とする請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 0】

前記チャンバは、カソードを備え、且つ前記基板は、前記下ソードに配置されることを特徴とする請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 1】

更に、前記反応性ガス混合物が前記第 1 の層の少なくとも一部をエッチングするまえにカソードにおいて約 - 4 0 ~ 約 2 0 間の温度を確立するステップを有することを特徴とする請求項 4 0 に記載の方法。 10

【請求項 4 2】

更に、前記反応性ガス混合物が前記第 1 の層の少なくとも一部をエッチングするまえにカソードにおいて約 0 ~ 約 2 0 間の温度を確立するステップを有することを特徴とする請求項 4 0 に記載の方法。

【請求項 4 3】

前記磁界は、直流磁界であることを特徴とする請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 4】

前記磁界は、方向及び大きさが独立して制御可能であることを特徴とする請求項 3 6 に記載の方法。 20

【請求項 4 5】

基板をエッチングするための方法であって、

半導体及び誘電体基板から成るグループから選ばれた基板を備えるステップと、

前記基板を、磁氣的に増強された反応性イオンエッチングプロセスを通してエッチングするステップ、前記プロセスは、前記基板に対して反応性ガス混合物のエッチング速度及び選択性から成るグループから選ばれた少なくとも一つのパラメータの値を増加するのに十分な量の水素ラジカルの前記ガス混合物への追加を含んでおり、且つ

前記ガス混合物は、化学式 $C_a F_b$ を有する第 1 のガスと、化学式 $C_x H_y F_z$ を有する第 2 のガスを有する反応性ガス混合物（ただし、 $a/b = 2/3$ 、 $x/z = 1/2$ であり、且つ a, b, x, y, z は全て 0 より大きい）を有することを特徴とする方法。 30

【請求項 4 6】

基板をエッチングするための装置であって、

エッチングされる基板を受け取るのに適合したチャンバと、

前記チャンバと連通する少なくとも一つのリザーバと、

を有し、

前記少なくとも一つのリザーバは、ガス混合物をチャンバへ供給するようにされ、前記ガス混合物は、化学式 $C_a F_b$ を有する第 1 のガスと、化学式 $C_x H_y F_z$ を有する第 2 のガス（ただし、 $a/b = 2/3$ 、 $x/z = 1/2$ であり、且つ a, b, x, y, z は全て 0 より大きい）を有することを特徴とする装置。 40

【請求項 4 7】

前記ガス混合物は、更に酸素を有することを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 4 8】

前記第 2 のガスは、化学式 $C_2 H_2 F_4$ を有することを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 4 9】

前記第 2 のガスは、テトラフルオロエタンであることを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 5 0】

前記第 2 のガスは、1,1,1,2-テトラフルオロエタンであることを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。 50

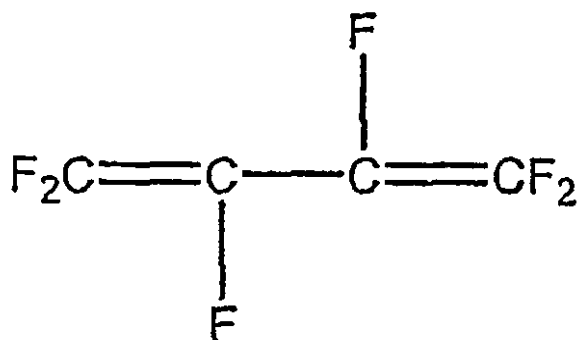
【請求項 5 1】

前記第 1 のガスは、化学式 C_4F_6 であることを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 5 2】

前記第 1 のガスは、

【化 3】



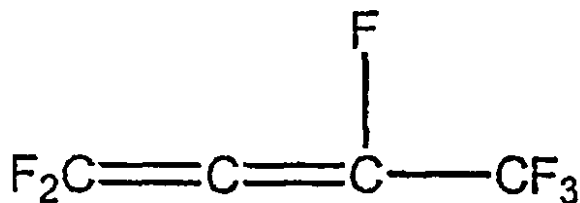
10

であることを特徴とする請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 5 3】

前記第 1 のガスは、

【化 4】



20

であることを特徴とする請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 5 4】

前記混合物は、 C_4F_6 、 $C_2H_2F_4$ 、 O_2 及び Ar を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

30

【請求項 5 5】

前記混合物は、 C_4F_6 、 CH_3F 、 O_2 及び Ar を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 5 6】

前記混合物は、 C_4F_6 、 CH_2F_2 、 O_2 及び Ar を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 5 7】

前記混合物は、更に、CO を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 5 8】

O_2 と $C_2H_2F_4$ のチャンバへの流速の比は、約 2 ～ 約 8 の範囲内であることを特徴とする請求項 5 4 に記載の装置。

40

【請求項 5 9】

O_2 と $C_2H_2F_4$ の流速の比は、約 4 ～ 約 6 の範囲内であることを特徴とする請求項 5 4 に記載の方法。

【請求項 6 0】

O_2 と C_4F_6 のチャンバへの流速の比は、約 0.5 ～ 約 1.0 の範囲内であることを特徴とする請求項 5 4 に記載の装置。

【請求項 6 1】

前記混合物は、エッチングプロセス中に第 1 の混合物から第 2 の混合物へ変化され、且

50

つ前記第 2 のガスと前記第 1 のガスのモル比は、前記第 1 の混合物より前記第 2 の混合物において高いことを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 6 2】

前記少なくとも一つのリザーバは、第 1、第 2、第 3 及び第 4 のリザーバを有し、前記第 1 のリザーバは、 C_4F_6 を含み、前記第 2 のリザーバは、 $C_2H_2F_4$ を含み、前記第 3 のリザーバは、 O_2 を含み、且つ前記第 4 のリザーバは、 Ar を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 6 3】

前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 のリザーバの各々は、前記リザーバからのガスの流速を制御するための制御バルブを備えていることを特徴とする請求項 6 2 に記載の装置。

10

【請求項 6 4】

更に、前記チャンバ内の雰囲気組成を解析するための装置を備えていることを特徴とする請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 6 5】

前記少なくとも一つのリザーバは、少なくとも第 1 及び第 2 のリザーバを有し、前記装置は、チャンバ内の雰囲気組成にตอบสนองして、前記第 1 及び第 2 のリザーバからのガスの流れを調節するようにされていることを特徴とする請求項 6 4 に記載の装置。

【請求項 6 6】

前記第 1 のリザーバは、 C_4F_6 を入れており、前記第 2 のリザーバは、 $C_2H_2F_4$ を入れており、前記第 1 のリザーバからのガスの流速と前記第 2 のリザーバからのガスの流速の比が r であり、チャンバにおけるホウ素の濃度が b であり、且つ定数 $m, n > 0$ に対して、 $b < n$ のとき、 $r < m$ であり、 $b = n$ のとき、 $r = m$ であることを特徴とする請求項 6 4 に記載の装置。

20

【請求項 6 7】

基板をエッチングするための方法であって、

半導体及び誘電体基板から成るグループから選ばれた基板を備えるステップと、 C_4F_6 、 O_2 及び Ar を有するガス状混合物に基づくプラズマの使用によって前記基板をエッチングするステップ、それにより変更された基板を形成し、且つ

C_4F_6 、 O_2 、 Ar 及び $C_2H_2F_4$ を有するガス状混合物に基づくプラズマの使用によって、前記変更された基板を更にエッチングするステップと、
を有することを特徴とする方法。

30

【請求項 6 8】

基板をエッチングするための方法であって、

(a) ドープされた酸化物を有する第 1 の層、及び (b) ドープされない酸化物を有する第 2 の層を有する基板を備えるステップと、

前記第 2 の層を通して少なくとも部分的に広がるが、前記第 1 の層に実質的に広がらない窪みを形成するように、 C_4F_6 、 O_2 及び Ar を有する第 1 のガス状混合物に基づくプラズマの使用によって前記基板をエッチングし、それにより変形された基板を形成するステップと、

前記窪みを前記第 1 の層に実質的に広げるように、 C_4F_6 、 O_2 、 $C_2H_2F_4$ 及び Ar を有する第 2 のガス状混合物に基づくプラズマの使用によって前記変更された基板をエッチングするステップと、
有することを特徴とする方法。

40

【請求項 6 9】

前記第 1 の層は、ホウ素リンシリケートガラスを有することを特徴とする請求項 6 8 に記載の方法。

【請求項 7 0】

前記第 2 の層は、テトラエチルオルソシリケートを有することを特徴とする請求項 6 8 に記載の方法。

【請求項 7 1】

50

前記第 1 と第 2 のガス状混合物は、別物であることを特徴とする請求項 6 8 に記載の方法。

【請求項 7 2】

前記基板は、前記第 2 の層を介して部分的にのみ広がる窪みを形成するように、前記第 1 のガス状混合物でエッチングされることを特徴とする請求項 6 8 に記載の方法。

【請求項 7 3】

前記基板には、更に、ホトレジストを有する第 3 の層が設けられることを特徴とする請求項 6 8 に記載の方法。

【請求項 7 4】

前記第 2 の層は、前記第 1 の層に隣接していることを特徴とする請求項 6 8 に記載の方法。 10

【請求項 7 5】

物品であって、
基板と、

前記基板上に設けられた第 1 と第 2 のゲート構造体と、前記第 1 と第 2 のゲート構造体は、約 $0.25 \mu\text{m}$ 未満のギャップによって分離されており、

前記ゲート構造体と前記ギャップ上に設けられた窒化シリコンの層と、

前記窒化シリコンの層上に設けられたドーパされた酸化物の層と、

前記ドーパされた酸化物の層上に設けられたドーパされない酸化物の層と、
を有することを特徴とする物品。 20

【請求項 7 6】

前記ドーパされた酸化物は、ホウ素リンシリケートガラスを有することを特徴とする請求項 7 5 に記載の物品。

【請求項 7 7】

前記ドーパされない酸化物は、テトラエチルオルソシリケートを有することを特徴とする請求項 7 5 に記載の物品。

【請求項 7 8】

更に、前記ドーパされない酸化物の層上に設けられた反射防止層を有することを特徴とする請求項 7 5 に記載の物品。

【請求項 7 9】

更に、前記反射防止層上に設けられたホトレジスト層を有することを特徴とする請求項 7 8 に記載の物品。 30

【請求項 8 0】

前記ホトレジスト層は、前記第 1 のギャップに重なる第 2 のギャップを含み、且つ前記第 2 のギャップの最小幅は、前記第 1 のギャップの最大幅より大きいことを特徴とする請求項 7 8 に記載の物品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般にプラズマエッチングに関し、特にフルオロケミカルを用いる誘電体材料のプラズマエッチング方法に関する。 40

【背景技術】

【0002】

マイクロプロセッサ及び他の半導体デバイスの製造において酸化物及び窒化物が広く使用される。酸化物は、イオン注入により、または他の共通に使用されるドーピング方法により絶縁体状態から半導体状態にこれらの材料の導電性特性を容易に変化する能力により、特に使用される。

【0003】

多くの半導体製造プロセスにおいて、窒化物層の近傍に設けられたドーパされ、またはドーパされない 1 つ以上の酸化物の層を通してホールをエッチングする必要性が生じる。 50

この状態の一つの例は、図 1 に示された形式の自己整合されたコンタクト構造 (Self-Aligned Contact: SAC) が備わったウエハの製造中に生じる。このような構造において、2 つのゲート構造 10 がシリコン基板 2 に形成され、ギャップ 12 によって分離される。ゲート構造及びギャップの底部は、フィールド酸化物の層 18 において順次覆われる窒化シリコン 14 のコンフォーマルな層で覆われる。

【0004】

製造プロセス中のある点において、フィールド酸化物層は、ギャップの底部にある窒化物層の一部 24 が除去され、下にあるシリコン基板に形成された n 型または p 型ウエル 16 と電気的なコンタクトを行なうことができるように、窒化物層までエッチングされなければならない。このプロセス中に、ゲート構造上の窒化物層は厚さが著しく減少されないことが極めて重要である。何故ならば、厚さが減少すると、完成されたデバイスにおいて電気的不足の可能性が増加し、その性能を著しく減少するからである。

10

【0005】

都合の悪いことに、ゲート構造の肩部にある窒化物層は、その形状のため、及びエッチングプロセス中にエッチングプラズマに曝される時間の長さのために、エッチングプロセス中非常に薄く、すなわち“面が作られる (ファセッティング)” 傾向にある。したがって、エッチングプラズマは角 (コーナー) の窒素化合物に非常に選択性があることが重要である。また、正しい寸法や形状の孔が得られるように、エッチングプラズマがエッチングプロセスにおいて用いられるホトレジストに対して選択性があることも重要である。更に、エッチングプロセスがギャップ 16 の下に位置する n 型または p 型ウエル 16 にエッチングされる孔を拡大しないことは非常に重要である。何故ならば、孔を拡大することはデバイスの性能に悪い影響を与えるからである。従って、エッチングプロセスがドープされた酸化物上でエッチング停止の振舞いを示すことができ、及び/又はゲート構造間に延びる平らな窒化物の部分に対して高い選択性があることも重要である。

20

【0006】

いろいろなフルオロカーボンを使用することは、エッチング状態において、及び特に、フルオロカーボンが与える部分的な高い選択性により、図 1 に示された形式の SAC 構造を含むものにおいて調査された。従って、特許文献 1 において、図 1 に示された構造のエッチングは、2 (ツー)-ステッププロセスによって達成された。第 1 のステップにおいて、フィールド酸化物の層をシリコンナイトライド (窒化シリコン) のコンフォーマルな層まで除去する主エッチングにおいて、 C_4F_6/Ar が使用される。第 2 のステップにおいて、いわゆる全体の酸化物のエッチング時間が酸化物層の設計の厚さをエッチングするために必要な時間より著しく高く設定されるので、 $C_4F_6/Ar/CH_2F_2$ オーバエッチングのために用いられる。

30

【0007】

オーバエッチングは、特許文献 1 において用いられた基板が、著しく変化する酸化物の厚さを次々に生成する波形表面を有しているという事実を補償するために必要である。従って、オーバエッチングは酸化物層の貫通を確実にするために必要である。その後、 $CH_2F_2/O_2/Ar$ が続く金属の注入ステップの前に窒化物をエッチングするために使用される。主エッチングは、良好な垂直プロファイルを有する孔を与えるためといわれ、一方強くポリマー化する CH_2F_2 を伴うオーバエッチングは、コーナーの窒化物上にフルオロポリマーの堆積を生じ、それにより、ファセッティングに対して幾らかの保護を与える。基準は、3 以上の炭素原子を有し、少なくとも 1、しかし 2 未満の F/C 比を有するフルオロカーボンの主エッチングにおける使用を支持する。

40

【0008】

例えば、特許文献 1 に開示された方法は、注目に値する進歩を示し、広くいろいろな状況において有用であるけれども、これらの方法は、大きなフィーチャサイズに対して設計されている。従って、特許文献 1 において使用された SACs は、約 $0.35 \mu m$ のトレンチ開口を有していた。しかし、今日多くの半導体デバイスは、 $0.25 \mu m$ 未満の、そしてしばしば、 $0.14 \mu m$ あるいはそれ以下のトレンチ開口を有するように要求される。

50

【0009】

都合の悪いことに、特許文献1に開示された方法の効果は、減少するフィーチャサイズと共に低下するよう見られる。これは、縮小するフィーチャサイズがより薄い窒化物層の使用を課するという事実にもより、従って、窒化物、特にコーナーの窒化物に対してプラズマの大きな選択性を必要とする。従って、例えば、 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ のギャップを有するデバイスは、 $0.35\text{ }\mu\text{m}$ のギャップを有する比較可能なデバイスより約500~700、または約100~200 厚い窒化物を有するであろう。都合の悪いことに、Hung他の主エッチングにおいて使用された化学物質(最も注目に値する $\text{C}_4\text{F}_6/\text{Ar}$)は、ファセッティングの受け入れ難い量がコーナーの窒化物において生じるという結果を伴って、約 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 未満のフィーチャサイズを有するデバイスによって必要とされる薄い窒化物層に対して不十分な選択性を与える。更に、コーナーの窒化物に達する前に主エッチングを停止するように、フィールドオキサイド層の主エッチングの時間を調節することは理論的に可能であるけれども、実際には、時間は、大きなプロセスの変動性によって影響され、従って、一方のエッチングから他方へとかなり変るという事実によって、これは行なうのが困難である。

10

【0010】

更に、小さなフィーチャサイズを含む多くの応用において、イオン注入法または他のプロセスによって形成されたドーパされたシリコンのアクティブ領域上に設けられた酸化物をエッチングすることが必要である。これらのアクティブ領域は、エッチングされた孔の深さ(酸化物の厚さ)より実質的に小さい厚さをしばしば有するであろう。しかし、例えば $\text{C}_4\text{F}_6/\text{Ar}$ のような化学的性質は、ドーパされ、またドーパされない酸化物に対して選択性を有していない(すなわち、それらは共に同じ速度でドーパされ、及びドーパされない酸化物をエッチングする)。上述したタイミングの問題により、選択性のない酸化物エッチングの使用を通して、図1に示されたような基板をエッチングすること、及びその場合、エッチングのタイミングを制御することは困難であるので、それがコンフォーマルな窒化物の平らな部分を通してp型又はn型ウエルの下にあるアクティブなシリコン領域へ、エッチングする実質的な可能性なく殆ど又は全てのシリコン酸化物を通してエッチングする。

20

【0011】

例えば、 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4/\text{CHF}_3/\text{Ar}$ のようなあるフレオン(Freon: Du Pont社のフルオロ炭化水素の商品名)134の化学的性質の使用は、エッチングプロセスにおいて調査されている。これらの化学的性質は、それらがエッチングされる孔の側壁に保護性フルオロポリマー層の形成を促進する点で望ましく、従って、ファセッティングに対してコーナー窒化物に保護を与える。しかし、これらの化学的性質は、多くの望ましい特性を有しているけれども、遡って調査された方法や順序だった説明は、フィーチャの孔及び不完全なエッチングの閉鎖を導く過度のポリマー堆積を生じることなく約 $0.18\text{ }\mu\text{m}$ より小さなフィーチャサイズをエッチングするためには使用することができない。

30

【0012】

【特許文献1】米国特許第6,174,451号(Hung他)

【特許文献2】米国特許第6,238,588号(Collins他)

40

【特許文献3】EP-840,365-A2

【特許文献4】米国特許第6,705,081号(Hung他)

【特許文献5】米国特許第6,232,236号(Shan他)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

従って、過度のポリマー堆積を伴わないで、小さなフィーチャサイズ(例えば、約 $0.18\text{ }\mu\text{m}$ 未満)を有するデバイスに使用するのに適したホトレジストおよび窒化物(平らな窒化物及びコーナーの窒化物を含む)に非常に選択性のあるエッチングの化学的性質に対する必要性ある。これらの及び他の必要性は、以下に説明されるように、本発明によって適

50

合される。

【課題を解決するための手段】

【0014】

一つの特徴において、本発明は、 O_2 及び化学式 C_aF_b を有す少なくとも第1のガス及び化学式 $C_xH_yF_z$ を有する第2のガスの混合物に基づいたプラズマを使用して、基板、例えば半導体又は誘電体基板をエッチングするための方法に関する。これらのガスの化学的組成物は、以下の少なくとも1つ、より一般的には少なくとも2つ、及び最も一般的には3つの全ての条件を満足するものである。

a/b 2/3 ;

x/z 1/2 ; 及び

x/y 1/3

10

【0015】

$C_xH_yF_z$ の分離は、エッチングされる孔の側壁によく付着する特定のポリマーを生じるように見つけ出され、それによりコーナーの窒化物に対して高い選択性を生じる。更に、混合ガスにおける O_2 の含有により、生じるプラズマは、孔の実質的な塞がりのない小さなフィーチャサイズ(例えば、約 $0.25\mu m$ 未満)を有する、進歩した構造をエッチングするために利用される。従って、例えば、この方法は、約 $0.25\mu m$ 未満、約 $0.18\mu m$ 未満、及び実際には約 $0.14\mu m$ 未満さえものゲート構造間のギャップを有するSAC構造によく適している。

【0016】

20

他の特徴として、本発明は、ドーブされない酸化物層及びドーブされた酸化物層を含む基板をエッチングするための方法に関する。基板は、例えば、約 $0.25\mu m$ 未満のゲート構造間のギャップを有し、ゲート構造上にある窒化物のコンフォーマルな層を有し、且つこのコンフォーマルな層上に配置されたドーブされない酸化物及びドーブされた酸化物の層を有し、ドーブされない酸化物層とコンフォーマルな窒化物層の間に設けられたドーブされた酸化物層を有するSAC構造を有する。

【0017】

その後、ドーブされない酸化物層は、化学式 C_aF_b を有する第1のガスを含むガス流に基づいたプラズマを用いて、ドーブされた酸化物層に達するまでエッチングされる。ドーブされた酸化物に達する点は、例えばドーパントの存在を検出するために用意されたスペクトログラフ解析によって、または他の適当な手段によって定めることができる。次に、ドーブされた層は、化学式 $C_xH_yF_z$ を有する第2のガスを含むガス流に基づくプラズマを用いてエッチングされる。これらのガスの化学的組成物は、一般に少なくとも1つ、より一般的には少なくとも2つ、及び最も一般的には以下の3つの全ての条件を満足するものである。

30

a/b 2/3 ;

x/z 1/2 ; 及び

x/y 1/3

【0018】

上述したように、 $C_xH_yF_z$ は、下にある窒化物がエッチングされるのを保護する孔の側壁上に新規なフルオロポリマーの堆積を生じるので、これらのガスは、 C_aF_b より優れたコーナーの窒化物の選択性を示す。他方、主エッチングにおいて C_aF_b を使用することは、それが $C_xH_yF_z$ 単独で行なわれるよりも優れた垂直プロファイルを生じる点で有利である。更に、 C_aF_b は、非選択性の酸化物のエッチングであり、一方 $C_xH_yF_z$ のある混合物(例えば、 $C_2H_2F_4$ 及び CH_3 とArの混合物)は、ドーブされない酸化物上でエッチング停止の振舞いを示す。一般に、第1のガスは C_4F_6 であり、第2のガスは $C_2H_2F_4$ である。

40

【0019】

他の特徴として、本発明は、 C_4F_6 と $C_2H_2F_4$ の混合物に基づくプラズマを用いて、基板、例えば半導体性又は絶縁性基板をエッチングするための方法に関する。一般的に、

50

この混合物は、更に O_2 を含み、また一般的にキャリアとしてAr又は他の不活性ガスを含む。

【0020】

他の特徴として、本発明は、基板、例えば半導体性又は絶縁性基板をエッチングするための方法に関し、 C_4F_6 に基づいたプラズマで基板を先ずエッチングし、その後 $C_2H_2F_4$ に基づいたプラズマで基板をエッチングするステップを有する。

【0021】

更に、他の特徴として、本発明は、基板、例えば半導体性又は絶縁性基板をエッチングするための方法に関し、(a)誘電体層及び半導体層から成るグループから選ばれた、基板上に設けられた第1の層を有する構造をチャンバ内に位置決めするステップ、(b)化学式 C_aF_b を有する第1のガス及び化学式 $C_xH_yF_z$ を有する第2のガスを有する反応性ガス混合物をチャンバに供給するステップ、ただし、 $a/b = 2/3$ 及び $x/z = 1/2$ 、(c)十分なRFエネルギーをチャンバに与え、エッチングプラズマ及び基板の面に垂直な関連する電界を確立するステップ、(d)電界に実質的に垂直で、基板の面に実質的に平行な磁界をチャンバ内に与えるステップ、及び(e)プラズマが第1の層の少なくとも1部をエッチングすることができるステップを有する。

10

【0022】

更に、他の特徴として、本発明は、基板をエッチングする方法に関し、(a)半導体及び誘電体基板から成るグループから選ばれた基板を備えるステップ、(b)磁氣的に増強された反応性イオンエッチングプロセスによって基板をエッチングするステップを有し、前記プロセスは、基板に対する反応性ガス混合物のエッチング速度及び選択性から成るグループから選ばれた少なくとも1つのパラメータの値を増加するのに十分な量のガス混合物への水素ラジカル源の追加を含む。ガス混合物は、化学式 C_aF_b を有する第1のガス及び化学式 $C_xH_yF_z$ を有する第2のガスを有する。ただし、 $a/b = 2/3$ 及び $x/z = 1/2$ である。

20

【0023】

更に、他の特徴として、本発明は、基板をエッチングする装置に関し、エッチングされる基板を受け取るのに適合したチャンバ、及びチャンバと開放連通する少なくとも1つのリザーバを有する。この少なくとも一つのリザーバは、化学式 C_aF_b を有する第1のガス及び化学式 $C_xH_yF_z$ を有する第2のガスを有するガス混合物をチャンバに供給するのに適合している。ただし、 $a/b = 2/3$ 及び $x/z = 1/2$ である。また、このガス混合物は、一般に酸素を有する。

30

【0024】

他の特徴として、本発明は、基板をエッチングするための方法に関し、(a)半導体及び誘電体基板から成るグループから選ばれた、基板を設けるステップ、(b)少なくとも C_4F_6 、 O_2 及びArのガス混合物に基づいたプラズマの使用によって基板をエッチングし、それにより変更された基板を形成するステップ、(c)更に、少なくとも C_4F_6 、 O_2 、Ar及び $C_2H_2F_4$ のガス混合物に基づいたプラズマの使用によって変更された基板をエッチングするステップを有する。

【0025】

更に、他の特徴として、本発明は、基板をエッチングするための方法に関し、(a)(i)第1の層、(ii)ドーパされた酸化物、例えばホウ素リンシリケートガラス(BPSG)を有する第2の層、(iii)反射防止材料を有する第4の層、及び(iv)ドーパされない酸化物、例えばテトラエチルオルソシリケートを有する第2と第4の層の間に設けられた第3の層を有する基板を設けるステップ、(b)第4の層を通して及び第3の層を少なくとも部分的に通して延びる窪みを形成するように、 C_4F_6 、 O_2 、及びArを有する第1のガス混合物に基づいたプラズマの使用によって基板をエッチングするステップ、及び(c)窪みを実質的に第2の層へ延長するように、 C_4F_6 、 O_2 、Ar及び $C_2H_2F_4$ を有する第2のガス混合物に基づいたプラズマの使用によって基板をエッチングするステップを有する。

40

【0026】

50

更に、他の特徴として、本発明は、プラズマエッチングプロセスにおけるプロファイル及び/又はウエットクリーン間の平均ウエハ (Mean Wafer Between Wet Clean: MWBWC) 性能を制御する方法に関する。本方法によると、 $C_xH_yF_z/C_aF_b/O_2$ を含むガス混合体がエッチングプロセスにおいて使用される。 $C_xH_yF_z/C_aF_b/O_2$ の比がプロファイル及びウエットクリーン間の平均ウエハ (MWBWC) 性能を順次制御するポリマー化の程度を制御するために操作される。

【0027】

更に、他の特徴として、本発明は、シリコン基板上に設けられた第1と第2のゲート構造を有するSACを備えた基板に関する。このゲート構造は、それらの間に約 $0.25\mu m$ 未満、一般には約 $0.18\mu m$ 未満、そして最も一般的には約 $0.14\mu m$ 未満のギャップを有し、窒化シリコンの層によって覆われている。ドーパされていない酸化物の層が窒化シリコンの層上に設けられ、ドーパされた酸化物層がドーパされていない酸化物層と窒化シリコンの層の間に設けられる。一般に、ドーパされた酸化物層は、SAC構造を覆うために充分厚い。

10

【0028】

この構造は、 C_4F_6 と $C_2H_2F_4$ を有するガス混合物(混合物は、更に O_2 及び/又はArを含むこともできる)に基づいたプラズマエッチング操作に、または C_4F_6 を有する第1のガス流と $C_2H_2F_4$ を有する第2のガス流(第1と第2のガス流は、更に O_2 及び/又はArを含むこともできる)でエッチングするステップを含むプラズマエッチング操作に有利に用いられる。その操作において、スペクトログラフィック法を、エッチングチャンバ環境内でドーパされた酸化物層からドーパントの濃度の増加を検出することによってドーパされない酸化物層を通してエッチングの完了を検出するために用いることができる。この方法で、エッチングは、処理パラメータにおける変化でさえも確実に制御でき、窒化物層のファセッティングが避けられる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

詳細な説明に先だって、詳細な説明及び請求項に用いられているように、単数形は、明らかに断らない限り、複数を含むことに留意されたい。

ガスの成分に用いられるパーセント(%)は体積%であり、ガスの成分についての全ての比は、体積比である。

30

用語「選択性」は、a) 2つまたはそれ以上のエッチング速度の比、及びb) 一つの材料のエッチング速度が他の材料と実質的に異なる場合、エッチング中に達成される状態に言及するために用いられる。

用語「酸化物」は、一般に二酸化シリコン、及び一般式 SiO_x の他のシリコン酸化物ばかりでなく密接に関連する材料、例えばホウ素リンシリケート及び他の酸化物ガラスをいう。

用語「窒化物」は、窒素化シリコン(Si_3N_4)及びその化学量論変化をいい、後者は、化学式 SiN_x (ただし、 x は1と1.5の間である)によって一般に包含される。

【0030】

本発明の好適な実施例が示されている添付図面を参照して以下に本発明を説明する。しかし、本発明は、いろいろな形態で実施され、ここに述べられた実施例に限定して解釈されるべきではない。

40

【0031】

本発明は、基板をエッチングするのに適したプラズマを発生する特定のフルオロカーボン(炭化フッ素)ガスを含むガス流を利用する。エッチングされるべき基板は、一般に酸化物、窒化物及び/または半導体デバイスの製造に用いられる形式の他の半導体性又は誘電体材料を含む。

【0032】

いろいろなガスが本発明のガス流に使用される。ガス流に使用される特定のガスは、エッチングされる特定の基板又は材料、1つまたはそれ以上の材料、例えば窒化物層又はホ

50

トレジストへのガスの要求される選択性、エッチングプロセスにおける特定の点などのファクタ、及び他のファクタに依存して選択される。更に、ガス流の組成物は、時間の関数として、またはエッチング操作の進行の関数として変えられる。

【0033】

しかし、本発明において使用される好適なガスは、一般化学式 $C_a F_b$ 及び $C_x H_y F_z$ によって定義される。一般に、利用されるガス流は、 $C_a F_b$ を有する第1のガスと $C_x H_y F_z$ を有する第2のガスの混合物を含むが、幾つかの実施例において、第1と第2のガスは、代わりに、独立した処理ステップにおいて別々に用いることができる。従って、例えば、第1のガスは第1のエッチングステップにおいて(例えば、主エッチングにおいて)、そして第2のガスは第2のエッチングステップにおいて(例えば、オーバエッチングにおいて)用いることができる。これらのガスの化学的組成物は、以下の条件の、一般には少なくとも1つ、より一般的には少なくとも2つ、最も一般的には3つ全てが満足されるものである。

$$\begin{aligned} a/b &= 2/3; \\ x/z &= 1/2; \text{及び} \\ x/y &= 1/3 \end{aligned}$$

【0034】

好適な実施例において、第1のガスは $C_4 F_6$ であり、第2のガスは $C_2 H_2 F_4$ (フレオン134)である。しかし、ある状況では、フレオン134を $CH_3 F$ ($x/y=1/3$)、 $CH_2 F_2$ ($x/y=1/2$)、及び/又はトリフルオロメタン(CHF_3 、 $x/y=1$)で置き換えることが望ましい。また、ある状況では、 $C_4 F_6$ をオクタフルオロシクロブタン($C_4 F_8$)で置き換えることが望ましい。

【0035】

本発明に用いられるガス流は、一般に不活性ガスを含む。アルゴンは好適なキャリアガスである。何故ならば、それは安く、且ついろいろな商業ソースから容易に利用できるからである。しかし、他の不活性ガス、例えば窒素、ヘリウム、またはゼノンをその能力において使用することができる。

【0036】

本発明に使用されるガス流は、一般に酸素も含む。本発明のガス流への酸素の追加は、多くの利点を与えることがわかっている。特に多くのガス、例えば、 $C_2 H_2 F_4$ は、 $0.18 \mu m$ 未満のゲート構造間にギャップを有する SAC 構造をエッチングするために用いられる。何故ならば、ポリマー化(重合)の過剰な量がエッチングされる孔の閉鎖を導く一般的なエッチング条件の下で生じるからである。逆に、 O_2 及び $C_4 F_6$ を含むガス流は、孔の実質的な閉鎖のない構造をエッチングするために用いられる。実際、 $C_4 F_6/O_2$ は、約 $0.14 \mu m$ 未満のフィーチャサイズをエッチングするために首尾よく使用される。

【0037】

幾つかの実施例において、ガス流は CO を含むことができる。CO の使用は、ポリマー化の程度が高く達成されるように、ある場合、それがプラズマの炭素濃度を増加するために使用されることができるという点で有利である。例えば、極端に高いホトレジストが必要な場合、これは重要である。この分野で知られている他の添加剤をいろいろな目的のためにガス流に加えることもできる。

【0038】

プラズマは、所望の炭素濃度を有する最適なフルオロカーボンのラジカル CF_n ($n=1, 2, 3$) を含む本発明のガス流から発生することができる。処理パラメータ、たとえば $C_a F_b/C_x H_y F_z$ を及び $C_a F_b/O_2$ ガスの比、全ガス流、添加剤のガス流、RF 電力、チャンバ圧力及び B - 磁界強度の適切な操作を通して、所望の程度のポリマー化がエッチングされる基板の表面上に誘導される。形成された高い炭素濃度は、誘電体のエッチング応用の広い範囲で優れた性能を与え、コーナー及び平らな窒化物の選択性、ホトレジストの選択性、下層の選択性、及び底部の臨界寸法の均一性を改善するのに役立つ。

【0039】

10

20

30

40

50

更に、ガス流における $C_xH_yF_z / C_aF_b / O_2$ の比、したがって結果的に生じるポリマー化の程度を調整することによって、良好なプロファイル制御及びウエットクリーン間の平均ウエハ (MWBWC) 性能が得られる。更に、その結果生じるプラズマは、エッチングプロセスがエッチングされている膜に対して敏感でなくする自由な F を含まない。したがって、ドーブされた、及びドーブされない誘電体フィルム間にチューニングを必要としない。

【0040】

上述した第1と第2のガスの混合物は、本発明において使用するのに特に適しており、多くの利点を与える。したがって、例えば、 $C_xH_yF_z$ ガスに基づいたプラズマは、しばしば、ドーブされない酸化物の膜に対して選択性があることがわかった。しかし、充分な量の C_aF_b の、プロセスガス混合物への付加によって、その結果生じるプラズマは、なんらエッチング停止のない所望の深さまでドーブされない酸化物の膜をエッチングすることができる。

10

【0041】

逆に、混合物における C_aF_b の割合は、ドーブされない酸化物層上でエッチング停止することが必要な場合、処理ノブとして使用することができる。特に、ドーブされない酸化物層がエッチング停止に近づくにしたがって、ガス混合物における C_aF_b の量は減少される(必要に応じて、ゼロまで)。ドーブされた、又はドーブされない酸化物層の接近を検出するために、一般にドーパント濃度の像がまたは現象に対するチャンバ雰囲気監視することによって、分光技術または他の適当な方法を用いることができる。

20

【0042】

本発明にしたがって、特にガス混合物が酸素を含む場合、高い、窒化物の選択性を与える混合ガスを作ることにもできる。したがって、例えば、 $C_4F_6 / O_2 / Ar / C_2H_2F_4$ の化学作用は、SAC 応用における側壁の窒化物及び平らな窒化物上に良好な不動態を与えることが判った。逆に、 $C_4F_6 / O_2 / Ar$ のみの化学作用は、それが良好な平らな窒素化物の選択性を与えるけれども、コーナーの窒化物の高い選択性を示さない。

【0043】

本発明によるエッチングは、一般に、エッチングされる基板が取り付けられる低圧力チャンバ内に維持されるプラズマの使用によって行なわれる。本発明において使用するのに適したエッチング装置は特に限定されない。むしろ、本発明の方法は、多くの既知のプラズマリアクタを用いて実施されることができる。これらのリアクタは、例えば、アプライド社から商業的に利用でき、特許文献2及び特許文献3ばかりでなく、特許文献4及び特許文献1にも記載されているIPSエッチングリアクタを含む。

30

【0044】

しかし、一般に、本発明の方法は、磁気増強反応性イオンエッチング (Magnetically Enhanced Reactive Ion Etch: MERIE) チャンバ内に維持された低または中密度プラズマの使用によって実施される。エッチングチャンバは、プラズマを生成するために使用されるガスのリザーバと連通している。これらのリザーバは、例えば Ar , O_2 , CO , NH_3 , $C_xH_yF_z$ 及び C_aF_b のシリンダーを有する。

【0045】

図2は、本発明において使用するのに適したMERIEシステム100の簡略化した概念図である。システム100は、処理チャンバ101を有する。このチャンバ101は、囲まれた容積を画定する側壁102、フロアー(底部)104及び蓋106の組を有する。ガスパネル110は、チャンバによって画定された、囲まれた容積に反応性ガス(エッチング化学作用)を供給する。システム100は、更に、電界がペDESTALアッセンブリ108とチャンバ102及び蓋106間に確立されるようにペDESTALアッセンブリ108を駆動するRF電源122及びマッチング回路120を有する。コイル103の組がプラズマ124の磁気制御を容易にするために、チャンバ101の側壁の周りに配置される。

40

【0046】

ペDESTALアッセンブリ108は、チャンバ内でカソード112に中央で取り付けられ

50

、カラー 118 によって囲まれているペDESTAL 114 を有する。ペDESTAL は、ワークピース、例えばチャンバ内で処理される半導体を保持する。プラズマ反応チャンバ 101 は、低いエネルギープラズマを生成し、維持するために容量性結合された RF 電力を用いる。プラズマは、低、中、高密度であるが、本発明の実施には低から中密度プラズマが好適である。RF 電力は、マッチング回路 120 を介して 1 つまたはそれより多い RF 周波数を生じる RF 電源から結合される。蓋 106 及び壁 102 は、接地され、RF 電力に対して接地基準(アノード)として働く。図 2 に示された構成に関して、プラズマ密度は、マッチング回路 120 を介して電源 122 から与えられる RF 電力によって制御される。

【0047】

半導体ウエハの処理において、カソード 112 は、一般に、導電性材料、例えばアルミニウムから作られる。ペDESTAL 114 は、一般に、ポリマー、例えばポリイミド、又はセラミック材料、例えば、窒化アルミニウム又は窒化ホウ素から作られる。ワークピース 116 (すなわち、半導体ウエハ)は、一般に、シリコンから作られる。プラズマに結合する電界は、ワークピース及びペDESTAL の双方を通る。カソード及びワークピースは、異なった材料から作られるので、これらの材料は、プラズマに異なった影響を及ぼす。結果的に、ウエハのエッジ 125 においてプラズマパラメータ及びプロセスの均一性の急激な変化がある。ウエハのエッジ 125 におけるプロセスの均一性を改善するために、カラー 118 がペDESTAL 114 を囲み、部分的にペDESTAL と重なっている。プロセスキットとしても知られているカラー 118 は、一般に、クォーツのような材料から作られる。

【0048】

使用中に、ガス流が 1 つまたはそれより多いガス源からガスパネル 110 を通して供給される。一般に、これらのガス源は、1 つまたはそれより多い供給口に接続された所望のエッチング化学物質、例えば Ar 、 O_2 、 CO 、 C_4F_6 、 $C_2H_2F_4$ のいろいろな成分を含む加圧されたタンクである。ガス源は、一般に、磁気又は半導体メモリにプロセスレシピをストアするシステムコントローラの直接的又は間接的制御下にあるので、これらガス源からのガスの流れは、チャンバ内の雰囲気構成を制御又は変更するために独立して調整することができる。真空ポンプシステムがチャンバを予め選択された圧力に保つためにチャンバに接続される。

【0049】

本発明の実施に有利に使用される MERIE チャンバに対するいろいろなアクセサリや改良、及び技術が開発されている。例えば、特許文献 5 は、ウエハのより均一で、繰り返し可能なエッチングを行なえるように、プラズマの均一性の制御ばかりでなく、MERIE チャンバ内でウエハ表面を横切ってイオンエネルギーやラジカル成分の均一性を改善する方法を開示している。これらの方法や特許文献 5 に記載された改善された MERIE チャンバは、本発明の実施に適用できる。

【0050】

プラズマエッチングにおいてエンドポイント(終点)の検出のための監視するプロセスとして、発光分析(Optical Emission Spectroscopy: OES)を本発明において有利に使用することができる。図 2 に示した形式のチャンバにおいて、これは、例えば、ウエハ上のプラズマ領域を横方向に調べるために、チャンバ壁を貫通する孔に置かれた光ファイバを設けることによって容易になされる。光学検出システムが光ファイバの他端に接続され、プラズマにおける 1 以上の種と関連するプラズマ放射スペクトルに適合される 1 つまたはそれより多くのファイバ及び処理回路を含む。新しい信号が現れ、または古い信号が減少するのいずれかにしたがって、エッチングプロセスの一つのステップが完了したことを決めるために信号を用いることができる、システムコントローラに生の検出信号またはトリガ信号が電子的に供給される。この決定に関して、システムコントローラは、プロセスレシピを調整するか、またはエッチングステップを終えることができる。

【0051】

本発明の幾つかの適用において、エッチングされる基板は、エンドポイントを決定するこの能力を利用するように設計することができる。例えば、小さなフィーチャサイズ、例

10

20

30

40

50

えば、約 $0.25\ \mu\text{m}$ 未満のゲート構造間にギャップを有する SAC 構造を有する進歩した構造において、コーナーの窒化物の選択性は非常に重要である。これは、厚さが減少される（一般に、 $500\sim700$ の範囲内に）このような小さなフィチャサイズがゲート構造上に設けられたコンフォーマルな窒化物層を必要とするという事実にもよる。コーナーの窒化物は、一般に、多面化する傾向があるので、プラズマのコーナー窒化物の選択性を更に増加することによってこの傾向を補償することが必要になる。

【0052】

本発明の背景において、これは、ドーブされない層とコンフォーマルな窒化物層との間に設けられたドーブされた層を有する SAC 構造上にドーブされない酸化物層及びドーブされた酸化物層を堆積することによって達成される。その後ドーブされない酸化物は、良好な垂直プロファイルを与える化学物質、例えば C_4F_6 を用いて主エッチング中にエッチングされる。その後、OES が主エッチングのエンドポイントをマークするドーブされた酸化物層（これは、一般に、ホウ素のような材料である）からのドーパントの、エッチングチャンバ雰囲気における発生を検知するために用いられる。その後化学作用は、 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ または高くされたコーナー窒化物の選択性を示す他の材料に変更される。化学作用の変更は、エンドポイントに達したとき、 C_4F_6 を $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ で完全に置き換えることによって、或いは単純に、 C_4F_6 の濃度の減少によりそれに伴ってガス流における $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ の濃度の増加によって特徴づけられる。このツーステッププロセスの使用を通して、主エッチングは、容易に制御され、且つ孔の深さが窒化物に近づいたとき停止され、それにより窒化物層の多面化を避けることができる。

【0053】

種エッチャントとしての C_4F_6 使用と共にここで酸化物のドーブされない層の使用は、 C_4F_6 が孔を塞ぐことなく良好な垂直プロファイルを提供する。逆に、 $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ の化学作用の使用は、幾つかの適用において、ポリマー化の結果として孔の上部で孔を狭めたり（ネック化）、場合によっては孔を塞ぐようになる。しかし、当業者は、浅い穴（例えば、約 $3000\sim4000$ 未満）が必要とされ、したがって、閉塞の可能性最小の場合、及び良好な垂直プロファイルの必要性が重要でない場合、全体の酸化物層をドーブし、且つ $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ の化学作用を単一のエッチングステップにおいて孔を画定するために使用することができる。

【0054】

本発明の方法は、幾つかの形式の進歩した構造を製造することを可能にする。このような進歩した構造の例は、図3の断面図に示される2つのトランジスタに対して自己整合コンタクト (self-aligned contact: SAC) 構造である。SAC 構造は、例えば、酸化シリコンまたは窒化シリコンであるシリコン基板 202 上に設けられる。また、SAC 構造は、ゲート酸化物 203、ポリシリコン層 204（ドーブされまたはドーブされない）及び酸化物のハードマスク 205 の層を堆積することによって、及びゲート構造 210 の間にギャップ 212 を有する2つの接近した間隔のゲート構造 210 にこれらの層をホトリソグラフィ的に形成することによって形成される。

【0055】

その後、化学気相堆積が、ゲート構造 210 の上部や側壁ばかりでなくギャップ 212 の底部を覆う、厚さが約 $100\sim500$ の窒素化シリコン (Si_3N_4) の実質的にコンフォーマルな層をウェハ上に堆積するために使用される。ドーパントイオンは、それぞれのゲート 210 を有する2つのトランジスタ用の共通ソースとして作用する自己整合された p 型または n 型ウェル 216 を形成するためにマスクとしてゲート構造 210 を用いてイオン注入される。トランジスタのドレイン構造は示されていない。

【0056】

酸化物層がこの前に画定された構造上に堆積される。この酸化物層は、一般に、約 900 の厚さを有し、単一のフィールド酸化物層であるか、または、図3に示されるように、構造 TEOS/PSG cos/PSG（ゲート間のギャップを BPSG/PSG で充填する）は厚さ 207 が第1の 5000 であり、且つドーブされない酸化物層 208 は次の 4000 である2

10

20

30

40

50

つの部分構成を有している。

【0057】

約4000と約9000の間のホトレジスト層が酸化物層208上に堆積され、且つ続く酸化物のエッチングステップが酸化物層208を通してコンタクトホール222(孔)をエッチングし、孔222の下にある窒化物層224の部分上で停止するように写真によってマスクに規定される。エッチング後スパッタリングがギャップ212の底部にある窒化物部分224を除去するために使用される。窒化シリコンは、金属、通常はアルミニウムに対する電氣的絶縁体として作用し、その後、コンタクトホール222に充填される。幾つかの実施例において、定在波の有害な効果を除去することができる複屈折反射防止膜(Birefringent Antireflective Coating: BARC)223または他の形式の材料が光学的に設けられる。一般に、約900未満の厚さであるこの材料は、酸化物層及びホトレジストマスク間に一般に設けられる。

10

【0058】

図2に示される構造の幾つかの変形が可能である。したがって、他の特定の実施例において、ハードマスクが以下の3つの連続するマスクの1つで置き換えられる。

(1)窒化シリコンの層;

(2)タングステンシリサイド(WSix)の層、窒化シリコンの層及び酸化物のハードマスク(その順番で);または

(3)タングステンシリサイド(WSix)の層及び窒素化シリコンの層

【0059】

本発明のガス混合物によって提供される選択性の重要性は、SAC及び他の進歩した構造ばかりでなく、挑戦したこれらの構造によってもたらされる利点を考慮することによって理解されるであろう。窒化物は絶縁体として作用するので、SACの構造及びプロセスは、直径が一般に約0.14~約0.25 μm であるコンタクトホール222がゲート構造210間のギャップ212の幅より広いという利点を提供する。更に、ゲート構造210を伴うコンタクトホールのホトグラフィックレジストリ(photographic registry)は、正確である必要がない。しかし、有利な効果を達成するために、SAC酸化物のエッチングは、窒化物に対して非常に選択性がなければならない。選択性の多くの値が酸化物と窒化物のエッチング速度の比として計算される。選択性は、ギャップ上及びギャップの隣の窒化物層214のコーナー226において特に重要である。何故ならば、コーナー226は、酸化物のエッチングに対して最も長く曝される窒化物の部分であるからである。更に、それらはコーナー226において多面を形成する傾向にある早いエッチングに好ましい形状を有している。

20

30

【0060】

更に、増加された選択性は、うねっているウエハ上の酸化物層の平坦化に対する化学機械的研磨(chemical mechanical polishing: CMP)の増加した使用が必要とされる。平坦化は、波打った下層の基板上に平らな酸化物表面を生成し、それによって著しく変る厚さの酸化物層を生成する。結果的に、酸化物のエッチング時間は、酸化物の貫通を確かにするために、設計の厚さのエッチングより著しく高く、いわゆる100%だけ高く設定されなければならない。これは、オーバエッチングと呼ばれ、他のプロセス変化の原因となる。しかし、薄い酸化物を伴う領域に対して、窒化物はエッチング環境に非常に長く露出される。

40

【0061】

都合の悪いことに、選択性の必要な程度は、ゲート構造210とコンタクトホール222へ充填された金属間の電氣的短絡の可能性に反映される。ホトレジスト層220は窒化物層214より非常に厚く作られているので、ホトレジストの選択性は窒化物の選択性ほど臨界的でないけれども、エッチングはホトレジストにも選択性がなければならない。

【0062】

本発明は、以下の限定されない例を参照して説明される。

例1

50

この実験は、ドーブされない酸化物上のフレオン (Freon) 1 3 4 のエッチング停止の振舞いを示す。

ドーブされない酸化物の基板の上に設けられたウエハの中央において 9 % P S G の表面層からなったウエハが設けられた。e M A X チャンバを備えた M E R I E リアクタを用いて、及び C_4F_6 / フレオン 1 3 4 / O_2 / A r から成るガス流を用いて 3 つの分離した孔がウエハにエッチングされた。処理パラメータは以下のとおりである：

チャンバ圧力： 4 0 ~ 8 0 mTorr

プラズマを発生するために使用された電力： 1 0 0 0 ~ 1 8 0 0 ワット

カソード温度： 1 5 ~ 3 5

B - フィールド (磁界)： 0 ~ 5 0 ガウス

O_2 の流速： 1 5 sccm

フレオン 1 3 4： 2 ~ 8 sccm

A r の流速： 5 0 0 sccm

C_4F_6 の流速： 2 0 ~ 3 0 sccm

エッチング期間は、約 6 0 ~ 9 0 秒であった。プラズマは、ドーブされた酸化物表面の層を容易に貫通したが、下にある基板に関してエッチング停止の振舞いを示した。

【 0 0 6 3 】

例 2

この例は、平坦な窒化物に関してフレオン 1 3 4 が示す選択性の不足を示す。

以下の層のシーケンスから成るウエハが与えられた。

材料	厚さ
D U V P R	
B A R C	7 0 0 Å
T E O S	4 0 0 0 Å
B P S G	4 0 0 0 Å
SiON ライナー	1 8 0 Å
ポリゲート	

例 1 の方法及び装置を用いて、P B S G 層が露出されるまで 2 5 : 1 5 : 5 0 0 のそれぞれの流速比でドーブされない酸化物層 8 が C_4F_6 / O_2 / A r の化学作用横を用いてエッチングされた。

次に、この化学作用は、6 : 8 0 : 9 0 のそれぞれの流速比でフレオン 1 3 4 / CHF_3 / A r に切替えられ、エッチングが続けられた。プラズマはギャップの底部において平坦な窒化物層を貫通し、したがって、平坦な窒化物に対してフレオン 1 3 4 の選択性の不足を実証している。

【 0 0 6 4 】

例 3

この例は、 C_4F_6 / O_2 / A r だけの化学作用によって示された質の悪いコーナーの窒化物の選択性を示している。

例 2 の実験は、異なる化学作用を用いて繰返された。それぞれ 3 0 / 2 0 / 5 0 0 の流速を有する T E O S 層を通してエッチングするために、 C_4F_6 / O_2 / A r が用いられた。エッチングは、プラズマが B P S G 層を貫通し、コーナーの窒化物と接触した。次に、それぞれ 2 7 / 1 5 / 5 0 0 / 9 の流速を用いて、B P S G 層を通してエッチングするために、 C_4F_6 / O_2 / A r / フレオン 1 3 4 が用いられた。プラズマは、平坦な窒化物部分に関してエッチング停止の振舞いを示し、したがって、平坦な窒化物に対して、 C_4F_6 / O_2 / A r / フレオン 1 3 4 の化学作用の選択性を示した。しかし、第 1 のエッチング停止中にプラズマと接触したコーナーの窒化物は、著しく腐蝕され、したがって、 C_4F_6 / O_2 / A r / フレオン 1 3 4 のみの化学作用が質の悪いコーナー窒化物の選択性を示すことを実証した。

【 0 0 6 5 】

例 4

この例は、フレオン 1 3 4 / C_4F_6 / O_2 / Ar のみの化学作用によって示された良好なコーナー窒化物及び平坦な窒化物の選択性を示す。

プラズマがコーナー窒化物に接触する前に、第 1 のエッチングステップが停止されたことを除いて、例 3 の実験が繰返された。それぞれ 2 7 / 1 5 / 5 0 0 / 4 の流速を用いて B P S G を通してエッチングするために、 C_4F_6 / O_2 / Ar / フレオン 1 3 4 A が第 2 のエッチングステップに用いられた。

プラズマは、再び平坦な窒化物に関してエッチング停止の振舞いを示した。しかし、更に、コーナー窒化物の選択性は著しく改善され、したがって、コーナー窒化物に対する C_4F_6 / O_2 / Ar / フレオン 1 3 4 A の選択性を実証した。フレオン 1 3 4 A の低い流速は、フレオン 1 3 4 A が低濃度でさえも効果的なポリマー形成剤であることも実証している。

【 0 0 6 6 】

例 5

この例は、ドーブされない酸化物上のフレオン 1 3 4 / C_4F_6 / O_2 / Ar の化学作用のエッチング停止の振舞いを示す。

フレオン 1 3 4 / C_4F_6 / O_2 / Ar がそれぞれ 2 7 / 1 5 / 5 0 0 / 8 の流速でプロセスガスとして用いられたことを除いて、例 1 の実験が繰返された。結果として生じたプラズマが観察され、ドーブされない酸化物層上で良好なエッチング停止の振舞いを示した。一般に、エッチング停止の振舞いは、8 またはそれより大きいフレオン 1 3 4 の流速で観察された。フレオン 1 3 4 の流速比が非常に高い場合、過剰なポリマー化が生じるので、約 8 ~ 約 1 2 の範囲内のフレオン 1 3 4 の流速比が一般に用いられる。

【 0 0 6 7 】

上記の例は、プロセスガスの組成を変えることによって、ドーブされ、及びドーブされない酸化物の双方をエッチングする、またはドーブされない酸化物上でエッチング停止を達成する能力を示す。この例は、いずれかのガスのみで達成される結果と比較して、フレオン 1 3 4 及び C_4F_6 の混合物で達成可能なコーナー窒化物の選択性における改善を示す。

【 0 0 6 8 】

本発明は、模範的な幾つかの実施例に関して説明されたけれども、当業者に明らかな上述の実施例の多くの変化がある。これらの変化は、請求項によってのみ限定されるべきである本発明の教示の範囲内であることが理解される。

【 0 0 6 9 】

例えば、この明細書（請求項、要約及び図面を含む）で説明された全ての特徴、及び/または説明された方法またはプロセスの全てのステップは、特徴及び/またはステップの少なくともいくつかが相互に排他的である場合の組み合わせを除いて、如何なる組み合わせも可能である。

【 0 0 7 0 】

更に、この明細書（請求項、要約及び図面を含む）に開示された各特徴は、特に断らない限り、均等物または同じ目的を奏する他の特徴によって置き換えることができる。したがって、特に断らない限り、開示された各特徴は、一般的な一連の均等な特徴の一例のみである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 1 】

【 図 1 】 従来の S A C 構造の概略図である。

【 図 2 】 本発明のいろいろな実施例によって使用される模範的なエッチングチャンバの概略図である。

【 図 3 】 本発明の方法を使用してエッチングされることができる S A C 構造の概略図である。

【図 1】

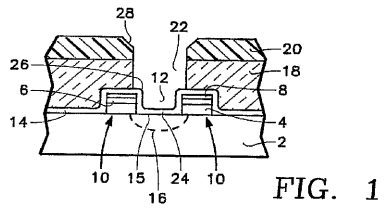
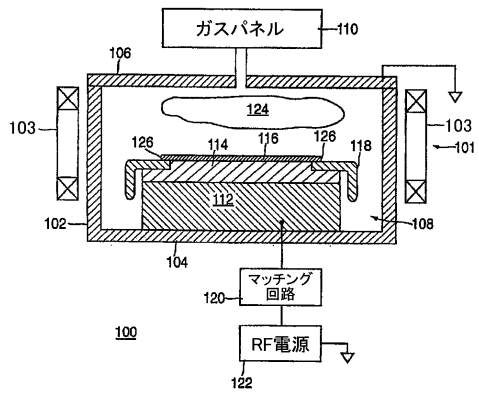


FIG. 1

【図 2】



【図 3】

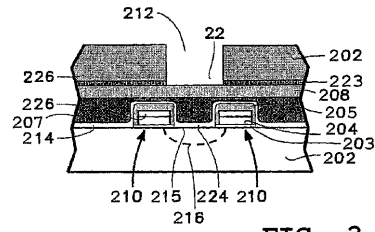


FIG. 3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

US 02/39906

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L21/311

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)

IPC 7 H01L

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00/30168 A (APPLIED MATERIALS INC ; HUNG HOIMAN RAYMOND (US); SHAN HONGCHING (U) 25 May 2000 (2000-05-25) abstract page 19, line 23 - page 22, line 1 page 25, line 20 - page 26, line 28 page 28, line 25 - page 29, line 12 tables 7,8 figures 1,6,11,12	1-25, 29-38, 40-66
A	----- -/--	26-28, 39,67-74

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* 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 document 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 another 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

"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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 October 2003

Date of mailing of the international search report

05.02.2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5816 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ekoué, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

I JS 02/39906

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 964 438 A (ELECTRONIC IND ASS OF JAPAN ;NIPPON ZEON CO (JP); JAPAN AS REPRESE) 15 December 1999 (1999-12-15)	1-9,11, 12, 16-19, 22,31, 33, 36-39, 46-66
A	page 3, paragraph 11-20	10, 13-15, 20,21, 23-30, 32,34, 35, 40-45, 67-74
X	----- US 6 174 451 B1 (HUNG RAYMOND ET AL) 16 January 2001 (2001-01-16) cited in the application abstract column 3, line 6 - column 4, line 8 column 6, line 65 - column 7, line 2 column 11, lines 1-4 figures 1-4,6; tables 1-4	36-38, 40-66
A		1-35,39, 67-74
A	----- US 6 232 236 B1 (SHAN HONGQING ET AL) 15 May 2001 (2001-05-15) abstract column 3, line 30 - column 4, line 34	36-44, 46-66
A	----- US 2001/005614 A1 (KIM YOUNG SEO ET AL) 28 June 2001 (2001-06-28) paragraph [0038] figure 2D	1-74
A	----- WANG J ET AL: "ENHANCED SELF ALIGNED CONTACT (SAC) ETCH STOP WINDOW BY USING C4F6 CHEMISTRY" 2001 PROCEEDINGS IEEE/SEMI ADVANCED SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CONFERENCE AND WORKSHOP. (ASMC). MUNICH, GERMANY, APRIL 23 - 24, 2001, IEEE/SEMI ADVANCED SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CONFERENCE AND WORKSHOP, NEW YORK, NY: IEEE, US, vol. CONF. 12, 23 April 2001 (2001-04-23), pages 101-105, XP001036276 ISBN: 0-7803-6555-0 the whole document figure 1 -----	1-45, 67-74

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ational application No.
PCT/US 02/39906

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 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 II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

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

see additional 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 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.:

1-74

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US 02/39906

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-74

A method for etching a substrate, using a plasma based on a mixture of fluorocarbons (CF and CHF).
An apparatus for etching substrates, comprising the above mixture.

2. claims: 75-80

A device comprising a substrate, a first and a second gate structures disposed on the substrate, these gates being separated to each other by a gap of less than about 0.25 microns, a layer of silicon nitride disposed over the gates structures and the gap, a layer of doped oxide disposed on the layer of silicon nitride, and a layer of undoped oxide disposed over the layer of doped oxide.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 h
 onal Application No
 PCT/US 02/39906

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0030168	A	25-05-2000	US 6174451 B1	16-01-2001
			US 6387287 B1	14-05-2002
			JP 2002530863 T	17-09-2002
			WO 0030168 A1	25-05-2000
			US 6602434 B1	05-08-2003
			US 6613691 B1	02-09-2003
			US 2003000913 A1	02-01-2003

EP 0964438	A	15-12-1999	EP 0964438 A1	15-12-1999
			US 6383403 B1	07-05-2002
			WO 9819332 A1	07-05-1998
			JP 10189553 A	21-07-1998
			KR 2000052977 A	25-08-2000
			TW 403955 B	01-09-2000
			JP 10199866 A	31-07-1998

US 6174451	B1	16-01-2001	US 6183655 B1	06-02-2001
			JP 2002530863 T	17-09-2002
			WO 0030168 A1	25-05-2000
			US 6387287 B1	14-05-2002
			US 6602434 B1	05-08-2003
			US 6613691 B1	02-09-2003
			JP 2001517868 T	09-10-2001
			TW 442866 B	23-06-2001
			WO 9916110 A2	01-04-1999
			US 6361705 B1	26-03-2002

US 6232236	B1	15-05-2001	US 2001009139 A1	26-07-2001

US 2001005614	A1	28-06-2001	KR 2001063762 A	09-07-2001
			JP 2001230387 A	24-08-2001

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,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,IE,IT,LU,MC,NL,PT,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,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE, ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,M Z,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ジョシ アジェイ エム

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 5 サン ホセ シルヴァーランド ドライヴ 3
0 7 1

(72)発明者 ング ピュイ マン アグネス

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 8 6 サニーヴェイル # 7 1 0 ウェスト カリフ
オルニア アベニュー 2 0 1

(72)発明者 スティンネット ジェイムス エイ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 4 0 マウンテン ビュー チェリーツリー レーン
1 7 5 1

(72)発明者 ダデュ ウサマ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 2 3 ホリスター クレストヴィュー ロード 1 3
0 0

(72)発明者 レギス ジェイソン

アメリカ合衆国 ニューハンプシャー州 0 3 8 4 8 キングストン メドー ウッド ロード
2 1

F ターム(参考) 5F004 AA02 BA08 CB02 DA00 DA23 DA26 DB03 DB06 EA28 EB03

5F033 HH08 NN40 QQ09 QQ12 QQ13 QQ27 QQ28 QQ35 QQ37 RR01

RR04 RR06 RR14 RR15 SS04 TT07 WW00 WW01 WW04 WW06

XX09