

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5164981号  
(P5164981)

(45) 発行日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(24) 登録日 平成24年12月28日(2012.12.28)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 45/00 (2006.01)	HO 1 L 45/00 A
HO 1 L 27/105 (2006.01)	HO 1 L 27/10 4 4 8
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 1 O 1 B

請求項の数 15 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2009-518436 (P2009-518436)	(73) 特許権者	592010081
(86) (22) 出願日	平成19年6月8日(2007.6.8)		ラム リサーチ コーポレーション
(65) 公表番号	特表2009-543351 (P2009-543351A)		LAM RESEARCH CORPOR
(43) 公表日	平成21年12月3日(2009.12.3)		ATION
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/070795		アメリカ合衆国, カリフォルニア 945
(87) 国際公開番号	W02008/002760		38, フレモント, クッシング パークウ
(87) 国際公開日	平成20年1月3日(2008.1.3)		エイ 4650
審査請求日	平成22年5月12日(2010.5.12)	(74) 代理人	110000028
(31) 優先権主張番号	11/479, 303		特許業務法人明成国際特許事務所
(32) 優先日	平成18年6月29日(2006.6.29)	(72) 発明者	フー・チエン
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州945
			55 フレモント, ノースアンバーランド
			・テラス, 3842

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 相変化合金のエッチング方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

デバイスを形成するための方法であって、  
相変化層を設ける工程と、  
前記相変化層をエッチングする工程と、  
前記相変化層をエッチングする工程の後に実行される工程であって、前記相変化層をエッチングする工程の間に前記相変化層の側壁に形成された不動態層に対してフラッシングガスのプラズマを用いたフラッシングを行って前記不動態層を除去する工程と、  
を備え、

前記相変化層をエッチングする工程は、  
臭素含有化合物を含むエッチングガスを供給する工程と、  
前記エッチングガスからプラズマを形成する工程と、  
を備える、方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、前記相変化層をエッチングする工程は、さらに、ウエハ温度を 40 以下に維持する工程を備える、方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の方法であって、前記エッチングガスは、さらに、フッ素含有化合物および塩素含有化合物の少なくとも一方を含む、方法。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の方法であって、前記エッチングガスは、さらに、希ガスを含む、方法。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の方法であって、前記エッチングガスは、前記臭素含有化合物の流量よりも大きい希ガスの流量を有する、方法。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の方法であって、前記相変化層は、ゲルマニウム - アンチモン - テルル合金、および、アンチモン - テルル合金、の内の 1 つである、方法。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の方法であって、さらに、前記相変化層の上に電極層を設ける工程を備える方法。 10

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法であって、さらに、前記相変化層のエッチングと同じエッチング処理で、前記電極層を開口する工程を備える、方法。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の方法であって、前記臭素含有化合物は H B r である、方法。

【請求項 10】

請求項 3 に記載の方法であって、前記臭素含有化合物は H B r であり、前記フッ素含有化合物および前記塩素含有化合物の前記少なくとも一方の流量は、前記 H B r の流量よりも小さい、方法。 20

【請求項 11】

デバイスを形成するための方法であって、  
 ゲルマニウム - アンチモン - テルル合金、および、アンチモン - テルル合金、の内の 1 つを含む相変化層を設ける工程と、  
 前記相変化層の上に電極層を設ける工程と、  
 前記電極層を開口する工程と、  
 前記相変化層をエッチングする工程と、  
前記相変化層をエッチングする工程の後に実行される工程であって、前記相変化層をエッチングする工程の間に前記相変化層の側壁に形成された不動態層に対してフラッシングガスのプラズマを用いたフラッシングを行って前記不動態層を除去する工程と、 30  
 を備え、

前記電極層を開口する工程は、

H B r と、フッ素含有化合物および塩素含有化合物の少なくとも一方と、希ガスとを含むエッチングガスを供給する工程と、

前記エッチングガスからプラズマを形成する工程と、

ウエハ温度を 40 以下に維持する工程と、

を含み、

前記相変化層をエッチングする工程は、

H B r と、フッ素含有化合物および塩素含有化合物の少なくとも一方と、希ガスとを含むエッチングガスを供給する工程と、 40

前記エッチングガスからプラズマを形成する工程と、

ウエハ温度を 40 以下に維持する工程と、

を含み、

前記希ガスの流量は前記 H B r の流量よりも大きく、

前記フッ素含有化合物および前記塩素含有化合物の前記少なくとも一方の流量は、前記 H B r の流量よりも小さい、方法。

【請求項 12】

配置された相変化層にフィーチャを形成するための装置であって、

プラズマ処理チャンバであって、 50

プラズマ処理チャンバ容器を形成するチャンバ壁と、  
 前記プラズマ処理チャンバ容器内で基板を支持するための基板支持と、  
 前記プラズマ処理チャンバ容器内の圧力を調整するための圧力調整手段と、  
 前記プラズマ処理チャンバ容器に電力を供給してプラズマを維持するための少なくとも1つの電極と、  
 前記プラズマ処理チャンバ容器にガスを供給するためのガス流入口と、  
 前記プラズマ処理チャンバ容器からガスを排出するためのガス流出口と、を備える、  
 プラズマ処理チャンバと、  
 前記ガス流入口と流体連通するガス供給源であって、  
 臭素含有化合物供給源と、  
 希ガス供給源と、  
 フッ素含有化合物ガス供給源および塩素含有化合物ガス供給源の少なくとも一方と、  
 を備える、ガス供給源と、  
 前記ガス供給源と前記少なくとも1つの電極とに制御可能に接続された制御部であって

10

、  
 少なくとも1つのプロセッサと、  
 コンピュータ読み取り可能な媒体と、を備える、制御部と、  
 を備え、  
 前記コンピュータ読み取り可能な媒体は、  
 臭素含有化合物を含むエッチングガスを供給するためのコンピュータ読み取り可能な  
 コードと、  
 前記エッチングガスからプラズマを形成して前記相変化層をエッチングするためのコ  
 ンピュータ読み取り可能なコードと、  
前記相変化層のエッチングの後に、前記相変化層のエッチングの間に前記相変化層の  
側壁に形成された不動態層に対してフラッシングガスのプラズマを用いたフラッシングを  
行って前記不動態層を除去するためのコンピュータ読み取り可能なコードと、  
 を備える、装置。

20

#### 【請求項13】

請求項12に記載の装置であって、さらに、前記エッチングガスからプラズマを形成す  
 る工程の間、ウエハ温度を40以下に維持するためのコンピュータ読み取り可能なコー  
 ドを備える、装置。

30

#### 【請求項14】

請求項12または13に記載の装置であって、前記臭素含有化合物はHBrである、装  
 置。

#### 【請求項15】

請求項12ないし14のいずれかに記載の装置であって、前記エッチングガスは、さら  
 に、フッ素含有化合物および塩素含有化合物の少なくとも一方を含む、装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、半導体デバイスの形成に関し、特に、相変化メモリデバイスを形成するた  
 めのエッチングに関する。

40

#### 【背景技術】

#### 【0002】

相変化メモリの形成では、ゲルマニウム(Ge)、アンチモン(Sb)、テルル(Te)  
 )(以降、GSTと呼ぶ)などを含む合金を用いて、相変化メモリ素子を形成する。

#### 【0003】

相変化メモリ素子の一例では、各素子は、GSTで形成される。素子は、電流を素子  
 に通すことによって、加熱された後に冷却されてよい。急速な冷却によって、アモルファス  
 抵抗( $r_a$ )を有するアモルファス構造を提供してよい。より遅い冷却によって、上述の

50

抵抗と異なる結晶抵抗 ( $r_c$ ) を有する比較的結晶質の構造を提供してよい。

【発明の概要】

【0004】

上述の課題を解決するために、本発明の目的に従って、デバイスを形成する方法が提供されている。相変化層が設けられる。相変化層は、臭素含有化合物を含むエッチングガスを供給してエッチングガスからプラズマを形成することによりエッチングされる。

本発明の第1の形態は、デバイスを形成するための方法であって、  
相変化層を設ける工程と、  
前記相変化層をエッチングする工程と、  
前記相変化層をエッチングする工程の後に実行される工程であって、前記相変化層をエ  
ッチングする工程の間に前記相変化層の側壁に形成された不動態層に対してフラッシング  
ガスのプラズマを用いたフラッシングを行って前記不動態層を除去する工程と、  
を備え、  
前記相変化層をエッチングする工程は、  
臭素含有化合物を含むエッチングガスを供給する工程と、  
前記エッチングガスからプラズマを形成する工程と、  
を備える、方法である。

10

【0005】

本発明の別の実施形態では、相変化層にフィーチャを形成するための装置が提供されている。プラズマ処理チャンバであって、プラズマ処理チャンバ容器を形成するチャンバ壁  
 と、プラズマ処理チャンバ容器内で基板を支持するための基板支持と、プラズマ処理チャン  
 バ容器内の圧力を調整するための圧力調整手段と、プラズマ処理チャンバ容器に電力を  
 供給してプラズマを維持するための少なくとも1つの電極と、プラズマ処理チャンバ容器  
 にガスを供給するためのガス流入口と、プラズマ処理チャンバ容器からガスを排出するた  
 めのガス流出口と、を備える、プラズマ処理チャンバが提供されている。ガス供給源が、  
 ガス流入口と流体連通しており、臭素含有化合物ガス供給源と、希ガス供給源と、フッ素  
 含有化合物ガス供給源および塩素含有化合物ガス供給源の少なくとも一方を含む。制御  
 部が、ガス供給源と少なくとも1つの電極とに制御可能に接続されており、少なくとも1  
 つのプロセッサとコンピュータ読み取り可能な媒体とを備えている。コンピュータ読み取  
 り可能な媒体は、臭素含有化合物を含むエッチングガスを供給するためのコンピュータ読  
 み取り可能なコードと、エッチングガスからプラズマを形成するためのコンピュータ読み  
 取り可能なコードとを備える。

20

30

【0006】

本発明は、以下の形態で実現可能である。  
 [形態1]  
デバイスを形成するための方法であって、  
相変化層を設ける工程と、  
前記相変化層をエッチングする工程と、  
を備え、  
前記相変化層をエッチングする工程は、  
臭素含有化合物を含むエッチングガスを供給する工程と、  
前記エッチングガスからプラズマを形成する工程と、  
を備える、方法。

40

[形態2]

形態1に記載の方法であって、前記相変化層をエッチングする工程は、さらに、ウエハ  
温度を40 以下に維持する工程を備える、方法。

[形態3]

形態1または2に記載の方法であって、前記エッチングガスは、さらに、フッ素含有化  
合物および塩素含有化合物の少なくとも一方を含む、方法。

[形態4]

50

形態 1 ないし 3 のいずれかに記載の方法であって、前記エッチングガスは、さらに、希ガスを含む、方法。

[形態 5]

形態 1 ないし 4 のいずれかに記載の方法であって、前記エッチングガスは、前記臭素含有ガスの流量よりも大きい希ガスの流量を有する、方法。

[形態 6]

形態 1 ないし 5 のいずれかに記載の方法であって、前記相変化層は、ゲルマニウム - アンチモン - テルル合金、および、アンチモン - テルル合金、の内の 1 つである、方法。

[形態 7]

形態 1 ないし 6 のいずれかに記載の方法であって、さらに、前記相変化層の上に電極層を設ける工程を備える方法。

10

[形態 8]

形態 7 に記載の方法であって、さらに、前記相変化層のエッチングと同じエッチング処理で、前記電極層を開口する工程を備える、方法。

[形態 9]

形態 1 ないし 8 のいずれかに記載の方法であって、前記臭素含有化合物は H B r である、方法。

[形態 10]

形態 9 に記載の方法であって、フッ素含有化合物および塩素含有化合物の前記少なくとも一方の流量は、前記 H B r の流量よりも小さい、方法。

20

[形態 11]

形態 1 ないし 10 のいずれかに記載の方法であって、さらに、前記相変化層をエッチングする工程の間に形成された不動態層をフラッシングする工程を備え、前記フラッシング工程は、前記不動態層を除去する、方法。

[形態 12]

形態 3 ないし 11 のいずれかに記載の方法であって、フッ素含有化合物および塩素含有化合物の前記少なくとも一方の流量は、前記 H B r の流量よりも小さい、方法。

[形態 13]

配置された相変化層にフィーチャを形成するための装置であって、  
プラズマ処理チャンバであって、  
プラズマ処理チャンバ容器を形成するチャンバ壁と、  
前記プラズマ処理チャンバ容器内で基板を支持するための基板支持と、  
前記プラズマ処理チャンバ容器内の圧力を調整するための圧力調整手段と、  
前記プラズマ処理チャンバ容器に電力を供給してプラズマを維持するための少なくとも 1 つの電極と、

30

前記プラズマ処理チャンバ容器にガスを供給するためのガス流入口と、  
前記プラズマ処理チャンバ容器からガスを排出するためのガス流出口と、を備える、  
プラズマ処理チャンバと、

前記ガス流入口と流体連通するガス供給源であって、  
臭素含有化合物供給源と、  
希ガス供給源と、

40

フッ素含有化合物ガス供給源および塩素含有化合物ガス供給源の少なくとも一方と、  
を備える、ガス供給源と、

前記ガス供給源と前記少なくとも 1 つの電極とに制御可能に接続された制御部であって、

少なくとも 1 つのプロセッサと、  
コンピュータ読み取り可能な媒体と、を備える、制御部と、  
を備え、

前記コンピュータ読み取り可能な媒体は、  
臭素含有化合物を含むエッチングガスを供給するためのコンピュータ読み取り可能な

50

コードと、

前記エッチングガスからプラズマを形成するためのコンピュータ読み取り可能なコードと、を備える、装置。

【形態 1 4】

形態 1 3 に記載の装置であって、さらに、前記エッチングガスからプラズマを形成する工程の間、ウエハ温度を 4 0 以下に維持するためのコンピュータ読み取り可能なコードを備える、装置。

【形態 1 5】

形態 1 3 または 1 4 に記載の装置であって、前記臭素含有化合物は H B r である、装置

【形態 1 6】

形態 1 3 ないし 1 5 のいずれかに記載の方法であって、前記エッチングガスは、さらに、フッ素含有化合物および塩素含有化合物の少なくとも一方を含む、方法。

添付の図面を参照しつつ行う本発明の詳細な説明において、本発明の上述の特徴およびその他の特徴を詳述する。

【図面の簡単な説明】

【0 0 0 7】

【図 1】本発明の一実施形態で利用可能な処理を示す概略フローチャート。

【図 2 A】本発明の一実施形態に従って処理された積層体を示す略断面図。

【図 2 B】本発明の一実施形態に従って処理された積層体を示す略断面図。

【図 2 C】本発明の一実施形態に従って処理された積層体を示す略断面図。

【図 2 D】本発明の一実施形態に従って処理された積層体を示す略断面図。

【図 3】本発明の実施に利用できるプラズマ処理チャンバを示す説明図。

【図 4 A】本発明の実施形態で用いられる制御部の実施に適したコンピュータシステムを示す図。

【図 4 B】本発明の実施形態で用いられる制御部の実施に適したコンピュータシステムを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0 0 0 8】

以下では、添付図面に例示されたいくつかの好ましい実施形態を参照しつつ、本発明の詳細な説明を行う。以下の説明では、本発明の完全な理解を促すために、数多くの具体的な詳細事項が示されている。しかしながら、当業者にとって明らかなように、本発明は、これらの具体的な詳細事項の一部または全てがなくとも実施することが可能である。また、本発明が不必要に不明瞭となるのを避けるため、周知の処理工程および/または構造については、詳細な説明を省略した。

【0 0 0 9】

理解を促すために、本発明の一実施形態で利用可能な処理を示す概略フローチャートを図 1 に示す。第 1 の電極が、誘電体層内に設けられる(工程 1 0 4)。図 2 A は、複数の第 1 の電極 2 0 6 を備えた誘電体層 2 0 4 の略断面図である。好ましい実施形態では、誘電体層は、酸化ケイ素または窒化ケイ素系の誘電体である。

【0 0 1 0】

相変化層 2 0 8 が、誘電体層 2 0 4 および第 1 の電極 2 0 6 の上に形成される(工程 1 0 8)。相変化層 2 0 8 は、電流で加熱できる材料から成り、その後の冷却時に、その材料を冷却する速さに応じてアモルファス材料または結晶材料を形成する。さらに、アモルファス材料は、結晶材料の少なくとも数倍の抵抗を有する。相変化層は、ゲルマニウム - アンチモン - テルル合金(G S T)、および、アンチモン - テルル合金、の内の少なくとも 1 つであることが好ましい。

【0 0 1 1】

第 2 の電極層 2 1 2 が、相変化層 2 0 8 の上に形成される(工程 1 1 2)。好ましい実施形態では、第 2 の電極層 2 1 2 は、窒化チタン(T i N)または窒化タングステン(W

10

20

30

40

50

N)である。

【0012】

マスクが、第2の電極層の上に形成される(工程116)。好ましい実施形態では、マスクは、第2の電極層212の上にハードマスク層214を最初に形成することによって形成される。フォトレジストマスク216が、ハードマスク層214の上に形成される。ハードマスク層214は、フォトレジストマスク216を通してエッチングされ、図2Bに示すように、第2の電極212の上にマスクを形成する。

【0013】

ハードマスクをエッチングするために、誘電体層214および関連する積層が、プラズマ処理チャンバ内で配置されてよい。図3は、プラズマ処理ツール301を含むプラズマ処理システム300を示す概略図である。プラズマ処理ツール301は、誘導結合プラズマエッチングツールであり、プラズマ処理チャンバ304を有するプラズマリアクタ302を備える。変成器結合電力(TCP)制御部350およびバイアス電力制御部355が、それぞれ、プラズマチャンバ304内で生成されるプラズマ324に影響を与えるTCP電源351およびバイアス電源356を制御する。

【0014】

TCP電力制御部350は、TCP整合回路352によって調整された13.56MHzの高周波信号をプラズマチャンバ304の近くに位置するTCPコイル353に供給するよう構成されたTCP電源351のための設定点を設定する。TCPコイル353をプラズマチャンバ304から隔離しつつ、エネルギーがTCPコイル353からプラズマチャンバ304に伝わることを可能にするために、RF透過性の窓354が設けられる。RF透過性の窓354の開口部には、光透過性の窓365として、約2.5cm(1インチ)の直径を有する円形のサファイアが設けられる。

【0015】

バイアス電力制御部355は、バイアス整合回路357によって調整されたRF信号を、プラズマチャンバ304内に配置されたチャック電極308に供給して、処理される基板306(半導体ウエハワークピースなど)を受けよう適合された電極308上で直流(DC)バイアスを生成するよう構成されたバイアス電源356のための設定点を設定する。

【0016】

ガス供給機構すなわちガス供給源310は、ガスマニホールド317を介して取り付けられた1または複数のガスのための1または複数の供給源を備えており、処理に必要な適切な化学物質をプラズマチャンバ304の内部に供給する。ガス排出機構318は、圧力制御バルブ319と排出ポンプ320とを備えており、プラズマチャンバ304内から粒子を除去して、プラズマチャンバ304内を特定の圧力に維持する。

【0017】

温度制御部380は、ヒータ電源384を制御することによって、チャック電極308内に設けられたヒータ382の温度を制御する。プラズマ処理システム300は、さらに、電子制御回路370を備える。プラズマ処理システム300は、さらに、終点検出器360を備えてもよい。

【0018】

図4Aおよび図4Bは、本発明の実施形態で用いられる制御回路370のための制御部の実施に適したコンピュータシステム1300を示す図である。図4Aは、コンピュータシステムの物理的形態の一例を示している。もちろん、コンピュータシステムは、集積回路、プリント基板、および、小型携帯デバイスから大型スーパーコンピュータまで、多くの物理的形態を有してよい。コンピュータシステム1300は、モニター1302と、ディスプレイ1304と、筐体1306と、ディスクドライブ1308と、キーボード1310と、マウス1312とを備える。ディスク1314は、コンピュータシステム1300とデータをやり取りするために用いられるコンピュータ読み取り可能な媒体である。

【0019】

10

20

30

40

50

図4Bは、コンピュータシステム1300のブロック図の一例である。システムバス1320には、様々なサブシステムが取り付けられている。1または複数のプロセッサ1322（中央処理装置すなわちCPUとも呼ぶ）が、メモリ1324などの記憶装置に接続されている。メモリ1324は、ランダムアクセスメモリ（RAM）および読み出し専用メモリ（ROM）を含む。当技術分野で周知のように、ROMは、CPUに対して単方向的にデータや命令を転送するよう機能し、RAMは、通例、双方向的にデータや命令を転送するために用いられる。これらの種類のメモリは両方とも、後に示す任意の適切なコンピュータ読み取り可能媒体を備えてよい。CPU1322には、さらに、固定ディスク1326が、双方向的に接続されており、さらなるデータ記憶容量を提供している。固定ディスク1326は、後に示すコンピュータ読み取り可能媒体のいずれを備えてもよい。固定ディスク1326は、プログラムやデータなどを格納するために用いられてよく、通例は、一次記憶装置よりも遅い二次記憶媒体（ハードディスクなど）である。固定ディスク1326内に保持された情報は、必要に応じて、メモリ1324内の仮想メモリとして標準的な方法で組み込まれてよいことを理解されたい。リムーバブルディスク1314は、後に示すコンピュータ読み取り可能な媒体のいずれの形態を取ってもよい。

#### 【0020】

CPU1322は、さらに、ディスプレイ1304、キーボード1310、マウス1312、および、スピーカ1330など、様々な入力/出力装置に接続されている。一般に、入力/出力装置は、ビデオディスプレイ、トラックボール、マウス、キーボード、マイク、タッチセンサ式ディスプレイ、トランスデューサ式カードリーダー、磁気または紙テープリーダー、タブレット、スタイラス、音声または手書き認識装置、バイオメトリクスリーダー、または、他のコンピュータ、のいずれであってもよい。CPU1322は、必要に応じて、ネットワークインターフェース1340を用いて、他のコンピュータや電気通信ネットワークに接続されてもよい。かかるネットワークインターフェースを用いて、CPUは、上述の方法の工程を実行する途中で、ネットワークから情報を受信、または、ネットワークに情報を出力してよい。さらに、本発明の方法の実施形態は、CPU1322単体で実行されてもよいし、インターネットなどのネットワークを介して、処理の一部を分担する遠隔CPUと協働で実行されてもよい。

#### 【0021】

さらに、本発明の実施形態は、様々なコンピュータによる動作を実行するためのコンピュータコードを有するコンピュータ読み取り可能な媒体を備えたコンピュータストレージ製品に関する。媒体およびコンピュータコードは、本発明のために、特別に設計および構成されてもよいし、コンピュータソフトウェア分野における当業者にとって周知および利用可能なものであってもよい。コンピュータ読み取り可能な媒体の例としては、ハードディスク、フレキシブルディスク、磁気テープなどの磁気媒体；CD-ROM、ホログラフィック素子などの光学媒体；フロプティカルディスクなどの光磁気媒体；特定用途向け集積回路（ASIC）、プログラム可能論理回路（PLD）、ROMおよびRAMなど、プログラムコードを格納および実行するよう特別に構成されたハードウェア装置、が挙げられるが、それらに限定されない。コンピュータコードの例としては、コンパイラによって生成されたコードなどのマシンコードや、インタプリタを用いてコンピュータによって実行される高級言語コードを含むファイルが挙げられる。コンピュータ読み取り可能な媒体は、搬送波で具現化されたコンピュータデータ信号によって転送されると共にプロセッサが実行可能な一連の命令を表すコンピュータコードであってもよい。

#### 【0022】

第2の電極層は、図2Cに示すように、エッチングされる（工程120）。好ましい実施形態では、第2の電極層212にエッチングされるフィーチャ220の少なくとも一部は、第2の電極層212を完全には貫通しないようにエッチングされる。代わりに、少なくとも一部のフィーチャについては、第2の電極層212の薄い残留層224が残っている。第2の電極層212は、どの位置でも完全にはエッチングされないことがより好ましい。この実施形態では、第2の電極層212のエッチング反応が、相変化層208を損傷

10

20

30

40

50



しうる。第2の電極層のためのエッチングプロセスによっては、第2の電極層が相変化層まで貫通するようエッチングされる場合に、相変化層に対して深刻なプロファイルの損傷を引き起こしうる。したがって、これらの実施形態では、第2の電極層212のエッチングの際に、第2の電極層212に対して、完全に貫通するエッチングを行うことは望ましくない。

#### 【0023】

第2の電極層に対して、従来のエッチングを利用してよい。好ましい実施形態では、第2の電極のエッチングは、不活性ガスを用いた $Cl_2$ および $CF_4$ のプラズマ反応を利用する。

#### 【0024】

第2の電極層が、開口される(工程124)。好ましい実施形態では、相変化層に損傷を与えないエッチング反応が用いられる。より好ましい実施形態では、第2の電極層を開口すると共に相変化層のエッチングに有用であるエッチング反応が用いられる。エッチング反応は、臭素(Br)含有エッチャントガスを用いることが好ましい。エッチング反応は、40未満のウエハ温度を提供することが好ましい。エッチング反応は、30未満の温度を提供することがより好ましい。エッチング反応は、20以下の温度を提供することがさらに好ましい。エッチング反応は、さらに、塩素(Cl)含有化合物およびフッ素(F)含有化合物の少なくとも一方を含むことが好ましい。エッチング反応は、希ガスを含むことが好ましい。希ガスは、アルゴン(Ar)、ネオン(Ne)、キセノン(Xe)、および、ヘリウム(He)の内の少なくとも1つであることがより好ましい。臭素含有エッチャントガスは、HBrを含むことが好ましい。

#### 【0025】

典型的なレシピは、2ないし10mTorrの圧力を提供する。TCPコイルを通して、300ないし1000ワットの電力が供給される。200ないし1000ボルトのバイアスが印加される。15ないし50sccmのHBr、0ないし15sccmの $Cl_2$ 、および、50ないし500sccmのArを含むエッチングガスが供給される。0ないし30のウエハ温度が提供される。

#### 【0026】

相変化層は、図2Dに示すように、エッチングされる(工程128)。相変化層のエッチングには、第2の電極層の開口に用いたのと同じレシピを用いることが好ましい。別の実施形態では、異なるレシピ(従来の開口工程など)が、第2の電極層を開口するために用いられ、第2の電極層を開口するための上述の好ましい臭素を用いたレシピは、相変化層をエッチングするためだけに用いられる。

#### 【0027】

その場でのフラッシング処理を用いて、側壁の不動態層を除去する(工程132)。かかるフラッシング工程の一例は、2ないし20mTorrの圧力を提供する。TCPコイルを通して、300ないし1000ワットの電力が印加される。20ないし500sccmの $CF_4$ を含むフラッシングガスが供給される。0ないし30のウエハ温度が提供される。 $CF_4$ ガスが、フラッシングガスとして利用されてよく、それはプラズマに変換される。側壁の不動態層は、テルル含有化合物から形成され、それが側壁への損傷を防ぐことで側壁のプロファイルを保護すると考えられている。GSTに対しては、湿式洗浄工程に利用できる材料が制限されるため、フラッシング工程ではプラズマが用いられる。

#### 【0028】

典型的なはく離処理を用いて、すべての残留フォトリジストを除去する(工程136)。 $O_2$ ガスが、はく離すなわちアッシングガスとして用いられてよい。ハードマスク層を除去する工程など、さらなる他の工程が用いられてもよい。

#### 【0029】

第2の電極層の開口工程、および、相変化層のエッチング工程について、開口またはエッチングガスは、HBrの流量よりも多い希ガスの流量と、HBrの流量よりも少ない $Cl_2$ の流量とを有することが好ましい。

10

20

30

40

50

【0030】

理論に縛られることなく、低温（例えば、40以下）のBr含有エッチャントを利用するエッチングが、相変化層（GSTであることが好ましい）をエッチングして、垂直な側壁を提供できることがわかった。なお、垂直な側壁とは、側壁の底部から最上部までフィーチャの底部に対して87°ないし92°の間の角度をなす側壁プロファイルを有する側壁として規定される。側壁は、90°であることがより好ましい。さらに、かかるエッチングでは、GSTの腐食が最小限であることがわかった。かかるレシピは、GSTおよび酸化ケイ素系誘電体に対するエッチングについて、5：1のエッチング選択性を実現することがわかった。

【0031】

上述の処理は、45nmのオーダーの空間を提供するためのものである。GSTが腐食することと、側壁が垂直から3°以上逸脱することとが、エッチングレシピによって引き起こされる場合があり、それによって、結果として形成されるデバイスの性能が大幅に低下する。

【0032】

以上、いくつかの好ましい実施形態を参照しつつ本発明について説明したが、本発明の範囲内で、様々な代替物、変形物、置換物、および、等価物が存在する。また、本発明の方法および装置を実施する他の態様が数多く存在することにも注意されたい。したがって、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の趣旨および範囲内に含まれる代替物、変形物、置換物、および、等価物の全てを網羅するものとして解釈される。

10

20

【図1】

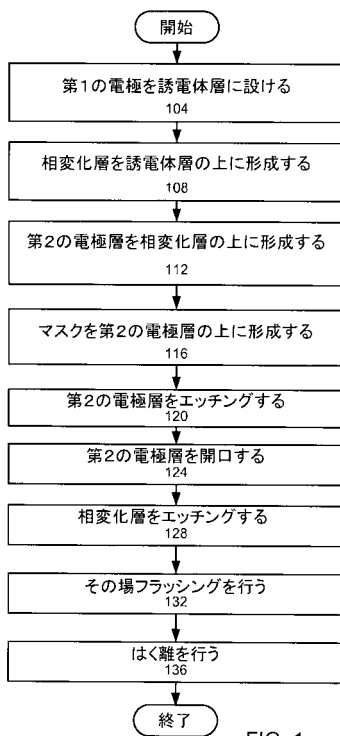


FIG. 1

【図2A】

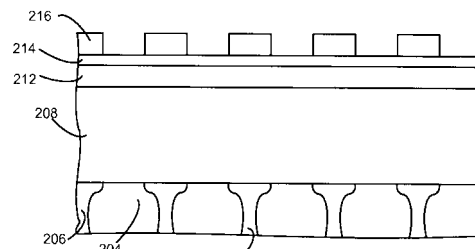


FIG. 2A

【図2B】

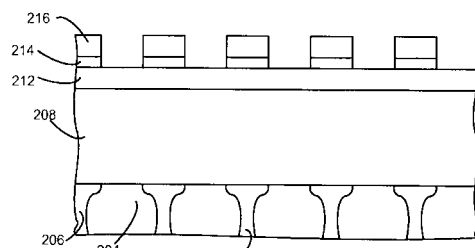


FIG. 2B

【図2C】

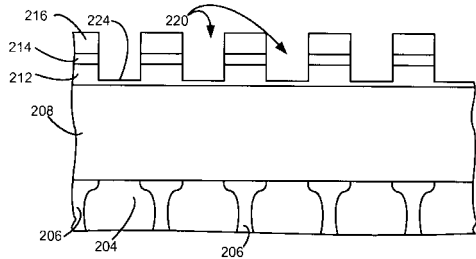


FIG. 2C

【図2D】

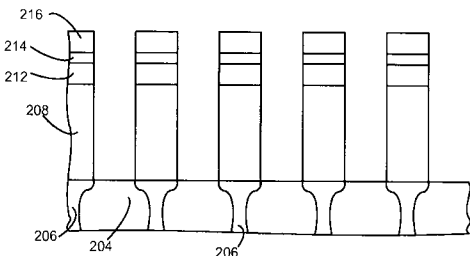


FIG. 2D

【図3】

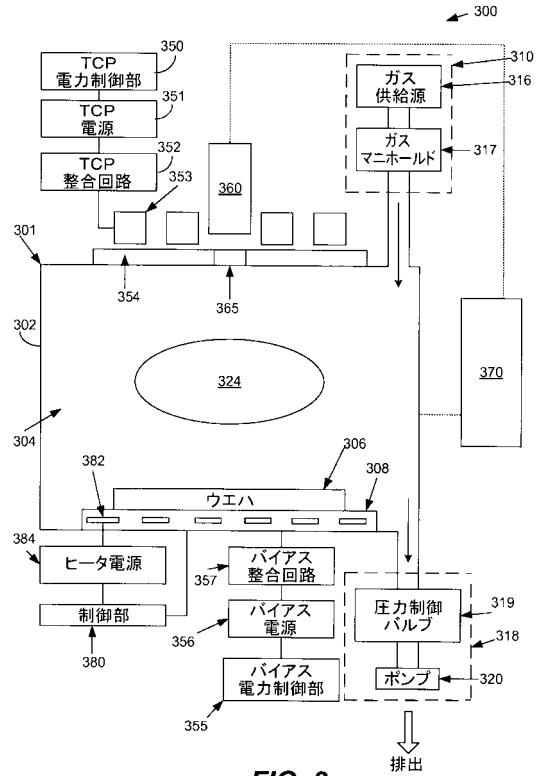


FIG. 3

【図4A】

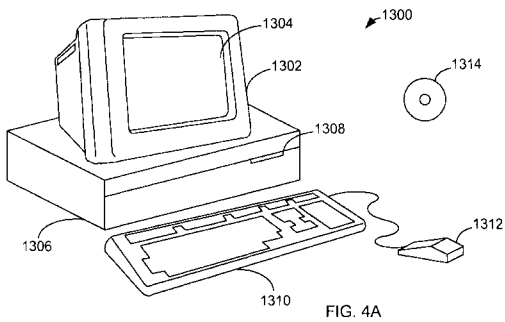


FIG. 4A

【図4B】

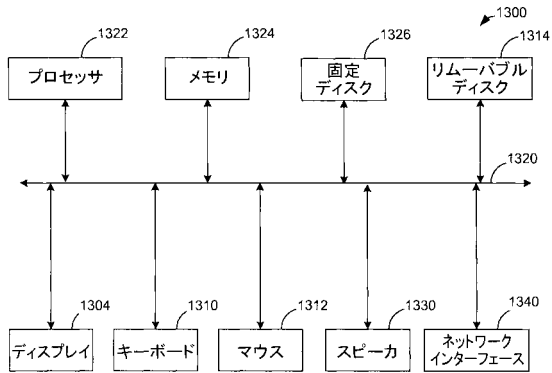


FIG. 4B

---

フロントページの続き

(72)発明者 リュー・シェンジアン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 6 フレモント, カボット・コート, 2 6 4 4

(72)発明者 リー・リンダ・ファン - ミン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 9 フレモント, プラデリア・サークル, 7 5 9

審査官 須原 宏光

(56)参考文献 国際公開第 2 0 0 5 / 0 1 1 0 1 1 ( W O , A 1 )

特開 2 0 0 5 - 3 4 0 5 5 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 45/00

H01L 27/105

H01L 21/3065