

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4372811号
(P4372811)

(45) 発行日 平成21年11月25日(2009.11.25)

(24) 登録日 平成21年9月11日(2009.9.11)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 21/3065 (2006.01) HO 1 L 21/302 I O 5 A
 HO 1 L 21/768 (2006.01) HO 1 L 21/90 A

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-182679 (P2007-182679)	(73) 特許権者	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(22) 出願日	平成19年7月11日(2007.7.11)	(74) 代理人	100096910 弁理士 小原 肇
(62) 分割の表示	特願2002-104160 (P2002-104160) の分割	(72) 発明者	藤本 究 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
原出願日	平成14年4月5日(2002.4.5)	(72) 発明者	丁 載榮 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
(65) 公開番号	特開2007-281519 (P2007-281519A)	(72) 発明者	布瀬 暁志 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
(43) 公開日	平成19年10月25日(2007.10.25)		
審査請求日	平成19年7月11日(2007.7.11)		
(31) 優先権主張番号	特願2002-933 (P2002-933)		
(32) 優先日	平成14年1月7日(2002.1.7)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

処理容器内に導入したフッ素を含むガスをプラズマ化し、被処理体中の導体膜上にシリコンを含有する下地膜を介して積層されたシリコン含有膜を、このシリコン含有膜上にある第1のマスクのパターンを介して途中までエッチングして溝を形成する工程と、上記フッ素を含むガスのプラズマを用いて、上記溝を形成する工程の前または後に上記シリコン含有膜上にある第2のマスクのパターンを介して上記シリコン含有膜をエッチングして上記溝に連なるホールを形成して上記下地膜を露出させる工程と、上記処理容器内で上記第1、第2のマスクそれぞれを、上記処理容器内に導入した窒素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、を有し、上記第1、第2のマスクをそれぞれ除去する直前に上記シリコン含有膜に上記ホールがある時には、上記エッチングにより生成して上記処理容器内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を、上記処理容器内に導入した酸素を含むガスをプラズマ化して除去する工程を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】

処理容器内に導入したフッ素を含むガスをプラズマ化し、被処理体中の導体膜上にシリコンを含有する下地膜を介して積層されたシリコン含有膜をエッチングしてデュアルダマシン配線の金属を埋め込む溝及びホールを形成するプラズマ処理方法であって、上記フッ素を含むガスのプラズマを用いて、上記シリコン含有膜を、このシリコン含有膜上に形成された第1のマスクのパターンを介して途中までエッチングして上記溝を形成する工程と、上記処理容器内で上記第1のマスクを、上記処理容器内に導入した窒素を含むガスをプ

ラズマ化して除去する工程と、上記フッ素ガスを含むガスのプラズマを用いて、上記シリコン含有膜の溝を、このシリコン含有膜上に形成された第2のマスクのパターンを介してエッチングして上記ホールを形成して上記下地膜を露出させる工程と、上記溝及びホールの形成により上記処理容器内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を、上記処理容器内に導入した酸素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、上記副生成物を除去した後、上記処理容器内で上記第2のマスクを、上記処理容器内に導入した上記窒素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項3】

処理容器内に導入したフッ素を含むガスをプラズマ化し、被処理体中の導体膜上にシリコンを含有する下地膜を介して積層されたシリコン含有膜をエッチングしてデュアルダマシン配線の金属を埋め込む溝及びホールを形成するプラズマ処理方法であって、上記フッ素を含むガスのプラズマを用いて、上記シリコン含有膜を、このシリコン含有膜上に形成された第1のマスクのパターンを介してエッチングして上記ホールを形成して上記下地膜を露出させる工程と、上記ホールの形成により上記処理容器内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を、上記処理容器内に導入した酸素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、上記副生成物を除去した後、上記処理容器内で上記第1のマスクを、上記処理容器内に導入した上記窒素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、上記フッ素ガスを含むガスのプラズマを用いて、上記シリコン含有膜を、このシリコン含有膜上に形成された第2のマスクのパターンを介して上記ホールを含む領域を途中までエッチングして上記溝を形成する工程と、上記溝の形成により上記処理容器内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を、上記処理容器内に導入した酸素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、上記溝の形成により上記部品に付着した副生成物を除去した後、上記処理容器内で上記第2のマスクを、上記処理容器内に導入した上記窒素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項4】

上記窒素を含むガスは、更に水素を含むことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項5】

上記窒素の流量と上記水素の流量との和に対する上記水素の流量は、0%を超え、20%以下であることを特徴とする請求項4に記載のプラズマ処理方法。

【請求項6】

上記シリコン含有膜は、酸化シリコンを有する膜であることを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項7】

上記フッ素を含むガスは、少なくとも CF_4 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F 、 C_2F_4 、 C_2F_6 、 C_3F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_6 、 C_4F_8 、 C_5F_8 、 C_8F_8 のいずれか1つ以上を含むガスであることを特徴とする請求項1～請求項6のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項8】

上記マスクは、フォトレジストであることを特徴とする請求項1～請求項7のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置の製造工程でなされるプラズマ処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

被処理体中の層間絶縁膜、例えば有機絶縁膜をマスクのパターンを介してエッチングし

10

20

30

40

50

、その後マスクを除去する従来のプラズマ処理方法としては、処理容器内で有機絶縁膜をフロロカーボン等のCF系のガスのプラズマを用いて有機絶縁膜下のSiN膜等のバリア層が露出するまで有機絶縁膜をエッチングし、その後引き続いて同一処理容器内で酸素ガス等のプラズマを用いてマスクを除去（アッシング）する方法が一般的であった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、従来のプラズマ処理方法の場合には、CF系のガスで有機絶縁膜をエッチングすると、処理容器内の物、例えば、処理容器の内壁や処理容器内にあるフォーカスリング、シールドリング、パッフル板等の部品にCF系の副生成物が付着する。そして、その後の酸素ガス等を用いたプラズマアッシングにより処理容器内の部品に付着したCF系の副生成物からフッ素ラジカル(F*)等のフッ素の反応活性種が生成し、この反応活性種が被処理体中の露出したSiN膜等のシリコン含有膜からなる下地層に作用して下地層を削ってしまい、下地層の膜厚がウエハの場所によって不均一になるため、引き続き行われる下地層のエッチングにより導体膜を露出させる時に、場所によってオーバーエッチングの時間が長くなり、導体膜を余分に削ってしまい、デバイス性能を劣化させる問題があった。

10

【0004】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、マスクを除去する時にエッチングによる副生成物に起因するフッ素の反応活性種の生成を防止して下地膜の膜厚を均一に保ちながらマスクを除去して、その後の下地膜のオーバーエッチングの時間を少なくして配線層の減少を抑制することができるプラズマ処理方法を提供することを目的としている。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の請求項1に記載のプラズマ処理方法は、処理容器内に導入したフッ素を含むガスをプラズマ化し、被処理体中の導体膜上にシリコンを含有する下地膜を介して積層されたシリコン含有膜を、このシリコン含有膜上にある第1のマスクのパターンを介して途中までエッチングして溝を形成する工程と、上記フッ素を含むガスのプラズマを用いて、上記溝を形成する工程の前または後に上記シリコン含有膜上にある第2のマスクのパターンを介して上記シリコン含有膜をエッチングして上記溝に連なるホールを形成して上記下地膜を露出させる工程と、上記処理容器内で上記第1、第2のマスクそれぞれを、上記処理容器内に導入した窒素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、を有し、上記第1、第2のマスクをそれぞれ除去する直前に上記シリコン含有膜に上記ホールがある時には、上記エッチングにより生成して上記処理容器内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を、上記処理容器内に導入した酸素を含むガスをプラズマ化して除去する工程を有することを特徴とするものである。

30

【0006】

本発明の請求項2に記載のプラズマ処理方法は、処理容器内に導入したフッ素を含むガスをプラズマ化し、被処理体中の導体膜上にシリコンを含有する下地膜を介して積層されたシリコン含有膜をエッチングしてデュアルダマシン配線の金属を埋め込む溝及びホールを形成するプラズマ処理方法であって、上記フッ素を含むガスのプラズマを用いて、上記シリコン含有膜を、このシリコン含有膜上に形成された第1のマスクのパターンを介して途中までエッチングして上記溝を形成する工程と、上記処理容器内で上記第1のマスクを、上記処理容器内に導入した窒素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、上記フッ素ガスを含むガスのプラズマを用いて、上記シリコン含有膜の溝を、このシリコン含有膜上に形成された第2のマスクのパターンを介してエッチングして上記ホールを形成して上記下地膜を露出させる工程と、上記溝及びホールの形成により上記処理容器内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を、上記処理容器内に導入した酸素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、上記副生成物を除去した後、上記処理容器内で上記第2のマス

40

50

クを、上記処理容器内に導入した上記窒素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、を有することを特徴とするものである。

【0007】

本発明の請求項3に記載のプラズマ処理方法は、処理容器内に導入したフッ素を含むガスをプラズマ化し、被処理体中の導体膜上にシリコンを含有する下地膜を介して積層されたシリコン含有膜をエッチングしてデュアルダマシン配線の金属を埋め込む溝及びホールを形成するプラズマ処理方法であって、上記フッ素を含むガスのプラズマを用いて、上記シリコン含有膜を、このシリコン含有膜上に形成された第1のマスクのパターンを介してエッチングして上記ホールを形成して上記下地膜を露出させる工程と、上記ホールの形成により上記処理容器内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を、上記処理容器内に導入した酸素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、上記副生成物を除去した後、上記処理容器内で上記第1のマスクを、上記処理容器内に導入した上記窒素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、上記フッ素ガスを含むガスのプラズマを用いて、上記シリコン含有膜を、このシリコン含有膜上に形成された第2のマスクのパターンを介して上記ホールを含む領域を途中までエッチングして上記溝を形成する工程と、上記溝の形成により上記処理容器内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を、上記処理容器内に導入した酸素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、上記溝の形成により上記部品に付着した副生成物を除去した後、上記処理容器内で上記第2のマスクを、上記処理容器内に導入した上記窒素を含むガスをプラズマ化して除去する工程と、を有することを特徴とするものである。

10

20

【0010】

また、本発明の請求項4に記載のプラズマ処理方法は、請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の発明において、上記窒素を含むガスは、更に水素を含むことを特徴とするものである。

【0011】

また、本発明の請求項5に記載のプラズマ処理方法は、請求項4に記載の発明において、上記窒素の流量と上記水素の流量との和に対する上記水素の流量は、0%を超え、20%以下であることを特徴とするものである。

【0012】

また、本発明の請求項6に記載のプラズマ処理方法は、請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の発明において、上記シリコン含有膜は、酸化シリコンを有する膜であることを特徴とするものである。

30

【0013】

また、本発明の請求項7に記載のプラズマ処理方法は、請求項1～請求項6のいずれか1項に記載の発明において、上記フッ素を含むガスは、少なくとも CF_4 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F 、 C_2F_4 、 C_2F_6 、 C_3F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_6 、 C_4F_8 、 C_5F_8 、 C_8F_8 のいずれか1つ以上を含むガスであることを特徴とするものである。

【0014】

また、本発明の請求項8に記載のプラズマ処理方法は、請求項1～請求項7のいずれか1項に記載の発明において、上記マスクは、フォトレジストであることを特徴とするものである。

40

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、導体膜上にシリコンを含有する下地膜を介して積層されたシリコン含有膜をエッチングして溝及びこれに連なるホールを形成する際に用いられるマスクをそれぞれ除去する時に、エッチングによる副生成物に起因するフッ素の反応活性種による下地膜の削れを防止して下地膜の膜厚を均一に保ちながらマスクを除去して、その後の下地膜のオーバーエッチングの時間を少なくして導体膜の減少を抑制することができるプラズマ処理方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 1 6 】

以下、図 1 ~ 図 3 に示す実施形態に基づいて本発明について説明する。

まず、本発明のプラズマ処理方法に好適に用いられるプラズマ処理装置について説明する。本実施形態に用いられるプラズマ処理装置 10 は、例えば図 1 に示すように、金属（例えば表面が酸化処理されたアルミニウム）により形成され且つ接地された処理容器 11 と、この処理容器 11 内の底面中央に絶縁体 12 を介して配設された導電体からなるサセプタ 13 と、このサセプタ 13 の上方に形成され且つ処理ガスを供給するシャワーヘッド 14 を備えている。サセプタ 13 には整合器 15 を介してプラズマ生成用の高周波電源 16 が接続され、この高周波電源 16 からサセプタ 13 に対して周波数 13.56 MHz の高周波電力を印加する。サセプタ 13 上には静電チャック 17 が配置され、この静電チャック 17 内に介在する電極 17A には直流電源 18 が接続されている。また、処理容器 11 の外周にはダイポールリングマグネット（DRM）19 が回転可能に配置されている。また、処理容器 11 の頂面には処理ガス源（図示せず）が接続されたガス導入部 11A が形成され、このガス導入部 11A から導入された処理ガスをシャワーヘッド 14 を介して被処理体（例えば、ウエハ）W 全面に均一に供給するようにしてある。処理容器 11 の周壁面の下部には排気ポンプ（図示せず）に接続された排気口 11B が形成され、この排気口 11B から排気ポンプを介して処理容器 11 内を所定の圧力まで下げるようにしてある。

10

【 0 0 1 7 】

次に、プラズマ処理装置 10 を用いた本発明のプラズマ処理方法の一実施形態について説明する。まず、図示しない搬入口から処理容器 11 内にウエハ W を搬入し、サセプタ 13 上の静電チャック 30 上に載置する。次いで、処理容器 11 内を排気しながら処理ガスを導入し、DRM 19 を回転させると共にサセプタ 13 に高周波電力を印加する。高周波電力を印加すると同時にその前後に静電チャック 17 にも直流電力を印加し、静電チャック 17 上でウエハ W を吸着、固定する。サセプタ 13 に高周波電力を印加したことと相俟って DRM 19 からの回転磁界の印加によって処理ガスをプラズマ化し、ウエハ W 中のプラズマ処理対象部を以下のようにして処理する。

20

【 0 0 1 8 】

ここでウエハ W のプラズマ処理対象部の構造について図 2 を参照しながら説明する。本実施形態では例えば図 2 に示すデュアルダマシン構造の溝を形成する場合について説明する。例えば図 2 の (a) に示すように、ウエハ W には下から上に向かってメタル配線層 31、下地層（ここでは、例えば SiN 膜）32、シリコン含有膜層（ここでは、例えば SiO₂ 膜層）33、マスク 34 が形成され、また、マスク 34 には所定のパターンで開口部 34A が形成されている。そして、マスク 34 の開口部 34A から下地層 32 が露出するまでシリコン含有膜層 33 をプラズマエッチングしてホール 33A を形成する。エッチングガスとしては、例えば C₄F₈（または C₅F₈、C₄F₆）と CO と O₂ と Ar の混合ガス等を使用することができる。シリコン含有膜層が有機系の酸化シリコン膜の場合には、更に N₂ を加えると良い。このエッチングに続いて、例えば酸素ガスのプラズマを用いて処理容器 11 内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を除去する。引き続き、処理容器 11 内に導入した窒素（N₂）と水素（H₂）とを含む混合ガスのプラズマを用いてアッシングして同図の (b) に示すようにマスク 34 を除去する。

30

40

【 0 0 1 9 】

次いで、フォトレジストを塗布し、図 2 の (b) のホール 33A より大きいパターン開口部 35A を有するマスク 35 を形成した後、同図の (a) の場合と同一のエッチングガスを用いてマスク 35 の開口部 35A からシリコン含有膜層 33 の途中までエッチングして溝 33B を形成する（同図の (c) 参照）。その後、例えば酸素ガスのプラズマを用いて処理容器 11 内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を除去する。引き続き、同図の (a) のマスク 34 を除去する場合と同一のアッシングガスのプラズマを用いてアッシングして同図の (d) に示すようにマスク 35 を除去する。

【 0 0 2 0 】

50

このように、マスク34、35を除去する工程の前に、処理容器11内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を除去する工程を入れたため、マスク34、35を除去する工程において、下地層32に作用するフッ素活性種が生成されなくなり、下地層32の削れを抑制でき、均一な膜厚をえることができる。また、窒素(N_2)と水素(H_2)とを含むガスのプラズマによりマスク34、35を除去すれば、シリコン含有膜33の側面の削れを抑制することができる。また、窒素(N_2)や、窒素(N_2)に少量の水素(H_2)を添加したガスのプラズマを用いてマスク34を除去することにより後述のようにフッ素を含有する副生成物を除去する工程を省略することができる。

【0021】

更に、シリコン含有膜層33をマスクとして用いて、下地層32を CF_4 、 CHF_3 、 CH_2F_2 の少なくとも一つと O_2 と N_2 と Ar_2 との混合ガスでエッチングしても良い。この際、残存している下地層(SiN膜層)32は削れが抑制されて、ウエハWの全面で殆ど均一な膜厚になっているため、下地層32のオーバーエッチングの時間が少なく済み、下地のメタル層31の減少を最小限に抑えられ、メタル層31の性能の低下を抑制することができる。

10

【0022】

また、上述のように窒素(N_2)を含むガスを用いることにより、処理容器11内の部品に付着したフッ素(F)を含有する副生成物があっても、シリコン含有膜33に対するマスクの選択比(マスクのエッチングレート/シリコン含有膜のエッチングレート)が約30と、かなり高い値の選択比を維持しつつマスク34を除去できる。尚、この窒素(N_2)を含むガスには、少量の水素ガスを添加しても良い。水素ガスの添加により、マスク34のアッシングレートを上げることができる。この場合、窒素ガスの流量と水素ガスの流量の和に対する水素ガスの流量は、好ましくは、0%を超え20%以下、より好ましくは、1%以上20%以下、更に好ましくは1%以上10%以下である。この領域での水素ガスの添加により、シリコン含有膜33に対するマスク34の選択比をある程度高く維持したまま、マスク34のアッシングレートを高く(約180nm/分以上)できる。また、これらのマスクを除去するガスには、更に、アルゴン、ヘリウム等の不活性ガスを添加しても良い。

20

【0023】

シリコン含有膜33としては酸化シリコンを有する膜であることが好ましい。また、シリコン含有膜33としてはデバイス性能を良くするために比誘電率が低い絶縁膜であることが好ましい。

30

【0024】

また、シリコン含有膜33をエッチングするフッ素を含むガスとしては、例えば、 CF_4 、 C_2F_4 、 C_2F_6 、 C_3F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_6 、 C_4F_8 、 C_5F_8 、 C_8F_8 等のフロロカーボンや、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F 等のハイドロフロロカーボンの少なくともいずれか1つ以上を含むガスを用いることができる。また、これ以外にも、メタン(CH_4)、四塩化炭素(CCl_4)等やフッ素(F_2)、三フッ化塩素(ClF_3)等との混合ガスを用いることができる。また、これらに窒素(N_2)、酸素(O_2)、一酸化炭素(CO)、アルゴン(Ar)、ヘリウム(He)等を添加しても良い。これらの発明で使用されるマスクとしては、フォトレジストが好ましく、このフォトレジストを除去するには、上記の窒素を含むガス、窒素と水素を含むガスのほか、酸素(O_2)を含むガスのプラズマが使用できる。

40

【0025】

また、図3に示すように、本発明はデュアルダマシン構造において先に溝を形成する場合にも適用することができる。尚、ウエハWのプラズマ処理対象部は図2の場合と同様である。即ち、所定の大きさの開口部44Aを有するマスク44をフォトレジストによって形成した後、図3の(a)に示すようにマスク44の開口部44Aからシリコン含有膜層43を途中までエッチングして溝43Aを形成する。続いて、マスク44を上述の場合と

50

同様の手法でアッシングして除去した後、再度フォトレジストを塗布し、図3の(b)の溝44Aの幅より小径の開口部45Aを有するマスク45を形成する。次いで、マスク45の開口部45Aから下地層(SiN膜層)42が露出するまでシリコン含有膜層43をエッチングしてホール43Bを形成する(同図の(c)参照)。その後、例えば酸素ガスのプラズマを用いて処理容器11内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を除去する。引き続き、上述の場合と同様にアッシングしてマスク45を除去する(同図の(d)参照)。本実施形態においても上記実施形態と同様の作用効果を期することができる。

【0026】

また、本発明は例えば図4に示すバリア層を有するウエハについても好適に適用することができる。バリア膜は、上記各実施形態の下地膜とは役割が全く異なるが、下地膜と同一のシリコン含有膜によって形成することができる。即ち、本実施形態では図4の(a)に示すように、ウエハWには下から上に向かってメタル配線層21、バリア層(ここでは、シリコン含有膜)22、絶縁膜層23、マスク24が形成され、また、マスク24には所定のパターンで開口部24Aが形成されている。そして、プラズマ処理対象部にはマスク24を介してプラズマ処理が施される。プラズマ処理時には例えば同図の(b)に示すようにフロロカーボン等を含むガスを用いてマスク24の開口部24Aから絶縁膜層23をプラズマエッチングする。その後、酸素(O_2)を含むガスのプラズマを用いて処理容器11内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を除去する。引き続き、処理容器11内に導入した窒素(N_2)と水素(H_2)とを含むガスのプラズマを用いて同図の(c)

10

20

【0027】

このように、マスク24を除去する工程の前に、処理容器11内の部品に付着したフッ素を含有する副生成物を除去する工程を入れたため、マスク24を除去する工程において、バリア層22に作用するフッ素活性種が生成されなくなり、バリア層22の削れを抑制できる。また、窒素(N_2)と水素(H_2)とを含むガスのプラズマによりマスク24を除去すれば、シリコン含有膜であるバリア層22上にある絶縁膜層23の側面の削れを抑制することができる。また、窒素(N_2)や、窒素(N_2)に少量の水素(H_2)を添加したガスのプラズマを用いてマスク24を除去することにより後述のようにフッ素を含有する副生成物を除去する工程を省略することができる。

30

【0028】

また、上述のように窒素(N_2)を含むガスを用いることにより、処理容器11内の部品に付着したフッ素(F)を含有する副生成物があっても、バリア層22(シリコン含有膜)に対するマスクの選択比(マスクのエッチングレート/シリコン含有膜のエッチングレート)が約30と、かなり高い値の選択比を維持しつつマスク24を除去できる。この窒素(N_2)を含むガスとしては、上記各実施形態と同様のガスを同一の条件で用いることができる。

【実施例】

【0029】

以下、本発明の実施例を具体的に説明する。本実施例では図4に示すバリア層を有するウエハを用いて本発明のプラズマ処理方法を実施した。

40

実施例1

本実施例では図1に示すプラズマ処理装置を用いてバリア層22の種類を変え、下記の諸条件でプラズマ処理、即ち、絶縁膜層23のエッチング、フッ素を含有する副生成物の除去(クリーニング)及びマスク24のアッシングをそれぞれ行った。そして、クリーニング工程の有無による各バリア層22のエッチングレートへの影響を観た。

(1) エッチング工程の処理条件

DRMの回転速度：20rpm

サセプタに印加する高周波電源の周波数：13.56MHz

サセプタに印加する高周波電力：1700W

50

サセプタ温度：40

処理容器内圧力：150 mTorr

エッチングガスの流量：C₄F₈ = 6 sccm、Ar = 1000 sccm、
N₂ = 150 sccm

【0030】

(2) クリーニング工程の処理条件

DRMの回転速度：20 rpm

サセプタに印加する高周波電源の周波数：13.56 MHz

サセプタに印加する高周波電力：200 W

サセプタ温度：40

処理容器内圧力：150 mTorr

クリーニングガスの流量：O₂ = 500 sccm

10

【0031】

(3) アッシング工程の処理条件

DRMの回転速度：20 rpm

サセプタに印加する高周波電源の周波数：13.56 MHz

サセプタに印加する高周波電力：500 W

サセプタ温度：50

処理容器内圧力：50 mTorr

処理ガスの流量：N₂ = 300 sccm、H₂ = 100 sccm

20

【0032】

アッシング時のマスク24のエッチングレートと、SiN膜、SiC膜、SiO₂膜の各エッチングレートとを、クリーニング工程が有る場合と無い場合について評価した結果、下記表1に示す結果が得られた。

【0033】

【表1】

	クリーニング有り	クリーニング無し
マスク	205 (nm/分)	210 (nm/分)
SiN膜	2.01 (nm/分)	18.3 (nm/分)
SiC膜	2.51 (nm/分)	41.7 (nm/分)
SiO ₂ 膜	0.45 (nm/分)	29.7 (nm/分)

30

【0034】

表1に示す結果によれば、SiN膜等バリア層22が露出した状態でマスク24を除去(アッシング)する場合、その前工程としてクリーニング工程が有るか無いかで、SiN膜等のバリア層22の削れが大きく異なっていることが分かった。

【0035】

実施例2

本実施例では図1に示すプラズマ処理装置を用いてクリーニング工程を省略し、下記の諸条件でプラズマ処理、即ち、絶縁膜層23のエッチング及びマスク24のアッシングをそれぞれ行った。そして、アッシング工程で用いた窒素ガスと水素ガスの流量と、マスクのエッチングレート及びバリア層22に対するマスク24に対する選択比との関係を観た。

40

(1) エッチング工程の処理条件

DRMの回転速度：20 rpm

サセプタに印加する高周波電源の周波数：13.56 MHz

サセプタに印加する高周波電力：1700 W

サセプタ温度：40

50

処理容器内圧力：150 mTorr

エッチングガスの流量： $C_4F_8 = 6 \text{ sccm}$ 、 $Ar = 1000 \text{ sccm}$ 、

$N_2 = 150 \text{ sccm}$

【0036】

(2) アッシング工程の処理条件

下記条件で処理ガスの流量比 ($N_2 / (N_2 + H_2)$) を変化させてマスク24を除去 (アッシング) した。

DRMの回転速度：20 rpm

サセプタに印加する高周波電源の周波数：13.56 MHz

サセプタに印加する高周波電力：500 W

サセプタ温度：40

処理容器内圧力：50 mTorr

10

【0037】

図5に示す結果によれば、バリア層22に対するマスク24の選択比は、 $N_2 / (N_2 + H_2)$ が80%以上の領域で約10以上、90%以上の領域で約20以上と高水準であることが分かった。また、これらの領域ではマスク24のアッシングレートも高いことが分かった。

【0038】

実施例3

本実施例では図1に示すプラズマ処理装置を用いて実施例2の場合と同様のエッチング工程により絶縁層23をエッチングした後、窒素を含むガス (N_2 と H_2 の混合ガス) に代えてアンモニアを用いて下記アッシング工程の諸処理条件によりマスク24のアッシングをそれぞれ行った。

アッシング工程の処理条件

DRMの回転速度：20 rpm

サセプタに印加する高周波電源の周波数：13.56 MHz

サセプタに印加する高周波電力：300 W、700 Wの2種類

サセプタ温度：40

アッシングガス： $NH_3 = 200$ 、 500 、 1000 sccm の3種類

処理容器内圧力：60、100、200、400 mTorrの4種類

20

30

【0039】

この結果、処理容器内圧力が60 mTorrの時にはSiNに対するフォトレジストの選択比 (マスクのエッチングレート / SiNのエッチングレート) は15 ~ 21、100 mTorrの時には17 ~ 23、200 mTorrの時には30 ~ 36、400 mTorrの時には45 ~ 52といずれの場合にも選択比が高かった。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明のプラズマ処理方法に適用したプラズマ処理装置の一例を示す概略断面図である。

【図2】本発明のプラズマ処理方法の一実施形態で使用したウエハの要部を示す断面概略図である。

【図3】本発明のプラズマ処理方法の他の実施形態で使用したウエハの要部を示す断面概略図である。

【図4】本発明のプラズマ処理方法の更に他の実施形態で使用したウエハの要部を示す断面概略図である。

【図5】本発明の実施例2の結果を示す図で、処理ガスの流量比 ($N_2 / (N_2 + H_2)$) と、マスクのアッシングレート及びバリア層に対するマスクの選択比との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

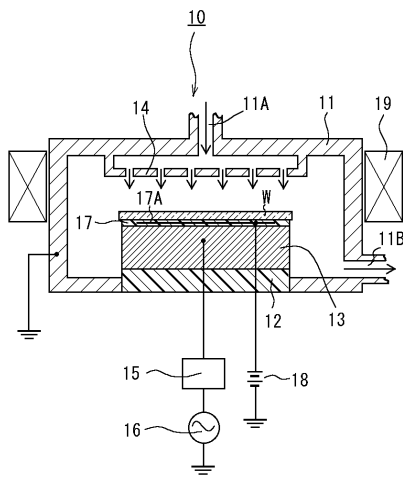
【0041】

40

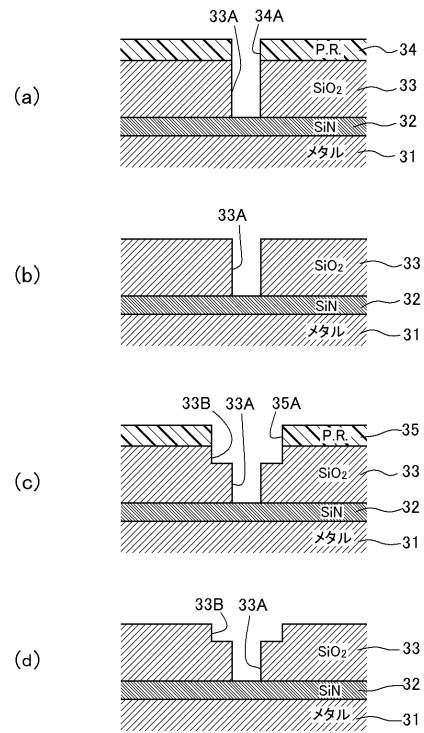
50

- W : ウエハ (被処理体)
- 10 : プラズマ処理装置
- 31、41 : メタル配線層 (導体膜)
- 33、43 : シリコン含有膜
- 34 , 44 : マスク

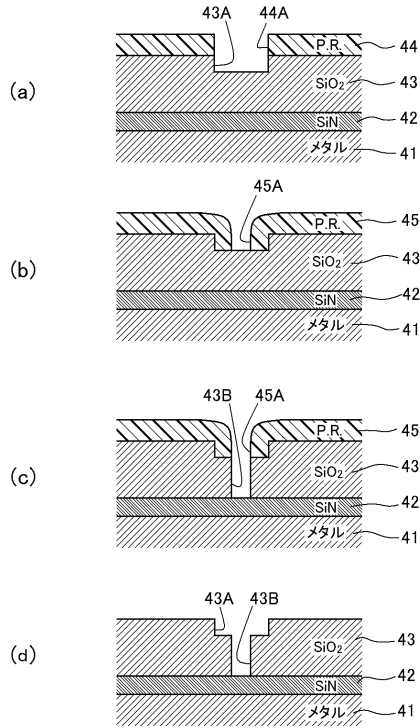
【 図 1 】



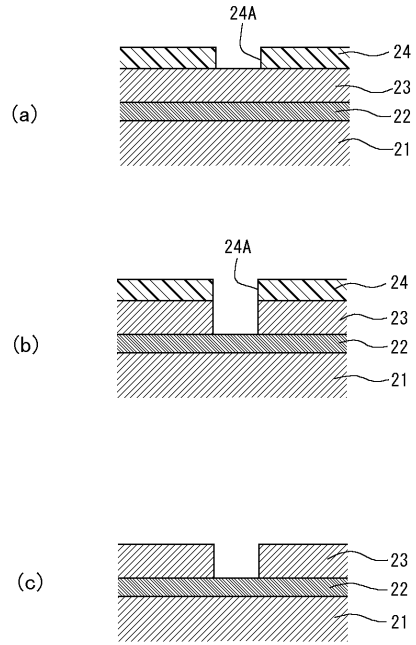
【 図 2 】



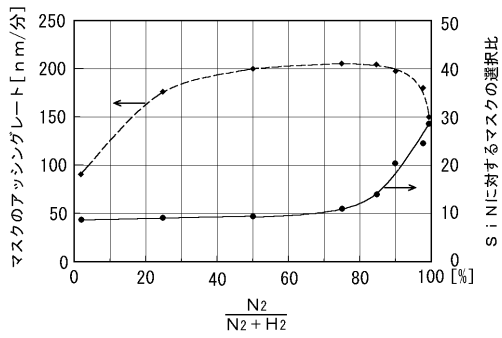
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

審査官 酒井 英夫

- (56)参考文献 特開2001-203207(JP,A)
国際公開第00/003424(WO,A1)
特表2002-520848(JP,A)
特開平09-148312(JP,A)
特開平01-206624(JP,A)
特開平05-251391(JP,A)
特開平11-251294(JP,A)
特開2001-189305(JP,A)
特開2003-264170(JP,A)
特開2001-345380(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065
H01L 21/768