

明 細 書

発明の名称：基板処理方法及び基板処理装置

技術分野

[0001] 本開示の種々の側面及び実施形態は、基板処理方法及び基板処理装置に関する。

背景技術

[0002] 下記の特許文献1には、鋼帯を、 SiCl_4 をm o l分率で5～35%含んだ無酸化性ガス雰囲気中で、化学気相蒸着法により1023～1200℃の温度で連続的に珪処理し、次いで、 SiCl_4 を含まない無酸化性ガス雰囲気中でSiを鋼帯内部に略均一に拡散させる拡散処理を施し、冷却後捲取することを特徴とする連続ラインにおける高珪素鋼帯の製造方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開昭62-227078号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、EUV露光においてフォトリソ膜の加工性を向上させることができる基板処理方法及び基板処理装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様による基板処理方法は、工程a)と、工程b)とを含む。工程a)は、金属酸化物を含むフォトリソ膜が表面に形成された基板をチャンバ内に配置する。工程b)は、チャンバ内にケイ素を含有するガスを供給してフォトリソ膜に含まれる金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換する。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、EUV露光においてフォトリソ膜の加工性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、原子のEUVの吸収断面積を示す図である。

[図2]図2は、実施形態に係る基板の一例を説明する図である。

[図3]図3は、基板にパターンを形成する基板処理の流れの一例を説明する図である。

[図4]図4は、実施形態に係る基板のメタルオキシドレジスト膜の置換状況の一例を示す図である。

[図5]図5は、実施形態に係る基板処理装置の概略的な構成の一例を示す図である。

[図6]図6は、実施形態に係る基板処理の流れの一例を示す図である。

[図7]図7は、基板のダブルパターニングを行う基板処理の流れの一例を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照して本願の開示する基板処理方法及び基板処理装置の実施形態について詳細に説明する。なお、本実施形態により、開示する基板処理方法及び基板処理装置が限定されるものではない。

[0009] 半導体装置の製造では、半導体ウエハ等の基板にリソグラフィ工程によりパターンが形成される。リソグラフィ工程では、基板の表面にフォトリソ膜を成膜する。そして、リソグラフィ工程では、成膜したフォトリソ膜に対して、所定のパターンが形成されたマスクを介して選択的露光を行い、現像処理を施すことにより、フォトリソ膜に所定形状のパターンを形成する。従来、フォトリソ膜には、炭素を基にしたフォトリソ膜が用いられている。例えば、従来、フォトリソ膜には、化学増幅型レジストが用いられている。

[0010] 近年、半導体装置の微細化に伴い、リソグラフィ技術においても微細化が進んでいる。微細化の手法としては、露光光源の短波長化が挙げられる。近

年では、EUV (Extreme Ultra Violet : 極端紫外線) 光を用いるEUV露光が検討されている。

[0011] ところで、従来の炭素を基にしたフォトレジスト膜は、EUVの吸収が悪く、反応に時間がかかる。そこで、EUV露光では、金属酸化物を含むフォトレジスト膜が用いられている。例えば、EUV露光では、フォトレジスト膜に、酸化スズなどのメタルオキシドレジスト (MOR : Metal Oxide Resist) が用いられている。

[0012] 図1は、原子のEUVの吸収断面積を示す図である。図1の横軸は、各原子の原子番号 (atomic number) である。図1の縦軸は、原子の吸収断面積 (atomic absorption cross section) である。吸収断面積は、EUVが原子を通過するときに吸収される割合を示している。図1には、原子番号ごとに、それぞれの原子番号の原子の吸収断面積が示されている。例えば、原子番号12の吸収断面積は、炭素の吸収断面積である。原子番号50の吸収断面積は、スズの吸収断面積である。スズは、炭素よりもEUVの吸収断面積が大きい。すなわち、スズは、炭素よりもEUVの吸収率が高い。

[0013] しかし、メタルオキシドレジストは、従来の炭素を基にしたフォトレジストに対して加工性が悪い。そこで、本開示は、EUV露光においてフォトレジスト膜の加工性を向上させる技術を提供する。

[0014] (実施形態)

実施形態について説明する。最初に、実施形態に係る基板処理に用いる基板10の一例を説明する。図2は、実施形態に係る基板10の一例を説明する図である。図2には、基板10が示されている。基板10は、シリコン基板11上に、第1下層膜12及び第2下層膜13が順に積層されている。第1下層膜12は、例えば、SiC(H)、SiOC(H)、SiOCN、SiO_x、SiN_x、SOG (Spin On Glass) の何れかである。第2下層膜13は、例えば、SiC(H)、SiOC(H)、SiOCN、SiO_x、SiN_x、DLC (ダイヤモンドライクカーボン)、a-C (アモルファスカーボン)、SOGの何れかである。なお、図2に示した基板10の構成は、一例

であり、これに限定されるものではない。基板１０には、半導体装置の製造に必要な膜が必要に応じて成膜される。

- [0015] 半導体装置を製造する際、基板１０には、リソグラフィ工程によりパターンが形成される。リソグラフィ工程では、金属酸化物を含むフォトリソレジスト膜を基板１０の表面に成膜する。金属酸化物は、Ｓｎ（スズ）、Ｗ（タングステン）、Ｔｅ（テルル）、Ｓｂ（アンチモン）、Ｉｎ（インジウム）、Ｚｎ（亜鉛）、Ｚｒ（ジルコニウム）、Ｈｆ（ハフニウム）の何れかの酸化物である。例えば、ＥＵＶ露光では、基板１０の表面にフォトリソレジスト膜として、メタルオキシドレジスト膜２０を成膜する。例えば、基板１０には、メタルオキシドレジスト膜２０として、酸化スズ膜が成膜される。
- [0016] ここで、実施形態に係る基板１０にパターンを形成する基板処理の流れの一例を説明する。図３は、基板１０にパターンを形成する基板処理の流れの一例を説明する図である。基板１０の表面には、メタルオキシドレジスト膜２０が成膜されている。
- [0017] 基板１０のメタルオキシドレジスト膜２０にパターンを形成する場合、ＥＵＶ露光を行う。ＥＵＶ露光では、基板１０のメタルオキシドレジスト膜２０に対して、所定のパターンが形成されたマスク３０を介してＥＵＶ光を照射する。メタルオキシドレジスト膜２０には、マスク３０に対応して、ＥＵＶ光により露光された露光部分２０ａと露光されていない未露光部分２０ｂが形成される。次に、ポストエクスポージャバーク（ＰＥＢ：Post Exposure Bake）を行う。ポストエクスポージャバークでは、ＥＵＶ露光を行った基板１０を加熱処理することで、メタルオキシドレジスト膜２０の露光部分２０ａの反応を促進する。次に、基板１０の現像が行われる。例えば、メタルオキシドレジスト膜２０は、露光部分２０ａと未露光部分２０ｂでエッチングレートに差が生じる。この露光部分２０ａと未露光部分２０ｂの選択比を利用してメタルオキシドレジスト膜２０のエッチングを行うことで、基板１０を現像する。例えば、メタルオキシドレジスト膜２０を酸化

スズ (SnO_x) 膜とした場合、EUV露光により、メタルオキシドレジスト膜20の露光部分20aは、 SnO_2 に変化する。露光部分20aの SnO_2 と未露光部分20bの SnO_x は、エッチング選択比が取れるため、エッチングにより未露光部分20bを除去し、露光部分20aを残すネガトーンでのパターンニングが可能となる。図3は、メタルオキシドレジスト膜20の露光部分20aを残すネガトーンの現像を行った場合を示している。

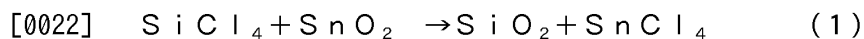
[0018] ところで、メタルオキシドレジスト膜20は、炭素を基にしたレジストに対して加工性が悪い。例えば、メタルオキシドレジスト膜20は、残滓が発生しやすく、残滓の除去が難しい。例えば、メタルオキシドレジスト膜20は、 SnO の残滓が残ってしまう。メタルオキシドレジスト膜20に残滓が残ると、基板10へのパターン転写時に残滓の部分が転写され、パターン忠実性の低下やラフネスが悪化する。また、 SnO のエッチングには、 HBr や BCl_3 など扱いの難しいガスが必要となる。

[0019] そこで、実施形態に係る基板処理では、基板10にケイ素を含有するガスを暴露する。例えば、基板10をチャンバ内に配置する。そして、チャンバ内にケイ素を含有するガスを供給し、ケイ素を含有するガスに基板10を暴露する。ケイ素を含有するガスは、ケイ素ハロゲン化物および水素化物を含む。ケイ素ハロゲン化物および水素化物は、 SiCl_4 （テトラクロロシラン）、 SiH_2Cl_2 （ジクロロシラン）、 SiF_4 （テトラフルオロシラン）、 SiH_4 （モノシラン）、 Si_2H_6 （ジシラン）、 Si_2Cl_6 （ヘキサクロロジシラン）から選択されるケイ素酸化物を形成するものであることが好ましい。ケイ素ハロゲン化物としては、例えば、 SiH_2Cl_2 、 Si_2Cl_6 、 SiCl_4 、 SiF_4 などが挙げられる。水素化物としては、例えば、 SiH_4 、 Si_2H_6 などが挙げられる。例えば、チャンバ内の圧力を1 Torr (133.32 Pa) とし、基板10の温度を200℃として SiH_2Cl_2 に基板10を20分間暴露する。基板10のメタルオキシドレジスト膜20は、ケイ素を含有するガスに暴露されると、メタルオキシドレジスト膜20に含まれる金属酸化物を構成する金属がケイ素に置換される。また、置換によ

り副生成物としてメタル化合物が生成される。副生成物のメタル化合物は、気化して取り除かれる。例えば、メタルオキシドレジスト膜20を SnO_x とした場合、露光部分20aの SnO_2 が SiO_2 に置換される。また、置換により副生成物として SnCl_4 が生成される。 SnCl_4 は、気化してメタルオキシドレジスト膜20から取り除かれる。

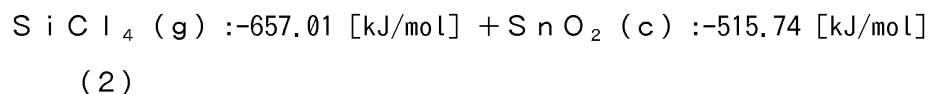
[0020] このように、メタルオキシドレジスト膜20の露光部分20aの SnO_2 が SiO_2 に置換されることで、従来の SiO_2 の加工技術を用いて露光部分20aを加工できる。また、残滓などの SnO も SiO_2 に置換されるため、従来の SiO_2 の加工技術を用いて除去できる。このように実施形態に係る基板処理は、EUV露光においてフォトリソ膜として用いられるメタルオキシドレジスト膜20の加工性を向上させることができる。

[0021] ここで、置換が起こるメカニズムを推測する。以下では、メタルオキシドレジスト膜20の露光部分20aの SnO_2 が、ケイ素を含有するガスに含まれるケイ素ハロゲン化物および水素化物により形成される SiCl_4 により以下の反応式(1)のような反応する場合を例に説明する。

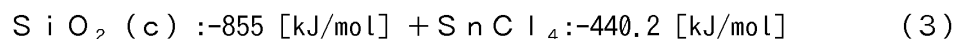


[0023] 反応式(1)の反応前のギブスの自由エネルギーは、以下のように(2)のように表せる。また、反応式(1)の反応後のギブスの自由エネルギーは、以下のように(3)のように表せる。

[0024] 反応前



反応後



[0025] トータルのギブスの自由エネルギーは、反応前よりも反応後の方が優位である。このため、反応式(1)の置換が起こると推測される。

[0026] また、 SnO_2 は、 SiO_2 よりも蒸気圧が十分に大きい。この点からも、反応式(1)の置換が起こると推測される。また、スズ(Sn)とケイ素(

Si) は、共に14族であるため、置換が起きやすいと推測される。

[0027] メタルオキサイドレジスト膜20の露光部分20aの SnO_2 が SiO_2 に置換する速度は、基板10の温度によって変化する。図4は、実施形態に係る基板10のメタルオキサイドレジスト膜20の置換状況の一例を示す図である。図4(A)には、基板10の温度を 150°C 以下の低温とした場合の基板10のHAADF-STEM (High-Angle Annular Dark Field Scanning Transmission Electron Microscopy) 画像と、Snの分布を示す画像と、Siの分布を示す画像とが示されている。図4(B)には、基板10の温度を 150°C 以上の高温とした場合の基板10のHAADF-STEM 画像と、Snの分布を示す画像と、Siの分布を示す画像とが示されている。図4(B)に示すように、高温では、Snが分布しておらず、Siが分布していることから、 SnO_2 が SiO_2 に置換されており、置換速度が速い。一方、図4(A)に示すように低温では、SnとSiの分布と共にあることから、置換速度が遅い。

[0028] 例えば、基板10の温度を 50°C 、 100°C 、 150°C 、 200°C としてジクロロシランガスを5 Torr (666.61 Pa) で暴露した場合、メタルオキサイドレジスト膜20の露光部分20aの SnO_2 が SiO_2 に置換する置換速度は、以下とおりである。

[0029] 50°C : 0.15 [nm/min]
 100°C : 0.45 [nm/min]
 150°C : 0.62 [nm/min]
 200°C : >0.62 [nm/min]

[0030] 基板10の温度を 200°C とした際、露光部分20aが全て置換された。このため、 200°C の置換速度は、0.62 [nm/min] よりも大きいものとして示している。

[0031] 置換は、メタルオキサイドレジスト膜20の表面から徐々に内部に浸潤する。基板10の温度が低いほど置換速度が小さく、露光部分20a全体の置換に時間がかかる。置換する際の基板10の温度は、 50°C 以上であればよ

い。一方、基板１０の温度が高すぎると、基板１０が熱によりダメージを受ける場合がある。基板１０の温度の上限は、基板１０が熱のダメージを受けない温度とすることが好ましい。例えば、置換する際の基板１０の温度は、５０～５００℃の範囲とすることが好ましい。置換を速やかに進める場合、基板１０の温度は、１００℃以上であることが好ましく、２００℃以上であることがより好ましい。

[0032] (装置構成)

次に、実施形態に係る基板処理装置１００の構成の一例を説明する。図５は、実施形態に係る基板処理装置１００の概略的な構成の一例を示す図である。

[0033] 基板処理装置１００は、チャンバ１１０と、ガス供給部１２０と、ステージ１３０と、排気部１４０とを有する。また、基板処理装置１００は、ガス導入部を有する。チャンバ１１０は、気密に構成される。ガス導入部は、少なくとも１つの処理ガスをチャンバ１１０内に導入するように構成される。ガス導入部は、シャワーヘッド１１３を含む。ステージ１３０は、チャンバ１１０内に配置される。シャワーヘッド１１３は、ステージ１３０の上方に配置される。一実施形態において、シャワーヘッド１１３は、チャンバ１１０の天部（ceiling）の少なくとも一部を構成する。

[0034] ステージ１３０は、基板１０を支持するための載置面１３０aが上面に形成されている。載置面１３０aは、基板１０よりも広く形成されている。チャンバ１１０には、不図示の搬入出口が設けられている。搬入出口は、ゲートバルブにより開閉可能とされている。基板処理装置１００に基板１０を搬入する場合、チャンバ１１０に設けられた不図示の搬入出口が開状態とされる。基板１０は、搬送アームなどの搬送機構により、搬入出口からチャンバ１１０内に搬入され、ステージ１３０の載置面１３０aに載置される。

[0035] ステージ１３０は、内部にヒータ１３１が設けられている。ヒータ１３１には、電源１３２が接続されている。電源１３２は、ヒータ１３１に電力を供給する。ヒータ１３１は、電源１３２から供給される電力により発熱する

。電源１３２は、ヒータ１３１へ供給する電力を制御可能とされている。基板処理装置１００は、電源１３２からヒータ１３１へ供給する電力を制御してヒータ１３１の温度を制御することにより、基板１０の温度を制御可能に構成されている。

[0036] シャワーヘッド１１３は、ガス供給部１２０からの少なくとも１つの処理ガスをチャンバ１１０内に導入するように構成される。シャワーヘッド１１３は、少なくとも１つのガス供給口１１３ａ、少なくとも１つのガス拡散室１１３ｂ、及び複数のガス導入口１１３ｃを有する。ガス供給口１１３ａに供給された処理ガスは、ガス拡散室１１３ｂを通過して複数のガス導入口１１３ｃからチャンバ１１０内に導入される。

[0037] ガス供給部１２０は、少なくとも１つのガスソース１２１及び少なくとも１つの流量制御器１２２を含んでいる。各流量制御器１２２は、例えばマスフローコントローラ又は圧力制御式の流量制御器を含んでもよい。ガス供給部１２０は、ガスソース１２１からケイ素を含有するガスを流量制御器１２２を介してシャワーヘッド１１３に供給する。

[0038] 排気部１４０は、例えばチャンバ１１０の底部に設けられたガス排出口１１０ａに接続されている。排気部１４０は、圧力調整弁及び真空ポンプを含んでもよい。圧力調整弁によって、チャンバ１１０内の圧力が調整される。真空ポンプは、ターボ分子ポンプ、ドライポンプ又はこれらの組み合わせを含んでもよい。

[0039] 基板処理装置１００は、制御部１５０を含む。制御部１５０は、基板処理装置１００の各部を制御し、基板処理装置１００に基板処理を実行させる。

[0040] (基板処理)

次に、本開示の基板処理方法を含む基板処理の一例を説明する。図６は、実施形態に係る基板処理の流れの一例を示す図である。図６は、図３に示した基板１０にパターンを形成する基板処理の流れを示している。

[0041] 基板１０の表面に金属酸化物を含むフォトリソ膜を成膜する（ステップＳ１０）。例えば、基板１０を成膜装置に搬送し、成膜装置で基板１０に

、例えば、酸化スズ膜などのメタルオキシドレジスト膜20を成膜する。
メタルオキシドレジスト膜20は、スピンコートで基板10に成膜してもよく、真空成膜で基板10に成膜してもよい。

[0042] 次に、金属酸化物を含むフォトリソレジスト膜が形成された基板10にEUV露光を行う（ステップS11）。例えば、基板10をEUV露光装置に搬送し、EUV露光装置で基板10にEUV露光を行う。EUV露光では、基板10のメタルオキシドレジスト膜20に対して、所定のパターンが形成されたマスク30を介してEUV光を照射する。

[0043] 次に、EUV露光した基板10にポストエクスポージャベーク（PEB）を行う（ステップS12）。例えば、基板10を熱処理装置に搬送し、熱処理装置で基板10にポストエクスポージャベークを行う。

[0044] 次に、ポストエクスポージャベークを行った基板10の現像を行う（ステップS13）。例えば、基板10をエッチング装置に搬送し、エッチング装置で基板10のメタルオキシドレジスト膜20のエッチングを行うことで、メタルオキシドレジスト膜20に形成されたパターンを現像する。

[0045] 次に、現像した基板10にケイ素を含有するガスを暴露する（ステップS14）。例えば、基板10を基板処理装置100に搬送してステージ130に載置する。基板処理装置100は、排気部140により、チャンバ110内の圧力を、ケイ素を含有するガスの暴露に適した所定の圧力に減圧する。また、基板処理装置100は、ヒータ131の温度を制御してステージ130に載置された基板10を50～500℃の範囲の温度に制御する。そして、基板処理装置100は、ガス供給部120からケイ素を含有するガスをチャンバ110内に供給して基板10にケイ素を含有するガスを暴露する。例えば、基板処理装置100は、チャンバ110内の圧力を1 Torr（133.32 Pa）とし、基板10の温度を200℃としてSiH₂Cl₂ガスに基板10を20分間暴露する。これにより、現像されたメタルオキシドレジスト膜20に含まれる金属酸化物を構成する金属がケイ素に置換される。例えば、メタルオキシドレジスト膜20をSnO_xとした場合、SiO₂に

置換される。

[0046] これにより、従来の SiO_2 の加工技術と用いて露光部分20aを加工できる。このように実施形態に係る基板処理は、EUV露光においてフォトリソスト膜として用いられるメタルオキシドレジスト膜20の加工性を向上させることができる。

[0047] 次に、パターンを形成した基板10の加工の一例を説明する。以下では、基板10の加工の一例として、基板10のダブルパターニングを行う基板処理の流れを説明する。図7は、基板10のダブルパターニングを行う基板処理の流れの一例を説明する図である。基板10のメタルオキシドレジスト膜20には、例えば、図3に示した基板処理により、露光部分20aによりパターンを形成されている。露光部分20aの SnO_2 は、 SiO_2 に置換されている。

[0048] 基板10のダブルパターニングを行う場合、例えば、ALD (Atomic Layer Deposition) などにより基板10に SiN_x 膜25を成膜する。基板10には、メタルオキシドレジスト膜20の露光部分20aによる凹凸を覆うように SiN_x 膜25が成膜される。次に、プラズマエッチングなどにより、基板10に成膜した SiN_x 膜25の異方性エッチングを行う。 SiN_x 膜25の異方性エッチングを行うことで、基板10では、メタルオキシドレジスト膜20の露光部分20aの上面部分や露光部分20aの間の凹部分の SiN_x 膜25がエッチングされる。 SiN_x 膜25の異方性エッチングを行うことで、基板10では、露光部分20aの側壁部分の SiN_x 膜25が残る。次に、プラズマエッチングなどにより、基板10に対して SiO_x の異方性エッチングを行う。 SiO_x の異方性エッチングを行うことで、基板10では、露光部分20aが上面側からエッチングされ、露光部分20aの側壁部分であった SiN_x 膜25が残る。基板10のダブルパターニングでは、残った SiN_x 膜25をマスクとして基板10をパターニングする。これにより、基板10に対して微細な加工を実現できる。

[0049] このように、実施形態に係る基板処理方法により、メタルオキシドレジ

スト膜20の露光部分20aの SnO_2 が SiO_2 に置換することで、基板10のダブルパターンニングを実現できる。

[0050] なお、上記した実施形態では、メタルオキシドレジスト膜20を酸化スズ膜とした場合を例に主に説明した。しかし、開示の技術はこれに限定されるものではない。実施形態に示した置換は、カテナーション性を有する元素であれば発生すると推測される。カテナーションとは、同種元素の原子が長鎖状に結合することを言う。例えば、メタルオキシドレジスト膜20は、W、Te、Sb、In、Zn、Zr、Hfの何れかの酸化物の膜であってもよい。この場合も、実施形態に係る基板処理方法により、メタルオキシドレジスト膜20に含まれるW、Te、Sb、In、Zn、Zr、Hfの酸化物をケイ素に置換できる。これにより、EUV露光においてフォトリソ膜の加工性を向上させることができる。

[0051] また、上記した実施形態では、基板処理装置100について、ケイ素を含有するガスに1枚ずつ基板10を暴露する構成とした場合を例に説明した。しかし、開示の技術はこれに限定されるものではない。基板処理装置100は、チャンバ110の内部に複数の基板10を配置可能な構成として、ケイ素を含有するガスに複数の基板10を暴露する構成としてもよい。

[0052] 以上、実施形態について説明した。上記したように、上記した実施形態に係る基板処理方法は、工程a)（例えば、ステップS14）と、工程b)（例えば、ステップS14）とを含む。工程aは、金属酸化物を含むフォトリソ膜が表面に形成された基板10をチャンバ110内に配置する。工程b)は、チャンバ110内にケイ素を含有するガスを供給してフォトリソ膜に含まれる金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換する。これにより、実施形態に係る基板処理方法は、EUV露光においてフォトリソ膜の加工性を向上させることができる。

[0053] また、フォトリソ膜は、メタルオキシドレジスト膜20である。実施形態に係る基板処理方法は、工程a)及び前記工程b)よりも前に、工程c)をさらに含む。工程c)は、基板10の表面に形成されたメタルオキサ

イドレジスト膜20をEUV露光する。これにより、実施形態に係る基板処理方法は、EUV露光においてメタルオキシドレジスト膜20の加工性を向上させることができる。

[0054] また、実施形態に係る基板処理方法は、工程c)よりも後、かつ工程b)よりも前に、工程d)をさらに含む。工程d)は、工程c)よりも後、かつ工程b)よりも前に、EUV露光されたメタルオキシドレジスト膜20を現像する。これにより、実施形態に係る基板処理方法は、現像されたメタルオキシドレジスト膜20の加工性を向上させることができる。

[0055] また、金属酸化物は、Sn、W、Te、Sb、In、Zn、Zr、Hfの何れかの酸化物である。これにより、実施形態に係る基板処理方法は、金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換できる。

[0056] また、メタルオキシドレジスト膜20は、酸化スズ膜である。これにより、実施形態に係る基板処理方法は、酸化スズ膜を構成するスズをケイ素に置換することができる。

[0057] また、ガスは、ケイ素ハロゲン化物および水素化物を含む。工程b)は、現像された前記メタルオキシドレジスト膜20に含まれる金属酸化物にケイ素ハロゲン化物および水素化物を接触させ、金属酸化物を構成する金属をケイ素で置換する。これにより、実施形態に係る基板処理方法は、金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換できる。

[0058] また、ケイ素ハロゲン化物および前記水素化物は、 SiCl_4 、 SiH_2Cl_2 、 SiF_4 、 SiH_4 、 Si_2H_6 、 Si_2Cl_6 から選択されるケイ素酸化物を形成する。これにより、実施形態に係る基板処理方法は、金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換できる。

[0059] また、工程b)は、基板10を50℃以上に加熱して、チャンバ110内にガスを供給して前記フォトリソ膜に含まれる金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換する。これにより、実施形態に係る基板処理方法は、金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換できる。

[0060] また、実施形態に係る基板処理方法は、工程b)よりも後に、工程e)を

さらに含む。工程 e) は、フォトリジスト膜のダブルパターニングを行う。
これにより、実施形態に係る基板処理方法は、フォトリジスト膜に微細なパターンを形成できる。

[0061] また、実施形態に係る基板処理装置 100 は、チャンバ 110 と、ステージ 130 と、ガス供給部 120 とを有する。ステージ 130 は、チャンバ 110 内に配置され、金属酸化物を含むフォトリジスト膜が表面に形成された基板 10 が載置される。ガス供給部 120 は、チャンバ 110 内にケイ素を含有するガスを供給する。これにより、実施形態に係る基板処理装置 100 は、EUV 露光においてフォトリジスト膜の加工性を向上させることができる。

[0062] (その他)

なお、本願に開示された技術は、上記した実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で数々の変形が可能である。

[0063] なお、今回開示された実施形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。実に、上記した実施形態は多様な形態で具現され得る。また、上記の実施形態は、添付の特許請求の範囲及びその趣旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

[0064] なお、以上の実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

[0065] (付記 1)

a) 金属酸化物を含むフォトリジスト膜が表面に形成された基板をチャンバ内に配置する工程と、

b) 前記チャンバ内にケイ素を含有するガスを供給して前記フォトリジスト膜に含まれる金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換する工程と、
を含む基板処理方法。

[0066] (付記 2)

前記フォトリジスト膜は、メタルオキシドレジスト膜であり、

c) 前記工程 a) 及び前記工程 b) よりも前に、前記基板の表面に形成された前記メタルオキシドレジスト膜を EUV (Extreme Ultra Violet)

露光する工程

をさらに含む付記 1 に記載の基板処理方法。

[0067] (付記 3)

d) 前記工程 c) よりも後、かつ前記工程 b) よりも前に、EUV 露光された前記メタルオキシドレジスト膜を現像する工程

をさらに含む付記 2 に記載の基板処理方法。

[0068] (付記 4)

前記金属酸化物は、Sn、W、Te、Sb、In、Zn、Zr、Hfの何れかの酸化物である

付記 1 ～ 3 の何れか 1 つに記載の基板処理方法。

[0069] (付記 5)

前記メタルオキシドレジスト膜は、酸化スズ膜である

付記 2 又は 3 に記載の基板処理方法。

[0070] (付記 6)

前記ガスは、ケイ素ハロゲン化物および水素化物を含み、

前記工程 b) は、現像された前記メタルオキシドレジスト膜に含まれる金属酸化物にケイ素ハロゲン化物および水素化物を接触させ、金属酸化物を構成する金属をケイ素で置換する

付記 3 に記載の基板処理方法。

[0071] (付記 7)

前記ケイ素ハロゲン化物および前記水素化物は、 SiCl_4 、 SiH_2Cl_2 、 SiF_4 、 SiH_4 、 Si_2H_6 、 Si_2Cl_6 から選択されるケイ素酸化物を形成する

付記 6 に記載の基板処理方法。

[0072] (付記 8)

前記工程 b) は、前記基板を 50°C 以上に加熱して、前記チャンバ内に前記ガスを供給して前記フォトリソレジスト膜に含まれる金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換する

付記 1 ～ 7 の何れか 1 つに記載の基板処理方法。

[0073] (付記 9)

e) 前記工程 b) よりも後に、前記フォトリソ膜のダブルパターニングを行う工程

付記 1 ～ 8 の何れか 1 つに記載の基板処理方法。

[0074] (付記 10)

チャンバと、

前記チャンバ内に配置され、金属酸化物を含むフォトリソ膜が表面に形成された基板が載置されるステージと、

前記チャンバ内にケイ素を含有するガスを供給するガス供給部と、
を有する基板処理装置。

符号の説明

- [0075] 10 基板
11 シリコン基板
12 第1下層膜
13 第2下層膜
20 メタルオキシドレソ膜
20a 露光部分
20b 未露光部分
25 SiN_x膜
30 マスク
100 基板処理装置
110 チャンバ
120 ガス供給部
130 ステージ
130a 載置面
131 ヒータ
132 電源

1 4 0 排気部

1 5 0 制御部

請求の範囲

- [請求項1] a) 金属酸化物を含むフォトレジスト膜が表面に形成された基板をチャンバ内に配置する工程と、
- b) 前記チャンバ内にケイ素を含有するガスを供給して前記フォトレジスト膜に含まれる金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換する工程と、
- を含む基板処理方法。
- [請求項2] 前記フォトレジスト膜は、メタルオキサイドレジスト膜であり、
- c) 前記工程 a) 及び前記工程 b) よりも前に、前記基板の表面に形成された前記メタルオキサイドレジスト膜を E U V (Extreme Ultra Violet) 露光する工程
- をさらに含む請求項 1 に記載の基板処理方法。
- [請求項3] d) 前記工程 c) よりも後、かつ前記工程 b) よりも前に、E U V 露光された前記メタルオキサイドレジスト膜を現像する工程
- をさらに含む請求項 2 に記載の基板処理方法。
- [請求項4] 前記金属酸化物は、S n、W、T e、S b、I n、Z n、Z r、H f の何れかの酸化物である
- 請求項 1 に記載の基板処理方法。
- [請求項5] 前記メタルオキサイドレジスト膜は、酸化スズ膜である
- 請求項 2 に記載の基板処理方法。
- [請求項6] 前記ガスは、ケイ素ハロゲン化物および水素化物を含み、
- 前記工程 b) は、現像された前記メタルオキサイドレジスト膜に含まれる金属酸化物にケイ素ハロゲン化物および水素化物を接触させ、金属酸化物を構成する金属をケイ素で置換する
- 請求項 3 に記載の基板処理方法。
- [請求項7] 前記ケイ素ハロゲン化物および前記水素化物は、S i C l₄、S i H₂ C l₂、S i F₄、S i H₄、S i₂ H₆、S i₂ C l₆から選択されるケイ素酸化物を形成する

請求項 6 に記載の基板処理方法。

[請求項8] 前記工程 b) は、前記基板を 50℃以上に加熱して、前記チャンバ内に前記ガスを供給して前記フォトリソ膜に含まれる金属酸化物を構成する金属をケイ素に置換する

請求項 1 に記載の基板処理方法。

[請求項9] e) 前記工程 b) よりも後に、前記フォトリソ膜のダブルパターンニングを行う工程

をさらに含む請求項 1 に記載の基板処理方法。

[請求項10] チャンバと、
前記チャンバ内に配置され、金属酸化物を含むフォトリソ膜が表面に形成された基板が載置されるステージと、
前記チャンバ内にケイ素を含有するガスを供給するガス供給部と、
を有する基板処理装置。