

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5588856号
(P5588856)

(45) 発行日 平成26年9月10日 (2014.9.10)

(24) 登録日 平成26年8月1日 (2014.8.1)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/316 (2006.01)	HO 1 L 21/316 C
HO 1 L 21/205 (2006.01)	HO 1 L 21/316 P
HO 1 L 21/31 (2006.01)	HO 1 L 21/205
C 2 3 C 16/40 (2006.01)	HO 1 L 21/31 B
C 2 3 C 16/26 (2006.01)	C 2 3 C 16/40

請求項の数 9 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-290405 (P2010-290405)	(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22年12月27日 (2010.12.27)	(74) 代理人	100099944 弁理士 高山 宏志
(65) 公開番号	特開2012-138492 (P2012-138492A)	(72) 発明者	柿本 明修 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
(43) 公開日	平成24年7月19日 (2012.7.19)	(72) 発明者	遠藤 篤史 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
審査請求日	平成25年7月11日 (2013.7.11)	(72) 発明者	久保 万身 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カーボン膜上への酸化物膜の成膜方法及び成膜装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(1) 被処理体上にカーボン膜を形成する工程と、
(2) 前記カーボン膜上に被酸化体層を形成する工程と、
(3) 前記被酸化体層を酸化させながら、前記被酸化体層上に酸化物膜を形成する工程と、

を具備し、

前記(2)工程が、

前記被処理体を加熱し、前記カーボン膜の表面にアミノシラン系ガスを供給して前記カーボン膜上にシード層を形成する工程と、

前記シード層が形成された前記被処理体を加熱し、前記シード層の表面にアミノ基を含まないシラン系ガスを供給して前記シード層上に前記被酸化体層を形成する工程と

を含むことを特徴とするカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法。

【請求項2】

前記被酸化体層が、シリコンを含む層であることを特徴とする請求項1に記載のカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法。

【請求項3】

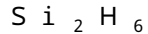
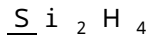
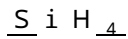
前記アミノシラン系ガスが、

B A S (ブチルアミノシラン)

B T B A S (ビスターシャリブチルアミノシラン)

D M A S (ジメチルアミノシラン)
 B D M A S (ビスジメチルアミノシラン)
 T D M A S (トリジメチルアミノシラン)
 D E A S (ジエチルアミノシラン)
 B D E A S (ビスジエチルアミノシラン)
 D P A S (ジプロピルアミノシラン)、及び
 D I P A S (ジイソプロピルアミノシラン)

の少なくとも一つを含むガスから選ばれ、
 前記アミノ基を含まないシラン系ガスが、



$\text{Si}_m\text{H}_{2m+2}$ (ただし、 m は3以上の自然数)の式で表されるシリコンの水素化物、及び

Si_nH_{2n} (ただし、 n は3以上の自然数)の式で表されるシリコンの水素化物

の少なくとも一つを含むガスから選ばれることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法。

【請求項4】

前記 $\text{Si}_m\text{H}_{2m+2}$ (ただし、 m は3以上の自然数)の式で表されるシリコンの水素化物が、

トリシラン (Si_3H_8)

テトラシラン (Si_4H_{10})

ペンタシラン (Si_5H_{12})

ヘキサシラン (Si_6H_{14})

ヘプタシラン (Si_7H_{16})

の少なくとも一つから選ばれ、

前記 Si_nH_{2n} (ただし、 n は3以上の自然数)の式で表されるシリコンの水素化物が、

シクロトリシラン (Si_3H_6)

シクロテトラシラン (Si_4H_8)

シクロペンタシラン (Si_5H_{10})

シクロヘキサシラン (Si_6H_{12})

シクロヘプタシラン (Si_7H_{14})

の少なくともいずれかが一つから選ばれることを特徴とする請求項3に記載のカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法。

【請求項5】

前記シリコン層の膜厚が、3nm以上5nm以下であることを特徴とする請求項2から請求項4のいずれか一項に記載のカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法。

【請求項6】

前記酸化物膜が、酸化シリコン膜であることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法。

【請求項7】

前記被処理体が半導体ウエハであり、前記成膜方法が、半導体装置の製造プロセスに用いられることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか一項に記載のカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法。

【請求項8】

カーボン膜上に酸化物膜を成膜する成膜装置であって、
 被処理体を収容する処理室と、

前記処理室内に、被酸化体層を成膜する被酸化体成膜ガス、及び酸化物膜を成膜する酸化物成膜ガスを供給するガス供給機構と、

10

20

30

40

50

前記ガス供給機構を制御する制御装置と、を備え、
被酸化体層を成膜する被酸化体成膜ガスが、アミノシラン系ガス、アミノ基を含まないシラン系ガスを含み、

前記制御装置が、前記処理室内において、請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の成膜方法を前記被処理体に対して実行するように、前記ガス供給機構を制御することを特徴とする成膜装置。

【請求項 9】

前記ガス供給機構が、さらに、前記処理室内に、カーボン膜を成膜する炭素を含むガスを供給することを特徴とする請求項 8 に記載の成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、カーボン膜上への酸化物膜の成膜方法及び成膜装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の製造プロセスにおいて、カーボン膜上に酸化シリコン (SiO_2) 膜を形成し、パターニングを行う場合がある。

【0003】

例えば、特許文献 1 の段落 0005 には、アモルファスカーボン膜上に SiO_2 膜を形成し、この SiO_2 膜をパターニングし、さらに、パターニングされた SiO_2 膜を用いてアモルファスカーボン膜をエッチングする、という技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 53397 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、カーボン膜上に直接 SiO_2 膜を成膜した場合、カーボン膜の膜厚が減少してしまう、という事情がある。例えば、処理温度を室温としてプラズマを用いた ALD 法を行うと、カーボン膜が 3 ~ 4 nm 程度膜減りする。また、処理温度を 300 として同じ条件でプラズマを用いた ALD 法を行うと、5 ~ 7 nm 程度の膜減りがカーボン膜に起こる。この一つの要因は、 SiO_2 膜の成膜初期段階において、カーボン膜表面のカーボンが酸素 (O_2) や酸素ラジカル (O^*) と反応し、 CO_2 や CO となって揮発するためである。

【0006】

この発明は、カーボン膜上に酸化物膜を形成しても、カーボン膜の膜厚減少を抑制することが可能なカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法、及びその成膜方法を実施することが可能な成膜装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の第 1 の態様に係るカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法は、(1) 被処理体上にカーボン膜を形成する工程と、(2) 前記カーボン膜上に被酸化体層を形成する工程と、(3) 前記被酸化体層を酸化させながら、前記被酸化体層上に酸化物膜を形成する工程と、を具備し、前記(2)工程が、前記被処理体を加熱し、前記カーボン膜の表面にアミノシラン系ガスを供給して前記カーボン膜上にシード層を形成する工程と、前記シード層が形成された前記被処理体を加熱し、前記シード層の表面にアミノ基を含まないシラン系ガスを供給して前記シード層上に前記被酸化体層を形成する工程とを含む。

【0008】

カーボン膜上に酸化物膜を成膜する成膜装置であって、被処理体を収容する処理室と、

10

20

30

40

50

前記処理室内に、被酸化体層を成膜する被酸化体成膜ガス、及び酸化物膜を成膜する酸化物成膜ガスを供給するガス供給機構と、前記ガス供給機構を制御する制御装置と、を備え、被酸化体層を成膜する被酸化体成膜ガスが、アミノシラン系ガス、アミノ基を含まないシラン系ガスを含み、前記制御装置が、前記処理室内において、上記第1の態様に係る成膜方法を前記被処理体に対して実行するように、前記ガス供給機構を制御する。

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、カーボン膜上に酸化物膜を形成しても、カーボン膜の膜厚減少を抑制することが可能なカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法、及びその成膜方法を実施することが可能な成膜装置を提供できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1Aはこの発明の一実施形態に係るカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法の一例を示す流れ図、図1Bは図1A中のステップ2の一例を示す流れ図

【図2】図2A～図2Eは図1A及び図1Bに示すシーケンス中の被処理体の状態を概略的に示す断面図

【図3】堆積時間とシリコン層4の膜厚との関係を示す図

【図4】図3中の破線枠A内を拡大した拡大図

【図5】一実施形態に係るカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法を実施することが可能な成膜装置の一例を概略的に示す断面図

20

【発明を実施するための形態】

【0011】

(成膜方法)

図1Aはこの発明の一実施形態に係るカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法の一例を示す流れ図、図1Bは図1A中のステップ2の一例を示す流れ図、図2A～図2Eは、図1A及び図1Bに示すシーケンス中の被処理体の状態を概略的に示す断面図である。

【0012】

まず、図1A中のステップ1に示すように、被処理体上にカーボン膜を形成する。本例では、被処理体として半導体ウエハ、例えば、シリコンウエハWを用いた。このシリコンウエハWのシリコン基板1上に、本例ではアモルファスカーボン膜2を形成する(図2A)。アモルファスカーボン膜2は、例えば、処理温度を200～400としてプラズマCVD(Chemical Vapor Deposition)法、プラズマALD(Atomic Layer Deposition)法、又はプラズマMLD(Molecular Layer Deposition)法を用いて成膜する方法や、処理温度を700～900として熱CVD法を用いて成膜する方法で形成することができる。成膜ガスとしては、炭素を含むガス、例えば、エチレン(C_2H_4)ガスなどを用いることができる。

30

【0013】

次に、図1A中のステップ2に示すように、アモルファスカーボン膜2上に被酸化体層を形成する。被酸化体層を構成する物質は酸化可能な物質であれば良い。本例では、被酸化体層を構成する物質としてシリコンを選択し、シリコンを含む層を形成した。また、本例では、シリコンを含む層を、図1Bに示すように二段階で形成した。

40

【0014】

最初に、図1B中のステップ21に示すように、アモルファスカーボン膜2が形成されたシリコンウエハWを成膜装置の処理室内に搬入し、アモルファスカーボン膜2上にシード層3を形成する(図2B)。本例では、処理室内の温度を上げ、アモルファスカーボン膜2が形成されたシリコンウエハWを加熱し、加熱されたアモルファスカーボン膜2の表面にアミノシラン系ガスを供給する。これにより、アモルファスカーボン膜2の表面上にシード層3を形成する。

【0015】

アミノシラン系ガスの例としては、

50

B A S (ブチルアミノシラン)
 B T B A S (ビスターシャリブチルアミノシラン)
 D M A S (ジメチルアミノシラン)
 B D M A S (ビスジメチルアミノシラン)
 T D M A S (トリジメチルアミノシラン)、
 D E A S (ジエチルアミノシラン)、
 B D E A S (ビスジエチルアミノシラン)、
 D P A S (ジプロピルアミノシラン)、
 D I P A S (ジイソプロピルアミノシラン)

等を挙げることができる。本例では、D I P A Sを用いた。

10

【 0 0 1 6 】

ステップ 2 1 における処理条件の一例は、

D I P A S 流量： 4 0 0 s c c m
 処 理 時 間： 5 m i n
 処 理 温 度： 4 0 0
 処 理 圧 力： 1 3 3 P a (1 T o r r)

である。ステップ 2 1 の工程を、本明細書では以下プリフローと呼ぶ。

【 0 0 1 7 】

ステップ 2 1 は、シリコン原料を、アモルファスカーボン膜 2 に吸着させやすくする工程である。なお、本明細書では、ステップ 2 1 においてシード層 3 を形成する、と記載しているが、実際にはほとんど成膜されることはない。シード層 3 の厚さは、好ましくは単原子層レベルの厚さ程度であることが良い。具体的なシード層 3 の厚さを言及すれば、0 . 1 n m 以上 0 . 3 n m 以下である。

20

【 0 0 1 8 】

次に、図 1 B 中のステップ 2 2 に示すように、シード層 3 上にシリコン層 4 を形成する (図 2 C)。本例では、上記処理室内で、シード層 3 が形成されたシリコンウエハ W を加熱し、加熱されたシード層 3 の表面にアミノ基を含まないシラン系ガスを供給する。これにより、シード層 3 の表面上でアミノ基を含まないシラン系ガスが熱分解され、シード層 3 上にシリコン層 4 が形成される。このように本例の被酸化体層 5 は、膜厚 0 . 1 n m 以上 0 . 1 n m 以下のシード層 3 と、シード層 3 上に形成されるシリコン層 4 とを含み、全体の膜厚の一例としては、例えば、3 n m 以上 5 n m 以下とされる。

30

【 0 0 1 9 】

アミノ基を含まないシラン系ガスの例としては、

S i H₂
 S i H₄
 S i H₆
 S i₂ H₄
 S i₂ H₆

S i_m H_{2 m + 2} (ただし、m は 3 以上の自然数) の式で表されるシリコンの水素化物、及び

40

S i_n H_{2 n} (ただし、n は 3 以上の自然数) の式で表されるシリコンの水素化物の少なくとも一つを含むガスを挙げることができる。本例では、S i H₄ (モノシラン) を用いた。

【 0 0 2 0 】

ステップ 2 2 における処理条件の一例は、

モノシラン流量： 8 0 0 s c c m
 処 理 時 間： 3 m i n
 処 理 温 度： 5 3 0
 処 理 圧 力： 1 3 3 P a (1 T o r r)

である。

50

【0021】

上記モノシラン流量、処理温度、および処理圧力の条件では、およそ3minの処理時間（堆積時間）で、3nm程度の薄いシリコン層4がシード層3上に形成され、シード層3及びシリコン層4を含む被酸化体層5が形成される。

【0022】

次に、図1A中のステップ3に示すように、上記処理室内で、被酸化体層5、本例ではシード層3及びシリコン層4を含む被酸化体層5を酸化させつつ（図2D）、被酸化体層5上に酸化物膜を形成する。本例では、酸化物膜として、酸化シリコン膜6を、被酸化体層5上に成膜した（図2E）。

【0023】

このような一実施形態に係るカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法によれば、本例ではアモルファスカーボン膜2上に形成された被酸化体層5を酸化させつつ、アモルファスカーボン膜2上に酸化物膜、本例では酸化シリコン膜6を形成する。このため、アモルファスカーボン膜2上に酸化シリコン膜6を形成しても、アモルファスカーボン膜2の膜厚減少を抑制することができる。

【0024】

アモルファスカーボン膜2の膜厚減少の要因の一つは、酸化シリコン膜6の成膜初期段階において、酸化剤、例えば、酸素(O_2)や酸素ラジカル(O^*)が、アモルファスカーボン膜2表面に接触すると、カーボンが酸素や酸素ラジカルと反応し、 CO_2 やCOとなって揮発してしまうこと、である。

【0025】

このような事情に対して、一実施形態においては、アモルファスカーボン膜2の表面上に、被酸化体層5を形成しておく。このため、酸化シリコン膜6の成膜初期段階においては、酸素や酸素ラジカルが、直接にアモルファスカーボン膜2の表面に接触することが抑制される。したがって、アモルファスカーボン膜2のカーボンが揮発し難くなり、その膜厚減少を抑制することができる。

【0026】

また、一実施形態においては、被酸化体層5が酸化された後、その後、形成される酸化物膜と同一の膜になるようにしている。本例では、被酸化体層5を、シリコンを含む層とし、酸化物膜を酸化シリコン膜6としている。シリコンを含む層は酸化されて酸化シリコン層となり、酸化シリコン膜6と同じとなる。また、被酸化体層5を成膜するための成膜ガスと酸化物膜を成膜するための成膜ガスとを共通化できる利点もある。本例では、アミノシラン系ガス、又はアミノ基を含まないシラン系ガスを、酸化物膜の成膜ガスとして使用することができる。もちろん、アモルファスカーボン膜2と酸化シリコン膜6との間に、酸化シリコンとは異なった酸化物が挟まった構造となっても良いが、異なった酸化物を挟まない構造としたいのであれば、本一実施形態のようにすると良い。

【0027】

また、シリコンを含む被酸化体層5が酸化されて形成された酸化シリコン層は、酸素を通し難い酸素障壁層として機能する。このため、酸化シリコン膜6を成膜している間、酸化剤が被酸化体層5を通過し、アモルファスカーボン膜2に達する事情も抑制できる。したがって、酸化シリコン膜6を成膜している間も、不慮のアモルファスカーボン膜2の膜厚減少を抑制することができる。

【0028】

また、一実施形態においては、被酸化体層5を、シード層3の形成、及びシリコン層4の形成の二段階で形成した。この構成によれば、アモルファスカーボン膜2上に形成される被酸化体層5の膜厚を極めて薄くできる、という利点を得ることができる。極めて薄い膜厚の一例を挙げれば、3nm以上5nm以下である。

【0029】

シリコン層は、通常、アミノ基を含まないシラン系ガスを用いて形成される。しかし、アミノ基を含まないシラン系ガスを用いて、アモルファスカーボン膜2上に、膜厚が、例

10

20

30

40

50

えば、3 nm以上5 nm以下であるシリコン層4を成膜すると、シリコンがグレイン成長している段階であるため、グレイン間に隙間を生じたシリコン層4ができる。このようなシリコン層4では、酸化シリコン膜6の成膜初期段階において、酸化剤が隙間を介して直接にアモルファスカーボン膜2の表面に接触する。その結果、アモルファスカーボン膜2が酸化され、揮発してしまう。このため、隙間がないシリコン層4に比較して、アモルファスカーボン膜の膜厚減少を抑制する効果が弱まる。

【0030】

しかし、一実施形態では、シリコン層4を形成する前に、アミノシラン系ガスを用いて、アモルファスカーボン膜2上にシード層3を形成する(プリフロー)。シリコン層4は、シード層3上に形成する。このようにすると、シリコン層4の成膜が始まるまでの時間(以下インキュベーション時間という)を短くすることができる。インキュベーション時間が短い、ということは、極めて薄いシリコン層4、例えば、膜厚が3 nm以上5 nm以下であるシリコン層4であっても、隙間がなく、膜質が均一なシリコン層4が得られる、ということである。

10

【0031】

図3に、堆積時間とシリコン層4の膜厚との関係を示す。図3に示す結果は下地を酸化シリコン(SiO_2)とした場合であるが、下地が酸化シリコンであってもアモルファスカーボンであっても、同様の傾向を示す。なぜなら、プリフロー、即ちアミノシラン系ガスが熱分解されることで得られたシード層3が下地上に形成されるからである。シリコン層4は、あくまでシード層3上に吸着されて成膜される。

20

【0032】

本例で用いたプリフローにおける処理条件は、

DIPAS流量： 500 sccm
 処理時間： 5 min
 処理温度： 400
 処理圧力： 53.2 Pa (0.4 Torr)

である。

【0033】

同じく本例で用いたシリコン層4を成膜するための処理条件は、

モノシラン流量： 500 sccm
 堆積時間： 30 min / 45 min / 60 min
 処理温度： 500
 処理圧力： 53.2 Pa (0.4 Torr)

30

である。

【0034】

シリコン層4の膜厚は、堆積時間を30 minとしたとき、45 minとしたとき、及び60 minとしたときの3点で測定した。

【0035】

図3中の線Iはプリフロー有りの場合、線IIはプリフロー無しの場合の結果を示している。線I、IIは、測定された3つの膜厚を最小二乗法で直線近似した直線であり、式は次の通りである。

40

【0036】

$$\text{線 I} : y = 17.572x - 20.855 \quad \dots (1)$$

$$\text{線 II} : y = 17.605x - 34.929 \quad \dots (2)$$

図3に示すように、プリフロー有りの場合、プリフロー無しに比較してシリコン層4の膜厚が増す傾向が明らかとなった。

【0037】

上記(1)、(2)式を $y = 0$ 、即ち、シリコン層4の膜厚を“0”としたとき、線I、IIと堆積時間との交点を求めたものを図4に示す。

【0038】

50

なお、図4は図3中の破線枠A内を拡大した拡大図である。

【0039】

図4に示すように、プリフロー有りのとき、シリコン層4の堆積が処理開始から約1.2min(x=1.189)から始まる。対して、プリフロー無しのシリコン層のときには、シリコン層4の堆積が処理開始から約2.0min(x=1.984)から始まる。

【0040】

このように、下地に対してアミノシラン系ガスのプリフローを行うことで、インキュベーション時間を、約2.0minから約1.2minに短縮することができる。この結果、薄い膜厚、例えば3nm~5nm程度の膜厚のシリコン層4を、モノシランを用いて成膜することができる。

10

【0041】

以上、一実施形態に係るカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法によれば、カーボン膜上に酸化物膜を形成しても、カーボン膜の膜厚減少を抑制することが可能なカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法を得ることができる。

【0042】

(成膜装置)

次に、上記一実施形態に係るカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法を実施することが可能な成膜装置の一例を説明する。

【0043】

図5は、一実施形態に係るカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法を実施することが可能な成膜装置の一例を概略的に示す断面図である。

20

【0044】

図5に示すように、成膜装置100は、下端が開口された有天井の円筒体状の処理室101を有している。処理室101の全体は、例えば、石英により形成されている。処理室101内の天井には、石英製の天井板102が設けられている。処理室101の下端開口部には、例えば、ステンレススチールにより円筒体状に成形されたマニホールド103がリング等のシール部材104を介して連結されている。

【0045】

マニホールド103は処理室101の下端を支持している。マニホールド103の下方からは、被処理体として複数枚、例えば、50~100枚の半導体ウエハ、本例では、シリコンウエハWを多段に載置可能な石英製のウエハポート105が処理室101内に挿入可能となっている。ウエハポート105は複数本の支柱106を有し、支柱106に形成された溝により複数枚のシリコンウエハWが支持されるようになっている。

30

【0046】

ウエハポート105は、石英製の保温筒107を介してテーブル108上に載置されている。テーブル108は、マニホールド103の下端開口部を開閉する、例えば、ステンレススチール製の蓋部109を貫通する回転軸110上に支持される。回転軸110の貫通部には、例えば、磁性流体シール111が設けられ、回転軸110を気密にシールしつつ回転可能に支持している。蓋部109の周辺部とマニホールド103の下端部との間には、例えば、リングよりなるシール部材112が介設されている。これにより処理室101内のシール性が保持されている。回転軸110は、例えば、ポートエレベータ等の昇降機構(図示せず)に支持されたアーム113の先端に取り付けられている。これにより、ウエハポート105および蓋部109等は、一体的に昇降されて処理室101内に対して挿脱される。

40

【0047】

成膜装置100は、処理室101内に、処理に使用するガスを供給する処理ガス供給機構114と、処理室101内に、不活性ガスを供給する不活性ガス供給機構115と、を有している。

【0048】

処理ガス供給機構114は、炭素を含むガス供給源116、アミノシラン系ガス供給源

50

117、アミノ基を含まないシラン系ガス供給源118、酸化剤を含むガス供給源119を含んでいる。炭素を含むガスの一例はエチレン(C_2H_4)ガス、酸化剤を含むガスの一例は酸素(O_2)ガスである。

【0049】

不活性ガス供給機構115は、不活性ガス供給源120を含んでいる。不活性ガスは、パージガス等に利用される。不活性ガスの一例は窒素(N_2)ガスである。

【0050】

炭素を含むガス供給源116は、流量制御器121a及び開閉弁122aを介して、分散ノズル123に接続されている。分散ノズル123は石英管よりなり、マニホールド103の側壁を内側へ貫通して上方向へ屈曲されて垂直に延びる。分散ノズル123の垂直部分には、複数のガス吐出孔124が所定の間隔を隔てて形成されている。炭素を含むガスは、各ガス吐出孔124から水平方向に処理室101内に向けて略均一に吐出される。

10

【0051】

アミノシラン系ガス供給源117は、流量制御器121b及び開閉弁122bを介して、分散ノズル123に接続されている。アミノシラン系ガスも、各ガス吐出孔124から水平方向に処理室101内に向けて略均一に吐出される。

【0052】

また、アミノ基を含まないシラン系ガス供給源118も、流量制御器121c及び開閉弁122cを介して、例えば、分散ノズル123に接続される。アミノ基を含まないシラン系ガスも、各ガス吐出孔124から水平方向に処理室101内に向けて略均一に吐出される。

20

【0053】

酸化剤を含むガス供給機構119は、流量制御器121d及び開閉弁122dを介して、分散ノズル125に接続されている。分散ノズル125は石英管よりなり、マニホールド103の側壁を内側へ貫通して上方向へ屈曲されて垂直に延びる。分散ノズル125の垂直部分には、複数のガス吐出孔126が所定の間隔を隔てて形成されている。酸化剤を含むガスは、各ガス吐出孔126から水平方向に処理室101内に向けて略均一に吐出される。

【0054】

不活性ガス供給源120は、流量制御器121e及び開閉弁122eを介して、ノズル128に接続されている。ノズル128は、マニホールド103の側壁を貫通し、その先端から不活性ガスを、水平方向に処理室101内に向けて吐出させる。

30

【0055】

処理室101内の、分散ノズル123及び125と反対側の部分には、処理室101内を排気するための排気口129が設けられている。排気口129は処理室101の側壁を上下方向へ削りとることによって細長く形成されている。処理室101の排気口129に対応する部分には、排気口129を覆うように断面がコの字状に成形された排気口カバー部材130が溶接により取り付けられている。排気口カバー部材130は、処理室101の側壁に沿って上方に延びており、処理室101の上方にガス出口131を規定している。ガス出口131には、真空ポンプ等を含む排気機構132が接続される。排気機構132は、処理室101内を排気することで処理に使用した処理ガスの排気、及び処理室101内の圧力を処理に応じた処理圧力とする。

40

【0056】

処理室101の外周には筒体状の加熱装置133が設けられている。加熱装置133は、処理室101内に供給されたガスを活性化するとともに、処理室101内に収容された被処理体、本例ではシリコンウエハWを加熱する。

【0057】

成膜装置100の各部の制御は、例えばマイクロプロセッサ(コンピュータ)からなるコントローラ150により行われる。コントローラ150には、オペレータが成膜装置100を管理するためにコマンドの入力操作等を行うキーボードや、成膜装置100の稼働

50

状況を可視化して表示するディスプレイ等からなるユーザーインターフェース151が接続されている。

【0058】

コントローラ150には記憶部152が接続されている。記憶部152は、成膜装置100で実行される各種処理をコントローラ150の制御にて実現するための制御プログラムや、処理条件に応じて成膜装置100の各構成部に処理を実行させるためのプログラムすなわちレシピが格納される。レシピは、例えば、記憶部152の中の記憶媒体に記憶される。記憶媒体は、ハードディスクや半導体メモリであってもよいし、CD-ROM、DVD、フラッシュメモリ等の可搬性のものであってもよい。また、他の装置から、例えば専用回線を介してレシピを適宜伝送させるようにしてもよい。レシピは、必要に応じて、ユーザーインターフェース151からの指示等にて記憶部152から読み出され、読み出されたレシピに従った処理をコントローラ150が実行することで、成膜装置100は、コントローラ150の制御のもと、所望の処理が実施される。

10

【0059】

本例では、コントローラ150の制御のもと、上記一実施形態に係るカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法のステップ1、ステップ21、ステップ22、ステップ3に従った処理を順次実行する。ステップ3における酸化物膜の成膜は、シリコンを含むガス、例えば、アミノ基を含まないシラン系ガス、及び酸化剤を含むガスを、アミノ基を含まないシラン系ガス供給源118、及び酸化剤を含むガス供給源119から処理室101内に供給するとともに、加熱装置133を用いてシリコンウエハWを加熱することで実行することができる。この場合、酸化物膜として酸化シリコン膜6が形成される。

20

【0060】

酸化シリコン膜6の成膜には、シリコンを含むガスと酸化剤を含むガスを交互に供給しながら成膜する、いわゆるALD(Atomic Layer Deposition)法、又はMLD(Molecular Layer Deposition)法が採用されても良いし、シリコンを含むガスと酸化剤を含むガスを同時に供給しながら成膜する、いわゆるCVD(Chemical Vapor Deposition)法が採用されても良い。ALD(又はMLD)法の例としては、処理温度を室温(25)~400としたプラズマALD(又はMLD)法、又はALD(又はMLD)法を挙げることができ、熱CVD法の例としては、処理温度を400~800としたプラズマCVD法、又は熱CVD法を挙げることができる。

30

【0061】

上記一実施形態に係るカーボン膜上への酸化物膜の成膜方法は、図5に示すような成膜装置100によって実施することができる。

【0062】

以上、この発明を一実施形態に従って説明したが、この発明は、上記一実施形態に限定されることは無く、種々変形可能である。また、この発明の実施形態は、上記一実施形態が唯一の実施形態でもない。

【0063】

例えば、酸化物膜はプラズマCVD法を用いて形成することも可能である。この場合には、例えば、処理室101に、プラズマ生成機構を設け、例えば、酸化剤を含むガスをプラズマ化する。

40

【0064】

また、酸化剤にオゾン(O₃)ガスを用いることもでき、この場合には酸化剤を含むガス供給源119にオゾンガスを発生させるオゾナイザーを備えるようにしても良い。

【0065】

また、上記一実施形態では、成膜装置100が炭素を含むガス供給源116を備えており、アモルファスカーボン膜2の成膜から、シリコンを含む被酸化体層5、及び酸化シリコン膜6までをインサイチュで成膜可能な成膜装置100を例示した。しかし、成膜装置は、アミノシラン系ガス供給源117、アミノ基を含まないシラン系ガス供給源118、酸化剤を含むガス供給源119を少なくとも備えていれば良い。このような成膜装置にお

50

いても、別の成膜装置で成膜されたアモルファスカーボン膜 2 上に、シリコンを含む被酸化体層 5、及び酸化シリコン膜 6 をインサイチュで成膜でき、アモルファスカーボン膜 2 の膜減りを抑制することができる。

【 0 0 6 6 】

また、上記一実施形態では本発明を複数のシリコンウエハ W を搭載して一括して成膜を行うバッチ式の成膜装置に適用した例を示したが、これに限らず、一枚のウエハ毎に成膜を行う枚葉式の成膜装置に適用することもできる。

【 0 0 6 7 】

また、被処理体としては、半導体ウエハに限定されず、LCD ガラス基板等の他の基板にも本発明を適用することができる。

10

【 0 0 6 8 】

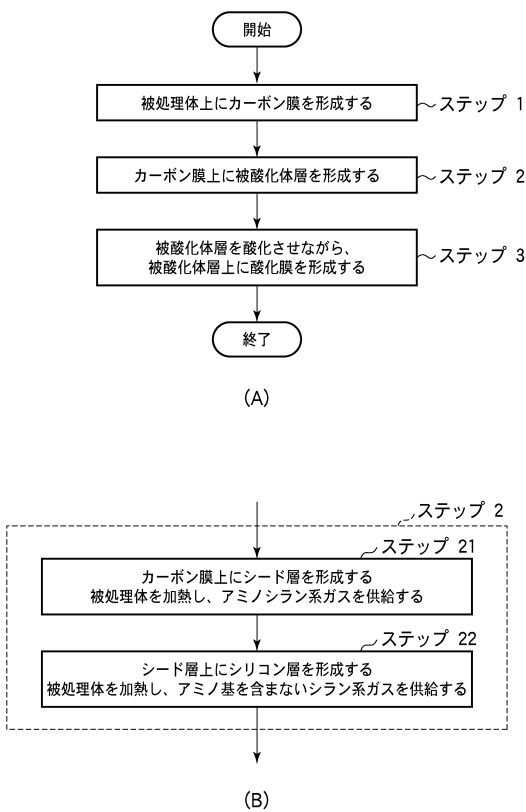
その他、この発明はその要旨を逸脱しない範囲で様々に変形することができる。

【符号の説明】

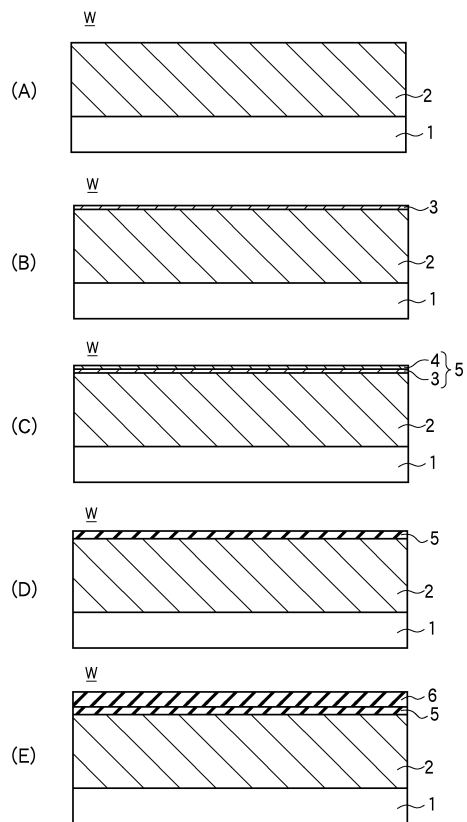
【 0 0 6 9 】

1 ... シリコン基板、 2 ... アモルファスカーボン膜、 3 ... シード層、 4 ... シリコン層、 5 ... 被酸化体層、 6 ... 酸化シリコン膜。

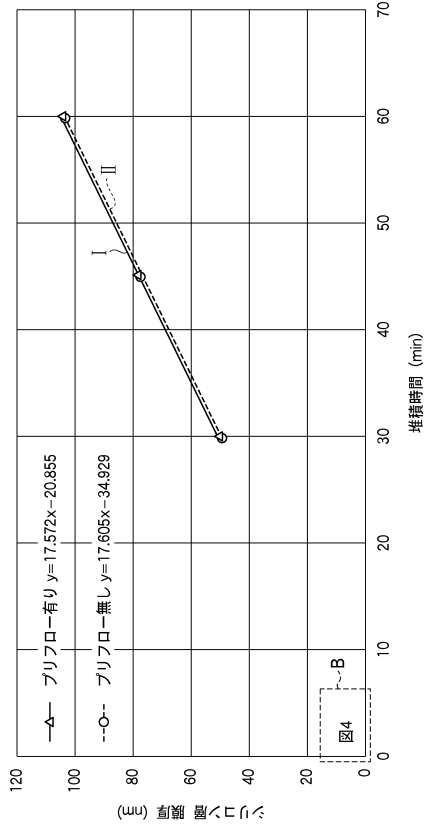
【 図 1 】



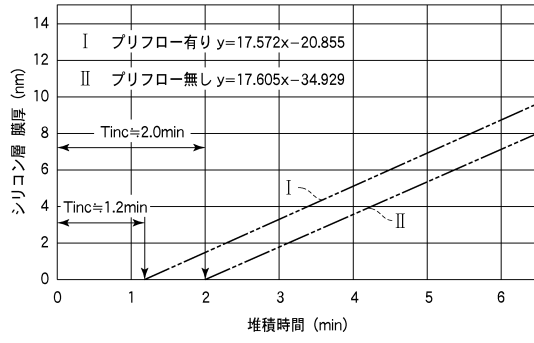
【 図 2 】



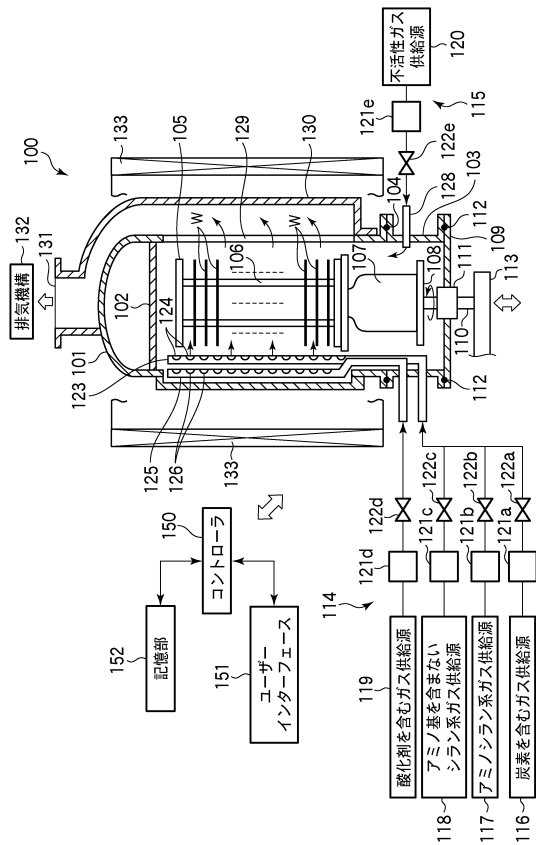
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

C 2 3 C 16/26

審査官 萩原 周治

(56)参考文献 特開2006-128591(JP,A)
特開2008-090881(JP,A)
特開2009-032766(JP,A)
特開2011-176177(JP,A)
特開2008-034837(JP,A)
特開2010-021551(JP,A)
特開2011-097017(JP,A)
特開2010-053397(JP,A)
特開2012-138500(JP,A)
特開2012-028741(JP,A)
特開2012-049509(JP,A)
特開2010-219106(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 1 / 3 1 - 2 1 / 3 2
H 0 1 L 2 1 / 2 0 5
C 2 3 C 1 6 / 0 0 - 1 6 / 5 6