

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-86185

(P2005-86185A)

(43) 公開日 平成17年3月31日(2005.3.31)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/285	H01L 21/285	4K030
C23C 16/02	C23C 16/02	4M104
C23C 16/34	C23C 16/34	5F033
H01L 21/768	H01L 21/90	A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-320216 (P2003-320216)	(71) 出願人	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6号
(22) 出願日	平成15年9月11日 (2003. 9. 11)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	大島 康弘 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
		(72) 発明者	小島 康彦 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
		(72) 発明者	吉井 直樹 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

最終頁に続く

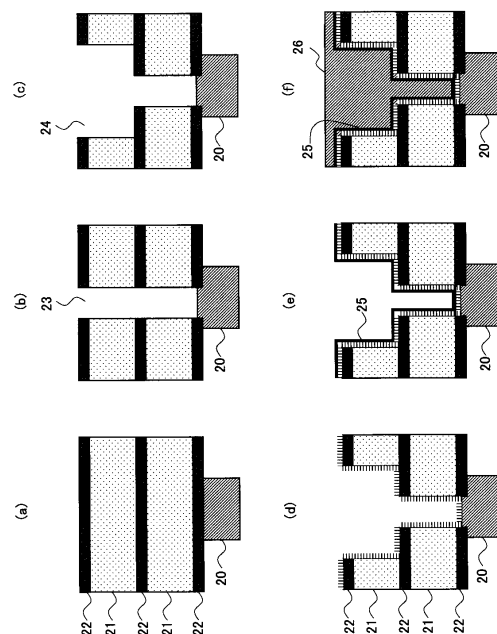
(54) 【発明の名称】 成膜方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、基板表面に吸着しにくいガス種を原料ガスとして用いた場合でも、異なる種類の原料ガスを交互に供給しながら基板上で反応させる方法により成膜を行なうことができる成膜方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 原料ガスとして TaF_5 と SiH_4 とを交互に供給しながら基板上で反応させて $TaSi_x$ の薄膜を生成する。原料ガスを供給する前に、双極子モーメントを有するガスである NH_3 を供給することにより基板表面に前処理を施す。あるいは、前処理として TaN 膜を基板表面に生成する。 SiH_4 の供給時の分圧を所定のしきい値以上とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

異なる種類の原料ガスを交互に供給しながら基板上で反応させて薄膜を生成する成膜方法であって、

前記原料ガスを供給する前に、該基板の成膜を行なう表面に原料ガスの吸着を促進する前処理を施すことを特徴とする成膜方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の成膜方法であって、

前記前処理として、双極子モーメントを有するガスを前記基板の表面に供給することを特徴とする成膜方法。

10

【請求項 3】

請求項 2 記載の成膜方法であって、

前記双極子モーメントを有するガスは NH_3 であることを特徴とする成膜方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載の成膜方法であって、

前記前処理として、 TaN 膜を前記基板の表面に生成することを特徴とする成膜方法。

【請求項 5】

請求項 4 記載の成膜方法であって、

前記 TaN 膜を、 TaF_5 とプラズマ化した NH_3 とを交互に供給することにより生成することを特徴とする成膜方法。

20

【請求項 6】

請求項 1 記載の成膜方法であって、

前記原料ガスの供給時に、前記原料ガスの圧力を所定のしきい値以上とすることを特徴とする成膜方法。

【請求項 7】

請求項 1 記載の成膜方法であって、

前記原料ガスは TaF_5 及び SiH_4 であり、

前記前処理は NH_3 を基板表面に供給する処理であり、

前記 TaF_5 及び SiH_4 を交互供給する際に、 TaF_5 及び SiH_4 の分圧を所定のしきい値以上とすることにより前記基板上に TaSi_x 膜を生成することを特徴とする成膜方法。

30

【請求項 8】

請求項 1 記載の成膜方法であって、

前記原料ガスは TaF_5 及び SiH_4 であり、

前記前処理は TaN 膜を基板表面に生成する処理であり、

前記 TaF_5 及び SiH_4 を交互供給する際に、 SiH_4 の分圧を所定のしきい値以上とすることにより前記基板上に TaSi_x 膜を生成することを特徴とする成膜方法。

【請求項 9】

請求項 8 記載の成膜方法であって、

前記 TaF_5 及び SiH_4 を交互供給する際に、 TaF_5 の分圧を所定のしきい値以上とすることを特徴とする成膜方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は成膜方法に係り、より詳細には、半導体製造工程等において基板上でバリア膜等として機能する薄膜を生成するための成膜方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

トランジスタ等の半導体製造工程において、基板上の絶縁酸化膜上に導電層として銅層を形成する際に、絶縁酸化膜と銅層との間にバリア膜を設ける場合がある。バリア膜は銅

50

層の銅が絶縁酸化膜中に拡散しないように銅層と絶縁酸化膜とを分離するために設けられる。バリア膜として、例えばタンタルナイトライド (Ta₂N₅)、チタンナイトライド (TiN) 等の薄膜を用いることが多い。

【0003】

従来、上述のバリア膜を生成する方法として物理的気相成長法 (PVD) が一般的に用いられているが、より効率的にバリア膜を生成するために、化学的気相成長法 (CVD) を用いることも提案されている。

【0004】

例えば、TaF₅ と SiH₄ とを気相合成することによりタンタルシリサイド (TaSi) 膜を生成する方法が提案されている (例えば、特許文献1参照。)。ところが、CVDで薄膜を生成する場合、膜厚を精度よく制御することが難しく、極薄の膜を生成することができない。また、CVDで薄膜を生成すると、薄膜中に微量ではあるが不純物が混入する場合がある。例えば、上述のようにTaF₅ と SiH₄ とを用いてCVDによりTaSi膜を生成した場合、TaSi膜中に不純物としてフッ素 (F) が混入する。バリア膜は比抵抗を極力小さくすることが求められているが、このように不純物が混入すると比抵抗が大きくなり、バリア膜として良好な特性が損なわれてしまう。

【0005】

さらに、TaSi膜が基板上で成長するには最初に核が基板上に生成されなければならないが、この核が生成されてTaSi膜が成長し始めるまでにある程度の時間が必要となる。この時間を一般にインキュベーションタイムと称している。インキュベーションタイムが長いと成膜処理に時間がかかり、スループットが低下してしまう。

【0006】

そこで、CVDによる薄膜生成処理を行なう前に、基板に前処理を施して核の生成を促進する方法が提案されている (例えば、特許文献2参照。)。この方法では、WF₆ と SiH₄ とを用いてCVDにより薄膜を形成する際に、基板をアンモニア (NH₃) で前処理する。NH₃ による前処理により、気相中で反応したWF₆ と SiH₄ とを基板に吸着されやすくすることで、インキュベーションタイムを短縮している。

【特許文献1】国際公開第02/056348号パンフレット

【特許文献2】特開2000-235962号公報

【特許文献3】国際公開第02/48427号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

以上のように、バリア膜をCVDにより生成する方法が提案されているが、半導体構造における配線がより一層微細化されている現状において、より高品質のバリア膜を生成する方法が要望されている。

【0008】

このような要望を満たすために、異なる種類の原料ガスを交互に供給しながら基板上で反応させて薄膜を生成するALD (Atomic Layer Deposition) によりバリア膜を生成することが提案されている。ところが、例えば、TaF₅ と SiH₄ とを原料ガスとして用いて従来CVDにより生成していたTaSi膜を、ALDにより生成しようとする、これら原料ガスは基板表面に吸着されにくい特性を有しているため、成膜初期の核成長反応が起こりにくく、ALDでは膜を生成することができないという問題があった。

【0009】

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、基板表面に吸着しにくいガス種を原料ガスとして用いた場合でも、異なる種類の原料ガスを交互に供給しながら基板上で反応させる方法により成膜を行なうことができる成膜方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の課題を解決するために、本発明によれば、異なる種類の原料ガスを交互に供給し

10

20

30

40

50

ながら基板上で反応させて薄膜を生成する成膜方法であって、前記原料ガスを供給する前に、該基板の成膜を行なう表面に原料ガスの吸着を促進する前処理を施すことを特徴とする成膜方法が提供される。

【0011】

上述の発明によれば、基板表面に前処理を施すことにより原料ガスの吸着が促進され、原料ガスの交互供給による方法で成膜ができなかった場合でも、バリア膜として良好な特性を有する膜の生成が可能となる。

【0012】

前記前処理として、 NH_3 等の双極子モーメントを有するガスを前記基板の表面に供給することとしてもよい。代わりに、前記前処理として、 TaN 膜を前記基板の表面に生成することとしてもよい。前記 TaN 膜を、 TaF_5 とプラズマ化した NH_3 とを交互に供給することにより生成することが好ましい。また、前記原料ガスの供給時に、前記原料ガスの圧力を所定のしきい値以上とすることが好ましい。

【0013】

上述の発明において、前記原料ガスは TaF_5 及び SiH_4 であり、前記前処理は NH_3 を基板表面に供給する処理であり、前記 TaF_5 及び SiH_4 を交互供給する際に、 TaF_5 及び SiH_4 の分圧を所定のしきい値以上とすることにより前記基板上に TaSi_x 膜を生成することとしてもよい。また、前記原料ガスは TaF_5 及び SiH_4 であり、前記前処理は TaN 膜を基板表面に生成する処理であり、前記 TaF_5 及び SiH_4 を交互供給する際に、 SiH_4 の分圧を所定のしきい値以上とすることにより前記基板上に TaSi_x 膜を生成することとしてもよい。前記 TaF_5 及び SiH_4 を交互供給する際に、 TaF_5 の分圧を所定のしきい値以上とすることが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

上述の如く本発明によれば、基板表面に吸着しにくいガス種を原料ガスとして用いた場合でも、異なる種類の原料ガスを交互に供給しながら基板上で反応させる成膜方法を用いて成膜を行なうことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

次に、本発明の実施の形態について図面と共に説明する。

【0016】

図1は本発明による成膜方法が実施される成膜装置の概略構成図である。図1に示す成膜装置は、複数の原料ガスを交互に供給して薄膜を生成する成膜装置の一例として、フッ化タンタル(TaF_5)とシラン(SiH_4)とを交互に供給してタンタルシリサイド(TaSi_x)の薄膜を生成する成膜装置である。

【0017】

処理チャンバ2内には、薄膜を生成する基体としてシリコン基板Wが載置される載置台4が設けられている。載置台4の上方に配置されたシャワーヘッド6から原料ガスである TaF_5 と SiH_4 とが交互にキャリアガスArと共に処理チャンバ2内に供給される。シャワーヘッド6にはガス供給管8が接続されており、 SiH_4 とArはガス供給管8の一端から供給され、ガス供給管8を流れてシャワーヘッドに供給される。一方、 TaF_5 はガス供給管8の側面に接続されたガス通路10を介してガス供給管8に供給され、Arと共にシャワーヘッド6に供給される。

【0018】

ここで、アンモニアガス(NH_3)もガス供給管8及びシャワーヘッド6を介して処理チャンバ2に供給されるが、 NH_3 の供給は後述するように前処理を施すために行なわれる。したがって、 NH_3 は、 TaF_5 と SiH_4 とを交互供給してタンタルシリサイド(TaSi_x)を成長させる工程では供給されない。

【0019】

処理チャンバ2に供給された TaF_5 と SiH_4 のうち、反応に寄与しなかった部分は

10

20

30

40

50

、処理チャンバ2の底部に設けられたバタフライバルブ12を介して高真空ポンプ(ターボ分子ポンプ:TMP)14により処理チャンバ2内から排気され、さらに低真空ポンプ(ドライポンプ:DP)16により外部に排気される。

【0020】

図1に示す成膜装置で生成されるタンタルシリサイド($TaSi_x$)の薄膜は、例えば多層薄膜構造中に銅ビア等を形成する際に層間絶縁膜と銅ビアとの間に設けられるバリア膜として用いられる。図2はバリア膜として用いるタンタルシリサイドの薄膜を生成する工程を示す図である。

【0021】

図2に示す例では、半導体装置等の薄膜多層構造において、上下の配線層を接続する銅ビアを形成している。まず、図2(a)に示すように、配線層としての銅膜20の上に層間絶縁膜21とエッチストップ膜22とが形成される。次に、図2(b)に示すように、層間絶縁膜21とエッチストップ膜22とを貫通してビア孔23が形成される。続いて、図2(c)に示すように、ビア孔23の上部にトレンチ24が形成される。

【0022】

通常、ビア孔23の内面及びトレンチ24の内面にバリア膜25を形成し、ビア23及びトレンチに埋め込まれた銅が層間絶縁膜21中に拡散することを防止する。本発明の実施例では、後述するようにバリア膜としてタンタルシリサイド($TaSi_x$)の薄膜を形成するが、その前に図2(d)に示すようにビア孔23の内面及びトレンチ24の内面に前処理を施す。その後、図2(e)に示すように、 TaF_5 と SiH_4 とを交互に供給しながら $TaSi_x$ のバリア膜25を生成する。バリア膜25を形成した後、図2(f)に示すように、トレンチ24及びビア孔23の中に銅を埋め込んで銅ビア26を形成する

以上のように、本発明の一つの特徴は、従来はバリア膜を生成することができなかったような条件においても、前処理を行うことによりバリア膜を生成することができるようにしたことである。ただし、前処理は必須のものではなく、例えば供給する原料ガスの圧力を増大させる等の他の成膜条件を調整制御することで、原料ガスの交互供給によるバリア膜を生成可能とすることもできる。

【0023】

ここで、本発明の第1実施例によるバリア膜の成膜方法について説明する。

【0024】

原料ガスである TaF_5 と SiH_4 とは、両方ともシリコン基板に吸着されにくい性質を有しており、通常の条件下での交互供給では基板上に $TaSi_x$ の薄膜を生成することはできない。そこで、本発明の第1実施例では、 TaF_5 と SiH_4 とを処理チャンバ2内に交互供給する前に基板Wの表面に前処理を施し、且つ TaF_5 と SiH_4 とを処理チャンバ2内に交互供給する際に処理チャンバ2内の圧力を上げることにより、 TaF_5 と SiH_4 が基板に吸着されやすいようにし、 $TaSi_x$ の薄膜の生成を可能としている。

【0025】

上述のように、本実施例では、成膜処理を行なう前に、基板Wの表面に NH_3 を供給する前処理工程を行なう。すなわち、通常の基板Wの表面には TaF_5 はほとんど吸着されないため、基板Wの表面に TaF_5 を吸着させるために前処理を行なう。

【0026】

基板Wの表面に NH_3 を供給すると、図3(a)に示すように、基板Wの表面に多数の NH_3 が付着する。この状態で TaF_5 を供給すると、基板上の NH_3 と TaF_5 とが結合して、図3(b)に示すように、基板上に多数の NH_x-TaF_x が付着した状態となる。この状態は、基板の表面に TaF_xN_y が付着した状態と考えることができる。 TaF_xN_y は SiH_4 を化学吸着しやすい性質を有している。したがって、図3(b)に示す状態の基板に SiH_4 を供給すると、図3(c)に示すように、 SiH_x が TaF_x と反応してHFと $TaSi$ とが生成される。HFは基板から離れて周囲のガス中に拡散するが、 $TaSi$ は基板上に付着して残る。これにより、基板上に $TaSi$ の核が生成される。

【0027】

これ以降、 TaF_5 と SiH_4 とを交互に供給することにより、 $TaSi$ の核が成長し、 $TaSi_x$ 膜を生成することができる。ただし、図3(c)に示す SiH_4 が TaF_5 と反応する段階では、反応速度が遅いため成膜に時間がかかってしまう。

【0028】

そこで、本実施例では、原料ガスの SiH_4 を供給する際の圧力を上げること、すなわち SiH_4 の分圧を上げることにより、 SiH_4 と TaF_5 との反応速度を高めて、 $TaSi_x$ 膜の生成時間を短縮している。 SiH_4 の分圧を上げるためには、 SiH_4 の供給量を増大する方法や、 SiH_4 の供給時に処理チャンバ2からの排気を絞る方法が考えられる。本実施例では、処理チャンバ2の排気口に設けられたバタフライバルブ12の開度を小さくするか、閉じることにより、処理チャンバ2内の圧力が上昇するように制御している。

10

【0029】

図4は前処理後の原料ガス供給のシーケンスを示すタイムチャートである。図4のタイムチャートには、原料ガスとして TaF_5 , SiH_4 及びキャリアガスとして Ar を処理チャンバに供給するシーケンスが示されており、それに加えて、処理チャンバの排気口に設けられたバタフライバルブ12の開度が示されている。バタフライバルブ12の開度を調整することにより、排気速度を調整することができ、したがって処理チャンバ2内の圧力を調節することができる。

【0030】

本実施例では、 NH_3 を供給して前処理を行なった後に、図4に示すシーケンスで TaF_5 , SiH_4 及び Ar を処理チャンバ2に供給する。前処理は、例えば NH_3 と Ar を $400/100\text{ sccm}$ の流量で2秒間処理チャンバ2に供給し、次の2秒間で真空排気を行なうことで行なわれる。このような前処理の後に、図4に示すシーケンスで TaF_5 と SiH_4 とを交互供給する。

20

【0031】

まず TaF_5 と Ar とを $0.5/100\text{ sccm}$ の流量で1秒間処理チャンバ2に供給する(図4(a), (c))。この時、バタフライバルブ12は全閉(0度)となっている(図4(d))。次に、バタフライバルブ12を全開(90度)として処理チャンバ2内の TaF_5 と Ar とを5秒間排気する(図4(d))。排気が終わると、 SiH_4 及び Ar を $165/100\text{ sccm}$ の流量で6秒間処理チャンバ2に供給する(図4(b), (c))。この時、バタフライバルブ12は全閉(0度)とされている(図4(d))。 SiH_4 及び Ar を6秒間供給した後、バタフライバルブ12を全開(90度)として処理チャンバ2内の SiH_4 と Ar 及び反応生成物とを5秒間排気する(図4(d))。以上のシーケンスを、 $TaSi$ 膜が所定の厚さになるまで例えば100回繰り返す。

30

【0032】

以上のように、 NH_3 により前処理を行った後に図4に示すシーケンスで TaF_5 と SiH_4 とを交互供給した結果、図4に示すシーケンスを50回繰り返した時点で $TaSi_x$ 膜が生成され始め、100回の時点で約200の膜厚の $TaSi_x$ 膜が得られた。その後、200回目で約300、300回目で約400の膜厚の $TaSi_x$ 膜が得られた(後述の図6参照)。

40

【0033】

なお、本実施例では前処理として基板表面に NH_3 を供給したが、後述するように基板表面に極薄の TaN 膜を生成することとしてもよい。この場合でも、上述のシーケンスにより TaN 膜上に $TaSi$ 膜を生成することができる。

【0034】

以上のように、原料ガスの TaF_5 及び SiH_4 はどちらも極性をもたないガスであり、基板表面に吸着しにくいいため、本実施例では、双極子モーメントを有している NH_3 による前処理を行なって、 TaF_5 の吸着を促進することにより、 $TaSi_x$ 膜の生成を可能としている。前処理用のガスとして NH_3 を用いることが好ましいが、これに限定され

50

ることなく、双極子モーメントを有する他のガスを用いることとしてもよい。

【0035】

また、本実施例では、成膜中の SiH_4 の分圧を例えば 130Pa (1Torr)以上というように、あるしきい値以上とすることで、 TaN 膜の生成を可能としている。 SiH_4 の分圧を上げるためにバタフライバルブ12を閉じているが、必ずしも完全に閉じる必要はなく、分圧がしきい値以上となるように開度を調整すればよい。

【0036】

次に、本発明の第2実施例による成膜方法について説明する。

【0037】

本発明の第2実施例では、前処理として基板Wの表面に極薄の TaN 膜を生成する。 TaN 膜は原料ガスの TaF_5 を吸着するため、基板表面に TaN 膜があると、 TaN 膜を効率的に生成することができる。このような前処理により生成する膜として TaN 膜が好ましいが、これに限ることなく、原料ガスを吸着する性質を有する膜であれば他の種類の膜を用いてもよい。

【0038】

本実施例では、前処理として TaN 膜を生成するが、 TaN 膜の生成は、基板を加熱しながら原料ガスを交互供給する方法(以下、熱ALDと称する)や、原料ガスを処理チャンバ外でプラズマ化して交互供給する方法(以下、リモートプラズマエンハンスドALD: REALDと称する)がある。

【0039】

以下、本実施例ではREALDにより TaN 膜を生成して前処理を行い、その後上述の図4に示すシーケンスに基づいて TaF_5 と SiH_4 とを交互供給して TaN 膜を生成する。

【0040】

前処理としてREALDによる TaN 膜の生成は、以下のようにして行なう。まず、基板を 400 に加熱し、 TaF_5 と Ar とを $0.5/100\text{sccm}$ の流量で1秒間供給する。その後、真空排気を3秒間行い処理チャンバ2内の TaF_5 を排気する。次に、プラズマ化した NH_3 , H_2 , Ar を $220/220/100\text{sccm}$ の流量で6秒間供給する。その後真空排気を1秒間行なう。以上のシーケンスを10回~20回繰り返すことにより、基板上に極薄の TaN 膜が生成される。

【0041】

なお、本実施例では、プラズマ化した NH_3 , H_2 , Ar を供給するために、図1におけるガス供給管8に例えば高周波プラズマ発生装置が接続される。

【0042】

以上の前処理を行なったから、基板温度を 400 として図4に示すシーケンスを100回繰り返して TaN 膜を生成した。

【0043】

図5は、上述のシーケンスにより成膜する際の処理チャンバ2内の圧力プロファイルを示すグラフである。

【0044】

上述のシーケンスでは、 TaF_5 を供給する時にはバタフライバルブ12を閉じているが、必ずしも閉じる必要はなく、前処理条件によっては開いておいてもよい。図5に示す圧力プロファイルでは、 TaF_5 を供給する時間は1秒間と短いため、バタフライバルブ12を閉じていても、処理チャンバ2内の圧力はほとんど上昇しない。続いてバタフライバルブ12を開いて、 TaF_5 及び Ar の供給を停止し、5秒間排気する。これにより基板に吸着されなかった処理チャンバ内の TaF_5 をほぼ完全に排気する。

【0045】

次に、バタフライバルブ12を閉じて、 SiH_4 及び Ar の供給を開始する。バタフライバルブ12を閉じた状態、すなわち排気を行なわない状態で原料ガスが供給されるため、処理チャンバ2内の圧力は上昇し、図5に示す圧力プロファイルでは12秒目近辺で1

10

20

30

40

50

56 Pa (1.2 Torr) に達する。

【0046】

ここで、図5中には、バタフライバルブ12を閉じないで、開いたまま原料ガスを供給した場合の圧力が点線で示されている。この場合、処理チャンバ2内の圧力はほとんど上昇せず、したがってSiH₄の分圧も低いため、TaSi膜は生成されなかった。本発明者等の実験によると、TaSi膜を生成するためには、SiH₄の供給時の圧力が130 Pa (1 Torr) 以上必要であった。この圧力のしきい値は、成膜条件により変化するものと考えられるが、TaF₅とSiH₄とを交互供給してTaSi_x膜を生成する場合、少なくともSiH₄の分圧をあるしきい値以上とすることが必要であることがわかった。

10

【0047】

以上のような処理において、TaF₅の供給時にバタフライバルブを開いて圧力を約1.56 Pa (0.012 Torr) とした場合、膜厚が373 で比抵抗が225 μ_cmのTaSi膜が得られた。また、TaF₅の供給時にバタフライバルブを閉じて圧力を約2.73 Pa (0.021 Torr) とした場合、膜厚が639 で比抵抗が224 μ_cmのTaSi膜が得られた。したがって、TaF₅の供給時は、バタフライバルブを開いても閉じてもよいが、閉じて圧力を上げたほうが成膜速度が大きくなることがわかった。

【0048】

図6は、前処理としてNH₃を供給する方法と、Ta₂N膜を生成する方法とを用いて生成したTaSi_x膜の膜厚を示すグラフである。

20

【0049】

前処理としてTa₂N膜を生成した場合、TaSi_x膜の生成処理を始めると直ちに成膜が始まり、シーケンスを100回繰り返した時点で約700 の膜厚となる。このように、前処理としてTa₂N膜を生成した場合には、インキュベーションタイムはほぼ無いものと考えられる。

【0050】

一方、前処理としてNH₃を供給した場合、TaSi_x膜の生成処理を始めてからシーケンスを50回程度繰り返した時点でTaSi_x膜の生成が始まる。その後、100回の時点で約200 の膜厚となる。このように、前処理としてNH₃を供給する場合は、ある程度のインキュベーションタイムが生じる。

30

【0051】

以上のように、前処理により、TaSi_x膜の成膜条件は異なる。図7は前処理と圧力条件とを変えた場合の成膜の有無と成膜速度とを示す図である。

【0052】

図7において、Closeはバタフライバルブ12を閉めて圧力を上げることを意味し、Openはバタフライバルブ12を開けて排気を行なうことを意味する。また、xは成膜しないことを意味し、○は成膜することを意味する。また、GRは1サイクル当たりの膜の成長速度であり、単位は /サイクル (cy.) である。

【0053】

図7からわかるように、何の前処理も行わない場合は成膜しなかった。また、前処理としてNH₃を供給した場合は、TaF₅の供給時、及びSiH₄の供給時共にバタフライバルブ12を閉じた場合だけ成膜が可能となり、その成膜速度は2.8 /サイクルであった。

40

【0054】

前処理としてREALDによりTa₂N膜を生成した場合は、TaF₅の供給時、及びSiH₄の供給時共にバタフライバルブ12を閉じた場合に成膜が可能となり、その成膜速度は6.8 /サイクルであった。また、TaF₅の供給時はバタフライバルブ12を開き、SiH₄を供給時にバタフライバルブ12を閉じた場合でも成膜が可能であり、その成膜速度は3.7 /サイクルであった。

50

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明による成膜方法が実施される成膜装置の概略構成図である。

【図2】バリア膜として用いるタンタルシリサイドの薄膜を生成する工程を示す図である。

【図3】前処理として NH_3 を供給した際の反応のメカニズムを説明するための図である。

【図4】前処理後の原料ガス供給のシーケンスを示すタイムチャートである。

【図5】図4に示すシーケンスにより成膜する際の処理チャンバ内の圧力プロファイルを示すグラフである。

10

【図6】前処理として NH_3 を供給する方法と、 Ta-N 膜を生成する方法とを用いて生成した TaSi_x 膜の膜厚を示すグラフである。

【図7】前処理と圧力条件とを変えた場合の成膜の有無と成膜速度とを示す図である。

【符号の説明】

【0056】

2 処理チャンバ

4 載置台

6 シャワーヘッド

8 ガス供給管

10 ガス通路

20

12 バタフライバルブ

14 ターボ分子ポンプ

16 ドライポンプ

20 銅膜

21 層間絶縁膜

22 エッチストップ膜

23 ピア孔

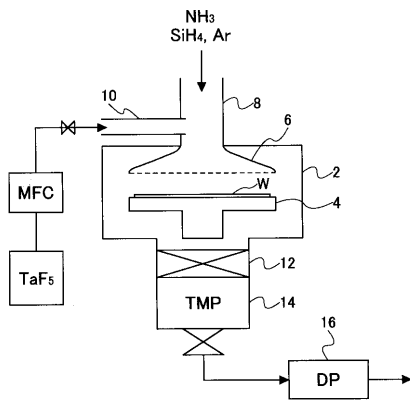
24 トレンチ

25 バリア膜

26 銅ビア

30

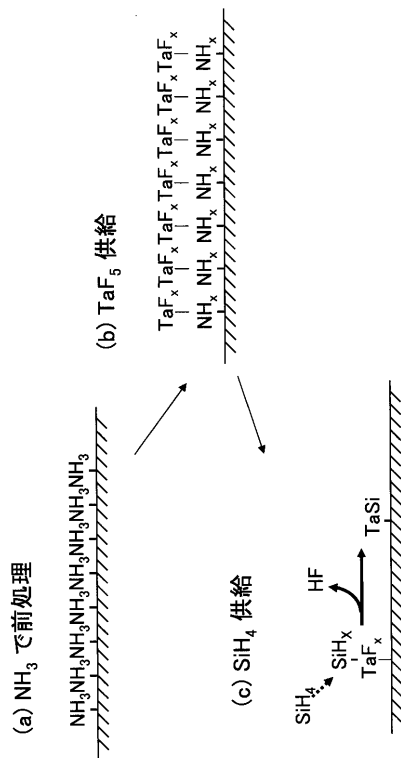
【 図 1 】



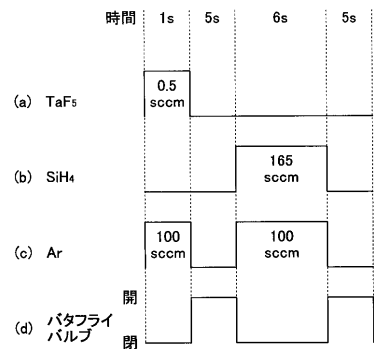
【 図 2 】



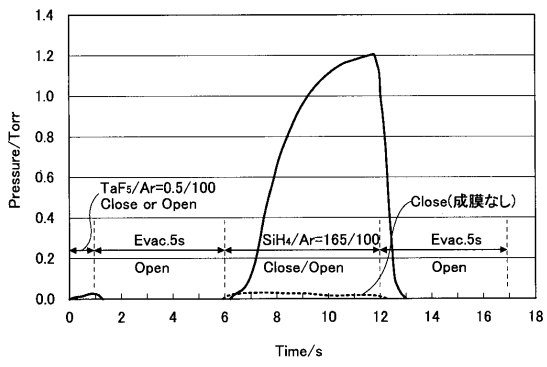
【 図 3 】



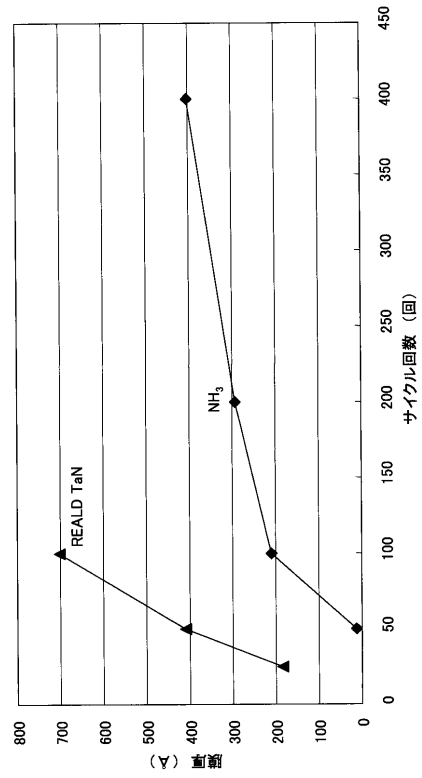
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

前処理	TaF ₅	SiH ₄	成膜	GR, A/cy.
なし	Close	Close	×	
NH ₃ 供給	Open	Open	×	
	Open	Close	×	
	Close	Open	×	
	Close	Close	○	2.8
REALD TaN 20 cy.	Open	Open	×	
	Open	Close	○	3.7
	Close	Open	×	
	Close	Close	○	6.4

フロントページの続き

(72)発明者 重岡 隆

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

(72)発明者 石坂 忠大

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

Fターム(参考) 4K030 AA02 AA06 AA13 BA38 DA02 EA03 EA08 LA02 LA12 LA13

LA14

4M104 BB27 BB32 DD22 DD44 DD45

5F033 HH11 HH30 JJ01 JJ11 JJ30 KK11 MM02 MM12 MM13 NN06

NN07 PP03 PP04 PP09 QQ37