(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3604706号
(P3604706)
(45)発行日　平成16年12月22日(2004.12.22)　(24)登録日　平成16年10月8日(2004.10.8)

(51)Int.Cl.[7]　F I
C23C 14/50　C23C 14/50　E

請求項の数 3　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平4-197147
(22)出願日　平成4年7月23日(1992.7.23)
(65)公開番号　特開平6-41741
(43)公開日　平成6年2月15日(1994.2.15)
審査請求日　平成11年7月16日(1999.7.16)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100088328
弁理士　金田　暢之
(74)代理人　100106297
弁理士　伊藤　克博
(74)代理人　100106138
弁理士　石橋　政幸
(72)発明者　岡村　信行
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

審査官　山田　靖

最終頁に続く

(54)【発明の名称】成膜方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１の真空槽と、第１の真空槽内に設けられた成膜を行う基板を固定する基板ホルダーと、前記基板ホルダーを冷却する冷却手段と、前記基板ホルダーに固定された前記基板の成膜面と反対側に設けられた第２の真空槽と、前記基板の成膜面に成膜を行う際に前記基板の成膜面と反対側の面を加熱する基板加熱源とを有する成膜装置を用い、真空中において前記基板を加熱して成膜を行う成膜方法であって、
前記第１の真空槽と前記第２の真空槽を排気し、前記基板加熱源により前記基板を加熱すると共に、前記冷却手段により前記基板ホルダを冷却している状態、且つ、前記第２の真空層の真空を保持している状態で、前記基板上に成膜を行うことを特徴とする成膜方法。
【請求項２】
前記基板加熱源が、基板加熱用ヒーターである請求項１記載の成膜方法。
【請求項３】
前記第２の真空槽が光導入窓を有し、前記基板加熱源が、第２の真空槽外に設けられた、前記光導入窓を介して前記基板の成膜面と反対側の面に光を照射して前記基板を加熱する光源である請求項１記載の成膜方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
本発明は、成膜方法に関し、特に、半導体のＣＶＤおよびスパッタリングなどの薄膜プロセスにおける薄膜の形成および加工工程で用いられる成膜方法に関する。

【０００２】
【従来の技術】
今日、半導体などの成膜を行う場合には、膜質の向上を図るために、基板の加熱が必要不可欠になっている。
【０００３】
図３は、基板加熱機構の一従来例を備えたスパッタリング成膜装置を示す概略構成図である。
【０００４】
図３に示したスパッタリング成膜装置１００　は平行平板型のスパッタリング装置であり、電気的に接地された真空槽１１１　と、真空槽１１１　内に取り付けられたターゲット１１２　と、ターゲット１１２　の図示上側に設けられた、永久磁石113_1およびヨーク113_2からなるマグネトロン磁場印加手段と、該マグネトロン磁場印加手段の周囲に設けられた第１のアースシールド１１４　と、ターゲット１１２　にローパスフィルター１１５　を介して直流電圧を供給するターゲット用直流電源１１６　と、ターゲット１１２　に整合回路１１７　を介して高周波電圧を供給するターゲット用高周波電源１１８　と、成膜面がターゲット１１２　と互いに対向するよう基板１０１　を保持する基板ホルダー１１９　と、基板ホルダー１１９　の周囲に設けられた第２のアースシールド１２０　とを含むとともに、真空槽１１１　の外で、かつ、基板１０１　の成膜面と反対側の面（以下、「裏面」と称する。）側に設けられた基板加熱用白金ヒーター１３０　と、基板加熱用白金ヒーター１３０　の基板１０１　と反対側に設けられた反射板１３１　とからなる基板加熱機構を含む。
【０００５】
ここで、真空槽１１１　内への原料ガスの導入は、ガス導入バルブ１２１　を介して行われる。また、真空槽１１１　内の排気は、排気口１２２　を介して真空槽１１１　と連通された排気用ポンプ（不図示）により行われる。さらに、成膜前に真空槽１１１　内の圧力を超高真空領域（1.0×10^{-8}ｔｏｒｒ以下）まで低下させるために、真空槽１１１　内のフランジ部シールにはメタルガスケットが使用されているとともに、絶縁シールにはコバール接合が使用されている。さらに、ヨーク113_2の永久磁石113_1と反対側には、マグネトロン磁場印加手段を冷却するための冷却手段が設けられている。
【０００６】
スパッタリング成膜装置１００　における基板１０１　の裏面の加熱は、基板加熱用白金ヒーター１３０　による基板ホルダー１１９　を介した熱伝導および熱輻射によって行われる。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上述した従来のスパッタリング成膜装置１００　では、基板１０１　の温度を４５０℃以上の高温にして成膜処理を行う場合には、基板加熱用白金ヒーター１３０　として高温に対して耐久性のあるものを用いて、通電容量を上げて発熱量を増やす必要があるが、基板１０１　の温度を高くするために基板加熱用白金ヒーター１３０　の容量を増加させても、真空槽１１１　の外から基板１０１　の加熱を行うため、基板加熱用白金ヒーター１３０　と基板１０１　との間に真空を維持する部分（すなわち、基板ホルダー１１９　）が存在し、効率的な加熱が得られないという問題がある。また、基板加熱用白金ヒーター１３０　の容量を増加させると、基板１０１　の温度を増加させるだけでなく基板ホルダー１１９　の温度も増加させるため、基板ホルダー１１９　の部分からの放出ガスの増加を招き、成膜中の基板１０１　へ不純物が混入するという問題がある。
【０００８】
かかる問題を解決する一方法として、ＭＢＥ（分子線エピタキシャル）に見られるように、基板加熱用白金ヒーター１３０　を真空槽１１１　の中に設けて基板ホルダー１１９　などの中間介在物を取り除く方法がある。しかし、該方法を用いても、基板加熱用白金ヒーター１３０　の熱輻射により真空槽１１１　が加熱されるという問題とともに、スパッ

タリングやＣＶＤなどの成膜プロセスでの基板加熱用白金ヒーター１３０　への回り込みによる膜堆積によって絶縁破壊が生じるという問題がある。さらに、基板加熱用白金ヒーター１３０　を真空槽１１１　中に設けたときの放出ガスを低減させる方法は未だ提案されていない。

【０００９】

他の方法として、光などを基板の成膜側より基板に直接照射することにより、基板を局部的に加熱する方法がある。しかし、該方法を用いても、堆積物の回り込みによる基板以外の部分への膜堆積が生じる。また、ランプなどの赤外線や近赤外あるいは可視光を利用した加熱手段を行っても、基板の成膜面側からの光の導入はランプそのものへの膜堆積あるいは真空外からの光導入窓への膜堆積を生じさせるため、効率的な加熱を行うことができない。

【００１０】

本発明の目的は、基板加熱による放出ガスの膜中混入を防止することができるとともに、効率的な加熱を行うことができる基板加熱機構を備えた成膜装置を用いた成膜方法を提供することにある。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

本発明の成膜方法は、第１の真空槽と、第１の真空槽内に設けられた成膜を行う基板を固定する基板ホルダと、基板ホルダを冷却する冷却手段と、基板ホルダに固定された基板の成膜面と反対側に設けられた第２の真空槽と、基板の成膜面に成膜を行う際に基板の成膜面と反対側の面を加熱する基板加熱源とを有する成膜装置を用い、真空中において基板を加熱して成膜を行う成膜方法であって、第１の真空槽と第２の真空槽を排気し、基板加熱源により基板を加熱すると共に、冷却手段により基板ホルダを冷却している状態、且つ、第２の真空層の真空を保持している状態で、基板上に成膜を行うことを特徴とする。

【００１３】

また、前記基板加熱源が、前記第２の真空槽内に設けられた基板加熱用ヒーターであってもよい。

【００１４】

さらに、前記第２の真空槽が光導入窓を有し、

前記基板加熱源が、前記第２の真空槽外に設けられた、前記光導入窓を介して前記基板の成膜面と反対側の面に光を照射して該基板を加熱する光源であってもよい。

【００１５】

【作用】

本発明の成膜方法は、基板の成膜面と反対側の面を真空に保持する第２の真空槽を含むことにより、基板加熱機構からの放出ガスを第２の真空槽内に放出させるとともに外部に排出することができるため、前記放出ガスが成膜空間である真空槽へ拡散することを防止することができる。

【００１６】

また、基板ホルダーを冷却する基板ホルダー冷却手段を含むことにより、基板加熱源近傍の基板ホルダーを冷却することができるため、基板ホルダーの温度上昇による放出ガスを低減させることができる。

【００１７】

【実施例】

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【００１８】

図１は、本発明の成膜装置の第１の実施例を示すスパッタリング成膜装置の概略構成図である。

【００１９】

図１に示したスパッタリング成膜装置１０は、基板加熱機構が、基板１の成膜面と反対側の面（以下、「裏面」と称する。）を真空に保持する第２の真空槽４０と、基板ホルダー

１９の内部に設けられた、冷却用の冷媒（たとえば、冷却水）が循環される基板ホルダー冷却配管４２とを有する点で、図３に示した従来のスパッタリング成膜装置１００　と異なる。ここで、基板ホルダー冷却配管４２は、基板ホルダー１９を冷却する基板ホルダー冷却手段として機能する。また、基板加熱用白金ヒーター３０は、基板加熱源として機能する。

【００２０】

次に、スパッタリング成膜装置１０を用いて基板１に成膜を施すときの動作について説明する。

【００２１】

基板１は、成膜面がターゲット１２と互いに対向するように基板ホルダー１９に保持されて真空槽１１内に設置される。その後、排気口２２を介して真空槽１１と連通された排気用ポンプ（不図示）により真空槽１１内の排気が行われる。また、第２の排気口４１を介して第２の真空槽４０と連通された第２の排気用ポンプ（不図示）により第２の真空槽４０内の排気が行われる。第２の真空槽４０内の排気中に、基板加熱用白金ヒーター３０に電圧源（不図示）から電圧を印加して、基板加熱用白金ヒーター３０を発熱させる。その後、第２の真空槽４０内の圧力が1×10^{-8}ｔｏｒｒ以下になったところで、基板ホルダー冷却配管４２に冷却用の冷媒を循環させる。その後、ガス導入バルブ２１を開いて真空槽１１内にＡｒガスを導入し、ターゲット用高周波電源１８およびターゲット用直流電源１６から高周波電圧および直流電圧をターゲット１２にそれぞれ印加して真空槽１１内にプラズマを発生させることにより、基板１に成膜を施す。

【００２２】

スパッタリング成膜装置１０では、基板１の加熱中に基板ホルダー１９から放出される放出ガスを第２の排気口４１から外部に排出することができるため、放出ガスが成膜空間である真空槽１１へ拡散することを防止することができるので、基板加熱による放出ガスの膜中混入を防止することができる。また、基板１の加熱中に基板ホルダー１９を冷却することにより、基板ホルダー１９からの放出ガスを低減することができる。

【００２３】

図２は、本発明の成膜装置の第２の実施例を示すスパッタリング成膜装置の概略構成図である。

【００２４】

図２に示したスパッタリング成膜装置５０は、第２の真空槽８０が光導入窓８５を有する点、および基板加熱機構が、基板加熱用ヒーター３０の代わりに、第２の真空槽８０外に設けられた、光導入窓８５を介して基板１の成膜面と反対側の面（以下、「裏面」と称する。）に光を照射して基板１を加熱するランプ光源９０を基板加熱源として有する点で、図１に示したスパッタリング成膜装置１０と異なる。

【００２５】

次に、スパッタリング成膜装置５０を用いて基板１に成膜を施すときの動作について説明する。

【００２６】

基板１は、成膜面がターゲット５２と互いに対向するように基板ホルダー５９に保持されて真空槽５１内に設置される。その後、排気口６２を介して真空槽５１と連通された排気用ポンプ（不図示）により真空槽５１内の排気が行われる。また、第２の排気口８１を介して第２の真空槽８０と連通された第２の排気用ポンプ（不図示）により第２の真空槽８０内の排気が行われる。第２の真空槽８０内の排気中に、ランプ光源９０を点灯し、ランプ光源９０から出射した光を反射ミラー９１で図示上方に反射させ光導入窓８５を介して第２の真空槽８０内に導入して基板１の裏面に照射する。その後、第２の真空槽８０内の圧力が1×10^{-8}ｔｏｒｒ以下になったところで、基板ホルダー冷却配管８２に冷却用の冷媒を循環させる。その後、ガス導入バルブ６１を開いて真空槽５１内にＡｒガスを導入し、ターゲット用高周波電源５８およびターゲット用直流電源５６から高周波電圧および直流電圧をターゲット５２にそれぞれ印加して真空槽５１内にプラズマを発生させるこ

とにより、基板１に成膜を施す。

【００２７】

スパッタリング成膜装置５０では、基板１の加熱中に基板ホルダー５９を冷却することにより、基板ホルダー５９からの放出ガスを低減することができる。また、前記放出ガスを第２の排気口８１から外部に排出することができるため、光導入窓８５への膜堆積を防止することができるので、効率的な加熱を行うことができる。さらに、光導入窓８５の真空シールとして、Ｏリングなどの放出ガスの多いシール材を用いることができるため、メンテナンスなどが容易に行える。

【００２８】

なお、本実施例では、基板加熱源として、ランプ光源９０を用いたが、レーザなどを用いてもよい。

【００２９】

次に、図１および図２に示した本発明によるスパッタリング成膜装置１０，５０を用いて基板上にシリコンを成膜した場合と、図３に示した従来のスパッタリング成膜装置１００を用いて基板上にシリコンを成膜した場合とで、成膜後のシリコン膜中の不純物混入量をＳＩＭで測定した一比較例について説明する。

【００３０】

表１に、比較例で用いた成膜条件を示す。

【００３１】

【表１】

表１．成膜条件

項　　目	条　　件
放電周波数	１００　MHz
放電パワー	１００　W
ターゲット直流電位	－２００　V
放電圧力	８　mtorr
基板温度	６００　℃
基板	Ｓｉウェハ（ＣＺ法）
ターゲット材	Ｓｉ（ＣＺ法）

表２に、比較結果を示す。

【００３２】

【表２】

表２．比較結果

元　素	本発明の装置 (個／ｃｍ^3)	従来の装置 (個／ｃｍ^3)
Ｃ（炭素）	８．０×１０^{17}	１．２×１０^{19}
Ｏ（酸素）	９．１×１０^{17}	１．１×１０^{19}
Ｎ（窒素）	１．０×１０^{17}	１．９×１０^{18}

表２に示した比較結果より、本発明によるスパッタリング成膜装置１０，５０を用いた場合には、従来のスパッタリング成膜装置１００　を用いた場合よりも、成膜後のシリコン膜中の炭素および酸素の混入量に１桁以上の差が見られ、不純物混入量が小さくなることが確認できた。

【００３３】

以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更することが可能であることはいうまでもない。

【００３４】

以上の説明では、主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野であるスパッタリングの成膜装置に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、プラズマＣＶＤの成膜装置に対してはもちろん、真空中で基板加熱処理される他の成膜装置に対しても適用することができる。

【００３５】

【発明の効果】

本発明は、上述のとおり構成されているので、次の効果を奏する。

【００３６】

基板の成膜面と反対側の面を真空に保持する第２の真空槽を含むことにより、基板加熱機構からの放出ガスを第２の真空槽内に放出させるとともに外部に排出することができるため、前記放出ガスが成膜空間である真空槽へ拡散することを防止することができるので、基板加熱による放出ガスの膜中混入を防止することができる。

【００３７】

また、基板ホルダーを冷却する基板ホルダー冷却手段を含むことにより、基板加熱源近傍の基板ホルダーを冷却することができるため、基板ホルダーの温度上昇による放出ガスを低減させることができる。

【００３８】

さらに、基板加熱源が、第２の真空槽外に設けられた、光導入窓を介して基板の成膜面と反対側の面に光を照射して基板を加熱する光源であっても、光導入窓への膜堆積を防止することができるため、効率的な加熱を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の成膜装置の第１の実施例を示すスパッタリング成膜装置の概略構成図である。

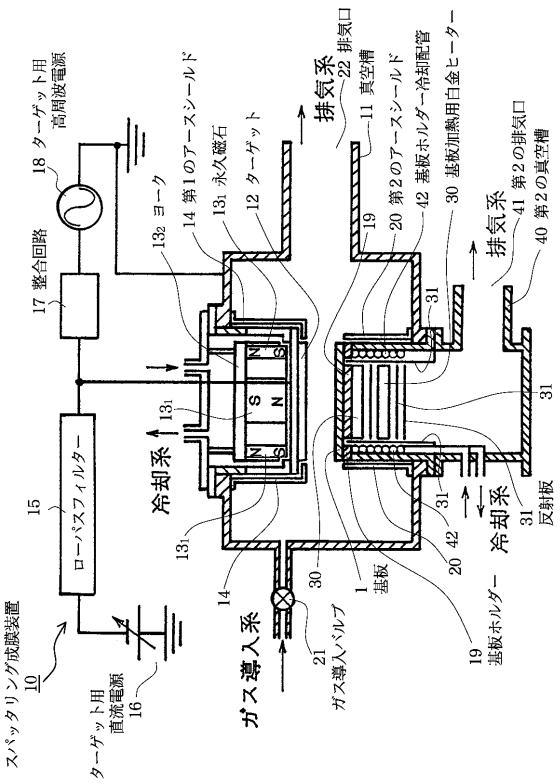
【図２】本発明の成膜装置の第２の実施例を示すスパッタリング成膜装置の概略構成図である。

【図３】基板加熱機構の一従来例を備えたスパッタリング成膜装置を示す概略構成図である。

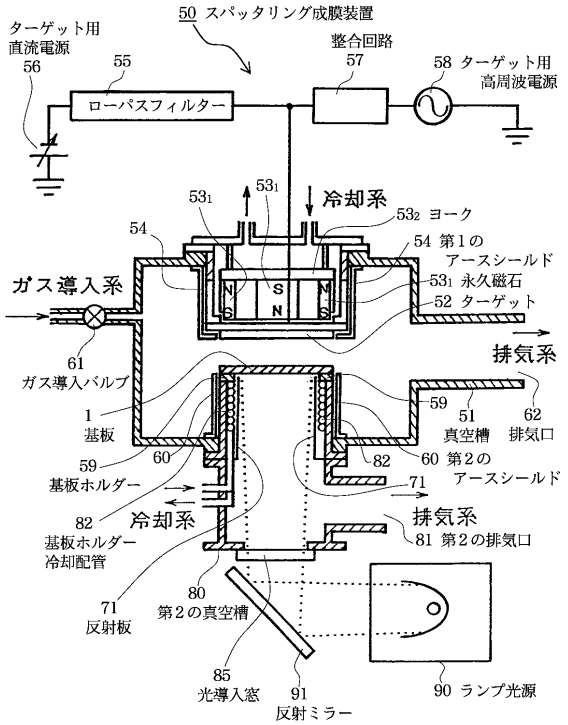
【符号の説明】

１　基板
１０，５０　スパッタリング成膜装置
１１，５１　真空槽
１２，５２　ターゲット
13_1，53_1　永久磁石
13_2，53_2　ヨーク
１４，５４　第１のアースシールド
１５，５５　ローパスフィルタ
１６，５６　ターゲット用直流電源
１７，５７　整合回路
１８，５８　ターゲット用高周波電源
１９，５９　基板ホルダー
２０，６０　第２のアースシールド
２１，６１　ガス導入バルブ
２２，６２　排気口
３０　基板加熱用白金ヒーター
３１，７１　反射板
４０，８０　第２の真空槽
４１，８１　第２の排気口
４２，８２　基板ホルダー冷却配管
８５　光導入窓
９０　ランプ光源
９１　反射ミラー

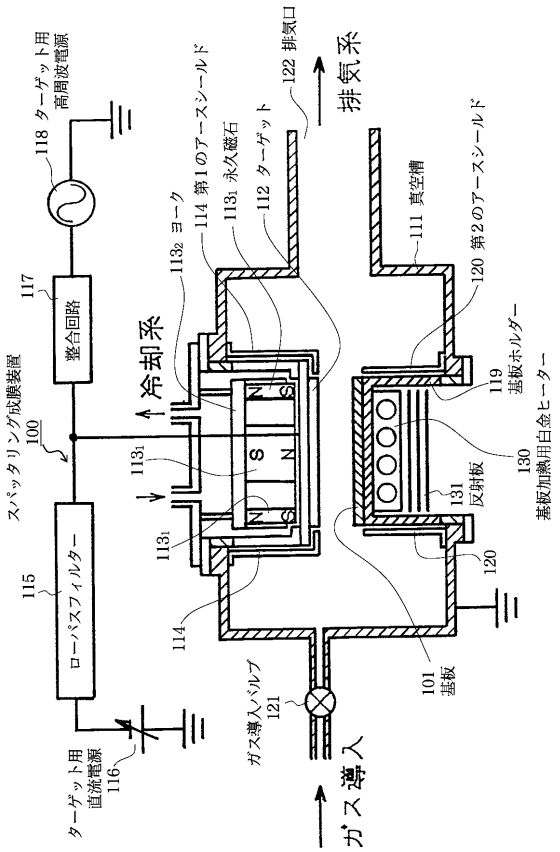
【図１】


スパッタリング成膜装置
10
ターゲット用直流電源
16
ターゲット用高周波電源
18
整合回路
17
ローパスフィルター
15
ヨーク
13₂
第１のアースシールド
14
永久磁石
13₁
ターゲット
12
真空槽
11
第２のアースシールド
19
基板ホルダー冷却配管
20
基板加熱用白金ヒーター
30
基板
1
基板ホルダー
19
反射板
31
第２の真空槽
40
第２の排気口
41
排気口
22
排気系
冷却系
ガス導入系
ガス導入バルブ
21

【図２】


50 スパッタリング成膜装置
ターゲット用直流電源
56
整合回路
57
58 ターゲット用高周波電源
ローパスフィルター
55
冷却系
ガス導入系
排気系
53₂ ヨーク
54 第１のアースシールド
53₁ 永久磁石
52 ターゲット
61 ガス導入バルブ
1 基板
59 基板ホルダー
60
82 基板ホルダー冷却配管
71 反射板
80 第２の真空槽
85 光導入窓
91 反射ミラー
90 ランプ光源
51 真空槽
62 排気口
60 第２のアースシールド
81 第２の排気口

【図３】


スパッタリング成膜装置
100
ターゲット用直流電源
116
ターゲット用高周波電源
118
整合回路
117
ローパスフィルター
115
ヨーク
113₂
第１のアースシールド
114
永久磁石
113₁
ターゲット
112
真空槽
111
第２のアースシールド
120
基板ホルダー
119
基板加熱用白金ヒーター
130
反射板
131
基板
101
ガス導入バルブ
121
ガス導入
冷却系
排気系
122 排気口

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭６３－２９７５６７（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１０１１６３（ＪＰ，Ａ）
実開平０２－０９４２５１（ＪＰ，Ｕ）
特開平０３－２３２９６８（ＪＰ，Ａ）
実開昭５９－０３９９２７（ＪＰ，Ｕ）
特開平０５－２１７９３０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
C23C 14/00-14/58