

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3892961号
(P3892961)

(45) 発行日 平成19年3月14日(2007.3.14)

(24) 登録日 平成18年12月15日(2006.12.15)

(51) Int. Cl.		F I	
C23C	14/34	(2006.01)	C 2 3 C 14/34 U
C23C	14/54	(2006.01)	C 2 3 C 14/54 E
G02B	1/11	(2006.01)	G O 2 B 1/10 A

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平10-53933	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成10年3月5日(1998.3.5)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開平11-246968		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(43) 公開日	平成11年9月14日(1999.9.14)	(74) 代理人	100069420
審査請求日	平成16年3月15日(2004.3.15)		弁理士 奈良 武
		(72) 発明者	渡邊 正
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
			オリンパス光学工業株式会社内
		(72) 発明者	池田 浩
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
			オリンパス光学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学薄膜の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高周波スパッタリング法によって光学薄膜を製造する方法において、

白色光源から出射した光線を基板上で反射させ、プラズマに起因する波長域の光をフィルター又は回折格子で遮断して上記プラズマに起因する光の波長域以外の波長域における反射光の強度を受光手段で検出し、この受光手段の出力より成膜中の膜厚を算出し、この算出結果に基づいて薄膜の形成を終了することを特徴とする光学薄膜の製造方法。

【請求項2】

少なくとも金属フッ化物を含むターゲットを載置した電極に、放電ガスの存在下で高周波電力を印加してターゲット上にプラズマを発生させ、このプラズマ中のイオンにより上記ターゲットをスパッタリングして基板上に薄膜を形成する光学薄膜の製造方法において、

白色光源から出射した光線を基板上で反射させ、プラズマに起因する波長域の光をフィルター又は回折格子で遮断して上記プラズマに起因する光の波長域以外の波長域における反射光の強度を受光手段で検出し、この受光手段の出力より成膜中の膜厚を算出し、この算出結果に基づいて薄膜の形成を終了することを特徴とする光学薄膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、膜厚を制御しながら光学薄膜を製造する製造方法に関する。

10

20

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

半導体デバイスなどの薄膜形成においては、スパッタリング法が使用されている。このスパッタリング法は高周波電力を電極に印加することによりターゲット上に放電ガスのプラズマを発生させ、このプラズマによってターゲットをスパッタリングして基板上に薄膜を成膜するものである。

【 0 0 0 3 】

また、光学薄膜では、その膜厚が薄膜の特性を左右する重要なパラメータであり、このため膜厚を制御しながら成膜することが行われている。かかる膜厚の制御は、従来より成膜時間を制御することによってなされている。スパッタリング時の成膜速度がスパッタリング時の電力に比例するため、時間の制御で膜厚を監視できるためである（刊行物「スパッタ薄膜」、小林春洋著、日刊工業新聞社発行）。

10

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、金属ターゲットを用いたリアクティブスパッタのようにターゲット表面の状態によりスパッタ率が変化する場合には、必ずしもスパッタ電力と成膜速度が比例するとは限らず、時間制御だけでは十分に膜厚を制御することができない。また、投入した電力の一部が電極の電気抵抗などによりジュール熱に変換されるため、投入した全ての電力がプラズマに供給されるものではない。従って、投入した電力と成膜速度の間では完全に比例するものではなく、高精度に膜厚を制御する必要がある場合には、時間制御だけでは不十分である。

20

【 0 0 0 5 】

これに対し、真空蒸着法では、特公平 7 - 9 8 9 9 3 号公報に記載されるように、光学式膜厚制御法によって成膜時の膜厚を制御している。この光学式膜厚制御法は、基板上に薄膜が成膜されることにより、その反射率が変化するため、光強度検出器によって基板からの反射光を測定し、この測定値に基づいて反射率の変化を監視して膜厚を制御するものである。

【 0 0 0 6 】

ところが、この光学式膜厚制御法をスパッタリング法にそのまま適用した場合、スパッタリング時に発生するプラズマからの発光がノイズとなって光強度検出器に入力されるため、正確な膜厚測定ができない。このため、成膜時の膜厚を正確に把握することができず、スパッタリング法には適用することが難しい問題を有している。

30

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような従来の問題点を考慮してなされたものであり、スパッタリング法による成膜であっても、成膜時の膜厚を正確に監視することにより、高精度に膜厚を制御することができる光学薄膜の製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項 1 の発明は、高周波スパッタリング法によって光学薄膜を製造する方法において、光源から出射した光線を基板上で反射させ、白色光源から出射した光線を基板上で反射させ、上記プラズマに起因する波長域の光をフィルター又は回折格子で遮断して上記プラズマに起因する光の波長域以外の波長域における反射光の強度を受光手段で検出し、この受光手段の出力より成膜中の膜厚を算出し、この算出結果に基づいて薄膜の形成を終了することを特徴とする。

40

【 0 0 0 9 】

この発明では、白色光源からの光線に基づく基板からの反射光の強度を受光手段が検出するが、フィルター又は回折格子によりプラズマに起因する波長域の光をフィルター又は回折格子で遮断するので、この反射光の強度はスパッタリング時のプラズマに起因して生じる光の波長域以外の強度であり、プラズマから発光した光に影響されることがなく、プラズマからの光がノイズとなることがない。このため基板の膜厚を正確に把握することがで

50

き、膜厚を高精度に制御した成膜が可能となる。

【0010】

請求項2の発明は、少なくとも金属フッ化物を含むターゲットを載置した電極に、放電ガスの存在下で高周波電力を印加してターゲット上にプラズマを発生させ、このプラズマ中のイオンにより上記ターゲットをスパッタリングして基板上に薄膜を形成する薄膜の製造方法において、白色光源から出射した光線を基板上で反射させ、プラズマに起因する波長域の光をフィルター又は回折格子で遮断して上記プラズマに起因する光の波長域以外の波長域における反射光の強度を受光手段で検出し、この受光手段の出力より成膜中の膜厚を算出し、この算出結果に基づいて薄膜の形成を終了することを特徴とする。

【0011】

この発明では、ターゲットが金属フッ化物を含んでおり、スパッタリングによってフッ化物を含んだ薄膜が成膜される。この発明においても、受光手段が検出する基板からの反射光の強度は、フィルター又は回折格子によりプラズマに起因する波長域の光をフィルター又は回折格子で遮断するので、スパッタリング時のプラズマに起因して生じる光の波長域以外の強度であり、プラズマからの光がノイズとなることがない。このため基板の膜厚を正確に把握することができ、フッ化物を含んだ薄膜の膜厚を高精度に制御することができる。

【0012】

なお、以上の発明において、基板としては、薄膜を成膜するための本来の基板であっても良く、膜厚測定のために本来の基板と別個に設けた膜厚測定用の基板であっても良い。

【0013】

【発明の実施の形態】

（実施の形態1）

図1は光学式膜厚計1を示し、図2は光学薄膜を成膜するためのスパッタリング装置を示す。

【0014】

図1に示すように、光学式膜厚計1はスパッタリング装置の真空槽10に取り付けられる。この光学式膜厚計1は真空槽10上面に取り付けられた光路部材22と、光路部材22の端部に取り付けられた白色光源2及び受光手段としての光強度検出器6と、光路部材22内に設けられたミラー4及び光学フィルター5とを備え、さらに膜厚測定用基板（膜厚モニタ基板）3を備えている。この内、膜厚モニタ基板3だけが真空槽10内に配置される。このような構造の光学式膜厚計1としては、シンクロン（株）製の商品名「OPM6」などの光学式膜厚計を使用することができる。

【0015】

この光学式膜厚計1においては、図1の破線で示すように、白色光源2から出射した膜厚測定光7が膜厚モニタ基板3で反射し、その後、ミラー4で反射する。そして、特定の波長だけが光学フィルター5を通過して光強度検出器6に入射し、光強度検出器6によって特定波長の光の強度が検出される。

【0016】

この実施の形態で使用する膜厚モニタ基板3の屈折率は1.52であり、 MgF_2 の屈折率1.38よりも大きい。この屈折率の違いによって膜厚モニタ基板3における膜厚測定光7の反射率の変化が生じ、膜厚の制御が可能となる。光学フィルター5は、商品名「MCフィルター」（朝日光学（株）製）の単色透過フィルターが使用される。この光学フィルター5は、透過波長の中心が425nm、透過波長域の半値幅が10nmの特性となっている。従って、光強度検出器6には、波長425nmの光が入射する。

【0017】

図2に示すように、スパッタリング装置では、スパッタリングターゲット12、成膜用の基板18及び上述した膜厚モニタ基板3が真空槽10内に配置されている。

【0018】

スパッタリングターゲット12は電極としてのスパッタリングカソード（カソード）1

10

20

30

40

50

5上に設けられたバックングプレート14と、バックングプレート14上に設けられたターゲット13とを備えている。このスパッタリングターゲット12はスパッタリングカソード15と十分に電氣的な接触を保つように固定される。これらのターゲット13、バックングプレート14及びカソード15の周囲には、ターゲットシールド16が設けられている。ターゲットシールド16は常に電位がグラウンドレベルとなっている。さらに、スパッタリングターゲット12の上方には、開閉制御されるシャッター17が設けられる。

【0019】

成膜用の基板18は真空槽10の上壁に回転可能に取り付けられた基板ホルダー9に保持されている。基板ホルダー9は成膜中に回転するが、その回転中心はスパッタリングターゲット12の直上に位置することなく、偏心した位置となっている。この基板ホルダー9の回転の効果と、偏心の効果により、薄膜を基板18上に均一に成膜することができる。

10

【0020】

膜厚モニタ基板3は保持枠21によって保持されている。この膜厚モニタ基板3はスパッタリングターゲット12の中心軸に対し、基板ホルダー9と線対称な位置に設置される。これにより、成膜用の基板18に成膜される膜の厚さと、膜厚モニタ基板3に成膜される膜の厚さが略等しくなる。なお、膜厚モニタ基板3が取り付けられる真空槽10の上面部分は、白色光源2からの光線7が透過可能な覗き窓8となっている。

【0021】

この実施の形態では、成膜用の基板18として、表面が清浄な両面研磨ガラス平板（商品名「YGH51、（株）オハラ製」を用いた。そして、白色光源2を点灯し、その光量を安定させた後に、基板18を基板ホルダー9に取り付け、真空槽10内を真空排気装置（図示省略）により排気した。

20

【0022】

この排気により、 10^4 Pa以上の真空度となったとき、基板ホルダー9の回転、光学式膜厚計1による膜厚監視及びガス導入口（図示省略）からの真空槽10内部への O_2 ガスを導入を開始する。そして、 0.4 Paの真空度で真空槽10内部の圧力が安定した後、カソード15に540Wの高周波（RF）電力を印可して、ターゲット12の上にプラズマ11を発生させる。このときはシャッター17は閉じており、いわゆるプレスパッタの状態となる。

30

【0023】

プラズマの状態が安定した後、シャッター17を開ける。このとき、プレスパッタ開始から320秒経過している。シャッター17を開けると、膜は成膜用の基板18の表面と膜厚モニタ基板3の表面に成長を始め、膜厚モニタ基板3の反射率は減少を始める。さらに成膜が進むと共に膜厚モニタ基板3の反射率は減少を続け、最小値を記録した後、反射率は増加に転じる。

【0024】

そして、この反射率が目的反射率（目的反射率＝（初期の反射率－反射率の最小値）× 0.1 ＋反射率の最小値）に達した時点で、シャッター17を閉めて、成膜を終了する。シャッター17を閉めてから、徐々にカソード15に印可していたRF電圧を落とし、プラズマ11を消失させる。同時に基板ホルダー9の回転も止め、真空槽10内部を大気圧に戻す。

40

【0025】

以上の条件下での成膜を10回行い、得られた薄膜の光学反射率特性を反射率測定機（商品名「USPM-RU」（オリンパス光学工業（株）製）により測定した。その代表値として得た反射率が最小となる波長を表1に示す。ここでのバラツキは、今回の測定形式で得られる測定精度と同程度であり、十分な精度で膜厚制御がなされていることが判る。

【0026】

【表1】

成膜回数	反射率が最少となる波長 (nm)	光学的膜厚 $n d$ (nm)
1	550	137.5
2	555	138.8
3	550	137.5
4	550	137.5
5	550	137.5
6	555	138.8
7	555	138.8
8	550	137.5
9	550	137.5
10	550	137.5

10

【0027】

以上のように、この実施の形態では、監視波長を425nmとし、この波長光の膜厚モニタ基板3からの反射光の強度を検出し、その目的反射率に基づいて膜厚を制御するため、スパッタリング法による MgF_2 薄膜の製造においても、膜厚を正確に制御することができると共に、その制御に光学式膜厚計を使用することが可能となっている。

20

【0028】

(比較例1)

この比較例では、実施の形態1における光学フィルター5を透過波長の中心が435nm、透過波長域の半値幅が10nmである単色フィルターに交換し、その他は実施の形態1と同様にして成膜した。この比較例では、実施の形態1と同様のプロセスにおいて、RF電力をカソード15に印可し、プラズマ11を発生させた時点で、膜厚監視系の反射率モニター値にノイズが混入したため、成膜を途中で中断した。これは433nm付近にプラズマから放出される光が存在し、この光が光学式膜厚計1の光強度検出器6に到達したためであると考えられる。

【0029】

30

(実施の形態2)

この実施の形態では、実施の形態1における光学フィルター5を、透過波長の中心が485nm、透過波長域の半値幅が10nmである単色フィルターに交換し、その他は実施の形態1と同様にして成膜した。

【0030】

この実施の形態では、実施の形態1と同様に光学式膜厚計1による膜厚監視が正常に行われ、得られた薄膜の光学特性のバラツキも測定精度と同程度であり、十分な精度で膜厚制御がなされた。

【0031】

従って、この実施の形態では、監視波長を485nmとしたことで、スパッタリング法による MgF_2 薄膜の製造においても、膜厚の制御に光学式膜厚計を使用することが可能となると共に、正確な膜厚制御が可能となった。

40

【0032】

(比較例2)

この比較例では、実施の形態1における光学フィルター5を、透過波長の中心が470nm、透過波長域の半値幅が10nmである単色フィルターに交換し、その他は実施の形態1と同様に成膜した。

【0033】

この比較例では、実施の形態1と同様のプロセスにおいて、RF電力をカソード15に印可し、プラズマ11を発生させた時点で、膜厚監視系の反射率モニター値にノイズが混

50

入し、正確な反射率の測定が困難となった。このときのノイズは比較例 1 のものよりも大きいものであった。このため比較例 1 と同様に、成膜を途中で中断した。これは 469 nm 付近にプラズマから放出される光が存在し、この光が光学式膜厚計 1 の光強度検出器 6 まで到達したためである。

【0034】

(実施の形態 3)

この実施の形態では、実施の形態 1 における光学式膜厚計 1 を昭和真空(株)製の商品名「SOC S - 1」とした。この光学式監視計「SOC S - 1」は、基本的に実施の形態 1 における光学式膜厚計「OPM - 6(シンクロン(株)製)」と同一であるが、光学フィルター 5 にかえて回折格子を使用することにより波長分解を行っている。本実施の形態においては、膜厚監視波長を 445 nm に設定し、その他は実施の形態 1 同様にして成膜した。

10

【0035】

この実施の形態では、光学膜厚計 1 が変更されたことで、膜厚監視(膜厚モニタ基板の反射率のモニタリング)を開始する際に、膜厚監視波長を 445 nm に設定することが必要となっているが、その他は実施の形態 1 と同一である。この実施の形態においても、光学式膜厚計による膜厚監視が正常に行われ、得られた膜の光学特性のパラッキも測定精度と同程度であり、十分な精度で膜厚制御が行えた。

【0036】

従って、この実施の形態では、監視波長を 445 nm としたことで、スパッタリング法による MgF₂ 薄膜の構造においても、膜厚の制御に光学式膜厚計を使用することが可能となると共に、正確な膜厚制御が可能となった。また、波長分解に回折格子を使用しても問題ないことが確認された。

20

【0037】

以上の実施の形態から本発明は、以下の発明を包含するものである。

【0038】

(1) 高周波スパッタリング法による薄膜の製造方法において、光源から出射した光線を基板上で反射させ、プラズマに起因する光の波長域以外の波長域における反射光の強度を受光手段で検出し、この受光手段の出力により成膜中の膜厚を算出し、この算出結果に基づいて薄膜の形成を終了することを特徴とする薄膜の製造方法。

30

【0039】

この発明では、プラズマに起因する波長域以外の波長域の反射光を検出して、膜厚を制御するため、膜厚を正確に測定することができ、制御性の良好な成膜を行うことができる。

【0040】

(2) プラズマに起因する波長域の光を遮断するフィルターを上記受光手段の前部に設けたことを特徴とする上記(1)項記載の薄膜の製造方法。

【0041】

この発明は、フィルターによって遮断すべき波長域を選択することができるため、成膜の制御が簡単となる。

40

【0042】

(3) 上記受光手段は、プラズマに起因する波長域以外の光を選択的に受光することを特徴とする上記(1)項記載の薄膜の製造方法。

【0043】

受光手段が光の波長域を選択することができるため、測定可能な波長域が広がる。

【0044】

(4) 上記基板は、膜厚測定用に設けたモニタ用基板である上記(1)項記載の薄膜の製造方法。

【0045】

膜厚測定用に設けたモニタ用基板によって膜厚を測定するため、薄膜を成膜する本来の

50

基板を測定することなく、膜厚の制御を行うことができる。

【 0 0 4 6 】

【 発 明 の 効 果 】

以上説明したように、請求項 1 の発明によれば、スパッタリング時のプラズマに起因して生じる光の波長域以外の強度を検出するため、プラズマからの光がノイズとなることがなく、基板の膜厚を正確に把握することができ、膜厚を高精度に制御することができる。

【 0 0 4 7 】

請求項 2 の発明によれば、ターゲットとして金属フッ化物を用いると共に、スパッタリング時のプラズマに起因して生じる光の波長域以外の強度を検出するため、フッ化物を含んだ薄膜の膜厚を高精度に制御することができる。

10

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に使用する光学式膜厚計の断面図である。

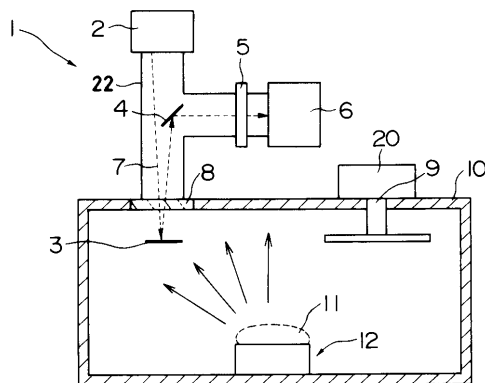
【 図 2 】 スパッタリング装置の断面図である。

【 符 号 の 説 明 】

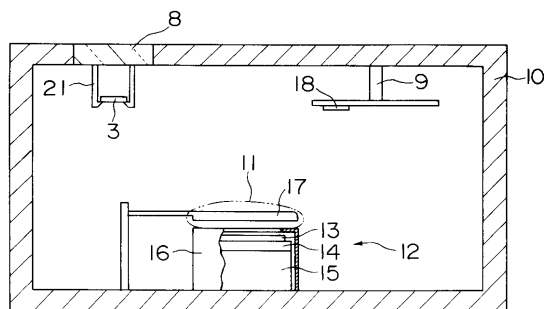
- 1 光学式膜厚計
- 3 膜厚モニタ基板
- 5 光学フィルター
- 6 光強度検出器
- 7 膜厚測定光
- 10 真空槽
- 11 プラズマ
- 13 ターゲット
- 18 成膜用の基板

20

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 豊原 延好
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
オリンパス光学工業株式会社内
- (72)発明者 高尾 潔
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
オリンパス光学工業株式会社内
- (72)発明者 川俣 健
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
オリンパス光学工業株式会社内

審査官 五十棲 毅

- (56)参考文献 特開平08-315432(JP,A)
特開平08-054211(JP,A)
特開平07-333451(JP,A)
特開平08-292302(JP,A)
特開平09-291358(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C 14/00-14/58
G02B 1/11