

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4457566号  
(P4457566)

(45) 発行日 平成22年4月28日(2010.4.28)

(24) 登録日 平成22年2月19日(2010.2.19)

(51) Int.Cl.

C23C 14/34 (2006.01)  
G02B 5/28 (2006.01)

F 1

C23C 14/34  
G02B 5/28

U

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-80273 (P2003-80273)  
 (22) 出願日 平成15年3月24日 (2003.3.24)  
 (65) 公開番号 特開2004-285431 (P2004-285431A)  
 (43) 公開日 平成16年10月14日 (2004.10.14)  
 審査請求日 平成17年12月14日 (2005.12.14)

(73) 特許権者 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100109667  
 弁理士 内藤 浩樹  
 (74) 代理人 100109151  
 弁理士 永野 大介  
 (74) 代理人 100120156  
 弁理士 藤井 兼太郎  
 (72) 発明者 近藤 敏一  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電子部品株式会社内  
 (72) 発明者 島村 徹郎  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電子部品株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】スパッタリング方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

少なくともアルゴンガスと酸素を用いて基板上に薄膜を形成するスパッタリング方法において、プラズマ発光分光法を用いて前記アルゴンガスでは波長 697 nm の発光強度と、前記酸素では波長 777 nm の発光強度とが略等しく、かつその比が一定となるように前記アルゴンガスの流量または酸素流量を調整することで、前記薄膜の成膜レートを一定に制御することを特徴とするスパッタリング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は主にガラス基板の表面に所定の多層膜光学薄膜、酸化物薄膜等の薄膜を再現性良く形成するスパッタリング方法およびスパッタリング装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来のスパッタリング方法およびスパッタリング装置としては、図 7 に示すものがある。

## 【0003】

図 7 は従来のスパッタリング法による多層光学薄膜の形成装置を示すブロック図である。

## 【0004】

1 は薄膜の光学特性を測定する装置、2 はロードロック室、3 は成膜室、4 はスパッタターゲット、5 はスパッタターゲット 4 が複数取り付けられた回転部材、5 a は回転部材 5

を回転させてスパッタターゲット4を切り換えるターゲット切り換えモータ、9は基板、9aは基板9の上に形成された薄膜、6はスパッタ位置において基板9を保持しその位置を制御する基板位置制御手段、7は演算処理、データ管理、装置の駆動制御等を行うコンピュータ、8は水晶式の薄膜モニター、12は基板9と同一外形形状を有する基板ホルダー、10は基板ホルダー12にセットされた基板9を収納するカセット、11はスパッタターゲット4に高周波電圧を印加する高周波電源である。

#### 【0005】

また、基材の表面に多層光学薄膜を形成する方法において、各層の膜厚設定値に基づいて多層光学薄膜を形成し、この形成された多層光学薄膜の光学特性を測定し、この測定された光学特性に基づいて多層光学薄膜が目標の光学特性となるような各層の膜厚を求め、この求められた各層の膜厚に基づいて膜厚設定値を補正し、この補正された膜厚設定値に基づいて次の多層膜光学薄膜を形成する。あるいはスパッタ法により薄膜を形成する方法において、真空室内のH<sub>2</sub>Oガス濃度または放電インピーダンスを測定し、この測定結果に応じてスパッタ電力、スパッタガス分圧、およびスパッタガス流量のうちの少なくとも1つ以上をスパッタレートが一定に保持されるように制御する。

10

#### 【0006】

なお、この出願の発明に関する先行技術文献情報としては、例えば特許文献1が知られている。

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

20

特開平7-72307号公報

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来の構成では、装置内のプラズマ状態でないH<sub>2</sub>O分子を利用するという間接的方法を採用しているため、成膜レートが変化している可能性がある。それはその事象に関する十分な説明がなされていない。

#### 【0009】

つまり、H<sub>2</sub>O分子についての定量的情報は記載されているが、Hラジカル、H<sup>+</sup>イオン、H<sup>-</sup>イオンあるいは酸素原子についての定量的情報、検証データ等において全く記載されていない。また間接的方法を用いるため高い精度を実現する上で問題があると考えられる。

30

#### 【0010】

本発明は高精度の膜厚測定を実現し、かつ高精度の膜厚制御が実現できるスパッタリング方法およびスパッタリング装置を提供することを目的とするものである。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1に記載の発明は、少なくともアルゴンガスと酸素を用いて基板上に薄膜を形成するスパッタリング方法において、プラズマ発光分光法を用いて前記アルゴンガスでは波長697nmの発光強度と、前記酸素では波長777nmの発光強度とが略等しく、かつその比が一定となるように前記アルゴンガスの流量または酸素流量を調整することで、前記薄膜の成膜レートを一定に制御することを特徴とするスパッタリング方法であり、波長697nmのアルゴン発光強度と波長777nmの酸素発光強度とを用いて両者の波長および発光強度を近い値とすることにより、波長スパンおよびレベル分解能を高めることができるので高精度に評価することができ、その結果、成膜レートを一定に制御して高精度の膜厚制御を実現できる。

40

#### 【0019】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

#### 【0020】

##### (実施の形態1)

50

図1は本発明の実施の形態1におけるスパッタリング装置の概略を示す構成図である。

【0021】

図1において、21はスパッタターゲット、22は基板、23は高周波電源、24は真空チャンバー、25はプラズマモニター用の光ファイバー、26は分光器、27は圧力計、28はアルゴンガス流量計、29は酸素ガス流量計、30は高周波マッチング回路、31～34は帰還制御ラインである。

【0022】

本発明のスパッタリング装置は、真空チャンバー24の内部に成膜する材料で構成されるスパッタターゲット21を下部電極としての陰極(図示せず)に高周波電源23から高周波マッチング回路30を介して電力が供給される。そして基板22が設置される基板ホルダー(図示せず)を基板側電極22aに有し、スパッタターゲット21と対向するように配置されている。10

【0023】

そして、真空チャンバー24の内部には圧力を検知するための圧力計27が配置されている。そして真空チャンバー24の内部を大気から $5 \times 10^{-1}$ Pa程度まで排気するため真空排気ポンプ(図示せず)が備えられ、さらにアルゴンガスや酸素などのスパッタガスを真空チャンバー24の内部に供給できるように配管されている。そして真空チャンバー24の内部にプラズマモニターを備え付け、分光器26で波長697nmのアルゴン発光強度と波長777nmの酸素発光強度を常時モニタリングする。また成膜中の波長697nmのアルゴン発光強度と波長777nmの酸素発光強度の比を一定にするように、成膜中にアルゴンガス流量もしくは酸素ガス流量、真空チャンバー24の内部圧力、シース電位またはプラズマ電位のうち少なくとも一つを変化させることができる構成となっている。20

【0024】

以下、薄膜形成方法について説明する。

【0025】

基板22を設置した支持体(図示せず)を基板ホルダー(図示せず)に取り付け、真空ポンプにより真空チャンバー24の内部を約 $5 \times 10^{-1}$ Pa程度にまで真空排気する。そして基板22を温度600程度にまで加熱し、スパッタガスとしてのアルゴンガス、酸素を導入してスパッタターゲット21に高周波電源23から電力を印加し、スパッタターゲット21からスパッタ粒子が対向する基板22の上に付着して薄膜が形成される。30

【0026】

例えば、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の成膜条件を(表1)に示す。

【0027】

【表1】

RF電力	1000 [W]
Arガス流量	10 [sccm]
O <sub>2</sub> ガス流量	0.4 [sccm]
チャンバー圧力	0.5 [Pa]

30

40

【0028】

また、図1に示すスパッタターゲット21は厚さ6mm、純度99.9%のTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなるスパッタターゲット21を用いる。

【0029】

(表1)より高周波電力が1000W、アルゴンガス流量が10scm、酸素ガス流量が0.4scm、真空チャンバー24の内部圧力が $5.0 \times 10^{-1}$ Paの条件で成膜を実施することにより、屈折率2.15程度のTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜が得られる。

【0030】

なお、このときの屈折率の測定波長は632.8nmである。

50

## 【0031】

図2(a), (b)は本発明の実施の形態1におけるアルゴン発光強度と酸素発光強度との比と成膜レートの推移を示す特性図である。

## 【0032】

図2(a)に示すように成膜中の波長697nmのアルゴン発光強度と波長777nmの酸素発光強度の比と成膜レートの推移よりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比と成膜レートに相関性がある。

## 【0033】

図2(b)に示すように成膜中にアルゴンガス流量を変化させることによりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定とした場合、波長697nmのアルゴン発光強度と波長777nmの酸素発光強度の比と成膜レートの推移より成膜中のアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にすることにより、成膜レートが一定となる。10

## 【0034】

これは、図1に示すように、帰還制御ライン31から発光分光データのアルゴンガス流量計もしくは酸素ガス流量計へのフィードバックにより実現されるものである。

## 【0035】

以上のように、成膜中のアルゴンガス流量を変化させることによりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にしたことにより、成膜レートが一定にできる。

## 【0036】

なお、酸素ガス流量を変化させることによりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にしたことにより、成膜レートが一定にできることはいうまでもない。20

## 【0037】

また、スパッタターゲット21がSi, SiO<sub>2</sub>, Ti, TiO<sub>2</sub>, Nb, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Al, Al<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等の金属、あるいは金属酸化物を用いて、SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等の酸化物薄膜を形成する場合も同様である。

## 【0038】

(実施の形態2)

実施の形態2について、図面を参照しながら説明する。

## 【0039】

実施の形態2について、実施の形態1と異なる点について説明する。30

## 【0040】

図3(a), (b)は本発明の実施の形態2におけるアルゴン発光強度と酸素発光強度との比と成膜レートの推移を示す特性図である。

## 【0041】

図3(a)に示すように真空チャンバー24の内部圧力を一定とした場合、波長697nmのアルゴン発光強度と酸素発光強度との比と成膜レートとの間に相関性がある。

## 【0042】

また、図3(b)に示すように成膜中に真空チャンバー24の内部圧力を変化させることによりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定とした場合、波長697nmのアルゴン発光強度と波長777nmの酸素発光強度の比と成膜レートの推移により成膜中のアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にしたことにより、成膜レートが一定となっている。40

## 【0043】

これは、図1に示すように、帰還制御ライン32から発光分光データの真空チャンバー24の圧力計27へのフィードバックにより実現されるものである。

## 【0044】

以上のように、成膜中に真空チャンバー24の圧力を変化させることによりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にしたことにより、成膜レートが一定にできる。

## 【0045】

(実施の形態3)

10

20

30

40

50

実施の形態 3 について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 4 6 】

実施の形態 3 において、実施の形態 1 と異なる点について説明する。

【 0 0 4 7 】

図 4 ( a ) , ( b ) は本発明の実施の形態 3 におけるアルゴン発光強度と酸素発光強度との比と成膜レートの推移を示す特性図である。

【 0 0 4 8 】

図 4 ( a ) に示すようにシース電位を一定とした場合、波長 697 nm のアルゴン発光強度と酸素発光強度との比と成膜レートとの間に相関性がある。

【 0 0 4 9 】

また、図 4 ( b ) に示すように成膜中にシース電位を変化させることによりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定とした場合、波長 697 nm のアルゴン発光強度と波長 777 nm の酸素発光強度の比と成膜レートの推移により成膜中のアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にしたことにより、成膜レートが一定になっている。

【 0 0 5 0 】

これは、図 1 に示すように、帰還制御ライン 33 から発光分光データの高周波マッチング回路 30 へのフィードバックにより実現されるものである。

【 0 0 5 1 】

以上のように、成膜中のシース電位を変化させることによりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にしたことにより、成膜レートが一定にできる。

【 0 0 5 2 】

なお、プラズマ電位を変化させることによりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にしたことにより、成膜レートが一定にできることはいうまでもない。

【 0 0 5 3 】

( 実施の形態 4 )

実施の形態 4 について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 5 4 】

実施の形態 4 において、実施の形態 1 と異なる点について説明する。

【 0 0 5 5 】

図 5 ( a ) , ( b ) は本発明の実施の形態 4 におけるアルゴン発光強度と酸素発光強度との比と成膜レートの推移を示す特性図である。

【 0 0 5 6 】

図 5 ( a ) に示すように高周波電力を一定とした場合、波長 697 nm のアルゴン発光強度と酸素発光強度との比と成膜レートとの間に相関性がある。

【 0 0 5 7 】

また、図 5 ( b ) に示すように成膜中に高周波電力を変化させることによりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定とした場合、波長 697 nm のアルゴン発光強度と波長 777 nm の酸素発光強度の比と成膜レートの推移により成膜中のアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にしたことにより、成膜レートが一定となっている。

【 0 0 5 8 】

これは、図 1 に示すように、帰還制御ライン 34 から発光分光データの高周波電源 23 へのフィードバックにより実現されるものである。

【 0 0 5 9 】

以上のように、成膜中に高周波電力を変化させることによりアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にしたことにより、成膜レートが一定にできる。

【 0 0 6 0 】

なお、DC スパッタリング装置を用いてスパッタリングを行う場合は、DC 印加電圧を変化させてアルゴン発光強度と酸素発光強度の比を一定にすることで、成膜レートが一定にできる。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

(実施の形態 5 )

実施の形態 5 について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 6 2 】

図 6 は本発明の実施の形態 5 におけるスパッタリング装置の概略を示す構成図である。

【 0 0 6 3 】

図 6 において、2 1 はスパッタターゲットであり、2 2 は基板、2 3 は高周波電源、2 4 は真空チャンバー、2 5 はプラズマモニター用の光ファイバー、2 6 は分光器、2 7 は圧力計、2 8 はアルゴンガス流量計、2 9 は酸素ガス流量計、3 0 は高周波マッチング回路、3 5 は光学式膜厚モニター用光ファイバー、3 6 は光学式膜厚モニタリング手段である。  
10

【 0 0 6 4 】

実施の形態 1 で示したスパッタリング装置に光学式膜厚モニタリング手段 3 6 を設けて成膜中の波長 697 nm のアルゴン発光強度と波長 777 nm の酸素発光強度の比を一定にすることにより、一定の成膜レートを確認しながら成膜でき、深さ方向に均一な膜質をもつ薄膜を得ることができる。

【 0 0 6 5 】

なお、光学式膜厚モニタリング手段 3 6 は反射式のものを示したが、透過式を用いても同様の効果が得られる。

【 0 0 6 6 】

【発明の効果】

以上のように本発明は、少なくともアルゴンガスと酸素を用いて基板上に薄膜を形成するスパッタリング方法において、プラズマ発光分光法を用いて前記アルゴンガスでは波長 697 nm の発光強度と、前記酸素では波長 777 nm の発光強度とが略等しく、かつその比が一定となるように前記アルゴンガスの流量または酸素流量を調整することで、前記薄膜の成膜レートを一定に制御するものであり、波長 697 nm のアルゴン発光強度と波長 777 nm の酸素発光強度とを用いて両者の波長および発光強度を近い値とすることにより、波長スパンおよびレベル分解能を高めることができるので高精度に評価することができ、その結果、成膜レートを一定に制御して高精度の膜厚制御を実現できる。  
20

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 におけるスパッタリング装置の断面図  
30

【図 2】( a ) , ( b ) 本発明の実施の形態 1 におけるアルゴン発光強度と酸素発光強度の比と成膜レートの推移を示す特性図

【図 3】( a ) , ( b ) 本発明の実施の形態 2 におけるアルゴン発光強度と酸素発光強度の比と成膜レートの推移を示す特性図

【図 4】( a ) , ( b ) 本発明の実施の形態 3 におけるアルゴン発光強度と酸素発光強度の比と成膜レートの推移を示す特性図

【図 5】( a ) , ( b ) 本発明の実施の形態 4 におけるアルゴン発光強度と酸素発光強度の比と成膜レートの推移を示す特性図

【図 6】本発明の実施の形態 5 におけるスパッタリング装置の概略を示す構成図

【図 7】従来のスパッタリング装置の構成を示すブロック図  
40

【符号の説明】

2 1 スパッタターゲット

2 2 基板

2 3 高周波電源

2 4 真空チャンバー

2 5 光ファイバー

2 6 分光器

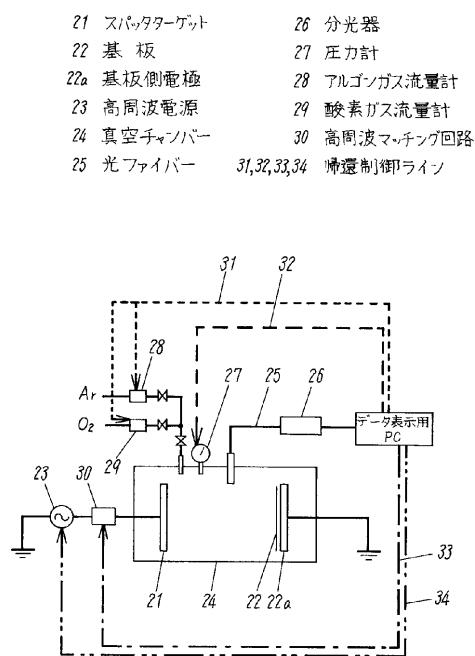
2 7 圧力計

2 8 アルゴンガス流量計

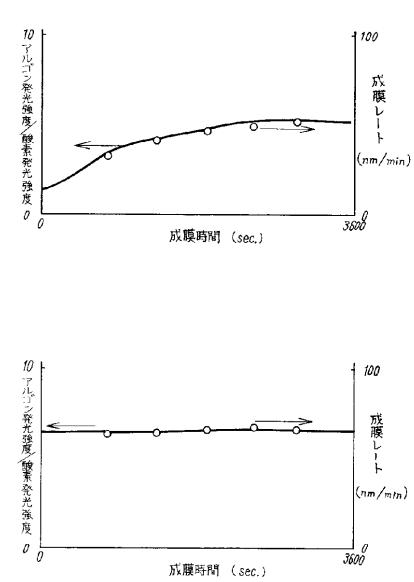
2 9 酸素ガス流量計  
50

- 3 0 高周波マッチング回路  
 3 1 帰還制御ライン  
 3 2 帰還制御ライン  
 3 3 帰還制御ライン  
 3 4 帰還制御ライン  
 3 5 光ファイバー  
 3 6 光学式膜厚モニタリング手段

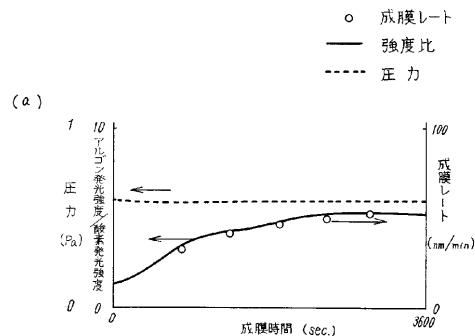
【図1】



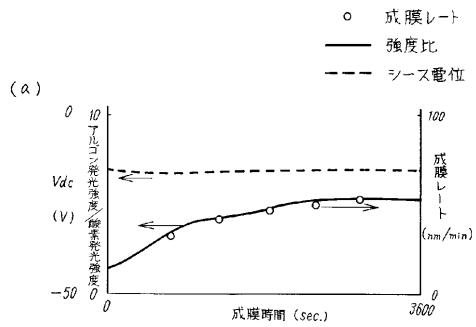
【図2】



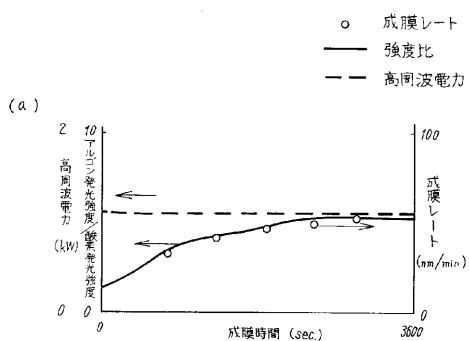
【図3】



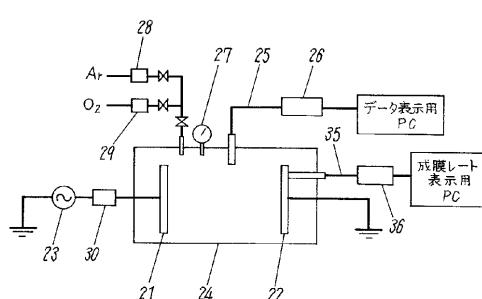
【図4】



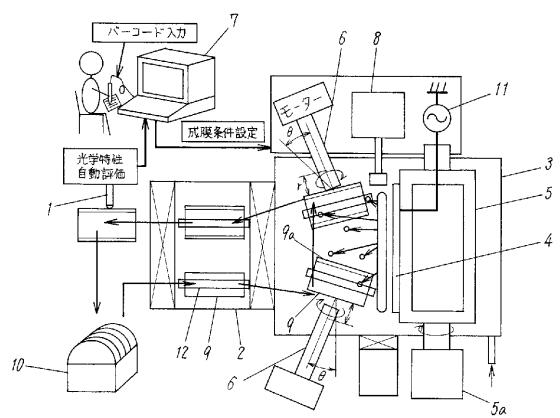
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 古用 貴昭  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子部品株式会社内

審査官 田中 則充

(56)参考文献 特開平03-002366(JP,A)  
特開平07-072307(JP,A)  
特開2000-282237(JP,A)  
特開昭64-077940(JP,A)  
特開平06-088207(JP,A)

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