

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4223614号
(P4223614)

(45) 発行日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(24) 登録日 平成20年11月28日(2008.11.28)

(51) Int.Cl.

F I

C 2 3 C 14/34 (2006.01)

C 2 3 C 14/34

C

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平11-8000	(73) 特許権者	000227294
(22) 出願日	平成11年1月14日(1999.1.14)		キヤノンアネルバ株式会社
(65) 公開番号	特開2000-265263(P2000-265263A)		神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1
(43) 公開日	平成12年9月26日(2000.9.26)	(74) 代理人	100096828
審査請求日	平成17年12月16日(2005.12.16)		弁理士 渡辺 敬介
(31) 優先権主張番号	特願平11-5084	(74) 代理人	100110870
(32) 優先日	平成11年1月12日(1999.1.12)		弁理士 山口 芳広
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	恒川 孝二
早期審査対象出願			東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内
		(72) 発明者	平田 和男
			東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内
		審査官	吉田 直裕
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパッタリング方法及び装置及び電子部品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転可能にセットされた基板と、ターゲットとを備え、

前記基板の直径を d 、前記ターゲットの直径を D 、前記基板の法線に対する前記ターゲットの中心軸線のなす角度を θ 、前記ターゲットの中心軸線と前記基板の表面を含む平面との交点を P 、該交点 P と基板の回転軸線との距離を F 、前記交点 P と前記ターゲットの中心との距離を L とした時に、前記ターゲットが、以下の条件を満たすと共に、前記交点 P が前記基板の外側となる位置に 1 又は複数設けられていることを特徴とするスパッタリング装置。

$$\begin{array}{rcl} d & D & \\ 15^\circ & & 45^\circ \\ 50\text{ mm} & F & 400\text{ mm} \\ 50\text{ mm} & L & 800\text{ mm} \end{array}$$

【請求項 2】

前記ターゲットが複数設けられており、該複数のターゲットが、前記基板の回転軸線に対して回転対称に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のスパッタリング装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 のスパッタリング装置を用い、前記基板を回転させながら当該基板にスパッタリングによる成膜を施すことを特徴とするスパッタリング方法。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 のスパッタリング装置を用い、前記基板を回転させながら当該基板にスパッタリングによる成膜を施す工程を有することを特徴とする電子部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、真空中薄膜作成プロセスを必要とする半導体、各種電子部品向けのスパッタリングにおいて、基板の直径と同等以下の直径のターゲットにより、基板に付着する膜の膜厚分布、組成比分布、不純物分布を広範囲に均一化することを目的としたスパッタリング方法及び装置及び電子部品の製造方法に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

従来のスパッタリング装置では、基板面とターゲット面が平行に配置されていた。そのような従来のスパッタリング装置においては、基板に付着する膜の膜厚分布、組成比分布、不純物分布などを広範囲に均一化するために基板よりも大きな径のターゲットを用いていた。

【0003】

また、合金膜や多層膜を作成する目的のために、複数のカソードが中心軸線を基板の中心に向けて傾け設置する多元スパッタリング装置においても、膜厚分布、組成比分布、不純物分布が悪いためターゲットの径よりも小さな基板径のものでしか利用できず、もっぱら

20

【0004】

【発明により解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来装置は基板径が大径化するのにもない、ターゲットの径をそれ以上に大径化しなければならなかったので、ターゲットの径が大径化すると材料によってターゲットを作製することが困難なものもあった。例えば、Mn や Mn リッチの合金などはもろく割れやすいために大きなターゲットを作製することが困難であった。

【0005】

また、基板径が大きくなりすぎると、膜厚分布に与えるターゲットの非エロージョン領域の影響が大きくなっていく等の理由により、単にターゲット径を大径化しただけでは膜厚

30

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、回転可能にセットされた基板と、ターゲットとを備え、

前記基板の直径を d 、前記ターゲットの直径を D 、前記基板の法線に対する前記ターゲットの中心軸線のなす角度を θ 、前記ターゲットの中心軸線と前記基板の表面を含む平面との交点を P 、該交点 P と基板の回転軸線との距離を F 、前記交点 P と前記ターゲットの中心との距離を L とした時に、前記ターゲットが、以下の条件を満たすと共に、前記交点 P が前記基板の外側となる位置に 1 又は複数設けられていることを特徴とするスパッタリング装置により、前記従来の問題点を解決し、ターゲットの径を基板と同等以下にしても、均一膜厚、膜質を生成できるようにしたものである。

40

$$\frac{d}{D} \leq \frac{1}{5} \quad \theta \leq 45^\circ$$

$$\frac{50 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \leq \frac{F}{L} \leq \frac{400 \text{ mm}}{800 \text{ mm}}$$

上記本発明のスパッタリング装置は、前記ターゲットが複数設けられており、該複数のターゲットが、前記基板の回転軸線に対して回転対称に設けられていることを好ましい態様として含むものである。

また、本発明は、上記本発明のスパッタリング装置を用い、前記基板を回転させながら当該基板にスパッタリングによる成膜を施すことを特徴とするスパッタリング方法を提供

50

するものである。

さらに本発明は、上記本発明のスパッタリング装置を用い、前記基板を回転させながら当該基板にスパッタリングによる成膜を施す工程を有することを特徴とする電子部品の製造方法を提供するものである。

【0009】

この発明において、基板の法線と、ターゲットの中心軸線との角度は15度未満であっても、45度を越える場合であっても、組成比分布及び不純物分布の何れも不均一になり、膜質を低下させることが判明している。

【0010】

また基板と、ターゲットの距離が50mm未満であっても、800mmを越える場合の何れであっても、薄膜分布の低下が認められた。更にスパッタリングカソードの中心軸線と、基板を含む平面との交点Pと、基板の回転軸線との距離が50mm未満の場合も、400mmを越える場合も膜厚分布の均一性が悪く、膜質の低下が認められた。更に基板の回転速度は、スパッタリングの位置(中心からの距離)によっても異なるが、通常4rpmを越え、60rpm未満が好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】

この発明は、適速度Vで回転する直径dの基板の法線Hに対し、直径Dのターゲットの中心軸線Aを角度にして設置し、前記法線Hと、中心軸線Aと基板を含む面との交点Pのオフセット距離Fとの適宜定め、かつターゲットと、基板との距離Lを適度に定めて、スパッタリングする方法および装置であって、前記基板の直径dとターゲットの直径Dの比率、角度、距離F、Lの数値を下記のようにすることを特徴としたものである。

【0012】

回転数	4rpm	V	60rpm
角度	15°		45°
直径dとD	d	D	
距離F	50mm	F	400mm
距離L	50mm	L	800mm

【0013】

【実施例】

この発明の実施例を図1、2、3、4について説明する。回転軸4の円板5上へ基板2をセットすると共に、基板2の斜め上方へ、スパッタリングカソード1を、その中心軸線Aが、前記基板2の法線Hに対し、 $\theta = 30^\circ$ をなすように架設する。

【0014】

この場合に、基板2の直径は4インチ、ターゲット3の直径は2インチ、基板2の回転軸線Bと、法線Hとの距離Fは60mm、ターゲット3と、基板2の距離Lは300mmであった。

【0015】

前記条件でスパッタリングを行ったところ、基板2の中心からの距離 - 40 ~ 40mmに対する膜厚分布は $\pm 2.0\%$ 以下であった(図5)。

【0016】

次に、ターゲット3の配置の異なる他の実施例を説明する。基板2に対し、2個のカソード1a、1bを回転軸Bに対称に配置した実施例である(図2)。また基板2に対し、2個のカソード1a、1bを垂直な平面に対し、面対称に配置した実施例である(図3)。更に基板2に対し、6個のカソード1a、1b、1c、1d、1e、1fを回転軸と垂直面の夫々に対称に配置した実施例である(図4)。

【0017】

図7は、直径9.3インチRMC上に、直径8.5インチのターゲット3を載置したものをを用いて、直径350mmの基板にスパッタリングによって薄膜を作製した場合(図6)の膜厚均一性シミュレーション結果である。ここで、図6に示すようにターゲット3の中

10

20

30

40

50

心と基板 2 との垂直距離を新たに定義している (T / S 間垂直距離と呼ぶ) 。 T / S 間垂直距離は L と によって決定される ($L \cos$) 。これにより、 $\pm 1.0\%$ 以内を確保できる T / S 間垂直距離、距離 F を求めることができる。T / S 間垂直距離は、装置パラメータとして実際に使用するので、実施例では新たに定義した。

【 0 0 1 8 】

また、図 7 で求めた T / S 間垂直距離、距離 F での膜厚形状シミュレーション結果を示す。このシミュレーションでは直径 9.3 インチ RMC を用いて、直径 350 mm 面内に $\pm 0.58\%$ の膜厚分布を得た (図 8) 。この場合に、実測値をプロットしたところ、前記シミュレーションとほぼ一致し、 $\pm 0.60\%$ の膜厚分布を得た。

【 0 0 1 9 】

次に図 9 は、T / S 間垂直距離 380 mm での成膜圧力による膜厚分布依存性を実験したところ、成膜圧力が高くなると膜厚分布が悪くなることが判った。これはスパッタ粒子がスパッタガスの散乱の影響を受けているためと考えられる。

【 0 0 2 0 】

そこで、成膜圧力の高い領域で散乱の影響を抑えるために T / S 間垂直距離を近づけて実験を行った。図 10 は直径 350 mm 面内での膜厚分布の T / S 間垂直距離依存性を示すものである。シミュレーションから算出した T / S 間垂直距離よりも 60 mm 近づけた結果、膜厚分布で直径 350 mm 面内に $\pm 1.0\%$ 以下を満たすことができた。

【 0 0 2 1 】

従って、膜厚分布は T / S 間垂直距離の調整を行うことで膜厚分布を確保することができ

【 0 0 2 2 】

この発明と、従来技術とを比較した。即ち静止対向成膜方式を用いた場合の直径 350 mm 面内においては $\pm 1.0\%$ 以下の膜厚均一性を得るためのシミュレーションを行った所、図 11 の結果を得た。図 11 によれば、静止対向成膜方式で膜厚分布を $\pm 1.0\%$ 以下にするためには、ターゲットサイズを直径 40 インチ以上にするか、ターゲット 3 と基板 2 との垂直距離を 1800 mm 以上にする必要がある。一方斜入射回転方法を採用すれば、ターゲット 3 は直径 8.5 インチであっても、ターゲット 3 と基板 2 の垂直距離 380 mm で膜厚分布 $\pm 1.0\%$ 以下のスパッタリングができる。

【 0 0 2 3 】

【発明の効果】

この発明のスパッタリング方法及び装置によれば、基板径よりも小さいターゲット径を用いて基板に生成する膜厚分布、組成比分布、不純物分布を広範囲に均一化できる効果がある。

【 0 0 2 4 】

前記により、基板が大径化しても、ターゲットは比較的小径で十分高精度に成膜できると共に、T / S 間垂直距離を短縮できるので、装置を小型化することができるなどの諸効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の装置の実施例の概念図。

【図 2】同じく他の実施例の概念図。

【図 3】同じく 2 個のカソードを垂直面に対称に配置した実施例の概念図。

【図 4】同じく数個のカソードを配置した実施例の概念図。

【図 5】同じく膜厚 - 基板中心からの距離グラフ。

【図 6】同じく基板とターゲットとの相互関係を示す概念図。

【図 7】同じくオフセット距離 - T / S 間垂直距離のグラフ。

【図 8】同じく規格化膜厚 - 基板中心からの距離グラフ。

【図 9】同じく膜厚分布 - 成膜圧力依存性グラフ。

【図 10】同じく膜厚分布 - T / S 間垂直距離グラフ。

【図 11】同じく膜厚分布 - T / S 間垂直距離グラフ。

10

20

30

40

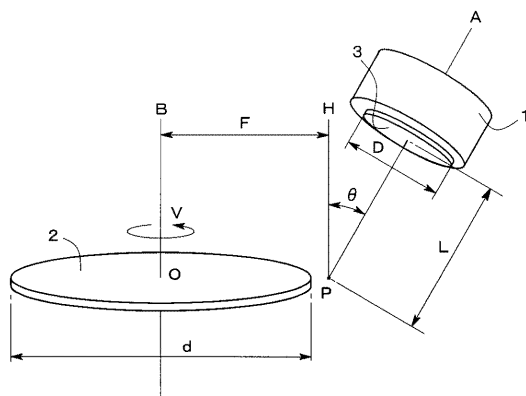
50

【符号の説明】

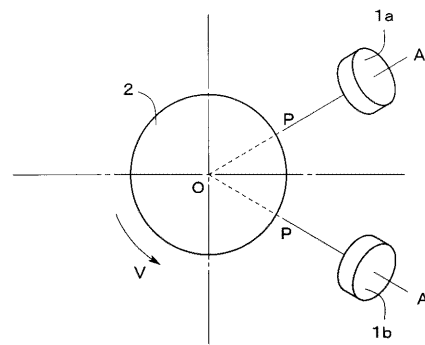
- 1 カソード
- 2 基板
- 3 ターゲット
- A 中心軸線
- B 回転軸線
- H 法線
- D ターゲットの直径
- d 基板の直径
- F B - H 距離
- P A - H の交点
- O 基板の中心
- V 回転速度

10

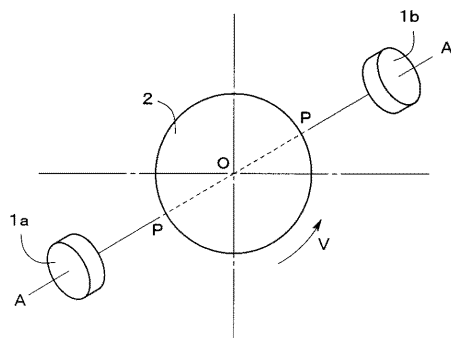
【図 1】



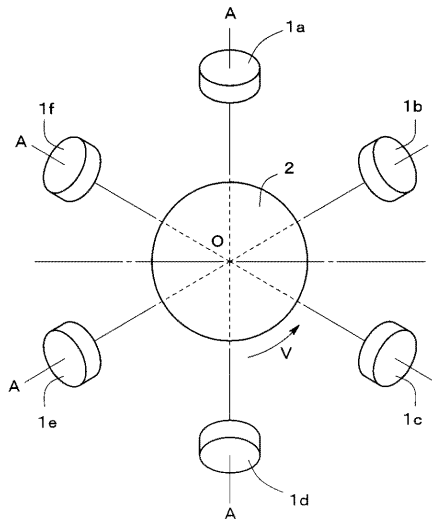
【図 3】



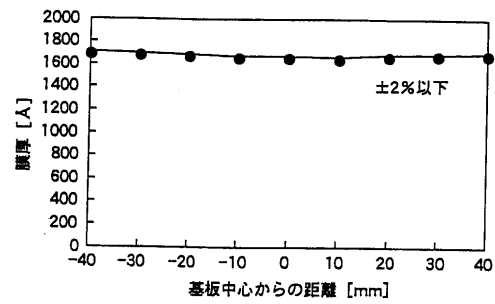
【図 2】



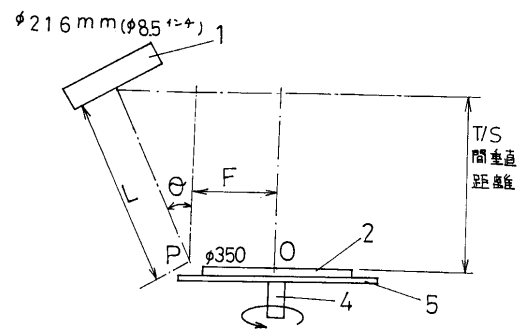
【図4】



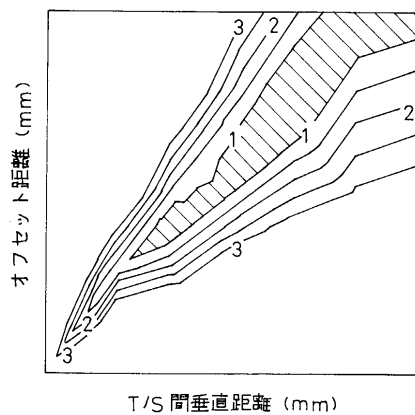
【図5】



【図6】

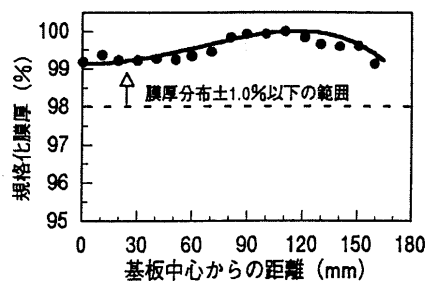


【図7】



* 図中の数字は、膜厚均一性 (±%)
斜線部は膜厚均一性 ±1.0% 以下の範囲

【図8】

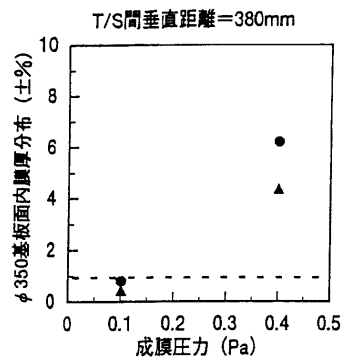


~φ350基板面内膜厚分布~
±0.58% (シミュレーション値)
±0.60% (実測値)

成膜圧力 : 0.1Pa
投入電力 : 2kW

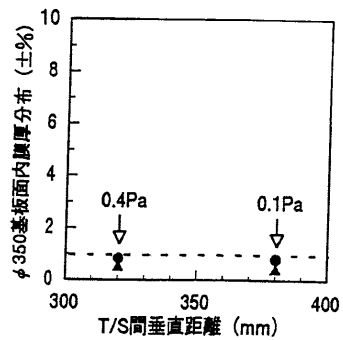
— シミュレーション値
● 実測値

【図 9】



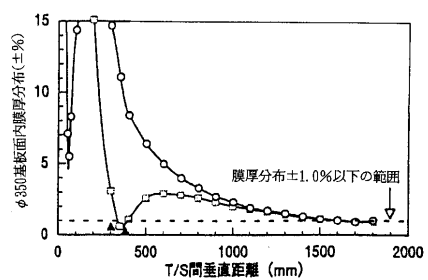
▲ αターゲット
● βターゲット

【図 10】



▲ αターゲット
● βターゲット

【図 11】



□ φ40インチターゲット (静止対向)
○ φ16インチターゲット (静止対向)
▲ φ8.5インチターゲット (斜め入射回転)

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 0 4 - 2 2 4 6 7 4 (J P , A)
実開平 0 4 - 0 9 7 3 3 5 (J P , U)
特開昭 6 1 - 0 1 9 7 7 4 (J P , A)
特開昭 6 3 - 2 9 0 2 5 7 (J P , A)

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