

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4740299号  
(P4740299)

(45) 発行日 平成23年8月3日(2011.8.3)

(24) 登録日 平成23年5月13日(2011.5.13)

(51) Int. Cl. F I  
**C 2 3 C 14/34 (2006.01)** C 2 3 C 14/34 R  
**H O 1 L 21/285 (2006.01)** C 2 3 C 14/34 C  
 H O 1 L 21/285 S

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-229489 (P2008-229489)	(73) 特許権者	000227294 キヤノンアネルバ株式会社 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1
(22) 出願日	平成20年9月8日(2008.9.8)	(74) 代理人	100096828 弁理士 渡辺 敬介
(62) 分割の表示	特願平11-8000の分割	(74) 代理人	100110870 弁理士 山口 芳広
原出願日	平成11年1月14日(1999.1.14)	(72) 発明者	恒川 孝二 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内
(65) 公開番号	特開2009-1912 (P2009-1912A)	(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
(43) 公開日	平成21年1月8日(2009.1.8)	審査官	伊藤 光貴
審査請求日	平成20年9月8日(2008.9.8)		
(31) 優先権主張番号	特願平11-5084		
(32) 優先日	平成11年1月12日(1999.1.12)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

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】

1枚の基板がセットされる回転可能な第1部材と、ターゲットを取り付け可能で、該1枚の基板に対して1基設けられたスパッタリングカソードと、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 $\theta$ 、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、以下の条件を満たすように構成されていることを特徴とするスパッタリング装置。

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

【請求項2】

回転可能にセットされた1枚の基板と、該1枚の基板に対して複数基設けられたスパッタリングカソードと、該各スパッタリングカソードにそれぞれ中心軸線を合わせて取り付けられたターゲットとを備えた多元スパッタリング装置であって、

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 $\theta$ 、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、前記各ターゲットが、以下の条件を満たすと共に、前記各ターゲットの中心から前記前記基板の表面を含む平面への垂線が前記基板の外側となる位置に設けられていることを特徴とするスパッタリング装置。

d	D		
15°		45°	
50mm	F	400mm	
50mm	L	800mm	

【請求項3】

前記複数基のスパッタリングカソードが、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2に記載のスパッタリング装置。

10

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか1項に記載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5】

請求項1乃至3のいずれか1項に記載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】

【技術分野】

20

【0001】

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。

【背景技術】

【0002】

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。

30

【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、もっぱら研究用として使われ工業的ではなかった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

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。

40

【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分布、組成比分布、不純物分布を均一化することができないという問題もあった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1は、1枚の基板がセットされる回転可能な第1部材と、ターゲットを取り

50

付け可能で、該 1 枚の基板に対して 1 基設けられたスパッタリングカソードと、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  $\theta$ 、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  $P$  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、以下の条件を満たすように構成さ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、均一な膜厚及び膜質の膜を生成できるようにしたものである。

【0007】

また、本発明の第 2 は、回転可能にセットされた 1 枚の基板と、該 1 枚の基板に対して複数基設けられたスパッタリングカソードと、該各スパッタリングカソードにそれぞれ中心軸線を合わせて取り付けられたターゲットとを備えた多元スパッタリング装置であって

10

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  $\theta$ 、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  $P$  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、前記各ターゲットが、上記の条件を満たすと共に、前記各ターゲットの中心から前記前記基板の表面を含む平面への垂線が前記基板の外側となる位置に設けられていることを特徴とするスパッタリング装置を提供するものである。

【0008】

上記本発明の第 2 に係るスパッタリング装置は、前記複数基のスパッタリングカソードが、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。

20

【0009】

また、本発明の第 3 は、上記本発明の第 1 又は第 2 に係る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するものである。

【0010】

さらに本発明の第 4 は、上記本発明の第 1 又は第 2 に係る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。

30

【発明の効果】

【0011】

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 ( $\pm 1.0\%$  以下) できる効果がある。

【0012】

また、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。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0013】

本発明に係る装置は、直径  $d$  の基板を適度の回転速度  $V$  で回転可能に架設すると共に、前記基板の法線  $H$  と、スパッタリングカソードに取付けた直径  $D$  のターゲットの中心線の角度  $\theta$  を  $15^\circ$  から  $45^\circ$  にすると共に、前記直径  $d$  と  $D$  を  $d \leq D$  とし、前記ターゲットの中心軸線  $A$  と、基板面を含む平面との交点  $P$  と、基板の回転中心  $O$  とが適度の距離  $F$  を有し、かつ前記交点  $P$  と、ターゲットの距離  $L$  を適度に保って、ターゲットを設置したことを特徴とするスパッタリング装置であり、距離  $F$  は、 $50\text{ mm} < F < 400\text{ mm}$  としたものである。更に距離  $L$  は、 $50\text{ mm} < L < 800\text{ mm}$  としたものであり、ターゲットを取付けるスパッタリングカソードを、1 枚の基板に対し、1 基又は複数基を、基板の回転軸線に対して回転対称にし、又は基板に垂直な平面に対して面对称にする一方又は両方

50

に設置したことを特徴とするスパッタリング装置である。

【0014】

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、膜薄の膜厚分布が $\pm 1.0\%$ 以上となり、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。

【0015】

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。

10

【0016】

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。

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

20

【実施例】

【0017】

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。

【0018】

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。

30

【0019】

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)。

【0020】

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)。

40

【0021】

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( $L \cos \theta$ )。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ので、実施例では新たに定義した。

【0022】

50

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350mm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。

【0023】

次に図9は、T/S間垂直距離380mm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。

【0024】

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350mm面内の膜厚分布の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60mm近づけた結果、膜厚分布で直径350mm面内に $\pm 1.0\%$ 以下を満たすことができた。

【0025】

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ることが判った。

【0026】

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350mm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1800mm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380mmで膜厚分布 $\pm 1.0\%$ 以下のスパッタリングができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【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。

【符号の説明】

【0028】

- 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
- 0 基板の中心

10

20

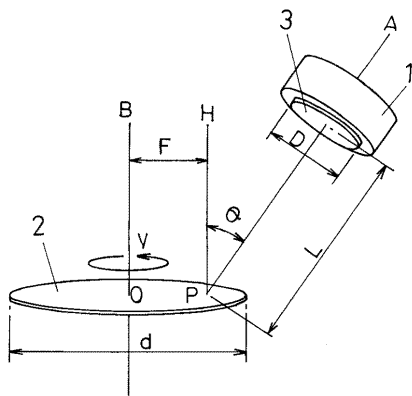
30

40

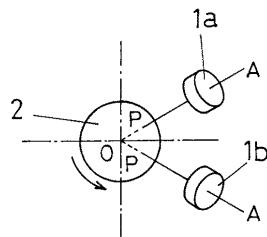
50

V 回轉速度

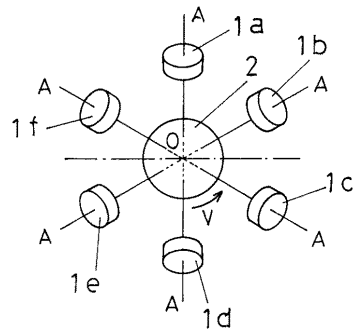
【図1】



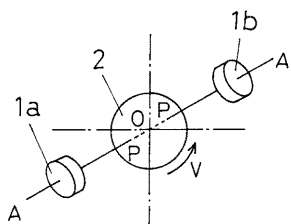
【図3】



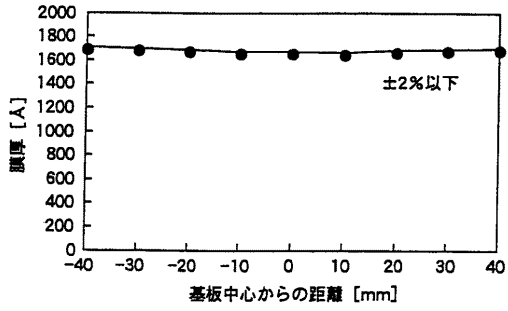
【図4】



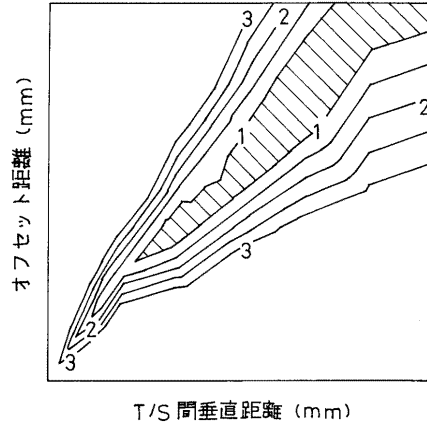
【図2】



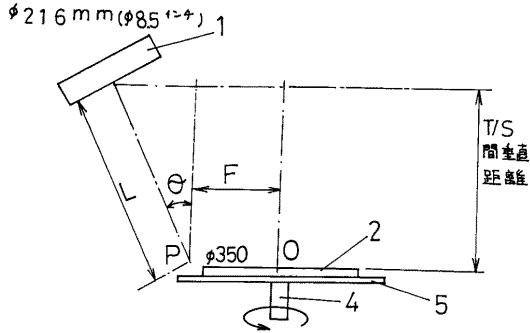
【 図 5 】



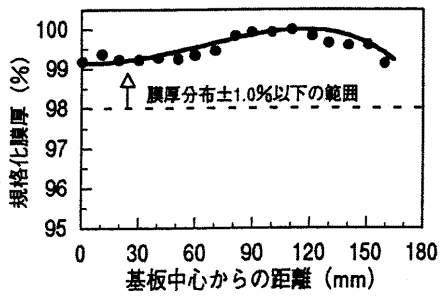
【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】

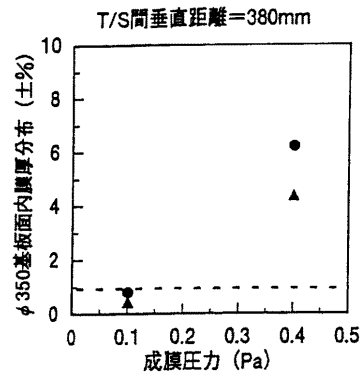


~φ350基板面内膜厚分布~  
±0.58% (シミュレーション値)  
±0.60% (実測値)

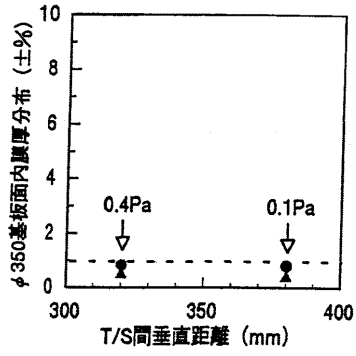
成膜圧力 : 0.1Pa  
投入電力 : 2kW

— シミュレーション値  
● 実測値

【 図 9 】

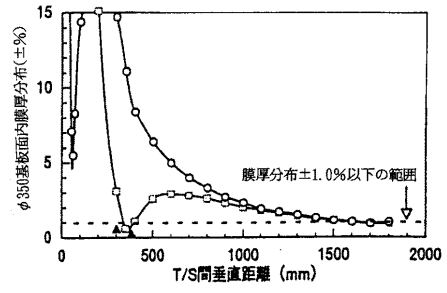


【図10】



- ▲  $\alpha$ ターゲット
- $\beta$ ターゲット

【図11】



- $\phi 40$   $\alpha$ ターゲット (静止対向)
- $\phi 16$   $\alpha$ ターゲット (静止対向)
- ▲  $\phi 85$   $\alpha$ 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01-270321(JP,A)  
特開平04-224674(JP,A)  
特開平02-111878(JP,A)

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