

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4651547号  
(P4651547)

(45) 発行日 平成23年3月16日 (2011.3.16)

(24) 登録日 平成22年12月24日 (2010.12.24)

(51) Int.Cl.

F I

C 2 3 C 14/34 (2006.01)

C 2 3 C 14/34

B

請求項の数 20 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2006-19302 (P2006-19302)  
 (22) 出願日 平成18年1月27日 (2006.1.27)  
 (65) 公開番号 特開2007-146272 (P2007-146272A)  
 (43) 公開日 平成19年6月14日 (2007.6.14)  
 審査請求日 平成20年12月22日 (2008.12.22)  
 (31) 優先権主張番号 特願2005-20704 (P2005-20704)  
 (32) 優先日 平成17年1月28日 (2005.1.28)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2005-166486 (P2005-166486)  
 (32) 優先日 平成17年6月7日 (2005.6.7)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2005-310746 (P2005-310746)  
 (32) 優先日 平成17年10月26日 (2005.10.26)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100101454  
 弁理士 山田 卓二  
 (74) 代理人 100081422  
 弁理士 田中 光雄  
 (74) 代理人 100091524  
 弁理士 和田 充夫  
 (74) 代理人 100132241  
 弁理士 岡部 博史  
 (72) 発明者 山下 英毅  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PVD法による成膜方法及びPVD法に用いる成膜用ターゲット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

処理容器内において、粉体材料により形成された内周面を有する深さ1mm以上の凹部を備えるターゲットに電力を印加して、上記処理容器内にプラズマを発生させ、

上記プラズマにより上記ターゲットからスパッタ粒子を発生させるとともに、上記スパッタ粒子により上記基材を成膜処理するPVD法による成膜方法。

【請求項2】

上記ターゲットにおける上記凹部の内側面と上記ターゲットの表面との成す角が90度以上180度未満に形成されている請求項1に記載のPVD法による成膜方法。

【請求項3】

上記粉体材料は、熱伝導率を、安定時間をt、比熱をCp、嵩密度を、上記凹部の深さをLとすると、

フーリエ数  $(\lambda \cdot t) / (Cp \cdot \rho \cdot L^2)$  が、数1を満たす請求項1に記載のPVD法による成膜方法。

【数1】

$$3.5 \times 10^3 \leq \lambda \cdot t / (Cp \cdot \rho \cdot L^2) \leq 2.0 \times 10^4$$

【請求項4】

10

20

上記粉体材料は、粒径を $D$ 、嵩密度を、比表面積を $S$ とすると、数 2 を満たす請求項 1 に記載の P V D 法による成膜方法。

【数 2】

$$0.1 \leq D \cdot \rho \cdot S \leq 10$$

【請求項 5】

上記ターゲットにおける上記凹部の幅が 20 mm 以下である請求項 1 に記載の P V D 法による成膜方法。

【請求項 6】

上記ターゲットの中心に対して、一又は複数の上記凹部が点対称に配置されている請求項 1 に記載の P V D 法による成膜方法。

【請求項 7】

上記粉体材料の粒径が 1  $\mu$ m 以下である請求項 1 に記載の P V D 法による成膜方法。

【請求項 8】

表面に形成された凹部の内周面が、粉体ターゲットにより構成され且つ上記凹部の深さが 1 mm 以上である P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【請求項 9】

上記凹部の内側面と上記粉体ターゲットの表面との成す角が 90 度以上 180 度未満となるように上記凹部が形成されている請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【請求項 10】

上記角が 120 度となるように上記凹部が形成されている請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【請求項 11】

上記ターゲットにおける上記凹部の幅が 20 mm 以下である請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【請求項 12】

上記粉体材料の粒径が 1  $\mu$ m 以下である請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【請求項 13】

上記粉体ターゲットが配置される凹形状又は貫通孔形状を有する粉体配置部が形成された焼結体ターゲットを備え、

上記粉体ターゲットにより上記凹部が形成されるように、上記粉体配置部内に上記粉体ターゲットが配置される請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【請求項 14】

上記焼結体ターゲットの組成は、上記粉体ターゲットの組成と同一である請求項 13 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【請求項 15】

上記粉体ターゲットは、相異なる 2 種類以上の上記粉体材料が混合して構成されている請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【請求項 16】

上記粉体材料は、典型金属元素、遷移金属元素、又は、それらの酸化物、フッ化物、窒化物、硫化物、水酸化物、あるいは炭酸化物である請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【請求項 17】

上記粉体材料の粒径が 1  $\mu$ m 以下である請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【請求項 18】

上記粉体材料は、熱伝導率を、安定時間を  $t$ 、比熱を  $C_p$ 、嵩密度を、上記凹部の深

10

20

30

40

50

さをLとすると、

フーリエ数  $(\lambda \cdot t) / (C_p \cdot \rho \cdot L^2)$  が、数 3 を満たす請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【数 3】

$$3.5 \times e^{+03} \leq \lambda \cdot t / C_p \cdot \rho \cdot L^2 \leq 2.0 \times e^{+04}$$

【請求項 19】

上記粉体材料は、粒径をD、嵩密度を  $\rho$ 、比表面積をSとすると、数 4 を満たす請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【数 4】

$$0.1 \leq D \cdot \rho \cdot S \leq 10$$

【請求項 20】

成膜用ターゲットの中心に対して、一又は複数の上記凹部が点対称に配置されている請求項 8 に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物理気相成長法による成膜処理を含んだ様々なデバイス製造に利用される成膜に関し、特に粉体材料により構成されるターゲットを用いた P V D 法による成膜（物理気相成長法による成膜処理：physical vapor deposition processing）方法及び P V D 法に用いる成膜用ターゲットに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体などの電子デバイスは、急速に細密化が進んでおり、高精度の加工処理が求められている。このような微細加工技術のうち、特に薄膜形成工程では、スパッタリング法を用いた成膜方法が一般的となっている。スパッタリング法とは、真空雰囲気中で気体放電を引き起こすことによりプラズマを発生させ、このプラズマの陽イオンをスパッタリング電極と呼ばれる負極に設置されたターゲット（あるいはスパッタリングターゲット）に衝突させ、その衝突によりスパッタされた粒子が被処理基板に付着して薄膜形成させる方法である。

【0003】

このようなスパッタリング法は、組成の制御や装置の操作性が比較的容易であることから成膜工程で広く利用されている。成膜工程におけるターゲットは、板状のものを利用されることが多いが、ターゲットの表面が均一に消耗していくことが少なく、ターゲット材料の利用効率が低下してしまうという課題がある。その課題を解決するために、近年では、図 10、図 11 に示すような粉末状または顆粒状ターゲットを用いる技術が浸透しつつある（例えば、特許文献 1 又は特許文献 2 参照）。

【0004】

図 10 に示すスパッタリング装置 500 では、処理容器 508 内に配置されたターゲット載置用皿 501 内に顆粒状のターゲット材料 502 を載置させて、マッチングボックス 511 を通して高周波電源 510 より電力を印加することで、処理容器 508 内にプラズマを発生させ、スパッタリングによる成膜処理を行うというものである。

【0005】

また、図 11 に示すスパッタリング装置 600 では、振動発生装置 609 によりターゲット載置皿 601 に振動を付与することで、スパッタ処理後に不均一に消耗した顆粒状のターゲット 602 の平坦化を図るというものである。

## 【 0 0 0 6 】

また、図 1 2 に示すように、ガス導入用の小孔が設けられたターゲット載置台 7 0 1 に、複数の小孔 7 0 2 a を設けた板状ターゲット 7 0 2 を載置してスパッタリングを行う反応性スパッタリング装置があり（例えば、特許文献 3 参照）、図 1 3 A 及び図 1 3 B に示すように、ターゲット板 8 0 2 に設けられた複数の孔部に組成の異なる成分からなる埋め込み物 8 0 3 を埋め込んだ複合ターゲットが用いられるようなものもある（例えば、特許文献 4 参照）。

## 【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開平 0 9 - 1 7 6 8 4 5 号公報

【特許文献 2】特開平 1 0 - 0 3 6 9 6 2 号公報

【特許文献 3】特開平 0 5 - 0 6 5 6 4 2 号公報

【特許文献 4】特開平 0 2 - 0 8 5 3 6 0 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 又は特許文献 2 に記載された粉末状または顆粒状のターゲットを略平面にする方法を用いても、ターゲット材料が粉末状または顆粒状であるため、完全に平坦化させて凹凸の発生状況を制御することは困難である。成膜処理時において、ターゲットに発生する赤熱部は、ターゲット表面の凹凸の発生状況に依存する。そのため、凹凸の発生状況を制御できないと、赤熱部の発生箇所も制御できず、不均一な箇所が発生する。このような赤熱部は、ターゲット表面においてエネルギーの高い箇所であり、また、スパッタリングによる成膜処理の大きく影響する箇所でもあるため、ターゲットにおいて、赤熱部の発生箇所が不均一であれば、成膜レートを制御することができず、成膜レートが不安定となる。

## 【 0 0 0 9 】

また、特許文献 3 又は特許文献 4 に記載されたターゲットでも、赤熱部の発生箇所は制御できず、不均一な箇所が発生してしまう。

## 【 0 0 1 0 】

従って、本発明の目的は、上記問題を解決することであって、粉末状ターゲットを含んで構成されるターゲットにおいて、成膜処理時のスパッタ領域を確実に制御することで、成膜レートの面内均一性を向上させ、安定した成膜が可能となる P V D 法による成膜方法、及び P V D 法に用いる成膜用ターゲットを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 1 】

本発明は、上記目的を達成するため、以下のように構成している。

## 【 0 0 1 2 】

本発明の第 1 態様によれば、処理容器内において、粉体材料により形成された内周面を有する深さ 1 mm 以上の凹部を備えるターゲットに電力を印加して、上記処理容器内にプラズマを発生させ、

上記プラズマにより上記ターゲットからスパッタ粒子を発生させるとともに、上記スパッタ粒子により上記基材を成膜処理する P V D 法による成膜方法を提供する。

## 【 0 0 1 3 】

本発明の第 2 態様によれば、上記ターゲットにおける上記凹部の内側面と上記ターゲットの表面との成す角が 9 0 度以上 1 8 0 度未満に形成されている第 1 態様に記載の P V D 法による成膜方法を提供する。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の第 3 態様によれば、上記粉体材料は、熱伝導率を  $\kappa$  、安定時間を  $t$  、比熱を  $C_p$  、嵩密度を  $\rho$  、上記凹部の深さを  $L$  とすると、

フーリエ数  $(\kappa \cdot t) / (C_p \cdot \rho \cdot L^2)$  が、数 1 を満たす第 1 態様に記載の P V D 法による成膜方法を提供する。

10

20

30

40

50

【数 1】

$$3.5 \times e^{+03} \leq \frac{\lambda \cdot t}{C_p \cdot \rho \cdot L^2} \leq 2.0 \times e^{+04}$$

【0015】

本発明の第4態様によれば、上記粉体材料は、粒径をD、嵩密度を、比表面積をSとすると、数2を満たす第1態様に記載のPVD法による成膜方法を提供する。

【数 2】

$$0.1 \leq D \cdot \rho \cdot S \leq 10$$

10

【0016】

本発明の第5態様によれば、上記ターゲットにおける上記凹部の幅が20mm以下である第1態様に記載のPVD法による成膜方法を提供する。

【0017】

本発明の第6態様によれば、上記ターゲットの中心に対して、一又は複数の上記凹部が点対称に配置されている第1態様に記載のPVD法による成膜方法を提供する。

【0018】

本発明の第7態様によれば、上記粉体材料の粒径が1μm以下である第1態様に記載のPVD法による成膜方法を提供する。

20

【0019】

本発明の第8態様によれば、表面に形成された凹部の内周面が、粉体ターゲットにより構成され且つ上記凹部の深さが1mm以上であるPVD法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

【0020】

本発明の第9態様によれば、上記凹部の内側面と上記粉体ターゲットの表面との成す角が90度以上180度未満となるように上記凹部が形成されている第8態様に記載のPVD法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

【0021】

本発明の第10態様によれば、上記角が120度となるように上記凹部が形成されている第8態様に記載のPVD法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

30

【0022】

本発明の第11態様によれば、上記ターゲットにおける上記凹部の幅が20mm以下である第8態様に記載のPVD法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

【0023】

本発明の第12態様によれば、上記粉体材料の粒径が1μm以下である第8態様に記載のPVD法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

【0024】

本発明の第13態様によれば、上記粉体ターゲットが配置される凹形状又は貫通孔形状を有する粉体配置部が形成された焼結体ターゲットを備え、

40

上記粉体ターゲットにより上記凹部が形成されるように、上記粉体配置部内に上記粉体ターゲットが配置される第8態様に記載のPVD法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

【0025】

本発明の第14態様によれば、上記焼結体ターゲットの組成は、上記粉体ターゲットの組成と同一である第13態様に記載のPVD法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

【0026】

本発明の第15態様によれば、上記粉体ターゲットは、相異なる2種類以上の上記粉体材料が混合して構成されている第8態様に記載のPVD法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

50

## 【 0 0 2 7 】

本発明の第 1 6 態様によれば、上記粉体材料は、典型金属元素、遷移金属元素、又は、それらの酸化物、フッ化物、窒化物、硫化物、水酸化物、あるいは炭酸化物である第 8 態様に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

## 【 0 0 2 8 】

本発明の第 1 7 態様によれば、上記粉体材料の粒径が 1 μ m 以下である第 8 態様に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

## 【 0 0 2 9 】

本発明の第 1 8 態様によれば、上記粉体材料は、熱伝導率を  $\lambda$ 、安定時間を  $t$ 、比熱を  $C_p$ 、嵩密度を  $\rho$ 、上記凹部の深さを  $L$  とすると、

フーリエ数  $(\lambda \cdot t) / (C_p \cdot \rho \cdot L^2)$  が、数 3 を満たす第 8 態様に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

## 【 数 3 】

$$3.5 \times 10^3 \leq \lambda \cdot t / (C_p \cdot \rho \cdot L^2) \leq 2.0 \times 10^4$$

## 【 0 0 3 0 】

本発明の第 1 9 態様によれば、上記粉体材料は、粒径を  $D$ 、嵩密度を  $\rho$ 、比表面積を  $S$  とすると、数 4 を満たす第 8 態様に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

## 【 数 4 】

$$0.1 \leq D \cdot \rho \cdot S \leq 10$$

## 【 0 0 3 1 】

本発明の第 2 0 態様によれば、成膜用ターゲットの中心に対して、一又は複数の上記凹部が点対称に配置されている第 8 態様に記載の P V D 法に用いる成膜用ターゲットを提供する。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 3 2 】

本発明によれば、成膜レートおよびターゲットの面内均一性の向上を図ることが可能となり、成膜の量産安定性を確保することが可能となる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 3 3 】

本発明の記述において、添付図面において同じ部品については同じ参照符号を付している。

## 【 0 0 3 4 】

以下、図面を参照して本発明における実施形態を詳細に説明する。

## 【 0 0 3 5 】

## ( 第 1 実施形態 )

本発明の第 1 の実施形態にかかる物理気相成長法の一例であるスパッタリング法による成膜装置の一例である成膜装置 ( スパッタリング装置 ) 2 0 の構成を示す模式構成図を図 1 に示す。

## 【 0 0 3 6 】

図 1 に示すように、成膜装置 2 0 は、スパッタリングによる成膜処理が行われる減圧空間、例えば真空雰囲気とその内部に形成する処理容器の一例である真空チャンバー 1 と、後述するターゲット ( あるいはスパッタリングターゲット ) における焼結体ターゲットの近傍に配置されたアースシールド 2 と、真空チャンバー 1 内においてターゲットが載置されるターゲット支持部の一例であるターゲット載置用皿 3 と、真空チャンバー 1 内において成膜処理が施される基材 ( 被処理物 ) 1 1 を保持する部材の一例である基材保持部 1 2

10

20

30

40

50

とを備えている。また、ターゲット載置用皿 3 に載置されるターゲット 1 3 は、例えば円板状に形成され、かつその表面に溝状の貫通孔である溝部 4 a が形成された焼結体ターゲット 4 と、この溝部 4 a の内周面に配置されて、凹部 7 を形成する粉体材料により構成される粉体ターゲット 5 とにより構成されている。凹部 7 は、成膜処理を行う前に、凹部形成用の部材により、粉体ターゲット 5 をライン状（あるいは溝状）に加圧もしくは除去することで形成される。これにより、ライン状（あるいは溝状）の凹部 7 が形成される。粉体ターゲット 5 を部分的に加圧することで凹部 7 を形成する場合は、加圧により、凹部 7 付近の密度が他の位置の粉体ターゲット 5 の密度より大きくなっていると考えられる。このように形成された凹部 7 が、基材保持部 1 2 により保持された基材 1 1 に対向するように、ターゲット載置用皿 3 にターゲット 1 3 が載置されている。このような粉体ターゲット 5 は、例えば、相異なる 2 種類以上の粉体材料または顆粒状材料が混合されて形成されるターゲット材料である。さらに、成膜装置 2 0 は、真空チャンバー 1 内にプラズマを発生するためのガスを導入するガス導入装置 8 と、真空チャンバー 1 内のガスを排気して、真空雰囲気を形成するガス排気装置 9 と、ターゲット 1 3 上の空間にプラズマを発生させるように、ターゲット載置用皿 3 に電力を印加する電源装置 1 0 とを備えている。さらに、成膜装置 2 0 は、成膜処理の際に、電源装置 1 0、ガス導入装置 8、及びガス排気装置 9 を制御する制御装置 2 1 を備えている。既にターゲット 1 3 に凹部 7 を形成している状態で排気を行う場合は、凹部 7 の形状を崩さない程度にゆっくりと排気を行う必要がある。これは、急速に排気を行うと、凹部 7 を形成する粉体ターゲット 5 も排気による圧力変化の影響を受けてしまい、凹部 7 の形状が崩れてしまうことが考えられるためである。

#### 【 0 0 3 7 】

ここで、このようなターゲット 1 3 の構造について、図 2 に示すターゲット 1 3 の模式断面図を用いて説明する。なお、図 2 は、図 1 の成膜装置 2 0 において、ターゲット載置用皿 3 上に載置された状態のターゲット 1 3 の模式拡大断面図となっている。

#### 【 0 0 3 8 】

図 2 に示すように、ターゲット載置用皿 3 の上面には、焼結体ターゲット 4 が載置されており、焼結体ターゲット 4 に形成された溝状の貫通孔とターゲット載置用皿 3 の上面とにより溝部 4 a が構成されている。このように構成される焼結体ターゲット 4 の溝部 4 a の内周面全体を覆うように粉体ターゲット 5 が配置されており、この粉体ターゲット 5 により凹部 7 が形成されている。すなわち、粉体ターゲット 5 は、溝部 4 a を完全に埋めてしまうことなく、凹部 7 を形成するように配置されている。さらに、このように構成されるターゲット 1 3 は、ターゲット載置用皿 3 に載置された状態で、真空チャンバー 1 内のアースシールド 2 により囲まれた部分に配置されている。なお、本第 1 実施形態においては、このような溝部 4 a が、粉体配置部の一例となっている。ここで、粉体ターゲット 5 の配置位置は、アースシールド 2 の側面からターゲット表面方向に少なくとも 2 0 mm 以上離れていることが望ましい。これは、アースシールド 2 の側面から 2 0 mm 以内の位置に粉体ターゲット 5 が配置されていると、赤熱反応が発生しにくいためである。

#### 【 0 0 3 9 】

このような焼結体ターゲット 4 を形成する材料としては、例えば、ITO (Indium Tin Oxide) が用いられ、また、粉体ターゲット 5 としては、例えば、酸化インジウムと酸化錫とを ITO と同じ組成比にて混合した粉体材料が用いられている。特に、粉体ターゲット 5 を構成する粉体材料には、焼結体ターゲット 4 を形成する材料と同じ材料が用いられることが好ましい。これは、粉体ターゲット 5 を構成する粉体材料と焼結体ターゲット 4 を形成する材料とが異なっていると、粉体ターゲット 5 だけでなく焼結体ターゲット 4 も成膜用のターゲットとなってしまう、スパッタ粒子に目的の材料以外の材料が混入してしまうためである。

#### 【 0 0 4 0 】

ここで、直径が 3 0 0 mm、厚さが 6 mm の円板状のターゲット 1 3 において、図 2 に示す粉体ターゲット 5 により形成された凹部 7 における底部の厚さ、すなわち粉体ターゲット 5 の底からの厚さを 2 mm とする。このように凹部が形成された本第 1 実施形態のタ

ターゲット13を用いた場合（焼結体ターゲット+粉体ターゲット、凹部有り）と、このような凹部を形成することなく、本発明の比較例（すなわち従来例）にかかるターゲットを用いた場合（従来ターゲット、凹部無し）とにおいて、基材に対する成膜処理を行った。成膜条件は、プラズマ源電力1000W、アルゴンガス流量100sccm、圧力0.35Pa、成膜時間60分、ターゲットと基材間の距離を100mmとし、基材として160mm角ガラスに成膜を行った。なお、本第1実施形態においては、ターゲット載置用皿3の熱伝導率は $0.003\text{ cal/cm}\cdot\text{sec}$ 、粉体ターゲット5の熱伝導率は $0.012\text{ cal/cm}\cdot\text{sec}$ である。

#### 【0041】

また、本第1実施形態のように焼結体ターゲット4と粉体ターゲット5を用いた場合と、従来ターゲットを用いた場合とにおいて、それぞれの放電開始10分後のITO成膜レート（nm/min）とこの成膜レートの面内均一性（±%）の比較を示す図を図3に示す。図3において、本第1実施形態のターゲット13（焼結体+粉体ターゲット、凹部有り）を用いた場合と、比較例にかかる従来ターゲット（凹部無し）を用いた場合と比べると、成膜レートはともに100nm/minで明瞭な大差はないと言える。一方、基材の面内（全長150mm）の9ポイントで測定した面内均一性は、従来ターゲットを用いた場合、±13.1%であったのに対し、本第1実施形態のように焼結体ターゲットと粉体ターゲットを用いた場合では±3.2%と大幅に向上していることがわかる。

#### 【0042】

また、それぞれのターゲットを用いて行われた成膜処理にて得られた膜の抵抗率（ITO抵抗率（ $\Omega\cdot\text{cm}$ ））及びその面内均一性（±%）の測定結果を図4に示す。図4に示すように、本第1実施形態のターゲット13を用いた場合に得られた膜の抵抗率は、平均で $9.5\times 10^{-5}\Omega\cdot\text{cm}$ であったのに対し、従来ターゲットでは、 $7.7\times 10^{-4}\Omega\cdot\text{cm}$ であった。基材面内（全長150mm）の9ポイントで測定した抵抗率の面内均一性は、従来ターゲットを用いた場合、±15.1%であったのに対し、本第1実施形態のターゲット13を用いた場合は、±4.2%に大幅に向上している。これより、本第1実施形態のように、焼結体ターゲット4と凹部7を形成する粉体ターゲット5とにより構成されるターゲット13を用いた場合に得られた膜の方が、電気特性で優れたITO膜であることがわかる。

#### 【0043】

ここで、本第1実施形態のターゲット13を用いてスパッタリングが行われるメカニズムについて、主に粉体ターゲット5により形成された凹部7に注目しながら以下に説明する。当該説明にあたって、図5A、図5B、図5C、及び図5Dに、ターゲット13における凹部7付近の部分拡大模式説明図を示す。

#### 【0044】

成膜装置20にて基材11及びターゲット13が配置されて、真空チャンバー1内に所定のガスが供給されて真空雰囲気形成された状態で、成膜処理が開始される。すると、まず、図5Aに示すように、粉体ターゲット5の凹部7の縁部であるエッジ部7aにプラズマ14が集中して当たり、このエッジ部7aから赤熱が開始される。ここで、赤熱とは、ターゲット材料に対してエネルギーが付与され、当該エネルギーが蓄熱されることで、ターゲット材料が局所的に高エネルギー状態となり、赤色あるいはオレンジ色等に発光する現象である。

#### 【0045】

続いて、図5Bに示すように、エッジ部7aから凹部7の斜面7bに沿って凹部7の底部7cにまで赤熱が拡大されていく。粉体ターゲット5は、焼結体ターゲット4と同一の材料組成にて形成されているが、粉体状であるため、バルク状の焼結体ターゲット4と比較すると、その熱伝導性は低い。また、粉体ターゲット5は、このような焼結体ターゲット4と断熱性の優れたターゲット載置用皿3とにより囲まれて配置されているため、粉体ターゲット5の赤熱部15が、それらと粉体ターゲット5との境界で遮られ、凹部7付近へと集中することとなる。すなわち、凹部7のエッジ部7aにプラズマ14が集中するこ

10

20

30

40

50



とにより、凹部 7 へのエネルギー付与が集中的に行われるが、これらのエネルギーは、焼結体ターゲット 4 に比べて蓄熱性の高い粉体ターゲット 5 に蓄熱されることとなり、その結果、赤熱部 15 が凹部 7 付近へと集中することとなる。一方、凹部 7 の周囲に配置される焼結体ターゲット 4 においては、粉体ターゲット 5 よりも熱伝導性が高いこともあり、付与されたエネルギーは比較的、蓄熱され難く、赤熱部が発生することはない。従って、時間の経過とともに、図 5 C に示すように、エッジ部 7 a へのプラズマの集中的付与により凹部 7 に生じた赤熱部 15 はその範囲を拡大し、やがて、図 5 D に示すように、凹部 7 付近により顕著に集中した赤熱部 15 が粉体ターゲット 5 において形成される。こうして形成された赤熱部 15 の表面からスパッタ粒子は加速されて、基材 11 へと向かう。このようにターゲット 13 を焼結体ターゲット 4 と凹部 7 を形成する粉体ターゲット 5 とにより構成することで、凹部 7 の部分のみに赤熱部 15 を発生させることができ、ターゲット 13 において、スパッタ粒子の発生源である赤熱部 15 の発生箇所を確実に制御することができる。その結果、スパッタ粒子の発生箇所を制御して、成膜レートを安定させることが可能となる。

10

#### 【 0 0 4 6 】

このような凹部 7 における赤熱部 15 の一連の発生のメカニズムを考慮すれば、成膜装置 20 に備えられている制御装置 21 は、まず凹部 7 のエッジ部 7 a を赤熱させ、その後、凹部 7 の表面に沿って赤熱箇所を拡大させ、そして凹部 7 全体に赤熱部 15 を形成するように、成膜処理を行うための各構成部、例えば電源装置 10 を制御する装置であるということができる。

20

#### 【 0 0 4 7 】

ここで、図 6 に示す凹部 7 の模式説明図を用いて、凹部 7 の断面形状について説明する。図 6 に示すように、例えば V 字状断面形状を有するように形成された凹部 7 について考える。凹部 7 に赤熱部 15 が形成されることにより、粉体ターゲット 5 がスパッタ粒子 16 として所定の角度 の範囲にて飛び出すこととなる。従って、図 6 の凹部 7 における図示左側の斜面 7 b より、角度 の範囲にて飛び出したスパッタ粒子 16 の一部は、対向する図示右側の斜面 7 b により遮られることになる。このように凹部 7 内にてスパッタ粒子 16 が遮られる割合が大きくなれば、ターゲット材料の利用効率が低下することとなり、好ましくない。従って、ターゲット材料の利用効率を向上させるという観点からは、凹部 7 のエッジ部 7 a のエッジ角度 は大きく設定される程良い。特に、エッジ角度 が 90 度よりも小さくなると、スパッタ粒子の 16 の遮断量が多くなりすぎるため、少なくとも 90 度以上に設定されることが好ましい。一方、エッジ角度 が 180 度に近づく程、エッジ部 7 a がエッジとして存在しないこととなり、プラズマ集中を生じさせることができなくなるため、このような観点からは、エッジ角度 は、プラズマ集中を生じさせることができる限度以下である必要がある。以上の観点から、例えばエッジ角度 は 120 度程度に設定されることが好ましい。なお、「エッジ角度 」とは、凹部 7 の内周側面である側面 7 b と、ターゲット 13 の表面との成す角のことである。また、このような凹部 7 は粉体ターゲット 5 により形成されるため、凹部 7 の側面 7 b は、例えば、図 5 A に示すように、その表面粗さの平均値で構成される平面 P2 のことであり、ターゲット 13 の表面とは、同様にその表面粗さの平均値で構成される平面 P1 のことである。従って、上記成す角とは、図 5 A において、平面 P1 と平面 P2 とが交わる角のことである。

30

40

#### 【 0 0 4 8 】

また、上述の本第 1 実施形態のターゲット 13 を用いて成膜処理を行った実験結果について、図 7 に示す。図 7 は、縦軸にスパッタ数、横軸にフーリエ数を採った両対数グラフである。なお、本第 1 実施形態の粉体ターゲットでは、熱伝導率を 、成膜処理が安定するまでの安定時間を  $t$ 、比熱を  $C_p$ 、粒径を  $D$ 、凹部の深さを  $L$ 、嵩密度を 、比表面積を  $S$  としている。ここで、比表面積は、例えばベット法などにより求められる値である。

#### 【 0 0 4 9 】

図 7 に示すように、フーリエ数が  $3.5 \times 10^{-3}$  より小さいものは蓄熱性が低下するた

50

め赤熱が発生せず、フーリエ数が  $2.0 \times 10^{-4}$  より大きいものは粉体材料に発粉が生じ放電が不安定になることがわかる。また、スパッタ数が 10 を超えるものは、赤熱部がランダムに発生してしまい、成膜レートの制御を行うことは困難である。

【0050】

以上の結果より、成膜レートを安定して制御するためには、以下の数 5、数 6 を満たさなければならないことが分かる。

【数 5】

$$3.5 \times 10^3 \leq \lambda \cdot t / C_p \cdot \rho \cdot L^2 \leq 2.0 \times 10^4$$

10

【数 6】

$$0.1 \leq D \cdot \rho \cdot S \leq 10$$

【0051】

以上のように、本第 1 実施形態においては、大きな効果が得られることが分かるが、このメカニズムについて、以下にさらに考察する。

【0052】

これは、本発明により得られた成膜レートと熱伝導性との関係から、熱伝導性との相似性を有するフーリエ数を制御することが、成膜レートを安定して制御することにつながるためだと考えられる。

20

【0053】

なお、成膜レートという観点で考えると、それぞれ、粒径が小さく、嵩密度が小さく、比表面積が大きくなるほど、成膜レートは向上する。

【0054】

ターゲット材料に厚さ 6 mm の ITO の焼結体ターゲットを用いて、それに溝深さ 5 mm の溝部を形成し、その部分に粉体ターゲットを配置し、表面を均一にした後、凹部の底部における粉体ターゲットの厚さが 2 mm となる凹部を形成する。このように形成することにより、放電開始と同時に凹部より赤熱が開始し、次第に粉体ターゲットの全面、すなわち凹部全体に赤熱が拡大する。しかし、その周囲の焼結体ターゲットは、赤熱せず、長時間放電しても成膜の面内均一性は良好である。これに対し、上記比較例の従来ターゲットのように、焼結体ターゲットを用いず、ターゲット全体を粉体材料にて形成した凹部を有さないターゲットでは、放電開始後 10 分経過した後は、ターゲットにおいて赤熱の拡大が急激に起こり、赤熱がターゲット全面に広がってしまい、赤熱部の発生領域を制御することができず、成膜の面内均一性が悪化するものと考えられる。

30

【0055】

本第 1 実施形態のターゲットにおいて、焼結体ターゲットを用いることで赤熱領域を制御できるメカニズムは以下のように説明することができる。

【0056】

粉体ターゲットは、焼結体ターゲットよりもその比熱が小さく、熱容量も小さいことから、特に粉体ターゲットの凹部のエッジ部の温度が上昇し、赤熱が発生する。その後、凹部において、凹部の表面を中心に赤熱部分が拡大する。ターゲット載置用皿に断熱性が良い材質を用いることにより、特に凹部の温度上昇が加速し、ターゲット材料が熱により活性化し、スパッタリング効果が加速される。その後、熱伝導が進み、赤熱部がさらに、凹部周辺へ拡大するが、その周囲に焼結体ターゲットを配置することで、凹部の周囲への赤熱の拡大を防止できる。これは、焼結体ターゲットの熱伝導度が粉体ターゲットよりも大きい為、熱拡散が促進されるためだと考えられる。よって、基材において所望の面内均一性を確保する部分に対応するターゲット領域のみに、粉体ターゲットにより形成された凹部を配置することで、従来ターゲットと比べて、成膜の面内均一性を向上させることができるものと考えられる。従って、本第 1 実施形態のターゲットを用いることで、成膜レ

40

50

トと成膜の面内均一性が向上し、連続成膜のレート安定性も大幅に向上させることが可能となる。

【 0 0 5 7 】

また、本第 1 実施形態におけるターゲット 1 3 に形成される凹部 7、あるいは焼結体ターゲット 4 に形成される溝部 4 a の平面的な配置としては、図 8 A、図 8 B、及び図 8 C の模式平面図に示すように、様々な形態を採用することができる。具体的には、図 8 A に示すターゲット 2 3 のように、一又は複数のドーナツ状の凹部 2 7 を形成した場合や、図 8 C に示すターゲット 4 3 のように放射線状の凹部 4 7 を形成した場合は、ターゲットを載置した面の中心に対してそれぞれの凹部 2 7、4 7 が点対称であるため、基材 1 1 に向けて飛翔するスパッタ粒子も点対称になり、均等にスパッタして、精度よく成膜を進めることができる。また、図 8 B に示すターゲット 3 3 のように平面的に円形状あるいは正方形形状を有するような多数の凹部 3 7 がアレイ状に配置されるような場合であってもよい。その他、図示しないが、複数の直接状の凹部を並行にストライプ状に配置させるような場合であってもよい。なお、工具を用いてターゲットの加工を行なう場合、一度の動きで加工できる図 8 A のドーナツ状の凹部は、図 8 C の放射線状の凹部よりも加工しやすい。また、点対称に形成されていないターゲットは、例えば、ターゲット載置用皿 3 を回転させながら成膜処理を行うこと等により、成膜の面内均一性を確保できるようにすることも可能である。

10

【 0 0 5 8 】

また、これら凹部 7 は、1 本でもよく、2 本以上であれば凹部間の距離が等しい方が、より均一に成膜することができる。

20

【 0 0 5 9 】

また、本第 1 実施形態においては、ターゲットの厚さが他の領域と比べて薄い領域、すなわち凹部 7 の形成領域はターゲット全体の表面積と比べて 5 0 % 以下とすればよい。これは、凹部 7 の形成領域が 5 0 % 以上になると、凹部 7 の形成領域内でランダムに赤熱部が発生してしまい、赤熱部を制御するのが困難となるためである。

【 0 0 6 0 】

また、形成する凹部が複数存在する場合は、それぞれの凹部を交差させるように配置しても良いが、このような場合にあっては、交差部とその他の部分とで成膜条件が異なることに留意する必要がある。

30

【 0 0 6 1 】

また、ターゲット材料としては、典型金属元素または遷移金属元素、または、これらの金属元素の酸化物、フッ化物、窒化物、水酸化物、炭酸化物、あるいは硫化物を用いることができる。特に、上記金属元素の酸化物、フッ化物、窒化物、水酸化物、炭酸化物、又は硫化物がターゲット材料として用いられると、本第 1 実施形態の効果を有効に得ることができる。

【 0 0 6 2 】

また、ターゲット 1 3 に形成される凹部 7 におけるターゲット材料の厚さ、すなわち凹部 7 の底部の厚さは、少なくとも 0 m m より大きくなければならない。つまり、凹部 7 の底部には、ターゲット載置用皿 3 の表面が露出することなく、必ずターゲット材料が存在している必要がある。これは、ターゲット材料の厚さが 0 m m になると、その部分で赤熱が発生しなくなるためである。また、凹部 7 におけるターゲット材料の厚さが 5 m m より大きくなると、ターゲット材料の粉末同士の熱拡散が盛んになるため断熱性、すなわち蓄熱性が低下し、粉体ターゲット 5 に赤熱部が発生しにくくなる。そのため、凹部 7 におけるターゲット材料の厚さは 5 m m 以下であることが望ましい。

40

【 0 0 6 3 】

また、ターゲット 1 3 に形成される凹部 7 の深さは、1 m m 以上であることが望ましい。これは、凹部 7 の深さが 1 m m 未満となると、粉体ターゲット材料間での熱伝導が盛んになり、断熱性が低下し、赤熱が発生しにくくなるためであると考えられる。

【 0 0 6 4 】

50

また、ターゲット13に凹部7を形成するのは、真空チャンバー1を排気する前後どちらでも良い。なお、排気する前に凹部7を形成する際は、排気を行うことによる凹部7への影響について考慮する必要がある。

【0065】

また、円板状のターゲットの半径が150mmであるとする、円板状のターゲットの中心から粉体ターゲット5を形成した領域までの距離は75mm程度が妥当であると思われる。これは、粉体ターゲット5の配置位置が互いに近すぎると、粉体ターゲット5から飛び出したスパッタ粒子が干渉してしまい、成膜レートが均一でなくなると考えられるためである。

【0066】

また、種々の条件によって値が変動するが、ターゲット13に加わる電力が2kWで円板状のターゲットの中心から粉体ターゲット5までの距離を75mmの条件を妥当とした場合は、ターゲット13に加わる電力が50kWになると円板状のターゲット中心から粉体ターゲット5までの距離は375mm程度であることが望ましい。これは、スパッタ粒子の飛び出しがターゲットに加わる電力の大きさに依存すると考えられるためである。

また、凹部7の幅は、20mm以下であることが望ましい。これは、凹部7の幅が20mmより大きくとなると、凹部7内の断面形状が不安定となり、凹部7からのスパッタ粒子の飛び出し状態が不安定になるためであると考えられる。

【0067】

また、本第1実施形態では、真空プラズマ装置を用いて説明を行ったが、チャンバー内の圧力が1013hPaである大気圧プラズマにおいても、本第1実施形態のターゲットを用いることで同様の効果が得られると考えられる。

【0068】

また、本第1実施形態では、粉体ターゲット5に対して、200で3時間加熱処理を行ったものを用いている。これは、粉体ターゲット5を構成する粉体材料は、水分等の不純物を吸着し易い状態にあるため、加熱処理を行うことで吸着された水分を除去し、形成された膜の純度を高めるためである。このような加熱処理は、例えば、100以上でかつ10分以上行えばよい。なぜならば、100未満であると水分揮発の効果を得ることが困難であり、10分未満であると粉体ターゲット全体に対する効果を得ることが困難となるためである。

【0069】

また、本第1実施形態では、粉体ターゲット5の粒子径は0.2μmのものを用いているが、このようなものとしては、最大粒子径が1μm以下であればよい。なぜならば、最大粒子径が1μmより大きい粉末を粉体ターゲット材料として用いた場合、粉末間での断熱性が悪く、熱容量が大きいと、赤熱が発生しにくくなるためである。

【0070】

また、本第1実施形態では、ターゲット載置用皿3に石英を用いたが、その他に、酸化アルミニウムや酸化ジルコニウム、酸化シリコンのような、温度耐性に優れるセラミックス材料を用いてもよい。

【0071】

また、本第1実施形態では、成膜に用いるプロセスガスにアルゴンガスを用いたが、アルゴン、酸素、水素、窒素のうち少なくとも1つを用いればよい。

【0072】

また、本第1実施形態では、組成の制御や装置の操作容易性からスパッタリング法を選択したが、ターゲットが赤熱するものであれば、他の成膜方法を用いてもよい。例えば、蒸着法やレーザーを用いた成膜法などどんな成膜方法に用いることも可能であると考えられる。

【0073】

また、成膜処理が進むにつれて粉体ターゲットが減少していくため、粉体ターゲットの材料供給機構を真空チャンバー1内に更に設けることが望ましい。この材料供給機構とし

10

20

30

40

50

ては、例えば、成膜速度と成膜時間を積算することで、ターゲット総量からの減少量を計算し、計算した残量に応じて、ターゲット材料供給を行うユニットが考えられる。更に、この材料供給機構が、供給タンク及び供給ノズル、平坦化機構、溝形成ヘッドを備えていれば、材料を均して平坦化し、その後、溝を形成することも可能である。この溝形成ヘッドは、前述の凹部形成用の部材と同じく、粉体ターゲット5を部分的に加圧もしくは除去することにより凹部を形成するものである。

【0074】

また、ターゲット13と基材を相対的に回転させることで、凹部7をターゲット13の中心に点対称に形成していなくても、均一な成膜処理を行うことができる。

【0075】

また、ターゲット下方にマグネットを配置することが望ましい。これは、ターゲットの凹部もしくはその周辺に電子密度が最も高くなるようなエロージョンを形成させることで、成膜速度が向上するためである。

【0076】

(第2実施形態)

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その他種々の態様で実施できる。例えば、本発明の第2の実施形態にかかる成膜装置にて用いられる成膜用ターゲットの一例であるターゲット113の構造を示す模式断面図を図9に示す。

【0077】

図9に示すように、本第2実施形態のターゲット113は、成膜装置におけるターゲット載置用皿3に焼結体ターゲットが載置されることなく粉体ターゲット5のみが載置されている点において、上記第1実施形態のターゲット13と異なっている。また、図9に示すように、ターゲット載置用皿3に載置された状態において、粉体ターゲット5により凹部107が形成されている。

【0078】

このような凹部107は、例えば、ターゲット載置用皿3の全体に粉体ターゲット5を充填するように配置させた後、凹部の形状に応じたスタンプを用いて型押しすること、あるいは粉体ターゲットの表面を削り取ること等により形成することができる。

【0079】

このような粉体ターゲット5のみにより構成されたターゲット113においても、凹部107付近に赤熱部を発生させるように制御することができ、上記第1実施形態と同様な効果を得ることができる。ただし、焼結体ターゲットにより粉体ターゲットが配置される領域を囲むことで、赤熱部の発生領域をより限定するとう観点、さらに、成膜処理の繰り返し実施のためにターゲットへの粉体材料の供給性という観点からは、焼結体ターゲットと粉体ターゲットにより構成される上記第1実施形態のターゲットが好ましいといえることができる。このような点から考えると、焼結体ターゲットの代わりにスパッタに影響を及ぼさない程度の断熱性を有する隔壁を設けても、同じ効果が得られると考えられる。

【0080】

図14は、粉体ターゲット5のみにより構成されたターゲット113の凹部7のターゲット材料として酸化カルシウムを均一に敷き詰め、上記実施の形態1と同一の成膜条件で成膜した場合(粉体ターゲット、凹部有り)と、本発明の比較例にかかるターゲットを用いた場合(従来ターゲット、凹部無し)とにおいて、基材に対する成膜処理を行った測定結果である。図14において、本第2実施形態のターゲット(粉体ターゲット、凹部有り)を用いた場合に得られたCaOレートは345.2nm/minであったのに対し、従来ターゲットでは、198.3nm/minであった。これより、本第2実施形態のように、アルカリ土類の酸化物の粉体ターゲットを用いた場合の方が、成膜レートに優れた成膜処理を行えることが分かる。

【0081】

なお、上記実施形態においては、ターゲットにおいて凹部全体が粉体ターゲットで構成されているような場合について説明したが、このような場合に代えて、凹部の底部におい

10

20

30

40

50

てのみ、焼結体ターゲットが露出するような構成も採用することができる。凹部の底部にターゲット材料以外が露出することは、赤熱部の制御という観点からは好ましくないが、焼結体ターゲットが底部のみから露出するような構成では、露出される表面積も比較的少なく、赤熱部の発生に大きな影響とはならないと考えられるからである。

【0082】

なお、上記実施形態において、ターゲットの大きさが大きく、凹部を1つ設けても赤熱部がランダムに発生してしまう場合は、凹部を複数設ける必要があると考えられる。

【0083】

なお、上記様々な実施形態のうちの任意の実施形態を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。

10

【0084】

本発明は、添付図面を参照しながら好ましい実施形態に関連して十分に記載されているが、この技術の熟練した人々にとっては種々の変形や修正は明白である。そのような変形や修正は、添付した請求の範囲による本発明の範囲から外れない限りにおいて、その中に含まれると理解されるべきである。

【産業上の利用可能性】

【0085】

本発明の成膜装置は、成膜レートおよびターゲットの面内均一性を向上させ、さらに成膜レートの量産安定性を確保する性能を有する。そのため、ディスプレイおよび電池や半導体といった様々なデバイス製造のための成膜処理に適用することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】本発明における第1実施形態の成膜装置の構成を示す模式構成図。

【図2】図1の成膜装置に装備されるターゲットの構成を示す模式断面図。

【図3】上記第1実施形態のターゲットと比較例のターゲットとの間において、ITO成膜レートとその面内均一性についての比較結果のグラフを示す図。

【図4】上記第1実施形態のターゲットと比較例のターゲットとの間において、ITO抵抗率とその面内均一性についての比較結果のグラフを示す図。

【図5A】上記第1実施形態のターゲットを用いてスパッタリングが行われるメカニズムを説明するための凹部付近の模式説明図であって、凹部のエッジ部が赤熱された状態を示す図。

30

【図5B】凹部の斜面に赤熱が拡大された状態を示す模式説明図。

【図5C】凹部においてさらに赤熱が拡大された状態を示す模式説明図。

【図5D】凹部全体に赤熱部が形成された状態を示す模式説明図。

【図6】上記第1実施形態のターゲットの凹部の形状を説明する模式説明図。

【図7】上記第1実施形態のターゲットを用いた成膜処理において、スパッタ数とフーリエ数との関係を示す無次元数による粉体スパッタイルド表を示す図。

【図8A】上記第1実施形態の変形例にかかるターゲットの模式平面図。

【図8B】上記第1実施形態の別の変形例にかかるターゲットの模式平面図。

【図8C】上記第1実施形態のさらに別の変形例にかかるターゲットの模式平面図。

40

【図9】本発明の第2実施形態にかかるターゲットの構成を示す模式断面図。

【図10】特許文献1に開示の従来のスパッタ装置を示す模式図。

【図11】特許文献2に開示の従来の光学薄膜の製造装置を示す模式図。

【図12】特許文献3に開示の従来の反応性スパッタ装置に用いられるターゲットを示す模式図。

【図13A】特許文献4に開示の従来の複合ターゲットを示す模式図。

【図13B】図13Aの従来のターゲットにおけるA-A線断面図。

【図14】上記第2実施形態のターゲットと比較例のターゲットとの間において、CaO成膜レートとその面内均一性についての比較結果のグラフを示す図。

【符号の説明】

50

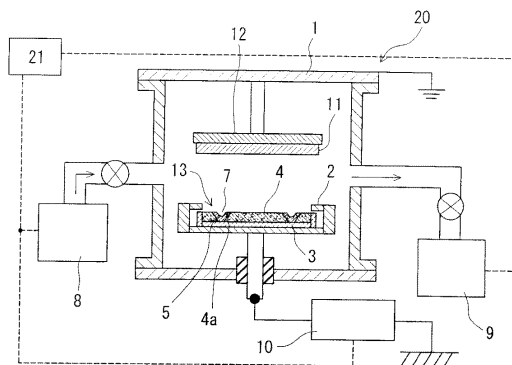
## 【 0 0 8 7 】

- 1 真空チャンバー
- 2 アースシールド
- 3 ターゲット載置用皿
- 4 焼結体ターゲット
- 4 a 溝部
- 5 粉体ターゲット
- 7 凹部
- 7 a エッジ部
- 7 b 斜面
- 7 c 底部
- 8 ガス導入装置
- 9 ガス排気装置
- 10 電源装置
- 11 基材
- 12 基材保持部
- 13 ターゲット
- 14 プラズマ
- 15 赤熱部
- 16 スパッタ粒子
- 20 成膜装置
- 21 制御装置
- エッジ角度

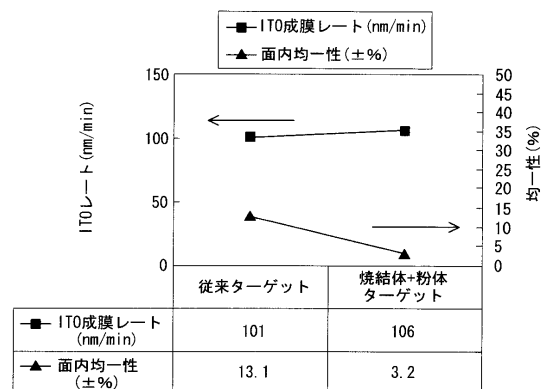
10

20

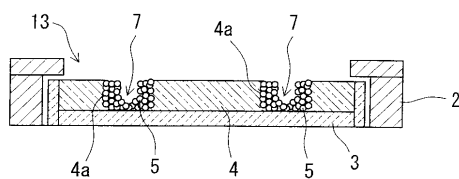
【 図 1 】



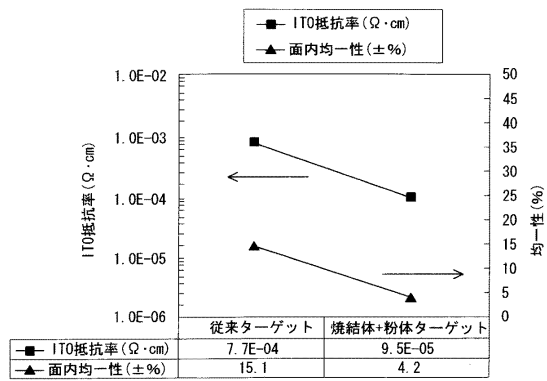
【 図 3 】



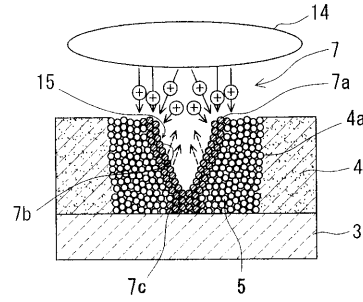
【 図 2 】



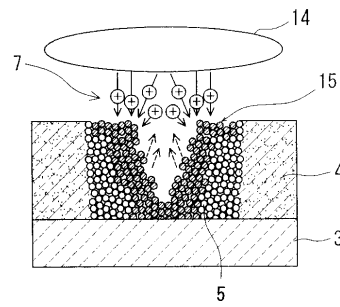
【図 4】



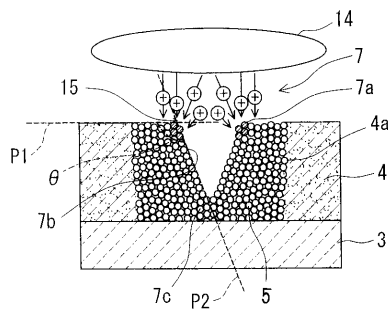
【図 5 B】



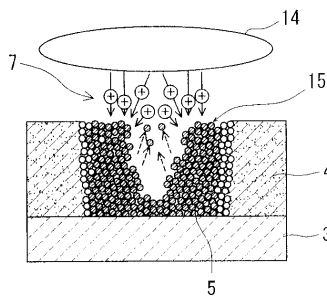
【図 5 C】



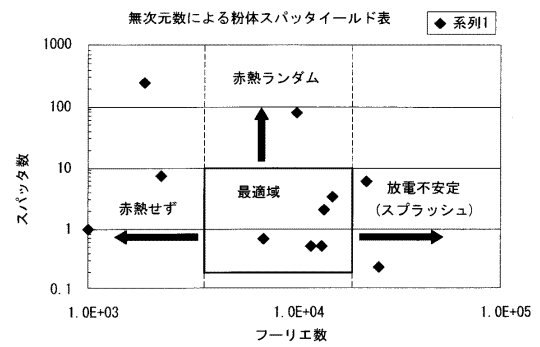
【図 5 A】



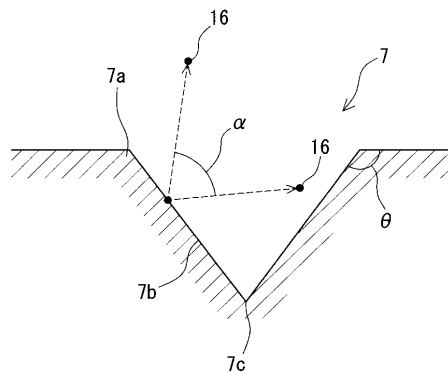
【図 5 D】



【図 7】

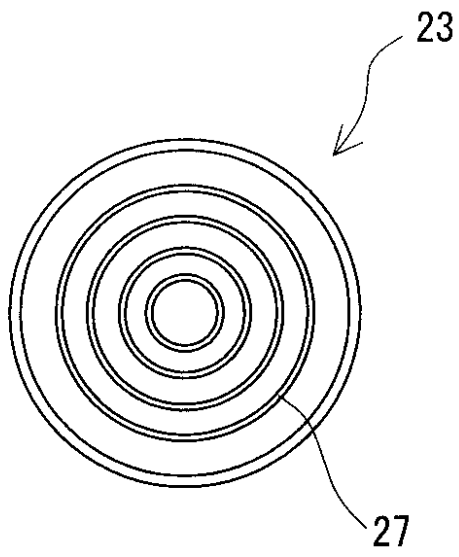


【図 6】

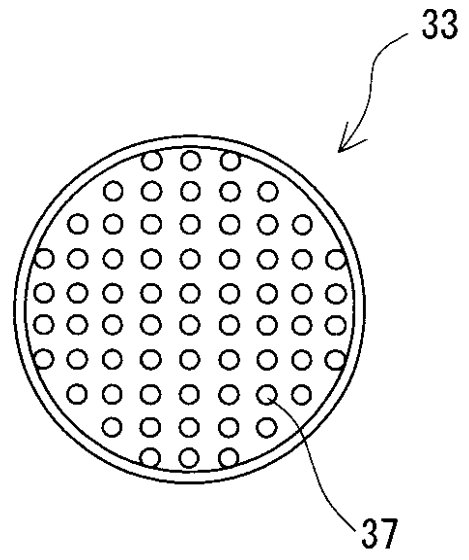




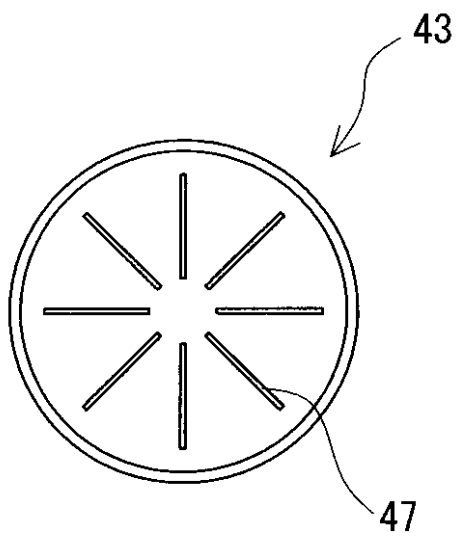
【図 8 A】



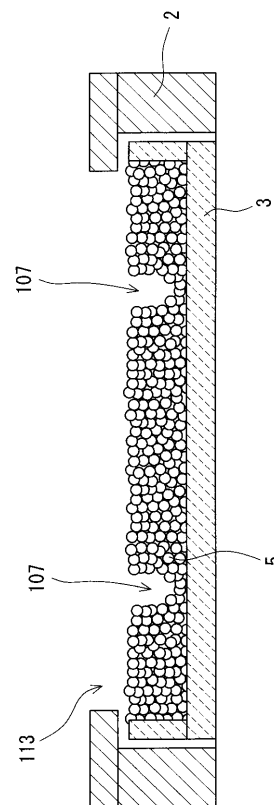
【図 8 B】



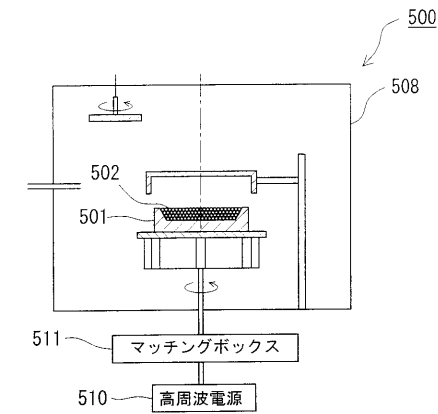
【図 8 C】



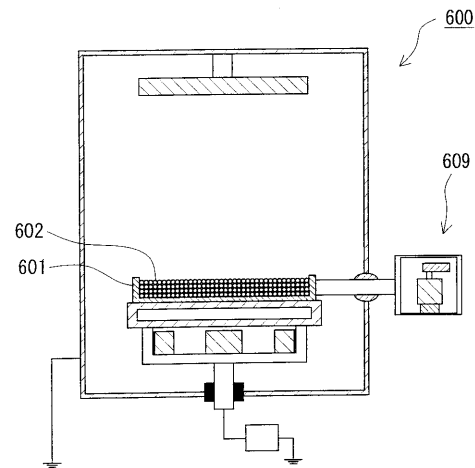
【図 9】



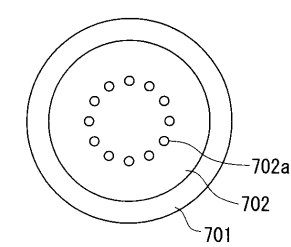
【図 1 0】



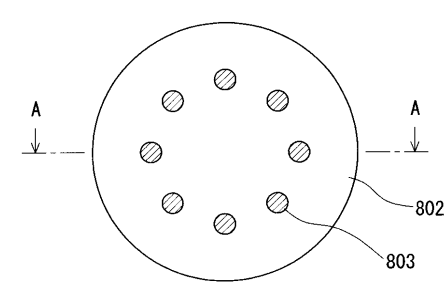
【図 1 1】



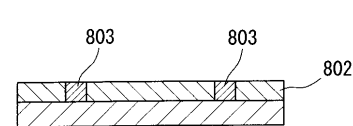
【図 1 2】



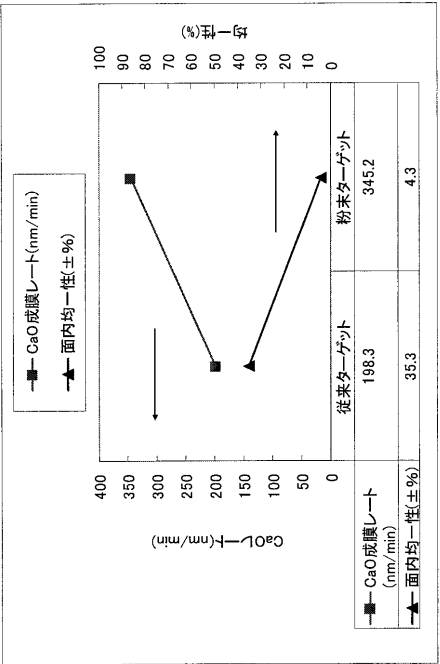
【図 1 3 A】



【図 1 3 B】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 大熊 崇文  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 早田 博  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 山西 斉  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 木村 忠司  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 中上 裕一  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

審査官 鮎沢 輝万

- (56)参考文献 特開平 0 5 - 0 1 0 3 3 7 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 1 7 6 8 4 5 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 1 7 6 8 4 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 0 2 7 2 2 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 1 2 6 7 8 3 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
C 2 3 C 1 4 / 0 0 - 1 4 / 5 8