

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2018年10月11日(11.10.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/186038 A1

- (51) 国際特許分類:  
C23C 14/34 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)  
C23C 14/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/006024
- (22) 国際出願日: 2018年2月20日(20.02.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2017-073577 2017年4月3日(03.04.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社アルバック (ULVAC, INC.)  
[JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 須田 具和 (SUDA, Tomokazu);  
〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).  
高橋 明久 (TAKAHASHI, Hirohisa); 〒2538543

神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).

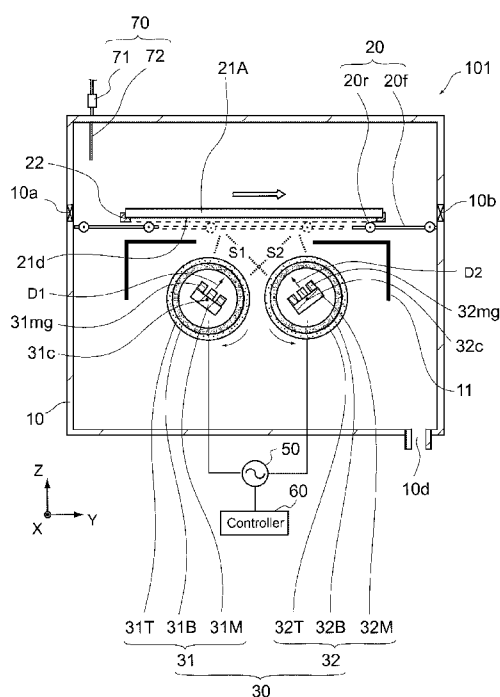
(74) 代理人: 大森 純一 (OMORI, Junichi); 〒1070052  
東京都港区赤坂 7 - 5 - 4 7 U & M  
赤坂ビル 2 F Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: FILM FORMING DEVICE AND FILM FORMING METHOD

(54) 発明の名称: 成膜装置及び成膜方法



(57) Abstract: According to the present invention, a layer composition on a substrate is conveniently modified by a sputtering method. This forming device is provided with a vacuum container, a substrate carrying mechanism, a film formation source, and a control unit. The vacuum container can maintain a decompressed state. The substrate carrying mechanism can carry the substrate within the vacuum container. The film formation source has a first target and a second target, which face the substrate and are disposed in the carrying direction of the substrate. The material of the first target is different from the material of the second target. Plasma is generated by applying AC voltage, which has a frequency in the long wavelength band, between the first target and the second target, and a layer, in which the material of the first target and the material of the second target are mixed, can be formed on the substrate. The control unit can change the duty ratio of the AC voltage.

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

---

(57) 要約：スパッタリング法によって基板上の層組成を簡便に変更する。成膜装置は、真空容器と、基板搬送機構と、成膜源と、制御部とを具備する。上記真空容器は、減圧状態を維持することが可能である。上記基板搬送機構は、上記真空容器内で基板を搬送することが可能である。上記成膜源は、上記基板に対向し上記基板の搬送方向に沿って配置された第1ターゲットと第2ターゲットとを有する。上記第1ターゲットの材料は、上記第2ターゲットの材料と異なる。上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの間に周波数が長波帯域の交流電圧が印加されることによりプラズマが発生し、上記基板に上記第1ターゲットの上記材料と上記第2ターゲットの上記材料とが混合した層を形成することが可能である。上記制御部は、上記交流電圧のデューティ比を変えることが可能である。

## 明 細 書

発明の名称：成膜装置及び成膜方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、成膜装置及び成膜方法に関する。

### 背景技術

[0002] ITO (Indium Tin Oxide) 層等の透明導電層は、ディスプレイ、太陽電池、タッチパネル等の電子デバイスに利用されている（例えば、特許文献1参照）。透明導電層の成膜方法としては、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法に代表される化学的作製方法と、スパッタリング法に代表される物理的作製方法とがある。

[0003] CVD法は、例えば、耐熱性の低い基板への適用が困難な場合があり、排気ガスの処理に手間がかかる場合がある。一方、スパッタリング法は、耐熱性の低い基板への適用が可能であり、真空容器に酸素を導入することで、その組成が最適に調整され得る。さらに、スパッタリング法は、大型基板への適用も可能になる。このため、上記電子デバイスに透明導電層を設ける場合には、スパッタリング法が採用される場合が多い。そして、透明導電層においては、電子デバイスの用途に応じて、組成の変更が求められる場合がある。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5855948号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、スパッタリング法を採用した場合、ターゲット材の組成が固定されている。このため、基板上に形成される層の組成は簡便に変更できない。この層の組成を変更するには、それぞれの層組成に対応させたターゲット材を個別に用意する必要がある。

[0006] 以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、スパッタリング法によって基板上に層を形成する場合、この層の組成を簡便に変更することが可能な成膜装置及び成膜方法を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る成膜装置は、真空容器と、基板搬送機構と、成膜源と、制御部とを具備する。上記真空容器は、減圧状態を維持することが可能である。上記基板搬送機構は、上記真空容器内で基板を搬送することが可能である。上記成膜源は、上記基板に対向し上記基板の搬送方向に沿って配置された第1ターゲットと第2ターゲットとを有する。上記第1ターゲットの材料は、上記第2ターゲットの材料と異なる。上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの間に周波数が長波帯域の交流電圧が印加されることによりプラズマが発生し、上記基板に上記第1ターゲットの上記材料と上記第2ターゲットの上記材料とが混合した層を形成することが可能である。上記制御部は、上記交流電圧のデューティー比を変えることが可能である。

このような成膜装置であれば、上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの間に印加される交流電圧であって、周波数が長波帯域の上記交流電圧の上記デューティー比を変えることによって、上記層における上記第1ターゲットの材料と上記第2ターゲットの材料との混合比を簡便に変えることができる。

[0008] 上記の成膜装置においては、上記第1ターゲットの抵抗率は、上記第2ターゲットの抵抗率と異なってもよい。

このような成膜装置であれば、上記層において、抵抗率が異なる上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの混合比を簡便に変えることができる。

[0009] 上記の成膜装置においては、上記第1ターゲットのスputタリング率は、上記第2ターゲットのスputタリング率とは異なってもよい。

このような成膜装置であれば、上記層において、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲットのそれぞれのスputタリング率が異なっても上記デュー

ティー比を変えることにより、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲットを満遍なく含む層を形成することができる。

[0010] 上記の成膜装置においては、上記周波数は、10kHz以上100kHz以下であってもよい。

このような成膜装置であれば、10kHz以上100kHz以下の周波数帯域の上記交流電圧が上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの間に印加されることによって、上記層における上記第1ターゲットの材料と上記第2ターゲットの材料との混合比を適格に変えることができる。

[0011] 上記の成膜装置においては、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲットのそれぞれは、円筒型に構成されてもよく、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲットのそれぞれの中心軸は、上記基板の搬送方向に対して交差してもよく、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲットのそれぞれは、それぞれの上記中心軸を軸に回転可能に構成されてもよい。

このような成膜装置であれば、上記基板が大型であっても、上記基板の面内方向における、上記第1ターゲットの材料と上記第2ターゲットの材料との混合比がより均一になる。

[0012] 上記の成膜装置においては、上記成膜源は、上記第1ターゲットの内部に配置される第1磁気回路と、上記第2ターゲットの内部に配置される第2磁気回路とをさらに有してもよい。上記第1磁気回路が上記第1ターゲットに対向する向き及び上記第2磁気回路が上記第2ターゲットに対向する向きは、可変となるように構成されてもよい。

このような成膜装置であれば、上記磁気回路によって、それぞれの上記ターゲット近傍に補足されるプラズマの位置が可変になり、それぞれの上記ターゲットから放出されるスパッタ粒子の向きを変えることができる。

[0013] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る成膜方法は、第1ターゲットと、上記第1ターゲットとは材料が異なる第2ターゲットとを基板に対向させるとともに、上記基板の搬送方向に沿って上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとを配置することを含む。減圧雰囲気ですり送り方向に上記

基板を搬送しつつ、上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの間に、周波数が長波帯域であって、デューティー比を変えることが可能な交流電圧が印加され、上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの間にプラズマが発生する。上記基板に上記第1ターゲットの材料と上記第2ターゲットの材料とが混合した層が形成される。

このような成膜方法であれば、上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの間に印加される交流電圧であって、周波数が長波帯域の上記交流電圧の上記デューティー比を変えることによって、上記層における上記第1ターゲットの材料と上記第2ターゲットの材料との混合比を自在に変えることができる。これにより、上記基板上に形成される上記層の組成を簡便に変更することが可能になる。

[0014] 上記の成膜方法においては、上記第1ターゲットの抵抗率は、上記第2ターゲットの抵抗率と異なってもよい。

このような成膜方法であれば、上記層において、抵抗率が異なる上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの混合比を簡便に変えることができる。

[0015] 上記の成膜方法においては、上記第1ターゲットのスputタリング率は、上記第2ターゲットのスputタリング率とは異なってもよい。

このような成膜方法であれば、上記層において、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲットのそれぞれのスputタリング率が異なっても上記デューティー比を変えることにより、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲットを満遍なく含む層を形成することができる。

[0016] 上記の成膜方法においては、上記周波数は、10kHz以上100kHz以下であってもよい。

このような成膜方法であれば、10kHz以上100kHz以下の周波数帯域の上記交流電圧が上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの間に印加されることによって、上記層における上記第1ターゲットの材料と上記第2ターゲットの材料との混合比を適格に変えることができる。

[0017] 上記の成膜方法においては、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲット

のそれぞれを円筒型に構成し、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲットのそれぞれの中心軸を上記基板の搬送方向に対して交差させ、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲットのそれぞれをそれぞれの上記中心軸を軸に回転させながら上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの間に上記プラズマを発生させてもよい。

このような成膜方法であれば、上記基板が大型であっても、上記基板の面内方向における、上記第1ターゲットの材料と上記第2ターゲットの材料との混合比がより均一になる。

[0018] 上記の成膜方法においては、上記第1ターゲットの内部に第1磁気回路を配置し、上記第2ターゲットの内部に第2磁気回路を配置し、上記第1磁気回路が上記第1ターゲットに対向する向きと、上記第2磁気回路が上記第2ターゲットに対向する向きとを変えて、上記第1ターゲットと上記第2ターゲットとの間に上記プラズマを発生させてもよい。

このような成膜方法であれば、上記磁気回路によって、それぞれの上記ターゲット近傍に補足されるプラズマの位置が可変になり、それぞれの上記ターゲットから放出されるスパッタ粒子の向きを変えることができる。

[0019] 上記の成膜方法においては、上記第1ターゲット及び上記第2ターゲットのそれぞれの上記スパッタリング率が異なる場合、上記スパッタリング率が低いターゲットに上記交流電圧をより長く印加してもよい。

このような成膜方法であれば、第1ターゲットの材料及び第2ターゲットの材料のそれぞれが万遍なく混合した層を基板上に形成することができる。

## 発明の効果

[0020] 以上述べたように、本発明によれば、スパッタリング法によって基板上に形成される層の組成を簡便に変更することが可能な成膜装置及び成膜方法が提供される。

## 図面の簡単な説明

[0021] [図1]第1実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。

[図2]第1実施形態に係る成膜装置のターゲットと基板との配置を示す上面図

である。

[図3]第1実施形態に係る成膜方法の概略的フローである。

[図4]図(a)は、第1実施形態に係る成膜装置の動作を示す概略的断面図であり、図(b)、(c)は、第1ターゲットと第2ターゲットとに印加する矩形波交流電圧の時間的变化を示す概略図である。

[図5]矩形波交流電圧のデューティ比と、層のシート抵抗との関係を示すグラフ図である。

[図6]第1実施形態に係る成膜装置の別の動作を示す概略的断面図である。

[図7]第2実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。

[図8]第3実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。

[図9]第4実施形態に係る成膜装置の概略的上面図である。

### 発明を実施するための形態

[0022] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。各図面には、X Y Z軸座標が導入される場合がある。

[0023] [第1実施形態]

[0024] 図1は、第1実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。

図2は、第1実施形態に係る成膜装置のターゲットと基板との配置を示す上面図である。

[0025] 図1、2に示す成膜装置101は、真空容器10と、基板搬送機構20と、成膜源30と、交流電源50と、制御部60と、ガス供給源70とを具備する。

[0026] 真空容器10は、減圧状態を維持することが可能な容器である。例えば、真空容器10内のガスは、排気口10dを通じてターボ分子ポンプ等の排気機構によって外部に排気される。成膜装置101は、バッチ式の成膜装置でもよく、連続式の成膜装置でもよい。

[0027] 成膜装置101が連続式（例えば、インライン式）の成膜装置である場合、真空容器10は、成膜装置101における1つの処理室として機能する。例えば、真空容器10には、基板搬入部10aと基板搬出部10bとが設け



られている。そして、基板 21 A が基板搬入部 10 a から真空容器 10 内に搬入されると、真空容器 10 内で基板 21 A にスパッタリング成膜等の処理がなされ、この後、基板 21 A は、基板搬出部 10 b を通して真空容器 10 外に搬出される。基板 21 A は、例えば、平面形状が矩形のガラス基板を含む。図 1 の例では、基板 21 A が成膜源 30 に対向する面が成膜面 21 d になっている。

[0028] 基板搬送機構 20 は、基板 21 A を真空容器 10 内において搬送することができる。例えば、基板搬送機構 20 は、ローラ回転機構 20 r と、フレーム部 20 f とを有する。ローラ回転機構 20 r は、フレーム部 20 f によって支持されている。そして、ローラ回転機構 20 r 上に、基板 21 A 及び基板ホルダ 22 が載置されると、ローラ回転機構 20 r が自転することにより、基板 21 A 及び基板 21 A を支持する基板ホルダ 22 が基板搬入部 10 a から基板搬出部 10 b に向けてスライド移送される。

[0029] 成膜源 30 は、第 1 成膜源 31 と第 2 成膜源 32 とを有する。第 1 成膜源 31 は、第 1 ターゲット 31 T と、第 1 バックリングチューブ 31 B と、第 1 磁気回路 31 M とを有する。第 2 成膜源 32 は、第 2 ターゲット 32 T と、第 2 バックリングチューブ 32 B と、第 2 磁気回路 32 M とを有する。成膜装置 101 は、いわゆるデュアルターゲットを具備した成膜装置である。

[0030] 第 1 ターゲット 31 T は、第 1 バックリングチューブ 31 B に支持される。第 1 磁気回路 31 M は、第 1 ターゲット 31 T 内に配置されているとともに、第 1 バックリングチューブ 31 B 内に配置される。第 2 ターゲット 32 T は、第 2 バックリングチューブ 32 B に支持される。第 2 磁気回路 32 M は、第 2 ターゲット 32 T 内に配置されているとともに、第 2 バックリングチューブ 32 B 内に配置される。第 1 バックリングチューブ 31 B 及び第 2 バックリングチューブ 32 B のそれぞれの内部には、冷却媒体が流れる流路（不図示）が設けられてもよい。

[0031] 第 1 ターゲット 31 T と第 2 ターゲット 32 T とは、基板 21 A に対向する。第 1 ターゲット 31 T と第 2 ターゲット 32 T とは基板 21 A の搬送方

向（Ｙ軸方向）に沿って配置されている。第１ターゲット３１Ｔの中心軸３１ｃは、第１ターゲット３１Ｔの長手方向に平行である。第２ターゲット３２Ｔの中心軸３２ｃは、第２ターゲット３２Ｔの長手方向に平行である。

[0032] 第１ターゲット３１Ｔ、第１バックグチューブ３１Ｂ、第２ターゲット３２Ｔ及び第２バックグチューブ３２Ｂのそれぞれは、円筒型である。但し、第１ターゲット３１Ｔ、第１バックグチューブ３１Ｂ、第２ターゲット３２Ｔ及び第２バックグチューブ３２Ｂのそれぞれは、円筒型に限らず、円板型であってもよい。

[0033] 第１ターゲット３１Ｔの中心軸３１ｃは、基板２１Ａの搬送方向に対して交差している。第２ターゲット３２Ｔの中心軸３２ｃは、基板２１Ａの搬送方向に対して交差している。例えば、中心軸３１ｃ、３２ｃのそれぞれは、Ｙ軸方向に対して直交し、Ｘ軸方向に延在する。第１ターゲット３１Ｔは、中心軸３１ｃを軸に回転可能に構成されている。第２ターゲット３２Ｔは、中心軸３２ｃを軸に回転可能に構成されている。すなわち、第１ターゲット３１Ｔ及び第２ターゲット３２Ｔは、いわゆるロータリーターゲットである。

[0034] 成膜装置１０１において、第１ターゲット３１Ｔの材料は、第２ターゲット３２Ｔの材料と異なっている。例えば、第１ターゲット３１Ｔの抵抗率は、第２ターゲット３２Ｔの抵抗率と異なっている。または、第１ターゲット３１Ｔのスputタリング率は、第２ターゲット３２Ｔのスputタリング率とは異なっている。基板搬送機構２０と成膜源３０との間には、防着板１１が設けられている。

[0035] 例えば、第１ターゲット３１Ｔの材料は、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化チタン、酸化モリブデンの少なくとも１つを含む。第２ターゲット３２Ｔの材料は、ＩＴＯ（酸化インジウムスズ（酸化スズ含有量１ｗｔ％～１５ｗｔ％））、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、酸化ガリウムの少なくとも１つを含む。但し、ＩＴＯにおける酸化スズ含有量は、一例であり、この値に限らない。

[0036] 成膜装置 101 において、第 1 磁気回路 31M の磁石 31mg が第 1 ターゲット 31T の内部から第 1 ターゲット 31T の内壁に対向する向き D1 と、第 2 磁気回路 32M の磁石 32mg が第 2 ターゲット 32T の内部から第 2 ターゲット 32T に対向する向き D2 とが可変となるように構成されている。例えば、第 1 磁気回路 31M は、中心軸 31c を軸に回転可能に構成され、第 2 磁気回路 32M は、中心軸 32c を軸に回転可能に構成されている。

[0037] これにより、磁気回路 31M から第 1 ターゲット 31T の表面に漏洩する磁力線（第 1 ターゲット 31T の表面に沿って形成される磁場）の位置が可変となるように構成される。また、磁気回路 32M から第 2 ターゲット 32T の表面に漏洩する磁力線（第 2 ターゲット 32T の表面に沿って形成される磁場）の位置が可変となるように構成される。

[0038] 成膜装置 101 において、真空容器 10 内に放電ガスが導入され、第 1 ターゲット 31T と第 2 ターゲット 32T との間に交流電圧が印加されると、第 1 ターゲット 31T と第 2 ターゲット 32T との間で放電ガスが電離し、第 1 ターゲット 31T と第 2 ターゲット 32T との間にプラズマが発生する。ここで、交流電圧の周波数は、長波（LF）帯域である。本実施形態に係る長波帯域には、超長波帯域も含まれる。交流電圧の周波数は、より好ましくは、10kHz 以上 100kHz 以下である。

[0039] 第 1 ターゲット 31T 及び第 2 ターゲット 32T から放出されるスパッタリング粒子は、基板 21A の成膜面 21d に到達する。これにより、成膜面 21d には、第 1 ターゲット 31T からスパッタリングされたスパッタリング粒子 S1 と、第 2 ターゲット 32T からスパッタリングされたスパッタリング粒子 S2 とが混合した層が形成される。

[0040] 交流電源 50 は、第 1 ターゲット 31T と第 2 ターゲット 32T との間に交流電圧を供給する。交流電源 50 が供給する交流電圧は、例えば、矩形波交流電圧である。この矩形波交流電圧は、例えば、理想的な矩形波交流電圧に限らない。例えば、矩形波交流電圧において、パルスの立ち上がりまたは

立ち下りは、時間軸に対して垂直でなくてもよい。

- [0041] 制御部60は、矩形波交流電圧のデューティー比を変調することができる。例えば、制御部60は、第1ターゲット31Tに印加されるパルス電圧（マイナス電圧）の長さを第2ターゲット32Tに印加されるパルス電圧（マイナス電圧）の長さより短く設定したり、第1ターゲット31Tに印加されるパルス電圧（マイナス電圧）の長さを第2ターゲット32Tに印加されるパルス電圧（マイナス電圧）の長さより長く設定したりすることができる。
- [0042] ガス供給源70は、流量調整器71とガスノズル72とを有する。ガス供給源70によって真空容器10内に放電ガスが供給される。放電ガスは、例えば、アルゴン、ヘリウム等の希ガス、酸素等である。以下に、成膜装置101の動作について説明する。
- [0043] 図3は、第1実施形態に係る成膜方法の概略的フローである。
- [0044] 本実施形態に係る成膜方法においては、第1ターゲット31T及び第2ターゲット32Tを基板21Aに対向させるとともに、基板21Aの搬送方向に沿って第1ターゲット31Tと第2ターゲット32Tとが配置される（S10）。
- [0045] 次に、減圧雰囲気中で搬送方向に基板21Aを搬送しつつ、第1ターゲット31Tと第2ターゲット32Tとの間に、周波数が長波帯域であって、デューティー比を変えることが可能な交流電圧を印加することによって第1ターゲット31Tと第2ターゲット32Tとの間にプラズマを発生させる（S20）。
- [0046] 次に、基板21Aに第1ターゲット31Tの材料と第2ターゲット32Tの材料とが混合した層が形成される（S30）。
- [0047] 図4（a）は、第1実施形態に係る成膜装置の動作を示す概略的断面図であり、図4（b）、（c）は、第1ターゲットと第2ターゲットとに印加する矩形波交流電圧の時間的変化を示す概略図である。ここで、横軸は、時間であり、縦軸は、電圧である。図4（a）では、図1に例示した真空容器10、基板搬送機構20、交流電源50、制御部60、ガス供給源70等が略

されている。

[0048] 真空容器 10 内に放電ガスが導入され、第 1 ターゲット 31 T と第 2 ターゲット 32 T との間に交流電圧が印加されると、第 1 ターゲット 31 T と第 2 ターゲット 32 T との間で放電ガスが電離する。放電の際、第 1 ターゲット 31 T 及び第 2 ターゲット 32 T は、矢印の方向に回転している。

[0049] 成膜装置 101 では、第 1 ターゲット 31 T と第 2 ターゲット 32 T との間には、矩形波交流電圧が印加されている。このため、第 1 ターゲット 31 T に  $+V_s$  電圧が印加されているときには、第 2 ターゲット 32 T に  $-V_s$  電圧が印加され、第 1 ターゲット 31 T に  $-V_s$  電圧が印加されているときには、第 2 ターゲット 32 T に  $+V_s$  電圧が印加される（図 4（b））。ここで、図 4（b）、（c）における「 $t$ 」は、矩形波交流電圧の電圧周期である。「 $t_1$ 」は、第 1 ターゲット 31 T に  $-V_s$  が印加される時間である。「 $t_2$ 」は、第 2 ターゲット 32 T に  $-V_s$  が印加される時間である。放電の際、第 1 ターゲット 31 T と第 2 ターゲット 32 T との間には、 $+V_s \times 2$  の電圧が印加される。

[0050] 成膜源 30 において、第 1 ターゲット 31 T に  $-V_s$  電圧が印加されているときは、放電ガス中の陽イオンによって第 1 ターゲット 31 T がスパッタリングされて、第 1 ターゲット 31 T からスパッタリング粒子 S1 が放出する。一方、成膜源 30 において、第 2 ターゲット 32 T に  $-V_s$  電圧が印加されているときは、放電ガス中の陽イオンによって第 2 ターゲット 32 T がスパッタリングされて、第 2 ターゲット 32 T からスパッタリング粒子 S2 が放出する。

[0051] ここで、成膜装置 101 においては、磁気回路 31 M の向き D1 が Z 軸方向から反れて Y 軸方向に傾いている。これにより、第 1 ターゲット 31 T の表面近傍では、Z 軸方向と Y 軸方向との間でプラズマが補足されやすくなり、Z 軸方向と Y 軸方向との間でプラズマ密度が高くなる。従って、第 1 ターゲット 31 T からは、主に、Z 軸方向と Y 軸方向との間からスパッタリング粒子 S1 が放出されて、スパッタリング粒子 S1 が基板 21 A に向かって飛

遊する。

[0052] 一方、成膜装置 101 においては、磁気回路 32M の向き D2 が Z 軸方向から反れて Y 軸方向とは逆の方向（-Y 軸方向）に傾いている。これにより、第 2 ターゲット 32T の表面近傍では、Z 軸方向と -Y 軸方向との間でプラズマが補足されやすくなり、Z 軸方向と -Y 軸方向との間でプラズマ密度が高くなる。従って、第 2 ターゲット 32T からは、主に、Z 軸方向と -Y 軸方向との間からスパッタリング粒子 S2 が放出されて、スパッタリング粒子 S2 が基板 21A に向かって飛遊する。

[0053] これにより、第 1 ターゲット 31T から放出されたスパッタリング粒子 S1 と、第 2 ターゲット 32T から放出されたスパッタリング粒子 S2 とが成膜面 21d 下で混合し、成膜面 21d には、第 1 ターゲット 31T の材料と第 2 ターゲット 32T の材料とが混合した層が形成される。成膜開始後、一例として、スパッタリング粒子 S1、S2 のそれぞれの材料層が基板 21A 上に混合して形成されたり、それぞれの材料層が島状に形成されたりする。

[0054] ここで、図 4（b）に示す条件（ $t_1 > t_2$ ）では、第 2 ターゲット 32T に -Vs 電圧が印加される時間よりも、第 1 ターゲット 31T に -Vs 電圧が印加される時間のほうが長い。これにより、第 2 ターゲット 32T から放出されるスパッタリング粒子量よりも、第 1 ターゲット 31T から放出されるスパッタリング粒子量ほうが多くなる。この結果、成膜面 21d には、第 2 ターゲット 32T の材料よりも第 1 ターゲット 31T の材料がリッチな層が形成される。この場合、第 1 ターゲット 31T のスパッタリング率と第 2 ターゲット 32T のスパッタリング率とは、実質的に同じであるとしている。

[0055] 一方、図 4（c）に示す条件（ $t_1 < t_2$ ）では、第 1 ターゲット 31T に -Vs 電圧が印加される時間よりも、第 2 ターゲット 32T に -Vs 電圧が印加される時間のほうが長い。これにより、第 1 ターゲット 31T から放出されるスパッタリング粒子量よりも、第 2 ターゲット 32T から放出されるスパッタリング粒子量ほうが多くなる。この結果、成膜面 21d には、第

1 ターゲット 3 1 T の材料よりも第 2 ターゲット 3 2 T の材料がリッチな層が形成される。

[0056] このように、成膜装置 1 0 1 によれば、第 1 ターゲット 3 1 T と第 2 ターゲット 3 2 T との間に矩形波交流電圧を印加し、この矩形波交流電圧のデューティ比 ( $t_1 / t$  または  $t_2 / t$ ) を変えることによって、第 1 ターゲット 3 1 T の材料と第 2 ターゲット 3 2 T の材料との混合比を変えて、基板 2 1 A 上に形成される層の組成を簡便に変えることができる。

[0057] すなわち、本実施形態では、スパッタリング法で基板 2 1 A 上に異なる組成の層を形成する場合、それぞれの組成に対応させたターゲットを個別に準備することを要しない。すなわち、本実施形態によれば、材料が異なる 2 つのターゲットを用いて、基板 2 1 A 上に形成される層の組成を簡便に変更することができる。

[0058] また、本実施形態に係る成膜装置 1 0 1 では、成膜源 3 0 と成膜装置 1 0 1 のアース部（真空容器 1 0、防着板 1 1、基板搬送機構 2 0 等）との間で放電を起こして成膜をするのではなく、第 1 ターゲット 3 1 T と第 2 ターゲット 3 2 T との間に放電を起こして成膜を行う。

[0059] スパッタリング装置の中には、ターゲットに D C (Direct Current) 電圧または R F (Radio Frequency) 電圧を印加し、ターゲットとアース部との間でプラズマを放電させて、基板に層を形成するものがある。このようなスパッタリング装置の中には、ターゲットを複数配置するものもある。

[0060] ここで、スパッタリング装置では、層は、基板だけでなく、アース部にも形成される。従って、ターゲット材が絶縁物等の高抵抗材料である場合、アース部に高抵抗層が堆積し続けると、アース部が厚い高抵抗層で覆われ、ターゲットとアース部との間での安定したプラズマ放電が維持できなくなる可能性がある。このため、ターゲットとアース部との間でプラズマを放電させるスパッタリング装置では、定期的に真空を開放して、アース部から高抵抗材料の取り除くメンテナンス作業が必要になる。

[0061] これに対して、本実施形態に係る成膜装置 1 0 1 では、第 1 ターゲット 3

1 Tと第2ターゲット3 2 Tとの間でプラズマ放電を発生させている。このため、アノード部に高抵抗材料が堆積し続けても、成膜装置1 0 1内でのプラズマ放電が長期にわたり持続する。すなわち、成膜装置1 0 1は、量産性に優れる。

[0062] また、成膜装置1 0 1においては、矩形波交流電圧の周波数帯域が長波帯域であり、より好ましくは、1 0 k H z以上1 0 0 k H z以下に設定される。これにより、基板2 1 A上に形成される層の組成が適切に変更され得る。

[0063] 例えば、矩形波交流電圧の周波数が1 0 k H zより小さくなると、第1ターゲット3 1 T及び第2ターゲット3 2 Tのそれぞれのスパッタリング時間とが長くなり、基板2 1 A上に、第1ターゲット3 1 Tの材料層と第2ターゲット3 2 Tの材料層とが交互に積層された層が形成されやすくなる。

[0064] 一方、矩形波交流電圧の周波数が1 0 0 k H zより大きくなると、周期 $t$ が短くなり過ぎ、デューティー比の分解能が落ちる。これにより、成膜中においては、第1ターゲット3 1 T及び第2ターゲット3 2 Tのどちらか一方に十分な電圧が印加されなくなり、第1ターゲット3 1 T及び第2ターゲット3 2 Tのどちらか一方の材料が層中に混入されにくくなる。

[0065] また、成膜装置1 0 1においては、第1ターゲット3 1 T及び第2ターゲット3 2 Tのそれぞれがロータリーターゲットであり、基板2 1 Aを2つのロータリーターゲットが並ぶ方向（Y軸方向）に移送させながら成膜を行う。これにより、基板2 1 Aが大型基板であっても、基板2 1 Aの面内方向における、第1ターゲット3 2 Tの材料と第2ターゲット3 2 Tの材料との混合比が均一になる。

[0066] また、成膜装置1 0 1においては、第1ターゲット3 1 T及び第2ターゲット3 2 Tのそれぞれのスパッタリング率が異なる場合、スパッタリング率が低いターゲットに $-V_s$ 電圧をより長く印加することにより、第1ターゲット3 1 Tの材料及び第2ターゲット3 2 Tの材料のそれぞれが万遍なく混合した層を基板2 1 A上に形成することができる。

[0067] 図5は、矩形波交流電圧のデューティー比と、層のシート抵抗との関係を



示すグラフ図である。

[0068] 成膜条件は、以下の通りである。

第1ターゲット31T：酸化ニオブターゲット

第2ターゲット32T：ITOターゲット（酸化スズ5wt%）

電力：1kW/m（ターゲット1個相当）

成膜圧力：0.4Pa

周波数：20kHz

成膜層の厚さ：10nm

成膜温度：室温

[0069] 図5の横軸は、デューティー比（%）である。デューティー比は、 $t_2/t$ が百分率で表されている。図5の縦軸は、層のシート抵抗（ $\Omega/\text{sq.}$ ）である。ここで、酸化ニオブの抵抗率は、ITOターゲット（酸化スズ5wt%）の抵抗率よりも高い。

[0070] 図5に示すように、 $t_2/t$ （%）が大きくなるにつれ、成膜層のシート抵抗が低くなっている。すなわち、図5の結果は、 $t_2/t$ （%）を調整することにより、成膜層における、第1ターゲット31Tの材料と第2ターゲット32Tの材料との比率を変化させ、成膜層のシート抵抗を簡便に調整できること示している。

[0071] 図6は、第1実施形態に係る成膜装置の別の動作を示す概略的断面図である。

[0072] 成膜装置101においては、第1磁気回路31Mが中心軸31cを軸に回転可能に構成されている。また、第2磁気回路32Mは、中心軸32cを軸に回転可能に構成されている。これにより、成膜装置101においては、磁気回路31Mによって、第1ターゲット31Tの近傍に補足されるプラズマの位置が自在に変えられ、第1ターゲット31Tから放出されるスパッタリング粒子の進行方向を自在に変えることができる。また、磁気回路32Mによって、第2ターゲット32Tの近傍に補足されるプラズマの位置も自在に変えられ、第2ターゲット32Tから放出されるスパッタリング粒子の進行

方向を自在に変えることができる。

[0073] 例えば、図6の例では、第2磁気回路32Mの磁石32mgが第1ターゲット31Tに対向している。このような状態で、第1ターゲット31Tと第2ターゲット32Tとの間に矩形波交流電圧が印加されると、第1ターゲット31Tと第2ターゲット32Tとの間で放電ガスが電離する。

[0074] ここで、第2磁気回路32Mの磁石32mgは、第1ターゲット31Tに対向している。このため、第2ターゲット32Tの表面近傍では、第1ターゲット31Tが第2ターゲット32Tに対向する位置においてプラズマが補足されやすくなる。これにより、第2ターゲット32Tからは、第1ターゲット31Tに向かってスパッタリング粒子S2が放出される。

[0075] 一方、第1ターゲット31Tにおいては、第1ターゲット31Tの材料とともに、第1ターゲット31Tに付着した第2ターゲット32Tの材料がスパッタリングされる。これにより、第1ターゲット31Tからは、第1ターゲット31Tの材料及び第2ターゲット32Tの材料を含むスパッタリング粒子S1、S2が基板21Aに向かって飛遊する。この結果、図6の構成においても、基板21Aには、第1ターゲット31Tの材料と第2ターゲット32Tの材料とが混合した層が形成される。

[0076] 図6に示す構成は、例えば、以下に説明する例に適用される。

[0077] 例えば、ある金属Mの酸化物 $MO_y$ は、焼結体になりにくいとする。このような酸化物 $MO_y$ は、ターゲット材になりにくい。従って、酸化物 $MO_y$ については、スパッタリング法を用いて、層中に混入させることが難しくなる。

[0078] このような場合、図6に示す構成において、第1ターゲット31Tとして酸化物Aのターゲットを用い、第2ターゲット32Tとして金属Mのターゲットを用いる。さらに、放電ガスには、酸素を添加する。

[0079] 放電を開始すると、第2ターゲット32Tからは、金属Mのスパッタリング粒子が放出され、この金属Mのスパッタリング粒子は、第1ターゲット31Tの表面に付着する。一方、第1ターゲット31Tにおいては、第1ターゲット31Tの酸化物Aとともに、第1ターゲット31Tに付着した金属M

がスパッタリングされる。

[0080] これにより、第1ターゲット31Tからは、酸化物A及び金属Mを含むスパッタリング粒子が放出され、これらのスパッタリング粒子が基板21Aに向けて飛遊する。ここで、放電ガスには、アシストガスとして酸素が添加されている。このため、金属Mのスパッタリング粒子は、酸化物粒子( $MO_y$ )になり、結局、基板21Aには、酸化物Aと酸化物 $MO_y$ とが混合した層が形成される。

[0081] 特に、図6の例では、金属Mのスパッタリング粒子を直接、基板21Aに向けて放出するのではなく、一旦、第1ターゲット31Tに金属Mを付着させ、そこからさらに、基板21Aに向けて放出する。このため、金属Mのスパッタリング粒子が基板21Aに届くまでのパスがより長くなり、金属Mのスパッタリング粒子が酸素と接触する機会が増加する。これにより、第2ターゲット32Tから放出された金属Mのスパッタリング粒子は、酸化物 $MO_y$ になりやすく、確実に酸化物 $MO_y$ を層に混在させることができる。または、第1ターゲット31Tの材料を付着させた第2ターゲット32Tからスパッタリング粒子を放出させることにより、成膜面21dに形成される層の厚さ方向における組成がよりばらつきにくくなる。

[0082] また、本実施形態において、基板及び基板を搬送する基板搬送機構は、上記の構成に限らず、例えば、下記のような構成でもよい。

[0083] [第2実施形態]

[0084] 図7は、第2実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。図7には、図1に例示した真空容器10、基板搬送機構20、交流電源50、制御部60、ガス供給源70等が略されている。

[0085] 成膜装置102は、巻取式成膜装置である。成膜装置102では、基板として、所定幅に裁断された長尺状の可撓性基板21Bが用いられる。可撓性基板21Bは、例えば、ポリイミドフィルム等である。成膜装置102は、基板搬送機構23を具備する。基板搬送機構23は、主ローラ23A、ガイドローラ23B及びガイドローラ23Cを具備する。搬送機構23は、フィ

ルム走行機構である。主ローラ 23 A は、成膜源 30 に対向する。主ローラ 23 A と成膜源 30 との間に可撓性基板 21 B が配置される。

[0086] 成膜装置 102 においては、可撓性基板 21 B の裏面（成膜面 21 d とは反対側の面）が主ローラ 23 A のローラ面に接している。可撓性基板 21 B の成膜面 21 d は、成膜源 30 に対向する。そして、主ローラ 23 A、ガイドローラ 23 B 及びガイドローラ 23 C の自転によって、可撓性基板 21 B が矢印 G の方向に連続的に走行する。

[0087] 成膜装置 102 においても、第 1 ターゲット 31 T と第 2 ターゲット 32 T との間に矩形波交流電圧が印加されると、第 1 ターゲット 31 T からスパッタリング粒子 S1 が放出し、第 2 ターゲット 32 T からスパッタリング粒子 S2 が放出する。これにより、可撓性基板 21 B が基板搬送機構 23 によって走行されつつ、可撓性基板 21 B の成膜面 21 d には、第 1 ターゲット 31 T の材料と第 2 ターゲット 32 T の材料とが混合した層が形成される。

[0088] このような基板搬送機構 23 を具備した成膜装置 102 のスパッタリング成膜においても、成膜装置 101 と同じ作用をする。

[0089] [第 3 実施形態]

[0090] 図 8 は、第 3 実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。図 8 には、図 1 に例示した真空容器 10、基板搬送機構 20、交流電源 50、制御部 60、ガス供給源 70 等が略されている。

[0091] 成膜装置 103 では、基板として、基板 21 A に比べて小型の基板 21 C が用いられる。基板 21 C の平面形状は、矩形状または円形状である。基板 21 C は、例えば、ガラス基板、半導体基板等である。成膜装置 103 においては、成膜源 30 と基板搬送機構 24 との上下の位置が逆であってもよい。さらに、Z 軸方向が地面に対して垂直な方向でもよく、X 軸方向が地面に対して垂直な方向でもよい。

[0092] 成膜装置 103 は、基板回転式の搬送機構を具備する。基板搬送機構 24 は、中心軸 24 c を軸に回転する回転ステージである。基板搬送機構 24 は、成膜源 30 に対向する。基板搬送機構 24 は、外周において複数の基板 2

1 Cを支持する。基板2 1 Cは、X軸方向に複数配置されてもよい。基板搬送機構2 4の自転により、複数の基板2 1 Cが回転方向Rの方向に回転する。基板搬送機構2 4の回転方向には、第1ターゲット3 1 Tと第2ターゲット3 2 Tとが並ぶ。基板搬送機構2 4の中心軸2 4 c、第1ターゲット3 1 Tの中心軸3 1 c及び第2ターゲット3 2 Tの中心軸3 2 cのそれぞれは、平行になっている。

[0093] 成膜装置1 0 3においても、第1ターゲット3 1 Tと第2ターゲット3 2 Tとの間に矩形波交流電圧が印加されると、第1ターゲット3 1 Tからスパッタリング粒子S 1が放出し、第2ターゲット3 2 Tからスパッタリング粒子S 2が放出する。これにより、基板2 1 Cが基板搬送機構2 4によって回転しつつ、基板2 1 Cの成膜面2 1 dには、第1ターゲット3 1 Tの材料と第2ターゲット3 2 Tの材料とが混合した層が形成される。

[0094] このような基板搬送機構2 4を具備した成膜装置1 0 3のスパッタリング成膜においても、成膜装置1 0 1と同じ作用をする。

#### [第4実施形態]

[0095] 図9は、第4実施形態に係る成膜装置の概略的上面図である。図9には、図1に例示した真空容器1 0、基板搬送機構2 0、交流電源5 0、制御部6 0、ガス供給源7 0等が略されている。成膜装置1 0 4においては、成膜源3 0と基板搬送機構2 5との上下の位置が逆であってもよい。

[0096] 成膜装置1 0 4は、基板回転式の搬送機構を具備する。基板搬送機構2 5は、中心軸2 5 cを軸に回転する回転ステージである。基板搬送機構2 5は、成膜源3 0に対向する。基板搬送機構2 5は、上面側に複数の基板2 1 Cを支持する。基板2 1 Cは、X軸方向に複数配置されてもよい。図9の例では、複数の基板2 1 Cが放射状に配置されている。

[0097] 基板搬送機構2 5の自転により、複数の基板2 1 Cが回転方向Rの方向に回転する。基板搬送機構2 5の回転方向には、第1ターゲット3 1 Tと第2ターゲット3 2 Tとが並ぶ。基板搬送機構2 5の中心軸2 5 cは、第1ターゲット3 1 Tの中心軸3 1 c及び第2ターゲット3 2 Tの中心軸3 2 cのそ

れぞれに対して直交している。

[0098] 成膜装置 104 においても、第 1 ターゲット 31 T と第 2 ターゲット 32 T との間に矩形波交流電圧が印加されると、第 1 ターゲット 31 T からスパッタリング粒子 S1 が放出し、第 2 ターゲット 32 T からスパッタリング粒子 S2 が放出する。これにより、基板 21 C が基板搬送機構 25 によって回転しつつ、基板 21 C の成膜面 21 d には、第 1 ターゲット 31 T の材料と第 2 ターゲット 32 T の材料とが混合した層が形成される。

[0099] このような基板搬送機構 25 を具備した成膜装置 104 のスパッタリング成膜においても、成膜装置 101 と同じ作用をする。

[0100] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態にのみ限定されるものではなく種々変更を加え得ることは勿論である。

## 符号の説明

- [0101] 10…真空容器  
10 a…基板搬入部  
10 b…基板搬出部  
10 d…排気口  
11…防着板  
20、23、24、25…基板搬送機構  
20 f…フレーム部  
20 r…ローラ回転機構  
21 A、21 B、21 C…基板  
21 d…成膜面  
22…基板ホルダ  
24 c、25 c、31 c、32 c…中心軸  
30…成膜源  
31…第 1 成膜源  
31 T…第 1 ターゲット  
31 B…第 1 バックリングチューブ

3 1 M…第 1 磁気回路  
3 1 m g …磁石  
3 2 …第 2 成膜源  
3 2 T…第 2 ターゲット  
3 2 B…第 2 バッキングチューブ  
3 2 M…第 2 磁気回路  
3 2 m g …磁石  
5 0 …交流電源  
6 0 …制御部  
7 0 …ガス供給源  
7 1 …流量調整器  
7 2 …ガスノズル  
1 0 1、1 0 2、1 0 3、1 0 4 …成膜装置  
S 1、S 2 …スパッタリング粒子

## 請求の範囲

- [請求項1] 減圧状態を維持することが可能な真空容器と、  
前記真空容器内で基板を搬送することが可能な基板搬送機構と、  
前記基板に対向し前記基板の搬送方向に沿って配置された第1ターゲットと第2ターゲットとを有し、前記第1ターゲットの材料が前記第2ターゲットの材料と異なり、前記第1ターゲットと前記第2ターゲットとの間に周波数が長波帯域の交流電圧が印加されることによりプラズマを発生させ、前記基板に前記第1ターゲットの前記材料と前記第2ターゲットの前記材料とが混合した層を形成することが可能な成膜源と、  
前記交流電圧のデューティ比を変えることが可能な制御部とを具備する成膜装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の成膜装置であって、  
前記第1ターゲットの抵抗率は、前記第2ターゲットの抵抗率と異なる  
成膜装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の成膜装置であって、  
前記第1ターゲットのスputタリング率は、前記第2ターゲットのスputタリング率とは異なる  
成膜装置。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1つに記載の成膜装置であって、  
前記周波数は、10kHz以上100kHz以下である  
成膜装置。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1つに記載の成膜装置であって、  
前記第1ターゲット及び前記第2ターゲットのそれぞれは、円筒型に構成され、  
前記第1ターゲット及び前記第2ターゲットのそれぞれの中心軸は、前記基板の搬送方向に対して交差し、



前記第 1 ターゲット及び前記第 2 ターゲットのそれぞれは、それぞれの前記中心軸を軸に回転可能に構成されている

成膜装置。

[請求項6]

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の成膜装置であって、

前記成膜源は、前記第 1 ターゲットの内部に配置される第 1 磁気回路と、前記第 2 ターゲットの内部に配置される第 2 磁気回路とをさらに有し、

前記第 1 磁気回路が前記第 1 ターゲットに対向する向き及び前記第 2 磁気回路が前記第 2 ターゲットに対向する向きが可変となるように構成されている

成膜装置。

[請求項7]

第 1 ターゲットと、前記第 1 ターゲットとは材料が異なる第 2 ターゲットとを基板に対向させるとともに、前記基板の搬送方向に沿って前記第 1 ターゲットと前記第 2 ターゲットとを配置し、

減圧雰囲気中で前記搬送方向に前記基板を搬送しつつ、前記第 1 ターゲットと前記第 2 ターゲットとの間に、周波数が長波帯域であって、デューティー比を変えることが可能な交流電圧を印加することによって前記第 1 ターゲットと前記第 2 ターゲットとの間にプラズマを発生させ、

前記基板に前記第 1 ターゲットの材料と前記第 2 ターゲットの材料とが混合した層を形成する

成膜方法。

[請求項8]

請求項 7 に記載の成膜方法であって、

前記第 1 ターゲットの抵抗率は、前記第 2 ターゲットの抵抗率と異なる

成膜方法。

[請求項9]

請求項 7 に記載の成膜方法であって、

前記第 1 ターゲットのスパッタリング率は、前記第 2 ターゲットの

スパッタリング率とは異なる

成膜方法。

[請求項10] 請求項7～9のいずれか1つに記載の成膜方法であって、  
前記周波数は、10kHz以上100kHz以下である  
成膜方法。

[請求項11] 請求項7～10のいずれか1つに記載の成膜方法であって、  
前記第1ターゲット及び前記第2ターゲットのそれぞれを円筒型に  
構成し、

前記第1ターゲット及び前記第2ターゲットのそれぞれの中心軸を  
前記基板の搬送方向に対して交差させ、

前記第1ターゲット及び前記第2ターゲットのそれぞれをそれぞ  
れの前記中心軸を軸に回転させながら前記第1ターゲットと前記第2タ  
ーゲットとの間に前記プラズマを発生させる

成膜方法。

[請求項12] 請求項7～11のいずれか1つに記載の成膜方法であって、  
前記第1ターゲットの内部に第1磁気回路を配置し、前記第2タ  
ーゲットの内部に第2磁気回路を配置し、

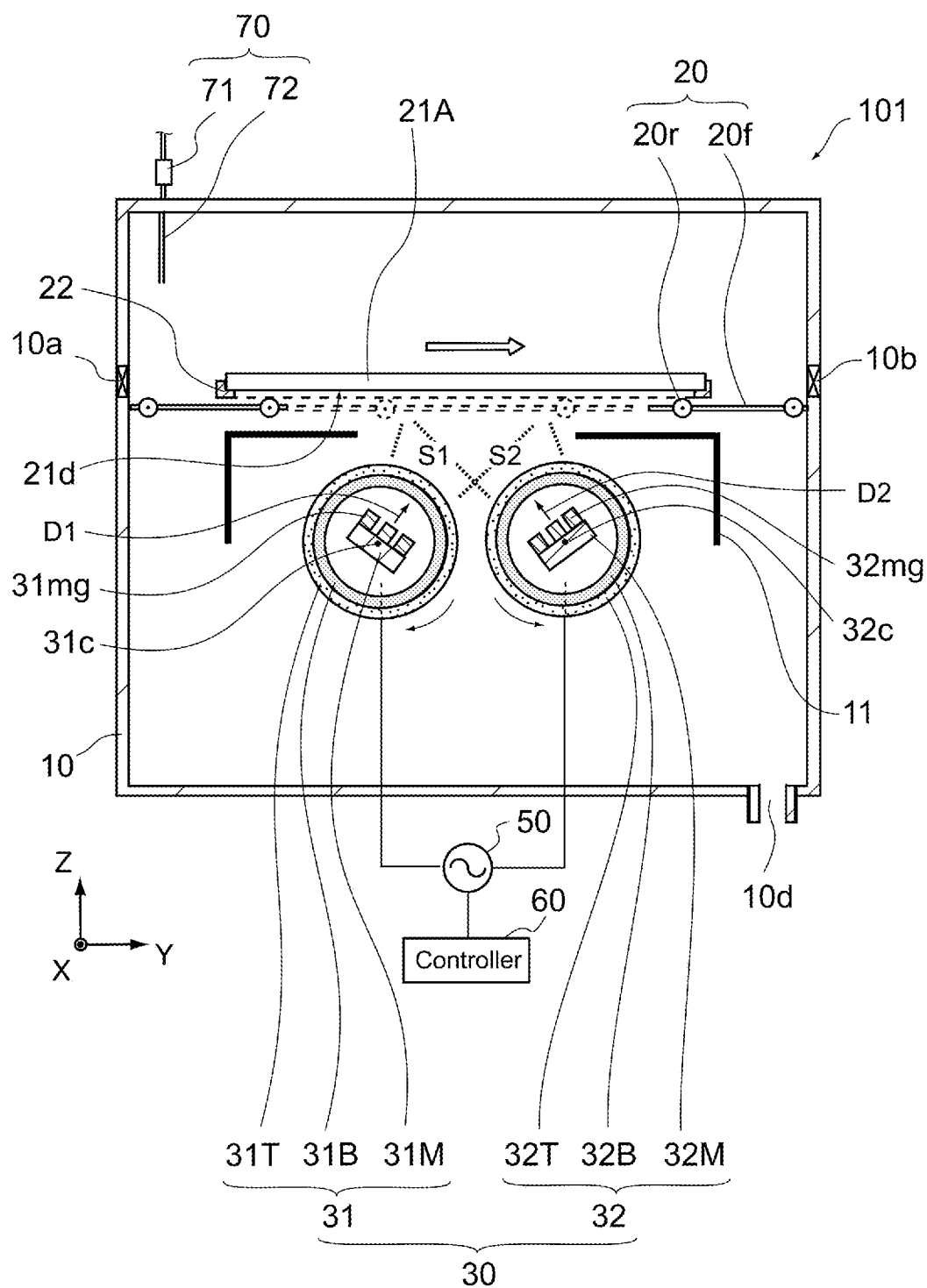
前記第1磁気回路が前記第1ターゲットに対向する向きと、前記第  
2磁気回路が前記第2ターゲットに対向する向きとを変えて、前記第  
1ターゲットと前記第2ターゲットとの間に前記プラズマを発生させ  
る

成膜方法。

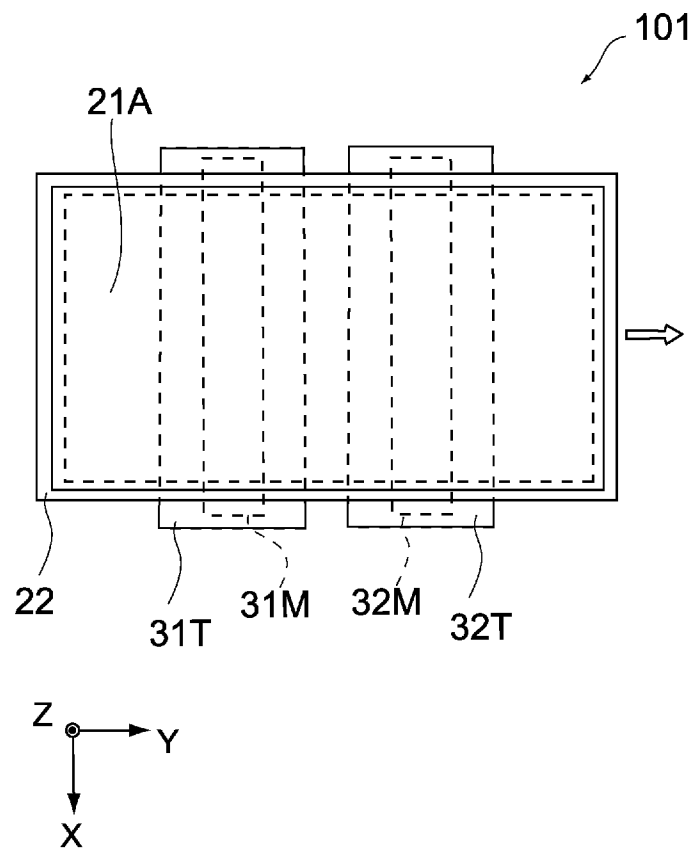
[請求項13] 請求項9～12のいずれか1つに記載の成膜方法であって、  
前記第1ターゲット及び前記第2ターゲットのそれぞれの前記スパ  
ッタリング率が異なる場合、前記スパッタリング率が低いターゲット  
に前記交流電圧をより長く印加する

成膜方法。

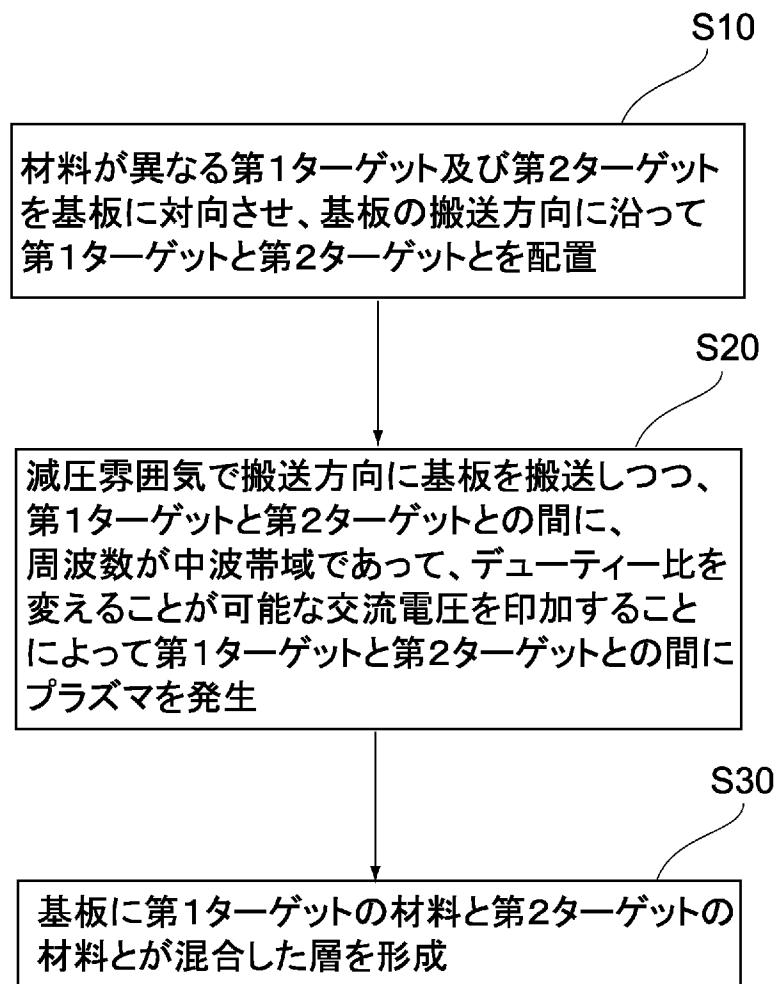
[図1]



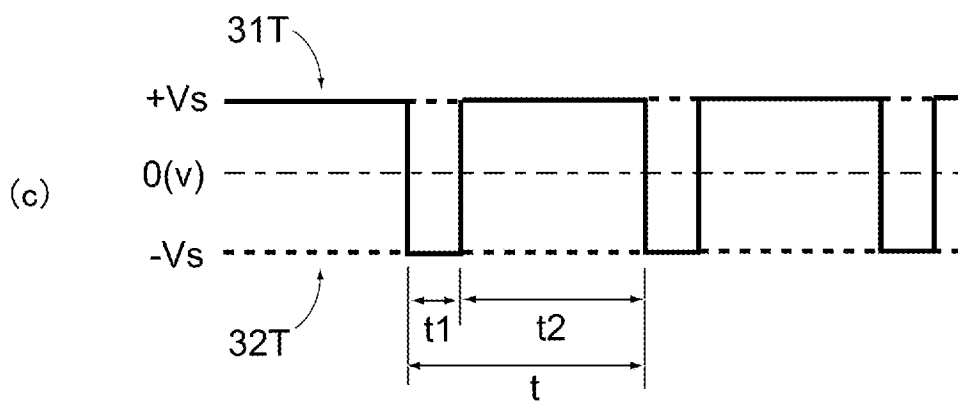
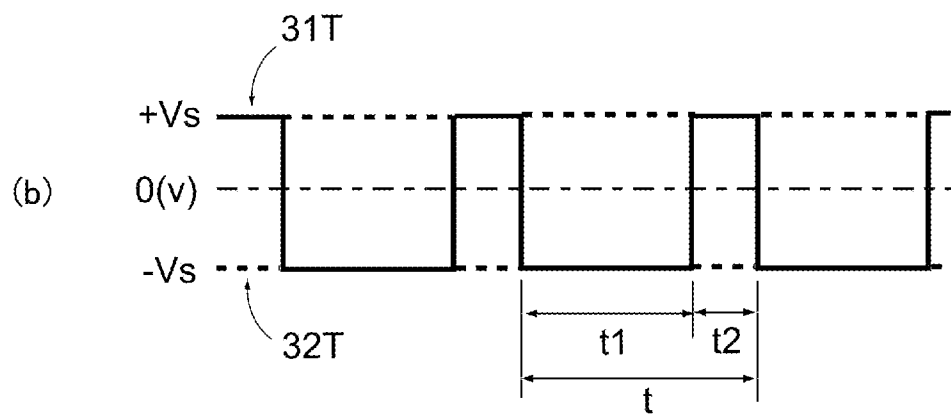
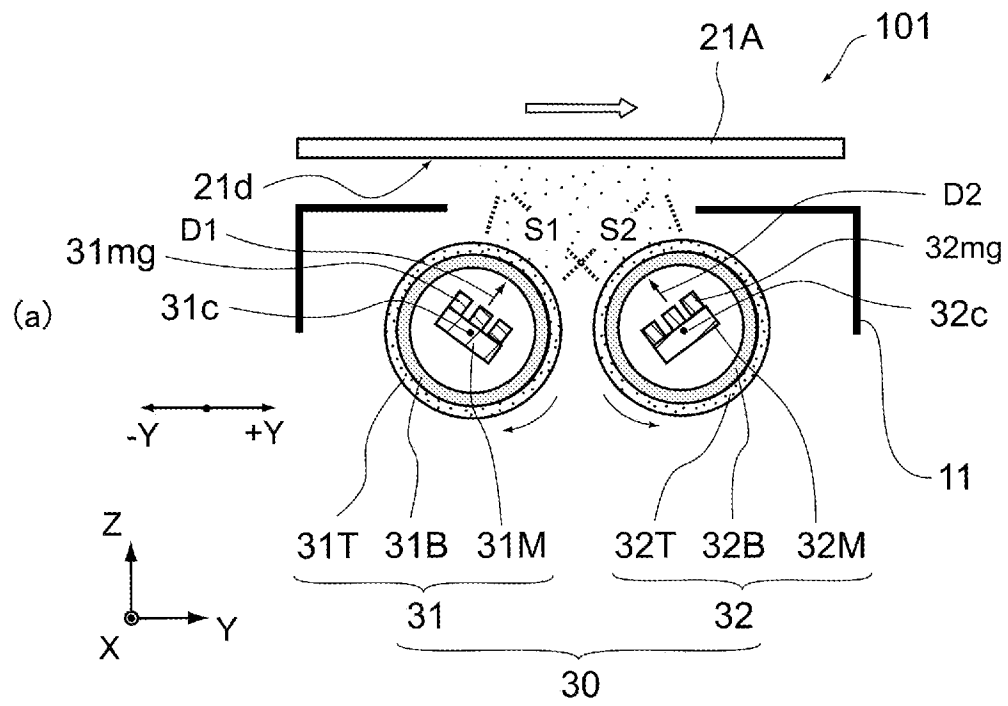
[図2]



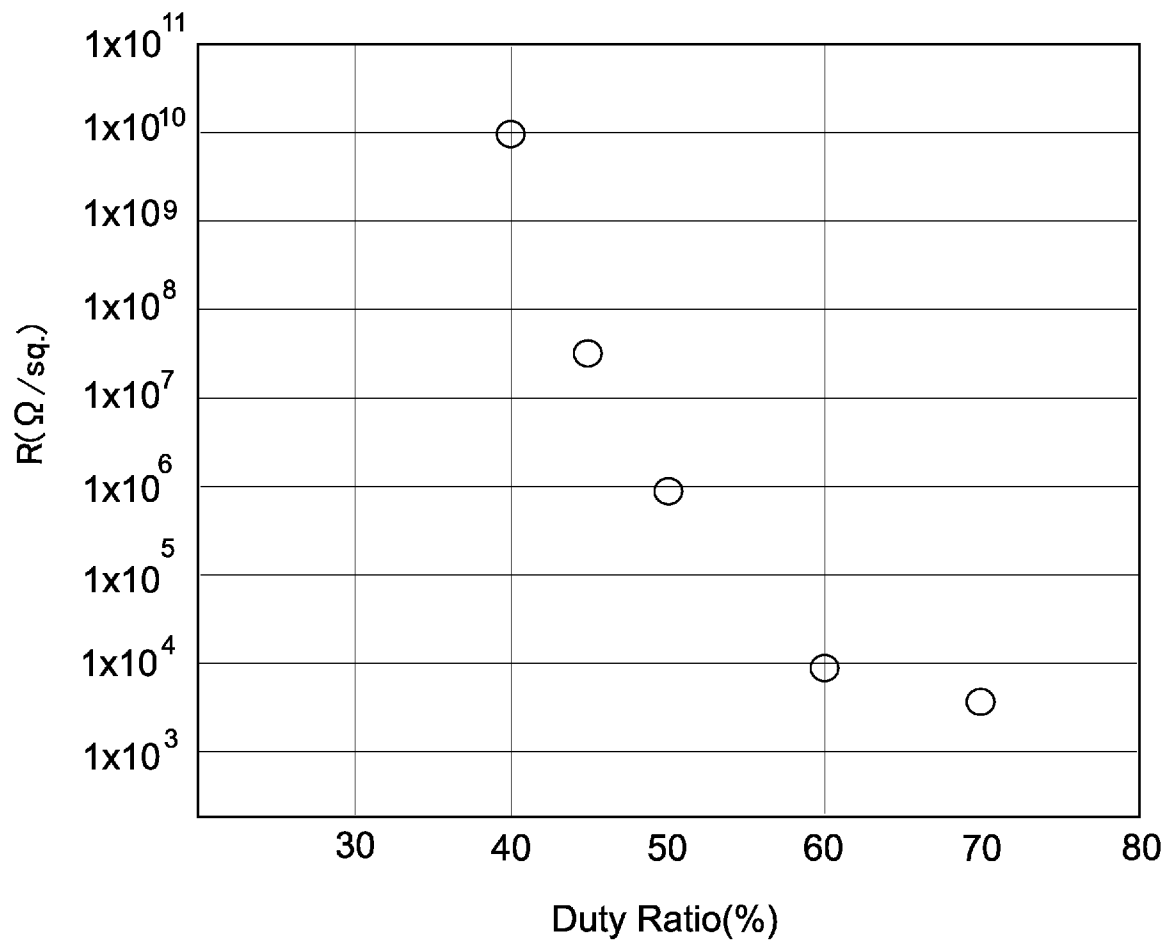
[図3]



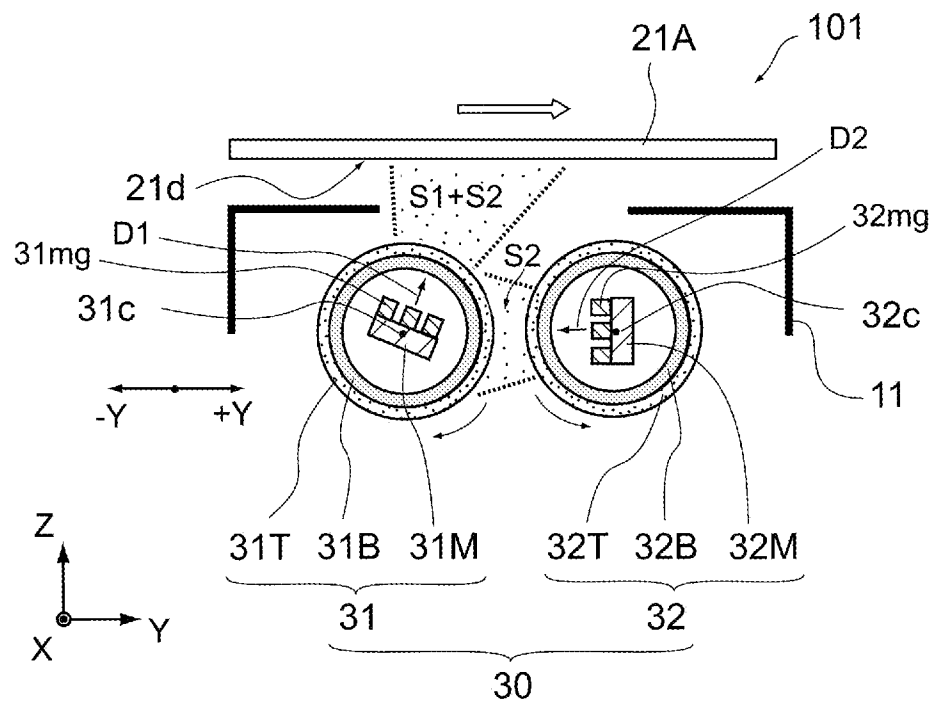
[図4]



[図5]



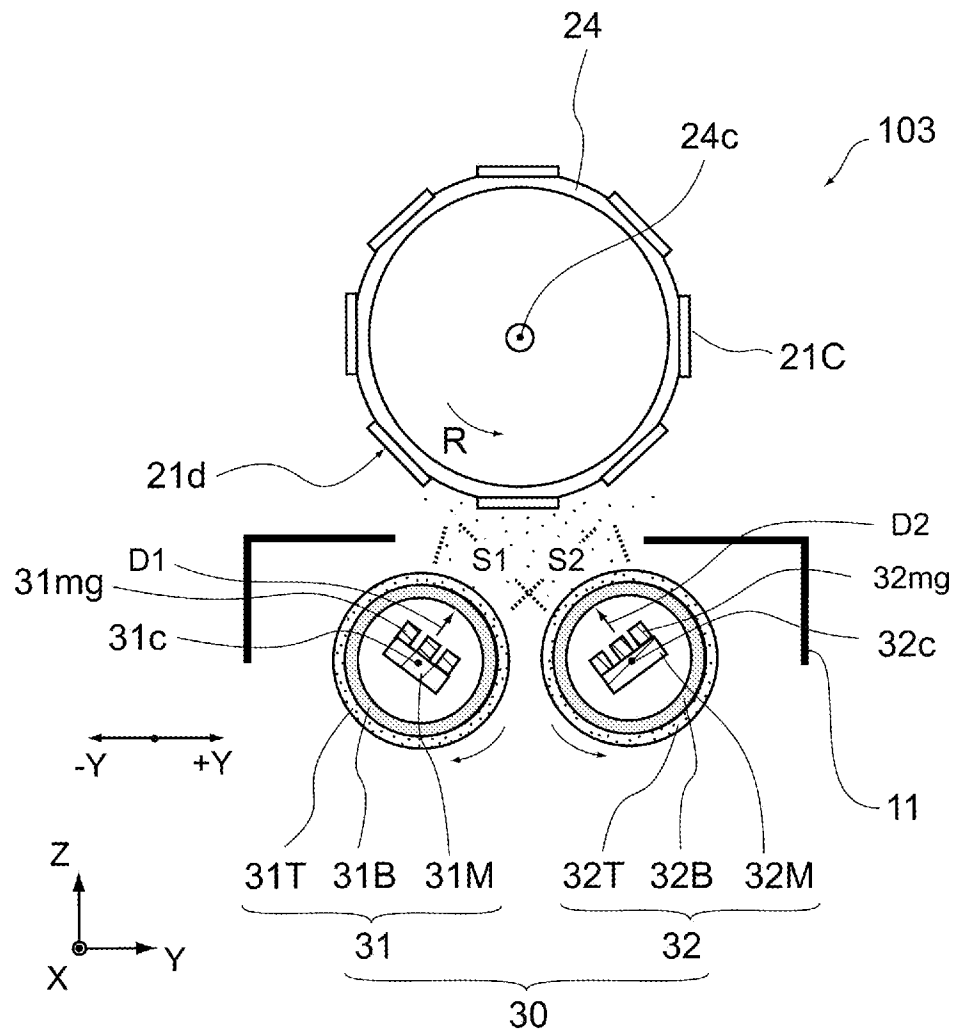
[図6]



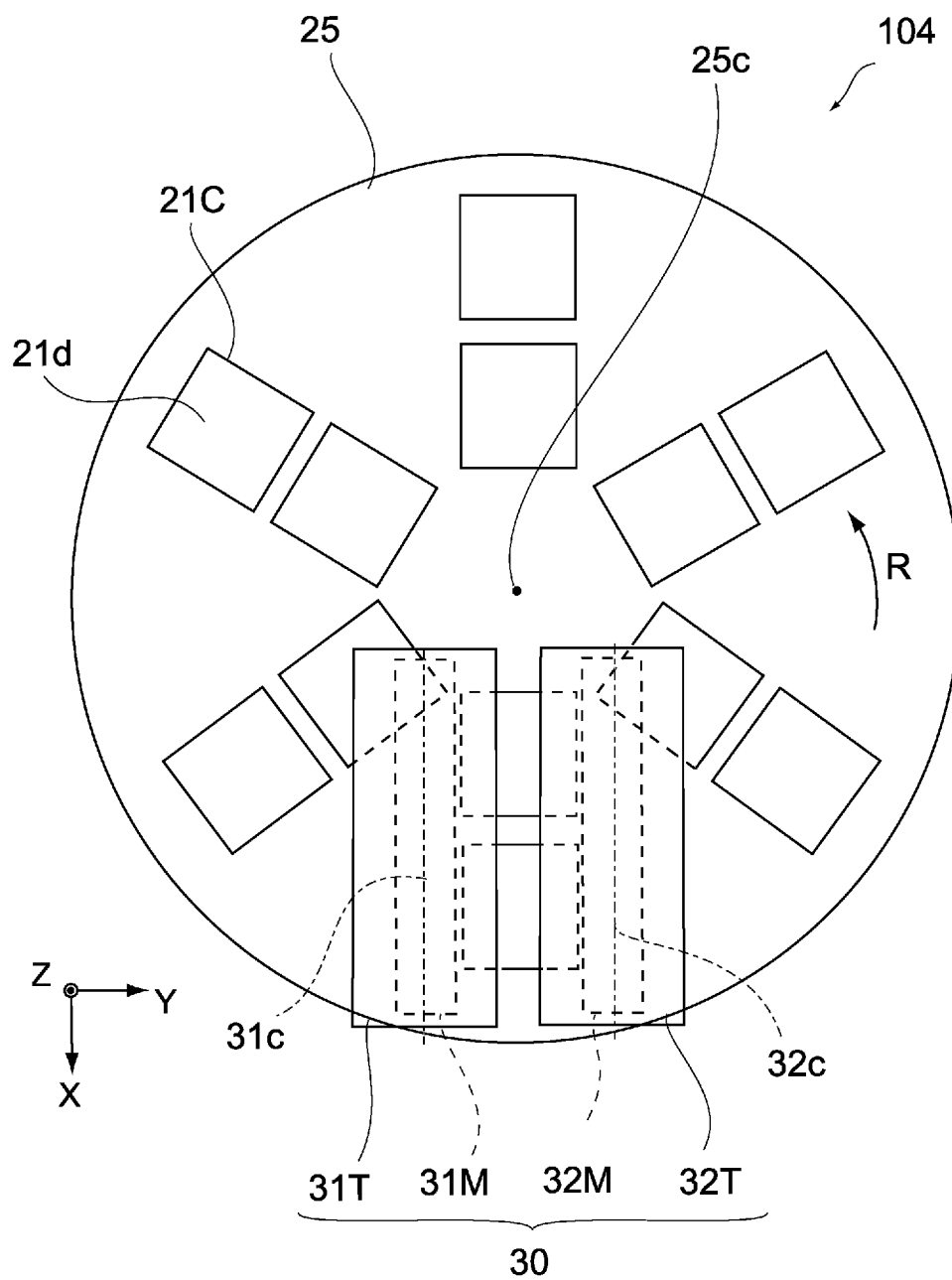




[図8]



[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/006024

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C23C14/34 (2006.01) i, C23C14/08 (2006.01) i, H05H1/46 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. C23C14/00-14/58, H05H1/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2018 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2018 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2018 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                      | Relevant to claim No.         |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| X<br>Y    | JP 63-157867 A (UBE INDUSTRIES) 30 June 1988, claims 1-7, page 2, upper left column, line 1 to page 5, lower left column, line 20, fig. 1-12 & US 4971674 A, claims 1-7, column 1, line 1 to column 9, line 33, fig. 1-16                               | 1-4, 7-10, 13<br>5, 6, 11, 12 |
| Y         | JP 2014-500398 A (SOLERAS ADVANCED COATINGS BVBA) 09 January 2014, claim 1, paragraphs [0001], [0038]-[0041], fig. 1 & US 2013/0228452 A1, claim 1, paragraphs [0001], [0050]-[0053], fig. 1 & WO 2012/066079 A1 & EP 2640865 A1 & KR 10-2014-0003440 A | 5, 6, 11, 12                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
20.03.2018

Date of mailing of the international search report  
03.04.2018

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/006024

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages      | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2003-96561 A (SHARP CORPORATION) 03 April 2003, specification<br>(Family: none)      | 1-13                  |
| A         | JP 2004-266112 A (ULVAC CORPORATION) 24 September 2004, specification<br>(Family: none) | 1-13                  |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C23C14/34(2006.01)i, C23C14/08(2006.01)i, H05H1/46(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C23C14/00-14/58, H05H1/46

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018年 |

## 国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                           | 関連する<br>請求項の番号                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| X<br>Y          | JP 63-157867 A（宇部興産株式会社）1988.06.30, 請求項1-7, 第2頁左上欄第1行-第5頁左下欄第20行, 第1図-第12図 & US 4971674 A, 請求項1-7, 第1カラム第1行-第9カラム第33行, 第1図-第16図                             | 1-4, 7-10, 13<br>5, 6, 11, 12 |
| Y               | JP 2014-500398 A（ソレラス・アドバンスド・コーティングス・ベスローテン・フエンノートシャップ・メット・ベペルクテ・アーンスプラケレイクヘイト）2014.01.09, 請求項1, [0001], [0038] - [0041], 図1 & US 2013/0228452 A1, 請求項1, [0 | 5, 6, 11, 12                  |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.03.2018

国際調査報告の発送日

03.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

4 G

3443

末松 佳記

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                   |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                 | 関連する<br>請求項の番号 |
|                       | 0 0 1] , [ 0 0 5 0] - [ 0 0 5 3] , 図 1 & WO 2012/066079 A1 & EP 2640865 A1 & KR 10-2014-0003440 A |                |
| A                     | JP 2003-96561 A (シャープ株式会社) 2003. 04. 03, 明細書全文 (ファミリーなし)                                          | 1-13           |
| A                     | JP 2004-266112 A (株式会社アルバック) 2004. 09. 24, 明細書全文 (ファミリーなし)                                        | 1-13           |