

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, 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：【課題】高い量産性で、より均一な膜厚分布で基板に膜を形成する。【解決手段】成膜装置では、基板ホルダは、第1ターゲットに対向する基板を少なくとも1つ支持し、第1中心軸を中心に回転し、基板が上記第1中心軸とは反れた第2中心軸を中心に回転可能に構成されている。真空容器は、上記第1ターゲットと、基板ホルダとを収容する。電力源は、第1ターゲットに放電電力を供給する。ガス供給機構は、真空容器に放電ガスを供給する。第1中心軸と直交する方向における第1中心軸と第2中心軸との間の距離を D_s 、第1中心軸と直交する方向における第1中心軸と第1ターゲットの中心との間の距離を D_t 、第1ターゲットの半径を R 、第1中心軸の方向における第1ターゲットと基板との間の距離を H 、 D_s と D_t との差の絶対値を A とした場合、 $D_s + D_t \geq H$ 、 $A \geq R$ 、 $H \geq R$ の関係式を満たしている。

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] 近年、成膜装置においては、基板に形成される膜の膜厚分布を改善するため、スパッタリングターゲットに対向させた基板ホルダを回転しつつ、基板ホルダに支持された基板を回転しながら基板に成膜をする装置が提供されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-147677号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このような装置においては、高い量産性が要求されることはもとより、膜厚分布に関してさらなる厳格な仕様が要求される場合がある。

[0005] 以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、高い量産性で、より均一な膜厚分布で基板に膜を形成することができる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

[0006] 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、第1ターゲットと、基板ホルダと、真空容器と、電力源と、ガス供給機構とを具備する。

上記基板ホルダは、上記第1ターゲットに対向する基板を少なくとも1つ支持し、第1中心軸を中心に回転し、上記基板が上記第1中心軸とは反れた第2中心軸を中心に回転可能に構成されている。

上記真空容器は、上記第1ターゲットと、上記基板ホルダとを収容する。

上記電力源は、上記第1ターゲットに放電電力を供給する。

上記ガス供給機構は、上記真空容器に放電ガスを供給する。

上記第1中心軸と直交する方向における上記第1中心軸と上記第2中心軸との間の距離を D_s 、上記第1中心軸と直交する方向における上記第1中心軸と上記第1ターゲットの中心との間の距離を D_t 、上記第1ターゲットの半径を R 、上記第1中心軸の方向における上記第1ターゲットと上記基板との間の距離を H 、 D_s と D_t との差の絶対値を A とした場合、 $D_s + D_t \geq H$ 、 $A \geq R$ 、 $H \geq R$ の関係式を満たしている。

[0007] このような成膜装置によれば、第1ターゲットと、基板ホルダと、基板とが上記関係を満たす条件で成膜が行われるので、量産性が高く、より均一な膜厚分布で基板に膜が形成される。

[0008] 成膜装置においては、上記第1中心軸と直交する方向において上記第1ターゲットに並設された第2ターゲットをさらに具備してもよい。

上記第1中心軸と直交する方向における上記第1中心軸と上記第2ターゲットの中心との間の距離を $D_{t'}$ 、上記第2ターゲットの半径を R' 、上記第1中心軸の方向における上記第2ターゲットと上記基板との間の距離を H' 、 D_s と $D_{t'}$ との差の絶対値を A' とした場合、 $D_s + D_{t'} \geq H'$ 、 $A' \geq R'$ 、 $H' \geq R'$ の関係式を満たしている。

[0009] このような成膜装置によれば、このような成膜装置によれば、第1ターゲットのほかに、第2ターゲットと、基板ホルダと、基板とが上記関係を満たす条件で成膜が行われるので、量産性が高く、より均一な膜厚分布で基板に膜が形成される。

[0010] 成膜装置においては、 D_s と D_t との差の符号は、 D_s と $D_{t'}$ との差の符号と反対になってもよい。

[0011] このような成膜装置によれば、第1ターゲットのほかに、第2ターゲットが用いられるので、量産性が高く、より均一な膜厚分布で基板に膜が形成される。

[0012] 成膜装置においては、上記電力源は、上記第1ターゲットに上記第2ター

ゲットとは異なる電力を供給してよい。

[0013] このような成膜装置によれば、第1ターゲット及び第2ターゲットのそれぞれにおいて、給電電力が調整されるので、より均一な膜厚分布で基板に膜が形成される。

[0014] 成膜装置においては、上記基板の表面、上記第1ターゲットの表面、及び上記第2ターゲットの表面に対する法線のいずれかが上記第1中心軸と交差してもよい。

[0015] このような成膜装置によれば、基板の表面、第1ターゲットの表面、及び第2ターゲットの表面に対する法線のいずれかが第1中心軸と交差するように調整されるので、より均一な膜厚分布で基板に膜が形成される。

[0016] 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、複数のターゲットと、基板ホルダと、真空容器と、電力源と、ガス供給機構とを具備する。

上記基板ホルダは、上記複数のターゲットに対向する基板を少なくとも1つ支持し、第1中心軸を中心に回転し、上記基板が上記第1中心軸とは反れた第2中心軸を中心に回転可能に構成される。

上記真空容器は、上記複数のターゲットと、上記基板ホルダとを収容する。

上記電力源は、上記複数のターゲットに放電電力を供給する。

上記ガス供給機構は、上記真空容器に放電ガスを供給する。

上記複数のターゲットは、上記第1中心軸と直交する方向において並設されている。

上記第1中心軸と直交する方向における上記第1中心軸と上記第2中心軸との間の距離を D_s 、上記第1中心軸と直交する方向における上記第1中心軸と上記複数のターゲットの任意のターゲットの中心との間の距離を D_t 、上記ターゲットの半径を R 、上記第1中心軸の方向における上記複数のターゲットと上記基板との間の距離を H 、 D_s と D_t との差の絶対値を A とした場合、 $D_s + D_t \geq H$ 、 $A \geq R$ 、 $H \geq R$ の関係式を満たしている。

[0017] このような成膜装置によれば、第1ターゲットと、基板ホルダと、複数の基板とが上記関係を満たす条件で成膜が行われるので、量産性が高く、より均一な膜厚分布で基板に膜が形成される。

[0018] 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では、真空容器に收容され第1中心軸を中心に回転する基板ホルダであって、上記基板ホルダに支持される基板が上記第1中心軸とは反れた第2中心軸を中心に回転する上記基板ホルダに上記基板が少なくとも1つ支持される。

上記真空容器に放電ガスが供給される。

上記基板ホルダに対向し、上記真空容器に收容された第1ターゲットに放電電力が供給される。

上記第1中心軸と直交する方向における上記第1中心軸と上記第2中心軸との間の距離を D_s 、上記第1中心軸と直交する方向における上記第1中心軸と上記第1ターゲットの中心との間の距離を D_t 、上記第1ターゲットの半径を R 、上記第1中心軸の方向における上記第1ターゲットと上記基板との間の距離を H 、 D_s と D_t との差の絶対値を A とした場合、 $D_s + D_t \geq H$ 、 $A \geq R$ 、 $H \geq R$ の関係式を満たす条件下で上記基板に成膜が行われる。

[0019] このような成膜方法によれば、第1ターゲットと、基板ホルダと、基板とが上記関係を満たす条件で成膜が行われるので、量産性が高く、より均一な膜厚分布で基板に膜が形成される。

[0020] 成膜方法においては、上記真空容器内で上記第1中心軸と直交する方向において上記第1ターゲットに第2ターゲットを並設し、上記第2ターゲットに放電電力を供給してもよい。

上記第1中心軸と直交する方向における上記第1中心軸と上記第2ターゲットの中心との間の距離を D_t' 、上記第2ターゲットの半径を R' 、上記第1中心軸の方向における上記第2ターゲットと上記基板との間の距離を H' 、 D_s と D_t' との差の絶対値を A' とした場合、 $D_s + D_t' \geq H'$ 、 $A' \geq R'$ 、 $H' \geq R'$ の関係式を満たす条件下で上記基板に成膜が行われる。

[0021] このような成膜装置によれば、第1ターゲットのほかに第2ターゲットと

、基板ホルダと、基板とが上記関係を満たす条件で成膜が行われるので、量産性が高く、より均一な膜厚分布で基板に膜が形成される。

発明の効果

[0022] 以上述べたように、本発明によれば、高い量産性で、より均一な膜厚分布で基板に膜を形成することができる成膜装置及び成膜方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図（a）は、本実施形態に係る成膜装置の概略的上面図である。図（b）は、本実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。

[図2]図（a）は、本実施形態の変形例1に係る成膜装置の概略的上面図である。図（b）は、本実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。

[図3]多元ターゲットを用いた場合に基板に形成される膜の膜厚分布の概略図である。

[図4]本実施形態の変形例2に係る成膜装置の概略的上面図である。

[図5]本実施形態の変形例3に係る成膜装置の概略的断面図である。

発明を実施するための形態

[0024] 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。また、同一の部材または同一の機能を有する部材には同一の符号を付す場合があり、その部材を説明した後は適宜説明を省略する場合がある。

[0025] 図1（a）は、本実施形態に係る成膜装置の概略的上面図である。図1（b）は、本実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。図1（a）には、図1（b）のB1－B2線に沿った断面が示されている。図1（b）には、図1（a）のA1－A2線に沿った断面が示されている。

[0026] 成膜装置1は、所謂、デポアップ型のスパッタリング装置である。成膜装置1は、真空容器10と、ターゲット20（第1ターゲット）と、基板ホルダ30と、支持台40と、電力源60と、ガス供給源70と、排気機構71とを具備する。基板ホルダ30は、1つに限らず、複数の基板90を設置することができる。基板90は、例えば、半導体ウェーハ、ガラス基板、石英

基板等である。

- [0027] 真空容器 10 は、減圧状態を維持可能な容器である。真空容器 10 は、容器本体 101 と、蓋部 102 とを有する。蓋部 102 は、容器本体 101 を覆い、容器本体 101 を密に塞ぐ。真空容器 10 を Z 軸方向から上面視した場合、その外形は、例えば、矩形になっている。真空容器 10 は、ターゲット 20、基板ホルダ 30、支持台 40 等を收容する。
- [0028] 真空容器 10 には、ガス供給源 70 が取り付けられている。ガス供給源 70 は、真空容器 10 内にプラズマ放電用のガスを供給する。ガスは、例えば、不活性ガス（Ar、Ne、He 等）、酸素（O）、窒素（N）等である。ガス供給源 70 には、ガス流量を調整するガス流量計が設けられてもよい。また、真空容器 10 には、内部圧力を計測する圧力計が設けられてもよい。
- [0029] また、真空容器 10 には、真空ポンプ等の排気機構 71 が接続されている。この排気機構 71 によって真空容器 10 の大気が排気され、真空状態が維持される。また、排気機構 71 によって真空容器 10 内に導入されたガスが排気され、真空容器 10 内が所定の圧力に維持される。
- [0030] ターゲット 20（スパッタリングターゲット）は、金属製のバックングプレート 21 に接合されている。ターゲット 20 及びバックングプレート 21 のそれぞれの平面形状は、例えば、円形である。ターゲット 20 は、真空容器 10 の下部に配置された支持台 40 に固定される。また、ターゲット 20 の裏面には、磁石（不図示）を配置してもよい。これにより、マグネトロンスパッタリングが実現する。ターゲット 20 の表面（被スパッタリング面）は、基板ホルダ 30 に対向する。
- [0031] ターゲットの材料は、基板 90 に形成される層の組成に応じて、適宜選択される。ターゲットの材料は、特に限ることなく、例えば、ケイ素（Si）、ニオブ（Nb）、タンタル（Ta）等である。
- [0032] 基板ホルダ 30 は、回転プレート 301 と、回転機構 302 と、基板支持具 311 と、回転機構 312 とを有する。基板ホルダ 30 は、ターゲット 20 に対向する。

[0033] 回転プレート301は、その平面形状が円形になっている。回転プレート301は、回転機構302によって、回転プレート301の中心軸300を中心に回転（自転）する。また、回転プレート301には、複数の基板支持具311が設けられている。複数の基板支持具311は、ターゲット20に対向する。

[0034] 例えば、図1（a）の例では、基板ホルダ30の中心軸300（第1中心軸）を中心に、12個の基板支持具311が配置されている。基板支持具311の平面形状は、基板90の平面形状に合わせて設計され、例えば、円形である。また、複数の基板支持具311のそれぞれの中心軸300からの距離は、同じである。

[0035] また、回転プレート301には、基板支持具311を回転（自転）させる回転機構312が設けられている。この回転機構312により、基板支持具311は、中心軸300から反れた中心軸310を中心に回転する。

[0036] 基板ホルダ30が複数の基板支持具311を備えることにより、基板ホルダ30は、1つまたは複数の基板90を支持することができる。基板支持具311に支持された基板90は、ターゲット20に対向する。また、基板支持具311に基板90が支持された場合は、中心軸310は基板90が回転する中心軸にもなる。すなわち、基板90は、回転機構312により中心軸310を中心に自転する。

[0037] また、基板ホルダ30が複数の基板90が支持されたとき、複数の基板90のそれぞれは、基板ホルダ30の中心軸300から同じ距離に位置する。これにより、基板ホルダ30が中心軸300を中心に回転したときは、複数の基板90のそれぞれが中心軸300を中心に公転する。この際、複数の基板90のそれぞれは、ターゲット20上で同じ経路を通過する。

[0038] 電力源60は、バッキングプレート21を介してターゲット20に、電力を供給する。電力は、DC電力、パルスDC電力、RF電力等である。例えば、ターゲット20にDC電力が供給された場合、ターゲット20は、陰極となり、真空容器10等が陽極（または、アース）となる。また、電力源6

0がRF電源のときには、電力源60とターゲット20との間に整合回路（不図示）を設けてもよい。

[0039] なお、ターゲット20と基板90の間を塞ぐシャッター機構をターゲット20上に設けてもよい。

[0040] また、成膜装置1は、基板90に形成した膜に酸素プラズマを晒し、膜を酸化して酸化膜を形成する酸素プラズマ源を備えてもよい。

[0041] 成膜装置1においては、中心軸300と直交する方向における中心軸300と中心軸310との間の距離を D_s 、中心軸300と直交する方向における中心軸300とターゲット20の中心との間の距離を D_t 、ターゲット20の半径を R 、中心軸300の方向におけるターゲット20と基板90との間の距離を H 、 D_s と D_t との差（ $D_s - D_t$ ）の絶対値を A とした場合、

$$D_s + D_t \geq H \cdots (1) \text{ 式}$$

$$A \geq R \cdots (2) \text{ 式}$$

$$H \geq R \cdots (3) \text{ 式}$$

の関係式を満たすように、基板ホルダ30、ターゲット20、及び基板90が配置されている。

[0042] 例えば、真空容器10内において、少なくとも1つの基板90が基板ホルダ30に支持され、中心軸310を中心に自転しながら、中心軸300を中心に公転する。この際、基板90が中心軸310を中心に自転する角速度は、中心軸300を中心に公転する角速度よりも速く設定される。

[0043] また、真空容器10には、ガス供給源70から A_r 等の放電ガスが供給され、ターゲット20には電力源60から放電電力が供給される。これにより、ターゲット20がプラズマによってスパッタリングされ、(1)式～(3)式を満たす条件下で、基板90に膜が形成される。

[0044] ここで、ターゲット20から飛遊するスパッタリング粒子の量は、ターゲット20からスパッタリング粒子が飛び出す放出角度に依存する。例えば、スパッタリング粒子の量は、ターゲット20の法線の方が最も多くなり、法線から反れるにつれ徐々に量が減少する。

[0045] このような放出角度分布をもってスパッタリング粒子がターゲット 20 から飛び出したとしても、(1) 式～(3) 式を満たす条件下に従い基板 90 にスパッタリング成膜を行うことで、基板 90 に形成される膜の厚みは、より均一になる。また、基板ホルダ 30 は、複数の基板 90 を保持できることから、1 バッチで複数の基板 90 に対してスパッタリング成膜ができ、その量産性が向上する。

[0046] (変形例 1)

[0047] また、ターゲット 20 については、1 つとは限らず、複数のターゲット (多元ターゲット) を用いてもよい。

[0048] 図 2 (a) は、本実施形態の変形例 1 に係る成膜装置の概略的上面図である。図 2 (b) は、本実施形態に係る成膜装置の概略的断面図である。図 2 (a) には、図 2 (b) の B1-B2 線に沿った断面が示されている。図 2 (b) には、図 2 (a) の A1-A2 線に沿った断面が示されている。

[0049] 上記ターゲット 20 をターゲット 20A とした場合、成膜装置 2 は、中心軸 300 と直交する方向においてターゲット 20A に並設されたターゲット 20B (第 2 ターゲット) を具備する。

[0050] ターゲット 20B は、金属製のバックングプレート 21B に接合されている。ターゲット 20B 及びバックングプレート 21B のそれぞれの平面形状は、例えば、円形である。ターゲット 20B は、支持台 40 に固定される。また、ターゲット 20B の裏面には、磁石 (不図示) を配置してもよい。ターゲット 20B の表面 (被スパッタリング面) は、基板ホルダ 30 に対向する。

[0051] 電力源 60B は、バックングプレート 21B を介してターゲット 20B に、電力を供給する。なお、上記バックングプレート 21 は、バックングプレート 21A に対応し、上記電力源 60 は、電力源 60A に対応している。

[0052] 図 2 (a)、(b) の例では、ターゲット 20A、20B が並ぶ方向は、真空容器 10 の内壁の一部と平行になっている。例えば、ターゲット 20A、20B は、中心軸 300 からターゲット 20B の表面の任意の位置に線を

引き出した場合、この引き出し線の一部がターゲット20Aの表面に重なるように配置されている。

[0053] ターゲット20Aは、基板90が通過するラインよりも中心軸300の側に位置し、ターゲット20Bは、該ラインよりも真空容器10の側に位置する。Z軸方向から成膜装置2を上面視した場合、基板90は、ターゲット20A、20Bの双方に重なりながら中心軸300を中心に移動（公転）する。なお、ターゲット20A、20Bが並ぶ方向は、Y軸方向とは限らず、Y軸方向と交差する方向に並んでもよい。

[0054] また、成膜装置2においては、中心軸300と直交する方向における中心軸300とターゲット20Bの中心との間の距離を D_t' 、ターゲット20Bの半径を R' 、中心軸300の方向におけるターゲット20Bと基板90との間の距離を H' 、 D_s と D_t' との差（ $D_s - D_t'$ ）の絶対値を A' とした場合、（1）式～（3）式のほかに、

$$D_s + D_t' \geq H' \quad \dots (4) \text{ 式}$$

$$A' \geq R' \quad \dots (5) \text{ 式}$$

$$H' \geq R' \quad \dots (6) \text{ 式}$$

の関係式を満たすように、基板ホルダ30、ターゲット20A、20B、及び基板90が配置されている。 H' は、 H と実質的に同じである。また、 D_s と D_t との差の符号は、 D_s と D_t' との差の符号と反対になる。例えば、 $D_s - D_t'$ の符号が負の場合、 $D_s - D_t$ の符号は正である。

[0055] ターゲット20Bには電力源60Bから放電電力が供給される。これにより、ターゲット20Aのほかにターゲット20Bがプラズマによってスパッタリングされ、（1）式～（6）式を満たす条件下で、基板90に膜が形成される。なお、電力源60Aがターゲット20Aに供給する電力と、電力源60Bがターゲット20Bに供給する電力とは、異なってもよい。例えば、電力源60Bによる供給電力は、電力源60Aによる供給電力よりも高く設定される。例えば、電力源60Bによる供給電力は、電力源60Aによる供給電力の2倍程度に設定される。

[0056] 図3は、多元ターゲットを用いた場合に基板に形成される膜の膜厚分布の概略図である。横軸は、基板90の中心からの距離 r であり、縦軸は、膜厚（規格値）である。

[0057] 成膜装置2を用いれば、ターゲット20Aのみを用いた場合に生じる膜厚分布がターゲット20Bを用いた場合に生じる膜厚分布によって補正されて、基板90に形成される膜の厚みがさらに均一になる。

[0058] 例えば、ターゲット20Aを用いた場合の膜厚分布が基板90の中心から基板端に向かって右下がりの膜厚分布となったとする。この場合、ターゲット20Aよりも中心軸300から離れたターゲット20Bを用いた場合には、その膜厚分布が基板90の中心から基板端に向かって右上がりの膜厚分布となる。

[0059] 従って、ターゲット20Aとターゲット20Bとを用いれば、ターゲット20Aのみを用いた場合に生じる膜厚分布がターゲット20Bを用いた場合に生じる膜厚分布によって補正されて、基板90に形成される膜の厚みがさらに均一になる。図3では、この厚みが $20A + 20B$ として示されている。

[0060] （変形例2）

[0061] 図4は、本実施形態の変形例2に係る成膜装置の概略的上面図である。図4は、図1（b）のB1-B2線に沿った断面に対応している。

[0062] 支持台40に固定されるターゲット20A、20Bの組数は、一組とは限らない。例えば、成膜装置3は、2組のターゲット20A、20Bを備える。例えば、一組のターゲット20A、20Bが並ぶ方向に対して直交する方向に、別の組のターゲット20A、20Bが配置され、それぞれの組のターゲット20A、20Bが並ぶ方向は、互いに平行である。

[0063] このような成膜装置3によれば、一組のターゲット20A、20Bを用いた場合に生じる膜厚分布が別の組のターゲット20A、20Bを用いた場合に生じる膜厚分布によって補正されて、基板90に形成される膜の厚みがさらに均一になる。さらには、組ごとに、ターゲット材を変えることで、材

料が混合した膜、または材料の異なる膜を交互に積層することができる。

[0064] (変形例3)

[0065] 図5は、本実施形態の変形例3に係る成膜装置の概略的断面図である。

[0066] 成膜装置4においては、基板90の表面及びターゲット20の表面に対する法線のいずれかが中心軸300と交差している。例えば、それぞれ法線は、中心軸300に向かって傾いている。ターゲット20A、20Bのそれぞれの表面に対する法線のいずれかが中心軸300と交差してもよい。

[0067] このような成膜装置4によれば、基板90の表面、ターゲット20の表面、及びターゲット20A、20Bのそれぞれの表面に対する法線のいずれかが中心軸300と交差するように調整されるので、より均一な膜厚分布で基板90に膜が形成される。

実施例

[0068] 以下の実施例により、本実施形態を具体的に説明する。本実施形態の範囲は、以下に示す実施例には限られない。

[0069] 表1に、実施例1～3、比較例1、2のそれぞれの条件と、結果とを示す。

[0070] 実施例1～3、比較例1、2では、基板90として、約300mm径のSiウェーハ基板を用いた。膜厚分布(%)は、Siウェーハ基板に形成された膜の最大膜厚をDmax、最小膜厚をDminとしたとき、 $\pm (D_{\max} - D_{\min}) / (D_{\max} + D_{\min})$ の式を百分率で表した値で定義した。膜厚分布の目的値は、例えば、-1%以上1%以下とした。ターゲットの直径は、いずれも、290mmとした。放電圧力は、1.5Paとした。放電電力は、DC電力を用いた。

[0071] また、多元ターゲットの場合、ターゲット20Aとターゲット20Bとの2つのターゲットを使用した。それぞれのターゲットに投入される電力の比(パワー比)は、ターゲット20Aに投入される電力を P_{20A} 、ターゲット20Bに投入される電力を P_{20B} とした場合、 $P_{20B} / (P_{20A} + P_{20B})$ の式で定義した。

[0072] 各実施例、各比較例の条件の詳細は、以下の通りである。

[0073] (実施例1)

[0074] ターゲット20Aの材料：Si

放電ガス：Ar/O₂

膜：SiO₂膜

[0075] (実施例2)

[0076] ターゲット20Aの材料：Si

放電ガス：Ar/O₂

ターゲット20Bの材料：Nb

放電ガス：Ar/O₂

膜：SiO₂膜とNbO₂膜との積層膜

パワー比：0.67

(実施例2)

[0077] ターゲット20Aの材料：Si

放電ガス：Ar/O₂

ターゲット20Bの材料：Nb

放電ガス：Ar/O₂

膜：SiO₂膜とNbO₂膜との積層膜

パワー比：0.75

[0078] (比較例1)

[0079] ターゲット20Aの材料：Si

放電ガス：Ar/O₂

膜：SiO₂膜

[0080] (比較例2)

[0081] ターゲット20Aの材料：Si

放電ガス：Ar/O₂

膜：SiO₂膜

[0082] 比較例1においては、(1)式は、満たしているものの、A：100mm

、 $R : 145 \text{ mm}$ となり、(2)式が満たされていない。このとき、膜厚分布は、 $\pm 6.9\%$ となった。また、比較例2においては、(1)式は、満たしているものの、 $H : 100 \text{ mm}$ 、 $R : 145 \text{ mm}$ となり、(3)式が満たされていない。このとき、膜厚分布は、 $\pm 3.1\%$ となった。従って、(1)式のほかに、(2)、(3)式を満たす必要があることが分かった。

[0083] 一方、実施例1～3は、(1)式～(6)式を満たしている。例えば、ターゲット20Aのみを用いた実施例1では、膜厚分布が -1% 以上 1% 以下に収まり、 $\pm 0.5\%$ になった。さらに、ターゲット20A、20Bを用いた実施例2では、膜厚分布が $\pm 0.27\%$ となり、実施例1よりも良好な膜厚分布が得られた。また、実施例3では、ターゲット20Bに投入される電力を実施例2よりも増加させた。この場合、膜厚分布が $\pm 0.18\%$ となり、実施例2よりもさらに膜厚分布が良好になった。

[0084]

[表1]

単位 : mm

	Ds	Dt	Ds+Dt	H	A $ Ds-Dt $	R	Dt'	Ds+Dt'	H'	A' $ Ds-Dt' $	R'	%
実施例 1	600	450	1050	150	150	145	—	—	—	—	—	±0.5
実施例 2	600	450	1050	250	150	145	800	1400	250	200	145	±0.27
実施例 3	600	450	1050	250	150	145	800	1400	250	200	145	±0.18
比較例 1	550	450	1000	150	100	145	—	—	—	—	—	±6.9
比較例 2	600	450	1050	100	150	145	—	—	—	—	—	±3.1

[0085] このように、比較例では、膜厚分布が1%を超える結果となったが、実施

例１～３においては、いずれも膜厚分布が１％よりも低くなり、実施例によれば、良好な膜厚分布が得られることが分かった。

[0086] 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。各実施形態は、独立の形態とは限らず、技術的に可能な限り複合することができる。

符号の説明

[0087] １、２、３、４…成膜装置
１０…真空容器
２０、２０Ａ、２０Ｂ…ターゲット
２１、２１Ａ、２１Ｂ…バックングプレート
３０…基板ホルダ
４０…支持台
６０、６０Ａ、６０Ｂ…電力源
７０…ガス供給源
７１…排気機構
９０…基板
１０１…容器本体
１０２…蓋部
３００…中心軸
３０１…回転プレート
３０２…回転機構
３１０…中心軸
３１１…基板支持具
３１２…回転機構

請求の範囲

[請求項1]

第1ターゲットと、

上記第1ターゲットに対向する基板を少なくとも1つ支持し、第1中心軸を中心に回転し、前記基板が前記第1中心軸とは反れた第2中心軸を中心に回転可能に構成された基板ホルダと、

前記第1ターゲットと、前記基板ホルダとを収容する真空容器と、

前記第1ターゲットに放電電力を供給する電力源と、

前記真空容器に放電ガスを供給するガス供給機構と

を具備し、

前記第1中心軸と直交する方向における前記第1中心軸と前記第2中心軸との間の距離を D_s 、

前記第1中心軸と直交する方向における前記第1中心軸と前記第1ターゲットの中心との間の距離を D_t 、

前記第1ターゲットの半径を R 、

前記第1中心軸の方向における前記第1ターゲットと前記基板との間の距離を H 、

D_s と D_t との差の絶対値を A とした場合、

$D_s + D_t \geq H$ 、 $A \geq R$ 、 $H \geq R$ の関係式を満たす

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中心軸と直交する方向において前記第1ターゲットに並設された第2ターゲットをさらに具備し、

前記第1中心軸と直交する方向における前記第1中心軸と前記第2ターゲットの中心との間の距離を $D_{t'}$ 、

前記第2ターゲットの半径を R' 、

前記第1中心軸の方向における前記第2ターゲットと前記基板との間の距離を H' 、

D_s と $D_{t'}$ との差の絶対値を A' とした場合、

$D_s + D_{t'} \geq H'$ 、 $A' \geq R'$ 、 $H' \geq R'$ の関係式を満たす成膜装置。

[請求項3] 請求項2に記載の成膜装置であって、
 D_s と D_t との差の符号は、 D_s と $D_{t'}$ との差の符号と反対になっている
成膜装置。

[請求項4] 請求項2または3に記載の成膜装置であって、
前記電力源は、前記第1ターゲットに前記第2ターゲットとは異なる電力を供給する
成膜装置。

[請求項5] 請求項2～4のいずれか1つに記載の成膜装置であって、
前記基板の表面、前記第1ターゲットの表面、及び前記第2ターゲットの表面に対する法線のいずれかが前記第1中心軸と交差する
成膜装置。

[請求項6] 複数のターゲットと、
前記複数のターゲットに対向する基板を少なくとも1つ支持し、第1中心軸を中心に回転し、前記基板が前記第1中心軸とは反れた第2中心軸を中心に回転可能に構成された基板ホルダと、
前記複数のターゲットと、前記基板ホルダとを収容する真空容器と、
前記複数のターゲットに放電電力を供給する電力源と、
前記真空容器に放電ガスを供給するガス供給機構と
を具備し、
前記複数のターゲットは、前記第1中心軸と直交する方向において並設され、
前記第1中心軸と直交する方向における前記第1中心軸と前記第2中心軸との間の距離を D_s 、
前記第1中心軸と直交する方向における前記第1中心軸と前記複数

のターゲットの任意のターゲットの中心との間の距離を D_t 、

前記ターゲットの半径を R 、

前記第 1 中心軸の方向における前記複数のターゲットと前記基板との間の距離を H 、

D_s と D_t との差の絶対値を A とした場合、

$D_s + D_t \geq H$ 、 $A \geq R$ 、 $H \geq R$ の関係式を満たす

成膜装置。

[請求項7]

真空容器に収容され第 1 中心軸を中心に回転する基板ホルダであって、前記基板ホルダに支持される基板が前記第 1 中心軸とは反れた第 2 中心軸を中心に回転する前記基板ホルダに前記基板を少なくとも 1 つ支持し、

前記真空容器に放電ガスを供給し、

前記基板ホルダに対向し、前記真空容器に収容された第 1 ターゲットに放電電力を供給し、

前記第 1 中心軸と直交する方向における前記第 1 中心軸と前記第 2 中心軸との間の距離を D_s 、

前記第 1 中心軸と直交する方向における前記第 1 中心軸と前記第 1 ターゲットの中心との間の距離を D_t 、

前記第 1 ターゲットの半径を R 、

前記第 1 中心軸の方向における前記第 1 ターゲットと前記基板との間の距離を H 、

D_s と D_t との差の絶対値を A とした場合、

$D_s + D_t \geq H$ 、 $A \geq R$ 、 $H \geq R$ の関係式を満たす条件下で前記基板に成膜を行う

成膜方法。

[請求項8]

請求項 7 に記載の成膜方法であって、

前記真空容器内で前記第 1 中心軸と直交する方向において前記第 1 ターゲットに第 2 ターゲットを並設し、

前記第2ターゲットに放電電力を供給し、

前記第1中心軸と直交する方向における前記第1中心軸と前記第2ターゲットの中心との間の距離を D_t' 、

前記第2ターゲットの半径を R' 、

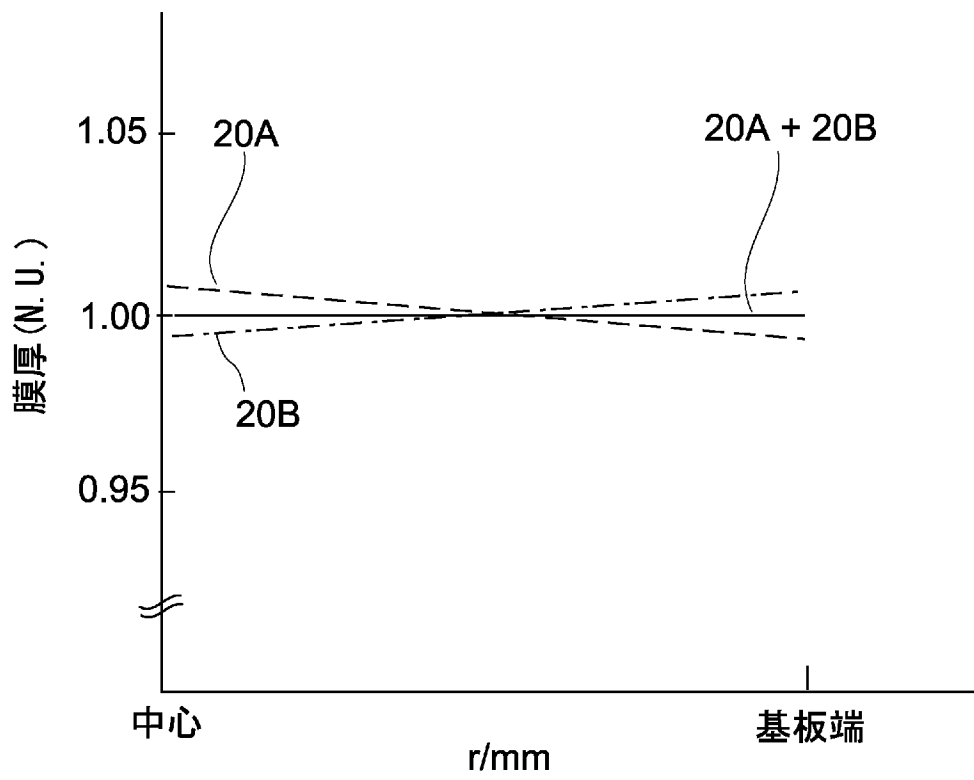
前記第1中心軸の方向における前記第2ターゲットと前記基板との間の距離を H' 、

D_s と D_t' との差の絶対値を A' とした場合、

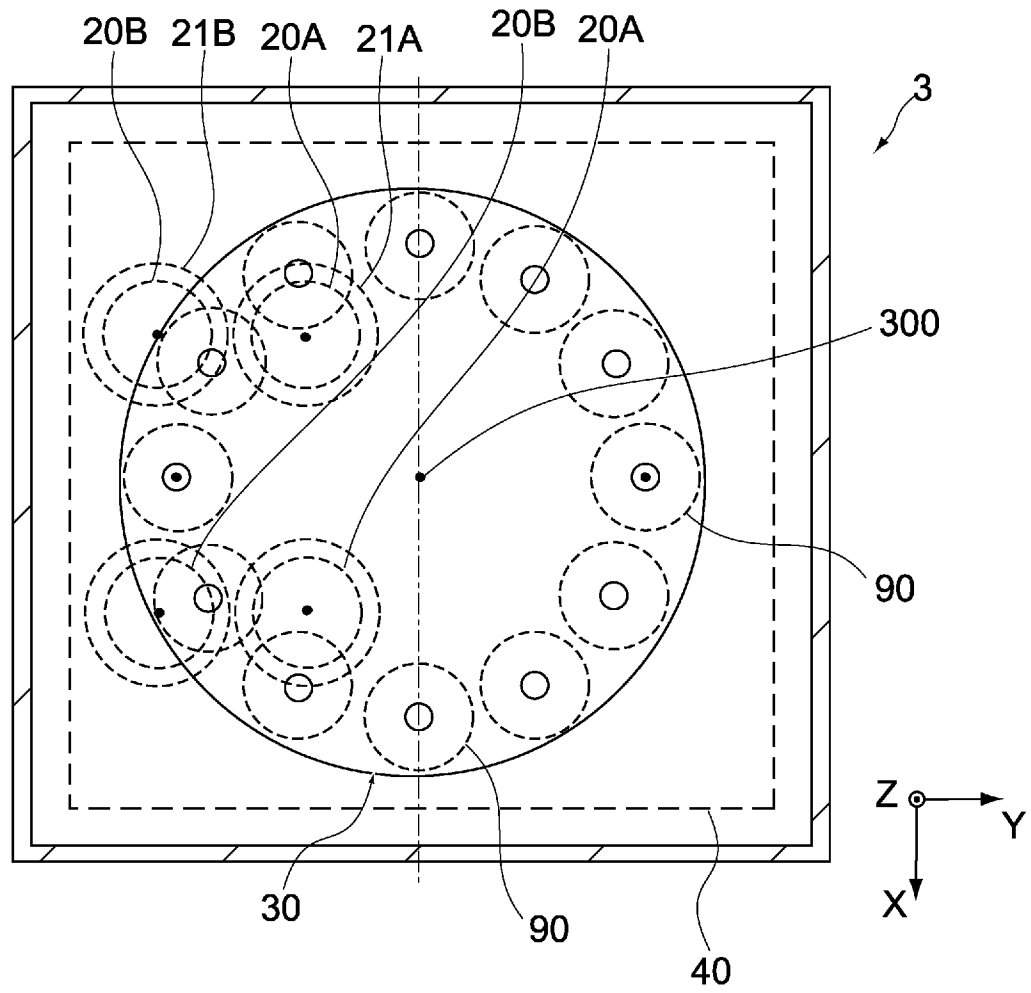
$D_s + D_t' \geq H'$ 、 $A' \geq R'$ 、 $H' \geq R'$ の関係式を満たす条件下で前記基板に成膜を行う

成膜方法。

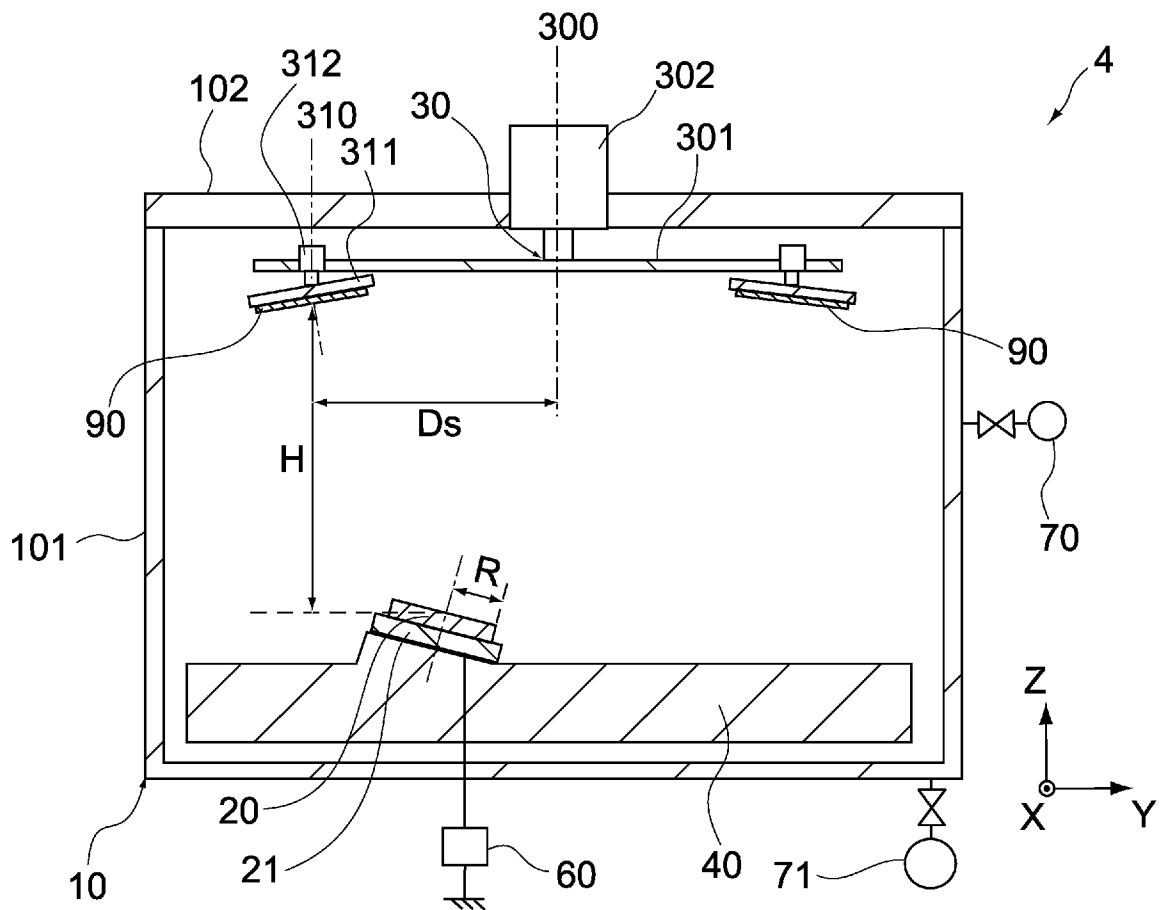
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/042617

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C23C14/34 (2006.01) i, H01L21/203 (2006.01) i
FI: C23C14/34U, C23C14/34J, H01L21/203S

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. H01L21/203, C23C14/34

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	JP 8-239760 A (TOSHIBA CORPORATION) 17 September 1996, paragraphs [0009]-[0048], fig. 4	1, 7
Y		2-6, 8
Y	JP 4-325672 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 16 November 1992, paragraphs [0007]-[0014]	2-6, 8
Y	JP 2011-97041 A (SHOWA DENKO KK) 12 May 2011, paragraphs [0011]-[0061]	4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
06.01.2020

Date of mailing of the international search report
21.01.2020

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/042617

JP 8-239760 A	17 September 1996	(Family: none)
JP 4-325672 A	16 November 1992	(Family: none)
JP 2011-97041 A	12 May 2011	US 2011/0079507 A1 paragraphs [0035]-[0160]

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C23C 14/34(2006.01)i; H01L 21/203(2006.01)i FI: C23C14/34 U; C23C14/34 J; H01L21/203 S														
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（IPC）） H01L21/203; C23C14/34														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
国際調査で使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 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 請求項の番号												
X	JP 8-239760 A (株式会社東芝) 17.09.1996 (1996 - 09 - 17) [0009]-[0048], 図 4	1, 7												
Y	[0009]-[0048], 図 4	2-6, 8												
Y	JP 4-325672 A (松下電器産業株式会社) 16.11.1992 (1992 - 11 - 16) [0007]-[0014]	2-6, 8												
Y	JP 2011-97041 A (昭和電工株式会社) 12.05.2011 (2011 - 05 - 12) [0011]-[0061]	4												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 06.01.2020	国際調査報告の発送日 21.01.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 今井 淳一 4G 9055 電話番号 03-3581-1101 内線 3465													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/042617

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	8-239760	A	17.09.1996	(ファミリーなし)	
JP	4-325672	A	16.11.1992	(ファミリーなし)	
JP	2011-97041	A	12.05.2011	US 2011/0079507 A1	
				[0035]-[0160]	