(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
2014 年 1 月 3 日(03.01.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/002328 A1

(51) 国際特許分類:
C23C 14/34 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/001095

(22) 国際出願日: 2013 年 2 月 26 日(26.02.2013)

(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 2012-146853 2012 年 6 月 29 日(29.06.2012) JP
特願 2012-233710 2012 年 10 月 23 日(23.10.2012) JP

(71) 出願人: キヤノンアネルバ株式会社 (CANON ANELVA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木２－５－１ Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 恒川 孝二 (TSUNEKAWA, Koji); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木２－５－１ キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 岡部 譲, 外 (OKABE, Yuzuru et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内３－２－３ 富士ビル６０２号室 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

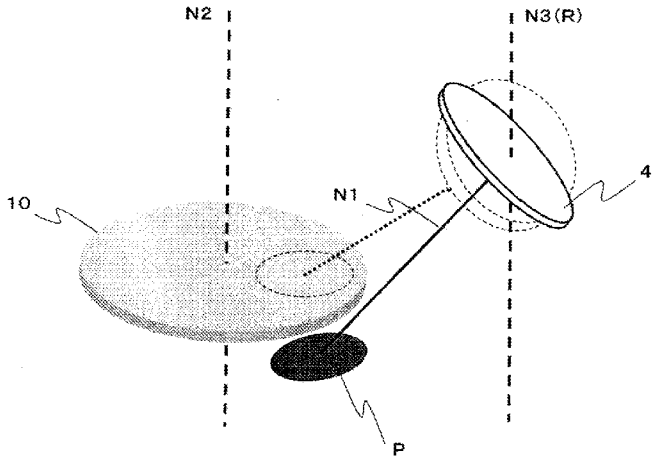
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: SPUTTERING DEVICE AND SPUTTERING METHOD

(54) 発明の名称 : スパッタリング装置およびスパッタリング方法

[図4]



(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide a sputtering device and method by which a sufficient film thickness distribution in a substrate plane can be obtained even if a target projection plane is not projected onto the substrate. In one embodiment of the present invention, a sputtering device provided with a treatment chamber for treating a substrate, a substrate holder which is arranged in the interior of the treatment chamber and is able to rotate in the in-plane direction of the substrate while the substrate is being held, and a sputtering cathode positioned to be diagonally opposite the substrate holder and arranged at an incline in relation to the substrate holder is characterized in that the projection plane of the target-holding surface of the sputtering cathode projected in the center normal direction of the target-holding surface onto a plane that includes the substrate-mounting surface of the substrate holder is formed further outside than the substrate-mounting surface of the substrate holder, and the center normal line of the substrate-mounting surface and the center normal line of the sputtering cathode are not in the same plane.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/002328 A1

本発明はターゲット投影面を基板上に投影させない場合においても、十分な基板面内の膜厚分布が得られるスパッタリング装置および方法を提供することを目的とする。本発明の一実施形態では、基板を処理するための処理室と、前記処理室の内部に配置され、前記基板を保持した状態において前記基板の面内方向に回転可能である基板ホルダと、前記基板ホルダの斜向かいに位置し、前記基板ホルダに対して傾いて配置されたスパッタリングカソードとを備えたスパッタリング装置において、前記基板ホルダの基板載置面を含む面上に対して、前記スパッタリングカソードのターゲット保持面の中心法線方向に投影される前記ターゲット保持面の投影面が、前記基板ホルダの基板載置面よりも外側に形成され、前記基板載置面の中心法線と前記スパッタリングカソードの中心法線とが同一面上に無いことを特徴とする。

明　細　書

発明の名称 ： スパッタリング装置およびスパッタリング方法

技術分野

[0001] 本発明は、スパッタリング法（以下、単にスパッタともいう）を用いて薄膜を形成するスパッタリング装置およびスパッタリング方法に関するものである。

背景技術

[0002] 基板サイズよりも小さなターゲットを用いて基板面内の膜厚分布を良好に成膜する技術として、ターゲットを基板の斜向かいに配置した斜め入射回転スパッタ法が広く用いられている（例えば特許文献１）。

[0003] ところで、マグネトロンスパッタ法によって基板上に絶縁膜を成膜する場合には以下のような問題がある。

マグネトロンスパッタ法ではターゲット近傍に形成されたプラズマ中の粒子がターゲットに入射することで、ターゲットから粒子が弾き出される。この際に一部の弾き出された粒子が負イオンとなる。この負イオンはターゲット表面に形成された電界によって、ターゲットとは反対方向（即ち基板方向）に加速されていく。

このような加速された負イオンが基板上の膜にダメージを与えることがある。この問題は特にターゲットが絶縁体である場合に顕著となる。このため、斜め入射回転スパッタ法において特に精密な膜質コントロールが要求されるプロセスについては、ターゲットの中心法線方向に基板面内に投影された投影面が、該基板の面外に位置するように、基板面に平行な方向に沿ってターゲットを基板から遠ざけて配置するか、ターゲットと基板の傾きをより小さくして（即ちターゲットと基板がより平行に近い状態で）配置する必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１１－５８０７３号公報

発明の概要

[0005] しかし上述した方法によれば、基板のサイズが大きくなるに伴いターゲットを基板の中心点からさらに離間させて配置しなければならない。特にターゲットを基板方向に向かって斜めに配置した斜め入射回転スパッタ法においては、ターゲット投影面もより基板方向に投影される。このためターゲット投影面を基板面内から避けるためにはターゲットと基板の距離を大きく離すか、ターゲットと基板をより平行に近い状態で配置する必要がある。

この結果、基板面内においてターゲットと遠い点の成膜量が著しく減少し、基板を回転させつつ成膜したとしても十分な膜厚分布が得られなくなってしまう。

[0006] 本発明は上述した課題を契機として為されたものであり、ターゲット投影面を基板上に投影させない場合においても、十分な基板面内の膜厚分布が得られるスパッタリング装置および方法を提供することを目的とする。

[0007] 上述した課題を解決するために、本発明の第１の態様は、スパッタリング装置であって、基板を処理するための処理室と、前記処理室の内部に配置された基板ホルダと、前記基板ホルダの斜向かいに位置し、前記基板ホルダに対して傾いて対向するターゲットホルダと、を備え、前記基板ホルダの基板載置面を含む面上に対して、前記ターゲットホルダのターゲット保持面の中心法線方向に投影される前記ターゲット保持面の投影面が、前記基板ホルダの基板載置面よりも外側に形成され、前記基板載置面の中心法線と前記ターゲットホルダの中心法線とが同一面上に無いことを特徴とする。

[0008] 本発明の第２の態様は、スパッタリング装置であって、基板を処理するための処理室と、前記処理室の内部に配置された基板ホルダと、前記基板ホルダの斜向かいに位置し、前記基板ホルダに対して傾いて対向するターゲットホルダと、を備え、前記基板ホルダの基板載置面を含む面の垂線であって且つ前記ターゲットホルダのターゲット保持面の中心点を通過する含む第１の線と、前記ターゲット保持面の中心法線とが為す角度をθとし、前記第１の

線と基板載置面の中心法線とを含む第１の面と、前記基板ホルダの基板載置面の中心法線と平行であって且つ前記ターゲット保持面の中心法線を含む第２の面と、が為す角度をωとしたとき、前記θは、１５度≦θ≦６０度であり、前記ωは、１５度≦｜ω｜≦７５度であり、前記基板載置面を含む面上に対して、前記ターゲット保持面の中心法線方向に投影される前記ターゲット保持面の投影面が、前記基板ホルダの基板載置面よりも外側に形成されることを特徴とする

[0009] 本発明の第３の態様は、スパッタリング方法であって、基板の斜向かいに位置し、前記基板に対して傾けて対向配置されたターゲットを用いて、前記基板を回転させながら前記基板に対してスパッタリング成膜処理を行うスパッタリング方法において、前記基板の被処理面の中心法線が、前記ターゲット表面の中心法線と同一面上に存在せず、且つ、前記被処理面を含む面上に対して前記ターゲット表面の中心法線方向に投影された前記ターゲット表面の投影面が、前記被処理面よりも外側に形成されるように、前記基板を載置した状態で、前記基板に前記スパッタリング成膜処理を行うことを特徴とする。

[0010] 本発明に係るスパッタリング装置および方法によれば、ターゲット投影面を基板上に投影させない場合においても、十分な基板面内の膜厚分布を得ることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明に係るスパッタリング装置を説明するための図である。

[図2]従来のスパッタリング装置におけるターゲットと基板の位置関係を説明するための図である。

[図3A]従来のスパッタリング装置における、基板上へのターゲット投影面の投影を回避するための方法を説明するための図である。

[図3B]従来のスパッタリング装置における、基板上へのターゲット投影面の投影を回避するための方法を説明するための図である。

[図4]本発明の第１実施形態に係るスパッタリング装置における、ターゲット

と基板の位置関係を説明するための図である。

[図5]本願明細書における用語を説明するための図である。

[図6]本願明細書における用語を説明するための図である。

[図7]本願明細書における用語を説明するための図である。

[図8]本発明の第２実施形態に係るスパッタリング装置における、ターゲットと基板の位置関係を説明するための図である。

[図9]本発明の第２実施形態に係るスパッタリング装置における、ターゲットと基板の位置関係を説明するための図である。

[図10]本発明の第２実施形態に係るスパッタリング装置における、ターゲットと基板の位置関係を説明するための図である。

[図11]本発明の第２実施形態に係るスパッタリング装置における、ターゲットと基板の位置関係を説明するための図である。

[図12]本発明の第３実施形態に係るスパッタリング装置における、ターゲットと基板の位置関係を説明するための図である。

[図13]本発明の第３実施形態に係るスパッタリング装置における、ターゲットと基板の位置関係を説明するための図である。

[図14]本発明の第１実施形態に係る第１の実施例を説明するための図である。

[図15]本発明の第１実施形態に係る第１の実施例を説明するための図である。

[図16]本発明の第１実施形態に係る第２の実施例を説明するための図である。

[図17]本発明の第１実施形態に係る第２の実施例を説明するための図である。

[図18]本発明を説明するための図である。

[図19]本発明を説明するための図である。

[図20]本発明を説明するための図である。

[図21]本発明を説明するための図である。

[図22]本発明に係るスパッタリング装置の制御部を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明するが、本発明はその主旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。なお、以下で説明する図面で、同機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略することもある。

[0013] （第１の実施形態）

図１を参照して、本実施形態に係るスパッタリング装置（以下、「成膜装置」ともいう）の全体構成について説明する。図１は、本実施形態に係る成膜装置１を模式的に示した図である。成膜装置１は、基板処理室としての真空容器２を備える。真空容器２は、排気ポート８を通じて真空容器２を排気するターボ分子ポンプ４８とドライポンプ４９とを有する真空排気装置と接続される。また、成膜装置１は、真空容器２へ放電用のガスを導入することのできるガス導入機構１５を備えている。

[0014] 排気ポート８は、例えば断面が矩形の形状の導管であり、真空容器２とターボ分子ポンプ４８との間を繋いでいる。排気ポート８とターボ分子ポンプ４８の間には、メインバルブ４７が設けられている。

[0015] 真空容器２の内部には、被スパッタ面が露出しているターゲット４がターゲットホルダ６に保持されている。また、ターゲット４から放出されたスパッタ粒子が到達する所定の位置に、基板１０を載置するための基板ホルダ７が設けられている。基板１０は、真空容器２に設けられているゲートバルブ４２を介して、搬入および搬出される。基板ホルダ７の基板載置面の周囲には、基板１０の端部や側壁、裏面などへの膜付着を防止するためのマスク１１が設けられてもよい。基板ホルダ７は、基板１０を載置している基板載置面を自転可能に構成され、基板１０を載置した状態で、基板１０をその面内で回転可能に構成される。本実施形態においては基板ホルダ７の回転軸と基板１０の回転軸は一致するよう構成されている。基板ホルダ７の回転は、基

板ホルダ駆動機構３１によって制御される。

[0016] そのほか、真空容器２には、真空容器２の圧力を測定するための圧力計４１が設けられている。真空容器２の内面には、接地された筒状のシールド４０（防着シールド部材）が設けられている。シールド４０は、スパッタ粒子が真空容器２の内面に直接付着するのを防止している。なお、図１ではターゲットの数は２であるが、これ以上の数でも良い。また、図１では双方のターゲットの脇にガス導入口が設けられているが、この位置に限らず他の位置に設けられても良い。

[0017] ターゲット４は、基板１０の斜向かいに配置され、基板１０に対して傾いて対向している。本実施形態においては、ターゲット４の径は基板１０の径よりも小さなものが用いられる。本実施形態に示すように、ターゲット４を基板ホルダ７及び基板１０の対向した位置に傾斜させて設けることで、ターゲット４の径が小さなものを用いた場合にも、基板面内で良好な膜厚分布が得られる。なお、ターゲット４が基板ホルダ７及び基板１０に対して傾斜しているとは、図１に示すように、標準的な表面が平坦な未使用のターゲットを用いた際に、その表面と基板１０の表面とが平行では無いことを言う。ターゲットホルダ６には、スパッタ放電用電力を印加する電源１２が接続されている。図１に示す成膜装置１はＤＣ電源を備えているが、これに限定されるものではなく、例えばターゲット４が絶縁体である場合にはＲＦ電源が用いられる。ＲＦ電源を用いた場合には電源１２とターゲットホルダ６との間に整合器を設置する必要がある。電源１２により、ターゲット４に電圧が印加され、プラズマが形成されることで、スパッタリングが行われる。ターゲットホルダ６の裏面にはマグネトロンユニット１９が配置され、ターゲット４の近傍にプラズマを閉じ込めるための磁力線が形成される。

[0018] ターゲットホルダ６は、絶縁体により真空容器２から絶縁されている。ターゲットホルダ６はＣｕ等の金属製であるので、ＤＣ又はＲＦの電力が印加された場合には電極となる。ターゲット４は、周知のとおり、基板へ成膜したい材料成分から構成される。膜の純度に関係するため、高純度のものが望

ましい。

[0019] ターゲットホルダ６の近傍には、円筒状の防着部材３がターゲットホルダ６を覆うように設置されており、スパッタ粒子が真空容器２の内面に直接付着するのを防止している。またターゲットホルダ６と基板ホルダ７の間にはターゲットシャッター１３が設けられても良い。ターゲットシャッター１３はターゲットシャッター駆動機構１４により制御され、ターゲット４と基板１０が対向する開状態、またはターゲット４と基板１０を互いに遮蔽する閉状態とを切り替え可能に構成される。

[0020] ガス導入機構１５は、放電用のガスを導入するための配管、ガスを貯蔵するボンベ、ガスの流量を制御するためのマスフローコントローラー、ガスの流れを遮断したり開始したりするためのバルブ類、減圧弁やフィルターなどから構成されている。さらに、ガス導入機構１５は、制御装置により、指定されるガス流量を安定に流すことができる構成となっている。

また、放電用ガスに反応性ガスを混合した混合ガスがガス導入機構１５から導入されても良い。反応性ガスを導入するための他の導入機構が設けられても良い。

[0021] 次に図２～４を用いて本発明の特徴となるターゲット４と基板１０との位置関係について説明する。

図２、図３Ａ及び図３Ｂは従来のターゲット４と基板１０の位置関係を説明するための図である。図２では、ターゲット４の中心法線Ｎ１の方向に沿って、基板１０の面に投影されたターゲット４の投影面Ｐは基板１０の上に投影されている。これを避けるために、図３Ａのようにターゲット４と基板１０との距離を大きくするように、ターゲット４を基板１０から離して投影面Ｐが基板１０の上に重ならないようにしていた。もしくは図３Ｂのように、ターゲット４と基板１０の傾きをより小さくして配置していた。図３Ａおよび図３Ｂに示す方法では、成膜速度が基板１０の表面上で線形ではない、すなわち不規則な分布になるため、たとえ基板ホルダ７を回転させながら成膜を行ったとしても、一様な膜厚を得ることは難しい。

なお図３Ａ、図３Ｂの破線は、図２の状態でのターゲット４の位置と法線Ｎ１の位置およびその投影面を図３Ａ、図３Ｂ上にそれぞれ示したものである。

[0022] 図４は本実施形態に係るターゲット４と基板１０の位置関係を説明するための図である。本実施形態では、基板１０の上に投影面Ｐが重ならないように、すなわち投影面Ｐが基板１０よりも外側に形成されるように、従来のターゲット４に対して回転軸Ｒを中心として回転させた位置にターゲット４を配置している。図４において、基板１０の表面を含む面の法線であって、ターゲット４の中心を通る法線Ｎ３を回転軸Ｒとしている。

なお、回転軸Ｒは従来のスパッタリング装置におけるターゲット４と基板１０の位置関係と、本実施形態に係るスパッタリング装置におけるターゲット４と基板１０の位置関係とを比較して説明するために用いているものである。すなわち、本実施形態に係るスパッタリング装置において、ターゲット４及びターゲット４を保持するターゲットホルダ６が実際に回転軸Ｒを中心に回転駆動しているわけではない。

[0023] このように従来のターゲット４に対して回転軸Ｒを中心に回転させた位置にターゲット４を配置することで、ターゲット４の中心と基板１０との距離（オフセット距離）を離すことなく、投影面Ｐを基板１０の被処理面から外すことが可能となる。その結果、負イオンによる被膜へのダメージを低減させつつ、良好な面内分布で基板１０に成膜処理を行うことが可能となる。

[0024] ここで、本願明細書における用語について図５～図７を用いて説明する。まず、図５を用いて角度θについて説明する。まず、角度θについて、法線Ｎ３とターゲット４の中心法線Ｎ１が一致している状態を０度とする。そしてその状態から、ターゲット４表面の中心を回転の中心として、中心法線Ｎ１と法線Ｎ３を含む面の面内方向に回転させたときの法線Ｎ３と中心法線Ｎ１とのなす角度をθと定義する。また、θ＝０°の状態から、ターゲット４の表面と基板１０の表面が対向する方向に回転させた角度を＋、反対の方向に回転させた角度をーとする。従って、例えば０°＜θ＜＋９０°において

は、中心法線Ｎ１と基板１０の中心法線Ｎ２は、ターゲット４を基準として基板１０の側で交差することになる（以下の説明では角度θの＋を省略して説明することもある）。

[0025] 次に図６を用いてオフセット距離とＴＳ距離について説明する。オフセット距離は、基板１０の中心法線Ｎ２と、法線Ｎ３との距離である。ＴＳ距離はターゲット４の表面の中心位置から基板１０の表面を含む面Ｓまでの法線Ｎ３の距離である。

[0026] 次に図５および図７を用いて角度ωについて説明する。

図５に示すように、角度ωは法線Ｎ１と法線Ｎ２が同一面内に在る場合を０度として、法線Ｎ３を回転軸として法線Ｎ１を回転させた場合の回転角度である。

一方、図７は基板１０及びターゲット４を上面から見たときの様子を示すものである。図７を用いて角度ωについて捕捉説明すると、ターゲット４の表面の中心と基板１０の中心法線Ｎ２を含む面と、基板１０の中心法線Ｎ２と平行であって且つ４ターゲットの中心法線Ｎ１を含む面とのなす角度でもある。なおωは法線Ｎ１と法線Ｎ２が同一面内に在る場合を０度としているので、いずれの方向に回転させてもそれらの回転角度が同じである限り等価である。例えば、一方の回転角度を＋とし、他方の回転角度をーとした場合、＋３０°とー３０°は等価である。

[0027] 角度θについて基板１０への成膜処理が可能な範囲において特に制限は無いが、基板１０に成膜した際の膜厚の面内分布、およびスパッタ粒子の基板上への付着効率を考慮すると、１５度≦θ≦６０度であることが好ましい。

同様に、角度ωについても基板１０への成膜処理が可能な範囲において特に制限は無いが、基板１０に成膜した際の膜厚の面内分布、およびスパッタ粒子の基板上への付着効率を考慮すると、１５度≦｜ω｜≦７５度であることが好ましい。

なお、角度θおよび角度ωについても、回転軸Ｒと同様に、本実施形態に係るスパッタリング装置におけるターゲット４と基板１０の位置関係を説明

するために用いているものである。すなわち、本実施形態に係るスパッタリング装置において、ターゲット４およびターゲットホルダ６が実際に角度θおよび角度ωの方向に回転しているわけではない。

[0028] 基板１０の中心法線とは、基板１０の中心点における、基板１０の被処理面に対して垂直な線のことを言う。またターゲット４の中心法線とは、ターゲット４の被スパッタ面の中心点における、ターゲット４の被スパッタ面に対して垂直な線のことを言う。なお、ターゲット４の被スパッタ面とは未使用時の表面が平坦であるターゲットのことを指している。ターゲット４の表面が所定の形状に加工されている場合、垂線はターゲット４の裏面やターゲットホルダ６などの平坦面にもとづいて求められる。

[0029] また、一般のスパッタリング装置においては、基板ホルダ７の構成やその他の一般的な構成部品（例えばゲートバルブの形態や基板搬送ロボットの形態）などから基板ホルダ７に載置可能な基板１０のサイズは限定される。またターゲットホルダ６についてもその他の一般的な構成部品（例えばターゲットを固定する手段、ターゲットホルダ６の形態、外周のシールド）などからターゲットホルダ６により保持されるターゲット４の形態も限定される。

すなわち、ターゲット４の投影面Ｐが基板１０の表面に重ならないために、基板ホルダ７の基板１０が載置される基板載置面を含む面に対して、ターゲットホルダ６のターゲット４を保持するターゲット保持面の中心法線方向に該ターゲット保持面を投影した投影面が、基板載置面に重ならないように、すなわち投影面が基板載置面よりも外側に形成されるように、装置を構成すればよい。

[0030]（第２の実施形態）

第１の実施形態では、ターゲット４の中心を通る線分を回転軸Ｒとした形態を示した。本実施形態では回転軸Ｒがターゲット４を通る線分ではない場合について、図８及び図９を用いて説明する。図８は投影面Ｐが基板１０の上に投影されている状態を示す。本実施形態では図９に示すように、図８に示す状態からターゲット４の中心を通らない回転軸Ｒを中心として回転した

位置にターゲット４が配置され、投影面Ｐが基板１０の面外に位置している。ここで回転軸Ｒは基板１０の表面を含む面の任意の法線である。

[0031] なお、第１実施形態と本実施形態は本質的に同様である。図１０は本実施形態に係るターゲット４と基板１０の位置関係を示している。破線が図８に示す状態であり、実線が図９に示す状態である。このとき、図１１に示すように、回転軸Ｒを中心に回転することでオフセット距離が変化していることが分かる。即ち、基板１０の上に投影面Ｐが存在する場合の基板１０の中心Ｃ１とターゲット４の中心Ｃ２の距離と、基板１０の上に投影面Ｐが存在しない場合の中心Ｃ１と中心Ｃ２´の距離が変化していることが分かる。

[0032] 従って、本実施形態は本質的に第１実施形態と同様に考えることができる。本実施形態は、図１１に示すように、中心Ｃ２を中心Ｃ２´に移動させた後に（オフセット距離を変化させた後に）、中心Ｃ２´を通過する線分を回転軸Ｒとしてターゲット４を回転させた位置にターゲット４を配置したものと考えることができる。即ち、オフセット距離と角度ωの両方を変化させたのが本実施形態である。本実施形態によれば、オフセット距離だけでなく角度ωも変化させているため、オフセット距離のみを変化させる従来の方法よりもオフセット距離の増大量を低減させつつ、基板１０の表面に投影面Ｐが重なることを回避できる。

[0033]（第３の実施形態）

上述した実施形態では、基板１０の表面を含む面の法線を回転軸Ｒとしていた。本実施形態ではターゲット４の面内に平行な線分を回転軸Ｒとしている。本実施形態について図１２及び図１３を用いて説明する。図１２は図８と同様に投影面Ｐが基板１０の上に投影されている状態を示す。図１３に示されるように、回転軸Ｒを中心にターゲット４を回転させた位置にターゲット４が配置されることで、投影面Ｐが基板１０の面外に位置している。

[0034] 本実施形態も本質的に第１実施形態と同様である。本実施形態ではターゲット４の面内に平行な線分を回転軸Ｒとしているため、角度θも変化する。即ち、図１２の状態を基準として、角度θ及び角度ωの両方を変化させたの

が本実施形態であるといえる。

[0035] 以上、上述した第１実施形態から第３実施形態は基板１０の面内の法線方向の成分を有する線分を回転軸Ｒとしてターゲット４を回転させた位置にターゲット４を配置することで、基板１０の表面に投影面Ｐが重ならないようにしている。

即ち、従来では基板１０の表面に投影面Ｐを重ねないために、ターゲット４を基板から離すか、もしくは角度θを小さくする方法を採っていた。この角度θは基板１０の面と平行な線分を回転軸として、ターゲット４を回転させた位置に、ターゲット４を配置していると言える。これに対して本発明では、基板１０の面内の法線方向の成分を有する線分を回転軸Ｒとしているために、ターゲット４と基板１０とのオフセット距離を変化させることなく、あるいはオフセット距離の増大量を従来に比べ低減させつつ基板１０の表面に投影面Ｐが重なることを回避できる。換言すれば、投影面Ｐが基板１０の被処理面に重ならないようにターゲット４と基板１０を配置するにあたって、法線Ｎ１と法線Ｎ２とが同一面上に存在しないようにしている。

[0036] 上述した実施形態において、角度ωを調整するために、ターゲットホルダ６にターゲット駆動部９が設けられていてもよい。このため、ターゲットホルダ６に取り付けるターゲット４の材質が変更された場合でも、必要な膜特性に合わせて角度ωを設定することができる。ターゲット駆動部９はさらに角度θを調整するように構成されてもよい。

もしくは、基板１０が載置されている基板載置面を回転させる回転駆動部に加え、ターゲット４に対する基板載置面の位置を変更可能な駆動部を１以上備える構成としてもよい。この場合、ターゲット４に対して、基板１０の位置を、基板１０の面内方向で変化させることで、基板１０に対するターゲット４の角度ωを調整可能とすることができる。

[0037] また上述した実施形態において、基板１０のその他の処理工程によっては、基板１０の外周から数ミリメートル程度の外縁部分は電子デバイス等に利用されず廃棄されることもある。そのような場合は基板１０の電子デバイス

等の製造に利用される有効利用領域から投影面Ｐが外れていれば良い。

[0038] 上述した実施形態では基板１０に対してターゲット４が１つだけ配置された例を説明したが、実施形態１乃至３に係るターゲット４が複数配置されていても良い。また第１乃至第３の実施形態に係るターゲット４を複数同時に用いて成膜処理を行っても良い。例えば第１実施形態に係るターゲット４を、法線Ｎ２について対称に２つ配置し、２つのターゲット４を同時にスパッタリングすることで基板１０への成膜処理を行っても良い。このようにすることでより基板１０の面内分布を改善することが可能となる。

[0039] 図２２を用いて本発明に係るスパッタリング装置を動作させるための制御装置について説明する。制御装置は主制御部１００を備え、主制御部１００に具備された記憶装置６３には、本発明に係る種々の基板処理プロセスを実行する制御プログラムが格納されている。例えば、制御プログラムは、マスクＲＯＭとして実装される。あるいは、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）などにより構成される記憶装置６３に、外部の記録媒体やネットワークを介して制御プログラムをインストールすることも可能である。主制御部１００は、スパッタ放電用電力を印加する電源１２、ガス導入機構１５、基板ホルダ駆動機構３１、ターゲットシャッター駆動機構１４、圧力計４１、及びゲートバルブ４２等とそれぞれ電気的に接続されており、スパッタリング装置の動作を管理し、制御できるように構成されている。

[0040] （実施例１）

第１実施形態におけるシミュレーションによる第１の実施例を図１４及び図１５を用いて説明する。

スパッタはＭｇＯターゲットを用いたＲＦスパッタとした。ターゲットの直径は１６４ｍｍとし、ターゲットの基板に対する傾き角度θ＝３０°とした。基板の直径は２００ｍｍとした。ターゲットと基板とのオフセット距離は２５０ｍｍとした。基板ホルダによる基板の面内回転は６０ｒｐｍとした。この状態において、ターゲットと基板とのＴＳ距離、及びターゲットの傾き角度ωを変化させて、それぞれの状態で基板１０へスパッタリング成膜処

理を行った際の、基板面内の膜厚分布の変化を調べた。図１４は、ωを変化させたときの基板１０及び基板１０を含む面へのターゲット投影面Ｐの変化を示している。図１４から分かるように、本実施例における条件では、ω＝４５°以上において、ターゲット投影面が基板上から外れている。

[0041] 次に、ωを変化させたときの基板面内における膜厚分布変化を図１５に示す。ターゲット投影面が基板上から外れるω＝４５°以上について着目すると、ＴＳ距離２００ｍｍにおいてはω＝０°に比べて膜厚分布が改善されていることが分かる。同じくＴＳ距離２４０ｍｍおよび２６０ｍｍにおいてもω＝０°に比べて膜厚分布が改善されていることが分かる。ＴＳ距離２８０ｍｍおよび３４０ｍｍにおいては、ω＝０°における膜厚分布が優れているため、ω＝４５°以上においては膜厚分布が僅かに悪くなっているものの、依然として良好な膜厚分布が得られていることがわかる。

[0042] （実施例２）

上述した第１実施形態におけるシミュレーションによる第２の実施例を図１６及び図１７を用いて説明する。

スパッタはＭｇＯターゲットを用いたＲＦスパッタとした。ターゲットの直径は１６４ｍｍとし、ターゲットの基板に対する傾き角度θ＝３０°とした。基板の直径は３００ｍｍとした。ターゲットと基板とのオフセット距離は２７０ｍｍとした。基板ホルダによる基板の面内回転は６０ｒｐｍとした。この状態において、ターゲットと基板とのＴＳ距離、及びターゲットの傾き角度ωを変化させて、それぞれの状態で基板１０へスパッタリング成膜処理を行った際、基板面内の膜厚分布の変化を調べた。図１６は、ωを変化させたときの基板１０及び基板１０を含む面へのターゲット投影面Ｐの変化を示している。図１６から分かるように、本実施例における条件では、ω＝６０°以上において、ターゲット投影面が基板上から外れている。

[0043] 次に、ωを変化させたときの基板面内における膜厚分布変化を図１７に示す。ターゲット投影面が基板上から外れるω＝６０°以上について着目すると、ＴＳ距離２００ｍｍにおいてはω＝０°のときと同等かあるいはそれよ

りも良好な膜厚分布が得られていることが分かる。ＴＳ距離２３０ｍｍおよび２６０ｍｍにおいては、ω＝０°のときよりも優れた膜厚分布が得られている。ＴＳ距離２９０ｍｍおよび３３０ｍｍにおいては、ω＝０°における膜厚分布が優れているため、ω＝６０°以上においては膜厚分布が僅かに悪くなっているものの、依然として良好な膜厚分布が得られていることがわかる。

[0044] 上述した実施例から分かるように、本発明を用いることで負イオンによる膜質劣化を低減しつつ、良好な膜厚分布を得ることが可能となる。

[0045] 上述した実施形態および実施例では全てターゲット４の投影面Ｐが基板１０に重ならないように成膜装置１を構成した。このターゲット４はターゲットホルダ６のターゲット取付部、基板１０は基板ホルダ７上の基板載置面に等しいと考えることができる。スパッタリング装置に用いられる基板１０のサイズは、通常のスパッタリング装置に用いられる他の一般的なモジュールにより決定され得る。即ち基板載置面も通常のスパッタリング装置における他の一般的なモジュールにより決定され得る。そして、基板載置面を含む面へのターゲット取付部の投影面が、基板載置面から外れるように、所定の角度ωを設定することで本願発明の効果を得ることができる。

[0046] また、基板１０の外縁を覆うマスク１１が設けられる場合、ターゲット投影面Ｐはマスク１１により形成される面から外れていれば良い。このときの様子を図１８及び図１９を用いて説明する。図１８及び図１９において、基板１０の外縁はマスク１１により覆われている。なお、図１８では、基板１０とマスク１１との位置関係を説明するために、マスク１１を透過させて図示している。図１９は、基板１０の中心法線Ｎ２と法線Ｎ３を含む面における、基板ホルダ７、基板１０およびマスク１１の断面図である。ラインＬはマスク１１の端部に接する線分であり、基板１０に対するターゲット４の傾斜角度と同様の傾斜角度を有する。このとき、マスク１１の上側の内径Ｘ１のうち、ラインＬで囲まれる領域Ｚ１にターゲット４の投影面Ｐが重ならない、すなわち投影面Ｐが領域Ｚ１よりも外側に形成されるようにする必要が

ある。なお図１９は角度θについて記載しているが、マスク１１を設ける場合、マスク１１によって基板１０の表面上にできる影を角度θおよび角度ωの双方について考慮する。

[0047] 同様に、ターゲット４の外周部に防着部材３が設けられており、且つこの防着部材３がターゲット４の外縁の一部を覆っている場合について考える。このときの様子を図２０を用いて説明する。防着部材３により形成される法線Ｎ１を中心とする直径Ｘ２の円を、ターゲット４に対して垂直方向にターゲット４に投影した領域をＺ２とする。この領域Ｚ２によってターゲット投影面Ｐが形成される。即ち、ターゲット４の外縁が防着部材３により覆われる場合、領域Ｚ２により形成されるターゲット投影面Ｐが基板１０に重ならない、すなわち投影面Ｐが基板１０よりも外側に形成されるようにすれば良い。

[0048] 次にターゲット４のスパッタリング方法としてマグネトロンスパッタリング法を用いた場合の投影面Ｐについて、図２１を用いて説明する。ターゲットホルダ６の裏面にはマグネトロンユニット１９が配置されており、マグネトロンユニット１９のマグネット部分から出た磁力線Ｍが、ターゲット４の近傍において磁気トンネルを形成している。マグネトロンスパッタを用いる場合、ターゲット４の被スパッタ面は、マグネトロンユニット１９により形成される磁力線Ｍによって決定される。即ち、ターゲット４の直径に対して磁気トンネル部分の幅が小さい場合、被スパッタ面はターゲット４の直径よりも小さくなる。従って図２１においては、領域Ｚ３が実質的な被スパッタ面となる。このような場合、領域Ｚ３をターゲット４の中心法線方向に投影した面が投影面Ｐとなる。

[0049] 本発明は、上述の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

請求の範囲

［請求項1］ 基板を処理するための処理室と、

前記処理室の内部に配置され、前記基板を保持した状態において前記基板の面内方向に回転可能である基板ホルダと、

前記基板ホルダの斜向かいに位置し、前記基板ホルダに対して傾いて対向するターゲットホルダと、を備え、

前記基板ホルダの基板載置面を含む面上に対して、前記ターゲットホルダのターゲット保持面の中心法線方向に投影される前記ターゲット保持面の投影面が、前記基板ホルダの基板載置面よりも外側に形成され、

前記基板載置面の中心法線と前記ターゲットホルダの中心法線とが同一面上に無いことを特徴とするスパッタリング装置。

［請求項2］ 前記ターゲットホルダの裏面に配置されるマグネトロンユニットを備えることを特徴とする請求項１に記載のスパッタリング装置。

［請求項3］ 基板を処理するための処理室と、

前記処理室の内部に配置され、前記基板を保持した状態において前記基板の面内方向に回転可能である基板ホルダと、

前記基板ホルダの斜向かいに位置し、前記基板ホルダに対して傾いて対向するターゲットホルダと、を備え、

前記基板ホルダの基板載置面を含む面の垂線であって且つ前記ターゲットホルダのターゲット保持面の中心点を通過する含む第１の線と、前記ターゲット保持面の中心法線とが為す角度をθとし、

前記第１の線と基板載置面の中心法線とを含む第１の面と、前記基板ホルダの基板載置面の中心法線と平行であって且つ前記ターゲット保持面の中心法線を含む第２の面とが為す角度をωとしたとき、

前記θは、１５度≦θ≦６０度であり、

前記ωは、１５度≦｜ω｜≦７５度であり、

前記基板載置面を含む面上に対して、前記ターゲット保持面の中心

法線方向に投影される前記ターゲット保持面の投影面が、前記基板ホルダの基板載置面よりも外側に形成されることを特徴とするスパッタリング装置。

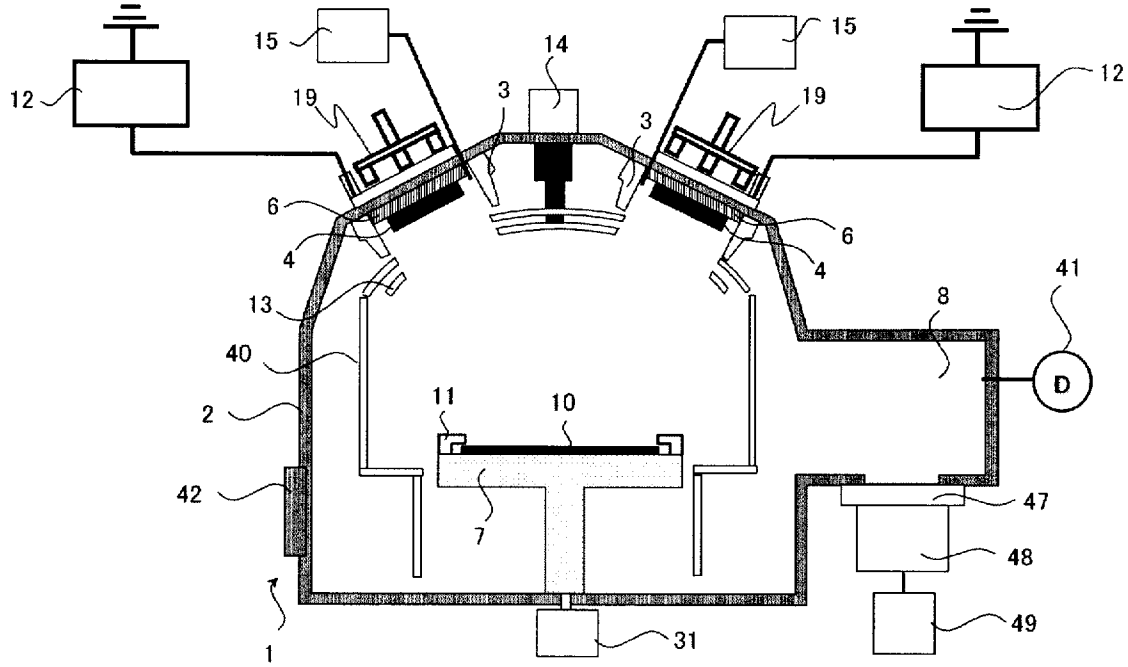
［請求項4］ 前記ターゲットホルダの裏面に配置されるマグネトロンユニットを備えることを特徴とする請求項３に記載のスパッタリング装置。

［請求項5］ 基板の斜向かいに位置し、前記基板に対して傾けて対向配置されたターゲットを用いて、前記基板を回転させながら前記基板に対してスパッタリング成膜処理を行うスパッタリング方法において、

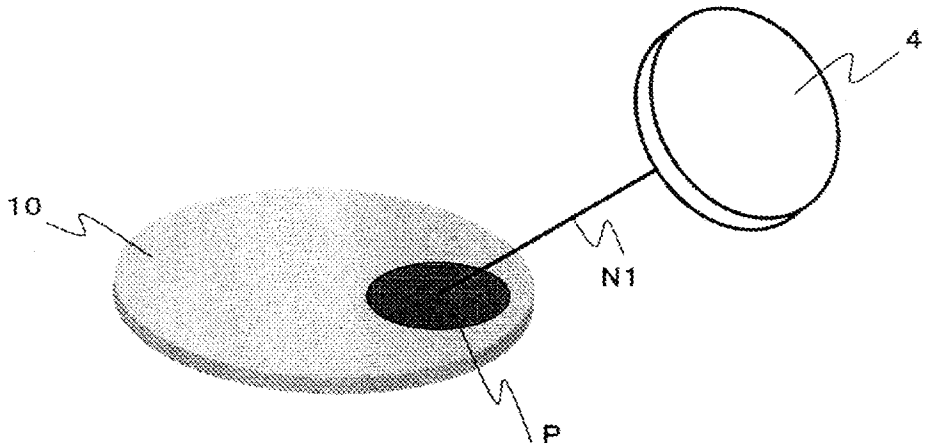
前記基板の被処理面の中心法線が、前記ターゲット表面の中心法線と同一面上に存在せず、且つ、前記被処理面を含む面上に対して前記ターゲット表面の中心法線方向に投影された前記ターゲット表面の投影面が、前記被処理面よりも外側に形成されるように、前記基板を載置した状態で、前記基板に前記スパッタリング成膜処理を行うことを特徴とするスパッタリング方法。

［請求項6］ 前記スパッタリング方法は、前記ターゲットの裏面に配置されたマグネトロンユニットを用いて行うマグネトロンスパッタリング方法であることを特徴とする請求項５に記載のスパッタリング方法。

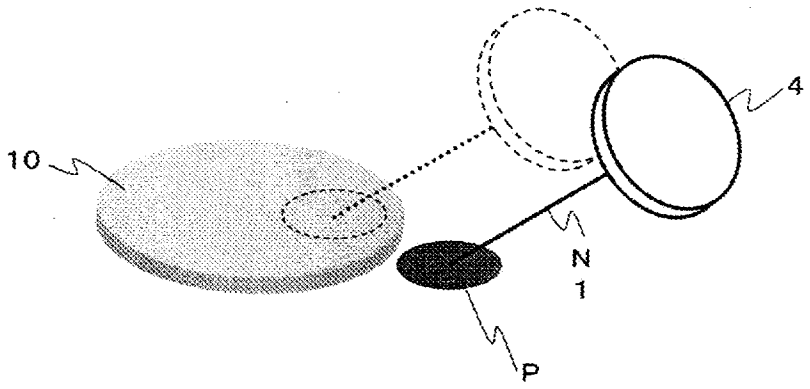
[図1]


15
15
14
12
12
19
19
3
3
6
6
4
4
41
13
8
40
D
11
10
2
42
47
7
48
49
1
31

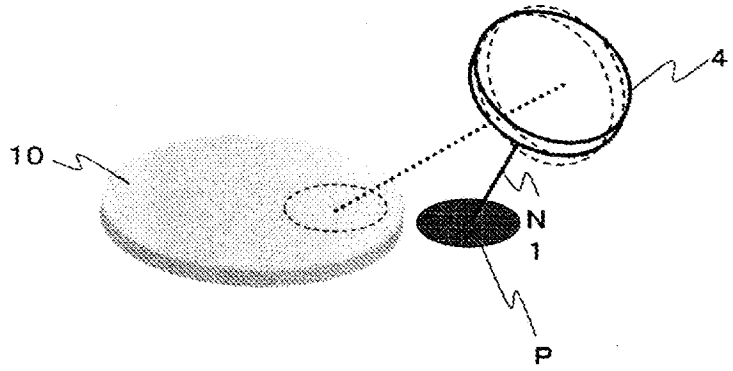
[図2]


4
10
N1
P

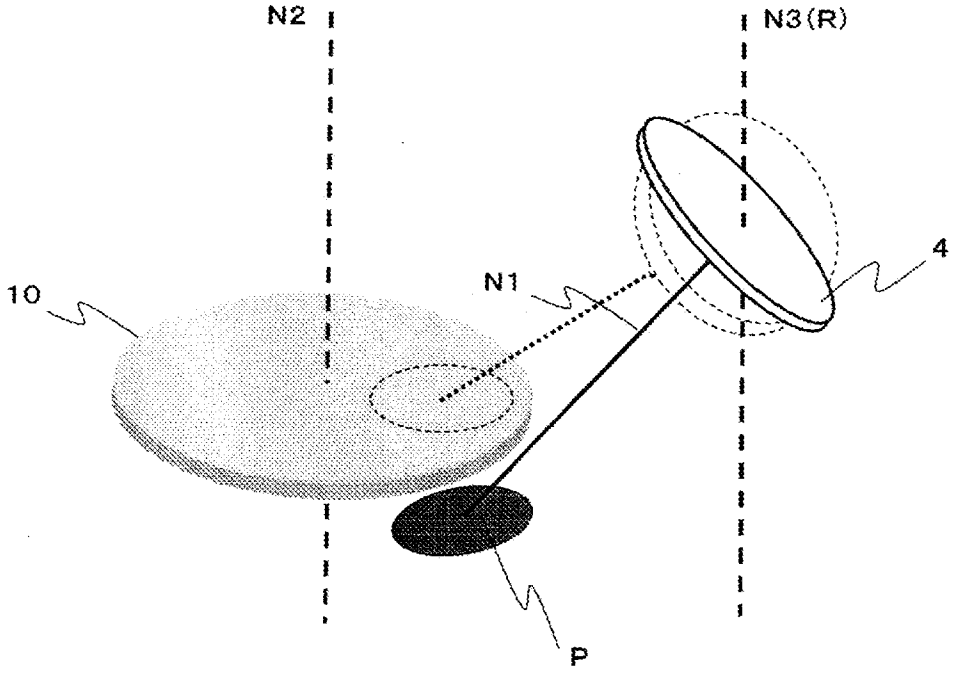
[図3A]


4
10
N
1
P

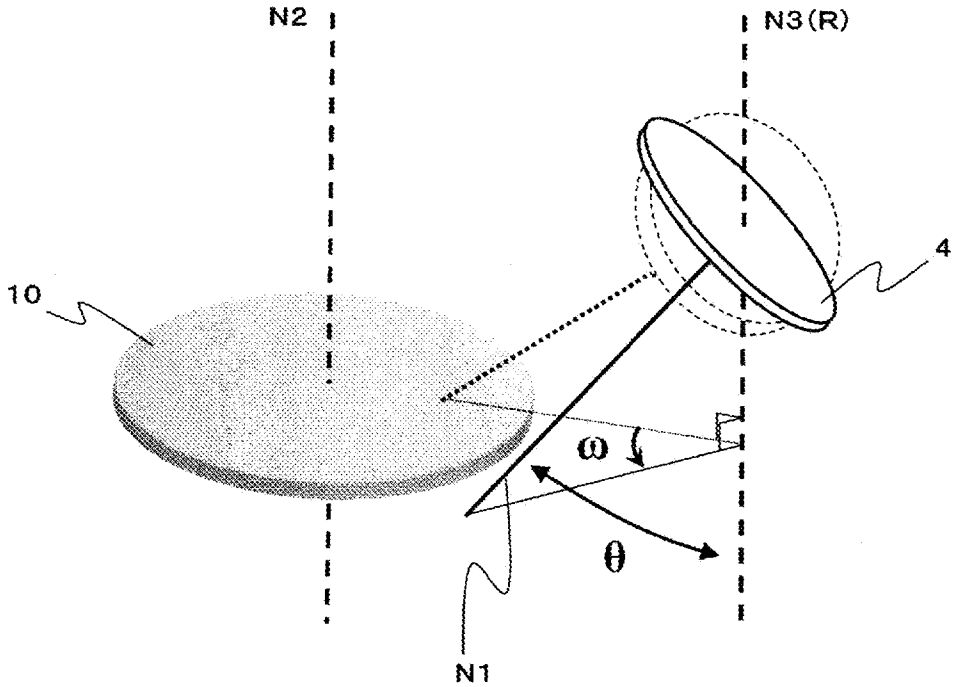
[図3B]



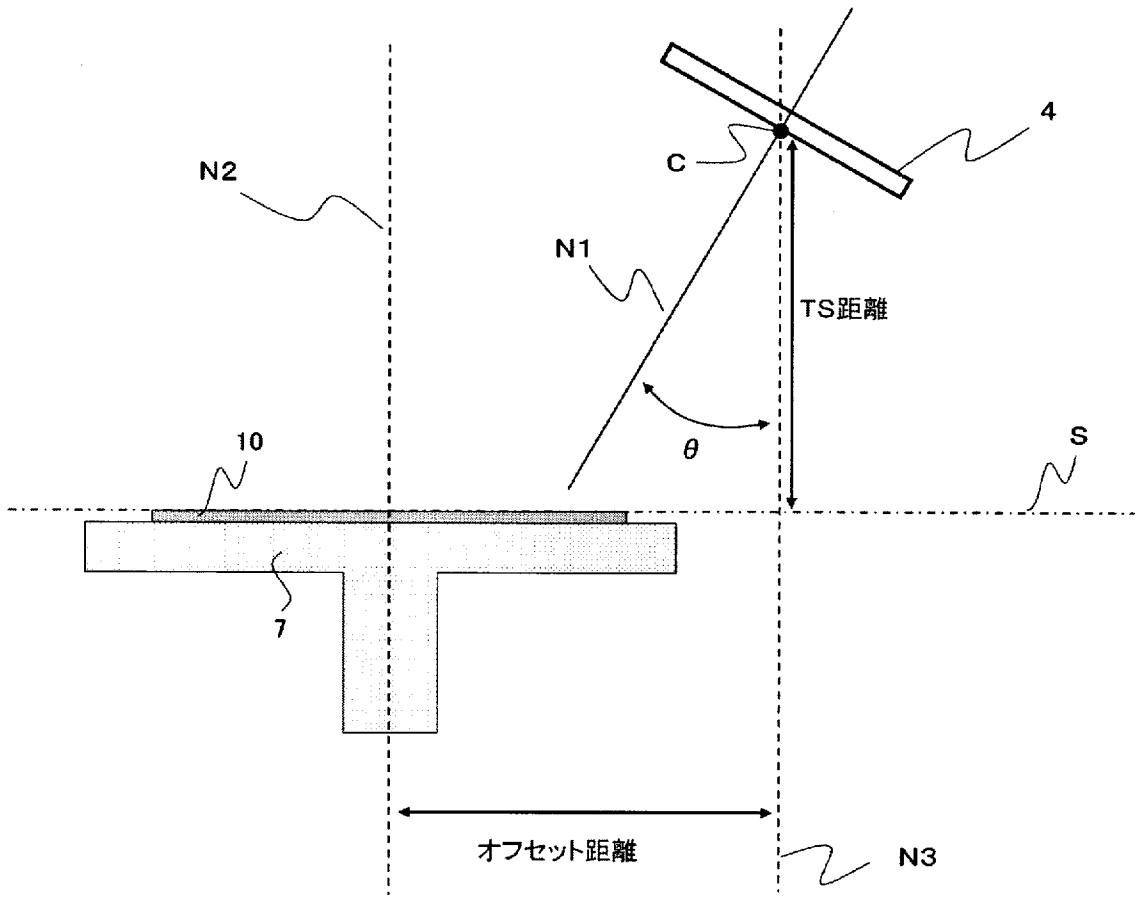
[図4]



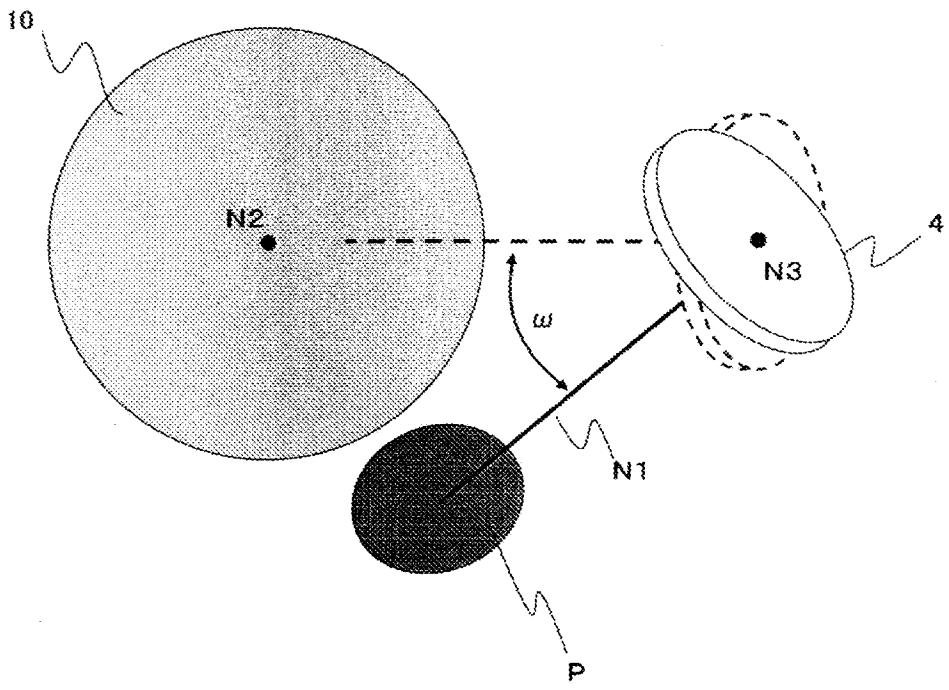
[図5]



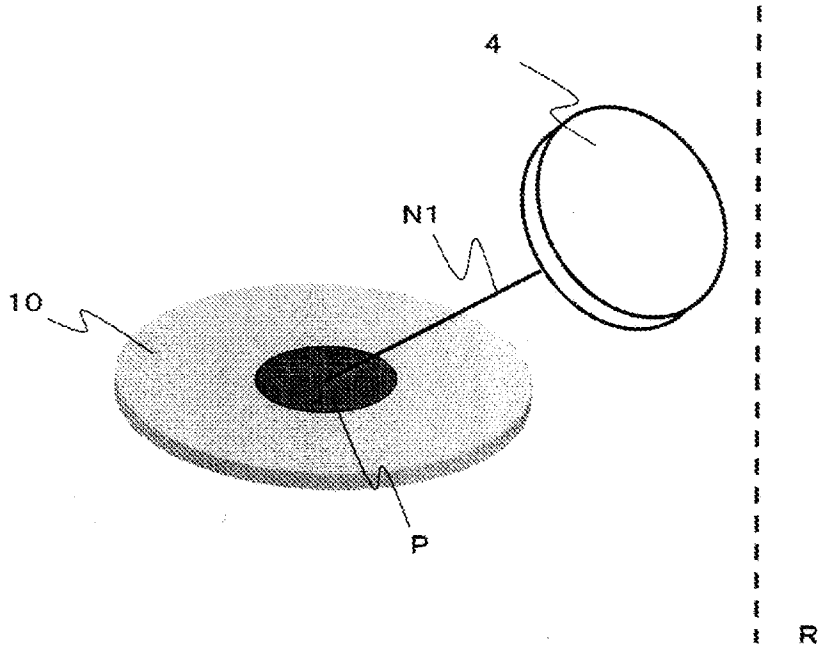
[図6]



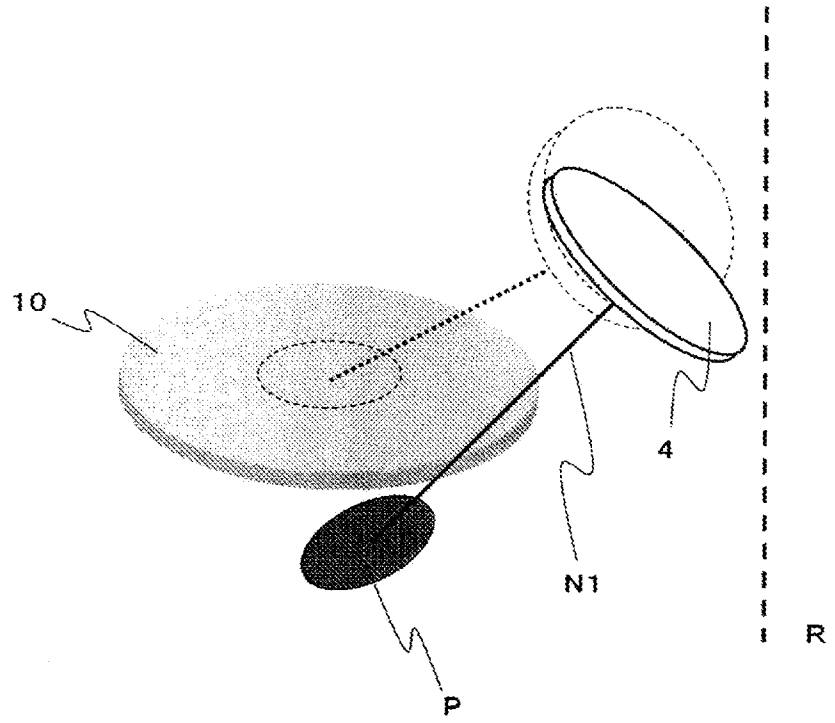
[図7]



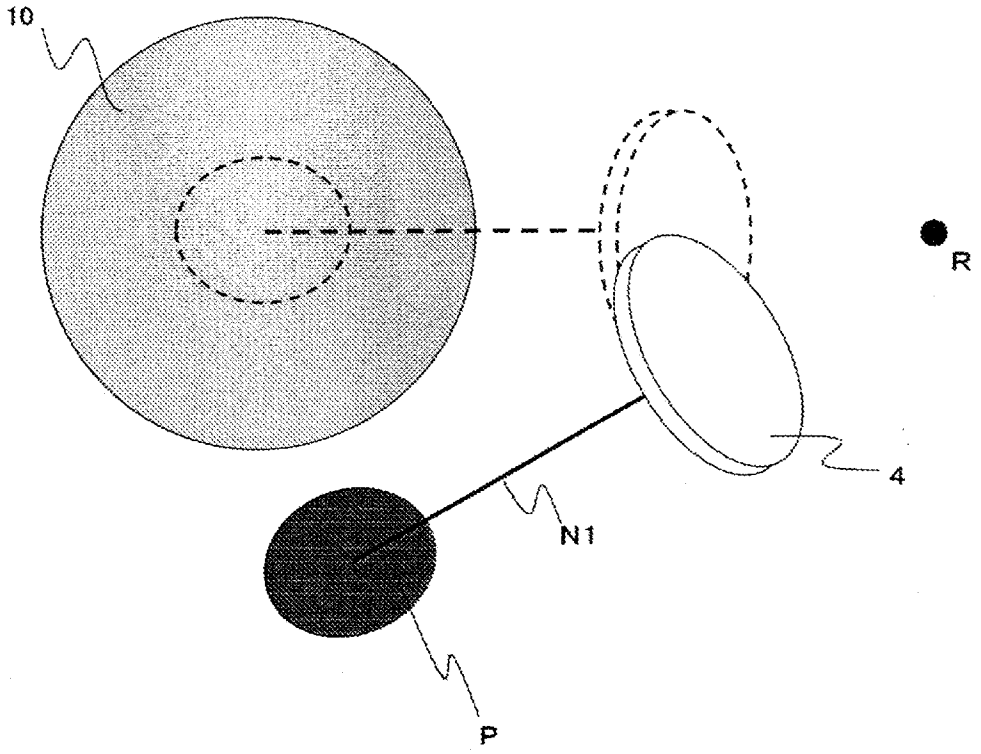
[図8]



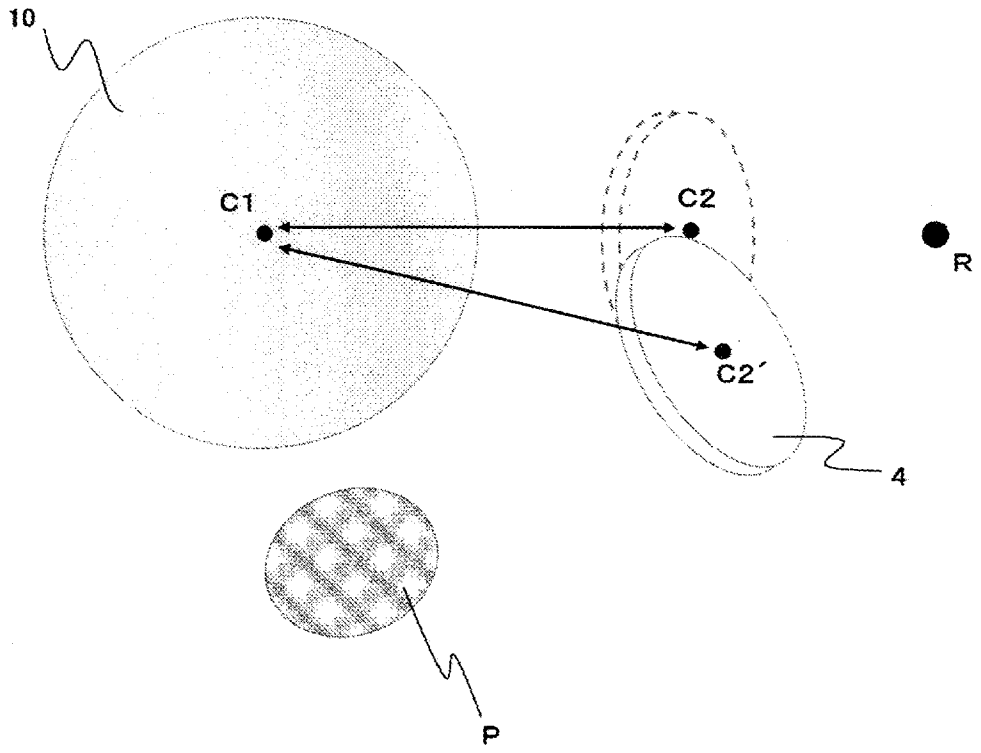
[図9]



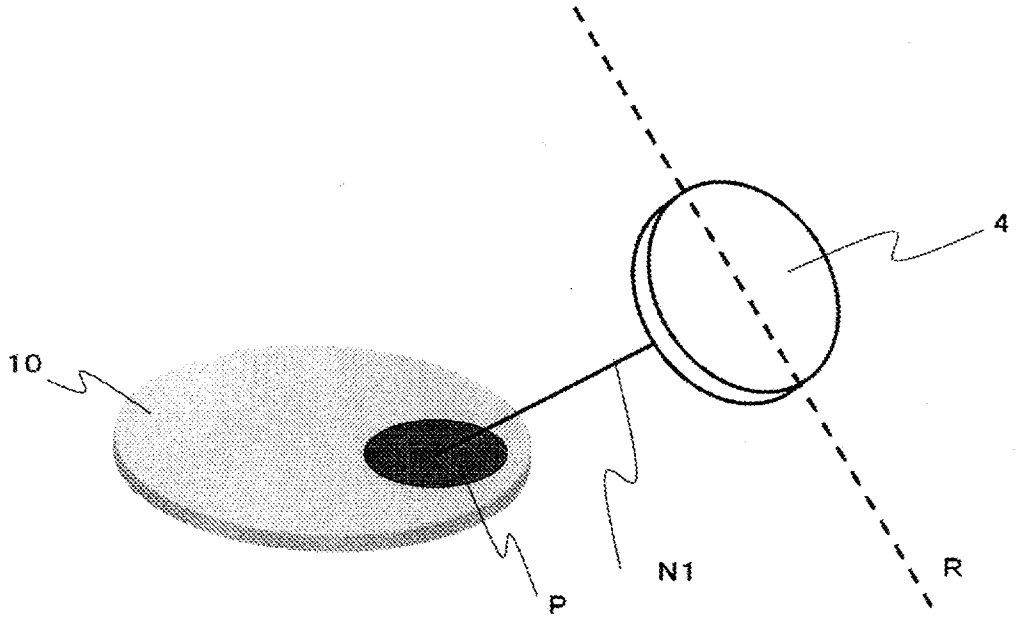
[図10]



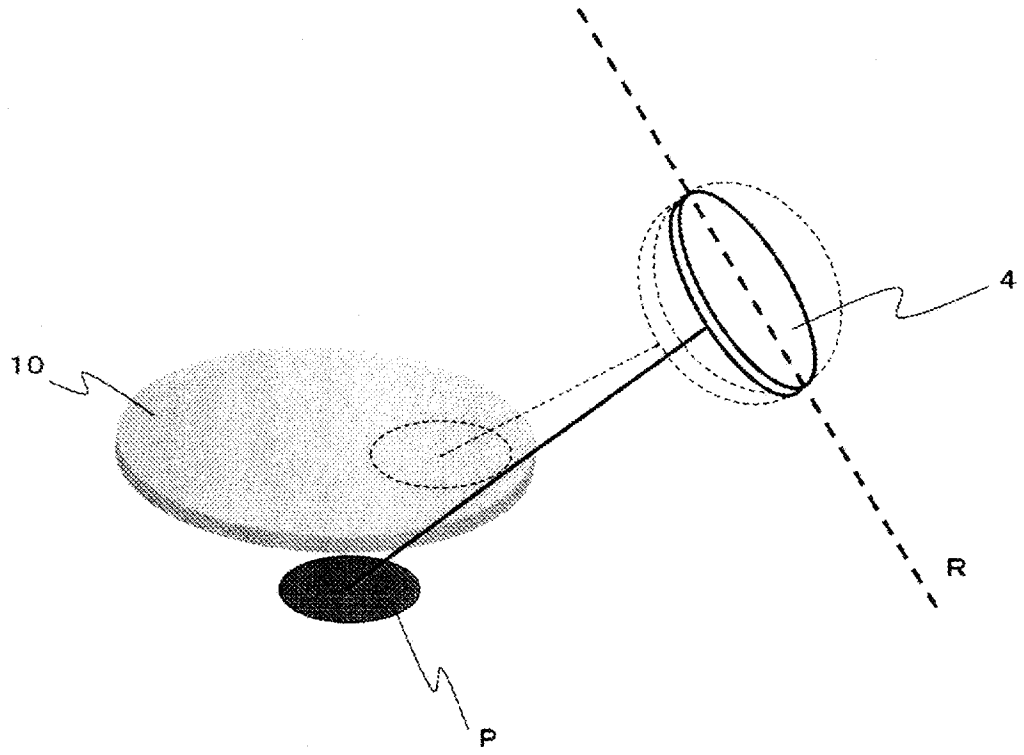
[図11]



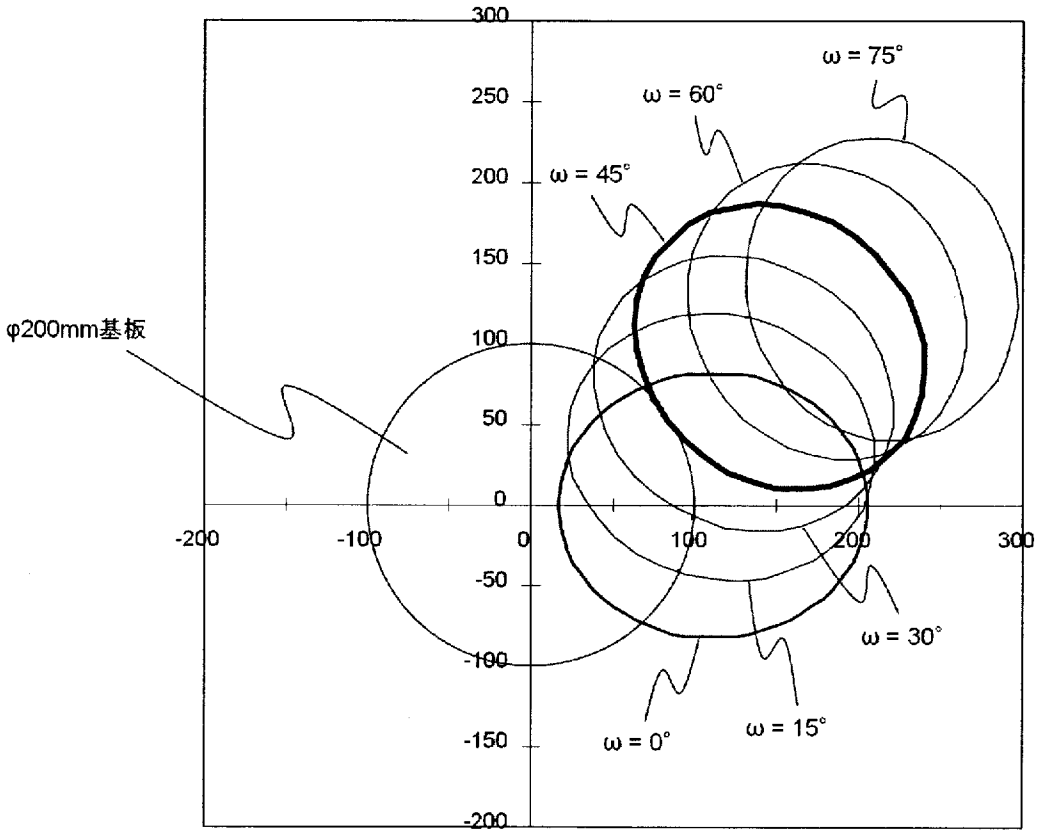
[図12]



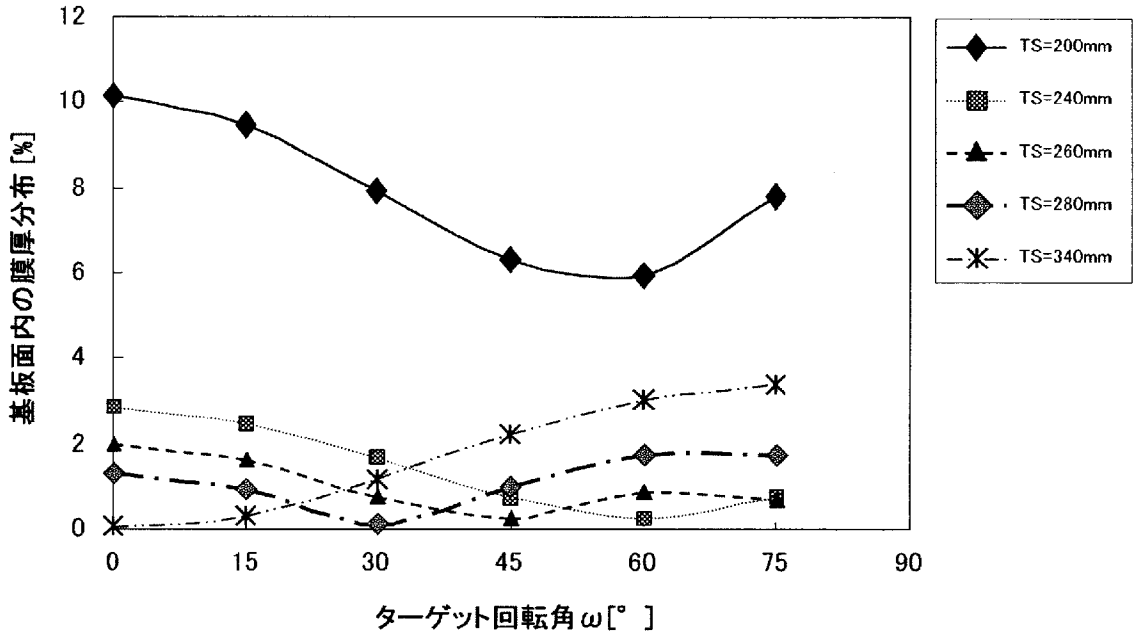
[図13]



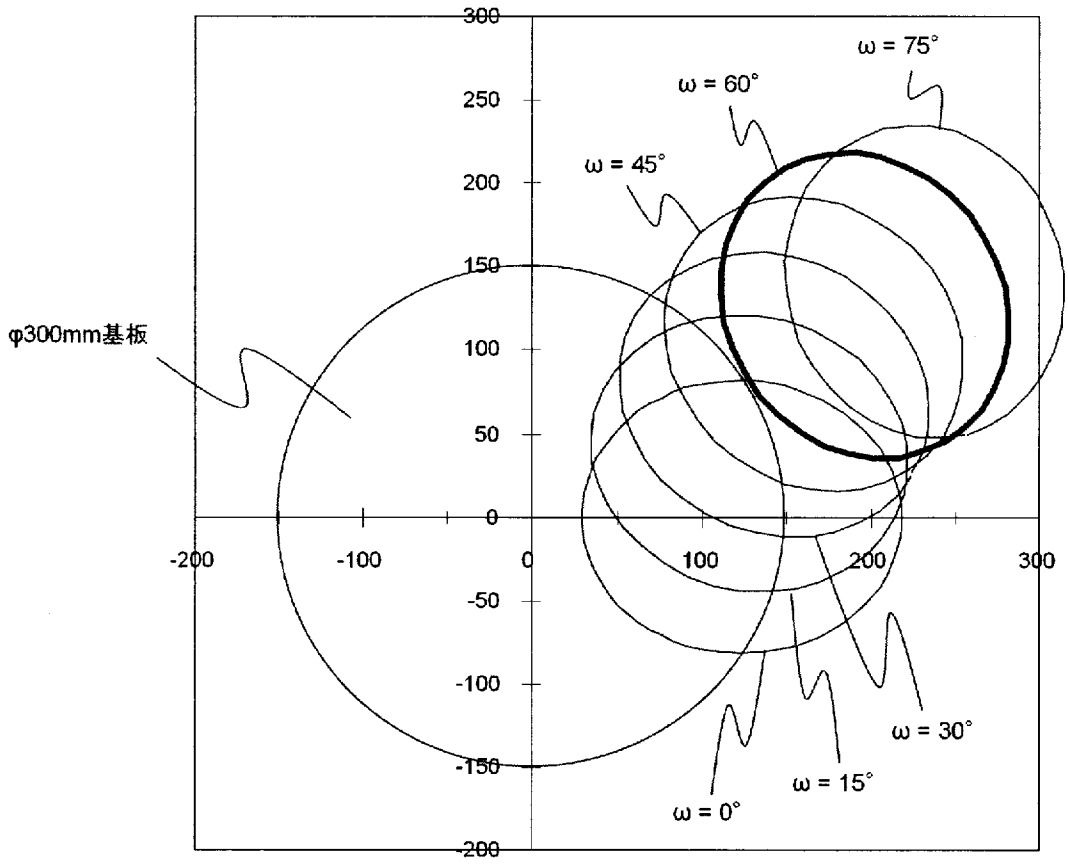
[図14]


300
250
200
150
100
50
0
-50
-100
-150
-200
-200
-100
0
100
200
300
ω = 75°
ω = 60°
ω = 45°
φ200mm基板
ω = 30°
ω = 0°
ω = 15°

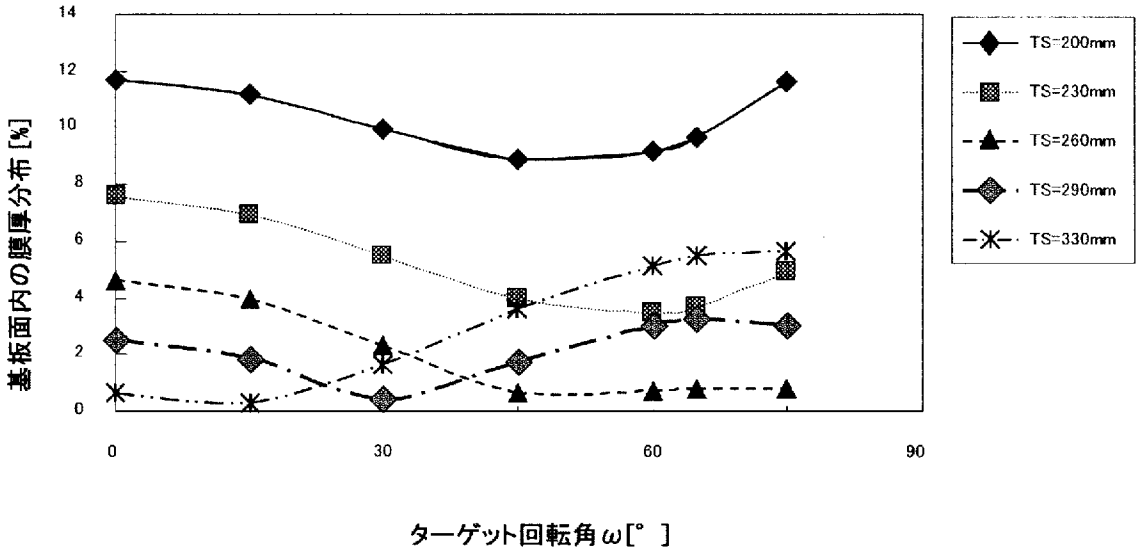
[図15]


12
10
8
6
4
2
0
0
15
30
45
60
75
90
基板面内の膜厚分布 [%]
ターゲット回転角 ω[°]
TS=200mm
TS=240mm
TS=260mm
TS=280mm
TS=340mm

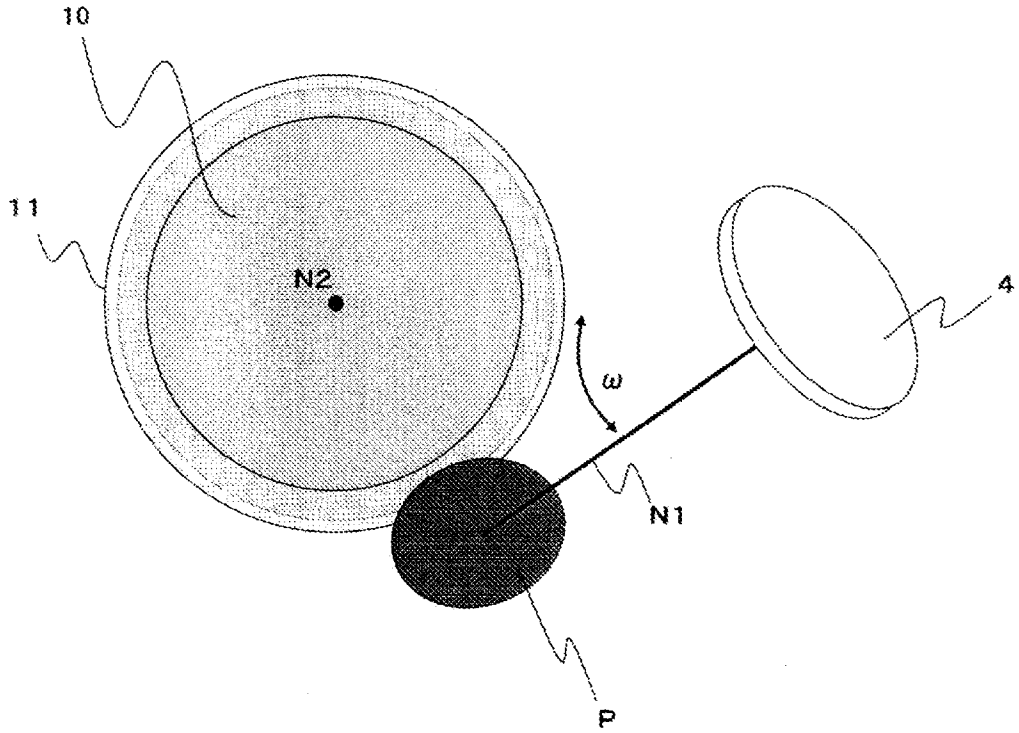
[図16]


300
250
200
150
100
50
0
-50
-100
-150
-200
-200
-100
0
100
200
300
ω = 75°
ω = 60°
ω = 45°
φ300mm基板
ω = 30°
ω = 15°
ω = 0°

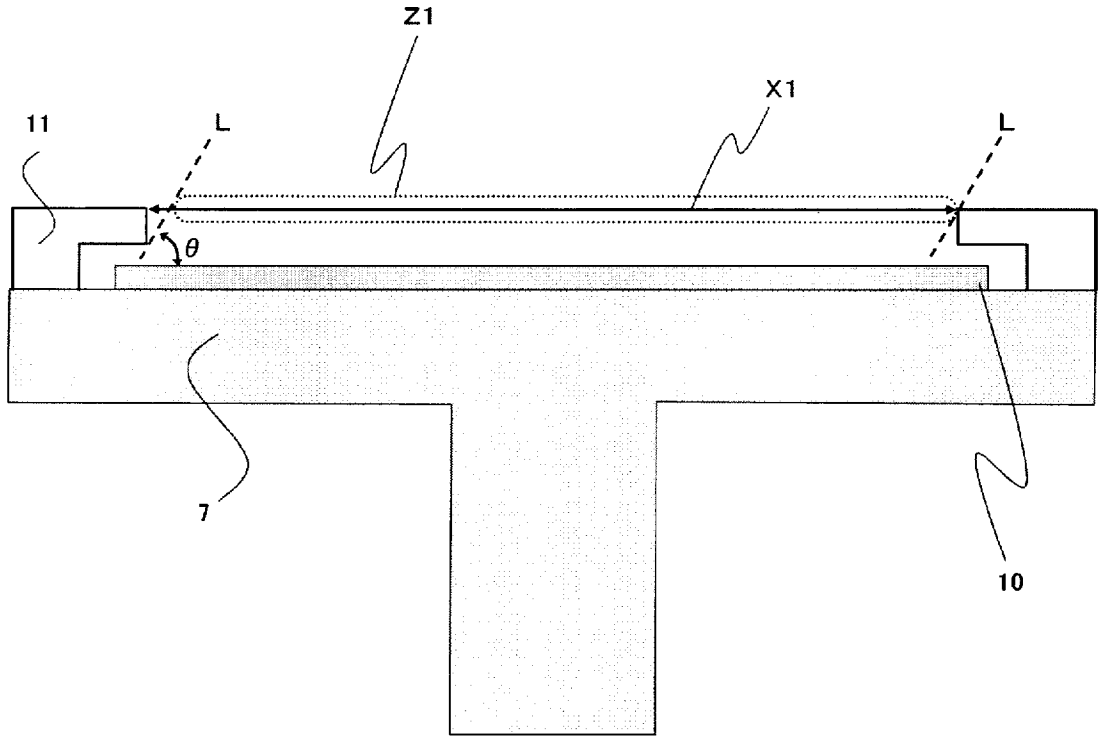
[図17]


14
12
10
8
6
4
2
0
0
30
60
90
基板面内の膜厚分布[%]
ターゲット回転角ω[°]
TS=200mm
TS=230mm
TS=260mm
TS=290mm
TS=330mm

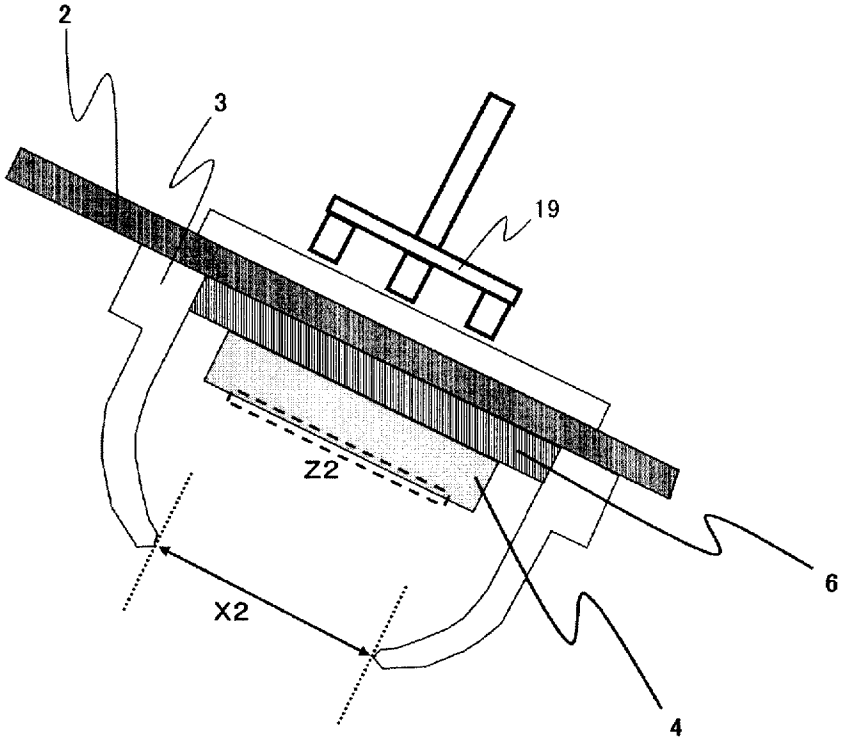
[図18]



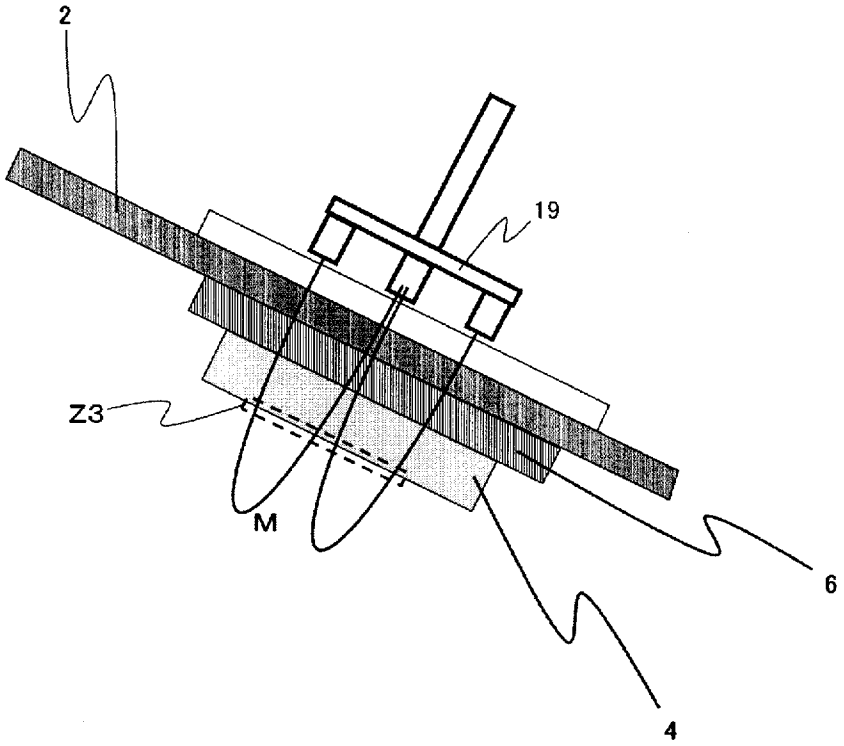
[図19]



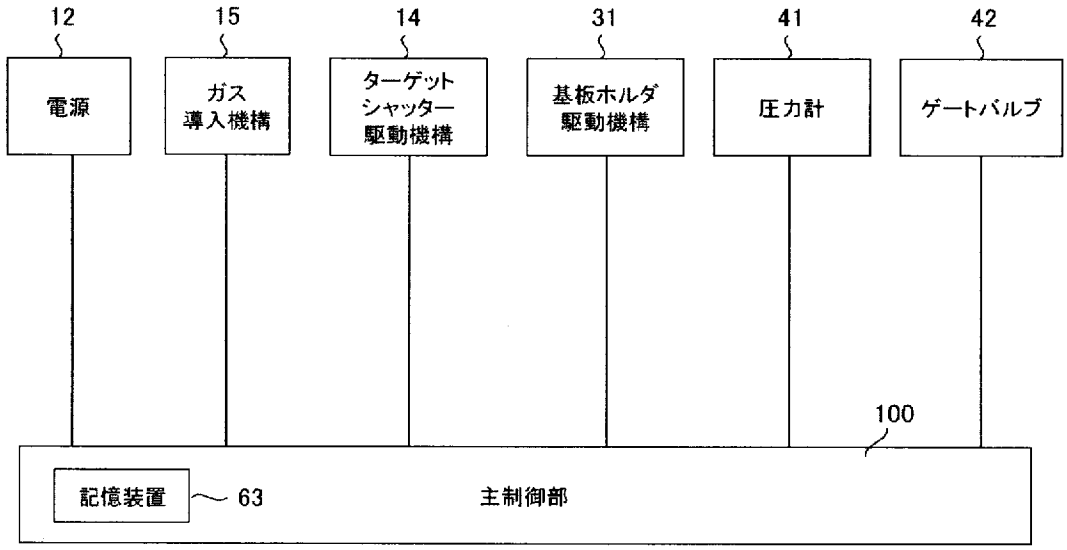
[図20]



[図21]



[図22]


12
15
14
31
41
42
電源
ガス
導入機構
ターゲット
シャッター
駆動機構
基板ホルダ
駆動機構
圧力計
ゲートバルブ
100
記憶装置
63
主制御部

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/001095

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C23C14/34(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)
C23C14/34

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
Y	JP 2011-058073 A (Ulvac, Inc.), 24 March 2011 (24.03.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
Y	JP 62-070568 A (Hitachi, Ltd.), 01 April 1987 (01.04.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2009-235429 A (Iwate University), 15 October 2009 (15.10.2009), (Family: none)	1-6
A	WO 2008/126489 A1 (Tokyo Electron Ltd.), 23 October 2008 (23.10.2008), & TW 200848535 A	1-6

☒ 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	Date of mailing of the international search report
28 May, 2013 (28.05.13)	11 June, 2013 (11.06.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/001095

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 2001-335924 A (Canon Inc.), 07 December 2001 (07.12.2001), (Family: none)	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／００１０９５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C23C14/34(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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
Y	JP 2011-058073 A (株式会社アルバック) 2011.03.24, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 62-070568 A (株式会社日立製作所) 1987.04.01, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2009-235429 A (国立大学法人岩手大学) 2009.10.15, (ファミリーなし)	1-6

☑　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、国際出願日以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 ２８．０５．２０１３	国際調査報告の発送日 １１．０６．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　４Ｇ　４６６５ 塩谷　領大 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
A	WO 2008/126489 A1（東京エレクトロン株式会社）2008.10.23, & TW 200848535 A	1-6
A	JP 2001-335924 A（キヤノン株式会社）2001.12.07, （ファミリーなし）	1-6