

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4792242号
(P4792242)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年7月29日(2011.7.29)

(51) Int.Cl.	F I
G02B 1/11 (2006.01)	G02B 1/10 A
C23C 14/34 (2006.01)	C23C 14/34 C
C23C 14/54 (2006.01)	C23C 14/54 F
G02B 5/28 (2006.01)	G02B 5/28

請求項の数 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2005-155846 (P2005-155846)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成17年5月27日(2005.5.27)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2006-330485 (P2006-330485A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成18年12月7日(2006.12.7)	(74) 代理人	100106909
審査請求日	平成20年5月26日(2008.5.26)		弁理士 棚井 澄雄
(出願人による申告) 平成17年度、新エネルギー・産業技術総合開発機構、民間基盤技術試験研究業務委託、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100086379
			弁理士 高柴 忠夫
		(74) 代理人	100129403
			弁理士 増井 裕士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜形成装置及び薄膜形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一ターゲットを保持する第一保持部と、
 第二ターゲットを保持する第二保持部と、
 第一基板が配される第一基板保持部と、
 前記第一基板とは別の第二基板が配される第二基板保持部と、
 前記第一基板保持部及び前記第二基板保持部が設けられ、前記第一保持部及び前記第二保持部と対向して配される基板移動部と、
 該基板移動部を移動させる移動機構と、
 前記基板移動部と前記第一保持部との間に配され、第一開口部を有する第一可変機構と
 、
 前記基板移動部と前記第二保持部との間に配され、第二開口部を有する第二可変機構と
 、
 前記第二基板保持部と対向可能に配されている測定器の測定結果に基づき、前記第一開口部及び前記第二開口部の少なくとも一方の大きさを变化させる制御部とを備え、
 前記第二基板保持部は、
 第一、第二、及び第三保持領域を有し、
 前記第一保持領域及び前記第二保持領域と対向する第一孔と、前記第二保持領域及び前記第三保持領域と対向する第二孔とを有する仕切り部が配されており、
 前記測定器は、前記第二基板の光学特性を測定し、

10

20

前記測定器の測定結果は、前記光学特性の変化である
ことを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項 2】

前記測定器が、前記第一保持領域乃至前記第三保持領域と対向可能な位置に配されていることを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜形成装置。

【請求項 3】

第一基板保持部に配された第一基板と対向する位置に第一保持部に保持された第一ターゲットおよび第二保持部に保持された第二ターゲットを配置し、前記第一基板と同じ側で第一、第二、及び第三保持領域を有する第二基板保持部に配された、前記第一基板とは別の第二基板を配置してスパッタリングを行なって、薄膜を形成する薄膜形成方法であって、

10

前記スパッタリングの際に、

前記第一および第二のターゲットから、ターゲット物質を飛散させる工程と、

前記第一基板保持部及び前記第二基板保持部が設けられ、前記第一保持部及び前記第二保持部と対向して配される基板移動部を移動させる工程と、

前記飛散したターゲット物質を、前記第一保持領域及び前記第二保持領域と対向する第一孔と前記第二保持領域及び前記第三保持領域と対向する第二孔とを有する仕切り部の、前記第一孔および前記第二孔を通過させる工程と、

前記第二基板保持部と対向可能に配されている測定器により、前記第二基板を測定する工程と、

20

前記測定器の測定結果に基づいて、前記基板移動部と前記第一保持部との間に配された第一開口部と、前記基板移動部と前記第二保持部との間に配され第二開口部との少なくとも一方の大きさを変化させることにより、前記第一基板に到達する前記ターゲット物質の量を変化させる工程と

を備え、

前記測定器は、前記第二基板の光学特性を測定し、

前記測定器の測定結果は、前記光学特性の変化である
ことを特徴とする薄膜形成方法。

【請求項 4】

前記光学特性の変化が、前記第二基板に成膜される薄膜の膜厚変化に基づくものであることを特徴とする請求項 3 に記載の薄膜形成方法。

30

【請求項 5】

前記光学特性が、光量或いは分光特性であることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の薄膜形成方法。

【請求項 6】

前記ターゲット物質の量を変化させる工程が、前記第一基板に一つの薄膜を作製した後に行われることを特徴とする請求項 3 から 5 の何れか一つに記載の薄膜形成方法。

【請求項 7】

前記ターゲット物質の量を変化させる工程が、前記第一基板に一つの薄膜を作製する中で行われることを特徴とする請求項 3 から 5 の何れか一つに記載の薄膜形成方法。

40

【請求項 8】

前記ターゲット物質の量を変化させる工程が、前記第一基板への成膜が終了した後に行われることを特徴とする請求項 3 から 5 の何れか一つに記載の薄膜形成方法。

【請求項 9】

前記第一基板上に多層膜を形成する際に、

前記第一基板上に、前記第一基板と同じ屈折率を有する混合膜を作製する工程と、該混合膜の作製工程の後に、前記多層膜を作製する工程とを備え、

前記混合膜の作製工程において、前記混合膜の透過光量又は反射光量が増加あるいは減少しないように、前記ターゲット物質の到達量を変化させることを特徴とする請求項 3 に記載の薄膜形成方法。

50

【請求項 10】

前記第一基板上に、高い屈折率を有する高屈折率膜と、該高屈折率膜よりも相対的に低い屈折率を有する低屈折率膜とを有する多層膜を作製する際に、

前記高屈折率膜と前記低屈折率膜の略平均の屈折率を有する混合膜を作製する工程と、
前記混合膜の透過光量又は反射光量を測定する工程と、

理想値と測定値との乖離を減らす方向に前記ターゲット物質の到達量を変化させて、次層以降を成膜する工程とを備えていることを特徴とする請求項 3 に記載の薄膜形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、反射防止膜や干渉フィルターなどの光学薄膜を作製する薄膜形成装置及びその方法に関する。

【背景技術】

【0002】

カメラ、顕微鏡等の光学機器には、反射防止膜や干渉フィルター膜などの光学薄膜が多数用いられている。これらの光学薄膜は、単層から 100 層以上まで、様々な膜構造を有する。これらの光学薄膜において所望の光学特性を得るためには、各層における薄膜の膜厚と屈折率を、正確に制御することが重要となる。

このような光学薄膜において、一つの薄膜の作製（形成）に用いる物質（材料）の種類を増やすことで、光学薄膜の設計の容易化、及び高性能化を図ることができる。このため、近年、混合膜の利用を検討するメーカーが増えている。

20

【0003】

ここで、成膜技術としては、大きく分けて真空蒸着法とスパッタリング法があげられる。真空蒸着法は大量生産には適する。一方、大面積基板への成膜、真空装置内における雰囲気や成膜レート of 安定性に関しては、スパッタリング法が優れている。こうした背景から、混合膜の作製にあたってはスパッタリング法を採用する傾向にある。なお、ここでは、薄膜の作製に用いる物質（材料）をターゲット物質、またはターゲット材料（以下、単にターゲット物質とする。）と称している。また、ターゲット物質の集合体を、ターゲットと称している。

この混合膜の形成にあたっては、例えば、基板の距離と複数のターゲット間の距離を、混合膜を作製するのに最適な距離となるように設定している。そして、各ターゲット物質への印加電力を制御することで、基板上に所望の混合膜を作製するものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

30

【0004】

反射防止膜や干渉フィルター膜といった光学薄膜では、所望の光学特性（例えば、分光透過率特性や分光反射率特性）が要求される。このような光学特性を得るには、1 つ 1 つの薄膜が、所望の膜厚と屈折率を有する必要がある。特許文献 1 に係る薄膜形成装置でこのような薄膜を作製するには、導入ガスの種類と導入圧力、投入電力の相互作用を考慮して、安定したプラズマをターゲット上に発生させる必要がある。

しかしながら、特許文献 1 に係る薄膜形成装置では、特に、所望の屈折率を持つ薄膜を精度良く作製することは難しい。

40

【特許文献 1】特開 2002 - 266071 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は上記事情に鑑みて成されたものであり、薄膜、特に、2 種類以上のターゲット物質を使って作製される混合膜において、所望の屈折率を有する薄膜を精度良く作製することができる薄膜形成装置及び薄膜形成方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用する。

本発明に係る薄膜形成装置は、第一ターゲットを保持する第一保持部と、第二ターゲットを保持する第二保持部と、第一基板が配される第一基板保持部と、前記第一基板とは別の第二基板が配される第二基板保持部と、前記第一基板保持部及び前記第二基板保持部が設けられ、前記第一保持部及び前記第二保持部と対向して配される基板移動部と、該基板移動部を移動させる移動機構と、前記基板移動部と前記第一保持部との間に配され、第一開口部を有する第一可変機構と、前記基板移動部と前記第二保持部との間に配され、第二開口部を有する第二可変機構と、前記第二基板保持部と対向可能に配されている測定器の測定結果に基づき、前記第一開口部及び前記第二開口部の少なくとも一方の大きさを変化させる制御部とを備え、前記第二基板保持部は、第一、第二、及び第三保持領域を有し、前記第一保持領域及び前記第二保持領域と対向する第一孔と、前記第二保持領域及び前記第三保持領域と対向する第二孔とを有する仕切り部が配されており、前記測定器は、前記第二基板の光学特性を測定し、前記測定器の測定結果は、前記光学特性の変化であることを特徴とする。

10

【0007】

本発明の成膜装置によれば、成膜量を規定している第一開口部と第二開口部のうち、少なくとも一方の開口幅を、所定の情報に基づいて調整する（以下、フィードバック制御とする）ことができる。これにより、第一基板に到達するターゲット物質（材料）の量が、適宜、調整される。従って、成膜時に、各ターゲット物質（材料）を好適な割合で混合できるので、所望の屈折率を有する薄膜を、屈折率に関して精度良く作製することができる。

20

また、第二基板が測定器の前を通過する際に、測定器により第二基板の光学特性を測定することができる。そのため、光学特性の変化を成膜情報として、第一基板の成膜におけるフィードバック制御に利用することができる。すなわち、制御部にて、第一開口部及び第二開口部の少なくとも一方について、好適な開口幅を規定することができる。よって、所望の屈折率を有する薄膜を、屈折率に関してより精度良く作製することができる。

また、3つの第二基板を、異なる3つの保持領域に配することになる。ここで、第一保持領域に保持した第二基板には、第一孔を通過したターゲット物質のみで成膜することができる。また、第二保持領域に保持した第二基板には、第一孔及び第二孔の両方を通過したターゲット物質で成膜することができる。また、第三保持領域に保持した第二基板には、第二孔を通過したターゲット物質のみで成膜することができる。従って、少なくとも1つの第二基板の光学特性を成膜情報として、第一基板の成膜におけるフィードバック制御に利用することができる。よって、所望の屈折率を有する薄膜を、屈折率に関して精度良く作製することができる。

30

また、第二基板の光学特性を測定することによって、第一基板に到達するターゲット物質の量を把握することができる。そのため、ターゲット物質の到達量を、好適に規定することができる。その結果、2つ以上のターゲット物質が好適な割合で混合されるので、所望の屈折率を有する混合膜を、屈折率に関して精度良く作製することができる。

【0011】

また、本発明に係る薄膜形成装置は、前記薄膜形成装置であって、前記測定器が、前記第一保持領域及び前記第三保持領域に配されていることを特徴とする。

40

本発明の薄膜形成装置によれば、第一孔のみを通過するターゲット物質により作製された薄膜と、第二孔のみを通過するターゲット物質により作製された薄膜とを、それぞれ測定することができる。従って、第一基板に成膜される混合膜の構成物質ごとに、成膜量を検出することができる。よって、所望の屈折率を有する薄膜を、屈折率に関してより精度良く作製することができる。

【0012】

本発明に係る薄膜形成方法は、第一基板保持部に配された第一基板と対向する位置に第一保持部に保持された第一ターゲットおよび第二保持部に保持された第二ターゲットを配置し、前記第一基板と同じ側で第一、第二、及び第三保持領域を有する第二基板保持部に

50

配された、前記第一基板とは別の第二基板を配置してスパッタリングを行なって、薄膜を形成する薄膜形成方法であって、前記スパッタリングの際に、前記第一および第二のターゲットから、ターゲット物質を飛散させる工程と、前記第一基板保持部及び前記第二基板保持部が設けられ、前記第一保持部及び前記第二保持部と対向して配される基板移動部を移動させる工程と、前記飛散したターゲット物質を、前記第一保持領域及び前記第二保持領域と対向する第一孔と前記第二保持領域及び前記第三保持領域と対向する第二孔とを有する仕切り部の、前記第一孔および前記第二孔を通過させる工程と、前記第二基板保持部と対向可能に配されている測定器により、前記第二基板を測定する工程と、前記測定器の測定結果に基づいて、前記基板移動部と前記第一保持部との間に配された第一開口部と、前記基板移動部と前記第二保持部との間に配され第二開口部との少なくとも一方の大きさを变化させることにより、前記第一基板に到達する前記ターゲット物質の量を変化させる工程とを備え、前記測定器は、前記第二基板の光学特性を測定し、前記測定器の測定結果は、前記光学特性の変化であることを特徴とする。

10

【0013】

本発明の薄膜形成方法によれば、第二基板の光学特性を測定することによって、第一基板に到達するターゲット物質の量を把握することができる。そのため、ターゲット物質の到達量を、好適に規定することができる。その結果、2つ以上のターゲット物質が好適な割合で混合されるので、所望の屈折率を有する混合膜を、屈折率に関して精度良く作製することができる。

【0014】

20

また、本発明に係る薄膜形成方法は、前記薄膜形成方法であって、前記光学特性の変化が、前記第二基板に成膜される薄膜の膜厚変化に基づくものであることを特徴とする。

本発明の薄膜形成装置によれば、第二基板の光学特性の変化を測定器にて計測することによって、第二基板に形成される薄膜の膜厚変化を検出することができる。

【0015】

また、本発明に係る薄膜形成方法は、前記薄膜形成方法であって、前記光学特性が、光量或いは分光特性であることを特徴とする。

本発明の薄膜形成方法によれば、光学式の測定器にて光量或いは分光特性の変化を計測することによって、第二基板の成膜量を好適に検出することができる。

【0016】

30

また、本発明に係る薄膜形成方法は、前記薄膜形成方法であって、前記ターゲット物質の量を変化させる工程が、前記第一基板に一つの薄膜を作製した後に行われることを特徴とする。

本発明の薄膜形成方法によれば、当該層の成膜条件を見直した結果を、次層以降の成膜条件に反映することができる。よって、次層以降の薄膜について、所望の屈折率を有する薄膜を、屈折率に関して精度良く作製することができる。

【0017】

また、本発明に係る薄膜形成方法は、前記薄膜形成方法であって、前記ターゲット物質の量を変化させる工程が、前記第一基板に一つの薄膜を製作する中で行われることを特徴とする。

40

本発明の薄膜形成方法によれば、一つの膜の形成時に成膜条件を見直すことができる。よって、屈折率に関してより精度の高い成膜を行うことができる。

【0018】

また、本発明に係る薄膜形成方法は、前記薄膜形成方法であって、前記ターゲット物質の量を変化させる工程が、前記第一基板への成膜が終了した後に行われることを特徴とする。

本発明の薄膜形成方法によれば、一つの多層膜を成膜する度に成膜条件を見直すので、複数の基板に成膜を行う場合の時間を短縮することができる。

【0019】

また、本発明に係る薄膜形成方法は、前記薄膜形成方法であって、前記第一基板上に多

50

層膜を形成する際、前記第一基板上に、前記第一基板と同じ屈折率を有する混合膜を作製する工程と、該混合膜の作製工程の後に、前記多層膜を作製する工程とを備え、前記混合膜の作製工程において、前記混合膜の透過光量又は反射光量が増加あるいは減少しないように、前記ターゲット物質の到達量を変化させることを特徴とする。

【0020】

本発明の薄膜形成方法によれば、第一基板上に多層膜を作製する前に、第一基板と同じ屈折率の混合膜を、第一基板上に作製する。この混合膜の作製の際、第一基板へのターゲット物質の到達量を適切に変化させる。よって、第一基板の屈折率に対して、混合膜の屈折率が上方向あるいは下方向に変化することがない。これによって、好適な屈折率を有する多層膜を形成することができる。

10

【0021】

また、本発明に係る薄膜形成方法は、前記薄膜形成方法であって、前記第一基板上に、高い屈折率を有する高屈折率膜と、該高屈折率膜よりも相対的に低い屈折率を有する低屈折率膜とを有する多層膜を作製する際に、前記高屈折率膜と前記低屈折率膜の略平均の屈折率を有する混合膜を作製する工程と、前記混合膜の透過光量又は反射光量を測定する工程と、理想値と測定値との乖離を減らす方向に前記ターゲット物質の到達量を変化させて、次層以降を成膜する工程とを備えていることを特徴とする。

【0022】

本発明の薄膜形成方法によれば、混合膜の透過光量又は反射光量を測定することで、理想値と測定値との乖離がある場合には、混合膜の膜厚に乖離があると判断することができる。そこで、この乖離を生じさせないように、基板に到達するターゲット物質量を適切に変化させることによって、二層目以降が好適な屈折率を有する多層膜を形成することができる。

20

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、屈折率の異なる二つ以上の物質（材料）を用いて成膜を行なう際に、所望の屈折率を有する薄膜を、屈折率に関して精度良く作製することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

第1の実施形態について、図1から図7を参照して説明する。

30

本実施形態に係る薄膜形成装置1を、図1から図3に示す。本実施形態に係る薄膜形成装置1では、第一スパッタリングターゲット（第一ターゲット）5と第二スパッタリングターゲット（第二ターゲット）6が、同一円周上に配置されている。ここで、スパッタリングターゲット5及び6は、いずれも真空チャンバ2の内部に配置されている。また、第一スパッタリングターゲット5、及び第二スパッタリングターゲット6の大きさは、それぞれφ4インチである。なお、薄膜形成装置1では、同一円周上に、第三スパッタリングターゲット7も配設可能となっている。これらのスパッタリングターゲットは、第一基板3に、ターゲット物質、すなわち成膜物質を提供するために用いられる。

第一スパッタリングターゲット5は、第一保持部4aに保持されている。この第一保持部4aは、水冷された第一マグネトロンカソード8上に配置されている。第二スパッタリングターゲット6は、第二保持部4bに保持されている。この第二保持部4bは、水冷された第二マグネトロンカソード10上に配置されている。なお、上述のように、第三スパッタリングターゲット7を用いることもできる。この場合、第三スパッタリングターゲット7は、第三保持部4cに保持される。この第三保持部4cは、水冷可能に第三マグネトロンカソード11上に配置される。

40

【0027】

第一基板3は、第一ヤトイ（第一基板保持部）12上に保持されている。また、第二ヤトイ（第二基板保持部）15上には、第一基板3とは別の第二基板13が保持されている。そして、第一ヤトイ12は、第二ヤトイ15とともに、回転保持具（基板移動部）16に保持されている。回転保持具16は、第一スパッタリングターゲット5、第二スパッタ

50

リングターゲット 6 及び第三スパッタリングターゲット 7 と対向する位置に配置されている。なお、本実施形態では、回転保持具 1 6 からスパッタリングターゲットまでの間隔は、105mmである。

なお、第一ヤトイ 1 2 及び第二ヤトイ 1 5 は、いずれも同一円周上に配されている。

【0028】

回転保持具 1 6 は円板状に形成されている。この回転保持具 1 6 は、モータ（移動機構）2 2 に、回転軸 1 7 を介して接続されている。よって、回転保持具 1 6 は、回転軸 1 7 の回りに回転する。この回転により、所定の 4 つの位置を、第一ヤトイ 1 2 及び第二ヤトイ 1 5 が通過する。ここで、第一位置 1 8 は、ヤトイが第一マグネトロンカソード 8 と対向する位置である。また、第二位置 2 0 は、ヤトイが第二マグネトロンカソード 1 0 と対向する位置である。また、第三位置 2 1 は、ヤトイが第三マグネトロンカソード 1 1 と対向する位置である。また、第四位置は、ヤトイが光学監視ポート 5 3 と対向する位置である。回転保持具 1 6 を回転させる時の回転数は、10rpm以上が望ましい。なお、この回転数は、50rpm以上がより望ましい。

【0029】

また、薄膜形成装置 1 は、図 4 に示すように、第一可変機構 2 5 と、第二可変機構 2 7 と、第三可変機構 2 8 と、シャッター 3 0 と、防着板（仕切り部）3 1 とを備えている。ここで、第一可変機構 2 5 は、回転保持具 1 6 と第一マグネトロンカソード 8 との間に配置されている。この第一可変機構 2 5 は、第一開口部 2 3 を有する。第二可変機構 2 7 は、回転保持具 1 6 と第二マグネトロンカソード 1 0 との間に配置されている。この第二可変機構 2 7 は、第二開口部 2 6 を有する。また、第三可変機構 2 8 は、回転保持具 1 6 と第三マグネトロンカソード 1 1 との間に配置されている。この第三可変機構 2 8 は、第一開口部 2 3 及び第二開口部 2 6 と同様に、不図示の第三開口部を有する。第一開口部 2 3 、第二開口部 2 6 及び第三開口部は、いずれも、開口部の大きさを変化させることができる。

また、シャッター 3 0 は、第一開口部 2 3 と第一スパッタリングターゲット 5 の間、第二開口部 2 6 と第二スパッタリングターゲット 6 の間、及び不図示の第三開口部と第三スパッタリングターゲット 7 との間に、それぞれ配置されている。このシャッター 3 0 は、不図示の駆動系により駆動される。この駆動により、両者（開口部とスパッタリングターゲット）の間を開閉することによって、成膜の開始と終了とを行う。また、図 5 に示すように、防着板（仕切り部）3 1 は、各スパッタリングターゲット 5 、 6 、 7 の間を仕切っている。防着板 3 1 の高さは、排気を妨げない高さとなっている。

【0030】

各可変機構 2 5 、 2 7 、 2 8 は、何れも同一の構成となっている。よって、ここでは、第一可変機構 2 5 を例にして説明する。第一可変機構 2 5 は、仕切り板 3 2 、 3 3 と、ボールネジ 3 5 と、ガイド 3 6 とサーボモータ 3 7 とを備えている。仕切り板 3 2 、 3 3 は一対となって、開口部を形成する。仕切り板 3 2 、 3 3 は、ボールネジ 3 5 、ガイド 3 6 、及びサーボモータ 3 7 によって、それぞれ対向する方向に直進運動する。これによって、両者の間に形成される間隙、即ち開口部の大きさを変化させることができる。開口部の原点位置は、仕切り板 3 2 、 3 3 が互いに接触した状態（閉口して開口部が無くなった状態）になっている位置である。この原点位置において、仕切り板 3 2 、 3 3 の境界線上に、第一スパッタリングターゲット 5 の中心が位置する。このような位置関係となるように、第一可変機構 2 5 と第一スパッタリングターゲット 5 が、それぞれ配置されている。

また、第一可変機構 2 5 は、位置センサー 3 8 、 4 0 と、不図示のエンコーダを有している。位置センサー 3 8 、 4 0 は、原点位置の検出を行うために設けられている。また、開口部の開口幅は、エンコーダで検出される。例えば、本実施形態では、開口部の最大開口幅は70mmである。

【0031】

防着板 3 1 は、上部防着板 3 1 A と、下部防着板 3 1 B とを備えている。上部防着板 3 1 A には、第一孔 3 1 a 、第二孔 3 1 b 及び第三孔 3 1 c が形成されている。第一孔 3 1

10

20

30

40

50

a、第二孔 3 1 b 及び第三孔 3 1 c の形状は、何れも円形である。第一スパッタリングターゲット 5 より飛散したターゲット物質は、第一孔 3 1 a を通過する。同様に、第二スパッタリングターゲット 6 より飛散したターゲット物質は、第二孔 3 1 b を通過する。また、第三スパッタリングターゲット 7 より飛散したターゲット物質は、第三孔 3 1 c を通過する。それぞれの孔を通過したターゲット物質は、第一基板 3 及び第二基板 1 3 に到達する。また、下部防着板 3 1 B は、各スパッタリングターゲット 5、6、7 の間を区切るための板状部材を有する。この板状部材と、真空チャンバ 2 の側壁及び真空チャンバ 2 の底面とで、各スパッタリングターゲット 5、6、7 について、個別の空間 (4 4 , 5 4 , 6 4) を形成している。

【 0 0 3 2 】

薄膜形成装置 1 はさらに、測定器 4 1 と、制御部 4 2 と、直流電源 4 3 と、粗引きポンプ 4 5 と高真空ポンプ 4 6 とを備えている。測定器 4 1 は、第二基板と対向可能な位置に配置されている。よって、測定器 4 1 を使って、第二基板 1 3 の成膜状態を検出することができる。測定器 4 1 による測定結果は、制御部 4 2 に送られる。制御部 4 2 では、測定器 4 1 の測定結果に基づき、第一開口部 2 3、第二開口部 2 6、及び第三開口部の少なくとも 1 つについて、開口部の大きさを変化させる。直流電源 4 3 は、直流電力を供給する。この供給された電力によって、各スパッタリングターゲット 5、6、7 上に、プラズマを発生させることができる。粗引きポンプ 4 5 は、真空チャンバ 2 内の気体を粗引きする。また、高真空ポンプ 4 6 は、真空チャンバ 2 内を高真空にする。

真空チャンバ 2 には、各スパッタリングターゲットごとに、ガス導入口と真空計が設けられている。このガス導入口を介して、真空チャンバ 2 内に、処理のためのガスを導入することができる。また、真空計により、チャンバ内の圧力を検出することができる。

前述のように、各スパッタリングターゲットが配置されている空間は、下部防着板 3 1 B で仕切られている。このうち、第一スパッタリングターゲット 5 が配置されている空間 4 4 には、真空計 4 7、ガス導入口 4 8、4 9 が設けられている。また、第二スパッタリングターゲット 6 が配置されている空間 5 4 には、真空計 5 7、ガス導入口 5 8、5 9 が設けられている。第三スパッタリングターゲット 7 が配置されている空間 6 4 には、真空計 6 7、ガス導入口 6 8、6 9 が設けられている。

【 0 0 3 3 】

測定器 4 1 は、透過型の光学式測定器である。この測定器 4 1 は、被測定物に光を照射し、被測定物から来る光の光量 (光強度) を検出するものである。測定器 4 1 は、光源 5 0 と、伝達部材 5 1 と、投光側光学系保持部材 5 2 と、出射側光学系保持部材 5 5 と、モノクロメータ 5 6 と、不図示の受光素子とを備えている。伝達部材 5 1 は、光源 5 0 より発した光を、投光側光学系保持部材 5 2 に導光する。投光側光学系保持部材 5 2 は、伝達部材 5 1 を通った光を、第二基板 1 3 に投光する。出射側光学系保持部材 5 5 は、第二基板 1 3 を透過した光を受光する。受光は、真空チャンバ 2 の底面に配された光学監視ポート 5 3 を介して行なわれる。モノクロメータ 5 6 は、伝達部材 5 1 を通った光のうち、任意の波長のみを透過させる。受光素子は、モノクロメータ 5 6 からの光を電気信号に変換する。

【 0 0 3 4 】

投光側光学系保持部材 5 2 は、不図示の光学系を有している。また、真空チャンバ 2 には、第二ヤトイ 1 5 が通過する位置と対向する位置に、不図示の $\phi 10\text{ mm}$ の孔が形成されている。この孔を通して、投光側光学系保持部材 5 2 からの光が、第二基板 1 3 に向かって投光される。

モノクロメータ 5 6 は、波長 400 nm から 800 nm までの範囲を、 1 nm おきに分光する。分光された光は、受光素子によって受光される。モノクロメータ 5 6 と受光素子の相対位置が一定の場合、単一波長の光が受光素子に入射する。モノクロメータ 5 6 と受光素子の相対位置が可変の場合、 1 nm おきに、各波長の光量データの取り込みが行なえる。このように、モノクロメータ 5 6 と受光素子の組み合わせにより、単一波長での測定や、広範囲における分光特性の測定が可能である。

【 0 0 3 5 】

制御部 4 2 は、成膜の開始に際して、シャッター開信号をシャッター 3 0 に伝達する。成膜が開始されると、測定器 4 1 による測定が行なわれる。不図示の受光素子では、入射した光量（光強度）が電気信号に変換される。制御部 4 2 は、この電気信号を、光量データとして取り込む。光量データの取り込みは、第二基板 1 3 の回転に同期して行う。取り込んだ光量データは、毎回、個別に保存される。また、個別に保存した光量データを、蓄積する（全て加算する）していく。なお、光量データを個別に保存せず、順次、蓄積していても良い。このようにして得られた光量蓄積データは、第二基板 1 3 における光量変化を表している。すなわち、この蓄積データは、第二基板 1 3 上に形成される薄膜の、形成時間に対する透過率変化（分光透過率の変化）を表している。

10

ここで、第二基板 1 3 上と第一基板 3 上に作製される薄膜は、いずれも同じ条件で作製されている。そこで、制御部 4 2 は、蓄積データから、第一基板の薄膜が、所定の膜厚になったか否かを判断する。そして、所定の膜厚になったと判断したときには、制御部 4 2 は、シャッター閉信号をシャッター 3 0 に伝達する。これにより、成膜を完了する。

【 0 0 3 6 】

次に、薄膜形成装置 1 による薄膜形成方法、及び作用・効果について説明する。

この薄膜形成方法は、スパッタリングを行なって、第一基板 3 上及び第二基板 1 3 上に薄膜を形成する薄膜形成方法である。この薄膜形成方法では、スパッタリングの際に、第二基板 1 3 の光学特性を測定器 4 1 にて測定する工程と、光学特性の変化に基づいて、第一基板 3 に到達する物質の量を変化させる工程とを備えている。第一基板 3 に到達する物質は、それぞれ各スパッタリングターゲット 5、6（場合により、スパッタリングターゲット 7）から飛散したターゲット物質である。

20

本実施形態では、第一スパッタリングターゲット 5 として S i、第二スパッタリングターゲット 6 として N b を使用する。そして、第一基板 3 上の 1 層目、2 層目に S i O₂ と N b₂ O₅ との混合膜、3 層目に S i O₂ 膜を形成して 3 層の反射防止膜を作製する。なお、N b₂ O₅ 単層の屈折率は 2 . 3 7、S i O₂ 単層の屈折率は 1 . 4 6 である。

【 0 0 3 7 】

まず、屈折率 1 . 7 5 の第一基板 3 を、第一ヤトイ 1 2 にセットし、屈折率 1 . 5 2 の第二基板 1 3 を第二ヤトイ 1 5 にセットする。そして、真空チャンバ 2 内を、粗引きポンプ 4 5 及び高真空ポンプ 4 6 にて、例えば、 7×10^{-5} P a まで排気する。

30

その後、各スパッタリングターゲット 5、6 が配置されている空間 4 4、5 4 に、ガスの導入を行なう。空間 4 4 には、A r ガスを、ガス導入口 4 8 から導入する。その際、真空計 4 7 で測定を行いながら、 4×10^{-1} P a となるまで A r ガスを導入する。続いて、O₂ ガスを、ガス導入口 4 9 から導入する。この時も、真空計 4 7 で測定を行いながら、 5×10^{-1} P a となるまで O₂ ガスを導入する。続いて、直流電源 4 3 から 3 0 0 w の電力を印加し、第一スパッタリングターゲット 5 上に、プラズマを発生させる。これにより、3 分後に、S i O₂ 膜の成膜が可能となる（成膜の準備が完了する）。

【 0 0 3 8 】

同様に、空間 5 4 には、A r ガスを、ガス導入口 5 8 から導入する。その際、真空計 5 7 で測定を行いながら、 7×10^{-1} P a となるまで A r ガスを導入する。続いて、O₂ ガスを、ガス導入口 5 9 から導入する。この時も、真空計 5 7 で測定を行いながら、1 P a となるまで O₂ ガスを導入する。続いて、直流電源 4 3 から 3 0 0 w の電力を印加し、第二スパッタリングターゲット 6 上に、プラズマを発生させる。これにより、3 分後に、N b₂ O₅ 膜の成膜が可能となる（成膜の準備が完了する）。

40

なお、本実施形態では、S i O₂ 膜の成膜の準備と、N b₂ O₅ 膜の成膜の準備を同時に行なっている。

また、本実施形態では、成膜にあたって、第一スパッタリングターゲット 5 と、第二スパッタリングターゲット 6 だけを用いている。ただし、第三スパッタリングターゲット 7 を成膜に用いる場合もある。この場合は、真空計 6 7 で測定を行いながら、ガス導入口 6 8、6 9 から所定のガスを導入すればよい。

50

【 0 0 3 9 】

続いて、第一開口部 2 3 及び第二開口部 2 6 の開口幅を、所定の幅に設定する。所定の幅は、過去の成膜データに基づいて算出した値、あるいは開口部の最大値など、適宜に設定すればよい。ここでは、第一開口部 2 3 の開口幅と第二開口部 2 6 の開口幅は 7 0 m m、すなわち、各開口部の最大値に設定されている。開口幅の設定後、回転モータ 2 2 を駆動して、回転保持具 1 6 を所定の回転数で回転させる。その後、各シャッター 3 0 を同時に開けて、成膜を開始する。

ここでは、以下の表 1 に示す値を設定して成膜した。

【 0 0 4 0 】

【表 1】

基板側からの 層数	光学膜厚 (nm)	開口幅 (mm)		屈折率
		SiO ₂ 側	Nb ₂ O ₅ 側	
1	127	70	70	1.80
2	244	10	70	2.19
3	118	70	0	1.46

【 0 0 4 1 】

この設定に従って、まず 1 層目の薄膜について、成膜を開始する。成膜が始まると、第一基板 3 と第二基板 1 3 が、第一位置 1 8、第二位置 2 0、第四位置 2 4 を、順に通過していく。そして、第二基板 1 3 が第四位置 2 4 を通過する際、測定器 4 1 による単一波長における測定が行われる。測定器 4 1 による測定データは、制御部 4 2 に送られる。制御部 4 2 では、光量データの収集と光量蓄積データの算出が行なわれる。また、制御部 4 2 では、光量蓄積データと理想状態を示すデータ（例えば、設計データ）との比較が行なわれる。

ここで、成膜開始から 3 6 秒経過した後に、光量蓄積データにおいて、理想の光量変化に対して + 0 . 2 % のずれが検出されたとする。この場合、所望の光量変化に対して乖離が発生したことになる。そこで、制御部 4 2 は、第一開口部 2 3 と第二開口部 2 6 について、それぞれの開口幅を変化させる。すなわち、フィードバック制御が行なわれる。ここで、ずれがあった場合の最初の補正值として 2 % を選択し、これで補正が大きすぎた場合は 0 . 5 % 刻みの補正とする。また、補正が小さい場合は、さらに 2 %、補正が大きすぎた場合は戻し方向に 0 . 5 % 刻みにて補正する。ここでは、第一開口部 2 3 の開口幅を、2 % 狭める処理が行われる。具体的には、仕切り板 3 2、3 3 のそれぞれを、片側 0 . 7 m m ずつ、互いが接近する方向に移動させる。この結果、第一開口部 2 3 の開口幅は、合計 1 . 4 m m 狭くなった値、すなわち 6 8 . 6 m m に変更される。

さらに、上記の開口幅の変更後も、光量蓄積データと理想状態を示すデータの比較が行なわれる。そして、乖離が発生するたびに、光量蓄積データに基づいて、第一開口部 2 3 の開口幅の調整が行なわれる。本実施形態では、時間の経過とともに開口幅を狭め、最終的に 6 7 . 2 m m まで変更する。

このようにして成膜した結果を、図 6 に示す。図 6 では、成膜時の透過光量のグラフは、理想状態を示すグラフに対して、時間軸方向においてずれを生じている。しかしながら、成膜時の透過光量のグラフを時間軸方向にシフトさせると、理想状態を示すグラフとほぼ重なる。これは、最終的に、透過光量が、理想状態をとほぼ等しいことを意味している。よって、1 層目には、理想状態に近い混合膜、即ち所望の屈折率を有する混合膜が作製されたことになる。

【 0 0 4 2 】

続いて、2 層目の薄膜について、成膜を開始する。この成膜に関しては、1 層目の薄膜を作製した時の調整結果を、2 層目の薄膜の作製に利用する。すなわち、2 層目の薄膜の

作製にあたっては、1層目の成膜時の調整結果がフィードバックされる。

1層目の薄膜の作製では、第一開口部23の開口幅を合計4%修正している。そこで、2層目の薄膜の作製についても、第一開口部23の開口幅を、表1における数値に対して-4%修正した値に設定する。

なお、本実施形態では、3層目の薄膜の作製に関しても、第一開口部23の開口幅を、表1における数値に対して-4%修正した値に設定している。しかしながら、3層目の薄膜の作製に関しては、2層目の成膜時の調整結果を利用しても良い。

このように、本実施形態では、2層目、3層目について、新たに表2に示す開口幅で成膜を行う。

【0043】

10

【表2】

基板側からの 層数	光学膜厚 (nm)	開口幅 (mm)		at 500nm 屈折率
		SiO ₂ 側	Nb ₂ O ₅ 側	
2	244	9.6	70	2.19
3	118	67.2	0	1.46

【0044】

このようにして、3層からなる反射防止膜の作成が終了する。ここで、1層目の屈折率は、所望の屈折率1.80に対して1.80、2層目の屈折率は、所望の屈折率2.19に対して2.19である。このように、本実施形態では、所望の屈折率を有する薄膜を作成することができる。

20

最終的に得られた反射防止膜は、図7に示すような光学特性（分光反射率特性）を有する。図7に示すグラフからわかるように、所望の反射率特性（理想）が485nmで0.53%であるのに対して、本実施形態の反射防止膜では、ピーク反射率が、490nmで0.53%となっている。即ち、本実施形態の反射防止膜では、ピーク波長が長波長側にシフトした。しかし、波長範囲400nm～650nmにおいては、反射率は1%以下であった。このように、本実施形態の反射防止膜は、理想の分光反射率特性とほぼ同じ特性を有する。これは、所望の屈折率を有する薄膜が成膜されていることから、当然の結果といえる。

30

なお、収集したデータと理想状態を示すデータ（例えば、設計データ）との比較を行う上で、透過光量又は反射光量自体、あるいはその変化が大きいことが望ましい。これらは、薄膜の膜厚に依存する。そのため、特に最初の混合膜は、光学膜厚が $\lambda/4$ であることが望ましい。ここで、 λ は監視波長で、本実施形態では450nmである。

【0045】

比較例を示す。比較例は本実施形態に係る薄膜形成方法を行わないで、1～3層目の薄膜を作製した。すなわち、比較例では、測定器41を介して収集したデータを、第一開口部23の開口幅の調整に利用していない（フィードバック制御をしていない）。なお、3層目はSiO₂のみからなるため、本実施形態に係る薄膜形成方法との違いによる影響はない。比較例では、1層目の屈折率が、所望の屈折率1.80に対して1.76、2層目の屈折率が、所望の屈折率2.19に対して2.15となった。得られた反射防止膜の分光反射率特性を、図8に示す。比較例においても、420nm～650nmの範囲で、反射率が1%以下となっている。ただし、本実施形態で得られた反射防止膜と比較すると、図8に示すように、波長480nm付近のピークが高くなっている。また、平均反射率も高くなっている。

40

【0046】

このように、本実施形態の薄膜形成装置1によれば、回転保持具16が1回転する間に、第二基板13が第四位置24（光学監視ポート53と対向する位置）を1回通過する。よって、通過時に、測定器41にて、第二基板13の薄膜に対して光学的な測定を行うこ

50

とができる。

なお、第一基板 3 上の薄膜と第二基板 13 上の薄膜は、ともに同じ条件で成膜されている。よって、第二基板 13 の成膜状態を調べることによって、「第一基板 3 上の薄膜の成膜状態が、理想の成膜状態からどの程度乖離しているのか」を推測することができる。そこで、乖離の度合に基づいて、第一開口部 23 の開口幅を調整することができる。

【0047】

これによって、第一スパッタリングターゲット 5 及び第二スパッタリングターゲット 6 のターゲット物質について、それぞれのターゲット物質が第一基板 3 に到達する量を、調整することができる。従って、2つのターゲット物質を好適な割合で混合できるので、所望の屈折率を有する薄膜を、精度良く作製することができる。

10

すなわち、屈折率の異なる二つ以上のターゲット物質を用いて薄膜を作製するにあたって、任意の屈折率を有する薄膜を容易に、かつ、精度良く作製することができる。

なお、本実施形態では測定器 41 を用いたが、測定器 41 は必ずしも必要ではない。すなわち、同じ薄膜を、同じ成膜条件で作製する場合、過去に収集した光学特性のデータを利用して、第一開口部 23 の開口幅を調整することも可能である。

【0048】

また、測定器 41 は透過型に限られない。例えば、図 9 に示すように、反射型の光学式測定器 61 であってもよい。

この測定器 61 は、透過光量ではなく反射光量を測定するものである。そして、投光側光学系保持部材 52 と出射側光学系保持部材 55 とが一体となった光学系保持部材 62 が、真空チャンバ 2 の不図示の孔に対向して配されている。

20

このように、反射型の光学式測定器 61 により、薄膜形成装置 60 においても、薄膜形成装置 1 と同様の効果が得られる。その一例を、図 10 に示す。図 10 は、この測定器 61 を用いて、1 層目の成膜を行った結果を示している。図 10 において、成膜時の反射光量のグラフは、理想状態を示すグラフに対して、時間軸方向においてずれを生じている。しかしながら、成膜時の反射光量のグラフを時間軸方向にシフトさせると、理想状態を示すグラフとほぼ一致する。これは、最終的に、反射光量が、理想状態をとほぼ等しいことを意味している。よって、1 層目には、理想状態に近い混合膜、即ち所望の屈折率を有する混合膜が作製されたことになる。このように、薄膜形成装置 60 によっても、薄膜形成装置 1 と同様の作用・効果を奏することができる。

30

【0049】

次に、第 2 の実施形態について図 11 及び図 12 を参照しながら説明する。

なお、上述した第 1 の実施形態と同様の構成要素には、同一符号を付している。また、これらの構成要素については、説明を省略する。

第 2 の実施形態と第 1 の実施形態の異なる点は、本実施形態に係る薄膜形成装置 70 の回転保持具 71 が、円筒型になっている点である。

【0050】

回転軸 17 は、回転保持具 71 の中心軸線 C 上に設けられている。第一基板 3 及び第二基板 13 は、不図示の第一ヤトイ及び第二ヤトイを介して、回転保持具 71 の側面（外周面）に配置されている。第一スパッタリングターゲット 5 及び第二スパッタリングターゲット 6 は、回転保持具 71 を挟んで対向するように配置されている。よって、両者は、中心軸線 C に対して対称となる位置に配置されていることになる。

40

防着板 72 は、スパッタリングターゲットごとに配置されている。なお、測定器は反射型の光学式測定器 61 である。

【0051】

薄膜形成装置 70 の使用方法は、第 1 の実施形態と同様である。

即ち、不図示の排気系により、高真空に排気する。その後、不図示のガス導入系より、Ar ガス及び O₂ ガスを導入する。これらのガスは、各々仕切られた空間に、所定圧力になるまで導入する。続いて、不図示の直流電源から、直流電力が各スパッタリングターゲット 5、6 に印加される。直流電力の印加に伴って、各スパッタリングターゲット 5、6

50

から、ターゲット物質が、それぞれ飛散する。飛散した各々のターゲット物質は、第一開口部 2 3 及び第二開口部 2 6 に到達する。そして、それぞれの開口幅に応じた量のターゲット物質が、第一開口部 2 3 及び第二開口部 2 6 を通過する。それぞれの開口部を通過したターゲット物質は、第一基板 3 及び第二基板 1 3 上に交互に堆積する。その結果、基板上に、単一膜あるいは混合膜が作製される。成膜の開始及び終了は、不図示の駆動機構を有するシャッター 7 3 の開閉によって行われる。

【 0 0 5 2 】

この薄膜形成装置 7 0 によれば、薄膜形成装置 1 と同様の作用・効果を奏することができる。

なお、図 1 1 及び図 1 2 では、回転軸 1 7 が紙面の横方向となるように、回転保持具 7 1 が配置されている。このような構成では、第一基板 3 は、紙面の縦方向に回転する。しかし、回転軸 1 7 が紙面の縦方向となるように、回転保持具 7 1 配置してもよい。この場合、第一基板は、紙面の横方向に回転する。また、スパッタリングターゲットの形状は、円形でも正方形、長方形でもよい。いずれの形状であっても、本実施形態と同様の効果を奏することができる。さらに、回転保持具 7 1 の形状は、円筒形でも、基板保持面に長方形を多面有する多角柱型でもよい。いずれの形状であっても、本実施形態と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 5 3 】

次に、第 3 の実施形態について図 1 3 から図 1 7 を参照しながら説明する。

なお、上述した他の実施形態と同様の構成要素には同一符号を付している。また、これらの構成要素については、説明を省略する。

第 3 の実施形態と第 1 の実施形態の異なる点は、本実施形態に係る薄膜形成装置 8 0 の第二ヤトイ 8 1 が、第一保持領域 8 1 A、第二保持領域 8 1 B、及び第三保持領域 8 1 C を備えている点である。この第一保持領域 8 1 A、第二保持領域 8 1 B、及び第三保持領域 8 1 C には、それぞれ第二基板 1 3 A、1 3 B、1 3 C が保持される。

【 0 0 5 4 】

また、防着板 8 2 には、防着板 3 1 と同様に、3 つの孔が形成されている。ただし、3 つの孔のうち、2 つの孔の形状が防着板 3 1 の孔の形状と異なる。第一孔 8 2 a 及び第二孔 8 2 b の形状は、図 1 4 に示すように、円形の一部が覆われた形状になっている。また、第三孔 8 2 c の形状は円形である。

第一孔 8 2 a は、第一スパッタリングターゲット 5 側から見たときに、第一保持領域 8 1 A 及び第二保持領域 8 1 B のみが見える大きさを有している。また、第二孔 8 2 b は、第二スパッタリングターゲット 6 側から見たときに、第二保持領域 8 1 B 及び第三保持領域 8 1 C のみが見える大きさを有している。

なお、第三孔 8 2 c は、本実施形態では使用しない。よって、第三孔 8 2 c は、第三スパッタリングターゲット 7 側から見たときに、第一保持領域 8 1 A、第二保持領域 8 1 B 及び第三保持領域 8 1 C のすべてが見える大きさを有している。

また、それぞれの孔は、保持領域と対向する位置に設けられている。

【 0 0 5 5 】

成膜が開始されると、第二ヤトイ 8 1 は、第一位置 1 8 と第二位置 2 0 を、交互に通過する。そこで、まず、第二ヤトイ 8 1 が、第一位置 1 8 に到達したときについて説明する。

第一位置 1 8 では、第二ヤトイ 8 1 は、第一スパッタリングターゲット 5 上に位置する。このとき、第一スパッタリングターゲット 5 から飛散するターゲット物質（以下、単に、第一ターゲット物質とする。）は、第一孔 8 2 a を通過して、第二ヤトイ 8 1 に到達する。ここで、第一保持領域 8 1 A 及び第二保持領域 8 1 B は、いずれも、第一孔 8 2 a の孔の内側に位置する。そのため、第一ターゲット物質は、第一保持領域 8 1 A 及び第二保持領域 8 1 B に到達する。よって、第二基板 1 3 A 及び第二基板 1 3 B には、第一ターゲット物質が堆積していく。すなわち、第二基板 1 3 A 及び第二基板 1 3 B では、第一ターゲット物質による成膜が行われる。

一方、第三保持領域 8 1 C は、第一孔 8 2 a の孔の外側に位置する。そのため、第一ターゲット飛散する物質は、第三保持領域 8 1 C には到達しない。よって、第二基板 1 3 C には、第一ターゲット物質が堆積しない。すなわち、第二基板 1 3 C では、第一ターゲット物質による成膜は行われない。

【 0 0 5 6 】

次に、第二ヤトイ 8 1 が、第二位置 2 0 に到達したときについて説明する。第二位置 2 0 では、第二ヤトイ 8 1 は、第二スパッタリングターゲット 6 上に位置する。このとき、第二スパッタリングターゲット 6 から飛散するターゲット物質（以下、単に第二ターゲット物質とする。）は、第二孔 8 2 b を通過して、第二ヤトイ 8 1 に到達する。ここで、第二保持領域 8 1 B 及び第三保持領域 8 1 C は、いずれも、第二孔 8 2 b の孔の内側に位置する。そのため、第二ターゲット物質は、第二保持領域 8 1 B 及び第三保持領域 8 1 C に到達する。よって、第二基板 1 3 B 及び第二基板 1 3 C には、第二ターゲット物質が堆積していく。すなわち、第二基板 1 3 B 及び第二基板 1 3 C では、第二ターゲット物質による成膜が行われる。

10

一方、第一保持領域 8 1 A は、第二孔 8 2 b の孔の外側に位置する。そのため、第二ターゲット物質は、第一保持領域 8 1 A には到達しない。よって、第二基板 1 3 A には、第二ターゲット物質が堆積しない。すなわち、第二基板 1 3 A では、第二ターゲット物質による成膜は行われない。

【 0 0 5 7 】

以上のことから、第二基板 1 3 A では、第一ターゲット物質のみによる成膜が行われる。また、第二基板 1 3 B では、第一ターゲット物質と第二ターゲット物質による成膜が行われる。また、第二基板 1 3 C では、第二ターゲット物質のみによる成膜が行われる。

20

なお、第一ヤトイ 1 2 は、第二保持領域 8 1 B と略同一円周上に配されている。そのため、第一基板 3 には、第一ターゲット物質と第二ターゲット物質による薄膜が作製される。すなわち、第一基板 3 には、第二基板 1 3 B と同じ薄膜が作製形成される。

【 0 0 5 8 】

本実施形態では、3つの測定器 4 1 A ~ C（図 1 3 では、便宜上、モノクロメータ 5 6 A ~ C のみが示されている。）が、第二基板 1 3 A、1 3 B、1 3 C のそれぞれに対して、配置されている。そして、制御部 4 2 は、各測定器 4 1 A ~ C からの電気信号を、光量データとして取り込む。そして、取り込んだ光量データに基づいて、第一可変機構 2 5 の第一開口部 2 3 における開口幅と、第二可変機構 2 7 の第二開口部 2 6 における開口幅を変化させる。

30

【 0 0 5 9 】

次に、薄膜形成装置 8 0 による薄膜形成方法、及び作用・効果について説明する。

本実施形態では、第一基板 3 上に、多層膜を成膜している。ここで、第一基板 3 の屈折率と第二基板 1 3 A、1 3 B、1 3 C の屈折率は 1 . 5 2 であって、同一の屈折率となっている。この第一基板 3 上に、 SiO_2 と Nb_2O_5 との混合膜、或いはそれぞれの単層膜を積層する。より具体的には、多層膜は、高い屈折率を有する高屈折率膜と、高屈折率膜よりも相対的に低い屈折率を有する低屈折率膜とからなり、合計 1 6 層の薄膜で構成されている。

40

ここで、各層の屈折率は、相対的に高い屈折率（H）を 2 . 1 9、相対的に低い屈折率（L）を 1 . 4 6 とする。

【 0 0 6 0 】

まず、第一の実施形態と同様に成膜準備を行う。続いて、各シャッター 3 0 を同時に開けて、成膜を開始する。

ここでは、以下の表 3 に示す値を設定して成膜した。表 3 に示すように、第一基板 3 及び第二基板 1 3 B の奇数層目には、 SiO_2 と Nb_2O_5 の混合膜を、光学膜厚 1（実際の膜厚で規格化した値）で成膜する。また、第一基板 3 及び第二基板 1 3 B の偶数層目には、 SiO_2 膜を、光学膜厚 1 で成膜する。また、第二基板 1 3 A には、 SiO_2 膜のみを成膜する。また、第二基板 1 3 C には、 Nb_2O_5 膜のみを成膜する。なお、最外層の

50

薄膜のみ、光学膜厚を 0.5 とした。

【 0 0 6 1 】

【表 3】

基板側からの 層数	光学膜厚 (nm)	成膜時間 (sec)	開口幅 (mm)		屈折率
			SiO ₂ 側	Nb ₂ O ₅ 側	
7回繰り返し {	1,3,...,13	220	6.4	70.0	2.19
	2,4,...,14	326	70.0	0.0	1.46
	15	220	6.4	70.0	2.19
	16	88	70.0	0.0	1.46

10

【 0 0 6 2 】

この設定に従って、まず 1 層目の成膜を開始する。成膜が始まると、第一基板 3 と第二基板 13 A ~ C が、第一位置 18、第二位置 20 及び第四位置 24 を、順に通過する。そして、第二基板 13 A ~ C が第四位置 24 を通過する際、測定器 41 A ~ C による測定が行われる。測定器 41 A ~ C による測定データは、制御部 42 に送られる。制御部 42 では、光量データの収集と光量蓄積データの算出が行なわれる。また、制御部 42 では、光量蓄積データと理想状態を示すデータ（例えば、設計データ）との比較が行なわれる。

20

具体的には、SiO₂ 膜のみが作製される第二基板 13 A について、その光量変化を測定器 41 C で測定する。また、同時に、Nb₂O₅ 膜のみが作製される第二基板 13 C について、その光量変化を測定器 41 C で測定する。ここで、1 層目の成膜が終了した時点で、第二基板 13 C の測定結果から、例えば、Nb₂O₅ 膜の膜厚が、所望の膜厚より厚く作製されていることが判明したとする。そして、その影響を受けて、混合膜の屈折率が、理想値の 2.19 に対して 2.23 と高くなっていたとする。

屈折率 2.19 は、Nb₂O₅ 膜の 2.37 と SiO₂ 膜 1.46 よりその比は、

$$\text{Nb}_2\text{O}_5 \text{ 膜} : \text{SiO}_2 \text{ 膜} = 80.2\% : 19.8\%$$

となる。

30

この比が成膜する光学膜厚の 179 nm のうち、それぞれの材料が占める比率である。

一方、屈折率 2.23 となった場合、Nb₂O₅ 膜の 2.37 と SiO₂ 膜 1.46 よりその比は、

$$\text{Nb}_2\text{O}_5 \text{ 膜} : \text{SiO}_2 \text{ 膜} = 84.6\% : 15.4\%$$

となる。

これより、差分は 84.6% - 80.2% = 4.4% となる。

この場合、Nb₂O₅ の到達量を、膜厚比の 4.4% だけ抑制しなくてはならない。そのために、2 層目の SiO₂ 膜の成膜が終了するまでの間に、第二開口部 26 の開口幅を狭くする。そして、3 層目以降の成膜を行う。

【 0 0 6 3 】

40

こうして、混合膜層をフィードバックした開口幅で成膜を行い、表 4 に示す条件を新たに設定して合計 16 層の成膜を行った。

【 0 0 6 4 】

【表 4】

	基板側からの 層数	光学膜厚 (nm)	成膜時間 (sec)	開口幅 (mm)		屈折率
				SiO ₂ 側	Nb ₂ O ₅ 側	
7回繰り返し	3,...,13	179	220	6.4	66.9	2.19
	4,...,14	175	326	70.0	0.0	1.46
	15	179	220	6.4	66.9	2.19
	16	88	163	70.0	0.0	1.46

10

【0065】

ここで、第二基板13Cの透過光量変化、即ちNb₂O₅膜の透過光量変化を図15に示す。図15に示す状態は、第一基板3において、5層目までの成膜が終了した状態である。よって、第二基板13Cには、第一基板3に成膜された多層膜のうちの1, 3, 5層目と同じ混合膜が作製されていることになる。一方、第一基板3に作製された多層膜の1~5層目の混合膜と同じ成膜がされた第二基板13Aの透過光量変化、即ちSiO₂の透過光量変化を図16に示す。また、所望の特性に対して得られた分光特性を図17に示す。

20

所望の特性（理想特性）に対して、成膜途中でフィードバック制御を行ったものは、50%透過波長が606nmで理想値と実測値とが同一に重なった。このことから、フィードバック制御によって良好な補正を行うことができ、所望の特性にきわめて近い特性を得ることができた。

【0066】

この薄膜形成装置80によれば、第一基板3に第一スパッタリングターゲット5と第二スパッタリングターゲット6を使った混合膜を成膜する場合でも、第二基板13Aには第一ターゲット物質のみで成膜させ、第二基板13Cには第二ターゲット物質のみで成膜させることができる。

従って、第二基板13A、13Cの透過光量をそれぞれ測定することによって、混合膜における各物質の成膜量を把握することができる。そして、その把握結果に基づいて、第一基板3に到達するターゲット物質の量を制御することができる。よって、屈折率の異なる二つ以上のターゲット物質を用いて薄膜を作製するにあたって、任意の屈折率を有する薄膜を容易に、かつ、精度良く作製することができる。

30

【0067】

次に、第4の実施形態について図18から図20を参照しながら説明する。

なお、上述した他の実施形態と同様の構成要素には同一符号をしている。また、これらの構成要素については、説明を省略する。

第4の実施形態では、第3の実施形態に係る薄膜形成装置80を使用している。第3の実施形態との異なる点は、本実施形態に係る薄膜形成方法が、第二基板13Bについて1層毎に分光特性を測定し、特定の波長についての分光特性に基づいて、開口部の調整を行っている点である。

40

【0068】

本実施形態では、例えば、1層目の混合膜の屈折率を2.19として、4層目まで成膜した。そして、400nm~800nm波長範囲について、それぞれの層について測定器で測定を行なった。その測定した結果を、図18に示す。

ここで、1層目の薄膜の透過率特性より、1層目の屈折率が2.23であったとする。これは、所望の屈折率2.19より高くなっている状態である。そこで、2層目以降の成膜に関しては、Nb₂O₅が基板に到達する量を調整する必要がある。すなわち、第二開口部26の開口幅の調整を行う必要がある。

50

【 0 0 6 9 】

ここで、フィードバック制御による屈折率の修正方法は、例えば、以下のように行う。

Nb_2O_5 単層膜の屈折率 2.37 と、 SiO_2 単層膜の屈折率 1.46 から、理想的な 1 層目の屈折率 2.19 に対するウェイトは、以下のようになる。

$$(2.19 - 1.46) / (2.37 - 1.46) = 80.22\%$$

これに対して、実際の屈折率 2.23 に対するウェイトは、以下のようになる。

$$(2.23 - 1.46) / (2.37 - 1.46) = 84.62\%$$

即ち、理想値に対して 4.40% 増となる。

そこで、 Nb_2O_5 の比率を 4.40% 下げる必要があることから、第二開口部 26 の開口幅を各層 4.40% 減少させた。

こうして新たに表 5 に示す設定にて 3 層目以降の成膜を行った。

【 0 0 7 0 】

【表 5】

基板側からの 層数	光学膜厚 (nm)	成膜時間 (sec)	開口幅 (mm)		屈折率
			SiO_2 側	Nb_2O_5 側	
3, ..., 13	179	220	6.4	66.9	2.19
4, ..., 14	175	326	70.0	0.0	1.46
15	179	220	6.4	66.9	2.19
16	88	163	70.0	0.0	1.46

7回繰り返し

【 0 0 7 1 】

なお、こうして得られた分光透過率特性を図 19 に示す。また、第 3 及び第 4 の実施形態に対する比較例を図 20 に示す。図 20 は、フィードバック制御を行わずに 16 層の多層膜を形成させた場合の分光透過率特性である。

図 19 からわかるように、成膜途中でフィードバック制御を行った場合、50% 透過波長が、606 nm のところで理想値と同一となっている。従って、この薄膜形成方法におけるフィードバック制御により、屈折率に関して良好な補正を行うことができたことがわかる。よって、この薄膜形成方法において、所望の分光透過率特性にきわめて近い特性を得ることができた。

一方、修正を行わなかった比較例では、分光透過率特性からわかるように、50% 透過波長が 601.5 nm となって短波長側に 4.5 nm ずれている。そのため、この多層膜を光が透過すると、理想状態とは異なる色みが、透過光に現れてしまう。すなわち、比較例の多層膜は、光学特性的に不十分な性能である。

【 0 0 7 2 】

次に、第 5 の実施形態について図 21 から図 24 を参照しながら説明する。

なお、上述した他の実施形態と同様の構成要素には同一符号を付している。また、これらの構成要素については、説明を省略する。

第 5 の実施形態と第 3 の実施形態との異なる点は、本実施形態に係る薄膜形成装置 90 では、測定器 91 を水晶式の測定器とした点である。

【 0 0 7 3 】

測定器 91 を、図 21 から図 23 に示す。測定器 91 は、センサー部 92、93 と、導通治具 95、96 と、測定器導通部 97 とを備えている。センサー部 92、93 は、不図示の水晶振動子を有する。導通治具 95、96 は、回転保持具 16 が 1 回転する間に、各センサー部 92、93 と 1 回、電氣的にそれぞれ導通する。測定器導通部 97 は、導通治具 95、96 を、真空チャンバ 2 内で支持する。

制御部 98 は、センサー部 92、93 の水晶振動子の周波数変化を検出する。そして、

制御部 98 は、センサー部 92、93 に作製された個々の薄膜の膜厚を算出する。この算出にあたっては、膜厚の変化量から膜厚を算出することもできる。続いて、制御部 98 は、この算出結果に基づいて、所望の膜厚からの乖離を算出する。そして、成膜量を規定している開口幅の調整を行なう。

【0074】

本実施形態では、第二基板 13A、13C の代わりに、センサー部 92、93 が用いられている。よって、センサー部 92、93 は、それぞれ、第一保持領域 81A 及び第三保持領域 81C に配置されている。導通治具 95、96 は、配線 99、100 と接続されている。配線 99、100 は真空チャンバ 2 の外に引き出され、制御部 98 に接続されている。なお、測定器導通部 97 は、光学監視ポート 53 と同様の位置に配置されている。

10

【0075】

前述のように、第二ターゲット物質は、第一保持領域 81A には到達しない。よって、センサー部 92 には、第二ターゲット物質は成膜されない。一方、第一ターゲット物質は第一孔 82a を通過して、センサー部 92 に到達する。よって、センサー部 92 には、第一ターゲット物質のみが成膜される。

【0076】

逆に、第一ターゲット物質は、第三保持領域 81C には到達しない。よって、センサー部 93 には、第一ターゲット物質は成膜されない。一方、第二ターゲット物質は第二孔 82b を通過して、センサー部 93 に到達する。よって、センサー部 93 には、第二ターゲット物質のみが成膜される。

20

【0077】

次に、本実施形態に係る薄膜形成装置 90 による薄膜形成方法、及び作用・効果について説明する。

本実施形態でも、第 3 の実施形態と同様に、成膜準備を行う。そして、第一開口部 23 及び第二開口部 26 の開口幅を決定する。続いて、各シャッター 30 を同時に開けて、成膜を開始する。

本実施形態では、例えば、以下の表 3 に示す値を設定して成膜する。この多層膜では、第一基板 3 の奇数層目に SiO_2 と Nb_2O_5 の混合膜が作製され、偶数層目には SiO_2 膜が作製されるようにした。また、センサー部 92 には SiO_2 膜のみが、センサー部 93 には Nb_2O_5 膜のみが作製されるようにした。

30

【0078】

まず 1 層目の成膜を開始する。

このとき、センサー部 92 は、 SiO_2 のみで成膜が行われ、センサー部 93 は、 Nb_2O_5 のみで成膜が行なわれる。そこで、センサー部 92 とセンサー部 93 のそれぞれの膜厚増加量を、測定器 91 にて検出する。ここで、例えば、 Nb_2O_5 膜の膜厚が、所望の膜厚よりも厚く作製されていることが判明したとする。そして、その影響を受けて、混合膜の屈折率が、理想値の 2.19 に対して 2.23 と高くなっていたとする。この場合、 Nb_2O_5 の到達量を、膜厚比の 4.4% だけ抑制しなくてはならない。そのために、2 層目の SiO_2 膜の成膜が終了するまでの間に、第二開口部 26 の開口幅を狭くする。そして、3 層目以降の成膜を行う。

40

【0079】

こうして得られた分光特性を図 24 に示す。

この薄膜形成装置 90 及び薄膜形成方法によっても、上記第 3 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0080】

次に、第 6 の実施形態について図 25 及び図 26 を参照しながら説明する。

なお、上述した他の実施形態と同様の構成要素には同一符号をしている。また、これらの構成要素については、説明を省略する。

第 6 の実施形態と第 3 の実施形態との異なる点は、本実施形態に係る薄膜形成方法が、第一基板 3 上に多層膜を形成する際に、まず、最初に、第一基板 3 と同じ屈折率を有する

50

混合膜を作製し、続いて、次層以降（多層膜）を成膜する点、及び、混合膜の作製にあたって、混合膜の透過光量が増加あるいは減少しないように、ターゲット物質の飛散量を変化している点である。

【0081】

本実施形態に係る方法にて成膜を行なう場合について説明する。本実施形態で作製するのは、IRカットフィルタである。このIRカットフィルタは、第3の実施形態と同様の構成を有し、16層の薄膜からなる。

まず、混合膜を基板上に作製する。この混合膜は、第一基板3と同じ屈折率1.52を有する。成膜にあたっては、監視波長は600nmとする。

【0082】

混合膜の作製にあたって、第一開口部23及び第二開口部26の開口幅を、例えば、それぞれ60nm、10nmとした。成膜準備が完了したら、成膜を行う。

混合膜の作製後に、測定器によって第二基板13Bの透過光量変化を計測する。ここで、上記1.52の屈折率の混合膜が作製された場合には、透過光量は91.8%になる。ところが、図25に示すように、上記開口幅の場合には、屈折率1.57の混合膜が得られた。

この結果をもとにフィードバック制御を行なった。すなわち、第二開口部26の開口幅を、所定の幅に設定した。そして、設定した開口幅で、多層膜を作製した。ここでの開口幅の制御は、第3の実施形態と同様に、理想値と実測値との膜厚比を反映する制御とする。

【0083】

こうして得られた多層膜の分光特性を図26に示す。

図26からわかるように、フィードバック制御を行った場合には、606nmと400nm~590nmの透過帯域で、50%透過波長が理想値と同一になっている。すなわち、フィードバック制御により、屈折率に関して良好な補正を行うことができたことがわかる。このように、この薄膜形成方法において、所望の特性にきわめて近い特性を得ることができた。

【0084】

この薄膜形成方法によれば、多層膜の1層目を成膜する前に、混合膜を形成している。この成膜した混合膜の屈折率が第一基板3の屈折率と同一であれば、測定器にて計測した透過光量又は反射光量が、上方向あるいは下方向に変化することがない。しかし、第一開口部23及び第二開口部26の開口幅が、第一基板3と同一の屈折率を形成するのに不適切な開口幅であると、形成された屈折率が基板の屈折率と異なる。この場合、屈折率が、上方向あるいは下方向に変化する。この変化を生じさせないように、本実施形態では、開口幅に対してフィードバック制御を施している。すなわち、適切な開口幅を設定して混合膜を作製し、その後に、多層膜を形成する。このようにすることによって、所望の屈折率を有する混合膜、及びこの混合膜を含む多層膜を、屈折率に関して精度良く作製することができる。

なお、混合膜の膜厚及び屈折率は、第一基板3の屈折率に対して屈折率 ± 0.2 であるのが望ましい。更に、望ましくは ± 0.15 以内であればよい。この範囲内であれば、分光特性に悪影響を及ぼさない。

【0085】

次に、第7の実施形態について図27を参照しながら説明する。

なお、上述した他の実施形態と同様の構成要素には同一符号を付している。また、これらの構成要素については、説明を省略する。

第7の実施形態と第6の実施形態との異なる点は、本実施形態に係る薄膜形成方法が、第一基板3上に多層膜を形成する際に、最初に、2つの材料の略平均屈折率を有する混合膜を作製した後、高い屈折率を有する高屈折率膜と、該高屈折率膜よりも相対的に低い屈折率を有する低屈折率膜を有する多層膜を作製する点、混合膜が、高屈折率膜及び低屈折率膜の間の屈折率を有する点、混合膜の透過光量を測定し、理想値と測定値との乖離を減

10

20

30

40

50

らす方向にターゲット物質の到達量を変化させて、次層以降を成膜する点である。

【0086】

本実施形態で製作するのは、第3の実施形態のIRカットフィルタに、別の薄膜を加えたフィルタである。本実施形態では、第1層目成膜前に、屈折率1.92の混合膜を、光学的膜厚で262.5nmで加えている。このフィルタにおいて、混合膜の1層目の屈折率の値は、第3の実施形態における高屈折率膜の屈折率と低屈折率膜の屈折率との平均の値となっている。具体的には、1.92である。そして、2層目（多層膜の第1層目）以降を、第3の実施形態と同様の膜構成とする。

【0087】

このような混合膜を成膜する方法について説明する。

10

まず、第6の実施形態と同様の方法によって、多層膜の1層目を成膜する前に、屈折率1.92の混合膜を第一基板3上に形成した。この屈折率1.92は、SiO₂膜の屈折率1.46とNb₂O₅膜の屈折率2.37の平均の屈折率である。また、混合膜の作製に際しては、第一開口部23及び第二開口部26の開口幅を、例えば、それぞれ36mm、70mmとした。

【0088】

混合膜の作製後に、測定器によって、第二基板13の透過光量変化を計測する。上記開口幅の場合には、屈折率1.97の混合膜が得られた。

この結果をもとに、フィードバック制御を行なった。すなわち、第二開口部26の開口幅を、所定の幅に設定した。そして、設定した開口幅で、多層膜を作製した。ここでの開口幅の制御は、第3の実施形態と同様に、理想値と実測値との膜厚比を反映する制御とする。

20

【0089】

こうして得られた多層膜の分光特性を図27に示す。

図26からわかるように、フィードバック制御を行った場合には、606nmと400nm~590nmの透過帯域で、50%透過波長が理想値と同一になっている。この結果から、フィードバック制御により、屈折率に関して良好な補正を行うことができたことがわかる。このように、この薄膜形成方法において、所望の特性にきわめて近い特性を得ることができた。

【0090】

30

この薄膜形成方法によれば、混合膜の屈折率を、1.92としている。この屈折率は、SiO₂膜の屈折率1.46とNb₂O₅膜の屈折率2.37との平均値である。そして、この混合膜を、最初に基板に作製した後、続いて、多層膜を作製している。このとき、多層膜の屈折率を、混合膜の成膜情報で補正するので、補正にあたっては、混合膜を構成するターゲット物質の平均の屈折率で補正することができる。従って、平均の屈折率からSiO₂膜に近い屈折率側、平均の屈折率からNb₂O₅膜に近い屈折率側に対してどちらとも等しい誤差要因で作成できる。このようなことから、第一基板3の屈折率が、平均の値よりSiO₂膜の屈折率あるいはNb₂O₅膜の屈折率どちらかに近い屈折率である場合、この第一基板3の屈折率（この場合はNb₂O₅膜の屈折率に近い屈折率）に対して補正する場合に比べて、次層以降の屈折率における補正効果をより大きくすることができる。

40

【0091】

なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、ターゲット物質は、金属、酸化物、フッ化物の何れのものでもよい。また、形状も円形に限らず、正方形、長方形であっても構わない。

【0092】

さらに、スパッタリングを行う際に直流電圧を印加して行っているが、Si、Al、Ta、Ti、Hf、Nb、ITOあるいはその合金や混合物のスパッタリングターゲットの物質から酸化物膜を作製する場合には、直流電圧印加のみならず、高周波電圧を印加して

50

も構わない。

また、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 HfO_2 、 Nb_2O_5 、 MgF_2 、或いはその混合物や化合物から、酸化物膜、フッ化物膜を作製する場合には、直流電圧ではなく高周波電圧を印加して行っても構わない。

【0093】

また、第6、7の実施形態にて、第一基板と同じ屈折率の薄膜を成膜しているが、このときの光学特性に影響を及ぼさないための値としては、所望の特性にもよるが、基板の屈折率 ± 0.1 、より望ましくは基板の屈折率 ± 0.05 、より好ましくは基板の屈折率 ± 0.02 の範囲にあることが望ましい。

【図面の簡単な説明】

10

【0094】

【図1】本発明の第1の実施形態における薄膜形成装置のターゲット配置を示す平面図である。

【図2】図1のA-A線矢視における第1の実施形態の薄膜形成装置を示す断面図である。

。

【図3】図1のB-B線矢視における第1の実施形態の薄膜形成装置を示す断面図である。

。

【図4】本発明の第1の実施形態における薄膜形成装置において第一可変機構及び第二可変機構を示す平面図である。

【図5】本発明の第1の実施形態における薄膜形成装置において防着板を示す斜視図である。

20

【図6】本発明の第1の実施形態における薄膜形成装置による成膜時の1層目成膜時間とその間の透過光量変化に係る理想値と実際の計測値とを示すグラフである。

【図7】本発明の第1の実施形態における薄膜形成装置によって得られた混合膜の反射率特性の実測値と理想値とを示すグラフである。

【図8】本発明の第1の実施形態における薄膜形成装置を用いて本実施形態に係る形成方法による場合と従来の形成方法による場合による反射率特性の実測値と理想値との比較を示すグラフである。

【図9】図1のB-B線矢視に相当する方向から見た本発明の第2の実施形態に係る薄膜形成装置を示す断面図である。

30

【図10】本発明の第1の実施形態における薄膜形成装置による成膜時の1層目成膜時間とその間の反射光量変化に係る理想値と実際の計測値とを示すグラフである。

【図11】本発明の第2の実施形態における薄膜形成装置を示す側面方向の断面図である。

。

【図12】図11のC方向から見た図である。

【図13】図1のA-A線矢視に相当する方向から見た本発明の第3の実施形態に係る薄膜形成装置を示す断面図である。

【図14】本発明の第3の実施形態における薄膜形成装置において防着板を示す斜視図である。

【図15】本発明の第3の実施形態における薄膜形成装置において Nb_2O_5 が成膜された第二基板の透過光量変化を示すグラフである。

40

【図16】本発明の第3の実施形態における薄膜形成装置において SiO_2 が成膜された第二基板の透過光量変化を示すグラフである。

【図17】本発明の第3の実施形態における薄膜形成装置において成膜した混合膜の分光特性の実測値と理想値とを示すグラフである。

【図18】本発明の第4の実施形態における薄膜形成方法において SiO_2 と Nb_2O_5 との混合膜が成膜された第二基板の透過光量変化を示すグラフである。

【図19】本発明の第4の実施形態における薄膜形成方法において成膜した混合膜の分光特性の実測値と理想値とを示すグラフである。

【図20】本発明の第4の実施形態における薄膜形成方法による場合と従来例による場合

50

とによって成膜された混合膜の分光特性の比較を示すグラフである。

【図 2 1】図 1 の B - B 線矢視に相当する方向から見た本発明の第 5 の実施形態に係る薄膜形成装置を示す断面図である。

【図 2 2】本発明の第 5 の実施形態における薄膜形成装置の基板配置を示す平面図である。

【図 2 3】本発明の第 5 の実施形態における薄膜形成装置の基板配置を示す側面図である。

【図 2 4】本発明の第 5 の実施形態における薄膜形成方法によって成膜された混合膜の分光特性の実測値と理想値とを示すグラフである。

【図 2 5】本発明の第 6 の実施形態における薄膜形成方法による成膜時の混合膜を成膜する前に基板に 1 層成膜したときの透過光量の時間変化を示すグラフである。

10

【図 2 6】本発明の第 6 の実施形態における薄膜形成方法によって成膜された混合膜の分光特性の実測値と理想値とを示すグラフである。

【図 2 7】本発明の第 7 の実施形態における薄膜形成方法によって成膜された混合膜の分光特性の実測値と理想値とを示すグラフである。

【符号の説明】

【 0 0 9 5 】

1、6 0、7 0、8 0、9 0 薄膜形成装置

3 第一基板

4 a 第一保持部

20

4 b 第二保持部

4 c 第三保持部

5 第一スパッタリングターゲット（第一ターゲット）

6 第二スパッタリングターゲット（第二ターゲット）

1 2 第一ヤトイ（第一基板保持部）

1 3、1 3 A、1 3 B、1 3 C 第二基板

1 5、8 1 第二ヤトイ（第二基板保持部）

1 6、7 1 回転保持具（基板移動部）

1 8 第一位置

2 0 第二位置

30

2 1 第三位置

2 2 回転モータ（移動機構）

2 3 第一開口部

2 5 第一可変機構

2 6 第二開口部

2 7 第二可変機構

3 1、7 2、8 2 防着板（仕切り部）

3 1 a、8 2 a 第一孔

3 1 b、8 2 b 第二孔

4 1、6 1、9 1 測定器

40

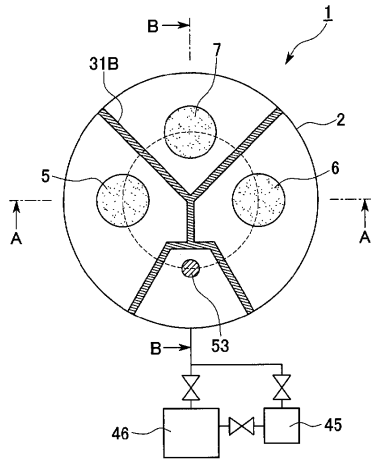
4 2、9 8 制御部

8 1 A 第一保持領域

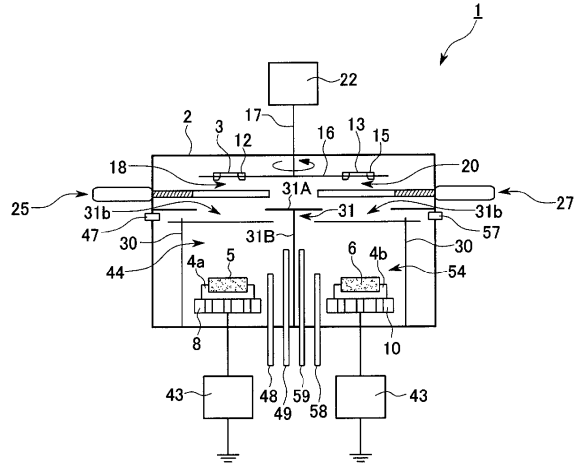
8 1 B 第二保持領域

8 1 C 第三保持領域

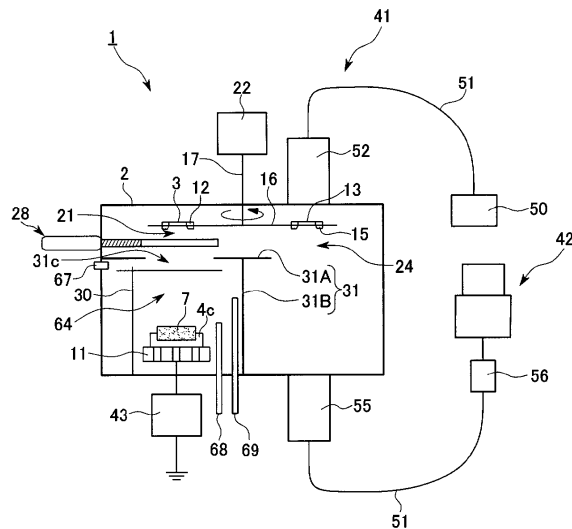
【図 1】



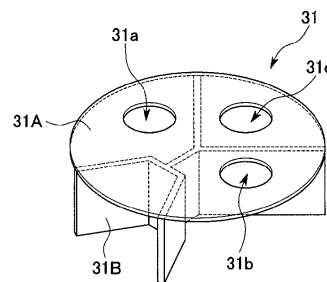
【図 2】



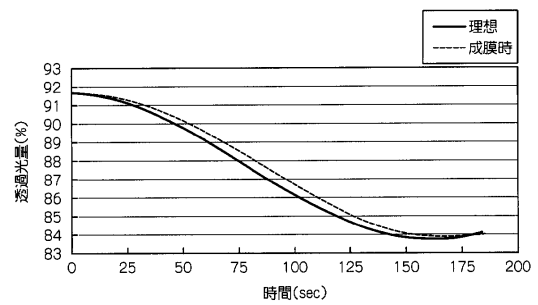
【図 3】



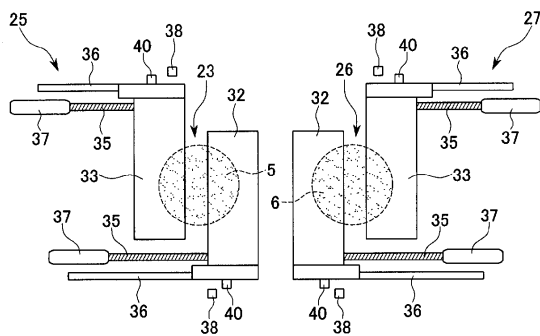
【図 5】



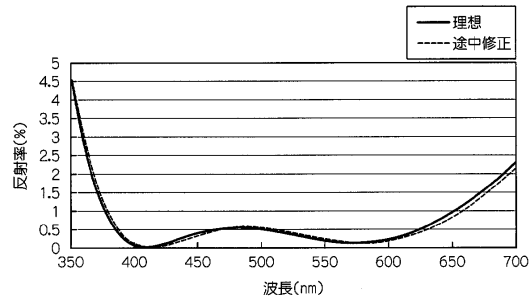
【図 6】



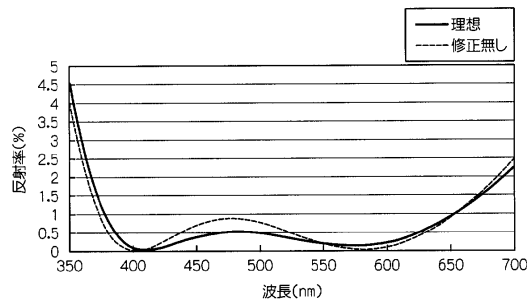
【図 4】



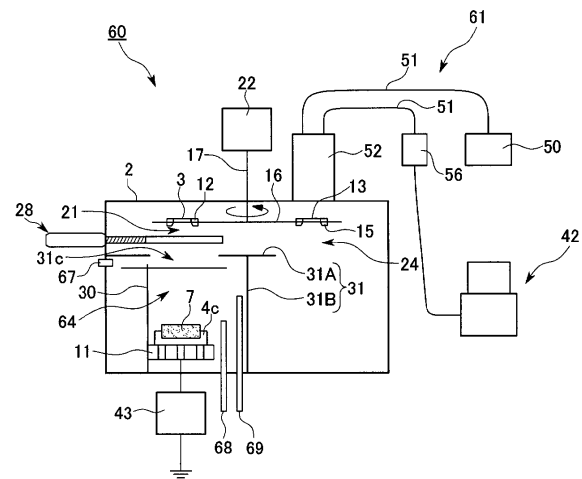
【図 7】



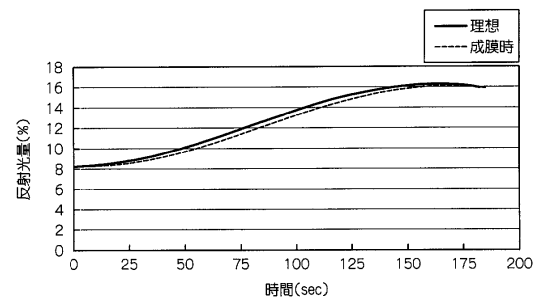
【図 8】



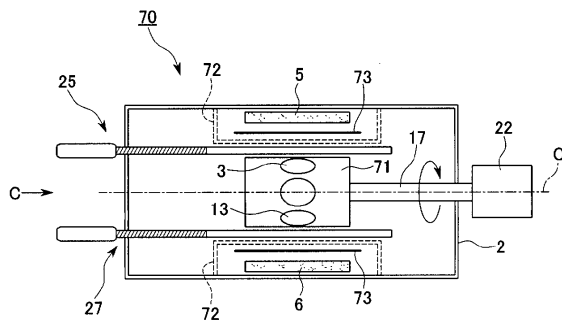
【図 9】



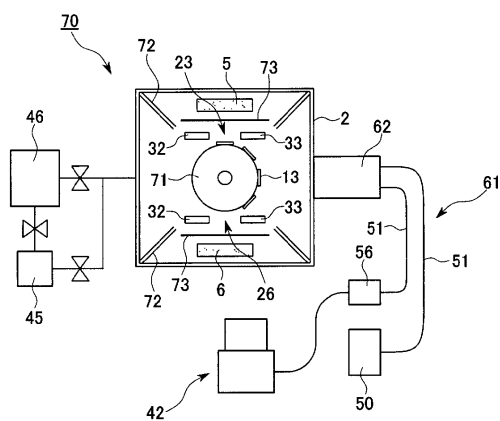
【図 10】



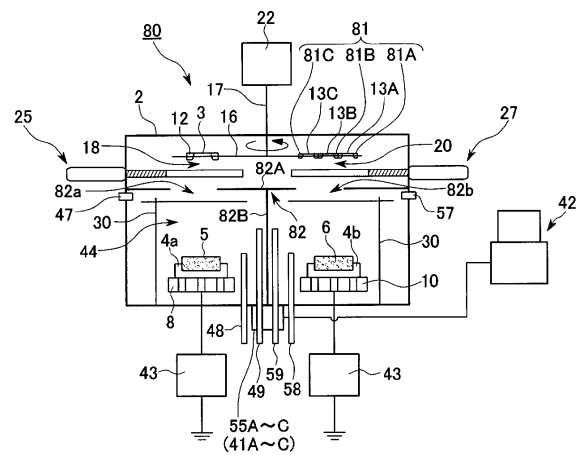
【図 11】



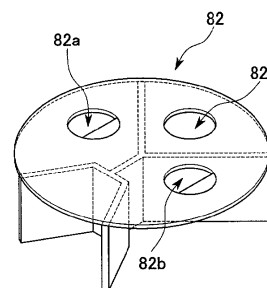
【図 12】



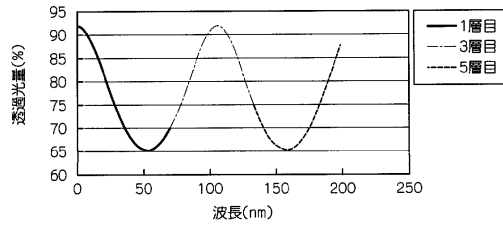
【図 13】



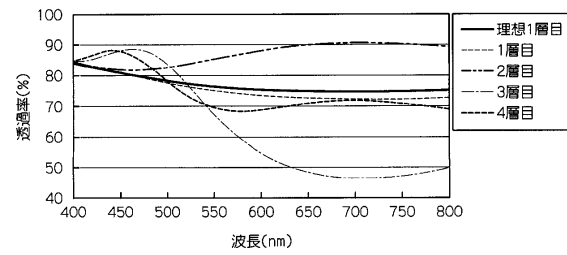
【図 14】



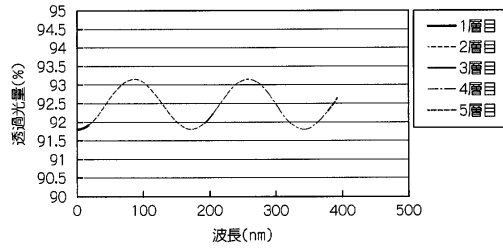
【図 15】



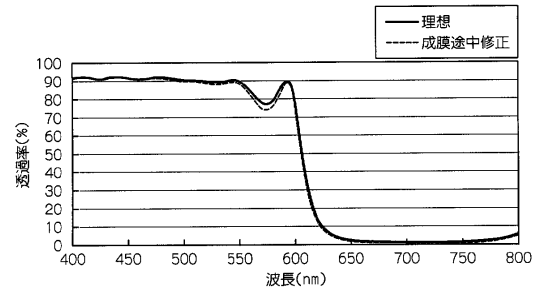
【図 18】



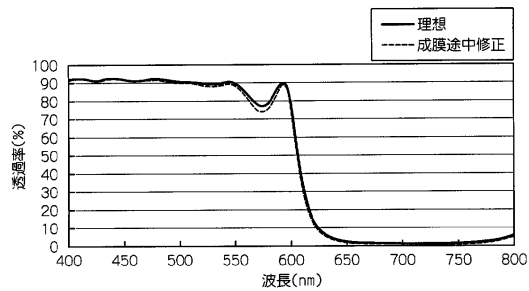
【図 16】



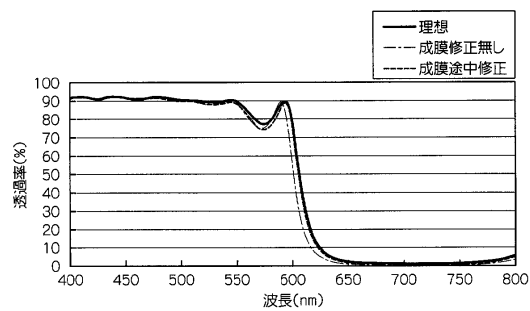
【図 19】



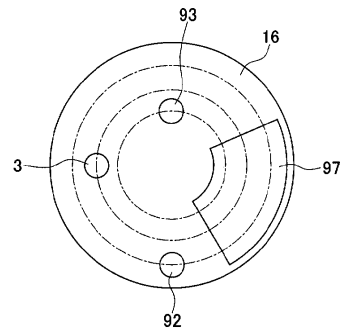
【図 17】



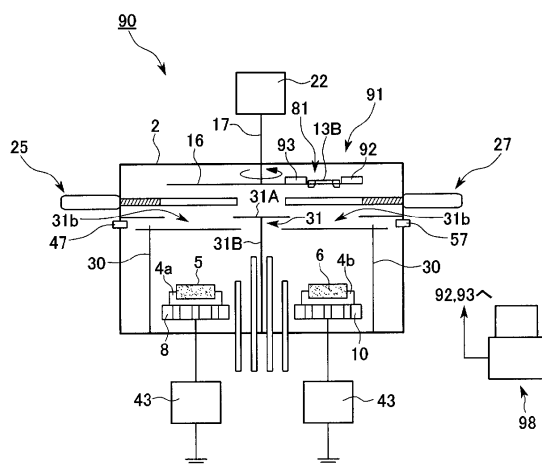
【図 20】



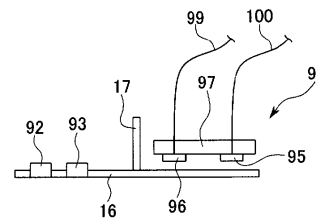
【図 22】



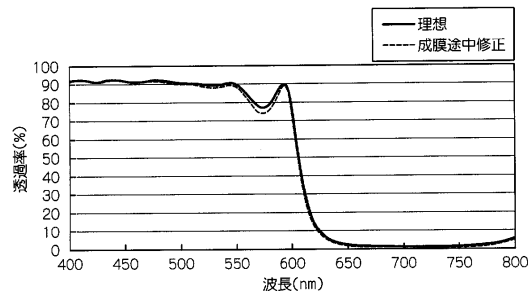
【図 21】



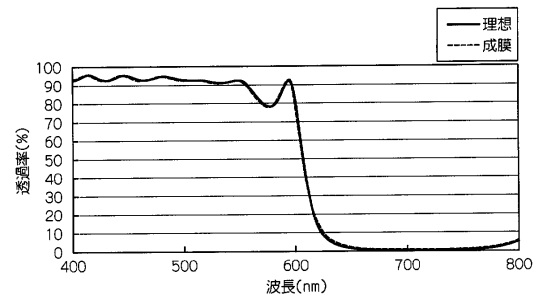
【図 23】



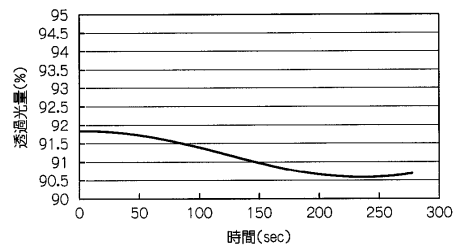
【図 2 4】



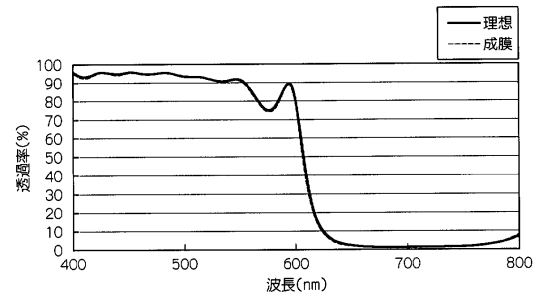
【図 2 6】



【図 2 5】



【図 2 7】



フロントページの続き

(74)代理人 100122426

弁理士 加藤 清志

(72)発明者 豊原 延好

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

(72)発明者 川俣 健

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

審査官 竹村 真一郎

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 0 0 8 9 5 6 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 2 4 4 7 2 2 (J P , A)

特開平 0 7 - 0 6 3 6 7 1 (J P , A)

実開平 0 3 - 0 4 1 8 4 5 (J P , U)

特開昭 6 4 - 0 3 1 9 6 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 1 / 1 0 - 1 / 1 2、5 / 0 0 - 5 / 3 0

C 2 3 C 1 4 / 3 4 - 1 4 / 5 4