

明 細 書

発明の名称：光学薄膜の製造方法及び光学薄膜

技術分野

[0001] 本発明は、基材の面等に形成される光学薄膜、及びその光学薄膜の製造方法に関する。

背景技術

[0002] スマートフォン等の携帯端末、及びデジタルカメラ等の電子機器等に内蔵されるカメラモジュールは、被写体を撮像する撮像素子、及びこの撮像素子状に被写体の画像を結像するためのレンズユニットを備えている。

そして、特に小型のレンズユニットは、環状の遮光部を形成するための遮光部材を含んでいることがある。遮光部材は、遮光部より内側において光の入射を許容し（透過部）、その周りの遮光部において光の一部又は全部をカットすることで、レンズユニット内への入射光の入射範囲を制限し、レンズユニット内における迷光の発生を抑制して、ハレーション、レンズフレア、ゴースト等の発生を防止し、画質の向上に寄与する。

特許文献１（特開２０２０－１４０１３０号公報）には、かような遮光部材として、中央に貫通孔部が形成された金属薄板が開示されている。この金属薄板は、金属基材にレジストパターンを形成し、これをマスクとしたエッチングを行うことで製造される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０２０－１４０１３０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１の遮光部材は、金属薄板製であるため、透過部を貫通孔とする必要がある。貫通孔の形成には、レジストパターン工程及びエッチング工程が必要であり、製造コストが嵩む。又、特許文献１の遮光部材の透過部にお

いて、そのままでは光学薄膜等は配置され得ない。透過部に光学薄膜等が配置されるためには、光学薄膜が遮光部とは別の基材に形成された別の部材が、特許文献1の遮光部材の貫通孔部内に接着されることになる。この場合、構成が複雑になって、製造等のコストが嵩む。

[0005] そこで、本発明の主な目的は、第1薄膜部と第2薄膜部とが分かれた光学薄膜を低廉に製造可能な光学薄膜の製造方法を提供することである。

又、本発明の他の主な目的は、透過部等における第1薄膜部と遮光部等における第2薄膜部とがシンプルな構成において分かれて形成された光学薄膜を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 請求項1に記載の発明は、第1薄膜部、及び前記第1薄膜部と膜構成が異なる第2薄膜部を有する光学薄膜を、基材の成膜面において、直接又は中間膜を介して製造する方法であって、前記成膜面における第1成膜部分の上に、前記第1薄膜部を形成する工程と、前記第1薄膜部の上に、毛羽状構造、ピラミッド群状構造、及び剣山状構造の少なくとも何れかを有するアルミニウム及びアルミニウムの化合物の少なくとも一方である洗浄時除去膜を形成する工程と、前記成膜面における前記第1成膜部分と異なる第2成膜部分の上、及び前記第1薄膜部と前記洗浄時除去膜とが形成された前記第1成膜部分の上に、前記第2薄膜部を形成する工程と、前記洗浄時除去膜及びその上における前記第2薄膜部を洗浄により除去する工程と、を含むことを特徴とするものである。

請求項2に記載の発明は、上記発明において、前記第2薄膜部は、リング状又は枠状であることを特徴とするものである。

請求項3に記載の発明は、上記発明において、前記洗浄時除去膜は、アルミニウム及びアルミニウムの化合物の少なくとも一方を材料とした物理蒸着法により形成した洗浄時除去ベース膜を、温水へ浸漬することにより形成されることを特徴とするものである。

請求項4に記載の発明は、上記発明において、前記洗浄時除去膜及びその

上における前記第2薄膜部は、流水及び超音波の少なくとも一方により洗浄されることを特徴とするものである。

請求項5に記載の発明は、上記発明において、前記第2薄膜部は、可視光をカットする遮光膜であることを特徴とするものである。

請求項6に記載の発明は、上記発明において、前記第1薄膜部は、可視光の反射を抑制する反射防止膜であることを特徴とするものである。

請求項7に記載の発明は、上記発明において、前記第1薄膜部を形成する工程において、マスクにより、前記第1成膜部分の上のみに前記第1薄膜部を形成することを特徴とするものである。

請求項8に記載の発明は、上記発明において、前記第1薄膜部を形成する工程において、前記第1成膜部分を一部に含む、前記成膜面又は前記中間膜の全体又は部分に前記第1薄膜部を形成した後、前記第1成膜部分以外の前記成膜面又は前記中間膜の部分の上における前記第1薄膜部を、レーザーにより除却することを特徴とするものである。

[0007] 請求項9に記載の発明は、第1薄膜部、及び前記第1薄膜部と膜構成が異なる第2薄膜部を有する光学薄膜であって、前記第2薄膜部は、前記第1薄膜部を囲んでおり、前記第1薄膜部に、レジストが残存していないことを特徴とするものである。

請求項10に記載の発明は、上記発明において、前記第2薄膜部は、可視光をカットする遮光膜であることを特徴とするものである。

請求項11に記載の発明は、上記発明において、前記第1薄膜部は、可視光の反射を抑制する反射防止膜であることを特徴とするものである。

発明の効果

[0008] 本発明の主な効果は、第1薄膜部と第2薄膜部とが分かれた光学薄膜を低廉に製造可能な光学薄膜の製造方法を提供することである。

又、本発明の他の主な効果は、透過部等における第1薄膜部と遮光部等における第2薄膜部とがシンプルな構成において分かれて形成された光学薄膜を提供することである。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の第1形態に係る光学薄膜が基材に形成されて成る遮光ARレンズ部材の(A)背面図, (B)側面図である。
- [図2]本発明の第2形態に係る光学薄膜が基材に形成されて成る赤外線カット部材の(A)背面図, (B)側面図である。
- [図3](A)～(K)は、本発明の第1形態に対応する実施例1の製造方法を主に遮光ARレンズ部材の側面側から示す模式図である。
- [図4](A)～(H)は、実施例1の製造方法を主に遮光ARレンズ部材の背面側から示す模式図である。
- [図5]本発明に係る洗浄時除去膜の構造例を示す顕微鏡写真である。
- [図6] SiO_2 の光学定数に係るグラフである。
- [図7] TiO_2 の光学定数に係るグラフである。
- [図8] Nb_2O_5 の光学定数に係るグラフである。
- [図9] $\text{Nb} + \text{Si}$ (スパッタリングにおけるNb, Siのスパッタ源投入電力が順に6kW, 8.5kW)の光学定数に係るグラフである。
- [図10]実施例1の第1薄膜部(AR膜)における反射率分布のグラフである。
- 。
- [図11]実施例1の第2薄膜部(遮光膜)における反射率分布のグラフである。
- 。
- [図12]実施例1の第2薄膜部(遮光膜)における透過率分布のグラフである。
- 。
- [図13](A), (B)は、本発明に属さない比較例におけるリング状の遮光膜の製造に関する模式図であり、(C)は、比較例における遮光ARレンズ部材LZの背面図である。
- [図14]実施例2の第1薄膜部(赤外線カット膜)における透過率分布のグラフである。
- [図15]実施例2の第1薄膜部(赤外線カット膜)における反射率分布のグラフである。

[図16] (A) ~ (D) は、本発明の第3形態に対応する実施例3の製造方法の前半を主に遮光ARレンズ部材の側面側から示す模式図である。

[図17] 実施例3と同様の製造方法で製造されたサンプルを示す写真である。

[図18] 図17における黒太十字形の右下部、及び白抜き太十字形の右上部の拡大図である。

[図19] 図17における黒小リング形部分の拡大図である。

[図20] 図19におけるリング下部内周部分の拡大図である。

[図21] 図17のサンプルにおける第1薄膜部 (AR膜) 及び第2薄膜部 (遮光膜) における各反射率分布のグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明に係る実施の形態の例が、適宜図面を用いて説明される。

尚、本発明は、以下の例に限定されない。

[0011] [第1形態]

図1に示されるように、本発明の第1形態に係る光学薄膜1は、円板状である基材2の成膜面F上に形成されている。

基材2の材料 (材質) として、プラスチックが用いられ、好ましくは、熱硬化性樹脂が用いられ、例えばポリウレタン樹脂、チオウレタン樹脂、エピスルフィド樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂、ポリ4-メチルペンテン-1樹脂、ジエチレングリコールビスアリルカーボネート樹脂、あるいはこれらの組合せが用いられる。尚、基材2の材料は、ガラス等、プラスチック以外であっても良い。

光学薄膜1付きの基材2は、カメラモジュールのレンズユニットにおける遮光ARレンズ部材Lとして用いられる。尚、光学薄膜1付きの基材2は、レンズユニット以外に用いられても良い。

[0012] 基材2は、光学薄膜1が形成される基材であり、特に板状の場合、基板である。基材2は、透光性を有しており、基材2の可視域 (ここでは400nm (ナノメートル) 以上750nm以下) の波長を有する光である可視光の

透過率は、ほぼ100%となっている。基材2は、平板状のベース部2Bと、ベース部2Bにおける成膜面F（背面）側の中央において、ベース部2Bから膨出して凸レンズとなるレンズ部2Lと、を有している。

ベース部2Bは、直径8mm（ミリメートル）程度の円板形状を呈している。

レンズ部2Lの外形は、直径4mm程度の円形である。レンズ部2Lの表面には、鏡面加工が施されている。尚、鏡面加工は、省略されても良い。

基材2におけるレンズ部2Lの周囲には、微細な凹凸（例えば数 μm （マイクロメートル）程度の高さを有する凸体又は凹体）を有するシボ状で背面視リング状の粗面部2Rが形成されている。粗面部2Rは、通過する光を散乱させる。かような散乱により、粗面部2Rは、肉眼では曇って見える。更に、粗面部2Rの径方向外側には、背面視リング状であり平坦である周縁平坦部2Sが形成されている。粗面部2Rの幅は1mm程度である。

尚、粗面部2Rは、微細な凹凸に対応する形状を内面に付与した金型により成形されても良いし、粒子を塗布して固着させて形成されても良い。粗面部2Rは、シボ状でなくても良いし、省略されても良い。あるいは、周縁平坦部2Sが省略され、基材の成膜面Fの周縁まで粗面部2Rとされても良い。レンズ部2Lは、膨出した凸レンズではなく、窪んだ凹レンズであっても良いし、複数設けられても良い。基材2の大きさ並びに基材2の部分の大きさ及び全体に対する位置の少なくとも何れかは、上述のものから変更されても良い。

[0013] 基材2における光学薄膜1付きの成膜面F及びレンズ部2Lは、レンズユニットの内部となるように配置される。又、ベース部2Bにおけるレンズ部2Lに対向する（成膜面Fと逆側の）面は、平坦であり、レンズユニットの外周となるように配置される。

尚、遮光ARレンズ部材Lは、レンズユニットにおいて、他の形態で配置されても良い。又、基材2と光学薄膜1との間に、1つ以上の中間膜が配置されても良い。光学薄膜1（成膜面F）は、レンズ部2L側の面に代えて、

あるいはレンズ部 2 L 側の面と共に、レンズ部 2 L と逆側の面に配置されても良い。ベース部 2 B における成膜面 F と逆側の面は、曲面形状であっても良い。

[0014] 光学薄膜 1 は、第 1 薄膜部 1 0 と、第 2 薄膜部 1 2 と、を有している。

第 1 薄膜部 1 0 は、レンズ部 2 L の表面（第 1 成膜部分）に配置されている。第 1 薄膜部 1 0 は、反射防止（Anti Reflection, AR）機能を有する光学多層膜である。第 1 薄膜部 1 0 には、レジスト等（第 1 薄膜部 1 0 及び第 2 薄膜部 1 2 を構成する材料以外の材料）は、残存していない。尚、第 1 薄膜部 1 0 は、AR 膜に限られない。

第 2 薄膜部 1 2 は、背面視リング状であり、粗面部 2 R の表面及び周縁平坦部 2 S の表面（第 2 成膜部分）に配置されている。第 2 薄膜部 1 2 は、少なくとも可視光をカットする機能である光線カット機能を有する遮光膜である。第 2 薄膜部 1 2 には、レジスト等は、残存していない。尚、第 2 薄膜部 1 2 は、遮光膜に限られない。遮光膜は、単層の膜であっても良いし、複数の層を有する多層膜であっても良い。光線のカットは、透過率を可視域全域で略 0 % とする完全なカット、及び透過率を可視域内で 1 0 % 程度以下とする不完全なカット、及び透過率を透過前後で低減する部分的なカットを含む。

第 2 薄膜部 1 2 は、粗面部 2 R 上の第 2 A 薄膜部 1 2 A と、周縁平坦部 2 S 上の第 2 B 薄膜部 1 2 B と、を有する。第 2 A 薄膜部 1 2 A と第 2 B 薄膜部 1 2 B とにおいて、膜構成は同じであり、これらの相違は、粗面部 2 R に載るかあるいは周縁平坦部 2 S に載るかによる。尚、第 1 薄膜部 1 0 及び第 2 薄膜部 1 2 の配置は、かような背面視円板形の第 1 薄膜部 1 0 の外側にリング状の第 2 薄膜部 1 2 が接触するものに限られない。例えば、粗面部 2 R において、第 1 薄膜部 1 0 と第 2 薄膜部 1 2 とが重畳しあるいは離隔していても良い。又、周縁平坦部 2 S の一部又は全部に、第 2 薄膜部 1 2 が配置されなくても良い。

[0015] [第 2 形態]

図2に例示されるように、本発明の第2形態に係る光学薄膜51は、矩形板状でプラスチック製の基材52の成膜面F（背面）上に形成されている。尚、第2形態は、適宜第1形態と同様の変更例を有する。例えば、基材52は、ガラス製等であっても良い。

光学薄膜51付きの基材52は、赤外線カット部材Rとして用いられる。尚、光学薄膜51付きの基材52は、赤外線カット部材R以外に用いられても良い。

基材52は、中央部52Cと、矩形枠状の周縁部52Rと、を有する。中央部52Cの成膜面F側には、鏡面加工が施されている。又、周縁部52Rの成膜面F側は、第1形態の粗面部2Rと同様に、粗面とされている。

[0016] 光学薄膜51は、第1薄膜部60と、第2薄膜部62と、を有している。

第1薄膜部60は、背面視矩形形状であり、中央部52Cの背面（第1成膜部分）に配置されている。第1薄膜部60は、赤外線カット機能を有する光学多層膜である。第1薄膜部60には、レジスト等は、空気中で付着し得る水等の物質を除き、残存していない。尚、第1薄膜部60は、赤外線カット膜に限られない。

第2薄膜部62は、背面視矩形枠状であり、周縁部52Rの背面（第2成膜部分）に配置されている。第2薄膜部62は、第1形態の第2薄膜部12と、形状を除き、同様に成る。

第2薄膜部62における径方向内側の境界は、第1薄膜部60の境界と接触している。尚、第1薄膜部60及び第2薄膜部62の配置は、かような背面視矩形の第1薄膜部60の外側に枠状の第2薄膜部62が接触するものに限られない。

[0017] [製造方法等]

第1、第2形態の光学薄膜1、51は、最終的に洗浄により除去される洗浄時除去膜W（図3、図4参照）を用いて製造される。洗浄時除去膜Wは、製造中形成され製造後残存しない製造中間体である。

洗浄時除去膜Wは、アルミニウム、アルミニウム合金、又はアルミニウム

の化合物である。アルミニウムの化合物は、好適には、アルミニウムを主成分とした化合物である。主成分は、他の成分に対して、重量比率で過半数となる成分であっても良いし、体積比率で過半数となる成分であっても良い。

洗浄時除去膜Wは、例えば、アルミニウム（Al）、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）、窒化アルミニウム（AlN）、酸窒化アルミニウム（AlON）である。AlONでは、酸素原子と窒素原子の比率は、どのようなものであっても良く、AlONは、酸素原子が窒素原子に対して多数となり Al_2O_3 に近い性質を有するものであっても良いし、酸素原子が窒素原子に対して少数となりAlNに近い性質を有するものであっても良いし、酸素原子と窒素原子とが同程度含まれたものであっても良い。

洗浄時除去膜Wは、例えば図5（AlN）に示されるような、微細な毛羽状構造、ピラミッド群状構造、及び剣山状構造の少なくとも何れか（以下適宜「毛羽状構造等」と呼ばれる）を有する。かような毛羽状構造等により、遮光膜等のその上への成膜が可能であり、且つ流水及び超音波の少なくとも一方等を用いた洗浄により剥離等の除去が可能である性質が、洗浄時除去膜Wに付与される。

毛羽状構造等を有する洗浄時除去膜Wは、毛羽状構造等を有さないものの物理蒸着法（Physical Vapor Deposition（PVD））、真空蒸着及びスパッタリング等）による直接の成膜に適した洗浄時除去ベース膜WBから形成される。洗浄時除去膜Wは、例えば、洗浄時除去ベース膜WBに対し、超音波を当てる超音波処理、及び温水に浸す温水浸漬処理の少なくとも一方を施して形成される。

尚、洗浄時除去膜Wは、厳密には洗浄により完全に離脱せず、光学薄膜1の形成後において僅かに残存する場合がある。この場合であっても、残存する物質は、アルミニウム、アルミニウム合金、又はアルミニウムの化合物であり、光学薄膜1の光学特性に実質的な影響を及ぼさない。本発明は、かように洗浄時除去膜Wの一部が残存する場合を含んでいる。

[0018] 第1形態の光学薄膜1の製造は、例えば、レンズ部2L上に第1薄膜部1

0が成膜され、第1薄膜部10の上に洗浄時除去膜Wが成膜され、粗面部2R上及び周縁平坦部2S上並びに洗浄時除去膜W上に第2薄膜部12の遮光膜が成膜され、その後の洗浄により、洗浄時除去膜Wがその上に成膜された遮光膜と共に除去され、粗面部2R上及び周縁平坦部2S上の遮光膜は洗浄を受けても残存して背面視リング状の第2薄膜部12となることで行われる。

[0019] 第2形態の光学薄膜51の製造は、例えば、成膜面F2の中央部上に第1薄膜部60が成膜され、第1薄膜部60の上に洗浄時除去膜Wが成膜され、第1薄膜部60及び洗浄時除去膜W付きの成膜面F2の全面に第2薄膜部62の遮光膜が成膜され、その後の洗浄により、洗浄時除去膜Wがその上に成膜された遮光膜と共に除去され、成膜面F周縁部上の遮光膜は洗浄を受けても残存して背面視矩形枠状の第2薄膜部62となることで行われる。

[0020] [変更例等]

上記の形態又は変更例を変更した更なる変更例が、以下説明される。

第1形態において、成膜面Fの中央部に遮光膜が成膜され、周縁部にAR膜が成膜されても良い。

第2形態において、成膜面Fの中央部に遮光膜が成膜され、周縁部に赤外線カット膜が成膜されても良い。

上記の形態及び変更例に限らず、本発明に係る洗浄時除去膜Wを用いた膜の製造は、様々な成膜面における複数部分に対する互いに異なる種類の膜部分の形成に適用可能である。例えば、成膜面F、F2の中央部と周縁部とで、互いに層構造が異なるAR膜部分が、それぞれ形成されても良い。又、成膜面F、F2の中央部と周縁部とで、互いに層構造が異なるミラー膜部分が、それぞれ形成されても良い。成膜面F、F2の中央部にAR膜部分が形成され、周縁部にミラー膜部分が形成されても良いし、その逆の配置で各膜部分が形成されても良い。成膜面F、F2の中央部にAR膜部分が形成され、周縁部に赤外線カット膜部分が形成されても良いし、その逆の配置で各膜部分が形成されても良い。成膜面F、F2の中央部に赤外線カット膜部分が形

成され、周縁部にミラー膜部分が形成されても良いし、その逆の配置で各膜部分が形成されても良い。各膜部分の配置は、中央部及び周縁部に限られない。本発明は、３種以上の膜部分を有する光学薄膜に適用されても良い。

[0021] [第３形態]

本発明の第３形態に係る光学薄膜は、製造方法以外、第１形態と同様に成る。第１形態と同様に成る部材や部分等は、適宜、同じ符号が付され、説明が省略される。

[0022] 第３形態の光学薄膜１の製造は、例えば、粗面部２Ｒ上及び周縁平坦部２Ｓ上並びにレンズ部２Ｌ上（成膜面Ｆ上）に第１薄膜部１０が成膜され、第１薄膜部１０の上に洗浄時除去膜Ｗが成膜され、粗面部２Ｒ上及び周縁平坦部２Ｓ上の第１薄膜部１０及び洗浄時除去膜Ｗがレーザー照射等により除却される。

そして、以後の製造方法は、第１形態と同様である。即ち、以後の製造は、粗面部２Ｒ上及び周縁平坦部２Ｓ上並びに洗浄時除去膜Ｗ上に第２薄膜部１２の遮光膜が成膜され、その後の洗浄により、洗浄時除去膜Ｗがその上に成膜された遮光膜と共に除去され、粗面部２Ｒ上及び周縁平坦部２Ｓ上の遮光膜は洗浄を受けても残存して背面視リング状の第２薄膜部１２となることで行われる。

尚、第３形態は、第１形態及び第２形態と同様の変更例を、適宜有する。

実施例

[0023] 次いで、本発明の好適な実施例、及び本発明に属さない比較例が説明される。

尚、本発明は、以下の実施例に限定されない。又、本発明の捉え方により、下記の実施例が実質的には比較例となったり、下記の比較例が実質的には実施例となったりすることがある。

[0024] [実施例１]

《光学薄膜の構成等》

実施例１は、上述の第１形態（遮光ＡＲレンズ部材Ｌ）に対応する。

実施例 1 において、光学薄膜 1 の第 1 薄膜部 10 (AR 膜) は、次の表 1 に示されるように、全 5 層の光学多層膜であって、低屈折率材料により形成された低屈折率層と高屈折率材料により形成された高屈折率層との交互膜となっている。より詳しくは、第 1 薄膜部 10 は、基材 2 側から数えて 1, 3, 5 層目 (奇数層) が SiO_2 製の低屈折率層 (SiO_2 層) であり、2, 4 層目 (偶数層) が TiO_2 製の高屈折率層 (TiO_2 層) である。尚、表 1 に、6 層目として、第 1 薄膜部 10 の構成要素ではない洗浄時除去ベース膜 WB (Al_2O_3) が記載されている。

又、光学薄膜 1 の第 2 薄膜部 12 (遮光膜) は、次の表 2 に示されるように、全 9 層の光学多層膜であって、低屈折率層と高屈折率層との交互膜となっている。より詳しくは、第 1 薄膜部 10 は、基材 2 側から数えて 1, 3, 5, 7, 9 層目 (奇数層) が SiO_2 層であり、2 層目 (偶数層の一部) が酸化ニオブ (Nb_2O_5) 製の高屈折率層 (Nb_2O_5 層) であり、4, 6, 8 層目 (偶数層の他の一部) がニオブシリコン合金 ($\text{Nb} + \text{Si}$) 製の高屈折率層 ($\text{Nb} + \text{Si}$ 層) である。 $\text{Nb} + \text{Si}$ 層は、可視光を吸収する光吸収層であり、又その特性から高屈折率層と同様な挙動を呈するものである。

尚、低屈折率材料は、フッ化カルシウム (CaF_2)、フッ化マグネシウム (MgF_2)、あるいは SiO_2 を含むこれらの二種以上の混合物であっても良い。又、高屈折率材料は、酸化ジルコニウム (ZrO_2)、酸化タンタル (Ta_2O_5)、酸化ニオブ (Nb_2O_5)、酸化ハフニウム (HfO_2)、酸化セレン (CeO_2)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、酸化イットリウム (YO_2) あるいは TiO_2 を含むこれらの二種以上の混合物であっても良い。第 1 薄膜部 10 に係る光学多層膜では、高屈折率材料及び低屈折率材料が 1 種ずつ用いられるため、膜設計が容易であり、成膜コストが低廉である。

[0025]

[表1]

層	材料	膜厚(nm)
1層目	SiO ₂	202.8
2層目	TiO ₂	19.1
3層目	SiO ₂	37.0
4層目	TiO ₂	26.4
5層目	SiO ₂	97.1
6層目	Al ₂ O ₃	100.0

[表2]

層	膜材料	膜厚(nm)
1層目	SiO ₂	100.0
2層目	Nb ₂ O ₅	14.5
3層目	SiO ₂	35.6
4層目	NbSi	8.0
5層目	SiO ₂	80.6
6層目	NbSi	200.0
7層目	SiO ₂	66.1
8層目	NbSi	7.5
9層目	SiO ₂	84.3

[0026] 《光学薄膜の製造等》

次いで、実施例 1 を製造する方法が、説明される。

尚、本発明に係る光学薄膜 1 の製造方法は、製造装置を含め、以下の形態に限定されない。

[0027] 実施例 1 の製造において、光学薄膜 1 の第 1 薄膜部 10、洗浄時除去ベース膜WB、及び第 2 薄膜部 12 は、何れも DC スパッタ成膜装置での DC スパッタにより形成される。実施例 1 の製造では、洗浄時除去ベース膜WBとして、Al₂O₃が用いられる。

次の表 3 に、各種のスパッタリングにおけるプロセス条件が示される。

又、図 6 ～図 9 に、各種材料の光学定数（可視域及び隣接域における屈折率分布及び消衰係数）が示される。

尚、第 1 薄膜部 10、洗浄時除去ベース膜WB、及び第 2 薄膜部 12 の少

なくとも何れかは、蒸着等、他の方法により成膜されても良い。又、DCスパッタ成膜装置に代えて、RFスパッタ成膜装置が用いられても良い。更に、各種の膜の層数及び各層の膜厚は、それぞれ適宜変更可能である。

[0028] [表3]

膜材料	ターゲット材	スパッタ源			ラジカル源				処理時間 秒間	蒸着レート nm/秒
		投入電力 (kW)	Arガス 導入力 (ccm)	O ₂ ガス 導入力 (ccm)	投入電力 (kW)	Arガス 導入力 (ccm)	O ₂ ガス 導入力 (ccm)	N ₂ ガス 導入力 (ccm)		
前処理	---	0	0	0	3	---	500	---	30	---
SiO ₂	Si	8	100	0	3	0	80	0	膜厚 ÷ 蒸着 レート	0.36
TiO ₂	Ti	6	120	0	0	0	80	0		0.25
Nb ₂ O ₅	Nb	6	120	0	3	0	200	0		0.2
Nb + Si	Nb	6	120	0	0	0	0	0		0.3
	Si	8.5	120	0						

[0029] 図4 (A) に示される、成膜面F (背面) を上方に向けた水平な状態でスパッタ成膜装置の真空引きされた成膜室に入れられた成膜前の基材2における成膜面F上方に、図3 (A) , 図4 (B) に示されるように、マスクMがセットされる。マスクMは、板状のベースMBと、ベースMBの中央において、第1薄膜部10の形状に対応した形状で開けられた貫通孔MHと、を有する。マスクMは、成膜ホルダーに、支持体を介して支持される。

尚、光学薄膜1の製造方法において、各種の配置、設置数等は、上述のものに限定されない。例えば、基材2及びマスクMは、鉛直姿勢とされても良い。基材2は複数縦横に並べられ、マスクMはその並びに対応する複数の貫通孔を有しても良い。

[0030] 次に、図3 (B) , 図4 (C) に示されるように、第1薄膜部10、次いで洗浄時除去ベース膜WBが成膜される。尚、第1薄膜部10と洗浄時除去ベース膜WBとは、互いに別の装置で製造されても良い。

即ち、まず、各種のターゲットがセットされて成膜室が真空引きされ、更に表3で「前処理」として示される通り、ラジカル源から、 O_2 ガスが、高周波電圧が印加されラジカル酸素となった状態で500ccmの流量で30秒間成膜室に供給されることで、基材2及びマスクMのクリーニングが行われる。より詳しくは、かようなラジカル酸素の照射により、基材2及びマスクMに有機物等が付着していたとしても、有機物等はラジカル酸素及びプラズマで発生する紫外線によって分解剥離される。かようなクリーニングにより、後に形成する膜の密着性が向上する。

そして、第1薄膜部10の1層目 (SiO_2 層) が、上述のプロセス条件 (表3) でスパッタされる。ここでは、Siのスパッタ源がアルゴンガス (Ar ガス) の導入と共に作動し、ラジカル源として酸素ガス (O_2 ガス) が成膜室に導入される。マスクMは、基材2とスパッタ源との間に配置されている。次いで、第1薄膜部10の2層目 (TiO_2 層) が、同様にスパッタされる。ここでは、Tiのスパッタ源が作動し、ラジカル源として O_2 ガスが成膜室に導入される。続いて、順次、3～5層目が同様にスパッタされ、第1薄膜

部10が成膜される。尚、スパッタ源に代えて、あるいはスパッタ源と共に、ラジカル源においてArガスが導入されても良い。Arガスは、Ar外の希ガスに係るものとされても良い。かようなArガスに係る変更は、他の成膜においても適宜行われても良い。

次に、洗浄時除去ベース膜WB (Al_2O_3) が、上述のプロセス条件 (表3) で、第1薄膜部10の上にスパッタされる。ここでは、Alのスパッタ源がArガスの導入と共に作動し、ラジカル源は酸素ラジカルにおいて作動する。

第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WBは、マスクMの貫通孔MHにより、基材2のレンズ部2L上に成膜される。

[0031] 続いて、図3 (C), 図4 (D) に示されるように、第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WB付きの基材2が、スパッタ成膜装置から一旦取り出される。

そして、図3 (D) に示されるように、第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WB付きの基材2は、水槽T中の温水HWに浸漬される。すると、図3 (E), 図4 (E) に示されるように、洗浄時除去ベース膜WBは、毛羽状構造等を有する洗浄時除去膜Wとなる。即ち、洗浄時除去ベース膜WBにおける均一に分布した Al_2O_3 の構造が、温水HWへの溶解を伴いつつ、毛羽状構造等を呈するように変化する。換言すれば、洗浄時除去ベース膜WBは、温水HW中において、適宜一部溶解しつつ、多数の微細な毛羽、角錐、円錐、針状体等を膜厚方向に成長させ、徐々に洗浄時除去膜Wに変化する。洗浄時除去ベース膜WBから洗浄時除去膜Wへの変化は、膜の強度が毛羽状構造等の具備により低下することから、エッチングと捉え得る。他方、温水HWは、第1薄膜部10に変形及び短期的脆弱化等の悪影響を及ぼさない。尚、浸漬時の基材2等の姿勢 (向き) は、図3で示されるような鉛直姿勢に限られない。又、温水への浸漬に加え、温水への浸漬と共に、超音波を当てることによって、同様にエッチングが可能である。

温水HWの温度は、毛羽状構造等をなるべく短時間で得る観点から、ここ

では90℃であって、好ましくは60℃以上100℃以下であり、より好ましくは80℃以上100℃以下であり、更に好ましくは90℃以上100℃以下である。100℃以上とするには、加圧等の特殊な処理を水に施すか、水以外を用いるかしなければならず、手間がかかる。

又、温水HWへの浸漬時間は、毛羽状構造等をなるべく短時間で得る観点から、好ましくは2秒間以上10分間以下であり、より好ましくは5秒間以上5分間以下であり、更に好ましくは15秒間以上3分間以下である。浸漬時間が短いと、毛羽状構造等が十分に得られず、浸漬時間が長いと、処理時間が長くなり効率がその分悪くなる。

[0032] その後、図3（F）に示されるように、第1薄膜部10及び洗浄時除去膜W付きの基材2が水槽Tから取り出されてスパッタ成膜装置に戻され、図3（G）、図4（F）に示されるように、成膜面Fの全体に第2薄膜部12に係る遮光膜が成膜される。尚、第1薄膜部10等と遮光膜とは、互いに別の装置で製造されても良い。

即ち、まず、マスクM無しで、第2薄膜部12の1層目（SiO₂層）が、第1薄膜部10のSiO₂層と同様にスパッタされる。次いで、第2薄膜部12の2層目（Nb₂O₅層）が、上述のプロセス条件（表3）でスパッタされる。ここでは、Nbのスパッタ源がArガスの導入と共に作動し、ラジカル源としてO₂ガスが成膜室に導入される。続いて、第2薄膜部12の3層目（SiO₂層）が、同様にスパッタされる。次いで、第2薄膜部12の4層目（Nb+Si層）が、同様にスパッタされる。Nb+Si層のスパッタでは、Nbのスパッタ源とSiのスパッタ源とが同時に作動し、ラジカル源は作動しない。続いて、順次、5～7層目が同様にスパッタされ、第2薄膜部12に係る遮光膜が、基材2の粗面部2R上及び周縁平坦部2S上、並びに洗浄時除去膜W上に成膜される。

[0033] かような遮光膜の全面的な成膜の後、図3（H）に示されるように、遮光膜、洗浄時除去膜W及び第1薄膜部10付きの基材2が、再び水槽Tに入れて、温水HWに浸漬される。

すると、図3（I）、図4（G）に示されるように、洗浄時除去膜W上の遮光膜は、クラックを有して脆弱化構造を有する脆弱化第2薄膜部12Eとなる。洗浄時除去膜W上における第2薄膜部12から脆弱化第2薄膜部12Eへの変化は、エッチングと捉え得、2度目のエッチングであるから再エッチングと捉え得る。再エッチングにおいて、基材2上の第2薄膜部12、及び第1薄膜部10には、脆弱化等の悪影響は及ばず、第1薄膜部10及び第2薄膜部12の成膜面Fに対する密着性に変化は生じない。

又、再エッチングにおいて、洗浄時除去膜Wの毛羽状構造等の更なる微細化、及び洗浄時除去膜Wの一部の溶解が進行する。

尚、洗浄時除去膜Wに係る水槽Tと、第2薄膜部12に係る水槽Tとは、互いに別に設けられても良い。又、これらの水槽T、Tにおいて、温水HWの温度及び浸漬時間の少なくとも一方が互いに異なるものとされても良い。更に、再エッチングは、1回目のエッチングに係る変更例を適宜有し得る。例えば、再エッチングにおいて、温水浸漬処理に代えて、あるいは温水浸漬処理と共に、超音波処理が行われても良い。加えて、脆弱化第2薄膜部12Eの脆弱化構造は、クラックに限られない。

[0034] 第1薄膜部10、第2薄膜部12、脆弱化第2薄膜部12E及び洗浄時除去膜W付きの基材2は、水槽Tから取り出された後、図3（J）に示されるように、流水で洗浄される（矢印A参照）。尚、流水に代えて、あるいは流水と共に、超音波により洗浄が行われても良い。

すると、脆弱化第2薄膜部12E及び洗浄時除去膜Wが、第1薄膜部10上から分離され、図3（K）、図4（H）に示されるように、第1薄膜部10の周りに第2薄膜部12が均一な膜厚で配置された光学薄膜1付きの基材2、即ち遮光ARレンズ部材Lが完成する。即ち、洗浄時除去膜W及びその上における第2薄膜部12が洗浄により除去され、第1薄膜部10がレンズ部2L表面の上で出現し、第2薄膜部12が、成膜面F全体に配置される状態から、粗面部2R表面及び周縁平坦部2S表面の上のみに配置される状態となる。

かような光学薄膜 1 において、洗浄時除去膜 W に係る Al_2O_3 は、微細な毛羽状構造等によりその下の第 1 薄膜部 10 に対する密着性が低下しているため、流水及び超音波の少なくとも一方による洗浄で完全に除去され、残存していない。又、クラックを有する脆弱化第 2 薄膜部 12 E 及び毛羽状構造等を有する洗浄時除去膜 W により、遮光膜は、レンズ部 2 L 上方の部分のみ選択的に除去される。第 1 薄膜部 10 のレンズ部 2 L 表面に対する密着性、及び第 2 薄膜部 12 の粗面部 2 R 表面及び周縁平坦部 2 S 表面に対する密着性は、何れも確保されているため、当該各部分における第 1 薄膜部 10 及び第 2 薄膜部 12 は、流水及び超音波の少なくとも一方での洗浄により剥離せず、基材 2 から除去されない。尚、上述の通り、洗浄時除去膜 W は、僅かに残存したとしても、光学薄膜 1 等に多大な影響を及ぼさない。

又、洗浄時除去膜 W は、有機溶剤を用いることなく除去可能であり、従って、光学薄膜 1 及び基材 2 並びに中間膜等における有機溶剤の影響の発生が防止される。特に、プラスチック製の基材 2 の多くは、有機溶剤に対して弱く、有機溶剤の作用により溶解及びクラックが発生してしまうところ、洗浄時除去膜 W の除去では、有機溶剤の不使用により、かような溶解及びクラックの発生が防止されることとなる。よって、洗浄時除去膜 W を用いた光学薄膜 1 の形成は、プラスチック製の基材 2 に対して特に有効である。

流水に係る水温は、どのようなものであっても良く、取扱容易性の観点から、室温（水道の水温）程度であることが好ましい。

流水の流量は、脆弱化第 2 薄膜部 12 E 及び洗浄時除去膜 W の全体が分離される量であればどのようなものであっても良い。超音波の出力に関しても、同様である。

流水及び超音波の少なくとも一方で処理する時間である洗浄時間は、脆弱化第 2 薄膜部 12 E 及び洗浄時除去膜 W の全体が分離される時間であればどのようなものであっても良く、十分な洗浄を確保しつつ時間を短縮する観点から、好ましくは 30 秒間以上 10 分間以下であり、より好ましくは 1 分間以上 5 分間以下であり、更に好ましくは 2 分間以上 3 分間以下である。

[0035] 《実施例 1 の特性等》

図 1 O は、実施例 1 の第 1 薄膜部 1 O (A R 膜) が形成されたレンズ部 2 L 表面 (中央点) における、可視域及び隣接域における反射率分布のグラフである。

このグラフによれば、実施例 1 のレンズ部 2 L において、可視光に対する低反射が実現していることが分かる。

レンズ部 2 L の表面は鏡面加工されて第 1 薄膜部 1 O が付与されており、基材 2 は透光性を有するから、実施例 1 のレンズ部 2 L は、可視光の大部分を透過する。

[0036] 図 1 1 は、実施例 1 の第 2 薄膜部 1 2 (遮光膜) が形成された粗面部 2 R 表面に対する、空気中から入射して第 2 薄膜部 1 2 (第 2 A 薄膜部 1 2 A) で反射する反射光の反射率 (遮光膜上の反射率)、及び基材 2 側から入射して粗面部 2 R 表面で反射する反射光の反射率 (界面の反射率) に関する、可視域及び隣接域における反射率分布のグラフである。

反射率は、反射率測定器から出た試験光が反射率測定器にどの割合で返ってくるかで測定されるところ、試験光は粗面部 2 R の凹凸により散乱するから、実施例 1 における遮光膜上の反射率及び界面の反射率は、共に可視域全域で 0.5% 以下と、十分に低くなっている。

図 1 2 は、実施例 1 の第 2 薄膜部 1 2 (遮光膜) が形成された粗面部 2 R 表面における、可視域及び隣接域に係る透過率分布のグラフである。

実施例 1 の粗面部 2 R では、可視域及び隣接域において、極めて低い透過率が実現される。かような第 2 薄膜部 1 2 付きの粗面部 2 R により、実施例 1 の遮光 A R レンズ部材 L は、レンズユニット内における迷光の発生を十分に抑制するものとなる。

[0037] 以下、実施例 1 の第 2 薄膜部 1 2 における膜厚の均一性が、比較例を挙げて説明される。

図 1 3 (A), (B) は、比較例におけるリング状の遮光膜の製造に関する模式図であり、図 1 3 (C) は、比較例における遮光 A R レンズ部材 L Z

の背面図である。

比較例では、実施例 1 と同様に A R 膜 1 O Z を中央に形成した後、洗浄時除去ベース膜 W B を形成せず、ブリッジ付きマスク M Z により、A R 膜 1 O Z の周りに遮光膜 1 2 Z を成膜する。

ブリッジ付きマスク M Z は、ベース M Z B と、その中央において開けられた遮光 A R レンズ部材 L Z と同様の大きさの円形の貫通孔 M Z H と、貫通孔 M Z H と同心で配置されておりレンズ部 2 L Z と同様の大きさの円板である中央マスク M Z C と、中央マスク M Z C を支持するためにベース M Z B における貫通孔 M Z H 外側部分から四方の何れかの内方に延びて中央マスク M Z C に達するブリッジ M Z R と、を有する。

ブリッジ付きマスク M Z における中央マスク M Z C 部分を除いた貫通孔 M Z H により、遮光膜 1 2 Z がリング状に形成される。中央マスク M Z C により、A R 膜 1 O Z 上の遮光膜の形成が阻止される。

しかし、遮光膜 1 2 Z の形成時、中央マスク M Z C を支持する複数（4 本）のブリッジ M Z R が、膜材料の基材 2 Z への到達を妨げるため、比較例の遮光膜 1 2 Z は、ブリッジ M Z R に対応した薄化部 1 2 Z T を有することとなり、その膜厚はその分不均一となる。薄化部 1 2 Z T では、全く遮光膜 1 2 Z の膜材料が存在しないこともある（未成膜部）。かような薄化部 1 2 Z T は、中央マスク M Z C を支持可能な状態でブリッジ M Z R を限界まで小さくしたとしても生じてしまう。

これに対し、実施例 1 の第 2 薄膜部 1 2 は、洗浄時除去膜 W により、リング状でありながら、膜厚の均一性が極めて高い状態で形成される。

尚、比較例では、A R 膜 1 O Z 用のマスク及びブリッジ付きマスク M Z の 2 種類のマスクが必要であるのに対し、実施例 1 では、第 1 薄膜部 1 O 及び洗浄時除去ベース膜 W B 用のマスク M 1 つのみが必要であり、比較例に比べて実施例 1 は製造し易い。

[0038] 《洗浄時除去ベース膜の形成の変更例等》

次の表 4 に、洗浄時除去ベース膜 W B の形成の変更例に係る製造条件等が

示される。

尚、表 4 における最も上の製造条件等は、実施例 1 に係るものである。又、表 4 における「EB」は、電子ビームである。

[0039] [表4]

材料	方式	材料形態	成膜条件	化合物反応の方式	膜厚(nm)
Al ₂ O ₃	DCスパッタ	板材のターゲット	放電電力:4kW	酸素ラジカルを照射しながらAlを成膜	100
Al	真空蒸着	顆粒	EB加熱:7kV200A	未使用	50
Al ₂ O ₃	真空蒸着	顆粒	EB加熱:7kV200A	O ₂ ガスを導入しながら成膜	100
Al	DCスパッタ	板材のターゲット	放電電力:4kW	未使用	50
AlN	DCスパッタ	板材のターゲット	放電電力:4kW	窒素ラジカルを照射しながらAlを成膜	100
AlON	DCスパッタ	板材のターゲット	放電電力:4kW	酸素ラジカル及び窒素ラジカルを照射しながらAlを成膜	100

[0040] 即ち、表 4 における上から 2 番目の製造条件等のように、洗浄時除去ペー

ス膜WBは、蒸着により形成されたA I膜であっても良い。

又、表4における上から3番目の製造条件等のように、洗浄時除去ベース膜WBは、蒸着により形成されたA I₂O₃膜であっても良い。

更に、表4における上から4番目の製造条件等のように、洗浄時除去ベース膜WBは、スパッタにより形成されたA I膜であっても良い。

又更に、表4における上から5番目の製造条件等のように、洗浄時除去ベース膜WBは、スパッタにより形成されたA I N膜であっても良い。尚、通常の蒸着では、A I Nの成膜は困難である。

加えて、表4における下から1番目の製造条件等のように、洗浄時除去ベース膜WBは、スパッタにより形成されたA I O N膜であっても良い。尚、通常の蒸着では、A I O Nの成膜は困難である。

あるいは、洗浄時除去ベース膜WBは、A I単体を含むこれらの組合せであっても良い。

これらの洗浄時除去ベース膜WBは、実施例1の洗浄時除去ベース膜WBのように、それぞれ、温水浸漬処理によって、微細な毛羽状構造等を発現させ、洗浄時除去膜Wとすることが可能である。

[0041] [実施例2]

《光学薄膜の構成等》

実施例2は、上述の第2形態（赤外線カット部材R）に対応する。

実施例2において、光学薄膜51の第1薄膜部60（赤外線カット膜）は、次の表5に示されるように、全45層の光学多層膜であって、低屈折率層（SiO₂層，奇数層）と高屈折率層（TiO₂層，偶数層）との交互膜となっている。

又、光学薄膜51の第2薄膜部62（遮光膜）は、実施例1の第2薄膜部12と同様に成る。

尚、実施例2は、その製造を含め、実施例1と同様の変更例を適宜有する。

[0042]

[表5]

層目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
膜材料	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂
膜厚(nm)	27.5	8.6	78.2	17.4	46.6	119.9	187.5	113.4	191.5	114.8
層目	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
膜材料	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂
膜厚(nm)	189.8	114.5	189.9	113.0	187.0	110.7	180.9	102.1	170.9	104.8
層目	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
膜材料	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂
膜厚(nm)	179.2	99.8	156.9	86.4	147.5	82.3	144.6	81.7	142.2	81.4
層目	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
膜材料	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂
膜厚(nm)	141.6	81.4	141.2	81.4	141.6	81.5	141.9	82.1	143.7	86.3
層目	41	42	43	44	45					
膜材料	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂	TiO ₂	SiO ₂					
膜厚(nm)	149.3	26.4	14.1	35.4	79.5					

[0043] 《光学薄膜の製造等》

次いで、実施例2を製造する方法が、説明される。

尚、本発明に係る光学薄膜51の製造方法は、製造装置を含め、以下の形態に限定されない。

[0044] 実施例2の製造において、光学薄膜51の第1薄膜部60、洗浄時除去ベース膜WB、及び第2薄膜部62は、何れも、第1薄膜部60の層数及びマスクMの形状を除き、実施例1と同様にDCスパッタにより形成される。

あるいは、光学薄膜51の第1薄膜部60は、蒸着により形成されても良い。この場合のプロセス条件が、次の表6に示される。

かように第1薄膜部60が蒸着により形成される場合、洗浄時除去ベース膜WBも蒸着により形成すれば（表4における2，3番目の製造条件等参照）、第1薄膜部60と洗浄時除去ベース膜WBとが同じ装置で形成可能であり、製造の容易さが確保される。

[0045]

[表6]

膜材料	ターゲット材	蒸着条件			アシストイオン源			蒸着レート nm/秒
		加速電圧 (kV)	加速電流 (mA)	O ₂ ガス 導入量 (ccm)	加速電圧 (V)	ビーム 電流 (mA)	O ₂ ガス 導入量 (ccm)	
SiO ₂	Si顆粒	7	180	50	900	900	50	1.0
TiO ₂	Ti顆粒	7	200	50	600	600	50	0.5

[0046] 実施例2のDCスパッタによる製造は、実施例1と同様に行われる（図3，図4参照）。

第1薄膜部60及び洗浄時除去ベース膜WBが蒸着により形成される場合、図3（A）～（B）が蒸着装置により、図3（G）がスパッタ装置によることになる。

尚、エッチング（図3（D）～（E））及び再エッチング（図3（H）～（I））の少なくとも一方における浸漬時間等の各種条件は、第1薄膜部6

0（赤外線カット膜）の特性に応じて調節されても良い。

[0047] 《実施例2の特性等》

図14、図15は、実施例2の第1薄膜部60（赤外線カット膜）が形成された中央部52C表面（中央点）における、可視域及び近赤外域（ここでは750nm以上1200nm以下）並びに隣接域における透過率分布、反射率分布のグラフである。

このグラフによれば、実施例2の中央部52Cにおいて、近赤外光のカットが、主に反射により実現していることが分かる。

[0048] 実施例2の第2薄膜部62（遮光膜）が形成された周縁部52R表面における透過率等の性質は、実施例1の第2薄膜部12が形成された粗面部2R表面における透過率等の性質と同様である（図11、図12参照）。

よって、実施例2の周縁部52Rでは、可視域及び隣接域において、極めて低い透過率を実現される。かような第2薄膜部12付きの周縁部52Rにより、実施例2の赤外線カット部材Rは、内部における迷光の発生を十分に抑制するものとなる。

[0049] 《まとめ等》

実施例1、2を製造する方法は、第1薄膜部10、60、及びこれと膜構成が異なる第2薄膜部12、62を有する光学薄膜1、51を、基材2、52の成膜面F、F2において製造する方法であって、成膜面F、F2における第1成膜部分の上に、第1薄膜部10、60を形成する工程と、第1薄膜部10、60の上に、毛羽状構造等を有するアルミニウム及びアルミニウムの化合物の少なくとも一方である洗浄時除去膜Wを形成する工程と、成膜面F、F2における第1成膜部分と異なる第2成膜部分の上、及び第1薄膜部10、60と洗浄時除去膜Wとが形成された第1成膜部分の上に、第2薄膜部12、62を形成する工程と、洗浄時除去膜W及びその上における第2薄膜部12、62を洗浄により除去する工程と、を含んでいる。

よって、第1薄膜部と第2薄膜部とが分かれた光学薄膜が、レジスト、ブリッジ付きマスクMZ及び有機溶剤を用いることなく、高品質で低廉に製造

される。

尚、成膜面、第1成膜部分、第2成膜部分の「上」という事項は、成膜面、第1成膜部分、第2成膜部分に接している状態と、成膜面、第1成膜部分、第2成膜部分に接しておらず、中間膜により離れているものの、それらの上方に有る状態と、を含むものである。

[0050] 又、実施例1, 2を製造する方法において、第2薄膜部12, 62は、リング状、枠状である。よって、従来低コスト且つ高品位に製造することが困難であったリング状又は枠状の薄膜部が、低コスト且つ高品位に製造される。

更に、実施例1, 2を製造する方法において、洗浄時除去膜Wは、アルミニウム及びアルミニウムの化合物の少なくとも一方を材料とした物理蒸着法により形成した洗浄時除去ベース膜WBを、温水へ浸漬することにより形成される。よって、第1薄膜部10, 60と分かれた第2薄膜部12, 62の形成に必要な毛羽状構造等を有する洗浄時除去膜Wが、容易に形成される。

又、実施例1, 2を製造する方法において、洗浄時除去膜W及びその上における第2薄膜部12, 62は、流水及び超音波の少なくとも一方により洗浄される。よって、洗浄工程が簡単に行える。

[0051] 更に、実施例1, 2を製造する方法において、第2薄膜部12, 62は、可視光をカットする遮光膜である。よって、レンズユニットにおける迷光対策用等のリング状又は枠状の遮光膜が、低コスト且つ高品位に形成されることとなる。

又更に、実施例1, 2を製造する方法において、第1薄膜部10, 60は、可視光の反射を抑制するAR膜である。よって、第1薄膜部10, 60に対し、可視光の反射を抑制する機能が付与される。

[0052] 加えて、実施例1, 2の光学薄膜1, 51は、第1薄膜部10, 60、及びこれと膜構成が異なる第2薄膜部12, 62を有しており、第2薄膜部12, 62は、第1薄膜部10, 60を囲んでおり、第1薄膜部10, 60に、レジストが残存していない。

よって、実施例 1, 2 の光学薄膜 1, 5 1 では、上記特許文献 1 のもののようレジストが残存することがなく、又上記比較例のように薄化部 1 2 Z T が生じることがなく、第 1 薄膜部 1 0, 6 0 と第 2 薄膜部 1 2, 6 2 とが高品位な状態でシンプルに分かれた光学薄膜 1, 5 1 が提供される。

[0053] 又、実施例 1, 2 の光学薄膜 1, 5 1 において、第 2 薄膜部 1 2, 6 2 は、可視光をカットする遮光膜である。よって、レンズユニットにおける迷光対策用等のリング状又は枠状の遮光膜を有する光学薄膜 1, 5 1 が、高品位なものとなる。

更に、実施例 1, 2 の光学薄膜 1, 5 1 において、第 1 薄膜部 1 0, 6 0 は、可視光の反射を抑制する A R 膜である。よって、第 2 薄膜部 1 2, 6 2 に囲まれる第 1 薄膜部 1 0, 6 0 において、可視光の反射が抑制されることとなる。

加えて、実施例 1, 2 の第 1 薄膜部 1 0, 6 0 を形成する工程（図 3（A）～（B）、図 4（A）～（D））において、マスク M により、第 1 成膜部分（レンズ部 2 L の表面）の上のみに第 1 薄膜部 1 0, 6 0 を形成する。よって、第 1 薄膜部 1 0, 6 0 が、マスク M の形状に対応した所望の形状で、容易に形成される。

[0054] [実施例 3]

《光学薄膜の構成等》

実施例 3 は、上述の第 3 形態（遮光 A R レンズ部材 L）に対応する。

実施例 3 において、第 1 薄膜部 1 0（A R 膜）の構成、及び第 2 薄膜部 1 2（遮光膜）は、何れも上述の実施例 1 と同様である。

[0055] 《光学薄膜の製造等》

次いで、実施例 3 を製造する方法が、説明される。

尚、本発明に係る光学薄膜 1 の製造方法は、製造装置を含め、以下の形態に限定されない。

[0056] 実施例 3 の製造方法は、その前半を除き、実施例 1 と同様に成る。図 1 6 は、実施例 3 の製造方法の前半を示す模式図である。

図16(A)に示されるように、成膜前の基材2が、成膜面F(背面)を上方に向けた水平な状態で、スパッタ成膜装置の真空引きされた成膜室に入られる。実施例3の製造方法では、実施例1の製造方法と異なり、マスクMは用いられない。

[0057] 次に、図16(B)に示されるように、第1薄膜部10、次いで洗浄時除去ベース膜WBが、マスクMがないことを除き、実施例1と同様に成膜される。

第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WBは、基材2の成膜面F上に成膜される。

[0058] 続いて、図16(C)に示されるように、第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WB付きの基材2が、スパッタ成膜装置から一旦取り出され、粗面部2R上及び周縁平坦部2S上の各第1薄膜部10及び各洗浄時除去ベース膜WBにレーザーLAが照射される。

レーザーLAの照射により、粗面部2R上及び周縁平坦部2S上の各第1薄膜部10及び各洗浄時除去ベース膜WBが除却される。第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WBは、レンズ部2L上のみ配置される。

レーザーLAの出力は、第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WBが除却され、且つ粗面部2R及び周縁平坦部2Sに所定程度を超える形状変更等の影響を及ぼさない大きさに設定される。レーザーLAの出力は、様々な態様で調整され得る。例えば、レーザーLAの出力は、第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WBの少なくとも一方の所定量以下の残存が許容される場合、完全に除却される出力より低くされても良い。又、粗面部2R上及び周縁平坦部2S上に遮光膜が形成される場合のように、所定程度以下の形状変更(微細な傷の発生等)が、遮光機能を阻害しない(場合により遮光機能を高める)ために許容されるとき、レーザーLAの出力は、第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WBが除却される最小限の出力より大きくされても良い。かようにレーザーLAの出力が最小限の出力より大きくされれば、第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WBがより確実に除却される。

レーザーL Aは、スポット径の大きさに応じ、粗面部2 R上及び周縁平坦部2 S上をトレースする。例えば、レーザーL Aは、スポット径（直径）と同じかあるいは僅かに小さい走査幅により、粗面部2 R及び周縁平坦部2 Sを走査する状態で照射される。かようなレーザーL Aの照射により、第1薄膜部1 O及び洗浄時除去ベース膜WBの除却部分がパターニングされ、結果的に第1薄膜部1 O及び洗浄時除去ベース膜WBの残存部分がパターニングされる（図16（D））。

[0059] そして、パターニングされた第1薄膜部1 O及び洗浄時除去ベース膜WBを有する基材2は、実施例1の図3（C）と同様に成り、図3（D）以降と同じ各処理を施される。

[0060] 《実施例3の特性等》

実施例3の特性をより多様且つよりシンプルに調べるため、光学薄膜を、実施例3と同様の製造方法で、平行平板の基材2に形成したサンプルが作成された。サンプルの基材2は、ポリカーボネート製であり、そのサイズは、縦50mm、横50mm、厚さ1.0mmである。又、実施例3の製造方法は、実施例1の製造方法と同様の変更例を適宜有する。

図17は、当該サンプルの写真である。黒い部分は、第2薄膜部12（遮光膜）及びその下の基材2であり、その他の部分は、第1薄膜部10（AR膜）及びその下の基材2である。図17に示されるように、黒丸形、黒十字形、白抜き十字形、黒太十字形、白抜き太十字形、黒小リング形、黒大リング形といった、様々な形状にパターニングされた光学薄膜1が形成されている。

尚、本発明に係る光学薄膜1の製造方法は、当該サンプルの製造の形態に限定されない。又、当該サンプルの製造方法は、上述の他の各製造方法と同様の変更例を適宜有する。

[0061] サンプルの製造が、更に説明される。

平行平板の基材2の片面全体に、実施例1の上記表6の条件で、第1薄膜部10（AR膜）が蒸着される（図16（A）～（B）に対応）。第1薄膜

部10（AR膜）は、全7層であり、 SiO_2 層（奇数層）と TiO_2 層（偶数層）との交互膜である。第1薄膜部10（AR膜）の膜構成が、次の表7に示される。

[0062] [表7]

層	材料	膜厚(nm)
1層目	SiO_2	153.5
2層目	TiO_2	14.0
3層目	SiO_2	27.0
4層目	TiO_2	62.0
5層目	SiO_2	10.5
6層目	TiO_2	37.0
7層目	SiO_2	96.0

[0063] 更に、第1薄膜部10（AR膜）付き基材2の片面全体に、洗浄時除去ベース膜WBとしてのA1層が、表4の4行目の条件で、DCスパッタにより形成される（図16（B）に対応）。

[0064] そして、レーザーLAの照射により、パターニングが行われる（図16（C）～（D）に対応）。ここでは、レーザーLAの発出は、株式会社キーエンス製MD-X1520により、レーザーLAの波長が $1.06\mu\text{m}$ であり、周波数が40kHz（キロヘルツ）であり、スポット径（直径）が $80\mu\text{m}$ であり、走査速度が $2000\text{mm}/\text{秒}$ である状態で行われた。レーザーLAは、YAGによる。走査は、主にガルバノミラーの駆動による。

パターニングは、第2薄膜部12（遮光膜、黒い部分）に対応する形状がレーザーにより走査されることで行われる。

尚、レーザーLAの種類及び各種の設定、並びにパターニングの形状の少なくとも何れかは、上述のものから変更されても良い。特に、レーザーLAの出力の大きさは、第1薄膜部10（AR膜）及び洗浄時除去ベース膜WBが、（所定の残存量を適宜許容した状態で）除却できるものであれば良い。第1薄膜部10（AR膜）及び第2薄膜部12（遮光膜）の重なりが許容される場合、レーザーLAの出力の大きさは、洗浄時除去ベース膜WBが除却

できるものであれば良い。加えて、第1薄膜部10（AR膜）及び第2薄膜部12（遮光膜）の重なりが許容され、更に洗浄時除去膜Wの特定量以下の残存が許容される場合、レーザーLAの出力の大きさは、洗浄時除去ベース膜WBが特定量以下で残存する状態で除却（一部除却）できるものであれば良い。

[0065] その後、図3（D）～（F）に示されるように、温水HWへの浸漬により、洗浄時除去ベース膜WBが、毛羽状構造等を有する洗浄時除去膜Wとされる。

又、図3（G）に示されるように、第1薄膜部10（AR膜）及び洗浄時除去膜W付きの基材2の片面全体に、第2薄膜部12（遮光膜）が形成される。ここでの第2薄膜部12（遮光膜）の膜構成は、実施例1に係る上記表2で示される膜構成と同一である。

そして、図3（H）～（J）に示されるように、温水HWへの浸漬及び流水洗浄により、図3（K）に示されるように、第1薄膜部10（AR膜）及び第2薄膜部12（遮光膜）を有するサンプルが形成される。

[0066] 図18は、図17における黒太十字形の右下部、及び白抜き太十字形の右上部の拡大図である。図19は、図17における黒小リング形部分の拡大図である。図20は、図19におけるリング下部内周部分の拡大図（顕微鏡の明視野像）であり、図20の上部は第1薄膜部10（AR膜）で、図20の下部は第2薄膜部12（遮光膜）である。

これらの図（写真）では、パターニングが一定程度以上の質で行われていることが示されている。又、パターニングの質は、レーザーLAのスポット径の小径化、及び走査速度の低速化の少なくとも一方等により、更に向上可能である。

[0067] 図21は、当該サンプルの第1薄膜部10（AR膜）及び第2薄膜部12（遮光膜）における、可視域及び隣接域での各反射率分布のグラフである。

このグラフによれば、可視域で透明性を有する第1薄膜部10（AR膜）において、可視光に対する低反射が実現していることが分かる。又、光吸収

による遮光機能を有する第2薄膜部12（遮光膜）において、可視域及び隣接域で反射防止機能も具備することが分かる。

[0068] 《まとめ等》

実施例3（サンプル）を製造する方法は、第1薄膜部10、及びこれと膜構成が異なる第2薄膜部12を有する光学薄膜1を、基材2の成膜面Fにおいて製造する方法であって、成膜面Fにおける第1成膜部分の上に、第1薄膜部10を形成する工程と、第1薄膜部10の上に、毛羽状構造等を有するアルミニウム及びアルミニウムの化合物の少なくとも一方である洗浄時除去膜Wを形成する工程と、成膜面Fにおける第1成膜部分と異なる第2成膜部分の上、及び第1薄膜部10と洗浄時除去膜Wとが形成された第1成膜部分の上に、第2薄膜部12を形成する工程と、洗浄時除去膜W及びその上における第2薄膜部12を洗浄により除去する工程と、を含んでいる。

よって、第1薄膜部と第2薄膜部とが分かれた光学薄膜が、レジスト、ブリッジ付きマスクMZ及び有機溶剤を用いることなく、高品質で低廉に製造される。

尚、成膜面、第1成膜部分、第2成膜部分の「上」という事項は、成膜面、第1成膜部分、第2成膜部分に接している状態と、成膜面、第1成膜部分、第2成膜部分に接しておらず、中間膜により離れているものの、それらの上方に有る状態と、を含むものである。

[0069] 加えて、実施例3（サンプル）の第1薄膜部10を形成する工程において、第1成膜部分を一部に含む成膜面Fの全体に第1薄膜部10を形成（図16（A）～（B））した後、第1成膜部分以外の成膜面Fの部分（第2成膜部分）の上における第1薄膜部10を、レーザーLAにより除却する（図16（C）～（D））。

よって、第1薄膜部10（第2薄膜部12）が、任意の形状においてパターンニング可能である。又、第2薄膜部12が遮光膜であるときのように、レーザーLAでの除却による第2成膜部分等の損傷（例えば白濁、表面の荒れ、表面の溶解、第1薄膜部10及び洗浄時除去ベース膜WBの少なくとも一

方の残存等)が許容される場合、除却のためのレーザーL Aの設定がより容易になり、光学薄膜1がより効率良く製造される。

符号の説明

[0070] 1, 5 1・・・光学薄膜、2, 5 2・・・基材、1 0, 6 0・・・第1薄膜部、1 2, 6 2・・・第2薄膜部、F, F 2・・・成膜面、W・・・洗浄時除去膜、W B・・・洗浄時除去ベース膜。

請求の範囲

- [請求項1] 第1薄膜部、及び前記第1薄膜部と膜構成が異なる第2薄膜部を有する光学薄膜を、基材の成膜面において、直接又は中間膜を介して製造する方法であって、
- 前記成膜面における第1成膜部分の上に、前記第1薄膜部を形成する工程と、
- 前記第1薄膜部の上に、毛羽状構造、ピラミッド群状構造、及び剣山状構造の少なくとも何れかを有するアルミニウム及びアルミニウムの化合物の少なくとも一方である洗浄時除去膜を形成する工程と、
- 前記成膜面における前記第1成膜部分と異なる第2成膜部分の上、及び前記第1薄膜部と前記洗浄時除去膜とが形成された前記第1成膜部分の上に、前記第2薄膜部を形成する工程と、
- 前記洗浄時除去膜及びその上における前記第2薄膜部を洗浄により除去する工程と、
- を含む
- ことを特徴とする光学薄膜の製造方法。
- [請求項2] 前記第2薄膜部は、リング状又は枠状である
- ことを特徴とする請求項1に記載の光学薄膜の製造方法。
- [請求項3] 前記洗浄時除去膜は、アルミニウム及びアルミニウムの化合物の少なくとも一方を材料とした物理蒸着法により形成した洗浄時除去ベース膜を、温水へ浸漬することにより形成される
- ことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光学薄膜の製造方法。
- [請求項4] 前記洗浄時除去膜及びその上における前記第2薄膜部は、流水及び超音波の少なくとも一方により洗浄される
- ことを特徴とする請求項1ないし請求項3の何れかに記載の光学薄膜の製造方法。
- [請求項5] 前記第2薄膜部は、可視光をカットする遮光膜である

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 の何れかに記載の光学薄膜の製造方法。

[請求項6] 前記第 1 薄膜部は、可視光の反射を抑制する反射防止膜であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 の何れかに記載の光学薄膜の製造方法。

[請求項7] 前記第 1 薄膜部を形成する工程において、マスクにより、前記第 1 成膜部分の上のみに前記第 1 薄膜部を形成することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 の何れかに記載の光学薄膜の製造方法。

[請求項8] 前記第 1 薄膜部を形成する工程において、前記第 1 成膜部分を一部に含む、前記成膜面又は前記中間膜の全体又は部分に前記第 1 薄膜部を形成した後、前記第 1 成膜部分以外の前記成膜面又は前記中間膜の部分の上における前記第 1 薄膜部を、レーザーにより除却することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 の何れかに記載の光学薄膜の製造方法。

[請求項9] 第 1 薄膜部、及び前記第 1 薄膜部と膜構成が異なる第 2 薄膜部を有する光学薄膜であって、
前記第 2 薄膜部は、前記第 1 薄膜部を囲んでおり、
前記第 1 薄膜部に、レジストが残存していない
ことを特徴とする光学薄膜。

[請求項10] 前記第 2 薄膜部は、可視光をカットする遮光膜であることを特徴とする請求項 9 に記載の光学薄膜。

[請求項11] 前記第 1 薄膜部は、可視光の反射を抑制する反射防止膜であることを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の光学薄膜。