(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3636214号
(P3636214)
(45)発行日　平成17年4月6日(2005.4.6)　(24)登録日　平成17年1月14日(2005.1.14)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
B29D 11/00	B29D 11/00	
B29C 43/18	B29C 43/18	
G02B 1/10	G02B 1/10	Z

請求項の数 3　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願平6-258900
(22)出願日　平成6年9月28日(1994.9.28)
(65)公開番号　特開平8-90665
(43)公開日　平成8年4月9日(1996.4.9)
審査請求日　平成13年9月27日(2001.9.27)

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(74)代理人　100069420
弁理士　奈良　武
(72)発明者　三田村　宣明
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
オリンパス光学工業
株式会社内

審査官　大島　祥吾

(56)参考文献　特開平０４－２７０６４７（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２３５０２５（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】複合型光学素子の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
光学素子基材とエネルギー硬化性樹脂からなる複合型光学素子の表面に光学薄膜を形成する複合型光学素子の製造方法において、
所望の光学性能を有する光学薄膜を金型の表面に形成する工程と、
エネルギー硬化性樹脂を光学素子基材の表面に供給し、前記光学素子基材と前記金型とを相対的に接近させることにより、前記樹脂を前記金型で押圧する工程と、
前記金型によって所望の形状に押圧された前記樹脂をエネルギーの照射により硬化させる工程と、
硬化した前記樹脂を金型から離型することにより、前記金型の表面に形成した前記光学薄膜を前記樹脂の表面に転写する工程と、
を有することを特徴とする複合型光学素子の製造方法。
【請求項２】
前記金型を加熱しながら、前記金型の表面に前記光学薄膜を形成することを特徴とする請求項１に記載の複合型光学素子の製造方法。
【請求項３】
前記金型の表面に、予め光学薄膜の密着性が低い離型層を形成し、前記離型層の表面に前記光学薄膜を形成することを特徴とする請求項１または２に記載の複合型光学素子の製造方法。
【発明の詳細な説明】

【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、光学素子基材表面に樹脂を載置した複合型光学素子、より詳しくは該樹脂表面に光学薄膜が形成されている複合型光学素子の製造方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年、カメラ等の光学機器において、光学性能の向上、レンズ枚数の削減等を目的として、非球面等の特殊な形状を有する光学素子が搭載されるようになってきている。中でも非球面を有する光学素子としては、例えば、特開昭５９－１２４１２号公報に開示されるように、ガラス製光学素子基材面上に樹脂を形成した複合型光学素子が提案されている。一方、複合型光学素子の表面には、ガラスやプラスチック等からなる単独の光学素子と同様に、光学的な機能を付加させる目的で、反射防止膜や反射増加膜等の光学薄膜を形成することがしばしば行われる。複合型光学素子の場合、一般にガラス側の面と樹脂側の面が存在しているので、各々の面に各々の基材材料に適した光学被膜が形成されることが多い。例えば、ガラスの場合、真空蒸着等の手法により基板を３００℃程度に加熱しながら光学薄膜を形成できるので、光学薄膜の密着性、擦傷性等の耐久性が高く、光学薄膜を構成する成膜材料も選択の幅が広いが、樹脂の場合には、熱変形温度が低く、基板を高温に加熱できないため、光学薄膜の耐久性を得ることが難しく、特別な成膜材料や成膜手法を用いたりしているのが現状である。特に樹脂側の表面に光学薄膜を形成する場合は、例えば特開平４－４２２０１号公報に開示されるようなプラスチック製光学部品の反射防止膜とその形成方法等が適用できる。この反射防止膜は、二酸化ケイ素（SiO_2）と酸化ハフニウム（HfO_2）からなる３層構造を有しており、真空蒸着法により、５０～６０℃以下の低温で基材の表面上に直接成膜して形成されている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
前記従来技術、特開平４－４２２０１号公報記載の発明を用いて複合型光学素子の樹脂に光学薄膜を形成する場合、ガラス等の光学素子基材の表面に金型を用いて所望の形状を有した樹脂を形成し、複合型光学素子を得た後、真空蒸着等により光学薄膜を樹脂表面に形成することになるので、工程が多く、生産性が悪いという欠点があった。
【０００４】
また、前述したように従来技術では、５０～６０℃以下の低温で光学薄膜を形成するため、光学薄膜の密着性や擦傷性等の耐久性が充分ではなかった。さらに、従来技術では、光学被膜を構成する成膜材料がSiO_2やHfO_2等の酸化物に限られ、屈折率的に光学薄膜に適しているフッ化マグネシウム（MgF_2）等のフッ化物を適用することは困難であった。
【０００５】
本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、請求項１に係る発明は、複合型光学素子の樹脂表面に、成膜材料に特に限定されず、耐久性が高い光学薄膜を生産性良く形成する複合型光学素子の製造方法を提供することを目的とする。
【０００６】
請求項２に係る発明は、上記目的に加えて、特に擦傷性高い光学薄膜を形成する複合型光学素子の製造方法を提供することを目的とする。
【０００７】
請求項３に係る発明は、上記目的に加えて、特に歩留まりよく光学薄膜を形成する複合型光学素子の製造方法を提供することを目的とする。
【０００８】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するために、第１の発明に係る複合型光学素子の製造方法は、光学素子基材とエネルギー硬化性樹脂からなる複合型光学素子の表面に光学薄膜を形成する複合型光学素子の製造方法において、所望の光学性能を有する光学薄膜を金型の表面に形成する工

程と、エネルギー硬化性樹脂を光学素子基材の表面に供給し、前記光学素子基材と前記金型とを相対的に接近させることにより、前記樹脂を前記金型で押圧する工程と、前記金型によって所望の形状に押圧された前記樹脂をエネルギーの照射により硬化させる工程と、硬化した前記樹脂を金型から離型することにより、前記金型の表面に形成した前記光学薄膜を前記樹脂の表面に転写する工程と、を有する。
また、第２の発明に係る複合型光学素子の製造方法は、第１の発明に係る複合型光学素子の製造方法において、前記金型を加熱しながら、前記金型の表面に前記光学薄膜を形成する。
さらに、第３の発明に係る複合型光学素子の製造方法は、第１または第２の発明に係る複合型光学素子の製造方法において、前記金型の表面に、予め光学薄膜の密着性が低い離型層を形成し、前記離型層の表面に前記光学薄膜を形成する。
【作用】
すなわち、第１の発明に係る複合型光学素子の製造方法は、所望の光学性能を有する光学薄膜を金型の表面に形成する。また、エネルギー硬化性樹脂を光学素子基材の表面に供給し、前記光学素子基材と前記金型とを相対的に接近させることにより、前記樹脂を前記金型で押圧する。そして、前記金型によって所望の形状に押圧された前記樹脂をエネルギーの照射により硬化させ、硬化した前記樹脂を金型から離型することにより、前記金型の表面に形成した前記光学薄膜を前記樹脂の表面に転写する。
また、第２の発明に係る複合型光学素子の製造方法は、前記金型を加熱しながら、前記金型の表面に前記光学薄膜を形成する。
さらに、第３の発明に係る複合型光学素子の製造方法は、前記金型の表面に、予め光学薄膜の密着性が低い離型層を形成し、前記離型層の表面に前記光学薄膜を形成する。
【０００９】
【実施例】
まず、本発明の具体的な実施例を説明する前に、本発明の概要を説明する。
第１の発明は、光学素子基材とエネルギー硬化性樹脂とが接合され、該エネルギー硬化性樹脂の表面に光学薄膜が形成されている複合型光学素子を製造するにあたり、所望の樹脂表面を形成するための光学面を有した金型の表面に、光学薄膜を、前記樹脂表面に転写した後に所望の光学性能を有するように形成する工程と、光学素子基材の表面にエネルギー硬化性樹脂を供給し、金型と光学素子基材とを相対的に接近させることにより樹脂を押圧して広げた後、エネルギーの照射により樹脂を硬化させ、硬化した樹脂を金型から離型することにより、所望の形状を有した樹脂を形成するとともに、金型表面に形成した光学薄膜を樹脂表面に転写する工程とを有することを特徴とする。
ここで、本発明の光学薄膜には、反射防止膜、反射増加膜、半透膜、偏向膜、吸収膜、位相膜、干渉フィルター等が挙げられるが、光学的に機能を付加させるものであれば、特に限定されものではない。
【００１０】
また、本発明の光学薄膜は、金型表面に対し、樹脂表面に転写した後に所望の光学性能を有するように形成するが、これの意味する所は、特に光学薄膜は２層以上で構成されている場合に、金型表面から樹脂表面に光学薄膜を転写する際、膜構成の順序が逆転するので、最終的に樹脂表面に転写した後に必要とする光学特性を有する膜構成と順序が逆であるような膜構成で金型表面に形成することである。
【００１１】
また、本発明の光学薄膜は一般に真空蒸着法により形成するが、この他イオンプレーティング法、スパッタリング法等の物理的成膜法（ＰＶＤ）や化学的成膜法（ＣＶＤ）でも良く、真空を用いないスピンコート法やディピング法、スプレー法等でもなんら構わない。
【００１２】
また、本発明の光学素子基材は、一般に光学ガラスを用いるが、その代わりとして熱可塑性樹脂等を用いても良く、特に限定されるものではない。
【００１３】

また、本発明のエネルギー硬化性樹脂とは、紫外線硬化性樹脂、可視光硬化性樹脂、電子線硬化性樹脂、熱硬化性樹脂等が挙げられ、照射するエネルギーも、各々紫外線、可視光、電子線、熱等が挙げられるが、エネルギーの照射により硬化する樹脂であれば特に限定されものではない。

【００１４】

第２の発明は、第１の発明においては、金型を加熱しながら光学薄膜を形成することを特徴としている。

【００１５】

ここで、本発明の金型を加熱させる温度は、１５０～４５０℃程度が好ましいが、さらに好ましくは２５０～３５０℃程度である。

【００１６】

第３の発明は、第１または第２の発明において、金型の表面に予め光学薄膜の密着性が低い離型層を形成することを特徴としている。

【００１７】

ここで、本発明の離型層とは、テフロン等のフッ素化合物やシリコーン等のケイ素化合物等からなる薄膜層、またはそれらの化合物を分散させた金属メッキ層、フッ化処理等による表面改質層等が挙げられるが、光学薄膜の密着性が低い材質であれば特に限定されものではない。

【００１８】

第１の発明では、まず、所望の樹脂表面を形成するための光学面を有した金型の表面に、光学薄膜を、樹脂表面に転写した後に所望の光学性能を有するように形成する。このように本発明では、光学薄膜を直接形成する基板が複合型光学素子の樹脂そのものではなく、金型表面である。

【００１９】

次に、光学素子基材の表面にエネルギー硬化性樹脂を供給し、金型と光学素子基材とを相対的に接近させることにより樹脂を押圧して広げた後、エネルギーの照射を硬化させ、硬化した樹脂を金型から離型する。ここで、樹脂が硬化する際、金型表面に形成された光学薄膜と接着し、光学薄膜と樹脂とが強力に密着する。このため、樹脂を硬化させた後、金型から離型すると、光学薄膜は樹脂と密着したまま、樹脂表面に転写される。このように、本発明では所望の形状を有した樹脂を形成すると同時に、金型表面に形成した光学薄膜を樹脂表面に転写するので、複合型光学素子を成形すると同時に樹脂に光学薄膜を形成できる。このため、従来必要であった複合型光学素子の成形後に、樹脂表面に光学薄膜を形成する工程を省略することができるので、生産性を向上させることができる。

【００２０】

また、前述したように光学薄膜と樹脂とは、強力に密着しているので光学薄膜の密着性が非常に高くなる。

【００２１】

第２の発明では、第１の発明において、金型を加熱しながら光学薄膜を形成する。本発明では、光学薄膜を直接形成する基板が複合型光学素子の樹脂そのものではなく、金型表面であるので、４５０℃程度以下の加熱を行うことが可能である。特に真空蒸着法等で光学薄膜を形成する場合、２５０～３５０℃程度の加熱を行うことにより、光学薄膜が、成膜材料によらず、バルクに近い緻密で硬い膜となるので、擦傷性が飛躍的に向上する。また、このように擦傷性が向上することにより、光学薄膜を構成する成膜材料を特に限定する必要がなくなり、従来適用が困難であったMgF_2等のフッ化物も適用が可能となる。

【００２２】

第３の発明では、第１または第２の発明において、金型の表面に予め光学薄膜の密着性が低い離型層を形成する。このようにしておくと、光学薄膜の樹脂に対する密着力が、金型との密着力よりも格段に上回るので、樹脂を金型から離型する際、光学薄膜が金型に取られることなく、よりスムーズに光学薄膜を金型から樹脂に転写することができ、生産時の歩留まりが向上する。また、従来では粘着性の高いエネルギー硬化性樹脂が金型表面を密

着していたので、上記のような離型層を金型表面に施しただけでは、離型性が不充分であることが多かったが、本発明では、金型表面と密着するのが光学薄膜であり、離型性も著しく向上し、安定した生産が可能となる。

【００２３】

以下、本発明の複合型光学素子の製造方法を実施例により具体的に説明する。

【００２４】

［実施例１］

図１は、本実施例で用いる所望の樹脂表面を形成するための光学面（本実施例では非球面）を有した成形用の金型１（材質：商品名ＰＤ５５５、大同特殊鋼（株）製）の縦断面図である。まず、この金型１の表面に、最終的に樹脂表面に転写した後に所望の光学性能（本実施例では反射防止）を有するような光学薄膜２（本実施例では反射防止膜）を形成する。

【００２５】

図２は、金型１の表面に光学薄膜２を形成するための真空蒸着装置４の縦断面図であり、以下、図２を用いて本実施例の光学薄膜２の形成方法について説明する。まず、金型１を成形する側の面を下に真空蒸着装置４にセットした後、真空蒸着チャンバー５内に１×１０$^{-3}$Ｐａ以下の真空に排気する。金型１の加熱は行わなかった。その後、蒸着材料６としてＳｉO_2（屈折率ｎ＝１．４６）を用い、電子銃７から放出される電子線を用いて加熱する、電子線加熱蒸着法により、光学的膜厚にして１８０ｎｍ蒸着して第１層を形成する。つづいて、同様に二酸化チタン（ＴｉO_2）（屈折率ｎ＝１．９５）を電子線加熱蒸着法により、光学的膜厚にして２５ｎｍ蒸着して第２層を形成する。このように本実施例の光学薄膜２を金型１表面に形成する。

【００２６】

次に、光学薄膜２が形成された金型１を用いて複合型光学素子を成形する。図３～５は、各々本実施例の複合型光学素子の成形工程を示す縦断面図であり、以下、図３～５を用いて本実施例の複合型光学素子の成形方法について説明する。

【００２７】

まず、図３に示すように、光学ガラス（材質；商品名ＢＳＬ７、（株）オハラ製）を用いて球面研磨された光学素子基材１８の上面に、ウレタンアクリレート系エネルギー（本実施例では紫外線）硬化性の樹脂１９（屈折率ｎ＝１．５２）をディスペンサー２０から必要量吐出して供給する。光学素子基材１８の上面は、予め樹脂１９との密着性を向上させるためにシランカップリング剤（材質；商品名ＫＢＭ－５０３、信越化学工業（株）製）をエタノールにて１重量％に希釈した液で表面処理し、１００℃で５分間乾燥されている。

【００２８】

次に、図４に示すように、表面に光学薄膜２が形成され、光学素子基材１８と同軸線上に配設した金型１と、光学素子基材１８とを相対的に接近させることにより、樹脂１９を押圧して広げ、樹脂１９が所望の厚さになった位置で停止させる。この状態で、光学素子基材１８の下方よりエネルギー２１（本実施例では紫外線）を照射して、樹脂１９を硬化させる。この時、光学薄膜２と樹脂１９とが接着し、光学薄膜２と樹脂１９とが強力に密着する。

【００２９】

その後、図５に示すように、金型１を光学素子基材１８と相対的に遠ざけることにより、硬化した樹脂１９を金型１から離型する。この時、光学薄膜２の樹脂１９に対する密着力が、金型１との密着力を上回っているので、光学薄膜２は樹脂１９と密着したまま、樹脂１９の表面に転写される。

【００３０】

以上のような工程により樹脂１９の表面に光学薄膜２が形成された複合型光学素子２２が製造される。本実施例の製造方法により製造された複合型光学素子２２の縦断面図を図６に示す。

【００３１】
次に、本実施例の製造方法により製造された複合型光学素子２２の樹脂１９の表面の表面に形成された光学薄膜２の分光反射率特性を評価しところ、図７に示すような良好な光学性能（本実施例では反射防止）を有していた。また、複合型光学素子２２の樹脂１９の表面に形成された光学薄膜２の密着性を、以下のようなテープ剥離試験により評価したところ、光学薄膜２の剥離は皆無であった。
【００３２】
テープ剥離試験；幅１０ｍｍの粘着テープ（セロハン粘着テープ）を光学薄膜の表面に貼りつけ、粘着テープの一端を９０°の角度から瞬時に引き剥がすテストを１０回繰り返した後、膜の剥離の有無を調べる。
【００３３】
［作用］
本実施例において、樹脂１９が硬化する際、金型１表面に形成された光学薄膜２と樹脂１９とが接着し、光学薄膜２と樹脂１９とが強力に密着する。このため、樹脂１９を硬化させた後、金型１から離型すると、光学薄膜２の樹脂１９に対する密着力が、金型１との密着力を上回っているので、光学薄膜２は樹脂１９と密着したまま、樹脂１９表面に転写される。このように、本実施例では所望の形状を有した樹脂１９を形成すると同時に、金型１表面に形成した光学素子薄膜２を樹脂１９表面に転写するので、複合型光学素子２２を成形すると同時に樹脂１９表面に光学薄膜２を形成できる。このため、従来必要であった複合型光学素子の成形後に、樹脂表面に光学薄膜を形成する工程を省略することができるので、生産性を向上させることができる。
【００３４】
また、光学薄膜２と樹脂１９とは、強力に密着しているので光学薄膜２の密着性が非常に高くなる。
【００３５】
［効果］
以上のように本実施例の複合型光学素子の製造方法によれば、複合型光学素子の樹脂表面に密着性が高い光学薄膜を生産性良く形成することができる。
【００３６】
［実施例２］
［構成］
本実施例では、図１に示した実施例１と同様の金型１を用い、この金型１の表面に、最終的に樹脂表面に転写した後に所望の光学性能（本実施例では反射防止）を有するような光学薄膜２（本実施例では反射防止膜）を形成する。
【００３７】
本実施例では、図２に示した実施例１と同様の真空蒸着装置４を用いて、金型１の表面に光学薄膜２を形成する。以下、図２を用いて本実施例の光学薄膜２の形成方法について説明する。まず、金型１を成形する側の面を下にして真空蒸着装置４にセットした後、真空蒸着チャンバー５内を3×10^{-3}Ｐａ以下の真空に排気する。金型１は電熱ヒータ８を用いて３００℃程度に加熱した。その後、蒸着材料６としてMgF_2（屈折率ｎ＝１．３８）を用い、電子銃７から放出される電子線を用いて加熱する、電子線加熱蒸着法により、光学的膜厚にして１３０ｎｍ蒸着して第１層を形成する。このようにして本実施例の光学薄膜２を金型１表面に形成する。
【００３８】
次に、図３～５に示した実施例１と同様の工程で光学薄膜２が形成された金型１を用いて複合型光学素子を成形する。
【００３９】
以上のような工程により樹脂１９の表面に光学薄膜２が形成された複合型光学素子２２が製造される。
【００４０】

次に、図６に示すような、本実施例の製造方法により製造された複合型光学素子２２の樹脂１９の表面に形成された光学薄膜２の分光反射率特性を評価したところ、図８に示すような良好な光学性能（本実施例では反射防止特性）を有していた。また、複合型光学素子２２の樹脂１９の表面に形成された光学薄膜２の密着性を、実施例１と同様のテープ剥離試験により評価したところ、光学薄膜２の剥離は皆無であった。さらに、光学薄膜２の擦傷性を、以下のような擦傷性試験により評価したところ、なんら問題はなかった。

【００４１】

擦傷性試験　；　スチールウール（＃０００）をおよそ５００ｇｆ／ｃｍ^2 の圧力で１００往復擦りつけた後、膜表面の傷の有無を調べる。

【００４２】

［作用］

本実施例においては、金型１を３００℃程度に加熱しながら光学薄膜２を形成するため、光学薄膜２が、成膜材料によらず、バルクに近い緻密で硬い膜となる。従って、擦傷性が飛躍的に向上し、従来適用が困難であったＭｇＦ$_2$ 等のフッ化物も適用が可能となる。なお、ＭｇＦ$_2$ が屈折率が他の誘電体と比べて低く（ｎ＝１．３８）、単層でも充分に反射防止の効果を有する。

【００４３】

また、実施例１と同様に樹脂１９が硬化する際、金型１表面に形成された光学薄膜２と樹脂１９とが接着し、光学薄膜２と樹脂１９とが強力に密着する。このため、樹脂１９を硬化させた後、金型１から離型すると、光学薄膜２の樹脂１９に対する密着力が金型１との密着力とを上回っているので、光学薄膜２は樹脂１９と密着したまま、樹脂１９表面に転写される。このように、本実施例では所望の形状を有した樹脂１９を形成すると同時に、金型１表面に形成した光学薄膜２を樹脂１９表面に転写するので、複合型光学素子２２を成形すると同時に樹脂１９表面に光学薄膜２を形成できる。このため、従来必要であった複合型光学素子の成形後に、樹脂表面に光学薄膜を形成する工程を省略することができるので、生産性を向上させることができる。

【００４４】

また、光学薄膜２と樹脂１９とは、強力に密着しているので光学薄膜２の密着性が非常に高くなる。

【００４５】

［効果］

以上のように本実施例の複合型光学素子の製造方法によれば、複合型光学素子の樹脂表面に、ＭｇＦ$_2$ のように加熱して形成しなければ適用が困難であった成膜材料を用いて、密着性と擦傷性が高い光学薄膜を生産性良く形成することができる。

【００４６】

［実施例３］

［構成］

図９は、本実施例で用いる所望の樹脂表面を形成するための光学面（本実施例では非球面）を有した成形用の金型１（材質；商品名ＰＤ５５５、大同特殊鋼（株）製）の縦断面図である。この金型１の表面には予め、光学薄膜の密着性が低い離型層３を形成しておく。本実施例の離型層３は溶融型のテフロン（材質；商品名バイタックス、（株）デュポン製）で、フロンで希釈した液体をスピンコート法により塗布した後、３００℃、１時間程度加熱して形成する。

【００４７】

次に、この金型１の離型層３の表面に、最終的に樹脂表面に転写した後に所望の光学性能（本実施例では反射増加）を有するような光学薄膜２（本実施例では反射増加膜）を形成する。

【００４８】

図１０は、金型１の離型層３の表面に光学薄膜２を形成するためのスパッタリング装置９の縦断面図であり、以下、図１０を本実施例の光学薄膜２の形成方法について説明する。

【００４９】
まず、金型１を成形する側の面を下にしてスパッタリング装置９にセットした後、チャンバー１０内を２×１０$^{-3}$Ｐａ以下の真空に排気する。金型１の加熱は行わなかった。その後、導入ガス１１としてアルゴン（Ａｒ）を導入して、０．２Ｐａの圧力にした後、ＲＦ電源１２により、７００Ｗ印加してプラズマ１３を起こし、SiO_2（屈折率ｎ＝１．４６）からなるターゲット材料１４をＲＦスパッタ法により、光学的膜厚にして３０ｎｍスパッタして第１層を形成する。つづいて、同様のＡｒ圧力で、ＤＣ電源１５により２ＫＷ印加してプラズマ１６を起こし、アルミニウム（Ａｌ）（屈折率ｎ＝０．８＋６．０ｉ）からなるターゲット材料１７をＤＣスパッタ法により、物理的膜厚にして７０ｎｍスパッタして第２層を形成する。このようにして本実施例の光学薄膜２を金型１の離型層３を表面に形成する。
【００５０】
次に、図３～５に示した実施例１と同様の工程で光学薄膜２が形成された金型１を用いて複合型光学素子を成形する。その中で図５に示すように樹脂１９の金型１から離型する際、金型１の表面に離型層３が形成されているので、光学薄膜２の樹脂１９に対する密着力が、金型１との密着力よりも格段に上回るので、光学薄膜２が金型１に取られることなく、非常にスムーズに光学薄膜２を金型１から樹脂１９に転写することができる。
【００５１】
以上のような工程により樹脂１９の表面に光学薄膜２が形成された複合型光学素子が製造される。
【００５２】
次に、図６に示すような、本実施例の製造方法により製造された複合型光学素子２２の樹脂１９の表面に形成された光学薄膜２の分光反射率特性を評価したところ、図１１に示すような良好な光学性能（本実施例では反対増加特性）を有していた。また、複合型光学素子２２の樹脂１９の表面に形成された光学薄膜２の密着性を、実施例１と同様のテープ剥離試験により評価したところ、光学薄膜２の剥離は皆無であった。
【００５３】
［作用］
本実施例においては、金型１の表面に予め光学薄膜２の密着性が低い離型層３が形成しているので、光学薄膜２の樹脂１９に対する密着力が、金型１との密着力よりも格段に上回り、樹脂１９を金型１から離型する際、光学薄膜２が金型１に取られることなく、非常にスムーズに光学薄膜２を金型１から樹脂１９に転写することができる。また、金型１表面と密着するのが光学薄膜２であるため、離型性も著しく向上し、安定した生産が可能となる。
【００５４】
また、複合型光学素子２２を成形すると同時に樹脂１９表面に光学薄膜２を形成できる。このため、従来必要であった複合型光学素子の成形後に、樹脂表面に光学薄膜を形成する工程を省略することができるので、生産性を向上させることができる。
また、光学薄膜２と樹脂１９とは、強力に密着しているので光学薄膜２の密着性が非常に高い。
【００５５】
［効果］
以上のように本実施例の複合型光学素子の製造方法によれば、複合型光学素子の樹脂表面に、密着性が高い光学薄膜を、生産性良く、且つ歩留まり良く形成することができる。
【００５６】
［実施例４］
本実施例では、図９に示した実施例３と同様の金型１を用い、この金型１の表面には予め、光学薄膜２の密着性が低い離型層３を形成しておく。本実施例の離型層３はテフロンの微粒子を分散させた燐ニッケル（Ｐ－Ｎｉ）（材質；商品名カニフロン、日本カニゼン（株）製）で、メッキにより形成されている。

【００５７】
次に、この金型１の離型層３の表面に、最終的に樹脂表面に転写した後に所望の光学性能（本実施例では半透過）を有するような光学薄膜２（本実施例では半透膜）を形成する。
【００５８】
本実施例では、図２に示した実施例１と同様の真空蒸着装置４を用いて、金型１の表面に光学薄膜２を形成する。以下、図２を用いて本実施例の光学薄膜２の形成方法について説明する。
【００５９】
まず、金型１を成形する側の面を下にして真空蒸着装置４にセットした後、真空チャンバー５内を3×10^{-3}Ｐａ以下の真空に排気する。金型１は電熱ヒータ８を用いて３００℃程度に加熱した。その後、蒸着材料６として酸化タンタル（Ta_2O_5）（屈折率ｎ＝２．１）を用い、電子銃７から放出される電子線を用いて加熱する、電子線加熱蒸着法により、光学的膜厚にして１３０ｎｍ蒸着して第１層を形成する。次に、同様にMgF_2（屈折率ｎ＝１．３８）を電子加熱蒸着法により、光学的膜厚にして１３０ｎｍ蒸着して第２層を形成する。つづいて、同様にTa_2O_5を電子線加熱蒸着法により、光学的膜厚にして１３０ｎｍ蒸着して第３層を形成する。さらに、同様にMgF_2を電子線加熱蒸着法により、光学的膜厚にして１３０ｎｍ蒸着して第４層を形成する。最後に、同様にTa_2O_5を電子線加熱蒸着法により、光学的膜厚にして２６０ｎｍ蒸着して第５層を形成する。このようにして本実施例の光学薄膜２を金型１の離型層３の表面に形成する。
【００６０】
次に図３～５に示した実施例１と同様の固定で光学薄膜２が形成された金型１を用いて複合型光学素子を成形する。その中で図５に示すように樹脂１９を金型１から離型する際、金型１の表面に離型層３が形成されているので、光学薄膜２の樹脂１９に対する密着力が、金型１との密着力よりも格段に上回るので、光学薄膜２が金型１に取られることなく、非常にスムーズに光学薄膜２を金型１から樹脂１９に転写することができる。
【００６１】
以上のような工程により樹脂１９の表面に光学薄膜２が形成された複合型光学素子が製造される。
【００６２】
次に、図６に示すような、本実施例の製造方法により製造された複合型光学素子２２の樹脂１９の表面に形成された光学薄膜２の分光反射率特性を評価したところ、図１２に示すような良好な光学性能（本実施例では半透過特性）を有していた。また、複合型光学素子２２の樹脂１９の表面に形成された光学薄膜２の密着性を、実施例１と同様のテープ剥離試験により評価したところ、光学薄膜２の剥離は皆無であった。さらに、光学薄膜２の擦傷性を、実施例２と同様の擦傷性試験により評価したところ、なんら問題はなかった。
【００６３】
［作用］
本実施例においては、金型１を３００℃程度に加熱しながら光学薄膜２を形成するため、光学薄膜２が、成膜材料によらず、バルクに近い緻密で硬い膜となる。従って、擦傷性が飛躍的に向上し、従来適用が困難であったMgF_2等のフッ化物も適用が可能となる。なお、MgF_2は屈折率が他の誘電体と比べて低く（ｎ＝１．３８）、半透膜の構成する上で有利である。
【００６４】
また、実施例においては、金型１の表面に予め光学薄膜２の密着性が低い離型層３を形成しているので、光学薄膜２の樹脂１９に対する密着力が、金型１との密着力よりも格段に上回り、樹脂１９を金型１から離型する際、光学薄膜２が金型１に取られることなく、非常にスムーズに光学薄膜２を金型１から樹脂１９に転写することができる。また、金型１表面と密着するのが光学薄膜２であるため、離型性も著しく向上し、安定した生産が可能となる。
【００６５】

また、複合型光学素子２２を成形すると同時に樹脂１９表面に光学薄膜２を形成できる。このため、従来必要であった複合型光学素子の成形後、樹脂表面に光学薄膜を形成する工程を省略することができるので、生産性を向上させることができる。

【００６６】

また、光学薄膜２と樹脂１９とは、強力に密着しているので光学薄膜２の密着性が非常に高い。

【００６７】

［効果］

以上にように、本実施例の複合型光学素子の製造方法によれば、複合型光学素子の樹脂表面に、MgF_2 のように加熱して形成しなければ適用が困難であった成膜材料を用いて、密着性と擦傷性が高い光学薄膜を生産性良く、且つ歩留まり良く形成することができる。

【００６８】

【発明の効果】

以上のように請求項１の複合型光学素子の製造方法によれば、複合型光学素子の樹脂表面に、密着性が高い光学薄膜を生産性良く形成することができる。請求項２の複合型光学素子の製造方法によれば、請求項１の効果に加えて、複合型光学素子の樹脂表面に、成膜材料に特に限定されず、擦傷性が高い光学薄膜を形成することができる。請求項３の複合型光学素子の製造方法によれば、請求項１または２の効果に加えて、複合型光学素子の樹脂表面に、歩留まり良く光学薄膜を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】実施例１で用いた金型を示す縦断面図である。

【図２】実施例１で用いた真空蒸着装置を示す縦断面図である。

【図３】実施例１の成形工程を示す縦断面図である。

【図４】実施例１の成形工程を示す縦断面図である。

【図５】実施例１の成形工程を示す縦断面図である。

【図６】実施例１で得た複合型光学素子を示す縦断面図である。

【図７】実施例１で得た複合型光学素子の光学薄膜の分光反射率特性を示すグラフである。

【図８】実施例２で得た複合型光学素子の光学薄膜の分光反射率特性を示すグラフである。

【図９】実施例３で用いた金型を示す縦断面図である。

【図１０】実施例３で用いたスパッタリング装置を示す縦断面図である。

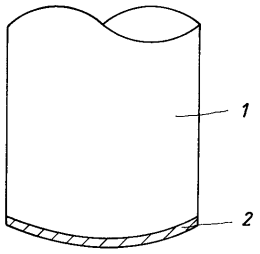
【図１１】実施例３で得た複合型光学素子の光学薄膜の分光反射率特性を示すグラフである。

【図１２】実施例４で得た複合型光学素子の光学薄膜の分光反射率特性を示すグラフである。

【符号の説明】

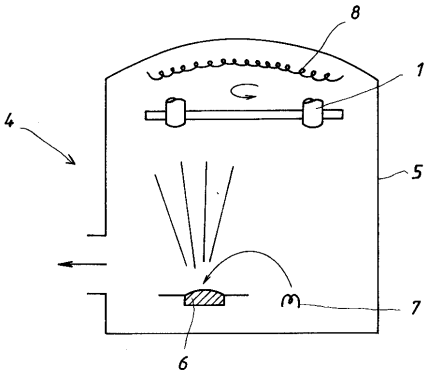
１　金型
２　光学薄膜
４　真空蒸着装置
６　蒸着材料
９　スパッタリング装置
１４，１７　ターゲット材料
１８　光学素子基材
１９　樹脂
２２　複合型光学素子

【図１】

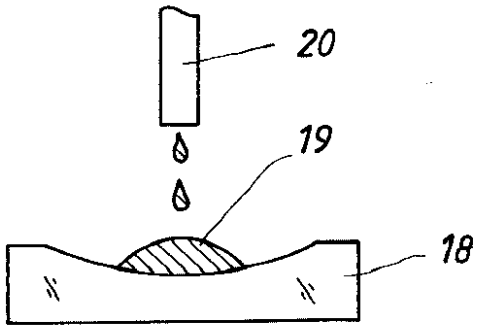


1　金型
2　光学薄膜

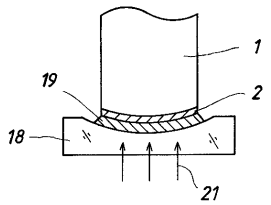
【図２】



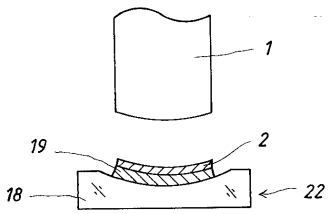
【図３】



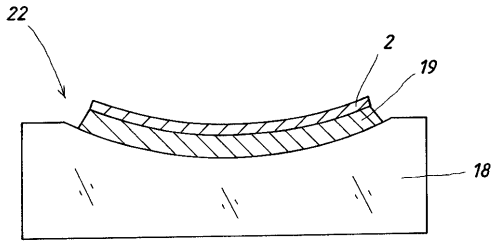
【図４】



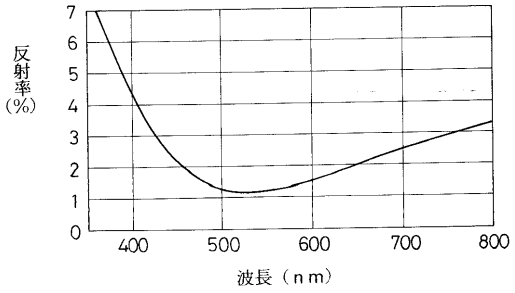
【図５】



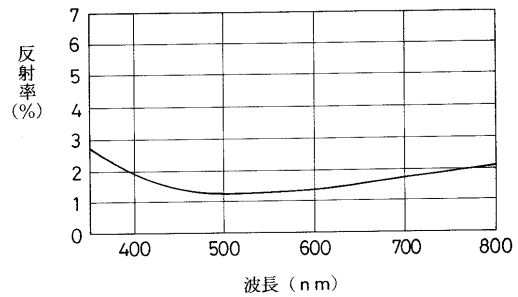
【図６】



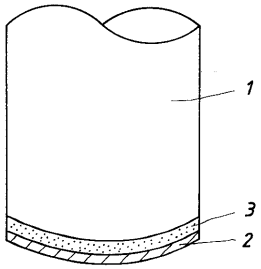
【図７】



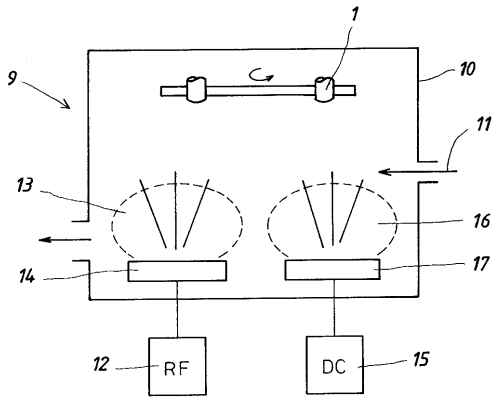
【図８】



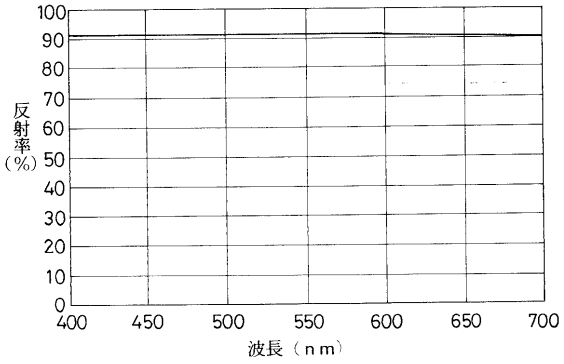
【図９】



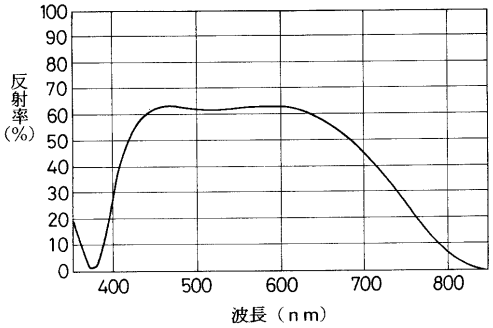
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
B29C39/00-39/44
B29C43/00-43/58
B29D11/00-11/02
G02B1/10-1/12