(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3563955号
(P3563955)
(45)発行日　平成16年9月8日(2004.9.8)　(24)登録日　平成16年6月11日(2004.6.11)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 27/02　G02B 27/02　Z
G02B 5/08　G02B 5/08　A
G02F 1/1335　G02F 1/1335　５２０

請求項の数 9　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平10-62338
(22)出願日　平成10年2月26日(1998.2.26)
(65)公開番号　特開平11-249067
(43)公開日　平成11年9月17日(1999.9.17)
審査請求日　平成13年6月29日(2001.6.29)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100086818
弁理士　高梨　幸雄
(72)発明者　塚本　征徳
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

審査官　植田　高盛

(56)参考文献　特開平６－２５０００５（ＪＰ，Ａ）
特開平８－１７９２３８（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ハーフミラーを有した観察系及び該ハーフミラーの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

表示手段で表示された可視域の映像情報を基板上にハーフミラーを形成してなる観察光学系を用いて、観察者の眼球に導光して該映像情報の像を観察する観察系であって、該ハーフミラーはクロム膜と該クロム膜に積層された銀膜とからなる金属膜と、複数の誘電体膜とから成っていることを特徴とするハーフミラーを有した観察系。

【請求項２】

前記クロム膜の膜厚が、０．１～１０ｎｍの範囲からなることを特徴とする請求項１のハーフミラーを有した観察系。

【請求項３】

前記誘電体膜の材料が、ＳｉＯ，ＳｉＯ2，ＭｇＦ2，Ａｌ2Ｏ3，ＺｒＯ2，ＴｉＯ2，Ｔａ2Ｏ5，ＺｎＳおよびこれらの混合物の中から選定されていることを特徴とする請求項１又は２のハーフミラーを有した観察系。

【請求項４】

前記観察光学系はプリズム体より成る光学素子とシースルー用のプリズム体とを有し、該光学素子は前記表示手段からの光束を入射させる入射面、該入射面からの光束を一部に全反射面を利用した前面、そして、該前面からの光束を該前面側へ反射させる反射面とを有しており、該プリズム体は外景の画像情報からの光束を入射させる入射面と、該光学素子の反射面と略同形状の出射面とを有しており、該光学素子の反射面と該プリズム体の出射面とは対向しており、前記ハーフミラーは該光学素子の反射面又は該プリズム体の出射面

に設けられていることを特徴とする請求項１から３のいずれか１項のハーフミラーを有した観察系。
【請求項５】
前記外景の画像情報からの光束を前記プリズム体の入射面より入射させ、該プリズム体の出射面より出射させた後、前記光学素子の反射面と前面を介して観察者側に導光していることを特徴とする請求項４のハーフミラーを有した観察系。
【請求項６】
前記光学素子と前記プリズム体は接合されていることを特徴とする請求項５のハーフミラーを有した観察系。
【請求項７】
前記光学素子の前面は、球面又は非球面又はトーリック面より成っていることを特徴とする請求項４、５又は６のハーフミラーを有した観察系。
【請求項８】
前記光学素子の反射面は球面又は非球面又はトーリック面より成っていることを特徴とする請求項４、５、６又は７のハーフミラーを有した観察系。
【請求項９】
表示手段で表示された可視域の映像情報を観察者の眼球に導光して該映像情報を観察する為に用いられるハーフミラーを製造する際、基板面上にクロム膜と該クロム膜に積層された銀膜とからなる金属膜を成膜する工程と誘電体膜を成膜する工程とを有し、各工程中に該基板を無加熱として製造することを特徴とするハーフミラーの製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、液晶画像等の表示手段に表示した映像情報と外景の画像情報の双方とハーフミラーを介して同一視野で観察する例えばヘッドマウントディスプレーやビデオカメラ等の撮影装置に好適なハーフミラーを有した観察系及び該ハーフミラーの製造方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、互いに異なった方向に表示されている画像情報を同一視野で同時に観察する観察系には、光束を複数に分割する為のハーフミラー面が用いられている。例えば、液晶画像等の表示手段に表示した画像情報と外景の画像情報の双方を同一視野で観察するヘッドマウントディスプレーやビデオカメラ等の撮影装置に搭載する観察系の光学系には液晶画像を観察者の目に向かって反射する一方で、外界画像を透過させる為にハーフミラーを備えている。このようなハーフミラーとしては、誘電体材料からなる高屈折率膜と低屈折率膜を交互に積層した誘電体多層膜や、金属膜を誘電体膜でサンドイッチした金属ハーフミラー等が多く用いられている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
従来の誘電体多層膜や金属膜より成るハーフミラーの製造技術によれば、誘電体多層膜では、広い可視光域で比較的高い反射率を得るために膜の層数を多くする必要があった。一般に膜の層数を多くすると製造が難しくなり、又、製造コストが上昇するうえに誘電体多層膜の偏向特性や、分光特性の平坦性が低下するという問題点が生じてくる。
【０００４】
又、金属膜では、偏向特性や分光特性の平坦性は比較的良いものの、光を吸収する現象があり、透過光と反射光への光量の分割による光学特性の効率が低下するという問題点があった。
【０００５】
このように、従来のハーフミラー面の製造技術では、光学特性と製造方法の双方において満足できるハーフミラーを得ることが難しかった。

【０００６】
本発明は、広い可視光域で平坦な分光特性と、光の吸収の少ない優れた光学特性を有し、製造工程が簡単なハーフミラーを有した観察系及び該ハーフミラーの製造方法の提供を目的とする。
【０００７】
【課題を解決するための手段】
請求項１の発明の観察系は、表示手段で表示された可視域の映像情報を基板上にハーフミラーを形成してなる観察光学系を用いて、観察者の眼球に導光して該映像情報の像を観察する観察系であって、該ハーフミラーはクロム膜と該クロム膜に積層された銀膜とからなる金属膜と、複数の誘電体膜とから成っていることを特徴としている。
【０００８】
請求項２の発明は、請求項１の発明において、前記クロム膜の膜厚が、０．１～１０ｎｍの範囲からなることを特徴としている。
【０００９】
請求項３の発明は、請求項１又は２の発明において、前記誘電体膜の材料が、ＳｉＯ，ＳｉＯ2，ＭｇＦ2，Ａｌ2Ｏ3，ＺｒＯ2，ＴｉＯ2，Ｔａ2Ｏ5，ＺｎＳおよびこれらの混合物の中から選定されていることを特徴としている。
【００１０】
請求項４の発明は、請求項１から３のいずれか１項の発明において、前記観察光学系はプリズム体より成る光学素子とシースルー用のプリズム体とを有し、該光学素子は前記表示手段からの光束を入射させる入射面、該入射面からの光束を一部に全反射面を利用した前面、そして、該前面からの光束を該前面側へ反射させる反射面とを有しており、該プリズム体は外景の画像情報からの光束を入射させる入射面と、該光学素子の反射面と略同形状の出射面とを有しており、該光学素子の反射面と該プリズム体の出射面とは対向しており、前記ハーフミラーは該光学素子の反射面又は該プリズム体の出射面に設けられていることを特徴としている。
【００１１】
請求項５の発明は、請求項４の発明において、前記外景の画像情報からの光束を前記プリズム体の入射面より入射させ、該プリズム体の出射面より出射させた後、前記光学素子の反射面と前面を介して観察者側に導光していることを特徴としている。
【００１２】
請求項６の発明は、請求項５の発明において、前記光学素子と前記プリズム体は接合されていることを特徴としている。
【００１３】
請求項７の発明は、請求項４、５又は６の発明において、前記光学素子の前面は、球面又は非球面又はトーリック面より成っていることを特徴としている。
【００１４】
請求項８の発明は、請求項４、５、６又は７の発明において、前記光学素子の反射面は球面又は非球面又はトーリック面より成っていることを特徴としている。
【００１５】
請求項９の発明のハーフミラーの製造方法は、表示手段で表示された可視域の映像情報を観察者の眼球に導光して該映像情報を観察する為に用いられるハーフミラーを製造する際、基板面上にクロム膜と該クロム膜に積層された銀膜とからなる金属膜を成膜する工程と誘電体膜を成膜する工程とを有し、各工程中に該基板を無加熱として製造することを特徴としている。
【００１７】
【発明の実施の形態】
図１は本発明のハーフミラーを用いた観察系の実施形態１の光路を示す要部断面図である。
【００１８】

図中、５は観察者、３は表示手段であり、液晶表示素子等から成り、可視域の映像情報を表示している。表示手段３は、例えばＣＤ－ＲＯＭやビデオカメラ等の映像情報供給手段（不図示）からの信号に基づいて映像情報を表示している。

【００１９】

Ｐは観察光学系であり、プリズム体より成る拡大用の光学素子１とシースルー用のプリズム体２とを有している。光学素子１は平面、又は球面より成る入射面１ａ、平面、球面又はトーリック非球面より成る一部に全反射を利用した前面１ｂ、そして平面、球面又はトーリック面より成る反射面１ｃより成っている。

【００２０】

プリズム体２は外景の画像情報からの光束を入射させる平面、球面又はトーリック面より成る入射面２ａと光学素子１の反射面１ｃと同形状の平面、球面又はトーリック面より成る出射面２ｂとを有している。

【００２１】

光学素子１の反射面１ｃ又はプリズム体２の出射面２ｂはハーフミラー面となっている。本実施形態では反射面１ｃをハーフミラー面としている。ハーフミラー面は基板面上に複数の金属膜と複数の誘電体膜からなっている。４は外景の画像情報である。６は光軸（中心軸）であり、これは眼球５ａの光軸と一致している。表示手段３から眼球５ａに至る光路中の各要素で、表示手段３で表示した映像情報の虚像を観察している。

【００２２】

光学素子１とプリズム体２はアクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリオレフィン樹脂等のプラスチック樹脂材料によって一体成形している。本実施形態では表示手段３で表示された映像情報に基づく光束（可視光束）を光学素子１にその入射面１ａより導入している。そして光学素子１の前面１ｂで全反射させた後に、ハーフミラー面１ｃで反射集光して前面１ｂを通過させて観察者５の眼球５ａに導光している。

【００２３】

又、外景の画像情報４をプリズム体２の入射面２ａと出射面２ｂ、光学素子１のハーフミラー面１ｃ、そして前面１ｂを介して観察している。このとき、プリズム体２の入射面２ａの曲率を適切に設定することにより、外景の画像情報４と表示手段３の映像情報の虚像とを空間的に重畳して双方を同一視野で同一視度として観察するようにしている。

【００２４】

尚、光学素子１の反射面１ｃをハーフミラー面としたが、反射面１ｃを透過面としプリズム体２の出射面２ｂをハーフミラー面としても良い。

【００２５】

本実施形態におけるハーフミラーは基板面上に複数の金属膜と複数の誘電体膜より構成している。そして複数の金属膜が、クロムと銀からなり、このときのクロム膜厚が０．１～１０ｎｍの範囲内となるようにしている。このときのクロムと銀の２層からなる金属膜のクロム膜は、基板または基板に成膜された誘電体膜に対する銀膜の結合力（付着性）を強化すると共に欠陥のない銀膜を成膜するのに役立つものであり、これによって、極めて優れた光学特性を有するハーフミラーを得ている。

【００２６】

又、誘電体膜の材料が、ＳｉＯ，SiO_2，MgF_2，Al_2O_3，ZrO_2，TiO_2，Ta_2O_5，ＺｎＳおよびこれらの混合物の中から選定している。

【００２７】

そしてハーフミラーを製造するときには基板面上に複数層を成膜する工程と誘電体膜を成膜する工程を有し、各工程中において基板を無加熱としている。

【００２８】

図２は図１のハーフミラー面１ｃ（２ｂ）の膜構成を示す模式的断面図である。本実施形態のハーフミラー面の膜構成は、アクリル樹脂（プラスチック）からなる基体１０の表面にまず２層から成る誘電体膜のSiO_2膜１１、ZrO_2膜１２と、その上に２層から成る金属膜のＣｒ膜１３、Ａｇ膜１４と、その上に３層から成る誘電体膜のAl_2O

$_3$ 膜１５、ZrO_2 膜１６、SiO_2 膜１７を順次設けた全体として７層の膜構成より成っている。

【００２９】

次に本実施形態における各層のこの他の構成及びそれらの特徴について説明する。

【００３０】

第１層１１はプラスチックの基板１０との密着性が良く、熱膨張や吸湿膨張による変形を緩和できる珪素酸化物のＳｉＯやSiO_2 膜が適用可能である。

【００３１】

第２層１２は屈折率が高く、吸収の少ないZrO_2 やTiO_2 を主成分とした膜で、膜厚により選択的にＡｇ膜の内面反射を減少させられ、分光特性を平坦化している。

【００３２】

第３層１３のＣｒ膜は上部（第４層）のＡｇ膜の付着性を高め、欠陥の少ないＡｇ膜を形成させる働きを有するもので、膜厚は０．１～１０ｎｍの範囲が好ましい。膜厚０．１ｎｍ以下では効果が少なく、また膜厚の増加とともにＣｒ固有の吸収が増大する。そこで、本実施形態では光学式と水晶式の膜厚計を併用して、極めて高精度の膜厚制御を行っている。

【００３３】

第４層１４のＡｇ膜は膜厚により反射光量と透過光量の分割比率を容易に変えられ、ハーフミラーとしての膜厚は１０ｎｍ～４０ｎｍ範囲としている。

【００３４】

第５層１５のAl_2O_3 膜はＡｇ膜との付着性が強く、緻密な膜質で大気中等の水分の進入を低減し、第６層１６のZrO_2 を主成分とした膜は膜厚により分光特性を平坦化させ、第７層１７のSiO_2 膜は膜強度が硬く、耐溶剤性を向上させている。

【００３５】

尚、上記すべての薄膜層の成膜は真空蒸着法によって基板を加熱することなく連続的に行い、これによって成膜後直ちに真空室から取り出すことができるようにしている。すなわち、本実施形態では加熱や冷却のための待機時間が不要であるために製造サイクルが短くて製造工程も極めて簡単である。

【００３６】

次に本発明に係るハーフミラー面の膜構成の具体的な製造方法について説明する。

【００３７】

（実施例１）

真空蒸着装置にアクリル樹脂から成るプリズム状の基体を入れ、基体を加熱することなく１×１０－３Ｐａ以下の圧力に真空排気した後、１層にＳｉＯ膜を１６０ｎｍ、２層にZrO_2 を主成分とした混合物からなるZrO_2 膜を８０ｎｍ、３層にＣｒ膜を２ｎｍ、４層にＡｇ膜を３２ｎｍ、５層にAl_2O_3 膜を２０ｎｍ、６層にZrO_2 を主成分とした混合物からなるZrO_2 膜を７０ｎｍ、７層にＳｉＯ膜を１０ｎｍ、それぞれ成膜後、真空蒸着装置より取り出した。次にシースルー用のプリズム体２と接合して、反射率と透過率の比率を８：２とした観察系のハーフミラーを製作した。

【００３８】

図３はハーフミラーの入射角度２５度における内部反射の分光反射率Ｒと分光透過率Ｔを示すグラフである。この図から解かるように本実施形態では可視光域の波長４００～６６０ｎｍ間では平坦な分光特性で、波長５００ｎｍの反射率は７７．７％、透過率は１９．４％、吸収は２．９％であり、吸収の少ない優れた光学特性のハーフミラーを達成している。

【００３９】

（実施例２）

真空蒸着装置にアクリル樹脂からなるプリズム状の基体を入れ、基体を加熱することなく１×１０－３Ｐａ以下の圧力に真空排気した後、１層にＳｉＯ膜を１６０ｎｍ、２層にZrO_2 を主成分とした混合物からなるZrO_2 膜を８０ｎｍ、３層にＣｒ膜を２ｎｍ

、４層にＡｇ膜を２６ｎｍ、５層にAl_2O_3膜を２０ｎｍ、６層にZrO_2膜を主成分とした混合物からなるZrO_2膜を７０ｎｍ、７層にＳｉＯ膜を１０ｎｍそれぞれ成膜後、真空蒸着装置より取り出した。次にシースループリズムと接合して、反射率と透過率の比率を７：３とした観察系のハーフミラーを製作した。

【００４０】

ハーフミラーの入射角度２５度における内部反射の分光特性は、可視光域の波長４００～６６０ｎｍ間では平坦な分光特性で、波長５００ｎｍの反射率は６８．５％、透過率は１８．５％、吸収は３．０％であり、吸収の少ない優れた光学特性のハーフミラーを達成している。

【００４１】

（実施例３）

真空蒸着装置にポリカーボネート樹脂からなるプリズム状の基体を入れ、基体を加熱することなく１×１０－３Ｐａ以下の圧力に真空排気した後、１層にＳｉＯ膜を１６０ｎｍ、２層にＣｒ膜を２ｎｍ、３層にＡｇ膜を３２ｎｍ、４層にＣｒ膜を２ｎｍ、５層にAl_2O_3膜を１５０ｎｍ、６層にＳｉＯ膜を１０ｎｍそれぞれ成膜後、真空蒸着装置より取り出した。次にシースループリズムとエアーギャップを設けて組み立て、反射率と透過率の比率を８：２とした観察系のハーフミラーを製作した。

【００４２】

ハーフミラーの入射角度２５度における内部反射の分光特性は、可視光域の波長４００～６６０ｎｍ間では平坦な分光特性では、波長５００ｎｍの反射率は７７．６％、透過率は１９．７％、吸収は２．７％であり、吸収の少ない優れた光学特性のハーフミラーを達成している。

【００４３】

次に本実施形態によらない膜構成のハーフミラーを参考の為、製作して本発明に係るハーフミラー面と比較してみた。

【００４４】

まず、真空蒸着装置にアクリル樹脂からなるプリズム状の基体を入れ、基体を加熱することなく１×１０－３Ｐａ以下の圧力に真空排気した後、１層にＳｉＯ膜を１６０ｎｍ、２層にZrO_2を主成分とした混合物からなるZrO_2膜を８０ｎｍ、３層にＡｇ膜を３２ｎｍ、４層にZrO_2膜を主成分とした混合物からなるZrO_2膜を７０ｎｍ、５層にＳｉＯ膜を１０ｎｍそれぞれ成膜後、真空蒸着装置より取り出した。次にシースループリズムと接合して、反射率と透過率の比率を８：２とした観察系のハーフミラーを製作した。

【００４５】

ハーフミラーの入射角度２５度における内部反射の分光特性は、可視光域の波長４００～６５０間では平坦な分光特性で、波長５００ｎｍの反射率は７２．５％、透過率は２０．４％、吸収は７．１％であり、Ａｇ膜の特性から離れた吸収の多いハーフミラーであった。

【００４６】

【発明の効果】

本発明によれば以上のように各要素を設定することによって、広い可視光域で平坦な分光特性と、光の吸収の少ない優れた光学特性を有し、製造工程が簡単なハーフミラーを有した観察系及び該ハーフミラーの製造方法を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明のハーフミラーを有した観察系の実施形態１の要部概略図

【図２】本発明に係るハーフミラーの膜構成の模式的断面図

【図３】本発明に係るハーフミラーの分光特性の説明図

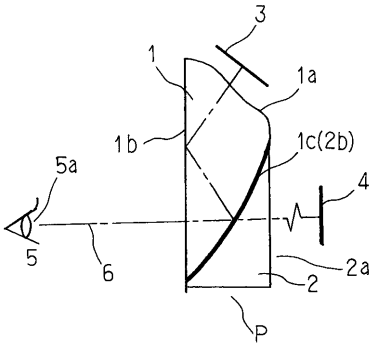
【符号の説明】

Ｐ　観察光学系

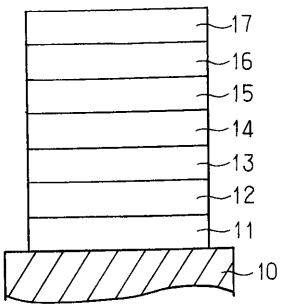
１　光学素子

２　　プリズム体
３　　表示手段
４　　外景の画像情報
５　　観察者
１０　　基板
１１～１７膜
１ａ　　入射面
１ｂ　　前面
１ｃ　　出射面（ハーフミラー面）
２ａ　　入射面
２ｂ　　出射面

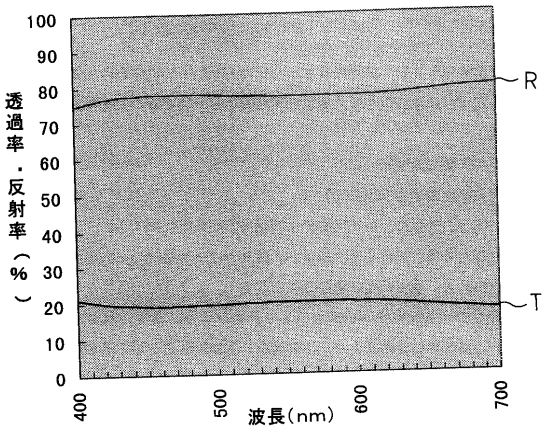
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
G02B 5/00-5/136
G02B 27/02