(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4637383号
(P4637383)

(45)発行日　平成23年2月23日(2011.2.23)　(24)登録日　平成22年12月3日(2010.12.3)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G02B | 5/00 | (2006.01) | G02B | 5/00 | A |
| G02B | 1/11 | (2006.01) | G02B | 1/10 | A |
| G02B | 1/10 | (2006.01) | G02B | 1/10 | Z |
| G03B | 7/18 | (2006.01) | G03B | 7/18 | |
| G03B | 9/02 | (2006.01) | G03B | 9/02 | A |

請求項の数 12　(全 15 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2001-74073(P2001-74073)
(22)出願日　平成13年3月15日(2001.3.15)
(65)公開番号　特開2002-277612(P2002-277612A)
(43)公開日　平成14年9月25日(2002.9.25)
審査請求日　平成20年3月5日(2008.3.5)

(73)特許権者　000104652
キヤノン電子株式会社
埼玉県秩父市下影森１２４８番地
(74)代理人　100075948
弁理士　日比谷　征彦
(74)代理人　100104628
弁理士　水本　敦也
(72)発明者　川上　　良男
埼玉県秩父市大字下影森１２４８番地
キヤノン電子株式会社内

審査官　竹村　真一郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ＮＤフィルタ、ＮＤフィルタの製造方法、光量調節装置および撮影装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

プラスチック基材上に成膜をしたＮＤフィルタであって、前記プラスチック基材の表面および裏面のうち少なくとも一方に湿式成膜法により成膜された反射防止膜を有し、該反射防止膜上の少なくとも一部に物理的成膜法により成膜された透過率制御膜を有することを特徴とするＮＤフィルタ。

【請求項２】

前記透過率制御膜上に物理的成膜法により成膜された反射防止膜を有することを特徴とする請求項１に記載のＮＤフィルタ。

【請求項３】

前記湿式成膜法により成膜された反射防止膜は前記プラスチック基材よりも硬質性を有することを特徴とする請求項１又は２に記載のＮＤフィルタ。

【請求項４】

前記湿式成膜法により成膜された反射防止膜は、Ｓｉ基を有するアルコキシドを含み易接着性を有することを特徴とする請求項１から３のいずれか１つに記載のＮＤフィルタ。

【請求項５】

前記湿式成膜法により成膜された反射防止膜は２層としたことを特徴とする請求項１から４のいずれか１つに記載のＮＤフィルタ。

【請求項６】

前記湿式成膜法により成膜された２層の反射防止膜のうち、前記プラスチック基材側に

位置する第１の反射防止膜は前記プラスチック基材よりも硬質性を有し、表層側に位置する第２の反射防止膜は前記第１の反射防止膜よりも易接着性を有することを特徴とする請求項５に記載のＮＤフィルタ。

【請求項７】

前記プラスチック基材には光吸収有機色素又は顔料が含まれていることを特徴とする請求項１から６のいずれか１つに記載のＮＤフィルタ。

【請求項８】

請求項１から７のいずれか１つに記載のＮＤフィルタを、開閉動作により開口径を変化させて光量を調節する遮光羽根に取り付けたことを特徴とする光量調節装置。

【請求項９】

請求項８に記載の光量調節装置を備えたことを特徴とする撮影装置。

【請求項１０】

プラスチック基材上に成膜をするＮＤフィルタの製造方法であって、 前記プラスチック基材の表面および裏面のうち少なくとも一方に湿式成膜法により反射防止膜を成膜する第１工程と、前記反射防止膜上の少なくとも一部に物理的成膜法により透過率制御膜を成膜する第２工程とを有することを特徴とするＮＤフィルタの製造方法。

【請求項１１】

前記物理的成膜法による反射防止膜はモノマー又はオリゴマーの有機系樹脂を塗布することにより成膜することを特徴とする請求項１０に記載のＮＤフィルタの製造方法。

【請求項１２】

前記透過率制御膜上に物理的成膜法により反射防止膜を成膜する第３工程を有することを特徴とする請求項１１に記載のＮＤフィルタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ビデオカメラやデジタルカメラ等の撮影装置に備えられる光量調節装置およびこれに使用するＮＤ（neutral density ）フィルタに関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

従来のデジタルビデオカメラは、図１１に示す撮影光学系７を有する。この撮影光学系７は、物体側から順に、１群レンズＬ１，絞り装置Ｓ、２群レンズＬ２，３群レンズＬ３，４群レンズＬ４，ローパスフィルタ５および固体撮像素子であるＣＣＤ６が配置されて構成されている。

【０００３】

絞り装置（光量調節装置）Ｓは、絞り地板３上を開閉動作する一対の絞り羽根２によって開口径を変化させ、通過光量を制御する。

【０００４】

そして、図１０にも示すように、絞り羽根２のうち小絞り口径に対応する部分にはＮＤフィルタ１が貼り付けられている。

【０００５】

これは、撮像画像が明るすぎると絞り羽根２は光量を低減するため閉じる方向で動くが、ある大きさより開口径を小さくする（つまり小絞りにする）と光線の回折現象が起き、画像の解像度が低下するからである。この小絞り時の透過量をより下げるためにＮＤフィルタ１によってＣＣＤ６に届く光量を減らしている。

【０００６】

従来の絞り装置に使用されているＮＤフィルタは、フィルム状の材料（セルロースアセテート、ＰＥＴ、塩化ビニル等）中に光を吸収する有機色素又は顔料を混ぜ、練り込むタイプのものを用いている。

【０００７】

ＮＤフィルタ１にガラス基材を用いないでプラスチックフィルムを使用するのは、プラス

チックフィルムはガラスのように割れることがなく、絞り装置を薄く作ることが可能であり、その結果、１群レンズＬ１および２群レンズＬ２の間隔を短くすることができ、より高倍率の画像を得ることができるからである。

【０００８】

なお、プラスチックフィルムは１００μｍ以下の薄さに作ることも可能であり、場合によっては５０μｍの薄さに作ることも可能である。

【０００９】

ところで、絞り羽根２に取り付けられたＮＤフィルタ１は、プラスチック表面が露出した状態になっている。このため、絞り羽根２が被写界の明暗に応じて開閉する際、ＮＤフィルタ１と他方の絞り羽根２および絞り地板３とが擦れ合い、ＮＤフィルタ表面に傷が生じてしまう。近年、撮像素子の感度が向上するに従い、その傷が原因で解像度が低下してしまうという問題が発生している。

【００１０】

これを解決する方法として、特開平１０－１３３２５３号公報や特開平１０－１３３２５４号公報では、プラスチックフィルムの片面又は両面に２種類以上の屈折率が異なり、かつ少なくともその１層が光吸収膜となっている複数の無機硬質膜を蒸着成膜することが提案されている。

【００１１】

この場合、ＮＤフィルタの構造としては、図１２と図１３の構造が採用される。図１２に示す２０－２，２０－３と、図１３に示す２１－２はプラスチック基材（ＰＥＴ）上に蒸着により形成された透過率制御膜である。

【００１２】

また、２０－１，２１－２は蒸着面の絞り羽根への接着性が悪いため、プラスチック基材のままとした領域である。

【００１３】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図１３に示すＮＤフィルタでは、光路上にＰＥＴ基材の表面が出てしまい、この部分は８％程度の反射率を有することになる。

【００１４】

一方、図１２に示すＮＤフィルタでは、ＰＥＴ基材上に蒸着による透過率制御膜が形成され、最終層としてＭｇ$F_2$等の反射防止膜を付けることが可能なため、通常３％以内に反射を抑えることが可能である。

【００１５】

このように両面の反射を下げるためには、蒸着回数が２回となる。この場合、製造上、真空を一度大気圧状態とし、その後、ワークを反転する作業が必要となるため、作業時間は図１３に示すＮＤフィルタを製造する場合の２倍となる。

【００１６】

また、最近のＣＣＤの解像度向上に伴ない、透過率制御膜の濃度が濃くなる傾向がある。この場合、ＮＤフィルタと空気部との透過率の差が大きくなり、解像度が低下したり、画面の端部分が暗くなったりする不都合が発生する。これを防止する方法として、特許第２７５４１８号のように、２つの濃度のＮＤフィルタが用いられている。

【００１７】

このＮＤフィルタでは、空気との境界側の透過率を大きくして空気に近づけ、中に入るほど透過率を小さくしている。この場合、図１４に示す構造が採用される。

【００１８】

２２－１は絞り羽根に接着するためＰＥＴ基材のままとした領域である。また、２２－２と２２－３は蒸着マスクの変更によってずらし、重なり部分２２－３は２２－２と２２－３の濃度の足し算となって透過率が下がり、重ならない部分２２－４は２２－２の濃度となる。このようにして２つの濃度のＮＤフィルタを作ることができる。

【００１９】

しかし、この場合には、透過率制御膜を２回蒸着しているのにも関わらず、２２－４の表面にはＰＥＴ素地が露出し、この部分の反射率が上がってしまう。これを防ぐには、更にこの部分に反射防止膜を付ける必要が発生し、蒸着回数は３回となってしまう。この結果、蒸着は１回につき約２時間～４時間必要とするため、生産性および不良率が悪化してしまう。

【００２０】

このように物理的成膜の場合、各種材料の積層体を付けることにより、反射や透過が制御し易くなる。また、マスクを付けることによって部分成膜ができる。

【００２１】

但し、それらの反面、以下のような欠点を有している。

（１）製造時間が長く、1 回の生産数も少なく、生産性、経済性に劣る。

（２）高真空中でコーティングされるため脱ガスの多い広幅のフィルムに対してコーティングできない。

（３）製造時に高温状態に基材がさらされる場合があり、耐熱性の低い基材では使用できない。またある程度耐熱性を有する場合でも熱収縮によるしわが発生する。

（４）積層する原材料の利用効率が低く、経済性に劣る。

【００２２】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明に係るＮＤフィルタは、プラスチック基材上に成膜をしたＮＤフィルタであって、前記プラスチック基材の表面および裏面のうち少なくとも一方に湿式成膜法により成膜された反射防止膜を有し、該反射防止膜上の少なくとも一部に物理的成膜法により成膜された透過率制御膜を有することを特徴とする。

また、本発明に係るＮＤフィルタの製造方法は、プラスチック基材上に成膜をするＮＤフィルタの製造方法であって、 前記プラスチック基材の表面および裏面のうち少なくとも一方に湿式成膜法により反射防止膜を成膜する第１工程と、前記反射防止膜上の少なくとも一部に物理的成膜法により透過率制御膜を成膜する第２工程とを有することを特徴とする。

【００２３】

具体的には、例えば、プラスチック基材（フィルム）の片面又は両面に、有機溶媒中に分散又は溶解した反射防止塗料を塗布したり、有機系樹脂のモノマー又はオリゴマーを塗布したりし、熱又は紫外線等により硬化重合させて反射防止膜を形成する。

【００２４】

一般には物理的成膜をドライコートと言うのに対し、上記成膜は湿式成膜又はＷＥＴコートという。

【００２５】

そして、このようなＷＥＴコートされた反射防止膜上又はその反対面に蒸着又はスパッタ法により透過率制御膜を形成することにより、プラスチック基材の両面全体の反射率を下げることが可能であるとともに、蒸着（又はスパッタ）回数を１回少なくさせることが可能となり、ＮＤフィルタの生産性および経済性を向上させることが可能となる。また、蒸着回数を減らすことにより、フィルタの熱的変化を少なくさせることも可能である。

【００２６】

また、湿式成膜法により形成された反射防止膜が、プラスチック基材よりも硬質性を有するようにしてもよい。これにより、光量調節装置の作動によって反射防止膜やプラスチック基材の表面に傷が付くことを防止することが可能となる。

【００２７】

また、湿式成膜法により形成された反射防止膜が、プラスチック基材と同等若しくはそれ以上の易接着性を有するようにしてもよい。これにより、ＮＤフィルタを、反射防止膜でコートしながらも光量調節装置を構成する遮光羽根に容易に接着固定することが可能となる。

【００２８】

なお、プラスチック基材の表面および裏面のうち少なくとも一方に、湿式成膜法により２層の反射防止膜を形成し、これら２層の反射防止膜のうちプラスチック基材側の反射防止膜に硬質性を持たせ、表層側の反射防止膜に易接着性を持たせるようにしてもよい。

【００２９】

なお、ＷＥＴコートには、プラスチック基材や塗液の状態に応じて、ナイフコーター、バーコーター、ブレードコーター、スクイズコーター、リバースロールコーター、グラビアロールコーター、カーテンコーター、スプレーコーター、スピンコーター、ディップコーターなどの塗工機械を用いればよい。

【００３０】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態であるＮＤフィルタについて説明する。ＰＥＴ又はＰＥＮのプラスチックフィルム上に反射防止膜を形成する際には、光学的理論に基づいて成膜することが有効である。

【００３１】

反射防止膜を単層膜で形成する場合、裏面反射を考えないと、光学膜厚（ｎｆ×ｄで示され、ｎｆは単層反射防止膜の屈折率、ｄは機械膜厚を示す）がλ／４（λは光の波長であり、カメラ等に用いる場合に人間の可視光の中心値５５０ｎｍが用いられる）の時、最低値となる理論式がある。

【００３２】

その時の屈折率ｎｆは、

ｎｆ＝√（ｎｏ×ｎｋ）

となる。

【００３３】

（但し、ｎｏ：空気の屈折率＝１．０

ｎｋ：プラスチック基材の屈折率

ＰＥＴの場合はｎｋ＝１．６５で、ｎｆは１．２８４である。）

そして、この値と同じ反射防止膜を形成すれば、５５０ｎｍでの反射率はゼロに近づくが、このように低い屈折率の材料は実際にはない。

【００３４】

このため、これに近い材料としては、$MgF_2$（ｎｆ＝１．３８）や$SiO_2$（ｎｆ＝１．４６）が用いられる。これらはこのままではＷＥＴコートすることができないので、$MgF_2$の場合は弗化ナトリュウムマグネシュウムゾルを用いたり、フッ素の入った有機物（例えば、弗化ビニリデン）を用いたり等して、屈折率を小さくし、しかもＷＥＴコートを可能としている。

【００３５】

また、$SiO_2$を用いる場合、シリコンアルコキシドの加水分解生成物（以下、シリカゾルという）とすることによってＷＥＴコートすることが可能である。

【００３６】

図９には、$MgF_2$と同じ屈折率の反射防止膜が形成された時の反射率のシュミレーション値を示している。この図から分かるように、５５０ｎｍの波長で反射率１％以下が可能である。

【００３７】

また、反射防止膜が２層以上の場合、より有効に広い波長において反射率を下げることが可能である。

【００３８】

但し、層数を多くしすぎると生産性の問題があるため、２～３層が望ましい。今回２層の場合を説明する。

【００３９】

２層の反射防止膜を形成する場合の光学特性は理論的に解明されており、プラスチック基材の屈折率より高い屈折率の反射防止膜と、基材よりも屈折率の低い材料とを順番で積層

する方法が採られる。

【００４０】

設計波長λに対して高屈折率層の光学膜厚をλ／２とし、低屈折率層の光学膜厚をλ／４とした場合、反射率のスペクトルはW型となり、広い波長領域において反射率の非常に低い特性が得られる。なお、光学膜厚とは、反射防止膜の機械膜厚と屈折率との積で示される。

【００４１】

裏面反射がある場合は、かなり難しくなり、今回の最適厚みからはずれるため、反対面の屈折率やプラスチック基材の屈折率、厚み、吸収係数を考えて検討することが望ましい。

【００４２】

また、ＷＥＴコートの場合、部分マスクをすることが不可能なため、もしＷＥＴコート側を遮光羽根に対する接着面にする必要が生じた場合に、プラスチック基材が露出した領域を作ることができない。

【００４３】

このような場合は、ＷＥＴコート表面が接着面となるため、このＷＥＴコートには易接着性が必要となる。この場合の易接着性は、プラスチック基材と同等又はそれ以上であることが望ましい。

【００４４】

このため、屈折率の低い$MgF_2$のようにフッ素元素が入っている場合には接着性は悪くなるので、避ける必要がある。一方、Ｓｉ基の入っているアルコキシドは接着性が優れている。

【００４５】

また、湿式成膜される反射防止膜に硬質性を与えることも可能である。本実施形態で用いているプラスチック基材は、光学部品として用いるため高い透明性（ヘイズ値が低いこと）が必要とされ、光学的散乱のないことが重要である。

【００４６】

このようなＰＥＴ基材を作る場合、無機粒子や硬い分子を混入することが困難である。ＰＥＴは非常に柔らかく傷つきやすく、表面が傷ついた場合、光学的な散乱、屈折が発生する。したがって、反射防止膜に硬質性（例えば、プラスチック基材よりも高い硬質性）を付加することが有効となる。

【００４７】

傷つきを少なくするためには硬い膜にすることも重要であるが、ある程度の厚みも必要であり、厚みとしては３μｍ以上が望ましい。このため、上述したように、反射防止膜の構成を２層コートとして最表層は薄く（易接着性は薄くとも持たせることができる）して易接着性を持たせ、プラスチック基材側の層は厚くして硬い層（３μｍ以上）として形成することにより、おのおのの層に役割分担させている。

【００４８】

そして、２種類の層の屈折率と吸収係数およびプラスチック基材の屈折率と吸収係数から反射特性を下げると共に、易接着性と硬質性の両方を兼ね備える最適膜厚を選択することが重要である。

【００４９】

ここで、高屈折率で高硬度の反射防止膜としては、アクリル系オリゴマーやアクリル系モノマーにラジカル重合型紫外線硬化樹脂を混入させた材料を用い、紫外線硬化させたものがよい。また、無機系のチタニュウムアルコキシドやジルコニュウムアルコキシドを用いてもよい。さらに、これら２種類を混合することも可能である。

【００５０】

何れも有機溶剤で溶かして用いられ、有機溶剤としては炭化水素系、アルコール系、ケトン系などが用いられる。

【００５１】

ここまでは、プラスチック基材として透明性の高いものを用いる場合について説明したが

、本発明におけるプラスチック基材としてはそれに限られるものではない。
【００５２】
市販品としては、（株）富士フィルムより練り込み式のＮＤフィルタが販売されているが、これはＴＡＣ（セルローストリアセテート）の基材に光吸収性の染料を混入したＮＤフィルタである。
【００５３】
図１５に示すグラフ１５－１は、上記富士フィルム社製のＮＤフィルタ（濃度１．０）の反射率を測定したものである。
【００５４】
反射率は５％程度であり、また基材が柔らかいため傷つき易いという欠点をもっている。屈折率は１．５０であり、基材がＰＥＴ（屈折率１．６５）とは異なるため上述したのとは異なる２層の反射防止膜の設計が必要である。
【００５５】
（実施例１）
図１および図２には、本発明の実施例１としてのＮＤフィルタの構造を示す。この図において、８－３はプラスチック基材であり、透明ＰＥＴが用いられている。このプラスチック基材８－３のヘイズ値は０．５であり、全透過率の高いものが用いられている。このプラスチック基材８－３の透過率は９０％以上であり、反射率は約８％である。
【００５６】
８－２はプラスチック基材８－３の片面に蒸着によって付着された透過率制御膜を含む多層膜（図２の９－３～９－９）が形成された部分であり、本実施例では、４００ｎｍ～７００ｎｍの波長で透過率１０％となるように設定している。また、反射率は３％以下に設定した。
【００５７】
８－４は湿式成膜により形成された２層の反射防止膜（９－１，９－２）であり、反射率は４％以下に設定した。
【００５８】
また、８－１は遮光羽根に接着する部分であり、ＰＥＴ素地のままとなっている。
【００５９】
なお、接着部分が裏側の８－４′の部分であっても、２層の反射防止膜８－４のうち表層側の接着性が高いため問題はない。
【００６０】
以下、このＮＤフィルタの製造方法について詳しく述べる。使用したＰＥＴは図３に示す方法で原反が製造される。
【００６１】
図３において、溶解状態のＰＥＴはキャステング後、縦延伸と横延伸を経て、所定の厚み（例えば、７５μｍ）のフィルム状基材が作られる。
【００６２】
そして、このフィルム状のＰＥＴ基材には、２台のドクターブレードにより２層の反射防止膜が片面全体に塗布される。
【００６３】
ＰＥＴ基材に直接塗布される第１層のハードコート（硬質性）反射防止塗料としては、紫外線硬化型のポリエーテルアクリレートを主剤とし、アルコール系の溶剤で粘度調整したものが用いられる。この第１層のハードコート反射防止塗料を５μｍ塗布した後、紫外線照射して硬化させる。第１層の屈折率は１．５６である。
【００６４】
その後、第１層上に低屈折率で易接着性を持つ直径１０ｎｍ程度の$SiO_2$コロイドとシリコンアルコキシドをプロパノール溶剤中に懸濁させたものを８８ｎｍ塗布し、１２０℃で加熱して空気中の水分で加水分解させて第２層としての低屈折率の層を形成した。第２層の屈折率は１．４５である。

【００６５】
この場合の表面反射率は、図４に示すグラフ１０－１のように４％以下となった。また、光干渉のため波打ちを発生するが、人の視感上問題ない程度に抑えられている。
【００６６】
こうして、反射防止膜をコーティングした後、必要な幅にスリッターする。その後、裏面の蒸着治具に取り付けるためプレス抜きを行う。本実施例では、１５０ｍｍ角にプレス抜きを行った。
【００６７】
本実施例のＮＤフィルタにおける膜構成を図２に示す。９－１，９－２は湿式成膜により形成された反射防止膜である。また、９－３～９－８は蒸着で成膜された反射防止膜付きの透過率制御膜である。
【００６８】
９－９は透過率制御膜９－３～９－８上に形成された反射防止膜であり、$MgF_2$を、５５０ｎｍのλ／４の厚みを持つように蒸着して形成されている。
【００６９】
９－３，９－５、９－７は$Al_2O_3$膜あり、屈折率は１．６７である。また、９－４，９－６，９－８はＴｉＯ膜であり、屈折率は１．７１である。このＴｉＯ膜は吸収係数をもっており、これにより透過率が下がる。
【００７０】
このように屈折率の異なる膜を交互に重ねることにより反射率は低下するが、最表層膜に$MgF_2$を付けるとより反射率は下がり、３％以下となる。
【００７１】
このとき、透過率制御膜９－３～９－８のうち第１層の$Al_2O_3$膜９－３と第２層のＴｉＯ膜９－４の膜厚は、裏面反射を考慮して選択する必要がある。また、前述した湿式成膜法による２種類の膜の厚みは、予め裏面の蒸着を行って、裏面反射を考慮して実験より求めたものである。
【００７２】
以上のように製造されたＮＤフィルタは、図１０に示すように遮光羽根（絞り羽根）に接着される。接着面は湿式成膜された反射防止膜の側である。
【００７３】
接着剤としてはクロロプレインゴムを用いる。この場合、湿式成膜による第２層の接着強度は、ＰＥＴ基材をそのまま接着した時と同等の強度を示した。
【００７４】
また、本実施例のＮＤフィルタは、絞り装置への組み込み状態での１０万回の開閉テストを行ったが、ＮＤフィルタの表面に傷が発生しなかった。
【００７５】
図４に示すグラフ１０－２は、本実施例ＮＤフィルタの透過率を示し（１０％）、グラフ１０－３は反射率を示している。
【００７６】
なお、透過率制御膜の構成は先に説明した組み合わせ例のみではなく、$TiO/SiO_2$，$Fe-Cr/SiO_2$等、屈折率が異なり、一方の膜に吸収係数の存在する膜であれは他の構成でもよい。また、蒸着による反射防止膜も$MgF_2$のみでなく$SiO_2$でもよい。
【００７７】
（実施例２）
図５には、本発明の実施例２であるＮＤフィルタの構成を示している。このＮＤフィルタは、２濃度タイプのＮＤフィルタである。
【００７８】
１２－１はプラスチック基材であるＰＥＴ基材であり、７５μｍの厚みを有する。１２－２はプラスチック基材１２－１の両面に湿式成膜法により成膜された反射防止膜である

。１２－３，１２－４は反射防止膜１２－２上に蒸着により形成され、その表面に反射防止膜を付した透過率制御膜である。

【００７９】

このＮＤフィルタでは、裏面反射に関して、透過率制御膜がある部分と湿式成膜された反射防止膜のみの部分とがあるため、蒸着膜の厚みは両方を鑑みて決定すべきである。

【００８０】

この場合、１２－３の透過率制御膜（ＴｉＯ膜）が裏面にある部分では、裏面反射した光量が再びその透過率制御膜で減衰するためあまり考慮する必要がない。このため、裏面に透過率制御膜がない部分を優先して膜厚を決定すべきである。詳細については実施例１とほぼ同じ組成を用いた。

【００８１】

（実施例３）

図６には、本発明の実施例３であるＮＤフィルタの構成を示している。このＮＤフィルタは、富士フィルム製の市販のＴＡＣ基材で、厚さ１００μｍ、透過率１０％のものを用いて構成されている。

【００８２】

１３－１はＴＡＣ基材であり、屈折率は１．５０である。硬質の湿式成膜された反射防止膜（多層）１３－２，１３－３は、第１層として実施例１と同じ組成のポリエーテルアクリレートを５０００ｎｍ付け、その上に第２層として実施例１と同じ$SiO_2$コロイドとシリコンアルコキシドの混合物を９０ｎｍ湿式法で付着させたものである。

【００８３】

本実施例では、裏表が同じ膜厚であるため、市販の４つ切りのＮＤフィルタにディップ法を用いて上記反射防止剤を塗布した。

【００８４】

これにより、反射率を、図７のグラフ１４－１のように、図１５に示した反射率に比べて大幅に低下させることができた。また、表面の傷つき防止性も向上させることができた。

【００８５】

（実施例４）

図８には、本発明の実施例４であるＮＤフィルタを示している。このＮＤフィルタは、絞り羽根とは別駆動で光路上に進退可能なものであり、デジタルカメラ用の絞りユニットに用いられる。

【００８６】

１５－１はＰＥＴ基材であり、１００μｍの厚みのものである。このＮＤフィルタは、まず、湿式成膜法により成膜された１５－２の反射防止膜が２層コートされたＰＥＴ基材１５－１を、図８の形状に打ち抜き、その後、片面に蒸着により１５－３の透過率制御膜（透過率３０％、反射率３％）を形成した。

【００８７】

さらに、ＰＥＴ基材１５－１を反転して、反射防止膜１５－２上に１５－４の透過率制御膜（透過率３０％〈裏面の透過率制御膜１５－３と合わせて透過率１０％〉、反射率３％）を蒸着した。これにより、絞り羽根とは別駆動タイプの２濃度ＮＤフィルタとなる。膜厚や膜構成は、実施例１に準じて行えばよい。

【００８８】

なお、上記各実施例で説明したＮＤフィルタの構成、膜厚、膜組成等は例に過ぎず、本発明の構成要件を満足するものであれば他の構成等としてもよい。

【００８９】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、プラスチック基材の表面および裏面のうち少なくとも一方に、湿式成膜法により反射防止膜を形成したので、プラスチック基材の両面全体の反射率を下げることができるとともに、蒸着（又はスパッタ）により透過率制御膜を形成する場合でも、反射防止膜を蒸着により形成する場合に比べて少ない蒸着回数で足りる

。したがって、ＮＤフィルタの生産性および経済性を向上させることができる。また、蒸着回数を減らすことにより、フィルタの熱的変化を少なくさせることもできる。

【００９０】

また、湿式成膜法により形成された反射防止膜に硬質性を持たせることにより、光量調節装置の作動によって反射防止膜やプラスチック基材の表面に傷が付くことを防止することができる。

【００９１】

さらに、湿式成膜法により形成された反射防止膜に易接着性を持たせるようにすれば、ＮＤフィルタを反射防止膜でコートしながらも光量調節装置を構成する遮光羽根に容易に接着固定することができる。

【００９２】

なお、プラスチック基材の表面および裏面のうち少なくとも一方に、湿式成膜法により２層の反射防止膜を形成し、これら２層の反射防止膜のうちプラスチック基材側の反射防止膜に硬質性を持たせ、表層側の反射防止膜に易接着性を持たせるようにすれば、反射防止膜やプラスチック基材の表面に傷が付くのを防止しつつ、遮光羽根への接着容易性を確保することができる。

【００９３】

さらに、以下の効果がある。

【００９４】

（１）　湿式成膜法は、連続的な成膜法であるとともに広幅まで対応可能であり、プラスチック基材の製造と連続して行えるため、物理的成膜法を用いる場合に比べて生産性を大幅に向上させることができる。

【００９５】

（２）　湿式成膜後の硬化を紫外線硬化等や低い熱硬化で行えるため、ＮＤフィルタの熱による変形をほとんどなくすることができる。

【００９６】

（３）　湿式成膜は表面に易接着性があり、その下の膜を硬い膜とすることにより、後工程や製品機能上傷つかない。また、特別に羽根に接着する部分を設ける必要がないため、密にＮＤフィルタをプレス抜きすることができる。

【００９７】

（４）湿式成膜法による反射防止膜、物理的成膜法による透過率制御膜を形成することにより、必要な透過率の透過率制御膜を物理的成膜側で自由に作ることができる。

【００９８】

（５）　透明のプラスチック基材に限らず、基材に濃度が付けられている場合でも反射防止膜を付けることができる。

【００９９】

（６）　湿式成膜によれば多層成膜が可能であるため、反射率の最適化や他の機能分離膜を付けることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施例１であるＮＤフィルタの構成図である。

【図２】上記実施例１のＮＤフィルタの膜構成図である。

【図３】上記実施例１のＮＤフィルタの湿式成膜工程図である。

【図４】上記実施例１のＮＤフィルタの透過率と反射率とを示す分光特性図である。

【図５】本発明の実施例２であるＮＤフィルタの構成図である。

【図６】本発明の実施例３であるＮＤフィルタの構成図である。

【図７】上記実施例３のＮＤフィルタの反射率を示す分光特性図である。

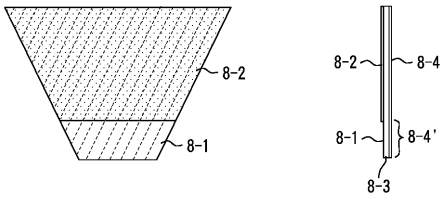
【図８】本発明の実施例４であるＮＤフィルタの構成図である。

【図９】本発明のＮＤフィルタでの反射率のシュミレーション結果を示す分光特性図である。

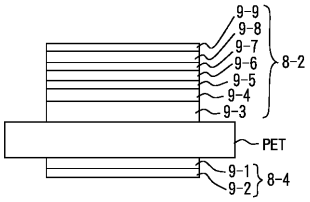
【図１０】絞り羽根の斜視図である。

【図１１】絞り装置を有する撮影光学系の構成図である。
【図１２】従来のＮＤフィルタの構成図である。
【図１３】従来のＮＤフィルタの構成図である。
【図１４】従来のＮＤフィルタの構成図である。
【図１５】従来のＮＤフィルタの反射率を示す分光特性図である。
【符号の説明】
１　ＮＤフィルタ
２　絞り羽根
８－２，１２－３，１５－３，１５－４　蒸着成膜された透過率制御膜
８－３，１２－１，１３－１，１５－１　プラスチック基材
８－４，１２－２，１３－２，１３－３，１５－２　湿式成膜された２層の反射防止膜

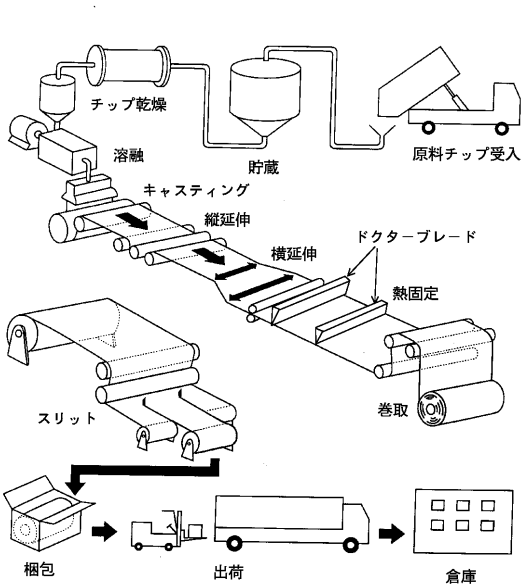
【図１】



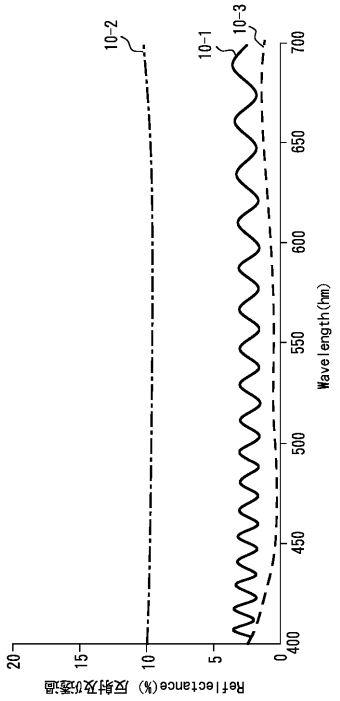

【図２】



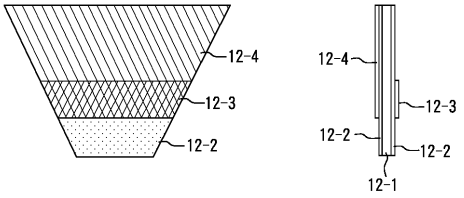

【図３】



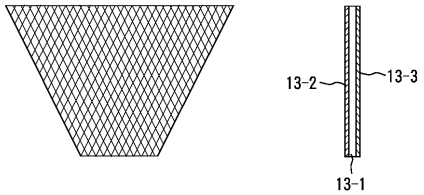
【図４】


10-2
10-1
10-3
Reflectance(%) 反射及び透過
Wavelength(nm)
0
5
10
15
20
400
450
500
550
600
650
700

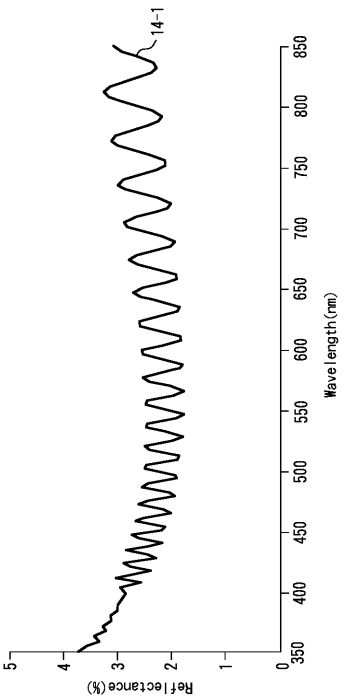
【図５】


12-4
12-3
12-2
12-4
12-3
12-2
12-2
12-1

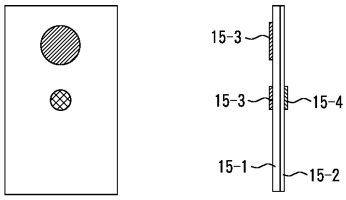
【図６】


13-2
13-3
13-1

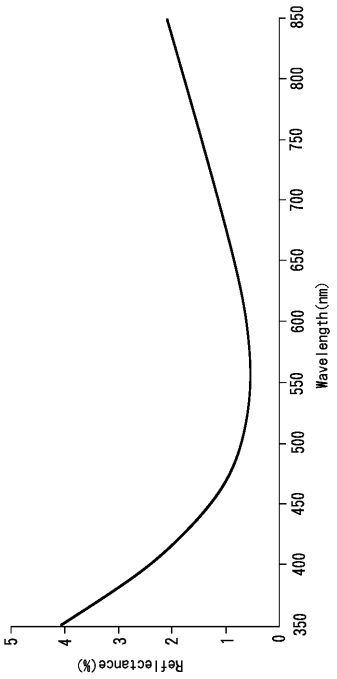
【図７】


14-1
Reflectance(%)
Wavelength(nm)
0
1
2
3
4
5
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850

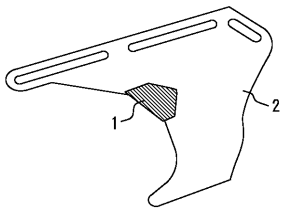
【図８】


15-3
15-3
15-4
15-1
15-2

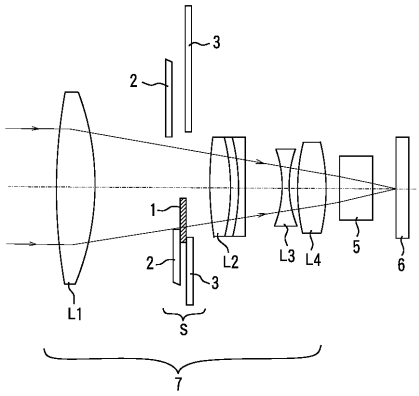
【図９】



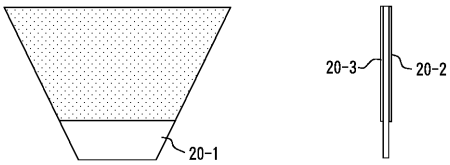

【図１０】



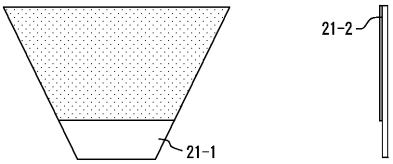

【図１１】



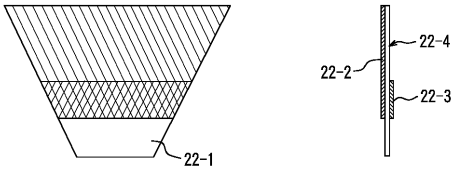

【図１２】



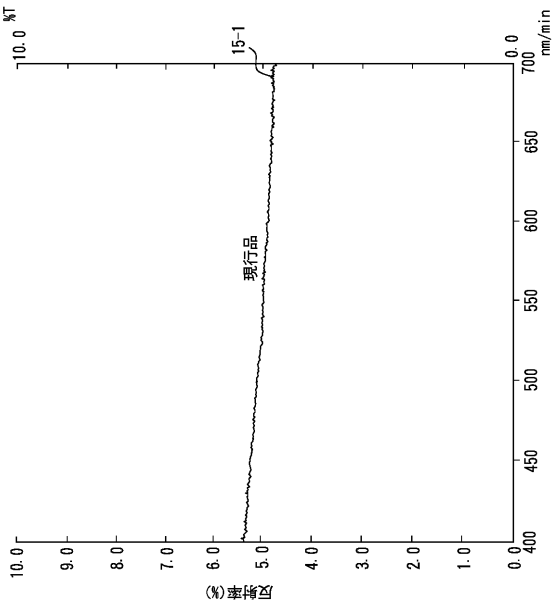

【図１３】




【図１４】



【図１５】


%T
10.0
0.0
15-1
700
650
600
550
500
450
400
nm/min
現行品
10.0
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
反射率(%)

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
*H04N 5/238 (2006.01)* H04N 5/238 Z

(56)参考文献 特開平06－102412（JP，A）
特開平11－190866（JP，A）
特開2000－241603（JP，A）
特開平10－133253（JP，A）
特開平07－063915（JP，A）

(58)調査した分野(Int.Cl.，DB名)
G02B 1/10、5/00
G03B 7/18、9/02
H04N 5/238