

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5217218号
(P5217218)

(45) 発行日 平成25年6月19日(2013.6.19)

(24) 登録日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(51) Int. Cl.	F I				
GO2B	5/00	(2006.01)	GO2B	5/00	A
GO3B	9/02	(2006.01)	GO3B	9/02	A

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-101426 (P2007-101426)	(73) 特許権者	000183303
(22) 出願日	平成19年4月9日(2007.4.9)		住友金属鉱山株式会社
(65) 公開番号	特開2008-257099 (P2008-257099A)		東京都港区新橋5丁目11番3号
(43) 公開日	平成20年10月23日(2008.10.23)	(74) 代理人	100095223
審査請求日	平成21年8月20日(2009.8.20)		弁理士 上田 章三
		(72) 発明者	大上 秀晴
			千葉県市川市中国分3丁目18番5号 住友金属鉱山株式会社 市川研究所内
		審査官	後藤 亮治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 吸収型多層膜NDフィルターチップの製造方法と吸収型多層膜NDフィルターチップ並びに吸収型多層膜NDフィルターチップの接合方法および吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根とそ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

樹脂フィルム基板の少なくとも片面に酸化物誘電体膜と金属膜を交互に積層させて成る吸収型多層膜が設けられた吸収型多層膜NDフィルターシートをプレス切断して吸収型多層膜NDフィルターチップを製造する方法において、

上記吸収型多層膜NDフィルターシートをプレス切断する際の切断ライン部分若しくは絞り羽根材との接合部位となる部分の少なくとも一方の吸収型多層膜をトップフラット型のエネルギー分布を持つパルス幅nsオーダーのエキシマレーザーを用いたレーザースクライビング法により除去することを特徴とする吸収型多層膜NDフィルターチップの製造方法。

【請求項2】

上記吸収型多層膜NDフィルターシートにおける吸収型多層膜がスパッタリングロールコートにより成膜されていることを特徴とする請求項1に記載の吸収型多層膜NDフィルターチップの製造方法。

【請求項3】

上記吸収型多層膜NDフィルターシートにおける吸収型多層膜の酸化物誘電体膜がSiO₂、Al₂O₃から選ばれる1種以上の膜で構成され、かつ、上記金属膜がNi、Ti、Nb、Ta、Crから選ばれる単体膜若しくはこれ等を主成分とする合金膜で構成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の吸収型多層膜NDフィルターチップの製造方法。

【請求項 4】

樹脂フィルム基板の少なくとも片面に酸化物誘電体膜と金属膜を交互に積層させて成る吸収型多層膜が設けられた吸収型多層膜NDフィルターシートをプレス切断して得られる吸収型多層膜NDフィルターチップにおいて、

請求項 1、2 または 3 に記載の吸収型多層膜NDフィルターチップの製造方法により製造され、レーザースクライビング法により吸収型多層膜を除去して露出した樹脂フィルム基板の表面が磨りガラス状になっていることを特徴とする吸収型多層膜NDフィルターチップ。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の吸収型多層膜NDフィルターチップを、レーザー溶着法、超音波溶着法または接着剤による接着法から選ばれる方法により絞り羽根材に接合することを特徴とする吸収型多層膜NDフィルターチップの接合方法。

10

【請求項 6】

請求項 4 に記載の吸収型多層膜NDフィルターチップと、この吸収型多層膜NDフィルターチップがレーザー溶着法、超音波溶着法または接着剤による接着法から選ばれる方法により接合される絞り羽根材とで構成されることを特徴とする吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の吸収型多層膜NDフィルターチップの接合方法を用いて吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根を製造することを特徴とする吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可視光領域の透過光を減衰させる吸収型多層膜NDフィルターとこの吸収型多層膜NDフィルターをカメラ内に組み込むための吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根に係り、特に、生産性に優れた吸収型多層膜NDフィルターチップと吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根の製造方法、および、吸収型多層膜NDフィルターチップを絞り羽根材に接合する吸収型多層膜NDフィルターチップの接合方法に関するものである。

【背景技術】

30

【0002】

ND (Neutral Density) フィルターには、入射光を反射して減衰させる反射型NDフィルターと、入射光を吸収して減衰させる吸収型NDフィルターが知られており、反射光が問題となるレンズ光学系にNDフィルターを組み込む場合には一般的に吸収型NDフィルターが用いられる。また、吸収型NDフィルターには、フィルター基板自体に吸収物質を混ぜる(色ガラスNDフィルター)タイプと、フィルター基板自体に吸収はなく基板表面に形成された薄膜に吸収があるタイプとが存在する。また、後者の場合、薄膜表面の反射を防ぐため、上記薄膜を多層膜(吸収型多層膜)で構成し、透過光を減衰させる機能と共に反射防止の効果を持たせている。

【0003】

40

そして、小型薄型デジタルカメラに用いられる吸収型多層膜NDフィルターは、カメラにおける組み込みスペースが狭いためフィルター基板自体を薄くする必要があり、樹脂フィルムが最適なフィルター基板とされている。尚、薄膜が多層膜で構成されたこの種の吸収型多層膜NDフィルターとして、特許文献1には、酸化物誘電体膜と金属膜から成るNDフィルターが開示されている。

【0004】

また、上記NDフィルターを含め、この種のNDフィルターをカメラ内に組み込む場合には、通常、光軸部分に開口を有する絞り羽根材11に吸収型多層膜NDフィルターチップ(吸収型多層膜NDフィルターチップ)20を接合して、例えば図6に示すような吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根30を構成し、この吸収型多層膜NDフィルター

50

付き絞り羽根 30 をカメラ内に組み込む方法が採られている。

【 0 0 0 5 】

また、吸収型多層膜 ND フィルター付き絞り羽根を製造するには、一般的に、樹脂フィルム基板と多層膜とで構成された ND フィルターシートをプレス切断加工して吸収型多層膜 ND フィルターチップ 20 を求め、この吸収型多層膜 ND フィルターチップ 20 を絞り羽根材 11 に接合して上記吸収型多層膜 ND フィルター付き絞り羽根 30 を得ている。また、上記絞り羽根材 11 は、吸収型多層膜 ND フィルターチップ 20 の取り付け枠として作用し、吸収型多層膜 ND フィルターチップ 20 を取り付ける光軸部分には開口が設けられ、通常、黒色フィルムにより構成されている。また、吸収型多層膜 ND フィルター付き絞り羽根は、図 6 に示すようにフィルターを具備しない絞り羽根 31 と合わせてカメラ内に組み込まれており、吸収型多層膜 ND フィルター付き絞り羽根 30 とフィルターを具備しない絞り羽根 31 を互いに矢印方向へ移動させて、図 7 に示すように ND フィルターが光軸部分に挿入されるように構成されている。

10

【 0 0 0 6 】

ところで、上記吸収型多層膜 ND フィルターチップ 20 を絞り羽根材 11 に接合して吸収型多層膜 ND フィルター付き絞り羽根 30 を製造する場合、その接合手段としては、一般的にレーザー溶着法、超音波溶着法あるいは接着剤による接着法等が用いられている。そして、これ等の接合方法により吸収型多層膜 ND フィルターチップ 20 を絞り羽根材 11 に接合した場合、吸収型多層膜 ND フィルターチップ 20 の樹脂フィルム基板には吸収型多層膜が存在するため、樹脂フィルム基板と絞り羽根材 11 とを直接接合させることはできず、樹脂フィルム基板上の吸収型多層膜が絞り羽根材 11 に直接接合することになる。近年、接着剤の接着強度は向上し、接着剤による絞り羽根材と吸収型多層膜表面の接着強度の方が吸収型多層膜の樹脂フィルムへの密着強度より強くなってきている。従って、吸収型多層膜 ND フィルターの密着強度に関しては、吸収型多層膜 ND フィルターチップ 20 における樹脂フィルム基板と吸収型多層膜との密着強度に依存することとなり、この樹脂フィルム基板と吸収型多層膜との密着強度は、一般的に、樹脂フィルム基板と絞り羽根材とを直接接合した場合の密着強度より低い問題が存在する。

20

【 0 0 0 7 】

また、吸収型多層膜 ND フィルターチップは、上述したように吸収型多層膜 ND フィルターシートをプレス切断加工し、必要とされる 5 ~ 20 mm 角ほどの形状に加工されて得られている。そして、特許文献 1 に記載されているように酸化物誘電体膜が用いられた吸収型多層膜はガラスのように硬質であるため、プレス切断加工されることにより吸収型多層膜にヒビ割れ（クラック）が発生する場合があります、ヒビ割れした膜が剥がれてシャッターや絞り等の駆動部分に付着すると動作不良の原因になることが指摘されている。

30

【 0 0 0 8 】

そこで、従来においては、吸収型多層膜の成膜時に図 8 (A) に示すようなマスク 1 を用いて樹脂フィルム基板 2 の一部を覆い、図 9 に示すように樹脂フィルム基板 2 の一部を蒸着源 4 から隠して成膜する方法が採られている。この方法によれば、マスク 1 から露出した樹脂フィルム基板 2 にのみ吸収型多層膜 3 が成膜され、図 8 (B) に示すようにプレス切断される際の切断ライン 5 部分や絞り羽根材との接合部分等に吸収型多層膜 3 が成膜されることがない。このため、得られた吸収型多層膜 ND フィルターシートをプレス切断加工して吸収型多層膜 ND フィルターチップを求める際、図 8 (B) に示す切断ライン 5 に沿って吸収型多層膜 ND フィルターシートを切断すれば、吸収型多層膜の周辺に未成膜部分を残した吸収型多層膜 ND フィルターチップを製造することができる。

40

【 0 0 0 9 】

尚、特許文献 2 には、上記接合部分をマスクしてから成膜する方法が開示されている。そして、この方法を利用すれば、接合部分に吸収型多層膜が形成されないことから、レーザー溶着、超音波溶着あるいは接着剤による接着により吸収型多層膜 ND フィルターチップの樹脂フィルム基板部分を絞り羽根材に直接接合させることができるため、吸収型多層膜 ND フィルターチップと絞り羽根材との密着強度の改善が期待される。

50

【特許文献1】特開2006-178395号公報

【特許文献2】特開2003-202612号公報

【特許文献3】特開2004-64028号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、特許文献2に記載された接合部分をマスクしてから成膜する方法において、吸収型多層膜の膜厚分布の均一性を確保するには大面積の樹脂フィルム基板を用いることはできず、実際には小面積の樹脂フィルム基板を用いたパッチ方式の生産しかできないため生産効率が悪かった。この場合、ロール状に巻き取られた長尺状の樹脂フィルム基板を順次巻き出し、この樹脂フィルム基板を巻き取りながらロールコータを使用して樹脂フィルム基板上に連続成膜する方法も考えられる。そして、この方法は生産性に優れているが、移動する樹脂フィルム基板へのマスクの固定が現実的には困難なため、切断ライン部分あるいは接合部分に未成膜部分を残すマスク処理の適用は困難であった。

10

【0011】

本発明はこのような問題点に着目してなされたもので、その課題とするところは、上述したマスク等の部材を使用することなく、レーザースクライピングにより吸収型多層膜の切断ライン部分若しくは絞り羽根材との接合部位となる部分が除去された吸収型多層膜NDフィルターシートの製造方法を採用することにより、生産性に優れた吸収型多層膜NDフィルターチップと吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根の製造方法、並びに、吸収型多層膜NDフィルターチップを絞り羽根材に接合する吸収型多層膜NDフィルターチップの接合方法を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するため、本発明者は、液晶ディスプレイの透明導電膜等を除去しあるいは太陽電池の基板の加工方法として知られるレーザ照射による薄膜除去法(上述したようにレーザースクライピングと称する場合がある)の応用を試みた。

【0013】

すなわち、特許文献3には、太陽電池の基板主表面に除去部を形成しこれをコンタクトホールとして利用する方法として、レーザビームを基板表面にフォーカシングして基板材料の一部を蒸発させるレーザースクライピング法が開示されている。そして、レーザビームは、基板表面位置に変動があっても周知のフォーカシングサーボ制御により正確かつ高能率に基板表面にフォーカシングできるため、半導体基板の表面上にてレーザビームを走査することにより複数の除去部を効率的に形成できるとされている。

30

【0014】

そこで、本発明においては、吸収型多層膜NDフィルターチップを製造する際に上記レーザースクライピング法を応用し、吸収型多層膜が形成されたNDフィルターシートをプレス切断加工する際の切断ライン部分若しくは絞り羽根材との接合部位となる部分の吸収型多層膜を除去するものである。

【0015】

すなわち、請求項1に係る発明は、

樹脂フィルム基板の少なくとも片面に酸化物誘電体膜と金属膜を交互に積層させて成る吸収型多層膜が設けられた吸収型多層膜NDフィルターシートをプレス切断して吸収型多層膜NDフィルターチップを製造する方法を前提とし、

40

上記吸収型多層膜NDフィルターシートをプレス切断する際の切断ライン部分若しくは絞り羽根材との接合部位となる部分の少なくとも一方の吸収型多層膜をトップフラット型のエネルギー分布を持つパルス幅nsオーダーのエキシマレーザーを用いたレーザースクライピング法により除去することを特徴とする。

【0016】

また、請求項2に係る発明は、

50

請求項 1 に記載の発明に係る吸収型多層膜 ND フィルターチップの製造方法を前提とし、

上記吸収型多層膜 ND フィルターシートにおける吸収型多層膜がスパッタリングロールコートにより成膜されていることを特徴とし、

請求項 3 に係る発明は、

請求項 1 または 2 に記載の発明に係る吸収型多層膜 ND フィルターチップの製造方法を前提とし、

上記吸収型多層膜 ND フィルターシートにおける吸収型多層膜の酸化物誘電体膜が SiO_2 、 Al_2O_3 から選ばれる 1 種以上の膜で構成され、かつ、上記金属膜が Ni 、 Ti 、 Nb 、 Ta 、 Cr から選ばれる単体膜若しくはこれ等を主成分とする合金膜で構成されていることを特徴とする。

10

【0017】

次に、請求項 4 に係る発明は、

樹脂フィルム基板の少なくとも片面に酸化物誘電体膜と金属膜を交互に積層させて成る吸収型多層膜が設けられた吸収型多層膜 ND フィルターシートをプレス切断して得られる吸収型多層膜 ND フィルターチップを前提とし、

請求項 1、2 または 3 に記載の吸収型多層膜 ND フィルターチップの製造方法により製造され、レーザースクライビング法により吸収型多層膜を除去して露出した樹脂フィルム基板の表面が磨りガラス状になっていることを特徴とし、

20

請求項 5 に係る発明は、

吸収型多層膜 ND フィルターチップを絞り羽根材に接合する吸収型多層膜 ND フィルターチップの接合方法を前提とし、

請求項 4 に記載の吸収型多層膜 ND フィルターチップを、レーザー溶着法、超音波溶着法または接着剤による接着法から選ばれる方法により絞り羽根材に接合することを特徴とする。

【0018】

また、請求項 6 に係る発明は、

吸収型多層膜 ND フィルター付き絞り羽根を前提とし、

請求項 4 に記載の吸収型多層膜 ND フィルターチップと、この吸収型多層膜 ND フィルターチップがレーザー溶着法、超音波溶着法または接着剤による接着法から選ばれる方法により接合される絞り羽根材とで構成されることを特徴とし、

30

請求項 7 に係る発明は、

吸収型多層膜 ND フィルター付き絞り羽根の製造方法を前提とし、

請求項 5 に記載の吸収型多層膜 ND フィルターチップの接合方法を用いて吸収型多層膜 ND フィルター付き絞り羽根を製造することを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明に係る吸収型多層膜 ND フィルターチップの製造方法によれば、

樹脂フィルム基板の少なくとも片面に酸化物誘電体膜と金属膜を交互に積層させて成る吸収型多層膜が設けられた吸収型多層膜 ND フィルターシートをプレス切断して吸収型多層膜 ND フィルターチップを製造する方法において、

40

上記吸収型多層膜 ND フィルターシートをプレス切断する際の切断ライン部分若しくは絞り羽根材との接合部位となる部分の少なくとも一方の吸収型多層膜をトップフラット型のエネルギー分布を持つパルス幅 $n\text{s}$ オーダーのエキシマレーザーを用いたレーザースクライビング法により除去しているため、吸収型多層膜の成膜時にマスクを利用する従来技術と比較して生産性に優れている。

【0020】

また、本発明に係る吸収型多層膜 ND フィルター付き絞り羽根は、

上記製造方法により製造され、レーザースクライビング法により吸収型多層膜を除去して露出した樹脂フィルム基板の表面が磨りガラス状になっている吸収型多層膜 ND フィル

50

ターチップと、この吸収型多層膜NDフィルターチップがレーザー溶着法、超音波溶着法または接着剤による接着法から選ばれる方法により接合される絞り羽根材とで構成され、吸収型多層膜NDフィルターチップの樹脂フィルム基板と絞り羽根材とが直接接合されているため、吸収型多層膜NDフィルターチップと絞り羽根材との密着強度が大幅に向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

(1) 吸収型多層膜NDフィルターの膜構造

まず、本発明に係る吸収型多層膜NDフィルターシートは、シート状の樹脂フィルム基板と、この樹脂フィルム基板の少なくとも片面に酸化物誘電体膜と金属膜を交互に積層させて成る吸収型多層膜とで構成されている。

【0022】

また、上記酸化物誘電体膜としては、 SiO_2 、 Al_2O_3 から選ばれる1種以上の膜が例示され、上記金属膜としては、 Ni 、 Ti 、 Nb 、 Ta 、 Cr から選ばれる単体膜若しくはこれ等を主成分とする合金膜が例示される。

【0023】

一例として、金属膜に Ni を用い、酸化物誘電体膜に SiO_2 を用いて構成した平均透過率6.3%の吸収型多層膜NDフィルターの膜構成を以下の表1に示す。また、この膜構成を有する吸収型多層膜NDフィルターの分光透過率を図3に示す。

【0024】

同様に、金属膜に Ni を用い、酸化物誘電体膜に SiO_2 を用いて構成した平均透過率12.5%の吸収型多層膜NDフィルターの膜構成を以下の表2に示し、この膜構成を有する吸収型多層膜NDフィルターの分光透過率を図4に示す。

【0025】

更に、金属膜に Ni を用い、酸化物誘電体膜に SiO_2 を用いて構成した平均透過率25.0%の吸収型多層膜NDフィルターの膜構成を以下の表3に示し、この膜構成を有する吸収型多層膜NDフィルターの分光透過率を図5に示す。

【0026】

表1～表3の記載から明らかなように、平均透過率が高い吸収型NDフィルターほど各 Ni 膜の膜厚が薄くなっている。

【0027】

【表1】

層	物質	膜厚
---	媒質(空気)	---
5	SiO_2	70
4	Ni	9.6
3	SiO_2	70
2	Ni	9.6
1	SiO_2	20
---	樹脂フィルム基板(PET)	---
1	SiO_2	20
2	Ni	9.6
3	SiO_2	70
4	Ni	9.6
5	SiO_2	70
---	媒質(空気)	---

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

【表 2】

層	物 質	膜 厚
---	媒 質 (空気)	---
5	S i O ₂	7 0
4	N i	7. 0
3	S i O ₂	7 0
2	N i	7. 0
1	S i O ₂	2 0
---	樹脂フィルム基板 (P E T)	---
1	S i O ₂	2 0
2	N i	7. 0
3	S i O ₂	7 0
4	N i	7. 0
5	S i O ₂	7 0
---	媒 質 (空気)	---

10

【 0 0 2 9 】

【表 3】

層	物 質	膜 厚
---	媒 質 (空気)	---
5	S i O ₂	7 0
4	N i	4. 5
3	S i O ₂	7 0
2	N i	4. 5
1	S i O ₂	2 0
---	樹脂フィルム基板 (P E T)	---
1	S i O ₂	2 0
2	N i	4. 5
3	S i O ₂	7 0
4	N i	4. 5
5	S i O ₂	7 0
---	媒 質 (空気)	---

20

30

(2) 吸収型多層膜NDフィルターチップの製造方法

(2 - 1) 吸収型多層膜NDフィルターシート (吸収型多層膜を具備するシート部材)

吸収型多層膜NDフィルターを製造するには以下の2つの方法がある。

【 0 0 3 0 】

その1つは、従来技術に挙げたマスクを使用する方法、すなわち、複数枚のシート状に切断された樹脂フィルム基板にマスクを重ね合わせて一度に成膜するバッチ方式による成膜方法である。但し、樹脂フィルム基板内の膜厚分布により樹脂フィルム基板のサイズは制限を受ける。

【 0 0 3 1 】

もう1つは、本発明において採用する方式である。

【 0 0 3 2 】

すなわち、ロール状に巻回された長尺状の樹脂フィルム基板を用いたロールコータを使

40

50

用する方式である。ロールコータを使用する方式は1回に処理できる成膜面積が大きいいため、生産性がバッチ方式より明らかに高い。しかし、移動する長尺状の樹脂フィルム基板にマスクを重ねることは極めて困難なため、最初に長尺状の樹脂フィルム基板全面に吸収型多層膜を成膜し、マスクを使用しない代わりに、プレス切断する際のライン部分若しくは絞り羽根材との接合部位となる部分の少なくとも一方の吸収型多層膜を、レーザースクライビングにより除去する方法を用いる。

【0033】

ロールコータは、樹脂フィルム基板を水冷キャンロールに密着させながら成膜を行うことができる。例えば、スパッタリングによる成膜では、樹脂フィルム基板を冷却していることから熱負荷を低減できるため、スパッタリングターゲットに大電力を投入することが可能となり、成膜速度を向上させることが可能になる。また、樹脂フィルム基板の搬送方向（長さ方向）については時間的に安定した膜厚を得ることが可能なため、樹脂フィルム基板の幅方向の膜厚分布を膜厚補正板等により改善することで全面において均一な膜厚分布を得ることができ、これにより均一な光学特性を得ることができる。

【0034】

また、ロールコータによる成膜では、初めに吸収型多層膜と樹脂フィルム基板との密着力を高めるために樹脂フィルム基板を搬送させながらプラズマやイオンビーム等の表面処理を行う。

【0035】

次に、第1層目の酸化物誘電体膜を成膜し、次に樹脂フィルム基板の搬送方向を逆転させながら第2層目の金属膜を成膜する。これらを繰り返し、第5層目まで成膜を行い、次に樹脂フィルム基板を裏返して裏面にも同様な吸収型多層膜を成膜する。尚、成膜室の差動排気や成膜速度の制御を適切に行い、酸化物誘電体膜と金属膜を一度の搬送において2層同時に成膜しても当然のことながらよく、成膜室にキャンロールを2つ配置して表面と裏面の吸収型多層膜を同時に成膜してもよい。

(2-2) 吸収型多層膜NDフィルターシートのレーザースクライビング

プレス切断される際の切断ライン5の部分6と絞り羽根材との接合部位となる部分7の吸収型多層膜がレーザースクライビングにより除去された吸収型多層膜NDフィルターシートの平面図を図1に示す。

(a) プレス切断

プレス切断には、金型により完全に切り落としてしまう方法と、ラミネートシートに吸収型多層膜NDフィルターシートをラミネート加工してから上記ラミネートシートは完全に切断しないハーフカットプレス法がある。

【0036】

上記切断ライン5におけるレーザースクライビングにより除去する吸収型多層膜の部分6の幅は0.1~2mm程度が適切である。尚、吸収型多層膜を除去した切断ライン5の部分6で絞り羽根材と接合が可能であれば、あえて接合のためにレーザースクライビングにより吸収型多層膜を除去する必要はない。また、吸収型多層膜NDフィルターシート両面の吸収型多層膜を除去するには、片面ずつ位置合わせを行いながらレーザースクライビングしてもよいし、両面同時にレーザースクライビングしてもよい。

【0037】

また、プレス切断による切断ライン5付近の吸収型多層膜のヒビ割れが問題とならないならば、当然のことながら切断ライン5における吸収型多層膜の部分6をレーザースクライビングする必要はなく、絞り羽根材との接合部位となる部分7の吸収型多層膜のみをレーザースクライビングすればよい。

(b) レーザースクライビング

上記レーザースクライビングを行うためにはレーザー照射条件の最適化が必要である。レーザー照射エネルギー密度が低くレーザー照射時間が長い場合、吸収型多層膜が昇華せずに過熱されてしまい、吸収型多層膜を構成する誘電体酸化物膜と金属膜が昇華する前に、融点をはるかに低い樹脂フィルム基板自体が融けて穴が開いたり、あるいは、炭化して

10

20

30

40

50

しまうことが予測される。

【0038】

従って、レーザー照射時間を短く設定して、樹脂フィルム基板に影響を与えないうちに吸収型多層膜が昇華されて除去できるレーザー照射条件を求める必要がある。

【0039】

また、レーザースクライビングに使用するレーザーを選択する基準は、レーザー波長、パルス幅、繰り返し数、照射回数等がある。現在は多種多様なレーザーが開発されているので、これらの中から選択することが可能である。例えば、パルス幅 $n s$ オーダーのエキシマレーザー（ArFレーザー：波長 193 nm 、KrFレーザー： 248 nm ）、パルス幅 $p s \sim n s$ オーダーのYAGレーザー（基本波 1064 nm 、第二次高調波 532 nm 、第三高調波： 355 nm 、第四高調波： 266 nm ）、パルス幅 $f s \sim p s$ オーダーのチタンサファイヤレーザー等から選択することができ、実施例ではトップフラット型のエネルギー分布を持つパルス幅 $n s$ オーダーのエキシマレーザーが選択されている。ここで、上記 $f s$ 、 $p s$ 、 $n s$ は、それぞれ、 $f s : 10^{-15}$ 秒、 $p s : 10^{-12}$ 秒、 $n s : 10^{-9}$ 秒を意味する。

【0040】

また、レーザースクライビングでは、レーザービームのエネルギー分布も重要な要因になる。レーザーのエネルギー分布は、大きくガウシャン分布型と、周辺部と中心部のエネルギー分布が均一に近いトップハット型（トップフラット型、フラットトップ型とも称する）がある。そして、レーザースクライビングに使用するレーザーは、トップフラット型のエネルギー分布を持つレーザーが有利である。レーザービームのエネルギー分布がガウシャン分布型であると、エネルギーが低いビーム周辺部のレーザースクライビングを効率よく行うためにレーザー出力を増加させてしまうと、ビーム中心部のエネルギーが高くなり過ぎて照射中心部に穴が開いたり、炭化してしまうことがある。

【0041】

更に、レーザースクライビングにより吸収型多層膜NDフィルターシートの吸収型多層膜を除去して樹脂フィルム基板が露出している部分は、表面が荒れて磨りガラス状になっているため、接着剤によってはアンカー効果による接着力向上も期待できる。尚、レーザースクライビングにより露出した樹脂フィルム基板は、レーザーダメージにより多少表面が荒れて磨りガラス状になったとしても、あるいは、多少白濁してもよい場合が多い。プレス切断加工される切断ラインの部分や絞り羽根材との接合部位の部分は、カメラに組み込まれたNDフィルターにおいて入射光が常時透過していることがなく、光学的特性を求められることが少ないからである。

【0042】

また、レーザースクライビングによる吸収型多層膜の除去処理については、製造された長尺状の吸収型多層膜NDフィルターをシート状に切断してNDフィルターシートを得てから行ってもよいし、あるいは、長尺状の樹脂フィルム基板に吸収型多層膜を成膜した後、長尺状のまま連続してレーザースクライビングによる処理を行ってもよく任意である。

【0043】

ここで、樹脂フィルム基板を構成する材質は特に限定されないが、透明であるものが好ましく、量産性を考慮した場合、乾式のスパッタリングロールコートで成膜が可能なフレキシブル基板であることが好ましい。フレキシブル基板は、従来のガラス基板等に比べて廉価・軽量・変形性に富むといった点においても優れている。また、プレス切断加工にも適している。

【0044】

そして、上記基板を構成する樹脂フィルムの具体例として、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリアリレート（PAR）、ポリカーボネート（PC）、ポリオレフィン（PO）およびノルボルネンの樹脂材料から選択された樹脂フィルムの単体、あるいは、上記樹脂材料から選択された樹脂フィルム単体とこの単体の片面または両面を覆うアクリル系有機膜との複合体が挙げられる。特に、ノルボ

10

20

30

40

50

ルネン樹脂材料については、代表的なものとして、日本ゼオン社のゼオノア（商品名：登録商標）やJ S R社のアートン（商品名：登録商標）などが挙げられる。

【0045】

(3) 絞り羽根材の製造方法

(3-1) 絞り羽根材

絞り羽根材11とこれに接合される吸収型多層膜NDフィルターチップ20の一例を図2に示す。吸収型多層膜NDフィルターシートがプレス切断加工されて小片になったものを吸収型多層膜NDフィルターチップと称するが、このチップを固定する枠としても作用する絞り羽根材は一般的に黒色樹脂フィルムが用いられている。そして、樹脂に顔料を混ぜて黒色樹脂フィルムにする方法と、透明な樹脂フィルムの表面に黒色塗料を塗ったり、黒色膜を成膜して光を透過しないように黒色処理する方法がある。また、この絞り羽根材は、吸収型多層膜NDフィルターチップを取り付ける光軸部分に開口若しくは切り込みがある。

10

【0046】

吸収型多層膜NDフィルターチップを接合する絞り羽根には2種類の構造がある。その一つは、絞り羽根の形状により光束をさえぎり連続的に光量を減衰させる機能があり、この機能だけでは光量を減衰しきれなくなったときに吸収型多層膜NDフィルターチップが光軸に挿入される構造である。もう一つは、吸収型多層膜NDフィルターチップが接合されている絞り羽根自体に連続的に光量を減衰させる機能がなく、単に吸収型多層膜NDフィルターチップの枠としてだけ機能し、光量を連続的に減衰させることのできる別の絞り

20

【0047】

上記のように、構造上、連続的に光量を減衰させる絞り羽根としては機能せず、単なる吸収型多層膜NDフィルターチップを固定する枠としてしか機能しない部材も存在するが、このような部材も本発明に係る絞り羽根材に含まれる。

(3-2) 吸収型多層膜NDフィルターチップと絞り羽根材との接合

吸収型多層膜NDフィルターチップと絞り羽根材との接合方法は、レーザー溶着、超音波溶着あるいは接着剤による方法があり、それぞれの接合方法に適した形状に吸収型多層膜を除去する必要がある。そして、レーザー溶着による接合を行う場合、レーザーのスポット径が約0.5mm~1.5mm程度なので、絞り羽根材との接合部位となる吸収型多層膜の部分7を上記サイズより若干大きめな形状（図1と図2においては円形状が例示されている）に除去することが望ましい。尚、接着剤による接合を行う場合は、吸収型多層膜NDフィルターチップの接着面側だけの吸収型多層膜を除去すればよいが、上記レーザー溶着による接合を行う場合では、吸収型多層膜NDフィルターチップの片面だけでなく両面とも吸収型多層膜を除去することが望ましい。絞り羽根材との接合部位の吸収型多層膜のみを除去した場合、接合面ではない吸収型多層膜側からレーザー溶着を行うと、吸収型多層膜を除去していない側がレーザーエネルギーを吸収してしまい好ましくないからである。

30

【0048】

次に、本発明の実施例について具体的に説明する。

40

【実施例1】

【0049】

この実施例において吸収型多層膜NDフィルターの酸化誘電体膜の成膜にはSiを主成分とする成膜材料（ターゲット）を用い、金属膜の成膜にはNiを主成分とする成膜材料（ターゲット）を用いた。

【0050】

また、吸収型多層膜の成膜にはスパッタリングロールコータ装置を用い、排気ポンプにはターボ分子ポンプを用いた。

【0051】

そして、SiO₂膜の成膜は、Siを主成分とするターゲットを用い、Arガスを15

50

0 s c c m 導入し、スパッタ電力 10 k W でデュアルマグネトロンスパッタリング法によりスパッタリングを行い、酸素導入はインピーダンスモニターにより制御した。インピーダンス制御の設定値が小さくなっているとき程、酸素が多く導入されている。

【 0 0 5 2 】

尚、デュアルマグネトロンスパッタリングとは、絶縁膜を高速成膜するために 2 つのターゲットに中周波 (4 0 k H z) パルスを交互に印加してアーキングの発生を抑制し、ターゲット表面の絶縁層の形成を防ぐスパッタリング方法である。

【 0 0 5 3 】

また、インピーダンスモニターは、酸素導入量によってターゲット電極間のインピーダンスが変化する現象を応用し、形成する膜が金属モードと酸化物モードの遷移領域にある所望の膜となるように、酸素導入量を制御かつモニターして酸化物誘電体膜を高速成膜するために使用される。

10

【 0 0 5 4 】

S i を主成分とするターゲットを用いて成膜された膜は、成膜時の酸素分圧が高くなる (成膜時の酸素導入量が多くなる) につれて、S i O x で示される酸化物誘電体膜の X 値が 2 へと変化し、着色した膜から透明膜へと変化していく。

【 0 0 5 5 】

一方、金属膜の成膜は、N i を主成分とするターゲットを用いて D C スパッタリングにより行い、酸素導入を行っていない。A r ガスを 1 5 0 s c c m 導入し、スパッタ電力 5 0 0 W で成膜を行った。

20

【 0 0 5 6 】

また、基板を構成する樹脂フィルムの材質には、厚さ 1 0 0 μ m 、幅 3 0 0 m m 、長さ 1 0 0 m の P E T フィルムを用いた。成膜前には、吸収型多層膜の密着力を高めるために真空中でプラズマ処理が施されている。

【 0 0 5 7 】

そして、前記の表 1 に示す膜構成の吸収型多層膜 N D フィルターを製造した。初めに表面に 5 層成膜を行い、次にフィルムを裏返して裏面にも同様な 5 層成膜を行った。

【 0 0 5 8 】

次に、得られた吸収型多層膜 N D フィルターを 3 0 0 m m 間隔でカットしてシート形状に加工し、吸収型多層膜 N D フィルターシートの状態にしてからレーザースクライビングを行った。

30

【 0 0 5 9 】

レーザースクライビングには、K r F エキシマレーザー (レーザー波長 : 2 4 8 n m 、パルス幅 2 0 n s 、繰り返し数 : 1 0 0 H z) の 3 0 m J 出力を使用した。ビームの集光には投影光学系を用い、直径 1 m m の円形のビーム形状にした。尚、この K r F エキシマレーザービームのエネルギー分布はトップハット型である。1 回のパルス照射では、片側の吸収型多層膜を完全に除去することはできなかったが、2 回以上のパルス照射で片側の吸収型多層膜を直径 1 m m の円形状に完全に除去することができ、基材である P E T フィルム表面が現れた。尚、P E T フィルムにおける円形状の露出部位は、絞り羽根材との接合部位に対応する。

40

【 0 0 6 0 】

円形状に除去した部位に対応する裏側にもパルス照射を行い、両面とも吸収型多層膜を直径 1 m m の円形状に除去することができた。また、吸収型多層膜が除去された P E T フィルム表面は多少荒れた磨りガラス状になっていた。

【 0 0 6 1 】

次に、上記レーザーを 1 0 H z で動作し、吸収型多層膜に照射しながら吸収型多層膜 N D フィルターシートを 1 m m / 秒で移動させて、幅 1 m m の直線状に吸収型多層膜を完全に除去することができた。尚、幅 1 m m の直線状に除去された P E T フィルムの露出部位は、吸収型多層膜 N D フィルターシートのプレス切断ライン部分に対応する。

【 0 0 6 2 】

50

ここで、レーザースクライビングは、チタンサファイヤレーザー（レーザー波長：790 nm、パルス幅150 fs、繰り返し数：2 kHz、出力：250 mW）を用いても可能であった。また、レーザースクライビングを行う際、窒素、ヘリウム、Ar等のガスをレーザー照射部分に吹き付けながら行うと、除去された膜成分の再付着が防止できる。

【0063】

[評価]

レーザースクライビングによって吸収型多層膜を幅1 mmの直線状に除去した部分のプレス切断加工による吸収型多層膜のヒビ割れの観察と、レーザースクライビングによって吸収型多層膜を直径1 mmの円形状に除去した部分を絞り羽根材としての黒色PET板に接着剤およびレーザー溶着により接合する接合テストにより本発明を評価した。

10

(1) まず、両面の吸収型多層膜が幅1 mmの直線状に除去された吸収型多層膜NDフィルターシートの上記円形状部位を、エポキシ系紫外線硬化樹脂を用いて、絞り羽根材としての黒色PET板に接着した。

【0064】

また、レーザースクライビングを行っていない吸収型多層膜が存在する部分に対しても同様に半分カットプレスによる打ち抜き加工を行ったところ、吸収型多層膜の切断位置から100～150 μmの範囲に微細なヒビ割れが発生していた。これ等ヒビ割れした吸収型多層膜が剥がれ、シャッターや絞り等の駆動部分に付着すると動作不良の原因になると指摘されている。

20

(2) 次に、両面の吸収型多層膜が直径1 mmの円形状に除去された吸収型多層膜NDフィルターシートの上記円形状部位を、エポキシ系紫外線硬化樹脂を用いて、絞り羽根材としての黒色PET板に接着した。

【0065】

そして、吸収型多層膜NDフィルターシートと黒色PET板との接着部分を90°方向へ引っ張り、その接着強度を測定したところ、約200 gであった。

【0066】

ここで、上記接着剤は、レーザースクライビングにより吸収型多層膜が円形状に除去されたPETフィルム面で剥がれておらず、絞り羽根材としての黒色PET板の面で剥がれていた。このことから、レーザースクライビングにより樹脂フィルム基板としてのPETフィルムが露出した表面が磨りガラス状になり、そのアンカー効果により、エポキシ系紫外線硬化樹脂の接着力が絞り羽根材としての黒色PET板より強力になったものと考えられる。

30

【0067】

また、レーザースクライビングを行っていない吸収型多層膜が存在する部分に対しても同様に黒色PET板に接着し、その引っ張り接着強度を測定したところ、約100 gであった。

【0068】

尚、吸収型多層膜NDフィルターシートの吸収型多層膜が樹脂フィルム基板であるPETフィルム界面で剥がれていた。このことから、吸収型多層膜と樹脂フィルム基板との密着力よりも、絞り羽根材（黒色PET板）と吸収型多層膜とのエポキシ系紫外線硬化樹脂による接着力の方が強力であったことが示唆される。

40

(3) 最後に、両面の吸収型多層膜が直径1 mmの円形状に除去された吸収型多層膜NDフィルターシートの上記円形状部位を、レーザー溶着により絞り羽根材としての黒色PET板に接合した。尚、レーザー溶着のレーザーには、波長980 nm、出力10 Wの半導体レーザーを用いた。

【0069】

そして、吸収型多層膜NDフィルターシートと黒色PET板との接着部分を90°方向へ引っ張り、その接着強度を測定したところ、約200 gであった。

50

【 0 0 7 0 】

また、レーザースクライビングを行っていない吸収型多層膜が存在する部分に対しても同様に黒色PET板にレーザー溶着し、その引っ張り接着強度を測定したところ、約20g以下であり、ほとんど接合されていない状態であった。尚、顕微鏡で接合部分を観察してみると、樹脂フィルム基板であるPETフィルムと絞り羽根材である黒色PETフィルムは溶けた状態になっていても、これ等樹脂フィルム基板と絞り羽根材の間に存在する吸収型多層膜に遮られて接着できなかったことが推測される。

(4)このようにレーザースクライビングにより吸収型多層膜を除去し、樹脂フィルム基板が露出した部分のプレス切断加工による吸収型多層膜のヒビ割れの発生は起らず、同様に、樹脂フィルム基板が露出した部分の接着剤およびレーザー溶着による絞り羽根材への接合性も非常に優れていることから、本発明の優位性が確認された。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 1 】

本発明に係る吸収型多層膜NDフィルターチップの製造方法は生産性に優れ、かつ、得られた吸収型多層膜NDフィルターチップの絞り羽根材への接合方法も接合性にも優れているため、本発明に係る吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根については、厳しい環境下で長時間の信頼性が要求される小型薄型デジタルカメラやカメラ付携帯電話等に用いられる産業上の利用可能性を有している。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 2 】

20

【図1】切断ライン部分と絞り羽根材との接合部位となる部分の吸収型多層膜がレーザースクライビングにより除去された本発明に係る吸収型多層膜NDフィルターシートの平面図。

【図2】本発明に係る絞り羽根材とこれに接合される吸収型多層膜NDフィルターチップの概略斜視図。

【図3】本発明に係る吸収型多層膜NDフィルターの分光透過特性を示すグラフ図。

【図4】本発明に係る吸収型多層膜NDフィルターの分光透過特性を示すグラフ図。

【図5】本発明に係る吸収型多層膜NDフィルターの分光透過特性を示すグラフ図。

【図6】カメラ内に組み込まれる吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根とフィルターを具備しない絞り羽根の説明図。

30

【図7】上記吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根とフィルターを具備しない絞り羽根の作用説明図。

【図8】図8(A)は従来技術において吸収型多層膜の成膜時に用いられるマスクの平面図、図8(B)は従来技術により得られた吸収型多層膜NDフィルターシートの平面図。

【図9】マスクを用いて吸収型多層膜NDフィルターシートを製造する従来例に係る吸収型多層膜の成膜方法の説明図。

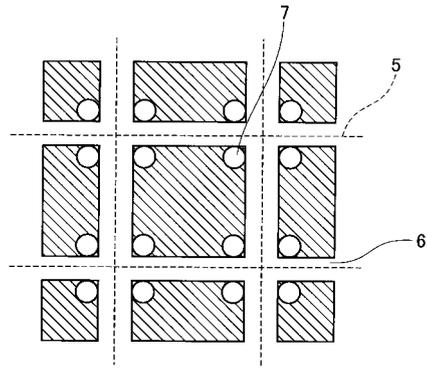
【符号の説明】

【 0 0 7 3 】

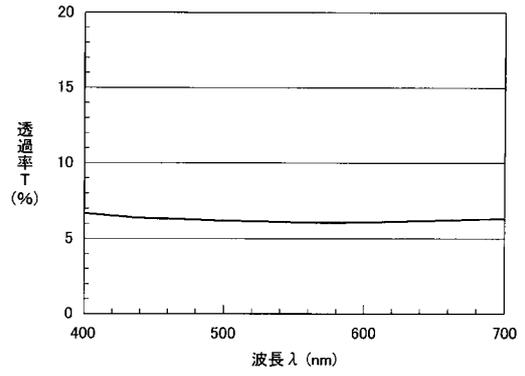
- 1 マスク
- 2 樹脂フィルム基板
- 3 吸収型多層膜
- 4 蒸着源
- 5 切断ライン
- 6 切断ライン部分
- 7 絞り羽根材との接合部位となる部分
- 11 絞り羽根材
- 20 吸収型多層膜NDフィルターチップ
- 30 吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根
- 31 フィルターを具備しない絞り羽根

40

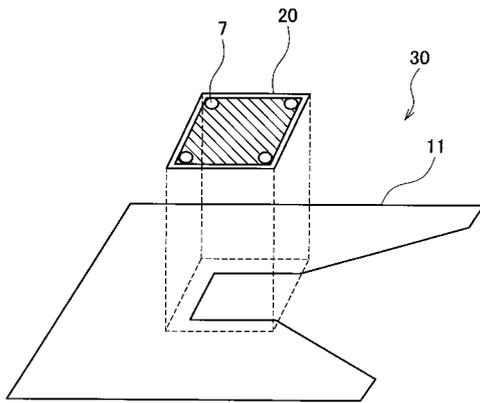
【図1】



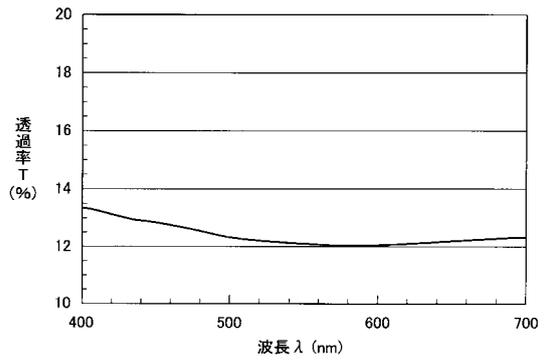
【図3】



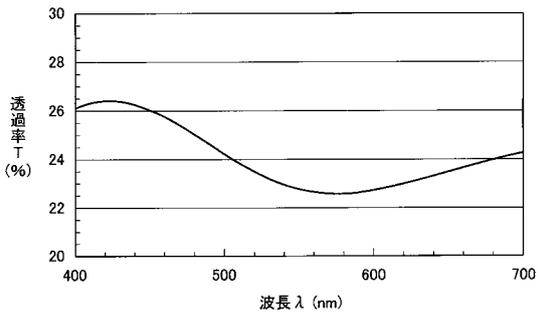
【図2】



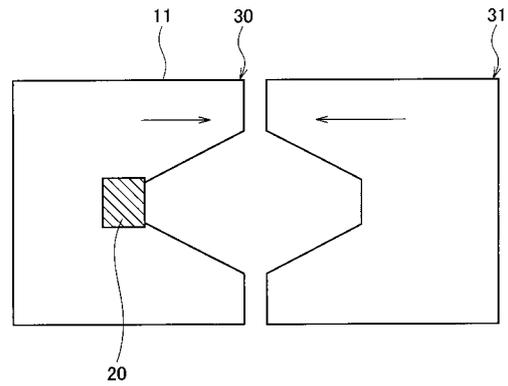
【図4】



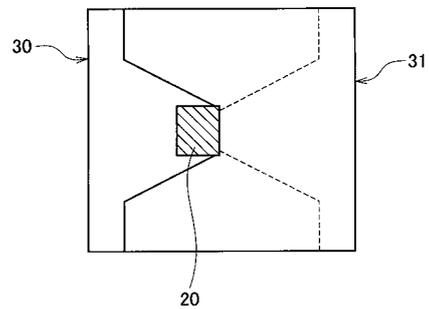
【図5】



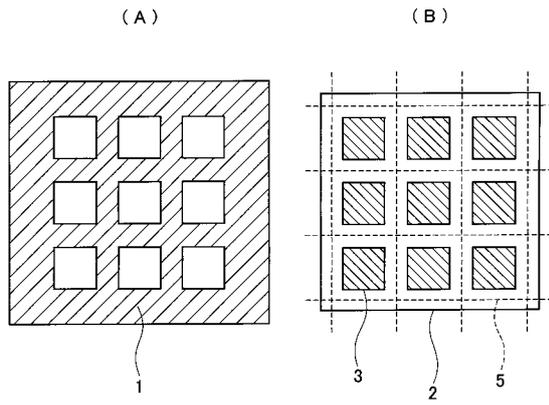
【図6】



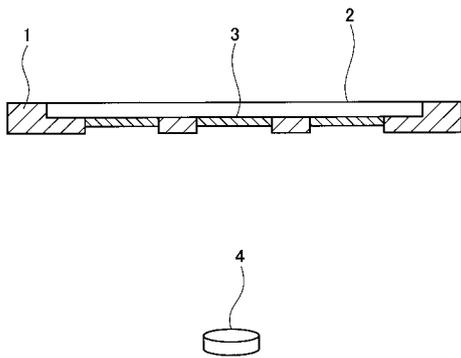
【図7】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-202612(JP,A)
特開2005-062230(JP,A)
特開2006-276282(JP,A)
特開2006-178395(JP,A)
特開2006-091694(JP,A)
特開平09-295175(JP,A)
特開2004-042140(JP,A)
特開2003-084121(JP,A)
特開2003-281786(JP,A)
特開2004-101956(JP,A)
特開2002-350610(JP,A)
特開2006-201661(JP,A)
特開平04-007505(JP,A)
特開2005-055684(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 1/00 - 5/30
G03B 9/02

- (54)【発明の名称】吸収型多層膜NDフィルターチップの製造方法と吸収型多層膜NDフィルターチップ並びに吸収型多層膜NDフィルターチップの接合方法および吸収型多層膜NDフィルター付き絞り羽根とその製造方法