

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-189596**(P2006-189596A)**(43) 公開日 **平成18年7月20日(2006.7.20)**

(51) Int.Cl.

G 0 2 B 5/28 (2006.01)

F I

G 0 2 B 5/28

テーマコード (参考)

2 H O 4 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2005-1195 (P2005-1195)

(22) 出願日 平成17年1月6日 (2005.1.6)

(71) 出願人 000002200

セントラル硝子株式会社

山口県宇部市大字沖宇部5253番地

(74) 代理人 100123401

弁理士 花田 吉秋

(72) 発明者 山口 慶和

東京都千代田区神田錦町3丁目7番地1

セントラル硝子株式会社本社内

(72) 発明者 米倉 正明

栃木県那須塩原市下田野532-10 セ

ントラル硝子株式会社オブティカルデバイ

ス開発室那須開発センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学多層膜フィルタの製造方法及び光学多層膜フィルタ

(57) 【要約】

【課題】従来の光学多層膜フィルタよりもさらに薄い光学多層膜フィルタとしての基板レスフィルタに関して、特殊な基板を用いる、基板を溶解する、などという複雑な製造方法がとられており、簡便な製造方法が得られていない。

【解決手段】基板上に樹脂層を形成する工程と、前記樹脂層上に多層膜を形成する工程と、前記多層膜を樹脂層との界面から剥離する剥離工程とを有する光学多層膜フィルタの製造方法。多層膜を形成する工程と剥離工程との間に、多層膜及び樹脂層を所望の大きさに切断する工程を含むことも出来る。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板上に樹脂層を形成する工程と、前記樹脂層上に多層膜を形成する工程と、前記多層膜を樹脂層との界面から剥離する剥離工程とを有する光学多層膜フィルタの製造方法。

【請求項 2】

前記多層膜を形成する工程と剥離工程との間に、前記多層膜及び樹脂層を所望の大きさに切断する工程を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光学多層膜フィルタの製造方法。

【請求項 3】

前記樹脂がフッ素化ポリイミドであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光学多層膜フィルタの製造方法。 10

【請求項 4】

光学多層膜をフッ素化ポリイミド膜から剥離する方法が、光学多層膜側からフッ素化ポリイミド膜の上部、もしくは基板に至る深さの分離溝（切り込み）を形成後、水、あるいは塩酸水溶液に浸漬することで光学多層膜をフッ素化ポリイミド膜から剥離させ、所定サイズのフィルタを得ることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光学多層膜フィルタの製造方法。

【請求項 5】

前記請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載された方法によって製造された多層膜フィルタ。 20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光通信において特定の波長の光を合波または分波する光学多層膜フィルタの製造方法に関して、特に、多層膜を形成するための基板が多層膜形成後に除去され、多層膜からのみなる、所謂基板レスフィルタと称せられる光学多層膜フィルタの製造方法、及び該光学多層膜フィルタに関する。

【背景技術】**【0002】**

光通信システムで使用される光学素子、光学部品において、特定の波長の光を合波または分波する光学多層膜フィルタは重要な役割を担っている。これは基板上に透明な多層膜を形成したもので、光の薄膜干渉で特定の波長の光を合波または分波するものである。これは光路中に挿入することで使用されるが、素子の小型化とともに、光学多層膜フィルタ自身の光損失を低減させるために、薄いものが要求される。現在では、光学多層膜フィルタの厚みは数十 μm 以下程度であることが求められ、さらにより薄いものも求められるようになってきた。

【0003】

これらの解決策として、脆く作業性に劣り、歩留まりも良くない従来のガラス基板光学多層膜フィルタに変わり、基板にフッ素化ポリイミドなどの樹脂を使用する方法がある。 40
この方法により、厚さが数十 μm 以下程度の光学多層膜フィルタを歩留まりよく製造することが可能である（例えば特許文献 1 参照）。

【0004】

しかし、技術の進歩により、さらに光損失を低減するために、より薄い光学多層膜フィルタが望まれるようになってきた。一方で、高性能な光学多層膜フィルタが要求されるようになってきており、場合によっては 100 層以上の多層にしなければ要求性能を満足できないものもある。多層になるほど当然多層膜の厚さは厚くなり、薄型化の要求を満足できなくなる。この場合、光の薄膜干渉に影響しない、すなわち性能に影響を与えない基板をより薄くしようとするのが自然である。さらに、通信波長帯をより広げたいという要求もあるが、特に遠赤外に吸収を持つポリイミドなどの樹脂基板はなるべく薄い方が好ま 50

しい。

【 0 0 0 5 】

これらの理由から、基板の薄型化が検討されていたが、ついには基板自体が存在しない、光学多層膜のみのフィルタ、所謂基板レスフィルタが求められるに至った。その作製方法として、例えば溶解性の基板に多層膜を形成し、その後基板を溶解することによって基板レスフィルタを得る方法が開発されている(例えば、特許文献2、3参照)。

【特許文献1】特許第2608633号公報

【特許文献2】特開平3-274506号公報

【特許文献3】特許第3423147号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

本発明は、従来の光学多層膜フィルタよりもさらに薄い光学多層膜フィルタとしての基板レスフィルタ、その簡便な製造方法およびこれを用いた光学部品を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

現在開示されている基板レスフィルタの作成法には、以下のような問題点がある。

【 0 0 0 8 】

すなわち現在の方法は、可溶性の基板を用いて、光学多層膜成膜後に該基板を溶解する方法である。例えば上記特開平3-274506号公報及び特許第3423147号公報には、該基板として水溶性のNaCl、KBrや酸に溶解するAlなどの基板が挙げられている。

20

【 0 0 0 9 】

しかし、NaClやKBrなどの平滑な基板は極めて高価でありコストアップにつながる。またこれらの材料は吸湿性があるため、扱いに注意を要するという問題がある。また、Alなどの金属基板は安価ではあるが、基板表面の酸化状態によって酸への溶解性が異なるために剥離に要する時間が異なる。また、表面酸化層がフィルタ裏面に付着し、特性に影響することもある。

【 0 0 1 0 】

さらに、上記の特許ではフィルタチップに相当するサイズの分離溝を予め基板に入れているが、溝近傍の膜厚は溝から離れた部分に比べて薄くなる傾向があり、得られたフィルタチップの周縁部の特性は中央と異なったものになる。ところがPLCモジュール等では間隙の深さに制限があるため、挿入したフィルタの中央部ではなく周縁部に光路が来る場合も多く、周縁部の特性が中央部と異なることは問題である。

30

【 0 0 1 1 】

この問題を回避するために誘電体多層膜を成膜後にダイサーなどで分離溝を形成する方法が考えられるが、基板が硬い場合は、ダイシング時に振動が生じ、分離溝に沿って誘電体多層膜の外周部にチップングが生じる。その結果、剥離後のフィルタチップには割れ・欠けや周縁部のチップング欠陥が多く発生するという問題がある。

【 0 0 1 2 】

40

このように、所謂基板レスフィルタの需要があるのに関わらず、この基板レスフィルタを簡易に歩留まり良く作製する方法は未だ得られていない。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明は、基板上に樹脂層を形成する工程と、前記樹脂層上に多層膜を形成する工程と、前記多層膜を樹脂層の界面から剥離する剥離工程とを有する光学多層膜フィルタの製造方法である。

【 0 0 1 4 】

また、前記多層膜を形成する工程と剥離工程との間に、前記多層膜及び樹脂層を所望の大きさに切断する工程を有することを特徴とする上記の光学多層膜フィルタの製造方法で

50

ある。

【 0 0 1 5 】

また、前記樹脂がフッ素化ポリイミドであることを特徴とする上記の光学多層膜フィルタの製造方法である。

【 0 0 1 6 】

また、光学多層膜をフッ素化ポリイミド膜から剥離する方法が、光学多層膜側からフッ素化ポリイミド膜の上部、もしくは基板に至る深さの分離溝（切り込み）を形成後、水、あるいは塩酸水溶液に浸漬することで光学多層膜をフッ素化ポリイミド膜から剥離させ、所定サイズのフィルタを得ることを特徴とする上記の光学多層膜フィルタの製造方法である。

10

【 0 0 1 7 】

さらに、上記の方法によって製造された多層膜フィルタである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、高性能の、所謂基板レスフィルタを簡易な方法で歩留まりよく製造することが出来る。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 9 】

本発明は、基板上に樹脂層を形成する工程と、前記樹脂層上に多層膜を形成する工程と、前記多層膜を樹脂層の界面から剥離する剥離工程とを有する光学多層膜フィルタの製造方法である。

20

【 0 0 2 0 】

樹脂層を形成する基板は、柔らかな樹脂を保持し、多層膜形成時に樹脂層の変形、特に膜応力による反りを防ぐ働きがあり、金属板、ガラス板などが使用できる。多層膜成膜時に膜厚制御を透過率で行う場合には、制御光の波長の光を透過するガラス板などが好ましい。

【 0 0 2 1 】

また、前記多層膜を形成する工程と剥離工程との間に、前記多層膜及び樹脂層を所望の大きさに切断する工程を有することを特徴とする上記の光学多層膜フィルタの製造方法である。

30

【 0 0 2 2 】

所望するフィルタの大きさが、前記樹脂層を形成する基板と同じであれば切断工程は不要である。しかし、光ファイバーや導波路間にフィルタを挿入するような場合には、フィルタチップの大きさは数ミリ角以下であり、多層膜成膜後に所望の大きさに切断する方が望ましい。

【 0 0 2 3 】

また、前記樹脂がフッ素化ポリイミドであることを特徴とする上記の光学多層膜フィルタの製造方法である。

【 0 0 2 4 】

多層膜成膜時に成膜手段によっては高温になるため、樹脂の中では高温安定性の高いフッ素化ポリイミドは好ましい。また、多層膜の膜厚制御を透過光で行うことが多いが、その場合は樹脂層を形成する基板とともに樹脂も制御光の波長の光を透過させる必要がある。このような場合、可視から赤外域まで広い波長域で透過率の高いフッ素化ポリイミドは好ましい材料である。

40

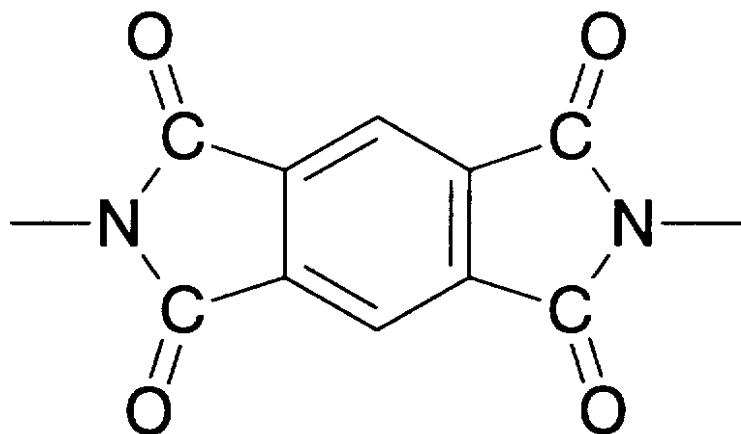
【 0 0 2 5 】

フッ素化ポリイミドでは、よりフッ素化の高いものが好ましい。これは、一般的な多層膜材料である SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 等の酸化物とフッ素化ポリイミドの接着力が、フッ素化の高いものほど弱いため、後の剥離工程で多層膜を剥離しやすいからである。例えばPMDAの構造

【 0 0 2 6 】

50

【化 1】



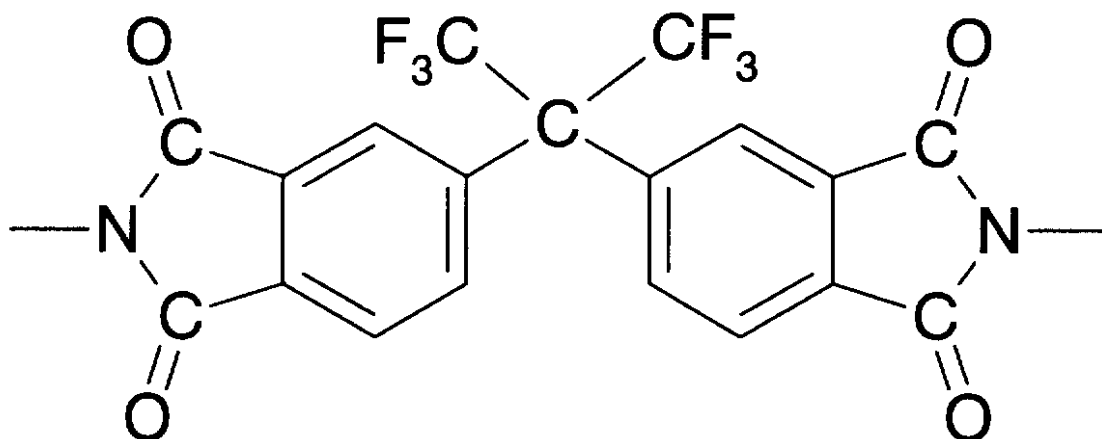
10

【 0 0 2 7 】

よりも6FDAの構造

【 0 0 2 8 】

【化 2】



20

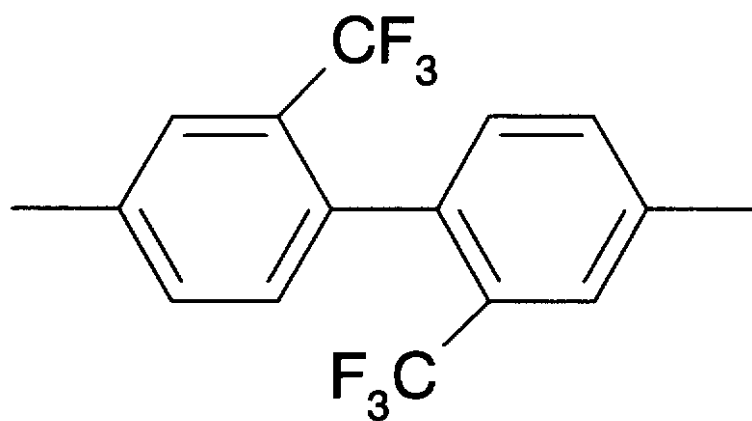
30

【 0 0 2 9 】

を持つものの方が好ましく、フッ素基を持つTFDB構造

【 0 0 3 0 】

【化 3】



40

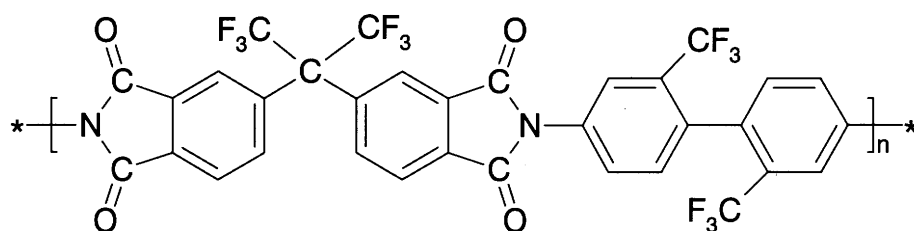
【 0 0 3 1 】

を含むポリイミドの6FDA/TFDB

50

【 0 0 3 2 】

【 化 4 】



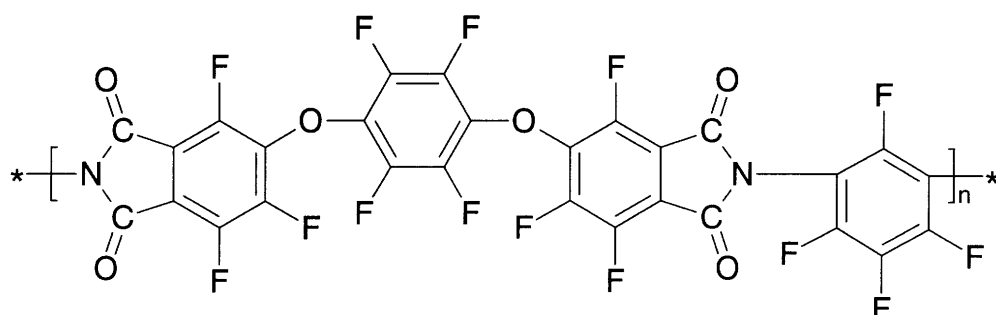
10

【 0 0 3 3 】

はより好ましい。また、全フッ化ポリイミド、例えば

【 0 0 3 4 】

【 化 5 】



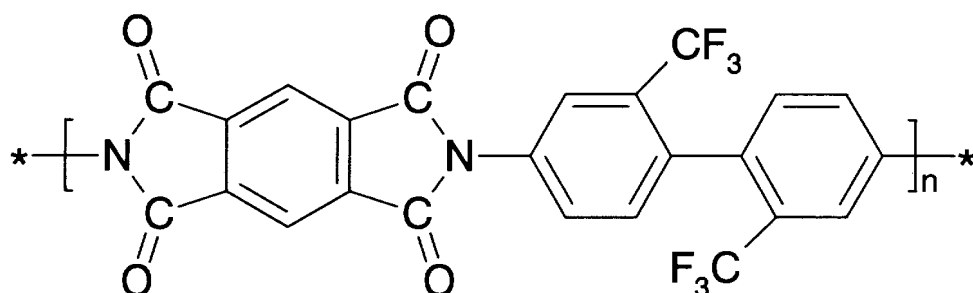
20

【 0 0 3 5 】

も同様な理由で好ましい。フッ素化の少ないPMDA/TFDB

【 0 0 3 6 】

【 化 6 】



30

【 0 0 3 7 】

も、6FDA/TFDB - PMDA/TFDB 2成分系の6FDA/TFDB含有量50mol%以上の共重合体であれば同じく好ましい結果が得られる。全フッ素化ポリイミドと6FDA/TFDBの任意割合の混合物も同様に好ましい。

40

【 0 0 3 8 】

また、光学多層膜をフッ素化ポリイミド膜から剥離する方法が、光学多層膜側からフッ素化ポリイミド膜の上部、もしくは基板に至る深さの分離溝（切り込み）を形成後、水、あるいは塩酸水溶液に浸漬することで光学多層膜をフッ素化ポリイミド膜から剥離させ、所定サイズのフィルタを得ることを特徴とする上記の光学多層膜フィルタの製造方法である。

【 0 0 3 9 】

本発明の、樹脂の上に多層膜を形成する方法においては、多層膜側から例えばダイサー

50

のような回転刃による切り込みを入れる方法にも好適である。一般にこのような溝切りを行うと、切り口に欠けや割れが発生しやすく、最終的なフィルタチップの歩留まり低下の原因となるが、本発明のように樹脂層が下にあると、樹脂層が回転刃の振動を抑える働きをし、切り口の欠けや割れを防止することが出来る。

【0040】

さらに、分離溝を形成後、水、あるいは塩酸水溶液に浸漬することで、自然に多層膜と樹脂層を剥離することが出来る。機械的な方法で剥離させるのではないため、フィルタの欠けや割れを起こすことなく、歩留まり良く多層膜のみのフィルタ(基板レスフィルタ)を得ることが可能である。

【実施例】

10

【0041】

以下、実施例により説明する。

【0042】

〔実施例1〕

基板として、4mm厚、100mmφの通常のソーダライムシリケートガラスを用意した。この基板にスピンコート法によりポリイミド膜の原料となるポリイミドワニス塗布し、窒素雰囲気化380、60分焼成し、6FDA/TFDBの厚さ10μmのポリイミド膜を得た。なお、ポリイミド膜の厚さは、同条件で成膜した膜を一部剥がし、触針法で測定した値である。

【0043】

20

この基板をAPS(アドバンスドプラズマソース)蒸着装置にセットし、96層のSiO₂-Ta₂O₅交互層による多層膜を成膜した。多層膜の厚みは約20μmであった。

【0044】

得られた多層膜付き基板をダイサーにセットし、光学多層膜側から所定のチップサイズに深さ35μmまで切断した。切断加工部は基板中央付近の40mm角の正方形内で、チップサイズは0.5mm×2mmである。

【0045】

その後、基板全体を純水に48時間浸漬し、ガラス基板及びポリイミド膜から多層膜を剥離し目的の光学薄膜フィルタを得た。なお、この実施例のように、基板に届く深さまで分離溝を入れた場合、目的とするフィルタと同形のポリイミド膜も基板から剥離するが、目的とするフィルタに比較して比重が小さいため、液中で簡単により分けることが出来る。

30

【0046】

得られたフィルタチップを偏光顕微鏡で目視検査したところ、全チップ1,600個のうち、不良品は表面の傷によるもの45、多層膜内の異物によるもの13、チップの欠けによるもの50、チップ全体の割れ・折れによるものが47の計155で、良品率(歩留まり)は90.3%と極めて良好であった。

【0047】

〔実施例2〕

基板として、4mm厚、100mmφの通常のソーダライムシリケートガラスを用意した。この基板にスピンコート法によりポリイミド膜の原料となるポリイミドワニス塗布し、窒素雰囲気化380、60分焼成し、6FDA/TFDB-PMDA/TFDB 2成分系の6FDA/TFDB含有量60mol%の共重合体の厚さ10μmのポリイミド膜を得た。なお、ポリイミド膜の厚さは、同条件で成膜した膜を一部剥がし、触針法で測定した値である。

40

【0048】

この基板をIBS(RFイオンビームスパッタ)装置にセットし、実施例1と同様の96層のSiO₂-Ta₂O₅交互層による多層膜を成膜した。多層膜の厚みは約20μmであった。

【0049】

得られた多層膜付き基板をダイサーにセットし、光学多層膜側から所定のチップサイズに深さ25μmまで切断した。切断加工部は基板中央付近の40mm角の正方形内で、チ

50

チップサイズは $0.5\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ である。

【0050】

その後、基板全体を HCl の $1\text{ mol}\%$ 水溶液に 72 時間浸漬し、ガラス基板及びポリイミド膜から多層膜を剥離し、その後純水でよく洗浄して目的の光学薄膜フィルタを得た。

【0051】

得られたフィルタチップを偏光顕微鏡で目視検査したところ、全チップ $1,600$ 個のうち、不良品は表面の傷によるもの 51 、多層膜内の異物によるもの 15 、チップの欠けによるもの 33 、チップ全体の割れ・折れによるものが 46 の計 145 で、良品率（歩留まり）は 90.9% と極めて良好であった。

10

【0052】

〔比較例1〕

平面平滑な基板として、 3 mm 厚、 $100\text{ mm} \phi$ の Al 基板を用意した。

【0053】

この基板を APS (アドバンスドプラズマソース) 蒸着装置にセットし、実施例と同様の 96 層の $\text{SiO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5$ 交互層による多層膜を成膜した。多層膜の厚みは約 $20\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0054】

得られた多層膜付き基板をダイサーにセットし、光学多層膜側から所定のチップサイズに深さ $25\text{ }\mu\text{m}$ まで切断した。切断加工部は基板中央付近の 40 mm 角の正方形内で、チップサイズは $0.5\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ である。

20

【0055】

その後、基板全体を HCl の $3\text{ mol}\%$ 水溶液に 48 時間浸漬し、 Al 基板を溶解するとともに多層膜を剥離し、その後純水でよく洗浄して目的の光学薄膜フィルタを得た。

【0056】

得られたフィルタチップを偏光顕微鏡で目視検査したところ、全チップ $1,600$ 個のうち、不良品は表面の傷によるもの 40 、多層膜内の異物によるもの 10 、チップの欠けによるもの 232 、チップ全体の割れ・折れによるものが 253 、表面に異物の付着しているもの 347 の計 882 で、良品率（歩留まり）は 44.9% と低い値となった。表面に付着している異物を、蛍光 X 線で分析したところ、 Al 及び Cl が検出されたので、この異物は AlCl_3 であると思われる。

30

【産業上の利用可能性】

【0057】

本発明は、オプティカルデバイス分野や電子材料分野等、薄膜多層膜を利用する分野で、特により薄い薄膜多層膜フィルタを必要とする場合に利用できるものである。

フロントページの続き

(72)発明者 大槻 東洋

栃木県那須塩原市下田野 5 3 2 - 1 0 セントラル硝子株式会社オプティカルデバイス開発室那須
開発センター内

F ターム(参考) 2H048 GA04 GA09 GA13 GA26 GA33 GA54 GA60 GA62