

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4399113号  
(P4399113)

(45) 発行日 平成22年1月13日(2010.1.13)

(24) 登録日 平成21年10月30日(2009.10.30)

(51) Int.Cl.

G02B 5/28 (2006.01)

F 1

G O 2 B 5/28

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2000-540463 (P2000-540463)  
 (86) (22) 出願日 平成11年1月8日 (1999.1.8)  
 (65) 公表番号 特表2002-509280 (P2002-509280A)  
 (43) 公表日 平成14年3月26日 (2002.3.26)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US1999/000452  
 (87) 國際公開番号 WO1999/036809  
 (87) 國際公開日 平成11年7月22日 (1999.7.22)  
 審査請求日 平成18年1月6日 (2006.1.6)  
 (31) 優先権主張番号 09/006,085  
 (32) 優先日 平成10年1月13日 (1998.1.13)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 590000422  
 スリーエム カンパニー  
 アメリカ合衆国、ミネソタ 55144-  
 1000, セント ポール, スリーエム  
 センター  
 (74) 代理人 100101454  
 弁理士 山田 阜二  
 (74) 代理人 100081422  
 弁理士 田中 光雄  
 (74) 代理人 100062144  
 弁理士 青山 蔡  
 (74) 代理人 100079245  
 弁理士 伊藤 晃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】急峻な帯域端部を有する光学フィルム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

スペクトルの所望部分における光を反射するための反射フィルム本体であつて、該スペクトルの所望部分において一次反射をそれぞれ有する相互に積み重ねられた多層積層体M<sub>1</sub>および多層積層体M<sub>2</sub>を含み、該多層積層体M<sub>1</sub>が光学繰り返し単位R<sub>1</sub>を含み、該多層積層体M<sub>2</sub>が光学繰り返し単位R<sub>2</sub>を含み、該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>および光学繰り返し単位R<sub>2</sub>がそれぞれ、少なくとも0.05の差異がある屈折率n<sup>1</sup>およびn<sup>2</sup>をそれぞれ付随して有する少なくとも第1のポリマー層および第2のポリマー層を含み、該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の光学的膜厚が、該多層積層体M<sub>1</sub>の厚さ方向に単調に変化し、該光学繰り返し単位R<sub>2</sub>の光学的膜厚が、該多層積層体M<sub>1</sub>の厚さ方向の該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の最小光学的膜厚以下であるか、あるいは該多層積層体M<sub>1</sub>の厚さ方向の該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の最大光学的膜厚以上であるか、のいずれかの状態で該多層積層体M<sub>2</sub>の厚さ方向に実質的に一定であるか、または、該多層積層体M<sub>2</sub>の厚さ方向の該光学繰り返し単位R<sub>2</sub>の最小光学的膜厚が該多層積層体M<sub>1</sub>の厚さ方向の該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の該最小光学的膜厚に実質的に等しいか、該多層積層体M<sub>2</sub>の厚さ方向の該光学繰り返し単位R<sub>2</sub>の最大光学的膜厚が該多層積層体M<sub>1</sub>の厚さ方向の該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の該最大光学的膜厚に実質的に等しいかの状態で、該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の該単調な光学的膜厚変化とは反対に該多層積層体M<sub>2</sub>の厚さ方向に単調に変化するか、のいずれかであることを特徴とする反射フィルム本体。

## 【請求項 2】

10

20

前記反射フィルム本体がさらに、該多層積層体M<sub>1</sub>が該多層積層体M<sub>2</sub>と多層積層体M<sub>3</sub>との間に位置するよう配置された多層積層体M<sub>3</sub>を備え、該多層積層体M<sub>3</sub>が前記スペクトルの所望部分において一次反射を有する光学繰り返し単位R<sub>3</sub>を含み、該光学繰り返し単位R<sub>3</sub>が、少なくとも0.05の屈折率差を有する少なくとも2種類のポリマー層を含み、かつ該多層積層体M<sub>3</sub>方向に実質的に一定の、前記多層積層体M<sub>1</sub>の厚さ方向の前記光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の最小光学的膜厚以下である光学的膜厚を有するか、あるいは、該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の該単調な光学的膜厚変化とは反対に該多層積層体M<sub>3</sub>の厚さ方向に単調に変化して、該多層積層体M<sub>3</sub>の厚さ方向の該光学繰り返し単位R<sub>3</sub>の最小光学的膜厚が、該多層積層体M<sub>1</sub>の厚さ方向の該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の最小光学的膜厚に実質的に等しいかのいずれかであり、前記光学繰り返し単位R<sub>2</sub>が実質的に一定の光学的膜厚を有する場合には、該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の最大光学的膜厚が、該多層積層体M<sub>2</sub>の厚さ方向の該光学繰り返し単位R<sub>2</sub>の光学的膜厚以上であるか、あるいは該光学繰り返し単位R<sub>2</sub>の光学的膜厚が該多層積層体M<sub>1</sub>方向の該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の単調な変化とは反対に該多層積層体M<sub>2</sub>の厚さ方向に単調に変化する場合には、該光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の最大光学的膜厚が、該光学繰り返し単位R<sub>2</sub>の最大光学的膜厚に実質的に等しいかのいずれかであることを特徴とする、請求項1記載の反射フィルム本体。10

#### 【請求項3】

前記光学繰り返し単位R<sub>1</sub>およびR<sub>2</sub>の少なくとも一方が、ポリマー層A、BおよびCをA B C順に配置して含み、該ポリマー層A、BおよびCが、互いに異なる屈折率n<sup>a</sup>、n<sup>b</sup>およびn<sup>c</sup>をそれぞれ付随して有し、該屈折率n<sup>b</sup>が該屈折率n<sup>a</sup>と該屈折率n<sup>c</sup>との中間であることを特徴とする、請求項1記載の反射フィルム本体。20

#### 【請求項4】

前記光学繰り返し単位R<sub>1</sub>およびR<sub>2</sub>の少なくとも一方が、前記ポリマー層A、BおよびCをA B C Bパターンで含むことを特徴とする、請求項3記載の反射フィルム本体。

#### 【請求項5】

n<sup>b</sup>が、n<sup>a</sup>とn<sup>c</sup>との積の平方根に等しく、ポリマー層Aが光学的膜厚比率f<sup>a</sup>=1/3を、ポリマー層Bが光学的膜厚比率f<sup>b</sup>=1/6を、およびポリマー層Cが光学的膜厚比率f<sup>c</sup>=1/3を有することを特徴とする、請求項4記載の反射フィルム本体。

#### 【請求項6】

前記光学繰り返し単位R<sub>1</sub>およびR<sub>2</sub>の少なくとも一方が、面内軸x方向の屈折率n<sub>x</sub><sup>d</sup>、面内軸y方向の屈折率n<sub>y</sub><sup>d</sup>、および該面内軸xおよびyに垂直である光学軸z方向の屈折率n<sub>z</sub><sup>d</sup>を有するポリマー層Dと、面内軸x方向の屈折率n<sub>x</sub><sup>e</sup>、面内軸y方向の屈折率n<sub>y</sub><sup>e</sup>、および該面内軸xおよびyに垂直である光学軸z方向の屈折率n<sub>z</sub><sup>e</sup>を有するポリマー層Eとを含み、n<sub>z</sub><sup>d</sup>とn<sub>z</sub><sup>e</sup>との差が0.03以下であり、n<sub>x</sub><sup>d</sup>とn<sub>x</sub><sup>e</sup>との差および/またはn<sub>y</sub><sup>d</sup>とn<sub>y</sub><sup>e</sup>との差が少なくとも0.05であることを特徴とする、請求項1記載の反射フィルム本体。30

#### 【請求項7】

前記反射フィルム本体が、スペクトルの可視領域において実質的に透過性であり、スペクトルの赤外線領域の少なくとも一部において反射性であることを特徴とする、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の反射フィルム本体。40

#### 【請求項8】

前記光学繰り返し単位R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>および/またはR<sub>3</sub>の前記光学的膜厚の単調な変化が、互いに無関係に、実質的に直線状である、あるいは指数法則に対応していることを特徴とする、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の反射フィルム本体。

#### 【請求項9】

請求項1乃至6のいずれか1項に規定された反射フィルム本体を提供するステップと、入射光の少なくとも一部を該反射フィルム本体から反射するステップと、を含む光を反射する方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

## 発明の分野

本発明は、一般に多層光学本体に関し、特に急峻な反射帯域端部を呈する多層フィルムに関する。

### 【0002】

#### 発明の背景

2種類以上のポリマーの複数層を交互に配して含む多層反射フィルムを使用して光を反射することは周知であり、例えば米国特許第3,711,176号(Alfrey, Jr.他に付与)、同第5,103,337号(Schrenk他に付与)、国際特許出願第WO96/19347号および同第WO95/17303号に記載されている。特定の多層フィルムに対する反射スペクトルおよび透過スペクトルは主に、層の実際の厚さ×その屈折率の積として定義される各層の光学的膜厚に依存する。したがって、次式により適した層の厚さを選択することにより、光のうち赤外線、可視光、あるいは紫外線波長<sub>M</sub>を反射するフィルムを設計することができる。10

### 【数1】

$$\lambda_M = (2/M) * D_r \quad (\text{式1})$$

この式において、Mは反射された光の具体的な次数を示す整数であり、D<sub>r</sub>は、2層以上のポリマー層を含む光学繰り返し単位(多層積層体とも呼ばれる)の光学的膜厚である。したがってD<sub>r</sub>は、光学繰り返し単位を構成する各ポリマー層の光学的膜厚の合計である。20  
D<sub>r</sub>は、厚さの1/2ラムダであり、ラムダは第1番目の反射ピークの波長である。多層フィルムの厚さ方向に光学繰り返し単位の光学的膜厚を変化させることにより、広い帯域の波長の光を反射する多層フィルムを設計することができる。この帯域は一般に反射帯域あるいはストップバンドとよばれている。

### 【0003】

反射帯域は、その長波長(赤)および/または短波長(青)側において急峻なスペクトル端部を有することが望ましい。しかしながら、光学的膜厚が様々である光学繰り返し単位を含む従来技術において周知の反射フィルムは通常、なだらかな角度の帯域端部を有するため、反射対象としたい波長以外の波長も反射する原因となっている。例えば、ある反射フィルムが、赤外線を反射して可視スペクトルは透過するように設計されている場合、その反射帯域の青側の勾配した端部がスペクトルの可視領域内に侵入し、赤外線反射フィルム本体の色を望ましくない状態にする可能性がある。このように起こる色合いは、赤外線反射帯域をさらに赤外線領域側に移動するように赤外線フィルムを設計することにより回避できるが、これではスペクトルのうち可視領域に近い赤外線を実質的に透過することになる。30

### 【0004】

他の状況において、緑色の光のみを反射する反射フィルムなど、選択した範囲の可視領域に対して光を反射するように反射フィルムあるいは他の光学本体を設計することが望ましい場合もある。このような場合、反射帯域の赤側および青側の双方の端部を急峻にすると望ましい可能性がある。40

### 【0005】

多層積層体を含む多くの従来技術による反射フィルムも、反射帯域付近にて多数の小さな反射ピークを示す。このいわゆる「共鳴」も望ましくない反射をもたらす可能性がある。一定の光学的膜厚を有する光学繰り返し単位を含む多層フィルムでは、その反射帯域に対応する光学繰り返し単位の半分の光学的膜厚を有する多数の光学繰り返し単位を付加することにより、この共鳴を抑えることができる可能性があると従来技術において言われている。しかしながら、この手法により共鳴をなくすことができたとしても、帯域端部の急峻性を改良することはなく、実際悪化する可能性もある。さらに、この手法では、表面上に特定光学的膜厚の薄い層しか使用できないため、多層押出フィルム上に剥離可能な表皮が必要となる。50

## 【0006】

このように従来技術において、主な反射帯域の片側あるいは両側において急峻な帯域端部を呈し、共鳴および他の望ましくない反射を含まずにすむ反射フィルムおよびその製造方法に対する要望がある。本発明はこれらの要望のみならず他の要望にも応えるものである。以下にこれを説明する。

## 【0007】

## 発明の概要

本発明は、主な反射帯域の片側あるいは両側に急峻な帯域端部を呈する反射フィルムおよび他の光学本体を提供する。本発明の光学本体は、それぞれがスペクトルの所望の部分において一次反射を有し、光学繰り返し単位  $R_1$  および  $R_2$  をそれぞれ含む多層積層体  $M_1$  および  $M_2$  を含む。光学繰り返し単位  $R_1$  および  $R_2$  はそれぞれ、少なくとも 1 層の第 1 のポリマー層と、第 2 のポリマー層とを含み、これらの層はそれぞれ屈折率  $n_1$  および  $n_2$  を付随して有しており、このとき  $n_1$  と  $n_2$  との差は少なくとも 0.05 である。光学繰り返し単位  $R_1$  の光学的膜厚は、上記の多層積層体  $M_1$  の厚さ方向に実質的に単調に変化し、光学繰り返し単位  $R_2$  の光学的膜厚は、多層積層体  $M_2$  の厚さ方向に実質的に一定である。光学繰り返し単位  $R_2$  の光学的膜厚は、多層積層体  $M_1$  の厚さ方向に、光学繰り返し単位  $R_1$  の最小光学的膜厚以下であるか、光学繰り返し単位  $R_2$  の光学的膜厚は、多層積層体  $M_1$  の厚さ方向に、光学繰り返し単位  $R_2$  の光学的膜厚は、多層積層体  $M_2$  の厚さ方向に、光学繰り返し単位  $R_1$  の実質的に単調な光学的膜厚変化とは反対に実質的に単調に変化し、多層積層体  $M_2$  の厚さ方向における光学繰り返し単位  $R_2$  の最小光学的膜厚は、多層積層体  $M_1$  の厚さ方向の光学繰り返し単位  $R_1$  の最小光学的膜厚に実質的に等しいか、あるいは多層積層体  $M_2$  の厚さ方向における光学繰り返し単位  $R_2$  の最大光学的膜厚は、多層積層体  $M_1$  の膜厚方向における光学繰り返し単位  $R_1$  の最大光学的膜厚に実質的に等しい。10

## 【0008】

## 発明の詳細な説明

本開示内容全体にわたり、以下の定義および基準を用いる。

スペクトルの所望部分：400 nm ~ 2500 nm 内のどこか連続した波長範囲であり、所望反射帯域とも呼ぶ。

光学繰り返し単位（ORU）：特定の順序で配置された層の積層体。この配置は多層フィルムの厚さ全体に渡って繰り返され、この積層体は上記の式（I）により一定の波長にて一次反射を有する。30

固有帯域幅あるいは光学繰り返し単位（ORU）帯域幅：同じ厚さを有する ORU の無限の積層体が呈する帯域幅であり、Born および Wolf 著「Principles of Optics」第 5 版、67 ページに定義されているような特性マトリックス M のマトリックス行列要素から容易に算出できる。指数の差異が約 0.3 未満である 2 種類の材料による四分の一波長積層体であれば、その界面に対するフレネル反射率の絶対値によりかなりの近似まで得られる。

ストップバンド：反射率帯域は一般に、低反射の波長領域によりどちらかの側も隣接するスペクトル反射帯域として定義される。誘電積層体の場合、その吸収は通常十分に低いため、多くの用途において無視され、透過と定義される。これらの用語において、反射率帯域あるいはストップバンドは一般に、両側とも高透過領域に隣接する低透過領域として定義される。40

## 【0009】

一好適実施態様において、p 偏光に対する 1 つの反射率帯域あるいはストップバンドは、透過率が 50 % を超え、その連続波長を端点として含み、1 端点からもう一方の端点までの平均透過率が 20 % 未満である 2 つの連続波長間ににおいて連続スペクトルを有する。このような好適反射率帯域あるいはストップバンドは、非偏光光および垂直入射光について同様に記載されている。しかしながら、s 偏光について、前述における透過値は、積層体あるいは積層体の皮膜層あるいはコーティングとの空気界面により反射された光部分は除50

外する方法で算出するものである。

ストップバンドの帯域幅：前段落にて説明したような好適実施態様について、その帯域幅を、帯域内でそれぞれ 50 % 透過点に最も近くその透過率が 10 % である 2 つの波長間の nm 単位の距離と定義する。一般に使用される用語では、帯域幅は 10 % 透過点として定義される。各青色および赤色（すなわち短波長および長波長）帯域端部を、上記にて定義した 10 % 透過点における波長と見なす。好適ストップバンドの透過率を、これらの 10 % 透過点間の平均透過率とする。反射率帯域の反射率が、好適実施態様に対する帯域幅および帯域端部勾配の定義に見合うまでに高くない場合、その帯域幅は単純に、全幅をピーク反射率値とした半値全幅（FWHM）としてよい。

ストップバンドの帯域端部勾配：前の段落で説明したような帯域端部の勾配を、50 % および 10 % 透過 / 波長点からとり、透過率 / nm の単位で示す。  
10

通過帯域：通過帯域は一般に、比較的低透過率のスペクトル領域に隣接するスペクトル透過帯域として定義される。多層カラーシフトフィルムの場合、その通過帯域は反射ストップバンドに隣接する。通過帯域の幅は半値全幅（FWHM）透過値である。

通過帯域の帯域端部勾配：帯域端部勾配は、最大透過点に最も近い、透過値が最大透過値の 50 % および 10 % である所与の帯域端部上の 2 点から算出される。一好適実施態様において、通過帯域は低透過領域を透過率ピークの両側に有し、その透過最小値はピーク透過点の透過値の 10 % 以下である。例えば、この好適実施態様において、50 % 透過最大値を有する通過帯域の両側には、5 % 以下の透過最小値を有する反射率帯域が隣接する。この通過帯域の両側の透過最小値が、通過帯域のピーク透過値の 5 % 未満であるとより好ましい。  
20

端部フィルタ：対象波長領域内に 1 つだけの帯域端部を有する反射率フィルタ。

多層フィルム：特定領域の波長に対して光を反射するように設計された光学繰り返し単位を含むフィルム。この多層フィルムでは、さらに層を光学繰り返し単位の間に追加して含んでもよく、この追加層を多層フィルム全体にわたり繰り返し含んでも含まなくてもよい。多層フィルムに沿って単調に変化する光学繰り返し単位の層厚：光学繰り返し単位の厚さは、多層フィルムの厚さ方向に一定して減少していく、あるいは増加していくかのいずれかである（例えば、光学繰り返し単位の厚さは、多層フィルムの厚さ方向の一部において増加傾向にあり、他の部分では減少傾向をみせることはない）。これらの増減は層と層との厚さ誤差とは無関係であり、その誤差の統計的差異は 1 シグマ値で 5 % 以上の大きさとなる可能性がある。さらに、光学繰り返し単位内に局地的差異があると、数学的な定義からすると厳密に単調ではない層厚形状にリップルを発生する可能性があるが、このリップルは、第 1 および最後の光学繰り返し単位間における厚さの差異に比較して、比較的小さくなければならない。  
30

光学繰り返し単位の最大光学的膜厚：層厚における確率的誤差を含む実際の層分布に当たはまる統計的曲線の最大値。

光学繰り返し単位の最小光学的膜厚：層厚における確率的誤差を含む実際の層分布に当たはまる統計的曲線の最小値。

面内軸：反射フィルムの面内に位置する 2 本の互いに垂直な軸。便宜上、これらを x 軸および y 軸とする。  
40

交軸：反射フィルムの面に垂直な軸。便宜上、この軸を z 軸とする。

特定の軸方向の屈折率を  $n_i$  とし、 $i$  は特定軸を示す。例えば  $n_x$  であれば、x 軸方向の屈折率を示す。

負の複屈折：交軸方向の屈折率は、両方の面内軸方向の屈折率以下である ( $n_z < n_x$  および  $n_y$ )。

正の複屈折：交軸に沿った屈折率は、両方の面内軸方向の屈折率を上回る ( $n_z > n_x$  および  $n_y$ )。

等方性：x 軸、y 軸および z 軸方向の複数の屈折率が実質的に等しい（例えば、 $n_x = n_y = n_z$ ）。

赤外線領域：700 nm ~ 2500 nm  
50

可視領域：400 nm ~ 700 nm

f 率は以下のように定義する。

【数2】

$$f_k = \frac{n_k * d_k}{\sum_{m=1}^N n_m d_m}$$

この式において、 $f_k$ は、ポリマー層kの光学的膜厚であり、1は光学繰り返し単位内の層数であり、 $n_k$ はポリマー層kの屈折率であり、 $d_k$ はポリマー層kの厚さである。光学軸jに沿ったポリマー層kの光学的膜厚比率を $f_{j,k}$ として上述のように定義するが、 $n_k$ を軸j方向のポリマー材料kの屈折率に置き換える( )。

皮膜層：全光学繰り返し単位の物理的合計厚さの10%~20%の厚さを一般に有して最も外側の層として設けられる層。

【0010】

詳細な説明

本発明による多層フィルムの構造を様々な方法において使用することにより、帯域の赤色側か青色側かのいずれか、あるいは両側の帯域端部を急峻にすることができる。

【0011】

帯域端部の急峻化 - 青色端部

本発明により反射帯域の青色端部において帯域端部を急峻化するため、光学繰り返し単位R<sub>1</sub>を有する多層積層体M<sub>1</sub>を光学繰り返し単位R<sub>2</sub>を有する多層積層体M<sub>2</sub>と組み合わせる。両方の多層積層体を、赤外線領域などの所望するスペクトル領域において一次反射帯域を有するように設計する。適した屈折率を有するポリマー材料を選択し、光学繰り返し単位の各ポリマー層それぞれの物理的厚さをうまく操作して、光学繰り返し単位の光学的膜厚が所望の波長にて上述の式(I)による予想通りに現れるようにすることにより、スペクトルの特定領域において一次反射帯域を有するフィルムあるいは他の光学本体を製造することができる。多層フィルムの光学繰り返し単位の光学的膜厚に変化をつけることにより、スペクトル内の特定領域に対して所望通りに反射させることができる。多層積層体M<sub>1</sub>の光学繰り返し単位R<sub>1</sub>が有する光学的膜厚を単調に変化させると、所望の反射帯域を得られる。しかしながら、異なる光学繰り返し単位を含む幾つかの多層積層体を用いて所望の反射帯域をカバーすることも可能である。

【0012】

光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の光学的膜厚は、多層積層体M<sub>1</sub>の厚さ方向に単調に増加すると好ましい。多層積層体M<sub>2</sub>は光学的膜厚が実質的に一定である光学繰り返し単位R<sub>2</sub>を含んでも、あるいは光学繰り返し単位R<sub>2</sub>の光学的膜厚は多層積層体M<sub>2</sub>の厚さ方向に単調に減少してもよい。光学繰り返し単位R<sub>2</sub>の光学的膜厚が実質的に一定である場合、その光学的膜厚は、多層積層体M<sub>1</sub>の厚さ方向の光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の最小光学的膜厚にほぼ等しくなければならない。この実施態様において、光学繰り返し単位R<sub>2</sub>の光学的膜厚は、光学繰り返し単位R<sub>1</sub>の最小光学的膜厚に実質的に同等であると好ましい。

【0013】

図1aはこの実施態様を示し、本発明を用いて製造した反射フィルムにおける光学繰り返し単位R<sub>1</sub>およびR<sub>2</sub>の光学的膜厚と、光学繰り返し単位数との関係のグラフを表したものである。図1aにおいて、多層積層体M<sub>1</sub>は、光学的膜厚が増加していく光学繰り返し単位R<sub>1</sub>を含み、多層積層体M<sub>2</sub>は、光学的膜厚が実質的に一定である光学繰り返し単位R<sub>2</sub>を含む。図1aに従って設計された反射フィルムは、反射帯域の青色側において急峻な帯域端部を有するはずである。

【0014】

図1bは、本発明による別の実施態様を示し、これも青色側における反射帯域の急峻化に

10

20

30

40

50

つながるものである。図 1 b に示すように、この実施態様における多層積層体  $M_2$  は、多層積層体  $M_2$  の厚さ方向に光学的膜厚が単調に減少していく光学繰り返し単位  $R_2$  を含む。この実施態様において、光学繰り返し単位  $R_2$  の最小光学的膜厚は、多層積層体  $M_1$  に沿った光学繰り返し単位  $R_1$  の最小光学的膜厚に実質的に等しくなるようになっている。

#### 【 0 0 1 5 】

##### 帯域端部急峻化 - 赤色端部

反射帯域の赤端部において本発明に従って帯域端部を急峻化するため、光学繰り返し単位  $R_1$  を有する多層積層体  $M_1$  を、光学繰り返し単位  $R_2$  を有する多層積層体  $M_2$  に組み合わせる。双方の多層フィルムは、可視スペクトルの緑色部分における反射帯域などのスペクトルの所望部分において一次反射を有するように設計されている。

10

#### 【 0 0 1 6 】

光学繰り返し単位  $R_1$  の光学的膜厚は、多層積層体  $M_1$  の厚さ方向に単調に増加すると好ましい。多層積層体  $M_2$  は光学的膜厚が実質的に一定である光学繰り返し単位  $R_2$  を含んでも、あるいは光学繰り返し単位  $R_2$  の光学的膜厚は多層積層体  $M_2$  の厚さ方向に単調に減少していてもよい。光学繰り返し単位  $R_2$  の光学的膜厚が実質的に一定である場合、その光学的膜厚は、多層積層体  $M_1$  の厚さ方向における光学繰り返し単位  $R_1$  の最大光学的膜厚にほぼ等しくなければならない。この実施態様において、光学繰り返し単位  $R_2$  の光学的膜厚は、光学繰り返し単位  $R_1$  の最大光学的膜厚に実質的に同等であると好ましい。

#### 【 0 0 1 7 】

図 1 c はこの実施態様を示し、本発明を用いて製造した反射フィルム本体における光学繰り返し単位  $R_1$  および  $R_2$  の光学的膜厚と、光学繰り返し単位数との関係のグラフを表したものである。図 1 c において、多層積層体  $M_1$  は、光学的膜厚が増加していく光学繰り返し単位  $R_1$  を含み、多層積層体  $M_2$  は、光学的膜厚が実質的に一定である光学繰り返し単位  $R_2$  を含む。図 1 c に従って設計した反射フィルム本体は、反射帯域の赤色端部において急峻な帯域端部を呈するはずである。

20

#### 【 0 0 1 8 】

図 1 d は、本発明による別の実施態様を示し、これも赤色側における反射帯域の急峻化につながるものである。図 1 d に示すように、この多層積層体  $M_2$  は、多層積層体  $M_2$  の厚さ方向に光学的膜厚が単調に減少していく光学繰り返し単位  $R_2$  を含む。この実施態様において、光学繰り返し単位  $R_2$  の最大光学的膜厚は、多層積層体  $M_1$  に沿った光学繰り返し単位  $R_1$  の最大光学的膜厚に実質的に等しくなるようになっている。

30

#### 【 0 0 1 9 】

##### 帯域端部急峻化 -両端部

反射帯域の両端部における帯域端部を急峻にするため、3つの多層積層体  $M_1$ 、 $M_2$  および  $M_3$  を、図 2 に示す実施態様のように組み合わせることができる。ここで、多層積層体  $M_1$  は、多層積層体  $M_1$  の厚さ方向に単調に増加する光学繰り返し単位  $R_1$  を備える。 $R_1$  が最小光学的膜厚を有するこの積層体の端部において、多層積層体  $M_1$  を、一体の光学的膜厚を有する光学繰り返し単位  $R_2$  を含む多層積層体  $M_2$  に組み合わせる。 $R_2$  の光学的膜厚は、光学繰り返し単位  $R_1$  の最小光学的膜厚に実質的に等しいか(図 2 に示すように)、それ未満であるかのいずれかである。反射帯域の青色端部における帯域端部の急峻化についてすでに上述したように、光学繰り返し単位  $R_2$  は多層積層体  $M_2$  の厚さ方向に単調に減少していくよ。

40

#### 【 0 0 2 0 】

光学繰り返し単位  $R_1$  の光学的膜厚が最大になる積層体端部において、実質的に一定の光学的膜厚を有する光学繰り返し単位  $R_3$  を含む多層積層体  $M_3$  を組み合わせる。図 2 に示すように、 $R_3$  の光学的膜厚は、光学繰り返し単位  $R_1$  の最大光学的膜厚に等しい。赤色端部における帯域端部の急峻化についてすでに上述したように、光学繰り返し単位  $R_3$  は、多層フィルム  $M_3$  の厚さ方向に単調に減少していくよ。

#### 【 0 0 2 1 】

上述の各実施態様において、多層積層体  $M_1$  および  $M_2$ 、および任意に  $M_3$  を、反射フィル

50

ム内において互いに物理的に隣接するように説明してきた。しかしながら、これは要件ではない。特に、これらの多層積層体を、例えば多層積層体間の接着力を改良する層などの多層積層体および／または層を付加することにより、反射フィルム内において互いに間隔をあけて配置してもよい。例えば、図1aにおける多層積層体M<sub>2</sub>を、図1eに示すように多層積層体M<sub>1</sub>のもう一方の端部に備えても問題ない。同様に、図2における多層積層体M<sub>2</sub>およびM<sub>3</sub>の位置も交換可能である。しかしながら、多層積層体M<sub>1</sub>およびM<sub>2</sub>、および任意にM<sub>3</sub>の好適な立体的相対位置関係は、図1a～図1dおよび図2に示すように、隣接する層がほぼ同等の光学的膜厚を有して、介在する材料層あるいは空間がないように互いに接合することである。

## 【0022】

10

多層積層体M<sub>1</sub>およびM<sub>2</sub>およびM<sub>3</sub>が隣接していない、あるいは図1eに示す順序ではない場合も、帯域端部を急峻にすることは可能である。これら3種類の多層積層体のそれぞれが、異なる材料および屈折率を有していてもよい。しかしながら、同等のあるいは類似した光学的膜厚（重なり合う反射帯域を有する多層積層体）を有する繰り返し単位を光学的に結合して、これらの層間における建設的干渉を改良することにより、光学層の最有效利用が可能となる。この条件が、多層積層体M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>およびM<sub>3</sub>における繰り返し単位R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>およびR<sub>3</sub>の有用な膜厚範囲のガイドラインにもなる。例えば、図1dにおいて、多層積層体M<sub>2</sub>における繰り返し単位が、M<sub>1</sub>の最大繰り返し単位の厚さから累積偏差により右側に行くに従って次第に薄くなると、建設的干渉にむけた光学結合は、層間の先端部分において次第に弱まっていく。M<sub>2</sub>の繰り返し単位最小厚さが、M<sub>1</sub>における最大膜厚繰り返し単位の固有帯域幅外である光学的膜厚dである場合、最小膜厚単位により多層M<sub>1</sub>の反射帯域の赤色側において認め得るほどに帯域端部が急峻になることはない。

20

## 【0023】

本発明に従って製造する反射フィルムあるいは他の光学本体を、例えば以下に詳述するように、多層同時押出により製造することができる。他の方法として、本発明による反射フィルムあるいは他の光学本体を形成する多層積層体を、個々に製造（例えば別個独立フィルム）してから互いに積層して、最終的な反射フィルムに仕上げてもよい。

## 【0024】

## 光学積層体設計

拡大された反射帯域に対する層厚分布は、様々な幾何級数のあるいは直線的増加関数形態をとる可能性がある。このような光学的積層体の反射帯域は、予め定められた帯域幅および減衰の幅より拡大してしまう。最初から最後まで（第1層から最後の層まで）同じ関数形態を持続すると、帯域端部の勾配は所望通りの傾きを持たない可能性がある。左あるいは右の帯域端部の勾配を増加するため、層厚分布の関数形態を、主な積層体分布の端部点付近において変化させて、層厚分布の勾配をゼロに近づけてもよい。

30

## 【0025】

帯域端部をさらに急峻にするため、ゼロあるいは異符号勾配を有する付加層を追加してもよい。例えば、組合わされた多層積層体M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>およびM<sub>3</sub>を図3に示すように製造し、（統計的に平均した）層厚形状の第1の偏差内に不連続部分がないようにすることができる。図3において、M<sub>2</sub>自体は、M<sub>2</sub>の始めと終わりの部分における勾配がゼロに等しいという点において、わずかに帯域を急峻にしている形状となっている。積層体M<sub>1</sub>およびM<sub>2</sub>は、M<sub>2</sub>接合部分においてゼロ勾配を有するように設計されている。M<sub>1</sub>およびM<sub>2</sub>の勾配は連続的に変化して、これらの終端部において、その勾配が主積層体M<sub>2</sub>の勾配と同等かつ対向するようになっている。図3において、M<sub>1</sub>は繰り返し単位1～10を備え、M<sub>2</sub>は繰り返し単位10～90を備え、M<sub>3</sub>は繰り返し単位90～105を備える。M<sub>2</sub>自体には3領域があり、それぞれ図2の形状に類似したM<sub>21</sub>、M<sub>22</sub>およびM<sub>23</sub>である。M<sub>21</sub>は単位10～20、M<sub>22</sub>は20～80、M<sub>23</sub>は80～90を含む。M<sub>22</sub>は直線状の膜厚形状である。

40

## 【0026】

さらに、これらを組み合わせた分布曲線M<sub>1</sub>+M<sub>2</sub>+M<sub>3</sub>が、さらに大きな光学積層体の一

50

部であってもよく、さらに大きな積層体の内側あるいは外側に位置付けすることができる。このように、本発明に従って、それぞれが帯域端部の急峻性を有する層群を備えた複数組の層厚変化度により生成された複数の反射帯域を全体構造として含むフィルムおよび他の光学本体を製造することができる。

#### 【0027】

通常、光学繰り返し単位のポリマー層の物理的厚さを変化させることにより、本発明による光学繰り返し単位の光学的膜厚に変化を持たせることができる。繰り返し単位の光学的膜厚を、反射対象として選択した波長により選択する。光学繰り返し単位が有する固有帯域幅外の波長範囲であっても、適した範囲の光学的膜厚を有する光学繰り返し単位を追加して選択することができる。本発明に関する一具体的実施態様によれば、光学繰り返し単位を構成するすべてのポリマー層の物理的膜厚を同じ比率で変化させる。例えば、光学繰り返し単位におけるすべてのポリマー層の厚さを同じ一次関数に従って変化させてよい。10

#### 【0028】

本発明の別の実施態様において、光学繰り返し単位におけるポリマー層の物理的厚さを異なる割合で変化させてもよい。これは、多層フィルム  $M_2$  および  $M_3$  の光学繰り返し単位  $R_2$  および  $R_3$  にそれぞれ異なる光学的膜厚を持たせたいときに特に好適である。例えば、2種類の交互のポリマー層を含む光学繰り返し単位の光学的膜厚を、一方の種類の層が有する物理的膜厚を実質的に一定に維持しながら、他方の種類の層が有する物理的膜厚を例えば一次関数に従って変化させることにより、本発明に従って単調に変化させてよい。他の方法として、双方の層の物理的膜厚を変化させることができるが、この場合は別々の関数、例えば異なる一次関数あるいは異なる微妙な指数法則関数により変化させる。20

#### 【0029】

本発明の幾つかの好適実施態様を、表 I および以下の実施例に示す。表 I には 4 種類の別個の層厚変化度を掲載している。各変化度は、高指数 ( $n = 1.75$ ) 材料および低指数ポリマー ( $n = 1.50$ ) を含む繰り返し四分の一波長層からなる。初期膜厚および各連続層に対する膜厚増分を表に掲げる。コンピュータモデリングプログラムを用いて、主な反射率帯域の帯域端部における急峻性に対する、幾つかの変位度を組み合わせた効果を調べた。

#### 【0030】

##### 【表 1】

30

表 1

	LTG1	LTG2	LTG3	LTG4	LTG5
層の総数	170	30	30	30	30
高指数開始層厚 (nm)	154.6	112.4	112.4	112.4	112.4
高指数層膜厚増分 (nm)	-0.4965	0.726	0.726	0	0.726
低指数開始層厚 (nm)	183.3	133.3	133.3	133.3	133.3
高指数層膜厚増分 (nm)	-0.5882	0.8608	0	0	-0.5882

40

#### 【0031】

##### 実施例 1 - 逆の変化度

逆の変化度を有する実施例を図 E 1 a に示す。この図は、LTG1 および LTG2 の組み合わせた層厚における変化度を示す。この場合、帯域端部が急峻な変化度 LTG2 は、双方とも膜厚を増加させて最初の一対から最後の一対まで 0.5 の  $f$  率を維持している高指数材料および低指数材料とを交互に配した 20 層からなる。50

## 【0032】

逆の層変化度を有する別の実施例を図E1bに示す。この図は、層厚変化度LTG1による反射率帯域に対する短波長帯域端部および逆の変化度LTG2を追加した効果を示す。LTG2を追加することにより、端部の傾きは増加している。LTG2を追加しない場合の帯域端部勾配は1.1%/nmである。LTG2を追加すると、その傾きは1.9%/nmに増加する。層厚形状は図E1aの通りである。

## 【0033】

## 実施例2-f率偏差を有する逆の勾配

一定のf率偏差による逆の勾配を有する積層体設計の例を図E2aに示す。この図は、LTG3を追加した帯域急峻性積層体において、1種類の材料成分のみが逆の膜厚勾配を有し、もう一方はゼロ勾配を有するフィルム積層体設計を示す。このLTG1およびLTG3の組み合わせにおいても、以下の図E2bに見られるようにLTG1の場合に比べて帯域端部の急峻性において改善が見られる。LTG3を追加した場合の帯域端部の傾きは7.3%/nmである。

10

## 【0034】

## 実施例3-ゼロ勾配

この実施例は、両方の材料に対してゼロ勾配である積層体LTG4についての帯域端部の急峻性を例証する。この実施例の積層体設計も、LTG1単独の場合に比べて大幅に急峻な帯域端部を有している。この場合の帯域端部の傾きは3.6%/nmである。

## 【0035】

図E3aは、組み合わせ積層体LTG1およびLTG4に対する層厚変化度を示す。LTG4は両方の材料に対してゼロ勾配を有し、高指数層および低指数層との間の膜厚比率を一定に保持している。再度、図E3bに見られるように、LTG1の場合に比較して実質的な改善が見られ、帯域端部の傾きは、LTG1の場合の1.1%/nmに対して3.6%/nmであった。

20

## 【0036】

## 実施例4-1種類の成分のみによる勾配符号反転

この場合、低指数層に対する層変化度は、LTG1およびLTG5について全積層体にわたり直線状であるが、高指数成分の勾配は、以下の図E4aに見られるようにLTG5部分において逆転する。得られるスペクトルを図E4bに示す。LTG1の場合に対して実質的な改善が見られ、帯域端部の傾きが1.1%/nmから3.6%/nmに増加している。

30

## 【0037】

## 帯域通過フィルタ

ノッチフィルタともしばしば呼ばれる、狭帯域通過透過フィルタを、隣接する帯域端部間の非常に狭い帯域を除き、適切なスペクトルの大半をカバーする2つの広い反射帯域を用いて製造することができる。帯域通過フィルタに狭帯域および高透過性を持たせるのであれば、ほぼ垂直な帯域端部が必要である。積層体の各層の層厚それぞれに特異な値を持たせる従来技術による一般的の設計技術は、数百層が必要となるポリマー積層体には実用的ではない場合もある。本明細書に記載する端部急峻技術は、この場合に特に有用である。

40

## 【0038】

一好適実施態様は、連続的に変化する変化度を有する帯域急峻積層体の使用を必要とする。得られる帯域通過フィルタの透過性は、直線的(一定の変化度)層厚分布で製造されたフィルタに比べて高い。以下のコンピュータモデリングによる実施例により、この改良を例証する。

## 【0039】

## 図N1a

簡単な帯域通過フィルタを、図N1aに示すように、広帯域反射積層体の層厚形状に不連続部分を設けることにより製造することができる。図N1aの2つの単純な直線状膜厚分布を備えて製造されたこのようなノッチフィルタに対して算出したスペクトルを図N1b

50

に示す。上述の帯域急峻技術を用いていないため、帯域端部の勾配は狭帯域ノッチフィルタの製造に充分な高さを示していない。この帯域端部の傾きは青色端部および赤色端部についてそれぞれ約 $1.2\% / \text{nm}$ および $1.4\% / \text{nm}$ である。帯域幅は $54\text{ nm}$ であり、ピーク透過値は $62\%$ である。

#### 【0040】

ノッチフィルタを、図N 2 aに示すように、2段階直線膜厚分布および段階化されていない四分の一波長積層体を追加することにより製造することができる。平坦な（ゼロ変化度）部分が、隣接する反射帯域の各帯域端部の急峻性に有用である。追加層を2つの膜厚値にてノッチ波長の両側に集中することにより、大幅に急峻な透過帯域を形成することができる。図示の積層体に対して算出したスペクトルを図N 2 bに示す。図N 2 bに示すノッチフィルタスペクトルの帯域端部の傾き角度は、図N 2 aに示すように、積層体の帯域急峻特性に含まれる層数と共に増加する。この帯域端部の傾きは、青色端部および赤色端部にてともに約 $9\% / \text{nm}$ である。この帯域幅は $13.8\text{ nm}$ であり、ピーク透過値は $55.9\%$ である。

10

#### 【0041】

図N 3 aの湾曲した層厚形状を形成して、図N 2 aおよび図N 2 bの積層体設計およびスペクトルの不足点を改良した。図N 2 aにおける層厚形状の側部帯域リップルが重なり合ってノッチフィルタの透過を制限してしまう。図N 2 bのノッチ帯域のピーク透過は約 $50\%$ だけであることに留意されたい。帯域急峻性積層体の膜厚形状に曲がりを付与することにより、この積層体のスペクトル端部における共鳴は減少する。2つのこのような積層体を組み合わせることにより、図N 3 bにその結果を示すように、より急峻性を備えた帯域端部とより高いピーク透過性を備えたノッチフィルタを作製することができる。帯域端部の勾配は、青色端部および赤色端部においてそれぞれ約 $12\% / \text{nm}$ および約 $14\% / \text{nm}$ である。帯域幅は $11\text{ nm}$ であり、ピーク透過値は $76\%$ である。帯域幅は図N 2 bより狭いが、最大透過は大幅に高くなっていることに留意されたい。この積層体の帯域急峻部分における層数は、膜厚ギャップの各側において $60$ であり、これは図N 2 aの層分布におけるゼロ変化度部分に用いた層と同数である。

20

#### 【0042】

この湾曲した形状は、いくつの関数形態をとってもよい。この形態の主な目的は、1つの波長のみになってしまう複数層による四分の一波長積層体に含まれる膜厚の全く同じ繰返しを絶つことである。本明細書において使用する具体的な関数は、適切な負および正の第2の導関数により形状に曲線部分を設ける直線形状の付加関数（反射度帯域の残部に使用したものと同じ）およびシヌソイド関数であった。層厚形状に対する第2の導関数が、反射積層体の赤色帯域端部に対しては正であり、反射積層体の青色帯域端部に対しては負であることが重要な特性である。ノッチ帯域の赤色および青色帯域端部について言及する際には符号を反対にする必要であることに留意されたい。同じ原理による他の実施態様の例として、第1の導関数のゼロ値を含む複数地点を有する層形状を挙げられる。本明細書内のすべての場合について、導関数とは、層厚値において $1\sigma$ 標準偏差 $10\%$ 未満のわずかな統計誤差を含む可能性のある実際の層厚形状を介して当てはめられる最良適合曲線のものをいう。

30

#### 【0043】

上記実施例により示したように、層厚分布に付加される帯域急峻性形状が、反射率帯域の片方あるいは両方の端部、および通過帯域の端部に対して反射帯域端部の傾きに大きく影響する可能性がある。高純度の飽和色を有するカラーフィルタを得るために、帯域端部が急峻であり透過性が高いことが望ましい。反射率帯域について、その帯域端部の傾きが少なくとも約 $1\% / \text{nm}$ であると好ましく、約 $2\% / \text{nm}$ であればより好ましく、約 $4\% / \text{nm}$ を上回ればさらに好ましい。同じ傾きが、約 $50\text{ nm}$ 以上の帯域幅を有する帯域通過フィルタにも好適である。約 $50\text{ nm}$ 以下の帯域幅を有する通過帯域フィルタについて、端部が約 $2\% / \text{nm}$ を上回ると好ましく、約 $5\% / \text{nm}$ であればより好ましく、約 $10\% / \text{nm}$ を上回ればもっとも好ましい。

40

50

## 【0044】

## 光学繰り返し単位の設計

本発明による光学繰り返し単位のポリマー層は、等方性であっても非等方性であってもよい。等方性ポリマー層は、ポリマー層の屈折率が層の方向にかかわらず一定の層であり、非等方性層の場合では、その屈折率が少なくとも2つの異なる方向で異なる。後者の型のポリマー層を複屈折層と呼ぶ。非等方性ポリマー層を説明するために、上記の定義部分に述べたように、垂直な軸の組、 $x$ 、 $y$ および $z$ を用いる。したがって、非等方性ポリマー層は、互いに異なる少なくとも2つの屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ および $n_z$ を有することになる。

## 【0045】

本発明の一実施態様において、光学繰り返し単位 $R_1$ 、 $R_2$ および $/$ または $R_3$ は、好みくは少なくとも約0.05の、より好みくは少なくとも約0.1の差で互いに異なる屈折率を有する、2種類の等方性ポリマー層を交互に配して含む。しかしながら、これら2種類の交互のポリマー層のうち少なくとも一方が、その面内屈折率 $n_x$ および $n_y$ のうち少なくとも1つが対応するもう一方の層の面内屈折率と少なくとも約0.05の差を有する複屈折層であるとより好ましい。本発明に関する具体的な好適実施態様によると、双方の層における交軸( $n_z$ )方向の屈折率は実質的に適合している、すなわち、双方の層間における $z$ 軸方向の屈折率の差は、約0.05未満であると好ましい。この種類の光学繰り返し単位は、スペクトルの可視領域にある光の反射に特に適しているが、スペクトルの赤外線領域にある光の反射にも使用してよい。この特性を有する光学繰り返し単位および多層フィルムは、国際特許出願第WO96/19347号および同第WO95/17303号に詳述されている。本発明のもう1つの好適実施態様において、最も高い面内指数を有するポリマー層の横方向指数は、もう一方のポリマーの面内指数よりも低い。この特性も上述の参考文献に記載されている。

10

20

## 【0046】

図4aおよび図4bはこれらの実施態様を例示しており、2種類のポリマー層12および14を交互に配して含む光学繰り返し単位を具備する多層フィルム10を示している。これらの材料のうち少なくとも一方が応力誘導複屈折の特性を有して、延伸処理により材料の屈折率( $n$ )が変化するようになっていると好ましい。

## 【0047】

図4aは、双方の材料が同じ屈折率を有する、延伸処理前の例示的多層フィルムを示している。光線13は、屈折率を比較的ほとんど変化せずにフィルム内を通過する。図4bにおいて、同じフィルムを延伸して、材料12の屈折率を1つの(あるいは複数の)延伸方向において増加する。層間の各境界面における屈折率の違いにより、光線15の一部が反射される。多層積層体を一軸から二軸配向範囲に延伸することにより、フィルムに、異なる方向性を有する平面偏光入射光に対する反射範囲を持たせる。このようにして反射偏光子あるいはミラーとして有用な多層フィルムを作製することができる。二軸延伸の場合、シートを垂直な面内軸方向に非対称に延伸して、あるいは垂直な面内軸方向に対称に延伸して所望の偏光あるいは反射特性を得ることができる。

30

## 【0048】

2種類のポリマー層を交互に配して含む多層積層体の光学特性および設計に対する考察は、本願と同一の譲受人に譲渡された係属中の米国特許出願第08/402,041号にほぼ完全に記載されている。非常に簡潔に言えば、この出願件には、ポリマー層の界面に対するブルースター角(反射率がゼロになる角度)が非常に大きい、あるいは存在しない多層フィルム(ミラーおよび偏光子)の構造について記載されている。この特性により、p偏光に対する反射量が入射角と共に次第に減少する、入射角とは無関係である、あるいは入射角の角度が基準から離れるにつれて増加するミラーおよび偏光子の製造が可能となる。結果として、広い帯域幅かつ広い角度範囲に対してs偏光およびp偏光の両方に高い反射性を有する多層フィルムを実現することができる。

40

## 【0049】

図5は、2種類のポリマー層を含む光学繰り返し単位を示し、各層における3方向の屈折

50

率を表示している。その屈折率はそれぞれ、層 102について  $n_{1x}$ 、 $n_{1y}$ 、および  $n_{1z}$  であり、層 104について  $n_{2x}$ 、 $n_{2y}$  および  $n_{2z}$  である。各フィルム層内の屈折率間の互いに対する関係および、フィルム積層体内の他の層の屈折率に対する関係により、すべての方角方向からのすべての入射角度における多層積層体の反射特性が特定される。

#### 【0050】

米国特許出願第 08 / 402,041 号に記載されている原理および設計考察を適用して、広範囲の様々な環境および適用に対して所望の光学効果を有する多層フィルムを作製することができる。この多層積層体内の層が有する屈折率を操作および適応させて、所望の光学特性を有する装置を製造することができる。広範囲の性能特性を有するミラーおよび偏光子などの多くの有用な装置を、本明細書に記載した原理を用いて設計および製造することができる。10

#### 【0051】

本発明の別の実施態様により、本発明による多層フィルムの光学繰り返し単位は、異なる屈折率を有するポリマー層 A、B および C を含む。この種類の繰り返し単位は、赤外線反射多層フィルムの設計に特に適している。特に、ポリマー層 B の屈折率がポリマー層 A および C の屈折率の中間となるようにポリマー層 A、B および C を選択することにより、少なくとも 2 つの連続する高次反射が抑圧されるた赤外線反射フィルムを設計することができ、見かけ上実質的に透明な赤外線反射フィルムとなる。この種類の多層フィルムは米国特許第 5,103,337 号に詳述されている。20

#### 【0052】

本発明のこの実施態様により、異なる屈折率  $n^i$  を有する複数の交互に配された実質的に透明なポリマー層 A、B および C を A B C の順に配置する。さらに、ポリマー層 B の屈折率を、ポリマー層 A および C の各屈折率の中間とする。ポリマー層 A、B および C を A B C の順に配置し、複数の連続した高次反射が抑制されている光学繰り返し単位を有する特に好適な実施態様において、第 1 の材料 A の光学的膜厚比率  $f^a$  は 1 / 3、第 2 の材料 B の光学的膜厚比率  $f^b$  は 1 / 6、第 3 の材料 C の光学的膜厚比率  $f^c$  は 1 / 3 であり、ポリマー層 B の屈折率は、ポリマー層 A および C の屈折率の積の平方根に等しい。この具体的な種類の光学繰り返し単位を用いて、第 2、第 3 および第 4 次波長に対する反射を抑制する多層フィルムを設計することができる。30

#### 【0053】

本発明のさらなる実施態様により、ポリマー層 A、B および C を A B C B の順に配置して含む光学繰り返し単位を有する上述の多層フィルムを、ポリマー層 A、B および C の少なくともいずれか 1 層に等方性層を用いて設計することができる。したがって、本発明の一実施態様により、スペクトルの赤外線領域の光を反射し、スペクトルの可視領域の光を透過する多層フィルムは、面内軸 x および y 方向にそれぞれ屈折率  $n_x^a$  および  $n_x^b$  を有するポリマー層 A と、面内軸 x および y 方向にそれぞれ屈折率  $n_x^b$  および  $n_x^c$  を有するポリマー層 B と、面内軸 x および y 方向にそれぞれ屈折率  $n_x^c$  および  $n_x^a$  を有するポリマー層 C であって、これらの層 A、B および C が面内軸に垂直な交軸 z 方向にそれぞれ屈折率  $n_z^a$ 、 $n_z^b$  および  $n_z^c$  を有する層 A、B および C を A B C B の順に配置して含む光学繰り返し単位を含んでよい。このとき、 $n_x^b$  は  $n_x^a$  と  $n_x^c$  の中間で、 $n_x^a$  は  $n_x^c$  より大きく、および / または、 $n_y^b$  は  $n_y^a$  と  $n_y^c$  の中間で、 $n_y^a$  は  $n_y^c$  より大きく。さらにこのとき  $n_z^a - n_z^b$  および  $n_z^b - n_z^c$  の差異のうち少なくとも 1 つが 0 未満である、あるいは双方の差異が実質的に 0 に等しいと好ましい。40

#### 【0054】

$n_z^a - n_z^b$  および  $n_z^b - n_z^c$  の差異のうち少なくとも 1 つが 0 未満あるいは好ましくは -0.05 未満である、あるいは双方の差異が共に実質的に 0 であり、同時に面内軸方向の層間における屈折率関係が上述のようになるように光学繰り返し単位を設計することにより、赤外光の入射角による赤外線反射を実質的に削減することなく、少なくとも二次および三次反射を抑制することができる。50

## 【0055】

光学繰り返し単位のポリマー層A、BおよびCがABC順に配置されると好ましい。このような光学繰り返し単位の略図を図6に示す。この実施態様によると、層Aと層Bとの間のz軸方向の屈折率の差異( $n_z^a - n_z^b$ )あるいは層Bと層Cとの間のz軸方向の屈折率の差異( $n_z^b - n_z^c$ )が、負となると好ましい、すなわち0未満の値であれば好ましく、-0.05以下であればより好ましく、-0.1以下であれば最も好ましい。これらの差異のうちの一方が0未満、より好ましくは-0.05以下となり、もう一方の差異が0以下となるように光学繰り返し単位を設計すると好ましい。双方の差異ともが0未満であれば最も好ましい。このように一方の差異を0未満とし、もう一方を0以下とする設計により、入射角での反射量が増加する。

10

## 【0056】

本実施態様により、双方の差異ともが実質的に0である、すなわち、双方の差異の絶対値が好ましくは0.03未満である光学繰り返し単位の設計も可能である。双方の差異が実質的に0であれば、入射角での赤外線反射量の減少はほとんどないか、全くないかのいずれかとなる。

## 【0057】

本実施態様のさらに別の種類によれば、z軸を横切る層Aおよび層B間ににおける屈折率の差異の1つは、その符号が、z軸を横切る層Bおよび層C間ににおける屈折率の差異の符号とは反対である。後者の場合、0未満の差異が最大絶対値を有する、あるいは双方の差異の絶対値が実質的に等しいと好ましい。

20

## 【0058】

ポリマー層Aおよびポリマー層Cの屈折率の中間である屈折率をポリマー層Bが有する特定の面内軸方向の光学的膜厚を調整することにより、偏光面がその特定面内軸に平行である赤外光に対する少なくとも2つの高次反射を抑制することができる。しかしながら、ポリマー層Bの屈折率を、双方の面内軸方向におけるポリマー層Aおよびポリマー層Cの屈折率の中間とし、双方の面内軸方向に光学的膜厚を調整することにより、少なくとも2つの連続した高次反射が抑制された赤外線反射ミラーを得られると好ましい。このような赤外線反射ミラーは目に見える範囲では実質的に透明であり、着色はない。

## 【0059】

本発明による赤外線反射多層フィルムの設計に特に好適な光学繰り返し単位は、ポリマー層A、BおよびCをABC順に配置して含み、そのポリマー層A、BおよびCの屈折率は、 $n_x^b = (n_x^a n_x^c)^{1/2}$ 、および/または $n_y^b = (n_y^a n_y^c)^{1/2}$ であり、一方で光学的膜厚比率を、 $f_x^a = 1/3$ 、 $f_x^b = 1/6$ および $f_x^c = 1/3$ 、および/または $f_y^a = 1/3$ 、 $f_y^b = 1/6$ 、 $f_y^c = 1/3$ に維持している。この実施態様では、二次、三次および四次反射を抑制することができる。本実施態様により設計した赤外線反射多層フィルムを用いて、スペクトルの可視部分を反射することなく最大約2000nmまでの赤外光を反射することができる。

30

## 【0060】

ポリマー層A、BおよびCを含む光学繰り返し単位において、面内軸方向のポリマー層A、BおよびCの屈折率に少なくとも0.05の差異があると好ましい。すなわち、 $n_x^a$ 、 $n_x^b$ および $n_x^c$ が互いに少なくとも0.05ずつ異なる、および/または $n_y^a$ 、 $n_y^b$ および $n_y^c$ が互いに少なくとも0.05ずつ異なると好ましい。

40

## 【0061】

本発明により多層フィルム内にて使用する光学繰り返し単位として様々な可能な設計について様々な実施態様を上記に説明してきたが、これらは本発明の制限を目的とするものではない。特に、光学繰り返し単位に対する他の設計も同様に使用可能である。さらに、異なる設計の光学繰り返し単位を含む多層フィルムを組み合わせて使用し、本発明による反射フィルム本体を形成することができる。例えば、2層のポリマー層のみを含む光学繰り返し単位を具備する多層フィルムを、ポリマー層A、BおよびCをABC順に特にABC順に配置して含む光学繰り返し単位を具備する多層フィルムと組み合わせること

50

ができる。

**【 0 0 6 2 】**

広範囲の材料を使用して、選択条件下で処理することにより所望の屈折率関係を得ることにより本発明による（赤外線）ミラーあるいは偏光子を形成できることは当業者であれば容易に理解されるであろう。この所望の屈折率関係は様々な方法で実現することができ、その例として、フィルム形成中、あるいは形成後の延伸（例えば有機ポリマーの場合）、押出し（例えば液体結晶質材料の場合）、あるいはコーティングが挙げられる。さらに、2種類の材料が類似のレオロジ特性（例えば溶融粘度）を有して、これらを同時押出しできると好ましい。

**【 0 0 6 3 】**

一般に、各層に、結晶質、半結晶質、あるいは液体結晶質材料、あるいは非晶質ポリマーを選択すると適切な組み合わせを得られる可能性がある。ポリマーに関する従来技術において、ポリマーは通常完全な結晶質ではないと一般に認識されているため、本明細書内ではいう結晶質あるいは半結晶質とは、非結晶質ではないポリマーを言い、結晶質、部分的結晶質、半結晶質などと一般に呼ばれる材料のいずれをも含むことを理解されたい。

**【 0 0 6 4 】**

本発明における使用に適した材料の具体的な例として、ポリエチレンナフタレート（PEN）およびその異性体（例えば2,6-、1,4-、1,5-、2,7-および2,3-PEN）、ポリアルキレンテレフタレート（例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、およびポリ-1,4-シクロヘキサンジメチレンテレフタレート）、ポリイミド（例えばポリアクリルイミド）、ポリエーテルイミド、アタクチックポリスチレン、ポリカーボネート、ポリメタクリレート（例えばポリイソブチルメタクリレート、ポリプロピルメタクリレート、ポリエチルメタクリレートおよびポリメチルメタクリレート）、ポリアクリレート（例えばポリブチルアクリレートおよびポリメチルアクリレート）、シンジオタクチックポリスチレン（sPS）、シンジオタクチックポリアルファメチルスチレン、シンジオタクチックポリジクロロスチレン、これらポリスチレンのいずれかのコポリマーおよび配合物、セルロース誘導体（例えばエチルセルロース、酢酸セルロース、プロピオン酸セルロース、酢酸セルロースブチレートおよび硝酸セルロース）、ポリアルキレンポリマー（例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレン、ポリイソブチレンおよびポリ（4-メチル）ペンテン）、フッ化ポリマー（例えば、ペルフルオロアルコキシ樹脂、ポリエトロフルオロエチレン、フッ化エチレンブロピレンコポリマー、フッ化ポリビニリデンおよびポリクロロトリフルオロエチレン）、塩素化ポリマー（例えばポリ塩化ビニリデンおよびポリ塩化ビニル）、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアクリロニトリル、ポリアミド、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ポリビニルアセテート、ポリエーテルアミド、アイオノマー樹脂、エラストマ（例えばポリブタジエン、ポリイソブレンおよびネオブレン）およびポリウレタンが挙げられる。適したコポリマーとして他には、例えばPENコポリマー（例えば2,6-、1,4-、1,5-、2,7-および/または2,3-ナフタレンジカルボン酸あるいはそのエステルの（a）テレフタル酸あるいはそのエステル、（b）イソフタル酸あるいはそのエステル、（c）フタル酸あるいはそのエステル、（d）アルカンゲリコール、（e）シクロアルカンゲリコール（例えばシクロヘキサンジメタノールジオール）、（f）アルカンジカルボキシル酸、および/または（g）シクロアルカンジカルボキシル酸（例えばシクロヘキサンジカルボキシル酸）とのコポリマー）、ポリアルキレンテレフタレートのコポリマー（例えばテレフタル酸あるいはそのエステルの、（a）ナフタレンジカルボキシル酸あるいはそのエステル、（b）イソフタル酸あるいはそのエステル、（c）フタル酸あるいはそのエステル、（d）アルカンゲリコール、（e）シクロアルカンゲリコール（例えばシクロヘキサンジメタノール）、（f）アルカンジカルボキシル酸および/または（g）シクロアルカンジカルボキシル酸（例えばシクロヘキサンジカルボキシル酸）とのコポリマー）、およびスチレンコポリマー（例えばスチレンブタジエンコポリマーおよびスチレンアクリロニトリルコポリマー）、4,4'ビベンゾイン酸およびエチレンゲリコールが挙げられる。さ

10

20

30

40

50

らに、それぞれの各層は上述したポリマーあるいはコポリマーの2種類以上の配合物（例えばS P Sおよびアタクチックポリスチレンの配合物）を含んでよい。

#### 【0065】

本発明での使用に特に好適な複屈折ポリマー層の例として、その異性体（例えば2,6-、1,4-、1,5-、2,7-および2,3-P E N）を含む、結晶質あるいは半結晶質ポリエチレンナフタレート（P E N）を含有する層が挙げられる。本発明を組み合わせての使用に特に好適な等方性ポリマー層は、ポリメチルメタクリレートを含む層であり、特にポリメチルメタクリレート自体である。

#### 【0066】

ポリマー層のそれを、2種類以上のポリマー材料の配合物で構成して、特定層に所望する特性を得てよいことは当業者であればさらに理解されるであろう。10

#### 【0067】

本発明により製造したフィルムおよび他の光学装置に、例えば従来の真空コーティング誘電酸化金属あるいは金属／酸化金属光学フィルム、シリカソルゲルコーティング、および3 M Company（ミネソタ州セントポール）から入手可能な押出可能フルオロポリマーであるT H Vなどの低屈折率フルオロポリマー由来の層などのコーティングあるいは同時に押出された非反射性層などの1層以上の非反射性層あるいはコーティングを含んでもよい。このような層あるいはコーティングは、偏光に反応してもしなくてもよいが、透過量の増加と反射性グレアを軽減する役割を果たすものであり、これを、コーティングあるいはスペッタエッチングなどの適した表面処理により本発明によるフィルムおよび光学装置に付与してよい。20

#### 【0068】

可視および近赤外染料および顔料を本発明によるフィルムおよび他の光学本体に使用することが考えられ、その例として、紫外線を吸収し、カラースペクトルの可視領域において発光する染料などの光学蛍光剤が挙げられる。光学フィルムの外観を変更するために追加してよい他の追加層の例として、例えば不透明（ブラック）層、拡散層、ホログラフィック画像あるいはホログラフィック拡散剤、および金属層が挙げられる。これらのそれぞれを光学フィルムの片面あるいは両面に直接適用しても、あるいは第2のフィルムあるいはホイル構造物の構成要素として光学フィルムに積層してもよい。他の方法として、不透明剤あるいは拡散剤などの成分あるいは着色顔料を接着剤層に含有し、これを用いて光学フィルムを他の表面に積層してもよい。30

#### 【0069】

これらのポリマーが、同時に押出に対して相溶性レオロジーを有すると好ましい。すなわち、反射フィルム本体の形成に好適な方法が同時に押出技術を使用するため、複数のポリマーの溶融粘度がかなり適応しあって、層が不安定になる、あるいは不均一になることを防止できると好ましい。使用するポリマーはまた、充分な界面接着力を有してフィルムを剥離させないことが好ましい。

#### 【0070】

本発明による多層反射フィルム本体を、コストパフォーマンスの良い方法で容易に製造することができ、これらを同時に押出後、様々な有用な形状に形成および成形することができる。例えば米国特許第3,773,882号および同第3,884,606号に記載されている多層同時押出装置を使用すると、本発明による多層反射フィルムを最も有利に製造することができる。このような装置は、各層が実質的に均一な層厚を有する、多層状態で同時に押出される熱可塑性材料の製造方法を提供する。40

#### 【0071】

米国特許第3,759,647号に記載されているような一連の層倍増手段を用いると好適な場合がある。同時に押出装置のフィードブロックが、熱可塑化押出機などの源から多種の熱可塑性ポリマー材料流を収容する。この樹脂材料流は、フィードブロック内の機械操作部分に到達する。この部分は、元の材料流を、最終的な本体に所望する層数を有する多層流に再配置する役割を果たす。任意に、この多層流を引き続き一連の層倍増手段を介し50

て通過させ、最終的な本体が含む層数をさらに増加してもよい。

**【0072】**

次いでこの多層流を、ストリームライン上のフローを保持する構造および配置になっている押出ダイに流入する。このような押出装置は米国特許第3,557,265号に記載されている。得られた生成物を押出して、各層が隣接層の正面に対して一般に平行になっている多層状本体に形成する。

**【0073】**

押出ダイにはさまざま形状が可能であり、各層の厚さおよび寸法を削減するようになっているものも可能である。機械的配向部分から送出される層厚の削減度合い、ダイの形状、および押出後の本体の機械的作業量が、最終的に得られる本体の各層の厚さを左右する要因のすべてである。10

**【0074】**

フィルム厚さ、可撓性および経済性を考慮して、最小限の層数により所望の光学特性を実現することができるよう、反射フィルム本体の層数を選択する。反射偏光子および反射ミラーの双方の場合とも、その層数は約10,000未満であると好ましく、約5,000未満、および約2,000であれば（さらに好ましい）より好ましい。

**【0075】**

本発明で所望するようなポリマー層の屈折率間に望ましい関係を、反射フィルム本体を準備するために用いる処理条件を適切に選択することにより実現することができる。延伸により配向可能な有機ポリマーの場合、多層フィルムは一般に、各ポリマーを同時押出することにより多層フィルム（例えば上述したように）を形成し、反射フィルム本体を選択温度にて延伸して配向し、任意に選択温度にて加熱安定化する。他の方法として、押出ステップと配向ステップとを同時にやってよい。配向することにより、複屈折を呈することができるポリマーを含むポリマー層の複屈折率（負または正）を所望の範囲とする。負の光学応力係数を示すポリマー、すなわち面内屈折率が配向と共に減少するポリマーでは負の複屈折が得られ、正の光学応力係数を有するポリマーでは正の複屈折が得られる。フィルム配向技術におけるこの用語は、標準の光学的定義による正および負の複屈折とはやや異なる。光学技術において、一軸に正の複屈折フィルムあるいは層は、z屈折率が面内屈折率よりも高いものをいう。PETなどの二軸延伸ポリマーフィルムの面内屈折率は高く、例えば1.65であり、面外あるいはz軸屈折率は1.50である。フィルム製造技術において、PETなどの材料は、屈折率が延伸方向に増加することから正の複屈折であると言われているが、光学技術においては、フィルムに二軸延伸された後の同じ材料は、z屈折率が実質的にどれも等しい面内屈折率より低いことから一軸の負の複屈折を有すると言われている。本明細書にて使用する、材料に対する用語「正の複屈折」とは、ポリマー・フィルム技術のものであり、延伸方向にて屈折率が増加することを意味する。同様に、材料に対する用語「負の複屈折」とは、フィルムの屈折率が延伸方向にて減少することを意味する。複屈折層に言及して使用する用語「二軸に正」あるいは「二軸に負」は、光学的な観念における意味を有すると解釈するものとする。20

**【0076】**

偏光子の場合、反射フィルム本体を実質的に1方向に延伸（一軸配向）し、ミラーの場合、フィルムを実質的に2方向に延伸（二軸配向）することができる。後者の場合、延伸を非対称にして特に所望する特性を具備してもよいが、対称にする方が好ましい。40

**【0077】**

反射フィルム本体を、延伸交差方向における自然な縮小（延伸比率の平方根に等しい）から延伸交差方向において寸法的に緩和させても、縮小状態を保っても（すなわち延伸交差寸法における実質的な変化はなし）よい。反射フィルム本体を、長さ配向機および/または幅方向にテンダー使用して機械方向に延伸してよい。

**【0078】**

予備延伸温度、延伸温度、延伸速度、延伸比率、ヒートセット温度、ヒートセット時間、ヒートセット緩和および交差延伸緩和の条件を選択して、所望の屈折率関係を有する多層50

装置を得る。これらの可変値は相互依存しているため、例えば、比較的低い延伸速度は、比較的低い延伸温度などと組み合わせれば用いることができる。当業者であれば、どのようにこれらの可変値を適切に組み合わせて選択して、所望の多層装置を実現したらよいかということは明瞭であろう。しかしながら一般に、延伸方向にて約1:2～約1:10（より好ましくは約1:3～約1:7）と、延伸方向に直行する方向にて約1:0.2～約1:10（より好ましくは約1:0.2～約1:7）との延伸比率が好適である。

#### 【0079】

材料の各シートを加熱大気内にて延伸することにより、押出フィルムの配向を行うことができる。生産を経済的にするため、標準の長さ配向機、テンターオープン、あるいはこれらの双方にて連続的に延伸を行ってもよい。標準のポリマーフィルム生産の規模およびライン速度で節約できれば、商業的に入手可能な吸収性偏光子にかかる費用よりも実質的に低いコストで生産することが可能となる。10

#### 【0080】

2層以上の多層フィルムを互いに積層して、本発明による反射フィルム本体を得てもよい。例えばオハイオ州AkronのGood year Tire and Rubber Co. 製VITEL 3000および3300の商標名で入手可能な非晶質コポリエステルが積層材料として有用である。積層材料の選択は広範囲から可能であるが、多層フィルムへの接着力、光学的透明度および排気性が主な基準原則となる。

#### 【0081】

1層以上に、酸化防止剤、押出補助剤、熱安定剤、紫外線吸収剤、核生成剤、表面突起形成剤などの1種類以上の無機あるいは有機アジュバントを、本発明による性能を実質的に干渉しない範囲の通常量にて添加すると好ましい場合がある。20

#### 【0082】

以上、本発明について説明してきたが、これらは例証のみであり、制限を目的とするものではない。したがって本発明の範囲は、添付した請求の範囲に掲げる内容によってのみ解釈されるべきである。

#### 【図面の簡単な説明】

本発明を以下の図面を参照しながら詳述する。しかしながら、これらの図面は本発明を限定するためのものではない。

【図1a】 反射帯域の赤色端部あるいは青色端部において帯域端部を急峻にするための、多層積層体M<sub>1</sub>およびM<sub>2</sub>における光学繰り返し単位R<sub>1</sub>およびR<sub>2</sub>の光学的膜厚変化を示す。30

【図1b】 反射帯域の赤色端部あるいは青色端部において帯域端部を急峻にするための、多層積層体M<sub>1</sub>およびM<sub>2</sub>における光学繰り返し単位R<sub>1</sub>およびR<sub>2</sub>の光学的膜厚変化を示す。

【図1c】 反射帯域の赤色端部あるいは青色端部において帯域端部を急峻にするための、多層積層体M<sub>1</sub>およびM<sub>2</sub>における光学繰り返し単位R<sub>1</sub>およびR<sub>2</sub>の光学的膜厚変化を示す。

【図1d】 反射帯域の赤色端部あるいは青色端部において帯域端部を急峻にするための、多層積層体M<sub>1</sub>およびM<sub>2</sub>における光学繰り返し単位R<sub>1</sub>およびR<sub>2</sub>の光学的膜厚変化を示す。40

【図1e】 反射帯域の赤色端部あるいは青色端部において帯域端部を急峻にするための、多層積層体M<sub>1</sub>およびM<sub>2</sub>における光学繰り返し単位R<sub>1</sub>およびR<sub>2</sub>の光学的膜厚変化を示す。

【図2】 反射帯域の赤色端部あるいは青色端部において帯域端部を急峻にするための、多層積層体M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>およびM<sub>3</sub>における光学繰り返し単位R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>およびR<sub>3</sub>の光学的膜厚変化を示す。

【図3】 多層積層体M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>およびM<sub>3</sub>における光学繰り返し単位R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>およびR<sub>3</sub>の光学的膜厚変化を示す。M<sub>1</sub>およびM<sub>3</sub>は連続的に変化する勾配を有する。

【図4a】 2種類の交互に配されたポリマー層からなる多層フィルムの略図である。

10

20

30

40

50

【図 4 b】 2種類の交互に配されたポリマー層からなる多層フィルムの略図である。

【図 5】 2種類の交互に配されたポリマー材料層からなる光学繰り返し単位の立体的略図である。

【図 6】 ポリマー層A、BおよびCをABC Bパターンで配して含む光学繰り返し単位の立体的略図である。

【図 E 1 a】 LTG 1およびLTG 2の組み合わせた層厚変化度を示す層厚勾配グラフである。

【図 E 1 b】 層厚変化度LTG 1による反射帯域に対する短波長帯域端部と、逆の変化度LTG 2を追加したことによる効果とを示すコンピュータスペクトルである。

【図 E 2 a】 f率偏差による逆の変化度を有する積層体設計の層厚変化度グラフである。  
10

【図 E 2 b】 LTG 1およびLTG 3を組み合わせて得られた帯域端部の急峻性が改良されたことを示すコンピュータスペクトルである。

【図 E 3 a】 LTG 1およびLTG 4を組み合わせた積層体に対する層厚勾配グラフである。

【図 E 3 b】 LTG 1の場合と比較して図E 3 aの層厚変化度に見られる改良を示すコンピュータスペクトルである。

【図 E 4 a】 低指数層はLTG 1およびLTG 5において全積層体において直線状であり、高指数構成要素はLTG 5部分において勾配が逆転している、層厚変化度を示すグラフである。  
20

【図 E 4 b】 LTG 1の場合に対する図E 4 aにおける変化度に見られる改良を示すコンピュータスペクトルである。

【図 N 1 a】 広帯域反射積層体の層厚グラフに不連続部分を設けて製造した1つの帯域通過フィルタに対する層厚変化度グラフである。

【図 N 1 b】 図N 1 aの変化度に対して算出したスペクトルである。

【図 N 2 a】 2段階の直線状厚さ分布および段階に分かれていなない四分の一波長積層体による層厚変化度グラフである。

【図 N 2 b】 図N 2 aの変化度に対して算出したスペクトルである。

【図 N 3 a】 曲線状の層厚グラフを示す層厚変化度グラフである。

【図 N 3 b】 図N 3 aの変化度に対して算出したスペクトルである。  
30

【図 1 a】

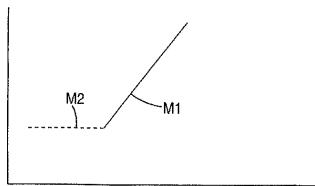


Fig. 1a

【図 1 b】

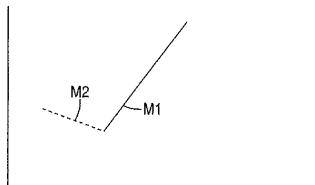


Fig. 1b

【図 1 c】

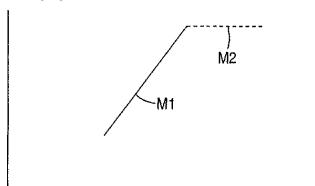


Fig. 1c

【図 1 d】

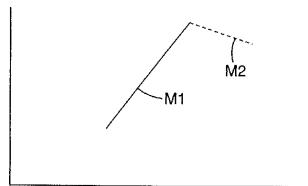


Fig. 1d

【図 1 e】

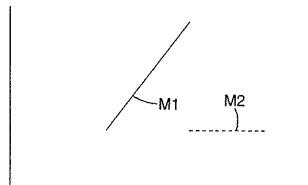


Fig. 1e

【図 2】

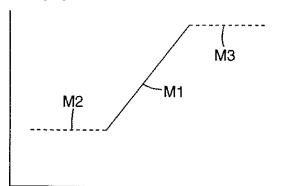
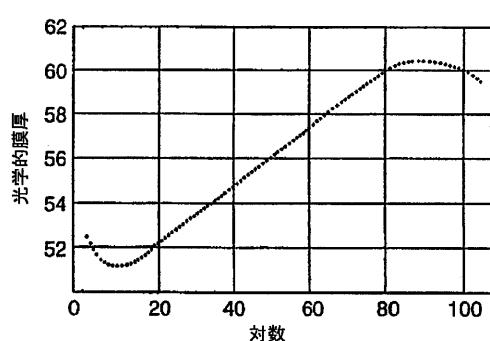
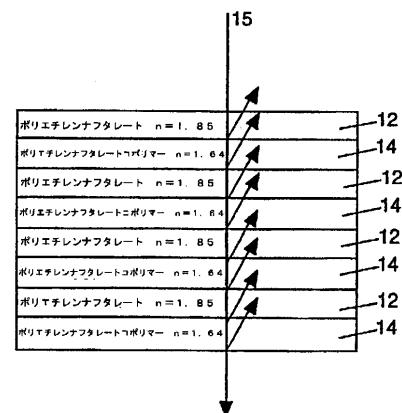


Fig. 2

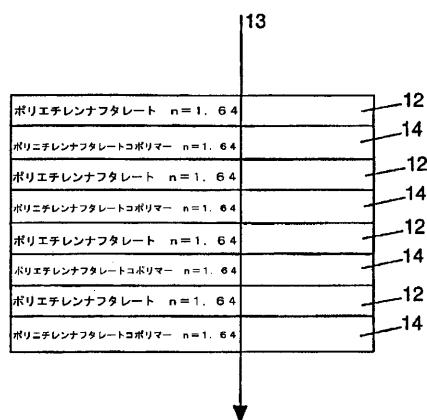
【図 3】



【図 4 b】



【図 4 a】



【図 5】

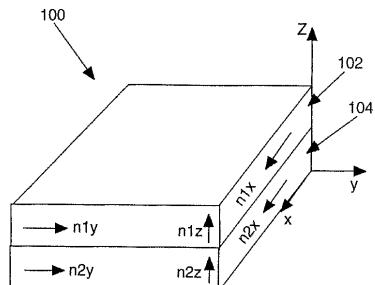


Fig. 5

【図 6】

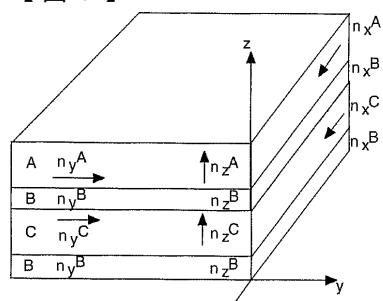
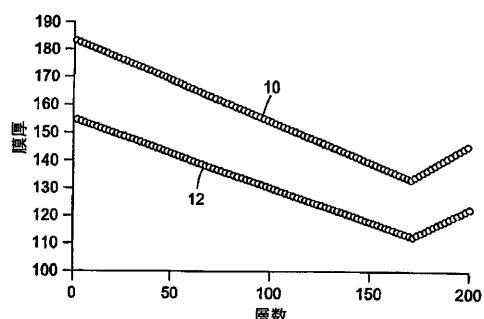
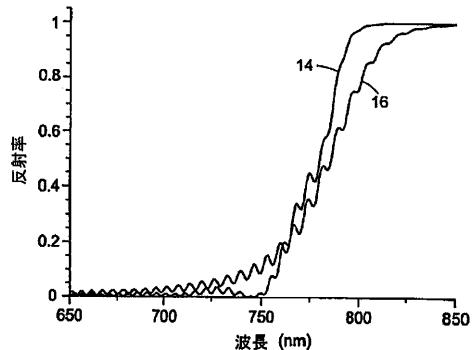


Fig. 6

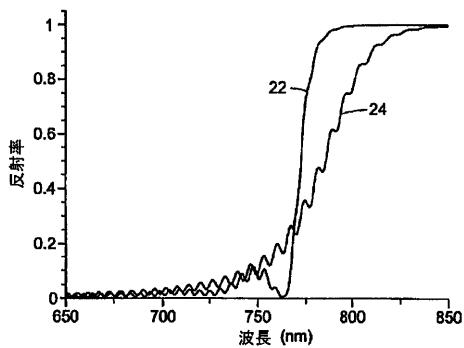
【図 E 1 a】



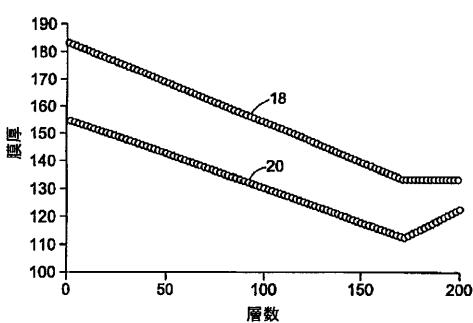
【図 E 1 b】



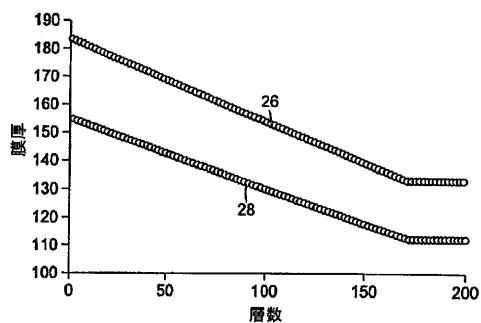
【図 E 2 b】



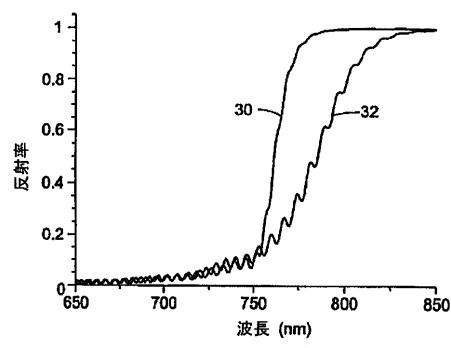
【図 E 2 a】



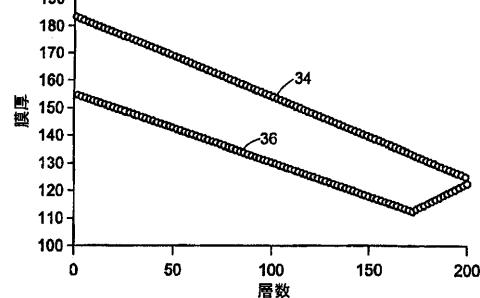
【図 E 3 a】



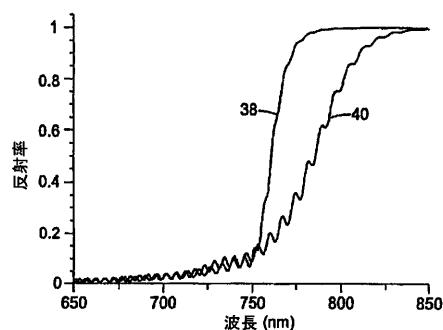
【図 E 3 b】



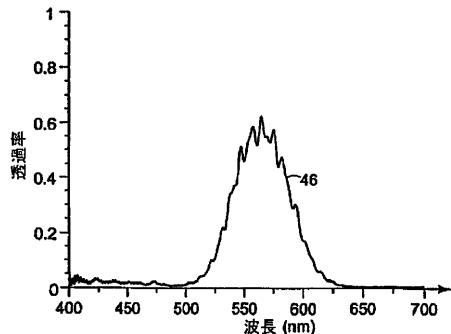
【図 E 4 a】



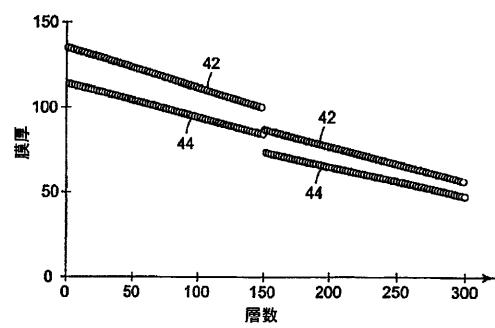
【図 E 4 b】



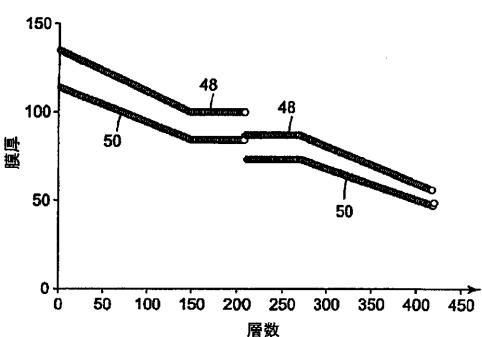
【図 N 1 b】



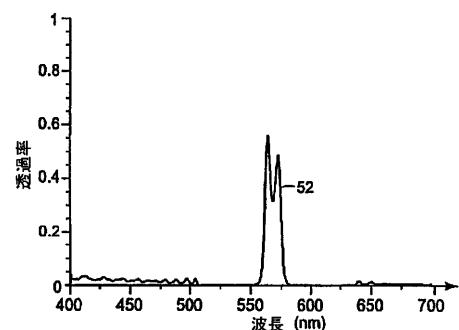
【図 N 1 a】



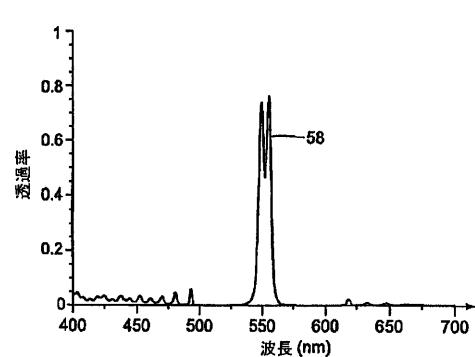
【図 N 2 a】



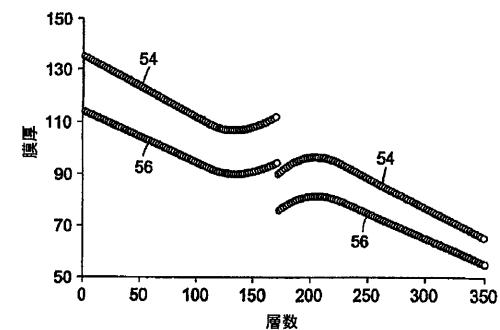
【図 N 2 b】



【図 N 3 b】



【図 N 3 a】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ジョン・エイ・ウィートリー

アメリカ合衆国55133-3427ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス3  
3427

(72)発明者 マイケル・エフ・ウェーバー

アメリカ合衆国55133-3427ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス3  
3427

審査官 濱野 隆

(56)参考文献 特開平4-313704(JP,A)

特表平10-511322(JP,A)

特開昭61-296304(JP,A)

特表平7-507152(JP,A)

特表平8-503312(JP,A)

特表平9-506837(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 5/28