

(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2012-117828

(P2012-117828A)

(43) 公開日 平成24年6月21日(2012.6.21)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/23 (2006.01)	GO 1 N 21/23	2 G O 5 9
GO 2 B 5/30 (2006.01)	GO 2 B 5/30	2 H 1 4 9

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-265105 (P2010-265105)	(71) 出願人	000229117
(22) 出願日	平成22年11月29日 (2010.11.29)		日本ゼオン株式会社
			東京都千代田区丸の内一丁目6番2号
		(72) 発明者	ラ フング チオング
			東京都千代田区丸の内一丁目6番2号 日
			本ゼオン株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 隆
			東京都千代田区丸の内一丁目6番2号 日
			本ゼオン株式会社内
		F ターム (参考)	2G059 AA02 BB10 EE01 EE05 EE12
			EE17 GG01 KK01 MM01
			2H149 AA02 DA02 DA12 DB24 FA05Y
			FA06Y FA13Y FB08

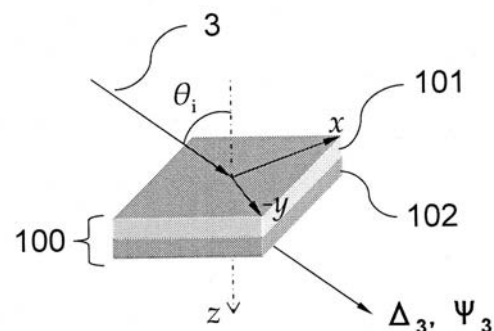
(54) 【発明の名称】 光学異方性膜のレターデーションの測定方法

(57) 【要約】

【課題】 二種の層からなる光学異方性膜の各層のレターデーションを、各層を分離することなく測定する方法を提供する。

【課題手段】 光学異方性膜に対し略垂直方向に光を照射してその透過偏光状態の変化(1)を測定する工程、前記光学異方性膜の面内遅相軸方向に対し方位角 -5° ~ $+5^{\circ}$ かつ極角 θ_1 (ただし、 $30^{\circ} \leq \theta_1 \leq 70^{\circ}$)の方向に光を照射してその透過偏光状態の変化(2)を測定する工程、前記光学異方性膜の面内遅相軸方向に対し方位角 θ_2 (ただし、 $30^{\circ} \leq \theta_2 \leq 60^{\circ}$)かつ極角 θ_3 (ただし、 $30^{\circ} \leq \theta_3 \leq 70^{\circ}$)の方向に光を照射してその透過偏光状態の変化(3)を測定する工程、ならびに前記透過偏光状態の変化(1)~(3)を用いて各層の面内レターデーション R_e および厚さ方向のレターデーション R_{th} を算出する工程により、光学異方性膜のレターデーションを測定する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二種の層からなる光学異方性膜のレターデーションを測定する方法であって、

前記光学異方性膜に対し略垂直方向に光を照射してその透過偏光状態の変化 (1) を測定する工程、

前記光学異方性膜の面内遅相軸方向に対し方位角 $-5^{\circ} \sim +5^{\circ}$ かつ極角 θ_1 (ただし、 $30^{\circ} \leq \theta_1 \leq 70^{\circ}$ である) の方向に光を照射してその透過偏光状態の変化 (2) を測定する工程、

前記光学異方性膜の面内遅相軸方向に対し方位角 θ_2 (ただし、 $30^{\circ} \leq \theta_2 \leq 60^{\circ}$ である) かつ極角 θ_3 (ただし、 $30^{\circ} \leq \theta_3 \leq 70^{\circ}$ である) の方向に光を照射してその透過偏光状態の変化 (3) を測定する工程、

ならびに、

前記透過偏光状態の変化 (1) ~ (3) を用いて前記光学異方性膜を構成する各層の面内レターデーション R_e および厚さ方向のレターデーション R_{th} を算出する工程を含む、

光学異方性膜のレターデーションの測定方法。

【請求項 2】

前記透過偏光状態の変化 (1) ~ (3) の測定が分光エリプソメトリーによるものであり、

前記透過偏光状態の変化 (1) が透過光の位相差の変化 Δ_1 であり、

前記透過偏光状態の変化 (2) が透過光の位相差の変化 Δ_2 であり、

前記透過偏光状態の変化 (3) が透過光の位相差の変化 Δ_3 および振幅比の変化 Ψ_3 である、

請求項 1 記載の測定方法。

【請求項 3】

前記光学異方性膜を構成する各層の面内レターデーション R_e および厚さ方向のレターデーション R_{th} を算出する工程が、

R_{e1} および R_{th1} を仮定して、下式 [1] ~ [4] により各層の厚さと三次元屈折率を求める工程、

この各層の厚さと三次元屈折率を用いて、 4×4 マトリックス法により方位角 θ_2 かつ極角 θ_3 の方向に光を照射したときの透過光の位相差の変化の計算値 Δ_{3c} および振幅比の変化の計算値 Ψ_{3c} を算出する工程、

Δ_{3c} および Ψ_{3c} と、前記 Δ_3 および Ψ_3 との差がそれぞれ最小となる値として R_{e1} および R_{th1} を算出する工程、

この R_{e1} および R_{th1} から下式 [1] ~ [4] により各層の厚さと三次元屈折率を求める工程、

この三次元屈折率から下式 [5] により R_{e2} および R_{th2} を算出する工程、

を含むものである請求項 2 記載の測定方法。

10

20

30

【数 1】

$$n_{x1} = \frac{1}{2} \left[\frac{2}{3} \left(\frac{Rth_1}{d_1} + 3n_{i1} \right) + \frac{Re_1}{d_1} \right],$$

$$n_{y1} = n_{x1} - \frac{Re_1}{d_1}, \quad [1]$$

$$n_{z1} = 3n_{i1} - n_{x1} - n_{y1}.$$

10

$$\Delta_{11} = d_1 \times (n_{x1} - n_{y1})$$

$$\Delta_{21} = d_1 \times \left[n_{x1} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{z1}^2}} - n_{y1} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{y1}^2}} \right] \quad [2]$$

$$\Delta_{12} = \Delta_1 - \Delta_{11}$$

$$\Delta_{22} = \Delta_2 - \Delta_{21} \quad [3]$$

20

$$d_2 \times (n_{x2} - n_{y2}) = \Delta_{12}$$

$$d_2 \times \left[n_{x2} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{z2}^2}} - n_{y2} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{y2}^2}} \right] = \Delta_{22} \quad [4]$$

$$n_{x2} + n_{y2} + n_{z2} = 3n_{i2}$$

$$Re_2 = d_2 \times (n_{x2} - n_{y2})$$

$$Rth_2 = d_2 \times \left(\frac{n_{x2} + n_{y2}}{2} - n_{z2} \right) \quad [5]$$

30

(式中、 n_i は前記光学異方性膜の各層の平均屈折率を表し、
 n_x 、 n_y および n_z は前記光学異方性膜の各層の三次元屈折率を表し (ただし、添字の
 x 、 y および z はそれぞれ前記光学異方性膜の面内遅相軸方向、光学異方性膜の面内遅相
 軸に面内で直交する方向、光学異方性膜の厚さ方向を表す。)、
 d は前記光学異方性膜の各層の厚さを表す。

40

また、 Re 、 Rth 、 Δ_1 、 Δ_2 、 n_i 、 n_x 、 n_y 、 n_z および d における添字の 1 は
 、前記光学異方性膜の光を照射する側の層およびそれと同種の層についての値であることを
 を表し、2 はそれと異なる種類の層についての値であることを表す。)

【請求項 4】

θ_2 が $40^\circ \leq \theta_2 \leq 50^\circ$ である、請求項 1～3 のいずれかに記載の測定方法。

【請求項 5】

二種の層からなる光学異方性膜が多層押し出し成形により得られたものである、請求項
 1～4 のいずれかに記載の測定方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学異方性膜のレターデーションを測定する方法に関し、より詳しくは、二種の層からなる光学異方性膜の各層の面内レターデーション R_e および厚さ方向のレターデーション $R_t h$ を測定する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光の偏光状態を変化させることができる光学異方性膜は、位相差板、視野角補償板などとして液晶表示装置をはじめ様々な光学装置に用いられている。光学装置に求められる光学特性に応じて、光学異方性膜として異なる二種の層からなる二層構成や二種三層構成のフィルムが用いられることがある。より精密な光学特性の制御のためには、かかる二種の層からなる光学異方性膜の、各層ごとの光学特性を測定することが重要となる。

10

【0003】

薄膜の光学特性を測定する方法としては、分光エリプソメトリー法が広く用いられている。例えば、基板表面の二層構成または二種三層構成の薄膜を分光エリプソメータを用いて測定し、3段階の解析を行うことで構造解析を行う方法が開示されている（特許文献1、2）。

【0004】

また、2枚の複屈折性フィルムが貼り合わされてなる複合フィルムのレターデーション値を、エリプソメータにより入射光に対する透過光の偏光状態の変化を検出することにより求める工程を含む、複屈折性フィルムの主軸測定方法も開示されている（特許文献3）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-302334号公報

【特許文献2】特開2004-286468号公報

【特許文献3】特開2004-294370号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0006】

しかしながら、二種の層からなる光学異方性膜の各層ごとのレターデーションを測定する方法はこれまで知られていなかった。特に多層押出しで得られる光学異方性膜については、各層を分離して各々のレターデーションを直接測定することも実質的に不可能であり、光学異方性膜の製造において各層の光学特性を精密に制御することが困難となっていた。

【0007】

本発明は、二種の層からなる光学異方性膜の各層のレターデーションを、各層を分離することなく測定する方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0008】

本発明者らは鋭意検討の結果、光学異方性膜に対し3方向から光を照射してそれぞれの透過偏光状態の変化を測定することで、光学異方性膜の各層のレターデーションを求められることを見出し、この知見に基づき本発明を完成するに至った。

【0009】

かくして本発明によれば、二種の層からなる光学異方性膜のレターデーションを測定する方法であって、

前記光学異方性膜に対し略垂直方向に光を照射してその透過偏光状態の変化(1)を測定する工程、

前記光学異方性膜の面内遅相軸方向に対し方位角 $-5^{\circ} \sim +5^{\circ}$ かつ極角 θ_1 （ただし

50

、 $30^\circ \leq \theta_1 \leq 70^\circ$ である)の方向に光を照射してその透過偏光状態の変化(2)を測定する工程、

前記光学異方性膜の面内遅相軸方向に対し方位角 θ_2 (ただし、 $30^\circ \leq \theta_2 \leq 60^\circ$ である)かつ極角 θ_3 (ただし、 $30^\circ \leq \theta_3 \leq 70^\circ$ である)の方向に光を照射してその透過偏光状態の変化(3)を測定する工程、

ならびに、

前記透過偏光状態の変化(1)～(3)を用いて前記光学異方性膜を構成する各層の面内レターデーション R_e および厚さ方向のレターデーション R_{th} を算出する工程を含む、

光学異方性膜のレターデーションの測定方法が提供される。

10

【0010】

上記測定方法においては、前記透過偏光状態の変化(1)～(3)の測定が分光エリブソメトリーによるものであり、

前記透過偏光状態の変化(1)が透過光の位相差の変化 Δ_1 であり、

前記透過偏光状態の変化(2)が透過光の位相差の変化 Δ_2 であり、

前記透過偏光状態の変化(3)が透過光の位相差の変化 Δ_3 および振幅比の変化 Ψ_3 であることが好ましい。

【0011】

前記光学異方性膜を構成する各層の面内レターデーション R_e および厚さ方向のレターデーション R_{th} を算出する工程は、

20

R_{e1} および R_{th1} を仮定して、下式[1]～[4]により各層の厚さと三次元屈折率を求める工程、

この各層の厚さと三次元屈折率を用いて、 4×4 マトリックス法により方位角 θ_2 かつ極角 θ_3 の方向に光を照射したときの透過光の位相差の変化の計算値 Δ_{3c} および振幅比の変化の計算値 Ψ_{3c} を算出する工程、

Δ_{3c} および Ψ_{3c} と、前記 Δ_3 および Ψ_3 との差がそれぞれ最小となる値として R_{e1} および R_{th1} を算出する工程、

この R_{e1} および R_{th1} から下式[1]～[4]により各層の厚さと三次元屈折率を求める工程、

この三次元屈折率から下式[5]により R_{e2} および R_{th2} を算出する工程、

30

を含むものであることが好ましい。

【0012】

【数 1】

$$n_{x1} = \frac{1}{2} \left[\frac{2}{3} \left(\frac{Rth_1}{d_1} + 3n_{i1} \right) + \frac{Re_1}{d_1} \right],$$

$$n_{y1} = n_{x1} - \frac{Re_1}{d_1}, \quad [1]$$

$$n_{z1} = 3n_{i1} - n_{x1} - n_{y1}.$$

10

$$\Delta_{11} = d_1 \times (n_{x1} - n_{y1})$$

$$\Delta_{21} = d_1 \times \left[n_{x1} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{z1}^2}} - n_{y1} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{y1}^2}} \right] \quad [2]$$

$$\Delta_{12} = \Delta_1 - \Delta_{11}$$

$$\Delta_{22} = \Delta_2 - \Delta_{21} \quad [3]$$

20

$$d_2 \times (n_{x2} - n_{y2}) = \Delta_{12}$$

$$d_2 \times \left[n_{x2} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{z2}^2}} - n_{y2} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{y2}^2}} \right] = \Delta_{22} \quad [4]$$

$$n_{x2} + n_{y2} + n_{z2} = 3n_{i2}$$

$$Re_2 = d_2 \times (n_{x2} - n_{y2})$$

$$Rth_2 = d_2 \times \left(\frac{n_{x2} + n_{y2}}{2} - n_{z2} \right) \quad [5]$$

30

【0013】

前記式中、 n_i は前記光学異方性膜の各層の平均屈折率を表し、
 n_x 、 n_y および n_z は前記光学異方性膜の各層の三次元屈折率を表し（ただし、添字の
 x 、 y および z はそれぞれ前記光学異方性膜の面内遅相軸方向、光学異方性膜の面内遅相
 軸に面内で直交する方向、光学異方性膜の厚さ方向を表す。）、
 d は前記光学異方性膜の各層の厚さを表す。

40

また、 Re 、 Rth 、 Δ_1 、 Δ_2 、 n_i 、 n_x 、 n_y 、 n_z および d における添字の 1 は
 、前記光学異方性膜の光を照射する側の層およびそれと同種の層についての値であることを
 表し、2 はそれと異なる種類の層についての値であることを表す。

【0014】

上記測定方法においては、 θ_2 が $40^\circ \leq \theta_2 \leq 50^\circ$ であることが好ましい。

また、二種の層からなる光学異方性膜が多層押し出し成形により得られたものであるこ
 とが好ましい。

【発明の効果】

50

【0015】

本発明によれば、二種の層からなる光学異方性膜の各層のレターデーションを測定することが可能となる。これにより、光学異方性膜の製造において、得られるレターデーション値に基づき製造条件を制御することで、各層の光学特性を精密に制御することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の一形態に係る第1の測定を示す図である。

【図2】本発明の実施の一形態に係る第2の測定を示す図である。

【図3】本発明の実施の一形態に係る第3の測定を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明の測定方法は、二種の層からなる光学異方性膜のレターデーションを測定する方法である。本発明の測定方法が適用できる光学異方性膜は、二種の層からなり、各層の面内遅相軸が平行または直交な膜である。ここで二種の層からなるとは、組成の異なる二種の層が積層された構成を有することを表す。光学異方性膜の構成は、二種の層からなるものであれば二層であっても三層以上であってもよいが、好ましくは二種二層または二種三層であり、より好ましくは二種二層である。

【0018】

光学異方性膜の各層を構成する材料は、光を透過する性質のあるものであれば特に限定されないが、通常は樹脂フィルムが用いられる。用いられる樹脂としては、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリエーテルスルホン、ポリエステル、アモルファスポリエチレン、トリアセチルセルロース、環状オレフィン樹脂などを挙げることができる。

【0019】

光学異方性膜の膜厚は、通常20～250 μm 、好ましくは40～180 μm である。光学異方性膜は、通常、薄いので、互いに直交するx軸及びy軸を膜面に平行な方向に、z軸を膜に垂直（厚さ）な方向にとり、そして、 n_x を光学異方性膜の面内遅相軸方向の屈折率、 n_y を光学異方性膜の面内遅相軸に面内で直交する方向の屈折率、 n_z を光学異方性膜の厚さ方向の屈折率と定義している。

【0020】

樹脂フィルムからなる光学異方性膜の製造方法は限定されない。具体的には、(a)光学異方性を有する二以上のフィルムを、それぞれのフィルムの面内遅相軸が平行または直交となるように貼り合わせる方法；(b)光学異方性を有さない二以上のフィルムを貼り合せ、次いでこのフィルムを延伸して光学異方性を付与する方法；および(c)二種の層からなるフィルムを多層押し出しにより成形し、次いでこのフィルムを延伸して光学異方性を付与する方法；が挙げられる。これらの中でも、各層の面内遅相軸を平行または直交にすることが容易であるので(b)および(c)の方法が好ましく、(c)の方法が特に好ましい。本発明の測定方法によれば、各層を分離することが困難な(c)の方法で製造した光学異方性膜であっても、各々の層のレターデーションを測定することができる。

【0021】

本発明の測定方法は、前記光学異方性膜に対し光を照射してその透過偏光状態の変化を測定する工程を含む。本発明で用いる光の種類は限定されないが、レーザー光のように細い平行光線であることが好ましい。光学異方性膜に照射される光の範囲を狭くでき、より正確な測定が可能になる。

【0022】

本発明で透過偏光状態の変化を測定する方法としては分光エリプソメトリーおよびミュラーマトリックスが挙げられ、それぞれ分光エリプソメータおよびミュラーマトリックス偏光計を用いて測定することができる。中でも、少数のパラメータで十分な情報量が得られるので分光エリプソメトリーによる測定が好ましい。

【0023】

本発明の測定方法では、第1の測定として、前記光学異方性膜に対し略垂直方向に光を照射してその透過偏光状態の変化(1)を測定する。ここで光学異方性膜に対し垂直方向とは前記z軸の方向に等しく、略垂直方向とは該z軸と光の照射方向とがなす角である極角が 5° 以下であることを表す。分光エリプソメトリーによる測定を行う場合は、偏光状態の変化(1)は透過光の位相差の変化 Δ_1 で表される。

【0024】

本発明の測定方法では、第2の測定として、前記光学異方性膜の配向方向に対し方位角 $-5^\circ \sim +5^\circ$ かつ極角 θ_1 (ただし、 $30^\circ \leq \theta_1 \leq 70^\circ$ である)の方向に光を照射してその透過偏光状態の変化(2)を測定する。極角 θ_1 の範囲は、好ましくは $40^\circ \leq \theta_1 \leq 60^\circ$ である。この範囲であると、測定感度に優れる。分光エリプソメトリーによる測定を行う場合は、偏光状態の変化(2)は透過光の位相差の変化 Δ_2 で表される。

10

【0025】

本発明の測定方法では、第3の測定として、前記光学異方性膜の配向方向に対し方位角 θ_2 (ただし、 $30^\circ \leq \theta_2 \leq 60^\circ$ である)かつ極角 θ_3 (ただし、 $30^\circ \leq \theta_3 \leq 70^\circ$ である)の方向に光を照射してその透過偏光状態の変化(3)を測定する。

【0026】

方位角 θ_2 の範囲は 45° に近いほど好ましく、好ましくは $40^\circ \leq \theta_2 \leq 50^\circ$ 、より好ましくは $44^\circ \leq \theta_2 \leq 46^\circ$ である。この範囲であると、測定感度に優れる。極角 θ_3 の範囲は、好ましくは $40^\circ \leq \theta_1 \leq 60^\circ$ である。この範囲であると、測定感度に優れる。分光エリプソメトリーによる測定を行う場合は、偏光状態の変化(3)は透過光の位相差の変化 Δ_3 および振幅比の変化 Ψ_3 で表される。

20

【0027】

本発明の測定方法は、前記透過偏光状態の変化(1)～(3)を用いて前記光学異方性膜を構成する各層の面内レターデーションReおよび厚さ方向のレターデーションRthを算出する工程を含む。

【0028】

算出の方法は特に限定されず、例えば結晶光学理論を応用して各層の3次元屈折率(n_{x1} 、 n_{y1} 、 n_{z1} 、 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2})を変化させて Δ_1 、 Δ_2 、 Δ_3 、 Ψ_3 を計算し、計算結果を測定結果にフィティングして各層のReおよびRthを算出することもできるが、透過偏光状態の変化を分光エリプソメトリーにより測定する場合は、下式[1]～[5]を用いてReおよびRthを算出することが好ましい。変化させるパラメータが少ないため解析が容易だからである。

30

【0029】

下式[1]～[5]を用いてReおよびRthを算出する方法について、二種二層構成の光学異方性膜を例として、以下に詳細に説明する。

なお式中、 n_i は光学異方性膜の各層の平均屈折率を表し、

n_x 、 n_y および n_z は光学異方性膜の各層の3次元屈折率を表し(ただし、添字のx、yおよびzはそれぞれ前記光学異方性膜の面内遅相軸方向、光学異方性膜の面内遅相軸に面内で直交する方向、光学異方性膜の厚さ方向を表す。)、

40

dは前記光学異方性膜の各層の厚さを表す。

また、Re、Rth、 Δ_1 、 Δ_2 、 Δ_3 、 Ψ_3 、 n_i 、 n_x 、 n_y 、 n_z およびdにおける添字の1は、前記光学異方性膜の光を照射する側の層(以下、「第1層」ということがある。))についての値であることを表し、2はそれと異なる種類の層(以下、「第2層」ということがある。))についての値であることを表す。

【0030】

まずRe₁およびRth₁を仮定して、式[1]により第1層(平均屈折率 n_{i1} 、厚さ d_1)の3次元屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} および n_{z1} を求める。

【0031】

【数 2】

$$n_{x1} = \frac{1}{2} \left[\frac{2}{3} \left(\frac{Rth_1}{d_1} + 3n_{i1} \right) + \frac{Re_1}{d_1} \right],$$

$$n_{y1} = n_{x1} - \frac{Re_1}{d_1},$$

[1]

10

$$n_{z1} = 3n_{i1} - n_{x1} - n_{y1}.$$

【 0 0 3 2 】

次にこの n_{x1} 、 n_{y1} および n_{z1} を用いて、前記第1の測定および第2の測定における第1層の位相差の変化 Δ_{11} および Δ_{21} を式[2]により求める。

20

【 0 0 3 3 】

【数 3】

$$\Delta_{11} = d_1 \times (n_{x1} - n_{y1})$$

$$\Delta_{21} = d_1 \times \left[n_{x1} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{z1}^2}} - n_{y1} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{y1}^2}} \right]$$

[2]

30

【 0 0 3 4 】

この式[2]で得られた Δ_{11} および Δ_{21} 、ならびに前記第1の測定および第2の測定で得られた光学異方性膜全体の位相差の変化 Δ_1 および Δ_2 を用いて、前記第1の測定および第2の測定における第2層の位相差の変化 Δ_{12} および Δ_{22} を式[3]により求める。

【 0 0 3 5 】

【数 4】

$$\Delta_{12} = \Delta_1 - \Delta_{11}$$

[3]

$$\Delta_{22} = \Delta_2 - \Delta_{21}$$

40

【 0 0 3 6 】

この Δ_{12} および Δ_{22} を用いて第2層（平均屈折率 n_{i2} 、厚さ d_2 ）の3次元屈折率 n_{x2} 、 n_{y2} および n_{z2} を式[4]により求める。

【 0 0 3 7 】

50

【数 5】

$$\begin{aligned}
 d_2 \times (n_{x2} - n_{y2}) &= \Delta_{12} \\
 d_2 \times \left[n_{x2} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{z2}^2}} - n_{y2} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_{y2}^2}} \right] &= \Delta_{22} \quad [4] \\
 n_{x2} + n_{y2} + n_{z2} &= 3n_{12}
 \end{aligned}$$

10

【0038】

次いで得られた各層の厚さおよび3次元屈折率を用いてバールマン (Berreman) の 4×4 マトリックス法を適用すると、前記第3の測定における光学異方性膜の偏光状態の変化を表すエリプソメトリー変数 Δ_{3c} および Ψ_{3c} を算出する。

【0039】

なお 4×4 マトリックス法は Journal of Optical Society of America, vol. 62, 6, p. 502-510 (1972) に開示される公知の計算方法であるが、複雑な計算であるので、ここでは詳細の記載を省略する。

【0040】

こうして得られた Δ_{3c} および Ψ_{3c} と、前記第3の測定で直接得られた光学異方性膜の偏光状態の変化 Δ_3 および Ψ_3 とを対比する。最初に仮定した Re_1 および Rth_1 の値を変化させながら前記式 [1] ~ [4] による計算を繰り返し、 Δ_{3c} および Ψ_{3c} と Δ_3 および Ψ_3 との差がそれぞれ最も小さくなるときの Re_1 および Rth_1 を求める。この値が第1層の真の Re_1 および Rth_1 となる。

20

【0041】

またこの Re_1 および Rth_1 に対応する n_{x2} 、 n_{y2} および n_{z2} が第2層の真の屈折率になる。これらを用いて式 [5] により第2層の面内レターデーション Re_2 および厚さ方向のレターデーション Rth_2 を求める。

【0042】

30

【数 6】

$$\begin{aligned}
 Re_2 &= d_2 \times (n_{x2} - n_{y2}) \\
 Rth_2 &= d_2 \times \left(\frac{n_{x2} + n_{y2}}{2} - n_{z2} \right) \quad [5]
 \end{aligned}$$

40

【0043】

以上、二種二層の光学異方性膜を例として説明したが、三層以上の構成の光学異方性膜についても同様に各層のレターデーションを求めることができる。この場合、計算に用いる各パラメータは、同種の層を合計した値となる。例えば、第1層-第2層-第1層と同種の層である第3層、の順に積層された構成を有する二種三層の光学異方性膜であれば、 Re_1 、 Rth_1 、 Δ_{11} 、 Δ_{21} 、 n_{i1} 、 n_{x1} 、 n_{y1} 、 n_{z1} および d_1 は全て第1層と第3層とを合わせた値として得られる。

50

【0044】

光学異方性膜の製造方法においては、所望の光学特性を有する光学異方性膜を得るために、製造工程の諸条件、例えば、温度、圧力、膜厚、成膜速度、粘度、延伸倍率などの条件を変更し、屈折率やレターデーションなどの値が所望の値に近づくように、自動または手動でフィードバック制御している。本発明の測定方法によれば、二種の層からなる光学異方性膜について、各層の面内レターデーション R_e および厚さ方向のレターデーション R_{th} を測定することができるので、このフィードバック制御をより精密に行うことが可能になり、所望の光学特性を有する光学異方性膜を製造することが容易になる。

【実施例】

【0045】

以下、実施例及び比較例を参照して本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

【0046】

(実施例1)

厚さが $67\ \mu\text{m}$ で未延伸の環状オレフィン樹脂フィルム（ゼオノアフィルム ZF14；日本ゼオン社製）を 144°C で縦方向に 1.5 倍延伸して、厚さ d_2 が $55\ \mu\text{m}$ 、平均屈折率 n_{i2} が 1.535、 R_e が $118\ \text{nm}$ 、 R_{th} が $61\ \text{nm}$ であるフィルムを第2層のフィルムとして得た。

【0047】

この第2層の上に第1層のフィルムとして、厚さ d_1 が $50\ \mu\text{m}$ 、平均屈折率 n_{i1} が 1.535、 R_e が $52\ \text{nm}$ 、 R_{th} が $126\ \text{nm}$ である延伸された環状オレフィン樹脂フィルム（ゼオノアフィルム ZB12；日本ゼオン社製）を、日東電工社製両面接着テープを用いて両フィルムの遅相軸が直交するように貼り合わせて光学異方性膜 A を作製した。なお、それぞれのフィルムの光学特性は特開 2007-225426 号公報に記載の方法に基づき測定した。すなわち、特開 2007-225426 号公報に記載の方法により平均屈折率 n_i および三次元屈折率 n_x 、 n_y および n_z を測定し、前記式 [5] により R_e および R_{th} を求めた。また厚さはマイクロメータを用いて測定した。

【0048】

分光エリプソメータ（J. A. Woollam 社製 M-2000）を用いて以下のように各層の R_e と R_{th} を測定した。なお下記第1～第3の測定いずれにおいても光学異方性膜 A の第1層側の面から光を照射した。

【0049】

第1の測定として、図1に示すように、光ビームが光学異方性膜 A に垂直に入射されるように調整し透過光の位相差の変化 Δ_1 を測定した。このとき $\Delta_1 = 65.9\ \text{nm}$ ($= 43.1^\circ$) であった。

【0050】

第2の測定として、図2に示すように、光学異方性膜 A の遅相軸（配向方向）が 0° 且つ光ビームが光学異方性膜 A に対し極角 θ_1 が 50° で入射されるように調整し透過光の位相差の変化 Δ_2 を測定した。このとき $\Delta_2 = 12.0\ \text{nm}$ ($= 7.85^\circ$) であった。

【0051】

第3の測定として、図3に示すように、光学異方性膜 A の遅相軸（配向方向）に対し方位角 θ_2 が 45° 且つ光ビームが光学異方性膜 A に対し極角 θ_3 が 50° で入射されるように調整し透過光の位相差の変化 Δ_3 と振幅比の変化 Ψ_3 を測定した。このとき $\Delta_3 = -97.7^\circ$ 、 $\Psi_3 = 23.9^\circ$ であった。

【0052】

第1層のフィルムの R_{e1} を $-300 \sim +300\ \text{nm}$ 、 R_{th1} を $-300 \sim +300\ \text{nm}$ の範囲内に变化させ、それぞれの R_{e1} 、 R_{th1} に対して前記式 [1] ～ [4] を用い第1層のフィルムの 3 次元屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} 、 n_{z1} および第2層のフィルムの 3 次元屈折率 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} を計算した。

【0053】

10

20

30

40

50

得られた n_{x1} 、 n_{y1} 、 n_{z1} および n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} を用いて 4×4 マトリックス法により方位角 θ_2 、極角 θ_3 の入射条件に対して透過光の位相差の変化 Δ_{3c} と振幅比の変化 Ψ_{3c} を計算した。計算された Δ_{3c} および Ψ_{3c} を前記第3の測定で得られた Δ_3 および Ψ_3 と比較し、その差が一番小さくなるときの Re_1 および Rth_1 として、第1層の面内レターデーション $Re_1 = 52 \text{ nm}$ および厚さ方向のレターデーション $Rth_1 = 122 \text{ nm}$ を得た。

【0054】

この $Re_1 = 52 \text{ nm}$ 、 $Rth_1 = 122 \text{ nm}$ に対応する第2層の三次元屈折率 n_{x2} $= 1.5362$ 、 $n_{y2} = 1.5344$ 、 $n_{z2} = 1.5343$ を用いて、式[5]に基づき第2層の Re_2 および Rth_2 を計算すると、 $Re_2 = 119 \text{ nm}$ 、 $Rth_2 = 67 \text{ nm}$ であった。こうして得られた Re_1 、 Rth_1 、 Re_2 および Rth_2 は第1層のフィルムと第2層のフィルムとを貼り合わせる前に個別で測定した値とよく一致し、本発明の測定方法により二種二層構成の光学異方性膜のレターデーションを精度よく測定できることが分かった。

【0055】

(実施例2)

実施例1で用いた光学異方性膜Aの第2層側に、第1層と同じフィルムを第3層として、日東電工社製両面接着テープを用いて、第1層と第3層の遅相軸が平行となるように貼り合わせて2種3層の光学異方性膜Bを作製した。この光学異方性膜について実施例1と同様の測定を行い、 $\Delta_1 = 15.0 \text{ nm}$ 、 $\Delta_2 = -74.3 \text{ nm}$ 、 $\Delta_3 = -63.2^\circ$ 、 $\Psi_3 = 6.87^\circ$ を得た。

【0056】

ここで、屈折率が第1層及び第3層に等しく、厚さが第1層の厚さと第3層の厚さとの和である層を第4層として仮定する。そして、上記2種3層の光学異方性膜Bを、第2層—第4層の構成を有する2種2層の光学異方性膜とみなして、実施例1と同様な手法で Re_2 を $-300 \text{ nm} \sim +300 \text{ nm}$ 、 Rth_2 を $-300 \text{ nm} \sim +300 \text{ nm}$ の範囲で変化させ、それぞれの Re_2 、 Rth_2 に対して前記式[1]～[4]を用い第2層のフィルムの3次元屈折率 n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} および第4層のフィルムの3次元屈折率 n_{x4} 、 n_{y4} 、 n_{z4} を計算した。

【0057】

前記仮定より n_{x4} 、 n_{y4} 、 n_{z4} は第1層のフィルムの3次元屈折率 n_{x1} 、 n_{y1} 、 n_{z1} および第3層のフィルムの3次元屈折率 n_{x3} 、 n_{y3} 、 n_{z3} にそれぞれに等しい。そこで前記2種3層の光学異方性膜について、得られた各層の3次元屈折率を用いて 4×4 マトリックス法により方位角 θ_2 、極角 θ_3 の入射条件に対して透過光の位相差の変化 Δ_{3c} と振幅比の変化 Ψ_{3c} を計算した。計算された Δ_{3c} および Ψ_{3c} を前記第3の測定で得られた Δ_3 および Ψ_3 と比較し、その差が一番小さくなるときの Re_2 および Rth_2 として、第2層の面内レターデーション $Re_2 = 119 \text{ nm}$ および厚さ方向のレターデーション $Rth_2 = 65 \text{ nm}$ を得た。

【0058】

この $Re_2 = 119 \text{ nm}$ 、 $Rth_2 = 65 \text{ nm}$ と決定されたときの第1層の三次元屈折率 $n_{x1} = 1.53634$ 、 $n_{y1} = 1.5353$ および $n_{z1} = 1.53336$ を用いて、式[5]に基づき第1層の Re_1 および Rth_1 を計算すると、 $Re_1 = 52 \text{ nm}$ 、 $Rth_2 = 123 \text{ nm}$ であった。こうして得られた Re_1 、 Rth_1 、 Re_2 および Rth_2 は各層を個別で測定した値とよく一致し、本発明の測定方法により二種三層構成の光学異方性膜のレターデーションを精度よく測定できることが分かった。

【0059】

(実施例3)

二種二層の共押出成形用のフィルム成形装置を準備し、ポリカーボネート樹脂（旭化成社製、ワンダーライトPC-110、荷重たわみ温度 145°C 、平均屈折率 $n_{i1} = 1.590$ ）のペレットを、ダブルフライト型のスクリーンを備えた一方の一軸押出機に投入

して、溶融させた。スチレンー無水マレイン酸共重合体樹脂（Nova Chemicals社製、Dylark D332、荷重たわみ温度135℃、平均屈折率： $n_{i2} = 1.585$ ）のペレットをダブルフライト型のスクリーンを備えたもう一方の一軸押出機に投入して、溶融させた。溶融された260℃のポリカーボネート樹脂を目開き10μmのリーフディスク形状のポリマーフィルターを通してマルチマニホールダイ（ダイスリップの表面粗さRa：0.1μm）の一方のマニホールに、溶融された260℃のスチレンー無水マレイン酸共重合体樹脂を目開き10μmのリーフディスク形状のポリマーフィルターを通してもう一方のマニホールにそれぞれ供給した。ポリカーボネート樹脂およびスチレンー無水マレイン酸共重合体樹脂を該マルチマニホールダイから260℃で同時に押し出しフィルム状にした。該フィルム状溶融樹脂を表面温度130℃に調整された冷却ロールにキャストし、次いで表面温度50℃に調整された2本の冷却ロール間に通して、ポリカーボネート樹脂層（第1層）とスチレンー無水マレイン酸共重合体樹脂層（第2層）からなる幅1350mmの積層フィルムを得た。

10

【0060】

該積層フィルムを縦一軸延伸機に供給し、延伸温度155℃、延伸倍率2倍で縦方向に延伸した。続いて、延伸されたフィルムをテンター延伸機に供給し、延伸温度130℃、延伸倍率1.15で横方向に延伸して光学異方性膜Cを得た。マイクロメータを使用して光学異方性膜の厚さを測った結果92μmであった。なおポリカーボネート樹脂：スチレンー無水マレイン酸共重合体樹脂～1：9.2の割合で共押し出したので第1層の膜厚 $d_1 = 9\mu\text{m}$ 、第2層の膜厚 $d_2 = 83\mu\text{m}$ と計算された。

20

【0061】

第1層の Re, Rth を Re_1, Rth_1 とし、第2層の Re, Rth を Re_2, Rth_2 として実施例1と同様にデータを測定したところ

$$\Delta_1 = 157.4\text{nm}$$

$$\Delta_2 = 158.0\text{nm}$$

$$\Delta_3 = 76.1^\circ$$

$$\Psi_3 = 53.0^\circ$$

であった。

実施例1と同様に Re_1, Rth_1, Re_2, Rth_2 を求めた結果

$$Re_1 = 40[\text{nm}]$$

$$Rth_1 = 130[\text{nm}]$$

$$Re_2 = 117[\text{nm}]$$

$$Rth_2 = -127[\text{nm}]$$

であった。

30

【0062】

以上のように本発明の測定方法によれば、二種の層からなる光学異方性膜の各層の面内レターデーション Re および厚さ方向のレターデーション Rth を、各層を分離することなく精度よく測定できることが分かった。

【符号の説明】

【0063】

1, 2, 3：入射光

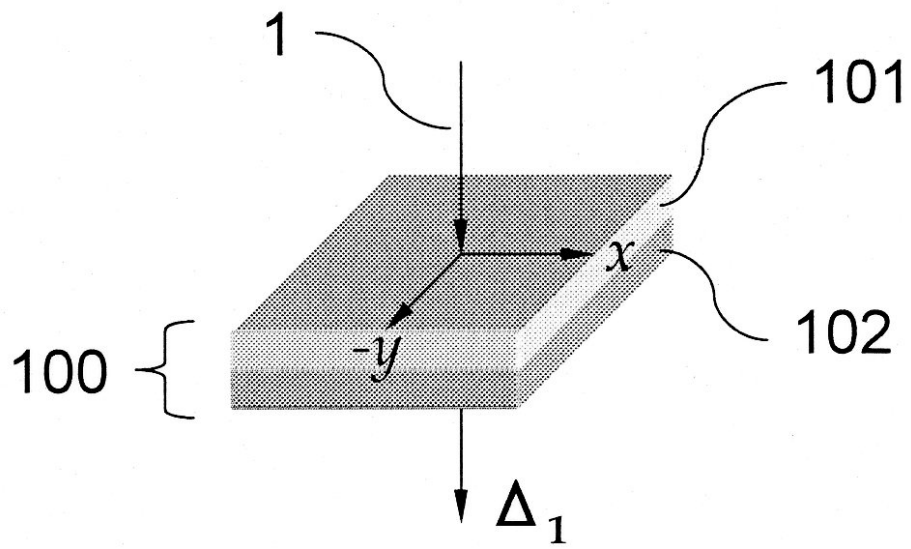
100：光学異方性膜

101：第1層

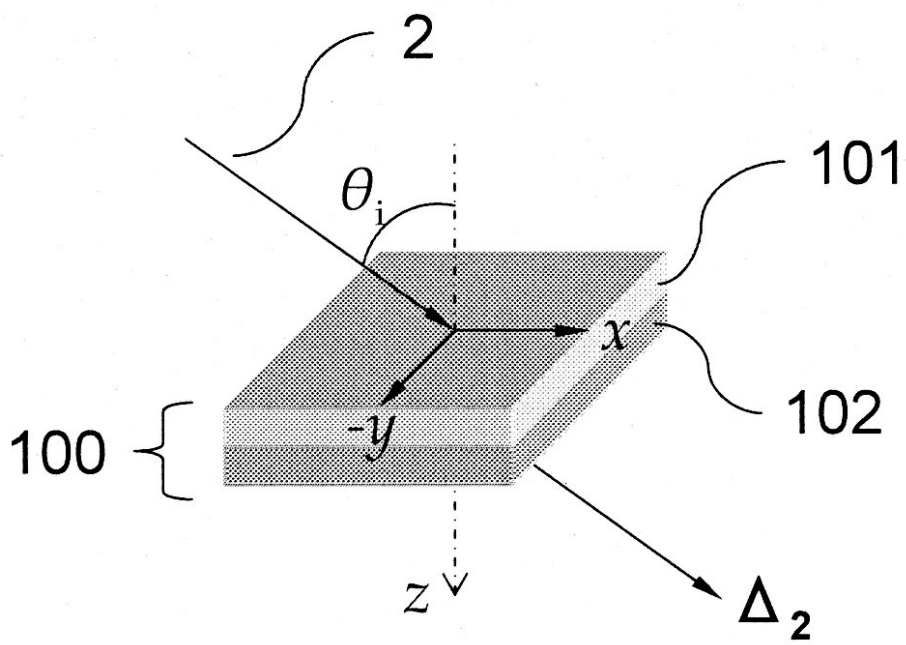
102：第2層

40

【図 1】



【図 2】



【図 3】

