

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4960026号
(P4960026)

(45) 発行日 平成24年6月27日(2012.6.27)

(24) 登録日 平成24年3月30日(2012.3.30)

(51) Int.Cl.

G O 1 N 21/892 (2006.01)

F 1

G O 1 N 21/892

A

請求項の数 15 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2006-161280 (P2006-161280)
 (22) 出願日 平成18年6月9日 (2006.6.9)
 (65) 公開番号 特開2007-327915 (P2007-327915A)
 (43) 公開日 平成19年12月20日 (2007.12.20)
 審査請求日 平成21年2月4日 (2009.2.4)

前置審査

(73) 特許権者 306037311
 富士フィルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100075281
 弁理士 小林 和憲
 (72) 発明者 下田 一弘
 神奈川県小田原市扇町2-12-1 富士
 写真フィルム株式会社内

審査官 森口 正治

(56) 参考文献 特開2001-324453 (JP, A)
 特開2001-059795 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィルムの欠陥検査装置及びフィルムの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検査対象フィルムを光学的に検出した光電信号に基づいてフィルムの光学軸のズレに起因した欠陥を検査するフィルムの欠陥検査装置において、

検査対象フィルムの一方の面側に配置された第1の偏光板と検査対象フィルムの他方の面側に配置された第2の偏光板とからなり、各偏光板が前記フィルム面と平行とされるとともに、いずれか一方の偏光板の偏光透過軸が検査対象フィルムの遅相軸に対して略平行であり、各偏光板がクロスニコル配置とされた偏光ユニットと、

検査対象フィルムの一方の面側に配置され、前記第1の偏光板を介して検査対象フィルム上のライン状の検査エリアに光を照射する光源と、

検査対象フィルムの他方の面側に配置され、検査対象フィルムから射出され前記第2の偏光板を透過した前記光源からの光を受光して光電信号を出力する受光手段とを備え、

前記受光手段は、複数の受光素子をライン状に配列したラインセンサを有し、前記ラインセンサに対応した前記検査エリアからの光を受光するとともに、その光軸とフィルム面の法線とのなす角₁、及び前記光軸とフィルム面上における検査対象フィルムの遅相軸に直交する基準線とのなす回転角₂が、「15°」、「35°」、「20°」、「60°」の条件を満たす位置に配され、前記検査エリアが検査対象フィルムの幅方向に対して傾けられていることを特徴とするフィルムの欠陥検査装置。

【請求項 2】

前記検査対象フィルムは、光学軸がフィルム面の法線に対して傾斜した正または負の一

10

20

軸性複屈折を示すフィルムであることを特徴とする請求項 1 記載のフィルムの欠陥検査装置。

【請求項 3】

前記検査対象フィルムは、光学軸がフィルム面の法線に対して傾斜した液晶化合物層を積層した正または負の一軸性複屈折を示すフィルムであることを特徴とする請求項 1 記載のフィルムの欠陥検査装置。

【請求項 4】

前記第 1 , 第 2 の偏光板は、これら第 1 , 第 2 の偏光板をクロスニコル配置し、それら間に検査対象フィルムを配した状態で測定される 500 ~ 750 nm の波長域の光に対する平均直交透過率が 0 . 027 % 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のフィルムの欠陥検査装置。 10

【請求項 5】

前記第 1 , 第 2 の偏光板は、これら第 1 , 第 2 の偏光板をクロスニコル配置し、それらの間に検査対象フィルムを配した状態で測定される 750 nm の波長の光に対する直交透過率が 0 . 030 % 以下であることを特徴とする請求項 4 記載のフィルムの欠陥検査装置。
。

【請求項 6】

一方の面に偏光子層が形成され、前記偏光子層の偏光透過軸が遅相軸と略平行なフィルムを検査対象フィルムとし、この検査対象フィルムを光学的に検出した光電信号に基づいて検査対象フィルムの光学軸のズレに起因した欠陥を検査するフィルムの欠陥検査装置において、 20

検査対象フィルムの偏光子層と反対の他方の面側に配置され、前記偏光子層とクロスニコル配置となるようにされた偏光板と、

検査対象フィルムの他方の面側に配置されて前記偏光板を介して検査対象フィルム上のライン状の検査エリアに光を照射し、または検査対象フィルムの一方の面側に配置されて検査対象フィルム上のライン状の検査エリアに光を照射する光源と、

検査対象フィルムを挟んで前記光源と反対側に配置され、前記偏光板を介して検査対象フィルムに入射し前記偏光子層側から射出される光を受光し、または前記偏光子層側から検査対象フィルムに入射し他方の面から射出される光を受光して光電信号を出力する受光手段とを備え、 30

前記受光手段は、複数の受光素子をライン状に配列したラインセンサを有し、前記ラインセンサに対応した前記検査エリアからの光を受光するとともに、その光軸とフィルム面の法線とのなす角 1 及び前記光軸とフィルム面上における検査対象フィルムの遅相軸に直交する基準線とのなす回転角 2 が、「15° 135°」、「20° 260°」の条件を満たす位置に配され、前記検査エリアが検査対象フィルムの幅方向に対して傾けられていることを特徴とするフィルムの欠陥検査装置。

【請求項 7】

前記検査対象フィルムは、光学軸がフィルム面の法線に対して傾斜した正または負の一軸性複屈折を示すフィルムであることを特徴とする請求項 6 記載のフィルムの欠陥検査装置。 40

【請求項 8】

前記検査対象フィルムは、光学軸がフィルム面の法線に対して傾斜した液晶化合物層を他方の面に積層した正または負の一軸性複屈折を示すフィルムであることを特徴とする請求項 6 記載のフィルムの欠陥検査装置。

【請求項 9】

前記偏光子層と前記偏光板は、前記偏光子層とクロスニコル配置となるように前記検査対象フィルムの他方の面側に前記偏光板を配した状態で測定される 500 ~ 750 nm の波長域の光に対する平均直交透過率が 0 . 027 % 以下であることを特徴とする請求項 6 ないし 8 のいずれか 1 項に記載のフィルムの欠陥検査装置。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記偏光子層と前記偏光板は、前記偏光子層とクロスニコル配置となるように前記検査対象フィルムの他方の面側に前記偏光板を配した状態で測定される750nmの波長の光に対する直交透過率が0.030%以下であることを特徴とする請求項9記載のフィルムの欠陥検査装置。

【請求項11】

前記検査対象フィルムは、負の一軸性複屈折を示すフィルムであり、前記受光手段は、その光軸と交差する検査対象フィルムの遅相軸を境界にして、前記受光手段が配されたフィルム面側から外に向かって伸びる検査対象フィルムの光学軸が正射影される側の範囲で回転角 $\angle 2$ を与えるように配置されていることを特徴とする請求項1ないし10のいずれか1項に記載のフィルムの欠陥検査装置。 10

【請求項12】

前記検査対象フィルムは、正の一軸性複屈折を示すフィルムであり、前記受光手段は、その光軸と交差する検査対象フィルムの遅相軸を境界にして、前記受光手段が配されたフィルム面側から外に向かって伸びる検査対象フィルムの光学軸が正射影されない側の範囲で回転角 $\angle 2$ を与えるように配置されていることを特徴とする請求項1ないし10のいずれか1項に記載のフィルムの欠陥検査装置。

【請求項13】

前記受光手段は、撮影レンズと前記ラインセンサとから構成され、前記検査エリアが検査対象フィルムの遅相軸に対して回転角 $\angle 2$ で傾けられていることを特徴とする請求項1ないし12のいずれか1項に記載のフィルムの欠陥検査装置。 20

【請求項14】

前記受光手段による検査対象フィルム上の前記検査エリア内から前記受光手段を向く方向と、前記受光手段の光軸とのなす最大角が $3\sim 5^\circ$ の範囲内であることを特徴とする請求項1ないし13のいずれか1項に記載のフィルムの欠陥検査装置。

【請求項15】

検査対象となるフィルムを形成する形成工程と、
検査対象のフィルムを挟んで平行に配置された一対の偏光手段のうちの一方を介してフィルム上のライン状の検査エリアに照明光を照射し、このフィルムから射出される光を他方の偏光手段を介して受光手段が受光することによって得られる光電信号に基づいて、フィルムの光学軸のズレに起因した欠陥を検査する検査工程とを有し。 30

前記検査工程では、前記一対の偏光手段がクロスニコル配置とされるとともに、いずれか一方の偏光手段の偏光透過軸が検査対象のフィルムの遅相軸に対して略平行とされ、前記受光手段が、その光軸とフィルム面の法線とのなす角 $\angle 1$ 、及び前記光軸とフィルム面上における検査対象フィルムの遅相軸に直交する基準線とのなす回転角 $\angle 2$ が、「 $15^\circ \quad 1 \quad 35^\circ$ 」、「 $20^\circ \quad 2 \quad 60^\circ$ 」の条件を満たす位置に配されるとともに、複数の受光素子をライン状に配列したラインセンサによって検査対象フィルムの幅方向に対して傾けられた検査対象フィルム上のライン状の前記検査エリアから射出される光を受光することを特徴とするフィルムの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フィルムに光を照射し、その透過光に基づいてフィルムの欠陥を検出するフィルムの欠陥検査装置及びフィルムの製造方法に関するものである。 40

【背景技術】

【0002】

光学異方性のある液晶化合物層を透明なフィルム上に形成することにより、液晶表示装置の視野角を改善することができる光学補償フィルム（位相差フィルム）が知られている。この光学補償フィルムとしては、例えば特許文献1で知られるように、長尺な透明フィルムに配向膜を形成し、その上に液晶化合物を塗布してから乾燥して液晶化合物層を形成することで製造されるものがある。 50

【0003】

上記のような光学補償フィルムは、製造工程での各種要因によって欠陥が生じる。液晶化合物層を有する光学補償フィルムの故障としては、異物の混入に起因する輝点故障、支持体となるフィルム上的一部分に液晶化合物層が形成されないハジキ故障、液晶の配向乱れに起因するムラ故障等がある。また、支持体となるフィルムの厚みムラ等も光学補償フィルムの欠陥となる。上記のような欠陥の発生を防止するために、光学補償フィルムの製造工程は、厳格な管理下に置かれるが、その欠陥を完全になくすことは困難である。このため、製造ライン上で検査を行ういわゆるオンライン検査を実施し、上記のような欠陥が発生した光学補償フィルム上の位置を把握する必要があった。

【0004】

10

光学補償フィルム等のフィルムの欠陥を検査する方法は、例えば特許文献2～5等により各種のものが知られている。特許文献2は、検査対象となる搬送中の透明フィルムに光源から検査光を照射し、その反射光、または透過光をラインセンサで受光することによって、フィルム表面に生じた微小さな凹凸や、フィルム内部の異物混入、気泡欠陥さらにフィルム表面に施した反射防止膜部に生じる突起等を自動的に、そして高速に検出できるようにした検査方法を提案している。

【0005】

また、特許文献3は、連続的に移送される透明シートの一方の面に高輝度、高指向性の光を5°～15°の角度で照射し、その透明シートを透過してきた光をカメラで受光し、カメラからの出力信号に画像処理を施したものに基づいて欠陥検出を行うようにしたものであり、微細な厚みムラ（深さ：0.1μm～5μm、幅0.1μm～10μm）を検出できるようにしている。

20

【0006】

特許文献4は、検査対象となるフィルムを挟んで光源とカメラとを対向して配置するとともに、フィルムと光源、フィルムとカメラとの間にそれぞれ偏光板を配置し、カメラからの出力信号に基づいて欠陥検出を行うようにしたものである。この特許文献4の検査方法は、各偏光板の偏光方向のずれを±20°以内になるように配置することで、フィルムの分子配向ムラや若干の小さな歪みによる直角偏光成分を低減し、地合信号やフィルムの場所による透過光量変化を減少させ、混入した気泡や異物等の欠陥部による偏光状態の変化を暗部信号として顕在化させるものである。

30

【0007】

特許文献5は、検査対象となるフィルムとを挟んで一対の偏光板をフィルムにそれぞれ平行に配置し、フィルムの遅相軸に対する一方の偏光板の偏光透過軸の角度である交差角を5°以上15°以下とするとともに、視角依存性をなくすために検査対象と実質同等の光学補償フィルムをフィルム面内で180°回転させてあるいは表裏反転させた状態でいずれかの偏光板とフィルムとの間に配置して、フィルム面の法線方向からCCDカメラによって受光を行うことにより、小さな光学的欠陥を検出するようにしたものである。

【特許文献1】特開平9-73081号公報

【特許文献2】特開平6-235624号公報

【特許文献3】特開平8-54351号公報

40

【特許文献4】特開平11-30591号公報

【特許文献5】特開2001-324453号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、光学補償フィルム、特にフィルム上に液晶化合物層を形成した光学補償フィルムの製造工程において、液晶化合物層に混入した異物に起因する輝点故障は、異物による液晶化合物層の配向の乱れ程度が極めて高いため、偏光透過軸を互いに直交させた偏光板の間に検査対象の光学補償フィルムを配し、光学補償フィルムの法線方向からカメラ等で撮影することで十分に検出可能であり、透明なフィルム上に液晶化合物層が形成されな

50

いために生じるハジキ故障についても同様に検出することが容易であった。しかしながら、近年では、液晶表示装置の高輝度化、高精細化にともない、これまで視認できなかつた輝度の低いムラ故障が外観故障として問題となっている。このような、ムラ故障は、例えば液晶化合物層の局所的な光学軸のズレに起因して発生するが、前述のような光学補償フィルムの法線方向からカメラ等で撮影することでは検出することができなかった。

【0009】

本発明は上記課題に鑑みてなされたもので、光学補償フィルム等に用いられるフィルムのムラ故障を検出することができるフィルムの欠陥検査装置及びフィルムの製造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】

10

【0010】

上記目的を達成するにあたり、本発明のフィルムの欠陥検査装置では、検査対象フィルムの一方の面側に配置された第1の偏光板と検査対象フィルムの他方の面側に配置された第2の偏光板とからなり、各偏光板が前記フィルム面と平行とされるとともに、いずれか一方の偏光板の偏光透過軸が検査対象フィルムの遅相軸に対して略平行であり、各偏光板がクロスニコル配置とされた偏光ユニットと、検査対象フィルムの一方の面側に配置され、前記第1の偏光板を介して検査対象フィルム上のライン状の検査エリアに光を照射する光源と、検査対象フィルムの他方の面側に配置され、検査対象フィルムから射出され前記第2の偏光板を透過した前記光源からの光を受光して光電信号を出力する受光手段とを備え、前記受光手段を、複数の受光素子をライン状に配列したラインセンサを有し、前記ラインセンサに対応した前記検査エリアからの光を受光させるとともに、その光軸とフィルム面の法線とのなす角 θ_1 及び光軸とフィルム面上における検査対象フィルムの遅相軸に直交する基準線とのなす回転角 θ_2 が「15°」、「35°」、「20°」 $~$ 「60°」の条件を満たす位置に配し、前記検査エリアを検査対象フィルムの幅方向にに対して傾けたものである。

20

【0011】

本発明のフィルムの欠陥検査装置は、光学軸がフィルム面の法線に対して傾斜した正または負の一軸性複屈折を示すフィルム、光学軸がフィルム面の法線に対して傾斜した液晶化合物層を積層した正または負の一軸性複屈折を示すフィルムを検査対象フィルムとする場合に有用である。

30

【0012】

第1、第2の偏光板としては、これらの直交透過率が低いほど好ましく、第1、第2の偏光板をクロスニコル配置し、それら間に検査対象フィルムを配した状態で測定される500~750nmの波長域の光に対する平均直交透過率が0.027%以下であることが好ましく、さらには750nmの波長の光に対する直交透過率が0.030%以下であることがより好ましい。

【0013】

また、本発明のフィルムの欠陥検査装置では、一方の面に偏光子層が形成され、前記偏光子層の偏光透過軸が遅相軸と略平行なフィルムを検査対象フィルムとしたときに、検査対象フィルムの偏光子層と反対の他方の面側に配置され、前記偏光子層とクロスニコル配置となるようにされた偏光板と、検査対象フィルムの他方の面側に配置されて前記偏光板を介して検査対象フィルム上のライン状の検査エリアに光を照射し、または検査対象フィルムの一方の面側に配置されて検査対象フィルム上のライン状の検査エリアに光を照射する光源と、検査対象フィルムを挟んで前記光源と反対側に配置され、前記偏光板を介して検査対象フィルムに入射し前記偏光子層側から射出される光を受光し、または前記偏光子層側から検査対象フィルムに入射し他方の面から射出される光を受光して光電信号を出力する受光手段とを備え、前記受光手段を、複数の受光素子をライン状に配列したラインセンサを有し、前記ラインセンサに対応した前記検査エリアからの光を受光させるとともに、その光軸とフィルム面の法線とのなす角 θ_1 及び光軸とフィルム面上における検査対象フィルムの遅相軸に直交する基準線とのなす回転角 θ_2 が、「15°」、「35°」、「20°」 $~$ 「60°」の条件を満たす位置に配し、前記検査エリアを検査対象フィルムの幅方向にに対して傾けたものである。

40

50

5°」、「20° 2 60°」の条件を満たす位置に配し、前記検査エリアを検査対象フィルムの幅方向に対して傾けたものである。

【0014】

光学軸がフィルム面の法線に対して傾斜した正または負の一軸性複屈折を示すフィルム、光学軸がフィルム面の法線に対して傾斜した液晶化合物層を他方の面に積層した正または負の一軸性複屈折を示すフィルムを検査対象フィルムとする場合に有用である。

【0015】

偏光子層と偏光板との直交透過率が低いほど好ましく、偏光子層とクロスニコル配置となるように前記検査対象フィルムの他方の面側に前記偏光板を配した状態で測定される偏光子層と偏光板の500～750nmの波長域の光に対する平均直交透過率が0.027%以下であることが好ましく、さらに750nmの波長の光に対する直交透過率が0.030%以下であることが好ましい。10

【0016】

検査対象フィルムが負の一軸性複屈折を示すフィルムである場合には、受光手段の光軸と交差する検査対象フィルムの遅相軸を境界にして、受光手段が配されたフィルム面側から外に向かって伸びる検査対象フィルムの光学軸が正射影される側の範囲で回転角 θ_2 を与えるように受光手段が配置されていることが好ましく、検査対象フィルムが正の一軸性複屈折を示すフィルムである場合には、光学軸が正射影されない側の範囲で回転角 θ_2 を与えるように受光手段を配置することが好ましい。

【0017】

受光手段としては、撮影レンズと前記ラインセンサとから構成し、前記検査エリアが検査対象フィルムの遅相軸に対して回転角 θ_2 で傾けるのがよい。また、受光手段で受光する場合には、検査対象フィルム上の検査エリア内から受光手段を向く方向と、前記受光手段の光軸とのなす最大角が3～10°の範囲内とするのが好ましく、最大角が3～5°の範囲内とするのがより好ましい。20

【0018】

さらに、本発明のフィルムの製造方法では、検査対象となるフィルムを形成する形成工程と、検査対象のフィルムを挟んで平行に配置された一対の偏光手段のうちの一方を介して検査対象フィルム上のライン状の検査エリアに照明光を照射し、このフィルムから射出される光を他方の偏光手段を介して受光手段で受光することによって得られる光電信号に基づいて、フィルムの光学軸のズレに起因した欠陥を検査する検査工程とを有し、前記検査工程では、前記一対の偏光手段がクロスニコル配置とされるとともに、いずれか一方の偏光手段の偏光透過軸が検査対象のフィルムの遅相軸に対して略平行とされ、前記受光手段が、その光軸とフィルム面の法線とのなすあおり角 θ_1 、及び光軸とフィルム面上における検査対象フィルムの遅相軸に直交する基準線とのなす回転角 θ_2 が、「15° 1 35°」、「20° 2 60°」の条件を満たす位置に配されるとともに、複数の受光素子をライン状に配列したラインセンサによって検査対象フィルムの幅方向に対して傾けられた検査対象フィルム上のライン状の前記検査エリアから射出される光を受光するようにしたものである。30

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、検査対象フィルムを挟んで一対の偏光板あるいは偏光子等の偏光手段を平行に配置するとともに、これら偏光手段をクロスニコル配置し、そのうちの一方を介して検査対象フィルムに照明光を照射し、他方の偏光手段を介して射出される光を受光する際に、受光手段の光軸とフィルム面の法線となすあおり角を θ_1 、光軸とフィルム面上における検査対象フィルムの遅相軸と直交する基準線とのなす回転角を θ_2 としたときに、「15° 1 35°」、「20° 2 60°」の条件を満たすように受光手段を配したから、フィルムの光学軸のズレに起因した微細なムラ故障までを精度良く検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

20

30

40

50

【0020】

本発明の第1実施形態について説明する。図1に示すように、フィルムロール3から送り出された長尺の透明樹脂フィルム3aは、配向膜を形成する装置4に送られ、その表面に配向膜形成用樹脂を含む塗布液が塗布・加熱乾燥されて、配向膜形成用樹脂層が形成される。そして、透明樹脂フィルム3aの配向膜形成用樹脂層を、ラビング処理を施して配向膜とした後に、液晶化合物層を形成する装置5に送られる。

【0021】

装置5では、透明樹脂フィルム3aの配向膜上に、液晶化合物を含む塗布液を塗布し、溶剤を蒸発させた後に液晶相形成温度に加熱して液晶化合物層を形成する。この後に、液晶化合物層に紫外線を照射して、液晶化合物層を架橋する。このようにして液晶化合物層が形成された透明樹脂フィルム、すなわち透明な位相差フィルムが製造される。この位相差フィルムは、視野角を改善するための透過型の光学補償フィルムとして利用される。
10

【0022】

欠陥検査装置10は、上記のようにして製造される位相差フィルムを検査対象フィルム7とし、液晶化合物層の液晶の配向乱れ（光学軸のズレ）に起因して生じるムラ故障（以下、これを欠陥という）を検出できるようにしてある。

【0023】

なお、検査対象フィルム7は、上記のように製造される液晶化合物層を有したフィルムに限られるものではなく、光学異方性を有し正または負の一軸性複屈折を示し、光学軸がフィルム面の法線に対して傾斜しているものに利用できる。このような例えば負の一軸性複屈折を示すフィルムとしては、ディスコティック液晶の液晶化合物層を形成したフィルム、一軸配向ポリスチレンフィルム等をあげることができる。また、正の一軸性複屈折を示すフィルムとしては、棒状液晶の液晶化合物層を形成したフィルム、一軸配向ポリカーボネイトフィルム等をあげることができる。
20

【0024】

欠陥検査装置10では、搬送機構11によって検査対象フィルム7を搬送方向（矢線S方向）に搬送する。検査対象フィルム7の搬送路には、所定の間隔で2本のガイドローラ12, 13を配しており、各ガイドローラ12, 13に検査対象フィルム7が掛けられる。ガイドローラ12, 13は、回動自在であり、検査対象フィルム7の搬送に従動して回転する。また、各ガイドローラ12, 13にフィルム7を掛けることにより、各ガイドローラ12, 13の間の検査ステージで検査対象フィルム7が平面状に保持される。
30

【0025】

検査ステージには、光源部15と、受光器16と、第1, 第2偏光板18, 19とを配してある。光源部15と受光器16とは、検査対象フィルム7を挟んで互いに反対側に配してある。

【0026】

この例では光源部15は、搬送路の下側に配してあり、第1偏光板18を介して搬送中のフィルム7の下面に向けて一様に光を照射する。この光源部15は、例えばハロゲンランプからの光を石英やプラスチック製のライトガイドを用いてライン状の光に変換して出力する構成となっており、後述するように検査対象フィルム7の幅方向（矢線M方向）に対して傾けられた検査対象フィルム7上の細長い検査エリア17を照明する。なお、光源部15の構成は、これに限られるものではない。
40

【0027】

受光器16は、搬送路の上側に配してあり、第2偏光板19を介して検査対象フィルム7上の検査エリア17を光電検出する。この受光器16は、撮影レンズ16aと、ライン状に並べた多数の受光素子からなるラインセンサ16bとを有するリニアアレイカメラとなっており、検査対象フィルム7が一定長搬送されるごとに検査エリア17を第2偏光板19を介して1ラインずつ撮影することにより、検査エリア17から射出される光のうち第2偏光板19を透過した光成分を電気的な検出信号に変換して出力する。

【0028】

10

20

30

40

50

第1偏光板18は、光源部15と検査対象フィルム7との間に配してあり、第2偏光板19は、検査対象フィルム7と受光器16との間に、検査対象フィルム7に平行に配置してある。これにより、光源部15からの光は第1偏光板18を介して検査対象フィルム7に照射され、受光器16は、第2偏光板19を透過する光を受光する。

【0029】

各偏光板18, 19は、いずれも直線偏光タイプのものであり、図2に示すように、それぞれの偏光透過軸P1, P2が互い直交する、いわゆるクロスニコル配置としてある。また、第1偏光板18と第2偏光板19とのいずれか一方の偏光透過軸が検査対象フィルム7の遅相軸xと略平行となるようにしてある。この例では、第2偏光板19の偏光透過軸P2が検査対象フィルム7の遅相軸xと略平行となるようにしてある。遅相軸xは、屈折率が最大となる方向を意味する。10

【0030】

なお、偏光透過軸が遅相軸x平行とする場合には、厳密に平行にする必要はなく、遅相軸と液晶化合物層の液晶を配向するためのラビング角度との間の角度に0~5°の範囲の広がりがあるので、この角度の範囲内であればよい。また、各偏光板をクロスニコル配置とする場合に、厳密に直交にすることは要しないが±2°程度のズレに抑えるのがよい。

【0031】

第1偏光板18, 第2偏光板19としては、これらをクロスニコル配置とした状態での直交透過率が低いほど輝度が低い欠陥をより良好に検出できることが推定され、第1偏光板18, 第2偏光板19をクロスニコル配置とし正常な検査対象フィルム7をそれら間に配した状態で測定される波長500nm~750nmにおける平均直交透過率が0.027%以下であり、さらに波長750nmにおける直交透過率が0.030%以下を満たすものを用いることが欠陥のうちでも輝度が特に小さい欠陥をも検出できる点で好ましい。20

【0032】

受光器16からの検出信号は、判定装置21に送られる。この判定装置21は、検出信号に対して、強調処理などの各種信号処理を施し、その検出信号の変化に基づいて欠陥の有無を判定する。ガイドローラ13には、検査対象フィルム7が一定長搬送されるごとにエンコードパルスを発生するエンコーダ22が連結されている。判定装置21は、このエンコーダ22からのエンコードパルス信号と、1ライン分の検出信号の欠陥箇所に対応する信号位置とから、検出した欠陥の検査対象フィルム7の長手方向と幅方向の位置情報を算出し、その位置情報を出力装置23、例えばモニタに表示し、またそれを後工程に送る。後工程では、この位置情報に基づき検査対象フィルム7の欠陥の部分を破棄する。30

【0033】

図3, 図4は検査対象フィルム7に対する受光器16の受光位置を模式的に示している。図3に示すように、受光器16は、その光軸Pと検査エリア17のフィルム面の法線Lnとの間にあおり角1がつけられ、検査対象フィルム7を俯瞰するように配置されている。あおり角1は、15°~35°の範囲内、より好ましくは20°~25°の範囲内の角度に決められる。また、図4に上方から見た状態を示すように、受光器16は、法線Lnを回転中心として、その光軸Pが遅相軸xに直交する基準線Lmに対して回転角2だけ回転した位置から受光するようになっている。この回転角2は、20°~60°の範囲内の角度とするのが好ましく、30°~60°も範囲内の角度とするのがより好ましい。40

【0034】

なお、あおり角1は、光軸Pと法線Lnとを含む平面上において光軸Pと法線Lnとがなす角度である。また、回転角2は、フィルム平面上で光軸Pと基準線Lmとのなす角、すなわち基準線Lmと遅相軸xとを含む平面上に正射影した光軸Pと、基準線Lmとのなす角度である。

【0035】

上記のようにあおり角1、回転角2に設定するのは、受光器16から出力される検出信号のS/N比(信号強度比)を大きくしてサイズが小さな欠陥や輝度が極めて小さい

欠陥までを確実に検出することができるためである。

【0036】

すなわち、検出対象となる欠陥は例えば搬送方向や幅方向に伸びるような方向性と長さを有し、また地合についても同様に一定の方向性と長さを有し、これらを識別するためには欠陥部分を連続した信号として取得する必要性があり、検出信号のS/N比を大きくして正常な地合部分から射出されて受光器16で受光される光（以下、地合検出光という）によって出力される検出信号のノイズと、欠陥部分から射出されて受光器16で受光される光（以下、欠陥検出光という）によって出力される検出信号との識別を容易にするためである。

【0037】

受光器16からの検出信号のS/N比が2.0よりも低い場合には、種々の判別装置を使ってもまた種々の信号処理を行っても正常分部分と欠陥との判別が困難となることから、実用レベルとしてS/N比を2.0以上とし、この実用レベル以上のS/N比が得られる範囲として、上記のようにあおり角₁、回転角₂を規定してある。

【0038】

図5に回転角₂を一定（₁=+40°）として、あおり角₁を変化させて欠陥部分を検出させた際の検出信号のS/N比の変化を示す。また、図6に、あおり角₁を「20°」として、回転角₂を変化させて欠陥部分を検出させた際の検出信号のS/N比の変化を示す。

【0039】

図5に示されるように、回転角₂を一定としてあおり角₁を変化させて欠陥を検出させた際には、あおり角₁の増減に応じて検出信号のS/N比が変化する。そして、あおり角₁が15°～35°の範囲内で、検出信号のS/N比を実用レベル（S/N比=2.0）以上とすることができます、あおり角₁が20°～25°の範囲内では、検出信号のS/N比を十分に大きくして輝度が極めて小さい欠陥（後述の故障ランク4）までを検出することが可能である。

【0040】

すなわち、あおり角₁が15°～35°の範囲では、地合検出光に対して欠陥検出光を大きくし、欠陥検出光であるか否かを十分に弁別することができます、20°～25°の範囲内では極めて微弱な欠陥検出光までを弁別することができます。しかし、あおり角₁が15°よりも小さい場合には、地合検出光が小さくなるがそれと同時に欠陥部分検出光がより小さくなってしまい、またあおり角₁が35°よりも大きい場合には、欠陥検出光が大きくなるが地合検出光がより大きくなってしまい、いずれの場合にも欠陥検出光であるか否かを弁別することが困難になってしまう。

【0041】

また、図6に示されるように、回転角₂に応じて検出信号のS/N比が変化し、-60°～-20°、+20°～+60°の範囲のときに、欠陥を確実に検出できる実用レベル（S/N比=2.0）以上の検出信号が得られ、-60°～-30°、+30°～+60°の範囲内では、検出信号のS/N比を十分に大きくして輝度が極めて小さい欠陥（故障ランク4）までを検出することが可能である。なお、回転角₂の正負は、図4において基準線Lmから反時計方向に回転させた方向を「正」、時計方向に回転させた方向を「負」としてある。

【0042】

そこで、欠陥を精度良く検出するために、上記のようにあおり角₁を15°～35°の範囲内の角度に、回転角₂を20°～60°の範囲内の角度に設定するようにしておき、より好ましくは、あおり角₁を20°～25°の範囲内の角度とし、回転角₂を30°～60°としている。なお、あおり角₁を大きくした場合には、視角依存性による1ライン分の検出信号の傾きが大きくなつて検出エリア17内での欠陥の検出に影響を与える。この点からもあおり角₁を20°とするのは特に好ましい。

【0043】

10

20

30

40

50

回転角 2 の基準となる基準線 L m は、遅相軸 x に対して、時計方向、反時計方向のいずれの方向にも 90° をなすように設定することができるので、上記角度範囲を満たす位置は回転対称に 4 カ所（範囲）あり、いずれの位置に受光器 16 をおいても検査を行うことができるが、より確実に欠陥を検出するためには、検査対象フィルム 7 の透過光量が多くなる側に受光器 16 を配置するのがよい。

【0044】

すなわち、検査対象フィルム 7 が負の一軸性複屈折を示す場合には、図 7 (a) に示すように、受光器 16 の光軸 P と交差する遅相軸 x を境界にして、受光器 16 が配されたフィルム面から外に向かって伸びる検査対象フィルム 7 の光学軸 N が正射影される側の範囲

a で回転角 2 を与えるように、受光器 16 を配置するのがよい。一方、検査対象フィルム 7 が正の一軸性複屈折を示す場合には、図 7 (b) に示すように、受光器 16 の光軸 P と交差する遅相軸 x を境界にして、受光器 16 が配されたフィルム面から外に向かって伸びる検査対象フィルム 7 の光学軸 N が正射影される側と反対側の範囲 b で回転角 2 を与えるようにするのがよい。

【0045】

図 8 に模式的に示すように、受光器 16 は、その撮影レンズ 16 a の焦点距離に応じて検査対象フィルム 7 との受光距離 L 1 を調整することにより、検査エリア 17 が所定の検査幅 L 2 (この例では 250 mm) となるように調整されるが、撮影レンズ 16 a の焦点距離を長くして検査対象フィルム 7 との受光距離 L 1 を大きくとり、検査エリア 17 から受光器 16 を望む方向と光軸 P とのなす最大角 ができるだけ小さくするのがよく、3° ~ 10° の範囲内、より好ましくは 3° ~ 5° の範囲内となるように設定するのが好ましい。なお、図 8 では、説明のために、受光器 16 を望む方向と光軸 P に平行な直線 L p とのなす最大角 を示してある。

【0046】

このように最大角 を設定するのは、検査対象フィルム 7 のように複屈折特性を有するフィルムからの光を受光器 16 で受光する場合の視角依存性の影響を少なくして精度良く欠陥を検出するためである。

【0047】

図 9 に検査エリア 17 に対応する 1 ライン分の検出信号の例を示す。図 9 (a) は最大角 が 3.2° の場合の、図 9 (b) は最大角 が 4.8° の場合の、図 9 (c) は最大角 が 11.8° の場合の 1 ライン分の検出信号を示している。各最大角 における撮影レンズ 16 a の焦点距離と、受光器 16 と検査対象フィルム 7 との受光距離 L 1 との関係は、表 1 に示す通りである。なお、いずれの場合も検査エリア 17 の検査幅 L 2 は 250 mm である。

【0048】

【表 1】

撮影レンズ 焦点距離 (mm)	受光距離 (mm)	視野角 (deg)
200	2250	3.2
135	1500	4.8
55	615	11.8

検査幅 L 2 = 250 mm

【0049】

受光器 16 が出力する 1 ライン分の検出信号は、一定なレベルとなるのではなく、検出エリア 17 の一端側に対応する信号レベルが低く、他端側の信号レベルが高くなるように傾きを持っている。このように検出信号が傾くのは、受光器 16 にあたり角 1、回転角 2 が与えられている状態で、視角依存性の影響を受けるためであり、検査エリア 17 が受光器 16 によって一端側が暗部として、他端側が明部として観察され、傾きが大きくな

10

20

30

40

50

るとその暗部と明部との差が大きくなることを意味する。

【0050】

上記のようにして検出信号の傾きは最大角に応じて変化し、最大角が大きくなるほどその傾きが大きくなるが、最大角を一定値よりも大きくすると、受光器16によって観察される暗部と明部との差がその受光器16のラチチュードを超えて端部を信号変化として検出することができなくなってしまい、あるいはラチチュードに制限されて欠陥の信号レベルの変化を検出できなくなってしまう。このため上記のように最大角を設定している。

【0051】

上記欠陥検査装置10の作用について説明する。装置4,5によって製造された位相差フィルムが検査対象フィルム7として検査装置10に送り込まれ、検査ステージを通って、さらに下流へと搬送される。この搬送中には、光源部15からの光が第1偏光板18を介してフィルム7に照射され、検査対象フィルム7が一定長送られるごとに受光器16で1ライン分の撮影が行われる。10

【0052】

1ライン分の撮影を行うごとに受光器16からは1ライン分の検出信号が出力され、その検出信号が判定装置21に順次に送られる。そして、この判定装置21により、欠陥の有無が判定されるとともに、その欠陥の箇所が特定される。例えばフィルム7の欠陥がある部分では、正常な部分よりも検出信号が高くなり、それが欠陥として判定され、その欠陥の検査対象フィルム7の長手方向と幅方向の各位置情報が出力装置23によって出力されるとともに、後工程に送られる。20

【0053】

上記のように、第1偏光板18を介して照明された検査対象フィルム7から射出された光のうち第2偏光板19を透過した光成分をおり角1、回転角2を持たせて配置した受光器16によって受光して得られる検出信号に基づいて欠陥の判定を行っているので、微細な欠陥を精度良く検出することができる。

【0054】

次に第2実施形態について説明する。なお、以下に説明する他は、第1実施形態と同じであり、同じ構成部材には同一の符号を付してその説明を省略する。図10に一例を示すように、検査対象フィルム37は、透明なベースフィルム37aの一方の面に、液晶化合物層37bを、他方の面に偏光子層37cを形成しており、偏光子層37cの表面に透明な保護フィルム37dを形成してある。ベースフィルム37aと液晶化合物層37bとは、第1実施形態の検査対象フィルム7と同等なものとなっており、光学軸がフィルム面の法線に対して傾斜した正または負の一軸性複屈折を示すフィルムとなっている。30

【0055】

このような検査対象フィルム37は、例えばヨウ素でPVA(ポリビニールアルコール)フィルムを染色した後にそのPVAフィルムを延伸することにより製造される偏光子層37cとなる偏光フィルムの表面に保護フィルム37dが貼り合わせられたフィルムを作成し、そのフィルムに液晶化合物層37bを形成したベースフィルム37aを貼り合わせることによって製造されている。なお、検査対象フィルム37の製造方法は限られるものではない。40

【0056】

図11に上記検査対象フィルム37の欠陥を検査する欠陥検査装置38を示す。欠陥検査装置38は、検査対象フィルム37の偏光子層37cを一方の偏光板として用いるため、検査ステージには第1偏光板18を配してあるが、第2偏光板19を設けていない。また、検査対象フィルム37が偏光子層37cを上に向かって姿勢で検査ステージを搬送されるようにしてあり、このときの偏光子層37cと第1偏光板18とがクロスニコル配置となるように第1偏光板18の偏光透過軸の向きを決めてある。

【0057】

偏光子層37cまたは第1偏光板18のいずれか一方が検査対象フィルム37の遅相軸50

に対して略平行としてある。上記のように検査対象フィルム37を製造する場合には、一般的には、偏光子層37cの偏光透過軸と、検査対象フィルム37の遅相軸とが実質的に平行となるように製造されるので、それに合わせて第1偏光板18の透過軸方向を決定すればよい。もちろん、偏光子層37cの偏光透過軸が検査対象フィルム37の遅相軸と直交する方向とされている場合では、第1偏光板18の透過軸方向が検査対象フィルム37の遅相軸と平行となるように配置すればよい。

【0058】

受光器16に関するあおり角1、回転角2、検査エリア17から受光器16を望む方向と光軸Pとのなす最大角等の条件は、第1実施形態と同様である。また、第1偏光板18と偏光子層37cは、第1実施形態における第1、第2偏光板と同様に、第1偏光板18と偏光子層37cは、偏光子層37cとクロスニコル配置となるように検査対象フィルムの液晶化合物層側に第1偏光板18を配した状態で測定される波長500nm～750nmにおける平均直交透過率が0.027%以下、波長750nmにおける直交透過率が0.030%以下を満たすものを用いることが好ましい。10

【0059】

以上のように構成することにより、第1実施形態と同様に検査対象フィルム37の欠陥を検出することが可能である。なお、検査対象フィルム37としては、正または負の一軸性複屈折を示すものであれば、液晶化合物層を形成したものに限られるものではない。

【実施例】

【0060】

実施例1～4として、第1実施形態のように欠陥検査装置10を構成し、前述のような装置4、5で作成され、透過型の光学補償フィルムとして利用される位相差フィルムを検査対象フィルム7として、第1、第2偏光板18、19としての直交透過率の異なる偏光板A～Dを用いて欠陥、すなわち液晶化合物層の局所的な光学軸のズレに起因して発生する欠陥の検出を行った。各実施例では、第1、第2偏光板18、19には同じ種類の偏光板を使用した。20

【0061】

実施例1～4では、あおり角1を20°、回転角2を40°とし、光源部15として、ハロゲンランプからの光をライトガイドを通して照射するものを用いた。この光源部15の分光分布は図12に示すようなものであった。30

【0062】

各偏光板A～Dの直交透過率の波長分布特性を測定したグラフを図13に示し、透過率のスケールを変更して750nm付近の透過率の違いを明確化したグラフを図14に示す。また、各偏光板A～Dの570nm～750nmの波長域の光に対する平均直交透過率、及び波長750nmの光に対する直交透過率を表2に示す。図13、図14及び表2に示す各直交透過率は、同じ種類の一対の偏光板をクロスニコル配置し、それらの間に検査対象フィルム37を配した状態で測定したものであり、第1偏光板18と第2偏光板19とをクロスニコル配置し、それらの間に検査対象フィルム37を配した状態で測定した直交透過率になる。また、図13では、各偏光板の間に検査対象フィルム7を配しない状態で測定した結果をあわせて描いてある。40

【0063】

【表2】

偏光板	直交透過率 ※1 (%)	直交透過率 ※2 (%)
A	0.165	2.38
B	0.099	1.25
C	0.092	1.39
D	0.027	0.03

10

※1 波長域500～750nmに対する値

※2 波長750nmに対する値

【0064】

また、比較例5，6として、実施例1，4と用いた各偏光板A，Dを用い、特許文献5に記載された構成で欠陥の検出を実施した。すなわち、一対の偏光板Aまたは偏光板Dを検査対象フィルム7を挟んで平行に配置するとともに、検査対象フィルム7の遅相軸に対して一方の偏光板の偏光透過軸を適当な交差角をつけて配置した。また、検査対象フィルム7と実質同等の光学補償フィルムを一方の偏光板とフィルムとの間に配置し、フィルム面の法線方向からCCDカメラによって受光を行う構成としている。なお、検査対象フィルム7の遅相軸に対する一方の偏光板の偏光透過軸とのなす交差角は15°、偏光板とフィルムとの間の光学補償フィルムは、フィルム面内で180°回転させた状態に配した。また、光源は、実施例1～4と同じものを用いた。

20

【0065】

実施例1～4では、受光器16としては、白黒タイプのCCDラインセンサを用い、比較例5，6では、CCDカメラとして、実施例1～4の受光器16として用いたものと同じCCDラインセンサを用いた。このCCDラインセンサの分光感度特性を図15に示す。

【0066】

実施例と比較例1～6の検出結果を表3に示す。表3の故障ランク1～4は、欠陥箇所とその周囲の濃淡（輝度）の差によって欠陥の程度を示したものであり、故障ランク1が最も濃淡差が大きく、故障ランク2，故障ランク3，故障ランク4の順に濃淡差が小さくなる。

30

【0067】

【表3】

	実施例1 (偏光板A)	実施例2 (偏光板B)	実施例3 (偏光板C)	実施例4 (偏光板D)	比較例1 (偏光板A)	比較例2 (偏光板D)
故障ランク	ランク1	検出可	検出可	検出可	検出不可	検出不可
	ランク2	検出可	検出可	検出可	検出不可	検出不可
	ランク3	検出不可	検出不可	検出不可	検出不可	検出不可
	ランク4	検出不可	検出不可	検出不可	検出可	検出不可

40

*実施例1～4:あおり角θ1=20°,回転角θ2=40°

*比較例1,2:交差角=15°

【0068】

上記表3からわかるように、本発明の構成の実施例1～4は、いずれも故障ランク1,2の欠陥を検出することができ、波長500nm～750nmにおける平均直交透過率が0.027%であり、波長750nmにおける直交透過率が0.030%である偏光板Dを第1,第2偏光板18,19として用いた実施例4では、極めて欠陥の程度が低い故障

50

ランク 4までを良好に検出することができた。これに対して、実施例 1と同じ偏光板 A を用いた比較例 5、実施例 4と同じ偏光板 D を用いた比較例 6では、故障ランク 1～4 のいずれの欠陥をも検出することができなかった。

【 0 0 6 9 】

以上のことから、本発明の構成が光学軸のズレに起因して発生する欠陥に対して有効であることが確認でき、また波長 500 nm～750 nmにおける平均直交透過率、および特定波長(750 nm)における直交透過率が低いほど輝度が低い欠陥をより良好に検出できることが推定されることから、波長 500 nm～750 nmにおける平均直交透過率が 0.027%以下、また波長 750 nmにおける直交透過率が 0.030%以下であることが微細な光漏れ欠陥の検出に有用であることも確認できる。光源をハロゲン光源とした場合には、図 12 に示す通り、ハロゲン光源の相対強度が波長 550～630 nm に極大値を持ち、かつ、波長 700～800 nm でも相対強度を有することから、微細な光漏れ欠陥の検出により有用である。10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 0 】

【図 1】本発明を実施した欠陥検査装置を示す概略図である。

【図 2】各偏光板の偏光透過軸の関係と、その透過軸と検査対象フィルムの遅相軸との関係を示す説明図である。

【図 3】受光器のあおり角 1 を説明する説明図である。

【図 4】受光器の回転角 2 を説明する説明図である。20

【図 5】あおり角 1 に対する検出信号強度の変化を示すグラフである。

【図 6】回転角 2 に対する検出信号強度の変化を示すグラフである。

【図 7】受光器の好ましい回転角の範囲を説明する説明図である。

【図 8】最大角 を説明する説明図である。

【図 9】最大角 に対する検出信号の傾きの変化を示す説明図である。

【図 10】一方の面に偏光子層が形成されたフィルムの断面図である。

【図 11】一方の面に偏光子層が形成されたフィルムの欠陥を検査する欠陥検査装置を示す概略図である。

【図 12】本発明の欠陥検査装置で欠陥を検出したときの光源部の分光分布を示すグラフである。30

【図 13】実施例に用いた各偏光板の直交透過率の波長分布特性示すグラフである。

【図 14】各偏光板の直交透過率の波長分布特性をスケールを変更して示すグラフである。30

【図 15】実施例に用いた分光感度特性を示すグラフである。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

7 , 37 検査対象フィルム

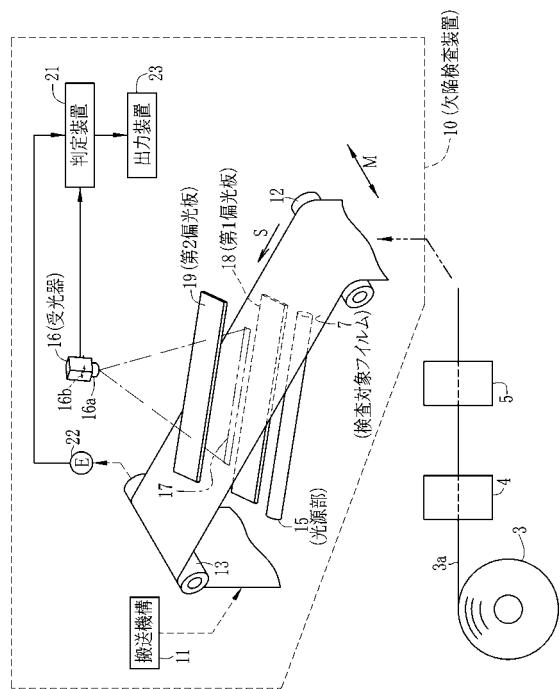
10 , 39 欠陥検査装置

15 光源部

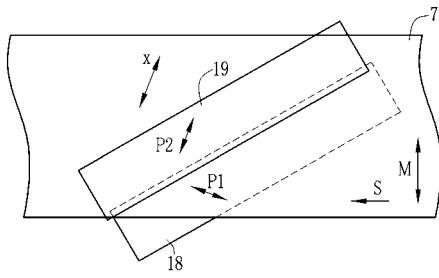
16 受光器

18 , 19 偏光板40

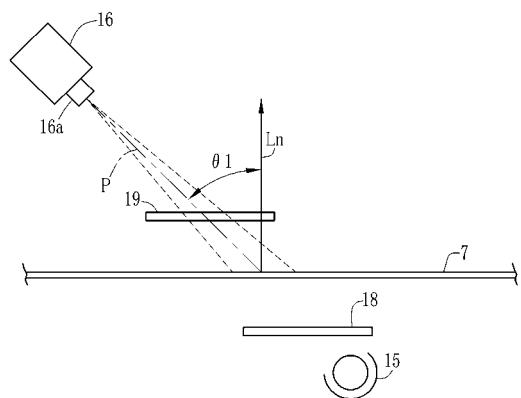
【図1】



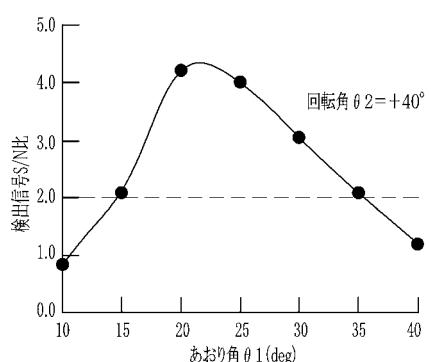
【図2】



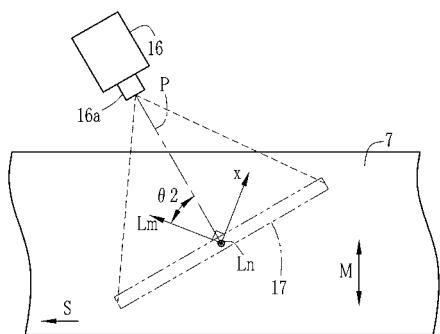
【図3】



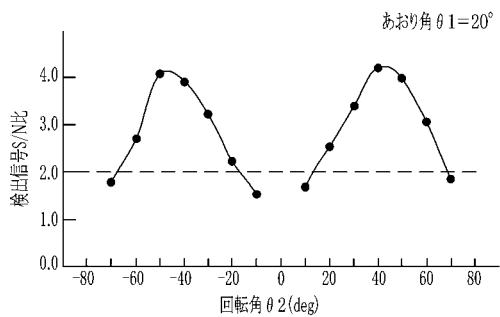
【図5】



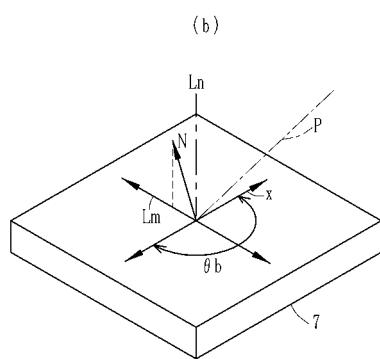
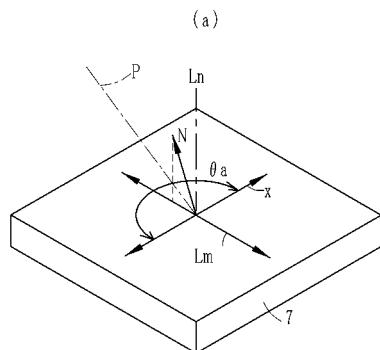
【図4】



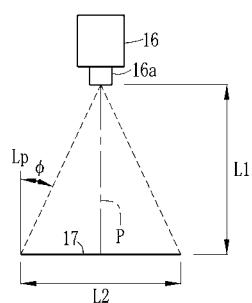
【図 6】



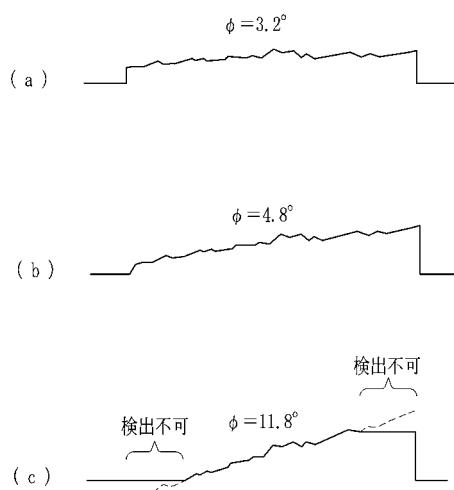
【図 7】



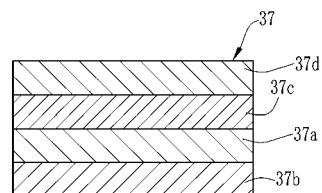
【図 8】



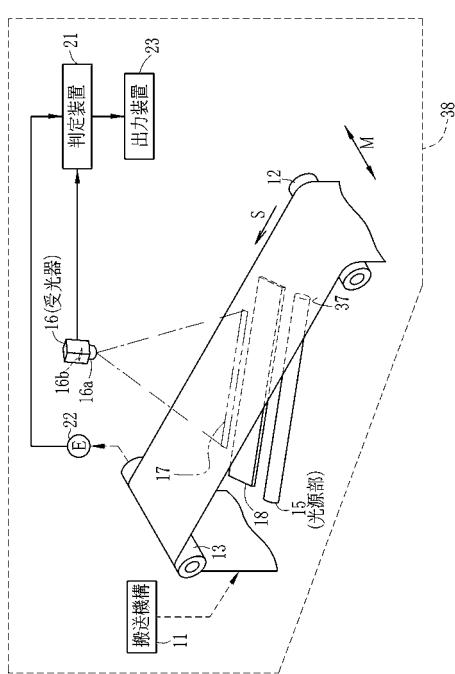
【図 9】



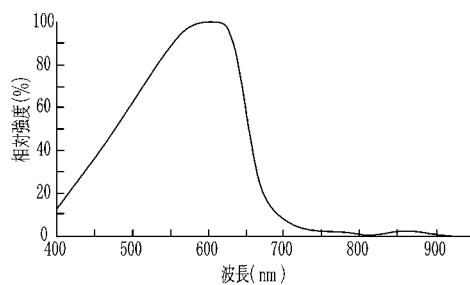
【図 10】



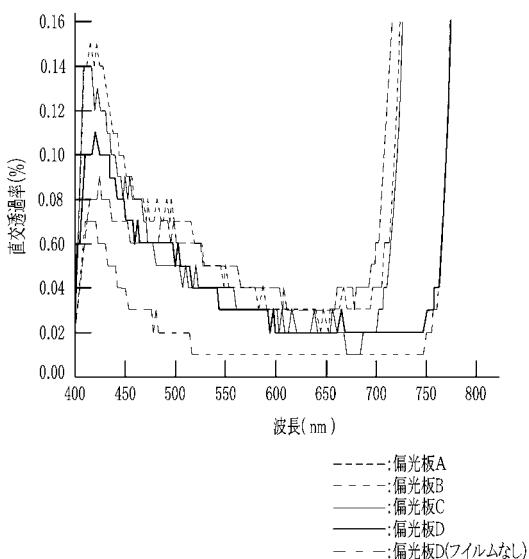
【図 1 1】



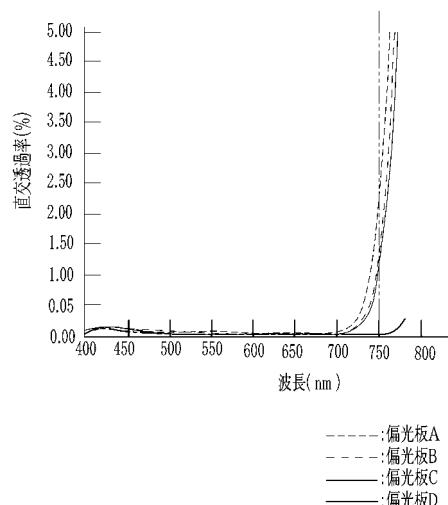
【図 1 2】



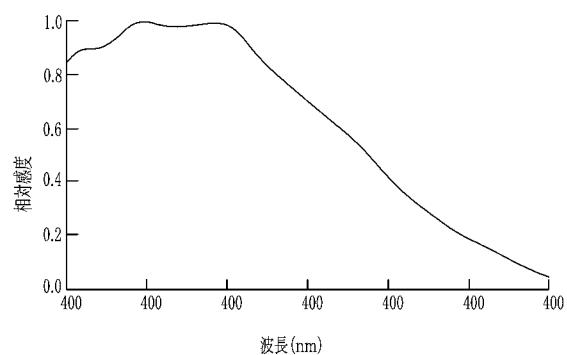
【図 1 3】



【図 1 4】



【図15】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 N 21 / 892