

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3814343号  
(P3814343)

(45) 発行日 平成18年8月30日(2006.8.30)

(24) 登録日 平成18年6月9日(2006.6.9)

(51) Int.C1.

F 1

GO 1 B 11/06

(2006.01)

GO 1 B 11/06

G

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-224835  
 (22) 出願日 平成8年8月27日(1996.8.27)  
 (65) 公開番号 特開平9-119814  
 (43) 公開日 平成9年5月6日(1997.5.6)  
 審査請求日 平成15年7月4日(2003.7.4)  
 (31) 優先権主張番号 520,199  
 (32) 優先日 平成7年8月28日(1995.8.28)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 399117121  
 アジレント・テクノロジーズ・インク  
 A G I L E N T T E C H N O L O G I E  
 S, I N C.  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル  
 ト ページ・ミル・ロード 395  
 395 Page Mill Road  
 Palo Alto, California  
 U. S. A.  
 (74) 代理人 100105913  
 弁理士 加藤 公久  
 (72) 発明者 ロナルド・ヴィー・アルブス  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロ・ア  
 ルト、マリオン・アヴェニュー 475

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】フィルム厚の測定方法及び装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

上部表面及び下部表面を備えたフィルムの厚さを測定するための装置において、低コヒーレント光源から第1のプローブ光信号及び第2のプローブ光信号を発生するための手段と、

前記上部表面に向かって前記第1のプローブ光信号を送り、前記上部表面を出る光を集めるための手段と、

前記上部表面を出る光を部分的に反射して、前記上部表面に向かって戻すための上部基準表面と、

前記下部表面に向かって第2のプローブ光信号を送り、前記下部表面を出る光を集めるための手段と、

前記下部表面を出る光を部分的に反射し、前記下部表面に向かって戻すための下部基準表面と、

前記上部表面及び下部表面から集めた前記光を結合して、集光信号を形成するための結合手段と、

前記集光信号を受信して、前記上部表面及び前記上部基準表面から反射した光と前記下部表面及び前記下部基準表面から反射した光の間ににおける時間遅延を求めるための受信器とを備えた測定装置。

## 【請求項 2】

前記受信器が、光学スペクトル解析器を備えたことを特徴とする請求項1に記載の測定装

10

20

置。

**【請求項 3】**

上部表面と下部表面を備えたフィルムの厚さを測定するための方法において、  
低コヒーレンス光源から第1のプローブ光信号と第2のプローブ光信号を発生するステップと、

前記上部表面に向けて前記第1のプローブ光信号を送り、前記上部表面を出る光を集める  
ステップと、

前記上部表面を出る光を部分的に反射して、前記上部表面に向かって戻す上部基準表面を  
設けるステップと、

前記下部表面に向けて前記第2のプローブ光信号を送り、前記下部表面を出る光を集める  
ステップと、

前記下部表面を出る光を部分的に反射して、前記下部表面に向かって戻す下部基準表面を  
設けるステップと、

前記上部表面と前記下部表面から集めた前記光を結合して、集光信号を形成するステップ  
と、受信器において前記集光信号を受信して解析を行い、前記上部表面及び前記基準表面  
から反射する光と前記下部表面及び前記下部基準表面から反射する光との間における時間  
遅延を求めるステップとを備えた測定方法。

**【請求項 4】**

前記受信器が光学反射率計を備えたことを特徴とする、請求項3に記載の測定方法。

**【発明の詳細な説明】**

20

**【0001】**

**【産業上の利用分野】**

本発明は、光学反射率測定に関するものであり、とりわけ、不透明なフィルム、ウェブ、または、シートの厚さを測定するための装置に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】**

多くの工業プロセスにおいて、フィルム厚の制御は、極めて重要である。ここで、「フィルム」という用語は、フィルム、ウェブ、または、シートを表すために用いられるものとする。

**【0003】**

30

例えば、写真フィルムの製造には、裏引き層に乳剤の均一な層を形成することが必要になる。プロセス制御の観点に立つと、フィルム製造後の品質管理試験室におけるフィルム厚測定よりも、フィルム製造プロセス中におけるフィルム厚の測定が行えるほうが有利である。サンプルをオフ・ラインで測定する場合、かなりの量の欠陥フィルムの処理が済むまで、機械的動作不良の補正を実施することができない。このため、無駄を生じることになる。

**【0004】**

フィルム厚を測定するための先行技術による方法は、接触法と非接触法に分割することができる。接触技法の1つでは、フィルムの両面に物理的に接触することになるマイクロメータが用いられる。こうした技法には、測定中にフィルムを物理的に変形させるという欠点がある。さらに、これらの技法は、高速で移動するフィルムのオン・ライン測定に適用するのが困難である。

40

**【0005】**

当該技術では、原子粒子のビームまたはベータ粒子またはガンマ線のような放射線の減衰に基づく非接触技法も周知のところである。例えば、このタイプの先行技術による方法では、フィルムによる電子ビームの減衰を利用して、フィルム厚が求められる。この方法には、2つの欠点がある。第1に、減衰はフィルムの化学組成及び密度によって左右されるので、フィルムの各タイプ毎に、該システムの較正を実施しなければならない。第2に、該システムは、一般に、放射線源に依存して、粒子ビームを発生する。一般に、コスト、安全性、及び、生理学的理由から、放射性材料の使用を制限するのが望ましい。

50

**【0006】**

先行技術では、光学自己相関器を用いてフィルム厚を測定する方法も周知のところである。ここでの論述のため、光学自己相関器は、可変差分時間遅延を有する干渉計と定義する。光学自己相関器の実施例の1つについては、(書誌的事項につき省略)に記載がある。当該技術の熟練者には、光学自己相関器の動作原理は明らかであるが、本特許に関連するので、ここでいくつかの原理について明らかにしておくことにする。光を2つの異なる光路に分割し、次に、再結合して、フォトダイオードに送る自己相関干渉計の場合、検出された光の強度は、パラメータの関数として測定される。このパラメータは、干渉計の差分光路長  $L$  とすることもできるし、あるいは、干渉計の差分時間遅延  $t$  とすることも可能である。これらのパラメータは、 $L = n c t$  によって関連づけられるが、ここで、 $c$  は真空中における光の速度であり、 $n$  は差分光路の媒質(通常は空気)の群屈折率である。差分時間遅延の関数として表される検出された光強度は、入力光のコヒーレンス関数と呼ばれる。従って、フィルムの異なる表面から反射した光間における時間遅延を求める受信器は、フィルムの異なる表面から反射した光間における光路遅延を求める受信器と同じ機能を果たすことになる。反射光のコヒーレンス関数におけるピーク間の間隔を求ることは、同じ機能について明らかにするもう1つの方法である。

**【0007】**

マイケルソン干渉計は、こうした自己相関器の一例である。グッドマンの「統計光学」の第5章 (Joseph W. Goodman: Statistical Optics, John Wiley & Sons, 1985, pp.157-170)には、マイケルソン干渉計を利用したフィルム厚の測定装置の一例について教示がある。このシステムにおいて、フィルムは、フィルムの表面に対してある角度をなす平行光によって照射される。フィルムの正面及び背面によって、反射光信号が発生する。その入力として反射光を受けるマイケルソン干渉計において発生する自己相関スペクトルのピークを調べることによって、2つの反射表面間の距離が求められる。あいにく、この方法では、群屈折率とフィルム厚の積だけしか求めることができない。この量に変動が検出されると、フィルム組成に変化が生じたか、あるいは、フィルム厚に変化が生じたかを確かめるため、追加測定が必要になる。群屈折率は、媒質中における光パルスの伝搬速度対真空中における光パルスの伝搬速度の比と定義される。

**【0008】****【発明が解決しようとする課題】**

一般に、本発明の目的は、フィルムの厚さを測定するための改良された装置及び方法を提供することにある。

**【0009】**

本発明のもう1つの目的は、フィルムと測定装置の接触を必要としないシステムを提供することにある。

**【0010】**

本発明のさらにもう1つの目的は、フィルムのはためきに適応可能なシステムを提供することにある。

**【0011】**

本発明のさらにもう1つの目的は、透明フィルムの測定時に、群屈折率とフィルム厚の両方を求めることが可能なシステムを提供することにある。

**【0012】**

本発明の以上の及びその他の目的については、当該技術の熟練者には、本発明の各種実施例に関する書きの詳細な説明及び添付の図面から明らかになるであろう。

**【0013】****【課題を解決するための手段】**

本発明は、上部表面と下部表面を備えたフィルムの厚さを測定するための装置及び方法を備えた。該装置には、低コヒーレンス光源から第1のプローブ光信号及び第2のプローブ光信号を発生するための第1の結合器(即ち光学結合器)が含まれている。第1のプローブ光信号は、フィルムの上部表面に向かって送られ、フィルムの上部表面を出る光が集め

10

20

30

40

50

られる。同様に、第2のプローブ光信号は、フィルムの下部表面に向かって送られ、フィルムの下部表面を出る光も集められる。反射を発生するために、上部及び下部の部分反射基準表面が設けられている。上部基準表面は、上部表面を出る光の一部を反射して、上部表面に向かって戻し、下部基準表面は、フィルムの下部表面を出る光の一部を反射して、フィルムの下部表面に向かって戻す。集められた光を結合して、集光信号が形成され、これが受信器に入力されて、フィルムの上部表面及び上部基準表面から反射する光と、フィルムの下部表面及び下部基準表面から反射する光との間の時間遅延が求められる。本発明の望ましい実施例の場合、受信器は、集められた光信号から測定される周波数領域のスペクトルのフーリエ変換を可能にする回路要素を含む、光学自己相関器または光学スペクトル解析器を備えた。

10

## 【0014】

## 【実施例】

先行技術に対して本発明を優位に立たせている方法については、本発明に従う厚さ測定装置10の実施例に関する略図である、図1を参照することによってより容易に理解することが可能になる。装置10は、低コヒーレンス光源12を利用して、光信号を発生し、これが、3dB結合器16によって2つの光信号に分割され、被測定フィルム15の両面に加えられる。この光信号は、ファイバ13及び14を介して加えられる。フィルム15の2つの表面から反射される光は、ファイバ13及び14によって集められ、結合器16によって結合されて、ファイバ17に出力光信号を生じ、これが、自己相関器が望ましい受信器18に送られる。

20

## 【0015】

光ファイバ13及び14の長さは、等しくする必要はない。実際のところ、これらの光ファイバの長さは、さらに詳細に後述する理由から異なるほうが望ましい。

## 【0016】

光源12のコヒーレンス長は、測定を受けるフィルム15の厚さに比べて短くなければならない。こうした光源は、光学反射率測定技術において一般的なものであり、従って、ここでは詳述しない。ここでは、光源12にエッジ発光の発光ダイオードを利用することが可能であるという点に特に言及しておけば十分である。

## 【0017】

マイケルソン干渉計を備えた典型的な自己相関器が18で示されている。マイケルソン干渉計に入射する光は、ビーム分割器19によって2つのビームに分割され、異なる光路を進むことになる。第1の光路は、固定鏡20の位置によって決まり、第2の光路は、可動鏡21の位置によって決まる。異なる光路を通り抜けると、2つのビームからの光が、ビーム分割器19によって再結合されて、フォトダイオード22に送られ、光の干渉のために鏡21の位置に応じて変動する光の強度が測定される。

30

## 【0018】

次に図2及び図3を参照する。図2は、フィルムとファイバ端部に関連したさまざまな距離を示す、ファイバ13及び14の端部とフィルム15の拡大図である。フィルムの厚さtは、(d - x<sub>1</sub> - x<sub>2</sub>)に等しい。d、x<sub>1</sub>、及び、x<sub>2</sub>の関連値は、自己相関器の出力から求められる。dの値は、フィルムがない場合に実施される直接測定から求められる。

40

## 【0019】

図3には、自己相関器18の出力が示されている。自己相関器に入力される信号パターンは、常にそれ自体と相関されるので、x = 0の場合、30で示す大信号が常に存在する。フィルムが存在しない場合、ピークは、x = d、すなわち、ファイバ端部間の距離に生じる。こうしたピークが33で示されている。この距離は、ファイバ端部間の距離の直接測定によって得られる値に基づく装置の較正時に用いられる。装置10にフィルムが挿入されると、それぞれ、31及び32で示すように、x = x<sub>1</sub>及びx = x<sub>2</sub>に2つの追加ピークが生じる。x<sub>1</sub>のピークは、表面26及びファイバ端部24からの反射に対応する。x<sub>2</sub>のピークは、表面25及びファイバ端部23からの反射に対応する。本発明のこの実施例の場合、ファイバ端部23、24は、研磨され、部分的に反射する基準表面を形成している

50

。代わりに、各ファイバ端部と測定を受けるフィルムの対応する表面間に、部分反射基準リフレクタを配置することも可能である。基準リフレクタは、後述するようにレンズ表面とすることもできるし、あるいは、部分反射表面を備えた光学的に透明な材料とすることも可能である。負の  $x$  値の場合には、対称ピーク・パターンも観測される。

#### 【0020】

フィルムの透明度が十分であれば、群屈折率  $n$  を得ることも可能である。図4には、フィルムが透明で、群屈折率  $n$  を備える場合の、自己相関器の出力が示されている。図面を簡略化するため、負の  $x$  値に対応するピークは省略されている。もう1度、ピーク30が  $x = 0$  に位置することになる。フィルムがなければ、ピーク33は  $x = d$  に生じる。フィルム15が挿入されると、ピーク42及び44が、不透明なフィルムの場合のように、 $x_1$  及び  $x_2$  に対応する位置に生じる。これらのピークは、フィルム境界と最も近いファイバ端部との間における反射によって発生する。さらに、図43及び45で示す新たなピークが、距離 ( $x_1 + n t$ ) と ( $x_2 + n t$ ) に対応して生じる。ここで、 $t$  はフィルム15の厚さである。これらのピークは、1つの境界からフィルムに侵入し、その後、第2の境界から反射した光の反射に対応する。ピーク46は、光がフィルム15を通過した後、ファイバ端部13及び14からの反射によって発生する。ピーク46は、 $x = d + (n - 1)t$  に位置する。最後に、41に示すように  $x = n t$  に小さなピークが生じる。当該技術の熟練者には明らかなように、自己相関器から得られる出力を用いて、 $t$  と  $n$  の両方を求めることが可能である。

#### 【0021】

本発明の上述の実施例は、フィルムに近接して配置された2つのファイバ端部に関して説明された。本発明の望ましい実施例の場合、フィルムからある距離をあけてファイバ端部を配置することによって、はためきに関する余裕、及び、急速な動作中にフィルムにはためきを生じる場合に固有の、フィルムの反射表面における角度変動に関する公差が得られるようになる。距離の追加に適応し、所望の公差が得られるようになるため、レンズ及び反射表面が利用される。この構成の機能の仕方については、ファイバ端部、レンズ、及び、測定を受けるフィルムの断面図である図5を参照することによってより容易に理解することが可能になるであろう。ファイバ51を出る光は、フィルムの平面に光を集束させるレンズ55に助けられてフィルム53上にイメージを形成する。フィルム53を出る光は、レンズ56によって集束し、ファイバ52に戻される。同様に、ファイバ52を出る光は、レンズ56によってフィルム53上に集束し、フィルム平面を出る光は、レンズ55によって集束し、ファイバ51に送り込まれる。

#### 【0022】

本発明の上記実施例の場合、レンズ55及び56の表面58及び59は、それぞれ、部分反射材料のコーティングが施されている。本発明の望ましい実施例の場合、これらの表面は、それに入射する光の約33%を反射する。これらの表面によって、上述の較正距離「 $d$ 」が得られる。フィルムがなければ、これらのレンズ表面間の間隔に等しい距離に、自己相関器の出力のピークが生じることになる。各レンズの正面の曲率は、該正面のポイントとフィルムの中心との距離が一定になるように選択されるのが理想である。

#### 【0023】

図5から明らかなように、フィルム15は、レンズの1つに近接して配置するのが望ましい。図5に示す実施例の場合、フィルム15はレンズ55に近接して配置される。上述のように、自己相関器のピークは、レンズ表面とフィルムの距離に対応する。フィルムがレンズ間のちょうど中間点に配置されると、ピークが重なることになる。このオーバラップによって、 $x_1$  と  $x_2$  の距離を判定するのが困難になる。従って、フィルムは、意図的に、 $x_1$  と  $x_2$  の距離に対応する反射に別個のピークをもたらすのに十分な距離だけ中心からはずして配置される。

#### 【0024】

本発明の上述の実施例では、自己相関器としてマイケルソン干渉計が利用されているが、他の形態の自己相関器を利用することも可能である。例えば、光学パワーを波長または光

10

20

30

40

50

周波数の関数として測定する光学スペクトル解析器を利用するこども可能である。こうした解析器からの周波数領域のスペクトルに関するフーリエ変換によって、自己相関器の出力と同じ出力が得られる。

#### 【0025】

用途によっては、シート全域の均一性をテストするため、シートのいくつかの異なる位置における厚さの測定が所望される。本発明によれば、図1に示すファイバ13及び14に3dB結合器を挿入して、信号を分割し、追加プローブ対の構成に利用される追加ファイバに送り込むことによって、こうした複数ポイント測定が可能である。各プローブ対の寸法が、他のプローブ対と十分に異なるように選択され、フィルムから基準表面までの距離が、同様に異なるように選択されると、個々のプローブ測定値を多重化して、同じ自己相関器に送り込むことが可能になる。追加プローブ対によって導入される追加ピークは、十分な差があれば、互いにはっきりと区別される。10

#### 【0026】

本発明の上述の実施例は、受信器に自己相関器を利用しているが、他のタイプの反射率計受信器を利用することも可能である。こうした代替装置が、図6に100で示されている。低コヒーレンス光源12からの光は、第1の結合器161によって2つの光信号に分割される。ファイバ164の信号を2つの信号に分割することによって、これらの信号をフィルム15に加え、フィルム15が反射及び透過する光を集めることによって、構成されたプローブ対が形成される。集められた光は、結合器161によって発生した第2の光信号が可動鏡121を備えた可変基準光路を通り抜けた後、結合器161において前記第2の光信号と再結合される。結合器161において結合された信号は、基準光路における遅延が、反射率計のファイバ164で戻る信号の通過時間と一致すると、構成的干涉を受けることになる。結合器161を出る光の強度は、光検出器120によって測定される。このタイプの受信器は、市販品として購入可能である(米国HP社(ヒューレット・パッカード社)のHP8504精密反射率計(Precision Reflectorometer)。鏡位置Xの関数としてのフォトダイオード120の出力から、上述のようにフィルム厚及び群屈折率を求めることが可能である。20

#### 【0027】

この構成には、フィルムの反射を弁別するのに十分な空間分解能を備えた任意のタイプの反射率計を用いることが可能である。しかし、その結果が個々のファイバの長さの変化に影響されやすいので、この構成は望ましいものではない。こうした変化は、温度の揺動または機械的応力のために生じる可能性がある。これに対し、自己相関受信器で得られる結果は、こうした変化に左右されない。30

#### 【0028】

上記解説では、フィルムの表面を「上部」と「下部」と表したが、この用語は、フィルムの2つの表面を区別するための単なる表示にすぎない。

#### 【0029】

本発明の実施例に関する以上の説明は、「フィルム」に言及したものであるが、理解しておくべきは、フィルムという用語は、シートまたはウェブを含めることを意図したものであるという点である。40

#### 【0030】

当該技術の熟練者には、以上の説明及び添付の図面から本発明に対するさまざまな修正が明らかになるであろう。例えば、16、161、及び、162で示す光学結合器の代わりにビーム分割器を用いることも可能である。また、光源12の代わりに、キセノン・ランプまたは他の低コヒーレンス光源を用いることも可能である。以下に実施態様の育成を列挙する。

#### 【0031】

##### (実施態様1)

上部表面及び下部表面[25、26]を備えたフィルム[15]の厚さを測定するための装置[10、100]において、低コヒーレント光源[12]から第1のプローブ光信号50

及び第2のプローブ光信号を発生するための手段[16、162]と、前記上部表面[25]に向かって前記第1のプローブ光信号を送り、前記上部表面[25]を出る光を集めるための手段[13]と、前記上部表面[25]を出る光を部分的に反射して、前記上部表面[25]に向かって戻すための上部基準表面[23、58]と、前記下部表面[26]に向かって第2のプローブ光信号を送り、前記下部表面[26]を出る光を集めるための手段[14]と、前記下部表面[26]を出る光を部分的に反射し、前記下部表面[26]に向かって戻すための下部基準表面[24、59]と、前記上部表面及び下部表面[25、26]から集めた前記光を結合して、集光信号を形成するための結合手段[16、162]と、前記集光信号を受信して、前記上部表面[25]及び前記上部基準表面から反射した光と、前記下部表面[26]及び前記下部基準表面[24、59]から反射した光の間における時間遅延を求めるための受信器[18]を備えた、測定装置。  
10

## 【0032】

## (実施態様2)

前記受信器[18]が光学自己相関器を備えたことを特徴とする、実施態様1に記載の測定装置[10、100]。

## (実施態様3)

前記受信器[18]が、光学反射率計を備えたことを特徴とする、実施態様1に記載の測定装置[10、100]。

## (実施態様4)

前記受信器[18]が、光学スペクトル解析器を備えたことを特徴とする、実施態様1に記載の測定装置[10、100]。  
20

## 【0033】

## (実施態様5)

前記上部表面[25]に向かって前記第1のプローブ光信号を送るための前記手段が、光ファイバ[51]と、前記光ファイバを出る光を前記フィルム[15]に送り、前記上部表面[25]を出る光を集めて、前記集光を前記第1の光ファイバ[51]に送り込む第1のレンズ[55]を備えたことを特徴とする、実施態様1に記載の測定装置[10、100]。

## (実施態様6)

前記第1のレンズ[55]が、前記レンズと前記上部表面の間に表面[58]を含んでいることと、前記表面が、前記表面に向かう方向に前記フィルム[15]を出る光の一部を反射して、前記フィルム[15]に戻すことと、前記表面によって前記上部基準表面が得られることを特徴とする、実施態様5に記載の測定装置[10、100]。  
30

## 【0034】

## (実施態様7)

前記上部表面[25]に向かって前記第1のプローブ光信号を送るための前記手段が、研磨した端部[23]を備える光ファイバ[13]を備えたことと、前記研磨した端部が前記上部基準表面を構成することを特徴とする、実施態様1に記載の測定装置[10、100]。

## (実施態様8)

前記結合手段が、光学結合器[16、162]を備えたことを特徴とする、実施態様1に記載の測定装置[10、100]。  
40

## (実施態様9)

前記第1と第2のプローブ光信号を発生するための前記手段及び結合手段が、単一の光学結合器[16]であることを特徴とする、実施態様1に記載の測定装置[10、100]。  
。

## 【0035】

## (実施態様10)

上部表面と下部表面[25、26]を備えたフィルム[15]の厚さを測定するための方法において、低コヒーレンス光源[12]から第1のプローブ光信号と第2のプローブ光  
50

信号を発生するステップと、前記上部表面[25]に向けて前記第1のプローブ光信号を送り、前記上部表面[25]を出る光を集めるステップと、前記上部表面[25]を出る光を部分的に反射して、前記上部表面[25]に向かって戻す上部基準表面を設けるステップと、前記下部表面[26]に向けて前記第2のプローブ光信号を送り、前記下部表面[26]を出る光を集めるステップと、前記下部表面[26]を出る光を部分的に反射して、前記下部表面[26]に向かって戻す下部基準表面[24、59]を設けるステップと、前記上部表面と前記下部表面[26]から集めた前記光を結合して、集光信号を形成するステップと、受信器[18]において前記集光信号を受信して解析を行い、前記上部表面[25]及び前記基準表面から反射する光と前記下部表面[26]及び前記下部基準表面[24、59]から反射する光との間における時間遅延を求めるステップとを備えた、測定方法。  
10

## 【0036】

## (実施態様11)

前記受信器[18]が光学自己相関器を備えたことを特徴とする、実施態様10に記載の測定方法。

## (実施態様12)

前記受信器[18]が光学反射率計を備えたことを特徴とする、実施態様10に記載の測定方法。

## (実施態様13)

前記受信器[18]が光学スペクトル解析器を備えたことを特徴とする、実施態様10に記載の測定方法。  
20

## (実施態様14)

前記上部表面[25]に向かって前記第1のプローブ光信号を送る前記ステップが、光ファイバ[51]と、前記光ファイバを出る光を前記フィルム[15]に送り、前記上部表面[25]を出る光を集めて、前記集光を前記第1の光ファイバ[51]に送り込む第1のレンズ[55]を設けるステップを備えたことを特徴とする、実施態様10に記載の測定方法。

## 【0037】

## (実施態様15)

前記第1のレンズが、前記レンズと前記上部表面[25]の間に表面[58]を含んでいることと、前記表面が、前記表面に向かう方向に前記フィルム[15]を出る光の一部を反射して、前記フィルム[15]に戻すことと、前記表面によって前記上記基準表面が得られることを特徴とする、実施態様14に記載の測定方法。  
30

## (実施態様16)

前記上部表面[25]に向かって前記第1のプローブ光信号を送る前記ステップが、研磨した端部[23]を備えた光ファイバ[13]を設けるステップを備えたことと、前記研磨した端部が前記上部基準表面を構成することを特徴とする、実施態様10に記載の測定方法。

## (実施態様17)

前記フィルム[15]の前記第1と第2の表面から集めた前記光を結合する前記ステップが、光学結合器[16、162]を設けるステップを備えたことを特徴とする、実施態様10に記載の測定方法。  
40

## 【0038】

## (実施態様18)

前記第1と第2のプローブ光信号を発生し、前記上部表面と前記下部表面から集めた前記光を結合するステップが、単一光学結合器[16]を設けるステップを備えたことを特徴とする、実施態様10に記載の測定方法。

## 【0039】

## 【発明の効果】

以上詳述したように、被接触で不透明なフィルムの厚さや、透明フィルムの厚さと群屈折  
50

率がオンライン測定できるので実益がある。フィルムのはためきによる影響を小さくすることもできる。

**【図面の簡単な説明】**

【図 1】本発明による厚さ測定装置の実施例に関する略図である。

【図 2】図 1 に示すファイバ 1 3 及び 1 4 の端部の拡大図である。

【図 3】本発明において、不透明なフィルムの測定に用いられた場合に、自己相関受信器によって発生する出力を示す図である。

【図 4】群屈折率  $n$  を有する透明フィルムがプローブ対の間に配置された場合の、自己相関器の出力を示す図である。

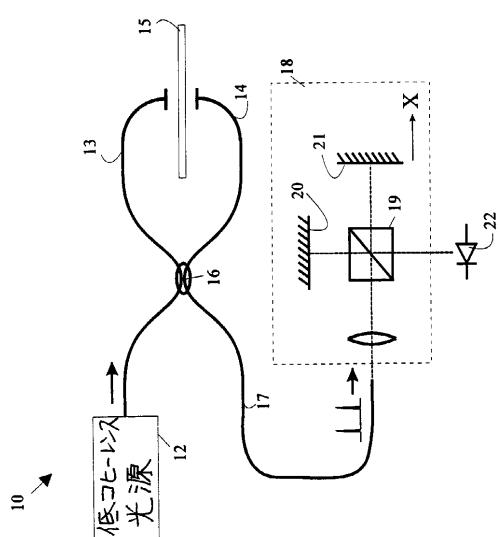
【図 5】本発明の望ましい実施例において用いられるファイバ端部とレンズの断面図である。 10

【図 6】光学反射率計を受信器に利用した本発明の実施例に関する略図である。

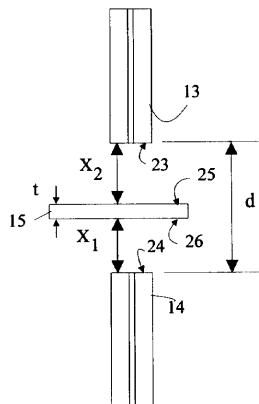
**【符号の説明】**

1 0	厚さ測定装置	
1 2	低コヒーレンス光源	
1 3	光ファイバ	
1 4	光ファイバ	
1 5	フィルム	20
1 6	結合器	
1 7	光ファイバ	
1 8	自己相関器	
1 9	ビーム分割器	
2 0	固定鏡	
2 1	可動鏡	
2 2	フォトダイオード	
2 3	上部基準表面	
2 4	下部基準表面	
2 5	上部表面	
2 6	下部表面	
5 1	光ファイバ	30
5 2	光ファイバ	
5 3	フィルム	
5 5	レンズ	
5 6	レンズ	
5 8	上部基準表面	
5 9	下部基準表面	
1 0 0	代替装置	
1 2 0	光検出器	
1 2 1	可動鏡	
1 3 0	光ファイバ	40
1 4 0	光ファイバ	
1 6 1	結合器	
1 6 4	結合器	

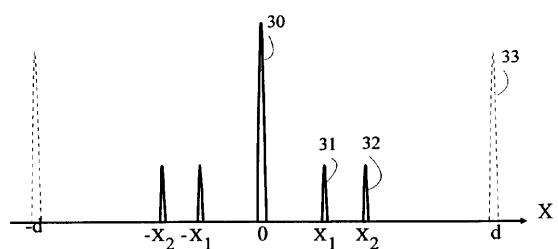
【図1】



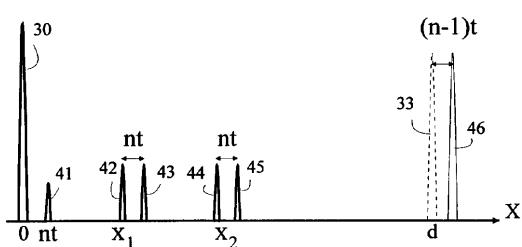
【図2】



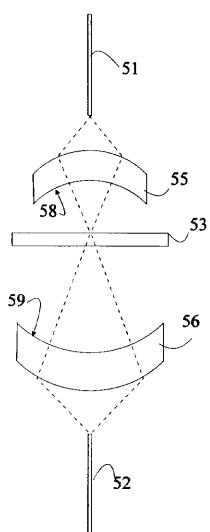
【図3】



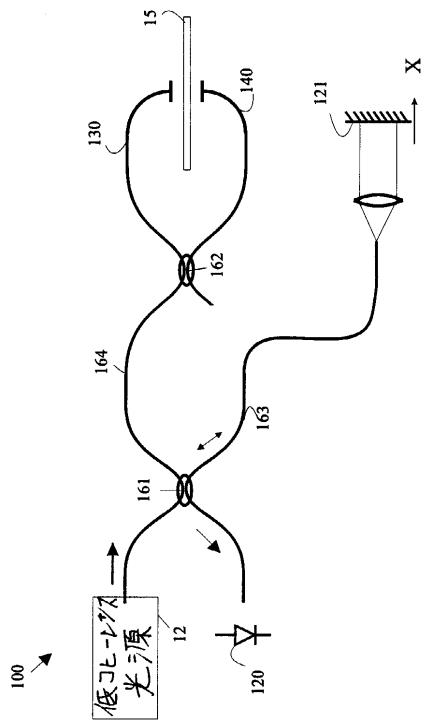
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ウエイン・ヴィー・ソリン

アメリカ合衆国カリフォルニア州マウンテン・ビュー、ケンブリッジ・レーン 3579

(72)発明者 スティーブン・エー・ニュートン

アメリカ合衆国カリフォルニア州ベルモント、カルメリタ・アヴェニュー 2508

審査官 山下 雅人

(56)参考文献 実開昭57-160611(JP, U)

特開昭58-75005(JP, A)

特開昭64-003534(JP, A)

特開平04-120404(JP, A)

特開平02-167411(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30