

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/031567

発行日 平成29年6月8日 (2017.6.8)

(43) 国際公開日 平成28年3月3日 (2016.3.3)

(51) Int.Cl.  
G01N 21/23 (2006.01)

F I  
G O I N 21/23

テーマコード (参考)  
2 G O 5 9

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

出願番号	特願2016-545429 (P2016-545429)	(71) 出願人	503027931 学校法人同志社 京都府京都市上京区今出川通烏丸東入玄武町601番地
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/072783	(71) 出願人	301021533 国立研究開発法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1
(22) 国際出願日	平成27年8月11日 (2015.8.11)	(74) 代理人	110000475 特許業務法人みのり特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2014-171159 (P2014-171159)	(72) 発明者	江本 顕雄 京都府京田辺市多々羅部谷1-3 同志社大学内
(32) 優先日	平成26年8月26日 (2014.8.26)	(72) 発明者	大谷 直毅 京都府京田辺市多々羅部谷1-3 同志社大学内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

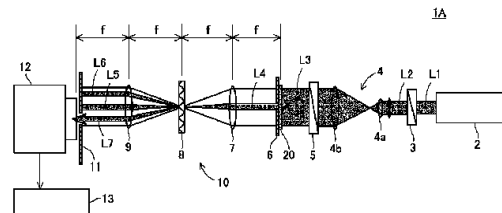
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複屈折測定装置および複屈折測定方法

(57) 【要約】

本発明は、回転機構のないシンプルな構成で、測定対象物の複屈折の二次元分布をリアルタイムにかつ詳細に測定することができる複屈折測定装置を提供することを課題とする。

本発明に係る複屈折測定装置 1 A は、光束 L 1 を生成する光束生成手段 2 と、光束 L 1 を予め定められた偏光状態にして測定対象物 2 0 に照射する光束照射手段 3, 4, 5 と、測定対象物 2 0 を透過した光束 L 4 を結像させる結像光学系 1 0 と、結像光学系 1 0 の途中に配置された偏光回折格子 8 と、結像光学系 1 0 により結像された像の明暗に関する明暗信号を生成する撮像手段 1 2 と、明暗信号に基づいて求めた、測定対象物 2 0 を透過したことにより生じた、光束 L 4 における位相差に関する情報を出力する出力手段とを備え、撮像手段 1 2 は、偏光回折格子 8 が生じさせた複数の回折光のうちの少なくとも一つの回折光 L 7 の像の明暗信号を生成することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光束を生成する光束生成手段と、  
 前記光束を予め定められた偏光状態にして測定対象物に照射する光束照射手段と、  
 前記測定対象物を透過した光束を結像させる結像光学系と、  
 前記結像光学系の途中に配置された偏光回折格子と、  
 前記結像光学系により結像された像の明暗に関する明暗信号を生成する撮像手段と、  
 前記明暗信号に基づいて求めた、前記測定対象物を透過したことにより生じた、前記測定対象物を透過した光束における位相差に関する情報を出力する出力手段と、  
 を備え、

10

前記撮像手段は、前記偏光回折格子が生じさせた複数の回折光のうちの少なくとも一つの回折光の像の前記明暗信号を生成することを特徴とする複屈折測定装置。

## 【請求項 2】

前記測定対象物に入射する光束は、円偏光であることを特徴とする請求項 1 に記載の複屈折測定装置。

## 【請求項 3】

前記撮像手段は、前記偏光回折格子が生じさせた + 1 次回折光および - 1 次回折光のうち、前記測定対象物を透過した光束が前記測定対象物に入射した円偏光と同一の円偏光である場合に最も暗くなり、前記測定対象物を透過した光束が前記測定対象物に入射した円偏光とは反対に回転する円偏光である場合に最も明るくなる方の像の前記明暗信号を生成することを特徴とする請求項 2 に記載の複屈折測定装置。

20

## 【請求項 4】

前記偏光回折格子は、石英板または透明樹脂板からなる構造複屈折偏光回折格子であることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載の複屈折測定装置。

## 【請求項 5】

前記偏光回折格子は、隣接方向に並べられた複数の格子単位からなり、  
 前記格子単位のそれぞれは、1 次元の短冊状格子からなり、  
 前記隣接方向に周期構造が形成されるように、隣接した前記格子単位における格子ベクトルの向きが異なっていることを特徴とする請求項 4 に記載の複屈折測定装置。

30

## 【請求項 6】

前記短冊状格子の周期は、前記光束生成手段が生成する光束の波長を 0.6 倍した値よりも小さいことを特徴とする請求項 5 に記載の複屈折測定装置。

## 【請求項 7】

前記結像光学系は 4 f 光学系であり、前記測定対象物と前記撮像手段との中間位置に前記偏光回折格子が配置されていることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載の複屈折測定装置。

## 【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の複屈折測定装置を備え、  
 前記測定対象物としてのフィルムの複屈折における異常を検査するために使用されることを特徴とするフィルム検査装置。

40

## 【請求項 9】

光束を生成する光束生成工程と、  
 前記光束を予め定められた偏光状態にして測定対象物に照射する光束照射工程と、  
 前記測定対象物を透過した光束を偏光回折格子を介して結像させる結像工程と、  
 前記結像工程により結像した像の明暗に関する明暗信号を生成する信号生成工程と、  
 前記明暗信号に基づいて求めた、前記測定対象物を透過したことにより生じた、前記測定対象物を透過した光束における位相差に関する情報を出力する出力工程と、  
 を備え、

前記信号生成工程において、前記偏光回折格子が生じさせた複数の回折光のうちの少なくとも一つの回折光の像の前記明暗信号を生成することを特徴とする複屈折測定方法。

50

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載の複屈折測定方法により、前記測定対象物としてのフィルムの複屈折における異常を検査することを特徴とするフィルム検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、複屈折媒体の複屈折を測定する複屈折測定装置および複屈折測定方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

複屈折媒体の複屈折を測定する手法としては、クロスニコル法がよく知られている。この手法では、互いに直交した偏光子および検光子と、これらの中に配置された測定対象物としての複屈折媒体とを相対的に回転させながら、偏光子、測定対象物および検光子を透過した光の強度  $I_{out}(\theta)$  を測定し、次式により測定対象物の複屈折  $n$  を求める。

## 【数 1】

$$I_{out}(\theta) = I_{in} \sin^2\left(\frac{\pi}{\lambda} \Delta n d\right) \sin^2(2\theta)$$

ここで、 $I_{in}$  は偏光子側から入射する光の強度、 $\theta$  は測定対象物の相対的な回転角度、 $d$  は測定対象物の厚みである。また、複屈折  $n$  と厚み  $d$  の積によって示される  $\Delta n d$  は、波長  $\lambda$  の光が測定対象物を通過する際に異常光成分と常光成分の間に生じる光路差であり、この光路差によって位相差  $\delta$  を生じる。

## 【数 2】

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta n d$$

このように、厚み  $d$  の測定対象物を通過した光の位相差  $\delta$  から複屈折  $n$  が導出されるため、複屈折測定は位相差測定と同義的であり、複屈折位相差測定と称される場合もある。

## 【0003】

しかしながら、この手法は、偏光子および検光子と測定対象物とを相対的に少なくとも  $180^\circ$  回転させる必要があるため、測定に時間がかかることと、大がかりな回転機構が必要になることが問題となっていた。そこで、偏光子によって円偏光を作り出し、測定対象物に入射することで、末端の検光子だけを回転させる回転検光子法が提案されたが、依然として回転機構が必要なままであった。

## 【0004】

この問題を解消するべく、回転機構を不要とした手法も種々提案されている。例えば、特許文献 1 では、測定対象物 20 に偏光 L10 を照射する手段と、測定対象物 20 を透過した偏光 L11 を 3 つに分割するビームスプリッタ 101、102 と、3 つに分割された偏光 L11 の特定方向に振動する成分を透過させる検光子 103、104、105 と、各検光子 103、104、105 を透過した光の強度を測定する受光器 106、107、108 と、各受光器 106、107、108 で得られた結果から偏光 L11 の楕円軌道を求めるコンピュータ等の演算装置 109 とを備えた複屈折測定装置 100 が提案されている（図 15 参照）。この複屈折測定装置 100 では、検光子 103 と 104 の角度が  $45^\circ$  相違し、かつ検光子 103 と 105 の角度が  $90^\circ$  相違している。

## 【0005】

複屈折測定装置 100 によれば、偏光 L10 の既知の偏光状態と演算装置 109 で求めた偏光 L11 の偏光状態との関係から、測定対象物 20 の複屈折  $n$  を求めることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

また、特許文献 2 では、既知の偏光状態をもつ光束（例えば、円偏光 L 2 0）を測定対象物 2 0 に照射し、透過光 L 2 1 の偏光状態を偏光子アレイ 2 0 1 およびエリアセンサ 2 0 2（例えば、CMOSカメラ）で検出する複屈折測定装置 2 0 0 が提案されている（図 1 6 参照）。同図（B）に示すように、偏光子アレイ 2 0 1 は、XY 方向において連続した複数の偏光子ユニット 2 0 3 からなり、各偏光子ユニット 2 0 3 は、互いに透過軸の方位が異なる  $4 \times 4 = 16$  個の偏光子からなる。

## 【 0 0 0 7 】

複屈折測定装置 2 0 0 では、偏光子アレイ 2 0 1 が複屈折測定装置 1 0 0 における検光子 1 0 3, 1 0 4, 1 0 5 の役割を果たし、エリアセンサ 2 0 2 が受光器 1 0 6, 1 0 7, 1 0 8 の役割を果たす。また、複屈折測定装置 2 0 0 では、複屈折測定装置 1 0 0 におけるビームスプリッタ 1 0 1, 1 0 2 が不要である。したがって、複屈折測定装置 2 0 0 によれば、複屈折測定装置 1 0 0 よりもシンプルな構成で測定対象物 2 0 の複屈折  $n$  の二次元分布を測定することができる。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 6 - 7 1 4 5 8 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 7 - 2 6 3 5 9 3 号公報

## 【 非特許文献 】

20

## 【 0 0 0 9 】

【 非特許文献 1 】 Akira Emoto, Masaya Nishi, Makoto Okada, Sayaka Manabe, Shinji Matsui, Nobuhiro Kawatsuki, and Hiroshi Ono, "Form birefringence in intrinsic birefringent media possessing a subwavelength structure", APPLIED OPTICS, 10 August 2010, Vol. 49, No. 23, p.4355-4361.

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 1 0 】

しかしながら、従来の複屈折測定装置 1 0 0 は、演算装置 1 0 9 において 2 段階の計算処理（受光器 1 0 6、1 0 7、1 0 8 の受光強度に基づいて楕円関数による楕円率の計算および位相差 と複屈折  $n$  の計算）を行うので、高性能な演算装置 1 0 9 を用意しても刻一刻と変化する複屈折  $n$  をリアルタイムに測定するのは困難であった。また、測定対象物 2 0 のある程度広い領域の複屈折  $n$  の二次元分布、言い換えると測定対象物 2 0 により生じる位相差 の二次元分布を測定する場合、従来の複屈折測定装置 1 0 0 では、受光器 1 0 6、1 0 7、1 0 8 で得られる光強度分布を、互いに正確に位置合わせをしたのち、演算装置 1 0 9 にて位相差 を求める必要があるため、装置が大型・複雑化することも問題となっていた。

30

## 【 0 0 1 1 】

また、従来の複屈折測定装置 2 0 0 は、偏光子ユニット 2 0 3 を構成する個々の偏光子によってではなく、偏光子ユニット 2 0 3 全体によって透過光 L 2 1 の偏光状態を測定するため、個々の偏光子に対応する測定対象物 2 0 の微小領域の複屈折  $n$  をマイクロ測定することができなかつた。言い換えると、複屈折測定装置 2 0 0 は、複屈折  $n$  の二次元分布の詳細な測定に不向きであることが問題となっていた。

40

## 【 0 0 1 2 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであって、その課題とするところは、回転機構のないシンプルな構成で、測定対象物の複屈折の二次元分布をリアルタイムにかつ詳細に測定することができる複屈折測定装置および複屈折測定方法を提供することにある。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 3 】

上記課題を解決するために、本発明に係る複屈折測定装置は、光束を生成する光束生成

50

手段と、前記光束を予め定められた偏光状態にして測定対象物に照射する光束照射手段と、前記測定対象物を透過した光束を結像させる結像光学系と、前記結像光学系の途中に配置された偏光回折格子と、前記結像光学系により結像された像の明暗に関する明暗信号を生成する撮像手段と、前記明暗信号に基づいて求めた、前記測定対象物を透過したことにより生じた、前記測定対象物を透過した光束における位相差に関する情報を出力する出力手段とを備え、前記撮像手段は、前記偏光回折格子が生じさせた複数の回折光のうちの少なくとも一つの回折光の像の前記明暗信号を生成するよう構成されている。

【0014】

上記複屈折測定装置の前記測定対象物に入射する光束は、例えば、円偏光である。

この場合、前記撮像手段は、前記偏光回折格子が生じさせた+1次回折光および-1次回折光のうち、前記測定対象物を透過した光束が前記測定対象物に入射した円偏光と同一の円偏光である場合に最も暗くなり、前記測定対象物を透過した光束が前記測定対象物に入射した円偏光とは反対に回転する円偏光である場合に最も明るくなる方の像の前記明暗信号を生成することがさらに好ましい。

10

【0015】

上記複屈折測定装置の前記偏光回折格子は、例えば、石英板または透明樹脂板からなる構造複屈折偏光回折格子である。

前記偏光回折格子は、例えば、隣接方向に並べられた複数の格子単位からなり、前記格子単位のそれぞれは1次元の短冊状格子からなり、前記隣接方向に周期構造が形成されるように、隣接した前記格子単位における格子ベクトルの向きが異なっている。

20

この場合、前記短冊状格子の周期は、前記光束生成手段が生成する光束の波長を0.6倍した値よりも小さいことが好ましい。

【0016】

上記複屈折測定装置の前記結像光学系は、例えば、4f光学系である。

この場合は、前記測定対象物と前記撮像手段との中間位置に前記偏光回折格子を配置すればよい。

【0017】

また、上記課題を解決するために、本発明に係る複屈折測定方法は、光束を生成する光束生成工程と、前記光束を予め定められた偏光状態にして測定対象物に照射する光束照射工程と、前記測定対象物を透過した光束を偏光回折格子を介して結像させる結像工程と、前記結像工程により結像した像の明暗に関する明暗信号を生成する信号生成工程と、前記明暗信号に基づいて求めた、前記測定対象物を透過したことにより生じた、前記測定対象物を透過した光束における位相差に関する情報を出力する出力工程とを備え、前記信号生成工程において、前記偏光回折格子が生じさせた複数の回折光のうちの少なくとも一つの回折光の像の前記明暗信号を生成するよう構成されている。

30

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、回転機構のないシンプルな構成で、測定対象物の複屈折の二次元分布をリアルタイムにかつ詳細に測定することができる複屈折測定装置および複屈折測定方法を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1実施例に係る複屈折測定装置の概略構成図である。

【図2】第1実施例における偏光回折格子の表面の走査型電子顕微鏡(SEM)写真である。

【図3】第1実施例における偏光回折格子が生じさせた±1次回折光の回折効率と偏光回折格子に入射した透過光との関係を示すグラフである。

【図4】第1実施例に係る複屈折測定装置の測定原理を説明するための図である。

【図5】第1実施例に係る複屈折測定装置による測定例1に関する図であって、(A)は測定例1で使用した測定対象物の構成を示す図、(B)は測定例1の測定結果を示す図で

50

ある。

【図 6】測定例 1 における測定対象物の偏光顕微鏡写真である。

【図 7】第 1 実施例に係る複屈折測定装置による測定例 2 の測定結果を示す図である。

【図 8】測定例 2 における測定対象物の偏光顕微鏡写真である。

【図 9】第 1 実施例に係る複屈折測定装置のロンキーテストに関する図であって、(A) は使用した装置の構成を示す図、(B) は得られた明暗分布画像である。

【図 10】本発明の第 2 実施例に係る複屈折測定装置の概略構成図である。

【図 11】第 2 実施例における偏光回折格子の構成を示す表面図である。

【図 12】第 2 実施例に係る複屈折測定装置による測定例 3 の測定結果を示す図である。

【図 13】本発明の第 3 実施例に係る複屈折測定装置の概略構成図である。

10

【図 14】本発明に係る複屈折測定装置を備えたフィルム検査装置の概略構成図である。

【図 15】従来の複屈折測定装置の概略構成図である。

【図 16】従来の別の複屈折測定装置の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明に係る複屈折測定装置および複屈折測定方法の実施例について説明する。

【0021】

[第 1 実施例]

図 1 に、本発明の第 1 実施例に係る複屈折測定装置 1 A を示す。同図に示すように、複屈折測定装置 1 A は、特定の偏光状態のレーザ光 L 1 を生成するレーザ光源 2 と、レーザ光 L 1 から直線偏光 L 2 を作り出す偏光子 3 と、直線偏光 L 2 を拡張するビームエキスパンダ 4 と、拡張された直線偏光 L 2 から時計回りの円偏光 L 3 を作り出す 1 / 4 波長板 5 とを備える。1 / 4 波長板 5 から出射された円偏光 L 3 は、測定対象物 2 0 に入射する。

20

【0022】

レーザ光源 2 は、本発明の「光束生成手段」に相当する。レーザ光源 2 は、波長 532 nm のレーザ光を偏光子 3 に向けて出射する。

【0023】

ビームエキスパンダ 4 は、第 1 レンズ 4 a と第 2 レンズ 4 b とで構成されている。図 1 に示すように、第 2 レンズ 4 b の径は第 1 レンズ 4 a の径よりも大きい。ビームエキスパンダ 4 は、偏光状態を保ったまま直線偏光 L 2 を拡張する。ビームエキスパンダ 4 は、偏光子 3 および 1 / 4 波長板 5 とともに、本発明の「光束照射手段」を構成する。

30

【0024】

複屈折測定装置 1 A は、さらに、測定対象物 2 0 からの透過光 L 4 を結像させる結像光学系 1 0 と、結像光学系 1 0 の途中に配置された偏光回折格子 8 と、結像光学系 1 0 により結像された像の明暗に関する明暗信号を生成する CMOS カメラ 1 2 と、明暗信号に基づいて求めた、円偏光 L 3 (入射光) を基準とした透過光 L 4 (出射光) における異常光成分と常光成分の間の位相差 に関する情報を出力するディスプレイ 1 3 とを備える。

【0025】

結像光学系 1 0 は、径が等しい第 3 レンズ 7 および第 4 レンズ 9 を含む。測定対象物 2 0 と第 3 レンズ 7 との距離、第 3 レンズ 7 と偏光回折格子 8 との距離、偏光回折格子 8 と第 4 レンズ 9 との距離、および第 4 レンズ 9 と CMOS カメラ 1 2 の受光面との距離は、いずれも f である。すなわち、本実施例の結像光学系 1 0 は 4 f 光学系である。

40

【0026】

偏光回折格子 8 は、3 mm 角の第 1 アイリス 6 を通過してきた透過光 L 4 に対応する複数の回折光を生じさせる。これには、+1 次回折光 L 6 および -1 次回折光 L 7 が含まれる。偏光回折格子 8 は、0 次回折光 L 5 および ±2 次以上の高次回折光も生じさせるが、本実施例ではこれらを利用することはない。

【0027】

CMOS カメラ 1 2 は、本発明の「撮像手段」に相当する。本実施例では、CMOS カ

50

メラ12の受光部に、偏光回折格子8が生じさせた複数の回折光のうち、第2アイリス11を通過した-1次回折光L7のみが入射する。そして、CMOSカメラ12は、-1次回折光L7の像の明暗に関する明暗信号を生成し、これをディスプレイ13に送信する。明暗信号の送信は、オペレータの指示があったときに行われてもよいし、予め定められた時間間隔(例えば、1/30秒)で連続的に行われてもよい。

#### 【0028】

ディスプレイ13は、本発明の「出力手段」に相当する。ディスプレイ13は、CMOSカメラ12から出力された明暗信号を受信するとともに、受信した明暗信号が示す透過光L4の偏光状態と円偏光L3の既知の偏光状態(本実施例では、時計回りの円偏光)との関係に基づいて、透過光L4における異常光成分と常光成分の間の位相差の二次元分布を示す画像を表示する。ディスプレイ13は、画像の生成を担う演算処理装置を備えていてもよい。

10

#### 【0029】

測定対象物20の厚みdが既知の場合、ディスプレイ13が表示する位相差の二次元分布は、測定対象物20の複屈折nの二次元分布と等価である。一方、測定対象物20の複屈折nが既知の場合、ディスプレイ13が表示する位相差の二次元分布は、測定対象物20の厚みdの二次元分布と等価である。

#### 【0030】

続いて、図2~図4を参照しつつ、本実施例における偏光回折格子8の構成、および位相差の測定原理について詳細に説明する。

20

#### 【0031】

偏光回折格子8は、厚さ約10 $\mu$ mの透明樹脂板の一表面に、光インプリント法により複数の格子単位を並べて形成した構造複屈折偏光回折格子である。図2(A)および(B)に示すように、偏光回折格子8は、X方向(以下、「隣接方向」という)に周期構造を持っている。より詳しくは、偏光回折格子8の表面には、隣接方向に対して90°をなす複数の平行な溝からなる短冊状の格子単位8aと、隣接方向に対して45°をなす複数の平行な溝からなる短冊状の格子単位8bと、隣接方向に平行な複数の溝からなる短冊状の格子単位8cと、隣接方向に対して-45°をなす複数の平行な溝からなる短冊状の格子単位8dとからなる格子単位群が連続的に形成されている。言い換えると、偏光回折格子8の表面には、格子ベクトルが隣接方向に対して平行な格子単位8aと、格子ベクトルが隣接方向に対して-45°をなす格子単位8bと、格子ベクトルが隣接方向に対して-90°をなす格子単位8cと、格子ベクトルが隣接方向に対して-135°をなす格子単位8dとが形成されている。

30

#### 【0032】

本実施例における各格子単位8a~8dの隣接方向の寸法W1は、いずれも2000nmである。

#### 【0033】

通常の間折格子としてではなく偏光回折格子として機能させるべく、各格子単位8a~8dにおける溝の周期W2(図2(C)参照)は、レーザ光源2が生成するレーザ光L1の波長よりも十分に短く設定されている。本実施例における溝の周期W2は、200nmである。また、本実施例における溝の深さは、250nmである。溝の周期W2を、レーザ光源2が生成するレーザ光L1の波長の0.6倍以上に設定すると、偏光回折格子8は、偏光回折格子として機能しなくなる。また、S/N比の観点から、溝は深い方が好ましい。なお、溝の周期W2をレーザ光L1の波長の0.6倍未満に設定することの根拠については、上記非特許文献1に詳しく説明されているので参照されたい。

40

#### 【0034】

上述の通り、偏光回折格子8は、+1次回折光L6および-1次回折光L7を生じさせる。図3に示すように、+1次回折光L6(印)は、偏光回折格子8に入射する光、すなわち測定対象物20の透過光L4が反時計回りの円偏光であるときに最も弱く(暗く)、時計回りの円偏光であるときに最も強くなる(明るくなる)。一方、-1次回折光L7

50

(印)は、透過光L4が時計回りの円偏光であるときに最も弱く(暗く)、反時計回りの円偏光であるときに最も強くなる(明るくなる)という、+1次回折光L6とは反対の性質を示す。なお、図3に示すグラフの横軸である透過光L4の楕円率 $\chi$ は、次式で求められる楕円率角である。

【数3】

$$\chi = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$$

ここで、aは楕円の長軸の長さ、bは楕円の短軸の長さである。

10

【0035】

図4(A)に示すように、レーザ光源2等の代わりに配置した試験用光源14で生成した偏光状態の異なる様々な試験光L8を第1アイリス6越しに偏光回折格子8に入射させると、CMOSカメラ12の受光面において、試験光L8が時計回りの円偏光であるときに最も暗く、反時計回りの円偏光であるときに最も明るい像が得られた(図4(B)参照)。また、第2アイリス11の位置をずらして+1次回折光L6のみをCMOSカメラ12に入射させると、CMOSカメラ12の受光面において、試験光L8が時計回りの円偏光であるときに最も明るく、反時計回りの円偏光であるときに最も暗い像が得られた(図4(C)参照)。

【0036】

20

このように、第1実施例に係る複屈折測定装置1Aによれば、CMOSカメラ12の受光面に結像する像の明暗に基づいて偏光回折格子8に入射する光(図1では透過光L4)の偏光状態を特定することができる。そして、透過光L4の偏光状態と円偏光L3の既知の偏光状態(本実施例では、時計回りの円偏光)との関係に基づいて、少なくとも透過光L4における異常光成分と常光成分の間の位相差 $\phi$ を求めることができる。

【0037】

また、CMOSカメラ12の受光面に結像する像の明暗と位相差 $\phi$ には1対1の関係がある。このため、本実施例に係る複屈折測定装置1Aによれば、予め両者の関係を調べてテーブル化しておくことで、明暗信号に基づいて瞬時に位相差 $\phi$ を求めることができる。

30

【0038】

また、上述の通り、位相差 $\phi$ は測定対象物20の複屈折 $n$ と厚み $d$ の積からなるので、厚み $d$ が既知であれば、求めた位相差 $\phi$ から容易に測定対象物20の複屈折 $n$ を求めることができる。

【0039】

続いて、第1実施例に係る複屈折測定装置1Aによる測定例について、偏光顕微鏡による測定と比較しながら説明する。

【0040】

(測定例1)

市販されているセロハンテープを切断して3つの小片T1, T2, T3を用意し、小片T1をスライドガラスGの長辺に沿って貼り付け、この小片T1と直角に交差するように小片T2を貼り付け、さらに、小片T1に対して45°傾いた小片T3の矩形の一部T3'を小片T1およびT2の両方に接するように貼り付け、図5(A)に示す測定対象物を作成した。

40

【0041】

図5(B)は、この測定対象物の領域Bを第1実施例に係る複屈折測定装置1Aで測定した結果である。通常、セロハンテープは、製造工程(より詳しくは延伸工程)において部分的に結晶化し、結晶化した部分と結晶化していない部分とでは複屈折 $n$ が異なる。厚みが略均一な小片T1, T2およびT3'内において明暗に差があるのは、このためである。

50



## 【 0 0 4 2 】

また、小片 T 1 における複屈折  $n$  の分布、小片 T 2 における複屈折  $n$  の分布、および小片 T 3 ' における複屈折  $n$  の分布は、互いに異なっている。これは、本実施例に係る複屈折測定装置 1 A による測定で、製造中に行われた延伸の方向を特定できることを示している。小片 T 1 および T 2 が重なり合う領域 T 1 2 は、小片 T 1、T 2 および T 3 ' とは全く異なる結果となった。これは、領域 T 1 2 にいて、小片 T 1 と小片 T 2 がほぼ同等の複屈折  $n$  を有し、かつ互いに直交した関係で重なっていることから、円偏光 L 3 (入射偏光) に対する位相差が打ち消され、領域 T 1 2 では実質的な複屈折が観測されなかったことを示している。

## 【 0 0 4 3 】

比較のために、偏光顕微鏡を用いて領域 B の中心部をパラニコル観察すると、図 6 に示す結果が得られた。図 5 ( B ) とは異なり、図 6 においては、小片 T 1、小片 T 2、およびこれらが重なった領域 T 1 2 に顕著な差異が見られなかった。これは、偏光顕微鏡による 1 回の観察では、セロハンテープの延伸方向を特定したり、厚みが異なる部分を見つけ出したりすることが困難であることを示している。なお、図 6 中の 2 本の平行な矢印は、偏光子と検光子の向きが平行な状態での観察、すなわちパラニコル観察を行った結果であることを示している。

## 【 0 0 4 4 】

(測定例 2)

図 7 は、測定対象物としての砂糖の結晶を第 1 実施例に係る複屈折測定装置 1 A で測定した結果である。砂糖の結晶は均質なので、複屈折  $n$  が一定である。このため、図 7 における明暗の分布は、結晶の厚み  $d$  を示していると言える。

## 【 0 0 4 5 】

図 8 は、偏光顕微鏡を用いて上記砂糖の結晶をパラニコル観察 (同図 ( A )) およびクロスニコル観察 (同図 ( B ) ~ ( C )) した結果である。砂糖の結晶に対して相対的に偏光子と検光子を回転させてクロスニコル観察した結果において、C 1 と C 4 は同図 ( B ) の条件にて最も明るくかつ同程度の明るさを示した。上述の通り、砂糖の結晶は複屈折  $n$  が一定であるため、両者の厚みが近似していると言える。しかしながら、この偏光顕微鏡を用いた測定では、全ての結晶の厚みの関係を特定するために、少なくとも測定対象物としての砂糖の結晶を  $180^\circ$  連続的に回転させて、クロスニコル配置で観察・記録したのちにデータの解析を行う必要があるため、作業量は多く、かつ機械的精度の高い回転操作が求められる。なお、図 8 中の 2 本の平行な矢印は、図 6 と同様、パラニコル観察を行った結果であることを示している。また、図 8 中の 2 本の直交した矢印は、偏光子と検光子の向きが直交した状態での観察、すなわちクロスニコル観察を行った結果であることを示している。

## 【 0 0 4 6 】

(ロンキーテスト)

次に、第 1 実施例に係る複屈折測定装置 1 A の分解能を評価するために、図 9 ( A ) に示す装置を用いて行ったロンキーテストの結果について説明する。なお、図 9 ( A ) に示す装置は、測定対象物 2 0 の代わりにロンキー格子 1 5 が配置されている点、複屈折を生じさせないロンキー格子 1 5 の通過光 L 4 から - 1 次回折光 L 7 が生じ得るように、円偏光 L 3 がわずかに楕円偏光に調整されている点、および結像光学系 1 0 が拡大光学系 (拡大率: 2 . 1 倍) である点において、複屈折測定装置 1 A と相違している。

## 【 0 0 4 7 】

図 9 ( B ) ~ ( D ) に、 $10\text{ Lines/mm}$ 、 $20\text{ Lines/mm}$  および  $40\text{ Lines/mm}$  の 3 種類のロンキー格子 1 5 を使用したときに、CMOS カメラ 1 2 によって得られた明暗分布画像を示す。格子幅が最も狭い  $40\text{ Lines/mm}$  のロンキー格子 1 5 を使用した場合においても、直線状の格子をはっきりと確認することができた (同図 ( D ) 参照)。この結果は、この評価において使用した装置が、少なくとも  $12.5\ \mu\text{m}$  の分解能を有していることを示している。すなわち、この結果は、第 1 実施例に係る複屈

10

20

30

40

50

折測定装置 1 A が、ミクロ測定に適していることを示している。

【 0 0 4 8 】

なお、上記 1 2 . 5  $\mu$  m は、第 1 実施例に係る複屈折測定装置 1 A の分解能の限界を示す数値ではない点に注意が必要である。

【 0 0 4 9 】

[ 第 2 実施例 ]

図 1 0 に、本発明の第 2 実施例に係る複屈折測定装置 1 B を示す。本実施例に係る複屈折測定装置 1 B は、1 / 4 波長板 5 を備えていない点において複屈折測定装置 1 A と相違している。このため、複屈折測定装置 1 B では、ビームエキスパンダ 4 で拡張された直線偏光 L 2 がそのまま測定対象物 2 0 に入射する。その結果、本実施例では、第 1 実施例とは異なる透過光 L 4 ' および回折光 L 5 ' , L 6 ' , L 7 ' が得られる。

10

【 0 0 5 0 】

また、複屈折測定装置 1 B は、結像光学系 1 0 ' を備えている点においても複屈折測定装置 1 A と相違している。結像光学系 1 0 ' は、径が異なる第 3 レンズ 7 ' および第 4 レンズ 9 を含む。測定対象物 2 0 と第 3 レンズ 7 ' との距離、および第 3 レンズ 7 ' と偏光回折格子 8 ' との距離は、いずれも  $f_1$  である。一方、偏光回折格子 8 ' と第 4 レンズ 9 との距離、および第 4 レンズ 9 と CMOS カメラ 1 2 の受光面との距離は、いずれも  $f_2$  (ただし、 $f_2 > f_1$ ) である。

【 0 0 5 1 】

複屈折測定装置 1 B は、偏光回折格子 8 ' を備えている点においても複屈折測定装置 1 A と相違している。偏光回折格子 8 ' は、偏光回折格子 8 と同じ手法で作製した構造複屈折偏光回折格子である。図 1 1 に示すように、偏光回折格子 8 ' は、X 方向 (隣接方向) に周期構造を持っている。より詳しくは、偏光回折格子 8 の表面には、隣接方向に対して  $90^\circ$  をなす複数の平行な溝からなる短冊状の格子単位 8 a '、隣接方向に対して  $60^\circ$  をなす複数の平行な溝からなる短冊状の格子単位 8 b '、隣接方向に対して  $30^\circ$  をなす複数の平行な溝からなる短冊状の格子単位 8 c '、隣接方向に対して平行な複数の溝からなる短冊状の格子単位 8 d '、隣接方向に対して  $-30^\circ$  をなす複数の平行な溝からなる短冊状の格子単位 8 e '、および隣接方向に対して  $-60^\circ$  をなす複数の平行な溝からなる短冊状の格子単位 8 f ' が連続的に形成されている。言い換えると、偏光回折格子 8 ' の表面には、格子ベクトルが隣接方向に対して平行な格子単位 8 a ' と、格子ベクトルが隣接方向に対して  $-30^\circ$  をなす格子単位 8 b ' と、格子ベクトルが隣接方向に対して  $-60^\circ$  をなす格子単位 8 c ' と、格子ベクトルが隣接方向に対して  $-90^\circ$  をなす格子単位 8 d ' と、格子ベクトルが隣接方向に対して  $-120^\circ$  をなす格子単位 8 e ' と、格子ベクトルが隣接方向に対して  $-150^\circ$  をなす格子単位 8 f ' とが形成されている。

20

30

【 0 0 5 2 】

本実施例における各格子単位 8 a ' ~ 8 f ' の隣接方向の寸法  $W_1$ 、溝の周期および溝の深さは、第 1 実施例と同様である。

【 0 0 5 3 】

偏光回折格子 8 と同様、偏光回折格子 8 ' は、+ 1 次回折光 L 6 ' および - 1 次回折光 L 7 ' を生じさせる。ただし、各格子単位の境界における溝の向き (格子ベクトル) の変化が偏光回折格子 8 に比べて緩やかなので、偏光回折格子 8 ' が生じさせる + 1 次回折光 L 6 ' および - 1 次回折光 L 7 ' の回折効率 (強度) は、偏光回折格子 8 が生じさせる + 1 次回折光 L 6 および - 1 次回折光 L 7 よりも大きい。このため、偏光回折格子 8 ' を使用すれば、より S / N 比の高い測定が可能となる。

40

【 0 0 5 4 】

上述の通り、本実施例に係る複屈折測定装置 1 B では、測定対象物 2 0 に直線偏光 L 2 が入射する。このため、- 1 次回折光 L 7 ' は、測定対象物 2 0 において複屈折が生じなかった場合、すなわち偏光回折格子 8 ' に入射する透過光 L 4 ' が直線偏光である場合に中程度の明るさとなる (図 4 ( B ) 参照)。また、測定対象物 2 0 において複屈折が生じて透過光 L 4 ' が反時計回りの円偏光となった場合、- 1 次回折光 L 7 ' は最も明るくな

50

り、透過光 L 4 ' が時計回りの円偏光となった場合、- 1 次回折光 L 7 ' は最も暗くなる。

【 0 0 5 5 】

C M O S カメラ 1 2 は、- 1 次回折光 L 7 ' の像の明暗に関する明暗信号を生成し、これをディスプレイ 1 3 に送信する。そして、ディスプレイ 1 3 は、受信した明暗信号が示す透過光 L 4 ' の偏光状態と直線偏光 L 2 の既知の偏光状態との関係に基づいて、透過光 L 4 ' における異常光成分と常光成分の間の位相差 の二次元分布を示す画像を表示する。

【 0 0 5 6 】

続いて、第 2 実施例に係る複屈折測定装置 1 B に類似した装置による測定例 3 について説明する。測定例 3 で使用した装置は、測定対象物 2 0 に円偏光を入射させる点において複屈折測定装置 1 B と相違している。測定対象物 2 0 に円偏光を入射させるには、例えば、1 / 4 波長板 5 を使用すればよい ( 図 1 参照 ) 。

【 0 0 5 7 】

( 測定例 3 )

本測定例では、厚み d が 2 0 μ m であるポリエチレンフィルムを測定対象物とした。図 1 2 ( A ) は、C M O S カメラ 1 2 が出力した明暗信号により構成された明暗分布画像であり、同図 ( B ) は、明暗分布画像における明暗を位相差 に変換してなる位相差分布画像である。同図 ( B ) に示す位相差分布画像によれば、同図 ( A ) に示す明暗分布画像に比べ、傷や組成不良の有無により生じる位相差 の変化をよりはっきりと確認することができた。

【 0 0 5 8 】

なお、ポリエチレンフィルムに傷が生じると、その領域が凹むとともにその周辺領域が盛り上がるため、厚み d が変化する。また、組成不良が生じると、その領域は他の領域とは異なった複屈折 n を示す。同図 ( B ) に示す位相差分布画像によれば、位相差 の変化を通じて、厚み d または複屈折 n の変化を確認することができる。

【 0 0 5 9 】

[ 第 3 実施例 ]

図 1 3 に、本発明の第 3 実施例に係る卓上型の複屈折測定装置 1 C を示す。複屈折測定装置 1 C は、主に、簡易的なビームエキスパンダと一体化された省スペース型の光源 2 ' を用いる点、および結像光学系 1 0 の代わりに結像光学系 1 0 ' を備えている点において第 1 実施例に係る複屈折測定装置 1 A と相違した装置のディスプレイ 1 3 以外の部分を筐体 3 0 に収容して取り扱いを容易にしたものである。

【 0 0 6 0 】

図 1 3 に示すように、複屈折測定装置 1 C は、特定の偏光状態の光束 L 1 ' を生成する光源 2 ' と、光束 L 1 ' の進行方向を水平方向から垂直方向に変化させる第 1 反射鏡 3 1 と、垂直方向に進行する光束 L 1 ' から直線偏光 L 2 を作り出す偏光子 3 と、直線偏光 L 2 から時計回りの円偏光 L 3 を作り出す 1 / 4 波長板 5 と、ステージとしての役割も有する第 1 アイリス 6 とを備える。1 / 4 波長板 5 から出射された円偏光 L 3 は、第 1 アイリス 6 上に配置された測定対象物 2 0 に入射する。第 1 アイリス 6 は、測定対象物 2 0 を固定するための機構を備えていることが好ましい。また、光源 2 ' は、レーザダイオードからなる。

【 0 0 6 1 】

複屈折測定装置 1 C は、測定対象物 2 0 からの透過光 L 4 を結像させる結像光学系 1 0 ' ( 7 ' , 9 ) と、結像光学系 1 0 ' の途中に配置された偏光回折格子 8 および第 2 反射鏡 3 2 と、結像光学系 1 0 ' により結像された像の明暗に関する明暗信号を生成する C M O S カメラ 1 2 とをさらに備える。第 2 反射鏡 3 2 は、回折光 L 5 , L 6 , L 7 の進行方向を垂直方向から水平方向に変化させる。

【 0 0 6 2 】

本実施例では、第 1 実施例と同様、3 つの回折光 L 5 , L 6 , L 7 のうち、- 1 次回折

10

20

30

40

50

光 L 7 のみが CMOS カメラ 1 2 の受光部に入射する。他の 2 つの回折光 L 5 , L 6 は、遮光板 3 5 ( 第 1 実施例の第 2 アイリス 1 1 に相当 ) によって遮られる。

【 0 0 6 3 】

複屈折測定装置 1 C は、第 1 アイリス 6 の端部を支持する壁面 3 3 と、その近傍に設けられた調整用ノブ 3 4 とをさらに備える。オペレータによって調整用ノブ 3 4 が回転させられると、その回転量に応じた微小距離だけ第 1 アイリス 6 が上下に移動する。これにより、第 3 レンズ 7 ' の前方焦点位置に対する測定対象物 2 0 の位置ズレが解消され、結像光学系 1 0 ' のピント調整がなされる。一方、第 3 レンズ 7 ' 、第 4 レンズ 9 、偏光回折格子 8 、第 2 反射鏡 3 2 および CMOS カメラ 1 2 は、筐体 3 0 内の好適な位置に固定されている。特に、偏光回折格子 8 は、第 3 レンズ 7 ' の後方焦点位置に固定されている。したがって、オペレータは、測定を行うにあたり、これらの位置を調整する必要はない。

10

【 0 0 6 4 】

複屈折測定装置 1 C は、ディスプレイ 1 3 を含むコンピュータ 3 6 をさらに備える。コンピュータ 3 6 に搭載された演算処理装置 3 7 は、CMOS カメラ 1 2 から出力された明暗信号に基づいて位相差 の二次元分布画像を生成する。そして、ディスプレイ 1 3 は、演算処理装置 3 7 によって生成された位相差 の二次元分布画像を表示する。

【 0 0 6 5 】

[ 変形例 ]

以上、本発明に係る複屈折測定装置および複屈折測定方法の実施例について説明してきたが、本発明はこれらの構成に限定されるものではない。

20

【 0 0 6 6 】

例えば、本発明の「光束生成手段」は、波長 5 3 2 nm のレーザ光を出力するレーザ光源 2 およびレーザダイオードからなる光源 2 ' に限定されず、無偏光状態の光束を生成可能なランプ等の光源であってもよい。

【 0 0 6 7 】

本発明の「光束照射手段」は、「光束生成手段」が生成した光束を予め定められた偏光状態にして測定対象物 2 0 に照射可能な限りにおいて、構成を適宜変更することができる。測定対象物 2 0 に入射する光束の偏光状態は、既知の楕円偏光であってもよい。また、ビームエキスパンダ 4 は省略可能である。

【 0 0 6 8 】

本発明の「結像光学系」は、測定対象物 2 0 の透過光 L 4 ( L 4 ' ) を「撮像手段」としての CMOS カメラ 1 2 の受光面に結像させることが可能な限りにおいて、構成を適宜変更することができる。

30

【 0 0 6 9 】

本発明の「撮像手段」は、受光面において結像した像の明暗に関する明暗信号を生成可能な、任意の装置または素子であってもよい。

【 0 0 7 0 】

本発明の「出力手段」は、受信した明暗信号に基づいて求めた位相差 ( または、複屈折  $n$ 、厚み  $d$  ) に関する情報を出力可能な、任意の装置または素子であってもよい。位相差 ( 複屈折  $n$ 、厚み  $d$  ) に関する情報は、二次元画像であってもよいし、数値データであってもよい。

40

【 0 0 7 1 】

本発明の「偏光回折格子」は、任意の手法で透明な石英板に格子を形成した構造複屈折偏光回折格子であってもよいし、分子配向を利用したタイプの偏光回折格子であってもよい。また、隣接した格子単位における格子ベクトルの向きの違いは、 $45^\circ$  および  $30^\circ$  に限定されず、 $45^\circ$  以下の任意の角度に設定することができる。S/N 比の観点から、格子ベクトルの向きの違いは、小さい方が好ましい。なお、分子配向を利用したタイプの偏光回折格子を使用する場合は、レーザ光の照射による温度の上昇により分子配向が壊れることがあるので、注意が必要である。

【 0 0 7 2 】

50

本発明の「撮像手段」は、+1次回折光L6(L6')の明暗信号を生成してもよい。また、「撮像手段」は、-1次回折光L7(L7')と+1次回折光L6(L6')の両方に基づいて明暗信号を生成してもよい。反対の性質を示す2つの回折光L7(L7')およびL6(L6')を併用することで、ノイズに強い測定が可能になる。

【0073】

本発明の「出力手段」は、明暗信号が示す回折光強度Iと、事前に測定しておいた最大回折光強度I<sub>max</sub>とに基づき、次式によって位相差を求めてもよい。

【数4】

$$\delta = 2 \sin^{-1} \left( \sqrt{\frac{I}{I_{\max}}} \right) - \frac{\pi}{4}$$

10

なお、-1次回折光L7(L7')を利用する場合は、試験用光源14等で生成した反時計回りの円偏光L8を偏光回折格子8に入射させたときにCMOSカメラ12が測定した回折光強度Iを最大回折光強度I<sub>max</sub>とすればよい(図4(B)参照)。また、+1次回折光L6(L6')を利用する場合は、試験用光源14等で生成した時計回りの円偏光L8を偏光回折格子8に入射させたときにCMOSカメラ12が測定した回折光強度Iを最大回折光強度I<sub>max</sub>とすればよい(図4(C)参照)。

【0074】

また、本発明に係る複屈折測定装置は、大量生産されるフィルムの複屈折における異常を検査するフィルム検査装置として利用することができる。この場合、フィルム検査装置40は、図14に示すように、本発明に係る複屈折測定装置(一例として、複屈折測定装置1A)と、測定対象物20としてのフィルムを所定の位置に連続的に供給するフィルム供給機構41とを備える。CMOSカメラ12は、フィルムの全領域を漏れなく検査するために、フィルムの供給速度に対応した時間毎に明暗信号を生成する。

20

【0075】

フィルム検査装置40は、複数の複屈折測定装置(一例として、複屈折測定装置1A)を備えていてもよい。例えば、フィルムの供給方向に直行する方向(フィルムの幅方向)に複数の複屈折測定装置1Aを並べておき、各複屈折測定装置1Aが異なる領域の検査を担当すれば、検査時間を増加させることなく幅広いフィルムの検査を行うことができる。

30

【産業上の利用可能性】

【0076】

本発明は、各種複屈折媒体の検査および評価において利用することができる。特に、本発明は、大量生産される各種フィルム(例えば、透明原反フィルム、コーティング材、機能性フィルム)の組成不良または外観不良の有無を、連続的、かつ高速に検査する場合に有用である。

【符号の説明】

【0077】

- 1A, 1B, 1C 複屈折測定装置
- 2 レーザ光源
- 2' 光源
- 3 偏光板
- 4 ビームエキスパンダ
- 4a 第1レンズ
- 4b 第2レンズ
- 5 1/4波長板
- 6 第1アイリス
- 7, 7' 第3レンズ
- 8, 8' 偏光回折格子
- 9 第4レンズ

40

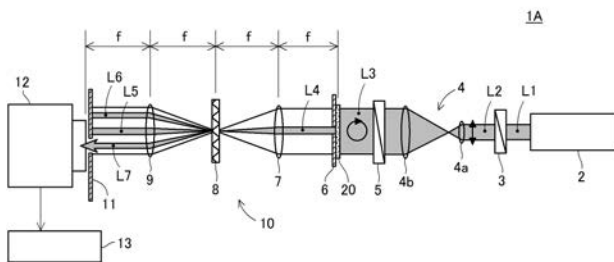
50

- 10, 10' 結像光学系
- 11 第2アイリス
- 12 CMOSカメラ
- 13 ディスプレイ
- 14 試験用光源
- 15 ロンキー格子
- 20 測定対象物(複屈折媒体)
- 30 筐体
- 31 第1反射鏡
- 32 第2反射鏡
- 33 壁面
- 34 調整用ノブ
- 35 遮光板
- 36 コンピュータ
- 37 演算処理装置
- 40 フィルム検査装置
- 41 フィルム供給機構
- L1 レーザ光
- L1' 光束
- L2 直線偏光
- L3 円偏光
- L4, L4' 透過光
- L5, L5' 0次回折光
- L6, L6' +1次回折光
- L7, L7' -1次回折光

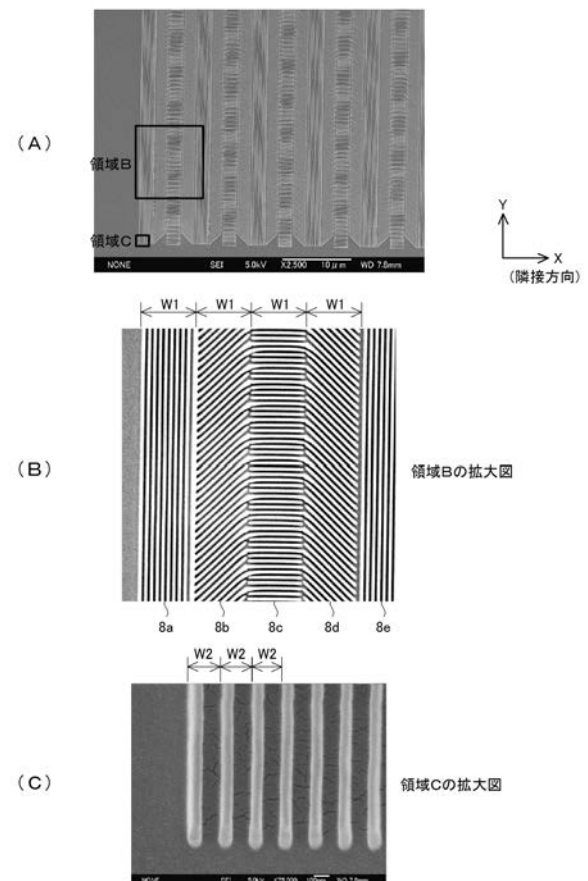
10

20

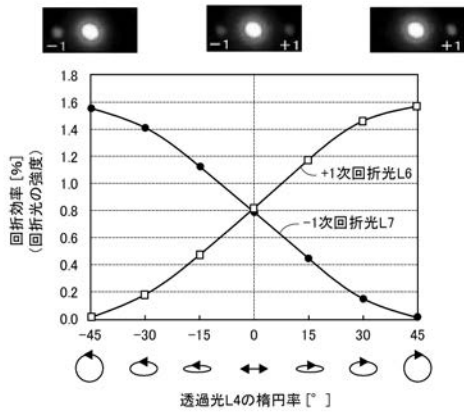
【図1】



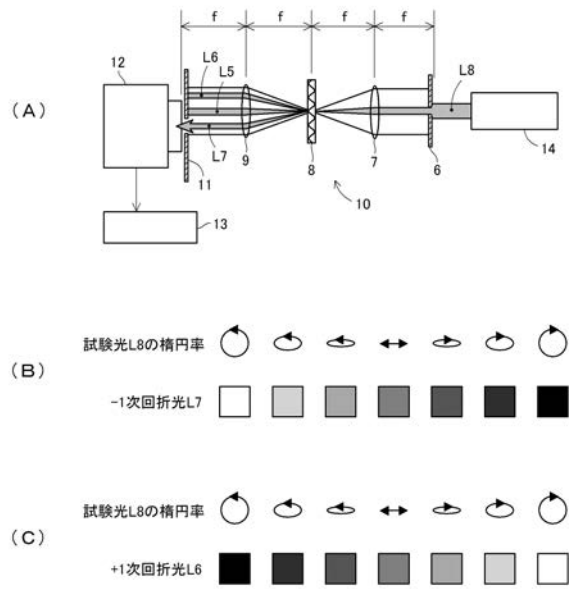
【図2】



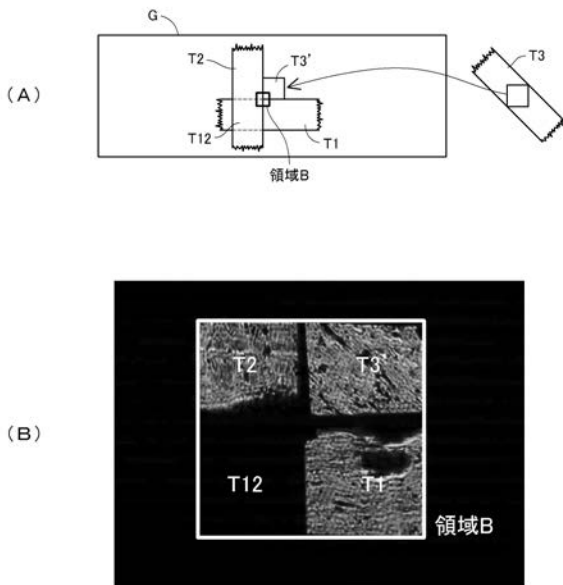
【 図 3 】



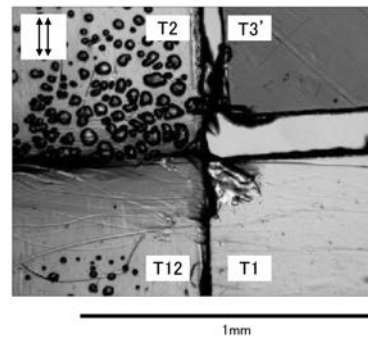
【 図 4 】



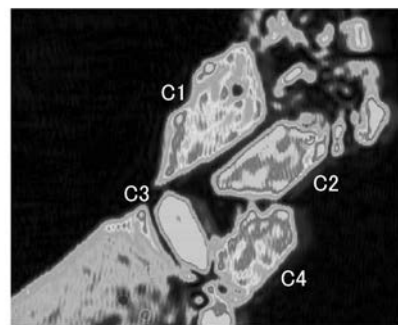
【 図 5 】



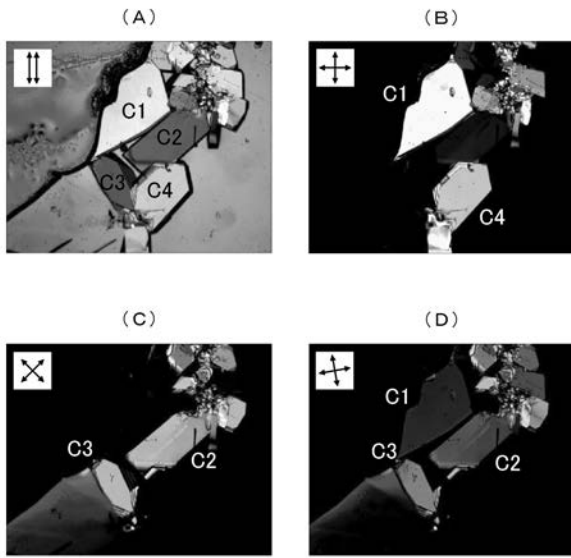
【 図 6 】



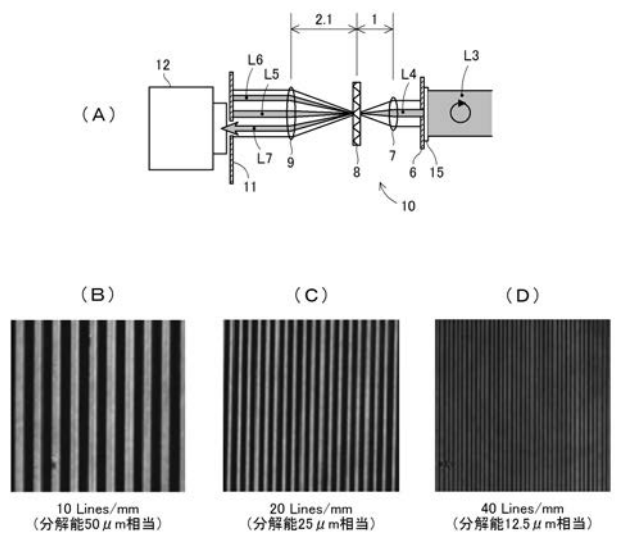
【 図 7 】



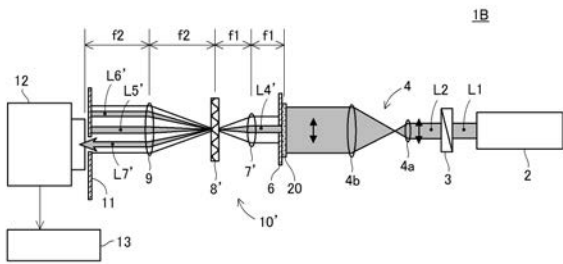
【 図 8 】



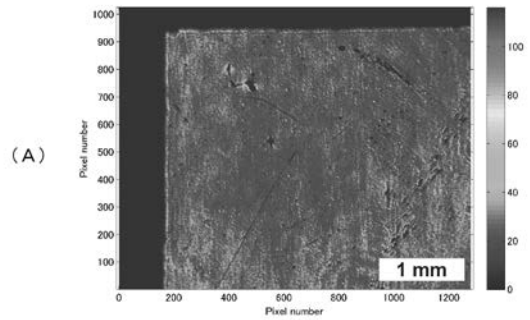
【 図 9 】



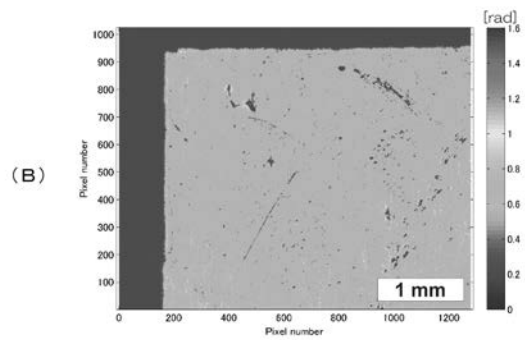
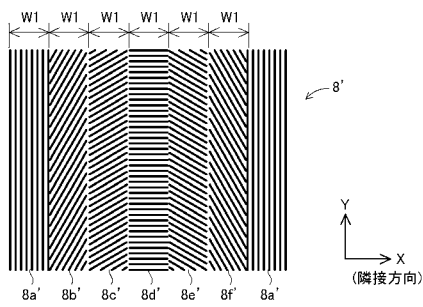
【 図 1 0 】



【 図 1 2 】

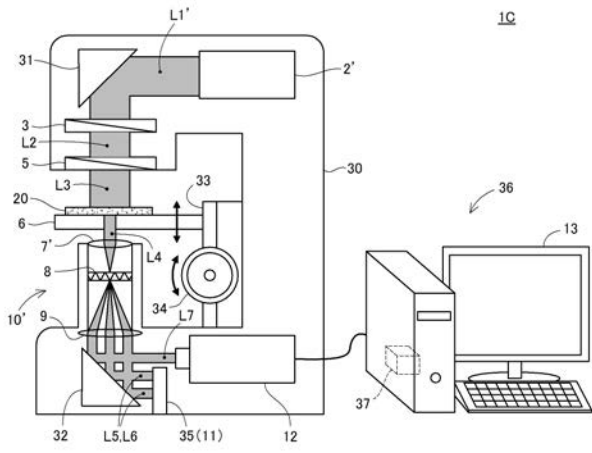


【 図 1 1 】

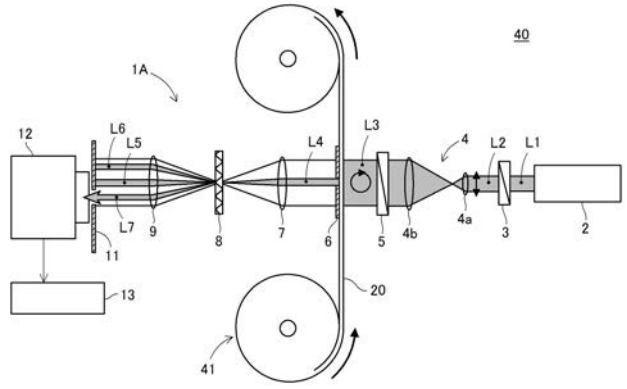




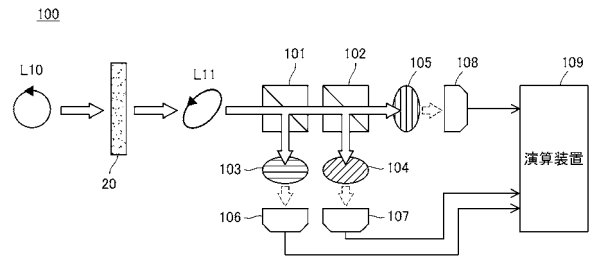
【 図 1 3 】



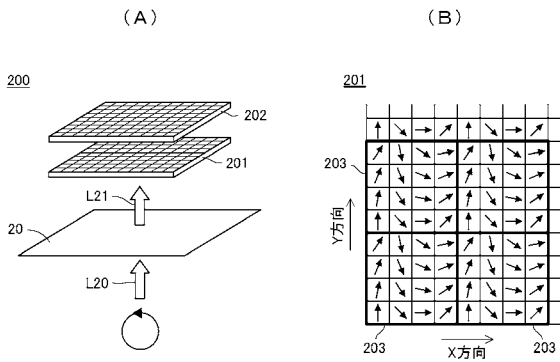
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/072783
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> G01N21/23(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N21/23  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Hiroshi Ono, Diffraction Properties in Polarization Holography Written by Elliptical Polarized Light, Japanese Journal of Applied Physics, 2010, 49, p.032502	1-10
A	JP 58-87445 A (Unitika Ltd.), 25 May 1983 (25.05.1983), fig. 3 (Family: none)	1-10
A	JP 2005-257508 A (Tokyo University of Agriculture and Technology TLO Co., Ltd.), 22 September 2005 (22.09.2005), fig. 1 (Family: none)	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 29 September 2015 (29.09.15)		Date of mailing of the international search report 13 October 2015 (13.10.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2015/072783									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N21/23(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N21/23											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2015年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2015年	日本国実用新案登録公報	1996-2015年	日本国登録実用新案公報	1994-2015年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2015年										
日本国実用新案登録公報	1996-2015年										
日本国登録実用新案公報	1994-2015年										
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用了用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	Hiroshi Ono, Diffraction Properties in Polarization Holography Written by Elliptical Polarized Light, Japanese Journal of Applied Physics, 2010, 49, p.032502	1-10									
A	JP 58-87445 A (ユニチカ株式会社) 1983.05.25, 第3図 (ファミリーなし)	1-10									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 29.09.2015		国際調査報告の発送日 13.10.2015									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 奥田 雄介	2W 3615								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3250									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 7 2 7 8 3
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-257508 A (農工大ティー・エル・オー株式会社) 2005. 09. 22, 図 1 (ファミリーなし)	1 - 1 0

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 福田 隆史

茨城県つくば市東1 - 1 - 1 中央第5 国立研究開発法人産業技術総合研究所内

Fターム(参考) 2G059 AA02 BB10 BB15 EE01 EE05 FF01 GG01 GG02 HH02 HH06  
JJ05 JJ11 JJ13 JJ19 JJ20 JJ21 JJ22 KK04 MM01 PP04

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。