

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 10 月 18 日(18.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/141061 A2

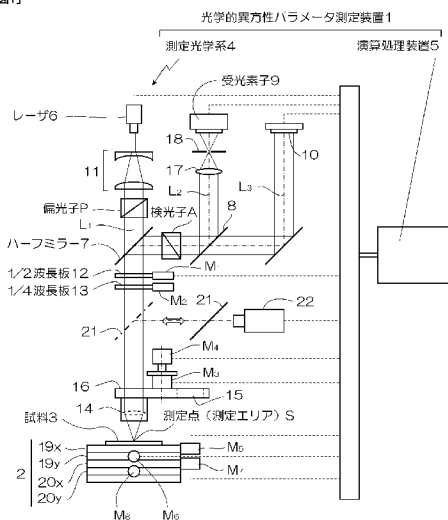
- (51) 国際特許分類:
G01N 21/21 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059314
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 5 日(05.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-087655 2011 年 4 月 11 日(11.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社モリテックス(Moritex Corporation) [JP/JP]; 〒1700013 東京都豊島区東池袋 4-39-11 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田ノ岡 大輔(TANOOKA Daisuke) [JP/JP]; 〒2250012 神奈川県横浜市青葉区あざみ野南 1-3-3 株式会社モリテックス 横浜テクニカルセンター内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 澤野 勝文, 外(SAWANO Katsufumi et al.); 〒1500001 東京都渋谷区神宮前六丁目 35 番 3 号 コープオリンピア 211 号室 澤野特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL ANISOTROPIC PARAMETER MEASUREMENT DEVICE, MEASUREMENT METHOD AND MEASUREMENT PROGRAM

(54) 発明の名称: 光学異方性パラメータ測定装置、測定方法及び測定用プログラム

[図1]



- 1... OPTICAL ANISOTROPIC PARAMETER MEASURING DEVICE
3... SAMPLE
4... MEASUREMENT OPTICAL SYSTEM
5... PROCESSOR
6... LASER
7... HALF-MIRROR
9... PHOTORECEPTOR ELEMENT
12... 1/2 WAVELENGTH PLATE
13... 1/4 WAVELENGTH PLATE
A... ANALYZER
P... POLARIZER
S... MEASUREMENT POINT (MEASUREMENT AREA)

(57) Abstract: By irradiating a sample with incoming light perpendicularly, it is possible to make the entire device more compact, while at the same time making it possible to measure the degree of anisotropy and the orientation of the optical axis and over an extremely short period of time. An optical system (4) is formed, in which incoming light from a laser (6) is made incident upon a sample (3) in a perpendicular direction, and reflected light reflected in a perpendicular direction is directed to a photoreceptor (9) via a half-mirror (7), a polarizer (P) is positioned between a laser (6) and the half-mirror (7), an analyzer (A) is positioned between the half-mirror (7) and the photoreceptor element (9), and a 1/2 wavelength plate (12) that rotates the linearly polarized light generated by the polarizer (P), and a 1/4 wavelength plate (13) that cyclically rotates the direction of the delay phase axis in such a manner that the angle of rotation with respect to the 1/2 wavelength plate (12) from the initial position staggered by $\pm\delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, where n is an integer) with respect to the delay phase axis of the 1/2 wavelength plate is doubled, are positioned between the half mirror (7) and the sample (3).

(57) 要約:

[続葉有]



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告なし；国際調査報告を受け取り
次第公開される。（規則 48.2(g)）

入射光を試料に対して垂直に照射させることにより装置全体の小型化を図ると同時に、光学軸の向き及び異方性の大きさをきわめて短時間で測定可能とする。レーザ（６）から試料（３）に対し垂直方向に入射光を照射し、垂直方向に反射された反射光をハーフミラー（７）を介して受光素子（９）に導く測定光学系（４）が形成され、レーザ（６）とハーフミラー（７）の間に偏光子（Ｐ）が配されると共に、ハーフミラー（７）と受光素子（９）との間に検光子（Ａ）が配され、ハーフミラー（７）と試料（３）との間には、偏光子（Ｐ）により生成される直線偏光を回転させる１／２波長板（１２）と、遅相軸の向きを１／２波長板（１２）の遅相軸に対して $\pm\delta$ （ $\delta \neq n\pi/4$ ， n は整数）ずらした初期位置から１／２波長板（１２）に対して回転角度が２倍となるように同期的に回転駆動される１／４波長板（１３）を配した。

明 細 書

発明の名称：

光学異方性パラメータ測定装置、測定方法及び測定用プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、光学異方性を有する試料の光学軸の方位及び異方性の大きさを測定する光学異方性パラメータ測定装置、測定方法及び測定用プログラムに関し、特に、液晶配向膜の検査等に用いて好適である。

背景技術

[0002] 液晶ディスプレイは、表面に透明電極及び配向膜を積層した裏側ガラス基板と、表面にカラーフィルタ、透明電極及び配向膜を積層形成した表側ガラス基板が、スペーサを介して配向膜同士を向かい合わせ、その配向膜の隙間に液晶を封入した状態で封止されると共に、その表裏両側に偏光フィルタが積層された構造と成っている。

[0003] ここで、液晶ディスプレイが正常に動作するためには液晶分子が均一に同一方向に配列されている必要があり、配向膜が液晶分子の方向性を決定する。

この配向膜が液晶分子を整列させることができるのは、分子配向を有しているからであり、配向膜がその全面にわたって均一な分子配向を有していれば液晶ディスプレイに欠陥を生じにくく、分子配向の不均一な部分が存在すれば液晶分子の方向が乱れるため液晶ディスプレイが不良品となる。

すなわち、配向膜の品質はそのまま液晶ディスプレイの品質に影響し、配向膜に欠陥があれば液晶分子の方向性が乱れるため、液晶ディスプレイにも欠陥を生ずることになる。

[0004] したがって、液晶ディスプレイを組み立てる際に、予め配向膜の欠陥の有無を検査して品質の安定した配向膜のみを使用するようにすれば、液晶ディスプレイの歩留りが向上し、生産効率が向上する。

そのため、配向膜の分子配向による光学異方性の光学軸の方向や異方性の

大きさを簡便に測定したいと言う要請があり、本出願人は、分子配向による光学異方性を高速に測定する方法を提案した（特許文献 1 参照）。

[0005] この方法は、液晶配向膜等の試料に対して入射光を斜めに照射し、その反射光の偏光状態を検出するもので、光学系あるいは試料ステージを回転して得られた反射光強度に基づいて、その測定点における光学軸の方向、異方性の大きさを測定しようとするものであり、異方性に対する感度が高く、測定時間も短いというメリットがある。

[0006] しかしながら、斜め方向から所定の入射角で光を照射する光学系では、反射光が入射角と同じ反射角で反射されるので、入射光及び反射光の光路を測定中心に対して両側に確保しなければならず、そのため測定装置が大型化するという問題があった。

しかも、光学系を回転させる場合には、その回転半径に応じた稼動域となる円形空間も確保しなければならないため、さらに、大型の設置空間が必要となる。

特に、液晶ディスプレイのマザーガラスの大きさは中小型液晶ディスプレイ用のものでも 1 辺 2 m 程度、大型液晶ディスプレイ用のものでは 1 辺 3 m を超えるため、マザーガラスの状態で限定された時間内に測定を行うためには、複数の測定装置を一次元又はマトリクス状に配置する必要があるため、測定装置を小型化したいという要請がある。

[0007] このため、試料の測定面に対して垂直に光を照射して光学異方性パラメータを測定することができれば、装置の小型化が可能となり、そのような測定装置も提案されている（特許文献 2 参照）。

図 1 1 はこの測定装置 3 1 を示す説明図で、光源となるレーザ 3 2 からハーフミラー 3 3 で反射された入射光を試料 3 4 に対し垂直方向に照射すると共に、試料 3 4 から垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラー 3 3 を透過させて受光素子 3 5 に導く光路が形成されており、入射光を斜めに照射しなくて良いので、装置 3 1 の小型化が可能である。

[0008] この測定装置 3 1 では、レーザ 3 2 とハーフミラー 3 3 の間に固定偏光子

Pが配されると共に、ハーフミラー33と受光素子35との間に検光子Aが回転可能に配され、ハーフミラー33と試料34との間には、偏光子Pにより生成された直線偏光を回転させる1/2波長板36が回転可能に設けられている。

[0009] この場合、1/2波長板36を180°回転させれば、試料34に照射される直線偏光の入射方位が360°回転するので、1/2波長板を例えば5°ずつ停止させながら、検光子Aを360°回転すれば、試料に照射される直線偏光の入射方位を10°ずつ変化させたときの反射光の偏光状態を検出することができる。

そして、例えば、検光子Aを10°回転するごとに反射光強度測定すれば、検光子Aの回転角 θ と反射光強度Rの関係に36のデータが得られ、このデータに基づいてフーリエ解析を行うことにより、このときの直線偏光の入射方位 ϕ に対するひとつの位相差データを得ることができる。

[0010] しかしながら、直線偏光の入射方位0~360°に対する位相差データを得るためには、1/2波長板36を例えば5°ずつ停止させながら0~180°までの36点について測定を行う必要があり、そのひとつの角度に対して検光子Aを360°回転させて10°ごとに36のデータをとらなければならないので、検光子Aを36回転させて合計で $36 \times 36 = 1296$ 点のデータを取る必要があり、測定に時間がかかるだけでなく、その後の計算処理にも時間がかかり、実ラインに組み込めるようなものではない。

1/2波長板36を10°ずつ停止させ、検光子Aの10°ごとにデータを取れば、データ数は $18 \times 18 = 324$ と1/4に減少するが、検光子Aは結局18回転させなければならないので、測定時間は1/2程度にしかならず、しかも、データ数が減った分、測定精度が低下するという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2008-76324号公報

特許文献2：特開平 1 1 - 3 0 4 6 4 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] そこで本発明は、入射光を試料に対して垂直に照射させることにより装置全体の小型化を図ると同時に、きわめて短時間で光学軸の向き及び異方性の大きさを測定できるようにすることを技術的課題としている。

課題を解決するための手段

- [0013] この課題を解決するために、本発明は、試料の測定エリアに対して照射した入射光とその反射光の偏光状態の変化に基づいて当該試料の光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定する光学異方性パラメータ測定装置において、
- 光源となるレーザからハーフミラーを介して前記測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く測定光学系と、受光素子により検出された反射光強度に基づいて光学異方性パラメータを算出する演算処理装置を備え、

前記測定光学系は、前記レーザと前記ハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、前記偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される $1/2$ 波長板と、遅相軸の向きを前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm \delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が 2 倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配され、

前記演算処理装置は、 $1/4$ 波長板を初期位置 $+\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させたときに検出される反射光強度 $R(+\delta)$ と、 $1/4$ 波長板を初期位置 $-\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させたときに検出される反射光強度 $R(-\delta)$ との差分 ΔR を算出し、前記直線偏光の回転角と前記差分 ΔR の関係に基づき試料の光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定することを特徴としている。

発明の効果

[0014] 本発明に係る光学異方性測定装置は、光源となるレーザからハーフミラーを介して前記測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く測定光学系を備えている。

したがって、試料に対して垂直方向に入射光が照射されることとなり、斜めから入射光を照射する場合に比して、装置を小型化することができるだけでなく、光学系を回転させる必要がないので、そのスペースを確保する必要もない。

[0015] レーザから照射された光は偏光子で直線偏光となり、 $1/2$ 波長板でその直線偏光の偏光軸が回転され、遅相軸が $\pm \delta$ ずれて配された $1/4$ 波長板により楕円偏光に変換されて、試料に対して垂直方向に照射される。

その反射光に含まれる偏光成分のうち、偏光状態が変化していない偏光成分は、再び $1/4$ 波長板を通る際に直線偏光に戻され、 $1/2$ 波長板を通過した時点で偏光子により生成された直線偏光と偏光軸が等しい直線偏光に戻されるので、偏光子に対して直交ニコルの関係にある検光子でカットされるのに対し、偏光状態が変化した偏光成分は、元の直線偏光と異なる偏光状態になるので、検光子を透過して受光素子に達することとなり、光強度の変化として検出することができる。

光学異方性を有する試料表面からの反射光は、偏光成分が変化するため、その異方性に応じて光強度変化が検出されることとなる。

[0016] 実際の測定に際しては、 $1/4$ 波長板を初期位置 $+\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させたときに検出される反射光強度 $R(+\delta)$ と、 $1/4$ 波長板を初期位置 $-\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させたときに検出される反射光強度 $R(-\delta)$ とを測定する。

すなわち、ひとつの測定点について、 $1/4$ 波長板の初期位置を $+\delta$ としたときと、 $-\delta$ としたときの2回について、 $1/2$ 波長板を 180° 回転すると同時に、 $1/4$ 波長板を 360° 回転させるだけで測定が完了する。

[0017] 次いで、反射光強度の差分 $\Delta R = R(+\delta) - R(-\delta)$ を算出する。

すなわち、対称関係にある二つの楕円偏光の反射光に含まれる偏光状態の差分をとることにより、試料の光学異方性に起因する偏光状態の変化のみを抽出することができる。

そして、直線偏光の回転角と差分 ΔR の関係に基づき、試料の光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定することができる。

[0018] 例えば、直線偏光の回転角を X 軸とし、差分を Y 軸とするグラフを書けば、回転角が試料の光学軸の方向では差分 ΔR が 0 となるので、その回転角を読めば試料の光学軸の方向がわかる。

また、異方性の大きさは、差分 ΔR の高さ方向の振幅に反映されるので、差分の極大値又は極小値の大きさに基づいて光学異方性の大きさを判断することができ、これら光学異方性パラメータを極めて簡単に且つ短時間で測定することができる。

[0019] なお、このとき差分は、 180° を 1 周期とするサインカーブに近似した変化を呈し、 90° ごとに 0 の値をとる。これは、試料の光学軸の方向を 0° としたときに、 0° と 180° で反射光強度が等しく、 90° と 270° で反射光強度が等しくなるからである。

したがって、このデータのみからは光学軸の方向を特定できないことになる。

しかし、例えば、液晶配向膜の製品試験は、複数の測定点における配向方位（光学軸の方向）の分布状態や、配向処理の方向からのずれを確認するものであり、配向処理によりおよその配向方向は既知であって、そのずれは大きくても 20° 程度であるので、光学軸の方向を 90° 間違えることはない。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明に係る光学異方性パラメータ測定装置の一例を示す説明図。

[図2]その処理手順を示す説明図。

[図3]本発明方法による測定結果を示すグラフ。

[図4]光学軸の方向の分布を示すグラフ。

[図5]異方性の大きさの分布を示すグラフ。

[図6]本発明に係る他の方法による測定結果を示すグラフ。

[図7]本発明に係る他の方法による測定結果を示すグラフ。

[図8]本発明に係る他の方法による測定結果を示すグラフ。

[図9]本発明に係る他の光学異方性パラメータ測定装置を示す説明図。

[図10]本発明に係るさらに他の光学異方性パラメータ測定装置を示す説明図。

。

[図11]従来装置を示す説明図。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明は、入射光を試料に対して垂直に照射させることにより装置全体の小型化を図ると同時に、きわめて短時間で光学軸の向き及び異方性の大きさを測定できるようにするという目的を達成するために、光源となるレーザからハーフミラーを介して前記測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く測定光学系と、受光素子により検出された反射光強度に基づいて光学異方性パラメータを算出する演算処理装置を備えている。

測定光学系は、レーザとハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される $1/2$ 波長板と、遅相軸の向きを前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm\delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が2倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配されている。

演算処理装置は、 $1/4$ 波長板を初期位置 $+\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させたときに検出される反射光強度 $R(+\delta)$ と、 $1/4$ 波長板を初期位置 $-\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させたときに検出される反射光強度 $R(-\delta)$ との差分 ΔR を算出し、前記直線偏光の回転角と前記差分 ΔR の

関係に基づき試料の光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定する。

実施例 1

[0022] 図 1 に示す本例の光学異方性パラメータ測定装置 1 は、ステージ 2 に置かれた試料 3 上の測定点（点状の測定エリア）S の光学異方性パラメータを検出するものである。

この光学異方性パラメータ測定装置 1 は、測定点 S に対して照射した入射光とその反射光の偏光状態の変化に基づいてその測定点 S における光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定するためのもので、その偏光解析を行う測定光学系 4 とコンピュータなどの演算処理装置 5 を備えている。

[0023] 測定光学系 4 には、光源となるレーザ 6 からハーフミラー 7 を介して測定エリア S に対し垂直方向に入射光を照射する入射光路 L_1 と、測定エリア S から垂直方向に反射された反射光をハーフミラー 7 を介して分岐させ、さらにハーフミラー 8 で分岐させて受光素子 9 に導く反射光路 L_2 と、ハーフミラー 8 を透過した光を二次元光位置検出素子 10 に導くあおり検出光路 L_3 が形成されている。

[0024] 入射光路 L_1 には、レーザ 6 とハーフミラー 7 の間に、その照射光を拡大して平行光束にするビームエキスパンダ 11 と偏光子 P が配され、ハーフミラー 7 とステージ 2 との間に、偏光子 P により生成された直線偏光を回転させるためにモータ M_1 で回転駆動される $1/2$ 波長板 12 と、遅相軸の向きを前記 $1/2$ 波長板 12 の遅相軸に対して $\pm \delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板 12 に対して回転角度が 2 倍となるようにモータ M_2 で同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板 13 が配されている。

[0025] なお、 $1/4$ 波長板 13 とステージ 2 の間には、入射光を集光させる対物側集光レンズ 14 を備えると共に、入射光を平行光のまま透過させる透孔 15 が形成されたレボルバ 16 が、モータ M_3 により回動可能に、且つ、対物側集光レンズ 14 により入射光が試料 3 の表面上に焦点を結ぶようにモータ M_4 により上下動可能に配されている。

[0026] 本例では、レーザ 6 は波長 532 nm、光強度 10 mW の半導体レーザが

使用され、拡大率10倍のビームエキスパンダ11で直径5mmの平行光束に拡大され、消光比 10^{-6} のグラントムソンプリズムを用いた偏光子Pを透過し、対物側集光レンズ（オリンパス製：倍率50倍）を透過して、試料に照射される。

このとき、試料への照射スポット系は約1ミクロンとなる。

[0027] 反射光路 L_2 には、ハーフミラー7及び8間に検光子Aが配され、ハーフミラー8と受光素子9との間には、反射光を焦点位置に収束させた後、拡散させながら受光素子9に導く検出側集光レンズ17が設けられると共に、その焦点位置にはピンホール18が設けられており、これにより、対物側集光レンズ14の焦点位置以外から反射されたノイズ光（例えば試料の裏面反射光）を除去できるようになっている。

本例では、焦点距離25mmの検出側集光レンズ17を用い、孔径 $20\mu\text{m}$ のピンホール18を透過させ、光電子増倍管でなる受光素子9で反射光の光強度を検出する。

[0028] なお、ステージ2は、入射光の光軸Zに対して直交するX軸及びY軸方向に移動可能なXテーブル19x、Yテーブル19yと、試料2のあおり調整するため θ_x 及び θ_y 方向に傾動可能な θ_x テーブル20x及び θ_y テーブル20yを備え、各テーブルがモータ $M_5 \sim M_8$ により駆動されるようになっている。

[0029] また、本例では、偏光子Pの偏光軸がX軸方向と平行に向けられ、1/2波長板12の遅相軸が初期位置において偏光軸一致する方向に向けられ、1/4波長板13の遅相軸は1/2波長板12の遅相軸に対して $\pm\delta$ （ $\delta \neq n\pi/4$ ， n は整数）ずらした位置が初期位置として設定され、検光子Aの偏光軸がY軸と平行に向けられることとなる。

すなわち、初期状態で、偏光子Pの偏光軸及び1/2波長板12の遅相軸がX軸方向に向けられ、1/4波長板13の遅相軸がX軸に対して $+\delta$ あるいは $-\delta$ に向けられる。

[0030] ここで、偏光子P及び検光子Aを固定したまま、1/2波長板12を0～

180°まで回転させると、1/4波長板13に入射される直線偏光がX軸方向を0°としてZ軸の周りに0~360°まで回転することになる。

このとき、直線偏光の回転角は、その偏光軸の回転角で定義され、1/2波長板12の回転角度を ϕ とすると、1/2波長板12を透過して1/4波長板13に入射される直線偏光の偏光軸の回転角は 2ϕ で表される。

また、1/4波長板13は初期位置 $\pm\delta$ から1/2波長板12の2倍の回転角度となるように回転されるのでその回転角は $2\phi \pm \delta$ で表され、入射される直線偏光の偏光軸に対し遅相軸が常に $\pm\delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数)ずれているので、1/4波長板13を透過した光は楕円偏光となる。

これによって、楕円偏光は、その楕円率を一定に維持したまま、楕円の長軸に相当する方位角を360°回転させて試料に照射されることとなる。

[0031] なお、1/4波長板13とレボルバ16の間には、光軸上に進退可能な観察用ハーフミラー21が配され、その反射光軸上に試料3を観察する照明付き撮像カメラ22が配されている。

また、この測定光学系4は、直径約100mmのハウジング(図示せず)に収めることができ、従来の光学系は、稼動範囲も含めて直径600mmを必要としていたので、面積比にして約36分の1に小型化することができた。

[0032] 演算処理装置5は、その入力ポートに受光素子9、二次元光位置検出素子10、撮像カメラ22が接続されると共に、出力ポートに各モータ $M_1 \sim M_8$ が接続されており、所定のプログラムに従い、試料3のあおり調整、測定点SのXY面内の位置決め、測定点SのZ軸方向位置の測定、1/2波長板12及び1/4波長板13の初期位置設定と駆動、受光素子9により測定された反射光強度データの記憶、光学異方性パラメータの算出などを行う。

[0033] 図2は演算処理装置5による一連の処理手順を示すフローチャートである。

光学異方性を測定しようとする試料をステージ2にセットして、メインスイッチをオンすると、演算処理装置5、レーザ6、受光素子9、各モータ M_1

～ M_8 などに電源が供給されて、以下の処理が実行開始される。

[0034] まず、ステップS T P 1で測定点SのX Y座標が入力されると、ステップS T P 2でモータ M_5 、 M_6 が駆動されて、X Yテーブル1 9 x、1 9 yにより測定点Sを入射光軸Zに一致させる。

[0035] [あおり調整手段]

次いで、ステップS T P 3でモータ M_3 によりレボルバ1 6を回転させて透孔1 5を入射光軸Zに進出させ、ステップS T P 4で二次元光位置検出素子1 0により試料3からの反射光の光軸があおり検出光路 L_3 の光軸と一致するか否かを判断し、一致しない場合は、ステップS T P 5でモータ M_7 、 M_8 を駆動して θ_x 、 θ_y テーブル2 0 x、2 0 yにより試料3のあおりを調整してステップS T P 4に戻り、あおりがない場合はステップS T P 6に移行する。

[0036] [対物側集光レンズ焦点位置調整手段]

ステップS T P 6ではモータ M_3 によりレボルバ1 6を回転させて対物側集光レンズ1 4を入射光軸Zに進出させ、ステップS T P 7で集光レンズ1 4を入射光軸Z方向に走査し、ステップS T P 8で受光素子9の受光強度が最大となる位置に集光レンズ1 4の位置を固定し、そのときのZ座標を記憶して、ステップS T P 9に移行する。

[0037] [測定点検出手段]

ステップS T P 9では、観察用ハーフミラー2 1を光軸Z上に進出させ、ステップS T P 10で撮像カメラ2 2の画像解析を行って入射光軸Zが測定点Sに一致するか否かを判断し、一致していなければステップS T P 11でX Yテーブル1 9 x、1 9 yを微調整してステップS T P 10に戻り、照射されていればステップS T P 12でそのX Y Z座標を記憶して、観察用ハーフミラー2 1を退避させ、ステップS T P 13に移行する。

[0038] [反射光強度測定手段]

ステップS T P 13ではモータ M_1 により1 / 2波長板1 2の遅相軸をX軸と平行にし、モータ M_2 により1 / 4波長板1 3の遅相軸をX軸に対して $+\delta$

に向けて初期位置を設定する。

その後、ステップSTP14で、モータ M_1 、 M_2 により1/2波長板12の回転角度 ϕ に対して1/4波長板13の回転角度が2倍となるように同期的に駆動し、ステップSTP15では1/2波長板12が所定角度回転するごとに受光素子9で反射光強度を測定し、1/2波長板12を透過した直線偏光の回転角、すなわち1/2波長板12の回転角の2倍の角度と対応させて反射光強度 $R(+\delta)$ を記憶する。

そして、ステップSTP16で1/2波長板12が 180° 回転した時点で測定を中断する。

[0039] 次いで、ステップSTP17でモータ M_1 により1/2波長板12の遅相軸をX軸と平行にし、モータ M_2 により1/4波長板13の遅相軸をX軸に対して $-\delta$ に向けて初期位置を設定し直す。

その後、ステップSTP18で、モータ M_1 、 M_2 により1/2波長板12の回転角度 ϕ に対して1/4波長板13の回転角度が2倍となるように同期的に駆動し、ステップSTP19では1/2波長板12が 180° 回転するまで所定角度回転するごとに受光素子9で反射光強度を測定し、1/2波長板12を透過した直線偏光の回転角、すなわち1/2波長板12の回転角の2倍の角度と対応させて反射光強度 $R(-\delta)$ を記憶する。

[0040] [差分算出手段]

次いで、ステップSTP20に移行して、測定された反射光強度 $R(+\delta)$ 及び $R(-\delta)$ に基づき、これらの差分 $\Delta R = R(+\delta) - R(-\delta)$ を算出する。

[0041] なお、光学系4に起因するノイズを除去するため、必要に応じて、試料3を 0° 方向に向けてステージ2にセットした場合と、試料3を 90° 方向に向けてステージ2にセットした場合と、光学異方性のないガラスなどの等方性材料をステージ2にセットした場合についてステップSTP13～20の処理を行うことも有効である。

[0042] この場合のそれぞれの反射光強度 R を以下のように表す。

$R_0(+\delta)$: 試料 3 を 0° に向け、 $1/4$ 波長板 1 3 の初期位置を $+\delta$ とした場合

$R_0(-\delta)$: 試料 3 を 0° に向け、 $1/4$ 波長板 1 3 の初期位置を $-\delta$ とした場合

$R_{90}(+\delta)$: 試料 3 を 90° に向け、 $1/4$ 波長板 1 3 の初期位置を $+\delta$ とした場合

$R_{90}(-\delta)$: 試料 3 を 90° に向け、 $1/4$ 波長板 1 3 の初期位置を $-\delta$ とした場合

$R_E(+\delta)$: 等方性材料をセットし、 $1/4$ 波長板 1 3 の初期位置を $+\delta$ とした場合

$R_E(-\delta)$: 等方性材料をセットし、 $1/4$ 波長板 1 3 の初期位置を $-\delta$ とした場合

[0043] 差分 ΔR は、上述の他、下記式で算出しても良い

$$\Delta R = [R_0(+\delta) - R_0(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

$$\Delta R = [R_0(+\delta) - R_0(-\delta)] - [R_{90}(+\delta) - R_{90}(-\delta)]$$

$$\Delta R = \Delta R_0 - \Delta R_{90}$$

$$\Delta R_0 = [R_0(+\delta) - R_0(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

$$\Delta R_{90} = [R_{90}(+\delta) - R_{90}(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

[0044] [異方性分析手段]

ステップ S T P 2 1 では、直線偏光の回転角 2ϕ に対する差分 ΔR をグラフ上にプロットし、ステップ S T P 2 2 でフィッティング処理を行って、 $2\phi - \Delta R$ 線図のグラフを描く。

ステップ S T P 2 3 で $\Delta R = 0$ となる角度を読み取り、このうちのひとつが試料 3 の測定点 S における光学軸の方向である。

また、測定点 S 内の光学軸の方向が揃っていれば、異方性が大きいと言うことができ、 ΔR の高さ方向の振幅により評価することができる。したがって、ステップ S T P 2 4 では、 ΔR の極大値と極小値の差、0 から極大値までの高さなど、 ΔR の高さ方向の振幅を反映した値を算出することにより、

異方性の大きさが評価される。

[0045] 以上が本発明の一構成例であって、次に本発明方法について説明する。

例えば、試料3として、配向処理を施した液晶配向膜を塗布したLCD用TF T基板（1画素あたり30ミクロン）をその配向処理の方向をX軸と平行にしてステージ2にセットし、対物レンズ用自動回転レボルバを回転し、対物レンズを光路から外した状態で光位置検出素子の信号を基にあおり調整を行う。

[0046] あおり調整の後、対物側集光レンズ14を入射光軸Zに挿入し、集光レンズ14をZ方向に走査する。受光素子9での強度が最大となる位置に集光レンズ14の位置を固定し、そのときのZ座標を記憶すれば、測定点SのZ方向位置を測定することができる。

次いで、撮像カメラ22の画像により、入射光がTF T基板の画素内に照射されるようXYテーブル19x、19yを調整したのち、反射光強度を測定する。

[0047] まず、1/2波長板12について遅相軸がX軸と平行になるように初期位置を設定し、1/4波長板13について遅相軸がX軸に対して $+\delta$ （ $+2^\circ$ ）ずれた初期位置に設定する。

次いで、1/2波長板12及び1/4波長板13を、1/2波長板12に対して1/4波長板の回転角度が2倍となるように、それぞれ回転速度20rpm及び40rpmで回転させ、1/2波長板12が $0\sim 180^\circ$ まで 5° 回転するたびに、受光素子9により反射光強度 $R(+\delta)$ を読み取っていく。

[0048] このとき、レーザ6から照射された光は入射光路 L_1 に沿って進行し、偏光子Pで偏光軸がX軸方向と平行な直線偏光となり、1/2波長板12でその直線偏光の偏光軸が回転され、遅相軸が $+2^\circ$ ずれて配された1/4波長板13により楕円偏光に変換されて、対物側集光レンズ14により直径1ミクロンのスポットに絞られて試料3に対して垂直方向に照射される。

[0049] そして、試料3の測定点Sから拡散される反射光は反射光路 L_2 に沿って進

行し、対物側集光レンズ 14 で平行化され、再び 1/4 波長板 13 及び 1/2 波長板 12 を透過して直線偏光に変換され、ハーフミラー 7 で反射され、検光子 A を透過した後、ハーフミラー 8 で反射され、検出側集光レンズ 17 の焦点位置に置かれた孔径 $20\text{ }\mu\text{m}$ のピンホール 18 により、対物側集光レンズ 14 の焦点位置以外から反射されたノイズ光（例えば試料の裏面反射光）が除去されて、測定点 S から反射された反射光のみが受光素子 9 に達する。

[0050] このとき反射光に含まれる偏光成分のうち、偏光状態が変化していない偏光成分は、再び 1/4 波長板 13 を通る際に直線偏光に戻され、1/2 波長板 12 を通過した時点で偏光軸が X 軸と平行な直線偏光に戻されるので、偏光軸が Y 軸と平行な検光子 A でカットされるのに対し、偏光状態が変化した偏光成分は、元の直線偏光と異なる偏光状態になるので、検光子 A を透過して受光素子 9 に達することとなり、光強度の変化として検出することができる。

[0051] 次に、1/2 波長板 12 について遅相軸が X 軸と平行になるように初期位置を設定し、1/4 波長板 13 について遅相軸が X 軸に対して $-\delta$ (-2°) ずれた初期位置に設定した後、同様に受光素子 9 により反射光強度 $R(-\delta)$ を測定する。

[0052] そして、これらの反射光強度 $R(+\delta)$ 、 $R(-\delta)$ の差分 ΔR を次式にて算出する。

$$\Delta R = R(+\delta) - R(-\delta)$$

図 3 (a) ~ (c) はこのときの測定結果を示すグラフであり、以下グラフはいずれも横軸が 1/2 波長板 12 により回転される直線偏光の回転角 2ϕ 、縦軸は、図 3 (a) が反射光強度 $R(+\delta)$ であり、図 3 (b) が反射光強度 $R(-\delta)$ であり、図 3 (c) が差分 ΔR である。

[0053] そして、図 3 (c) のデータにフィッティング処理を行い、 $\Delta R = 0$ となる偏光軸の角度 2ϕ を読み取ると、 10° 、 100° 、 190° 、 280° であった。

ステージ 2 に置いた試料 3 の配向処理方向は X 軸と平行 (0°) であるから、 0° に最も近い 10° (190°) がこの測定点 S の光学軸の方向 (配向方向) であることがわかる。

[0054] 異方性の大きさ H は、例えば、次式で求めることができる。

$$H = \Delta R_{\max} - \Delta R_{\min}$$

このとき、予め測定された良品について、異方性の大きさ H_0 を測定しておき、これとの比 H/H_0 に基づいて、例えば 0.9 以上であれば異方性の大きさが適正であると判断すればよい。

[0055] 図 4 は、試料 3 の表面上にマトリクス上に設定した多数の測定点について光学軸の方向を測定した結果を示すグラフ、図 5 は異方性の大きさについてその分布状態を示すグラフである。

実施例 2

[0056] なお、測定光学系 4 に起因するノイズが大きい場合は、これを除去するため、必要に応じて、試料 3 を 0° 方向に向けてステージ 2 にセットした場合と、試料 3 を 90° 方向に向けてステージ 2 にセットした場合と、光学異方性のないガラスなどの光学等方性材料をステージ 2 にセットした場合について反射光強度を測定し、以下のように差分を算出すれば、より高精度に光学異方性パラメータを測定することができる。

[0057] 図 6 は、配向処理方向を X 軸と平行 (0° 方向) に向けてステージ 2 にセットした試料 3 からの反射光強度 $R_0(+\delta)$ 、 $R_0(-\delta)$ と、ステージ 2 に光学等方性材料であるガラスをセットしたときの反射光強度 $R_E(+\delta)$ 、 $R_E(-\delta)$ に基づいて、差分 ΔR を次式にて算出したときの測定結果である。

$$\Delta R = [R_0(+\delta) - R_0(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

[0058] 図 6 (a) は反射光強度 $R_0(+\delta)$ 、図 6 (b) は反射光強度 $R_0(-\delta)$ 、図 6 (c) はその差 $[R_0(+\delta) - R_0(-\delta)]$ 、図 6 (d) は反射光強度 $R_E(+\delta)$ 、図 6 (e) は反射光強度 $R_E(-\delta)$ 、図 6 (f) その差 $[R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$ 、図 6 (g) は差分 ΔR である。

そして、図 6 (g) のデータにフィッティング処理を行い、 $\Delta R = 0$ とな

る偏光軸の角度 2ϕ を読み取ると、 12° 、 102° 、 192° 、 282° であった。

ステージ 2 に置いた試料 3 の配向処理方向は X 軸と平行 (0°) であるから、 0° に最も近い 12° (192°) がこの測定点 S の光学軸の方向 (配向方向) であることがわかる。

実施例 3

[0059] 図 7 は、配向処理方向を X 軸と平行 (0° 方向) に向けてステージ 2 にセットした試料 3 からの反射光強度 $R_0(+\delta)$ 、 $R_0(-\delta)$ と、配向処理方向を X 軸と平行 (90° 方向) に向けてステージ 2 にセットした試料 3 からの反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 、 $R_{90}(-\delta)$ と、に基づいて、差分 ΔR を次式にて算出したときの測定結果である。

$$\Delta R = [R_0(+\delta) - R_0(-\delta)] - [R_{90}(+\delta) - R_{90}(-\delta)]$$

これによれば、光学系固有の異方性が除去され、さらに異方性の大きさが 2 倍となるため、より精度の高い測定を行うことができる。

[0060] 反射光強度 $R_0(+\delta)$ 及び $R_0(-\delta)$ については、図 6 (a) 及び (b) のデータを用いた。

図 7 (a) は反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 、図 7 (b) は反射光強度 $R_{90}(-\delta)$ 、図 7 (c) はその差 $[R_{90}(+\delta) - R_{90}(-\delta)]$ を示し、図 7 (d) が差分 ΔR である。

そして、図 7 (d) のデータにフィッティング処理を行い、 $\Delta R = 0$ となる偏光軸の角度 2ϕ を読み取ると、 15° 、 105° 、 195° 、 285° であった。

ステージ 2 に置いた試料 3 の配向処理方向は X 軸と平行 (0°) であるから、 0° に最も近い 15° (195°) がこの測定点 S の光学軸の方向 (配向方向) であることがわかる。

実施例 4

[0061] ここで、中間データ $[R_0(+\delta) - R_0(-\delta)]$ 及び $[R_{90}(+\delta) - R_{90}(-\delta)]$ を利用する必要があり、それぞれについて予め光学系 4 に起因するノ

イズを除去しておく必要があれば、差分 ΔR_0 及び ΔR_{90} を次式で求めておき、

$$\Delta R_0 = [R_0(+\delta) - R_0(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

$$\Delta R_{90} = [R_{90}(+\delta) - R_{90}(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

これらのデータに基づき、差分 ΔR を次式で求めればよい。

$$\Delta R = \Delta R_0 - \Delta R_{90}$$

[0062] 反射光強度 $R_0(+\delta)$ 、 $R_0(-\delta)$ 、 $R_E(+\delta)$ 、 $R_E(-\delta)$ は図6 (a) (b) (d) (e) のデータを用い、反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 、 $R_{90}(-\delta)$ は図7 (a) (b) のデータを用いた。

図8 (a) が差分 ΔR_0 、図8 (b) が差分 ΔR_{90} であり、その差分 $\Delta R = \Delta R_0 - \Delta R_{90}$ は図7 (d) の結果と同じであった。

実施例 5

[0063] 図9は本発明に係る他の光学異方性パラメータ測定装置を示す説明図である。

本例の光学異方性パラメータ測定装置25は、ある程度の広さをもった測定エリア S_2 (例えば直径10mm) 全体について光学異方性の評価を行うことができる。なお、図1と重複する部分は同一符号を付して詳細説明を省略する。

[0064] 本例では、測定光学系4のレーザ6とハーフミラー7との間に介装されたビームエキスパンダ11により、入射光が測定エリア S_2 に応じた大きさの光束径 (例えば直径10mm) を有する平行光束となるようにその倍率が設定されている。

また、図1の対物側集光レンズ14、検出側集光レンズ17、ピンホール18は設けられていない。

[0065] これによれば、ビームエキスパンダ11で直径10mmの平行光束となった入射光は、偏光子P、1/2波長板12、1/4波長板13を透過して楕円偏光となって試料3の測定エリア S_2 全体に照射される。

その反射光は、直径10mmの平行光束のまま1/4波長板13、1/2

波長板 1 2 を透過し、反射光路 L_2 に沿って検光子 A を透過して、受光素子 9 に達し、その光強度が測定される。

このとき、測定エリア S_2 内の光学軸の方向はその平均的な方向が検出され、光学軸の方向が揃っていれば異方性の大きさを示す値 H が大きく、光学軸の方向にばらつきがあれば異方性の大きさを示す値 H が小さくなる。

実施例 6

[0066] 図 10 は本発明に係るさらに他の光学異方性パラメータ測定装置を示す説明図であって、図 1 と重複する部分は同一符号を付して詳細説明を省略する。

本例の光学異方性パラメータ測定装置 26 は、測定エリア S_3 が波長板 1 2、1 3 の直径より大きく設定されている場合（例えば直径 1 m 程度）でも、その測定エリア S_3 全体について一回の測定で光学異方性の評価を行うことができる。

[0067] 本例では、測定光学系 4 のレーザ 6 とハーフミラー 7 との間に、その照射光を所定の光束径（例えば 5 mm）の平行光束とするビームエキスパンダ 11 が介装され、1/4 波長板 1 3 と試料 3 を置くステージ 2 の間に、入射光を測定エリア S_3 に応じた大きさの光束径を有する平行光束に拡径するビームエキスパンダ 27 が介装されている。

また、図 1 の対物側集光レンズ 14、検出側集光レンズ 17、ピンホール 18 は設けられていない。

[0068] これによれば、最初のビームエキスパンダ 11 で 5 mm の平行光束となった入射光は、偏光子 P、1/2 波長板 1 2、1/4 波長板 1 3 を透過して楕円偏光となり、ビームエキスパンダ 27 で直径 1 m の平行光束に拡径されて、試料 3 の測定エリア S_2 全体に照射される。

その反射光は、直径 1 m の平行光束となって、ビームエキスパンダ 27 に逆方向に進行し、直径 5 mm の平行光束となって 1/4 波長板 1 3、1/2 波長板 1 2 を透過し、反射光路 L_2 に沿って検光子 A を透過して、受光素子 9 に達し、その光強度が測定される。

このとき、測定エリア S_2 内の光学軸の方向はその平均的な方向が検出され、光学軸の方向が揃っていれば異方性の大きさを示す値 H が大きく、ばらつきがあれば異方性の大きさを示す値 H が小さくなる点は前述の実施例と同様である。

産業上の利用可能性

[0069] 本発明は、光学異方性を有する製品、特に、液晶配向膜の品質検査などに適用することができる。

符号の説明

- [0070] 1 光学異方性パラメータ測定装置
2 ステージ
3 試料
S 測定点（測定エリア）
4 測定光学系
5 演算処理装置
6 レーザ
7 ハーフミラー
9 受光素子
P 偏光子
A 検光子
10 二次元光位置検出素子
12 1／2波長板
13 1／4波長板
14 対物側集光レンズ
17 検出側集光レンズ
18 ピンホール

請求の範囲

[請求項1]

試料の測定エリアに対して照射した入射光とその反射光の偏光状態の変化に基づいて当該試料の光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定する光学異方性パラメータ測定装置において、

光源となるレーザからハーフミラーを介して前記測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く測定光学系と、受光素子により検出された反射光強度に基づいて光学異方性パラメータを算出する演算処理装置を備え、

前記測定光学系は、前記レーザと前記ハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、前記偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される $1/2$ 波長板と、遅相軸の向きを前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm \delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が 2 倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配され、

前記演算処理装置は、 $1/4$ 波長板を初期位置 $+\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させたときに検出される反射光強度 $R(+\delta)$ と、 $1/4$ 波長板を初期位置 $-\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させたときに検出される反射光強度 $R(-\delta)$ との差分 ΔR を算出し、前記直線偏光の回転角と前記差分 ΔR の関係に基づき試料の光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定することを特徴とする光学異方性パラメータ測定装置。

[請求項2]

前記測定光学系の前記レーザとハーフミラーとの間に、前記入射光を測定エリアに応じた大きさの光束径を有する平行光束とするビームエキスパンダが介装された請求項 1 記載の光学異方性パラメータ測定装置。

[請求項3]

前記測定光学系の前記レーザとハーフミラーとの間に、その照射光

を所定の光束径を有する平行光束とするビームエキスパンダが介装され、

前記 1 / 4 波長板と前記試料の間に、当該試料の表面上に焦点を結ぶように前記入射光を集光させる対物側集光レンズがその光軸方向に相対移動可能に設けられ、

前記検光子と受光素子との間には、前記反射光を焦点位置に収束させた後、拡散しながら受光素子に導く検出側集光レンズが設けられると共に、その焦点位置にはピンホールが設けられた請求項 1 記載の光学異方性パラメータ測定装置。

[請求項4] 前記測定エリアが前記各波長板の直径より大きく設定されている場合に、

前記測定光学系の前記レーザとハーフミラーとの間に、その照射光を所定の光束径を有する平行光束とするビームエキスパンダが介装され、

前記 1 / 4 波長板と前記試料の間に、前記入射光を測定エリアに応じた大きさの光束径を有する平行光束に拡径するビームエキスパンダが介装された請求項 1 記載の光学異方性パラメータ測定装置。

[請求項5] 試料の測定エリアに対して照射した入射光とその反射光の偏光状態の変化に基づいて当該試料の光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定する光学異方性パラメータ測定方法において、

光源となるレーザからハーフミラーを介して前記測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く測定光学系を備え、

当該測定光学系は、前記レーザと前記ハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、前記偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される 1 / 2 波長板と、遅相軸の向き

を前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm \delta$ ($\delta \neq n\pi/2$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が 2 倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配されて成り、

前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $+\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R(+\delta)$ を測定し、前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $-\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R(-\delta)$ を測定する反射光強度測定工程と、

検出された反射光強度 $R(+\delta)$ 及び $R(-\delta)$ に基づき、差分 ΔR を、

$$\Delta R = R(+\delta) - R(-\delta)$$

により算出する差分算出工程と、

前記直線偏光の回転角と前記差分 ΔR の関係に基づき光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定する異方性分析工程と、

を備えたことを特徴とする光学異方性パラメータ測定方法。

[請求項6]

試料の測定エリアに対して照射した入射光とその反射光の偏光状態の変化に基づいて当該試料の光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定する光学異方性パラメータ測定方法において、

光源となるレーザからハーフミラーを介して前記測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く測定光学系を備え、

当該測定光学系は、前記レーザと前記ハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、前記偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される $1/2$ 波長板と、遅相軸の向きを前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm \delta$ ($\delta \neq n\pi/4$: n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が 2 倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配されて成り、

前記試料をセットし、前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $+\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R(+\delta)$ を測定し、前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $-\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R(-\delta)$ を測定する反射光強度測定工程と、

前記試料に替えて光学異方性のない参照板をセットして、前記反射光強度測定工程同様に参照反射光強度 $R_E(+\delta)$ 及び $R_E(-\delta)$ を測定する参照反射光強度測定工程と、

前記反射光強度 $R(+\delta)$ 及び $R(-\delta)$ と、前記参照反射光強度 $R_E(+\delta)$ 及び $R_E(-\delta)$ に基づき、差分 ΔR を

$$\Delta R = [R_o(+\delta) - R_o(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

により算出する差分算出工程と、

前記直線偏光の回転角と前記差分 ΔR の関係に基づき光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定する異方性分析工程と、

を備えたことを特徴とする光学異方性パラメータ測定方法。

[請求項7]

試料の測定エリアに対して照射した入射光とその反射光の偏光状態の変化に基づいて当該試料の光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定する光学異方性パラメータ測定方法において、

光源となるレーザからハーフミラーを介して前記測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く測定光学系を備え、

当該測定光学系は、前記レーザと前記ハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、前記偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される $1/2$ 波長板と、遅相軸の向きを前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm\delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が2倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配されて成り、

前記試料を任意の方向にセットした状態で、前記 1 / 4 波長板を初期位置 + δ から 1 / 2 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R_0(+\delta)$ を測定し、前記 1 / 4 波長板を初期位置 - δ から 1 / 2 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R_0(-\delta)$ を測定する第一反射光強度測定工程と、

前記試料を入射光の光軸を中心に 90° 回転させた状態で、前記第一反射光強度測定工程同様に反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 及び $R_{90}(-\delta)$ を測定する第二反射光強度測定工程と、

前記第一反射光強度測定工程で測定された反射光強度 $R_0(+\delta)$ 及び $R_0(-\delta)$ と第二反射光強度測定工程で測定された反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 及び $R_{90}(-\delta)$ に基づき、差分 ΔR を

$$\Delta R = [R_0(+\delta) - R_0(-\delta)] - [R_{90}(+\delta) - R_{90}(-\delta)]$$

により算出する第一差分算出工程と、

前記直線偏光の回転角と前記再差分 ΔR の関係に基づき光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定する異方性分析工程と、
を備えたことを特徴とする光学異方性パラメータ測定方法。

[請求項8]

試料の測定エリアに対して照射した入射光とその反射光の偏光状態の変化に基づいて当該試料の光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定する光学異方性パラメータ測定方法において、

光源となるレーザからハーフミラーを介して前記測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く測定光学系を備え、

当該測定光学系は、前記レーザと前記ハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、前記偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される 1 / 2 波長板と、遅相軸の向き

を前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm \delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が 2 倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配されて成り、

前記試料を任意の方向にセットした状態で、前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $+\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R_0(+\delta)$ を測定し、前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $-\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R_0(-\delta)$ を測定する第一反射光強度測定工程と、

前記試料を入射光の光軸を中心に 90° 回転させた状態で、前記第一反射光強度測定工程同様に反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 及び $R_{90}(-\delta)$ を測定する第二反射光強度測定工程と、

前記試料に替えて光学異方性のない参照板をセットして、前記第一反射光強度測定工程同様に参照反射光強度 $R_E(+\delta)$ 及び $R_E(-\delta)$ を測定する参照反射光強度測定工程と、

前記第一反射光強度測定工程で測定された反射光強度 $R_0(+\delta)$ 及び $R_0(-\delta)$ と、参照反射光強度 $R_E(+\delta)$ 及び $R_E(-\delta)$ に基づき、差分 ΔR_0 を

$$\Delta R_0 = [R_0(+\delta) - R_0(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

により算出する第一差分算出工程と、

前記第二反射光強度測定工程で測定された反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 及び $R_{90}(-\delta)$ と参照反射光強度 $R_E(+\delta)$ 及び $R_E(-\delta)$ に基づき、差分 ΔR_{90} を

$$\Delta R_{90} = [R_{90}(+\delta) - R_{90}(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

により算出する第二差分算出工程と、

前記各差分 ΔR_0 及び ΔR_{90} に基づき、差分 ΔR を、

$$\Delta R = \Delta R_0 - \Delta R_{90}$$

により算出する第三差分算出工程と、

前記直線偏光の回転角と前記差分 ΔR の関係に基づき光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定する異方性分析工程と、
を備えたことを特徴とする光学異方性パラメータ測定方法。

[請求項9]

光源となるレーザからハーフミラーを介して試料の測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く光路が形成され、

前記レーザと前記ハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、前記偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される $1/2$ 波長板と、遅相軸の向きを前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm \delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が2倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配されて成る測定光学系をコンピュータにより操作して、前記受光素子により検出された反射光の強度に基づいて当該試料の光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定するための光学異方性パラメータ測定用プログラムにおいて、

前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $+\delta$ に設定し、 $1/2$ 波長板と同期的に回転駆動させながら、前記受光素子で反射光強度 $R(+\delta)$ を測定し、前記直線偏光の回転角と関連付けて予め設定された記憶領域に記憶し、

前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $-\delta$ に設定し、 $1/2$ 波長板と同期的に回転駆動させながら、前記受光素子で反射光強度 $R(-\delta)$ を測定し、前記直線偏光の回転角と関連付けて予め設定された記憶領域に記憶する反射光強度測定手段と、

記憶された反射光強度 $R(+\delta)$ 及び $R(-\delta)$ に基づき、差分 ΔR を、

$$\Delta R = R(+\delta) - R(-\delta)$$

により算出する差分算出手段と、

前記直線偏光の回転角と前記差分 ΔR の関係に基づき光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定する異方性分析手段と、

を備えたことを特徴とする光学異方性パラメータ測定用プログラム。

[請求項10]

光源となるレーザからハーフミラーを介して試料の測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く光路が形成され、

前記レーザと前記ハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、前記偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される $1/2$ 波長板と、遅相軸の向きを前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm \delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が2倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配されて成る測定光学系をコンピュータにより操作して、前記受光素子により検出された反射光の強度に基づいて当該試料の光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定するための光学異方性パラメータ測定用プログラムにおいて、

前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $+\delta$ に設定し、 $1/2$ 波長板と同期的に回転駆動させながら、前記受光素子で反射光強度 $R(+\delta)$ を測定し、前記直線偏光の回転角と関連付けて予め設定された記憶領域に記憶し、

前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $-\delta$ に設定し、 $1/2$ 波長板と同期的に回転駆動させながら、前記受光素子で反射光強度 $R(-\delta)$ を測定し、前記直線偏光の回転角と関連付けて予め設定された記憶領域に記憶する反射光強度測定手段と、

光学異方性のない参照板について、前記反射光強度測定手段と同様に参照反射光強度 $R_E(+\delta)$ 及び $R_E(-\delta)$ を測定する参照反射光強

度測定手段と、

前記反射光強度 $R(+\delta)$ 及び $R(-\delta)$ と、前記参照反射光強度 $R_E(+\delta)$ 及び $R_E(-\delta)$ に基づき、差分 ΔR を

$$\Delta R = [R_o(+\delta) - R_o(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

により算出する差分算出手段と、

前記直線偏光の回転角と前記差分 ΔR の関係に基づき光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定する異方性分析手段と、

を備えたことを特徴とする光学異方性パラメータ測定用プログラム。

[請求項11]

光源となるレーザからハーフミラーを介して試料の測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く光路が形成され、

前記レーザと前記ハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、前記偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される $1/2$ 波長板と、遅相軸の向きを前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm \delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が2倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配されて成る測定光学系をコンピュータにより操作して、前記受光素子により検出された反射光の強度に基づいて当該試料の光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定するための光学異方性パラメータ測定用プログラムにおいて、

任意の方向にセットされた前記試料について、前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $+\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R_o(+\delta)$ を測定し、前記 $1/4$ 波長板を初期位置 $-\delta$ から $1/2$ 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R_o(-\delta)$ を測定し、各反射光強度を前記直線偏光の回転角と関連付けて予め設定された記憶領域に記憶する第一反射光強度測定手段と、

前記試料を入射光の光軸を中心に 90° 回転させた状態で、前記第一反射光強度測定手段と同様に反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 及び $R_{90}(-\delta)$ を測定し、各反射光強度を前記直線偏光の回転角と関連付けて予め設定された記憶領域に記憶する第二反射光強度測定手段と、

前記第一反射光強度測定手段で測定された反射光強度 $R_0(+\delta)$ 及び $R_0(-\delta)$ と第二反射光強度測定手段で測定された反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 及び $R_{90}(-\delta)$ に基づき、差分 ΔR を

$$\Delta R = [R_0(+\delta) - R_0(-\delta)] - [R_{90}(+\delta) - R_{90}(-\delta)]$$

により算出する差分算出手段と、

前記直線偏光の回転角と前記差分 ΔR の関係に基づき光学軸の方向及び光学異方性の大きさを決定する異方性分析手段と、

を備えたことを特徴とする光学異方性パラメータ測定プログラム。

[請求項12]

光源となるレーザからハーフミラーを介して試料の測定エリアに対し垂直方向に入射光を照射すると共に、当該測定エリアから垂直方向に反射された反射光を前記ハーフミラーを介して受光素子に導く光路が形成され、

前記レーザと前記ハーフミラーの間に偏光子が配されると共に、ハーフミラーと受光素子との間に検光子が配され、ハーフミラーと試料との間には、前記偏光子により生成される直線偏光を回転させるために回転駆動される $1/2$ 波長板と、遅相軸の向きを前記 $1/2$ 波長板の遅相軸に対して $\pm \delta$ ($\delta \neq n\pi/4$, n は整数) ずらした初期位置から当該 $1/2$ 波長板に対して回転角度が2倍となるように同期的に回転駆動される $1/4$ 波長板が配されて成る測定光学系をコンピュータにより操作して、前記受光素子により検出された反射光の強度に基づいて当該試料の光学軸の方向と光学異方性の大きさを測定するための光学異方性パラメータ測定用プログラムにおいて、

任意の方向にセットされた前記試料について、前記 $1/4$ 波長板を

初期位置 + δ から 1 / 2 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R_0(+\delta)$ を測定し、前記 1 / 4 波長板を初期位置 - δ から 1 / 2 波長板と同期的に回転させながら反射光強度 $R_0(-\delta)$ を測定し、各反射光強度を前記直線偏光の回転角と関連付けて予め設定された記憶領域に記憶する第一反射光強度測定手段と、

前記試料を入射光の光軸を中心に 90° 回転させた状態で、前記第一反射光強度測定手段と同様に反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 及び $R_{90}(-\delta)$ を測定し、各反射光強度を前記直線偏光の回転角と関連付けて予め設定された記憶領域に記憶する第二反射光強度測定手段と、

前記試料に替えてセットされた光学異方性のない参照板について、前記第一反射光強度測定手段同様に参照反射光強度 $R_E(+\delta)$ 及び $R_E(-\delta)$ を測定し、各反射光強度を前記直線偏光の回転角と関連付けて予め設定された記憶領域に記憶する第二反射光強度測定手段と、

前記第一反射光強度測定手段で測定された反射光強度 $R_0(+\delta)$ 及び $R_0(-\delta)$ と、参照反射光強度 $R_E(+\delta)$ 及び $R_E(-\delta)$ に基づき、差分 ΔR_0 を

$$\Delta R_0 = [R_0(+\delta) - R_0(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

により算出する第一差分算出手段と、

前記第二反射光強度測定手段で測定された反射光強度 $R_{90}(+\delta)$ 及び $R_{90}(-\delta)$ と参照反射光強度 $R_E(+\delta)$ 及び $R_E(-\delta)$ に基づき、差分 ΔR_{90} を

$$\Delta R_{90} = [R_{90}(+\delta) - R_{90}(-\delta)] - [R_E(+\delta) - R_E(-\delta)]$$

により算出する第二差分算出手段と、

前記各差分 ΔR_0 及び ΔR_{90} に基づき、差分 ΔR を、

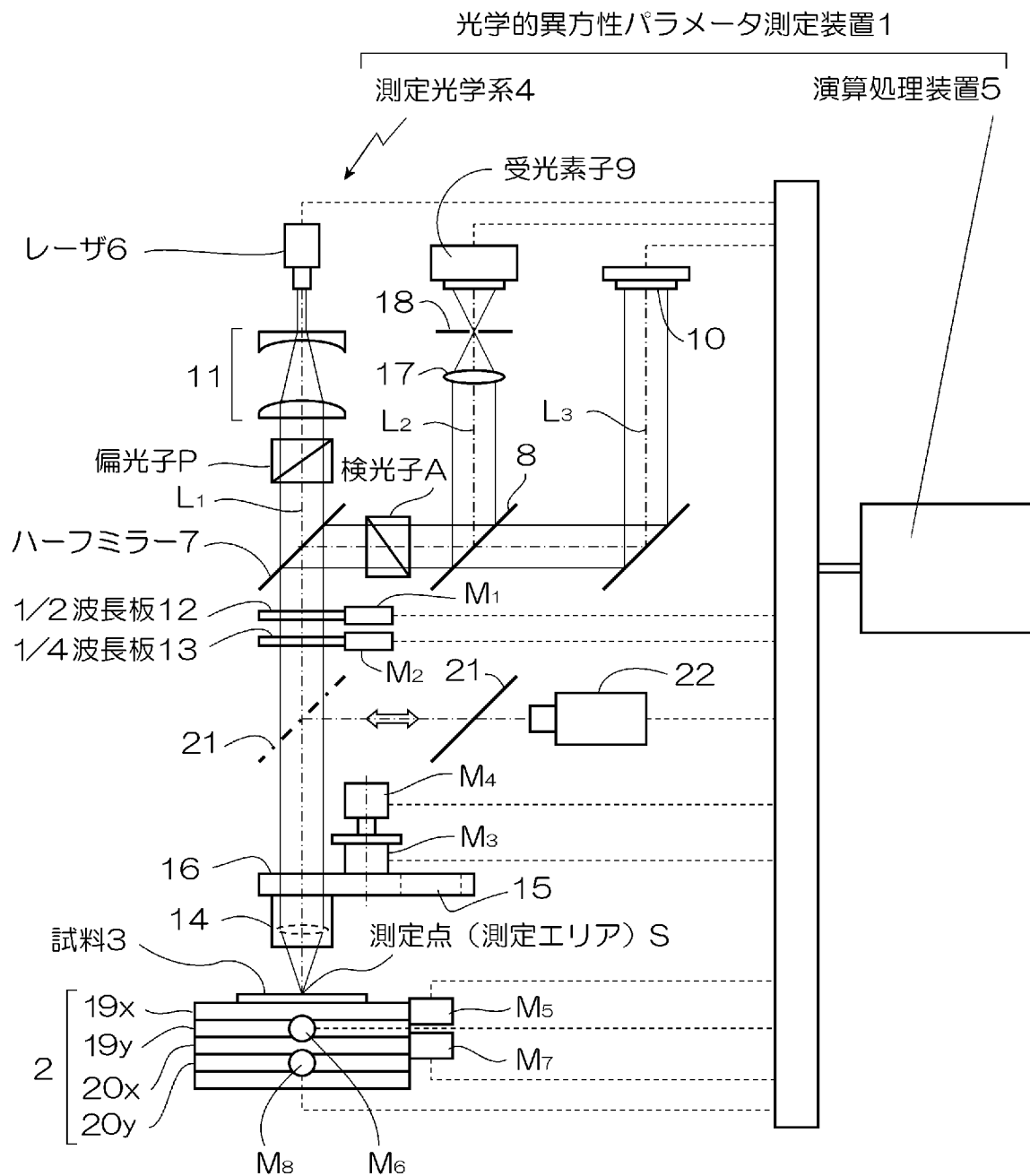
$$\Delta R = \Delta R_0 - \Delta R_{90}$$

により算出する第三差分算出手段と、

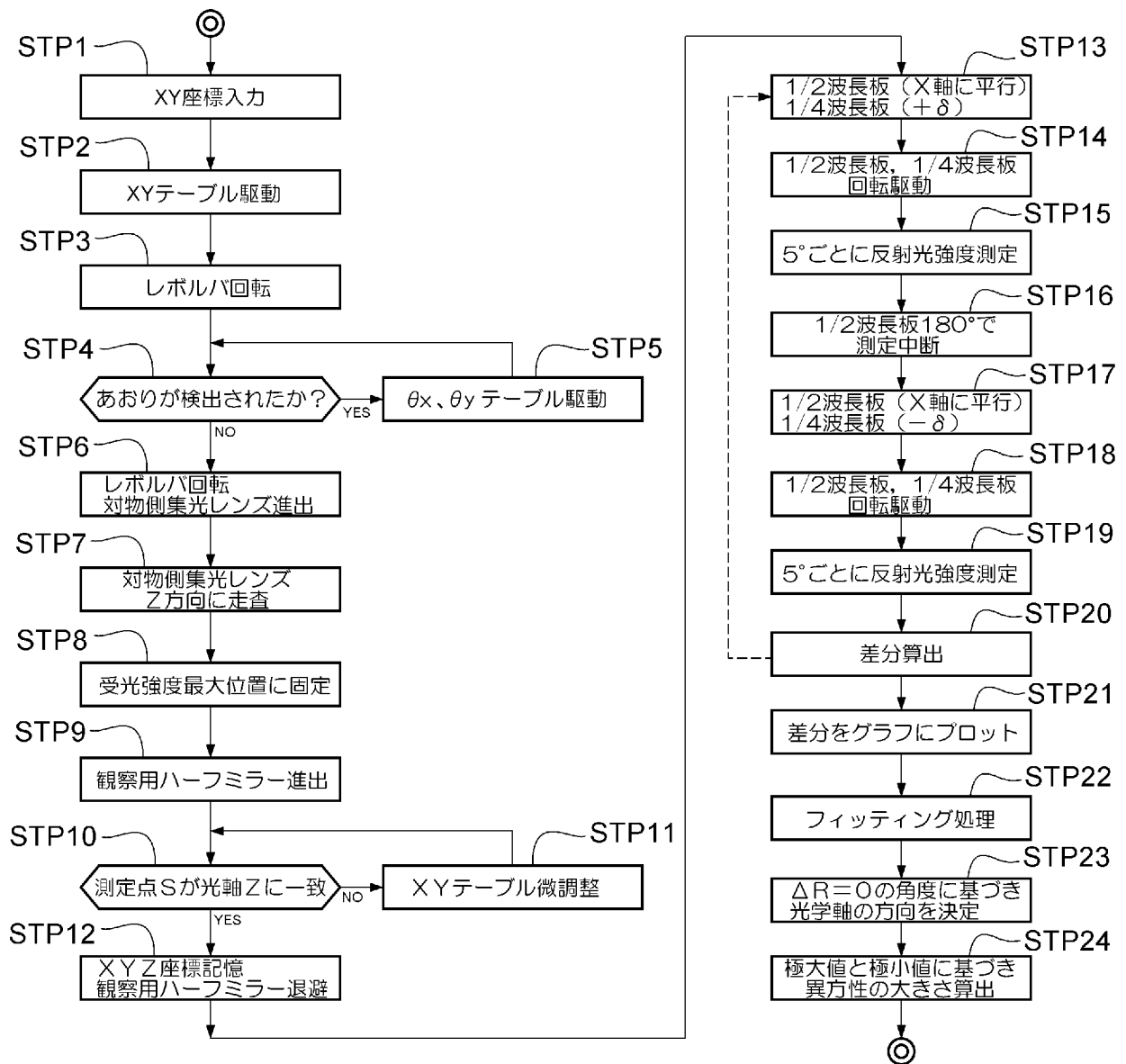
前記直線偏光の回転角と前記差分 ΔR の関係に基づき光学軸の方向

及び光学異方性の大きさを決定する異方性分析手段と、
を備えたことを特徴とする光学異方性パラメータ測定プログラム。

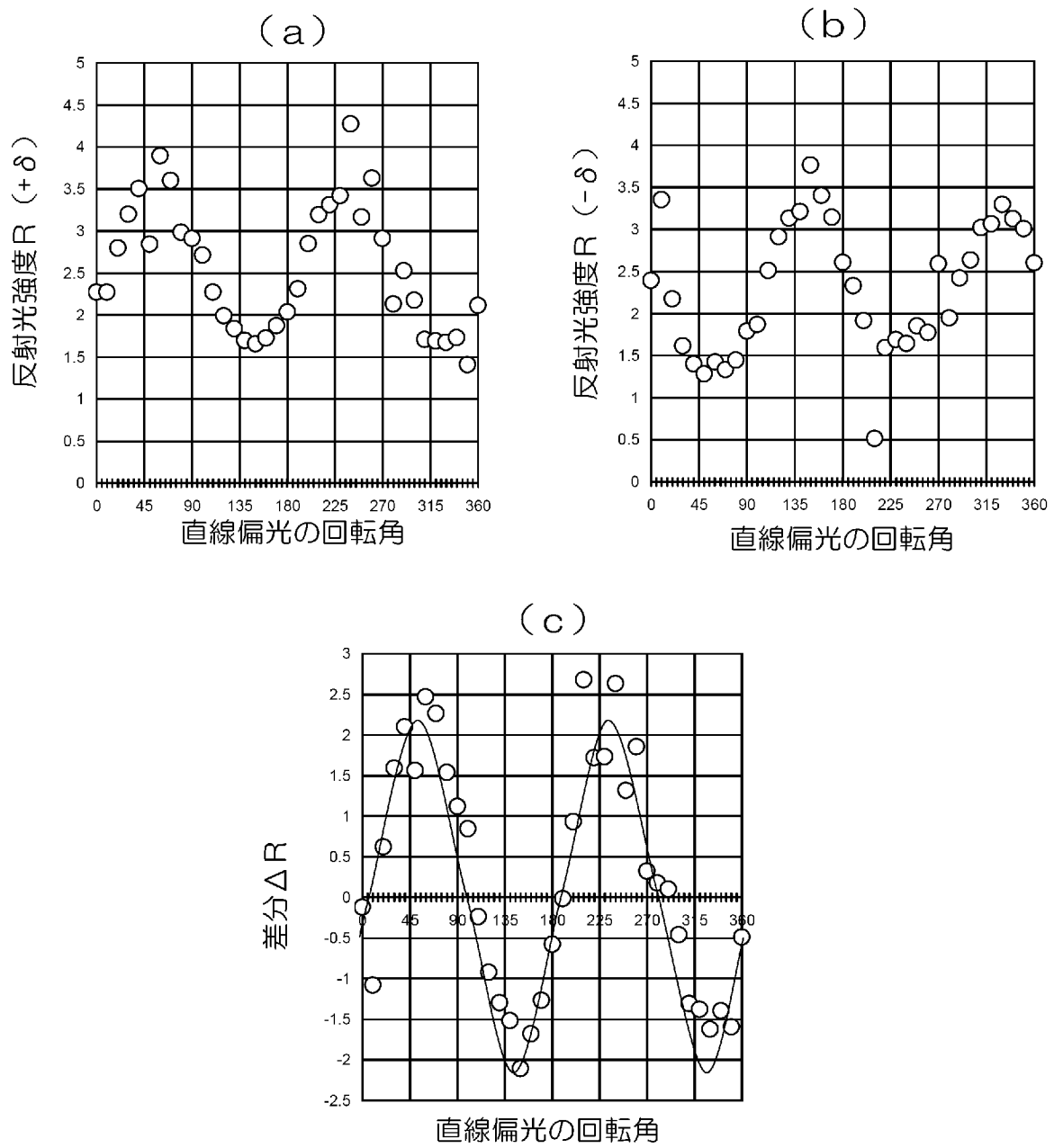
[図1]



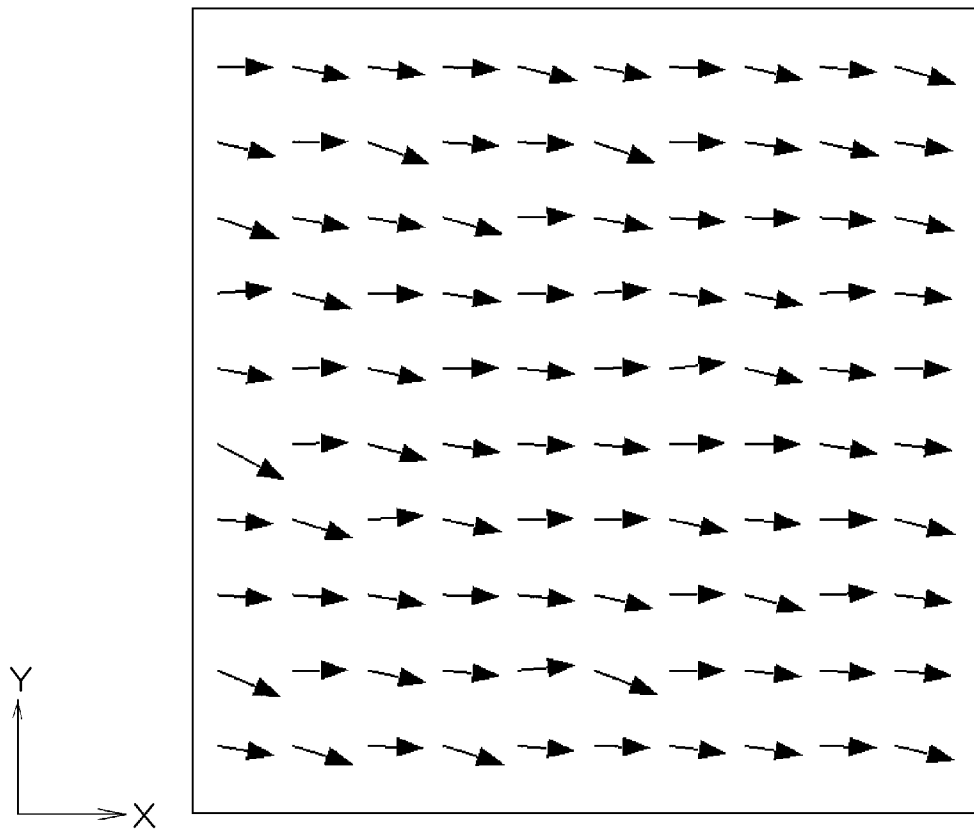
[図2]



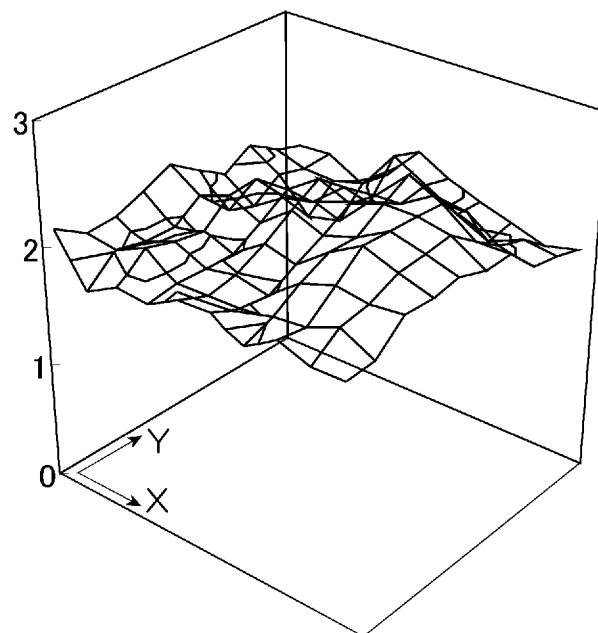
[図3]



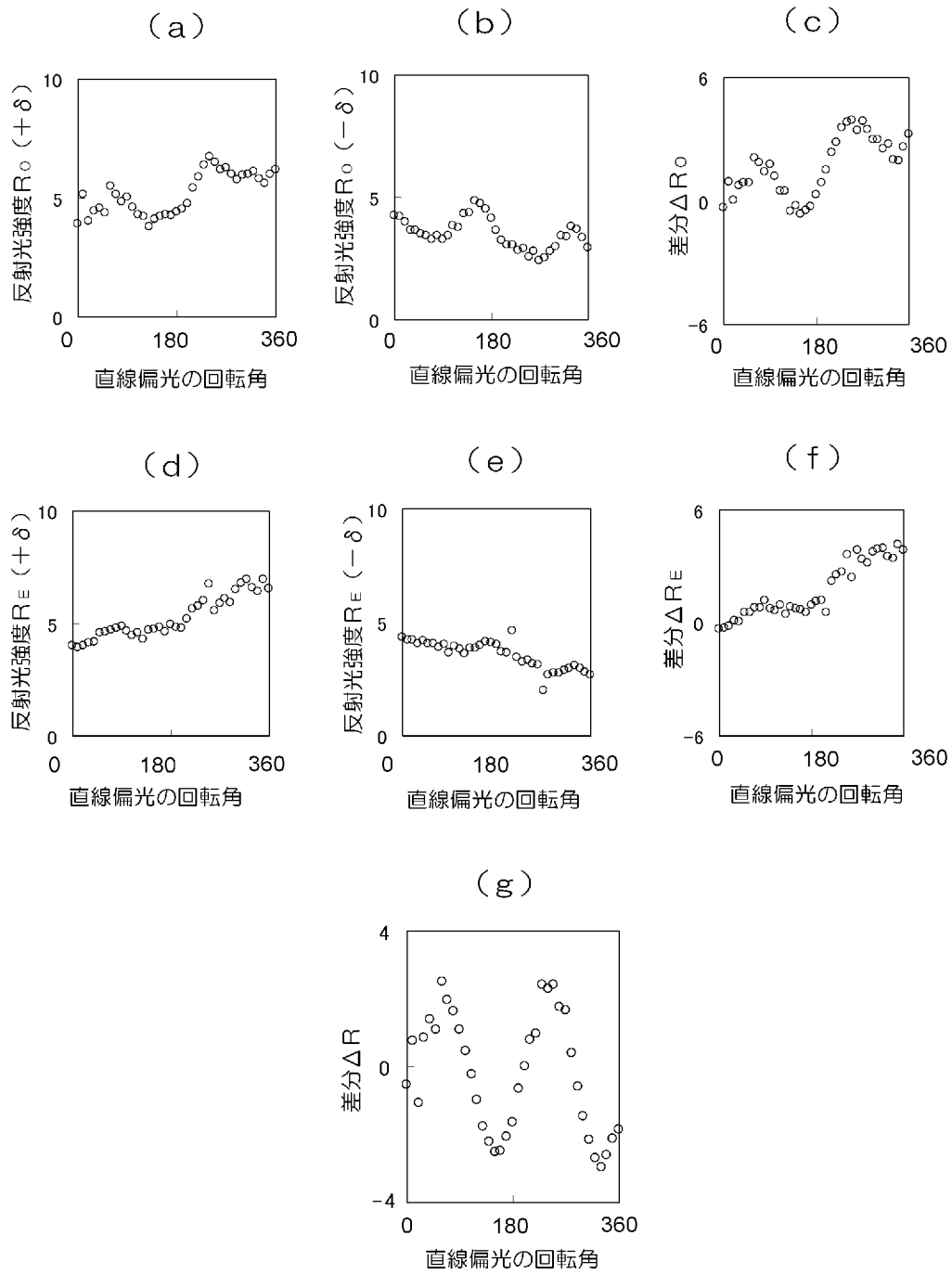
[図4]



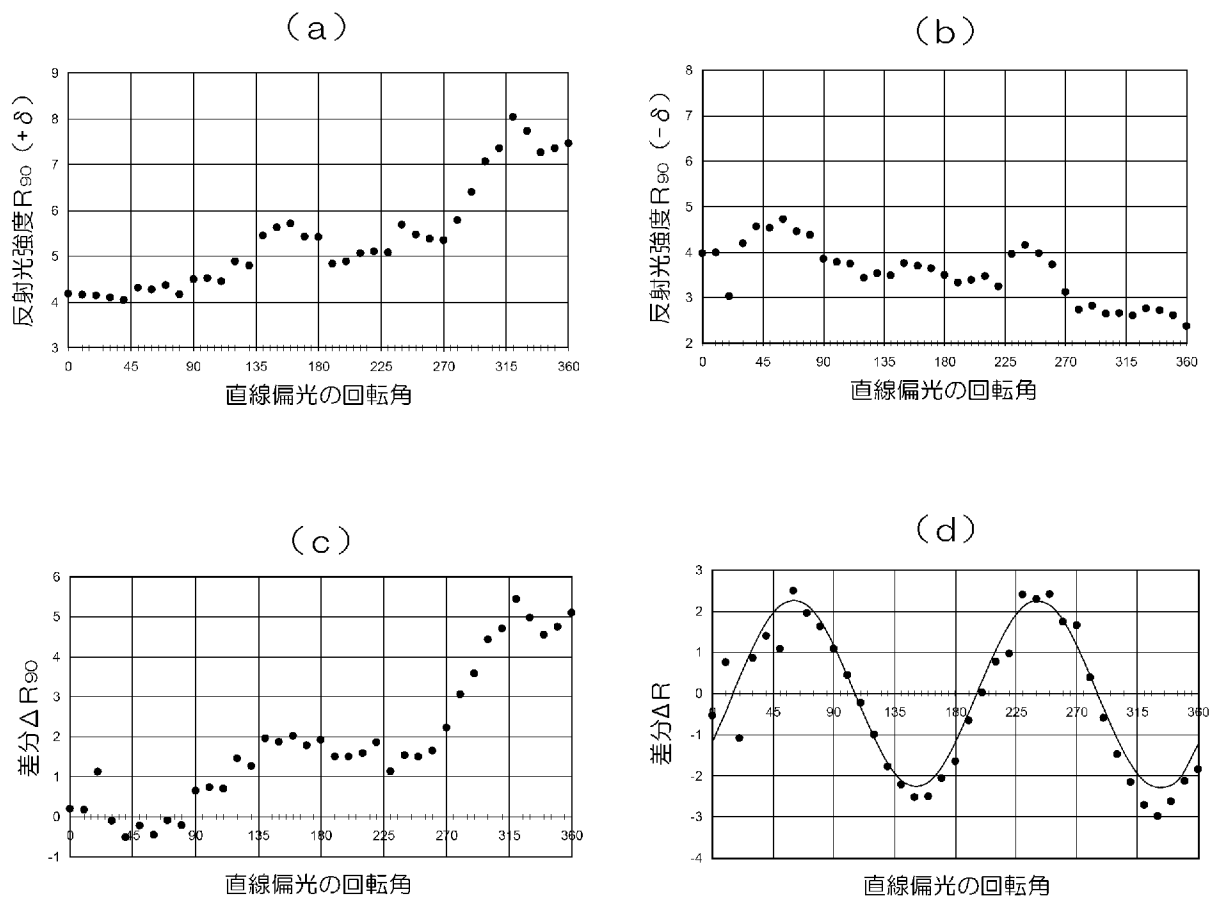
[図5]



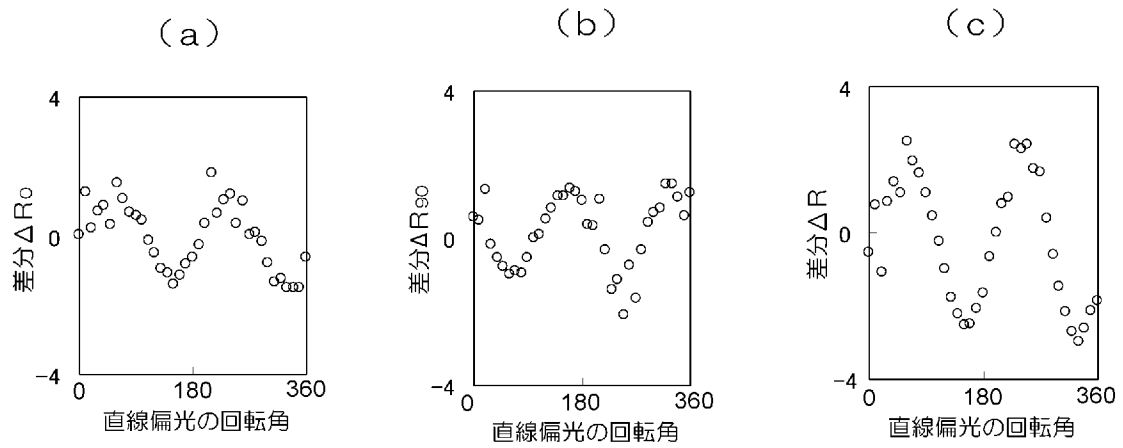
[図6]



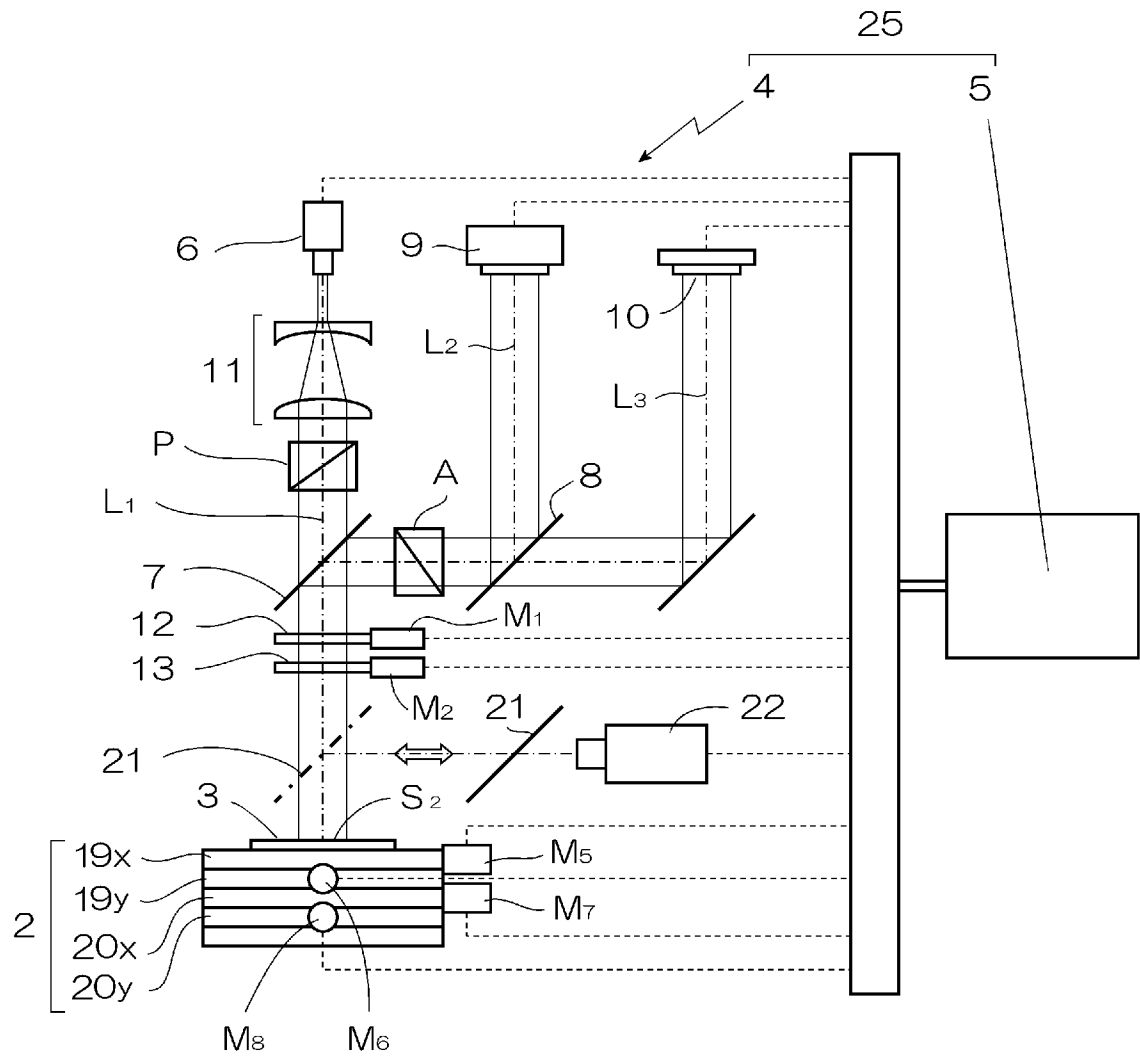
[図7]



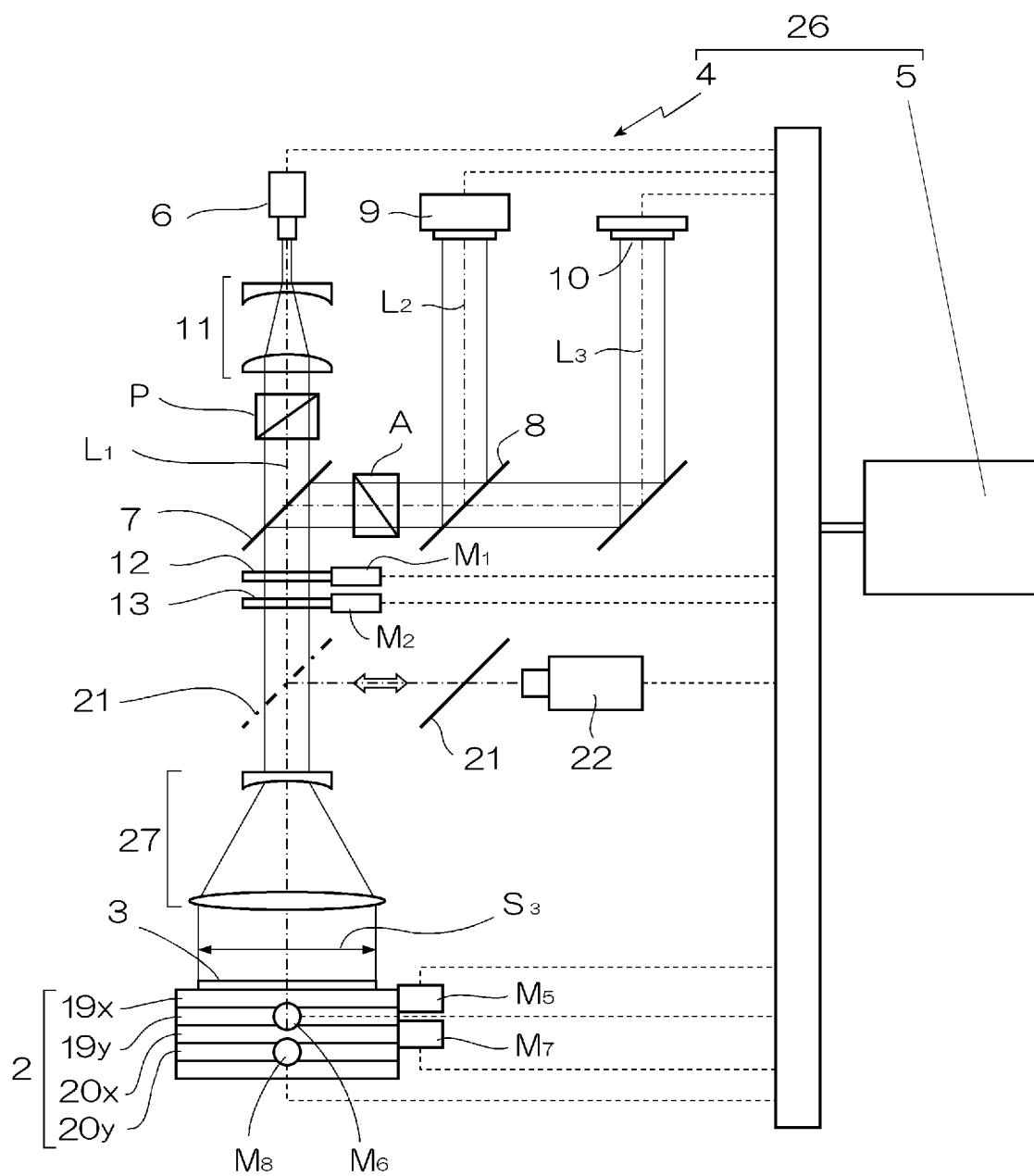
[図8]



[図9]



[図10]



[図11]

