

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3479685号
(P3479685)

(45) 発行日 平成15年12月15日 (2003. 12. 15)

(24) 登録日 平成15年10月10日 (2003. 10. 10)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 1 N 21/21

G 0 1 N 21/21

Z

G 0 1 J 9/02

G 0 1 J 9/02

G 0 1 N 21/45

G 0 1 N 21/45

A

請求項の数10(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-323520(P2000-323520)
(22) 出願日 平成12年10月24日(2000. 10. 24)
(65) 公開番号 特開2002-131225(P2002-131225A)
(43) 公開日 平成14年5月9日(2002. 5. 9)
審査請求日 平成12年10月24日(2000. 10. 24)

前置審査

(73) 特許権者 596133441
新潟大学長
新潟県新潟市五十嵐2の町8050番地
(72) 発明者 長谷川 富市
新潟県新潟市五十嵐中島5丁目14番10号
(74) 代理人 100072051
弁理士 杉村 興作

審査官 樋口 宗彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異方性解析方法及び異方性解析装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 偏光面が互いに所定の角度をなして交差する同一波長の2つの光を、異方性を測定すべき試料の同一部分に同時に入射させるとともに、前記試料を透過してきた前記2つの光の一方の偏光面を前記所定の角度回転させることにより、前記2つの光の前記一方の偏光面を前記2つの光の他方の偏光面と一致させた状態で前記2つの光を重畳させ、この重畳させた光の干渉縞を観察することにより、前記試料の異方性を解析することを特徴とする、異方性解析方法。

【請求項2】 前記2つの光を重畳させた状態において、前記試料に入射させることを特徴とする、請求項1に記載の異方性解析方法。

【請求項3】 前記2つの光を互いに交差するようにして、前記試料の前記同一部分に同時に入射させることを

特徴とする、請求項1に記載の異方性解析方法。

【請求項4】 前記所定の角度は、90度であることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の異方性解析方法。

【請求項5】 異方性を測定すべき試料の前方において、異方性を測定するための光を発生させるレーザ光源と、このレーザ光源から発せられた光を分割する光分割手段と、分割された一方の光の偏光面を所定の角度回転させるための第1の偏光面回転手段と、前記第1の偏光面回転手段の後方に、前記分割された一方の光及び前記分割された他方の光を同一光路上で重畳させるための追加の光重畳手段とを具備し、異方性を測定すべき前記試料の後方において、前記分割された一方の光又は分割された他方の光を前記所定の角度回転させて両者の偏光面を一致させるための第2の偏光面回転手段と、前記分割さ

れた一方の光及び前記分割された他方の光を重畳させるための光重畳手段と、この重畳された光の干渉縞を投影するための光投影手段とを具えることを特徴とする、異方性解析装置。

【請求項6】 異方性を解析すべき前記試料の後方において、前記第2の偏光面回転手段の前方に、重畳された前記光を前記分割された一方の光及び前記分割された他方の光に分離する光分離手段とを具えることを特徴とする、請求項5に記載の異方性解析装置。

【請求項7】 前記第1の偏光面回転手段及び前記第2の偏光面回転手段の少なくとも一方は、半波長板であることを特徴とする、請求項5又は6に記載の異方性解析装置。

【請求項8】 前記光分割手段及び前記光重畳手段の少なくとも一方は、ハーフミラーであることを特徴とする、請求項5～7のいずれか一に記載の異方性解析装置。

【請求項9】 前記追加の光重畳手段は、ハーフミラーであることを特徴とする、請求項5～8のいずれか一に記載の異方性解析装置。

【請求項10】 前記光分離手段は、偏光ビームスプリッタであることを特徴とする、請求項6～9のいずれか一に記載の異方性解析装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、光の干渉を利用した物質の異方性解析方法及び異方性解析装置に関し、さらに詳しくは、粘弾性流体などにおける応力状態の異方性観測などに好適に用いることのできる異方性解析方法及びこの方法に用いる異方性解析装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、粘弾性流体の法線応力差などの異方性を測定及び解析するためには、一本の光を電氣的に変調し、又は機械的操作を行って偏光面が90度異なる複数の光を時間的に交互に生成させ、これらの光を前記粘弾性流体に入射させて、透過してきた前記複数の光を解析することにより実施していた。従って、透過してきた前記複数の光を一定の出力信号として電氣的に検出するためには、これらを電氣的な同期を行う必要があった。このため、測定系全体が複雑となるとともに、高額な計器が必要された。さらに、上記のような方法においては、空間のある一定領域に亘る同時計測を実施することはできなかった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、比較的簡易な測定系で、空間のある一定領域に亘る同時測定を可能とする新規な異方性解析方法及びこの方法に用いる異方性解析装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく、

本発明の異方性解析方法は、偏光面が互いに所定の角度をなして交差する同一波長の2つの光を、異方性を測定すべき試料の同一部分に同時に入射させるとともに、前記試料を透過してきた前記2つの光の一方の偏光面を前記所定の角度回転させることにより、前記2つの光の前記一方の偏光面を前記2つの光の他方の偏光面と一致させた状態で前記2つの光を重畳させ、この重畳させた光の干渉縞を観察することにより、前記試料の異方性を解析することを特徴とする。

【0005】すなわち、本発明の異方性解析方法によれば、従来と異なり偏光面が互いに所定の角度をなして交差する2つの光を時間的に連続させて生成させておく。そして、この2つの光を測定すべき試料の同一部分に同時に入射させ、前記試料からの2つの透過光を偏光面が一致するように重畳させて、この重畳された光の干渉縞を観測する。

【0006】そして、前記試料内に例えば応力差などの異方性が存在する場合は、偏光面が互いに交差する前記2つの光の少なくとも一方が、前記異方性に起因して屈折率変化を受ける。このため、前記試料が異方性を有する場合は、異方性を有しない場合と比較してその干渉縞が変化する。したがって、この干渉縞の変化を読み取ることにより、前記試料内の異方性を定性的に知ることができる。さらに、特定試料について干渉縞の変化と異方性とを対応づけるパラメータを導出しておくことにより、前記異方性を定量的に測定することができる。

【0007】このように、本発明の異方性解析方法は、時間的に連続な偏光面が交差する2つの光を用いるため、従来のような電氣的な同期を必要としない。このため、解析に用いる測定系全体を簡易化することができる。とともに、高額な装置を必要としないため、測定系全体のコストをも低減することができる。さらには、前記2つの光が入射され、照射された部分の異方性を測定するため、空間のある一定領域に亘る同時測定を可能とすることもできる。また、温度や圧力などの影響による密度変化を受けることなく試料の異方性を測定ことができ、さらには、瞬間的な構造変化などにも追従することができる。

【0008】また、本発明の方法における好ましい態様においては、試料に入射させる以前において、偏光面が互いに交差する前記2つの光を重畳させ、この重畳させた光を前記試料に入射させる。これによって、前記試料の光の進行方向の全体に亘って、例えば、前記試料の厚さ方向全体に亘る異方性を簡易に観測することができる。

【0009】さらに、本発明の方法における好ましい態様においては、偏光面が互いに直交する前記2つの光を前記試料に対して微小角度をもって交差するようにして入射させる。この場合においては、前記2つの光の交差位置を前記試料内あるいは試料表面の任意の位置に設定

する。

【0010】また、本発明の異方性解析装置は、上記方法を実施すべく、異方性を測定すべき試料の前方において、異方性を測定するための光を発生させるレーザ光源と、このレーザ光源から発生された光を分割する光分割手段と、分割された一方の光の偏光面を所定の角度回転させるための第1の偏光面回転手段と、前記第1の偏光面回転手段の後方に、前記分割された一方の光及び前記分割された他方の光を同一光路上で重畳させるための追加の光重畳手段とを具え、異方性を測定すべき前記試料の後方において、前記分割された一方の光又は分割された他方の光を前記所定の角度回転させて両者の偏光面を一致させるための第2の偏光面回転手段と、前記分割された一方の光及び前記分割された他方の光を重畳させるための光重畳手段と、この重畳された光の干渉縞を投影するための光投影手段とを具えることを特徴とする。

【0011】

【0012】偏光面回転手段として半波長板を好ましく用いることができる。半波長板は、比較的安価で容易に入手することができるとともに、装置全体のコストを低減させることができる。また、上記本発明の方法において、分割された一方の光の偏光面を90度回転させることになるので、分割された他方の光とともに試料内における直角方向の異方性を測定できる。

【0013】また、上述した同一波長の2つの光を用いる代わりに、所定の単一偏光を異方性を測定すべき試料の同一の部分に同時に入射させるとともに、前記試料を透過してきた前記偏光を2つに分離し、この2つに分離した光を重畳させて、この重畳させた光の干渉縞を観察することにより、前記試料の異方性を解析することもできる。

【0014】この場合においては、単一の平面偏光、円偏光、及び楕円偏光などを用いて異方性の解析を行う。このように単一の偏光を用いた場合においても、試料を透過させた後に2つに分離し、この分離した光を重畳させて、この重畳させた光の干渉縞を観察することによっても前記試料の異方性を解析することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を発明の実施の形態に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明の異方性解析方法の好ましい態様において使用する解析装置の構成図である。図1に示す解析装置は、異方性解析に使用する光を生成するレーザ光源1と、レーザ光源1から発生された光を分割あるいは重畳させるためのハーフミラー2、3、4並びに偏光ビームスプリッタ5と、試料Aの異方性を解析すべく干渉縞を投影するためのスクリーン6とを具えている。さらに、偏光面を90度回転させるための半波長板7及び8と、スペイシャルフィルタ9と、コリメータレンズ10と、偏光板11と、光を反射させて光路を変更させるためのミラー12、13、1

4、及び15とを具えている。

【0016】レーザ光源1から発生されたレーザ光は、スペイシャルフィルタ9及びコリメータレンズ10を通過することにより、その幅がある程度広げられ、偏光板11を通過することによって、平面波に変換される。次いで、この平面波はハーフミラー2を通過することによって2つに分割される。

【0017】分割された一方の光(ビーム1)は、半波長板7に至り、そこを通過することによって偏光面が90度回転された後、ミラー12で反射されてハーフミラー3に至る。分割された他方の光(ビーム2)は、ミラー13で反射されて光路を90度変更させた後、ハーフミラー3に至る。ハーフミラー3では、ビーム2と、この光に対して偏光面が90度回転して直交しているビーム1とが重畳される。この重畳された光は試料Aに入射された後、試料Aを透過し、偏光ビームスプリッタ5に至る。

【0018】偏光ビームスプリッタ5において、前記重畳された光は、偏光面が互いに直交するビーム1とビーム2とに分離される。ビーム2は、半波長板8でその偏光面がビーム1の偏光面と一致するように、その偏光面が90度回転される。その後、ミラー14で光路を90度変更させた後、ハーフミラー4に至る。ビーム1は、ミラー15で反射され、その光路を90度変更させた後にハーフミラー4に至る。ハーフミラー4では、偏光面が互いに一致したビーム1とビーム2とが重畳される。そして、この重畳された光をスクリーン6上に投影することによって、ビーム1とビーム2との重畳によって生じた干渉縞が生成される。

【0019】この場合において、例えば、試料A内に光の透過方向において、偏光面の方向に応力差などの異方性が存在する場合は、このような異方性がない場合と比較して、前記干渉縞が変形する。したがって、異方性を有しない試料Aの干渉縞を標準サンプルとして用いることにより、この標準サンプルに対する試料A内に異方性がある場合の干渉縞の変形度合いから、その異方性を定性的に知ることができる。

【0020】さらには、試料Aについて干渉縞の変化と応力差などの異方性とを対応づけるパラメータを導出しておくことにより、前記異方性を定量的に測定することができる。また、上記のように重畳した光を試料Aに入射させることにより、その光の進行方向の全体、例えば試料Aの厚さ方向の全体に亘って、試料Aの異方性を測定することができる。

【0021】図2は、本発明の異方性解析方法の他の好ましい態様において使用する解析装置の構成図である。図2に示す解析装置は、異方性解析に使用する光を生成するレーザ光源21と、レーザ光源21から発生された光を分割あるいは重畳させるためのハーフミラー22及び23と、試料Aの異方性を解析すべく干渉縞を投影す

るためのスクリーン26とを具えている。さらに、偏光面を90度回転させるための半波長板27及び28と、スペシャルフィルタ29と、コリメータレンズ30と、偏光板31と、光を反射させて光路を変更させるためのミラー32、33、及び34と、中央に開口部を有する小ミラー35及び36とを具えている。

【0022】レーザ光源21から発せられたレーザ光は、上記同様にしてスペシャルフィルタ29及びコリメータレンズ30を通過することにより、その幅がある程度広げられ、偏光板31を通過することによって、平面波に変換される。次いで、この平面波はハーフミラー22を通過することによって2つに分割される。

【0023】分割された他方の光(ビーム2)は、小ミラー35の開口部を通り、その光路を変化させることなく、試料Bに対してほぼ垂直に入射される。分割された一方の光(ビーム1)は、半波長板27に至り、そこを通過することによって偏光面が90度回転させた後、ミラー32で反射されて小ミラー35に至る。そして、小ミラー35の端部で反射されてその光路が所定の角度変化された後、ビーム2と交差するようにして試料Bに入射される。

【0024】ビーム2は、試料Bを透過した後小ミラー36に至り、その端部で反射されることによって行路が90度変更され、さらに、ミラー33で90度光路が変更されることによってハーフミラー23に至る。ビーム1は、試料Bを透過した後小ミラー36の開口部を通過することにより、ミラー34に至り、光路が変更された後半波長板28に至る。ビーム1は、半波長板28において、その偏光面がビーム2の偏光面と一致するように90度回転された後、ハーフミラー23に至る。

【0025】ハーフミラー23では、偏光面が互いに一致したビーム1とビーム2とが重畳される。そして、この重畳された光をスクリーン26上に投影することによって、ビーム1とビーム2との重畳によって生じた干渉縞が生成される。

【0026】この場合において、例えば、試料B内において、ビーム1とビーム2とが交差した部分において、偏光面の方向に応力差などの異方性が存在する場合は、このような異方性がない場合と比較して、前記干渉縞が変形する。したがって、異方性を有しない試料Bの干渉縞を標準サンプルとして用いることにより、この標準サンプルに対する試料B内に異方性がある場合の干渉縞の変形度合いから、その異方性を定性的に知ることができる。さらには、試料Bについて干渉縞の変化と応力差などの異方性とを対応づけるパラメータを導出しておくことにより、前記異方性を定量的に測定することができる。

【0027】また、上記のように、交差した2つの光を用いることにより、前記2つの光の交差位置を前記試料内あるいは試料表面の任意の位置に設定することによ

て、その任意位置の異方性をより正確に観測することができる。

【0028】以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない限りにおいてあらゆる変形や変更が可能である。

【0029】例えば、図1においては、ビーム1の偏光面を90度回転させてビーム2の偏光面と直交するようにしているが、ビーム2の偏光面を90度回転させてビーム1の偏光面と直交するようにしても良い。さらには、試料Aを透過した後、ビーム2の偏光面を90度回転させてビーム1の偏光面と一致するようにしているが、ビーム1の偏光面を90度回転させることによりビーム2の偏光面と一致するようにしても良い。

【0030】同じく、図2においても、試料Bに入射させる以前のビーム1の偏光面を90度回転させる代わりに、ビーム2の光を90度回転させることもできる。さらに、試料Bを透過した後において、ビーム1の代わりにビーム2の偏光面を90度回転させることにより、両者の偏光面を一致させるようにしても良い。

【0031】また、半波長板の代わりに所定の波長板を用い、ビーム1の偏光面を所定の角度回転させることによって、この角度の応じた試料内の任意方向の異方性を測定することができる。さらには、ハーフミラー2を用いずに、単一の平面偏光を試料A又はBに直接的に入射させ、試料A又はBを透過してきた前記単一の平面偏光をハーフミラーなどで2分割する。そして、分割された前記単一の平面偏光を再度ハーフミラーなどを用いて重畳させ、この際の干渉縞を観測することによっても試料A又はBの異方性を測定することができる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の異方性解析方法及び異方性解析装置によれば、時間的に連続な偏光面が直交する2つの光を用いるため、従来のような電気的な同期を必要としない。このため、解析に用いる測定系全体を簡易化することができるとともに、高額な装置を必要としないため、測定系全体のコストをも低減することができる。さらには、前記2つの光が入射され、照射された部分の異方性を測定するため、空間のある一定領域に亘る同時測定を可能とすることもできる。また、温度や圧力などの影響による密度変化を受けることなく試料の異方性を測定することができ、さらには、瞬間的な構造変化などにも追従することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の異方性解析方法の好ましい態様において使用する解析装置の構成図である。

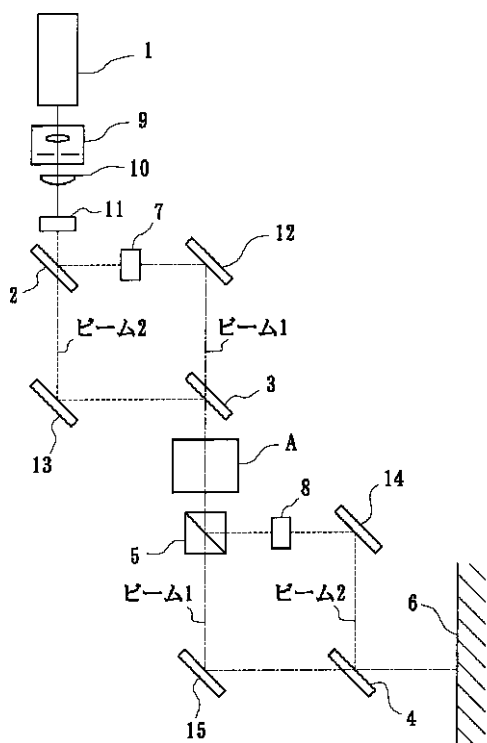
【図2】 本発明の異方性解析方法の他の好ましい態様において使用する解析装置の構成図である。

【符号の説明】

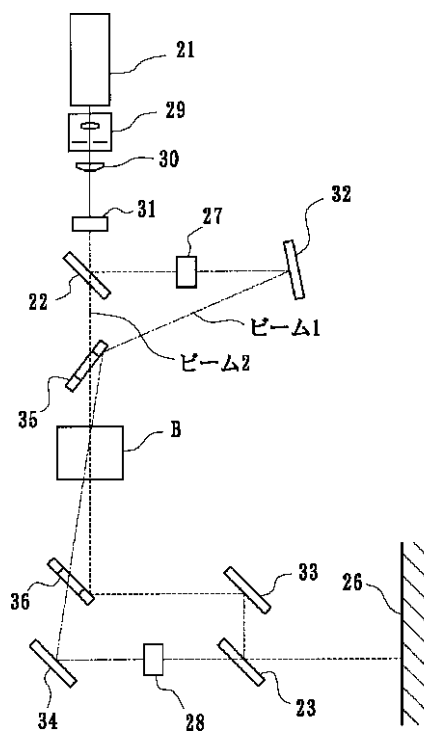
- 1、21 レーザ光源
- 2、3、4、22、23 ハーフミラー
- 5 偏光ビームスプリッタ
- 6、26 スクリーン
- 7、8、27、28 半波長板
- 9、29 スペシャルフィルタ

- 10、30 コリメータレンズ
- 11、31 偏光板
- 12、13、14、15、32、33、34 ミラー
- 35、36 小ミラー
- A、B 試料

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平10 - 62258 (J P , A)
 KALLOL BHATTACHAR
 YA ET AL , PHOTOELAS
 TIC TESTING USING
 A BIREFRINGENCE - S
 ENSITIVE INTERFERO
 METER , OPTICS COMM
 UNICATIONS , NL , 1994年
 7月15日 , vol . 109 , no .
 5 / 6 , pages 380 - 386

(58) 調査した分野 (Int . Cl . 7 , D B 名)
 G01N 21/00 - 21/01
 G01N 21/17 - 21/61
 G01J 4/00 - 4/04
 PATOLIS