

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-518812

(P2020-518812A)

(43) 公表日 令和2年6月25日(2020.6.25)

(51) Int.Cl.

GO1N 21/47 (2006.01)  
GO1N 21/57 (2006.01)

F 1

GO1N 21/47  
GO1N 21/57

Z

テーマコード(参考)

2GO59

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2019-560104 (P2019-560104)  
 (86) (22) 出願日 平成30年5月3日 (2018.5.3)  
 (85) 翻訳文提出日 令和1年11月1日 (2019.11.1)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2018/053093  
 (87) 国際公開番号 WO2018/203282  
 (87) 国際公開日 平成30年11月8日 (2018.11.8)  
 (31) 優先権主張番号 62/502,001  
 (32) 優先日 平成29年5月5日 (2017.5.5)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

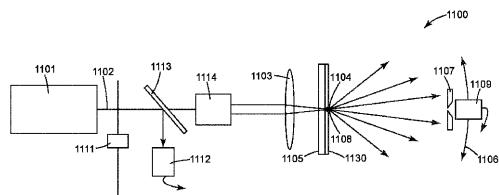
(71) 出願人 505005049  
スリーエム イノベイティブ プロパティ  
ズ カンパニー  
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133  
-3427, セント ポール, ポスト オ  
フィス ボックス 33427, スリーエ  
ム センター  
(74) 代理人 100110803  
弁理士 赤澤 太朗  
(74) 代理人 100135909  
弁理士 野村 和歌子  
(74) 代理人 100133042  
弁理士 佃 誠玄  
(74) 代理人 100171701  
弁理士 浅村 敏一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】微小散乱測定システム、及びその使用方法

## (57) 【要約】

収集されたデータから角度的に分解された散乱光プロ  
ファイルを生成する微小散乱測定システムである。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

微小散乱測定システムであつて、  
400 nm ~ 700 nm の範囲の少なくとも 1 つの波長の光を提供する光源と、  
集光素子と、  
試料ホルダと、  
開口と、

ユーザントリックポイントを中心に回転可能な第 1 の光検出器と、を順番に備え、  
前記光源にエネルギーを与えると、前記光源からの光ビームが、前記集光素子を通過し  
、前記集光素子によって、前記第 1 の光検出器の前記ユーザントリックポイントに集束さ  
れた 1 平方マイクロメートル ~ 625 平方マイクロメートルの範囲の面積を有するスポット  
に集束され、前記集束された光が、前記焦点の後方で発散し、発散光が、前記第 1 の光  
検出器に接触する前に前記開口を通過し、前記試料ホルダは、前記入射光ビームと直交す  
る平面内で移動可能である、微小散乱測定システム。

10

**【請求項 2】**

前記光源はレーザーである、請求項 1 に記載の微小散乱測定システム。

**【請求項 3】**

前記集光素子はレンズである、請求項 1 又は 2 に記載の微小散乱測定システム。

**【請求項 4】**

前記集光素子は空間光変調器である、請求項 1 又は 2 に記載の微小散乱測定システム。

20

**【請求項 5】**

前記集光素子は放物面鏡である、請求項 1 又は 2 に記載の微小散乱測定システム。

**【請求項 6】**

前記光源と前記集光素子との間に配置された光チョッパを更に備える、請求項 1 ~ 5 の  
いずれか一項に記載の微小散乱測定システム。

**【請求項 7】**

前記光ビームの一部を第 2 の光検出器へと分割するように、前記光チョッパと前記集光  
素子との間に配置された光ビームスプリッタを更に備える、請求項 6 に記載の微小散乱測  
定システム。

30

**【請求項 8】**

前記光源と前記集光素子との間に配置されたビーム拡張空間フィルタを更に備える、請  
求項 7 に記載の微小散乱測定システム。

**【請求項 9】**

前記光ビームの一部を第 2 の光検出器へと分割するように、前記光源と前記集光素子と  
の間に配置された光ビームスプリッタを更に備える、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載  
の微小散乱測定システム。

**【請求項 10】**

前記光ビームスプリッタと前記集光素子との間に配置されたビーム拡張空間フィルタを  
更に備える、請求項 9 に記載の微小散乱測定システム。

40

**【請求項 11】**

前記光ビームはパルス光により構成されている、請求項 10 に記載の微小散乱測定シス  
テム。

**【請求項 12】**

前記光源と前記集光素子との間に配置されたビーム拡張空間フィルタを更に備える、請  
求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の微小散乱測定システム。

**【請求項 13】**

前記光源と前記ビーム拡張空間フィルタとの間に配置された光チョッパを更に備える、  
請求項 12 に記載の微小散乱測定システム。

**【請求項 14】**

前記光ビームはパルス光により構成されている、請求項 13 に記載の微小散乱測定シス

50

テム。

【請求項 1 5】

鏡面反射方向を有し、前記第 1 の光検出器は、前記鏡面反射方向に対して - 90° ~ 90° の範囲で前記ユーセントリックポイントを中心に回転可能である、請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載の微小散乱測定システム。

【請求項 1 6】

光軸が、前記光源から前記試料ホルダに向かって延び、かつ前記レンズ及び前記試料ホルダの両方に対して垂直であり、前記第 1 の光検出器は、前記鏡面反射方向に対して - 90° ~ 90° の範囲で前記ユーセントリックポイントを中心に回転可能である、請求項 1 ~ 15 のいずれか一項に記載の微小散乱測定システム。 10

【請求項 1 7】

微小散乱測定方法であって、  
光源と、  
集光素子と、  
400 nm ~ 700 nm の範囲の少なくとも 1 つの波長の光に対して、透過性又は反射性のうちの少なくとも一方である試料と、  
開口と、

ユーセントリックポイントを中心に回転可能な第 1 の光検出器と、を順番にを備えるシステムを提供すること、

前記光源にエネルギーを与えて、400 nm ~ 700 nm の範囲の少なくとも 1 つの波長の光を有する光ビームを提供することと、その際に、前記光源からの前記光ビームが、前記集光素子を通過し、前記集光素子によって、1 平方マイクロメートル ~ 625 平方マイクロメートルの範囲の面積を有する前記試料上又は前記試料内のいずれかのスポットに集束され、前記試料ホルダが、前記入射光ビームと直交する平面内で移動し、少なくとも前記光の一部が、前記試料を通して透過されるか、又は前記試料によって反射され、これにより散乱光が提供され、

前記第 1 の光検出器を前記ユーセントリックポイントを中心に回転することと、  
前記開口を通過して前記第 1 の光検出器に到達する前記散乱光によって生成されたデータを収集することと、を含む、方法。 20

【請求項 1 8】

前記収集されたデータから角度的に分解された散乱光プロファイルを生成することを更に含む、請求項 1 7 に記載の方法。 30

【請求項 1 9】

前記光源はレーザーである、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記集光素子はレンズである、請求項 1 7 ~ 1 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記集光素子は空間光変調器である、請求項 1 7 ~ 2 0 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記集光素子は放物面鏡である、請求項 1 7 ~ 1 9 のいずれか一項に記載の方法。 40

【請求項 2 3】

前記光源と前記集光素子との間に配置された光チョッパを更に備え、前記光ビームを前記光チョッパでチョップすることを更に含む、請求項 1 7 ~ 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記光ビームの一部を第 2 の光検出器へと分割するように、前記光チョッパと前記集光素子との間に配置された光ビームスプリッタを更に備え、前記光ビームの一部を前記第 2 の光検出器へと分割する前記光ビームスプリッタを更に含む、請求項 1 7 ~ 2 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 5】

10

20

30

40

50

前記光源と前記集光素子との間に配置されたビーム拡張空間フィルタを更に備え、前記ビーム拡張空間フィルタを用いて前記光ビームをフィルタリング及び拡張することを更に含む、請求項 23 に記載の方法。

**【請求項 26】**

前記光ビームはパルス光により構成される、請求項 23 に記載の方法。

**【請求項 27】**

前記光源と前記集光素子との間に配置されたビーム拡張空間フィルタを更に備え、前記ビーム拡張空間フィルタを用いて前記光ビームをフィルタリング及び拡張することを更に含む、請求項 17 ~ 22 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 28】**

前記光ビームはパルス光により構成される、請求項 27 に記載のシステム。

**【請求項 29】**

光軸が、前記入射光ビームに沿って前記光源から前記試料ホルダに向かって延び、かつ前記レンズ及び前記試料ホルダの両方に対して垂直であり、前記第 1 の光検出器は、前記光軸に対して - 90° ~ 90° の範囲で前記ユーセントリックポイントを中心に回転可能である、請求項 17 ~ 28 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 30】**

鏡面反射方向を有し、前記第 1 の光検出器は、前記鏡面反射方向に対して - 90° ~ 90° の範囲で前記ユーセントリックポイントを中心に回転可能である、請求項 17 ~ 28 のいずれか一項に記載の微小散乱測定システム。

**【発明の詳細な説明】**

**【背景技術】**

**【0001】**

(関連出願の相互参照)

本出願は、2017年5月5日に出願された米国特許仮出願第 62 / 502001 号の優先権を主張するものであり、その開示の全容が参照により本明細書に組み込まれる。

400 nm ~ 700 nm の範囲の少なくとも 1 つの波長の光に対して透過性及び / 又は反射性である試料の光学特性を測定するための様々な技術が、当該技術分野において公知である。

**【0002】**

散乱測定は、鏡面反射又はインライン透過方向から離れて散乱する光を測定する一組の技術である。散乱測定は、研磨表面（例えば、半導体ウェハ及び金属）の光沢度を測定及び監視するために使用される。散乱測定はまた、ポリマーフィルム（例えば、パーソナルデバイス上の画面などの光学デバイスに使用されるポリマー光学フィルム）の機能性能を測定するために使用することもできる。光学的に透明な接着剤などのいくつかの材料は、インライン透過方向から最小量の光を散乱させるときに、より良好に機能する。光学拡散体として知られる材料の場合、散乱光の特定の角度分布を有する、中程度から大量の散乱が望ましい。

**【0003】**

特定の方向に散乱した光の強度を測定するための現在の技術としては、ASTM E 430 - 11 (2011) に開示されているものが挙げられる。次いで、このような測定値を使用して、サンプルヘイズ（すなわち、特定の方向に散乱した光と非散乱光との比）を定義することができる。本方法では、mm から cm サイズスケールの照射された試料面積を使用し、特定の方向の散乱の平均面積を提供する。

**【0004】**

当該技術分野において公知の他の方法としては、散乱光分布（すなわち、比較的高い角度精度（典型的には少なくとも 0.2°）でのインライン方向から離れる角度の関数としての散乱光の強度）を測定することが挙げられる。このような方法は、例えば、いくつかの離散角度での測定よりも試料についてのより多くの情報を含む正確な散乱光プロファイルを調べる（例えば、試料上の薄層又は回折特徴部を示す散乱プロファイル内の振動が存

10

20

30

40

50

在するかどうか)のに有用である。これらの方で得られた完全な散乱光プロファイルから、試料のより詳細な特性決定及び分析が得られる。これらの方法は、試料に入射する標準化ビームを使用し、したがって、最大 1 mm 程度(入射並行ビームの直径)の横方向分解能を有する測定値を提供する。

#### 【0005】

記載される 2 つの基本的アプローチを超えて散乱測定値の横方向分解能を改善するために、ビームを試料に集束させることができる。しかしながら、試料から反射又は試料を通って透過されるビームには、考慮しなければならない自然発散がある。集束された散乱測定アプローチでは、発散性の鏡面反射された光又はインライン透過された光、及びいくつかの離散角度で散乱する光を収集する。集束された散乱測定は、特定のヘイズ値を提供するが、高い角度分解能測定値を提供しない。

10

#### 【発明の概要】

#### 【0006】

例えば、表示デバイスに使用されるポリマーフィルム及び材料にとって、システム内の光の正確な挙動を決定するための比較的高い角度分解能(典型的には少なくとも 0.2°)及び表示画素のサイズスケールでの散乱プロファイルの変動を定量化するための比較的高い横方向分解能(典型的には少なくとも 0.1 mm)の両方を有することが望ましい。比較的高い角度分解能及び比較的高い横方向分解能の両方を提供するシステム及び方法が望ましい。

#### 【0007】

20

一態様では、本開示は、順番に：

400 nm ~ 700 nm の範囲(いくつかの実施形態では、442 nm ~ 633 nm の範囲、いくつかの実施形態では、532 nm の波長にて)の少なくとも 1 つの波長の光を提供する光源と、

集光素子と、

試料ホルダと、

開口(例えば、可変幅開口)と、

ユーセントリックポイントを中心に回転可能な第 1 の光検出器と、を備え、

光源にエネルギーを与えると、光源からの光ビーム(すなわち、少なくとも 1 つの光ビーム)が、集光素子を通過し、集光素子によって、第 1 の検出器のユーセントリックポイントに集束された 1 平方マイクロメートル ~ 625 平方マイクロメートルの範囲(いくつかの実施形態では、25 平方マイクロメートル ~ 225 平方マイクロメートル、いくつかの実施形態では、100 平方マイクロメートル)の面積を有するスポットに集束され、集束された光が、焦点の後方で発散し、発散光が、第 1 の光検出器に接触する前に開口を通過し、試料ホルダが、入射光ビームと直交する平面内で移動可能である、微小散乱測定システムについて記載している。

30

#### 【0008】

別の態様では、本開示は、微小散乱測定方法について記載し、本方法は、

順番に、

光源と、

集光素子と、

40

400 nm ~ 700 nm の範囲の少なくとも 1 つの波長の光に対して、透過性又は反射性のうちの少なくとも一方である試料と、

開口(例えば、可変幅開口)と、

ユーセントリックポイントを中心に回転可能な第 1 の光検出器と、を備えるシステムを提供すること、

光源に通電して、400 nm ~ 700 nm の範囲(いくつかの実施形態では、442 nm ~ 633 nm の範囲、いくつかの実施形態では、532 nm の波長にて)の少なくとも 1 つの波長の光を有する光ビーム(すなわち、少なくとも 1 つの光ビーム)を提供することと、その際に、光源からの光ビームが、集光素子を通過し、集光素子によって、1 平方

50

マイクロメートル～625平方マイクロメートルの範囲（いくつかの実施形態では、25平方マイクロメートル～225平方マイクロメートル、いくつかの実施形態では、100平方マイクロメートル）の面積を有する試料上又は試料内のいずれかのスポットに集束され、試料ホルダが、入射光ビームと直交する平面内で移動し、少なくとも光の一部が、試料を通して透過されるか、又は試料によって反射され、これにより散乱光が提供され、

第1の光検出器がユーセントリックポイントを中心に回転することと、

開口を通過して第1の光検出器に到達する散乱光によって生成されたデータを収集することと、を含む。

#### 【0009】

微小散乱測定システム及びその使用方法の実施形態は、例えば、比較的高い角度分解能及び比較的高い横方向分解能の両方を提供することができる望まれる。本方法は、例えば、収集されたデータから角度分解された散乱光プロファイルを生成するのに有用である。10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0010】

【図1】本明細書に記載の例示的な装置の概略図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0011】

本明細書に記載の微小散乱測定システム及び方法は、例えば、ポリマー材料（例えば、ポリマー光学フィルム）、セラミック（ガラスを含む）、金属、半導体、及び紙などの試料を分析するのに有用である。本分析は、400nm～700nmの範囲の少なくとも1つの波長の光に対して、透過性又は反射性である試料で行うことができる。20

#### 【0012】

図を参照すると、例示的な微小散乱測定システム1100は、光源1101と、集光素子1103と、試料ホルダ1105と、開口1107と、ユーセントリックポイント1108を中心に回転可能（1106）な第1の光検出器1109と、を含む。図示のように、微小散乱測定システム1100はまた、任意の光チョップ1111と、任意の第2の光検出器1112と共に使用する任意の光ビームスプリッタ1113と、任意のビーム拡張空間フィルタ1114と、を含む。光源1101にエネルギーを与えると、光ビーム1102が、集光素子1103を通過し、集光素子1103によって、ユーセントリックポイント1108に集束された1平方マイクロメートル～625平方マイクロメートルの範囲（いくつかの実施形態では、25平方マイクロメートル～225平方マイクロメートル、いくつかの実施形態では、100平方マイクロメートル）の面積を有するスポットに集束される。集束された光は、焦点1104の後方で発散する。発散光は、開口1107を通過し、第1の光検出器1109に接触する。試料ホルダ1105は、入射光ビーム1102と直交する平面内で移動できる。図示のように、試料ホルダ1105は、その中に取り付けられた試料1130を有する。試料1130は、400nm～700nmの範囲の少なくとも1つの波長の光に対して、透過性又は反射性のうちの少なくとも一方である。光源1101からの光ビーム1102は、集光素子1103を通過し、集光素子1103によって、1平方マイクロメートル～625平方マイクロメートルの範囲（いくつかの実施形態では、25平方マイクロメートル～225平方マイクロメートル、いくつかの実施形態では、100平方マイクロメートル）の面積を有する試料1130上又は試料1130内のいずれかのスポットに集束される。30

#### 【0013】

透過性試料に対する動作中に試料ホルダ1105は、試料ホルダ1105の一部がユーセントリックポイント1108に留まるように移動し、任意選択で、ユーセントリックポイント1108を中心に回転する。反射性試料による動作中に試料ホルダ1105は、試料ホルダ1105の一部がユーセントリックポイント1108に留まるように移動し、ユーセントリックポイント1108を中心に回転する。光の少なくとも一部は、試料1130を通して透過されるか、又は試料1130によって反射され、散乱光を提供する。40

50

## 【0014】

動作中、第1の光検出器1109は、ユーザントリックポイント1108を中心に回転し(1106)、開口1107を通過して第1の光検出器1109に到達する散乱光によって生成されたデータを収集する。いくつかの実施形態では、透過性試料を分析するために、光軸が、入射光ビームに沿って光源から試料ホルダに向かって延び、かつレンズ及び試料ホルダの両方にに対して垂直であり、第1の光検出器は、光軸に対して-90°~90°の範囲(いくつかの実施形態では、-45°~45°、-20°~20°、-20°~5°、-10°~10°、又は更には-6°~6°の範囲)でユーザントリックポイントを中心に回転可能である。いくつかの実施形態では、反射性試料を分析するために、鏡面反射方向を有し(すなわち、入射光ビームに沿って光源から試料ホルダに向かって延びる光軸と試料ホルダの法線方向との間の角度に等しい方向であり、この方向は、入射光ビーム及び試料ホルダの法線により定義される平面内に位置し、入射光ビームに対して試料ホルダの法線の反対側にある)、第1の光検出器は、鏡面反射方向に対して-90°~90°の範囲(いくつかの実施形態では、-45°~45°、-20°~20°、-20°~5°、-10°~10°、又は更には-6°~6°の範囲)でユーザントリックポイントを中心に回転可能である。一般的に、試料に光沢があるほど、第1の光検出器の回転範囲が狭くなる。

10

## 【0015】

本明細書に記載の方法からのデータは、像鮮明度(DOI)(distinctness-of-image)、狭角ヘイズ、広角ヘイズ、透過ヘイズ、透過透明度、マイクロスケール(すなわち、1mm未満(いくつかの実施形態では、0.5mm未満、又は更には0.1mm未満))の鏡面光沢(反射の場合)を含む、試料の様々な光学特性を決定するのに有用である。DOIは、インライン方向(透過の場合)又は鏡面反射方向(反射の場合)からわずかに散乱した光の量を見ることによって表面の光沢度を特性決定する方法である。この方法は、高角度での散乱がごくわずかである非常に光沢のある材料を区別するために使用することができる。このような材料は、ヘイズ測定器具では区別することができなかった。光沢性のこの変化は、光沢(すなわち、研磨表面)であることが意図される表面仕上げにおいて重要である。DOIは、鏡面反射(又はインライン)から0.3°広がる光であり、式 $100 \times (1 - H_{0.3})$ [式中、 $H_{0.3}$ は、鏡面反射から0.3°で測定された強度と、鏡面反射方向で測定された強度の比、 $H_{0.3} = I_{\text{鏡面反射}} \pm 0.3 / I_{\text{鏡面反射}}$ ]から計算される。

20

## 【0016】

狭角ヘイズは、鏡面反射(又はインライン)から2°広がる光であり、式 $100 \times H_2$ [式中、 $H_2$ は、鏡面反射から2.0°で測定された強度と、鏡面反射方向で測定された強度の比]から計算される。狭角ヘイズは、鏡面反射に近い中程度の散乱量があるが、高い角度ではごくわずかな量である場合に、試料を特性決定するのに使用される。

30

## 【0017】

広角ヘイズは、一般に大量に散乱する試料間を特性決定し、区別するのに使用され、この場合、狭角ヘイズ及び像鮮明度の特性決定は有用ではない。広角ヘイズは、鏡面反射(又はインライン)から指定の角度で広がる光であり、式 $100 \times H_5$ 、又は $100 \times H_{15}$ [式中、 $H_5$ 及び $H_{15}$ は、それぞれ、鏡面反射からそれぞれ5.0°及び15.0°で測定された強度と、鏡面反射方向で測定された強度の比]から計算される。

40

## 【0018】

透過ヘイズは、視準化方向から2.5°超で散乱する光であり、式 $T_d / T_t \times 100$ [式中、 $T_d$ =拡散透過率、 $T_t$ =全透過率]から計算される。

## 【0019】

透過透明度は、視準化方向から2.5°未満で散乱する光であり、これは、試料を定位置に配置していない直接ビーム強度に正規化される。

## 【0020】

鏡面光沢(反射の場合)は、20°又は30°入射及び検出の鏡面反射強度であり、R

50

$s_{20}$  又は  $R_{s_{30}}$  ( $20^\circ$  又は  $30^\circ$  で測定される鏡面反射強度) として計算される。

#### 【0021】

本明細書に記載の微小散乱測定システム及び方法の実施形態は、ポリマー材料（例えば、ポリマー光学フィルム）、セラミック（ガラスを含む）、金属、半導体、及び紙のマイクロヘイズを決定するのに特に有用である。例えば、ポリマー光学フィルムは、携帯電話、携帯情報端末（PDA）、及びデジタルカメラなどの小型画面デバイスを含む様々なデバイスに使用される。これらのデバイスのいくつかは、照明に有機発光ダイオード（OLED）を使用する。現在の主要な市場OLEDの選択肢は、手持形デバイス用のアクティプマトリックス有機発光ダイオード（AMOLED）である。このような手持形デバイスは、トップエミッション型アーキテクチャを有し、現在、強力マイクロキャビティを採用することを除いて、いずれの光抽出法も使用していない。この強力キャビティ設計は、高い光効率を有することができるが、液晶ディスプレイ（LCD）と比較して、角色均一性（angular color uniformity）がはるかに悪くなる。10

#### 【0022】

典型的には、OLED画面の色は、視野角が垂直入射から離れるにつれて大きくシフトするが、LCDディスプレイでは、少ししかシフトしない。これは、2つの表示技術間ににおける視覚的に明白な差異である。角色均一性を改善する方法は、強力キャビティ設計を有するAMOLEDディスプレイにとって課題のままである。中程度の光学的差（optical differs）は、この機能を行うことができ、これらの差（differs）は空間的に均一であることが有用である。20

#### 【0023】

画素化ディスプレイの視覚的に知覚される品質は、表示画素の長さスケールのオーダーで、空間分布について制御されたヘイズの特定の均一性を必要とする。表示画素の長さスケールのオーダーを超えるヘイズの不均一性は、画素ぼけ又はいわゆるスパークル（sparkle）などの光学的欠陥をもたらし得る。この試料（例えば、ポリマー光学フィルム）の品質は、微小散乱測定システムを使用して、マイクロヘイズ均一性測定を介して測定可能である。微小散乱測定システム及び本システムの使用方法は、本明細書に記載される（以下の実施例に記載される「光学特性試験方法：マイクロヘイズ均一性」参照）。この試験方法は、サンプリングビームを数十ミクロンの試料に照射することによる測定値を提供する。30 この測定では、測定されたマイクロヘイズレベルの標準偏差を測定しながら、1ピクセル以下の寸法を有する光プローブでポリマーフィルム表面を走査する。このマイクロヘイズ測定技術は、人間の視覚的な知覚のピークに対応する空間周波数、すなわち、典型的な表示距離では、1ミリメートル当たり1～5ライン対の範囲の空間周波数についての試料分析を可能にする。マイクロヘイズ測定により、表示画素寸法のサイズスケールにおけるサイズスケールのばらつきの検査が可能になる。対照的に、従来のヘイズ測定システムは、各測定で光学フィルムの広い面積を分析し、画素化ディスプレイの臨界長さスケールで視覚的に知覚される差異を区別することができない。

#### 【0024】

本明細書に記載の装置の部品は、当該技術分野において公知の技術によって作製することができ、及び／又は、例えば、Melles Griot（Carlsbad, CA）又はNewport Corporation（Irvine, CA）から市販されている。40

#### 【0025】

光源は、400 nm～700 nmの範囲（いくつかの実施形態では、442 nm～633 nmの範囲、いくつかの実施形態では、532 nmの波長にて）の少なくとも1つの波長の光を提供する。例示的な光源としては、レーザー（パルスレーザーを含む）、有機発光ダイオード（LED）、及びアーケランプが挙げられる。典型的には、レーザー光源は、1ミリワット～50ミリワットの範囲（いくつかの実施形態では、1ミリワット～25ミリワットの範囲、いくつかの実施形態では、10ミリワットの電力定格）の試料への光

入射の電力定格を有する。例示的なレーザーは、例えば、Model 85-GCB-020、532 nm 20 mW DPSS レーザーとして、Melles Griot から入手可能である。典型的には、アークランプは、ワットのオーダーの電力定格を有する。例示的なアークランプは、例えば、Thorlabs Inc. (Newton, NJ) から「SLS4001 XENON SHORT-ARC LIGHT SOURCE」(1.3ワット) の商品名で入手可能である。

#### 【0026】

例示的な集光素子としては、レンズ（例えば、対物レンズ、単レンズ、又はダブレットレンズ）、空間光変調器、及び放物面鏡が挙げられる。このような集光素子は、当該技術分野において公知であり、商業的に作製又は入手することができる。例示的なレンズは、例えば、Newport Corporation から入手可能である（例えば、商品名「PAC058 アクロマティックダブルート」（直径1インチ、焦点距離150mm））。例示的な空間光変調器は、例えば、Thorlabs Inc から商品名「EXULUS SPATIAL LIGHT MODULATOR」、Holoeye Photonics AG (San Diego, CA) から商品名「LC 2012」で入手可能である。例示的な放物面鏡は、例えば、Edmund Optics (Barrington, NJ) から商品名「12.7×6.35 mm PFL 90° OFF-AXIS PARABOLIC GOLD MIRROR」、Thorlabs Inc から商品名「MPD00M9-F01 90° OFF-AXIS PARABOLIC MIRROR」で入手可能である。

10

20

#### 【0027】

いくつかの実施形態では、開口は、可変開口である（例えば、Newport Corporation から「Compact Adjustable Width Slit M-SV-0.5」の商品名で入手可能）。

#### 【0028】

微小散乱測定システムは、ユーセントリックポイントを中心に回転する第1の光検出器を含む。いくつかの実施形態では、透過性試料を分析するために、光軸が、入射光ビームに沿って光源から試料ホルダに向かって延び、かつレンズ及び試料ホルダの両方にに対して垂直であり、第1の光検出器は、光軸に対して -90° ~ 90° の範囲（いくつかの実施形態では、-45° ~ 45°、-20° ~ 20°、-20° ~ 5°、-10° ~ 10°、又は更には-6° ~ 6° の範囲）でユーセントリックポイントを中心に回転可能である。いくつかの実施形態では、反射性試料を分析するために、鏡面反射方向を有し（すなわち、入射光ビームに沿って光源から試料ホルダに向かって延びる光軸と試料ホルダの法線方向との間の角度に等しい方向であり、この方向は、入射光ビーム及び試料ホルダの法線により定義される平面内に位置し、入射光ビームに対して試料ホルダの法線の反対側にある）、第1の光検出器が、鏡面反射方向に対して -90° ~ 90° の範囲（いくつかの実施形態では、-45° ~ 45°、-20° ~ 20°、-20° ~ 5°、-10° ~ 10°、又は更には-6° ~ 6° の範囲）でユーセントリックポイントを中心に回転可能である。好適な検出器は、例えば、Newport Corporation から「New Focus Large-area photo receiver」 Model 2031 の商品名で入手可能である。

30

40

#### 【0029】

所望により、微小散乱測定システムは、光チョッパを含む。光チョッパは、ロックイン增幅器と共に使用され、光チョッパは、プローブビーム、つまり散乱光を変調し、ロックイン增幅器は、チョップ周波数で検出された信号のみを測定する。これは、検出器からの背景光及び電子ノイズの変化を排除することによって、システムの信号対ノイズ比を高めるために使用される。典型的には、光チョッパは、光源と集光素子との間に配置される。光チョッパを使用する代替としては、パルス状の光源を使用することがある。いくつかの実施形態では、光チョッパは、機械的変調器又は音響光学変調器である。光チョッパは、当該技術分野において公知であり、商業的に作製又は入手することができる。例示的な光

50

チョッパは、例えば、Newport Corporationから「New Focus 3501 Optical Chopper」の商品名で入手可能である。いくつかの実施形態では、光チョッパは、光源とビーム拡張空間フィルタとの間に配置される。

#### 【0030】

所望により、微小散乱測定システムは、光源と集光素子との間に配置されたビーム拡張空間フィルタを含む。多くの場合、レーザーは、平滑な規則的な強度プロファイルを有するビームを生成しない。そのまま使用される場合、これらの変化は、散乱光プロファイルの特徴として誤って解釈され得る。空間フィルタは、ビームプロファイルの不規則性を除去するために使用され、これにより散乱光プロファイルの品質が向上する。空間フィルタでは、入力光が小さいピンホールに向かって集束され、ピンホールは、それを透過する光の点光源として作用する。次いで、現在発散している光は、ピンホールから焦点距離だけ離れて配置されたレンズでコリメートされる。多くの場合、焦点距離は、今やコリメートされたビームがレーザーによって生成されたビームよりも直径が大きくなるように使用される。ビームが大きいほど、ビームに沿って集光レンズに更により良く集まり、これにより、元の直径のビームによって生成されるものよりも小さい集束スポットを生成する。例示的な空間フィルタ及びビームエキスパンダは、例えば、Newport Corporationから「COMPACT FIVE-AXIS SPATIAL FILTER MODEL 910A」の商品名で入手可能であり、Newport Corporationからのコリメーティングレンズアクロマティックダブルレット（直径1インチ、焦点距離50.8mm、「PAC040」の商品名で入手可能）と共に使用される。いくつかの実施形態では、ビーム拡張空間フィルタは、光ビームスプリッタと集光素子との間に配置される。10

#### 【0031】

所望により、微小散乱測定システムは、第2の光検出器を含む。このような光検出器は、例えば、Newport Corporationから「New Focus Large-area photoreceiver」Model 2031の商品名で入手可能である。第2の検出器を使用して、光源から来る光ビームの強度の変化を監視した。いくつかの実施形態では、光ビームスプリッタは、集光素子に向かって光ビームの約90%を透過し、第2の検出器に向かって光ビームの約10%を反射する。第1の検出器からの信号は、光ビームの強度の変化を説明するために、第2の検出器からの信号によって除算された。20

#### 【0032】

いくつかの実施形態では、第2の光検出器は、光源と集光素子との間に配置される。いくつかの実施形態では、第2の光検出器は、光チョッパと集光素子との間に配置される。

#### 【0033】

第2の光検出器が使用される場合、光ビームスプリッタを使用して、光ビームの一部を第2の光検出器へと分割する。例示的な光ビームスプリッタは、例えば、Newport Corporationから「UV FUSED SILICA METALLIC NEUTRAL DENSITY FILTER FQR-ND01」又は「BROAD BAND BEAM SAMPLER 10B20NC.1」の商品名で入手可能である。30

#### 【0034】

微小散乱測定システムの他の部品は、例えば、市販の供給源から入手可能である。このような他の部品には、試料マウント（例えば、バネ式マウント（例えば、Newport Corporationから「M-PPF50」の商品名で入手可能））と、試料ステージ（例えば、線形並進ステージ（例えば、Newport Corporationから「MFA-1C」の商品名で入手可能））と、検出器ステージ（例えば、Newport Corporationから「Rotation stage RV350PE」の商品名で入手可能）と、ゴニオメトリックステージ（例えば、Newport Corporationから「Goniometric stage BGM 160 PE」の40

10

20

30

40

50

商品名で入手可能)と、ステージドライバ(試料及び検出器ステージ用(例えば、New port Corporationから「Universal Motion Controller ESP300」の商品名で入手可能))と、検出電子機器(例えば、National Instruments(Austin TX)から「Analog-to-Digital Converter NI 9215, CDAQ 9172 chassis」の商品名で入手可能)と、が含まれる。

#### 例示的な実施形態

1 A. 微小散乱測定システムであって、

400 nm ~ 700 nm の範囲(いくつかの実施形態では、442 nm ~ 633 nm の範囲、いくつかの実施形態では、532 nm の波長にて)の少なくとも1つの波長の光を提供する光源と、  
10

集光素子と、

試料ホルダと、

開口(例えば、可変幅開口)と、

ユーセントリックポイントを中心に回転可能な第1の光検出器と、を順番に、備えるシステムを提供することと、

光源にエネルギーを与えると、光源からの光ビーム(すなわち、少なくとも1つの光ビーム)が、集光素子を通過し、集光素子によって、第1の光検出器のユーセントリックポイントに集束された1平方マイクロメートル~625平方マイクロメートルの範囲(いくつかの実施形態では、25平方マイクロメートル~225平方マイクロメートル、いくつかの実施形態では、100平方マイクロメートル)の面積を有するスポットに集束され、集束された光が、焦点の後で発散し、発散光が、第1の光検出器に接触する前に開口を通過し、試料ホルダが、入射光ビームと直交する平面内で移動可能である、微小散乱測定システム。  
20

2 A. 光源がレーザーである、例示的な実施形態1 Aに記載の微小散乱測定システム。

3 A. 光源が1ミリワット~50ミリワットの範囲(いくつかの実施形態では、1ミリワット~25ミリワットの範囲、いくつかの実施形態では、10ミリワットの電力定格)の電力定格を有する、例示的な実施形態2 Aに記載の微小散乱測定システム。

4 A. 集光素子がレンズ(例えば、対物レンズ、単レンズ、又はダブルレットレンズ)である、前述のAの例示的な実施形態のいずれか1つに記載の微小散乱測定システム。  
30

5 A. 集光素子が空間光変調器である、例示的な実施形態1 A~3 Aのいずれか1つに記載の微小散乱測定システム。

6 A. 集光素子が放物面鏡である、例示的な実施形態1 A~3 Aのいずれか1つに記載の微小散乱測定システム。

7 A. 光源と集光素子との間に配置された光チョッパを更に備える、前述のAの例示的な実施形態のいずれか1つに記載の微小散乱測定システム。

8 A. 光チョッパが機械的変調器である、例示的な実施形態7 Aに記載の微小散乱測定システム。

9 A. 光チョッパが音響光学変調器である、例示的な実施形態7 Aに記載の微小散乱測定システム。  
40

10 A. 光ビームの一部を第2の光検出器へと分割するように、光チョッパと集光素子との間に配置された光ビームスプリッタを更に備える、例示的な実施形態7 A~9 Aのいずれか1つに記載の微小散乱測定システム。

11 A. 光源と集光素子との間(例えば、光ビームスプリッタと集光素子との間)に配置されたビーム拡張空間フィルタを更に備える、例示的な実施形態10 Aに記載の微小散乱測定システム。

12 A. 光ビームの一部を第2の光検出器へと分割するように、光源と集光素子との間に配置された光ビームスプリッタを更に備える、例示的な実施形態1 A~6 Aのいずれか1つに記載の微小散乱測定システム。

13 A. 光ビームスプリッタと集光素子との間に配置されたビーム拡張空間フィルタを  
50

更に備える、例示的な実施形態 12 A に記載の微小散乱測定システム。

14 A . 光ビームがパルス光により構成されている、例示的な実施形態 12 A 又は 13 A に記載の微小散乱測定システム。

15 A . 光源と集光素子との間に配置されたビーム拡張空間フィルタを更に備える、例示的な実施形態 1 A ~ 6 A のいずれか 1 つに記載の微小散乱測定システム。

16 A . 光源とビーム拡張空間フィルタとの間に配置された光チョッパを更に備える、例示的な実施形態 15 A に記載の微小散乱測定システム。

17 A . 光チョッパが機械的変調器である、例示的な実施形態 16 A に記載の微小散乱測定システム。

18 A . 光チョッパが音響光学変調器である、例示的な実施形態 16 A に記載の微小散乱測定システム。 10

19 A . 光ビームがパルス光により構成されている、例示的な実施形態 15 A に記載の微小散乱測定システム。

20 A . 光軸が、光源から（すなわち、通電されたときに光源から光が放出される場所から）試料ホルダに向かって延び、かつレンズ及び試料ホルダの両方に対して垂直であり、第 1 の光検出器が、光軸に対して - 90 ° ~ 90 ° の範囲（いくつかの実施形態では、 - 45 ° ~ 45 ° 、 - 20 ° ~ 20 ° 、 - 20 ° ~ 5 ° 、 - 10 ° ~ 10 ° 、又は更には - 6 ° ~ 6 ° の範囲）でユーセントリックポイントを中心に回転可能である、前述の A の例示的な実施形態のいずれか 1 つに記載の微小散乱測定システム。

21 A . 鏡面反射方向を有し（すなわち、入射光ビームに沿って光源から試料ホルダに向かって延びる光軸と試料ホルダの法線方向との間の角度に等しい方向であり、この方向は、入射光ビーム及び試料ホルダの法線により定義される平面内に位置し、入射光ビームに対して試料ホルダの法線の反対側にある）、第 1 の光検出器が、鏡面反射方向に対して - 90 ° ~ 90 ° の範囲（いくつかの実施形態では、 - 45 ° ~ 45 ° 、 - 20 ° ~ 20 ° 、 - 20 ° ~ 5 ° 、 - 10 ° ~ 10 ° 、又は更には - 6 ° ~ 6 ° の範囲）でユーセントリックポイントを中心に回転可能である、前述の A の例示的な実施形態のいずれか 1 つに記載の微小散乱測定システム。 20

1 B . 微小散乱測定方法であって、

システムであって、

光源と、

集光素子と、

400 nm ~ 700 nm の範囲の少なくとも 1 つの波長の光に対して、透過性又は反射性のうちの少なくとも一方である試料と、

開口（例えば、可変幅開口）と、

ユーセントリックポイントを中心に回転可能な第 1 の光検出器と、を順番に、備えるシステムを提供することと、

光源に通電して、400 nm ~ 700 nm の範囲（いくつかの実施形態では、442 nm ~ 633 nm の範囲、いくつかの実施形態では、532 nm の波長にて）の少なくとも 1 つの波長の光を有する光ビーム（すなわち、少なくとも 1 つの光ビーム）を提供することであって、光源からの光ビームが、集光素子を通して、1 平方マイクロメートル ~ 625 平方マイクロメートルの範囲（いくつかの実施形態では、25 平方マイクロメートル ~ 225 平方マイクロメートル、いくつかの実施形態では、100 平方マイクロメートル）の面積を有する試料上又は試料内のいずれかのスポットに集束され、試料ホルダが、入射光ビームと直交する平面内で移動し、少なくとも光の一部が、試料を通して透過されるか、又は試料によって反射されて、散乱光を提供する、光ビームを提供することと、 40

第 1 の光検出器がユーセントリックポイントを中心に回転することと、

開口を通過して第 1 の光検出器に到達する散乱光によって生成されたデータを収集することと、を含む。

2 B . 収集されたデータから角度分解された散乱光プロファイルを生成することを更に 50

含む、例示的な実施形態 1 B に記載の方法。

3 B . 光源がレーザーである、前述の B の例示的な実施形態のいずれか 1 つに記載の方法。

4 B . 光源が 1 ミリワット～ 50 ミリワットの範囲（いくつかの実施形態では、 1 ミリワット～ 25 ミリワットの範囲、いくつかの実施形態では、 10 ミリワットの電力定格）の電力定格を有する、例示的な実施形態 3 B に記載の方法。

5 B . 集光素子がレンズ（例えば、対物レンズ、単レンズ、又はダブルレットレンズ）である、前述の B の例示的な実施形態のいずれか 1 つに記載の方法。

6 B . 集光素子が空間光変調器である、例示的な実施形態 1 B ～ 4 B のいずれか 1 つに記載の方法。 10

7 B . 集光素子が放物面鏡である、例示的な実施形態 1 B ～ 4 B のいずれか 1 つに記載の方法。

8 B . 光源と集光素子との間に配置された光チョッパを更に備え、光ビームを光チョッパでチョップすることを更に含む、前述の B の例示的な実施形態のいずれか 1 つに記載の方法。

9 B . 光チョッパが機械的変調器である、例示的な実施形態 8 B に記載の方法。

10 B . 光チョッパが音響光学変調器である、例示的な実施形態 8 B に記載の方法。

11 B . 光ビームの一部を第 2 の光検出器へと分割するように、光チョッパと集光素子との間に配置された光ビームスプリッタを更に備え、光ビームの一部を第 2 の光検出器へと分割する光ビームスプリッタを更に含む、例示的な実施形態 1 B ～ 7 B のいずれか 1 つに記載の方法。 20

12 B . 光源と集光素子との間（例えば、光ビームスプリッタと集光素子との間）に配置されたビーム拡張空間フィルタを更に備え、ビーム拡張空間フィルタを用いて光ビームをフィルタリング及び拡張することを更に含む、例示的な実施形態 11 B に記載の方法。

13 B . 光ビームの一部を第 2 の光検出器へと分割するように、光源と集光素子との間に配置された光ビームスプリッタを更に備え、光ビームの一部を第 2 の光検出器へと分割する光ビームスプリッタを更に含む、例示的な実施形態 1 B ～ 7 B のいずれか 1 つに記載の方法。

14 B . 光ビームスプリッタと集光素子との間に配置されたビーム拡張空間フィルタを更に備え、ビーム拡張空間フィルタを用いて光ビームをフィルタリング及び拡張することを更に含む、例示的な実施形態 13 B に記載の方法。 30

15 B . 光ビームがパルス光により構成されている、例示的な実施形態 13 B 又は 14 B に記載の方法。

16 B . 光源と集光素子との間に配置されたビーム拡張空間フィルタを更に備え、ビーム拡張空間フィルタを用いて光ビームをフィルタリング及び拡張することを更に含む、例示的な実施形態 1 B ～ 7 B のいずれか 1 つに記載の方法。

17 B . 光源とビーム拡張空間フィルタとの間に配置された光チョッパを更に備え、光ビームを光チョッパでチョップすることを更に含む、例示的な実施形態 16 B のいずれか 1 つに記載の方法。

18 B . 光チョッパが機械的変調器である、例示的な実施形態 17 B に記載の方法。

19 B . 光チョッパが音響光学変調器である、例示的な実施形態 17 B に記載の方法。

20 B . 光ビームがパルス光により構成されている、例示的な実施形態 19 B に記載の方法。

21 B . 光軸が、入射光ビームに沿って光源から試料ホルダに向かって延び、かつレンズ及び試料ホルダの両方に対して垂直であり、第 1 の光検出器が、光軸に対して -90° ～ 90° の範囲（いくつかの実施形態では、 -45° ～ 45° 、 -20° ～ 20° 、 -20° ～ 5° 、 -10° ～ 10° 、又は更には -6° ～ 6° の範囲）でユーザントリックポイントを中心に回転可能である、前述の B の例示的な実施形態のいずれか 1 つに記載の方法。

22 B . 鏡面反射方向を有し（すなわち、入射光ビームに沿って光源から試料ホルダに

向かって延びる光軸と試料ホルダの法線方向との間の角度に等しい方向であり、この方向は、入射光ビーム及び試料ホルダの法線により定義される平面内に位置し、入射光ビームに対して試料ホルダの法線の反対側にある)、第1の光検出器が、鏡面反射方向に対して-90°～90°の範囲(いくつかの実施形態では、-45°～45°、-20°～20°、-20°～5°、-10°～10°、又は更には-6°～6°の範囲)でユーセントリックポイントを中心に回転可能である、前述のBの例示的な実施形態のいずれか1つに記載の方法。

#### 【0035】

本発明の利点及び実施形態を以降の実施例によって更に説明されるが、これら実施例において述べられる特定の材料及びそれらの量、並びに他の条件及び詳細は、本発明を不当に制限するものと解釈されるべきではない。全ての部分及びパーセント(%)は、特に指示のない限り、重量に基づく。

10

#### 【実施例】

#### 【0036】

実施例で試験される試料を調製するための材料としては、以下の表1に列挙されているようなものが挙げられる。

【表1】

表1

名称	説明	供給元
「EHA」	アクリル酸2-エチルヘキシル	BASF, Florham Park, NJ
「HEA」	アクリル酸2-ヒドロキシエチル	BASF
「HDDA」	1,6-ヘキサンジオールジアクリレート	BASF
「iBOA」	イソボルニルアクリレート	大阪ケミカル株式会社, 大阪, 日本
「KBM-403」	3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン	信越シリコーン・オブ・アメリカ (Shin-Etsu silicones of America, INC), Akron, Ohio
「RF02N」	シリコーンコーティングされたポリエステル剥離ライナー	SKC Haas Display Films, Co. Ltd., Cheonan-si, South Korea
「RF12N」	シリコーンコーティングされたポリエステル剥離ライナー	SKC Haas Display Films, Co. Ltd.
「D-1173」	2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニル-プロパン-1-オン	BASF
「IRGACURE 651」	$\alpha$ , $\alpha$ -ジメトキシ- $\alpha$ -フェニルアセトフェノン	BASF
「TOSPEARL 120A」	シリコーンビーズ(2.0マイクロメートル、単分散)	Momentive Performance Materials, Waterford, NY
「TOSPEARL 145」	シリコーンビーズ(4.5マイクロメートル、単分散)	Momentive Performance Materials
「BAJ」	ブチルアクリレート	BASF
「VAZO 67」	2, 2'-アゾビス(2-メチルブチロニトリル)	E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, DE

20

30

40

光学特性試験方法：マイクロヘイズ均一性

#### 【0037】

ヘイズは、小さい水平スケール上で、プローブビームを試料の表面上に集束させることによって測定することができ、それにより、集束されたスポットは、例えば、10マイクロメートル以下のオーダーである。試料の小面積を調べるこのアプローチは、本明細書では、マイクロヘイズと呼ばれる。マイクロヘイズ測定技術は、人間の視覚的な知覚のピークに対応する空間周波数についての、ディスプレイ画素の長さスケール上の試料分析を可能にする。標準的なヘイズ測定システムは、光学フィルムの広い面積を分析し、画素化ディスプレイの臨界長さスケールでは差異を示さない。

50

**【0038】**

様々な試料のマイクロヘイズを決定するために使用される微小散乱測定システムを図に示す。図を参照すると、微小散乱測定システム1100には、レーザー光源1101（Model 85-GCB-020、532nm 20mW DPSSレーザーとして、Modelles Griot(Carlsbad, CA)から入手）と、（光ビームをチョップするための）光チョッパ1111（Newport Corporation(Irvine, CA)から「New Focus 3501 Optical Chopper」の商品名で入手）と、光ビームスプリッタ1113（Newport Corporationから「UV FUSED SILICA METALLIC NEUTRAL DENSITY FILTER FQR-ND01」の商品名で入手）と、第2の光検出器1112（Newport Corporationから「New Focus Large-area photoreceiver」Model 2031の商品名で入手）と、（光ビームをフィルタリング及び拡張する）ビーム拡張空間フィルタ1114（Newport Corporationから「COMPACT FIVE-AXIS SPATIAL FILTER MODEL 910A」の商品名で入手）、コリメーティングレンズアクロマティックダブレット（直径1インチ、焦点距離50.8mm、Newport Corporationから「PAC040」の商品名で入手）と共に使用と、集光レンズ1103（直径1インチ、焦点距離150mm、Newport Corporationから「PAC058アクロマティックダブルート」の商品名で入手）と、試料ホルダ1105（バネ式マウント（Newport Corporationから「M-PPF50」の商品名で入手））と、試験される試料1130と、可変開口1107（Newport Corporationから「Compact Adjustable Width Slit M-SV-0.5」の商品名で入手）と、地面に平行な平面内でユーザントリックポイント1108を中心に少なくとも-90°～90°、及び直交平面内で同一のユーザントリックポイント1108を中心に-45°～45°で回転可能（1106）な第1の光検出器1109（Newport Corporationから「New Focus Large-area photo receiver」Model 2031の商品名で入手）と、が含まれた。

**【0039】**

微小散乱測定システムの他の部品には、線形並進ステージ（Newport Corporationから「MFA-1C」の商標名で入手）と、検出器ステージ（Newport Corporationから「Rotation stage RV350PE」の商標名で入手）と、ゴニオメトリックステージ（Newport Corporationから「Goniometric stage BGM 160 PE」の商標名で入手）と、ステージドライバ（試料及び検出器ステージ用（Newport Corporationから「Universal Motion Controller ESP300」の商標名で入手））と、検出電子機器（National Instruments(Austin, TX)から「Analog-to-Digital Converter NI 9215, cDAQ 9172 chassis」の商標名で入手）と、が含まれた。

**【0040】**

光源1101にエネルギーを与えると、光ビーム1102が通過し、集光レンズ1103によって、ユーザントリックポイント1108で集束された10マイクロメートルのスポット直径を有するスポットに集束された。集束された光は、焦点1104の後で発散した。発散光は、開口1107を通過し、第1の光検出器1109に接触した。試料ホルダ1105は、入射光ビーム1102と直交する平面内で移動した。光ビームスプリッタ1113を使用して、光ビーム1102を第2の光検出器1112へと分割した。光ビームスプリッタ1113は、集光素子1103に向かって光ビーム1102の約90%を透過し、第2の検出器1112に向かって光ビーム1102の約10%を反射した。第2の検出器1112を使用して、光源1101から来る光ビーム1102の強度の変化を監視し

た。第1の検出器1109からの信号は、光ビーム1102の強度の変化を説明するために、第2の検出器1112からの信号によって除算された。

#### 【0041】

動作中、試料ホルダ1105の一部がユーザントリックポイント1108に留まり、ユーザントリックポイント1108を中心に回転するように、試料ホルダ1105を移動させた。

#### 【0042】

動作中、第1の光検出器1109は、ユーザントリックポイント1108を中心に回転し(1106)、開口1107を通過して第1の光検出器1109に到達する散乱光によって生成されたデータを収集した。

10

#### 【0043】

532ナノメートル(nm)のプローブ波長を使用して、エアリーディスクの直径(スポット直径 =  $2.44 \times \text{波長} \times \text{焦点距離} / \text{ビーム直径}$ )を使用する154mm焦点距離レンズを使用することにより約10マイクロメートルの焦点合わせしたスポット直径を得た。

#### 【0044】

試料を、焦点を合わせたスポットに対して物理的に走査して、フィルム表面にわたって測定を行い、マイクロヘイズ均一性に関する統計を収集した。インライン方向に対する第1の光検出器の各角度位置について、試料を通して透過された光を、試料を横切る位置の関数として測定した。各横方向位置での測定は、1秒を要した。このようにして、試料上の関心のある各横方向位置についての散乱光の角度スペクトルを得た。各角度測定位置における第1の光検出器に対する角度は、測定平面内で0.2°であり、測定平面に垂直に対して0.85°であった。これらの角散乱光強度から、直接ビーム(焦点合わせしたスポットから元の入射ビームの収束角度と同一の角度で発散するビーム)に比例する光強度及び散乱ビームに比例する光強度を計算する。直接ビーム測定には、0°~5.8°(試料を定位置に配置せずにビームを測定することによって決定される、光軸と直接ビームの縁部との間の角度)の光が含まれた。散乱ビーム測定には、5.8°~15.8°(直接ビームから直接ビームに隣接する最初の10°で散乱する光を表す)の間で投影される光が含まれた。これらの2つの値から、マイクロヘイズ割合を計算した。これは、散乱ビーム強度と散乱かつ透過した直接ビームの合計との比として定義される。このように正規化することにより、マイクロヘイズ計算から吸収及び前面反射の影響を打ち消す。

20

#### 【0045】

測定中、ビームを約2.04kHzで物理的にチョップし、検出された信号及びソースレーザー強度の両方をロックイン増幅器で測定した。このチョップ周波数は、光検出器のノイズが少なくかつフラットな周波数応答範囲内であった。4倍を超える大きさのロックイン検出有効強度測定は、低ヘイズ試料の測定を行う際に有用であり、直接ビーム及び散乱ビームの強度に大きな差がある。マイクロヘイズ均一性は、マイクロヘイズ割合の標準偏差を平均マイクロヘイズ割合測定値自体で除算したものとして定義される。このように、マイクロヘイズ均一性基準値は、機能的には、ノイズ対信号比である。

30

#### 実施例1

40

#### 【0046】

実施例1(Ex1)では、上記の「光学特性試験方法：マイクロヘイズ均一性」を使用して、Fisher Scientific(Pittsburgh, PA)から「FISHER BRAND MICROSCOPE SLIDES 12-550B」の商品名で入手した光学ガラスの微小散乱測定プロファイルを得た。微小散乱測定プロファイルを10マイクロメートルステップで0.5mmにわたって測定した。マイクロヘイズ測定結果が以下の表2にまとめられている。

## 【表2】

表2

実施例	推定コーティング厚さ、 マイクロメートル	マイクロヘイズ			最大幅ピーク、 マイクロメートル
		平均値	標準	標準/ 平均値	
Ex1	-	0.0011	0.0003	27%	50
Ex2	50	0.0891	0.0092	10%	500
Ex3	25	0.0783	0.0094	12%	50
Ex4	25	0.0800	0.0090	11%	150
Ex5	50	0.1150	0.0104	9%	100
Ex6	50	0.2082	0.0257	12%	300
Ex7	50	0.2114	0.0273	13%	150
Ex8	15	0.1079	0.0203	19%	500

## 【0047】

高横方向分解能を使用して、ヘイズが比較的高い2つの領域（すなわち、それぞれ、 $1.6 \times 10^{-3}$  及び  $2.2 \times 10^{-3}$ ）が存在し、これらは幅50マイクロメートルであることが観察された。これらの領域は、視覚的表示に使用されるシステムにて点欠陥として現れる。

## ポリマーフィルム実施例2～8（Ex2～8）

## 【0048】

拡散性ポリマーフィルム実施例は、単一の光拡散接着剤層の一般製品構成又は実施形態で作製され、これは、実施例2～8で表される。実施例2～8を100%固体でコーティングした。

## 実施例2～8

## 【0049】

異なるレベルのシリコーンビーズ（2.0マイクロメートル、単分散）（「TOSPEARL 120A」）を以下のように調製した接着剤溶液に添加することにより、実施例2～5について配合物1～3を調製した（以下の表3にまとめられている）。

## 【表3】

表3

配合物番号	シリコーンビーズ （「TOSPEARL 120A」）、グラム	接着剤溶液、グラム	粒子充填量、 重量%
1	3.0	297	1%
2	4.5	295.5	1.5%
3	6	294	2.0%

## 【0050】

アクリル酸2-エチルヘキシル（「EHA」）（55部）、イソボルニルアクリレート（「IBOA」）（25部）、アクリル酸2-ヒドロエイエチル（2-hydroeyethyl aceta te）（「HEA」）（20部）、及び2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニル-プロパン-1-オン（「D-1173」）を0.02部添加することにより、モノマーブレミックスを調製した。窒素（不活性）雰囲気下、この混合物を紫外線発光ダイオード（UV-A-LED）によって生成された紫外線に曝露することにより、部分的に重合させて、約1000センチポアズ（cp）の粘度を有するコーティング可能なシロップ剤を得た。次いで、1,6-ヘキサンジオールジアクリレート（「HDDA」）（0.15部）、-ジメトキシ-フェニルアセトフェノン（「IRGACURE 651」）（0.15part）、及び3-グリシオキシプロピルトリメトキシシラン（3-glycioxypropyl trimethoxysilane）（「KBM-403」）（0.05部）をシロップ剤に添加して、

10

20

30

40

50

均質な接着剤コーティング溶液を形成した。

【0051】

配合物1(1重量%の粒子充填量)について、3グラムのシリコーンビーズ(2.0マイクロメートル、単分散)(「TOSPEARL 120A」)を297グラムの接着剤溶液に添加し、次いでオーバーヘッドミキサー(Jiffy Mixer Co. Inc(Corona, CA)から「Jiffy LM Paint」の商品名で入手)を使用して2時間機械的に攪拌した。機械的攪拌後、混合物を混合ローラ上に更に24時間置いた。

【0052】

配合物2(1.5重量%の粒子充填量)について、4.5グラムのシリコーンビーズ(2.0マイクロメートル、単分散)(「TOSPEARL 120A」)を295.5グラムの接着剤溶液に添加し、次いでオーバーヘッドミキサー('Jiffy LM Paint')を使用して2時間機械的に攪拌した。機械的攪拌後、混合物を混合ローラ上に更に24時間置いた。

10

【0053】

配合物3(2重量%の粒子充填量)について、6グラムのシリコーンビーズ('TOSPEARL 120A')を294グラムの接着剤溶液に添加し、次いでオーバーヘッドミキサー('Jiffy LM Paint')を使用して2時間機械的に攪拌した。機械的攪拌後、混合物を混合ローラ上に更に24時間置いた。

20

【0054】

異なるレベルのシリコーンビーズ(4.5マイクロメートル、単分散)(「TOSPEARL 145」)を以下のように調製したベース接着剤材料に添加することにより、実施例6及び7について配合物4及び5を調製した(以下の表4にまとめられている)。

【表4】

表4

配合物番号	シリコーンビーズ (「TOSPEARL 145」)、グラム	接着剤溶液、グラム	粒子充填量、 重量%
4	9.0	291	3%
5	11.4	288.6	3.8%

30

【0055】

アクリル酸2-エチルヘキシル('EHA')(50部)、イソボルニルアクリレート('iBOA')(30部)、アクリル酸2-ヒドロキシエチル('HEA')(20部)、及び2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニル-プロパン-1-オン('D-1173')を0.02部添加することにより、モノマープレミックスを調製した。窒素雰囲気下、この混合物をUVA-LEDによって生成された紫外線に曝露することにより、部分的に重合させて、約750cpの粘度を有するコーティング可能なシロップ剤を得た。次いで、1,6-ヘキサジオールジアクリレート(1,6-hexadiol diacrylate)(「HDDA」)(0.08部)、-,ジメトキシ-フェニルアセトフェノン('IRGACURE 651')(0.28part)、及び3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン('KBM-403')(0.05部)をシロップ剤に添加して、均質な接着剤コーティング溶液を形成した。

40

【0056】

配合物8について、9グラムのシリコーンビーズ(4.5マイクロメートル、単分散)(「TOSPEARL 145」)を291グラムのベース接着剤材料に添加した。次いで、混合物を閉じた容器に移し、混合ローラ上に更に24時間置いた。

【0057】

配合物9について、11.4グラムのシリコーンビーズ(4.5マイクロメートル、単分散)(「TOSPEARL 145」)を288.6グラムのベース接着剤材料に添加した。次いで、混合物を閉じた容器に移し、混合ローラ上に更に24時間置いた。

50

## 【0058】

ポリマー拡散フィルム（実施例2～7）の実施例は、25マイクロメートル又は50マイクロメートルのいずれかの厚さで、対応する配合物を2つのシリコーン処理された剥離ライナーの間にナイフコーティングすることによって調製した（以下の表5にまとめられている）。

## 【表5】

表5

実施例番号	配合物番号	ビーズ充填量、重量%	推定コーティング厚さ、マイクロメートル
Ex2	1	1.0	50
Ex3	2	1.5	25
Ex4	3	2.0	25
Ex5	3	2.0	50
Ex6	4	3	50
Ex7	5	3.8	50
Ex8	6	該当無し	15

10

## 【0059】

次に、得られたコーティングされた材料を、極大値351nmで300～400nmのスペクトル出力を有する低強度紫外線（1平方センチメートル当たり1ジュール（J/cm<sup>2</sup>）の全エネルギー）に曝露した。

実施例8（Ex8）

20

## 【0060】

シリコーンポリマー（エチルアセテート中30固体分%）の存在下でアクリレートモノマーを重合させることにより、ボトルポリマーを配合物6として調製した。これは、m-キシリル-ビスオキサミド酸トリフルオロエチルエステル（国際公開第2011/082069（A1）号の実施例4）を、エチレン-ビス-オキサミド酸トリフルオロエチルエステル（国際公開第2011/082069（A1）号の実施例3）で置換することによって変性された国際公開第2011/082069（A1）号の実施例13に従って調製した。コーティング溶液を、16オンス（473mL）ジャー中で、ブチルアクリレート（「BA」）（100部）、アクリル酸2-ヒドロキシエチル（「HEA」）（0.3部）、シリコーンポリマー溶液（20部）、及び2,2'-アゾビス（2-メチルブチロニトリル）（「VAZO 67」）（0.3部）を混合することにより調製した。追加のエチルアセテートを添加して、固体分重量%を30重量%に調整した。最後に、窒素下で20分間バブリングした後、ジャーを密封し、温度を65に制御した水浴に16時間移した。これにより、濁ったコーティング溶液を得た。

30

## 【0061】

次いで、この溶液をシリコーンコーティングされたポリエステル剥離ライナー（「RF12N」）上にコーティングして15ミクロンの乾燥厚さの接着剤を形成し、次いで、溶剤を乾燥させた後、シリコーンコーティングされたポリエステル剥離ライナー（「RF02N」）を積層した。得られた感圧接着剤（PSA）（pressure sensitive adhesive）は、良好な均一性を有さなかった。得られたPSAの光学顕微鏡写真を撮影した。光学顕微鏡写真から、相分離された「粒子」径（実際には粒子ではなく、その場で形成された混合相球状領域）は、約20%として推定される体積分率で2～20マイクロメートルの範囲に推定された。

30

## 【0062】

実施例2～8では、上記の「光学特性試験方法：マイクロヘイズ均一性」を使用して、単一層拡散接着剤で構成されるポリマーフィルム試料の微小散乱測定プロファイルを得た。マイクロヘイズ測定は、50マイクロメートルの横方向分解能で、5mmの距離にわた

40

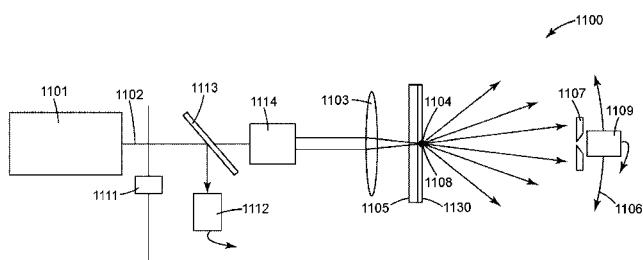
50

って行った（結果は上の表2にまとめられている）。マイクロヘイズのピークは、大部分が幅150マイクロメートル未満であった。最大幅ピークは幅が500マイクロメートルであり、これは鏡面視では大きな暗いスポット、及び軸外視では明るいスポットとして現れるだろう。

### 【0063】

本発明の範囲及び趣旨から外れることなく、本開示の予測可能な修正及び変更が当業者にとって自明であろう。本発明は、例示目的のために本出願に記載されている実施形態に限定されるものではない。

【図1】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2018/053093

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01N21/47  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MICHAEL JORDAN ET AL: "Analytical first-order model of light scattering from submicron pyramidal pits", PROCEEDINGS OF SPIE, vol. 4275, 5 June 2001 (2001-06-05), pages 138-146, XP055493436, 1000 20th St. Bellingham WA 98225-6705 USA ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.429356 ISBN: 978-1-5106-1533-5 pages 141-142 ----- -/-	1-30

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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

Date of mailing of the international search report

19 July 2018

26/07/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patenttaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Huenges, Alexandra

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/IB2018/053093
---

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>BERND BODERMANN ET AL: "Optical metrology of micro- and nanostructures at PTB: status and future developments", PROCEEDINGS OF SPIE, vol. 7155, 29 September 2008 (2008-09-29), page 71550V, XP055493447, 1000 20th St. Bellingham WA 98225-6705 USA ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.814531 ISBN: 978-1-5106-1533-5 pages 71550V-9</p> <p>-----</p> <p>J. ENDRES ET AL: "Numerical investigations of the influence of different commonly applied approximations in scatterometry", PROCEEDINGS OF SPIE, vol. 8789, 13 May 2013 (2013-05-13), page 878904, XP055493434, 1000 20th St. Bellingham WA 98225-6705 USA ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.2022108 ISBN: 978-1-5106-1533-5 pages 878904-6</p> <p>-----</p> <p>SCHOLZE F ET AL: "Determination of line profiles on photomasks using DUV, EUV, and x-ray scattering", VISUAL COMMUNICATIONS AND IMAGE PROCESSING; 20-1-2004 - 20-1-2004; SAN JOSE,, vol. 9231, 12 October 2014 (2014-10-12), pages 92310M-92310M, XP060041887, DOI: 10.1117/12.2065941 ISBN: 978-1-62841-730-2 pages 92310M-3</p> <p>pages 92310M-7 - pages 92310M-8</p> <p>-----</p>	1-30
Y		1-30
Y		1-30

---

フロントページの続き

(81)指定国・地域 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,R0,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,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,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

(72)発明者 アトキンソン , マシュー アール . シー .

アメリカ合衆国 , ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7 , スリーエム センター

F ターム(参考) 2G059 AA02 AA05 BB08 BB16 DD13 EE01 EE02 GG01 GG08 HH02  
JJ11 JJ14 JJ22 JJ24 KK03 LL01