

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6936219号
(P6936219)

(45) 発行日 令和3年9月15日(2021.9.15)

(24) 登録日 令和3年8月30日(2021.8.30)

(51) Int.Cl.

F 1

GO 1 N 15/02	(2006.01)	GO 1 N 15/02	A
GO 1 N 21/03	(2006.01)	GO 1 N 21/03	Z
GO 1 N 21/51	(2006.01)	GO 1 N 21/51	

請求項の数 17 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2018-515574 (P2018-515574)
 (86) (22) 出願日 平成28年9月20日 (2016.9.20)
 (65) 公表番号 特表2018-535397 (P2018-535397A)
 (43) 公表日 平成30年11月29日 (2018.11.29)
 (86) 國際出願番号 PCT/GB2016/052924
 (87) 國際公開番号 WO2017/051161
 (87) 國際公開日 平成29年3月30日 (2017.3.30)
 審査請求日 令和1年9月2日 (2019.9.2)
 (31) 優先権主張番号 1516851.1
 (32) 優先日 平成27年9月23日 (2015.9.23)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
英國(GB)

(73) 特許権者 505307747
マルバーン インストゥルメンツ リミテッド
イギリス、ウースターシャー ダブリュアール14 1エックスゼット、マルバーン、グローブウッド ロード、エニグマ ビジネス パーク (番地なし)
 (74) 代理人 110000578
名古屋國際特許業務法人
 (72) 発明者 コーベット ジェイソン
イギリス国 ダブリュアール14 1エックスゼット ウスター シャー マルバーン グローブウッド ロード エニグマ ビジネス パーク マルバーン インストゥルメンツ リミテッド内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】キュベットキャリア

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

偏光解消動的光散乱法を用いて試料の粒径分布を測定するための装置であって、光線を発生するための光源と、キュベットキャリアであって、キュベットのための収容容積を規定する複数の壁と、前記複数の壁のうちの第1壁に配置される第1透過領域と、前記第1透過領域を通過する散乱光を偏光するように構成される第1光学偏光子と、前記複数の壁のうちの第2壁に配置される第3透過領域と、前記第3透過領域を通過する散乱光を偏光するように構成される第3光学偏光子であつて、前記第3光学偏光子の偏光軸は、前記第1光学偏光子の偏光軸と直交する、第3光学偏光子と、を備えるキュベットキャリアと、前記キュベットキャリアの前記収容容積に配置されるキュベットと、前記第1光学偏光子又は前記第3光学偏光子を通過する散乱光を検出するための検出器と、を備える、装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の装置であって、前記キュベットキャリアは、更に、前記第1壁に配置される第2透過領域と、

10

20

前記第2壁に配置される第4透過領域と、を備え、
前記装置は、光線を、前記第2透過領域又は前記第4透過領域を通過させて前記収容容積へ入射させるように構成されている、
装置。

【請求項3】

請求項2に記載の装置であって、
前記装置は、

前記光源からの光線が前記第2透過領域を通過し、前記検出器が前記第1光学偏光子を通過する散乱光を検出する第1測定と、

前記光線が前記第4透過領域を通過するように前記キュベットキャリアが回転され、前記検出器が前記第3光学偏光子を通過する散乱光を検出する第2測定と、
 を実行するように構成される、装置。 10

【請求項4】

請求項2又は3に記載の装置であって、

前記第4透過領域を通過する光を偏光するように構成される第4光学偏光子をさらに備える、装置。 20

【請求項5】

請求項2～4のいずれか1項に記載の装置であって、

前記第1、第2、第3、または、第4透過領域のうちの少なくとも1つは、壁に開口を備える、装置。 20

【請求項6】

請求項2～5のいずれか1項に記載の装置であって、

前記第1及び第2透過領域は、連続する透過領域を形成するように互いに隣接する、装置。 20

【請求項7】

請求項2～6のいずれか1項に記載の装置であって、

前記第3及び第4透過領域は、連続する透過領域を形成するように互いに隣接する、装置。 20

【請求項8】

請求項1～7のいずれか1項に記載の装置であって、

前記収容容積に嵌合するように構成されるインサートをさらに備え、前記インサートは、前記収容容積よりも小さい内容積を規定する複数の壁を備える、装置。 30

【請求項9】

請求項1～8のいずれか1項に記載の装置であって、

前記第1壁は、前記第2壁に隣接する、装置。

【請求項10】

装置であって、

キュベットのための収容容積を規定する複数の壁と、

前記複数の壁に含まれる第1及び第2透過領域と、

前記第1透過領域を通過する光を偏光するように構成される第1光学偏光子と、
 を備えるキュベットキャリアを備え、 40

前記第1透過領域及び前記第2透過領域は、前記複数の壁のうちの第1壁に配置され、前記キュベットキャリアは、前記キュベットキャリア内にある前記キュベット内の試料に関する偏光解消動的光散乱測定を実行するためのものであり、前記試料は光源からの光線によって前記第2透過領域を通して照射され、散乱光が前記第1透過領域を通して検出される、

装置。

【請求項11】

請求項2～7、10のいずれか1項に記載の装置であって、

前記第2透過領域を通過する光を偏光するように構成される第2光学偏光子をさらに備
 50

える、装置。

【請求項 1 2】

請求項1 1に記載の装置であって、

前記第1光学偏光子の偏光軸は、前記第2光学偏光子の偏光軸と直交する、装置。

【請求項 1 3】

偏光解消動的光散乱法を用いて、試料内に分散される粒子を特徴づける方法であって、

前記方法は、

前記試料を、キュベットに配置することと、

前記キュベットを、キュベットキャリアに配置することであって、

前記キュベットキャリアは、

キュベットのための収容容積を規定する複数の壁と、

前記複数の壁のうちの第1壁に配置される第1透過領域と、

前記第1透過領域を通過する散乱光を偏光するように構成される第1光学偏光子と、

前記複数の壁のうちの第2壁に配置される第3透過領域と、

前記第3透過領域を通過する散乱光を偏光するように構成される第3光学偏光子であつ

て、前記第3光学偏光子の偏光軸は、前記第1光学偏光子の偏光軸と直交する、第3光学偏光子と、

を備える、前記キュベットを、キュベットキャリアに配置することと、

前記試料を光源からの光線で照射することと、

前記光線と前記粒子との相互作用により生成される、前記試料からの散乱光を検出することであって、前記散乱光は前記第1光学偏光子又は前記第3光学偏光子を通過する、前記試料からの散乱光を検出することと、

を備える方法。

【請求項 1 4】

請求項1 3に記載の方法であって、

後方散乱光、側方散乱光、または、前方散乱光が検出される、方法。

【請求項 1 5】

請求項1 3又は1 4に記載の方法であって、

前記方法は、

前記第1光学偏光子を代替光学偏光子に取り換えることであって、前記代替光学偏光子は、前記第1光学偏光子の偏光軸と直交する偏光軸を有する、前記第1光学偏光子を代替光学偏光子に取り換えることと、

前記代替光学偏光子を通過する、前記試料からの散乱光を検出することと、

をさらに備える、方法。

【請求項 1 6】

請求項1 3又は1 4に記載の方法であって、

前記キュベットキャリアは、第4透過領域を更に備え、

前記方法は、

前記第1光学偏光子を通過する、前記試料からの散乱光を検出することと、

前記光線が前記キュベットキャリアの前記第4透過領域を通過するように前記キュベットキャリアを回転させることと、

前記第3光学偏光子を通過する、前記試料からの散乱光を検出することと、

をさらに備える、方法。

【請求項 1 7】

請求項1 3～1 6のいずれか1項に記載の方法であって、

請求項1～9のいずれか1項に記載の装置を用いること、

を備える、方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

10

20

30

40

50

[発明の分野]

本発明は、試料キュベットを保持するためのキャリアに関し、具体的には、光学的な偏光要素を有するキュベットキャリアに関する。

[背景]

動的光散乱法（DLS）は、粒子、例えば、ナノ材料及びナノ粒子、の大きさを測定するための強力な手法である。一般的に、粒子を含む、懸濁液または溶液は、透明な試料キュベット内に配置され、垂直方向に偏光されたレーザ光線を照射される。特定の方向に沿って粒子から散乱された光は、入射光の偏光に直交する面において検出され、さらに、粒子の特性を特定するための周知の方法を用いて分析される。粒子からあらゆる方向に散乱された光、例えば前方散乱光、後方散乱光、及び／または、側方散乱光（例えば、入射光に対して90度の角度の散乱光）などが、検出されうる。10

【0002】

動的光散乱法のさらなる発展である、偏光解消動的光散乱法（DDL S）は、例えば棒、橢円体、円盤、または、球状のヤヌス粒子など、のような、均一な屈折率の球体から外れる粒子、からの散乱における異方性の定量化を実現しようとする。DDL Sにおいて、散乱光の特定の偏光が検出される。例えば、試料は、垂直方向に偏光された光を照射されてもよく、散乱光の相関関数は、それぞれの散乱された偏光から、個別に、検出経路に沿って検出されてもよい。

【0003】

例えばMalvern Zetasizer（登録商標）レンジなどのような、動的光散乱法を実行可能な多くの実験機器が利用可能である。しかしながら、これらの機器は、散乱光の異なる偏光状態を測定できない可能性があり、そのため、偏光解消動的光散乱測定を実行できない。DDL Sを実行するために、システムハードウェアをアップグレードすること、または、システムを完全に取り換えることは、不必要に高価となりうる。20

[発明の概要]

本発明の第1の態様によれば、キュベットのための収容容積を規定する複数の壁を備えるキュベットキャリアと、上記複数の壁に含まれる第1及び第2透過領域と、上記第1透過領域を通過する光を偏光するように構成される第1光学偏光子と、が提供される。

【0004】

ここで用いられる「偏光子」という用語は、特定の偏光を有する光の成分を通過させ、且つ、他の偏光を有する光の成分を（少なくとも部分的に）遮断するフィルタのことを指す。「偏光する」という用語は、特定の偏光を有する光の成分を優先的に通過させる一方で、他の偏光を有する光の成分を少なくとも部分的に遮断するように偏光子で光をフィルタリングすることを指す。30

【0005】

第2透過領域は、収容容積内の領域を照射するためのものであってもよく、第1透過領域は、上記の領域からの散乱光を検出するためのものであってもよい。

このようなキュベットキャリアは、散乱光の偏光を検出するために光学偏光子を用いてDDL S測定を実行できるように、既存の装置を改良するために用いられてもよい。具体的には、キュベットキャリアは、既存のDLS測定システムのキュベットホルダに嵌め込まれてもよい。試料を含むキュベットは、その後キュベットキャリアに嵌め込まれてもよい。40

【0006】

いくつかの実施形態において、キュベットキャリアは、第2透過領域を通過する光を偏光するように構成される第2光学偏光子をさらに備えてもよい。第1光学偏光子の偏光軸は、第2光学偏光子の偏光軸と直交してもよく、または、第2光学偏光子の偏光軸と平行であってもよい。

【0007】

第2光学偏光子は、例えば、キュベットキャリア内のキュベットへ入射している光を、キュベット内で試料により光が散乱される前に偏光するために用いられてもよい。あるいは50

は、第2光学偏光子は、試料により散乱された光の偏光を検出するために、第1偏光子と併せて用いられてもよい。

【0008】

第1透過領域及び第2透過領域は、複数の壁のうちの第1壁に配置されてもよい。第1透過領域及び第2透過領域が第1壁に配置されることとは、第1偏光子が試料からの後方散乱光の偏光を検出するために用いられ、且つ、第2偏光子が試料に入射する光線を偏光するために用いられる場合に、特に有用となりうる。

【0009】

いくつかの実施形態において、キュベットキャリアは、複数の壁のうちの第2壁に配置される第3透過領域、及び、第3透過領域を通過する光を偏光するように構成される第3光学偏光子をさらに備えてもよい。いくつかの実施形態において、第3光学偏光子の偏光軸は、第1光学偏光子の偏光軸と直交してもよく、または、第1光学偏光子の偏光軸と平行でもよい。第3光学偏光子は、例えば、第2透過領域を通して照射された試料により散乱された側方散乱光を偏光するために用いられてもよい。検出器、例えば、DLS機器における検出器が、その後、DDL試験の一部として、偏光された側方散乱光を検出してよい。

10

【0010】

加えて、キュベットキャリアは、第4透過領域、及び、任意的には、第4透過領域を通過する光を偏光するように構成される第4光学偏光子を備えてもよい。例えば、第4透過領域は、収容容積内の領域を照射する手段を提供してもよく、第3透過領域は、収容容積内の照射された領域からの散乱光を検出する手段を提供してもよい。

20

【0011】

このようないくつかの実施形態においては、第4光学偏光子の偏光軸は、第2光学偏光子の偏光軸と平行であってよい。

第4透過領域は、第2壁に配置されてもよい。本実施形態に係るキュベットキャリアの1つの使用例においては、第2及び第4透過領域は、キュベットに入射する光のための窓として用いられてもよい。光線が、第2及び第4透過領域のそれぞれを通って、キュベットキャリアに入射したとき、第1及び第3偏光子は、キュベットキャリア内における光線と試料との相互作用により生じる後方散乱光を偏光するために用いられてもよい。具体的には、第1及び第3偏光子の偏光軸は、例えば、キュベットキャリアの1つの偏光子が、散乱光の水平方向の成分のみを透過し、且つ、別の偏光子が、散乱光の垂直方向の成分のみを透過しうるように、互いに直交するように調整されてもよい。第2及び第4透過領域を介してキュベットキャリアに入射する光の偏光は、試料が常に同じ偏光の光で照射されるように、平行な偏光軸を有するように調整された第2及び第4光学偏光子を含むことにより制御されてもよい。

30

【0012】

キュベットキャリアを回転させることにより、散乱光の両方の成分が検出されてもよく、完全なDDL測定が、改良されたシステムにて実行されうる。

いくつかの実施形態において、第1壁は、第2壁と隣接してもよい。第1壁が第2壁と隣接するのは、例えば、上述したように、後方散乱光が測定される場合であってもよい。あるいは、第1壁は、第2壁と対向してもよい。この配置は、例えば、前方散乱光の偏光を検出するために用いられてもよく、つまり、第2透過領域を通過し、試料により前方に散乱される光が、第3光学偏光子を通過して、第3光学偏光子により偏光されてもよく、さらに、第4透過領域を通過して、試料により前方に散乱される光が、第1光学偏光子を通過して、第1光学偏光子により偏光されてもよい。偏光された光は、その後、検出器、例えば、DLS機器における検出器により検出されてもよい。

40

【0013】

いくつかの実施形態において、第4透過領域は、第3壁に配置されてもよく、第3壁は第2壁に対向する。この配置は、例えば、側方散乱光の偏光を検出するために用いられてもよい。例えば、第2透過領域を通過して、試料により側方に散乱される光が、第3光学

50

偏光子を通過して、第3光学偏光子により偏光されてもよく、さらに、第4透過領域を通過して、試料により側方に散乱される光が、第1光学偏光子を通過して、第1光学偏光子により偏光されてもよい。偏光された光は、その後、検出器、例えば、DLS機器における検出器により検出されてもよい。

【0014】

いくつかの実施形態において、それぞれの透過領域は、複数の壁のうちの異なる壁に配置されてもよい。例えば、第1透過領域は、第3透過領域と対向してもよく、第2透過領域は、第4透過領域と対向してもよい。

【0015】

いくつかの実施形態において、第1、第2、第3、または、第4透過領域のうちの少なくとも1つは、壁に開口を備えてもよい。あるいは、透過領域のいずれかは、光学部品、例えば、窓、または、レンズを備えてもよい。第1、第2、第3、または、第4光学偏光子のうちの少なくとも1つは、第1、第2、第3、または、第4透過領域のそれぞれを通過する全ての光を偏光するように構成されてもよい。

10

【0016】

第1及び第2透過領域は、連続する透過領域を形成するように互いに隣接してもよい。例えば、第1及び第2透過領域は、第1壁において、単一の開口における別々の部分を含んでもよい。同様に、第3及び第4透過領域は、連続する透過領域を形成するように互いに隣接してもよい。

【0017】

20

1つまたは複数の光学偏光子は、電磁スペクトルの紫外線、可視、または、近赤外線領域からの光、例えば、280 - 2000 nmの範囲にある波長を有する光、を透過するように構成されてもよい。

【0018】

いくつかの実施形態においては、複数の壁は、実質的に立方体状の収容容積を規定してもよい。収容容積は、標準サイズのキュベット、例えば、10 mm × 10 mm の試料キュベットを収容するように構成されてもよい。キュベットキャリアは、収容容積に取り外し可能に嵌合するように構成されたインサートをさらに備えてもよく、そのインサートは、収容容積よりも小さい内容積を規定する複数の壁を備える。例えば、インサートの内容積の内法寸法は、およそ、3 mm × 3 mm であってもよい。インサートは、キュベットキャリアが、異なる大きさのキュベット、または、より小さいガラスキャビラリと互換性を持つことを可能にしうる。例えば、大型のキュベットは、収容容積に挿入されているインサートなしで収容容積に嵌め込まれてもよい一方で、より小型のキュベットは、収容容積に挿入されるインサートを必要としてもよく、より小型のキュベットはこのインサートにより保持されている。

30

【0019】

キュベットキャリアの外形は、実質的に立方体であってもよい。キュベットキャリアの外側の水平交差領域は、およそ 12.5 mm × 12.5 mm の寸法を有してもよい。これらの寸法は、標準の大型のキュベットの寸法と適合し、これらの寸法のキュベットキャリアが、既存のDLSシステムのキュベットホルダ内に嵌め込まれてもよく、その結果、DLSシステムの容易な改良が可能になる。

40

【0020】

複数の壁は、金属、例えば、アルミニウムまたはステンレス鋼を含んでもよい。複数の壁は、実質的に保護被膜により覆われていてもよい。例えば、複数の壁がアルミニウムを含む場合には、保護被膜は、陽極酸化層であってもよい。金属構造は、既存のDLSシステムのセル領域との熱接触を促進する。

【0021】

いくつかの実施形態においては、キュベットキャリアは、第1及び/または第3透過領域を通過する光をフィルタリングするように構成される狭帯域フィルタをさらに備えてもよい。具体的には、この狭帯域フィルタは、DLS測定のための照射光源と同じ波長の光

50

を透過できるように構成されてもよい。この狭帯域フィルタは、例えば、照射光源の波長の $\pm 1\text{ nm}$ の範囲内の光の透過を可能にしてもよい。狭帯域フィルタが、例えば、照射光源の波長の $\pm 1\text{ nm}$ の範囲内の光の透過を可能であることは、蛍光を排除するために有用となりえる。狭帯域フィルタが、例えば、照射光源の波長の $\pm 1\text{ nm}$ の範囲内の光の透過を可能でなければ、DLS測定にノイズをもたらしうる。

【0022】

いくつかの実施形態においては、光学偏光子のうちの少なくとも1つは、ユーザにより取り外し可能に構成されてもよい。例えば、ユーザは、光学偏光子を異なる光学偏光子に取り換えるによく、または、偏光子の偏光軸を回転させるために、光学偏光子を回転させてもよい。

10

【0023】

本発明の第2の態様によれば、光線を発生するための光源と、本発明の第1の態様のあらゆる実施形態に係るキュベットと、散乱光を検出するための検出器と、を備える、散乱光により試料の粒径分布を測定するための装置が提供される。

【0024】

本発明の第3の態様によれば、液体試料の光学特性の検査方法が提供される。本方法は、試料をキュベット内に配置することと、キュベットをキュベットキャリア内に配置することであって、キュベットキャリアは、キュベットのための収容容積を規定する複数の壁を備え、第1及び第2透過領域は複数の壁に含まれ、第1光学偏光子は、第1透過領域を通過する光を偏光するように構成される、キュベットを配置することと、光源からの検査線を試料に照射することであって、検査線はキュベットキャリアの第2透過領域を通過する、光源からの検査線を試料に照射することと、第1光学偏光子を通過する、試料からの散乱光を検出することと、を備える。

20

【0025】

いくつかの実施形態においては、試料から、後方散乱、側方散乱、または、前方散乱される光が検出される。

本方法は、第1光学偏光子を代替光学偏光子に取り換えることであって、代替光学偏光子は、第1光学偏光子の偏光軸と直交する偏光軸を有する、第1光学偏光子を代替光学偏光子に取り換えることと、代替光学偏光子を通過する試料からの散乱光を検出することと、をさらに備えてもよい。

30

【0026】

あるいは、キュベットキャリアは、第3透過領域、第4透過領域、及び、第3透過領域を通過する光を偏光するように構成される第3光学偏光子をさらに備えてもよく、本方法は、検査線がキュベットキャリアの第4透過領域を通過するようにキュベットキャリアを回転することと、第3光学偏光子を通過する試料からの散乱光を検出することと、をさらに備える。このようにして、散乱光の水平方向及び垂直方向の成分の両方が検出されてもよく、偏光解消動的光散乱分析のために用いられてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の第1の態様に係るキュベットキャリアの概略図であって、キュベットキャリア内に配置するためのキュベットを有する概念図である。

40

【図2a】キュベットキャリアの実施形態の概略図である。

【図2b】図2aに示すキュベットキャリアと同じ実施形態の概略図であって、図2aと比べて90度回転されている概念図である。

【図3】別のキュベットキャリアの概略図である。

【図4】側方散乱光を測定するためのキュベットキャリアの実施形態の上から見下ろした図である。

【図5】側方散乱光を測定するためのキュベットキャリアの別の実施形態の上から見下ろした図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0028】

[詳細な説明]

本発明は、一例として、また、添付図面を参照して、以下にさらに詳細に説明される。

図1は、本発明の第1の態様に係るキュベットキャリア100の例示的な実施形態を示す。キュベットキャリア100は、収容容積102を規定する複数の壁101a-dを備える。図示された実施形態において、キュベットキャリア100は、四角形の断面を有する収容容積102を形成するように配置された、等しい幅の4つの壁を備える。しかしながら、他の実施形態においては、他の形状の収容容積を形成する他の数の壁が可能である。例えば、キュベットキャリア100は、1、2、3、5または6つの壁を備えててもよい。複数の壁101は、等しい幅であってもよく、または、異なる幅であってもよい。

10

【0029】

複数の壁のうちの第1壁101aは、(図1において点線により示された)第1透過領域103及び第2透過領域104を備える。第1偏光フィルタ105は、第1透過領域103を完全に覆い、その結果、第1透過領域103を通過するあらゆる光は、第1偏光フィルタ105を通過する。本実施形態においては、第2透過領域104は、壁101aにおける開口であり、光を収容容積102内へ通過させる。図示された実施形態においては、第1透過領域103及び第2透過領域104は、第1壁101aを通る単一の開口を形成するが、他の実施形態においては、これらの領域は分離されてもよい。

【0030】

複数の壁のうちの第2壁101bは、(図1において点線により示された)第3透過領域106及び第4透過領域107を備える。第3偏光フィルタ108は、第3透過領域106を完全に覆い、その結果、第3透過領域106を通過するあらゆる光は、第3偏光フィルタ108を通過する。図示された実施形態においては、第3及び第4透過領域106, 107は、第1壁101aにおける第1及び第2透過領域103, 104と同様に、第2壁101bに単一の開口を形成する。

20

【0031】

複数の壁のうちの第3壁101cは、第2透過領域104を通ってキュベットキャリア100に入射している光線を、(例えば、光線の反射が、散乱光の測定における光学的ノイズの一因となることを避けるために)キュベットキャリア100から出射させるための、第5透過領域111(図1には図示されておらず、図2Bに見ることができる)を備えてもよい。同様に、複数の壁のうちの第4壁101dは、第4透過領域107を通ってキュベットキャリア100に入射している光線をキュベットキャリア100から出射させるための第6透過領域(図示せず)を備えてもよい。

30

【0032】

第2透過領域104に対向して設けられる第5透過領域111、または、第4透過領域に対向して設けられる第6透過領域は、不可欠なものではない。別の構成においては、代わりに反射要素がキュベットキャリア100内に設けられ、第2透過領域を介してキュベットキャリア100に入射している光線を、第2透過領域(または第4透過領域、またはその他のあらゆる適切な透過領域)を介してキュベットキャリアから出射させるように構成されてもよく、同様の反射体が設けられ、第4透過領域を介してキュベットキャリア100に入射している光線を、第4透過領域(または第2透過領域、またはその他のあらゆる適切な透過領域)を介してキュベットキャリアから出射させるように構成されてもよい。他の実施形態は、第2または第4透過領域を介して入射している光線が、それぞれ、第4または第2透過領域を介してキュベットキャリアから出射しうるよう構成されてもよい。

40

【0033】

キュベットキャリア100は、キュベット109内の試料の偏光解消動的光散乱(DDL S)特性を調査するために用いられてもよい。キュベット109は、収容容積102内に配置されてもよい。キュベットキャリア100は、その後、DLS機器に配置され、光源からの光線がキュベット109内の試料を照射してもよい。例えば、キュベットキャリ

50

ア 1 0 0 は、 D D L S 測定のために D L S システムを改良するために、既存の D L S システムのキュベットキャリア内に配置されてもよい。

【 0 0 3 4 】

図 2 A 及び 2 B は、図 1 に示されるキュベットキャリアが D D L S 測定のために用いられる 1 つの方法を図示している。本実施形態においては、第 1 偏光フィルタ 1 0 5 が光を、第 3 偏光フィルタ 1 0 8 を通過する光の偏光方向に対して直角に偏光するように第 1 偏光フィルタ 1 0 5 は調整される。例えば、第 1 偏光フィルタ 1 0 5 は、光を垂直方向に偏光してもよく、第 3 偏光フィルタ 1 0 8 は、光を水平方向に偏光してもよい。これらの方向は、図 2 A 及び 2 B において、散乱光 2 0 2 上の矢印により表される。

【 0 0 3 5 】

図 2 A は、測定の第 1 段階を示す。外部の光源からの入射光 2 0 1 が、キュベットキャリア内の試料を照射するために用いられる。光源は、例えば、レーザ、例えば、既存の D L S 実験系の一部であるレーザであってもよい。光源は、2 8 0 ~ 2 0 0 0 n m の範囲にある波長を有する光を供給してもよい。

【 0 0 3 6 】

入射光 2 0 1 は、第 2 透過領域 1 0 4 を通過し、収容容積 1 0 2 に入射する。収容容積 1 0 2 に収容された試料中の粒子は、光を散乱しうる。光は、あらゆる方向に散乱されうるが、図示された特定の実施形態においては、後方散乱光、例えば、入射光 2 0 1 の方向から 1 6 0 ° - 2 0 0 ° の範囲内で散乱される光のみが測定される。後方散乱光 2 0 2 は、第 1 透過領域 1 0 3 を通過し、第 1 光学偏光子 1 0 5 により偏光される。実質的に、第 1 光学偏光子 1 0 5 の偏光軸と同じ方向に偏光された散乱光 2 0 2 の成分のみが、光学偏光子 1 0 5 を通過することになる。図示された実施形態において、後方散乱光 2 0 2 の垂直偏光成分のみが偏光子 1 0 5 を通過して、検出器により検出されうる。検出器は、例えば、フォトダイオードであってもよく、既存の D L S 機器の検出器であってもよい。

【 0 0 3 7 】

第 2 透過領域 1 0 4 を通過している入射光 2 0 1 は、第 5 透過領域 1 1 1 を介して収容容積 1 0 2 から出射してもよい。

散乱光の水平偏光成分が測定されてもよい。これは、図 2 B に示される。キュベットキャリア 1 0 0 は、第 2 壁 1 0 1 b が照射光 2 0 1 の方を向くように 9 0 ° 回転されてもよい。この回転は、例えば、キュベットキャリア 1 0 0 を D L S システムのキュベットホルダから取り外し、キュベットキャリア 1 0 0 を 9 0 ° 回転させ、さらに、キュベットキャリア 1 0 0 をキュベットホルダ内に戻すことにより、手動で実現されてもよい。あるいは、キュベットキャリア 1 0 0 を自動で回転させるためにモータが用いられてもよい。あるいは、キュベットキャリア 1 0 0 は固定支持されてもよく、ただし、第 2 壁 1 0 1 b が照射されるように入射光 2 0 1 の方向が 9 0 ° 回転される。

【 0 0 3 8 】

図 2 B において、入射光 2 0 1 は、第 4 透過領域 1 0 7 を通過し、収容容積 1 0 2 内の試料により散乱される。繰り返しになるが、図示された実施形態では、後方散乱光のみが測定される。後方散乱光 2 0 2 は、第 3 透過領域 1 0 6 を通過し、第 3 光学偏光子 1 0 8 により偏光される。その結果、後方散乱光 2 0 2 の水平偏光成分のみが、偏光子 1 0 8 を通過する。この光は、その後、検出器により検出されうる。

【 0 0 3 9 】

第 4 透過領域 1 0 7 を通過している入射光 2 0 1 は、第 6 透過領域（図示せず）を介して収容容積 1 0 2 から出射してもよい。

このようにして、散乱光の垂直方向、及び、水平方向の両方の成分が測定されうる。これらの測定値を組み合わせて、後方散乱光の偏光が、計算され、D D L S 計算のために用いられてもよい。

【 0 0 4 0 】

いくつかの状況において、照射光が既知の偏光状態を有することを確実にすることが重要となりうる。照射光が既知の偏光状態を有することを確実にすることが重要となりうる

10

20

30

40

50

のは、特に、光源がレーザではない場合にありうる。図3は、このような場合に用いられるキュベットキャリア300の別の実施形態を示す。

【0041】

キュベットキャリア300は、キュベットキャリア100の全ての特徴を備える。加えて、第2光学偏光子301は、第2透過領域104を覆い、第4光学偏光子302は、第4透過領域107を覆う。第2光学偏光子301及び第4光学偏光子302は、具体的には、それらが同一の軸に沿って光を偏光するように、例えば、両方の偏光子301, 302が水平方向に光を偏光しうるか、または、両方の偏光子301, 302が垂直方向に光を偏光しうるよう、調整されてもよい。

【0042】

キュベットキャリア300は、キュベットキャリア100について説明されたことと同様に、後方散乱光のDDL S測定のために用いられる。この場合、第2透過領域104または第4透過領域107から入射している入射光201は、試料に入射する前に、それぞれ、第2光学偏光子301及び第4光学偏光子302を通過することになる。入射光は、それゆえに、既知の方向に沿って偏光されることになる。

【0043】

上記の例は、後方散乱光の測定のみを説明してきた。しかしながら、当業者は、上述された測定と同様の方法を用いて、キュベットキャリアがあらゆる角度の散乱光を検出するように構成されうることを容易に理解するであろう。例えば、第1、第2、第3、及び、第4透過領域、及び、それらのそれぞれの光学偏光子のいずれかは、あらゆる方向の散乱光を検出するために、キュベットキャリアの複数の壁のいずれに配置されてもよい。具体的には、第1透過領域上の第1光学偏光子が、第2透過領域を通過する光線の試料との相互作用から生じる散乱光を偏光するために用いられてもよく、第3透過領域上の第3光学偏光子が、第4透過領域を通過する光線と試料との相互作用から生じる散乱光を偏光するために用いられてもよい。任意の実施形態において、第2及び第4透過領域は、上述のように、試料に入射する光の、既知の、且つ、共通の偏光を確実にするために、第2及び第4光学偏光子により覆われてもよい。

【0044】

例えば、図4は、側方散乱光、つまり、入射光の方向から実質的に70° - 110°に散乱された光、を測定するために用いられるキュベットキャリア400の実施形態を示す。キュベットキャリア400において、透過部分401 - 404の各々は、複数の壁405a - dのうちの異なる壁に配置される。第1透過部分401は、第1壁405aに配置される。第2透過部分402は、第1壁405aに隣接する第2壁405bに配置される。第3透過部分403は、第1壁405aと対向する第3壁405cに配置される。第4透過部分は、第2壁405bと対向する第4壁405dに配置される。第2透過部分402及び第4透過部分404は、第2及び第4光学偏光子により覆われてもよいし、または、覆われなくてもよい。

【0045】

キュベットキャリア400を用いるDDL S測定は、キュベットキャリア100のために用いられる方法と同様に進められてもよい。第1光学偏光子406及び第3光学偏光子407の偏光軸は、互いに直交するように調整され、例えば、第1光学偏光子406は、垂直方向に偏光された光のみを透過するように調整されてもよく、第3光学偏光子は、水平方向に偏光された光のみを透過するように調整されてもよい(図において、散乱光409a及び409b上のV及びHのそれぞれにより示される)。

【0046】

第1段階において、垂直方向に偏光された側方散乱光が測定される。入射光線408は、第2透過領域402を通過し、キュベットキャリア400内の試料により散乱される。側方散乱光409aは、第1透過領域401を通過する。この側方散乱光409aの垂直偏光成分は、第1光学偏光子406を通過し、検出器により検出される。第2透過領域402を通過する入射光線408は、第4透過領域404を介してキュベットキャリア40

0から出射しうる。

【0047】

第2段階において、水平方向に偏光された側方散乱光が測定される。キュベットキャリアは、180°回転され、その結果、入射光線408が第4透過領域404を通過してキュベットキャリア400内の試料により散乱される。側方散乱光409bは、第3透過領域403を通過する。第4透過領域404を通過する入射光線408は、第2透過領域402を介してキュベットキャリア400から出射しうる。この側方散乱光409bの水平偏光成分は、第3光学偏光子407を通過し、検出器により検出される。それゆえに、側方散乱光の垂直方向成分及び水平方向成分の両方が測定され、DCLS解析のために用いられる。

10

【0048】

図5は、側方散乱光を測定するための、キュベットキャリア500を用いた別の方法を図示する。キュベットキャリア500は、複数の壁のうちの第1壁504a、第2壁504b、第3壁504c、及び、第4壁504d、にそれぞれ配置された、第1透過領域501、第2透過領域502、第3透過領域503、及び、第4透過領域504を備える。側方散乱光を測定するための本実施形態においては、第1壁504aは第2壁504bに隣接し、且つ、第3壁504cは、第2壁504bに隣接すると共に第1壁504aと対向する。第4壁504dは、第2壁504bと対向する。

【0049】

それぞれの透過部分501、502、503は、それぞれの光学偏光子505、506、507により覆われる。第4透過領域504は、光学偏光子により覆われない。第1光学偏光子505及び第2光学偏光子506は、同軸、例えば垂直方向、に沿って光を偏光するように調整される。第3光学偏光子507は、第1偏光子505及び第2偏光子506の軸と直交する軸、例えば水平方向、に沿って光を偏光するように調整される。

20

【0050】

DCLS測定のために、キュベットキャリア500は、第1に、本例にて試料に入射する光が垂直方向に偏光されることを確実にするために、入射光508が第1光学偏光子505及び第1透過領域501を通過するように構成される。光はその後、試料中の粒子により側方散乱される。第1透過領域501を介してキュベットに入射し、試料にて散乱されない入射光508は、第3透過領域503を介してキュベットキャリア500から出射する。側方散乱光509aは、第2透過領域502を通過し、第2偏光子506により偏光される。その結果、垂直方向に偏光された側方散乱光509aのみが、第2偏光子を通過し、検出器により検出される。

30

【0051】

側方散乱光の水平方向成分を測定するために、キュベットキャリア500は、90°回転されてもよく、その結果、入射光508は、今度は、第2透過領域502を通って試料に入射する。第2光学偏光子506は、垂直方向に偏光された入射光508のみが試料に伝えられることを確実にすることになる。第2透過領域502を介してキュベットに入射し、試料にて散乱されない入射光508は、第4透過領域504を介してキュベットキャリア500から出射する。試料により側方散乱された光は、その後、第3透過領域503を通過する。第3光学偏光子507により、側方散乱光509bの水平方向成分のみが透過されてその後検出器により検出される。それゆえに、側方散乱光の垂直方向及び水平方向の成分は、3つの透過領域のみを用いて測定されうる。

40

【0052】

上述の実施形態は、本発明に係るキュベットキャリアの単なる一例であり、キュベットキャリアの多数の他の実施形態、及び、DCLS測定のためにキュベットキャリアを用いる方法が、本発明の範囲内で可能となることが理解されよう。具体的には、透過領域の構成は、後方散乱、側方散乱、及び、前方散乱光を含むあらゆる方向に散乱される光を測定するために選択されうる。キュベットキャリアは、単一のキュベットキャリアが、散乱光の異なる方向の測定に用いられることを可能にするために、4つより多くの透過領域、及

50

びそれぞれにおける光学偏光子を備えてもよい。光学偏光子は、ユーザにより取り外し可能、または、変更可能であってもよい。例えば、第2及び第4偏光子は取り外し可能であってもよく、または、いずれかの偏光子の向きは、それらの偏光軸を回転させるために変更されてもよい。

【0053】

加えて、任意の実施形態は、透過領域、具体的には、検出される散乱光の経路内にある透過領域のうちの少なくとも1つを覆う、少なくとも1つの狭帯域フィルタをさらに備えてもよい。狭帯域フィルタは、照射光源の波長の±1nmの範囲にある波長を有する光の透過を可能にしてもよい。狭帯域フィルタは、試料が光源による照射下で蛍光を発する場合に必要とされうる。蛍光は相関関係が無く、それゆえに、DLS測定を悪化させる。狭帯域フィルタは、散乱光線から蛍光を大幅に取り除きうる。狭帯域フィルタは、ユーザにより取り外し可能であってもよく、その結果、照明波長にて試料が蛍光を発しない場合に、フィルタによる不必要的損失が回避される。
10

【0054】

他の実施形態は、意図的に、添付の特許請求の範囲によって定められるような本発明の範囲内である。

【図1】

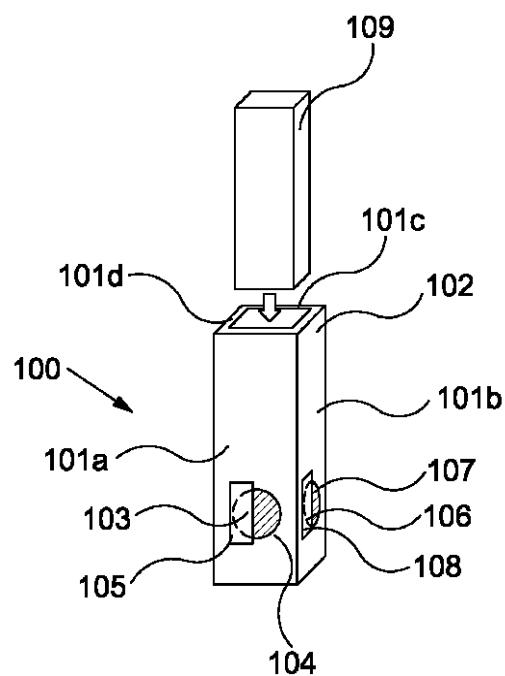


Figure 1

【図2A】

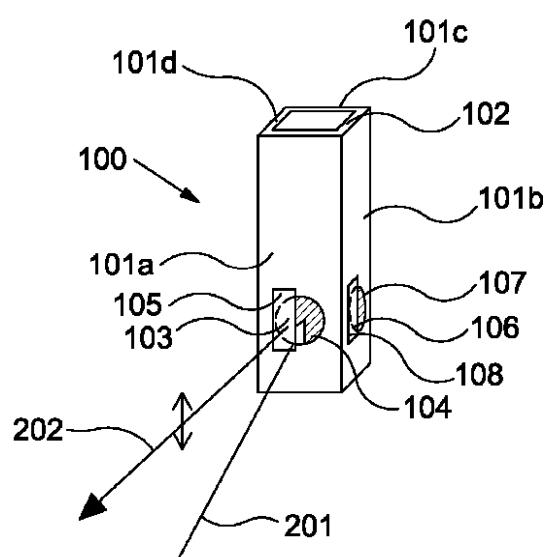


Figure 2A

【図2B】

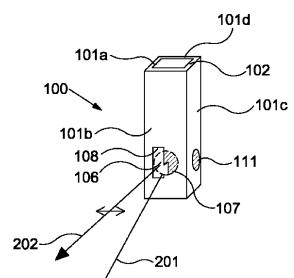


Figure 2B

【図4】

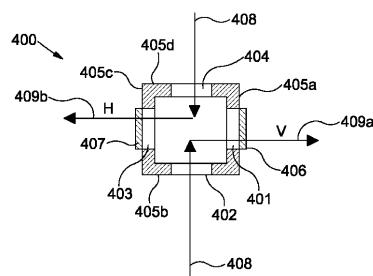


Figure 4

【図3】

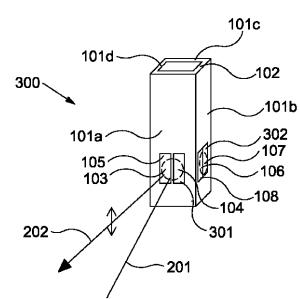


Figure 3

【図5】

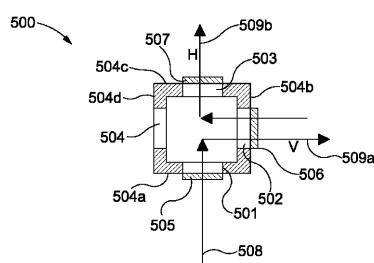


Figure 5

フロントページの続き

審査官 北条 弥作子

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0044493(US,A1)

国際公開第2003/023375(WO,A2)

欧州特許出願公開第02869054(EP,A1)

特開平05-172730(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 15/02

G01N 21/03

G01N 21/51