(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
2018年9月27日(27.09.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/173294 A1

(51) 国際特許分類:
G01P 5/26 (2006.01)　　*G01P 3/36* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/012168

(22) 国際出願日：　2017年3月24日(24.03.2017)

(25) 国際出願の言語：　日本語

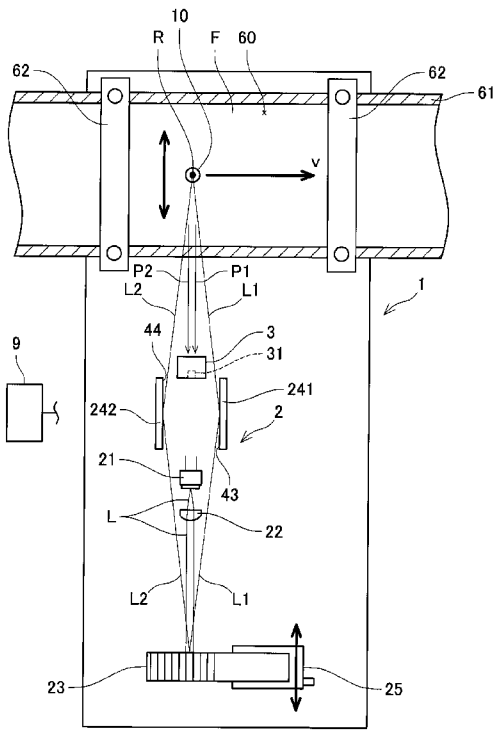
(26) 国際公開の言語：　日本語

(71) 出願人：愛知時計電機株式会社(**AICHI TOKEI DENKI CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒4568691 愛知県名古屋市熱田区千年一丁目２番７０号 Aichi (JP). 国立大学法人九州大学(**KYUSHU UNIVERSITY, NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION**) [JP/JP]; 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目１０番１号 Fukuoka (JP).

(72) 発明者：藤 本　尚 也 (**FUJIMOTO Naoya**); 〒4568691 愛知県名古屋市熱田区千年一丁目２番７０号 愛知時計電機株式会社内 Aichi (JP). 五明 智夫(**GOMEI Tomoo**); 〒4568691 愛知県名古屋市熱田区千年一丁目２番７０号 愛知時計電機株式会社内 Aichi (JP). 國井 敬佑(**KUNII Keisuke**); 〒4568691 愛知県名古屋市熱田区千年一丁目２番７０号 愛知時計電機株式会社内 Aichi (JP). 澤田 廉士(**SAWADA Renshi**); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目１０番１号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP). 野上 大史(**NOGAMI Hirofumi**); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目１０番１号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP). 森田 伸友(**MORITA Nobutomo**); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目１０番

(54) **Title:** MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称： 計測装置



(57) **Abstract:** A light-receiving device is provided with a light-receiving element, a light-transmitting support member disposed between the light-receiving element and a flow path, and a light-blocking film disposed on the surface of the support member. A hollow light-passage hole passing through the support member and the film is formed along the direction from a measurement point toward the light-receiving element. The present invention is characterized in that: one part of the inner peripheral surface of the light-passage hole is configured from the light-transmitting support member and the other part of the inner peripheral surface is configured from the light-blocking film; and scattering light produced by particles passing through the measurement point passes the light-passage hole and impinges on the light-receiving element.

(57) 要約：受光装置は、受光素子と、前記受光素子と流路の間に配置されている光透過性の支持部材と、前記支持部材の表面に配置されている遮光性の被膜を備えている。計測点から前記受光素子に向かう方向に沿って前記支持部材と前記被膜を貫通する中空の光通過孔が形成されている。前記光通過孔の内周面の一部が前記光透過性の支持部材で構成され、前記内周面の他の一部が前記遮光性の被膜で構成されており、前記計測点を通過する粒子によって生じた散乱光が前記光通過孔を通過して前記受光素子に入射することを特徴とする。

WO 2018/173294 A1

［続葉有］

１号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP). 中島 文弥(**NAKASHIMA Fumiya**); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目１０番１号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 快友国際特許事務所 (**KAI-U PATENT LAW FIRM**); 〒4516009 愛知県名古屋市西区牛島町６番１号 名古屋ルーセントタワー９階 Aichi (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, 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, 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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 計測装置

技術分野

[0001] 本明細書に開示する技術は、計測装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、計測対象物の速度を計測するレーザードップラー式の計測装置が知られている。レーザードップラー式の計測装置は、レーザー光照射装置と受光装置と処理装置を備えている。レーザー光照射装置は、移動する計測対象物に向かってレーザー光を照射する。レーザー光照射装置から照射されたレーザー光は、移動する計測対象物に当たったときに散乱して散乱光が生じる。そのときに生じた散乱光を受光装置が受光する。受光装置が散乱光を受光すると、処理装置がその散乱光の周波数に基づいて計測対象物の速度を演算する。処理装置は、公知のドップラーシフトに基づく演算方法によって計測対象物の速度を演算する。

[0003] 特許文献１（日本国特開平５－６６２２６号公報）には、移動する計測対象物に向かって異なる２方向からレーザー光を照射するレーザー光照射装置を備えている計測装置が開示されている。特許文献１の計測装置は、レーザー光照射装置と受光装置と処理装置を備えている。レーザー光照射装置は、移動する計測対象物に向かって第１のレーザー光と第２のレーザー光を照射する。第１のレーザー光と第２のレーザー光は、計測対象物に向かって互いに異なる方向から照射される。レーザー光照射装置から照射された第１のレーザー光と第２のレーザー光は、移動する計測対象物に当たったときに散乱し、それぞれの散乱光が生じる。そのときに生じたそれぞれの散乱光を受光装置が受光する。また、特許文献１の計測装置では、受光装置が集光レンズを備えており、この集光レンズによって様々な散乱光を集光して受光する。受光装置が第１のレーザー光と第２のレーザー光の散乱光を受光すると、処理装置がそれぞれの散乱光の周波数に基づいて計測対象物の速度を演算する

。処理装置は、公知のドップラーシフトに基づく演算方法によって計測対象物の速度を演算する。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 計測対象物の速度を計測する計測装置では、流路を流れる流体中の粒子の速度を計測することがある。つまり、計測対象物が流体中の粒子であることがある。流体中の粒子としては、例えば、血液中の赤血球等が考えられる。計測装置が流路を流れる血液中の赤血球の速度を計測することになる。これによって、血液の流速を知ることができる。

[0005] 一般的に流路を流れる流体中には無数の粒子が存在している。例えば、血液中には無数の赤血球が存在している。無数の粒子は流体中に拡散して存在している。そのため、無数の粒子の中には、例えば、流路の中心部を通過する粒子もあれば、流路の周縁部を通過する粒子もある。また、流体中の無数の粒子の速度は様々である。速度が速い粒子もあれば、速度が遅い粒子もある。

[0006] 特許文献１の計測装置を用いて流路を流れる流体中の粒子の速度を計測する場合は、レーザー光照射装置から流路内の任意の計測点に向かって第１のレーザー光と第２のレーザー光を照射する。第１のレーザー光と第２のレーザー光は、流路内の計測点に向かって互いに異なる方向から照射される。レーザー光照射装置から照射された第１のレーザー光と第２のレーザー光は、計測点を通過する粒子に当たったときに散乱し、それぞれの散乱光が生じる。そのときに生じたそれぞれの散乱光を受光装置が受光する。受光装置は、集光レンズによって様々な散乱光を集光して受光する。そして、受光装置が受光したそれぞれの散乱光の周波数に基づいて、処理装置が計測点を通過する粒子の速度を演算する。

[0007] 計測点を通過する粒子の速度を正確に計測するためには、計測点を通過する粒子によって生じた散乱光を受光装置が十分に受光することが好ましい。また、粒子の速度を正確に計測するためには、レーザー光照射装置から計測

点に向かって第１のレーザー光と第２のレーザー光を照射する際に、各レーザー光を計測点のみに照射すればよい。そうすれば、計測点を通過する粒子のみに第１のレーザー光と第２のレーザー光が当たり、各レーザー光がその粒子に当たったときに生じる散乱光のみを取り出すことができる。したがって理想的には、第１のレーザー光と第２のレーザー光を照射する際に、第１のレーザー光と第２のレーザー光が計測点のみで重なり合うように照射することが好ましい。しかしながら現実的には、第１のレーザー光と第２のレーザー光を計測点のみに照射することは困難であり、光の拡散等によって計測点の周辺にも第１のレーザー光と第２のレーザー光が照射されてしまう。つまり、第１のレーザー光と第２のレーザー光が、光の拡散等によって計測点及びその周辺で重なり合うように照射されてしまう。そうすると、レーザー光照射装置から照射された第１のレーザー光と第２のレーザー光が粒子に当たって散乱するときに、計測点を通過する粒子に当たって散乱するだけでなく、計測点の周辺を通過する粒子にも第１のレーザー光と第２のレーザー光が当たって散乱してしまう。そのため、計測点を通過する粒子によって生じた散乱光だけでなく、計測点の周辺を通過する粒子によって生じた散乱光も取り出してしまうことになる。そうすると、流体中の無数の粒子の速度が様々であるので、様々な速度の粒子によって生じた様々な散乱光を受光装置が受光することになる。その結果、処理装置が様々な散乱光の周波数に基づいて粒子の速度を演算することになってしまい、流路を流れる流体中の粒子の速度を正確に計測することが困難になる。また、特許文献１の計測装置では、受光装置が集光レンズによって様々な散乱光を集光して受光しているので、処理装置が様々な散乱光の周波数に基づいて粒子の速度を演算することになる。その結果、流路を流れる流体中の粒子の速度を正確に計測することが困難になる。このように、特許文献１の計測装置では、計測点を通過する粒子によって生じた散乱光だけでなく、余分な散乱光も受光してしまうので、粒子の速度を正確に計測することが困難になる。特許文献１の計測装置は、計測対象物の速度が均一である場合は問題無いが、管内を流れる液体の中の

粒子のように速度が様々である場合は問題が生じてしまう。そこで本明細書は、余分な散乱光を受光することを抑制することができる技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本明細書に開示する計測装置は、流路を流れる流体中の粒子の速度を計測するための計測装置である。この計測装置は、レーザー光照射装置と、受光装置を備えている。前記レーザー光照射装置は、前記流路内の計測点に向かって進行する第１のレーザー光と、第１のレーザー光と異なる方向から前記流路内の前記計測点に向かって進行する第２のレーザー光を照射する。受光装置は、前記レーザー光照射装置から照射された第１のレーザー光と第２のレーザー光が前記計測点を通過する粒子に当たったときにそれぞれ生じる散乱光を受光する。前記受光装置は、受光素子と、前記受光素子と前記流路の間に配置されている光透過性の支持部材と、前記支持部材の表面に配置されている遮光性の被膜を備えている。前記計測点から前記受光素子に向かう方向に沿って前記支持部材と前記被膜を貫通する中空の光通過孔が形成されている。前記光通過孔の内周面の一部が前記光透過性の支持部材で構成され、前記内周面の他の一部が前記遮光性の被膜で構成されており、前記計測点を通過する粒子によって生じた散乱光が前記光通過孔を通過して前記受光素子に入射することを特徴とする。

[0009] このような構成によれば、計測点を通過する粒子によって生じた散乱光が光通過孔を通過して受光素子に入射する。しかしながら、レーザー光照射装置から第１のレーザー光と第２のレーザー光が照射されたときに、計測点だけでなく、計測点の周辺にも第１のレーザー光と第２のレーザー光が照射されてしまうことがある。そうすると、計測点を通過する粒子だけでなく、計測点の周辺を通過する粒子によっても散乱光が生じてしまう。このとき、上記の構成によれば、光通過孔を備えているので、計測点の周辺を通過する粒子によって生じた散乱光が受光素子に入射することを抑制できる。すなわち、上記の構成によれば、計測点と受光素子の間で光通過孔が計測点から受光素子に向かう方向に延びているので、計測点を通過する粒子によって生じた

散乱光は光通過孔を通過して受光素子に入射するが、計測点の周辺を通過する粒子によって生じた散乱光は、光通過孔の存在によって受光素子に入射しにくくなる。これによって、余分な散乱光を受光することを抑制できる。

[0010] また、計測点の周辺を通過する粒子によって生じた散乱光が、光通過孔に入射して光通過孔の内周面に当たることがある。このとき、上記の構成によれば、光通過孔の内周面の一部が光透過性の支持部材で構成され、内周面の他の一部が遮光性の被膜で構成されているので、光通過孔の内周面に当たる散乱光の一部のみが内周面で反射する。具体的には、光通過孔の内周面に当たる散乱光のうち、一部は遮光性の被膜で反射し、他の一部は光透過性の支持部材で反射せずに支持部材の内部に入射する。光透過性の支持部材と遮光性の被膜を組み合わせることによって、光通過孔の内周面で散乱光が反射する範囲を相対的に小さくすることができる。光通過孔の内周面で散乱光が反射すると、反射光が様々な方向に進行する。そうすると、受光素子が様々な方向から光を受光する可能性が高くなる。しかしながら、上記の構成によれば、光通過孔の内周面で散乱光が反射する範囲が相対的に小さくなるので、受光素子が様々な方向から光を受光する可能性が低くなる。これによって、余分な散乱光を受光することを抑制できる。また、上記の構成によれば、支持部材と被膜を組み合わせることにより、支持部材によって被膜の強度を維持することができるので、被膜の厚みを薄くすることができる。遮光性の被膜の厚みを薄くすると、光通過孔の内周面で散乱光が反射する範囲をより小さくすることができるので、受光素子が余分な散乱光を受光することをより抑制できる。

[0011] 上記の計測装置において、前記被膜が、前記支持部材の前記受光素子側の表面に配置されていてもよい。

[0012] このような構成によれば、被膜が受光素子と反対側（流路側）に露出することが抑制される。これによって、被膜が外部に露出することが抑制され、被膜を保護することができる。

[0013] また、上記の計測装置は、流体中の粒子の速度を演算可能な処理装置を更

に備えていてもよい。前記処理装置は、流体の濃度に影響されずに流体中の粒子の速度を演算する第１演算式と、角度を使わない数式構成で濃度に応じて変化する相対速度を演算する第２演算式とに基づいて、流体の濃度を演算してもよい。

[0014] このような構成によれば、流体中の粒子の速度と流体の濃度を一緒に求めることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]実施例に係る計測装置の概略構成を示す図である。

[図2]実施例に係る受光装置の概略構成を示す図である。

[図3]図２の要部ＩＩＩの拡大図である。

[図4]実施例に係る受光素子の概略構成を示す側面図である。

[図5]実施例に係る受光素子の概略構成を示す平面図である。

[図6]実施例に係る計測装置のブロック図である。

[図7]スペクトル解析の結果の一例を示すグラフである。

[図8]数８で定義するＤと流体の濃度ｄの関係を示すグラフである。

[図9]光通過孔の一例を示す平面図である。

[図10]光通過孔の他の一例を示す平面図である。

[図11]光通過孔の更に他の一例を示す平面図である。

[図12]他の実施例に係る図３に対応する図である。

[図13]他の実施例に係る計測装置の概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下に実施例について添付図面を参照して説明する。図１に示すように、実施例に係る計測装置１は、固定具６２によって透明な管６１に固定されて使用される。管６１内に流路６０が形成されている。計測装置１は、流路６０を流れる流体Ｆ中の粒子Ｒの速度ｖを計測する装置である。これによって、流体Ｆの流速を知ることができる。

[0017] 流路６０を流れる流体Ｆ中には無数の粒子Ｒが存在している。無数の粒子Ｒは流体Ｆ中に拡散して存在している。したがって、無数の粒子Ｒの中には

、例えば、流路６０の中心部を通過する粒子Ｒもあれば、流路６０の周縁部を通過する粒子Ｒもある。また、無数の粒子Ｒの速度は様々である。速度が速い粒子Ｒもあれば、速度が遅い粒子Ｒもある。流路６０を流れる流体Ｆ中の粒子Ｒの速度ｖを計測する際に、流路６０内の特定の計測点１０に絞って粒子Ｒの速度ｖを計測することがある。流路６０内の計測点１０の位置は特に限定されるものではないが、例えば、流路６０の中心部を計測点１０として、流路６０の中心部を通過する粒子Ｒの速度ｖを計測することができる。一般的に、層流の場合、流路６０の中心部を流れる流体Ｆの流速は、流路６０の全体を流れる流体Ｆの平均流速の２倍に相当することが知られている。

[0018] 流路６０を流れる流体Ｆとしては、例えば血液が挙げられる。流体Ｆ中の粒子Ｒとしては、例えば赤血球が挙げられる。計測装置１によって血液中の赤血球の速度を計測することができる。これによって、血液の流速を知ることができる。医療現場では、患者の体内を流れる血液を体外に送り出し、体外に送り出した血液を再び体内に送り戻す体外循環が行われることがある。この体外循環では、体外循環用の管が患者の血管に接続され、患者の血管を流れる血液が体外循環用の管に流入し、体外循環用の管を流れた血液が再び患者の血管に戻される。図１に示す計測装置１によって体外循環用の管６１を流れる血液（流体Ｆ）中の赤血球（粒子Ｒ）の速度ｖを計測することができる。

[0019] 図１に示すように、計測装置１は、レーザー光照射装置２と、受光装置３と、処理装置９を備えている。レーザー光照射装置２は、発光素子２１と、コリメーターレンズ２２と、回折格子２３と、第１のミラー２４１と、第２のミラー２４２を備えている。発光素子２１は、例えばレーザーダイオード（ＬＤ）である。発光素子２１は、コリメーターレンズ２２と対向するように配置されている。発光素子２１は、コリメーターレンズ２２に向けてレーザー光Ｌを発光する。発光素子２１が発光したレーザー光Ｌがコリメーターレンズ２２に入射する。発光素子２１は、第１のミラー２４１及び第２のミラー２４２が配置されている方向とは反対側にレーザー光Ｌを発光する。発

光素子２１は、回折格子２３と第１のミラー２４１及び第２のミラー２４２との間に配置されている。

[0020] コリメーターレンズ２２は、発光素子２１と回折格子２３の間に配置されている。コリメーターレンズ２２は、発光素子２１が発光したレーザー光Ｌを平行光にして出射する。コリメーターレンズ２２から出射したレーザー光Ｌ（平行光）は、回折格子２３に入射する。

[0021] 回折格子２３は、コリメーターレンズ２２と対向するように配置されている。回折格子２３は、可動式になっており、移動装置２５によって回折格子２３を移動させることができる。移動装置２５は、回折格子２３と第１のミラー２４１及び第２のミラー２４２との間の距離を変えることができる。移動装置２５は、例えば機械式の装置であり、ボルトを回すことによって回折格子２３を上下動させることができる。回折格子２３の位置を変えることによって、流路６０内の計測点１０の位置を変えることができる。回折格子２３は、光の回折を利用して回折格子２３に入射したレーザー光Ｌを第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２に分ける。回折格子２３は、反射型の回折格子である。回折格子２３に入射したレーザー光Ｌが回折格子２３で反射するときに第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２に分かれる。発光素子２１が発光したレーザー光Ｌが回折格子２３で反射することによって第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２に分かれる。

[0022] 回折格子２３によって生じた第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２は、異なる方向に進行する。第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２は、発光素子２１とコリメーターレンズ２２を結ぶ線に関して線対称になるように進行する。図１に示す例では、第１のレーザー光Ｌ１が右斜め上方に向かって進行し、第２のレーザー光Ｌ２が左斜め上方に向かって進行する。第１のレーザー光Ｌ１が第１のミラー２４１に向かって進行し、第２のレーザー光Ｌ２が第２のミラー２４２に向かって進行する。第１のレーザー光Ｌ１の波長と第２のレーザー光Ｌ２の波長は同じ波長である。また、第１のレーザー光Ｌ１の周波数と第２のレーザー光Ｌ２の周波数は同じ周波数であ

る。

[0023] 第１のミラー２４１と第２のミラー２４２は、回折格子２３と管６１の間に配置されている。第１のミラー２４１と第２のミラー２４２は、互いに向かい合っている。回折格子２３によって生じた第１のレーザー光Ｌ１が第１のミラー２４１に入射し、第２のレーザー光Ｌ２が第２のミラー２４２に入射する。第１のミラー２４１は第１の反射面４３を備えている。第２のミラー２４２は第２の反射面４４を備えている。第１の反射面４３と第２の反射面４４は、互いに向かい合っている。第１の反射面４３では、第１のミラー２４１に入射した第１のレーザー光Ｌ１が反射する。第２の反射面４４では、第２のミラー２４２に入射した第２のレーザー光Ｌ２が反射する。

[0024] 第１のミラー２４１の第１の反射面４３で反射した第１のレーザー光Ｌ１は、管６１内の流路６０に入射する。また、第２のミラー２４２の第２の反射面４４で反射した第２のレーザー光Ｌ２も、管６１内の流路６０に入射する。第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２は、流路６０内の計測点１０に向かって進行する。

[0025] 第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２は、互いに異なる方向から計測点１０に向かって進行する。すなわち、レーザー光照射装置２から流路６０内の計測点１０に向かって第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２が互いに異なる方向から照射される。第１のレーザー光Ｌ１は、流路６０の下流側から計測点１０に向かって進行する。第２のレーザー光Ｌ２は、流路６０の上流側から計測点１０に向かって進行する。第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２は、流路６０内の計測点１０で干渉して重なり合う。

[0026] 流路６０には流体Ｆ（例えば血液）が流れており、流体Ｆ中には無数の粒子Ｒ（例えば赤血球）が存在している。無数の粒子Ｒのうち、流路６０内の計測点１０を通過する粒子Ｒが存在する。計測点１０を通過する粒子Ｒに第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２が当たると、第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２が散乱する。第１のレーザー光Ｌ１と第２のレ

ーザー光Ｌ２は、異なる方向から粒子Ｒに当たる。第１のレーザー光Ｌ１は、流路６０の下流側から粒子Ｒに当たる。すなわち、第１のレーザー光Ｌ１は、粒子Ｒの進行方向側から粒子Ｒに当たる。一方、第２のレーザー光Ｌ２は、流路６０の上流側から粒子Ｒに当たる。すなわち、第２のレーザー光Ｌ２は、粒子Ｒの進行方向と反対側から粒子Ｒに当たる。第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２が粒子Ｒに当たって散乱したときに散乱光が生じる。第１のレーザー光Ｌ１が粒子Ｒに当たって散乱することによって第１の散乱光Ｐ１が生じる。また、第２のレーザー光Ｌ２が粒子Ｒに当たって散乱することによって第２の散乱光Ｐ２が生じる。散乱によって生じた第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２は計測点１０の周囲の様々な方向に向かって進行する。そのうち、計測点１０から受光装置３に向かって進行する第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２が存在する。受光装置３が第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２を受光する。

[0027] 第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２が粒子Ｒに当たって散乱するときにそれぞれの周波数が変化する。ドップラーシフトによって周波数が変化する。第１のレーザー光Ｌ１の散乱によって生じた第１の散乱光Ｐ１の周波数ｆ１は、第１のレーザー光Ｌ１の周波数と異なる周波数である。また、第２のレーザー光Ｌ２の散乱によって生じた第２の散乱光Ｐ２の周波数ｆ２は、第２のレーザー光Ｌ２の周波数と異なる周波数である。また、第１の散乱光Ｐ１の周波数ｆ１と第２の散乱光Ｐ２の周波数ｆ２は、互いに異なる周波数である。

[0028] 受光装置３は、管６１とレーザー光照射装置２の間に配置されている。受光装置３は、流路６０と対向するように配置されている。受光装置３は、図示しない固定具によってレーザー光照射装置２の第１のミラー２４１と第２のミラー２４２に固定されている。図２に示すように、受光装置３は、受光素子３１と、遮光性の箱体３８を備えている。箱体３８内に受光素子３１が配置されている。

[0029] 箱体３８は、前壁３８ａと、後壁３８ｂと、一対の側壁３８ｃ、３８ｃを

備えている。前壁３８ａは、管６１（図２には図示せず）と受光素子３１の間に配置されている。後壁３８ｂは、受光素子３１とレーザー光照射装置２（図２には図示せず）の間に配置されている。一対の側壁３８ｃ、３８ｃは、前壁３８ａと後壁３８ｂの間に配置されている。箱体３８の後壁３８ｂに受光素子３１が固定されている。箱体３８の前壁３８ａは受光素子３１から離れた位置に配置されている。前壁３８ａには中空の光通過孔３５が形成されている。

[0030] 光通過孔３５は、計測点１０と受光素子３１の間に形成されている。光通過孔３５は、計測点１０から受光素子３１に向かう方向に延びている。光通過孔３５と計測点１０と受光素子３１が同軸の位置にあることが好ましい。光通過孔３５は、入射口３６と出射口３７を備えている。計測点１０を通過する粒子Ｒによって生じた第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２が光通過孔３５の入射口３６から光通過孔３５に入射する。計測点１０から受光素子３１に向かって進行する第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２が光通過孔３５に入射する。光通過孔３５に入射した第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２は、光通過孔３５を通過して、光通過孔３５の出射口３７から出射する。光通過孔３５の出射口３７から出射した第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２が受光素子３１に入射する。

[0031] 図３に示すように、箱体３８の前壁３８ａは、支持部材７１と、支持部材７１の表面に配置されている被膜７２を備えている。支持部材７１と被膜７２は、受光素子３１と流路６０（図４には図示せず）の間に配置されている。支持部材７１は、光透過性を有する部材である。支持部材７１は、被膜７２を支持している。被膜７２は、遮光性の膜である。被膜７２の厚みは、支持部材７１の厚みより薄い。被膜７２は、支持部材７１の表面を覆っている。被膜７２は、支持部材７１の受光素子３１と反対側（流路６０側）の表面に配置されている。

[0032] 支持部材７１と被膜７２には貫通孔が形成されており、その貫通孔によって光通過孔３５が形成されている。光通過孔３５の内周面３５１に支持部材

７１と被膜７２が露出している。光通過孔３５の内周面３５１の一部が支持部材７１で構成されている。光通過孔３５の内周面３５１の他の一部が被膜７２で構成されている。支持部材７１の表面に被膜７２を貼り付けた後に光通過孔３５を形成する。

[0033] 図２に示すように、受光素子３１は、光通過孔３５を通過した第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２を受光する。受光素子３１は、例えばフォトダイオード（ＰＤ）である。受光素子３１は、光通過孔３５の出射口３７と対向している。出射口３７から出射した散乱光Ｐ１、Ｐ２が受光素子３１に入射する。

[0034] 図４及び図５に示すように、受光素子３１は、有効受光領域３１２と受光面３１３を備えている。受光素子３１は、有効受光領域３１２に入射する散乱光Ｐ１、Ｐ２を有効に受光することができる。一方、受光素子３１は、有効受光領域３１２以外の部分に入射する散乱光Ｐ１、Ｐ２を有効に受光することができない。有効受光領域３１２は、入射する光を電気信号に変換することができる領域である。有効受光領域３１２は、受光素子３１の中央部に形成されている。受光素子３１の有効受光領域３１２は、例えば受光素子３１の製品仕様書から知ることができる。受光面３１３は、有効受光領域３１２の表面である。受光素子３１は、受光面３１３に入射する散乱光Ｐ１、Ｐ２を受光することができる。

[0035] 図６に示すように、処理装置９は、発光素子２１と受光素子３１に電気的に接続されている。処理装置９は、発光素子２１が発光するレーザー光Ｌと、受光素子３１が受光する第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２に基づいて、計測点１０を通過する粒子Ｒの速度ｖを演算する。処理装置９は、ドップラーシフトに基づく演算方法によって粒子Ｒの速度ｖを演算する。また、処理装置９は、流路６０を流れる流体Ｆの濃度ｄを演算する。

[0036] 次に、処理装置９が粒子Ｒの速度ｖを演算する方法の一例について説明する。処理装置９はまず、受光素子３１が受光した光（第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２が干渉した光）についてスペクトル解析する。スペクトル解

析は、例えばＦＦＴアナライザーを用いて行うことができる。スペクトル解析については、公知の解析方法であるので詳細な説明を省略する。図７は、スペクトル解析の結果の一例を示すグラフである。図７のグラフにおける横軸が周波数であり、縦軸が各周波数成分の強度である。図７では、流路６０を流れる流体Ｆの濃度ｄに応じたグラフが描かれている。本実施例では、第１の濃度ｄａ、第２の濃度ｄｂ、第３の濃度ｄｃに応じた３つのグラフが描かれている。

[0037] 処理装置９は、下記の第１の演算式（１）に基づいて粒子Ｒの速度v_Aを演算することができる。また、処理装置９は、下記の第２の演算式（２）に基づいて粒子Ｒの速度v_Bを演算することができる。第１の演算式（１）は、流体Ｆの濃度ｄに影響されずに流体Ｆ中の粒子Ｒの速度を演算する式である。第１の演算式（１）によって算出される速度v_Aは、流体Ｆの濃度ｄの影響を受けない。第２の演算式（２）は、角度θを使わない簡素な数式構成で濃度に応じて変化する相対速度を算出する演算式である。第２の演算式（２）によって算出される速度v_Bは、流体Ｆの濃度ｄの影響を受ける。

[数1]

$$v_A = \frac{\lambda \cdot fd}{2 \cdot \sin\theta} \qquad (1)$$

[数2]

$$v_B = A \cdot M \qquad (2)$$

[0038] 上記の第１の演算式（１）において、λは、発光素子２１のレーザー光Ｌの波長である。ｆｄは、受光素子３１が受光する光（第１の散乱光Ｐ１と第２の散乱光Ｐ２が干渉した光）のドップラー周波数である。θは、計測点１０に向かって進行する第１のレーザー光Ｌ１と、計測点１０と受光装置３を結んだ線とのなす角度（あるいは、計測点１０に向かって進行する第２のレーザー光Ｌ２と、計測点１０と受光装置３を結んだ線とのなす角度）である。

[0039] また、上記の第２の演算式（２）において、Ａは、濃度成分を含んだ補正係数である。Ｍは、図７のグラフに基づいて算出される一次モーメントである。このＭは、下記の数３の式によって算出される。数３の式において、ｘは、図７のグラフにおける周波数（横軸）の値である。ｆ（ｘ）は、図７のグラフにおける周波数ｘのときの強度（縦軸）の値である。処理装置９は、流体Ｆの濃度ｄに応じて各一次モーメントＭを演算する。処理装置９は、第１の濃度ｄａ、第２の濃度ｄｂ、第３の濃度ｄｃのそれぞれについて一次モーメントＭを演算する。

[数3]

$$M = \frac{\int x \cdot f(x)\, dx}{\int f(x)\, dx}$$

[0040] 次に、処理装置９が流体Ｆの濃度ｄを演算する方法の一例について説明する。処理装置９は、上記の第１の演算式（１）と第２の演算式（２）に基づいて流体Ｆの濃度ｄを演算することができる。演算方法について以下に詳細に説明する。

[0041] まず、上記の第１の演算式（１）を下記の数４のように変形する。また、上記の第２の演算式（２）を下記の数５のように変形する。また、数４を数５に代入して整理すると下記の数６のようになる。

[数4]

$$1 = \frac{\lambda \cdot fd}{2 \cdot \sin\theta} \cdot \frac{1}{v_A}$$

[数5]

$$A = \frac{v_B}{M} \cdot 1$$

[数6]

$$A = \frac{\lambda}{2 \cdot \sin\theta} \cdot \frac{v_B}{v_A} \cdot \frac{fd}{M}$$

[0042] 次に、下記の数７のように定数Ｂを定義する。また、下記の数８のように数Ｄを定義する。そして、数７と数８を上記の数６に代入して整理すると下記の数９のようになる。

[数7]

$$B = \frac{\lambda}{2 \cdot \sin\theta} \cdot \frac{v_B}{v_A}$$

[数8]

$$D = \frac{fd}{M}$$

[数9]

$$A = B \cdot \frac{1}{D}$$

[0043] 上記の数９におけるＡは、濃度成分を含んだ補正係数である。補正係数Ａにおける濃度成分以外を右辺のＢに移項すると、下記の数１０のように表すことができる。

[数10]

$$d = B' \cdot \frac{1}{D}$$

[0044] 以上によって、流体Ｆの濃度ｄを算出することができる。処理装置９は、第１の濃度ｄａ、第２の濃度ｄｂ、第３の濃度ｄｃのそれぞれについて上記の演算を行う。図８は、上記の数８で定義したＤと流体Ｆの濃度ｄの関係を示すグラフである。図８に示すように、Ｄの値が高くなると、流体Ｆの濃度ｄが低くなる。

[0045] 以上の説明から明らかなように、実施例の計測装置１は、流路６０を流れる流体Ｆ中の粒子Ｒの速度ｖを計測するための装置であって、レーザー光照射装置２と受光装置３を備えている。レーザー光照射装置２は、流路６０内の計測点１０に向かって進行する第１のレーザー光Ｌ１と、第１のレーザー光Ｌ１と異なる方向から流路６０内の計測点１０に向かって進行する第２の

レーザー光Ｌ２を照射する。受光装置３は、レーザー光照射装置２から照射された第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２が計測点１０を通過する粒子Ｒに当たったときにそれぞれ生じる散乱光Ｐ１、Ｐ２を受光する。受光装置３は、受光素子３１と、受光素子３１と流路６０の間に配置されている光透過性の支持部材７１と、支持部材７１の表面に配置されている遮光性の被膜７２を備えている。そして、計測点１０から受光素子３１に向かう方向に沿って支持部材７１と被膜７２を貫通する中空の光通過孔３５が形成されている。光通過孔３５の内周面３５１の一部が光透過性の支持部材７１で構成され、内周面３５１の他の一部が遮光性の被膜７２で構成されている。計測点１０を通過する粒子Ｒによって生じた散乱光Ｐ１、Ｐ２は、光通過孔３５を通過して受光素子３１に入射する。

[0046] 上記の構成によれば、計測点１０を通過する粒子Ｒによって生じた散乱光Ｐ１、Ｐ２を受光装置３が受光する。受光装置３が受光した散乱光Ｐ１、Ｐ２の周波数に基づいて、計測点１０を通過する粒子Ｒの速度ｖを演算することができる。計測点１０を通過する粒子Ｒの速度ｖを計測するためには、レーザー光照射装置２から第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２を照射する際に、計測点１０のみに第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２を照射することが好ましい。しかしながら現実的には、計測点１０のみに第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２を照射することは困難であり、光の拡散等によって、計測点１０の周辺にも第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２が照射されてしまう。そうすると、レーザー光照射装置２から照射された第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２が流体Ｆ中の粒子Ｒに当たって散乱するときに、計測点１０を通過する粒子Ｒに当たって散乱するだけでなく、計測点１０の周辺を通過する粒子Ｒにも当たって散乱してしまう。その結果、計測点１０を通過する粒子Ｒによって散乱光が生じるだけでなく、計測点１０の周辺を通過する粒子Ｒによっても散乱光が生じてしまう。しかしながら上記の構成では、光通過孔３５を備えているので、計測点１０を通過する粒子Ｒによって生じた散乱光を受光するとともに、計

測点１０の周辺を通過する粒子Ｒによって生じた散乱光を受光することを抑制できる。すなわち、上記の構成によれば、計測点１０と受光素子３１の間で光通過孔３５が計測点１０から受光素子３１に向かう方向に延びているので、計測点１０を通過する粒子Ｒによって生じた散乱光は光通過孔３５を通過して受光素子３１に入射するが、計測点１０の周辺を通過する粒子Ｒによって生じた散乱光は、光通過孔３５の存在によって受光素子３１に入射しにくくなる。これによって、余分な散乱光を受光することを抑制できる。

[0047] また、計測点１０の周辺を通過する粒子Ｒによって生じた散乱光が、光通過孔３５に入射して光通過孔３５の内周面３５１に当たることがある。このとき、上記の構成によれば、光通過孔３５の内周面３５１の一部が光透過性の支持部材７１で構成され、内周面３５１の他の一部が遮光性の被膜７２で構成されているので、光通過孔３５の内周面３５１に当たる散乱光の一部のみが内周面３５１で反射する。具体的には、図３に示すように、光通過孔３５の内周面３５１に当たる散乱光Ｐ３、Ｐ４のうち、一部の散乱光Ｐ３は遮光性の被膜７２で反射し、他の一部の散乱光Ｐ４は光透過性の支持部材７１で反射せずに支持部材７１の内部に入射する。光透過性の支持部材７１と遮光性の被膜７２を組み合わせることによって、光通過孔３５の内周面３５１のうち、散乱光が反射する範囲を相対的に小さくすることができる。図３の散乱光Ｐ３のように、光通過孔３５の内周面３５１で散乱光が反射すると、反射光が様々な方向に進行する。そうすると、受光素子３１が様々な方向から光を受光する可能性が高くなる。しかしながら、上記の構成によれば、光通過孔３５の内周面３５１で散乱光が反射する範囲が相対的に小さくなるので、受光素子３１が様々な方向から光を受光する可能性が低くなる。これによって、受光素子３１が余分な散乱光を受光することを抑制できる。また、上記の構成によれば、支持部材７１と被膜７２を組み合わせることにより、支持部材７１によって被膜７２の強度を維持することができるので、被膜７２の厚みを薄くすることができる。遮光性の被膜７２の厚みを薄くすると、光通過孔３５の内周面３５１で散乱光が反射する範囲をより小さくすること

ができるので、受光素子３１が余分な散乱光を受光することをより抑制できる。

[0048] 受光素子３１が様々な散乱光を受光すると、処理装置９が粒子Ｒの速度ｖを正確に演算することができなくなる。しかしながら、上記の構成によれば、受光素子３１が余分な散乱光を受光することを抑制することができるので、処理装置９が粒子Ｒの速度ｖを正確に演算することができる。

[0049] また、処理装置９は、流体Ｆの濃度ｄに影響されずに流体Ｆ中の粒子Ｒの速度を演算する第１の演算式と、角度θを使わない簡素な数式構成で濃度に応じて変化する相対速度を演算する第２の演算式とに基づいて、流体Ｆの濃度ｄを演算することができる。したがって、粒子Ｒの速度ｖと流体Ｆの濃度ｄを併せて算出することができる。

[0050] 以上、一実施例について説明したが、具体的な態様は上記実施例に限定されるものではない。以下の説明において、上述の説明における構成と同様の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

[0051] 上記で説明した光通過孔３５の形状は特に限定されるものではない。例えば、図９に示すように、光通過孔３５の形状が平面視において円形状であってもよい。または、図１０に示すように、光通過孔３５の形状が平面視において多角形状であってもよい。また、図１１に示すように、複数の光通過孔３５が平面視においてスリット状に形成されていてもよい。

[0052] また、上記の実施例では、支持部材７１の受光素子３１と反対側の表面に被膜７２が配置されていたが、この構成に限定されるものではない。他の実施例では、図１２に示すように、支持部材７１の受光素子３１側の表面に被膜７２が配置されていてもよい。すなわち、支持部材７１の流路６０と反対側の表面に被膜７２が配置されていてもよい。

[0053] このような構成によれば、被膜７２が流路６０と反対側に配置され、被膜７２が箱体３８の外部に露出することが抑制される。そのため、被膜７２を保護することができる。

[0054] また、更に他の実施例では、支持部材７１の両面（支持部材７１の受光素

子３１側の表面と受光素子３１と反対側の表面の両方）に被膜７２が配置されていてもよい。

[0055] また、計測装置１におけるレーザー光照射装置２の構成は、上記の実施例に限定されるものではない。例えば、レーザー光照射装置２の発光素子２１、第１のミラー２４１、第２のミラー２４２等の配置構成は上記の実施例に限定されるものではない。図１３は、他の実施例に係る計測装置の概略構成を示す図である。図１３に示すように、レーザー光照射装置２は、発光素子２１と、コリメーターレンズ２２と、ビームスプリッタ２６と、第１のミラー２４１と、第２のミラー２４２を備えている。発光素子２１は、管６１の長手方向に対して斜めにレーザー光Ｌを発光する。コリメーターレンズ２２は、発光素子２１が発光したレーザー光Ｌを平行光にして出射する。コリメーターレンズ２２から出射したレーザー光Ｌ（平行光）は、ビームスプリッタ２６に入射する。

[0056] ビームスプリッタ２６では、入射したレーザー光Ｌの一部が反射し、他の一部が透過する。ビームスプリッタ２６は、レーザー光Ｌを透過及び反射する。このビームスプリッタ２６をハーフミラーと呼ぶ場合もある。ビームスプリッタ２６で反射したレーザー光Ｌが第１のレーザー光Ｌ１となり、ビームスプリッタ２６を透過したレーザー光Ｌが第２のレーザー光Ｌ２となる。レーザー光Ｌがビームスプリッタ２６で透過及び反射して、第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２に分かれる。

[0057] ビームスプリッタ２６は、第１のミラー２４１と第２のミラー２４２の間に配置されている。ビームスプリッタ２６で反射したレーザー光Ｌ（第１のレーザー光Ｌ１）は、第１のミラー２４１に向かって進行する。また、ビームスプリッタ２６を透過したレーザー光Ｌ（第２のレーザー光Ｌ２）は、第２のミラー２４２に向かって進行する。第１のレーザー光Ｌ１は、第１のミラー２４１の第１の反射面４３で反射し、その後、管６１内の流路６０に入射する。また、第２のレーザー光Ｌ２は、第２のミラー２４２の第２の反射面４４で反射し、その後、管６１内の流路６０に入射する。このような構成

によっても、第１のレーザー光Ｌ１と第２のレーザー光Ｌ２を流路６０内の計測点１０に向かって照射することができる。

[0058] 以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成し得るものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

符号の説明

[0059] １ ：計測装置
２ ：レーザー光照射装置
３ ：受光装置
９ ：処理装置
１０ ：計測点
２１ ：発光素子
２２ ：コリメーターレンズ
２３ ：回折格子
２５ ：移動装置
２６ ：ビームスプリッタ
３１ ：受光素子
３５ ：光通過孔
３６ ：入射口
３７ ：出射口
３８ ：箱体
４３ ：第１の反射面
４４ ：第２の反射面

６０　：流路

６１　：管

６２　：固定具

７１　：支持部材

７２　：被膜

２４１　：第１のミラー

２４２　：第２のミラー

３１２　：有効受光領域

３１３　：受光面

３５１　：内周面

Ｆ　：流体

Ｌ１　：第１のレーザー光

Ｌ２　：第２のレーザー光

Ｐ１　：第１の散乱光

Ｐ２　：第２の散乱光

Ｒ　：粒子

請求の範囲

[請求項1] 流路を流れる流体中の粒子の速度を計測するための計測装置であって、

前記流路内の計測点に向かって進行する第１のレーザー光と、第１のレーザー光と異なる方向から前記流路内の前記計測点に向かって進行する第２のレーザー光を照射するレーザー光照射装置と、

前記レーザー光照射装置から照射された第１のレーザー光と第２のレーザー光が前記計測点を通過する粒子に当たったときにそれぞれ生じる散乱光を受光する受光装置を備えており、

前記受光装置が、受光素子と、前記受光素子と前記流路の間に配置されている光透過性の支持部材と、前記支持部材の表面に配置されている遮光性の被膜を備えており、

前記計測点から前記受光素子に向かう方向に沿って前記支持部材と前記被膜を貫通する中空の光通過孔が形成されており、

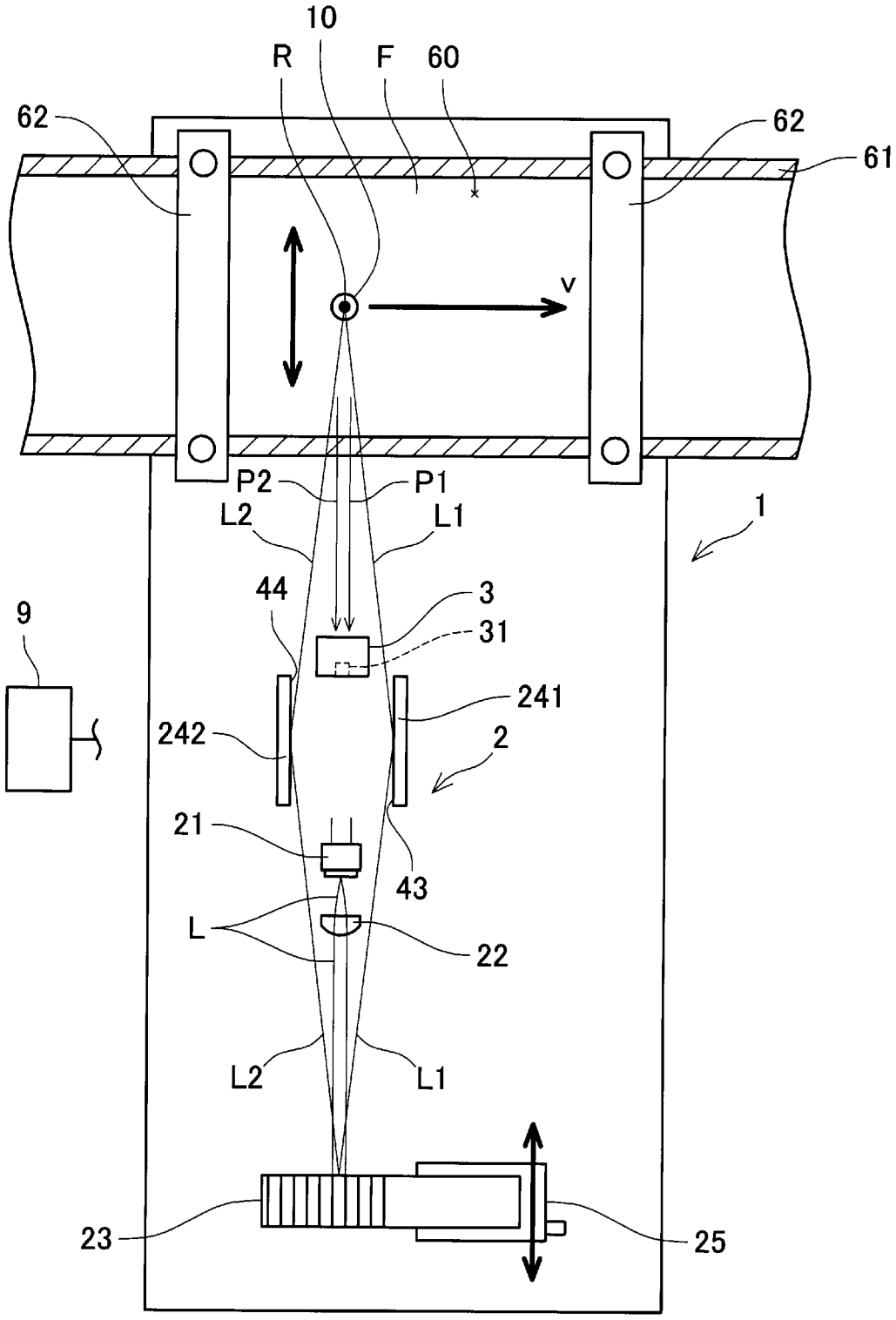
前記光通過孔の内周面の一部が前記光透過性の支持部材で構成され、前記内周面の他の一部が前記遮光性の被膜で構成されており、前記計測点を通過する粒子によって生じた散乱光が前記光通過孔を通過して前記受光素子に入射することを特徴とする、計測装置。

[請求項2] 前記被膜が、前記支持部材の前記受光素子側の表面に配置されていることを特徴とする、請求項１に記載の計測装置。

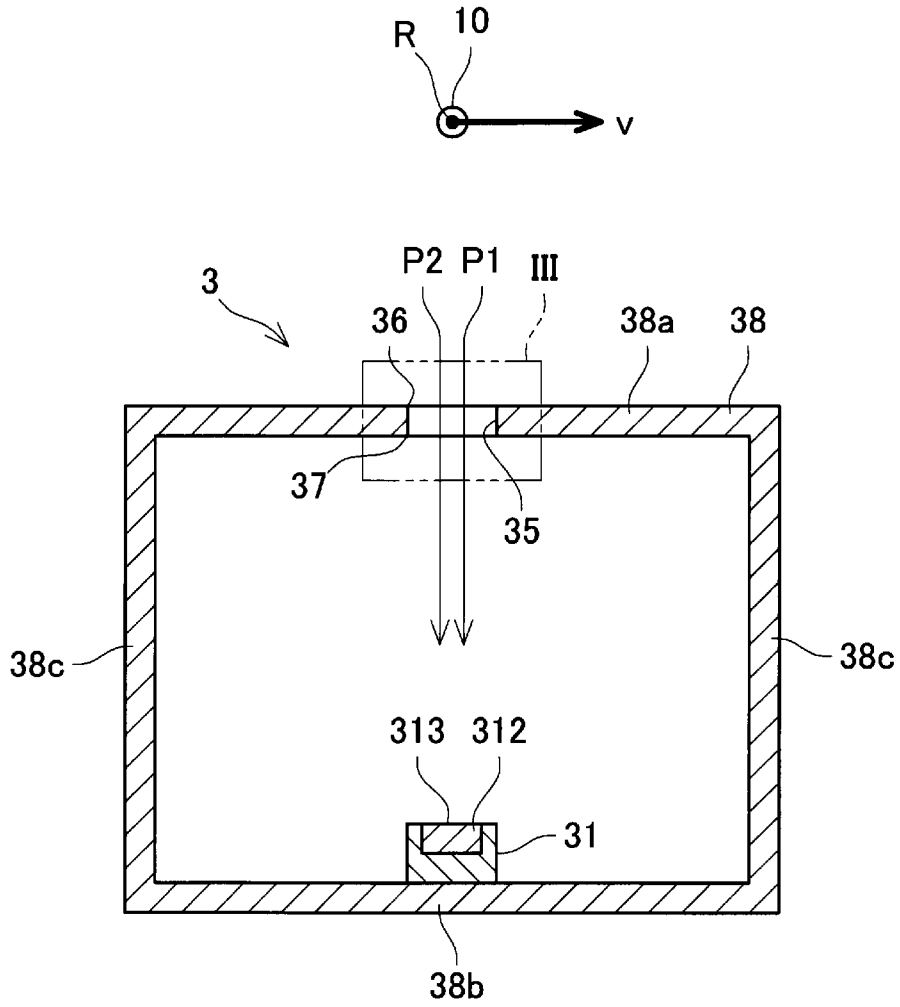
[請求項3] 流体中の粒子の速度を演算可能な処理装置を更に備えており、

前記処理装置は、流体の濃度に影響されずに流体中の粒子の速度を演算する第１の演算式と、角度を使わない数式構成で濃度に応じて変化する相対速度を演算する第２の演算式とに基づいて、流体の濃度を演算することを特徴とする、請求項１または２に記載の計測装置。

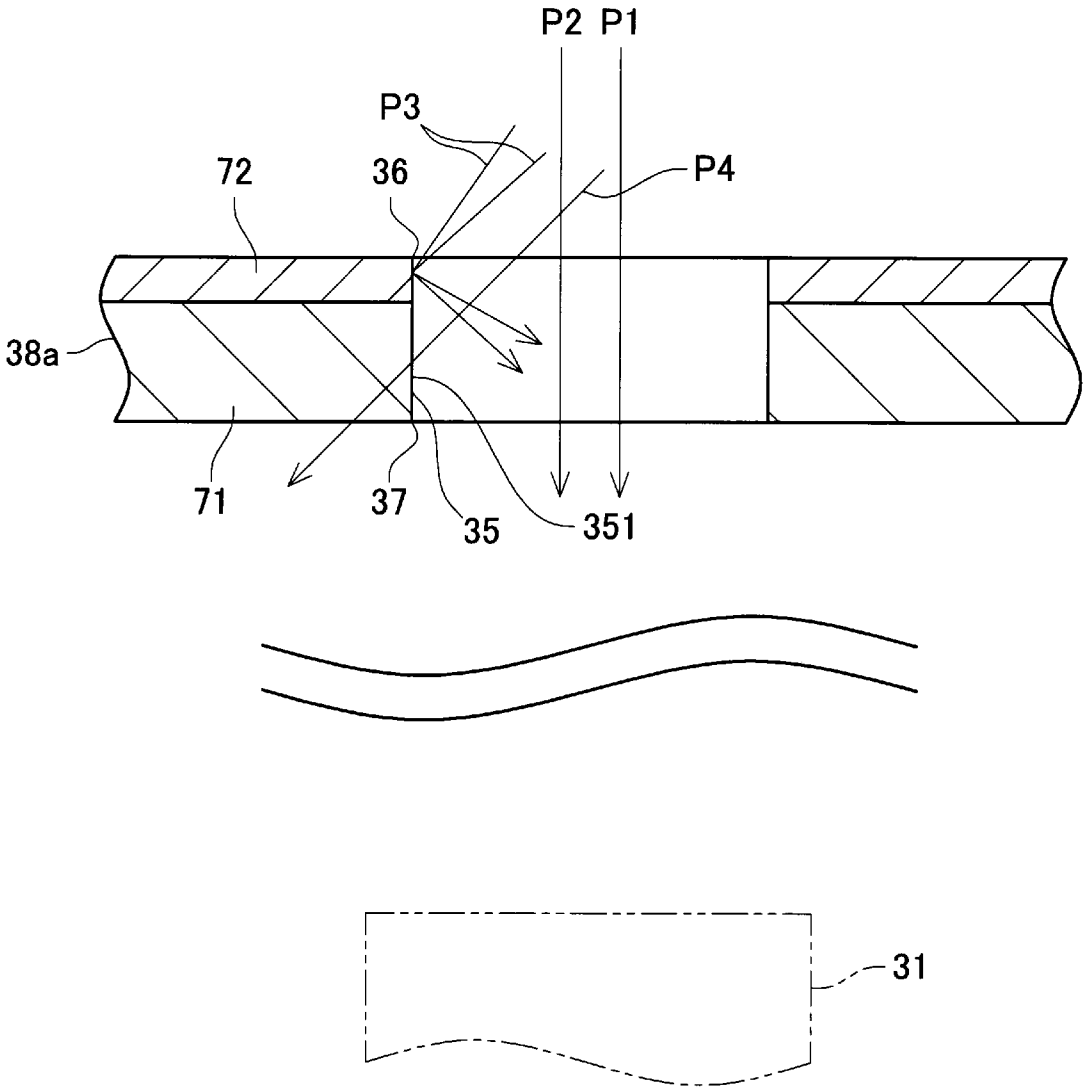
[図1]


10
R
F
60
62
62
61
v
P2
P1
L2
L1
1
44
3
31
9
241
242
2
21
43
L
22
L2
L1
23
25

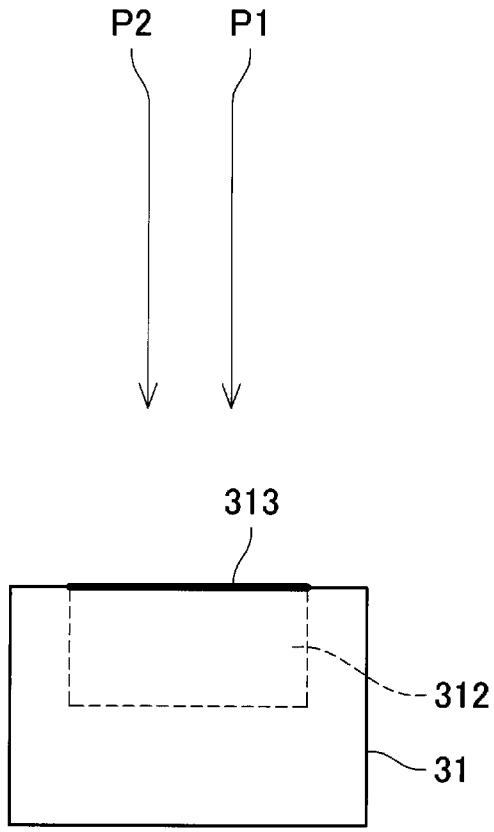
[図2]



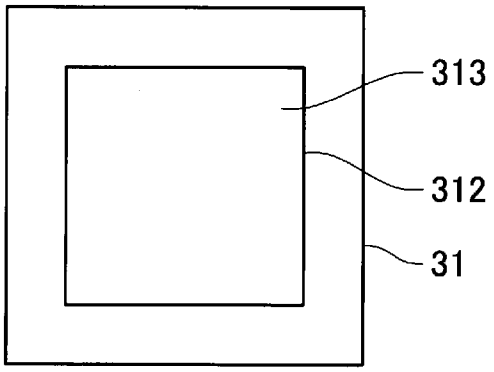
[図3]



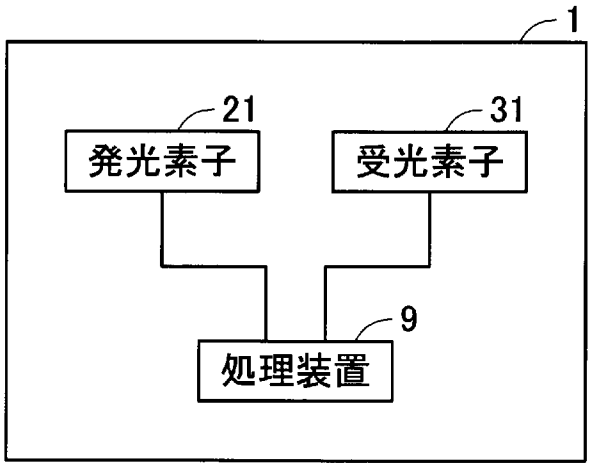
[図4]



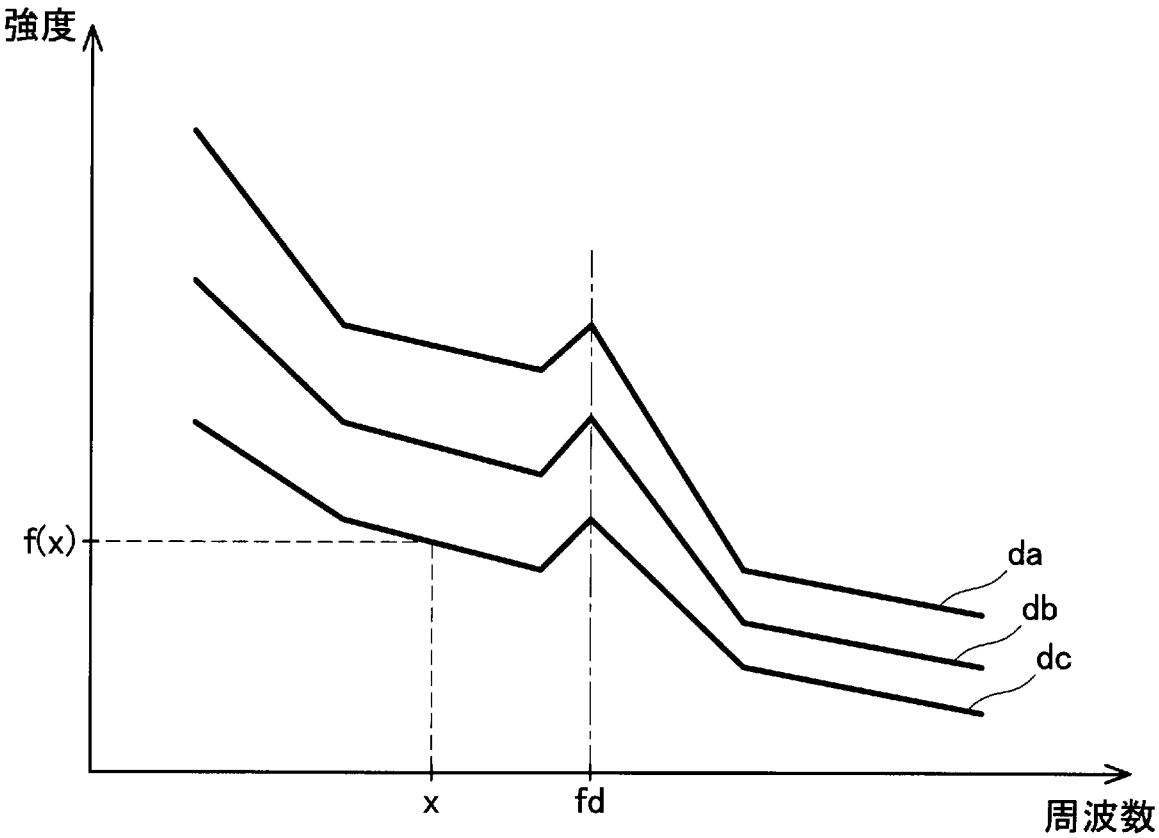
[図5]



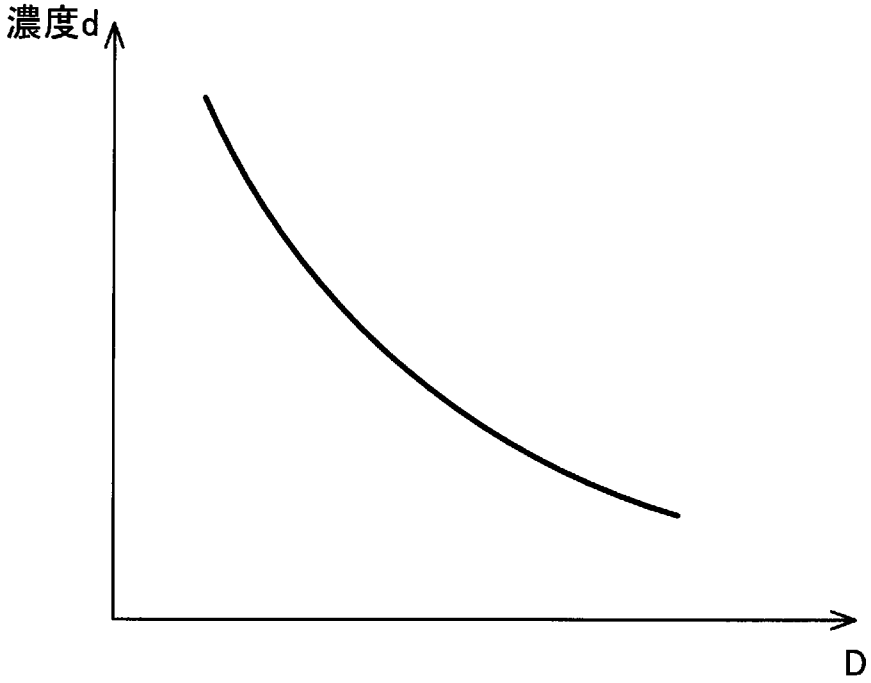
[図6]



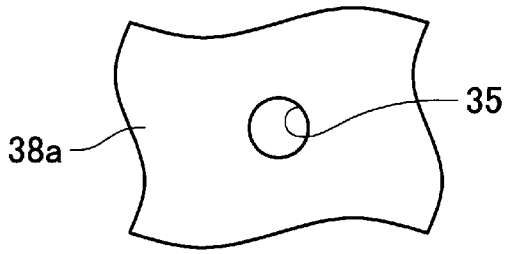
[図7]



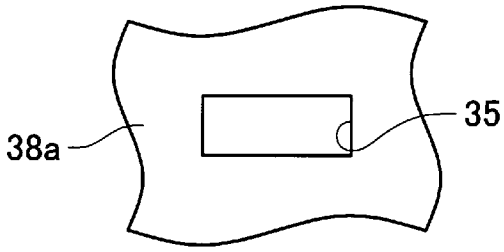
[図8]



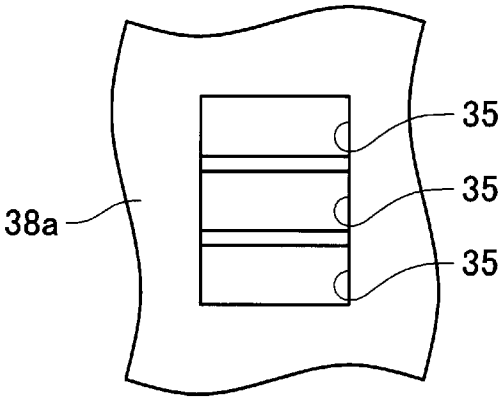
[図9]



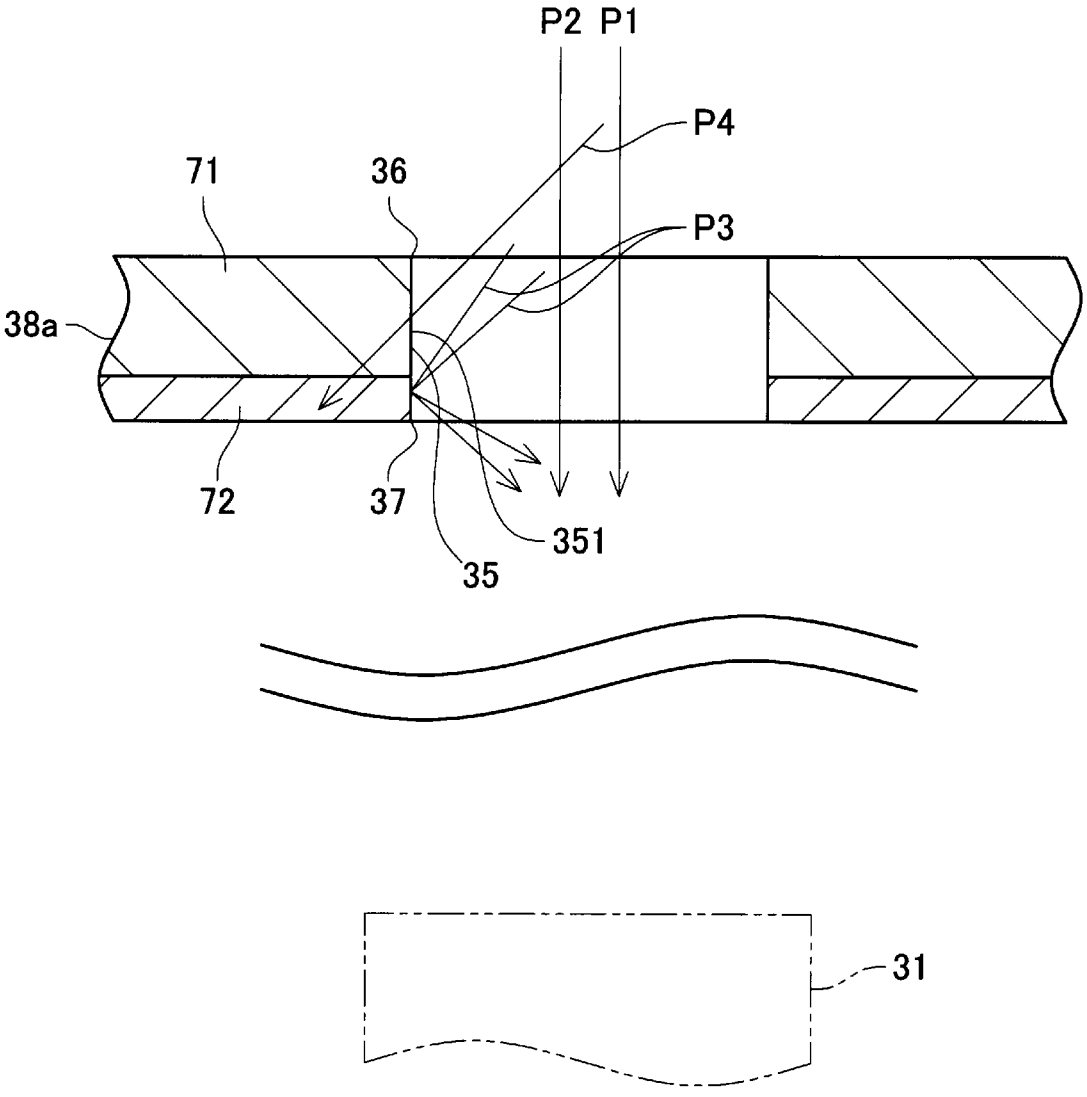
[図10]



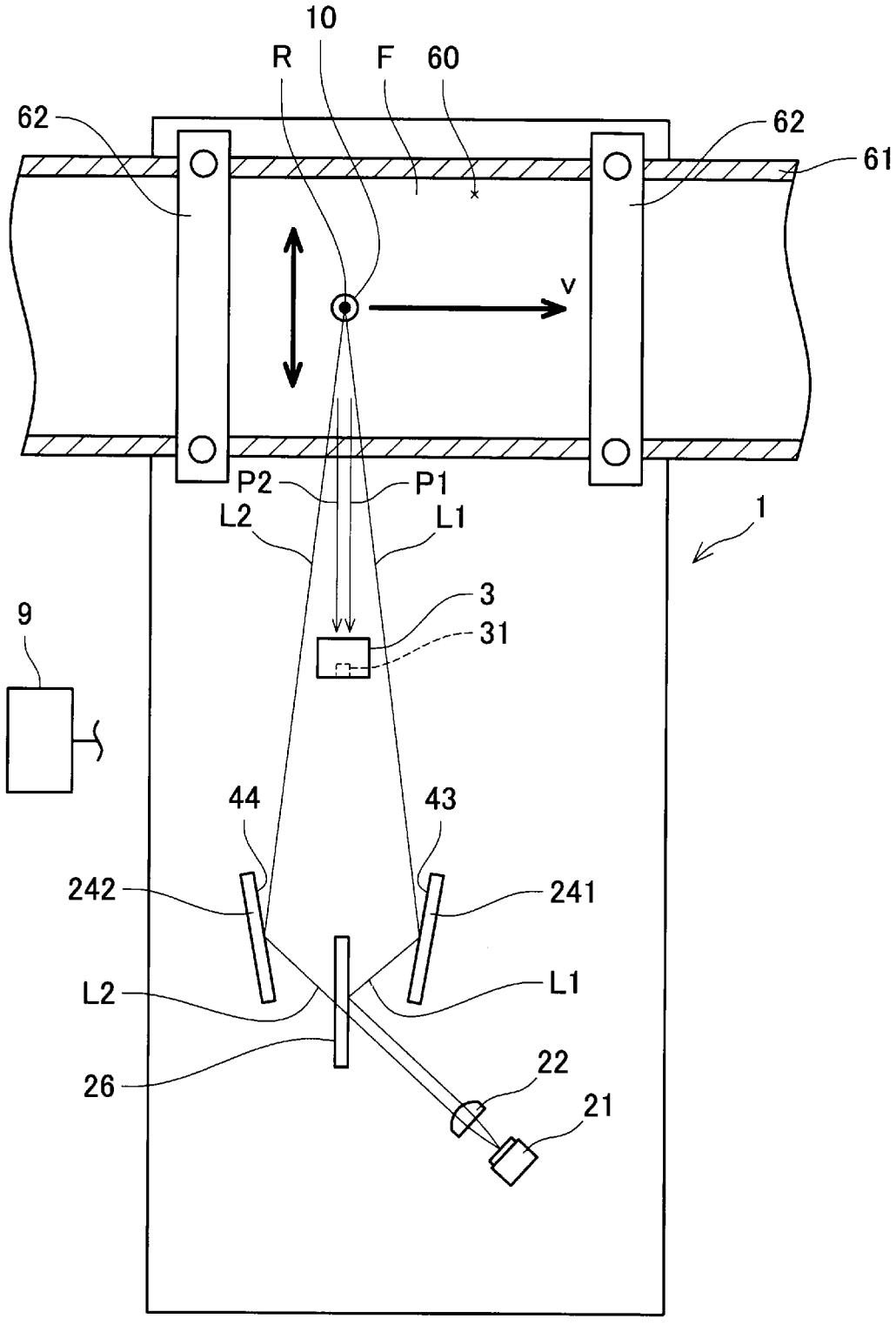
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/012168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01P5/26(2006.01)i, *G01P3/36*(2006.01)i

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)
G01P3/00-5/26, A61B5/02-5/0295, G01F1/66, G01S17/58

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/139029 A1 (Pioneer Corp.), 19 November 2009 (19.11.2009), entire text; all drawings & US 2011/0260176 A1	1-3
A	JP 2007-225923 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 06 September 2007 (06.09.2007), entire text; all drawings & CN 101371373 A & EP 1993148 A1 & KR 10-2008-0100332 A & TW 200802971 A & US 2009/0202251 A1 & WO 2007/097240 A1	1-3

☒ 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
12 June 2017 (12.06.17)	20 June 2017 (20.06.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/012168

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-229920 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 19 August 2004 (19.08.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-3
A	US 2004/0036873 A1 (DAM-HANSEN, Carsten), 26 February 2004 (26.02.2004), entire text; all drawings & AT 309545 T & AU 2003243924 A & DK 1520181 T & EP 1520181 A1 & WO 2004/005940 A1	1-3
A	US 4997272 A (IWK REGLER UND KOMPENSATOREN GMBH), 05 March 1991 (05.03.1991), entire text; all drawings & EP 333905 A1	1-3

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１２１６８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01P5/26(2006.01)i, G01P3/36(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01P3/00-5/26, A61B5/02-5/0295, G01F1/66, G01S17/58

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2009/139029 A1 (パイオニア株式会社) 2009.11.19, 全文,全図 & US 2011/0260176 A1	1-3
A	JP 2007-225923 A (浜松ホトニクス株式会社) 2007.09.06, 全文,全図 & CN 101371373 A & EP 1993148 A1 & KR 10-2008-0100332 A & TW 200802971 A & US 2009/0202251 A1 & WO 2007/097240 A1	1-3

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １２．０６．２０１７	国際調査報告の発送日 ２０．０６．２０１７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｆ　９２０６ 岡田　卓弥 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2004-229920 A (日本電信電話株式会社) 2004.08.19, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-3
A	US 2004/0036873 A1 (DAM-HANSEN, Carsten) 2004.02.26, 全文,全図 & AT 309545 T & AU 2003243924 A & DK 1520181 T & EP 1520181 A1 & WO 2004/005940 A1	1-3
A	US 4997272 A (IWK REGLER UND KOMPENSATOREN GMBH) 1991.03.05, 全文,全図 & EP 333905 A1	1-3