

(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
2016年12月1日(01.12.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/190016 A1

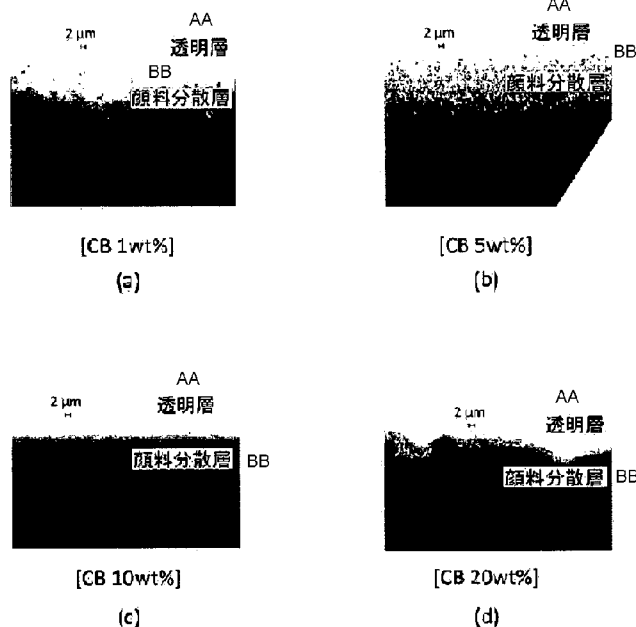
- (51) 国際特許分類:
G02B 5/00 (2006.01) G01N 21/03 (2006.01)
G02B 1/04 (2006.01) G01N 21/64 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/062774
- (22) 国際出願日: 2016年4月22日(22.04.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-107930 2015年5月27日(27.05.2015) JP
特願 2015-134803 2015年7月3日(03.07.2015) JP
- (71) 出願人: 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). ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区丸の内一丁目6番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 興 雄司(OKI Yuji); 〒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 金市(MORITA Kinichi); 〒1008150 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号 ウシオ電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 羽立 幸司(HADATE Koji); 〒8140001 福岡県福岡市早良区百道浜三丁目8番33号 福岡システムLSI総合開発センター 知的財産総合事務所 NEXPAT 内 Fukuoka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL MEMBER, LIGHT GUIDING MEMBER, AND METHOD FOR PRODUCING OPTICAL MEMBER

(54) 発明の名称: 光学部材、光導光部材、及び、光学部材を生産する方法

【図2】



AA Transparent layer
BB Dispersed pigment layer

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an optical member and the like which enable suppression of diffusion of stray light due to a pigment even when the optical member and the like are used adjacent to a light guiding part through which incident light is transmitted. The optical member configured to be used adjacent to the light guiding part through which the incident light is transmitted and to reduce the incident light is provided with a dispersed carbon particle part that is formed as a result of dispersion of carbon particles in a particular region in a silicone resin, whereby the carbon particles are stray light diffusion suppressing particles for suppressing the intensity of light being incident on the carbon particles and diffused.

(57) 要約: 本発明は、入射光を透過する導光部に隣接して用いられても顔料による迷光の散乱を抑制することが可能となる光学部材等の提供を目的とする。入射光を透過する導光部に隣接して用いられる、前記入射光を減光する光学部材であって、前記光学部材は、シリコン樹脂中の特定の領域に炭素粒子を分散させた炭素粒子分散部を備え、前記炭素粒子は、当該炭素粒子に入射して散乱する光の強度を抑制する迷光散乱抑制粒子である、光学部材である。



(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:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：

光学部材、光導光部材、及び、光学部材を生産する方法

技術分野

[0001] 本発明は、光学部材、光導光部材、及び、光学部材を生産する方法に関し、特に、入射光を透過する導光部に隣接して用いられる、前記入射光を減光する光学部材等に関する。

背景技術

[0002] 一般に、物質、分子、原子の発光現象を利用した発光分析の感度は非常に高い。また、試料に光を照射し、当該試料から放出される光を用いた分析も行われている。このような光分析の例として、吸光度法やレーザ有機蛍光法（Laser Induced Fluorescence：L I F）がある。

[0003] 近年、このような光測定器や光測定装置の携帯可能な程度までの小型化や測定の高性能化が要請されている。

[0004] ここで、光測定装置を小型化すると、装置内において、試料に光を照射するための光源と、試料からの観測光をモニタする検出器との距離が近くなる。光源からの照射光を試料に導く照射光学系を構成する導光路や、試料からの観測光を検出器に導光する観測光収集光学系を構成する導光路には、集光レンズや光学フィルタ等の光学素子が存在する。そのため、装置内の導光路を光が進行する際に発生する反射光や散乱光といった、測定においてノイズとなりうる迷光の影響は、装置が小型化するにつれて顕著になる。このような迷光は、装置筐体の内壁においても発生する。

[0005] 発明者らは、迷光の影響をできるだけ抑制し、光学測定装置の小型化を実現するために、顔料を少なくとも一部に含む樹脂を用いて光学系およびモノリシックな筐体を構成した光誘起蛍光測定器（特許文献１）を提案した。これはLIF装置に関するものである。

[0006] 具体的には、以下の構成の特徴を有する。（１）照射光学系を構成する導

光路、観測光収集光学系を構成する導光路の一部に、照射光及び観測光に対して透明な樹脂が充填されている。(2)これらの導光路を構成する透明樹脂を包囲するようにさらに樹脂を設ける。この樹脂には顔料が含有されている。(3)顔料は、迷光を吸収する特性を有する。顔料の含有量は、少なくとも迷光を全て吸収する量に設定されている。(4)透明樹脂と顔料含有樹脂との樹脂の材質は同じである。

[0007] 上記の構成により、例えば、以下の作用・効果を奏する。まず、透明樹脂と顔料含有樹脂との樹脂の材質を同じにすることにより、両樹脂が接触する界面において光の反射や散乱が抑制される。また、顔料含有樹脂に入射した迷光は、顔料により吸収される。そのため、導光路を構成する透明樹脂に戻ることはほとんどない。さらに、顔料含有樹脂から外部へ迷光が漏れることもない。そのため、迷光の複雑な多重反射がほとんど発生しない。結果として、観測光収集光学系は、複雑な多重反射に対応する必要がない。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2014-032064号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、顔料は粒子であり、迷光の吸収特性を有しているとはいえ、顔料に入射した迷光の一部は散乱される。迷光の波長と顔料粒子との大きさの関係により、迷光の一部の散乱は、Mie散乱になったり、Rayleigh散乱になったり、幾何学的散乱になったりする。

[0010] 特許文献1に記載の発明は、顔料の吸収特性について着目したものである。しかし、顔料粒子による迷光の散乱の影響までは十分に考慮されていない。

[0011] そこで、本発明は、入射光を透過する導光部に隣接して用いられても顔料による迷光の散乱を抑制することが可能となる光学部材等の提供を目的とす

る。

課題を解決するための手段

- [0012] 本発明の第1の観点は、入射光を透過する導光部に隣接して用いられる、前記入射光を減光する光学部材であって、前記光学部材は、シリコーン樹脂中の特定の領域に炭素粒子を分散させた炭素粒子分散部を備え、前記炭素粒子は、当該炭素粒子に入射して散乱する光の強度を抑制する迷光散乱抑制粒子である光学部材である。
- [0013] 本発明の第2の観点は、第1の観点の光学部材であって、前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、カーボンブラック粒子が含まれており、前記炭素粒子分散部の前記カーボンブラック粒子は、短径が $2\mu\text{m}$ 以下のカーボンブラック粒子のみである光学部材である。
- [0014] 本発明の第3の観点は、第1又は第2の観点の光学部材であって、前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、カーボンナノチューブが含まれている光学部材である。
- [0015] 本発明の第4の観点は、第2又は第3の観点の光学部材であって、前記特定の領域は、当該光学部材を前記導光部に隣接して用いた際に、前記導光部と当該光学部材との境界から特定の光の吸収長の深さまでの領域に相当する領域である光学部材である。
- [0016] 本発明の第5の観点は、第4の観点の光学部材であって、前記特定の光は、前記入射光とは異なるノイズ光である光学部材である。
- [0017] 本発明の第6の観点は、入射光を導光する光導光部材であって、前記入射光を透過し、前記入射光に対して透明なシリコーン樹脂を少なくとも一部に有する導光部と、前記導光部に隣接し、前記透明なシリコーン樹脂と同じ屈折率のシリコーン樹脂に炭素粒子を分散させた炭素粒子分散シリコーン樹脂を有する迷光吸収部とを備え、前記炭素粒子は、当該炭素粒子に入射して散乱する光の強度を抑制する迷光散乱抑制粒子である光導光部材である。
- [0018] 本発明の第7の観点は、第6の観点の光導光部材であって、前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、カーボンブラック粒子が含まれており、前記炭

素粒子分散部の前記カーボンブラック粒子は、短径が $2\mu\text{m}$ 以下のカーボンブラック粒子のみである、請求項6記載の光導光部材である。

[0019] 本発明の第8の観点は、第6又は第7の観点の光導光部材であって、前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、カーボンナノチューブが含まれている、光導光部材である。

[0020] 本発明の第9の観点は、入射光を透過する導光部に隣接して用いられる、前記入射光を減光する光学部材を生産する方法であって、硬化前の未硬化未分散シリコーン樹脂にカーボンブラックを分散させて未硬化分散済シリコーン樹脂を形成する分散ステップと、前記未硬化分散済シリコーン樹脂を硬化させて硬化済分散済シリコーン樹脂を形成する硬化ステップとを含み、前記分散ステップにおいて、前記未硬化未分散シリコーン樹脂に分散させる前記カーボンブラックの濃度が、 $5\text{wt}\%$ 以上かつ $20\text{wt}\%$ 以下である、光学部材を生産する方法である。

発明の効果

[0021] 本発明の各観点によれば、入射光を透過する導光部に隣接して用いられても散乱が起こりにくい減光する光学部材等を提供可能となる。

[0022] 本発明の第2の観点によれば、カーボンブラックが分散された樹脂を、入射光を透過する導光部に隣接して用いて、迷光の散乱抑制及び迷光の強度減衰を両立させることが可能となる。

[0023] 以下、カーボンブラック等の顔料の粒径は、粒子の短径を指す。顔料の粒径は、透明樹脂へ含有させる含有量（重量％）により、凝集が進み、粒径が大きくなる。光の波長を λ とすると、Rayleigh散乱による散乱の強度は $(1/\lambda^4)$ に比例する。よって、入射光の波長が長いほど散乱強度は小さくなる。他方、Mie散乱の場合、散乱光強度は $(1/\lambda^2)$ に比例し、Rayleigh散乱に比べて波長依存性が小さい。そのため、どの波長の光も比較的同等に散乱される。そのため、粒子径は、できるだけMie散乱の影響が小さくなるようにすることが好ましい。

[0024] 発明者らの研究の結果、透明樹脂に含有させる含有量（重量％）に応じて

凝集が進み、実質的に粒径が大きくなることが分かった。本発明は、本発明者らのこの知見に基づき、カーボンブラック顔料のシリコーン樹脂への含有量を適切に設定することにより、迷光が顔料に入射した際の散乱の影響を抑制可能としたものである。

[0025] 本発明の第3の観点によれば、カーボンナノチューブが分散された樹脂を、入射光を透過する導光部に隣接して用いて、迷光の散乱抑制及び迷光の強度減衰を両立させることが可能となる。カーボンブラック以外のカーボン系材料については、どのような散乱抑制の効果が期待できるかについて未知である。材料が異なれば、特性も大きく異なることも考えられる。本発明の第3の観点の効果は、発明者らが研究開発により明らかにしたカーボンナノチューブの光学特性に基づくものである。

[0026] また、本発明の第4の観点によれば、導光部から光学部材へ進入する光の散乱を特に抑えることが容易となる。

[0027] さらに、本発明の第5の観点によれば、具体的に光学部材を提供することがさらに容易となる。一般に、光測定で使用する波長はおよそ紫外光～可視光の範囲（200～780 nm）である。光測定において特に散乱を抑制すべきノイズ光の波長に基づいて光学部材を調整することが容易となる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]顔料含有シリコーン樹脂の遮光性の評価（散乱特性の評価）を実施するために作製した試料を示す図である。

[図2]図1の円板状試料において、カーボンブラックの濃度を（a）1 wt %、（b）5 wt %、（c）10 wt %、（d）20 wt %としたときの透明半円部と顔料半円部との界面の様子を観測結果を示す図である。

[図3]今回の測定に用いた散乱光強度の角度特性測定システムである。

[図4]カーボンブラックの濃度が（a）1 wt %、（b）5 wt %、（c）10 wt %、（d）20 wt %の試料における散乱光強度の角度特性分布を示す図である。

[図5]導光部の光出射側の状態の違いにより、望ましい散乱条件が異なること

を示す図である。

[図6]カーボンナノチューブの濃度が0.17wt%、0.83wt%、1.7wt%、10wt%の試料における散乱光強度の角度特性分布を示す図である。

[図7]光学部材の迷光吸収特性を比較するための光学系の模式図であり、(a)直線、(b)45度曲げ、(c)90度曲げの光学系の図である。

[図8]光学部材の曲げ角度と入射レーザービームの減衰率との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、図面を参照して、本発明の実施例について述べる。なお、本発明の実施の形態は、以下の実施例に限定されるものではない。

実施例 1

[0030] 顔料含有シリコン樹脂の遮光性の評価（散乱特性の評価）を実施するために、図1に示すような円板状試料1を作製した。円板状試料1は、円板状の透明なシリコン樹脂であり、透明なシリコン樹脂からなる透明半円部3と顔料が含有されたシリコン樹脂からなる顔料半円部5とを有する。透明なシリコン樹脂としては、PDMS樹脂（信越シリコン（登録商標）製：シリコン印象材SIM-360）を使用した。

[0031] また、顔料含有シリコン樹脂は、上記PDMSに顔料を分散させて形成した。具体的には、まず上記SIM-360の主剤にカーボンブラック（信越シリコン（登録商標）製：KE-COLOR-BL）を投入し、公転自動ミキサー（KURABO（登録商標）製：KK-505）にて攪拌した。攪拌作業は、公転数1440rpm、自転数1008rpm、攪拌時間200secの攪拌条件にて2回実施した。

[0032] 円板状試料1として、PDMSに分散させるカーボンブラックの濃度を変えて、4種類作製した。具体的には、上記PDMSに分散させるカーボンブラックの濃度を1wt%、5wt%、10wt%、20wt%とした。また、PDMSの硬化時間は1時間とした。

[0033] なお、上記カーボンブラックの濃度を20wt%より大きくした場合、上記SIM-360の主剤に投入されたカーボンブラックは、上記SIM-360の主剤内にて凝集が顕著となり、上記主剤とカーボンブラックが複数箇所分離するようになった。この分離した状態で公転自動ミキサーで攪拌しても、上記主剤とカーボンブラックとの分離は解消されず、上記主剤にカーボンブラックを分散させることは不可能であった。よって、主剤とカーボンブラックとの分離が起こらないようにするには、カーボンブラック濃度を20wt%以下とすればよいことが分かった。

[0034] 図2に、上記円板状試料において、カーボンブラックの濃度を(a)1wt%、(b)5wt%、(c)10wt%、(d)20wt%としたときの透明半円部と顔料半円部との界面の様子を観測結果を示す。観測倍率は400倍である。この観測図は、上記界面及び界面近傍における波長532nmの光の透過光の強度をモニタしたものを示す。

[0035] 観測の結果、カーボンブラックの粒径は、ほぼ約0.5~2.0 μ mであった。ここで、カーボンブラック濃度1wt%、5wt%、10wt%の場合、カーボンブラックの粒径は、上記範囲内にほぼ全て収まり、粒径のバラつきは比較的小さいことが分かった。

[0036] 他方、カーボンブラックの濃度が20wt%の場合、ほとんどのカーボンブラックの粒径は、カーボンブラック濃度1wt%、5wt%、10wt%のときと同様、ほぼ約0.5~2.0 μ mの範囲に収まった。しかし、ところどころ、カーボンブラックの凝集が発生していた。他の実験にて確認したところ、このカーボンブラックの凝集は、カーボンブラックの濃度が10wt%を超えたところで発生することが分かった。

[0037] すなわち、カーボンブラック濃度が1wt%、5wt%、10wt%のときは凝集が発生せず、カーボンブラックを分散させたシリコーン樹脂（ゴム）としての特性が維持できた。

[0038] カーボンブラック濃度が10wt%を超えると、カーボンブラックの凝集が始まった。しかしながら、20wt%まではカーボンブラックの粒径は、

2 μ m以下であった。

[0039] カーボンプラック濃度が10 wt %を超えると、カーボンプラックの凝集に起因し、カーボンプラックの粒径で2 μ mを超えるものがでてきた。さらに、上記したように、濃度が20 wt %を超えると、濃度によってはPDMSの主剤とカーボンプラックがところどころ分離するようになった。

[0040] なお、シリコン樹脂であるPDMS樹脂の硬化時間が、現状のもの（ここでは1時間）よりも短縮可能となるPDMSが開発されれば、カーボンプラック濃度が20 wt %を超えてもカーボンプラックの粒径が2 μ m以下で、上記主剤とカーボンプラックの分離が発生しないようにすることも可能となりうる。

[0041] しかしながら、現状のPDMS樹脂の性能では、実用的なカーボンプラック濃度は、20 wt %以下となる。

[0042] また、透明半円部3と顔料半円部5との界面は、カーボンプラックの濃度が10 wt %、20 wt %のとき、ある程度明確に画定されるようになっている。すなわち、カーボンプラック粒子が界面に沿って密集していることが確認された。

[0043] 次に、カーボンプラック濃度1 wt %、5 wt %、10 wt %、20 wt %の試料における散乱光強度の角度特性を測定した。

[0044] 図3は、今回の測定に用いた散乱光強度の角度特性測定システム11である。図3に示すように、円板状試料1は、回転軸13を有する回転ステージ15に設置される。

[0045] 回転軸13は、回転軸13から回転軸13の軸方向と直交する方向に延びる分岐部17を有する。分岐部17は、光源支持部19の支柱21に連結されている。光源支持部19は、支柱21と、支柱21から分岐された光源固定部23とからなる。光源固定部23には、波長532 nmのレーザービームを放出するDPSSLレーザー光源25が固定されている。

[0046] DPSSLレーザー光源25から放出されるレーザービーム27は、図3に示すように、下方向に進行し、回転ステージ15の回転軸13に設けられた反射

ミラー支持部 29 に支持された反射ミラー 31 により折り返され、円板状試料 1 に入射する。ここで、反射ミラー 31 は、円板状試料 1 の透明半円部 3 と顔料半円部 5 との境界面 7 に対してレーザビーム 27 が 45 度の入射角で入射するように調整されている。

[0047] 円板状試料 1 は、上記したように、透明半円部 3 と顔料半円部 5 とからなる。ここで、両半円部を構成するシリコン樹脂は同種の樹脂であるので、屈折率も同じである。よって、円板状試料 1 に入射したレーザビーム 27 の境界面 7 における界面反射は、基本的に生じない。

[0048] 上記したように、レーザビーム 27 は境界面 7 にて界面反射されることなく顔料半円部 5 に入射する。カーボンブラックとシリコン樹脂とは材質が異なり、屈折率が互いに異なる。そのため、このカーボンブラックに到達したレーザビーム 27 は、カーボンブラックにより吸収されたり、散乱されたりする。

[0049] カーボンブラックの吸収係数は、波長 532 nm のレーザビーム 27 に対して $7.2 \times 10^2 / \text{cm}$ である。そのため、カーボンブラックに到達したレーザビーム 27 は、カーボンブラックに強く吸収される。カーボンブラックにて吸収されなかったレーザビーム 27 は、当該カーボンブラックにより様々な方向に散乱される。上記散乱光のうち、顔料半円部 5 から透明半円部 3 へ進行したものは、透明半円部 3 から外部へと放出される。

[0050] 透明半円部 3 から外部へとレーザビーム 27 が放出される側には、図 3 に示すように、幅 2 mm × 上下方向の長さ 30 mm の開口部分を有するスリット 33 と、スリット 33 を透過する光を集光する集光レンズ 35 と、集光レンズ 35 で集光されるレーザビーム 27 の強度を計測するためのフォトダイオードからなるディテクタ 37 とを有する散乱光測定部 39 が設けられる。散乱光測定部 39 は、ディテクタ 37 へ入射する光をスリット 33 により限定している。

[0051] 他方、上記したように、円板状試料 1 と DPSS レーザ光源 25 と反射ミラー 31 は、回転軸 13 と分岐部 17 で連結されている光源支持部 19 及び

反射ミラー支持部 29 により、一体となって保持されている。よって、回転軸 13 を回転させても、円板状試料 1 へ入射する DPSS レーザ光源 25 からの光の入射角は維持される。

[0052] この状態で回転ステージ 15 の回転軸 13 を回転させることにより、上記入射角を維持したまま、透明半円部 3 から外部へと放出されるレーザビーム 27 の散乱光の一部が散乱光測定部 39 のスリット 33 へ導光されるように調整することが可能となる。

[0053] 上記したように、スリット 33 は、図 3 に示すように、入射光の入射角を固定している。そのため、回転ステージ 15 の回転軸 13 を回転させることにより、特定の角度方向に散乱された光の強度のみ散乱光測定部 39 で測定することができる。すなわち、円板状試料 1 から放出される散乱光強度の角度特性を測定することが可能となる。

[0054] 図 4 は、カーボンブラックの濃度が (a) 1 wt %、(b) 5 wt %、(c) 10 wt %、(d) 20 wt % の試料における散乱光強度の角度特性分布を示す図である。

[0055] 図 4 に示す角度特性分布において、各角度方向の線分の長さは、散乱光強度を示す。よって、各線分の先端を結ぶ曲線がなす面積は、試料に入射したレーザビームの積分反射強度（散乱強度）を示す。

[0056] 図 4 (a) ~ (d) から明らかなように、カーボンブラックの濃度が 1 wt % のときは、積分反射強度（散乱強度）が大きい。よって、透明なシリコーン樹脂からなる導光路における迷光を吸収するために、顔料（カーボンブラック）を分散させたシリコーン樹脂にてこの導光路を包囲して、導光路からの迷光を当該顔料分散シリコーン樹脂で吸収させる場合、カーボンブラックの濃度が 1 wt % のときは、顔料分散シリコーン樹脂からの散乱光の影響を無視できなくなるときがあると考えられる。

[0057] 他方、カーボンブラックの濃度が 5 wt %、10 wt %、20 wt % の場合、積分反射強度（散乱強度）が小さい。そのため、上記迷光吸収用の顔料分散シリコーン樹脂は、十分な機能を果たせると考えられる。

- [0058] カーボンブラックの濃度が 1 w t %のときの積分反射強度（散乱強度）が大きい理由は必ずしも明らかではないが、以下のように考えられる。カーボンブラックの濃度が 1 w t %の場合、各カーボンブラック粒子間の距離が大きく、多重散乱の影響が大きいものと考えられる。すなわち、1 個のカーボンブラックからの散乱光が他のカーボンブラックに衝突しさらに散乱する場合、各カーボンブラック粒子間の距離が大きいため、各カーボンブラック間の空間を通過して、透明半円部 3 へ進行する確率が高いものと考えられる。
- [0059] ここで、透明なシリコン樹脂からなる導光路と、上記透明なシリコン樹脂と同じ材質からなり、上記導光路からの迷光に対して吸収特性を有する顔料（カーボンブラック）が分散されたシリコン樹脂である顔料分散シリコン樹脂とを準備し、上記導光路を上記顔料分散シリコン樹脂により包囲した 2 層構造のシリコン樹脂からなる光学系を考える。
- [0060] 上記構造の光学系において、導光路を構成する透明なシリコン樹脂と顔料分散シリコン樹脂とが同質の材料であるので、両樹脂間の界面における光の界面反射は発生しない。よって、導光路から顔料分散シリコン樹脂に入射する迷光は、そのまま上記顔料分散シリコン樹脂に入射し、その大部分はカーボンブラックにより吸収される。
- [0061] なお、カーボンブラックに到達したが吸収されなかった迷光は、カーボンブラック表面において散乱することとなる。その散乱光（反射光）の一部は、場合によっては、導光路に再び入射することもある。
- [0062] よって、導光路からの迷光の影響を小さくするための上記 2 層構造のシリコン樹脂からなる光学系は、（１）できるだけカーボンブラックにおける積分反射強度（散乱強度）が小さく、（２）できるだけカーボンブラックにおける後方散乱強度が小さい方が望ましい。
- [0063] 発明者らが計算したところ、カーボンブラックの粒径が 2.0 μm より大きくなると散乱が大きくなり、例えば 2 層構造のシリコン樹脂からなる光学系における散乱条件（１）及び（２）についても実用的でなくなることが分かった。

- [0064] そのため、顔料分散シリコーン樹脂におけるカーボンブラックの粒径を $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$ とすることが好ましい。また、カーボンブラックの濃度を $5 \sim 20 \text{ wt} \%$ とすることが好ましい。
- [0065] また、上記（１）及び（２）は、導光路を構成する透明なシリコーン樹脂と顔料分散シリコーン樹脂との界面形状により、その重要性に順列がつく。
- [0066] 図５は、導光部の光出射側の状態の違いにより、望ましい散乱条件が異なることを示す図である。図５（ａ）に示すように、信号である光５１が通過する導光部５３の出射端５５が顔料分散シリコーン樹脂５７で閉じておらず開放されているとする。また、出射端５５が光信号を受信するセンサ５９（例えば、光強度を測定する光センサ）である場合を考える。この場合、迷光６０が顔料分散シリコーン樹脂５７に入射したときの顔料分散シリコーン樹脂５７からの散乱光６１（ノイズ光）は、できるだけ小さく、特にセンサ５９に届かないことが望まれる。すなわち、（１）積分反射強度（散乱強度）が小さい方がより重要となる。
- [0067] 他方、図５（ｂ）に示すように、信号である光６３が通過する導光部６５の出射端６７が顔料分散シリコーン樹脂６９により閉塞されていて、信号である光６３を顔料分散シリコーン樹脂６９に全て吸収させたい場合を考える。この場合、顔料分散シリコーン樹脂６９からの散乱光７１（ノイズ光）は、できるだけ小さく、後方に進行しないことが望まれる。すなわち、（２）後方散乱強度が小さい方がより重要となる。
- [0068] なお、発明者らが先に提案した顔料を少なくとも一部に含む樹脂を用いて光学系およびモノリシックな筐体を構成した光誘起蛍光測定器（特許文献１）のように、透明なシリコーン樹脂からなる光導光部は、必ずしも透明なシリコーン樹脂で全て充填されている状態である必要はなく、空間を有していてもよい。
- [0069] ここで、顔料分散シリコーン樹脂について、光学濃度（OD値）が６となるときのシリコーン樹脂の厚みを調査した。ここで光の波長は 532 nm とした。

[0070] カーボンブラック濃度が1 w t %のとき、 $OD = 0.3$ （透過率50%）となるときのシリコン樹脂の厚みは約0.1 mmであった。すなわち、透明なシリコン樹脂からなる導光路を顔料分散シリコン樹脂で包囲した構造の光学系を有するマイクロチップを構成する場合、カーボンブラック濃度が1 w t %のときに $OD = 6$ を実現するためには、顔料分散シリコン樹脂の厚みが1.9 mm（約2 mm）となる。さらに、透明シリコン樹脂からなる導光路も導光路として機能するためにある程度の厚みが必要となる。

[0071] よって、上記マイクロチップを作製する場合、マイクロチップの上下方向の厚みを考えるとカーボンブラック濃度が1 w t %のときには、透明導光路の厚み+透明導光路の上部を包囲する顔料分散シリコン樹脂の厚み約2 mm+透明導光路の下部を包囲する顔料分散シリコン樹脂の厚み約2 mmとなる。すなわち上記マイクロチップの厚みは、少なくとも透明導光路の厚み+約4 mmとなり、マイクロチップとしては厚膜化してしまう。そのため、顔料分散シリコン樹脂を作製する際、カーボンブラック濃度を1 w t %以下とするのは好ましくない。

[0072] 他方、カーボンブラック濃度が5 w t %のとき、 $OD = 6$ を実現するための顔料分散シリコン樹脂の厚みは0.4 mmとなる。よって、上記マイクロチップの上下方向の厚みは、透明導光路の厚み+0.8 mmとなり、マイクロチップのサイズを実用的な大きさとすることが可能となる。よって、顔料分散シリコン樹脂を作製する際、カーボンブラック濃度は、少なくとも5 w t %以上とすることが好ましい。

[0073] 以上をまとめると、シリコン樹脂にカーボンブラックを分散させて遮光機能を有する光学部材を製造する場合、カーボンブラック濃度を $C_{0.6}$ とすると、製造された光学部材は、 $C_{0.6}$ に応じて以下のような特性となった。

（1） $C_{0.6} \leq 5 \text{ w t \%}$ ・・・積分反射強度（散乱強度）が大きくなり、遮光機能が乏しい。また、上記2層構造のマイクロチップを製造する場合、 $OD = 6$ を実現するためには、マイクロチップの厚みが厚くなりすぎる。

（2） $5 \text{ w t \%} \leq C_{0.6} \leq 10 \text{ w t \%}$ ・・・カーボンブラックの凝集が発生

せず、シリコーン樹脂（ゴム）としての特性の維持が可能。また、カーボンブラックの粒径は、 $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$ となる。

(3) $10 \text{ wt} \% \leq C_{\text{cb}} \leq 20 \text{ wt} \% \cdots$ カーボンブラックの凝集が発生する場合がある。また、凝集が起きてない領域のカーボンブラックの粒径は、 $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$ となる。

(4) $20 \text{ wt} \% < C_{\text{cb}} \cdots$ カーボンブラックの凝集に起因し、カーボンブラックの粒径で $2 \mu\text{m}$ を超えるものが出てくる。また、ある程度カーボンブラックの濃度が大きくなると、濃度によってはPDMSの主剤SIM-360とカーボンブラックが完全に分離するようになり、シリコーン樹脂にカーボンブラックを分散させることが不可能となる。

[0074] すなわち、マイクロチップに使用するために、シリコーン樹脂にカーボンブラックを分散させて遮光機能を有する光学部材（本願請求項における「光学部材」及び「迷光吸収部」の一例）を製造する場合には、 $5 \text{ wt} \% \leq C_{\text{cb}} \leq 20 \text{ wt} \%$ が好ましく、 $5 \text{ wt} \% \leq C_{\text{cb}} \leq 10 \text{ wt} \%$ がさらに好ましい。このような光学部材を入射光を透過（導光）する導光部（本願請求項における「導光部」の一例）に隣接して用いることにより、迷光やノイズ光がセンサに入ることを抑制することが可能な光導光部材（本願請求項における「光導光部材」の一例）を製造可能となる。

[0075] 他方、上記製造方法に基づき製造される光学部材に分散されるカーボンブラックの大きさ D_{cb} は、 $D_{\text{cb}} \leq 2.0 \mu\text{m}$ のとき、積分反射強度（散乱強度）が小さくなり、良好な遮光性能を有することが分かった。また、 $D_{\text{cb}} > 2.0 \mu\text{m}$ のとき、積分反射強度が大きくなり、良好な遮光性能を実現することが難しくなることが分かった。

[0076] 上記光学部材を製造するためには、硬化前のシリコーン印象材SIM-360の主剤（本願請求項における「未硬化未分散シリコーン樹脂」の一例）に所望の濃度のカーボンブラックを投入して攪拌により分散させる（本願請求項における「分散ステップ」の一例）。続いて、分散後のシリコーン樹脂（本願請求項における「未硬化分散済シリコーン樹脂」の一例）を1時間か

けて硬化させて顔料分散シリコーン樹脂（本願請求項における「硬化済分散シリコーン樹脂」の一例）を得る（本願請求項における「硬化ステップ」の一例）。

[0077] なお、ノイズ光（本願請求項における「ノイズ光」の一例）が届かない領域においては、カーボンブラックの大きさに起因して積分反射強度が大きくなっても問題ない。そのため、ノイズ光の吸収長の深さまでの領域（本願請求項における「特定の領域」及び「特定の光の吸収長の深さまでの領域」の一例）で $D_{0.0} \leq 2.0 \mu\text{m}$ であれば、好ましいマイクロチップを製造可能であるといえる。

実施例 2

[0078] 続いて、カーボン系顔料としてカーボンナノチューブ（米国C N a n o社製：F l o t u b e 9 0 0 0）を用い、実施例1と同様に、図1に示す円板状試料1、及び、図3の散乱光強度の角度特性測定システム11において迷光の散乱抑制性能の試験を行った。なお、性能を比較するために、カーボン系顔料としてカーボンブラック（信越シリコーン（登録商標）製：K E - C O L O R - B L）も用いた。

[0079] 円板状試料1として、まず、PDMSに分散させるカーボンナノチューブの濃度を変えて、3種類作製した。また、比較例としてカーボン系材料をカーボンブラックとしたものを1種類作製した。具体的には、カーボンナノチューブを用いたものについては、上記PDMSに分散させるカーボンナノチューブの濃度を0.17wt%、0.83wt%、1.7wt%とした。また、カーボンブラックを用いたものについては、上記PDMSに分散させるカーボンブラックの濃度を10wt%とした。また、PDMSの硬化時間は1時間とした。

[0080] なお、カーボンナノチューブの形状は全体的にほぼ均一であり、平均直径は10～15nmであり、平均長さは10 μm であった。

[0081] 一方、カーボンブラックの形状はばらつきが存在する。このカーボンブラックが分散されたPDMS樹脂を観察したところ、カーボンブラックの粒径

は、ほぼ約0.5～2.0 μm の範囲内にほぼ全て収まり、粒径のバラつきは比較的小さかった。

[0082] まず、カーボンナノチューブ濃度0.17 wt %、0.83 wt %、1.7 wt %、カーボンブラック濃度10 wt %の試料における散乱光強度の角度特性を測定した。

[0083] 図6は、カーボンナノチューブの濃度が0.17 wt %、0.83 wt %、1.7 wt %、カーボンブラックの濃度が10 wt %の試料における散乱光強度の角度特性分布を示す図である。

[0084] 図6に示す角度特性分布において、原点0から各曲線までの長さ（距離）は、散乱光強度を示す。よって、各曲線がなす面積は、試料に入射したレーザービームの積分反射強度（散乱強度）を示す。

[0085] 図6から明らかなように、3種類の濃度のカーボンナノチューブを顔料として使用した場合はいずれも、カーボンブラックを顔料として使用した場合と比較すると積分反射強度（散乱強度）が小さい。

[0086] 実施例1で提案しているように、透明なシリコーン樹脂からなる導光路における迷光を吸収するために、顔料（カーボンブラック）を分散させたシリコーン樹脂にてこの導光路を包囲して、導光路からの迷光を当該顔料分散シリコーン樹脂で吸収させる場合、カーボンブラックの濃度が10 wt %のときは積分反射強度（散乱強度）が小さく、上記迷光吸収用の顔料分散シリコーン樹脂は、十分な機能を果たせる。

[0087] カーボンナノチューブを顔料とする場合、上記したように10 wt %の濃度のカーボンブラックを用いる場合より更に散乱光強度が小さいので、カーボンナノチューブを分散した迷光吸収用のシリコーン樹脂は、カーボンブラックを使用する場合より更に良好で、十分な機能を果たせると考えられる。

[0088] 顔料としてカーボンナノチューブを用いた場合の積分反射強度（散乱強度）が、カーボンブラックを用いた場合の積分反射強度（散乱強度）より顕著に小さくなる理由は必ずしも明らかではないが、以下のように考えられる。

[0089] カーボンブラックは一般的に粒子構造であるが、カーボンナノチューブは

線状構造である。よって、シリコーン樹脂中に分散したカーボンナノチューブの向き（配光）と散乱光の進行方向との相対関係が、散乱の抑制効果の向上に適した関係となっているものと考えられる。

[0090] また、カーボンナノチューブの濃度が0.17wt%、0.83wt%、1.7wt%の場合について比較すると、図6から明らかなように、積分反射強度（散乱強度）は、濃度が0.83wt%のときが一番小さい。よって、カーボンナノチューブを使用した場合、積分反射強度（散乱強度）をできるだけ小さくすることが可能な最適なカーボンナノチューブ濃度は、0.17～1.7wt%の濃度範囲内に存在するものと考えられる。

[0091] 上記したように、カーボンナノチューブを顔料として使用した場合はいずれも、カーボンプラックを顔料として使用した場合と比較すると積分反射強度（散乱強度）が小さいのでカーボンナノチューブを分散した迷光吸収用のシリコーン樹脂は、カーボンプラックを使用する場合より更に良好で、十分な機能を果たせると考えられる。

[0092] これを確認するために、図7に示すような光学系を構築し、カーボンナノチューブを分散した迷光吸収用のシリコーン樹脂とカーボンプラックを分散した迷光吸収用のシリコーン樹脂の迷光吸収特性を比較した。

[0093] 図7に示すように、入射面の面積が2mm×1mm、長さ50mmの透明なPDMS樹脂からなる導光路と、この導光路を包囲するカーボン系顔料が分散された顔料分散シリコーン樹脂とからなる2層構造の光学部材を準備する。図7では、理解を容易にするために、透明なPDMS樹脂からなる導光路の上面側が剥き出しとなっているが、実際は、透明導光路の両端部以外は顔料分散シリコーン樹脂により包囲されている。

[0094] 上記構造の光学系において、導光路を構成する透明なシリコーン樹脂と顔料分散シリコーン樹脂とが同質の材料であるので、両樹脂間の界面における光の界面反射は発生しない。よって、導光路から顔料分散シリコーン樹脂に入射する迷光は、そのまま上記顔料分散シリコーン樹脂に入射し、その大部分はカーボン系顔料により吸収される。

[0095] 図7(a)のような光学部材において、当該光学部材のA端から、例えばビーム径が1mmである波長532nmのレーザ光を入射する。導光路の部分が透明なPDMS樹脂が充填されている構造ではなく単なる空洞であっても、レーザ光の広がりや導光路自体による吸収を無視すれば、レーザ光の一部が顔料分散PDMS樹脂にすることもないので、導光路のA端からB端までレーザビームが進行する際、レーザビームは減衰しない。

[0096] 一方、図7(b)、(c)のように、45度、90度と光学部材を曲げた場合、導光路のA端から入射したレーザビームは顔料分散PDMS樹脂に衝突し、衝突したレーザビームの殆どは顔料分散PDMSに吸収されるので、レーザビームは減衰する。光学部材の曲げ角度が大きくなるほど、導光路のA端から入射したレーザビームが導光路を包囲する顔料PDMS樹脂に衝突する割合が高くなる。すなわち、B端へ到達するレーザビームの強度は小さくなる。

[0097] そこで、3つの光学部材（光学部材1、光学部材2、光学部材3）を用意し、当該光学部材の曲げ角度と入射レーザビームの減衰率との関係を調べた。3つの光学部材の構成は以下の通りである。

光学部材1は、導光路が空洞であって、顔料分散PDMSには濃度10wt%のカーボンプラックが分散している構造である。

光学部材2は、導光路が透明なPDMS樹脂が充填されている構造であって、顔料分散PDMSには濃度10wt%のカーボンプラックが分散している構造である。

光学部材3は、導光路が透明なPDMS樹脂が充填されている構造であって、顔料分散PDMSには濃度0.83wt%のカーボンナノチューブが分散している構造である。

[0098] 図8に、光学部材1、光学部材2、光学部材3について、光学部材の曲げ角度と入射レーザビームの減衰率との関係を示す。なお、光学部材1（空洞導光路／カーボンプラック分散樹脂）において、曲げ角度0度のときのB端におけるレーザビーム強度を100%とした。

[0099] 図8に示すように、導光路が空洞であって、カーボンブラックが分散した顔料分散樹脂により上記空洞が包囲されている光学部材1の場合、曲げ角度が30度のときB端でのレーザビーム強度が10%まで減衰するが、曲げ角度が90度となってもレーザビーム強度は10%前後である。すなわち、減衰率は $1/10$ ($OD=1$) のままあまり変わらない。これは、A端から入射するレーザビームにおいて、フレネル反射が大きなs偏光成分が、空洞導光路を包囲する顔料分散PDMS樹脂表面での反射によりB端まで導光されてしまうためと考えられる。

[0100] 一方、導光路が透明なPDMS樹脂からなり、カーボンブラックが分散した顔料分散樹脂により上記空洞が包囲されている光学部材2の場合、曲げ角度が30度のときのレーザビーム強度は6%程度で減衰率は $1/6$ 程度 ($OD=1.2$ 程度) であり、曲げ角度が60度のときのレーザビーム強度は0.005%程度で減衰率は $5/1000$ 程度 ($OD=2.3$ 程度) となった。

[0101] 光学部材1と比べて光学部材2のときの減衰率が良好であるのは、光学部材2においては、導光路を構成する透明なPDMS樹脂とカーボンブラック顔料分散PDMS樹脂とが同質の材料であるので、両樹脂間の界面における光の界面反射は発生しないためであると考えられる。すなわち、光学部材1のときのようなS偏光成分のフレネル反射が、光学部材2では発生しないためであると考えられる。

[0102] さらに、導光路が透明なPDMS樹脂からなり、カーボンナノチューブが分散した顔料分散樹脂により上記空洞が包囲されている光学部材3の場合、曲げ角度が30度のときに既にレーザビーム強度が0.005%程度で減衰率が $1/20000$ 程度 ($OD=4.3$ 程度) となり、曲げ角度が45度のときはレーザビームを観測することができなかった。測定器の観測限界が $OD=5.5$ 程度であったので、曲げ角度が45度のときは $OD=6$ を達成できている可能性がある。

[0103] このように、曲げ角度30度以上では、顔料分散PDMSをカーボンナノ

チューブとしたとき、当該顔料をカーボンブラックとしたときと比較すると飛躍的な迷光の消光効果が得られることが分かった。これは、上記したようにカーボンナノチューブの方がカーボンブラックより積分反射強度（散乱強度）が小さいので、光学部材のB端にまで到達する散乱光の強度が著しく小さいためと考えられる。

[0104] すなわち、カーボン系顔料としてカーボンナノチューブを採用し当該カーボンナノチューブが分散した樹脂部分が入射光を透過する導光部に隣接して用いた場合の迷光の散乱の抑制は、顔料がカーボンブラックのときよりも更に効果的であり、迷光の強度を更に良好に減衰させることが可能となる。

符号の説明

[0105] 1・・・円板状試料、3・・・透明半円部、5・・・顔料半円部、7・・・境界面、11・・・角度特性測定システム、13・・・回転軸、15・・・回転ステージ、17・・・分岐部、19・・・光源支持部、21・・・支柱、23・・・光源固定部、25・・・DPSSレーザ光源、27・・・レーザビーム、29・・・反射ミラー支持部、31・・・反射ミラー、33・・・スリット、35・・・集光レンズ、37・・・ディテクタ、39・・・散乱光測定部、51・・・光、53・・・導光部、55・・・出射端、57・・・顔料分散シリコーン樹脂、59・・・センサ、60・・・迷光、61・・・散乱光、63・・・光、65・・・導光部、67・・・出射端、69・・・顔料分散シリコーン樹脂、71・・・散乱光

請求の範囲

- [請求項1] 入射光を透過する導光部に隣接して用いられる、前記入射光を減光する光学部材であって、
- 前記光学部材は、シリコン樹脂中の特定の領域に炭素粒子を分散させた炭素粒子分散部を備え、
- 前記炭素粒子は、当該炭素粒子に入射して散乱する光の強度を抑制する迷光散乱抑制粒子である、光学部材。
- [請求項2] 前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、カーボンブラック粒子が含まれており、
- 前記炭素粒子分散部の前記カーボンブラック粒子は、短径が $2\ \mu\text{m}$ 以下のカーボンブラック粒子のみである、請求項1記載の光学部材。
- [請求項3] 前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、カーボンナノチューブが含まれている、請求項1又は2記載の光学部材。
- [請求項4] 前記特定の領域は、当該光学部材を前記導光部に隣接して用いた際に、前記導光部と当該光学部材との境界から特定の光の吸収長の深さまでの領域に相当する領域である、請求項2又は3記載の光学部材。
- [請求項5] 前記特定の光は、前記入射光とは異なるノイズ光である、請求項4記載の光学部材。
- [請求項6] 入射光を導光する光導光部材であって、
- 前記入射光を透過し、前記入射光に対して透明なシリコン樹脂を少なくとも一部に有する導光部と、
- 前記導光部に隣接し、前記透明なシリコン樹脂と同じ屈折率のシリコン樹脂に炭素粒子を分散させた炭素粒子分散シリコン樹脂を有する迷光吸収部とを備え、
- 前記炭素粒子は、当該炭素粒子に入射して散乱する光の強度を抑制する迷光散乱抑制粒子である、光導光部材。
- [請求項7] 前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、カーボンブラック粒子が含まれており、

前記炭素粒子分散部の前記カーボンブラック粒子は、短径が $2\mu\text{m}$ 以下のカーボンブラック粒子のみである、請求項6記載の光導光部材。

[請求項8] 前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、カーボンナノチューブが含まれている、請求項6又は7記載の光導光部材。

[請求項9] 入射光を透過する導光部に隣接して用いられる、前記入射光を減光する光学部材を生産する方法であって、

硬化前の未硬化未分散シリコーン樹脂にカーボンブラックを分散させて未硬化分散済シリコーン樹脂を形成する分散ステップと、

前記未硬化分散済シリコーン樹脂を硬化させて硬化済分散済シリコーン樹脂を形成する硬化ステップとを含み、

前記分散ステップにおいて、前記未硬化未分散シリコーン樹脂に分散させる前記カーボンブラックの濃度が、 $5\text{wt}\%$ 以上かつ $20\text{wt}\%$ 以下である、光学部材を生産する方法。

補正された請求の範囲
[2016年9月30日(30.09.2016)国際事務局受理]

- [請求項1] (補正後) 入射光を透過する導光部に隣接して用いられる、前記入射光を減光する光学部材であって、
前記光学部材は、シリコーン樹脂中の特定の領域に炭素粒子を分散させた炭素粒子分散部を備え、
前記炭素粒子は、当該炭素粒子に入射して散乱する光の強度を抑制する迷光散乱抑制粒子であり、
前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、短径が $0.5\mu\text{m}$ 以上かつ $2.0\mu\text{m}$ 以下のカーボンブラック粒子が含まれている、光学部材。
- [請求項2] (補正後) 前記炭素粒子分散部の前記カーボンブラック粒子の濃度は、 $5\text{wt}\%$ 以上かつ $20\text{wt}\%$ 以下である、請求項1記載の光学部材。
- [請求項3] 前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、カーボンナノチューブが含まれている、請求項1又は2記載の光学部材。
- [請求項4] 前記特定の領域は、当該光学部材を前記導光部に隣接して用いた際に、前記導光部と当該光学部材との境界から特定の光の吸収長の深さまでの領域に相当する領域である、請求項2又は3記載の光学部材。
- [請求項5] 前記特定の光は、前記入射光とは異なるノイズ光である、請求項4記載の光学部材。
- [請求項6] (補正後) 入射光を導光する光導光部材であって、
前記入射光を透過し、前記入射光に対して透明なシリコーン樹脂を少なくとも一部に有する導光部と、
前記導光部に隣接し、前記透明なシリコーン樹脂と同じ屈折率のシリコーン樹脂に炭素粒子を分散させた炭素粒子分散シリコーン樹脂を有する迷光吸収部とを備え、
前記炭素粒子は、当該炭素粒子に入射して散乱する光の強度を抑制する迷光散乱抑制粒子であり、

前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、短径が $0.5\mu\text{m}$ 以上かつ $2.0\mu\text{m}$ 以下のカーボンブラック粒子が含まれている、光導光部材。

[請求項7] (補正後) 前記炭素粒子分散部の前記カーボンブラック粒子の濃度は、 $5\text{wt}\%$ 以上かつ $20\text{wt}\%$ 以下である、請求項6記載の光導光部材。

[請求項8] 前記炭素粒子分散部の前記炭素粒子には、カーボンナノチューブが含まれている、請求項6又は7記載の光導光部材。

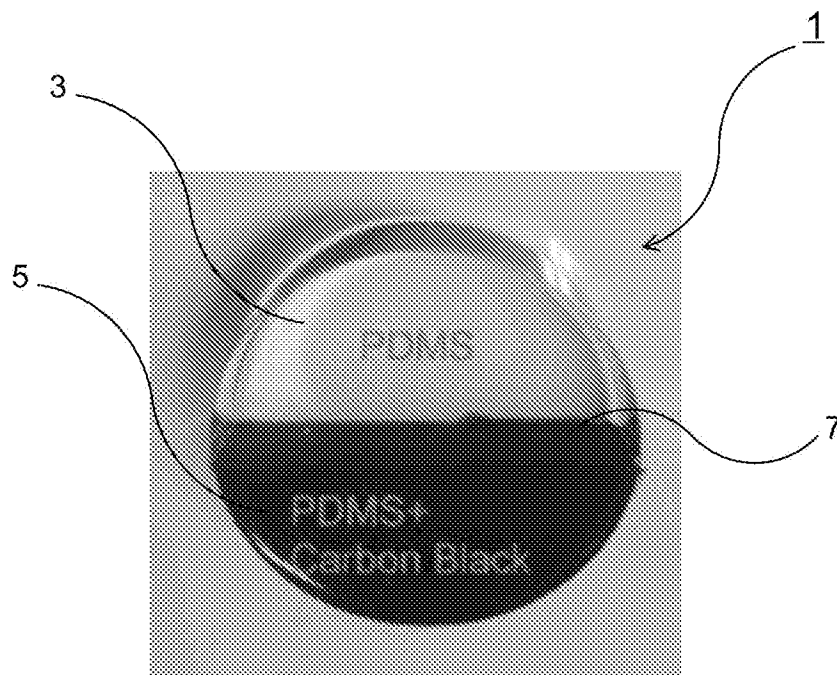
[請求項9] 入射光を透過する導光部に隣接して用いられる、前記入射光を減光する光学部材を生産する方法であって、

硬化前の未硬化未分散シリコーン樹脂にカーボンブラックを分散させて未硬化分散済シリコーン樹脂を形成する分散ステップと、

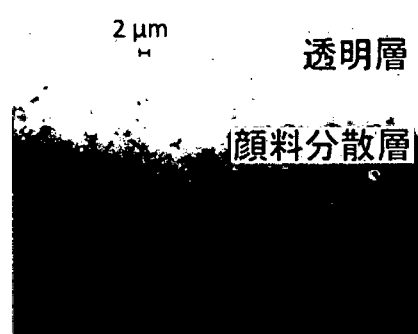
前記未硬化分散済シリコーン樹脂を硬化させて硬化済分散済シリコーン樹脂を形成する硬化ステップとを含み、

前記分散ステップにおいて、前記未硬化未分散シリコーン樹脂に分散させる前記カーボンブラックの濃度が、 $5\text{wt}\%$ 以上かつ $20\text{wt}\%$ 以下である、光学部材を生産する方法。

[図1]

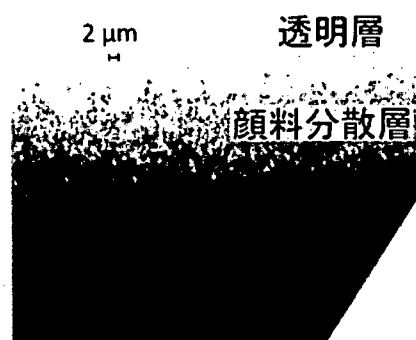


[図2]



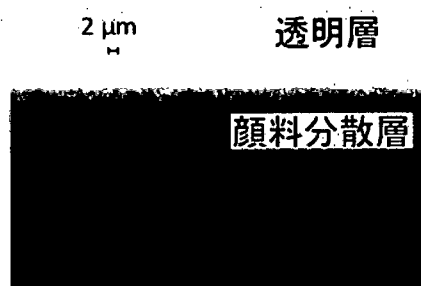
[CB 1wt%]

(a)



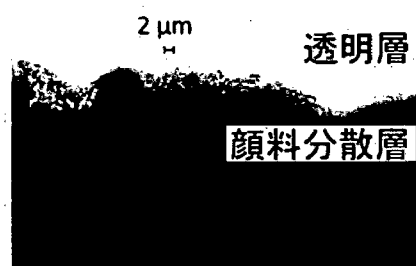
[CB 5wt%]

(b)



[CB 10wt%]

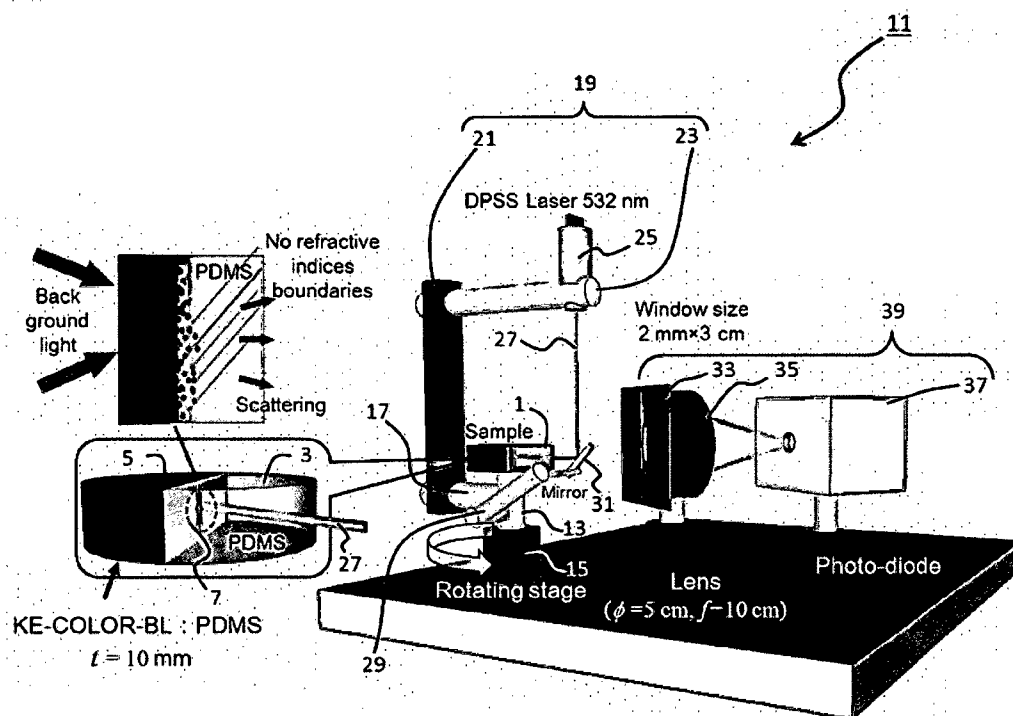
(c)



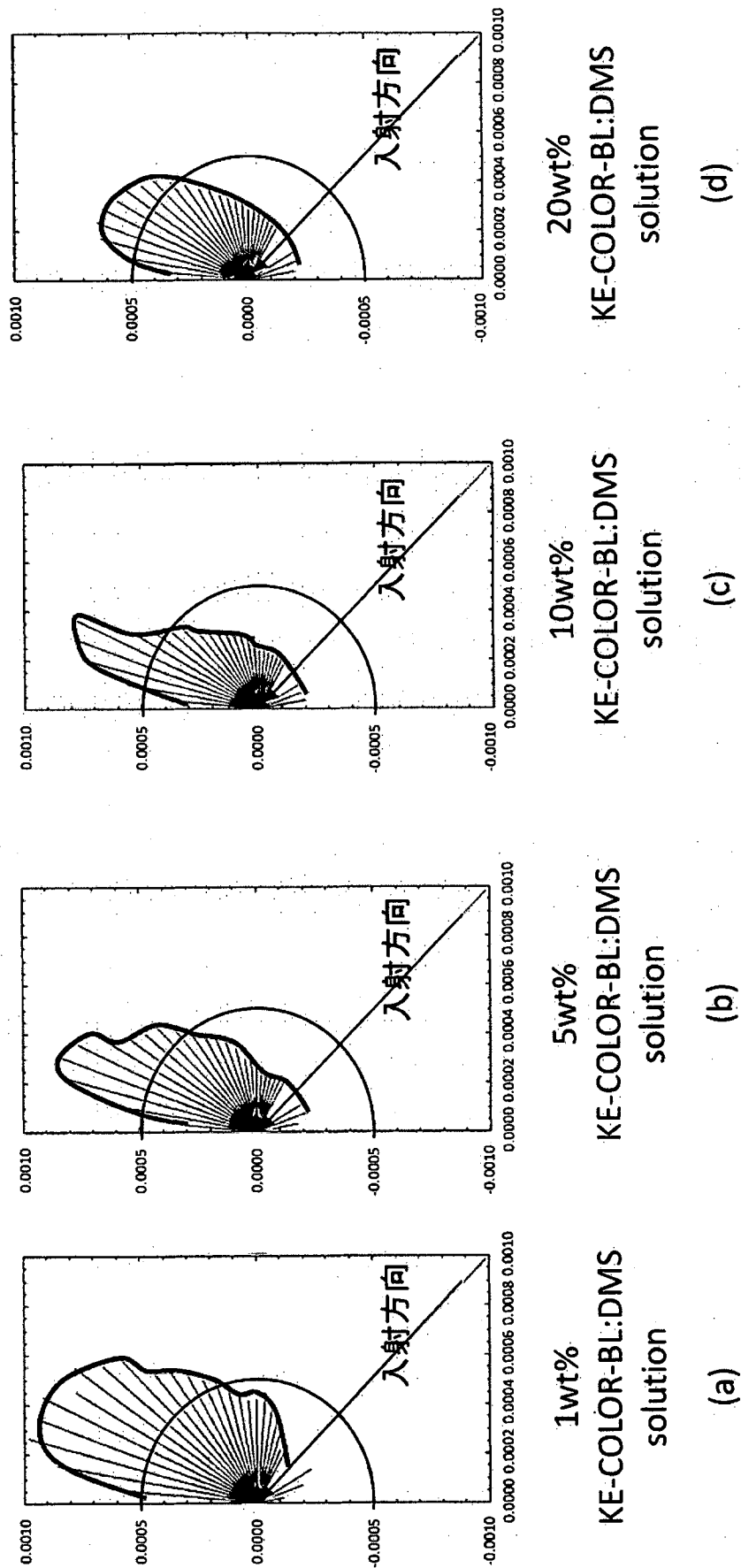
[CB 20wt%]

(d)

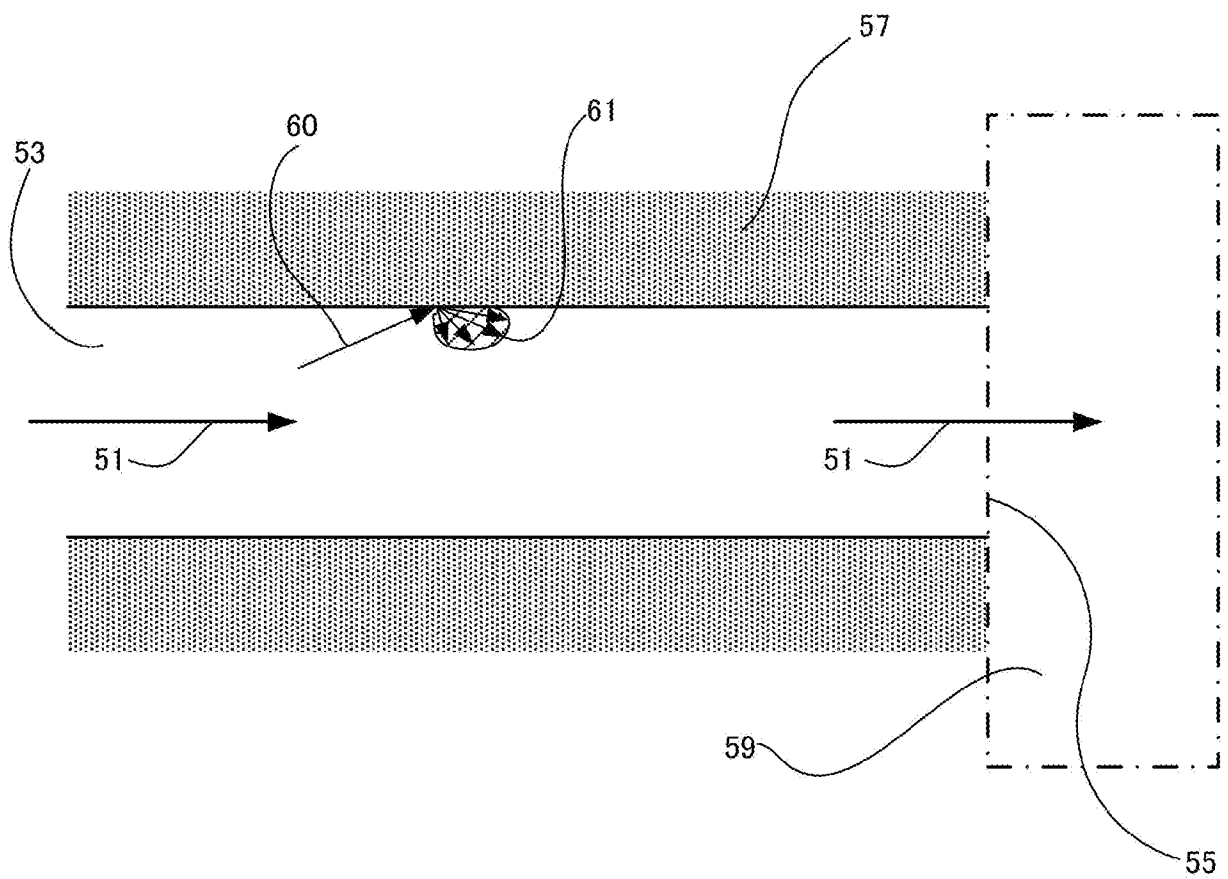
[図3]



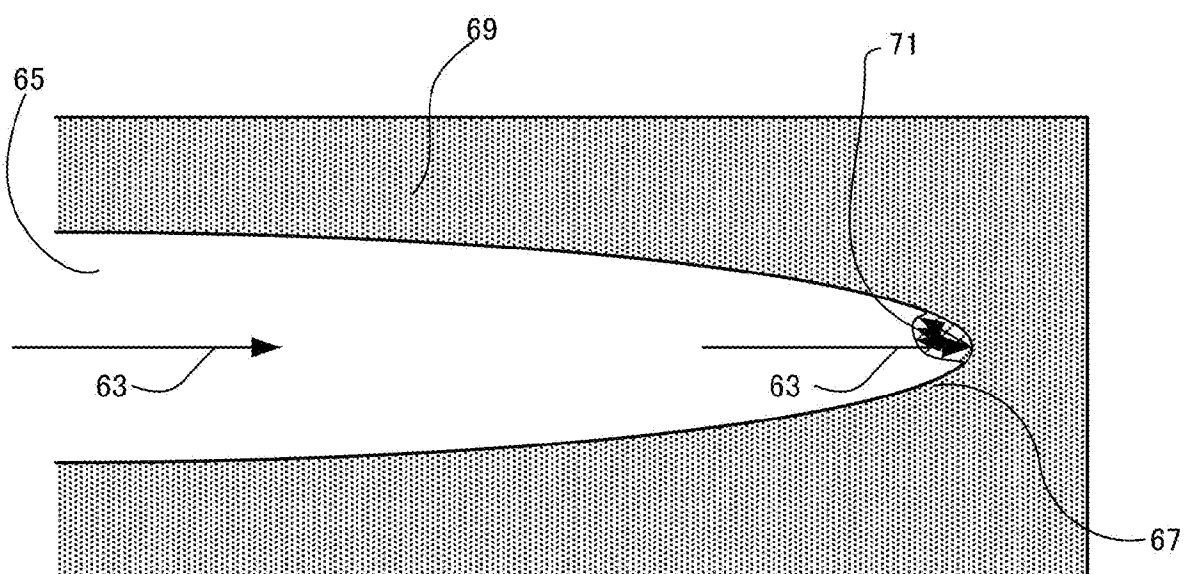
[図4]



[図5]

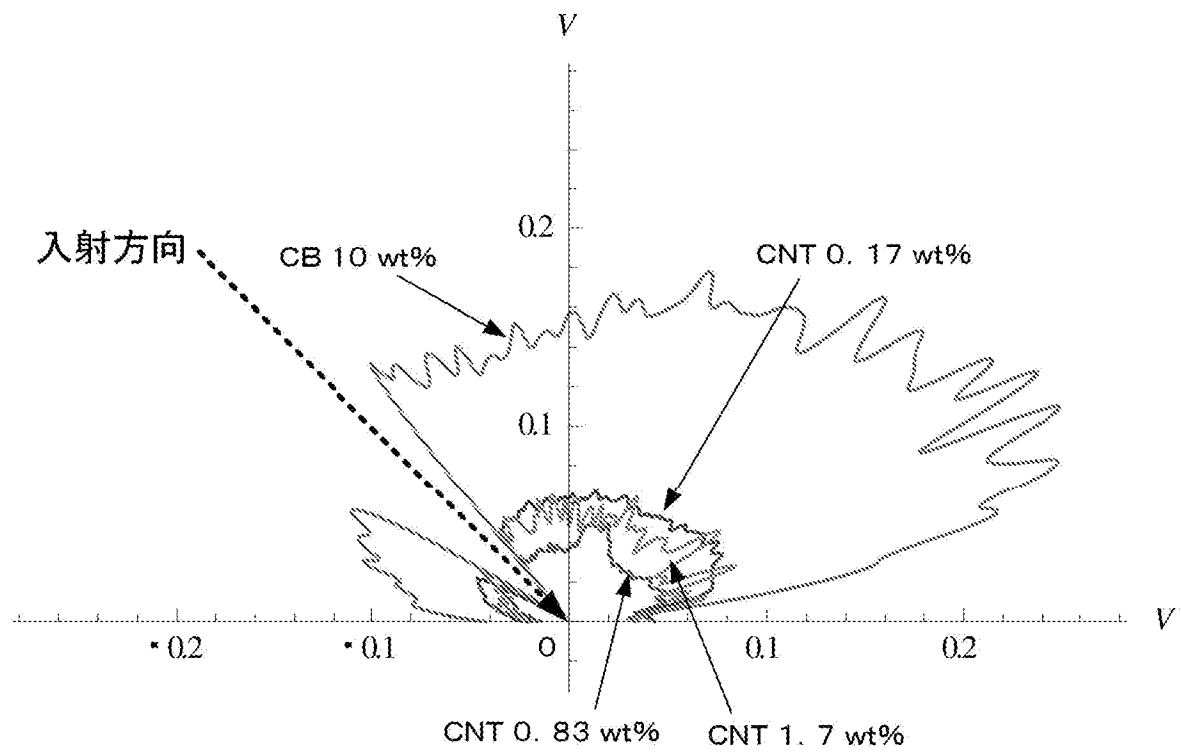


(a)

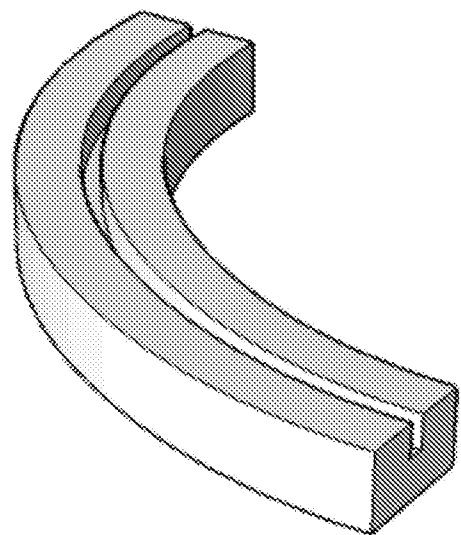
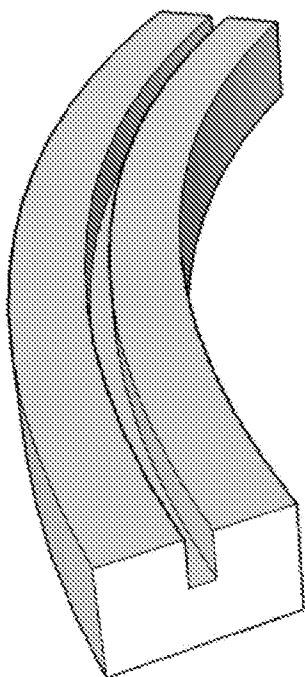
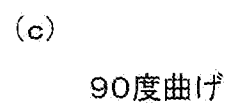
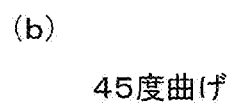
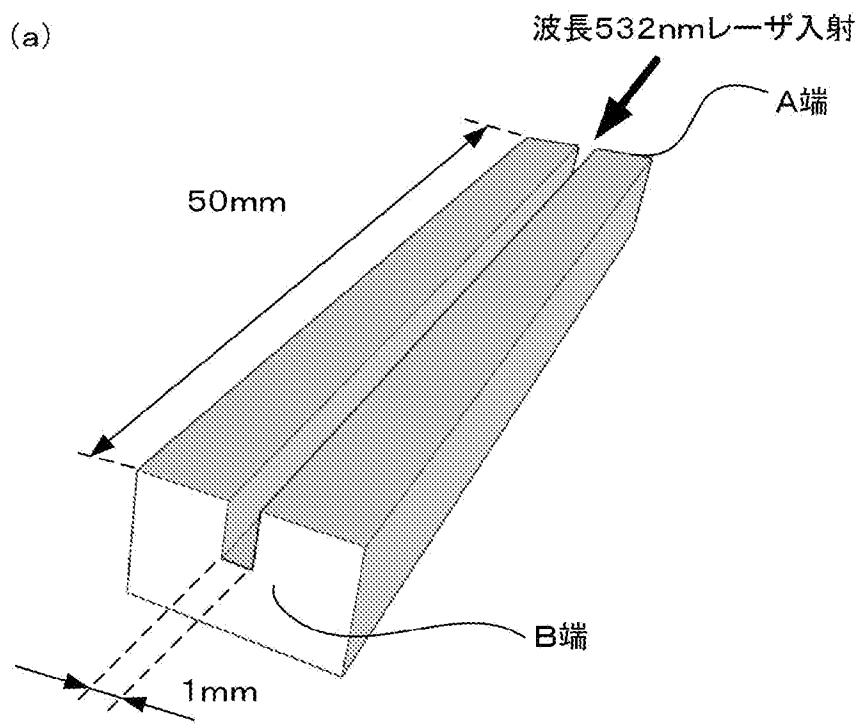


(b)

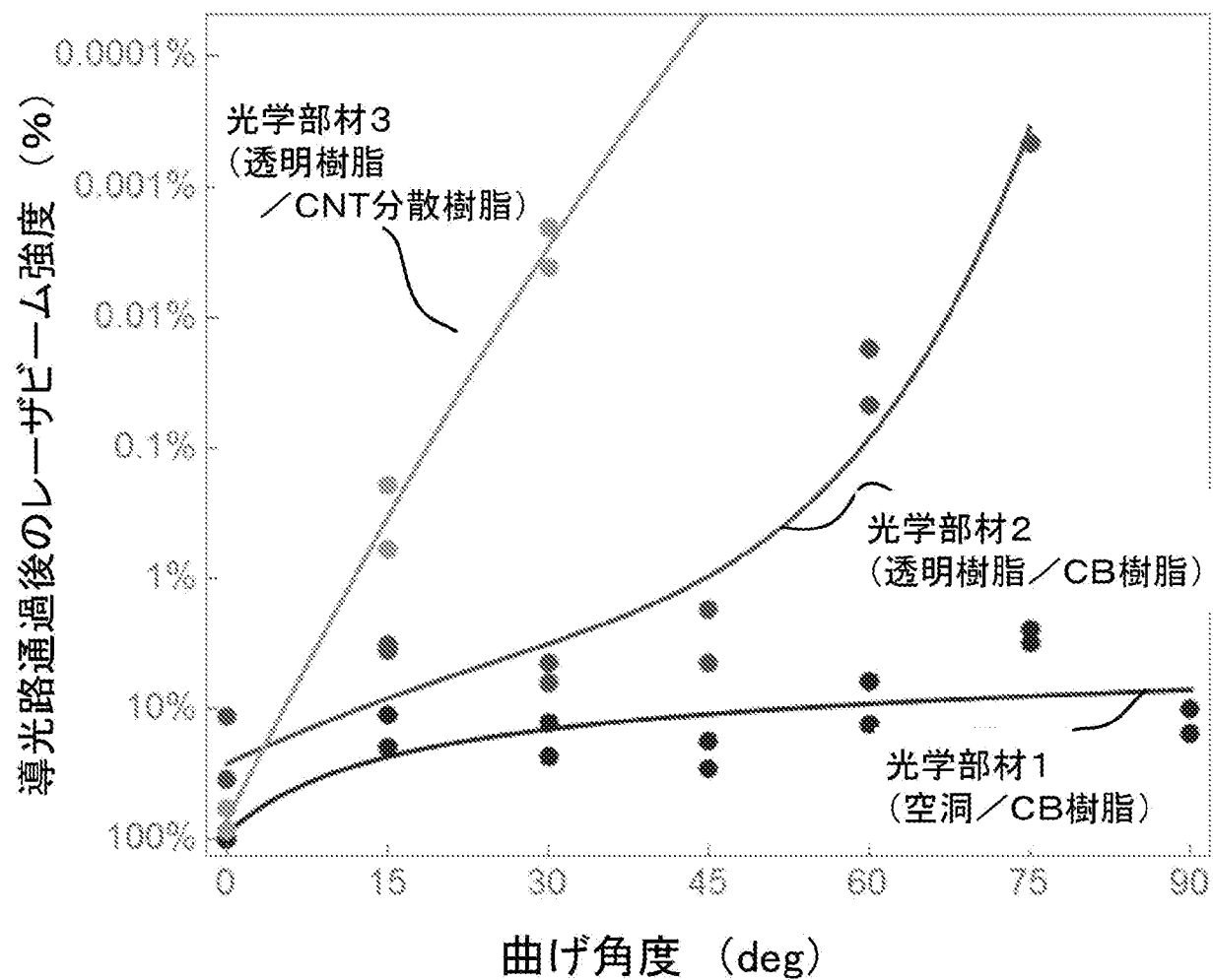
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/062774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/00(2006.01)i, G02B1/04(2006.01)i, G01N21/03(2006.01)n, G01N21/64(2006.01)n

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)

G02B5/00, G02B1/04, G01N21/03, G01N21/64

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y	JP 2014-021231 A (Canon Chemicals Inc.), 03 February 2014 (03.02.2014), example 19 (Family: none)	1-2, 4-5, 9 3, 8
X Y	JP 2006-337837 A (Shin-Etsu Polymer Co., Ltd.), 14 December 2006 (14.12.2006), example 1 (Family: none)	1, 4-6, 9 2-3, 7-8
X Y	JP 2008-102278 A (Shin-Etsu Polymer Co., Ltd.), 01 May 2008 (01.05.2008), examples (Family: none)	1, 4-6, 9 2-3, 7-8

☒ 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
20 July 2016 (20.07.16)

Date of mailing of the international search report
02 August 2016 (02.08.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/062774

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013-020118 A (Shin-Etsu Polymer Co., Ltd.), 31 January 2013 (31.01.2013), examples (Family: none)	1, 4-6 2-3, 7-8
Y	JP 2011-186437 A (Canon Inc.), 22 September 2011 (22.09.2011), paragraph [0037] & US 2011/0200810 A1 paragraphs [0046], [0047] & US 2015/0125689 A1 & EP 2367031 A1 & CN 102162866 A	2, 7
Y	JP 2014-071229 A (Toshiba Tec Corp.), 21 April 2014 (21.04.2014), paragraph [0017] & US 2014/0092284 A1 paragraph [0022]	3, 8
Y	JP 2013-205509 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 07 October 2013 (07.10.2013), paragraph [0032] (Family: none)	3, 8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B5/00(2006.01)i, G02B1/04(2006.01)i, G01N21/03(2006.01)n, G01N21/64(2006.01)n

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. G02B5/00, G02B1/04, G01N21/03, G01N21/64

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X Y	JP 2014-021231 A（キヤノン化成株式会社）2014.02.03, 実施例19（ファミリーなし）	1-2, 4-5, 9 3, 8
X Y	JP 2006-337837 A（信越ポリマー株式会社）2006.12.14, 実施例1 （ファミリーなし）	1, 4-6, 9 2-3, 7-8

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

20.07.2016

国際調査報告の発送日

02.08.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

吉川 陽吾

20

9811

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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
X Y	JP 2008-102278 A (信越ポリマー株式会社) 2008.05.01, 実施例 (ファミリーなし)	1, 4-6, 9 2-3, 7- 8
X Y	JP 2013-020118 A (信越ポリマー株式会社) 2013.01.31, 実施例 (ファミリーなし)	1, 4-6 2-3, 7- 8
Y	JP 2011-186437 A (キヤノン株式会社) 2011.09.22, [0037] & US 2011/0200810 A1, [0046], [0047] & US 2015/0125689 A1 & EP 2367031 A1 & CN 102162866 A	2, 7
Y	JP 2014-071229 A (東芝テック株式会社) 2014.04.21, [0017] & US 2014/0092284 A1, [0022]	3, 8
Y	JP 2013-205509 A (大日本印刷株式会社) 2013.10.07, [0032] (ファミリーなし)	3, 8