

(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7月21日(21.07.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/114336 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 3/00 (2006.01) *G02B 6/42* (2006.01)
B29C 45/00 (2006.01) *B29K 105/12* (2006.01)
G02B 1/04 (2006.01) *B29L 11/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/050918
- (22) 国際出願日: 2016年1月14日(14.01.2016)
- (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 2015-005885 2015年1月15日(15.01.2015) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 和田 一啓(WADA Kazuhiro); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 藤森 秀之(FUJIMORI Hideyuki); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田村 敬二郎, 外(TAMURA Keijiro et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿七丁目4番3号 升本ビル8階 Tokyo (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, JP, 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.
- (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))

(54) Title: OPTICAL ELEMENT AND MANUFACTURING METHOD FOR OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 光学素子及び光学素子の製造方法

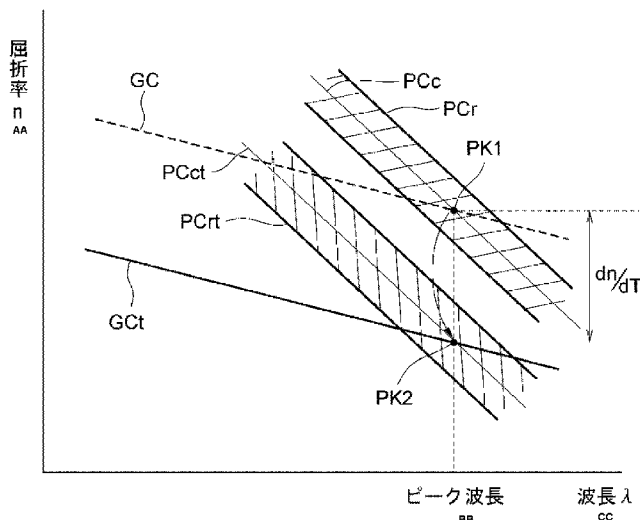


Fig. 5:
AA Refractive index n
BB Peak wavelength
CC Wavelength λ

(57) Abstract: Provided is an optical element that can be used for the purpose of transmitting a single-light-source wavelength, can ensure a high light-use efficiency, and is stable in relation to the external environment. Also provided is a manufacturing method for the optical element. By appropriately selecting a glass fiber and a resin such that the difference in the amount (dn/dT) of change in the refractive index with respect to the change in the wavelength is at most 10.5×10^{-5} , the shift amount of a peak wavelength during a temperature increase can be kept at a small value with respect to the peak wavelength at a normal temperature in an optical element formed using such a selected material, and therefore the transmittance can be reduced.

(57) 要約: 単一光源波長を透過する用途で用いられ、高い光利用効率を確保でき、外部環境に対して安定した光学素子及び光学素子の製造方法を提供する。温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) の差が 10.5×10^{-5} 以下となるように、ガラスファイバーと樹脂とを適切に選定することで、かかる素材を用いて形成した光学素子における常温時のピーク波長に対して、温度上昇時のピーク波長のシフト量を小さく抑えることができるから、透過率の低下を抑制できる。

明 細 書

発明の名称：光学素子及び光学素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば光通信等に好適に用いられる光学素子及び光学素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] ルータ等のネットワーク装置、サーバ、大型コンピュータを含む様々な情報／信号処理装置において、情報／信号処理の大規模化、高速化が進んでいる。これらの装置においては、回路基板（ボード）におけるCPUおよびメモリ相互間、配線基板相互間、装置（ラック）相互間等における信号伝送は、従来から電気配線により行われてきた。しかし、伝送速度、伝送容量、消費電力、伝送路からの輻射、伝送路に対する電磁波の干渉等の観点における優位性から、上述の電気配線に代えて、光ファイバ等を伝送路として光により信号を伝送する、いわゆる光インタコネクションが実際に導入されはじめている。

[0003] このような光インタコネクションにおいては、電気信号を光信号に変換して光信号を送信する発光素子を含む光送信モジュール、および、光信号を受信し電気信号に変換する受光素子を含む光受信モジュール、あるいは、それらの両方の機能を有する光送受信モジュールが主要な光部品として用いられる。これらのモジュールを総称して、光モジュールという。

[0004] 光モジュール間で、伝送チャネルを用いて並行して光信号を伝送することで、大容量の通信が可能になる。伝送チャネルとしては、光モジュール間で並行して光信号の送信／受信を行うために、光ファイバが用いられることが多い。よって、光ファイバと光モジュール間の光結合のため、一般的に光結合装置が用いられる。

[0005] ところで、光ファイバは基本的に可撓性を有するので、ある程度の曲げや弛みが許容されるが、一般的な光ファイバでは光の伝送効率を確保するため

に許容される曲げの最小径が規定されている。従って、設置スペースの制限等によって最小径以下の曲げが要求される場合には、光ファイバを切断した上で、切断された光ファイバ間で伝達される光束の光路を折り曲げて光結合を行う光結合装置を用いる方が、全体としてより効率的な収納につながることや光の伝送効率が高まることがある。このような光結合装置を用いるメリットは、光ファイバ同士に限らず、発光素子と光ファイバ或いは光ファイバと受光素子との間の光結合においても同様に生じうる。ここで、発光素子、光源、受光素子等を総称して、光素子という。

[0006] 光素子間の光結合を行うために、光路を折り曲げる構造を持つ光コネクタが光結合装置に用いられることがある。このような光コネクタとしては、コネクタ内部で光軸を 90° 変更させるPT光コネクタ（JPCA-PE03-01-06Sで規格化）等が実用化されている。PT光コネクタは、多芯光ファイバテープ芯線などの多芯光ファイバと、フレキシブル配線基板上の光素子とを光結合する基板実装型の光コネクタである。

[0007] 一方、近年において光通信情報量は増加の一途をたどっており、加えて情報の長距離・高速伝送が切望されている。ところが、従来から用いられているマルチモードファイバの場合、光ファイバのコア径として $50\mu\text{m} \cdot 62.5\mu\text{m}$ のものが採用されており、光信号を複数のモードで伝送するため、信号の到達時間にズレが生じ、モード分散が発生するという問題がある。従って、モード分散によってデータ損失が発生するために、長距離・高速伝送は不向きとされている。

[0008] これに対し、シングルモードファイバはモードフィールド径 $9.2\mu\text{m}$ の極細径の光ファイバであり、光信号の伝播をひとつのモードにすることで、減衰を極力抑えることができるという利点がある。従ってマルチモードファイバのように多くのモードを使用する伝送方法と違い、信号の到達時間が単一であるため、モード損失の発生がなく、長距離・高速伝送に適していることから、シングルモードファイバが使用される機会が多くなってきた。

[0009] しかるに、シングルモードファイバを用いる際の課題の一つとして、その

モードフィールド径が $9.2\ \mu\text{m}$ と小さいことから、光コネクタを用いて光ファイバと光素子とを光結合する際に、位置ずれの許容度が狭まり、すなわち組付の困難性が高まるということがある。特に問題となるのが、複数のコアを介して独立して情報を伝送できる多芯光ファイバと、複数の光素子とを単一の光コネクタを用いて光結合を行う場合である。このような用途に用いる光コネクタは、一般的に、個々の光ファイバと光素子とに光を伝播させるためのレンズ面を複数個有しているが、かかる光コネクタを樹脂から形成した場合、例えば環境温度変化による熱膨張によって、光ファイバの芯間距離と、レンズ面同士の間隔とにずれが生じ、これにより一部の光ファイバと光素子との間で光結合が行えなくなる恐れがある。その一方で、情報伝送時における光ロスを抑えるべく、光コネクタはある程度高い透明度（透過率）を確保する必要がある。

[0010] かかる問題に対し、光コネクタの素材としてガラスを用いれば、高い透明度を有しつつ、光ファイバに対して熱膨張差が近づくので、光ファイバの芯間距離と、レンズ面同士の間隔とのずれを抑えることができる。ところが、ガラスは樹脂に比べて成形性が劣るため大量生産に不向きであり、コストの増大を招くという問題がある。

[0011] これに対し、特許文献1，2に示すように、樹脂にガラスフィラーを混入させることで、ガラスの特性に近づけた素材により光学素子を成形しようとする試みがある。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開2006-312706号公報

特許文献2：特開2006-169324号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 特許文献1，2によれば、樹脂にガラスフィラーを混入させることで機械

的強度を高め、更には屈折率をガラスに近づけることで樹脂の透明度を確保する技術が開示されている。しかしながら、上述した従来技術に開示された素材は、例えば、電気機器や電子機器の表示部のカバー、自動車や建材に用いる板ガラスの代替品のような、透明性及び強度の両方の物性が要求される成形品用途に用いられるものであり、光通信などに用いられる単一光源波長の光を透過することによって生じる課題について、従来技術では言及されていない。

[0014] 本発明は、上記した問題に鑑みてなされたものであり、単一光源波長を透過する用途で用いられ、高い光利用効率を確保でき、外部環境に対して安定した光学素子及び光学素子の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 上述した目的のうち少なくとも一つを実現するために、本発明の一側面を反映した光学素子は、単一光源波長を持つ光源から出射した光束を透過する光学素子において、

前記光学素子は、樹脂とガラスフィラーとを混合した素材から形成されており、少なくとも前記光源波長付近において、前記樹脂と前記ガラスフィラーの温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) の差が、 10.5×10^{-5} 以下であることを特徴とする。

[0016] 以下、本発明の一態様における原理について説明する。本発明者らの事前検討において、樹脂素材とガラスフィラーとを混合することで、波長に対して透過率が変化するようになり、最も透過率が高くなる波長（ピーク波長という）が生じるものの、それは混入量にかかわらず不変であると想定されていた。一方、光通信などに用いる光学素子の場合、光源波長が予め決まっているので、全波長帯域で透過率を確保する必要はないといえる。よって、単一光源波長用の光学素子の設計において、例えば線膨張係数を調整するために、ガラスフィラーを適宜混入した樹脂素材を用いるという方針が決まった。ところが、ガラスフィラーを混入した樹脂素材において、温度変化時に透過率が変化するという事象が生じることが判明した。この事象について、具

体的に説明する。以下、本明細書中で、特に規定することなく「屈折率」というときは、常温時（25℃）の屈折率をいうものとする。なお、樹脂素材とガラスフィラーとが混ざっていればよいと「混合」という表現を用いているが、通常は樹脂素材にガラスフィラーを混ぜて成形するため、本説明においては「混入」という表現を用いて説明することもある。

[0017] 図1は、縦軸に透過率をとり、横軸に波長をとって、ガラスフィラーを30wt%混入した樹脂からなる厚さ3mmの試験片に対して、周囲温度を変化させながら、それぞれ波長を変えた透過光を透過させることで、波長毎の透過率を調べた結果を示す図である。図1によれば、成形品の周囲温度が上昇するほど、ピーク波長が短波長側にシフトし、更に想定しているピーク波長（この場合は589nm）における透過率が減少することが分かる。一方、事前検討では、光学素子の設計仕様による樹脂素材において、かかる事象が生じることは想定されていなかった。

[0018] 本発明者らは、設計仕様と実際の樹脂素材との間で、光学特性の差異が生じた原因につき考察した。図2は、ガラスフィラーを混入した樹脂を拡大して見た模式図である。樹脂PL内には、多数のガラスフィラーGFの棒状体片が組み重なるようにして配置されている。ここで、ガラスフィラーを混入した樹脂の成形工程を考えると、まずガラスフィラーを混入した樹脂は300℃前後に加熱され、120℃前後に加熱された金型内に射出されて固化した後、20℃前後の室温に放置される。このように樹脂の置かれた温度環境に応じて冷却が進行するが、その際に、混入されたガラスフィラーの拘束によって、その周囲にある樹脂の収縮が妨げられ、樹脂密度に偏りが生じると推認される。具体的に、例えば樹脂成形品の内部ではガラスフィラーの拘束が強く粗になり、一方、樹脂成形品の表面に近い部位ではガラスフィラーの拘束が弱く密になると推認される。してみると、ガラスフィラー自体はあまり変性していないので、樹脂に比べれば屈折率変化は小さいのに対して、樹脂は密度に応じて局所的に屈折率が変化すると考えられる。尚、設計仕様では、場所によらず樹脂自体の屈折率は一定であると仮定していた。

[0019] 図3は、縦軸に屈折率をとり、横軸に波長をとって示す図である。本発明者らは、樹脂P L及びガラスフィラーG Fの本来の屈折率／波長特性は、(例えば光源波長 $\pm 100\text{nm}$ など)狭い波長域に限定することを条件に、いずれも透過光の波長 λ が高くなるにつれて屈折率 n が低くなるようなりニアな特性であるものと仮定していた。ところが、実際には、ガラスフィラーG Fを混入することで樹脂P Lの屈折率が局所的に変化すると推認されるから、樹脂P Lの屈折率／波長特性は、図3でハッチングに示すように所定の範囲でばらついた広い帯状の領域P C rとなると考えられる。よって常温時のピーク波長は、帯状の領域P C rの中で最も多く分布する密度量からなる屈折率特性P C cと、点線で示すガラスフィラーG Fの屈折率／波長特性ラインG Cが交差する点P K 1の位置であると推認される。

[0020] また、成形品内部における屈折率分布が比較的大きい中に、ガラスフィラーG Fが散りばめられているため、それぞれのガラスフィラーを透過する波長が異なることとなり、結果として、全体の透過率を下げる1つの要因となっていると推認される。

[0021] これに対し、温度上昇時には、樹脂P Lの密度とガラスフィラーG Fの密度とがそれぞれ変化する。従って、樹脂P Lの屈折率／波長特性は、図3に示すように、所定の範囲でばらついたまま短波長側にシフトした帯状の領域P C r tとなると考えられる。又、温度上昇と共にガラスフィラーG Fの密度も若干ではあるが低くなるから、これに応じて屈折率も低下し、図3に実線で示すようにシフトする。よって温度上昇時のピーク波長は、樹脂P Lにおける帯状の領域P C r tの中で最も多く分布する密度量からなる屈折率特性P C c tと、ガラスフィラーG Fの屈折率／波長特性ラインG C tが交差する点P K 2の位置になると推認される。

[0022] 図4は、縦軸に透過率をとり、横軸に波長をとって、ガラスフィラーを混入した樹脂の常温時(A)と温度上昇時(B)の特性を模式的に示した図である。いずれも透過率分布が生じているが、ここではピーク波長を中心としたガウシアン分布とした。図3を参照して上述したように常温から温度が上

昇した場合、ピーク波長 $P K 1$ が、それより低波長側のピーク波長 $P K 2$ へとシフトするが、単一の光源波長を $P K 1$ と仮定すると、温度上昇時には樹脂素材が特性 (B) に従うため、透過率が Δ だけ低下することが分かる。

[0023] 本発明者らの検討結果によれば、ガラスフィラーの混入量が 30 wt % である樹脂において、実際に成形した成形品で、28℃のピーク波長が503 nmであり、透過率は52.1%であったのに対し、同成形品を40℃に温度上昇した場合、ピーク波長が490 nmとなり、透過率は51.7%に低下し、更に49℃に温度上昇した場合、ピーク波長が480 nmとなり、波長503 nmにおける透過率は51.4%に低下し、また56℃に温度上昇した場合、ピーク波長が476 nmとなり、透過率は51.2%に低下することが分かった。

[0024] 以上の検討結果から、本発明者らは、樹脂と、混入するガラスフィラーのそれぞれの温度変化に対する屈折率変化量を工夫することで、上述した問題を解消できることを見出した。より具体的には、図3において、常温時のピーク波長 $P K 1$ が温度上昇時のピーク波長 $P K 2$ と重なれば、透過率の低下を極力抑制することができる。これを言い換えると、縦軸に屈折率をとり、横軸に波長をとって示す図5において、常温時における樹脂 PL の帯状の領域 $P C r$ の中で最も多く分布する密度量からなる屈折率特性 $P C c$ と、ガラスフィラー GF の屈折率／波長特性ライン $G C$ が交差する点 $P K 1$ に対して、温度上昇時における樹脂 PL の帯状の領域 $P C r t$ の中で最も多く分布する密度量からなる屈折率特性 $P C c t$ と、ガラスフィラー GF の屈折率／波長特性ライン $G C t$ が交差する点 $P K 2$ とが、横軸において重なるようにすれば、温度変化に関わりなくピーク波長のずれを抑制できる。但し、ピーク波長 $P K 1$, $P K 2$ とは完全に一致しなくても、その差が小さければ効果がある。

[0025] つまり、温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) の差が 10.5×10^{-5} 以下となるように、混入するガラスフィラーと樹脂とを適切に選定することで、かかる素材を用いて成形した光学素子における常温時のピーク波長

に対して、温度上昇時のピーク波長のシフト量を小さく抑えることができるから、透過率の低下を抑制できる。

[0026] 被写体光の透過やカラー画像の表示などを目的とした光学素子用途の場合には可視光領域の全波長域が必要となるため、ガラスフィラーと樹脂との屈折率が全波長域においてできるだけ同じになるような材料を選定することが考えられる。しかしながら、本態様においては単一光源を用いるため、被写体光の透過やカラー画像の表示などを目的とした光学素子用途のようにガラスフィラーと樹脂との屈折率が全波長域においてできるだけ同じにしなくて済み、むしろ、少なくとも光源波長付近で、温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) を 10.5×10^{-5} 以下とすれば、本態様の光学素子に用いることができる。

尚、「光源波長付近」とは、光源波長に対して $\pm 100 \text{ nm}$ の範囲をいうものとする。更に、 dn/dT の算出に当たっては、光源波長付近の屈折率を用いた 1 次か 2 次の近似曲線を使用しても良い。

[0027] 上述した目的のうち少なくとも一つを実現するために、本発明の一側面を反映した別の光学素子は、単一光源波長を持つ光源から出射した光束を透過する光学素子において、

前記光学素子は、樹脂とガラスフィラーとを混合した素材から形成されており、少なくとも前記光学素子の使用温度範囲における、前記樹脂と前記ガラスフィラーの線膨張係数の差が、 6.0×10^{-5} 以下であることを特徴とする。

[0028] 以上の説明から明らかであるが、少なくとも前記光学素子の使用温度範囲における、前記樹脂と前記ガラスフィラーの線膨張係数の差が、 6.0×10^{-5} 以下となるように、ガラスフィラーと樹脂とを適切に選択すれば、かかる素材を用いて成形した光学素子における常温時のピーク波長に対して、温度変化（上昇または減少）時のピーク波長のシフト量を小さく抑えることができるから、透過率の低下を抑制できる。また、樹脂とガラスフィラーの線膨張係数の差が 6.0×10^{-5} 以下であるため、温度変化（上昇または減少）時

にはガラスフィラーも樹脂と同じように膨張又は収縮する。これにより、ガラスフィラーの拘束によって、その周囲にある樹脂の膨張や収縮が妨げられることを抑制でき、結果として樹脂密度に偏りが生じることも抑制できる。従って、例えば樹脂成形品の内部で樹脂密度が様々に分布してしまうことを防止でき、樹脂の屈折率／波長特性が広い帯状でなくすることができるため、透過率が低下してしまうことを抑制できる。この光学素子を例えば光コネクタとして用いる場合、更に光学素子と光ファイバ側の線膨張係数とを合わせることが望ましい。尚、「使用温度範囲」とは、 $-20^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ の範囲をいうものとする。

[0029] 上述した目的のうち少なくとも一つを実現するために、本発明の一側面を反映した光学素子の製造方法は、単一光源波長を持つ光源から出射した光束を透過し、且つ樹脂とガラスフィラーとを混合した素材から形成される光学素子の製造方法であって、

少なくとも前記光源波長付近において、前記樹脂と前記ガラスフィラーの温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) の差が、 10.5×10^{-5} 以下となる樹脂とガラスフィラーとを混合する混合工程と、

前記混合した素材を金型内に形成されたキャビティ内に注入する工程と、

前記金型内で前記混合した素材を冷却し光学素子を成形する工程と、

前記成形した光学素子を取り出す工程と、

を有することを特徴とする。

[0030] 上述した目的のうち少なくとも一つを実現するために、本発明の一側面を反映した別の光学素子の製造方法は、単一光源波長を持つ光源から出射した光束を透過し、且つ樹脂とガラスフィラーとを混合した素材から形成される光学素子の製造方法であって、

少なくとも前記光学素子の使用温度範囲における、前記樹脂と前記ガラスフィラーの線膨張係数の差が、 6.0×10^{-5} 以下となる樹脂とガラスフィラーとを混合する混合工程と、

前記混合した素材を金型内に形成されたキャビティ内に注入する工程と、

前記金型内で前記混合した素材を冷却し光学素子を成形する工程と、
前記成形した光学素子を取り出す工程と、
を有することを特徴とする。

発明の効果

[0031] 本発明によれば、単一光源波長を透過する用途で用いられ、高い光利用効率を確保でき、外部環境に対して安定した光学素子及び光学素子の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]ガラスファイバの混入量を変更した樹脂において、温度変化により透過光のピーク波長がずれ透過率が低下傾向にあることを示す図である。
[図2]ガラスファイバを混入した樹脂を拡大して見た模式図である。
[図3]ガラスファイバを混入した樹脂において、温度上昇により透過光のピーク波長が低下することを示す図である。
[図4]ガラスファイバを混入した樹脂において、温度上昇により透過光のピーク波長が低下することを示す図である。
[図5]本発明の一態様における原理を説明するための図である。
[図6]本実施形態にかかる光結合装置100を分解した状態で示す斜視図である。
[図7]光結合装置100の1つの光軸に沿った断面図である。
[図8]光結合装置100に用いる光路変更素子120の斜視図である。
[図9]光路変更素子120の拡大断面図である。
[図10]光路変更素子を、ガラスファイバを混入した樹脂により成形する工程を示す図である。

発明を実施するための形態

[0033] 本実施形態において、「単一光源波長」というときは、特定の目的に使用する光源波長が単一であることを意味し、例えば光通信等において、上り通信と下り通信とで同じ光学素子を用いる場合でも光源波長が異なる場合があり、かかる場合には、上り通信時の光源波長が単一であり、また下り通信時

の光源波長が単一であるという意味である。

- [0034] ガラスフィラーとしては、汎用的なEガラス、Cガラス、Aガラス、Sガラス、Dガラス、NEガラス、Tガラス、石英ガラスなどを用いてもよく、例えば二酸化ケイ素 (SiO_2)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、酸化カルシウム (CaO)、酸化チタン (TiO_2)、酸化ホウ素 (B_2O_3)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化バリウム (BaO)、酸化ジルコニウム (ZrO_2)、酸化リチウム (Li_2O)、酸化ナトリウム (Na_2O)、酸化カリウム (K_2O) などから選択して、それぞれ比率を適宜調整したものを用いることができる。
- [0035] 本実施形態では、ガラスフィラーとして、ガラス繊維（ガラスファイバ）、ガラスパウダー、ガラスフレーク、ミルドファイバ又はガラスビーズなどを用いることができる。以下に述べる実施形態及び実施例では、ガラスフィラーを代表してガラスファイバについて説明する。
- [0036] ガラスファイバは、従来公知のガラス長繊維の紡糸方法を用いて得ることができる。例えば、溶融炉でガラス原料を連続的にガラス化してフォアハースに導き、フォアハースの底部にブッシングを取り付けて紡糸するダイレクトメルト (DM) 法、又は、溶融したガラスをマーブル、カレット、棒状に加工してから再溶融して紡糸する再溶融法等の各種の方法を用いてガラスを繊維化することができる。
- [0037] ガラスファイバの径は特に限定されないが、 $\phi 5 \sim 50 \mu\text{m}$ のものが好ましく用いられる。 $\phi 5 \mu\text{m}$ よりも細い場合には、ガラスファイバと樹脂との接触面積が増大して乱反射の原因となり、成形品の透明性が低下する場合がある。 $\phi 50 \mu\text{m}$ よりも太い場合には、射出成形時の充填圧力が高くなり、ひいては金型への転写不足に繋がる場合がある。更に好ましくは、 $\phi 10 \sim \phi 45 \mu\text{m}$ である。
- [0038] 尚、ガラスフィラーとしては、光源波長よりも大きなサイズの粒子が、全体の90%以上（好ましくは95%以上）であることが重要である。これまでも、例えば直径が30nm以下の粒子を混入した樹脂素材を用いて光学素

子を成形する試みはあったが、この樹脂素材中では粒子が凝集しやすいという問題や、粒子の表面積が増大して樹脂素材が固くなりがちで成形が困難となるという問題や、更には粒子の表面積が増大して親水性が高まり、成形した光学素子の吸水率が増大して光学特性が変化するという問題があった。一方、ガラスフィラーを光源波長より大きな粒子とすることで、かかる課題を解消できる。

[0039] ここで「光学素子」としては、例えばレンズ、プリズム、回折格子素子（回折レンズ、回折プリズム、回折板）、光学フィルター（空間ローパスフィルター、波長バンドパスフィルター、波長ローパスフィルター、波長ハイパスフィルター等々）、偏光フィルター（検光子、旋光子、偏光分離プリズム等々）、位相フィルター（位相板、ホログラム等々）があげられるが、以上に限られることはない。

[0040] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図6は、本実施形態である光学素子としての光路変更素子を有する光結合装置100を分解した状態で示す斜視図である。図7は、光結合装置100の光軸に沿った断面図である。図8は、光結合装置100に用いる光路変更素子120の斜視図である。図9は、光路変更素子120の拡大断面図である。以下に示す構成は概略図であり、形状や寸法等は実際と異なるものがある。

[0041] 図6、7に示すように、光結合装置100は、光モジュール110と、光路変更素子120と、光コネクタ130とから構成されている。光モジュール110は、ここでは光を送信する機能を有し、大容量サーバ等の背面に複数枚積層されて差し込まれる基板に設置可能なものである。基板自体を光モジュール110としても良い。光モジュール110は、矩形状であって上面が平面である台板111上に、複数の発光素子であるVCSELタイプの半導体レーザ112を1列に配置してなる。半導体レーザ112の光源波長は、850nm、1310nm、1550nmのいずれかである。台板111上において、半導体レーザ112の並び方向両端近傍には、円筒状のピン113が配置されている。尚、半導体レーザ112の周囲に、光路変更素子1

20を位置決めするための凹凸等を形成しても良い。光モジュール110のNAは0.1～0.6である。

[0042] 光コネクタ130は、樹脂で形成される本体部131を備え、光ファイバ132に連結され、これを保持する機能を有している。

[0043] 光ファイバ132として、例えば、全石英型のマルチモード型光ファイバ、あるいはシングルモード型光ファイバ等を用いることができる。光ファイバ132の形態としては、例えば、単心光ファイバを用いても良いが、ここでは複数本の光ファイバを有する多芯光ファイバテープ（リボン）が用いられている。

[0044] 本体部131は、厚めの矩形板状に成形され、図6で上方から見て一辺が矩形状に切り欠かれて凹部131aを形成している。本体部131の凹部131aと反対側には、図7に示すように、光ファイバ132を挿入する挿入孔131bが形成されている。挿入孔131bは、光ファイバ132の被覆としての保護部132aを収容可能なように幅広の矩形形状断面を持つ。挿入孔131bの底面から凹部131aに向かって、複数の細い貫通孔131cが形成されている。貫通孔131cには、光ファイバ132の被覆を除去されたファイバ素線132bの先端部が挿通されている。

[0045] 貫通孔131cが露出した凹部131aの底面131dは、本体部131の下面131eに対して直交している。又、図6に示すように、凹部131aを挟むようにしてその両側に、ピン113と同径である円形開口131fが一对形成されている。

[0046] 図8、9において、光路変更素子120は、後述するようにしてガラスファイバを所定量混入した樹脂により一体的に形成されている。光路変更素子120は、細長い三角プリズム状の形状を有し、第1面121と、第2面122と、第3面123と、を有している。第1面121と第3面123とは直交している。なお、光路変更素子120の光軸方向（OA1、OA2方向）の大きさは、10mm以下であることが小型化の観点で好ましい。又、光ファイバを曲げた際の最小径よりも小型にすることができるという観点から

、その大きさを5 mm以下にすることが更に好ましい。但し、光学素子内を通る光線経路の長さは1 mm程度であることが好ましく。光線経路の長さを1 mmより小さくする場合には透過率の低い材料を使うことも可能となるため好ましく、逆に光線経路の長さを1 mmよりも大きくする場合には透過率の高い材料を用いることで光路偏光素子として十分な透過率を確保することができる。

[0047] 第1面121は平面であって、光モジュール110の半導体レーザ112から出射した光束を入射する機能を有する。第2面122は、複数個一列に並べて設けた反射面122aと、反射面122aの周囲に形成された平面状の繋ぎ面122bと、繋ぎ面122bの周囲を囲むようにして第2面122の外周に形成された矩形枠状の突出部122cとを有する。繋ぎ面122bと突出部122cとの間には斜面122dが形成されていると好ましい。第3面123は平面であって、反射面122aから反射した光束を透過する機能を有する。

[0048] 反射面122aは、繋ぎ面122bから突出してなる同一形状をそれぞれ有し、具体的には正面から見て楕円形状であって、円錐状の発散光束が入射したときに光軸を90°折り曲げて円錐状の収束光束を反射できるようなアナモフィックな自由曲面を有する。図8の例においては、一方向が楕円形状であるトロイダル面（広義のアナモフィック面）となっている。これにより、収差をほぼなくすることができる。反射面122aの並び間隔は、光モジュール110の半導体レーザ112の並び間隔、及び貫通孔131c内に挿通されたファイバ素線132bの並び間隔に等しくなっている。反射面122aの並び方向は、1つの反射面122aの2つの光軸を含む面に直交する方向である。なお、反射面122aの外周縁における接平面と光軸とのなす角度（鋭角）は通常75度以下となる。突出部122cと反射面122aとの距離は、結合効率に影響を与えないという観点から0.05 mm以上であることが好ましい。

[0049] 突出部122cの繋ぎ面122bからの高さは全周において一様であり、

反射面 1 2 2 a の突出量よりも大きくなっている。従って、図 9 に示すように、突出部 1 2 2 c の全周（ここでは平面部）に接するような仮想平面 V P を規定したとき、仮想平面 V P は反射面 1 2 2 a に接することはない。又、仮想平面 V P は反射面 1 2 2 a の任意の点（この例では光軸上の点 P T であるが、少なくとも反射面 1 2 2 a の外周縁より内側の点であれば足りる）における接平面に平行となっている。

[0050] 図 9 において、1つの反射面 1 2 2 a における、光モジュール 1 1 0 側の光軸を O A 1 とし、光コネクタ 1 3 0 側の光軸を O A 2 とすると、光軸 O A 1, O A 2 は反射面 1 2 2 a 上で直交している。第 1 面 1 2 1 から反射面 1 2 2 a までの光軸 O A 1 に沿った距離（又は第 3 面 1 2 3 から反射面 1 2 2 a までの光軸に沿った距離）を A とし、反射面 1 2 2 a の光軸 O A 1 上の点 P T から仮想平面 V P までの距離を B としたときに、以下の式を満たす。なお、距離 A は通常 0. 0 6 2 5 m m 以上 2. 9 m m 以下となる。

$$B / A < 1. 0 \quad (1)$$

[0051] 光路変更素子 1 2 0 は、仮想平面 V P に重なるようにして、平行平板状のカバー部材 1 2 5 を、突出部 1 2 2 c の全周に接着している。カバー部材 1 2 5 は遮光性の部材であると、光路変更素子 1 2 0 の劣化を抑制でき、外部からの光がレンズ内部に侵入することを防げるため、好ましい。カバー部材 1 2 5 を設けることで反射面 1 2 2 a との間に隙間が生じ、カバー部材 1 2 5 が反射面 1 2 2 a を傷つけたり、また反射面 1 2 2 a に反射膜が成膜されているような場合にも、それを傷つける恐れがない。加えて、仮想平面 V P に重なるようにしてカバー部材 1 2 5 を設けることができるため、光結合装置 1 0 0 を設けた基板を積層するような場合にも積層方向の小型化に貢献することができる。更に、カバー部材 1 2 5 により反射面 1 2 2 a を密閉空間に封止することで、異物の付着等、反射面 1 2 2 a を外部環境の悪影響から保護することができる。また、反射面 1 2 2 a と仮想平面 V P との隙間を樹脂により封止して異物の付着や結露の防止を行っても良い。カバー部材 1 2 5 または樹脂による封止は必ず行わなければならないわけではないが、上述

の理由で、カバー部材 125 または樹脂による封止を行うことが好ましい。
図 9 に示すように、カバー部材 125 は、光路変更素子 120 に取り付けたときに、光路変更素子 120 より外側に突出しない形状であると、光結合装置 100 を小型化できるので好ましい。

[0052] (光路変更素子の成形)

図 10 は、光路変更素子の樹脂による成形工程を示す図である。図 10 (a) に示すように、第 1 型 MD1 は、斜面 MD1a、MD1b からなる V 溝状の転写面を有する。一方、第 2 型 MD2 は、光学面転写面 MD2a と、繋ぎ面転写面 MD2b と、突出部転写面 MD2c とを有する。尚、第 2 型 MD2 の端面では、点線で示すように突出部転写面 MD2c が局所的に拡大している。第 1 型 MD1 と第 2 型 MD2 は型締めした状態で、紙面垂直方向の両端がゲートを除き閉じている。

[0053] ここでは、樹脂に対してガラスファイバ 2~40 wt % を混入してなる素材を用いて光路変更素子を成形する。細長い棒状のガラスファイバを破碎し、2~40 wt % の割合で樹脂材料と混ぜ、混ぜた材料を射出成形機に入れて射出成形を行う。少なくとも光源波長付近において、樹脂とガラスファイバの温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) の差が、 10.5×10^{-5} 以下であるような樹脂とガラスファイバとを選択し、樹脂にガラスファイバを混入して樹脂素材とする。又は、少なくとも使用温度範囲内で、樹脂とガラスファイバの線膨張係数の差が、 6.0×10^{-5} 以下であるような樹脂とガラスファイバとを選択し、樹脂にガラスファイバを混入して樹脂素材とする。樹脂の透過率は、厚さ 3 mm の平行平板に成形した状態で、光源波長において 50 % 以上であると好ましい。尚、ガラスファイバの形状は、断面が $\phi 5 \sim 50 \mu m$ であり、長さが $10 \sim 500 \mu m$ である棒状体であると好ましい。また、wt % とは重量%のことを意味する。

[0054] 図 10 (a) に示すように、第 1 型 MD1 の下面と第 2 型 MD2 の上面を密着するように型締めし、不図示のゲートから溶融した樹脂素材を、第 1 型 MD1 と第 2 型 MD2 のキャビティ内へと流し込む。このとき、ゲートの位

置は、第1型MD1又は第2型MD2の端面（図10にて一部点線で示す紙面垂直方向の端面）内のいずれかにあることが望ましい。

[0055] 第1型MD1の斜面MD1aにより、光路変更素子120の第1面121が転写成形され、斜面MD1bにより第3面123が転写成形される。一方、第2型MD2の型上の光学面MD2aにより、光路変更素子120の反射面122aが転写成形され、繋ぎ面転写面MD2bにより繋ぎ面122bが転写形成され、突出部転写面MD2cにより突出部122cが転写成形される。突出部転写面MD2cは、型上の光学面MD2aから離間しているので、突出部転写面MD2cによる突出部122c成形時の悪影響が、光学面転写面MD2aにより成形される反射面122aに及ぶ恐れが少なく、反射面122aの形状を精度良く維持できる。

[0056] 樹脂素材の固化後、図10（b）に示すように、第1型MD1と第2型MD2を型開きすることで、成形された光路変更素子120を取り出すことができる。本実施形態によれば、光路変更素子120の第1面121と第3面123が平面であるので、単一の第1型MD1を用いても容易に離型が可能となる。

[0057] 以下、上記光学素子の好ましい態様についてまとめて説明する。

[0058] 上記光学素子において、前記樹脂の透過率は、厚さ3mmの平行平板に成形した状態で、前記光源波長の光に対して50%以上であることが好ましい。

[0059] 本発明者らの検討結果によれば、前記樹脂の透過率を、厚さ3mmの平行平板に成形した状態で、前記光源波長の光に対して50%以上とすると、その両面に反射防止コートを施すことで、片面5%程度の透過率向上が期待できるから、トータルで透過率60%（内部吸収分40%）を確保できる。実際の光学素子は、光学素子内を通る光線経路の長さが1mm相当であることが多いので、内部吸収分は13%（40%/3mm）となり、すなわち製品透過率は87%を得られることとなって好ましい。

[0060] また、前記樹脂は、ポリカーボネート（PC）、ポリメチルメタクリレー

ト (PMMA)、ポリオレフィン系樹脂、透明ポリアミド (PA)、ポリサルホン (PSU) / ポリフェニレンサルホン (PPSU)、ポリエーテルサルホン (PES)、ポリエーテルイミド (PEI)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK) のいずれかであることが好ましい。このような樹脂は透明性に優れ、ガラスフィラーとの相性も良いので、光学素子の素材として好適である。

[0061] また、前記ガラスフィラーの混合 (混入) 量は 2 ~ 40 wt % であることが好ましい。前記ガラスフィラーの混入量を 2 wt % 以上とすることで、線膨張係数を調整するのに十分な効果を得ることが出来、一方、前記ガラスフィラーの混入量を 40 wt % 以下とすることで、射出ができなくなるなど成形性が悪くなるような悪影響を回避できる。又、前記ガラスフィラーの混入量が多すぎても、線膨張係数の調整の効果が薄いという側面もある。

[0062] また、前記ガラスフィラーはガラスファイバであることが好ましい。微細な棒状体であるガラスファイバは、樹脂に混入することにより線膨張係数を調整しやすいという効果がある。

[0063] また、前記ガラスファイバの形状は、断面が $\phi 5 \sim 50 \mu\text{m}$ であり、長さが $10 \sim 500 \mu\text{m}$ である棒状体であることが好ましい。これにより一般的なガラスファイバを利用することができる。

[0064] また、前記光源波長は、 $850 \pm 150 \text{ nm}$ 、 $1310 \pm 150 \text{ nm}$ 、 $1550 \pm 150 \text{ nm}$ のいずれかであることが好ましい。このような光源波長は光通信にて多用されるので、これに対応できることが好ましい。

[0065] また、前記光学素子は、光通信に用いられ光学面がアレイ状に並んだ光学素子であることが好ましい。

[0066] 以下、上述した実施形態に用いることができる実施例を説明する。ここで、汎用の PC (ポリカーボネート) 材のみの場合を比較例 1 とし、更に同じ PC 材に HOYA 株式会社製のガラスファイバ (製品名 FF5) を混入して比較例 2 を作製し、また同じ PC 材に HOYA 株式会社製のガラスファイバ (製品名 BACD12) を混入して実施例 1 を作製した。その後、ピーク波長ずれ量

、波長毎の屈折率、温度変化(常温+55℃)に対する屈折率変化量 (dn/dT)、PC材(樹脂)とガラスファイバの温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) の差、使用温度範囲における線膨張係数、及びPC材(樹脂)とガラスファイバの線膨張係数の差をそれぞれ求めて比較した。なお、光源波長付近における dn/dT の算出に当たっては近似曲線を用いてもよい。本比較例及び実施例においては、光源波長 $\lambda = 486\text{ nm}, 587\text{ nm}, 656\text{ nm}$ の屈折率からなる1次曲線で近似して dn/dT の値を計算した。その結果を表1に示す。

[0067]

[表1]

	混入成形品のピーク 波長ずれ量 (常温～55℃)	屈折率			dn/dT	PC材との dn/dT差	線膨張 係数	PC材との 線膨張 係数差
		λ486nm	λ587nm	λ656nm				
比較例1 PLのみ	—	1.596	1.583	1.577	10.9×10^{-5}	0	6.5×10^{-5}	0
比較例2 PL+GF	27nm	1.605	1.593	1.588	0.1×10^{-5}	10.8×10^{-5}	0.1×10^{-5}	6.4×10^{-5}
実施例1 PL+GF	12nm	1.590	1.583	1.580	0.4×10^{-5}	10.5×10^{-5}	0.5×10^{-5}	6.0×10^{-5}

[0068] 表1の比較結果より、比較例2においては、光源波長（587nm）にお

ける樹脂とガラスファイバの温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) の差が 10.8×10^{-5} であり且つ光学素子の使用温度範囲における樹脂とガラスファイバの線膨張係数の差が 6.4×10^{-5} であって、ピーク波長ずれ量が、 27 nm となった。これに対し、実施例 1 では、樹脂とガラスファイバの温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) の差が 10.5×10^{-5} であり且つ光学素子の使用温度範囲における樹脂とガラスファイバの線膨張係数の差が 6.0×10^{-5} であって、ピーク波長ずれ量は 12 nm と半分以上に減少した。以上の結果を考察すると、樹脂に混入するガラスファイバの温度変化に対する屈折率変化 dn/dT が、樹脂の屈折率変化 dn/dT に近いほど、ピーク波長ずれ量を抑えることができるものと推認される。又、樹脂に混入するガラスファイバの線膨張係数が、樹脂の線膨張係数に近いほど、ピーク波長ずれ量を抑えることができるものと推認される。

[0069] 本発明は、明細書に記載の実施形態・実施例に限定されるものではなく、他の実施形態・実施例・変形例を含むことは、本明細書に記載された実施形態や実施例や技術思想から本分野の当業者にとって明らかである。例えば、本発明の光学素子は、光通信に限らず、小型のプロジェクタのコリメータ等や光ピックアップ装置にも用いることができる。

符号の説明

[0070]	100	光結合装置
	110	光モジュール
	111	台板
	112	半導体レーザ
	113	ピン
	120	光路変更素子
	121	第1面
	122	第2面
	123	第3面
	125	カバー部材

1 3 0	光コネクタ
1 3 1	本体部
1 3 1 a	凹部
1 3 1 b	挿入孔
1 3 1 c	貫通孔
1 3 1 d	底面
1 3 1 e	下面
1 3 1 f	円形開口
1 3 2	光ファイバ
1 3 2 a	保護部
1 3 2 b	ファイバ素線

請求の範囲

- [請求項1] 単一光源波長を持つ光源から出射した光束を透過する光学素子において、
- 前記光学素子は、樹脂とガラスフィラーとを混合した素材から形成されており、少なくとも前記光源波長付近において、前記樹脂と前記ガラスフィラーの温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) の差が、 10.5×10^{-5} 以下であることを特徴とする光学素子。
- [請求項2] 単一光源波長を持つ光源から出射した光束を透過する光学素子において、
- 前記光学素子は、樹脂とガラスフィラーとを混合した素材から形成されており、少なくとも前記光学素子の使用温度範囲における、前記樹脂と前記ガラスフィラーの線膨張係数の差が、 6.0×10^{-5} 以下であることを特徴とする光学素子。
- [請求項3] 前記樹脂の透過率は、厚さ 3 mm の平行平板に成形した状態で、前記光源波長の光に対して 50 % 以上であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光学素子。
- [請求項4] 前記樹脂は、ポリカーボネート (PC)、ポリメチルメタクリレート (PMMA)、ポリオレフィン系樹脂、透明ポリアミド (PA)、ポリサルホン (PSU) / ポリフェニレンサルホン (PPSU)、ポリエーテルサルホン (PES)、ポリエーテルイミド (PEI)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK) のいずれかであることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の光学素子。
- [請求項5] 前記ガラスフィラーの混合量は 2 ~ 40 wt % であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の光学素子。
- [請求項6] 前記ガラスフィラーはガラスファイバであることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の光学素子。
- [請求項7] 前記ガラスファイバの形状は、断面が $\phi 5 \sim 50 \mu m$ であり、長さが $10 \sim 500 \mu m$ である棒状体であることを特徴とする請求項 6 に

記載の光学素子。

[請求項8] 前記光源波長は、 850 ± 150 nm、 1310 ± 150 nm、 1550 ± 150 nmのいずれかであることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の光学素子。

[請求項9] 前記光学素子は、光通信に用いられる光学面がアレイ状に並んだ光学素子であることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の光学素子。

[請求項10] 単一光源波長を持つ光源から出射した光束を透過し、且つ樹脂とガラスフィラーとを混合した素材から形成される光学素子の製造方法であって、

少なくとも前記光源波長付近において、前記樹脂と前記ガラスフィラーの温度変化に対する屈折率変化量 (dn/dT) の差が、 10.5×10^{-5} 以下となる樹脂とガラスフィラーとを混合する混合工程と、

前記混合した素材を金型内に形成されたキャビティ内に注入する工程と、

前記金型内で前記混合した素材を冷却し光学素子を成形する工程と、

前記成形した光学素子を取り出す工程と、

を有することを特徴とする光学素子の製造方法。

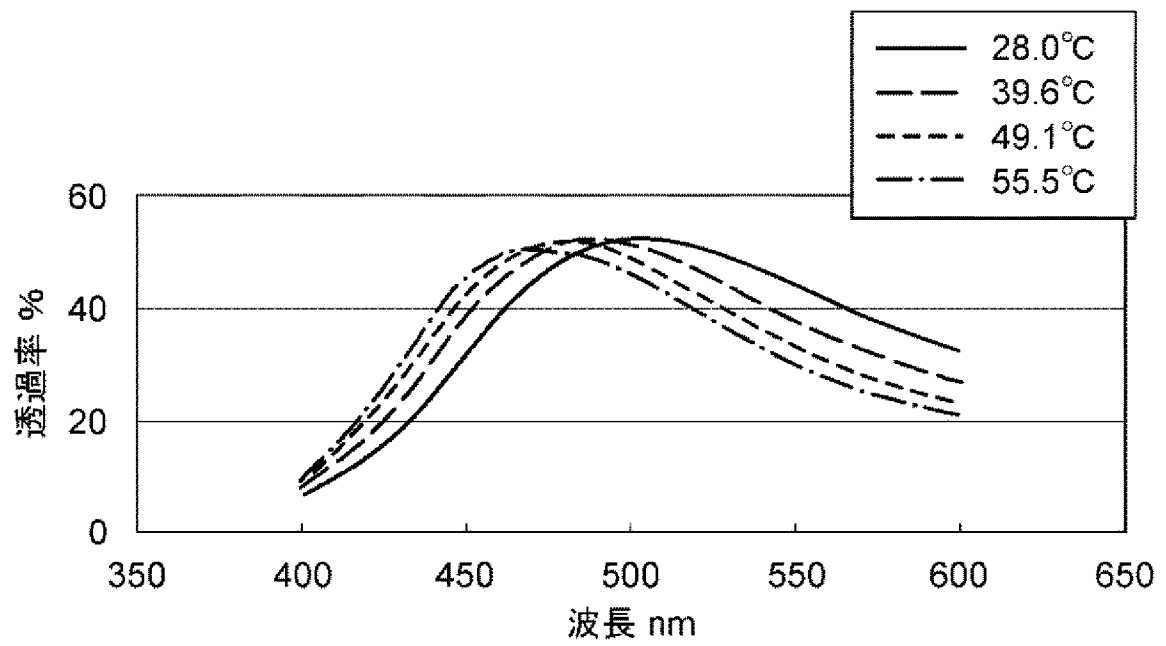
[請求項11] 単一光源波長を持つ光源から出射した光束を透過し、且つ樹脂とガラスフィラーとを混合した素材から形成される光学素子の製造方法であって、

少なくとも前記光学素子の使用温度範囲における、前記樹脂と前記ガラスフィラーの線膨張係数の差が、 6.0×10^{-5} 以下となる樹脂とガラスフィラーとを混合する混合工程と、

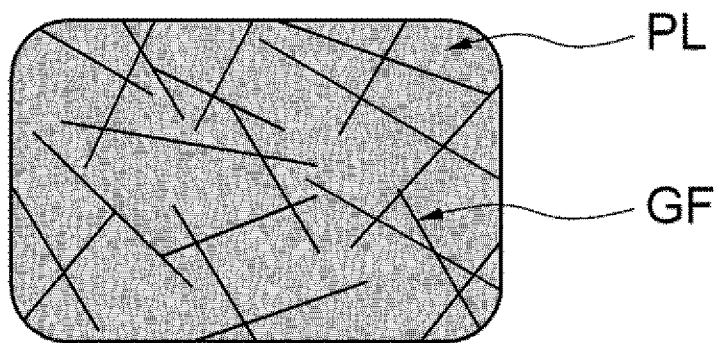
前記混合した素材を金型内に形成されたキャビティ内に注入する工程と、

前記金型内で前記混合した素材を冷却し光学素子を成形する工程と、
前記成形した光学素子を取り出す工程と、
を有することを特徴とする光学素子の製造方法。

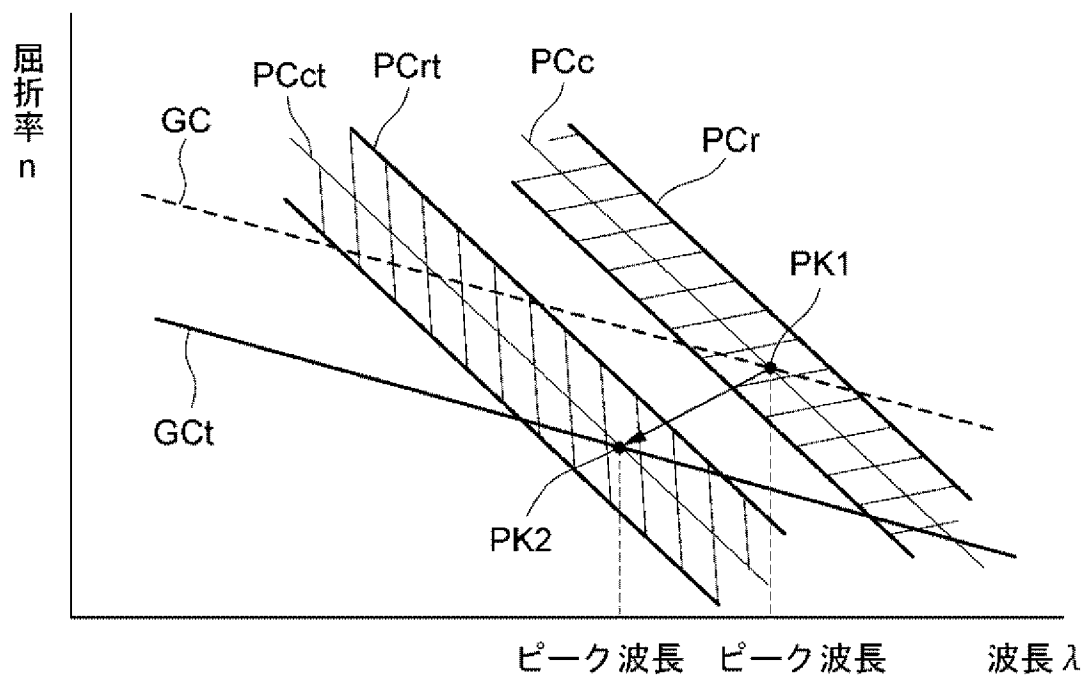
[図1]



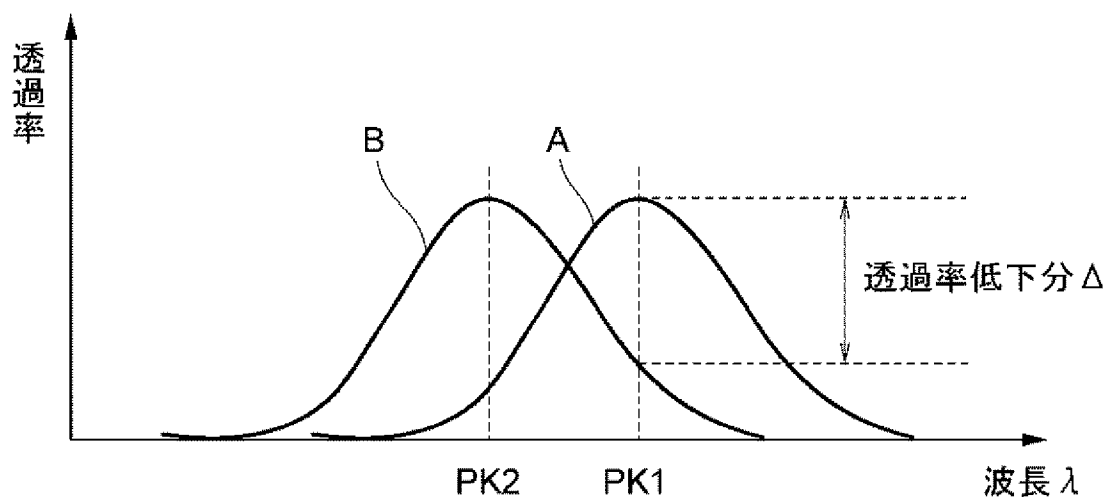
[図2]



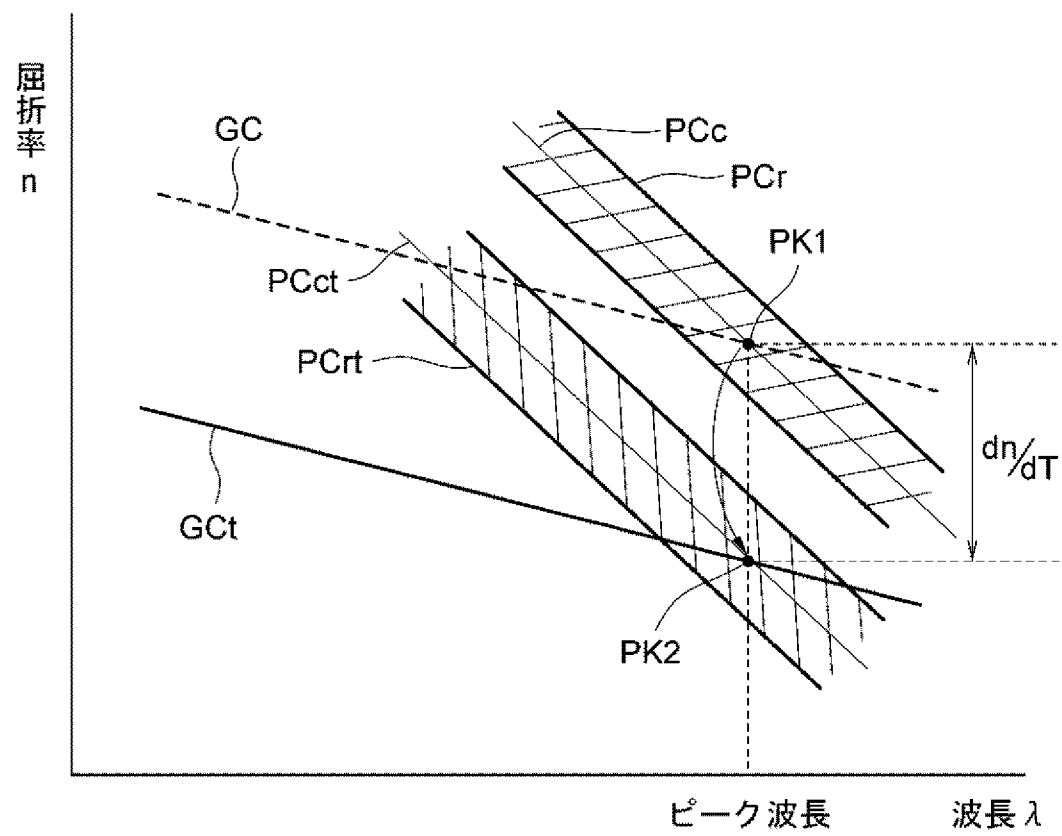
[図3]



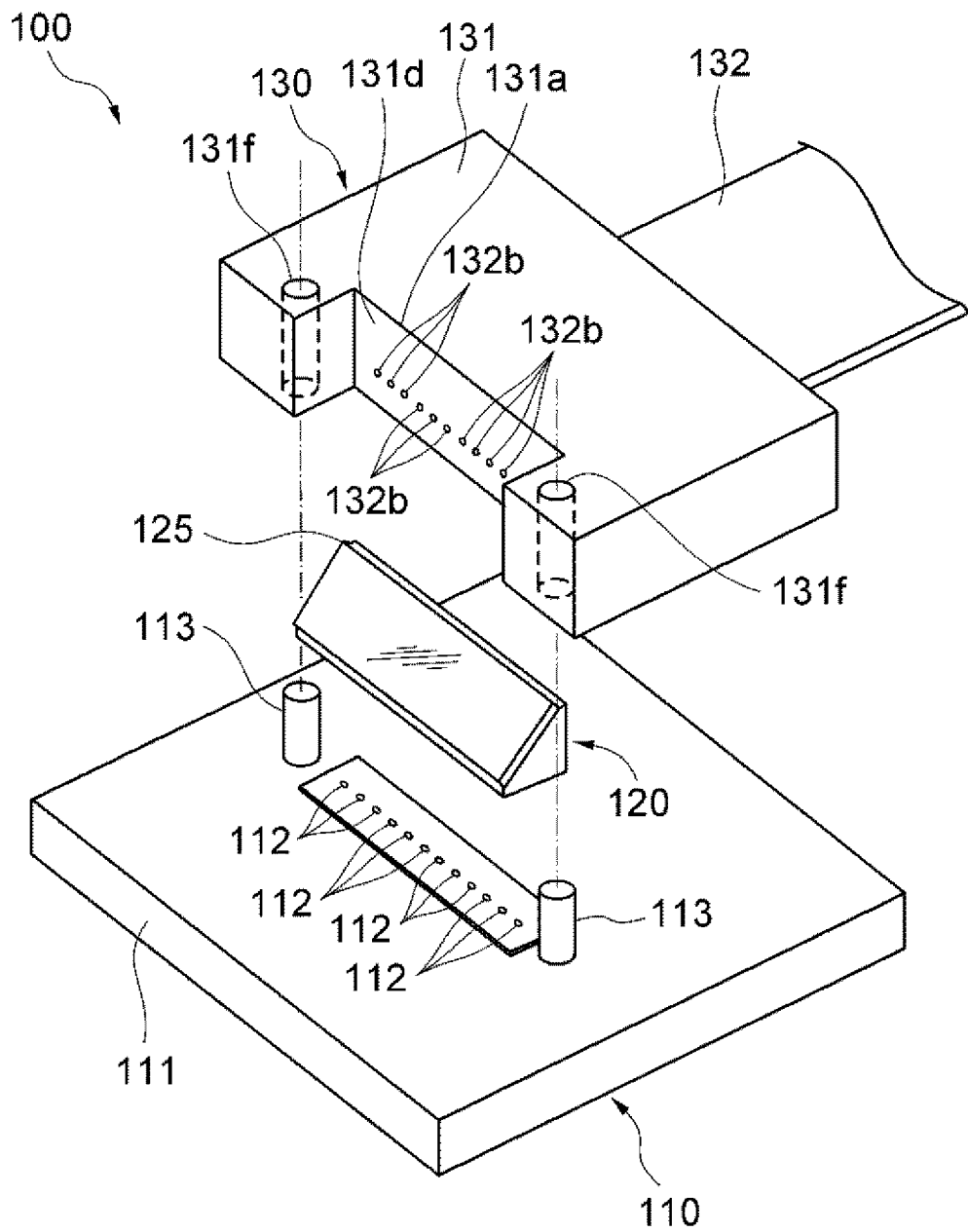
[図4]



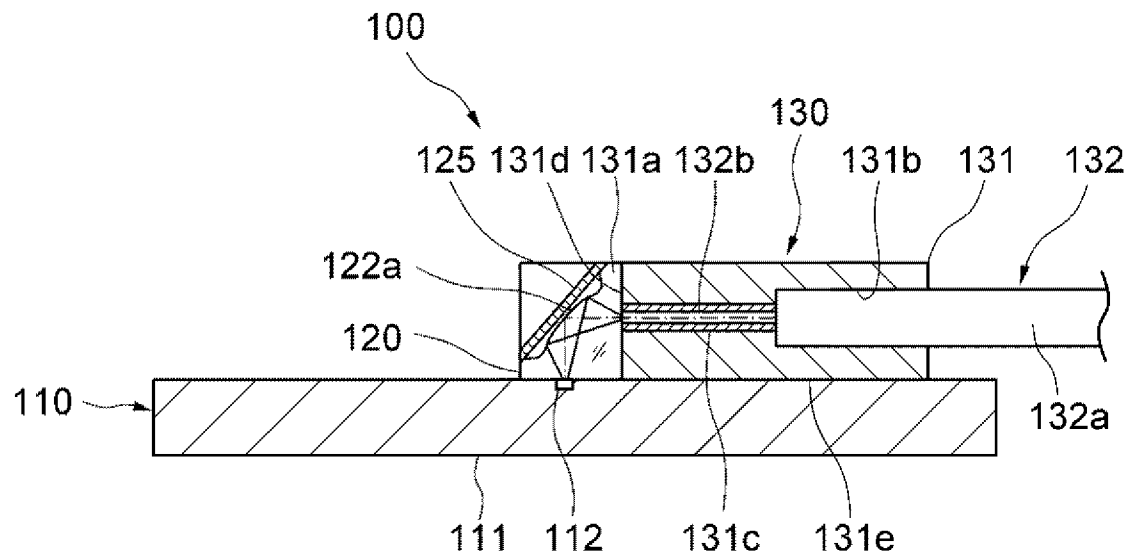
[図5]



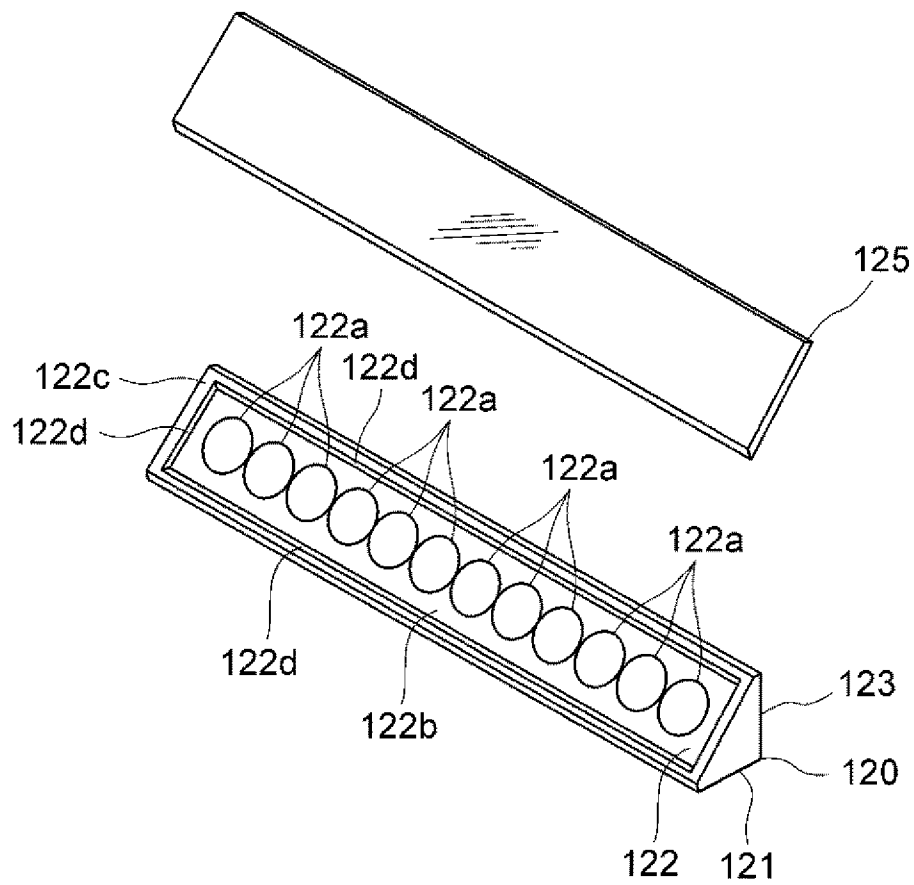
[図6]



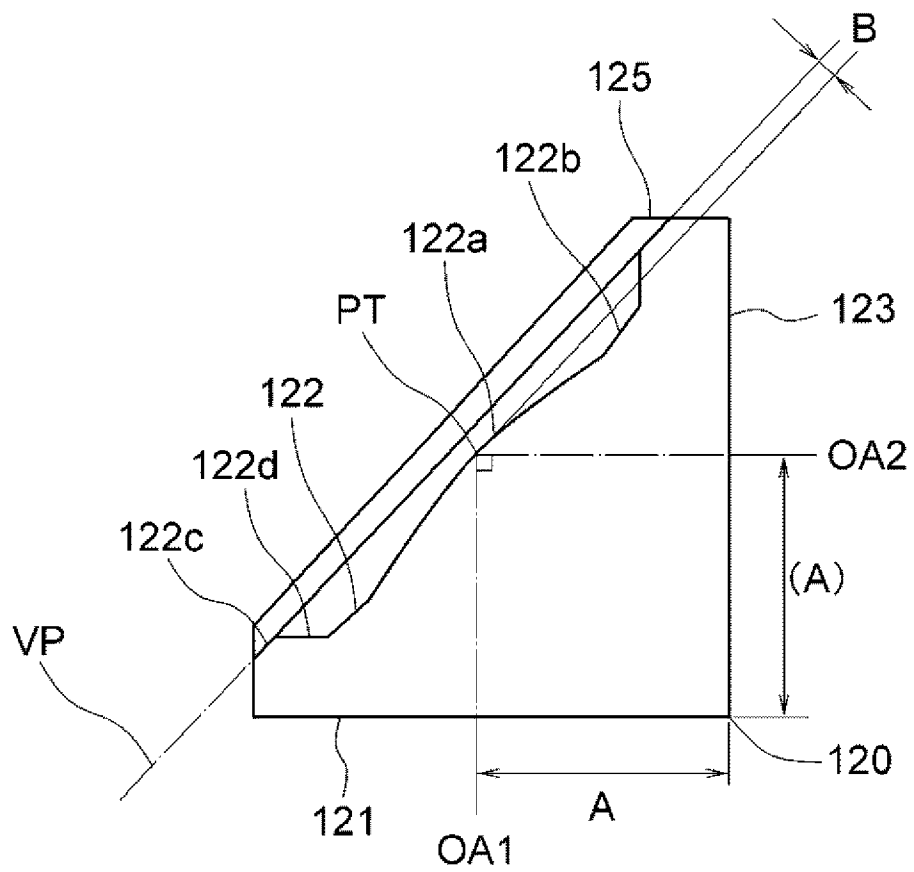
[図7]



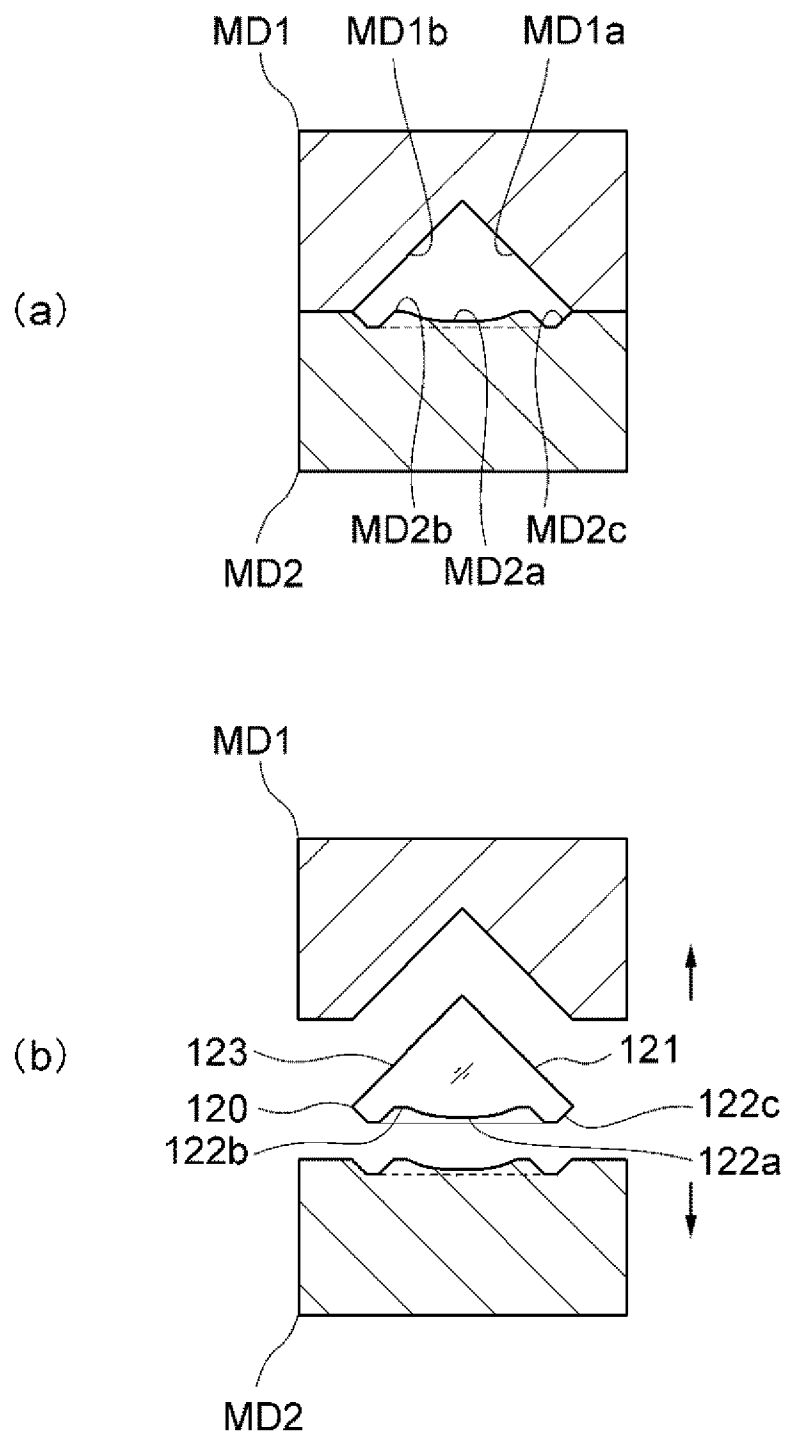
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050918

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B3/00(2006.01)i, B29C45/00(2006.01)i, G02B1/04(2006.01)i, G02B6/42
(2006.01)i, B29K105/12(2006.01)n, B29L11/00(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)

G02B1/00-3/14, G02B6/42, B29L11/00

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 2006-171406 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 29 June 2006 (29.06.2006), paragraphs [0001], [0014], [0070] to [0072], [0093] to [0103]; examples 1 to 4; fig. 1 (Family: none)	1, 3-5, 8, 10 6-7, 9
A	Cyclo Olefin Polymer Zeonex, Nippon Zeon Co., Ltd. [online], 2012 [retrieval date 05 February 2016 (05.02.2016)] Internet: <URL: http://www.zeon.co.jp/content/200133136.pdf >, page 7	1, 3-10
A	Cyclo Olefin Copolymer APEL, Mitsui Chemicals, Inc. [online], [retrieval date 05 February 2016 (05.02.2016)] Internet: <URL: http://jp.mitsuichem.com/service/pdf/apel_j.pdf?1454632939834 >, page 3	1, 3-10



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

"I" 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
04 April 2016 (04.04.16)

Date of mailing of the international search report
12 April 2016 (12.04.16)

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/JP2016/050918

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	S-BAL12, Ohara Inc. [online], [retrieval date 05 February 2016 (05.02.2016)] Internet: <URL: http://www.ohara-inc.co.jp/jp/product/optical/dl/data/jsbal12.pdf >	1,3-10
A	S-LAH58, Ohara Inc. [online], [retrieval date 05 February 2016 (05.02.2016)] Internet: <URL: http://www.ohara-inc.co.jp/jp/product/optical/dl/data/jslah58.pdf >	1,3-10
A	S-LAL10, Ohara Inc. [online], [retrieval date 05 February 2016 (05.02.2016)] Internet: <URL: http://www.ohara-inc.co.jp/jp/product/optical/dl/data/jslal10.pdf >	1,3-10
Y	JP 2011-105846 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 02 June 2011 (02.06.2011), paragraph [0118] (Family: none)	6-7
Y	JP 2009-192683 A (Hitachi Cable Ltd.), 27 August 2009 (27.08.2009), paragraphs [0044] to [0054]; fig. 1 to 5 & US 2009/0202252 A1 paragraphs [0077] to [0086]; fig. 1 to 5	9
A	JP 2005-060680 A (Kyoto University), 10 March 2005 (10.03.2005), paragraphs [0002] to [0004] & US 2006/0182941 A1 paragraphs [0003] to [0005] & WO 2005/012404 A1 & EP 1650253 A1 & KR 10-2006-0052961 A & CN 1832985 A	1,3-10
A	JP 2012-082418 A (The Boeing Co.), 26 April 2012 (26.04.2012), paragraphs [0032] to [0047]; fig. 5 & US 2012/0088063 A1 paragraphs [0040] to [0045]; fig. 5 & EP 2439235 A1 & CN 102532928 A	1,3-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050918

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(Invention 1) claims 1, 10 and the parts of claims 3-9 which refer to claim 1

Claims 1 and 10 and parts of claims 3-9, said parts citing claim 1, have a common technical feature wherein "at least at a region close to a light source wavelength, a difference between a refractive index change quantity (dn/dT) of a resin with respect to a temperature change, and that of a glass filler is equal to or less than 10.5×10^{-5} ", therefore, the claims 1 and 10 and the parts of claims 3-9 are classified as the inventions of Invention 1.

(Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
Claims 1, 10 and the parts of claims 3-9 which refer to claim 1

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050918

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

(Invention 2) claims 2, 11 and the parts of claims 3-9 which refer to claim 2

Claims 2 and 11 and parts of claims 3-9, said parts citing claim 2 have a common technical feature wherein "at least within a use temperature range of an optical element, a linear expansion coefficient difference between the resin and the glass filler is equal to or less than 6.0×10^{-5} ", therefore the claims 2 and 11 and the parts of claims 3-9 are classified as the inventions of Invention 2.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B3/00(2006.01)i, B29C45/00(2006.01)i, G02B1/04(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i,
B29K105/12(2006.01)n, B29L11/00(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. G02B1/00 - 3/14, G02B6/42, B29L11/00

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 2006-171406 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2006.06.29, [0001], [0014], [0070]-[0072], [0093]-[0103], 実施例 1-4, 図 1 (ファミリーなし)	1, 3-5, 8, 10 6-7, 9
A	シクロオレフィンポリマー ゼオネックス, 日本ゼオン株式会社 [オンライン] 2012 [検索日 2016.02.05] インターネット: <URL: http://www.zeon.co.jp/content/200133136.pdf >, P7	1, 3-10

☒ 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

04.04.2016

国際調査報告の発送日

12.04.2016

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)

後藤 亮治

20

9610

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
A	環状オレフィンポリマー A P E L, 三井化学株式会社 [オンライン] [検索日 2016. 02. 05] インターネット : <URL: http://jp.mitsui-chem.com/service/pdf/apel_j.pdf?1454632939834 >, P3	1, 3-10
A	S-BAL12, 株式会社オハラ [オンライン] [検索日 2016. 02. 05] インターネット : <URL: http://www.ohara-inc.co.jp/jp/product/optical/dl/data/jsball12.pdf >	1, 3-10
A	S-LAH58, 株式会社オハラ [オンライン] [検索日 2016. 02. 05] インターネット : <URL: http://www.ohara-inc.co.jp/jp/product/optical/dl/data/jslah58.pdf >	1, 3-10
A	S-LAL10, 株式会社オハラ [オンライン] [検索日 2016. 02. 05] インターネット : <URL: http://www.ohara-inc.co.jp/jp/product/optical/dl/data/jslal10.pdf >	1, 3-10
Y	JP 2011-105846 A (三菱化学株式会社) 2011. 06. 02, [0118] (ファミリーなし)	6-7
Y	JP 2009-192683 A (日立電線株式会社) 2009. 08. 27, [0044]-[[0054], 図 1-5 & US 2009/0202252 A1 [0077]-[0086], FIG. 1-FIG. 5	9
A	JP 2005-060680 A (国立大学法人京都大学) 2005. 03. 10, [0002]-[0004] & US 2006/0182941 A1 [0003]-[0005] & WO 2005/012404 A1 & EP 1650253 A1 & KR 10-2006-0052961 A & CN 1832985 A	1, 3-10
A	JP 2012-082418 A (ザ・ボーイング・カンパニー) 2012. 04. 26, [0032]-[0047], 図 5 & US 2012/0088063 A1 [0040]-[0045], FIG. 5 & EP 2439235 A1 & CN 102532928 A	1, 3-10

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

（発明1）請求項1、10、請求項3－9のうち請求項1を引用する部分

請求項1、10、請求項3－9のうち請求項1を引用する部分は、[少なくとも、光源波長付近において、樹脂とガラスファイラーの温度変化に対する屈折率変化量（ dn/dT ）の差が、 10.5×10^{-5} 以下である]という共通の技術的特徴を有しているので、発明1に区分する。

（発明2）請求項2、11、請求項3－9のうち請求項2を引用する部分

請求項2、11、請求項3－9のうち請求項2を引用する部分は、[少なくとも光学素子の使用温度範囲における、樹脂とガラスファイラーの線膨張係数の差が、 6.0×10^{-5} 以下である]という共通の技術的特徴を有しているので、発明2に区分する。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項1、10、請求項3－9のうち請求項1を引用する部分

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。