

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 2 月 3 日 (03.02.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/010574 A1

(51) 国際特許分類: **G02B 3/00**, C03C 3/097, 3/085, 3/083

(NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 Shiga (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/009044

(22) 国際出願日: 2004 年 6 月 21 日 (21.06.2004)

(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2003-280382 2003 年 7 月 25 日 (25.07.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1000013 東京都千代田区霞が関 1-3-1 Tokyo (JP). 日本電気硝子株式会社

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西井 準治 (NISHII, Junji) [JP/JP]; 〒5638577 大阪府池田市緑丘 1-8-3 1 独立行政法人産業技術総合研究所関西センター内 Osaka (JP). 吉原 聡 (YOSHIHARA, Satoru) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP).

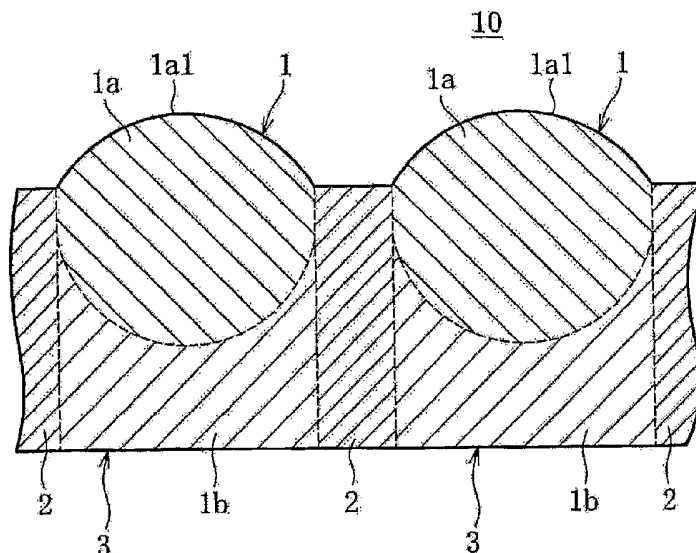
(74) 代理人: 江原 省吾, 外 (EHARA, Syogo et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 番 2 6 号 江原特許事務所 Osaka (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

/ 続葉有 /

(54) Title: MICRO LENS AND MICRO LENS ARRAY

(54) 発明の名称: マイクロレンズ及びマイクロレンズアレイ



(57) Abstract: A micro lens array (10), comprising a plurality of two-dimensionally arranged micro lenses (3) having lens parts (1) and base parts (2). The array provides a generally flat plate-like appearance. The lens part (1) is formed in a cylindrical shape with a specified diameter and comprises an amorphous part (1a) formed of an amorphous glass positioned on one surface side of the micro lens array (10) and a crystalline part (1b) formed of a crystallized glass positioned on the other surface side. The surface of the amorphous part (1a) is raised in curved shape from the position of the surface of the base part (2) to form a convex-shaped lens surface (1a1). The base part (2) is formed of the same crystallized glass as the crystalline part (1b) of the lens part (1) and surrounds the periphery of the lens part (1).

/ 続葉有 /

WO 2005/010574 A1



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: マイクロレンズアレイ 10 は、レンズ部 1 と基質部 2 とを備えたマイクロレンズ 3 が二次元的に複数配列されて構成され、全体として平板状の外観を呈している。レンズ部 1 は、それぞれ、所定径の円柱状形態をなし、マイクロレンズアレイ 10 の一方の表面側に位置する非晶質ガラスからなる非晶質部 1 a と、他方の表面側に位置する結晶化ガラスからなる結晶質部 1 b とで構成される。非晶質部 1 a の表面は、基質部 2 の表面の位置よりも湾曲状に隆起して、凸曲面状レンズ表面 1 a 1 を形成している。基質部 2 は、レンズ部 1 の結晶質部 1 b と同じ結晶化ガラスからなり、レンズ部 1 の周囲を包囲している。

明細書

マイクロレンズ及びマイクロレンズアレイ

技術分野

本発明は、マイクロレンズ及びマイクロレンズアレイ、特に光通信分野において使用されるマイクロレンズ及びマイクロレンズアレイに関するものである。

背景技術

マイクロレンズは、一般に直径2 mm以下の微小なレンズ部を有するレンズの総称であり、光記録において微小スポットを形成する機能や半導体レーザからの出力光線を光ファイバに結合させる機能を有し、光ピックアップ、液晶プロジェクタ、光通信デバイス（例えば、光スイッチ、合波分波器等）等に使用されている。特に、光通信分野において使用するマイクロレンズは、レンズ部の直径が、約10 μ mの光ファイバのコア径に合わせて、できるだけ小さくすることが必要とされ、DWDM及び並列光通信においては、このような微細なマイクロレンズを二次元的に複数配列したマイクロレンズアレイが使用される。

このようなマイクロレンズとして、露光された部分にのみ結晶を析出するガラス（いわゆる感光性結晶化ガラス）を用いたマイクロレンズが提案されている（例えば、特公平5-84481号公報（以下、「特許文献1」という。）参照）。すなわち、このマイクロレンズは、レンズ部に相当する大きさのCr膜を形成したシリカガラス板からなるマスキング材によって、原ガラス基材の表面のレンズ部に相当する領域をマスクし、紫外線で露光した後、熱処理することによって、露光した部分（レンズ部を包囲する部分）にのみ結晶を析出させた結果として、露光していない部分の上面及び下面を湾曲かつ隆起させて非晶質ガラスからなるレンズ部を形成したものである。

また、他のマイクロレンズとしては、高密度化石英ガラスの表面の微小領域に炭酸ガスレーザを照射することによって、照射部を熱構造緩和させ、隆起構造を微小領域に形成させたマイクロレンズ（アレイ）が提案されている（例えば、北村直之，外 2 名，「レーザ光照射によって形成されたガラス表面の隆起構造」，第 50 回応用物理学関係連合講演会予稿集，2003 年 3 月，p 983，28 p-M-1（以下、「非特許文献 1」という。）参照）。

しかしながら、特許文献 1 に記載のマイクロレンズは、レンズ部の直径やレンズ部の間隔が異なるマイクロレンズアレイを作製する場合には、その種類毎にマスキング材を用意する必要があるため、製造コストが高くなる。

また、非特許文献 1 に記載のマイクロレンズ（アレイ）は、炭酸ガスレーザとして波長が $10.6\ \mu\text{m}$ の赤外線レーザを照射してレンズ部を形成するが、石英ガラスはこの赤外線を透過しないため、赤外線レーザを全肉厚部分に亘って照射することができず、表面に近い部分しかレンズ部が形成されない。さらに、高価な製造設備が必要で、連続生産が困難な HIP 処理によって高密度化した石英ガラスを使用するため、製造コストが高くなる。

発明の開示

したがって、本発明の目的は、安価なマイクロレンズ及びマイクロレンズアレイを提供することにある。

上記目的を達成するため、本発明は、凸状のレンズ表面を有するレンズ部と、レンズ部の周囲を包囲する結晶化ガラスからなる基質部とを備え、レンズ部は、前記基質部を構成する結晶化ガラス基質がレーザの照射によって非晶質ガラス化した非晶質部を含んでいるマイクロレンズ、及び、このマイクロレンズが二次元的に複数配列されたマイクロレンズアレイを提供する。

結晶化ガラスからなる基材の所定領域にレーザを照射すると、レーザが照射された基材の所定領域は、該所定領域を構成する結晶化ガラス基質の一部又は全部がレーザの照射エネルギーによって熔融し、非晶質ガラス化して非晶質部

となる。この非晶質ガラス化した非晶質部は、その周囲を包囲する結晶化ガラス基質の基質部に比べて密度が相対的に小さく、そのために非晶質部の体積は基質部に比べて相対的に増加する。その結果、非晶質部は周囲の基質部から圧迫力を受け、その表面が湾曲状に隆起して凸状のレンズ表面が形成される。したがって、レーザが照射された基材の所定領域は凸曲面状のレンズ表面を有するレンズ部となり、レーザが照射されなかった基材の他の領域はレンズ部の周囲を包囲する結晶化ガラスからなる基質部となる。

例えば、レーザを基板の片面側から所定領域に照射する場合において、レーザの照射エネルギーによって上記所定領域の表面に近い部分のみが溶融する場合は、該表面に近い部分のみが非晶質化して、基板の片面側にのみレンズ表面が形成される。レーザを基板の両面側からそれぞれ所定領域に照射する場合は、レーザの照射エネルギーによって溶融する範囲の如何にかかわらず、基板の両面側にそれぞれレンズ表面が形成される。特にレーザが紫外線レーザであると、紫外線のガラスに対する透過率が高いため、例えばレーザを基板の片面側から照射して、レーザの照射エネルギーによって上記所定領域の全肉厚部分を溶融することができ、これにより、上記所定領域の全肉厚部分を非晶質化して、基板の両面側にそれぞれレンズ表面を形成することができる。

また、レーザを基板の複数の所定領域に間隔をあけて照射すると、上記のようなマイクロレンズが二次元的に複数配列されたマイクロレンズアレイが形成される。

上記構成において、前記基質部（基材）を構成する結晶化ガラスが、結晶化前の原ガラスの密度（ D_a ）と結晶化後の結晶化ガラスの密度（ D_b ）との密度差（ $\Delta D = (D_b - D_a) / D_b$ ）が1%以上である結晶化ガラスであると、レンズ効果を得るために必要な凸曲面が得られるため好ましい。 ΔD のより好ましい範囲は2～6%である。

また、レンズ部の非晶質部が $-40 \sim 80^\circ\text{C}$ の温度範囲において $30 \sim 130 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ の熱膨張係数を有していると、温度に対する焦点距離変化率（ d

f/dT) が小さくなり (例えば、絶対値で $2\text{ nm}/^{\circ}\text{C}$ 以内)、環境温度が変動しても光損失が少ないため好ましい。

レンズ部の非晶質部の熱膨張係数は $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において $30\sim 95\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であるのがより好ましく、特に、レンズ部の非晶質部の熱膨張係数が $60\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ よりも小さいと、基質部との熱膨張差が小さくなり、クラックが入りにくいためさらに好ましい。

また、一般にマイクロレンズ (アレイ) は、光ファイバーアレイ用基材に固定した光ファイバーから赤外光を出入射させて使用することがあるが、この光ファイバーアレイ用基材は、熱膨張係数が光ファイバーと近く、また V 溝加工性に優れるという理由から $-10\sim +10\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数を有する $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系結晶化ガラスを基材材料として使用することが多い。従って、基質部が $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において $-30\sim +50\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数を有すると、マイクロレンズと光ファイバーアレイ用基材との熱膨張係数が近いため、マイクロレンズアレイとして使用した場合、温度変化に伴う軸ずれが小さくなり、環境温度が変動しても光損失が少なくなるため好ましい。尚、基質部の熱膨張係数の好ましい範囲は、 $-30\sim +20\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であり、さらに好ましい範囲は、 $-25\sim +15\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ である。また、レンズ部の非晶質部が $-1\sim +8\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (好ましくは $5\sim 7\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) の屈折率の温度依存性を有していると、温度に対する焦点距離変化率が小さくなるため好ましい。

また、レンズ部の非晶質部が $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系非晶質ガラスからなると、 $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において、 $30\sim 130\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数を有しやすく、基質部が $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系結晶化ガラス、具体的には β -石英固溶体及び/又は β -スポジューメン固溶体を主結晶相として析出してなる $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系結晶化ガラスからなると、 $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において $-30\sim +50\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数を有しやすくなるため好ましい。

また、基質部が、200～400nmの波長の紫外線を吸収する元素を含有すると、紫外線レーザが照射された基材の所定領域に存在する元素が紫外線を吸収し、そのエネルギーにより、該所定領域を構成する結晶化ガラス基質の一部又は全部の結晶が溶融し、短時間で効率よく非晶質ガラス化して非晶質部となる。紫外線を吸収する元素としては、Ti、Nb、Bi、Pb、Fe、Cr、V、Ce、Au、Ag及びCuからなる群から選択された1種以上の元素が使用でき、特に、Tiに加えて微量のFe (Fe_2O_3 で50～1000ppm)を含むと、より紫外線を吸収しやすくなる。また、紫外線を吸収する元素がTiであると可視光域の波長の光を透過しやすいため好ましい。

また、レンズ部及び基質部が、質量%で、 SiO_2 55～75%、 Al_2O_3 14～35%、 Li_2O 2～8%、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 0.7～8%を含有してなり、特に好ましくは、質量%で、 SiO_2 55～75%、 Al_2O_3 14～35%、 Li_2O 2～8%、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 0.7～5%、 MgO 0～4%、 ZnO 0～4%、 TiO_2 0～4%、 ZrO_2 0～4%、 SnO_2 0～4%、 P_2O_5 0～4%、 Na_2O 0～7%、 K_2O 0～7%、 BaO 0～7%を含有してなると、 $-40 \sim 80^\circ\text{C}$ の温度範囲において、レンズ部の非晶質部が $30 \sim 130 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ の熱膨張係数を有する非晶質ガラスになりやすく、基質部が $-30 \sim +50 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ の熱膨張係数を有する結晶化ガラスになりやすい。

結晶化ガラスからなる基材が、 $-40 \sim 80^\circ\text{C}$ の温度範囲において、 $-30 \sim +50 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ の熱膨張係数を有し、 β -石英固溶体及び/又は β -スポジュメン固溶体を主結晶相として析出してなる $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系結晶化ガラスからなると、レーザの照射によって形成されたレンズ部の非晶質部が $-40 \sim 80^\circ\text{C}$ の温度範囲において $30 \sim 130 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ の熱膨張係数を有する非晶質ガラスになりやすく、基質部が $-30 \sim +50 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ の熱膨張係数を有する結晶化ガラスになりやすい。

基材は、質量%で、 SiO_2 55～75%、 Al_2O_3 14～35%、Li

SiO_2 2～8%、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 0.7～8%を含有し、より好ましくは、質量%で、 SiO_2 55～75%、 Al_2O_3 14～35%、 Li_2O 2～8%、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 0.7～5%、 MgO 0～4%、 ZnO 0～4%、 TiO_2 0～4%、 ZrO_2 0～4%、 SnO_2 0～4%、 P_2O_5 0～4%、 Na_2O 0～7%、 K_2O 0～7%、 BaO 0～7%を含有しているのが好ましい。

レーザーは、波長が400nm以下、好ましくは266～355nmの紫外線レーザー、具体的にはYAGレーザーであると、レーザー出力を高くでき、照射スポット径を小さく、またスポットの真円度を高くできるため、短時間で寸法精度が高い小径のレンズ部を形成できる。また、紫外線レーザーの出力が0.5～5Wであると、結晶化ガラスからなる基材の一部が短時間で溶融して、容易に非晶質部を形成できる。特に結晶化ガラスからなる基材が、400nm以下の波長を有する光の吸収が大きいと、レーザーによる基材の溶融が容易になるため好ましい。

本発明のマイクロレンズ及びマイクロレンズアレイは、高価な製造設備が必要で連続生産が困難なHIP処理によって基材を高密度化する必要がなく、またマスキング材を作製する必要がない。したがって、本発明によれば、安価なマイクロレンズ及びマイクロレンズアレイを提供することができる。

図面の簡単な説明

図1は、実施の形態に係るマイクロレンズアレイを概念的に示す断面図である。

図2は、他の実施の形態に係るマイクロレンズアレイを概念的に示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

図1、図2は、本発明の実施の形態に係るマイクロレンズアレイ10、20

をそれぞれ概念的に示している。

図 1 に示すマイクロレンズアレイ 10 は、レンズ部 1 と基質部 2 とを備えたマイクロレンズ 3 が二次元的に複数配列されて構成され、全体として平板状の外観を呈している。レンズ部 1 は、それぞれ、所定径の円柱状形態をなし、マイクロレンズアレイ 10 の一方の表面側に位置する非晶質ガラスからなる非晶質部 1 a と、他方の表面側に位置する結晶化ガラスからなる結晶質部 1 b とで構成される。非晶質部 1 a の表面は、基質部 2 の表面の位置よりも湾曲状に隆起して、凸曲面状、例えば 1 つの曲率半径を有する凸球面状のレンズ表面 1 a 1 を形成している。基質部 2 は、レンズ部 1 の結晶質部 1 b と同じ結晶化ガラスからなり、レンズ部 1 の周囲を包囲している。尚、図 1 では、基質部 2 とレンズ部 1 の結晶質部 1 b とを概念的に区分して示しているが、実際には、両者の間に組織構造上の違いは存在しない。

マイクロレンズアレイ 10 は、例えば、結晶化ガラスからなる基材の複数の所定領域に一方の表面側からレーザを照射することによって製造することができる。すなわち、レーザが照射された基材の所定領域は、レーザの照射エネルギーによって、一方の表面に近い部分が溶融し、非晶質ガラス化して非晶質部 1 a となる。この非晶質ガラス化した非晶質部 1 a は、その周囲を包囲する結晶化ガラス基質の基質部 2 に比べて密度が相対的に小さく、そのために非晶質部 1 a の体積は基質部 2 に比べて相対的に増加する。その結果、非晶質部 1 a は周囲の基質部 2 から圧迫力を受け、その表面が湾曲状に隆起して凸曲面状のレンズ表面 1 a 1 が形成される。したがって、レーザが照射された基材の所定領域は凸曲面状のレンズ表面 1 a 1 を有するレンズ部 1 となり、レーザが照射されなかった基材の他の領域はレンズ部 1 の周囲を包囲する結晶化ガラスからなる基質部 2 となる。レンズ部 1 の直径は、照射するレーザビームのスポット径と略等しくなり、レーザビームのスポット径を調整することによって、所望の直径を有するレンズ部 1 を精度良く形成することができる。

図 2 に示すマイクロレンズアレイ 20 は、レンズ部 11 と基質部 12 とを備

えたマイクロレンズ 1 3 が二次元的に複数配列されて構成され、全体として平板状の外観を呈している。レンズ部 1 1 は、それぞれ、所定径の円柱状形態をなし、非晶質ガラスからなる非晶質部 1 1 a で構成される。非晶質部 1 1 a の両表面は、それぞれ、基質部 1 2 の表面の位置よりも湾曲状に隆起して、凸曲面状、例えば 1 つの曲率半径を有する凸球面状のレンズ表面 1 1 a 1 を形成している。基質部 1 2 は、結晶化ガラスからなり、レンズ部 1 1 の周囲を包囲している。

このマイクロレンズアレイ 2 0 も、図 1 に示すマイクロレンズアレイ 1 0 と同様に、結晶化ガラスからなる基材の複数の所定領域に一方の表面側からレーザを照射することによって製造することができるが、レーザの照射によってレンズ部 1 1 の全肉厚部分が熔融して非晶質化され、基板の両面側にそれぞれレンズ表面 1 1 a 1 が形成される点が異なる。

【実施例】

【表 1】

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
SiO ₂		68	67	66	63	60
Al ₂ O ₃		23	23	18	21	24
Li ₂ O		5	4	2	4	5
Na ₂ O		—	—	—	1	1
K ₂ O		—	—	0.5	2	2
BaO		—	—	—	2	3
MgO		—	—	4	1	—
ZnO		—	—	4	1	1
ZrO ₂		2	2	2	2	1
TiO ₂		—	2	3	1	1
SnO ₂		1	—	—	1	1
P ₂ O ₅		1	1	—	1	1
Sb ₂ O ₃		—	1	0.5	—	—
結晶化条件		780℃ ×3時間 900℃ ×1時間	780℃ ×3時間 850℃ ×1時間	780℃ ×3時間 880℃ ×1時間	780℃ ×3時間 900℃ ×1時間	780℃× 2時間 1150℃ ×1時間
析出結晶相		β-石英 固溶体	β-石英 固溶体	β-石英 固溶体	β-石英 固溶体	β-石英固 溶体, β-ス ホジュン固 溶体
Dc (g/cm ³)		2.41	2.42	2.41	2.42	2.42
Dd (g/cm ³)		2.50	2.51	2.50	2.50	2.50
ΔD (%)		3.6	3.6	3.6	3.2	3.2
非 晶 質 部	レンズ形状	凸平	凸平	凸平	両凸	凸平
	α (×10 ⁻⁷ /°C)	35	40	45	50	40
	曲率半径 (μm)	50	75	80	100	100
	屈折率: n1550nm	1.51	1.52	1.53	1.53	1.52
	Dn/dT (×10 ⁻⁶ /°C)	7	7	6	5	6
基 質 部	df/dT (nm/°C)	-0.96	-1.36	-1.03	-0.42	-1.45
	α (×10 ⁻⁷ /°C)	-20	-5	-1	4	10
挿入損失		<1dB	<1dB	<1dB	<1dB	<1dB

【表 2】

		実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9
S i O ₂		6 1	6 7 . 9	6 7	6 6
A l ₂ O ₃		2 6	1 9	2 3	1 8
L i ₂ O		5	4	4	2
N a ₂ O		—	1	—	—
K ₂ O		—	—	—	3
B a O		—	—	—	1
M g O		—	1	—	1
Z n O		2	1	—	3
Z r O ₂		—	—	2	2
T i O ₂		4	4	2	3 . 8
V ₂ O ₅		—	0 . 1	—	—
C e O ₂		—	—	—	—
S n O ₂		1	1	—	0 . 2
P ₂ O ₅		1	—	1	—
S b ₂ O ₃		—	1	1	—
A g		—	—	—	—
A u		—	—	—	—
結晶化条件		7 8 0℃ × 3 時間 9 0 0℃ × 1 時間	7 8 0℃ × 3 時間 8 7 0℃ × 1 時間	7 8 0℃ × 3 時間 8 5 0℃ × 1 時間	7 5 0℃ × 2 時間 8 7 0℃ × 1 時間
析出結晶相		β - 石英 固溶体	β - 石英 固溶体	β - 石英 固溶体	β - 石英 固溶体
D c (g/cm ³)		2.47	2.40	2.42	2.49
D d (g/cm ³)		2.57	2.50	2.51	2.54
△ D (%)		3.9	4.0	3.6	2.0
非晶質部	レンズ形状	両凸	凸平	両凸	両凸
	α (×10 ⁻⁷ /℃)	3 5	4 0	4 0	3 2
	曲率半径 (μm)	1 5 0	1 0 0	1 5 0	2 5 0
	屈折率 : n _{1550nm}	1 . 5 4	1 . 5 2	1 . 5 2	1 . 5 2
	Dn/dT (×10 ⁻⁶ /℃)	7	6	7	6
	Df/dT (nm/℃)	-1.31	-1.45	-1.36	-2.00
基質部	α (×10 ⁻⁷ /℃)	- 1 5	- 5	- 5	1 2
挿入損失		< 1 d B	< 1 d B	< 1 d B	< 1 d B

【表 3】

		比較例 1	比較例 2
S i O ₂		1 0 0	7 9 . 1
A l ₂ O ₃		—	4 . 2
L i ₂ O		—	9 . 4
N a ₂ O		—	1 . 6
K ₂ O		—	4 . 2
B a O		—	—
M g O		—	—
Z n O		—	0 . 1
Z r O ₂		—	—
T i O ₂		—	—
V ₂ O ₅		—	—
C e O ₂		—	0 . 0 1 5
S n O ₂		—	3 0 ppm
P ₂ O ₅		—	—
S b ₂ O ₃		—	0 . 4 0
A g		—	0 . 1 1 5
A u		—	1 2 ppm
結晶化条件		—	5 4 0 °C × 1 時間 5 8 0 °C × 1 時間
析出結晶相		—	L i ₂ O · S i O ₂
D c (g/cm ³)		2.20	2.38
D d (g/cm ³)		2.29	2.41
Δ D (%)		3.9	1.2
非 晶 質 部	レンズ形状	凸平	両凸
	α (×10 ⁻⁷ /°C)	6	8 5
	曲率半径 (μm)	1 0 0	2 5 0
	屈折率: n _{1550nm}	1 . 4 6	1 . 5 0
	d n / d T (×10 ⁻⁶ /°C)	1 2	3
	d f / d T (nm/°C)	-5.54	0.63
基 質 部	α (×10 ⁻⁷ /°C)	6	8 5
挿入損失		2 d B	2 d B

表 1 は実施例 1 ～ 5 を、表 2 は実施例 6 ～ 9 を、表 3 は比較例 1、2 を示す。実施例 1 ～ 3、5、7 のマイクロレンズアレイは図 1 に示す構成に対応し、実施例 4、6、8、9 のマイクロレンズアレイは図 2 に示す構成に対応する。

まず、表 1、2 に示す組成となるように調合した原料を白金坩堝中に入れ、1550℃で10時間熔融したガラスをカーボン型枠内に流し出し、室温まで徐冷して原ガラス板を作製した。その後、表 1 に示す結晶化条件で結晶化させ、 β -石英固溶体又は β -スポジュメン固溶体を析出した結晶化ガラスからなる原板を得た。尚、実施例 1 ～ 9 は、不純物として Fe_2O_3 を50～400ppm含有していた。

次に、この原板を $3 \times 4 \times 0.5$ mmの大きさに切断加工して、両面を鏡面研磨することによって基材を作製し、0.2 mm間隔で8箇所の基材表面近傍に、パルス幅10 ns、周波数1 kHzで波長355 nmのYAGレーザを出力0.5～2.5 Wで1箇所あたり2秒間照射することによって、図 1 に示すように、レンズ部 1（紫外線レーザが照射された領域）と基質部 2（紫外線レーザが照射されなかった領域）とを備えた8個のマイクロレンズ 3 が二次元的に配列されたマイクロレンズアレイ 10 を作製した（実施例 1 ～ 3、5、7）。

また、原板を $3 \times 4 \times 0.2$ mmの大きさに切断加工して、両面を鏡面研磨することによって基材を作製し、0.2 mm間隔で8箇所において、基材の全厚み方向にわたって、パルス幅10 ns、周波数1 kHzで波長355 nmのYAGレーザを出力0.5～2.5 Wで1箇所あたり2秒間照射することによって、図 2 に示すように、レンズ部 11（紫外線レーザが照射された領域）と基質部 12（紫外線レーザが照射されなかった領域）とを備えた8個のマイクロレンズ 13 が二次元的に配列されたマイクロレンズアレイ 20 を作製した（実施例 4、6、8、9）。尚、レンズ部 1、11 のうち、紫外線レーザが照射され基材が熔融した部分は、非晶質ガラスからなる非晶質部 1a、11a となっていた。また、実施例 1 ～ 3、5、7 において、レンズ部 1 のうち、基材が熔融しなかった部分は基材のままの結晶が析出した結晶質部 1b であった。また、この結晶質部 1b は、 β -石英固溶体を析出しているものの、析出

結晶サイズが $0.05\mu\text{m}$ 以下であるため、 $1000\sim1650\text{nm}$ の波長域における赤外線透過率が60%以上であり、光通信用途に十分使用できるものであった。

比較例1では、原板として、 1GPa 、 1200°C でHIP処理して密度を4%上昇させた高密度化シリカガラスを用い、波長 $10.6\mu\text{m}$ の炭酸ガスレーザーを出力 0.5W で120秒間照射した点以外は、実施例1と同様にしてマイクロレンズアレイを作製した。尚、この場合、レーザーが照射され低密度化された部分がレンズ部の非晶質部となり、原板のままの高密度化されている部分が基質部となる。

比較例2では、表2の組成になるように調合した原料を白金坩堝中に入れ、 1450°C で4時間熔融したガラスをカーボン型枠内に流し出し、室温まで徐冷して、原板を作製した。次に、この原板を $3\times4\times0.5\text{mm}$ の大きさに切断加工して、両面を鏡面研磨することによって基材を作製し、レンズ部に相当する大きさのCr膜を形成したシリカガラス板によって、基材の表面のレンズ部に相当する領域をマスクし、 1000W の水銀ーキセノンランプを用いて紫外線を100秒間照射した。その後、基材を 540°C で1時間、 580°C で1時間熱処理し、基材の紫外線を照射した部分に $\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ 結晶を析出させて、基材の両面側に凸曲面状のレンズ表面を有する8個のマイクロレンズを備えたマイクロレンズアレイを作製した。

尚、実施例1～9及び比較例1、2において、レンズ部の直径はレンズ表面の曲率半径に略等しく、 $50\sim300\mu\text{m}$ であった。また、表1、表2の「レンズ形状」の欄において、「凸平」の表示は図1に示すような片面側にのみレンズ表面を有するレンズ形状であることを表し、「両凸」は図2に示すような両面側にレンズ表面を有するレンズ形状であることを表している。

析出結晶相は、X線回折装置を用いて同定した。

結晶化前の原ガラスの密度(D_a)及び結晶化後の結晶化ガラス(基板)の密度(D_b)は、アルキメデス法を用いて測定した。

非晶質部の熱膨張係数は、実施例1～5では原ガラス板の熱膨張係数で、比

較例 1、2 では原板の熱膨張係数で評価した。また、基質部の熱膨張係数は、実施例 1～5 と比較例 1 では原板の熱膨張係数で、比較例 2 では原板の熱処理後の熱膨張係数で評価した。これらの熱膨張係数は、ディラトメータ（マツクサイエンス社製 TD-5000S）を用いて、 $-40 \sim 80^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で測定した。

レンズ部の曲率半径は、レーザ顕微鏡を用いて測定した。

レンズ部の屈折率及び屈折率の温度依存性 (dn/dT) は、 $-40 \sim 80^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において、オプティプローブ法により屈折率を測定することによって求めた。

温度に対する焦点距離変化率 (df/dT) は以下のようにして算出した。

焦点距離 f は数式 1 にて表され、数式 1 を温度 T で微分することより数式 2 に示す温度に対する焦点距離変化率 (df/dT) が導出される。

$$f = (r_1 \cdot r_2) / \{ (r_2 - r_1) \cdot (n - 1) \} \cdots \text{数式 1}$$

$$df/dT = f \cdot [\alpha - \{1 / (n - 1) \cdot dn/dT\}] \cdots \text{数式 2}$$

ここで、 r_1 、 r_2 はレンズ部のレンズ表面の曲率半径 (μm)、 α は熱膨張係数 ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)、 n は波長 1550nm における室温での屈折率、 dn/dT は温度に対する屈折率変化率 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) である。尚、レンズ形状が凸平の場合は、 r_2 が ∞ となる。

温度変化に伴う焦点距離の変化及び軸ずれは、温度変化に対する挿入損失によって評価し、その挿入損失は、レーザダイオード (LD) より出射した $1.55\mu\text{m}$ の赤外光をマイクロレンズを通してシングルモード光ファイバに入射し、パワーメータを用いて、 -5°C 、 25°C 及び 65°C における光損失量 (dB) を 8 個のマイクロレンズについて測定し、それら全ての光損失量の平均値とした。

実施例 1～9 は、HIP 処理や、マスキング材を必要とすることなくマイクロレンズアレイを作製でき、さらに温度変化に対する挿入損失が小さかった。一方、比較例 1 は、原板を作製するために HIP 処理しなければならず、さらに温度に対する焦点距離変化率 (df/dT) が大きいため、温度変化に対す

る挿入損失が大きかった。また、比較例 2 は、マスキング材を用意しなければならず、さらに、温度に対する焦点距離変化率 (df/dT) が小さいものの、温度変化に対する挿入損失が大きかった。これは、基質部の熱膨張係数が大きいために、マイクロレンズアレイの温度に対する軸ずれが大きくなったことに起因しているものと推察される。

産業上の利用可能性

本発明のマイクロレンズ及びマイクロレンズアレイは、光スイッチ、合波分波器等の光通信デバイスに好適であり、特に厳密な焦点距離の精度や高い化学的耐久性が要求される DWDM 及び並列光通信に好適である。

請求の範囲

1. 凸状のレンズ表面を有するレンズ部と、該レンズ部の周囲を包囲する結晶化ガラスからなる基質部とを備え、前記レンズ部は、前記基質部を構成する結晶化ガラス基質がレーザの照射によって非晶質ガラス化した非晶質部を含んでいるマイクロレンズ。

2. 前記基質部を構成する結晶化ガラスは、結晶化前の原ガラスの密度 (D_a) と結晶化後の結晶化ガラスの密度 (D_b) との密度差 ($\Delta D = (D_b - D_a) / D_b$) が 1 % 以上である結晶化ガラスである請求の範囲 1 に記載のマイクロレンズ。

3. 前記レンズ部の非晶質部が、 $-40 \sim 80^\circ\text{C}$ の温度範囲において、 $30 \sim 130 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ の熱膨張係数を有する請求の範囲 1 又は 2 に記載のマイクロレンズ。

4. 前記基質部が、 $-40 \sim 80^\circ\text{C}$ の温度範囲において、 $-30 \sim +50 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ の熱膨張係数を有する請求の範囲 1 又は 2 に記載のマイクロレンズ。

5. 前記レンズ部の非晶質部が $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系非晶質ガラスからなり、前記基質部が $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系結晶化ガラスからなる請求の範囲 1 から 4 のいずれかに記載のマイクロレンズ。

6. 前記基質部が β -石英固溶体及び／又は β -スポジュメン固溶体を主結晶相として析出してなる $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系結晶化ガラスからなる請求の範囲 1 から 5 のいずれかに記載のマイクロレンズ。

7. 前記基質部が、 $200 \sim 400 \text{ nm}$ の波長の紫外線を吸収する元素を含有する請求の範囲 4 から 6 のいずれかに記載のマイクロレンズ。

8. 前記基質部が、 Ti 、 Nb 、 Bi 、 Pb 、 Fe 、 Cr 、 V 、 Ce 、 Au 、 Ag 及び Cu からなる群から選択された 1 種以上の元素を含有してなる請求の範囲 4 から 7 のいずれかに記載のマイクロレンズ。

9. 前記レンズ部及び前記基質部が質量%で、 SiO_2 55 ~ 75 %、

Al_2O_3 14～35%、 Li_2O 2～8%、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 0.7～8%を含有する請求の範囲1から8のいずれかに記載のマイクロレンズ。

10. 前記レンズ部及び前記基質部が質量%で、 SiO_2 55～75%、 Al_2O_3 14～35%、 Li_2O 2～8%、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 0.7～5%、 MgO 0～4%、 ZnO 0～4%、 TiO_2 0～4%、 ZrO_2 0～4%、 SnO_2 0～4%、 P_2O_5 0～4%、 Na_2O 0～7%、 K_2O 0～7%、 BaO 0～7%を含有する請求の範囲1から9のいずれかに記載のマイクロレンズ。

11. 前記レーザが紫外線レーザからなる請求の範囲1から10のいずれかに記載のマイクロレンズ。

12. 前記レーザの出力が0.5～5Wである請求の範囲1から11のいずれかに記載のマイクロレンズ。

13. 凸状のレンズ表面を有するレンズ部と、該レンズ部の周囲を包囲する結晶化ガラスからなる基質部とを備えたマイクロレンズを製造する方法であって、結晶化ガラスからなる基材の所定領域にレーザを照射し、該レーザの照射により前記基材の所定領域の結晶化ガラス基質を非晶質ガラス化して非晶質部を生成させて、該非晶質部を含む前記レンズ部を形成するマイクロレンズの製造方法。

14. 前記基材が、結晶化前の原ガラスの密度(D_a)と結晶化後の結晶化ガラスの密度(D_b)との密度差($\Delta D = (D_b - D_a) / D_b$)が1%以上である結晶化ガラスからなる請求の範囲13に記載のマイクロレンズの製造方法。

15. 前記基材が、 $-40 \sim 80^\circ\text{C}$ の温度範囲において、 $-30 \sim +50 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ の熱膨張係数を有し、 β -石英固溶体及び／又は β -スポジュメン固溶体を主結晶相として析出してなる $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系結晶化ガラスからなる請求の範囲13又は14に記載のマイクロレンズの製造方法。

16. 前記基質部が、200～400nmの波長の紫外線を吸収する元素

を含有する請求の範囲 15 に記載のマイクロレンズの製造方法。

17. 前記基質部が、Ti、Nb、Bi、Pb、Fe、Cr、V、Ce、Au、Ag 及び Cu からなる群から選択された 1 種以上の元素を含有してなる請求の範囲 15 又は 16 に記載のマイクロレンズの製造方法。

18. 前記基材が、質量%で、SiO₂ 55～75%、Al₂O₃ 14～35%、Li₂O 2～8%、TiO₂+ZrO₂ 0.7～8%を含有してなる請求の範囲 13 から 17 のいずれかに記載のマイクロレンズの製造方法。

19. 前記基材が、質量%で、SiO₂ 55～75%、Al₂O₃ 14～35%、Li₂O 2～8%、TiO₂+ZrO₂ 0.7～5%、MgO 0～4%、ZnO 0～4%、TiO₂ 0～4%、ZrO₂ 0～4%、SnO₂ 0～4%、P₂O₅ 0～4%、Na₂O 0～7%、K₂O 0～7%、BaO 0～7%を含有してなる請求の範囲 13 から 18 のいずれかに記載のマイクロレンズの製造方法。

20. 前記レーザが紫外線レーザからなる請求の範囲 13 から 19 のいずれかに記載のマイクロレンズの製造方法。

21. 前記レーザの出力が 0.5～5W である請求の範囲 13 から 19 のいずれかに記載のマイクロレンズの製造方法。

22. 請求の範囲 1 から 12 のいずれかに記載のマイクロレンズが二次元的に複数配列されたマイクロレンズアレイ。

23. 凸状のレンズ表面を有するレンズ部と、該レンズ部の周囲を包囲する結晶化ガラスからなる基質部とを備えたマイクロレンズが二次元的に複数配列されたマイクロレンズアレイを製造する方法であって、結晶化ガラスからなる基材の複数の所定領域にレーザを照射し、該レーザの照射により前記基材の各所定領域の結晶化ガラス基質を非晶質ガラス化して非晶質部を生成させて、該非晶質部を含む前記レンズ部を形成するマイクロレンズアレイの製造方法。

24. 前記基材が、結晶化前の原ガラスの密度 (D_a) と結晶化後の結晶化ガラスの密度 (D_b) との密度差 ($\Delta D = (D_b - D_a) / D_b$) が 1% 以

上である結晶化ガラスからなる請求の範囲 23 に記載のマイクロレンズアレイの製造方法。

25. 前記基材が、 $-40 \sim 80^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において、 $-30 \sim +50 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数を有し、 β -石英固溶体及び／又は β -スポジュメン固溶体を主結晶相として析出してなる $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系結晶化ガラスからなる請求の範囲 23 又は 24 に記載のマイクロレンズアレイの製造方法。

26. 前記基材が、 $200 \sim 400 \text{ nm}$ の波長の紫外線を吸収する元素を含有してなる請求の範囲 25 に記載のマイクロレンズアレイの製造方法。

27. 前記基材が、Ti、Nb、Bi、Pb、Fe、Cr、V、Ce、Au、Ag 及び Cu からなる群から選択された 1 種以上の元素を含有してなる請求の範囲 25 又は 26 に記載のマイクロレンズアレイの製造方法。

28. 前記基材が、質量%で、 SiO_2 55～75%、 Al_2O_3 14～35%、 Li_2O 2～8%、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 0.7～8% を含有してなる請求の範囲 23 から 27 のいずれかに記載のマイクロレンズアレイの製造方法。

29. 前記基材が、質量%で、 SiO_2 55～75%、 Al_2O_3 14～35%、 Li_2O 2～8%、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 0.7～5%、 MgO 0～4%、 ZnO 0～4%、 TiO_2 0～4%、 ZrO_2 0～4%、 SnO_2 0～4%、 P_2O_5 0～4%、 Na_2O 0～7%、 K_2O 0～7%、 BaO 0～7% を含有してなる請求の範囲 23 から 28 のいずれかに記載のマイクロレンズアレイの製造方法。

30. 前記レーザが紫外線レーザからなる請求の範囲 23 から 29 のいずれかに記載のマイクロレンズアレイの製造方法。

31. 前記レーザの出力が 0.5～5 W である請求の範囲 23 から 30 のいずれかに記載のマイクロレンズアレイの製造方法。

FIG. 1

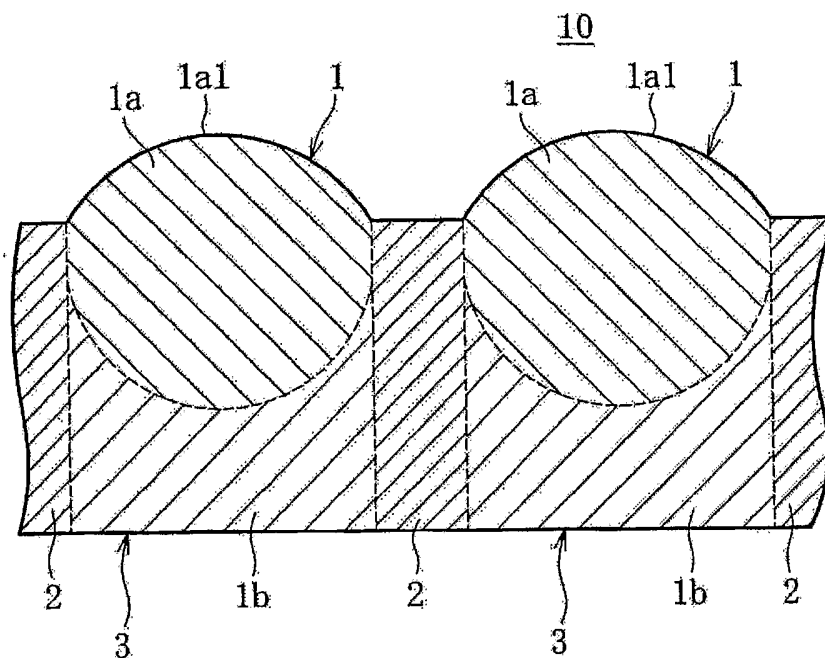
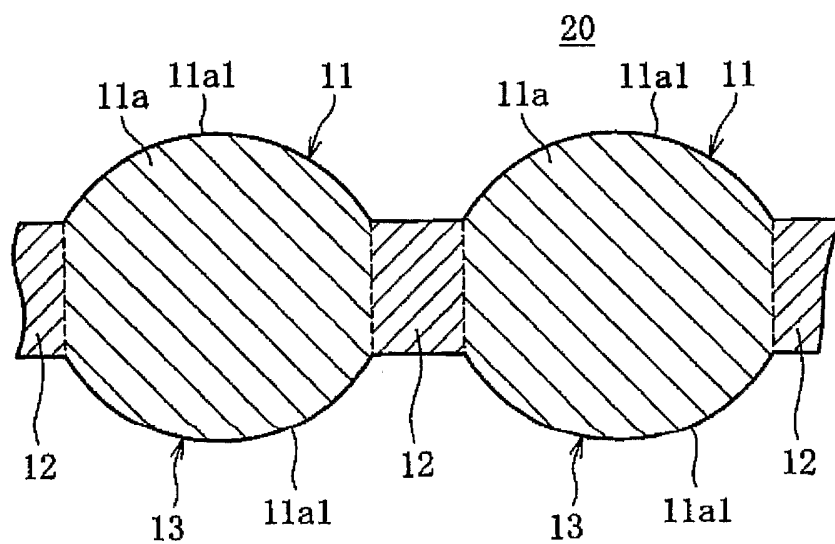


FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02B3/00, C03C3/097, C03C3/085, C03C3/083

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)

Int.Cl⁷ G02B3/00, C03C3/097, C03C3/085, C03C3/083

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

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	P.A. SKIBA et al., Optical elements obtained by amorphization of devitrified glasses,	1-4, 11-14, 20-24, 30-31
Y	Sov.J.Opt.Technol., 1991, Vol.58, No.9, pages 585 to 588	5-10, 15-19, 25-29
Y	JP 63-242945 A (Hoya Corp.), 07 October, 1988 (07.10.88), Full text; all drawings	5-10, 15-19, 25-29

☐ 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

25 October, 2004 (25.10.04)

Date of mailing of the international search report

09 November, 2004 (09.11.04)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B 3/00, C03C 3/097, C03C 3/085,
C03C 3/083

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. Cl⁷ G02B 3/00, C03C 3/097, C03C 3/085,
C03C 3/083

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	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004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 請求の範囲の番号
X	P.A. SKIBA et al., Optical elements obtained by amorphization of devitrified glasses, Sov. J. Opt. Technol., 1991, Vol. 58, No. 9, Pages 585 - 588	1-4, 11-14, 20-24, 30-31
Y		5-10, 15-19, 25-29
Y	JP 63-242945 A (ホーヤ株式会社) 1988.10.07、全文、全図	5-10, 15-19, 25-29

☐ 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

25.10.2004

国際調査報告の発送日

09.11.2004

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)

森内 正明

2V

9222

電話番号 03-3581-1101 内線 3269