

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-174791
(P2015-174791A)

(43) 公開日 平成27年10月5日(2015.10.5)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
C03C 3/091 (2006.01)		C03C 3/091	4G062
C03C 3/064 (2006.01)		C03C 3/064	
C03C 3/066 (2006.01)		C03C 3/066	
C03C 3/068 (2006.01)		C03C 3/068	
C03C 3/093 (2006.01)		C03C 3/093	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2014-52108 (P2014-52108)
(22) 出願日 平成26年3月14日 (2014.3.14)

(71) 出願人 391009936
株式会社住田光学ガラス
埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷4丁目7番
25号
(74) 代理人 100147485
弁理士 杉村 憲司
(74) 代理人 100136858
弁理士 池田 浩
(72) 発明者 手塚 達也
埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷4丁目7番
25号 株式会社住田光学ガラス内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学ガラス、精密プレス成形用プリフォーム、及び光学素子

(57) 【要約】

【課題】精密プレス成形が可能で、耐水性が良く、比重が小さい、中屈折率低分散の光学ガラス、並びに、該光学ガラスを用いた、精密プレス成形用プリフォーム及び光学素子の提供。

【解決手段】本発明の光学ガラスは、質量%で、SiO₂ : 35 ~ 55 %、B₂O₃ : 12 ~ 27 %、Al₂O₃ : 6 ~ 16 %、Li₂O : 5 ~ 12 %、MgO : 0 ~ 10 %、CaO : 5 ~ 17 %、ZrO₂ : 0 ~ 7 %、La₂O₃ : 0 ~ 7 %、ZnO : 0 ~ 5 %、TiO₂ : 0 ~ 5 %、Nb₂O₅ : 0 ~ 5 %、Ta₂O₅ : 0 ~ 5 %、を含有する組成からなり、SrO及びBaOを含有しないことを特徴とする。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量%で、

SiO_2 : 35 ~ 55 %、

B_2O_3 : 12 ~ 27 %、

Al_2O_3 : 6 ~ 16 %、

Li_2O : 5 ~ 12 %、

MgO : 0 ~ 10 %、

CaO : 5 ~ 17 %、

ZrO_2 : 0 ~ 7 %、

La_2O_3 : 0 ~ 7 %、

ZnO : 0 ~ 5 %、

TiO_2 : 0 ~ 5 %、

Nb_2O_5 : 0 ~ 5 %、

Ta_2O_5 : 0 ~ 5 %、

を含有する組成からなり、

SrO 及び BaO を含有しないことを特徴とする光学ガラス。

10

【請求項 2】

比重が 2.80 未満である請求項 1 に記載の光学ガラス。

【請求項 3】

日本光学硝子工業会規格 JOG I S の粉末法による化学的耐久性 (耐水性) がクラス 1 ~ 2 である請求項 1 ~ 2 のいずれかに記載の光学ガラス。

20

【請求項 4】

屈折率 (n_d) が 1.57 ~ 1.61 の範囲で、アッペ数 (v_d) が 58 ~ 62 の範囲である請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 5】

ガラス転移温度 (T_g) が 545 以下で、屈伏点 (A_t) が 590 以下である請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の光学ガラスを素材としてなることを特徴とする精密プレス成形用プリフォーム。

30

【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の光学ガラスを素材としてなることを特徴とする光学素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学ガラス、精密プレス成形用プリフォーム、及び光学素子に関し、特に、精密プレス成形が可能で、耐水性が良く、比重が小さい、中屈折率低分散の光学ガラス、並びに、該光学ガラスを用いた、精密プレス成形用プリフォーム及び光学素子に関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年、光学機器の普及、発展に伴い、様々な特性を持った光学ガラスが求められているが、その中でも中屈折率低分散の光学ガラスは、デジタルカメラやビデオカメラなど多くの光学機器に使用されるため需要が高い。さらに、製品の高性能化が急速に進んでいる状況から、複雑な形状のレンズを比較的容易に作製することのできる精密プレス成形が可能で、過酷な使用環境にも耐え、取り扱いが容易な耐水性の良いガラス、そして製品の軽量化やコストの面から比重が小さいガラスの需要が高まっている。

【0003】

従来より、精密プレス成形が可能で中屈折率低分散の光学ガラスとして、 Al_2O_3 を

50

4.8質量%以下含有するもの(例えば、特許文献1参照)、 Li_2O を12.5重量%以上含有するもの(例えば、特許文献2参照)、 CaO を18重量%以上含有するもの(例えば、特許文献3参照)、 SrO を含有するもの(例えば、特許文献4参照)、 BaO を含有するもの(例えば、特許文献5参照)が知られている。

【0004】

しかしながら、特許文献1～5に記載の光学ガラスはいずれも、精密プレス成形が可能な中屈折率低分散の光学ガラスとして、耐水性及び比重の点で未だ十分とは言い難かった。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献1】特開2007-169086号公報

【特許文献2】特開2005-306627号公報

【特許文献3】特開昭60-036348号公報

【特許文献4】特開2005-200296号公報

【特許文献5】特開2013-018674号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上記の現状に鑑み開発されたもので、精密プレス成形が可能で、耐水性が良く、比重が小さい、中屈折率低分散の光学ガラス、並びに、該光学ガラスを用いた、精密プレス成形用プリフォーム及び光学素子を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

さて、発明者は、上掲した特許文献1～5において、十分な耐水性を有し、かつ比重が小さい光学ガラスが何故得られなかったのか、その原因について鋭意研究した。

その結果、以下に述べる知見を得た。

(1)特許文献1に記載の光学ガラスは、いずれも Al_2O_3 の含有量が4.8質量%以下と少ないため、良好な耐水性を維持しながら、比重を小さくすることが困難であることが判明した。したがって、耐水性、及び比重の観点から、 Al_2O_3 の含有量を4.8質量%超にすることが望ましいとの知見を得た。

30

(2)特許文献2に記載の光学ガラスは、いずれも Li_2O の含有量が12.5重量%以上と多いため、耐水性の低下を生じることが判明した。したがって、耐水性の観点から、 Li_2O の含有量を12.5重量%未満にすることが望ましいとの知見を得た。

(3)特許文献3に記載の光学ガラスは、いずれも CaO の含有量が18重量%と多いため、耐水性の低下を生じることが判明した。したがって、耐水性の観点から、 CaO の含有量を18重量%未満にすることが望ましいとの知見を得た。

(4)特許文献4に記載の光学ガラスは、いずれも SrO を含有するため、比重を小さくすることが困難であることが判明した。したがって、比重の観点から、 SrO の含有は望ましくないとの知見を得た。

40

(5)特許文献5に記載の光学ガラスは、いずれも BaO を含有するため、比重を小さくすることが困難であることが判明した。したがって、比重の観点から、 BaO の含有は望ましくないとの知見を得た。

【0008】

本発明は、上記の知見に基づき、従来の諸問題を解決すべくさらに研究を重ねた結果、開発されたものである。すなわち、 Al_2O_3 を一定量以上含有し、かつ Li_2O 及び CaO の含有量を低減し、さらに SrO 及び BaO を含有しないことにより、所期した目的が達成されるという、新規知見に立脚するものである。

【0009】

すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

50

1. 質量%で、

SiO_2 : 35 ~ 55 %、

B_2O_3 : 12 ~ 27 %、

Al_2O_3 : 6 ~ 16 %、

Li_2O : 5 ~ 12 %、

MgO : 0 ~ 10 %、

CaO : 5 ~ 17 %、

ZrO_2 : 0 ~ 7 %、

La_2O_3 : 0 ~ 7 %、

ZnO : 0 ~ 5 %、

TiO_2 : 0 ~ 5 %、

Nb_2O_5 : 0 ~ 5 %、

Ta_2O_5 : 0 ~ 5 %、

を含有する組成からなり、

SrO 及び BaO を含有しないことを特徴とする光学ガラス。

ここで、「 SrO 及び BaO を含有しない」とは、 SrO 及び BaO を意図して含有させない、即ち、 SrO 及び BaO を実質的に含有しないことを意味する。

【0010】

2. 比重が2.80未満である前記1に記載の光学ガラス。

【0011】

3. 日本光学硝子工業会規格JOGISの粉末法による化学的耐久性(耐水性)がクラス1~2である前記1~2のいずれかに記載の光学ガラス。

【0012】

4. 屈折率(nd)が1.57~1.61の範囲で、アッペ数(d)が58~62の範囲である前記1~3のいずれかに記載の光学ガラス。

【0013】

5. ガラス転移温度(Tg)が545以下で、屈伏点(At)が590以下である前記1~4のいずれかに記載の光学ガラス。

【0014】

6. 前記1~5のいずれかに記載の光学ガラスを素材としてなることを特徴とする精密プレス成形用プリフォーム。

【0015】

7. 前記1~5のいずれかに記載の光学ガラスを素材としてなることを特徴とする光学素子。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、精密プレス成形が可能で、耐水性が良く、比重が小さい、中屈折率低分散の光学ガラス、並びに、該光学ガラスを用いた、精密プレス成形用プリフォーム及び光学素子を得ることができる。

【発明を実施するための形態】

【0017】

(光学ガラス)

以下、本発明の光学ガラスを具体的に説明する。

まず、本発明において、光学ガラスのガラス組成を上記の範囲に限定した理由について説明する。なお、成分に関する「%」表示は、特に断らない限り、質量%を意味するものとする。

【0018】

< SiO_2 >

SiO_2 は、ガラスの網目構造を形成して、ガラスに製造可能な耐失透安定性を持たせることができる有用成分であり、また化学的耐久性を高める効果もある。しかしながら、

10

20

30

40

50

その含有量が55%を超えると、熔融性が低下するおそれがあり、一方、35%未満では、化学的耐久性（耐水性）が低下するおそれがあるので、 SiO_2 の含有量を35～55%の範囲とした。 SiO_2 の含有量は、好ましくは36～54%の範囲であり、より好ましくは37～53%の範囲である。

【0019】

< B_2O_3 >

B_2O_3 は、 SiO_2 と同様、ガラスの網目構造を形成して、ガラスに製造可能な耐失透安定性を持たせることができる有用成分であり、またアッペ数（ d ）を低下させずに屈折率（ nd ）を高める効果や、熔融性を高める効果もある。しかしながら、その含有量が27%を超えると、化学的耐久性（耐水性）が低下するおそれがあり、一方、12%未満では、熔融性や屈折率の低下を生じるおそれがあるので、 B_2O_3 の含有量を12～27%の範囲とした。 B_2O_3 の含有量は、好ましくは13～26%の範囲であり、より好ましくは14～25%の範囲である。

10

【0020】

< Al_2O_3 >

Al_2O_3 は、ガラスの網目構造を形成すると共に、修飾酸化物としてもガラスの耐失透安定性及び化学的耐久性（耐水性）を高める効果がある。しかしながら、その含有量が16%を超えると、熔融性が低下するおそれがあり、一方、6%未満では、化学的耐久性（耐水性）が低下するおそれがあるので、 Al_2O_3 の含有量を6～16%の範囲とした。 Al_2O_3 の含有量は、好ましくは7～15%の範囲であり、より好ましくは8～14%の範囲である。

20

【0021】

< Li_2O >

Li_2O は、ガラス転移温度（ T_g ）や屈伏点（ A_t ）を低下させ、さらに比重を小さくするために有効な成分である。しかしながら、その含有量が12%を超えると、化学的耐久性（耐水性）が低下するおそれがあり、一方、5%未満では、ガラス転移温度（ T_g ）や屈伏点（ A_t ）が高くなるおそれがあるので、 Li_2O の含有量を5～12%の範囲とした。 Li_2O の含有量は、好ましくは5.5～11.5%の範囲であり、より好ましくは6～11%の範囲である。

30

【0022】

< MgO >

MgO は、ガラスの比重を小さくするために有効な成分である。しかしながら、その含有量が10%を超えると、屈折率（ nd ）及び化学的耐久性（耐水性）が低下するおそれがあるので、 MgO の含有量を0～10%の範囲とした。 MgO の含有量は、好ましくは0～9%の範囲であり、より好ましくは0～8%の範囲である。

【0023】

< CaO >

CaO は、ガラスのアッペ数（ d ）を低下させずに屈折率（ nd ）を高める効果があり、また熔融性も高めることができる有用成分である。しかしながら、その含有量が17%を超えると、化学的耐久性（耐水性）の低下や、比重が大きくなるおそれがあり、一方、5%未満では、屈折率（ nd ）が低下するおそれがあるので、 CaO の含有量を5～17%の範囲とした。 CaO の含有量は、好ましくは6～16%の範囲であり、より好ましくは7～15%の範囲である。

40

【0024】

< ZrO_2 >

ZrO_2 は、少量でガラスの化学的耐久性（耐水性）及び屈折率（ nd ）を高める効果がある。しかしながら、その含有量が7%を超えると、熔融性及びアッペ数（ d ）の低下や、比重が大きくなるおそれがあるので、 ZrO_2 の含有量を0～7%の範囲とした。 ZrO_2 の含有量は、好ましくは0～6%の範囲であり、より好ましくは0～5%の範囲である。

50

【0025】

< La₂O₃ >

La₂O₃は、少量でガラスの化学的耐久性（耐水性）を高め、さらにアッペ数（ d ）を低下させずに屈折率（ nd ）を高める効果がある。しかしながら、その含有量が7%を超えると、比重が大きくなるおそれがあるので、La₂O₃の含有量を0～7%の範囲とした。La₂O₃の含有量は、好ましくは0～6%の範囲であり、より好ましくは0～5%の範囲である。

【0026】

< ZnO >

ZnOは、少量でガラスの化学的耐久性（耐水性）、屈折率（ nd ）及び熔融性を高める効果がある。しかしながら、その含有量が5%を超えると、アッペ数（ d ）の低下や、比重が大きくなるおそれがあるので、ZnOの含有量を0～5%の範囲とした。ZnOの含有量は、好ましくは0～4%の範囲であり、より好ましくは0～3%の範囲である。

10

【0027】

< TiO₂ >

TiO₂は、少量でガラスの化学的耐久性（耐水性）及び屈折率（ nd ）を高める効果がある。しかしながら、その含有量が5%を超えると、熔融性やアッペ数（ d ）が著しく低下するおそれがあるので、TiO₂の含有量を0～5%の範囲とした。TiO₂の含有量は、好ましくは0～4%の範囲であり、より好ましくは0～3%の範囲である。

【0028】

< Nb₂O₅ >

Nb₂O₅は、少量でガラスの化学的耐久性（耐水性）及び屈折率（ nd ）を高める効果がある。しかしながら、その含有量が5%を超えると、アッペ数（ d ）の低下や、比重が大きくなるおそれがあるので、Nb₂O₅の含有量を0～5%の範囲とした。Nb₂O₅の含有量は、好ましくは0～4%の範囲であり、より好ましくは0～3%の範囲である。

20

【0029】

< Ta₂O₅ >

Ta₂O₅は、少量でガラスの化学的耐久性（耐水性）及び屈折率（ nd ）を高める効果がある。しかしながら、その含有量が5%を超えると、アッペ数（ d ）の低下や、比重が大きくなるおそれがあるので、Ta₂O₅の含有量を0～5%の範囲とした。Ta₂O₅の含有量は、好ましくは0～4%の範囲であり、より好ましくは0～3%の範囲である。

30

【0030】

< SrO、BaO >

なお、本発明の光学ガラスでは、SrO及びBaOは、比重を大きくするおそれがあることが判明した。そこで本発明では、かかるSrO及びBaOを含有しないものとした。ここで、「SrO及びBaOを含有しない」とは、SrO及びBaOを意図して含有させない、即ち、SrO及びBaOを実質的に含有しないことを意味する。

【0031】

< 比重 >

上記成分を含有する組成からなる本発明の光学ガラスにおいて、製品の軽量化及びコストの観点で、比重は2.80未満が好ましく、2.75以下がより好ましい。

40

【0032】

< 化学的耐久性（耐水性） >

上記成分を含有する組成からなる本発明の光学ガラスにおいて、日本光学硝子工業会規格JOGISの粉末法による化学的耐久性（耐水性）をランク1～2とすることが好ましい。

【0033】

< 屈折率（ nd ）、アッペ数（ d ） >

50

上記成分を含有する組成からなる本発明の光学ガラスにおいて、屈折率（ n_d ）としては、1.57～1.61の範囲（中屈折率）が好ましく、1.575～1.605の範囲（中屈折率）がより好ましい。

また、上記成分を含有する組成からなる本発明の光学ガラスにおいて、アッペ数（ d ）としては、58～62の範囲が好ましく、58.5～61.5の範囲がより好ましい。

【0034】

<ガラス転移温度（ T_g ）、屈伏点（ A_t ）>

上記成分を含有する組成からなる本発明の光学ガラスにおいて、ガラス転移温度（ T_g ）としては、精密プレス成形の観点で、545以下が好ましく、540以下がより好ましい。

また、上記成分を含有する組成からなる本発明の光学ガラスにおいて、屈伏点（ A_t ）としては、精密プレス成形の観点で、590以下が好ましく、585以下がより好ましい。

【0035】

上記のように、屈折率（ n_d ）が1.57～1.61の範囲で、アッペ数（ d ）が58～62の範囲である中屈折率低分散の光学ガラスにおいて、比重が2.80未満で、日本光学硝子工業会規格JOGISの粉末法による化学的耐久性（耐水性）がランク1～2、さらにガラス転移温度（ T_g ）が545以下及び屈伏点（ A_t ）が590以下のものは従来得られておらず、本発明ではじめて達成されたものである。

【0036】

<光学ガラスの製造方法>

次に、本発明の光学ガラスの製造方法について説明する。

本発明では、光学ガラスの成分組成さえ上記の好適範囲を満足すればよく、製造方法については、特に限定されることなく、従来の製造方法に従えばよい。

すなわち、各成分の原料としてそれぞれに相当する酸化物、水酸化物、炭酸塩及び硝酸塩などを所定の割合で秤量し、十分混合したものをガラス調合原料とする。ついで、この原料を、ガラス原料等と反応性のない、例えば白金坩堝に投入して、電気炉にて1200～1500に加熱して熔融しながら適時攪拌した後、電気炉で清澄、均質化してから、適当な温度に予熱した金型に鑄込んだ後、電気炉内で徐冷して歪みを取り除くことで、本発明の光学ガラスを製造することができる。なお、ガラスの着色改善や脱泡のため、ごく少量（0.5%以下）の Sb_2O_3 など、工業上周知である脱泡成分を加えることができる。

【0037】

（精密プレス成形用プリフォーム）

以下、本発明の精密プレス成形用プリフォームを具体的に説明する。

精密プレス成形用プリフォーム（Precision press-molding preform）とは、周知の精密プレス成形法に用いられる予備成形されたガラス素材である。

【0038】

以下、精密プレス成形用プリフォームを単にプリフォームをいうことがある。プリフォームは、加熱して精密プレス成形に供されるガラス予備成形体を意味するが、ここで精密プレス成形とは、周知のようにモールドオブティクス成形とも呼ばれ、光学素子の光学機能面をプレス成形型の成形面を転写することにより形成する方法である。なお、光学機能面とは光学素子において、制御対象の光を屈折したり、反射したり、回折したり、入射させる面を意味し、レンズにおけるレンズ面などがこの光学機能面に相当する。

【0039】

精密プレス成形時にガラスとプレス成形型成形面との反応、融着を防止しつつ、成形面に沿ってガラスの伸びが良好になるようにするため、プリフォームの表面に離型膜を被覆することが好ましい。離型膜の種類としては、貴金属（白金、白金合金）、酸化物（Si、Al、Zr、La、Yの酸化物など）、窒化物（B、Si、Alの酸化物など）、炭素

10

20

30

40

50

含有膜があげられる。炭素含有膜としては、炭素を主成分とするもの（膜中の元素含有量を原子%で表したとき、炭素の含有量が他の元素の含有量よりも多いもの）が望ましい。具体的には、炭素膜や炭化水素膜などを例示することができる。炭素含有膜の成膜法としては、炭素原料を使用した真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法等の公知の方法や、炭化水素などの材料ガスを使用した熱分解などの公知の方法を用いればよい。その他の膜については、蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、ゾルゲル法等を用いて成膜することが可能である。

【0040】

本発明のプリフォームの作製方法は限定されないが、上記ガラスの優れた特質を活かして、次の方法により製造することが望ましい。

10

【0041】

第1の精密プレス成形用プリフォームの製造方法（プリフォーム製法Iという）は、ガラス原料を熔融し、得られた熔融ガラスを流出して熔融ガラス塊を分離し、該熔融ガラス塊を冷却過程で成形する精密プレス成形用プリフォームの製造方法において、上記光学ガラスからなるプリフォームを成形することを特徴とするものである。

【0042】

第2の精密プレス成形用プリフォームの製造方法（プリフォーム製法IIという）は、ガラス原料を熔融し、得られた熔融ガラスを成形してガラス成形体を作製し、該成形体を加工して上記本発明の光学ガラスからなるプリフォームを作製するものである。

20

【0043】

プリフォーム製法I、IIともガラス原料から均質な熔融ガラスを作製する工程は共通する。例えば、所要の特性が得られるように調合したガラス原料を白金製の熔融容器内に入れ、加熱、熔融、清澄、均質化して均質な熔融ガラスを用意し、温度調整された白金または白金合金製の流出ノズルあるいは流出パイプから流出する。なお、ガラス原料を粗熔融してカレットを作製し、得られたカレットを調合して加熱、熔融、清澄、均質化して均質な熔融ガラスを得、上記流出ノズルあるいは流出パイプから流出するようにしてもよい。

【0044】

小型のプリフォームや球状のプリフォームを成形する場合は、熔融ガラスを流出ノズルから所望質量の熔融ガラス滴として滴下し、それをプリフォーム成形型によって受けてプリフォームに成形する。あるいは、同じく所望質量の熔融ガラス滴を流出ノズルより液体窒素などに滴下してプリフォームを成形する。中大型のプリフォームを作製する場合は、流出パイプより熔融ガラス流を流下させ、熔融ガラス流の先端部をプリフォーム成形型で受け、熔融ガラス流のノズルとプリフォーム成形型の間にくびれ部を形成した後、プリフォーム成形型を真下に急降下して、熔融ガラスの表面張力によってくびれ部にて熔融ガラス流を分離し、受け部材に所望質量の熔融ガラス塊を受けてプリフォームに成形する。

30

【0045】

キズ、汚れ、シワ、表面の変質などが無い滑らかな表面、例えば自由表面を有するプリフォームを製造するためには、プリフォーム成形型などの上で熔融ガラス塊に風圧を加えて浮上させながらプリフォームに成形したり、液体窒素などの常温、常圧下では気体の物質を冷却して液体にした媒体中に熔融ガラス滴を入れてプリフォームに成形する方法などが用いられる。

40

【0046】

熔融ガラス塊を浮上させながらプリフォームに成形する場合、熔融ガラス塊にはガス（浮上ガスという）が吹きつけられ上向きの風圧が加えられることになる。この際、熔融ガラス塊の粘度が低すぎると浮上ガスがガラス中に入り込み、プリフォーム中に泡となって残ってしまう。しかし、熔融ガラス塊の粘度を3～60 dPa・sにすることにより、浮上ガスがガラス中に入り込むことなく、ガラス塊を浮上させることができる。

【0047】

プリフォームに浮上ガスが吹き付けられる際に用いられるガスとしては、空気、N₂ガ

50

ス、 O_2 ガス、Ar ガス、He ガス、水蒸気等が挙げられる。また、風圧は、プリフォームが成形型表面等の固体と接することなく浮上できれば特に制限はない。

【0048】

プリフォームより製造される精密プレス成形品（例えば、光学素子）は、レンズのように回転対称軸を有するものが多いため、プリフォームの形状も回転対称軸を有する形状が望ましい。具体例としては、球あるいは回転対称軸を一つ備えるものを示すことができる。回転対称軸を一つ備える形状としては、前記回転対称軸を含む断面において角や窪みがない滑らかな輪郭線をもつもの、例えば上記断面において短軸が回転対称軸に一致する楕円を輪郭線とするものなどがあり、球を扁平にした形状（球の中心を通る軸を一つ定め、前記軸方向に寸法を縮めた形状）を挙げることもできる。

10

【0049】

プリフォーム製法 I では、ガラスを塑性変形可能な温度域で成形するので、ガラス塊をプレス成形することによりプリフォームを作製してもよい。その場合、プリフォームの形状を比較的自由に設定することができるので、目的とする光学素子の形状に近似させ、例えば、対向する面の一方を凸、他方を凹形状にしたり、両方を凹面にしたり、一方の面を平面、他方の面を凸面にしたり、一方の面を平面、他方の面を凹面にしたり、両面とも凸面に成形することもできる。

【0050】

プリフォーム製法 II では、例えば、熔融ガラスを鋳型に鋳込んで成形した後、成形体の歪をアニールによって除去し、切断または割断して、所定の寸法、形状に分割し、複数のガラス片を作製し、ガラス片を研磨して表面を滑らかにするとともに、所定の質量のガラスからなるプリフォームとする。このようにして作製したプリフォームの表面にも炭素含有膜を被覆して使用することが好ましい。プリフォーム製法 II は、研削、研磨を容易にすることができる球状のプリフォーム、平板状のプリフォームなどの製造に好適である。

20

【0051】

いずれの製法においても、使用する光学ガラスの熱的安定性が優れているため、ガラスの失透、脈理などにより不良品が発生しにくく、高品質のプリフォームを安定して製造することができる。光学素子の製造プロセス全体の量産性を高めることができる。

【0052】

次に、精密プレス成形による光学素子の量産性をさらに高める上から、より好ましいプリフォームについて説明する。

30

【0053】

本発明の光学ガラスはガラス素材の面から、優れた精密プレス成形性を提供するが、精密プレス成形におけるガラスの変形量を減少させることにより、精密プレス成形時のガラスと成形型の温度の低下、プレス成形に要する時間の短縮化、プレス圧力の低下などが可能になる。その結果、ガラスと成形型成形面との反応性が低下し、精密プレス成形時に発生する上記不具合が低減され、量産性がより高まる。

【0054】

レンズを精密プレス成形する場合に使用する好ましいプリフォームは、互いに反対方向を向く被プレス面（精密プレス成形時に対向する成形型成形面でプレスされる面）を有するプリフォームであり、さらに2つの被プレス面の中心を貫く回転対称軸を有するプリフォームがより好ましい。こうしたプリフォームのうち、メニスカスレンズの精密プレス成形に好適なものは、被プレス面の一方が凸面、他方が凹面、平面、前記凸面より曲率が小さいと凸面のいずれかであるプリフォームである。

40

【0055】

また、両凹レンズの精密プレス成形に好適なプリフォームは、被プレス面の一方が凸面、凹面、平面のいずれか、他方が凸面、凹面、平面のいずれかであるプリフォームである。

両凸レンズの精密プレス成形に好適なプリフォームは、被プレス面の一方が凸面、他方

50

が凸面または平面のプリフォームである。

【0056】

いずれの場合も精密プレス成形品の形状に、より近似する形状のプリフォームが好ましい。

【0057】

熔融ガラス塊をプリフォーム成形型を用いてプリフォームに成形する場合、前記成形型上のガラスの下面は成形型成形面の形状によって概ね定まる。一方、前記ガラスの上面は熔融ガラスの表面張力とガラスの自重によって定まる形状となる。精密プレス成形時におけるガラスの変形量を低減するには、プリフォーム成形型において成形中のガラスの上面の形状も制御する必要がある。熔融ガラスの表面張力とガラスの自重によって定まるガラス上面の形状は凸面状の自由表面となるが、上面を平面、凹面あるいは前記自由表面よりも曲率が小さい凸面にするには、前記ガラス上面に圧力を加える。具体的には、ガラス上面を所望形状の成形面を有する成形型でプレスしたり、ガラス上面に風圧を加えて所望形状に成形する。なお、成形型でガラス上面をプレスする際、成形型の成形面に複数のガス噴出口を設け、これらガス噴出口からガスを噴出して成形面とガラス上面の間にガスクッションを形成し、ガスクッションを介してガラス上面をプレスしてもよい。あるいは、上記自由表面よりも曲率の大きい面にガラス上面を成形したい場合は、ガラス上面を近傍に負圧を発生させて上面を盛り上げるように成形してもよい。

10

【0058】

また、精密プレス成形品の形状に、より近似する形状のプリフォームを得るために、表面を研磨したプリフォームも好ましい。例えば、被プレス面の一方が平面または球面の一部になるように研磨され、他方が球面の一部または平面になるように研磨されたプリフォームが好ましい。球面の一部は凸面でも凹面でもよいが、凸面とするか凹面とするかは、上記のように精密プレス成形品の形状によって決めることが望ましい。

20

【0059】

上記各プリフォームは、直径が10mm以上のレンズの成形に好ましく、直径が20mm以上のレンズの成形により好ましい。また中心肉厚が2mmを超えるレンズの成形にも好ましい。

【0060】

(光学素子)

以下、本発明の光学素子を具体的に説明する。

本発明の光学素子は、本発明の光学ガラスより構成される光学素子である。

30

【0061】

光学素子の種類は限定されないが、典型的なものとしては、非球面レンズ、球面レンズ、あるいは平凹レンズ、平凸レンズ、両凹レンズ、両凸レンズ、凸メニスカスレンズ、凹メニスカスレンズなどのレンズ、マイクロレンズ、レンズアレイ、回折格子付きレンズ、プリズム、レンズ機能付きプリズムなどを例示することができる。光学素子として、好ましくは、凸メニスカスレンズ、凹メニスカスレンズ、両凸レンズ、両凹レンズ、平凸レンズ、平凹レンズなどのレンズ、プリズム、回折格子を例示することができる。上記各レンズは非球面レンズであってもよいし、球面レンズであってもよい。表面には必要に応じて反射防止膜や波長選択性のある部分反射膜などを設けてもよい。

40

【0062】

<光学素子の製造方法>

次に本発明の光学素子の製造方法について説明する。

本発明の光学素子は、上記本発明のプリフォームをプレス成形型を用いて精密プレス成形することにより製造できる。

【0063】

本発明の光学素子の製造方法の好ましい態様は、上記本発明のプリフォームを、同一のプレス成形型を用いて精密プレス成形する工程を繰り返し、光学素子を量産する方法である。

50

【0064】

プレス成形型ならびにプリフォームの加熱および精密プレス成形工程は、プレス成形型の成形面あるいは前記成形面に設けられた離型膜の酸化を防止するため、窒素ガス、あるいは窒素ガスと水素ガスの混合ガスなどのような非酸化性ガス雰囲気中を行うことが好ましい。非酸化性ガス雰囲気中ではプリフォーム表面を被覆する炭素含有膜も酸化されずに、精密プレス成形された成形品の表面に前記膜が残存することになる。この膜は、最終的には除去するべきものであるが、炭素含有膜を比較的容易にしかも完全に除去するには、精密プレス成形品を酸化性雰囲気、例えば大気中において加熱すればよい。炭素含有膜の酸化、除去は、精密プレス成形品が加熱により変形しないような温度で行うべきである。具体的には、ガラスの転移温度未満の温度範囲において行うことが好ましい。

10

【0065】

精密プレス成形では、予め成形面を所望の形状に高精度に加工されたプレス成形型を用いるが、成形面には、プレス時のガラスの融着を防止するため、離型膜を形成してもよい。離型膜としては、炭素含有膜や窒化物膜、貴金属膜が挙げられ、炭素含有膜としては水素化カーボン膜、炭素膜などが好ましい。

【0066】

光学素子の製造方法には、以下に示す2つの態様がある。

【0067】

第1の態様（光学素子製法Ⅰという）は、プリフォームをプレス成形型に導入し、前記プリフォームとプレス成形型を一緒に加熱して精密プレス成形する光学素子の製造方法であり、第2の態様（光学素子製法Ⅱという）は、加熱したプリフォームを予熱したプレス成形型に導入し、精密プレス成形する光学素子の製造方法である。

20

【0068】

光学素子製法Ⅰでは、成形面が精密に形状加工された対向した一対の上型と下型との間にプリフォームを供給した後、ガラスの粘度が $10^5 \sim 10^9$ dPa・s相当の温度まで成形型とプリフォームの両者を加熱してプリフォームを軟化し、これを加圧成形することによって、成形型の成形面をガラスに精密に転写する。光学素子製法Ⅰは、面精度、偏心精度など成形精度の向上を重視した場合、推奨される方法である。

【0069】

光学素子製法Ⅱでは、成形面が精密に形状加工された対向した一対の上型と下型との間に、予めガラスの粘度で $10^4 \sim 10^8$ dPa・sに相当する温度に昇温したプリフォームを供給し、これを加圧成形することによって、成形型の成形面をガラスに精密に転写することができる。光学素子製法Ⅱは、生産性向上を重視した場合に推奨される方法である。

30

【0070】

加圧時の圧力及び時間は、ガラスの粘度などを考慮して適宜決定することができ、例えば、プレス圧力は約 $5 \sim 15$ MPa、プレス時間は $10 \sim 300$ 秒とすることができる。プレス時間、プレス圧力などのプレス条件は成形品の形状、寸法に合わせて周知の範囲で適宜設定すればよい。

【0071】

この後、成形型と精密プレス成形品を冷却し、好ましくは歪点以下の温度となったところで、離型し、精密プレス成形品を取出す。なお、光学特性を精密に所望の値に合わせるため、冷却時における成形品のアニール処理条件、例えばアニール速度等を適宜調整してもよい。

40

【0072】

なお、本発明の光学素子は、プレス成形工程を経なくても作製することはできる。例えば、均質な熔融ガラスを鑄型に鑄込んでガラスブロックを成形し、アニールして歪を除去するとともに、ガラスの屈折率が所望の値になるようにアニール条件を調整して光学特性の調整を行ったのち、次にガラスブロックを切断または割断してガラス片を作り、さらに研削、研磨して光学素子に仕上げることにより得ることができる。

50

【実施例】

【0073】

以下、実施例及び比較例を挙げて、本発明の光学ガラスを具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0074】

表1～5に記載の各成分の原料としてそれぞれに相当する酸化物、水酸化物、炭酸塩、硝酸塩などをガラス化した後に100gとなるように秤量し、十分混合して、白金坩堝に投入し、電気炉にて1200～1500で1～2時間熔融した後、適時攪拌して均質化を図り、清澄してから適当な温度に予熱した金型内に鑄込んだ後、電気炉内で徐冷して歪みを取り除くことで、実施例1～21及び比較例1～14の光学ガラスを得た。それぞれの光学ガラスについて、比重、化学的耐久性（耐水性）、屈折率（ n_d ）、アッペ数（ d ）、ガラス転移温度（ T_g ）及び屈伏点（ A_t ）の測定を行い、さらに、熔融性について評価した。

10

【0075】

(i) 比重、(ii) 化学的耐久性（耐水性）、(iii) 屈折率（ n_d ）及びアッペ数（ d ）、並びに、(iv) ガラス転移温度（ T_g ）及び屈伏点（ A_t ）の測定は、それぞれ、日本光学硝子工業会規格に準じた、(i) 「JOGIS05-1975光学ガラスの比重の測定方法」、(ii) 「JOGIS06-2009光学ガラスの化学的耐久性の測定方法（粉末法）」、(iii) 「JOGIS01-2003光学ガラスの屈折率の測定方法」、及び(iv) 「JOGIS08-2003光学ガラスの熱膨張の測定方法」に記載された方法に従って行った。測定の結果を、表1～5に併記する。

20

【0076】

さらに、熔融性については、下記の評価方法及び評価基準で、評価した。評価の結果を、表1～5に併記する。

< 熔融性の評価方法 >

原料投入後、電気炉にて1400で30分間熔融した後、攪拌せずに電気炉から取り出したガラスの熔け残りの有無を調べた。

< 熔融性の評価基準 >

○：熔け残りなし

×：熔け残りあり

30

【0077】

【表 1】

組成(質量%)	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
SiO ₂	37	48	46	36	45	43	42
B ₂ O ₃	18	15	14	23	21	20	23
Al ₂ O ₃	15	9	13	8	7	10	14
Li ₂ O	9	10	9	10	8	10	6
MgO							
CaO	15	13	12	17	14	17	15
ZrO ₂	3		4	2	5		
La ₂ O ₃	3	5	2	4			
ZnO							
TiO ₂							
Nb ₂ O ₅							
Ta ₂ O ₅							
nd	1.59381	1.58641	1.58575	1.59671	1.59055	1.58189	1.57471
ν d	58.4	59.3	58.6	59.2	58.5	60.2	61.0
Tg	520	511	525	513	529	501	534
At	559	553	567	550	570	542	582
比重	2.67	2.64	2.63	2.67	2.63	2.59	2.57
化学的耐久性 (耐水性)RW	2	1	1	1	2	2	2
熔融性	○	○	○	○	○	○	○

10

20

【 0 0 7 8 】

【表 2】

組成(質量%)	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14
SiO ₂	47	52	40	45	43	42	45
B ₂ O ₃	19	20	17	18	18	19	18
Al ₂ O ₃	10	9	11	12	10	9	10
Li ₂ O	11	10	10	9	11	9	9
MgO						5	
CaO	9	6	16	16	15	14	15
ZrO ₂		3	1		1	1	
La ₂ O ₃	4		5		2	1	
ZnO							3
TiO ₂							
Nb ₂ O ₅							
Ta ₂ O ₅							
nd	1.57504	1.57233	1.58922	1.57399	1.58883	1.58911	1.58636
ν d	60.7	60.5	59.1	61.9	59.0	58.8	59.5
Tg	502	504	513	505	499	511	514
At	537	544	551	544	536	552	552
比重	2.57	2.52	2.65	2.56	2.61	2.62	2.61
化学的耐久性 (耐水性)RW	2	1	1	2	2	2	2
熔融性	○	○	○	○	○	○	○

30

40

【 0 0 7 9 】

【表 3】

組成(質量%)	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21
SiO ₂	45	38	45	44	40	36	40
B ₂ O ₃	20	25	21	19	19	23	25
Al ₂ O ₃	14	12	10	15	9	7	11
Li ₂ O	9	7	11	8	9	10	10
MgO							
CaO	9	15	10	14	15	16	7
ZrO ₂					4	1	5
La ₂ O ₃					4	7	
ZnO							
TiO ₂	3						
Nb ₂ O ₅		3					1
Ta ₂ O ₅			3				1
nd	1.58617	1.59009	1.57748	1.57681	1.59549	1.60401	1.58271
ν d	58.2	58.1	60.3	61.4	58.7	58.2	59.1
Tg	512	530	494	513	529	518	513
At	549	579	533	550	570	557	550
比重	2.53	2.61	2.56	2.58	2.68	2.73	2.58
化学的耐久性 (耐水性)RW	1	2	2	2	1	1	1
熔融性	○	○	○	○	○	○	○

10

20

【 0 0 8 0 】

【表 4】

組成(質量%)	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6	比較例7
SiO ₂	48	37	50	35	52	40	39
B ₂ O ₃	18	18	19	24	20	13	16
Al ₂ O ₃	4	18	8	6	12	10	7
Li ₂ O	10	6	3	15	10	10	7
MgO							
CaO	17	15	17	17	3	27	
SrO							27
BaO							
ZrO ₂	3	3	3				4
La ₂ O ₃		3		3	3		
ZnO							
TiO ₂							
Nb ₂ O ₅							
Ta ₂ O ₅							
nd	1.58707	1.58586	1.57393	1.59392	1.55580	1.60019	1.58952
ν d	59.4	59.3	61.8	58.9	61.1	57.9	60.0
Tg	472	540	565	467	512	486	503
At	512	585	616	502	553	531	539
比重	2.61	2.63	2.59	2.62	2.52	2.66	2.88
化学的耐久性 (耐水性)RW	3	1	2	4	1	3	1
熔融性	○	×	○	○	○	○	○

30

40

【 0 0 8 1 】

【表 5】

組成(質量%)	比較例8	比較例9	比較例10	比較例11	比較例12	比較例13	比較例14
SiO ₂	42	39	42	33	57	54	42
B ₂ O ₃	16	16	16	26	13	9	29
Al ₂ O ₃	9	7	9	13	7	14	7
Li ₂ O	8	7	8	10	9	10	7
MgO							
CaO		10	10	16	14	13	13
SrO		17					
BaO	25		15				
ZrO ₂		4		2			
La ₂ O ₃							2
ZnO							
TiO ₂							
Nb ₂ O ₅							
Ta ₂ O ₅							
nd	1.58610	1.60166	1.58956	1.58870	1.57053	1.56894	1.57170
v d	60.2	58.1	59.9	59.8	61.0	59.7	61.7
Tg	491	543	516	498	505	494	530
At	529	583	554	541	550	540	569
比重	2.89	2.89	2.81	2.63	2.58	2.56	2.58
化学的耐久性 (耐水性)RW	2	1	2	3	1	1	4
熔融性	○	○	○	○	×	×	○

10

【0082】

20

表 1 ~ 3 に示したように、本発明に従い得られた実施例 1 ~ 21 の光学ガラスは、全て、本発明で目標とする比重、化学的耐久性（耐水性）、屈折率（nd）、アッベ数（vd）、ガラス転移温度（Tg）及び屈伏点（At）を満たしている。

【0083】

これに対し、表 4 及び 5 に示した比較例 1 ~ 14 の光学ガラスは、それぞれ以下に述べる点において、目標を満たしていない。

比較例 1 の光学ガラスは、Al₂O₃ の含有量が少ないため、化学的耐久性（耐水性）が低い。

比較例 2 の光学ガラスは、Al₂O₃ の含有量が多いため、熔融性が低い。

比較例 3 の光学ガラスは、Li₂O の含有量が少ないため、ガラス転移温度（Tg）及び屈伏点（At）が高い。

比較例 4 の光学ガラスは、Li₂O の含有量が多いため、化学的耐久性（耐水性）が低い。

比較例 5 の光学ガラスは、CaO の含有量が少ないため、屈折率（nd）が低い。

比較例 6 の光学ガラスは、CaO の含有量が多いため、化学的耐久性（耐水性）が低い。

比較例 7、9 の光学ガラスは、SrO を含有しているため、比重が大きい。

比較例 8、10 の光学ガラスは、BaO を含有しているため、比重が大きい。

比較例 11 の光学ガラスは、SiO₂ の含有量が少ないため、化学的耐久性（耐水性）が低い。

比較例 12 の光学ガラスは、SiO₂ の含有量が多いため、熔融性が低い。

比較例 13 の光学ガラスは、B₂O₃ の含有量が少ないため、熔融性及び屈折率が低い。

比較例 14 の光学ガラスは、B₂O₃ の含有量が多いため、化学的耐久性（耐水性）が低い。

30

40

フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
C 0 3 C	3/095	(2006.01)	C 0 3 C	3/095		
C 0 3 C	3/097	(2006.01)	C 0 3 C	3/097		
G 0 2 B	1/00	(2006.01)	G 0 2 B	1/00		

F ターム (参考)	4G062	AA04	BB05	DA05	DA06	DB03	DB04	DC04	DD01	DE01	DE02
		DE03	DF01	EA03	EA04	EB01	EC01	ED01	ED02	ED03	EE03
		EE04	EF01	EG01	FA01	FB01	FB02	FB03	FC01	FC02	FC03
		FD01	FE01	FF01	FG01	FG02	FG03	FH01	FH02	FH03	FJ01
		FK01	FK02	FK03	FL01	GA01	GA10	GB01	GC01	GD01	GE01
		HH01	HH03	HH05	HH07	HH09	HH11	HH13	HH15	HH17	HH20
		JJ01	JJ03	JJ05	JJ07	JJ10	KK01	KK03	KK05	KK07	KK10
		MM02	NN01	NN03	NN29	NN34					