

(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2007-261826

(P2007-261826A)

(43) 公開日 平成19年10月11日(2007.10.11)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>CO3C</b> 3/068 (2006.01)	CO3C 3/068	4G062
<b>GO2B</b> 1/00 (2006.01)	GO2B 1/00	
<b>CO3C</b> 3/15 (2006.01)	CO3C 3/15	
<b>CO3B</b> 11/08 (2006.01)	CO3B 11/08	

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2006-85914 (P2006-85914)	(71) 出願人	000113263 HOYA株式会社 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(22) 出願日	平成18年3月27日 (2006.3.27)	(74) 代理人	100080850 弁理士 中村 静男
		(72) 発明者	林 和孝 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HOYA株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 浩一 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HOYA株式会社内
		(72) 発明者	白石 幸一郎 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HOYA株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レンズおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高屈折率低分散ガラスからなる、光学機能面にクモリやヤケなどの欠陥のないレンズを提供すること。

【解決手段】

屈折率 ( $n_d$ ) が 1.83 超、アッベ数 ( $v_d$ ) が 40 以上、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) が 640 以下、かつ  $Li_2O$  を含まない光学ガラスを精密プレス成形してなり、メニスカス形状、両凹形状、平凹形状の何れかの形状を有することを特徴とするレンズ。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

屈折率 ( $n_d$ ) が 1.83 超、アッペ数 ( $\nu_d$ ) が 40 以上、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) が 640 以下、かつ  $Li_2O$  を含まない光学ガラスを精密プレス成形してなり、メニスカス形状、両凹形状、平凹形状の何れかの形状を有することを特徴とするレンズ。

## 【請求項 2】

前記ガラスが、必須成分として  $B_2O_3$ 、 $La_2O_3$  および  $ZnO$  を含み、前記各成分の含有量が屈折率 ( $n_d$ ) が 1.83 超、アッペ数 ( $\nu_d$ ) が 40 以上、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) が 640 以下となるように定められている、請求項 1 に記載のレンズ。

## 【請求項 3】

前記ガラスが、モル%表示で、 $B_2O_3$  を 20 ~ 45%、 $La_2O_3$  を 5 ~ 24%、 $ZnO$  を 22 ~ 42% 含む、請求項 2 に記載のレンズ。

## 【請求項 4】

凹メニスカス形状または両凹形状を有する、請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載のレンズ

## 【請求項 5】

ガラス素材を加熱、精密プレス成形してレンズを製造する方法において、

屈折率 ( $n_d$ ) が 1.83 超、アッペ数 ( $\nu_d$ ) が 40 以上、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) が 640 以下、かつ  $Li_2O$  を含まない光学ガラスからなるガラス素材を成形型に導入し、精密プレス成形してメニスカス形状、両凹形状、平凹形状の何れかの形状を有するレンズを作製することを特徴とするレンズの製造方法。

## 【請求項 6】

必須成分として  $B_2O_3$ 、 $La_2O_3$  および  $ZnO$  を含み、前記各成分の量が屈折率 ( $n_d$ ) が 1.83 超、アッペ数 ( $\nu_d$ ) が 40 以上、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) が 640 以下となるように定められている光学ガラスからなるガラス素材を用いる、請求項 5 に記載のレンズの製造方法。

## 【請求項 7】

前記ガラス素材が、モル%表示で、 $B_2O_3$  を 20 ~ 45%、 $La_2O_3$  を 5 ~ 24%、 $ZnO$  を 22 ~ 42% 含む光学ガラスからなる、請求項 6 に記載のレンズの製造方法。

## 【請求項 8】

精密プレス成形により凹メニスカス形状または両凹形状を有するレンズを得る、請求項 5 ~ 7 の何れか 1 項に記載のレンズの製造方法。

## 【請求項 9】

ガラス素材を加熱により軟化させ、得ようとするレンズの光学機能面を形成するための成形面が凹面または平面である第 1 の型および成形面が凸面である第 2 の型を含む成形型で加圧する工程、前記成形型内の前記ガラス素材がガラス転移温度 ( $T_g$ ) 以下になるまで前記成形型を冷却する工程、および

冷却された前記ガラス素材を前記成形型から取り出す工程、  
を含み、

前記の成形型の冷却工程で、第 1 の型の温度が第 2 の型の温度より先に、前記ガラス素材のガラス転移温度 ( $T_g$ ) に達するように冷却する、請求項 5 ~ 8 の何れか 1 項に記載のレンズの製造方法。

## 【請求項 10】

ガラス素材を加熱により軟化させ、得ようとするレンズの光学機能面を形成するための成形面の曲率半径または近軸曲率半径が相対的に大きい第 1 の型および成形面の曲率半径または近軸曲率半径が相対的に小さい第 2 の型を含む成形型で加圧する工程、

前記成形型内の前記ガラス素材がガラス転移温度 ( $T_g$ ) 以下になるまで前記成形型を冷却する工程、および

冷却された前記ガラス素材を前記成形型から取り出す工程、  
を含み、

10

20

30

40

50

前記の成形型の冷却工程で、第1の型の温度が第2の型の温度より先に、前記ガラス素材のガラス転移温度 ( $T_g$ ) に達するように冷却して両凹レンズを作製する、請求項5～8の何れか1項に記載のレンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高屈折率低分散特性を有する光学ガラスからなるレンズとその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラの高性能化に伴い、大口径比のズームレンズの需要が高まっている。それとともに、撮像光学系のコンパクト化も求められている。このような要求に応じるズームレンズとして、特許文献1に記載されているような撮像光学系が提案されている。

【0003】

上記撮像光学系は、物体側から像側に向かって、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群を備え、第1レンズ群は負の屈折力のレンズと正の屈折力のレンズ、第2レンズ群は正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズ、第3レンズ群は正の屈折力のレンズからなる構成を有し、所要の位置に開放Fナンバーの光束を決定する部材を備えている。

【0004】

ここで、第1レンズ群に注目すると、負の屈折力をもつレンズ(以下、レンズG11という。)は、屈折率( $n_d$ )が1.83を超えるような高屈折率、アッペ数( $\nu_d$ )が40以上の低分散性を備えたガラスからなり、両面とも非球面形状をした凹メニスカスレンズである。一方、正の屈折力をもつレンズ(以下、レンズG12という。)は、屈折率( $n_d$ )が1.82以上の高屈折率、アッペ数( $\nu_d$ )が25以下の高分散性を備えたガラスからなる球面形状の凸メニスカスレンズである。

【0005】

【特許文献1】特開2005-331641号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記レンズG12は球面レンズであり、研削、研磨加工によって作製すればよい。一方、レンズG11は非球面レンズであるから、モールドオプティクス成形法とも呼ばれる精密プレス成形法を用いて作製することが望まれ、レンズG11を構成するガラスには精密プレス成形に適した低温軟化性が求められる。

【0007】

光学特性面からは、コンパクト化のため、レンズG11、G12とも高屈折率ガラスにより構成することが望まれる。また、ズームレンズでは各レンズ群毎に色収差を補正することが望まれる。そして、レンズG11、G12を構成するガラスのアッペ数の差を大きくするとともに、各レンズの屈折率を大きくすることにより、良好な色収差補正とコンパクト化を両立することができる。

【0008】

このような要求に応えるには、レンズG11を少なくともアッペ数( $\nu_d$ )40以上のガラスで作成し、負の屈折力を実現する形状にする必要があり、また、レンズG11、G12の屈折率( $n_d$ )を例えば1.82以上に高くする必要がある。

【0009】

レンズG12は前述のように屈折率( $n_d$ )が1.82以上、アッペ数( $\nu_d$ )が25以下の高屈折率高分散特性を有するガラスで形成するが、屈折率( $n_d$ )をより高め、アッペ数( $\nu_d$ )をより小さくするには、 $Nb_2O_5$ 、 $TiO_2$ などの高屈折率高分散付与

10

20

30

40

50

成分を増量することになる。しかし、これらの成分はガラスの着色を増加させ、可視域の短波長側の透過率を減少させるおそれのある成分でもある。ズームレンズのようにレンズの構成枚数が多い撮像光学系では、できるかぎり、個々のレンズにおける光透過性を高めたいという要請があるから、レンズG12を構成するガラスのアッペ数( $n_d$ )を過度に減少させるよりも、レンズG11を構成するガラスのアッペ数( $n_d$ )を40以上とし、両レンズ間のアッペ数差を大きくすることが望ましい。

【0010】

ところで、負の屈折力を実現するには、凹メニスカスレンズ、両凹レンズ、平凹レンズといった中心肉厚よりも周辺肉厚の厚いレンズを成形する必要がある。

【0011】

このような形状のレンズを成形するには、予備成形した精密プレス成形用のガラス素材をプレス成形型の中心に配置し、上型と下型でガラス素材をプレス成形型内に押し広げ、中心よりも周辺の体積分布が大きくなるように成形しなければならず、プレスの前後におけるプレス成形型内でのガラスの体積分布変化は両凸レンズの成形に比べて大きい。このようなプレス成形では、プレス成形時のガラスの粘性を比較的低くしてガラスをプレス成形型内に等方に押し広げ、偏肉が生じるのを防止することが望ましいと考えられる。

【0012】

しかし、高屈折率低分散ガラスでは屈折率を高めるために $La_2O_3$ 、 $Gd_2O_3$ などの高屈折率付与成分を増量しなければならず、ガラス転移温度( $T_g$ )が上昇し、プレス成形に適した成形温度が必然的に高くなる。ところが、成形温度が高いと、成形型の耐久性の劣化、ガラス素材の成形面への融着、成形体表面のクモリの発生、などの問題が発生して安定的に高精度のレンズを生産することが困難となる。ガラス転移温度の上昇は、ガラス成分として $Li_2O$ を導入することによってある程度抑えられるが、成形体表面にクモリやヤケといった不具合が発生してしまう。

【0013】

上記問題はプレス成形の前後でガラスの体積分布変化の大きい凹メニスカスレンズや両凹レンズで顕著であるが、平凹レンズや凸メニスカスレンズの成形においても問題になる。

【0014】

本発明は、上記問題を解決し、屈折率( $n_d$ )が1.83を超え、アッペ数( $n_d$ )が40以上の高屈折率低分散ガラスを精密プレス成形してなる光学機能面にクモリやヤケなどの欠陥のないメニスカス形状、両凹形状および平凹形状の何れかの形状を有するレンズおよびそ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】

本発明は上記課題を解決するための手段として、

(1) 屈折率( $n_d$ )が1.83超、アッペ数( $n_d$ )が40以上、ガラス転移温度( $T_g$ )が640以下、かつ $Li_2O$ を含まない光学ガラスを精密プレス成形してなり、メニスカス形状、両凹形状、平凹形状の何れかの形状を有することを特徴とするレンズ、

(2) 前記ガラスが、必須成分として $B_2O_3$ 、 $La_2O_3$ および $ZnO$ を含み、前記各成分の含有量が屈折率( $n_d$ )が1.83超、アッペ数( $n_d$ )が40以上、ガラス転移温度( $T_g$ )が640以下となるように定められている、上記(1)項に記載のレンズ、

(3) 前記ガラスが、モル%表示で、 $B_2O_3$ を20~45%、 $La_2O_3$ を5~24%、 $ZnO$ を22~42%含む、上記(2)項に記載のレンズ、

(4) 凹メニスカス形状または両凹形状を有する、上記(1)~(3)項の何れか1項に記載のレンズ、

(5) ガラス素材を加熱、精密プレス成形してレンズを製造する方法において、屈折率( $n_d$ )が1.83超、アッペ数( $n_d$ )が40以上、ガラス転移温度( $T_g$ )が640以下、かつ $Li_2O$ を含まない光学ガラスからなるガラス素材を成形型に導入

10

20

30

40

50

し、精密プレス成形してメニスカス形状、両凹形状、平凹形状の何れかの形状を有するレンズを作製することを特徴とするレンズの製造方法、

(6) 必須成分として $B_2O_3$ 、 $La_2O_3$ および $ZnO$ を含み、前記各成分の量が屈折率( $n_d$ )が1.83超、アッペ数( $\nu_d$ )が40以上、ガラス転移温度( $T_g$ )が640以下となるように定められている光学ガラスからなるガラス素材を用いる、上記(5)項に記載のレンズの製造方法、

(7) 前記ガラス素材が、モル%表示で、 $B_2O_3$ を20~45%、 $La_2O_3$ を5~24%、 $ZnO$ を22~42%含む光学ガラスからなる上記(6)項に記載のレンズの製造方法、

(8) 精密プレス成形により凹メニスカス形状または両凹形状を有するレンズを得る、上記(5)~(7)項の何れか1項に記載のレンズの製造方法、 10

(9) ガラス素材を加熱により軟化させ、得ようとするレンズの光学機能面を形成するための成形面が凹面または平面である第1の型および成形面が凸面である第2の型を含む成形型で加圧する工程、

前記成形型内の前記ガラス素材がガラス転移温度( $T_g$ )以下になるまで前記成形型を冷却する工程、および

冷却された前記ガラス素材を前記成形型から取り出す工程、  
を含み、

前記の成形型の冷却工程で、第1の型の温度が第2の型の温度より先に、前記ガラス素材のガラス転移温度( $T_g$ )に達するように冷却する、上記(5)~(8)項の何れか1項に記載のレンズの製造方法、 20

(10) ガラス素材を加熱により軟化させ、得ようとするレンズの光学機能面を形成するための成形面の曲率半径または近軸曲率半径が相対的に大きい第1の型および成形面の曲率半径または近軸曲率半径が相対的に小さい第2の型を含む成形型で加圧する工程(以下、加圧工程という)、

前記成形型内の前記ガラス素材がガラス転移温度( $T_g$ )以下になるまで前記成形型を冷却する工程(以下、冷却工程という)、

冷却された前記ガラス素材を前記成形型から取り出す工程、  
を含み、

前記の成形型の冷却工程で、第1の型の温度が第2の型の温度より先に、前記ガラス素材のガラス転移温度( $T_g$ )に達するように冷却して両凹レンズを作製する、上記(5)~(8)項の何れか1項に記載のレンズの製造方法、  
を提供するものである。 30

#### 【発明の効果】

##### 【0016】

本発明によれば、屈折率( $n_d$ )が1.83を超え、アッペ数( $\nu_d$ )が40以上の高屈折率低分散ガラスを精密プレス成形してなり、光学機能面にクモリやヤケなどの欠陥のないメニスカス形状、両凹形状および平凹形状の何れか形状を有するレンズおよびその製造方法を提供することができる。

##### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0017】

本発明者らはレンズ表面のクモリやヤケについて調査したところ、次のような結論に至った。

クモリやヤケは、ガラス中に含まれる $Li$ に起因すると考えられる。ただし、ガラスが $Li_2O$ を含むことから直ちにこのような問題が生じるのではなく、プレス成形温度が高い場合やアニール処理温度が高い場合にクモリやヤケが発生しやすくなる。つまり、所要の屈折率以上のガラスでは、ガラス成分として $Li_2O$ を導入するものの、その導入量が屈折率低下を招かない範囲に限られ、精密プレス成形可能な範囲ではあるが、比較的高温でのプレス成形、アニール処理を余儀なくされる。その結果、ガラス中の $Li$ が高温でガラス素材表面を被覆する炭素含有膜と反応したり、精密プレス成形したレンズの内部歪を 50

解消させる為のアニール処理において雰囲気中に少量ながら存在する炭酸ガスとLiが反応して、レンズ表面にクモリやヤケを生じることになる。したがって、クモリやヤケの発生を防ぐには、その原因である $\text{Li}_2\text{O}$ をガラスから排除するとともに、ガラス転移温度を640以下に抑えることにより、プレス成形温度やアニール処理温度を下げればよい。本発明は上記知見に基づき完成に至った。

**【0018】**

すなわち、本発明のレンズは、屈折率( $n_d$ )が1.83超、アッペ数( $f_d$ )が40以上、ガラス転移温度( $T_g$ )が640以下、かつ $\text{Li}_2\text{O}$ を含まない光学ガラスを精密プレス成形してなり、メニスカス形状、両凹形状および平凹形状の何れかの形状を有することを特徴とする。

10

**【0019】**

ここで、 $\text{Li}_2\text{O}$ を含まない光学ガラスとは、ガラス成分としてLiを導入しないガラスを意味し、不純物としてLiを含むガラスまでも排除するものではない。Li不純物のレベルとしては $\text{Li}_2\text{O}$ に換算して0.5モル%以下を目安にできるが、Li量は少ないほうがよいので、 $\text{Li}_2\text{O}$ に換算して0.2モル%以下とすることが好ましく、0.1モル%以下とすることがより好ましい。

**【0020】**

屈折率( $n_d$ )が高くなるほどガラス転移温度が上昇する傾向があるため、本発明は屈折率( $n_d$ )1.84以上の光学ガラスからなるレンズに好適であり、屈折率( $n_d$ )1.84以上の光学ガラスからなるレンズにより好適である。

20

**【0021】**

プレス成形温度やアニール処理温度を低下させ、ガラス表面におけるクモリやヤケの生成反応を抑えるという観点から、上記ガラスのガラス転移温度( $T_g$ )を630以下とすることが好ましく、620以下とすることがより好ましい。

**【0022】**

本発明は、精密プレス成形の前後でガラスの体積分布変化の大きいメニスカスレンズ、両凹レンズ、平凹レンズに好適である。このようにガラスの体積分布変化の大きい場合でもクモリやヤケを生じることなく、しかも偏肉のないレンズを提供することができる。本発明は上記体積分布変化がより大きい凹メニスカスレンズ、両凹レンズ、平凹レンズに好適である。

30

**【0023】**

さらに精密プレス成形してなるレンズであることを活かし、非球面レンズとすることが好ましい。その場合、上記各形状の一方の光学機能面を非球面形状としてもよいし、平凸レンズ以外であれば2つの光学機能面とも非球面形状としてもよい。

**【0024】**

本発明のレンズは、屈折率( $n_d$ )が1.83超、アッペ数( $f_d$ )が40以上のガラスを精密プレス成形してなるので、上記光学特性を付与することができる $\text{B}_2\text{O}_3$ および $\text{La}_2\text{O}_3$ を必須成分とするガラスを用いることが好ましい。そして、 $\text{Li}_2\text{O}$ に替わってガラス転移温度を低下させる働きをする $\text{ZnO}$ を導入する。そして、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ および $\text{ZnO}$ の各含有量を屈折率( $n_d$ )が1.83超、アッペ数( $f_d$ )が40以上、ガラス転移温度( $T_g$ )が640以下の各特性が同時に得られるように調整する。

40

**【0025】**

上記 $\text{B}_2\text{O}_3$ - $\text{La}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnO}$ 系のガラスにおいて、 $\text{B}_2\text{O}_3$ はガラスのネットワーク形成成分であり、必須成分であるから、ガラス中から排除することはできず、20モル%以上導入することが好ましいが、その含有量を45モル%以下に抑えて揮発性低下を図るのが好ましい。 $\text{B}_2\text{O}_3$ は高温下で揮発性を示し、 $\text{Li}_2\text{O}$ ほどではないがガラス表面のクモリやヤケの要因になると考えられる。以下、各成分、添加物の含有量、合計含有量はモル%にて表示する。 $\text{B}_2\text{O}_3$ のより好ましい含有量は20~43%、さらに好ましい含有量は20~40%、より一層好ましい含有量は22~38%、なお一層好ましい範囲は24~38%である。

50

## 【0026】

$\text{La}_2\text{O}_3$  はガラスの失透に対する安定性や低分散性を維持しつつ屈折率を高め、化学的耐久性を高めるための必須成分であり、5%以上導入することが好ましいが、過剰の導入によりガラスの失透に対する安定性が低下するので、その含有量を24%以下とすることが好ましい。より好ましい含有量は6~23%、さらに好ましい含有量は7~22%である。

## 【0027】

$\text{ZnO}$  はガラス転移温度を低下させる働きをするが、過剰の導入によって化学的耐久性が低下するとともに分散が大きくなるので、その含有量を22~42%とすることが好ましい。より好ましい含有量は23~41%である。

10

## 【0028】

上記 $\text{B}_2\text{O}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$  -  $\text{ZnO}$ 系のガラスの基本的な成分は以上のとおりであるが、上記光学ガラスには以下の成分を任意成分として導入することができる。

## 【0029】

$\text{Gd}_2\text{O}_3$  は $\text{La}_2\text{O}_3$ と同様、ガラスの失透に対する安定性や低分散性を悪化させずにガラスの屈折率や化学的耐久性を向上させる成分である。 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ は、20%を超えて導入すると失透に対する安定性が悪化し、ガラス転移温度が上昇して精密プレス成形性が悪化する傾向があるため、0~20%導入することが好ましい。高屈折率を付与しつつ、化学的耐久性を高めるため、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ を1~19%導入することがより好ましい。さらに好ましい範囲は2~18%である。なお、ガラスの安定性を高めるためには、 $\text{La}_2\text{O}_3$ と $\text{Gd}_2\text{O}_3$ とがガラス成分として共存する組成が好ましい。特に後述するように熔融ガラスから、ガラスが冷却する過程でガラスを成形して、精密プレス成形用のガラス素材を成形するような用途への適用を考える場合には、成形過程でガラスが失透しないようにするため、上記のようにガラスの安定性をより高めることは重要である。

20

なお、アッベ数( $d$ )を40以上に維持しつつ、より屈折率が高いガラスを得る上から、 $\text{La}_2\text{O}_3$ と $\text{Gd}_2\text{O}_3$ の合計含有量を10~24%とすることが好ましく、12~23%とすることがより好ましい。

## 【0030】

$\text{SiO}_2$  は $\text{La}_2\text{O}_3$ や $\text{Gd}_2\text{O}_3$ を多量に含有するガラスに対して、ガラスの液相温度を低下させ、高温粘性を向上させ、さらにガラスの安定性を大きく向上させるが、過剰の導入により、ガラスの屈折率が下がることに加え、ガラス転移温度が高くなり精密プレス成形が困難になる。そのため、 $\text{SiO}_2$ の導入量を0~20%とすることが好ましく、0~18%とすることがより好ましい。

30

## 【0031】

$\text{ZrO}_2$  は高屈折率・低分散の成分として使われる任意成分である。 $\text{ZrO}_2$ を導入することにより、ガラスの屈折率を低下させずに、高温粘性や失透に対する安定性を改善する効果が得られるが、10%を超えて導入すると液相温度が急激に上昇し、失透に対する安定性も悪化するので、その導入量を0~10%とすることが好ましく、0~8%とすることがより好ましい。

## 【0032】

$\text{Ta}_2\text{O}_5$  は高屈折率・低分散の成分として使われる任意成分である。少量の $\text{Ta}_2\text{O}_5$ を導入することにより、ガラスの屈折率を低下させずに、高温粘性や失透に対する安定性を改善する効果があるが、10%を超えて導入すると液相温度が急激に上昇し、分散が増大するので、その導入量を0~10%とすることが好ましく、0~8%とすることがより好ましい。

40

## 【0033】

$\text{WO}_3$  は、ガラスの安定性、熔融性を改善し、屈折率を向上させるために適宜導入される成分であるが、その導入量が10%を超えると、分散が大きくなり、必要な低分散特性が得られなくなるため、その導入量を0~10%とすることが好ましく、0~8%とすることがより好ましい。

50

## 【0034】

$Nb_2O_5$  は、ガラスの安定性を維持しつつ屈折率を高める任意成分であるが、過剰導入により分散が増大するため、その導入量を0～10%とすることが好ましく、0～8%とすることがより好ましい。

## 【0035】

$TiO_2$  は、光学恒数の調整のため導入可能な任意成分であるが、過剰の導入によって分散が大きくなり、目的とする光学恒数を得ることができなくなるため、その導入量を0～10%とすることが好ましく、0～8%とすることがより好ましく、導入しないことがさらに好ましい。

## 【0036】

$Bi_2O_3$  は、屈折率を高め、ガラスの安定性を向上する働きをするが、過剰導入によりガラスの安定性が低下し、液相温度が上昇する。そのため、その導入量を0～10%とすることが好ましく、0～6%とすることがより好ましい。

## 【0037】

$GeO_2$  は、屈折率を高めるとともに、ガラスの安定性を向上させる働きをする任意成分であり、その導入量は0～10%とすることが好ましく、0～8%とすることがより好ましい。ただし、他の成分に比べて桁違いに高価であるため導入しないことがより好ましい。

## 【0038】

$Ga_2O_3$  も、屈折率を高めるとともに、ガラスの安定性を向上させる働きをする任意成分であり、その導入量は0～10%であることが好ましく、0～8%であることがより好ましい。ただし、他の成分に比べて桁違いに高価であるため導入しないことがより好ましい。

## 【0039】

$Al_2O_3$  はガラスの高温粘性を高めるとともに液相温度を低下させ、ガラスの成形性を向上する働きをし、化学的耐久性を向上させる働きもする。しかし過剰導入により屈折率が低下し、失透に対する安定性も低下するので、その導入量を0～10%とすることが好ましく、0～8%とすることがより好ましい。

## 【0040】

$BaO$  は高屈折率・低分散の成分として使用される任意成分であり、少量導入する場合、ガラスの安定性を高め、化学的耐久性を向上させるが、10%より多く導入するとガラスの失透に対する安定性を大きく損ない、転移温度や屈伏点温度を上昇させるため、その導入量を0～10%とすることが好ましく、0～8%とすることがより好ましい。

## 【0041】

$Y_2O_3$ 、 $Yb_2O_3$  は高屈折率・低分散の成分として使用される任意成分であり、少量導入する場合、ガラスの安定性を高め、化学的耐久性を向上させるが、過剰の導入によりガラスの失透に対する安定性を大きく損ない、ガラス転移温度や屈伏点温度を上昇させる。そのため、 $Y_2O_3$  の含有量は0～10%とすることが好ましく、0～8%とすることがより好ましい。 $Yb_2O_3$  の含有量は0～10%とすることが好ましく、0～8%とすることがより好ましい。

## 【0042】

なお、 $La_2O_3$ 、 $Gd_2O_3$ 、 $Y_2O_3$  および  $Yb_2O_3$  の合計含有量は10～24%にすることが好ましい。

## 【0043】

この他、 $Sb_2O_3$  が脱泡剤として任意に添加されるが、全ガラス成分の合計含有量に対して  $Sb_2O_3$  の添加量が1重量%を超えると、精密プレス成形時にプレス成形型の成形面が損傷を受けるおそれが生じるため、 $Sb_2O_3$  は全ガラス成分の合計含有量に対して0～1重量%添加することが好ましく、0～0.5重量%添加することがより好ましい。

## 【0044】

10

20

30

40

50

一方、ガラス成分として導入しないことが好ましいものとして、PbOが挙げられる。PbOは有害であるとともに、PbOを含むガラスからなるガラス素材を非酸化性雰囲気中で精密プレス成形すると成形品の表面に鉛が析出してレンズとしての透明性が損なわれたり、析出した金属鉛がプレス成形型に付着するといった問題が生じる。

【0045】

Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、一般に光学ガラスの成分としては、他の成分に比べて使用頻度が少なく、また、希少価値が高く光学ガラス原料としては高価であるため、コスト面から導入しないことが好ましい。上記組成からなる光学ガラスは、Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を導入しなくても精密プレス成形に好適なガラス素材を実現できる。

【0046】

カドミウム、テルルなどの環境上問題となる元素、トリウムなどの放射性元素、ヒ素などの有毒な元素も含まないことが望ましい。また、ガラス熔融時の揮発などの問題からフッ素も含まないことが望ましい。

【0047】

なお、上記光学ガラスは、目的のガラス組成が得られるように、原料である酸化物、炭酸塩、硫酸塩、硝酸塩、水酸化物などを秤量、調合し、十分に混合して混合バッチとし、熔融容器内で加熱、熔融し、脱泡、攪拌を行い均質かつ泡を含まない熔融ガラスを作製し、これを成形することによって得ることができる。具体的には公知の熔融法を用いて作製することができる。

【0048】

精密プレス成形に使用するガラス素材は、プリフォームとも呼ばれ、加熱して精密プレス成形に供されるガラス予備成形体のことである。ガラス素材は、熔融ガラスを鋳型に流し込んでガラス成形体を成形し、アニールした後、切断もしくは割断によって複数個のガラス片に分割し、各ガラス片を研削、研磨して精密プレス成形品1個分の質量に相当するガラス素材に仕上げる方法、流出する熔融ガラスから分離した熔融ガラス塊に風圧を加えながらガラス素材成形型上で浮上させながら冷却し、ガラス素材に成形する方法などによって作製することができる。ただし、後者の方法でガラス素材を作る場合は、熔融ガラス塊を分離する際、切断痕が残らないよう、熔融ガラスを滴下したり、流出する熔融ガラスの下端を支持し、次いで所定のタイミングで支持を取り除いたり、前記熔融ガラスの下端を支持する支持体を急降下することにより、切断刃を使用することなく、表面張力によって熔融ガラス塊を分離する方法が好ましい。

【0049】

精密プレス成形とは、周知のようにモールドオプ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、入出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。

【0050】

前述のように、ガラス素材表面には精密プレス成形時に型内にガラスが十分伸びるように炭素含有膜を被覆することが好ましい。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。ガラス素材表面を炭素含有膜により被覆することにより、精密プレス成形時にガラスと型成形面の融着を防止することもできる。好ましい炭素含有膜として、グラファイト状の炭素膜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。

【0051】

炭素含有膜は上記のように精密プレス成形時に優れた機能を発揮するものの、Li<sub>2</sub>Oを含むガラスを精密プレス成形する際、レンズ表面におけるクモリやヤケの原因の一つになっていた。これは、高温状態でガラス中のLiイオンと膜中の炭素が反応することによ

10

20

30

40

50

り、ガラス表面に炭酸塩が発生することによるものと考えられる。本発明のレンズは  $Li_2O$  フリーのガラス、好ましくはアルカリ金属フリーのガラスなので、表面に炭素含有膜を設けて精密プレス成形しても、成形品表面のクモリやヤケの発生を防止することができる。

#### 【0052】

レンズ表面に発生する炭酸塩は、ガラス表面の膜中に存在する炭素とガラス中の  $Li$  イオンの反応だけでなく、 $Li$  イオンを含むガラスからなるガラス素材やレンズを炭素含有雰囲気中で高温状態にすることによっても発生する。例えば、ガラス素材の表面に成膜する際、炭素含有の雰囲気中においてプリフォームを加熱したり、炭素含有の雰囲気、例えば大気中にてレンズをアニールする際にも発生し得る。しかし、本発明においては、この

10

#### 【0053】

精密プレス成形して得られたレンズは、心取り加工のように光学機能面を囲むレンズ周辺部を研削加工する場合がある。このように非光学機能面を研削する工程の前にレンズをアニールして歪みを低減し、研削時のレンズ破損を防ぐことが望まれる。 $Li_2O$  を含むガラスからなるレンズの場合はアニール時の加熱によっても光学機能面にクモリやヤケが生じるが、本発明のレンズは  $Li$  を含まず、ガラス転移温度も所定以下のガラスを精密プレス成形してなるレンズであるので、クモリやヤケを防止することができる。するとともに、精密プレス成形された光学機能面に光学薄膜を備えるレンズにおいて、薄膜の付着性をよくすることができる。なお、光学薄膜としては反射防止膜、所定波長の光を反射する膜などをあげることができる。膜構造としては単層膜でもよいし多層膜でもよい。

20

#### 【0054】

反射防止膜は、フッ化マグネシウム、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化チタン、酸化タンタルなどの材料を用い、公知の方法により膜厚や膜構成を設定し、蒸着法などの方法によりレンズ表面に所定の膜を形成することにより得られる。なお、撮像光学系に使用する上から、膜構造は多層膜構造とし、可視域全域にわたり反射防止効果が得られるようにすることが望ましい。

#### 【0055】

次に、本発明のレンズの製造方法について説明する。本発明のレンズの製造方法は、ガラス素材を加熱、精密プレス成形してレンズを製造する方法であって、

30

屈折率 ( $n_d$ ) が 1.83 超、アッペ数 ( $\nu_d$ ) が 40 以上、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) が 640 以下、かつ  $Li_2O$  を含まない光学ガラスからなるガラス素材を成形型に導入し、精密プレス成形してメニスカス形状、両凹形状および平凹形状の何れかの形状を有するレンズを作製することを特徴とする。

上記光学ガラスとして好ましいものは前述のとおりであり、レンズ形状として好ましい形状も前述のとおりである。

#### 【0056】

精密プレス成形に使用するプレス成形型、成形条件等は公知のものを用いてもよいが、 $Li_2O$  フリーのガラス (好ましくはアルカリ金属成分フリーのガラス) からなるガラス素材を精密プレス成形するため、 $Li_2O$  を多量に含むガラスに比べプレス成形温度が高くなる傾向がある。このような状況では耐熱性が極めて高い  $SiC$  製のプレス成形型を使用することが好ましい。 $SiC$  製の成形面には離型膜として炭素含有膜、好ましくはカーボン膜を形成することが好ましい。このカーボン膜は蒸着や  $CVD$  法などにより成膜することができる。この成形型を用いる場合、表面を前述の炭素含有膜で被覆したガラス素材を用いることが良好な精密プレス成形を行う上から好ましい。

40

#### 【0057】

$SiC$  製のプレス成形型、成形面に炭素含有膜を設けたプレス成形型及び表面に炭素含有膜を被覆したガラス素材の少なくとも何れかを使用する精密プレス成形では、プレス成

50

形型の成形面あるいは前記成形面に設けた離型膜の酸化防止、ガラス素材表面のコートの酸化防止のため、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で行うことが好ましい。非酸化性ガス雰囲気中ではガラス素材表面を被覆する炭素含有膜は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、レンズを酸化性雰囲気、例えば大気中において加熱すればよい。レンズを構成するガラスが $Li_2O$ フリー、好ましくはアルカリ成分フリーなので、炭素含有膜中の炭素や大気中の二酸化炭素とガラス中の $Li$ イオンが反応してガラス表面に炭酸塩が生成することがないため、クモリやヤケを防止しつつ、炭素含有膜を除去することができる。

10

**【0058】**

なお、炭素含有膜の酸化、除去は、レンズが加熱により変形しないような温度以下で行うべきである。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。

**【0059】**

本発明のレンズの製造方法は、具体的には、ガラス素材を加熱により軟化させ、得ようとするレンズの光学機能面を形成するための成形面を有する第1の型および第2の型を含む成形型で加圧する工程（以下、加圧工程という）、

前記成形型内の前記ガラス素材がガラス転移温度（ $T_g$ ）以下になるまで前記成形型を冷却する工程（以下、冷却工程という）、および

20

冷却された前記ガラス素材を前記成形型から取り出す工程、を経てレンズを成形するが、この方法には2つの好ましい態様がある。

**【0060】**

第1の態様は、ガラス素材を加熱により軟化させ、得ようとするレンズの光学機能面を形成するための成形面が凹面または平面である第1の型および成形面が凸面である第2の型を含む成形型で加圧する工程（以下、加圧工程という）、

前記成形型内の前記ガラス素材がガラス転移温度（ $T_g$ ）以下になるまで前記成形型を冷却する工程（以下、冷却工程という）、および

冷却された前記ガラス素材を前記成形型から取り出す工程、を含み、

30

前記冷却工程で、第1の型の温度が第2の型の温度より先に、前記ガラス素材のガラス転移温度（ $T_g$ ）に達するように冷却する方法であり、凹メニスカスレンズ、凸メニスカスレンズ、平凹レンズの製造に好適である。

**【0061】**

第2の態様は、ガラス素材を加熱により軟化させ、得ようとするレンズの光学機能面を形成するための成形面の曲率半径または近軸曲率半径が相対的に大きい第1の型および成形面の曲率半径または近軸曲率半径が相対的に小さい第2の型を含む成形型で加圧する工程（以下、加圧工程という）、

前記成形型内の前記ガラス素材がガラス転移温度（ $T_g$ ）以下になるまで前記成形型を冷却する工程（以下、冷却工程という）、および

40

冷却された前記ガラス素材を前記成形型から取り出す工程、を含み、

前記冷却工程で、第1の型の温度が第2の型の温度より先に、前記ガラス素材のガラス転移温度（ $T_g$ ）に達するように冷却して両凹レンズを作製する方法である。

**【0062】**

第1の態様または第2の態様では、ガラス素材を、成形型を用いて精密プレス成形し、一方の光学機能面が凹形状のレンズ（例えば、凹メニスカスレンズ、凸メニスカスレンズ、平凹レンズ）を得るにあたり、凹形状の面（レンズの面）の冷却を反対側の面の冷却よりも遅らせること、また、両方の面が凹形状のレンズ（両凹レンズ）の場合、曲率半径もしくは近軸曲率半径が小さい凹形状の面（レンズの面）の冷却を反対側の曲率半径が大きい

50

い凹形状の冷却よりも遅らせることで、転写面の精度の悪化を抑止でき、その結果、高精度の高屈折率低分散ガラスからなるレンズを安定生産することができる。

【0063】

上記方法は、前述のガラス素材を、レンズの形状に対応する対向する成形面を有する第1の型及び第2の型を有する成形型に供給し、次いで所定の圧力で所定時間加圧成形し、加圧成形開始時または加圧成形途中または加圧成形終了後に、成形型とともに成形品を冷却し、所定の温度にまで冷却後、成形型から成形品を取り出すことからなる。成形型へのガラス素材の供給時及び加圧成形時の成形型の温度条件は、レンズの材質（使用するガラス）、形状及び寸法等を考慮して適宜決定できる。

【0064】

たとえば、不活性ガス雰囲気または真空下において、ガラス素材をその軟化温度以上に加熱し、軟化した状態で所定の加重をかけることにより成形するに当たり、ガラス素材をガラス粘度で  $10^6 \sim 10^9$  dPa・s 程度の粘度となるように加熱してから、それより低い温度、例えばガラス粘度で  $10^8 \sim 10^{11}$  dPa・s 相当の成形型に供給してもよい。また、ガラス素材を成形型内に供給した後に、 $10^7 \sim 10^{10}$  dPa・s 程度に加熱してもよい。その後、プレス成形によってガラス素材に成形面形状を転写し、ガラスと型の成形面の密着性を維持したまま、ガラス転移温度付近まで冷却し、その後成形型を開放（分解）して成形品を取り出すことができる。

【0065】

次に第1の態様、第2の態様におけるより好ましい態様を図1に基づき説明する。図1は横軸に成形時間、左側縦軸に成形型の温度、右側縦軸に成形圧力をとり、成形型の温度の時間変化および成形圧力の時間変化を模式的に示したものである。なお、図1において、温度  $t_1$  と示されているグラフは下記の第1の態様における  $t_{a1}$ 、第2の態様における  $t_{b1}$  を示す。また、温度  $t_2$  と示されているグラフは下記の第1の態様における  $t_{a2}$ 、第2の態様における  $t_{b2}$  を示す。

【0066】

第1の態様において、冷却工程における冷却を、成形面が凹面または平面である第1の型の温度  $t_{a1}$  が、成形面が凸面である第2の型の温度  $t_{a2}$  より先に、成形対象となっているガラスのガラス転移温度 ( $T_g$ ) に達するように行う。好ましくは温度  $t_{a1}$  がガラス転移温度 ( $T_g$ ) に達したときに温度  $t_{a2}$  は、温度  $t_{a1}$  より5以上高くなるように冷却条件を設定する。特に好ましくは、温度  $t_{a1}$  が  $T_g$  に達したときに温度  $t_{a2}$  は、温度  $t_{a1}$  より好ましくは5～40、より好ましくは5～30、さらに好ましくは5～20以上高くなるように冷却条件を設定する。

【0067】

第2の態様において、冷却工程における冷却を、曲率半径が大きい方の成形面を有する第1の型の温度  $t_{b1}$  が、曲率半径が小さい方の成形面を有する第2の型の温度  $t_{b2}$  より先に、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) に達するように行う。好ましくは、温度  $t_{b1}$  がガラス転移温度 ( $T_g$ ) に達したときに温度  $t_{b2}$  は、温度  $t_{b1}$  より5以上高くなるように冷却条件を設定する。特に好ましくは、温度  $t_{b1}$  がガラス転移温度 ( $T_g$ ) に達したときに温度  $t_{b2}$  は、温度  $t_{b1}$  より好ましくは5～40、より好ましくは5～30、さらに好ましくは5～20以上高くなるように冷却条件を設定する。

【0068】

なお、図1において  $t_1$  及び  $t_2$  で示される温度変化を示す型は、それぞれ上型及び下型のいずれであってもよい。但し、成形の容易さやガラス素材のセンタリング（成形型の中心にガラス素材を配置すること）の容易さ等を考慮すると、一方の光学機能面が平面又は凹面であり、他方が凸面又は平面であるレンズを成形する場合は、レンズの凹面を成形する型が上型であり、レンズの凸面又は平面を形成する型が下型であることが好ましい。また、両方の面が凹形状であるレンズを成形する場合は、曲率半径  $R$  の大きい方の凹面を成形する型が下型であり、曲率半径  $R$  の小さい方の凹面を成形する型が上型であることが適当である。

10

20

30

40

50

## 【0069】

また、本発明の方法においては、2つの型の温度差 ( $t_2 - t_1$ ) は、平面又は凸面を成形する型または曲率半径  $R$  の大きい方の凹面を成形する型の温度が少なくともガラス転移温度 ( $T_g$ ) になるまでは5以上なるように冷却することが、加圧プレス後、冷却工程で生じるガラス収縮の不均一さの低減及び歪みの量の減少をさせるという観点から好ましい。

このようにして、所定の光学特性、形状を有し、クモリやヤケがなく、面精度が優れた各種レンズを得ることができる。

## 【0070】

本発明のレンズおよび本発明の方法で製造したレンズは、その光学特性ならびに精密プレス成形してなる光学機能面により、コンパクトな撮像光学系を構成するためのレンズに好適である。例えば、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話搭載カメラ、車載カメラなどの撮像光学系を構成するレンズとして好適であるが、一眼レフカメラの撮像光学系を構成するレンズやマイクロレンズとしても好適である。

## 【0071】

特に高分散ガラス製のレンズと組み合わせることにより、コンパクトな構成で色収差を補正することもできる。

## 【実施例】

## 【0072】

以下、実施例により本発明をさらに詳細に説明する。

なお、光学ガラスの諸特性は、以下に示す方法により測定した。

## 【0073】

(1) 屈折率 ( $n_d$ ) およびアッベ数 ( $\nu_d$ )

日本光学硝子工業会規格の屈折率測定法により、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) 屈伏点 ( $T_s$ ) 間の温度で保持した光学ガラスを、降温速度  $-30$  / 時間にして得られた光学ガラスについて、屈折率 ( $n_d$ ) とアッベ数 ( $\nu_d$ ) を測定した (カルニユー光学社製「GM R-1」使用)。

## 【0074】

(2) ガラス転移温度 ( $T_g$ ) および屈伏点 ( $T_s$ )

理学電機株式会社製の熱機械分析装置「TMA8510」により昇温速度を  $4$  / 分、荷重  $98\text{ mN}$  として測定した。

## 【0075】

表1および表2に示すガラス組成になるように、各成分を導入するための原料としてそれぞれ相当する酸化物、炭酸塩、硫酸塩、硝酸塩、水酸化物など、例えば、 $\text{H}_3\text{BO}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{ZnCO}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$  などを用いて  $250 \sim 300\text{ g}$  秤量し、十分に混合して調合バッチと成し、これを白金るつばに入れ、 $1200 \sim 1450$  に保持した電気炉中において、攪拌しながら空気中で  $2 \sim 4$  時間ガラスの熔融を行った。熔融後、熔融ガラスを  $40 \times 70 \times 15\text{ mm}$  のカーボン製の金型に流し、ガラスの転移温度まで放冷してから直ちにアニール炉に入れ、ガラスの転移温度範囲で約1時間アニール処理した後、炉内で室温まで放冷し光学ガラスを得た。得られた光学ガラス中には、顕微鏡で観察できる結晶は析出しなかった。

このようにして得られた光学ガラスの特性を表1および表2に示す。

## 【0076】

【表 1】

表 1

No.	1	2	3	4	5
ガラス組成(モル%)					
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32.48	36.96	35.34	36.09	33.43
SiO <sub>2</sub>	4.54	3.14	5.44	4.29	7.79
ZnO	36.48	30.82	30.46	30.98	27.28
Li <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.36	12.11	11.97	12.02	14.81
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.54	5.03	4.97	4.99	3.98
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.9	17.14	16.94	17.01	18.79
ZrO <sub>2</sub>	3.03	3.14	3.89	3.82	4.68
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.03	3.14	3.11	2.97	4.6
WO <sub>3</sub>	4.54	5.66	4.82	4.84	3.43
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GeO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
アルカリ金属酸化物の合計量	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n <sub>d</sub>	1.8392	1.8392	1.8372	1.8356	1.8515
ν <sub>d</sub>	40.0	40.0	40.5	40.5	40.2
ガラス転移温度(°C)	581	590	594	592	608
屈伏点(°C)	623	635	637	635	655

10

20

【 0 0 7 7 】

【表 2】

表 2

	6	7	8	9
ガラス組成(モル%)				
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34.18	36.13	36.54	42.26
SiO <sub>2</sub>	6.36	4.03	6.43	1.67
ZnO	28.14	28.55	24.1	21.76
Li <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.63	14.35	16.06	16.74
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.05	4.11	3.21	3.35
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.68	18.46	19.27	20.09
ZrO <sub>2</sub>	4.45	4.52	4.82	5.02
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.69	4.76	4.82	5.02
WO <sub>3</sub>	3.5	3.55	4.02	4.18
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
GeO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	100.00	100.00	100.00	100.00
アルカリ金属酸化物の合計量	0.00	0.00	0.00	0.00
n <sub>d</sub>	1.8517	1.8517	1.8511	1.8516
ν <sub>d</sub>	40.2	40.1	40.2	40.4
ガラス転移温度(°C)	604	602	609	614
屈伏点(°C)	650	647	655	657
液相温度(°C)	1040	1040	1050	1050
液相温度における粘度(dPa·s)	5.1	4.5	4.8	3.9
比重	5.25	5.24	5.21	5.2

10

20

30

## 【0078】

次に上記各ガラスを用いて、以下のようにして精密プレス成形用のガラス素材（プリフォーム）を作製した。

## 【0079】

まず、電気炉内で1050～1450 に保持された熔融ガラス（ガラス粘度で4～0.05 dPa·sに相当する）を、1050 （ガラス粘度で4 dPa·sに相当する）に温度調節した白金合金製パイプから一定流速で連続して流下し、ガラス素材成形型で熔融ガラス流の先端を受け、所定重量の熔融ガラス塊が前記先端から分離するタイミングで成形型を熔融ガラス流の流下速度よりも十分大きな速度で降下し、熔融ガラス塊を分離した。なお、熔融ガラス滴下時のガラス粘度は、7 dPa·sであった。

40

## 【0080】

ガラス素材成形型のガラスを支持する面は多孔質材で構成されており、多孔質材の背面に高圧のガスが送られ、多孔質材を通して噴出するようにしている。

## 【0081】

分離した熔融ガラス塊を成形型の上記ガラス支持面上で風圧を加えて浮上させながら回転対称軸を一本有するガラス素材に成形し、アニール処理した。各熔融ガラス塊とそれに対応する各ガラス素材の質量は等しい。

## 【0082】

上記ガラス素材の成形は、熔融ガラスを一定流量で連続して温度制御した白金製のパイプから流出させ、パイプ下方に搬送したガラス素材成形型を上昇させて流出した熔融ガラ

50

ス流下端を受ける。この状態で熔融ガラス流の下端とパイプ側の途中にくびれ部を生じさせ、所定のタイミングでガラス素材成形型を鉛直方向に急降下させる。この操作によってくびれ部で熔融ガラス流が分離し、下端部を含む所定質量の熔融ガラス塊を成形型のガラス支持面上に得ることができる。

#### 【0083】

複数のガラス素材成形型を次々とパイプ下方に搬送しては上記工程を行って所要質量の熔融ガラス塊を受けては搬送する。成形型はターンテーブル上に配置されており、このテーブルをインデックス回転させることで上記操作を行う。ガスを連続的に噴出する各成形型のガラス支持面上で熔融ガラス塊を浮上させながらガラス素材に成形する。ガラス素材を取り出した成形型を用いて次の熔融ガラス塊を受けてガラス素材に成形する工程を繰り返してガラス素材を製造した。なお、ガラスの浮上はガラス素材を成形型から取り出すまで継続して行った。

10

#### 【0084】

ガラス素材は、上記のように熔融ガラス塊から直接、成形する方法の他、熔融ガラスからガラスブロックを成形してアニールし、このブロックを切断してガラス片を作り、研削、研磨することによっても作製することができる。

#### 【0085】

次に上記のようにして作製したガラス素材を使用して、図2に示す成形装置を用いて凹メニスカスレンズを製造した実施例を示す。図2に示す成形装置は、函体によって密閉された加熱成形室（図示せず）内に、成形面が非球面の凹面である下型（第1の型）1と成形面が非球面の凸面である上型（第2の型）2が配置され、2つの型は、それぞれベースプレート3、4を介して下部プレス軸5、上部プレス軸6の先端に固定されている。下部プレス軸は図示していない加圧シリンダに連結され、加圧時に上昇駆動される。なお、図2において、7は、上型2及び下型1の半径方向の位置規制をする胴型である。

20

#### 【0086】

ガラス素材として表1におけるNo.5の光学ガラスからなるものを使用して、図2に示す成形装置によりプレス成形した。ガラス素材には炭素膜をコートし、成形型にはCVDにより作製したSiC製の型材の成形面に離型膜としてカーボン膜を被覆したものを使用した。

#### 【0087】

上型の温度、下型の温度、及び加圧圧力の各経時変化を図1に示す。加圧成形開始時の上型の温度（ $t_2$ ）は650であり、下型の温度（ $t_1$ ）は630であり、両者の温度差は20であった。加圧成形中、この温度は維持され、初期加圧終了時において上型の温度（ $t_2$ ）および下型の温度（ $t_1$ ）はそれぞれ650、630であり、両者の温度差は20であった。

30

#### 【0088】

初期加圧終了と同時に冷却を開始し、下型の温度（ $t_1$ ）がガラス素材のガラス転移温度（ $T_g$ ）、すなわち、608に達したときの上型の温度（ $t_2$ ）は615であり、両者の温度差は7であり、 $t_2$ は $t_1$ よりも7と高かった。さらに、冷却をしながら初期加圧よりも荷重の少ない2次加圧を行った。この2次加圧終了時の下型の温度（ $t_1$ ）と上型の温度（ $t_2$ ）の差は4であった。2次加圧終了後、上下の成形型を急冷し、成形品の取り出し可能になった時点で成形型を分解し、成形品（凹メニスカスレンズ）を取り出した。

40

#### 【0089】

かかるプレス成形工程を150回繰り返し、得られた凹メニスカスレンズの面精度を測定したところ、いずれも良好であって、クモリやワレがなく、かつ偏心精度や非球面形状が基準値以内であった。また、偏肉も見られなかった。

#### 【0090】

表1および表2に示すその他のガラスからなるガラス素材を使用する場合もNo.5のガラスからなるガラス素材の場合と同様に各条件を設定し、精密プレス成形すれば、面精

50

度が良好であって、クモリやワレがなく、かつ偏心精度や非球面形状が基準値以内であり、偏肉のない凹メニスカスレンズを作製することができる。

【0091】

さらに、同様にして表1および表2に示す各ガラスからなるガラス素材を用い、目的とするレンズ形状に対応する成型型を使用して、各ガラスの特性、レンズ形状等に基づき上記各種条件を最適化することにより、両凹レンズ、平凸レンズ、凸メニスカスレンズを製造することもできる。

【0092】

作製した各種レンズをガラス転移温度以下の温度域でアニール処理することによりレンズ中の歪みを低減したり、光学特性を微調整するようにしてもよい。このようなアニールを大気中で行うことによりガラス表面にコートした炭素膜を酸化、除去することができる。このような処理を行っても、各レンズともクモリやヤケは認められなかった。

このようにして作製したレンズ表面（光学機能面）には反射防止膜などの光学薄膜をコートしてもよい。

【0093】

上記各レンズは、その光学特性ならびに精密プレス成形してなる光学機能面により、コンパクトな撮像光学系を構成するためのレンズに好適である。例えば、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話搭載カメラ、車載カメラなどの撮像光学系を構成するレンズとして好適であるが、一眼レフカメラの撮像光学系を構成するレンズやマイクロレンズとしても好適である。

【0094】

特に高分散ガラス製のレンズと組み合わせることにより、コンパクトな構成で色収差を補正することもできる。

【産業上の利用可能性】

【0095】

本発明は、高屈折率低分散ガラスからなるレンズとその製造方法であって、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話搭載カメラ、車載カメラなどの撮像光学系を構成するレンズとして好適である。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1】本発明のレンズの製造方法における成型型の温度の時間変化および成形圧力の時間変化を示すグラフである。

【図2】本発明のレンズの製造方法に用いるプレス装置の一例を示す図である。

【符号の説明】

【0097】

- 1 上型
- 2 下型
- 3 ベースプレート
- 4 ベースプレート
- 5 下部プレス軸
- 6 上部プレス軸
- 7 胴型

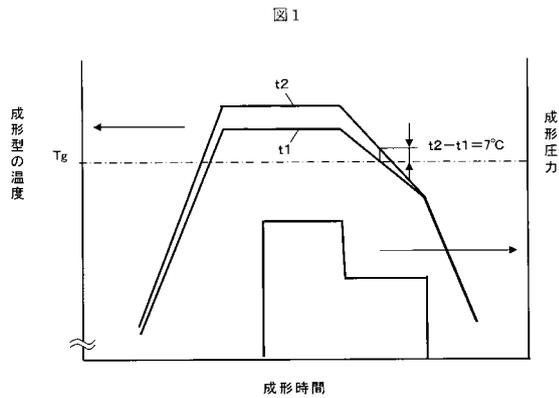
10

20

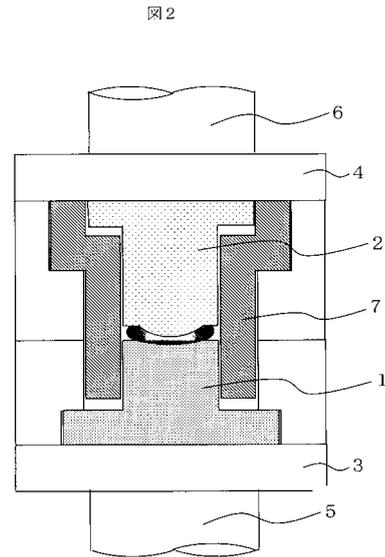
30

40

【 図 1 】



【 図 2 】



## 【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成19年3月19日 (2007.3.19)

## 【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0075

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0075 】

表1および表2に示すガラス組成になるように、各成分を導入するための原料としてそれぞれ相当する酸化物、炭酸塩、硫酸塩、硝酸塩、水酸化物など、例えば、 $H_3BO_3$ 、 $La_2O_3$ 、 $ZnO$ 、 $ZnCO_3$ 、 $Gd_2O_3$ 、 $ZrO_2$ などを用いて250～300g秤量し、十分に混合して調合パッチと成し、これを白金のつぼに入れ、1200～1450に保持した電気炉中において、攪拌しながら空气中で2～4時間ガラスの熔融を行った。熔融後、熔融ガラスを40×70×15mmのカーボン製の金型に流し、ガラスの転移温度まで放冷してから直ちにアニール炉に入れ、ガラスの転移温度付近で約1時間アニール処理した後、炉内で室温まで放冷し光学ガラスを得た。得られた光学ガラス中には、顕微鏡で観察できる結晶は析出しなかった。

このようにして得られた光学ガラスの特性を表1および表2に示す。

## 【 手続補正 2 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0086

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0086 】

ガラス素材として表 1 における No. 5 の光学ガラスからなるものを使用して、図 2 に示す成形装置によりプレス成形した。ガラス素材には炭素膜をコートし、成形型には SiC 製の型材の成形面に離型膜として CVD によりカーボン膜を被覆したものを使用した。

---

フロントページの続き

F ターム(参考) 4G062 AA04 BB01 BB08 CC04 CC10 DA01 DA02 DA03 DA04 DB01  
DB02 DB03 DC04 DC05 DD01 DE04 DE05 DF01 EA01 EB01  
EC01 ED01 EE01 EF01 EG01 EG02 EG03 FA01 FB01 FB02  
FB03 FC01 FC02 FC03 FD01 FD02 FD03 FE01 FF01 FG01  
FG02 FG03 FH01 FH02 FH03 FJ01 FJ02 FJ03 FK03 FK04  
FL01 GA01 GA02 GA03 GB01 GC01 GD01 GE01 HH01 HH03  
HH05 HH06 HH07 HH08 HH09 HH11 HH13 HH15 HH17 JJ01  
JJ03 JJ05 JJ07 JJ10 KK01 KK03 KK04 KK05 KK07 KK08  
MM02 NN02 NN32