

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4281397号
(P4281397)

(45) 発行日 平成21年6月17日(2009.6.17)

(24) 登録日 平成21年3月27日(2009.3.27)

(51) Int. Cl. F 1
C O 3 B 11/08 (2006.01) C O 3 B 11/08
C O 3 B 11/16 (2006.01) C O 3 B 11/16
C O 3 B 20/00 (2006.01) C O 3 B 20/00 Z

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-103364 (P2003-103364)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成15年4月7日(2003.4.7)		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(65) 公開番号	特開2004-307265 (P2004-307265A)	(74) 代理人	100104776 弁理士 佐野 弘
(43) 公開日	平成16年11月4日(2004.11.4)	(72) 発明者	阿邊 哲也 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 株式会社ニコン内
審査請求日	平成18年2月3日(2006.2.3)	(72) 発明者	矢島 昭司 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 株式会社ニコン内
		(72) 発明者	藤原 誠志 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 株式会社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 石英ガラスの成形装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

石英ガラスを収容可能な中空部を有し、該石英ガラスより膨張係数の大きい材料からなるモールドと、前記中空部の内部に移動可能に配置された加圧部と、前記中空部に収容された前記石英ガラスを加熱する加熱手段とを備え、前記中空部内の石英ガラスを前記加熱手段で加熱しつつ前記加圧部により加圧して所定形状に成形する成型装置であって、前記モールドは、互いに当接した状態で組合されて前記中空部を形成する複数の側板と、該組合された複数の側板の周囲に嵌合される嵌合手段とを有し、前記成形時には前記嵌合手段により嵌合状態が維持されるとともに、該成形後の冷却時には、前記モールドと前記石英ガラスとの膨張係数の相違に基づいて前記複数の側板に負荷される外方向の力により前記嵌合手段の嵌合状態が解除されて前記複数の側板が離間するように、前記複数の側板と嵌合手段との嵌合面がテーパ形状に形成されていることを特徴とする石英ガラスの成形装置。

【請求項2】

前記嵌合手段は、前記複数の側板の外側に嵌合された枠形状の支持リングを有し、前記外方向の力により前記嵌合面同士が摺動して前記支持リングが抜け方向に移動することにより、前記複数の側板が離間するように構成されたことを特徴とする請求項1に記載の石英ガラスの成形装置。

【請求項3】

前記嵌合手段は、前記複数の側板の下端部が嵌合される凹部を備えた底部を有し、前記外

方向の力により前記複数の側板が前記底部の凹部から抜け方向に移動することにより、前記複数の側板が離間するように構成されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の石英ガラスの成形装置。

【請求項 4】

前記中空部の横断面形状が略多角形状を呈し、該形状のコーナー部が R 形状に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一つに記載の石英ガラスの成形装置。

【請求項 5】

前記中空部の横断面形状が略多角形状を呈し、該形状のコーナー部が鈍角となるように複数の傾斜面が形成されたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一つに記載の石英ガラスの成形装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、石英ガラスより膨張係数の大きい材料からなるモールド内に石英ガラスを収容して加熱加圧成形することにより、石英ガラスを所定形状に成形する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

i 線より短波長の光源を用いた投影露光装置の照明光学系あるいは投影光学系のレンズ、ミラー、レチクル等の光学部材では、材料として石英ガラスが多用されている。この石英ガラスは、例えば、火炎加水分解により透明石英ガラスを製造する直接法などの方法で合成されている。

20

【0003】

直接法では、石英ガラス製バーナにて支燃性ガス（酸素含有ガス、例えば、酸素ガス）及び可燃性ガス（水素含有ガス、例えば、水素ガスあるいは天然ガス）を混合・燃焼させ、前記バーナの中心部から原料ガスとして高純度のケイ素化合物（例えば、四塩化ケイ素ガス）をキャリアガス（通常酸素ガス）で希釈して噴出させ、前記原料ガスを周囲の前記酸素ガス及び水素ガスの燃焼により反応（加水分解反応）させて石英ガラス微粒子を発生させ、その前記石英ガラス微粒子を、前記バーナ下方に配置され、回転および揺動および引き下げ運動を行う不透明石英ガラス板からなるターゲット上に堆積させ、同時に前記酸素ガス及び水素ガスの燃焼熱により溶融・ガラス化して石英ガラスインゴットを得ている。

30

【0004】

この方法によると、比較的大きな径の石英ガラスインゴットを得易いため、インゴットからブロックを切り出して所望の形状、大きさの光学部材を製造することができる。

【0005】

また、近年、大型のレンズやレチクル、或いは大型の液晶ディスプレイ等、広い面を有する光学部材を得るため、予め形成されたインゴット等の石英ガラス塊を加熱加圧成形することにより扁平形状にして面積を拡大する成形方法が利用されている。

【0006】

この成形方法では、石英ガラス塊をモールド内に収容して加熱した状態で、加圧部により加圧することにより成形を行い、その後モールド内で徐冷したり、更にアニール処理を行い、1 対向面の面積が拡大された所定形状の成形体を得ている。

40

【0007】

このような加熱加圧成形を行うものとしては、例えば、グラファイト製のモールド内で、絶対圧が 0.1 Torr 以上大気圧以下のヘリウムガス雰囲気下に、1700 以上の温度に加熱加圧成形し、ついで 1100 ~ 1300 まで急冷する方法が知られている。また、石英ガラスとモールドの型材との熱膨張率差に起因する応力を緩和する構造を有するグラファイト製のモールドを用いて 1600 ~ 1700 で加圧成形する方法（下記、特許文献 1 参照。）や、そのグラファイト製のモールドが 2 分割以上の縦型構造である成型装置が提案されている（下記、特許文献 2 及び 3 参照。）。更には、黒鉛製のモールド内面に石英粉末からなる被覆層を設けて、1550 ~ 1700 で加圧成形する方法

50

(下記、特許文献4参照。)も知られている。

【0008】

【特許文献1】

特公平4-54626号公報。

【0009】

【特許文献2】

特開昭56-129621号公報。

【0010】

【特許文献3】

特開昭57-67031号公報。

【0011】

【特許文献4】

特開2002-22020号公報。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような加熱加圧成形においては、不純物の混入を防止して成形時の耐熱強度を確保するため、グラファイトから肉厚に形成されたモールドが用いられている。このグラファイトの膨張係数は石英ガラスの膨張係数より著しく大きく、グラファイトが $8 \times 10^{-6} /$ であるのに対し、石英ガラスが $5.5 \times 10^{-7} /$ である。そのため、成形後、モールド内に石英ガラスが収容された状態で冷却されると、石英ガラスの収縮量よりモールドの収縮量が大きくなるため、冷却時に石英ガラスがモールドにより圧迫され、その結果、石英ガラスに歪みや割れが生じ易かった。また、このような石英ガラスの歪みや割れは、成形体の角部分に集中し易かった。

【0013】

一方、上記特許文献2及び3などのように、予め分割された分割式のモールドを用いて成形するものでは、冷却時にモールドが分離されて石英ガラスに負荷される応力を緩和することができるが、モールドの分割体をピンにより接合するため、成形時の圧力が高いと成形途中でモールドが分離され易いという問題点があった。

【0014】

そこで、この発明は、石英ガラスの加熱加圧成形において、成形時に従来より高い圧力を負荷することができるとともに、冷却時に石英ガラスに歪みや割れが生じにくい石英ガラスの成形装置を提供することを課題とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する請求項1に記載の発明は、石英ガラスを収容可能な中空部を有し、該石英ガラスより膨張係数の大きい材料からなるモールドと、前記中空部の内部に移動可能に配置された加圧部と、前記中空部に収容された前記石英ガラスを加熱する加熱手段とを備え、前記中空部内の石英ガラスを前記加熱手段で加熱しつつ前記加圧部により加圧して所定形状に成形する成型装置であって、前記モールドは、互いに当接した状態で組合されて前記中空部を形成する複数の側板と、該組合された複数の側板の周囲に嵌合される嵌合手段とを有し、前記成形時には前記嵌合手段により嵌合状態が維持されるとともに、該成形後の冷却時には、前記モールドと前記石英ガラスとの膨張係数の相違に基づいて前記複数の側板に負荷される外方向の力により前記嵌合手段の嵌合状態が解除されて前記複数の側板が離間するように、前記複数の側板と嵌合手段との嵌合面がテーパ形状に形成されていることを特徴とする。

【0016】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の構成に加え、前記嵌合手段は、前記複数の側板の外側に嵌合された枠形状の支持リングを有し、前記外方向の力により前記嵌合面同士が摺動して前記支持リングが抜け方向に移動することにより前記複数の側板が離間するように構成されたことを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

更に、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載の構成に加え、前記嵌合手段は、前記複数の側板の下端部が嵌合される凹部を備えた底部を有し、前記外方向の力により前記複数の側板が前記底部の凹部から抜け方向に移動することにより、前記複数の側板が離間するように構成されたことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 乃至 3 の何れか一つに記載の構成に加え、前記中空部の横断面形状が略多角形状を呈し、該形状のコーナー部が R 形状に形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

更に、請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 乃至 3 の何れか一つに記載の構成に加え、前記中空部の横断面形状が略多角形状を呈し、該形状のコーナー部が鈍角となるように複数の傾斜面が形成されたことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

[実施の形態 1]

以下、この発明の実施の形態 1 について説明する。

【 0 0 2 1 】

図 1 乃至図 3 はこの実施の形態の成形装置を示す。

【 0 0 2 2 】

この成形装置 10 は、四塩化ケイ素、シラン、有機ケイ素等のケイ素化合物を原料して製造される合成石英ガラスのインゴットやその一部、または、Ge、Ti、B、F、Al等の屈折率を変化させる成分を添加した合成石英ガラスのインゴットやその一部等の石英ガラスから、例えば、大型の液晶用マスク、半導体用マスク等のレチクル（フォトマスク）用基板、結像光学系の大型のレンズ材料などのように広い面を有する板状体やその他の大型ガラスブロックを成形するための装置である。

【 0 0 2 3 】

この成形装置 10 では、金属製の真空チャンバー 11 の内壁に、全面にわたって設けられた断熱材 12 と、断熱材 12 の縦壁内に設けられた加熱手段としてのカーボンヒータ 13 とが設けられ、更に、真空チャンバー 11 内部の略中央部に中空部 21 を有するモールド 15 が収容されている。

【 0 0 2 4 】

このモールド 15 は、底板 16 及び受板 17 を備えた底部 18 と、この底部 18 の上部に配置された側壁部 20 とを備え、この側壁部 20 の内側に中空部 21 が形成されている。

【 0 0 2 5 】

側壁部 20 は、複数の側板 19 と、嵌合手段としての支持リング 24 とから組立てられたものである。側板 19 は、一方の面が中空部 21 の壁面を構成する内面 19a となり、他方の面が側壁部 20 の外表面を構成する外面 19b となる 4 角形状の板材である。この側板 19 の両側には、内面 19a 側に配向する傾斜側面 19c を有し、上端部 19d 及び下端部 19e には、それぞれ外面 19b 側に配向するテーパ形状の嵌合面 19f、19g を有している。

【 0 0 2 6 】

支持リング 24 は、中空に形成された 4 角形状の枠であり、側板 19 の嵌合面 19f と一致するテーパ形状の嵌合面 24a を内側に有している。

【 0 0 2 7 】

そして、側壁部 20 は、傾斜側面 19c 同士を面接触させて当接させて 4 枚の側板 19 を四角筒状に組合わせ、この状態で 4 枚の側板 19 の周囲に支持リング 24 を装着して、側板 19 の嵌合面 19f に支持リング 24 の嵌合面 24a を嵌合させることにより形成されている。

【 0 0 2 8 】

10

20

30

40

50

また、底部 18 の底板 16 には、側壁部 20 の下端部 19 g を挿入可能に嵌合手段としての凹部 16 a が形成されている。この凹部 16 a には、4 枚の側板 19 の嵌合面 19 g のと一致するテーパ形状の嵌合面 16 b が形成されている。

【0029】

そして、前記のように組立られた状態の側板 19 の下端部 19 e 側をこの凹部 16 a に挿入することにより、嵌合面 19 g の周囲に凹部 16 の嵌合面 16 b を嵌合させ、更に、中空部 21 内の下端部 19 g 側に受板 17 を配置することにより、モールド 15 が形成されている。

【0030】

このモールド 15 の中空部 21 は、図 3 に示すように、横断面形状が四角形状を呈し、全てのコーナー部 27 が R 形状に形成されている。この中空部 21 には、塊状の石英ガラス 25 が配置された状態で、中空部 21 の形状に対応する形状の加圧部としての天板 23 が移動可能に配置されている。

10

【0031】

天板 23 は、押圧面 23 b (上面) を、真空チャンバー 11 の外部に配設された成形手段としての油圧シリンダのシリンダロッド 26 で押圧することにより、天板 23 の加圧面 23 a で塊状の石英ガラス 25 を加圧可能に構成されている。

【0032】

なお、シリンダロッド 26 を備えた油圧シリンダは、外部から供給する油圧を調整することにより加圧されて移動するように構成されているが、詳細な図示は省略されている。

20

【0033】

これらの底板 16、受板 17、側板 19、支持リング 24、及び天板 23 は、何れも石英ガラス 25 の成形時の温度及び圧力に対する耐熱性及び強度を有し、且つ、成形時に石英ガラス 25 と接触しても不純物を混入しにくい材料から形成されており、ここでは全て、石英ガラスの膨張係数より大きい膨張係数を有するグラファイトにより形成されている。

【0034】

このうち、側板 19 は成形時に大きな曲げ方向の力が負荷される。そのため、側板 19 の板厚を成形時に負荷する圧力に応じて選択するのがよく、例えば、成形時の成形圧力が天板 23 の加圧面 23 a の単位面積当たりに換算した圧力の $0.3 \sim 5.0 \text{ Kg/cm}^2$ の場合、好ましくは $20 \sim 70 \text{ mm}$ 、特に、 $30 \sim 50 \text{ mm}$ の範囲とするのが好適である。板厚が薄いと、側板 19 が撓んで、冷却時に石英ガラス 25 を圧縮する応力が増加し易くなり、一方、板厚が厚いと、伝熱に余分な時間を要することになる。

30

【0035】

この成形装置 10 では、モールド 15 の側板 19 の嵌合面 19 f と支持リング 24 の嵌合面 24 a とのテーパ形状、並びに、側板 19 の嵌合面 19 g と凹部 16 a の嵌合面 16 b とのテーパ形状は、何れも成形時に嵌合状態を維持することができるとともに、成形後の冷却時には嵌合状態を解除できるように設定されている。

【0036】

即ち、側板 19 の嵌合面 19 f と支持リング 24 の嵌合面 24 a、並びに側板 19 の嵌合面 19 f と凹部 16 a の嵌合面 16 b には、それぞれ嵌合状態とすることにより、互いに相対移動を抑制する摩擦力が作用している。この状態で、各側壁 19 に外方向の力が負荷されると、嵌合面 19 f、24 a 間、並びに嵌合面 19 g、16 b 間には、テーパ形状に応じたぬけ方向の力が作用する。ここでは、抜け方向の力が、嵌合状態の摩擦力より小さい範囲では、各嵌合面 19 f、24 a 間、並びに嵌合面 19 g、16 b 間は摺動することなく、嵌合状態を維持することができる。一方、抜け方向の力が嵌合状態の摩擦力より大きくなると、各嵌合面 19 f、24 a 間、並びに嵌合面 19 g、16 b 間が摺動して嵌合状態が解除される。

40

【0037】

従って、この成形装置 10 では、成形時に石英ガラス 25 が天板 23 により加圧されて変形することにより生じる側板 19 の外方向の力では、嵌合面 19 f、24 a 間、並びに嵌

50

合面 19g、16b 間の嵌合状態が維持されるテーパ形状となっている。

【0038】

同時に、成形後の冷却時に、モールド15と石英ガラス25との膨張係数の相違による収縮量の差から各側板19に支持リング24及び凹部16aに対して外方向となる力が作用した場合には、各嵌合面19f、24a間、並びに嵌合面19g、16b間が摺動して、嵌合状態が解除されるテーパ形状となっている。

【0039】

このようなテーパ形状は、各嵌合面の性状等により適宜選択することができるが、例えば、成形時の天板23による圧力が $0.3 \sim 5.0 \text{ Kg/cm}^2$ の範囲の場合、各嵌合面のテーパ形状を $60^\circ \sim 75^\circ$ の仰角となるように設定するのが好ましい。

10

【0040】

次に、以上のような構成の成形装置10により、塊状の石英ガラス25を加熱加圧成形する場合について説明する。まず、真空チャンバー11内に底板16、受板17、側板19及び支持リング24を組合わせてモールド15を形成する。そして、モールド15の中空部21内に塊状の石英ガラス25を配置し、その上部に天板23を配置し、更に、天板23の押圧面23bに油圧シリンダのシリンダロッド26の押圧部位26aを当接させてセットする。この実施の形態では、塊状の石英ガラス25として合成石英ガラスインゴットを用いている。

【0041】

そして、真空チャンバー11内を不活性ガスで置換し、カーボンヒータ13により中空部21内の塊状の石英ガラス25を加熱して、結晶化温度以上軟化点以下、具体的には $1570 \sim 1670$ に昇温して成形を行う。

20

【0042】

成形時には、各油圧シリンダのシリンダロッド26を油圧で下方へ移動させて、シリンダロッド26の押圧部位26aで天板23の押圧面23bを押圧する。これにより、天板23が底部側の加圧方向に移動し、天板23の加圧面23aにより塊状の石英ガラス25が加圧される。

【0043】

ここでは、成形初期の段階で天板23の圧力を小さくし、最終段階で最大加圧力となるようにしている。例えば、初期の段階では天板23の加圧面23aの単位面積当りに換算した圧力を $0.3 \sim 1.5 \text{ Kg/cm}^2$ とし、成形の最終段階では $1.0 \sim 5.0 \text{ Kg/cm}^2$ とすることができる。また、天板23の下降速度を、例えば $5 \sim 20 \text{ cm/min}$ とすることができる。このような圧力や下降速度の範囲にすることにより、石英ガラス25を徐々に変形させ易く、モールド15に局部的に大きな力が負荷されにくくすることができる。

30

【0044】

天板23により石英ガラス25を加圧する間、複数の側板19には、石英ガラス25を介して天板23の押圧力が外方向の力として負荷される。成形の最終段階では、天板23より下側の中空部21の体積が石英ガラス25の体積となり、内部に空隙が無くなるように予め設定された所定量分シリンダロッド26及び天板23が移動することにより、最終的に天板23の圧力が複数の側板19に負荷される。そのとき、複数の側板19の上端部19dが支持リング24の貫通孔24aに嵌合した状態で維持されるため、複数の側板19の上端部19dは外方向に移動することはない。また、複数の側板19の下端部19eが底板16の凹部16aに嵌合した状態で維持されるため、複数の側板19の下端部19eが外方向に移動することはない。従って、成形時には、モールド15の中空部21の形状が確実に維持される。

40

【0045】

そして、塊状の石英ガラス25が所定形状の板状体に成形された段階で、天板23による加圧を終了する。

【0046】

50

加圧終了後、板状の石英ガラス25を、モールド15内に配置した状態のまま適宜冷却速度を設定して冷却を行う。

【0047】

このとき、成形直後の石英ガラス25はモールド15の中空部21の内壁に密着した状態で配置されており、この状態から温度が低下すると、温度変化に応じた石英ガラス25及びモールド15とが熱収縮を起こす。このときの収縮量はそれぞれの膨張係数に応じたものとなるため、モールド15の収縮量が石英ガラス25より大きくなる。

【0048】

そのため、棒状の支持リング24が収縮すると、その内周の嵌合面24aに当接する側板19の上端部19dの嵌合面19fを内側に圧迫する。しかし、石英ガラス25の収縮が少ないため、側板19の上端部19dは内側に移動できず、その結果、支持リング24に側板19から外方向の力が負荷される。これにより、側板19の嵌合面19fと支持リング24の嵌合面24aとの嵌合状態が解除されて、支持リング24が側板19から上側の抜け方向に移動する。

10

【0049】

また、底板16の収縮により凹部16aが収縮すると、その内周面に当接する側板19の下端部19eの嵌合面19gが内側に圧迫される。しかし、石英ガラス25の収縮が少ないため、側板19の下端部19eは内側に移動できず、側板19から凹部16aに外方向の力が負荷される。これにより、側板19の嵌合面19gと凹部16aの嵌合面16bとの嵌合状態が解除されて、側板19が凹部16aから上側の抜け方向に移動する。

20

【0050】

このように嵌合面の嵌合状態が解除されることにより、複数の側板19が離間して、成形された石英ガラス25がモールド15により圧縮されることを防止することができる。そして、十分に冷却することにより、成形が完了する。

【0051】

以上のような石英ガラス25の成形装置10によれば、モールド15が、互いに当接した状態で組合されて中空部21を形成する複数の側板19と、この複数の側板19の外側に嵌合する底板16の凹部16aまたは支持リング24とを有し、これらが成形時に嵌合状態を維持するとともに、成形後の冷却時に嵌合状態を解除できるように構成されているので、天板23で石英ガラス25を従来より高い圧力で加圧して成形しても、成形時には嵌合状態を維持して、モールド15及び中空部21の形状を維持することができ、成形が容易である。そして、成形後の冷却時には、嵌合状態が解除され、複数の側板19が離間されて応力を解放することができる。そのため、成形された石英ガラス25の割れや歪みを抑制することができ、歩留まりを向上することができる。

30

【0052】

また、棒形状の支持リング24が複数の側板19の外側に嵌合するものであるため、モールド15の組立及び分解の際に着脱が容易であり、同時に、この支持リング24が側板19の外側周囲に嵌合するものであって、外方向の力により抜け方向に移動可能となっているので、冷却時の石英ガラス25の歪みや割れの発生を防止しつつ、従来より高い圧力で成形する間に中空部21の形状を確実に保持しやすい。

40

【0053】

更に、底板16の凹部16aが複数の側板19の下端部19eの外表面に嵌合するものであって、複数の側板19が底板16の凹部16aから抜け方向に移動可能となっているので、組立及び分解が容易であるとともに、冷却時の歪みや割れの発生を防止しつつ、従来より高い圧力で成形する間にも複数の側板19の下端部19eを確実に保持し易く、中空部21の形状をより保持し易い。

【0054】

また、中空部21の横断面形状が略四角形状を呈し、コーナー部27がR形状に形成されているので、成形された四角形状の石英ガラス25において、コーナー部27に応力が集中されることを防止でき、コーナー部27の歪みや割れを防止して成形することがで

50

き、歩留まりを大幅に向上し易い。

【0055】

なお、上記の実施の形態1では、板状の石英ガラス25を成形する例について説明したが、板状体以外の成形体であっても、この発明は適宜適用可能である。

【0056】

また、上記では、天板23を1本の油圧シリンダのシリンダロッド26で押圧する例について説明したが、複数のシリンダロッド26を用いて天板23を押圧してもよく、更に、油圧シリンダでなく、他の機械的な成形手段を用いることも可能である。

【0057】

また、上記では、結晶化温度以上軟化点温度以下の温度で成形する例について説明したが、石英ガラス25の結晶化温度以上で成形すればよく、例えば軟化点より高い温度であってもよい。

【0058】

[発明の実施の形態2]

次に、実施の形態2について説明する。

【0059】

この実施の形態2の成形装置10では、横断面形状が略四角形状の中空部21において、コーナー部27が鈍角となるように複数の傾斜辺29を設けた他は、実施の形態1の成形装置10と同一の構成を有している。

【0060】

このような成形装置10であっても、成形された略四角形状の石英ガラス25において、コーナー部27に応力が集中されるのを防止することができるため、コーナー部27の歪みや割れを防止し易く、実施の形態1と同様に歩留まりを大幅に向上し易い。

【0061】

【実施例】

以下、実施例について説明する。

【0062】

比較例1

直径400mm、長さ500mm、重さ138Kgの四塩化ケイ素を原料として、直接法により製造された合成石英インゴットを、1辺が500mmの四方形を有する四つ割のグラファイト製モールド15に入れ、ホットプレス機にセットした。このインゴットの上面に厚さ30mmの天板23を置き、このインゴットの下面に厚さ30mmの受板17を置いた。更に、天板23にシリンダロッド26を配置した。

【0063】

この後、真空ポンプにて、真空チャンバー11内の圧力を50Paまで減圧した後、純粋な窒素ガスを圧力 3×10^4 Paまで充填させた。

【0064】

そして、昇温を開始し、3時間で1620℃まで昇温させ、1620℃で0.5時間保持した。

【0065】

その後、シリンダロッド26により、初期荷重を3.5ton、プレス速度を5mm/secにて天板23を押圧し、インゴットの成形を行った。シリンダロッド26の変位ストロークが天板23より下側の中空部21に空隙が無くなる計算上の位置に達したところで加圧を終了し、カーボンヒータ13の温度を下げて300℃まで急冷した。

【0066】

この後、モールド15を取り出して、成形品を取り出した。成形品は一辺が500mmで、高さが250mmであった。

【0067】

成形品を観察したところ、全面が透明であったが、四隅の角部に若干の割れが生じていた。また、四隅に残留歪みが若干残っていた。そして、この成形品からは有効角材として1

10

20

30

40

50

辺が400mm、厚さ210mm、重さ74kgの板状体が採取できた。

【0068】

実施例1

モールド15として、一辺が500mmの四方形状でコーナー部がR40のものを使用した他は、比較例1と同一にして成形品を成形した。成形品は一辺が500mmで、高さが252mmであった。

【0069】

成形品を観察したところ、全面が透明であったが、四隅のR形状には割れを確認できず、成形品の周辺15mmを除いて歪みを確認できなかった。そして、この成形品からは有効角材として1辺が460mm、厚さ215mm、重さ100kgの板状体が採取できた。

【0070】

実施例2

モールド15として、一辺が1000mmの四方形状で、コーナー部に傾斜面が34mmで2つの分割線を有する12角形状のものを使用した他は、比較例1と同一にして成形品を成形した。成形品は一辺が500mmで、高さが253mmであった。

【0071】

成形品を観察したところ、全面が透明であったが、四隅には割れ及び残留歪みを確認できなかった。そして、この成形品からは有効角材として1辺が470mm、厚さ215mm、重さ104kgの板状体が採取できた。

【0072】

【発明の効果】

以上詳述の通り、請求項1に記載の発明によれば、モールドが、互いに当接した状態で組合されて中空部を形成する複数の側板と、この組合された複数の側板の周囲に嵌合される嵌合手段とを有し、この嵌合手段により成形時に嵌合状態が維持されるとともに、成形後の冷却時に嵌合状態が解除されて複数の側板が離間するように、複数の側板と嵌合手段との嵌合面がテーパ形状に形成されているので、加圧部で石英ガラスを従来より高い圧力で加圧して成形する間にも、中空部の形状を維持することができて成形し易いとともに、成形後の冷却では嵌合手段の嵌合状態が解除できるため、膨張係数の差に基づいて石英ガラスとモールドとの収縮量に差が生じると、側板が分割されて応力を解放することができ、石英ガラスの割れや歪みを抑制することができる。

【0073】

また、請求項2に記載の発明によれば、嵌合手段が複数の側板の外側に嵌合された棒形状の支持リングを有し、外方向の力により嵌合面同士が摺動して支持リングが抜け方向に移動することにより複数の側板が離間するように構成されているので、モールドの組立及び分解の際に、着脱が容易であり、同時に、冷却時の歪みや割れの発生を防止しつつ、従来より高い圧力で成形する間に中空部の形状をより確実に保持することができる。

【0074】

更に、請求項3に記載の発明によれば、嵌合手段が複数の側板の下端部が嵌合される凹部を備えた底部を有し、外方向の力により複数の側板が底部の凹部から抜け方向に移動することにより、複数の側板が離間するように構成されているので、着脱が容易であり、同時に、冷却時の歪みや割れの発生を防止しつつ、従来より高い圧力で成形する間にも複数の側板の下部を確実に保持することができ、中空部の形状をより保持し易なる。

【0075】

また、請求項4に記載の発明によれば、中空部の横断面形状が略多角形状を呈し、該形状のコーナー部がR形状に形成されているので、成形された多角形状の石英ガラスにおいて、コーナー部に応力が集中されるのを防止することができ、コーナー部の歪みや割れを防止して石英ガラスを成形し易く、歩留まりを大幅に向上し易い。

【0076】

更に、請求項5に記載の発明によれば、中空部の横断面形状が略多角形状を呈し、該形状のコーナー部が鈍角となるように複数の傾斜面が形成されているので、成形された多角形

10

20

30

40

50

形状の石英ガラスにおいて、コーナー部に応力が集中されるのを防止することができ、コーナー部の歪みや割れを防止して石英ガラスを成形し易く、歩留まりを大幅に向上し易い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の実施の形態 1 の成形装置を示す概略縦断面図である。

【図 2】同実施の形態の成形装置のモールドを示す概略縦断面図である。

【図 3】同実施の形態の成形装置の側壁部の横端面図である。

【図 4】この発明の実施の形態 2 の成形装置の側壁部の横端面図である。

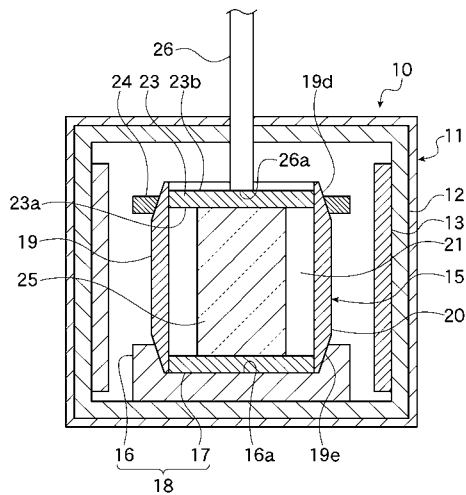
【符号の説明】

- 10 成形装置
- 11 真空チャンバー
- 13 カーボンヒータ
- 15 モールド
- 16 底板
- 16 a 凹部 (嵌合手段)
- 18 底部
- 19 側板
- 20 側壁部
- 20 a、20 b テーパー部
- 21 中空部
- 23 天板 (加圧部)
- 24 支持リング (嵌合手段)
- 25 石英ガラス
- 26 シリンダロッド (成形手段)

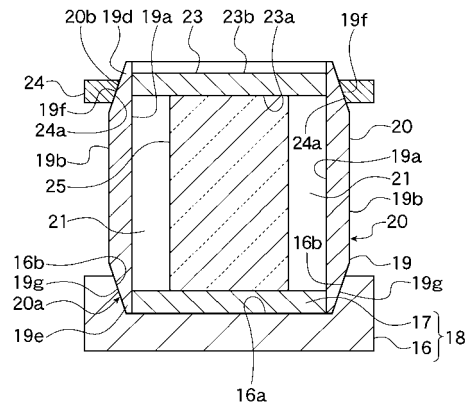
10

20

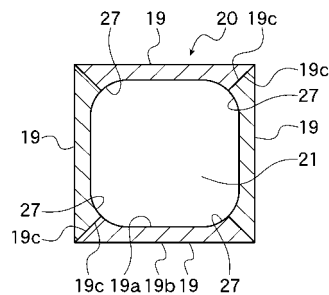
【図 1】



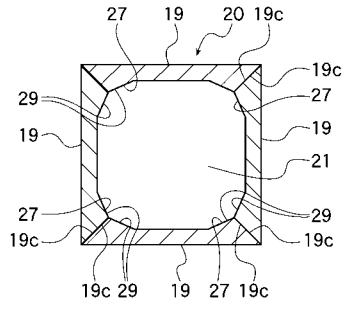
【図 2】



【図 3】



【 図 4 】



フロントページの続き

審査官 増山 淳子

- (56)参考文献 実開昭61-176229(JP,U)
実開昭61-073629(JP,U)
特開2000-016819(JP,A)
特開2000-044261(JP,A)
特開平05-043261(JP,A)
特公平04-054626(JP,B2)
特開2001-163628(JP,A)
特開2001-048555(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C03B 11/00 - 11/16
C03B 20/00