

(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 12 月 15 日(15.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/199239 A1

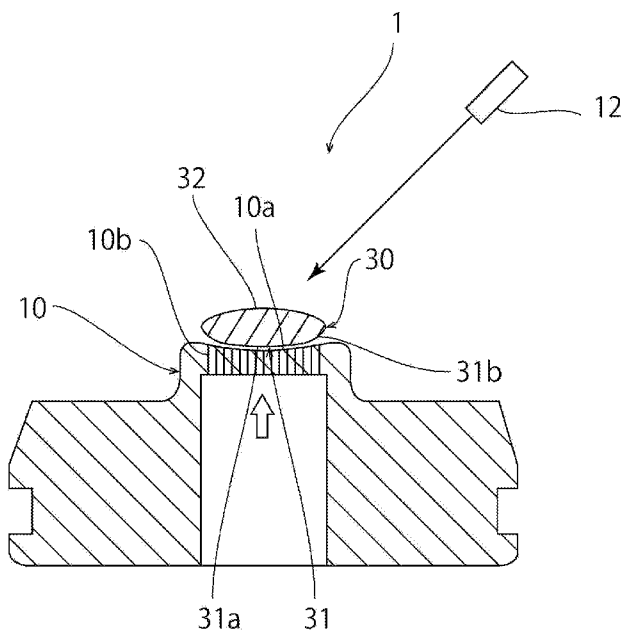
- (51) 国際特許分類:
C03B 19/10 (2006.01) *C03B 5/235* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/066710
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 10 日(10.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電気硝子株式会社(NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目 7 番 1 号 Shiga (JP). 国立大学法人 東京大学(THE UNIVERSITY OF TOKYO) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 佐藤 史雄(SATO Fumio); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 山田 朋子(YAMADA Tomoko); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 井上博之(INOUE Hiroyuki); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 国立大学法人 東京大学内 Tokyo (JP). 増野 敦信(MASUNO Atsunobu); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 国立大学法人 東京大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 中山 和俊(NAKAYAMA, Kazutoshi); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満 3 丁目 1 番 18 号 島根ビルディング 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, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING GLASS MATERIAL, DEVICE FOR PRODUCING GLASS MATERIAL, AND GLASS MATERIAL

(54) 発明の名称: ガラス材の製造方法、ガラス材の製造装置及びガラス材

[図3]



(57) Abstract: Provided is a method that makes it possible to stably produce a glass material containing no crystals by containerless levitation. A glass material 30 comprises a first surface 31 facing a molding surface 10a and a second surface 32 positioned on the opposite side from the molding surface 10a. The first surface 31 comprises a central section 31a and a peripheral section 31b positioned on the outside of the central section 31a. Gas is jetted out from a gas jetting hole at a flow speed and a flow rate that cause a glass material satisfying $R_2 < R_3 < R_1$ to be formed when the radius of curvature of the central section 31a is denoted by R_1 , the radius of curvature of the peripheral section 31b is denoted by R_2 , and the radius of curvature of the second surface 32 is denoted by R_3 .

(57) 要約: 無容器浮遊法により、結晶を含まないガラス材を安定して製造し得る方法を提供する。ガラス材 30 が、成形面 10a と対向する第 1 の表面 31 と、成形面 10a とは反対側に位置する第 2 の表面 32 とを有する。第 1 の表面 31 は、中央部 31a と、中央部 31a の外側に位置する周縁部 31b とを含む。中央部 31a の曲率半径を R_1 とし、周縁部 31b の曲率半径を R_2 とし、第 2 の表面 32 の曲率半径を R_3 としたときに、 $R_2 < R_3 < R_1$ が満たされるガラス材が成形される流速及び流量でガス噴出孔からガスを噴出させる。



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

ガラス材の製造方法、ガラス材の製造装置及びガラス材

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス材の製造方法、ガラス材の製造装置及びガラス材に関する。

背景技術

[0002] 近年、ガラス材の製造方法として、無容器浮遊法に関する研究がなされている。例えば、特許文献1には、ガス浮遊炉で浮遊させたバリウムチタン系強誘電体の試料にレーザービームを照射して加熱溶融した後に、冷却することにより、バリウムチタン系強誘電体の試料をガラス化させる方法が記載されている。このように、無容器浮遊法では、容器の壁面との接触に起因する結晶化の進行を抑制できるため、従来の容器を用いた製造方法ではガラス化させることができなかった材料であってもガラス化し得る場合がある。従って、無容器浮遊法は、新規な組成を有するガラス材を製造し得る方法として注目に値すべき方法である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-248801号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 無容器浮遊法によりガラス材を製造する場合、溶融ガラスが成型型に接触すると失透が発生し、均質なガラス材が製造できない場合がある。

[0005] 本発明の主な目的は、無容器浮遊法により、結晶を含まないガラス材を安定して製造し得る方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係るガラス材の製造方法では、成形型の成形面に開口するガス噴出孔からガスを噴出させることにより、成形面の上方にガラス原料を浮遊させて保持した状態で、ガラス原料を加熱融解させて熔融ガラスを得た後に、熔融ガラスを冷却することによりガラス材を得る。ガラス材は、成形面と対向する第1の表面と、成形面とは反対側に位置する第2の表面とを有する。第1の表面は、中央部と、中央部の外側に位置する周縁部とを含む。中央部の曲率半径を R_1 とし、周縁部の曲率半径を R_2 とし、第2の表面の曲率半径を R_3 としたときに、 $R_2 < R_3 < R_1$ が満たされるガラス材が成形される流速及び流量でガス噴出孔からガスを噴出させる。

[0007] 本発明に係るガラス材の製造装置は、成形型の成形面に開口するガス噴出孔からガスを噴出させることにより、成形面の上方にガラス原料を浮遊させて保持した状態で、ガラス原料を加熱融解させて熔融ガラスを得た後に、熔融ガラスを冷却することによりガラス材を製造する装置である。ガラス材は、成形面と対向する第1の表面と、成形面とは反対側に位置する第2の表面とを有する。第1の表面は、中央部と、中央部の外側に位置する周縁部とを含む。本発明に係るガラス材の製造装置は、第1の表面の中央部の曲率半径を R_1 とし、周縁部の曲率半径を R_2 とし、第2の表面の曲率半径を R_3 としたときに、 $R_2 < R_3 < R_1$ が満たされるガラス材が成形される流速及び流量でガス噴出孔からガスが噴出する。

[0008] 本発明に係るガラス材は、成形型の成形面に開口するガス噴出孔からガスを噴出させることにより、成形面の上方にガラス原料を浮遊させて保持した状態で、ガラス原料を加熱融解させて熔融ガラスを得た後に、熔融ガラスを冷却することにより製造されたガラス材である。本発明に係るガラス材は、成形面と対向する第1の表面と、成形面とは反対側に位置する第2の表面とを有する。第1の表面は、中央部と、中央部の外側に位置する周縁部とを含む。本発明に係るガラス材では、中央部の曲率半径を R_1 とし、周縁部の曲率半径を R_2 とし、第2の表面の曲率半径を R_3 としたときに、 $R_2 < R_3 < R_1$ が満たされる。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、無容器浮遊法により、結晶を含まないガラス材を安定して製造し得る方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、第1の実施形態に係るガラス材の製造装置の模式的断面図である。

[図2]図2は、第1の実施形態における成形面の一部份の略図的平面図である。

[図3]図3は、第1の実施形態に係るガラス材の製造装置の模式的断面図である。

[図4]図4は、第1の実施形態において製造されたガラス材の略図的断面図である。

[図5]図5は、第2の実施形態に係るガラス材の製造装置の模式的断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明を実施した好ましい形態の一例について説明する。但し、下記の実施形態は、単なる例示である。本発明は、下記の実施形態に何ら限定されない。

[0012] また、実施形態等において参照する各図面において、実質的に同一の機能を有する部材は同一の符号で参照することとする。また、実施形態等において参照する図面は、模式的に記載されたものである。図面に描画された物体の寸法の比率などは、現実の物体の寸法の比率などとは異なる場合がある。図面相互間においても、物体の寸法比率等が異なる場合がある。具体的な物体の寸法比率等は、以下の説明を参酌して判断されるべきである。

[0013] (第1の実施形態)

本実施形態では、通常のガラス材をはじめ、例えば、網目形成酸化物を含まないような、容器を用いた熔融法によってはガラス化しない組成を有するガラス材であっても好適に製造し得る方法について説明する。本実施形態の

方法によれば、具体的には、例えば、チタン酸バリウム系ガラス材、ランタン－ニオブ複合酸化物系ガラス材、ランタン－ニオブ－アルミニウム複合酸化物系ガラス材、ランタン－ニオブ－タンタル複合酸化物系ガラス材、ランタン－タングステン複合酸化物系ガラス材等を好適に製造し得る。

[0014] 図1は、第1の実施形態に係るガラス材の製造装置の模式的断面図である。図1に示されるように、ガラス材の製造装置1は、成型型10を有する。成型型10は、成型面10aを有する。成型面10aは、曲面である。具体的には、成型面10aは、球面状である。

[0015] 成型型10は、成型面10aに開口しているガス噴出孔10bを有する。図2に示されるように、本実施形態では、ガス噴出孔10bが複数設けられている。具体的には、複数のガス噴出孔10bは、成型面10aの中心から放射状に配列されている。

[0016] なお、成型型10は、連続気泡を有する多孔質体により構成されていてもよい。その場合、ガス噴出孔10bは、連続気泡により構成される。

[0017] ガス噴出孔10bは、ガスポンプなどのガス供給機構に接続されている。このガス供給機構からガス噴出孔10bを経由して、成型面10aにガスが供給される。ガスの種類は、特に限定されない。ガスは、例えば、空気や酸素であってもよいし、窒素ガスやアルゴンガス、ヘリウムガス等の不活性ガスであってもよい。

[0018] 製造装置1を用いて、ガラス材を製造するに際しては、まず、ガラス原料塊11を成型面10a上に配置する。ガラス原料塊11は、例えば、ガラス材の原料粉末をプレス成形等により一体化したものであってもよい。ガラス原料塊11は、例えば、ガラス材の原料粉末をプレス成形等により一体化した後に焼結させた焼結体であってもよい。また、ガラス原料塊11は、例えば、目標ガラス組成と同等の組成を有する結晶の集合体であってもよい。

[0019] ガラス原料塊11の形状は、特に限定されない。ガラス原料塊11は、例えば、レンズ状、球状、円柱状、多角柱状、直方体状、楕球状等であってもよい。

[0020] 次に、ガス噴出孔 10b からガスを噴出させることにより、ガラス原料塊 11 を成形面 10a 上で浮遊させる。すなわち、ガラス原料塊 11 が成形面 10a に接触していない状態で、ガラス原料塊 11 を保持する。その状態で、レーザー照射装置 12 からレーザー光をガラス原料塊 11 に照射する。これによりガラス原料塊 11 を加熱溶融してガラス化させ、溶融ガラスを得る。その後、溶融ガラスを冷却することにより、図 3 及び図 4 に示されるガラス材 30 を得ることができる。ガラス原料塊 11 を加熱溶融する工程と、溶融ガラス、さらにはガラス材の温度が少なくとも軟化点以下となるまで冷却する工程とにおいては、少なくともガスの噴出を継続し、ガラス原料塊 11、溶融ガラスまたはガラス材 30 と成形面 10a とが接触することを抑制することが好ましい。

[0021] なお、本実施形態では、ガラス原料塊 11 にレーザー光を照射することによりガラス原料塊 11 を加熱する例について説明した。但し、本発明において、ガラス原料塊 11 の加熱方法は、レーザー光を照射する方法に特に限定されない。例えば、ガラス原料塊 11 を輻射加熱してもよい。

[0022] ガラス材 30 は、第 1 の表面 31 と、第 2 の表面 32 とを有する。第 1 の表面 31 は、成形時において成形面 10a と対向する。第 2 の表面 32 は、成形時において、成形面 10a とは反対側に位置している。従って、第 2 の表面 32 は、第 1 の表面 31 とは反対側に位置している。第 1 の表面 31 は、中央部 31a と、中央部 31a の外側に位置する周縁部 31b とを含む。

[0023] 中央部 31a の曲率半径を R_1 とする。なお、中央部 31a が完全に球面である必要は必ずしもない。中央部 31a が完全に球面でない場合は、中央部 31a の曲率半径は、等価曲率半径を意味する。

[0024] 周縁部 31b の曲率半径を R_2 とする。なお、周縁部 31b が完全に球面である必要は必ずしもない。周縁部 31b が完全に球面でない場合は、周縁部 31b の曲率半径は、等価曲率半径を意味する。

[0025] 第 2 の表面 32 の曲率半径を R_3 とする。なお、第 2 の表面 32 が完全に球面である必要は必ずしもない。第 2 の表面 32 が完全に球面でない場合は、

第2の表面32の曲率半径は、等価曲率半径を意味する。

[0026] 通常は、熔融ガラスやガラス材30内に大きな温度偏差が生じないようにするために、ガス噴出孔10bからの噴出するガスの流速を低くし、流量を少なくすることを考える。

[0027] それに対して、本実施形態では、 $R_2 < R_3 < R_1$ が満たされるガラス材30が形成される高い流速及び大きな流量でガス噴出孔10bからガスを噴出させながらガラス材30を製造する。すなわち、第1の表面31の周縁部に、第1の表面31の中央部及び第2の表面32よりも曲率半径が小さな部分が生じるような高い流速及び大流量でガス噴出孔10bからガスを噴出させながらガラス材30を製造する。このようにすることにより、ガラス原料塊11、熔融ガラス及びガラス材30の浮遊時における変位を抑制でき、ガラス原料塊11、熔融ガラス及びガラス材30を安定して浮遊させることができる。このため、ガラス原料塊11、熔融ガラス及びガラス材30と成形面10aとの接触等による結晶の生成等を抑制することができる。従って、結晶を含まないガラス材30を安定して製造し得る。すなわち、 $R_2 < R_3 < R_1$ が満たされるガラス材30は、本実施形態のような無容器浮遊法により安定して製造し得る。

[0028] ガラス材30をより安定して製造する観点からは、 R_3 は、 R_2 の1.05～3倍であることが好ましく、1.1～2.5倍であることがより好ましい。 R_1 は、 R_3 の1.01～25倍であることが好ましく、1.1～12倍であることがより好ましい。 R_1 は、 R_2 の1.1～50倍であることが好ましく、1.5～25倍であることがより好ましい。

[0029] 以下、本発明の好ましい実施形態の他の例について説明する。以下の説明において、上記第1の実施形態と実質的に共通の機能を有する部材を共通の符号で参照し、説明を省略する。

[0030] (第2の実施形態)

図5は、第2の実施形態に係るガラス材の製造装置2の模式的断面図である。

[0031] 第1の実施形態では、複数のガス噴出孔10bが成形面10aに開口している例について説明した。但し、本発明は、この構成に限定されない。例えば、図5に示されるガラス材の製造装置2のように、成形面10aの中央に開口しているひとつのガス噴出孔10bが設けられていてもよい。この場合であっても、第1の実施形態と同様に、ガラス材30を安定して製造し得る。

[0032] 以下、本発明について、具体的な実施例に基づいて、さらに詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲において適宜変更して実施することが可能である。

[0033] (実施例1)

原料粉末を秤量、混合した後、1300℃前後の温度で熔融し、冷却することで結晶の塊を作製した。結晶の塊から所望の体積となる量に切り出し、ガラス原料塊を作製した。

[0034] 次に、図1に準じた装置を用い、以下の条件で、ガラス原料塊を成形面の上方に浮上させた状態で、出力100Wの二酸化炭素レーザーを照射し、ガラス原料塊を加熱溶解させた。その後、レーザー照射を停止し、ガラス原料塊の熔融物を冷却させた。その結果、直径が4.21mm、 $R_1=15.9$ mm、 $R_2=1.4$ mm、 $R_3=2.2$ mm ($R_3/R_2=1.57$ 、 $R_1/R_3=7.23$ 、 $R_1/R_2=11.4$)のガラス材が得られた。

[0035] ガラス組成（モル比）： $0.3 \cdot \text{La}_2\text{O}_3 - 0.7 \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$

ガス噴出孔の直径：0.3mm

成形面の平面視における直径：14.7mm

ガス噴出孔の数：413個

成形面中央の直径7.2mmの部分は、隣り合うガス噴出孔が互いに等間隔になるように密集した配置構造であり、その外側はガス噴出孔を放射状（ガス噴出孔列の配列方向のなす角の大きさ：11.25°、半径方向において隣り合うガス噴出孔の中心間距離：0.6mm）に設けた。

成形面におけるガス噴出孔の占める面積割合：17.2%

ガス流量：8～15 L/min

[0036] (実施例2)

原料粉末を秤量、混合した後、1500℃前後の温度で仮焼きすることで混合粉末を焼結させた。焼結体から所望の体積となる量に切り出し、ガラス原料塊を作製した。

[0037] 次に、図1に準じた装置を用い、以下の条件で、ガラス原料塊を成形面の上方に浮上させた状態で、出力100Wの二酸化炭素レーザーを照射し、ガラス原料塊を加熱溶解させた。その後、レーザー照射を停止し、ガラス原料塊の熔融物を冷却させた。その結果、直径が6.17 mm、 $R_1=12.7$ mm、 $R_2=1.8$ mm、 $R_3=3.3$ mm ($R_3/R_2=1.83$ 、 $R_1/R_3=3.85$ 、 $R_1/R_2=7.06$) のガラス材が得られた。

[0038] ガラス組成（モル比）： $0.3 \cdot \text{La}_2\text{O}_3 - 0.7 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

成形型：炭化ケイ素多孔質体

成形面の平面視における直径：8 mm

成形面の中心角：52°

加熱温度：2150℃

ガス流量：6～13 L/min

[0039] (実施例3)

以下の条件としたこと以外は、実施例1と同様にしてガラス材を作製した。その結果、直径が2.45 mm、 $R_1=1.3$ mm、 $R_2=1.0$ mm、 $R_3=1.2$ mm ($R_3/R_2=1.20$ 、 $R_1/R_3=1.08$ 、 $R_1/R_2=1.30$) のガラス材が得られた。

[0040] ガラス組成（モル比）： $0.2 \cdot \text{La}_2\text{O}_3 - 0.8 \cdot \text{WO}_3$

ガス噴出孔の直径：0.1 mm

成形面の平面視における直径：6 mm

ガス噴出孔の数：185個

成形面におけるガス噴出孔の占める面積割合：5.1%

成形面の中心角：28°

成形面において、ガス噴出孔は放射状（ガス噴出孔列の配列方向のなす角の大きさ： 22.5° 、半径方向において隣り合うガス噴出孔の中心間距離： 0.2 mm ）に設けた。

ガス流量： $0.3 \sim 1.1\text{ L/min}$

[0041] （実施例4）

原料粉末を秤量、混合した後、 1000°C 前後の温度で仮焼きすることで混合粉末を焼結させた。焼結体から所望の体積となる量に切り出し、ガラス原料塊を作製した。

[0042] 次に、図1に準じた装置を用い、以下の条件で、ガラス原料塊を成形面の上方に浮上させた状態で、出力 100 W の二酸化炭素レーザーを照射し、ガラス原料塊を加熱溶解させた。その後、レーザー照射を停止し、ガラス原料塊の熔融物を冷却させた。その結果、直径が 8.2 mm 、 $R_1 = 42.1\text{ mm}$ 、 $R_2 = 2.1\text{ mm}$ 、 $R_3 = 4.6\text{ mm}$ のガラス材（ $R_3/R_2 = 2.19$ 、 $R_1/R_3 = 9.15$ 、 $R_1/R_2 = 20.0$ ）が得られた。

[0043] ガラス組成（モル比）： $0.33 \cdot \text{BaO} - 0.66 \cdot \text{TiO}_2$

ガス噴出孔の直径： 0.3 mm

成形面の平面視における直径： 15 mm

ガス噴出孔の数： 253 個

成形面におけるガス噴出孔の占める面積割合： 10.5%

成形面の中心角： 29°

成形面において、ガス噴出孔は放射状（ガス噴出孔列の配列方向のなす角の大きさ： 11.25° 、半径方向において隣り合うガス噴出孔の中心間距離： 0.6 mm ）に設けた。

ガス流量： $7 \sim 14\text{ L/min}$

符号の説明

[0044] 1, 2 : ガラス材の製造装置

10 : 成形型

10a : 成形面

- 1 0 b : ガス噴出孔
- 1 1 : ガラス原料塊
- 1 2 : レーザー照射装置
- 3 0 : ガラス材
- 3 1 : 第 1 の表面
- 3 1 a : 中央部
- 3 1 b : 周縁部
- 3 2 : 第 2 の表面

請求の範囲

[請求項1] 成形型の成形面に開口するガス噴出孔からガスを噴出させることにより、前記成形面の上方にガラス原料を浮遊させて保持した状態で、前記ガラス原料を加熱融解させて熔融ガラスを得た後に、前記熔融ガラスを冷却することによりガラス材を得る工程を備え、

前記ガラス材が、前記成形面と対向する第1の表面と、前記成形面とは反対側に位置する第2の表面とを有し、

前記第1の表面は、中央部と、前記中央部の外側に位置する周縁部とを含み、

前記中央部の曲率半径を R_1 とし、

前記周縁部の曲率半径を R_2 とし、

前記第2の表面の曲率半径を R_3 としたときに、

$R_2 < R_3 < R_1$ が満たされるガラス材が成形される流速及び流量で前記ガス噴出孔からガスを噴出させる、ガラス材の製造方法。

[請求項2] 成形型の成形面に開口するガス噴出孔からガスを噴出させることにより、前記成形面の上方にガラス原料を浮遊させて保持した状態で、前記ガラス原料を加熱融解させて熔融ガラスを得た後に、前記熔融ガラスを冷却することによりガラス材を製造する装置であって、

前記ガラス材が、前記成形面と対向する第1の表面と、前記成形面とは反対側に位置する第2の表面とを有し、

前記第1の表面は、中央部と、前記中央部の外側に位置する周縁部とを含み、

前記中央部の曲率半径を R_1 とし、

前記周縁部の曲率半径を R_2 とし、

前記第2の表面の曲率半径を R_3 としたときに、

$R_2 < R_3 < R_1$ が満たされるガラス材が成形される流速及び流量で前記ガス噴出孔からガスが噴出する、ガラス材の製造装置。

[請求項3] 成形型の成形面に開口するガス噴出孔からガスを噴出させることにより、前記成形面の上方にガラス原料を浮遊させて保持した状態で、前記ガラス原料を加熱融解させて熔融ガラスを得た後に、前記熔融ガラスを冷却することにより製造されたガラス材であって、第1の表面と、前記第1の表面とは反対側に位置する第2の表面とを有し、

 前記第1の表面は、中央部と、前記中央部の外側に位置する周縁部とを含み、

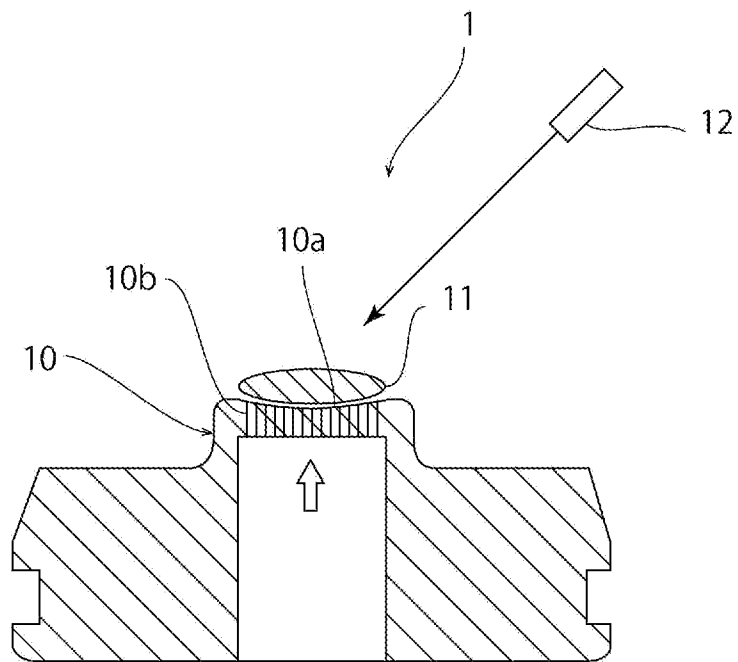
 前記中央部の曲率半径を R_1 とし、

 前記周縁部の曲率半径を R_2 とし、

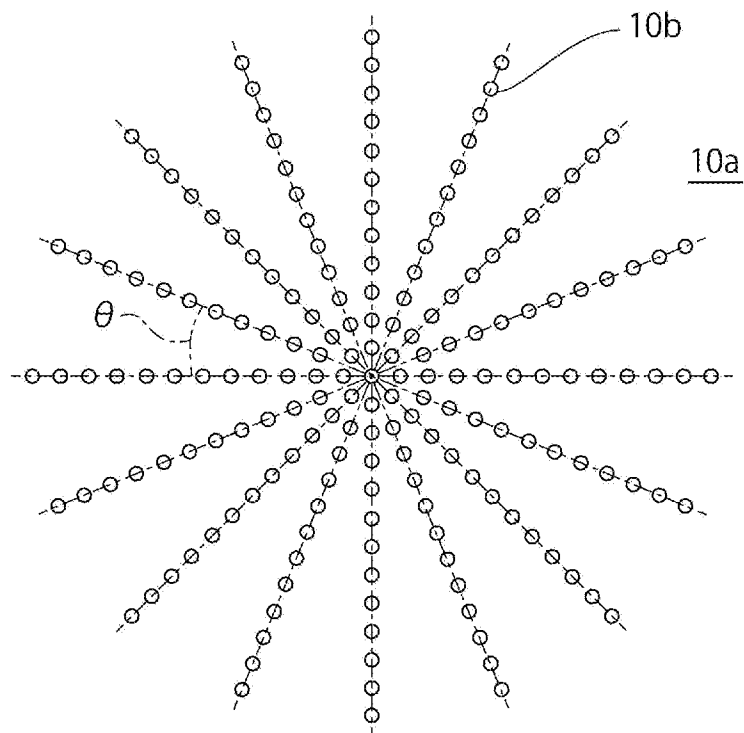
 前記第2の表面の曲率半径を R_3 としたときに、

$R_2 < R_3 < R_1$ が満たされる、ガラス材。

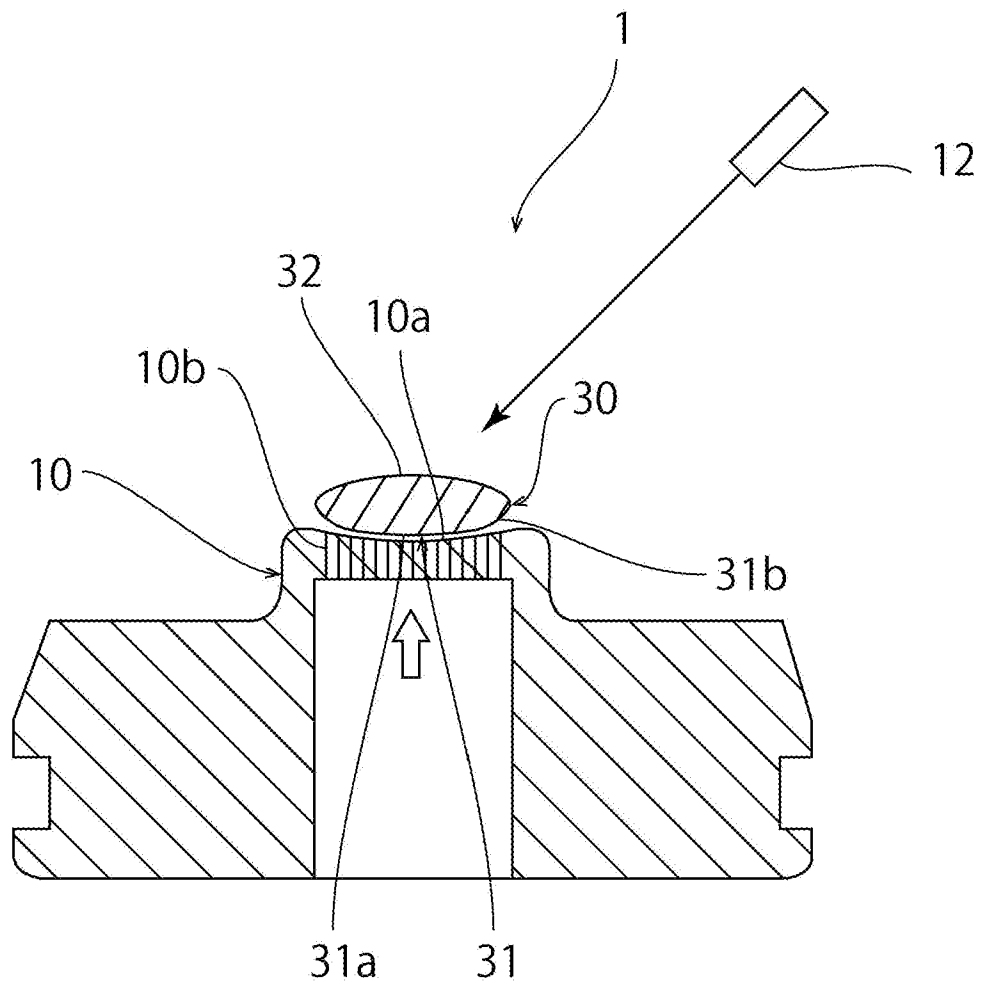
[図1]



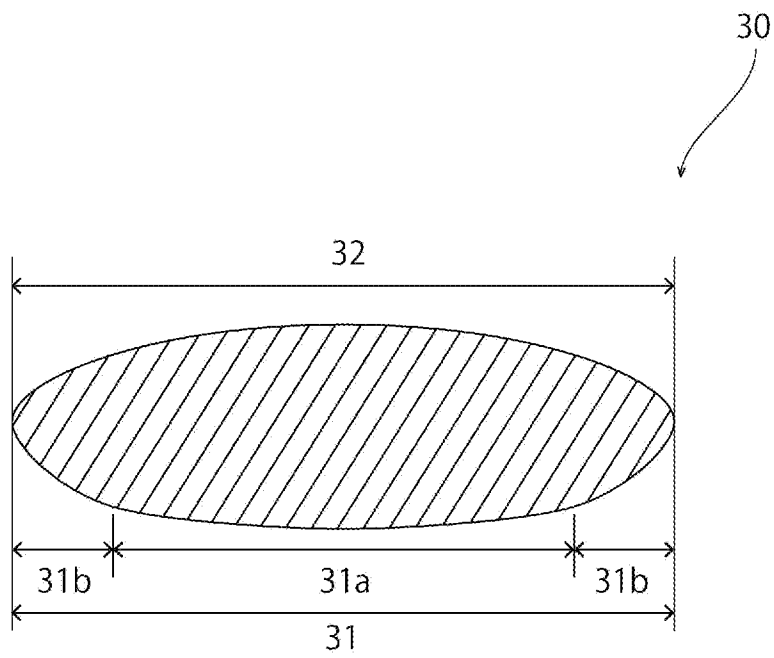
[図2]



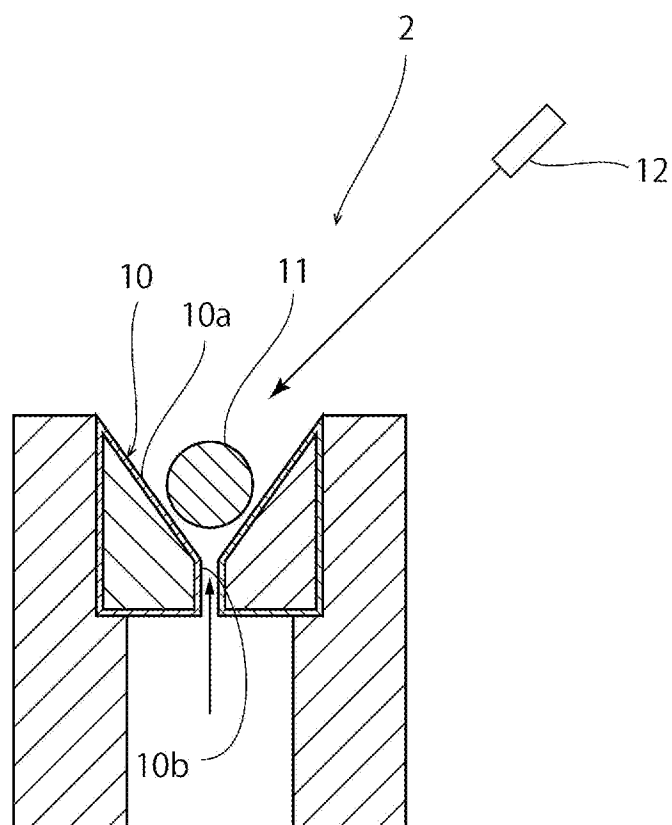
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/066710

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B19/10(2006.01) i, C03B5/235(2006.01) i

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)

C03B19/10, C03B5/235

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2015-40145 A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 02 March 2015 (02.03.2015), claim 1; paragraphs [0017], [0028] to [0029]; fig. 2 (Family: none)	1-3
A	JP 2006-248801 A (Japan Aerospace Exploration Agency), 21 September 2006 (21.09.2006), paragraphs [0021] to [0022]; fig. 1 & US 2006/0205095 A1	1-3

☒ 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

"T" 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
11 August 2015 (11.08.15)

Date of mailing of the international search report
18 August 2015 (18.08.15)

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/JP2015/066710

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/032789 A1 (Japan Aerospace Exploration Agency), 20 March 2008 (20.03.2008), paragraphs [0023] to [0033]; fig. 1 & US 2010/0003514 A1 & EP 2062860 A1 & CN 101516795 A & KR 10-2009-0051114 A	1-3
A	WO 2010/137276 A1 (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraphs [0041] to [0043]; fig. 2 (Family: none)	1-3
A	JP 2014-196236 A (The University of Tokyo), 16 October 2014 (16.10.2014), paragraphs [0039] to [0040]; fig. 1 & US 2014/0256531 A1 & CN 104030562 A	1-3
E,A	JP 2015-129061 A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 16 July 2015 (16.07.2015), paragraphs [0014] to [0015], [0019] to [0021]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03B19/10(2006.01)i, C03B5/235(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. C03B19/10, C03B5/235

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2015-40145 A（日本電気硝子株式会社）2015.03.02, [請求項 1], 段落[0017], [0028]-[0029], [図 2]（ファミリーなし）	1-3
A	JP 2006-248801 A（独立行政法人 宇宙航空研究開発機構） 2006.09.21, 段落[0021]-[0022], [図 1] & US 2006/0205095 A1	1-3

☒ 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

1 1 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

相田 悟

4 T

3 9 4 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5

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	WO 2008/032789 A1 (独立行政法人宇宙航空研究開発機構) 2008.03.20, 段落[0023]-[0033], [図 1] & US 2010/0003514 A1 & EP 2062860 A1 & CN 101516795 A & KR 10-2009-0051114 A	1-3
A	WO 2010/137276 A1 (日本板硝子株式会社) 2010.12.02, 段落 [0041]-[0043], [図 2] (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2014-196236 A (国立大学法人 東京大学) 2014.10.16, 段落 [0039]-[0040], [図 1] & US 2014/0256531 A1 & CN 104030562 A	1-3
E, A	JP 2015-129061 A (日本電気硝子株式会社) 2015.07.16, 段落 [0014]-[0015], [0019]-[0021], [図 1], [図 2] (ファミリーなし)	1-3