(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
2022年6月30日(30.06.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/138693 A1

(51) 国際特許分類:
C03B 5/18 (2006.01)
C03C 3/076 (2006.01)
C03C 3/078 (2006.01)
C03C 3/083 (2006.01)
C03C 3/085 (2006.01)
C03C 3/087 (2006.01)
C03C 3/089 (2006.01)
C03C 3/091 (2006.01)
C03C 3/093 (2006.01)
C03C 3/095 (2006.01)
H01L 23/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/047481

(22) 国際出願日： 2021年12月22日(22.12.2021)

(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 2020-214053 2020年12月23日(23.12.2020) JP

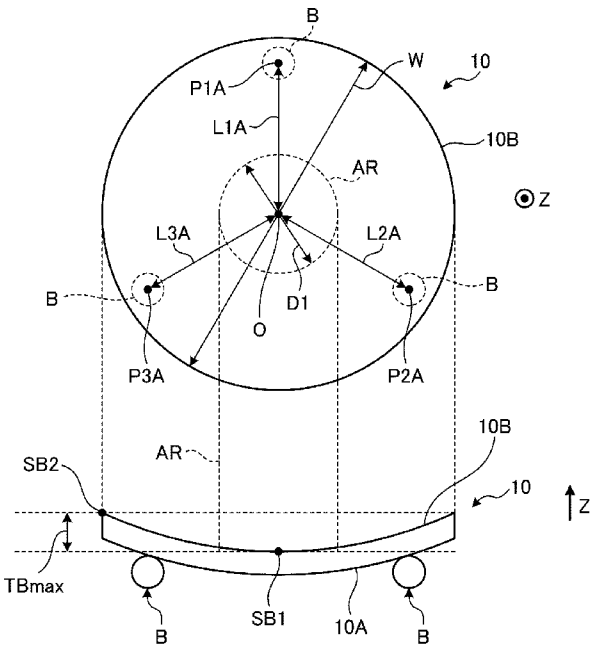
(71) 出願人: ＡＧＣ株式会社 (**AGC INC.**) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小林　悠波 (**KOBAYASHI, Yuha**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP). 後藤 賢志 (**GOTO, Kenji**); 〒9921128 山形県米沢市八幡原４丁目２８３７番地の１１ ＡＧＣディスプレイグラス米沢株式会社内 Yamagata (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(54) **Title:** GLASS SUBSTRATE AND METHOD FOR MANUFACTURING GLASS SUBSTRATE

(54) 発明の名称： ガラス基板及びガラス基板の製造方法



(57) **Abstract:** The present invention enables a semiconductor device to be appropriately manufactured. A glass substrate (10) is a glass substrate for manufacturing a semiconductor device, wherein when one surface (10A) of the glass substrate faces downward in the vertical direction, and a first position (P1A), a second position (P2A), and a third position (P3A) of the one surface (10A), which are radially outside the center point (O) of the glass substrate (10), are supported by supporting members (B), the lowest point (SB1) of the other surface (10B), which is the position where the height in the

WO 2022/138693 A1

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

vertical direction is the lowest, is located in a circular central region (AR) which is radially inside from the first position (P1A), the second position (P2A), and the third position (P3A) when viewed from the vertical direction, and has a center that is the center point (O) of the glass substrate (10), and the diameter (D1) is one-third the diameter (W) of the glass substrate (10).

(57) 要約：半導体デバイスを適切に製造する。ガラス基板（１０）は、半導体デバイスの製造用のガラス基板であって、一方の表面（１０Ａ）を鉛直方向下方に向け、一方の表面（１０Ａ）の、ガラス基板（１０）の中心点（Ｏ）よりも径方向の外側の第１位置（Ｐ１Ａ）、第２位置（Ｐ２Ａ）、及び第３位置（Ｐ３Ａ）を、支持部材（Ｂ）で支持した場合に、他方の表面（１０Ｂ）のうちで鉛直方向における高さが最低となる位置である最低点（ＳＢ１）が、鉛直方向から見て、第１位置（Ｐ１Ａ）、第２位置（Ｐ２Ａ）、及び第３位置（Ｐ３Ａ）よりも径方向内側であって、かつ、中心がガラス基板（１０）の中心点（Ｏ）となり直径（Ｄ１）がガラス基板（１０）の直径（Ｗ）に対して１／３の長さとなる円形の中央領域（ＡＲ）内に位置する。

明　細　書

発明の名称 ： ガラス基板及びガラス基板の製造方法

技術分野

[0001]　本発明は、ガラス基板及びガラス基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002]　半導体デバイスの製造プロセス中に、半導体デバイスを支持する部材として、ガラス基板が用いられることがある。例えば特許文献１には、ファンアウトウェハレベルパッケージ用のガラス製の支持基板が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第６４４３６６８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかし、ガラス基板で半導体デバイスを支持しつつ半導体デバイスを製造する際に、プロセス間で温度差が発生し、材料間の熱膨張率の差などにより、ガラス基板に応力が発生する。その応力によって、ガラスは変形するが、その変形が不連続な場合がある。ガラスの変形が不連続な場合は、設備とガラス基板との接触や、急激な形状変化によるデバイスの断線等が発生する。このような場合には、半導体デバイスを適切に製造できなくなる場合がある。そのため、半導体デバイスを適切に製造可能なガラス基板を提供することが求められている。

[0005]　本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、半導体デバイスを適切に製造可能なガラス基板及びガラス基板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

[0006]　上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係るガラス基板は、半導体デバイスの製造用のガラス基板であって、一方の表面を鉛直方向

下方に向け、前記一方の表面の、前記ガラス基板の中心点よりも径方向の外側の第１位置、第２位置、及び第３位置を、支持部材で支持した場合に、他方の表面のうちで鉛直方向における高さが最低となる位置である最低点が、鉛直方向から見て、前記第１位置、前記第２位置、及び前記第３位置よりも径方向内側であって、かつ、中心が前記ガラス基板の中心点となり直径が前記ガラス基板の直径に対して１／３の長さとなる円形の中央領域内に位置する。

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係るガラス基板の製造方法は、前記ガラス基板の製造方法であって、原料を溶解するステップと、溶解した前記原料を、攪拌の回転数が５ｒｐｍ以上２０ｒｐｍ以下、１２時間以上２４時間以下の条件で攪拌するステップと、攪拌した前記原料を冷却して、前記ガラス基板を形成するステップと、を含む。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、半導体デバイスを適切に製造できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1A]図１Ａは、本実施形態に係るガラス基板の模式図である。

[図1B]図１Ｂは、本実施形態に係るガラス基板の模式図である。

[図2A]図２Ａは、本実施形態に係るガラス基板のたわみを説明するための模式図である。

[図2B]図２Ｂは、本実施形態に係るガラス基板のたわみを説明するための模式図である。

[図3A]図３Ａは、本実施形態に係るガラス基板のたわみを説明するための模式図である。

[図3B]図３Ｂは、本実施形態に係るガラス基板のたわみを説明するための模式図である。

[図4]図４は、本実施形態に係るガラス基板の製造方法を説明するフローチャートである。

[図5]図５は、各例の評価方法を説明する図である。

[図6]図６は、ｄｙ／ｄＦの例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせて構成するものも含むものである。また、数値については四捨五入の範囲が含まれる。

[0011] （ガラス基板）

図１Ａ及び図１Ｂは、本実施形態に係るガラス基板の模式図である。図１Ａは、本実施形態に係るガラス基板１０の正面図であり、図１Ｂは、本実施形態に係るガラス基板１０の平面図である。図１Ａに示すように、本実施形態に係るガラス基板１０は、半導体パッケージの製造用のガラス基板として用いられるものであり、半導体デバイスを支持するガラス基板といえる。ガラス基板１０は、より具体的には、ファンアウトウェハレベルパッケージ（Ｆａｎ Ｏｕｔ Ｗａｆｅｒ Ｌｅｖｅｌ Ｐａｃｋａｇｅ：ＦＯＷＬＰ）の製造用の支持ガラス基板であり、例えばガラス基板１０が矩形の場合には、ファンアウトパネルレベルパッケージ（Ｆａｎ Ｏｕｔ Ｐａｎｅｌ Ｌｅｖｅｌ Ｐａｃｋａｇｅ：ＦＯＰＬＰ）の製造用の支持ガラス基板である。ただし、ガラス基板１０の用途は、半導体デバイスの支持や、ＦＯＷＬＰやＦＯＰＬＰの製造用に限られず任意であり、任意の部材を支持するために用いられるガラス基板であってよい。

[0012] 図１Ａ及び図１Ｂに示すように、ガラス基板１０は、一方の主面である表面１０Ａ（一方の表面）と、表面１０Ａと反対側の主面である表面１０Ｂ（他方の表面）とを有する板状の部材である。図１Ｂに示すように、ガラス基板１０は、平面視で、すなわち、表面１０Ａに直交する方向から見た場合に、円形となる円板形状となっている。言い換えれば、ガラス基板１０は、ウェハ形状となっている。なお、ガラス基板１０は、外周面１０Ｃに切り欠き部１０Ｄ（ノッチ）が形成されて、円形の外周が一部切り欠かれた形状になっていてもよい。この場合、切り欠き部１０Ｄも、後述する外周面部１４Ｃ

１とコバ面部１４Ｃ２とを含んだ、面取りが形成された形状であってよい。また、ガラス基板１０の形状は、円板形状に限られず任意の形状であってよく、例えば矩形などの多角形状の板であってもよい。なお、以下、表面１０Ａに直交する方向を、Ｚ方向と記載する。Ｚ方向は、ガラス基板１０の厚み方向ともいえる。

[0013] 図１Ａに示すように、ガラス基板１０は、外周面１０Ｃに面取りが形成されている。具体的には、外周面１０Ｃは、外周面部１０Ｃ１とコバ面部１０Ｃ２とを含む。外周面部１０Ｃ１は、外周面１０Ｃのうちの面取りされていない部分に相当し、コバ面部１０Ｃ２は、外周面１０Ｃのうちの面取りされた部分に相当する。なお、外周面１０Ｃは、ガラス板１０の周方向の全域にわたって、図１Ａに示すような外周面部１０Ｃ１とコバ面部１０Ｃ２とを含んだ形状となっている。

[0014] 外周面部１０Ｃ１は、外周面１０Ｃのうち、ガラス板１０の径方向外側に最も突出した部分を含む表面である。図１Ａに示すように、外周面部１０Ｃ１は、Ｚ方向に直交する方向から見た場合に、Ｚ方向に沿っている。

[0015] 外周面部１０Ｃ１は、コバ面部１０Ｃ２を介して、ガラス基板１０の表面に接続されている。すなわち、コバ面部１０Ｃ２は、Ｚ方向における一方の端部が外周面部１０Ｃ１に接続され、他方の端部がガラス基板１０の表面に接続されている。コバ面部１０Ｃ２は、Ｚ方向において、外周面部１０Ｃ１の両側に形成されている。すなわち、外周面１０Ｃは、Ｚ方向に、一方のコバ面部１０Ｃ２、外周面部１０Ｃ１、他方のコバ面部１０Ｃ２の順で並ぶように形成されている。そして、一方のコバ面部１０Ｃ２は、Ｚ方向における一方の端部がガラス基板１０の表面１０Ａに接続され、他方の端部が外周面部１０Ｃ１に接続されている。また、他方のコバ面部１０Ｃ２は、Ｚ方向における一方の端部が外周面部１０Ｃ１に接続され、他方の端部がガラス基板１０の表面１０Ｂに接続されている。

[0016] 図３に示すように、コバ面部１０Ｃ２は、Ｚ方向に直交する方向から見た場合に、Ｚ方向に対して傾斜している。コバ面部１０Ｃ２は、外周面部１０

Ｃ１からガラス基板１０の表面側に向かうに従って、ガラス基板１０の径方向内側に向かうように、傾斜している。

[0017] 以上のように、外周面１０Ｃは、外周面部１０Ｃ１とコバ面部１０Ｃ２とを含んだ、面取りが形成された形状となっているが、外周面１０Ｃの形状はこれに限定されず、例えば面取りが形成されていなくてもよい。

[0018] （ガラス基板の直径）

ガラス基板１０の直径Wは、１５０ｍｍ以上７００ｍｍ以下であることが好ましく、１５０ｍｍ以上４５０ｍｍ以下であることがより好ましく、１５０ｍｍ以上４００ｍｍ以下であることが更に好ましく、２５０ｍｍ以上３５０ｍｍ以下であることが更に好ましく、３００ｍｍ以上３５０ｍｍ以下であることが更に好ましい。直径Wがこの範囲となることで、半導体デバイスなどの部材を適切に支持できる。なお、直径Wは、ガラス基板１０が円形である場合には直径であるが、ガラス基板１０が円形でない場合においては、ガラス基板１０の外周縁上の任意の２点間の距離のうちの、最大値を指してよい。

[0019] （ガラス基板の厚み）

ガラス基板１０の厚みＤは、すなわち表面１０Ａと表面１０Ｂとの間の長さは、２ｍｍ以下であることが好ましく、０．５ｍｍ以上２．０ｍｍ以下であることがより好ましく、０．６ｍｍ以上１．５ｍｍ以下であることが更に好ましく、０．６ｍｍ以上１．０ｍｍ以下であることが更に好ましい。ガラス基板１０は、厚みＤをこの範囲となることで、厚みが大きいことによる重量増加が抑制されるため、半導体デバイス製造用途として好ましい。一方、厚みＤがこの範囲となる場合、たわみの影響で、半導体デバイスを適切に製造できなくなる可能性が高くなってしまうが、後述のように、自重たわみによる最低点の位置を中央側とすることで、半導体デバイスの製造性悪化を抑制することができる。

[0020] また、厚みＤの偏差は、１０μｍ以下であることが好ましく、３μｍ以下であることがより好ましい。厚みＤの偏差がこの範囲となることで、ガラス

基板１０の厚みＤが均一に近づき、半導体デバイスを適切に製造することを可能とする。なお、厚みＤの偏差とは、ガラス基板１０の表面に沿った平面上の位置毎の（座標毎の）厚みＤの偏差を指す。例えば、ガラス基板１０の表面に沿った平面上の位置（座標）毎に、その位置における厚みＤを算出し、それらの位置毎の厚みＤの内の最大値と最小値との差分を、厚みＤの偏差としてよい。

[0021] （ガラス基板のヤング率）

ガラス基板１０のヤング率は、６０ＧＰａ以上１５０ＧＰａ以下であることが好ましく、７０ＧＰａ以上１２０ＧＰａ以下であることがより好ましく、７５ＧＰａ以上１００ＧＰａ以下であることが更に好ましい。ヤング率がこの範囲となることで、ガラス基板の剛性低下を抑制し、ガラス基板の形状変化を抑制できるため、半導体デバイスの製造性悪化を抑制することができる。なお、ここでのガラス基板１０のヤング率は、ＯＬＹＭＰＵＳ社製の３８ＤＬ　ＰＬＵＳを用いて超音波の伝搬に基づいて測定された値を用いてよい。

[0022] （ガラス基板の密度）

ガラス基板１０の密度は、２．０ｇ／ｃｍ^{3}以上４．０ｇ／ｃｍ^{3}以下であることが好ましく、２．５ｇ／ｃｍ^{3}以上３．３ｇ／ｃｍ^{3}以下であることがより好ましい。密度がこの範囲となることで、ガラス基板１０の重量増加を抑制して、半導体デバイスの製造性悪化を抑制することができる。なお、ガラス基板１０の密度は、アルキメデス法を用いて測定された値を用いてよい。

[0023] （ガラス基板の組成）

ガラス基板１０は、酸化物基準の質量％(ｗｔ％)で、以下の化合物を含有することが好ましい。ガラス基板１０を以下の組成とすることで、部材を適切に支持できる。

SiO_2：４０ｗｔ％以上７５ｗｔ％以下が好ましく、５０ｗｔ％以上７５ｗｔ％以下であることがより好ましい

Al_2O_3：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下が好ましく、０ｗｔ％以上１５ｗｔ％以下であることがより好ましい

B_2O_3：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下が好ましく、０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下であることがより好ましい

ＭｇＯ：０ｗｔ％以上２５ｗｔ％以下が好ましい

ＣａＯ：０ｗｔ％以上２５ｗｔ％以下が好ましく、０ｗｔ％以上１５ｗｔ％以下であることがより好ましい

ＳｒＯ：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下が好ましい

ＢａＯ：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下が好ましく、０ｗｔ％以上１５ｗｔ％以下であることがより好ましい

Li_2O：０ｗｔ％以上４０ｗｔ％以下が好ましい

Na_2O：０ｗｔ％以上１５ｗｔ％以下が好ましい

K_2O：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下が好ましい

ZrO_2：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下が好ましく、０ｗｔ％以上８ｗｔ％以下であることがより好ましく、０ｗｔ％以上５ｗｔ％以下がさらに好ましい

TiO_2：０ｗｔ％以上５ｗｔ％以下が好ましい

Y_2O_3：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下が好ましい

[0024] （ガラス基板のたわみ）

図２Ａ及び図２Ｂは、本実施形態に係るガラス基板のたわみを説明するための模式図である。図２Ａは、Ｚ方向から見た場合のガラス基板１０の中心点Ｏよりも径方向外側の、第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、第３位置Ｐ３Ａを、支持部材Ｂにより三点支持した場合の自重によるたわみの例を説明する図である。第１位置Ｐ１Ａは、ガラス基板１０の中心点Ｏから径方向外側に距離Ｌ１Ａだけ離れた表面１０Ａ上の位置である。また、第２位置Ｐ２Ａは、ガラス基板１０の中心点Ｏから径方向外側に距離Ｌ２Ａだけ離れた表面１０Ａ上の位置であって、中心点Ｏを中心とした場合に第１位置Ｐ１Ａに対して周方向に１２０度ずれた位置である。また、第３位置Ｐ３Ａは、ガラス

基板１０の中心点Ｏから径方向外側に距離Ｌ３Ａだけ離れた表面１０Ａ上の位置であって、中心点Ｏを中心とした場合に第１位置Ｐ１Ａ及び第２位置Ｐ２Ａに対して周方向に１２０度ずれた位置である。なお、ここでの径方向とは、中心点Ｏを中心とした場合の径方向を指す。また、距離Ｌ１Ａ、距離Ｌ２Ａ、及び距離Ｌ３Ａは、互いに同じ長さとなっており、ガラス基板１０の直径Ｗの半分（半径）に対して、２９／３０倍の長さとなっている。また、支持部材Ｂは、直径が１ｍｍ以上２ｍｍ以下の球状の部材であり、直径が１．６ｍｍであることがより好ましい。また、支持部材Ｂの材料は、ガラスより軟質で、温湿度や、測定中のガラス重量による変形しにくい材料であることが好ましく、例えば、ＰＥＥＫ（Ｐｏｌｙｅｔｈｅｒｅｔｈｅｒｋｅｔｏｎｅ）やＰＴＦＥ（Ｐｏｌｙｔｅｔｒａｆｌｕｏｒｏｅｔｈｙｌｅｎｅ）などの樹脂であり、ここではＰＥＥＫを用いてよい。

[0025] ここで、図２Ａに示すように、ガラス基板１０の表面１０Ａを鉛直方向下方に向けて、表面１０Ａ上の第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、第３位置Ｐ３Ａを支持部材Ｂで支持した場合の、鉛直方向上側の表面１０Ｂのうちで鉛直方向における高さが最低となる位置を、最低点ＳＢ１とする。すなわち、最低点ＳＢ１は、表面１０Ｂのうちで最もたわみ量が大きくなる位置といえる。この場合、最低点ＳＢ１の位置は、鉛直方向（Ｚ方向）から見て、中央領域ＡＲ内に位置する。中央領域ＡＲとは、第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、及び第３位置Ｐ３Ａよりも径方向内側の領域である。さらに言えば、中央領域ＡＲは、中心が中心点Ｏとなり、直径Ｄ１が、ガラス基板１０の直径Ｗに対して１／３の長さとなる円形の領域である。

[0026] このように、ガラス基板１０は、表面１０Ａを鉛直方向下方に向けて、表面１０Ａの第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、第３位置Ｐ３Ａを支持部材Ｂで三点支持した場合に、最低点ＳＢが中央領域ＡＲ内に位置する。ガラス基板１０は、最低点ＳＢが中央領域ＡＲの外側でなく中央領域ＡＲ内に位置することで、例えば半導体デバイスの製造時にガラス基板１０のたわむ位置がずれるような変形が抑制され、半導体デバイスの製造性悪化を抑制すること

ができる。

[0027] また、ガラス基板１０の表面１０Ａを鉛直方向下方に向けて、表面１０Ａ上の第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、第３位置Ｐ３Ａを、支持部材Ｂで支持した場合の、ガラス基板１０の最大たわみ量を、最大たわみ量ＴＢｍａｘとする。最大たわみ量ＴＢｍａｘは、ガラス基板１０の自重による最大たわみ量であるといえ、ガラス基板１０の最高点ＳＢ２から最低点ＳＢ１までの、鉛直方向に沿った距離といえる。なお、最高点ＳＢ２とは、ガラス基板１０の表面１０Ａを鉛直方向下方に向けて、表面１０Ａ上の第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、第３位置Ｐ３Ａを、支持部材Ｂで支持した場合の、鉛直方向上側の表面１０Ｂのうちで鉛直方向における高さが最高となる位置である。この場合、ガラス基板１０の直径Wが１５０ｍｍ以上７００ｍｍ以下であり、かつ、厚みＤが２ｍｍ以下である場合に、最大たわみ量ＴＢｍａｘは、６５０μｍ以下であることが好ましく、１０μｍ以上６３０μｍ以下であることがより好ましく、５０μｍ以上６２５μｍ以下であることが更に好ましい。最大たわみ量ＴＢｍａｘがこの範囲となることで、たわみ量も抑えられるため、半導体デバイスの製造性悪化をより好適に抑制することができる。なお、最大たわみ量ＴＢｍａｘは、神津精機製のＤｙｖｏｃｅで測定できる。

[0028] なお、図２Ａは、ガラス基板１０が単純反りした場合の例を図示しているが、ガラス基板１０の反り方は、図２Ａのような単純反りに限られず、例えば図２Ｂのような反り方となっていてもよい。すなわち、図２Ａでは、ガラス基板１０は、外周端から最低点ＳＢ１に向けて凹む凹形状となるようにたわんでいるが、図２Ｂに示すように、支持部材Ｂで指示された箇所から最低点ＳＢ１に向けて凹むとともに、支持部材Ｂで支持された箇所から外周端に向けても凹むように、たわんでいてもよい。

[0029] 以上の説明では、表面１０Ａを鉛直方向下方に向けた場合の、ガラス基板１０のたわみについて説明していたが、以下では、表面１０Ｂを鉛直方向下方に向けた場合の、ガラス基板１０のたわみについて説明する。図３Ａ及び

図３Ｂは、本実施形態に係るガラス基板のたわみを説明するための模式図である。図３Ａは、Ｚ方向から見た場合のガラス基板１０の中心点Ｏよりも径方向外側の、第１位置Ｐ１Ｂ、第２位置Ｐ２Ｂ、第３位置Ｐ３Ｂを、支持部材Ｂにより三点支持した場合の自重によるたわみの例を説明する図である。第１位置Ｐ１Ｂは、ガラス基板１０の中心点Ｏから径方向外側に距離Ｌ１Ｂだけ離れた表面１０Ｂ上の位置である。また、第２位置Ｐ２Ｂは、ガラス基板１０の中心点Ｏから径方向外側に距離Ｌ２Ｂだけ離れた表面１０Ｂ上の位置であって、中心点Ｏを中心とした場合に第１位置Ｐ１Ｂに対して周方向に１２０度ずれた位置である。また、第３位置Ｐ３Ｂは、ガラス基板１０の中心点Ｏから径方向外側に距離Ｌ３Ｂだけ離れた表面１０Ｂ上の位置であって、中心点Ｏを中心とした場合に第１位置Ｐ１Ｂ及び第２位置Ｐ２Ｂに対して周方向に１２０度ずれた位置である。また、距離Ｌ１Ｂ、距離Ｌ２Ｂ、及び距離Ｌ３Ｂは、互いに同じ長さとなっており、ガラス基板１０の直径Ｗの半分（半径）に対して、２９／３０倍の長さとなっている。

[0030] ここで、図３Ａに示すように、ガラス基板１０の表面１０Ｂを鉛直方向下方に向けて、表面１０Ｂ上の第１位置Ｐ１Ｂ、第２位置Ｐ２Ｂ、第３位置Ｐ３Ｂを支持部材Ｂで支持した場合の、鉛直方向上側の表面１０Ａのうちで鉛直方向における高さが最低となる位置を、最低点ＳＡ１とする。すなわち、最低点ＳＡ１は、表面１０Ａのうちで最もたわみ量が大きくなる位置といえる。この場合、最低点ＳＡ１の位置は、鉛直方向（Ｚ方向）から見て、中央領域ＡＲ内に位置することが好ましい。

[0031] なお、図３Ａは、ガラス基板１０が単純反りした場合の例を図示しているが、ガラス基板１０の反り方は、図３Ａのような単純反りに限られず、例えば図３Ｂのような反り方となっていてもよい。すなわち、図３Ａでは、ガラス基板１０は、外周端から最低点ＳＡ１に向けて凹む凹形状となるようにたわんでいるが、図３Ｂに示すように、支持部材Ｂで指示された箇所から最低点ＳＡ１に向けて凹むとともに、支持部材Ｂで支持された箇所から外周端に向けても凹むように、たわんでいてもよい。

[0032] このように、ガラス基板１０は、表面１０Ａを鉛直方向下方に向けて三点支持した場合の最低点ＳＢ１（図２Ａ参照）と、表面１０Ｂを鉛直方向下方に向けて三点支持した場合の最低点ＳＡ１（図３Ａ参照）との両方が、中央領域ＡＲ内に位置している。ただし、ガラス基板１０は、最低点ＳＢ１、ＳＡ１の少なくとも一方が中央領域ＡＲ内に位置すればよく、例えば、最低点ＳＢ１、ＳＡ１のうちの１つが中央領域ＡＲの外側に位置していてもよい。

[0033] また、ガラス基板１０の表面１０Ｂを鉛直方向下方に向けて、表面１０Ｂ上の第１位置Ｐ１Ｂ、第２位置Ｐ２Ｂ、第３位置Ｐ３Ｂを、支持部材Ｂで支持した場合の、ガラス基板１０の最大たわみ量を、最大たわみ量ＴＡｍａｘとする。最大たわみ量ＴＡｍａｘは、ガラス基板１０の自重による最大たわみ量であるといえ、ガラス基板１０の最高点ＳＡ２から最低点ＳＡ１までの、鉛直方向に沿った距離といえる。なお、最高点ＳＡ２とは、ガラス基板１０の表面１０Ｂを鉛直方向下方に向けて、表面１０Ｂ上の第１位置Ｐ１Ｂ、第２位置Ｐ２Ｂ、第３位置Ｐ３Ｂを、支持部材Ｂで支持した場合の、鉛直方向上側の表面１０Ａのうちで鉛直方向における高さが最高となる位置である。この場合、ガラス基板１０の直径Ｗが１５０ｍｍ以上７００ｍｍ以下であり、かつ、厚みＤが２ｍｍ以下である場合に、最大たわみ量ＴＡｍａｘは、６５０μｍ以下であることが好ましく、１０μｍ以上６３０μｍ以下であることがより好ましく、５０μｍ以上６２５μｍ以下であることが更に好ましい。最大たわみ量ＴＡｍａｘがこの範囲となることで、たわみ量も抑えられるため、半導体デバイスの製造性悪化をより好適に抑制することができる。なお、最大たわみ量ＴＡｍａｘは、神津精機製のＤｙｖｏｃｅで測定できる。

[0034] また、表面１０Ａを鉛直方向下方に向けた場合の最大たわみ量ＴＢｍａｘと、表面１０Ｂを鉛直方向下方に向けた場合の最大たわみ量ＴＡｍａｘとのうち、値が大きい方を、最大たわみ量Ｔｍａｘとする。この場合、最大たわみ量Ｔｍａｘに、ガラス基板１０の厚みＤの３乗とガラス基板１０のヤング率Ｅを乗じて、１０００で除した値（すなわちＴｍａｘ・D^3・Ｅ／１０００

）は、２０以下であることが好ましい。Ｔｍａｘ・D^3・Ｅ／１０００をこの範囲とすることで、ガラス基板１０のたわむ位置がずれるような変形がより好適に抑制される。

[0035] （ガラス基板の反り量）

ここで、ガラス基板１０の、自重によるたわみを除いた場合の反り量を、反り量ΔＴとする。この場合、反り量ΔＴは、２５０μｍ以下であることが好ましく、１００μｍ以下であることがより好ましい。反り量ΔＴがこの範囲となることで、ガラス基板１０上に製造される半導体デバイスが反ることを抑制でき、半導体デバイスの製造性悪化をより好適に抑制することができる。なお、反り量ΔＴは、表面１０Ｂを鉛直方向下方に向けて上記のように支持部材Ｂで支持した場合と表面１０Ａを鉛直方向下方に向けて上記のように支持部材Ｂで支持した場合との、ガラス基板１０の表面に沿った平面上の位置毎の（座標毎の）たわみ量の差分のうちの、最大値を、２で除した値となる。すなわち、表面１０Ｂを鉛直方向下方に向けて上記のように支持部材Ｂで支持した場合の、ガラス基板１０の表面に沿った平面上の位置（座標）ｉにおけるたわみ量を、$TA_{(i)}$とし、表面１０Ａを鉛直方向下方に向けて上記のように支持部材Ｂで支持した場合の、ガラス基板１０の表面に沿った平面上の位置（座標）ｉにおけるたわみ量を、$TB_{(i)}$とする。そして、位置ｉ毎のたわみ量$TA_{(i)}$とたわみ量$TB_{(i)}$との差分のうち、値が最大となるものを、$MAX(TA_{(i)}-TB_{(i)})$とする。この場合、反り量ΔＴは、次の式（１）のように求められる。すなわち、反り量ΔＴは、$MAX(TA_{(i)}-TB_{(i)})$の絶対値を２で割った値である。

[0036] $\Delta T=|MAX(TA_{(i)}-TB_{(i)})|/2$ ・・・（１）

[0037] （ガラス基板の製造方法）

次に、ガラス基板１０の製造方法について説明する。図４は、本実施形態に係るガラス基板の製造方法を説明するフローチャートである。図４に示すように、本実施形態に係る製造方法においては、ガラス基板１０の組成に合わせて調整した原料を、加熱して溶解させる（ステップＳ１０）。そして、

溶解した原料を、攪拌する（ステップＳ１２）。原料の攪拌条件は任意であるが、例えば、溶解した原料を攪拌する攪拌翼の回転数を５ｒｐｍ以上２０ｒｐｍ以下として、１２時間以上２４時間以下攪拌することが好ましい。なお、攪拌翼は、溶解した原料を攪拌するための部材であり、形状は任意のものであってよく、例えば翼状であることにも限られない。なお、本製造方法では、このように溶解した原料を攪拌しなくても、ガラス基板１０の製造は可能であるが、このように攪拌することで、たわみ形状に異常が生じることを抑制できるため、好ましい。

[0038] その後、溶解した原料を冷却して、ガラス基板１０を形成する（ステップＳ１４）。ガラス基板１０を形成するステップは任意の方法をとってよく、例えば、ガラスのインゴッドを製造した後、インゴッドを切り出すことでガラス基板１０を形成してもよい。この場合例えば、溶融キャスト法でインゴッドを製造してもよい。また例えば、ガラスのインゴッドを製造することなく、板状のガラス基板１０を、直接形成してもよい。この場合例えば、ロールアウト法、ダウンドロー法、フュージョン法、及びフロート法などで板状のガラス基板１０を製造してよい。なお、いずれの方法においても、ガラスの表面を研磨する工程を加えてよい。

[0039] （効果）

以上説明したように、本実施形態にかかるガラス基板１０は、半導体デバイスの製造法用であって、一方の表面１０Ａを鉛直方向下方に向け、一方の表面１０Ａの、ガラス基板１０の中心点Ｏよりも径方向の外側の第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、及び第３位置Ｐ３Ａを、支持部材Ｂで支持した場合に、他方の表面１０Ｂのうちで鉛直方向における高さが最低となる位置である最低点ＳＢ１が、鉛直方向から見て、中央領域ＡＲ内に位置する。中央領域ＡＲとは、第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、及び第３位置Ｐ３Ａよりも径方向内側であって、かつ、中心がガラス基板１０の中心点Ｏとなり直径Ｄ１がガラス基板１０の直径Ｗに対して１／３の長さとなる円形の領域である。ここで、ガラス基板で支持しつつ半導体デバイスを製造する際に、プロセ

ス間で温度差が発生し、材料間の熱膨張率の差などにより、ガラス基板に応力が発生する場合がある。その応力によって、ガラス基板は変形するが、その変形が不連続な場合がある。ガラス基板の変形が不連続な場合は、設備とガラス基板との接触や、急激な形状変化によるデバイスの断線等が発生するおそれがある。このような場合には半導体デバイスを適切に製造できなくなる場合がある。それに対し、本実施形態に係るガラス基板１０は、自重たわみが最大となる最低点ＳＢ１が中央領域ＡＲ内に位置するため、半導体デバイスを支持する際の荷重などにより、ガラス基板１０のたわむ位置がずれるような不連続な変形が抑制される。そのため、本実施形態に係るガラス基板１０によると、半導体デバイスの製造性悪化を抑制して、半導体デバイスを適切に製造できる。

[0040] また、ガラス基板１０は、他方の表面１０Ｂを鉛直方向下方に向け、他方の表面１０Ｂの、ガラス基板１０の中心点Ｏよりも径方向の外側の第１位置Ｐ１Ｂ、第２位置Ｐ２Ｂ、及び第３位置Ｐ３Ｂを、支持部材Ｂで支持した場合に、一方の表面１０Ａのうちで鉛直方向における高さが最低となる位置である最低点ＳＡ１が、鉛直方向から見て、中央領域ＡＲ内に位置することが好ましい。本実施形態に係るガラス基板１０は、表面１０Ａ、１０Ｂのいずれを下に向けても、自重たわみが最大となる最低点ＳＡ１、ＳＢ１が中央領域ＡＲ内に位置する。そのため、ガラス基板１０によると、ガラス基板１０のたわむ位置がずれるような変形がさらに抑制されて、半導体デバイスをより好適に製造できる。

[0041] また、ガラス基板１０は、厚みＤが２ｍｍ以下であることが好ましい。ガラス基板１０は、厚みＤをこの範囲とすることで、重量増加を抑制できる。また、厚みＤをこのように薄くすることで、たわみの影響による半導体デバイスの製造性悪化が懸念されるが、ガラス基板１０は、最低点ＳＢ１を中央領域ＡＲ内に位置させることで、ガラス基板１０のたわむ位置がずれるような変形を抑制して、半導体デバイスの製造性悪化も抑制できる。

[0042] また、ガラス基板１０は、直径Ｗが１５０ｍｍ以上７００ｍｍ以下であり

、一方の表面１０Ａを鉛直方向下方に向け、一方の表面１０Ａの第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、及び第３位置Ｐ３Ａを支持部材Ｂで支持した場合に、最大たわみ量ＴＢｍａｘが、６５０μｍ以下であることが好ましい。ガラス基板１０は、最大たわみ量をこの範囲とすることで、たわみが大きくなりすぎることも抑制できるので、半導体デバイスをより好適に製造できる。

[0043] また、ガラス基板１０の一方の表面１０Ａを鉛直方向下方に向け、一方の表面１０Ａの第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、及び第３位置Ｐ３Ａを支持部材Ｂで支持した場合の最大たわみ量ＴＢｍａｘと、他方の表面１０Ｂを鉛直方向下方に向け、他方の表面１０Ｂの第１位置Ｐ１Ｂ、第２位置Ｐ２Ｂ、及び第３位置Ｐ３Ｂを支持部材Ｂで支持した場合の最大たわみ量ＴＡｍａｘとのうちの、値が大きい方をＴｍａｘとし、ガラス基板１０の厚みをＤとし、ガラス基板１０のヤング率をＥとした場合に、$Tmax \cdot D^3 \cdot E / 1000 \leqq 20$となることが好ましい。$Tmax \cdot D^3 \cdot E / 1000$をこの範囲とすることで、ガラス基板１０のたわむ位置がずれるような変形をより好適に抑制できる。

[0044] また、ガラス基板１０の他方の表面１０Ｂを鉛直方向下方に向け、他方の表面１０Ｂの第１位置Ｐ１Ｂ、第２位置Ｐ２Ｂ、及び第３位置Ｐ３Ｂを支持部材Ｂで支持した場合に、ガラス基板１０の直径Ｗが１５０ｍｍ以上７００ｍｍ以下であり、かつ、厚みＤが２ｍｍ以下である場合に、最大たわみ量ＴＡｍａｘが、６５０μｍ以下であることが好ましい。ガラス基板１０は、最大たわみ量をこの範囲とすることで、たわみが大きくなりすぎることも抑制できるので、半導体デバイスをより好適に製造できる。

[0045] また、ガラス基板１０は、表面と外周面１０Ｃとの間の部分（コバ面部１４Ｃ２）が面取りされていることが好ましい。ガラス基板１０は、面取りされていることで、半導体デバイスをより好適に製造できる。

[0046] また、ガラス基板１０は、外周面１０Ｃに切り欠き部１０Ｄが形成されていることが好ましい。ガラス基板１０は、切り欠き部１０Ｄが形成されることで、位置決めなどを適切に行って、半導体デバイスをより好適に製造でき

る。

[0047] また、ガラス基板１０は、自重によるたわみを除いた場合の反り量ΔＴが２５０μｍ以下であり、かつ、厚みＤの偏差が１０μｍ以下であることが好ましい。ガラス基板１０は、反り量ΔＴと厚みＤの偏差がこの範囲となることで、ガラス基板１０のたわむ位置がずれるような変形を抑制して、半導体デバイスの製造性悪化を抑制できる。

[0048] また、ガラス基板１０は、自重によるたわみを除いた場合の反り量ΔＴが１００μｍ以下であり、かつ、厚みＤの偏差が３μｍ以下であることが好ましい。ガラス基板１０は、反り量ΔＴと厚みＤの偏差がこの範囲となることで、ガラス基板１０のたわむ位置がずれるような変形を抑制して、半導体デバイスの製造性悪化を抑制できる。

[0049] また、ガラス基板１０は、酸化物基準の質量％で、

SiO_2：４０ｗｔ％以上７５ｗｔ％以下、

Al_2O_3：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下、

B_2O_3：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下、

ＭｇＯ：０ｗｔ％以上２５ｗｔ％以下、

ＣａＯ：０ｗｔ％以上２５ｗｔ％以下、

ＳｒＯ：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下、

ＢａＯ：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下、

Li_2O：０ｗｔ％以上４０ｗｔ％以下、

Na_2O：０ｗｔ％以上１５ｗｔ％以下、

K_2O：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下、

ZrO_2：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下、

TiO_2：０ｗｔ％以上５ｗｔ％以下、かつ、

Y_2O_3：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下であることが好ましい。組成がこの範囲となることで、半導体デバイスをより好適に製造できる。

[0050] また、ガラス基板１０は、ファンアウトウェハレベルパッケージ及びファンアウトパネルレベルパッケージの少なくとも一方の製造用のガラス基板で

あることが好ましい。ガラス基板１０は、ファンアウトウェハレベルパッケージ及びファンアウトパネルレベルパッケージの用途に適している。

[0051] また、本実施形態に係るガラス基板１０の製造方法は、原料を溶解するステップと、溶解した原料を、攪拌の回転数が５ｒｐｍ以上２０ｒｐｍ以下、１２時間以上２４時間以下の条件で攪拌するステップと、攪拌した原料を冷却して、ガラス基板１０を形成するステップと、を含む。本製造方法によると、溶解した原料を攪拌することで、原料を均一にすることが可能となり、ガラス基板１０のたわむ位置がずれるような変形を抑制して、半導体デバイスを好適に製造可能なガラス基板１０を提供できる。

[0052] （実施例）

次に、実施例について説明する。なお、発明の効果を奏する限りにおいて実施態様を変更しても構わない。

[0053] 表１は、各例のガラス基板を示している。本実施例では、ガラス基板が所定の組成となるように原料を調整して、ガラス基板を製造した。そして、製造したガラス基板に対して、ヤング率、密度、自重たわみにおける最低点の位置、及びたわみ量を測定した。ヤング率は、ＯＬＹＭＰＵＳ社製の３８ＤＬ　ＰＬＵＳを用いて測定し、密度は、アルキメデス法により測定した。

また、最低点の位置の測定及びたわみ量の測定においては、ガラス基板の他方の表面である第２表面を鉛直方向下方において、ガラス基板の一方の表面である第１表面の上の、本実施形態で説明した第１位置Ｐ１Ａ、第２位置Ｐ２Ａ、第３位置Ｐ３Ａを、支持部材Ｂで支持した。そして、その場合において、第１表面上の鉛直方向の高さが最低となる最低点の位置を測定して、測定結果を、表１における「最低点の位置」の「第１表面上」として示した。表１においては、最低点の位置が、本実施形態で示した中央領域ＡＲ内にある場合に、最低点の位置を「内側」とし、最低点の位置が、本実施形態で示した中央領域ＡＲ内にない（中央領域ＡＲの外側にある場合）に、最低点の位置を「外側」とした。また、たわみ量については、上記のようにガラス基板を支持した場合の、第１表面上の各位置のたわみ量を測定して、その最

小値から最大値を、表１の「第１表面上のたわみ」とした。なお、たわみ量の測定には、神津精機製のＤｙｖｏｃｅを用いた。

また、一方の表面である第１表面を鉛直方向下方において、他方の表面である第２表面の上の、本実施形態で説明した第１位置Ｐ１Ｂ、第２位置Ｐ２Ｂ、第３位置Ｐ３Ｂを、支持部材Ｂで支持した。そして、その場合において、第２表面上の鉛直方向の高さが最低となる最低点の位置を、測定して、測定結果を、表１における「最低点の位置」の「第２表面上」として示した。表１においては、最低点の位置が、本実施形態で示した中央領域ＡＲ内にある場合に、最低点の位置を「内側」とし、最低点の位置が、本実施形態で示した中央領域ＡＲ内にない（中央領域ＡＲの外側にある場合）に、最低点の位置を「外側」とした。また、また、たわみ量については、上記のようにガラス基板を支持した場合の、第２表面上の各位置のたわみ量を測定して、その最小値から最大値を、表１の「第２表面上のたわみ」とした。

また、表１の「最大たわみ量」は、「第１表面上のたわみ」と「第２表面上のたわみ」のうちの最大値であり、反り量は、上述の式（１）のように算出した値である。

また、表１の「Ｔｍａｘ・D^3・Ｅ／１０００」は、最大たわみ量に、「厚み」の３乗と「ヤング率」を乗じて、１０００で除した値である。

[0054]

[表1]

No.	組成	攪拌	直径 (mm)	厚み (mm)	ヤング率 (GPa)	密度 (g/cm³)	最低点の位置		たわみ				Tmax・D³・E/1000	評価
							第1表面上	第2表面上	第1表面上のたわみ (μm)	第2表面上のたわみ (μm)	最大たわみ (μm)	反り量 (μm)		
例1	C1	あり	φ300	0.6	75.8	2.77	外側	内側	523-618	502-598	618	23-35	10.1	○
例2	C1	あり	φ300	0.7	75.8	2.77	内側	内側	390-426	316-357	426	49-57	11.1	○
例3	C1	あり	φ300	0.85	75.8	2.77	外側	内側	268-289	223-252	289	29-45	13.5	○
例4	C1	あり	φ300	1.0	75.8	2.77	外側	内側	240-258	193-204	258	67-70	19.6	○
例5	C2	あり	φ300	0.7	73.6	2.38	外側	内側	281-470	423-526	526	103-240	13.3	○
例6	C3	あり	φ300	0.7	72.9	2.5	内側	内側	382-402	331-351	402	29-46	10.1	○
例7	C4	あり	φ300	0.7	77	3.2	内側	内側	430-433	431-446	446	35-41	11.8	○
例8	C5	あり	φ300	1.0	73.1	2.53	外側	内側	191-207	170-176	207	25-49	15.1	○
例9	C1	なし	φ300	0.7	75.8	2.77	外側	外側	520-914	507-808	914	49-103	23.8	×
例10	C5	なし	φ300	1.0	73.1	2.53	外側	外側	321-718	347-606	718	54-140	52.5	×

[0055] （例１）

例１は、ガラス基板が所定の組成Ｃ１となるように原料を調整して、原料を溶解させて、溶解させた原料を攪拌させ、ガラスのインゴッドを製造し、インゴッドを機械加工して、直径、厚み、ヤング率、密度、最低点の位置、及びたわみ量が表１に示すものとなるガラス基板を製造した。

[0056] （例２）

例２は、ガラス基板が組成Ｃ１となるように原料を調整して、原料を溶解させて、溶解させた原料を攪拌させ、ガラスのインゴッドを製造し、インゴッドを機械加工して、直径、厚み、ヤング率、密度、最低点の位置、及びたわみ量が表１に示すものとなるガラス基板を製造した。

[0057] （例３）

例３は、ガラス基板が組成Ｃ１となるように原料を調整して、原料を溶解させて、溶解させた原料を攪拌させ、ガラスのインゴッドを製造し、インゴッドを機械加工して、直径、厚み、ヤング率、密度、最低点の位置、及びたわみ量が表１に示すものとなるガラス基板を製造した。

[0058] （例４）

例４は、ガラス基板が組成Ｃ１となるように原料を調整して、原料を溶解させて、溶解させた原料を攪拌させ、板状のガラス基板を製造し、直径、厚み、ヤング率、密度、最低点の位置、及びたわみ量が表１に示すものとなるガラス基板を製造した。

[0059] （例５）

例５は、ガラス基板が所定の組成Ｃ２となるように原料を調整して、原料を溶解させて溶解させた原料を攪拌させ、板状のガラス基板を製造し、直径、厚み、ヤング率、密度、最低点の位置、及びたわみ量が表１に示すものとなるガラス基板を製造した。

[0060] （例６）

例６は、ガラス基板が所定の組成Ｃ３となるように原料を調整して、原料を溶解させて溶解させた原料を攪拌させ、板状のガラス基板を製造し、直径、厚み、ヤング率、密度、最低点の位置、及びたわみ量が表１に示すものとなるガラス基板を製造した。

[0061] （例７）

例７は、ガラス基板が所定の組成Ｃ４となるように原料を調整して、原料を溶解させて溶解させた原料を攪拌させ、板状のガラス基板を製造し、直径

、厚み、ヤング率、密度、最低点の位置、及びたわみ量が表１に示すものとなるガラス基板を製造した。

[0062] （例８）

例８は、ガラス基板が所定の組成Ｃ５となるように原料を調整して、原料を溶解させて溶解させた原料を攪拌させ、ガラスのインゴッドを製造し、インゴッドを機械加工して、直径、厚み、ヤング率、密度、最低点の位置、及びたわみ量が表１に示すものとなるガラス基板を製造した。

[0063] （例９）

例９は、ガラス基板が組成Ｃ１となるように原料を調整して、原料を溶解させて溶解させた原料を攪拌させずに、ガラスのインゴッドを製造し、インゴッドを機械加工して、直径、厚み、ヤング率、密度、最低点の位置、及びたわみ量が表１に示すものとなるガラス基板を製造した。

[0064] （例１０）

例１０は、ガラス基板が組成Ｃ５となるように原料を調整して、原料を溶解させて溶解させた原料を攪拌させずに、ガラスのインゴッドを製造し、インゴッドを機械加工して、直径、厚み、ヤング率、密度、最低点の位置、及びたわみ量が表１に示すものとなるガラス基板を製造した。

[0065] なお、組成Ｃ１～Ｃ５は、酸化物基準の質量％で、以下の範囲内となっている。

SiO_2：４０ｗｔ％以上７５ｗｔ％以下、

Al_2O_3：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下、

B_2O_3：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下、

ＭｇＯ：０ｗｔ％以上２５ｗｔ％以下、

ＣａＯ：０ｗｔ％以上２５ｗｔ％以下、

ＳｒＯ：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下、

ＢａＯ：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下、

Li_2O：０ｗｔ％以上４０ｗｔ％以下、

Na_2O：０ｗｔ％以上１５ｗｔ％以下、

K_2O：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下、

ZrO_2：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下、

TiO_2：０ｗｔ％以上５ｗｔ％以下、かつ、

Y_2O_3：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下である。

[0066] （評価内容）

以上のように製造した各例のサンプルについて、評価を行った。図５は、各例の評価方法を説明する図である。評価においては、ガラス基板の外周を支持部材Ｊ１で保持し、ガラス基板の表面の中央部に、値を変えながら荷重をかけつつ、荷重をかけた中央部における変位を測定した。具体的には、図５に示すように、ガラス基板の端面を、周方向に等間隔に４つの支持部材Ｊ１で保持した。支持部材Ｊ１によってガラス基板を固定する力は、ガラス基板がずれない程度に、できるだけ弱い力とした。そして、支持部材Ｊ２上に、ガラス基板の底面の中心部を配置し、支持部材Ｊ２ごと、精密秤Ｊ３上に配置した。精密秤Ｊ３により荷重を測定した。ここでの変位はたわみ量であり、例えば、Ｚ方向において、ガラス基板の最高点に対する、中央部の位置の差分を指す。そして、中央部への荷重をＦとし、中央部の変位をｙとした場合の、Ｆとｙとの関係を示すグラフを作成し、Ｆの変化に対するｙの変化が不連続となる箇所があるかを、すなわちｄｙ／ｄＦが不連続となる箇所があるかを、判定する。そして、不連続になる箇所があるものを、半導体製造時に系全体のたわみ形状が不連続な変化をし、プロセス中の異状が発生するとして、不合格とし、不連続となる箇所がないものを、合格とした。なお、図６は、ｄｙ／ｄＦの例を示すグラフである。図６の線分Ｌ１が、ｄｙ／ｄＦが不連続となる箇所が無い場合の例であり、線分Ｌ２が、ｄｙ／ｄＦが不連続となる箇所がある場合の例である。ただし、線分Ｌ１、Ｌ２は一例であり、上記の各例の評価結果を示すものではない。

[0067] （評価結果）

表１に、各例の評価結果を示す。表１に示すように、実施例である例１から例８においては、評価結果が合格となり、比較例である例９から例１０で

は、評価結果が不合格となることが分かる。

[0068] 以上、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態の内容により実施形態が限定されるものではない。また、前述した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、前述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さらに、前述した実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

符号の説明

[0069] １０　ガラス基板

１０Ａ、１０Ｂ　表面

ＡＲ　中央領域

Ｄ１、Ｗ　直径

ＳＡ１、ＳＢ１　最低点

Ｐ１Ａ、Ｐ１Ｂ　第１位置

Ｐ２Ａ、Ｐ２Ｂ　第２位置

Ｐ３Ａ、Ｐ３Ｂ　第３位置

請求の範囲

[請求項1] 半導体デバイスの製造用のガラス基板であって、

一方の表面を鉛直方向下方に向け、前記一方の表面の、前記ガラス基板の中心点よりも径方向の外側の第１位置、第２位置、及び第３位置を、支持部材で支持した場合に、他方の表面のうちで鉛直方向における高さが最低となる位置である最低点が、鉛直方向から見て、前記第１位置、前記第２位置、及び前記第３位置よりも径方向内側であって、かつ、中心が前記ガラス基板の中心点となり直径が前記ガラス基板の直径に対して１／３の長さとなる円形の中央領域内に位置する、

ガラス基板。

[請求項2] 他方の表面を鉛直方向下方に向け、前記他方の表面の、前記ガラス基板の中心点よりも径方向の外側の第１位置、第２位置、及び第３位置を、支持部材で支持した場合に、前記一方の表面のうちで鉛直方向における高さが最低となる位置である最低点が、鉛直方向から見て、前記中央領域内に位置する、請求項１に記載のガラス基板。

[請求項3] 厚みが２ｍｍ以下である、請求項１又は請求項２に記載のガラス基板。

[請求項4] 直径が１５０ｍｍ以上７００ｍｍ以下であり、

前記一方の表面を鉛直方向下方に向け、前記一方の表面の前記第１位置、前記第２位置、及び前記第３位置を支持部材で支持した場合に、最大たわみ量が、６５０μｍ以下である、請求項３に記載のガラス基板。

[請求項5] 他方の表面を鉛直方向下方に向け、前記他方の表面の、前記ガラス基板の中心点よりも径方向の外側の第１位置、第２位置、及び第３位置を支持部材で支持した場合に、最大たわみ量が、６００μｍ以下である、請求項４に記載のガラス基板。

[請求項6] 前記一方の表面を鉛直方向下方に向け、前記一方の表面の前記第１位置、前記第２位置、及び前記第３位置を支持部材で支持した場合の

最大たわみ量と、前記他方の表面を鉛直方向下方に向け、前記他方の表面の第１位置、第２位置、及び第３位置を支持部材で支持した場合の最大たわみ量とのうちの、値が大きい方をＴｍａｘとし、前記ガラス基板の厚みをＤとし、前記ガラス基板のヤング率をＥとした場合に、

$Tmax \cdot D^3 \cdot E / 1000 \leqq 20$となる、請求項１から請求項５のいずれか１項に記載のガラス基板。

[請求項7] 自重によるたわみを除いた場合の反り量が２５０μｍ以下であり、かつ、厚みの偏差が１０μｍ以下である、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載のガラス基板。

[請求項8] 自重によるたわみを除いた場合の反り量が１００μｍ以下であり、かつ、厚みの偏差が３μｍ以下である、請求項７に記載のガラス基板。

[請求項9] 酸化物基準の質量％で、

SiO_2：４０ｗｔ％以上７５ｗｔ％以下、

Al_2O_3：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下、

B_2O_3：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下、

ＭｇＯ：０ｗｔ％以上２５ｗｔ％以下、

ＣａＯ：０ｗｔ％以上２５ｗｔ％以下、

ＳｒＯ：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下、

ＢａＯ：０ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下、

Li_2O：０ｗｔ％以上４０ｗｔ％以下、

Na_2O：０ｗｔ％以上１５ｗｔ％以下、

K_2O：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下、

ZrO_2：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下、

TiO_2：０ｗｔ％以上５ｗｔ％以下、かつ、

Y_2O_3：０ｗｔ％以上１０ｗｔ％以下である、請求項１から請求項８のいずれか１項に記載のガラス基板。

[請求項10] ファンアウトウェハレベルパッケージ及びファンアウトパネルレベルパッケージの少なくとも一方の製造用のガラス基板である、請求項１から請求項９のいずれか１項に記載のガラス基板。

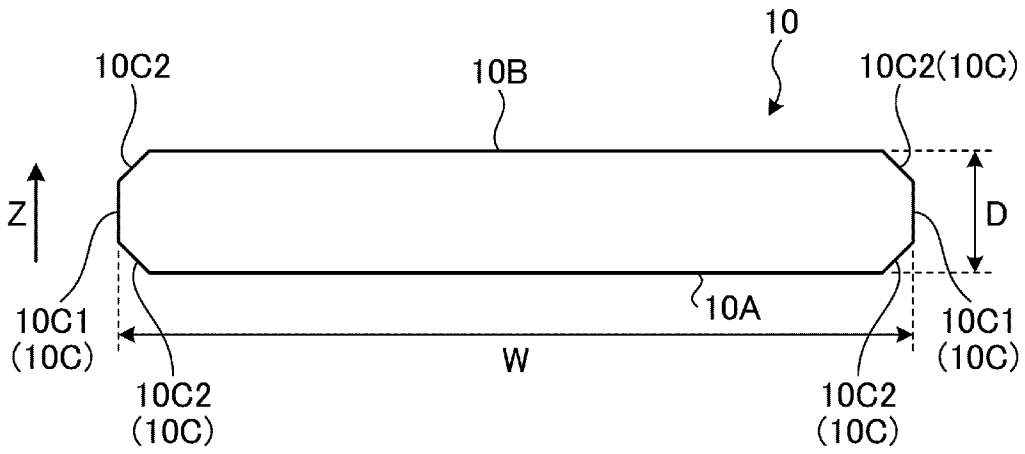
[請求項11] 請求項１から請求項１０のいずれか１項に記載のガラス基板の製造方法であって、

原料を溶解するステップと、

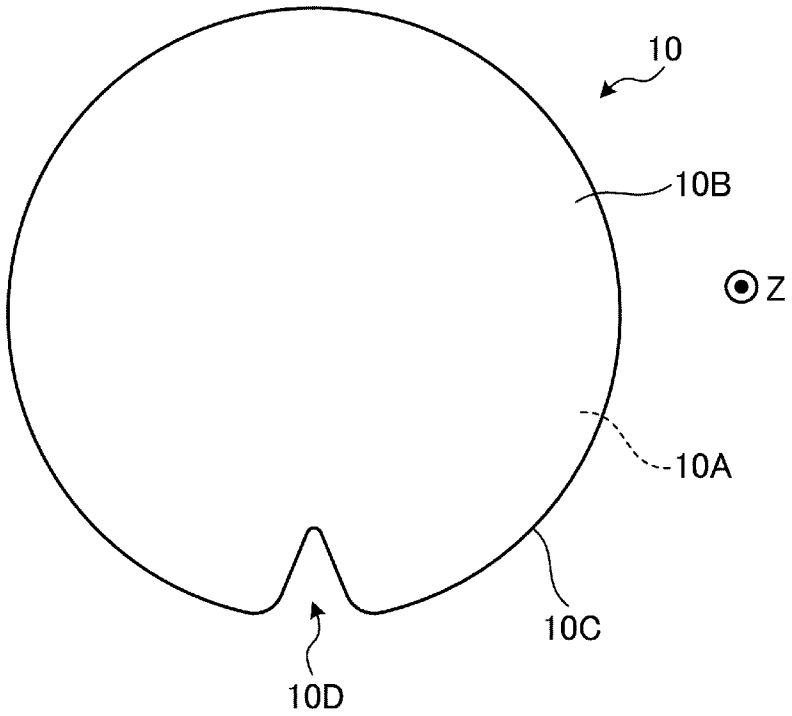
溶解した前記原料を、攪拌の回転数が５ｒｐｍ以上２０ｒｐｍ以下、１２時間以上２４時間以下の条件で攪拌するステップと、

攪拌した前記原料を冷却して、前記ガラス基板を形成するステップと、を含む、ガラス基板の製造方法。

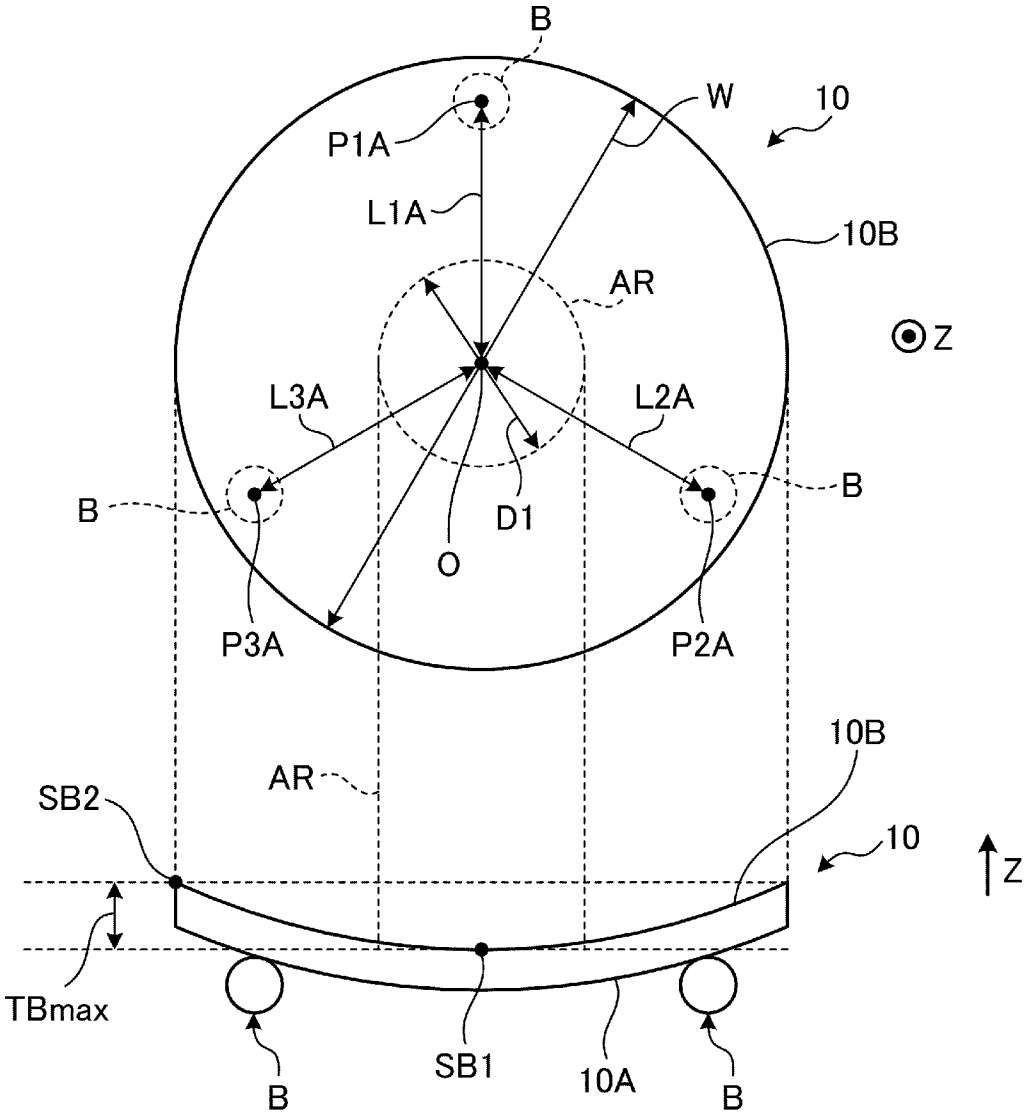
[図1A]


10
10C2
10B
10C2(10C)
Z
D
10C1
(10C)
10A
10C1
(10C)
W
10C2
(10C)
10C2
(10C)

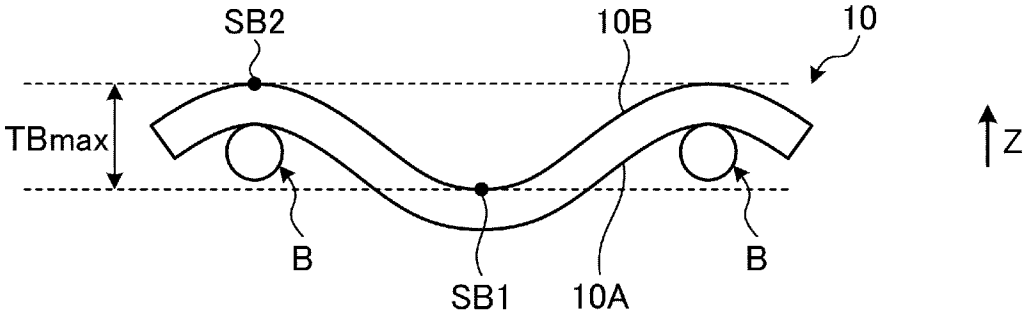
[図1B]


10
10B
Z
10A
10C
10D

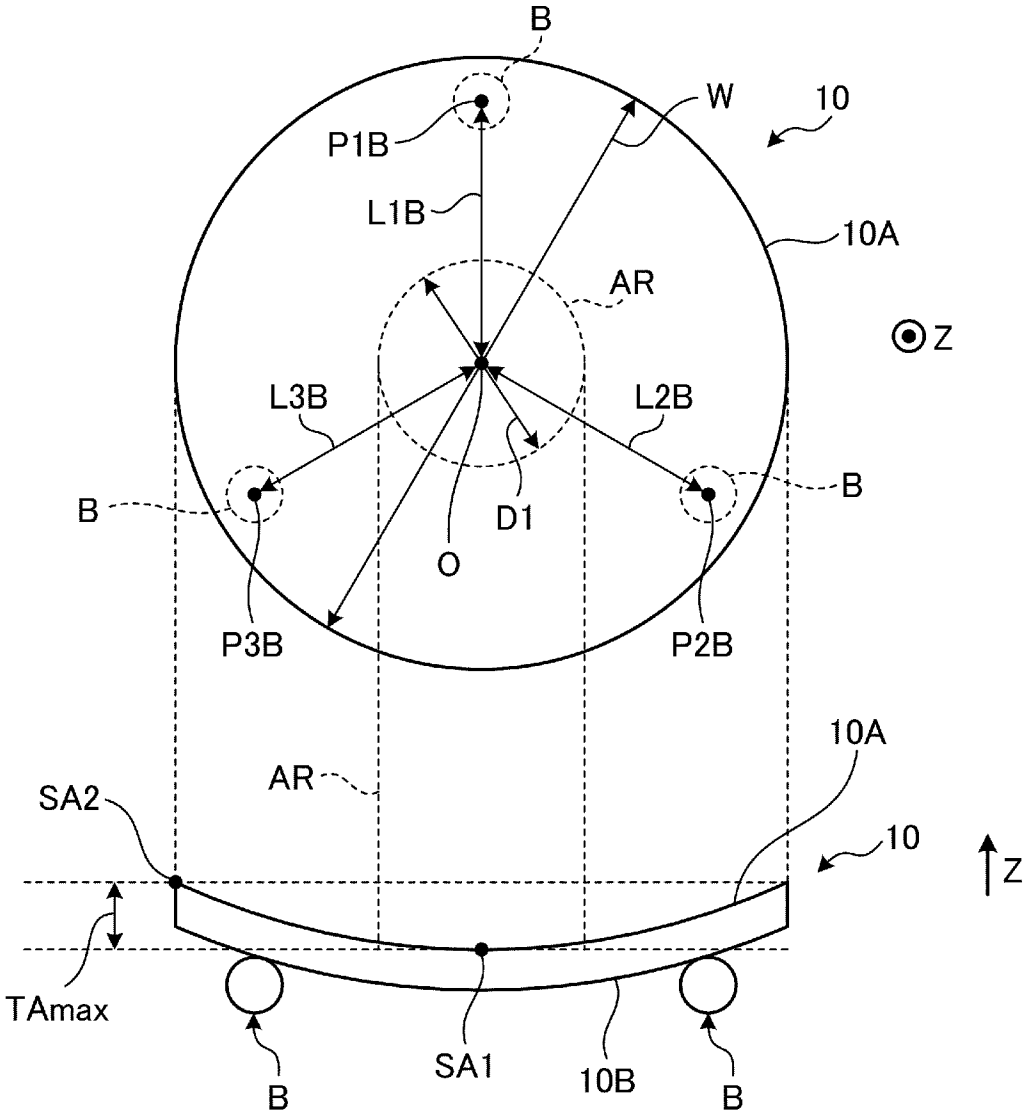
[図2A]


B
W
10
P1A
L1A
10B
AR
Z
L3A
L2A
B
B
D1
O
P3A
P2A
10B
AR
SB2
10
Z
TBmax
B
SB1
10A
B

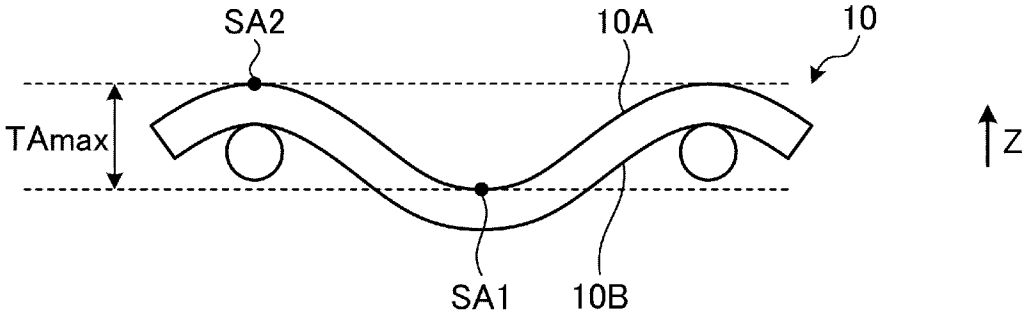
[図2B]


SB2
10B
10
TBmax
Z
B
SB1
10A
B

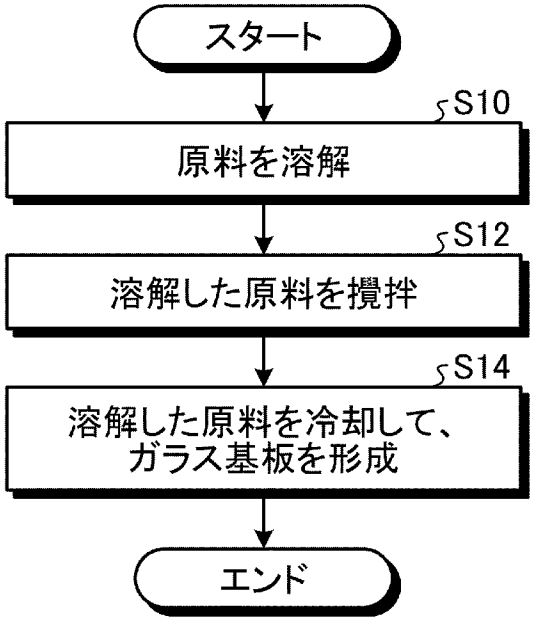
[図3A]


B
W
10
P1B
L1B
10A
AR
Z
L3B
L2B
B
B
D1
O
P3B
P2B
10A
AR
SA2
10
Z
TAmax
SA1
10B
B
B

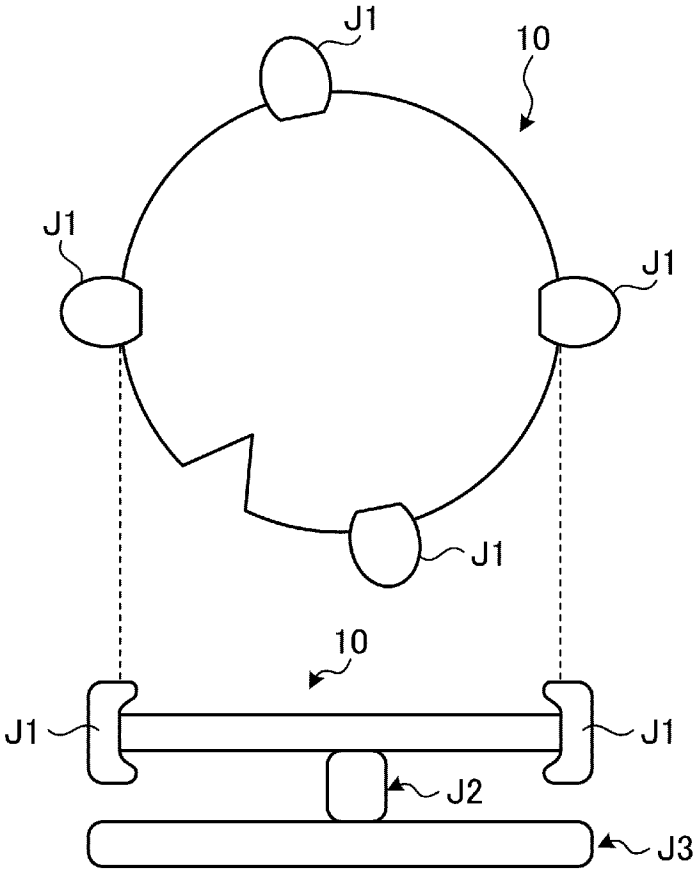
[図3B]


SA2
10A
10
TAmax
Z
SA1
10B

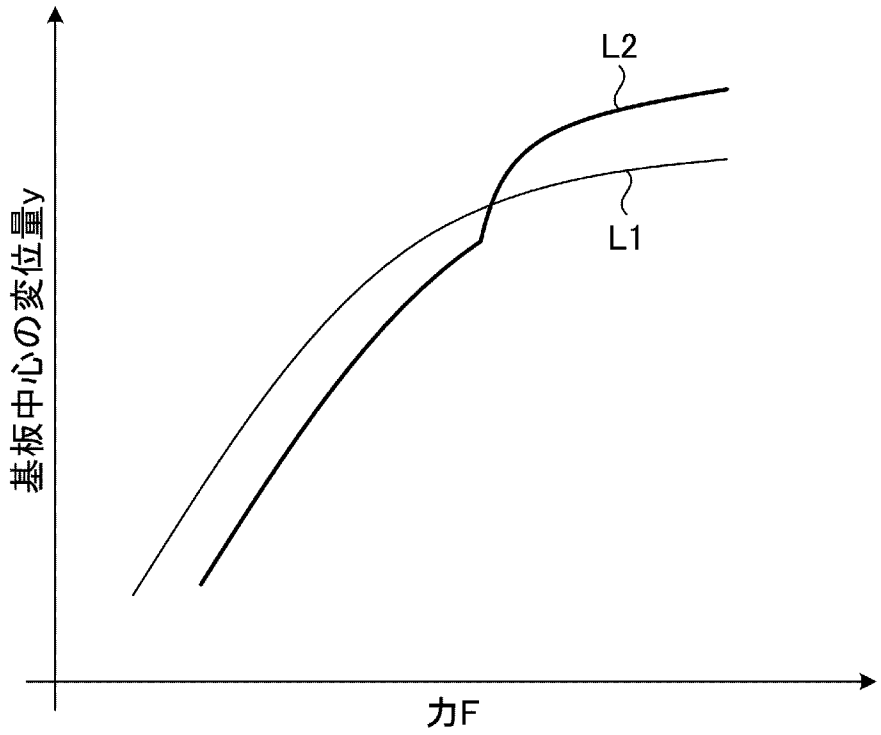
[図4]


スタート
S10
原料を溶解
S12
溶解した原料を攪拌
S14
溶解した原料を冷却して、
ガラス基板を形成
エンド

[図5]


J1
10
J1
J1
J1
10
J1
J1
J2
J3

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/047481

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B 5/18(2006.01)i; ***C03C 3/076***(2006.01)i; ***C03C 3/078***(2006.01)i; ***C03C 3/083***(2006.01)i; ***C03C 3/085***(2006.01)i; ***C03C 3/087***(2006.01)i; ***C03C 3/089***(2006.01)i; ***C03C 3/091***(2006.01)i; ***C03C 3/093***(2006.01)i; ***C03C 3/095***(2006.01)i; ***H01L 23/12***(2006.01)i

FI: H01L23/12 501P; C03C3/087; C03C3/085; C03C3/091; C03C3/093; C03C3/089; C03C3/076; C03C3/095; C03C3/078; C03C3/083; C03B5/18

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)

C03B5/18; C03C3/076; C03C3/078; C03C3/083; C03C3/085; C03C3/087; C03C3/089; C03C3/091; C03C3/093; C03C3/095; H01L23/12

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 6715381 B1 (AGC INC.) 01 July 2020 (2020-07-01) paragraphs [0010]-[0056], fig. 1-3	1-5, 9-10
Y		11
A		6–8
Y	JP 2015-180594 A (AVANSTRATE INC.) 15 October 2015 (2015-10-15) paragraphs [0001], [0061]	11
A		6–8
A	WO 2017/018275 A1 (ASAHI GLASS CO.) 02 February 2017 (2017-02-02) paragraphs [0015]-[0048], fig. 1-6	6–8

☐ 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	Date of mailing of the international search report
09 March 2022	**22 March 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/047481

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 6715381 B1	01 July 2020	US 2021/0032155 A1 paragraphs [0016]-[0090], fig. 1-3 TW 202110760 A	
JP 2015-180594 A	15 October 2015	CN 103987665 A TW 201420527 A KR 10-2014-0096031 A	
WO 2017/018275 A1	02 February 2017	US 2018/0151408 A1 paragraphs [0034]-[0068], fig. 1-6 CN 107848878 A KR 10-2018-0033193 A TW 201707969 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/047481

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C03B 5/18(2006.01)i; C03C 3/076(2006.01)i; C03C 3/078(2006.01)i; C03C 3/083(2006.01)i; C03C 3/085(2006.01)i; C03C 3/087(2006.01)i; C03C 3/089(2006.01)i; C03C 3/091(2006.01)i; C03C 3/093(2006.01)i; C03C 3/095(2006.01)i; H01L 23/12(2006.01)i
FI: H01L23/12 501P; C03C3/087; C03C3/085; C03C3/091; C03C3/093; C03C3/089; C03C3/076; C03C3/095; C03C3/078; C03C3/083; C03B5/18

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））

C03B5/18; C03C3/076; C03C3/078; C03C3/083; C03C3/085; C03C3/087; C03C3/089; C03C3/091; C03C3/093; C03C3/095; H01L23/12

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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
X	JP 6715381 B1 (ＡＧＣ株式会社) 01.07.2020 (2020-07-01) 段落[0010]-[0056]、図1-3	1-5,9-10
Y		11
A		6-8
Y	JP 2015-180594 A (ＡｖａｎＳｔｒａｔｅ株式会社) 15.10.2015 (2015-10-15) 段落[0001],[0061]	11
A		6-8
A	WO 2017/018275 A1 (旭硝子株式会社) 02.02.2017 (2017-02-02) 段落[0015]-[0048]、図1-6	6-8

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
09.03.2022	22.03.2022

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

豊島　洋介 5F 9850

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/047481

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 6715381 B1	01.07.2020	US 2021/0032155 A1 段落[0016]-[0090]、図1-3 TW 202110760 A	
JP 2015-180594 A	15.10.2015	CN 103987665 A TW 201420527 A KR 10-2014-0096031 A	
WO 2017/018275 A1	02.02.2017	US 2018/0151408 A1 段落[0034]-[0068]、図1-6 CN 107848878 A KR 10-2018-0033193 A TW 201707969 A	