(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
2018年4月26日(26.04.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/074560 A1

(51) 国際特許分類:
C03B 33/09 (2006.01) *B23K 26/382* (2014.01)
B23K 26/00 (2014.01) *C03B 25/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/037901

(22) 国際出願日: 2017年10月19日(19.10.2017)

(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 2016-206083 2016年10月20日(20.10.2016) JP

(71) 出願人: 旭硝子株式会社 (**ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED**) [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: 小野 元司 (**ONO, Motoshi**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (**ITOH, Tadashige** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号 丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ （明治安田生命ビル） １６階 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** PRODUCTION METHOD FOR HOLED GLASS SUBSTRATE, PRODUCTION METHOD FOR INTERPOSER, AND METHOD FOR FORMING HOLES IN GLASS SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 孔を有するガラス基板の製造方法、インターポーザの製造方法、およびガラス基板に孔を形成する方法

[図1]

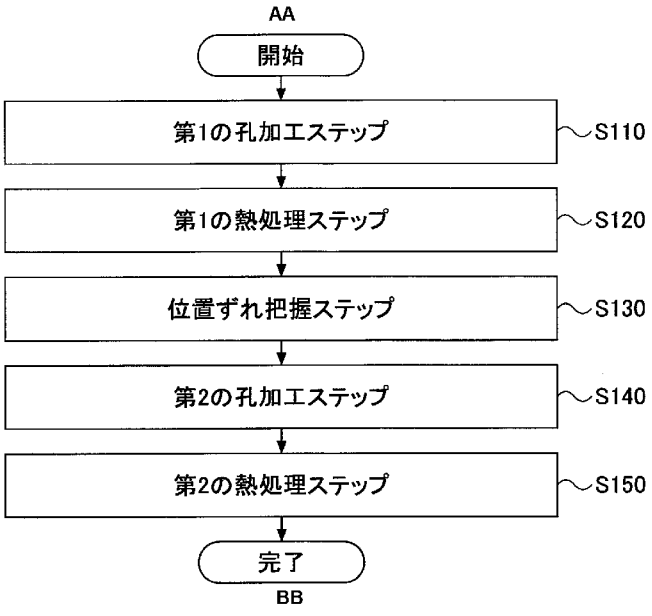


Fig. 1
S110 First hole-machining step
S120 First heat treatment step
S130 Position deviation determination step
S140 Second hole-machining step
S150 Second heat treatment step
AA Start
BB End

(57) **Abstract:** A production method for a holed glass substrate. The production method involves: (a) radiating laser light under first conditions at a plurality of hole formation target positions on a dummy glass substrate and forming a plurality of holes in the dummy glass substrate; (b) heat treating the dummy glass substrate; (c) determining the deviation between the hole formation target position of each hole and the position of the hole after the heat treatment in (b); (d) radiating laser

WO 2018/074560 A1

[続葉有]

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))

light under the first conditions at a glass substrate that has substantially the same shape, dimensions, and composition as the dummy glass substrate to form a plurality of holes in the glass substrate, the irradiation positions of the laser light on the glass substrate being determined in consideration of the deviations determined in (c); and (e) heat treating the glass substrate under the heat treatment conditions applied in (b).

(57) 要約:孔を有するガラス基板の製造方法であって、(a)ダミーガラス基板の複数の孔形成目標位置に向かって、第1の条件でレーザ光を照射し、前記ダミーガラス基板に複数の孔を形成し、(b)前記ダミーガラス基板を熱処理し、(c)各孔に対して、前記孔形成目標位置と、前記(b)の熱処理後の孔の位置との間のずれ量を把握し、(d)前記ダミーガラス基板と形状、寸法および組成が実質的に等しいガラス基板に、前記第1の条件でレーザ光を照射して複数の孔を形成し、この際に、前記ガラス基板における前記レーザ光の照射位置は、前記(c)において把握された前記ずれ量を考慮して、決定され、(e)前記(b)において適用した熱処理条件で、前記ガラス基板を熱処理する、製造方法。

明　細　書

発明の名称 ：

孔を有するガラス基板の製造方法、インターポーザの製造方法、およびガラス基板に孔を形成する方法

技術分野

[0001] 本発明は、孔を有するガラス基板の製造方法、インターポーザの製造方法、およびガラス基板に孔を形成する方法に関する。

背景技術

[0002] レーザ光を用いて、ガラス基板に貫通孔を形成する技術が知られている。この技術では、ガラス基板の所定の位置にレーザ光を照射することにより、ガラス基板に貫通孔を形成することができる。

[0003] なお、加工後のガラス基板には、残留応力および／または反りが生じる場合がある。そのため、通常の場合、加工後のガラス基板に対して熱処理が実施され、残留応力および／または反りの影響が緩和される。ただし、その結果、熱処理によって、貫通孔の位置が所定の位置から僅かながらずれる場合がある。

[0004] そこで、ダミーのガラス基板を用いて、熱処理による貫通孔の位置ずれの影響を把握し、この影響を「補正」した状態で、実際のガラス基板に貫通孔加工および熱処理を実施する方法が提案されている（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１５－１０７５１０号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、本願発明者らは、特許文献１に記載されたような「補正」を行った場合でも、依然として、ガラス基板の熱処理後に、貫通孔の形成位

置が所定の位置からずれる場合があることを見出した。

[0007] そのような貫通孔形成位置のずれは、たとえそれが僅かであっても、例えば、インターポーザのような高精度の加工が要求される半導体デバイスの分野では、大きな問題となる可能性がある。

[0008] また、そのような問題は、ガラス基板に貫通孔を形成する際に限られるものではなく、ガラス基板に非貫通孔のような孔を形成する場合全般において生じ得る。

[0009] 本発明は、このような背景に鑑みなされたものであり、本発明では、熱処理後にも、高い精度で所望の位置に孔を配置することが可能な、孔を有するガラス基板の製造方法を提供することを目的とする。また、本発明では、そのようなガラス基板を有するインターポーザの製造方法を提供することを目的とする。さらに本発明では、熱処理後にも、高い精度で所望の位置に孔を配置することが可能な、ガラス基板に孔を形成する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

[0010] 本発明では、孔を有するガラス基板の製造方法であって、

（ａ）ダミーガラス基板の複数の孔形成目標位置に向かって、第１の条件でレーザ光を照射し、前記ダミーガラス基板に複数の孔を形成し、

（ｂ）前記ダミーガラス基板を熱処理し、

（ｃ）各孔に対して、前記孔形成目標位置と、前記（ｂ）の熱処理後の孔の位置との間のずれ量を把握し、

（ｄ）前記ダミーガラス基板と形状、寸法および組成が実質的に等しいガラス基板に、前記第１の条件でレーザ光を照射して複数の孔を形成し、この際に、前記ガラス基板における前記レーザ光の照射位置は、前記（ｃ）において把握された前記ずれ量を考慮して、決定され、

（ｅ）前記（ｂ）において適用した熱処理条件で、前記ガラス基板を熱処理する、

製造方法が提供される。

[0011] また、本発明では、ガラス基板に孔を形成する方法であって、

（ａ）ダミーガラス基板の複数の孔形成目標位置に向かって、第１の条件でレーザ光を照射し、前記ダミーガラス基板に複数の孔を形成し、

（ｂ）前記ダミーガラス基板を熱処理し、

（ｃ）各孔に対して、前記孔形成目標位置と、前記（ｂ）の熱処理後の位置との間のずれ量を把握し、

（ｄ）前記ダミーガラス基板と形状、寸法および組成が実質的に等しいガラス基板に、前記第１の条件でレーザ光を照射して複数の孔を形成し、この際に、前記ガラス基板における前記レーザ光の照射位置は、前記（ｃ）において把握された前記ずれ量を考慮して、決定され、

（ｅ）前記（ｂ）において適用した熱処理条件で、前記ガラス基板を熱処理する、

方法が提供される。

[0012] さらに、本発明では、インターポーザの製造方法であって、

（ａ）ダミーガラス基板の複数の貫通孔形成目標位置に向かって、第１の条件でレーザ光を照射し、前記ダミーガラス基板に複数の貫通孔を形成し、

（ｂ）前記ダミーガラス基板を熱処理し、

（ｃ）各孔に対して、前記貫通孔形成目標位置と、前記（ｂ）の熱処理後の位置との間のずれ量を把握し、

（ｄ）前記ダミーガラス基板と形状、寸法および組成が実質的に等しいガラス基板に、前記第１の条件でレーザ光を照射して複数の貫通孔を形成し、この際に、前記ガラス基板における前記レーザ光の照射位置は、前記（ｃ）において把握された前記ずれ量を考慮して、決定され、

（ｅ）前記（ｂ）において適用した熱処理条件で、前記ガラス基板を熱処理し、

（ｆ）前記ガラス基板の前記貫通孔に、導電性物質を充填する、

製造方法が提供される。

発明の効果

[0013] 本発明では、熱処理後にも、高い精度で所望の位置に孔を配置することが可能な、孔を有するガラス基板の製造方法を提供することができる。また、本発明では、そのようなガラス基板を有するインターポーザの製造方法を提供することができる。さらに本発明では、熱処理後にも、高い精度で所望の位置に孔を配置することが可能な、ガラス基板に孔を形成する方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態による、孔を有するガラス基板の製造方法のフローの一例を概略的に示した図である。

[図2]ダミーガラス基板の形態の一例を概略的に示した図である。

[図3]レーザ光照射により、ダミーガラス基板に複数の孔を形成する際に使用され得るレーザ加工装置の一例を概略的に示した図である。

[図4]ダミーガラス基板の第１の表面に、複数の孔が形成された様子を模式的に示した図である。

[図5]熱処理後のダミーガラス基板の第１の表面を模式的に示した図である。

[図6]第１の熱処理ステップ後に得られる各孔の、孔形成目標位置からのずれの影響の一例を模式的に示した図である。

[図7]本処理用ガラス基板におけるレーザ光の照射位置の配列を、模式的に示した図である。

[図8]本発明の一実施形態による、インターポーザの製造方法のフローの一例を概略的に示した図である。

[図9]熱処理後のダミーガラス基板におけるそれぞれの孔において得られた、孔形成目標位置までの距離ｄ（μｍ）と孔形成目標位置からのずれ量ΔＰ（μｍ）の関係を示したグラフである。

[図10]本処理用ガラス基板において、レーザ光の照射位置を決定する際の操作を説明するための図である。

[図11]熱処理後の本処理用ガラス基板における各孔の孔形成目標位置からのずれ量ΔＰ（μｍ）を示した図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の一実施形態について説明する。

[0016] 前述のように、貫通孔加工後のガラス基板に対して熱処理を実施した場合、熱処理の影響によって、貫通孔の位置が所定の位置から僅かながらずれる場合がある。また、この問題を抑制するため、ダミーのガラス基板を用いて、熱処理による貫通孔の位置ずれの影響を把握し、この影響を「補正」した状態で、実際のガラス基板に貫通孔加工および熱処理を実施する方法が提案されている。

[0017] しかしながら、本願発明者らは、特許文献１に記載されたような「補正」を行った場合でも、依然として、ガラス基板の熱処理後に、孔（例えば貫通孔）の位置が所定の位置からずれる場合があることを見出した。

[0018] このことは、ガラス基板の熱処理による孔の位置ずれの影響を把握しこれを補正するのみでは、孔の位置ずれを十分に抑制することは難しいことを示唆するものである。換言すれば、孔を有するガラス基板を製造する工程の全体にわたって、孔の位置ずれが生じ得る原因を特定し、この原因を考慮した補正を行わなければ、ガラス基板の熱処理後に、十分に高い精度で所定の位置に孔を配置することは難しいと言える。

[0019] 本願発明者らは、このような観点から、特に、レーザ光照射による孔加工工程から熱処理工程までの過程において、孔の位置ずれが生じ得る原因について検討を行ってきた。その結果、孔の位置ずれは、熱処理工程に加えて、レーザ光照射による孔加工の最中にも生じ得ることを見出し、本発明に至った。なお、レーザ光照射による孔加工中に孔の位置ずれが生じるのは、熱影響によってガラス基板に僅かながら収縮が生じるためであると考えられる。

[0020] 従って、本発明では、孔を有するガラス基板の製造方法であって、

（ａ）ダミーガラス基板の複数の孔形成目標位置に向かって、第１の条件でレーザ光を照射し、前記ダミーガラス基板に複数の孔を形成し、

（ｂ）前記ダミーガラス基板を熱処理し、

（ｃ）各孔に対して、前記孔形成目標位置と、前記（ｂ）の熱処理後の孔

の位置との間のずれ量を把握し、

（ｄ）前記ダミーガラス基板と形状、寸法および組成が実質的に等しいガラス基板に、前記第１の条件でレーザ光を照射して複数の孔を形成し、この際に、前記ガラス基板における前記レーザ光の照射位置は、前記（ｃ）において把握された前記ずれ量を考慮して、決定され、

（ｅ）前記（ｂ）において適用した熱処理条件で、前記ガラス基板を熱処理する、

製造方法が提供される。

[0021] 本発明では、孔加工中のガラス基板の収縮、および熱処理によるガラス基板の収縮の両方を考慮した状態で、ガラス基板に対して孔加工処理が実施される。また、これを実現するため、本発明では、ガラス基板と同じ仕様のダミーガラス基板が使用される。

[0022] より具体的には、本発明では、本来の被加工対象となるガラス基板に孔加工処理を実施する前に、ダミーガラス基板に対して、孔加工処理および熱処理が実施される。また、ダミーガラス基板において、孔加工中の孔の位置のずれと、熱処理による孔位置のずれとの両方の影響を加味した「ずれ量」が把握される。また、本処理、すなわちガラス基板に対する孔加工処理は、このダミーガラス基板により把握された各孔のずれ量を考慮して実施される。

[0023] この場合、ガラス基板に対して、ダミーガラス基板と同じ条件で孔加工を実施し、孔加工後のガラス基板に対して、ダミーガラス基板と同じ条件で熱処理を実施すると、各孔の位置は、ダミーガラス基板で予め把握されたずれ量だけずれるようになる。その結果、熱処理後には、ガラス基板の目標とする位置に、各孔が配置される。

[0024] 従って、本発明による方法では、熱処理後に、目標とする位置に高精度で各孔を配置することができる。

[0025] （本発明の一実施形態による、孔を有するガラス基板の製造方法）

次に、図面を参照して、本発明の一実施形態による、孔を有するガラス基板の製造方法について説明する。

[0026] 図１には、本発明の一実施形態による、孔を有するガラス基板の製造方法（以下、単に「第１の方法」と称する）のフローの一例を概略的に示す。

[0027] 図１に示すように、第１の方法は、

（ａ）レーザ光を用いた第１の条件で、ダミーガラス基板の複数の孔形成目標位置に向かってレーザ光を照射し、前記ダミーガラス基板に複数の孔を形成する、第１の孔加工ステップ（ステップＳ１１０）と、

（ｂ）前記ダミーガラス基板を熱処理する、第１の熱処理ステップ（ステップＳ１２０）と、

（ｃ）各孔に対して、前記孔形成目標位置と、前記（ｂ）のステップの後の位置の間のずれ量を把握する、位置ずれ把握ステップ（ステップＳ１３０）と、

（ｄ）前記ダミーガラス基板と寸法および組成が実質的に等しいガラス基板に、前記レーザ光を用いた前記第１の条件により、複数の孔を形成するステップであって、前記ガラス基板における前記レーザ光の照射位置は、前記（ｃ）のステップで把握された前記ずれ量を考慮して決定される、第２の孔加工ステップ（ステップＳ１４０）と、

（ｅ）前記（ｂ）のステップに適用した熱処理条件で、前記ガラス基板を熱処理する、第２の熱処理ステップ（ステップＳ１５０）と、

を有する。

[0028] 以下、各ステップについて詳しく説明する。

[0029] （ステップＳ１１０）

まず、ダミーガラス基板が準備される。

[0030] 図２には、ダミーガラス基板の形態の一例を概略的に示す。

[0031] 図２に示すように、ダミーガラス基板１１０は、相互に対向する第１の表面１１２および第２の表面１１４（図２からは視認されない）を有する。ダミーガラス基板１１０の第１の表面１１２は、レーザ光照射により、複数の孔が形成される表面に相当する。

[0032] ダミーガラス基板１１０は、後のステップＳ１４０において使用されるガ

ラス基板（以下、「本処理用ガラス基板」と称する）と少なくとも形状、寸法および組成が実質的に同じ基板である。ダミーガラス基板１１０は、本処理用ガラス基板と実質的に同じガラス基板であってもよい。なお、実質的に同じとは、全く同じ、または製造上不可避的に生じる形状、寸法、および組成の違いを有していてもよいことを意味する。

[0033] なお、ダミーガラス基板１１０（および本処理用ガラス基板）の主表面の形状は、特に限られず、図２に示したウェハ形状（円形状）の他、矩形状または正方形状等であってもよい。

[0034] ダミーガラス基板１１０の厚さは、例えば、０．０５ｍｍ～０．７０ｍｍの範囲であってもよい。

[0035] 次に、ダミーガラス基板１１０の第１の表面１１２のそれぞれの「孔形成目標位置」１２０に向かって、レーザ光が照射される。また、これにより、第１の表面１１２に、複数の孔が形成される。

[0036] ここで、本願において、本来、「孔形成目標位置」とは、本処理用ガラス基板の第１の表面において、第２の熱処理ステップ（ステップＳ１５０）後に各孔が配置されるべき目標位置を意味する。ただし、前述のように、ダミーガラス基板１１０は、本処理用ガラス基板と形状および寸法が等しい。このため、ダミーガラス基板１１０においても、本処理用ガラス基板の孔形成目標位置と同様の位置に、孔形成目標位置１２０を定めることができる。換言すれば、ダミーガラス基板１１０の孔形成目標位置１２０は、本処理用ガラス基板の孔形成目標位置と対応（一致）する。

[0037] 例えば、図２に示した例では、ダミーガラス基板１１０の第１の表面１１２に、５行×５列の合計２５個の孔形成目標位置１２０が示されている。これらの孔形成目標位置１２０は、ステップＳ１５０後に、本処理用ガラス基板の第１の表面に配置される各孔の孔形成目標位置と対応（一致）する。

[0038] 本工程に利用されるレーザ加工技術は、レーザ光を利用する技術である限り、特に限られない。

[0039] ここで、図３を参照して、レーザ加工方法の一例について簡単に説明する

。

[0040] 図３には、レーザ光を照射して、ダミーガラス基板１１０に複数の孔を形成する際に使用され得るレーザ加工装置の一例を概略的に示す。

[0041] 図３に示すように、このレーザ加工装置２００は、レーザ光源２１０および試料台２４５を有する。

[0042] レーザ光源２１０の種類は、特に限られず、レーザ光源２１０は、例えば、CO_2レーザであってもよく、ＵＶレーザであってもよい。また、試料台２４５には、ダミーガラス基板１１０が載置される。

[0043] このようなレーザ加工装置２００を用いて、ダミーガラス基板１１０に孔を形成する際には、まず、ダミーガラス基板１１０が試料台２４５の上に配置される。さらに、試料台２４５を水平方向に移動させることにより、ダミーガラス基板１１０が所定の位置に配置される。

[0044] 次に、レーザ光源２１０からダミーガラス基板１１０に向かって、レーザ光２１３が照射される。これにより、ダミーガラス基板１１０のレーザ光２１３の照射位置１１６の温度が局部的に上昇して絶縁材料が昇華し、ここに孔１３０が形成される。

[0045] なお、図３に示した例では、孔１３０は貫通孔である。しかしながら、これは単なる一例であって、孔１３０は、非貫通孔であってもよい。

[0046] 次に、試料台２４５を水平方向に移動させ、ダミーガラス基板１１０を所定の場所に配置する。その後、同様の工程により、第２の孔が形成される。

[0047] このような工程を繰り返すことにより、ダミーガラス基板１１０に複数の孔１３０を形成することができる。

[0048] ここで、本願では、簡略化のため、この工程、すなわちレーザ光の照射によりダミーガラス基板１１０に孔１３０を形成する工程の条件を、まとめて「第１の条件」と称することにする。「第１の条件」には、レーザ光の種類、レーザ光パワー、照射距離、照射時間およびレーザ光のスポット径などが含まれる。

[0049] 図４には、ダミーガラス基板１１０の第１の表面１１２に、複数の孔１３

０が形成された様子を模式的に示す。

[0050] 図４に示すように、ダミーガラス基板１１０の第１の表面１１２には、５行×５列の合計２５個の孔１３０が形成されている。以降、各孔１３０が配置された位置を、「孔加工位置（１３１）」と称する。

[0051] 各孔１３０の開口寸法は、特に限られず、例えば、開口の直径は、２０μｍ～３００μｍの範囲であってもよい。ただし、各孔１３０の開口寸法は、必ずしも同一である必要はなく、各孔１３０は、それぞれ異なる開口寸法を有してもよい。

[0052] ここで、前述のように、第１の表面１１２に実際に形成された各孔１３０の孔加工位置１３１は、図２に示した孔形成目標位置１２０から僅かながらずれる場合があることに留意する必要がある。ただし、図４では、図が複雑になることを避けるため、各孔１３０の孔加工位置１３１は、図２に示した孔形成目標位置１２０と一致するように示されている。

[0053] （ステップＳ１２０）

次に、孔１３０を有するダミーガラス基板１１０が熱処理される。

[0054] 熱処理の条件は、使用するダミーガラス基板１１０の種類、ダミーガラス基板１１０の残留応力および／または反りの程度によって定められる。例えば、熱処理は、ダミーガラス基板１１０の徐冷点をT_a（℃）としたとき、最高温度T_{max}がT_a±１０℃の範囲となるように実施されてもよい。最高温度T_{max}は、T_a±５℃の範囲であることが好ましい。また、熱処理は、最高温度T_{max}での保持時間が、約１分～２時間の範囲となるように実施されてもよい。この保持時間は、１時間～２時間の範囲であることが好ましい。

[0055] 図５には、熱処理後のダミーガラス基板１１０の第１の表面１１２を模式的に示す。

[0056] 図５に示すように、熱処理後のダミーガラス基板１１０の第１の表面１１２には、５行×５列の合計２５個の孔１４０が形成されている。以降、各孔１４０が配置された位置を、「熱処理後位置（１４１）」と称する。

[0057] ここで、前述のように、第１の表面１１２における各孔１４０の熱処理後

位置１４１は、図２に示した孔形成目標位置１２０からずれる場合があることに留意する必要がある。ただし、図５では、図が複雑になることを避けるため、各孔１４０の熱処理後位置１４１は、図２に示した孔形成目標位置１２０と一致するように示されている。

[0058] （ステップＳ１３０）

前述のように、通常の場合、第１の孔加工ステップ（ステップＳ１１０）および第１の熱処理ステップ（ステップＳ１２０）により、ダミーガラス基板１１０の各孔１４０の熱処理後位置１４１は、孔形成目標位置１２０からずれる。

[0059] そこで、このステップＳ１３０では、各孔１４０の孔形成目標位置１２０からの位置ずれ挙動が把握される。

[0060] 以下、一例を挙げてこの工程について詳しく説明する。

[0061] 図６には、第１の熱処理ステップ（Ｓ１２０）後に得られる各孔１４０の、孔形成目標位置１２０からのずれの影響の一例を模式的に示す。図６には、矢印によって、熱処理後位置１４１にある各孔１４０（矢印の先端）における、孔形成目標位置１２０（矢印の始点）からのずれが模式的に示されている。

[0062] ここで、各孔１４０における熱処理後位置１４１の孔形成目標位置１２０からのずれ量を評価するため、第１の表面１１２上の基準点として、「基準孔１４０Ｃ」を設定する。基準孔１４０Ｃは、第１の熱処理ステップ（Ｓ１２０）後に得られる熱処理後位置１４１にある孔のうち、孔形成目標位置１２０に対するずれ量が実質的に０（ゼロ）となる孔として定義される。

[0063] 例えば、図６に示した例では、熱処理後位置１４１の配列を構成する各孔１４０は、配列の中心にある孔１４０を基準孔１４０Ｃとし、この基準孔１４０Ｃを原点Ｏ（０，０）とするＸＹ平面上の座標（ｘ，ｙ）で表示されている。例えば、原点Ｏ（０，０）は、ダミーガラス基板１１０の中心であってもよい。

[0064] ここで、基準孔１４０Ｃ、すなわち座標Ｏ（０，０）は、定義により、ス

テップＳ１２０の実施後における各孔の相対位置を表す際の基準として使用することができる。

[0065] 例えば、ダミーガラス基板１１０の第１の孔加工ステップ（Ｓ１１０）～第１の熱処理ステップ（Ｓ１２０）によって、各孔１４０の熱処理後位置１４１は、図６の矢印に示すように変化する。すなわち、熱処理後位置１４１にある各孔１４０は、孔形成目標位置１２０から、原点Ｏ（０，０）の基準孔１４０Ｃに向かって、座標のｘ値および／またはｙ値の絶対値が小さくなる方向に移動する。

[0066] ここで、各矢印の長さは、熱処理後位置１４１にある各孔１４０の、孔形成目標位置１２０からの相対的な変化量（以下、「ずれ量ΔＰ」と称する）に対応する。従って、図６は、矢印が大きな孔１４０ほど、ずれ量ΔＰが大きくなることを示している。ただし、図６において、各孔１４０の孔形成目標位置１２０からのずれ量ΔＰは、誇張して示されていることに留意する必要がある。

[0067] 具体的に説明すると、原点Ｏ（０，０）から孔形成目標位置１２０までの距離ｄに応じて、孔１４０のずれ量ΔＰは変化し、距離ｄが大きな孔形成目標位置１２０に対応する孔１４０ほど、ずれ量ΔＰが大きくなる。例えば、熱処理後位置１４１が座標（１，１）、（－１、１）、（－１，－１）および（１、－１）にある各孔１４０のずれ量ΔＰは、ほぼ同等であり、これらのずれ量ΔＰは、熱処理後位置１４１が座標（１，０）、（０，１）、（－１、０）および（０、－１）にある各孔１４０のずれ量ΔＰよりも大きくなる。同様に、熱処理後位置１４１が座標（２，２）、（－２、２）、（－２，－２）および（２、－２）にある各孔１４０のずれ量ΔＰは、ほぼ同等であり、これらのずれ量ΔＰは、熱処理後位置１４１が座標（２，１）、（１，２）、（－１、２）、（－２、１）、（－２、－１）、（－１、－２）、（１、－２）、および（２、－１）にある各孔１４０のずれ量ΔＰよりも大きくなる。

距離ｄとずれ量ΔＰとの間には、近似的に直線関係（比例関係）が成り立つ

。この直線の傾きをｍとすると、ｍ＝ΔＰ／ｄである。

[0068] このようなＸＹ座標を用いることにより、ダミーガラス基板１１０において、孔形成目標位置１２０からの孔１４０の位置ずれ状態を把握することができる。

[0069] なお、図６に示した孔１４０の配列の位置ずれ挙動は、単なる一例であって、熱処理後の孔１４０の配列は、別の態様で位置がずれてもよい。また、例えば、ＸＹ座標の原点Ｏは、必ずしも配列の中心にある孔１４０である必要はなく、任意の孔１４０をＸＹ座標の原点Ｏとしてもよい。

[0070] （ステップＳ１４０）

次に、被加工対象（例えば製品）となるガラス基板、すなわち本処理用ガラス基板が準備される。前述のように、この本処理用ガラス基板は、ダミーガラス基板１１０と少なくとも形状、寸法および組成が実質的に等しい基板である。本処理用ガラス基板は、ダミーガラス基板１１０と実質的に同じガラス基板であってもよい。

[0071] 次に、前述のステップＳ１１０において、ダミーガラス基板１１０に孔１３０を形成する際に適用した「第１の条件」により、本処理用ガラス基板に複数の孔が形成される。これにより、ダミーガラス基板１１０に形成された孔１３０とほぼ等しい態様で、本処理用ガラス基板に孔を形成することができる。

[0072] ただし、このステップＳ１４０では、本処理用ガラス基板におけるレーザ光の照射位置は、前述のダミーガラス基板１１０の場合とは異なることに留意する必要がある。すなわち、本処理用ガラス基板のレーザ光の照射位置は、ステップＳ１３０で把握された、各孔１４０の孔形成目標位置１２０からのずれ量ΔＰを考慮して、決定される。

[0073] 以下、一例として、本処理用ガラス基板の「孔形成目標位置」に、５×５のマトリクス状に孔の配列を配置する場合を考える。ここで、本処理用ガラス基板の「孔形成目標位置」は、前述のように、以降の第２の熱処理ステップ（ステップＳ１５０）後に各孔が配置されるべき目標位置を意味する。

[0074] この場合、本処理用ガラス基板におけるレーザ光の照射位置の配列は、図７のように表される。

[0075] 図７には、本処理用ガラス基板の第１の表面におけるレーザ光の照射位置の配列を模式的に示す。

[0076] 図７に示すように、本処理用ガラス基板３１０の第１の表面３１２における各レーザ光の照射位置４８５（４８５－１～４８５－２５）は、ＸＹ平面上に、５×５のマトリクス状に配置される。なお、照射位置４８５－１３は、基準孔であり、孔形成目標位置３２０の中心Ｃに配置される。この位置は、本処理用ガラス基板３１０の第１の表面３１２の中心であってもよい。また、図７には、孔形成目標位置３２０が破線状丸印で示されている。

[0077] 図７からわかるように、各レーザ光の照射位置４８５（４８５－１～４８５－２５）は、前述の図６で示したずれ量ΔＰを補正した位置に配置される。

レーザ光の照射位置４８５は、以下のようにして得られる。本処理用ガラス基板３１０における基準孔を原点（０、０）として、照射位置４８５の座標を（ａ、ｂ）、孔形成目標位置３２０の座標を（ｘ、ｙ）とする。補正係数をαとして、ａ＝α×ｘ、ｂ＝α×ｙとする。また、補正係数α＝ｄ／（ｄ－ΔＰ）である。この式の右辺の分母、分子それぞれをｄで除すると、α＝１／（１－ΔＰ／ｄ）となる。さらに前記の距離ｄとずれ量ΔＰとの比例関係における傾きｍ＝ΔＰ／ｄを当てはめると、α＝１／（１－ｍ）と表され、傾きｍから補正係数αが得られる。得られたαの値と孔形成目標位置３２０の座標（ｘ、ｙ）の値と、前記の式ａ＝α×ｘ、ｂ＝α×ｙにより、照射位置４８５の座標（ａ、ｂ）が得られる。

[0078] 例えば、レーザ光の照射位置４８５－８、４８５－１２、４８５－１４および４８５－１８は、それぞれの孔形成目標位置３２０と中心Ｃを結んだ直線に沿って、それぞれの孔形成目標位置３２０から第１の距離だけ外側に遠ざかるように配置される。また、照射位置４８５－７、４８５－９、４８５－１７および４８５－１９は、それぞれの孔形成目標位置３２０と中心Ｃを

結んだ直線に沿って、それぞれの孔形成目標位置３２０から第２の距離だけ外側に遠ざかるように配置される。この第２の距離は、第１の距離よりも大きい。

[0079] なお、中心Ｃに配置された照射位置４８５－１３は、定義上、以降の第２の熱処理ステップ（ステップＳ１５０）を実施しても孔の位置が変化しないため、この段階において、既に孔形成目標位置３２０に配置されている。

[0080] 次に、このような照射位置４８５を目標として、本処理用ガラス基板３１０の第１の表面３１２にレーザ光が照射され、複数の孔が加工される。

[0081] このような方法で孔が形成された場合、以降のステップＳ１５０において本処理用ガラス基板３１０を熱処理した際に、熱処理後の各孔を、それぞれの孔形成目標位置３２０に配置することが可能となる。

[0082] （ステップＳ１５０）

次に、前述のように孔が形成された本処理用ガラス基板３１０に対して、熱処理が実施される。

[0083] ここでの熱処理条件は、前述のステップＳ１２０において実施された、ダミーガラス基板１１０に対する熱処理条件と実質的に等しい。

[0084] 本処理用ガラス基板３１０を熱処理した際に、熱処理後の各孔は、本処理用ガラス基板３１０の所望の位置、すなわち孔形成目標位置３２０に配置されるようになる。例えば、図７に示した照射位置４８５の配列に従って、レーザ光を照射し、孔を形成した場合、本処理用ガラス基板３１０の熱処理後に、各孔は、破線の丸印に示した孔形成目標位置３２０に配置されるようになる。

[0085] 以上の工程により、第１の方法では、熱処理後の本処理用ガラス基板３１０において、孔形成目標位置３２０に、高い精度で各孔を配置することが可能となる。

[0086] （本発明の他の実施形態による、孔を有するガラス基板の製造方法）

本発明の他の実施形態による、孔を有するガラス基板の製造方法を説明する。具体的には、ステップＳ１１０においてダミーガラス基板１１０の第１

の表面１１２の「孔形成目標位置」１２０のレーザ光を照射する前、および、ステップＳ１４０において本処理用ガラス基板の第１の表面にレーザ光を照射する前に、熱処理（以下、プレアニールとも称する）を行ってもよい。その他の工程は、前述の図１等を用いて説明した工程と同様であるため、説明を省略する。

[0087] プレアニールをすることで、レーザ光照射による孔加工した後の熱処理でガラス基板が収縮することを抑制できる。プレアニールにより、孔形成後の熱処理の影響による孔の位置が所定の位置からずれることは防ぐことができるが、レーザ光照射による孔加工中の位置ずれは抑えることができない。したがって、前述のとおり、ダミーガラス基板により位置ずれを把握し、本処理用ガラス基板には位置ずれ量を考慮してレーザ光照射による孔加工を形成し、熱処理することで、孔加工の位置ずれを抑制することができる。

[0088] プレアニールの条件は、前述のステップＳ１２０で説明した熱処理の条件を用いればよい。

[0089] （本発明の一実施形態によるインターポーザの製造方法）

次に、図８を参照して、本発明の一実施形態によるインターポーザの製造方法について説明する。

[0090] 図８には、本発明の一実施形態によるインターポーザ（貫通電極を有するガラス基板）の製造方法（以下、単に「第２の方法」と称する）のフローを概略的に示す。

[0091] 図８に示すように、第２の方法は、

（ａ）レーザ光を用いた第１の条件で、ダミーガラス基板の複数の貫通孔形成目標位置に向かってレーザ光を照射し、前記ダミーガラス基板に複数の貫通孔を形成する、第１の貫通孔加工ステップ（ステップＳ２１０）と、

（ｂ）前記ダミーガラス基板を熱処理する、第１の熱処理ステップ（ステップＳ２２０）と、

（ｃ）各貫通孔に対して、前記貫通孔形成目標位置と、前記（ｂ）のステップの後の位置の間のずれ量を把握する、位置ずれ把握ステップ（ステップ

Ｓ２３０）と、

（ｄ）前記ダミーガラス基板と形状、寸法および組成が実質的に等しいガラス基板に、前記レーザ光を用いた前記第１の条件により、複数の貫通孔を形成するステップであって、前記ガラス基板における前記レーザ光の照射位置は、前記（ｃ）のステップで把握された前記ずれ量を考慮して決定される、第２の孔加工ステップ（ステップＳ２４０）と、

（ｅ）前記（ｂ）のステップに適用した熱処理条件で、前記ガラス基板を熱処理する、第２の熱処理ステップ（ステップＳ２５０）と、

（ｆ）前記ガラス基板の前記貫通孔に導電性物質を充填する、導電性物質充填ステップ（ステップＳ２６０）と、

を有する。

[0092] このうち、ステップＳ２１０～ステップＳ２５０は、それぞれ、前述の第１の方法におけるステップＳ１１０～ステップＳ１５０と実質的に同じである。（ただし、第２の方法において、ステップＳ１１０～ステップＳ１５０を参照する際には、「孔」および「孔～」と言う用語を、「貫通孔」および「貫通孔～」と読み替える必要がある。例えば、「孔形成目標位置」は、「貫通孔形成目標位置」となり、「孔加工位置」は、「貫通孔加工位置」となる。）

そこで、ここでは、ステップＳ２６０について、詳しく説明する。

[0093] （ステップＳ２６０）

ステップＳ２１０～ステップＳ２５０を経て、各貫通孔が孔形成目標位置に配置されたガラス基板を得ることができる。

[0094] 次のステップＳ２６０では、各貫通孔内に導電性物質が充填される。

[0095] 導電性物質は、特に限られず、例えば、銅、銀、および金のような金属またはその合金であってもよい。

[0096] 導電性物質の貫通孔内への充填方法は、特に限られない。導電性物質は、例えば、電解めっき法、または無電解めっき法等のめっき法により、貫通孔内に充填されてもよい。そのような導電性物質の充填技術は、当業者には明

らかである。

[0097] 以上のステップにより、貫通孔内に導電性物質が充填されたインターポーザを製造することができる。

[0098] 前述のように、各貫通孔は、高い精度でガラス基板の所定の位置に配置されている。

[0099] 従って、この第２の方法では、高い精度で所定の位置に導電性ビアを有するインターポーザを製造することができる。

[0100] 以上、第１の方法および第２の方法を例に、本発明の一実施形態について説明した。しかしながら、本発明は、その他の態様で実施されてもよい。

[0101] 例えば、本発明の別の実施形態では、第１の方法と同様の工程を有する、ガラス基板に孔を形成する方法が提供されてもよい。そのような方法では、前述のような特徴により、高い精度で、ガラス基板に孔を形成することができる。

実施例

[0102] 以下、本発明の実施例について説明する。

[0103] 前述の第１の方法を用いて、以下の手順で孔を有するガラス基板を製造した。

[0104] 本処理用ガラス基板には、１５０ｍｍ×１５０ｍｍ×厚さ０．３ｍｍの矩形形状の無アルカリガラスを使用した。本処理用ガラス基板の徐冷点T_aは、７１０℃である。ダミーガラス基板には、本処理用ガラス基板と同じものを使用した。

[0105] まず、前述のようなレーザ加工装置を用いて、ダミーガラス基板の孔形成目標位置に、レーザ光を照射した。孔形成目標位置は、等間隔に配置された５行×５列の合計２５個の孔の配列とした。

[0106] レーザ光には、CO_2レーザを使用し、レーザ光パワーは、５０Ｗとした。レーザ光のスポット径は、７０μｍφとした。

[0107] レーザ光の照射により、ダミーガラス基板に、前述の図４に示したような孔の配列パターンが形成された。なお、孔の配列パターンは、パターンの中

心にある孔を基準孔とし、この基準孔がダミーガラス基板の中心に配置されるように配置した。孔同士の間のピッチは、Ｘ方向およびＹ方向ともに、２０ｍｍ（２００００μｍ）を目標とした。

[0108] 次に、このダミーガラス基板の熱処理を行った。熱処理は、ダミーガラス基板を７１０℃で２時間保持することにより実施した。

[0109] 熱処理後に、基準孔を基準として、ダミーガラス基板に配置された各孔の位置を確認したところ、各孔の位置が孔形成目標位置からずれていることが確認された。

[0110] より具体的には、熱処理後の各孔の位置は、それぞれの孔形成目標位置と基準孔の中心Ｃとを結ぶ直線に沿って、中心Ｃの方に向かって移動した。また、この移動量は、中心Ｃからの距離が大きな位置にある孔ほど、大きくなった。

[0111] 図９には、熱処理後のダミーガラス基板におけるそれぞれの孔において得られた、孔形成目標位置からのずれ量ΔＰ（μｍ）を示す。

[0112] なお図９において、横軸は、基準孔の中心Ｃから、それぞれの孔の孔形成目標位置までの距離ｄ（μｍ）を表し、縦軸は、熱処理後位置にある孔の、孔形成目標位置からの変化量、すなわちずれ量ΔＰ（μｍ）を表している。

[0113] 図９から、距離ｄとずれ量ΔＰとの間には、近似的に直線関係が成り立つことがわかる。この直線の傾きｍ（＝ΔＰ／ｄ）は、０．０００９５であった。

[0114] 次に、前述のダミーガラス基板に適用したレーザ光の照射条件と同じ条件により、本処理用ガラス基板に対してレーザ光を照射し、５×５のマトリクス状の孔のパターンを形成した。なお、パターンの中心にある孔は、基準孔とし、本処理用ガラス基板の中心位置に形成した。

[0115] ここで、レーザ光は、図９で得られた距離ｄとずれ量ΔＰとの間の関係（ｍ＝０．０００９５）を考慮した位置に照射した。

[0116] 以下、図１０を参照して、本処理用ガラス基板におけるレーザ光の照射位置の具体的な決定操作について説明する。

[0117] 図１０には、本処理用ガラス基板９１０における、レーザ光の照射位置９８５の配列９９０の第１の部分９９０Ａを示す。配列９９０の第１の部分９９０Ａは、レーザ光の照射位置９８５－１～９８５－９で構成される。

[0118] 図１０では、配列９９０の中心にある照射位置９８５－７がＸＹ平面の原点Ｏ（０，０）となるようにして、各照射位置９８５－１～９８５－９が表されている。

[0119] また、図１０には、各孔の孔形成目標位置が破線の丸印で示されている。例えば、照射位置９８５－１に対応する孔の孔形成目標位置は、座標（０，４００００）で表され、照射位置９８５－５に対応する孔の孔形成目標位置は、座標（２００００，２００００）で表され、照射位置９８５－９に対応する孔の孔形成目標位置は、座標（４００００，０）で表される。

[0120] なお、図１０には示されていないが、配列９９０は、照射位置９８５－７を中心として、５×５のマトリクス状に配置された２５箇所の照射位置で構成される。例えば、配列９９０を構成する照射位置の一部（例えば配列の第２の部分）は、図１０に示された照射位置９８５－１～９８５－９とＹ軸に対称な位置に配置され、配列９９０を構成する照射位置の別の一部（例えば配列の第３の部分）は、図１０に示された照射位置９８５－１～９８５－９とＸ軸に対称な位置に配置される。また、配列９９０を構成する照射位置の別の一部（例えば配列の第４の部分）は、図１０に示された照射位置９８５－１～９８５－９を、原点Ｏを中心として、１８０°回転した位置に配置される。

[0121] このような表記において、レーザ光照射前の本処理用ガラス基板９１０内の配列９９０の第１の部分９９０Ａを構成する一つの照射位置９８５、すなわちＸＹ座標（ａ，ｂ）は、孔形成目標位置の座標を（ｘ，ｙ）としたとき、補正係数をαとして、ａ＝αｘ、ｂ＝αｙで表される。ここで、前述の結果から、補正係数α＝ｄ／（ｄ－ΔＰ）＝１／（１－ｍ）＝１．０００９５である。

[0122] 例えば、照射位置９８５－１は、孔形成目標位置の座標（ｘ，ｙ）が（０

，４００００）であるため、ａ＝α×０＝０、およびｂ＝α×４００００＝４００３８と計算され、その結果、座標（ａ，ｂ）＝（０，４００３８）となる。同様に、照射位置９８５－２は、孔形成目標位置の座標（ｘ，ｙ）が（２００００，４００００）であるため、ａ＝α×２００００＝２００１９、およびｂ＝α×４００００＝４００３８と計算され、その結果、座標（ａ，ｂ）＝（２００１９，４００３８）となる。また、照射位置９８５－５は、孔形成目標位置の座標（ｘ，ｙ）が（２００００，２００００）であるため、ａ＝α×２００００＝２００１９、およびｂ＝α×２００００＝２００１９と計算され、その結果、座標（ａ，ｂ）＝（２００１９，２００１９）となる。さらに、照射位置９８５－９は、孔形成目標位置の座標（ｘ，ｙ）が（４００００，０）であるため、ａ＝α×４００００＝４００３８、およびｂ＝α×０＝０と計算され、その結果、座標（ａ，ｂ）＝（４００３８、０）となる。

[0123] 以上、レーザ光の照射位置の配列９９０を構成する第１の部分９９０Ａに存在する各照射位置９８５－１～９８５－９を例に、これらの位置の決定操作について説明した。しかしながら、レーザ光の照射位置の配列９９０を構成する第１の部分９９０Ａ以外の部分においても同様の操作により、各照射位置を決定することができる。

[0124] 例えば、上記操作では、照射位置９８５－７を原点とするＸＹ平面において、第１象限に含まれる各照射位置を決定することができた。照射位置９８５－７を原点とするＸＹ平面において、第２象限、第３象限、または第４象限に含まれる各照射位置についても、同様の操作で位置を決定することができる。

[0125] このように定めた照射位置９８５にレーザ光を照射し、本処理用ガラス基板に２５個の孔を形成した。

[0126] 次に、この本処理用ガラス基板に対して、前述の条件（７１０℃で２時間保持する条件）で熱処理を行った。また、熱処理後の本処理用ガラス基板において、各孔の位置（熱処理後位置）を測定した。

[0127] 図１１には、本処理用ガラス基板における熱処理後の各孔の孔形成目標位置からのずれ量ΔＰ（μｍ）を示す。

[0128] なお、図１１において、横軸は、基準孔の中心Ｃから孔形成目標位置までの距離ｄ（μｍ）を表し、縦軸は、各孔の熱処理後位置と孔形成目標位置との間の距離、すなわちずれ量ΔＰ（μｍ）を表している。

[0129] 図１１に示すように、熱処理後の本処理用ガラス基板において、各孔の熱処理後位置は、それぞれの孔形成目標位置とほぼ一致していることがわかる。例えば、最もずれ量ΔＰが大きな、中心Ｃからの距離ｄが約４５０００μｍの位置にある孔においても、そのずれ量ΔＰは、わずか１．５μｍ程度に抑制されている。

[0130] この結果は、使用したレーザ加工装置の位置決め精度が±５μｍ程度であることを考慮すると、熱処理後の本処理用ガラス基板に、極めて良好な精度で孔を配置することができることを示唆するものである。

[0131] このように、本発明の一実施形態による方法を使用することにより、熱処理後に、本処理用ガラス基板の孔形成目標位置に、高い精度で各孔を配置することができることが確認された。

産業上の利用可能性

[0132] 本発明は、ガラス基板に貫通孔などの孔を形成する技術、およびインターポーザの製造技術等に利用することができる。

[0133] 本願は、２０１６年１０月２０日に出願された日本国特許出願２０１６－２０６０８３号に基づく優先権を主張するものであり、同日本国出願の全内容を本願に参照により援用する。

符号の説明

[0134]

１１０	ダミーガラス基板
１１２	第１の表面
１１４	第２の表面
１１６	照射位置
１２０	孔形成目標位置

１３０　　孔

１３１　　孔加工位置

１４０　　孔（熱処理後）

１４０Ｃ　　基準孔

１４１　　熱処理後位置

２００　　レーザ加工装置

２１０　　レーザ光源

２１３　　レーザ光

２４５　　試料台

３１０　　本処理用ガラス基板

３１２　　第１の表面

３２０　　孔形成目標位置

４８５（４８５－１～４８５－２５）　レーザ光の照射位置

９１０　　本処理用ガラス基板

９８５（９８５－１～９８５－９）　レーザ光の照射位置

９９０　　配列

９９０Ａ　　第１の部分

請求の範囲

[請求項1] 孔を有するガラス基板の製造方法であって、

（ａ）ダミーガラス基板の複数の孔形成目標位置に向かって、第１の条件でレーザ光を照射し、前記ダミーガラス基板に複数の孔を形成し、

（ｂ）前記ダミーガラス基板を熱処理し、

（ｃ）各孔に対して、前記孔形成目標位置と、前記（ｂ）の熱処理後の孔の位置との間のずれ量を把握し、

（ｄ）前記ダミーガラス基板と形状、寸法および組成が実質的に等しいガラス基板に、前記第１の条件でレーザ光を照射して複数の孔を形成し、この際に、前記ガラス基板における前記レーザ光の照射位置は、前記（ｃ）において把握された前記ずれ量を考慮して、決定され、

（ｅ）前記（ｂ）において適用した熱処理条件で、前記ガラス基板を熱処理する、製造方法。

[請求項2] 前記（ｂ）における熱処理を実施した後の孔には、前記孔形成目標位置に対して位置が変化していない孔として定められる基準孔が存在し、

前記（ｄ）における前記レーザ光の照射位置は、前記ずれ量をΔＰ（μｍ）とし、前記ダミーガラス基板の前記基準孔の中心から、前記孔形成目標位置までの距離をｄ（μｍ）としたとき、

$$\text{補正係数}\ \alpha = d / (d - \Delta P)$$

を用いて決定される、請求項１に記載の製造方法。

[請求項3] 前記基準孔は、前記ダミーガラス基板の略中心に配置される、請求項２に記載の製造方法。

[請求項4] 前記ガラス基板の徐冷点をＴａ（℃）としたとき、

前記（ｅ）の熱処理は、徐冷点Ｔａ±１０℃の範囲に、１分から２時間、前記ガラス基板を保持することにより実施される、請求項１乃至３のいずれか一つに記載の製造方法。

[請求項5] 前記孔は貫通孔である、請求項１乃至４のいずれか一つに記載の製造方法。

[請求項6] ガラス基板に孔を形成する方法であって、

（ａ）ダミーガラス基板の複数の孔形成目標位置に向かって、第１の条件でレーザ光を照射し、前記ダミーガラス基板に複数の孔を形成し、

（ｂ）前記ダミーガラス基板を熱処理し、

（ｃ）各孔に対して、前記孔形成目標位置と、前記（ｂ）の熱処理後の位置との間のずれ量を把握し、

（ｄ）前記ダミーガラス基板と形状、寸法および組成が実質的に等しいガラス基板に、前記第１の条件でレーザ光を照射して複数の孔を形成し、この際に、前記ガラス基板における前記レーザ光の照射位置は、前記（ｃ）において把握された前記ずれ量を考慮して、決定され、

（ｅ）前記（ｂ）において適用した熱処理条件で、前記ガラス基板を熱処理する、方法。

[請求項7] インターポーザの製造方法であって、

（ａ）ダミーガラス基板の複数の貫通孔形成目標位置に向かって、第１の条件でレーザ光を照射し、前記ダミーガラス基板に複数の貫通孔を形成し、

（ｂ）前記ダミーガラス基板を熱処理し、

（ｃ）各孔に対して、前記貫通孔形成目標位置と、前記（ｂ）の熱処理後の位置との間のずれ量を把握し、

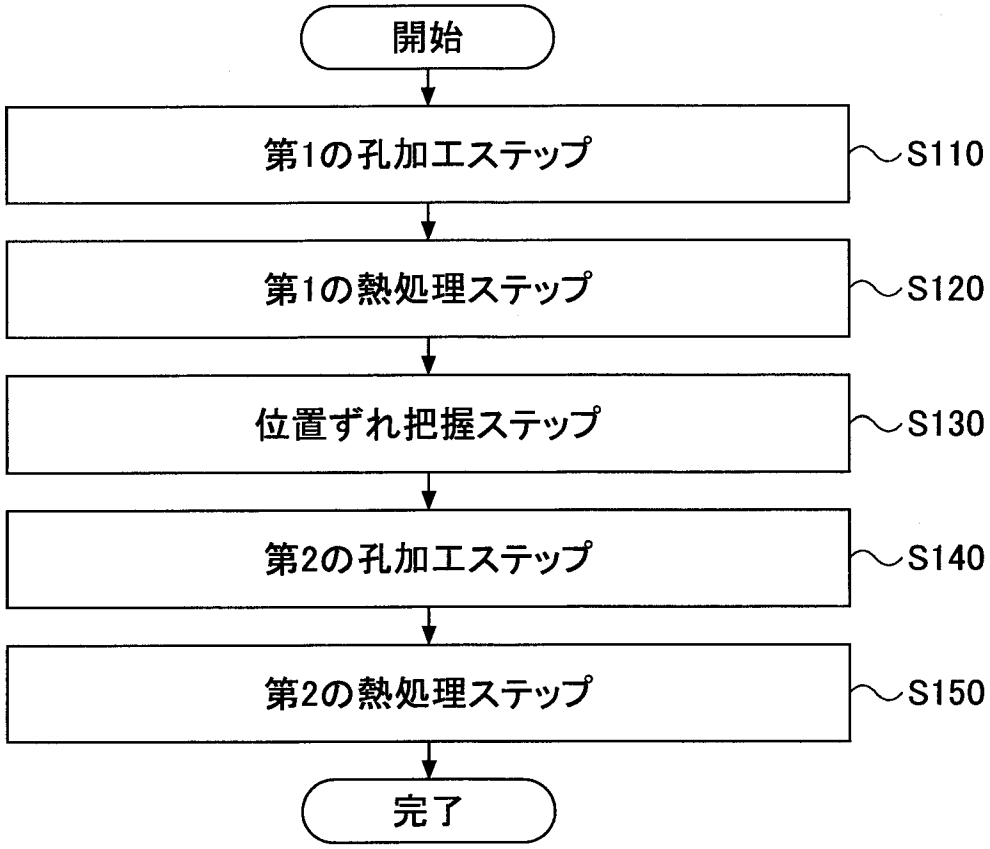
（ｄ）前記ダミーガラス基板と形状、寸法および組成が実質的に等しいガラス基板に、前記第１の条件でレーザ光を照射して複数の貫通

孔を形成し、この際に、前記ガラス基板における前記レーザ光の照射位置は、前記（ｃ）において把握された前記ずれ量を考慮して、決定され、

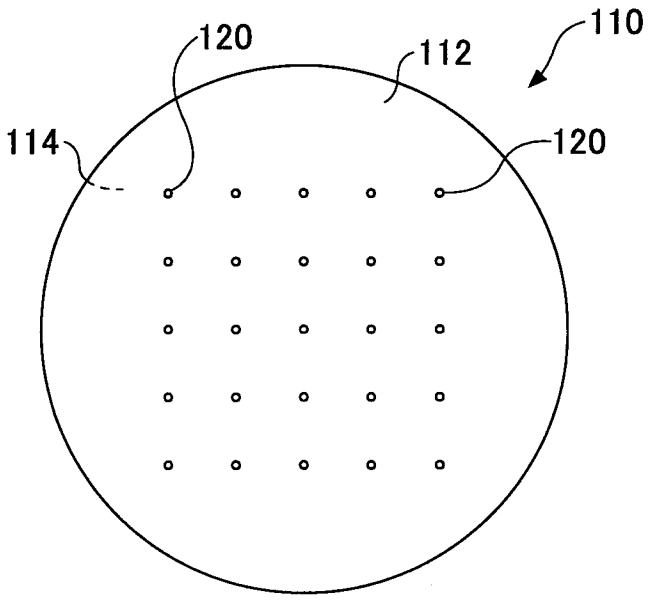
（ｅ）前記（ｂ）において適用した熱処理条件で、前記ガラス基板を熱処理し、

（ｆ）前記ガラス基板の前記貫通孔に、導電性物質を充填する、製造方法。

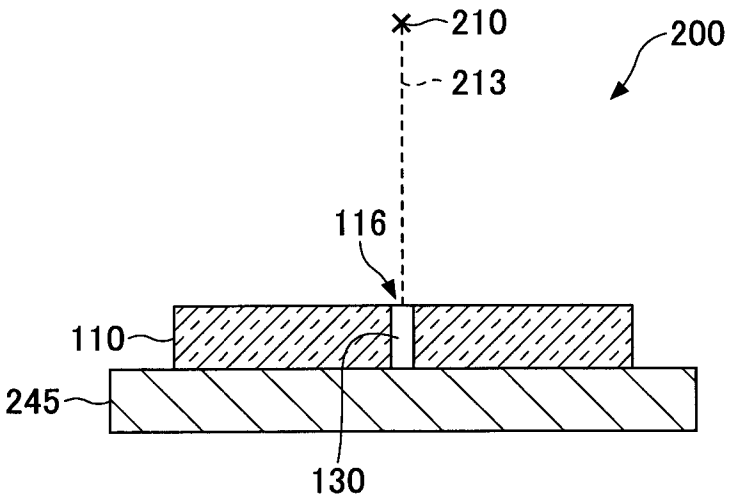
[図1]


開始
第1の孔加工ステップ
S110
第1の熱処理ステップ
S120
位置ずれ把握ステップ
S130
第2の孔加工ステップ
S140
第2の熱処理ステップ
S150
完了

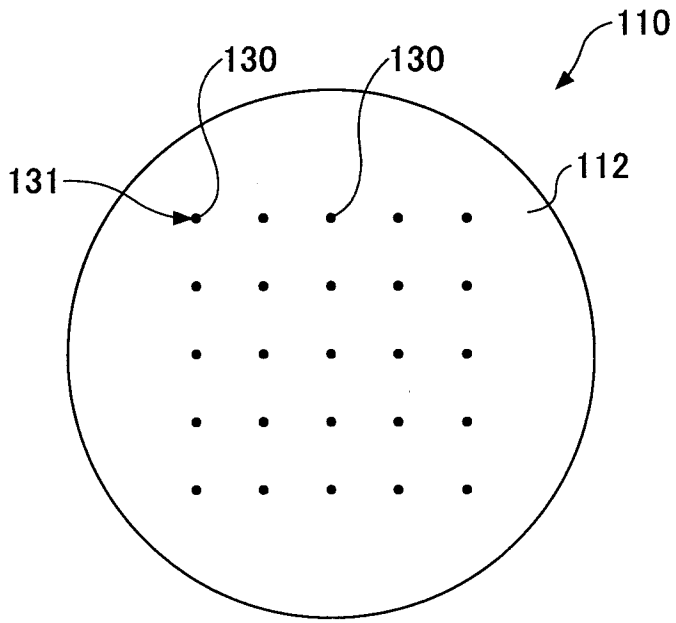
[図2]


120
112
110
114
120

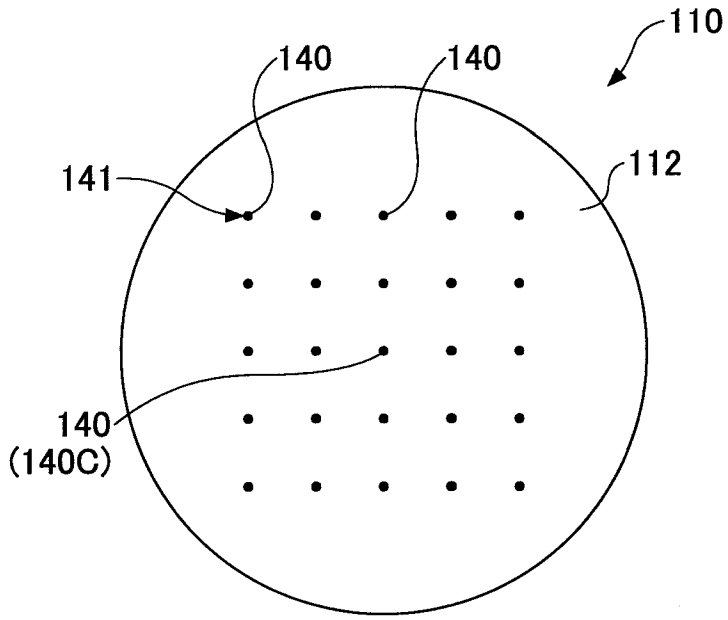
[図3]



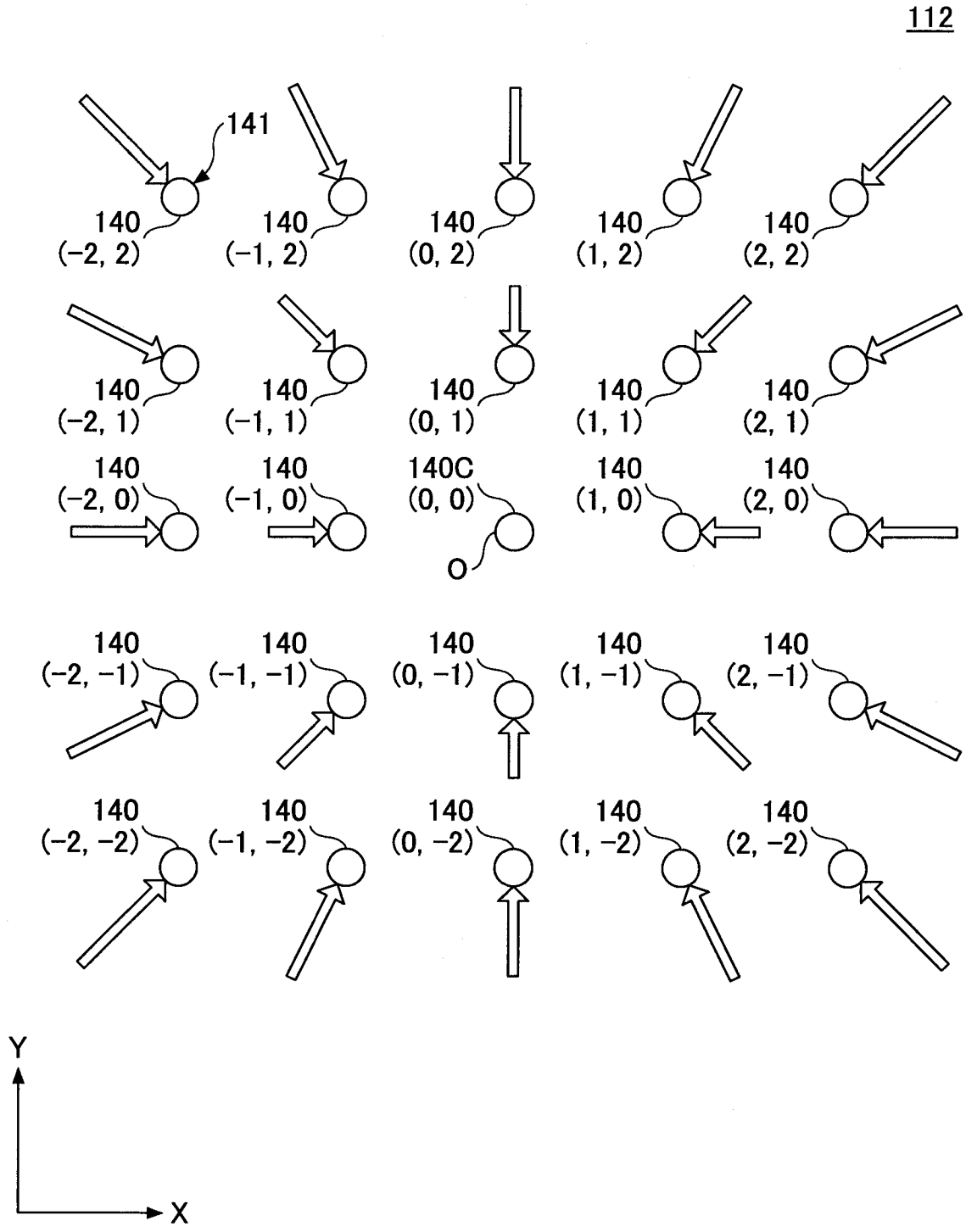
[図4]



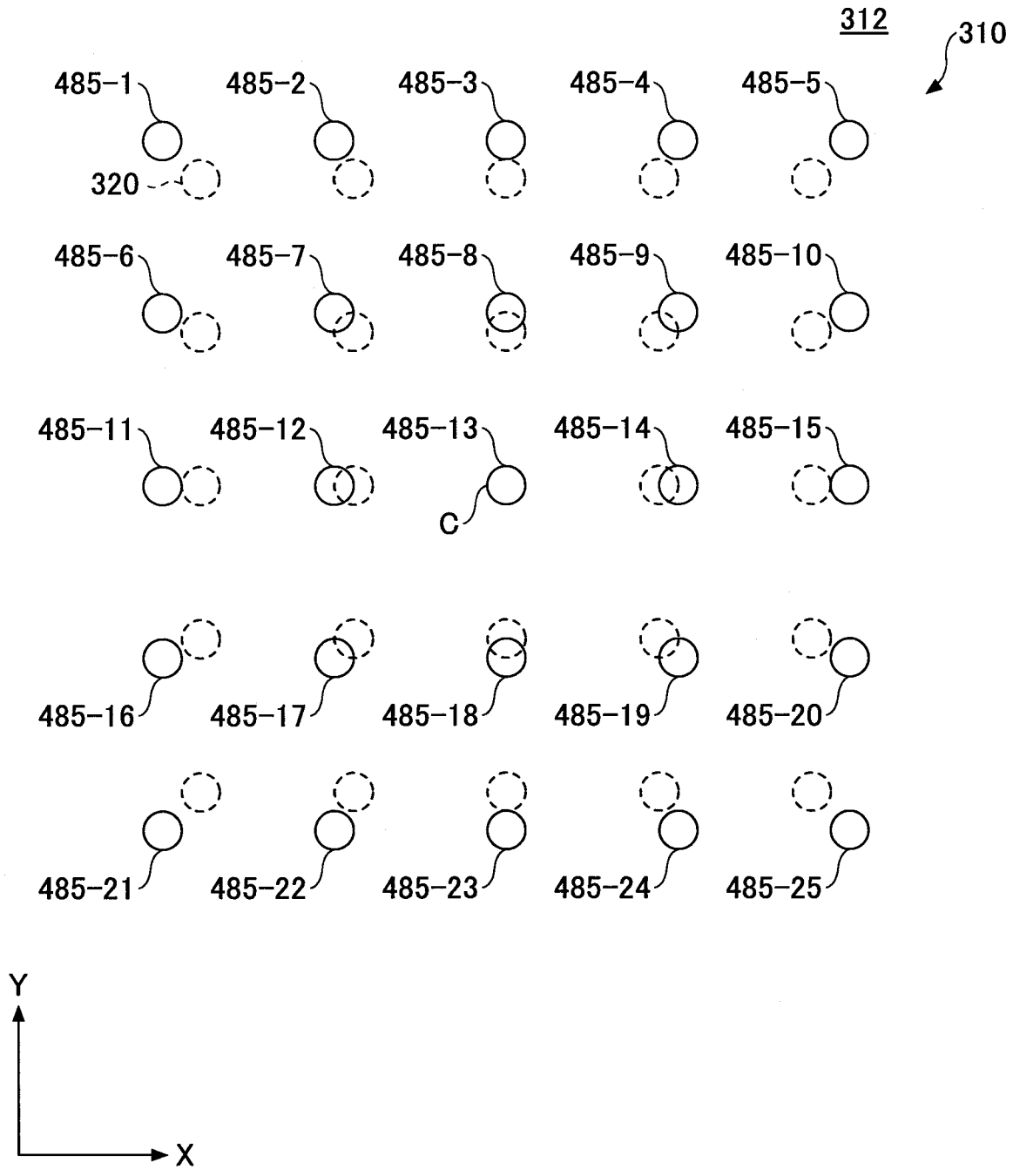
[図5]



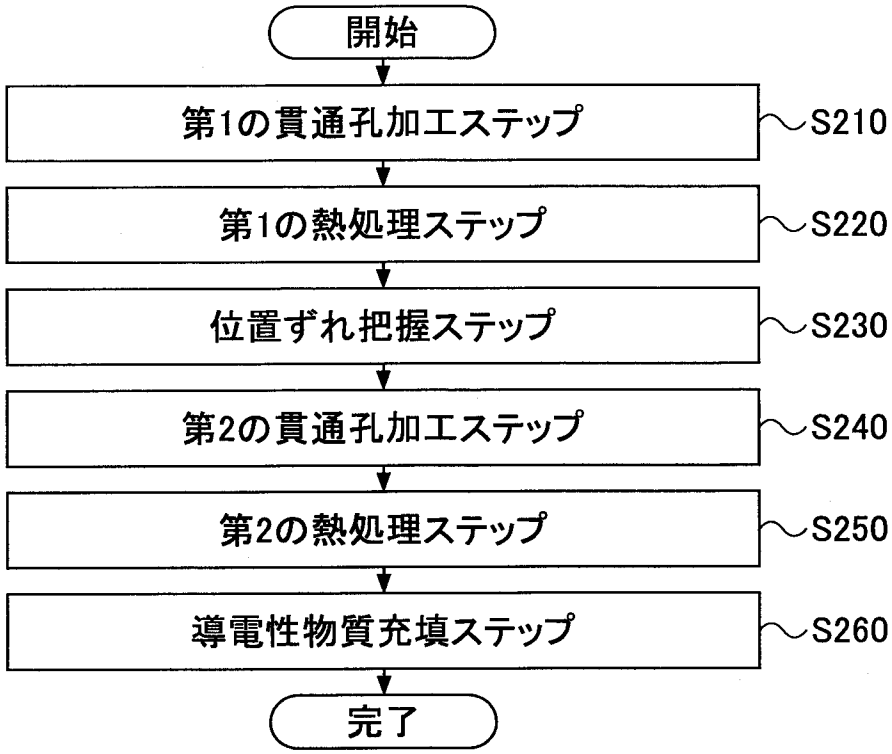
[図6]


112
141
140
(−2, 2)
140
(−1, 2)
140
(0, 2)
140
(1, 2)
140
(2, 2)
140
(−2, 1)
140
(−1, 1)
140
(0, 1)
140
(1, 1)
140
(2, 1)
140
(−2, 0)
140
(−1, 0)
140C
(0, 0)
O
140
(1, 0)
140
(2, 0)
140
(−2, −1)
140
(−1, −1)
140
(0, −1)
140
(1, −1)
140
(2, −1)
140
(−2, −2)
140
(−1, −2)
140
(0, −2)
140
(1, −2)
140
(2, −2)
Y
X

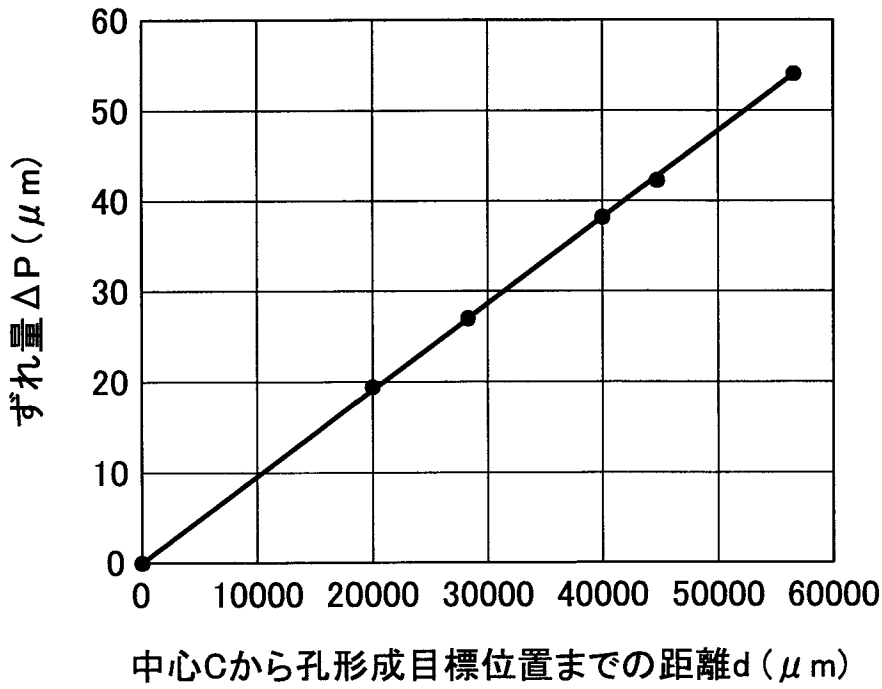
[図7]


312
310
485-1
485-2
485-3
485-4
485-5
320
485-6
485-7
485-8
485-9
485-10
485-11
485-12
485-13
485-14
485-15
C
485-16
485-17
485-18
485-19
485-20
485-21
485-22
485-23
485-24
485-25
Y
X

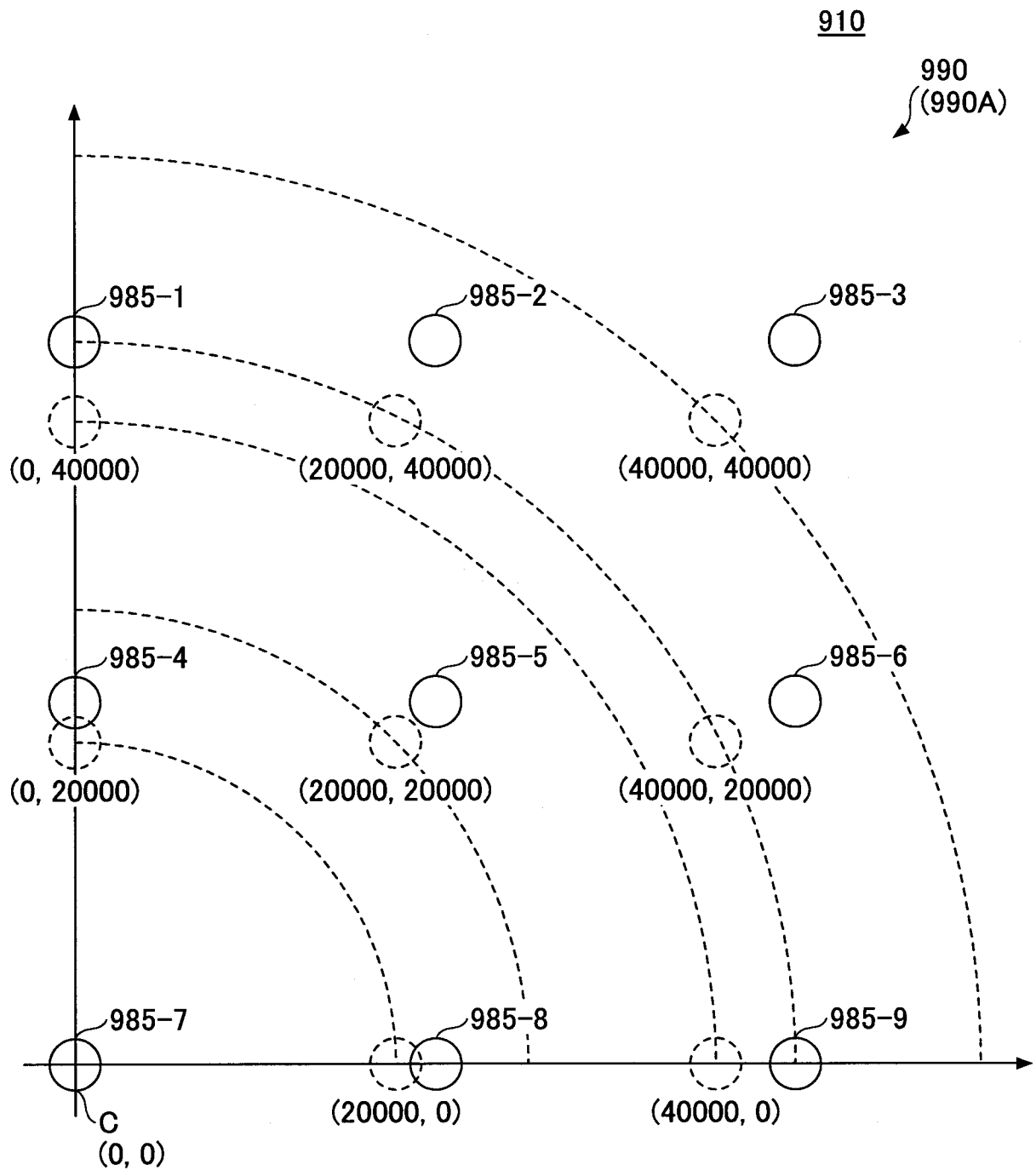
[図8]


開始
第1の貫通孔加工ステップ
S210
第1の熱処理ステップ
S220
位置ずれ把握ステップ
S230
第2の貫通孔加工ステップ
S240
第2の熱処理ステップ
S250
導電性物質充填ステップ
S260
完了

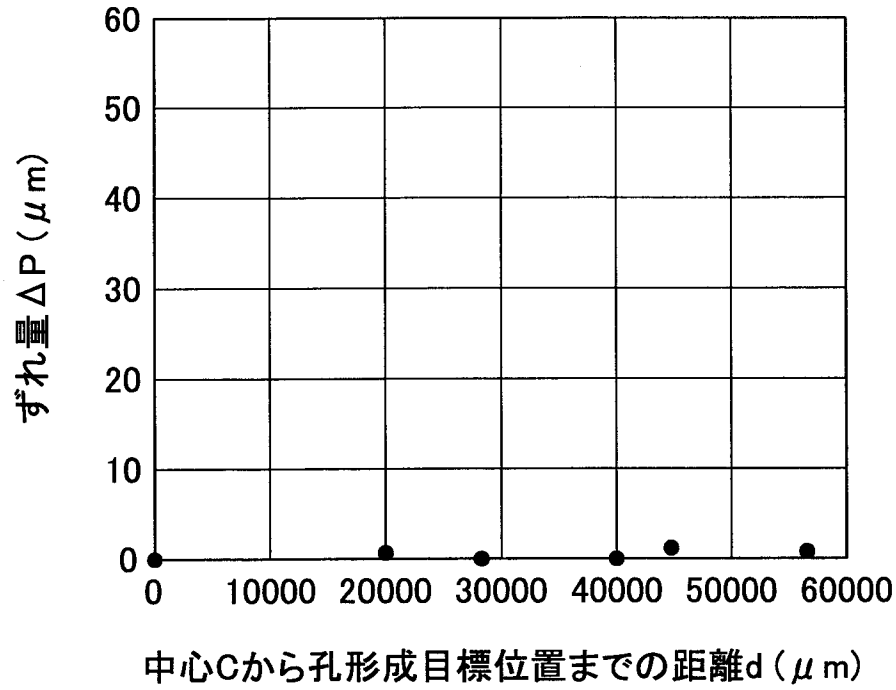
[図9]


60
50
40
30
20
10
0
ずれ量ΔP（μm）
0
10000
20000
30000
40000
50000
60000
中心Cから孔形成目標位置までの距離d（μm）

[図10]


910
990
(990A)
985-1
985-2
985-3
(0, 40000)
(20000, 40000)
(40000, 40000)
985-4
985-5
985-6
(0, 20000)
(20000, 20000)
(40000, 20000)
985-7
985-8
985-9
C
(0, 0)
(20000, 0)
(40000, 0)

[図11]


60
50
40
30
20
10
0
ずれ量ΔP（μm）
0
10000
20000
30000
40000
50000
60000
中心Cから孔形成目標位置までの距離d（μm）

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/037901

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. C03B33/09(2006.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/382(2014.01)i, C03B25/02(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)
Int.Cl. C03B33/09, B23K26/00, B23K26/382, C03B25/02

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2015-107510 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 11 June 2015 (Family: none)	1-7
A	JP 2016-55295 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 21 April 2016 (Family: none)	1-7
A	JP 2015-80800 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 27 April 2015 (Family: none)	1-7
A	JP 8-174256 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 09 July 1996 & US 5690846 A	1-7

☒ 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
11 January 2018	23 January 2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/037901

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-316288 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 29 October 2002 (Family: none)	1-7
A	JP 2009-66641 A (MURATA MANUFACTURING CO.) 02 April 2009 (Family: none)	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３７９０１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03B33/09(2006.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/382(2014.01)i, C03B25/02(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03B33/09, B23K26/00, B23K26/382, C03B25/02

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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 2015-107510 A (旭硝子株式会社) 2015.06.11, (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2016-55295 A (旭硝子株式会社) 2016.04.21, (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2015-80800 A (旭硝子株式会社) 2015.04.27, (ファミリーなし)	1-7
A	JP 8-174256 A (松下電器産業株式会社) 1996.07.09, & US 5690846 A	1-7

☑　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	国際調査報告の発送日
１１．０１．２０１８	２３．０１．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　４Ｔ　４０３４
延平　修一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６５

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	JP 2002-316288 A（松下電器産業株式会社）2002.10.29,（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2009-66641 A（株式会社村田製作所）2009.04.02,（ファミリーなし）	1-7