

(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
2020年10月22日(22.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/213372 A1

(51) 国際特許分類:

C03B 33/03 (2006.01) C03B 33/09 (2006.01)
B24B 9/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/014186

(22) 国際出願日: 2020年3月27日(27.03.2020)

(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 2019-077170 2019年4月15日(15.04.2019) JP

(71) 出願人: A G C 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).

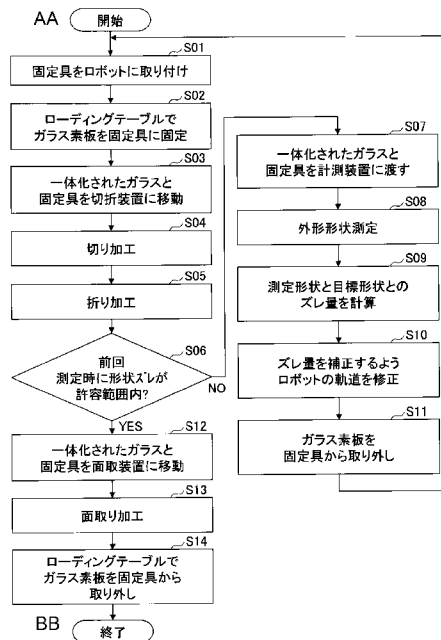
(72) 発明者: 伊藤 淳 (ITO, Jun); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP). 飯田 亮一 (IIDA, Ryoichi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP). 梅村 聡 (UMEMURA, Satoru); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP). 飯田 悠介 (IIDA, Yusuke); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP). 長澤 郁夫 (NAGASAWA, Ikuo); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, Tadashige et al.);
〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR MANUFACTURING GLASS ARTICLE

(54) 発明の名称: ガラス物品の製造方法及び製造システム

[図9]



S01 Attach fixture to robot
S02 Fix glass sheet to fixture at loading table
S03 Move integrated glass and fixture to cutting/folding device
S04 Cutting process
S05 Folding process
S06 Was shape deviation at previous time of measurement within permissible range?
S07 Transfer integrated glass and fixture to measurement device
S08 Measure outer-contour shape
S09 Calculate amount of deviation between measured shape and target shape
S10 Correct trajectory of robot so as to correct amount of deviation
S11 Remove glass sheet from fixture
S12 Move integrated glass sheet and fixture to chamfering device
S13 Chamfering process
S14 Remove glass sheet from fixture at loading table
AA Start
BB End

(57) Abstract: This method for manufacturing a glass article involves: affixing a glass sheet having a curved-surface shape to a fixture at a position that is further inward than a planned-cutting line corresponding to the outer peripheral shape of a main surface of a glass article that is to be cut out from the glass sheet; causing the fixed glass sheet and the fixture to move relative to a cutting device through use of a first multi-jointed robot; forming an incision line at which an incision in the thickness direction of the glass sheet extends along the planned-cutting line; causing the fixed glass sheet in which

[続葉有]

番 1 号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安
田生命ビル) 1 6 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, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

the incision line is formed and the fixture to move relative to a folding device through use of the first multi-jointed robot, or through use of a second multi-jointed robot that has received the fixed glass sheet in which the incision line is formed and the fixture from the first multi-jointed robot; dividing the glass sheet into an article region and a spare-material region along the incision line; and chamfering the end surfaces of the divided article region.

(57) 要約: ガラス物品の製造方法は、曲面形状のガラス素板から切り出されるガラス物品の主表面の外周形状に対応する切断予定線よりも内側の位置で前記ガラス素板を固定具に固定し、第1の多関節ロボットによって、固定したガラス素板及び固定具を切装置に対して相対移動させ、ガラス素板の厚さ方向に入る亀裂が切断予定線に沿って連なる亀裂線を形成し、第1の多関節ロボット又は固定した亀裂線が形成されたガラス素板及び固定具を第1の多関節ロボットから受渡された第2の多関節ロボットによって固定した亀裂線が形成されたガラス素板及び固定具を折装置に対して相対移動させ、ガラス素板を亀裂線に沿って物品領域と端材領域とに分離し、分離した物品領域の端面を面取りする。

明 細 書

発明の名称： ガラス物品の製造方法及び製造システム

技術分野

[0001] 本開示は、ガラス物品の製造方法及び製造システムに関する。

背景技術

[0002] 建築用ガラスや液晶基板等では、素板となる平なガラス板を加工テーブル上で動かしながら固定された加工工具で切りや面取りをしたり、平なガラス板を固定して加工工具を動かして切りや面取りをしたりして、ガラス物品にする。

[0003] 自動車用のフロントガラス等の曲面形状のガラス物品では、素板となる平なガラス板を切り、面取りをした後に、更に加熱して曲面状に成形して、ガラス物品にする。

[0004] これらの平なガラス板の切りや面取りは、ガラス板の固定や移動が比較的容易であり、加工速度の大きい色々な方法が提案されている。

[0005] 一方、加工精度向上のため、曲面に成形加工した後の曲面形状のガラス素板に対し、切り加工などを行ってガラス物品を製造できることが望ましい。しかし、平なガラス板のように高剛性の加工テーブルにガラス板を固定して加工する方法では、曲面形状のガラス素板の場合、装置設計、リードタイム、多品種対応性などの観点から課題がある。そこで、曲面形状のガラス素板の加工方法として、例えば特許文献1には、多自由度を有する産業用ロボットに、切りや面取りのための加工工具を持たせ、この加工工具をロボットに移動させて曲面形状のガラス素板を加工する方法が提案されている。

[0006] その他の産業用ロボットを利用する加工方法として、特許文献2や特許文献3がある。特許文献2には、加工反力を考慮してロボットを用いた加工を高精度にすることが開示されている。特許文献3には、ロボットがワークを持って加工機の間を移動し、ロボットがワークを持ったまま加工機に固定されて加工を行う手法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：国際公開第2018/092520号

特許文献2：特開2016-215359号公報

特許文献3：特開2018-144126号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、産業用ロボットを利用した曲面形状のガラス素板の加工方法として、加工方法の選択肢を増やす観点から、特許文献1以外の方法も希望される。また、特許文献2、3の手法は、曲面状のワークを想定しているわけではなく、切りと面取りを連続的に行うことを想定していないため、必ずしも期待される加工精度や加工速度を実現できない。

[0009] 本開示は、曲面形状のガラス素板の加工精度と加工速度の向上を両立できるガラス物品の製造方法及び製造システム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] 〔1〕本発明の実施形態の一観点に係るガラス物品の製造方法は、曲面形状のガラス素板から切り出されるガラス物品の主表面の外周形状に対応する切断予定線よりも内側の位置で前記ガラス素板を固定具に固定し、第1の多関節ロボットによって前記固定した前記ガラス素板及び前記固定具を切装置に対して相対移動させ、前記ガラス素板の厚さ方向に入る亀裂が前記切断予定線に沿って連なる亀裂線を形成し、前記第1の多関節ロボット又は前記固定した前記亀裂線が形成されたガラス素板及び前記固定具を第1の多関節ロボットから受渡された第2の多関節ロボットによって前記固定した前記亀裂線が形成された前記ガラス素板及び前記固定具を折装置に対して相対移動させ、前記ガラス素板を前記亀裂線に沿って物品領域と端材領域とに分離し、前記分離した物品領域の端面を面取りする。

〔2〕上記〔1〕に記載の方法であって、前記第1の多関節ロボット、前記

第2の多関節ロボット、及び前記固定した前記物品領域及び前記固定具を前記第1の多関節ロボット又は前記第2の多関節ロボットから受渡された第3の多関節ロボットのうちいずれかによって前記固定した前記物品領域及び前記固定具を面取装置に対して相対移動させ、前記端面の周方向に沿って前記面取りを行う。

〔3〕上記〔2〕に記載の方法であって、前記第1の多関節ロボットから前記第2の多関節ロボットへの前記固定具の受渡し、及び前記第2の多関節ロボットから前記第3の多関節ロボットへの前記固定具の受渡しは、受渡しテーブルを介して行われる。

〔4〕上記〔1〕乃至〔3〕のいずれか一つに記載の方法であって、前記物品領域と前記端材領域を分離した後に、前記固定具に固定されている前記物品領域の分離後形状を測定し、前記分離後形状と前記物品領域の目標形状の差分を参照し、前記亀裂線を形成する際の前記第1の多関節ロボットの軌道に対して前記差分を減じる修正を少なくとも1回行う。

〔5〕上記〔1〕乃至〔4〕のいずれか一つに記載の方法であって、前記亀裂線は、前記切装置が出力するレーザ光によって前記切断予定線に沿って前記ガラス素板の内部に形成される内部ボイド列である。

〔6〕上記〔5〕に記載の方法であって、前記内部ボイド列の形成は、パルス幅が100ps以下、且つ前記ガラス素板を透過する波長を有するパルスレーザ光で行う。

〔7〕上記〔1〕乃至〔6〕のいずれか一つに記載の方法であって、前記物品領域と前記端材領域の分離は、前記亀裂線に熱応力を発生させて行う。

〔8〕上記〔1〕乃至〔7〕のいずれか一つに記載の方法であって、前記亀裂線の形成、前記分離による前記端面の形成、及び前記端面の面取りのいずれか一以上は、前記固定具に設けられるアライメントマークを基準位置として、前記固定具を位置制御する。

[0011] 〔9〕本発明の実施形態の一観点に係るガラス物品の製造システムは、曲面形状のガラス素板から切り出されるガラス物品の主表面の外周形状に対応す

る切断予定線よりも内側の位置にて前記ガラス素板を固定して前記ガラス素板と一体化する固定具と、前記一体化された前記ガラス素板及び前記固定具を移動可能な１以上の多関節ロボットと、前記１以上の多関節ロボットのいずれかによる前記一体化された前記ガラス素板及び前記固定具の相対移動に応じて、前記ガラス素板厚さ方向に入る亀裂が前記切断予定線に沿って連なる亀裂線を形成する切装置と、前記１以上の多関節ロボットのいずれかによる前記一体化された前記亀裂線が形成された前記ガラス素板及び前記固定具の相対移動に応じて、前記亀裂線が形成された前記ガラス素板を前記亀裂線に沿って物品領域と端材領域とに分離する折装置と、前記物品領域の端面を面取りする面取装置と、を備える。

〔１０〕上記〔９〕に記載のシステムであって、前記面取装置は、前記１以上の多関節ロボットのいずれかによる前記一体化された前記物品領域及び前記固定具の相対移動に応じて、前記端面を面取りする。

〔１１〕上記〔９〕又は〔１０〕に記載のシステムであって、前記固定具は、前記ガラス物品の目標とする曲面形状を有する固定部と、前記固定部で前記ガラス素板を吸着する吸着部と、前記１以上の多関節ロボットに着脱可能に接続する継手部を含む。

〔１２〕上記〔９〕乃至〔１１〕のいずれか一つに記載のシステムであって、更に、前記固定具に前記ガラス素板を固定して前記物品領域の分離後形状を測定する測定装置を備える。

〔１３〕上記〔９〕乃至〔１２〕のいずれか一つに記載のシステムであって、前記１以上の多関節ロボットのいずれかの組は、前記固定具を一方の多関節ロボットから他方の多関節ロボットに受渡し可能である。

〔１４〕上記〔１３〕に記載のシステムであって、更に、前記固定具を前記一方の多関節ロボットから受取り、前記他方の多関節ロボットに渡す、前記固定具を着脱可能な受渡しテーブルを備える。

〔１５〕上記〔１４〕に記載のシステムであって、前記受渡しテーブルは、前記固定具に固定した前記物品領域の分離後形状を測定する測定部を含む。

〔１６〕上記〔９〕乃至〔１５〕のいずれか一つに記載のシステムであって、前記切装置は、パルス幅が１００ｐｓ以下、且つ前記ガラス素板を透過する波長を発生するパルスレーザ発振器を含む。

〔１７〕上記〔９〕乃至〔１６〕のいずれか一つに記載のシステムであって、前記折装置は、前記ガラス素板に熱を加えるＣＯ₂レーザ発振器を含む。

発明の効果

[0012] 本開示によれば、曲面形状のガラス素板の加工精度と加工速度の向上を両立できるガラス物品の製造方法及び製造システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図１]第１実施形態に係るガラス物品製造システムの全体構成を示す図である。

[図２]切折装置の構成の一例を模式的に示す図である。

[図３]面取装置の構成の一例を模式的に示す図である。

[図４]形状測定装置の構成の一例を模式的に示す図である。

[図５]固定具の概略構成の一例を示す斜視図である。

[図６]固定具の図５中のＡ－Ａ断面図である。

[図７]ガラス素板の固定具への固定手順の第１段階を示す図である。

[図８]ガラス素板の固定具への固定手順の第２段階を示す図である。

[図９]第１実施形態に係るガラス物品製造手順のフローチャートである。

[図１０Ａ]一体化されたガラス素板と固定具の受渡し手順の第１段階を示す図である。

[図１０Ｂ]一体化されたガラス素板と固定具の受渡し手順の第２段階を示す図である。

[図１０Ｃ]一体化されたガラス素板と固定具の受渡し手順の第３段階を示す図である。

[図１０Ｄ]一体化されたガラス素板と固定具の受渡し手順の第４段階を示す図である。

[図１０Ｅ]一体化されたガラス素板と固定具の受渡し手順の第５段階を示す図で

ある。

[図10F]一体化されたガラス素板と固定具の受渡し手順の第6段階を示す図である。

[図10G]一体化されたガラス素板と固定具の受渡し手順の第7段階を示す図である。

[図11]切り加工におけるアライメントマークの利用方法の一例を示す図である。

[図12]第2実施形態に係るガラス物品製造システムの全体構成を示す図である。

[図13]第3実施形態に係るガラス物品製造システムの全体構成を示す図である。

[図14]第4実施形態に係るガラス物品製造システムの全体構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、添付図面を参照しながら実施形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。

[0015] [第1実施形態]

図1～図11を参照して第1実施形態を説明する。まず図1～図4を参照して第1実施形態に係るガラス物品製造システム1の構成について説明する。図1には、ガラス物品製造システム1の各装置の配置が平面図上に模式的に示されている。

[0016] ガラス物品製造システム1は、ガラス素板Gを任意の形状に加工する。ガラス素板Gは、任意の曲率を有する曲面形状である。ガラス物品製造システム1は、ガラス素板G上の切断予定線L（図5参照）に沿って切り加工、折り加工、面取り加工を施すことにより、ガラス素板Gを任意の形状に加工する。なお、切断予定線Lとは、曲面形状のガラス素板Gから切り出されるガラス物品の主表面の外周形状に対応する線である。

[0017] 図1に示すように、ガラス物品製造システム1は、レーザ装置2、面取装置3、形状測定装置4（測定装置）、ロボット5（第1の多関節ロボット）、制御装置6、ローディングテーブル7を備える。レーザ装置2、面取装置3、形状測定装置4、ロボット5、ローディングテーブル7は、システムの所定区画Rに配置される。特に第1実施形態では、略矩形状の所定区画Rの中央にロボット5が配置され、矩形状の四辺にレーザ装置2、面取装置3、形状測定装置4、ローディングテーブル7が配置されている。

[0018] また、ガラス物品製造システム1では、曲面形状のガラス素板Gは、固定具10により固定される。一体的に固定されたガラス素板Gと固定具10は、ロボット5によってローディングテーブル7、レーザ装置2、面取装置3、形状測定装置4に順次移動して加工が行われる。なお、ガラス素板Gと固定具10の固定の方法については図5～図8を参照して後述する。

[0019] ロボット5は、一体的に固定されたガラス素板Gと固定具10とを各装置に移動する。ロボット5は、5自由度以上の多関節ロボットであり、制御装置6によって各関節の角度を制御することによって、手先軌道を任意の三次元軌跡にできる。ロボット5は、手先の図10Aに示すエンドエフェクタ51に固定具10を連結固定することで、ガラス素板Gを固定具10と一体化した状態で移動可能となっている。

[0020] ローディングテーブル7は、ロボット5への固定具10の連結、固定具10へのガラス素板Gの固定、加工後のガラスの固定具からの切り離し、などを行うスペースである。作業員や、ロボット5とは異なる他のロボットがガラス素板Gや固定具10をローディングテーブル7に搬入し、加工後のガラスや固定具10を搬出する。

[0021] 図2のレーザ装置2は、ガラス素板Gへのレーザ照射によってガラスの切り加工と折り加工とを行う装置である。以下ではレーザ装置2を「切折装置2C」と表記する。切折装置2Cは、例えば切り加工用のフィラメントを生成する切用レーザ発振器21（パルスレーザ発振器）と、折り加工用のCO₂レーザを発する折用レーザ発振器22（CO₂レーザ発振器）とを有する。切

用レーザ発振器 2 1 と折用レーザ発振器 2 2 とは、ミラー伝送によってそれぞれ別の位置から装置外へレーザを出力するよう切折装置 2 C 内に設置される。切折装置 2 C の切用レーザ発振器 2 1 と折用レーザ発振器 2 2 の切り替え制御や出力制御は、制御装置 6 によって行われる。

[0022] 本実施形態では図 2 に示すように、切用レーザ発振器 2 1 が出力する短パルスレーザと折用レーザ発振器 2 2 が出力する CO_2 レーザの出力位置や出力方向はそれぞれ固定されており、ロボット 5 が一体的に固定されたガラス素板 G と固定具 1 0 とをレーザ照射位置に対して相対的に適宜移動させることによって加工を行う。例えば切用レーザ発振器 2 1 の短パルスレーザがガラス素板 G の切断予定線 L に沿って照射されるようにロボット 5 がガラス素板 G を移動させることによって、切断予定線 L に沿ってガラス素板 G の内部に内部ボイド列が形成される。また、折用レーザ発振器 2 2 の CO_2 レーザがガラス素板 G の内部ボイド列に沿って照射されるようにロボット 5 がガラス素板 G を移動させることによって、内部ボイド列の周辺に熱応力が発生し、これによりガラス素板 G が中央側の製品部分となる物品領域と、外縁側の端材領域とに分離される。

[0023] なお、切折装置 2 C は、切り機能と折り機能とが別体となった切装置と折装置に置き換えてもよい。この場合、切装置に切用レーザ発振器 2 1 が設置され、折装置に折用レーザ発振器 2 2 が設置される。

[0024] 図 3 の面取装置 3 は、切り折り加工がなされたガラス素板 G の加工部分の面取りを行う装置である。面取装置 3 は例えば面取り砥石 3 1 を備える。面取り砥石 3 1 は所定の回転軸まわりに回転する。ロボット 5 が一体的に固定されたガラス素板 G と固定具 1 0 とを面取り砥石 3 1 の位置に対して相対的に適宜移動させ、砥石 3 1 とのガラス端面の接触部分を変えることによって、端面の面取り加工を行う。

[0025] 面取装置 3 の面取り砥石 3 1 の駆動制御は制御装置 6 によって行われる。面取り砥石 3 1 は、例えば図 3 に示すように回転軸が水平方向で砥石 3 1 の下方または上方からガラス端面を押し当てる構成でもよいし、回転軸が垂直

方向で砥石 31 の側方からガラス端面を押し当てる構成でもよい。また、面取装置 3 による面取りは、ガラス端面のコナ部のみをベルトサンダー、テープ、並びにダイヤ、メタル、樹脂、及びゴム等の砥石によって研磨するだけでもよい。この構成によれば、面取装置 3 の構造も簡単になり、研磨する領域が小さくなるので、加工に係る時間も短くなる。

[0026] 図 4 の形状測定装置 4 は、必要に応じて、切り加工及び折り加工がなされたガラス素板 G の物品領域の加工形状を計測する装置である。本実施形態では、形状測定装置 4 は、三次元計測器 41、単軸アクチュエータ 42、受渡しテーブル 9 を備える。三次元計測器 41 は、物体の三次元形状を計測する。受渡しテーブル 9 は、ロボット 5 の図 10A に示すエンドエフェクタ 51 から一体的に固定されたガラス素板 G と固定具 10 とを受取ると共に、固定する台座である。単軸アクチュエータ 42 は、受渡しテーブル 9 を一方向に移動可能な装置である。

[0027] 形状測定装置 4 では、ロボット 5 がガラス素板 G 及び固定具 10 を受渡しテーブル 9 に移し、受渡しテーブル 9 がガラス素板 G 及び固定具 10 を固定した状態で、単軸アクチュエータ 42 が受渡しテーブル 9 を三次元計測器 41 まで移動し、三次元計測器 41 がガラス素板 G の形状を測定する。その後、単軸アクチュエータ 42 が受渡しテーブル 9 をロボット 5 との受渡し位置に戻し、ロボット 5 が受渡しテーブル 9 からガラス素板 G 及び固定具 10 を受取る。

[0028] 形状測定装置 4 の三次元計測器 41、単軸アクチュエータ 42、受渡しテーブル 9 の制御は制御装置 6 によって行われる。なお、形状測定装置 4 は、例えば複数のカメラでガラス素板を撮影した複数の撮像データから三次元形状を算出するなど、三次元計測器 41 以外の装置を計測に用いてもよい。

[0029] 制御装置 6 は、ガラス物品製造システム 1 の各要素の制御を行う。制御装置 6 は、レーザ装置 2、面取装置 3、形状測定装置 4、ロボット 5 と通信可能であれば設置場所は特に限定されず、図 1 のように所定区画 R の外に配置されてもよいし、所定区画 R の内部に配置されてもよい。

[0030] 制御装置6は、物理的には、CPU（Central Processing Unit）、主記憶装置であるRAM（Random Access Memory）およびROM（Read Only Memory）、データ送受信デバイスである通信モジュール、補助記憶装置、などを含むコンピュータ装置や回路基板として構成することができる。上記の制御装置6の各機能は、CPU、RAM等のハードウェア上に所定のコンピュータソフトウェアを読み込ませることにより、CPUの制御のもとで通信モジュール等を動作させるとともに、RAMや補助記憶装置におけるデータの読み出し及び書き込みを行うことで実現される。

[0031] 次に図5～図8を参照して固定具10の構成について説明する。

[0032] 図5において、x軸、y軸、z軸は互いに垂直である。x軸及びy軸は図中の水平方向であり、z軸は図中の鉛直方向である。固定具10は、ロボット5の図10Aのエンドエフェクタ51に、z軸方向の負の側から連結固定され、z軸方向の正又は負の側からガラスの切り加工や折り加工が施される。図6では、x軸と平行な断面線A-Aに沿って、樹脂ブロック12、孔S、吸着パッド16のみを断面視した部分断面図である。

[0033] 図5、図6に示すように、固定具10は、基部11と、樹脂ブロック12と、突き当てピン13と、吸着パッド16とを備える。

[0034] 基部11は、そのz軸方向の正の側に樹脂ブロック12が設けられ、z軸方向の負の側にロボット用継手18とテーブル用継手19が設けられる。

[0035] 樹脂ブロック12は、ガラス素板Gを固定具10に固定する際にガラス素板Gを受ける部分であり、z軸方向の正の側にガラス接触面14を有する。ガラス接触面14は、ガラス素板Gから最終的に製造されるガラス物品の曲率に合わせた形状で形成される。なお、図5の例では、ガラス素板Gの凸形状の接触面が密着可能なようにガラス接触面14は凹形状で形成されているが、ガラス素板Gの形状に合わせて凸形状など他の形状でもよい。

[0036] 樹脂ブロック12のz軸の正の側からの方向視の形状は、ガラス素板Gの主表面上の切断予定線Lの内側に配置可能な形状であり、切断予定線Lの内

側、かつ、切り加工や折り加工用の余裕部分を残しつつ切断予定線Lにできるだけ近い形状が好ましい。

[0037] 突き当てピン13は、基部11のz軸方向、かつ、樹脂ブロック12の外周側に設けられる。突き当てピン13は、z軸方向に進退可能であり、z軸方向に進出している状態では、ガラス素板Gの外縁端部が接触する位置に設けられる。突き当てピン13は、固定具10に対するガラス素板Gの相対位置を所定位置に決めるべく、少なくとも3個が設けられる。

[0038] 吸着パッド16は、樹脂ブロック12のガラス接触面14に開口された孔Sに收容され、z軸方向に進退可能に設けられる。吸着パッド16は、z軸方向の正の側の先端部分が吸盤状に形成され、その中央部に真空吸引用の吸引通路20が設けられる。

[0039] ロボット用継手18は、固定具10をロボット5の図10Aのエンドエフェクタ51と連結するための要素である。ロボット用継手18には吸着パッド16の吸引通路20が延在しており、固定具10がロボット5と連結するときに、ロボット用継手18を介してロボット5側に設けられる真空源と吸引通路20とを連通させることで、吸引通路20を介した真空吸引を実施可能としている。

[0040] テーブル用継手19は、固定具10を受渡しテーブル9と連結するための要素である。テーブル用継手19にも吸着パッド16の吸引通路20が延在しており、固定具10がテーブル9と連結するときに、テーブル用継手19を介して受渡しテーブル9側に設けられる真空源と吸引通路20とを連通させることで、吸引通路20を介した真空吸引を実施可能としている。なお、吸引通路20を介した真空吸引の制御は、制御装置6によって行われる。

[0041] 図7、図8は、図6の部分断面図のうち基部11、ロボット用継手18、テーブル用継手19を除いた部分を拡大視している。

[0042] 図7に示すように固定手順の第1段階では、突き当てピン13がz軸方向の正の側に伸長して、ガラス素板Gの外縁端部が突き当てピン13に突き当て可能となっている。また、吸着パッド16もz軸方向の正の側に移動して

孔Sから突出している。この状態でガラス素板Gが突き当てピン13によって位置決めされると共に、吸着パッド16の先端の吸盤部がガラス素板Gと接触した状態で吸引通路20から真空吸引されて吸着パッド16がガラス素板Gに吸着される。

[0043] 図8に示すように固定手順の第2段階では、突き当てピン13がz軸方向の負の側に下降してガラス素板Gから外されると共に、吸着パッド16が真空吸引を維持したままz軸方向の負の側に移動して孔Sに収容される。これにより、ガラス素板Gは樹脂ブロック12のガラス接触面14に押し付けられて、ガラス接触面14の形状に倣わされる。すなわち、ガラス素板Gは、ガラス製品の形状に倣わされた状態で固定具10に固定される。

[0044] 突き当てピン13、吸着パッド16のz軸方向の移動は、例えば基部11の内部に設置される不図示のアクチュエータの駆動によって実現される。アクチュエータは、例えば空気圧アクチュエータであり、例えば真空吸引と同様に、ロボット用継手18を介してロボット5側から圧縮空気を供給することで駆動可能である。アクチュエータの動作は制御装置6によって制御される。

[0045] 固定具10のうち、樹脂ブロック12のガラス接触面14が、「曲面形状のガラス素板Gから切り出されるガラス物品の目標とする曲面形状を有する固定部」に対応する。吸着パッド16及び吸引通路20が、「固定部でガラス素板Gを吸着する吸着部」に対応する。ロボット用継手18が、「1以上の多関節ロボットに着脱可能に接続する継手部」に対応する。

[0046] 次に、図9～図10Gを参照して、第1実施形態に係るガラス物品製造システム1によるガラス物品の製造方法を説明する。

[0047] 図9のステップS01では、固定具10がロボット5の図10Aのエンドエフェクタ51に取り付けられる。

[0048] ステップS02では、ロボット5により固定具10がローディングテーブル7に移動され、ガラス素板Gが固定具10に固定される。このとき、固定具10は、ガラス素板Gの主表面の切断予定線Lよりも内側の位置でガラス

素板Gを固定する。これにより、ガラス素板Gと固定具10とが一体化された状態となる。

[0049] ステップS03では、ロボット5により、一体化されたガラス素板Gと固定具10とが切折装置2Cに移動される。

[0050] ステップS04では、切折装置2Cによりガラス素板Gの切り加工が行われる。図2を参照して説明したように、切折装置2Cは切用レーザ発振器21から短パルスレーザを出力し、短パルスレーザがガラス素板Gの切断予定線Lに沿って照射されるようにロボット5がガラス素板Gを移動させることによって、切断予定線Lに沿ってガラス素板Gの内部に内部ボイド列が形成される。

[0051] ステップS05では、引き続き、切折装置2Cによりガラス素板Gの折り加工が行われる。図2を参照して説明したように、切折装置2Cは折用レーザ発振器22からCO₂レーザを出力し、CO₂レーザがガラス素板Gの内部ボイド列に沿って照射されるようにロボット5がガラス素板Gを移動させることによって、内部ボイド列の周辺に熱応力が発生し、これによりガラス素板Gが中央側の物品領域と外縁側の端材領域とに分離される。以降の処理では端材領域は除去され、ガラス素板Gの中央側の物品領域のみが固定具10に固定された状態で搬送される。

[0052] ステップS06では、制御装置6により、前回の加工の処理における形状測定装置4によるガラス素板Gの物品領域の形状測定時に、目標形状との形状ズレが許容範囲内だったか否かが判定される。形状ズレが許容範囲内ではなかった場合（ステップS06のNo）には、目標形状と測定形状との間の形状ズレが未だ大きく、ステップS07以降のロボット5の軌道修正が必要と判断してステップS07に進む。一方、形状ズレが許容範囲内だった場合（ステップS06のYes）には、ステップS07以降のロボット5の軌道修正は不要と判断してステップS12に進む。なお、このステップS06及び後述するステップS07～S11は、目標形状に対するロボット5の適切な軌道が決まっている場合には不要である。

- [0053] ステップS 0 7では、ロボット5により、一体化されたガラス素板Gと固定具1 0とが形状測定装置4に移動され、形状測定装置4の受渡しテーブル9に渡される。
- [0054] ここで図1 0 A～図1 0 Gを参照して、ロボット5と受渡しテーブル9との間での一体化されたガラス素板Gと固定具1 0の受渡し手順について説明する。
- [0055] 図1 0 Aに示すように、第1段階では、ロボット5が、エンドエフェクタ5 1の継手5 2を介して固定具1 0のロボット用継手1 8と連結されている。このとき、固定具1 0はロボット5側の真空源によってガラス素板Gを真空吸着する状態が維持されている。以降では図1のロボット5と受渡しテーブル9の位置をホームポジションと呼ぶ。
- [0056] 受渡し図1 0 Bに示すように、第2段階では、受渡しテーブル9が、単軸アクチュエータ4 2の駆動によって、ロボット5との間でガラス素板Gと固定具1 0の受渡しを行う位置である受渡しポジションに移動する。
- [0057] 図1 0 Cに示すように、第3段階では、ロボット5が、エンドエフェクタ5 1を受渡しポジションへ移動し、これにより、ガラス素板G及び固定具1 0が受渡しポジションへ移動される。移動完了後には、ロボット5側の真空源によってガラス素板Gを真空吸着が停止され、ガラス素板Gは固定具1 0の樹脂ブロック1 2の上に載置されているだけで固定されていない状態となる。
- [0058] 図1 0 Dに示すように、第4段階では、ロボット5が、エンドエフェクタ5 1を受渡しポジションから下降させ、これにより固定具1 0のテーブル用継手1 9が、受渡しテーブル9の継手9 1と連結する。
- [0059] 図1 0 Eに示すように、第5段階では、ロボット5が、エンドエフェクタ5 1をさらに下降させ、これによりエンドエフェクタ5 1の継手5 2が固定具1 0のロボット用継手1 8から離れる。図1 0 Eに示すロボット5の位置を退避ポジションと呼ぶ。
- [0060] 図1 0 Fに示すように、第6段階では、受渡しテーブル9が、テーブル側

の真空源を用いて継手 9 1 及びテーブル用継手 1 9 を介してガラス素板 G の真空吸着を開始する。

[0061] 図 1 0 G に示すように、第 7 段階では、ロボット 5 がホームポジションに戻ると共に、受渡しテーブル 9 が、固定具 1 0 とガラス素板 G との真空吸着状態を維持しながら、単軸アクチュエータ 4 2 の駆動によって、ホームポジションへ戻される。

[0062] 図 1 0 A ～図 1 0 G の手順で受渡しを行うことで、ロボット 5 側の真空源による真空吸着と、受渡しテーブル 9 側の真空源による真空吸着とが競合せずに円滑に真空源の切り替えを行うことができる。

[0063] 図 9 に戻り、ステップ S 0 8 では、形状測定装置 4 の三次元計測器 4 1 により、ガラス素板 G の物品領域の外形形状である分離後形状が測定される。測定された形状は制御装置 6 に出力される。

[0064] ステップ S 0 9 では、制御装置 6 により、ステップ S 0 8 にて測定された形状と、所定の目標形状とのズレ量が計算される。

[0065] ステップ S 1 0 では、制御装置 6 により、ステップ S 0 9 にて算出した測定形状と目標形状とのズレ量を補正するようロボット 5 の軌道が修正される。例えば制御装置 6 は、測定したガラス素板 G の分離後形状と、物品領域の目標形状の差分を参照し、切り加工にて内部ボイド列を形成する際や、折り加工にて C O₂ レーザを照射する際のロボット 5 のエンドエフェクタ 5 1 の軌道に対して差分を減じる修正を行う。また、このとき制御装置 6 は、修正前の測定形状と目標形状とのズレ量を記憶しておき、次の加工時のステップ S 0 6 にてこの記憶した情報を参照する。

[0066] ステップ S 1 1 では、ロボット 5 によりガラス素板 G が固定具 1 0 から取り外される。本ステップにて取り外されたガラス素板 G の製品部分は、ステップ S 0 6 にて所望の加工精度が出ていないと判定されたものなので、面取り加工を施さずに廃棄される。ステップ S 1 1 が完了するとステップ S 0 1 へ戻る。

[0067] ステップ S 1 2 では、ステップ S 0 6 にて形状ズレが許容範囲内と判定さ

れたので、ロボット5により、一体化されたガラス素板Gと固定具10とが面取装置3に移動される。

[0068] ステップS13では、面取装置3によりガラス素板Gから分離した物品領域の端面の面取り加工が行われる。図3を参照して説明したように、ロボット5が一体的に固定されたガラス素板Gと固定具10とを面取装置3の面取り砥石31の位置に対して相対的に移動させ、面取り砥石31とのガラス素板Gの物品領域の端面との接触部分を変えることによって、ステップS05にて分離した物品領域の端面の周方向に沿って面取りを行う。

[0069] ステップS14では、ロボット5により固定具10がローディングテーブル7に移動され、ガラス素板Gの物品領域が固定具10から取り外される。取り外されたガラス素板Gの物品領域は、ローディングテーブル7から作業員またはロボットによって後工程のために移動される。ステップS14の処理が完了すると本制御フローを終了する。

[0070] 第1実施形態によれば、切折装置2Cによる切り加工、折り加工、及び、面取装置3による面取り加工の一連の加工の工程の間、単一の固定具10がガラス素板Gを固定した状態を維持することができる。つまり、異なる加工装置間の移動や、加工装置での加工時に、固定具10がガラス素板Gから取り外されることがない。このため、固定具10の着脱の繰り返しによるガラス固定位置の誤差の蓄積が生じることがないので、各工程を異なる装置で行なっても、加工精度が低下しなくなり、曲面ガラスの加工精度を向上できる。

[0071] 本実施形態では、ロボット5が固定具10を介してガラス素板Gをもち、加工装置に対してガラス素板Gを相対移動させることで加工を行うので、従来の平面上にガラス素板を固定して行う加工に比べて、三次元方向へのワークの移動自由度が高く、より複雑な三次元形状の加工が可能となり、また加工速度も向上できる。したがって、第1実施形態のガラス物品製造システム1とこれを用いた製造方法によれば、曲面形状のガラス素板の加工精度と加工速度の向上を両立できる。

[0072] 本実施形態では、折り工程でガラス素板Gを物品領域と端材領域に分離した後に、形状測定装置4が固定具10に固定されているガラス素板Gの物品領域の分離後形状を測定し、制御装置6が、測定した分離後形状と、物品領域の目標形状の差分を参照し、切り工程にて内部ボイド列を形成する際のロボット5の軌道に対して差分を減じる修正を行う。この構成により、ロボット5の手先軌道をより切断予定線Lに近似させることができ、加工精度をさらに向上できる。

[0073] なお、ガラス素板Gの物品領域の切断後形状の測定は、面取り工程にてガラス素板Gの物品領域の端面を面取りした後に実施してもよい。

[0074] 本実施形態では、ステップS06の判定において前回測定データが無い場合、例えば、本システムで初めて目標形状に基づく加工を行う場合には、強制的にステップS07以降の処理を実施し、ロボット5の軌道の修正を少なくとも1回行うのが好ましい。これにより、ロボット5の軌道修正を確実に実施でき、加工精度の更なる向上を図れる。

[0075] 本実施形態では、切り加工において、切折装置2Cの切用レーザ発振器21が出力する短パルスレーザによって切断予定線Lに沿ってガラス素板Gの内部に内部ボイド列を形成する。また、内部ボイド列の形成は、パルス幅が100ps以下、且つ、ガラス素板Gを透過する波長を有するパルスレーザ光で行うのが好ましい。ガラスカッタ等の切り加工では、ガラス物品形状との加工誤差がパルスレーザ光で行うよりも大きく、ロボット5でのガラスカッタ等の歯の向きの制御がむずかしい。これに対して、切折装置2Cの構造を簡単にでき、切り加工の所要時間を短縮でき、ラインタクトが向上し生産性を向上できる。

[0076] 本実施形態では、折り加工において、ガラス素板Gの物品領域と端材領域の分離は、切折装置2Cの折用レーザ発振器22が出力するCO₂レーザによって、内部ボイド列の周辺に熱応力を発生させて行う。これにより、切折装置2Cの構造を簡単にでき、折り加工の所要時間も短縮でき、ラインタクト、生産性のさらなる向上を図れる。

[0077] 本実施形態では、図5に示すように、固定具10にアライメントマーク17A、17Bが設けられる。アライメントマーク17A、17Bの位置は、固定具のどこでもよく、固定具10の側面でも、ガラス素板Gを載せる面のどこかでもよい。切り加工における内部ボイド列の形成、折り加工におけるガラス素板Gの分離による端面の形成、面取り加工におけるガラス素板Gの物品領域の端面の面取りは、このアライメントマーク17A、17Bを基準位置として固定具10の位置制御を行うのが好ましい。

[0078] 図11に示すように、例えば切折装置2Cがカメラ23を備え、制御装置6が、カメラ23が撮像したアライメントマーク17A、17Bの画像情報に基づき、アライメントマーク17A、17Bの位置を基準として切り加工の加工開始点を決定することができる。アライメントマーク17A、17Bは、複数のガラス素板Gを加工する際に各ガラスの固定具10への固定位置を均一にできれば、加工開始点も均一にできる。これにより、切り加工の加工精度をより向上できる。折り加工及び面取り加工の場合も同様に、アライメントマーク17A、17Bを利用して、加工精度をより向上できる。

[0079] また、切り加工、折り加工、面取り加工の加工開始点のアライメントマーク17A、17Bからの相対位置を共通化できるので、工程間の加工精度の差異も抑制できる。なお、切り加工、折り加工、面取り加工の少なくとも一部で、アライメントマーク17A、17Bを利用して加工開始点を決める手法を用いてもよい。

[0080] [第2実施形態]

図12を参照して第2実施形態を説明する。

[0081] 第2実施形態のガラス物品製造システム1Aは、2台のロボット5A、5Bを備える点で第1実施形態と異なる。ロボット5A（第1の多関節ロボット）及びロボット5B（第2の多関節ロボット）は、第1実施形態のロボット5と同様に、5自由度以上の多関節ロボットである。

[0082] システムの所定区画Rの中央に受渡しテーブル9が配置され、その図面左側にロボット5A、ロードテーブル7A、切折装置2Cが配置され、図面右

側にロボット 5 B、アンロードテーブル 7 B、面取装置 3 が配置されている。受渡しテーブル 9 は、ロボット 5 A とロボット 5 B の間で、一体化されたガラス素板 G と固定具 10 の受渡しを行うための要素であり、例えば図 4 に示した形状測定装置 4 内の受渡しテーブル 9 と同様の構成である。受渡しテーブル 9 は、一体化されたガラス素板 G 及び固定具 10 を、継手 91 を介して着脱可能である。また、受渡しテーブル 9 が、第 1 実施形態の形状測定装置 4 と同様な、ガラス素板 G の物品領域の分離後形状を測定する機能を有する測定部を備えてもよい。

[0083] ロボット 5 A は、ロードテーブル 7 A からガラス素板 G を受取り、切折装置 2 C で切り加工及び折り加工を行った後に、受渡しテーブル 9 に一体化されたガラス素板 G と固定具 10 を渡す。ロボット 5 B は、受渡しテーブル 9 を介してロボット 5 A から一体化されたガラス素板 G と固定具 10 を受取り、面取装置 3 で面取り加工を行った後に、アンロードテーブル 7 B にて加工済みのガラス素板 G の物品領域を固定具 10 から取り外す。

[0084] ロボット 5 A は、ロボット 5 B が加工を行っている間に、ロードテーブル 7 A から新たなガラス素板 G を受取って、ロボット 5 B と並行してこの新たなガラス素板 G の切折り加工を行うことができる。このように、切折り加工の後に、第 1 のロボット 5 A と第 2 のロボット 5 B との間で、ガラス素板 G 及び固定具 10 を受渡しする構成とすることによって、各ロボットで加工の工程を並行に進めることが可能となるので、曲面ガラスの加工速度をさらに向上できる。

[0085] 複数のロボット間でガラス素板 G を受渡しするときでも、ガラス素板 G と固定具 10 との固定状態は維持されているので、第 1 実施形態と同様に加工精度を向上できる。

[0086] 第 2 実施形態では、ロボット間のガラス素板 G 及び固定具 10 の受渡しのために、必ず受渡しテーブル 9 を介するので、受渡しテーブル 9 において形状測定を行う構成とすると、一連の加工の工程の中で形状測定のタスクを実行することができる。これにより、形状測定のために一連の工程から外れて

別の装置に移動するなどの工数増加を防止できるので、加工速度を向上できる。

[0087] [第3実施形態]

図13を参照して第3実施形態を説明する。

[0088] 第3実施形態のガラス物品製造システム1Bは、3台のロボット5A、5B、5Cを備える点で第1、第2実施形態と異なる。ロボット5C（第3の多関節ロボット）は、第1実施形態のロボット5と同様に、5自由度以上の多関節ロボットである。

[0089] システムの所定区画Rは三分割され、それぞれにロボット5A、5B、5Cが配置される。各領域間には受渡しテーブル9A、9Bが配置され、少なくとも一方が形状計測機能を備える。形状測定機能は、折り加工後の受渡しテーブル9Bが好ましい。

[0090] ロボット5Aは、ロードテーブル7Aからガラス素板Gを受取り、切装置2Aで切り加工を行った後に、受渡しテーブル9Aに一体化されたガラス素板Gと固定具10を渡す。ロボット5Bは、受渡しテーブル9Aを介してロボット5Bから一体化されたガラス素板Gと固定具10を受取り、折装置2Bで折り加工を行った後に、受渡しテーブル9Bに一体化されたガラス素板Gと固定具10を渡す。ロボット5Cは、受渡しテーブル9Bを介してロボット5Cから一体化されたガラス素板Gと固定具10を受取り、面取装置3で面取り加工を行った後に、アンロードテーブル7Bにて加工済みのガラス素板Gの物品領域を固定具10から取り外す。

[0091] 第3実施形態では、ロボット5Aにより切り加工と、ロボット5Bによる折り加工と、ロボット5Cによる面取り加工とを並行に進めることが可能となるので、第1、第2実施形態よりも曲面形状のガラス素板の加工速度をさらに向上できる。

[0092] [第4実施形態]

図14を参照して第4実施形態を説明する。

[0093] 第4実施形態のガラス物品製造システム1Cは、4台のロボット5A、5

B 1、5 B 2、5 Cを備える点で第 1～第 3 実施形態と異なる。ロボット 5 B 1、5 B 2（第 2 の多関節ロボット）は、第 1 実施形態のロボット 5 と同様に、5 自由度以上の多関節ロボットである。

[0094] システムの所定区画 R は第 3 実施形態と同様に三分割され、それぞれで切り工程、折り工程、面取り工程を行う。各領域間には受渡しテーブル 9 A、9 B が配置され、少なくとも一方が形状計測機能を備える。

[0095] また、第 4 実施形態では折り工程において 2 つの折装置 2 B 1、2 B 2 が設けられ、各装置に対応する 2 つのロボット 5 B 1、5 B 2 が配置されている。

[0096] ロボット 5 A は、ロードテーブル 7 A からガラス素板 G を受取り、切装置 2 A で切り加工を行った後に、受渡しテーブル 9 A に一体化されたガラス素板 G と固定具 1 0 を渡す。

[0097] ロボット 5 B 1 は、受渡しテーブル 9 A から一体化されたガラス素板 G と固定具 1 0 を受取り、折装置 2 B 1 で折り加工を行った後に、受渡しテーブル 9 B に一体化されたガラス素板 G と固定具 1 0 を渡す。同様に、ロボット 5 B 2 は、受渡しテーブル 9 A から一体化されたガラス素板 G と固定具 1 0 を受取り、折装置 2 B 2 で折り加工を行った後に、受渡しテーブル 9 B に一体化されたガラス素板 G と固定具 1 0 を渡す。

[0098] ロボット 5 C は、受渡しテーブル 9 B から一体化されたガラス素板 G と固定具 1 0 を受取り、面取装置 3 で面取り加工を行った後に、アンロードテーブル 7 B にて加工済みのガラス素板 G の物品領域を固定具 1 0 から取り外す。

[0099] 第 4 実施形態では、所要時間が長い工程（図 1 4 の例では折り工程）に複数のロボットと加工装置を配置することによって、工程間の所要時間の差を抑制できる。これにより、各ロボット 5 A～5 C の他の工程による待ち状態の発生を低減でき、より効率的な加工の実施が可能となり、第 1～第 3 実施形態よりも曲面形状のガラス素板の加工速度をさらに向上できる。また、このように各工程間でガラス素板 G と固定具 1 0 の受渡しを行い、各工程に係

るロボットや加工装置の数を適宜変更することによって、タクトバランスに応じて柔軟な工程設計が可能となる。

[0100] 以上のように、第1実施形態から第4実施形態までの複数の形態に対応可能で、更に、ロボットや切折装置の配置の柔軟性が高いのは、ガラス素板Gと固定具10を一体化していることが一因である。

[0101] 以上、具体例を参照しつつ本実施形態について説明した。しかし、本開示はこれらの具体例に限定されるものではない。これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本開示の特徴を備えている限り、本開示の範囲に包含される。前述した各具体例が備える各要素およびその配置、条件、形状などは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。前述した各具体例が備える各要素は、技術的な矛盾が生じない限り、適宜組み合わせを変えることができる。

[0102] 上記実施形態では、受渡しテーブル9を介してロボット間で一体化されたガラス素板Gと固定具10の受渡しを行う構成を例示したが、ガラス素板Gと固定具10との固定状態を維持できればよく、受渡しテーブル9以外の受渡し手段を用いてもよい。

[0103] 上記実施形態では、切り工程において、レーザ光の照射によって内部ボイド列を形成する手法を例示したが、ガラス素板Gの厚さ方向に入る亀裂が切断予定線Lに沿って連なる亀裂線を形成する切り加工ができればよく、例えばガラスカッタによって切り溝を設けるなどの他の加工手法を用いてもよい。

[0104] 上記実施形態では、折り工程において、CO₂レーザの照射によって熱応力を発生させて物品領域を分離する手法を例示したが、例えばガラス素板の一部に圧力をかける折り加工、冷却による折り加工、及びそれらの組み合わせなどを用いてもよい。

[0105] 上記実施形態では、切り工程、折り工程、または面取り工程の間に受渡しテーブル9を配置してロボット間でのガラス素板G及び固定具10を受渡しする構成を例示したが、受渡しと工程とを組み合わせてもよい。例えば、受

渡しテーブル 9 に、一体化されたガラス素板 G 及び固定具 10 を固定した状態で、折装置 2 B を用いて折り工程を行ってもよい。

[0106] 上記実施形態では、切り工程、折り工程、面取り工程の各装置は固定され、ロボット 5 のエンドエフェクタ 5 1 に固定されたガラス素板 G を移動させることによって加工を行う構成を例示したが、加工装置に対してガラス素板 G を相対移動できればよく、ロボット 5 の動きに加えて、加工装置側も移動する構成でもよい。これにより、加工点の移動速度を早め、加工時間を短縮化できる。

[0107] ロボット 5 と受渡しテーブル 9 との間で固定具 10 及びガラス素板 G を受渡す際に、ロボット 5 の姿勢（関節角度など）やエンドエフェクタ 5 1 の位置に応じて、固定具 10 とロボット 5 との接続または非接続や、固定具 10 のガラス素板 G への吸着圧力の維持または開放を制御する構成としてもよい。

[0108] 上記実施形態では、固定具 10 が真空源をもたず、連結先のロボット 5 や受渡しテーブル 9 側に真空源を設ける構成を例示したが、固定具 10 が真空源を備える構成でもよい。

[0109] 本国際出願は 2019 年 4 月 15 日に出願された日本国特許出願 2019-077170 号に基づく優先権を主張するものであり、2019-077170 号の全内容をここに本国際出願に援用する。

符号の説明

- [0110]
- 1 ガラス物品製造システム
 - 2 レーザ装置（切折装置、切装置、折装置）
 - 2 A 切装置
 - 2 B 折装置
 - 2 C 切折装置
 - 2 1 切用レーザ発振器（パルスレーザ発振器）
 - 2 2 折用レーザ発振器（CO₂レーザ発振器）
 - 2 3 カメラ

- 3 面取装置
 - 3 1 砥石
- 4 形状測定装置（測定装置）
 - 4 1 三次元計測器
 - 4 2 単軸アクチュエータ
- 5, 5 A ロボット（第 1 の多関節ロボット）
- 5 B、5 B 1、5 B 2 ロボット（第 2 の多関節ロボット）
- 5 C ロボット（第 3 の多関節ロボット）
 - 5 1 エンドエフェクタ
 - 5 2 継手
- 6 制御装置
- 7 ローディングテーブル
- 9 受渡しテーブル
 - 9 1 継手
- 1 0 固定具
 - 1 1 基部
 - 1 2 樹脂ブロック
 - 1 3 突き当てピン
 - 1 4 ガラス接触面（固定部）
 - 1 6 吸着パッド（吸着部）
 - 1 7 A、1 7 B アライメントマーク
 - 1 8 ロボット用継手（継手部）
 - 1 9 テーブル用継手
 - 2 0 吸引通路（吸着部）
- G ガラス素板
- R 所定区画
- S 孔

請求の範囲

- [請求項1] 曲面形状のガラス素板から切り出されるガラス物品の主表面の外周形状に対応する切断予定線よりも内側の位置で前記ガラス素板を固定具に固定し、
- 第1の多関節ロボットによって前記固定した前記ガラス素板及び前記固定具を切装置に対して相対移動させ、前記ガラス素板の厚さ方向に入る亀裂が前記切断予定線に沿って連なる亀裂線を形成し、
- 前記第1の多関節ロボット又は前記固定した前記亀裂線が形成されたガラス素板及び前記固定具を第1の多関節ロボットから受渡された第2の多関節ロボットによって前記固定した前記亀裂線が形成された前記ガラス素板及び前記固定具を折装置に対して相対移動させ、前記ガラス素板を前記亀裂線に沿って物品領域と端材領域とに分離し、
- 前記分離した物品領域の端面を面取りする、
- ガラス物品の製造方法。
- [請求項2] 前記第1の多関節ロボット、前記第2の多関節ロボット、及び前記固定した前記物品領域及び前記固定具を前記第1の多関節ロボット又は前記第2の多関節ロボットから受渡された第3の多関節ロボットのうちいずれかによって前記固定した前記物品領域及び前記固定具を面取装置に対して相対移動させ、前記端面の周方向に沿って前記面取りを行う、請求項1に記載の方法。
- [請求項3] 前記第1の多関節ロボットから前記第2の多関節ロボットへの前記固定具の受渡し、及び前記第2の多関節ロボットから前記第3の多関節ロボットへの前記固定具の受渡しは、受渡しテーブルを介して行われる、請求項2に記載の方法。
- [請求項4] 前記物品領域と前記端材領域を分離した後に、前記固定具に固定されている前記物品領域の分離後形状を測定し、前記分離後形状と前記物品領域の目標形状の差分を参照し、前記亀裂線を形成する際の前記第1の多関節ロボットの軌道に対して前記差分を減じる修正を少なく

とも 1 回行う、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

[請求項5] 前記亀裂線は、前記切装置が出力するレーザ光によって前記切断予定線に沿って前記ガラス素板の内部に形成される内部ボイド列である、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

[請求項6] 前記内部ボイド列の形成は、パルス幅が 100 ps 以下、且つ前記ガラス素板を透過する波長を有するパルスレーザ光で行う、請求項 5 に記載の方法。

[請求項7] 前記物品領域と前記端材領域の分離は、前記亀裂線に熱応力を発生させて行う、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

[請求項8] 前記亀裂線の形成、前記分離による前記端面の形成、及び前記端面の面取りのいずれか一以上は、前記固定具に設けられるアライメントマークを基準位置として、前記固定具を位置制御する、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

[請求項9] 曲面形状のガラス素板から切り出されるガラス物品の主表面の外周形状に対応する切断予定線よりも内側の位置にて前記ガラス素板を固定して前記ガラス素板と一体化する固定具と、

前記一体化された前記ガラス素板及び前記固定具を移動可能な 1 以上の多関節ロボットと、

前記 1 以上の多関節ロボットのいずれかによる前記一体化された前記ガラス素板及び前記固定具の相対移動に応じて、前記ガラス素板の厚さ方向に入る亀裂が前記切断予定線に沿って連なる亀裂線を形成する切装置と、

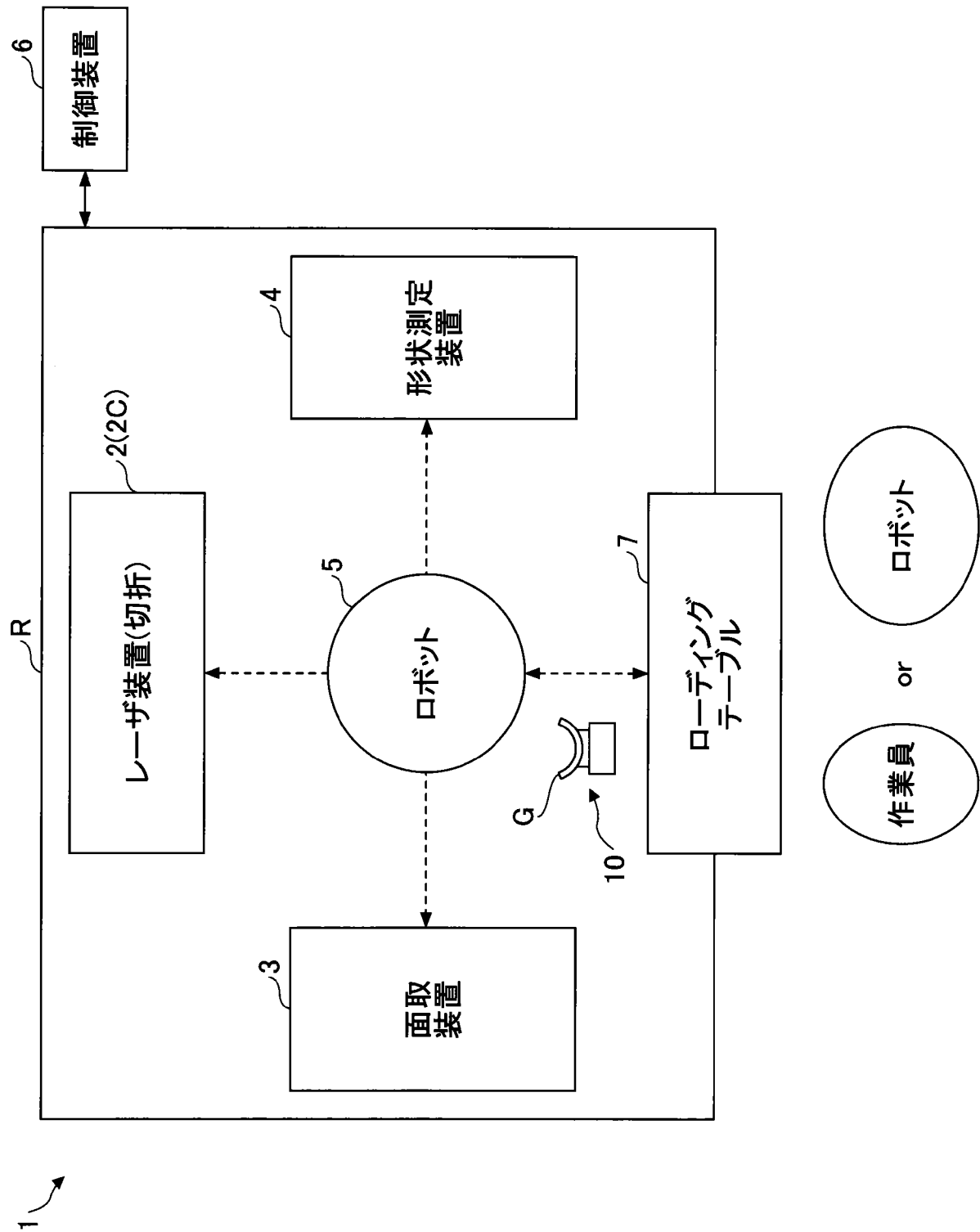
前記 1 以上の多関節ロボットのいずれかによる前記一体化された前記亀裂線が形成されたガラス素板及び前記固定具の相対移動に応じて、前記亀裂線が形成された前記ガラス素板を前記亀裂線に沿って物品領域と端材領域とに分離する折装置と、

前記物品領域の端面を面取りする面取装置と、

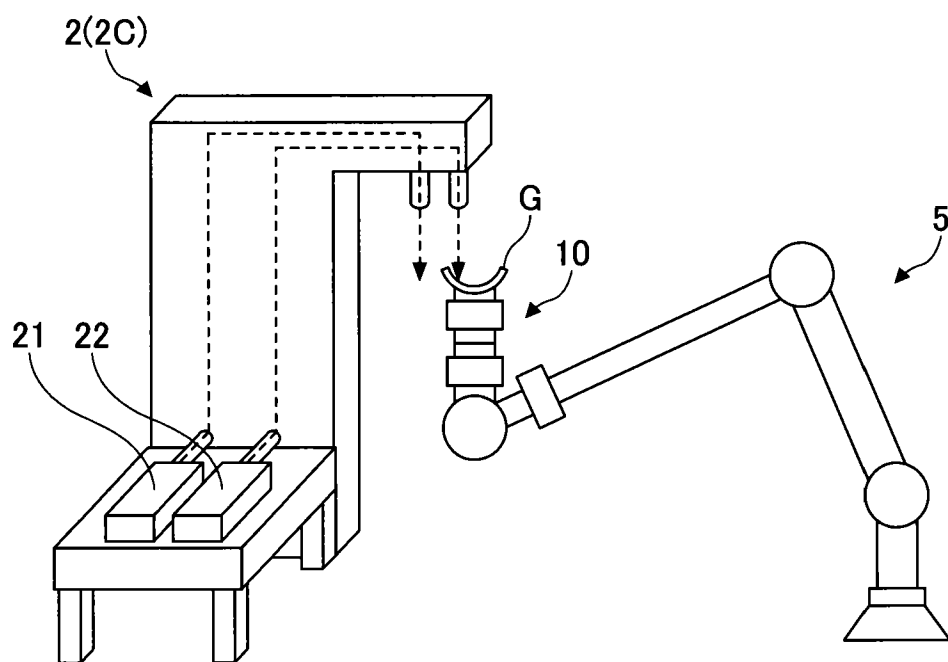
を備える、ガラス物品の製造システム。

- [請求項10] 前記面取装置は、前記1以上の多関節ロボットのいずれかによる前記一体化された前記物品領域及び前記固定具の相対移動に応じて、前記端面を面取りする、請求項9に記載のシステム。
- [請求項11] 前記固定具は、前記ガラス物品の目標とする曲面形状を有する固定部と、前記固定部で前記ガラス素板を吸着する吸着部と、前記1以上の多関節ロボットに着脱可能に接続する継手部を含む、請求項9又は10に記載のシステム。
- [請求項12] 更に、前記固定具に前記ガラス素板を固定して前記物品領域の分離後形状を測定する測定装置を備える、請求項9～11のいずれか1項に記載のシステム。
- [請求項13] 前記1以上の多関節ロボットのいずれかの組は、前記固定具を一方の多関節ロボットから他方の多関節ロボットに受渡し可能な、請求項9～12のいずれか1項に記載のシステム。
- [請求項14] 更に、前記固定具を前記一方の多関節ロボットから受取り、前記他方の多関節ロボットに渡す、前記固定具を着脱可能な受渡しテーブルを備える、請求項13に記載のシステム。
- [請求項15] 前記受渡しテーブルは、前記固定具に固定した前記物品領域の分離後形状を測定する測定部を含む、請求項14に記載のシステム。
- [請求項16] 前記切装置は、パルス幅が100ps以下、且つ前記ガラス素板を透過する波長を発生するパルスレーザ発振器を含む、請求項9～15のいずれか1項に記載のシステム。
- [請求項17] 前記折装置は、前記ガラス素板に熱を加えるCO₂レーザ発振器を含む、請求項9～16のいずれか1項に記載のシステム。

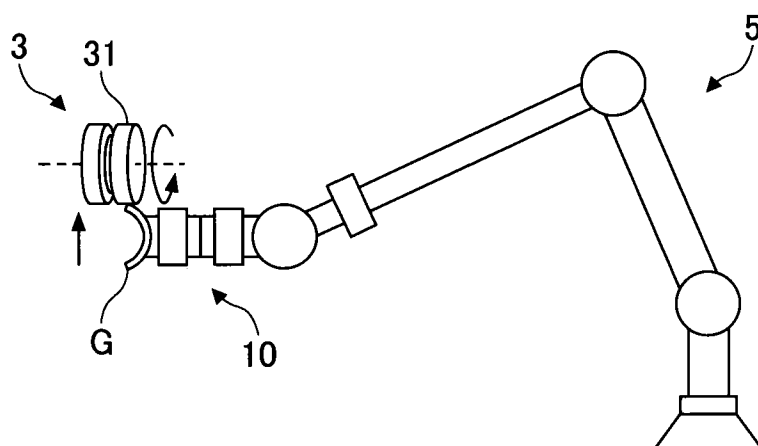
[図1]



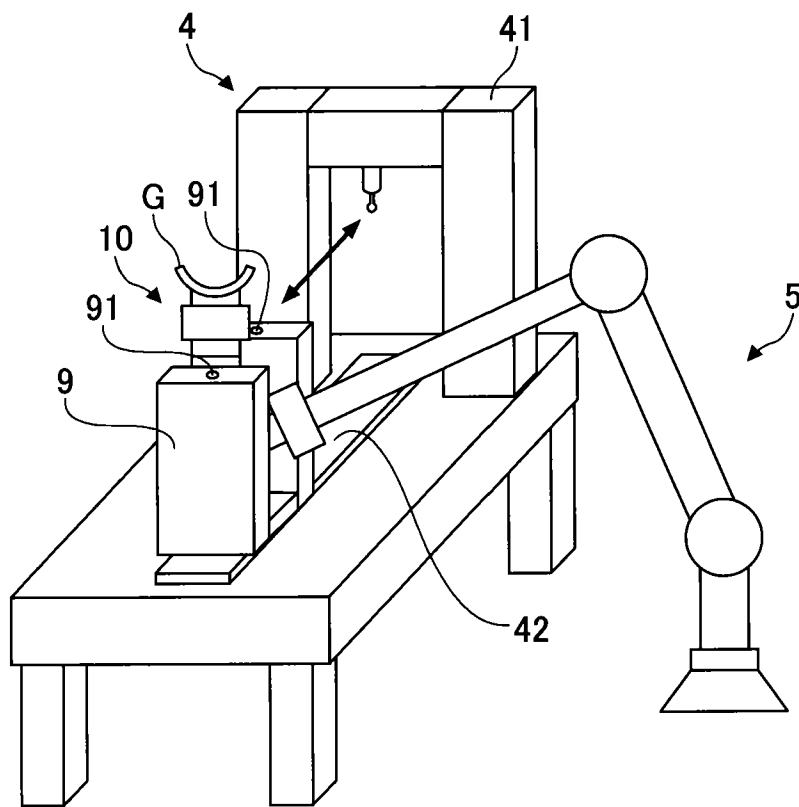
[図2]



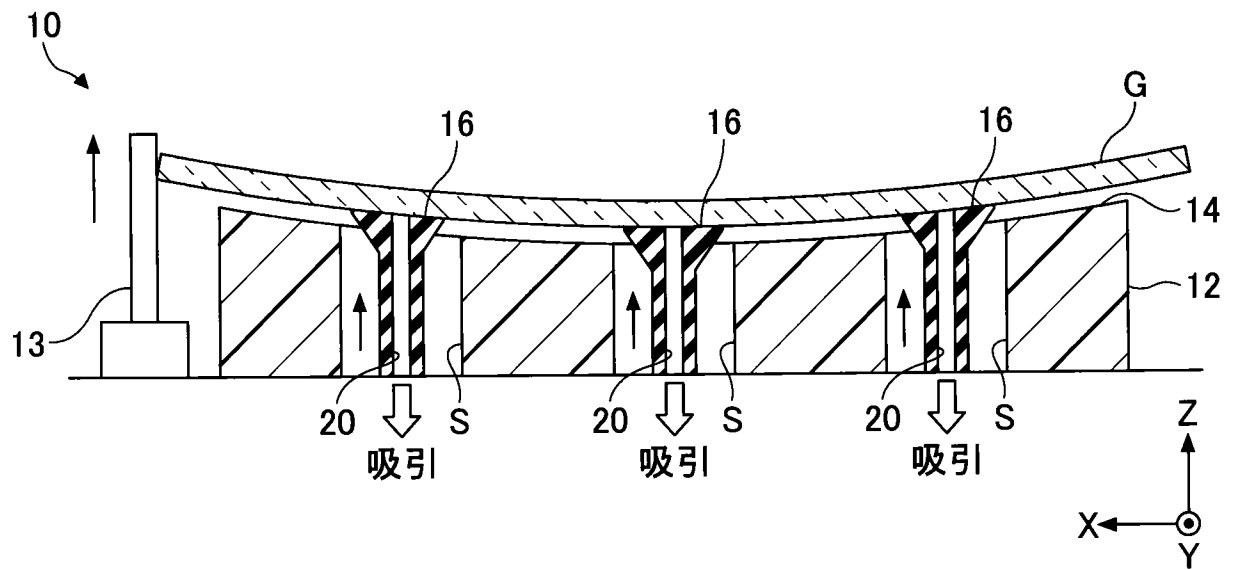
[図3]



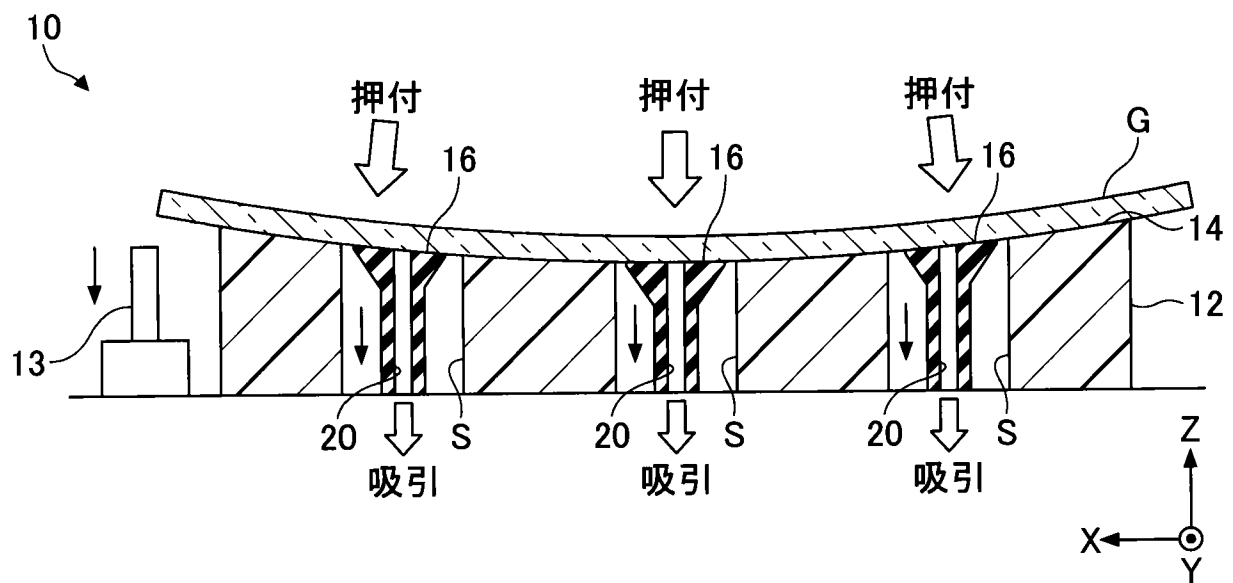
[図4]



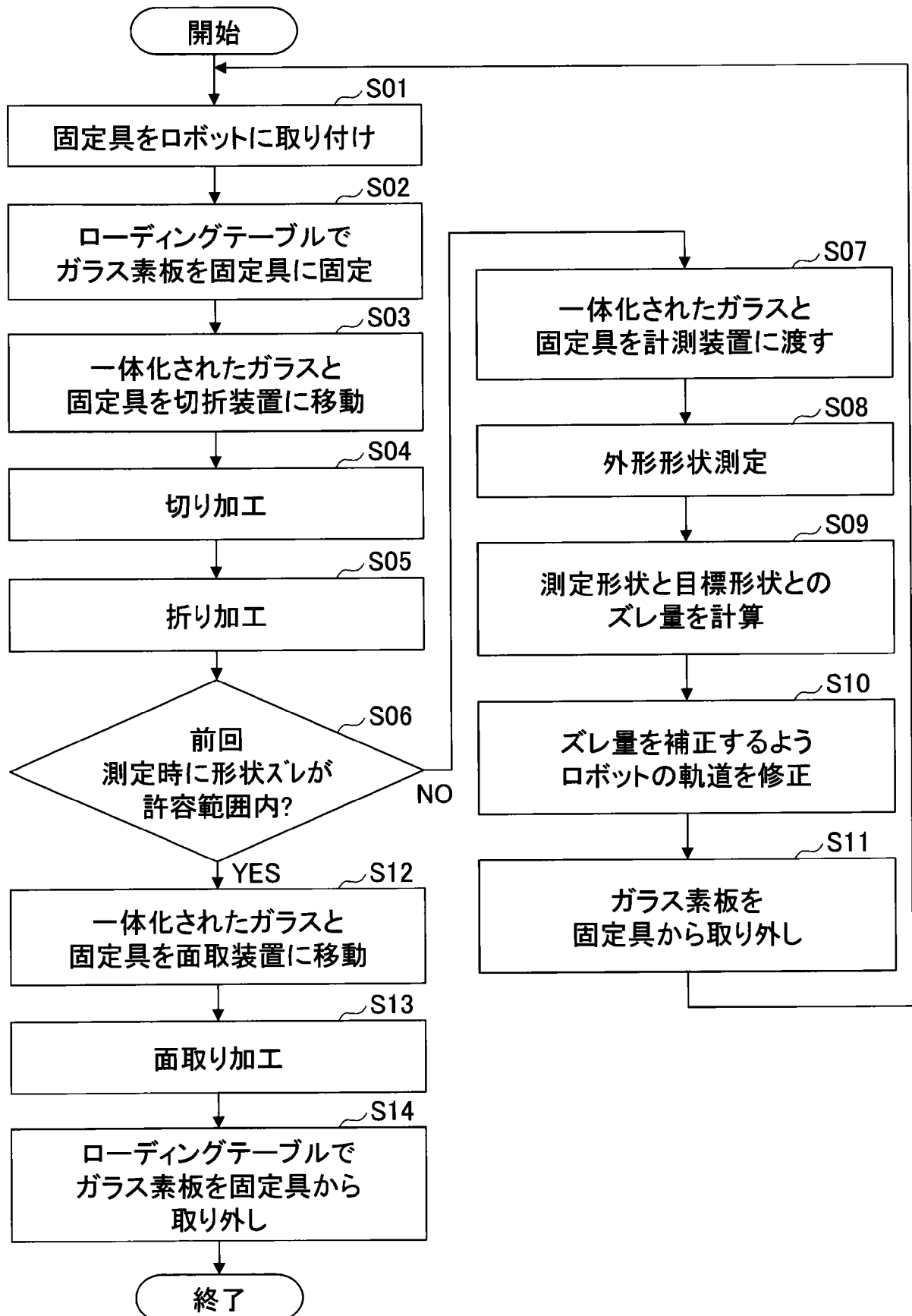
[図7]



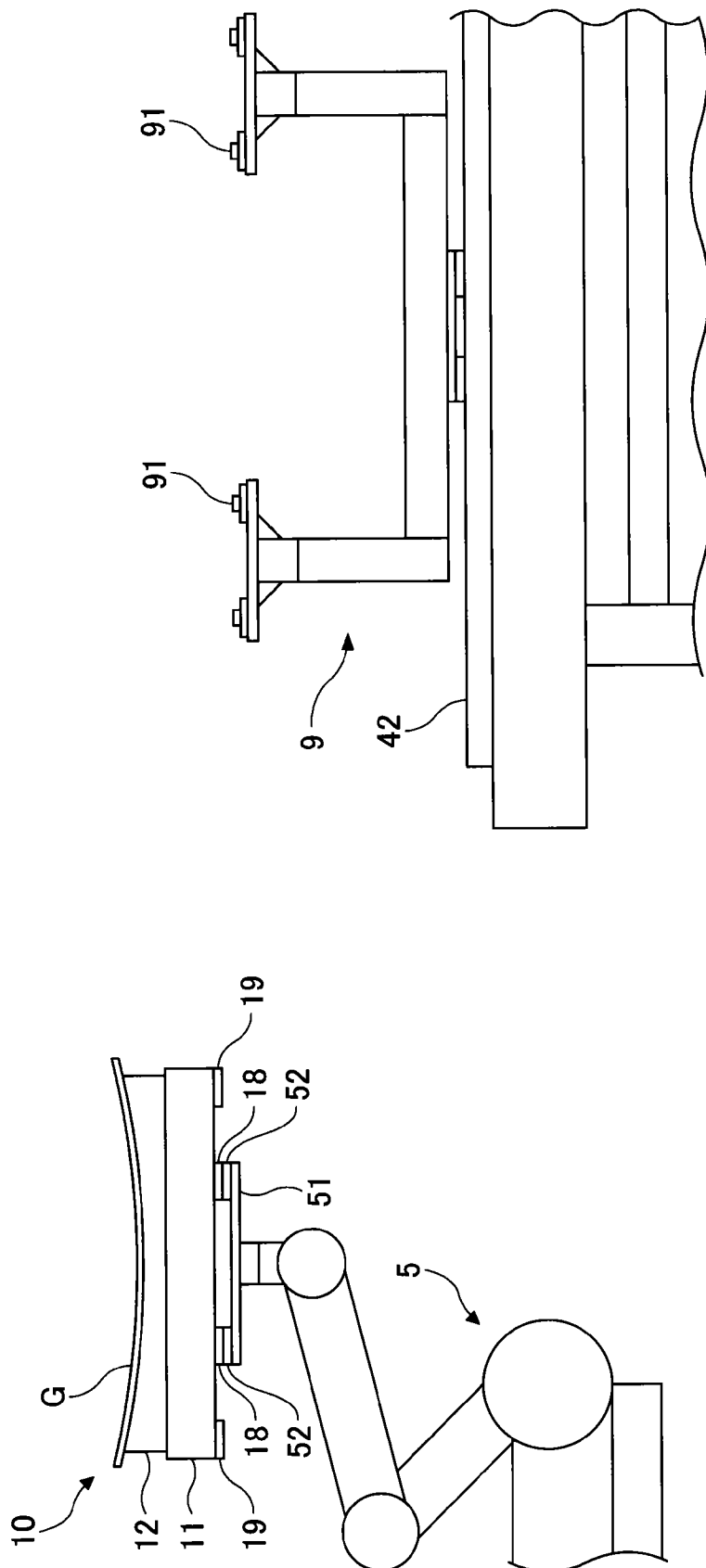
[図8]



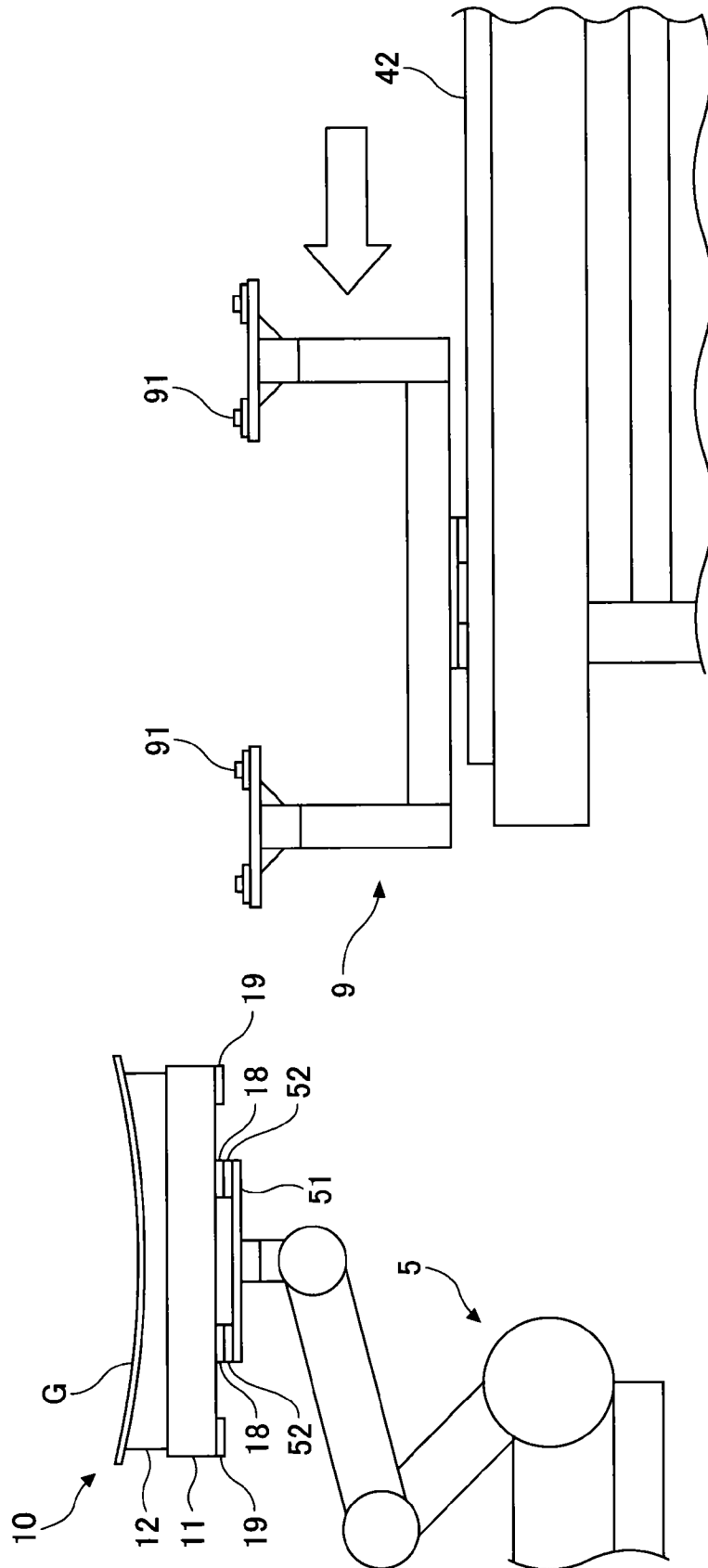
[図9]



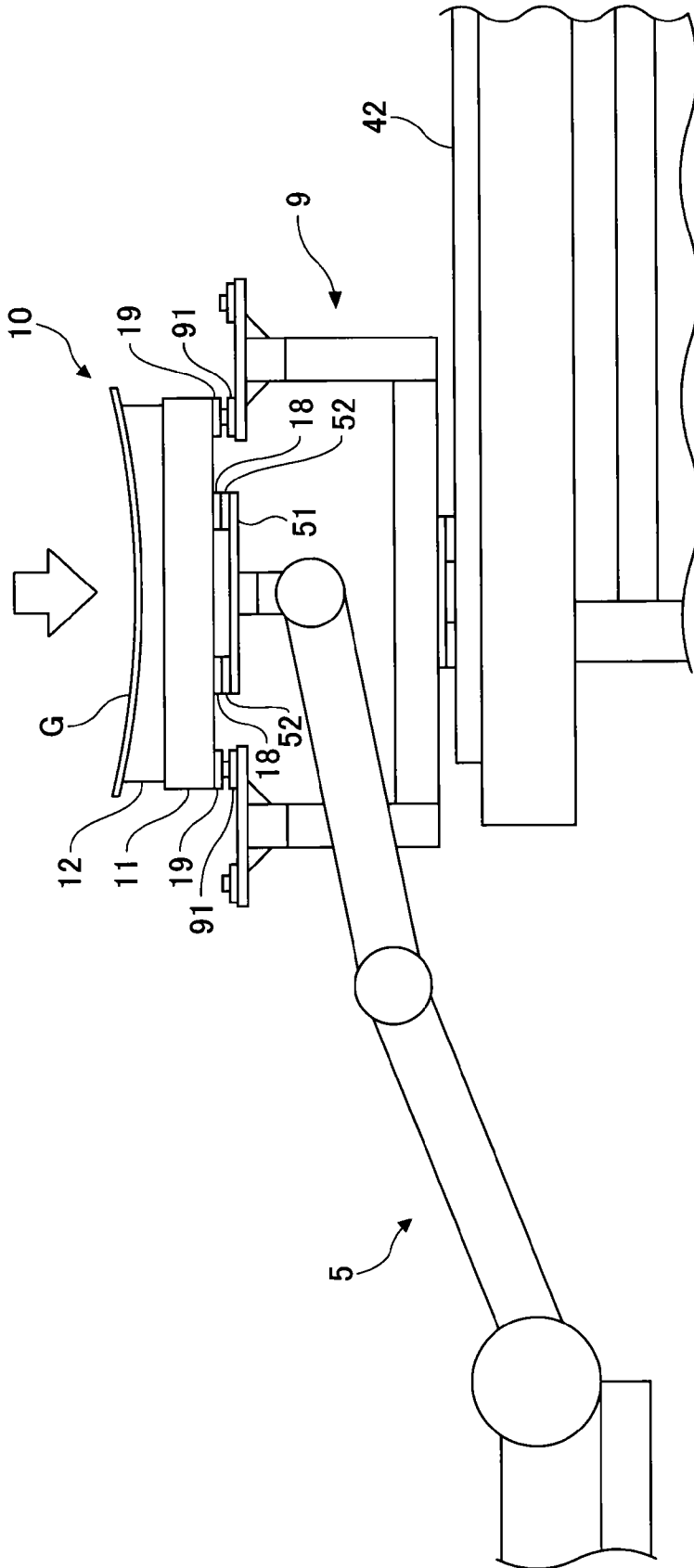
[図10A]



[図10B]



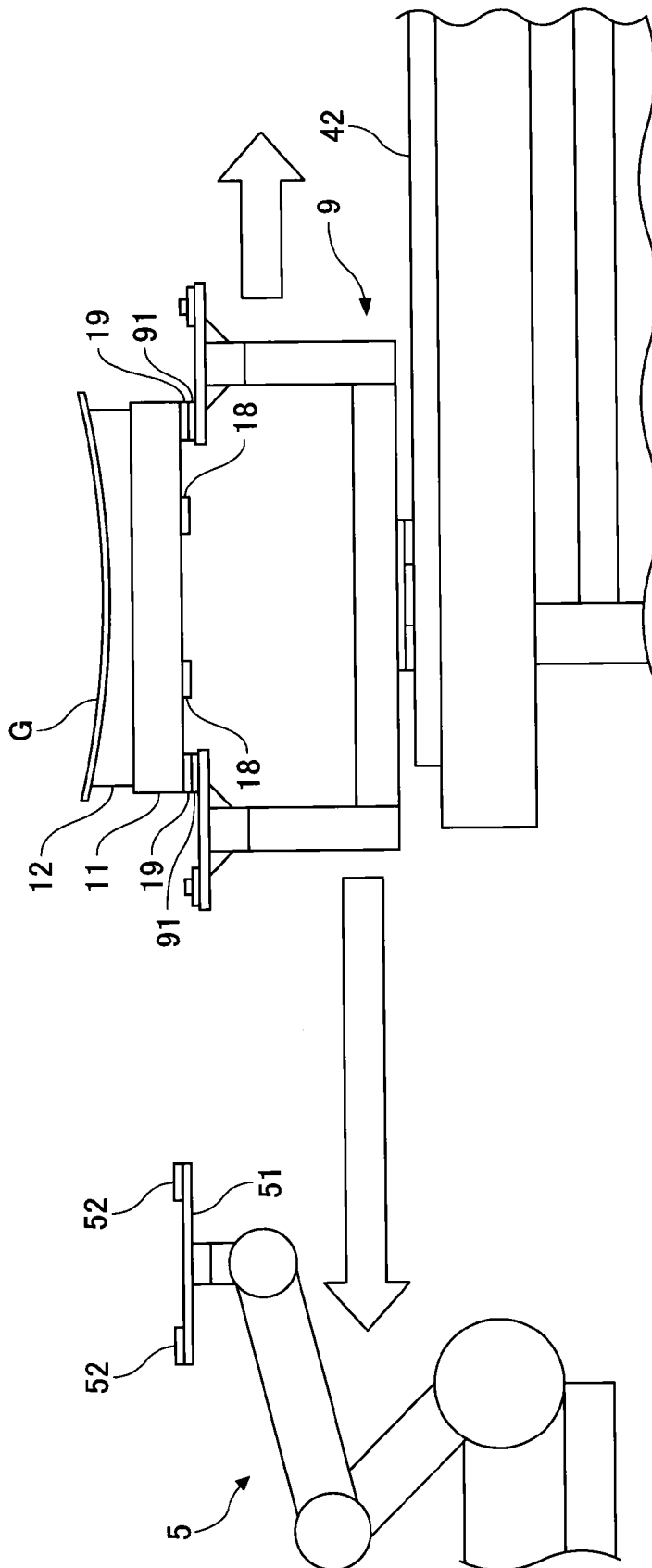
[図10D]



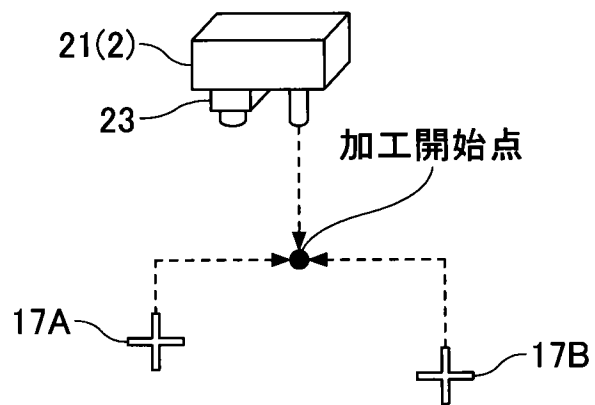
The diagram illustrates a mechanical assembly with the following components and labels:

- 42**: The base structure or support frame.
- 9**: A vertical column or support member.
- 5**: A horizontal arm or lever pivoted to the column.
- 10**: A curved component or end effector at the end of the arm.
- G**: A curved surface or guide.
- 11, 12, 18, 19, 51, 52**: Various links, joints, and components connecting the arm to the base and the curved component.

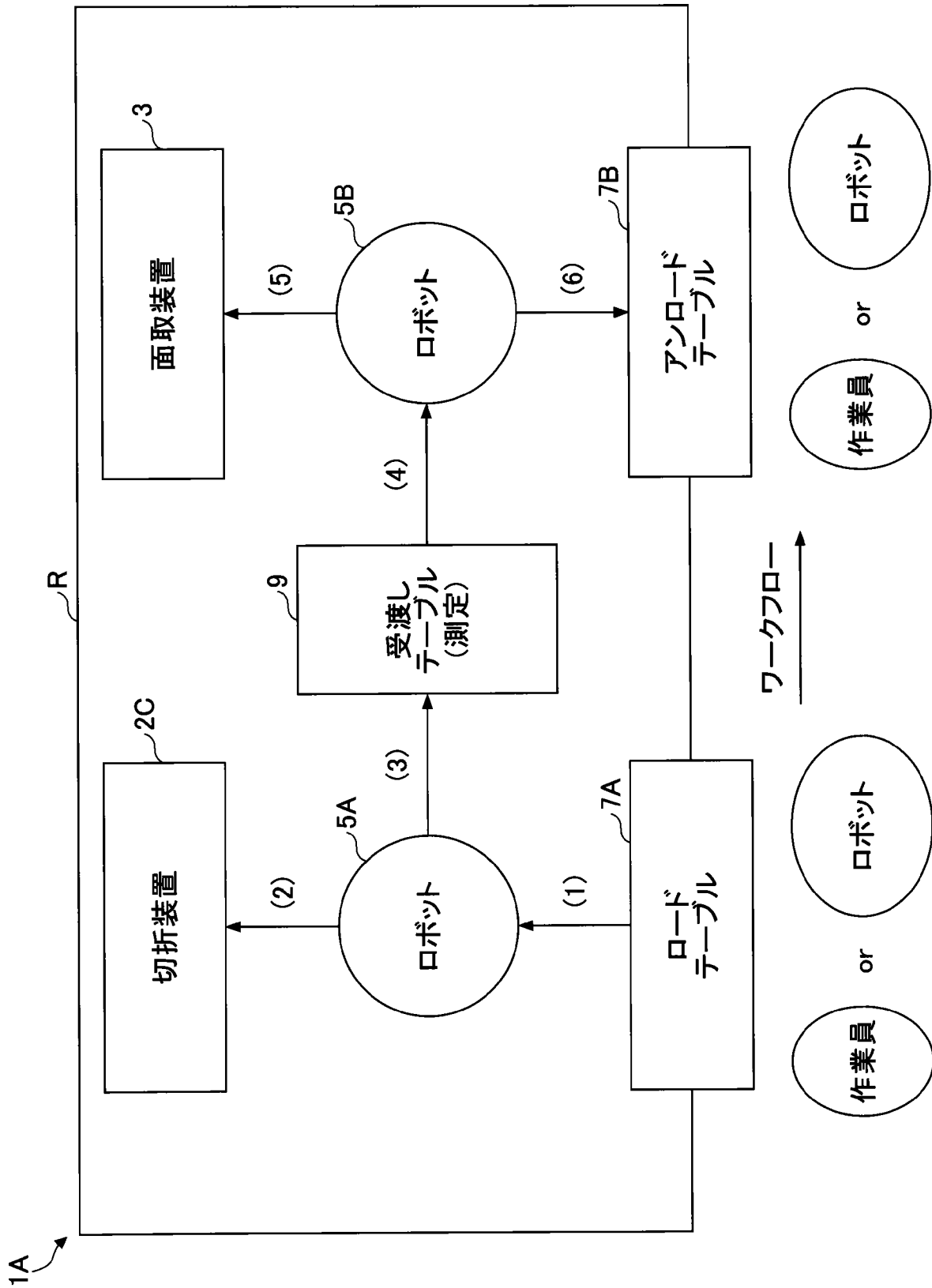
[図10G]

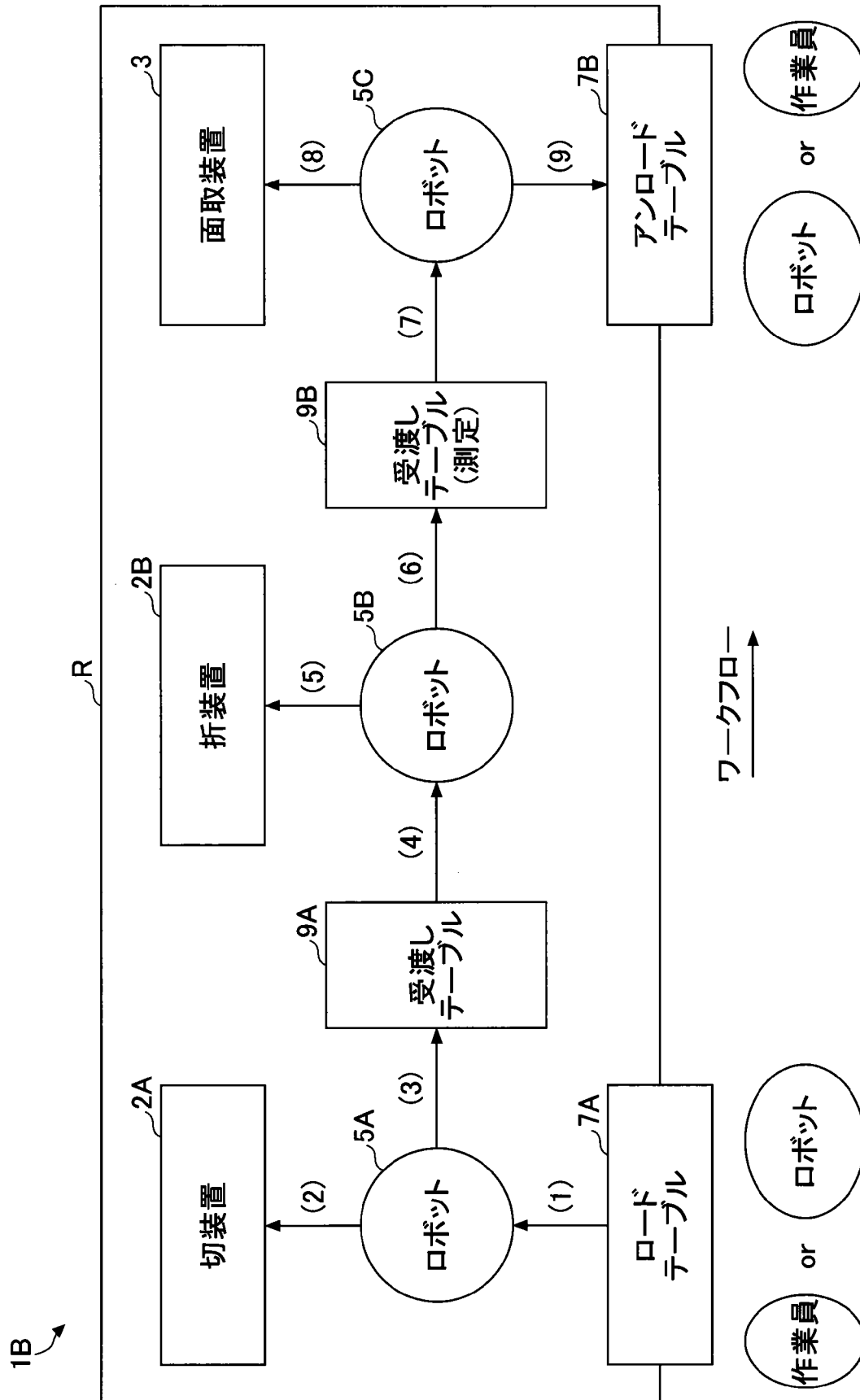


[図11]

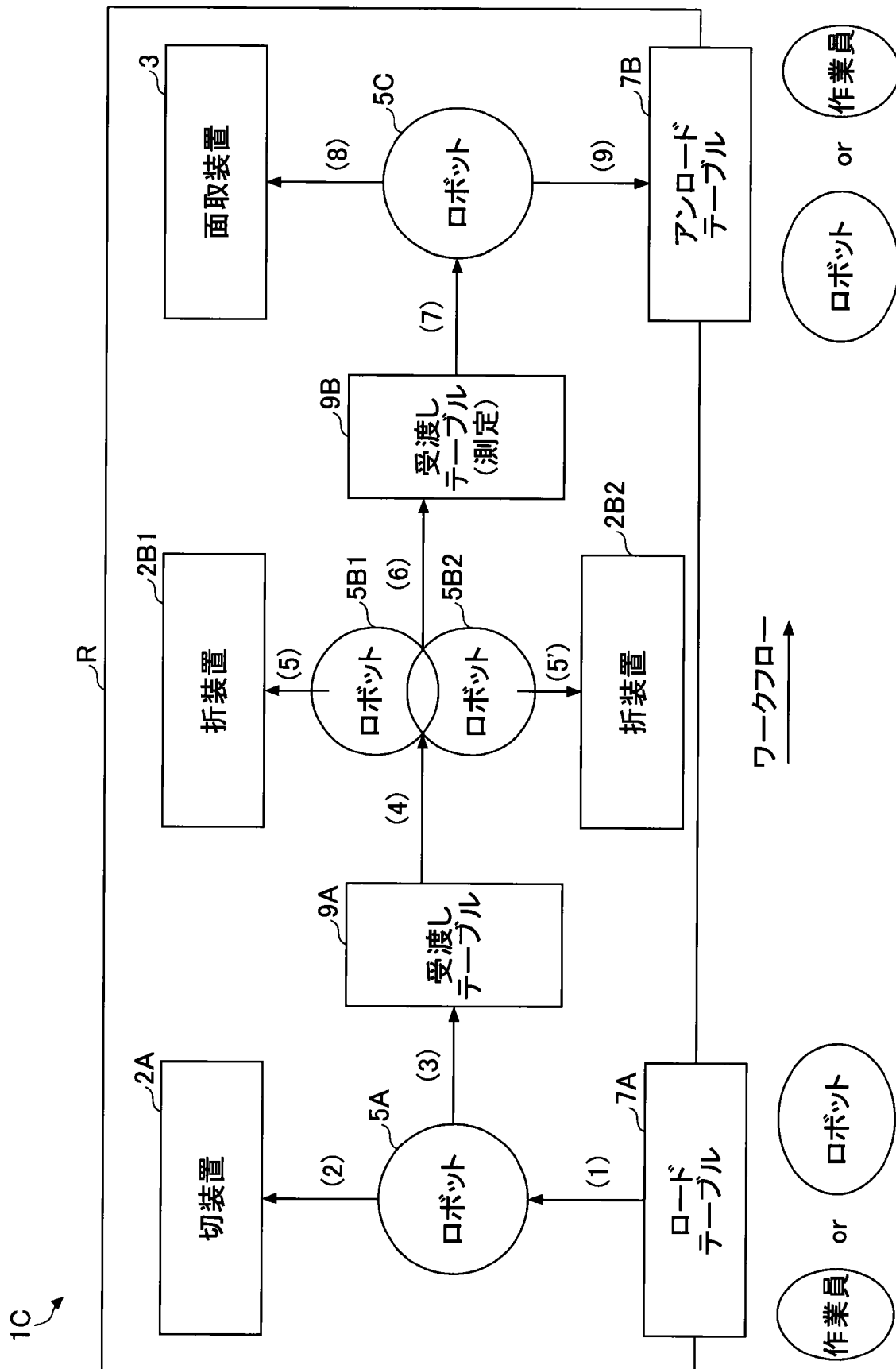


[図12]





[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/014186

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B 33/03(2006.01)i; B24B 9/08(2006.01)i; C03B 33/09(2006.01)i
 FI: C03B33/03; C03B33/09; B24B9/08 Z

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)

C03B33/03; B24B9/08; C03B33/09

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	WO 2018/092520 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.)	9-11
Y	24.05.2018 (2018-05-24) claims, paragraphs [0001], [0013]-[0029], [0054], [0064]-[0076], fig. 1-12	9-12, 16-17
Y	JP 2017-132684 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 03.08.2017 (2017-08-03) claims, paragraph [0055], fig. 9	9-12, 16-17
Y	JP 2015-120604 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 02.07.2015 (2015-07-02) claims, paragraph [0056], fig. 7	12
Y	JP 2018-519229 A (CORNING INCORPORATED) 19.07.2018 (2018-07-19) claims, fig. 1	16-17
A	JP 2019-018330 A (AGC INC.) 07.02.2019 (2019-02-07) entire text, all drawings	1-17
A	JP 2018-531797 A (SCHOTT AG) 01.11.2018 (2018-11-01) entire text, all drawings	1-17



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
15 June 2020 (15.06.2020)

Date of mailing of the international search report
30 June 2020 (30.06.2020)

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/JP2020/014186

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 2018-126847 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 16.08.2018 (2018-08-16) entire text, all drawings	1-17
A	JP 2012-001384 A (HALLYS CORPORATION) 05.01.2012 (2012-01-05) entire text, all drawings	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/014186

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/092520 A1	24 May 2018	US 2019/0270100 A1 claims, paragraphs [0002], [0025]- [0042], [0068], [0078]-[0090], fig. 1-12 EP 3542953 A1 CN 109963689 A CN 106995275 A	
JP 2017-132684 A	03 Aug. 2017	claims, paragraph [0130], fig. 9 TW 201730121 A	
JP 2015-120604 A	02 Jul. 2015	WO 2013/150990 A1 claims, paragraph [0056], fig. 7 TW 201343579 A	
JP 2018-519229 A	19 Jul. 2018	WO 2016/154284 A1 claims, fig. 1 US 2018/0057390 A1 TW 201703912 A KR 10-2017-0131586 A CN 107922237 A	
JP 2019-018330 A	07 Feb. 2019	(Family: none)	
JP 2018-531797 A	01 Nov. 2018	US 2018/0221991 A1 entire text, all drawings WO 2017/060251 A1 DE 102015116846 A1 CN 108136544 A	
JP 2018-126847 A	16 Aug. 2018	(Family: none)	
JP 2012-001384 A	05 Jan. 2012	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C03B 33/03(2006.01)i; B24B 9/08(2006.01)i; C03B 33/09(2006.01)i FI: C03B33/03; C03B33/09; B24B9/08 Z		
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）） C03B33/03; B24B9/08; C03B33/09		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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	WO 2018/092520 A1（旭硝子株式会社）24.05.2018（2018-05-24） 請求の範囲、[0001]、[0013]-[0029]、[0054]、[0064]- [0076]、図1-12	9-11
Y		9-12, 16-17
Y	JP 2017-132684 A（旭硝子株式会社）03.08.2017（2017-08-03） 特許請求の範囲、[0055]、図9	9-12, 16-17
Y	JP 2015-120604 A（旭硝子株式会社）02.07.2015（2015-07-02） 特許請求の範囲、[0056]、図7	12
Y	JP 2018-519229 A（コーニング インコーポレイテッド）19.07.2018（2018-07-19） 特許請求の範囲、図1	16-17
A	JP 2019-018330 A（AGC株式会社）07.02.2019（2019-02-07） 全文、全図	1-17
A	JP 2018-531797 A（ショット アクチエンゲゼルシャフト）01.11.2018（2018-11-01） 全文、全図	1-17
☒ 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、一般的な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 15.06.2020		国際調査報告の発送日 30.06.2020
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） 有田 恭子 4T 9540 電話番号 03-3581-1101 内線 3465

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 2018-126847 A (旭硝子株式会社) 16.08.2018 (2018 - 08 - 16) 全文、全図	1-17
A	JP 2012-001384 A (株式会社ハリーズ) 05.01.2012 (2012 - 01 - 05) 全文、全図	1-17

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/JP2020/014186

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2018/092520	A1	24.05.2018	US 2019/0270166 A1 請求の範囲、[0002]、 [0025]–[0042]、 [0068]、[0078]– [0090]、図1–12 EP 3542953 A1 CN 109963689 A	
JP	2017-132684	A	03.08.2017	CN 106995275 A 請求の範囲、[0130]、 図9 TW 201730121 A	
JP	2015-120604	A	02.07.2015	WO 2013/150990 A1 請求の範囲、[0056]、 図7 TW 201343579 A	
JP	2018-519229	A	19.07.2018	WO 2016/154284 A1 請求の範囲、図1 US 2018/0057390 A1 TW 201703912 A KR 10-2017-0131586 A CN 107922237 A	
JP	2019-018330	A	07.02.2019	(ファミリーなし)	
JP	2018-531797	A	01.11.2018	US 2018/0221991 A1 全文、全図 WO 2017/060251 A1 DE 102015116846 A1 CN 108136544 A	
JP	2018-126847	A	16.08.2018	(ファミリーなし)	
JP	2012-001384	A	05.01.2012	(ファミリーなし)	