

(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
2014 年 7 月 10 日(10.07.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/106914 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 9/06 (2006.01) H01L 21/677 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/077920
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 15 日(15.10.2013)
- (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:
61/749,547 2013 年 1 月 7 日(07.01.2013) US
特願 2013-000541 2013 年 1 月 7 日(07.01.2013) JP
特願 2013-000542 2013 年 1 月 7 日(07.01.2013) JP
- (71) 出願人: 日本電産サンキョー株式会社(NIDEC SANKYO CORPORATION) [JP/JP]; 〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 矢澤 隆之(YAZAWA, Takayuki); 〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地日本電産サンキョー株式会社内 Nagano (JP). 増澤 佳久(MASUZAWA, Yoshihisa); 〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地日本電産サンキョー株式会社内 Nagano (JP).

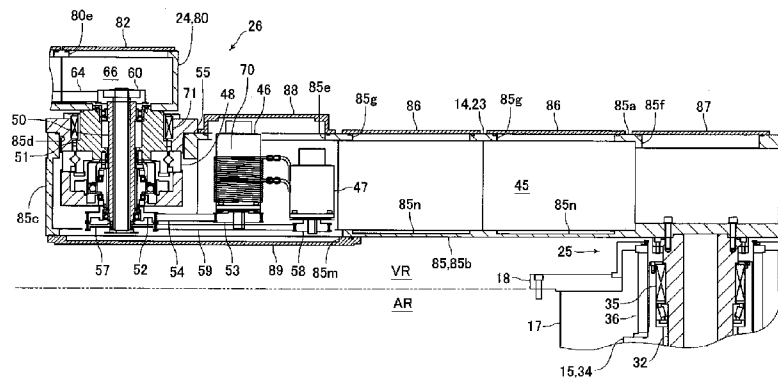
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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))

(54) Title: INDUSTRIAL ROBOT

(54) 発明の名称: 産業用ロボット



(57) Abstract: The present application provides an industrial robot having an arm disposed in a vacuum and having an inside space at least partially being at atmospheric pressure, wherein the industrial robot is capable of minimizing operational error in installing a seal member to ensure the airtightness of the inside space of the arm even when the size of the industrial robot is increased. In the industrial robot, an arm (14) is formed in a hollow shape having an inside space (45) surrounded by a top surface section (85a), a bottom surface section (85b) and a side surface section (85c). The arm (14) is disposed in a vacuum. The inside space (45) is at atmospheric pressure. A plurality of through-holes (85g) communicating with the inside space (45) are formed on the top surface section (85a). The through-holes (85g) are sealed with a lid member (86), and a seal member is disposed between the top surface section (85a) and the lid member (86). A plurality of recessed sections (85n) are formed on a surface of the bottom surface section (85b) opposite the top surface section (85a). At least some of the recess sections (85n) are overlaid on the through-holes (85g) when seen from a direction opposite to the top surface section (85a) and the bottom surface section (85b).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/106914 A1



本願は、真空中に配置されるとともに内部空間の少なくとも一部が大気圧となっているアームを有する産業用ロボットにおいて、大型化しても、アームの内部空間の気密性を確保するためのシール部材を取り付ける際の作業ミスを低減することが可能な産業用ロボットを提供する。この産業用ロボットでは、アーム（１４）は、上面部（８５ａ）と下面部（８５ｂ）と側面部（８５ｃ）とに囲まれる内部空間（４５）を有する中空状に形成され、真空中に配置されるとともに、内部空間（４５）は、大気圧となっている。上面部（８５ａ）には、内部空間（４５）に通じる複数の貫通孔（８５ｇ）が形成され、貫通孔（８５ｇ）は、蓋部材（８６）に塞がれ、上面部（８５ａ）と蓋部材（８６）との間には、シール部材が配置されている。下面部（８５ｂ）の、上面部（８５ａ）との対向面には、上面部（８５ａ）と下面部（８５ｂ）との対向方向から見たときに貫通孔（８５ｇ）と少なくとも一部が重なる複数の凹部（８５ｎ）が形成されている。

明 細 書

発明の名称：産業用ロボット

技術分野

[0001] 本発明は、真空中で使用される産業用ロボットに関する。

背景技術

[0002] 従来、真空中で基板を搬送する真空ロボットが知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の真空ロボットは、基板が搭載されるハンドと、ハンドが先端側に連結されるアームと、アームの基端側が連結される本体部とを備えている。アームは、本体部に回動可能に連結されるアームベースと、その基端側がアームベースに回動可能に連結される第 1 アームと、その基端側が第 1 アームの先端側に回動可能に連結される第 2 アームとを備えている。また、アームは、その基端側がアームベースに回動可能に連結される第 1 リンクと、その基端側が第 1 リンクの先端側に回動可能に連結される第 2 リンクと、第 1 アームの先端側と第 1 リンクの先端側とを繋ぐ第 1 連結リンクと、第 2 アームの先端側と第 2 リンクの先端側とを繋ぐ第 2 連結リンクとを備えている。

[0003] 特許文献 1 に記載の真空ロボットでは、アームベースおよび第 1 アームは、中空状に形成されている。また、第 2 アーム、第 1 リンク、第 2 リンク、第 1 連結リンクおよび第 2 連結リンクも中空状に形成されている。アームベースの内部には、アームを駆動するアーム駆動用モータと、アーム駆動用モータの回転を減速して第 1 アームへ伝達する第 1 減速機が配置されている。第 1 減速機の出力軸には、第 1 アームの基端側が固定されている。第 1 アームの先端側には、アーム駆動用モータの回転を減速して第 2 アームへ伝達する第 2 減速機が配置されている。第 2 減速機の出力軸には、第 2 アームの基端側が固定されている。

[0004] また、特許文献 1 に記載の真空ロボットでは、本体部の一部が真空容器の底面に固定されており、アームおよびハンドは、真空中に配置されている。

中空状に形成されるアームベースおよび第 1 アームの内部空間では、気密性が確保されており、アームベースおよび第 1 アームの内部空間は、大気圧となっている。すなわち、アーム駆動用モータ、第 1 減速機および第 2 減速機は、大気中に配置されている。一方、第 2 アーム、第 1 リンク、第 2 リンク、第 1 連結リンクおよび第 2 連結リンクには、それらの内部空間に通じる開口部が形成されており、第 2 アーム、第 1 リンク、第 2 リンク、第 1 連結リンクおよび第 2 連結リンクの内部空間は真空となっている。すなわち、アームベースと第 1 リンクとを回動可能に連結する軸受や、第 1 リンクと第 2 リンクとを回動可能に連結する軸受等は、真空中に配置されている。また、この真空ロボットでは、上下方向に 2 分割される略有底円筒状の 2 個の分割ケース体が互いに接合されることでアームベースが構成されている。2 個の分割ケース体の接合部には、アームベースの内部空間の気密性を確保するために、環状のシール部材が配置されており、このシール部材を挟んだ状態で、2 個の分割ケース体が接合されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 1 - 1 0 1 9 1 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献 1 に記載の真空ロボットでは、2 個の分割ケース体は、環状のシール部材を挟んだ状態で接合されている。したがって、この真空ロボットでは、ロボットが大型化して、アームベースが大型化すると、シール部材も大型化するため、アームベースを組み立てる際のシール部材の取り扱いが煩雑になる。また、シール部材の取り扱いが煩雑になると、2 個の分割ケース体の間にシール部材を確実に挟むことができないといった作業ミスが発生して、アームベースの内部空間の気密性を確保できなくなるおそれも高くなる。

[0007] そこで、本発明（第 1 の発明）の課題は、真空中に配置されるとともにそ

の内部空間の少なくとも一部が大気圧となっているアームを有する産業用ロボットにおいて、産業用ロボットが大型化しても、アームの内部空間の気密性を確保するためのシール部材を取り付ける際の作業ミスを低減することが可能な産業用ロボットを提供することにある。

[0008] また、特許文献1に記載の真空ロボットでは、アームが真空中に配置されていても、アームベースおよび第1アームの内部空間が大気圧となっているため、アームベースの内部に配置されるアーム駆動用モータを冷却することが可能になる。また、この真空ロボットでは、ハンドに搭載される基板の温度が高くても、アームベースおよび第1アームを内部から冷却して、アームベースや第1アームの温度上昇を抑制することが可能になる。したがって、アームベースや第1アームの熱膨張を抑制することが可能になる。さらに、この真空ロボットでは、アームが真空中に配置されていても、アーム駆動用モータ、第1減速機および第2減速機が大気中に配置されているため、アーム駆動用モータ、第1減速機および第2減速機の潤滑剤として、真空グリース等の高価な潤滑剤を使用する必要がなく、大気圧中で使用されるグリース等の潤滑剤を使用すれば良い。したがって、真空ロボットの初期コストおよびランニングコストを低減することが可能になる。

[0009] しかしながら、この真空ロボットでは、アームを構成する第2アーム、第1リンク、第2リンク、第1連結リンクおよび第2連結リンクの内部空間が真空となっているため、ハンドに搭載される基板の温度が高いと、第2アーム、第1リンクおよび第2リンク等の温度が高くなって、第2アーム、第1リンクおよび第2リンク等の熱膨張量が大きくなるおそれがある。第2アーム、第1リンクおよび第2リンク等の熱膨張量が大きくなると、ハンドに搭載されて搬送される基板が、本来の目標到達位置から大きくずれるおそれがある。

[0010] また、この真空ロボットでは、アームベースと第1リンクとを回動可能に連結する軸受や、第1リンクと第2リンクとを回動可能に連結する軸受等が真空中に配置されているため、ハンドに搭載される基板の温度が高いと、こ

これらの軸受の温度が上昇して、これらの軸受の寿命が低下するおそれがある。また、これらの軸受が真空中に配置されているため、これらの軸受の潤滑剤として、真空グリース等の高価な潤滑剤を使用しなければならない。したがって、この真空ロボットでは、初期コストおよびランニングコストが高くなる。

[0011] そこで、本発明（第2の発明）の課題は、ハンドに搭載されて真空中で搬送される搬送対象物の温度が高くても、搬送対象物の目標到達位置からのずれを抑制して搬送対象物の搬送精度を高めること、および、初期コストおよびランニングコストを低減することが可能な産業用ロボットを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記の課題を解決するため、本発明（第1の発明）の産業用ロボットは、平板状の第1平面部と、第1平面部と所定の隙間を介して略平行に対向配置される平板状の第2平面部と、第1平面部の外周端と第2平面部の外周端とを繋ぐ側面部とを有するアームを備え、アームの少なくとも一部は、第1平面部と第2平面部と側面部とに囲まれる内部空間を有する中空状に形成されるとともに、アームは、真空中に配置され、アームの内部空間は、大気圧となっており、第1平面部には、内部空間に通じる複数の貫通孔が形成され、アームは、第1平面部に固定され貫通孔を塞ぐ複数の蓋部材と、第1平面部と蓋部材との間に配置され内部空間からの空気の流出を防止する複数のシール部材とを備え、第2平面部の、第1平面部との対向面には、第1平面部と第2平面部との対向方向から見たときに貫通孔と少なくとも一部が重なる複数の凹部が窪むように形成されていることを特徴とする。

[0013] 本発明（第1の発明）の産業用ロボットでは、真空中に配置されるとともにその内部空間が大気圧となっているアームを構成する第1平面部に、内部空間に通じる複数の貫通孔が形成されている。また、本発明（第1の発明）では、アームは、第1平面部に固定され複数の貫通孔を塞ぐ複数の蓋部材と、第1平面部と蓋部材との間に配置され内部空間からの空気の流出を防止す

る複数のシール部材とを備えている。そのため、本発明（第１の発明）では、産業用ロボットが大型化してアームが大型化しても、複数のシール部材のそれぞれの大きさを小さくすることが可能になり、その結果、アームを組み立てる際に、シール部材を容易に取り扱うことが可能になる。したがって、本発明（第１の発明）では、産業用ロボットが大型化しても、アームの内部空間の気密性を確保するためのシール部材を取り付ける際の作業ミスを低減することが可能になる。

[0014] ここで、真空中に配置されるアームの内部空間が大気圧となっている場合、中空状に形成されるアームは、内部の圧力によって外側に膨らむように変形する。本発明（第１の発明）では、第２平面部の、第１平面部との対向面に、第１平面部と第２平面部との対向方向から見たときに貫通孔と少なくとも一部が重なる複数の凹部が窪むように形成されているため、第１平面部と第２平面部との対向方向の両外側に向かって略均等にアームが膨らむようにアームを変形させることが可能になる。すなわち、第２平面部の第１平面部との対向面に凹部が形成されていない場合には、複数の貫通孔が形成される第１平面部の強度が第２平面部の強度よりも低くなるため、アームは、内部の圧力によって、アームの第２平面部側よりもアームの第１平面部側が外側に向かって大きく膨らむように変形しやすくなるが、本発明（第１の発明）では、第２平面部の第１平面部との対向面に、複数の凹部が形成されており、第２平面部の強度を第１平面部の強度に近づけることが可能になるため、第１平面部側と第２平面部側との両外側に向かって略均等にアームが膨らむようにアームを変形させることが可能になる。したがって、本発明（第１の発明）では、第１平面部に複数の貫通孔が形成されていても、第１平面部と第２平面部との対向方向における一方側へ傾くようにアームが変形したり、振れるようにアームが変形したりするのを抑制することが可能になり、その結果、アームの先端側の位置精度を確保することが可能になる。

[0015] 本発明（第１の発明）において、第１平面部と第２平面部との対向方向から見たときに、貫通孔の内周面と凹部の内周面とが略一致していることが好

ましい。また、本発明（第１の発明）において、貫通孔は、円形状に形成され、凹部は、貫通孔の内径と内径の等しい円形状に形成されていることが好ましい。このように構成すると、第１平面部と第２平面部との対向方向の両外側に向かって均等にアームが膨らむようにアームを変形させやすくなる。したがって、第１平面部に複数の貫通孔が形成されていても、第１平面部と第２平面部との対向方向における一方側へ傾くようにアームが変形したり、振れるようにアームが変形したりするのを効果的に抑制することが可能になり、その結果、アームの先端側の位置精度を高めることが可能になる。

[0016] 本発明（第１の発明）において、内部空間は、貫通孔から挿入される切削用工具を用いた切削加工によって形成され、第１平面部と第２平面部と側面部とが一体となっていることが好ましい。このように構成すると、互いに別体で形成された第１平面部と第２平面部と側面部とが接合されることで内部空間が形成される場合と比較して、内部空間からの空気の流出を防止しやすくなる。また、このように構成すると、鋳物によって、第１平面部と第２平面部と側面部とが一体に形成されている場合と比較して、第１平面部、第２平面部および側面部から真空中へ放出されるガス（アウトガス）の放出量を低減することが可能になる。

[0017] 上記の課題を解決するため、本発明（第２の発明）の産業用ロボットは、本体部と、本体部にその基端側が回転可能に連結されるアームと、アームの先端側に回転可能に連結されるハンドとを備え、ハンドとアームとは、真空中に配置され、アームの全体は、中空状に形成され、アームの内部空間は、大気圧となっていることを特徴とする。

[0018] 本発明（第２の発明）の産業用ロボットでは、アームの全体が中空状に形成され、アームの内部空間が大気圧となっている。そのため、本発明（第２の発明）では、ハンドに搭載されて真空中で搬送される搬送対象物の温度が高くて、アームの内部からアームの全体を冷却して、アーム全体の温度上昇を抑制することが可能になる。したがって、本発明（第２の発明）では、ハンドに搭載されて真空中で搬送される搬送対象物の温度が高くて、アーム

ム全体の熱膨張を抑制することが可能になり、その結果、搬送対象物の目標到達位置からのずれを抑制して搬送対象物の搬送精度を高めることが可能になる。

[0019] また、本発明（第2の発明）では、アームの全体が中空状に形成され、アームの内部空間が大気圧となっているため、ハンドに搭載されて真空中で搬送される搬送対象物の温度が高くても、アームの内部に配置される全ての軸受の温度上昇を抑制して、これらの軸受の寿命の低下を抑制することが可能になる。また、本発明（第2の発明）では、アームの内部空間が大気圧となっているため、アームの内部に配置されるモータや減速機の潤滑剤として、真空グリース等の高価な潤滑剤ではなく、大気圧中で使用されるグリース等の潤滑剤を使用することが可能になる。したがって、本発明では、産業用ロボットの初期コストおよびランニングコストを低減することが可能になる。

[0020] 本発明（第2の発明）において、たとえば、アームは、互いに相対回動可能に連結される複数のアーム部によって構成され、複数のアーム部のそれぞれは、中空状に形成されている。この場合には、たとえば、アームは、本体部にその基端側が回動可能に連結されるアーム部としての第1アーム部と、第1アーム部の先端側にその基端側が回動可能に連結されるとともにその先端側にハンドが回動可能に連結されるアーム部としての第2アーム部とから構成されている。

[0021] 本発明（第2の発明）において、産業用ロボットは、第1アーム部に対して第2アーム部を回動させるための第1モータと、第2アーム部に対してハンドを回動させるための第2モータと、第1モータの回転を減速して第2アーム部に伝達する第1減速機と、第2モータの回転を減速してハンドに伝達する第2減速機とを備え、第1減速機は、第1アーム部と第2アーム部とを繋ぐ第1関節部の少なくとも一部を構成するとともに第1アーム部の内部に配置され、第2減速機は、第2アーム部とハンドとを繋ぐ第2関節部の少なくとも一部を構成するとともに第2アーム部の内部に配置されていることが好ましい。また、この場合には、第1モータおよび第2モータは、第1アーム部と第2アーム部とを繋ぐ第1関節部の少なくとも一部を構成するとともに第1アーム部の内部に配置されていることが好ましい。

ム部の内部に配置されていることが好ましい。

[0022] このように構成すると、第1減速機が第1関節部の少なくとも一部を構成し、第2減速機が第2関節部の少なくとも一部を構成しているため、第1関節部および第2関節部の剛性を高めることが可能になる。また、このように構成すると、第1モータおよび第2モータが第1アーム部の内部に配置されているため、第2アームを小型化することが可能になる。ここで、第2モータが第1アーム部の内部に配置されていると、第2モータからハンドまでの動力の伝達経路が長くなるが、このように構成すると、第2減速機が第2関節部の少なくとも一部を構成しているため、第2減速機の出力側にハンドを直接固定することが可能になる。したがって、たとえば、第2減速機が第1関節部を構成するように配置され、第2減速機とハンドとがベルトおよびプーリを介して接続される場合と比較して、ハンドの停止精度を高めることが可能になり、その結果、搬送対象物の搬送精度を高めることが可能になる。

[0023] 本発明（第2の発明）において、産業用ロボットは、アームの内部空間に配置される冷却機構を備えることが好ましい。このように構成すると、アームの内部からアームの全体を効果的に冷却して、アーム全体の温度上昇を効果的に抑制することが可能になる。

発明の効果

[0024] 以上のように、本発明（第1の発明）では、真空中に配置されるとともにその内部空間の少なくとも一部が大気圧となっているアームを有する産業用ロボットにおいて、産業用ロボットが大型化しても、アームの内部空間の気密性を確保するためのシール部材を取り付ける際の作業ミスを低減することが可能になる。

[0025] 以上のように、本発明（第2の発明）の産業用ロボットでは、ハンドに搭載されて真空中で搬送される搬送対象物の温度が高くても、搬送対象物の目標到達位置からのずれを抑制して搬送対象物の搬送精度を高めること、および、初期コストおよびランニングコストを低減することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の実施の形態にかかる産業用ロボットが有機ＥＬディスプレイの製造システムに組み込まれた状態を示す平面図である。

[図2]図１に示す産業用ロボットの図であり、（Ａ）は平面図、（Ｂ）は側面図である。

[図3]図２に示す産業用ロボットの内部構造を側面から説明するための断面図である。

[図4]図３に示す第１アーム部および関節部の拡大図である。

[図5]図３に示す第２アーム部および関節部の拡大図である。

[図6]図５に示す第２アーム部のアーム部本体の図であり、（Ａ）は平面図、（Ｂ）は（Ａ）のＥ－Ｅ断面の断面図である。

[図7]図６（Ａ）のＦ部の拡大図である。

[図8]図６（Ｂ）のＧ部の拡大図である。

[図9]図１に示すプロセスチャンバーから基板を搬出して他のプロセスチャンバーへ搬入する際の産業用ロボットの動きを説明するための図である。

[図10]図１に示すプロセスチャンバーへ基板を搬入する際の産業用ロボットの動きを説明するための図である。

[図11]本発明の他の実施の形態にかかる産業用ロボットの平面図である。

[図12]本発明の他の実施の形態にかかる産業用ロボットの平面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態を説明する。

[0028] （産業用ロボットの概略構成）

図１は、本発明の実施の形態にかかる産業用ロボット１が有機ＥＬディスプレイの製造システム３に組み込まれた状態を示す平面図である。図２は、図１に示す産業用ロボット１の図であり、（Ａ）は平面図、（Ｂ）は側面図である。図３は、図２に示す産業用ロボット１の内部構造を側面から説明するための断面図である。

[0029] 本形態の産業用ロボット１（以下、「ロボット１」とする。）は、搬送対象物である有機ＥＬ（有機エレクトロルミネッセンス）ディスプレイ用のガ

ラス基板 2（以下、「基板 2」とする。）を搬送するためのロボットである。このロボット 1 は、比較的大型の基板 2 の搬送に適したロボットである。ロボット 1 は、図 1 に示すように、有機 EL ディスプレイの製造システム 3 に組み込まれて使用される。

[0030] 製造システム 3 は、中心に配置されるトランスファーチャンバー 4（以下、「チャンバー 4」とする。）と、チャンバー 4 を囲むように配置される複数のプロセスチャンバー 5～10（以下、「チャンバー 5～10」とする。）とを備えている。チャンバー 4 およびチャンバー 5～10 の内部は、真空になっている。チャンバー 4 の内部には、ロボット 1 の一部が配置されている。ロボット 1 を構成する後述のフォーク部 21 がチャンバー 5～10 内に入り込むことで、ロボット 1 は、チャンバー 5～10 間で基板 2 を搬送する。すなわち、ロボット 1 は、真空中で基板 2 を搬送する。チャンバー 5～10 には、各種の装置等が配置されており、ロボット 1 で搬送された基板 2 が収容される。また、チャンバー 5～10 では、基板 2 に対して各種の処理が行われる。製造システム 3 のより具体的な構成については後述する。

[0031] 図 2、図 3 に示すように、ロボット 1 は、基板 2 が搭載されるハンド 13 と、ハンド 13 がその先端側に回動可能に連結されるアーム 14 と、アーム 14 の基端側が回動可能に連結される本体部 15 と、本体部 15 を昇降させる昇降機構 16 とを備えている。本体部 15 および昇降機構 16 は、略有底円筒状のケース体 17 の中に収容されている。ケース体 17 の上端には、円板状に形成されたフランジ 18 が固定されている。フランジ 18 には、本体部 15 の上端側部分が配置される貫通孔が形成されている。なお、図 2（A）では、本体部 15、昇降機構 16 およびケース体 17 等の図示を省略している。

[0032] ハンド 13 およびアーム 14 は、本体部 15 の上側に配置されている。また、ハンド 13 およびアーム 14 は、フランジ 18 の上側に配置されている。上述のように、ロボット 1 の一部は、チャンバー 4 の内部に配置されている。具体的には、ロボット 1 の、フランジ 18 の下端面よりも上側の部分が

チャンバー４の内部に配置されている。すなわち、ロボット１の、フランジ１８の下端面よりも上側の部分は、真空領域ＶＲの中に配置されており、ハンド１３およびアーム１４は、真空中に配置されている。一方、ロボット１の、フランジ１８の下端面よりも下側の部分は、大気領域ＡＲの中（大気中）に配置されている。

[0033] ハンド１３は、アーム１４に連結される基部２０と、基板２が搭載される４本のフォーク部２１とを備えている。フォーク部２１は、直線状に形成されている。４本のフォーク部２１のうちの２本のフォーク部２１は、互いに所定の間隔をあけた状態で平行に配置されている。この２本のフォーク部２１は、基部２０から水平方向の一方側へ突出するように基部２０に固定されている。残りの２本のフォーク部２１は、基部２０から水平方向の一方側へ突出する２本のフォーク部２１と反対側に向かって基部２０から突出するように基部２０に固定されている。

[0034] アーム１４は、第１アーム部２３と第２アーム部２４との２個のアーム部によって構成されている。第１アーム部２３および第２アーム部２４は、中空状に形成されている。すなわち、アーム１４の全体は、中空状に形成されている。第１アーム部２３の基端側は、本体部１５に回動可能に連結されている。第１アーム部２３の先端側には、第２アーム部２４の基端側が回動可能に連結されている。すなわち、第１アーム部２３と第２アーム部２４は互いに相対回動可能に連結されている。第２アーム部２４の先端側には、ハンド１３が回動可能に連結されている。

[0035] アーム１４と本体部１５との連結部（すなわち、第１アーム部２３と本体部１５との連結部）は、関節部２５となっている。第１アーム部２３と第２アーム部２４との連結部は、関節部２６となっている。アーム１４とハンド１３との連結部（すなわち、第２アーム部２４とハンド１３との連結部）は、関節部２７となっている。第１アーム部２３に対する第２アーム部２４の回動中心と本体部１５に対する第１アーム部２３の回動中心との距離は、第１アーム部２３に対する第２アーム部２４の回動中心と第２アーム部２４に

対するハンド 13 の回動中心との距離と等しくなっている。本形態では、関節部 26 は、第 1 アーム部 23 と第 2 アーム部 24 とを繋ぐ第 1 関節部であり、関節部 27 は、第 2 アーム部 24 とハンド 13 とを繋ぐ第 2 関節部である。

[0036] 第 1 アーム部 23 は、本体部 15 から水平方向の一方側へ伸びるように、本体部 15 に取り付けられている。第 1 アーム部 23 には、第 1 アーム部 23 が伸びる方向と反対側（すなわち、水平方向の他方側）へ本体部 15 から伸びるカウンターウエイト 28 が取り付けられている。第 2 アーム部 24 は、第 1 アーム部 23 よりも上側に配置されている。また、ハンド 13 は、第 2 アーム部 24 よりも上側に配置されている。

[0037] 本体部 15 には、本体部 15 に対して第 1 アーム部 23 を回動させるためのモータ 31 が取り付けられている。また、本体部 15 は、第 1 アーム部 23 の基端側が固定される中空回転軸 32 と、モータ 31 の回転を減速して第 1 アーム部 23 に伝達する減速機 33 と、減速機 33 のケース体を保持するとともに中空回転軸 32 を回動可能に保持する略円筒状の保持部材 34 とを備えている。

[0038] 減速機 33 は、その径方向の中心に貫通孔が形成された中空減速機である。この減速機 33 は、その貫通孔の軸中心と中空回転軸 32 の軸中心とが一致するように配置されている。減速機 33 の入力側には、プーリおよびベルトを介してモータ 31 が連結されている。減速機 33 の出力側には、中空回転軸 32 の下端が固定されている。中空回転軸 32 の上端には、第 1 アーム部 23 の基端側の下面が固定されている。中空回転軸 32 は、保持部材 34 の内周側に配置されており、中空回転軸 32 の外周面と保持部材 34 の内周面との間には軸受が配置されている。

[0039] 関節部 25 には、真空領域 V R への空気の流出を防ぐ磁性流体シール 35 が配置されている。磁性流体シール 35 は、中空回転軸 32 の外周面と保持部材 34 の内周面との間に配置されている。また、関節部 25 には、真空領域 V R への空気の流出を防ぐためのペローズ 36 が配置されている。具体的

には、磁性流体シール 35 の外周側であって、かつ、保持部材 34 の外周側にベローズ 36 が配置されている。ベローズ 36 の下端は、保持部材 34 に固定され、ベローズ 36 の上端は、フランジ 18 に固定されている。昇降機構 16 を構成する後述のモータ 40 が回転して本体部 15 が昇降すると、ベローズ 36 が伸縮する。

[0040] 昇降機構 16 は、上下方向を軸方向として配置されるネジ部材 38 と、ネジ部材 38 に係合するナット部材 39 と、ネジ部材 38 を回転させるモータ 40 とを備えている。ネジ部材 38 は、ケース体 17 の底面側に回転可能に取り付けられている。モータ 40 は、ケース体 17 の底面側に取り付けられている。ネジ部材 38 は、プーリおよびベルトを介してモータ 40 に連結されている。ナット部材 39 は、所定のブラケットを介して本体部 15 に取り付けられている。本形態では、モータ 40 が回転すると、ネジ部材 38 が回転して、本体部 15 がナット部材 39 と一緒に昇降する。なお、昇降機構 16 は、本体部 15 を上下方向へ案内するためのガイド軸と、このガイド軸に係合して上下方向へスライドするガイドブロックとを備えている。

[0041] (第 1 アーム部、第 2 アーム部の内部の構成および関節部の構成)

図 4 は、図 3 に示す第 1 アーム部 23 および関節部 26 の拡大図である。

図 5 は、図 3 に示す第 2 アーム部 24 および関節部 27 の拡大図である。

[0042] 上述のように、第 1 アーム部 23 および第 2 アーム部 24 は、中空状に形成されている。中空状に形成される第 1 アーム部 23 の内部空間 45 には、第 1 アーム部 23 に対して第 2 アーム部 24 を回動させるための第 1 モータとしてのモータ 46 と、第 2 アーム部 24 に対してハンド 13 を回動させるための第 2 モータとしてのモータ 47 とが配置されている。関節部 26 は、モータ 46 の回転を減速して第 2 アーム部 24 に伝達する第 1 減速機としての減速機 48 を備えている。減速機 48 は、その径方向の中心に貫通孔が形成された中空減速機である。また、関節部 26 は、中空回転軸 50 と、中空回転軸 50 の外周側に、かつ、中空回転軸 50 と同軸上に配置される中空回転軸 51 とを備えている。なお、中空回転軸 50 の外周面と中空回転軸 51

の内周面との間には、軸受が配置されている。

[0043] 減速機 4 8 の入力側には、プーリ 5 2、5 3 およびベルト 5 4 を介してモータ 4 6 が連結されている。減速機 4 8 の出力側には、中空回転軸 5 1 の下端が固定されている。減速機 4 8 は、その貫通孔の軸中心と中空回転軸 5 1 の軸中心とが一致するように配置されている。中空回転軸 5 1 の上端は、第 2 アーム部 2 4 の基端側の下面に固定されている。減速機 4 8 のケース体は、略円筒状に形成される保持部材 5 5 に固定されている。保持部材 5 5 は、第 1 アーム部 2 3 の先端側に固定されている。また、保持部材 5 5 は、中空回転軸 5 1 の外周側に配置されている。モータ 4 6 が回転すると、プーリ 5 2、5 3、ベルト 5 4 および減速機 4 8 等を介してモータ 4 6 の動力が第 2 アーム部 2 4 の基端側に伝達されて、第 2 アーム部 2 4 が回転する。

[0044] 中空回転軸 5 0 の下端側には、プーリ 5 7 が固定されている。モータ 4 7 の出力軸には、プーリ 5 8 が固定されている。プーリ 5 7 とプーリ 5 8 とには、ベルト 5 9 が架け渡されている。中空回転軸 5 0 の上端には、プーリ 6 0 が固定されている。プーリ 6 0 は、中空状に形成される第 2 アーム部 2 4 の基端側の内部に配置されている。関節部 2 7 は、モータ 4 7 の回転を減速してハンド 1 3 に伝達する第 2 減速機としての減速機 6 1 と、中空回転軸 6 2 とを備えている。減速機 6 1 は、その径方向の中心に貫通孔が形成された中空減速機である。

[0045] 減速機 6 1 の入力側には、プーリ 6 3 が固定されている。プーリ 6 0 とプーリ 6 3 とには、ベルト 6 4 が架け渡されている。減速機 6 1 の出力側には、中空回転軸 6 2 の下端が固定されている。減速機 6 1 は、その貫通孔の軸中心と中空回転軸 6 2 の軸中心とが一致するように配置されている。中空回転軸 6 2 の上端は、ハンド 1 3 の基部 2 0 の下面に固定されている。減速機 6 1 のケース体は、略円筒状に形成される保持部材 6 5 に固定されている。保持部材 6 5 は、第 2 アーム部 2 4 の先端側に固定されている。また、保持部材 6 5 は、中空回転軸 6 2 の外周側に配置されている。モータ 4 7 が回転すると、プーリ 5 7、5 8、6 0、6 3、ベルト 5 9、6 4 および減速機 6

1等を介してモータ47の動力がハンド13の基部20に伝達されて、ハンド13が回転する。

[0046] 第1アーム部23の内部空間45は密閉されており、内部空間45の圧力は大気圧となっている。また、第2アーム部24の内部空間66も密閉されており、内部空間66の圧力も大気圧となっている。すなわち、アーム14の内部空間45、66は、大気圧となっている。なお、内部空間45と内部空間66とは、中空回転軸50の内周側を介して通じている。また、第1アーム部23の基端側の下面には、中空回転軸32の内周側に通じる貫通孔（図示省略）が形成されており、内部空間45は、大気圧となっている本体部15の内部に通じている。

[0047] 上述のように、モータ46、47は、内部空間45に配置されている。また、減速機48は、第1アーム部23の先端側において、内部空間45に配置され、減速機61は、第2アーム部24の先端側において、内部空間66に配置されている。すなわち、モータ46、47および減速機48、61は、大気中に配置されている。モータ46には、モータ46を冷却するための冷却用パイプ70が巻回されている。この冷却用パイプ70には、圧縮空気が供給可能となっており、冷却用パイプ70の内部を通過する圧縮空気によって、モータ46が冷却される。なお、本形態では、モータ47の発熱量はモータ46の発熱量に比べて小さいため、モータ47には、冷却用パイプが巻回されていない。

[0048] 関節部26には、内部空間45の密閉状態を確保するための磁性流体シール71が配置され、関節部27には、内部空間66の密閉状態を確保するための磁性流体シール72が配置されている。すなわち、関節部26には、内部空間45から真空領域VRへの空気の流出を防ぐ磁性流体シール71が配置され、関節部27には、内部空間66から真空領域VRへの空気の流出を防ぐ磁性流体シール72が配置されている。磁性流体シール71は、中空回転軸51の外周面と保持部材55の内周面との間に配置され、磁性流体シール72は、中空回転軸62の外周面と保持部材65の内周面との間に配置さ

れている。なお、内部空間 66 には、ベルト 64 の張力を調整するためのテンションプーリ 73 が配置されている。

[0049] (第 1 アーム部および第 2 アーム部の構成)

図 6 は、図 5 に示す第 2 アーム部 24 のアーム部本体 80 の図であり、(A) は平面図、(B) は (A) の E-E 断面の断面図である。図 7 は、図 6 (A) の F 部の拡大図である。図 8 は、図 6 (B) の G 部の拡大図である。

[0050] 第 2 アーム部 24 は、アーム部本体 80 と複数の蓋部材 81 とを備えている。アーム部本体 80 は、アーム部本体 80 の上面を構成する上面部 80a と、アーム部本体 80 の下面を構成するとともに上面部 80a と所定の隙間を介して略平行に対向配置される下面部 80b と、上面部 80a の外周端と下面部 80b の外周端とを繋ぐ側面部 80c とから構成されている。上面部 80a および下面部 80b は、細長い略長円形の平板状に形成されており、上下方向で対向している。側面部 80c は、上下方向から見たときの形状が細長い略長円形状となる筒状に形成されている。上面部 80a と下面部 80b と側面部 80c とによって囲まれた空間は、内部空間 66 となっている。本形態の上面部 80a は、第 1 平面部であり、下面部 80b は、第 2 平面部である。以下の説明では、上面部 80a および下面部 80b の、第 2 アーム部 24 の基端側を「基端側」とし、上面部 80a および下面部 80b の、第 2 アーム部 24 の先端側を「先端側」とする。

[0051] 上面部 80a の先端側には、中空回転軸 62 や保持部材 65 が挿通される挿通孔 80d が形成されている。上面部 80a の基端側には、関節部 26 を組み立てるための作業用孔 80e が形成されている。挿通孔 80d および作業用孔 80e は、上面部 80a を貫通する丸孔状に形成されている。上面部 80a の、挿通孔 80d と作業用孔 80e との間には、内部空間 66 に通じる複数の貫通孔 80f が形成されている。本形態では、4 個の貫通孔 80f が一定のピッチで上面部 80a に形成されている。貫通孔 80f は、丸孔状に形成されている。すなわち、貫通孔 80f は、円形状に形成されている。また、本形態では、作業用孔 80e の内径と貫通孔 80f の内径とが等しく

なっている。

[0052] 上面部80aの上面には、円環状の溝部80gが下側へ窪むように形成されている。本形態では、5個の溝部80gが形成されている。5個の溝部80gのうちの4個の溝部80gのそれぞれは、4個の貫通孔80fのそれぞれを囲むように形成され、残りの1個の溝部80gは、作業用孔80eを囲むように形成されている。

[0053] 下面部80bの基端側には、中空回転軸50が挿通される挿通孔80kが形成されている。下面部80bの先端側には、関節部27を組み立てるための作業用孔80mが形成されている。挿通孔80kおよび作業用孔80mは、下面部80bを貫通する丸孔状に形成されている。挿通孔80kは、上面部80aに形成される作業用孔80eの下側に形成され、作業用孔80mは、上面部80aに形成される挿通孔80dの下側に形成されている。

[0054] 下面部80bの上面（すなわち、上面部80aとの対向面）には、下側へ窪む複数の凹部80nが形成されている。凹部80nは、下面部80bを貫通しないように形成されている。本形態では、4個の凹部80nが一定のピッチで形成されている。凹部80nは、円形状に形成されている。具体的には、凹部80nは、貫通孔80fの内径と内径の等しい円形状に形成されている。4個の凹部80nは、4個の貫通孔80fのピッチと同じピッチで形成されている。また、凹部80nは、上下方向から見たときに、貫通孔80fと重なるように形成されており、上下方向から見たときに、貫通孔80fの内周面と凹部80nの内周面とが略一致している。なお、最も基端側に配置される凹部80nには、テンションプーリ73を取り付けるための取付座80pが形成されている。

[0055] アーム部本体80は、アルミニウム合金で形成されている。このアーム部本体80は、アルミニウム合金のブロックを切削加工することで形成されており、上面部80aと下面部80bと側面部80cとは一体となっている。すなわち、内部空間66は、貫通孔80f、挿通孔80d、80kおよび作業用孔80e、80mから挿入される切削工具を用いた切削加工によって形

成されており、切削加工によって内部空間 66 が形成されることで、上面部 80 a、下面部 80 b および側面部 80 c も形成される。

[0056] 蓋部材 81 は、貫通孔 80 f の内径よりも外径の大きな円板状に形成されている。蓋部材 81 の外径は、円環状に形成される溝部 80 g の外径よりも大きくなっている。蓋部材 81 は、貫通孔 80 f を塞ぐように上面部 80 a の上面に固定されている。上面部 80 a と蓋部材 81 との間には、内部空間 66 からの空気の流出を防止する環状のシール部材（図示省略）が配置されている。このシール部材は、貫通孔 80 f を囲むように形成される溝部 80 g に嵌め込まれている。

[0057] 作業用孔 80 e は、蓋部材 81 と同形状に形成される蓋部材 82 によって覆われている。すなわち、蓋部材 82 は、作業用孔 80 e を塞ぐように上面部 80 a の上面に固定されている。上面部 80 a と蓋部材 82 との間には、内部空間 66 からの空気の流出を防止する環状のシール部材（図示省略）が配置されている。このシール部材は、作業用孔 80 e を囲むように形成される溝部 80 g に嵌め込まれている。下面部 80 b の下面には、作業用孔 80 m を塞ぐように円板状の蓋部材 83 が固定されている。下面部 80 b と蓋部材 83 との間には、内部空間 66 からの空気の流出を防止する環状のシール部材（図示省略）が配置されている。このシール部材は、蓋部材 83 の外周側に形成される円環状の溝部に嵌め込まれている。

[0058] 第 1 アーム部 23 は、第 2 アーム部 24 と同様に、アーム部本体 85 と複数の蓋部材 86 とを備えている。アーム部本体 85 は、図 4 に示すように、アーム部本体 85 の上面を構成する上面部 85 a と、アーム部本体 85 の下面を構成するとともに上面部 85 a と所定の隙間を介して略平行に対向配置される下面部 85 b と、上面部 85 a の外周端と下面部 85 b の外周端とを繋ぐ側面部 85 c とから構成されている。上面部 85 a および下面部 85 b は、細長い略長円形の平板状に形成されている。側面部 85 c は、上下方向から見たときの形状が細長い略長円形状となる筒状に形成されている。上面部 85 a と下面部 85 b と側面部 85 c とによって囲まれた空間は、内部空

間45となっている。本形態の上面部85aは、第1平面部であり、下面部85bは、第2平面部である。以下の説明では、上面部85aおよび下面部85bの、第1アーム部23の基端側を「基端側」とし、上面部85aおよび下面部85bの、第1アーム部23の先端側を「先端側」とする。

[0059] 上面部85aの先端側には、中空回転軸50、51や保持部材55が挿通される挿通孔85dが形成されている。また、上面部85aの先端側には、モータ46、47を取り付けるための作業用孔85eが形成され、上面部85aの基端側には、関節部25を組み立てるための作業用孔85fが形成されている。挿通孔85dおよび作業用孔85e、85fは、上面部85aを貫通する丸孔状に形成されている。

[0060] 上面部85aの、作業用孔85eと作業用孔85fとの間には、内部空間45に通じる複数の貫通孔85gが形成されている。本形態では、2個の貫通孔85gが所定のピッチで上面部85aに形成されている。貫通孔85gは、丸孔状に形成されている。すなわち、貫通孔85gは、円形状に形成されている。また、本形態では、作業用孔85e、85fの内径と貫通孔85gの内径とが等しくなっている。上面部85aの上面には、円環状の溝部が下側へ窪むように形成されている。本形態では、5個の溝部が形成されている。5個の溝部のそれぞれは、挿通孔85d、作業用孔85e、85fおよび2個の貫通孔85gのそれぞれを囲むように形成されている。

[0061] 下面部85bの先端側には、関節部26を組み立てたり、モータ46、47を取り付けたりするための作業用孔85mが形成されている。作業用孔85mは、下面部85bを貫通する丸孔状に形成されている。また、作業用孔85mは、上面部85aに形成される挿通孔85dおよび作業用孔85eの下側に形成されている。

[0062] 下面部85bの上面（すなわち、上面部85aとの対向面）には、下側へ窪む複数の凹部85nが形成されている。凹部85nは、下面部85bを貫通しないように形成されている。本形態では、2個の凹部85nが所定のピッチで形成されている。凹部85nは、円形状に形成されている。具体的に

は、凹部 85 n は、貫通孔 85 g の内径と内径の等しい円形状に形成されている。2 個の凹部 85 n は、2 個の貫通孔 85 g のピッチと同じピッチで形成されている。また、凹部 85 n は、上下方向から見たときに、貫通孔 85 g と重なるように形成されており、上下方向から見たときに、貫通孔 85 g の内周面と凹部 85 n の内周面とが略一致している。

[0063] アーム部本体 85 は、アーム部本体 80 と同様に、アルミニウム合金のブロックを切削加工することで形成されており、上面部 85 a と下面部 85 b と側面部 85 c とは一体となっている。すなわち、内部空間 45 は、貫通孔 85 g、挿通孔 85 d および作業用孔 85 e、85 f、85 m から挿入される切削工具を用いた切削加工によって形成されており、切削加工によって内部空間 45 が形成されることで、上面部 85 a、下面部 85 b および側面部 85 c も形成される。

[0064] 蓋部材 86 は、貫通孔 85 g の内径よりも外径の大きな円板状に形成されている。蓋部材 86 の外径は、上面部 85 a の上面に形成される円環状の溝部の外径よりも大きくなっている。蓋部材 86 は、貫通孔 85 g を塞ぐように上面部 85 a の上面に固定されている。上面部 85 a と蓋部材 86 との間には、内部空間 45 からの空気の流出を防止する環状のシール部材（図示省略）が配置されている。このシール部材は、貫通孔 85 g を囲むように形成される溝部に嵌め込まれている。

[0065] また、上面部 85 a の上面には、蓋部材 86 と同形状に形成される蓋部材 87 が作業用孔 85 f を塞ぐように固定されている。上面部 85 a と蓋部材 87 との間には、内部空間 45 からの空気の流出を防止する環状のシール部材（図示省略）が配置されている。このシール部材は、作業用孔 85 f を囲むように形成される溝部に嵌め込まれている。また、上面部 85 a の上面には、略有底円筒状に形成される蓋部材 88 が作業用孔 85 e を塞ぐように固定されている。上面部 85 a と蓋部材 88 との間には、内部空間 45 からの空気の流出を防止する環状のシール部材（図示省略）が配置されている。このシール部材は、作業用孔 85 e を囲むように形成される溝部に嵌め込まれ

ている。

[0066] 下面部 8 5 b の下面には、作業用孔 8 5 m を塞ぐように円板状の蓋部材 8 9 が固定されている。下面部 8 5 b と蓋部材 8 9 との間には、内部空間 4 5 からの空気の流出を防止する環状のシール部材（図示省略）が配置されている。このシール部材は、蓋部材 8 9 の外周側に形成される円環状の溝部に嵌め込まれている。

[0067] （製造システムの構成）

上述のように、製造システム 3 は、チャンバー 4 を囲むように配置される複数のチャンバー 5 ～ 1 0 を備えている。本形態の製造システム 3 では、チャンバー 4 を囲むように 6 個のチャンバー 5 ～ 1 0 が配置されている。以下では、図 1 において、互いに直交する 3 つの方向のそれぞれを X 方向、Y 方向および Z 方向とする。ロボット 1 は、その上下方向が Z 方向と一致するように配置されている。したがって、以下では、Z 方向を上下方向とする。また、以下では、X 1 方向側を「右」側、X 2 方向側を「左」側、Y 1 方向側を「前」側、Y 2 方向側を「後（後ろ）」側とする。

[0068] チャンバー 4 は、上下方向から見たときの形状が略八角形状となるように形成されている。チャンバー 5 は、チャンバー 4 の左端に繋がるように配置され、チャンバー 6 は、チャンバー 4 の右端に繋がるように配置されている。また、チャンバー 7 およびチャンバー 8 は、チャンバー 4 の後端に繋がるように配置されている。チャンバー 7 とチャンバー 8 とは、左右方向で隣接している。本形態では、チャンバー 7 が左側に配置され、チャンバー 8 が右側に配置されている。さらに、チャンバー 9 およびチャンバー 1 0 は、チャンバー 4 の前端に繋がるように配置されている。チャンバー 9 とチャンバー 1 0 とは、左右方向で隣接している。本形態では、チャンバー 9 が左側に配置され、チャンバー 1 0 が右側に配置されている。

[0069] チャンバー 5、6 は、上下方向から見たときに、本体部 1 5 に対する第 1 アーム部 2 3 の回動中心 C 1 を通過する左右方向に平行な仮想線がチャンバー 5、6 の前後方向の中心位置を通過するように配置されている。チャンバ

ー 7、8 は、回動中心 C 1 を通過する前後方向に平行な仮想線がチャンバー 7、8 間の左右方向の中心位置を通過するように配置されている。すなわち、左右方向におけるチャンバー 7、8 の中心位置は、回動中心 C 1 に対してオフセットしている。同様に、チャンバー 9、10 は、回動中心 C 1 を通過する前後方向に平行な仮想線がチャンバー 9、10 間の左右方向の中心位置を通過するように配置されている。すなわち、左右方向におけるチャンバー 9、10 の中心位置は、回動中心 C 1 に対してオフセットしている。また、左右方向において、チャンバー 7 とチャンバー 9 とが同じ位置に配置され、チャンバー 8 とチャンバー 10 とが同じ位置に配置されている。

[0070] (産業用ロボットの概略動作)

図 9 は、図 1 に示すプロセスチャンバー 5 から基板 2 を搬出してプロセスチャンバー 6 へ基板 2 を搬入する際の産業用ロボット 1 の動きを説明するための図である。図 10 は、図 1 に示すプロセスチャンバー 7 へ基板 2 を搬入する際の産業用ロボット 1 の動きを説明するための図である。

[0071] ロボット 1 は、モータ 31、40、46、47 を駆動させて、チャンバー 5 ～ 10 間で基板 2 を搬送する。たとえば、図 9 に示すように、ロボット 1 は、チャンバー 5 から基板 2 を搬出してチャンバー 6 へ基板 2 を搬入する。すなわち、ロボット 1 は、図 9 (A) に示すように、アーム 14 を伸ばしてチャンバー 5 内で基板 2 を搭載した後、図 9 (B) に示すように、第 1 アーム部 23 と第 2 アーム部 24 とが上下方向で重なるまでアーム 14 を縮めてチャンバー 5 から基板 2 を搬出する。その後、ロボット 1 は、ハンド 13 を 180° 回動させてから、アーム 14 を伸ばして、図 9 (C) に示すように、チャンバー 6 へ基板 2 を搬入する。

[0072] また、たとえば、ロボット 1 は、チャンバー 5 から搬出された基板 2 をチャンバー 7 へ搬入する (図 10 参照)。このときには、ロボット 1 は、まず、図 10 (A) に示すように、アーム 14 を縮めた状態から、モータ 31、46、47 を駆動させて、図 10 (B) に示すように、フォーク部 21 が前後方向と平行になるとともに基板 2 がハンド 13 の後端側に配置されるよう

に、かつ、左右方向において、第2アーム部24に対するハンド13の回動中心C2と左右方向におけるチャンバー7の中心とが略一致するように、ハンド13、第1アーム部23および第2アーム部24を回動させる。その後、ロボット1は、アーム14を伸ばして、図10(C)に示すように、チャンバー7へ基板2を搬入する。

[0073] 同様に、ロボット1は、たとえば、チャンバー5から搬出された基板2をチャンバー9へ搬入する。このときには、ロボット1は、まず、アーム14を縮めた状態から、モータ31、46、47を駆動させて、フォーク部21が前後方向と平行になるとともに基板2がハンド13の前端側に配置されるように、かつ、左右方向において、回動中心C2と左右方向におけるチャンバー9の中心とが略一致するように、ハンド13、第1アーム部23および第2アーム部24を回動させる。その後、ロボット1は、アーム14を伸ばして、チャンバー9へ基板2を搬入する。

[0074] また、ロボット1は、たとえば、チャンバー5から搬出された基板2をチャンバー8へ搬入する。このときには、ロボット1は、まず、アーム14を縮めた状態から、モータ31、46、47を駆動させて、フォーク部21が前後方向と平行になるとともに基板2がハンド13の後端側に配置されるように、かつ、左右方向において、回動中心C2と左右方向におけるチャンバー8の中心とが略一致するように、ハンド13、第1アーム部23および第2アーム部24を回動させる。その後、ロボット1は、アーム14を伸ばして、チャンバー8へ基板2を搬入する。

[0075] さらに、ロボット1は、たとえば、チャンバー5から搬出された基板2をチャンバー10へ搬入する。このときには、ロボット1は、まず、アーム14を縮めた状態から、モータ31、46、47を駆動させて、フォーク部21が前後方向と平行になるとともに基板2がハンド13の前端側に配置されるように、かつ、左右方向において、回動中心C2と左右方向におけるチャンバー10の中心とが略一致するように、ハンド13、第1アーム部23および第2アーム部24を回動させる。その後、ロボット1は、アーム14を

伸ばして、チャンバー１０へ基板２を搬入する。

[0076] 基板２の搬出時および搬入時には、ハンド１３および第１アーム部２３は、本体部１５に対する第１アーム部２３の回動角度と、第２アーム部２４に対するハンド１３の回動角度が等しく、かつ、本体部１５に対する第１アーム部２３の回動方向と、第２アーム部２４に対するハンド１３の回動方向とが逆方向となるように回動する。すなわち、モータ３１、４７は、本体部１５に対する第１アーム部２３の回動角度と、第２アーム部２４に対するハンド１３の回動角度が等しく、かつ、本体部１５に対する第１アーム部２３の回動方向と、第２アーム部２４に対するハンド１３の回動方向とが逆方向となるように回転する。そのため、基板２の搬出時および搬入時におけるハンド１３の向きが一定に保たれる。

[0077] (本形態の主な効果)

以上説明したように、（第１の発明にかかる）本形態では、アーム部本体８０に複数の貫通孔８０ｆが形成されており、貫通孔８０ｆを塞ぐ蓋部材８１とアーム部本体８０の上面部８０ａとの間に、大気圧となっている内部空間６６からの空気の流出を防止する環状のシール部材が配置されている。そのため、本形態では、ロボット１が大型化して第２アーム部２４が大型化しても、複数のシール部材のそれぞれの大きさを小さくすることが可能になり、その結果、第２アーム部２４を組み立てる際にシール部材を容易に取り扱うことが可能になる。同様に、本形態では、アーム部本体８５に複数の貫通孔８５ｇが形成されており、貫通孔８５ｇを塞ぐ蓋部材８６とアーム部本体８５の上面部８５ａとの間に、大気圧となっている内部空間４５からの空気の流出を防止する環状のシール部材が配置されている。そのため、本形態では、ロボット１が大型化して第１アーム部２３が大型化しても、複数のシール部材のそれぞれの大きさを小さくすることが可能になり、その結果、第１アーム部２３を組み立てる際にシール部材を容易に取り扱うことが可能になる。したがって、本形態では、ロボット１が大型化しても、アーム１４の内部空間４５、６６の気密性を確保するためのシール部材を取り付ける際の作

業ミスを低減することが可能になる。

[0078] ここで、（第１の発明にかかる）本形態では、真空中に配置される第２アーム部２４の内部空間６６が大気圧となっているため、中空状に形成される第２アーム部２４は、内部の圧力によって外側に膨らむように変形するが、本形態では、アーム部本体８０の下面部８０ｂの上面に、上下方向から見たときに貫通孔８０ｆと重なる凹部８０ｎが形成されているため、上下両側に向かって略均等に第２アーム部２４が膨らむように第２アーム部２４を変形させることが可能になる。

[0079] すなわち、下面部８０ｂの上面に凹部８０ｎが形成されていない場合には、複数の貫通孔８０ｆが形成される上面部８０ａの強度が下面部８０ｂの強度よりも低くなるため、第２アーム部２４は、内部の圧力によって、下側よりも上側が大きく膨らむように変形しやすくなるが、本形態では、下面部８０ｂの上面に凹部８０ｎが形成されており、下面部８０ｂの強度を上面部８０ａの強度に近づけることが可能になるため、上下両側に向かって略均等に第２アーム部２４が膨らむように第２アーム部２４を変形させることが可能になる。したがって、本形態では、上面部８０ａに複数の貫通孔８０ｆが形成されていても、上下方向の一方側へ傾くように第２アーム部２４が変形したり、振れるように第２アーム部２４が変形したりするのを抑制することが可能になる。

[0080] 同様に、（第１の発明にかかる）本形態では、真空中に配置される第１アーム部２３の内部空間４５が大気圧となっているため、中空状に形成される第１アーム部２３は、内部の圧力によって外側に膨らむように変形するが、本形態では、アーム部本体８５の下面部８５ｂの上面に、上下方向から見たときに貫通孔８５ｇと重なる凹部８５ｎが形成されているため、上下両側に向かって略均等に第１アーム部２３が膨らむように第１アーム部２３を変形させることが可能になる。したがって、本形態では、上面部８５ａに複数の貫通孔８５ｇが形成されていても、上下方向の一方側へ傾くように第１アーム部２３が変形したり、振れるように第１アーム部２３が変形したりするの

を抑制することが可能になる。

[0081] このように、（第１の発明にかかる）本形態では、上面部８０ａ、８５ａに複数の貫通孔８０ｆ、８５ｇが形成されていても、上下方向の一方側へ傾くようにアーム１４が変形したり、振れるようにアーム１４が変形したりするのを抑制することが可能になるため、アーム１４の先端側の位置精度を確保することが可能になる。したがって、本形態では、上面部８０ａ、８５ａに複数の貫通孔８０ｆ、８５ｇが形成されていても、チャンバー５～１０の所定の位置へ基板２を精度良く搬送することが可能になる。すなわち、本形態では、基板２の目標到達位置からのずれを抑制して基板２の搬送精度を高めることが可能になる。

[0082] 特に（第１の発明にかかる）本形態では、上下方向から見たときに、貫通孔８０ｆの内周面と凹部８０ｎの内周面とが略一致し、かつ、貫通孔８５ｇの内周面と凹部８５ｎの内周面とが略一致しているため、上下両側に向かって略均等に第１アーム部２３、第２アーム部２４が膨らむように第１アーム部２３、第２アーム部２４を変形させやすくなる。したがって、本形態では、上面部８０ａ、８５ａに複数の貫通孔８０ｆ、８５ｇが形成されていても、上下方向の一方側へ傾くようにアーム１４が変形したり、振れるようにアーム１４が変形したりするのを効果的に抑制することが可能になり、その結果、アーム１４の先端側の位置精度を高めることが可能になる。

[0083] （第１の発明にかかる）本形態では、アーム部本体８０、８５は、アルミニウム合金のブロックを切削加工することで形成されている。そのため、本形態では、互いに別体で形成された上面部８０ａ、８５ａと下面部８０ｂ、８５ｂと側面部８０ｃ、８５ｃとが接合されることでアーム部本体８０、８５が形成されている場合と比較して、内部空間４５、６６からの空気の流出を防止しやすくなる。また、本形態では、アーム部本体８０、８５が鋳物によって形成されている場合と比較して、アーム部本体８０、８５から真空中へ放出されるガス（アウトガス）の放出量を低減することが可能になる。

[0084] 以上説明したように、（第２の発明にかかる）本形態では、アーム１４の

全体が中空状に形成され、アーム 14 の内部空間 45、66 が大気圧となっている。そのため、本形態では、ハンド 13 に搭載されて真空中で搬送される基板 2 の温度が高くても、アーム 14 の内部からアーム 14 の全体を冷却して、アーム 14 全体の温度上昇を抑制することが可能になる。したがって、本形態では、ハンド 13 に搭載されて搬送される基板 2 の温度が高くても、アーム 14 全体の熱膨張を抑制することが可能になり、その結果、チャンバー 5～10 の所定の位置へ基板 2 を精度良く搬送することが可能になる。すなわち、本形態では、ハンド 13 に搭載されて搬送される基板 2 の温度が高くても、基板 2 の目標到達位置からのずれを抑制して基板 2 の搬送精度を高めることが可能になる。

[0085] また、（第 2 の発明にかかる）本形態では、アーム 14 の全体が中空状に形成され、アーム 14 の内部空間 45、66 が大気圧となっているため、ハンド 13 に搭載されて搬送される基板 2 の温度が高くても、アーム 14 の内部に配置される全ての軸受の温度上昇を抑制して、これらの寿命の低下を抑制することが可能になる。すなわち、本形態では、ハンド 13 に搭載されて搬送される基板 2 の温度が高くても、モータ 46、47、減速機 48、61 およびテンションプーリ 73 等を構成する全ての軸受の寿命の低下を抑制することが可能になる。また、本形態では、アーム 14 の内部空間 45、66 が大気圧となっているため、アーム 14 の内部に配置されるモータ 46、47 や減速機 48、61 の潤滑剤として、真空グリース等の高価な潤滑剤ではなく、大気圧中で使用されるグリース等の潤滑剤を使用すれば良い。したがって、本形態では、ロボット 1 の初期コストおよびランニングコストを低減することが可能になる。

[0086] また、（第 2 の発明にかかる）本形態では、アーム 14 の内部空間 45、66 が大気圧となっているため、真空領域 VR において、モータ 46、47、減速機 48、61、プーリ 52、53、57、58、60、63 およびベルト 54、59、64 からのガス（アウトガス）の発生を防止することが可能になる。また、本形態では、アーム 14 の内部空間 45、66 が大気圧と

なっており、真空領域VR内に配置されるアーム14の表面積を低減することが可能になるため、真空領域VRにおいて、アーム14からのアウトガスの発生量を低減することが可能になる。したがって、本形態では、基板2の製造工程において、アウトガスに起因する障害の発生を抑制することが可能になる。

[0087] (第2の発明にかかる) 本形態では、減速機48によって関節部26の一部が構成され、減速機61によって関節部27の一部が構成されている。そのため、本形態では、関節部26、27の剛性を高めることが可能になる。

[0088] (第2の発明にかかる) 本形態では、モータ47は第1アーム部23の内部に配置されている。そのため、本形態では、モータ47が第2アーム部24の内部に配置されている場合と比較して、第2アーム部24を小型化することが可能になる。なお、モータ47が第1アーム部23の内部に配置されている場合には、モータ47からハンド13までの動力の伝達経路が長くなるが、本形態では、減速機61によって関節部27の一部が構成され、減速機61の出力側にハンド13が直接固定されている。そのため、本形態では、たとえば、減速機61が関節部26を構成するように配置され、減速機61とハンド13とがベルトおよびプーリを介して接続される場合と比較して、ハンド13の停止精度を高めることが可能になり、その結果、基板2の搬送精度を高めることが可能になる。すなわち、減速機61が関節部26を構成するように配置され、減速機61とハンド13とがベルトおよびプーリを介して接続される場合には、減速機61とハンド13とを接続するためのベルトに減速後の負荷がかかるため、ハンド13が停止する際に、このベルトが伸びてハンド13の停止精度が低下しやすくなるが、本形態では、減速前の負荷がベルト64にかかるため、ハンド13が停止する際のベルト64の伸びを抑制して、ハンド13の停止精度を高めることが可能になる。

[0089] (産業用ロボットの変形例1)

図11は、本発明(第2の発明)の他の実施の形態にかかる産業用ロボット1の平面図である。

[0090] 上述した形態では、アーム 14 は、1 個の第 1 アーム部 23 と 1 個の第 2 アーム部 24 とによって構成されている。この他にもたとえば、図 11 に示すように、アーム 14 は、1 個の第 1 アーム部 23 と、2 個の第 2 アーム部 24 とによって構成されても良い。この場合には、第 1 アーム部 23 は、略 V 形状あるいは直線状に形成されており、その中心部が本体部 15 に回動可能に連結される基端部となっている。また、図 11 に示すように、第 1 アーム部 23 の 2 個の先端側のそれぞれに第 2 アーム部 24 が回動可能に連結されており、第 1 アーム部 23 の 2 個の先端側のそれぞれに関節部 26 が形成されている。

[0091] この場合であっても、上述した形態と同様に、減速機 48 によって関節部 26 の一部が構成され、減速機 61 によって関節部 27 の一部が構成されている。また、第 1 アーム部 23 の 2 個の先端側のそれぞれにおいて、第 1 アーム部 23 の内部空間 45 にモータ 46、47 および減速機 48 が配置され、2 個の第 2 アーム部 24 の先端側のそれぞれにおいて、第 2 アーム部 24 の内部空間 66 に減速機 61 が配置されている。また、内部空間 45、66 は、大気圧となっている。なお、この場合には、ハンド 13 の基部 20 には、水平方向の一方側へ突出する 2 本のフォーク部 21 のみを取り付けられる。また、図 8 では、上述した形態の構成と同一の構成、または、上述した形態の構成に対応する構成については、同一の符号を付している。

[0092] (産業用ロボットの変形例 2)

図 12 は、本発明 (第 2 の発明) の他の実施の形態にかかる産業用ロボット 1 の平面図である。

[0093] 上述した形態では、ロボット 1 は、1 本のアーム 14 を備えている。この他にもたとえば、12 に示すように、ロボット 1 は、本体部 15 にその基端側が回動可能に連結される 2 本のアーム 14 を備えていても良い。この場合であっても、上述した形態と同様に、減速機 48 によって関節部 26 の一部が構成され、減速機 61 によって関節部 27 の一部が構成されている。また、第 1 アーム部 23 の先端側において、第 1 アーム部 23 の内部空間 45 に

モータ 4 6、4 7 および減速機 4 8 が配置され、第 2 アーム部 2 4 の先端側のそれぞれにおいて、第 2 アーム部 2 4 の内部空間 6 6 に減速機 6 1 が配置されている。また、内部空間 4 5、6 6 は、大気圧となっている。なお、この場合には、ハンド 1 3 の基部 2 0 には、水平方向の一方側へ突出する 2 本のフォーク部 2 1 のみを取り付けられる。また、図 1 2 では、上述した形態の構成と同一の構成、または、上述した形態の構成に対応する構成については、同一の符号を付している。

[0094] (他の実施の形態)

上述した形態は、本発明の好適な形態の一例ではあるが、これに限定されるものではなく本発明の要旨を変更しない範囲において種々変形実施が可能である。

[0095] 上述した形態では、アーム 1 4 は、1 個の第 1 アーム部 2 3 と 1 個の第 2 アーム部 2 4 とによって構成されている。この他にもたとえば、図 1 1 に示すように、アーム 1 4 は、1 個の第 1 アーム部 2 3 と、2 個の第 2 アーム部 2 4 とによって構成されても良い。この場合には、第 1 アーム部 2 3 は、略 V 形状あるいは直線状に形成されており、その中心部が本体部 1 5 に回動可能に連結される基端部となっている。また、図 1 1 に示すように、第 1 アーム部 2 3 の 2 個の先端側のそれぞれに第 2 アーム部 2 4 が回動可能に連結されており、第 1 アーム部 2 3 の 2 個の先端側のそれぞれに関節部 2 6 が形成されている。また、この場合には、たとえば、ハンド 1 3 の基部 2 0 に、水平方向の一方側へ突出する 2 本のフォーク部 2 1 のみを取り付けられる。なお、図 1 1 では、上述した形態の構成と同一の構成、または、上述した形態の構成に対応する構成については、同一の符号を付している。

[0096] また、上述した形態では、ロボット 1 は、1 本のアーム 1 4 を備えているが、図 1 2 に示すように、ロボット 1 は、本体部 1 5 にその基端側が回動可能に連結される 2 本のアーム 1 4 を備えていても良い。この場合には、たとえば、ハンド 1 3 の基部 2 0 に、水平方向の一方側へ突出する 2 本のフォーク部 2 1 のみを取り付けられる。なお、図 1 2 では、上述した形態の構成と

同一の構成、または、上述した形態の構成に対応する構成については、同一の符号を付している。

[0097] 上述した形態では、凹部80nは、上下方向から見たときに、貫通孔80fと重なるように形成されており、上下方向から見たときに、貫通孔80fの内周面と凹部80nの内周面とが略一致している。この他にもたとえば、凹部80nは、上下方向から見たときに、凹部80nの一部が貫通孔80fと重なるように形成され、上下方向から見たときに、貫通孔80fの内周面と凹部80nの内周面とがずれていても良い。同様に、上述した形態では、凹部85nは、上下方向から見たときに、貫通孔85gと重なるように形成されており、上下方向から見たときに、貫通孔85gの内周面と凹部85nの内周面とが略一致しているが、凹部85nは、上下方向から見たときに、凹部85nの一部が貫通孔85gと重なるように形成され、上下方向から見たときに、貫通孔85gの内周面と凹部85nの内周面とがずれていても良い。

[0098] 上述した形態では、凹部80nの内径は、貫通孔80fの内径と等しくなっている。この他にもたとえば、凹部80nの内径は、貫通孔80fの内径より大きくても良いし、貫通孔80fの内径より小さくても良い。同様に、凹部85nの内径は、貫通孔85gの内径と等しくなっているが、凹部85nの内径は、貫通孔85gの内径より大きくても良いし、貫通孔85gの内径より小さくても良い。また、上述した形態では、貫通孔80f、85gは、円形状に形成されているが、貫通孔80f、85gは、多角形状に形成されても良いし、楕円形状または長円形状に形成されても良い。また、上述した形態では、凹部80n、85nは、円形状に形成されているが、凹部80n、85nは、多角形状に形成されても良いし、楕円形状または長円形状に形成されても良い。

[0099] 上述した形態では、凹部80n、85nは、下面部80b、85bを貫通しないように形成されている。この他にもたとえば、凹部80n、85nは、下面部80b、85bを貫通するように形成されても良い。この場合には

、下面部 80b、85b の下面に、凹部 80n、85n を塞ぐ蓋部材が固定される。また、この蓋部材と下面部 80b、85b との間には、内部空間 45、66 からの空気の流出を防止するシール部材が配置される。

[0100] 上述した形態では、第 1 アーム部 23 の内部空間 45 および第 2 アーム部 24 の内部空間 66 が大気圧となっている。この他にもたとえば、内部空間 45 または内部空間 66 が真空となっても良い。また、上述した形態では、アーム 14 は、第 1 アーム部 23 と第 2 アーム部 24 との 2 個のアーム部によって構成されているが、アーム 14 は、1 個のアーム部によって構成されても良いし、3 個以上のアーム部によって構成されても良い。アーム 14 が 3 個以上のアーム部によって構成される場合には、全てのアーム部の内部空間が大気圧となっても良いし、内部空間が真空となっているアーム部があっても良い。

[0101] 上述した形態では、ロボット 1 は、第 1 アーム部 23 に対して第 2 アーム部 24 を回動させるためのモータ 46 と、第 2 アーム部 24 に対してハンド 13 を回動させるためのモータ 47 とを備えている。この他にもたとえば、1 台のモータによって、第 1 アーム部 23 に対して第 2 アーム部 24 が回動し、かつ、第 2 アーム部 24 に対してハンド 13 が回動するように、モータからアーム 14 への動力の伝達機構が構成されても良い。

[0102] 上述した形態では、第 1 アーム部 23 の先端側における内部空間 45 に減速機 48 が配置されている。この他にもたとえば、第 2 アーム部 24 の基端側における内部空間 66 に減速機 48 が配置されても良い。また、上述した形態では、モータ 47 は、第 1 アーム部 23 の内部空間 45 に配置されているが、モータ 47 は、第 2 アーム部 24 の内部空間 66 に配置されても良い。また、上述した形態では、モータ 46 は、第 1 アーム部 23 の内部空間 45 に配置されているが、モータ 46 は、第 2 アーム部 24 の内部空間 66 に配置されても良い。また、上述した形態では、減速機 61 は、第 2 アーム部 24 の内部空間 66 に配置されているが、減速機 61 は、第 1 アーム部 23 の内部空間 45 に配置されても良い。この場合には、関節部 26 において、

減速機 4 8 と減速機 6 1 とが軸方向で重なるように配置される。

[0103] 上述した形態では、ロボット 1 は、第 1 アーム部 2 3 に対して第 2 アーム部 2 4 を回動させるためのモータ 4 6 と、第 2 アーム部 2 4 に対してハンド 1 3 を回動させるためのモータ 4 7 とを備えている。この他にもたとえば、1 台のモータによって、第 1 アーム部 2 3 に対して第 2 アーム部 2 4 が回動し、かつ、第 2 アーム部 2 4 に対してハンド 1 3 が回動するように、モータからアーム 1 4 への動力の伝達機構が構成されても良い。

[0104] 上述した形態では、アーム 1 4 は、第 1 アーム部 2 3 と第 2 アーム部 2 4 との 2 個のアーム部によって構成されている。この他にもたとえば、アーム 1 4 は、3 個以上のアーム部によって構成されても良い。この場合には、3 個以上のアーム部のそれぞれは、中空状に形成されるとともに、3 個以上のアーム部のそれぞれの内部空間は、大気圧となっている。

[0105] 上述した形態において、内部空間 4 5、6 6 に、空冷式または水冷式の冷却機構が配置されても良い。たとえば、冷却用の圧縮空気の噴出口を有する冷却用パイプが内部空間 4 5、6 6 に配置されて良い。この場合には、たとえば、減速機 4 8、6 1 等の軸受や磁性流体シール 7 1、7 2 の配置箇所に圧縮空気が供給されるように冷却用パイプが配置される。また、この場合には、たとえば、内部空間 4 5、6 6 に配置される冷却用パイプは、ケース体 1 7 の内部あるいはケース体 1 7 の外部の大気中に配置される圧縮空気の供給源に接続される。また、この冷却パイプと圧縮空気の供給源とは、第 1 アーム部 2 3 の基端側の下面に形成される貫通孔および中空回転軸 3 2 の内周側を引き回される配管によって接続される。さらに、この場合には、たとえば、ケース体 1 7 の内部に電磁弁が配置されており、この電磁弁をオンオフすることで、冷却用パイプの噴出口から圧縮空気が供給されたり、冷却用パイプの噴出口から供給される圧縮空気の量が調整されたりする。さらにまた、この場合には、たとえば、内部空間 4 5、6 6 の温度を検出する温度センサ等の検出手段が内部空間 4 5、6 6 の適宜の位置に配置されており、この検出手段の検出結果に基づいて、電磁弁がオンオフされる。また、この場合

には、たとえば、内部空間 4 5、6 6 に供給される圧縮空気は、内部空間 4 5、6 6 の全体を循環した後、本体部 1 5 側へ排出される。この場合には、アーム 1 4 の内部からアーム 1 4 の全体を効果的に冷却して、アーム 1 4 全体の温度上昇を効果的に抑制することが可能になる。

[0106] 上述した形態では、ロボット 1 によって搬送される搬送対象物は有機 E L ディスプレイ用の基板 2 であるが、ロボット 1 によって搬送される搬送対象物は、液晶ディスプレイ用のガラス基板であっても良いし、半導体ウエハ等であっても良い。また、上述した形態では、ロボット 1 は、搬送対象物を搬送するためのロボットであるが、ロボット 1 は、溶接ロボット等の他の用途で 사용되는ロボットであっても良い。

符号の説明

- [0107] 1 ロボット（産業用ロボット）
- 1 3 ハンド
- 1 4 アーム
- 1 5 本体部
- 2 3 第 1 アーム部（アーム部）
- 2 4 第 2 アーム部（アーム部）
- 2 6 関節部（第 1 関節部）
- 2 7 関節部（第 2 関節部）
- 4 5、6 6 内部空間
- 4 6 モータ（第 1 モータ）
- 4 7 モータ（第 2 モータ）
- 4 8 減速機（第 1 減速機）
- 8 0 a、8 5 a 上面部（第 1 平面部）
- 8 0 b、8 5 b 下面部（第 2 平面部）
- 8 0 c、8 5 c 側面部
- 8 0 f、8 5 g 貫通孔
- 8 0 n、8 5 n 凹部

8 1、8 6 蓋部材

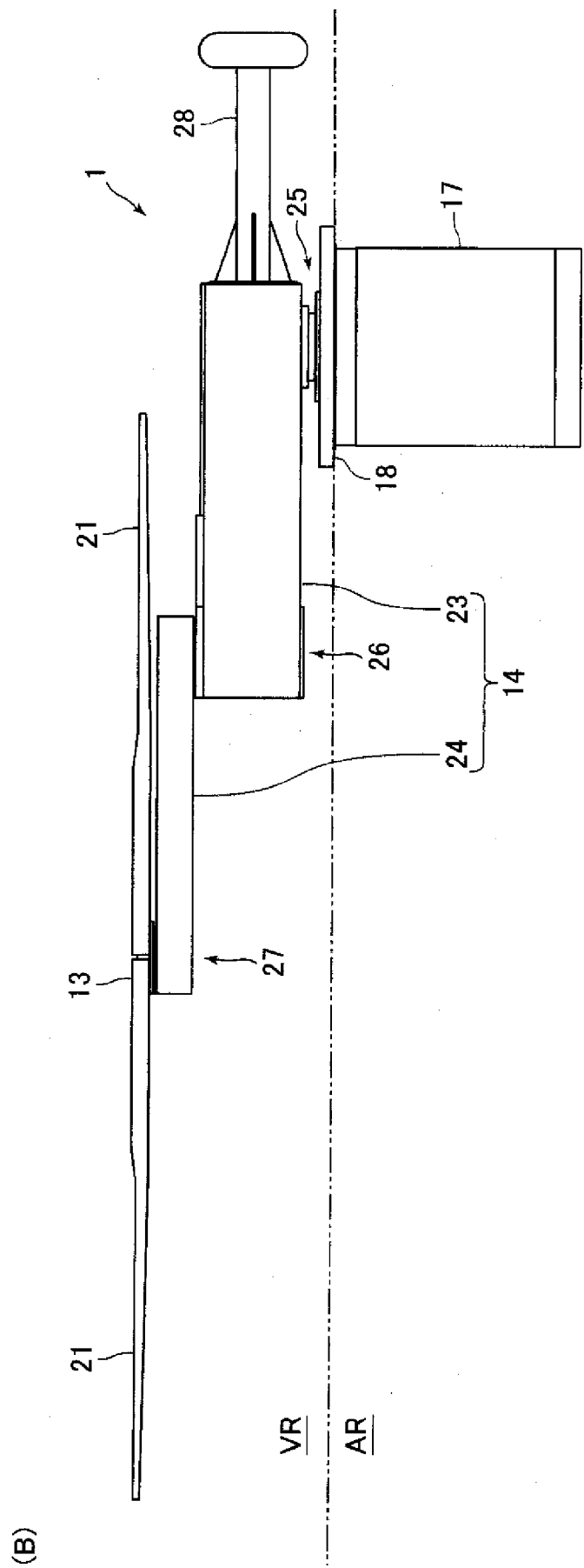
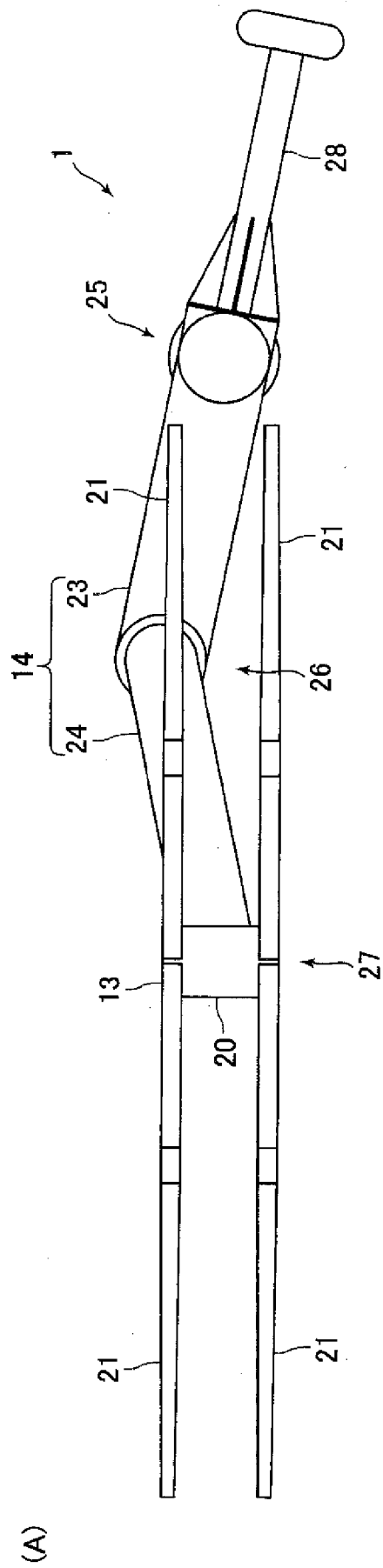
請求の範囲

- [請求項1] 平板状の第1平面部と、前記第1平面部と所定の隙間を介して略平行に対向配置される平板状の第2平面部と、前記第1平面部の外周端と前記第2平面部の外周端とを繋ぐ側面部とを有するアームを備え、
前記アームの少なくとも一部は、前記第1平面部と前記第2平面部と前記側面部とに囲まれる内部空間を有する中空状に形成されるとともに、前記アームは、真空中に配置され、
前記内部空間は、大気圧となっており、
前記第1平面部には、前記内部空間に通じる複数の貫通孔が形成され、
前記アームは、前記第1平面部に固定され前記貫通孔を塞ぐ複数の蓋部材と、前記第1平面部と前記蓋部材との間に配置され前記内部空間からの空気の流出を防止する複数のシール部材とを備え、
前記第2平面部の、前記第1平面部との対向面には、前記第1平面部と前記第2平面部との対向方向から見たときに前記貫通孔と少なくとも一部が重なる複数の凹部が窪むように形成されていることを特徴とする産業用ロボット。
- [請求項2] 前記対向方向から見たときに、前記貫通孔の内周面と前記凹部の内周面とが略一致していることを特徴とする請求項1記載の産業用ロボット。
- [請求項3] 前記貫通孔は、円形状に形成され、
前記凹部は、前記貫通孔の内径と内径の等しい円形状に形成されていることを特徴とする請求項1または2記載の産業用ロボット。
- [請求項4] 前記内部空間は、前記貫通孔から挿入される切削用工具を用いた切削加工によって形成され、
前記第1平面部と前記第2平面部と前記側面部とが一体となっていることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の産業用ロボット。

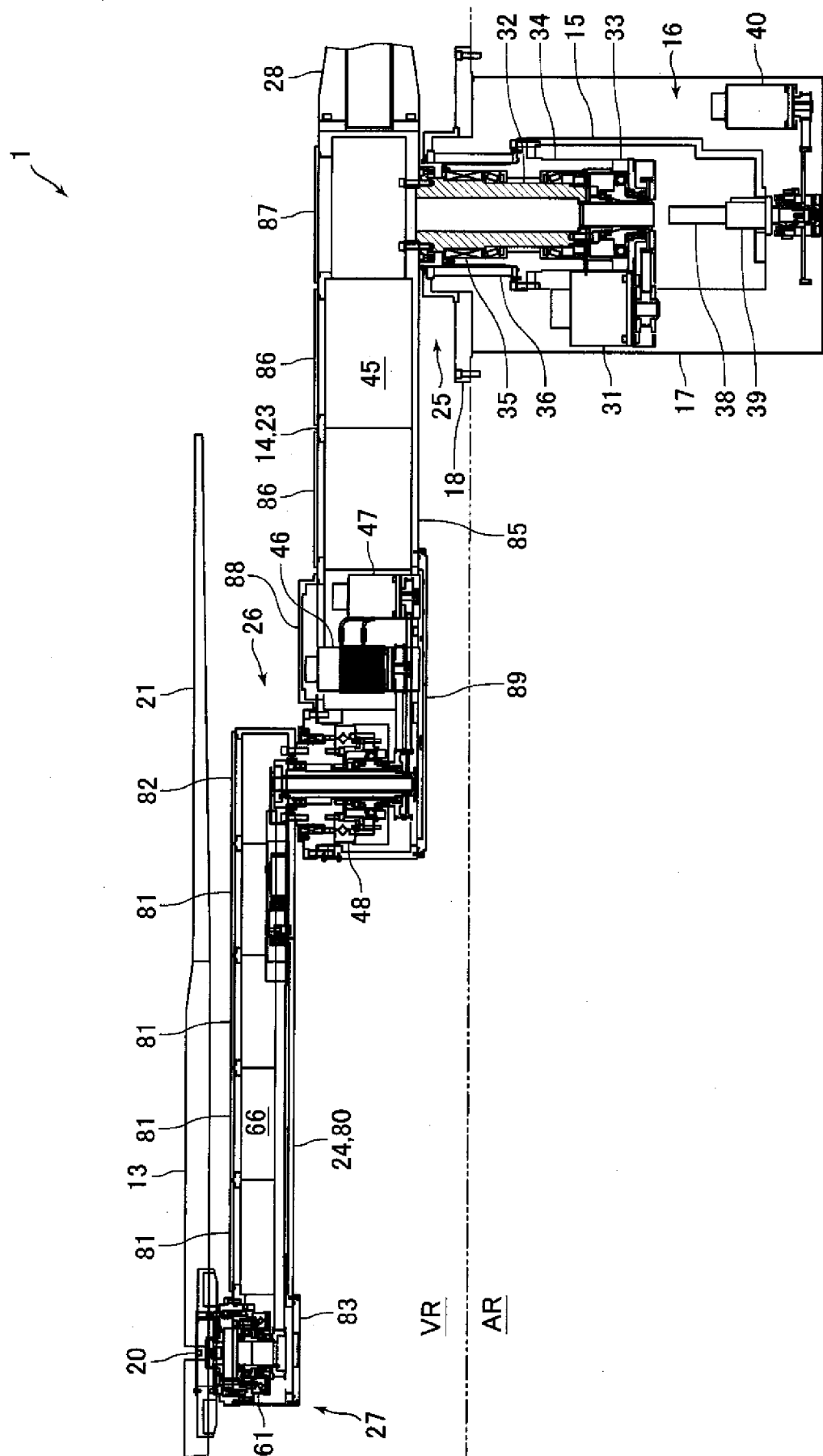
- [請求項5] 本体部と、前記本体部にその基端側が回動可能に連結されるアームと、前記アームの先端側に回動可能に連結されるハンドとを備え、
前記ハンドと前記アームとは、真空中に配置され、
前記アームの全体は、中空状に形成され、
前記アームの内部空間は、大気圧となっていることを特徴とする産業用ロボット。
- [請求項6] 前記アームは、互いに相対回動可能に連結される複数のアーム部によって構成され、
複数の前記アーム部のそれぞれは、中空状に形成されていることを特徴とする請求項5記載の産業用ロボット。
- [請求項7] 前記アームは、前記本体部にその基端側が回動可能に連結される前記アーム部としての第1アーム部と、前記第1アーム部の先端側にその基端側が回動可能に連結されるとともにその先端側に前記ハンドが回動可能に連結される前記アーム部としての第2アーム部とから構成されていることを特徴とする請求項6記載の産業用ロボット。
- [請求項8] 前記第1アーム部に対して前記第2アーム部を回動させるための第1モータと、前記第2アーム部に対して前記ハンドを回動させるための第2モータと、前記第1モータの回転を減速して前記第2アーム部に伝達する第1減速機と、前記第2モータの回転を減速して前記ハンドに伝達する第2減速機とを備え、
前記第1減速機は、前記第1アーム部と前記第2アーム部とを繋ぐ第1関節部の少なくとも一部を構成するとともに前記第1アーム部の内部に配置され、
前記第2減速機は、前記第2アーム部と前記ハンドとを繋ぐ第2関節部の少なくとも一部を構成するとともに前記第2アーム部の内部に配置されていることを特徴とする請求項7記載の産業用ロボット。
- [請求項9] 前記第1モータおよび前記第2モータは、前記第1アーム部の内部に配置されていることを特徴とする請求項8記載の産業用ロボット。

[請求項10] 前記内部空間に配置される冷却機構を備えることを特徴とする請求項5から9のいずれかに記載の産業用ロボット。

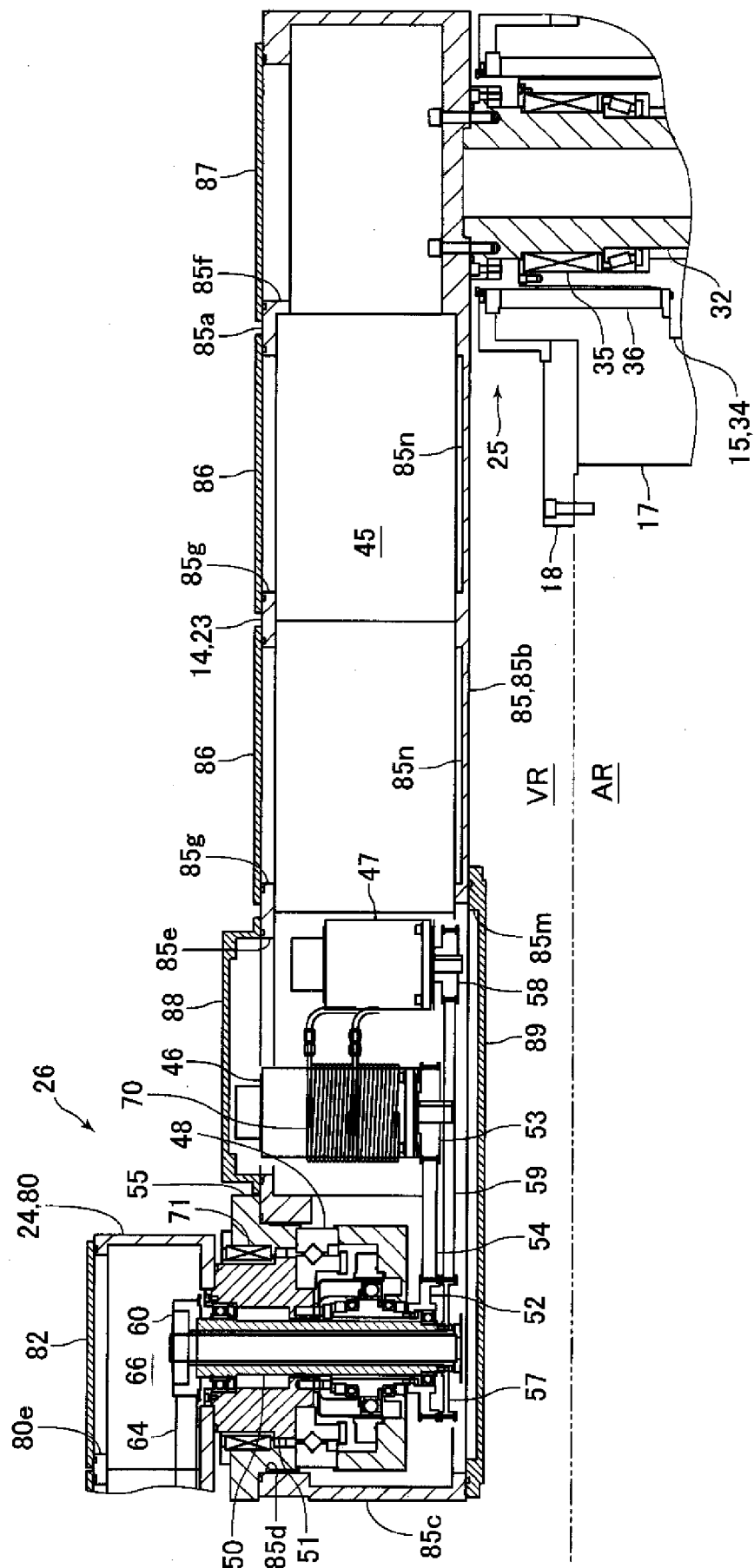
[図2]



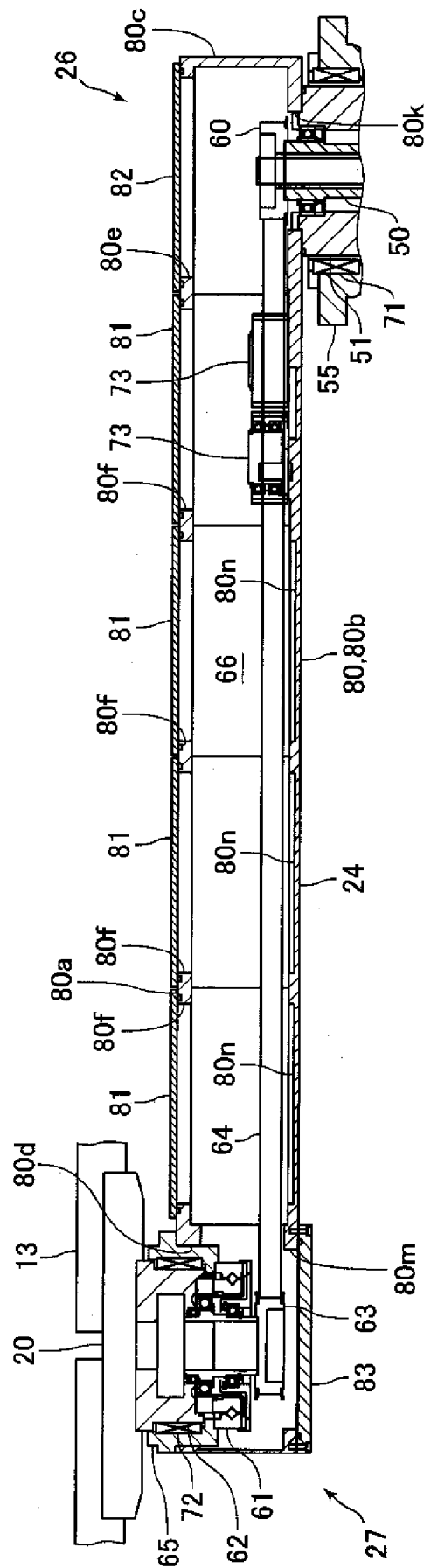
[図3]



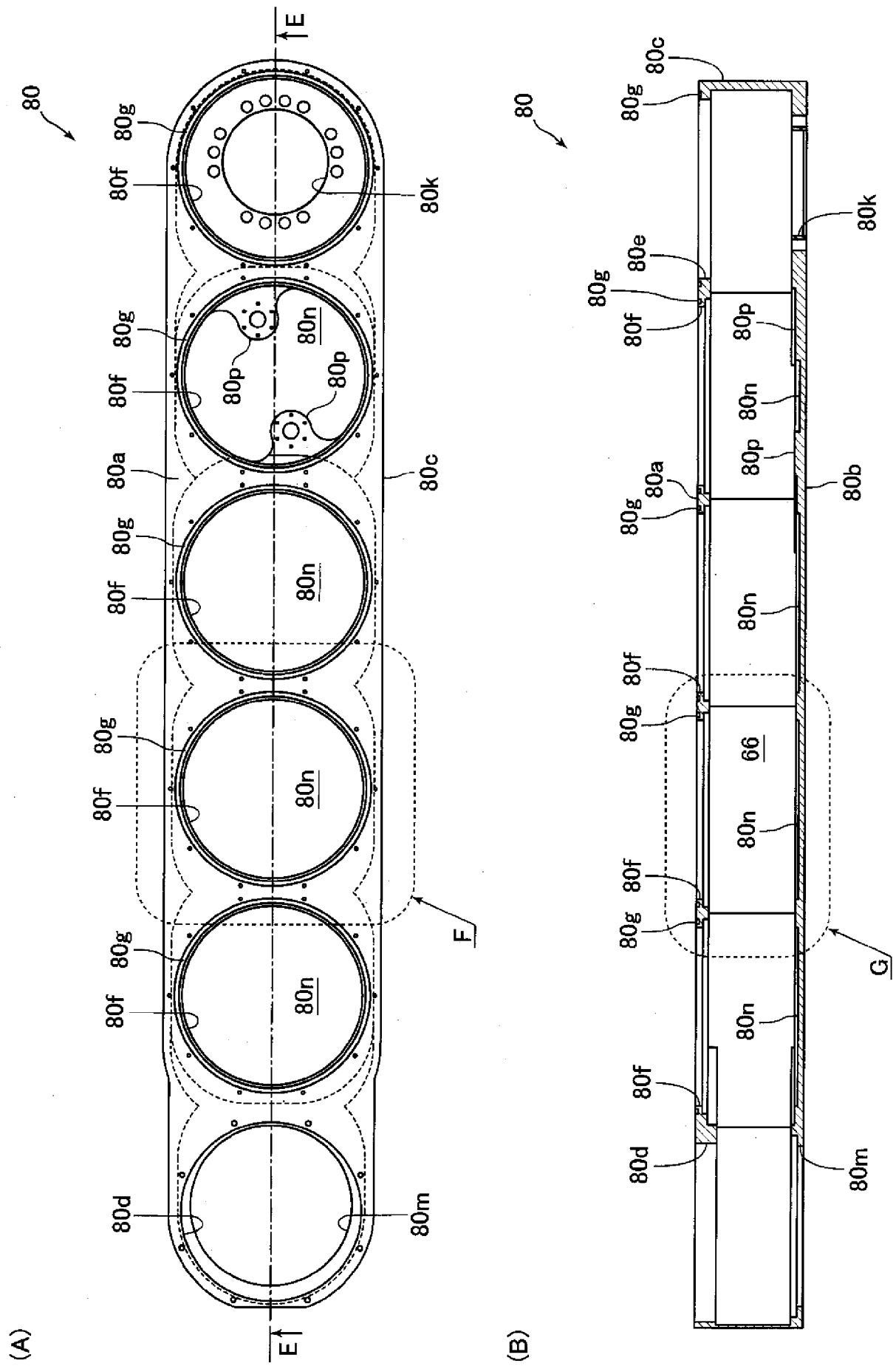
[図4]



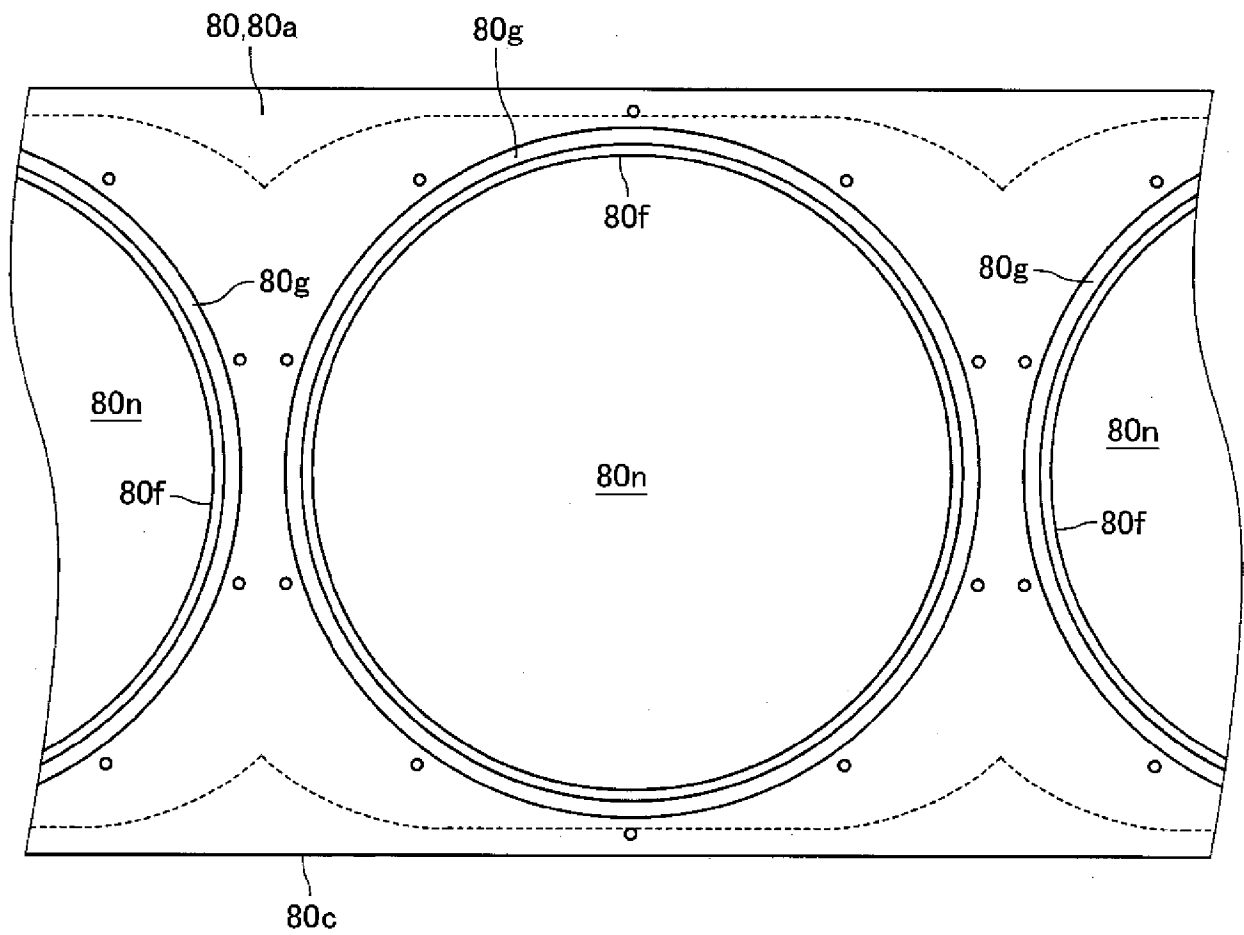
[図5]



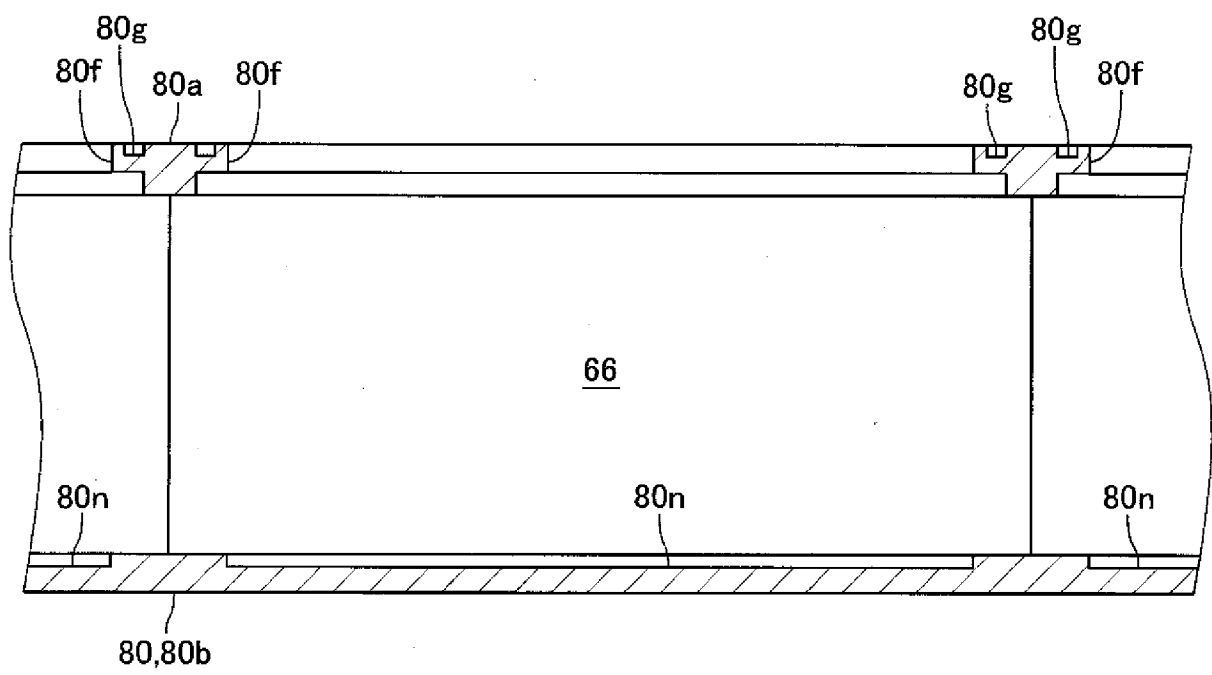
[図6]



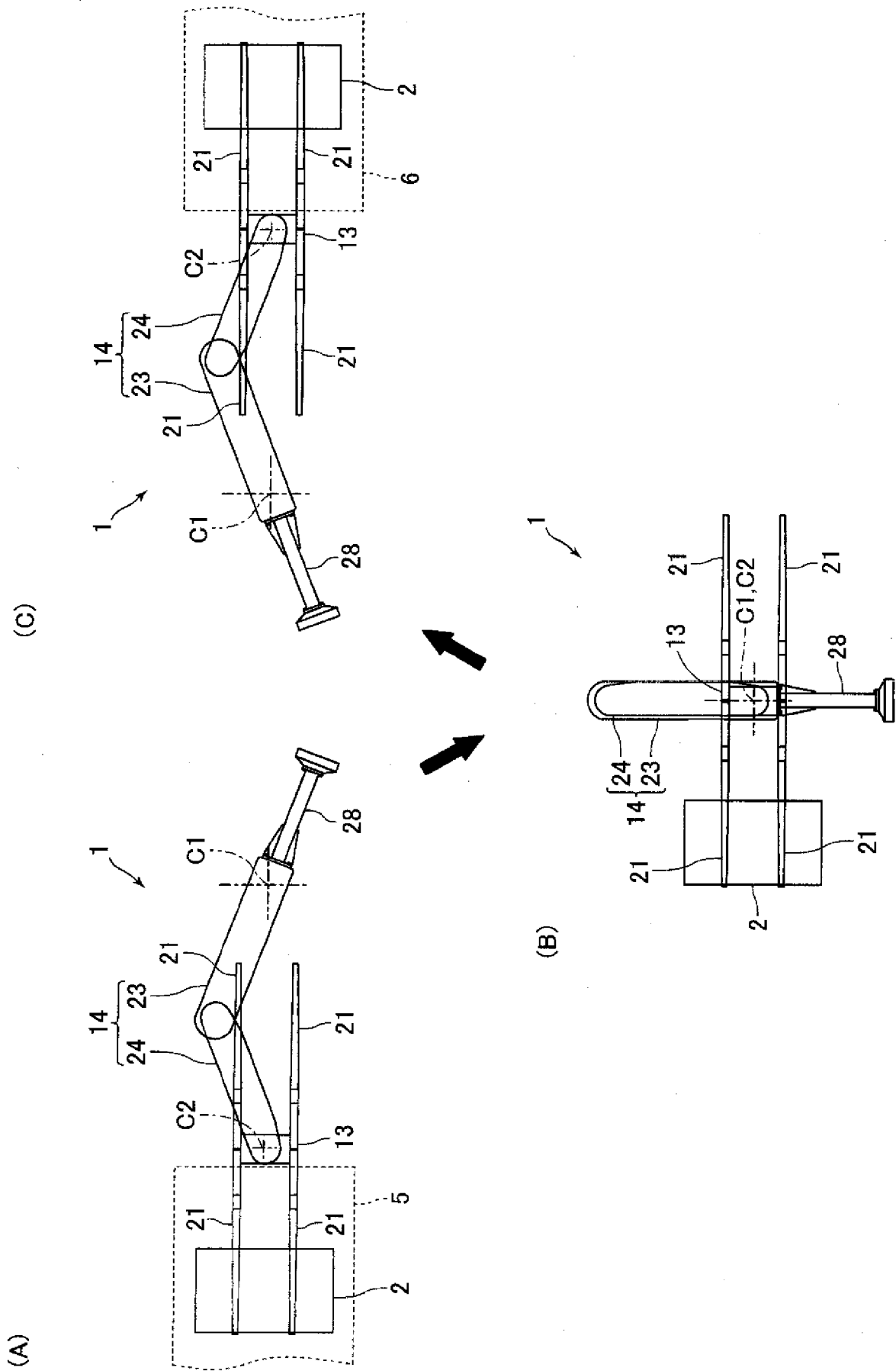
[図7]



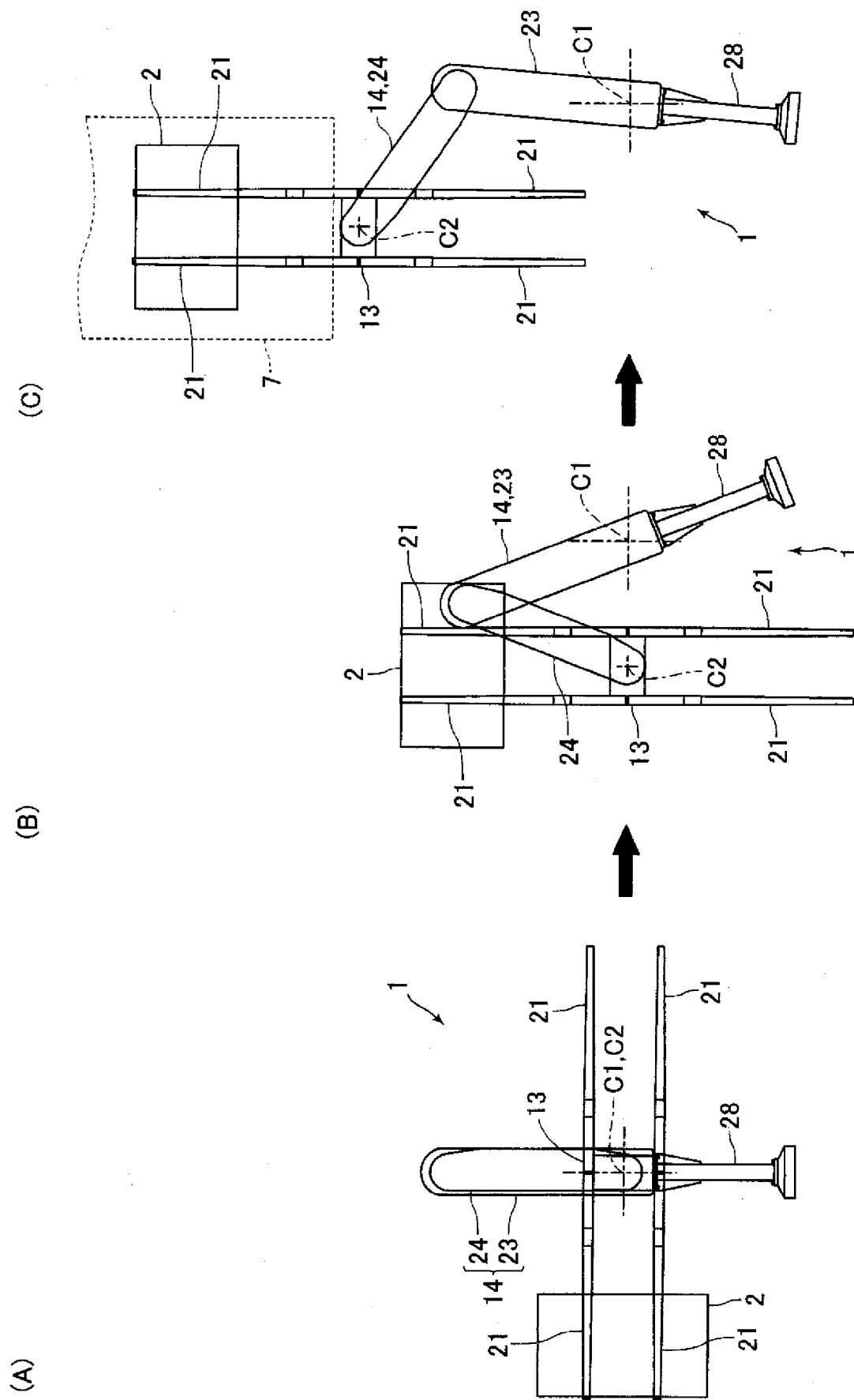
[図8]



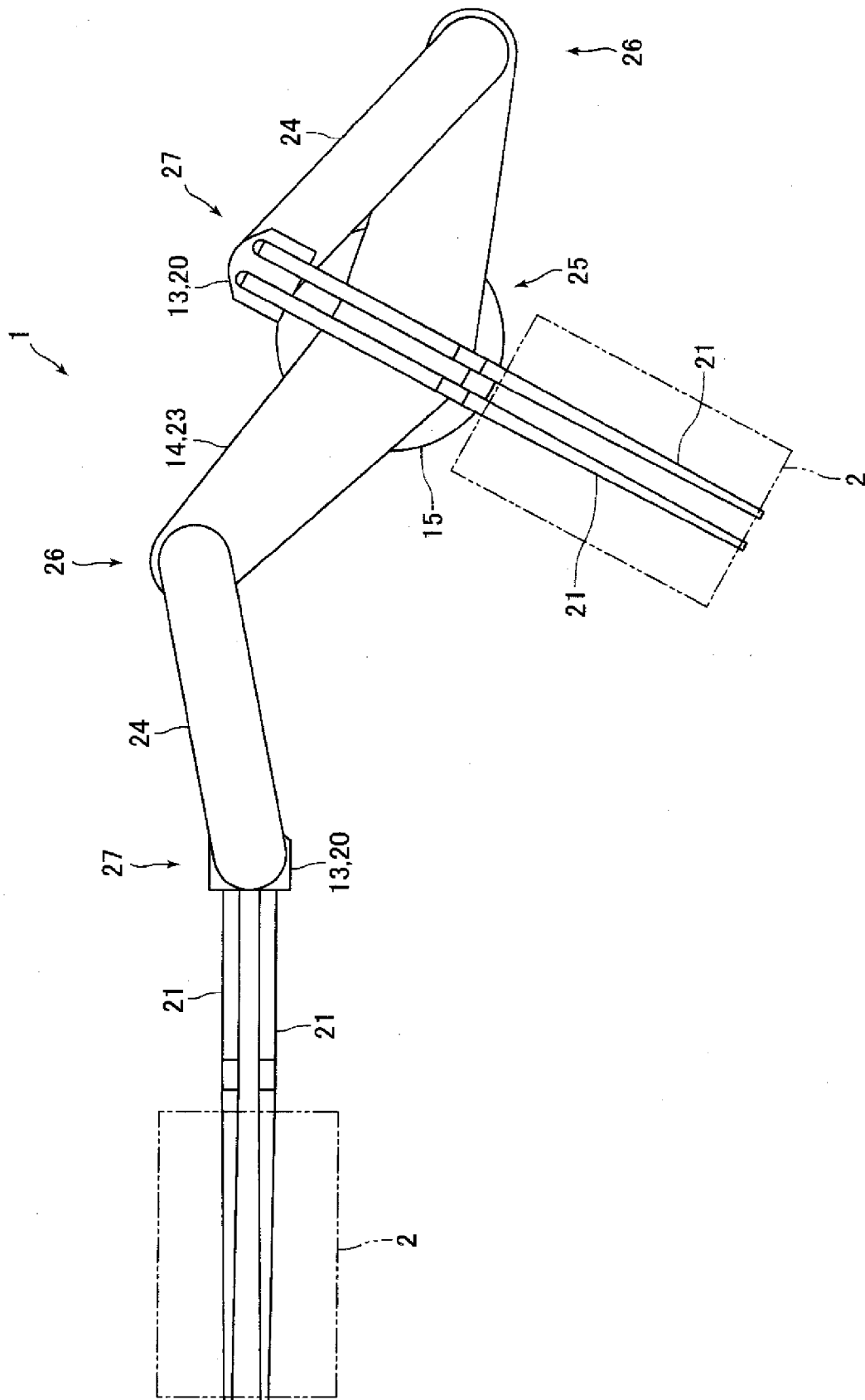
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077920

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J9/06(2006.01) i, H01L21/677(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)

B25J1/00-21/02, H01L21/67-21/687

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	CD-ROM of the specification and drawings	5-7, 10
Y	annexed to the request of Japanese Utility	8-9
A	Model Application No. 25710/1992 (Laid-open No. 85584/1993) (ShinMaywa Industries, Ltd.), 19 November 1993 (19.11.1993), paragraphs [0007], [0012] to [0023], [0025]; fig. 1, 5 (Family: none)	1-4
Y	JP 1-216786 A (Toshiba Corp.),	8-9
A	30 August 1989 (30.08.1989), page 2, lower right column; fig. 1 (Family: none)	1-7, 10



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

16 December, 2013 (16.12.13)

Date of mailing of the international search report

07 January, 2014 (07.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077920

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 2011-101912 A (Yaskawa Electric Corp.), 26 May 2011 (26.05.2011), paragraph [0025] & US 2011/0120253 A1 & CN 102069492 A	1-10
A	JP 9-150388 A (Smart Machines Inc.), 10 June 1997 (10.06.1997), entire text; all drawings & US 5794487 A & WO 1997/003395 A1	1-10
A	JP 2011-11318 A (Seiko Epson Corp.), 20 January 2011 (20.01.2011), entire text; all drawings & US 2011/0004343 A1	1-10
A	JP 2010-149166 A (Ulvac, Inc.), 08 July 2010 (08.07.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2009-172733 A (Yaskawa Electric Corp.), 06 August 2009 (06.08.2009), paragraphs [0007] to [0008]; fig. 2 (Family: none)	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077920

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077920

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

[Supplementation of Box III]

The invention of claim 1 and the invention of claim 5 have a common technical feature, i.e., "an industrial robot wherein a hollow arm to be placed in a vacuum has an inner space held at atmospheric pressure."

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1 (CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 25710/1992 (Laid-open No. 85584/1993) (ShinMaywa Industries, Ltd.), 19 November 1993 (19.11.1993), paragraphs [0007], [0012] to [0023], [0025]; fig. 1, 5 (Family: none)).

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions.

Accordingly, claims are classified into two inventions each of which has a special technical feature indicated below.

(Invention 1) claims 1-7 and 10

An industrial robot wherein a first flat section is provided with a plurality of through holes communicating with an inner space; an arm includes a plurality of covers secured to the first flat section so as to block the through holes and a plurality of sealing members disposed between the first flat section and the covers so as to prevent air from flowing out of the inner space; and the surface of a second flat section confronting the first flat section is provided with a plurality of recessed portions that are formed so as to be dented, at least part of a recessed portion overlapping a through hole when viewed in the direction in which the first flat section and the second flat section confront each other.

Claims 5-7 and 10 are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1 and which have a same category.

However, Document 1 above discloses a second link member 2 ("a first arm section"), a third link member 3 and a fourth link member 4 ("a second arm"), a fifth link member 5 ("a hand"), that the link members have an inner hollow space held at atmospheric pressure, and a blower 40 ("a cooling mechanism"). As a result of an international search of the claims that have been classified into Invention 1, it can be said that an international search of claims 5 to 7 and 10 can be conducted without the need for a substantially additional prior art search or decision. Thus, claims 5 to 7 and 10 were classified into Invention 1.

(Invention 2) claims 8-9

An industrial robot wherein a first reduction gear constitutes at least part of a first joint section connecting between a first arm section and a second arm section and is disposed inside the first arm section; and a second reduction gear constitutes at least part of a second joint section connecting between the second arm section and a hand and is disposed inside the second arm section.

Claims 8-9 are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1 and which have a same category.

(Continued to next extra sheet)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077920

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1, claims 8-9 are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on claims 8-9 together with claims 1-7 and 10, and consequently, it is impossible to classify claims 8-9 into Invention 1.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B25J9/06(2006.01)i, H01L21/677(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B25J1/00-21/02, H01L21/67-21/687		
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 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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 Y A	日本国実用新案登録出願 4-25710 号(日本国実用新案登録出願公開 5-85584 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (新明和工業株式会社) 1993. 11. 19, 【0007】 , 【0012】 - 【0023】 , 【0025】 , 【図 1】 , 【図 5】 (ファミリーなし)	5-7, 10 8-9 1-4
Y A	JP 1-216786 A (株式会社東芝) 1989. 08. 30, 第 2 ページ右下欄, 第 1 図 (ファミリーなし)	8-9 1-7, 10
☒ 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 16. 12. 2013	国際調査報告の発送日 07. 01. 2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 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） 鈴木 崇文 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	3U 4855

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 2011-101912 A (株式会社安川電機) 2011.05.26, 【0025】 & US 2011/0120253 A1 & CN 102069492 A	1-10
A	JP 9-150388 A (スマート・マシーンス・インク) 1997.06.10, 全文, 全図 & US 5794487 A & WO 1997/003395 A1	1-10
A	JP 2011-11318 A (セイコーエプソン株式会社) 2011.01.20, 全文, 全図 & US 2011/0004343 A1	1-10
A	JP 2010-149166 A (株式会社アルバック) 2010.07.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2009-172733 A (株式会社安川電機) 2009.08.06, 【0007】 - 【0008】 , 第2図 (ファミリーなし)	1-10

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第 III 欄の補足

請求項 1 に係る発明、請求項 5 に係る発明は、「真空中に配置される中空状のアームの内部空間が大気圧となっている産業用ロボット」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献 1（日本国実用新案登録出願 4-25710 号（日本国実用新案登録出願公開 5-85584 号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM（新明和工業株式会社）1993.11.19, 【0007】 , 【0012】 - 【0023】 , 【0025】 , 【図 1】 , 【図 5】（ファミリーなし））の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲は、各々下記の特別な技術的特徴を有する 2 の発明に区分される。

（発明 1）請求項 1－7、10

第 1 平面部には、内部空間に通じる複数の貫通孔が形成され、アームは、第 1 平面部に固定され貫通孔を塞ぐ複数の蓋部材と、第 1 平面部と蓋部材との間に配置され内部空間からの空気の流出を防止する複数のシール部材とを備え、第 2 平面部の、第 1 平面部との対向面には、第 1 平面部と第 2 平面部との対向方向から見たときに貫通孔と少なくとも一部が重なる複数の凹部が窪むように形成されている産業用ロボット。

請求項 5－7、10 は、請求項 1 の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。しかし、上記文献 1 には、第 2 リンク部材 2（「第 1 アーム部」）、第 3 リンク部材 3 及び第 4 リンク部材 4（「第 2 アーム」）、第 5 リンク部材 5（「ハンド」）、リンク部材の内部が中空状に形成され大気圧となっていること及びブロー 40（「冷却機構」）が記載されており、請求項 5－7、10 は、発明 1 に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明といえるため、発明 1 に区分した。

（発明 2）請求項 8－9

第 1 減速機は、第 1 アーム部と第 2 アーム部とを繋ぐ第 1 関節部の少なくとも一部を構成するとともに第 1 アーム部の内部に配置され、第 2 減速機は、第 2 アーム部とハンドとを繋ぐ第 2 関節部の少なくとも一部を構成するとともに第 2 アーム部の内部に配置されている産業用ロボット。

請求項 8－9 は、請求項 1 の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項 8－9 は、発明 1 に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項 1－7、10 とまとめて調査を行うことが効率的であるとはいえる他の事情もないから、請求項 8－9 を発明 1 に区分することはできない。