

(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
2021年6月24日(24.06.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/124986 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 9/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/045671

(22) 国際出願日: 2020年12月8日(08.12.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

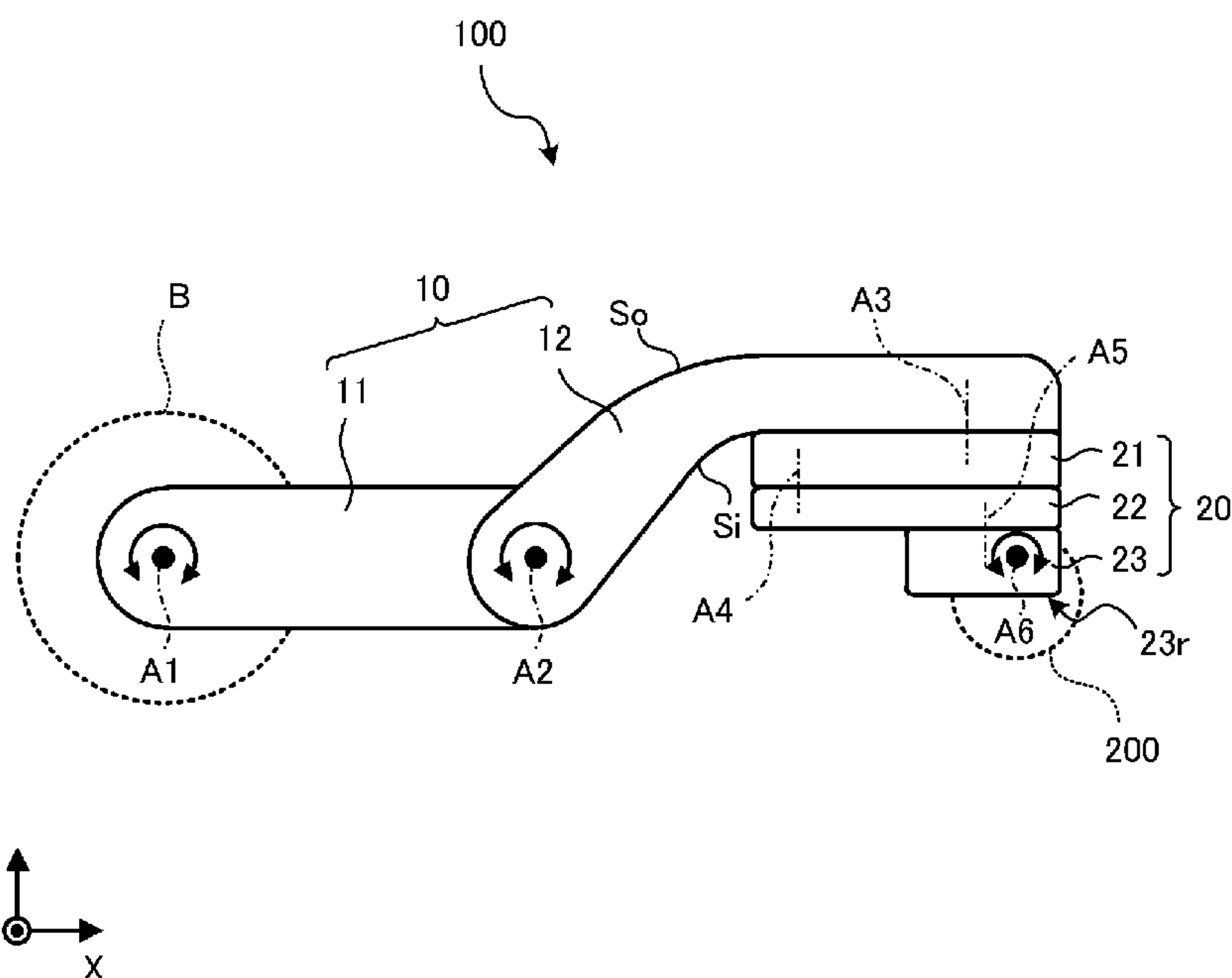
(30) 優先権データ:
特願 2019-226724 2019年12月16日(16.12.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI)
[JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 Fukuoka (JP).

(72) 発明者: 藤間 久美子 (TOMA, Kumiko); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 藤津 英司(FUJITSU, Eiji); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 伊沢 多聞(IZAWA, Tamon); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 永井 雅人(NAGAI, Masato); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 松村 好優(MATSUMURA, Yoshimasa); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 末吉 智(SUEYOSHI, Satoshi);

(54) Title: ROBOT AND DOUBLE-ARM ROBOT

(54) 発明の名称: ロボットおよび双腕ロボット



(57) Abstract: A robot according to the present invention is provided with a first horizontal arm, a second horizontal arm, and a raising and lowering arm. The first horizontal arm rotates about a first axis. The proximal-end side of the second horizontal arm is supported on the distal-end side of the first horizontal arm, and the second horizontal arm rotates about a second axis parallel to the first axis. The proximal-end side of the raising and lowering arm is supported on the distal-end side of the second horizontal arm, and the raising and lowering arm raises and lowers an end effector that can be attached to

[続葉有]

〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2
番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 特 許 業 務 法 人 酒 井 国 際 特 許
事 務 所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT
OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が
関 3 丁 目 8 番 1 号 虎 の 門 三 井 ビ ル
ディング Tokyo (JP).

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

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the distal-end side thereof. The second horizontal arm is curved in one of the rotation directions. The raising and lowering arm is arranged on the inner side of the curvature of the second horizontal arm in plan view.

(57) 要約: ロボットは、第 1 水平アームと、第 2 水平アームと、昇降アームとを備える。第 1 水平アームは、第 1 軸まわりに回転する。第 2 水平アームは、第 1 水平アームの先端側に基端側が支持され、第 1 軸と平行な第 2 軸まわりに回転する。昇降アームは、第 2 水平アームの先端側に基端側が支持され、先端側に取り付け可能なエンドエフェクタを昇降させる。第 2 水平アームは、いずれかの旋回向きに湾曲している。昇降アームは、平面視において、第 2 水平アームにおける湾曲内側に配置される。

明 細 書

発明の名称： ロボットおよび双腕ロボット

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、ロボットおよび双腕ロボットに関する。

背景技術

[0002] 従来、対象物の搬送や組み立てに水平多関節ロボット（スカラロボット）を用いることが知られている。また、作業効率を向上させる観点から、スカラロボットを一对、すなわち、2つ備える双腕スカラロボットも提案されている。

[0003] また、双腕スカラロボットの各腕に鉛直向きに昇降するスライド機構を設け、対象物へのアクセス性を向上させる技術も提案されている（たとえば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-061546号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記した従来技術には、ロボットの腕同士や障害物との干渉が発生しやすい、すなわち、干渉領域が広くなりやすいという問題がある。このように、干渉領域が広いと、ロボットの本来の可動領域のうち干渉せずに作業を行うことができる実動作領域は狭められてしまい、結果的にロボットによる作業効率が低下する。

[0006] なお、かかる課題は、双腕ロボットに限らず、いわゆる単腕ロボットにも同様に発生する課題である。また、かかる課題は、水平向きに伸縮するロボットにも、鉛直向きに伸縮するロボットにも同様に発生する課題である。

[0007] 実施形態の一態様は、干渉領域を低減することができるロボットおよび双腕ロボット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

[0008] 実施形態の一態様に係るロボットは、第1水平アームと、第2水平アームと、昇降アームとを備える。第1水平アームは、第1軸まわりに旋回する。第2水平アームは、第1水平アームの先端側に基端側が支持され、第1軸と平行な第2軸まわりに旋回する。昇降アームは、第2水平アームの先端側に基端側が支持され、先端側に取り付け可能なエンドエフェクタを昇降させる。第2水平アームは、いずれかの旋回向きに湾曲している。昇降アームは、平面視において、第2水平アームにおける湾曲内側に配置される。

[0009] 実施形態の他の態様に係るロボットは、第1アームと、第2アームと、第3アームとを備える。第1アームは、第1旋回軸まわりに旋回する。第2アームは、第1アームの先端側に基端側が支持され、第1旋回軸と平行な第2旋回軸まわりに旋回する。第3アームは、第2アームの先端側に支持され、第2旋回軸と平行な第3旋回軸まわりに旋回する。第1アーム、第2アームおよび第3アームは、第1旋回軸の向きからみて第1アーム、第2アームおよび第3アームの順序で配置されている。第2旋回軸と第3旋回軸との軸間距離である第2距離は、第1旋回軸と第2旋回軸との軸間距離である第1距離よりも大きい。第2アームは、第1アーム、第2アームおよび第3アームのそれぞれの延伸向きが第1旋回軸の向きからみて重なった基本姿勢では、先端が第1アームの基端を超えない長さである。第3アームは、基本姿勢では、第2アームの先端を超えない長さである。

発明の効果

[0010] 実施形態の一態様によれば、干渉領域を低減することが可能となるロボットおよび双腕ロボットを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、実施形態に係るロボットの上面図である。

[図2]図2は、第2水平アームの湾曲形状を示す上面図である。

[図3A]図3Aは、双腕ロボットの正面図である。

[図3B]図3Bは、双腕ロボットの斜視図である。

[図4A]図4 Aは、双腕ロボットの上面図である。

[図4B]図4 Bは、昇降アームを対向させた姿勢を示す上面図である。

[図5]図5は、昇降アームのアーム長および軸間距離の関係を示す説明図である。

[図6A]図6 Aは、昇降アームの基本姿勢を示す側面図である。

[図6B]図6 Bは、昇降アームの協調動作姿勢を示す側面図である。

[図7]図7は、軸間距離比および角速度比の組合せごとの移動速度を示す説明図である。

[図8A]図8 Aは、アクチュエータの配置例を示す模式図その1である。

[図8B]図8 Bは、アクチュエータの配置例を示す模式図その2である。

[図9]図9は、複数のロボットの配置例を示す模式図である。

[図10]図10は、ロボットシステムの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、添付図面を参照して、本願の開示するロボットおよび双腕ロボットの実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、以下では、ロボットが、ワークを爪で把持するツールであるエンドエフェクタを装着した場合について説明するが、エンドエフェクタは、吸着式のツールであってもよく、シール材の塗布、塗装、溶接などを行うツールであってもよい。

[0013] また、以下に示す実施形態では、「直交」、「垂直」、「平行」、「水平」、「鉛直」あるいは「対称」といった表現を用いるが、厳密にこれらの状態を満たすことを要しない。すなわち、上記した各表現は、製造精度、設置精度、処理制度、検出精度などのずれを許容するものとする。

[0014] まず、実施形態に係るロボット100について図1を用いて説明する。図1は、実施形態に係るロボット100の上面図である。なお、図1には、説明をわかりやすくするために、鉛直上向きが正方向であるZ軸を含み、XY平面が水平面に対応する3次元の直交座標系を示している。かかる直交座標系は、以下の説明で用いる他の図面においても示す場合がある。

- [0015] 図1に示すように、ロボット100は、水平アーム10である第1水平アーム11および第2水平アーム12と、昇降アーム20とを備える。昇降アーム20の先端側にはエンドエフェクタ200が取り付け可能である。
- [0016] なお、以下では、昇降アーム20が複数のアームを含み、各アームが水平軸まわりに回転して伸縮することでエンドエフェクタ200を昇降させる場合について説明する。しかしながら、これに限らず、昇降アーム20を、鉛直向きに昇降するスライド機構としたり、かかるスライド機構を含むアーム群としたりすることとしてもよい。
- [0017] また、第1水平アーム11の基端側は、たとえば、ベース部Bに取り付けられる。なお、図1には平面視において円形のベース部Bを示したが、ベース部Bの立体形状は、円柱状に限らず、直方体状や楕円柱状など任意の形状であってもよい。また、ベース部Bは、床などの支持部材であってもよい。
- [0018] 図1に示したように、第1水平アーム11は、たとえば、ベース部Bなどの支持部材に基端側が支持され、鉛直向きの第1軸A1まわりに回転する。第2水平アーム12は、第1水平アーム11の先端側に基端側が支持され、第1軸A1と平行な第2軸A2まわりに回転する。昇降アーム20は、第2水平アーム12の先端側に基端側が支持され、先端側に取り付け可能なエンドエフェクタ200を昇降させる。
- [0019] ここで、第2水平アーム12は、鉛直軸である第1軸A1まわりのいずれかの回転向きに湾曲しており、昇降アーム20は、平面視において、第2水平アーム12における湾曲内側Siに配置される。ここで、湾曲内側Siの反対側を湾曲外側Soと呼ぶこととする。なお、図1では、第2水平アーム12が、第2軸A2の時計回りに湾曲した形状である場合を示したが、反時計回りに湾曲した形状としてもよい。
- [0020] このように、昇降アーム20を、湾曲するアームである第2水平アーム12の湾曲内側Siに配置することで、障害物等に干渉しにくい湾曲内側Siの領域を有効活用することができ、ロボット100が障害物等に干渉する干渉領域を低減することが可能となる。

[0021] 以下では、図1に示した昇降アーム20の構成についてさらに詳細に説明する。昇降アーム20は、第1昇降アーム21と、第2昇降アーム22と、第3昇降アーム23とを備える。第1昇降アーム21は、第2水平アーム12の先端側に基端側が支持され、第1軸A1と垂直な第3軸A3まわりに旋回する。

[0022] 第2昇降アーム22は、第1昇降アーム21の先端側に基端側が支持され、第3軸A3と平行な第4軸A4まわりに旋回する。第3昇降アーム23は、第2昇降アーム22の先端側に支持され、第4軸A4と平行な第5軸A5まわりに旋回する。

[0023] また、第3昇降アーム23は、第5軸A5と垂直な第6軸A6まわりにエンドエフェクタ200を回転させる回転部23rを有する。なお、回転部23rは、第3昇降アーム23の底面側に設けられてもよく、第2昇降アーム22側を除いた側面側にも設けられてもよい。

[0024] 図1に示したように、ロボット100は、第1軸A1～第6軸A6の6軸を有する多関節ロボットである。このように、水平アーム10（第1水平アーム11および第2水平アーム12）と、昇降アーム20とを組み合わせることで、「先端軸」である第6軸A6の向きを保持したままエンドエフェクタ200を任意の3次元位置に移動させることができる。

[0025] また、図1に示したように、昇降アーム20を3アーム構成とすることで、昇降動作の昇降範囲を十分に確保することができる。なお、昇降アーム20における各アーム長や軸間距離の詳細な関係については、図5を用いて後述することとする。

[0026] 次に、湾曲アームである第2水平アーム12の具体的な湾曲形状について図2を用いて説明する。図2は、第2水平アーム12の湾曲形状を示す上面図である。なお、図2は、図1に示したロボット100の第2水平アーム12および昇降アーム20に相当する。

[0027] 図2に示すように、第2水平アーム12は、平面視において、湾曲外側S○の基端側および先端側がそれぞれ直線状であり、基端側と先端側とを滑ら

かに曲線でつないだ形状を有している。また、湾曲内側 S_i の基端側および先端側もそれぞれ直線状であり、湾曲外側 S_o と同様に、基端側と先端側とを滑らかに曲線でつないだ形状を有している。

[0028] また、昇降アーム 20 は、湾曲内側 S_i における先端側における直線部分に配置される。なお、図 2 には、湾曲外側 S_o の先端側と、湾曲内側 S_i の先端側とが平行である場合を示したが、必ずしも平行であることを要しない。

[0029] ここで、第 2 水平アーム 12 における湾曲外側 S_o の先端側に接する仮想接線を「第 1 仮想接線 TL_1 」とし、第 2 水平アーム 12 に接する仮想接線のうち第 1 仮想接線 TL_1 に対して平行かつ最も離れた仮想接線を「第 2 仮想接線 TL_2 」とする。そして、第 1 仮想接線 TL_1 と、第 2 仮想接線 TL_2 とに挟まれた領域を「領域 W 」とする。

[0030] この場合、図 2 に示したように、昇降アーム 20 は、第 1 仮想接線 TL_1 と、第 2 仮想接線 TL_2 とに挟まれた領域 W に全体が収まる。つまり、第 2 水平アーム 12 は、昇降アーム 20 全体が領域 W に収まる程度に湾曲している。このように、アームの湾曲によって生じた領域 W 内に昇降アーム 20 を収容することで、昇降アーム 20 と障害物等との干渉を抑制することができ、干渉領域を効率よく低減することが可能となる。なお、湾曲内側 S_i の基端側（昇降アーム 20 が存在しない領域）には、各種センサや配線などを第 2 水平アーム 12 へ外付けすることもでき、領域 W を有効活用することが可能となる。

[0031] ここで、図 2 では、エンドエフェクタ 200 の一部が領域 W からはみ出している場合を示したが、エンドエフェクタ 200 の外形を領域 W 内に収まる形状にすることとしてもよい。このようにすることで、エンドエフェクタ 200 による干渉領域をさらに低減することができる。

[0032] また、図 1 および図 2 に示したように、ロボット 100 は、エンドエフェクタ 200 に接続するケーブルなどのケーブルを筐体の内部に収容することでも干渉領域の低減を図っているので、上記した湾曲形状による干渉領域の

低減とあわせて干渉領域を効率よく低減することができる。なお、図2に示した昇降アーム20の側面形状については、図6Aおよび図6Bを用いて後述する。

[0033] 次に、図1に示したロボット100を一对備える双腕ロボット500について図3A、図3B、図4Aおよび図4Bを用いて説明する。図3Aは、双腕ロボット500の正面図であり、図3Bは、双腕ロボット500の斜視図である。なお、図3Bは、双腕ロボット500を斜め上方からみた図に相当する。図4Aは、双腕ロボット500の上面図であり、図4Bは、図1に示した昇降アーム20を対向させた姿勢を示す上面図である。

[0034] まず、双腕ロボット500の正面形状について説明する。図3Aに示すように、双腕ロボット500は、左腕に相当するロボット100Aと、右腕に相当するロボット100Bと、ロボット100Aおよびロボット100Bを上面側で支持するベース部Bと、ベース部Bを上面側で支持する台車300とを備える。

[0035] 図3Aに示したように、一对のロボット100（ロボット100Aおよびロボット100B）の各々は、第2水平アーム12が、第1水平アーム11の上面側で支持される。このようにすることで、第2水平アーム12を第1水平アーム11の下面側に配置する場合よりも、第2水平アーム12がベース部Bと干渉しにくい。したがって、第2水平アーム12の実質的な可動範囲を広くすることができる。

[0036] 台車300は、ロボット100Aおよびロボット100Bの動作を制御するコントローラ600を内蔵する。また、台車300は、底面側に複数の車輪310と、複数の脚部320とをそれぞれ備える。台車300が車輪310を備えることで、たとえば、作業員の人力による設置位置の移動が容易となり、脚部320を備えることで、設置位置の固定が容易となる。

[0037] なお、図3Aには、台車300に内蔵される機器の一例としてコントローラ600を示したが、エンドエフェクタ200や双腕ロボット500に付随するセンサの基板などの各種機器を台車300に内蔵することとしてもよい。

。このようにすることで、双腕ロボット500まわりの障害物を減らすことができ、双腕ロボット500の干渉領域を効率よく低減することが可能となる。

[0038] なお、図3Aでは、1つのコントローラ600を例示したが、複数のコントローラ600を台車300に内蔵させることとしてもよい。たとえば、ロボット100A用のコントローラ600と、ロボット100B用のコントローラ600とを設け、双方のコントローラ600が相互に通信することで各ロボット100（ロボット100Aおよびロボット100B）を協調動作させることとしてもよい。また、コントローラ600を双腕ロボット500とは別筐体とすることとしてもよい。

[0039] また、図3Aでは、ベース部Bと、台車300とを別々に示したが、台車300の一部としてベース部Bを構成することとしてもよい。また、図3Aでは、ロボット100Aおよびロボット100Bに同じ形状のエンドエフェクタ200を取り付けた場合を示したが、ロボット100ごとに異なる形状や異なる機能を有するエンドエフェクタ200を取り付けることとしてもよい。

[0040] 図3Bに示すように、一对のロボット100（ロボット100Aおよびロボット100B）の各第2水平アーム12は、水平向きに湾曲しており、湾曲によって凹んだ部位には、昇降アーム20がそれぞれ配置される。また、図3Bに示したように、ベース部Bは、台車300における上面の一部に配置され、底面には脚部320がそれぞれ配置される。なお、図3Aに示した車輪310は、台車300に隠れているため図3Bでは図示していない。

[0041] 次に、双腕ロボット500の上面形状について図4Aおよび図4Bを用いて説明する。ここで、図4Aに示した双腕ロボット500の姿勢は、両腕（ロボット100Aおよびロボット100B）を左右に開いた姿勢であり、図4Bに示した姿勢は、両腕をいわゆる「前に倣え」のように前方へ閉じた姿勢である。なお、図4Aおよび図4Bでは、図3Aに示したエンドエフェクタ200の記載を省略している。

[0042] 図4 Aに示すように、双腕ロボット500のベース部Bは、一对のロボット100（ロボット100 Aおよびロボット100 B）を、第1軸A1が互いに平行となるように上面側で支持する。

[0043] ここで、図4 Aに示したように、一对のロボット100（ロボット100 Aおよびロボット100 B）は、第2水平アーム12の湾曲向きが互いに逆向きである。具体的には、左腕に相当するロボット100 Aの第2水平アーム12は、第2軸A2の時計回りに湾曲した形状である。一方、右腕に相当するロボット100 Bの第2水平アーム12は、第2軸A2の半時計回りに湾曲した形状である。

[0044] また、図4 Aに示した姿勢をとった場合、双腕ロボット500は、ロボット100 Aの第1軸A1、第2軸A2および第6軸A6と、ロボット100 Bの第1軸A1、第2軸A2および第6軸A6とを一直線状とすることができる。ここで、上記したように、各昇降アーム20は、領域Wに収まっているので、次に示す「前に倣え」姿勢をとった場合であっても、昇降アーム20同士は、互いに干渉しない。

[0045] 図4 Bに示すように、双腕ロボット500における各ロボット100（ロボット100 Aおよびロボット100 B）が、それぞれの昇降アーム20を対向させ、第1軸A1および第2軸A2を含む平面に「先端軸」が含まれる姿勢をそれぞれとったとする。この場合、ロボット100 Aおよびロボット100 Bは、互いに干渉しない外形を有する。なお、上記したように、「先端軸」は第6軸A6に相当する。

[0046] このように、各腕の第1軸A1、第2軸A2、第6軸A6をそれぞれ一直線として互いに平行とする姿勢であっても、両腕が互いに干渉しない外形とすることで両腕の干渉による制限を考慮する必要がないので、ロボット100のティーチングを効率的に行うことができる。また、両腕が接近した姿勢をとることが容易となるので、双腕ロボット500による作業効率を向上させることができる。

[0047] たとえば、長尺のワークを双方のエンドエフェクタ200で把持した状態

でロボット 100A およびロボット 100B が連携してハンドリング作業を行ったり、一方のエンドエフェクタ 200 で把持したワークに対して他方のエンドエフェクタ 200 が加工作業を行ったりすることができる。

[0048] なお、図 4B では、図 3A に示したエンドエフェクタ 200 の記載を省略しているが、各エンドエフェクタ 200 は、双腕ロボット 500 が図 4B の姿勢をとった場合であっても、エンドエフェクタ 200 同士が互いに干渉しない外形を有することが好ましい。

[0049] 次に、図 1 等にした昇降アーム 20 のアーム長および軸間距離の関係について図 5、図 6A および図 6B を用いて説明する。ここで、図 5 は、昇降アーム 20 の上面図に相当し、図 6A および図 6B は、昇降アーム 20 の側面図に相当する。図 5 は、昇降アーム 20 のアーム長および軸間距離の関係を示す説明図である。また、図 6A は、昇降アーム 20 の基本姿勢を示す側面図であり、図 6B は、昇降アーム 20 の協調動作姿勢を示す側面図である。なお、図 5、図 6A および図 6B には、第 2 水平アーム 12 を参考のため破線で示している。

[0050] 図 5 に示すように、昇降アーム 20 は、第 3 軸 A3 まわりに旋回する第 1 昇降アーム 21 と、第 1 昇降アーム 21 の先端 21t 側に基端 22e 側が支持され、第 4 軸 A4 と平行な第 5 軸 A5 まわりに旋回する第 2 昇降アーム 22 とを備える。また、昇降アーム 20 は、第 2 昇降アーム 22 の先端 22t 側に支持され、第 4 軸 A4 と平行な第 5 軸 A5 まわりに旋回する第 3 昇降アーム 23 を備える。

[0051] また、第 1 昇降アーム 21、第 2 昇降アーム 22 および第 3 昇降アーム 23 は、第 3 軸 A3 の向きからみて第 1 昇降アーム 21、第 2 昇降アーム 22 および第 3 昇降アーム 23 の順序で配置されている。

[0052] ここで、第 4 軸 A4 と第 5 軸 A5 との軸間距離である第 2 距離 L2 は、第 3 軸 A3 と第 4 軸 A4 との軸間距離である第 1 距離 L1 よりも大きい。また、第 2 昇降アーム 22 は、第 1 昇降アーム 21、第 2 昇降アーム 22 および第 3 昇降アーム 23 のそれぞれの延伸向きが第 3 軸 A3 の向きからみて重な

った基本姿勢(図6 A参照)では、先端2 2 tが第1昇降アーム2 1の基端2 1 eを超えない長さである。

[0053] また、第3昇降アーム2 3は、上記した基本姿勢では、基端2 3 eが第2昇降アーム2 2の先端2 2 tを超えない長さである。また、第1昇降アーム2 1の基端2 1 eが第2水平アーム1 2の先端1 2 tを超えないように、昇降アーム2 0は、第2水平アーム1 2に取り付けられている。なお、図5には、第2水平アーム1 2の基端1 2 eを参考のため示している。

[0054] また、図5では、第1昇降アーム2 1の基端2 1 eと、第2昇降アーム2 2の先端2 2 tとが揃っており、第1昇降アーム2 1の先端2 1 tと、第2昇降アーム2 2の基端2 2 eとが揃っている場合、すなわち、両アームのアーム長が等しい場合を示している。

[0055] しかしながら、これに限らず、第2昇降アーム2 2のアーム長を第1昇降アーム2 1のアーム長よりも短くしても構わない。また、図5では、第2昇降アーム2 2の先端2 2 tと、第3昇降アーム2 3の基端2 3 eとが揃っている場合を示したが、基端2 3 eが先端2 2 tよりも第4軸A 4寄りになるように第3昇降アーム2 3のアーム長を短くすることとしてもよい。なお、第3昇降アーム2 3は、第6軸A 6の向きを保つことが主な役割であるので、図5に示したように、先端2 3 tを第2昇降アーム2 2の基端2 2 eよりも先端2 2 t寄りとすることで、アーム長を第2昇降アーム2 2のアーム長よりも短くすることができる。

[0056] このように、各アームのアーム長を延長することなく軸間距離を延長する、すなわち、第2昇降アーム2 2のアーム長を第1昇降アーム2 1のアーム長よりも長くすることなく、軸間距離である第2距離L 2を第1距離L 1よりも大きくすることで、昇降アーム2 0の到達範囲を広げつつ、干渉領域を低減することができる。

[0057] また、上記したように、第3昇降アーム2 3は、第5軸A 5と垂直な第6軸A 6まわりにエンドエフェクタ2 0 0 (図3 A参照)を回転させる回転部2 3 rを有している。そして、第6軸A 6は、第6軸A 6の向きを保持した

ままエンドエフェクタ 200 を移動させる協調動作姿勢では、第 5 軸 A 5 よりも第 2 昇降アーム 22 の先端 22 t 側にある。なお、図 5 には、第 5 軸 A 5 からの第 6 軸 A 6 のシフト量を、参考のため第 3 距離 L 3 として示している。

[0058] このように、第 6 軸 A 6 を第 3 昇降アーム 23 の基端 23 e 側に寄せることで、昇降アーム 20 の到達範囲を広げることができる。これは、第 6 軸 A 6 が第 3 昇降アーム 23 の基端 23 e に近いほど、第 2 昇降アーム 22 のアーム長をより有効に活用することができるためである。

[0059] なお、図 5 に示したのは、昇降アーム 20 の基本姿勢（図 6 A 参照）における上面図であるが、図 5 に示した第 6 軸 A 6 の向きは、協調動作姿勢においても保持されるため、基本姿勢は、協調動作姿勢に含まれる 1 つの姿勢であるといえる。

[0060] 次に、図 5 に示した昇降アーム 20 の側面形状について図 6 A を用いて説明する。図 6 A に示すように、基本姿勢では、第 1 昇降アーム 21 および第 2 昇降アーム 22 の延伸向きは水平向きである。そして、第 3 軸 A 3 と、第 5 軸 A 5 とは重なっており、第 3 軸 A 3 および第 4 軸 A 4 と、第 4 軸 A 4 および第 5 軸 A 5 とは、同一水平面上にある。また、第 6 軸 A 6 軸の向きは鉛直向きである。

[0061] なお、図 6 A では、第 2 昇降アーム 22 の背後に第 1 昇降アーム 21 と、第 2 水平アーム 12 の先端側とが隠れているが、第 1 昇降アーム 21 の外形は第 2 昇降アーム 22 の外形と同様であり、第 2 水平アーム 12 の先端側の形状は、第 2 昇降アーム 22 の先端側の形状と同様である。

[0062] また、図 6 A に示したように、基本姿勢では、第 2 軸 A 2 と、第 6 軸 A 6 とは平行であり、第 2 軸 A 2 および第 6 軸 A 6 と、第 3 軸 A 3、第 4 軸 A 4 および第 5 軸 A 5 とは垂直である。なお、第 3 昇降アーム 23 の延伸向きは、図 6 A に示した基本姿勢における水平向き（X Z 平面と平行な向き）とする。

[0063] 次に、昇降アーム 20 の協調動作姿勢について図 6 B を用いて説明する。

なお、図 6 B では、図 6 A に示した基本姿勢よりも上方へエンドエフェクタ 200 を移動させた昇降アーム 20 の姿勢を実線で、基本姿勢よりも下方へエンドエフェクタ 200 を移動させた昇降アーム 20 の姿勢を破線で、それぞれ示している。

[0064] そして、図 6 B には、エンドエフェクタ 200 の最高位置と、最低位置との差分を昇降範囲 H として示している。なお、図 6 B に示した第 1 昇降アーム 21 および第 2 昇降アーム 22 の姿勢は一例として参考のため示した姿勢であり、図 6 B の通りの姿勢であることを要しない。たとえば、第 1 昇降アーム 21 および第 2 昇降アーム 22 の延伸向きを鉛直向きとなるように昇降アーム 20 を伸ばすこととしてもよい。

[0065] 図 6 B に示したように、昇降アーム 20 における第 1 昇降アーム 21、第 2 昇降アーム 22 および第 3 昇降アーム 23 は、エンドエフェクタ 200 を回転させる回転軸である第 6 軸 A6 が常に鉛直向きとなるように協調動作する。したがって、第 6 軸 A6 の向きを保持したままエンドエフェクタ 200 を移動させる姿勢を総称して協調動作姿勢と呼ぶこととする。

[0066] なお、このように、昇降アーム 20 を 3 アーム構成として、第 6 軸 A6 の向きを保持するためには、第 3 軸 A3、第 4 軸 A4 および第 5 軸 A5 まわりの各アームの旋回角速度の比率を、「1 : -2 : 1」（ただし、「-（マイナス）」は逆向きを示す）とすることが一般的である。また、第 1 昇降アーム 21 の軸間距離（図 5 の第 1 距離 L1 参照）と、第 2 昇降アーム 22 の軸間距離（図 5 の第 2 距離 L2 参照）とを等しくする（比率を「1 : 1」とする）ことが一般的である。

[0067] しかしながら、かかる角速度の比率や、軸間距離の比率を工夫することで、昇降範囲 H を狭くすることなく、アームの回転角を小さくしたり、昇降における移動速度を速くしたりすることができることが判明した。なお、アームの回転角を小さくすると、アームに内蔵されるケーブルなどの屈曲変化が抑えられる。したがって、ケーブルなどの長寿命化、ひいては昇降アーム 20 の長寿命化を図ることができる。そこで、以下では、これらの比率の組合

せについて図7を用いて説明することとする。図7は、軸間距離比および角速度比の組合せごとの移動速度を示す説明図である。

[0068] 図7には、「組合せ例」として「E1」、「E2」、「E3」および「E4」の4つの例を示している。また、「組合せ例」ごとに、「軸間距離比」、「角速度比」および「移動速度」の各項目を示している。

[0069] ここで、「軸間距離比」は、図5に示した第1距離 L_1 と、第2距離 L_2 との比率である。「角速度比」は、図5に示した第3軸A3、第4軸A4および第5軸A5まわりの各アームの旋回に対応する角速度の比率である。また、「移動速度」は、図6Bに示した昇降動作に対応する移動速度である。なお、「角速度比」における「-（マイナス）」は、「-（マイナス）」を付さない場合に対して逆回転向きであることを示している。

[0070] 組合せ例の「E1」は、上記した一般的な組合せである。「E1」では、第1距離 L_1 および第2距離 L_2 （図5参照）の軸間距離比は、「1：1」であり、第3軸A3、第4軸A4および第5軸A5（図6B参照）まわりの角速度比は、「1：-2：1」である。また、「E1」の移動速度は「V1」である。ここで、「V1」を基準となる移動速度とする。

[0071] 組合せ例の「E2」は、第3軸A3、第4軸A4および第5軸A5まわりの角速度比を「E1」と同様としつつ、第2距離 L_2 を第1距離 L_1 よりも大きくした場合（ $L_2 > L_1$ ）を示している。具体的には、「E2」では、第1距離 L_1 および第2距離 L_2 の軸間距離比は、「1：j」（ただし、 $j > 1$ ）である。

[0072] このように、第2距離 L_2 を第1距離 L_1 よりも大きくすると、移動速度である「V2」は、基準となる「E1」の「V1」よりも大きくなる（ $V_2 > V_1$ ）。したがって、昇降範囲H（図6B参照）を保持したまま、昇降動作に対応する移動速度を速くすることができる。

[0073] 組合せ例の「E3」は、軸間距離比を「E1」と同様としつつ、第3軸A3、第4軸A4および第5軸A5まわりの角速度比を「E1」とは異なる比率とした場合を示している。具体的には、「E3」では、第3軸A3、第4

軸 A 4 および第 5 軸 A 5 まわりの角速度比は、「 $1 : -k : k - 1$ （ただし、 $k > 2$ ）」である。なお、3つの比率を合計すると 0 となる。

[0074] このように角速度比を設定すると、移動速度である「V 3」は、「E 2」の「V 2」よりも大きくなる（ $V 3 > V 2$ ）。したがって、昇降範囲 H（図 6 B 参照）を保持したまま、昇降における移動速度をさらに速くすることができる。

[0075] 組合せ例の「E 4」は、「E 2」と「E 3」とを組み合わせることで、軸間距離比および角速度比を「E 1」と異なる比率とした場合を示している。なお、軸間距離比は、「E 2」と同様であり、角速度比は、「E 3」と同様である。

[0076] このようにすることで、移動速度である「V 4」は、「E 3」の「V 3」よりも大きくなる（ $V 4 > V 3$ ）。したがって、昇降範囲 H（図 6 B 参照）を保持したまま、昇降における移動速度をさらに速くすることができる。

[0077] つまり、図 7 に示した「E 2」、「E 3」および「E 4」のいずれかを協調動作を行う 3 アーム構成のアーム群の動作に適用することで、アームの到達範囲を広げたり、協調動作におけるアームの移動速度を速めたりすることができる。

[0078] なお、軸間距離比が「 $1 : 1$ 」ではない場合や、角速度比が「 $1 : -2 : 1$ 」ではない場合には、昇降範囲 H（図 6 B 参照）における高さに応じて第 6 軸 A 6 の水平位置や、第 6 軸 A 6 の向きが変化する。しかしながら、これらのずれは、ロボット 100（図 1 参照）の動作によって補正することができる。具体的には、第 1 軸 A 1 および第 2 軸 A 2 を用いることで、第 6 軸 A 6 の水平位置の位置ずれを補正することができる。また、第 5 軸 A 5 を用いることで、第 6 軸 A 6 の向きずれを補正することができる。

[0079] また、図 7 では、角速度比における「k」が「 $k > 2$ 」である場合を示したが、軸間距離比と、角速度比との組み合わせによっては、「 $k < 2$ 」であっても移動速度を基準速度である「V 1」よりも速くすることができる。

[0080] 次に、図 3 A 等にした双腕ロボット 500 における駆動源であるアクチ

ュエータの配置例について図8 Aおよび図8 Bを用いて説明する。図8 Aおよび図8 Bは、アクチュエータの配置例を示す模式図その1およびその2である。なお、図8 Aは、図4 Bに対応する双腕ロボット500の上面図に相当する。また、図8 Bは、図8 Aから第1水平アーム11、第2水平アーム12および昇降アーム20を取り外した双腕ロボット500の上面図に相当する。

[0081] 図8 Aに示すように、双腕ロボット500の各第2水平アーム12は、アクチュエータM2と、アクチュエータM3とをそれぞれ基端側に内蔵する。このように、アクチュエータM2およびアクチュエータM3を第2水平アーム12の基端側に配置することで、旋回に伴う慣性モーメントを低減でき、少ないトルクで第2水平アーム12を旋回させることが可能となる。

[0082] アクチュエータM2は、サーボモータなどの駆動源であり、第2軸A2まわりに第2水平アーム12を旋回させる駆動力を提供する。ここで、アクチュエータM2による駆動力は、ギア機構や、プーリ・ベルト機構などの伝達機構を介して第2軸A2へ伝達される。これにより、第2水平アーム12は、第1水平アーム11に対して旋回する。

[0083] アクチュエータM3は、アクチュエータM2と同様の駆動源であり、第3軸A3、第4軸A4および第5軸A5まわりに昇降アーム20の各アームを協調動作させる（図6 B参照）ための駆動力を提供する。

[0084] なお、アクチュエータM3による駆動力は、ギア機構や、プーリ・ベルト機構などの伝達機構を介して第3軸A3へ伝達され、さらに伝達機構を介して第4軸A4へ伝達され、さらに伝達機構を介して第5軸A5へ伝達される。

[0085] ここで、第3軸A3、第4軸A4および第5軸A5まわりの各角速度比は、図7に示した「 $1 : -2 : 1$ 」または「 $1 : -k : k-1$ （ただし、 $k > 2$ ）」のいずれかに設定される。なお、第6軸A6の姿勢保持を行わない場合には、「 $k > 0$ 」とすることとしてもよい。また、第6軸A6の姿勢を行う場合であっても、必ずしも「 $k > 2$ 」とすることは要せず、「 $k \geq 1$ 」と

すれば足りる。

[0086] また、各昇降アーム 20 の第 3 昇降アーム 23 は、アクチュエータ M4 をそれぞれ内蔵する。なお、アクチュエータ M4 は、アクチュエータ M2 や、アクチュエータ M3 と同様の駆動源であり、第 6 軸 A6 まわりにエンドエフェクタ 200（図 3A 参照）自体を回転させるための駆動力を提供する。

[0087] なお、エンドエフェクタ 200 の回転軸が第 6 軸 A6 からずれている場合には、アクチュエータ M4 による駆動力は、ギア機構や、プーリ・ベルト機構などの伝達機構を介してエンドエフェクタ 200 の回転軸へ伝達される。なお、図 1 で既に説明した回転部 23r は、アクチュエータ M2 と、アクチュエータ M2 に接続された伝達機構との一方または双方に対応する。

[0088] 図 8B に示すように、双腕ロボット 500 のベース部 B は、一对のアクチュエータ M1 を内蔵する。アクチュエータ M1 は、サーボモータなどの駆動源であり、第 1 軸 A1 まわりに第 1 水平アーム 11 を旋回させる駆動力を提供する。ここで、アクチュエータ M1 による駆動力は、ギア機構や、プーリ・ベルト機構などの伝達機構を介して第 1 軸 A1 へ伝達される。これにより、第 1 水平アーム 11 は、ベース部 B に対して旋回する。このように、アクチュエータ M1 をベース部 B に配置することで、第 1 水平アーム 11 の旋回に伴う慣性モーメントを低減でき、少ないトルクで第 1 水平アーム 11 を旋回させることが可能となる。

[0089] なお、図 8B に示したように、ベース部 B が平面視で円形である場合には、各第 1 軸 A1 は、円形の中心に対してたとえば点対称の位置に設けられる。また、各アクチュエータ M1 は、第 1 軸 A1 同士を結んだ線からずれるように、円形の中心に対してたとえば互いに点対称な位置に設けられる。このように、各第 1 軸 A1 を同軸ではなく、並べて配置することで、各腕を並べて配置することが可能となり、双腕ロボット 500 自体の低背化を図ることができる。

[0090] また、上記したようにアクチュエータ M1 を配置することで、ベース部 B の高さ（Z 軸向きの厚み）を抑えることができる。つまり、ベース部 B の低

背化を図ることができる。なお、図8Bでは、第1軸A1同士、アクチュエータM1同士をそれぞれ円形の中心に対して点対称の位置に配置する場合を例示したが、YZ平面と平行な平面に対して面对称な位置にそれぞれ配置したり、アクチュエータM1同士をXZ平面と平行な平面に対して面对称な位置にそれぞれ配置したりすることとしてもよい。

[0091] ところで、図5～図8Bでは、図5に示したアーム長、軸間距離の関係をもつアーム構成を鉛直向きに伸縮する昇降アーム20として説明した。しかしながら、昇降アーム20における第3軸A3の向きは、水平向きに限られず、鉛直向きなどの任意の向きとすることができる。そして、昇降アーム20自体を、ロボット20として用いることとしてもよい。

[0092] 昇降アーム20のアーム構成をロボット20として用いる場合、たとえば、第3軸A3の向きを鉛直向きとすれば、いわゆる水平アームとなる。このように、昇降アーム20自体を広くロボット20として用いる場合には、上記した説明における「第1昇降アーム21」、「第2昇降アーム22」および「第3昇降アーム23」を、それぞれ、「第1アーム21」、「第2アーム22」および「第3アーム23」と読み替えればよい。

[0093] また、「第3軸A3」、「第4軸A4」および「第5軸A5」を、それぞれ、「第1回転軸A3」、「第2回転軸A4」および「第3回転軸A5」と読み替えればよい。そして、「昇降範囲」については「移動範囲」と読み替えればよい。

[0094] かかる読み替えを行った場合、すなわち、昇降アーム20を昇降動作に限られない動作を行うロボット20として広く用いる場合、図5に示したロボット20の構成は以下に示す通りである。

[0095] すなわち、ロボット20は、第1アーム21と、第2アーム22と第3アーム23とを備える。第1アーム21は、第1回転軸A3まわりに回転する。第2アーム22は、第1アーム21の先端21t側に基端22e側が支持され、第1回転軸A3と平行な第2回転軸A4まわりに回転する。第3アーム23は、第2アーム22の先端22t側に支持され、第2回転軸A4と平

行な第3旋回軸A5まわりに回転する。

[0096] また、第1アーム21、第2アーム22および第3アーム23は、第1旋回軸A3の向きからみて第1アーム21、第2アーム22および第3アーム23の順序で配置されている。第2旋回軸A4と第3旋回軸A5との軸間距離である第2距離L2は、第1旋回軸A3と第2旋回軸A4との軸間距離である第1距離L1よりも大きい。

[0097] 第2アーム22は、第1アーム21、第2アーム22および第3アーム23のそれぞれの延伸向きが第1旋回軸A3の向きからみて重なった基本姿勢では、先端22tが第1アーム21の基端21eを超えない長さである。第3アーム23は、上記した基本姿勢では、第2アーム22の先端22tを超えない長さである。

[0098] 第3アーム23は、第3旋回軸A5と垂直な第1回転軸A6まわりにエンドエフェクタ200を回転させる回転部23rを備える。第1回転軸A6は、エンドエフェクタ200を、第1回転軸A6の向きを保持したまま移動させる協調動作姿勢では、第3旋回軸A5よりも第2アーム22の先端22t側にある。また、ロボット20における第1旋回軸A3、第2旋回軸A4および第3旋回軸A5の角速度比は、協調動作姿勢において、「 $1 : -k : k - 1$ （ただし、 $k > 2$ ）」である。

[0099] 次に、図1に示したいわゆる単腕ロボットであるロボット100を複数配置する場合について図9を用いて説明する。図9は、複数のロボットの配置例を示す模式図である。なお、図9には、図4A等にした双腕ロボット500の左腕に相当するロボット100Aを並べる場合を示したが右腕に相当するロボット100Bを並べることもよい。

[0100] 図9に示すように、設置台700には、Y軸に沿う向きに2列のロボット100Aがそれぞれ並べられている。なお、図9では、1列目のロボット100Aの末尾に1、2などの符号を付加してロボット100A1、ロボット100A2のように記載している。また、2列目のロボット100Aの末尾には11、12などの符号を付加してロボット100A11、ロボット100

0 A 1 2 のように記載している。

[0101] 図 1 を用いて既に説明したように、ロボット 1 0 0 の第 2 水平アーム 1 2 (図 1 参照) は、湾曲しており、湾曲によって生じた領域に昇降アーム 2 0 (図 1 参照) が収まるように配置されている。したがって、隣接するロボット 1 0 0 との干渉が生じにくい。

[0102] ところで、ロボット 1 0 0 を 2 列に並べる場合には、1 列目は右腕、2 列目は左腕のように、湾曲向きが逆向きのロボット 1 0 0 を並べると、各列のロボットを Y Z 平面と平行な平面について線対称の構成とすることができる。

[0103] しかしながら、右腕に相当するロボット 1 0 0 A (図 3 A 参照) と、左腕に相当するロボット 1 0 0 B (図 3 A 参照) とを混在させることとすると、2 つの形状のロボット 1 0 0 を別途製造することとなりコストが上昇しやすい。

[0104] そこで、図 9 に示すように、右腕に相当するロボット 1 0 0 A のみの製造、または、逆に、左腕に相当するロボット 1 0 0 B のみの製造で済ますこととすれば、開発コストや、製造コスト、輸送コストなどコストを低減することができる。

[0105] 次に、実施形態に係るロボットシステム 1 の構成について図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 は、ロボットシステム 1 の構成を示すブロック図である。図 1 0 に示すように、ロボットシステム 1 は、双腕ロボット 5 0 0 と、コントローラ 6 0 0 とを備える。双腕ロボット 5 0 0 は、コントローラ 6 0 0 に接続されている。なお、図 3 A に示したように、コントローラ 6 0 0 を双腕ロボット 5 0 0 に内蔵することとしてもよい。また、双腕ロボット 5 0 0 を単腕ロボット (たとえば、図 1 のロボット 1 0 0) としてもよい。

[0106] コントローラ 6 0 0 は、制御部 6 1 0 と、記憶部 6 2 0 とを備える。制御部 6 1 0 は、動作制御部 6 1 0 a を備える。記憶部 6 2 0 は、教示情報 6 2 0 a を記憶する。なお、図 1 0 には、説明を簡略化するために、1 台の双腕ロボット 5 0 0 と、1 台のコントローラ 6 0 0 とを示したが、複数台の双腕

ロボット 500 の動作制御を 1 台のコントローラ 600 で行ったり、1 台の双腕ロボット 500 の動作制御を複数台のコントローラ 600 で行ったりすることとしてもよい。また、複数台のコントローラ 600 を用いる場合には、各コントローラを束ねる上位のコントローラを設けることとしてもよい。

[0107] ここで、コントローラ 600 は、たとえば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、入出力ポートなどを有するコンピュータや各種の回路を含む。

[0108] コンピュータの CPU は、たとえば、ROM に記憶されたプログラムを読み出して実行することによって、制御部 610 の動作制御部 610a として機能する。また、動作制御部 610a を ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や FPGA (Field Programmable Gate Array) などのハードウェアで構成することもできる。

[0109] また、記憶部 620 は、たとえば、RAM や HDD に対応する。RAM や HDD は、教示情報 620a を記憶することができる。なお、コントローラ 600 は、有線や無線のネットワークで接続された他のコンピュータや可搬型記録媒体を介して上記したプログラムや各種情報を取得することとしてもよい。さらに、上記したように、コントローラ 600 を複数台の相互に通信可能な装置として構成してもよく、上位または下位の装置と通信可能な階層式の装置として構成してもよい。

[0110] 制御部 610 は、双腕ロボット 500 の動作制御を行う。なお、コントローラ 600 が複数台で構成される場合には、制御部 610 は、コントローラ 600 間の同期をとる処理を併せて行うこととしてもよい。

[0111] 動作制御部 610a は、教示情報 620a に基づいて双腕ロボット 500 を動作させる。動作制御部 610a は、双腕ロボット 500 の動力源であるモータなどのアクチュエータにおけるエンコーダ値を用いつつフィードバック制御を行うなどして双腕ロボット 500 の動作精度を向上させる。

[0112] 教示情報 620a は、双腕ロボット 500 へ動作を教示するティーチング

段階で作成され、双腕ロボット500の動作経路を規定するプログラムである「ジョブ」を含んだ情報である。なお、図4等にしたように、両腕を左右対称となるように配置する場合には、各腕用の教示データを共用したり、反転利用したりすることが可能となる。したがって、ロボットシステム1によれば、かかる教示データを含んだ教示情報620aの生成の手間とコストとを抑制することができる。

[0113] 上述してきたように、実施形態の一態様に係るロボット100は、第1水平アーム11と、第2水平アーム12と、昇降アーム20とを備える。第1水平アーム11は、第1軸A1まわりに旋回する。第2水平アーム12は、第1水平アーム11の先端側に基端12e側が支持され、第1軸A1と平行な第2軸A2まわりに旋回する。昇降アーム20は、第2水平アーム12の先端12t側に基端側が支持され、先端側に取り付け可能なエンドエフェクタ200を昇降させる。第2水平アーム12は、いずれかの旋回向きに湾曲している。昇降アーム20は、平面視において、第2水平アーム12における湾曲内側Siに配置される。

[0114] このように、昇降アーム20を、湾曲する第2水平アーム12の湾曲内側Siに配置することで、ロボット100の干渉領域を低減することができる。

[0115] 実施形態の他の態様に係るロボット20は、第1アーム21と、第2アーム22と、第3アーム23とを備える。第1アーム21は、第1旋回軸A3まわりに旋回する。第2アーム22は、第1アーム21の先端21t側に基端22e側が支持され、第1旋回軸A3と平行な第2旋回軸A4まわりに旋回する。第3アーム23は、第2アーム22の先端22t側に支持され、第2旋回軸A4と平行な第3旋回軸A5まわりに旋回する。第1アーム21、第2アーム22および第3アーム23は、第1旋回軸A3の向きからみて第1アーム21、第2アーム22および第3アーム23の順序で配置されている。第2旋回軸A4と第3旋回軸A5との軸間距離である第2距離L2は、第1旋回軸A3と第2旋回軸A4との軸間距離である第1距離L1よりも大

きい。第2アーム22は、第1アーム21、第2アーム22および第3アーム23のそれぞれの延伸向きが第1回転軸A3の向きからみて重なった基本姿勢では、先端22tが第1アーム21の基端21eを超えない長さである。第3アーム23は、基本姿勢では、第2アーム22の先端22tを超えない長さである。

[0116] このように、各アームの全長を延長することなくアームの軸間距離を延長することで、ロボット20の到達範囲を広げつつ、干渉領域を低減することができる。

[0117] さらに効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本発明のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施例に限定されるものではない。したがって、添付の請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。

符号の説明

[0118]	1	ロボットシステム
	10	水平アーム
	11	第1水平アーム
	12	第2水平アーム
	12e	基端
	12t	先端
	20	昇降アーム（ロボット）
	21	第1昇降アーム（第1アーム）
	21e	基端
	21t	先端
	22	第2昇降アーム（第2アーム）
	22e	基端
	22t	先端
	23	第3昇降アーム（第3アーム）

2 3 e	基端
2 3 r	回転部
2 3 t	先端
1 0 0、1 0 0 A、1 0 0 B	ロボット
2 0 0	エンドエフェクタ
3 0 0	台車
3 1 0	車輪
3 2 0	脚部
5 0 0	双腕ロボット
6 0 0	コントローラ
6 1 0	制御部
6 1 0 a	動作制御部
6 2 0	記憶部
6 2 0 a	教示情報
7 0 0	設置台
A 1	第 1 軸
A 2	第 2 軸
A 3	第 3 軸（第 1 旋回軸）
A 4	第 4 軸（第 2 旋回軸）
A 5	第 5 軸（第 3 旋回軸）
A 6	第 6 軸（第 1 回転軸）
B	ベース部
H	昇降範囲
M 1、M 2、M 3	アクチュエータ
S i	湾曲内側
S o	湾曲外側
T L 1	第 1 仮想接線
T L 2	第 2 仮想接線

W 領域

請求の範囲

[請求項1]

第1軸まわりに回転する第1水平アームと、
前記第1水平アームの先端側に基端側が支持され、前記第1軸と平行な第2軸まわりに回転する第2水平アームと、
前記第2水平アームの先端側に基端側が支持され、先端側に取り付け可能なエンドエフェクタを昇降させる昇降アームと
を備え、
前記第2水平アームは、
いずれかの回転向きに湾曲しており、
前記昇降アームは、
平面視において、前記第2水平アームにおける湾曲内側に配置されること
を特徴とするロボット。

[請求項2]

前記昇降アームは、
平面視において、前記第2水平アームにおける湾曲外側の先端側に接する第1仮想接線と、前記第2水平アームに接する仮想接線のうち前記第1仮想接線に対して平行かつ最も離れた第2仮想接線とに挟まれた領域内に収まること
を特徴とする請求項1に記載のロボット。

[請求項3]

前記昇降アームは、
前記第2水平アームの先端側に基端側が支持され、前記第1軸と垂直な第3軸まわりに回転する第1昇降アームと、
前記第1昇降アームの先端側に基端側が支持され、前記第3軸と平行な第4軸まわりに回転する第2昇降アームと、
前記第2昇降アームの先端側に支持され、前記第4軸と平行な第5軸まわりに回転する第3昇降アームと
を備え、
前記第3昇降アームは、

前記第5軸と垂直な第6軸まわりに前記エンドエフェクタを回転させる回転部を有すること

を特徴とする請求項1または2に記載のロボット。

[請求項4]

第1回転軸まわりに回転する第1アームと、

前記第1アームの先端側に基端側が支持され、前記第1回転軸と平行な第2回転軸まわりに回転する第2アームと、

前記第2アームの先端側に支持され、前記第2回転軸と平行な第3回転軸まわりに回転する第3アームと

を備え、

前記第1アーム、前記第2アームおよび前記第3アームは、

前記第1回転軸の向きからみて前記第1アーム、前記第2アームおよび前記第3アームの順序で配置されており、

前記第2回転軸と前記第3回転軸との軸間距離である第2距離は、

前記第1回転軸と前記第2回転軸との軸間距離である第1距離よりも大きく、

前記第2アームは、

前記第1アーム、前記第2アームおよび前記第3アームのそれぞれの延伸向きが前記第1回転軸の向きからみて重なった基本姿勢では、先端が前記第1アームの基端を超えない長さであり、

前記第3アームは、

前記基本姿勢では、前記第2アームの先端を超えない長さであること

を特徴とするロボット。

[請求項5]

前記第3アームは、

前記第3回転軸と垂直な第1回転軸まわりにエンドエフェクタを回転させる回転部を備え、

前記第1回転軸は、

前記エンドエフェクタを、前記第1回転軸の向きを保持したまま移

動させる協調動作姿勢では、前記第 3 旋回軸よりも前記第 2 アームの先端側にあること

を特徴とする請求項 4 に記載のロボット。

[請求項 6] 前記第 1 旋回軸、前記第 2 旋回軸および前記第 3 旋回軸の角速度比は、

前記協調動作姿勢において、 $1 : -k : k - 1$ （ただし、 $k > 2$ ）であること

を特徴とする請求項 5 に記載のロボット。

[請求項 7] 前記昇降アームは、

前記第 1 旋回軸を前記第 3 軸として配置した請求項 4、5 または 6 に記載のロボットであること

を特徴とする請求項 3 に記載のロボット。

[請求項 8] 請求項 1、2、3 または 7 に記載のロボットを一对と、

一对の前記ロボットを前記第 1 軸が互いに平行となるように上面側で支持するベース部と

を備え、

一对の前記ロボットは、

前記第 2 水平アームの湾曲向きが互いに逆向きであること

を特徴とする双腕ロボット。

[請求項 9] 前記第 2 水平アームは、

前記第 1 水平アームの上面側で支持されること

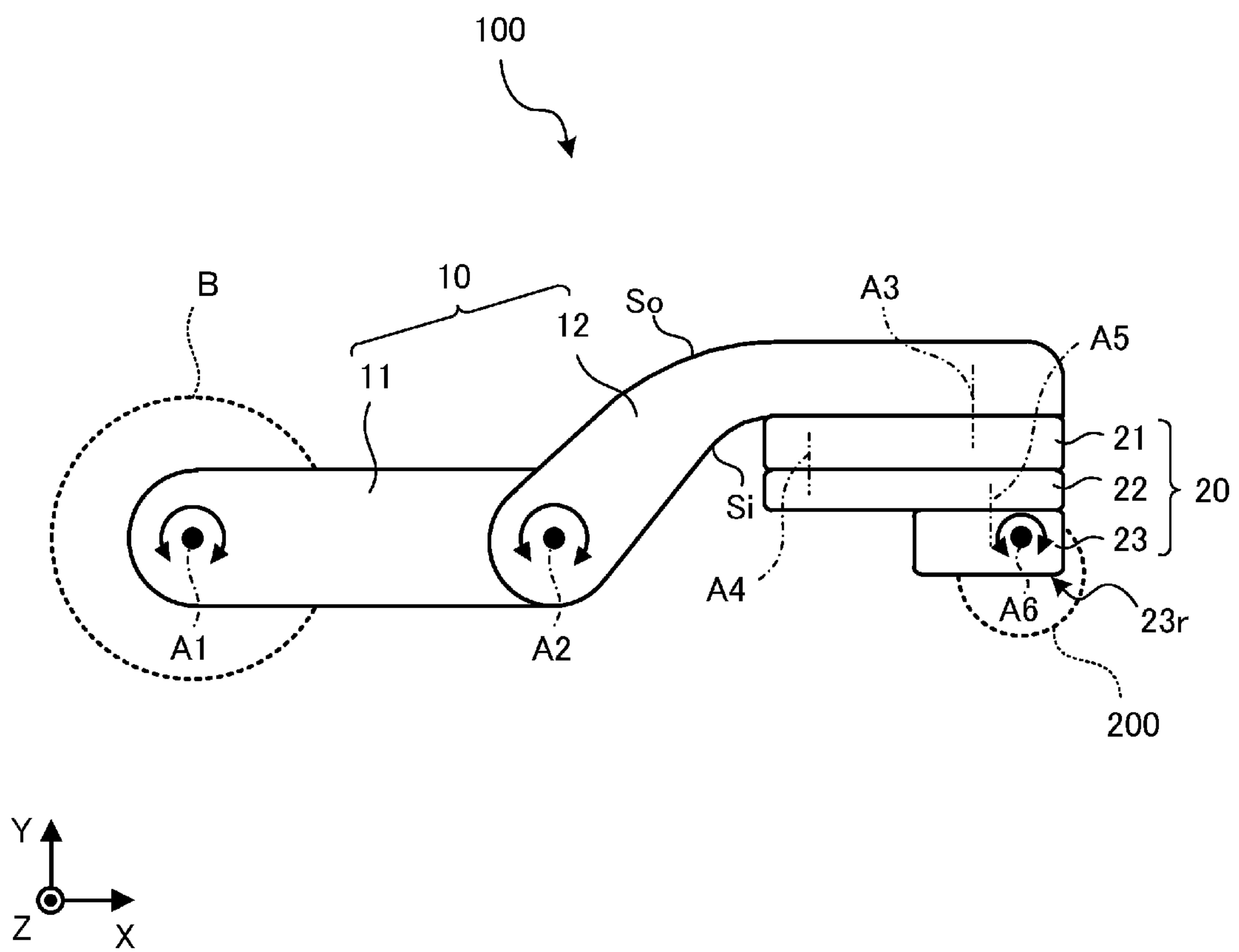
を特徴とする請求項 8 に記載の双腕ロボット。

[請求項 10] 一对の前記ロボットは、

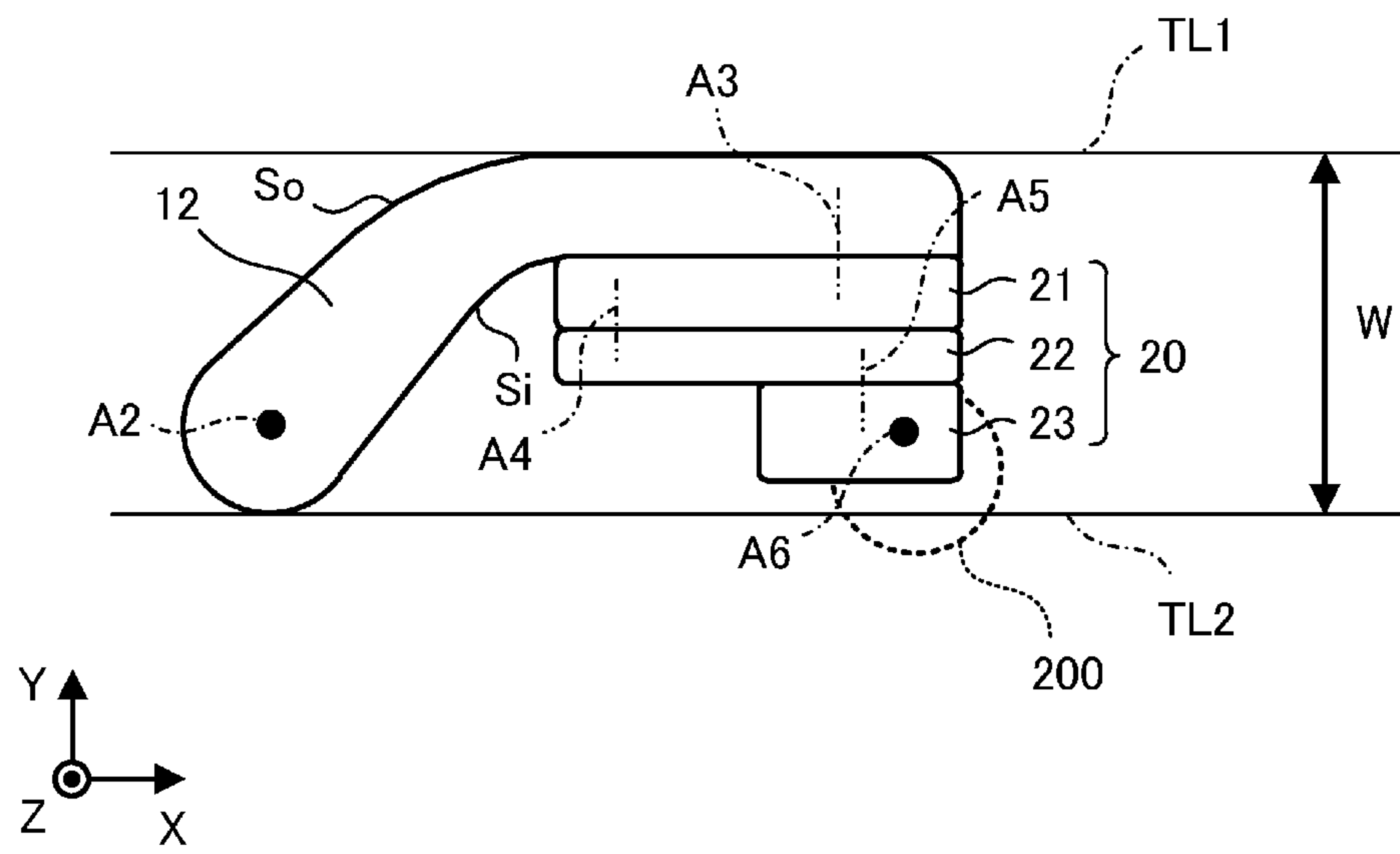
それぞれの前記昇降アームを対向させ、前記第 1 軸および前記第 2 軸を含む平面に先端軸が含まれる姿勢をそれぞれとった場合に、互いに干渉しない外形を有すること

を特徴とする請求項 8 または 9 に記載の双腕ロボット。

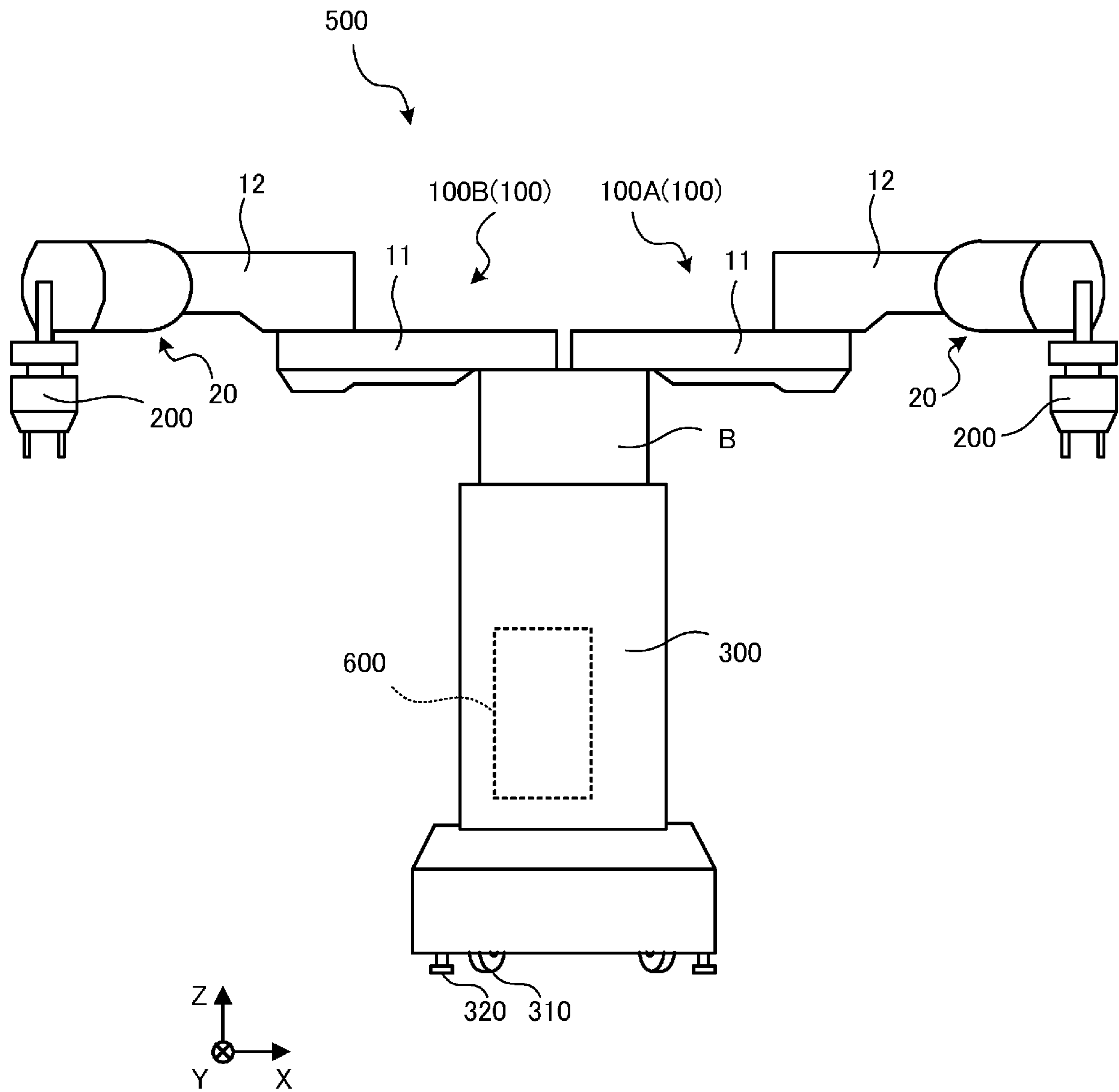
[図1]



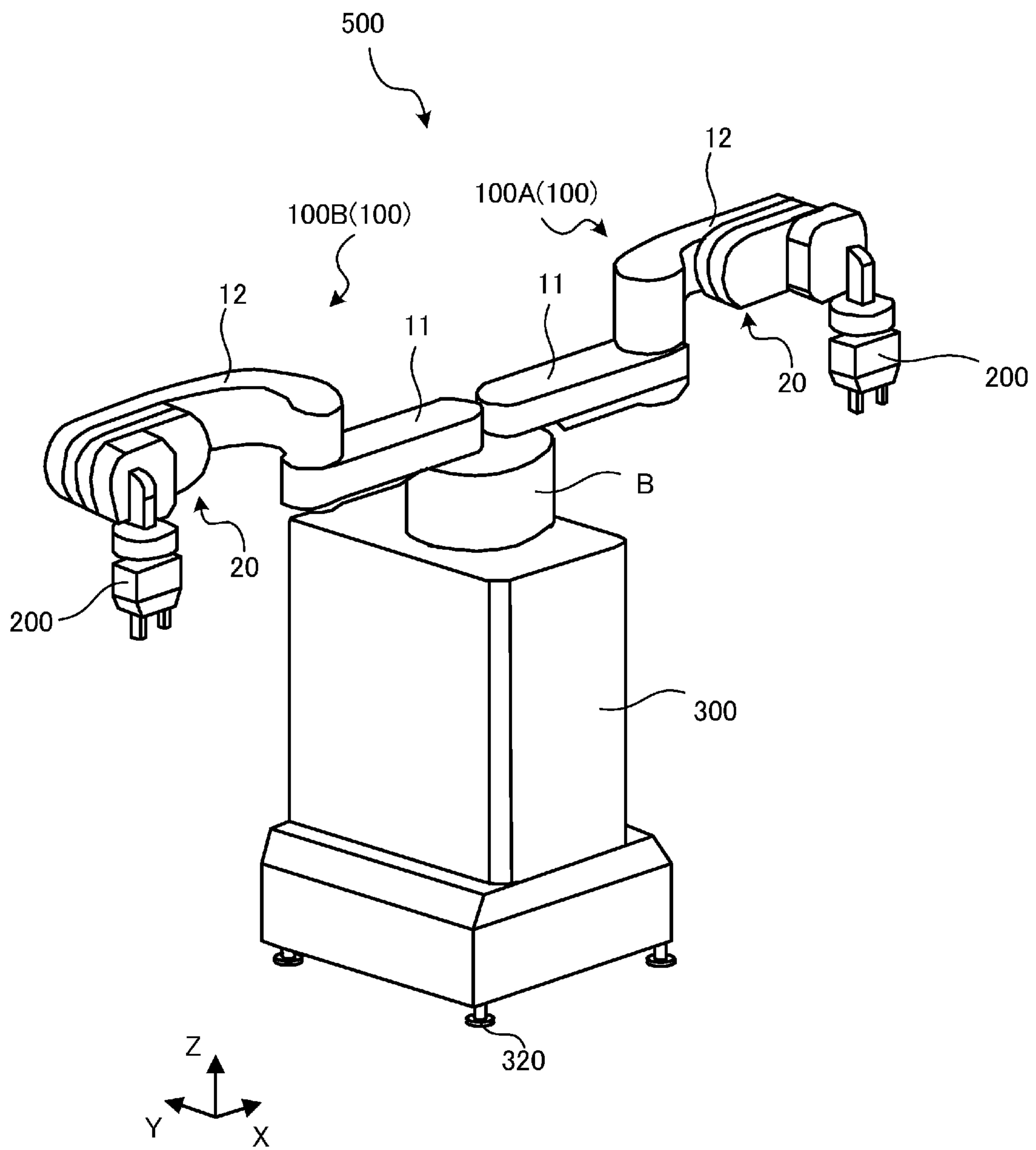
[図2]



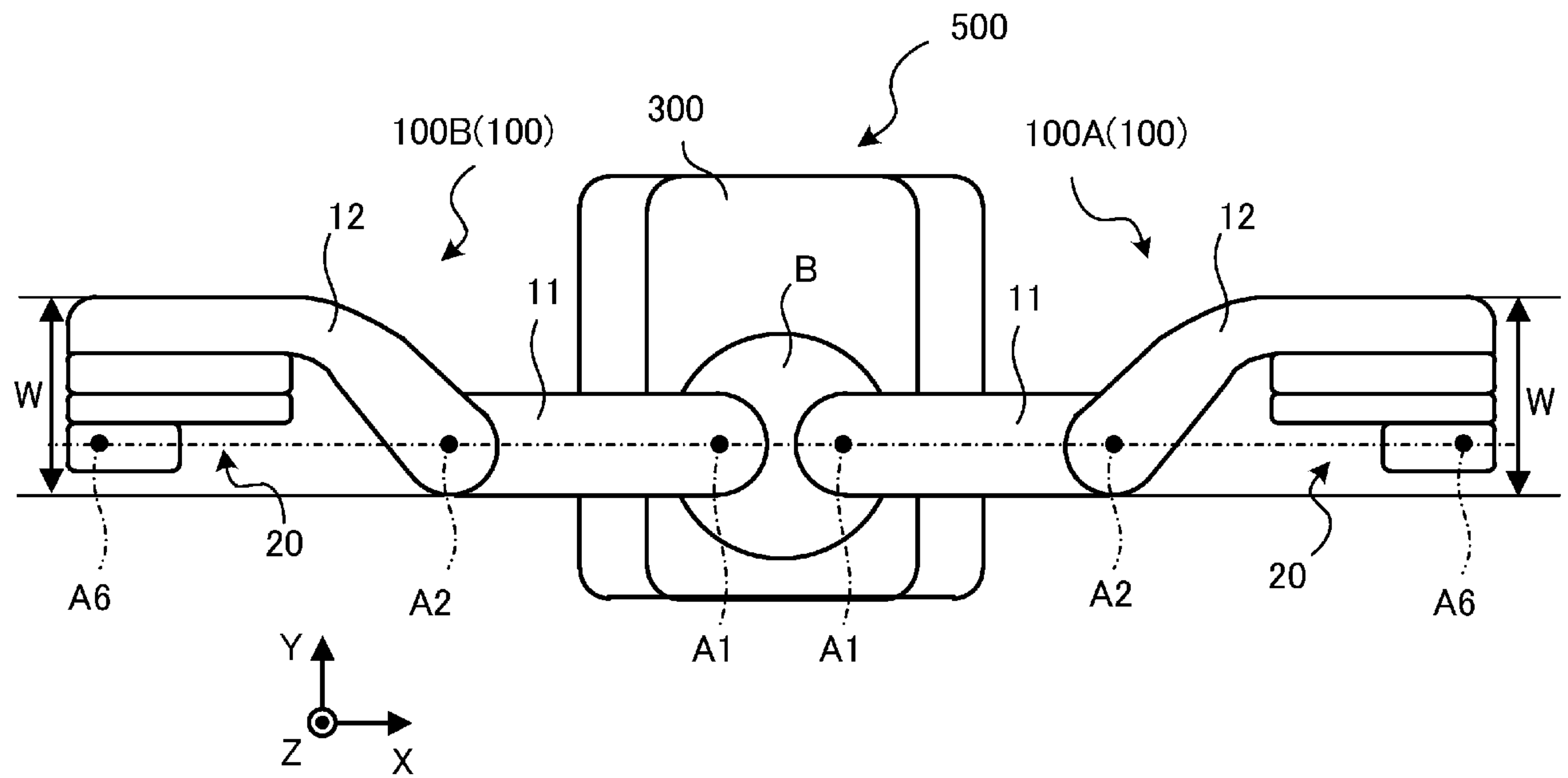
[図3A]



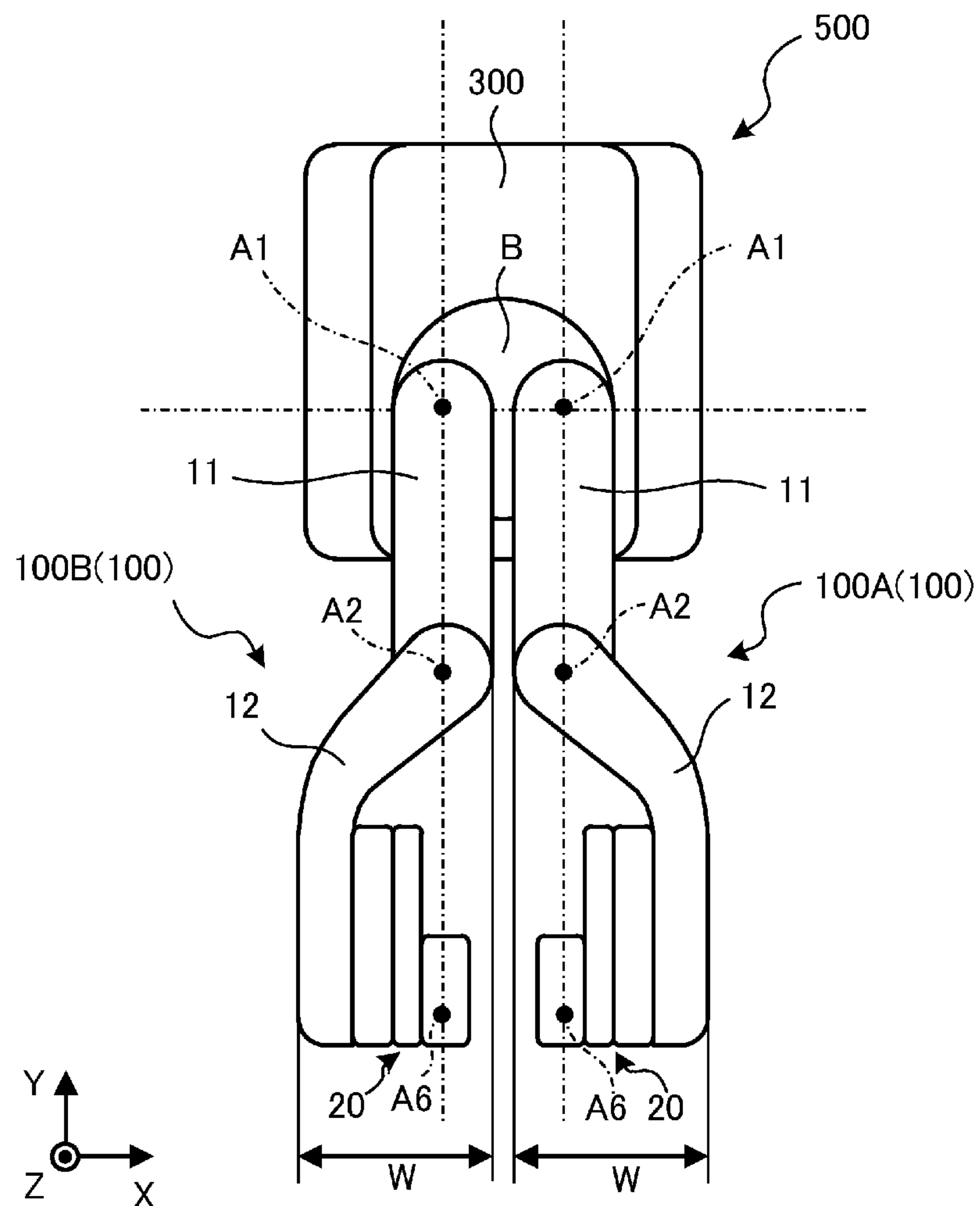
[図3B]



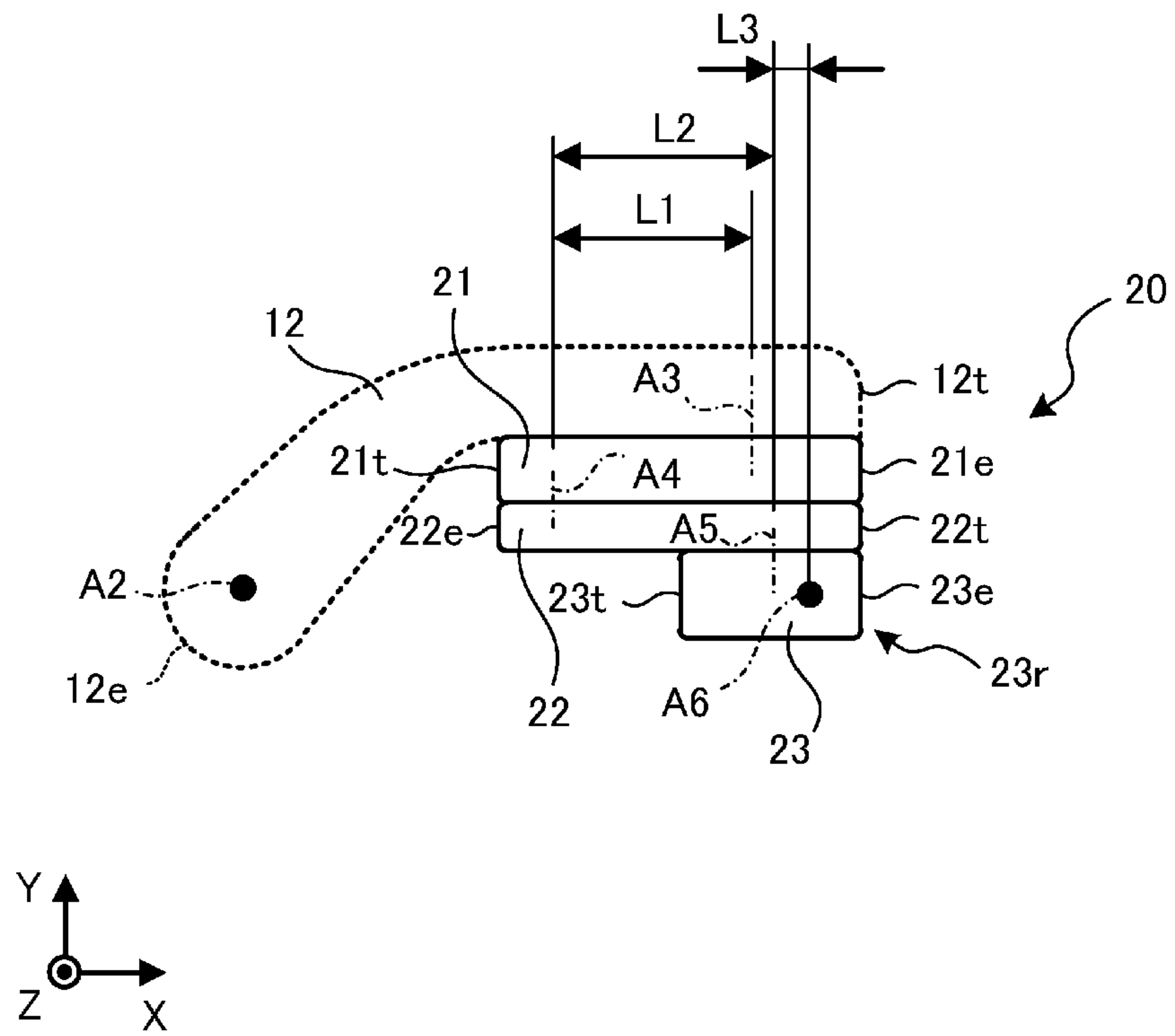
[図4A]



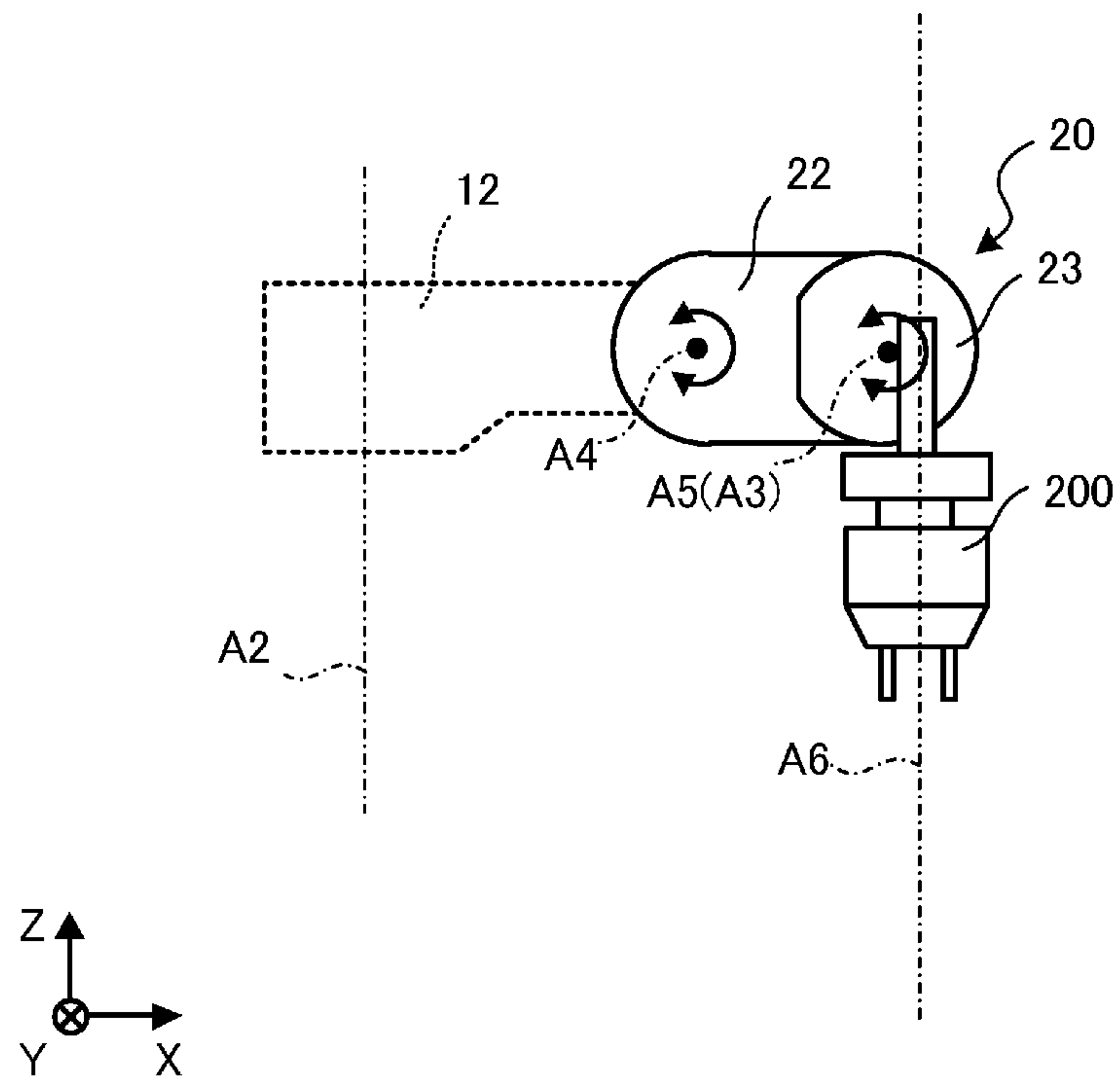
[図4B]



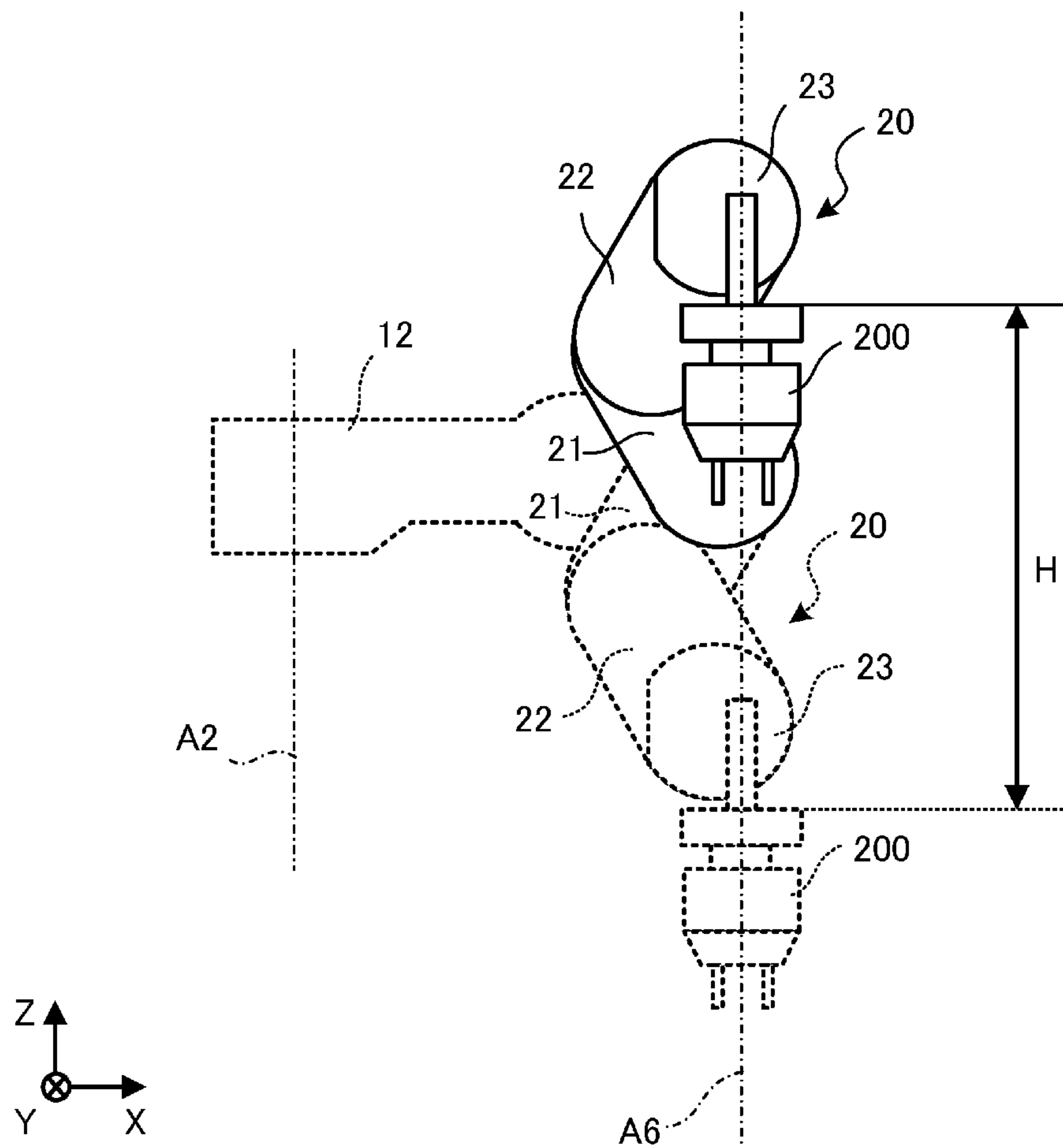
[図5]



[図6A]



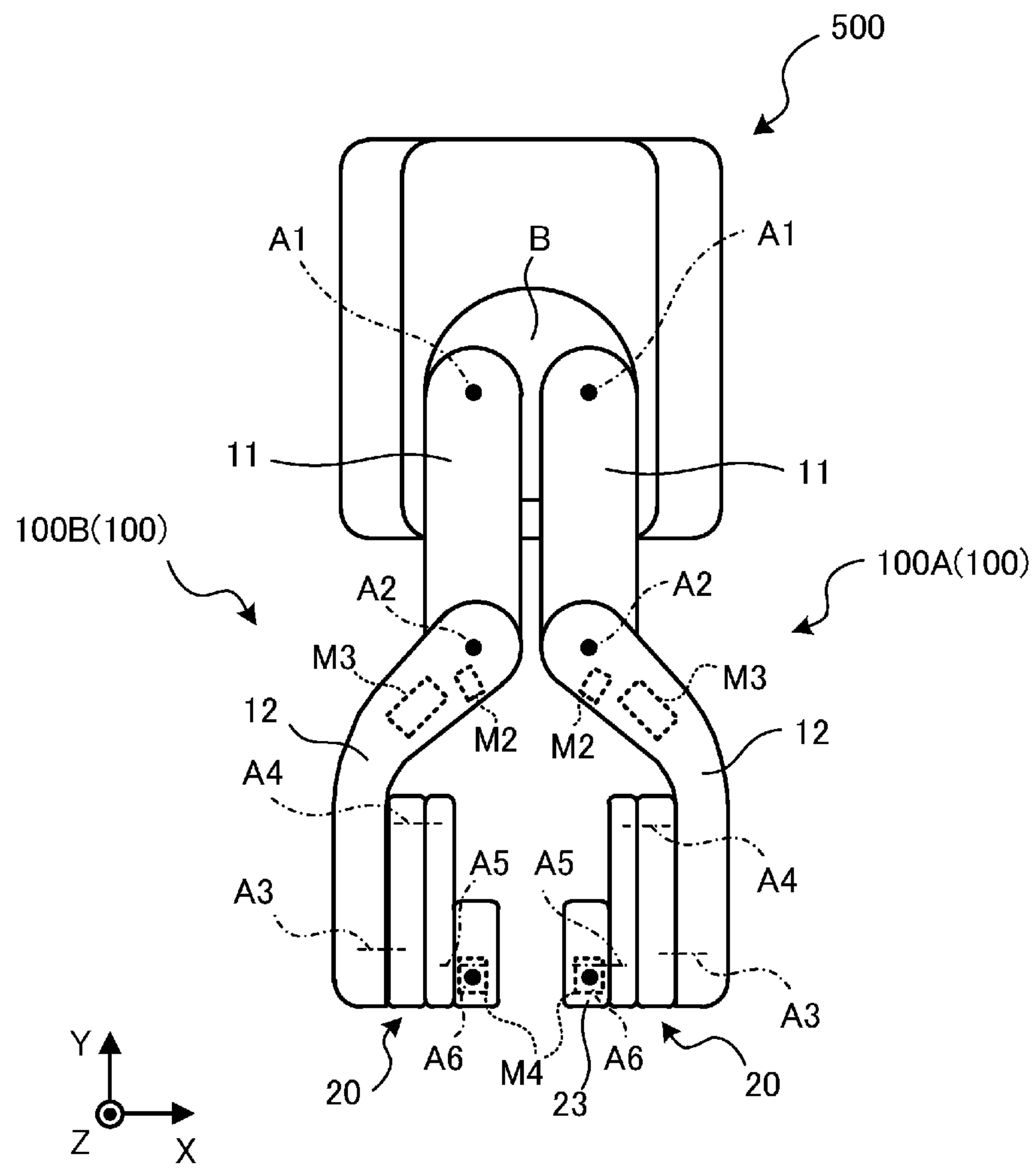
[図6B]



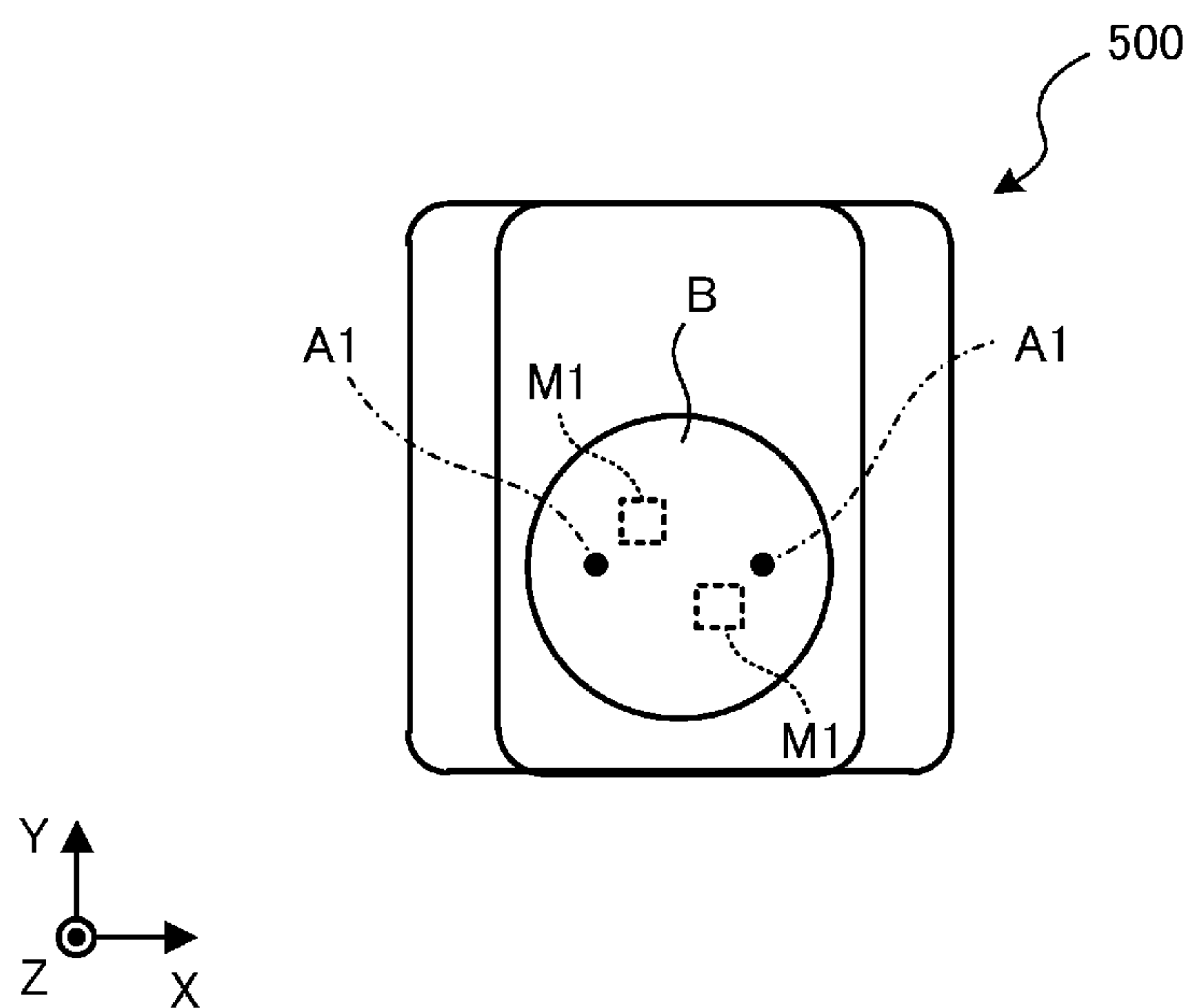
[図7]

組合せ例	軸間距離比	角速度比	移動速度
E1	1:1	1:−2:1	基準(=V1)
E2	$\frac{1}{j}$ (j>1)	1:−2:1	V2>V1
E3	1:1	$\frac{1}{k}$:−k:k−1 (k>2)	V3>V2
E4	$\frac{1}{j}$ (j>1)	$\frac{1}{k}$:−k:k−1 (k>2)	V4>V3

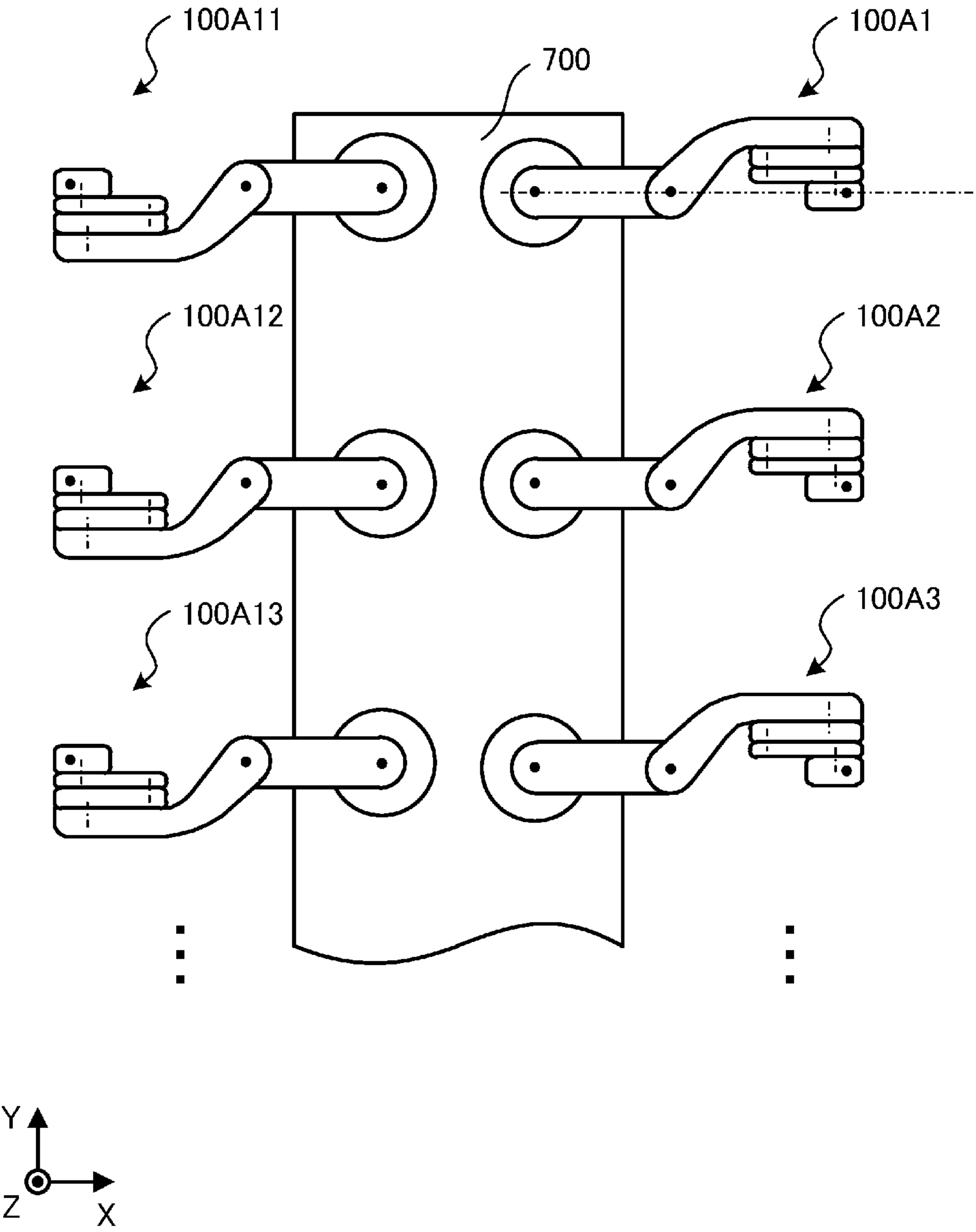
[図8A]



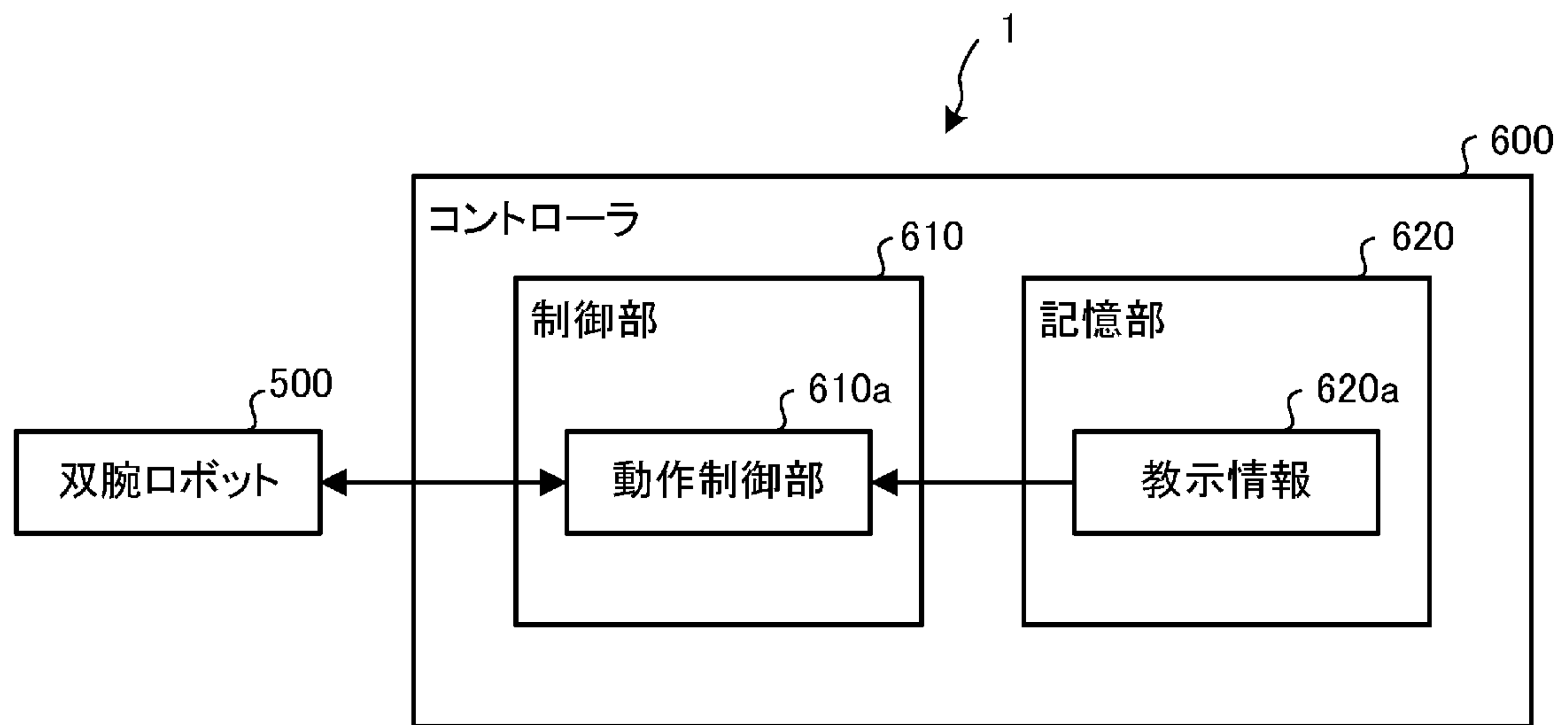
[図8B]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/045671

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. B25J9/06 (2006.01) i
FI: B25J9/06 D
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. B25J9/06
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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2012-254525 A (SEIKO EPSON CORP.) 27 December 2012, paragraphs [0023]-[0053], fig. 1-13 (Family: none)	1, 8-10
A	JP 2575133 Y2 (DAIFUKU CO., LTD.) 25 June 1998, entire text, all drawings (Family: none)	2-7
A	JP 2017-188627 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 12 October 2017, entire text, all drawings	2-7

☐ 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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20.01.2021	02.02.2021
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

Information on patent family members

International application No. PCT/JP2020/045671
--

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2012-254525 A	27.12.2012	(Family: none)	
JP 2575133 Y2	25.06.1998	(Family: none)	
JP 2017-188627 A	12.10.2017	US 2017/0294334 A1 entire text, all drawings	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/045671
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） B25J 9/06(2006.01)i FI: B25J9/06 D		
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）） B25J9/06		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 2 1 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 2 1 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 2 1 年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2012-254525 A（セイコーエプソン株式会社）27.12.2012（2012 - 12 - 27） 段落[0023]-[0053]、図1-13（ファミリーなし）	1, 8-10
A	JP 2575133 Y2（株式会社ダイフク）25.06.1998（1998 - 06 - 25） 全文、全図（ファミリーなし）	2-7
A	JP 2017-188627 A（株式会社安川電機）12.10.2017（2017 - 10 - 12） 全文、全図	2-7
☐ 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 20.01.2021	国際調査報告の発送日 02.02.2021	
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） 樋口 幸太郎 3U 5561 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

PCT/JP2020/045671

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2012-254525	A	27.12.2012	(ファミリーなし)	
JP	2575133	Y2	25.06.1998	(ファミリーなし)	
JP	2017-188627	A	12.10.2017	US 2017/0294334 A1	
				全文、全図	