

(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
2024年12月26日(26.12.2024)



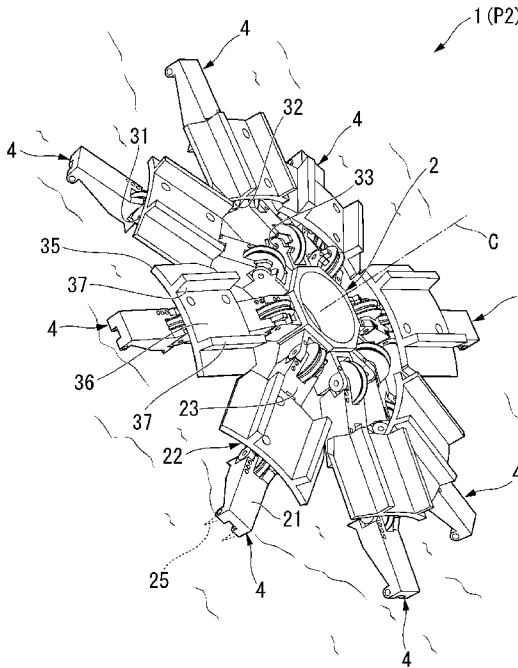
(10) 国際公開番号

WO 2024/262461 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 15/10 (2006.01) *B62D 57/02* (2006.01)
B25J 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/021899
- (22) 国際出願日: 2024年6月17日(17.06.2024)
- (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 2023-102850 2023年6月22日(22.06.2023) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東北大学 (TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 宇田 昌弘 (UDA Masahiro); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 澤 健太 (SAWA Kenta); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 加藤 匠哉 (KATO Takuya); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 宇野 健太郎 (UNO Kentaro); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 田 ▲ 崎 ▼ 聡, 外 (TAZAKI Akira et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(54) Title: END EFFECTOR AND ROBOT

(54) 発明の名称: エンドエフェクタ及びロボット



(57) Abstract: An end effector (1) that performs a traveling operation and a gripping operation comprises: a palm part (2); a plurality of finger parts (4) that are provided side by side in the peripheral direction of the palm part (2) and each have one end section connected to the palm part (2) in a turnable manner; and a drive unit that drives the finger parts (4). The finger parts (4) each have a plurality of link parts (21, 22, 23) extending from the palm part (2), and joint parts (31, 32, 33) for connecting the plurality of link parts (21, 22, 23) to each other in a turnable manner. As a result of the



(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

drive unit driving the joint parts (31, 32, 33), the end effector (1) is switched between a closed state in which prescribed sections (22) of the link parts are aligned along the outer peripheral surface of an imaginary cylinder with the central axis (C) of the palm part (2) as a center of the imaginary cylinder and an open state (P2) in which the plurality of finger parts (4) are expanded as a result of being turned.

(57) 要約: 走行動作および把持動作を行うエンドエフェクタ(1)は、掌部(2)と、掌部(2)の周方向に並んで複数設けられ、一端部が掌部(2)に回動可能に接続される複数の指部(4)と、指部(4)を駆動する駆動部と、を備える。指部(4)は、掌部(2)から延びる複数のリンク部(21, 22, 23)と、複数のリンク部(21, 22, 23)間を互いに回動可能に接続する関節部(31, 32, 33)と、を有する。駆動部により関節部(31, 32, 33)を駆動させることにより、エンドエフェクタ(1)は、掌部(2)の中心軸線(C)を中心とする仮想円筒の外周面に沿ってリンク部の所定の部位(22)を配列させる閉状態と、複数の指部(4)を回動させて展開させた開状態(P2)と、に変移する。

明 細 書

発明の名称： エンドエフェクタ及びロボット

技術分野

[0001] 本発明は、エンドエフェクタ及びロボットに関するものである。

本願は、２０２３年６月２２日に出願された日本国特願２０２３－１０２８５０号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、被災地探査や惑星探査用の移動ロボット（ロボット）が知られている。このような移動ロボットでは、不整地や平坦面等を含む様々な地形に対応するための技術が種々提案されている。

[0003] 例えば特許文献１（国際公開第２０１１／１０２５２８号）には、円筒状の本体部と、本体部に対して回転可能な回転枠と、回転枠に回動可能に接続される第１脚アームと、第１脚アームの本体部とは反対側の端部に回動可能に接続される第２脚アームと、を備える移動ロボットの構成が開示されている。駆動部によって回転枠が回転することで、回転枠に取り付けられた第１脚アーム及び第２脚アームが回転し、第１脚アーム及び第２脚アームを車輪としてロボットが走行する。

[0004] 特許文献１に記載の技術によれば、第１脚アーム及び第２脚アームが回動して開閉することにより、ロボットの車輪の直径を変えることができる。これにより、例えば車下等の狭い領域では車輪径を縮小することで侵入でき、凹凸のある不整地では車輪径を拡大することで効率的に走行できるので、不整地の走破性を向上できる、とされている。また、車輪径に応じてロボットの走行速度を変化させる等、路面状況に応じた効率の良い走行を行うことができる、とされている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：国際公開第２０１１／１０２５２８号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、移動ロボットの移動形態として、特許文献1に示すような車輪が回転する車輪型移動ロボットの他には、複数の脚部（エンドエフェクタ）がそれぞれ独立して駆動され、先端に設けられた把持部により壁面等を登攀可能な脚型クライミングロボット等が知られている。車輪型移動ロボットは、少ない消費電力で走行できるため、特に平坦な地形での走行性に優れるが、急斜面や凹凸のある不整地で走行することに適していない。一方、脚型クライミングロボットは、凹凸や急斜面のある地形を移動可能であるが、平坦な地形においては車輪型移動ロボットと比べて移動効率が低下する。車輪型移動ロボット及び脚型クライミングロボットの両方のメリットを同時に実現することができれば、移動ロボットの性能を向上させることができる。

したがって、従来技術にあっては、移動ロボットのエンドエフェクタにおいて、平坦な地形での走行性を確保しつつ、急斜面や凹凸のある不整地でも走行を可能とする点において課題があった。

さらに、移動ロボットの大型化を防ぎ、堅牢性を高めるため、簡単な構造で、動力源も少ない構造であることが好ましい。

[0007] そこで、本発明は、平坦な地形での走行性を確保しつつ、急斜面や凹凸のある不整地でも走行が可能なエンドエフェクタ及びこのエンドエフェクタを備える簡易な構造の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] 上記の課題を解決するため、本発明は以下の手段を採用している。

[0009] （1）本発明の一態様に係るエンドエフェクタは、掌部と、前記掌部の周方向に並んで複数設けられ、一端部が前記掌部に回動可能に接続される複数の指部と、前記指部を駆動する駆動部と、を備え、前記指部は、前記掌部から延びる複数のリンク部と、複数の前記リンク部間を互いに回動可能に接続する関節部と、を有し、前記駆動部により前記関節部を駆動させることにより、前記掌部の中心軸線を中心とする仮想円筒の外周面に沿って前記リンク部

の所定の部位を配列させる閉状態と、複数の前記指部を回動させて展開させた開状態と、に変移し、走行動作及び把持動作を行う。

[0010] 上記のエンドエフェクタにおいて、複数の前記指部を同時に開閉する単一の前記駆動部を有することが好ましい。

[0011] (2) 上記(1)に記載のエンドエフェクタにおいて、前記開状態において、前記関節部の駆動によって前記リンク部の一部が、前記把持動作を行う把持部を形成し、前記エンドエフェクタ全体を駆動する第二駆動部による歩行動作及び前記把持動作と前記歩行動作とを組み合わせた登攀動作を行い、前記閉状態において、隣り合う前記リンク部の前記所定の部位同士が周方向に互いに接して前記仮想円筒の中心軸を車軸とする車輪を形成し、前記掌部を回動軸周りに回転させる第三駆動部を駆動させることにより、前記車輪を用いた走行動作を行うことが好ましい。

[0012] (3) 上記(2)に記載のエンドエフェクタにおいて、前記リンク部は、一端部が前記掌部に接続される第三リンク部と、一端部が前記第三リンク部に接続される第二リンク部と、一端部が前記第二リンク部に接続される第一リンク部と、を有し、前記関節部は、前記掌部と前記第三リンク部とを回動可能に接続する第三関節部と、前記第三リンク部と前記第二リンク部とを回動可能に接続する第二関節部と、前記第二リンク部と前記第一リンク部とを回動可能に接続する第一関節部と、を有し、前記第一リンク部の先端部には前記把持部が設けられ、前記第二リンク部は、前記閉状態において前記車輪を形成することが好ましい。

[0013] (4) 上記(3)に記載のエンドエフェクタにおいて、前記閉状態において、前記第二リンク部のみが前記車輪を形成する第一車輪モードと、前記閉状態において、前記第一リンク部及び前記第二リンク部が前記車輪を形成することで前記第一車輪モードよりも前記車輪の幅が大きくなる第二車輪モードと、に変移することが好ましい。

[0014] (5) 上記(1)から(4)のいずれか一つに記載のエンドエフェクタにおいて、複数の前記リンク部のうち先端の前記リンク部は、前記閉状態におい

て、前記リンク部の前記所定の部位に対して垂直となるように固定されることが好ましい。

[0015] (6) 本発明の一態様に係るロボットは、上記(1)から(5)のいずれか一つに記載のエンドエフェクタと、前記駆動部、前記第二駆動部及び前記第三駆動部を制御する制御部と、を備える。

[0016] (7) 上記(6)に記載のロボットにおいて、基体と、前記基体に取り付けられる複数のアームと、前記アームの先端に取り付けられる前記エンドエフェクタと、前記エンドエフェクタにおける前記指部の開閉動作を行うとともに、前記指部における前記関節部の角度を任意の角度で固定するセルフロック装置と、を備えることが好ましい。

[0017] (8) 上記(7)に記載のロボットにおいて、前記セルフロック装置はウォームギアであることが好ましい。

[0018] (9) 上記(7)又は(8)に記載のロボットにおいて、前記セルフロック装置は、前記アームと前記エンドエフェクタとの間に設けられることが好ましい。

[0019] (10) 上記(7)から(9)のいずれか一つに記載のロボットにおいて、前記セルフロック装置は、前記基体に設けられ、前記セルフロック装置と前記エンドエフェクタとが張力伝達機構により接続されることが好ましい。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、平坦な地形での走行性を確保しつつ、急斜面や凹凸のある不整地でも走行が可能なエンドエフェクタ及びこのエンドエフェクタを備える簡易な構造のロボットを提供できる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]第1実施形態に係るエンドエフェクタを備えた移動ロボットの走行形態の外観図である。

[図2]第1実施形態に係るエンドエフェクタを備えた移動ロボットの別の走行形態（歩行動作）を示す外観図である。

[図3]閉状態におけるエンドエフェクタの外観斜視図である。

[図4]閉状態におけるエンドエフェクタの側面図である。

[図5]図4のV矢視図である。

[図6]開状態におけるエンドエフェクタの外観斜視図である。

[図7]開状態におけるエンドエフェクタの側面図である。

[図8]図7のV矢視図である。

[図9]把持動作中におけるエンドエフェクタの外観斜視図である。

[図10]把持動作中におけるエンドエフェクタの側面図である。

[図11]図10のX矢視図である。

[図12]展開時（開状態）における指部の構成を示す説明図である。

[図13]屈曲時（閉状態）における指部の構成を示す説明図である。

[図14]屈曲途中時（把持動作中）における指部の構成を示す説明図である。

[図15]車輪形態におけるエンドエフェクタとアームの接続部分の構成を示す側面図。

[図16]グリッパ形態におけるエンドエフェクタとアームの接続部分の構成を示す斜視図。

[図17]移動ロボットにおける変移動作の説明図。

[図18]第2実施形態に係るエンドエフェクタの指部を表面から見た斜視図。

[図19]第2実施形態に係るエンドエフェクタにおける指部を別の角度から見た斜視図。

[図20]第3実施形態に係る移動ロボットにおいて、エンドエフェクタとアームの接続部分の構成を示す側面図。

[図21]第3実施形態に係るセルフロック装置の斜視図。

[図22]第4実施形態に係る移動ロボットのアームのひとつを示す斜視図。

[図23]第5実施形態に係る移動ロボットにおけるエンドエフェクタの構成を示す側面図。

[図24]第5実施形態に係る移動ロボットにおけるエンドエフェクタの構成を示す斜視図。

[図25]第5実施形態に係る第一リンク部を背面側から見た斜視図。

[図26]第5実施形態に係る第一リンク部を表面側から見た斜視図。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明するが、本発明は図面に限定されるものではない。なお、以下の説明及び図面中、同一又は相当する要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する場合がある。以下の説明において、掌部の中心軸線C（図4参照）に沿う方向を軸方向と言い、中心軸線Cと直交する方向を径方向と言い、中心軸線C回りの方向を周方向と言う場合がある。

[0023] （移動ロボット）

図1は、第1実施形態に係るエンドエフェクタ1を備えた移動ロボット10（請求項のロボット）の一つの走行形態の外観図である。図2は、第1実施形態に係るエンドエフェクタ1を備えた移動ロボット10の別の走行形態（歩行動作）を示す外観図である。なお、図1及び図2では、図面の簡素化のために移動ロボット10における構成の一部が省略して図示されている。

図1及び図2に示すように、本実施形態の移動ロボット10は、基体11と、基体11に連結された複数（本実施形態では4本）のアーム12と、アーム12の先端に設けられるエンドエフェクタ1と、複数の駆動部（請求項の第二駆動部6及び第三駆動部7）と、これらを制御する制御部8と、を備える。

[0024] 基体11の左方には、2本のアーム12が回転関節を介して連結されている。基体11の右方には、別の2本のアーム12が回転関節を介して連結されている。各アーム12は前後方向に略等間隔に配置されている。なお、アーム12の本数は2個ずつに限定されない。

[0025] 各アーム12には、2個の基端回転関節13a及び13bと、中間回転関節13cと、先端回転関節13dと、の合計4個の回転関節と、2個のアームリンク12a、12bと、が設けられている。基端回転関節13aは、基体11に対して上下方向を軸方向として回転する。基端回転関節13bは、基端回転関節13aに連結され、基端回転関節13aの回転軸と直交する方

向を軸方向として回転する。中間回転関節 13c は、基端側アームリンク 12a を介して基端回転関節 13b と連結され、基端回転関節 13b の回転軸と平行な軸方向回りに回転する。よってアーム 12 は、それぞれ 3 自由度を有する。

さらに中間回転関節 13c の基端側アームリンク 12a と反対側には、先端側アームリンク 12b が連結されている。先端側アームリンク 12b の先端部には、中間回転関節 13c の回転軸と平行な軸方向回りに回転する先端回転関節 13d を介して後述するエンドエフェクタ 1 が連結されている。

[0026] (エンドエフェクタ)

エンドエフェクタ 1 は、各アーム 12 の先端に、先端回転関節 13d を介して接続されている。よって本実施形態では、1 台の移動ロボット 10 に対して 4 個のエンドエフェクタ 1 が搭載されている。各エンドエフェクタ 1 の構成は同一であるため、以下の説明では 1 個のエンドエフェクタ 1 について説明し、他のエンドエフェクタ 1 についての説明を省略する。

[0027] 上述したとおり、エンドエフェクタ 1 は、先端回転関節 13d を介してアーム 12 の先端に連結されている。エンドエフェクタ 1 は、図 1 に示す車輪形態と、図 2 に示すグリップ形態と、の間で変移可能に構成されている。車輪形態において、エンドエフェクタ 1 は閉状態 P1 となっている。グリップ形態において、エンドエフェクタ 1 は開状態 P2 となっている。

[0028] 図 1 に示すように、エンドエフェクタ 1 の閉状態 P1 (車輪形態) では、エンドエフェクタ 1 の中心軸線 C (車輪の車軸) が水平方向を向くように先端回転関節 13d が回転される。またアーム 12 の先端には、この車軸と軸方向を同一にして不図示の駆動軸が回転可能に設けられている。この状態において、駆動軸を回転させることで、エンドエフェクタ 1 を車輪として機能させ、移動ロボット 10 を車輪型移動ロボットとして駆動させることが可能となる。

一方、図 2 に示すように、エンドエフェクタ 1 の開状態 P2 (グリップ形態) では、エンドエフェクタ 1 の中心軸線 C が上下方向を向くように先端回

転関節 13d が回転されるとともに、エンドエフェクタ 1 が展開される。この状態において、複数のアーム 12 を交互に動かすことで、エンドエフェクタ 1 をグリッパとして機能させ、移動ロボット 10 を脚型歩行ロボット又は脚型クライミングロボットとして駆動させることが可能となる。

[0029] 以下、エンドエフェクタ 1 の構成についてより詳細に説明する。

図 3 は、閉状態 P 1 におけるエンドエフェクタ 1 の外観斜視図である。図 4 は、閉状態 P 1 におけるエンドエフェクタ 1 の側面図である。図 5 は、図 4 の V 矢視図である。図 6 は、開状態 P 2 におけるエンドエフェクタ 1 の外観斜視図である。図 7 は、開状態 P 2 におけるエンドエフェクタ 1 の側面図である。図 8 は、図 7 の V 矢視図である。図 9 は、把持動作中 P 3 におけるエンドエフェクタ 1 の外観斜視図である。図 10 は、把持動作中 P 3 におけるエンドエフェクタ 1 の側面図である。図 11 は、図 10 の X 矢視図である。

[0030] 図 3 から図 11 に示すように、エンドエフェクタ 1 は、掌部 2 と、駆動部 3（いずれも図 4、図 5 等参照）と、複数の指部 4 と、を備える。

掌部 2 は、エンドエフェクタ 1 のベースとなる部分であり、アーム 12 の先端の先端回転関節 13d に連結されている。本実施形態において掌部 2 は、図 1 に示す状態で水平方向に沿う中心軸線 C（車輪形態における車軸と同一方向）を有する環状に形成されている。

[0031] 図 4 及び図 5 に示すように、駆動部 3 は、掌部 2 の中央部に設けられている。なお、図 4 及び図 5 以外の図面においては、図面の見やすさのため駆動部 3 の図示が省略されている。駆動部 3 は、例えばアクチュエータである。駆動部 3 は、後述する複数の指部 4 を駆動する。駆動部 3 を駆動させることにより、エンドエフェクタ 1 の開閉状態が切り替えられる。本実施形態において、1 個のエンドエフェクタ 1 は、単一の駆動部 3 を有する。よって、単一の駆動部 3 により複数の指部 4 が同時に開閉される。

[0032] 例えば、図 6 や図 8 等 に示すように、複数の指部 4 は、一端部が掌部 2 の外周部に回動可能に連結されて延びるとともに、掌部 2 の周方向に並んで複

数（本実施形態では８個）設けられている。各指部４の構成は同等となっている。指部４は、掌部２から延びる複数のリンク部２１，２２，２３と、複数のリンク部２１，２２，２３間を互いに回動可能に接続する複数の関節部３１，３２，３３と、を有する（図１２も参照）。

[0033] 図１２は、展開時（開状態Ｐ２）における指部４の構成を示す説明図である。図１３は、屈曲時（閉状態Ｐ１）における指部４の構成を示す説明図である。図１４は、閉状態Ｐ１と開状態Ｐ２との間の屈曲途中時（把持動作中Ｐ３）における指部４の構成を示す説明図である。

図１２に示すように、本実施形態において複数のリンク部は、掌部２に近い順に、第三リンク部２３と、第二リンク部２２と、指部４の先端部となる第一リンク部２１と、を有する。複数の関節部は、掌部２に近い順に、第三関節部３３と、第二関節部３２と、第一関節部３１と、を有する。

[0034] 第三リンク部２３の一端部は、第三関節部３３を介して掌部２（図８参照）に接続される。第三関節部３３は、掌部２と第三リンク部２３とを、掌部２の周方向とほぼ平行な回動軸周りに回動可能に接続する。第二リンク部２２の一端部は、第二関節部３２を介して第三リンク部２３の他端部に接続される。第二関節部３２は、第三リンク部２３と第二リンク部２２とを、第三関節部３３の回動軸と平行な回動軸周りに回動可能に接続する。第一リンク部２１の一端部は、第一関節部３１を介して第二リンク部２２の他端部に接続される。第一関節部３１は、第二リンク部２２と第一リンク部２１とを、第二関節部３２の回動軸と平行な回動軸周りに回動可能に接続する。

[0035] 各関節部３１，３２，３３の回動軸周りにはそれぞれプーリが一体的に設けられている（図９等も参照）。ここで各プーリを掌部２から近い順に第三プーリ４３、第二プーリ４２及び第一プーリ４１とすると、第三プーリ４３の直径は、第二プーリ４２及び第一プーリ４１の直径よりも大きい。さらに各プーリにはケブラー（登録商標）糸４５が巻回されている。ケブラー糸４５の一端部は、指部４の先端、すなわち第一リンク部２１の先端部に固定されている。ケブラー糸４５は、指部４の先端から延びて第一プーリ４１に巻

回された後、第二関節部 3 2 へ向かって延びて第二プーリ 4 2 に巻回され、さらにその後第三関節部 3 3 へ向かって延びて第三プーリ 4 3 に巻回される。ケブラー系 4 5 の他端部は、指部 4 の第三関節部 3 3 からさらに掌部 2 側へ延びて駆動部 3 に接続される。よってケブラー系 4 5 は、一端部から他端部へ向かう間に、各プーリに順に巻回されている。図 1 2 から図 1 4 に示すように、開状態 P 2 のエンドエフェクタ 1（図 1 2 参照）において駆動部 3 を駆動させてケブラー系 4 5 を引っ張ることにより、第三プーリ 4 3 が設けられる第三関節部 3 3 から順に各関節部が回転してエンドエフェクタ 1 が閉状態 P 1（図 1 3 参照）へ変移する。閉状態 P 1 から開状態 P 2 へ変移する際はその逆の動作となる。

[0036] 第一関節部 3 1 には、第一プーリ 4 1 の近傍にバネ 4 6 が設けられている。第二関節部 3 2 には、第二プーリ 4 2 の近傍にバネ 4 7 が設けられている。第三関節部 3 3 には、第三プーリ 4 3 の近傍にバネ 4 8 が設けられている。バネ 4 6, 4 7, 4 8 は、各プーリ 4 1, 4 2, 4 3 に対して、対応する関節部 3 1, 3 2, 3 3 が回転した際に一对のリンク部の成す角度が大きい側に設けられている。関節部 3 1, 3 2, 3 3 が回転すると、バネ 4 6, 4 7, 4 8 は、エンドエフェクタ 1 が開状態 P 2 へ戻るように各リンク部 2 1, 2 2, 2 3 を付勢する。よって、駆動部 3 を駆動させてバネ 4 6, 4 7, 4 8 の付勢力よりも大きな力でケブラー系 4 5 を引っ張ることにより、エンドエフェクタ 1 を開状態 P 2 から閉状態 P 1 へ変移させることが可能となる。一方、駆動部 3 を駆動させてバネ 4 6, 4 7, 4 8 の付勢力と同等の力でケブラー系 4 5 を引っ張ることにより、閉状態 P 1 又は把持動作中の状態 P 3 を維持することが可能となる。また、駆動部 3 の駆動を停止してケブラー系 4 5 に作用する張力が減少すると、バネ 4 6, 4 7, 4 8 の復元力により、エンドエフェクタ 1 が開状態 P 2 に戻るように各関節部が回転する。

[0037] 第三リンク部 2 3 は、掌部 2 に対して、掌部 2 とほぼ平行な状態から所定の方向（図 1 2 における反時計方向）のみに回転する。第三リンク部 2 3 と掌部 2 とを接続する第三関節部 3 3 の近傍には、第三リンク部 2 3 が掌部 2

に対して所定方向とは反対側に回転するのを抑制するためのストッパー 5 7 が設けられている。

[0038] 第二リンク部 2 2 は、第三リンク部 2 3 に対して、第三リンク部 2 3 とほぼ平行な状態から、第三リンク部 2 3 の回転方向と同じ所定の方向（図 1 2 における反時計方向）のみに回転する。第二リンク部 2 2 と第三リンク部 2 3 とを接続する第二関節部 3 2 の近傍には、第二リンク部 2 2 が第三リンク部 2 3 に対して所定方向とは反対側に回転するのを抑制するための不図示のストッパーが設けられている。さらに第二関節部 3 2 の近傍には、第三リンク部 2 3 に対する第二リンク部 2 2 の最大回転角度を規定する第二のストッパー 5 5 が設けられている。これにより第二リンク部 2 2 は、第三リンク部 2 3 に対して所定の角度範囲内で回転する。閉状態 P 1 において、第二リンク部 2 2 は、掌部 2 の中心軸線 C とほぼ平行となっている。

[0039] 図 3 や図 9 等 に示すように、第二リンク部 2 2 のうち、回転方向である所定の方向とは反対側の面（以下、第二リンク部 2 2 の背面と言う。）には、パネル部 3 5 が設けられている。ここで、第二リンク部 2 2 は、エンドエフェクタ 1 の閉状態 P 1 において車輪を形成する部位であり、請求項における所定の部位である。また第二リンク部 2 2 の背面とは、エンドエフェクタ 1 の閉状態 P 1 において外側を向く面である。パネル部 3 5 は、例えば締結部材等により第二リンク部 2 2 の背面に取り付けられ、第二リンク部 2 2 と一体化されている。パネル部 3 5 は、エンドエフェクタ 1 の閉状態 P 1 において地面との接地面となる。パネル部 3 5 は、第二リンク部 2 2 の長さ方向のほぼ全体に亘って設けられている。パネル部 3 5 は、パネル本体 3 6 と、突条部 3 7 と、を有する。

[0040] 図 3 に示すように、パネル本体 3 6 は、エンドエフェクタ 1 の閉状態 P 1 において掌部 2 の中心軸線 C を中心とする仮想円筒 V C の外周面に沿う円弧状に形成されている。よって、図 3 に示すように、閉状態 P 1 では各指部 4 に設けられたこのパネル部 3 5 同士が互いに周方向に隣接して配置されることで、中心軸線 C を中心とする車輪を形成する。図 8 に示すように、パネル

本体 3 6 は、正面視で矩形状に形成されている。パネル本体 3 6 のうち掌部 2 側に位置する一对の角部は、開状態 P 2 において隣り合うパネル本体 3 6 との干渉を防ぐために面取りされている。

[0041] 突条部 3 7 は、パネル本体 3 6 から第二リンク部 2 2 とは反対側に向かって突出している。本実施形態において突条部 3 7 は、1 個のパネル本体 3 6 に対して、互いに周方向に離間して一对設けられている。より詳細に、一对の突条部 3 7 の離間距離は、図 3 に示す閉状態 P 1 において複数のパネル部 3 5 が周方向に配列された場合に、複数の突条部 3 7 同士が周方向において均等に配列されるような距離に設定されている。突条部 3 7 は、開状態 P 2 での平面視において、第二リンク部 2 2 の延在方向に沿って延びる線状に形成されている。なお、突条部 3 7 は、閉状態 P 1 でパネル本体 3 6 が中心軸線 C を中心とする車輪を形成した際に、地面等に対して車輪の摩擦を高める構成であればよく、突条部 3 7 の形状は線状に限定されない。

[0042] 図 1 2 に示すように、第一リンク部 2 1 は、第二リンク部 2 2 に対して、第二リンク部 2 2 とほぼ平行な状態から、第二リンク部 2 2 の回転方向と同じ所定の方向（図 1 2 における反時計方向）のみに回転する。第一リンク部 2 1 と第二リンク部 2 2 とを接続する第一関節部 3 1 の近傍には、第一リンク部 2 1 が第二リンク部 2 2 に対して所定方向とは反対側に回転するのを抑制するための不図示のストッパーが設けられている。さらに第一関節部 3 1 の近傍には、第二リンク部 2 2 に対する第一リンク部 2 1 の最大回転角度を規定する第二のストッパー 5 3 が設けられている。これにより第一リンク部 2 1 は、第二リンク部 2 2 に対して所定の範囲内で回転する。

[0043] 各第一リンク部 2 1 の先端部には、把持部 2 5 が設けられている。把持部 2 5 は、例えば爪や突起等である。把持部 2 5 は、好ましくは、閉状態 P 1 になる際に、第一リンク部 2 1 の移動方向に突出するように形成されることが好ましい。なお、把持部 2 5 は、例えば接着部材等であってもよい。把持部 2 5 は、エンドエフェクタ 1 の開状態 P 2 において、或いはエンドエフェクタ 1 における開状態 P 2 と閉状態 P 1 との中間の状態（把持動作中 P 3）

において、物体を把持する。なお、ここでの把持とは、複数の指部 4 の先端の把持部 2 5 の全てが物体に接触する状態に限らず、少なくとも 3 点で物体を把持できる状態を含む。これにより、凹凸のある物体であっても確実に把持することができる。

[0044] 図 3、図 4 及び図 1 3 に示すように、第一リンク部 2 1 は、閉状態 P 1 において、第二リンク部 2 2 に対して垂直となるように固定される。上述した第一関節部 3 1 近傍の第二のストッパー 5 3 は、例えば第二リンク部 2 2 の一部と第一リンク部 2 1 の一部とが当接することにより、第二リンク部 2 2 に対して第一リンク部 2 1 が垂直となる位置で回動を停止するように設けられている。換言すれば、第一リンク部 2 1 は、第二リンク部 2 2 に対して 0° から 90° の範囲内で回動する。これにより、閉状態 P 1 において把持部 2 5 が車輪の内側に配置される。

[0045] 上述の構成を有することにより、エンドエフェクタ 1 は、図 3 から図 5 に示す閉状態 P 1 から、図 9 から図 1 1 に示す主に把持動作を行う中間状態 P 3 を経て、図 6 から図 8 に示す開状態 P 2 まで変移する。閉状態 P 1 では、駆動部 3 により各関節部 3 1, 3 2, 3 3 を駆動させることにより、掌部 2 の中心軸線 C を中心とする仮想円筒 V C の外周面に沿って第二リンク部 2 2 のパネル部 3 5 を配列させる。開状態 P 2 では、閉状態 P 1 に対して複数の指部 4 を回動させて展開させる。閉状態 P 1 と開状態 P 2 の中間状態 P 3 では、把持部 2 5 による物体の把持動作を行う。

[0046] (複数の駆動部) (制御部)

図 1 5 は、車輪形態（閉状態 P 1）におけるエンドエフェクタ 1 とアーム 1 2 の接続部分の構成を示す側面図である。図 1 6 は、グリップ形態（開状態 P 2）におけるエンドエフェクタ 1 とアーム 1 2 の接続部分の構成を示す斜視図である。図 1 5 及び図 1 6 は、図 1 及び図 2 における先端回転関節 1 3 d 近傍の構成を詳細に示したものである。

図 1、図 2、図 1 5 及び図 1 6 に示すように、移動ロボット 1 0 は、上述のエンドエフェクタ 1 に設けられた駆動部 3 とは別に、さらに複数の駆動部

6, 7, 9を有する。具体的に、移動ロボット10は、第二駆動部6と、第三駆動部7と、第四駆動部9と、をさらに有する。

[0047] 図1及び図2に示すように、第二駆動部6は、例えば移動ロボット10の基体11又はアーム12に設けられる。第二駆動部6は、基体11に対してアーム12を動作させる。或いは第二駆動部6は、基端側アームリンク12aに対して先端側アームリンク12bを動作させる。なお、第二駆動部6は、上述した両方の動作を行ってもよい。第二駆動部6が駆動されると、アーム12の動作に伴ってエンドエフェクタ1全体が駆動される。第二駆動部6が駆動されると、複数のアーム12が基体11に対して所定の動きをすることにより、移動ロボット10が歩行動作を行う。

なお、図1及び図2では第二駆動部6を1個だけ有する構成が図示されているが、エンドエフェクタ1毎に第二駆動部6を設けてもよい。また、第二駆動部6を設ける位置は、図1及び図2に図示した位置に限られない。

[0048] 第三駆動部7は、例えばアーム12のうちエンドエフェクタ1との接続部分の近傍に設けられる。第三駆動部7は、エンドエフェクタ1が閉状態P1である場合に駆動される。第三駆動部7は、アーム12に対して掌部2を回転軸周りに回転させる。このように閉状態P1のエンドエフェクタ1（すなわち車輪）をアーム12に対して回転させることで、車輪を用いた走行動作を行わせる。

[0049] 図15及び図16に示すように、第四駆動部9は、エンドエフェクタ1とアーム12との接続部分に設けられる。より詳細に、第四駆動部9は、第三駆動部7と先端側アームリンク12bとの間に設けられる。第四駆動部9は、図1及び図2における先端回転関節13dと対応する箇所に設けられる。第四駆動部9は、エンドエフェクタ1の中心軸線Cが水平方向を向く状態（図15参照）と、エンドエフェクタ1の中心軸線Cが鉛直方向を向く状態（図16参照）と、の間で、アームリンク12bに対してエンドエフェクタ1を回動させる。

[0050] 第四駆動部9は、駆動部本体61と、駆動部本体61の出力軸62に接続

された連結アーム 63 と、を有する。駆動部本体 61 には例えば不図示のモータが内蔵されている。出力軸 62 は、 0° から約 90° の範囲を両方向に回転する。例えば図 15 に示す車輪形態（エンドエフェクタ 1 の閉状態 P1）から図 16 に示すグリップ形態（エンドエフェクタ 1 の開状態 P2）へ変移する際には、各指部 4 を展開しつつ図 15 の矢印 A に示す方向に出力軸 62 が 90° 回転することで、変形が完了する。連結アーム 63 は、出力軸 62 に接続されている。図 16 に示すように、連結アーム 63 は U 字状に形成されており、U 字状の一对の先端部が出力軸 62 にそれぞれ接続されている。また、連結アーム 63 の U 字状の底部が第三駆動部 7 と接続されている。

[0051] 図 1 及び図 2 に示すように、制御部 8 は、エンドエフェクタ 1 の駆動部 3、上述の第二駆動部 6、第三駆動部 7 及び第四駆動部 9 をそれぞれ制御する。制御部 8 は、例えば移動ロボット 10 の基体 11 に設けられる。制御部 8 は、駆動部 3、第二駆動部 6、第三駆動部 7 及び第四駆動部 9 をそれぞれ独立して動作させる、或いは複数の駆動部 3、6、7、9 を組み合わせて動作させることが可能である。例えば、駆動部 3 を駆動させてエンドエフェクタ 1 を開状態 P2 とさせて把持部 25 を形成させ、かつ第二駆動部 6 を駆動させることにより、移動ロボット 10 に歩行動作を行わせてよい。また、エンドエフェクタ 1 の各関節部 31、32、33 を駆動させてリンク部 21、22、23 が把持動作を行う把持部 25 を形成するように駆動部 3 を駆動させ、第二駆動部 6 による歩行動作を行わせることにより、把持動作と歩行動作とを組み合わせた登攀動作を移動ロボット 10 に行わせてもよい。また、駆動部 3 及び第四駆動部 9 を駆動させてエンドエフェクタ 1 を閉状態 P1 とさせることにより、隣り合う第二リンク部 22 同士が周方向に互いに接して仮想円筒 VC の中心軸を車軸とする車輪を形成させ、かつ掌部 2 を回転軸周りに回転させる第三駆動部 7 を駆動させることにより、車輪を用いた走行動作を移動ロボット 10 に行わせてもよい。

[0052] 次に、移動ロボット 10 が図 1 に示す車輪形態から図 2 に示すグリップ形態へ変移する際の動作について詳細に説明する。

図17は、移動ロボット10における変移動作の説明図である。以下の説明では、移動ロボット10が車輪形態からグリッパ形態へ変移する際の動作について説明する。

[0053] 図17の(a)に示すように、初期状態において移動ロボット10は車輪形態(閉状態P1)である。変形を開始すると、移動ロボット10は、図17の(b)に示すように、まず基体11を降下させて基体11を地面Gに接置させる。さらに、移動ロボット10は、基体11を支点として4本のアーム12を上方へ持ち上げる。次に、移動ロボット10は、図17の(c)に示すように、第四駆動部9(図15も参照)を回動させて中心軸線Cの方向を水平方向から鉛直方向に変化させるとともに、駆動部3(図4参照)を駆動させてエンドエフェクタ1の開閉状態を変化させる。つまりエンドエフェクタ1を閉状態P1から開状態P2へ変化させる。最後に、図17の(d)に示すように、移動ロボット10は、4本のアーム12を下降させてエンドエフェクタ1を地面Gに接触させるとともに、基体11を地面Gから上方に持ち上げる。以上の動作により、車輪形態からグリッパ形態への変移動作が完了する。なお、移動ロボット10をグリッパ形態から車輪形態へ変移させる際には、上述の動作を逆の順番で行えばよい。

[0054] 本実施形態のエンドエフェクタ1によれば、エンドエフェクタ1は、掌部2と、複数の指部4と、駆動部3と、を備える。指部4は、複数のリンク部21, 22, 23と、関節部31, 32, 33と、を有する。駆動部3により関節部31, 32, 33を駆動させることにより、エンドエフェクタ1は、閉状態P1と開状態P2との間で自在に変移可能である。閉状態P1では、リンク部の所定の部位(本実施形態では第二リンク部22)が配列されることによりエンドエフェクタ1が車輪として機能する。このため、エンドエフェクタ1を有する移動ロボット10が平坦な地形を走行する際にエンドエフェクタ1を閉状態P1とすることにより、車輪型移動ロボットとして地面を効率良く移動することができる。また、開状態P2では、閉状態P1に対して各指部4が展開されることにより、エンドエフェクタ1が把持部25を

有するグリッパとして機能する。このため、エンドエフェクタ 1 を有する移動ロボット 10 が凹凸や急斜面のある不整地を移動する際にエンドエフェクタ 1 を開状態 P 2 とすることにより、脚型クライミングロボットとして不整地を登攀（又は走行）することができる。また、把持を行わない開状態 P 2 では、地面との接触面積が増加することにより移動ロボット 10 の姿勢を安定させることができる。

したがって、平坦な地形での走行性を確保しつつ、急斜面や凹凸のある不整地でも走行が可能なエンドエフェクタ 1 を提供できる。

また、走行する場所の地形に合わせて閉状態 P 1 及び開状態 P 2 を自在に切り替えることで、様々な地形に対して高効率な移動が可能となる。

[0055] エンドエフェクタ 1 は、複数の指部 4 を同時に開閉する単一の駆動部 3 を有する。単一の駆動部 3 により開閉状態の切り替えを行うことができる。さらに、単一の駆動部 3 により開状態 P 2 及び中間状態 P 3 における把持動作を行うことができる。よって、エンドエフェクタ 1 の構成を簡素化及び小型化できる。

さらに、プーリ 4 1, 4 2, 4 3、ケブラー糸 4 5 及びバネ 4 6, 4 7, 4 8 を用いて各関節部 3 1, 3 2, 3 3 を駆動させる構成とすることにより、エンドエフェクタ 1 の重量化を抑制しつつ強い把持力を得ることができる。また、単一の駆動部 3 で全ての関節部 3 1, 3 2, 3 3 を制御できるので、把持動作を行う際の制御が複雑化することを抑制できる。

[0056] 開状態 P 2 では、リンク部の一部（本実施形態では第一リンク部 2 1）が把持部 2 5 を形成し、第二駆動部 6 による歩行動作を行う。これにより、例えば凹凸のある不整地等を移動する場合に、エンドエフェクタ 1 と地面との接触面積を増加させて安定した歩行動作を行うことができる。また開状態 P 2 では、駆動部 3 による把持動作と第二駆動部 6 による歩行動作とを組み合わせ登攀動作を行う。これにより、特に凹凸の激しい地面や急斜面、壁面等に沿って移動する場合に、壁面等を把持しながら壁面等に沿って移動できる。また、閉状態 P 1 では、隣り合うリンク部の所定の部位同士が互いに接

して車輪を形成し、第三駆動部 7 により車輪を回転させて走行動作を行う。これにより、例えば平坦な地形上を移動する場合に、少ない消費電力でより早く走行することができる。よって、平坦な地形上での移動効率を高めることができる。

[0057] 指部 4 は、3 個のリンク部 2 1, 2 2, 2 3 及び 3 個の関節部 3 1, 3 2, 3 3 を有する。このうち第一リンク部 2 1 の先端部に把持部 2 5 が設けられ、第二リンク部 2 2 は閉状態 P 1 において車輪を形成する。第二リンク部 2 2 が車輪を形成することにより、掌部 2 の中心軸線 C を中心とする仮想円筒 V C に沿う、周方向に連続した車輪を形成し易い。これにより閉状態 P 1 における車輪を用いた走行性を向上できる。第一リンク部 2 1 の先端部に把持部 2 5 を設けることにより、種々の凹凸面を安定的に把持できる。よって、開状態 P 2 における把持力を維持し、安定性を向上できる。

[0058] 先端のリンク部（第一リンク部 2 1）は、閉状態 P 1 においてリンク部の所定の部位（第二リンク部 2 2）に対して垂直となるように固定される。これにより、閉状態 P 1 において第二リンク部 2 2 は車輪の設置面とされる。第一リンク部 2 1 がこの設置面に対して垂直に固定されることにより、閉状態 P 1 において第一リンク部 2 1 が車輪の軸方向に突出することを抑制できる。よって、車輪をコンパクトに形成するとともに、車輪として使用する際の走行性の低下を抑制できる。

[0059] 第三プーリ 4 3 の直径は、第二プーリ 4 2 及び第一プーリ 4 1 の直径よりも大きい。これにより、ケブラー糸 4 5 で引っ張られた際に第三プーリ 4 3 から順に屈曲する。掌部 2 と近い基端部側から屈曲することにより、同時に開閉する隣り合う指部 4 同士の干渉を抑制できる。よって、エンドエフェクタ 1 を安定に動作させることができる。また、掌部 2 と近い基端部側から屈曲することにより、把持対象の形状に指が適合し把持を可能とすることができる。

[0060] 本実施形態の移動ロボット 1 0 によれば、上述のエンドエフェクタ 1 と、各駆動部 3, 6, 7, 9 を制御する制御部 8 と、を備える。駆動部 3 を駆動

させることにより、エンドエフェクタ 1 の開閉状態を切り替えることができる。また、把持動作を行わせることができる。第二駆動部 6 を駆動させることにより、エンドエフェクタ 1 が開状態 P 2 のときに歩行動作を行わせることができる。第三駆動部 7 を駆動させることにより、エンドエフェクタ 1 が閉状態 P 1 のときに車輪を用いた走行動作を行わせることができる。第四駆動部 9 を駆動させることにより、中心軸線 C の方向を変更することができる。よって、これらの各駆動部 3, 6, 7, 9 を組み合わせて駆動させることにより、様々な地形に適した形態でエンドエフェクタ 1 を動作させることができる。

したがって、平坦な地形での消費エネルギーの低い走行性を確保しつつ、急斜面や凹凸のある不整地でも走行（歩行又は登攀）が可能なエンドエフェクタ 1 を有する、高性能かつ簡易な構造の移動ロボット 10 を提供できる。

[0061] （第 2 実施形態）

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。以下の説明において、上述した第 1 実施形態と同様の構成については、同一の符号を付して適宜説明を省略する。なお、具体的な構成はこれらの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。図 18 は、第 2 実施形態に係るエンドエフェクタ 201 の指部 204 を表面から見た斜視図である。図 19 は、第 2 実施形態に係るエンドエフェクタ 201 における指部 204 を別の角度から見た斜視図である。第 2 実施形態では、指部がプーリ 41, 42, 43（図 12 参照）を有することなく形成されている点で上述した第 1 実施形態と相違している。

[0062] 図 18 及び図 19 に示すように、第 2 実施形態において、エンドエフェクタ 201 の指部 204 は、第 1 実施形態と同様、第一から第三リンク部 21, 22, 23 と、把持部 25 と、第一から第三関節部 31, 32, 33 と、を有する。第 2 実施形態の指部 204 は、第 1 実施形態におけるプーリ 41, 42, 43（図 12 参照）を有することなく形成されている。指部 204 は、プーリの代わりに、ケブラー糸 45 が通るための溝 265 を有する。溝

溝 265 は、第一リンク部 21 の基端部（ケブラー系 45 の先端側の固定点 45a）から掌部 2 に亘って、指部 204 の長手方向に沿う直線状に形成されている。溝 265 は、第一から第三リンク部 21, 22, 23 及び掌部 2 の表面（第二リンク部 22 においてパネル部 35 が設けられる背面とは反対側の面）から背面側へ向かって凹んで形成されている。ケブラー系 45 はこの溝 265 に沿って配置される。さらに第二リンク部 22 には、第二リンク部 22 の長手方向に離間する一対のピン 266 が設けられている。一対のピン 266 は、溝 265 内において、溝 265 の延在方向と交差する方向に延びている。図 18 に示すように、一対のピン 266 と第二リンク部 22 との間には隙間が設けられており、この隙間にケブラー系 45 が通されている。つまりケブラー系 45 は、一対のピン 266 と第二リンク部 22 の背面との間を通過する。

[0063] 溝 265 内にケブラー系 45 が配置された状態において、各関節部 31, 32, 33 の回転中心と、その関節部周りに配置されたケブラー系 45 との半径方向の距離は、掌部 2 側へ向かうにつれて大きくなっている。すなわち、第二関節部 32 の回転中心からケブラー系 45 までの径方向の距離は、第一関節部 31 の回転中心からケブラー系 45 までの径方向の距離よりも大きい。第三関節部 33 の回転中心からケブラー系 45 までの径方向の距離は、第二関節部 32 の回転中心からケブラー系 45 までの径方向の距離よりも大きい。また、各関節部 31, 32, 33 の背面側には、第 1 実施形態と同様、バネ 46, 47, 48 がそれぞれ設けられている。バネ 46, 47, 48 は、各関節部 31, 32, 33 が回動した際に、エンドエフェクタ 201 が開状態 P2 へ戻る方向に各リンク部 21, 22, 23 を付勢する。

[0064] 第 2 実施形態のエンドエフェクタ 201 によれば、各リンク部 21, 22, 23 に形成された溝 265 内にケブラー系 45 を配置するので、第 1 実施形態と同様の作用効果に加え、さらにプーリを省略できる。これにより、第 1 実施形態と比較して指部 204 の構成を簡素化し、移動ロボットの大型化をより一層抑制できる。また、溝 265 は、各関節部 31, 32, 33 のう

ち掌部２側へ向かうほど、関節部の回転中心とケブラー糸４５との径方向の距離が大きくなるように形成される。これにより、プーリを省略した場合であっても、第１実施形態と同様に、基端側のリンク部（本実施形態では第三リンク部２３）から順に回転させることができる。

[0065] （第３実施形態）

次に、本発明の第３実施形態について説明する。以下の説明において、上述した第１実施形態と同様の構成については、同一の符号を付して適宜説明を省略する。図２０は、第３実施形態に係る移動ロボット３１０において、エンドエフェクタ１とアーム１２との接続部分の構成を示す側面図である。図２１は、第３実施形態に係るセルフロック装置３７０の斜視図である。第３実施形態では、移動ロボットがさらにセルフロック装置３７０を有する点で上述した第１実施形態と相違している。

[0066] 図２０に示すように、第３実施形態の移動ロボット３１０は、エンドエフェクタ１とアーム１２との接続部分にセルフロック装置３７０を有する。セルフロック装置３７０は、例えば第三駆動部７とエンドエフェクタ１の掌部２との間に設けられる。セルフロック装置３７０は、例えば第三駆動部７が駆動された際に、エンドエフェクタ１とともに中心軸線Ｃ周りを回転する。セルフロック装置３７０は、指部４の開閉操作を行うケブラー糸４５の張力を所定の値に設定して指部４の開閉を行うとともに、指部４の各関節部３１，３２，３３を所定の角度に維持した状態で機械的に保持（ロック）する機能を有する。本実施形態において、セルフロック装置３７０はウォームギアである。図２０及び図２１に示すように、セルフロック装置３７０は、モータ３７４と、ウォーム３７１と、ウォームホイール３７２と、リール部３７３と、を有する。モータ３７４は、立方体形状の筐体３７５に収容されている。モータ３７４は、他の駆動部３，６，７，９とは独立して回転が制御される。モータ３７４の出力軸の先端にはウォーム３７１が接続されている。ウォームホイール３７２はウォーム３７１と螺合している。ウォームホイール３７２には、同軸上にリール部３７３が接続されている。ウォームホイール

ル 3 7 2 と リール部 3 7 3 と は 一 体 回 転 す る 。 ウォームホイール 3 7 2 及 び リール部 3 7 3 の 回 転 軸 方 向 は 、 エ ン ド エ フ ェ ク タ 1 の 中 心 軸 線 C と 交 差 す る よ う に 設 け ら れ て い る 。 リール部 3 7 3 に は 、 指 部 4 の 開 閉 動 作 を 行 う ケ ブ ラ ー 糸 4 5 が 巻 回 さ れ て い る 。 よ っ て 、 例 え ば モ ー タ 3 7 4 が 正 方 向 に 回 転 す る と 、 リール部 3 7 3 が 回 転 し て ケ ブ ラ ー 糸 4 5 を 引 っ 張 り 、 こ れ に よ り 指 部 4 の 各 関 節 部 3 1 , 3 2 , 3 3 が 回 動 し て 閉 状 態 P 1 に 変 移 す る 。 一 方 、 モ ー タ 3 7 4 が 逆 方 向 に 回 転 す る と 、 リール部 3 7 3 が 逆 回 転 し て ケ ブ ラ ー 糸 4 5 の 張 力 を 緩 め る 。 こ れ に よ り 、 ケ ブ ラ ー 糸 4 5 の 張 力 が 減 少 す る の で 、 バ ネ 4 6 , 4 7 , 4 8 の 付 勢 力 に よ り 指 部 4 の 各 関 節 部 3 1 , 3 2 , 3 3 が 展 開 す る よ う に 回 動 し て 開 状 態 P 2 に 変 移 す る 。

[0067] 第 3 実 施 形 態 の 移 動 ロ ボ ッ ト 3 1 0 に よ れ ば 、 セ ル フ ロ ッ ク 装 置 3 7 0 を 用 い て ケ ブ ラ ー 糸 4 5 の 張 力 の 調 整 が 行 え る の で 、 セ ル フ ロ ッ ク 装 置 3 7 0 の モ ー タ 3 7 4 の 回 転 方 向 及 び 回 転 数 を 制 御 す る こ と で 、 指 部 4 の 関 節 角 度 を 自 在 に 調 整 で き る 。 ま た 、 セ ル フ ロ ッ ク 装 置 3 7 0 は 、 逆 作 動 効 率 の 低 い ウォームギアとされているので、出力側から入力側へ作用する逆入力を経機械的に遮断することができる。ここで、例えば移動ロボットがセルフロック装置を有しない場合、指部 4 が閉状態 P 1 に変移した状態でモータ 3 7 4 の駆動を OFF にすると、バネ 4 6 , 4 7 , 4 8 の付勢力によりケブラー糸 4 5 が引張られて指部 4 が開状態 P 2 に戻ってしまう。これを防ぐため、セルフロック装置を有しない技術にあっては、指部 4 が閉状態 P 1 に変移した状態でケブラー糸 4 5 の弛みを抑制するようにモータ 3 7 4 を常に駆動（通電）させておく必要がある。一方、本実施形態の移動ロボット 3 1 0 によれば、指部 4 が閉状態 P 1 に変移した状態でモータ 3 7 4 の駆動を OFF にすると、バネ 4 6 , 4 7 , 4 8 の付勢力によりケブラー糸 4 5 及びリール部 3 7 3 に は ケ ブ ラ ー 糸 4 5 を エ ン ド エ フ ェ ク タ 1 側 に 引 っ 張 る 力 が 作 用 す る が 、 セ ル フ ロ ッ ク 装 置 3 7 0 が 機 械 的 に 逆 入 力 を 遮 断 す る の で 、 リール部 3 7 3 の 回 転 力 が ウォーム 3 7 1 に まで 伝 達 さ れ な い 。 す な わ ち 、 リール部 3 7 3 が 回 転 し な い 。 こ れ に よ り 、 バ ネ 4 6 , 4 7 , 4 8 に よ り 指 部 4 が 開 状 態 P

2に戻ろうとする力の伝達をウォームギアで機械的にロックできる。よって、指部4を所望の関節角度で保持できる。また、指部4の各関節部31, 32, 33が回転した状態を維持するためにモータ374を常に通電する必要があるが、従来技術と比較してモータ374の消費電力を抑えることができる。また、セルフロック装置370により各関節部31, 32, 33を任意の関節角度で固定できるので、移動ロボット310の動作の自由度を向上できる。例えば開状態P2から閉状態P1へ変移する際に、第二リンク部22が地面と平行になる前にモータ374を停止させると、完全な閉状態P1と比較して車輪直径を大きくすることが可能となる。すなわち車輪直径を任意の大きさに設定できる。また、登攀動作中に物体を把持した状態でモータ374を停止させると、モータ374を通電することなく把持状態を維持できる。また、セルフロック装置370としてウォームギアを採用することにより、第三駆動部7からエンドエフェクタ1までの中心軸線Cに沿う距離D（図20参照）を短縮できる。よって、移動ロボット310の安定性を向上できる。

[0068] （第4実施形態）

次に、本発明の第4実施形態について説明する。以下の説明において、上述した第3実施形態と同様の構成については、同一の符号を付して適宜説明を省略する。図22は、第4実施形態に係る移動ロボット410のアーム12のひとつを示す斜視図である。第4実施形態では、第3実施形態におけるセルフロック装置370が移動ロボット410の基体11側に配置される点で上述した第3実施形態と相違している。

[0069] 図22に示すように、第4実施形態において、アーム12の先端部には、第四駆動部9及び第三駆動部7を介してエンドエフェクタ1が連結されている。移動ロボット410の基体11のうち各アーム12の基端部近傍には、セルフロック装置470がそれぞれ設けられている。セルフロック装置470は、アーム12の本数と同じ個数（本実施形態では4個）設けられ、それぞれのエンドエフェクタ1と対応している。セルフロック装置470の機能

及び構成は第3実施形態におけるセルフロック装置370と同等であるため、以下では相違点のみ説明する。セルフロック装置370のリール部373には、ケーブル472（請求項の張力伝達機構）が巻回されている。ケーブル472は、例えばボーデンケーブルである。ボーデンケーブルは、中空の OUTER ケーブルに対する INNER ケーブルの動きによって機械的な力やエネルギーを伝達するために使用されるフレキシブルケーブルの一種である。なお、ボーデンケーブル以外のフレキシブルケーブル等を適用してもよい。ケーブル472は、アーム12の内部を通して第三駆動部7に接続されている。第三駆動部7は、例えばシャフトに孔が開いて中空が形成されたホールモータとされている。ケーブル472は、このホールモータの中空の内側を通してエンドエフェクタ1の各指部4を開閉させるケブラー糸45（図12参照）と接続されている。

なお、ケーブル472とケブラー糸45とが一体とされてもよい。ケーブル472は、ホールモータの内側において、車輪の無限回転によるケーブルのねじれを解消するためのスィベル等（不図示）を別途有してもよい。あるいは、ジャイロローターなどを用いて、車輪の無限回転によるケーブルのねじれを解消してもよい。

[0070] 第4実施形態の移動ロボット410によれば、第3実施形態と同等の作用効果に加え、以下の作用効果を奏する。すなわち、セルフロック装置470が基体11側に設けられるので、アーム12とエンドエフェクタ1との間にセルフロック装置を配置する場合と比較して、移動ロボット410の脚先の重量を軽くすることができる。これにより、脚先を持ち上げるために要する各関節での消費されるトルクが低減され、かつ、ロボット運動時にバランスが取り易くなるので、歩行動作を安定して行うことができる。移動ロボット410の重心と近い基体11側にセルフロック装置470が設けられるので、移動ロボット410全体の安定性を向上できる。また、アーム12の先端にセルフロック装置470を設ける場合と比較して、第三駆動部7からエンドエフェクタ1までの軸長D（図20参照）を短縮できる。よって、アーム

12の先端からエンドエフェクタ1間のモーメントを減少させ、移動ロボット410の安定性をより一層向上できる。

[0071] (第5実施形態)

次に、本発明の第5実施形態について説明する。以下の説明において、上述した第1実施形態と同様の構成については、同一の符号を付して適宜説明を省略する。図23は、第5実施形態に係る移動ロボット510におけるエンドエフェクタ501の構成を示す側面図である。図24は、第5実施形態に係る移動ロボット510におけるエンドエフェクタ501の構成を示す斜視図である。第5実施形態では、移動ロボット10の車輪形態において、車輪幅を変更可能である点で上述した第1実施形態と相違している。

[0072] 第5実施形態において、エンドエフェクタ501は、閉状態P1において、第二リンク部22のみが地面との接地面となる第一車輪モード（図4参照）と、第一リンク部521及び第二リンク部22の両方が地面との接地面となる第二車輪モード（図23及び図24参照）と、にそれぞれ変移可能である。第二車輪モードでは、第一車輪モードと比較して中心軸線Cに沿う車輪幅H（図23参照）が大きい。換言すれば、移動ロボット510は、車輪形態における車輪幅Hが可変となっている。第一車輪モードにおけるエンドエフェクタ1の構成及び動作は第1実施形態のそれと同様のため、以下では説明を省略する。図23及び図24に示すように、第二車輪モードにおいて、第一リンク部521及び第二リンク部22は、掌部2の中心軸線Cとほぼ平行となっている。なお、第二車輪モード時において、地面からの反力に対して第一リンク部521が内側に屈曲するのを抑制するためのストッパー等（不図示）が第一関節部31近傍などに設けられてもよい。

[0073] 図25は、第5実施形態に係る第一リンク部521を背面側から見た斜視図である。図26は、第5実施形態に係る第一リンク部521を表面側から見た斜視図である。

第5実施形態において、上述した第二車輪モードを実現するように第一リンク部521が形成されている。具体的に、第一リンク部521は、台形状

に形成されたベース部526と、一对の突条部527と、把持部525と、を有する。ベース部526は、指部4の先端側へ向かうにつれて幅が狭くなる台形状に形成されている。ベース部526の幅は、第1実施形態における第一リンク部21の幅よりも大きい。一对の突条部527は、第二車輪モードにおいて、ベース部526の背面（第二車輪モードにおいて地面と対向する面）から車輪の径方向の外側に向かって突出している。一对の突条部527は、周方向において互いに離間して設けられている。一对の突条部527の先端は地面と接触する。これにより第一リンク部521は、第二リンク部22とともに車輪の一部として機能する。把持部525は、ベース部526の表面に設けられている。把持部525は、例えば爪や突起等であり、ベース部526の表面から径方向の内側に向かって突出している。把持部525は、第1実施形態の把持部25（図6参照）と同様、物体の把持動作が可能である。

[0074] 第5実施形態の移動ロボット510によれば、車輪形態における車輪、すなわち閉状態P1におけるエンドエフェクタ1、の車輪幅Hを変更できる。移動ロボット510が走行する地面の性状に応じて車輪幅Hを変更することにより、移動ロボット510の汎用性を高めることができる。例えば、砂地等の地盤が緩い地面を走行する際には、車輪幅Hの大きい第二車輪モードとする。これにより接地圧が分散されるので、軟弱な地盤上であっても安定して走行することができる。一方、例えば固い地面上を走行する際には、車輪幅Hの小さい第一車輪モードとする。これにより、第二車輪モードと比較して移動ロボット510の小回りが利くようになる。よって、移動ロボット510の走行性能を向上できる。

[0075] なお、本発明の技術範囲は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、上述の実施形態ではケブラー糸45（ケーブル472）によって各関節部を回動させたが、これに限られない。ケブラー糸45（ケーブル4

7 2) の代わりに例えばワイヤー等を用いてもよい。また、指部 4 を閉状態 P 1 から開状態 P 2 へ展開させる機構として、バネ 4 6, 4 7, 4 8 以外の弾性部材を用いてもよい。上述の実施形態ではケブラー系 4 5 (ケーブル 4 7 2) を巻き取ることにより各関節部 3 1, 3 2, 3 3 を屈曲させているが、このケブラー系 4 5 (ケーブル 4 7 2) に代えて、人工筋肉等を用いて各関節部 3 1, 3 2, 3 3 を変位させることで屈曲させてもよい。また、バネ 4 6, 4 7, 4 8 の代わりに、アクチュエータの回転の正逆により伸縮する部材を設けてもよい。

また、3 個のプーリ 4 1, 4 2, 4 3 は、プーリに限らず、エンドエフェクタ 1 の各関節部の回転中心の半径方向に任意の長さ離れた各点を結ぶように通したワイヤーを引くことで駆動するようにした劣駆動機構 (運動の自由度よりアクチュエータ数が少ない機構) であればよく、上述した実施形態の構成に限定されない。

[0076] パネル部 3 5 における突条部 3 7 の突出高さは、例えば車輪形態において車輪が走行可能な程度の高さを有していればよく、図示した高さに限定されない。また、突条部 3 7 の代わりにパネル本体 3 6 の一部に弾性部材等を設けてもよい。例えばパネル部 3 5 全体を弾性部材により形成してもよい。

[0077] 上述の実施形態では、パネル部 3 5 のパネル本体 3 6 が円弧状に形成されたが、平面状に形成されてもよい。この場合、パネル部 3 5 は閉状態 P 1 で仮想円筒 V C に沿う多角形状に形成されてもよい。但し、より車輪形態での走行効率を向上できる点で、パネル本体 3 6 が閉状態 P 1 で仮想円筒 V C に沿う円弧状に形成された本実施形態の構成は優位性がある。

[0078] アーム 1 2 の個数は 4 本に限定されない。エンドエフェクタ 1 に設けられる指部 4 の個数は 8 本に限定されない。但し、指部 4 の個数が多いほど把持力が向上するため、少なくとも 8 本以上であることがより好ましい。同様に、指部 4 に設けられるリンク部及び関節部の個数 (本実施形態ではそれぞれ 3 個) は上述の実施形態の個数に限定されない。

[0079] 上述の第 1 実施形態では、移動ロボット 1 0 が車輪形態及びグリップ形態

間に変移する際に基体 11 を地面に接置させる方法を例に説明したが、これに限定されない。例えば 4 本のアーム 12 のうち 3 本を地面に接触させた状態で 1 本だけを浮かせ、浮かせたアーム 12 に取り付けられたエンドエフェクタ 1 の向き及び開閉状態を変えてから地面に接置させる、という動作を 4 回繰り返してもよい。すなわち複数のアーム 12 に取り付けられたエンドエフェクタ 1 を 1 個ずつ変形させてもよい。或いは複数のアーム 12 を有する場合、対向する一对のアーム 12 毎にエンドエフェクタ 1 の変形を行ってもよい。

[0080] 第 3 実施形態において、セルフロック装置 370 としてウォームギア以外の機構が採用されてもよい。例えば滑りねじを採用してもよい。但し、滑りねじを採用した場合と比較してセルフロック装置 370 の軸長 D（図 20 参照）を短縮できる点で、ウォームギアを採用した本実施形態の構成は優位性がある。なお、セルフロック装置 370 として、上述したウォームギアや滑りねじの他に、出力側からの逆入力遮断可能なクラッチ機構等を設けてもよい。

[0081] 第一リンク部 21、521、第二リンク部 22 及び第三リンク部 23 の形状は、上述した形状に限定されない。

[0082] なお、本実施形態の移動ロボット 10 は、例えば被災地の情報収集や惑星探査等の用途に使用されてよい。特に惑星探査に使用される場合には、例えばこの移動ロボット 10 を搭載した着陸機が惑星地表面に着陸した後、移動ロボット 10 が目的地まで車輪形態で移動し、目的地の崖や縦孔等をグリッパ形態で登攀し、さらに孔内部などの凹凸面をグリッパ形態で移動することができる。

なお、上記以外の用途に使用される移動ロボット 10 としてこのエンドエフェクタ 1 及び移動ロボット 10 を適用してもよい。

[0083] 制御部 8 は、例えば地形を認識可能な認識部を含んでもよい。認識部は、カメラやレーダ等を含んでよい。この場合、制御部 8 は、認識部の認識結果に応じて自動的にエンドエフェクタ 1 の開閉状態を制御してもよい。

また、把持部 2 5 は、登攀のために地表面を掴むだけでなく、試料を採取するために用いてもよい。

[0084] その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上述した実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、上述した実施形態を適宜組み合わせてもよい。

符号の説明

[0085] 1, 2 0 1, 5 0 1 : エンドエフェクタ
2 : 掌部
3 : 駆動部
4 : 指部
6 : 第二駆動部
7 : 第三駆動部
8 : 制御部
1 0, 3 1 0, 4 1 0, 5 1 0 : 移動ロボット (ロボット)
1 1 : 基体
1 2 : アーム
2 1, 5 2 1 : 第一リンク部 (リンク部)
2 2 : 第二リンク部 (リンク部) (リンク部の所定の部位)
2 3 : 第三リンク部 (リンク部)
2 5, 5 2 5 : 把持部
3 1 : 第一関節部 (関節部)
3 2 : 第二関節部 (関節部)
3 3 : 第三関節部 (関節部)
3 7 0, 4 7 0 : セルフロック装置
4 7 2 : ケーブル (張力伝達機構)
C : 中心軸線
H : 車輪幅
V C : 仮想円筒

P 1 : 閉状態

P 2 : 開状態

請求の範囲

[請求項1]

掌部と、

前記掌部の周方向に並んで複数設けられ、一端部が前記掌部に回動可能に接続される複数の指部と、

前記指部を駆動する駆動部と、を備え、

前記指部は、

前記掌部から延びる複数のリンク部と、

複数の前記リンク部間を互いに回動可能に接続する関節部と、

を有し、

前記駆動部により前記関節部を駆動させることにより、前記掌部の中心軸線を中心とする仮想円筒の外周面に沿って前記リンク部の所定の部位を配列させる閉状態と、複数の前記指部を回動させて展開させた開状態と、に変移し、

走行動作及び把持動作を行う、エンドエフェクタ。

[請求項2]

前記開状態において、前記関節部の駆動によって前記リンク部の一部が、前記把持動作を行う把持部を形成し、前記エンドエフェクタ全体を駆動する第二駆動部による歩行動作及び前記把持動作と前記歩行動作とを組み合わせた登攀動作を行い、

前記閉状態において、隣り合う前記リンク部の前記所定の部位同士が周方向に互いに接して前記仮想円筒の中心軸を車軸とする車輪を形成し、前記掌部を回動軸周りに回転させる第三駆動部を駆動させることにより、前記車輪を用いた走行動作を行う、請求項1に記載のエンドエフェクタ。

[請求項3]

前記リンク部は、

一端部が前記掌部に接続される第三リンク部と、

一端部が前記第三リンク部に接続される第二リンク部と、

一端部が前記第二リンク部に接続される第一リンク部と、

を有し、

前記関節部は、

前記掌部と前記第三リンク部とを回動可能に接続する第三関節部と、

前記第三リンク部と前記第二リンク部とを回動可能に接続する第二関節部と、

前記第二リンク部と前記第一リンク部とを回動可能に接続する第一関節部と、

を有し、

前記第一リンク部の先端部には前記把持部が設けられ、

前記第二リンク部は、前記閉状態において前記車輪を形成する、請求項 2 に記載のエンドエフェクタ。

[請求項4] 前記閉状態において、前記第二リンク部のみが前記車輪を形成する第一車輪モードと、

前記閉状態において、前記第一リンク部及び前記第二リンク部が前記車輪を形成することで前記第一車輪モードよりも前記車輪の幅が大きくなる第二車輪モードと、

に変移する、請求項 3 に記載のエンドエフェクタ。

[請求項5] 複数の前記リンク部のうち先端の前記リンク部は、前記閉状態において、前記リンク部の前記所定の部位に対して垂直となるように固定される、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のエンドエフェクタ。

[請求項6] 請求項 2 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のエンドエフェクタと、

前記駆動部、前記第二駆動部及び前記第三駆動部を制御する制御部と、を備える、ロボット。

[請求項7] 基体と、

前記基体に取り付けられる複数のアームと、

前記アームの先端に取り付けられる前記エンドエフェクタと、

前記エンドエフェクタにおける前記指部の開閉動作を行うとともに、前記指部における前記関節部の角度を任意の角度で固定するセルフロック装置と、

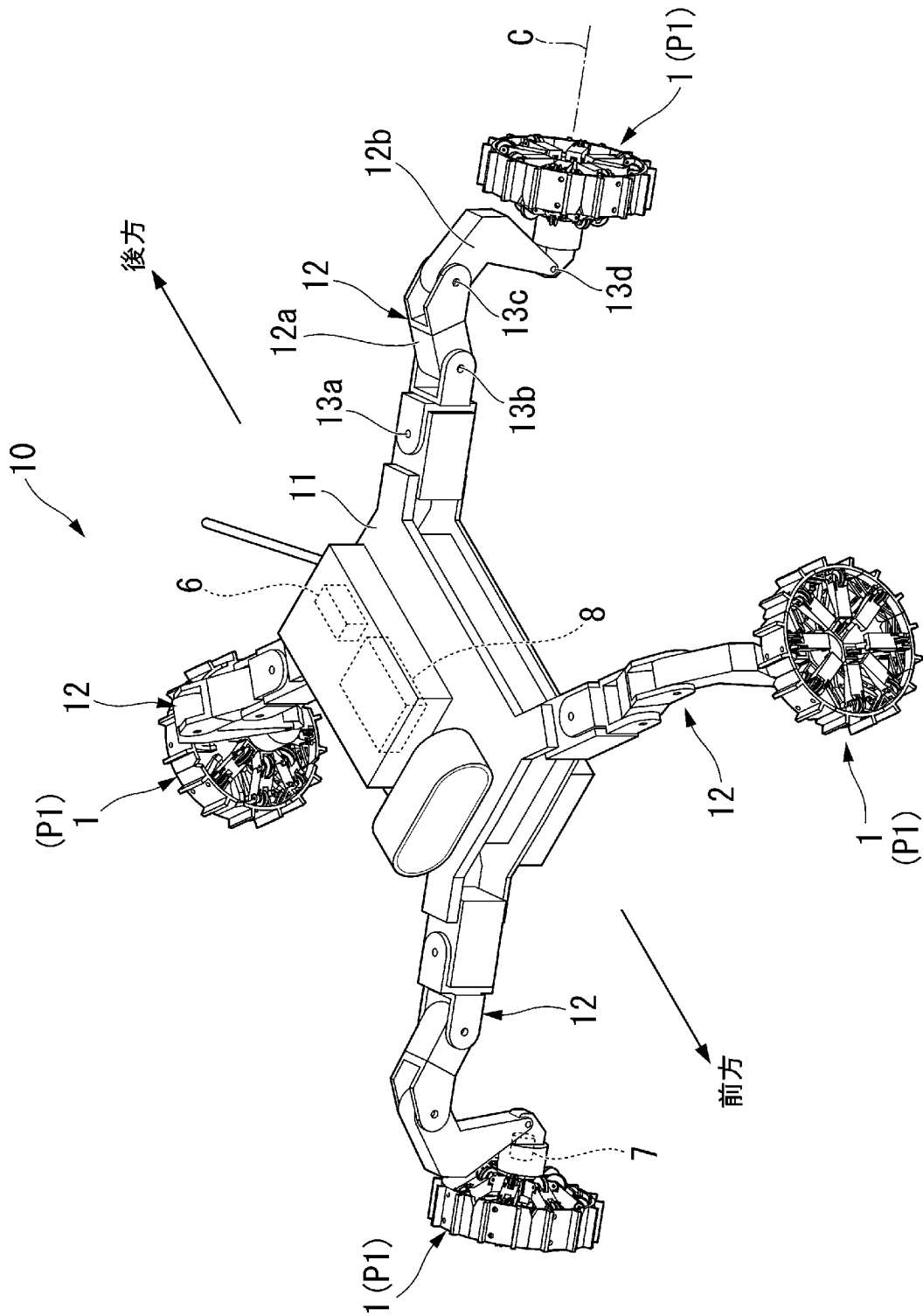
を備える、請求項 6 に記載のロボット。

[請求項 8] 前記セルフロック装置はウォームギアである、請求項 7 に記載のロボット。

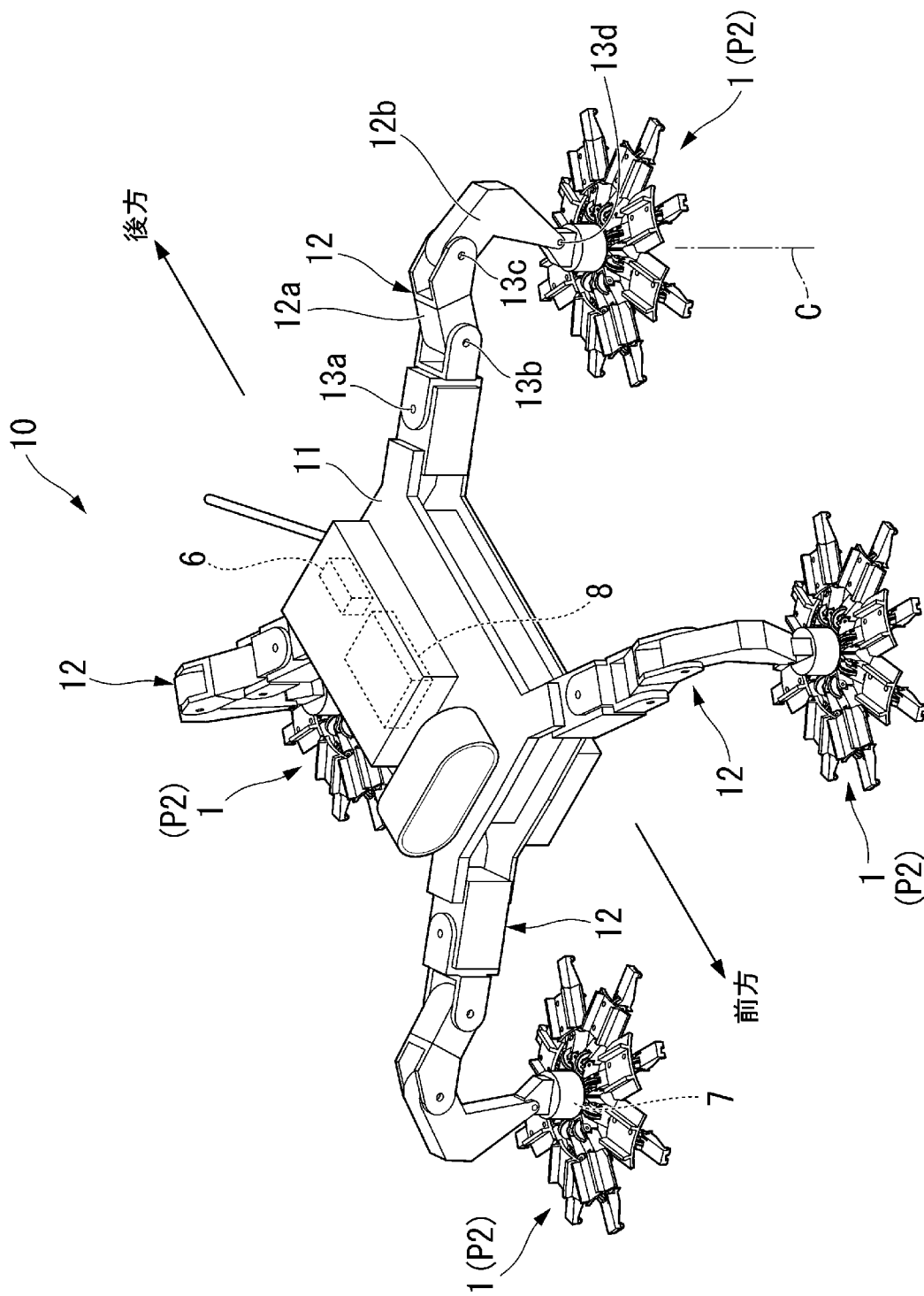
[請求項 9] 前記セルフロック装置は、前記アームと前記エンドエフェクタとの間に設けられる、請求項 7 又は請求項 8 に記載のロボット。

[請求項 10] 前記セルフロック装置は、前記基体に設けられ、
前記セルフロック装置と前記エンドエフェクタとが張力伝達機構により接続される、請求項 7 又は請求項 8 に記載のロボット。

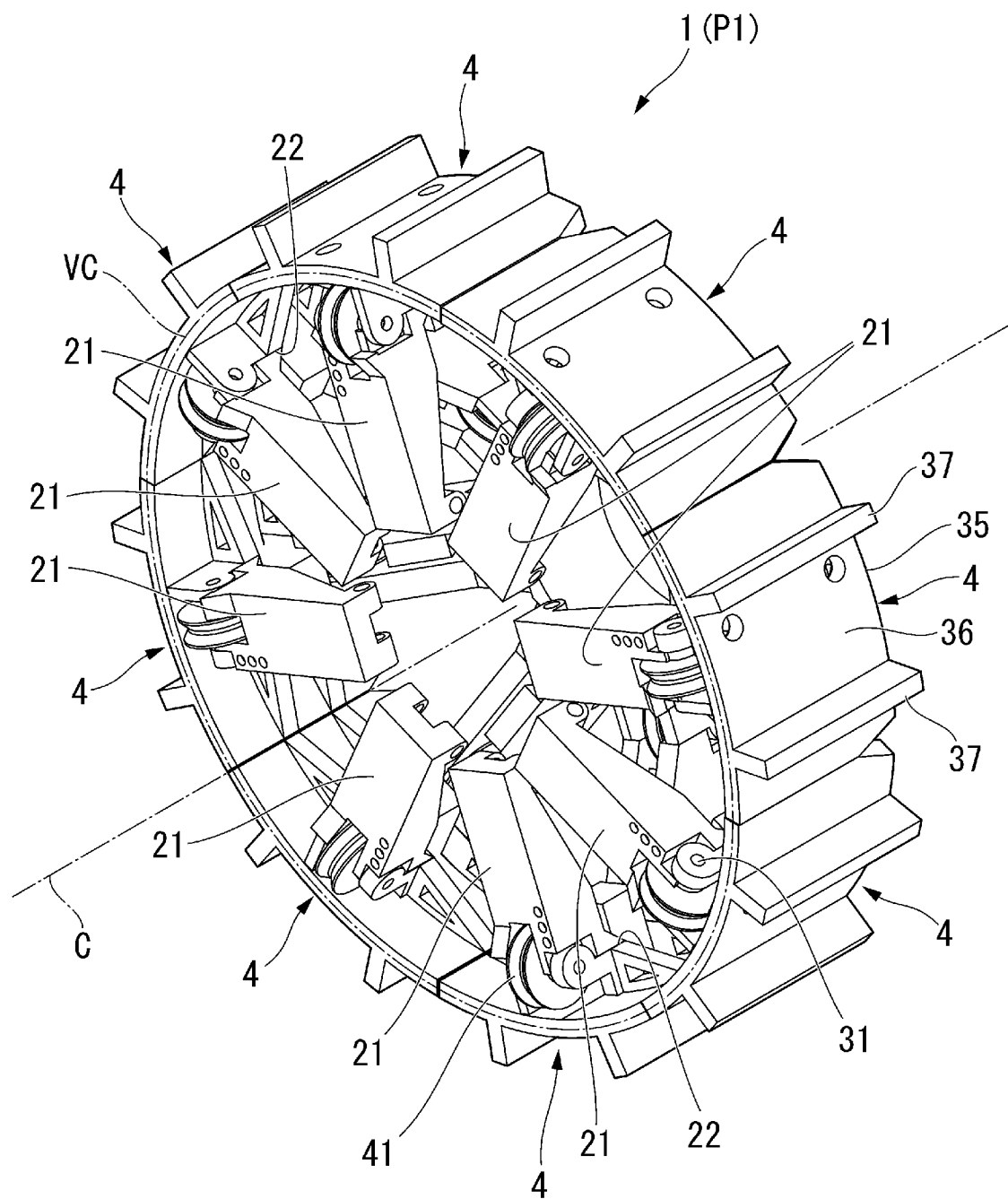
[図1]



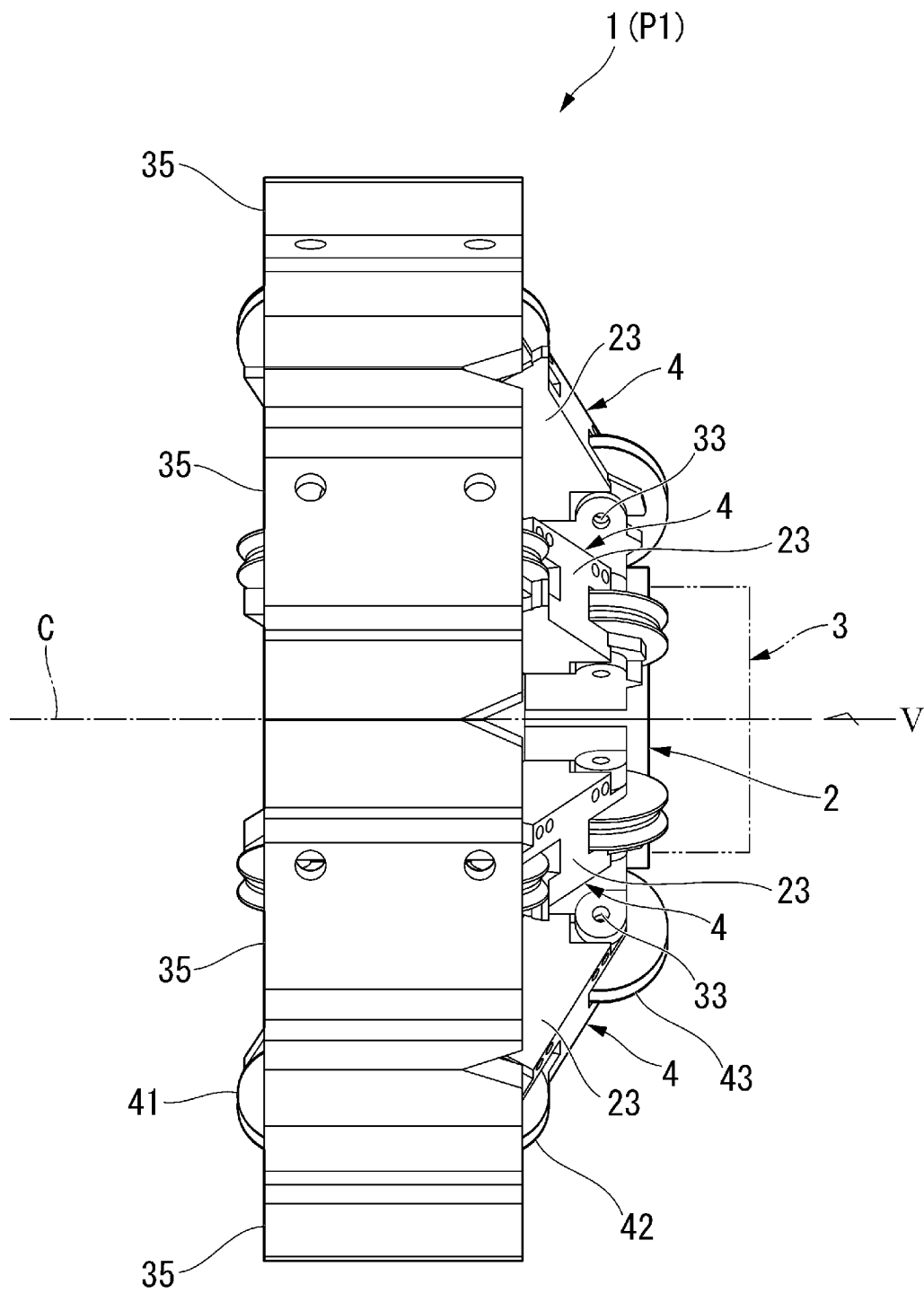
[図2]



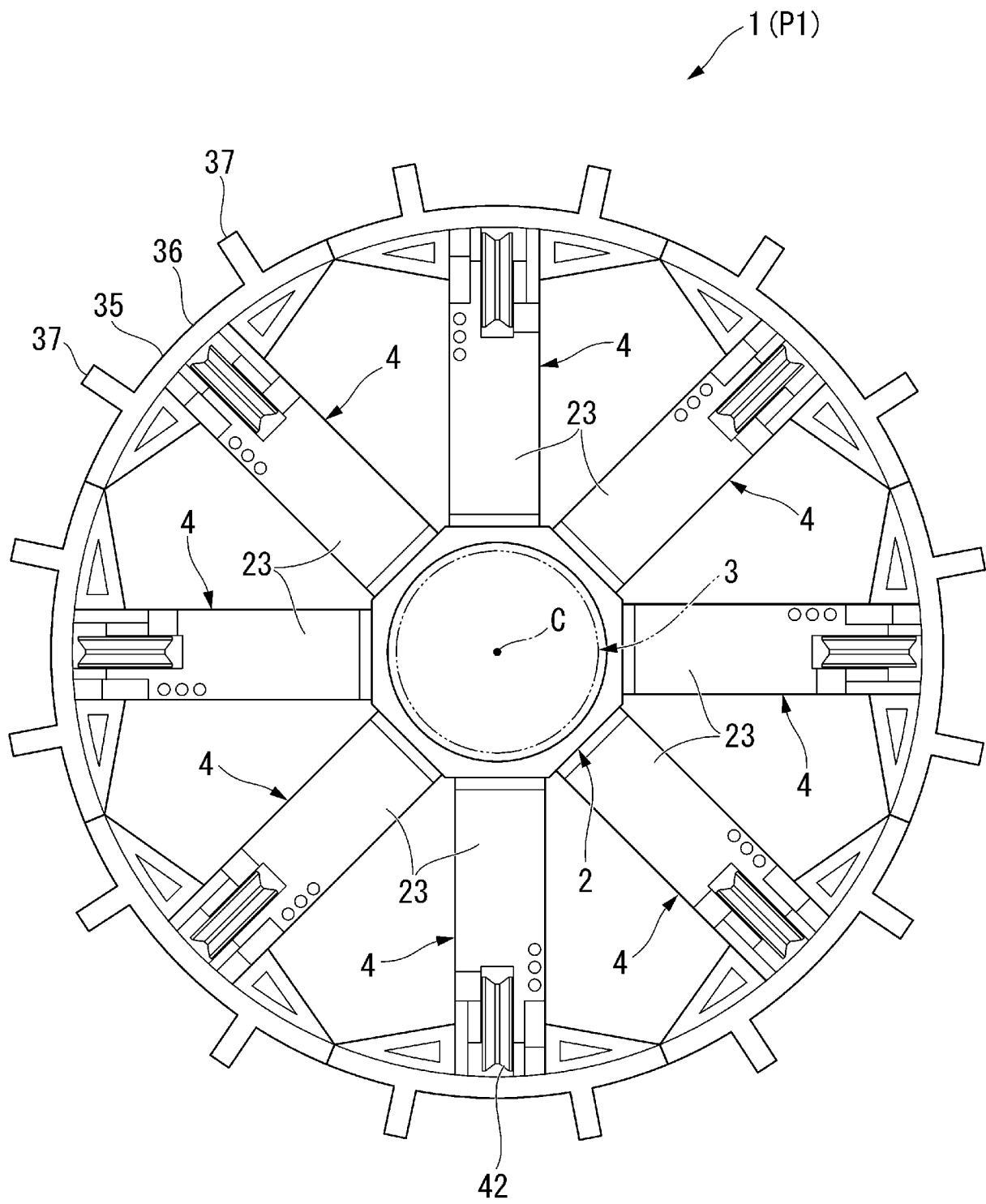
[図3]



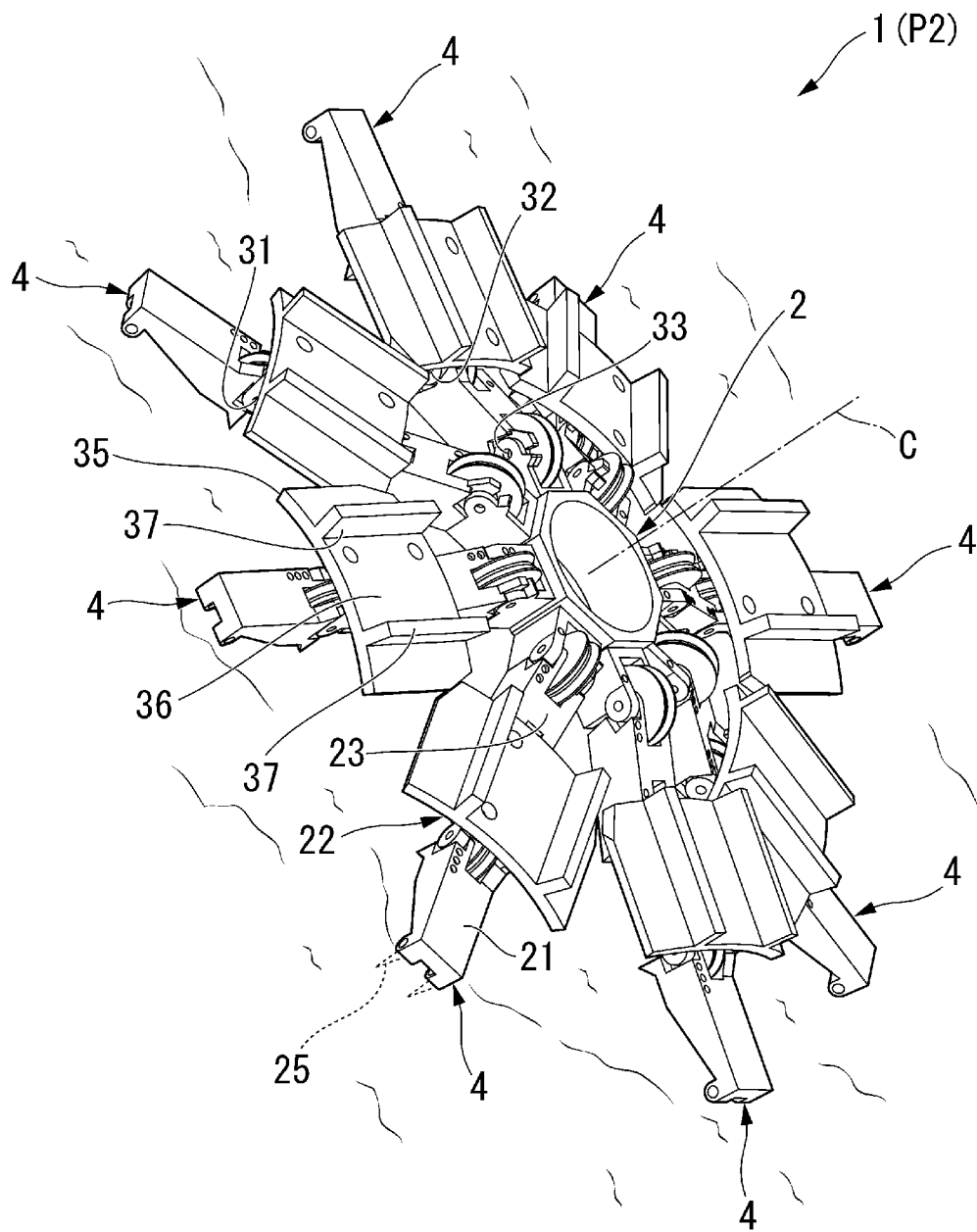
[図4]



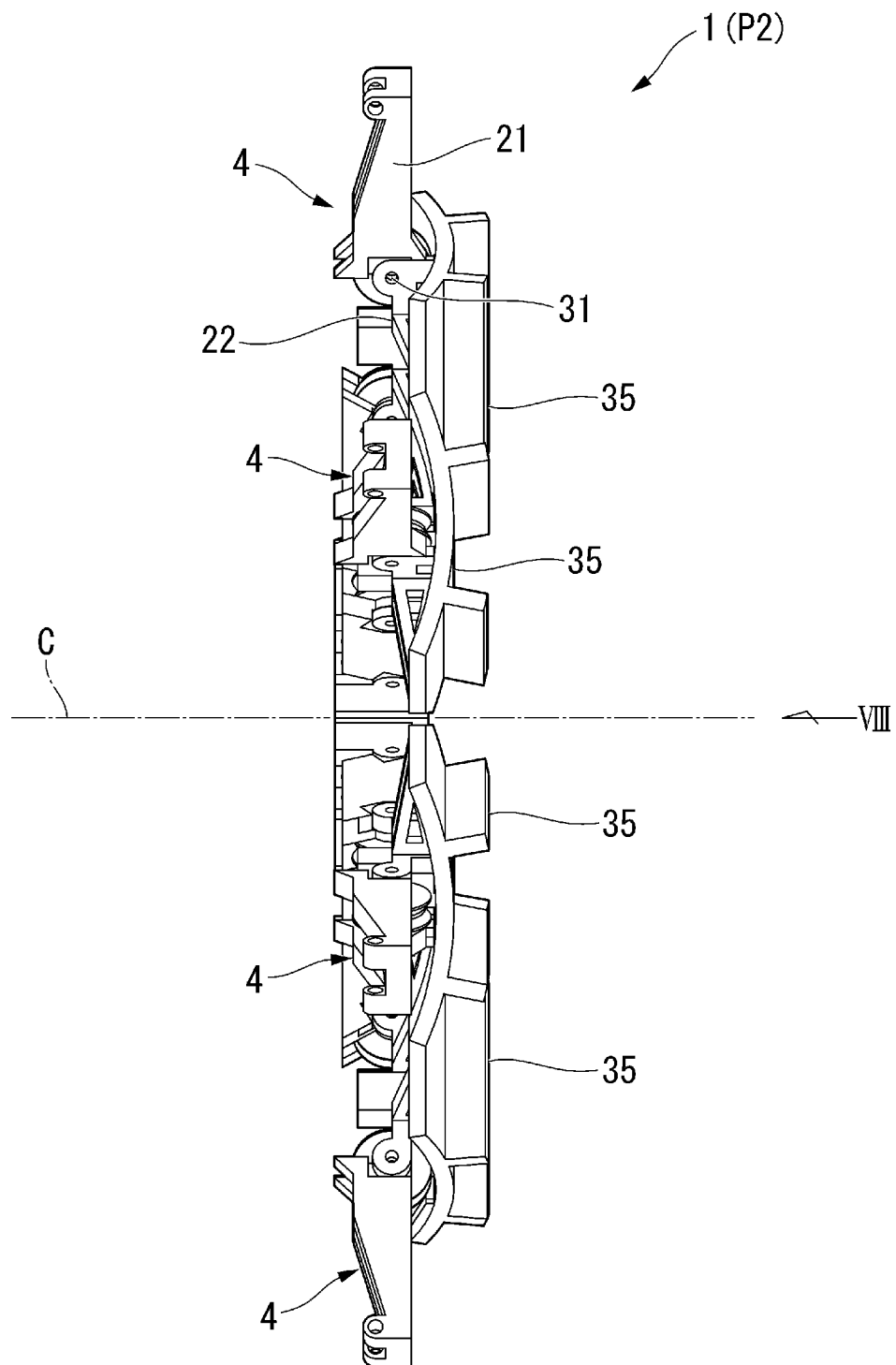
[図5]



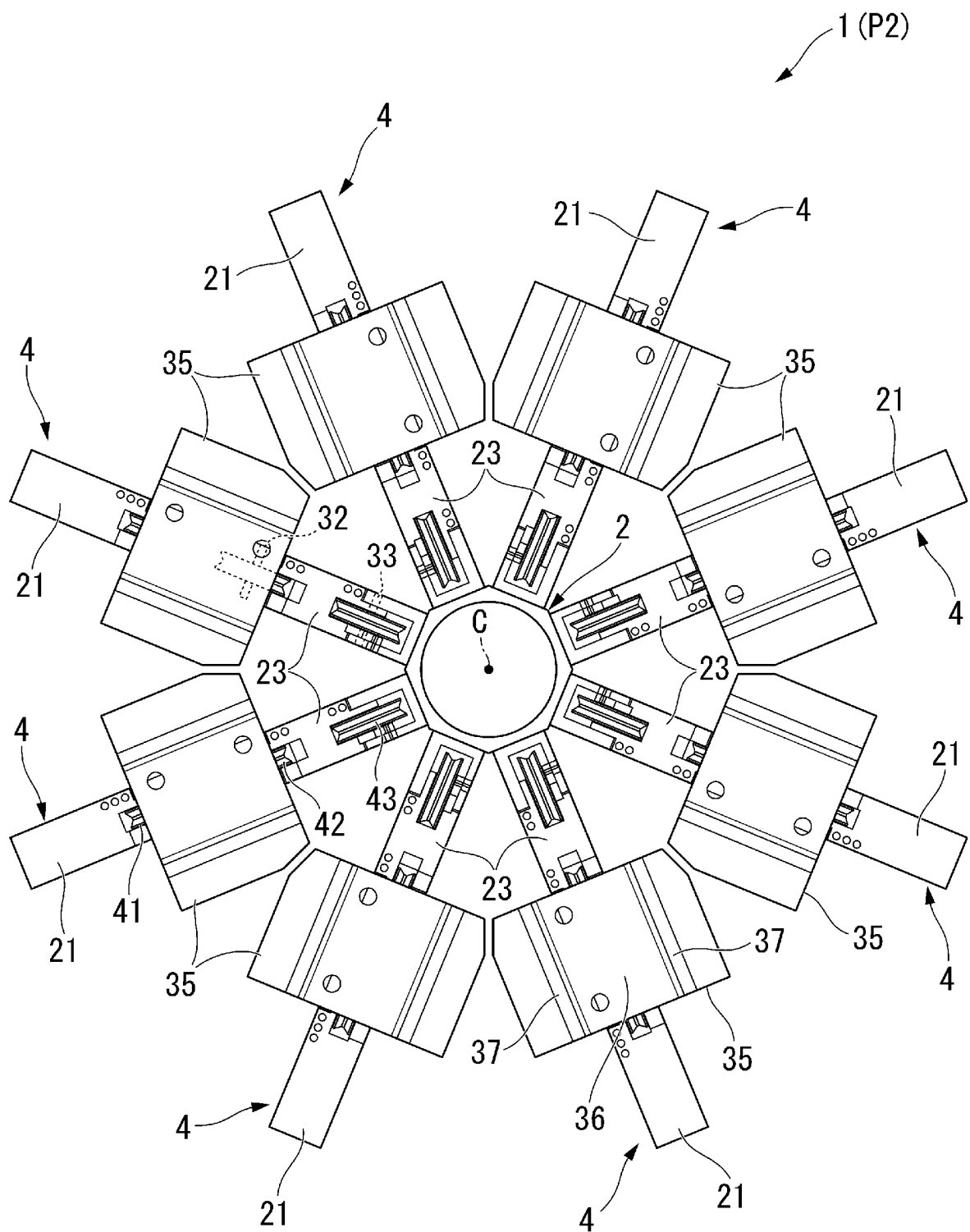
[図6]



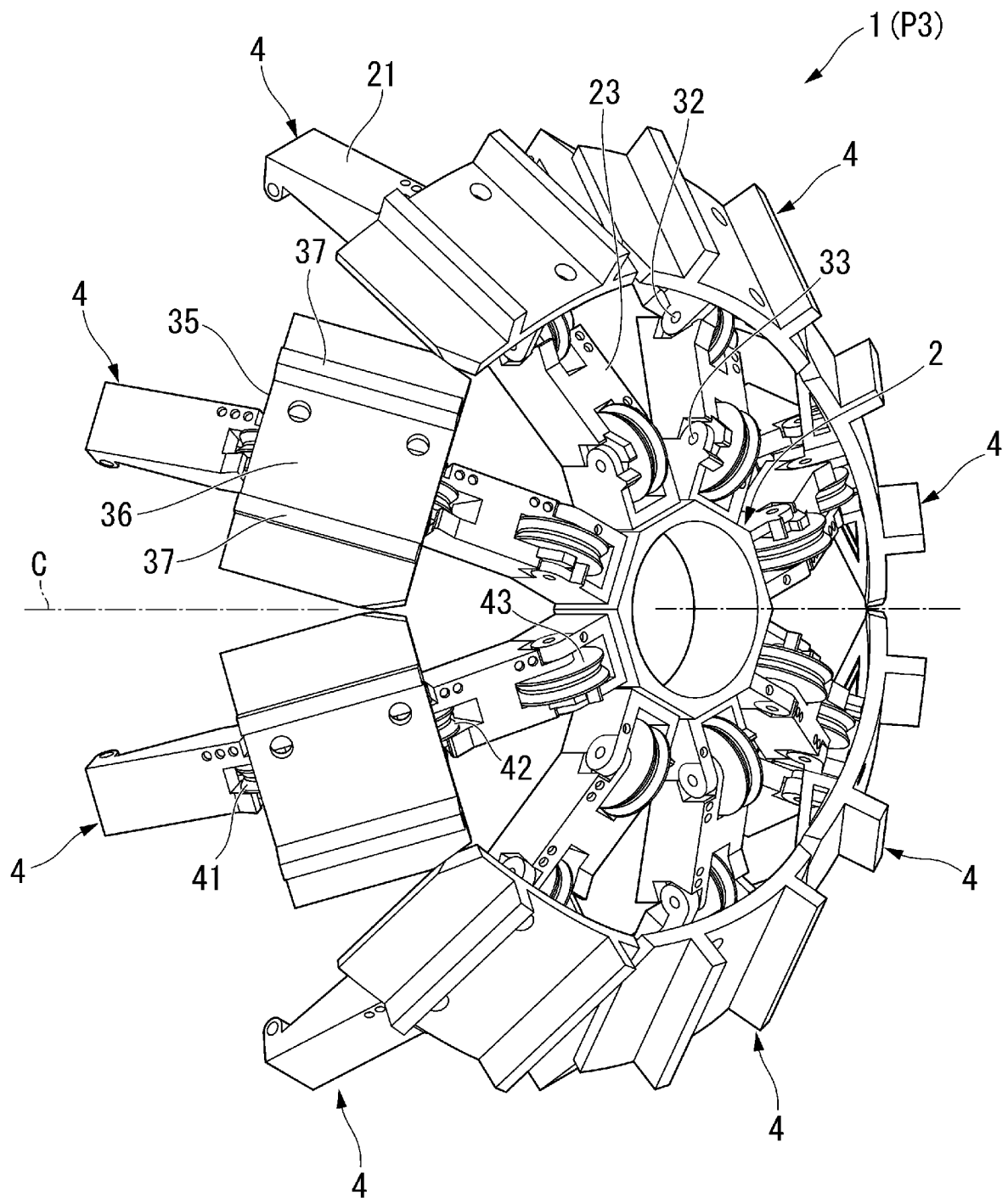
[図7]



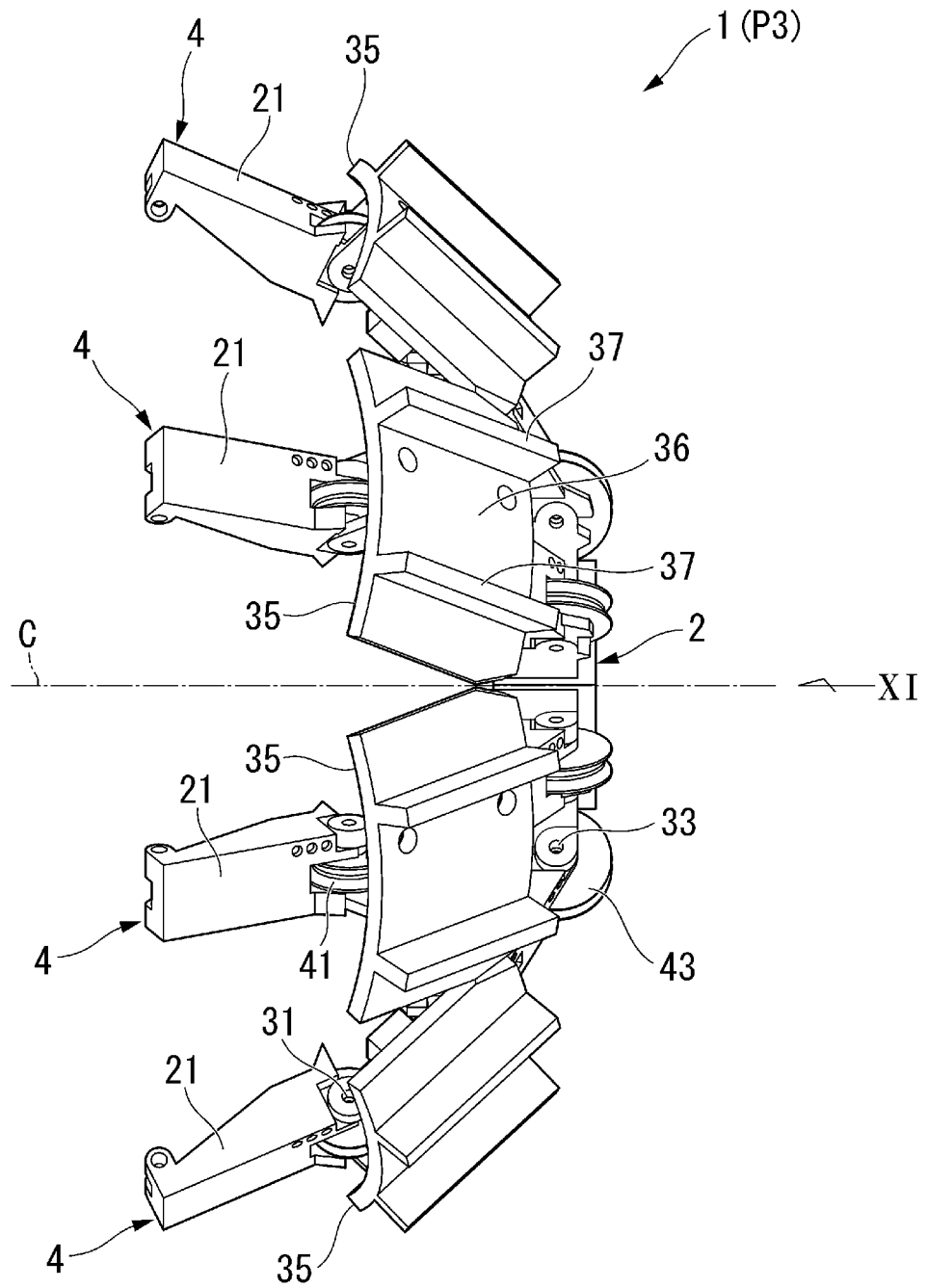
[図8]



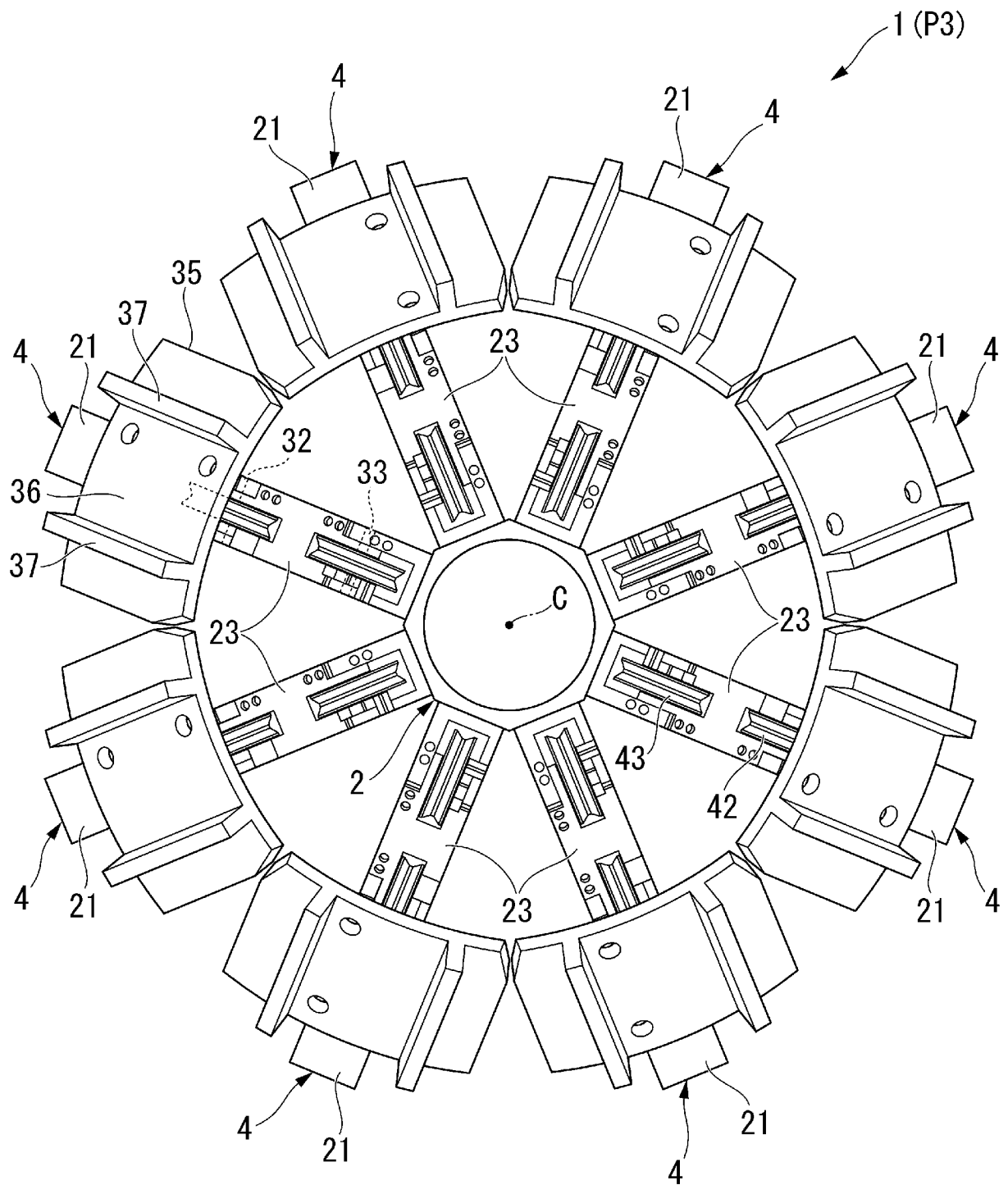
[図9]



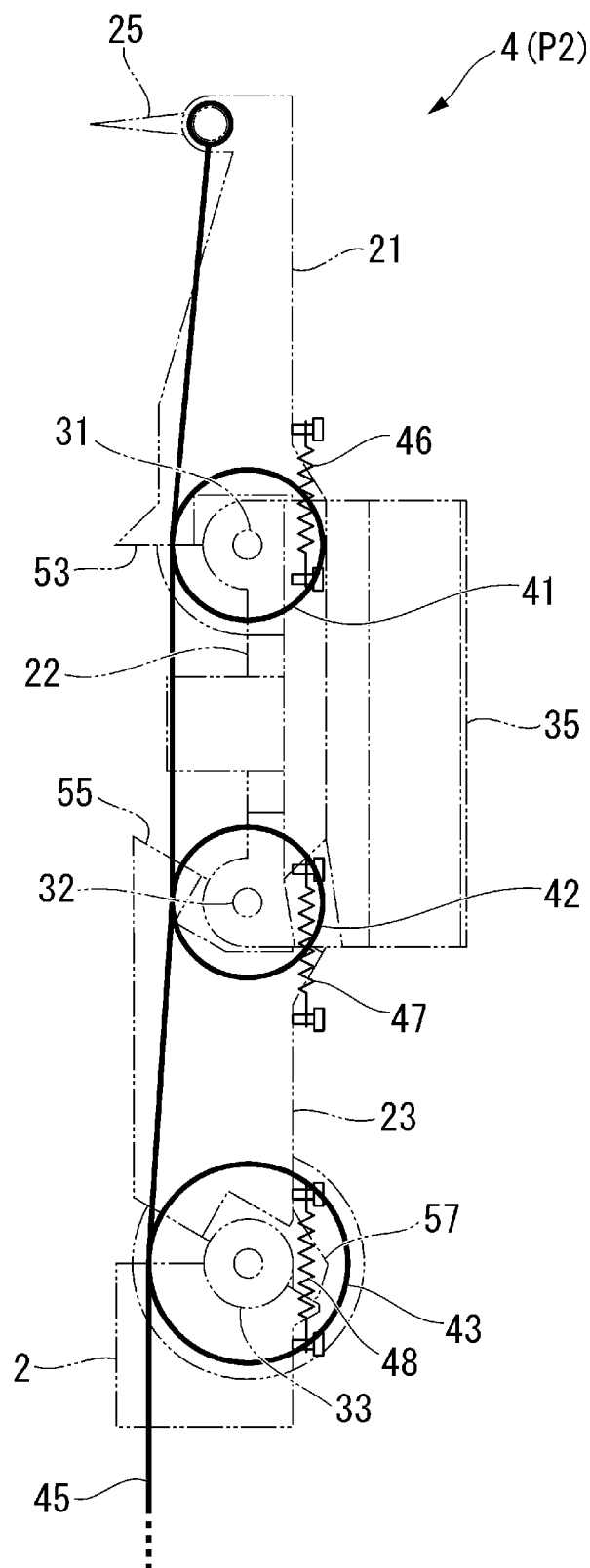
[図10]



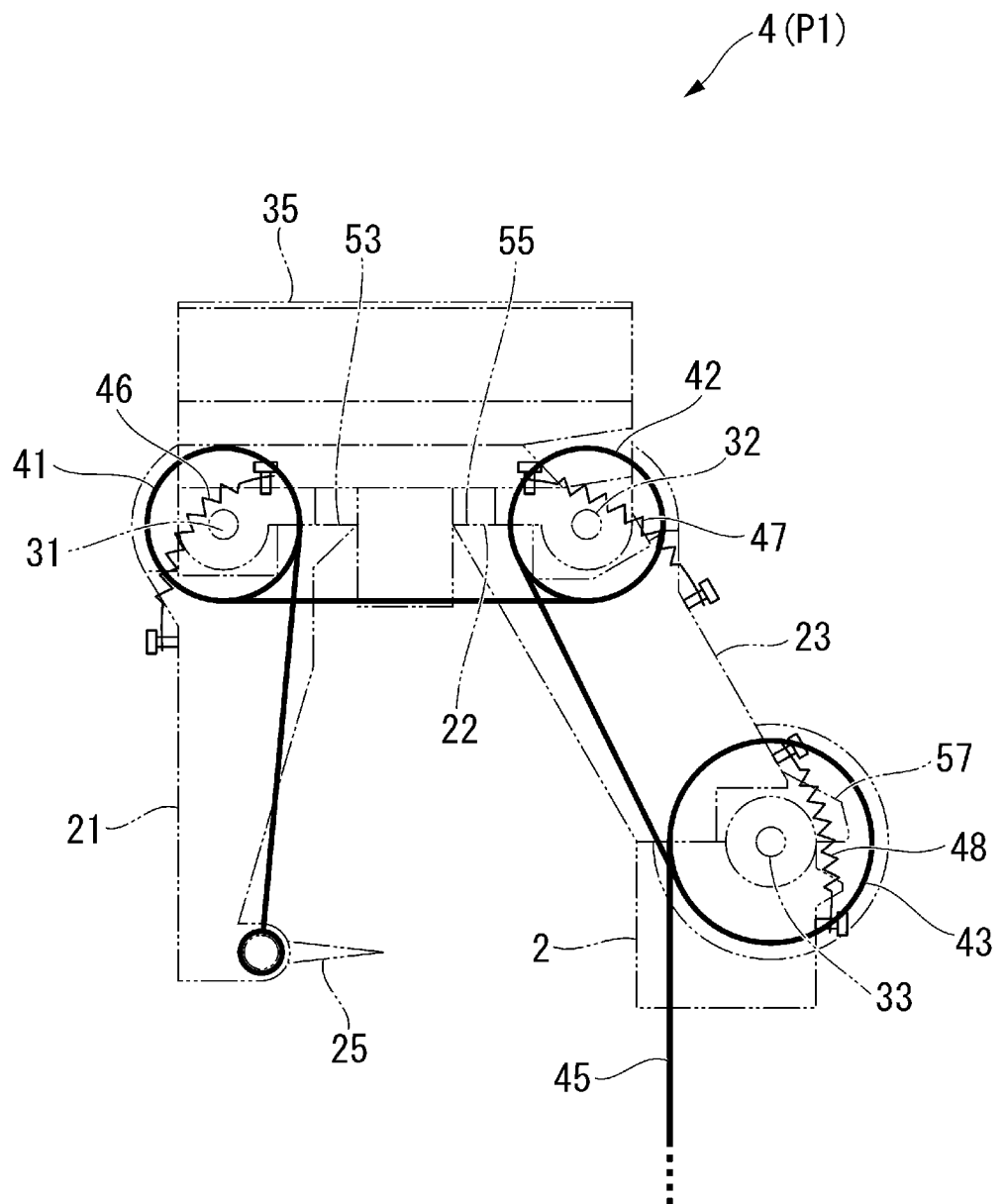
[図11]



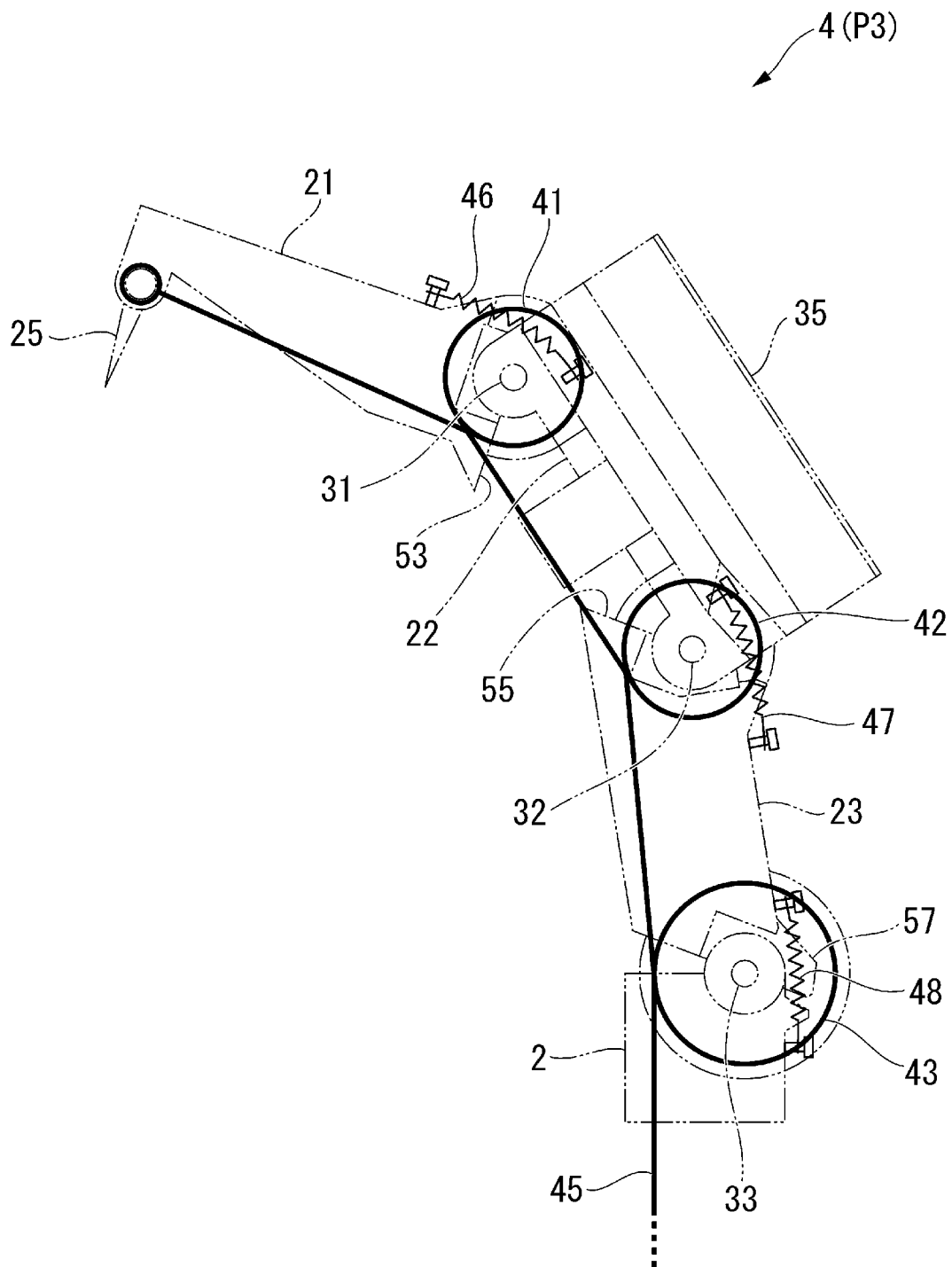
[図12]



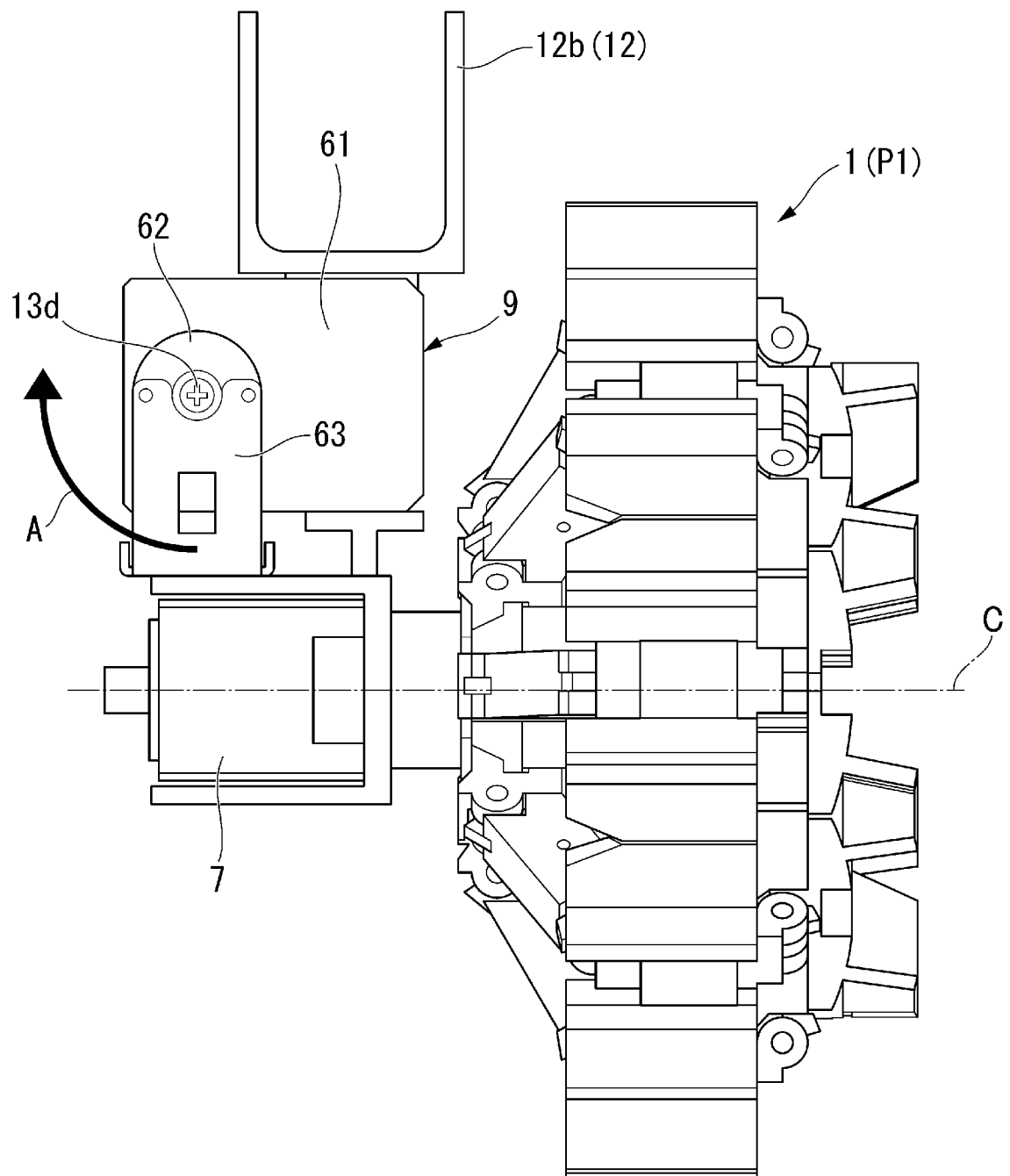
[図13]



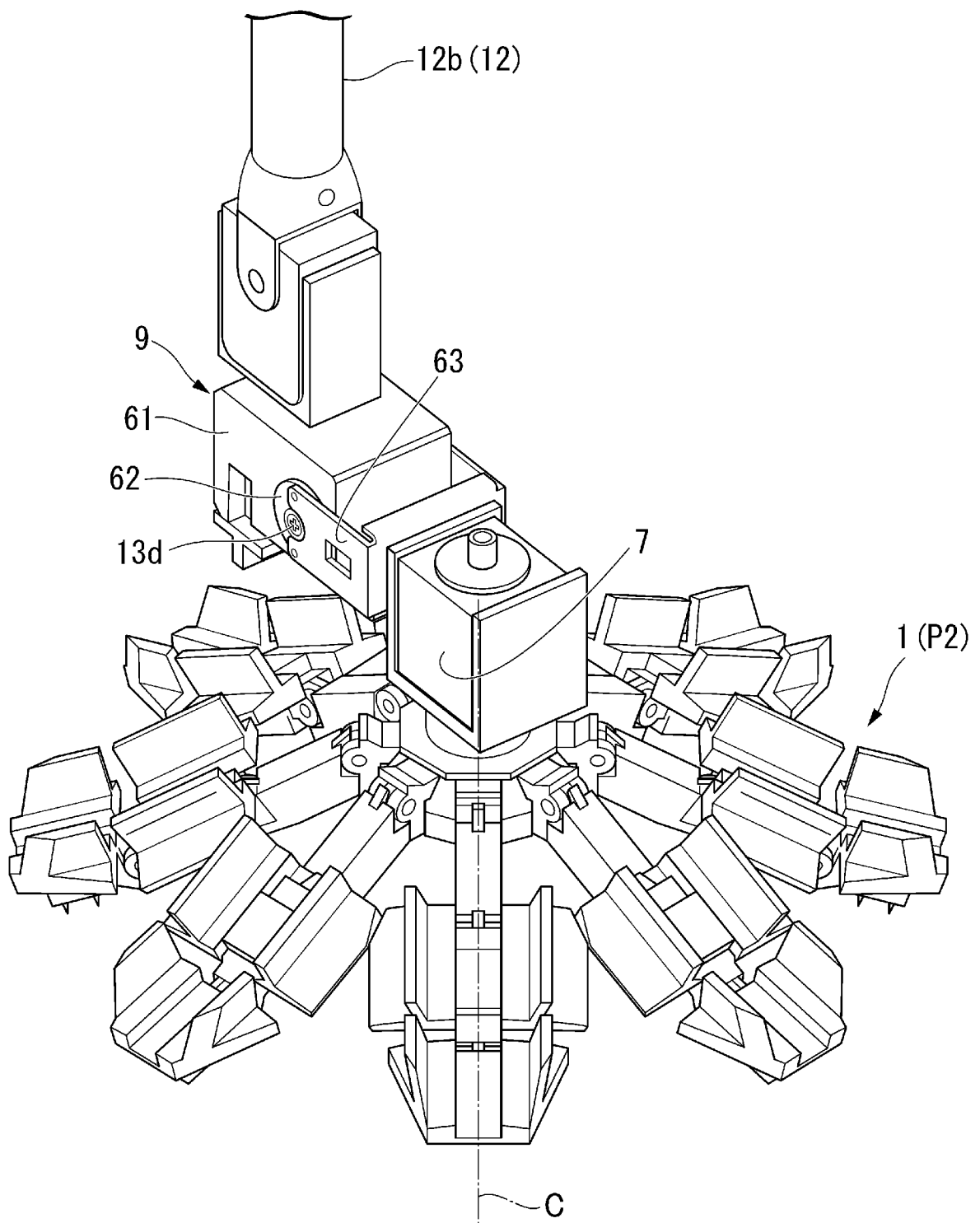
[図14]



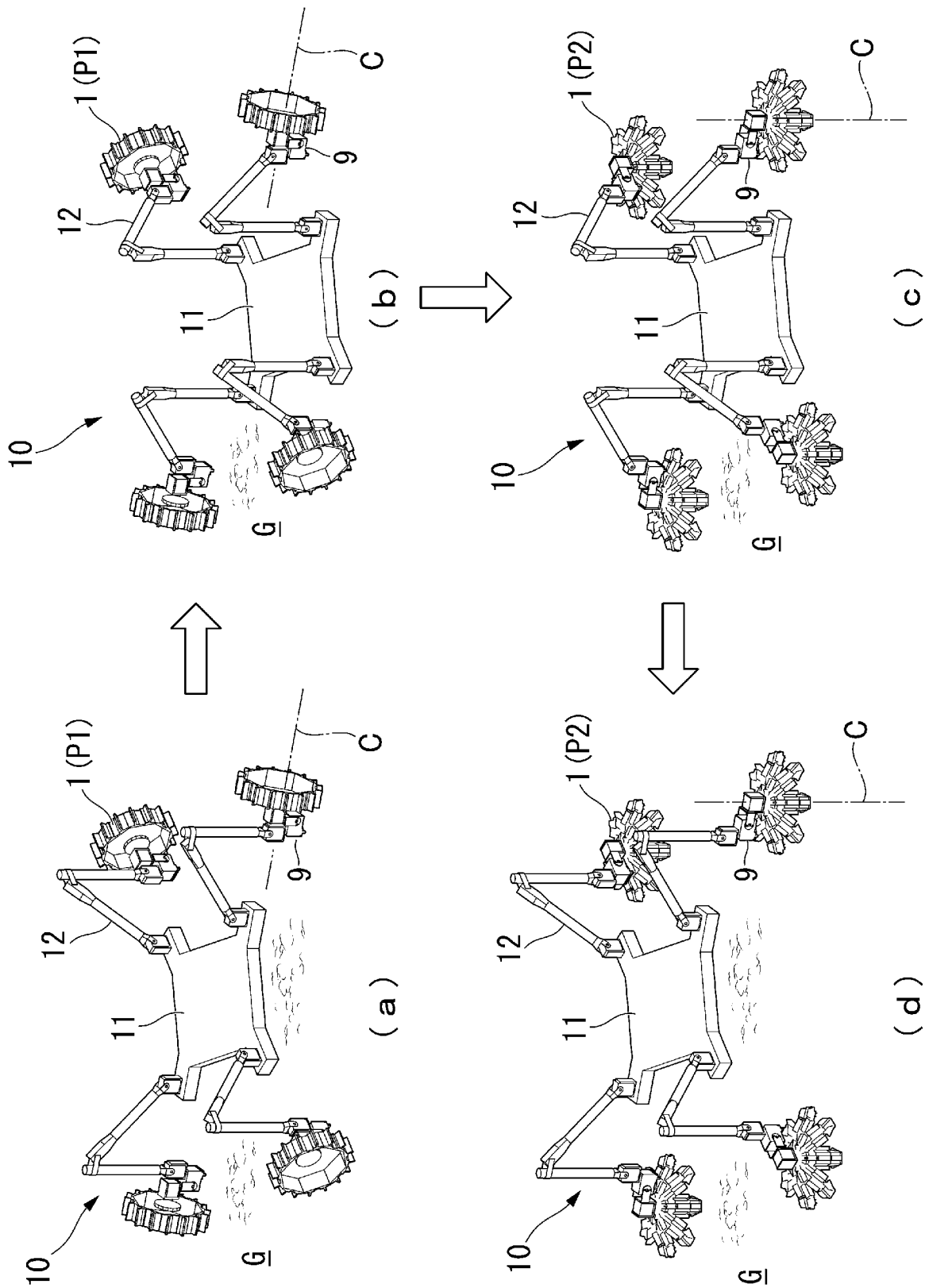
[図15]



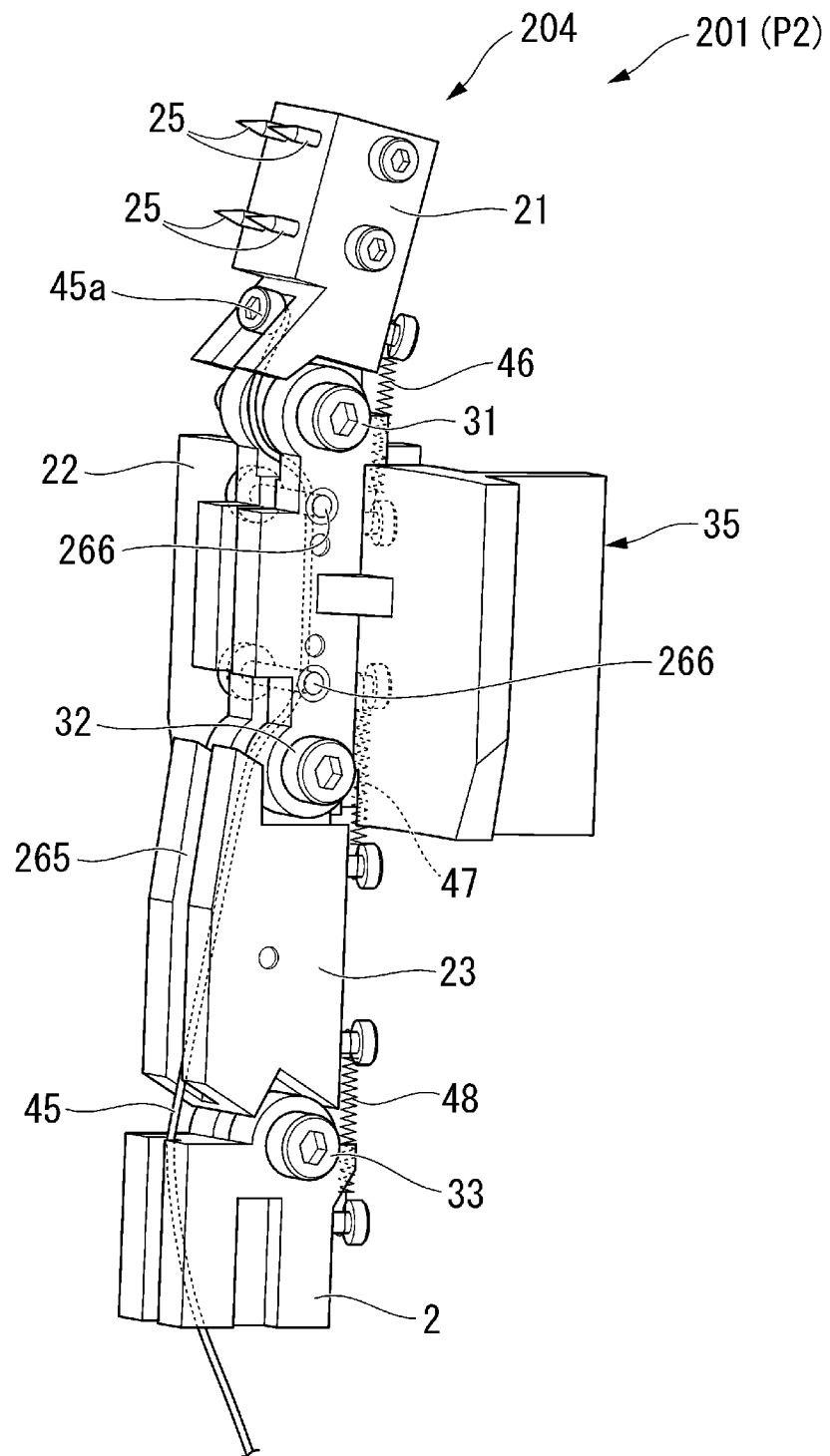
[図16]



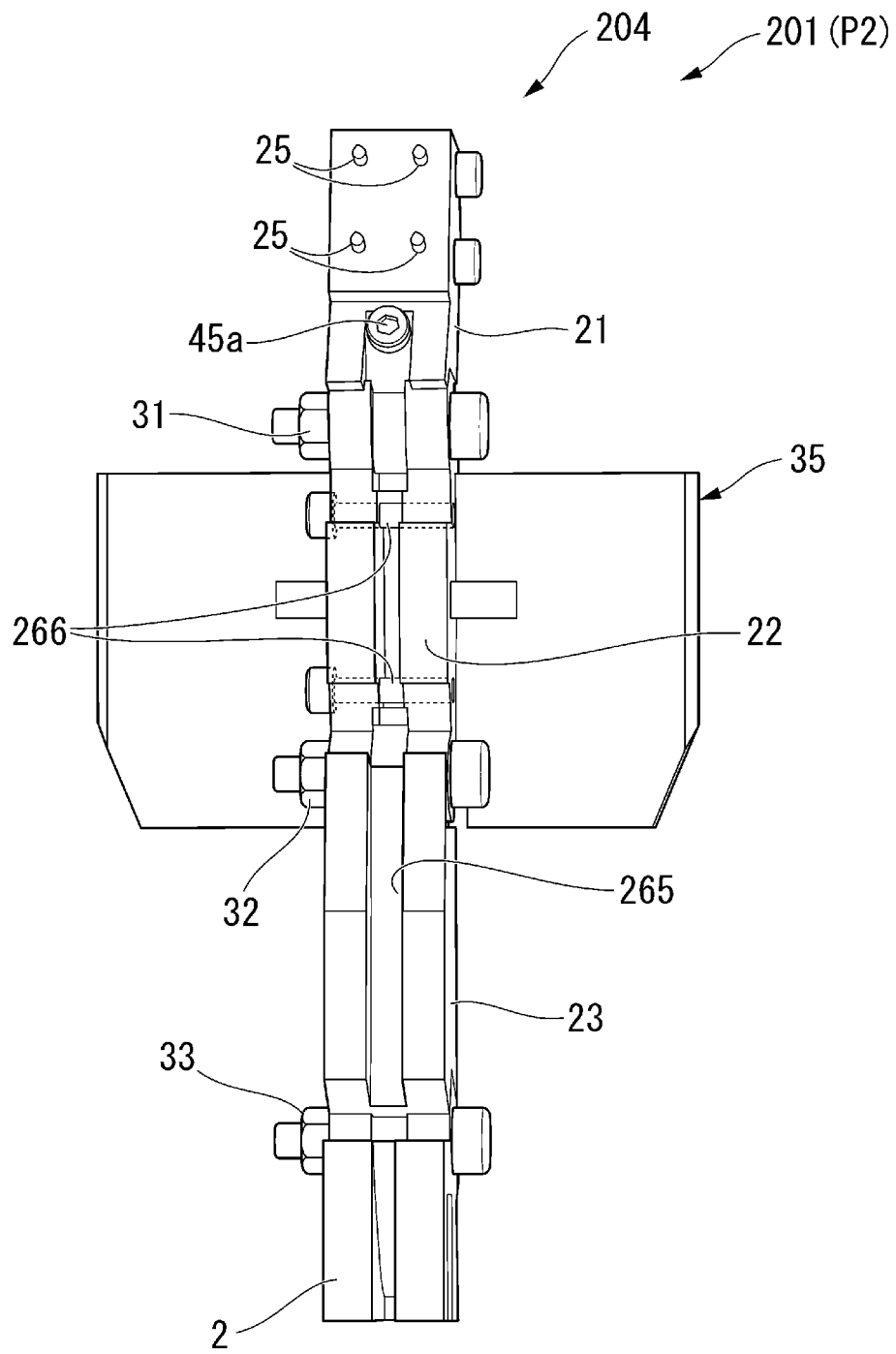
[図17]



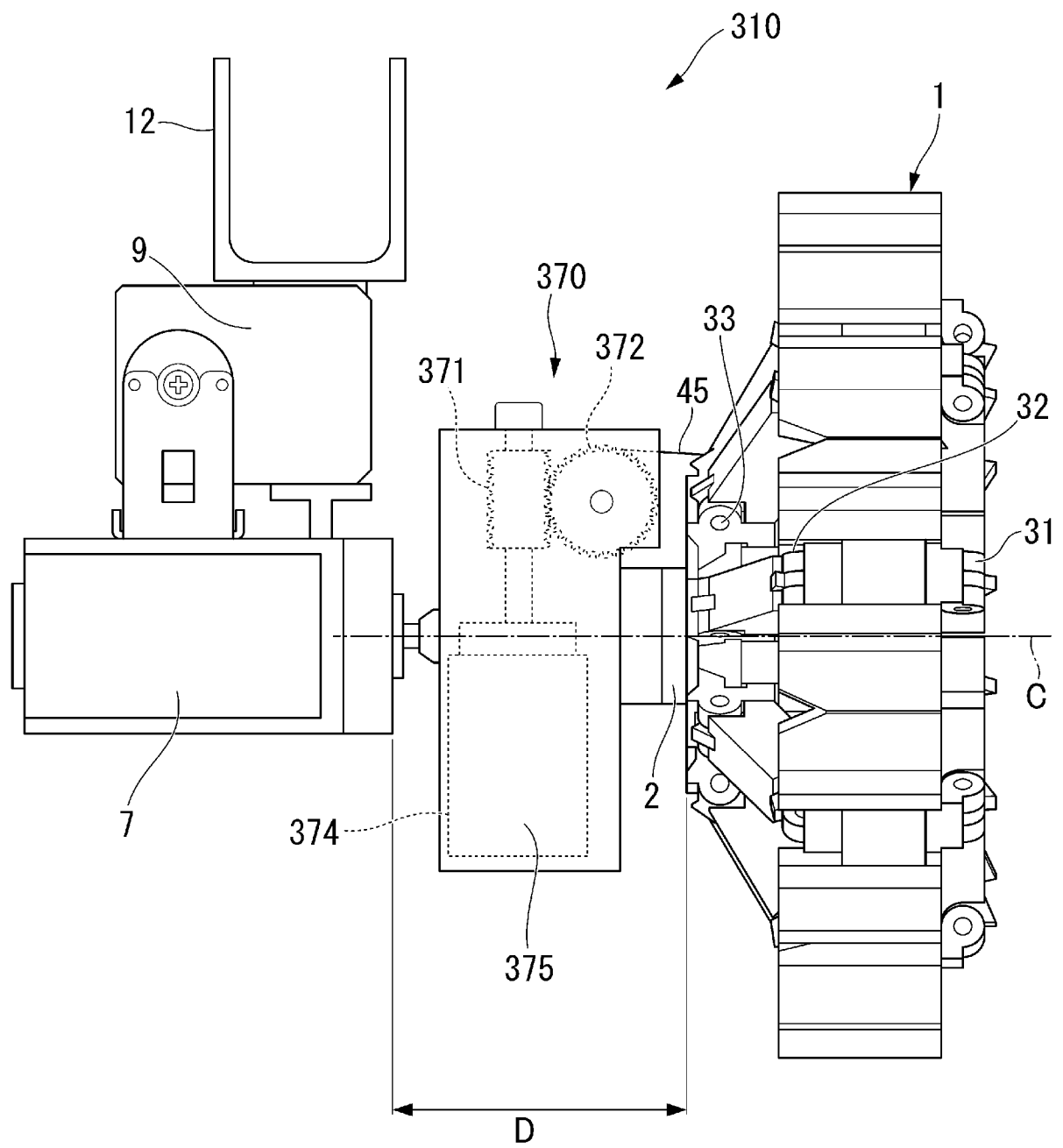
[図18]



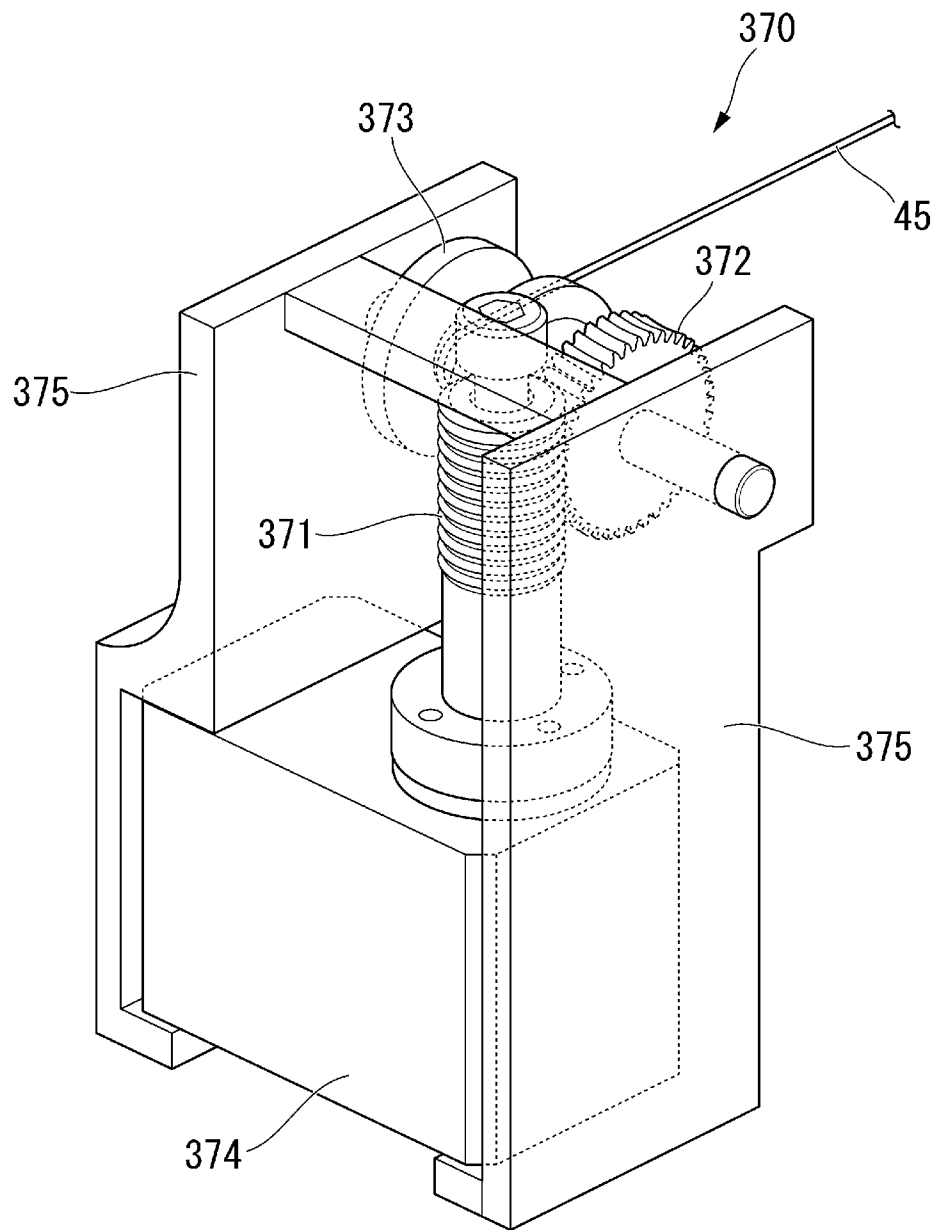
[図19]



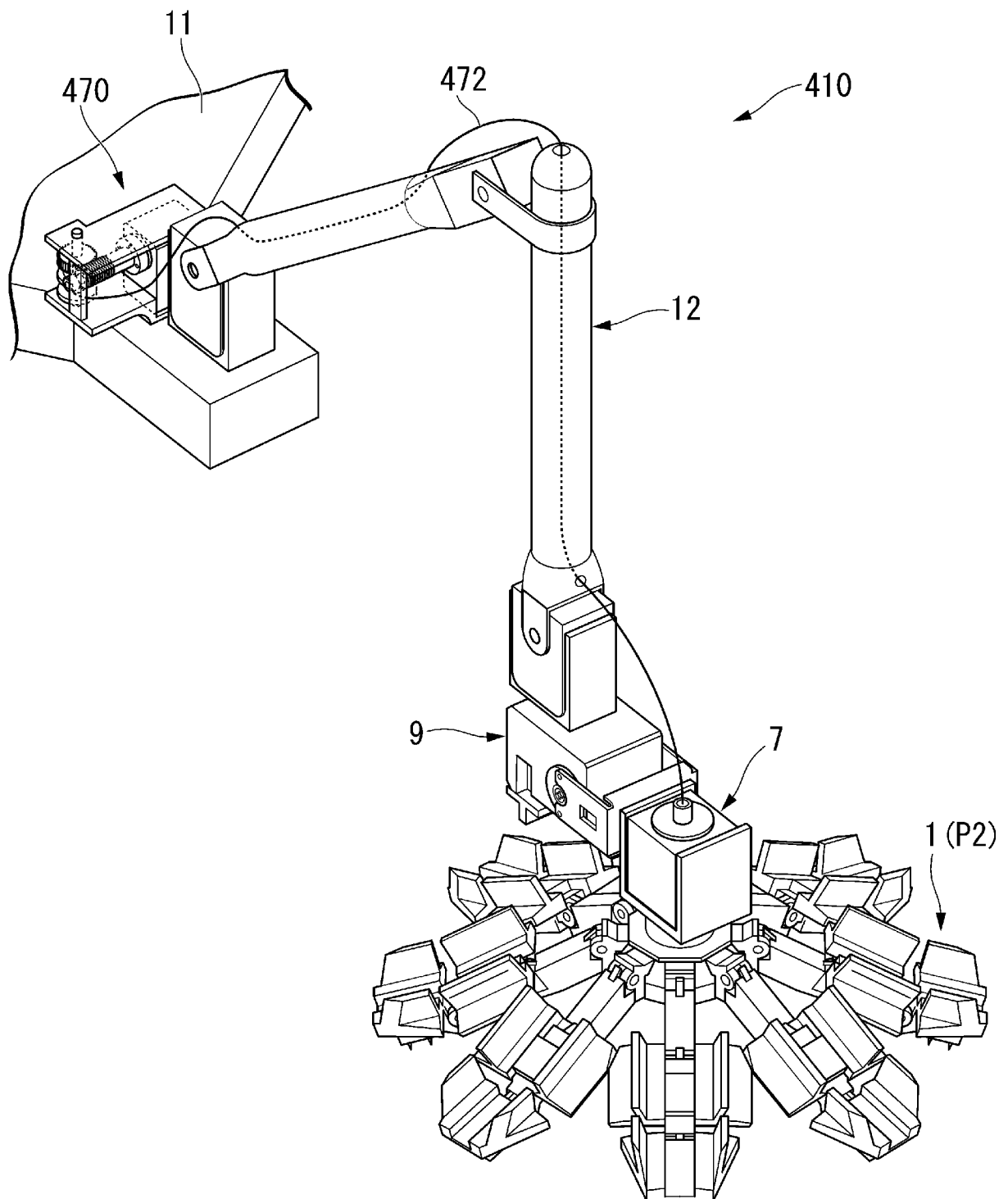
[図20]



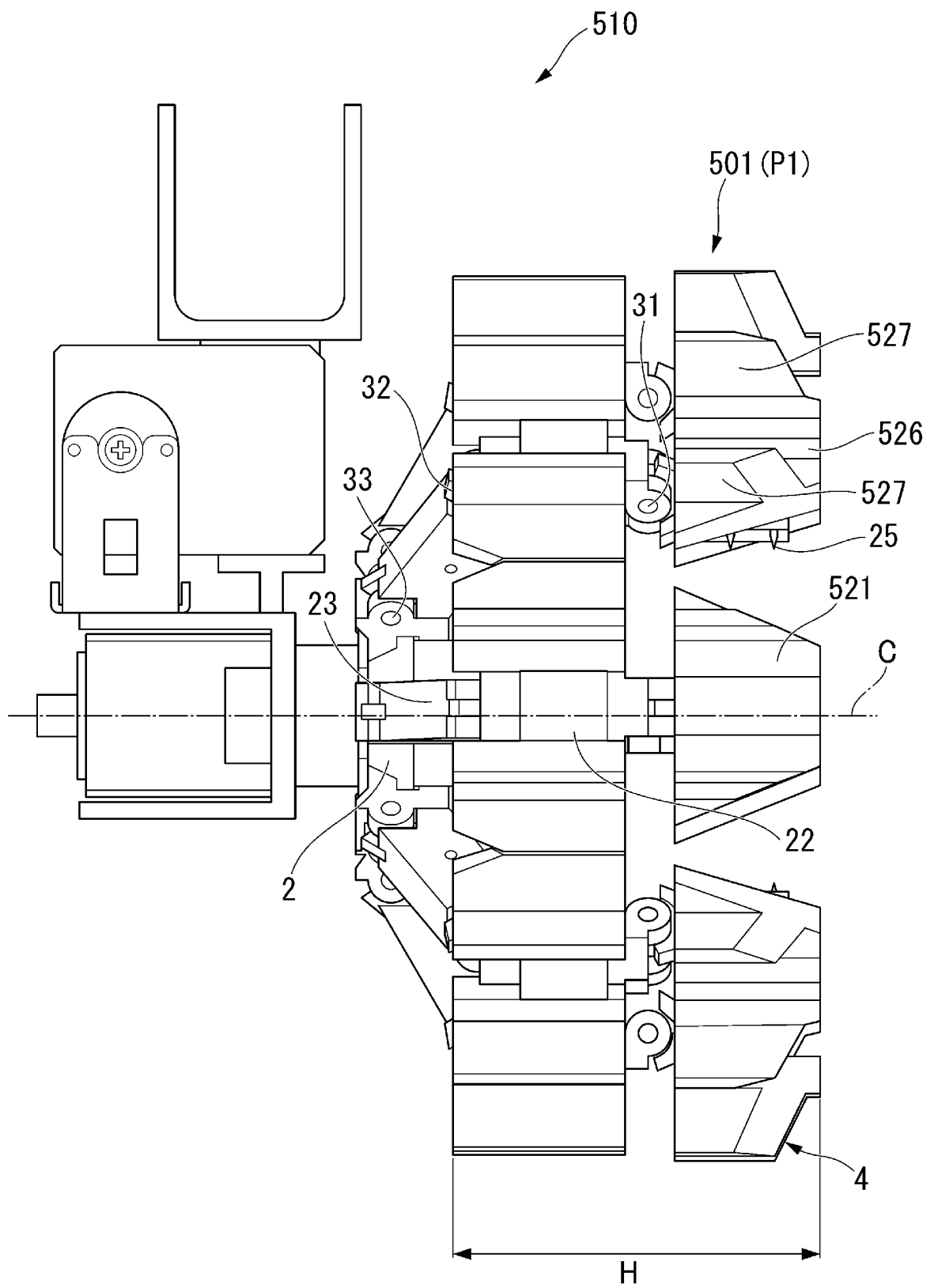
[図21]



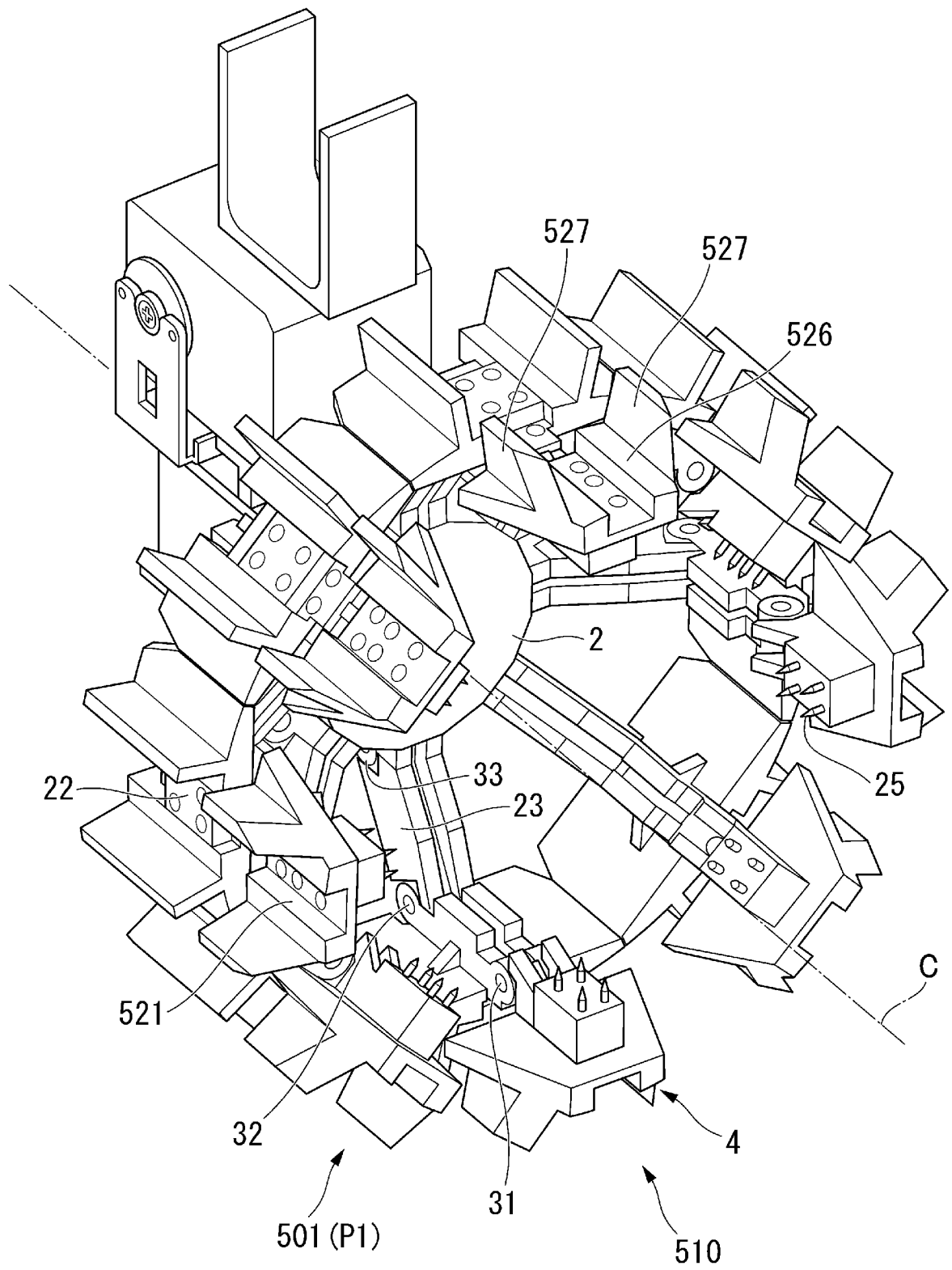
[図22]



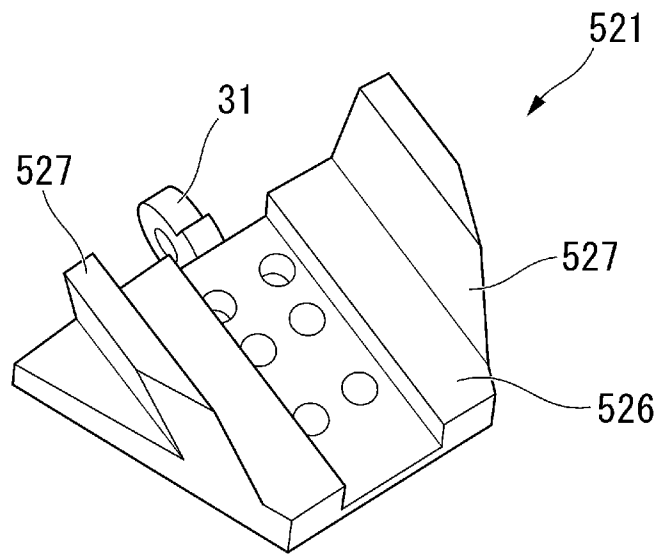
[図23]



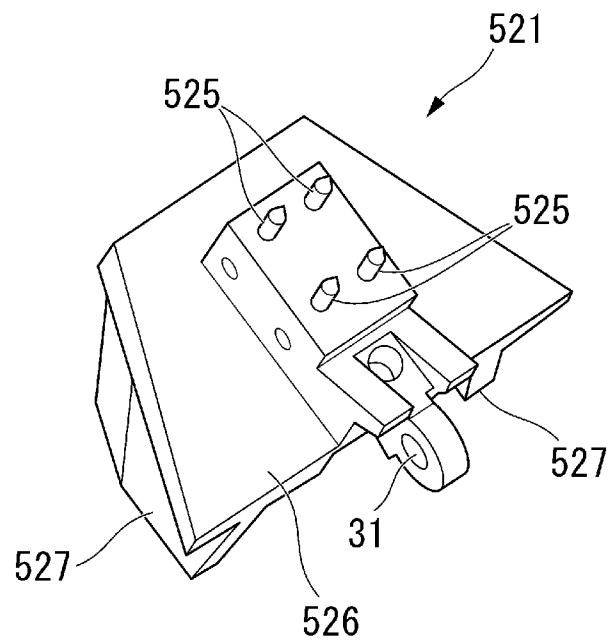
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/021899

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B25J 15/10**(2006.01)i; **B25J 5/00**(2006.01)i; **B62D 57/02**(2006.01)i

FI: B25J15/10; B25J5/00 A; B25J5/00 C; B62D57/02 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)

B25J15/10; B25J5/00; B62D57/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
Y	加藤匠哉 ほか, センサ内蔵グリップによる脚型クライミングロボットの把持状態推定, ロボティクスメカトロニクス講演会 2 0 2 2 講演論文集, 一般社団法人日本機械学会, 1 June 2022, (KATO, Takuya et al., Gripping State Estimation of a Legged Climbing Robot Using a Gripper with Built-in Sensors, Proceedings of 2022 JSME annual Conference on Robotics and Mechatronics), page 1, left column, line 1 to page 4, right column, line 2, fig. 1-6	1-10
Y	多田隈建二郎 ほか, 大車輪径を構成可能な脚車輪可変モジュール, ロボティクスメカトロニクス講演会 2 0 0 9 講演論文集, 一般社団法人日本機械学会, 24 May 2009, (TADAKUMA, Kenjiro et al., Wheel-Leg Retractable Mechanical Module to Realize Large Diameter of Wheel, Proceedings of the 2009 JSME annual Conference on Robotics and Mechatronics), page 1, left column, line 1 to page 3, right column, line 10, fig. 1-8	1-10
Y	WO 2011/102528 A1 (NIHON UNIVERSITY) 25 August 2011 (2011-08-25) paragraphs [0022]-[0063], fig. 1-8	4-10

☒ 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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

05 July 2024

Date of mailing of the international search report

16 July 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2021/0214029 A1 (MIRE, M.) 15 July 2021 (2021-07-15) paragraphs [0025]-[0125], fig. 1-15	5-10
Y	JP 2008-119820 A (UNIV. TOKAI) 29 May 2008 (2008-05-29) paragraphs [0051]-[0182], fig. 1-22	7-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/021899

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2011/102528	A1	25 August 2011	(Family: none)	
US	2021/0214029	A1	15 July 2021	(Family: none)	
JP	2008-119820	A	29 May 2008	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

B25J 15/10(2006.01)i; B25J 5/00(2006.01)i; B62D 57/02(2006.01)i

FI: B25J15/10; B25J5/00 A; B25J5/00 C; B62D57/02 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））

B25J15/10; B25J5/00; B62D57/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報1922-1996年

日本国公開実用新案公報1971-2024年

日本国実用新案登録公報1996-2024年

日本国登録実用新案公報1994-2024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
Y	加藤匠哉 ほか, センサ内蔵グリップによる脚型クライミングロボットの把持状態推定, ロボティクスメカトロニクス講演会2022講演論文集, 一般社団法人日本機械学会, 2022.06.01 第1頁左欄第1行-第4頁右欄第2行, 図1-6	1-10
Y	多田隈建二郎 ほか, 大車輪径を構成可能な脚車輪可変モジュール, ロボティクスメカトロニクス講演会2009講演論文集, 一般社団法人日本機械学会, 2009.05.24 第1頁左欄第1行-第3頁右欄第10行, 図1-8	1-10
Y	W0 2011/102528 A1 (学校法人日本大学) 25.08.2011 (2011-08-25) 段落[0022]-[0063], 図1-8	4-10
Y	US 2021/0214029 A1 (MIRE, Marco) 15.07.2021 (2021-07-15) 段落[0025]-[0125], 図1-15	5-10
Y	JP 2008-119820 A (学校法人東海大学) 29.05.2008 (2008-05-29) 段落[0051]-[0182], 図1-22	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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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05.07.2024

国際調査報告の発送日16.07.2024

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

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/JP2024/021899

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2011/102528	A1	25.08.2011	(ファミリーなし)	
US	2021/0214029	A1	15.07.2021	(ファミリーなし)	
JP	2008-119820	A	29.05.2008	(ファミリーなし)	