

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6732894号

(P6732894)

(45) 発行日 令和2年7月29日 (2020.7.29)

(24) 登録日 令和2年7月10日 (2020.7.10)

(51) Int. Cl. F I
B 2 5 J 9/00 (2006.01) B 2 5 J 9/00 Z

請求項の数 17 (全 87 頁)

(21) 出願番号	特願2018-513710 (P2018-513710)	(73) 特許権者	517411298
(86) (22) 出願日	平成28年5月20日 (2016.5.20)		ハン、ファンユアン
(65) 公表番号	特表2018-515354 (P2018-515354A)		HAN, Fangyuan
(43) 公表日	平成30年6月14日 (2018.6.14)		中華人民共和国、130022 チーリン
(86) 国際出願番号	PCT/CN2016/082745		、チャンチュン、ナンウアン・ディストリ
(87) 国際公開番号	W02016/188368		クト、キング・マウンテン・ビル 7、ブ
(87) 国際公開日	平成28年12月1日 (2016.12.1)		ロック・エー、ルーム 302
審査請求日	平成31年3月6日 (2019.3.6)		King Mountain Villa
(31) 優先権主張番号	201510275161.6		7, Block A, 302 room
(32) 優先日	平成27年5月26日 (2015.5.26)		, Nanguan District, C
(33) 優先権主張国・地域又は機関	中国 (CN)		hangchun, Jilin 1300
			22, P. R. China

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチモーションプラットフォームパラレルロボットの構築方法およびそのパラレルロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マルチモーションプラットフォームパラレルロボットの構築方法であって、
 当該パラレルロボットは、

ベーシックファンデーションプラットフォームと、ベーシックモーションプラットフォームと、ベーシックファンデーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームを連結し、それぞれ2つ以上の広義モーションペアが直列に連結されてなった $N2$ ($2 \leq N2 \leq 6$) 個のメイン分岐チェーンとを含む、1つのベーシックパラレル機構と

、
 ブランチファンデーションプラットフォームと、ブランチモーションプラットフォームと、ブランチファンデーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームを連結した $N2$ ($2 \leq N2 \leq 6$) 個のブランチ分岐チェーンとを含む、 $N1$ ($N1 \geq 1$) 個のブランチパラレル機構と、からなり、

それぞれのパラレル機構が $N2$ ($2 \leq N2 \leq 6$) 個の同一な自由度および同一な自由度性質を有しており、

当該構築方法は、

1) ベーシックパラレル機構を構築するステップと、

ベーシックパラレル機構は、

(a) ベーシックファンデーションプラットフォームは平面ファンデーションプラットフォームであることと、

10

20

(b) それぞれのメイン分岐チェーンにおける1つ目の広義モーションペアが主動ペアであって、メイン分岐チェーン毎に主動ペアが1つしかおらず、メイン分岐チェーンにおける1つ目のモーションペアの入力端が転動ペアまたは移動ペアであることと、

(c) 1つ目の広義モーションペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して平行であり、重なり合いまたは垂直であることと、

(d) そのメイン分岐チェーンにおけるベーシックファンデーションプラットフォームに接続された1つ目の広義モーションペアから数えた前から2つまたは3つの広義モーションペアのうち、少なくとも1つの広義モーションペアが出力拡大可能なモーションペアであることと、

(e) ベーシックモーションプラットフォームがベーシックファンデーションプラットフォームの平面の一側に位置し、または、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面と面一にし、メイン分岐チェーンにおいて、出力拡大可能なモーションペアがベーシックモーションプラットフォームと連結された部分は下流メイン分岐チェーンと言うことと

の5つ条件に適合しており、

2) ブランチパラレル機構を構築するステップと、

a) ベーシックパラレル機構のそれぞれのメイン分岐チェーンに、1つの拡大可能なモーションペアを選択し、この拡大可能なモーションペアは分界モーションペアとも言い、この拡大可能なモーションペアに1つの出力端を増やし、この出力端はサブ出力端と言い、元の出力端はメイン出力端と言い、計N1個のサブ出力端を増やし、サブ出力端の機能をメイン出力端の機能と同一にし、構造を対称にし、対称は、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、自己相似性をさらに含んでおり、

この拡大可能なモーションペアが元の広義モーションペアよりも出力端の1つ多いマルチ出力モーションペアになり、ブランチ分岐チェーンにおいて、分界広義モーションペアがブランチモーションプラットフォームと連結された部分は下流ブランチ分岐チェーンと言い、下流ブランチ分岐チェーンもサブブランチ分岐チェーンと言っており、

ブランチ分岐チェーンの下端点がブランチ分岐チェーンとブランチファンデーションプラットフォームとのヒンジポイントであり、N2個のブランチ分岐チェーンのヒンジポイントがブランチファンデーションプラットフォームを構成し、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームの形状を同一、類似またはほぼ同一にし、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームを対称にし、対称は、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、自己相似性をさらに含むように、

マルチ出力モーションペアを選択して構築し、ブランチファンデーションプラットフォームを構築しており、

b) 新たに増やしたサブ出力端毎に、一つのサブブランチ分岐チェーンまたはサブブランチロッド（以下、サブブランチ分岐チェーンまたはサブブランチロッドをまとめてサブブランチ分岐チェーンと略称する）を連結し、このサブブランチ分岐チェーンとメイン分岐チェーン上の下流メイン分岐チェーンを同一またはほぼ同一にし、これらサブブランチ分岐チェーンがN2個サブブランチ分岐チェーンのグループを形成し、サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンを対称にし、対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称および自己相似性を含むように、

サブブランチ分岐チェーンを構築しており、

c) このグループのサブブランチ分岐チェーンの末端にブランチモーションプラットフォームを連結し、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームの形状を同一、類似またはほぼ同一にし、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームを対称にし、ベーシックパラレル機構と対称なブランチパラレル機構を形成し、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームとの対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称および自己相似性を含むように

10

20

30

40

50

ブランチモーションプラットフォームを連結しており、

3) ステップ2) のステップa)、b)、c) を繰り返し、もう1つの新たな対称ブランチモーションプラットフォーム、もう1つの新たな対称ブランチパラレル機構を得て、 $N1-1$ 回繰り返し、 $N1$ 個の新たな対称ブランチモーションプラットフォームと $N1$ 個の新たな対称ブランチパラレル機構を得るステップと、

を含むことを特徴とするマルチモーションプラットフォームパラレルロボットの構築方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法を実現するマルチモーションプラットフォームパラレルロボットであって、

1つのベーシックパラレル機構11と、 $N1$ ($N1 \geq 1$) 個のブランチパラレル機構とからなり、それぞれのパラレル機構が $N2$ ($2 \leq N2 \leq 6$) 個の自由度および同一な自由度性質を有し、

1) ベーシックパラレル機構は、

ベーシックファンデーションプラットフォームと、ベーシックモーションプラットフォームと、ベーシックファンデーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームを連結し、それぞれ2つ以上の広義モーションペアが直列に連結された $N2$ ($2 \leq N2 \leq 6$) 個のメイン分岐チェーンを含み、さらに、

(a) ベーシックファンデーションプラットフォームは平面ファンデーションプラットフォームであることと、

(b) それぞれのメイン分岐チェーンにおける1つ目の広義モーションペアが主動ペアであって、メイン分岐チェーン毎に主動ペアが1つしかおらず、メイン分岐チェーンにおける1つ目の広義モーションペアの入力端が転動ペアまたは移動ペアであることと、

(c) 1つ目の広義モーションペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して平行であり、重なり合いまたは垂直であることと、

(d) そのメイン分岐チェーンにおけるベーシックファンデーションプラットフォームに接続された1つ目の広義モーションペアから数えた前から2つまたは3つの広義モーションペアのうち、少なくとも1つの広義モーションペアが出力拡大可能なモーションペアであり、出力拡大可能なモーションペアが $(N1 + 1) * N2$ 個の出力端を有し、そのうち、メイン出力端が $N2$ 個であって、メイン分岐チェーンに位置し、残りの $(N1 * N2)$ 個の出力端はサブ出力端と言ひ、メイン出力端とサブ出力端の構造が対称であり、機能が同一にされ、この拡大可能なモーションペアは分界モーションペアまたは対称マルチ出力モーションペアと言ひ、分界モーションペアがメイン分岐チェーンを2部分に分け、分界モーションペアのメイン出力端とベーシックモーションプラットフォーム間の部分は下流メイン分岐チェーンと言ひ、メイン出力端とサブ出力端が対称にされ、対称は、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、自己相似性をさらに含むことと

(e) $N2$ 個の下流メイン分岐チェーンがベーシックモーションプラットフォームと連結し、ベーシックモーションプラットフォームがベーシックファンデーションプラットフォームの平面の一側に位置し、または、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面と面一にすることと、

の5つ条件に適合するという構造であり、

(2) ブランチパラレル機構は、

ブランチファンデーションプラットフォームと、ブランチモーションプラットフォームと、ブランチファンデーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームを連結した $N2 * N1$ 個のブランチ分岐チェーンと、を含み、

(a) メイン分岐チェーンの出力拡大可能なモーションペアにおいて、サブ出力端毎に1つのサブブランチ分岐チェーンが連結され、分界モーションペアのサブ出力端とブランチモーションプラットフォーム間の部分は下流ブランチ分岐チェーンと言ひ、下流ブランチ分岐チェーンの部分もサブブランチ分岐チェーンと言ひ、サブブランチ分岐チェーンと

10

20

30

40

50

メイン分岐チェーン上の下流メイン分岐チェーンが同一またはほぼ同一にされ、構造が対称にされ、対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称に加え、自己相似性をさらに含むことと、

(b) ブランチ分岐チェーンの下端がブランチ分岐チェーンとブランチファンデーションプラットフォームとのブランチ下端ヒンジポイントであるヒンジポイントであり、同一の対称特性を有する一つのグループのN 2 個のブランチ分岐チェーンのブランチ下端ヒンジポイントが、1つのブランチファンデーションプラットフォームを構成し、ブランチファンデーションプラットフォームがN 1 個であり、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームが対称にされ、対称は、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、自己相似性をさらに含むことと、

10

(c) 同一の対称特性を有するサブブランチ分岐チェーンが、サブブランチ分岐チェーンのグループを構成し、同じグループのサブブランチ分岐チェーンがN 2 個であり、計N 1 グループのブランチ分岐チェーンがあることと、

(d) 同グループのサブブランチ分岐チェーンが1つのモーションプラットフォームに連結され、1つの平行機構を形成し、このモーションプラットフォームはブランチモーションプラットフォーム 15. 1 と言い、この平行機構はブランチ平行機構と言い、N 1 グループのサブブランチ分岐チェーンがN 1 個のブランチモーションプラットフォームに連結され、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが同一、類似またはほぼ同一にされ、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが対称にされ、ブランチモーションプラットフォームがN 1 個であって、同様に、ブランチ平行機構もN 1 個であり、ブランチ平行機構とベーシック平行機構も対称にされ、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームとの対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称および自己相似性を含んでおり、ブランチ平行機構とベーシック平行機構との対称も、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称および自己相似性を含むことと、

20

の構造特徴を有するという構造である

マルチモーションプラットフォーム平行ロボット。

【請求項 3】

その主動ペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、且つ、少なくとも3つの軸線が一点で交差する

30

ことを特徴とする請求項 2 に記載のマルチモーションプラットフォーム平行ロボット。

【請求項 4】

その主動ペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、且つ、軸線が同一の円または楕円の接線、或いは、2つの同一平面の同心円の接線であることを特徴とする請求項 2 に記載のマルチモーションプラットフォーム平行ロボット。

【請求項 5】

その主動ペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して平行でありまたは重なり合い、且つ、相互に平行でありまたは重なり合う

40

ことを特徴とする請求項 2 に記載のマルチモーションプラットフォーム平行ロボット。

【請求項 6】

その主動ペアの入力端の軸線が全てファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直である

ことを特徴とする請求項 2 に記載のマルチモーションプラットフォーム平行ロボット。

【請求項 7】

モーションプラットフォーム毎に、操作ハンドが取り付けられる

50

ことを特徴とする請求項2、3、4、5および6のいずれか1項に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット。

【請求項8】

1つの請求項2、3、4、5および6のいずれか1項に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットを備えるパラレル工作機械ロボットであって、

1つのモーションプラットフォームに、検出センサまたはプローブが取り付けられ、残りのモーションプラットフォームに、操作ハンドが取り付けられる

ことを特徴とするパラレル工作機械ロボット。

【請求項9】

前記マルチモーションプラットフォームパラレルロボットが対称ダブルモーションプラットフォームパラレル機構であり、前記ベーシックモーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォーム、または、メイン出力端とサブ出力端は、少なくとも1対が自己相似性にされ、ブランチ分岐チェーンとメイン分岐チェーンが同一またはほぼ同一にされる

10

ことを特徴とする請求項2、3、4、5および6のいずれか1項に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット。

【請求項10】

前記マルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、ダブルモーションプラットフォームパラレルロボットであり、主動ペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、その軸線が同一の円の接線でありまたはこの円の半径と重なり合い、或いは、2つの同一平面の同心円の接線でありまたはこれらの円の半径と重なり合い、マルチ出力モーションペアがダブル出力モーションペアであり、メイン出力端が全て前記円または楕円の内側にあり、サブ出力端が全て前記円または楕円の外側にあり、サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンが同一またはほぼ同一にされ、ベーシックモーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームが自己相似性にされる

20

ことを特徴とする請求項2または4に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット。

【請求項11】

そのベーシックパラレル機構が少自由度のパラレル機構であり、ベーシックパラレル機構はメイン分岐チェーンに加え、ベーシックファンデーションプラットフォームとブランチファンデーションプラットフォームを連結した余分な分岐チェーンをさらに含み、余分な分岐チェーンは消極的分岐チェーンであり、自由度が2以上且つ6未満であり、メイン分岐チェーンは制限のない自由度が6の分岐チェーンである

30

ことを特徴とする請求項2に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット。

【請求項12】

両面歩行のパラレルロボットであって、

2つの請求項2に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットを備えており、マルチモーションプラットフォームパラレルロボットそれぞれのベーシックパラレル機構が全てパラレルレッグ機構であり、マルチモーションプラットフォームパラレルロボットそれぞれが反射対称な1つのベーシックパラレル機構と1つのブランチパラレル機構を含み、1つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットはレッグAと言い、もう1つはレッグBと言い、レッグAのベーシックパラレル機構とレッグBのベーシックパラレル機構またはレッグBのブランチパラレル機構が同一側に位置し1つの片面のパラレル歩行ロボットを構成し、レッグAのブランチパラレル機構とレッグBの別のパラレル機構が他側に位置し他の一つの片面のパラレル歩行ロボットを構成し、レッグAおよびレッグBのベーシックファンデーションプラットフォームが1つの平面に位置し、2つのベーシックファンデーションプラットフォームが固定し連結されて1つの股関節を形成し、4つのモーションプラットフォームが全てフットアーチの構造であり、レッグAのベー

40

50

シックパラレル機構がレッグAのベーシックファンデーションプラットフォームと、レッグAのメイン分岐チェーンと、レッグAのベーシックモーションプラットフォームのフットアーチとからなり、レッグBのベーシックパラレル機構がレッグBのベーシックファンデーションプラットフォームと、レッグBのメイン分岐チェーンと、レッグBのベーシックモーションプラットフォームのフットアーチとからなり、

2つのパラレルレッグ機構の配列方式は、

(1) 2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、1つが左に、1つが右にあることと、

(2) 2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、1つが大きく、1つが小さくされ、小さい方が大きい方の中にあり、ベーシックファンデーションプラットフォームの同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、大きさが異なり、または、高さが異なり、或いは、高さおよび大きさがいずれも異なることと、

(3) 2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットが交差して配置され、ベーシックファンデーションプラットフォームの同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、大きさが異なり、または、高さが異なり、或いは、高さおよび大きさがいずれも異なることと、

のいずれか1つである

ことを特徴とする両面歩行のパラレルロボット。

【請求項13】

2つのダブルモーションプラットフォームパラレルロボットは、小さい方が大きい方の中にあり、ベーシックファンデーションプラットフォームの同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、大きさが異なり、または、高さが異なり、或いは、高さおよび高さがいずれも異なり、

ファンデーションプラットフォームの平面上の股関節に、ファンデーションプラットフォームよりも大きなリング状のリセットリングが設計され、連結ロッドにより股関節と連結され、このリセットリングが股関節と共通の中心を有し、リセットリングの半径が $L / \cos \theta$ よりも大きく、且つ、足指の外接円の半径と股関節の外接円の半径の両方の最大値以上にされ、

式 $L / \cos \theta$ の中、

L は2つの隣り合う足指の中心点（足指中心点と略称する）からベーシックファンデーションプラットフォームの中心までの距離であり、

θ は足指中心点からベーシックファンデーションプラットフォームの中心まで連結線を引くと、この連結線とベーシックファンデーションプラットフォームの平面がなす角度である

ことを特徴とする請求項12に記載の両面歩行のパラレルロボット。

【請求項14】

そのリセットリングの代わりに $N3$ ($N3 \geq 2$) 段の弧形ロッドが用いられ、各弧形ロッドの両端に溝があり、溝の方向がリセットリングの接線方向と同一であり、隣り合う弧形ロッドが重なっており、 $N3$ 段の弧形ロッドがリセットリングを構成し、股関節と弧形ロッドを連結したロッドの代わりに $N3$ 個の締め機構が用いられ、締め機構は、PR機構（転動ペアの軸線が移動ペアの軸線と垂直である）、CR機構（転動ペアの軸線が円柱ペアの軸線と垂直である）、HR機構（転動ペアの軸線が螺旋ペアの軸線と垂直である）、RR機構（2つの転動ペアの軸線が平行である）及びRRR機構（3つの転動ペアの軸線が平行である）という直列機構のうちの1つであり、前記1種または複数種の機構のうちから、 $N3$ 個の直列機構が1グループの締め機構として選択され、締め機構の転動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直であり、締め機構の転動ペアの一端が2つの隣り合う弧形ロッドの溝と動的に組み合わせて、転動ペアが溝内にスライド可能であり、他端が股関節に連結される

ことを特徴とする請求項13に記載の両面歩行のパラレルロボット。

【請求項 15】

前記モーションプラットフォームのフットアーチそれぞれは、少なくとも1つの足指に、軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直な1つの広義移動ペアが取り付けられる

ことを特徴とする請求項12、13または14に記載の両面歩行の平行ロボット。

【請求項 16】

ブランチ平行機構が1つしかなく、ブランチ平行機構がベーシック平行機構と反射対称にされ、前記メイン分岐チェーンの数が3以上且つ7以下であり、メイン分岐チェーンにおける3つ目の広義モーションペアがダブル出力モーションペアであり、ダブル出力モーションペアの出力端が反射対称にされ、少なくとも1対の隣り合うメイン分岐チェーンが同一のダブル出力モーションペアを共用し、その元の2つの下流メイン分岐チェーンが1つの下流メイン分岐チェーンに合併した後、ベーシックモーションプラットフォームに連結され、その元の2つのサブブランチ分岐チェーンが1つのサブブランチ分岐チェーンに合併した後、ブランチモーションプラットフォームに連結され、ブランチ平行機構がベーシック平行機構と反射対称にされる

ことを特徴とする請求項2に記載のマルチモーションプラットフォーム平行ロボット。

【請求項 17】

2つの請求項16に記載のマルチモーションプラットフォーム平行ロボットを備え、2つのマルチモーションプラットフォーム平行ロボットのベーシック平行機構が平行レッグ機構であり、2つのベーシックファンデーションプラットフォームが1つの平面に配置され且つ一体に固定して連結され、2つのマルチモーションプラットフォーム平行ロボットのダブル出力モーションペアのファンデーションプラットフォームの平面における投影が異なる扇形領域に位置し、モーションプラットフォームがフットアーチの構造であり、フットアーチには足指があり、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面の同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、大きさが異なり、または、高さが異なり、或いは、大きさおよび高さがいずれも異なることを特徴とする両面歩行の平行ロボット。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、マルチモーションプラットフォーム平行ロボットの構築方法およびその平行ロボットを開示し、平行ロボットの構築方法の改良に関し、ロボット機構学の技術分野に属する。

【背景技術】**【0002】**

従来の平行ロボットは、ファンデーションプラットフォームと、モーションプラットフォーム（運動プラットフォームとも言い、以下は同じである）と、ファンデーションプラットフォームとモーションプラットフォームを連結した分岐チェーンとを含む構造である。

【0003】

従来の多数の平行ロボットは、1つのファンデーションプラットフォームと、1つのモーションプラットフォームと、1グループのファンデーションプラットフォームとモーションプラットフォームを連結した分岐チェーンと、だけを備える。例えば、取り卸し（組み立て）平行ロボット、平行工作機械ロボットが挙げられる。取り卸し（組み立て）平行ロボットを例に挙げると、1つのロボットが1つの機器または設備にしかパーツを組み立てることができないと言う欠点があり、平行工作機械ロボットを例に挙げると、1つの平行工作機械ロボットが1つのパーツしか同時加工できず、即ち、2つ以上の目標物に対し同一またはほぼ同一の操作を同時行うことができないと言う欠点がある。

【0004】

従来のパラレルロボットは、2つのモーションプラットフォームを備えたものもある。例えば、中国特許文献（CN201320207661）に開示されているパラレルロボットは、2つのモーションプラットフォームと2グループの分岐チェーンを備え、これに応じて、それぞれ相対的に独立した2セットの駆動および制御システムを有する。それは、2つのモーションプラットフォーム上のアクチュエータが1つの目標物に対し操作を行い、且つ、構造が複雑であり、2つ以上の目標物に対し同一またはほぼ同一の操作を同時行うことができないと言う欠点がある。

【0005】

さらに、いくつかの歩行パラレルロボットは、2つのパラレル機構と2つのモーションプラットフォームを備える。例えば、中国特許文献（CN201010292424.1）および特許文献（CN03826959.7）に開示されている歩行パラレルロボットは、2つのモーションプラットフォームと2グループの分岐チェーンを備えるが、それぞれ独立した2つのパラレル機構を含む構造であり、これに応じて、それぞれ独立した2セットの駆動および制御システムを有し、それぞれ独立した2つのモーションプラットフォーム（フットアーチ）が互いに組み合わせて歩行任務を果たす。それは、その2つのモーションプラットフォーム（フットアーチ）がそれぞれ独立した2セットの駆動および制御システムを有し、1セットの駆動および制御システムで働くことができず、独立した2つのパラレル機構が1つの平面にしか歩行または操作ができず、それと対向する平面には歩行ができず、或いは、180°反転した後に歩行ができなくなり、即ち、2つの場合には同一またはほぼ同一の操作を行うことができないと言う欠点がある。

【0006】

従って、従来のパラレルロボットは、関連づけられて且つある対称性を有する2つ以上のモーションプラットフォームがなく、1セットの駆動および制御システムだけでは同一またはほぼ同一の操作または任務を果たすことができないと言う共通の欠点がある。

【0007】

本発明が達成しようとする目的は、上述の欠点を解消し、ある対称性を有する2つ以上のモーションプラットフォームを備え且つ1セットの駆動システムだけでは同一またはほぼ同一の操作を行うことができるマルチモーションプラットフォームパラレルロボット、あるいは、2つ以上のモーションプラットフォームが同一のまたは類似する運動規律を有するパラレルロボットを提供すると共に、180°反転しても依然として走行ができる両面歩行のパラレルロボットを提供し、プロファイリングまたはスケーリングパラレルロボットを提供することにある。

【発明の開示】

【0008】

本発明は、マルチモーションプラットフォームパラレルロボットの構築方法およびこの方法を実現するパラレルロボット、並びに、この方法およびこのようなパラレル機構を適用したパラレルロボットを開示している。

【0009】

本発明に開示されているマルチモーションプラットフォームパラレルロボットの構築方法は、解決方法案が以下の通りである。

【0010】

当該パラレルロボットは、ベーシックファンデーションプラットフォームと、ベーシックモーションプラットフォームと、ベーシックファンデーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームを連結し、それぞれ2つ以上の広義モーションペアが直列に連結されてなったN2（ $2 \leq N2 \leq 6$ ）個のメイン分岐チェーンとを含む、1つのベーシックパラレル機構（生成素子とも言う）と、ブランチファンデーションプラットフォームと、ブランチモーションプラットフォームと、ブランチファンデーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームを

連結した $N2$ ($2 \leq N2 \leq 6$) 個のブランチ分岐チェーンとを含む、 $N1$ ($N1 \geq 1$) 個のブランチパラレル機構と、からなり、

それぞれのパラレル機構が $N2$ ($2 \leq N2 \leq 6$) 個の同一な自由度および同一な自由度性質を有しており、

当該構築方法は、

1) ベーシックパラレル機構を構築するステップと、

さらに、ベーシックパラレル機構 11 は、

(a) ベーシックファンデーションプラットフォームは平面ファンデーションプラットフォームであることと、

(b) それぞれのメイン分岐チェーンにおける 1 つ目の広義モーションペアが主動ペアであって、メイン分岐チェーン毎に主動ペアが 1 つしかおらず、メイン分岐チェーンにおける 1 つ目のモーションペアの入力端が転動ペアまたは移動ペアであることと、

(c) 1 つ目の広義モーションペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して平行であり、重なり合いまたは垂直であることと、

(d) そのメイン分岐チェーンにおける前から 2 つまたは 3 つの広義モーションペアのうち、少なくとも 1 つの広義モーションペアが出力拡大可能なモーションペアであることと

(e) ベーシックモーションプラットフォームがベーシックファンデーションプラットフォームの平面の一側に位置し、または、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面と面一にし、メイン分岐チェーンにおいて、出力拡大可能なモーションペアがベーシックモーションプラットフォームと連結された部分は下流メイン分岐チェーンと言うことと

の 5 つ条件に適合しており、

(ベーシックファンデーションプラットフォーム、広義モーションペア、出力拡大可能なモーションペアに関する詳細は、下記の「ベーシックファンデーションプラットフォーム、広義モーションペア、出力拡大可能なモーションペアに関する説明」を参照する)

2) ブランチパラレル機構を構築するステップと、

下記の 3 ステップを含む：

a) 対称マルチ (ダブル) 出力モーションペア (以下はまとめてマルチ出力モーションペアと言う) およびブランチファンデーションプラットフォームを選択して構築する：

ベーシックパラレル機構のそれぞれのメイン分岐チェーンに、1 つの拡大可能なモーションペアを選択し、この拡大可能なモーションペアは分界モーションペアとも言い、この拡大可能なモーションペアに 1 つの出力端を増やし、この出力端はサブ出力端と言い、元の出力端はメイン出力端と言い、計 $N1$ 個のサブ出力端を増やし、サブ出力端の機能をメイン出力端の機能と同一にし、構造を対称にし、対称は、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、自己相似性 (self-similarity) (クロススケール対称) をさらに含んでおり、

この拡大可能なモーションペアが元の広義モーションペアよりも出力端の 1 つ多いマルチ出力モーションペア (ダブル出力モーションペアを含む) になり、メイン分岐チェーンにおいて、分界広義モーションペアがブランチモーションプラットフォームと連結された部分は下流ブランチ分岐チェーン 14 と言い、分界モーションペアおよび残りの部分は上流メイン分岐チェーンと言っており、

ブランチ分岐チェーンの下端点がブランチ分岐チェーンとブランチファンデーションプラットフォームとのヒンジポイントであり、 $N2$ 個のブランチ分岐チェーンのヒンジポイントがブランチファンデーションプラットフォームを構成し、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームの形状を同一、類似またはほぼ同一にし、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームを対称にし、対称は、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、クロススケール対称をさらに含む。

【0011】

ブランチファンデーションプラットフォーム、マルチ（ダブル）出力モーションペアおよび対称に関する詳細は、下記のブランチファンデーションプラットフォーム、マルチ出力モーションペアおよび対称に関する詳細な説明を参照する。

【0012】

b) サブブランチ分岐チェーンを構築する：

新たに増やしたサブ出力端毎に、一つのサブブランチ分岐チェーンまたはサブブランチロッド（以下、サブブランチ分岐チェーンまたはサブブランチロッドをまとめてサブブランチ分岐チェーンと略称する）を連結し、このサブブランチ分岐チェーンとメイン分岐チェーン上の下流メイン分岐チェーンを同一またはほぼ同一にし、これらサブブランチ分岐チェーンがN2個のサブブランチ分岐チェーンのグループを形成し、サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンを対称にし、対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称およびクロススケール対称を含んでおり、

ブランチ分岐チェーンも2部分に分けられ、分界モーションペア（拡大可能なモーションペア）を境界に、分界モーションペアとブランチモーションプラットフォーム間の部分は下流ブランチ分岐チェーンと言い、ブランチ分岐チェーンの残りの部分は上流ブランチ分岐チェーンと言い、下流ブランチ分岐チェーンもサブブランチ分岐チェーンと言い、下流ブランチ分岐チェーンと上流ブランチ分岐チェーンがブランチ分岐チェーンを構成する。

c) ブランチモーションプラットフォームを連結する：

このグループのサブブランチ分岐チェーンの末端にブランチモーションプラットフォームを連結し、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームの形状を同一、類似またはほぼ同一にし、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームを対称にし、ベーシックパラレル機構と対称なブランチパラレル機構を形成し、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームとの対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称およびクロススケール対称を含む。

【0013】

ブランチモーションプラットフォームに関する詳細は、下記の「ブランチモーションプラットフォームに関する説明」を参照する。

【0014】

3) ステップ2) のステップa)、b)、c) を繰り返し、もう1つの新たな対称ブランチモーションプラットフォーム、もう1つの新たな対称ブランチパラレル機構を得て、ステップ2) をN1-1回繰り返し、N1個の新たな対称ブランチモーションプラットフォームとN1個の新たな対称ブランチパラレル機構を得るステップとを含むマルチモーションプラットフォームパラレルロボットの構築方法。

【0015】

本発明の上記方法を実現するマルチモーションプラットフォームパラレルロボットであって、

1つのベーシックパラレル機構11と、N1 ($N1 \geq 1$) 個のブランチパラレル機構とからなり、それぞれのパラレル機構がN2 ($2 \leq N2 \leq 6$) 個の自由度および同一な自由度性質を有し、即ち、同一の自由度の数および同一の自由度の組合せを有し、

1) ベーシックパラレル機構は、以下のような構造である：

ベーシックパラレル機構（生成素子とも言う）は、ベーシックファンデーションプラットフォームと、ベーシックモーションプラットフォームと、ベーシックファンデーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームを連結し、それぞれ2つ以上の広義モーションペアが直列に連結されてなったN2 ($2 \leq N2 \leq 6$) 個のメイン分岐チェーンを含み、さらに、以下の5つの条件に適合する：

(a) ベーシックファンデーションプラットフォームは平面ファンデーションプラットフォームである。必要な場合、ベーシックファンデーションプラットフォームはB0で表す。

【0016】

ベーシックファンデーションプラットフォームの詳細は、「ベーシックファンデーションプラットフォームに関する詳細説明を参照する。

【0017】

(b) それぞれのメイン分岐チェーンにおける1つ目の広義モーションペアが主動ペアであって、メイン分岐チェーン毎に主動ペアが1つしかおらず、メイン分岐チェーンにおける1つ目の広義モーションペアの入力端が転動ペアまたは移動ペアである。

【0018】

(c) 1つ目の広義モーションペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して平行であり、重なり合いまたは垂直である。

【0019】

(d) そのメイン分岐チェーンにおける前から2つまたは3つの広義モーションペアのうち、少なくとも1つの広義モーションペアが出力拡大可能なモーションペアであり、出力拡大可能なモーションペアが $(N1 + 1) * N2$ 個の出力端を有し、そのうち、メイン出力端が $N2$ 個であってメイン分岐チェーンに位置し、残りの $(N1 * N2)$ 個の出力端はサブ出力端と言い、メイン出力端とサブ出力端の構造が対称にし、機能が同一にされ、この拡大可能なモーションペアは分界モーションペアまたは対称マルチ出力モーションペアと言い、分界モーションペアがメイン分岐チェーンを2部分に分け、分界モーションペアのメイン出力端とベーシックモーションプラットフォーム間の部分は下流メイン分岐チェーンと言い、メイン出力端とサブ出力端が対称にされ、対称は、一定対称、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称及びクロススケール対称を含む。

【0020】

メイン分岐チェーンには、下流メイン分岐チェーンを除いた残りの部分は上流メイン分岐チェーンと言う。広義モーションペア、出力拡大可能なモーションペア、マルチ出力モーションペアの詳細は、「広義モーションペア、出力拡大可能なモーションペアおよびマルチ出力モーションペアに関する詳細説明」を参照する。

【0021】

(e) $N2$ 個の下流メイン分岐チェーンがベーシックモーションプラットフォームと連結し、ベーシックモーションプラットフォームがベーシックファンデーションプラットフォームの平面の一側に位置し、または、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面と面一にする。

【0022】

ベーシックモーションプラットフォームの詳細は、「ベーシックモーションプラットフォームに関する詳細説明」を参照する。

【0023】

(2) ブランチパラレル機構は、以下のような構造である：

ブランチパラレル機構は、ブランチファンデーションプラットフォームと、ブランチモーションプラットフォームと、ブランチファンデーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームを連結した $N2 * N1$ 個のブランチ分岐チェーンを含み、下記の構造特徴を有する：

(a) メイン分岐チェーンの出力拡大可能なモーションペアにおいて、サブ出力端毎に1つのサブブランチ分岐チェーンが連結され、分界モーションペアのサブ出力端とブランチモーションプラットフォーム間の部分は下流ブランチ分岐チェーンと言い、下流ブランチ分岐チェーンの部分もサブブランチ分岐チェーンと言い、サブブランチ分岐チェーンとメイン分岐チェーン上の下流メイン分岐チェーンが同一またはほぼ同一にされ、サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンが対称にされ、対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称及びクロススケール対称を含む。

【0024】

ブランチ分岐チェーンも上流部分と下流部分とに分けられ、下流ブランチ分岐チェーン以外の部分は上流ブランチ分岐チェーンと言う。下流ブランチ分岐チェーンと上流ブランチ分岐チェーンがブランチ分岐チェーンを構成する。

【0025】

ブランチ分岐チェーンの詳細は、「ブランチ分岐チェーンに関する詳細説明」を参照する。

【0026】

(b) ブランチ分岐チェーンの下端がブランチ分岐チェーンとブランチファンデーションプラットフォームとのブランチ下端ヒンジポイントであるヒンジポイントであり、同一の対称特性を有する一つのグループのN 2 個のブランチ分岐チェーンのブランチ下端ヒンジポイントが、1つのブランチファンデーションプラットフォームを構成し、ブランチファンデーションプラットフォームがN 1 個であり、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームが対称にされ、対称は、一定対称、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、クロススケール対称をさらに含む。必要な場合、ブランチファンデーションプラットフォームはB 1、B 2、B 3で表す。

10

【0027】

ブランチファンデーションプラットフォームの詳細は、「ベーシックファンデーションプラットフォームに関する説明」を参照する。

【0028】

(c) 同一の対称特性を有するサブブランチ分岐チェーンが、サブブランチ分岐チェーンのグループを構成し、同じグループのサブブランチ分岐チェーンがN 2 個であり、計N 1 グループのブランチ分岐チェーンがある。

20

【0029】

(d) 同グループのサブブランチ分岐チェーンが1つのモーションプラットフォームに連結され、1つのブランチパラレル機構を形成し、このモーションプラットフォームはブランチモーションプラットフォームと言い、このパラレル機構はブランチパラレル機構と言い、N 1 グループのサブブランチ分岐チェーンがN 1 個のブランチモーションプラットフォームに連結され、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが同一、類似またはほぼ同一にされ、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが対称にされ、ブランチパラレル機構とベーシックパラレル機構も対称にされ、ブランチモーションプラットフォームがN 1 個であって、同様に、ブランチパラレル機構もN 1 個であり、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームとの対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称およびクロススケール対称を含んでおり、それと同様に、ブランチパラレル機構とベーシックパラレル機構との対称も、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称およびクロススケール対称を含む。

30

【0030】

ブランチモーションプラットフォームおよびそれとベーシックファンデーションプラットフォームとの対称に関する詳細は、「ベーシックファンデーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームとの対称に関する詳細説明」を参照する。

【0031】

上記のベーシックパラレル機構に関する要求(a)、(b)、(c)およびブランチパラレル機構に関する要求(a)は、1つの駆動システムでは全てのパラレル機構を駆動できることを保証した。

40

【0032】

上記のベーシックパラレル機構に関する要求(d)、(e)およびブランチパラレル機構に関する要求(b)、(c)、(d)は、ベーシックパラレル機構とブランチパラレル機構との対称を保証した。

【0033】

1つ目のモーションペアの入力端の軸線の配置および最適な形態について
1つ目の広義モーションペアの入力端の軸線は、ファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直、および平行(重なり合うことを含む)する2種の形態のみがある。自由

50

度が2のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットまたは平面パラレル機構にとって、メイン分岐チェーンが2つあり、2つの主動ペアにおける入力端軸線の組合せ形態が簡単であり、3つの組合せがある：2つの軸線が同時にベーシックファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直である；2つの軸線が同時にベーシックファンデーションプラットフォームの平面に対して平行であり、または重なり合う；2つの軸線の一方がベーシックファンデーションプラットフォームの平面に対して平行であり、または重なり合い、他方がベーシックファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直である。但し、自由度が多いパラレル機構の場合、メイン分岐チェーンが多く、主動ペアが多いため、入力端軸線が数多くの組合せ形態を有する。一般的に、簡単且つ実用な形態をいくつか選択し、工程実践に適用する。例えば、軸線が星状の形態、軸線が同一円（楕円）または同一平面内の複数同心円の接線の形態、軸線が互いに平行であり、或いは、軸線が全部または一部重なり合う形態が挙げられる。以下はそれぞれ、いくつかの主な最適形態を説明する。

10

【0034】

主動ペア軸線の最適な形態1：星状配置。その1つ目の広義モーションペアの入力端軸線が全て平行していない組合せ形態のうち、軸線が星状の形態であることは最適な形態である。星状の形態では、2つ以上の主動ペアの入力端軸線が一点で交差し、または、軸線毎に1つの広義モーションペアが配置され、または、1つの軸線に軸線が重なり合う2つの広義モーションペアが配置され、或いは、1つの軸線の両側に軸線が互いに平行な2つの広義モーションペアが配置される。星状の形態はY字状を含み、以下のような形態が好ましい。

20

【0035】

本発明に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、そのメイン分岐チェーンにおける1つ目のモーションペアの入力端軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、且つ、少なくとも3つの主動ペアの軸線が一点で交差する。実施例8および実施例28を参照する。

【0036】

星状配置で構成されたマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、反射対称、並進対称、クロススケール並進対称またはクロススケール反射対称などを形成しても良く、回転対称を形成しても良い。

30

【0037】

主動ペア軸線の最適な形態2：リング状配置。主動ペアの入力端の軸線の組合せ形態のうち、軸線が全て平行していない形態の場合、全ての軸線が同一円（楕円）の接線または2つの同一平面の同心円の接線である形態が最適な形態である。

【0038】

本発明に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、その主動ペアの入力端（即ち、メイン分岐チェーンにおける1つ目のモーションペアの入力端）軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、且つ、軸線が同一の円または楕円の接線、或いは、2つの同一平面の同心円の接線である。この場合、モーションプラットフォームの対称が回転対称、反射対称になる。例えば、実施例27、29が挙げられる。

40

【0039】

主動ペア軸線の最適な形態3：軸線が平行な配置。その入力端の軸線は複数または全てが平行した形態のうち、全ての軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して平行であり、または重なり合う形態が最適な形態である。

【0040】

本発明に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、その主動ペアの入力端軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して平行でありまたは重なり合い、且つ、相互に平行でありまたは重なり合う。例えば、実施例5、13、15、17および19が挙げられる。

【0041】

50

主動ペア軸線の最適な形態４：軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対し垂直な配置。その入力端の軸線は複数または全てがファンデーションプラットフォームの平面に対し垂直な配置形態のうち、全ての軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直な形態が最適な形態である。

【００４２】

本発明に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、その主動ペアの入力端軸線が全てファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直である。実施例 7、9、12 および 25 を参照する。

【００４３】

主動ペアの入力端軸線の組合せ形態は、まだたくさんある。使用者は使用の要求に応じて組合せ形態を具体的に提出することができる。

10

【００４４】

キャッチまたは切削の作業を行うために、マルチモーションプラットフォームパラレルロボットのモーションプラットフォームには操作ハンドが取り付けられても良い。例えば、キャッチツール、切削工具、パッド、電磁磁石、彫り工具、絵筆、3D印刷ヘッド、ユニバーサルハンド、レーザ光ヘッド、スプレーガンまたはパーツなどが挙げられる。1つのモーションプラットフォームには複数の操作ハンドが取り付けられても良い。すると、パラレルロボットの新規な技術案が形成される。

【００４５】

本発明に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、モーションプラットフォーム毎に操作ハンドが取り付けられることを特徴とする。

20

【００４６】

マルチモーションプラットフォームで切削作業を行う時に、ミスが発生して多くのパーツが廃棄されることを防止するために、1つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットのモーションプラットフォームには、例えば、圧力または距離の圧力または変位センサなどの検出センサが取り付けられる。残りのモーションプラットフォームには、キャッチツール、切削工具などの操作ハンドが取り付けられる。検出センサが取り付けられたモーションプラットフォーム上の対応する操作対象が実物であり、指令が実物に傷つける可能性のあることが検出センサにより検出されると、指令の実行を停止させ、誤操作の発生を防止することになる。すると、セキュリティ機能を備えるパラレルロボットの新規な技術案が形成される。

30

【００４７】

上記のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットではさらに、形状が複雑なパーツのプロファイリング加工を完成することができる。それは、パーツのスケーリングおよびバリエーションを含む。1つのモーションプラットフォームには、プローブまたはセンサが取り付けられ、このモーションプラットフォームに対応する作業台には、加工済みのパーツまたはプロファイリングを行いたいパーツが取り付けられる。プローブまたはセンサがパーツの加工エッジの検知に用いられる。プローブがパーツに接触し、または、センサが臨界距離を検出した場合、引き続き送ることができず、他のモーションプラットフォームにおける操作ハンドによるプロファイリング操作を実現する。プローブ即ち剛性のポイントが剛性物体に触れた後、引き続き運動することができない。例えば、形状が複雑な航空エンジンのタービンブレードを研磨することが挙げられる。

40

【００４８】

すると、セキュリティ機能を備え、または、プロファイリング機能を備えるパラレルロボットの新規な技術案が形成される。

【００４９】

本発明に記載のパラレル工作機械ロボットは、1つのモーションプラットフォームに、プローブまたは検出センサが取り付けられ、残りのモーションプラットフォームに、操作ハンドが取り付けられることを特徴とする。実施例 19 を参照する。

【００５０】

50

マルチモーシヨンプラットフォームパラレルロボットのメイン出力端とサブ出力端、ベーシックモーシヨンプラットフォームとブランチモーシヨンプラットフォーム、または、ブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンにはクロススケール対称または特殊な構造配置が存在する場合、ブランチモーシヨンプラットフォームでは、あるスケーリング機能を実現することができる。スケーリング機能の実現には、最適な形態が2つある。

【0051】

本発明に記載のスケーリングパラレルロボットは、前記マルチモーシヨンプラットフォームパラレルロボットが対称ダブルモーシヨンプラットフォームパラレルロボットであって、前記ベーシックモーシヨンプラットフォームとブランチモーシヨンプラットフォーム、または、メイン出力端とサブ出力端は少なくとも1対がクロススケール対称にされ、ブランチ分岐チェーンとメイン分岐チェーンが同一またはほぼ同一にされることを特徴とする。実施例26、28を参照する。

10

【0052】

本発明に記載のスケーリングロボットは、前記マルチモーシヨンプラットフォームパラレルロボットが対称ダブルモーシヨンプラットフォームパラレルロボットであって、主動ペアの入力端軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、その軸線が同一の円の接線でありまたはこの円の半径と重なり合い、或いは、2つの同心円の接線でありまたはこれらの同心円の半径と重なり合い、マルチ出力モーシヨンペアがダブル出力モーシヨンペアであり、メイン出力端が全て前記円または楕円の内側にあり、サブ出力端が全て前記円または楕円の外側にあり、サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンが同一またはほぼ同一にされ、ベーシックモーシヨンプラットフォームとブランチモーシヨンプラットフォームがクロススケール対称にされることを特徴とする。ここで、内側、外側は、ファンデーションプラットフォームの平面内にあるに限らない。作業の過程において、ファンデーションプラットフォームの平面上下で前記円の半径よりも小さい領域が全て内側または外側の範囲に入っている。このスケーリングロボットでは、スケールを変更するプロファイリング加工を行うこともできる。例えば、小さなタービンブレードをプロファイリング加工し、大きなタービンブレードにすることができる。それで、スケーリング機能を備えるプロファイリングパラレルロボットが形成される。実施例27を参照する。

20

【0053】

少自由度のパラレル機構を生成素子とした場合、そのメイン分岐チェーンが特殊な分岐チェーンにし、構造が複雑にされることが多い。構造を簡素化するために、消極的分岐チェーンを余分な分岐チェーンとして導入しても良い。消極的分岐チェーンを余分な分岐チェーンとして導入すると、メイン分岐チェーンを選択する余裕が多くなる。例えば、制限のない自由度が6の分岐チェーンが適用される。すると、下記の技術案が提出される。

30

【0054】

本発明に記載のマルチモーシヨンプラットフォームパラレルロボットは、そのベーシックパラレル機構が少自由度のパラレル機構であり、ベーシックパラレル機構がメイン分岐チェーンに加え、余分な分岐チェーンをさらに含み、余分な分岐チェーンが消極的分岐チェーンであり、自由度が2以上且つ6以下であり、メイン分岐チェーンが制限のない自由度が6の分岐チェーンである。

40

【0055】

歩行パラレルロボットに適用された形態。マルチモーシヨンプラットフォームパラレルロボットは歩行パラレルロボットに適用されてもよい。従来の歩行パラレルロボットでは180°反転した後に歩行できないと言う問題を解決した。実施例29、30を参照する。

【0056】

本発明に記載の両面歩行のパラレルロボットは、対称ダブルモーシヨンプラットフォームパラレルロボットそれぞれのベーシックパラレル機構が全てパラレルレッグ機構であり、対称ダブルモーシヨンプラットフォームパラレルロボットそれぞれのベーシックパラレ

50

ル機構とブランチパラレル機構が反射対称にされ、1つの対称ダブルモーションプラットフォームパラレルロボットはレッグAと言ひ、もう1つはレッグBと言ひ、レッグAのベーシックパラレル機構とレッグBのベーシックパラレル機構が同一側に位置し1つの片面の歩行パラレルロボットを構成し、レッグAのブランチパラレル機構とレッグBのブランチパラレル機構が他側に位置し別の1つの片面の歩行パラレルロボットを構成し、レッグAおよびレッグBの2つのベーシックファンデーションプラットフォームと2つのブランチファンデーションプラットフォームの平面が平行であり、または1つの平面に位置し、共に固定し連結されて1つの股関節を形成し、4つのモーションプラットフォームが全てフットアーチの構造であり、モーションプラットフォームのフットアーチと言ひ、モーションプラットフォームのフットアーチには足指があり、

10

レッグAのベーシックパラレル機構がレッグAのベーシックファンデーションプラットフォームと、レッグAのメイン分岐チェーンと、レッグAのベーシックモーションプラットフォームのフットアーチとからなり、レッグBのベーシックパラレル機構がレッグBのベーシックファンデーションプラットフォームと、レッグBのメイン分岐チェーンと、レッグBのベーシックモーションプラットフォームのフットアーチとからなり、モーションプラットフォームのフットアーチそれぞれには足指があり、
2つのパラレルレッグ機構の配列方式は、下記方式のいずれか1種である。

【0057】

(1) 2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、1つが左に、1つが右にある。

20

【0058】

(2) 2つの対称ダブルモーションプラットフォームパラレルロボットは、1つが大きく、1つが小さくされ、小さい方が大きい方の中にある。ベーシックファンデーションプラットフォームの同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、高さが異なり、または、大きさが異なり、或いは、高さおよび大きさがいずれも異なる。

【0059】

(3) 2つの対称ダブルモーションプラットフォームパラレルロボットが交差し配置される。ベーシックファンデーションプラットフォームの同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチ25. 2は、高さが異なり、または、大きさが異なり、或いは、高さおよび大きさがいずれも異なる。
ここで、大きい、小さいは、全体的な大きさも局所的な大きさも言ひ、例えば、2つのフットアーチの大きさ比較を言っても良い。

30

【0060】

上記の両面歩行のパラレルロボットは、歩行パラレルロボットが180°反転した後に歩行できないと言う問題を解決したが、横に立つと走行ができずまたは歩行能力が復元できないと言う問題が依然として存在する。この問題を解決するために、以下の方法案を提出する。

【0061】

本発明に記載の両面歩行パラレルロボットは、前記2つの対称ダブルモーションプラットフォームパラレルロボットが、1つが大きく、1つが小さくされ、小さい方が大きい方の中にあり、ベーシックファンデーションプラットフォームの同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、高さが異なり、または、大きさが異なり、或いは、高さおよび大きさがいずれも異なる。

40

【0062】

ファンデーションプラットフォームの平面上の股関節に、股関節の半径よりも大きなリング状のリセットリングが設計され、連結ロッドにより股関節と連結され、このリセットリングと股関節とが共通の中心を有し、リセットリングの半径が $L/\cos\theta$ よりも大きく、且つ、足指外接円の半径と股関節外接円の半径両方の最大値以上にされる。

式 $L/\cos\theta$ の中、

50

Lは、2つの隣り合う足指の中心点（足指中心点と略称する）からベーシックファンデーションプラットフォームの中心までの距離であり、

θ は、足指中心点からベーシックファンデーションプラットフォームの中心まで連結線を引くと、この連結線とベーシックファンデーションプラットフォームの平面でなす角度である。

【0063】

リセットリング半径の選択について、上記の段落は、決まった両面歩行の平行ロボットにとって、足指外接円の半径（2つの半径が異なる場合、大きい方にする）、股関節外接円の半径、式 $L / \cos \theta$ で計算された半径を含む3つの半径があることを意味する。リセットリングの半径として、三者の最大値を選択する。

10

【0064】

設計に際して、2つの隣り合う足指に対する選択は、かなり厳しく要求されていない。選択方法によって、異なるリセット性能が得られる。股関節はファンデーションプラットフォームの平面上の運動部材を含むべきであり、例えば、実施例33の図88で、股関節の半径に従って作った円は点線を囲むべきである。

【0065】

リセットリングの大きさについて、リセットリングの一点が（水平地面に）着地すると、同時に着地する足指が2つであって、1つの三角形を構成し、この場合、ロボットの重心の水平地面における投影ポイントが上記の三角形内には入らない。このリセットリングの作用は、1、横に立つ場合、両面歩行の平行ロボットを正常な直立状態（または、逆立ち状態）に（達磨）戻すこと、2、横に立つ場合、正常な直立状態に戻せなくても、ロールリングとして、両面歩行の平行ロボットの重心位置を変えることによりローリングを実現すること、にある。

20

【0066】

リセットリング半径の選択について、上記の段落は、決まった両面歩行のロボットにとって、足指外接円の半径、股関節外接円の半径、式 $L / \cos \theta$ で計算された半径を含む3つの半径があることを意味する。リセットリングの半径として、三者の最大値を選択する。実施例30、31を参照する。

【0067】

リセットリングが1つ増えると、歩行平行ロボットのサイズが大きくなり、通行能力が悪くなるという新たな問題が起こる。この新たな問題を解決するために、1つの方法は、リセットリングの半径が決まった場合には歩行平行ロボットの高さを低減することである。例えば、歩行平行ロボットの総高さをリセットリング直径の60%よりも小さくすると、リセットリングの半径を最小にすることができる。もう1つの方法として、以下の方法案により上記の問題を解決することになる。

30

【0068】

本発明に記載の両面歩行の平行ロボットは、前記リセットリングの代わりにN3（ $N3 \geq 2$ ）段の弧形ロッドが用いられ、弧形ロッドそれぞれの両端に溝があり、溝の方向がリセットリングの接線方向と同一にされ、隣り合う弧形ロッドが重なっており、N3段の弧形ロッドがリセットリングを構成し、ファンデーションプラットフォームと弧形ロッドとを連結した連結ロッドの代わりにN3個の締め機構が用いられ、締め機構は、PR機構（転動ペアの軸線が移動ペアの軸線と垂直である）、CR機構（転動ペアの軸線が円柱ペアの軸線と垂直である）、HR機構（転動ペアの軸線が螺旋ペアの軸線と垂直である）、RR機構（2つの転動ペアの軸線が平行である）及びRRR機構（3つの転動ペアの軸線が平行である）という直列機構のうちの1つであり、即ち、前記1種または複数種の機構のうちから、N3個の直列機構が1グループの締め機構として選択され、締め機構の転動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直であり、締め機構の転動ペアの一端が2つの隣り合う弧形ロッドの溝と動的に組み合わせて、転動ペアが溝内にスライド可能であり、他端が股関節に連結される。

40

【0069】

50

例えば、RR直列機構が用いられる場合、転動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直であり、1つの転動ペアが股関節の中心に近い所で連結され、別の転動ペアが2つの隣り合う弧形ロッド上の溝に連結される。2つの隣り合う弧形ロッド上の溝が直列機構RR端部の転動ペアと動的に組み合わせて、転動ペアは弧形ロッドの溝内にスライド可能である。股関節に近い転動ペアが駆動ペアであり、RR機構がファンデーションプラットフォーム上の転動ペア周りに転動可能になる。駆動ペアが転動した後、弧形ロッドが締められても良い。歩行パラレルロボットの直径が小さくなり、通行能力が強くなる。締め機構の代わりに、機能が類似する他の構造を用いても良い。

【0070】

展開した弧形ロッドが1つの円を形成する。この円は、ファンデーションプラットフォームの中心に対して同心でもよく、偏心しても良い。

10

【0071】

偏心すると、ローリングモーメントを形成し、横に立っている歩行ロボットに駆動力を提供することができる。

【0072】

歩行ロボットが傾斜路面を走行したり階段を登ったりする時のモーションプラットフォームを水平状態に維持しながら大きな歩幅を保つ能力を高めるために、以下の方法を提出する。

【0073】

本発明に記載の両面歩行のパラレルロボットは、前記パラレル機構それぞれが2つのベーシックパラレル機構と2つのブランチパラレル機構を含み、そのモーションプラットフォーム（フットアーチ）それぞれには、少なくとも1つの足指に1つの広義移動ペアが取り付けられる。この広義移動ペアの軸線と足指平面の法線との間でなす角度が 30° 以下にされる。傾斜な軸線は、足指間の距離を調節し、または、妨害を減少するために用いられる。この広義移動ペアには、転動ペア、円柱ペアおよび螺旋ペアを含む。

20

【0074】

歩行パラレルロボットの形態は複数の種類があり、中国特許文献CNZL201010292424.1および特許文献CN03826959.7による大部分の歩行ロボットは本発明に適用されても良い。

【0075】

30

下流分岐チェーンが合併した形態。分岐チェーンとモーションプラットフォームとの連結が、隣り合うブランチ分岐チェーンの関係によって、ダブル一字状、逆V字状またはX字状の3種に分けられる。ダブル一字状の場合、2つの隣り合うブランチ分岐チェーンがモーションプラットフォームに直接連結され、分岐チェーンの1つずつにモーションプラットフォームのヒンジポイントが1つあり、モーションプラットフォームヒンジポイントの数が主動分岐チェーンの数と同じなる。例えば、実施例1、7が挙げられる。第2種の逆V字状の場合、2つまたは3つの分岐チェーンが1つの複合ヒンジによりモーションプラットフォームに連結され、2つの隣り合う分岐チェーンが逆V字状をなし、即ち、逆V字状の分岐チェーンがモーションプラットフォームの連結箇所で一点となり、モーションプラットフォームヒンジポイントの数が主動分岐チェーンの数よりも小さくなる。2つまたは3つのブランチ分岐チェーンが逆V字状をなしたのは、例えば、実施例18、27がある。第3種の場合、2つのブランチ分岐チェーンがまず1つのブランチ分岐チェーンに合併した後、モーションプラットフォームに連結される。合併後のブランチ分岐チェーンがX字状をなし、X字状の分岐チェーンと略称する。第3種の場合では、モーションプラットフォームと連結したヒンジポイントの数が減り、モーションプラットフォーム近傍のブランチ分岐チェーンが減少し、モーションプラットフォーム近傍の分岐チェーンの局所的なジャミングスペースが小さくなり、特徴のある方法を形成し、歩行パラレルロボットに適用されても良い。第3種の場合は、自由度が3以上のパラレル機構に適合する。3つのブランチ分岐チェーンが1つに合併することもある。第3種の場合では、新規案が形成される。

40

50

【0076】

本発明に記載の対称マルチモーションプラットフォームの対称パラレルロボットは、ブランチパラレル機構が1つしかなく、ブランチパラレル機構がベーシックパラレル機構と反射対称にされ、前記メイン分岐チェーンの数が3以上且つ7以下であり、メイン分岐チェーンにおける3つ目の広義モーションペアがダブル出力モーションペアであり、少なくとも1対の隣り合うメイン分岐チェーンが同一のダブル出力モーションペアを共用し、その元の2つの下流メイン分岐チェーンが1つの下流メイン分岐チェーンに合併した後、ベーシックモーションプラットフォームに連結され、その元の2つのサブブランチ分岐チェーンが1つのサブブランチ分岐チェーンに合併した後、ブランチモーションプラットフォームに連結され、ブランチモーションプラットフォームがベーシックモーションプラットフォームと反射対称にされ、ブランチパラレル機構がベーシックパラレル機構と反射対称にされることを特徴とする。

10

【0077】

自由度が6のベーシックパラレル機構では、3対のメイン分岐チェーンが合併すると、単一のベーシックモーションプラットフォームに連結された下流メイン分岐チェーンが3つしかなくなる。同時に、3対のサブブランチ分岐チェーンが合併すると、単一のブランチモーションプラットフォームに連結されたサブブランチ分岐チェーンが3つしかなくなる。ベーシックパラレル機構は、Ben-Horinが提出した自由度が6のパラレル機構をモデルとする。3つの平面を有する自由度が2の台車の代わりに、並進自由度が2である平面パラレル機構（例えば、2-RRR、2-RPR、2-PRR）が用いられる。長さが一定な3つのロッドおよびそれに連結されたモーションペアがそのまま維持される。

20

【0078】

このような2つのメイン分岐チェーンが1つのダブル出力モーションペアを共用している場合は、自由度が5であるマルチモーションプラットフォームパラレルロボットの構築、または、自由度が4であるマルチモーションプラットフォームパラレルロボットの構築に用いられてもよく、歩行パラレルロボットの構築に用いられても良い。実施例32、33を参照する。

【0079】

本発明に記載の両面歩行のパラレルロボットは、2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットのベーシックパラレル機構がパラレルレッグ機構であり、2つのベーシックファンデーションプラットフォームと2つのブランチファンデーションプラットフォームが1つの平面に配置されまたは相互に平行され、且つ一体に固定して連結され、2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットのダブル出力モーションペアのファンデーションプラットフォームの平面における投影が異なる扇形領域に位置し、モーションプラットフォームがフットアーチの構造であり、フットアーチには足指があり、ベーシックファンデーションプラットフォームの同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、高さが異なり、または、大きさが異なり、或いは、高さおよび大きさがいずれも異なることを特徴とする。

30

【0080】

実際に、2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットのダブル出力モーションペアは、ファンデーションプラットフォームの平面における投影が互いに重なっていない限り、実施可能な形態になるが、上記の異なる扇形領域に位置する方法では、構造をコンパクトにすることができる。ダブル出力モーションペア毎に、独立した作業スペースがあり、別のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットの部材による妨害を受けない。実施例33を参照する。

40

【0081】

次は、本発明に係る名詞および関連構造について詳しく説明する。

【0082】

一、ベーシックファンデーションプラットフォームに関する追加説明

ベーシックパラレル機構の構造に応じて、ベーシックパラレル機構が平面ベーシックパ

50

ラレル機構と空間ベーシックパラレル機構に分けられる。よって、ベーシックファンデーションプラットフォームは、以下のような2種がある。

【0083】

平面パラレル機構のファンデーションプラットフォームの平面とは、パラレル機構が存在している平面のことを言うが、工程の場合、要求が僅かに緩やかになり、パラレル機構が存在している平面と平行な平面を言う。平面パラレル機構のファンデーションプラットフォームは、三角形および直線状の2種があるが、三角形および直線状にもかかわらず、いずれも平面パラレル機構の平面内にあるので、平面ファンデーションプラットフォームと言う。

【0084】

空間パラレル機構のベーシックファンデーションプラットフォームが以下の3種に分けられる。A、主動ペアの軸線が1つの平面に対して垂直でありまたは重なり合い、勿論、メイン分岐チェーンの1つ目のモーションペアがこの平面に取り付けられる。この平面は、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面と言い、このファンデーションプラットフォームは、平面ファンデーションプラットフォームと言う。B、主動ペアの軸線が1つの平面に対して平行であり（重なり合っていない）、1つ目のモーションペアが取付ベースによりこの平面に取り付けられる。この平面は、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面の実施例と言い、このファンデーションプラットフォームは、平面ファンデーションプラットフォームと言う。C、主動ペアの軸線と1つの基準平面とでなす角度が $\pm 20^\circ$ の範囲にあり、この基準平面は、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面と言い、このファンデーションプラットフォームは、平面ファンデーションプラットフォームと言う。

【0085】

第3種の形態の例として、主動ペアが移動ペアであり、移動ペアの軸線が巻いて円を囲み、ファンデーションプラットフォームの平面も巻いて円柱面を囲むことが挙げられる。ベーシックパラレル機構が円柱面の小さな扇形領域、例えば、 90° 未満の扇形領域の内に位置され、別の扇形スペースには、若干のブランチパラレル機構が回転対称で配置される。移動ペア軸線の変化のため、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面の代わりに、1つの基準平面が用いられる。このような場合、リング状の移動ペアの代わりに転動ペアを用いると、基準平面をベーシックファンデーションプラットフォームの平面とする必要がなくなる。

【0086】

さらに、ベーシックファンデーションプラットフォームについて、以下の通り説明する。1、対称変換を施されたファンデーションプラットフォームが、ベーシックファンデーションプラットフォームとブランチファンデーションプラットフォームとの組合せであり、平面のままになったり曲面になったりする可能性がある。例えば、柱状面になることがある。ただし、単一のブランチパラレル機構またはベーシックパラレル機構の場合、ベーシックファンデーションプラットフォームが柱状面における1つの小さな扇形領域に位置されても、依然として第3種の形態に該当する。2、主動ペアの取付について、逆方向ダブル出力モーションペアまたは他のいくつかのダブル出力モーションペアの入力端がその中心部にあり、中心部がファンデーションプラットフォームの平面上にあるように取り付けられる。マルチ出力モーションペアの入力端が正に端部にあり、端部がファンデーションプラットフォームの平面に直接取り付けられ、または、取付ベースにより取り付けられる。

【0087】

二、広義モーションペア、拡大可能なモーションペアに関する追加説明

広義モーションペアは、シングル出力モーションペアとマルチ（ダブル）出力モーションペアを含む。本文に記載のマルチ（ダブル）出力モーションペアとは、2つ以上の出力端を有し且つ出力端がある対称性を持つモーションペアのことを言い、以下、マルチ出力モーションペアと略称する。

【0088】

シングル出力モーションペアは、簡単なシングル出力モーションペアと複雑なシングル出力モーションペアを含み、マルチ出力モーションペアは、簡単なマルチ出力モーションペアと複雑なマルチ出力モーションペアを2種含む。

【0089】

簡単なシングル出力モーションペアがいわば、常に言われるモーションペアであり、転動ペア、移動ペア、タイガーヒンジ、ボールペア、螺旋ペア、円柱ペアなどが挙げられる。簡単なマルチ出力モーションペアが簡単なシングル出力モーションペアに出力端を増やして形成される。複雑なシングル出力モーションペアおよび複雑なマルチ出力モーションペアは、複数の簡単なモーションペアを含有し、または、各種の高級ペアを含み且つ複雑な構造を有するモーションペアである。

10

【0090】

拡大可能な広義モーションペアがいわば、対称出力端が追加可能な広義モーションペアであり、この広義モーションペアから対称な出力端を引き出す必要があれば、この広義モーションペアはまさに拡大可能な広義モーションペアである。

【0091】

1つのシングル出力モーションペアから1つの出力端をさらに引き出すと、この広義モーションペアが1つのダブル出力モーションペアになり、元の広義モーションペアが1つの拡大可能な広義モーションペアとされる。もう1つのサブ出力端をさらに引き出すと、この広義モーションペアが1つのトリ出力モーションペアになり、元のダブル出力モーションペアが1つの拡大可能なダブル出力モーションペアとされる。このように、N個の対称出力端を有するマルチ出力モーションペアが得られる。

20

【0092】

拡大可能な広義モーションペアまたはマルチ出力モーションペアが、入力端と、出力端と、入出力変換装置と、拡大可能なインターフェースと、接続装置とからなる。

【0093】

1つ目および2つ目の広義モーションペアは入力端が1つしかなく、3つ目の広義モーションペアは、2つの隣り合う分岐チェーンが3つ目の広義モーションペアの後に1つのサブブランチ分岐チェーンに合併した場合に限って、2つの入力端を有しても良い。実際に、2つのシングル入力ダブル出力モーションペアが合併してなるものである。それは実質的に、2つのシングル入力ダブル出力モーションペアで、1つの入力端ずつにサブブランチ分岐チェーンが対応しているが、2つの入力端が1つのダブル出力モーションペアを共用しているものに過ぎない。

30

【0094】

メイン分岐チェーンが定められた場合、分岐チェーンにおける1つ目、2つ目、3つ目の広義モーションペアが、十分明瞭になったとともに、主動ペアおよび主動ペア入力端も明確になった。例えば、メイン分岐チェーンがRSS分岐チェーンとして定められると、1つ目、2つ目、3つ目の広義モーションペアがそれぞれR、S、Sとなり、主動ペアおよび主動ペア入力端がRとなる。従って、以下の説明では、メイン分岐チェーンが定められた後、特別説明を行わず、図面において1つ目、2つ目、3つ目の広義モーションペア、主動ペアおよび主動ペア入力端を特別に示すことはない。

40

【0095】

三、ブランチファンデーションプラットフォームに関する追加説明

ブランチ分岐チェーンの下端点がブランチ分岐チェーンとブランチファンデーションプラットフォームとのヒンジポイントである。N2個のブランチ分岐チェーンのヒンジポイントがブランチファンデーションプラットフォームを構成する。ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームの形状が同一、類似またはほぼ同一にされ、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームが対称にされ、対称は、一定対称、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、クロススケール対称をさらに含む。

50

【0096】

多くの場合、ベーシックファンデーションプラットフォームおよびブランチファンデーションプラットフォームはいずれも確定な幾何学的形状を有する。例えば、実施例1、7、9、15が挙げられる。主動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面で内接し、互いに平行しており（実施例17、19を参照する）、主動ペアが移動ペアにされたなどの場合があり、この時、主動ペアの軸線が様々な支持形態を有する。ベーシックファンデーションプラットフォームが三角形、正方形、六角形などの様々な形状にされても良い。ブランチファンデーションプラットフォームも同じである。一旦ベーシックファンデーションプラットフォームの形状が定められると、ブランチファンデーションプラットフォームもそれについてベーシックファンデーションプラットフォームと同一の形状に定められることで、二者の対称が実現できる。

10

【0097】

2つ以上のブランチパラレル機構のブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームが一定対称にされた場合、実際のファンデーションプラットフォームが1つしかない。この場合、ブランチファンデーションプラットフォームの数がブランチパラレル機構の数と同一にされる。

【0098】

四、対称マルチ出力モーションペアの構造に関する追加説明

対称マルチ出力モーションペアは、本発明中の非常に重要な構造部材であり、新たな概念でもある。マルチ出力モーションペアが複合モーションペアの範疇に属する。本文に記載の個別のマルチ出力モーションペアについては、マルチペア部材と称する文献があり、実際に、それも複合モーションペアである。本文に記載の対称マルチ出力モーションペアは、1つまたは2つの入力端を有するとともに、2つ以上の出力端を有し且つ出力端がある対称性を持つ複合モーションペアである。通常の場合、対称マルチ出力モーションペアが1つの入力端を有し、個別の場合（2つのモーションペアが合併し応用された場合）、2つの入力端を有することになる。本文に記載の対称マルチ出力モーションペアは、一部が対称条件を追加した従来の複合モーションペアであり、一部が本発明のために特別に構造された新規なモーションペアであり、柔軟性モーションペア或いは柔順モーションペアで構成されたマルチ出力モーションペアを含み、以下は、マルチ出力モーションペアと略称する。マルチ出力モーションペアが入力端と、2つ以上の出力端と、入出力変換装置と、拡大可能なインターフェースと、接続装置とからなる。

20

30

【0099】

マルチ出力モーションペアは入力端、出力端の軸線および運動性質によって分類すると、出力不変のモーションペアおよび出力変化のモーションペアの2種がある。マルチ出力モーションペアは構造の複雑さによって、簡単なマルチ出力モーションペアおよび複雑なマルチ出力モーションペアの2種に分けられる。

【0100】

出力不変のモーションペアの軸線が変化せず、運動性質も変化しない。例えば、簡単な転動ペア、移動ペアが挙げられる。一般的に、出力不変のモーションペアが簡単なモーションペアである。出力変化のモーションペアは出力端の軸線が変化し、または、運動性質が変化し、あるいは、両方とも変化するモーションペアである。一般的に、出力変化のモーションペアが複雑なモーションペアである。複雑なモーションペアは入力端の多少によって分類すると、複雑なシングル出力モーションペア、複雑なダブル出力モーションペアおよび複雑なマルチ出力モーションペアに分けられ、三者の構造が類似する。1つの複雑なシングル出力モーションペアから1つの対称な出力端を更に引き出すことにより、1つの複雑なダブル出力モーションペアを形成することができる。2つの複雑なシングル出力モーションペアを直列連結することで、1つの複雑なダブル出力モーションペアを形成することもできる。また、複雑なマルチ出力モーションペアは、複雑なダブル出力モーションペアに1つ以上の出力端を増やせば得られるものである。簡単なモーションペアの場合には、類似するように、簡単なシングル出力モーションペアの出力端を拡大し、即ち、1

40

50

つの同類の出力端を増やすことにより、簡単なダブル出力モーションペアとなる。出力端にモーションペアをさらに増やして3つ以上の出力端を備えたモーションペアを形成することにより、簡単なマルチ出力モーションペアとなる。一般的に、複雑なマルチ出力モーションペアは出力変化のモーションペアである。

【0101】

簡単なマルチ出力モーションペア：簡単なマルチ出力モーションペアの特例として、簡単なダブル出力モーションペアが挙げられる。簡単なダブル出力モーションペアがまた、同方向ダブル出力モーションペア（ペアNO. 4、図4参照）と、逆方向（反対方向）ダブル出力モーションペア（ペアNO. 1、図1参照）との2種に分けられる。簡単なマルチ出力モーションペアは、簡単なシングル出力モーションペアまたは簡単なダブル出力モーションペアに出力端を増やすことにより得られても良い。一般的に、簡単なマルチ出力モーションペアは出力不変のモーションペアである。

10

【0102】

複雑なマルチ出力モーションペア：シングル出力またはマルチ出力にも関わらず、複雑なモーションペアは、1、軸線方向および運動形式がいずれも変化しない複雑なモーションペアと、2、運動形式のみが変化し運動（軸線）方向が変化しない複雑なモーションペアと、3、軸線方向のみが変化し運動形式が変化しない複雑なモーションペアと、4、運動方向も運動形式も変化する複雑なモーションペアと、5、軸線の位置が変化し方向が変化しないモーションペアとを含む。複雑なマルチ出力モーションペアの後ろの何種かが出力変化の複雑なモーションペアである。

20

【0103】

複雑な出力変化のモーションペアの入出力変換ボックスは、ギアペア、カムペア、連結ロッドまたは斜面、ガイドレール、ワームロッド、平行四辺形機構、sarrus機構などで構成されても良い。以下は、複雑な出力変化のモーションペアを中心に説明する。

【0104】

1、軸線方向および運動形式がいずれも変化しない複雑なモーションペアが、一般の場合には、簡単なモーションペアを代わりに用いても良いので、説明しない。

【0105】

2、運動形式のみが変化し運動方向が変化しない複雑なモーションペアは、変形式の複雑なモーションペアと略称する。

30

【0106】

運動形式が変化し軸線が変化しない種類は主に、螺旋ペア系を言う。並進移動が転動に変換されるの、または、逆の変換は通常、螺旋ペアにより完成し、即ち、PHRまたはRHP（Rは転動ペア、Hは螺旋ペア、Pは移動ペアを表す。以下も同じ）を用いて完成する（ペアNO. 8、図8参照）。ある種類の平行機構については、RHPまたはPHRを用いることで、統一な駆動方式を形成し、全てが転動ペアの駆動、または、全てが移動ペアの駆動になるようにすることができる。統一な駆動ペアの形式により、構造を簡素化し、制御を簡単化することができる。

【0107】

ギアペア（ラックを含む）または他の方法を用いることにより、運動形式が変化し軸線が変化しない機能を実現することもできるが、構造が僅かに複雑になる。

40

【0108】

3、運動方向のみが変化し運動形式が変化しない複雑なモーションペアは、方向変化式の複雑なモーションペアと略称する。

【0109】

方向変化式の複雑なモーションペアは、ギアペア、カムペア、連結ロッドまたは斜面、ガイドレール、ワームロッドなどにより、方向を変化させることができる。そのうち、ギアペアが好ましい。ギアペア、カムペアは通常、RGRまたはPGPで表す。Gは、1つ以上のギアペア（ベベルギアが多い）またはカムペアを表す。ギアペアはさらに、可動ギア伝動、ウォームギア伝動の同期歯付きベルトなどを含む。ギアペア系については、ペア

50

NO. 14、NO. 24（図14、図24）を参照し、連結ロッド系については、ペアNO. 18（図18）を参照する。

【0110】

4、運動方向も運動形式も変化する複雑なモーションペアは、両方変化式の複雑なモーションペアと略称する。

【0111】

両方変化式の複雑なモーションペアは、ギア系（例えば、ペアNO. 16、図16参照）と、四角形系（例えば、ペアNO. 29、図20）と、平行機構系（例えば、ペアNO. 13、図13）と、複合系（例えば、ペアNO. 55、図55）と、連結ロッド系と、カムペア系とを含む。

10

【0112】

5、出力端軸線の位置が変化する複雑なモーションペアは、軸線の方向が変化せず、軸線の位置が並進移動する。例えば、ペアNO. 32（図32）では、転動ペアの軸線が並進移動し、ペアNO. 33（図33）では、移動ペアの軸線が並進移動した。

【0113】

複雑なマルチ出力モーションペアの機能は主に、入出力変換ボックス（装置）により実現する。また、入出力変換ボックスは簡単な機械運動の変換であり、公知の技術に属し、様々な具体的構造を有する。次は、その対称性によって分類し説明を行う。

【0114】

五、対称マルチ出力モーションペアの対称性および分類に関する説明

20

以下、マルチ出力モーションペアの出力端の対称性に応じて、本発明に係る各種のマルチ（ダブル）出力モーションペアについて詳しく説明する。マルチ出力モーションペアはその出力端の対称性によって分類すると、反射対称系、並進対称系、回転対称系、スライド反射対称系およびクロススケール対称系がある。

【0115】

前の定義によると、対称マルチ出力モーションペアは複合モーションペアの範疇に属する。対称マルチ出力モーションペアは、1つまたは2つの入力端を有し、2つ以上の出力端を有し且つ出力端がある対称性を持つ複合モーションペアである。マルチ出力モーションペアのそれぞれが同一の構成を有し、即ち、入力端1と、運動変換装置2、メイン出力端3と、サブ出力端3.1と、拡大可能なインターフェース4とからなる。下記の各図面および説明においては、必要ではない限り、その構成を一々明記せず、運動変換装置などの構成部分を直接引用することにする。表記も引用もしない図面もある。

30

【0116】

強調するのは、決まったマルチモーションプラットフォームパラレルロボットについて、そのマルチ出力モーションペアの拡大可能なインターフェース4が必要とされていないことである。ただし、発明方法では、マルチモーションプラットフォームパラレルロボットが拡大可能なものであり、次の対称変換を行うことができ、拡大可能なインターフェースを必要としている一方、マルチ出力モーションペアまたはシングル出力モーションペアについては、拡大可能なインターフェースの構成部分が1つ多く、パーツを増やす必要がない。より一般性をもたらすために、マルチ出力モーションペアの構成には、全て拡大可能なインターフェースを含むようにする。

40

【0117】

説明の便宜上に、対称マルチ出力モーションペア毎に、番号を順次付けることにする。例えば、図1で示される並進対称なマルチ出力モーションペアに対し1号を付けて、並進対称なマルチ出力モーションペアNO. 1と言い、ペアNO. 1または並進ペアNO. 1と略称し、図2で示される並進対称なマルチ出力モーションペアに対し2号を付けて、並進対称なマルチ出力モーションペアNO. 2と言い、ペアNO. 2または並進ペアNO. 2と略称する。残りのモーションペアについても、類似するような番号付けを行う。57個の対称マルチ出力モーションペアの番号がその図面番号と一致している。

【0118】

50

マルチ出力モーションペアはその出力端の対称性によって分類すると、反射対称系、並進対称系、回転対称系、スライド反射対称系、一定対称系およびクロススケール対称系がある。以下、対称性に応じて、図面を参照しながら各種類のマルチ出力モーションペアを説明する。

【0119】

反射対称系：図1－図20は、反射対称系のダブル出力モーションペアを示す。

【0120】

ペアNO. 1（図1）：図1は、転動ペアからなる反射対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。それは、入力端1と、運動変換装置2（図中の大円）と、メイン出力端3と、サブ出力端3. 1と、拡大可能なインターフェース4とからなり、2つの噛み合うギア2. 1で運動変換装置2が構成され、1つのギア軸線が入力端1であり、2つの出力端が2つのギアの水平対称線の両側にあり、2つの出力端が反射対称にされ、ギア軸線が拡大可能なインターフェース4である。

10

【0121】

ペアNO. 2（図2）：図2は、別の転動ペアからなる反射対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。2つの噛み合うギア2. 1で運動変換装置2が構成され、1つのギア軸線が入力端1であり、2つの出力端が2つのギア中心の連結線よりも上下で揺動し、2つの出力端が反射対称にされ、1つがメイン出力端3、もう1つがサブ出力端3. 1とされ、ギア軸線が拡大可能なインターフェース4であり、2つの出力端の運動方向が反対にされる。

20

【0122】

ペアNO. 3（図3. 1、図3. 2）：図3. 1は、3種類の転動ペアからなる反射対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。その機能が図1に示した反射対称系のダブル出力モーションペアと同一にされる。図3. 2は、このモーションペアの運動変換装置2の構造図である。運動変換装置2は2つの同軸のベベルギア2. 2と、1つの中間ギア2. 4とからなり、2つの同軸のベベルギア2. 2のうち、1つが主動のものであり、1つが受動のものであり、2つの同軸のベベルギアが中間ギア2. 4と噛み合っており、2つの出力端が2つのベベルギアに連結される。2つの出力端3および3. 1の運動方向が反対にされる。図中では、表現の便宜上に、出力端をクロススケール対称にする。

【0123】

30

ペアNO. 4（図4）：図4は、4種類の1つの転動ペアからなる反射対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。転動ペアの軸線が入力端1であり、メイン出力端3およびサブ出力端3. 1を含む2つの出力端が反射対称にされる。2つの出力端の連結線が転動ペアの軸線に対して平行である。拡大可能なインターフェース4も転動ペアの軸（図中の点線）である。2つの出力端の運動方向が同一にされる。

【0124】

ペアNO. 5（図5）：図5は、5種類の1つの転動ペアからなる反射対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。転動ペアの軸線が入力端1であり、2つの出力端が入力端の両側において反射対称にされている。2つの出力端の連結線が転動ペアの軸線に対して垂直である。拡大可能なインターフェース4が転動ペアの軸線である。2つの出力端3および3. 1の運動方向が同一にされる。このダブル出力モーションペアも回転対称系のダブル出力モーションペアであり、回転角度が180°である。

40

【0125】

ペアNO. 6（図6）：図6は、1つの移動ペアからなる反射対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。左側が入力端1であり、メイン出力端3とサブ出力端3. 1を含む2つの出力端が反射対称にされている。2つの出力端の連結線が移動ペアの軸線に対して垂直である。拡大可能なインターフェース4が移動ペアの軸線上にある。2つの出力端の運動方向が同一にされる。

【0126】

ペアNO. 7（図7）：図7は、2つの移動ペアを対向させてなる反射対称系のダブル

50

出力モーションペアを示す図である。2つの移動ペアの軸線が重なり合い、運動変換装置2により運動的関連（機械的または電氣的な関連）が付けられる。2つの出力端が2つの移動ペアの軸線上に位置し、1つが左側、もう1つが右側にあり、メイン出力端3とサブ出力端3. 1を含む2つの出力端が反射対称にされる。入力端1が中間にあり、2つの出力端の運動方向が反対にされる。拡大可能なインターフェースが移動ペアの軸線上にある。

【0127】

ペアNO. 8（図8）：図8、2つのPHR機構からなる反射対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。2つのPHR機構が転倒に対向し、1つの転動ペアを共用し、全てのモーションペアの軸線が重なり合う。転動ペアが主動ペアにされ、入力端1である。2つの出力端が2つの移動ペアの軸線上に位置し、1つのメイン出力端3が左側、1つのサブ出力端3. 1が右側にあり、2つの出力端が反射対称にされ、その運動方向が反対にされる。運動変換装置2が2つのRHで構成され、移動ペアの軸線が拡大可能なインターフェース4である。

10

【0128】

ペアNO. 9A（図9. 1）：図9. 1は、1種目の2つの平行四辺形のモーションペアで構成される反射対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。それは、入力端1と、運動変換装置2と、メイン出力端3と、サブ出力端3. 1と、拡大可能なインターフェース5とからなる。運動変換装置2が2つの平行四辺形機構5で構成され、2つの平行四辺形のモーションペアが同一の平面にある。2つの平行四辺形のモーションペアが2対の転動ペアを共用し、中間にある2つのレベルロッドを共用し、2つのサイドロッド2. 5が共線し、2つの平行四辺形のモーションペアが反射対称にされる。

20

【0129】

ペアNO. 9B（図9. 2）：図9. 2は、図9. 1の変形を示す図である。下にある平行四辺形のモーションペアのサイドロッド2. 5がより長くされ、2つの平行四辺形のモーションペアがクロススケール反射対称系のダブル出力モーションペアを構成する。

【0130】

ペアNO. 10（図10）：図10は、2種目の2つの平行四辺形のモーションペアで構成される反射対称系の複雑なダブル出力モーションペアを示す図である。2つの平行四辺形のモーションペア5が同一の平面にある。2つの平行四辺形のモーションペアの2対の転動ペアがギアペアにより噛み合い、運動変換装置2が2つの平行四辺形と2対のギアペアとで構成され、拡大可能なインターフェース4がギア軸である。2つの平行四辺形のモーションペアが反射対称にされる。

30

【0131】

ペアNO. 11A（図11. 1）：図11. 1は、3種目の2つの平行四辺形のモーションペアで構成される反射対称系の複雑なダブル出力モーションペアを示す図である。2つの平行四辺形のモーションペア6が同一の平面に位置し、1つが左にあり、1つが右にある。2つの平行四辺形の対角線が共線し、この線は中軸線と言う。2つの平行四辺形の中軸線における隣り合う頂点が1つの転動ペアを共用する。左側の平行四辺形の中軸線における2つの頂点の間に1つの移動ペアが連結され、移動ペアは主動ペアとされる。主動ペアの右側が入力端1であり、左側の頂点はメイン出力端3であり、右側の頂点がサブ出力端3. 1である。2つの出力端が反射対称にされる。ペアNO. 11Aの中の平行四辺形を菱形にしても良い。

40

【0132】

ペアNO. 11B（図11. 2）：図11. 2は、図11. 1の変形を示す図である。左にある平行四辺形のモーションペアの連結ロッドがより長くされ、2つの平行四辺形のモーションペアがクロススケール反射対称系のダブル出力モーションペアを構成する。ペアNO. 11B中の平行四辺形を菱形に変更しても良い。

【0133】

ペアNO. 12A（図12. 1）：図12. 1は、1つのRH機構および2つの平行四

50

辺形機構を含む図である。RH機構中の転動ペアの軸線が螺旋ペアの軸線と重なり合い、ペアHの上下両側のそれぞれに、1つの平行四辺形のモーションペア5が連結され、2つの平行四辺形のモーションペア5が同一の平面上にあり、2つの平行四辺形のモーションペアにおける全ての転動ペアの軸線が螺旋ペアの軸線に対して垂直であり、螺旋ペアと組み合わせる転動ペアが入力端1である。螺旋ペアと2つの平行四辺形のモーションペアとで運動変換装置2が構成される。2つの出力端3および3.1が2つの平行四辺形のモーションペアの2つの外側水平辺に位置する。

【0134】

ペアNO. 12B (図12.2) : 図12.2は、図12.1の変形を示す図である。下にある平行四辺形のモーションペアのサイドロッド2.5がより長くされ、2つの平行四辺形のモーションペアの出力端がクロススケール反射対称にされる。

10

【0135】

ペアNO. 13 (図13) : 図13は、2つのSarrus機構7からなる反射対称系の複雑なダブル出力モーションペアを示す図である。2つのSarrus機構7は1つが上にあり、1つが下にあり、中間にある2対の転動ペアが2つのSarrus機構に共用され、中間にあるレベルロッドが2つのSarrus機構7に共用され、中間にある2つのサイドロッド2.6が共線する。中間にある2つの転動ペアは、1つが入力端とされ、メイン出力端3が上にあるSarrus機構上に位置され、サブ出力端3.1が下にあるSarrus機構上に位置され、2つの出力端が反射対称にされる。2つのSarrus機構の寸法が異なれば、下にあるSarrus機構の構造寸法の比例が大きくなると、2つのSarrus機構の出力端がクロススケール反射対称になる。

20

【0136】

ペアNO. 14 (図14) : 図14は、転動ペアと、ギアペアとからなる反射対称系の複雑なダブル出力モーションペアを示す図である。それは、入力端1と、運動変換装置2 (図中の大円) と、メイン出力端3と、サブ出力端4と、拡大可能なインターフェース5とからなる。水平軸線が主動ペアの軸線であり、主動ペアの軸線に2つのベベルギア2.2が連結され、1つが上にあるベベルギア2.2と噛み合い、上にあるメイン出力端3を形成し、もう1つのベベルギアが1つの中間ギア2.4により別のベベルギアと連結され、下にあるサブ出力端3.1を形成する。これら相互に噛み合うギアで運動変換装置2が構成される。2つの出力端が主動ギアの軸線の両側にある。メイン出力端3とサブ出力端3.1とが反射対称にされる。主動ギアの軸線が拡大可能なインターフェース4である。ペアNO. 14のメイン出力端3またはサブ出力端3.1を取り消すと、ペアNO. 14が1つの方向が任意的に変化するシングル出力モーションペアになる。2つ以上の方向が任意的に変化するシングル出力モーションペアが直列に連結され、1つの並進対称のマルチ出力モーションペアを形成する。

30

【0137】

ペアNO. 15 (図15) : 図15も転動ペアと、ギアペアとからなる反射対称系の複雑なダブル出力モーションペアを示す図である。図15は、図14と機構が類似し、構造が僅かに変化するものである。2つの出力端3および3.1の軸線が重なり合い、出力端の軸線が主動ペアの軸線に対して垂直であり、1つの中間ギアが減少し、2つの主動ベベルギア2.2が対向して配置される。他に、図14を参照する。ペアNO. 15のメイン出力端3またはサブ出力端3.1を取り消すと、ペアNO. 14が1つの方向が直交に変化するシングル出力モーションペアになる。2つ以上の方向が直交に変化するシングル出力モーションペアが直列に連結され、1つの並進対称のマルチ出力モーションペアを形成する。

40

【0138】

ペアNO. 16 (図16) : 図16は、1つのギアと、2つのラックとからなる反射対称系の複雑なダブル出力モーションペアを示す図である。それは、入力端1と、運動変換装置2 (ラック伝動) と、メイン出力端3と、サブ出力端4と、拡大可能なインターフェース5とからなる。2つのラック2.3は1つが上に位置され、1つが下に位置され、中

50

間には1つのギア2. 1と噛み合う。ギアが取り付けられる転動ペアが入力端1であり、2つのラックは1つがメイン出力端3とされ、もう1つがサブ出力端3. 1とされ、2つの出力端が反射対称にされ、逆方向の並進運動を行う。2つのラックが同一のギアにより駆動されると、2つの出力端の運動方向が反対になるが、速度が同一にされる。2つのラックが平行しないと、2つの出力端の軸線でなす角度が任意的な角度であっても良く、2つの出力端が螺旋対称に構成される。2つのラックが2つの同じ軸線を有する、半径が異なるギアにより駆動されると、2つの出力端の運動方向が反対になり、速度が異なり、2つの出力端がクロススケール反射対称に構成される。

【0139】

ペアNO. 17 (図17) : 図17は、図14の複雑なダブル出力モーションペアの2つの出力端それぞれに1つのRHP複雑なモーションペアを直列に連結してなるものを示す図である。複雑なダブル出力モーションペアの出力端とRHP複雑なモーションペアの入力端が1つの転動ペアを共用する。出力端が依然として反射対称にされる。入力が転動で、出力が並進であり、出力端の方向および運動性質がいずれも変化する。図15の複雑なダブル出力モーションペアに対し類似する処理を施しても良い。

10

【0140】

ペアNO. 18 (図18) : 図18は、ペアNO. 15 (図15の複雑なダブル出力モーションペア) の入力端に1つのPHR複雑なモーションペアを直列に連結してなるものを示す図である。ペアNO. 15の入力端とRHP複雑なモーションペアの出力端が1つの転動ペアを共用する。ペアNO. 15の出力端がそのままにする。入力端が並進になり、出力端が依然として転動にされ、出力端の方向および運動性質がいずれも変化する。図14の複雑なダブル出力モーションペアに対し類似する処理を施しても良い。

20

【0141】

ペアNO. 19 (図19) : 図19は、PRRP連結ロッド2. 7を反射対称にしてなるものを示す図である。出力端および入力端がいずれも移動ペアであり、2つの出力端が反射対称にされる。

【0142】

ペアNO. 20 (図20) : 図20は、2つのRHP機構からなる反射対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。2つのRHP機構が転倒に対向し、1つの移動ペアを共用し、全てのモーションペアの軸線が重なり合う。移動ペアが主動ペアで、入力端1とされる。2つの出力端が移動ペアの軸線上に位置され、1つのメイン出力端3が左側にあり、1つのサブ出力端3. 1が右側にあり、2つの出力端が反射対称にされるが、2つの出力端の運動方向が同一にされる。運動変換装置2が2つのPHで構成される。移動ペアの軸線が拡大可能なインターフェース4である。

30

【0143】

反射対称系のダブル出力モーションペアは、回転(180°回転する)対称系のマルチ出力モーションペアと見なしても良い。

【0144】

並進対称系 : 図21-図32は、並進対称系のマルチ出力モーションペアを示す。

【0145】

40

ペアNO. 21 (図21) : 図21は、移動ペアからなる並進対称系の簡単なマルチ出力モーションペアを示す図である。1つの移動ペアは、その軸線に3つの出力端がある。メイン入力端3と2つのサブ出力端3. 1、3. 2とが並進対称にされる。

【0146】

ペアNO. 22 (図22) : 図22は、転動ペアからなる並進対称系の簡単なマルチ出力モーションペアを示す図である。1つの転動ペアは、その軸線に3つの出力端がある。メイン入力端3と2つのサブ出力端3. 1、3. 2とがクロススケール並進対称にされる。

【0147】

ペアNO. 23 (図23) : 図23は、ギアとラックとからなる並進対称系のマルチ出

50

力モーションペアを示す図である。1つのラック2、3は、その軸線に2つのギア2、1があり、左のギアには1つのメイン出力端3があり、右のギアには1つのサブ出力端3、1がある。2つの出力端が並進対称にされる。

【0148】

ペアNO. 24 (図24) : 図24は、ギアペアからなる並進対称系の複雑なマルチ出力モーションペアを示す図である。それは、方向が任意的に変化する複雑なマルチ出力モーションペアである。円形のギアボックスが運動変換装置2であり、1対の噛み合うベベルギア2、2が1つのメイン出力端3を提供する。円形のギアボックスがもう1つの方向変化式の複雑なシングル出力モーションペアであり、1対の噛み合うベベルギアがもう1つの出力端3、1を提供する。2つのギアボックスが運動変換装置2である。2つの方向変化式の複雑なシングル出力モーションペアが、主動ペアの軸により剛性的に直列に連結され、主動ペアの軸線が共線し、2つの出力端が並進対称にされる。剛性に連結された部位(図中の点線枠)が拡大インターフェース接続装置4、1である。軸線が長い場合、拡大可能なインターフェース接続装置がカップリング装置により接続される。左側の円形ギアボックスが1つの方向が任意的に変化する複雑なシングル出力モーションペア(構造は図14を参照する)であり、入力端の軸線と出力端の軸線が一点で交差し、入力端の軸線と出力端の軸線とでなす角度が任意的な角度である(0°および180°を含まない)。

10

【0149】

ペアNO. 25 (図25) : 図25は、図24の1つの特殊例である。2つの出力端の軸線が入力端の軸線に対して垂直でありかつ相互に平行である。2つの出力端が並進対称にされる。それは方向が直交に変化する複雑なマルチ出力モーションペアと言い、図24と同じく表記する。左側の円形ギアボックスが1つの方向が直交に変化する複雑なシングル出力モーションペア(構造は図15を参照する)であり、入力端の軸線と出力端の軸線が一点で交差し、入力端の軸線と出力端の軸線間の角度が90°である。

20

【0150】

ペアNO. 26 (図26) : 図26は、2つの直列RH機構と、2つの直列移動ペア(または、円柱ペア)とを含み、両方を並列に連結するものを示す図である。1つの螺旋ペアが1つの移動ペアに連結され、2つの出力端が2つの移動ペアから引き出される。転動ペアが入力端であり、2つの出力端が2つの移動ペアに位置し、1つがメイン出力端3であり、左側にあり、1つがサブ出力端3、1であり、右側にある。2つの出力端が反射対称にされる。2つの出力端の運動方向が同一にされる。転動ペアの軸線および移動ペアの軸線が拡大可能なインターフェース4である。2つの螺旋ペアが異なる場合、2つの出力端がクロススケール対称になる。

30

【0151】

ペアNO. 27 (図27) : 図27は、1種目の2つの平行四辺形のモーションペア5で構成されるクロススケール並進対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。2つの平行四辺形5が面一であり、上下がそれぞれ1つであり、中間にある2対の転動ペアが2つの平行四辺形のモーションペアにより共用され、中間のレベルロッドも2つの平行四辺形のモーションペアにより共用され、2つのサイドロッド2、5が共線し、2つの平行四辺形のモーションペア5で運動変換装置2が構成され、2つの平行四辺形のモーションペアが並進対称にされる。一番下のレベルロッドにおける1つの転動ペアが入力端1(固定端)であり、中間のレベルロッドにおける出力端がメイン出力端3であり、一番上のレベルロッドにおける出力端がサブ出力端3、1であり、メイン出力端とサブ出力端がクロススケール並進対称にされる。即ち、サブ出力端の変位がメイン出力端の変位よりも所定の倍数で大きくされる。一番下のレベルロッドにおける2つの転動ペアの軸線が拡大可能なインターフェースである。中間のレベルロッドにおける2つの転動ペアの軸線も拡大可能なインターフェースとしても良い。

40

【0152】

ペアNO. 28A (図28.1) : 図28.1は、2種目の平行四辺形のモーションペアで構成される並進対称系のマルチ出力モーションペアを示す図である。3つの平行四辺

50

形のモーシヨンペア6が同一の平面に位置し、それぞれ左、中間、右にある。3つの平行四辺形6の対角線が共線し、これは中軸線と言い、2つの平行四辺形の中軸線における隣り合う頂点が1つの転動ペアを共用する。左の平行四辺形の中軸線における2つの頂点間に1つの移動ペアが連結され、移動ペアの左側が入力端1である。中軸線における左から2つ目の頂点がメイン出力端3であり、3つ目、4つ目の頂点がサブ出力端3. 1、3. 2である。サブ出力端とメイン出力端がクロススケール並進対称にされる。

【0153】

ペアNO. 28B (図28. 2) : 図28. 2は、菱形で構成される並進対称系のマルチ出力モーシヨンペアを示す図である。菱形の対角線が相互に垂直であり、2対の隣り合う辺が等しい。左側が1つの菱形であり、右側が菱形または平行四辺形にされる。菱形および平行四辺形が同一の平面にあり、その対角線が共線し、中軸線と言い、2つの四辺形の中軸線における隣り合う頂点が1つの転動ペアを共用する。菱形の中軸線における2つの同じ辺長を有する頂点間に1つの移動ペアが連結され、移動ペアの左側が入力端1である。中軸線における左から2つ目の頂点がメイン出力端3であり、3つ目、4つ目の頂点がサブ出力端3. 1、3. 2である。サブ出力端とメイン出力端がクロススケール並進対称にされる。このマルチ出力モーシヨンペアとペアNO. 28Aとは機能が完全に同一にされ、構造が類似するので、同一の種類に属する。また、ペアNO. 28Bは全て菱形で構成されても良い。菱形も反射対称のモーシヨンペアにしても良い (図11. 1を参照する)。

【0154】

ペアNO. 29 (図29) : 図29は、3種目の平行四辺形のモーシヨンペアで構成される並進対称系のダブル出力モーシヨンペアを示す図である。2つの平行四辺形5の平面が相互に平行であり (面一ではない)、1つが前にあり、1つが後ろにある。2つの平行四辺形5の下にある2対の転動ペアが2つの平行な軸線に取り付けられ、出力端がそれぞれ2つの平行四辺形の上にあるレベルロッドに取り付けられ、前がメイン出力端3であり、後ろがサブ出力端3. 1である。サブ出力端とメイン出力端が並進対称にされる。前後2つの平行四辺形のサイドロッドの長さが異なると、サブ出力端とメイン出力端がクロススケール並進対称になる。下にある2つの転動ペアの軸線が拡大可能なインターフェース4である。

【0155】

ペアNO. 30 (図30) : 図30は、4種目の1つの平行四辺形のモーシヨンペア5で構成される並進対称系のマルチ出力モーシヨンペアを示す図である。平行四辺形の下レベルロッドが固定され、下のレベルロッドにおける1つの転動ペアが入力端1 (固定端) であり、上のレベルロッドには3つの出力端があり、1つがメイン出力端3、もう2つがサブ出力端3. 1、3. 2である。

【0156】

ペアNO. 31 (図31) : 図31は、Sarrus機構7からなる並進対称系の複雑なダブル出力モーシヨンペアを示す図である。2つのSarrus機構7は1つが上であり、1つが下にある。中間にある2対の転動ペアが2つのSarrus機構により共用され、中間の2つのロッド2. 6がそれぞれ共線する。一番下の2つの転動ペアは1つが入力端とされ、メイン出力端3が下のSarrus機構にあり、サブ出力端3. 1が上のSarrus機構にある。2つの出力端がクロススケール並進対称にされる。

【0157】

ペアNO. 32 (図32) : 図32は、ギアボックスからなる並進対称系の複雑なダブル出力モーシヨンペアを示す図である。ギアボックスが運動変換装置2であり、左側の転動ペアが入力端であり、この転動ペアの軸にはメイン入力端が連結される。右側の転動ペアの軸にはサブ出力端3. 1が連結され、2つの出力端が並進対称にされる。2つの出力端が同方向の並進運動を行う。メイン出力端とサブ出力端が平行であるが共線ではない。運動変換装置2が1つのギア組からなる。2つの出力端が並進対称またはクロススケール並進対称に構成される。

【0158】

ペアNO. 33 (図33) : 図33は、ギア組と2つのラックとからなる並進対称系の複雑なダブル出力モーションペアを示す図である。2つのラック2. 3はそれぞれ上下にある。中間には、1つのギアペア2. 1が噛み合う。ギアが取り付けられた転動ペアが入力端1であり、下のラックにはメイン出力端3が連結され、上のラックにはサブ出力端3. 1が連結される。2つの出力端が並進対称にされる。2つの出力端が同方向の並進運動を行う。メイン出力端とサブ出力端の運動方向が平行であるが共線ではない。運動変換装置2 (ラック伝動) が1つのギアで変速装置を構成する。2つの出力端が並進対称にされる。2つのラックの運動速度が異なると、2つの出力端がクロススケール並進対称に構成される。

10

【0159】

ペアNO. 34. 1 (図34. 1) : 図34. 1は、1つの方向が任意的に変化する両方変化式の複雑なマルチ出力モーションペアを示す図である。図25を基に、2つの出力端それぞれには1つの (RHP) 複雑なモーションペアが直列に連結される。図25の出力端の転動ペアが (RHP) の転動ペアと同軸し共用する。2つの出力端が並進的に出力し、2つの出力端が並進対称にされる。左側の円形ギアボックスと (RHP) 複雑なモーションペアとからなる複雑なモーションペアは1つの任意的に変化する両方変化式の複雑なシングル出力モーションペアであり、入力端の軸線と出力端の軸線とが一点で交差し、入力端の軸線と出力端の軸線とでなす角度が任意的な角度である (0° および 180° を含まない)。上記の並進変換を複数回施し、マルチ出力モーションペアを生成しても良い。

20

【0160】

ペアNO. 34. 2 (図34. 2) : 図34. 2は1つの直交的に変化する両方変化式の複雑なマルチ出力モーションペアを示す図である。それはペアNO. 34. 1の特殊例である。出力端の軸線が相互に平行でありかつ入力端の軸線に対して垂直である。左側の円形ギアボックスと (RHP) 複雑なモーションペアとからなる複雑なモーションペアは1つの直交的に変化する両方変化式の複雑なシングル出力モーションペアであり、入力端の軸線と出力端の軸線とが一点で交差し、入力端の軸線と出力端の軸線間の角度が 90° である。上記の並進変換を複数回施し、マルチ出力モーションペアを生成しても良い。

【0161】

30

ペアNO. 35 (図35) : 図35は、1つのRHP機構からなる並進対称系のマルチ出力モーションペアを示す図である。全てのモーションペアの軸線が重なり合う。転動ペアが主動ペアで入力端1である。2つの出力端が移動ペアの軸線に位置され、1つのメイン出力端3が左側にあり、1つのサブ出力端3. 1が右側にある。2つの出力端が並進対称にされ、2つの出力端の運動方向が同一にされる。運動変換装置2がRH機構で構成される。移動ペアの軸線は拡大可能なインターフェース4である。

【0162】

回転対称系 : 図41-図50は、回転対称系のマルチ出力モーションペアを示す。

【0163】

ペアNO. 5 (図5) は、1つの反射対称系のモーションペアであり、1つの回転対称系のモーションペアでもある。

40

【0164】

ペアNO. 36 (図36) : 図36は、出力端を複数有する1つの回転対称のモーションペアを示す図である。1つのリング状の転動ペアは、同一の半径には複数の出力端が均一配置され、隣り合う出力端間の角度が同一にされる (異なっても良い)。出力端のうち、1つがメイン出力端3であり、残りがサブ出力端3. 1、3. 2、3. 3、3. 4、3. 5である。メイン出力端とサブ出力端が回転対称にされる。

【0165】

ペアNO. 36の1つの応用として、複数の同一のペアNO. 41が同一の軸 (中軸と言う) に被られ、全ての出力端が中軸を軸線とした1つの円柱面にある。円柱面が3つ以

50

上の同一な扇形領域に分けられ、それぞれの領域には、リング状の転動ペア毎に1つだけの出力端、即ち同じ出力端を有し、扇形領域毎に1つのパラレル機構が取り付けられ、他の扇形領域におけるパラレル機構がそれと回転対称にされる。

【0166】

ペアNO. 36の別の応用として、複数の半径が異なるペアNO. 36が同一の軸（中軸と言う）に被られ、異なるリング状の転動ペアの出力端が半径の異なる円にある。一番下にあるリング状の転動ペアの出力端が位置する円の半径が最も大きく、一番上にあるリング状の転動ペアの出力端が位置する円の半径が最も小さくされる。他のリング状の転動ペアは、出力端の位置する円の半径が下から上まで順次小さくなる。全ての出力端が中軸に垂直な1つの平面にある。この平面が一番上にあるリング状の転動ペアの平面と面一にし、またはその上にある。この平面が3つ以上の同一な扇形領域に分けられ、それぞれの領域には、リング状の転動ペア毎に1つだけの出力端、即ち同じ出力端を有し、扇形領域毎に1つのパラレル機構が取り付けられ、他の扇形領域におけるパラレル機構がそれと回転対称にされる。

10

【0167】

ペアNO. 37（図37）：図37は、1つのリング状の移動ペアで構成される複数の出力端を有する回転対称のモーションペアを示す図である。リングがスライドレールに支持され、1つのリング状の移動ペアは、同一の半径には複数の出力端が均一配置され、隣り合う出力端間の角度が同一にされる（異なっても良い）。出力端のうち、1つがメイン出力端3であり、残りがサブ出力端3. 1、3. 2、3. 3、3. 4である。メイン出力端とサブ出力端が回転対称にされる。

20

【0168】

ペアNO. 37とペアNO. 36の機能が同一にされ、二者は相互に入れ替わっても良い。例えば、上記のペアNO. 36の2つの応用がペアNO. 42では実現することもできる。ただし、ペアNO. 37の軸線が変化するものである一方、ペアNO. 36の軸線が唯一のものである。ペアNO. 36の代わりに、ペアNO. 37を主動ペアとして用いると、その軸線には変化が発生する。ベーシックファンデーションプラットフォームも変化するが、それは依然としてベーシックファンデーションプラットフォームが平面であるという基本的な要求に該当する。

【0169】

30

ペアNO. 38（図38）：図38は、1つの回転系の並進対称マルチ出力モーションペア（図22参照）を変換してなるものを示す図である。2つの出力端の中心点で、軸線が直線から折れ線になり、即ち、拡大インターフェース接続装置4. 1であるカップリング装置が1つ取り付けられる。例えば、1対の噛み合うベベルギアで構成されるカップリング装置がある（図中で、小さな台形で表される）。複数の出力端がある場合でも、軸線が依然として1つの平面にある。メイン出力端3とサブ出力端3. 1、3. 2が回転対称にされる。出力端の運動平面が転動ペアの軸線に対して垂直である。

【0170】

ペアNO. 39（図39）：図39は、1つの移動ペアで構成される複数の出力端を有する回転対称系のモーションペアを示す図である。図39は、1つの並進対称系のマルチ出力モーションペア（図21参照）を変換してなるものである。2つの出力端の中心点で、軸線が直線から折れ線になり、即ち、拡大インターフェース接続装置4. 1であるカップリング装置が1つ取り付けられる。例えば、1対の噛み合うベベルギアとラックとで構成されるカップリング装置がある（図中で、小さな台形で表される。ペアNO. 16参照）。複数の出力端がある場合でも、軸線が依然として1つの平面にある。メイン出力端3とサブ出力端3. 1、3. 2が回転対称にされる。出力端が並進運動を行う。

40

【0171】

ペアNO. 40（図40）：図40は、1つの方向変化式の複雑な回転系の並進対称マルチ出力モーションペア（図25参照）を変換してなるものを示す図である。2つの出力端の中心点で、軸線が直線から折れ線になり、即ち、拡大インターフェース接続装置4.

50

1であるカップリング装置が1つ取り付けられる。例えば、1対の噛み合うベベルギアで構成されるカップリング装置がある（図中で、小さな台形で表される）。複数の出力端がある場合でも、転動ペアの軸線が依然として1つの平面にある。メイン出力端とサブ出力端が回転対称にされる。出力端の運動平面が転動ペアの軸線に対して平行である。

【0172】

ペアNO. 41（図41）：図41は、ペアNO. 15（図15）を基に2つの出力端をさらに増やしたものを示す図である。増やした出力端が元の出力端の平面内にあり、メイン出力端となす角度がそれぞれ90°および270°にされる。4つの出力端は、2つの隣り合う出力端間の角度が90°である。入出力変換装置に2対のベベルギアが増加される。出力端の運動平面が主動ペアの軸線に対して平行である。2つ以上のペアNO. 41が1つのカップリング装置により主動ペアの軸線を連結し、8つ以上の出力端を有する1つの複雑なモーションペアを形成する。

10

【0173】

スライド反射対称系：図61-65は、スライド反射対称系のダブル出力モーションペアを示す。

【0174】

ペアNO. 42（図42）：図42は、1つの転動ペアからなるスライド反射対称系の簡単なダブル出力モーションペアを示す図である。メイン出力端3とサブ出力端3.1がスライド反射対称にされる。

【0175】

ペアNO. 43（図43）：図43は、1つの移動ペアからなるスライド反射対称系の簡単なダブル出力モーションペアを示す図である。メイン出力端3とサブ出力端3.1がスライド反射対称にされる。

20

【0176】

ペアNO. 44（図44）：図44は、1つの任意的に変化する方向変化式の複雑な転動ペアからなるスライド反射対称系の複雑なダブル出力モーションペアを示す図である。

【0177】

ペアNO. 45（図45）：図45は、ペアNO. 34.1を変換してなるものを示す図である。ペアNO. 34.1のサブ出力端が反射変換を行い、出力端3.1が主動ペア軸線の下に変換され、1つのスライド反射対称系の複雑なダブル出力モーションペアを形成する。この複雑なダブル出力モーションペアが拡大可能なインターフェースを複数有する。

30

【0178】

ペアNO. 46（図46）：図46は、1つのギア、ラックの複雑なモーションペアからなるスライド反射対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。

【0179】

ペアNO. 47（図47）：図47は、図26と構造が類似し、図26における出力端3.1が反射変換され、出力端3.1が軸線の下に変換されて1つのクロススケールスライド並進対称系のダブル出力モーションペアを形成することを示す図である。

【0180】

一定対称系：図71-図75は、一定対称系のダブル出力モーションペアを示す。2つの出力端が重なり合い、即ち、一定対称にされる。あるいは、1つの出力端が2つのロッドに連結されても良い（図における点線）。ペアNO. 71-75はいずれもこれらの特徴を有するので、一々説明しない。

40

【0181】

ペアNO. 48（図48）：図48は、転動ペアからなる一定対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。実施例4では、このダブル出力モーションペアが適用されている。

【0182】

ペアNO. 49（図49）：図49は、移動ペアからなる一定対称系のダブル出力モー

50

ションペアを示す図である。2つの出力端が重なり合い、即ち、一定対称にされる。あるいは、1つの出力端が2つのロッドに連結されても良い（図における点線）。実施例4では、このダブル出力モーションペアが適用されている。

【0183】

ペアNO. 50（図50）：図50は、1つのRHP機構からなる並進対称系のマルチ出力モーションペアを示す図である。全てのモーションペア軸線が重なり合う。転動ペアが主動ペアであり、入力端1である。2つの出力端が移動ペアの軸線に位置され、左側のメイン出力端3と右側のサブ出力端3. 1を含む2つの出力端が並進対称にされ、2つの出力端の運動方向が同一にされる。運動変換装置2が2つのRHで構成される。移動ペアの軸線が拡大可能なインターフェース4である。

10

【0184】

ペアNO. 51（図51）：図51は、1つのRHP機構からなる並進対称系のマルチ出力モーションペアを示す図である。全てのモーションペアの軸線が重なり合う。転動ペアが主動ペアであり、入力端1である。2つの出力端が移動ペアの軸線に位置され、左側のメイン出力端3と右側のサブ出力端3. 1を含む2つの出力端が並進対称にされ、2つの出力端の運動方向が同一にされる。運動変換装置2が2つのRHで構成される。移動ペアの軸線が拡大可能なインターフェース4である。

【0185】

ペアNO. 52A（図52. 1）：図52. 1は、タイガーヒンジで形成される一定対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。タイガーヒンジの固定軸が水平軸であり、2つの出力端がタイガーヒンジの揺動軸（垂直平面において揺動する）から引き出され、2つの出力端3と出力端3. 1が重なり合い、即ち、一定対称にされる。

20

【0186】

ペアNO. 52B（図52. 2）：図52. 2は、別のタイガーヒンジで形成される一定対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。タイガーヒンジの固定軸が垂直軸であり、2つの出力端がタイガーヒンジの揺動軸（水平面において揺動する）から引き出され、2つの出力端3と出力端3. 1が重なり合い、即ち、一定対称にされる。

【0187】

ペアNO. 52C（図52. 3）：図52. 3は、ボールヒンジで形成される一定対称系のダブル出力モーションペアを示す図である。ボールヒンジが3つの直交する転動ペアから形成され、ボールヒンジの固定軸が垂直軸であり、出力端が3つ目の転動ペアから引き出され、3つ目の転動ペアが垂直平面に揺動し、2つの出力端3と出力端3. 1が重なり合い、即ち、一定対称にされる。

30

【0188】

複合マルチ出力モーションペアについては、複数の対称変換が次々に施されてなるマルチ出力モーションペアまたは複数のマルチ出力モーションペアが直列に連結されて形成する複雑なマルチ出力モーションペアの出力端が3つ以上である。

【0189】

ペアNO. 53（図53）：図53は、ペアNO. 2（図2）に出力端を増やして得る複雑なマルチ出力モーションペアを示す図である。ペアNO. 2における2つの軸受の軸線を伸ばして、同一側の軸線に出力端を増やすことにより、複雑なマルチ出力モーションペアにする。図53では、6つの出力端があり、その1つがメイン出力端3であり、残りがサブ出力端3. 1-3. 5である。サブ出力端は、メイン出力端に複数の対称変換が次々に施されてなるものである。5つのサブ出力端を得る方法が複数ある。1、軸線の上にある3つの出力端は、右の2つが並進変換により得られ、右の2つのサブ出力端がメイン出力端と並進対称にされ、下にある3つの出力端が上にある3つの出力端を反射変換してなるものである。2、軸線の上にある3つの出力端が並進変換により得られ、下にある3つの出力端が上にある3つの出力端と180°回転対称なものである。3、右下にある2つの出力端が左上にあるメイン出力端にスライド反射変換を行って得るものであり、右上にある2つの出力端が左下にある出力端にスライド反射変換を行って得るものである。左

40

50

下にあるサブ出力端がメイン出力端を反射変換して得るものである。

【0190】

ペアNO. 54 (図54) : 図54は、2つの図15で示した両方変化式の複雑な反射対称のモーションペアに並進変換をもう1回施して得るものを示す図である。即ち、2つのペアNO. 14が直列に連結され、出力端を4つ有する複雑なモーションペアを1つ形成する。このモーションペアには、反射変換、並進変換、回転変換に加えて、スライド反射変換を含む。

【0191】

ペアNO. 55 (図55)、図55は、図34. 2で示した両方変化式の複雑な並進対称のモーションペアに反射変換をもう1回施して得るものを示す図である。出力端を4つ有する複雑なモーションペアが1つ形成され、反射変換の時、ギアペアの構造はペアNO. 15の構造を参照する。このモーションペアには、反射変換、並進変換、回転変換に加えて、スライド反射変換を含む。

【0192】

ペアNO. 56 (図56) は、ペアNO. 38を基に出力端を増やして得るものである。ペアNO. 38のメイン出力端3の右側に1つの並進出力端3. 1が増えると、元の2つのサブ出力端が3. 2、3. 3になり、メイン出力端3とサブ出力端3. 1が並進対称にされ、メイン出力端3とサブ出力端3. 2が回転対称にされる。複数のペアNO. 56を用いることにより、複数種の対称特性を有するロボットを生成することができる。

【0193】

ペアNO. 57 (図57) は、ペアNO. 40を基に出力端を増やして得るものである。ペアNO. 40のメイン出力端3の右側に1つの並進出力端3. 1が増えると、元の2つのサブ出力端が3. 2、3. 3になり、4つの出力端を有するモーションペアになる。ペアNO. 57のメイン出力端の下側には、1つの反射対称の出力端がさらにあり、それぞれのサブ出力端の下側には、1つの反射対称のサブ出力端がある。ペアNO. 57が8つの出力端を有する。8つの出力端うち、7つのサブ出力端がメイン出力端と対称にされ、反射対称、並進対称、回転対称およびスライド反射対称を含む。出力端の構造寸法を適当にデザインすると、クロススケール対称をさらに形成することができる。したがって、複数のペアNO. 57を用いることにより、複数種の対称特性を有するロボットを生成することができる。

【0194】

上記のマルチ出力モーションペアについて、2つのまたはわずかな出力端のみが説明されており、実際に、上記のモーションペアに対称変換を次々に施してより多くの出力端を得ることができる。上記のいくつか異なるマルチ出力モーションペアを直列に連結して、より多くの出力端を形成し、より複雑なマルチ出力モーションペアを形成しても良い。

【0195】

様々な対称マルチ出力モーションペアについては、一々説明するわけにはいかない。本発明に定義されたマルチ出力モーションペアに該当すれば、いずれも本発明の保護範囲内にある。

【0196】

六、分岐チェーンおよびブランチ分岐チェーンについて

分岐チェーンについて：本文に記載の分岐チェーンの数は、ファンデーションプラットフォームから引き出された分岐チェーンの数であり、主動ペアの数でもあり、主動分岐チェーンの数と言う。モーションプラットフォームに連結されたブランチ分岐チェーンの数が同一であってもよく、異なっても良い。モーションプラットフォームに連結されたブランチ分岐チェーンの数が主動分岐チェーンの数以下である。分岐チェーンは通常、モーションペアと連結ロッドからなる。ただし、各種の文献では、モーションペアのアルファベットで分岐チェーンを表す場合、連結ロッドを表示せず、アルファベットのみを書く習慣がある。本文では、この方式が採用される。

【0197】

サブブランチ分岐チェーンおよびサブブランチ分岐チェーンの引出しについて：サブブランチ分岐チェーンは3種があり、大型サブブランチ分岐チェーン、中型サブブランチ分岐チェーン、小型サブブランチ分岐チェーンである。大型サブブランチ分岐チェーンは1つ目のモーションペアの出力端に連結され、それはメイン分岐チェーンと同一またはほぼ同一のブランチ分岐チェーンであるので、大型サブブランチ分岐チェーンと言う。大部分の実施例が大型サブブランチ分岐チェーンである。小型サブブランチ分岐チェーンは3つ目の広義モーションペアに連結されたブランチ分岐チェーンであり、それはメイン分岐チェーンよりもモーションペアが2つ少なく、モーションペアの最も少ないブランチ分岐チェーンであるので、小型サブブランチ分岐チェーンと言う。それぞれのマルチプラットフォーム対称パラレルロボットには小型サブブランチ分岐チェーンがある訳ではない。小型サブブランチ分岐チェーンを1つの連結ロッドとする場合があり、例えば、実施例11（図68）の場合、本文でもまとめてサブブランチ分岐チェーンと言う。サブブランチ分岐チェーンは、1つの連結ロッドのみが分界モーションペアの帰属に関わる。分界モーションペアが下流ブランチ分岐チェーンに分けられると、実施例11における下流ブランチ分岐チェーンが正に1つのシングルモーションペア分岐チェーンになる。中型サブブランチ分岐チェーンは2つ目の広義モーションペアに連結されたブランチ分岐チェーンであり、それは大型サブブランチ分岐チェーンよりもモーションペアが1つ少なく、小型サブブランチ分岐チェーンよりもモーションペアが1つ多いので、中型サブブランチ分岐チェーンと言う。実施例10（図67）を参照する。1つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットには、1種、2種または3種のサブブランチ分岐チェーンを有しても良い。サブブランチ分岐チェーンは同一のまたは類似するものである。

【0198】

同一のブランチ分岐チェーンでは、大型サブブランチ分岐チェーンに対応する上流ブランチ分岐チェーンが最も小さく、1つのマルチ出力モーションペアだけである。例えば、実施例1が挙げられる。類似するように、小型サブブランチ分岐チェーンに対応する上流ブランチ分岐チェーンが最も大きく、3つの広義モーションペアがある。例えば、実施例11が挙げられる。類似するように、中型サブブランチ分岐チェーンに対応する上流ブランチ分岐チェーンは、2つの広義モーションペアがある。例えば、実施例10が挙げられる。

【0199】

サブブランチ分岐チェーン（下流ブランチ分岐チェーンとも言う）が下流メイン分岐チェーンと同一またはほぼ同一の場合について：同一とは、同一のモーションペアからなり、同一の順番で連結され、かつ、モーションペアと連結された部材の長さも同一にされる意味をする。ほぼ同一とは、同一のモーションペアからなり、同一の順番で連結されるが、モーションペアと連結された部材の長さはわずかな違いがあっても良い意味をする。組み立てロボットおよびパラレル工作機械ロボットでは、同一の部材長さが要求される一方、歩行パラレルロボットでは、ほぼ同一または同一であっても良い。

【0200】

サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンとの対称、サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンとの対称、サブブランチ分岐チェーンと下流ブランチ分岐チェーンとの対称は、位置されるメイン出力端とサブ出力端との対称特性と同一にされる。対称も、厳しい対称と緩やかな対称の2種に分けられる。

【0201】

七、対称について

本発明に記載の対称がパラレルロボット機構学に定義する対称とは別の概念である。パラレルロボット機構学に定義する対称は、分岐チェーンが同一のパラレル機構を言うので、1つのパラレル機構自身に関する特性である。本発明に記載の対称は、ベーシックパラレル機構とブランチパラレル機構との関係、ベーシックモーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームとの関係、マルチ出力モーションペアのメイン出力端とサブ出力端との関係、下流メイン分岐チェーンとサブブランチ分岐チェーンとの関係を

言い、実質的に、2つのパラレル機構の間の関係である。

【0202】

本発明に記載の対称は、実質的に、幾何学的な対称にされ、1種の変換であるが、幾何学的な対称と完全に同一のものではない。例えば、実施例1における対称ダブル出力モーションペアは、1つ目のモーションペアとして、主動ペアであるが、理論上、対称する場合、2つの主動ペアを駆動する必要がある一方、工程では、1つの転動ペアを駆動すれば良い。また、例えば、両面歩行のパラレルロボットの対称は、1つの緩やかな対称としてもよい。本発明に記載の対称は、最大な特徴が、各パラレル機構の間には1つの機械的連結があり、連続かつ正確なエネルギー、運動、情報の伝達通路を提供することにある。

【0203】

本発明に記載のクロススケール対称はフラクタルジオメトリからの概念である。クロススケール対称は、異なるスケール上の対称にされ、大きくまたは小さくスケールされた後の対称であり、自己類似して形成した対称であって、一部が別の一部と類似した対称である。伸縮対称性、自己類似性対称性、またはクロススケール対称と言う文献がある。本文では、クロススケール対称という名が採用される。例えば、2つの類似する三角形は、大きさが異なるにも関わらず、二者がクロススケール対称なものである。クロススケール対称はクロススケール反射対称、クロススケール並進対称、クロススケール回転対称およびクロススケールスライド反射対称に分けられる。

【0204】

本発明に記載の対称は、初期位置時の対称を言う。対称には、反射対称、並進対称、回転対称、スライド反射対称およびクロススケール対称を含み、さらに、上記の対称に対する有限回の継続実施（相乗効果）を含む。ベーシックファンデーションプラットフォームとブランチファンデーションプラットフォームとの対称、出力端の対称にはさらに、一定対称を含む。

【0205】

本発明に記載の対称は、初期状態の構造に対する説明である。他のタイミングでの対称は、その対称性が変化する。例えば、同一タイミングでの対称が異なるタイミングでの構造対称になることがあり、対称が全体的対称または相変化的対称となる可能性がある。その例として、実施例3、4における対称が挙げられる。

【0206】

本発明に記載の対称にはさらに、上流メイン分岐チェーンと下流ブランチ分岐チェーンとの対称を含む。一方、上記の内容には、このような対称が言及されていない。実際に、上流メイン分岐チェーンと下流ブランチ分岐チェーンとの対称がすでに出力端の対称およびパラレル機構の対称に含まれている。上流メイン分岐チェーンと下流ブランチ分岐チェーンとの対称には、一定対称、反射対称、並進対称、回転対称、スライド反射対称およびクロススケール対称を含む。

【0207】

本発明に記載の対称は、厳しい対称および緩やかな対称に分けられる。組立てロボットおよびパラレル工作機械が厳しい対称に属し、歩行パラレルロボットが緩やかな対称に適する。緩やかな対称には、並進距離が異なる場合がさらに含まれる。クロススケール対称も厳しい対称および緩やかな対称に分けられる。厳しいプロファイリングまたは厳しいスケールリングプロファイリングが厳しい対称に属し、バリエーションプロファイリングが緩やかな対称に適する。

【0208】

ベーシックパラレル機構の対称変換については、3つの方向に沿って対称変換を（同時に）行って良い。（1）、ファンデーションプラットフォームの平面の法線方向に沿って対称変換を行う。例えば、実施例9、10における並進変換が挙げられる。（2）、ファンデーションプラットフォームの平面内のある方向に沿って対称変換を行う。例えば、実施例15、16における並進変換が挙げられる。（3）、ファンデーションプラットフォームの平面と1つの角度をなす平面に沿って対称変換を行う。例えば、実施例21にお

10

20

30

40

50

る回転変換が挙げられる。

【0209】

この3種の変換、または、2種の変換、あるいは1種の変換が前後継続して施され、繰り返し施されても良い。3つの方向に沿って対称変換を同時に行うことにより、数多くの対称パラレル機構を生成し、ひいては、ユークリッド空間全体で満ちることができる。

【0210】

八、生成素子について

本発明の基礎が適切な生成素子である。生成素子があれば、本発明による方法を用いると、全ての自由度組合せのパラレル機構（計57種）を生成することができる。57種の自由度組合せに、異なる分岐チェーンの構造、異なる対称方式を加えると、数多くのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットを生成することになる。本文の実施例は、発明方法および発明の構造を正確かつ完全に説明することを目的とする。明瞭かつ便利に表現するために、簡単過ぎるパラレル機構を生成素子として選択することがない。例えば、1-RS & 1-RRR (1T1R) の自由度が2のパラレル機構が生成素子として用いられていない。一方、構造が複雑な4節足のパラレル機構が選択されていないのは、方法および構造に対する説明し難くなるためである。生成素子の選択上、2節足のパラレル機構および平面パラレル機構を適用することが多い。構造および方法を十分説明できる以上、構造があまり複雑にならない。実施例における生成素子に対する補足として、マルチ節足のパラレル機構を含む、下記のような典型的な生成素子をいくつか示す。

【0211】

文献『高等空間機構学』（黄真、高等教育出版社2006.5、以下は、文献1と略称する）の図12-4による5-RRR (RR) 自由度が5の対称パラレル機構、文献『パラレル機構型総合』（孔憲文等、機械工業出版社2013.11、以下は、文献2と略称する）の図8.12、図8.13、図8.14による3D円柱運動パラレル機構および文献2の図12.7、図13.7による自由度が5のパラレル機構は生成素子としても良い。主動ペアの軸線がベーシックファンデーションプラットフォームの平面に対して平行であったり垂直であったりするので、直接生成素子としても良い。文献1の図12-4によるパラレル機構を生成素子とすると、並進変換を行う方式が2つある。1つの方式は、メイン分岐チェーンの1つ目のモーションペアが位置する正五角形を適当に拡大し、分岐チェーンの十分なジャミングスペースを提供すると、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面に垂直な方向にて並進変換を可能にすることである。この方式については、実施例9、10、11を参照しても良い。もう1つの方式は、メイン分岐チェーンの入力端に1つの直交的に変化する方向変化式のマルチ出力モーションペアを直列に連結すると（下記のペアNO. 25を参照する）、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面における並進変換を行うことができる。実施例15、16を参照しても良い。

【0212】

文献2の図6.10、図6.11、図6.12、図6.13（ペアCの代わりに、ペアPRが用いられる）によるトリプル並進パラレル機構は、いくつかが直接生成素子としてもよく、いくつかは1つの方向変化式の複雑なマルチ出力モーションペア、または、両方変化式の複雑なマルチ出力モーションペアを直列に連結すれば、生成素子とすることができる。例えば、1つのペアNO. 17を直列に連結し、反射対称変換を行い、または、1つのペアNO. 34を直列に連結し、並進対称変換を行うことができる。

【0213】

文献『論機構自由度』（黄真等、科学出版社2011.8、以下は、文献3と略称する）の図7.2、図7.3、図7.6、図7.11、図7.33によるパラレル機構および文献『ロボット機構学の数学基礎』（干靖軍等、機械工業出版社2008.7、以下は、文献4と略称する）の図10.21、図10.25、図10.40-図10.43、図10.45によるパラレル機構、ならびに、文献『現代機構学の進展』（すう慧君、高峰高等教育出版社、2007年4月、以下は、文献5と略称する）の図2.34-図2.37

、表 2. 8 (No. 6、No. 10 は除く)、図 4. 29、図 4. 31－図 4. 40、図 4. 42－図 4. 49 によるパラレル機構は、いずれも直接生成素子としてもよい。そのうち、文献 5 の図 4. 43、図 4. 46、図 4. 49 がすでに実施例（実施例 9、7、19）とされている。文献 4 および文献 5 では、平行四辺形のモーションペアを含む場合が多い。文献 3 の図 7. 6 と文献 1 の図 12－4 とは構造が類似する。また、類似する対称変換を行っても良い。

【0214】

文献 2 の図 7. 10 による 3D 球面転動パラレル機構は生成素子としても良い。多くの 3D 球面転動パラレル機構にペア NO. 14 を適用することにより、反射のマルチモーシ
ョンプラットフォームパラレルロボットを実現することができ、ペア NO. 24 を適用す
ることにより、並進のマルチモーシ
ョンプラットフォームパラレルロボットを実現するこ
とができる。

10

【0215】

文献 2 の図 10. 9 によるシングル並進トリプル回転のパラレル機構および図 11. 7
による自由度が 5 のパラレル機構はいずれも生成素子としても良い。ペア NO. 14 を直
列に連結することにより、反射のマルチモーシ
ョンプラットフォームパラレルロボットを
実現することができ、ペア NO. 24 を直列に連結することにより、並進のマルチモーシ
ョンプラットフォームパラレルロボットを実現することができる。

【0216】

文献 2 の図 9. 10 によるトリプル並進シングル回転のパラレル機構は、多くが直接生
成素子として反射変換を行っても良い。転動ペアが主動ペアの生成素子で、1 つのペア N
O. 25 を直列に連結して並進変換を行い、ペア NO. 40 と組み合わせて回転変換を行
う。移動ペアが主動ペアの生成素子で、1 つのペア NO. 34 を直列に連結すれば並進変
換を実現することができる。ペア NO. 40 およびペア NO. 25 を参照すると、回転変
換を実施しても良い。

20

【0217】

いずれかのパラレル機構は、その分岐チェーンそれぞれの 1 つ目のモーションペアが主
動ペアでかつこの分岐チェーンの唯一な主動ペアであれば、このパラレル機構は生成素子
としても良く、各種の対称特性を有するブランチパラレル機構を生成することができる。
対称の性質に基づいて、新たに生成するブランチパラレル機構も生成素子として、新たな
ブランチパラレル機構を生成することができる。ブランチファンデーションプラット
フォームもサブ出力端を引き出すことができる。例えば、実施例 15 では、右側のブランチ
パラレル機構をベーシックパラレル機構として、反射変換を行い、1 つの反射ブランチ
パラレル機構を得ることができる。このブランチパラレル機構は、元のベーシック
パラレル機構のスライド反射パラレル機構である。実施例 20 は、実施例 2 における
ブランチパラレル機構を 90° 回転変換して得られても良い。実施例 12 に対する説明を参照する。

30

【0218】

九、他の説明事項

1、主動ペアの統一および標準化：同一のマルチモーシ
ョンプラットフォームパラレル
ロボットについて、主動ペアを同種のモーションペアとすることが最も好ましい。すると
、製造および制御がより便利になり、標準化もし易くなる。同種のモーションペアではな
い場合、1 つの変化式の出力モーションペアを直列に連結し、同一の入力モーションペア
に変換しても良い。

40

【0219】

2、広義モーションペアの番号：モーションペアの番号は、ファンデーションプラット
フォームから、ファンデーションプラットフォームに取り付けられるモーションペアがモ
ーションペア NO. 1 であり、モーションペア NO. 1 に連結されるのがモーションペア
NO. 2 である。残りのモーションペアについて、番号もこのように付けられる。

【0220】

3、ベーシックパラレル機構の方位規定：ベーシックパラレル機構ファンデーション
プ

50

ラットフォームが平面の水平な状態であると、上下左右に関する記載がいずれもこの水平位置に基づいたものである。回転が発生したとしても、依然としてファンデーションプラットフォームが水平なものであると認め、元の上下左右に関する記載を使用する。ベーシックパラレル機構がファンデーションプラットフォームの上に位置され、メイン分岐チェーンの下端はメイン分岐チェーンのファンデーションプラットフォームと連結された一端を言い、メイン分岐チェーンの上端（または、末端と言う）はメイン分岐チェーンのモーションプラットフォームと連結された一端を言う。

【0221】

4、表現の便宜上に、本文実施例では、モーションプラットフォームとして三角形のモーションプラットフォームを用いることが多く、特に、自由度が6の平行機構にも三角形のモーションプラットフォームが用いられる。実際に、他の各種のモーションプラットフォームを適用しても良く、そのうち、点式のモーションプラットフォーム、線分式のモーションプラットフォーム、平面式のモーションプラットフォームおよび台式のモーションプラットフォームを含む。例えば、平行工作機械ロボットのモーションプラットフォームとしても、二層のモーションプラットフォームを用いても良い。

10

【0222】

5、拡大可能なモーションペア、マルチ出力モーションペア、分界モーションペアの区別および関連について、拡大可能なモーションペアがサブ出力端が引き出される前のモーションペアであり、サブ出力端が引き出された後にはマルチ出力モーションペアになり、また、このマルチ出力モーションペアは、依然としてサブ出力端を再度引き出すことができるので、依然として1つの拡大可能なモーションペアである。分界モーションペアは必然的に1つのマルチ出力モーションペアであるが、引用の角度が異なるだけであり、下流ブランチ分岐チェーンを言うと、分界モーションペアに対応する。1つの決まったブランチパラレル機構については、この3つの概念を区別することがない。三者の組合せには、いずれも拡大インターフェースを含み、一般性が欠如していない。

20

【0223】

6、両面歩行のパラレルロボットの2つのパラレルレッグ機構は、その2対のファンデーションプラットフォームの平面が平行でありまたは1つの平面に位置され、この“平行でありまたは1つの平面に位置する”という記載法は、工程上の記載法である。実際に、2対のファンデーションプラットフォームの平面がほぼ平行でありかつ距離が近くされ、この場合、一体に固定し連結されると、1つの両面歩行のパラレルロボットを形成することが可能になる。近いのは、2つのベーシックファンデーションプラットフォームの平面間の距離が両面歩行のパラレルロボット高さの $1/5$ 以下であることを言う。高さの差を設けるのは、内外側レッグの高さを協調し分岐チェーン間の妨害を低減させるためである。

30

【0224】

作業の過程：分別作業および同時作業の2種に分けられる。

【0225】

同時作業は、組み立てロボットおよびプロファイリングパラレル工作機械を例とする。マルチモーションプラットフォームパラレルロボットの作業過程は、実施例16（図73）における3TOR組み立てロボットを例に説明する。マルチモーションプラットフォームパラレルロボットは計1セットの駆動システム、1セットの制御システムを有し、同一のメイン分岐チェーンおよび同一のベーシックモーションプラットフォームを有する。決まった1つの目標位置について、運動学の数学モデルを適用し、ベーシックパラレル機構の主動ペア変位を算出し、この変位に従って、駆動システムが制御システムにより指令を出し、主動ペアが所定の位置に移動し、ベーシックモーションプラットフォームが目標位置に到達する。同時に、各ブランチモーションプラットフォームもそれぞれの目標位置に到達する。ブランチモーションプラットフォームでは、ベーシックモーションプラットフォームと同一の操作を実現する。パラレル工作機械の作業が組み立てロボットに類似する。

40

【0226】

50

プロファイリングパラレル工作機械の作業中において、プローブが取り付けられたベーシックパラレル機構の作業架台に、加工済みのパーツ（以下は、標準パーツと言う）を取り付け、他のブランチパラレル機構の作業架台に加工しようとするパーツのラフキャスト（以下は、ラフキャストと言う）を取り付け、他のブランチパラレル機構のモーションプラットフォームに切削工具を取り付ける。プローブが標準パーツに徐々に接近し、切削工具がラフキャストに徐々に接近するように制御（手で制御又は自動制御）し、ラフキャストに対する加工、切削を開始させる。プローブが標準パーツに接触すると、切削工具の送りが停止する。プローブの位置を変更し、標準パーツに接近するように徐々に移動させ、ラフキャストの別の部位を加工し始める。プローブが標準パーツの全ての部位に接触すると、ラフキャストの加工が完了する。

10

【0227】

分別作業は、両面歩行のパラレルロボットを例に説明する。

【0228】

正常な直立状態：2つのベーシックパラレルレッグ機構のモーションプラットフォーム（フットアーチ）が下にされる場合、2つのレッグ機構が順次に挙げたり（足が遊離するフェーズ）、下ろしたり（足が立地するフェーズ）することにより、歩行の任務を果たす。別の1対のパラレルレッグ機構も動作するにも関わらず、いかなる仕事をせず、即ち、「アイドリング」する。

【0229】

逆立ち状態：あるアクシデントが発生して歩行パラレルロボットの180°反転を引き起こすと、2つのブランチパラレル機構が下にされ、2つのベーシックパラレル機構が上にされる。したがって、2つのブランチパラレルレッグ機構が順次に挙げたり下ろしたりし、歩行の任務を果たす。2つのベーシックパラレルレッグ機構が「アイドリング」の状態である。

20

【0230】

横に立ち状態：ファンデーションプラットフォームの平面が水平面に対してほぼ垂直であり（これもアクシデントの状態である）、直立状態または逆立ち状態に戻すことができない場合、ファンデーションプラットフォームの平面の両側にあるパラレルレッグ機構がいずれも歩行の任務を果たすことができない。この場合、歩行パラレルロボットのサイドリングが着地し、足指が側壁（または、ある支持物）に接触する。直立状態または逆立ち状態に戻すまで、歩行パラレルロボットの重心を変える方法（例えば、レッグの運動が重心を変えることができ、または、リセットリングを締めてリング状の中心の位置を変えることにより重心を変えることができる）により、ローリングを実現し、あるいは、足指が動き、側壁または支持物に力を加えて、歩行パラレルロボットのローリングを実現することで、歩行パラレルロボットの各種状態における移動を実現する。よって、歩行パラレルロボットがいかなる状態でも移動の任務を果たすことができる。

30

【0231】

本発明の積極な意味および利点：

本発明は主に工業ロボットの分野に適用され、複数の操作目標に対する溶接、加工組立、運搬、塗装、検出、パレタイジング、プレス、フィルムング、擦り洗い、研磨およびレーザ加工などの複雑な作業を一回で完成することができる。

40

【0232】

本発明は以下のように、積極的な意味を有する努力をした：1、ある条件に適合するパラレル機構のために、マルチモーションプラットフォームパラレルロボットを生成する方法を提供した。この方法は従来のいくつかのパラレル機構に適用し、1種または2種の対称操作を実現することができる。例えば、従来のDelta機構を変更しないと、反射対称の変換しかできず、ファンデーションプラットフォームの平面において並進対称変換を行うことができない。2、直交的に変化する方向変化式のマルチ出力モーションペアおよび直交的に変化する両方変化式のマルチ出力モーションペア、並びに、直交的に変化する方向変化式のマルチ出力モーションペアおよび直交的に変化する両方変化式のマルチ出力

50

モーションペアを前記生成素子のメイン分岐チェーンの入力端に直列に連結する方法で、前記生成素子が複数種の対称変換を行う可能にした。それは、4種のベーシック対称変換およびクロススケール対称変換を含む。例えば、実施例15では、別の方向の並進変換を施すことができる。3、任意的に変化する方向変化式のマルチ出力モーションペアおよび任意的に変化する両方変化式のマルチ出力モーションペア、並びに、任意的に変化する方向変化式のマルチ出力モーションペアおよび任意的に変化する両方変化式のマルチ出力モーションペアをいくつかの平行機構の分岐チェーンの入力端に直列に連結する方法を実施した後、これら平行機構が生成素子になり、複数種の対称変換を行うことが可能にした。この発明思想では、元々条件に適合しない平行機構を条件に適合するベーシック平行機構に変換し、対称変換を実現することが可能になる。従って、1つ目のモーションペアが主動ペアでありかつ1つ目のモーションペアのみが主動ペアの平行機構は全てベーシック平行機構としても良い。例えば、実施例16では、Delta平行機構の並進変換を実現する。4、クロススケールマルチモーションプラットフォーム平行ロボットの構造および装置を提出し、生成素子が複数種のクロススケール対称変換を行うように可能性を提供し、多次元スケール加工製造を実現するために可能な方法案を提供した。例えば、実施例25が挙げられる。5、クロススケール対称マルチ出力モーションペアの概念および構造を提出し、生成素子が複数種のクロススケール対称変換を行うように選択可能な方法案を増やし、多次元スケール加工製造を実現するために選択可能な方法案を増やした。例えば、ペアNO. 26、ペアNO. 27が挙げられる。6、対称マルチ出力モーションペアの概念、構造および複数の事例を提出し、各種のマルチモーションプラットフォーム平行ロボットを生成するように条件を創造した。

【0233】

まとめると、本発明は以下のような利点を有する。用途が広い。故障率が低く、メンテナンスがし易く、構造が簡単であり、標準化がし易く、歩留りが高く、コストが低い。例えば、本発明が平行工作機械または組み立てロボットに適用されると、1セットの駆動システム、1セットの制御システムでは2つ以上のパーツを同時加工することができ、作業の効率を大きく向上し、平行組立ラインのために条件を創造することが可能になる。本発明がプロファイリング平行工作機械に適用されると、実物に応じて、実物と完全に同一な製品を1つ以上プロファイリング加工することが可能になる。本発明がスケール平行工作機械に適用されると、実物に応じて、大きくまたは小さくされた製品を1つ以上加工することが可能になる。本発明が歩行平行ロボットに適用されると、1セットの駆動システム、1セットの制御システムでは、ロボットが180°反転した場合にも依然として歩行でき、複雑な状況に対応する能力を大きく向上することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0234】

【図1】図1はペアNO1の略図である。

【図2】図2はペアNO2の略図である。

【図3. 1】図3. 1はペアNO3の略図である。

【図3. 2】図3. 2はペアNO3の略図である。

【図4】図4はペアNO4の略図である。

【図5】図5はペアNO5の略図である。

【図6】図6はペアNO6の略図である。

【図7】図7はペアNO7の略図である。

【図8】図8はペアNO8の略図である。

【図9. 1】図9. 1はペアNO9. 1の略図である。

【図9. 2】図9. 2はペアNO9. 2の略図である。

【図10】図10はペアNO10の略図である。

【図11. 1】図11. 1はペアNO11の略図である。

【図11. 2】図11. 2はペアNO11の略図である。

- 【図 12. 1】図 12. 1 はペア NO 12 の略図である。
- 【図 12. 2】図 12. 2 はペア NO 12 の略図である。
- 【図 13】図 13 はペア NO 13 の略図である。
- 【図 14】図 14 はペア NO 14 の略図である。
- 【図 15】図 15 はペア NO 15 の略図である。
- 【図 16】図 16 はペア NO 16 の略図である。
- 【図 17】図 17 はペア NO 17 の略図である。
- 【図 18】図 18 はペア NO 18 の略図である。
- 【図 19】図 19 はペア NO 19 の略図である。
- 【図 20】図 20 はペア NO 20 の略図である。 10
- 【図 21】図 21 はペア NO 21 の略図である。
- 【図 22】図 22 はペア NO 22 の略図である。
- 【図 23】図 23 はペア NO 23 の略図である。
- 【図 24】図 24 はペア NO 24 の略図である。
- 【図 25】図 25 はペア NO 25 の略図である。
- 【図 26】図 26 はペア NO 26 の略図である。
- 【図 27】図 27 はペア NO 27 の略図である。
- 【図 28. 1】図 28. 1 はペア NO 28 の略図である。
- 【図 28. 2】図 28. 2 はペア NO 28 の略図である。
- 【図 29】図 29 はペア NO 29 の略図である。 20
- 【図 30】図 30 はペア NO 30 の略図である。
- 【図 31】図 31 はペア NO 31 の略図である。
- 【図 32】図 32 はペア NO 32 の略図である。
- 【図 33】図 33 はペア NO 33 の略図である。
- 【図 34. 1】図 34. 1 はペア NO 34 の略図である。
- 【図 34. 2】図 34. 2 はペア NO 34 の略図である。
- 【図 35】図 35 はペア NO 35 の略図である。
- 【図 36】図 36 はペア NO 36 の略図である。
- 【図 37】図 37 はペア NO 37 の略図である。
- 【図 38】図 38 はペア NO 38 の略図である。 30
- 【図 39】図 39 はペア NO 39 の略図である。
- 【図 40】図 40 はペア NO 40 の略図である。
- 【図 41】図 41 はペア NO 41 の略図である。
- 【図 42】図 42 はペア NO 42 の略図である。
- 【図 43】図 43 はペア NO 43 の略図である。
- 【図 44】図 44 はペア NO 44 の略図である。
- 【図 45】図 45 はペア NO 45 の略図である。
- 【図 46】図 46 はペア NO 46 の略図である。
- 【図 47】図 47 はペア NO 47 の略図である。
- 【図 48】図 48 はペア NO 48 の略図である。 40
- 【図 49】図 49 はペア NO 49 の略図である。
- 【図 50】図 50 はペア NO 50 の略図である。
- 【図 51】図 51 はペア NO 51 の略図である。
- 【図 52. 1】図 52. 1 はペア NO 52 の略図である。
- 【図 52. 2】図 52. 2 はペア NO 52 の略図である。
- 【図 52. 3】図 52. 3 はペア NO 52 の略図である。
- 【図 53】図 53 はペア NO 53 の略図である。
- 【図 54】図 54 はペア NO 54 の略図である。
- 【図 55】図 55 はペア NO 55 の略図である。
- 【図 56】図 56 はペア NO 56 の略図である。 50

【図 5 7】図 5 7 はペア N O 5 7 の略図である。

【図 5 8】図 5 8 は反射対称系の実施例 1 の略図である。

【図 5 9】図 5 9 は反射対称系の実施例 2 および 2 0 の略図である。

【図 6 0】図 6 0 は反射対称系の実施例 3 の略図である。

【図 6 1】図 6 1 は反射対称系の実施例 4 の略図である。

【図 6 2】図 6 2 は反射対称系の実施例 5 の略図である。

【図 6 3】図 6 3 は反射対称系の実施例 6 の略図である。

【図 6 4】図 6 4 は反射対称系の実施例 7 の略図である。

【図 6 5】図 6 5 は反射対称系の実施例 8 の略図である。

【図 6 6】図 6 6 は並進対称系の実施例 9 の略図である。

10

【図 6 7】図 6 7 は並進対称系の実施例 1 0 の略図である。

【図 6 8】図 6 8 は並進対称系の実施例 1 1 の略図である。

【図 6 9】図 6 9 は並進対称系の実施例 1 2 の略図である。

【図 7 0】図 7 0 は並進対称系の実施例 1 3 の略図である。

【図 7 1】図 7 1 は並進対称系の実施例 1 4 の略図である。

【図 7 2】図 7 2 は並進対称系の実施例 1 5 の略図である。

【図 7 3】図 7 3 は並進対称系の実施例 1 6 の略図である。

【図 7 4】図 7 4 は並進対称系の実施例 1 7 の略図である。

【図 7 5】図 7 5 は並進対称系の実施例 1 8 の略図である。

【図 7 6】図 7 6 は並進対称系の実施例 1 9 の略図である。

20

【図 7 7】図 7 7 は回転対称系の実施例 2 1 の略図である。

【図 7 8】図 7 8 は回転対称系の実施例 2 2 の略図である。

【図 7 9】図 7 9 は回転対称系の実施例 2 3 の略図である。

【図 8 0】図 8 0 は回転対称系の実施例 2 4 の略図である。

【図 8 1】図 8 1 はクロススケール対称系の実施例 2 5 の略図である。

【図 8 2】図 8 2 はクロススケール対称系の実施例 2 6 の略図である。

【図 8 3】図 8 3 はクロススケール対称系の実施例 2 7 の略図である。

【図 8 4】図 8 4 はクロススケール対称系の実施例 2 8 の略図である。

【図 8 5. 1】図 8 5. 1 は両面对称歩行のパラレルロボット実施例 2 9 のレッグ A レッグ B の平面略図である。

30

【図 8 5. 2】図 8 5. 2 は両面对称歩行のパラレルロボット実施例 2 9 のレッグ A およびレッグ B を固着するリセットリングの平面略図である。

【図 8 6】図 8 6 は両面对称歩行のパラレルロボット実施例 3 0、3 1 の両面歩行のパラレルロボットの調節可能なリセットリング部の平面略図である。

【図 8 7】図 8 7 は下流分岐チェーンが合併した反射対称系の実施例 3 2 の立体略図である。

【図 8 8】図 8 8 は下流分岐チェーンが合併した歩行パラレルロボットの実施例 3 3 の平面略図である。

【符号の説明】

【0 2 3 5】

40

マルチ出力モーションペアの符号：マルチ出力モーションペアの入力端（入力端と略称する）が 1 で表される。マルチ出力モーションペアの運動変換装置（変換装置と略称する）が 2、ギアが 2. 1、ベベルギアが 2. 2、ラックが 2. 3、中間ギアが 2. 4、平行四辺形のサイドロッドが 2. 5、S a r r u s 機構のサイドロッドが 2. 6、連結ロッド機構が 2. 7 で表される。マルチ出力モーションペアのメイン出力端（メイン出力端と略称する）が 3 で表される。マルチ出力モーションペアのサブ出力端（サブ出力端と略称する）または 1 つ目のサブ出力端が 3. 1 で表され、同一のマルチ（ダブル）出力モーションペアには複数の出力端がある場合、それぞれ 3. 2、3. 3、3. 4、3. 5 で表されること；同一のブランチパラレル機構について、対称マルチ出力モーションペアの引き出し点異なる場合、対称マルチ出力モーションペアが異なり、メイン出力端も異なる。メ

50

イン出力端がそれぞれ 3 a、3 b、3 c で表され、対応するサブ出力端が 3 a. 1、3 b. 1、3 c. 1 で表される。マルチ（ダブル）出力モーションペアの拡大可能なインターフェース装置（インターフェース装置と略称する）が 4、インターフェース接続装置が 4. 1 で表される。平行四辺形の A 類機構が 5 で表され、出力端が 1 つの辺にあり、平行四辺形の B 類機構が 6 で表され、出力端が 1 つの転動ペアにある。Sarrus 機構が 7 で表される。RHP 運動形式変化式の複雑なモーションペアが 8 で表される。PHR 運動形式変化式の複雑なモーションペアが 9 で表される。シングル入力シングル出力（または、ダブル出力）ギアの方法変化式の出力の複雑なモーションペアが 10 で表される（例えば、ペア NO. 14 の構造）。

【0236】

実施例の符号：ベーシックパラレル機構が 11 で表される；ブランチパラレル機構または 1 つ目のブランチパラレル機構が 11. 1 で表され、2 つ目のブランチパラレル機構が 11. 2 で表され、3 つ目のブランチパラレル機構が 11. 3 で表され、残りのブランチパラレル機構が類似する符号で表される。ベーシックファンデーションプラットフォームが 12 で表され、ベーシックファンデーションプラットフォームのヒンジポイントが B0 で表される。ベーシックファンデーションプラットフォームが 1 つしかない場合、メイン分岐チェーンにおける主動ペアまたは主動ペアの入力端が 12 a で表され、主動ペアが全て同一にされる場合、主動ペア（または主動ペアの入力端）が 12 a で表される。ブランチファンデーションプラットフォームが 12. 1 で表され、複数のブランチファンデーションプラットフォームの場合、1 つ目のブランチファンデーションプラットフォームが 12. 1 で表され、2 つ目のブランチファンデーションプラットフォームが 12. 2 で表され、3 つ目のブランチファンデーションプラットフォームが 12. 3 で表され、残りのブランチファンデーションプラットフォームが類似する符号で表される。ブランチファンデーションプラットフォームのヒンジポイントが B1、B2、B3 で直接表されるが、表記しないことが多い。メイン分岐チェーンが 13 で表され、ベーシックパラレル機構のメイン分岐チェーンが異なる場合、左中右で区分されまたは 13 a で表される。ブランチ分岐チェーンが 13. 1 で表され、複数のブランチパラレル機構の場合、異なるブランチパラレル機構上のブランチ分岐チェーンがブランチ分岐チェーン 13. 1、ブランチ分岐チェーン 13. 2、ブランチ分岐チェーン 13. 3 などで区分され、残りのブランチ分岐チェーンが類似する符号で表される。同一のブランチパラレル機構のブランチ分岐チェーンが異なる場合、左中右で区分されまたは 13 a. 1 で表される。下流メイン分岐チェーンまたは下流メインロッドが 14 で表される。ベーシックパラレル機構の下流メイン分岐チェーンが異なる場合、左中右で区分されまたは 14 a で表される。サブブランチ分岐チェーンまたは下流ブランチロッドまたは下流ブランチ分岐チェーンが 14. 1 で表される。複数のブランチパラレル機構の場合、サブブランチ分岐チェーンまたは下流サブブランチ分岐チェーンが下流サブブランチ分岐チェーン 14. 1、下流サブブランチ分岐チェーン 14. 2、下流サブブランチ分岐チェーン 14. 3 などで区分され、残りの下流サブブランチ分岐チェーンが類似する符号で表される。同一のブランチパラレル機構のサブブランチ分岐チェーンが異なる場合、左中右で区分されまたは 14 a. 1 で表され、あるいは、説明だけ行い、表記することがない。ベーシックモーションプラットフォームが 15 で表され、ベーシックモーションプラットフォームが 1 つしかない場合、ブランチモーションプラットフォームが 15. 1 で表され、複数のブランチモーションプラットフォームの場合、ブランチモーションプラットフォーム 15. 1、ブランチモーションプラットフォーム 15. 2、ブランチモーションプラットフォーム 15. 3 などで区分され、残りのブランチモーションプラットフォームが類似する符号で表される。対称マルチ出力モーションペアが 16、拡大可能なモーションペアが 16 a、分界モーションペアが 16 b で表される。同一のブランチパラレル機構について、対称マルチ出力モーションペアの引き出し点が異なる場合、16. 1、16. 2、16. 3 で表される。歩行パラレルロボットに用いられる場合、レッグ A のマルチ出力モーションペアが 16. 4 で表され、レッグ B のマルチ出力モーションペアが 16. 5 で表され、操作ハンドが 17、検出センサまたはプローブ

10

20

30

40

50

が18、サーボモータが19、サーボ電動押しロッドが20で表される。

【0237】

両面歩行のパラレルロボットの符号：レッグAが31. 1で表され、レッグAのベーシックパラレル機構が21. 1、レッグAのブランチパラレル機構が21. 3で表される。レッグBが31. 2で表され、レッグBのベーシックパラレル機構が21. 2で表される。レッグAのベーシックファンデーションプラットフォームが22. 1、レッグAのベーシックファンデーションプラットフォームが22. 1、レッグBのベーシックファンデーションプラットフォームが22. 2、レッグBのベーシックファンデーションプラットフォームが22. 2で表され、股関節（2つが一体に固定し連結された4つのファンデーションプラットフォーム）が23で表される。レッグAの分岐チェーンが34. 1、レッグAのメイン分岐チェーン24. 1で表され、レッグBの分岐チェーンが24. 2、レッグBのメイン分岐チェーンが34. 2で表される。レッグAのフットアーチが25. 1、レッグAのベーシックモーションプラットフォームのフットアーチが25. 1で表され、レッグBのフットアーチが25. 2、レッグBのベーシックモーションプラットフォームのフットアーチが25. 2で表される。レッグAの足指が26. 1、レッグAのベーシックモーションプラットフォームの足指が26. 1で表され、レッグBの足指が26. 2、レッグBのベーシックモーションプラットフォームの足指26. 2で表される。リセットリングが27、28で表され、連結ロッドが28、29で表され、弧形ロッドが29、30で表され、締め機構が30で表される。

10

【0238】

共通のマルチ出力モーションペアが31で表される。2つのマルチモーションプラットフォームのパラレルロボットの場合、共通のマルチ出力モーションペアが31a、31bで表される。共通のメイン出力端が32、共通のサブ出力端が32. 1で表される。共通の下流メイン分岐チェーンが33、共通のサブブランチ分岐チェーンが33. 1で表される。

20

【発明を実施するための形態】

【0239】

次は、図面を参照しながらいくつかの典型的な実施例を説明する。そのうち、反射対称系、並進対称系、回転対称系、スライド反射対称系、クロススケール対称系および他の複合対称系のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットの典型的な実施例を含む。

30

【0240】

全ての実施例では、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームが対称にされ、全てのサブ出力端とメイン出力端が対称にされ、サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンが対称にされ、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが対称にされる。各実施例でもこのようにされるので、記載を省くため、いくつかの典型的なマルチモーションプラットフォームパラレルロボットおよび必要な場合を除いて、一々再説明しない。

【0241】

全ての実施例では、マルチモーションプラットフォームパラレルロボットは“1つのベーシックパラレル機構11と1つ（または、複数）のブランチパラレル機構11. 1とからなり、ベーシックパラレル機構がベーシックファンデーションプラットフォーム12と、メイン分岐チェーン13と、ベーシックモーションプラットフォーム15とを含み、ブランチパラレル機構がブランチファンデーションプラットフォーム12. 1と、ブランチ分岐チェーン13. 1と、ブランチモーションプラットフォーム15. 1とを含む”。この記載、符号の引用が全ての実施例では同一にされ、記載を省くために、いくつかの典型的な実施例を除いて、一々引用し説明しない。

40

【0242】

メイン分岐チェーンにおける広義モーションペアが下から上の順で番号づけられる。メイン分岐チェーンが決まった場合、モーションペアおよびその番号付けも決まり、主動ペ

50

アおよび主動ペアの入力端も付いて決まる。例えば、“メイン分岐チェーンがR U S分岐チェーンである”と記載しただけで、“1つ目の広義モーションペアが転動ペアであり、2つ目の広義モーションペアがタイガーヒンジであり、3つ目の広義モーションペアがボールペアである”と記載すると同じくなり、同時に、“主動ペアが転動ペアで、簡単なモーションペアである”ということも明確されている。もし複雑なモーションペアがあれば、複雑なモーションペアが小括弧を用いて表現され、小括弧内の1つ目のアルファベットがまさに入力端を表す。この複雑なモーションペアが1つ目のモーションペアであると、小括弧内の1つ目のアルファベットがまさに主動ペアの入力端を示す。例えば、分岐チェーン(R G R) R Rの1つ目の広義モーションペアが(R G R)、その入力端が左側の転動ペアである。それは説明するまでも無く明確にされている。そのため、必要な場合を除いて、1つ目の広義モーションペア、2つ目の広義モーションペア、3つ目の広義モーションペアを一々明記することがなく、主動ペアまたは主動ペアの入力端などを一々明記することもない。

10

【0243】

説明の過程では、各種類について1つか2つの実施例を重点に説明することになる。例えば、実施例1、実施例7、実施例17、実施例19について、詳しい説明を行ったが、残りの実施例について簡単な説明しか行っていない。

【0244】

実施例に用いられるアルファベット記号の意味を説明する。Pは移動ペアを表し、Rは転動ペアまたは転動の自由度を表し、Tは移動の自由度を表し、Hは螺旋ペアを表し、Uはタイガーヒンジを表し、U*は純粹並進のユニバーサルヒンジを表し、Sはボールペアを表す。一方、一部の図面におけるアルファベット記号の意味がこれと同じである。図面中のB0はベーシックファンデーションプラットフォームを表し、B1、B2、B3は異なるブランチファンデーションプラットフォームを表す。

20

【0245】

(一) 反射対称系の実施例(例1-8)

実施例1

実施例1(図58)は、1種目のベーシックパラレル機構が3-RRR(2T1R)とされた反射対称系の平面マルチモーションプラットフォームパラレルロボットであって、1つのベーシックパラレル機構11と1つのブランチパラレル機構11.1とからなる。ベーシックパラレル機構11がベーシックファンデーションプラットフォーム12と、メイン分岐チェーン13と、ベーシックモーションプラットフォーム15とを含む。ブランチパラレル機構11.1がブランチファンデーションプラットフォーム12.1と、ブランチ分岐チェーン13.1と、ブランチモーションプラットフォーム15.1とを含む。ベーシックファンデーションプラットフォーム12が直線式のファンデーションプラットフォームB0B0B0であり、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面がベーシックパラレル機構の平面内にある。

30

【0246】

ベーシックパラレル機構11が図中の点線の上にある。ベーシックパラレル機構11は、以下のような構造とされる。ベーシックファンデーションプラットフォーム12が直線式のファンデーションプラットフォームであり、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面がパラレル機構の平面内にある。メイン分岐チェーン13がRRR分岐チェーンであり、ベーシックモーションプラットフォーム15が線分式のモーションプラットフォームである。メイン分岐チェーン13における1つ目の広義モーションペアが転動ペアRであり、この転動ペアが主動ペア12aであり、1つ目の広義モーションペアがダブル出力モーションペア16(ペアNO.1、図1参照)であり、ダブル出力モーションペア16のメイン出力端3が下流メイン分岐チェーン14に連結される。下流メイン分岐チェーン14がRR分岐チェーンであり、下流メイン分岐チェーンがベーシックモーションプラットフォーム15に連結される。

40

【0247】

50

ブランチパラレル機構 11. 1 が図中の点線の下にある。ブランチパラレル機構は、以下のような構造とされる。ブランチファンデーションプラットフォーム 12. 1 とベーシックファンデーションプラットフォーム 12 とが反射対称にされる（一定対称と見なしても良い）。ブランチ分岐チェーン 13. 1 が R R R 分岐チェーンであり、サブブランチ分岐チェーン 14. 1 が R R 分岐チェーンである。サブブランチ分岐チェーン 14. 1 と下流メイン分岐チェーン 14 とは構造が同一にされ、両者が対称にされる。ダブル出力モーションペア 16 のサブ出力端 3. 1 がサブブランチ分岐チェーン 14. 1 に連結される。サブ出力端 3. 1 とメイン出力端 3 が反射対称にされる。ブランチモーションプラットフォーム 15. 1 が線分式のモーションプラットフォームである。ブランチモーションプラットフォーム 15. 1 とベーシックモーションプラットフォーム 15 が反射対称にされる。

10

【0248】

実施例 2

実施例 2（図 59）は、1 種目のベーシックパラレル機構が 3-P R R（2 T 1 R）とされた反射対称系の平面对称ダブルプラットフォームパラレルロボットである。実施例 1 との相違点は主に、1 つ目の広義モーションペアが異なり、前者が転動ペアである一方、後者が移動ペアであることにある。前者の転動ペア軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直であり、後者の移動ペア軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にある。実施例 2 は、主動ペア 12. 1 の軸線が重なり合い、主動ペアが動的に組合せながら共に被られた 3 つの四角形パイプからなることを特徴とする。最も小さな四角形パイプが右側分岐チェーンの主動ペア 12 a であり、その両端が支持して 1 つの移動ペアを形成し、その右側上下にある 2 つの側面には、2 つの反射対称な出力端 3, 3. 1 がある。中間の四角形パイプが短く、最も小さな四角形パイプの外に被られており、中間の四角形パイプが中間分岐チェーンの主動ペアであり、その右側上下にある 2 つの側面には、2 つの反射対称な出力端 3, 3. 1 がある。最も大きな四角形パイプが最も短く、中間の四角形パイプの外に被られ、中間の四角形パイプが左側分岐チェーンの主動ペアであり、その右側上下にある 2 つの側面には、2 つの反射対称な出力端 3, 3. 1 がある。3 つの四角形パイプ軸線の上にある 3 つのメイン出力端 3 が 3 つの下流メイン分岐チェーン 14（R R 分岐チェーン）に連結され、3 つの下流メイン分岐チェーン 14 が 1 つのベーシックモーションプラットフォーム 15 に連結される。3 つの四角形パイプ軸線の下にある 3 つのサブ出力端 3. 1 が 3 つのサブブランチ分岐チェーン 14. 1（R R 分岐チェーン）に連結され、3 つのサブブランチ分岐チェーン 14. 1 が 1 つのブランチモーションプラットフォーム 15. 1 に連結される。ブランチモーションプラットフォーム 15. 1 とベーシックモーションプラットフォーム 15 が反射対称にされる。残りの特徴は、実施例 1 を参照し、再び説明しない。

20

30

【0249】

実施例 3

実施例 3（図 60）は、2 種目のメイン分岐チェーン 13 が全て R R R 分岐チェーンとされた反射対称系の平面マルチモーションプラットフォームパラレルロボットである。実施例 3 は、実施例 1 の変形と見なしても良い。実施例 1 と比べると、二者の主な相違点は、ダブル出力モーションペアが異なることにある。前者が図 1 で示されたコンパス式の反射対称のダブル出力モーションペアであり、後者が図 5 で示された長尺式の反射対称のダブル出力モーションペアである。異なるダブル出力モーションペアによって、下にあるブランチパラレル機構が右向きに一段の距離で並進した構造変化が発生した。残りの特徴は、実施例 1 を参照し、再び説明しない。

40

【0250】

実施例 4

実施例 4（図 61）は、3 種目のメイン分岐チェーン 13 が全て R R R 分岐チェーンとされた反射対称系の平面对称マルチモーションプラットフォーム対称パラレルロボットであり、実施例 1 の変形と見なしても良い。実施例 1 と比べると、二者の主な相違点は、ダ

50

ブル出力モーションペアが異なることにある。前者に用いられるのはペアNO. 1である一方、後者に用いられるのは一定対称のペアNO. 48であり（図48）、モーションプラットフォームは二点線分式のモーションプラットフォームである。本例と実施例1の運動過程における対称が異なるものである。残りの特徴は、実施例1を参照し、再び説明しない。

【0251】

実施例5

実施例5（図62）は、分岐チェーンが全てPRR分岐チェーンとされた反射対称系の平面对称マルチプラットフォーム対称パラレルロボットであり、実施例2の変形と見なしでも良い。実施例2と比べると、二者の主な相違点は、ダブル出力モーションペアの取付方式が異なり、主動ペアの軸線が異なって配置されることにある。前者の移動ペアの軸線が重なり合い、出力端が左右運動する一方、後者の移動ペアの軸線が相互に平行であり、出力端が上下運動する。左側の隣り合う2つの分岐チェーンが逆V字状の分岐チェーングループを構成し、1つの複合ヒンジによりモーションプラットフォームに連結される。三点線分式のモーションプラットフォームが二点線分式のモーションプラットフォームになるが、二者が機能上で相違がないため、区別しない。本例と実施例1の運動過程における対称が異なるものである。残りの特徴は、実施例2を参照し、再び説明しない。

【0252】

実施例6

実施例6（図63）は、ベーシックパラレル機構が1-(RP)RR&1-PRR&1-RRR(2T1R)とされた反射対称系の平面マルチモーションプラットフォームパラレルロボットであり、1つのメイン分岐チェーンがそれぞれ異なる実施例である。それは、1つのベーシックパラレル機構と1つのブランチパラレル機構とからなり、ベーシックパラレル機構がベーシックファンデーションプラットフォーム12と、メイン分岐チェーン13と、ベーシックモーションプラットフォーム15とを含み、ブランチパラレル機構がブランチファンデーションプラットフォーム12.1と、ブランチ分岐チェーン13.1と、ブランチモーションプラットフォーム15.1とを含む。そのベーシックパラレル機構11が図中の点線の上にある。ベーシックファンデーションプラットフォーム12が直線式のファンデーションプラットフォームであり、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面がベーシックパラレル機構の平面内にある。左側のメイン分岐チェーン(RH)RR中の(RH)が転動ペアと螺旋ペアを組み合わせる1つの複雑なモーションペアであり、(RH)が主動ペア12aで、(RH)中の転動ペアが主動ペアの入力端であり、その軸線がベーシックファンデーションプラットフォームの平面内にある。複雑なモーションペア(RH)がダブル出力モーションペアであり、そのメイン出力端3とサブ出力端3.1が反射対称にされる。そのメイン出力端3.1が下流メイン分岐チェーン14に連結され、下流メイン分岐チェーン14がRR分岐チェーンである。サブ出力端3.1が下流ブランチ分岐チェーン(サブブランチ分岐チェーン)14.1に連結され、下流ブランチ分岐チェーン14.1がRR分岐チェーンである。メイン分岐チェーンの上流部分が複雑なモーションペアRHであり、ブランチ分岐チェーンの上流部分も複雑なモーションペアRHである。

【0253】

図63の中間にあるメイン分岐チェーンPRRと実施例2におけるメイン分岐チェーンが同一にされ、実施例2を参照する。図63の右側にあるメイン分岐チェーンRRRと実施例1におけるメイン分岐チェーンが同一にされ、実施例1を参照する。

【0254】

実施例7

実施例7（図64）は、ベーシックパラレル機構が6-RSS(3T3R)とされた反射対称系の空間マルチモーションプラットフォームパラレルロボットであり、それは1つのベーシックパラレル機構11と1つのブランチパラレル機構11.1とからなる。ベーシックパラレル機構11が図107の上であり、ブランチパラレル機構11.1が図10

7の下にある。

【0255】

ベーシックパラレル機構がベーシックファンデーションプラットフォーム12、メイン分岐チェーン13と、ベーシックモーションプラットフォーム15とを含む。ベーシックファンデーションプラットフォーム12が平面六角形のファンデーションプラットフォームであり、6つのメイン分岐チェーン13がRSS分岐チェーンであり、1つのベーシックモーションプラットフォーム15に連結される。ベーシックモーションプラットフォーム15が平面六角形のモーションプラットフォームであり、メイン分岐チェーン13中の転動ペアが主動ペア12aであり、主動ペア12aの軸線がベーシックファンデーションプラットフォーム12の平面に対して垂直であり、ベーシックファンデーションプラットフォーム12の正六角形の6つの頂点に均一配置されている。転動ペアRがダブル出力モーションペア16であり、分界モーションペアおよび拡大可能なモーションペアでもあり、ダブル出力モーションペア16が同方向運動対称系のダブル出力モーションペア（ペアNO. 4、図4参照）である。メイン出力端3が下流メイン分岐チェーン（SS分岐チェーン）14に連結され、下流メイン分岐チェーンがベーシックモーションプラットフォーム15に連結される。

10

【0256】

ブランチパラレル機構がブランチファンデーションプラットフォーム12.1と、ブランチ分岐チェーン13.1と、ブランチモーションプラットフォーム15.1とを含む。ブランチファンデーションプラットフォーム12.1とベーシックファンデーションプラットフォーム12が反射対称にされる。ダブル出力モーションペア16のサブ出力端3.1がサブブランチ分岐チェーン14.1に連結される。サブブランチ分岐チェーンもSS分岐チェーンである。ダブル出力モーションペア16の2つの出力端がファンデーションプラットフォームの平面に関して反射対称にされる。ブランチモーションプラットフォーム15.1がベーシックモーションプラットフォーム15と完全等しい六角形のモーションプラットフォームである。ブランチモーションプラットフォーム15.1とベーシックモーションプラットフォーム14が反射対称にされる。ファンデーションプラットフォームの平面の下にあるのは反射対称系のブランチパラレル機構11.1である。6つのブランチ分岐チェーン13.1が1つのブランチモーションプラットフォーム15.1に連結される。ブランチモーションプラットフォーム15.1とベーシックモーションプラットフォーム15が反射対称の関係を持っている。

20

30

【0257】

実施例8

実施例8（図65）は、メイン分岐チェーンがPSSとされた反射対称系の空間マルチモーションプラットフォームパラレルロボットである。そのベーシックパラレル機構11が6-PSS（3T3R）の空間自由度が6のパラレル機構である。ベーシックファンデーションプラットフォーム12が平面ファンデーションプラットフォームであり、6つのメイン分岐チェーン13（PSS分岐チェーン）が1つのベーシックモーションプラットフォーム15に連結される。ベーシックパラレル機構がベーシックファンデーションプラットフォームの平面の上に位置され、移動ペアPが主動ペアであり、主動ペア12aの軸線がベーシックファンデーションプラットフォーム12の平面にあり、軸線がY字状（星状）になり、Y字状である3つのブランチ毎に2つの移動ペアを有し、1つが内側、1つが外側にある。移動ペア毎に2つの出力端を有し、上にある1つがメイン出力端3であり、下にある1つがサブ出力端3.1であって、2つの出力端が反射対称にされる。ファンデーションプラットフォームの平面の上には、6つのメイン出力端3があり、外側の3つのメイン出力端が3つの下流メイン分岐チェーン14に連結され、3つの下流メイン分岐チェーン14がベーシックモーションプラットフォーム15の三角形の頂点に連結される。内側の3つのメイン出力端が3つの下流メイン分岐チェーンに連結された後、3つの下流メイン分岐チェーンが1つの複合ボールペアによりベーシックモーションプラットフォーム15に連結され、複合ボールペアがベーシックモーションプラ

40

50

ットフォーム 15 の三角形の中心に位置する。

【0258】

ベーシックファンデーションプラットフォーム 12 の平面の下には、6 つのサブ出力端 3. 1 があり、外側の 3 つのサブ出力端 3. 1 が 3 つのサブブランチ分岐チェーン 14. 1 に連結される。3 つのサブブランチ分岐チェーン 14. 1 がブランチモーションプラットフォーム 15 の三角形の頂点に連結される。内側の 3 つのサブ出力端が 3 つのサブブランチ分岐チェーン 14. 1 に連結された後、3 つのサブブランチ分岐チェーン 14. 1 が 1 つの複合ボールペアによりブランチモーションプラットフォーム 15. 1 に連結され、複合ボールペアがブランチモーションプラットフォーム 15. 1 の三角形の中心に位置する。

10

【0259】

6 つのブランチ分岐チェーン 13. 1 が 1 つのブランチモーションプラットフォームに連結される。ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが反射対称にされる。ファンデーションプラットフォームの平面の下にあるのは反射対称のブランチパラレル機構である。ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが反射対称の関係を持っている。2 つのパラレル機構が反射対称にされる。

【0260】

(二)、並進対称系のマルチプラットフォーム対称パラレルロボットの実施例（例 9-19）

20

実施例 9

実施例 9（図 66）では、そのベーシックパラレル機構が 3-RRR（2T1R）の平面パラレル機構であり、1 つのベーシックパラレル機構 11 と 1 つのブランチパラレル機構 11. 1 とからなる。ベーシックパラレル機構が図 66 の下にある。ブランチパラレル機構が図 66 の上にあり、全ての転動ペア軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直である。

【0261】

ベーシックパラレル機構がベーシックファンデーションプラットフォーム 12 と、メイン分岐チェーン 13 と、ベーシックモーションプラットフォーム 15 とを含む。ベーシックファンデーションプラットフォーム 12 が平面パラレル機構の平面内にある三角形のファンデーションプラットフォーム（三角形 B0B0B0）であり、メイン分岐チェーン 13 が RRR 分岐チェーンであり、1 つ目の転動ペアが主動ペア 12a であって、拡大可能なモーションペア 16a であり、1 つの出力端が引き出されるとダブル出力モーションペア 16 になる。メイン出力端 3 が下流メイン分岐チェーン 14 に連結され、3 つの主動ペア軸線がファンデーションプラットフォーム 12 の平面に対して垂直である。主動ペアがサーボモータ 19 により駆動される。ベーシックモーションプラットフォーム 12 が三角形のモーションプラットフォームである。ベーシックファンデーションプラットフォームの三角形が比較的大きく、ベーシックモーションプラットフォーム 15 の三角形が小さくされる。

30

【0262】

ブランチパラレル機構 11. 1 がブランチファンデーションプラットフォーム 12. 1 と、ブランチ分岐チェーン 13. 1 と、ブランチモーションプラットフォーム 15. 1 とを含む。全ての転動ペア軸線がファンデーションプラットフォーム 12 の平面に対して垂直である。ブランチファンデーションプラットフォーム 12. 1 が三角形のファンデーションプラットフォーム（三角形 B1B1B1）であって、ベーシックファンデーションプラットフォーム 12 と並進対称にされ、メイン分岐チェーン 13 が RRR 分岐チェーンであり、1 つ目の転動ペアがマルチ出力モーションペア 16 であり、メイン出力端 3 とサブ出力端 3. 1 が並進対称にされる。メイン出力端 3. 1 が下流ブランチ分岐チェーン 14. 1 に連結され、下流ブランチ分岐チェーン 14. 1 が下流メイン分岐チェーン 14 と同じく、いずれも RRR 分岐チェーンとされる。ブランチモーションプラットフォーム 15.

40

50

1が三角形のモーシヨンプラットフォームであり、ブランチモーシヨンプラットフォーム15. 1がベーシックモーシヨンプラットフォーム15と並進対称にされ、その並進方向が転動ペアの軸線におけるファンデーションプラットフォームの平面に対して（上向きに）垂直な方向である。

【0263】

実施例10

実施例10（図67）は、実施例9の変形である。実施例9におけるマルチ出力モーシヨンペアは1つ目の広義モーシヨンペアであり、下流メイン分岐チェーンおよびサブブランチ分岐チェーンが全てRR分岐チェーンであり、このサブブランチ分岐チェーンが大型ブランチ分岐チェーンである。実施例22におけるマルチ出力モーシヨンペア16は、2つ目の広義モーシヨンペアであり、下流メイン分岐チェーン14およびサブブランチ分岐チェーンが全てR分岐チェーンであり、このサブブランチ分岐チェーンが中型のブランチ分岐チェーンである。ベーシックパラレル機構11が図67の下にあり、ブランチパラレル機構11. 1が図67の上にある。

【0264】

実施例11

実施例11（図68）は、実施例9の別の変形である。実施例9におけるマルチ出力モーシヨンペアは、1つ目の広義モーシヨンペアである。実施例11におけるマルチ出力モーシヨンペア16は、3つ目の広義モーシヨンペアであり、下流メイン分岐チェーン14およびサブブランチ分岐チェーン14. 1が全て1つのロッドであり、ロッドがモーシヨンプラットフォームと連結される。このサブブランチ分岐チェーン14. 1が小型ブランチ分岐チェーンであって、1つのロッド（図中では、モーシヨンプラットフォームに直接連結されている）である。ベーシックパラレル機構が図68の下にあり、ブランチパラレル機構が図68の上にある。

【0265】

実施例9、10、11はいずれも並進対称系のマルチプラットフォーム平面パラレル機構である。3つの実施例の相違点は、マルチ出力ペアの位置が異なり、ブランチ分岐チェーンの引き出し点が異なることにある。実施例9、10、11から、別のマルチモーシヨンプラットフォームパラレルロボットを変更し得ることが可能である。1つのメイン分岐チェーンにおける1つ目のモーシヨンペアから1つのサブブランチ分岐チェーン（大型ブランチ分岐チェーン）が引き出され、別のメイン分岐チェーンにおける2つ目のモーシヨンペアから1つのサブブランチ分岐チェーン（中型ブランチ分岐チェーン）が引き出され、最後のメイン分岐チェーンにおける3つ目のモーシヨンペアから1つのサブブランチ分岐チェーン（小型ブランチ分岐チェーン）が引き出され、3つのブランチ分岐チェーンが1つのブランチモーシヨンプラットフォームに連結され、1つのブランチパラレル機構を生成する。この対称マルチプラットフォーム平面パラレルロボットが実施例9、10、11の異なる構造特徴を組合わせた。

【0266】

実施例12

実施例12（図69）は、1つのベーシックパラレル機構が3つのブランチパラレル機構を有する例である。メイン分岐チェーンにおける3つのモーシヨンペアが全て拡大可能なモーシヨンペアであって、マルチ出力モーシヨンペアであり、いずれも分岐チェーンが引き出される。これは、実施例9、10、11をまとめた結果である。3つのブランチパラレル機構がベーシックパラレル機構と並進対称にされる。

【0267】

ベーシックパラレル機構は、2つ目の平面パラレル機構11であり、最も下にあるのはブランチパラレル機構11. 1であり、そのマルチ出力モーシヨンペア16. 1がメイン分岐チェーンの1つ目のモーシヨンペアから引き出され、メイン分岐チェーン13とブランチ分岐チェーン13. 1が同一の構造にし、並進対称にされる。下流メイン分岐チェーン14とサブブランチ分岐チェーン14. 1が同一の構造にし、並進対称にされる。

【0268】

最も上にあるブランチパラレル機構11.2は、そのマルチ出力モーションペア16.2がメイン分岐チェーンの2つ目のモーションペアから引き出され、下流メイン分岐チェーン14がR分岐チェーンであり、サブブランチ分岐チェーン14.2もR分岐チェーンであり、二者が並進対称にされる。また、二者は上流メイン分岐チェーンを共用する。

【0269】

3つ目のブランチパラレル機構11.3は、そのマルチ出力モーションペア16.3がメイン分岐チェーンの3つ目のモーションペアから引き出され、下流メイン分岐チェーンが1つのロッドであり、ブランチモーションプラットフォームと直接固定し連結される。サブブランチ分岐チェーン14.2が1つのロッドであり、下流メイン分岐チェーンと並進対称にされる。また、二者は上流メイン分岐チェーンを共用する。

10

【0270】

本例の図面では、上寄りの2つの平面パラレル機構とベーシックパラレル機構が1つのベーシックファンデーションプラットフォームを共用する。

【0271】

本例の図面では、下寄りの2つの平面パラレル機構の記号を交換すると、上にある2つのブランチパラレル機構がまさに1つ目のブランチパラレル機構から生成されたものである。即ち、本例における1つ目のブランチパラレル機構11.2が生成素子として新たなブランチパラレル機構を生成しても良い。これは対称の伝達性によるものである。

20

【0272】

上記の並進方向においては、より多くのブランチパラレル機構をさらに生成することができる。

【0273】

実施例13

実施例13（図70）は、1種目のベーシックパラレル機構が3-PRR（2T1R）とされた並進対称系の平面对称ダブルモーションプラットフォームパラレルロボットであり、1つのベーシックパラレル機構11と1つのブランチパラレル機構11.1とからなる。ベーシックパラレル機構がベーシックファンデーションプラットフォーム12と、メイン分岐チェーン13と、ベーシックモーションプラットフォーム16とを含む。ブランチパラレル機構がブランチファンデーションプラットフォーム12.1と、ブランチ分岐チェーン13.1と、ブランチモーションプラットフォーム15.1とを含む。

30

【0274】

ベーシックパラレル機構が図70の左側に位置する。ベーシックパラレル機構は、以下のような構造である。ベーシックファンデーションプラットフォーム12が直線式のファンデーションプラットフォームであり、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面がパラレル機構の平面内にある。メイン分岐チェーン13がPRR分岐チェーンであり、ベーシックモーションプラットフォーム15が線分式のモーションプラットフォームである。分岐チェーンPRRの1つ目の広義モーションペアが移動ペアPであり、この移動ペアが主動ペアであり、主動ペアの軸線が重なり合い、1つ目の広義モーションペアがダブル出力モーションペア16であり（図21参照）、ダブル出力モーションペア16のメイン出力端3が下流メイン分岐チェーン14に連結される。下流メイン分岐チェーン14がRR分岐チェーンである。下流メイン分岐チェーンがベーシックモーションプラットフォーム15に連結される。ベーシックモーションプラットフォームが線分式のモーションプラットフォームである。図70の左側にあるのはベーシックパラレル機構であり、図70の右側にあるのは並進対称のブランチパラレル機構である。

40

【0275】

実施例13の主動ペアが実施例2の主動ペアと同じく、動的に組合わせながらともに被られた3つの四角形パイプからなり、具体的な構造は実施例2（図59）を参照する。主動ペアの並進対称変換は、以下の方式で実現される。3つの四角形パイプのうち、ベーシックパラレル機構における最も小さな四角形パイプがブランチパラレル機構における四角

50

形パイプの中間部分で直接連結され、1つの全体として、両端で支持し、同期移動することができる。ベーシックパラレル機構上の中間にある四角形パイプがブランチパラレル機構上の中間にある四角形パイプと出力端の取り付けられていない2つの側面により連結され（図示しない）、従って、中間にある四角形パイプが1つの全体として、同期移動する。ベーシックパラレル機構における最も大きな四角形パイプがブランチパラレル機構における最も大きな四角形パイプと出力端の取り付けられていない2つの側面により連結され（図示しない）、従って、最も大きな四角形パイプが1つの全体として同期移動することができる。

【0276】

ブランチパラレル機構は、以下のような構造である。ブランチファンデーションプラットフォーム12. 1とベーシックファンデーションプラットフォーム12が並進対称にされる。ブランチ分岐チェーン13. 1がPRR分岐チェーンであり、サブブランチ分岐チェーン14. 1がRR分岐チェーンである。サブブランチ分岐チェーン14. 1が下流メイン分岐チェーンと同一にされる。ダブル出力モーションペア16のサブ出力端3. 1がサブブランチ分岐チェーン14. 1に連結される。サブ出力端3. 1とメイン出力端3が反射対称にされる。ブランチモーションプラットフォーム15. 1が線分式のモーションプラットフォームである。ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが並進対称にされる。

【0277】

実施例14

実施例14（図71）は、別のベーシックパラレル機構（生成素子）が3-PRR（2T1R）とされた平面パラレル機構である。実施例14は実質的に実施例13と同一にされる。それらの相違点は、主動ペア軸線の重なり合いを実現する方法が異なることにある。図71の左下側にあるパラレル機構はベーシックパラレル機構であり、右上側にあるパラレル機構はブランチパラレル機構である。3つの主動ペアは、以下のような構造である。図中の下にある3つの移動ペアが5つの円柱ペアからなる。中間にある円柱ペアが1つの移動ペアとされ、他の2つの移動ペアが2つの平行な円柱ペアからなり、その軸線が2つの円柱ペアの対称軸である。最も外側にある2つの円柱ペアはそれぞれ、ベーシックパラレル機構の一端に、円柱ペアの軸線に対して垂直でありかつ共線する1つの転動ペアを有し、同一の軸線を有する2つの転動ペアが1つのロッドに連結され、1つの移動ペアを形成する。他の2つの円柱ペアはそれぞれ、ベーシックパラレル機構の一端に、円柱ペアの軸線に対して垂直でありかつ共線する1つの転動ペアを有し、同一の軸線を有する2つの転動ペアが1つの杆件と連結され、1つの移動ペアを形成する。残りの特徴については、実施例2を参照する。

【0278】

実施例15

実施例15（図72）は、ベーシックパラレル機構が3-（RGR）RR（2T1R）パラレル機構とされたマルチモーションプラットフォーム対称平面パラレル機構であり、図72の左側にあるのはベーシックパラレル機構である。これは実施例9の変形である。実施例9のベーシックパラレル機構が3-RRR（2T1R）パラレル機構であり、その主動ペア軸線がベーシックファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直である。実施例15は、メイン分岐チェーンの1つ目のモーションペアが元の簡単なモーションペア（転動ペア）から方向変化式の複雑なモーションペア（RGR）（ペアNO. 25参照）になった点で相違し、（RGR）の括弧は、その内の機構が1つの全体として1つのモーションペアとなる意味をする。メイン分岐チェーン入力端の軸線が元のファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直なものからファンデーションプラットフォームの平面に対し重なり合い且つ相互に平行であるようになる。すると、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面において並進変換を行い、並進対称のブランチパラレル機構を生成することが可能になる。

【0279】

ベーシックファンデーションプラットフォーム12が三角形のファンデーションプラットフォームであり、メイン分岐チェーン13が(RGR)RRとされ、ベーシックモーションプラットフォーム15が小さな三角形のモーションプラットフォームである。1つ目の広義モーションペアが1つの直交的に変化する方向変化式の複雑なマルチ出力モーションペア(RGR)(図25参照)であり、入力端の軸線が出力端の軸線に対し垂直であり、その入力端が主動ペア12aである。3つの主動ペアの入力端軸線が全てベーシックファンデーションプラットフォーム12の平面内にあり、かつ、相互に平行である。直交的に変化する方向変化式の複雑なモーションペア(RGR)の出力端が相互に平行でありかつファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直であり、メイン出力端3が下流メイン分岐チェーン14に連結され、下流メイン分岐チェーン14がベーシックモーションプラットフォーム15に連結される。ブランチパラレル機構11.1はベーシックパラレル機構11の転動ペア軸線における並進変換であり、詳しくは図72を参照し、再び説明しない。実施例15は実施例9、10、11と組合わせて、二方向の並進変換を実現し、方向の異なる並進対称ブランチパラレル機構をより多く形成することができる。

【0280】

実施例16

実施例16(図73)は、ベーシックパラレル機構が3-(RGR)(4S)(3TOR)の空間パラレル機構とされ、2つのブランチパラレル機構を有するマルチモーションプラットフォームパラレルロボットである。このベーシックパラレル機構11は実際に改良したDelta機構である。元のDelta機構では、1つ目のモーションペアの軸線が1つの三角形の辺と重なり合い、反射対称のベーシックパラレル機構とし、構造をまとめて反射対称のダブルプラットフォームパラレルロボットを得ることができるが、並進対称変換を行うことができない。元のDelta機構の1つ目のモーションペア(転動ペア)を方向変化式の複雑なモーションペア(RGR)にし、方向変化式の複雑なモーションペア(RGR)の入力端軸線を相互に平行させ、出力端軸線を元のDelta機構の入力端軸線と重なり合わせ、元のDelta機構の構造をそのまま維持すると、変更後のDelta機構は本例における並進対称変換のベーシックパラレル機構としても良い。

図73の下にあるのはベーシックパラレル機構(3-(RGR)(4S))11である。1つ目の広義モーションペアは1つの方向変化式の複雑なマルチ出力モーションペア(RGR)16であり、ペアNO.24、図24を参照する。方向変化式の複雑なモーションペア(RGR)16が主動ペアである。主動ペアの入力端12aの軸線がファンデーションプラットフォーム12の平面に対して平行でありかつ相互に平行である。方向変化式の複雑なモーションペア(RGR)の入力端軸線が延長し、この軸線の方に並進対称変換を行い、1つのサブ出力端3.1を生成する。方向変化式の複雑なモーションペア(RGR)ごとに、同一の並進対称変換を行い、3つのサブ出力端3.1を生成し、3つのサブ出力端が1つのDelta機構に連結され、このDelta機構はサブ出力端3.1が位置する方向変化式の複雑なモーションペアとともに1つのブランチパラレル機構11.1(図73の中間にあるパラレル機構)を形成し、ブランチパラレル機構11.1とベーシックパラレル機構11が並進対称にされる。1つ目のブランチパラレル機構11.1の生成方法に従って、同一の並進変換を行うことで、2つ目のブランチパラレル機構11.2が得られる。

【0281】

図73では、3つのパラレル機構があり、1つはベーシックパラレル機構であり、2つはブランチパラレル機構である。この3つのパラレル機構が同時に、生成素子として反射変換を行うと、3つの新たなブランチパラレル機構が得られる。このように、5つのブランチパラレル機構を有するマルチモーションプラットフォームパラレルロボットが得られる。

【0282】

実施例17

実施例17(図74)は、1種目のベーシックパラレル機構が6-PSS(3T3R)

とされた反射対称系の空間マルチモーションプラットフォームパラレルロボットである。そのベーシックパラレル機構が6-SS (3T3R) の空間パラレル機構である。それは、1つのベーシックパラレル機構11と2つのブランチパラレル機構11.1とからなり、ベーシックパラレル機構11が図74の下にあり、2つのブランチパラレル機構11.1が図74の中間および上にある。

【0283】

ベーシックパラレル機構11がベーシックファンデーションプラットフォーム12と、メイン分岐チェーン13と、ベーシックモーションプラットフォーム15とを含む。ブランチパラレル機構がブランチファンデーションプラットフォーム12.1と、ブランチ分岐チェーン13.1と、ブランチモーションプラットフォーム15.1とを含む。

10

【0284】

ベーシックファンデーションプラットフォーム12が平面ファンデーションプラットフォームであり、メイン分岐チェーン13がPSS分岐チェーンであり、6つのメイン分岐チェーン13 (PSS分岐チェーン) が1つのベーシックモーションプラットフォーム15に連結される。ベーシックモーションプラットフォーム15が三角形のモーションプラットフォームであり、ペアPが主動ペアであり、主動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にありかつ相互に平行である。ベーシックパラレル機構11がベーシックファンデーションプラットフォームの平面の上に位置され、主動ペアの軸線がベーシックファンデーションプラットフォーム12の平面内にあり、6つの主動ペア軸線が相互に平行である (重なり合っていない)。移動ペアが主動ペアであり、主動ペアがサーボ電動押しロッド20により駆動される。主動ペアがダブル出力モーションペア16であり、ダブル出力モーションペア16が同方向運動の並進対称系のダブル出力モーションペア (図21参照) である。1つはメイン出力端3であり、下流メイン分岐チェーン14に連結され、下流メイン分岐チェーンがSS分岐チェーンであり、下流メイン分岐チェーンがベーシックモーションプラットフォーム15に連結される。

20

【0285】

ブランチパラレル機構については、中間にあるブランチパラレル機構11.1を例に説明する。

【0286】

ブランチファンデーションプラットフォーム12.1が平面ファンデーションプラットフォームであり、ベーシックファンデーションプラットフォームと並進対称にされる。ブランチ分岐チェーン13.1がPSS分岐チェーンであり、ブランチ分岐チェーンがメイン分岐チェーンと同じく、ブランチ分岐チェーンがブランチモーションプラットフォーム13.1に連結され、ブランチモーションプラットフォームが三角形のモーションプラットフォームである。主動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にありかつ相互に平行である。ダブル出力モーションペア16のサブ出力端3.1がメイン出力端3と並進対称にされ、サブ出力端がサブブランチ分岐チェーン13.1に連結される。サブブランチ分岐チェーンもSS分岐チェーンである。6つのブランチ分岐チェーン13.1が1つのブランチモーションプラットフォーム15.1に連結される。ブランチモーションプラットフォーム15.1はベーシックモーションプラットフォーム15と完全に等しい三角形のモーションプラットフォームである。ブランチモーションプラットフォーム15.1とベーシックモーションプラットフォーム15が並進対称にされる。

30

40

【0287】

実施例17では、2つのブランチパラレル機構を有し、図74の上にあるのも並進対称のブランチパラレル機構11.2である。その生成方法および構造は図74の中間にあるブランチパラレル機構と同じく、再び説明しない。

【0288】

実施例18

実施例18 (図75) では、ベーシックパラレル機構11が6-RSS (3T3R) の空間パラレル機構である。ベーシックファンデーションプラットフォーム12が平面六角

50

形のファンデーションプラットフォーム（B0B0B0B0B0）であり、メイン分岐チェーン13がRSS分岐チェーンであり、ベーシックモーションプラットフォーム15が平面三角形のモーションプラットフォームであり、ペアRが主動ペア12aであり、主動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にありかつ相互に平行である。ペアRがマルチ出力モーションペアであり、出力端が並進対称にされる。図75の左側で、ベーシックファンデーションプラットフォームの水平面の下にあるのはベーシックパラレル機構11である。図75の右側で、ファンデーションプラットフォームの水平面の下にあるのはブランチパラレル機構11.1である。ブランチファンデーションプラットフォームも平面六角形のファンデーションプラットフォーム（B1B1B1B1B1B1）である。図中の基本的符号が前記と同一であり、構造は実施例17を参照し、再び説明しない。

10

【0289】

実施例19

実施例19（図76）では、ベーシックパラレル機構が4-PS&1-PU*Uとされた自由度が5（3T2R）の横式パラレル工作機械ロボットである。メイン分岐チェーンは、PS分岐チェーンおよびPU*U分岐チェーンの2種がある。ベーシックファンデーションプラットフォーム12が平面ファンデーションプラットフォームである。メイン分岐チェーン13はそれぞれ4つのPS分岐チェーン13および1つのPU*U分岐チェーン13aである。主動ペア12aが移動ペアである。主動ペアの軸線が相互に平行でありかつ1つの平面内にある。PU*U分岐チェーンの移動ペアが他4つの主動ペアの中間に位置する。主動ペアの軸線がベーシックファンデーションプラットフォームの平面と面一にする。移動ペアが並進対称系のマルチ出力モーションペア16であり、ベーシックモーションプラットフォーム15が五角形のモーションプラットフォームである。図の左下にあるのはベーシックパラレル機構11である。図の右上にあるのはブランチパラレル機構11.1である。ブランチパラレル機構の中間にあるブランチ分岐チェーンがPU*Uブランチ分岐チェーン13a.1およびサブブランチ分岐チェーン14a.1である。ベーシックモーションプラットフォームには、パーツのエッジを検知するために、センサまたはプローブ18が取り付けられる。ブランチモーションプラットフォームには、操作ハンド17が取り付けられる。ベーシックパラレル機構とブランチパラレル機構が並進対称にされる。図中の基本的符号が前記と同一にされ、再び説明しない。これはプロファイリングパラレル工作機械ロボットであり、セキュリティーパラレル工作機械ロボットとしても良い。

20

30

【0290】

主動ペアの軸線方向に沿って、並進対称変換を引き続き施すと、ブランチパラレル機構をより多く得て、ブランチパラレル機構をより多く備える並進のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットを生成することができる。

【0291】

（三）、回転対称系のマルチプラットフォーム対称パラレル機構の実施例（例20-23）

実施例20

40

実施例20（参照図59）は、ベーシックパラレル機構が3-PRR（2T1R）の平面パラレル機構とされる。ベーシックパラレル機構が実施例2と完全に同一にされる。実際に、実施例2も回転対称系のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットであり、それはベーシックパラレル機構を移動ペアの軸線まわりに180°回転させて得たものである。本例では、ブランチパラレル機構がもう1つ増え、各四角形パイプの同一の側面には、元の出力端と90°回転し対称になった所で1つの新たなサブ出力端が引き出され、3つのサブ出力端にサブブランチ分岐チェーンが連結され、3つのサブブランチ分岐チェーンが1つのブランチモーションプラットフォームに連結され、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが回転対称にされる。1つの新たなブランチパラレル機構が得られ、新たなブランチパラレル機構がベーシックパラレ

50

ル機構と回転対称にされ、元のブランチパラレル機構とともに、2つのブランチパラレル機構を備える1つの対称トリプルモーションプラットフォームパラレルロボットを生成する。

【0292】

実施例21

実施例21（図77）では、ベーシックパラレル機構が3-PRR（2T1R）の平面パラレル機構である。それは実施例14（図71）と同一の生成素子を有する。実施例21は実施例14をもとに変形して得るものである。実施例21は、以下の方式により得られる。1、実施例14における移動ペアの軸線が延長し、2つの同様なブランチパラレル機構11.2, 11.3を更に増やし、元のブランチパラレル機構11.1に加えて、対称クアドラプルモーションプラットフォームパラレルロボットにする。隣り合う2つのパラレル機構の距離が $\pi D/4$ であり、移動ペアの軸線の長さが πD である。ファンデーションプラットフォームの平面の下には主動ペアの軸線に垂直な直線Oaが引かれ、この直線を軸に、ファンデーションプラットフォームの平面が半径が $D/2$ である円柱に囲まれ、5つの円柱ペアの軸線が連結されて5つのリングになる。4つのパラレル機構が円柱の外側に位置し、1つの回転対称のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットを得る。4つのパラレル機構はそれぞれ 90° の扇形スペースを占める。図77は、実施例21が軸線Oa方向に沿った平面図である。

【0293】

実施例22

実施例22（図78）では、ベーシックパラレル機構が6-PS（3T3R）のパラレル機構である。実施例22は、実施例17を変形してなるものである。実施例17における主動ペアの軸線がさらに延長し、3つのブランチパラレル機構をさらに増やし、計6つのパラレル機構になる。隣り合う2つのパラレル機構の距離が $\pi D/6$ であり、移動ペア軸線の総長さが πD である。6つの移動ペアの一侧には、ファンデーションプラットフォームの平面に垂直な直線が引かれ、この直線を軸に、内側にある移動ペアの軸線が半径が $D/2$ である円に囲まれ、他5つの移動ペアの軸線も5つの円に囲まれる。6つの円の間では、元々軸線が平行であった時の距離が維持され、1つの回転対称の対称ヘクスタプラットフォームパラレルロボットを得る。6つのパラレル機構が6つの扇形領域に位置する。6つのパラレル機構はそれぞれ 60° の扇形空間を占める。図78は、実施例22の平面図である。変形の後、ファンデーションプラットフォームは依然として1つの平面プラットフォームであり、ファンデーションプラットフォームの平面には、主動ペアの軸線がリング状になり（図）、6つの円が同心し、6つのリングが全てファンデーションプラットフォームの平面内にあり、6つのリングの半径がそれぞれ異なり、それぞれが各自のスライドレールに支持される。リングが6つの扇形領域に分けられ、各扇形領域がそれぞれ 60° を占める。右上の扇形領域はベーシックパラレル機構であり、他の扇形領域はブランチパラレル機構である。

【0294】

実施例22も、図40で示されたペアNO.40を用い得ても良い。6つのリングが6つの正六角形になる。

【0295】

実施例22の生成素子は、6-RSSパラレル機構にしても良い。ダブル出力モーションペアの代わりに、図36で示されたペアNO.36が用いられる。

【0296】

（四）、スライド反射対称系のマルチプラットフォーム対称パラレル機構の実施例（例23, 24）

実施例23

実施例23（図79）では、ベーシックパラレル機構が3-PRR平面パラレル機構であり、実施例13におけるベーシックパラレル機構と同一にされる。実施例23は、実施例13を変形してなる。図70の右側にあるブランチパラレル機構に対して反射対称変換

が1回施され、右側のブランチ平行機構が軸線の下にされ、右上にある元のブランチ平行機構が保留しないと、1つのスライド反射対称系のマルチモーションプラットフォーム平行ロボットが得られる。符号は、実施例13を参照する。

【0297】

実施例24

実施例24（図80）では、ベーシック平行機構が6-PSS空間平行機構である。実施例24は、実施例17（図74参照）を変形してなる。中間のブランチ平行機構に対し反射対称変換が1回施され、中間のブランチ平行機構がベーシックファンデーションプラットフォームの上にされ、元のブランチ平行機構が保留せず、図中の最も上にあるブランチ平行機構11.2を取り消すと、1つのスライド反射対称系のマルチモーションプラットフォーム平行ロボットが得られる。

10

【0298】

（五）、クロススケールマルチモーションプラットフォーム平行ロボットの実施例（例25-28）

実施例25

実施例25（図81）では、ベーシック平行機構が3-RRR（2T1R）平面平行機構であり、ベーシックファンデーションプラットフォーム12が平面平行機構の平面内にある三角形のファンデーションプラットフォームであり、メイン分岐チェーン13がRRR分岐チェーンであり、1つ目の転動ペアが主動ペア12aであり、3つの主動ペアの軸線がベーシックファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直であり、主動ペアの軸線がベーシックファンデーションプラットフォームの三角形B0B0B0の頂点を通じ、ベーシックモーションプラットフォーム15が三角形のモーションプラットフォームである。ベーシックモーションプラットフォームの三角形が小さく、ベーシックファンデーションプラットフォームの三角形がより大きい。

20

【0299】

1つ目の転動ペアがダブル出力モーションペア16であり、反射対称系のダブル出力モーションペア（ペアNO. 5、図5）である。2つの出力端が1本の直線にて反射対称であり、内側がメイン出力端3であり、外側がサブ出力端3.1であり、2つの出力端のスケールが異なる（同一にしても良い）。内側の小さな三角形のモーションプラットフォームがベーシックモーションプラットフォーム12であり、外側の大きな三角形のモーションプラットフォームがブランチモーションプラットフォーム15.1であり、ブランチモーションプラットフォームの三角形が最も大きい。ベーシックファンデーションプラットフォーム12とブランチファンデーションプラットフォーム12.1が一定対称にされる。

30

【0300】

構造上に互いに妨害しないように、ベーシックファンデーションプラットフォーム、ベーシックモーションプラットフォーム、ブランチモーションプラットフォームが相互に平行な3つの平面に配置される。ベーシックファンデーションプラットフォームが真ん中に位置し、ベーシックモーションプラットフォームおよびブランチモーションプラットフォームが両側に位置する。ベーシックモーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームがクロススケール対称にされる。

40

【0301】

実施例26

実施例26（図82）では、ベーシック平行機構が3-RRS（1T2R）空間平行機構であり、ベーシックファンデーションプラットフォーム12が三角形のファンデーションプラットフォームであり、メイン分岐チェーン13がRRS分岐チェーンであり、1つ目の転動ペアが主動ペアであり、3つの主動ペアの軸線がベーシックファンデーションプラットフォームB0B0B0の平面内にあり、3つの主動ペアの軸線がそれぞれファンデーションプラットフォームの三角形の辺に対して平行であり、3つの主動ペアの軸線間の角度が120°にされる。ベーシックモーションプラットフォーム12が三角形

50

のモーションプラットフォームである。

【0302】

マルチ出力モーションペア16は反射対称系の移動ペア（ペアNO. 2、図2参照）であり、2つの出力端が反射対称にされる。メイン出力端3がファンデーションプラットフォームの三角形の内側にあり、サブ出力端3.1がベーシックファンデーションプラットフォームの三角形の外側にある。ベーシックファンデーションプラットフォーム12とブランチファンデーションプラットフォーム12.1が一定対称にされる。ベーシックファンデーションプラットフォームの平面の上にある小さな三角形のモーションプラットフォームがベーシックモーションプラットフォーム15であり、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面の上にある大きな三角形のモーションプラットフォームがブランチモーションプラットフォーム15.1である。サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンがクロススケール対称にされ、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームがクロススケール並進対称にされ、ブランチパラレル機構とベーシックパラレル機構がクロススケール並進対称にされる。

10

【0303】

実施例27

実施例27（図83）では、ベーシックパラレル機構が6-RSS（3T3R）空間パラレル機構であり、ベーシックファンデーションプラットフォーム12が平面正六角形のファンデーションプラットフォームであり、メイン分岐チェーン13がRSS分岐チェーンであり、1つ目の転動ペアが主動ペアであり、6つの主動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、6つの主動ペアの軸線がそれぞれファンデーションプラットフォーム正六角形の6つ辺に重なり合い、ベーシックモーションプラットフォーム15が三角形のモーションプラットフォームである。

20

【0304】

マルチ出力モーションペア16が反射対称系の転動ペア（ペアNO. 5、図5参照）であり、2つの出力端が1本の直線にて反射対称にされ、メイン出力端3がファンデーションプラットフォームの六角形の内側にあり、サブ出力端3.1がベーシックファンデーションプラットフォーム12の六角形の外側にあり、2つの出力端のスケールが異なり（同一にしても、クロススケール対称系のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットを形成することができる）、ベーシックファンデーションプラットフォーム12とブランチファンデーションプラットフォーム12.1が一定対称にされる。6つのメイン出力端がそれぞれ6つの下流メイン分岐チェーン（SS分岐チェーン）に連結され、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面の上にある小さな三角形のモーションプラットフォームがベーシックモーションプラットフォーム15であり、下流メイン分岐チェーンが1つのベーシックモーションプラットフォームに連結される。

30

【0305】

ブランチパラレル機構11.1がベーシックファンデーションプラットフォーム12の下に位置する。ベーシックファンデーションプラットフォーム15の平面の下にある大きな三角形のモーションプラットフォームがブランチモーションプラットフォーム15.1である。6つのサブ出力端がそれぞれ6つのサブブランチ分岐チェーン（SS分岐チェーン）に連結され、サブブランチ分岐チェーン14.1が1つのブランチモーションプラットフォーム15.1に連結される。サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンがクロススケール対称にされ、ブランチモーションプラットフォーム15.1とベーシックモーションプラットフォーム15がクロススケール反射対称にされる。

40

【0306】

初期の位置では、メイン出力端およびサブ出力端がいずれもファンデーションプラットフォームの平面内にある。ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームがクロススケール反射対称にされ、ブランチパラレル機構とベーシックパラレル機構がクロススケール反射対称にされる。

【0307】

50

実施例 28

実施例 28 (図 84) では、ベーシックパラレル機構が 3-P R S (1 T 2 R) 空間パラレル機構であり、構造が実施例 26 に類似する。その相違点は、ダブル出力モーションペアが異なることにある。実施例 26 に用いられるのはペア NO. 2 である一方、実施例 28 に用いられるのはペア NO. 26 であり、ベーシックファンデーションプラットフォーム 12 が三角形のファンデーションプラットフォーム (図 104 における黒色の三角形) であり、メイン分岐チェーン 13 が P R S 分岐チェーンであり、移動ペアが主動ペア 12a であり、3つの主動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、3つの主動ペアの軸線が Y 字状であり、3つの主動ペアの軸線間の角度が 120° であり、ベーシックモーションプラットフォーム 12 が三角形のモーションプラットフォームである。

10

【0308】

マルチ出力モーションペアがクロススケール並進対称系の移動ペア (ペア NO. 26、図 26 参照) であり、2つの出力端がクロススケール並進対称にされる。明瞭かつ簡単に表現するために、図中では、1本の直線により2つの矩形を直列に連結してペア NO. 26 を表す。3つのメイン出力端がそれぞれ1つの正三角形の3つの頂点に位置し、3つのサブ出力端もそれぞれ1つの正三角形の3つの頂点に位置し、サブ出力端の三角形が最も大きく、メイン出力端の三角形がその次、ベーシックファンデーションプラットフォームの三角形が最も小さい。3つの三角形が面一である。3つのメイン出力端 3 がそれぞれ3つの下流メイン分岐チェーン 14 に連結され、3つの下流メイン分岐チェーン 14 が1つのベーシックモーションプラットフォーム 15 に連結される。3つのサブ出力端 3.1 がそれぞれ3つのサブブランチ分岐チェーン 14.1 に連結され、3つのブランチ分岐チェーン 13.1 が1つのブランチモーションプラットフォーム 15.1 に連結される。サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンがクロススケール対称にされ、ベーシックファンデーションプラットフォームとブランチファンデーションプラットフォームが一定対称にされる。ベーシックファンデーションプラットフォームの平面の上にある小さな三角形のモーションプラットフォームがベーシックモーションプラットフォーム 15 であり、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面の上にある大きな三角形のモーションプラットフォームがブランチモーションプラットフォーム 15.1 である。ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームがクロススケール並進対称にされ、ブランチパラレル機構とベーシックパラレル機構がクロススケール並進対称にされる。

20

30

【0309】

(六) 歩行パラレルロボットの実施例 (例 29-31)

実施例 29

実施例 29 (図 85.1、図 85.2) は、1つの固定したリセットリングを備えた両面歩行のパラレルロボットである。それは、2つの反射対称系のダブルモーションプラットフォームパラレルロボット (1つはレッグ A と言い、1つはレッグ B と言う) と1つのリセットリングを含む。レッグ A 21.1 は、1つの反射対称系のダブルモーションプラットフォームパラレルロボットであり、レッグ B 21.2 も1つの反射対称系のダブルモーションプラットフォームパラレルロボットである。レッグ A およびレッグ B はいずれも1つのベーシックパラレル機構を有し、2つのベーシックパラレル機構がいずれも 6-P S S パラレルレッグ機構である。移動ペアが主動ペアおよびダブル出力モーションペアであり、メイン出力端とサブ出力端が反射対称にされる。レッグ A のダブル出力モーションペアが 16.4 で表され、レッグ B のダブル出力モーションペアが 16.5 で表される。主動ペアの軸線が各自の六角形の辺と重なり合う。

40

【0310】

2つのベーシックパラレル機構がベーシックファンデーションプラットフォームの平面の同側に位置する。ベーシックファンデーションプラットフォームの同側にある2つのパラレル機構と他側にある2つのパラレル機構が反射対称にされ、便宜上に、ベーシックパ

50

ラレル機構の一側にある2つのパラレルレッグ機構のみを説明する。ベーシックファンデーションプラットフォーム同側にある2つのパラレル機構が1つの歩行パラレルロボットを構成する。

【0311】

レッグAのベーシックファンデーションプラットフォームが1つの小さな正六角形にされ、レッグBのベーシックファンデーションプラットフォームが1つの大きな正六角形にされる。2つの正六角形が1つの平面にありかつ同心し、2つの正六角形の辺が相互に平行である。図85. 1では、小さな正六角形22. 1の内にあるのはレッグAであり、大きな正六角形22. 2の外にあるのはレッグBである。2つの正六角形が頂点で固定し連結され、股関節23を構成する。大きな正六角形の辺長がちょうど股関節の半径 R_c である。

10

【0312】

パラレルレッグ機構Aが大きく、パラレルレッグ機構Bが小さくされ、小さい方が大きい方の内にある(図85. 1)。モーションプラットフォームがフットアーチであり、モーションプラットフォームのフットアーチごとには3つの足指がある。3つの足指がそれぞれ各自の等辺三角形の頂点に位置する。レッグAのベーシックモーションプラットフォームがフットアーチAであり、フットアーチAが小さく、Y字状の凸フットアーチ25. 1とされ、フットアーチには足指26. 1がある。レッグBのベーシックモーションプラットフォームがフットアーチBであり、フットアーチが大きく、リング状の外部拡大式の凸フットアーチ25. 2とされ、フットアーチには足指26. 2がある。図中では、 R_a は外のレッグにある3つの足指26. 2の外接円半径を表し、 R_b は内のレッグにある3つの足指26. 1の外接円半径を表し、 R_a は R_b 以上とされる。

20

【0313】

2つのブランチパラレル機構がそれぞれのベーシックパラレル機構と反射対称にされる。対称の平面がファンデーションプラットフォームの平面である。

【0314】

リセットリング27が連結ロッド28により股関節23に取り付けられる(図85. 2)。リセットリング27が股関節23と共通の中心を有する。

【0315】

ベーシックファンデーションプラットフォームの他側に位置する2つのブランチパラレル機構がそれに類似し、再び説明しない。

30

【0316】

リセットリングの半径は、以下のような3セットのデータにするように推薦される。各セットのデータでは、リセットリングの半径がいずれも股関節の半径よりも大きくされる。固定したリセットリングを備えた両面歩行のパラレルロボットは、両面歩行のパラレルロボットの高さが小さい場合に適用する。

【0317】

1セット目：足指の三角形の外接円半径がいずれも50cmである。フットアーチが最も長く伸びると、足指からファンデーションプラットフォームの平面までの距離が30cmになり、両面ロボットの最も小さな全体的高さが約40cmであり、リセットリングの半径が63cmである。横に立つ各状態では、歩行ロボットがいずれも直立状態に戻すことができる。

40

【0318】

2セット目：足指の三角形の外接円半径がいずれも50cmである。フットアーチが最も長く伸びると、足指からファンデーションプラットフォームの平面までの距離が30cmである。リセットリングの半径が63cmにされると、最悪の場合でも、歩行ロボットも直立状態に戻すことが可能である。リセットリングの半径が50cm(最小値)にされると、この構造では、歩行ロボットが横に立つ場合、パラレルレッグ機構が適当に短縮したはじめに、歩行ロボットが直立状態に戻すことが可能になる。直立状態に戻す能力が弱い、構造が細工にされ、通過能力がより強くなる。

50

【0319】

3セット目：足指の三角形の外接円半径が50cmである。フットアーチが最も長く伸びると、ファンデーションプラットフォームの平面から足指までの距離が26cm以下になり、両面ロボットの最も小さな全体的高さが約36cmになる。従って、リセットリングの半径が最小値の50cmにすると、各種の場合でも、歩行ロボットがいずれも直立状態に戻すことが可能になる。このような寸法で配置されると、構造が細工にされ、かつ直立状態に戻す能力がより強く、通過能力もより良くなる。

【0320】

固定したリセットリングを備えた両面歩行の平行ロボットは、外レッグのフットアーチとしてY字状の凸フットアーチを用いると、機構がよりコンパクトになる。

10

【0321】

実施例30

実施例30（図86、一部の図）は、1つの調節可能なリセットリングを備えた両面歩行の平行ロボットである。

【0322】

リセットリングが3段の弧形ロッド29からなり、弧形ロッドの両端には溝があり、溝の方向が円の接線方向であり、3つの弧形ロッドが重なっている。ファンデーションプラットフォームとリセットリングの間に3つのCR直列機構30により連結される。CR直列機構30の円柱ペアが股関節23に連結され、転動ペアが弧形ロッド29の溝に連結され、転動ペアが2つの隣り合う弧形ロッドにおける溝と動的に組み合わせ、弧形ロッドにおける溝内でスライドすることができ、3つの弧形ロッド29が1つの円に連結される。リセットリングの構造は、図86を参照する。図86では、2つのレッグの詳しい構造が示されておらず、便宜上に、2つの六角形で股関節および平行レッグ機構を表すことになる。

20

【0323】

CR直列機構の円柱ペアが最も長く伸びると、リセットリングが円形になり、この場合、リセットリングが2つの作用を有する。1、横に立つ場合、歩行平行ロボットを正常な直立状態（または、逆立ち状態）に戻すことができる。2、横に立ちかつ正常な直立に戻すことができない場合ロールリングとして用いられることができる。CR直列機構の円柱ペアが最も短く伸びると、リセットリングが小さく収縮し、この場合、歩行ロボットの通過能力がより優れている。

30

【0324】

次は、1セットのリセットリングの参照寸法を示す。足指の三角形の外接円半径がいずれも50cmである。フットアーチが最も長く伸びると、ファンデーションプラットフォームの平面から足指までの距離が40cmになり、リセットリングの最も大きな半径が92cmにされると、各種の場合では、歩行ロボットがいずれも直立状態に戻すことが可能になる。リセットリングが締められたあと、最も小さな半径が約53cmになる。最も小さな半径の場合、ロボットが依然として一定のリセット能力を有し、すなわち、平行レッグ機構が最も短い場合に限って、歩行ロボットが直立状態に戻す能力を持つようになる。

40

【0325】

調節可能なリセットリングを有する両面歩行の平行ロボットでは、全体的高さが大きな場合に用いることが提案する。リセットリングが締め能力を持つため、通過能力およびリセット能力を両立でき、大きな構造寸法を有する歩行平行ロボットを製造でき、歩行速度の向上および荷物スペースの増大にも寄与する。

【0326】

実施例31

実施例31は、実施例30を僅かに変形して形成される。実施例30でリセットリングと股関節を連結したCR直列機構がRR直列機構になる。転動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直である。ファンデーションプラットフォームに

50

連結された転動ペアが駆動ペアであり、駆動ペアが転動すると、リセットリングを締めることができる。残りの特徴については、実施例30を参照する。

【0327】

(七) 下流分岐チェーンが合併した対称ダブルプラットフォームパラレルロボットの実施例 (実施例32-33)

実施例32では、ベーシックパラレル機構がBen-Horinにより提出された自由度が6のパラレル機構をモデルとする。Ben-Horinの自由度が6のパラレル機構が3つの分岐チェーンを有し、それぞれの分岐チェーンが1つの自由度が2の平面台車と1つのSR分岐チェーンが直列に連結されてなる。本文では、自由度が2の平面台車が並進自由度が2の平面パラレル機構で代えられる。例えば、 $(2-RR>R)$ (「>」は2つの分岐チェーンが1つに合併したという意味をする) が自由度が2の台車の代わりに用いられ、自由度が2の小車の代わりに用いられる平面パラレル機構は自由度が2の平面機構と言う。本実施例では、 $(2-RR>R)$ が自由度が2の平面台車の代わりに用いられる。 $(2-RR>R)$ 分岐チェーンがファンデーションプラットフォームの平面にあり、全ての転動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直である。従って、ファンデーションプラットフォームに連結された分岐チェーンが6つである。分岐チェーンにおける3つ目の転動ペアがダブル出力モーションペアである。隣り合う2つのメイン分岐チェーンが1つのダブル出力モーションペアを共用し、その元の2つの下流メイン分岐チェーンが1つの下流メイン分岐チェーンに合併し、SR分岐チェーンがそのまま維持する。変更後のBen-Horinパラレル機構が6つのメイン分岐チェーンを有し、下流分岐チェーンが依然として3つであり、新規Ben-Horinパラレル機構と言う。新規Ben-Horinパラレル機構は本発明のベーシックパラレル機構に対する要求に適合するため、本例の生成素子とされる。

【0328】

実施例32

実施例32 (図87) は、下流分岐チェーンが合併した対称ダブルプラットフォームパラレルロボットである。単一のメイン分岐チェーンがRRRSR分岐チェーンで表しても良く、3つ目の転動ペアがダブル出力モーションペアである。2つの隣り合うメイン分岐チェーンが1つのダブル出力モーションペア31を共用し、2つの隣り合うメイン分岐チェーンおよびブランチ分岐チェーンの構造が $(2-RR>R<2-SR)$ とされる (“>” は、前の2つの分岐チェーンが1つのモーションペアに連結されたという意味をする ; “<” は、前のモーションペアが2つの出力端を有し、2つの下流分岐チェーンに連結されたと言う意味をする) 。2つの隣り合うメイン分岐チェーンが1つのダブル出力モーションペア31を共用し、それはダブル分岐チェーン組合せと言う。

【0329】

ベーシックファンデーションプラットフォームがリング状または六角形であり、3つの平面パラレル機構 $(2-RR>R)$ がファンデーションプラットフォームB1に取り付けられ、またはファンデーションプラットフォームの平面に対し平行である。

【0330】

3つの平面パラレル機構 $(2-RR>R)$ が六角形の内部にある。ダブル出力モーションペアが六角形の内側に位置する。ダブル出力モーションペアの上端がメイン出力端32であり、下流メイン分岐チェーン33 (SR) に連結される。ダブル出力モーションペアの下端がサブ出力端32.1であり、サブブランチメイン分岐チェーン33.1 (SR) に連結される。3つの上端にある下流メイン分岐チェーンSRがベーシックモーションプラットフォーム15に連結され、3つの下端にあるサブブランチ分岐チェーンSSがブランチモーションプラットフォーム15.1に連結され、ブランチモーションプラットフォーム15.1とベーシックモーションプラットフォーム15が反射対称にされ、ブランチパラレル機構とベーシックパラレル機構が反射対称にされる。

【0331】

実施例33

実施例 3 3 (図 8 8) は、下流分岐チェーンが合併した両面歩行の平行ロボットの実施例である。実施例 3 3 は、2 つの実施例 3 2 をわずかに変形してなる。実施例 3 2 におけるベーシックファンデーションプラットフォームは六角形から正六角形に変更される。元々分岐チェーンの上流部分が全てベーシックファンデーションプラットフォーム六角形の内側にあるが、本例では、分岐チェーンの上流部分が全てベーシックファンデーションプラットフォームの六角形の外側に変更される。元の 1 つ目のモーションペアが六角形の頂点に取り付けられ、本例では、六角形の辺に取り付けるように変更される。同一の対称ダブルプラットフォーム平行ロボットの 3 つのダブル分岐チェーン組合せが正六角形の隣り合っていない 3 つの辺に取り付けられる。別の対称ダブルプラットフォーム平行ロボットの 3 つのダブル分岐チェーン組合せが正六角形のお他 3 つの隣り合っていない 10 辺に取り付けられる。モーションプラットフォームがフットアーチ構造に変更される。従って、下流分岐チェーンが合併した両面歩行の平行ロボットが形成される。以下、図面を参照しながら、補足説明を行う。

【0 3 3 2】

図 8 8 は実施例 3 3 の平面図である。図の中間にある正六角形は共用される 4 つのファンデーションプラットフォームであり、すなわち、本例の股関節 2 3 である。それぞれの辺には、1 つの分岐チェーン組合せが取り付けられ、隣り合っていない 3 つの分岐チェーン組合せが 1 つの対称ダブルモーションプラットフォーム平行ロボットを構成する。同一の平行レッグ機構における 3 つのダブル分岐チェーン組合せの前からの 3 つの転動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直であり、6 つの 20 ダブル分岐チェーン組合せが正六角形の外側に位置する。3 つ目の転動ペアがダブル出力モーションペアである。レッグ A の 2 つの隣り合う分岐チェーンが 1 つのダブル出力モーションペア 3 1 a を共用し、レッグ B の 2 つの隣り合う分岐チェーンが 1 つのダブル出力モーションペア 3 1 b を共用し、下流メイン分岐チェーンが S R 分岐チェーンである。

【0 3 3 3】

2 つのベーシック平行機構が 6 つのダブル出力モーションペア 3 1 a、3 1 b を有し、それぞれが 60° の扇形領域を占め、その作業スペースが互いに妨害しない (図中の点線円)。ダブル出力モーションペアの作業スペースを増大させるために、2 つの隣り合う平面平行機構 ($2 - R R > R$) を 2 つの平行な平面に位置しても良い。2 つの異なる分岐チェーン組合せにおける隣り合う 2 つ目の転動ペアのファンデーションプラットフォームの平面における投影は、重なっているが作業に妨害を引き起こさない。 30

【0 3 3 4】

ベーシック平行機構 A のモーションプラットフォーム (A フットアーチ) は Y 字状の凸フットアーチ 2 5. 1 であり、ベーシック平行機構 B のモーションプラットフォーム (B フットアーチ) も Y 字状の凸フットアーチ 2 5. 2 にされる。2 つのフットアーチがそれぞれのサブブランチ分岐チェーン (下流メイン分岐チェーン) により各自の出力端に連結される。2 つのフットアーチのファンデーションプラットフォームの平面における投影は、 60° の差があり、かつフットアーチ A が高く、フットアーチ B が低くされ、二者が互いに妨害しない。

【0 3 3 5】

この形態では、分岐チェーンの上流部分 (R R R) がファンデーションプラットフォームの平面にあり、占めているスペースが一面 (理論上で、体積がない) であり、ジャミング面積が小さく、かつ配置し易い。分岐チェーンの下流部分 (S R) の数が半分減り、ジャミングスペースが対応して減少する。例えば、実施例 2 9 におけるベーシックファンデーションプラットフォームの上には、1 2 個のサブブランチ分岐チェーンがあり、それぞれのブランチ分岐チェーンがいずれも自分のジャミングスペースを有し、設備を収納または配置するためのスペースが占有される。一方、本例では、ベーシックファンデーションプラットフォームの上には、サブブランチ分岐チェーンが 6 つしかなく、6 つのブランチ分岐チェーンのジャミングスペースが解放され、設備を収納または配置するためのスペースを大きくする。それは、歩幅および収納スペースの増大、構造寸法の減少に寄与す 40 50

る。

【0336】

もし、本例でリセットリングを取り付ければ、図中の点線を囲むように、リセットリングの半径を大きくすべきである。実施例33では、足指に広義移動ペアを取り付けても良い。

以下に、出願当初の特許請求の範囲に記載の事項を、付記する。

〔1〕 マルチモーションプラットフォームパラレルロボットの構築方法であって、当該パラレルロボットは、

ベーシックファンデーションプラットフォームと、ベーシックモーションプラットフォームと、ベーシックファンデーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームを連結し、それぞれ2つ以上の広義モーションペアが直列に連結されてなった $N2$ ($2 \leq N2 \leq 6$) 個のメイン分岐チェーンとを含む、1つのベーシックパラレル機構と

10

、
ブランチファンデーションプラットフォームと、ブランチモーションプラットフォームと、ブランチファンデーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームを連結した $N2$ ($2 \leq N2 \leq 6$) 個のブランチ分岐チェーンとを含む、 $N1$ ($N1 \geq 1$) 個のブランチパラレル機構と、からなり、

それぞれのパラレル機構が $N2$ ($2 \leq N2 \leq 6$) 個の同一な自由度および同一な自由度性質を有しており、

20

当該構築方法は、

1) ベーシックパラレル機構を構築するステップと、

ベーシックパラレル機構は、

(a) ベーシックファンデーションプラットフォームは平面ファンデーションプラットフォームであることと、

(b) それぞれのメイン分岐チェーンにおける1つ目の広義モーションペアが主動ペアであって、メイン分岐チェーン毎に主動ペアが1つしかおらず、メイン分岐チェーンにおける1つ目のモーションペアの入力端が転動ペアまたは移動ペアであることと、

(c) 1つ目の広義モーションペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して平行であり、重なり合いまたは垂直であり、或いは、当該2種または3種の形態が全て存在することと、

30

(d) そのメイン分岐チェーンにおける前から2つまたは3つの広義モーションペアのうち、少なくとも1つの広義モーションペアが出力拡大可能なモーションペアであることと、

(e) ベーシックモーションプラットフォームがベーシックファンデーションプラットフォームの平面の一側に位置し、または、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面と面一にし、メイン分岐チェーンにおいて、出力拡大可能なモーションペアがベーシックモーションプラットフォームと連結された部分は下流メイン分岐チェーンと言うことと

の5つ条件に適合しており、

40

2) ブランチパラレル機構を構築するステップと、

a) ベーシックパラレル機構のそれぞれのメイン分岐チェーンに、1つの拡大可能なモーションペアを選択し、この拡大可能なモーションペアは分界モーションペアとも言い、この拡大可能なモーションペアに1つの出力端を増やし、この出力端はサブ出力端と言い、元の出力端はメイン出力端と言い、計 $N1$ 個のサブ出力端を増やし、サブ出力端の機能をメイン出力端の機能と同一にし、構造を対称にし、対称は、一定対称、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、クロススケール対称をさらに含んでおり

、
この拡大可能なモーションペアが元の広義モーションペアよりも出力端の1つ多いマルチ出力モーションペアになり、ブランチ分岐チェーンにおいて、分界広義モーションペア

50

がブランチモーションプラットフォームと連結された部分は下流ブランチ分岐チェーンと言ひ、下流ブランチ分岐チェーンもサブブランチ分岐チェーンと言っており、

ブランチ分岐チェーンの下端点がブランチ分岐チェーンとブランチファンデーションプラットフォームとのヒンジポイントであり、 N 2 個のブランチ分岐チェーンのヒンジポイントがブランチファンデーションプラットフォームを構成し、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームの形状を同一、類似またはほぼ同一にし、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームを対称にし、対称は、一定対称、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、クロススケール対称をさらに含むように、

マルチ出力モーションペアを選択して構築し、ブランチファンデーションプラットフォームを構築しており、

b) 新たに増やしたサブ出力端毎に、一つのサブブランチ分岐チェーンまたはサブブランチロッド（以下、サブブランチ分岐チェーンまたはサブブランチロッドをまとめてサブブランチ分岐チェーンと略称する）を連結し、このサブブランチ分岐チェーンとメイン分岐チェーン上の下流メイン分岐チェーンを同一またはほぼ同一にし、これらサブブランチ分岐チェーンが N 2 個サブブランチ分岐チェーンのグループを形成し、サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンを対称にし、対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称およびクロススケール対称を含むように、

サブブランチ分岐チェーンを構築しており、

c) このグループのサブブランチ分岐チェーンの末端にブランチモーションプラットフォームを連結し、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームの形状を同一、類似またはほぼ同一にし、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームを対称にし、ベーシックパラレル機構と対称なブランチパラレル機構を形成し、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームとの対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称およびクロススケール対称を含むように

ブランチモーションプラットフォームを連結しており、

3) ステップ 2) のステップ a)、b)、c) を繰り返し、もう 1 つの新たな対称ブランチモーションプラットフォーム、もう 1 つの新たな対称ブランチパラレル機構を得て、 N 1 - 1 回繰り返し、 N 1 個の新たな対称ブランチモーションプラットフォームと N 1 個の新たな対称ブランチパラレル機構を得るステップと、

を含むことを特徴とするマルチモーションプラットフォームパラレルロボットの構築方法。

[2] [1] に記載の方法を実現するマルチモーションプラットフォームパラレルロボットであって、

1 つのベーシックパラレル機構 1 1 と、 N 1 (N 1 $\geq$ 1) 個のブランチパラレル機構とからなり、それぞれのパラレル機構が N 2 ($2 \leq N$ 2 $\leq$ 6) 個の自由度および同一な自由度性質を有し、

1) ベーシックパラレル機構は、

ベーシックファンデーションプラットフォームと、ベーシックモーションプラットフォームと、ベーシックファンデーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームを連結し、それぞれ 2 つ以上の広義モーションペアが直列に連結された N 2 ($2 \leq N$ 2 $\leq$ 6) 個のメイン分岐チェーンを含み、さらに、

(a) ベーシックファンデーションプラットフォームは平面ファンデーションプラットフォームであることと、

(b) それぞれのメイン分岐チェーンにおける 1 つ目の広義モーションペアが主動ペアであって、メイン分岐チェーン毎に主動ペアが 1 つしかおらず、メイン分岐チェーンにおける 1 つ目の広義モーションペアの入力端が転動ペアまたは移動ペアであることと、

(c) 1 つ目の広義モーションペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して平行であり、重なり合いまたは垂直であり、或いは、当該 2 種または 3

10

20

30

40

50

種の形態が全て存在することと、

(d) そのメイン分岐チェーンにおける前から2つまたは3つの広義モーションペアのうち、少なくとも1つの広義モーションペアが出力拡大可能なモーションペアであり、出力拡大可能なモーションペアが $(N1 + 1) * N2$ 個の出力端を有し、そのうち、メイン出力端が $N2$ 個であって、メイン分岐チェーンに位置し、残りの $(N1 * N2)$ 個の出力端はサブ出力端と言い、メイン出力端とサブ出力端の構造が対称であり、機能が同一にされ、この拡大可能なモーションペアは分界モーションペアまたは対称マルチ出力モーションペアと言い、分界モーションペアがメイン分岐チェーンを2部分に分け、分界モーションペアのメイン出力端とベーシックモーションプラットフォーム間の部分は下流メイン分岐チェーンと言い、メイン出力端とサブ出力端が対称にされ、対称は、一定対称、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、クロススケール対称をさらに含むことと、

10

(e) $N2$ 個の下流メイン分岐チェーンがベーシックモーションプラットフォームと連結し、ベーシックモーションプラットフォームがベーシックファンデーションプラットフォームの平面の一側に位置し、または、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面と面一にすることと、

の5つ条件に適合するという構造であり、

(2) ブランチパラレル機構は、

ブランチファンデーションプラットフォームと、ブランチモーションプラットフォームと、ブランチファンデーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームを連結した $N2 * N1$ 個のブランチ分岐チェーンと、を含み、

20

(a) メイン分岐チェーンの出力拡大可能なモーションペアにおいて、サブ出力端毎に1つのサブブランチ分岐チェーンが連結され、分界モーションペアのサブ出力端とブランチモーションプラットフォーム間の部分は下流ブランチ分岐チェーンと言い、下流ブランチ分岐チェーンの部分もサブブランチ分岐チェーンと言い、サブブランチ分岐チェーンとメイン分岐チェーン上の下流メイン分岐チェーンが同一またはほぼ同一にされ、構造が対称にされ、対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称に加え、クロススケール対称をさらに含むことと、

(b) ブランチ分岐チェーンの下端がブランチ分岐チェーンとブランチファンデーションプラットフォームとのブランチ下端ヒンジポイントであるヒンジポイントであり、同一の対称特性を有する一つのグループの $N2$ 個のブランチ分岐チェーンのブランチ下端ヒンジポイントが、1つのブランチファンデーションプラットフォームを構成し、ブランチファンデーションプラットフォームが $N1$ 個であり、ブランチファンデーションプラットフォームとベーシックファンデーションプラットフォームが対称にされ、対称は、一定対称、並進対称、回転対称、反射対称およびスライド反射対称に加え、クロススケール対称をさらに含むことと、

30

(c) 同一の対称特性を有するサブブランチ分岐チェーンが、サブブランチ分岐チェーンのグループを構成し、同じグループのサブブランチ分岐チェーンが $N2$ 個であり、計 $N1$ グループのブランチ分岐チェーンがあることと、

(d) 同グループのサブブランチ分岐チェーンが1つのモーションプラットフォームに連結され、1つのパラレル機構を形成し、このモーションプラットフォームはブランチモーションプラットフォーム15. 1と言い、このパラレル機構はブランチパラレル機構と言い、 $N1$ グループのサブブランチ分岐チェーンが $N1$ 個のブランチモーションプラットフォームに連結され、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが同一、類似またはほぼ同一にされ、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームが対称にされ、ブランチモーションプラットフォームが $N1$ 個であって、同様に、ブランチパラレル機構も $N1$ 個であり、ブランチパラレル機構とベーシックパラレル機構も対称にされ、ブランチモーションプラットフォームとベーシックモーションプラットフォームとの対称は、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称およびクロススケール対称を含んでおり、ブランチパラレル機構とベー

40

50

シックパラレル機構との対称も、並進対称、回転対称、反射対称、スライド反射対称およびクロススケール対称を含むことと、

の構造特徴を有するという構造である

マルチモーションプラットフォームパラレルロボット。

〔3〕 その主動ペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、且つ、少なくとも3つの軸線が一点で交差する

ことを特徴とする〔2〕に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット

。

〔4〕 その主動ペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、且つ、軸線が同一の円または楕円の接線、或いは、2つの同一平面の同心円の接線である ことを特徴とする〔2〕に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット。

10

〔5〕 その主動ペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して平行でありまたは重なり合い、且つ、相互に平行でありまたは重なり合う

ことを特徴とする〔2〕に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット

。

〔6〕 その主動ペアの入力端の軸線が全てファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直である

ことを特徴とする〔2〕に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット

20

。

〔7〕 モーションプラットフォーム毎に、操作ハンドが取り付けられる
ことを特徴とする〔2〕、〔3〕、〔4〕、〔5〕および〔6〕のいずれか1項に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット。

〔8〕 1つの〔2〕、〔3〕、〔4〕、〔5〕および〔6〕のいずれか1項に記載の対称マルチプラットフォームパラレルロボットを備えるパラレル工作機械ロボットであって、

1つのモーションプラットフォームに、検出センサまたはプローブが取り付けられ、残りのモーションプラットフォームに、操作ハンドが取り付けられる

ことを特徴とするパラレル工作機械ロボット。

〔9〕 前記マルチモーションプラットフォームパラレルロボットが対称ダブルモーションプラットフォームパラレル機構であり、前記ベーシックモーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォーム、または、メイン出力端とサブ出力端は、少なくとも1対がクロススケール対称にされ、ブランチ分岐チェーンとメイン分岐チェーンが同一またはほぼ同一にされる

30

ことを特徴とする〔2〕、〔3〕、〔4〕、〔5〕および〔6〕のいずれか1項に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット。

〔10〕 前記マルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、ダブルモーションプラットフォームパラレルロボットであり、主動ペアの入力端の軸線がファンデーションプラットフォームの平面内にあり、その軸線が同一の円の接線でありまたはこの円の半径と重なり合い、或いは、2つの同一平面の同心円の接線でありまたはこれらの円の半径と重なり合い、マルチ出力モーションペアがダブル出力モーションペアであり、メイン出力端が全て前記円または楕円の内側にあり、サブ出力端が全て前記円または楕円の外側にあり、サブブランチ分岐チェーンと下流メイン分岐チェーンが同一またはほぼ同一にされ、ベーシックモーションプラットフォームとブランチモーションプラットフォームがクロススケール対称にされる

40

ことを特徴とする〔2〕または〔4〕に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット。

〔11〕 そのベーシックパラレル機構が少自由度のパラレル機構であり、ベーシックパラレル機構はメイン分岐チェーンに加え、ベーシックファンデーションプラットフォームとブランチファンデーションプラットフォームを連結した余分な分岐チェーンをさらに

50

含み、余分な分岐チェーンは消極的分岐チェーンであり、自由度が2以上且つ6未満であり、メイン分岐チェーンは制限のない自由度が6の分岐チェーンである

ことを特徴とする〔2〕に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット

。

〔12〕 両面歩行のパラレルロボットであって、

2つの〔2〕に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットを備えており、マルチモーションプラットフォームパラレルロボットそれぞれのベーシックパラレル機構が全てパラレルレッグ機構であり、マルチモーションプラットフォームパラレルロボットそれぞれが反射対称な1つのベーシックパラレル機構と1つのブランチパラレル機構を含み、1つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットはレッグAと言い、もう1つはレッグBと言い、レッグAのベーシックパラレル機構とレッグBのベーシックパラレル機構またはレッグBのブランチパラレル機構が同一側に位置し1つの片面のパラレル歩行ロボットを構成し、レッグAのブランチパラレル機構とレッグBの別のパラレル機構が他側に位置し他の一つの片面のパラレル歩行ロボットを構成し、レッグAおよびレッグBのベーシックファンデーションプラットフォームが1つの平面に位置し、2つのベーシックファンデーションプラットフォームが固定し連結されて1つの股関節を形成し、4つのモーションプラットフォームが全てフットアーチの構造であり、レッグAのベーシックパラレル機構がレッグAのベーシックファンデーションプラットフォームと、レッグAのメイン分岐チェーンと、レッグAのベーシックモーションプラットフォームのフットアーチとからなり、レッグBのベーシックパラレル機構がレッグBのベーシックファンデーションプラットフォームと、レッグBのメイン分岐チェーンと、レッグBのベーシックモーションプラットフォームのフットアーチとからなり、

2つのパラレルレッグ機構の配列方式は、

(1) 2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、1つが左に、1つが右にあることと、

(2) 2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットは、1つが大きく、1つが小さくされ、小さい方が大きい方の中にあり、ベーシックファンデーションプラットフォームの同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、大きさが異なり、または、高さが異なり、或いは、高さおよび大きさがいずれも異なることと、

(3) 2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットが交差して配置され、ベーシックファンデーションプラットフォームの同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、大きさが異なり、または、高さが異なり、或いは、高さおよび大きさがいずれも異なることと、
のいずれか1つである

ことを特徴とする両面歩行のパラレルロボット。

〔13〕 2つのダブルモーションプラットフォームパラレルロボットは、小さい方が大きい方の中にあり、ベーシックファンデーションプラットフォームの同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、大きさが異なり、または、高さが異なり、或いは、大きさおよび高さがいずれも異なり、

ファンデーションプラットフォームの平面上の股関節に、ファンデーションプラットフォームよりも大きなリング状のリセットリングが設計され、連結ロッドにより股関節と連結され、このリセットリングが股関節と共通の中心を有し、リセットリングの半径が $L / \cos \theta$ よりも大きく、且つ、足指の外接円の半径と股関節の外接円の半径の両方の最大値以上にされ、

式 $L / \cos \theta$ の中、

L は2つの隣り合う足指の中心点（足指中心点と略称する）からベーシックファンデーションプラットフォームの中心までの距離であり、

θ は足指中心点からベーシックファンデーションプラットフォームの中心まで連結線を引くと、この連結線とベーシックファンデーションプラットフォームの平面がなす角度で

ある

ことを特徴とする〔12〕に記載の両面歩行のパラレルロボット。

〔14〕 そのリセットリングの代わりに $N3$ ($N3 \geq 2$) 段の弧形ロッドが用いられ、各弧形ロッドの両端に溝があり、溝の方向がリセットリングの接線方向と同一であり、隣り合う弧形ロッドが重なっており、 $N3$ 段の弧形ロッドがリセットリングを構成し、股関節と弧形ロッドを連結したロッドの代わりに $N3$ 個の締め機構が用いられ、締め機構は、 PR 機構（転動ペアの軸線が移動ペアの軸線と垂直である）、 CR 機構（転動ペアの軸線が円柱ペアの軸線と垂直である）、 HR 機構（転動ペアの軸線が螺旋ペアの軸線と垂直である）、 RR 機構（2つの転動ペアの軸線が平行である）及び RRR 機構（3つの転動ペアの軸線が平行である）という直列機構のうちの1つであり、前記1種または複数種の機構のうちから、 $N3$ 個の直列機構が1グループの締め機構として選択され、締め機構の転動ペアの軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直であり、締め機構の転動ペアの一端が2つの隣り合う弧形ロッドの溝と動的に組み合わせて、転動ペアが溝内にスライド可能であり、他端が股関節に連結される

10

ことを特徴とする〔13〕に記載の両面歩行のパラレルロボット。

〔15〕 前記モーションプラットフォームのフットアーチそれぞれは、少なくとも1つの足指に、軸線がファンデーションプラットフォームの平面に対して垂直な1つの広義移動ペアが取り付けられる

ことを特徴とする〔12〕、〔13〕または〔14〕に記載の両面歩行のパラレルロボット。

20

〔16〕 ブランチパラレル機構が1つしかなく、ブランチパラレル機構がベーシックパラレル機構と反射対称にされ、前記メイン分岐チェーンの数が3以上且つ7以下であり、メイン分岐チェーンにおける3つ目の広義モーションペアがダブル出力モーションペアであり、ダブル出力モーションペアの出力端が反射対称にされ、少なくとも1対の隣り合うメイン分岐チェーンが同一のダブル出力モーションペアを共用し、その元の2つの下流メイン分岐チェーンが1つの下流メイン分岐チェーンに合併した後、ベーシックモーションプラットフォームに連結され、その元の2つのサブブランチ分岐チェーンが1つのサブブランチ分岐チェーンに合併した後、ブランチモーションプラットフォームに連結され、ブランチパラレル機構がベーシックパラレル機構と反射対称にされる

ことを特徴とする〔2〕に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボット

30

〔17〕 2つの〔16〕に記載のマルチモーションプラットフォームパラレルロボットを備え、2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットのベーシックパラレル機構がパラレルレッグ機構であり、2つのベーシックファンデーションプラットフォームが1つの平面に配置され且つ一体に固定して連結され、2つのマルチモーションプラットフォームパラレルロボットのダブル出力モーションペアのファンデーションプラットフォームの平面における投影が異なる扇形領域に位置し、モーションプラットフォームがフットアーチの構造であり、フットアーチには足指があり、ベーシックファンデーションプラットフォームの平面の同一側に位置する2つのモーションプラットフォームのフットアーチは、大きさが異なり、または、高さが異なり、或いは、大きさおよび高さがいずれも異なる ことを特徴とする両面歩行のパラレルロボット。

40

【图 1】

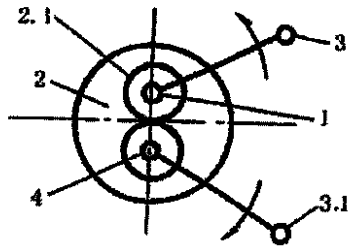


图 1

【图 2】

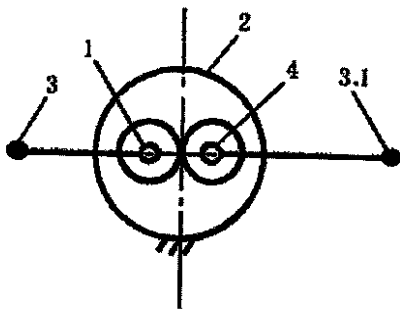


图 2

【图 4】

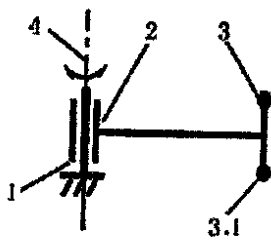


图 4

【图 5】

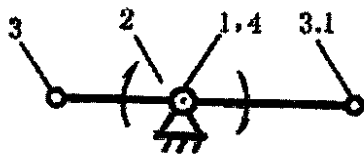


图 5

【图 3. 1】

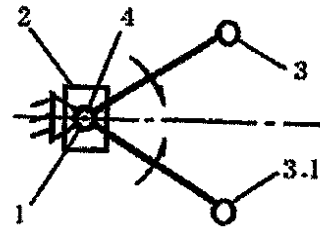


图 3.1

【图 3. 2】

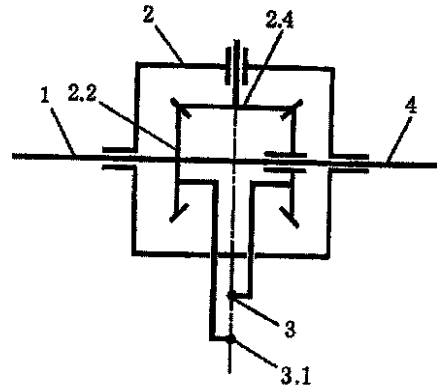


图 3.2

【图 6】

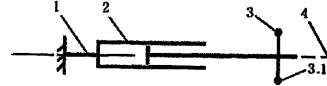


图 6

【图 7】

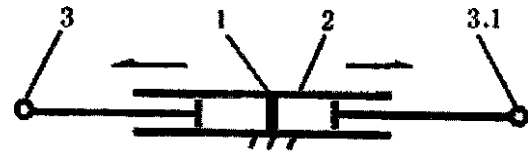


图 7

【图 8】

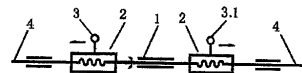


图 8

【図 9. 1】

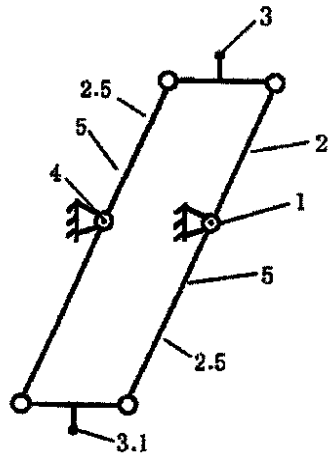


图 9.1

【図 9. 2】

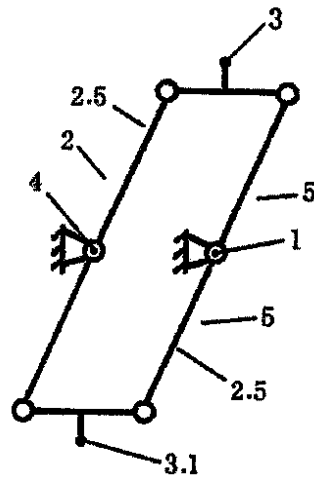


图 9.2

【図 10】

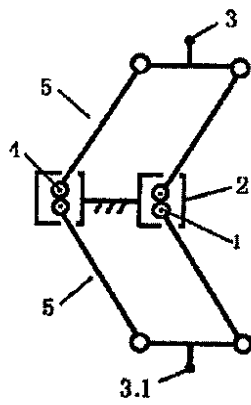


图 10

【図 11. 1】

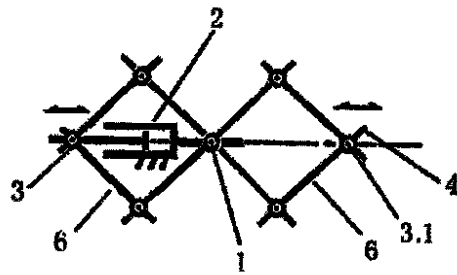


图 11.1

【図 11. 2】

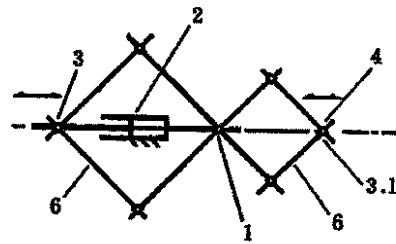


图 11.2

【図 12. 1】

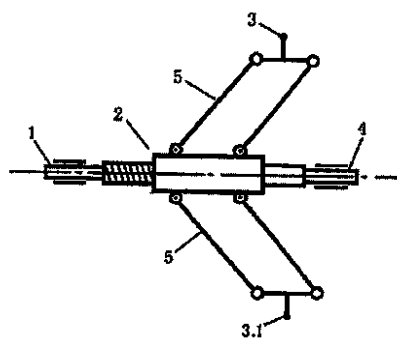


图 12.1

【図 12. 2】

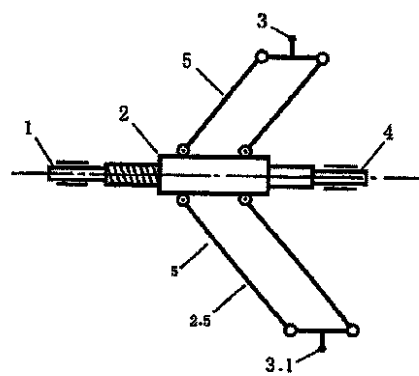


图 12.2

【図 13】

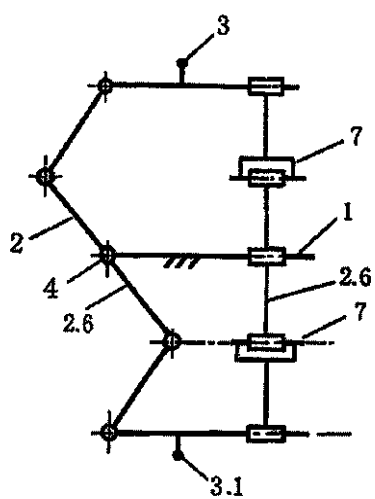


图 13

【図 14】

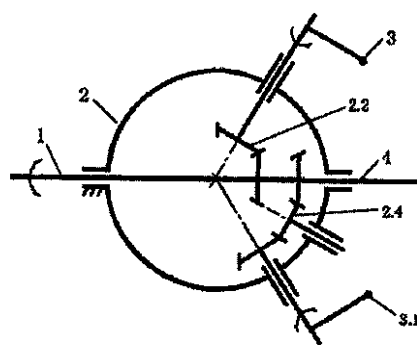


图 14

【图 15】

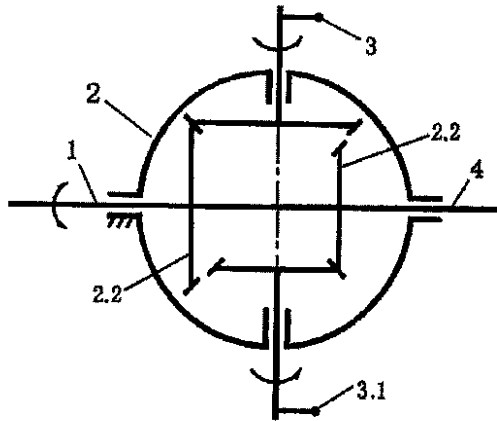


图 15

【图 16】

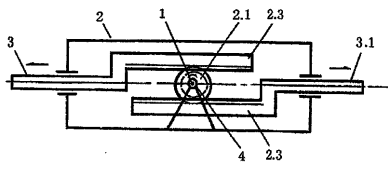


图 16

【图 19】

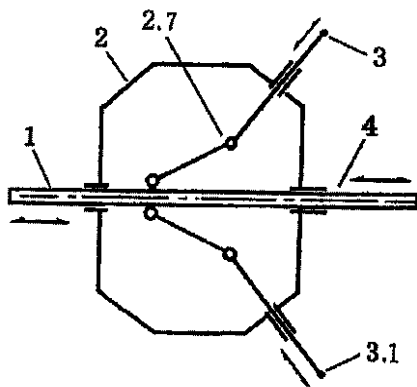


图 19

【图 20】

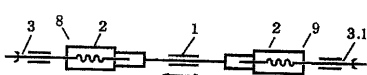


图 20

【图 21】

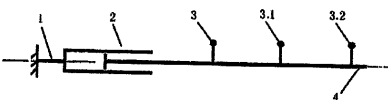


图 21

【图 17】

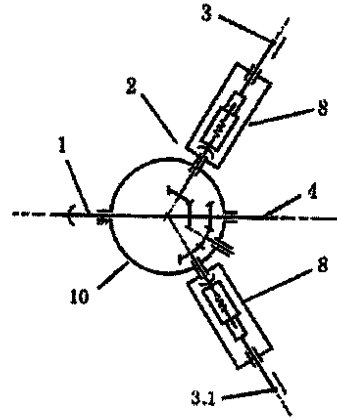


图 17

【图 18】

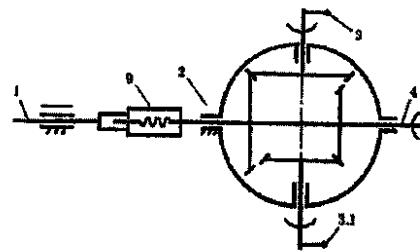


图 18

【图 22】

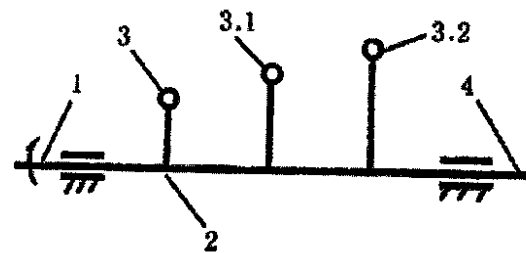


图 22

【图 23】

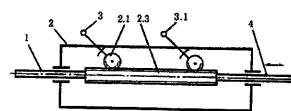


图 23

【图 24】

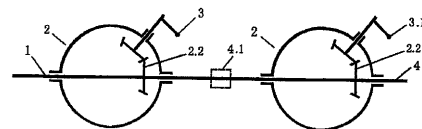


图 24

【図 25】

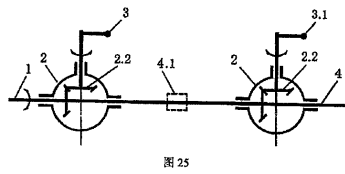


图 25

【図 26】

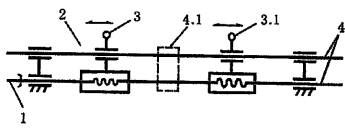


图 26

【図 27】

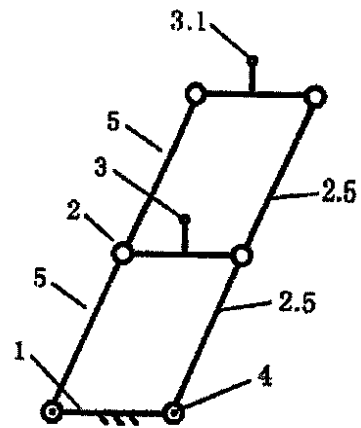


图 27

【図 28. 1】

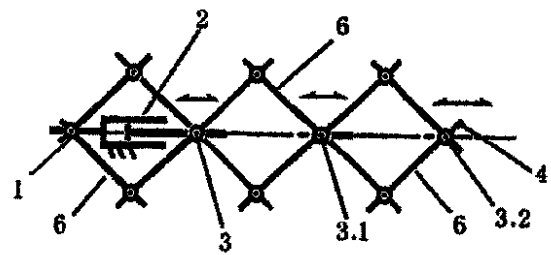


图 28.1

【図 28. 2】

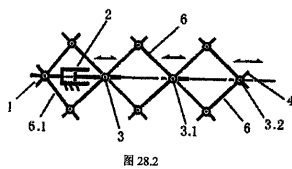


图 28.2

【図 29】

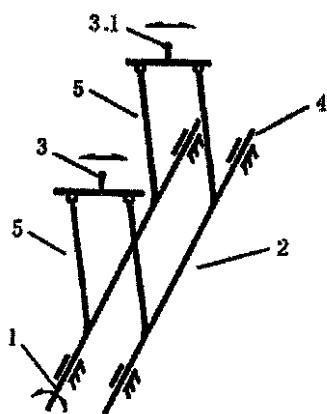


图 29

【図 30】

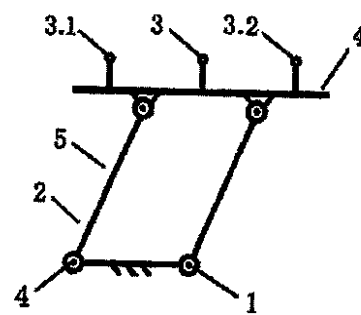


图 30

【図 3 1】

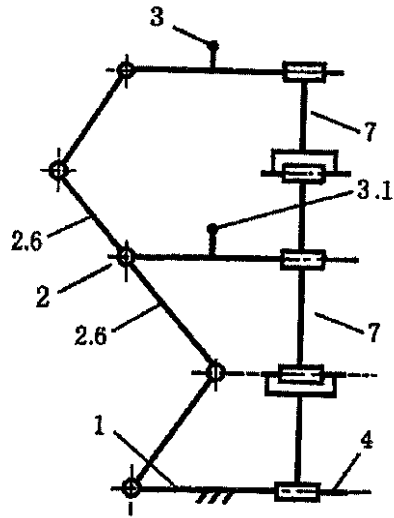


图 31

【図 3 2】

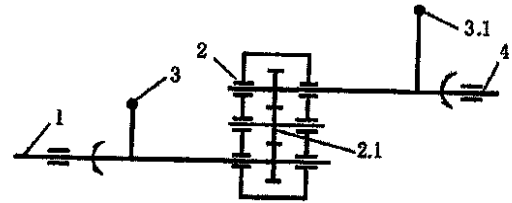


图 32

【図 3 3】

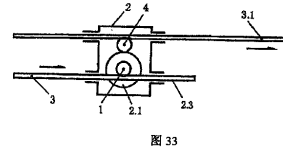


图 33

【図 3 4. 1】

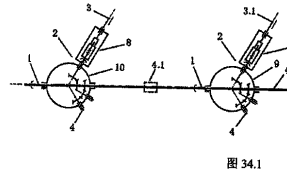


图 34.1

【図 3 4. 2】

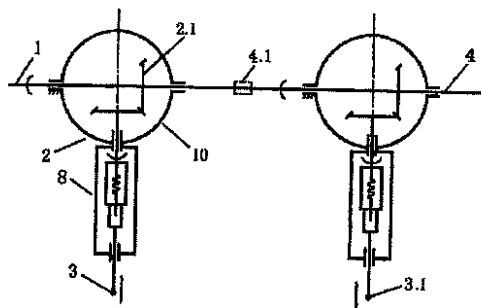


图 34.2

【図 3 6】

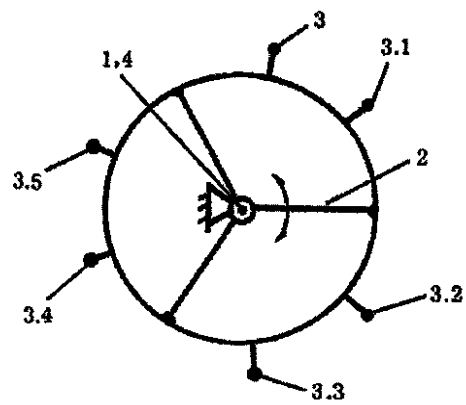


图 36

【図 3 5】

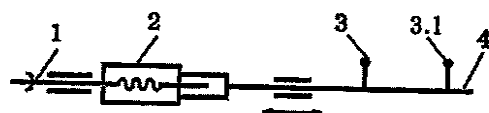


图 35

【图 37】

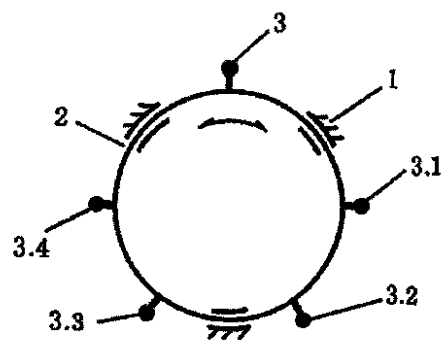


图 37

【图 39】

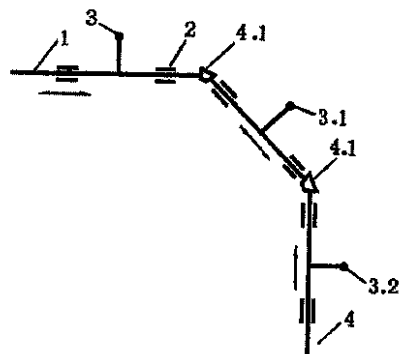


图 39

【图 38】

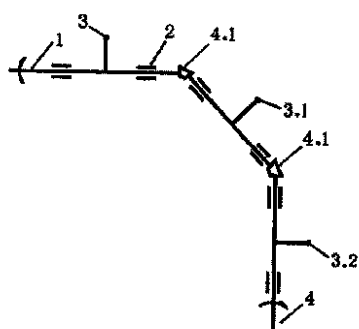


图 38

【图 40】

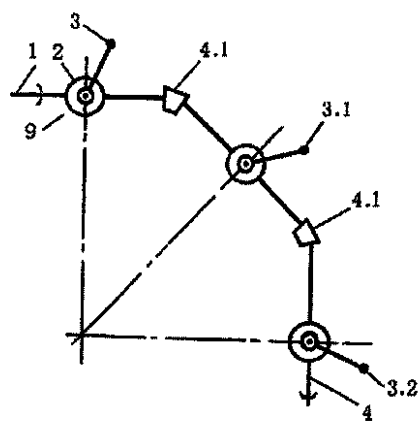


图 40

【图 41】

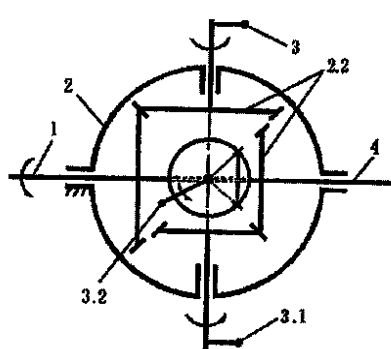


图 41

【图 42】

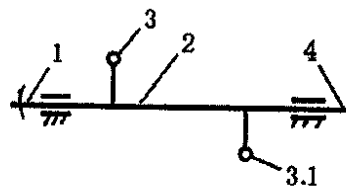


图 42

【图 4 3】

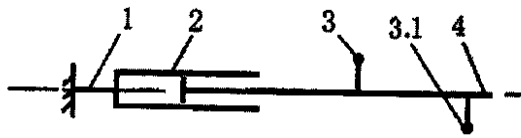


图 43

【图 4 4】

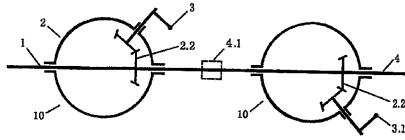


图 44

【图 4 5】

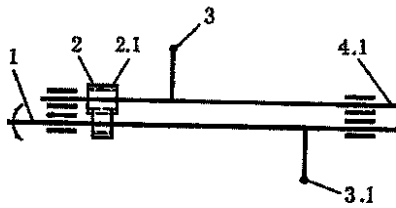


图 45

【图 4 6】

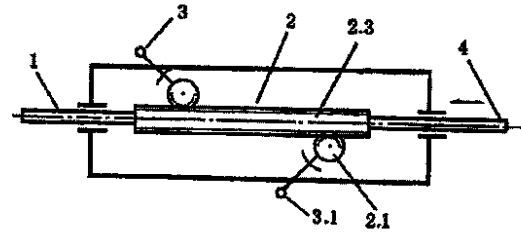


图 46

【图 4 7】

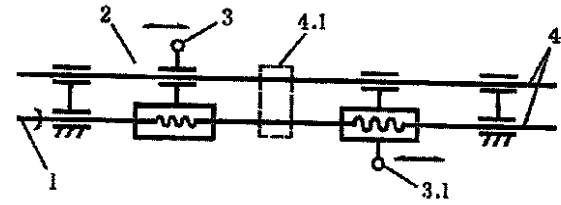


图 47

【图 4 8】

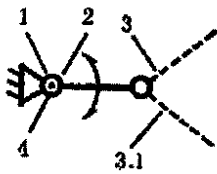


图 48

【图 4 9】

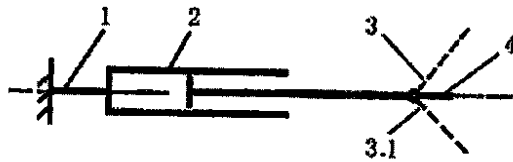


图 49

【图 5 1】

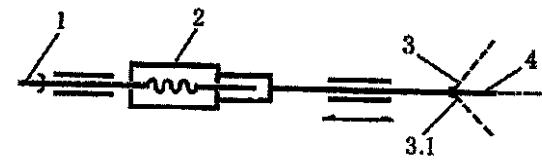


图 51

【图 5 2 . 1】

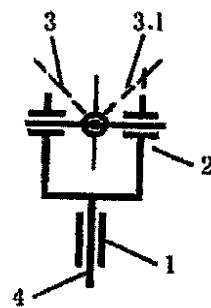


图 52.1

【图 5 0】

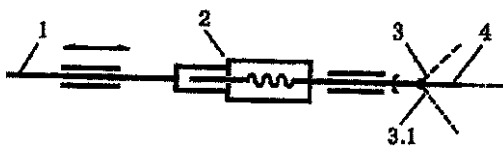


图 50

【图 52.2】

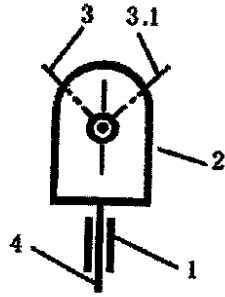


图 52.2

【图 52.3】

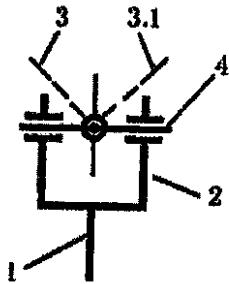


图 52.3

【图 53】

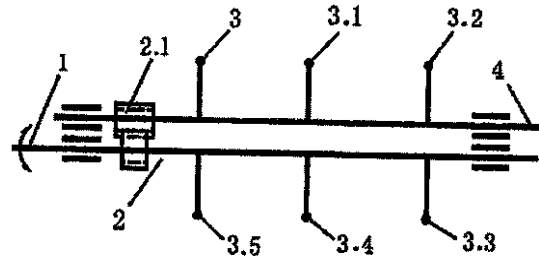


图 53

【图 54】

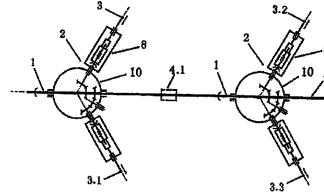


图 54

【图 55】

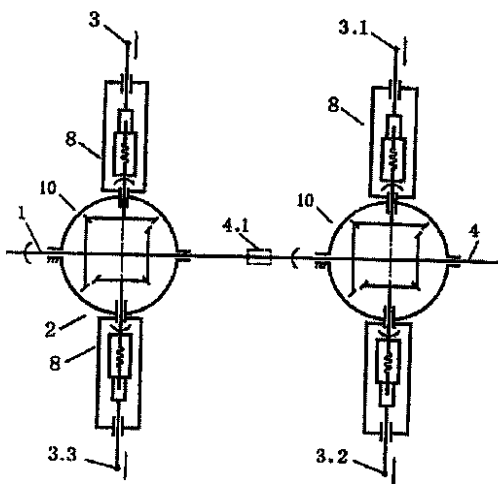


图 55

【图 56】

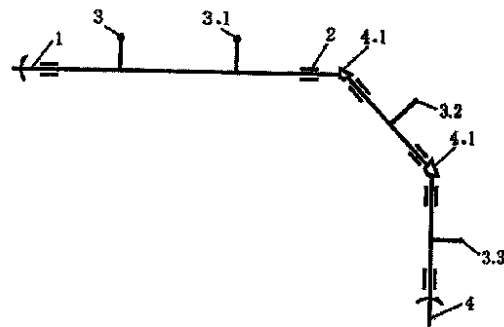


图 56

【图 57】

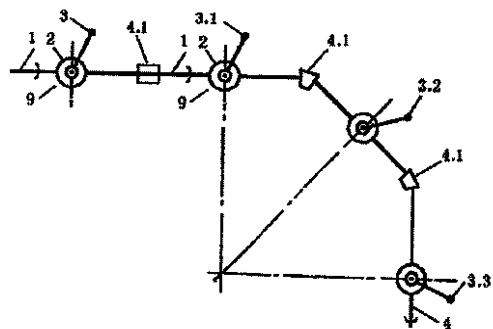


图 57

【図 58】

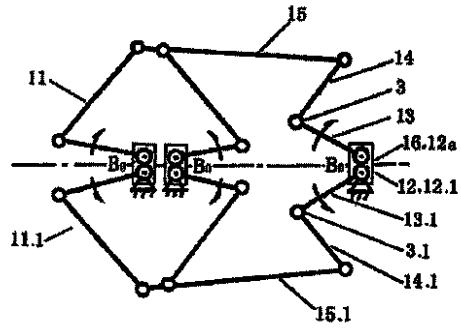


图 58

【図 59】

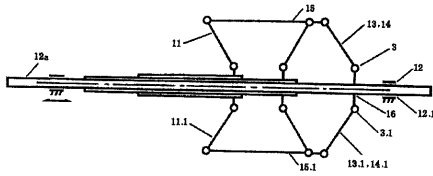


图 59

【図 60】

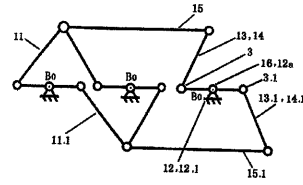


图 60

【図 61】

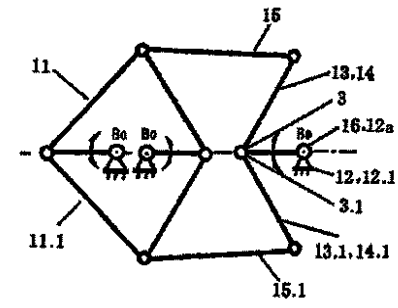


图 61

【図 62】

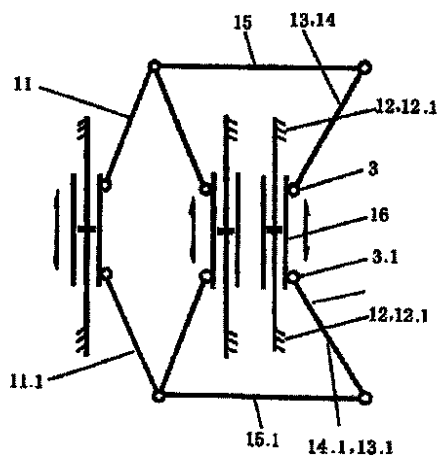


图 62

【図 63】

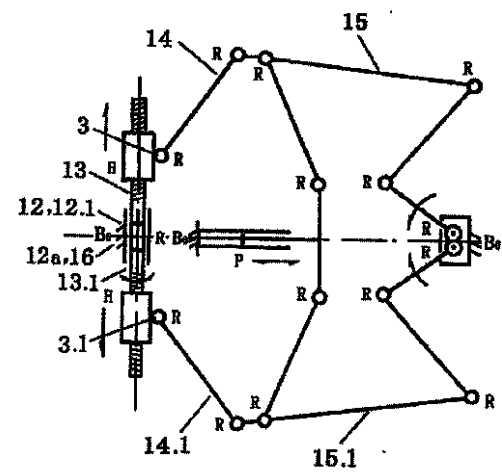


图 63

【図 6 4】

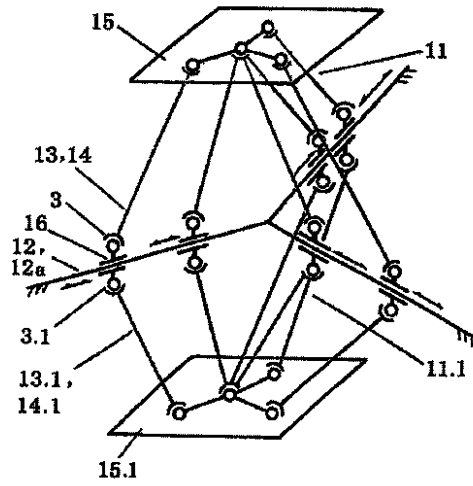


图 64

【図 6 5】

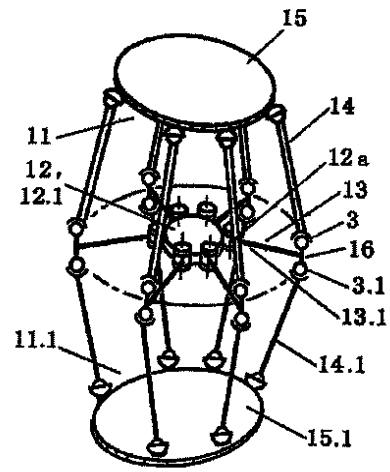


图 65

【図 6 6】

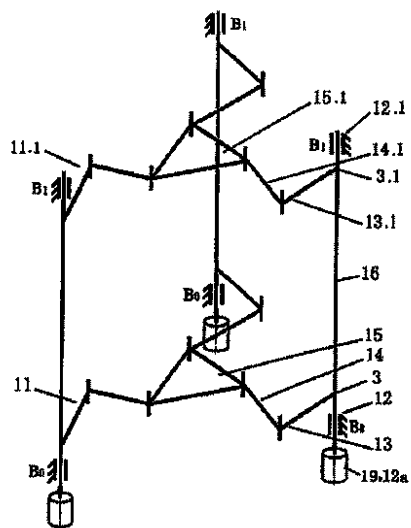


图 66

【図 6 7】

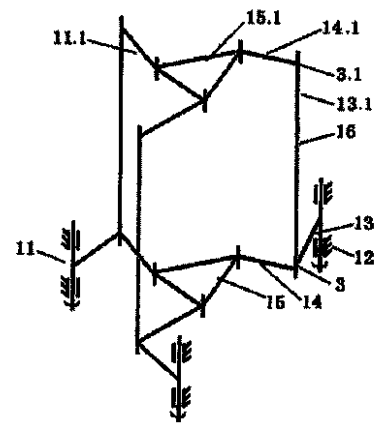


图 67

【図 68】

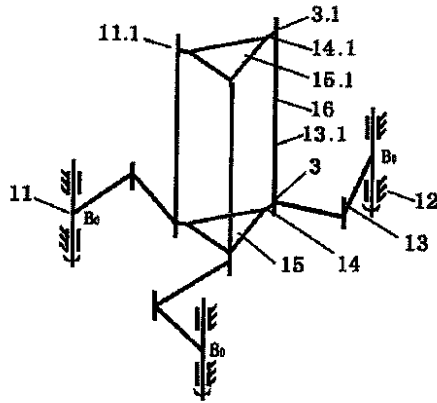


图 68

【図 69】

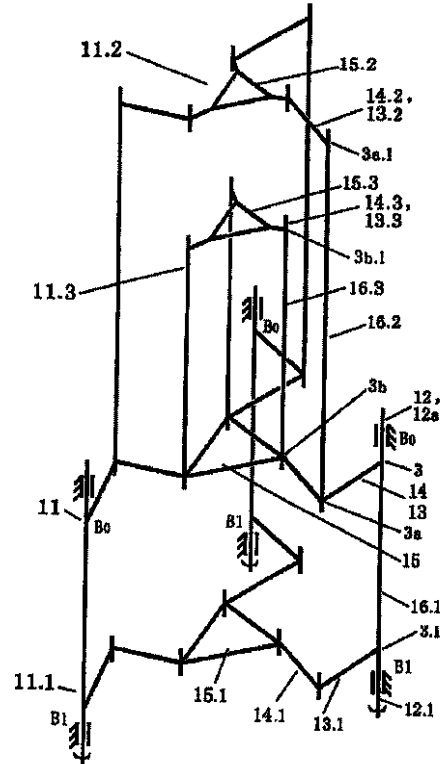


图 69

【図 70】

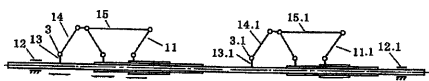


图 70

【図 71】

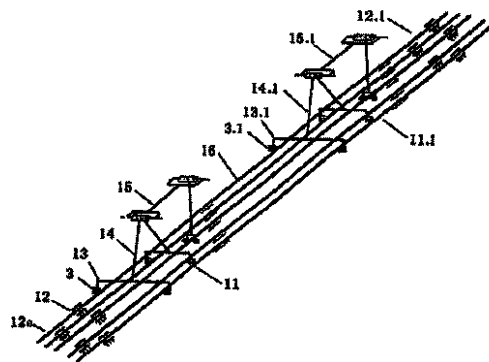


图 71

【図 73】

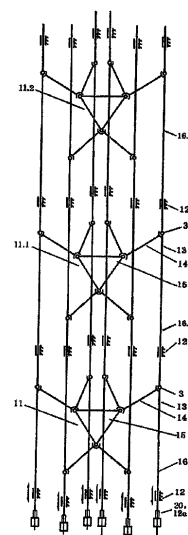


图 73

【図 72】

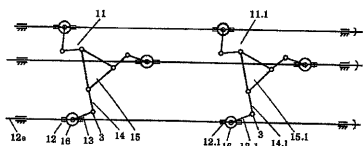


图 72

【図 85. 1】

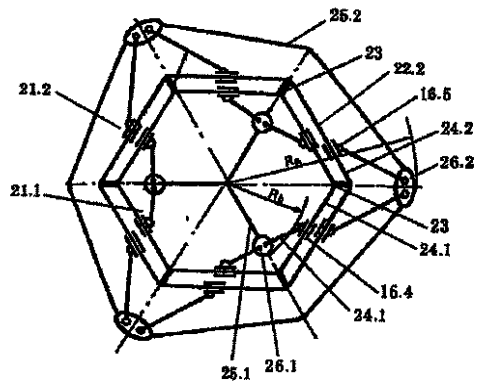


图 85.1

【図 85. 2】

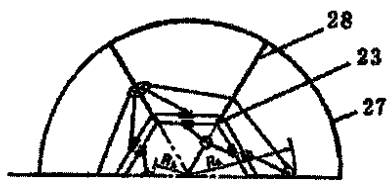


图 85.2

【図 86】

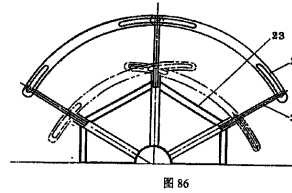


图 86

【図 87】

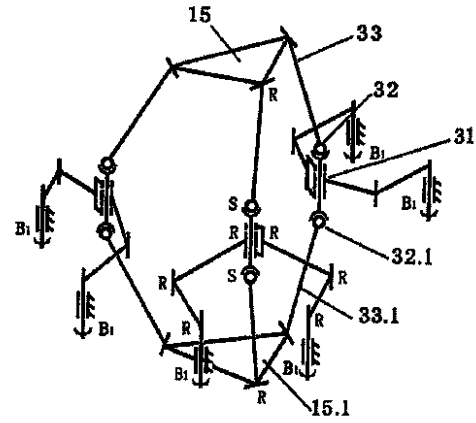


图 87

【図 88】

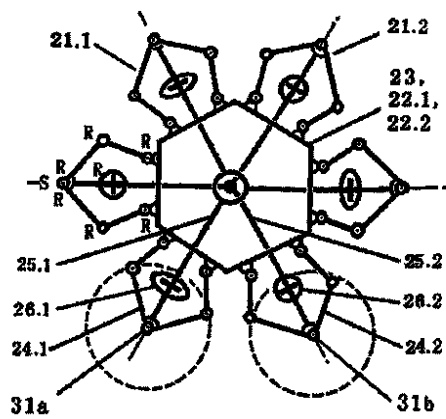


图 88

フロントページの続き

(73)特許権者 518097682

ベイジン・ファイン・ウェイ・テクノロジー・カンパニー・リミテッド

Beijing Fine Way Technology co., Ltd.

中華人民共和国、ベイジン、ハイディアンのディストリクト、ヤンファンディアン・ウェスト・ロード、ナンバー 601、ユニット 2、ビルディング・ナンバー 10

No. 601, Unit 2, Building No. 10, Yangfangdian West Road, Haidian District, Beijing, P. R. China

(74)代理人 100108855

弁理士 蔵田 昌俊

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100153051

弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100179062

弁理士 井上 正

(74)代理人 100189913

弁理士 鵜飼 健

(74)代理人 100199565

弁理士 飯野 茂

(72)発明者 ハン、ファンユアン

中華人民共和国、130022 チーリン、チャンチュン、キング・マウンテン・ビル 7 ブロック・エー 302 ルーム

審査官 武市 匡紘

(56)参考文献 中国実用新案第204005027 (CN, U)

特開2003-291080 (JP, A)

特開2013-052499 (JP, A)

特開2000-246675 (JP, A)

特開2016-098913 (JP, A)

特開平10-286792 (JP, A)

中国特許第104440921 (CN, B)

特開平05-146980 (JP, A)

特開2006-142481 (JP, A)

中国特許出願公開第104972453 (CN, A)

欧州特許出願公開第02740567 (EP, A2)

中国特許出願公開第103522283 (CN, A)

中国特許出願公開第101973027 (CN, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00-21/02