

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7014114号  
(P7014114)

(45)発行日 令和4年2月1日(2022.2.1)

(24)登録日 令和4年1月24日(2022.1.24)

|                                |         |       |   |  |
|--------------------------------|---------|-------|---|--|
| (51)国際特許分類                     | F I     |       |   |  |
| <b>B 2 5 J</b> 15/08 (2006.01) | B 2 5 J | 15/08 | T |  |
|                                | B 2 5 J | 15/08 | C |  |

請求項の数 8 (全24頁)

|          |                             |          |  |
|----------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2018-179295(P2018-179295) | (73)特許権者 | 000002945<br>オムロン株式会社<br>京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南<br>不動堂町801番地 |
| (22)出願日  | 平成30年9月25日(2018.9.25)       | (74)代理人  | 100101454<br>弁理士 山田 卓二                                   |
| (65)公開番号 | 特開2020-49565(P2020-49565A)  | (74)代理人  | 100091524<br>弁理士 和田 充夫                                   |
| (43)公開日  | 令和2年4月2日(2020.4.2)          | (74)代理人  | 100172236<br>弁理士 岩木 宣憲                                   |
| 審査請求日    | 令和2年12月15日(2020.12.15)      | (72)発明者  | 土肥 小也香<br>京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南<br>不動堂町801番地 オムロン株式会社内      |
|          |                             | (72)発明者  | 古賀 寛規<br>京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南<br>最終頁に続く                    |

(54)【発明の名称】 エンドエフェクタおよびエンドエフェクタ装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

掌部と、

延在方向の基端部が前記掌部にそれぞれ接続されていると共に、前記延在方向に交差する方向でかつ互いに接近する方向にそれぞれ移動して把持対象物を把持可能な複数の指部とを備え、

前記複数の指部の少なくとも1つが、

前記延在方向の先端部に設けられた近接センサ部であって、前記延在方向における前記近接センサ部の物体に対する接近および開離を検出可能であると共に、前記延在方向における前記物体の前記近接センサ部に対する接近および開離を検出可能に配置された近接センサ部を有し、

前記近接センサ部が、前記延在方向から見て、前記先端部の縁部のみを覆う検出領域を有している、エンドエフェクタ。

## 【請求項2】

前記近接センサ部が、容量式近接センサで構成されている、請求項1のエンドエフェクタ。

## 【請求項3】

前記近接センサ部が、前記延在方向から見て、前記複数の指部の少なくとも1つの前記先端部の縁部に配置された電極を有している、請求項2のエンドエフェクタ。

## 【請求項4】

前記近接センサ部が、複数の電極で構成されている、請求項2または3のエンドエフェク

タ。

【請求項 5】

前記複数の指部の各々が、前記延在方向に交差する方向において前記把持対象物に対向して前記把持対象物を把持可能に配置された把持面を有し、  
前記複数の電極が、前記延在方向から見て、前記把持面に直交しかつ前記把持面の中心を通る中心線に対して対称に配置されている、請求項 4 のエンドエフェクタ。

【請求項 6】

前記複数の指部の各々が、前記延在方向に交差する方向において前記把持対象物に対向して前記把持対象物を把持可能に配置された把持面を有し、  
前記複数の指部の少なくとも 1 つが、  
前記把持面に設けられて、前記把持面に対する前記把持対象物の接近および開離を検出可能に配置された補助近接センサ部を有している、請求項 1 から 5 のいずれか 1 つのエンドエフェクタ。

10

【請求項 7】

前記複数の指部の各々が、前記延在方向に交差する方向において前記把持対象物に対向して前記把持対象物を把持可能に配置された把持面を有し、  
前記複数の指部の少なくとも 1 つが、  
前記延在方向に交差する方向において前記把持面とは反対側の面に設けられて、前記把持面とは反対側の面に対する物体の接近および開離を検出可能に配置された補助近接センサ部を有している、請求項 1 から 6 のいずれか 1 つのエンドエフェクタ。

20

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 つのエンドエフェクタと、  
前記掌部および前記複数の指部の各々を駆動させる駆動装置と、  
前記近接センサ部により検出された検出結果に基づいて前記駆動装置を制御する制御装置とを備える、エンドエフェクタ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、エンドエフェクタ、および、このエンドエフェクタを備えたエンドエフェクタ装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、把持部を備えたロボットシステムが開示されている。このロボットシステムでは、把持部は、対向するように配置されかつ相互に接近および開離可能に可動する 2 つの板状の指部を有し、各指部の相互に対向する面に、近接センサが設けられている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【文献】「6D Proximity Servoing for Preshaping and Haptic Exploration Using Capacitive Tactile Proximity Sensors」 Stefan Escada Navarro, Martin Schoner, Björn Hein and Heinz Wörn 共著 2014 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2014) September 14-18, 2014, Chicago, IL, USA

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前記ロボットシステムでは、各指部の相互に対向する面に近接センサが設けられているため、各指部間に位置する物体の接近および開離については検出できる。しかし、各指部の延在方向には、何らセンサが設けられていないため、例えば、各指部の延在方向から各指部の先端に接近する物体については検出することができない。その結果、把持部を指部の

50

延在方向に移動させたときに、各指がその延在方向から接近する物体に接触して破損してしまうおそれがある。

【0005】

そこで、本開示は、指部の先端部に対する物体の接近および開離を検出可能であると共に、物体に対する指部の先端部の接近および開離を検出可能なエンドエフェクタおよびエンドエフェクタ装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一例のエンドエフェクタは、

掌部と、

延在方向の基端部が前記掌部にそれぞれ接続されていると共に、前記延在方向に交差する方向でかつ互い接近する方向にそれぞれ移動して把持対象物を把持可能な複数の指部とを備え、

前記複数の指部の少なくとも1つが、

前記延在方向の先端部に設けられた近接センサ部であって、前記延在方向における前記近接センサ部の物体に対する接近および開離を検出可能であると共に、前記延在方向における前記物体の前記近接センサ部に対する接近および開離を検出可能に配置された近接センサ部を有し、

前記近接センサ部が、前記延在方向から見て、前記先端部の縁部を覆う枠状の検出領域を有している。

【0007】

本開示の一例のエンドエフェクタ装置は、

前記エンドエフェクタと、

前記掌部および前記複数の指部の各々を駆動させる駆動装置と、

前記近接センサ部により検出された検出結果に基づいて前記駆動装置を制御する制御装置とを備える。

【発明の効果】

【0008】

前記エンドエフェクタによれば、各指部の少なくとも1つが、その延在方向の先端部に近接センサ部を有し、この近接センサ部が、各指部の延在方向から見て、各指部の先端部の縁部を覆う枠状の検出領域を有している。この近接センサ部により、各指部の延在方向において、各指部の先端部に対する物体の接近および開離を検出可能であると共に、物体に対する各指部の先端部の接近および開離を検出可能なエンドエフェクタを実現できる。

【0009】

前記エンドエフェクタ装置によれば、前記エンドエフェクタによって、各指部の延在方向において、各指部の先端部に対する物体の接近および開離を検出可能であると共に、物体に対する各指部の先端部の接近および開離を検出可能なエンドエフェクタ装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本開示の一実施形態のエンドエフェクタ装置を示すブロック図。

【図2】本開示の一実施形態のエンドエフェクタを示す斜視図。

【図3】図2のエンドエフェクタの正面図。

【図4】図2のエンドエフェクタの平面図。

【図5】図2のエンドエフェクタにおける指部の先端部の拡大正面図。

【図6】図2のエンドエフェクタの第1の変形例を示す斜視図。

【図7】図2のエンドエフェクタの第2の変形例を示す斜視図。

【図8】図2のエンドエフェクタの第3の変形例を示す斜視図。

【図9】図2のエンドエフェクタの第4の変形例を示す斜視図。

【図10】図2のエンドエフェクタの第5の変形例を示す斜視図。

10

20

30

40

50

【図 1 1】図 2 のエンドエフェクタの第 6 の変形例を示す斜視図。

【図 1 2】図 2 のエンドエフェクタの第 7 の変形例を示す斜視図。

【図 1 3】図 2 のエンドエフェクタの第 8 の変形例を示す斜視図。

【図 1 4】図 2 のエンドエフェクタの第 9 の変形例を示す斜視図。

【図 1 5】図 2 のエンドエフェクタの第 10 の変形例を示す斜視図。

【図 1 6】図 2 のエンドエフェクタの第 11 の変形例を示す斜視図。

【図 1 7】図 2 のエンドエフェクタの第 12 の変形例を示す斜視図。

【図 1 8】図 2 のエンドエフェクタの第 13 の変形例を示す斜視図。

【図 1 9】図 2 のエンドエフェクタの第 14 の変形例を示す斜視図。

【図 2 0】図 1 のエンドエフェクタ装置の制御装置を構成する各部を説明するための第 1 の模式図。 10

【図 2 1】図 1 のエンドエフェクタ装置の制御装置を構成する各部を説明するための第 2 の模式図。

【図 2 2】図 1 のエンドエフェクタ装置の制御装置を構成する各部を説明するための第 3 の模式図。

【図 2 3】図 1 のエンドエフェクタ装置の制御装置を構成する各部を説明するための第 4 の模式図。

【図 2 4】図 1 のエンドエフェクタ装置の制御装置を構成する各部を説明するための第 5 の模式図。

【図 2 5】図 1 のエンドエフェクタ装置の第 1 アプローチ処理を説明するためのフローチャート。 20

【図 2 6】図 1 のエンドエフェクタ装置の第 2 アプローチ処理を説明するための第 1 のフローチャート。

【図 2 7】図 1 のエンドエフェクタ装置の第 2 アプローチ処理を説明するための第 2 のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本開示の一例を添付図面に従って説明する。なお、以下の説明では、必要に応じて特定の方向あるいは位置を示す用語（例えば、「上」、「下」、「右」、「左」を含む用語）を用いるが、それらの用語の使用は図面を参照した本開示の理解を容易にするためであって、それらの用語の意味によって本開示の技術的範囲が限定されるものではない。また、以下の説明は、本質的に例示に過ぎず、本開示、その適用物、あるいは、その用途を制限することを意図するものではない。さらに、図面は模式的なものであり、各寸法の比率等は現実のものとは必ずしも合致していない。 30

【0012】

本開示の一実施形態のエンドエフェクタ 10 は、例えば、図 1 に示すように、マニピュレータなどのエンドエフェクタ装置 1 の一部を構成する。エンドエフェクタ装置 1 は、一例として、エンドエフェクタ 10 と、エンドエフェクタ 10 に接続されたアーム 20 と、エンドエフェクタ 10 およびアーム 20 を駆動する駆動装置 30 と、駆動装置 30 を制御する制御装置 100 と、制御装置 100 に接続された操作部 40 と、駆動装置 30 および制御装置 100 に電力を供給する電源 50 とを備えている。制御装置 100 は、操作部 40 で受け付けられた操作に基づいて、駆動装置 30 に指令を出力することで、エンドエフェクタ 10 およびアーム 20 の駆動を制御する。アーム 20 は、エンドエフェクタ 10 の後述する掌部 11 に接続され、駆動装置 30 によって、エンドエフェクタ 10 の位置および姿勢を任意に変更可能に運動することができる。駆動装置 30 は、掌部 11 および各指部 12 を駆動させる図示しないモータと、このモータの回転を検出する図示しないエンコーダとを有し、エンコーダで検出された情報が制御装置 100 に出力されるように構成されている。 40

【0013】

エンドエフェクタ 10 は、図 2 に示すように、掌部 11 と、掌部 11 に接続された複数の 50

指部 1 2 (この実施形態では、2本の指部 1 2)とを備えている。各指部 1 2は、その延在方向の基端部 1 2 1 (図 4 参照)が掌部 1 1に接続されていると共に、その延在方向に交差する方向でかつ互いに接近する方向にそれぞれ移動して把持対象物 6 0を把持する把持動作可能に構成されている。

【0014】

各指部 1 2は、一例として、略矩形の板状を有し、板面同士が対向するように配置されて、駆動装置 3 0によって、板面に直交する方向に移動可能に構成されている。すなわち、各指部 1 2の相互に対向する面は、各指部 1 2の延在方向に交差(例えば、直交)し、把持対象物 6 0に対向する把持面 1 2 3 (図 4 参照)を構成している。なお、各指部 1 2を駆動するモータは、例えば、リニアモータで構成することができる。

10

【0015】

図 3 に示すように、各指部 1 2は、その延在方向の先端部 1 2 2 (図 4 参照)に設けられた近接センサ部 1 3を有している。各近接センサ部 1 3は、一例として、容量式近接センサで構成され、各指部 1 2の延在方向における近接センサ部 1 3の物体に対する接近および開離を検出可能であると共に、各指部 1 2の延在方向における物体の近接センサ部 1 3に対する接近および開離を検出可能に構成されている。

【0016】

詳しくは、各近接センサ部 1 3は、図 5 に示すように、各指部 1 2の延在方向から見て、各指部 1 2の略矩形形状の先端面 1 2 4の縁部に沿って配置された棒状の電極 1 3 1を有している。この電極 1 3 1は、把持面 1 2 3に直交しかつ把持面 1 2 3の中心を通る中心線 C Lに対して対称に配置されている。すなわち、この電極 1 3 1により、各指部 1 2の先端面 1 2 4の縁部を覆う第 1 検出領域 1 4と、この第 1 検出領域 1 4の内側に配置された第 2 検出領域 1 5とが形成される。第 1 検出領域 1 4および第 2 検出領域 1 5で、各指部 1 2の先端面 1 2 4の略全体を覆っている。

20

【0017】

なお、前記エンドエフェクタ 1 0では、各指部 1 2のその延在方向の長さは略同一であり、各指部 1 2の先端面 1 2 4は、各指部の延在方向に直交する同一平面上に配置されている。すなわち、各指部 1 2の近接センサ部 1 3は、各指部 1 2の延在方向における把持対象物 6 0に対する距離が略同一になるように配置されている。

【0018】

このように、前記エンドエフェクタ 1 0によれば、各指部 1 2が、その延在方向の先端部に近接センサ部 1 3を有し、この近接センサ部 1 3が、各指部 1 2の延在方向から見て、各指部 1 2の延在方向の先端部 1 2 2の縁部を覆う棒状の第 1 検出領域 1 4を有している。この近接センサ部 1 3により、各指部 1 2の延在方向において、各指部 1 2の先端部 1 2 2に対する物体(例えば、図 2 0に示す把持対象物 6 0または周辺環境の物体 7 0)の接近および開離を検出可能であると共に、物体に対する各指部の先端部 1 2 2の接近および開離を検出可能なエンドエフェクタ 1 0を実現できる。

30

【0019】

また、各指部 1 2の延在方向の先端部 1 2 2の縁部を覆う棒状の第 1 検出領域 1 4を有しているため、各指部 1 2の先端部 1 2 2の縁部の任意の位置において、把持対象物 6 0あるいは周辺環境の物体 7 0の接近または開離を検出して、各指部 1 2の延在方向における各指部 1 2と物体との位置関係を高い精度で把握することができる。その結果、例えば、エンドエフェクタ 1 0を把持対象物 5 0に向かって接近させているときに、各指部 1 2が把持対象物 5 0に接触することなく接近することができるか否かを高い精度で検出することができる。

40

【0020】

また、近接センサ部 1 3が、容量式近接センサで構成されている。これにより、簡単な構成で、各指部 1 2の延在方向において、各指部 1 2の先端部 1 2 2に対する物体の接近および開離を検出できると共に、物体に対する各指部の先端部 1 2 2の接近および開離を検出できる。

50

## 【 0 0 2 1 】

また、近接センサ部 1 3 が、各指部 1 2 の延在方向から見て、各指部 1 2 の先端部 1 2 2 の縁部に配置された棒状の電極 1 3 1 を有している。これにより、簡単な構成で、各指部 1 2 の延在方向において、各指部 1 2 の先端部 1 2 2 に対する物体の接近および開離を検出できると共に、物体に対する各指部の先端部 1 2 2 の接近および開離を検出できる。

## 【 0 0 2 2 】

また、前記エンドエフェクタ装置 1 によれば、前記エンドエフェクタ 1 0 によって、各指部 1 2 の延在方向において、各指部 1 2 の先端部 1 2 2 に対する物体の接近および開離を検出可能であるとと共に、物体に対する各指部 1 2 の先端部 1 2 2 の接近および開離を検出可能なエンドエフェクタ装置 1 を実現できる。

10

## 【 0 0 2 3 】

なお、前記エンドエフェクタ 1 0 は、複数の指部 1 2 を備えていればよく、2本の指部 1 2 を備えている場合に限らない。例えば、図 6 に示すように、前記エンドエフェクタ 1 0 は、3本の指部 1 2 を備えるように構成することもできる。

## 【 0 0 2 4 】

各指部 1 2 の先端部 1 2 2 は、各指部 1 2 の延在方向から見て、略矩形状を有する場合に限らない。例えば、図 7 に示すように、各指部 1 2 の先端部 1 2 2 は、各指部 1 2 の延在方向から見て、円弧形状を有するように構成することもできる。また、先端部 1 2 2 の端面 1 2 4 は、指部の延在方向に直交する平面で構成されている場合に限らない。例えば、図 8 および図 9 に示すように、先端部 1 2 2 の端面 1 2 4 は、各指部の延在方向の先端部 1 2 2 側に突出する湾曲面 1 2 5 で構成してもよいし、各指部の延在方向に交差する傾斜面 1 2 6 で構成してもよい。

20

## 【 0 0 2 5 】

近接センサ部 1 3 は、複数の指部 1 2 の少なくとも1つに設けられていればよく、複数の指部 1 2 の各々に設けられている場合に限らない。

## 【 0 0 2 6 】

また、近接センサ部 1 3 は、少なくとも第 1 検出領域 1 4、すなわち、各指部の延在方向から見て、各指部 1 2 の先端部 1 2 2 の縁部を覆う棒状の検出領域を有していればよく、棒状の電極 1 3 1 を有する容量式近接センサで構成されている場合に限らない。例えば、図 1 0 ~ 図 1 8 に示すように、任意の形状の電極 1 3 1 を有する 1 以上の容量式センサで構成することもできる。

30

## 【 0 0 2 7 】

図 1 0 の近接センサ部 1 3 は、各指部 1 2 の先端面 1 2 4 の略全体を覆う1つのベタ電極 1 3 1 で構成されている。図 1 1 の近接センサ部 1 3 は、大きさの異なる2つの棒状の電極 1 3 1 で構成され、一方の電極 1 3 1 の内側に他方の電極 1 3 1 が配置されている。図 1 2 および図 1 3 の近接センサ部 1 3 は、同じ大きさの2つの直線状の電極 1 3 1 で構成されている。図 1 4 および図 1 5 の近接センサ部 1 3 は、同じ大きさの2つの略C字状の電極 1 3 1 で構成されている。図 1 6 の近接センサ部 1 3 は、同じ大きさの2つの棒状の電極 1 3 1 で構成されている。図 1 7 および図 1 8 の近接センサ部 1 3 は、同じ大きさの2つのベタ電極 1 3 1 で構成されている。図 1 2、図 1 4 および図 1 7 の近接センサ部 1 3 は、各電極 1 3 1 が、各指部 1 2 の先端面 1 2 4 における中心線 C L に直交する一対の辺の各々に沿って配置され、図 1 3、図 1 5 および図 1 8 の近接センサ部 1 3 は、各電極 1 3 1 が、各指部 1 2 の先端面 1 2 4 における中心線 C L に平行な一対の辺の各々に沿って配置されている。

40

## 【 0 0 2 8 】

なお、図 1 1 ~ 図 1 8 の近接センサ部 1 3 では、各電極 1 3 1 が、各指部 1 2 の延在方向から見て、把持面 1 2 3 に直交しかつ把持面 1 2 3 の中心を通る中心線 C L に対して対称に配置されている。このように、近接センサ部 1 3 は、各指部 1 2 の寸法構成、あるいは、把持対象物 6 0 の形状および大きさなどに応じて、その構成を任意に変更することができるので、設計の自由度の高いエンドエフェクタ 1 0 を実現できる。

50

## 【 0 0 2 9 】

また、近接センサ部 1 3 は、容量式近接センサに限らず、光学式、誘導式、磁気式および超音波式などの任意の形式の近接センサで構成できる。

## 【 0 0 3 0 】

図 5、図 7 および図 1 1 ~ 図 1 5 の近接センサ部 1 3 は、ループ電極であり、近接センサ部 1 3 の寄生容量を減らして、検出感度を高めることができる。図 1 0 および図 1 6 ~ 図 1 8 の近接センサ部 1 3 は、ベタ電極であり、電極面積を大きくして検出感度を高めることができる。図 5、図 7 および図 1 0 の近接センサ部 1 3 は、単一の電極を有する自己容量式の近接センサであり、電極面積を大きくして検出感度を高めることができる。また、図 1 1 ~ 図 1 8 の近接センサ部 1 3 は、複数の電極を有し、複数の自己容量式近接センサ、または、1 以上の相互容量式近接センサで構成することができる。例えば、図 1 2 に示す近接センサ部 1 3 を複数の自己容量式近接センサで構成した場合、検出領域 1 4 の面画素を増やすことができるので、検出領域 1 4 に把持対象物 6 0 または周辺環境の物体 7 0 のエッジ部分が位置しているときに、各指部 1 2 をいずれの方向に動かせば把持対象物 6 0 または周辺環境の物体 7 0 に対する接触を回避できるかを判定することができる。

10

## 【 0 0 3 1 】

図 1 9 に示すように、各指部 1 2 の少なくとも 1 つが、第 1 の補助近接センサ部 1 6 および第 2 の補助近接センサ部 1 7 のいずれか 1 つまたは両方を有するように構成してもよい。第 1 の補助近接センサ部 1 6 は、把持面 1 2 3 に設けられて、把持面 1 2 3 に対する把持対象物 6 0 の接近および開離を検出可能に配置されている。この第 1 の補助近接センサ部 1 6 により、把持対象物 5 0 を把持するときに、各指部 1 2 の把持面 1 2 3 と把持対象物 5 0 との間の位置関係をより正確に把握することができる。また、第 2 の補助近接センサ部 1 7 は、各指部 1 2 の延在方向に交差する方向において把持面 1 2 3 とは反対側の面 1 2 7 に設けられて、把持面 1 2 3 とは反対側の面 1 2 7 に対する物体（例えば、周辺環境の障害物）の接近および開離を検出可能に配置されている。この第 2 の補助近接センサ部 1 7 により、例えば、各指部 1 2 と周辺環境の障害物との間の位置関係をより正確に把握することができる。

20

## 【 0 0 3 2 】

なお、第 1 および第 2 の補助近接センサ部 1 6、1 7 は、近接センサ部 1 3 と同様に、容量式、光学式、誘導式、磁気式および超音波式などの任意の形式の近接センサで構成できる。また、第 1 および第 2 の補助近接センサ部 1 6、1 7 は、容量式で構成する場合、任意の形状の電極を有する 1 以上の容量式センサで構成することができる。第 1 および第 2 の補助近接センサ部 1 6、1 7 で検出された検出結果は、例えば、制御装置 1 0 0 に出力される。

30

## 【 0 0 3 3 】

次に、前記エンドエフェクタ装置 1 の制御装置 1 0 0 について説明する。

## 【 0 0 3 4 】

前記制御装置 1 0 0 は、演算等を行う CPU、エンドエフェクタ 1 0 の制御などに必要なプログラムあるいはデータ等を記憶しておく ROM および RAM などの記憶媒体と、エンドエフェクタ装置 1 の外部との間で信号の入出力を行うインターフェース部とで構成され、図 1 に示すように、接近位置決定部 1 1 0 と、指配置判定部 1 2 0 と、指移動判定部 1 3 0 と、移動制御部 1 4 0 とを有している。なお、接近位置決定部 1 1 0、指配置判定部 1 2 0、指移動判定部 1 3 0 および移動制御部 1 4 0 の各部分は、CPU が所定のプログラムを実行することにより実現される機能である。

40

## 【 0 0 3 5 】

なお、以下、図 2 0 ~ 図 2 4 を参照して、制御装置 1 0 0 を構成する各部についての説明を行っているが、図 2 0 ~ 図 2 4 では、エンドエフェクタ装置 1 の各構成のうち、エンドエフェクタ 1 0 のみを示し、その他の構成については省略している。

## 【 0 0 3 6 】

接近位置決定部 1 1 0 は、エンドエフェクタ 1 0 の掌部 1 1 が把持対象物 6 0 に接近する

50

掌接近方向（すなわち、図 2 1 の矢印 A 方向）における近接センサ部 1 3 の把持対象物 6 0 に対する位置であって、後述する把持位置 P 2（図 2 4 参照）よりも掌接近方向 A において把持対象物 6 0 から離れた接近位置 P 1（図 2 2 参照）を決定する。接近位置 P 1 は、エンドエフェクタ 1 0 が対象物 6 0 および周辺環境の物体 7 0 に接触しない位置であり、要求されるエンドエフェクタ 1 0 の接近位置 P 1 から把持位置 P 2 までの移動時間、各近接センサ部 1 3 の性能、各指部 1 2 の寸法構成、あるいは、把持対象物 6 0 の形状および大きさなどに応じて決定される。なお、掌接近方向は、一例として、エンドエフェクタ 1 0 の各指部 1 2 の延在方向と略一致している。

#### 【 0 0 3 7 】

また、接近位置決定部 1 1 0 は、掌接近方向 A において、接近位置 P 1 よりも把持対象物 6 0 から離れた速度変更位置 P 3 を決定する。速度変更位置 P 3 は、掌部 1 1 を把持対象物 6 0 に接近させて接近位置 P 1 まで移動させるときに、移動制御部 1 4 0 によって、速度変更位置 P 3 よりも把持対象物 6 0 から離れた位置 P 0 と速度変更位置 P 3 との間の掌部 1 1 の移動速度である第 1 移動速度から、第 1 移動速度よりも小さい第 2 移動速度に変更される位置である。この速度変更位置 P 3 は、要求されるエンドエフェクタ 1 0 の接近位置 P 1 から把持位置 P 2 までの移動時間、駆動装置 3 0 の性能、各指部 1 2 の寸法構成、あるいは、把持対象物 6 0 の形状および大きさなどに応じて決定される。

#### 【 0 0 3 8 】

なお、接近位置 P 1、速度変更位置 P 3、第 1 移動速度および第 2 移動速度の各々は、ユーザの入力により決定してもよいし、接近位置決定部 1 1 0 が予め記憶されている複数の値の中から選択することにより決定してもよいし、接近位置決定部 1 1 0 がユーザの入力により決定あるいは接近位置決定部 1 1 0 により選択された値を近接センサ部 1 3 により検出された検出結果に基づいて補正することにより決定してもよい。また、第 2 移動速度は、例えば、接近位置 P 1 でエンドエフェクタ 1 0 が停止可能な範囲で、要求されるエンドエフェクタ 1 0 の接近位置 P 1 から把持位置 P 2 までの移動時間に応じて決定される。

#### 【 0 0 3 9 】

指配置判定部 1 2 0 は、エンドエフェクタ 1 0 で把持対象物 6 0 を把持するとき、近接センサ部 1 3 により検出された検出結果に基づいて、把持対象物 6 0 における掌部 1 1 が把持対象物 6 0 に接近する方向まわりでかつ複数の指部 1 2 の全てが把持対象物 6 0 と周辺環境の物体 7 0 との間の空間 8 0 に位置する把持位置 P 2（図 2 4 参照）に、エンドエフェクタ 1 0 を物体 7 0 に接触することなく配置可能か否かの配置判定を行う。配置判定は、各指部 1 2 に対して、一例として、接近位置 P 1 で行われる。なお、把持位置 P 2 は、各指部 1 2 を把持動作させることで把持対象物 6 0 を把持可能な位置であり、例えば、エンドエフェクタ 1 0 の各指部 1 2 の寸法構成、あるいは、把持対象物 6 0 の大きさなどに基づいて予め決定される。

#### 【 0 0 4 0 】

例えば、指配置判定部 1 2 0 は、予め入力された把持対象物 6 0 の形状および大きさなどの情報から、掌接近方向 A における決定された接近位置 P 1 から把持対象物 6 0 までの距離を算出する。そして、指配置判定部 1 2 0 は、各指部 1 2 の寸法構成の情報と、算出された距離と、各指部 1 2 の近接センサ部 1 3 によって検出された検出結果とに基づいて、掌接近方向 A に直交する方向における各指部 1 2 と、把持対象物 6 0 および周辺環境の物体 7 0 との間の位置関係を把握する。これにより、指配置判定部 1 2 0 は、把持対象物 6 0 と周辺環境の物体 7 0 との間の空間 8 0 に、各指部 1 2 を把持対象物 6 0 および周辺環境の物体 7 0 に接触することなく挿入可能か否かを判定する。この判定は、例えば、エンドエフェクタ 1 0 を接近位置 P 1 に移動させる前、および、エンドエフェクタ 1 0 を接近位置 P 1 に移動させた後、把持位置 P 2 に移動させる前に行われる。

#### 【 0 0 4 1 】

また、指配置判定部 1 2 0 は、配置判定において、把持対象物 6 0 および周辺環境の物体 7 0 に接触することなく複数の指部 1 2 の各々を把持位置 P 2 に配置不可能であるとする配置不可判定が複数の指部 1 2 の一部に対してなされた場合、移動制御部 1 4 0 によって

10

20

30

40

50

後述する第1移動が行われた後、第1移動前に配置可判定がなされていた指部12が、第1移動後に把持対象物60または周辺環境の物体70に接触することなく把持位置P2に配置可能か否かの第1再配置判定を行う。第1再配置判定は、配置判定と同様の方法で行われる。

【0042】

第1再配置判定において、第1移動前に配置可判定がなされていた指部12が、第1移動後に把持位置P2に配置可能であるとする再配置可判定がなされた場合、指配置判定部120は、第1移動前に配置不可判定がなされていた指部12が、第1移動後に把持対象物60または周辺環境の物体70に接触することなく把持位置P2に配置可能か否かの第2再配置判定を行う。第2再配置判定は、配置判定と同様の方法で行われる。

10

【0043】

なお、指配置判定部120は、例えば、接近位置P1において、移動制御部140により各指部12の移動が行われる毎に、配置判定を行う。

【0044】

指移動判定部130は、指配置判定部120により行われた配置判定または第2再配置判定において配置不可判定がなされた場合に、複数の指部12の把持面123間に把持対象物60を配置できるように複数の指部12の各々を各指部12の延在方向に交差する方向に移動させることが可能か否かの移動判定を行う。この移動判定において、複数の指部12の把持面123間に把持対象物60を配置できるように複数の指部12の各々を各指部12の延在方向に交差する方向に移動させることができないとする移動不可判定がなされた場合、指移動判定部130は、把持対象物60を把持不可能であると判定する。

20

【0045】

なお、この実施形態では、図21に示すように、複数の指部12の各々を把持方向B1（すなわち、各指部12の延在方向に交差する方向でかつ相互に接近する方向）に互いに接近させて閉じた状態で、エンドエフェクタ10を接近位置P1まで移動させるように構成されている。このため、移動制御部140は、配置判定において配置不可判定がなされた場合、複数の指部12の各々が相互に開離する方向を複数の指部12の移動方向として決定し、決定された方向に沿って複数の指部12の各々を段階的に移動させる。すなわち、配置可判定がなされることなく、複数の指部12が移動制御部140により決定された方向に移動できなくなった場合に、移動不可判定がなされる。

30

【0046】

移動制御部140は、接近位置決定部110、指配置判定部120および指移動判定部130で行われた判定の結果に基づいて駆動装置30を制御して、掌部11および各指部12を駆動させる。

【0047】

例えば、エンドエフェクタ10の接近位置P1への移動処理（以下、第1アプローチ処理という。）において、移動制御部140は、次のように掌部11および各指部を駆動させる。

【0048】

移動制御部140は、掌接近方向Aにおいて、接近位置P1よりも把持対象物60から離れた位置（例えば、図20および図21に示す位置P0）から、把持対象物60にエンドエフェクタ10を移動させる場合、近接センサ部13により検出された検出結果に基づいて、エンドエフェクタ10が接近位置P1まで移動したか否かを判定し、エンドエフェクタ10が接近位置P1まで移動したと判定された場合、エンドエフェクタ10の移動を停止させる。このとき、図21に示すように、複数の指部12の各々を把持方向B1に互いに接近させて閉じた状態で、エンドエフェクタ10を接近位置P1まで移動させる。なお、エンドエフェクタ10が接近位置P1まで移動したか否かについては、近接センサ部13により検出された掌接近方向Aにおける把持対象物60までの距離に基づいて決定される。

40

【0049】

50

移動制御部 140 は、エンドエフェクタ 10 を接近位置 P1 に移動させる前に、指配置判定部 120 によって、掌接近方向 A におけるエンドエフェクタ 10 に対する把持対象物 60 の位置が把握できないと判定された場合、掌接近方向 A におけるエンドエフェクタ 10 に対する把持対象物 60 の位置が把握できると判定されるまで、掌部 11 を掌接近方向 A に交差（例えば、直交）する方向に移動させる。

【0050】

移動制御部 140 は、掌接近方向 A において、掌部 11 を把持対象物 60 に向かって接近移動させてエンドエフェクタ 10 を接近位置 P1 まで移動させるときに、近接センサ部 13 により検出された検出結果に基づいて、掌部 11 および各指部 12 に対して把持対象物 60 および周辺環境の物体 70 が接触する可能性があるか否かを判定する。掌部 11 および各指部 12 に対して把持対象物 60 および周辺環境の物体 70 が接触する可能性がある

と判定された場合、移動制御部 140 は、掌接近方向 A における掌部 11 の把持対象物 60 への接近移動を停止させる。また、移動制御部 140 は、近接センサ部 13 により検出された検出結果に基づいて、エンドエフェクタ 10 が接近位置 P1 よりも把持対象物 60 から離れた速度変更位置 P3（図 21 参照）まで移動したか否かを判定し、エンドエフェクタ 10 が速度変更位置 P3 まで移動したと判定された場合、速度変更位置 P3 よりも把持対象物 60 から離れた位置 P0（図 21 に示す）と速度変更位置 P3 との間のエンドエフェクタ 10 の移動速度である第 1 移動速度から、第 1 移動速度よりも小さい第 2 移動速度に変更する。

10

【0051】

また、例えば、エンドエフェクタ 10 の把持位置 P2 への移動処理（以下、第 2 アプローチ処理という。）において、移動制御部 140 は、次のように掌部 11 および各指部を駆動させる。第 2 アプローチ処理は、第 1 アプローチ処理の終了後に行われる。

20

【0052】

移動制御部 140 は、配置判定または第 2 再配置判定において配置可判定がなされた場合、駆動装置 30 を制御して、掌部 11 を掌接近方向 A において把持対象物 60 に接近移動させつつ、把持対象物 60 と周辺環境の物体 70 との間の空間 80 に、各指部 12 を把持対象物 60 および周辺環境の物体 70 に接触することなく挿入して、エンドエフェクタ 10 を把持位置 P2 に移動させる。

【0053】

移動制御部 140 は、配置判定において全てまたは一部の指部 12 に対して配置不可判定がなされた場合、駆動装置 30 を制御して、複数の指部 12 の全てを各指部 12 の延在方向に交差（例えば、直交）する方向に移動させる第 1 移動を行う。この実施形態では、第 1 移動は、各指部 12 の延在方向に交差する方向において、各指部 12 を相互に離れる方向 B2 に移動させて開く。

30

【0054】

移動制御部 140 は、第 1 再配置判定において配置不可判定がなされた場合、第 1 再配置判定が行われる前に配置不可判定された指部 12 が、指部 12 の延在方向に交差する方向において把持対象物 60 から離れるように（すなわち、第 1 再配置判定が行われる前に配置不可判定された指部 12 が、第 1 移動において移動した方向 B2 と同じ方向に）、掌部 11 を掌接近方向 A に交差する方向に移動させる第 2 移動を行う。

40

【0055】

なお、エンドエフェクタ 10 が接近位置 P1、把持位置 P2 および速度変更位置 P3 に到達したか否かは、例えば、複数の近接センサ部 13 のうち、掌接近方向 A において最も把持対象物 60 に近い近接センサ部 13 により検出された検出結果（すなわち、各近接センサ部 13 から把持対象物 60 までの距離）に基づいて判断する。この実施形態では、各指部 12 の近接センサ部 13 は、各指部 12 の延在方向における把持対象物 60 に対する距離が略同一になるように配置されているため、エンドエフェクタ 10 が各位置 P1、P2、P3 に到達したか否かの判断に、いずれの近接センサ部 13 を用いても構わない。

【0056】

50

また、エンドエフェクタ 10 が把持位置 P 2 に到達したか否かの判断については、第 1 の補助近接センサ部 16 を用いることができる。例えば、第 1 の補助近接センサ部 16 が把持対象物 60 を認識したときに、移動制御部 140 は、エンドエフェクタ 10 が把持位置 P 2 に到達したと判定する。

【0057】

続いて、図 25 ~ 図 27 を参照して、第 1 アプローチ処理および第 2 アプローチ処理について説明する。なお、以下に説明するこれらの処理は、制御装置 100 が所定のプログラムを実行することで実施される。また、第 1 アプローチ処理および第 2 アプローチ処理において、各指部 12 の互いに接近または開離させる方向 B 1、B 2 における移動量は、微小な量（例えば、1 mm）であるとする。

10

【0058】

（第 1 アプローチ処理）

図 25 に示すように、第 1 アプローチ処理が開始されると、接近位置決定部 110 が、接近位置 P 1 および速度変更位置 P 3 を決定すると共に、第 1 移動速度および第 2 移動速度を併せて決定する（ステップ S 1）。

【0059】

接近位置 P 1 および速度変更位置 P 3 が決定されると、移動制御部 140 は、エンドエフェクタ 10 の複数の指部 12 の各々を把持方向 B 1 に互いに接近させて閉じて（ステップ S 2）、近接センサ部 13 による検出を開始する。近接センサ部 13 による検出が開始されると、指配置判定部 120 が、近接センサ部 13 により検出された検出結果に基づいて、掌接近方向 A における掌部 11 に対する把持対象物 60 の位置が把握できるか否かの判定を行う（ステップ S 3）。

20

【0060】

掌接近方向 A におけるエンドエフェクタ 10 に対する把持対象物 60 の位置が把握できないと判定された場合、移動制御部 140 は、掌部 11 を掌接近方向 A に交差する方向に移動させ（ステップ S 4）、掌接近方向 A におけるエンドエフェクタ 10 に対する把持対象物 60 の位置が把握できると判定されるまで、ステップ S 3 および S 4 を繰り返す。

【0061】

掌接近方向 A における掌部 11 に対する把持対象物 60 の位置が把握できると判定された場合、移動制御部 140 は、掌接近方向 A において、掌部 11 を把持対象物 60 に接近させてエンドエフェクタ 10 の接近位置 P 1 への移動を開始させる（ステップ S 5）。

30

【0062】

エンドエフェクタ 10 の接近位置 P 1 への移動が開始されると、移動制御部 140 は、まず、近接センサ部 13 により検出された検出結果に基づいて、掌部 11 および各指部 12 に対して把持対象物 60 および周辺環境の物体 70 が接触する可能性があるか否かを判定しつつ、エンドエフェクタ 10 が速度変更位置 P 3 に到達したか否かを判定する（ステップ S 6）。このステップ S 6 は、エンドエフェクタ 10 が速度変更位置 P 3 に到達するまで繰り返される。なお、掌部 11 および各指部 12 に対して把持対象物 60 および周辺環境の物体 70 が接触する可能性があるとして判定された場合、移動制御部 140 は、掌接近方向 A における掌部 11 の把持対象物 60 への接近移動を停止させる。

40

【0063】

エンドエフェクタ 10 が速度変更位置 P 3 に到達したと判定されると、移動制御部 140 は、エンドエフェクタ 10 の移動速度を第 1 移動速度から、第 1 移動速度よりも小さい第 2 移動速度に変更する（ステップ S 7）。

【0064】

エンドエフェクタ 10 の移動速度が第 1 移動速度から第 2 移動速度に変更されると、移動制御部 140 は、近接センサ部 13 により検出された検出結果に基づいて、エンドエフェクタ 10 が接近位置 P 1 に到達したか否かを判定する（ステップ S 8）。このステップ S 8 は、エンドエフェクタ 10 が接近位置 P 1 に到達するまで繰り返される。

【0065】

50

エンドエフェクタ 10 が接近位置 P 1 に到達したと判定されると、移動制御部 140 は、エンドエフェクタ 10 の移動を停止させ（ステップ S 9）、第 1 アプローチ処理が終了する。

【0066】

このように、前記エンドエフェクタ装置 1 では、複数の指部 12 の各々に近接センサ部 13 が設けられたエンドエフェクタ 10 と、エンドエフェクタ 10 の掌部 11 および各指部 12 を駆動させる駆動装置 30 と、掌部 11 を把持対象物 60 に接近させる移動制御部 140 と、把持対象物 60 における掌接近方向 A まわりでかつ複数の指部 12 の全てが把持対象物 60 と周辺環境の物体 70 との間に位置して把持動作により把持対象物 60 を把持可能な把持位置 P 2 よりも、掌接近方向 A において把持対象物 60 から離れた接近位置 P 1 を決定する接近位置決定部 110 とを備え、移動制御部 140 が、近接センサ部 13 により検出された検出結果に基づいて、掌部 11 および各指部 12 に対して把持対象物 60 および周辺環境の物体 70 が接触する可能性がある場合には、掌部 11 の把持対象物 60 への接近移動を停止させる。このような構成により、把持対象物 60 および周辺環境の物体 70 に接触することなく、エンドエフェクタ 10 を接近位置に移動させることが可能なエンドエフェクタ装置 1 を実現できる。

10

【0067】

また、移動制御部 140 は、各指部 12 をその延在方向に交差する方向において互いに接近させて閉じた状態で、エンドエフェクタ 10 を接近位置 P 1 まで移動させる。このような構成により、各指部 12 の近接センサ部 13 をアレイとして用いることができるので、掌接近方向 A のエンドエフェクタ 10 に対する把持対象物 60 および周辺環境の物体 70 の接近または開離をより正確に検出することができる。

20

【0068】

また、移動制御部 140 は、エンドエフェクタ 10 を把持対象物 60 に接近させる前に、近接センサ部 13 により検出された検出結果に基づいて、掌接近方向 A におけるエンドエフェクタ 10 に対する把持対象物 60 の位置が把握できるか否かの判定を行う。掌接近方向 A におけるエンドエフェクタ 10 に対する把持対象物 60 の位置が把握できないと判定した場合、移動制御部 140 は、掌接近方向 A におけるエンドエフェクタ 10 に対する把持対象物 60 の位置が把握できると判定されるまで、エンドエフェクタ 10 を掌接近方向 A に交差する方向 B に移動させる。このような構成により、エンドエフェクタ 10 を把持対象物 60 に向かってより正確に移動させることができる。

30

【0069】

また、移動制御部 140 は、エンドエフェクタ 10 を把持対象物 60 に接近させて接近位置 P 1 まで移動させるときに、掌接近方向 A において、エンドエフェクタ 10 が接近位置 P 1 よりも把持対象物 60 から離れた速度変更位置 P 3 まで移動したときに、速度変更位置 P 3 よりも把持対象物 60 から離れた位置 P 0 と速度変更位置 P 3 との間のエンドエフェクタ 10 の移動速度である第 1 移動速度から、第 1 移動速度よりも小さい第 2 移動速度に変更する。このような構成により、エンドエフェクタ 10 を接近位置 P 1 まで移動させるときにおけるエンドエフェクタ 10 の把持対象物 60 に対する意図しない接触をより確実に回避することができる。

40

【0070】

なお、第 1 アプローチ処理において、ステップ S 2 ~ ステップ S 7 は、必要に応じて、省略することができる。すなわち、エンドエフェクタ 10 を接近位置 P 1 に移動させるときに、各指部 12 を閉じなくてもよいし、掌接近方向 A における掌部 11 に対する把持対象物 60 の位置が把握できるか否かの判定を行わなくてもよいし、エンドエフェクタ 10 の移動速度を変更しなくてもよい。また、ステップ S 2 ~ ステップ S 7 のいずれか 1 つまたは複数を経略してもよいし、ステップ S 2 ~ ステップ S 7 の全てを省略してもよい。

【0071】

例えば、第 1 アプローチ処理のステップ S 3 を省略する場合、画像センサを用いて掌部 11 に対する把持対象物 60 の位置を把握するように構成することができる。

50

## 【 0 0 7 2 】

また、近接センサ部 1 3 は、複数の指部 1 2 の少なくとも 1 つに設けられていればよく、複数の指部 1 2 の各々に設けられている場合に限らない。

## 【 0 0 7 3 】

また、速度変更位置 P 3 は、1 つに限らず、2 つ以上設けてもよい。すなわち、エンドエフェクタ 1 0 を接近位置 P 1 まで移動させるときに、2 箇所以上でエンドエフェクタ 1 0 の速度変更を行ってもよい。さらに、速度変更位置 P 3 は、接近位置 P 1 と同じ位置（すなわち、 $P 1 = P 3$ ）であっても構わない。この場合、第 1 アプローチ処理において、ステップ S 6 およびステップ S 7 が省略され、移動制御部 1 4 0 が、第 2 アプローチ処理において、第 1 アプローチ処理におけるエンドエフェクタ 1 0 の移動速度と同じか遅い速度で、エンドエフェクタ 1 0 を移動させる。

10

## 【 0 0 7 4 】

また、ステップ S 3 において、掌接近方向 A におけるエンドエフェクタ 1 0 に対する把持対象物 6 0 の位置が把握できないと判定された場合、掌接近方向 A におけるエンドエフェクタ 1 0 に対する把持対象物 6 0 の位置が把握できると判定されるまで、ステップ S 6 を繰り返すのではなく、その時点で、第 1 アプローチ処理を終了するように構成してもよい。

## 【 0 0 7 5 】

（第 2 アプローチ処理）

図 2 6 および図 2 7 に示すように、第 2 アプローチ処理では、移動制御部 1 4 0 が、入力された把持対象物 6 0 の情報に基づいて、エンドエフェクタ 1 0 の複数の指部 1 2 の各々を互いに離れる方向 B 2 に移動させて開いた後（ステップ S 1 1 ）、指配置判定部 1 2 0 が、全ての指部 1 2 が把持位置 P 2 に配置可能か否かの配置判定を行う（ステップ S 1 2 ）。この配置判定において、全ての指部 1 2 に対して配置不可判定がなされた場合の処理を図 2 6 に示し、複数の指部 1 2 の一部に対して配置不可判定がなされた場合の処理を図 2 7 に示す。

20

## 【 0 0 7 6 】

なお、例えば、第 1 アプローチ処理が各指部 1 2 を閉じずに開いたままで行われた場合、移動制御部 1 4 0 は、ステップ S 1 1 で、各指部 1 2 を互いに接近する把持方向 B 1 に段階的に移動させて閉じるように構成される。

## 【 0 0 7 7 】

図 2 6 に示すように、ステップ S 1 2 の配置判定において、全ての指部 1 2 に対して配置可判定がなされた場合、移動制御部 1 4 0 は、エンドエフェクタ 1 0 を把持位置 P 2 に移動させて（ステップ S 1 3 ）、第 2 アプローチ処理が終了する。

30

## 【 0 0 7 8 】

一方、ステップ S 1 2 の配置判定において、全ての指部 1 2 に対して配置不可判定がなされた場合、指移動判定部 1 3 0 は、各指部 1 2 を互いに離れる方向に移動させて開くことができるか否かの移動判定を行う（ステップ S 1 4 ）。この移動判定において、各指部 1 2 を互いに離れる方向 B 2 に移動させて開くことができるとする移動可判定がなされた場合、移動制御部 1 4 0 が、各指部 1 2 を互いに離れる方向 B 2 に移動させて開き（ステップ S 1 5 ）、ステップ S 1 2 に戻って、再び指配置判定部 1 2 0 によって配置判定が行われる。

40

## 【 0 0 7 9 】

移動判定により、各指部 1 2 を互いに離れる方向 B 2 に移動させて開くことができないとする移動不可判定がなされた場合、指移動判定部 1 3 0 は、把持対象物 6 0 を把持不可能であると判定して（ステップ S 1 6 ）、第 2 アプローチ処理が終了する。

## 【 0 0 8 0 】

図 2 7 に示すように、ステップ S 1 2 の配置判定において、一部の指部 1 2 に対して配置不可判定がなされた場合、指移動判定部 1 3 0 が、各指部 1 2 を互いに離れる方向に移動させて開くことができるか否かの移動判定を行う（ステップ S 2 1 ）。この移動判定において移動可判定がなされた場合、移動制御部 1 4 0 が、各指部 1 2 を互いに離れる方向 B

50

2 に移動させて開く第 1 移動を行う (ステップ S 2 2)。

【0081】

第 1 移動が行われると、指配置判定部 1 2 0 は、第 1 移動前に配置可判定がなされていた指部 1 2 が、第 1 移動後に把持対象物 6 0 または周辺環境の物体 7 0 に接触することなく把持位置 P 2 に配置可能か否かの第 1 再配置判定を行う (ステップ S 2 3)。この第 1 再配置判定において配置可判定がなされた場合、指配置判定部 1 2 0 は、第 1 移動前に配置不可判定がなされていた指部 1 2 が、第 1 移動後に把持対象物 6 0 または周辺環境の物体 7 0 に接触することなく把持位置 P 2 に配置可能か否かの第 2 再配置判定を行う (ステップ S 2 4)。

【0082】

第 2 再配置判定において配置可判定がなされた場合、あるいは、ステップ S 1 2 およびステップ S 2 4 において、全ての指部 1 2 に対して配置可判定がなされた場合、移動制御部 1 4 0 は、エンドエフェクタ 1 0 を把持位置 P 2 に移動させて (ステップ S 1 3)、第 2 アプローチ処理が終了する。

【0083】

ステップ S 2 1 の移動判定において移動不可判定がなされた場合、指移動判定部 1 3 0 は、把持対象物 6 0 を把持不可能であると判定して (ステップ S 1 6)、第 2 アプローチ処理が終了する。

【0084】

ステップ S 2 3 の第 1 再配置判定において配置不可判定がなされた場合、移動制御部 1 4 0 は、第 1 再配置判定が行われる前に配置不可判定された指部 1 2 が、指部 1 2 の延在方向に交差する方向において把持対象物 6 0 から離れるように、掌部 1 1 を掌接近方向 A に交差する方向に移動させる第 2 移動を行う (ステップ S 2 5)。これは、配置判定において配置可判定されかつ第 1 再配置判定において配置不可判定された指部 1 2 が、把持対象物 6 0 と周辺環境の物体 7 0 との間の空間 8 0 上から周辺環境の物体 7 0 上に移動した可能性が高いためである。第 2 移動が行われると、ステップ S 1 2 に戻って、再び指配置判定部 1 2 0 によって配置判定が行われる。

【0085】

ステップ S 2 4 の第 2 再配置判定において配置不可判定がなされた場合、ステップ S 2 1 に戻って、再び指移動判定部 1 3 0 によって移動判定が行われる。

【0086】

なお、ステップ S 1 1 において、各指部 1 2 を互いに接近する把持方向 B 1 に段階的に移動させて閉じる場合、ステップ S 2 5 では、第 1 再配置判定が行われる前に配置不可判定された指部 1 2 が、指部 1 2 の延在方向に交差する方向において把持対象物 6 0 に接近するように第 2 移動が行われる。これは、配置判定において配置可判定されかつ第 1 再配置判定において配置不可判定された指部 1 2 が、把持対象物 6 0 と周辺環境の物体 7 0 との間の空間 8 0 上から把持対象物 6 0 上に移動した可能性が高いためである。

【0087】

このように、前記エンドエフェクタ装置 1 では、複数の指部 1 2 の各々に近接センサ部 1 3 が設けられたエンドエフェクタ 1 0 と、エンドエフェクタ 1 0 の掌部 1 1 および各指部 1 2 を駆動させる駆動装置 3 0 と、複数の指部 1 2 の各々を把持対象物 6 0 および周辺環境の物体 7 0 に接触することなく把持位置 P 2 に配置可能か否かの配置判定を行う指配置判定部 1 2 0 と、配置判定において配置可判定がなされたときにエンドエフェクタ 1 0 を把持位置 P 2 に移動させ、配置判定において配置不可判定がなされた場合、各指部 1 2 をその延在方向に交差する方向に移動させる移動制御部 1 4 0 とを備えている。このような構成により、把持対象物 6 0 および周辺環境の物体に接触することなく、把持対象物 6 0 を把持可能な位置 (すなわち、把持位置 P 2) に配置可能なエンドエフェクタ装置 1 を実現できる。

【0088】

また、指配置判定部 1 2 0 は、配置判定において、配置不可判定が複数の指部 1 2 の一部

10

20

30

40

50

に対してなされた場合に複数の指部 1 2 の全てをその延在方向に交差する方向に移動させる第 1 移動が、移動制御部 1 4 0 によって行われた場合に、第 1 移動前に配置可判定がなされていた指部 1 2 が、第 1 移動後に把持対象物 6 0 または周辺環境の物体 7 0 に接触することなく把持位置 P 2 に配置可能か否かの再配置判定を行う。また、移動制御部 1 4 0 は、再配置判定において、配置不可判定がなされた場合、再配置判定が行われる前に配置不可判定された指部 1 2 がその延在方向に交差する方向において把持対象物 6 0 に対して接近または開離するように、掌部 1 1 を掌接近方向 A に交差する方向に移動させる第 2 移動を行う。このような構成により、エンドエフェクタ 1 0 を把持位置 P 2 に移動させるときのアーム 2 0 の駆動量を低減することができる。

【 0 0 8 9 】

また、配置判定において配置不可判定がなされた場合に、複数の指部 1 2 間に把持対象物 6 0 を配置できるように、複数の指部 1 2 の各々をその延在方向に交差する方向に移動させることが可能か否かの移動判定を行う指移動判定部 1 3 0 をさらに備える。この指移動判定部 1 3 0 は、移動判定により移動不可判定がなされた場合、把持対象物 6 0 を把持不可能であると判定する。このような構成により、把持対象物 6 0 を把持可能か否かについて正確かつ迅速に判定することができる。

【 0 0 9 0 】

なお、第 2 アプローチ処理において、ステップ S 1 6 およびステップ S 2 5 については、省略することができる。すなわち、指移動判定部 1 3 0 を省略してもよいし、また、第 1 再配置判定において配置不可判定がなされた場合に第 2 移動を行わないようにしてもよい。

【 0 0 9 1 】

また、ステップ S 1 2 で配置判定が行われて、一部の指部 1 2 に対して配置不可判定がなされた場合、ステップ S 2 2 で第 1 移動を行わずに、配置可判定がされた指部 1 2 が把持対象物 6 0 に接近するように掌部 1 1 を掌接近方向 A に交差する方向に移動させるようにしてもよい。このように構成することで、第 2 アプローチ処理を簡略して、制御装置 1 0 0 の負荷を軽減することができる。

【 0 0 9 2 】

以上、図面を参照して本開示における種々の実施形態を詳細に説明したが、最後に、本開示の種々の態様について説明する。なお、以下の説明では、一例として、参照番号も添えて記載する。

【 0 0 9 3 】

本開示の第 1 態様のエンドエフェクタ 1 0 は、掌部 1 1 と、

延在方向の基端部 1 2 1 が前記掌部 1 1 にそれぞれ接続されていると共に、前記延在方向に交差する方向でかつ互いに接近する方向にそれぞれ移動して把持対象物 6 0 を把持可能な複数の指部 1 2 と

を備え、

前記複数の指部 1 2 の少なくとも 1 つが、

前記延在方向の先端部 1 2 2 に設けられた近接センサ部 1 3 であって、前記延在方向における前記近接センサ部 1 3 の物体に対する接近および開離を検出可能であると共に、前記延在方向における前記物体の前記近接センサ部 1 3 に対する接近および開離を検出可能に配置された近接センサ部 1 3 を有し、

前記近接センサ部 1 3 が、前記延在方向から見て、前記先端部 1 2 2 の縁部を覆う枠状の検出領域 1 4 を有している。

【 0 0 9 4 】

第 1 態様のエンドエフェクタ 1 0 によれば、近接センサ部 1 3 により、各指部 1 2 の延在方向において、各指部 1 2 の先端部 1 2 2 に対する物体（例えば、把持対象物 6 0 または周辺環境の物体）の接近および開離を検出可能であると共に、物体に対する各指部の先端部 1 2 2 の接近および開離を検出可能なエンドエフェクタ 1 0 を実現できる。

【 0 0 9 5 】

10

20

30

40

50

本開示の第2態様のエンドエフェクタ10は、  
前記近接センサ部13が、容量式近接センサで構成されている。

【0096】

第2態様のエンドエフェクタ10によれば、簡単な構成で、各指部12の延在方向において、各指部12の先端部122に対する物体の接近および開離を検出できると共に、物体に対する各指部の先端部122の接近および開離を検出できる。

【0097】

本開示の第3態様のエンドエフェクタ10は、  
前記近接センサ部13が、前記延在方向から見て、前記複数の指部12の少なくとも1つの前記先端部122の縁部に配置された棒状の電極131を有している。

【0098】

第3態様のエンドエフェクタ10によれば、簡単な構成で、各指部12の延在方向において、各指部12の先端部122に対する物体の接近および開離を検出できると共に、物体に対する各指部の先端部122の接近および開離を検出できる。

【0099】

本開示の第4態様のエンドエフェクタ10は、  
前記近接センサ部13が、複数の電極131で構成されている。

【0100】

第4態様のエンドエフェクタ10によれば、近接センサ部13を複数の自己容量式近接センサ、または、1以上の相互容量式近接センサで構成することができる。例えば、近接センサ部13を複数の自己容量式近接センサで構成した場合、検出領域14の面画素を増やすことができるので、検出領域14に把持対象物60または周辺環境の物体70のエッジ部分が位置しているときに、各指部12をいずれの方向に動かせば把持対象物60または周辺環境の物体70に対する接触を回避できるかを判定することができる。

【0101】

本開示の第5態様のエンドエフェクタ10は、  
前記複数の指部12の各々が、前記延在方向に交差する方向において前記把持対象物60に対向して前記把持対象物60を把持可能に配置された把持面123を有し、  
前記複数の電極131が、前記延在方向から見て、前記把持面123に直交しかつ前記把持面123の中心を通る中心線CLに対して対称に配置されている。

【0102】

第5態様のエンドエフェクタ10によれば、エンドエフェクタ10の設計を容易にすることができる。

【0103】

本開示の第6態様のエンドエフェクタ10は、  
前記複数の指部12の各々が、前記延在方向に交差する方向において前記把持対象物60に対向して前記把持対象物60を把持可能に配置された把持面123を有し、  
前記複数の指部12の少なくとも1つが、  
前記把持面123に設けられて、前記把持面123に対する前記把持対象物60の接近および開離を検出可能に配置された補助近接センサ部16を有している。

【0104】

第6態様のエンドエフェクタ10によれば、補助近接センサ部16により、把持対象物50を把持するときに、各指部12の把持面123と把持対象物50との間の位置関係をより正確に把握することができる。

【0105】

本開示の第7態様のエンドエフェクタ10は、  
前記複数の指部12の各々が、前記延在方向に交差する方向において前記把持対象物60に対向して前記把持対象物60を把持可能に配置された把持面123を有し、  
前記複数の指部12の少なくとも1つが、  
前記延在方向に交差する方向において前記把持面123とは反対側の面127に設けられ

10

20

30

40

50

て、前記把持面 1 2 3 とは反対側の面 1 2 7 に対する物体の接近および開離を検出可能に配置された補助近接センサ部 1 7 を有している。

【 0 1 0 6 】

第 7 態様のエンドエフェクタ 1 0 によれば、補助近接センサ部 1 7 により、例えば、各指部 1 2 と周辺環境の障害物との間の位置関係をより正確に把握することができる。

【 0 1 0 7 】

本開示の第 8 態様のエンドエフェクタ装置 1 は、

前記態様のエンドエフェクタ 1 0 と、

前記掌部 1 1 および前記複数の指部 1 2 の各々を駆動させる駆動装置 3 0 と、

前記近接センサ部 1 3 により検出された検出結果に基づいて前記駆動装置 3 0 を制御する制御装置 1 0 0 と

10

を備える。

【 0 1 0 8 】

第 8 態様のエンドエフェクタ装置 1 によれば、エンドエフェクタ 1 0 によって、各指部 1 2 の延在方向において、各指部 1 2 の先端部 1 2 2 に対する物体の接近および開離を検出可能であると共に、物体に対する各指部 1 2 の先端部 1 2 2 の接近および開離を検出可能なエンドエフェクタ装置 1 を実現できる。

【 0 1 0 9 】

なお、前記様々な実施形態または変形例のうちの任意の実施形態または変形例を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。また、実施形態同士の組み合わせまたは実施例同士の組み合わせまたは実施形態と実施例との組み合わせが可能であると共に、異なる実施形態または実施例の中の特徴同士の組み合わせも可能である。

20

【産業上の利用可能性】

【 0 1 1 0 】

本開示のエンドエフェクタは、例えば、産業用ロボットのエンドエフェクタ装置に適用できる。

【 0 1 1 1 】

本開示のエンドエフェクタ装置は、例えば、産業用ロボットに適用できる。

【符号の説明】

30

【 0 1 1 2 】

1 エンドエフェクタ装置

1 0 エンドエフェクタ

1 1 掌部

1 2 指部

1 2 1 基端部

1 2 2 先端部

1 2 3 把持面

1 2 4 先端面

1 3 近接センサ部

40

1 3 1 電極

1 4 第 1 検出領域

1 5 第 2 検出領域

1 6 第 1 の補助近接センサ部

1 7 第 2 の補助近接センサ部

2 0 アーム

3 0 駆動装置

4 0 操作部

5 0 電源

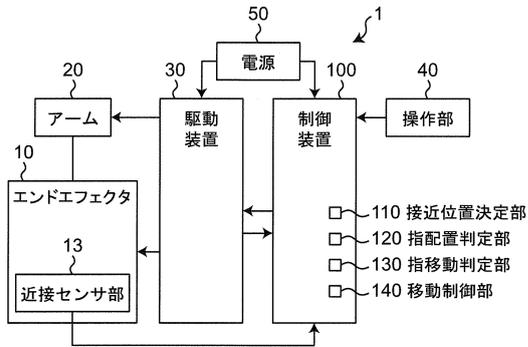
6 0 把持対象物

50

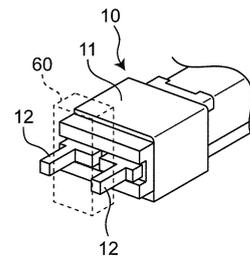
- 1 0 0 制御装置
- 1 1 0 接近位置決定部
- 1 2 0 指配置判定部
- 1 3 0 指移動判定部
- 1 4 0 移動制御部
- C L 中心線
- P 1 接近位置
- P 2 把持位置
- P 3 速度変更位置

【図面】

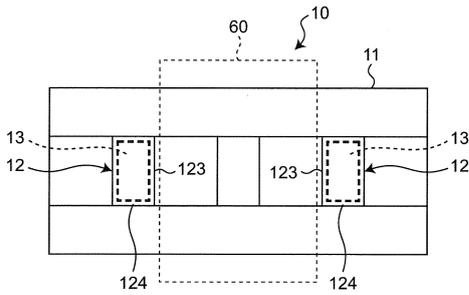
【図 1】



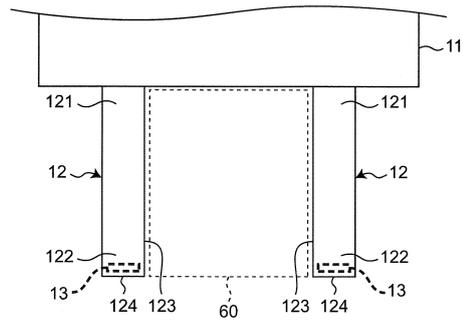
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

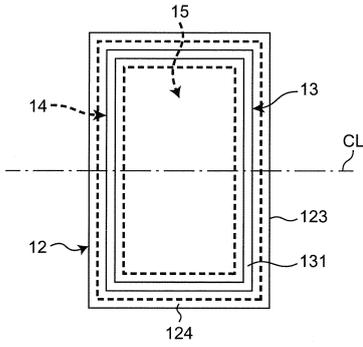
20

30

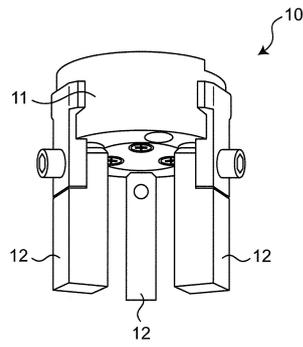
40

50

【 図 5 】

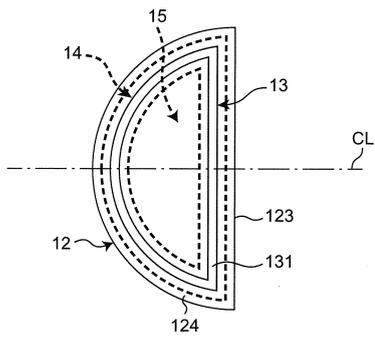


【 図 6 】

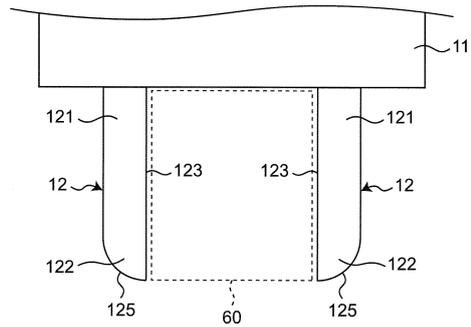


10

【 図 7 】

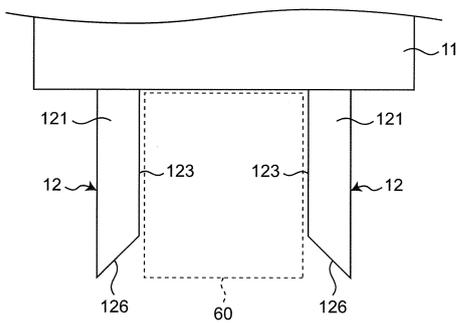


【 図 8 】

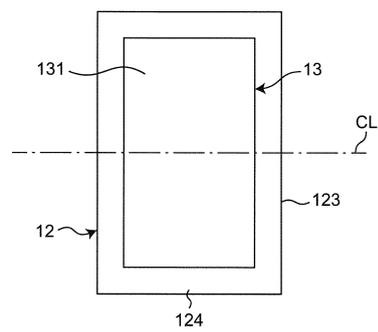


20

【 図 9 】



【 図 10 】

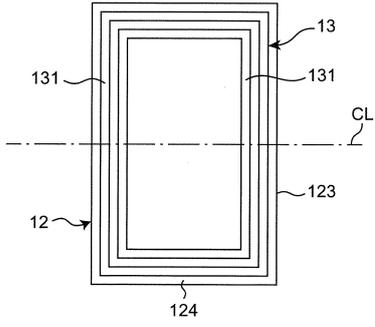


30

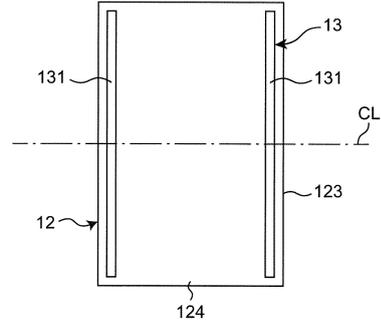
40

50

【図 1 1】

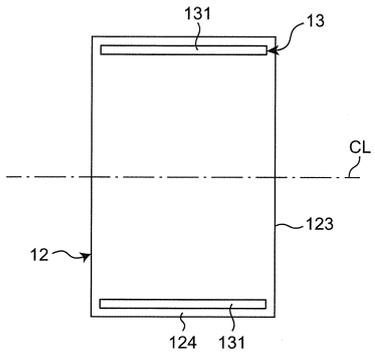


【図 1 2】

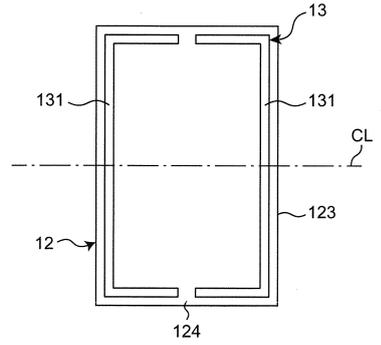


10

【図 1 3】

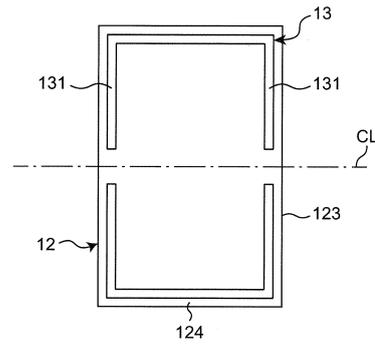


【図 1 4】

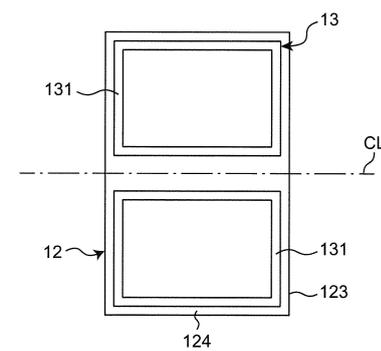


20

【図 1 5】



【図 1 6】

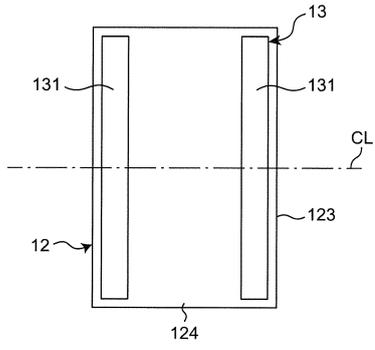


30

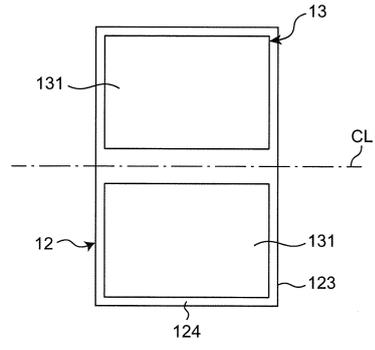
40

50

【図 17】

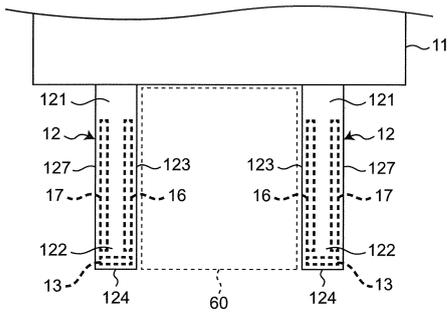


【図 18】

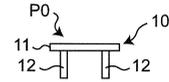


10

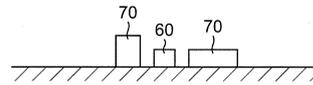
【図 19】



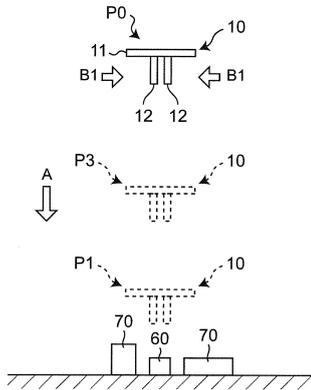
【図 20】



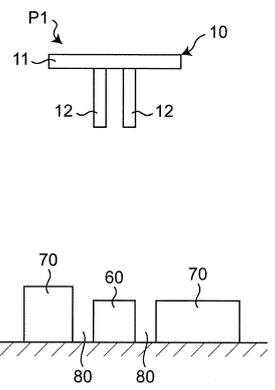
20



【図 21】



【図 22】

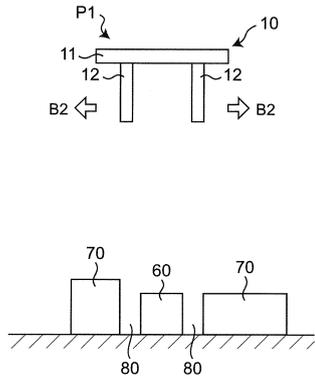


30

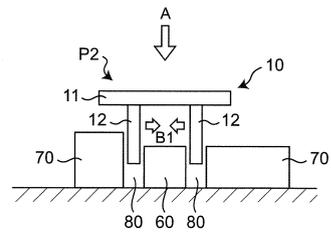
40

50

【図 2 3】

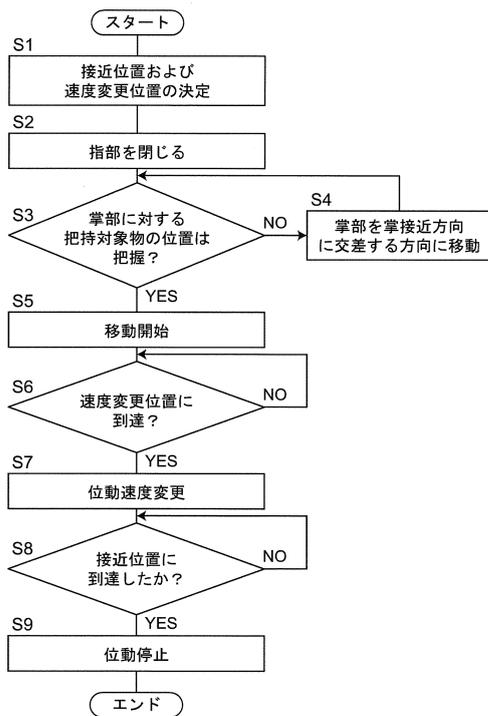


【図 2 4】

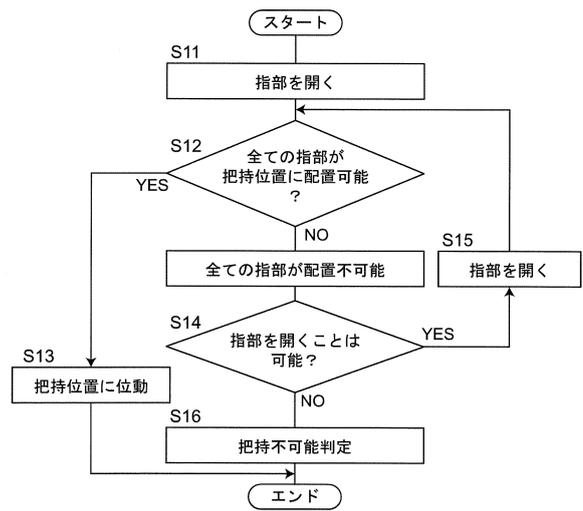


10

【図 2 5】



【図 2 6】



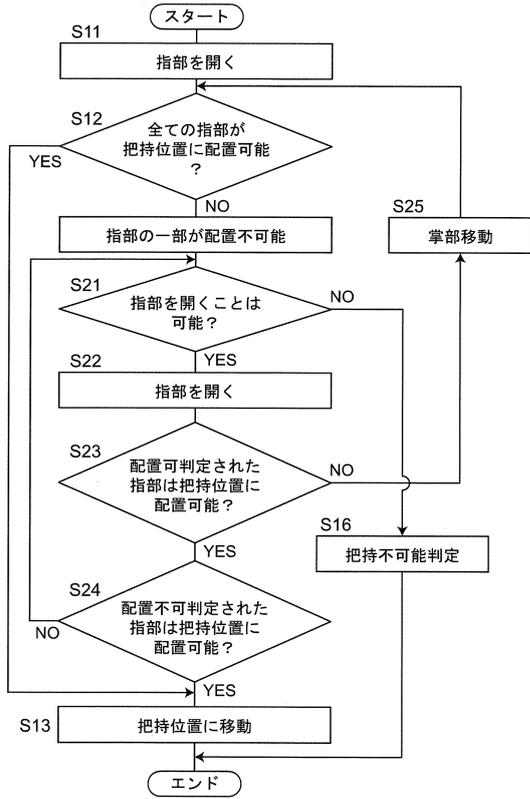
20

30

40

50

【図 27】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

不動産町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 鍋藤 実里

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動産町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内

審査官 岩 崎 優

(56)参考文献 米国特許第 5 5 3 9 2 9 2 ( U S , A )

特開平 6 - 4 8 7 7 ( J P , A )

特開平 8 - 1 4 1 9 5 6 ( J P , A )

特開平 4 - 2 4 0 0 8 7 ( J P , A )

米国特許第 7 0 3 1 8 0 7 ( U S , B 2 )

独国特許出願公開第 4 0 0 6 1 1 9 ( D E , A 1 )

特開 2 0 1 5 - 2 2 2 7 3 8 ( J P , A )

特開昭 6 0 - 2 2 1 2 8 1 ( J P , A )

特開昭 6 3 - 1 2 0 0 9 2 ( J P , A )

韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 0 - 0 0 7 7 2 3 2 ( K R , A )

特表平 6 - 5 0 2 2 5 6 ( J P , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2

G 0 1 R 2 7 / 2 6