(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2005 年1 月6 日 (06.01.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/000537 A1

(51) 国際特許分類[7]: B25J 13/08

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007457

(22) 国際出願日: 2004 年5 月25 日 (25.05.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願2003-180506	2003 年6 月25 日 (25.06.2003)	JP
特願2003-180507	2003 年6 月25 日 (25.06.2003)	JP
特願2003-195266	2003 年7 月10 日 (10.07.2003)	JP
特願2003-195267	2003 年7 月10 日 (10.07.2003)	JP
特願2004-002895	2004 年1 月8 日 (08.01.2004)	JP
特願2004-002896	2004 年1 月8 日 (08.01.2004)	JP
特願2004-002894	2004 年1 月8 日 (08.01.2004)	JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).

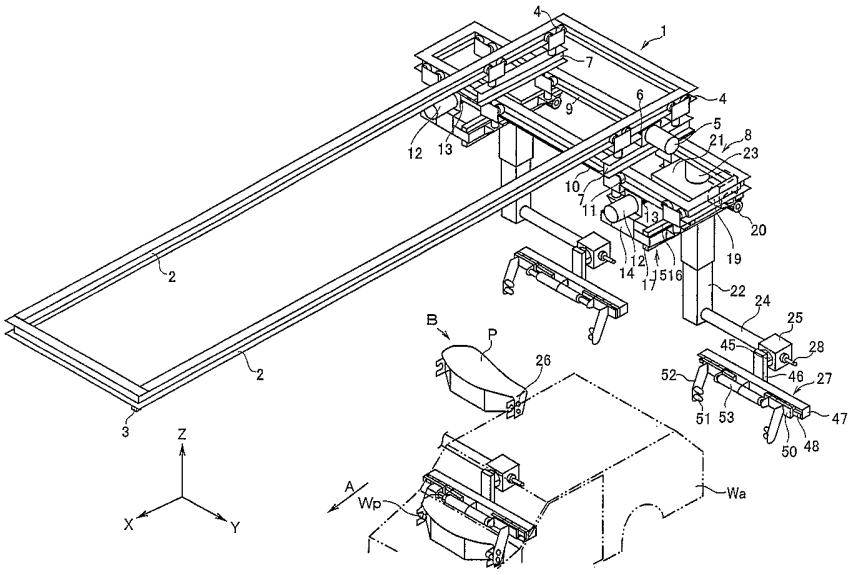
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 近藤 俊之 (KONDO, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒3501381 埼玉県狭山市狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP). 中島 陵 (NAKAJIMA, Ryo) [JP/JP]; 〒3501381 埼玉県狭山市狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP). 吉田 慎 (YOSHIDA, Shin) [JP/JP]; 〒3501381 埼玉県狭山市狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP). 小澤 哲也 (OZAWA, Tetsuya) [JP/JP];

[続葉有]

(54) Title: ASSIST TRANSPORTATION METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称: アシスト搬送方法及びその装置



(57) Abstract: An assist transportation device that, even when an object being transported comes into contact with some obstacle during work, does not damage the object or the obstacle and appropriately transmits to a worker a reaction force caused by the contact. In an assist transportation device that reduces a load on a worker when an instrument panel (P) is transported by an operation of transportation means by the worker, the assist transportation device has instrument panel grasping means (27) for grasping the instrument panel (P), a floating mechanism (30) provided at a portion where the instrument panel grasping means (27) and the transportation means are connected, a displacement sensor (61) for detecting the amount of displacement of the floating mechanism (30), and a position command calculating portion (62) for calculating a reaction force by calculating and processing the displacement amount detected by the displacement sensor (61), and transmits the reaction force to the worker operating the transportation means.

(57) 要約: 搬送物が作業時に何らかの障害物に接触したとしても、搬送物及び障害物を損傷することなく、且つ作業者に接触による反力を適切に伝えることが

[続葉有]

WO 2005/000537 A1

〒3501381 埼玉県狭山市狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP). 坂井 義治 **(SAKAI, Yoshiharu)** [JP/JP]; 〒3501381 埼玉県狭山市狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 小山 有 **(KOYAMA, Yuu)**; 〒1020083 東京都千代田区麹町5丁目7番 秀和紀尾井町TBRビル922号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 *(*表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能*)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 *(*表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能*)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

できるアシスト搬送装置を提供する。作業者が搬送手段を操作してインパネＰを搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、インパネＰを把持するインパネ把持手段２７と、このインパネ把持手段２７と搬送手段との接続部に設けたフローティング機構３０と、このフローティング機構３０の変位量を検出する変位センサ６１と、この変位センサ６１が検出した変位量を演算処理して反力を算出する位置指令演算部６２を備え、反力を搬送手段を操作する作業者に伝達する。

明細書

アシスト搬送方法及びその装置

技術分野

本発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法及びその装置に関する。

背景技術

従来、重量物を搬送しているにも拘らず、あたかも軽量物を搬送しているように感じながら搬送作業を行うことができるインピーダンス制御を適用した作業補助装置が知られている。この作業補助装置は、重量物を支持する第１～８の可動体とその可動体を動かす各々のアクチュエータとそのアクチュエータの出力を調整するコントローラを備え、第８可動体に固定した重量物を作業者の思い通りに搬送するために、作業者が重量物へ間接的に加える力を力センサにより検出し、この情報を基に第１～８の可動体を制御して、作業者に対する負荷を軽減するパワーアシスト装置である（例えば、特開２０００－８４８８１号公報参照）。

しかし、特開２０００－８４８８１号公報に開示された作業補助装置においては、作業者が重量物を搬送中、或いは重量物を取り付け対象部位に位置決めして取り付ける際に、重量物が何らかの障害物に接触しても、接触したことによって重量物に生じる反力が装置を操作する作業者に伝わらないため、重量物が障害物に接触していることを作業者が感知することができず、そのまま搬送作業を続行してしまい、重量物や重量物の取り付け対象部位を損傷してしまう可能性があるという問題があった。

本発明は、従来の技術が有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、搬送物が作業時に何らかの障害物に接触したとしても、搬送物及び障害物を損傷することなく、且つ作業者に接触による反力を適切に伝えることができるアシスト搬送方法及びその装置

を提供しようとするものである。

発明の開示

上記課題を解決すべく請求の範囲第１項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送物が障害物などに接触した場合に搬送物を前記搬送手段に対してフローティングさせてその衝撃を緩和させると共に、フローティングによる搬送物の変位量を検出し、その変位量を演算処理して前記衝撃に伴う反力を算出し、この反力を前記搬送手段を操作する作業者に伝達するものである。

これによれば、搬送物が障害物に接触した場合に搬送手段と運搬物との間にフローティング機構を設けることによりその衝撃を緩和させると共に、フローティング機構の変位量を演算処理して衝撃力を算出し、この衝撃力による反力を搬送手段を介して作業者に伝達するので、作業者が搬送物を搬送或いは被取付部品に取り付ける際に、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することなく、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

請求の範囲第２項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段と前記搬送手段との接続部に設けたフローティング機構と、このフローティング機構の変位量を検出する変位検出手段と、この変位検出手段が検出した変位量を演算処理して反力を算出する制御手段を備え、前記反力を前記搬送手段を操作する作業者に伝達する。

これによれば、搬送物を把持する把持手段と搬送手段との接続部に設けたフローティング機構と、このフローティング機構の変位量を検出する変位検出手段と、この変位検出手段が検出した変位量を演算処理して反力を算出する制御手段を備えたので、作業者が搬送物を搬送する或いは被取付部

品に取り付ける際に、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することない。また、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

請求の範囲第３項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送物が自由に移動することができる作業エリアを設定すると共に、この作業エリアに隣接して設けられ、搬送物が進入すると搬送物を前記作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミットエリアを設定するものである。

これによれば、搬送物が自由に移動することができる作業エリアを設定すると共に、この作業エリアに隣接して設けられ、搬送物が進入すると搬送物を作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミットエリアを設定したので、作業者は障害物などを意識することなく、搬送物に衝撃を与えることなく、搬送作業を効率よく行うことができる。

請求の範囲第４項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物が自由に移動することができる作業エリアと、この作業エリアに隣接して設けられ搬送物が進入すると搬送物を前記作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミットエリアと、このリミットエリアに進入した搬送物の進入量を演算処理して前記反力を算出する制御手段を備えた。

これによれば、搬送物が自由に移動することができる作業エリアと、この作業エリアに隣接して設けられ搬送物が進入すると搬送物を前記作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミットエリアと、このリミットエリアに進入した搬送物の進入量を演算処理して前記反力を算出する制御手段を備えたので、作業者は障害物などを意識することなく、搬送物に衝撃を与えることなく、搬送作業を効率よく行うことができる。

請求の範囲第５項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬

送物を前記搬送手段に対してフローティングさせると共に、作業者が搬送物を把持して搬送させたい方向に操作した時のフローティングによる搬送物の変位量を検出し、その変位量を演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送するものである。

請求の範囲第６項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段に取り付けられて作業者が所望な方向に搬送物を導く操作ハンドルと、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けたフローティング機構と、このフローティング機構の変位量を検出する変位検出手段と、この変位検出手段が検出した変位量を演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備える。

請求の範囲第５、６項に係る発明によれば、搬送手段の駆動を直接感じることのない操作性のよい状態を保ちながら、作業者に対する負荷を効率よく軽減することができる。また、作業者が搬送物を搬送する或いは被取付部品に取り付ける際に、作業者に対する負荷が軽減され、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することない。更に、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

請求の範囲第７項に係る発明は、搬送手段に設けた操作ハンドルを操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法であって、作業者が搬送物を搬送させたい方向に操作した時の前記操作ハンドルに掛かる操作力の方向と大きさを検出すると共に、搬送物が障害物に接触した場合の外力の方向と大きさを検出し、前記操作力と前記外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送すると共に、前記外力による反力を前記作業者に伝達するものである。

請求の範囲第８項に係る発明は、搬送手段に設けた操作ハンドルを操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置であって、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段と前記搬送手段との接

続部に設けられ前記操作ハンドルに掛かる操作力の方向と大きさを検出する操作力検出手段と、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けられ前記把持手段に加わる外力の方向と大きさを検出する外力検出手段と、前記操作力検出手段が検出した操作力の方向と大きさ及び前記外力検出手段が検出した外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備え、前記外力による反力を前記作業者に伝達する。

請求の範囲第７、８項に係る発明によれば、搬送手段の駆動を直接感じることのない操作性のよい状態を保ちながら、作業者に対する負荷を効率よく軽減することができる。また、作業者が搬送物を搬送する或いは被取付部品に取り付ける際に、作業者に対する負荷が軽減され、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することない。更に、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

請求の範囲第９項に係る発明は、搬送手段を操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法であって、作業者が搬送物を把持して搬送させたい方向に前記搬送手段を移動させた時の操作力の方向と大きさを検出し、前記操作力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送するものである。

請求の範囲第１０項に係る発明は、搬送手段を操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置であって、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段に取り付けられて作業者が所望な方向に搬送物を導く操作ハンドルと、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けられ前記把持手段に加わる外力の方向と大きさを検出する外力検出手段と、この外力検出手段が検出した外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備える。

請求の範囲第９、１０項に係る発明によれば、搬送手段の駆動を直接感じることのない操作性のよい状態を保ちながら、作業者に対する負荷を効率よく軽減することができる。また、作業者が搬送物を搬送する或いは被取付

部品に取り付ける際に、作業者に対する負荷が軽減され、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することない。更に、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

請求の範囲第１１項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送路の所定位置毎に搬送エリアとアシスト条件とを設定する条件設定工程と、前記条件設定工程で設定された所定位置毎の搬送エリアとアシスト条件とに基づいて隣り合う所定位置間の搬送エリアとアシスト条件を演算によって設定する搬送エリア設定工程とを備え、部品の搬送エリアを設定するものである。

これによれば、搬送路の所定位置毎に搬送エリアとアシスト条件とを設定し、各所定位置間を結ぶ搬送経路の全体に亘って搬送エリアとアシスト条件を自動的に設定するようにしたので、搬送エリアの設定を簡単に行うことができる。したがって、搬送経路の変更および搬送部品の変更に伴うアシスト条件の変更に効率良く対応できる。

請求の範囲第１２項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、複数の教示点の位置データと各教示点毎に設定された搬送エリアデータとに基づいて搬送路と搬送エリアを認識する搬送エリア認識工程と、搬送物を支持する搬送部の位置を求める搬送部位置認識工程と、搬送部の位置が搬送エリアから外れている場合に、搬送部の位置に最も近い搬送路を求め、求めた搬送路の所定位置または求めた搬送路の搬送エリア内に搬送部を移動させる搬送部位置移動工程とを備え、搬送物を支持する搬送部の位置が搬送エリアから外れている場合に搬送部を搬送エリア内に復帰させるものである。

これによれば、搬送部が搬送エリアを外れている場合に、搬送部の位置を最寄りの搬送路上または最寄りの搬送路の搬送エリア内に自動的に移動させることができる。

図面の簡単な説明

第１図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第１実施の形態を適用したインパネ取付ステーションの概要説明図である。

第２図は、フローティング機構の概要図で、（ａ）は斜視図、（ｂ）は内部を示す模式図である。

第３図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第１実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系のブロック構成図である。

第４図は、第１実施の形態における反力検知制御の概念説明図である。

第５図～第７図は、作業エリア設定方法の説明図である。

第８図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第２実施の形態を適用したインパネ取付ステーションの概要説明図

第９図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第２実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系のブロック構成図である。

第１０図は、第２実施の形態におけるアシスト搬送制御の概念説明図である。

第１１図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置を適用した車両用ドアの組立ラインの全体概要図である。

第１２図は、搬送手段の斜視図である。

第１３図は、搬送手段の機台の平面図である。

第１４図は、搬送手段と把持手段の接続部の斜視図である。

第１５図は、把持手段の説明図である。

第１６図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第３実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系のブロック構成図である。

第１７図は、第３実施の形態におけるアシスト搬送制御の概念説明図である。

第１８図は、ドアをインナパネル側から見た説明図である。

第１９図は、ドアガラス昇降用レギュレータの説明図で、（ａ）は裏面側、（ｂ）は表面側から見た説明図である。

第２０図は、ドアインナパネル内にドアガラス昇降用レギュレータを組み付ける状態の説明図であり、（ａ）はインナパネルの開口部にドアガラス昇降用レギ

ュレータを挿入する時の状態図、（ｂ）は挿入後、ドアガラス昇降用レギュレータを回転させてインナパネルに固定した時の状態図である。

第２１図は、搬送手段と把持手段の接続部の斜視図である。

第２２図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第４実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系のブロック構成図である。

第２３図は、第４実施の形態におけるアシスト搬送制御の概念説明図である。

第２４図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第５実施の形態のブロック構成図である。

第２５図は、ティーチングジョブプログラムの一例を示す図である。

第２６図は、アシストパラメータテーブルの一例を示す図である。

第２７図は、アシストエリアの設定方法を示す図である。

第２８図は、アシストインピーダンスの切り替え特性を示す図である。

第２９図は、現在位置とアシストエリアとの対応付け処理の説明図である。

第３０図は、教示点間でアシストエリアおよびアシストインピーダンスが変化する場合のアシストエリアおよびアシストインピーダンスの算出処理の説明図（その１）である。

第３１図は、教示点間でアシストエリアおよびアシストインピーダンスが変化する場合のアシストエリアおよびアシストインピーダンスの算出処理の説明図（その２）である。

第３２図は、インビジブルウォールの戻し力算出およびアシストインピーダンスの切り替え処理の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

車体組立ラインのインパネ取付ステーションでは、第１図に示すように、スラットコンベヤ上に設けられた搭載治具に位置決めされた車体Ｗａが連続的に等速度で矢印Ａ方向に搬送されてくる。

本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第１実施の形態は、下記のご

とく構成されている。なお、第１図ではアシスト搬送装置が車体Ｗａの左右方向（Ｙ方向）に関して、インパネ（インストルメントパネル）Ｐを把持しに行く位置（原位置）とインパネＰを車体Ｗａに取り付ける位置の２つ状態を示している。

車体組立ラインのほぼ上方には、車体組立ラインと平行方向（Ｘ方向）に第１の枠体１が設けられている。第１の枠体１には、２本のスライドレール２と１本のラック３が車体組立ラインと平行に設けられている。２本のスライドレール２には複数のローラ４が回転自在に係合し、ラック３にはモータ５に取り付けられたピニオンギヤ６が噛合っている。複数のローラ４とモータ５は、支持部材７に取り付けられている。モータ５はアシスト搬送装置を車体Ｗａと同期させるためのモータである。

また、複数のローラ４とモータ５の支持部材７には、第２の枠体８が連結されている。第２の枠体８には、２本のスライドレール９と１本のラック１０が車体組立ラインと直交して設けられている。２本のスライドレール９には複数のローラ１１が回転自在に係合し、ラック１０にはモータ１２に取り付けられたピニオンギヤ１３が噛合っている。複数のローラ１１とモータ１２は、支持部材１４に取り付けられている。モータ１２はアシスト搬送装置をＹ軸方向にパワーアシスト駆動させるためのモータである。

また、複数のローラ１１とモータ１２の支持部材１４には、第３の枠体１５が連結されている。第３の枠体１５には、２本のスライドレール１６と１本のラック１７が車体組立ラインと平行に設けられている。２本のスライドレール１６には複数のスライドガイドが摺動自在に係合し、ラック１７にはモータ１９に取り付けられたピニオンギヤ２０が噛合っている。複数のスライドガイドとモータ１９は、テーブル２１の下面縁部に取り付けられている。モータ１９はアシスト搬送装置をＸ軸方向にパワーアシスト駆動させるためのモータである。

更に、テーブル２１の下面中央には、テレスコピット方式のスライドガイド２２が取り付けられ、スライドガイド２２の内部に送りねじ（不図示）が装着され、この送りねじにモータ２３が連結されている。モータ２

３は立設状態でテーブル２１に取り付けられている。モータ２３はアシスト搬送装置を上下方向（Ｚ方向）にパワーアシスト駆動させるためのモータである。

スライドガイド２２の下端近傍の車体Ｗａに対向する側面には、円柱状のアーム２４が延設され、その先端にはフローティング機構を収納したボックス２５が設けられている。車体Ｗａの進行方向を向くボックス２５の面には、フローティング機構を介してインパネＰを把持するインパネ把持手段２７が設けられ、車体Ｗａに対向するボックス２５の面には、操作ハンドル２８が設けられている。

フローティング機構３０は、第２図に示すように、車体Ｗａの左右方向（Ｙ方向）に一対のスライドレール３１を前面端部に取り付けた固定テーブル３２と、スライドレール３１に摺動自在に係合するスライドガイド３３を後面に取り付けた第１のスライドテーブル３４と、第１のスライドテーブル３４の前面端部で車体Ｗａの上下方向（Ｚ方向）に取り付けた一対のスライドレール３５に摺動自在に係合するスライドガイド３６を後面に取り付けた第２のスライドテーブル３７を備えている。

固定テーブル３２の前面中央にはセンタリング用被挟持部材３８が設けられ、第１のスライドテーブル３４の後面にはセンタリング用被挟持部材３８を挟持可能な状態でピストンロッド先端を車体Ｗａの左右方向（Ｙ方向）に向け合う一対のセンタリング用シリンダ３９が設けられている。センタリング用シリンダ３９には変位センサが内蔵され、第１のスライドテーブル３４の車体Ｗａの左右方向（Ｙ方向）の変位量を常時確認することができる。

また、第１のスライドテーブル３４の前面中央にはセンタリング用被挟持部材４０が設けられ、第２のスライドテーブル３７の後面にはセンタリング用被挟持部材４０を挟持可能な状態でピストンロッド先端を車体Ｗａの上下方向（Ｚ方向）に向け合う一対のセンタリング用シリンダ４１が設けられている。センタリング用シリンダ４１には変位センサが内蔵され、第２のスライドテーブル３７の車体Ｗａの上下方向（Ｚ方向）の変位量を常時確認することができる。

更に、第２のスライドテーブル３７の前面には、車体Ｗａの進行方向にピスト

ンロッド先端を向けたシリンダ４２が設けられると共に、シリンダ４２と平行に一対のスライドガイド４３が設けられている。シリンダ４２のピストンロッド先端とスライドガイド４３の先端には直方体状のブロック４４が固設され、ブロック４４の前面にはインパネ把持手段２７を連結するアーム４５が設けられている。なお、シリンダ４２には変位センサが内蔵され、ブロック４４の車体Ｗａの前後方向（Ｘ方向）の変位量を常時確認することができる。

インパネ把持手段２７は、第１図に示すように、アーム４５の先端に連結部材４６を介して車体Ｗａの左右方向（Ｙ方向）に長手方向を向けて取り付けた基台４７と、基台４７の前面左右両端に車体Ｗａの左右方向（Ｙ方向）に取り付けた一対のスライドレール４８と、スライドレール４８に摺動自在に係合するスライドガイド４９に取り付けた一対のスライドテーブル５０と、スライドテーブル５０に取り付けた複数の結合ピン５１を有する一対の支持アーム５２と、支持アーム５２をインパネＰの基準孔２６に向けてスライドさせる一対のシリンダ５３から構成されている。

また、インパネ把持手段２７を支持するボックス２５の操作ハンドル２８の取付部には、直交３軸方向の力を検出するロードセル（カセンサ）が内蔵され、常時車体Ｗａの左右方向（Ｙ方向）、車体Ｗａの前後方向（Ｘ方向）、車体Ｗａの上下方向（Ｚ方向）に加えられる力を検出している。これらのカセンサが検出した力は、本装置のパワーアシスト制御に用いられる。

一方、フローティング機構３０の各シリンダ３９，４１，４２に内蔵された変位センサが検出した変位量は、インパネ把持手段２７が把持したインパネＰが車体Ｗａや障害物などに接触した際の反力を発生させるために用いられる。

アシスト搬送方法及びその装置の第１実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系は、第３図に示すように、操作ハンドル２８の取付部に設けた直交３軸方向の力を検出するカセンサ６０、フローティング機構３０に設けた直交３軸方向の変位量を検出する変位センサ６１、位置指令演算部６２、位置制御部６３、アシスト駆動用アクチュエータとしてのモータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３、モータ１２，１９，２３の位置・

速度を検出する位置・速度検出手段６４からなる。

力センサ６０が検出した車体Ｗａの左右方向（Ｙ方向）、車体Ｗａの前後方向（Ｘ方向）、車体Ｗａの上下方向（Ｚ方向）に加えられる力の情報を位置指令演算部６２へ入力する。位置指令演算部６２では、これらの力の情報に基づいて各モータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３がアシスト駆動するためのアシスト駆動用データＦを演算し、位置制御部６３へ入力する。

位置制御部６３ではアシスト駆動用データＦにより各モータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３がアシスト駆動するように制御する。その際、各モータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３の位置及び速度が位置・速度検出手段６４により検出され位置指令演算部６２及び位置制御部６３にフィードバックされている。

また、第４図に示すように、インパネ把持手段２７が把持したインパネＰが車体Ｗａや障害物などに接触すると、フローティング機構３０に設けた３つの変位センサ６１の少なくとも一つが変位量ｘを検出し、その変位量ｘが位置指令演算部６２へ入力される。なお、第４図は１軸（Ｘ軸）を示し、インパネ把持手段２７とアシスト搬送装置のアーム２４を連結するフローティング機構３０のＸ軸用シリンダ４２がばねと同様な特性を有するものとしている。

位置指令演算部６２では、変位量ｘの情報に基づいて反力発生用データｆを算出する。ここで、例えばｆ＝Ｋ・ｘとし、Ｋを任意の値に設定可能なばね定数として剛性感を創り出すことができる。従って、変位量ｘが大きいほど作業者は反力を大きく感じる。なお、変位量ｘだけでなく、その速度、加速度も反力の算出に利用することができる。

そして、位置指令演算部６２では、各モータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３がアシスト駆動するためのアシスト駆動用データＦから反力発生用データｆを減算し、その減算結果（Ｆ－ｆ）を使って算出された位置の指令値を位置制御部６３へ入力する。

位置制御部６３では、減算結果（Ｆ－ｆ）により各モータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３が反力を発生しながらアシスト駆動するように

制御する。その際、各モータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３の位置及び速度が位置・速度検出手段６４により検出され位置指令演算部６２及び位置制御部６３にフィードバックされている。

また、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置においては、アシスト操作時に自由に作動範囲内の空間を移動できるようにすると、車体Ｗａなどと干渉するので、第５図に示すように、車体Ｗａの前後方向（Ｘ方向）の作動範囲において作業エリアＷｅを挟むように、衝撃感のある機械的なリミッタではなく、ソフトウエア的に可動範囲を規制するリミッタを設け、このリミッタを越える領域にリミットエリアＬａ，Ｌｂを設定することができる。なお、車体Ｗａの左右方向（Ｙ方向）と車体Ｗａの上下方向（Ｚ方向）にも作動範囲において作業エリアＷｅを挟むようにリミットエリアを設けることができる。

作業エリアＷｅでは、通常のインピーダンス制御によるパワーアシスト駆動を行い、リミットエリアＬａ，Ｌｂでは、剛性特性の式（ｆ＝Ｋｄ・（ｘ－ｘｄ），ｘ＞ｘｄまたはｘ＜－ｘｄ）を含む制御式を用いるインピーダンス制御に切り替える。ここで、ｆはインパネＰがリミットエリアＬａ，Ｌｂから作業エリアＷｅに戻るように働く力、Ｋｄは任意の値に設定できるばね定数、ｘはワーク（インパネＰ）の端部の座標値、ｘｄは例えばワーク（インパネＰ）の端部が接触する可能性のある車体Ｗａの座標値、（ｘ－ｘｄ）はワーク（インパネＰ）のリミットエリアＬａ，Ｌｂへの進入量（作業エリアＷｅからの進入距離）である。

また、ばね定数Ｋｄは、ソフトウエアで任意の値に設定できるので、リミットエリア毎に、例えばリミットエリアＬａとリミットエリアＬｂで、その値を変えることもできるし、リミットエリアＬａ，Ｌｂ内では作業エリアＷｅからの距離に応じてその値を変化させることもできる。

また、第６図に示すように、ワーク（インパネＰ）をスラットコンベヤで搬送されてくる車体Ｗａに同期させてフロントドア用開口部から車体Ｗａ内に投入して所定位置に組み付ける場合には、作業エリアＷｅとリミットエリアＬａ，Ｌｂが車体Ｗａに同期して移動するように、設定することができる。この場合、作業エリアＷｅとリミットエリアＬａ，Ｌｂを車体Ｗａ側の座標系で設定することもできる。

更に、第７図に示すように、ワーク（インパネＰ）を把持してから車体Ｗａに組み付けるまでの１サイクルにおいて、動作モード（ワーク投入準備モード、ワーク投入モード、車体内移動モード）に応じてリミットエリアを切替えることができる。

例えば、ワーク投入準備モードとワーク投入モードでは、ワークの進行方向（Ｙ方向）と直交する車体Ｗａの前後方向（Ｘ方向）の作動範囲の両端にリミットエリアＬａ，Ｌｂを設定することができる。また、車体内移動モードでは、ワークが車体Ｗａと接触する可能性がある車体Ｗａの左右方向（Ｙ方向）の作動範囲の両端にリミットエリアＬｃ，Ｌｄを設定し、車体Ｗａの前後方向（Ｘ方向）の作動範囲の片端にリミットエリアＬｂを設定することができる。従って、ワーク（インパネＰ）をリミットエリアＬａ，Ｌｂ，Ｌｃ，Ｌｄに沿わせて移動させることができる。

以上のように構成した第１実施の形態におけるアシスト搬送装置の動作及びアシスト搬送方法について説明する。第１図に示すインパネ供給位置Ｂに搬送されているインパネＰを把持するために、作業者は原位置に停止状態にあるアシスト搬送装置の操作ハンドル２８を操作し、一対の支持アーム５２を開状態にしてインパネＰを台車（不図示）に搭載したインパネ供給位置Ｂまでインパネ把持手段２７を移動する。

そして、結合ピン５１をインパネＰの基準孔２６に対向させた後に、シリンダ５３を駆動させ結合ピン５１を基準孔２６に挿入することにより、インパネ把持手段２７がインパネＰを把持する。更に、インパネＰを台車から持ち上げ、インパネＰを移動させたい方向に操作ハンドル２８を操作すると、各モータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３が作業者の負荷を軽減するアシスト駆動する。

次いで、操作ハンドル２８を操作して、インパネＰが車体Ｗａと同期して移動するようにし、更にインパネＰを車体Ｗａのフロントドア用開口部から車体Ｗａ内に搬送し、車体Ｗａに設けられたインパネ取付用位置決めピンＷｐの近傍まで移動させる。この時、インパネ取付用位置決めピンＷｐが、インパネＰのピン挿入用案内孔が形成されたブラケットに接触したり、インパネＰの端部が、車体Ｗ

ａに接触したりする可能性が高い。

インパネＰが車体Ｗａに接触すると、フローティング機構３０に設けられたシリンダ３９，４１，４２のうちインパネＰが押し返される方向に位置するシリンダが収縮し、その変位量をシリンダに内蔵された変位センサが検出する。変位センサが検出した変位量に基づいて、アシスト搬送装置を操作する作業者がインパネＰと車体Ｗａの接触に伴う反力を感じるように、各モータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３が制御される。

このようなアシスト制御により、作業者はインパネＰがその取付位置に接近したことを感知し、インパネＰをインパネＰの車体Ｗａの取付部近傍まで搬送した後に、手で微妙な位置調整することにより組付作業を行うことができる。この時の位置調整の範囲は、フローティング機構３０で吸収できるので本装置に衝撃が加わることはない。

以上の組付作業が終了すると、作業者はインパネ把持手段２７を車体Ｗａの外へ出した時点で、作業終了の操作スイッチを操作する。すると、アシスト搬送装置は、車体Ｗａやライン周辺の設備などに接触することなく原位置に自動的に復帰する。

また、インパネ把持手段２７の作業エリアＷｅは、リミットエリアＬａ，Ｌｂを設けることにより予め設定されているので、作業者はインパネＰを搬送中にインパネＰを車体Ｗａやライン周辺の設備などに接触させることはない。

また、インパネ把持手段２７が作業エリアＷｅからリミットエリアＬａ，Ｌｂへ移動するように作業者が操作ハンドル２８を操作したとしても、パワーアシスト駆動用アクチュエータとしてのモータ１２，１９，２３は、衝撃が生じないように、且つインパネ把持手段２７を作業エリアＷｅに戻す反力が発生するように制御されるため、本装置やインパネＰに衝撃が加わることはない。従って、作業者は作業エリアＷｅとリミットエリアＬａ，Ｌｂの境界を意識することなく作業を行うことができる。

次に、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第２実施の形態は、第８図に示すように、インパネ把持手段２７に、一対の操作ハンドル２８ａ，２８ｂを設けている点と制御系を除けば、上述した第１実施の形態と同様

の構成である。

第２実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系は、第９図に示すように、フローティング機構３０に設けた直交３軸方向の変位量を検出する変位センサ６１、目標値演算部６５、制御部６６、アシスト駆動用アクチュエータとしてのモータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３、モータ１２，１９，２３の位置・速度を検出する位置・速度検出手段６４からなる。

第１０図に示すように、作業者が操作ハンドル２８ａ，２８ｂを握ってインパネ把持手段２７に把持されたインパネＰを所望な方向に導くと、フローティング機構３０に設けた３つの変位センサ６１の少なくとも一つが変位量を検出し、その変位量が目標値演算部６５へ入力される。

また、インパネ把持手段２７に把持されたインパネＰが車体Ｗａや障害物などに接触した場合にも、フローティング機構３０に設けた３つの変位センサ６１の少なくとも一つが変位量を検出し、その変位量が目標値演算部６５へ入力される。なお、第１０図は１軸（Ｘ軸）を示し、インパネ把持手段２７とアシスト搬送装置のアーム２４を連結するフローティング機構３０のＸ軸用シリンダ４２がばねと同様な特性を有するものとしている。

目標値演算部６５では、変位センサ６１の変位量に基づいてアシスト搬送装置の目標値（目標軌道、速度やアシスト力など）を算出する。例えば、ｘ：変位センサ６１の変位量、ｐｄ：目標軌道、Ｋｄ：望ましいばね係数、Ｄｄ：望ましい粘性摩擦係数、Ｍｄ：望ましい質量とすると、以下に示す式（１）が成り立つ。

$$d^2pd/dt^2 = (Kdx + Dddx/dt)/Md \quad \cdots\cdots (1)$$

なお、簡単化のため１軸（Ｘ軸）のみで表現した。実際は３軸（Ｘ，Ｙ，Ｚ）である。

そして、目標値演算部６５では、各モータ（Ｙ軸用）１２，（Ｘ軸用）１９，（Ｚ軸用）２３がアシスト駆動するための目標値（目標軌道、速度やアシスト力など）を式（１）より算出し、制御部６６へ入力する。

制御部６６では、目標値演算部６５による演算結果（軌道：ｐｄ、速度：ｄｐ

d/dt、加速度：d^2pd/dt^2など）に追従するように、各モータ（Y軸用）１２，（X軸用）１９，（Z軸用）２３を制御する。その際、各モータ（Y軸用）１２，（X軸用）１９，（Z軸用）２３の位置及び速度が位置・速度検出手段６４により検出され目標値演算部６５及び制御部６６にフィードバックされる。

以上のように構成した第２実施の形態におけるアシスト搬送装置の動作及びアシスト搬送方法について説明する。第８図に示すインパネ供給位置Ｂに搬送されているインパネＰを把持するために、作業者は原位置に停止状態にあるアシスト搬送装置の操作ハンドル２８ａ，２８ｂを操作し、一対の支持アーム５２を開状態にしてインパネＰを台車（不図示）に搭載したインパネ供給位置Ｂまでインパネ把持手段２７を移動する。

そして、結合ピン５１をインパネＰの基準孔２６に対向させた後に、シリンダ５３を駆動させ結合ピン５１を基準孔２６に挿入することにより、インパネ把持手段２７がインパネＰを把持する。更に、インパネＰを台車から持ち上げ、インパネＰを移動させたい方向に操作ハンドル２８ａ，２８ｂを操作すると、各モータ（Y軸用）１２，（X軸用）１９，（Z軸用）２３が作業者の負荷を軽減するアシスト駆動する。

次いで、操作ハンドル２８ａ，２８ｂを操作して、インパネＰが車体Ｗａと同期して移動するようにし、更にインパネＰを車体Ｗａのフロントドア用開口部から車体Ｗａ内に搬送し、車体Ｗａに設けられたインパネ取付用位置決めピンＷｐの近傍まで移動させる。この時、インパネ取付用位置決めピンＷｐが、インパネＰのピン挿入用案内孔が形成されたブラケットに接触したり、インパネＰの端部が車体Ｗａに接触したりする可能性が高い。

インパネＰが車体Ｗａに接触すると、フローティング機構３０に設けられたシリンダ３９，４１，４２のうちインパネＰが押し返される方向に位置するシリンダが収縮し、その変位量をシリンダに内蔵された変位センサ６１が検出する。変位センサ６１が検出した変位量に基づいて、アシスト搬送装置を操作する作業者がインパネＰと車体Ｗａの接触に伴う反力を感じるように、各モータ（Y軸用）１２，（X軸用）１９，（Z軸用）２３が制御される。

このようなアシスト制御により、作業者はインパネＰがその取付位置に接近したことを感知し、インパネＰをインパネＰの車体Ｗａの取付部近傍まで搬送した後に、手で微妙な位置調整することにより組付作業を行うことができる。この時の位置調整の範囲は、フローティング機構３０で吸収できるので本装置に衝撃が加わることはない。

以上の組付作業が終了すると、作業者はインパネ把持手段２７を車体Ｗａの外へ出した時点で、作業終了の操作スイッチを操作する。すると、アシスト搬送装置は、車体Ｗａやライン周辺の設備などに接触することなく原位置に自動的に復帰する。

次に、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第３実施の形態は、車両用ドア組立ラインのドアガラス昇降用レギュレータ取付工程部に適用され、ピッチ送りされる車両用ドアに、ドアガラス昇降用レギュレータを効率的に取り付けることができるようにされている。

即ち、第１１図に示すように、車両用ドア組立ライン１０１は、車両用ドアＷをピッチ送りするためのドア搬送ライン１０２と、ドア搬送ライン１０２の上流から下流にかけて順次配置される複数の組付工程部１０３を備えており、これら組付工程部１０３でドアＷに対して各組付部品を組み付けるようにしている。

そして、この組付工程部１０３の一部が、ドアガラス昇降用レギュレータＲを取り付けるための工程部とされ、ドアガラス昇降用レギュレータＲを取り付けるための工程部には、第１２図に示すような搬送手段１０４が設けられている。

ドア搬送ライン１０２は、同一車両の右側と左側のドアＷを一組としてピッチ搬送するようにされ、一枚の長方形状のパレットｐ（第１２図）上にインナパネルＷｉ側を同一方向に向けた状態で一列に並べて起立状態で載置されるとともに、複数のパレットｐをラインに沿って近接配置し、同時に一定ストローク送っては、一定時間停止させ、これを繰り返すようにされている。

搬送手段１０４は、第１２図に示すように、ドア搬送ライン１０２を跨ぐ状態で跨設される門型の機台１０５と、機台１０５に対して多軸方向に移動可能な把持手段１０６を備えており、把持手段１０６がドアガラス昇降用レギュレータＲ（第１９図）を取り付けるための取付装置として構成されるとともに、機台１０

５の近傍に配置される部品供給位置Ａと、停止したドアＷの取付位置Ｂの間を移動自在にされている。

先ず、関連の設備機器等から説明すると、機台１０５の上部の梁部材１０７の片側側面には、上下一対のスライドレール１０８が設けられ、スライドレール１０８の間には、ラック１０９が設けられている。

そして、スライドレール１０８には、スライドガイド１１１を介してスライドテーブル１１２が摺動自在に係合しており、スライドテーブル１１２には、アクチュエータの一つとしての第１モータ（Ｘ軸用）１１３が取り付けられ、第１モータ１１３によって駆動されるピニオンギヤがスライドテーブル１１２の裏側に張り出してラック１０９に噛合している。このため、第１モータ１１３の作動によってスライドテーブル１１２は左右方向に移動可能である。

また、スライドテーブル１１２の表面には、取付台を介して支持テーブル１１５が取り付けられ、支持テーブル１１５の表面側には、一対のスライドガイド１１６が設けられるとともに、支持テーブル１１５の裏面側には、アクチュエータの一つとしての第２モータ（Ｚ軸用）１１７が取り付けられ、第２モータ１１７の回転軸は、支持テーブル１１５の表面側に張り出すとともに、その先端にはピニオンギヤ（不図示）が取り付けられている。そして、このピニオンギヤは、以下に述べる昇降テーブル１１８のラック１１９に噛合している。

昇降テーブル１１８は、支持テーブル１１５のスライドガイド１１６に摺動自在に係合する一対のスライドレール１２１と、スライドレール１２１間に配設されるラック１１９を備えており、第２モータ１１７の作動によって昇降動可能にされている。

昇降テーブル１１８の下端部には、前方に突出する支持台１２２が設けられ、支持台１２２の上面には、アクチュエータの一部としての第３モータ（水平回動Ｓ軸用）１２３が設けられている。そして、第３モータ１２３の出力軸は、ギヤを介して支持台１２２の下方から水平前方に張り出す水平アーム１２４の基端部に連結されており、第３モータ１２３の駆動によって、第１３図に示すように、水平アーム１２４は基端側の垂直軸まわりに回動可能にされている。

このような第１～第３モータ（Ｘ軸，Ｚ軸，Ｓ軸）１１３，１１７，１２３の

駆動により、搬送物（ドアガラス昇降用レギュレータＲ）の３次元空間における位置を変えることができる。

更に、水平アーム１２４の先端には、第１４図に示すように、互いに出力軸が直交するアクチュエータの一部としての第４～第６モータ（回転用）１２５，１２７，１２８が設けられている。即ち、水平アーム１２４の先端側上面に第４モータ（回転α軸用）１２５が起立状態で取り付けられ、第４モータ１２５の出力軸に垂直アーム１２６が連結され、垂直アーム１２６の下端にブラケット１２７ａを介して第５モータ（回転β軸用）１２７が取り付けられ、第５モータ１２７の出力軸にブラケット１２８ａを介して第６モータ（回転γ軸用）１２８が取り付けられ、第６モータ１２８の出力軸に操作ハンドル１２９の取付部１２９ａとボックス１３０を介して把持手段１０６が装着されている。

このような第４～第６モータ（α軸，β軸，γ軸）１２５，１２７，１２８の駆動により、搬送物（ドアガラス昇降用レギュレータＲ）の３次元空間における姿勢を変えることができる。

また、操作ハンドル１２９の取付部１２９ａには、作業者が操作ハンドル１２９を操作することによって発生する操作力の方向と大きさを検出する６軸の操作入力用力覚センサが設けられ、ボックス１３０には、搬送物（ドアガラス昇降用レギュレータＲ）が障害物に接触した場合の外力の方向と大きさを検出する６軸の干渉検知用力覚センサが設けられている。これらの力覚センサが検出した力は、本装置のパワーアシスト制御に用いられる。

以上のような第１～第６モータ（Ｘ軸，Ｚ軸，Ｓ軸，α軸，β軸，γ軸）１１３，１１７，１２３，１２５，１２７，１２８の各アクチュエータは、作業者の介在を必要としない自動搬送モードと、作業者の介在を必要とするが作業者の負荷を軽減させることのできるアシスト搬送モードとの切替え制御を可能とする。そして、モード切替えスイッチが自動搬送モードに切替えられると、予めティーチングしていた経路で把持手段１０６が自動的に移動し、アシスト搬送モードに切替えると、操作ハンドル１２９によって間接的に作業者が把持手段１０６を移動させる際、作業者にかかる負荷を軽減する。

次に、把持手段１０６について説明する。把持手段１０６は、第１５図に示す

ように、ボックス１３０と操作ハンドル１２９の取付部１２９ａを介して第６モータ１２８の出力軸に連結される機台テーブル１３１を備えており、機台テーブル１３１には、ドアガラス昇降用レギュレータＲを把持するための把持機構部１３２と、ドアガラス昇降用レギュレータＲをドアＷの所定の位置に位置決めするための位置決め機構部１３３と、ドアガラス昇降用レギュレータＲをドアＷに取り付けるための締付け機構部１３４が設けられている。

そして、把持機構部１３２で把持したドアガラス昇降用レギュレータＲを、第１８図に示すようなドアＷのインナパネルＷｉの開口部Ｈを通して、インナパネルＷｉとアウタパネルＷｏ間の空間部内に挿入し、位置決め機構部１３３で位置決めした後、締付け機構部１３４によりボルト等で締付け固定するようにしている。

把持機構部１３２は、機台テーブル１３１の前面に取り付けられる第１シリンダ１３５と、第１シリンダ１３５のシリンダロッド１３５ａ先端に結合される基板１３６と、基板１３６の前面に取り付けられるモータ１３７と、モータ１３７の回転軸に前面側に取り付けられるテーブル１３８を備え、テーブル１３８には、各ブラケット１３９を介して複数の吸着パッド１４１と、ボス付き位置決めピン１４２が取り付けられ、ボス付き位置決めピン１４２はドアガラス昇降用レギュレータＲの基準穴ｋ（第１９図（ｂ））に挿入可能にされている。

また、基板１３６の側部には、スライドレール（不図示）が設けられるとともに、このスライドレールは機台テーブル１３１の前面から延出するスライドガイド１４３に摺動自在に嵌合している。このため、第１シリンダ１３５の作動によって基板１３６が基台テーブル１３１面と垂直方向にスライド可能であり、またモータ１３７の作動によってテーブル１３８が所定角度回動可能である。

そして、ボス付き位置決めピン１４２をドアガラス昇降用レギュレータＲの基準穴ｋに挿入した状態で、吸着パッド１４１をドアガラス昇降用レギュレータＲのプレート部表面（第１９図（ｂ）の面）に吸着させることで、ドアガラス昇降用レギュレータＲを把持でき、またモータ１３７によりドアガラス昇降用レギュレータＲをインナパネルＷｉの開口部Ｈ周縁に干渉しないような姿勢に傾けて挿入した後、ドアガラス昇降用レギュレータＲの姿勢を取付け姿勢に変換できる。

位置決め機構部１３３は、機台テーブル１３１の前面から延出する支柱１４７の先端部にブラケット１５０を介して支持部材１４４が取り付けられ、支持部材１４４にインナパネル基準孔に挿入するためのボス部付きピン１４５と、インナパネルの所定部位に当接する樹脂またはゴム製等のインナパネル当接部材１４６が取り付けられている。そして、位置決め機構部１３３は、把持機構部１３２を挟んだ状態で一対設けられている。

そして、位置決め機構部１３３のボス部付きピン１４５をインナパネルの基準孔ｔ（第１８図）に挿入すると同時に、インナパネル当接部材１４６を所定箇所のインナパネルＷｉに当接させることで、ドアＷと把持手段１０６の位置合わせが行われるようにしている。

締付け機構部１３４は、機台テーブル１３１側に固定される支柱１４７の側面に形成されるスライドレール（不図示）に対して、スライドガイドを介して摺動自在に係合するナットランナ１４８と、ナットランナ１４８をインナパネルＷｉ側に向けて進退動させるための第２シリンダ１５１を備えており、第２シリンダ１５１は、ナットランナ１４８側と一体のスライドガイド付きのテーブル１４９に連結部材１５２を介して連結されている。

そして、第２シリンダ１５１の伸縮作動によって、ナットランナ１４８がインナパネルＷｉに向けて進退動するようにしている。なお、ナットランナ１４８も一対設けている。そして、ドアガラス昇降用レギュレータＲを取付姿勢に位置決めすると、ナットランナ１４８が前進してボルト締めにより固定作業が行われるようにしている。

なお、作業者がデッドマンスイッチを握りながら操作ハンドル１２９を移動させたい方向に押すと、自動搬送モードからアシスト搬送モードに切替えられて軽い力で搬送できるようにされ、作業者がデッドマンスイッチから手を離すと、自動搬送モードに切替わるようにされている。

第３実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系は、第１６図に示すように、操作ハンドル１２８の取付部に設けて操作ハンドルに掛かる作業者による操作力の方向と大きさを検出する６軸の操作入力用力覚センサ１６０と、ボックス１３０に設けて搬送物（ドアガラス昇降用レギュレータ

R）が障害物に接触した場合の外力の方向と大きさを検出する６軸の干渉検知用力覚センサ１６１と、目標値演算部１６２と、制御部１６３と、アシスト駆動用アクチュエータとしての位置制御用のモータ（Ｘ軸，Ｚ軸，Ｓ軸）１１３，１１７，１２３及び姿勢制御用のモータ（α軸，β軸，γ軸）１２５，１２７，１２８と、各モータ１１３，１１７，１２３，１２５，１２７，１２８の位置・速度を検出する位置・速度検出手段１６４からなる。

第１７図に示すように、作業者が操作ハンドル１２９を握って把持手段１０６に把持されたドアガラス昇降用レギュレータＲを所望な方向に導くと、操作ハンドル１２９の取付部１２９ａに設けた６軸の操作入力用力覚センサ１６０のうち少なくとも１軸が操作力を検出し、その操作力が目標値演算部１６２へ入力される。

また、把持手段１０６に把持されたドアガラス昇降用レギュレータＲがドアＷや障害物などに接触した場合にも、ボックス１３０に設けた６軸の干渉検知用力覚センサ１６１のうち少なくとも１軸が外力を検出し、その外力が目標値演算部１６２へ入力される。なお、第１７図は１軸（Ｘ軸）を示している。

目標値演算部１６２では、操作入力用力覚センサ１６０が検出した操作力（方向と大きさ）と干渉検知用力覚センサ１６１が検出した外力（方向と大きさ）に基づいてアシスト搬送装置の目標値（目標軌道、速度やアシスト力など）を算出する。

例えば、F_x：干渉検知用力覚センサ１６１が検出したＸ軸方向の力、N_x：干渉検知用力覚センサ１６１が検出したＸ軸回りのモーメント、f_x：操作入力用力覚センサ１６０が検出したＸ軸方向の力、n_x：操作入力用力覚センサ１６０が検出したＸ軸回りのモーメント、ｘ：Ｘ軸方向の目標軌道、θ：Ｘ軸回りの回転の目標軌道、Ｍ：望ましい質量、Ｉ：望ましい慣性モーメント、D_{xd}：望ましいＸ軸方向の粘性摩擦係数、$D_{\theta d}$：望ましいＸ軸回りの粘性摩擦係数望とすると、以下に示す式（２），（３）が成り立つ。

$$d^2x/dt^2 = (f_x - F_x - D_{xd} \cdot dx/dt)/M \quad \cdots\cdots (2)$$

$$d^2\theta/dt^2 = (n_x - N_x - D_{\theta d} \cdot d\theta/dt)/I \quad \cdots\cdots (3)$$

なお、簡単化のため１軸方向（Ｘ軸方向）のみで式を表現した。実際は６軸

（X軸，Z軸，S軸，α軸，β軸，γ軸）について、式（2），（3）が成り立つ。

そして、目標値演算部１６２では、位置制御用のモータ（X軸，Z軸，S軸）１１３，１１７，１２３及び姿勢制御用のモータ（α軸，β軸，γ軸）１２５，１２７，１２８がアシスト駆動するための目標値（目標軌道、速度やアシスト力など）を式（2），（3）より算出し、制御部１６３へ入力する。

制御部１６３では、目標値演算部１６２による演算結果（軌道：x、速度：dx/dt、加速度：d^2x/dt^2など）に追従するように、位置制御用のモータ（X軸，Z軸，S軸）１１３，１１７，１２３及び姿勢制御用のモータ（α軸，β軸，γ軸）１２５，１２７，１２８を制御する。その際、位置制御用のモータ（X軸，Z軸，S軸）１１３，１１７，１２３及び姿勢制御用のモータ（α軸，β軸，γ軸）１２５，１２７，１２８の位置及び速度が位置・速度検出手段１６４により検出され目標値演算部１６２及び制御部１６３にフィードバックされる。

以上のように構成した第３実施の形態におけるアシスト搬送装置の動作及びアシスト搬送方法について説明する。

ドア搬送ライン１０２に沿って左右一対のドアWがピッチ送りされると、これに伴って、搬送手段１０４によりドアガラス昇降用レギュレータRが取付位置Bに自動搬送される。即ち、把持手段１０６が部品供給位置Aのドアガラス昇降用レギュレータRを把持すると、自動搬送モードにより設定された経路に従って取付位置B近傍の所定ポイントに向けて自動搬送する。ここで、把持手段１０６によるドアガラス昇降用レギュレータRの把持は、自動モードによる把持でも、アシストモードによる把持でもよい。

取付位置B近傍の所定ポイントに達すると、各アクチュエータのモードがアシスト搬送モードに切替わる。このため、作業者は把持手段１０６のデッドマンスイッチを握りながら操作ハンドル１２９を移動させたい方向に押して行くことで、把持手段１０６を取付位置Bまで移動させる。そして、ドアWのインナパネルWiの開口部Hを通過する時は、第２０図（a）に示すように、別のスイッチを操作してドアガラス昇降用レギュレータRが開口部H周縁に干渉しないような姿勢に傾けて挿入する。

そして、上記の開口部H通過作業後、位置決め機構部１３３のボス部付きピン１４５をインナパネルＷｉの基準穴ｔに対してボス部が表面に当接するまで挿入すると同時に、インナパネル当接部材１４６をインナパネルＷｉ表面に当接させることで位置決めを行う。その後、ドアガラス昇降用レギュレータＲの傾きを戻してインナパネルＷｉ側に若干移動させることにより、ドアガラス昇降用レギュレータＲとインナパネルＷｉとを当接させる。

次いで、ボルトを装着した状態のナットランナ１４８がインナパネルＷｉ側に前進し、ボルトをインナパネルＷｉのボルト穴ｘを挿通させ、ドアガラス昇降用レギュレータＲに装着されるナットに締付けて固定すれば、第２０図（ｂ）に示すような状態で取り付けられる。

左右いずれか一方のドアＷへの取付作業が完了すると、作業者はデッドマンスイッチから手を離す。すると、把持手段１０６の作動モードは自動搬送モードに切替わり、把持手段１０６は定められた経路を辿って自動的に部品供給位置Ａに移動した後、次ぎのドアガラス昇降用レギュレータＲを把持して同じような手順で取付位置Ｂ近傍まで自動搬送する。

そして、所定のポイントまで搬送してくると、前記と同様な手順によりアシスト搬送モードに切替わり、左右他方側のドアＷに対して同じような手順で取付ける。そして、２つのドアＷに取付けが完了するまで、ドア搬送ライン１０２の搬送は停止した状態にあり、２つのドアＷに取付けが完了すると、ピッチ搬送により、次ぎのパレットｐ（ドアＷ）が移動してくる。

以上のような要領により、把持手段１０６を使用して、ドアＷにドアガラス昇降用レギュレータＲを取り付けるようにすれば、作業を極めて効率的に行うことができ、またインナパネルＷｉとアウタパネルＷｏが予め一体化されているため、他のドア組付部品の組付けの自由度を損なうことがない。

なお、自動搬送モードで作業中、何らかのトラブルが発生したような場合、操作スイッチをアシストモードに切替えることにより、すべての地点間の搬送をアシストモードで行うことができ、この時、部品搬送手段１０４を自動搬送モードで定められたポイントまたはエリアに戻すときのインピーダンス設定は自動的に行われるようにされている。

次に、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第４実施の形態は、第２１図に示すように、操作ハンドル２２９が第６モータ１２８の出力軸にボックス１３０を介して装着された把持手段１０６に、取り付けられている点と制御系を除けば、上述した第３実施の形態と同様の構成である。

第４実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系は、第２２図に示すように、ボックス１３０に設けて搬送物（ドアガラス昇降用レギュレータＲ）が障害物に接触した場合の外力の方向と大きさを検出する６軸の干渉検知用力覚センサ１６１と、目標値演算部２６２と、制御部２６３と、アシスト駆動用アクチュエータとしての位置制御用のモータ（Ｘ軸，Ｚ軸，Ｓ軸）１１３，１１７，１２３及び姿勢制御用のモータ（α軸，β軸，γ軸）１２５，１２７，１２８と、各モータ１１３，１１７，１２３，１２５，１２７，１２８の位置・速度を検出する位置・速度検出手段１６４からなる。

第２３図に示すように、作業者が操作ハンドル２２９を握って把持手段１０６に把持されたドアガラス昇降用レギュレータＲを所望な方向に導くと、ボックス１３０に設けた６軸の干渉検知用力覚センサ１６１のうち少なくとも１軸が操作力を検出し、その操作力が目標値演算部２６２へ入力される。

また、把持手段１０６に把持されたドアガラス昇降用レギュレータＲがドアＷや障害物などに接触した場合にも、ボックス１３０に設けた６軸の干渉検知用力覚センサ１６１のうち少なくとも１軸が外力を検出し、その外力が目標値演算部２６２へ入力される。なお、第２３図は１軸（Ｘ軸）を示している。

目標値演算部２６２では、干渉検知用力覚センサ１６１が検出した操作力及び外力に基づいてアシスト搬送装置の目標値（目標軌道、速度やアシスト力など）を算出する。例えば、F_x：干渉検知用力覚センサ１６１が検出したＸ軸方向の力、N_x：干渉検知用力覚センサ１６１が検出したＸ軸回りのモーメント、ｘ：Ｘ軸方向の目標軌道、θ：Ｘ軸回りの回転の目標軌道、Ｍ：望ましい質量、Ｉ：望ましい慣性モーメント、D_{xd}：望ましいＸ軸方向の粘性摩擦係数、$D_{\theta d}$：望ましいＸ軸回りの粘性摩擦係数望とすると、以下に示す式（４），（５）が成り立つ。

$$d^2x/dt^2 = (-F_x - D_{xd} \cdot dx/dt)/M \quad \cdots\cdots (4)$$

$d^2\theta/dt^2 = (-N_x - D_{\theta d} \cdot d\theta/dt) / I$ ……（5）

なお、簡単化のため１軸方向（Ｘ軸方向）のみで式を表現した。実際は６軸（Ｘ軸，Ｚ軸，Ｓ軸，α軸，β軸，γ軸）について、式（４），（５）が成り立つ。

そして、目標値演算部２６２では、位置制御用のモータ（Ｘ軸，Ｚ軸，Ｓ軸）１１３，１１７，１２３及び姿勢制御用のモータ（α軸，β軸，γ軸）１２５，１２７，１２８がアシスト駆動するための目標値（目標軌道、速度やアシスト力など）を式（４），（５）より算出し、制御部２６３へ入力する。

○制御部２６３では、目標値演算部２６２による演算結果（軌道：ｘ、速度：dx/dt、加速度：d^2x/dt^2など）に追従するように、位置制御用のモータ（Ｘ軸，Ｚ軸，Ｓ軸）１１３，１１７，１２３及び姿勢制御用のモータ（α軸，β軸，γ軸）１２５，１２７，１２８を制御する。その際、位置制御用のモータ（Ｘ軸，Ｚ軸，Ｓ軸）１１３，１１７，１２３及び姿勢制御用のモータ（α軸，β軸，γ軸）１２５，１２７，１２８の位置及び速度が位置・速度検出手段１６４により検出され目標値演算部２６２及び制御部２６３にフィードバックされる。

次に、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第５実施の形態は、第１１図に示す車両用ドア組立ライン１０１のドアガラス昇降用レギュレータ取付工程部に適用される。車両用ドア組立ライン１０１は、車両用ドアＷをピッチ送りするためのドア搬送ライン１０２と、ドア搬送ライン１０２の上流から下流にかけて順次配置される複数の組付工程部１０３を備えており、これら組付工程部１０３でドアＷに対して各組付部品を組み付けるようにしている。

そして、この組付工程部１０３の一部がドアガラス昇降用レギュレータＲを取り付けるための工程とされ、第１２図に示す部品搬送装置（搬送手段）１０４が設けられている。部品搬送装置１０４は、部品であるドアガラス昇降用レギュレータＲを搬送して取り付けることができる。

制御装置３６０は、第２４図に示すように、ティーチング装置Ｉ／Ｆ（インタフェース）部３６１と、組付制御部３６２と、搬送・アシスト制御部３６３とからなる。制御装置３６０は、マイクロコンピュータシステムを用いて構成している。

搬送・アシスト制御部３６３は、アシストパラメータテーブル生成部３６４と、アシストパラメータテーブル３６５と、位置演算部３６６と、搬送エリア設定部３６７と、状態表示部３６８と、モータ駆動制御部３６９とを備える。

アシストパラメータテーブル生成部３６４は、ティーチング装置３００からティーチング装置Ｉ／Ｆ部３６１を介して供給される各種コマンドおよびデータに基づいてアシストパラメータテーブル３６５を作成する。なお、ティーチング装置３００によって遠隔操作モードが設定された場合、ティーチング装置３００から出力された各種コマンド等は、ティーチング装置Ｉ／Ｆ部３６１およびアシストパラメータテーブル生成部３６４を介してモータ駆動制御部３６９に供給される。これにより、ティーチング装置３００側から各モータ３１３，３１７，３２３，３２５を個別に駆動して把持手段１０６を所望の位置を移動させることができる。

位置演算部３６６は、スライドテーブル１１２の位置を検出する第１位置エンコーダ３１２、支持テーブル１１５の位置を検出する第２位置エンコーダ３１８、水平アーム１２４の回動位置（回転角）を検出する第３位置エンコーダ３２４、垂直アーム１２６の回動位置（回転角）を検出する第４位置エンコーダ３２６によって検出された位置データ（角度データを含む）に基づいて把持手段１０６の現在位置を演算によって求める。

３次元の現在位置データは、アシストパラメータテーブル生成部３６４および搬送エリア設定部３６７に供給される。また、現在位置データは、アシストパラメータテーブル生成部３６４からティーチング装置Ｉ／Ｆ部３６１を介してティーチング装置３００に供給される。ティーチング装置３００は、現在位置データを画像表示装置の画面上に表示することができる。また、ティーチング装置３００は、現在位置データを教示点位置として設定することができる。

ティーチング装置３００は、予め作成されたティーチングジョブプログラムをティーチング装置Ｉ／Ｆ部３６１を介して搬送・アシスト制御部３６３へ供給することができる。

アシストパラメータテーブル生成部３６４は、ティーチングジョブプログラムを格納する不揮発性メモリを備えている。アシストパラメータテーブル生成部３

６４は、ティーチング装置３００から供給されたティーチングジョブプログラムを不揮発性メモリに書き込む。アシストパラメータテーブル生成部３６４は、ティーチング装置３００からティーチングジョブプログラムが供給されるたびに、不揮発性メモリに格納されるティーチングジョブプログラムを更新する。制御装置３６０に電源が供給されると、アシストパラメータテーブル生成部３６４は不揮発性メモリに格納されているティーチングジョブプログラムを読み出してアシストパラメータテーブル３６５を生成する。

ティーチングジョブプログラムによって、各教示点毎に、アシストエリアの幅Wと高さH、インビジブルウォール（仮想壁）のばね係数ＡＫと摩擦係数ＡＤ、仮想質量M、仮想摩擦係数D、反力係数ＨＫ、反力摩擦係数ＨＤを設定するとともに、次の教示点まで自動移動するのかアシスト搬送へ切替えるのかを設定する。また、次の教示点まで自動移動する場合には移動速度を設定する。さらに、必要に応じて作業者等に対する操作ガイダンス等の音声出力の設定を行う。

第２５図は、ティーチングジョブプログラムの一例を示す図である。行番号０００２は、アシストエリア設定コマンドによって、アシストエリアの幅Wを２００ミリメートル、アシストエリアの高さHを１００ミリメートル、インビジブルウォールのばね係数ＡＫを１０、インビジブルウォールの摩擦係数ＡＤを７０に設定する例を示している。行番号０００３は、アシストインピーダンス設定コマンドによって、仮想質量Mを１０に、仮想摩擦係数Dを３０に、反力係数ＨＫを５０に、反力摩擦係数ＨＤを１００に設定する例を示している。アシストエリア設定コマンドおよびアシストインピーダンス設定コマンドによって設定された各数値は、次のアシストエリア設定コマンドおよびアシストインピーダンス設定コマンドによって各数値が設定されるまで有効である。行番号０００５は、次の教示点Ｐ２まで速度Ｖ＝２００（ミリメートル／秒）で自動移動する設定例を示している。行番号０００８は、アシストモードへの切り替えを促す音声メッセージを出力させる例を示している。行番号００１５は、つぎの教示点Ｐ４までのアシスト移動速度Ｖを３０（ミリメートル／秒）に設定する例を示している。

第２６図は、アシストパラメータテーブルの一例を示す図である。アシストパラメータテーブル生成部３６４は、第２５図に示したティーチングジョブプログ

ラムを解読することで、第２６図に示すように各教示点と各種パラメータとを対応付けたアシストパラメータテーブル３６５を作成する。なお、このアシストパラメータテーブル３６５は、ＲＡＭ等の揮発性メモリに格納されている。これにより、搬送エリア設定部３６７がアシストパラメータを高速に読み出せるようにしている。

第２７図は、アシストエリアの設定方法を示す図である。搬送エリア設定部３６７は、アシストパラメータテーブル３６５に従ってアシストエリアを設定する。搬送エリア設定部３６７は、各教示点Ｐ１～Ｐ６を結ぶ搬送経路（ティーチング軌跡）に沿って、搬送経路に直交する平面に幅W、高さHの空間領域をアシストエリアとして設定する。アシストエリアはその中心が搬送経路（ティーチング軌跡）となるように設定される。教示点間で幅Wおよび高さHが異なる場合には、搬送経路に沿って幅Wおよび高さHが徐々に変化するように設定される。なお、第２７図は、ドアガラス昇降用レギュレータＲの搬送経路の一例を示しており、教示点Ｐ１が部品供給位置Ａに相当し、教示点Ｐ５が取付位置Ｂに相当する。

搬送エリア設定部３６７は、位置演算部３６６から供給される把持手段１０６の現在位置（搬送する部品の位置）がどのアシストエリアであるか判断し、インビジブルウォールの戻し力を計算するとともに、アシストインピーダンスの切り替えを行なう。把持手段１０６がアシストエリアから外れる方向に移動された場合には、搬送エリア設定部３６７からインビジブルウォールばね係数に基づく戻し力が出力される。

モータ駆動制御部３６９は、戻し力が作用するように各モータ３１３，３１７，３２３，３２５を駆動するので、把持手段１０６（搬送部品）がアシストエリアから外れることはない。言い換えれば、自動移動、アシスト移動の何れの場合でも、インビジブルウォールで区画されたトンネル状の搬送領域内でのみ把持手段１０６の移動が可能である。なお、本実施の形態では矩形のアシストエリアを形成する例を示したが、アシストエリアの形状は搬送する部品の形状や作業形態等に応じて適宜設定することができる。

第２８図は、アシストインピーダンスの切り替え特性を示す図である。自動移動およびアシスト移動の初期段階では、部品を高速で搬送するのを適した特性が

得られるように、仮想質量Mおよび仮想摩擦係数Dを小さく設定している。また、組み付けの際に仮想質量Mおよび仮想摩擦係数Dが最大になるようにして部品を細かく移動するのに適した特性が得られるようにするとともに、反力係数HKおよび反力摩擦係数HDを大きくして組み付け手ごたえが的確に得られるようにしている。

第２９図は、現在位置とアシストエリアとの対応付け処理の説明図である。第２９図（ａ）に示すように、搬送エリア設定部３６７は、現在点（現在位置）に一番近い教示点（ティーチングポイント）を探す。ここでは、距離が最短な教示点としてＰ（Ｎ）が選ばれる。次に、搬送エリア設定部３６７は、現在点に最短な教示点Ｐ（Ｎ）に接する２つの線分Ｐ（Ｎ－１）～Ｐ（Ｎ），Ｐ（Ｎ）～Ｐ（Ｎ＋１）について、現在点からの垂線の交点が線分内にあるか調べる。第２９図（ｂ）（ケース１）に示すように、垂線の交点が両方の線分内にある場合、交点と現在点との距離が近い方の線分を選択する。（ケース２）に示すように、垂線の交点が片方の線分にある場合、その交点のある線分を選択する。（ケース３）に示すように、両方の線分内にない場合、線分を延長した直線との交点からＰ（Ｎ）まで距離が近い方の線分を選択する。

第３０図および第３１図は、教示点間でアシストエリアおよびアシストインピーダンスが変化する場合のアシストエリアおよびアシストインピーダンスの算出処理の説明図である。搬送エリア設定部３６７は線分を選択すると、選択した線分（搬送経路）に対して現在位置でのアシストエリアを算出する。第３０図に示すように、線分Ｐａ～Ｐｂが選択され、一方の教示点Ｐａと他方の教示点Ｐｂとでアシストエリアの範囲が異なる場合には、搬送位置（現在点）毎にアシストエリアの範囲が変化していくので、各現在点毎にアシストエリアを逐次設定する必要がある。第３０図では、一方の教示点Ｐａではアシストエリアの幅がＷａ，高さがＨａに設定され、他方に教示点Ｐｂではアシストエリアの幅がＷｂ，高さがＨｂに設定されている。各教示点間の距離はＬである。そこで、垂線交点が線分Ｐａ～Ｐｂ内にある場合には、教示点Ｐａから現在点の垂線交点までの距離をａとすれば、その位置でのアシストエリアの幅Ｗは、次の式（６）によって求まる。

また、アシストエリアの高さＨは、次の式（７）によって求まる。

$W = Wa - (Wa - Wb) \times a \div L \cdots\cdots (6)$

$H = Ha - (Ha - Hb) \times a \div L \cdots\cdots (7)$

垂線交点が教示点Ｐａよりも外側の場合は、Ｗ＝Ｗａ，Ｈ＝Ｈａに設定する。また、垂線交点が教示点Ｐｂよりも外側の場合は、Ｗ＝Ｗｂ，Ｈ＝Ｈｂに設定する。

搬送エリア設定部３６７は、インビジブルウォールばね係数ＡＫおよびインビジブルウォール摩擦係数ＡＤについても同様に算出する。具体的には、教示点Ｐａのばね係数がＡＫａ，摩擦係数がＡＤａに設定され、教示点Ｐｂのばね係数がＡＫｂ，摩擦係数がＡＤｂに設定されている場合、距離ａの位置でのばね係数ＡＫは式（８）によって求まり、摩擦係数ＡＤは式（９）によって求まる。

$AK = AKa - (AKa - AKb) \times a \div L \cdots\cdots (8)$

$AD = ADa - (ADa - ADb) \times a \div L \cdots\cdots (9)$

第３１図に示すように、同様な計算方法によって現在点における仮想質量Ｍおよび仮想摩擦係数Ｄを算出し、また、反力係数ＨＫおよび反力摩擦係数ＨＤを算出する。

第３２図は、インビジブルウォールの戻し力算出およびアシストインピーダンスの切り替え処理の説明図である。搬送エリア設定部３６７は、現在点に対してアシストエリア，アシストインピーダンスの設定を行うと、現在点とアシストエリアとの位置関係からインビジブルウォールの戻し力の算出、およびアシストインピーダンスの切り替えを行う。ケース１に示すように、現在点がアシストエリア内にある場合は、戻し力Ｆはゼロである。ケース２に示すように、幅または高さ方向にはみ出している場合には、はみ出し量に応じた戻し力が算出される。ケース３に示すように、幅および高さ共にはみ出している場合には、幅方向の戻し力と高さ方向の戻し力とが合成された戻し力が算出される。また、アシストインピーダンスについても、アシストエリア外では仮想摩擦係数Ｄにインビジブルウォールの摩擦係数ＡＤを加算した値（Ｄ＋ＡＤ）に切替えることで、インビジブルウォールの粘性を表現する。

第２４図に示したモータ駆動制御部３６９は、搬送エリア設定部３６７によって算出された戻し力に基づいて現在点（把持手段１０６の位置すなわち搬送部品

の搬送位置）をアシストエリア内に復帰させるように各モータ３１３，３１７，３２３，３２５を駆動する。これにより、搬送手段１０４に電源を投入した初期状態で、把持手段１０６の位置が搬送エリア外にあった場合には、把持手段１０６を搬送エリア内の所定位置に自動的に復帰させることができる。そして、把持手段１０６の位置を搬送エリア内に復帰させた後は、自動搬送モードまたはアシスト搬送モードによって把持手段１０６を搬送経路によって移動させることができる。

第２４図において、３７０は自動搬送モードとアシスト搬送モードとを切替えるモード切替スイッチである。３７１はデッドマンスイッチであり、このデッドマンスイッチ３７１は3ポジションのスイッチであって、スイッチレバー程良い力で操作している間はスイッチがオン（閉）状態となり、非操作状態およびスイッチレバーを強く握りしめた場合にはスイッチがオフ（開）状態になる。モータ駆動制御部３６９は、モード切替スイッチ３７０がアシスト搬送モード側に設定されていても、デッドマンスイッチ３７１がオフ（開）状態の場合は、各モータ３１３，３１７，３２３，３２５への電力供給を停止して、作業補助力（アシスト力）の供給を停止する。

デッドマンスイッチ３７１は、把持手段１０６の機台テーブル１３１に設けられた操作レバーの握り部（アシストグリップ）に設けられている。操作レバーには作業者による操作力と操作方向を検出するための操作用力覚センサ３７２が設けられている。操作用力覚センサ３７２は少なくとも３軸方向の操作力をそれぞれ検出できるものを用いている。具体的には、圧力センサやロードセルを少なくとも３個用いることで、各方向の操作力を検出するようにしている。モータ駆動制御部３６９は、アシスト搬送モードにおいて各方向の操作力に対応して各モータ３１３，３１７，３２３，３２５から供給する作業補助力（アシスト力）を制御する。

搬送部品はフローティング機構を介して垂直アーム１２６に対して浮動状態（フローティング状態）に取り付けられている。搬送部品または把持機構部１３２が取付部等に当接するとフローティング状態に変位が生じ、その変位は変位センサ３０６によって検出される。モータ駆動制御部３６９は、変位センサ３０６

によって検出された変位方向と変位量と反力係数ＨＫおよび反力摩擦係数ＨＤとに基づいて組付手応え力を算出し、各モータ３１３，３１７，３２３，３２５から供給する作業補助力（アシスト力）を軽減する。これにより、作業者は操作レバーを介して組付手応え力を感じることができる。

各モータ３１３，３１７，３２３，３２５の出力軸側には、それぞれブレーキ機構３１３Ａ，３１７Ａ，３２３Ａ，３２５Ａが設けられている。これらのブレーキ機構３１３Ａ，３１７Ａ，３２３Ａ，３２５Ａは、各モータの回転を機械的に停止させるように構成されている。ブレーキ機構３１３Ａ，３１７Ａ，３２３Ａ，３２５Ａは、例えばソレノイド等に電力が供給されるとブレーキ状態を解除するよう構成されている。

モータ駆動制御部３６９は、各モータ３１３，３１７，３２３，３２５の運転に先立って各ブレーキ機構３１３Ａ，３１７Ａ，３２３Ａ，３２５Ａをブレーキ解除状態に制御する。モータ駆動制御部３６９は、各モータ３１３，３１７，３２３，３２５の運転を停止した時点から予め設定した遅延時間が経過した後に各ブレーキ機構３１３Ａ，３１７Ａ，３２３Ａ，３２５Ａをブレーキ状態に制御する。なお、各モータ３１３，３１７，３２３，３２５の回転を検出できる構成の場合は、モータの回転が停止した時点で各ブレーキ機構３１３Ａ，３１７Ａ，３２３Ａ，３２５Ａをブレーキ状態に制御するようにしてもよい。このようにすることで、部品搬送を停止させる際の衝撃を解消することができる。

状態表示部３６８は、搬送手段１０４の動作状態やアラーム等を表示する各種の表示器を備えるとともに、作業者に対して操作案内等の音声メッセージを発生する音声合成装置等を備える。

組付制御部３６２は、把持手段１０６の各種の動作を制御する。組付制御部３６２は、吸着スイッチ３８１が操作されると吸着用ポンプ３８８を駆動して吸着パッド３４１に搬送部品を吸着させる。組付制御部３６２は、前進スイッチ３８２または後退スイッチ３８３が操作されると第１シリンダ３３５を駆動して、締付け機構３３４の基板３３６を前進または後退させる。組付制御部３６２は、右回転スイッチ３８４または左回転スイッチ３８５が操作されるとモータ３３７を駆動して搬送部品の姿勢を傾けまたは元の姿勢に戻す。組付制御部３６２は、組

付開始スイッチ３８６が操作されると第２シリンダ３５１を駆動させるとともに、ナットランナ駆動部３８９を介してナットランナ３４８を駆動させ、ボルト締め作業を行わせる。組付制御部３６２は、組付完了スイッチ３８７が操作されるとボルト締め作業を終了させるとともに、組付が完了したことを搬送・アシスト制御部３６３へ通知する。

次に、自動搬送モードで部品を供給し、アシスト搬送モードで部品を取付け、自動搬送モードで部品受取位置（原点）へ復帰する動作の一具体例について説明する。ここで、モード切替スイッチ３７０は、自動搬送モード側に設定されており、把持手段１０６は部品受取位置（原点）に戻っているものとする。搬送・アシスト制御部３６３は、図示しない部品受取完了スイッチが操作されたことを検知すると、把持手段１０６を教示点Ｐ２を経て教示点Ｐ３まで自動搬送した後、搬送を停止させる。搬送・アシスト制御部３６３は、アシスト搬送モードへの切り替えを促す音声メッセージを発生する。搬送・アシスト制御部３６３は、モード切替スイッチ３７０がアシスト搬送モード側へ切替えられ、デッドマンスイッチ３７１がオンになると、操作用力覚センサ３７２の出力に基づいて把持手段１０６の移動をパワーアシストする。これにより、アシスト移動およびアシスト位置決めがなされ、部品の取付けがなされる。

搬送・アシスト制御部３６３は、組付制御部３６２から組付が完了した旨の通知を受けると、自動運転モードへの切り替えを促す音声メッセージを発生する。搬送・アシスト制御部３６３は、モード切替スイッチ３７０が自動搬送モード側に切替えられ、デッドマンスイッチ３７１がオフであり、図示しない自動運転起動スイッチが操作されると、把持手段１０６の自動移動を開始する。これにより、把持手段１０６は、教示点Ｐ６を経て部品受取位置（原点）Ｐ１に移動される。

本実施の形態では、自動移動経路に対してもアシストエリアを設定しているので、自動搬送の代わりにアシスト搬送を行う場合でも搬送経路に沿って部品を搬送することができる。部品の組付位置に近づくにつれてアシストエリアを狭くしているので、部品を組付位置の近傍までアシスト移動させることができる。更に、部品の組付位置に近づくにつれてアシストインピーダンスを大きくしているので、作業者は位置決めおよび組付作業を的確に行うことができる。

また、本実施の形態では、自動移動経路に対して把持手段１０６の位置が外れている場合でも、把持手段１０６を自動搬送路またはその搬送エリア（アシストエリア）内へ自動復帰させることができる。

産業上の利用可能性

本発明によれば、作業者が搬送物を搬送或いは被取付部品に取り付ける際に、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することなく、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

また、作業者は障害物などを意識することなく、搬送物に衝撃を与えることなく、搬送作業を効率よく行うことができる。

従って、本発明を完全自動化が困難な自動車生産ラインの組付作業などに適用することにより、作業環境を改善することができると共に、コストパフォーマンスの向上を図ることができる。

請求の範囲

1． 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送物が障害物などに接触した場合に搬送物を前記搬送手段に対してフローティングさせてその衝撃を緩和させると共に、フローティングによる搬送物の変位量を検出し、その変位量を演算処理して前記衝撃に伴う反力を算出し、この反力を前記搬送手段を操作する作業者に伝達することを特徴とするアシスト搬送方法。

2． 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段と前記搬送手段との接続部に設けたフローティング機構と、このフローティング機構の変位量を検出する変位検出手段と、この変位検出手段が検出した変位量を演算処理して反力を算出する制御手段を備え、前記反力を前記搬送手段を操作する作業者に伝達することを特徴とするアシスト搬送装置。

3． 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送物が自由に移動することができる作業エリアを設定すると共に、この作業エリアに隣接して設けられ、搬送物が進入すると搬送物を前記作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミットエリアを設定することを特徴とするアシスト搬送方法。

4． 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物が自由に移動することができる作業エリアと、この作業エリアに隣接して設けられ搬送物が進入すると搬送物を前記作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミットエリアと、このリミットエリアに進入した搬送物の進入量を演算処理して前記反力を算出する制御手段を備えたことを特徴とするアシスト搬送装

置。

5． 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送物を前記搬送手段に対してフローティングさせると共に、作業者が搬送物を把持して搬送させたい方向に操作した時のフローティングによる搬送物の変位量を検出し、その変位量を演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送することを特徴とするアシスト搬送方法。

6． 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段に取り付けられて作業者が所望な方向に搬送物を導く操作ハンドルと、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けたフローティング機構と、このフローティング機構の変位量を検出する変位検出手段と、この変位検出手段が検出した変位量を演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備えることを特徴とするアシスト搬送装置。

7． 搬送手段に設けた操作ハンドルを操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法であって、作業者が搬送物を搬送させたい方向に操作した時の前記操作ハンドルに掛かる操作力の方向と大きさを検出すると共に、搬送物が障害物に接触した場合の外力の方向と大きさを検出し、前記操作力と前記外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送すると共に、前記外力による反力を前記作業者に伝達することを特徴とするアシスト搬送方法。

8． 搬送手段に設けた操作ハンドルを操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置であって、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段と前記搬送手段との接続部に設けられ前記操作ハ

ンドルに掛かる操作力の方向と大きさを検出する操作力検出手段と、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けられ前記把持手段に加わる外力の方向と大きさを検出する外力検出手段と、前記操作力検出手段が検出した操作力の方向と大きさ及び前記外力検出手段が検出した外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備え、前記外力による反力を前記作業者に伝達することを特徴とするアシスト搬送装置。

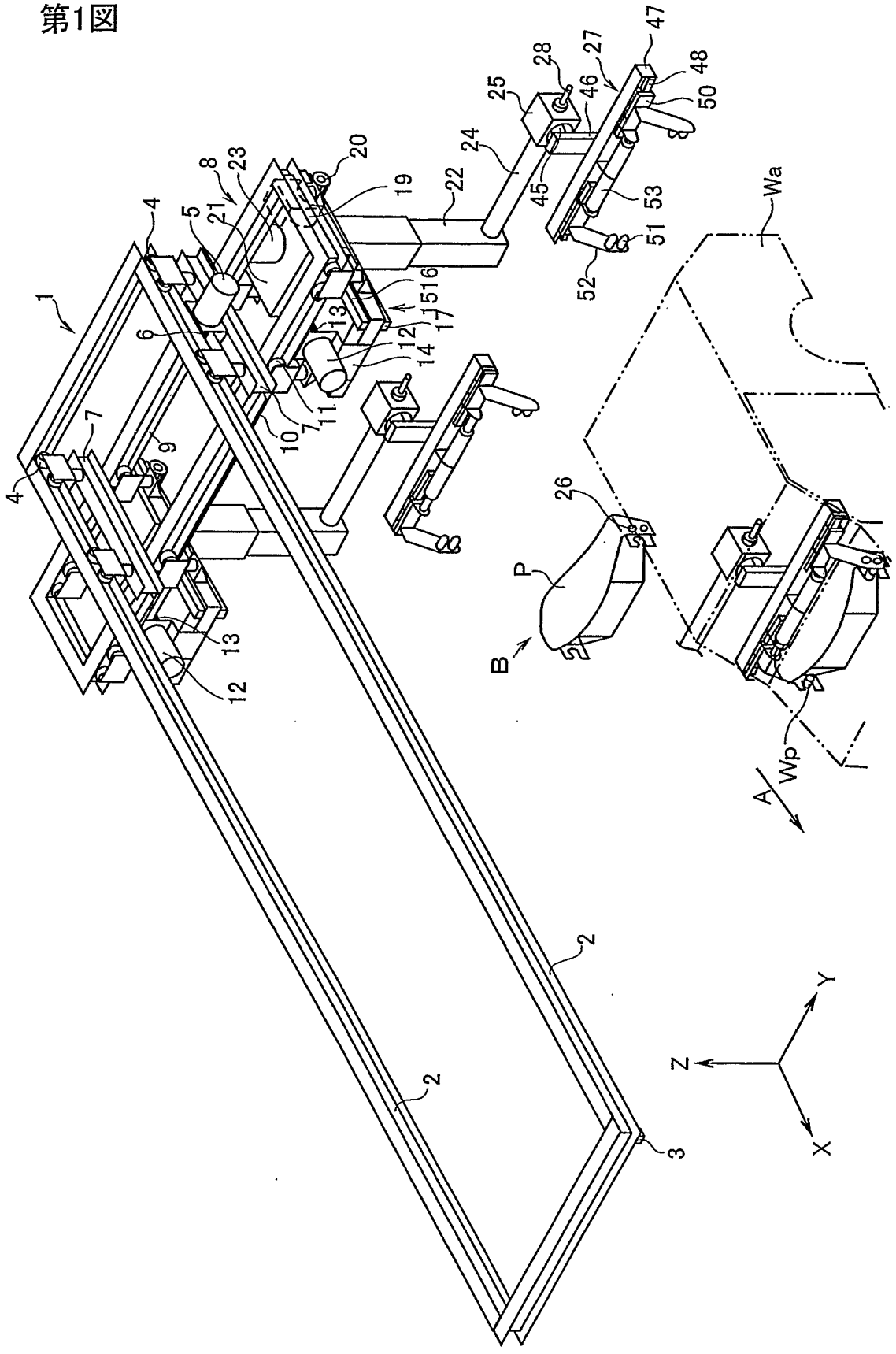
9． 搬送手段を操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法であって、作業者が搬送物を把持して搬送させたい方向に前記搬送手段を移動させた時の操作力の方向と大きさを検出し、前記操作力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送することを特徴とするアシスト搬送方法。

１０．搬送手段を操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置であって、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段に取り付けられて作業者が所望な方向に搬送物を導く操作ハンドルと、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けられ前記把持手段に加わる外力の方向と大きさを検出する外力検出手段と、この外力検出手段が検出した外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備えることを特徴とするアシスト搬送装置。

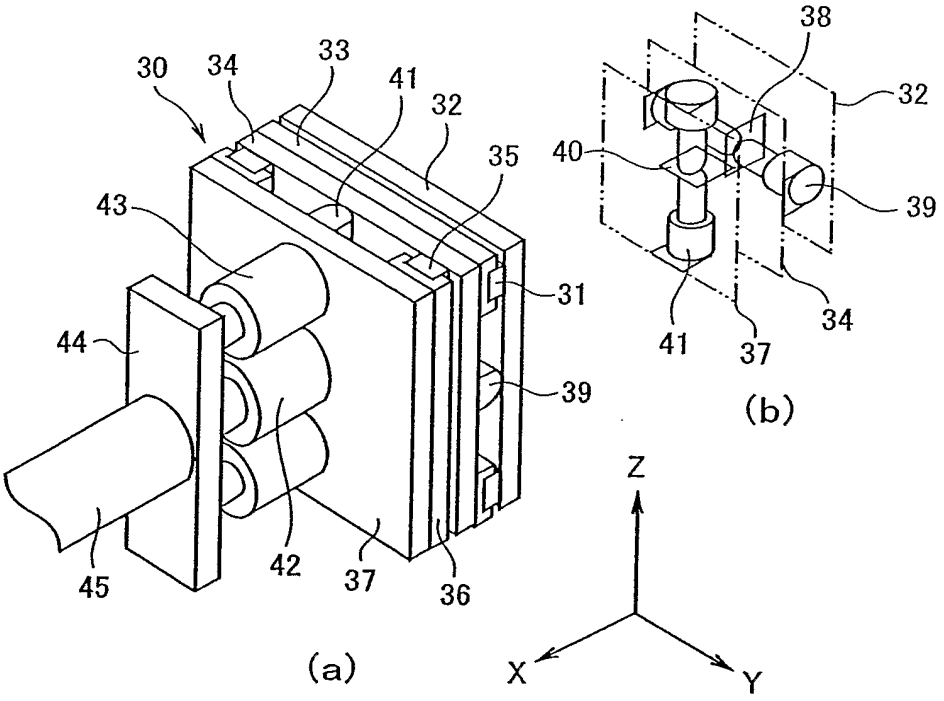
１１．作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送路の所定位置毎に搬送エリアとアシスト条件とを設定する条件設定工程と、前記条件設定工程で設定された所定位置毎の搬送エリアとアシスト条件とに基づいて隣り合う所定位置間の搬送エリアとアシスト条件を演算によって設定する搬送エリア設定工程とを備え、部品の搬送エリアを設定することを特徴とするアシスト搬送方法。

１２．作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、複数の教示点の位置データと各教示点毎に設定された搬送エリアデータとに基づいて搬送路と搬送エリアを認識する搬送エリア認識工程と、搬送物を支持する搬送部の位置を求める搬送部位置認識工程と、搬送部の位置が搬送エリアから外れている場合に、搬送部の位置に最も近い搬送路を求め、求めた搬送路の所定位置または求めた搬送路の搬送エリア内に搬送部を移動させる搬送部位置移動工程とを備え、搬送物を支持する搬送部の位置が搬送エリアから外れている場合に搬送部を搬送エリア内に復帰させることを特徴とするアシスト搬送方法。

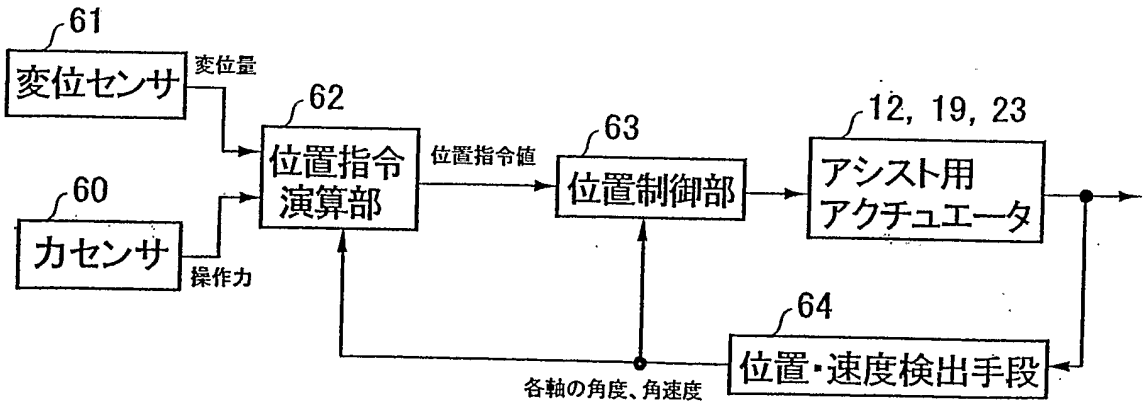
第1図


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
45
46
47
48
50
51
52
53
Wa
Wp
P
A
B
Y
Z
X

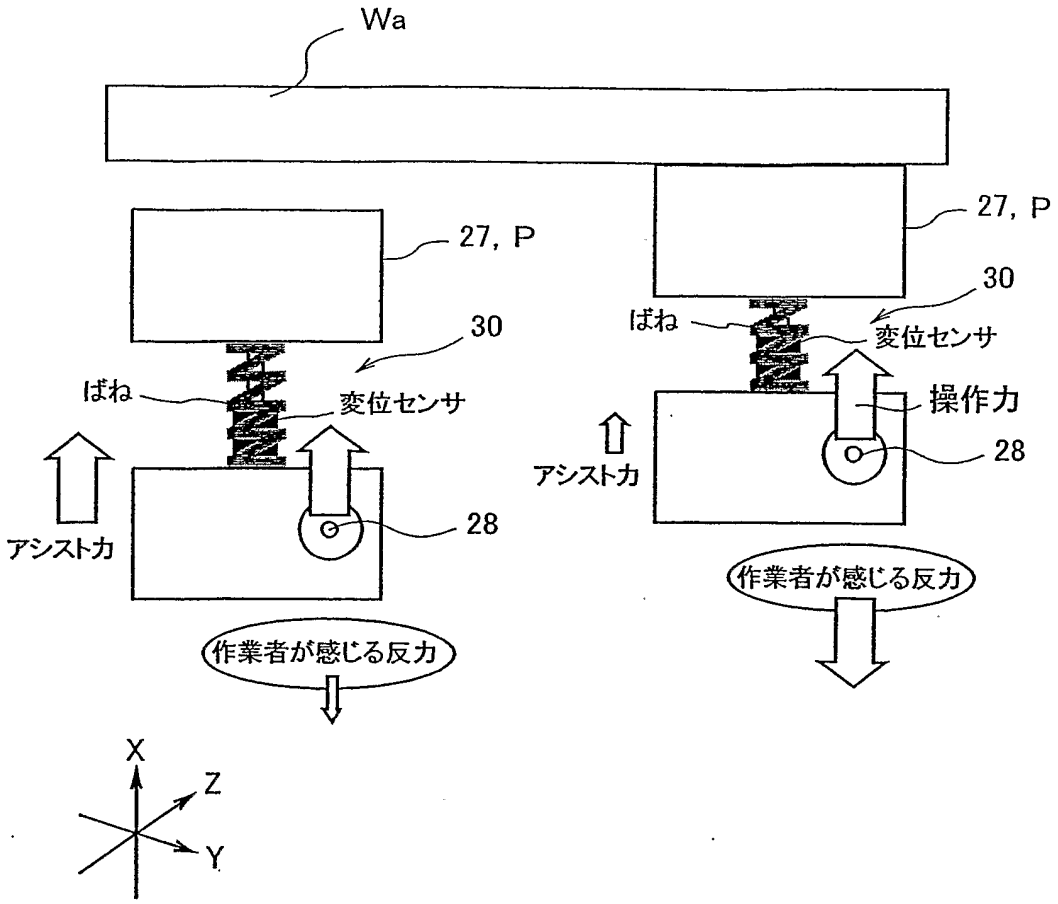
第2図


30
34
33
41
32
35
43
31
44
39
45
42
37
36
(a)
38
32
40
39
41
37
34
(b)
Z
X
Y

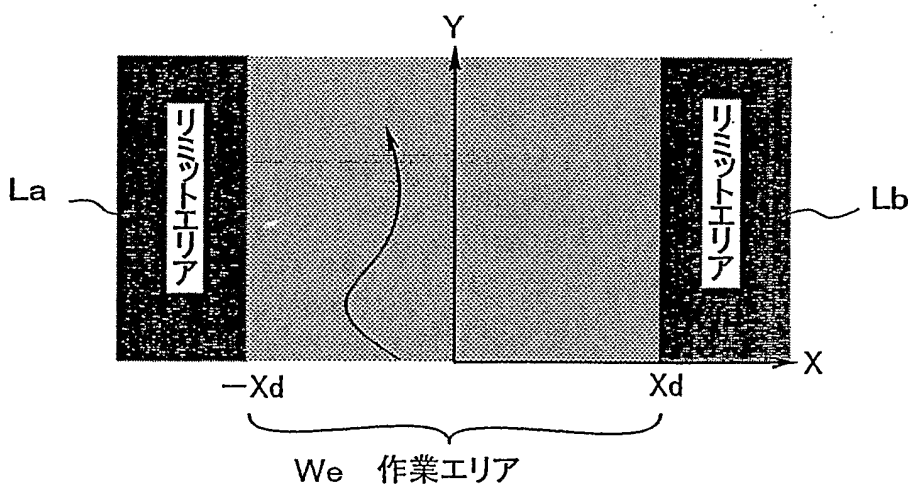
第3図


61
変位センサ
変位量
62
位置指令
演算部
位置指令値
63
位置制御部
12, 19, 23
アシスト用
アクチュエータ
60
力センサ
操作力
64
位置・速度検出手段
各軸の角度、角速度

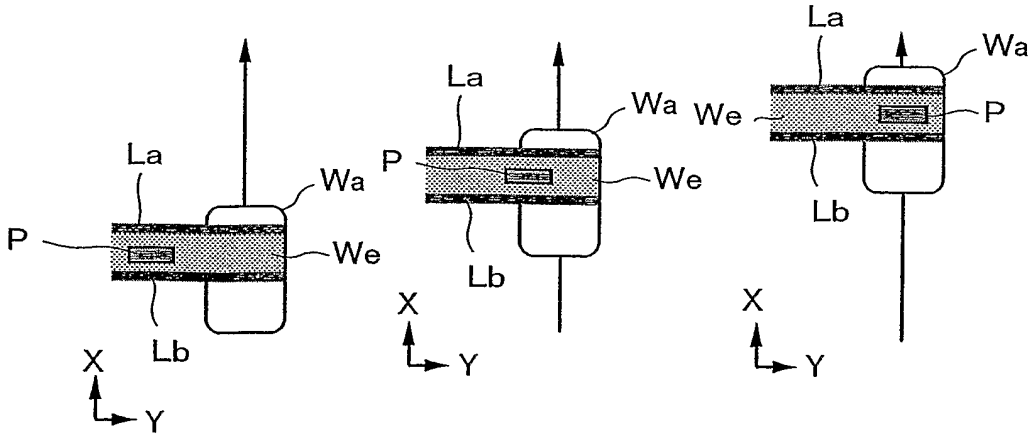
第4図


Wa
27, P
30
ばね
変位センサ
アシストカ
28
作業者が感じる反力
27, P
30
ばね
変位センサ
操作力
アシストカ
28
作業者が感じる反力
X
Z
Y

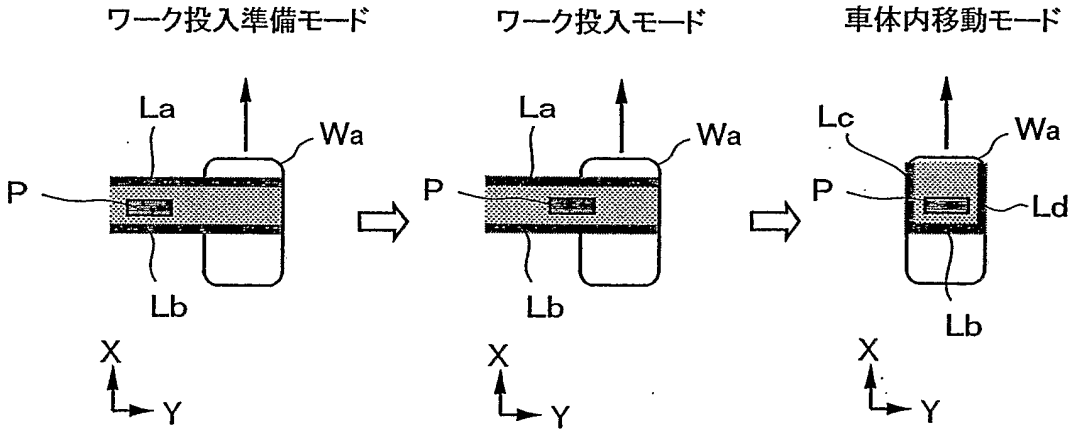
第5図


Y
リミットエリア
リミットエリア
La
Lb
X
−Xd
Xd
We 作業エリア

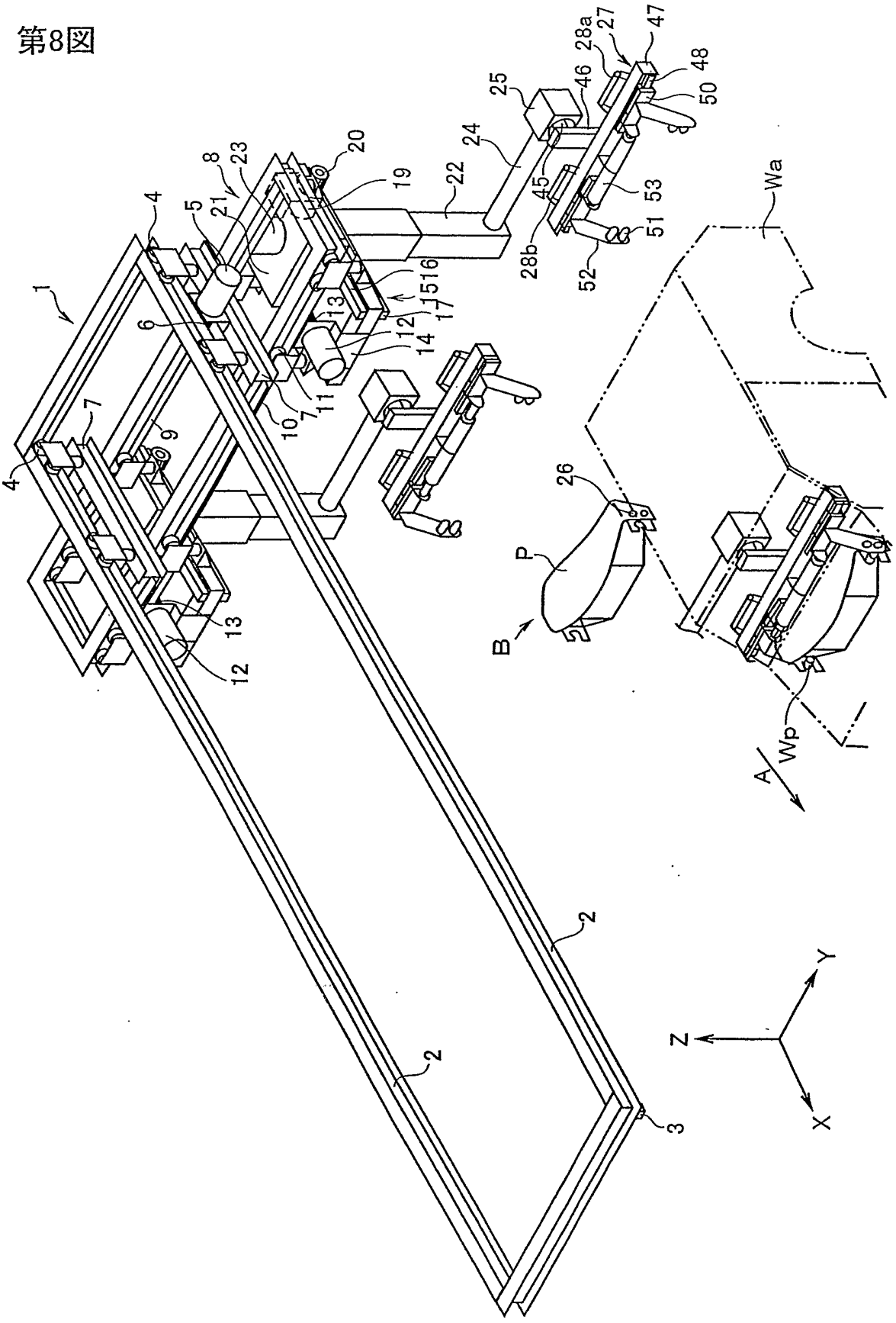
第6図


La
Wa
P
We
Lb
X
Y
La
Wa
P
We
Lb
X
Y
La
Wa
We
P
Lb
X
Y

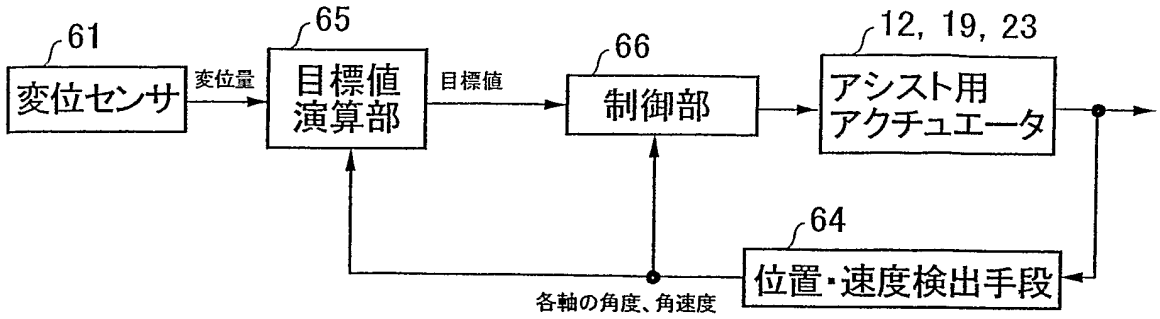
第7図


ワーク投入準備モード
ワーク投入モード
車体内移動モード
La
Wa
P
Lb
X
Y
La
Wa
P
Lb
X
Y
Lc
Wa
P
Ld
Lb
X
Y

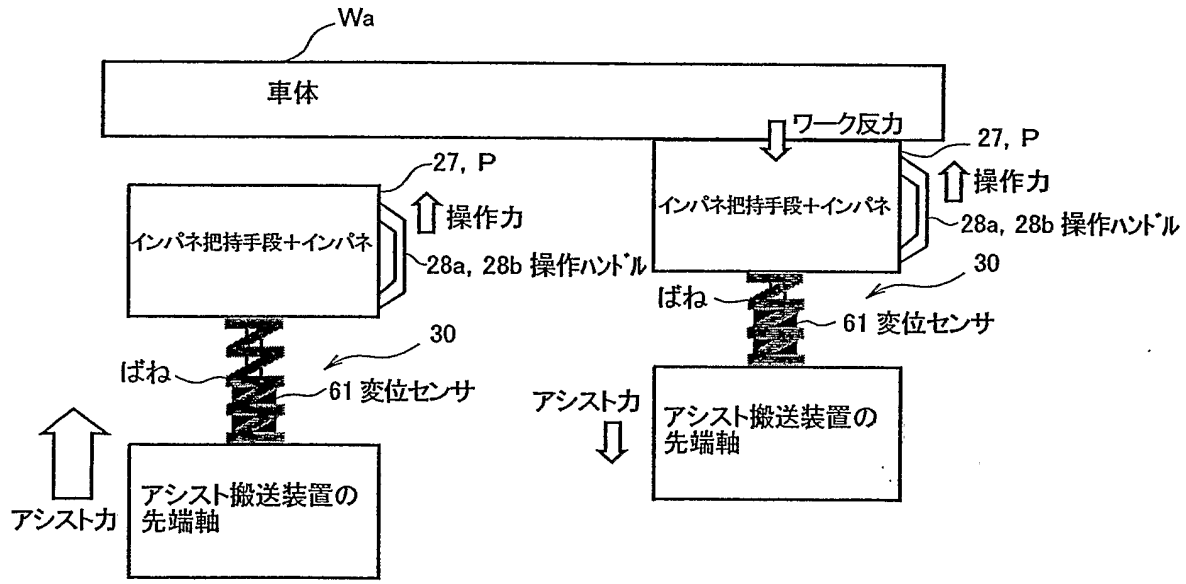
第8図

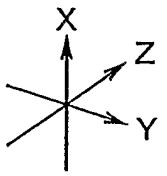

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28a
28b
45
46
47
48
50
51
52
53
Wa
Wp
P
A
B
Y
Z
X

第9図

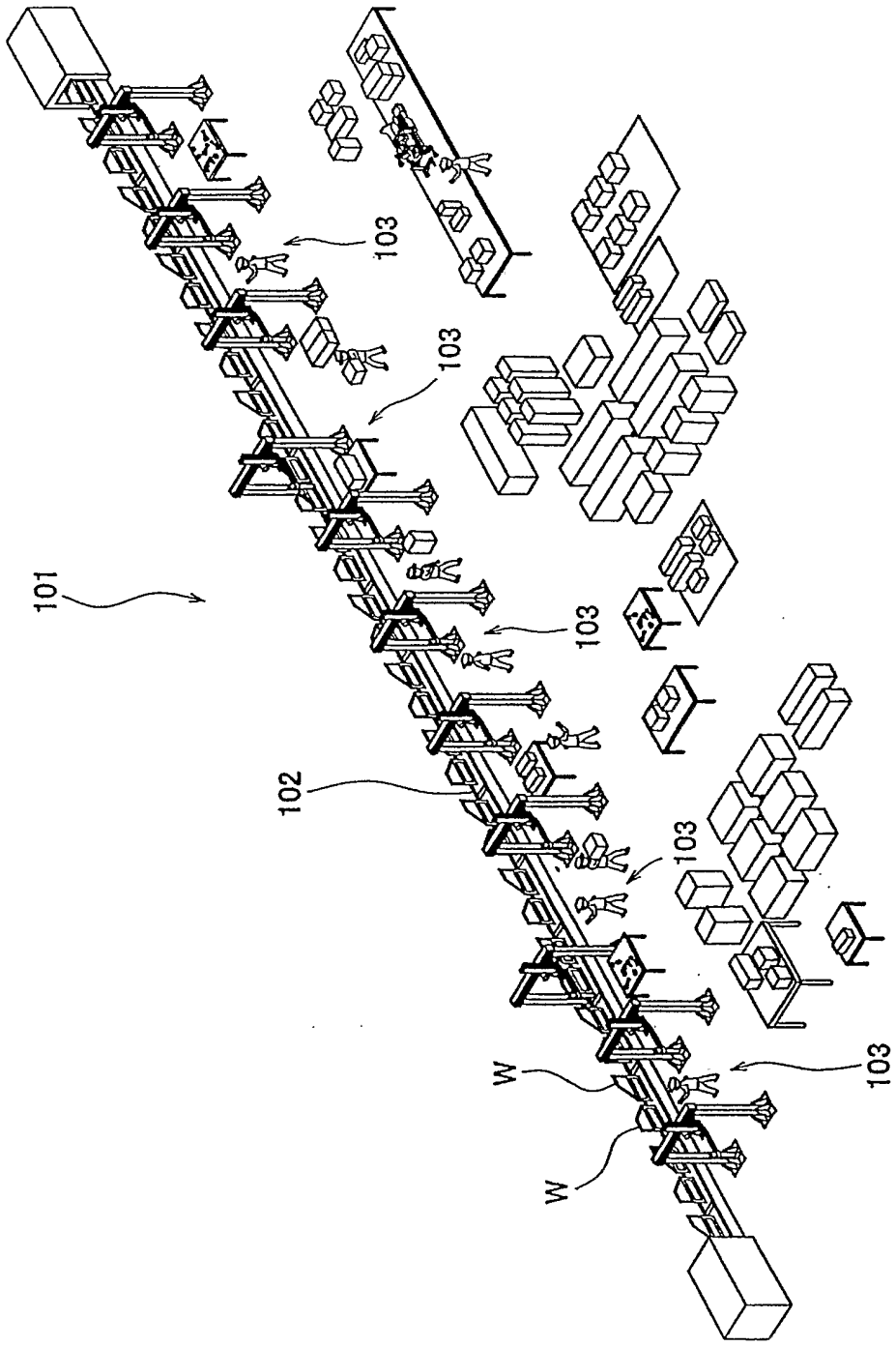

61
変位センサ
変位量
65
目標値
演算部
目標値
66
制御部
12, 19, 23
アシスト用
アクチュエータ
64
位置・速度検出手段
各軸の角度、角速度

第10図

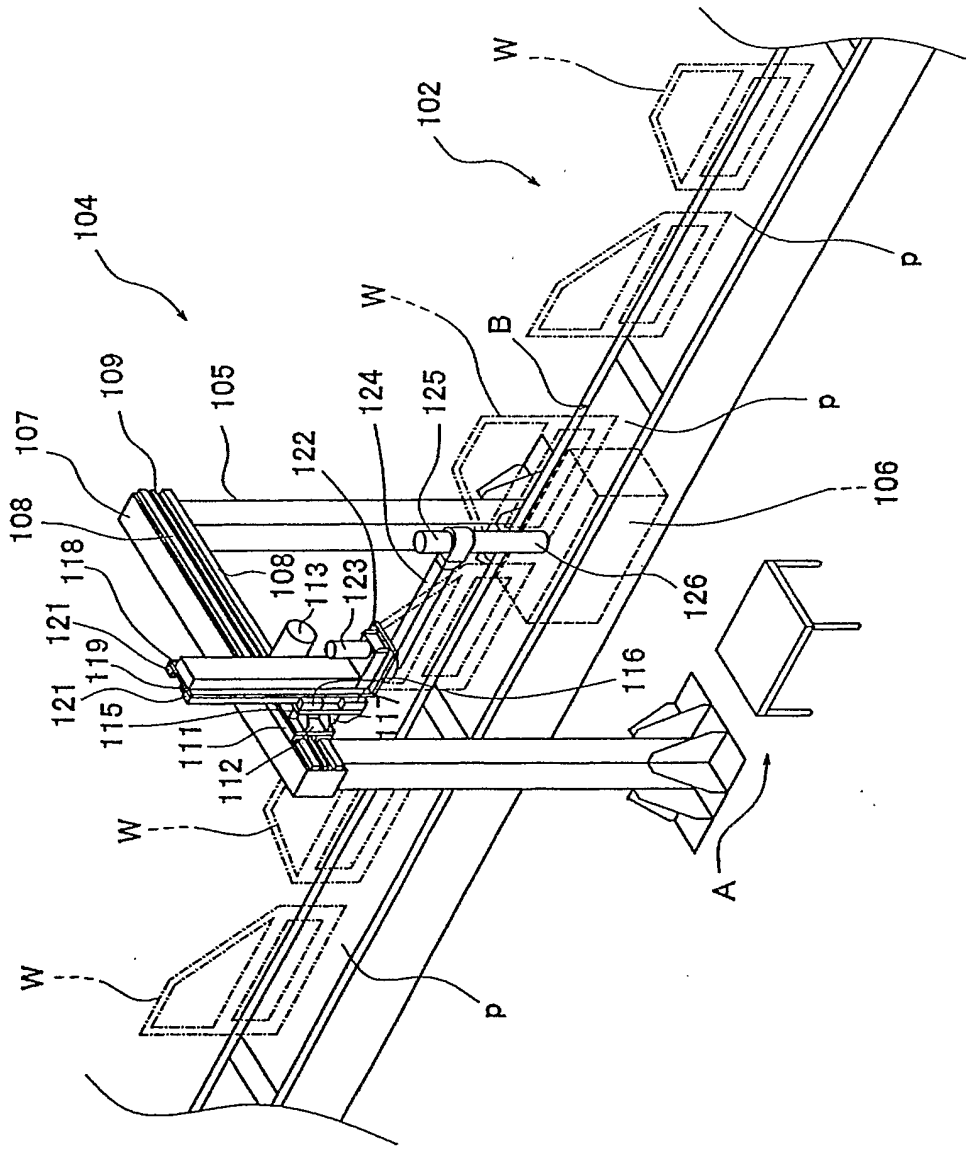

Wa
車体
ワーク反力
27, P
操作力
インパネ把持手段+インパネ
28a, 28b 操作ハンドル
30
ばね
61 変位センサ
アシスト力
アシスト搬送装置の
先端軸


X
Z
Y

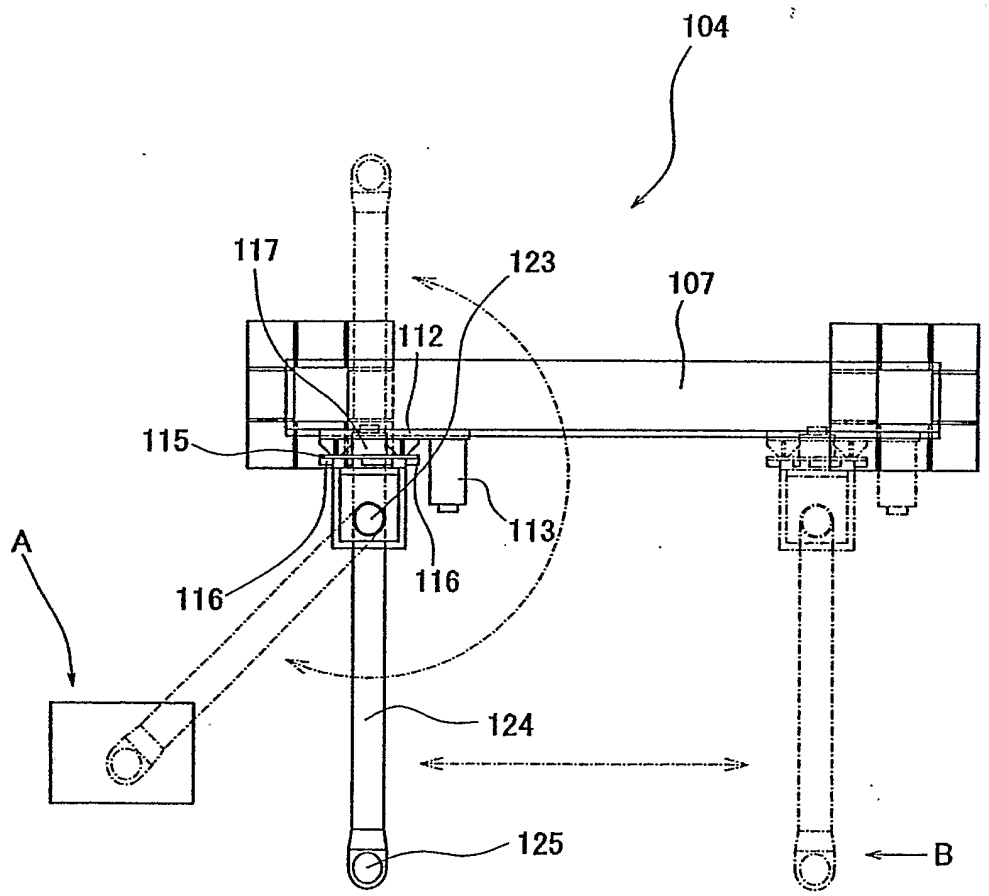
第11図



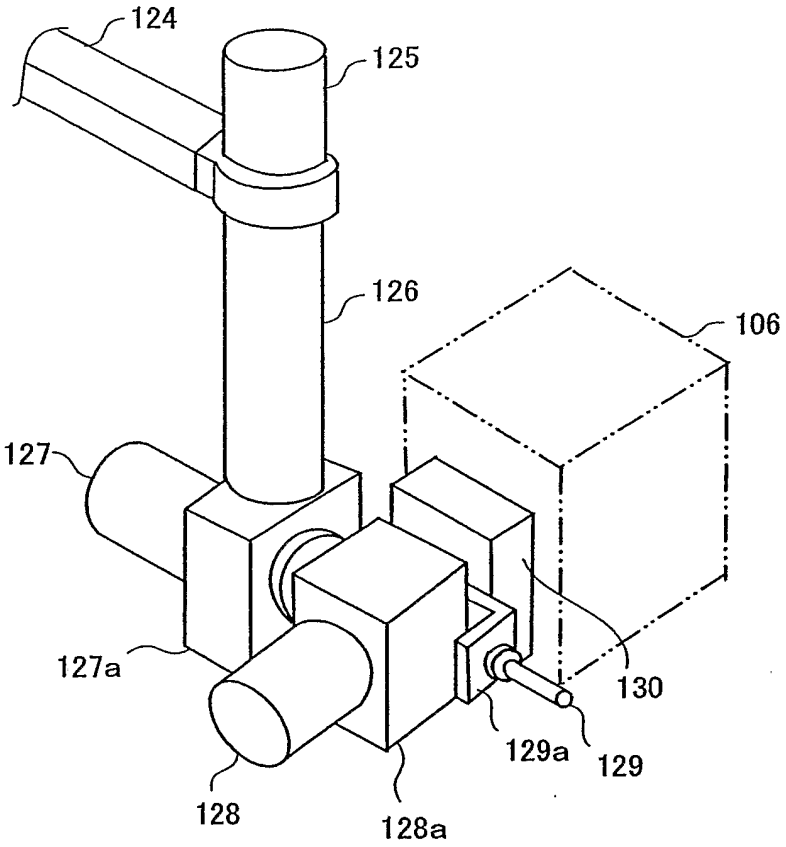
第12図

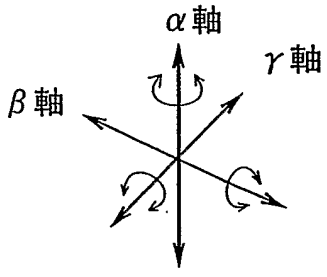

W
102
104
W
B
p
109
105
124
125
107
122
106
108
118
108
113
123
126
121
119
116
121
115
117
111
112
W
A
W
p

第13図

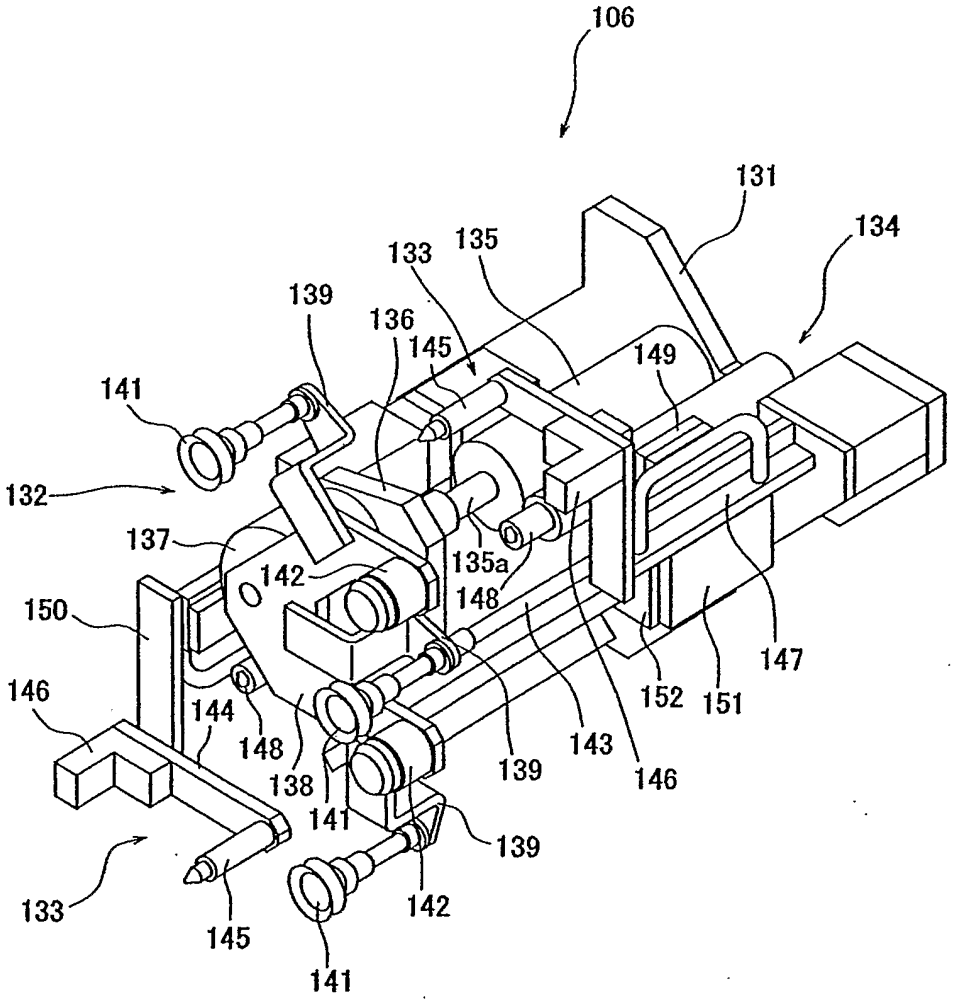


第14図

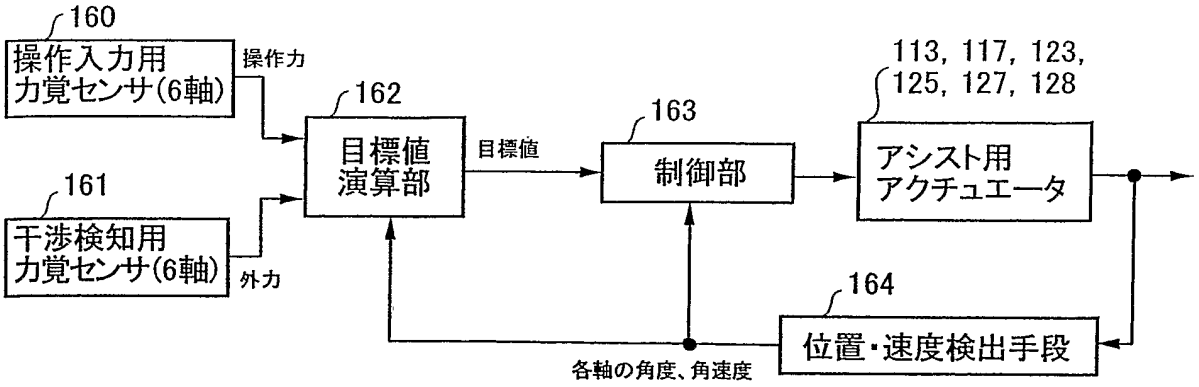




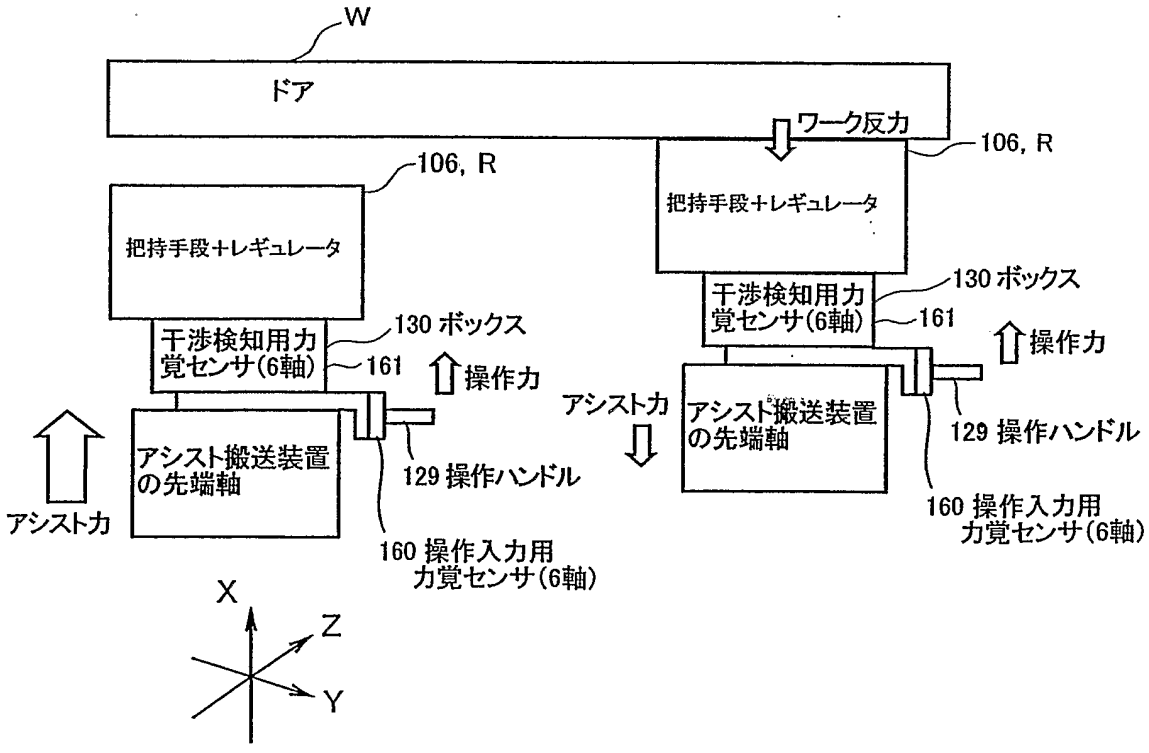
第15図


106
131
134
133
135
139
136
145
149
141
132
137
135a
142
148
150
147
146
144
152
151
148
143
138
139
146
141
139
133
142
145
141

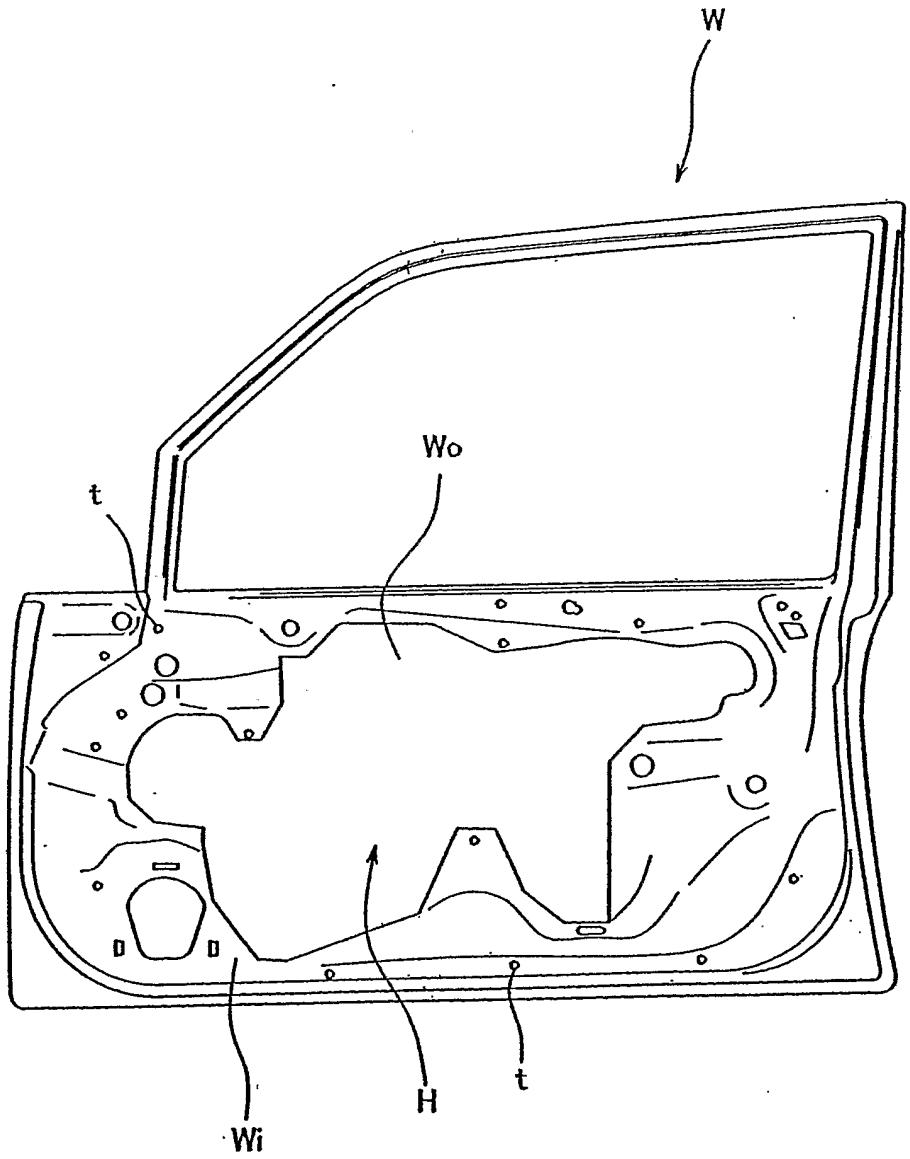
第16図


160
操作入力用
力覚センサ(6軸)
操作力
162
目標値
演算部
目標値
163
制御部
113, 117, 123,
125, 127, 128
アシスト用
アクチュエータ
161
干渉検知用
力覚センサ(6軸)
外力
164
位置・速度検出手段
各軸の角度、角速度

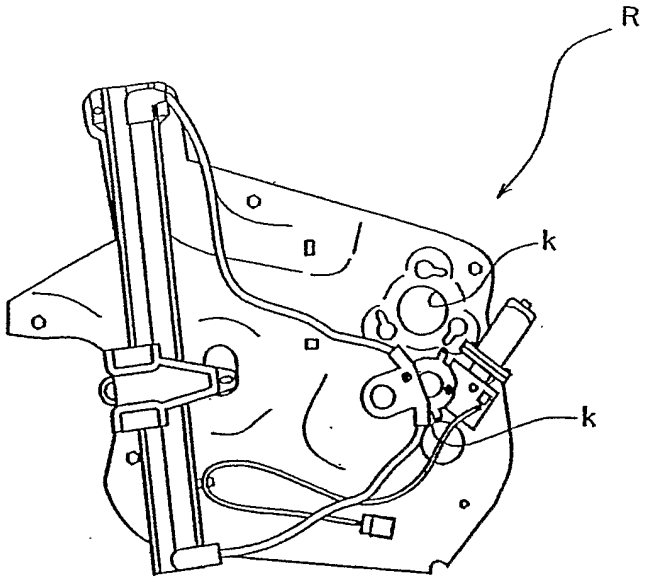
第17図


W
ドア
ワーク反力
106, R
106, R
把持手段+レギュレータ
把持手段+レギュレータ
130 ボックス
干渉検知用力
覚センサ(6軸)
161
130 ボックス
干渉検知用力
覚センサ(6軸)
161
操作力
操作力
アシストカ
アシスト搬送装置
の先端軸
129 操作ハンドル
アシストカ
アシスト搬送装置
の先端軸
129 操作ハンドル
160 操作入力用
力覚センサ(6軸)
160 操作入力用
力覚センサ(6軸)
X
Z
Y

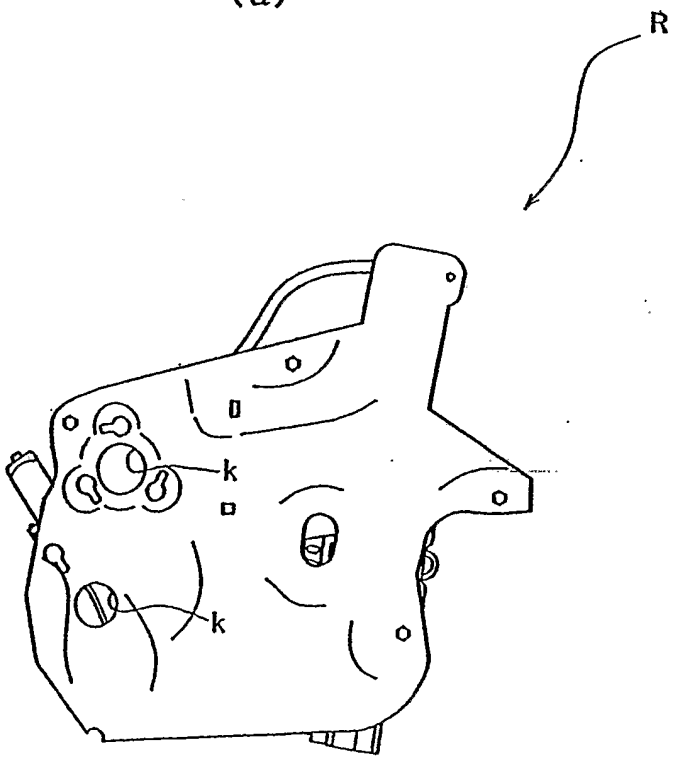
第18図



第19図

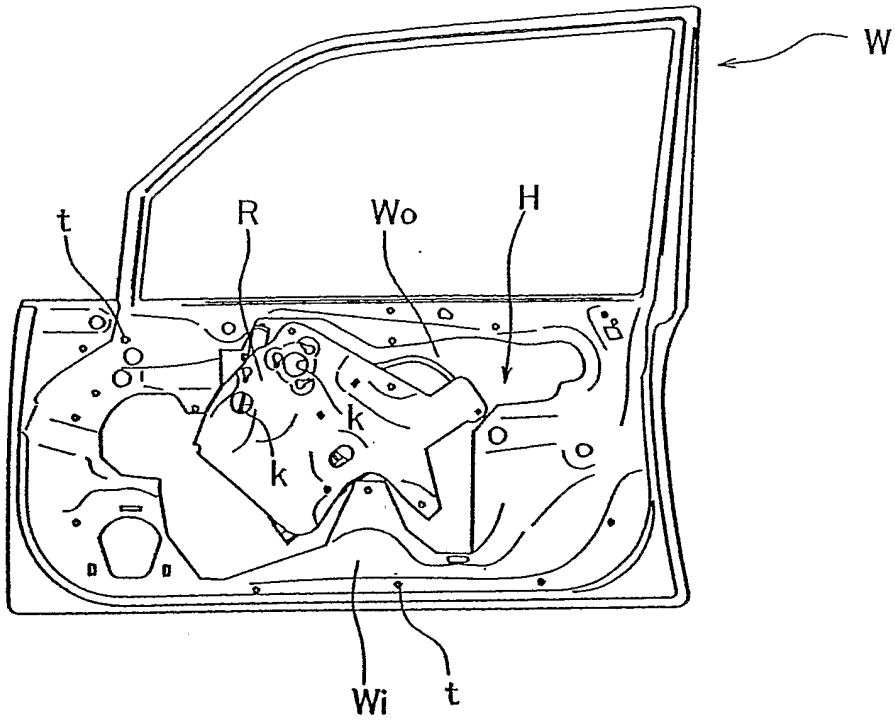


(a)

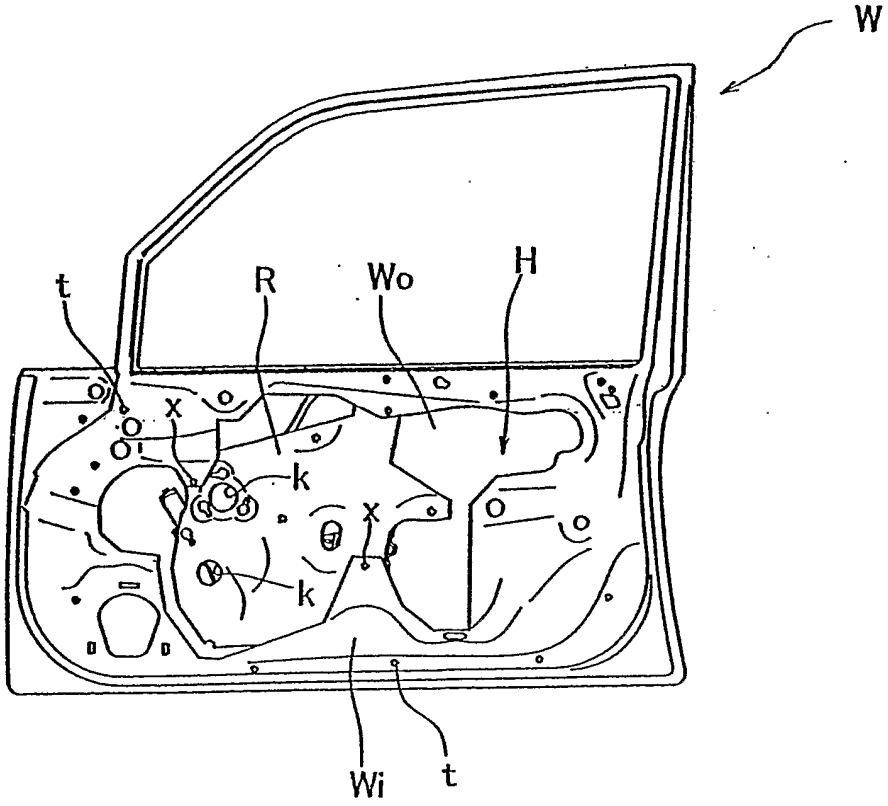


(b)

第20図

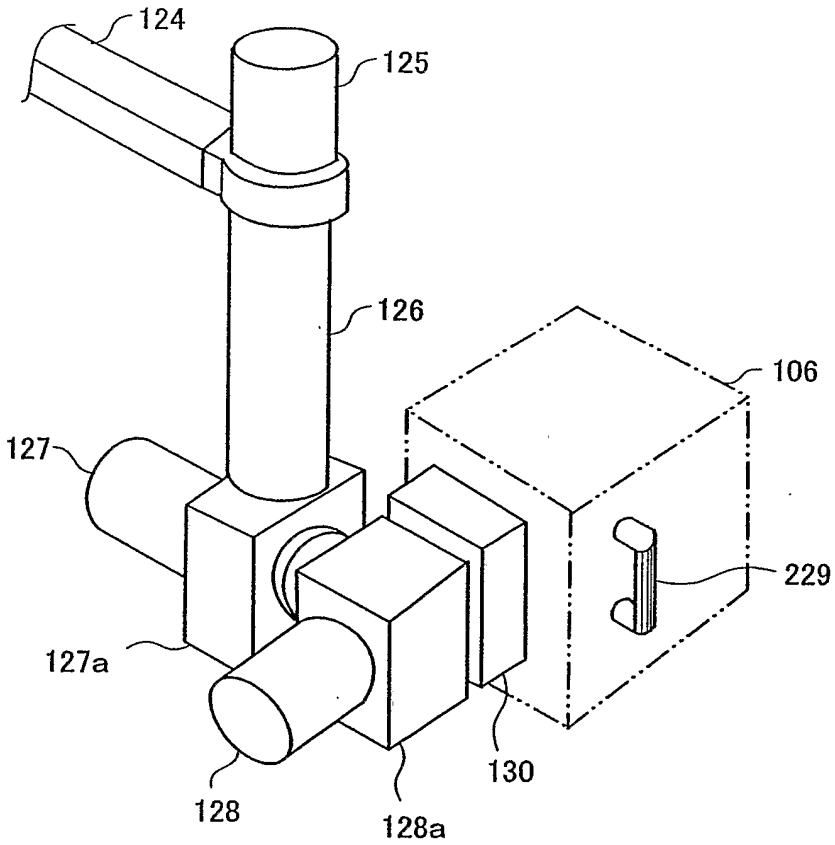


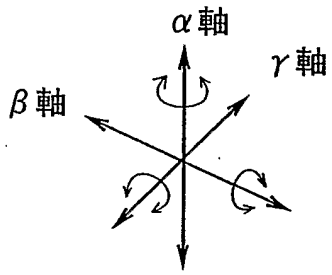
(a)



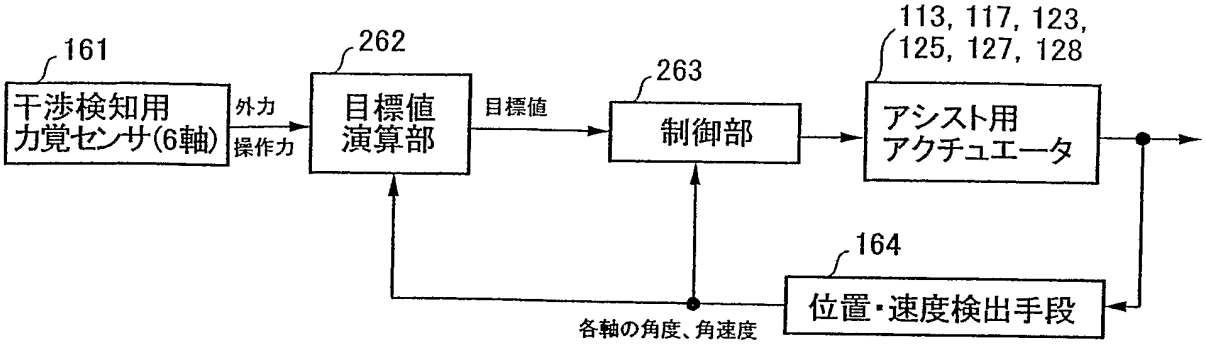
(b)

第21図

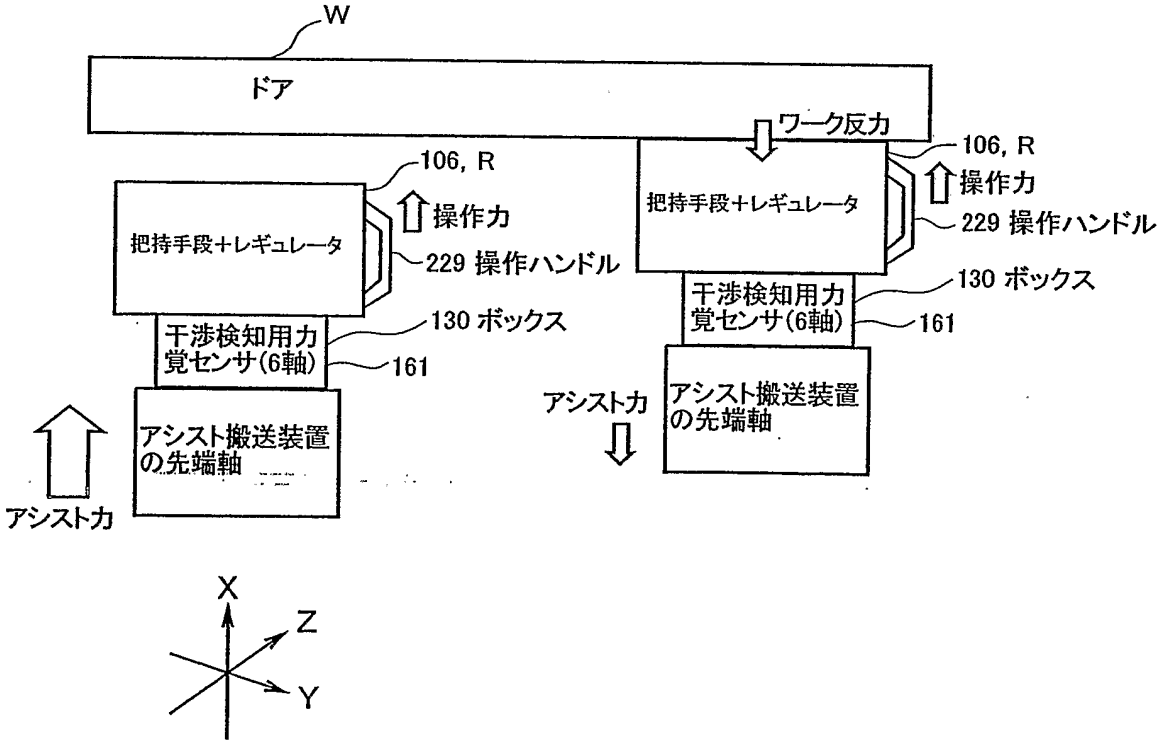




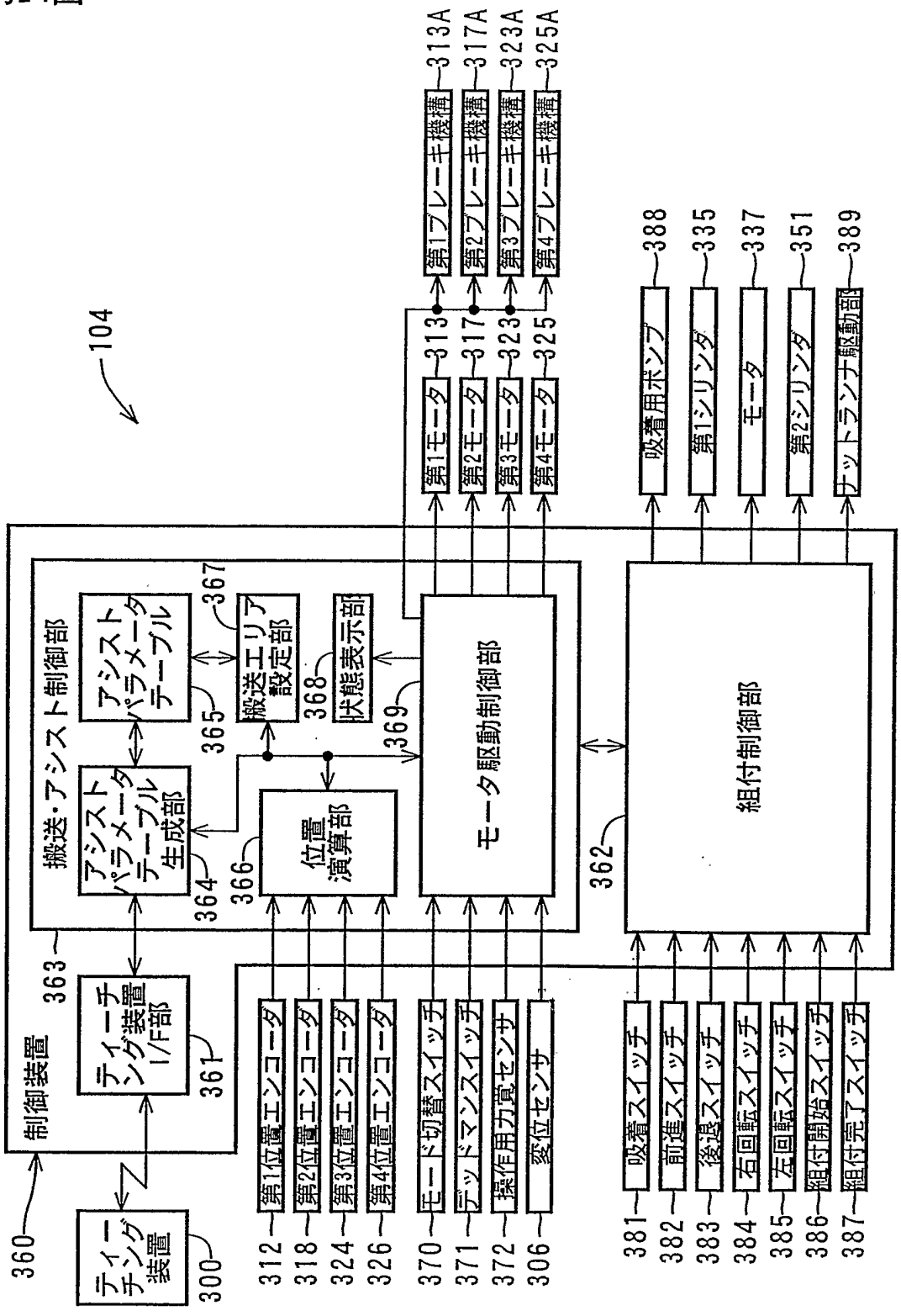
第22図


161
干渉検知用
力覚センサ(6軸)
外力
操作力
262
目標値
演算部
目標値
263
制御部
113, 117, 123,
125, 127, 128
アシスト用
アクチュエータ
164
位置・速度検出手段
各軸の角度、角速度

第23図


W
ドア
ワーク反力
106, R
操作力
把持手段+レギュレータ
229 操作ハンドル
130 ボックス
干渉検知用力
覚センサ(6軸)
161
アシスト搬送装置
の先端軸
アシストカ
X
Z
Y

第24図


104
制御装置
360
ティーチングボックス
300
ティーチング装置I/F部
361
搬送・アシスト制御部
363
アシストパラメータテーブル生成部
364
アシストパラメータテーブル
365
367
搬送エリア設定部
368
状態表示部
369
位置演算部
366
モータ駆動制御部
組付制御部
362
第1位置エンコーダ
312
第2位置エンコーダ
318
第3位置エンコーダ
324
第4位置エンコーダ
326
モード切替スイッチ
370
デッドマンスイッチ
371
操作用力覚センサ
372
変位センサ
306
第1モータ
313
第2モータ
317
第3モータ
323
第4モータ
325
第1ブレーキ機構
313A
第2ブレーキ機構
317A
第3ブレーキ機構
323A
第4ブレーキ機構
325A
吸着用ポンプ
388
第1シリンダ
335
モータ
337
第2シリンダ
351
ナットランナ駆動部
389
吸着スイッチ
381
前進スイッチ
382
後退スイッチ
383
右回転スイッチ
384
左回転スイッチ
385
組付開始スイッチ
386
組付完了スイッチ
387

第25図

```
JOB:MAIN
0000 NOP
0001:エリア，インピーダンスの初期化
0002 ASSIST_AREA W=200 H=100 AK=10 AD=70
0003 ASSIST_IMP M=10 D=30 HK=50 HD=100

0004:自動運転
0005 MOVJ V=200 :P2 自動移動
0006 MOVJ V=100 :P3 自動移動

0007:アシストモードへの切り替え待ち
0008 DOUT OT#1 ON :切り替え促しアナウンス
0009 WAIT AS_SW ON :アシストモードスイッチON待ち
0010 DOUT OT#1 OFF
0011 DOUT OT#2 ON :アシストモード中アナウンス

0012:アシストモードにて動作
0013 ASSIT_START
0014 ASIT_AREA W=50 H=50 AK=100 AD=0
0015 MOVJ V=30 :P4 アシスト移動
0016 ASSIT_IMP M=40 D=160 HK=150 HD=200
0017 MOVJ V=30 :P5 アシスト位置決め
0018 ASSIT_END

0019:自動運転モードへの切り替え待ち
0020 WAIT AS_SW OFF :アシストモードスイッチOFF待ち
0021 DOUT OT#4 :自動起動可アナウンス

0022:自動起動待ち
0023 WAIT IT#1 ON :起動スイッチON待ち

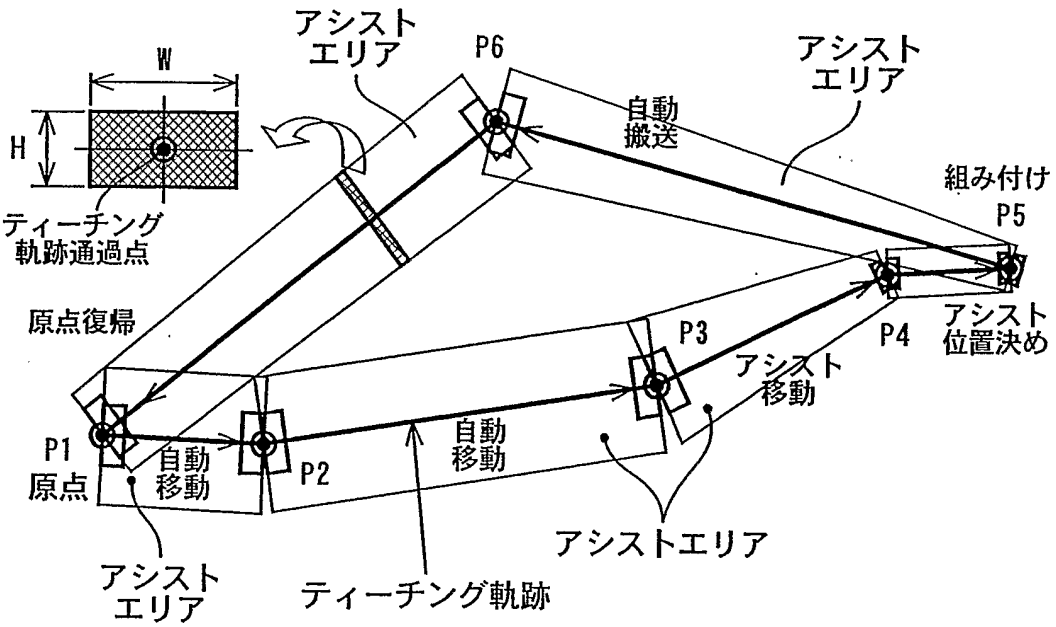
0024:自動起動待ち
0025 ASSIST_AREA W=200 H=100 AK=10 AD=70
0026 ASSIST_IMP M=10 D=30 HK=50 HD=100
0027 MOVJ V=200 :P6 自動移動
0028 MOVJ V=200 :P1 原点復帰
0029 END
```

第26図

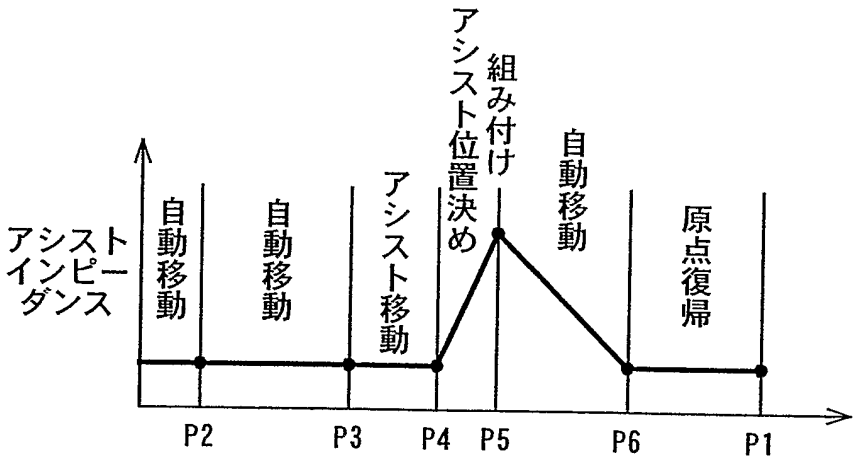
365

アシストパラメータテーブル								
教示点	W	H	AK	AD	M	D	HK	HD
P2	200	100	10	70	10	30	50	100
P3	200	100	10	70	10	30	50	100
P4	50	50	100	0	10	30	50	100
P5	50	50	100	0	40	160	150	200
P6	200	100	10	70	10	30	50	200
P1	200	100	10	70	10	30	50	100

第27図



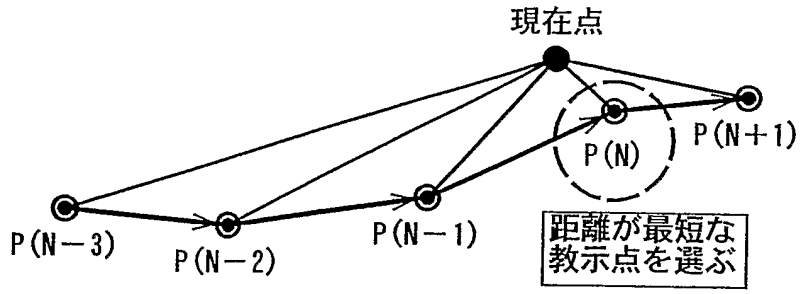
第28図


アシスト
インピーダンス
自動移動
自動移動
アシスト移動
アシスト位置決め
組み付け
自動移動
原点復帰
P2
P3
P4
P5
P6
P1

第29図

(a) ステップ1

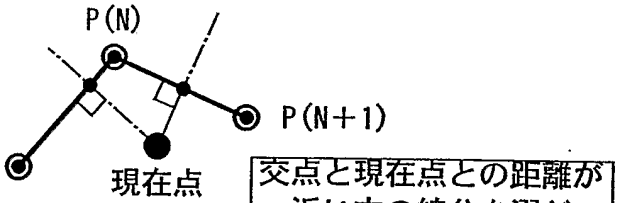
現在点に一番近い教示点を探す



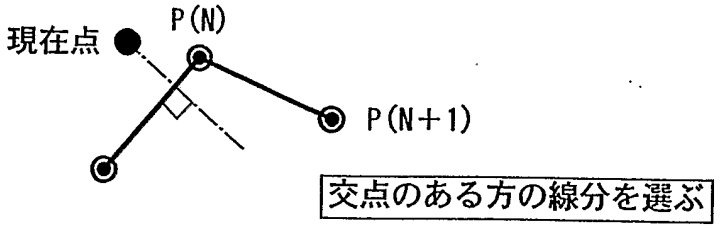
(b) ステップ2

線分P(N−1)～P(N)と線分P(N)～P(N+1)について、
現在点からの垂線の交点が線分内にあるか調べる

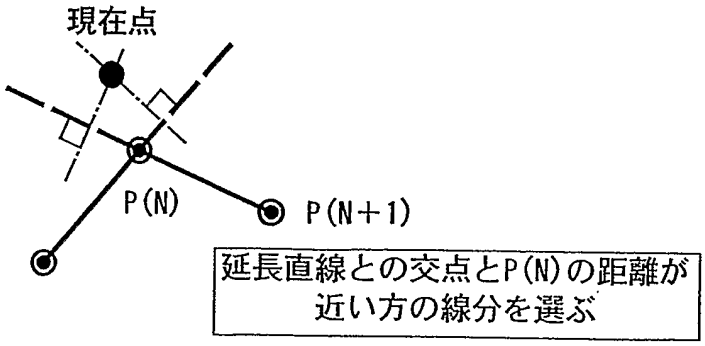
(ケース1) 両方の線分内にある場合



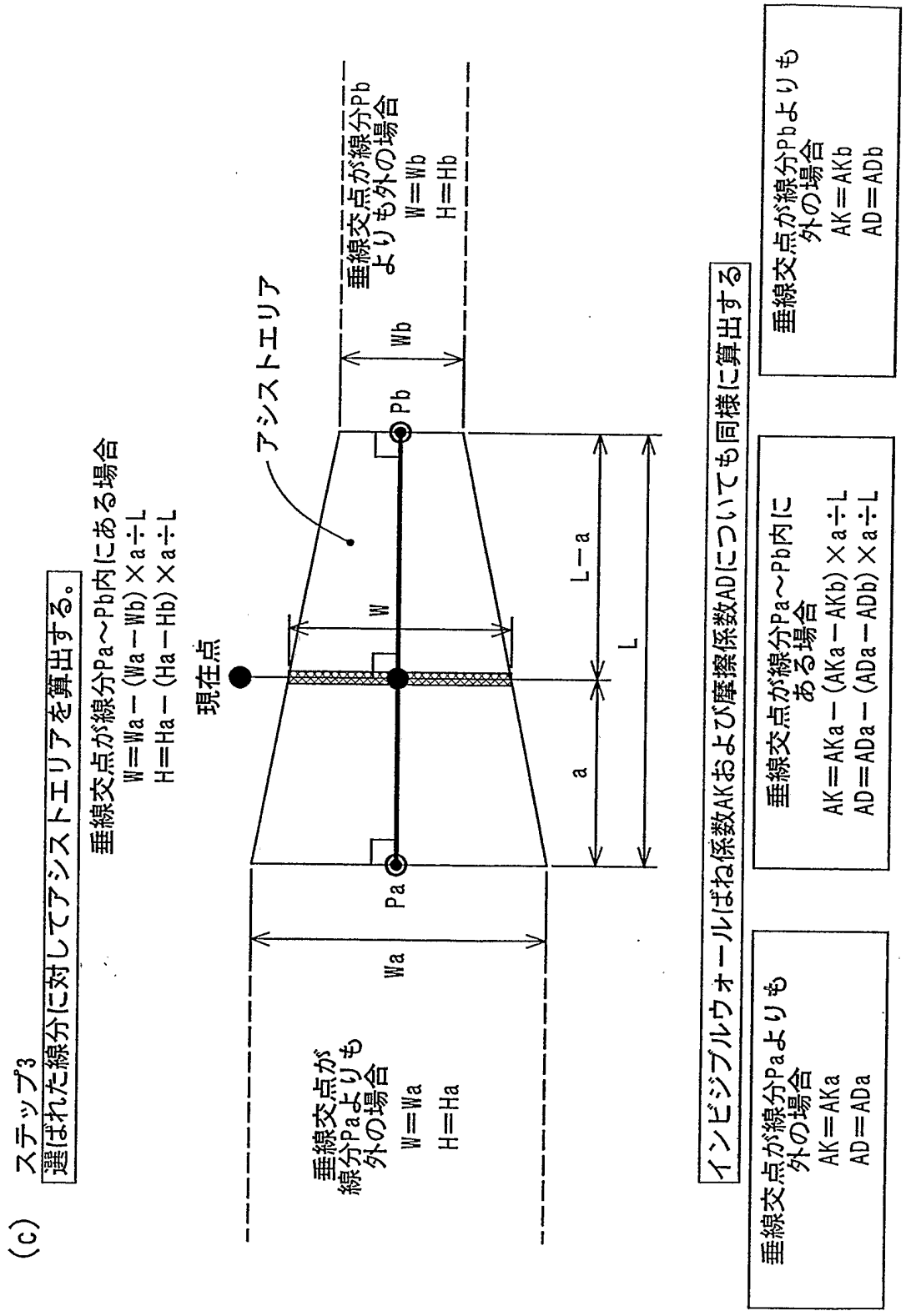
(ケース2) 片方の線分内にある場合



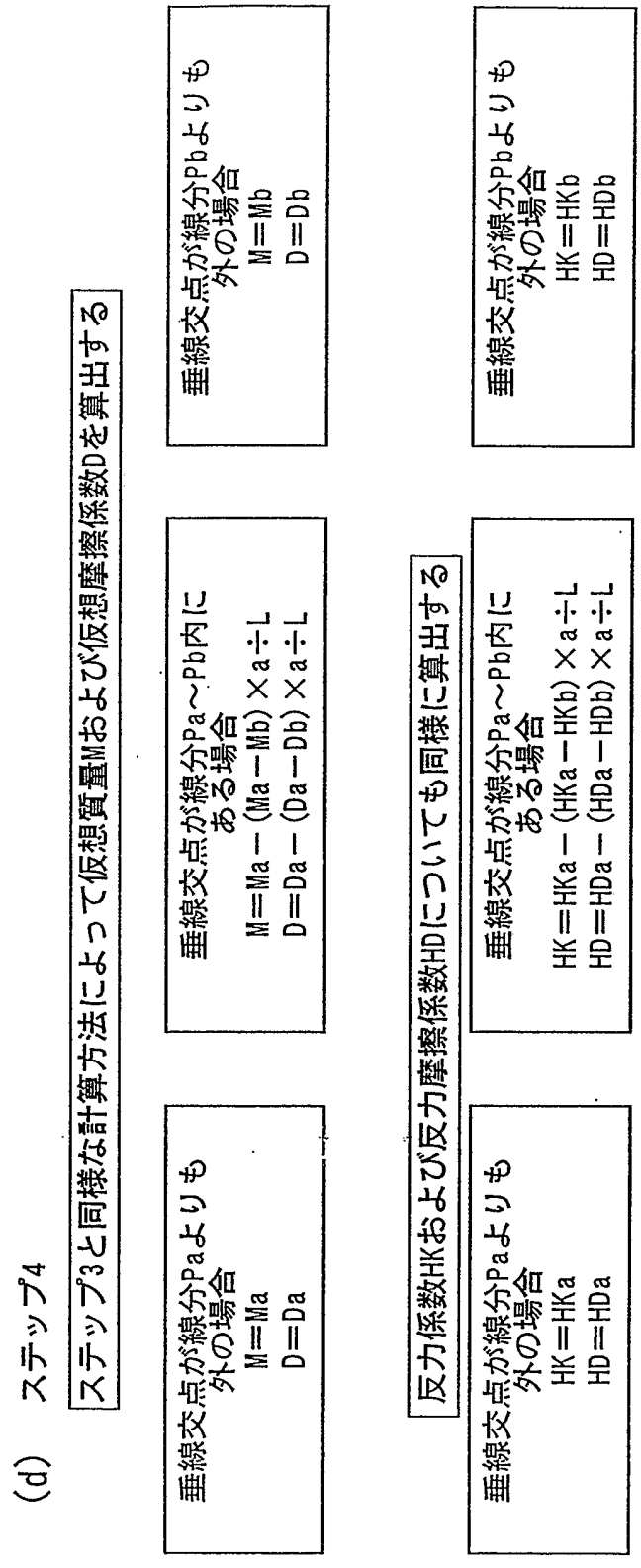
(ケース3) 両方の線分内にない場合



第30図


(c)
ステップ3
選ばれた線分に対してアシストエリアを算出する。
垂線交点が線分Pa～Pb内にある場合
W＝Wa－(Wa－Wb)×a÷L
H＝Ha－(Ha－Hb)×a÷L
現在点
アシストエリア
垂線交点が線分Pb
よりも外の場合
W＝Wb
H＝Hb
Wb
Pb
W
L－a
L
a
Pa
Wa
垂線交点が
線分Paよりも
外の場合
W＝Wa
H＝Ha
インビジブルウォールばね係数AKおよび摩擦係数ADについても同様に算出する
垂線交点が線分Paよりも
外の場合
AK＝AKa
AD＝ADa
垂線交点が線分Pa～Pb内に
ある場合
AK＝AKa－(AKa－AKb)×a÷L
AD＝ADa－(ADa－ADb)×a÷L
垂線交点が線分Pbよりも
外の場合
AK＝AKb
AD＝ADb

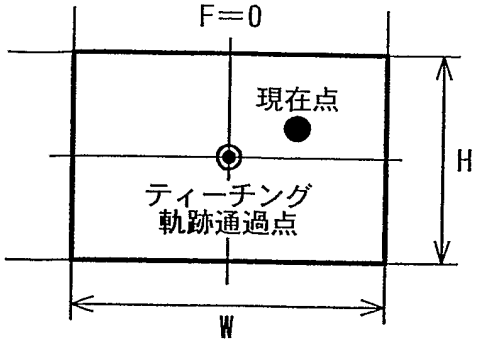
第31図


(d) ステップ4
ステップ3と同様な計算方法によって仮想質量Mおよび仮想摩擦係数Dを算出する
垂線交点が線分Paよりも外の場合
M=Ma
D=Da
垂線交点が線分Pa～Pb内にある場合
M=Ma－(Ma－Mb)×a÷L
D=Da－(Da－Db)×a÷L
垂線交点が線分Pbよりも外の場合
M=Mb
D=Db
反力係数HKおよび反力摩擦係数HDについても同様に算出する
垂線交点が線分Paよりも外の場合
HK=HKa
HD=HDa
垂線交点が線分Pa～Pb内にある場合
HK=HKa－(HKa－HKb)×a÷L
HD=HDa－(HDa－HDb)×a÷L
垂線交点が線分Pbよりも外の場合
HK=HKb
HD=HDb

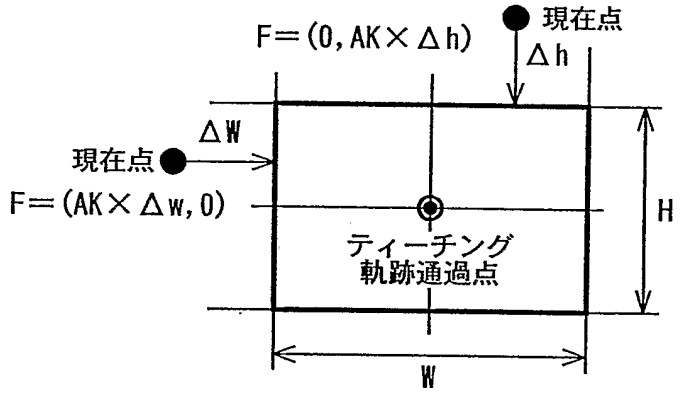
第32図

(e) ステップ5－1 インビジブルウォールの戻し力の算出

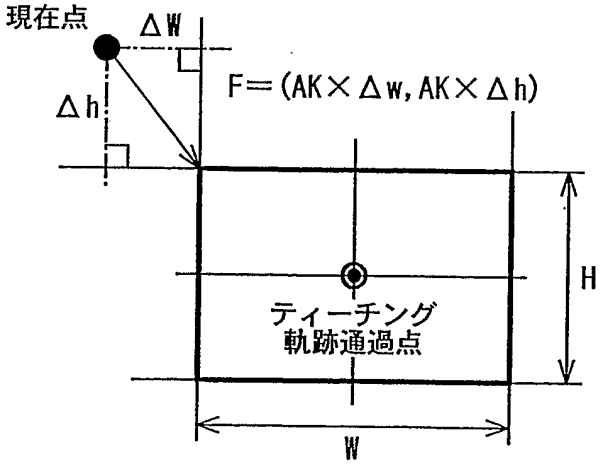
(ケース1) 現在点がアシストエリア内にある場合



(ケース2) 幅または高さ方向にはみ出している場合



(ケース3) 幅，高さ共にはみ出している場合



(f) ステップ5－2 アシストインピーダンスの切り替え

アシストインピーダンスDについても
アシストエリア内 ： D
アシストエリア外 ： D＋AD
と切り替えることでインジビジブルウォールの粘性を表現する

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/007457

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] B25J13/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl[7] B25J13/08, B25J17/02, B23P21/00, B65D65/00, B66F19/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 4-354685 A (Takenaka Corp.), 09 December, 1992 (09.12.92), Full text; all drawings (Family: none)	9,10 1-8,11,12
Y	JP 5-253883 A (Fujitsu Ltd.), 05 October, 1993 (05.10.93), Par. Nos. [0004] to [0024] (Family: none)	1,2,5,6
Y	JP 8-234842 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 13 September, 1996 (13.09.96), Par. Nos. [0052] to [0057], [0064] (Family: none)	3,4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 August, 2004 (27.08.04)	14 September, 2004 (14.09.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/007457

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-236944 A (Ishikawajima-shibaura Machinery Co., Ltd.), 12 September, 1995 (12.09.95), Full text; all drawings (Family: none)	5,6
Y	JP 4-13580 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 17 January, 1992 (17.01.92), Page 2, lower left column to page 3, upper left column; Fig. 1 (Family: none)	7,8
Y	JP 10-187221 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 14 July, 1998 (14.07.98), Par. Nos. [0043] to [0083]; Figs. 4, 10 & US 5956465 A	11,12
A	JP 4-300186 A (Sumitomo Rubber Industries, Ltd.), 23 October, 1992 (23.10.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 7-61799 A (Honda Motor Co., Ltd.), 07 March, 1995 (07.03.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００４／００７４５７

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））
Ｉｎｔ．Ｃｌ７
Ｂ２５Ｊ１３／０８

B.　調査を行った分野
調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））
Ｉｎｔ．Ｃｌ７
Ｂ２５Ｊ１３／０８，Ｂ２５Ｊ１７／０２，Ｂ２３Ｐ２１／００，Ｂ６５Ｄ６５／００，
Ｂ６６Ｆ１９／００

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１－２００４年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２００４年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２００４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
X Y	JP 4-354685 A(株式会社竹中工務店)1992.12.09,全文,全図(ファミリーなし)	9,10 1-8,11,12
Y	JP 5-253883 A(富士通株式会社)1993.10.05,【0004】-【0024】(ファミリーなし)	1,2,5,6
Y	JP 8-234842 A(松下電工株式会社)1996.09.13,【0052】-【0057】,【0064】(ファミリーなし)	3,4

☒ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
27.08.2004	14.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	３Ｃ	９６１７
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	所村　美和 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２４		

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y	JP 7-236944 A(石川島芝浦機械株式会社)1995.09.12,全文,全図(ファミリーなし)	5,6
Y	JP 4-13580 A(住友重機械工業株式会社)1992.01.17,第2頁左下欄-第3頁左上欄,第1図(ファミリーなし)	7,8
Y	JP 10-187221 A(日産自動車株式会社)1998.07.14,【0043】-【0083】,図4,図10 & US 5956465 A	11,12
A	JP 4-300186 A(住友ゴム工業株式会社)1992.10.23,全文,全図(ファミリーなし)	1-12
A	JP 7-61799 A(本田技研工業株式会社)1995.03.07,全文,全図(ファミリーなし)	1-12