(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-139736
(P2012-139736A)
(43)公開日　平成24年7月26日(2012.7.26)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
B25B 23/12 (2006.01)	B25B 23/12	3C038

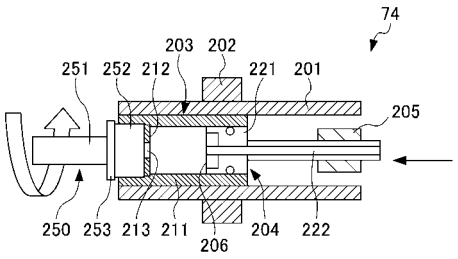
審査請求 未請求　請求項の数 1　ＯＬ　（全 35 頁）

(21)出願番号　特願2010-291807 (P2010-291807)
(22)出願日　平成22年12月28日 (2010.12.28)

(71)出願人　000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目１番１号
(74)代理人　100106002
弁理士　正林　真之
(74)代理人　100120891
弁理士　林　一好
(74)代理人　100154748
弁理士　菅沼　和弘
(72)発明者　浅水　健一
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台６－１　ホンダエンジニアリング株式会社内
(72)発明者　岩田　政詞
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台６－１　ホンダエンジニアリング株式会社内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】ソケット

(57)【要約】
【課題】自動車のドアを取り外すことが可能なドア取り外しシステムに用いて好適なソケットであって、コンパクトなスペースでドア取り外しシステムに用いて好適なソケットを提供すること。
【解決手段】ボルト緩めツール７４は、ボルト２５０の取り外しに使用するためのソケットであって、ボルト２５０と係合する係合部２１２と、係合部２１２を内側に有する摺動ソケット２０３と、摺動ソケット２０３が摺動し、かつ、共に回転する回転自在な筒２０１と、摺動ソケット２３０の後退端側に設けられ、係合部２１２の外側と接するマグネット２０６と、摺動ソケットを前進端側に押し出すエアーを係合部２１２の外側に向かって排出する流体機構２０４と、を備える。
【選択図】図２８



【特許請求の範囲】
【請求項１】
締結部品の取り外しに使用するためのソケットであって、
前記締結部品と係合する係合部と、
前記係合部を内側に有する摺動部と、
前記摺動部が摺動し、かつ、共に回転する回転自在な筒と、
前記摺動部の後退端側に設けられ、前記係合部の外側と接するマグネットと、
前記摺動部を前進端側に押し出す流体を前記係合部の外側に向かって排出する流体機構と、
を備えるソケット。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ドア取り外しシステムに用いて好適なソケットに関する。詳しくは、本発明は、自動車のドアを取り外すことが可能なドア取り外しシステムに用いることが可能なソケットに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来より、自動車の製造工程では、ボルトでドアがボディに仮固定された自動車に対して塗装が行われた後、ボルトが取り外されることで、ドアがボディから取り外され、ドアとボディとが別々のラインで組み立てられている。
このように、自動車の製造工程の中には、ドアをボディから取り外すための工程（以下、「ドア取り外し工程」と呼ぶ）が存在する。
【０００３】
このようなドア取り外し工程で用いられるドア取り外しシステムが、例えば特許文献１に記載されている。
特許文献１に記載のドア取り外しシステムは、ボディの両側に位置しナットランナを備えた２台の第１ロボットと、ボディの両側に位置しドアを把持する２台の第２ロボットとを備えており、次のように動作する。
即ち、第１ロボットが、ドアが開いた状態で、ナットランナを用いてボルトを緩めてドアとボディとの連結を解除する。その後、第２ロボットが、ドアを把持しつつ搬送する。
ここで、第２ロボットは、単腕ロボットであり、１枚のドアを把持するための専用のドア把持ハンドを有している。このドア把持ハンドの構造は、ドアの形状や構造に応じて、機種毎に異なっている。
【０００４】
しかしながら、特許文献１に記載のドア取り外しシステムでは、１枚のドアを１台の単腕ロボットで支持して搬送するため、ロボットが大型化し、ロボットの占有スペースが大きくなる上に、ロボットの汎用性が低下する、という問題があった。
また、多機種を生産するラインでは、機種毎にドアの形状や構造が異なるため、複数種類の治具が必要になり、コストが上昇する、という問題があった。
さらに、製造ラインで製造する機種が変更される毎に、把持治具を交換したり調整したりすることになり、サイクルタイムが長期化する、という問題があった。
【０００５】
そこで、これらの問題を解決すべく、本願出願人は、１枚のドアを把持しつつ搬送するためのロボットとして、双腕ロボットを採用したドア取り外しシステムについて、特許文献２に既に開示している。
【０００６】
ところで、このようなドア取り外し工程では、密集した空間で作業が行われており、ロボットの占有スペースの確保が困難であった。そのため、ドアとボディとの連結を解除するためのボルトの取り外し作業は、非常に狭いスペースで行わなければならないという問

題があった。
【０００７】
そこで、このような問題を解消すべく、例えば、ナットの通過を許容するナット送出路を備えたレンチが特許文献３に開示されている。また同様に、レンチの軸方向に移動可能に構成されたスライド片により、ナットを押し出し可能に構成されたレンチが特許文献４に開示されている。
このような特許文献３や特許文献４に開示された技術は、特許文献２等に開示されたドア取り外しシステムに採用可能である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００８】
【特許文献１】特開平９－１０３９２５号公報
【特許文献２】特開２００９－２１４７０１号公報
【特許文献３】特開２０００－１９０２４４号公報
【特許文献４】特開２００９－６４２９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
しかしながら、特許文献３に開示されたレンチでは、ナット送出路がレンチの側方に突出しているため、突出したナット送出路が、レンチが取り付けられたロボットの作業スペースを阻害する要因となっていた。
また、特許文献３に開示されたレンチに設けられたナット送出路は、レンチの側方に向かって屈曲しているため、短いナットをナット送出路を介して外方へ放出することはできても、長いボルトは屈曲部を通過することができず、長いボルトを放出することはできなかった。
また、同様に、特許文献３に開示されたレンチに設けられたナット送出路は、フランジボルトのフランジが屈曲したナット送出路において引っかかるため送出路の内部を通過させることができず、フランジボルトを放出することはできなかった。
【００１０】
また、特許文献４に開示されたレンチでは、ナットを押し出すためのスライド片をレンチの軸方向に対して移動可能にすべく、レンチの軸方向に長く形成されている。このため、レンチの軸方向の長さをある程度確保する必要があり、軸方向に突出したレンチが、ロボットの作業スペースを阻害する要因となっていた。
また、特許文献４に開示されたレンチでは、レンチの軸方向に対してナットが移動可能に形成されているものの、フランジボルトのフランジはレンチの半径方向に向かって広がっているため、フランジがレンチの内部において引っかかるおそれがあった。
【００１１】
このため、自動車のドアを取り外すことが可能なドア取り外しシステムに用いて好適なソケットであって、コンパクトなスペースで設置可能なソケットが要求されている状況である。
【００１２】
本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、自動車のドアを取り外すことが可能なドア取り外しシステムに用いて好適なソケットであって、コンパクトなスペースで設置可能なソケットを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１３】
本発明のソケット（例えば実施形態におけるボルト緩めツール７４）は、
締結部品（例えば実施形態におけるボルト２５０）の取り外しに使用するためのソケットであって、
前記締結部品と係合する係合部（例えば実施形態における係合部２１２）と、

前記係合部を内側に有する摺動部（例えば実施形態における摺動ソケット２０３）と、
前記摺動部が摺動し、かつ、共に回転する回転自在な筒（例えば実施形態における筒２０１）と、
前記摺動部の後退端側に設けられ、前記係合部の外側と接するマグネット（例えば実施形態におけるマグネット２０６）と、
前記摺動部を前進端側に押し出す流体（例えば実施形態におけるエアー）を前記係合部の外側に向かって排出する流体機構（例えば実施形態における流体機構２０４）と、
を備えることを特徴とする。

【００１４】

この発明によれば、締結部品の取りはずし時には、筒を回転させることにより、係合部に係合された締結部品を回転させ緩めて取り外すことができるのみならず、緩めて外した締結部品をマグネットで吸着し、摺動部内に保持することができる。
また、締結部品の排出時には、筒を逆方向に回転させることにより、締結部品とマグネットとの間の磁力を弱めてマグネットによる保持を解除し、かつ、流体機構から排出する流体の勢いにより、締結部品を摺動部外に排出することができる。
これにより、マグネットと流体機構とに基づき締結部品の緩め及び排出を行うことができるため、コンパクトなスペースでドアの取り外しを行うことができる。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、マグネットと流体機構とに基づき締結部品の緩め及び排出を行うことができるため、コンパクトなスペースでドアの取り外しを行うことができる。
これにより、コンパクトなスペースでドア取り外しを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】本発明の一実施形態に係るドア取り外しシステムの概略外観構成を示す斜視図である。
【図２】ドア取り外しシステムの双腕ロボットのうち、第１把持治具の概略外観構成を示す斜視図である。
【図３】ドア取り外しシステムの双腕ロボットのうち、第２把持治具の概略外観構成を示す斜視図である。
【図４】ドア開き動作の概略を説明する図である。
【図５】ボルト緩め動作の概略を説明する図である。
【図６】ドア把持運搬動作の概略を説明する図である。
【図７】双腕ロボットの第１アームの軌跡を説明する図であって、第１アーム側から見た場合の双腕ロボットの上半部の側面図である。
【図８】双腕ロボットの第１アームの軌跡を説明する図であって、双腕ロボットの上面図である。
【図９】ドア取り外し工程における双腕ロボットの移動動作を説明するフローチャートである。
【図１０】図９のフローチャートの各ステップの各々の動作時における、双腕ロボットの位置及び状態をそれぞれ示す上面図である。
【図１１】図９のフローチャートの各ステップの各々の動作時における、双腕ロボットの位置及び状態をそれぞれ示す上面図である。
【図１２】図９のフローチャートの各ステップの各々の動作時における、双腕ロボットの位置及び状態をそれぞれ示す上面図である。
【図１３】図９のフローチャートの各ステップの各々の動作時における、双腕ロボットの位置及び状態をそれぞれ示す上面図である。
【図１４】図９のフローチャートの各ステップの各々の動作時における、双腕ロボットの位置及び状態をそれぞれ示す上面図である。
【図１５】図９のフローチャートの各ステップの各々の動作時における、双腕ロボットの

位置及び状態をそれぞれ示す上面図である。
【図１６】図９のフローチャートの各ステップの各々の動作時における、双腕ロボットの位置及び状態をそれぞれ示す上面図である。
【図１７】図９のフローチャートに従って双腕ロボットが移動動作する場合における、Ｓ１軸，Ｓ２軸，及びドアの位置関係を示す上面図である。
【図１８】ドア取り外し工程におけるロボットの軌跡の概略を示す上面図である。
【図１９】ドア取り外しシステムのドア把持運搬動作におけるドアの３点把持の手法を説明する図であって、内側からみたドアの概略外観構成の斜視図である。
【図２０】ドア取り外しシステムのドア把持運搬動作におけるドアの３点把持位置の力関係を示す図であって、内側からみたドアの概略外観構成の斜視図である。
【図２１】ドア取り外しシステムのドア把持運搬動作におけるドアの３点把持位置の力関係を示す図であって、前方側からみたドアの概略構成の断面図である。
【図２２】ドア取り外しシステムのドア把持運搬動作におけるドアの３点把持位置の力関係を示す図であって、図２０とは別の車種のドアを内側からみた場合の概略外観構成の斜視図である。
【図２３】ドア取り外しシステムのドア把持運搬動作におけるドアの３点把持位置の力関係を示す図であって、図２２の車種のドアを前方側からみた場合の概略構成の断面図である。
【図２４】ドア把持パッドの概略外観構成を示す側面図である。
【図２５】ボルト緩め動作におけるドアの把持の手法を説明する図であって、内側からみた場合のドアの概略外観構成を示す側面図である。
【図２６】ドア取り外し工程における双腕ロボットの動作のうち、ボルト緩め動作及びドア把持運搬動作の詳細を説明するフローチャートである。
【図２７】ドア取り外し工程における双腕ロボットの動作のうち、ボルト緩め動作及びドア把持運搬動作の詳細を説明するフローチャートである。
【図２８】ボルトを緩める前のボルト緩めツールの縦断面図である。
【図２９】筒及びギアの外観構成を示す斜視図である。
【図３０】筒及び摺動ソケットの構成を示す横断面図である。
【図３１】ボルトを緩めている最中のボルト緩めツールの縦断面図である。
【図３２】ボルトを排出している状態のボルト緩めツールの縦断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。
図１は、本発明の一実施形態に係るドア取り外しシステムの概略外観構成を示す斜視図である。
【００１８】
ドア取り外しシステム１は、双腕ロボット１１と、制御装置１２と、を備える。
双腕ロボット１１は、制御装置１２の制御の下、図１に図示せぬ自動車のボディにボルトで仮固定されたドアを、当該ボディから取り外すことができる。
【００１９】
双腕ロボット１１は、ロボット本体２１と、第１アーム２２Ｒ１と、第２アーム２２Ｒ２と、第１把持治具２３Ｒ１と、第２把持治具２３Ｒ２と、ドアＨ受け部材２４と、架台２５と、を備える。
【００２０】
ロボット本体２１は、基台部３１と、第１旋回部３２と、第２旋回部３３と、を備える。
基台部３１は、架台２５の上に固定して取り付けられる。
第１旋回部３２は、基台部３１の上部に、略垂直方向の回転軸Ｓ１を中心に旋回可能に取り付けられる。
第２旋回部３３は、第１旋回部３２の上部に、略垂直方向の回転軸Ｓ２を中心に旋回可

能に取り付けられる。
ここで、回転軸Ｓ１と回転軸Ｓ２とは、水平方向（床面と略平行な方向）に所定距離だけ離間して相互に独立して設定されている。即ち、第１旋回部３２と第２旋回部３３の各々は、制御装置１２の制御によって、相互に独立して旋回する。
なお、第１旋回部３２及び第２旋回部３３のさらなる詳細については、図７乃至図１８を参照して後述する。
【００２１】
第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２の各々は、ロボット本体２１の第２旋回部３３の両端の上部に、回転軸Ｓ２を挟んで取り付けられる。
第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２の各々は、多関節マニュピュレータとして構成されている。即ち、第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２の各々は、複数の関節と、複数の連結部材と、各関節を回転させるサーボモータと、サーボモータの位置、速度、電流等の各種状態を検出する検出器と、を備える。
各サーボモータによる各関節の回転動作と、それらの回転動作に連動する各連結部材の移動動作との組み合わせにより、第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２の各々の全体の動作が相互に独立して実現される。
【００２２】
第１把持治具２３Ｒ１は、第１アーム２２Ｒ１の先端部にエンドエフェクトとして取り付けられ、第１アーム２２Ｒ１の移動動作に伴い、自動車のドア等まで移動する。すると、第１把持治具２３Ｒ１は、制御装置１２の制御に従って、自動車のドアを把持する等の各種動作を行う。
なお、第１把持治具２３Ｒ１の更なる詳細については、図２を参照して後述する。
【００２３】
第２把持治具２３Ｒ２は、第２アーム２２Ｒ２の先端部にエンドエフェクトとして取り付けられ、第２アーム２２Ｒ２の移動動作に伴い、自動車のドア等まで移動する。すると、第２把持治具２３Ｒ２は、制御装置１２の制御に従って、自動車のドアとボディとを仮固定しているボルトを取り外したり、当該ドアを把持する等の各種動作を行う。
なお、第２把持治具２３Ｒ２の更なる詳細については、図３を参照して後述する。
【００２４】
ドアＨ受け部材２４は、略垂直方向に昇降可能に架台２５に対して取り付けられ、自動車のドアを下から略垂直上向き方向に受け止めるように把持する。
具体的には、ドアＨ受け部材２４は、昇降シリンダ４１と、ウレタンパッド４２と、計測シリンダ４３と、を備えている。
昇降シリンダ４１は、ウレタンパッド４２を任意の位置に昇降するシリンダである。ウレタンパッド４２は、自動車のドアの下部に係止し、当該ドアを略垂直上向き方向に受け止めるように把持する。計測シリンダ４３は、ウレタンパッド４２に併せて昇降するシリンダであり、そのストローク位置によって、ウレタンパッド４２の垂直方向の位置を計測することができる。
なお、ドアＨ受け部材２４のさらなる詳細については、図５、図２４、及び図２５を適宜参照して後述する。
【００２５】
架台２５は、床面に固定して配置され、上述したように、第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２が搭載されたロボット本体２１（より正確には基台部３１）と、ドアＨ受け部材２４とを取り付ける。
【００２６】
制御装置１２は、双腕ロボット１１の動作を制御する。
具体的には、制御装置１２は、ロボット本体２１における第１旋回部３２及び第２旋回部３３の各々の相互に独立した旋回を制御する。
また、制御装置１２は、第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２の各々に対して相互に独立した位置決め制御を行う。

また、制御装置１２は、第１把持治具２３Ｒ１及び第２把持治具２３Ｒ２の動作を制御する。
さらにまた、制御装置１２は、ドアＨ受け部材２４の昇降の動作を制御する。
【００２７】
図２は、このような構成のドア取り外しシステム１の双腕ロボット１１のうち、第１把持治具２３Ｒ１の概略外観構成を示す斜視図である。
第１把持治具２３Ｒ１は、支持部５１と、フレーム５２と、ドア把持パッド５３，５４と、機種切替シフト５５と、ドア開きピン５６と、センサ５７と、を備えている。
【００２８】
支持部５１は、第１アーム２２Ｒ１の先端部に取り付けられることで、第１把持治具２３Ｒ１を第１アーム２２Ｒ１に対して支持する。
フレーム５２は支持部５１に取り付けられ、その長手方向が第１アーム２２Ｒ１の先端部の面と略平行に延在している。
【００２９】
ドア把持パッド５３は、フレーム５２に対して突出するように支持部５１に取り付けられ、図２に図示せぬ自動車のドアの一点を把持する。
ドア把持パッド５４は、フレーム５２に対して突出し、かつ、フレーム５２の長手方向と略平行にドア把持パッド５３から離間して、機種切替シフト５５に取り付けられ、図２に図示せぬ自動車のドアの一点を把持する。
換言すると、図２に図示せぬ自動車のドアのうち所定方向に離間している２点が、当該所定方向とフレーム５２の長手方向とが略平行となっている状態（そのように第１アーム２２Ｒ１が移動した状態）におけるドア把持パッド５３，５４によりそれぞれ把持される。なお、ドアの把持の手法のさらなる詳細については、図５、及び図１９乃至図２４を参照して後述する。
機種切替シフト５５は、フレーム５２に取り付けられ、ドアを取り外す対象の自動車の機種に応じて、フレーム５２の長手方向にスライドすることによって、ドア把持パッド５４の位置をフレーム５２の長手方向に沿って移動させる。即ち、機種切替シフト５５は、フレーム５２の長手方向におけるドア把持パッド５３，５４の離間距離を、距離ＬＡから距離ＬＢの範囲内で可変させる機能を有している。
【００３０】
ドア開きピン５６は、フレーム５２に対して、ドア把持パッド５３とは略垂直方向に突出するように支持部５１に取り付けられ、図２に図示せぬ自動車のドアを開くときに用いられる。
センサ５７は、フレーム５２に対して、ドア把持パッド５３とは略垂直方向に突出するように支持部５１に取り付けられ、図２に図示せぬ自動車のドアのうち、ドア開きピン５６の挿入位置を検出する。
ドア開きピン５６及びセンサ５７を用いた自動車のドアを開く動作については、図４を参照して後述する。
【００３１】
以上、図１の構成のドア取り外しシステム１の双腕ロボット１１のうち、第１把持治具２３Ｒ１の概略外観構成について、図２を参照して説明した。
次に、当該双腕ロボット１１のうち、第２把持治具２３Ｒ２の概略外観構成について、図３を参照して説明する。
【００３２】
図３は、ドア取り外しシステム１の双腕ロボット１１のうち、第２把持治具２３Ｒ２の概略外観構成を示す斜視図である。
第２把持治具２３Ｒ２は、支持部７１と、ドア把持パッド７２と、フレーム７３と、ボルト緩めツール７４と、先端ツール切替機構７５と、ボルト排出機構７６と、を備えている。
【００３３】

支持部７１は、第２アーム２２Ｒ２の先端部に取り付けられることで、第２把持治具２３Ｒ２を第２アーム２２Ｒ２に対して支持する。

【００３４】

ドア把持パッド５３は、突出するように支持部７１に取り付けられ、図３に図示せぬ自動車のドアの一点を把持する。

ただし、図３（Ａ）の状態では、支持部７１に対して、後述のボルト緩めツール７４の方がドア把持パッド５３より突出しているので、ドア把持パッド５３によるドアの一点の把持が困難になる。

そこで、図３（Ｂ）の状態、即ち、後述のボルト緩めツール７４が支持部７１側に折り畳まれて、ドア把持パッド５３のみが突出している状態で、ドア把持パッド５３が、ドアの一点を把持する。

この場合、必要に応じて、ドア把持パッド５３は、図２の第１把持治具２３Ｒ１のドア把持パッド５３，５４と共に、ドアの３点（所定形状の三角形の頂点）を把持することができる。なお、このようなドアの把持の仕方を、「３点把持」と呼ぶ。３点把持の詳細については、図１９乃至図２４を参照して後述する。

【００３５】

フレーム７３においては、長手方向の一端が後述の先端ツール切替機構７５に接続され、長手方向の他端には、ボルト緩めツール７４が取り付けられている。

フレーム７３は、後述の先端ツール切替機構７５の軸ｒを中心に回動可能に構成されており、その配置状態として図３（Ａ）又は図３（Ｂ）の状態を取ることができる。

フレーム７３の配置状態が図３（Ａ）の状態の場合、上述したように、ドア把持パッド７２が機能して、ドアの一点の把持が行われる。なお、図３（Ａ）の状態を、以下、「緩め位置状態」と呼ぶ。

これに対して、フレーム７３の配置状態が図３（Ｂ）の状態の場合、ボルト緩めツール７４が機能する。なお、図３（Ｂ）の状態を、以下、「把持位置状態」と呼ぶ。

【００３６】

ボルト緩めツール７４は、図３に図示せぬ自動車のドアがボディに仮固定されているボルトを加工対象として、図１の制御装置１２の制御の下、当該ボルトを緩める動作をする。

なお、ボルト緩めツール７４によるボルトの緩めの動作の詳細については、図５、及び図２６乃至図３１を参照して後述する。

【００３７】

先端ツール切替機構７５は、図１の制御装置１２の制御の下、図３に図示せぬ自動車のドアを把持する場合には、把持位置状態になるまでフレーム７３を回動させて保持し、当該自動車のドアがボディに仮固定されているボルトを緩める場合には、緩め位置状態になるまでフレーム７３を回動させて保持する。換言すると、先端ツール切替機構７５は、その呼称が示す通り、第２把持治具２３Ｒ２において機能する先端ツールとして、ドア把持パッド７２とボルト緩めツール７４のうち一方から他方へ切り替える機能を有している。

【００３８】

ボルト排出機構７６は、支持部７１に対して、先端ツール切替機構７５の軸ｒと略方向に延在するように取り付けられ、図３（Ｂ）の把持位置状態から図３（Ａ）の緩め位置状態に遷移すると、ボルト緩めツール７４に収納されたボルトを外部に排出する。

なお、ボルト緩めツール７４にボルトが収納される点については、図２６乃至図３１を参照して後述する。

【００３９】

以上、図１乃至図３を参照して、ドア取り外しシステム１の構成について説明した。

次に、図４以降の図面を参照して、ドア取り外しシステム１の動作について説明する。

【００４０】

ドア取り外しシステム１はドア取り外し工程に設置されるため、その動作としては、自動車のドアをボディから開く動作（以下、「ドア開き動作」と呼ぶ）と、ドアとボディと

を仮固定しているボルトを緩めて取り外す動作（以下、「ボルト緩め動作」と呼ぶ）、ドアを把持して運搬する動作（以下、「ドア把持運搬動作」と呼ぶ）と、の３種類に大別される。

図４は、ドア開き動作の概略を説明する図である。

図５は、ボルト緩め動作の概略を説明する図である。

図６は、ドア把持運搬動作の概略を説明する図である。

【００４１】

ドア取り外し工程の初期状態とは、自動車のボディがライン上を搬送され、ドア取り外しシステム１に供給された状態であって、図４に示すように、ドア９１は閉じた状態である。

【００４２】

ここで、ドア９１は、インナパネル１０１とアウタパネル１０２とが接合されて構成される。

インナパネル１０１は、略平板矩形状のパネル本体１１１と、当該パネル本体１１１の上端に設けられた略コの字形状のフレーム部１１２と、を備えている。フレーム部１１２とパネル本体１１１の上辺とで囲まれた領域は、図示しない窓ガラスが露出する開口となっている。

アウタパネル１０２は、インナパネル１０１のパネル本体１１１の外側に取り付けられる。

アウタパネル１０２の上辺とインナパネル１０１のパネル本体１１１の上辺との間には、窓ガラスを収容するための隙間が形成されている。

【００４３】

このような図４の初期状態で、制御装置１２（図１）の制御による、第１アーム２２Ｒ１の移動が開始する。この間、当該第１アーム２２Ｒ１に取り付けられた第１把持治具２３Ｒ１のセンサ５７は、ドア９１のうち、ドア開きピン５６の挿入位置の検出を試みる。

ドア開きピン５６の挿入位置は、特に限定されないが、本実施形態では、ドア９１のアウタパネル１０２の上辺とインナパネル１０１のパネル本体１１１の上辺との隙間であるものとする。

センサ５７が当該隙間を検出すると、第１把持治具２３Ｒ１のドア開きピン５６が当該隙間に挿入され、この状態で、第１アーム２２Ｒ１によってドア９１がボディの外側に向かって引かれる。すると、ドア９１が開いて、ドア９１の下辺が露出する。

【００４４】

このようにして、図４に示すドア開き動作が終了すると、図５に示すボルト緩め動作が開始する。

【００４５】

詳細については、図２５乃至図３２を参照して後述するが、制御装置１２の制御の下、ドアH受け部材２４のウレタンパッド４２が上昇して、ドア９１の下部に係止し、当該ドアを略垂直上向き方向に受け止めるように把持する。また、制御装置１２の制御の下、第１アーム２２Ｒ１が移動して、当該第１アーム２２Ｒ１に取り付けられた第１把持治具２３Ｒ１のドア把持パッド５３，５４が、ドア９１のインナパネル１０１のパネル本体１１１に設けられた開口部の２点を把持する。

この間、制御装置１２の制御の下、第２アーム２２Ｒ２が移動して、当該第２アーム２２Ｒ２に取り付けられた第２把持治具２３Ｒ２のボルト緩めツール７４が、ドア９１とボディ９２とを仮固定しているボルトを緩めて取り外す。

即ち、第１アーム２２Ｒ１及びドアH受け部材２４にてドア９１が保持されている状態で、第２アーム２２Ｒ２によりボルト緩めが行われる。

【００４６】

このようにして、図５に示すボルト緩め動作が終了すると、図６に示すドア把持運搬動作が開始する。

【００４７】

詳細については、図１９乃至図２４を参照して後述するが、制御装置１２の制御の下、第１アーム２２Ｒ１に取り付けられた第１把持治具２３Ｒ１のドア把持パッド５３，５４、及び、第２アーム２２Ｒ２に取り付けられた第２把持治具２３Ｒ２のドア把持パッド７２の各々が、ドア９１のインナパネル１０１のパネル本体１１１に設けられた開口部の３点（所定の形状の三角形の各頂点）の各々を把持する。

この状態で、第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２が、協調して動作して、ドア９１を運搬する。ドア９１が、所定場所まで運搬されて払出されると、図６に示すドア把持運搬動作は終了する。即ち、ドア取り外しシステム１によるドア取り外し工程の全体が終了する。

【００４８】

以上、図４乃至図６を参照して、ドア取り外しシステム１の動作の概略について説明した。さらに、以下、ドア取り外しシステム１の動作の詳細について説明する。

先ず、図７乃至図２０を参照して、双腕ロボット１１の移動動作について説明する。

【００４９】

図７は、双腕ロボット１１の第１アーム２２Ｒ１の軌跡を説明する図であって、第１アーム２２Ｒ１側から見た場合の双腕ロボット１１の上半部の側面図である。

図８は、双腕ロボット１１の第１アーム２２Ｒ１の軌跡を説明する図であって、双腕ロボット１１の上面図である。

【００５０】

図７や図８に示すように、第１アーム２２Ｒ１は、略垂直方向の２つの軸Ｓ１，Ｓ２の各々を中心として相互の軸と独立して回動可能である。このため、第１アーム２２Ｒ１の点Ｐ１及び第２アーム２２Ｒ２の点Ｐ２の可動範囲の軌跡は、略垂直方向については図７の一点鎖線に示されるようになり、略水平方向については、図８の一点鎖線に示されるようになる。

なお、図７には、説明の簡略上、第１アーム２２Ｒ１のみが図示されているが、第１アーム２２Ｒ１と独立して駆動可能な第２アーム２２Ｒ２の点Ｐ２についても、略垂直方向の可動範囲の軌跡は、第１アーム２２Ｒ１の点Ｐ１と略同一になる。

【００５１】

図９は、ドア取り外し工程における双腕ロボット１１の移動動作を説明するフローチャートである。

図１０乃至図１６の各々は、図９のフローチャートの各ステップの各々の動作時における、双腕ロボット１１の位置及び状態をそれぞれ示す上面図である。

なお、図１０乃至図１６の各々においては、説明の簡略上、第１把持治具２３Ｒ１及び第２把持治具２３Ｒ２の図示は省略されている。

【００５２】

ドア取り外し工程において、図４を用いて上述した初期状態になると、制御装置１２の制御の下、双腕ロボット１１の移動動作が開始する。

【００５３】

ステップＳ２１において、双腕ロボット１１は、ドア開き位置まで移動する。

ここで、ドア開き位置とは、双腕ロボット１１が、図１０に示すように配置されて、図４を用いて上述したドア開き動作が開始可能になる位置をいう。

【００５４】

ステップＳ２２において、双腕ロボット１１は、図４を用いて上述したドア開き動作を開始する。

すると、双腕ロボット１１は、図１１に示すように、軸Ｓ１を中心とした回動動作と、第１アーム２２Ｒ１の移動動作とを組み合わせることによって、ドア９１を円弧状に開ける。

【００５５】

ステップＳ２３において、双腕ロボット１１は、ドア開き動作を終了する。

この段階では、双腕ロボット１１は、図１２に示す位置まで移動している。

ここで、本実施形態では、同一又は別の双腕ロボット１１が、同様のドア開き動作を行って、図１３に示すように、前後の２つのドア９１が開けられるものとする。
この場合、双腕ロボット１１は、前後の２つのドア９１の間の狭小部に入り込まないと、ボルト緩め動作を開始することができない。
そこで、双腕ロボット１１は、ボルト緩め動作を開始する前に、次のステップＳ２４及びＳ２５の移動動作をすることによって、前後の２つのドア９１の間の狭小部に入り込む。

【００５６】
即ち、ステップＳ２４において、双腕ロボット１１は、図１３に示すように、ドア９１の内側（インナパネル１０１側）に入り込む。
ステップＳ２５において、双腕ロボット１１は、図１４に示すように、軸Ｓ１を中心とした回動動作と、軸Ｓ２を中心とした回動動作とを組み合わせることによって、ドア９１の内側（インナパネル１０１側）にさらに入り込む。

【００５７】
ステップＳ２６において、双腕ロボット１１は、図１５に示すドア把持位置まで移動すると、軸Ｓ１を中心とした回動動作と、軸Ｓ２を中心とした回動動作とを停止する。
ここで、ドア把持位置とは、双腕ロボット１１が、図１５に示すように配置されて、図５を用いて上述したボルト緩め動作、及び、図６を用いて上述したドア把持運搬動作が開始可能になる位置をいう。

【００５８】
ステップＳ２７において、双腕ロボット１１は、図５を用いて上述したボルト緩め動作を行う。

【００５９】
ステップＳ２８において、双腕ロボット１１は、図６を用いて上述したドア把持運搬動作を開始する。
すると、双腕ロボット１１は、軸Ｓ１を中心とした回動動作と、軸Ｓ２を中心とした回動動作とを組み合わせることによって、ステップＳ２４及びＳ２５の移動動作時とは逆の軌跡に沿って移動する。

【００６０】
ステップＳ２９において、双腕ロボット１１は、図１６に示す位置まで移動し、ドア９１を図示せぬ搬送ハンガーに移載することで、ドア把持運搬動作を終了する。
これにより、ドア取り外し工程の全体も終了になる。

【００６１】
図１７は、上述の図９のフローチャートに従って双腕ロボット１１が移動動作する場合における、Ｓ１軸，Ｓ２軸，及びドア９１の位置関係を示す上面図である。
図１７に示すように、ステップＳ２１からＳ２６の動作の段階では、Ｓ１軸の回動動作は反時計回りの動作となる。この間、Ｓ２軸の回動動作が独立して適宜行われる。
そして、Ｓ１軸の回動動作は、ステップＳ２６からＳ２８の動作の段階では一旦停止し、その後、ステップＳ２８からＳ２９の動作の段階では時計回りの動作となる。この間、Ｓ２軸の回動動作が独立して適宜行われる。

【００６２】
ここで、ドア取り外し工程における、本実施形態の双腕ロボット１１の動作と、従来のロボットの動作との差異について説明する。

【００６３】
ドア取り外し工程における作業としては、閉まったドア９１を開く作業と、開いたドア９１からボルトを外す作業と、インナ側（インナパネル１０１側）からドア９１を把持し運搬する作業と、が存在する。
このような作業の各々を自動化する場合、ロボット（本実施形態では双腕ロボット１１）の動作としては、閉まったドア９１を開く作業に対応するドア開き動作と、開いたドア９１からボルトを外す作業に対応するボルト緩め動作と、内側（インナパネル１０１側）

からドア９１を把持し運搬する作業に対応するドア把持運搬動作と、の３種類に大別されることは上述した通りである。

【００６４】

これらの３種類の動作、即ち、ドア開き動作、ボルト緩め動作、及び、ドア把持運搬動作の全てを同一のロボットに行わせるためには、図１８に示す動作が必要になる。

図１８は、ドア取り外し工程におけるロボットの軌跡の概略を示す上面図である。

【００６５】

ステップＳＴ１において、ロボットは、図１８の実線の矢印で示す軌跡で、閉まったドア９１のスキン側（アウタパネル１０２側）に移動する。

ステップＳＴ２において、ロボットは、図１８の点線の矢印で示す軌跡で、ドア９１を開く動作をする。このようなステップＳＴ２の動作が、ドア開き動作に相当する。

【００６６】

次に、ステップＳＴ３において、ロボットは、図１８の一点鎖線の矢印で示す軌跡で、開いたドア９１のインナ側（インナパネル１０１側）に入り込むように移動する。

【００６７】

そして、ロボットは、ボルト緩め動作を行い、その後、ドア把持運搬動作を開始する。

すると、ステップＳＴ４において、ロボットは、図１８の二点鎖線の矢印で示す軌跡で、ドア９１を把持したまま移動して、当該ドア９１を図示せぬドアバンガーに移載する。

【００６８】

従来においては、自動車のボディ９２の運搬方向（以下、図１８の記載にあわせて「Ｔ方向」と呼ぶ）と、水平面においてＴ方向に垂直な方向（以下、図１８の記載にあわせて「Ｂ方向」と呼ぶ）とのそれぞれに、ロボットを移動させるシフトベースが取り付けられていた。このようなシフトベース自体は大きなものとなっていた。

この場合、ロボットの移動のうち、ステップＳＴ２における移動（点線の矢印で示す軌跡の移動）と、ステップＳＴ３における移動（一点鎖線の矢印で示す軌跡の移動）は、円弧状のような移動となるため、サイクルタイムがかかるという問題があった。

【００６９】

これに対して、本実施形態の双腕ロボット１１においては、第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２が、これらにとって外部軸であるＳ１軸及びＳ２軸の各々によって回動される。

これにより、Ｓ１軸を用いた回動により、ドア開き動作（図１８のステップＳＴ２、図９のステップＳ２２及びＳ２３）が実現される。

そして、Ｓ１軸とＳ２軸とを用いた回動により、ボルト緩め動作を行うための、ドア９１のインナ側（インナパネル１０１側）に入り込む移動（図１８のステップＳＴ３、図９のステップＳ２４及びＳ２５）が実現される。この場合の移動は、図１２乃至図１５を用いて上述したように、ドア９１の方向を向くような移動である。

その結果、ドア把持位置まで移動したとき（図９のステップＳ２６）、双腕ロボット１１は、ボルト緩め動作を行い易い姿勢となっているため、サイクルタイムの短縮を図ることが可能になる。

【００７０】

以上説明したように、本実施形態のドア取り外しシステム１には、自動車のボディのドアの開け方として、次のような手法が適用されている。

即ち、本実施形態のドア取り外しシステム１の双腕ロボット１１は、

ドアを開けるためのツールとしての第１把持治具２３Ｒ１が接続された第１アーム２２Ｒ１と、

ドアを開けるための別のツールとしての第２把持治具２３Ｒ２が接続された第２アーム２２Ｒ２と、

これらの第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２が取り付けられる台座としてのロボット本体２１と、

を備えている。

ロボット本体２１には、地面に略垂直な方向の回転軸Ｓ１と、当該回転軸Ｓ１に対して地面方向にオフセットして位置する回転軸Ｓ２と、が設けられている。
この場合、双腕ロボット１１は、
第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２を用いてドアを外側から把持し、
回転軸Ｓ１を回転させてドアを開き、
回転軸Ｓ１をさらに回転させて、開いたドアの内側にロボット本体２１を移動させると共に、ドアの作業箇所（把持したりボルトを緩める作業をする箇所）に対して、第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２が正面を向くように、回転軸Ｓ２を回転させる。
【００７１】
これにより、本実施形態では、次の（１）及び（２）の効果を奏することが可能になる。
（１）２つの回転軸Ｓ１，Ｓ２を設けるのみでロボットの移動が可能になる。よって、ドア取り外しシステム１の設置箇所が小さくて済む。
（２）ドアの開きが完了したときには、双腕ロボット１１は、ドアに対する作業がし易い姿勢となっている。よって、サイクルタイムが短縮される。
【００７２】
以上、図７乃至図１８を参照して、ドア取り外しシステム１の動作の詳細の１つとして、双腕ロボット１１の移動動作について説明した。
次に、ドア取り外しシステム１の動作の詳細の別の１つとして、ドア把持運搬動作（図６参照）におけるドアの３点把持の手法について、図１９乃至図２４を参照して説明する。
【００７３】
図１９は、ドア取り外しシステム１のドア把持運搬動作におけるドアの３点把持の手法を説明する図であって、内側からみたドアの概略外観構成の斜視図である。
図１９に示すように、制御装置１２の制御の下、第１把持治具２３Ｒ１のドア把持パッド５３，５４、及び、第２把持治具２３Ｒ２のドア把持パッド７２の各々が、ドア９１のインナパネル１０１のパネル本体１１１に設けられた開口部１２０の３点ＰＡ，ＰＢ，ＰＣの各々を把持する。
【００７４】
図２０は、ドア取り外しシステム１のドア把持運搬動作におけるドアの３点把持位置の力関係を示す図であって、内側からみたドアの概略外観構成の斜視図である。
図２１は、ドア取り外しシステム１のドア把持運搬動作におけるドアの３点把持位置の力関係を示す図であって、前方側からみたドアの概略構成の断面図である。
図２０や図２１に示すように、開口部１２０の点ＰＡ及び点ＰＣの２点の各々で把持するドア把持パッド５３，７２の各々により、ドア９１の重量が支えられる。即ち、点ＰＧの位置がドア９１の重心位置であり、点ＰＡ及び点ＰＣの各々にはドア９１の重量の約半分の力がそれぞれかかることになる。
そして、開口部１２０の点ＰＢで把持するドア把持パッド５４により、ドア９１のブレが抑えられる。
【００７５】
具体的には、ドア把持パッド５３は、開口部１２０の上側の端部である点ＰＡに当接して、重力方向の力を支えるようにドア９１を把持する。
ここで、図１９に示すように、重力方向を「Ｚ方向」と呼び、図１８のＴ方向（自動車のボディ９２の運搬方向）と平行な方向を「Ｘ方向」と呼び、図１８のＢ方向と水平な方向を「Ｙ方向」と呼ぶ。
この場合、点ＰＡは、Ｙ方向の開口部１２０の端部に設定されるため、ドア９１の運搬時の慣性力を受ける。よって、点ＰＡは、Ｚ方向についてはなるべく上の位置に設定されるとよい。
【００７６】
ドア把持パッド５４は、開口部１２０のＹ方向の端部となる点ＰＢに当接して、Ｙ方向

の力を受けるようにドア９１を把持する。
この場合、点ＰＢは、荷重受けとなり、点ＰＡで把持するドア把持パッド５３により発生するモーメントを受ける位置に設定される。また、点ＰＢは、Ｚ方向についてはなるべく下の位置に設定されるとよい。
【００７７】
ドア把持パッド７２は、開口部１２０の上側の端部である点ＰＣに当接して、重力方向の力を支えるようにドア９１を把持する。
この場合、点ＰＣは、－Ｙ方向の開口部１２０の端部に設定されるため、ドア９１の運搬時の慣性力を受ける。よって、点ＰＣは、Ｚ方向についてはなるべく上の位置に設定されるとよい。
また、点ＰＣは、重心（点ＰＧ）を点ＰＡと挟むように設定される。即ち、点ＰＣによる荷重受けの位置は、点ＰＡと重心を挟む位置になる。
【００７８】
換言すると、ドア把持パッド５３，５４は第１アーム２２Ｒ１により、ドア把持パッド７２は第２アーム２２Ｒ２により、それぞれ任意の位置に自在に配置させることが可能である。
よって、所定の車種のドア９１の把持についてのみ言及したが、インナパネル側に開口部を有するドアであればその車種によらず、点ＰＡ，点ＰＢ，点ＰＣを上述のように設定することで、本実施形態のドアの３点把持の手法（図１９乃至図２１参照）を同様に適用することができる。
ただし、この場合、図２の機種切替シフト５５が、自動車の車種に応じて、フレーム５２の長手方向にスライドすることによって、ドア把持パッド５４の位置をフレーム５２の長手方向に沿って移動させる。即ち、機種切替シフト５５は、フレーム５２の長手方向におけるドア把持パッド５３，５４の離間距離を、距離ＬＡから距離ＬＢの範囲内で自動車の車種に応じて変更する。
【００７９】
図２２は、ドア取り外しシステム１のドア把持運搬動作におけるドアの３点把持位置の力関係を示す図であって、図２０とは別の車種のドアを内側からみた場合の概略外観構成の斜視図である。
図２３は、ドア取り外しシステム１のドア把持運搬動作におけるドアの３点把持位置の力関係を示す図であって、図２２の車種のドアを前方側からみた場合の概略構成の断面図である。
【００８０】
ここで、図２２及び図２３に示すドア１３１は、ドア９１とは異なる車種のドアであって、インナパネル１４１とアウタパネル１４２とが接合されて構成される。
インナパネル１４１は、略平板矩形状のパネル本体１５１と、当該パネル本体１５１の上端に設けられた略コの字形状のフレーム部１５２と、を備えている。フレーム部１５２とパネル本体１５１の上辺とで囲まれた領域は、図示しない窓ガラスが露出する開口となっている。
インナパネル１４１には、２つの開口部１６１，１６２が設けられている。
アウタパネル１４２は、インナパネル１４１のパネル本体１５１の外側に取り付けられる。
アウタパネル１４２の上辺とインナパネル１４１のパネル本体１５１の上辺との間には、窓ガラスを収容するための隙間が形成されている。
【００８１】
開口部１６１の点ＰＡで把持するドア把持パッド５３と、開口部１６２の点ＰＣで把持するドア把持パッド７２との各々により、ドア１３１の重量が支えられる。即ち、点ＰＧの位置がドア１３１の重心位置であり、点ＰＡ及び点ＰＣの各々にはドア１３１の重量の約半分の力がそれぞれかかることになる。
そして、開口部１６１の点ＰＢで把持するドア把持パッド５４により、ドア１３１のブ

レが抑えられる。

【００８２】

具体的には、ドア把持パッド５３は、開口部１６１の上側の端部である点ＰＡに当接して、重力方向の力を支えるようにドア１３１を把持する。

ドア把持パッド５４は、開口部１６１のＹ方向の下側の端部となる点ＰＢに当接して、Ｙ方向の力を受けるようにドア１３１を把持する。

ドア把持パッド７２は、開口部１６２の上側の端部である点ＰＣに当接して、重力方向の力を支えるようにドア１３１を把持する。

【００８３】

ここで、ドア取り外し工程のドア把持運搬動作におけるドアの３点把持の手法について、本実施形態の手法と、従来の手法との差異について説明する。

【００８４】

従来の手法によれば、所定のピッチでドア（ワーク）に配置された３点のＰＩＮ孔にＰＩＮを挿すことで、ドアを安定させて、ピンクランプやクランプ等でドアの重量を把持している。従来手法では、凹凸を有する山切りチャックを用いることで、ＰＩＮ孔の奥行きの機種差を解消するようにしている。

【００８５】

このような従来の手法では、次のような第１乃至第３の問題点が生じていた。

第１の問題点とは、３点のＰＩＮ孔にＰＩＮを勘合させるために、３点の穴位置を正確に把握しないといけないという問題点、換言すると、センシングや把持前のドア位置を位置決めしていないとならないという問題点である。

第２の問題点とは、ドア取り外し工程では塗装後のドアが対象となるところ、このような塗装後のドアに対して、ＰＩＮを挿す際やクランプする際にデフォームをつけなければならないという問題点である。

第３の問題点とは、ピンクランプやチャック等の重量が大きなクランプ機器が必要になるという問題点である。

【００８６】

これに対して、図１９乃至図２１を用いて上述した本実施形態の３点把持の手法を適用することで、これらの従来の第１乃至第３の問題点を解消することができる。

即ち、ドア９１には、内部部品取り付けのため等の理由により開口部１２０が設けられている。この開口部１２０の３点ＰＡ，ＰＢ，ＰＣの各々が、ドア把持パッド５３，５４，７２の各々により、ワークたるドア９１（図２０等）やドア１３１（図２２等）を安定して保持できる。これにより、従来必要であった３点のＰＩＮ孔は不要になり、第１の問題や第２の問題が解消する。

また、ドア把持パッド５３，５４は、第１アーム２２Ｒ１のエンドエフェクタたる第１把持治具２３Ｒ１に設けられており、ドア把持パッド７２は、第２アーム２２Ｒ２のエンドエフェクタたる第２把持治具２３Ｒ２に設けられている。これにより、ドア把持パッド５３，５４，７２の配置によりドア９１（図２０等）やドア１３１（図２２等）の把持が可能になる。即ち、機種毎に開口部の仕様差はあるが（図２０の１つの開口部１２０と、図２２の２つの開口部１６１，１６２との差異参照）、第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２といった双椀で、ドア把持パッド５３，５４，７２により重心位置を囲むように各機種のドアをバランス良く把持することができる。従って、従来必要であったピンクランプやチャック等の重量が大きなクランプ機器が不要になり、ドア９１への負荷が少なくなる。即ち、第３の問題点が解決する。

【００８７】

ここで、ドア把持パッド５３，５４，７２は、図２４に示す形状を有している。

図２４は、ドア把持パッドの概略外観構成を示す側面図である。

なお、図２４においては、ドア把持パッド５３の形状のみが図示されているが、ドア把持パッド５４，７２の形状も図２４に示すようになる。

ドア把持パッド５３，５４，７２は、把持部１７１と、フローティング機構１７２と、

を有している。
把持部１７１は、ＭＣナイロン（登録商標）製であり、邦楽の和楽器の「つづみ」の円筒形状、即ち、２つの円錐台の上面（小円状の面）同士を接合した形状を有している。この接合部において凹部が形成されており、当該凹部において、ドア９１のパネル本体１１１（開口部１２０）が係止される。なお、図２４には、パネル本体１１１のみが図示されているが、当然ながら各機種のパネル本体（例えば、図２２等に示す２つの開口部１６１，１６２を有するパネル本体１５１）も、当該凹部において係止され得る。このように、把持部１７１は、円筒形状を有することにより、開口部１２０の形状に対応できるようになっている。
フローティング機構１７２は、把持部１７１の２つの円錐台の下面を貫通する軸において、当該２つの円錐台の下面の各々に接するように設けられる弾性体を有することによって、ワーク（ドア９１やドア１３１等）のバラつきに対応できるようにしている。
【００８８】
以上、図１９乃至図２４を参照して、ドア把持運搬動作（図６参照）におけるドアの３点把持の手法について説明した。
次に、ドア取り外し工程における双腕ロボット１１の動作のうち、ボルト緩め動作（図５参照）及びドア把持運搬動作（図６参照）の詳細について、図２５乃至図２７を参照して説明する。
【００８９】
ボルト緩め動作では、図６に示すように、第２把持治具２３Ｒ２に設けられたボルト緩めツール７４が用いられるため、第２把持治具２３Ｒ２に設けられたドア把持パッド７２を用いることができなくなる。即ち、図１９乃至図２４を参照して上述したドアの３点把持の手法を適用することができない。
そこで、本実施形態では、ボルト緩め動作においては、図２５に示すようなドアの把持の手法が適用される。
【００９０】
図２５は、ボルト緩め動作におけるドアの把持の手法を説明する図であって、内側からみた場合のドアの概略外観構成を示す側面図である。
図２５に示すように、ボルト緩め動作では、第１把持治具２３Ｒ１のドア把持パッド５３，５４の各々が、ドア９１の開口部１２０の点ＰＡ，ＰＢの各々で把持すると共に、点ＰＣで把持する第２把持治具２３Ｒ２のドア把持パッド７２の代わりに、ドアＨ受け部材２４のウレタンパッド４２でドア９１の下部を把持する。
【００９１】
このように、本実施形態のドア取り外しシステム１の双腕ロボット１１は、
ドア（ドア９１等）の重力方向の力を受ける荷重受けとしてのドアＨ受け部材２４（ウレタンパッド４２）と、
ドアを把持する把持ツールとしての第１把持治具２３Ｒ１と、
を備えており、
第１把持治具２３Ｒ１は、
機種切替シフト５５（図２）による２点（点ＰＡ，ＰＢ）の相対距離が可変である、ドアのインナパネルの開口部（ドア９１の開口部１２０等）に当接する２つのドア把持パッド５３，５４を有している。
２つのドア把持パッド５３，５４のうち、一方のパッド（本実施形態ではドア把持パッド５３）は、ドアの荷重方向の力を受ける方向に開口部に当接し、他方のパッド（本実施形態ではドア把持パッド５４）は、荷重受け（Ｈ受け部材２４）と前記一方のパッドとにより発生するモーメントを受ける方向に開口部に当接する。
【００９２】
これにより、本実施形態では、上述の（１）及び（２）の効果に加えてさらに、次の（３）乃至（５）の効果を奏することが可能になる。
（３）荷重受け（Ｈ受け部材２４）と１つの把持ツール（第１把持治具２３Ｒ１）とに

より、ドアを把持することができるため、ドアをボディから取り外す際に必要なロボットの腕が１本（本実施形態では第１アーム２２Ｒ１のみ）で済む。よって、ドア取り外し工程で、少なくとも１つのドアに対しては、双腕ロボット１１単体を設置すれば済む。

（４）ドアの開口部にパッド（ドア把持パッド５３，５４）を当接させるのみでよいので、把持のための動力を必要とせず、把持ツール（第１把持治具２３Ｒ１）の小型化を図ることが可能になる。

（５）ドアのインナパネルの開口部を把持に使用するため、ドアに傷がつかない。

【００９３】

さらに以下、ドア取り外し工程における双腕ロボット１１の動作のうち、このような図２５を参照して上述したドアの把持の手法が適用されたボルト緩め動作（図５参照）、及び、図１９乃至図２４を参照して上述したドアの３点把持の手法が適用されたドア把持運搬動作（図６参照）の詳細について、図２６及び図２７を参照して説明する。

【００９４】

図２６及び図２７は、ドア取り外し工程における双腕ロボット１１の動作のうち、ボルト緩め動作及びドア把持運搬動作の詳細を説明するフローチャートである。

上述したように、図４に示すドア開き動作が終了すると、ボルト緩め動作及びドア把持運搬動作が開始する。より正確には、双腕ロボット１１が軸Ｓ１，軸Ｓ２の回動動作によりドアの内側に入り込みドア把持位置まで移動する（図９のステップＳ２１乃至Ｓ２６参照）と、ボルト緩め動作が開始し、その後、当該ボルト緩め動作が正常に終了すれば、ドア把持運搬動作が開始される。

なお、第１アーム２２Ｒ１、第２アーム２２Ｒ２、及びドアＨ受け部材２４の各々は、制御装置１２（図１）の制御により駆動されるが、図２６及び図２７については、動作主体であるとして説明する。

また、ワークは図１９等のドア９１であるとして、以下の説明を行うが、図２２のドア１３１等別機種のドアがワークとなった場合も、以下に説明する動作が実行される。

【００９５】

図２６のステップＳ４１において、第１アーム２２Ｒ１は、ドア把持位置に移動ＯＫか否かを判定する。

予めドア把持位置として決定されている位置に双腕ロボット１１が移動していない場合、ステップＳ４１においてＮＯであると判定され、処理は図２７のステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。

これに対して、予めドア把持位置として決定されている位置に双腕ロボット１１が移動している場合、ステップＳ４１においてＹＥＳであると判定され、処理はステップＳ４２に進む。

【００９６】

ステップＳ４２において、ドアＨ受け部材２４は、昇降シリンダ４１により、ウレタンパッド４２を上昇させる。

【００９７】

ステップＳ４３において、ドアＨ受け部材２４は、計測シリンダ４３によりＨ受け上端を検出したか否かを判定する。

ここで、Ｈ受け上端として、ウレタンパッド４２がドア９１の下部に接触して荷重がかかる位置が設定されているものとする。

ウレタンパッド４２の上昇が停止してもＨ受け上端が検出されない場合、ステップＳ４３においてＮＯであると判定され、処理は図２７のステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。

これに対して、Ｈ受け上端が検出された場合、ステップＳ４１においてＹＥＳであると判定され、処理はステップＳ４４に進む。

【００９８】

ステップＳ４４において、ドアＨ受け部材２４は、ウレタンパッド４２の昇降の移動を

ロックする。
ステップＳ４５において、ドアＨ受け部材２４は、ロック検出ＯＫか否かを判定する。
ここで、ドアＨ受け部材２４は、図示はしないが、ウレタンパッド４２の昇降の移動のロック及びアンロックを検出する機構（以下、「ロック検出機構」と呼ぶ）を有しているものとする。
ロック検出機構によりロックが検出されなかった場合、ステップＳ４５においてＮＯであると判定され、処理は図２７のステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。
これに対して、ロック検出機構によりロックが検出された場合、ステップＳ４５においてＹＥＳであると判定され、処理はステップＳ４６に進む。
なお、ドア開き動作では、図４を参照して上述したように、第１把持治具２３Ｒ１のドア開きピン５６がアウタパネル１０２の上辺とインナパネル１０１のパネル本体１１１の上辺との間の隙間に挿入される。従って、ステップＳ４５においてＹＥＳであると判定される時点でも未だドア開きピン５６が当該隙間に挿入されたままであった場合、ドア開きピン５６が当該隙間から抜かれた後に、処理はステップＳ４６に進む。

【００９９】
ステップＳ４６において、第１アーム２２Ｒ１は、把持位置まで移動する。ここで、把持位置とは、エンドエフェクタたる第１把持治具２３Ｒ１のドア把持パッド５３，５４が、ドア９１の開口部１２０の点ＰＡ，ＰＢの付近に配置される位置をいう。
ステップＳ４７において、第１アーム２２Ｒ１は、エンドエフェクタたる第１把持治具２３Ｒ１のドア把持パッド５３，５４を用いて、ドア９１を把持する。

【０１００】
ステップＳ４８において、第１アーム２２Ｒ１は、把持ＯＫか否かを判定する。
ここで、「把持ＯＫ」とは、第１把持治具２３Ｒ１のドア把持パッド５３，５４の各々が、ドア９１の開口部１２０の点ＰＡ，ＰＢの各々で把持している状態をいう。
換言すると、上述した図２５に示す状態、即ち、第１アーム２２Ｒ１のエンドエフェクタたる第１把持治具２３Ｒ１（より正確にはドア把持パッド５３，５４）、及びドアＨ受け部材２４のウレタンパッド４２によって、ドア９１が保持されている状態が、把持ＯＫである。
把持ＯＫの場合にはドア９１がしっかりと固定されるので、第２アーム２２Ｒ２は、ボルトの緩め動作を適切に行うことができるようになる。

【０１０１】
換言すると、把持ＯＫでない場合、第２アーム２２Ｒ２はボルトの緩め動作を適切に行うことができないので、ステップＳ４８においてＮＯであると判定され、処理は図２７のステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。
これに対して、把持ＯＫの場合、ステップＳ４８においてＹＥＳであると判定され、処理はステップＳ４９に進む。

【０１０２】
ここで、本例では、ドア９１とボディ９２とを仮固定しているボルトは２本存在し、緩める順番が予め決定されているものとする。そこで、以下、これらの２本のボルトを明確に区別すべく、１番目に緩められるボルトを「１本目ボルト」と呼び、２番目に緩められるボルトを「２本目ボルト」と呼ぶ。

【０１０３】
ステップＳ４９において、第２アーム２２Ｒ２は、１本目ボルト緩め位置まで移動する。ここで、１本目緩め位置とは、エンドエフェクタたる第２把持治具２３Ｒ２のボルト緩めツール７４が、ドア９１に仮固定されている１本目ボルトの付近に配置される位置をいう。
ステップＳ５０において、第２アーム２２Ｒ２は、エンドエフェクタたる第２把持治具２３Ｒ２のボルト緩めツール７４を用いて、１本目ボルトを緩める。

なお、ボルト緩めツール７４によるボルト緩め動作の詳細については、図２８乃至図３２を参照して後述する。

【０１０４】

ステップＳ５１において、第２アーム２２Ｒ２は、１本目ボルトの緩めがＯＫか否かを判定する。

ここでは、１本目ボルトが緩められて取り外された場合、１本目ボルトの緩めがＯＫと判定され、それ以外の場合ＮＯと判定される。

即ち、何らかの原因で、１本目ボルトが取り外されなかった場合、ステップＳ５１においてＮＯであると判定され、処理は図２７のステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。

これに対して、１本目ボルトの緩めがＯＫの場合、ステップＳ５１においてＹＥＳであると判定され、処理はステップＳ５２に進む。

【０１０５】

ステップＳ５２において、第２アーム２２Ｒ２は、２本目ボルト緩め位置まで移動する。ここで、２本目緩め位置とは、エンドエフェクタたる第２把持治具２３Ｒ２のボルト緩めツール７４が、ドア９１に仮固定されている２本目ボルトの付近に配置される位置をいう。

ステップＳ５３において、第２アーム２２Ｒ２は、エンドエフェクタたる第２把持治具２３Ｒ２のボルト緩めツール７４を用いて、２本目ボルトを緩める。

なお、ボルト緩めツール７４によるボルト緩め動作の詳細については、図２８乃至図３２を参照して後述する。

【０１０６】

ステップＳ５４において、第２アーム２２Ｒ２は、２本目ボルトの緩めがＯＫか否かを判定する。

ここでは、２本目ボルトが緩められて取り外された場合、２本目ボルトの緩めがＯＫと判定され、それ以外の場合ＮＯと判定される。

即ち、何らかの原因で、２本目ボルトが取り外されなかった場合、ステップＳ５４においてＮＯであると判定され、処理は図２７のステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。

これに対して、２本目ボルトの緩めがＯＫの場合、ステップＳ５４においてＹＥＳであると判定され、処理はステップＳ５５に進む。

【０１０７】

ステップＳ５５において、第２アーム２２Ｒ２は、図３（Ｂ）の把持位置状態から図３（Ａ）の緩め位置状態に遷移させた後、把持位置に移動する。ここで、把持位置とは、エンドエフェクタたる第２把持治具２３Ｒ２のドア把持パッド７２が、ドア９１の開口部１２０の点ＰＣの付近に配置される位置をいう。

ステップＳ５６において、第２アーム２２Ｒ２は、エンドエフェクタたる第２把持治具２３Ｒ２のドア把持パッド７２を用いて、ドア９１の開口部１２０の点ＰＣを把持する。

【０１０８】

ステップＳ５７において、第２アーム２２Ｒ２は、把持ＯＫか否かを判定する。

ここで、第２アーム２２Ｒ２にとっての「把持ＯＫ」とは、図１９に示すように、第２把持治具２３Ｒ２のドア把持パッド７２が、ドア９１の開口部１２０の点ＰＣで把持している状態をいう。

即ち、この段階では、第１アーム２２Ｒ１にとっての「把持ＯＫ」、即ち、第１把持治具２３Ｒ１のドア把持パッド５３，５４の各々が、ドア９１の開口部１２０の点ＰＡ，ＰＢの各々で把持している状態は成立している。従って、第２アーム２２Ｒ２にとっての「把持ＯＫ」が成立すれば、図１９に示すような３点把持が成立していることになり、このままドア把持運搬動作を開始することが可能になる。

【０１０９】

換言すると、第２アーム２２Ｒ２にとっての「把持ＯＫ」が成立していない場合、ドア

把持運搬動作を開始することができないので、ステップＳ５７においてＮＯであると判定され、処理は図２７のステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。
　これに対して、第２アーム２２Ｒ２にとっての「把持ＯＫ」が成立している場合、ステップＳ５７においてＹＥＳであると判定され、処理はステップＳ５８に進む。
【０１１０】
　ステップＳ５８において、双腕ロボット１１は、ドア把持運搬動作を開始させる。
【０１１１】
　ステップＳ５９において、ドアＨ受け部材２４は、ウレタンパッド４２の昇降の移動をアンロックする。
　ステップＳ６０において、ドアＨ受け部材２４は、アンロック検出ＯＫか否かを判定する。
　上述の図示せぬアンロック検出機構によりアンロックが検出されなかった場合、ステップＳ６０においてＮＯであると判定され、処理は図２７のステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。
　これに対して、ロック検出機構によりアンロックが検出された場合、ステップＳ６０においてＹＥＳであると判定され、処理はステップＳ６１に進む。
【０１１２】
　ステップＳ６１において、ドアＨ受け部材２４は、昇降シリンダ４１により、ウレタンパッド４２を下降させる。
【０１１３】
　ステップＳ６２において、ドアＨ受け部材２４は、計測シリンダ４３によりＨ受け戻り端を検出したか否かを判定する。
　ここで、Ｈ受け戻り端として、Ｈ受け上端に対して下方に所定距離だけ離間した位置が設定されているものとする。
　ウレタンパッド４２の下降が停止してもＨ受け戻り端が検出されない場合、ステップＳ６２においてＮＯであると判定され、処理は図２７のステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。
　これに対して、Ｈ受け戻り端が検出された場合、ステップＳ６２においてＹＥＳであると判定され、処理は図２７のステップＳ６７に進む。
【０１１４】
　ステップＳ６７において、双腕ロボット１１は、ドア９１を把持したまま搬送ハンガーまで移動し、ドア９１を搬送ハンガーに移載する。
　ステップＳ６８において、双腕ロボット１１は、ドア９１をクランプする。
　ステップＳ６９において、双腕ロボット１１は、ドア９１のクランプがＯＫか否かを判定する。
　ドア９１のクランプが失敗した場合、ステップＳ６９においてＮＯであると判定されて、処理はステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。
　これに対して、ドア９１のクランプが成功した場合、ステップＳ６９においてＹＥＳであると判定されて、処理はステップＳ７０に進む。
【０１１５】
　ステップＳ７０において、双腕ロボット１１は、ボルト排出位置まで移動する。ここで、ボルト排出位置とは、第２アーム２２Ｒ２のエンドエフェクタたる第２把持治具２３Ｒ２のボルト排出機構７６により、１番目ボルト及び２番目ボルトの排出が可能になる位置をいう。
　ステップＳ７１において、双腕ロボット１１は、ボルト排出機構７６を用いて、１番目ボルト及び２番目ボルトを排出する。
　ステップＳ７２において、双腕ロボット１１は、ボルト排出がＯＫか否かを判定する。
　ボルトの排出が失敗した場合、ステップＳ７２においてＮＯであると判定されて、処理

はステップＳ６３に進み、所定のエラー処理が実行される。なお、ステップＳ６３以降の処理については後述する。
　これに対して、ボルトの排出が成功した場合、ステップＳ７２においてＹＥＳであると判定されて、処理はステップＳ７３に進む。
【０１１６】
　ステップＳ７３において、双腕ロボット１１は、初期状態の位置（図４参照）まで移動する。
　これにより、ボルト緩め動作及びドア把持運搬動作は終了となる。
【０１１７】
　なお、上述の如く、双腕ロボット１１の主要な動作が失敗すると、処理はステップＳ６３に進み、所定のエラー処理として次のような処理が実行される。
【０１１８】
　ステップＳ６３において、双腕ロボット１１は、アラームを発し、自己の動作を停止させる。
　従って、以下のステップＳ６４乃至Ｓ６６は、操作者による作業又は、操作者の手動操作による双腕ロボット１１の動作となる点に注意する。
　ステップＳ６４において、操作者が、ドアを搬送する。
　ステップＳ６５において、操作者が、双腕ロボット１１を初期状態の位置（図４参照）まで手動移動させる。
　ステップＳ６６において、操作者が、双腕ロボット１１を再始動させるか、又は再始動できない場合等には双腕ロボット１１をドア取り外し工程から除外する（修理等する）。
　これにより、ボルト緩め動作及びドア把持運搬動作は終了となる。
【０１１９】
　ここで、ドア取り外し工程のボルト緩め動作及びドア把持運搬動作の実現手法について、本実施形態の手法と、従来の手法との差異について説明する。
【０１２０】
　従来の手法によれば、ドア取り外し工程に設置されるドア取り外しシステムは、双腕ロボットに加えて単腕ロボットを備えていた。このため、従来のドア取り外しシステムがドアを取り外す場合には、双腕ロボットの一対のアーム（マニュピュレータ）が上下からドアを把持し、単腕ロボットが、ドアをボディに仮固定しているボルトを緩めていた。
【０１２１】
　このような従来の手法では、次のような第１及び第２の問題点が生じていた。
　第１の問題点とは、ドアを把持するロボットと、ボルトを緩めるロボットとを別々に配置しなければならないという問題点である。
　第２の問題点とは、ドアを上下から把持するためには、過般重量の重いロボットを採用する必要があり、その結果、ドア取り外しシステム全体が肥大化するという問題点である。
【０１２２】
　これに対して、図２５乃至図２７を用いて上述した本実施形態の手法を適用することで、これらの従来の第１及び第２の問題点を解消することができる。
　即ち、ドア取り外し工程のボルト緩め動作及びドア把持運搬動作を実現するためには、ドア９１の荷重受け、ドア９１の奥横方向のロック、ボルトの緩め、緩め後のドアの把持が必要になる。
　そこで、本実施形態の双腕ロボット１１では、一対のマニュピュレータとしての第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２と、ドア（ドア９１等）の荷重受けの装置として機能するドアＨ受け部材２４と、が設けられている。
　片腕たる第１アーム２２Ｒ１とドアＨ受け部材２４とでドアを支えながら、もう片方の第２アーム２２Ｒ２がボルトを緩めて外し、その後、ボルトを外した第２アーム２２Ｒ２が、ドア９１を予め支えていた第１アーム２２Ｒ１と協働してドアを把持して運搬する。
　このように、従来の手法では２台のロボットが必要であったところ、本実施形態の手法

を適用することで、１台の双腕ロボット１１で済み、第１の問題が解決し、ひいては、設備のレイアウト性が向上する。
また、従来の手法ではドアは上下から把持されていたのに対して、本実施形態の手法では、第１アーム２２Ｒ１又は第２アーム２２Ｒ２に取り付けられた把持ツール（ドア把持パッド５３，５４，７２）がドアの開口部に差し込まれることによって、当該ドアが把持される。これにより、ドアの重量を分散させることが可能になる。このようにして、本実施形態の手法では、レイアウト的に小さな双腕ロボット１１を採用することができるので、第２の問題を解決することが可能になる。
さらに、本実施形態の手法では、ドアの外板面を把持することがないので、ドアの外傷を軽減できる。

【０１２３】
以上説明したように、本実施形態の双腕ロボット１１は、自動車のボディにボルトで固定されたドア（ドア９１等）を、当該ボディから取り外すドア取り外し装置として機能する。
このような機能を有する双腕ロボット１１は、
ドアを把持する把持治具（本実施形態では第１把持治具２３Ｒ１）を有する第１アーム２２Ｒ１と、
ドアを固定しているボルトを外すボルト外し機構と、ドアを把持する把持治具を有する（本実施形態では、ドア把持パッド７２とボルト緩めツール７４とを共に含む第２把持治具２３Ｒ２を有する）第２アーム２２Ｒ２と、
ドアの重力方向の荷重を受ける荷重受けとしてのドアＨ受け部材２４と、
を備える。

【０１２４】
より具体的には、双腕ロボット１１は、
ドアのインナパネルの開口部に挿入して、ドアを把持する把持治具（本実施形態では第１把持治具２３Ｒ１）を有する第１アーム２２Ｒ１と、
ドアを固定しているボルトを外すボルト外し機構と、ドアのインナパネルの開口部に挿入して、ドアを把持する把持治具を有する（本実施形態では、ドア把持パッド７２とボルト緩めツール７４とを共に含む第２把持治具２３Ｒ２を有する）第２アーム２２Ｒ２と、
第１アーム２２Ｒ１及び第２アーム２２Ｒ２の架台としてのロボット本体２１に設けられる、ドアの重力方向の荷重を受ける荷重受けとしてのドアＨ受け部材２４と、
を備える。

【０１２５】
このような構成の双腕ロボット１１は、
ボルト緩め動作では、
ドアの荷重を受ける荷重受け（ドアＨ受け部材２４）をドアの下部にセットし、
双腕ロボット１１の片腕（本実施形態では第１アーム２２Ｒ１）で、ドアの重力方向とドアの横方向へのモーメントを受け、もう一方の腕（本実施形態では第２アーム２２Ｒ２）で、ドアを固定しているボルトを外し、
ドア把持運搬動作では、
双腕ロボット１１の片腕（本実施形態では第１アーム２２Ｒ１）で、ドアの重力方向とドアの横方向へのモーメントを受けると共に、もう一方の腕（本実施形態では第２アーム２２Ｒ２）でもドアを把持する。

【０１２６】
これにより、本実施形態では、上述の（１）乃至（５）の効果に加えてさらに、次の（６）乃至（８）の効果を奏することが可能になる。
（６）ドア取り外し工程において、少なくとも１つのドアに対しては、１台の双腕ロボット１１のみを設置すれば足りる。これにより、ドア取り外し工程で設置されるロボットの台数が削減でき、設備のレイアウト性が向上する。
（７）開口部に把持ツールを挿入することで、ロボットにかかるドアの重量を分散させ

ることができるので、双腕ロボット１１をより小さな構成で実現できる。
（８）ドアの外板面を把持することがないので、当該ドアの外傷を軽減できる。
【０１２７】
以上、図２５乃至図２７を参照して、ドア取り外し工程における双腕ロボット１１の動作のうち、ボルト緩め動作（図５参照）及びドア把持運搬動作（図６参照）の詳細について説明した。
次に、当該ボルト緩め動作に用いられるボルト緩めツール７４の詳細について、図２８乃至図３２を参照して説明する。
【０１２８】
図２８は、ボルトを緩める前のボルト緩めツール７４の縦断面図である。
ボルト緩めツール７４は、双腕ロボット１１の第２把持治具２３Ｒ２におけるフレーム７３の長手方向の他端に取り付けられており（図３参照）、図２８に図示せぬ自動車のボディにドアを仮固定しているボルト２５０を緩めて取り外すことができる。
【０１２９】
ボルト緩めツール７４は、筒２０１と、ギア２０２と、摺動ソケット２０３と、流体機構２０４と、軸受２０５と、マグネット２０６と、を備える。
なお、ボルト２５０は、ねじ胴部２５１と、ねじ胴部２５１の先端に設けられたねじ頭部２５２と、ねじ頭部２５２とねじ胴部２５１との間に設けられたフランジ部２５３と、を備える。
【０１３０】
図２９は、筒２０１及びギア２０２の外観構成を示す斜視図である。
筒２０１は、六角形の断面形状の摺動孔を有する短円筒状に形成される。筒２０１は、摺動孔に沿って摺動ソケット２０３（図２８）を軸力方向に摺動可能に配置することで、摺動ソケット２０３を軸方向に沿って案内する。
ギア２０２は、筒２０１の軸方向の略中央近辺において筒２０１の外側面と係合し、図１の制御装置１２の制御によって、図示せぬ駆動源から供給される駆動力により、筒２０１を周方向に回転させる。
【０１３１】
図２８に戻り、摺動ソケット２０３は、側縁部２１１と、係合部２１２と、孔部２１３と、を備える。
側縁部２１１は、略円筒形状に形成される。
側縁部２１１の前進端側（図２８、図３１、図３２の左側）の内方は、ボルト２５０のねじ頭部２５２を嵌合可能な寸法に形成され、側縁部２１１とボルト２５０とは、軸方向には摺動可能に、かつ、周方向には互いに同期して回転可能に係合される。側縁部２１１の後退端側（図２８、図３１、図３２の右側）の内方は、後述の流体機構２０４の基部２２１を摺動可能な寸法に形成される。
また、側縁部２１１の前進端側の内径寸法は、ボルト２５０のフランジ部２５３の径寸法よりも小さく形成され、また、側縁部２１１の前進端側の外径寸法は、ボルト２５０のフランジ部２５３の径寸法よりも大きく形成される。これにより、ボルト２５０のうちねじ頭部２５２のみが摺動ソケット２０３に収納されることになり、ボルト２５０は、フランジ部２５３が設けられている場合であっても引っかかることなく、摺動ソケット２０３と共に筒２０１の内側を軸方向に自由に摺動することが可能になる。
係合部２１２は、中心に孔部２１３が形成された平板状に形成され、側縁部２１１の内方において側縁部２１１の軸方向の間に配置される。
【０１３２】
図３０は、筒２０１及び摺動ソケット２０３の構成を示す横断面図である。
図３０Ａ、図３０Ｂに示すように、筒２０１の内径寸法ｄ１は、摺動ソケット２０３の側縁部２１１の外形寸法ｄ２と略同一の寸法に形成され、摺動ソケット２０３は、筒２０１の内方において軸方向に沿って摺動可能に配置される。
【０１３３】

図２８に戻って、流体機構２０４は、基部２２１と、流体通路２２２と、を備える。
基部２２１は、短円柱状に形成され、側縁部２１１の内部の後退端側において、側縁部２１１の軸方向に沿って摺動可能に配置される。
流体通路２２２は、長筒状に形成され、エアーを挿通し得る流路を内部に備える。即ち、流体通路２２２は、図１の制御装置１２の制御によって、内部の流路を通じて前進端側にエアーを排出する。
流体通路２２２の流路は、長手方向の一端部で基部２２１に貫通し、長手方向の他端部で、エアーが貯留された図示せぬ流体貯留源に接続されている。このような流路を有する流体通路２２２は、長手方向の所定位置に配置された軸受２０５により固定される。
即ち、流体機構２０４の流路は、図示せぬ流体貯留源に貯留されているエアーを、流体通路２２２を通じて、長さ方向の一端部に配置されている基部２２１から排出する。すると、排出されたエアーは、その勢いにより、ボルト２５０を摺動ソケット２０３ごと押圧して前進端側に押し出す。
また、摺動ソケット２０３は、図１の制御装置１２の制御によって、流体通路２２２からのエアーの排出を停止し、一端部から他端部に対しエアーを逆流させる。これにより、後退端側から前進端側へのエアーによる押圧は解除される。この状態で、ボルト緩めツール７４が、図１の制御装置１２の制御によって、ボルト２５０を回して緩める。すると、ボルト２５０は軸力により浮き上がって後退端側へ移動し、摺動ソケット２０３は移動されたボルト２５０ごと前進端側から後退端側へ筒２０１内を摺動して移動する。
なお、流体通路２２２の流路からエアーを排出しているが、流路から排出されるものは、これに限られるものではなく、気体や液体等、当該流路から排出し得る性状を有する流体であればよい。
流体機構２０４による摺動ソケット２０３及びボルト２５０の動作の詳細については、図３１及び図３２を参照して後述する。

【０１３４】

マグネット２０６は、基部２２１の前進端側の端部に設けられる。マグネット２０６は、図３１を参照して後述するように、摺動ソケット２０３が後退端側に摺動して係合部２１２が当接した場合、当該係合部２１２の逆側にねじ頭部２５２が当接しているボルト２５０を、その磁力により保持する。

【０１３５】

以上、図３の第２把持治具２３Ｒ２のうち、ボルト緩めツール７４の構成について、図２８乃至図３０を参照して説明した。
次に、ボルト緩めツール７４によりボルト２５０を緩める動作について、上述した図２８に加えて、図３１及び図３２を参照して説明する。

【０１３６】

ボルト２５０を緩める前のボルト緩めツール７４の状態は、図２８に示すようになる。
即ち、ボルト緩めツール７４は、初めに、図１の制御装置１２の制御により、図２８に示す状態になるように、摺動ソケット２０３の位置合わせを行う。
具体的には、流体機構２０４の流体通路２２２は、制御装置１２の制御により、図示せぬ流体貯留源から供給されるエアーを流路を通じて前進端側に排出する。この時排出されるエアーの圧力は、本実施形態においては、１［ｋｇｆ／ｃｍ^2］に設定される。
この場合、流体通路２２２から排出されたエアーは、摺動ソケット２０３の係合部２１２に衝突し、その押圧力により摺動ソケット２０３を前進端側へ移動させる。
従って、ボルト２５０を緩める前にあっては、図１の制御装置１２の制御により、摺動ソケット２０３を前進端側へ移動させることにより、摺動ソケット２０３をボルト２５０に係合させる位置で位置合わせすることができる。
この状態において、摺動ソケット２０３の前進端の内側の係合部２１２にボルト２５０のねじ頭部２５２が係合される位置まで、第２把持治具２３Ｒ２（図１，図３）を移動させることにより、ボルト２５０のねじ外し位置に摺動ソケット２０３をセットすることができる。

【０１３７】
図３１は、ボルト２５０を緩めている最中のボルト緩めツール７４の縦断面図である。
ボルト緩めツール７４は、図１の制御装置１２の制御により、ボルト２５０を緩め、図示せぬ車のボディから取り外す。
具体的には、ギア２０２は、制御装置１２の制御により、図示せぬ駆動源から供給される駆動力によりトルクを伝達し、筒２０１を周方向に回動させる。
この場合、周方向に駆動された筒２０１と、摺動ソケット２０３とは、互いに周方向に対し同期して回転するように係合されているため、筒２０１の回動に連動してトルクを伝達し摺動ソケット２０３も同様に周方向に回転する。
また、この場合、摺動ソケット２０３とボルト２５０のねじ頭部２５２とは、互いに周方向に対し同期して回動するように連結されているため、摺動ソケット２０３の回転に連動してトルクを伝達しボルト２５０も同様に周方向に回動する。
この場合、摺動ソケット２０３は、図１の制御装置１２の制御によって、流体通路２２からのエアーの排出を停止し、一端部から他端部に対しエアーを逆流させている。従って、摺動ソケット２０３に対する後退端側から前進端側へのエアーによる押圧は解除されている。
従って、この状態で、図１の制御装置１２の制御によってボルト緩めツール７４がボルト２５０を回して緩めることにより、ボルト２５０は軸力により浮き上がって後退端側へ移動し、摺動ソケット２０３は移動されたボルト２５０ごと前進端側から後退端側へ筒２０１内を摺動する。
そして、後退端側へ移動されたボルト２５０は、摺動ソケット２０３の流体機構２０４の基部２２１の前進端側の端部に設けられたマグネット２０６に当接することで吸着されロックされる。より正確には、ボルト２５０のねじ頭部２５２が当接した摺動ソケット２０３の係合部２１２がマグネット２０６に当接することで、ボルト２５０は係合部２１２越しにマグネット２０６に吸着されて固定される。
従って、ボルト２５０を緩める場合にあっては、図１の制御装置１２の制御により、ボルト緩めツール７４は、ギア２０２を駆動して筒２０１及び摺動ソケット２０３を回動することで、ボルト２５０を回して緩めることができる。そして、ボルト緩めツール７４は、ボルト２５０のねじ頭部２５２（より正確には、摺動ソケット２０３の係合部２１２）を、流体機構２０４に設けられているマグネット２０６に当接させることができる。これにより、ボルト２５０は、マグネット２０６に吸着されて、ボルト緩めツール７４の内部に保持される。
【０１３８】
図３２は、ボルト２５０を排出している状態のボルト緩めツール７４の縦断面図である。
図１の制御装置１２の制御により、第２把持治具２３Ｒ２の状態は、図３（Ａ）の緩め位置状態から図３（Ｂ）の把持位置状態に遷移する。
この図３（Ｂ）の把持位置状態で、ボルト緩めツール７４は、制御装置１２の制御により、保持しているボルト２５０を外部のボルト排出機構７６（図３）に排出する。
具体的には、流体機構２０４の流体通路２２２は、制御装置１２の制御により、図示せぬ流体貯留源から供給されるエアーを、流路を通じてボルト２５０側に排出する。この時排出されるエアーの圧力は、本実施形態においては、１［ｋｇｆ／ｃｍ^2］に設定される。
この場合、流体通路２２２から排出されたエアーは、摺動ソケット２０３の係合部２１２に衝突し、その押圧力により摺動ソケット２０３をボルト２５０ごと前進端側へ移動させる。
この時、ボルト２５０が前進端側に移動されることにより、ボルト２５０とマグネット２０６とが離間され、ボルト２５０とマグネット２０６との間の磁力が弱まる結果、マグネット２０６によるボルト２５０の吸着が解除されロックが開放される。
このように、図１の制御装置１２の制御によるエアーの排出によって、摺動ソケット２

０３を前進端側へ移動させることにより、摺動ソケット２０３内のボルト２５０の保持を解除させ、ボルト２５０を外部のボルト排出機構７６（図３）に排出することができる。

【０１３９】

ここで、ドア取り外し工程のボルト緩め動作に適用される手法について、本実施形態の手法と、従来の手法との差異について説明する。

【０１４０】

従来においては、電動ナットランナ等駆動源を持たせたロボットにて、ボルトを緩める手法が採用されていた。

即ち、従来においては、外れてくるボルトにあわせてロボットをフローティングさせたり、ツールにフローティング機構を付けてボルトの軸力でツールがフローティングする手法が採用されていた。

【０１４１】

このような従来の手法では、次のような第１乃至第３の問題点が生じていた。

第１の問題点とは、ものが大きいため、狭隘部や干渉が多い場では使用しにくいという問題点である。

第２の問題点とは、六角ナットでは使用できるが、長いボルトやフランジボルトには使用できないという問題点である。

第３の問題点とは、ロボットにてフローティングさせる場合、ボルトの動きにロボットの動きをあわせる必要があり、ロボットの移動動作のティーチングが複雑化される。

第４の問題点とは、クリアランスの少ない狭隘部にてツールがフローティングするので、フローティング量分ツールのサイズが小さくなくてはならないという問題点である。

【０１４２】

これに対して、図２８乃至図３２を用いて上述した本実施形態の手法を適用することで、これらの従来の第１乃至第４の問題点を解消することができる。

即ち、本実施形態の手法では、ボルト２５０を外す際ボルト緩めツール７４を動かすことなく、摺動ソケット２０３内でボルト２５０を収納させることができる。

また、本実施形態のボルト緩めツール７４は、ボルト２５０を緩めるためのトルクを摺動ソケット２０３を介して伝達することにより、ボルト２５０を軸力方向に摺動し、ボルト２５０をボルト緩めツール７４内に収納することができる。これにより、従来は動かさなければならなかったボルト緩めツールを動かす必要がなくなり、第１の問題、第３の問題及び第４の問題が解消する。

また、本実施形態のボルト緩めツール７４は、ボルト２５０を摺動ソケット２０３内に収納した後、マグネット２０６によりボルト２５０を吸着してロックすることができる。

また、本実施形態のボルト緩めツール７４は、先行技術のように、ナットとボルトがそれぞれ単体でソケット内を摺動するのではなく、フランジボルトのようにナットとボルトが勘合した状態で摺動ソケット２０３内に収納される。そして、摺動ソケット２０３は、摺動ソケット２０３の外径形状に削られた筒２０１内を軸力方向に沿って摺動することができる。即ち、フランジボルトのように半径方向に突出したボルトであっても、緩めて取りはずし収納することができる。これにより、従来は摺動させることができなかった半径方向に突出したフランジボルト等であっても、ボルトの摺動及び排出を行うことができるようになり、第２の問題が解消する。

また、本実施形態のボルト緩めツール７４は、ボルト２５０を緩めるための軸力方向への摺動及びボルト２５０の排出はエアーにより行われる。これにより、ボルトの動きに合わせてロボットを動かす必要がなくなり、第３の問題が解消する。

【０１４３】

このように、本実施形態のドア取り外しシステム１にソケットとして適用されたボルト緩めツール７４は、

締結部品としてのボルト（上述の例ではボルト２５０）の取り外しに使用するためのソケットであって、

締結部品と係合する係合部２１２と、

係合部２１２を内側に有する摺動ソケット２０３と、
摺動ソケット２０３が摺動し、かつ、共に回転する回転自在な筒２０１と、
摺動ソケット２０３の後退端側に設けられ、係合部２１２の外側と接するマグネット２０６と、
摺動ソケット２０３を前進端側に押し出す流体（本実施形態ではエアー）を係合部２１２の外側に向かって排出する流体機構２０４と、
を備えている。

【０１４４】
これにより、本実施形態では、上述の（１）乃至（８）の効果に加えてさらに、次の（９）の効果を奏することが可能になる。
（９）ボルト２５０を取り外すときには、筒２０１を回転させることにより、係合部２１２に係合されたボルト２５０を回転させ緩めて取り外すことができるのみならず、緩めて外したボルト２５０をマグネット２０６で吸着し、摺動ソケット２０３内に保持することができる。
また、ボルト２５０の排出時には、筒２０１を逆方向に回転させることにより、ボルト２５０とマグネット２０６との間の磁力を弱めてマグネット２０６による保持を解除し、かつ、流体機構２０４から排出するエアーの勢いにより、ボルト２５０を摺動ソケット２０３外に排出することができる。
これにより、マグネット２０６と流体機構２０４とに基づきボルト２５０の緩め及び排出を行うことができるため、コンパクトなスペースでドアの取り外しを行うことができる。

【０１４５】
なお、本発明は本実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

【０１４６】
例えば、双腕ロボット１１の第１アーム２２Ｒ１や第２アーム２２Ｒ２に取り付けられるエンドエフェクタは、上述の例に特に限定されず、上述の各種動作を実現可能なツールであれば足りる。

【０１４７】
なお、本明細書において、ドア取り外しシステムの動作を記述するステップは、その順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的或いは個別に実行される処理をも含むものである。

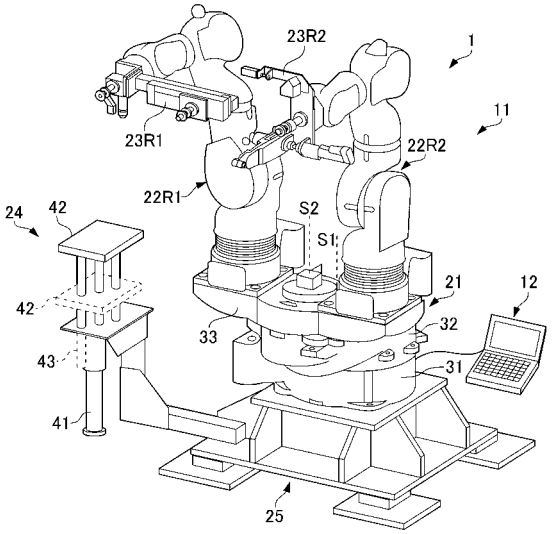
【０１４８】
また、本明細書において、システムとは、複数の装置や処理部により構成される装置全体を表すものである。

【符号の説明】

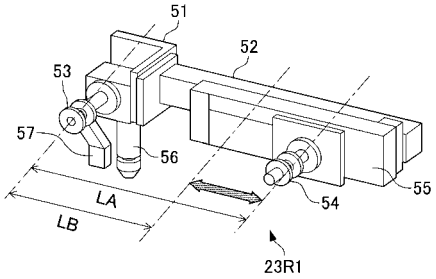
【０１４９】
１　ドア取り外しシステム
１１　双腕ロボット
１２　制御装置
２１　ロボット本体
２２Ｒ１　第１アーム
２２Ｒ２　第２アーム
２３Ｒ１　第１把持治具
２３Ｒ２　第２把持治具
２４　ドアＨ受け部材
２５　架台
３１　基台部
３２　第１旋回部
３３　第２旋回部

４１　昇降シリンダ
４２　ウレタンパッド
４３　計測シリンダ
５１　支持部
５２　フレーム
５３　ドア把持パッド
５４　ドア把持パッド
５５　機種切替シフト
５６　ドア開きピン
５７　センサ
７１　支持部
７２　ドア把持パッド
７３　フレーム
７４　ボルト緩めツール
７５　先端ツール切替機構
７６　ボルト排出機構
１７１　把持部
１７２　フローティング機構
２０１　筒
２０２　ギア
２０３　摺動ソケット
２０４　流体機構
２０５　軸受
２０６　マグネット
２１１　側縁部
２１２　係合部
２１３　孔部
２２１　基部
２２２　流体通路

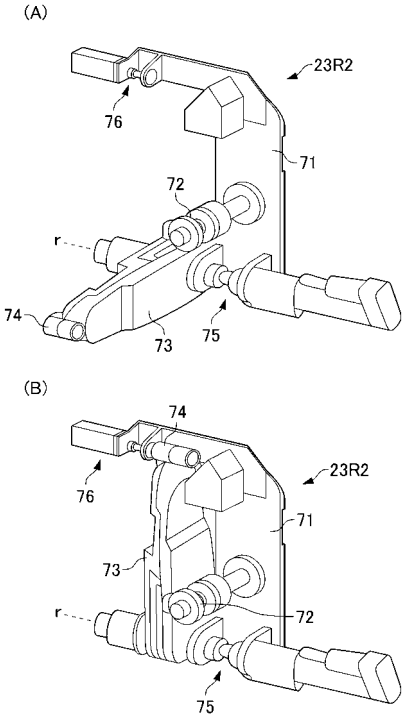
【図１】



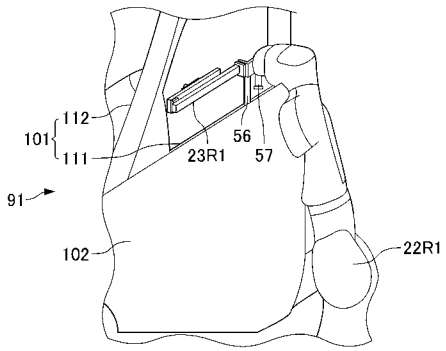
【図２】



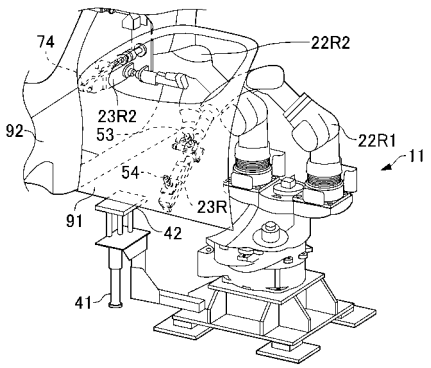
【図３】



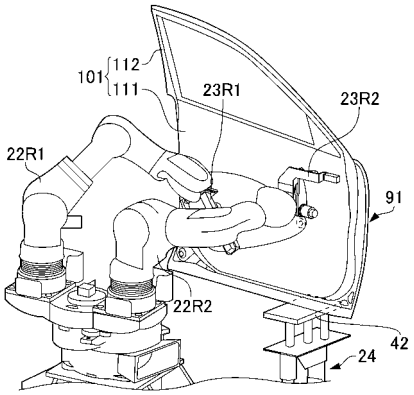
【図４】



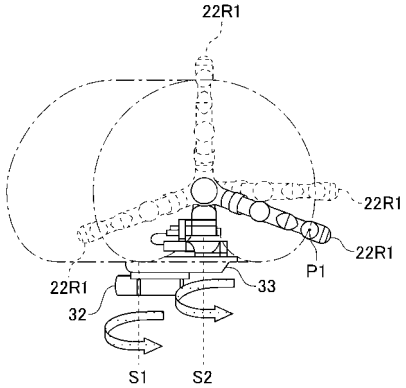
【図５】



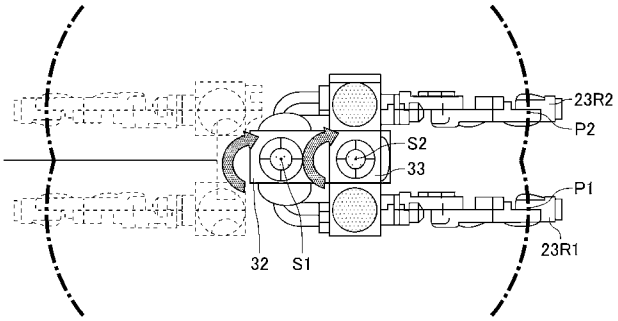
【図６】



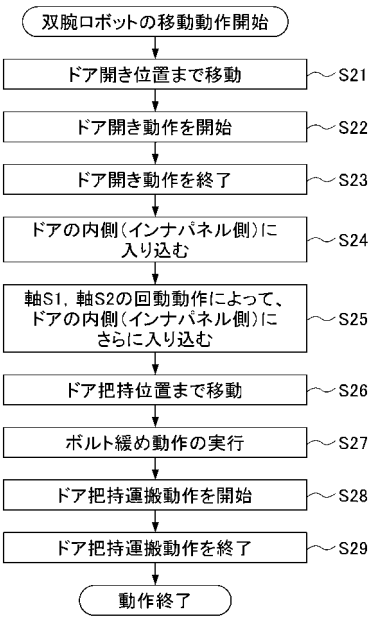
【図７】



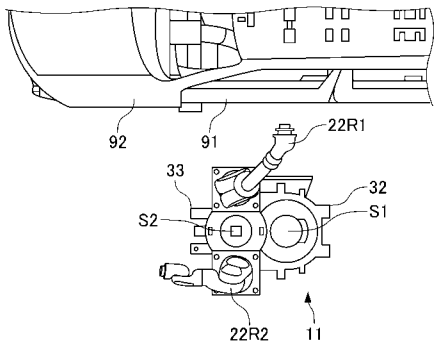
【図８】



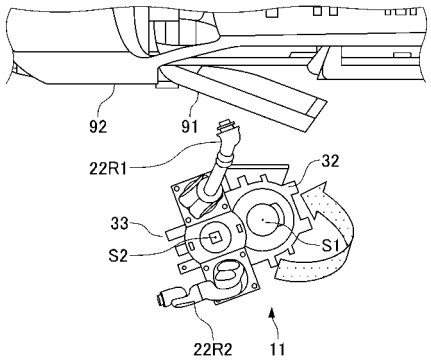
【図９】



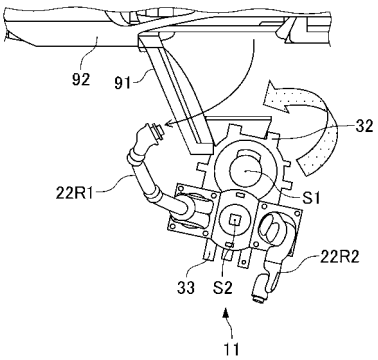
【図１０】



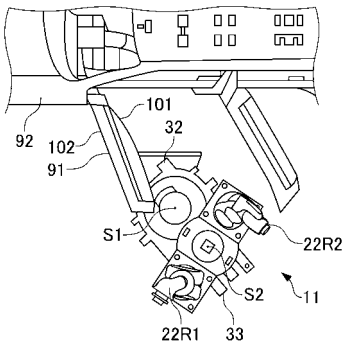
【図１１】



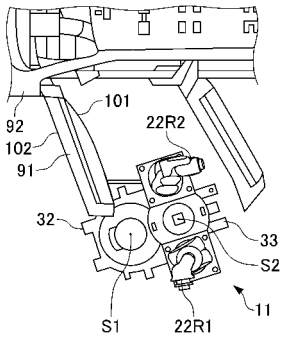
【図１２】



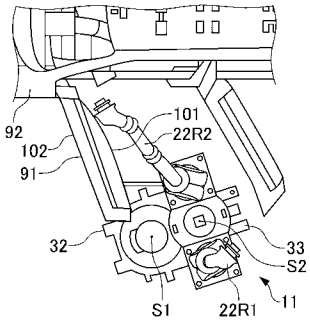
【図１３】



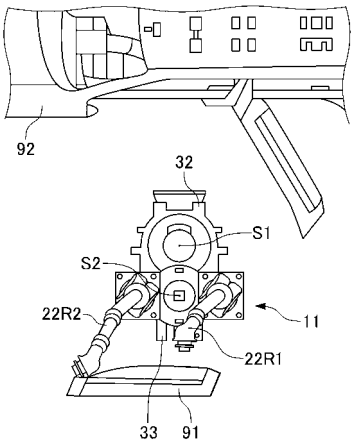
【図１４】



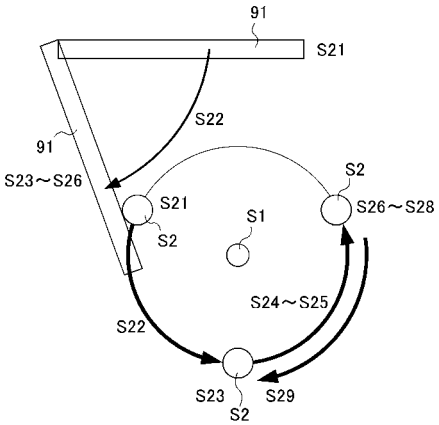
【図１５】



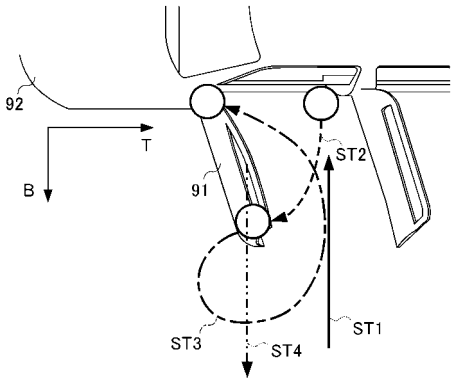
【図１６】



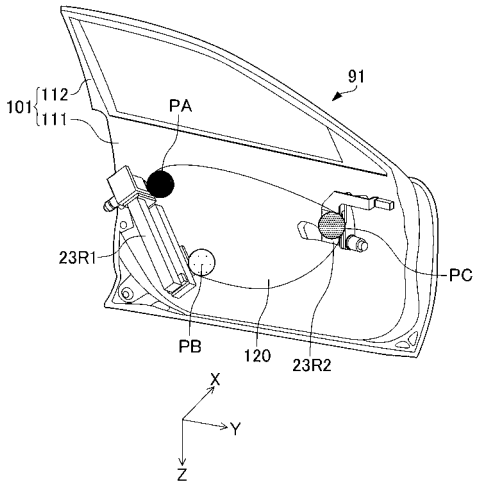
【図１７】



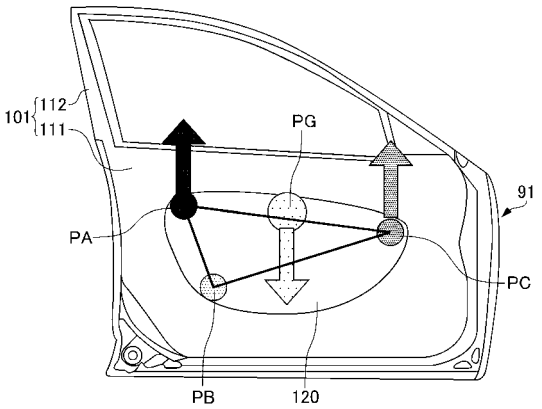
【図１８】



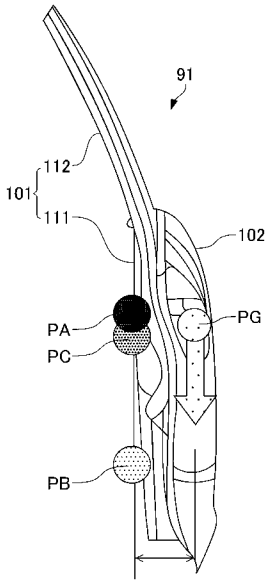
【図１９】



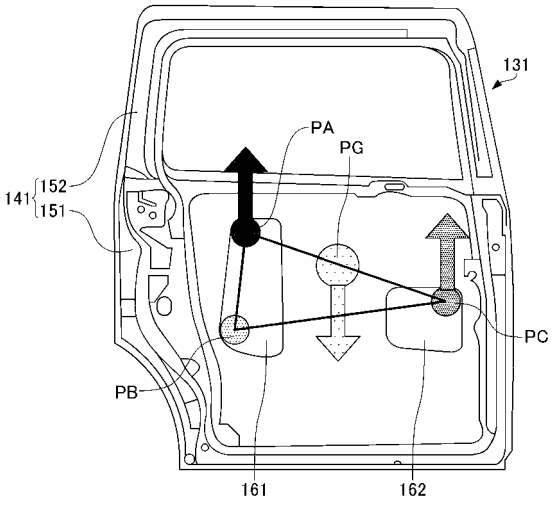
【図２０】



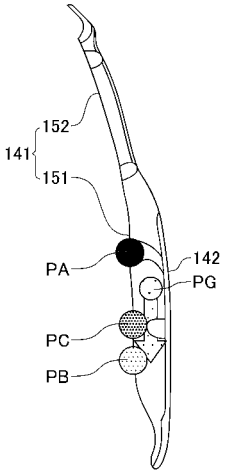
【図２１】



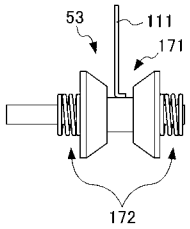
【図２２】



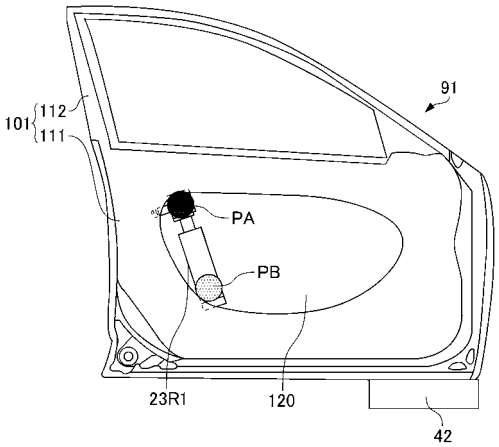
【図２３】



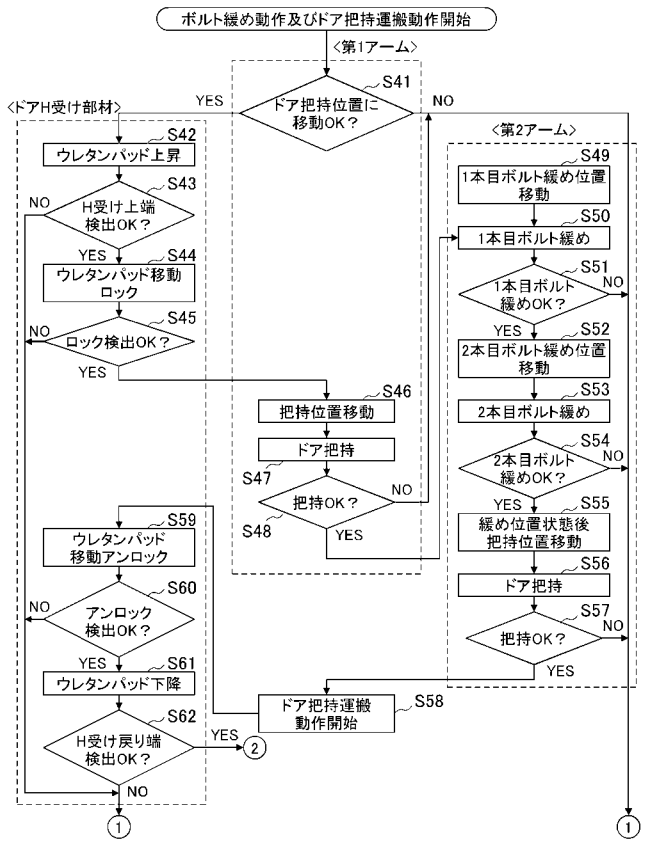
【図２４】



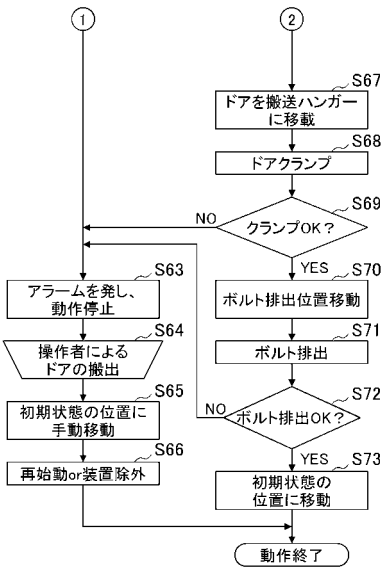
【図２５】



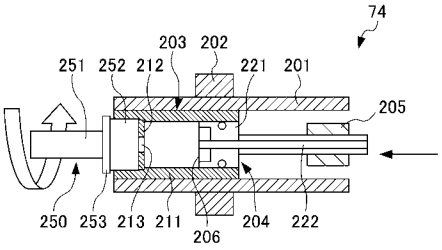
【図２６】



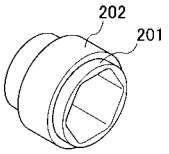
【図２７】



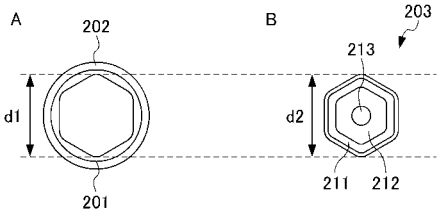
【図２８】



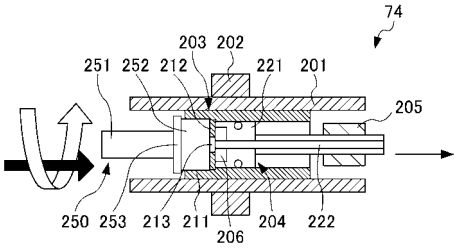
【図２９】



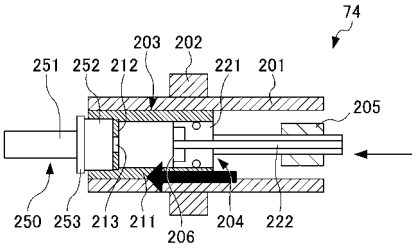
【図３０】



【図３１】



【図３２】



フロントページの続き

(72)発明者　藤井　玄徳
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台６－１　ホンダエンジニアリング株式会社内
(72)発明者　方山　朋久
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台６－１　ホンダエンジニアリング株式会社内
(72)発明者　野口　純男
栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台６－１　ホンダエンジニアリング株式会社内

Ｆターム(参考) 3C038 BB02