

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-537988

(P2005-537988A)

(43) 公表日 平成17年12月15日(2005.12.15)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 6 2 D 65/06	B 6 2 D 65/06	3 C 0 3 0
B 2 3 P 19/04	B 2 3 P 19/04	3 D 1 1 4
B 2 3 P 21/00	B 2 3 P 21/00	3 0 3 A

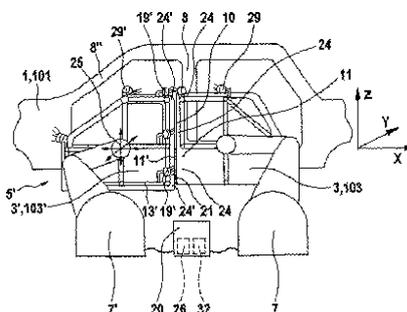
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2004-536998 (P2004-536998)	(71) 出願人	598051819 ダイムラークライスラー・アクチェンゲゼルシャフト
(86) (22) 出願日	平成15年9月6日 (2003.9.6)		
(85) 翻訳文提出日	平成17年5月10日 (2005.5.10)		
(86) 国際出願番号	PCT/EP2003/009915		
(87) 国際公開番号	W02004/026670		
(87) 国際公開日	平成16年4月1日 (2004.4.1)	(74) 代理人	100123342 弁理士 中村 承平
(31) 優先権主張番号	10242710.0	(74) 代理人	100095887 弁理士 鹿久保 伸一
(32) 優先日	平成14年9月13日 (2002.9.13)	(72) 発明者	ヘルムート・クラウス ドイツ連邦共和国 71157 ヒルドリ ッツハウゼン、ツァイジグヴェーグ 2
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	F ターム (参考)	3C030 BC04 BC16 BC31 BC35 CC03 DA01 DA02 DA04 DA08 DA24 DA33 DA37
(81) 指定国	EP (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), JP, US		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の追加部品を加工品に取り付ける方法及び装置

(57) 【要約】

本発明は、複数の追加部品 (3、3') を加工品 (1) 、特に車体に自動的に取り付ける方法に関する。本方法において、追加部品 (3、3') は、位置的に正確に互いに関して方向付けされて、加工品 (1) に固定される。各追加部品 (3、3') は、ロボット (7、7') に案内される取付け工具 (5、5') に保持される。取付け工具 (5、5') に固定して接続され、少なくとも1つのセンサ (19、19') を備えるセンサシステム (18、18') が、取付け工具 (5、5') の少なくとも1つに固定される。センサ (19、19') の測定値を用いて、取付け工具 (5、5') を予備位置 (23、23') に移動させるために、反復制御プロセス (A-2') が用いられる。この予備位置 (23、23') において、取付け工具 (5、5') に保持された追加部品 (3、3') は、位置的に正確に互いに関して位置合わせされる。その後、取付け工具 (5、5') が、取付け工具 (5、5') に保持され、かつ位置的に正確に互いに関して方向付けされた追加部品 (3、3') と一緒に、加工品 (1) に対して相対的に、予備位置 (23、2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の追加部品（3、3'）を加工品（1）、特に、車体に取り付ける方法であり、前記追加部品（3、3'）は、それらが正確に位置決めされて互いに関して方向付けされるように、前記加工品（1）に取り付けられる方法であって、

- ロボット（7、7'）によって案内される取付け工具（5、5'）が、各追加部品（3、3'）を送給し、位置決めするのに用いられ、前記取付け工具（5、5'）は、前記追加部品（3、3'）を受けるための固定装置（14、14'）を備え、前記取付け工具（5、5'）の少なくとも1つは、前記取付け工具（5、5'）に永久的に接続され、少なくとも1つのセンサ（19、19'）を有するセンサシステム（18、18'）を備え

10

- 前記取付け工具（5、5'）が、前記センサ（19、19'）の測定値を用いる反復閉ループ制御プロセス（A-2'）によって、予備位置（23、23'）に移動され、該位置において、前記取付け工具（5、5'）に保持された前記追加部品（3、3'）が、正確に位置決めされて互いに関して方向付けされ、

- 前記取付け工具（5、5'）に保持され、正確に位置決めされて互いに関して方向付けされた前記追加部品（3、3'）を有する前記取付け工具（5、5'）が、前記予備位置（23、23'）から前記加工品（1）に関する取付け位置（27、27'）に移動され、該位置において、前記追加部品（3、3'）が、前記加工品（1）に接続される方法

20

【請求項 2】

前記追加部品（3、3'）が、正確に位置決めされて互いに関して方向付けされる前記反復閉ループ制御プロセス（A-2'）の間に、以下のプロセスステップ：

- 前記センサ（19、19'）の（実）測定値が生成されるステップと、
- これらの（実）測定値が、設定段階の間に生成された（設定）測定値と比較されるステップと、

- 前記取付け工具（5、5'）の移動ベクトルが、前記（実）測定値と前記（設定）測定値との差から、前記設定段階の間に計算されたヤコビ行列を用いて計算されるステップと、

- 前記取付け工具（5、5'）が、この移動ベクトルと等しい量だけ移動されるステップと

30

が制御ループ内で実施されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記取付け位置（27、27'）に移動するために、第 2 反復閉ループ制御プロセス（C、C'）が実施され、該プロセスの間に、正確に位置決めされて互いに関して方向付けされた前記追加部品（3、3'）が、センサ（29、29'）の測定値を用いて、正確に位置決めされて、前記加工品（1）の基準領域（9）に関して方向付けされることを特徴とする請求項 1 あるいは 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記予備位置（23、23'）に達した後、前記ロボット（7、7'）の移動が、前記取付け位置（27、27'）に達したとき、前記追加部品（3、3'）の互いに関する前記正確に位置決めされた方向付けが維持されるように、連結されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 5】

前記追加部品（3、3'）は、正確に位置決めされて互いに関して方向付けされ、車体（1）のドア開口部（2、2'）に固定してねじ止めされる該車体（1）の運転席ドア（3'）と後部ドア（3）であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

複数の追加部品（3、3'）を加工品（1）に同時に取り付けるための、特に 2 つの隣

50

接する車両ドア（３、３'）を車体（１）に取り付けるための取付けシステム（４）であって、

- 追加部品（３、３'）を受けするための取付け工具（５、５'）がそれぞれ装着された複数のロボット（７、７'）を有し、
- 前記ロボット（７、７'）の経路を開ループ制御し、前記取付け工具（５、５'）の移動を開ループ制御するための処理プログラムを前記ロボット（７、７'）ごとに有する開ループ制御システム（２０）を有し、
- 前記取付け工具（５、５'）の１つに永久的に接続され、１つ以上のセンサ（１９、１９'）を備えるセンサシステム（１８、１８'）を有し
 - 前記センサ（１９、１９'）の少なくとも１つは、他の取付け工具（５、５'）
- に保持される前記追加部品（３、３'）の基準領域（１１、１１'）に向けられ、
- 前記センサシステム（１８、１８'）の測定値を評価するための評価ユニット（２６）を有する取付けシステム（４）。

10

【請求項 7】

前記センサ（１９、１９'）の少なくとも１つは、計量的に校正されていないセンサであることを特徴とする請求項 6 に記載の取付けシステム。

【請求項 8】

前記ロボット（７、７'）の前記開ループ制御システム（２０）と、前記センサシステム（１８、１８'）の前記評価ユニット（２６）との間の通信のために、TCP/IP インターフェイスが用いられることを特徴とする請求項 6 あるいは 7 に記載の取付けシステム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の追加部品を加工品、特に、車体に取り付ける方法であって、これらの追加部品が、正確に位置決めされて、互いに関して方向付けされる方法に関する。さらに、本発明は、この方法を実行する取付けシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

追加部品（例えば、ドア、後部モジュール、及び前部モジュールなど）は、取付け作業の過程で、外部領域及び内部領域の異なる箇所に取り付けられるか又は据え付けられる。車両の高品質な外観の観点から、これらの追加部品を、車体の隣接領域に関して又は他の（隣接する）追加部品及び据え付けられた部品に関して、高精度に方向付けし、これによって、それらの追加部品を、それらと隣接する車体領域との間に所定の接合が確実に得られるように、位置決めすることが必要である。この目的のために、追加部品は、車体に関して、正確に位置決めされて方向付けされ、この状態で、接合方法、例えば、ねじ止めによって、車体に取り付けられねばならない。加工品に関する追加部品の高精度な方向付けのためのこのような方法は、例えば、本願出願人による PCT 出願、整理番号：P803949/WO/1 に記載されている。

30

40

【0003】

多くの用途において、取付け作業の間に、複数の追加部品（異なる部品、通常、隣接する部品）が加工品に取り付けられるが、これらの部品は、隣接する車体領域に関してのみならず、互いに関しても、可能な限り正確に方向付けされねばならない。この例として、車体へのサイドドアの取付けが挙げられる。この場合、運転席ドアは、Bピラーの近傍において、後部ドアに直接的に隣接する。仕上げられた車両の高品質な外観を達成するために、これら 2 つのドアの位置は、高精度に互いに関して整合しなければならない。特に、運転席ドアと後部ドアとの間に形成される隙間は、可能な限り均一でなければならないし、さらに、この領域における 2 つのドアの深さ寸法は、可能な限り正確に一致しなければならない。この理由から、自動化が可能であり、2 つのドアの極めて正確な相対的な方向

50

付けが制御された処理によって得られるように、これら2つのドアを関連するドア開口部に挿入し、取り付けの用に用いられ得る大規模な連続的製造方法に、多くの関心が集まっている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、本発明は、自動化が可能であり、複数の追加部品、特に2つの隣接する車両ドアを、加工品、特に車体に、それらが互いに関して正確に位置決めされるように、取り付けの用に用いられ得る方法を提案する目的に基づいている。また、本発明は、この方法を実行するのに適した装置を提案する目的に基づいている。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的は、本発明により、請求項1及び6の特徴によって達成される。

【0006】

従って、正確に位置決めされて互いに関して取り付けられるべき追加部品が、通常の取付けプロセスにおいて、加工品に取り付けられる。追加部品は、ロボットに案内される取付け工具を用いて、位置決めされ、取り付けられる。個別のロボットに案内される取付け工具は、該当する追加部品の各々に対して設けられる。これらの取付け工具を用いて、一緒に据え付けられるべき追加部品は、まず、予備位置において、正確に位置決めされて、互いに関して方向付けされ、次いで、この正確に位置決めされた方向付けを維持しながら、加工品に位置決めされ、そこに接続される。追加部品を予備位置において方向付けするために、反復閉ループ制御プロセスが用いられる。このプロセスによって、第2追加部品（及び、可能であれば、他の追加部品）は、空間的に固定されて保持される第1追加部品に関して、それらの追加部品の所望の相対的な位置に達するまで、移動され、及び/又は回転される。反復閉ループ制御プロセスは、センサシステムの測定値を用いる。このセンサシステムは、取付け工具の1つに永久的に接続され、追加部品に対して、特に相対位置の評価に対して重要である選択された測定変数の測定値を供給する。もし、例えば、加工品内において互いに関して隣接して据え付けられるべき2つの追加部品が、互いに関して、それらの隣接する縁によって方向付けされる場合、これらの縁に沿った隙間の寸法は、測定変数として著しく重要な役割を果たす。

20

30

【0007】

追加部品を、正確に位置決めして、互いに関して方向付けするための反復閉ループ制御プロセスは、以下のプロセスステップを備えると有利である：

- 測定変数の（実）測定値を生成し、
- これらの（実）測定変数を、（実際の作業段階に先行する）「設定段階」と呼ばれるものの間に生成した（設定）測定値と比較し、
- 取付け工具の移動ベクトルを、設定段階の間に計算された「ヤコビ行列」（又は「感度行列」と呼ばれるものを用いて、（実）測定値と（設定）測定値との差から計算し、
- 取付け工具を、この移動ベクトルに等しい量だけ、互いに関して移動させる。

【0008】

40

この制御ループは、

- （設定）測定値と（実）測定値との差が、所定の閾値未満になるまで、又は
 - 連続的な反復ステップ中にもたらされるこれらの差の減少が、所定の閾値未満になるまで
- 実施される。

【0009】

（設定）値及びヤコビ行列は、両方とも、実際の位置決め及び取付けプロセスに先行する設定段階の間に、決定される。この段階の間に、取付け工具は、具体的な取付け作業に対して、訓練される。この設定段階は、工具、センサシステム、加工品、及び用いられる追加部品の種類と据付け位置の新しい組合せを設定する過程で、一度実施される。

50

【0010】

この方法は、加工品と追加部品の正確な空間位置とは無関係である、という大きな利点を有している。特に、制御されて実施される位置決めプロセスであって、その間に、取付け工具内に保持された追加部品が、正確に位置決めされて、互いに関して方向付けされる位置決めプロセスは、関連するロボットの作業空間内における個々の追加部品の絶対位置に関するいかなる情報をも必要としない。本発明による方法は、相対的な測定値にのみ基づき、これらの測定値の範囲内において、センサシステムの一連の（設定）測定値に対応する（設定段階において記憶された）情報が、閉ループ制御プロセスによって復元される。これは、処理と機器に関する以下の大きな利点を伴う；

- 一方では、センサの内部的なメートル法校正が必要ではない。何故なら、用いられるセンサは、もはや「測定」せず、単にセンサ信号の単調な変化をロボットの単調な増分移動に対応させるのみでよいからである。これは、例えば、テレビジョン、又はCCDカメラがセンサとして用いられるとき、そのカメラ内のレンズ歪は補償される必要がなく、三角測量センサが用いられるとき、距離値の正確なメートル法計算は必要がないことを意味する。

- さらに、センサの外部的なメートル法校正が必要ではない。これは、適切な補正移動を計算し得るために、センサの位置が、センサが装着されたロボットの作業空間又は関連するロボットの手の座標システムに関して、計量的に決定される必要がないことを意味している。センサは、単に、その検出範囲において、方向付けプロセスにおいて関連する追加部品の基準領域の適切な測定データを検知することができるように、取付け工具に取り付けられるだけでよい。

【0011】

このように、センサの内部的及び外部的な校正を決定する校正プロセスを完全に省くことができる。従って、校正されるセンサよりも著しく簡単で、従って、安価でもある計量的に校正されていないセンサが用いられ得る。従って、計測器の設計及びシステムの全体の据付けと操作が、極めて費用効率よく実施され得る。さらに、取付けシステムの初期の据付け及び保守が、徹底的に簡素化され、訓練された人員によっても実施させ得る。

【0012】

追加部品の互いに関する相対的な位置決めの結果も、用いられるロボットの絶対的な位置決め精度と無関係である。何故なら、予備位置に移動させるために実施される反復閉ループ制御プロセス中に生じ得るロボットの誤差は補償されるからである。位置決め結果における極めて高い反復精度は、誤差連鎖が少ないので、必要に応じて、達成され得る。

【0013】

追加部品の相対的な位置決めのために、この方法を用いて補償され得る位置決めの自由度の数は、自在に選択可能であり、センサシステムの構成にのみ依存する。用いられるセンサの数も自在に選択可能である。入手し得る（スカラー）センサ情報項目の数は、単に閉ループ制御される自由度の数以上でなければならない。特に、比較的多数のセンサを設けることができ、余分のセンサ情報は、例えば、追加部品の対象とされる基準領域の形状誤差を良好に検知するために、又は位置決めプロセスの精度を改良するために用いられ得る。最終的に、異なる非接触及び/又は触知の情報源（例えば、CCDカメラ、光学的隙間センサ、及び触知距離測定センサ）から得られるセンサ情報も、用いられ得る。その結果、適切なセンサを用いて、追加部品の方向付けプロセス中、異なる品質に関連する変数（隙間寸法、接続部寸法、深さ寸法）の測定結果を、互いに関して、考慮することができる。

【0014】

この方法によれば、追加部品を互いに関して位置決めするときに起こり得る未解決の不確実性を急速に補償することができる。このような未解決の不確実性は、それぞれの取付け工具において互いに関して方向付けされるべき追加部品の位置の偏差の結果を生じ、及び/又は構成要素の寸法公差によって生じる追加部品の形状誤差の結果を生じ得る。

【0015】

10

20

30

40

50

その間に、追加部品が互いに関して所望の相対的な位置に移動される位置決めプロセスが完了したとき、このように互いに関して方向付けされた追加部品が、加工品に運ばれ、そこに接続される。(予備位置において達成された)2つの追加部品の極めて高精度な相対的方向付けの喪失を避けるために、追加部品を運ぶ2つのロボットは、予備位置において互いに連結されると有利である。2つのロボットの1つは、「主」ロボットとして用いられ、その移動に、他のロボット、いわゆる、「従」ロボットが追従する。追加部品が加工品に向かって移動するとき、「主」ロボットは、その設定経路に沿って、「従」ロボットを伴い、その結果、追加部品間の空間関係は変化せずに維持される。このような連結をもたらすために用いられ得る開ループ制御の原理は、例えば、欧州特許出願公開第752633 A1号明細書から知られている。この特許の内容は、この出願に援用されるものとする。

10

【0016】

追加部品を互いに関して高精度に方向付けするのに加えて、追加部品を加工品に位置決めし、取り付けるときに、高い水準の精度を得るために、反復閉ループ制御プロセスの間に、(取り付けロボットによって互いに連結された)追加部品を加工品にはめ込むと、有利である。この場合、取り付け工具の1つに永久的に接続されるさらに他のセンサシステムが設けられ、このセンサシステムは、連結された追加部品が加工品に向かって移動するとき、加工品の選択された基準領域に向けられるセンサを備える。加工品に対して追加部品の反復方向付けを行なうのに、前述した追加部品を互いに関して反復方向付けする方法と類似の方法において、センサによって供給される測定値が用いられる。

20

【0017】

本発明のさらに他の有利な実施の形態は、従属項において見出され得る。以下、図面に示される例示的な実施の形態を参照して、本発明をさらに詳細に説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

図1は、車両の取付けの過程で後部ドア3が取り付けられる後部ドア開口部2と、運転席ドア3'が取り付けられる前部ドア開口部2'とを有する車体1の詳細を示している。この車体1は、隣接する開口部2、2'を有する加工品の例であり、これらの開口部2、2'内に、それらの開口部2、2'の形状に適するようになっている隣接する追加部品3、3'が、正確に位置決めされて挿入される。ドア3、3'の据付け位置で、後部ドア3は、車体1のBピラー8の近傍において、その走行方向における前部の縁10が、運転席ドア3'の走行方向における後部の縁10'に直接に隣接する(図1b及び1c参照)。

30

【0019】

車体1への2つのドア3、3'の取付けは、作業空間6を有する(図1に概略的に示される)自動取付けシステム4を用いて行なわれる。取付けシステム4は、産業用ロボット7によって案内され、後部ドア3を送り込み、それを車体1のドア開口部2に位置決めする取付け工具5を備えている。さらに、取付けシステム4は、産業用ロボット7'によって案内され、運転席ドア3'を送り込み、それを車体1のドア開口部2'に位置決めする取付け工具5'を備えている。開ループ制御システム20が、ロボット7、7'と工具5、5'の位置と移動を開ループ制御するために、設けられている。左側の後部ドア3と運転席ドア3'を取り付けるための図1の取付けシステム4と同じように、右側の後部ドアのためのさらに他の取付けシステムが(車体1の反対側に)設けられ、このさらに他の取付けシステムの設計及び操作方法は、取付けシステム4の設計及び操作方法に(鏡面对称で)対応している。

40

【0020】

車体1の高品質な視覚的外観を確実にするために、ドア3、3'は、車体1のドア開口部2、2'に隣接する領域9に関して、(位置と角度姿勢に関して)、正確に位置決めされて取り付けられねばならない。従って、これらの周囲領域9は、車体1に関して、ドア3、3'を互いに関して方向付けするための基準領域と呼ばれるものを形成する。さらに

50

、2つのドア3と3'を、それらの隣接する縁10、10'の近傍において、それらのドアが所定の相対的位置を確保し、特に、均一な隙間21を形成し、車体のZ(垂直)方向とY(横)方向における長さに関して互いに適合するように、高精度で方向付けすることが重要である。従って、ドア3、3'の縁10、10'に隣接する領域11、11'は、ドア3、3'を互いに関して方向付けするための基準領域と呼ばれるものを形成する。

【0021】

運転席ドア3'をドア開口部2'に位置決めし、続いて取り付けるのに用いられるロボットに案内される取付け工具5'が、図2に概略的に示されている。産業用ロボット7'の手12'に取り付けられたこの取付け工具5'は、運転席ドア3'を明確に限定された位置に保持することができる固定装置14'が取り付けられたフレーム13'を備えている。ドア3'は、ドア3'の内側15'の固定装置14'によって、取付けヒンジがドアの取付けの過程でねじ止めされる(図2では図示せず)ヒンジ保持面16'のごく近傍において、保持される。運転席ドア3'への固定装置14'の係合点のこの選択によって、車体1における運転席ドア3'の(ヒンジによって限定される)接続点と固定装置14'の係合点との間に最小のレバーアームしか存在しないことが確実に成り、その結果、固定装置14'に保持されるドア3'の重力の影響が、完全に据え付けられたドア3'への重力の影響とほぼ等しい。これによって、ドアの据付け中に生じる形状の歪みが最小量であることが確実に成る。固定装置14'は、ドア3'が固定装置14'に保持されている間にヒンジが取り付けられ得るように、ドアの内側15'のヒンジ保持面16'の領域が自在に接近可能であるように設計されている。図2に示される固定装置14'の設計によれば、ドア3'が、取付け工具5'によって、車体1'の据付け位置(すなわち、閉じた状態)に位置決めされることも確実に成る。固定装置14'は、取付け工具5'のフレーム13'に関して、回転及び/又は旋回することができるように配置され、その結果、取付けの後、取り付けられ、かつ閉じたドア3'の窓開口部17'を通して取り外しされ得る。後部ドア3に対する取付け工具5も、同様に設計されている。

10

20

【0022】

取付け工具5'に固定された運転席ドア3'が、取付け工具5'に保持された後部ドア3'に関して、正確に位置決めされて方向付けされ得るように、取付け工具5'は、取付け工具5'のフレーム13'に堅く接続された複数(図2の概略図では3個)のセンサ19'を有するセンサシステム18'を備えている。従って、これらのセンサシステム18'は、取付け工具5'と共に1つの構造的なユニットを形成する。これらのセンサ19'は、後部ドア3'の前縁10と運転席ドア3'の後縁10'との間の接合部寸法、隙間寸法、及び深さ寸法を測定するために用いられる。取付け工具5'に保持される運転席ドア3'は、以下に述べるように、センサシステム18'を用いる反復閉ループ制御プロセスによって、後部ドア3'に関して、方向付けされる。

30

【0023】

もし取付けシステム4が、新しい加工作業、例えば、新しい型式の車両へのドアの取付けのために設定される場合、まず、取付け工具5、5'が設定される設定段階と呼ばれるものが実施されねばならない。この場合、取り付けられるべき運転席ドア3'と同様、適合された固定装置14'、適切に設計されたフレーム13'、及び対応するセンサ19'を有するセンサシステム18'が選択され、かつ一緒に設定され、取付け工具5'を形成する。さらに、後部ドア3'に対する取付け装置5'が、固定装置14'とフレーム13'から設定される。この後、取付け工具5'のセンサシステム18'は、以下のI項において述べられるように、「主」後部ドア103と「主」運転席ドア103'に関して記録されているセンサシステム18'の(設定)測定値によって、「訓練」される。さらに、以下のII項において述べられるように、第2訓練段階において、互いに関して方向付けされた2つの「主」ドア103、103'が、「主」車体101に対して訓練され、閉ループ制御による設定で運行されるロボット7、7'の移動経路の経路区間がプログラムされる。これらの段階I及びIIが完了した後、このように設定され、かつ校正された取付けシステム4は、ロボット7、7'の作業空間6に送られる各車体1ごとに、作業段階と呼ばれる

40

50

ものが実施される連続的な使用に対して準備が整った状態にある。この作業段階中に、以下のIII項において述べられるように、2つの関連するドア3、3'は、まず、正確に位置決めされて互いに関して方向付けされ、次いで、一緒にドア開口部2、2'に運ばれ、そこに位置決めされ、そこに取り付けられる。

【0024】

I. 隣接する追加部品に関する(すなわち、後部ドア103に関する)取り付け工具5'の設定段階:

新たに用意された取り付け作業を実施するために、第1ステップにおいて、まず、前述したように設定された後部ドアの取り付け工具5が、ロボットの手12に取り付けられ、その取り付け工具5には、「主」後部ドア103が備え付けられる。次いで、取り付け工具5は、ロボット7を用いて、車体101の実際の取り付け領域122の外側に位置する自在に選択可能な所謂後部ドアの予備位置23に移動され、この位置において、設定段階中、固定して保持される。

10

【0025】

さらに、取り付け作業に適合されたセンサシステム18'が選択され、固定装置14'と共に設定され、取り付け工具5'を形成する。この取り付け工具5'は、それ自身、ロボットの手12'に取り付けられる。固定装置14'に「主」運転席ドア103'が備え付けられ、この固定装置4'は、2つのドア103、103'の互いに関する「最適な」方向付けが得られるように、後部ドアの予備位置23において、(手動又は対話形式で)(「主」)後部ドア103に関して方向付けされる(図1b参照)。この「最適な」方向付けは、この場合、2つのドア103、103'間の隙間21が可能な限り均一であるように、車両の横方向(Y方向)において2つの縁10、10'間に深さのずれがないように、及び2つのドア(103、103')の基準領域(11、11')がZ方向において互いに一列に並ぶように、定められる。ここで、取り付け工具5に関し、取り付け工具5'によってとられる相対位置は、以下、運転席ドアの予備位置23'と呼ばれる。

20

【0026】

取り付け工具5'のフレーム13'におけるセンサ19'の数と位置は、それらのセンサ19'が、「最適な」方向付けに特に重要な(「主」)運転席ドア103'の適切な領域24'、又は(「主」)後部ドア103の領域24に向けられるように選択される。図2、1bにおける例示的な実施の形態において、図1に示される領域24、24'に向けられる3つのセンサ19'が用いられる。この場合、これらのセンサ19'は、2つの(「主」)ドア103、103'の互いに対向する縁10、10'の上領域、中心領域、及び下領域における隙間の測定を行なう。個々のセンサ19'及びそれらのセンサが方向付けされる周囲領域24、24'の数は、それらが各用途に関連する品質的な特徴の最良であり得る特性を許容するように選択される。隙間測定センサ19'に加えて、例えば、2つの(「主」)ドア103、103'間の(深さ)距離を測定する他のセンサを設けることもできる。

30

【0027】

センサシステム18'と固定装置14'に保持された(「主」)運転席ドア103'を有する取り付け工具5'が、ロボット7'を用いて、運転席ドアの予備位置23'(これは、手動又は対話形式の方向付けによって設定され、図1bにおいてとられている)に対して「訓練」される。この場合、全てのセンサ19'の測定値は、まず、運転席ドアの予備位置23'で記録され、センサシステム18'の評価ユニット26内に「設定測定値」として記憶される。このセンサ評価ユニット26は、ロボット7、7'の開ループ制御システム20内に一体化されると、都合がよい。次いで、ロボット7'を用いて、(「主」)後部ドア103に関する取り付け工具5'及びそれに保持された(「主」)運転席ドア103'の位置が、運転席ドアの予備位置23'から、図1bの矢印25で示されるような既知の移動経路に沿って、系統的に変化させられる。これらは、一般的に、ロボット7'のその自由度における増分移動である。このプロセスにおけるセンサ19'の測定値の変化は、(完全又は部分的に)記録される。ヤコビ行列(感度行列)と呼ばれるものが、この

40

50

センサ情報から知られている態様で計算される。前記行列は、ロボット7'の増分移動とプロセスにおけるセンサの測定値に生じる変化との間の関係を記述する。ヤコビ行列を決定するための方法は、例えば、S.ハッチンソン(S. Hutchinson)、G.ヘーガ(G. Hager)、及びP.コーク(P. Corke)による「視覚的サーボ制御に関する指導(A tutorial on Visual servo Control)」(電気電子技術者協会 ロボット工学及び自動化学会誌(IEEE Transactions on Robotics and Automation)12(5)、1996年10月、651-670頁)に記載されている。この文献には、有効なヤコビ行列を得るために満足されねばならない移動経路と測定環境からなる要件(不変性、単調さ、など)も記載されている。増分測定は、この設定プロセス中に、取付け工具5'又は(「主」)運転席ドア103'と固定して保持された(「主」)後部ドア103との間に衝突が存在し得ないように選択される。

【0028】

設定段階において生成されたヤコビ行列は、「設定測定値」と一緒に、センサシステム18'の評価ユニット26内に記憶され、後続の作業段階における位置決め閉ループ制御プロセスA-2'の基礎を構成する(以下のIII項参照)。

【0029】

II.加工品に関する(すなわち、車体1に関する)取付け工具5'の設定段階

その後のステップにおいて、2つの取付け工具5、5'は、ロボット7、7'を用いて(手動又は対話形式で)、取付けシステム4の作業空間6に位置する(「主」)車体101に移動される。この場合、予備位置23、23'に対応する2つの(「主」)ドア103、103'の相対位置(すなわち、プロセスステップIにおいて手動によって設定された2つのドア103、103'の所望の相対的な方向付け)が維持される。

【0030】

次いで、(予備位置23において固定して保持された)取付け工具5に関する取付け工具5'の予備位置23'の前述の訓練と同様に、2つの取付け工具5、5'の連結システムが、(「主」)車体101に関して訓練される。この目的のために、取付け工具5、5'に保持された(互いに関して方向付けされた)2つのドア103、103'が、ロボット7、7'を用いて(手動又は対話形式で)、(「主」)車体101のドア開口部102、102'で、所望の(「最適な」)位置決めと方向付けで位置決めされる。ここで(「主」)車体101に関し、1対のドア103、103'によってとられた相対的な位置は、以下、「取付け位置」27と呼ばれ、この取付け位置は、2つのドアが車体101に取り付けられるべき位置であって、車体101に関する1対のドア103、103'の相対的な方向付けに対応する。

【0031】

取付け位置27を訓練するために、(センサ29'を有する)さらに他のセンサシステム28'が用いられる。このセンサシステム28'も、取付け工具5'に永久的に接続される。この場合、センサシステム19'のセンサ18'のいくつか(又は全て)が、センサシステム28'のセンサ29'としても用いられ得る。センサ29'は、それらが、(「主」)車体101の選択された基準領域9及び/又は(「主」)運転席ドア103'の選択された基準領域30'に向けられるように、取付け工具5'に取り付けられる。本例示的な実施の形態において、センサシステム28'は、4つのセンサ29'を備え、それらの2つは、Aピラー8'の近傍において車体領域9に向けられ、段階Iにおいて2つのドア103、103'の相対的な方向付けのためにすでに用いられた他のセンサ19'は、Bピラー8'の上部領域に向けられる。センサ29'を、それぞれの検出範囲内において、運転席ドア103'と車体101との間の隙間31'の幅を測定する(光学式)隙間センサとすると、有利である。

【0032】

次いで、ロボット技術によって互いに連結され、センサシステム28'を有する取付け工具5、5'は、連結されて移動されるロボット7、7'を用いて、(「主」)車体10

1 に関して、1 対の（「主」）ドア 1 0 3、1 0 3' の（手動又は対話形式で設定された）取付け位置 2 7、2 7' に対して「訓練」される。この反復訓練は、I 項において述べた取付け工具 5' の訓練プロセス、すなわち、取付け工具 5' が（「主」）運転席ドア 1 0 3' と共に、固定して保持された（「主」）後部ドア 1 0 3 に関して、（運転席ドアの）予備位置 2 3' に訓練されるプロセスと同様の方法で行なわれる。まず、2 つの取付け工具 5、5' が取付け位置 2 7、2 7' にある間に、（「主」）車体 1 0 1 及び / 又は（「主」）運転席ドア 1 0 3' の基準領域 9、3 0' の測定値が、センサシステム 2 8 を用いて、記録され、センサシステム 2 8 と関連し、ロボット 7、7' の開ループ制御システム 2 0 内に一体化されている評価ユニット 3 2 内に「設定測定値」として記憶される。次いで、この取付け位置 2 7、2 7' を始点として、互いに関して方向付けされた（「主」）ドア 1 0 3、1 0 3' の位置が、互いに同期している連結されたロボット 7、7' を用いて、既知の移動経路（矢印 2 5''）に沿って、（「主」）車体 1 0 1 に関して、系統的に変化させられる。連結された取付け工具 5、5' のヤコビ行列（感度行列）が、センサ 2 9' の測定値の関連する変化から計算される。前記ヤコビ行列は、連結されたロボット 7、7' の増分移動とそのプロセスにおけるセンサ 2 9' の測定値に生じる変化との間の関係を記述する。増分移動は、この設定段階中のドア 1 0 3、1 0 3' 又は工具 5、5' と（「主」）車体 1 0 1 との間に衝突が生じ得ないように、選択される。生成されたヤコビ行列は、「設定測定値」と共に、センサシステム 2 8' の評価ユニット 3 2 内に記憶され、車体 1 に関する、連結された工具 5、5' の位置決め段階 C、C' における後続の開ループ制御プロセスの基礎を構成する（以下の I I I 項参照）。

10

20

【0 0 3 3】

取付け位置 2 7、2 7' の訓練に加えて、この設定段階において、（図 3 において概略的に示される）ロボット 7、7' の移動経路 3 3、3 3' が生成される。2 つのロボット 7、7' の移動経路 3 3、3 3' の始点は、いずれの場合も、「戻り移動位置」3 4、3 4' と呼ばれるものによって形成される。この戻り移動位置 3 4、3 4' は、新しい車体 1 が、車体 1 と取付け工具 5、5' との間に衝突が生じ得ないように、ロボット 7、7' の作業空間 6 内に導入され得るように選択される。これらの戻り移動位置 3 4、3 4' は、例えば、据え付けされるべきドア 3、3' が取付け工具 5、5' に（手動で）備え付けられる種々の装備ステーション（図示せず）に相当する。あるいは、戻り移動位置 3 4、3 4' は、取付け工具 5、5' が、据え付けられるべきドア 3、3' を加工品の搬送台から（自動で）取り外すための取り外しステーションにも相当し得る。

30

【0 0 3 4】

この戻り移動位置 3 4、3 4' を始点として、2 つの取付け工具 5、5' の移動経路 3 3、3 3' は、以下の個別の区間を含んでいる：

【0 0 3 5】

A - 1

後部ドア 3 が挿入された後部ドアの取付け工具 5 が、戻り移動位置 3 4 から後部ドアの予備位置 2 3 に、開ループ制御で運行される経路 A - 1 に沿って、移動される。

【0 0 3 6】

A - 1'

同時に又はこの後、運転席ドア 3' が挿入された運転席ドアの取付け工具 5' が、開ループ制御で運行される経路 A - 1' に沿って、戻り移動位置 3 4' から「方向付け位置」3 5' と呼ばれる位置に移動される。この方向付け位置 3 5' は、センサシステム 1 8' の個々のセンサ 1 9' の全てが後部ドア 3' 及び / 又は運転席ドア 3 のそれぞれの領域 2 4、2 4' の有効な測定値を検知することができ、同時に、取付け工具 5、5' の間又はそれらに保持されたドア 3、3' の間で衝突が生じ得ないことが確実になるように選択される。

40

【0 0 3 7】

A - 2'

運転席ドア 3' が挿入された運転席ドアの取付け工具 5' が、開ループ制御で運行され

50

る経路 A - 2 ' に沿って、方向付け位置 3 5 ' から（前述のように訓練された）運転席ドアの予備位置 2 3 ' に移動される。この予備位置 2 3 ' において、取付け工具 5 ' に保持された運転席ドア 3 ' は、取付け工具 5 ' に保持された後部ドア 3 ' に関して、正確に位置決めされ、かつ角度付けされて、方向付けされる。特に閉ループ制御で実施されるこのプロセス中に生じるものは、以下、（ I I I 作業段階において）説明する。

【 0 0 3 8 】

B、B '

次いで、後部ドア用ロボット 7 は、運転席ドア用ロボット 7 ' と連結され、これら 2 つのロボット 7、7 ' が、開ループ制御で運行される経路 B 又は B ' に沿って、予備位置 2 3、2 3 ' から車体 1 に関する近接位置 3 6、3 6 ' に移動される。近接位置は、センサ 2 8 ' の個々のセンサ 2 9 ' の全てが、車体 1 及びドア 3、3 ' の（ドアの装着に関する）基準領域 9、3 0、3 0 ' の有効な測定値を供給し、同時に取付け工具 5、5 ' 又はそこに保持されたドア 3、3 ' と車体 1 の間に衝突が生じ得ないことが確実になるように選択される。

【 0 0 3 9 】

C、C '

取付け工具 5、5 ' が、連結されたロボット 7、7 ' によって、閉ループ制御で運行される経路 C 又は C ' に沿って、近接位置 3 6、3 6 ' から（前述のように「訓練」された）取付け位置 2 7、2 7 ' に移動される。この取付け位置 2 7、2 7 ' において、2 つのドア 3、3 ' は、（プロセスステップ A - 2 ' において得られたドア 3、3 ' の極めて正確な相対的な方向付けを失わずに）、車体 1 のドア開口部 2、2 ' に関して、角度と距離について正確に方向付けされる。次いで、2 つのドア 3、3 ' は、車体 1 のドア開口部 2、2 ' の取付け位置 2 7、2 7 ' に取り付けられる。

【 0 0 4 0 】

D、D '

取付け工具 5、5 ' の固定装置 1 4、1 4 ' が取り外され、その結果、ドア 3、3 ' が離脱される。次いで、2 つのロボット 7、7 ' の連結が解除され、取付け工具 5、5 ' の両方が、ロボットの制御によって、（互いに独立して）、それぞれの戻り移動位置 3 4、3 4 ' に戻される。

【 0 0 4 1 】

従って、この設定段階の間に生成された 2 つの取付け工具 5、5 '（又は関連するロボット 7、7 '）の移動経路 3 3、3 3 ' は、開ループ制御で運行される区間 A - 1、A - 1 '、B / B '、及び D / D '、及び閉ループ制御で運行される区間 A - 2 ' 及び C / C ' から成る。

【 0 0 4 2 】

I I I 作業段階

作業段階において、車体 1 が、連続的に取付けシステム 4 の作業空間 6 内に送給され、適切な位置に固定され、設定段階 I I において生成されたロボット 7、7 ' 又は取付け工具 5、5 ' の移動経路 3 3、3 3 ' が実施される。

【 0 0 4 3 】

移動経路区間 A - 1 及び A - 1 ' :

新しい車体 1 が送給されている間、2 つの取付け工具 5、5 ' は、戻り移動位置 3 4、3 4 ' にあり、取り付けられるべき後部ドア 3 と取り付けられるべき運転席ドア 3 ' とが備え付けられる（図 1 a 参照）。戻り移動位置 3 4、3 4 ' を始点として、後部ドア 3 が挿入された後部ドアの取付け工具 5 は、後部ドアの予備位置 2 3 に移動され、運転席ドア 3 ' が挿入された運転席ドアの取付け工具 5 ' は、方向付け位置 3 5 ' に運搬される。

【 0 0 4 4 】

移動経路区間 A - 2 '（運転席ドアの取付け工具 5 ' の方向付け段階）:

方向付け位置 3 5 ' を始点として、取付け工具 5 ' の位置決め段階（図 3 における経路区間 A - 2 '）が実施され、この経路内において、取付け工具 5 ' に保持された運転席ド

10

20

30

40

50

ア 3' は、予備位置 2 3 において固定して保持された後部ドア 3 に関して、（訓練段階中に訓練された）予備位置 2 3' に移動され、同時に、後部ドア 3 に関して、正確に位置決めされて方向付けされる。この目的のために、センサシステム 1 8' のセンサ 1 9' は、後部ドア 3 及び運転席ドア 3' の選択された領域 1 1、1 1' の測定値を記録する。これらの測定値と、設定段階において決定されたヤコビ行列を用いて、移動増分（移動ベクトル）が計算される。前記移動増分は、現在の（実）センサ測定値と（設定）センサ測定値との差を低減させる。次いで、取付け工具 5' に保持された運転席ドア 3' は、ロボット 7' を用いて、この移動増分と等しい量だけ、移動及び／又は回転され、新しい（実）測定値が、移動の継続中に記録される。

【 0 0 4 5 】

この反復測定及び移動プロセスは、現在の（実）センサ測定値と目的とする（設定）センサ測定値との差が、所定の誤りの大きさ未満に下がるまで、又はこの差がもはや予め規定した閾値を越えて変化しなくなるまで、制御ループ下で繰り返される。これにより、運転席ドア 3' は、（誤りの大きさ又は閾値によって予め定められた精度の範囲内において）、後部ドア 3 に関して、（図 1 b に示される）予備位置 2 3' に配置される。

【 0 0 4 6 】

この位置決め段階 A - 2' において実施される反復最小化によって、取付け工具 5、5' の固定装置 1 4、1 4' におけるドア 3、3' の位置と方向付け、及びこれらのドア 3、3' の生じ得る形状誤差（すなわち、（「主」）ドア 1 0 3、1 0 3' からの偏差）に関して、2 つのドア 3、3' の誤差が補償される。従って、運転席ドア 3' は、反復閉ループ制御プロセスの過程において、形状の誤差及び位置の誤差とは無関係に、後部ドア 3 に関して「最適な」形態で、方向付けされる。後部ドア 3 と運転席ドア 3' の形状の誤差を別個に検出及び評価するために、付加的なセンサを取付け工具 5' に設けることができる。これらの付加的なセンサの測定値は、形状の誤差を検出するために、専用に又は部分的に用いられる。さらに、個々のセンサ 1 9' の測定値には、後部ドア 3 に関する運転席ドア 3' の位置を重み付けして最適化するために、異なる重み係数が設けられてもよい。

【 0 0 4 7 】

この位置決め段階 A - 2' の 1 つの重要な特性は、ロボット 7、7' の精度の程度から独立している点にある。位置決めプロセスは、（実）測定値と（設定）測定値との反復比較に基づいているので、ロボット 7、7' の位置決め誤差は、反復閉ループ制御プロセスによって、即座に補償される。

【 0 0 4 8 】

移動経路区間 B、B'（車体 1 に向かう取付け工具 5、5' の移動）：

運転席ドア 3' が、後部ドア 3 に関して方向付けされたとき、2 つのロボット 7、7' 間にもたらされた相対的な方向付けが、開ループ制御システム 2 0 内に定まった基準変数として記憶される。次いで、2 つのロボット 7、7' は、コンピュータによって互いに連結され、以下の方法ステップ中、同時に移動される。これをもたらすために、ロボット 7、7' の開ループ制御システム 2 0 は、次の 3 つのサブシステムを有する制御装置を含んでいる：

- 第 1 サブシステムは、取付け工具 5' を有する運転席ドア用ロボット 7' の機能を記述する指示の全て（とりわけ、経路 A - 1'、B'、D' の開ループ制御と固定装置 1 4 の掴み作業、及び経路 A - 2'、C' の閉ループ制御）を含む。また、この第 1 サブシステムは、運転席ドア用ロボット 7' の機能とは無関係な、取付けシステム 5 を有する後部ドア用ロボット 7 のための指示の全て（すなわち、とりわけ、経路 A - 1、D の開ループ制御及び固定装置 1 4' 用の掴み作業）を含む。

- 第 2 サブシステムは、第 1 サブシステムによって開ループ制御され、運転席ドア用ロボット 7' を後部ドア用ロボット 7 と相互作用させるロボット 7、7' の機能を記述する指示を含む。これは、特に、連結されて運行される経路区間 B / B' 及び C / C' に関する。

- 第 3 サブシステムは、第 1 及び第 2 サブシステムを始動させる指示のみを含み、これ

10

20

30

40

50

らの指示を同期してかつ同時に実行する。

【0049】

これらのサブシステム間の相互作用の詳細に関して、欧州特許出願公開第 752 633 A 1号明細書を参照されたい。ロボット7がロボット7'に連結される経路区間B/B'及びC/C'に関して、ロボット7'は、「主」と呼ばれ、ロボット7は、「従」と呼ばれる。

【0050】

移動経路区間B/B'の開始時において、第2サブシステムを始動させ、「従」ロボット7を「主」ロボット7'に連結させる指示が、第3サブシステムによって、送給される。次いで、運転席ドア用ロボット7'が、「主」として開ループ制御され、予備位置23'から車体1内の運転席ドア開口部2'の近傍における近接位置36'に移動される。この移動中に、後部ドア用ロボット7は、経路区間A-2'においてもたらされた2つのドア3、3'の極めて正確な相対的な方向付けを維持しながら、近接位置36'まで「従」として前記運転席ドア用ロボット7'に追従する。

【0051】

移動経路区間C、C'（車体1のドア開口部2、2'における取付け工具5、5'の方向付け）：

次いで、近接位置36'を始点として、取付け工具5'は、車体1のドア開口部2'に関して、（訓練段階中に訓練された）取付け位置27'に移動される。この位置決め段階は、取付け工具5'が後部ドア3に関して位置決めされた区間A-2'の位置決め段階と同様の方法でなされる。車体1の基準領域9及び/又はドア3、3'の基準領域30、30'の測定値を記録するのに、センサシステム28'のセンサ29'が用いられ、ロボット7'を用いて取付け工具5'を移動させるために、移動増分が、設定段階IIで決定されたヤコビ行列を用いて、これらの測定値から計算される。後部ドア用ロボット7は、運転席ドア用ロボット7'に連結されているので、取付け工具5'のこれらの移動に追従する。測定及び移動プロセスは、現在の（実）センサ測定値と目的とする（設定）センサ測定値との差が、所定の誤りの大きさ未満に下がるまで、又はこの差がもはや予め規定された閾値を超えて変化しなくなるまで、反復して繰り返される。これにより、2つの取付け工具5、5'は、車体1に関して、（図1cに示される）取付け位置27、27'に配置される。この位置において、2つのドア3、3'がドア開口部2、2'に取り付けられる。この目的のため、例えば、付加的なロボット又は処理システムに取り付けられたねじ回し（図1cに示されていない）を用いることができる。

【0052】

ドア3、3'の取付けを容易にするために、ドア開口部2、2'にドアヒンジを取り付けるヒンジロボット（図示せず）のための空間を得るため、取付け領域22の外にドア3、3'を一時的に移動させると、好都合である。この目的のために、ロボット7'を用いて、運転席ドア3'は、取付け領域から離れた退避位置に移動される。ヒンジが取り付けられた後、運転席ドア3'は、取付け位置27'に戻される。連結された後部ドア用ロボット7は、この移動に追従し、2つのドア3、3'の極めて正確な方向付けが、これらの退避移動中に維持される。ヒンジの取付け中、位置決めプロセスの過程において見出され、車体に関して正確に位置決めされて配置された取付け位置27、27'は、取付け作業に含まれるさらに他の工具及び作業ステップの全てに対して、基準位置として用いられ得る。

【0053】

ドア3、3'が取り付けられた後、取付け工具5、5'の固定装置14、14'が取り外され、ドア3、3'は車体1から自在に吊るされる。この位置において、接合部寸法、隙間31、31'、及び深さ寸法の検査のための測定が、センサ29を用いて、領域9、30、30'において行なわれる。もし、このプロセスにおいて、設定寸法からの偏差が検出された場合、後続の作業のために、所定の情報が、システムの操作者に送られる。

【0054】

10

20

30

40

50

移動経路区間 D / D' (取付け工具 5、5' の戻り移動) :

もしドア 3、3' がドア開口部 2、2' の正しい位置に取り付けられた場合、2つのロボット 7、7' の「主」-「従」連結が解除される。さらに、取付け工具 5、5' が、ロボットの制御下において、衝突せずに、取付け位置 27、27' から戻り移動位置 34、34' に戻ることができるように、取付け工具 5、5' の固定装置 14、14' は、係合位置から外に回転される。車体 1 は、締付けが解除され、吊り上げられ、次いで、運搬され、これと並行して、取付け工具 5、5' には、新しいドア 3、3' が備え付けられ、一方、新しい車体 1 が取付けシステム 4 の作業空間 6 に送給される。

【0055】

異なるシステム要素 (開ループ制御システム 20 におけるセンサシステム 18'、28' の評価ユニット 26、32 及びロボット 7、7' の開ループ制御システム) 間のデータ通信のために、高いデータ速度を可能とする TCP/IP インターフェイスが、本例示的な実施の形態に用いられると有利である。このような高いデータ速度は、閉ループ制御で実施される位置決め段階 A-2' 及び C/C' 中、ロボット 7、7' の補間サイクル (通常 12 ミリ秒) を用いて、多数の個々のセンサ 19、29 を有するシステムの全体 (センサシステム / ロボット) の閉ループ制御を行なうことを可能とするために必要である。複雑な制御の問題が存在しない場合、すなわち、厳しい精度に関する要求がなく、制御の時間が長いとき、閉ループ制御を、従来のシリアルインターフェイスによって実施することもできる。

【0056】

前述の隙間センサに加えて、ドア 3、3' の実際の位置を互いに関して及び車体 1 の基準領域 9 に関して検知するために、いかなる光学センサをもセンサ 19、29' として用いることができる。例えば、領域の全体を測定する CCD カメラをセンサ 19、29' として用いることができ、これらのセンサによって、(適切な画像評価アルゴリズムと組合せて)、空間位置と、縁間や空間的距離間などにおけるずれを測定変数として生成させることができる。さらに、いかなる触知及び / 又は無接触の測定システムをも用いることができ、適切なセンサの選択は、それぞれの用途に大きく依存する。

【0057】

図 1 ~ 3 における例示的な実施の形態において、センサシステム 18'、28' のセンサ 19'、29' は、運転席ドアの取付け工具 5' にのみ取り付けられる。この代わりに、又は加えて、(図 1a ~ 1c に示されるように)、測定目的のために、後部ドアの取付け工具 5 に取り付けられたセンサ 19、29 を用いることができ、センサは、2つの取付け工具 5、5' 間に分配され得る。特に、センサシステム 28' は、取付け工具 5 に永久的に接続されるセンサ 29 を含んでもよい。2つの取付け工具 5、5' は方向付け段階 C/C' において継続して連結されているので、これらのセンサ 29 は、(位置決め段階において達成される精度内において)、取付け工具 5' に関して既知の位置にある。

【0058】

ドアの取付けに加えて、本方法は、極めて正確に位置決めされた相対的な方向付けをして加工品に取り付けられるべきいかなる他の (隣接する) 追加部品にも転用させることができる。「ロボットに案内される」工具は、本出願において、極めて一般的に、多軸マニピュレータ、特に 6 軸の産業用ロボットに取り付けられる工具として、理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図 1】2つのドアを正確に位置決めして方向付けし、車体に取り付ける最中の取付けシステムの選択された位置の概略を示す図。 図 1a : 戻り移動位置を示す図。

図 1b : 予備位置を示す図。 図 1c : 取付け位置を示す図。

【図 2】運転席ドアの取付け工具の概略を示す図。

【図 3】運転席ドアの取付け工具と後部ドアの取付け工具とを支持するロボットの手の移動経路の概略を示す図。

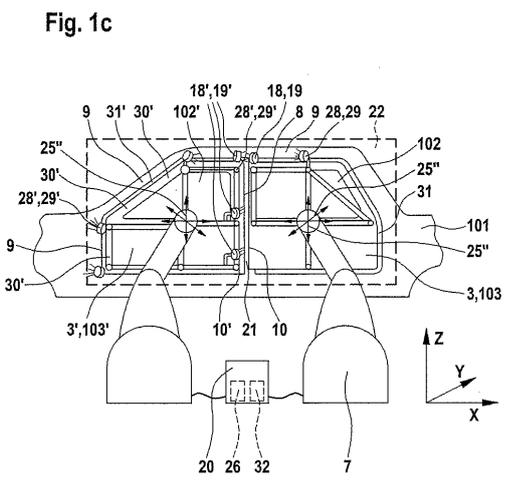
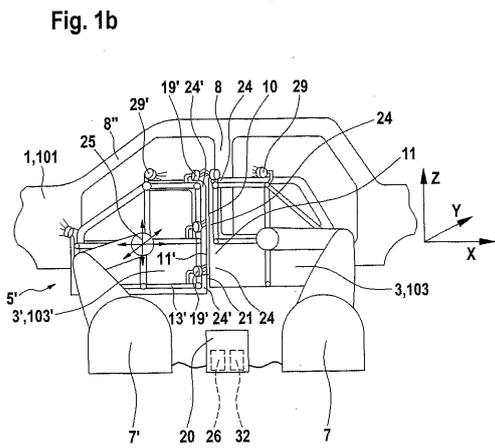
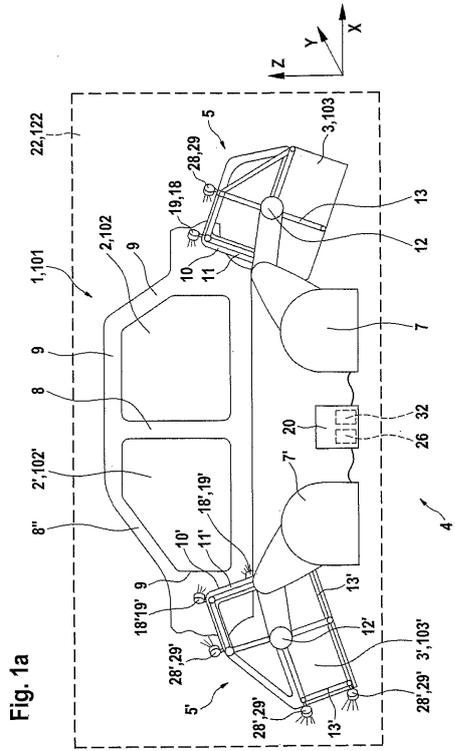
10

20

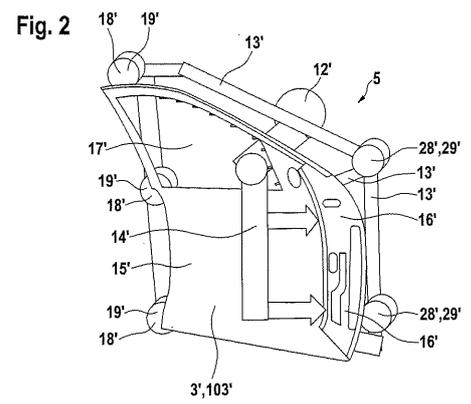
30

40

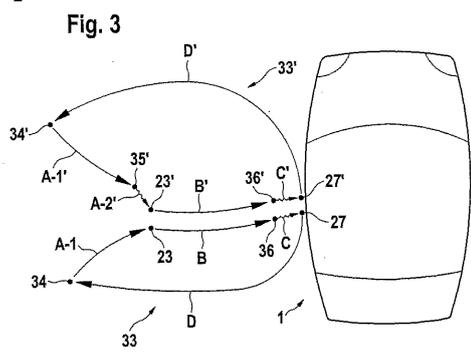
50



【 2 】



【 3 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/EP 03/09915
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B62D65/00 G05B19/401 B25J9/16		
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) IPC 7 G05B B25J B62D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPD-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 470 939 A (COMAU SPA) 12 February 1992 (1992-02-12) column 2, line 29 - column 3, line 35	1,2,5-8
A	"Integrated Architecture Logix Platforms" ROCKWELL AUTOMATION CD-ROM PUBLICATION, XX, XX, December 2000 (2000-12), pages 45-46, XP002278110 the whole document	8
A	US 4 852 237 A (TRADT HANS-RICHARD ET AL) 1 August 1989 (1989-08-01) column 6 - column 8	1-3,6,7
A	US 2002/023334 A1 (HOEGLINGER OLAF ET AL) 28 February 2002 (2002-02-28) paragraph '0070! - paragraph '0082!	1
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 document 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. *Z* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 29 June 2004		Date of mailing of the international search report 06/07/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3015		Authorized officer Groen, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/09915

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	WO 03/039817 A (MATSUMOTO NAUYUKI ; UENO TAKAHIRO (JP); SANO MASATOSHI (JP); KAWASAKI) 15 May 2003 (2003-05-15) figure 7 paragraph '0007! paragraph '0033! - paragraph '0039! paragraph '0056! -----	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP 03/09915

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0470939	A	12-02-1992	IT 1240540 B	17-12-1993
			DE 69105867 D1	26-01-1995
			DE 69105867 T2	20-04-1995
			EP 0470939 A1	12-02-1992
			ES 2064979 T3	01-02-1995
US 4852237	A	01-08-1989	DE 3539797 A1	21-05-1987
			DE 3716232 A1	01-12-1988
US 2002023334	A1	28-02-2002	DE 19902635 A1	27-07-2000
			DE 59903361 D1	12-12-2002
			WO 0043256 A1	27-07-2000
			EP 1144240 A1	17-10-2001
WO 03039817	A	15-05-2003	JP 2003145462 A	20-05-2003
			WO 03039817 A1	15-05-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/09915

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B62D65/00 G05B19/401 B25J9/16		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RESEARCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G05B B25J B62D		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 470 939 A (COMAU SPA) 12. Februar 1992 (1992-02-12) Spalte 2, Zeile 29 - Spalte 3, Zeile 35	1, 2, 5-8
A	"Integrated Architecture Logix Platforms" ROCKWELL AUTOMATION CD-ROM PUBLICATION, XX, XX, Dezember 2000 (2000-12), Seiten 45-46, XP002278110 das ganze Dokument	8
A	US 4 852 237 A (TRADT HANS-RICHARD ET AL) 1. August 1989 (1989-08-01) Spalte 6 - Spalte 8	1-3, 6, 7
A	US 2002/023334 A1 (HOEGLINGER OLAF ET AL) 28. Februar 2002 (2002-02-28) Absatz '0070! - Absatz '0082!	1
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*I* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
29. Juni 2004		06/07/2004
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Groen, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/09915

C,(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,A	WO 03/039817 A (MATSUMOTO NAUYUKI ; UENO TAKAHIRO (JP); SANO MASATOSHI (JP); KAWASAKI) 15. Mai 2003 (2003-05-15) Abbildung 7 Absatz '0007! Absatz '0033! - Absatz '0039! Absatz '0056! -----	1-5

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/09915

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0470939	A	12-02-1992	IT 1240540 B	17-12-1993
			DE 69105867 D1	26-01-1995
			DE 69105867 T2	20-04-1995
			EP 0470939 A1	12-02-1992
			ES 2064979 T3	01-02-1995
US 4852237	A	01-08-1989	DE 3539797 A1	21-05-1987
			DE 3716232 A1	01-12-1988
US 2002023334	A1	28-02-2002	DE 19902635 A1	27-07-2000
			DE 59903361 D1	12-12-2002
			WO 0043256 A1	27-07-2000
			-EP 1144240 A1	17-10-2001
WO 03039817	A	15-05-2003	JP 2003145462 A	20-05-2003
			WO 03039817 A1	15-05-2003

フロントページの続き

Fターム(参考) 3D114 AA01 AA12 AA15 BA13 CA07 DA02 DA12 DA17 EA11 FA16
GA12 HA02

【要約の続き】

3') から、追加部品 (3、3') が加工品 (1) に接合される取付け位置 (27、27') に案内される。