

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5823516号

(P5823516)

(45) 発行日 平成27年11月25日(2015.11.25)

(24) 登録日 平成27年10月16日(2015.10.16)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 2 D 57/024 (2006.01)

B 6 2 D 57/02 H

B 6 2 D 57/032 (2006.01)

B 6 4 F 5/00 D

B 6 4 F 5/00 (2006.01)

B 2 3 Q 1/28 D

B 2 3 Q 1/28 (2006.01)

B 2 3 Q 1/28 E

請求項の数 10 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2013-520708 (P2013-520708)
 (86) (22) 出願日 平成23年6月10日 (2011.6.10)
 (65) 公表番号 特表2013-535366 (P2013-535366A)
 (43) 公表日 平成25年9月12日 (2013.9.12)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2011/040033
 (87) 国際公開番号 W02012/012034
 (87) 国際公開日 平成24年1月26日 (2012.1.26)
 審査請求日 平成26年4月16日 (2014.4.16)
 (31) 優先権主張番号 12/838,616
 (32) 優先日 平成22年7月19日 (2010.7.19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500520743
 ザ・ボーイング・カンパニー
 The Boeing Company
 アメリカ合衆国、60606-2016
 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイ
 ド・プラザ、100
 (74) 代理人 100109726
 弁理士 園田 吉隆
 (74) 代理人 100101199
 弁理士 小林 義敦
 (72) 発明者 サール, ブランコ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 926
 48, ハンティントン ビーチ, ポン
 パーノ レーン 19542, 107番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 航空機の胴体などの弓形表面上で作業工具を移動及び固定するための電磁石及び／又は真空クローラー組立システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1フレーム及び第2フレームを有するフレームシステムであって、任意の数の操作を実施するように構成されているエンドエフェクタを保持するように構成されており、前記第1フレームは加工対象物に装着されるように構成され、且つ前記第2フレームは加工対象物に装着されるように構成されている前記フレームシステムと、

前記フレームシステムの移動中に真空及び圧力を印加することによって、前記第1フレーム及び前記第2フレームの前記加工対象物への装着を制御するように構成されている制御装置と、

前記第1フレームに関連付けられている電磁石ユニットであって、前記電磁石ユニットが前記加工対象物と係合し前記第1フレームを前記加工対象物上に保持することができるように、前記加工対象物に関連付けられている磁性材料を引き付けるように構成されており、チャンネルが前記電磁石ユニットを通して延伸し前記エンドエフェクタを受けるように構成され、かつ、前記電磁石ユニットが前記加工対象物と係合するときに前記チャンネルが前記エンドエフェクタが前記加工対象物の表面に到達することを可能にするように構成されている、前記電磁石ユニットと

を含む装置。

【請求項 2】

前記第1フレームと関連付けられている第1の数の吸引カップであって、前記加工対象物に装着するように構成されている第1の数の吸引カップと、

10

20

前記第 2 フレームと関連付けられている第 2 の数の吸引カップであって、前記加工対象物に装着するように構成されている第 2 の数の吸引カップとをさらに含み、

前記制御装置が前記フレームシステムの移動中に前記第 1 の数の吸引カップ及び前記第 2 の数の吸引カップによる真空及び圧力の印加を制御するように構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

任意の数の脚が前記第 1 の数の吸引カップを前記第 1 フレームに結合し、

前記任意の数の脚の第 1 部分のうちの第 1 脚であって、第 1 軸の周りを第 1 方向へ回転するように構成されている前記第 1 脚と、

前記任意の数の脚の第 2 部分のうちの第 2 脚であって、前記第 1 軸の周りを第 2 方向へ回転するように構成されている第 2 脚とをさらに含み、前記第 1 軸の周りで前記の第 1 脚の前記第 1 方向への回転及び前記第 2 脚の前記第 2 方向への回転が、前記加工対象物の表面にほぼ垂直な第 2 軸の周りでの前記フレームシステムの回転を引き起こす、請求項 2 に記載の装置。

10

【請求項 4】

前記フレームシステムがさらに、

前記第 1 フレームと前記第 2 フレームが互いに相対的に動くように構成されている移動システムを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記制御装置は、

第 1 の数の吸引カップに真空を印加して前記第 1 の数の吸引カップの各々に真空を引き起こし、且つ第 2 の数の吸引カップに圧力を印加して前記第 2 の数の吸引カップの各吸引カップを加圧し、

20

前記第 1 の数の吸引カップの各吸引カップに存在する真空が前記第 1 フレームを前記加工対象物に保持している間に前記第 1 フレームに対して前記第 2 フレームを移動し、

前記第 2 フレームが移動した後に前記第 2 の数の吸引カップに真空を印加して前記第 2 の数の吸引カップの各々に真空を引き起こし、

前記第 2 の数の吸引カップに真空が印加された後に前記第 1 の数の吸引カップに圧力を印加して前記第 1 の数の吸引カップの各吸引カップを加圧し、

前記第 2 の数の吸引カップの各吸引カップに存在する真空が前記第 2 フレームを前記加工対象物に保持している間に前記第 2 フレームに対して前記第 1 フレームを移動するように構成されている、

30

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

加工対象物上で操作を実施する方法であって、

フレームシステムであって、前記加工対象物上の操作を実施するように構成されているエンドエフェクタを保持するように構成されている前記フレームシステムの第 1 フレームを、前記第 1 フレームに真空を印加することによって前記加工対象物上に保持するステップと、

前記フレームシステムの第 2 フレームを、前記第 2 フレームに圧力を印加することによって前記加工対象物から引き離すステップと、

40

前記加工対象物上の設定位置に前記第 2 フレームを移動するステップと、

前記第 2 フレームに真空を印加することによって前記第 2 フレームを前記加工対象物に装着するステップと、

前記第 1 フレームを前記加工対象物に装着することを助けるために、前記加工対象物の磁性物質と前記第 1 フレームに関連付けられた電磁石ユニットとを装着するステップであって、前記電磁石ユニットを通して延伸するチャンネルが、前記エンドエフェクタを受け、かつ、前記電磁石ユニットが前記加工対象物の前記磁性物質を引きつけるときに前記チャンネルが前記エンドエフェクタが前記加工対象物の表面に到達することを可能にする、前記装着するステップと、

50

前記加工対象物上で操作を実施するステップとを含む方法。

【請求項 7】

前記フレームシステムがクローラー組立システムの一部であって、

前記クローラー組立システムが、

前記フレームシステムと関連付けられていて操作を実施するように構成されているエンドエフェクタ、

前記第 1 フレームと関連付けられている第 1 の数の吸引カップであって、前記加工対象物に装着されるように構成されている第 1 の数の吸引カップ、

前記第 2 フレームと関連付けられている第 2 の数の吸引カップであって、前記加工対象物に装着されるように構成されている第 2 の数の吸引カップ、及び

前記フレームシステムの移動中に前記第 1 の数の吸引カップ及び前記第 2 の数の吸引カップによる真空及び圧力の印加を制御するように構成されている制御装置を含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

任意の数の脚が前記第 1 の数の吸引カップを前記第 1 フレームに結合し、さらに、

前記任意の数の脚の第 1 部分に結合された前記第 1 の数の吸引カップの第 1 部分及び前記任意の数の脚の第 2 部分に結合された前記第 1 の数の吸引カップの第 2 部分に真空を印加するステップと、

前記第 2 の数の吸引カップに圧力を印加するステップと、

前記フレームシステムが前記加工対象物の表面上で回転するように任意の数の脚の第 1 部分を第 1 方向に動かし、且つ任意の数の脚の第 2 部分を第 2 方向へ動かすステップとを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記フレームシステムが前記加工対象物の表面上で回転するように、前記任意の数の脚の第 1 部分を前記第 1 方向に動かし、且つ前記任意の数の脚の第 2 部分を前記第 2 方向へ動かすステップは、

前記任意の数の脚の第 1 部分の第 1 脚を前記第 1 軸の周りの前記第 1 方向に回転するステップと、

前記任意の数の脚の第 2 部分の第 2 脚を前記第 1 軸の周りの前記第 2 方向に回転するステップとを含み、前記第 1 軸の周りの前記第 1 脚と前記第 2 脚の回転は、前記加工対象物の表面にほぼ垂直な第 2 軸の周りに前記フレームシステムの回転を引き起こす、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 フレームに真空を印加することによって前記フレームシステムの前記第 1 フレームを前記加工対象物上に保持するステップは、前記フレームシステムの前記第 1 フレームを前記加工対象物上に保持するため、前記第 1 の数の吸引カップに真空を印加するステップを含み、

前記第 2 フレームに圧力を印加することによって前記フレームシステムの前記第 2 フレームを前記加工対象物から引き離すステップは、前記フレームシステムの前記第 2 フレームを前記加工対象物から引き離すため、前記第 2 の数の吸引カップに圧力を印加するステップを含み、

前記第 2 フレームに真空を印加することによって前記第 2 フレームを前記加工対象物に装着するステップは、前記第 2 フレームを前記加工対象物に装着するため前記第 2 フレームの移動後に前記第 2 の数の吸引カップに真空を印加するステップを含み、

前記第 2 の数の吸引カップに真空を印加した後に前記第 1 の数の吸引カップに圧力を印加するステップと、

前記第 2 の数の吸引カップが前記第 2 フレームを前記加工対象物上に保持する間に前記第 2 フレームに対して前記第 1 フレームを移動するステップとをさらに含む、請求項 7 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して製造に関し、具体的には部品を相互に装着するための方法及び装置に関する。さらに具体的には、本発明は締結システムを使用して部品を相互に装着するための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

構造物の製造では、構造物を形成するため種々の部品が相互に結合されることがある。航空機の翼及び胴体などの航空機構造物は、部品を相互に装着することによって製造することができる。例えば、限定しないが、リブの上にパネルを配置して胴体を形成することができる。パネルはまた、スパー及びリブの上に装着して、航空機の翼を形成することができる。

10

【0003】

これらのパネル及び他の部品を相互に装着する作業は、オペレータ又はコンピュータ制御の機械によって実施することができる。オペレータの場合には、パネル及びリブなどの加工対象物上に、2名のオペレータが互いに向かい合うように配置される。オペレータは部品を結合するため、締結装置を導入することができる。その後、いずれか1名のオペレータがドリルを操作して穿孔することができる。リベット又はその他の種類の締め具を孔に装着することができる。

20

【0004】

この種のプロセスは多くの時間と費用を要することがある。大型のコンピュータ制御の機械を使用して、穿孔、締め具の取り付けを行って部品を相互に結合することもできる。

【0005】

しかしながら、場合によっては、構造物の形状及び/又は締め具の設定位置によりこれらの機械を使用できないことがある。このような場合には、穿孔及び締め具の取り付け操作をいまだにオペレータが実施することがある。その結果、構造物の設計によっては、締め具の取り付けの時間と費用は所望よりも多くなることがある。

【0006】

したがって、一又は複数の上述の問題点並びに起こりうるその他の問題点を考慮に入れた方法及び装置を有することは有利であろう。

30

【発明の概要】

【0007】

1つの有利な実施形態では、装置は、フレームシステムと制御装置を備える。フレームシステムは、任意の数の操作を実施するように構成されたエンドエフェクタを保持するように構成しうるフレームシステム内に、第1フレーム及び第2フレームを有することができる。第1フレーム及び第2フレームは加工対象物に装着するように構成することができる。制御装置は、フレームシステムの移動時に真空及び圧力を印加することによって、加工対象物への第1フレーム及び第2フレームの装着を制御するように構成することができる。

40

【0008】

別の有利な実施形態では、クローラー組立システムは、フレームシステム、第1フレームの任意の数の吸引カップ、第2フレームの任意の数の吸引カップ、制御装置、電磁石ユニット、真空・圧力ユニット、及びエンドエフェクタを含むことができる。フレームシステムは、加工対象物上で任意の数の操作を実施するように構成されているエンドエフェクタを保持するように構成されることがある。フレームシステムは、第1フレーム、第2フレーム、第1フレームの任意の数の脚、第2フレームの任意の数の脚、及び移動システムを含んでいてもよい。第1フレーム及び第2フレームは加工対象物上で互いに相対的に移動するように構成することができる。第1フレームの任意の数の脚の第1部分の第1脚は、第1軸の周りの第1方向に回転するように構成することができる。第1フレームの任意

50

の数の脚の第2部分の第2脚は、第1軸の周りの第2方向に回転するように構成することができる。第1軸の周りの第1方向への第1脚の回転及び第2方向への第2脚の回転は、加工対象物の表面に対してほぼ垂直な第2軸の周りでのフレームシステムの回転を引き起こすことができる。移動システムは、第1フレーム及び第2フレームが互いに相対的に移動するように構成することができる。移動システムは、エンドエフェクタが加工対象物上で任意の数の操作を実施している間に、加工対象物の表面に適合するように第1フレームの任意の数の脚及び第2フレームの任意の数の脚を動かすように構成することができる。第1フレームの任意の数の吸引カップは、第1フレームの任意の数の脚によって第1フレームに結合可能である。第1フレームの任意の数の吸引カップは加工対象物に装着されるように構成することができる。第1フレームの任意の数の吸引カップの第1部分は第1フレームの任意の数の脚の第1部分と結合可能であり、且つ第1フレームの任意の数の吸引カップの第2部分は第1フレームの任意の数の脚の第2部分と結合可能である。第2フレームの任意の数の吸引カップは、第2フレームの任意の数の脚によって第2フレームに結合可能である。第2フレームの任意の数の吸引カップは加工対象物に装着されるように構成することができる。制御装置は、フレームシステムの移動中に、第1フレームの任意の数の吸引カップ及び第2フレームの任意の数の吸引カップによる真空と圧力の印加を制御するように構成することができる。第1フレームの任意の数の脚の第1部分の第1方向への移動及び第1フレームの任意の数の脚の第2部分の第2方向への移動は、第1フレームの任意の数の吸引カップの第1部分及び第2フレームの任意の数の吸引カップの第2部分に真空が印加され、第2フレームの任意の数の吸引カップに圧力が印加される間に、加工対象物表面上でのフレームシステムの回転を引き起こすことができる。電磁石ユニットは第1フレームに関連付けることができる。電磁石ユニットは、電磁石ユニットが第1フレームを加工対象物上に保持することができるように、加工対象物に関連付けられている磁性材料を引き付けるように構成することができる。チャネルは電磁石ユニットを通して延伸することができ、エンドエフェクタの端部を支え、エンドエフェクタの端部が加工対象物の表面に到達できるように構成することができる。真空・圧力ユニットは、第1フレームの任意の数の吸引カップ及び第2フレームの任意の数の吸引カップと結合可能である。真空・圧力ユニットは、真空及び圧力のうちの少なくとも1つを第1フレームの任意の数の吸引カップ及び第2フレームの任意の数の吸引カップに印加するように構成することができる。エンドエフェクタは、ドリルユニット、締結システム、封止ユニット、及び映像システムのうちの少なくとも1つを含むことができる。

【0009】

さらに別の有利な実施形態では、加工対象物上で操作を実施するための方法が提供可能である。フレームシステムの第1フレームは、第1フレームに真空を印加することによって、加工対象物上に保持可能である。フレームシステムの第2フレームは、第2フレームに圧力を印加することによって、加工対象物から離脱可能である。第2フレームは加工対象物上の設定位置に移動可能である。第2フレームは、第2フレームに真空を印加することによって加工対象物に装着可能である。操作は加工対象物上で実施可能である。

【0010】

さらに別の有利な実施形態では、加工対象物上で操作を実施するための方法が提供可能である。クローラー組立システムは第1の設定位置から第2の設定位置に移動することができる。クローラー組立システムはフレームシステム、第1フレームの任意の数の吸引カップ、第2フレームの任意の数の吸引カップ、及び制御装置を含んでもよい。フレームシステムは、任意の数の操作を実施するように構成されたエンドエフェクタを保持するように構成しうるフレームシステム内に、第1フレーム及び第2フレームを有することができる。第1フレームの任意の数の吸引カップは、任意の数の脚によって第1フレームに関連付けることができる。第1フレームの任意の数の吸引カップは、加工対象物に装着されるように構成することができる。第2フレームの任意の数の吸引カップは、第2フレームと関連付けることができる。第2フレームの任意の数の吸引カップは、加工対象物に装着されるように構成することができる。制御装置は、フレームシステムの移動中に、第1

10

20

30

40

50

フレームの任意の数の吸引カップ及び第2フレームの任意の数の吸引カップによる真空及び圧力の印加を制御するように構成することができる。第1の設定位置から第2の設定位置までのクローラー組立システムの移動は、第1フレームの任意の数の吸引カップへ真空を印加し、且つ第2フレームの任意の数の吸引カップへ圧力を印加するステップ、第1フレームの任意の数の吸引カップが第1フレームを加工対象物に保持する間に第1フレームに対して第2フレームを移動するステップ、第2フレームの移動後に第2フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加するステップ、第2フレームの任意の数の吸引カップに真空が印加された後に第1フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加するステップ、第2フレームの任意の数の吸引カップが第2フレームを加工対象物に保持する間に第2フレームに対して第1フレームを移動するステップ、及び第1フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加するステップと第2フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加するステップを反復するステップ、第1フレームの任意の数の吸引カップが第1フレームを加工対象物に保持する間に第1フレームに対して第2フレームを移動するステップ、第2フレームの移動後に第2フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加するステップ、第2フレームの任意の数の吸引カップに真空が印加された後に第1フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加するステップ、及び第2の設定位置に到達するまで第2フレームの任意の数の吸引カップが第2フレームを加工対象物に保持する間に第2フレームに対して第1フレームを移動するステップを含むことができる。任意の数の脚の第1部分に結合された第1フレームの任意の数の吸引カップの第1部分、及び任意の数の脚の第2部分に結合された第1フレームの任意の数の吸引カップの第2部分に、真空を印加することができる。圧力は第2フレームの任意の数の吸引カップに印加することもできる。任意の数の脚の第1部分の第1脚は、第1軸の周りの第1方向に回転することができる。第1フレームの任意の数の脚の第2部分の第2脚は、第1軸の周りの第2方向に回転することができる。第1脚及び第2脚の回転は、加工対象物の表面に対してほぼ垂直な第2軸の周りでのフレームシステムの回転を引き起こすことができる。加工対象物上の設定位置で任意の数の操作を実施することができる。

【0011】

態様1．第1フレーム及び第2フレームを有するフレームシステムであって、任意の数の操作を実施するように構成されているエンドエフェクタを保持するように構成されており、前記第1フレームは加工対象物に装着されるように構成され、且つ前記第2フレームは前記加工対象物に装着されるように構成されているフレームシステムと、

前記フレームシステムの移動中に真空及び圧力を印加することによって、前記第1フレーム及び前記第2フレームの前記加工対象物への装着を制御するように構成されている制御装置とを含む装置。

【0012】

態様2．前記第1フレーム及び前記第2フレームが前記加工対象物上で互いに相対的に移動するように構成されている、態様1に記載の装置。

【0013】

態様3．前記第1フレームと関連付けられている第1フレームの任意の数の吸引カップであって、前記加工対象物に装着するように構成されている第1フレームの任意の数の吸引カップと、

前記第2フレームと関連付けられている第2フレームの任意の数の吸引カップであって、前記加工対象物に装着するように構成されている第2フレームの任意の数の吸引カップとをさらに含み、

前記制御装置が前記フレームシステムの移動中に前記第1フレームの任意の数の吸引カップ及び前記第2フレームの任意の数の吸引カップによる真空及び圧力の印加を制御するように構成されている、態様1に記載の装置。

【0014】

態様4．前記任意の数の脚が第1フレームの任意の吸引カップを第1フレームに結合し

、前記任意の数の脚の第 1 部分の第 1 方向への運動及び前記任意の数の脚の第 2 部分の第 2 方向への運動が、任意の数の脚の第 1 部分に結合された第 1 フレームの任意の数の吸引カップの第 1 部分、及び任意の数の脚の第 2 部分に結合された第 1 フレームの任意の数の吸引カップの第 2 部分に真空が印加され、第 2 フレームの任意の数の吸引カップに圧力が印加されている間に、前記加工対象物の表面上でフレームシステムの回転を引き起こす、態様 3 に記載の装置。

【 0 0 1 5 】

態様 5 . 前記第 1 フレームに関連付けられている電磁石ユニットをさらに含み、前記電磁石ユニットが前記第 1 フレームを前記加工対象物上に保持することができるように、加工対象物に関連付けられている磁性材料を引き付けるように構成されている、態様 1 に記載の装置。

10

【 0 0 1 6 】

態様 6 . 前記チャンネルが前記電磁石ユニットを通して延伸し、エンドエフェクタを支えるように構成されており、前記エンドエフェクタが前記加工対象物の表面に到達することを可能にする、態様 5 に記載の装置。

【 0 0 1 7 】

態様 7 . 前記チャンネルは前記エンドエフェクタの端部を支え、前記エンドエフェクタの端部が前記加工対象物の表面に到達できるように構成されている、態様 6 に記載の装置。

【 0 0 1 8 】

態様 8 . 任意の数の脚の第 1 部分の第 1 脚であって、第 1 軸の周りを第 1 方向へ回転するように構成されている第 1 脚と、

20

任意の数の脚の第 2 部分の第 2 脚であって、第 1 軸の周りを第 2 方向へ回転するように構成されている第 2 脚とをさらに含み、第 1 軸の周りでの第 1 脚の第 1 方向への回転及び第 2 脚の第 2 方向への回転が、前記加工対象物の表面にほぼ垂直な第 2 軸の周りでの前記フレームシステムの回転を引き起こす、態様 4 に記載の装置。

【 0 0 1 9 】

態様 9 . 第 1 フレームの任意の数の吸引カップ及び第 2 フレームの任意の数の吸引カップに結合されている真空・圧力ユニットをさらに含み、前記真空・圧力ユニットが前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップ及び前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップに真空及び圧力のうちの少なくとも 1 つを印加するように構成される、態様 1 に記載の装置。

30

【 0 0 2 0 】

態様 10 . 前記フレームシステムが、
前記第 1 フレーム及び前記第 2 フレームが互いに相対的に移動するように構成される移動システムをさらに含む、態様 1 に記載の装置。

【 0 0 2 1 】

態様 11 . 前記フレームシステムが、
第 1 フレームの任意の数の吸引カップを前記第 1 フレームに結合する第 1 フレームの任意の数の脚と、

第 2 フレームの任意の数の吸引カップを前記第 2 フレームに結合する第 2 フレームの任意の数の脚とを含む、態様 1 に記載の装置。

40

【 0 0 2 2 】

態様 12 . 移動システムは、前記エンドエフェクタが前期加工対象物上で前記任意の数の操作を実施している間に、前記加工対象物の表面に適合するように前記第 1 フレームの任意の数の脚及び前記第 2 フレームの任意の数の脚を動かすように構成される、態様 11 の装置。

【 0 0 2 3 】

態様 13 . 前記制御装置は、第 1 フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加して前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップの各々に真空を引き起こし、且つ第 2 フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加して前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップの各吸引カップを加圧するように構成されており、前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップの

50

各吸引カップに存在する真空が前記第 1 フレームを前記加工対象物に保持している間に前記第 1 フレームに対して前記第 2 フレームを移動し、前記第 2 フレームが移動した後に前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加して前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップの各々に真空を引き起こし、前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップに真空が印加された後に前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加して前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップの各吸引カップを加圧し、前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップの各吸引カップに存在する真空が前記第 2 フレームを前記加工対象物に保持している間に前記第 2 フレームに対して前記第 1 フレームを移動する、態様 1 に記載の装置。

【 0 0 2 4 】

10

態様 1 4 . 前記第 1 フレームに関連付けられている電磁石ユニットであって、前記第 2 フレームの移動中に前記電磁石ユニットが前記第 1 フレームを前記加工対象物上に保持することができるように、前記加工対象物に関連付けられている磁性材料を引き付けるように構成されている電磁石ユニットをさらに含む、態様 1 3 に記載の装置。

【 0 0 2 5 】

態様 1 5 . 前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップ及び前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップによる圧力の印加が持ち上げる力をもたらし、態様 1 3 に記載の装置。

【 0 0 2 6 】

態様 1 6 . 前記エンドエフェクタをさらに含む、態様 1 に記載の装置。

【 0 0 2 7 】

20

態様 1 7 . 前記 エンドエフェクタは、ドリルユニット、締結システム、封止ユニット、及び映像システムのうちの少なくとも 1 つを含む、態様 1 6 に記載の装置。

【 0 0 2 8 】

態様 1 8 . 加工対象物上で任意の数の操作を実施するように構成されるエンドエフェクタを保持するように構成されるフレームシステムであって、

第 1 フレームと

第 1 フレーム及び第 2 フレームが前記加工対象物上で互いに相対的に移動するように構成されている第 2 フレームと

第 1 フレームの任意の数の脚であり、前記第 1 フレームの任意の数の脚の第 1 部分の第 1 脚が第 1 軸の周りの第 1 方向に回転するように構成されており、前記第 1 フレームの任意の脚の第 2 部分の第 2 脚が第 1 軸の周りの第 2 方向に回転するように構成されており、且つ第 1 軸の周りの第 1 方向への第 1 脚の回転及び第 2 方向への第 2 脚の回転が加工対象物の表面に対してほぼ垂直な第 2 軸の周りでのフレームシステムの回転を引き起こす第 1 フレームの任意の数の脚と

30

第 2 フレームの任意の数の脚と

前記第 1 フレームと前記第 2 フレームを互いに相対的に動かし、且つエンドエフェクタが前記加工対象物上で任意の数の操作を実施している間に第 1 フレームの任意の数の脚及び第 2 フレームの任意の数の脚を前記加工対象物の表面に適合するように動かすように構成される移動システムと

を含むフレームシステムと、

40

前記第 1 フレームの任意の数の脚によって前記第 1 フレームに結合されている第 1 フレームの任意の数の吸引カップであって、前記加工対象物に装着するように構成され、前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップの第 1 部分が前記第 1 フレームの任意の数の脚の第 1 部分に結合されており、且つ前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップの第 2 部分が前記第 1 フレームの任意の数の脚の第 2 部分に結合されている、第 1 フレームの任意の数の吸引カップと、

前記第 2 フレームの任意の数の脚によって前記第 2 フレームに結合されている第 2 フレームの任意の数の吸引カップであって、前記加工対象物に装着するように構成される第 2 フレームの任意の数の吸引カップと、

第 1 フレームの任意の数の吸引カップの第 1 部分及び第 2 フレームの任意の数の吸引カ

50

ップの第２部分に真空が印加され、第２フレームの任意の数の吸引カップに圧力が印加されている間に、前記第１フレームの任意の数の脚の第１部分の第１方向への移動及び前記第１フレームの任意の数の脚の第２部分の第２方向への移動が、前記加工対象物の表面上でのフレームシステムの回転を引き起こす、前記フレームシステムの移動中に、前記第１フレームの任意の数の吸引カップ及び前記第２フレームの任意の数の吸引カップによる真空と圧力の印加を制御するように構成される制御システムと、

前記第１フレームと関連付けられている電磁石ユニットであって、前記電磁石ユニットが前記第１フレームを前記加工対象物上に保持できるように、前記加工対象物に関連付けられている磁性材料を引き付けるように構成されており、さらに、チャンネルが前記電磁石ユニットを通して延伸し、エンドエフェクタの端部を支え、エンドエフェクタの端部が加工対象物の表面に到達可能となるように構成されている電磁石ユニットと、

10

前記第１フレームの任意の数の吸引カップ及び前記第２フレームの任意の数の吸引カップに結合された真空・圧力ユニットであって、前記第１フレームの任意の数の吸引カップ及び前記第２フレームの任意の数の吸引カップに真空と圧力のうちの少なくとも１つを印加するように構成された真空・圧力ユニットと、

エンドエフェクタであって、ドリルユニット、締結システム、封止ユニット、及び映像システムのうちの少なくとも１つを含むエンドエフェクタと

を含むクローラー組立システム。

【００２９】

態様１９．前記制御装置が前記第１フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加し、前記第２フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加するように構成されており、前記第２フレームの任意の数の吸引カップが前記第１フレームを前記加工対象物に保持している間に前記第１フレームに対して前記第２フレームを移動し、前記第２フレームの移動後に前記第２フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加し、前記第２フレームの任意の数の吸引カップに真空が印加された後に前記第１フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加し、さらに、前記第２フレームの任意の数の吸引カップが前記第２フレームを前記加工対象物に保持している間に前記第２フレームに対して前記第１フレームを移動する、態様１６に記載のクローラー組立システム。

20

【００３０】

態様２６．加工対象物上で操作を実施するための方法であって、

30

クローラー組立システムを第１の設定位置から第２の設定位置に移動するステップを含み、前記クローラー組立システムは、任意の数の操作を実施するように構成されているエンドエフェクタを保持するように構成されているフレームシステム内に第１フレーム及び第２フレームを有するフレームシステムと、前記第１フレームの任意の数の吸引カップが前記加工対象物に装着されるように構成されている任意の数の脚によって前記第１フレームに関連付けられている第１フレームの任意の数の吸引カップと、前記第２フレームの任意の数の吸引カップが前記加工対象物に装着されるように構成されている第２フレームに関連付けられている第２フレームの任意の数の吸引カップと、前記フレームシステムの移動中に前記第１フレームの任意の数の吸引カップ及び前記第２フレームの任意の数の吸引カップによって真空と圧力の印加を制御するように構成されている制御装置とを含み、前記クローラー組立システムを第１の設定位置から第２の設定位置に移動するステップは、

40

前記第１フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加し、前記第２フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加するステップと、

前記第１フレームの任意の数の吸引カップが前記第１フレームを前記加工対象物に保持する間に前記第１フレームに対して前記第２フレームを移動するステップと、

前記第２フレームの移動後に前記第２フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加するステップと、

前記第２フレームの任意の数の吸引カップに真空が印加された後に前記第１フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加するステップと、

前記第２フレームの任意の数の吸引カップが前記第２フレームを前記加工対象物に保

50

持している間に前記第 2 フレームに対して前記第 1 フレームを移動するステップと、

前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加し且つ前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加するステップ、前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップが前記第 1 フレームを前記加工対象物に保持する間に前記第 1 フレームに対して前記第 2 フレームを移動するステップ、前記第 2 フレームの移動後に前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップに真空を印加するステップ、前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップに真空が印加された後に前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加するステップ、及び前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップが前記第 2 フレームを前記加工対象物に保持する間に前記第 2 フレームに対して前記第 1 フレームを移動するステップを、前記第 2 の設定位置に到達するまで反復するステップと、

10

任意の数の脚の第 1 部分に結合された前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップの第 1 部分及び任意の数の脚の第 2 部分に結合された前記第 1 フレームの任意の数の吸引カップの第 2 部分に真空を印加するステップと、

前記第 2 フレームの任意の数の吸引カップに圧力を印加するステップと、

任意の数の脚の第 1 部分の第 1 脚を第 1 軸の周りの第 1 方向に回転するステップと、

任意の数の脚の第 2 部分の第 2 脚を第 1 軸の周りの第 2 方向に回転するステップであって、前記第 1 脚及び前記第 2 脚の回転は前記加工対象物上の前記表面に対してほぼ垂直な第 2 軸の周りでフレームシステムの回転を引き起こすステップと、

前記加工対象物上の設定位置で前記任意の数の操作を実施するステップとを含む、加工対象物上で操作を実施するための方法。

20

【 0 0 3 1 】

特徴、機能及び利点は、本発明の様々な実施形態で独立に実現することが可能であるか、以下の説明及び図面を参照してさらなる詳細が理解されうる、さらに別の実施形態で組み合わせることが可能である。

【 0 0 3 2 】

新規の機能と考えられる有利な実施形態の特徴は、添付の特許請求の範囲に明記される。しかしながら、有利な実施形態に加えて、好適な使用形態、さらなる目的、及びその利点は、以下に示す本発明の有利な実施形態の詳細な説明を参照し、添付の図面と併せて読むときに最もよく理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

30

【 0 0 3 3 】

【図 1】有利な実施形態による航空機の製造及び保守の方法を示したものである。

【図 2】有利な実施形態で実装されうる航空機を示したものである。

【図 3】有利な実施形態による製造環境を示したものである。

【図 4】有利な実施形態による製造環境を示したものである。

【図 5】有利な実施形態によるクローラー組立システムを示したものである。

【図 6】有利な実施形態によるクローラー組立構造の底面図を示したものである。

【図 7】有利な実施形態によるクローラー組立システムの正面図を示したものである。

【図 8】有利な実施形態によるクローラー組立システムの一部の側断面図を示したものである。

40

【図 9】有利な実施形態によるクローラー組立システムの一部の側断面図を示したものである。

【図 10】有利な実施形態によるクローラー組立システムを示したものである。

【図 11】有利な実施形態による加工対象物上に配置されたクローラー組立システムの背面図を示したものである。

【図 12】有利な実施形態による加工対象物上のクローラー組立システムを示したものである。

【図 13】有利な実施形態による加工対象物上のクローラー組立システムを示したものである。

【図 14】有利な実施形態による加工対象物上のクローラー組立システムを示したもので

50

ある。

【図 1 5】有利な実施形態による加工対象物上のクローラー組立システムを示したものである。

【図 1 6】有利な実施形態によるクローラー組立システムを示したものである。

【図 1 7】有利な実施形態による加工対象物上で操作を実施するためのプロセスのフロー図を示したものである。

【図 1 8】有利な実施形態によるクローラー組立システムを移動するためのプロセスのフロー図を示している。

【図 1 9】有利な実施形態によるクローラー組立システムの脚を調整するためのプロセスのフロー図を示している。

10

【発明を実施するための形態】

【0034】

より具体的に図を参照するに、本発明の実施形態は、図 1 に示す航空機の製造及び保守方法 100、及び図 2 に示す航空機 200 に照らし説明することができる。まず図 1 に注目すると、有利な実施形態により図解された航空機の製造及び保守の方法が示されている。製造前の段階では、航空機の製造及び保守方法 100 は、図 2 の航空機 200 の仕様及び設計 102、並びに材料の調達 104 を含むことがある。

【0035】

製造段階では、図 2 の航空機 200 のコンポーネント及びサブアセンブリの製造 106 と、システムインテグレーション 108 とが行われる。その後、図 2 の航空機 200 は認可及び納品 110 を経て運航 112 に供される。顧客により運航 112 される間に、図 2 の航空機 200 は、定期的な整備及び保守 114（改造、再構成、改修、及びその他の整備又は保守を含みうる）を受ける。

20

【0036】

航空機の製造及び保守方法 100 の各プロセスは、システムインテグレーター、第三者、及び/又はオペレータによって実施又は実行されることがある。これらの実施例では、オペレータは顧客であってもよい。本明細書の目的のために、システムインテグレーターは、限定しないが、任意の数の航空機製造者、及び主要システムの下請業者を含むことができ、第三者は、限定しないが、任意の数のベンダー、下請業者、及び供給業者を含むことができ、オペレーターは、航空会社、リース会社、軍事団体、サービス機関などであってもよい。

30

【0037】

次に図 2 を参照すると、有利な実施形態で実装されうる航空機の図解が示されている。この実施例では、航空機 200 は、図 1 の航空機の製造及び保守方法 100 によって製造されたものであり、複数のシステム 204 及び内装 206 を有する機体 202 を含むことがある。システム 204 の実施例には、推進システム 208、電気システム 210、油圧システム 212、及び環境システム 214 のうちの一又は複数が含まれることがある。任意の数の他のシステムが含まれてもよい。航空宇宙産業の例を示したが、自動車産業などの他の産業に種々の有利な実施形態を適用することができる。

【0038】

40

本明細書で具現化した装置及び方法は、図 1 の航空機の製造及び保守方法 100 の少なくとも 1 つの段階で使用可能である。本明細書において、列挙されたアイテムと共に使用する「~のうちの少なくとも 1 つの」という表現は、列挙されたアイテムのうちの一又は複数からなる様々な組み合わせが使用可能であり、且つ列挙された各アイテムが 1 つだけあればよいことを意味する。例えば、「アイテム A、アイテム B、及びアイテム C のうちの少なくとも 1 つ」は、例えば、限定しないが、「アイテム A」、又は「アイテム A とアイテム B」を含む。この例は、「アイテム A とアイテム B とアイテム C」、又は「アイテム B とアイテム C」も含む。

【0039】

1 つの例示的な実施例では、図 1 のコンポーネント及びサブアセンブリの製造 106 に

50

において製造されるコンポーネント又はサブアセンブリは、図 1 で航空機 200 の運航中 112 に製造されるコンポーネント又はサブアセンブリと同様の方法で作製又は製造される。さらに別の実施例では、任意の数の装置の実施形態、方法の実施形態、又はこれらの組み合わせは、図 1 のコンポーネント及びサブアセンブリの製造 106 並びにシステムインテグレーション 108 などの製造段階で利用可能である。アイテムを参照する際に使用している「任意の数の」は、一又は複数のアイテムを意味する。例えば、「任意の数の装置の実施形態」は、一又は複数の装置の実施形態となることがある。任意の数の装置の実施形態、方法の実施形態、又はこれらの組み合わせは、図 1 で航空機 200 が運行中 112 及び / 又は整備及び保守 114 の段階で利用可能である。任意の数の種々の有利な実施形態の利用により、航空機 200 の組立てを実質的に効率化すること、及び / 又はコストを削減することができる。

10

【0040】

種々の有利な実施形態は、任意の数の検討事項を認識し、且つ考慮している。例えば、限定しないが、種々の有利な実施形態は、小型のロボット式機械を使用して、大型のロボット式機械では到達しえない構造物の上又は内部の設定位置に到達しうることを認識し、且つ考慮している。種々の有利な実施形態は、大型のロボット式機械は使用することができず、小型のロボット式機械は使用しうる設定位置を認識し、且つ考慮している。

【0041】

例えば、限定しないが、幾つかのロボット式機械は組立られる構造物の上を移動することができる。これらのロボット式機械は、移動用のレールシステムを使用してもよい。レールシステムは構造物に装着することができる。

20

【0042】

1 つの例示的な実施例では、限定しないが、胴体用のフレームに外板パネルが固定されると、レールシステムは構造物上に装着可能となる。ロボット式機械は、次にレールに沿って移動し、外板パネルをリブに締結する操作を実施することができる。これらのロボット式機械は、穿孔及び締め具の挿入を行って、外板パネルを構造物のリブに装着することができる。

【0043】

種々の有利な実施形態は、レールシステムを有するロボット式機械の使用は煩雑で所望以上の時間を必要とすることを認識している。レールはある設定位置から別の設定位置への再配置が必要となることがある。この再配置には、ロボット式機械の取り外し、レールの取り外し、新しい設定位置でのレールの再実装、及びレール上へのロボット式機械の再取り付けが必要となることがある。

30

【0044】

種々の有利な実施形態はまた、場合によっては、ロボット式機械が吸引カップ付きの脚を有していてもよいことを認識し、且つ考慮している。これらの吸引カップはパネルとの係合及びパネルからの離脱を行い、種々の設定位置に移動して操作を実施することができる。吸引カップの係合及び離脱と同調する脚の運動は、機械を移動するように起こすことができる。

【0045】

種々の有利な実施形態は、これらの現在使用されている機械が第 1 フレーム及び第 2 フレームを有しうることを認識し、且つ考慮している。フレームは互に相対的に移動することができる。2 つのフレームの脚は、真空が印加されたとき、構造物の表面に装着される吸引カップを有していてもよい。

40

【0046】

ロボット式機械が別の設定位置に移動できる状態になると、1 つのフレームの脚にある吸引カップは離脱可能となる。これらの脚は構造物の表面から引き上げることができる。次に、第 1 フレームは第 2 フレームに対して移動することができる。その後、脚を延ばして表面に戻すことができる。吸引カップに真空を印加して、吸引カップを表面に再係合することができる。その後、第 2 フレームの吸引カップ又は脚は、構造物の表面から離脱可

50

能となる。これらの脚は格納されてもよい。第2フレームは第1フレームに対して移動することができる。その後、脚は再度延伸され、吸引カップは表面に係合可能となる。

【0047】

しかしながら、種々の有利な実施形態は、互いに平行に移動するこれらの種類のフレームにより、システムは所望以上に複雑で、重く、動作が緩慢になりうることを認識し、且つ考慮している。さらに、種々の有利な実施形態はまた、これらの種類のシステムを使用することにより、付加的な安全機構が必要になりうることを認識している。これらの安全機構は、吸引カップによって生成される真空が、構造物への装着を維持するために必要な真空量を提供できない場合に備えて、ロボット式機械を固定するための付加的なストラップ又はラインを含むことがある。

10

【0048】

種々の有利な実施形態は、これらの種類のシステムが設定及び操作のため所望よりも多くの時間を要することがありうることを認識し、且つ考慮している。

【0049】

したがって、種々の有利な実施形態は、構造物上での操作を実施するための方法及び装置を提供する。1つの有利な実施形態では、装置はフレームシステム、第1フレームの任意の数の吸引カップ、第2フレームの任意の数の吸引カップ、及び制御装置を含んでもよい。フレームシステムは、任意の数の操作を実施するように構成されたエンドエフェクタを保持するように構成しうるフレームシステム内に、第1フレーム及び第2フレームを有することができる。第1フレーム及び第2フレームは加工対象物に装着されるように構成することができる。制御装置は、フレームシステムの移動時に真空及び圧力を印加することによって、加工対象物への第1フレーム及び第2フレームの装着を制御するように構成することができる。

20

【0050】

次に図3を参照すると、有利な実施形態により図解された製造環境が示されている。この例示的な実施例では、製造環境300は、航空機302の構造物を製造するために使用されうる環境の一例であってもよい。航空機302は、図2の航空機200の一実装態様の一例とすることができる。航空機302は胴体304及び機首306を有することができる。

【0051】

30

この図解されている実施例では、クローラー組立システム308は、航空機302の構造物を製造するために使用することができる。クローラー組立システム308は、この例示的な実施例ではロボット式機械の一例となりうる。クローラー組立システム308は、コンポーネント及びサブアセンブリの製造106、システムインテグレーション108、製造及び保守114、及び/又は図1の航空機の製造及び保守方法100における他の好適なフェーズのうちの少なくとも1つで使用可能である。

【0052】

この実施例に図解されているように、クローラー組立システム308は胴体304の表面310上に配置可能である。1つの例示的な実施例では、クローラー組立システム308は、胴体304の表面310上に締め具を実装するように使用可能である。加えて、クローラー組立システム308は、航空機302用の構造物を製造するための任意の数の他の操作を実施するように使用可能である。

40

【0053】

次に図4を参照すると、有利な実施形態により図解された製造環境が示されている。製造環境400は、図2の航空機200の構造物を製造するために使用されうる環境の一例である。さらに、図3の製造環境300は、図4の製造環境400に対する実装の一例となりうる。

【0054】

これらの例示的な実施例では、製造環境400は、コンポーネント及びサブアセンブリの製造106、システムインテグレーション108、製造及び保守114、及び図1の航

50

空機の製造及び保守方法 100 における他の好適なフェーズのうちの少なくとも 1 つで使用可能である。

【0055】

これらの例示的な実施例では、クローラー組立システム 402 は、加工対象物 406 の上で任意の数の操作 404 を実施することができる。これらの例示的な実施例では、加工対象物 406 は、図 2 の航空機 200 用の構造物又は構造物の一部であってもよい。言うまでもなく、加工対象物 406 は、図 2 の航空機 200 以外の他の種類のオブジェクト用のものであってもよい。例えば、限定しないが、加工対象物 406 は、自動車、トラック、建物、宇宙船、ミサイル、船舶、潜水艦、ダム、橋、及び / 又は幾つかの他の好適な種類のオブジェクト用のものであってもよい。

10

【0056】

この例示的な実施例では、クローラー組立システム 402 は、フレームシステム 408、制御装置 410、電磁石ユニット 412、真空・圧力ユニット 414、エンドエフェクタ 416、センサシステム 418、及び他の好適なコンポーネントを含みうる。電磁石ユニット 412 が存在する場合、クローラー組立システム 402 は、電磁石クローラー組立システムと呼ばれることがある。

【0057】

フレームシステム 408 は、第 1 フレーム 420、第 2 フレーム 422、移動システム 424、第 1 フレームの任意の数の脚 426、第 2 フレームの任意の数の脚 428、第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 430、第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 432、及び / 又は他の好適なコンポーネントを含みうる。フレームシステム 408 はエンドエフェクタ 416 を保持するように構成することができる。

20

【0058】

これらの例示的な実施例では、第 1 フレーム 420 及び第 2 フレーム 422 は互いに相対的に移動することができる。移動システム 424 は、第 1 フレーム 420 と第 2 フレーム 422 を互いに相対的に移動させることができる。これらの実施例では、移動システム 424 は任意の数のモーター 434 を含みうる。

【0059】

第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 430 は、第 1 フレーム 420 と関連付けることが可能で、加工対象物 406 に装着するように構成することができる。第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 432 は、第 2 フレーム 422 と関連付けることが可能である。第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 432 は、加工対象物 406 に装着するように構成することができる。

30

【0060】

これらの例示的な実施例では、第 1 コンポーネントは、第 2 コンポーネントに対して、固定、結合、締結、及び / 又は他の何らかの好適な方法で接続されていることにより、第 2 コンポーネントに関連付けられているとみなされる。第 1 コンポーネントは、第 3 コンポーネントを使用することによって、第 2 コンポーネントに接続されてもよい。第 1 コンポーネントは、第 2 コンポーネントの一部及び / 又は延長として形成されることにより、第 2 コンポーネントに関連付けられるとみなすことができる。

40

【0061】

これらの実施例では、第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 430 は、第 1 フレームの任意の数の脚 426 を使用して第 1 フレーム 420 と関連付けることができる。第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 432 は、第 2 フレームの任意の数の脚 428 を使用して第 2 フレーム 422 と関連付けることができる。

【0062】

これらの例示的な実施例では、第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 430 及び第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 432 の装着は、取り外し可能な装着であってもよい。この装着は、真空・圧力ユニット 414 によって印加される真空 436 によって引き起こすことができる。これらの実施例では真空 436 は、第 1 フレームの任意の数の脚 426 を

50

介して第1フレームの任意の数の吸引カップ430に、及び第2フレームの任意の数の脚428を介して第2フレームの任意の数の吸引カップ432に印加可能である。真空436によって、第1フレームの任意の数の吸引カップ430及び第2フレームの任意の数の吸引カップ432を加工対象物406に装着することができる。

【0063】

これらの例示的な実施例では、第1フレームの任意の数の吸引カップ430及び第2フレームの任意の数の吸引カップ432の少なくとも一部を介して、第1フレームの任意の数の吸引カップ430の部分438及び/又は第2フレームの任意の数の吸引カップ432の部分439を加工対象物406の表面440に装着するように、真空436を印加することができる。これらの実施例では、第1フレームの任意の数の吸引カップ430及び第2フレームの任意の数の吸引カップ432は、任意の数の種々の形状及び/又はサイズを有していてもよい。

10

【0064】

これらの例示的な実施例では、第1フレームの任意の数の脚426及び第2フレームの任意の数の脚428は、加工対象物406の表面440に対して移動可能であってもよい。第1フレームの任意の数の脚426及び第2フレームの任意の数の脚428は、表面440に適合するように移動可能であってもよい。例えば、限定しないが、表面440は一又は複数の異なる軸の周りに湾曲していることがある。第1フレームの任意の数の脚426及び/又は第2フレームの任意の数の脚428は、第1フレームの任意の数の吸引カップ430及び/又は第2フレームの任意の数の吸引カップ432が表面440に接触できるように、表面440に対して移動可能である。

20

【0065】

このように、第1フレームの任意の数の吸引カップ430及び/又は第2フレームの任意の数の吸引カップ432を加工対象物406の表面440に装着するため、真空436が印加可能である。第1フレームの任意の数の脚426及び/又は第2フレームの任意の数の脚428の位置決め又は移動は、移動システム424を使用して実施可能である。

【0066】

これらの例示的な実施例では、クローラー組立システム402の移動は任意の数の異なる方法で実現可能である。1つの例示的な実施例では、第1フレームの任意の数の吸引カップ430及び第2フレームの任意の数の吸引カップ432は、任意の数の操作404の実施中に、加工対象物406の表面440に装着可能であってもよい。

30

【0067】

これらの例示的な実施例では、エンドエフェクタ416は制御装置410の制御下で、任意の数の操作404を実施することができる。エンドエフェクタ416は、ドリルユニット441、締結システム443、封止ユニット445、映像システム447、及び/又は他の好適なデバイスのうちの少なくとも1つを含むことができる。エンドエフェクタ416は、任意の数の操作404を実施するため、加工対象物406の上でクローラー組立システム402によって種々の方向へ移動させることができるデバイスであってもよい。

【0068】

これらの図解されている実施例では、任意の数の操作404は加工対象物406の領域442内の設定位置444で実施することができる。領域442は、フレームシステム408を動かすことなく、エンドエフェクタ416がクローラー組立システム402によって移動可能となる領域であってもよい。任意の数の操作404が実施された後、クローラー組立システム402は設定位置448に移動することができる。

40

【0069】

これらの例示的な実施例では、エンドエフェクタ416は電磁石ユニット412を使用して安定化することができる。電磁石ユニット412は第1フレーム420と関連付けることができる。電磁石ユニット412は、任意の数の操作404の実施中に、加工対象物406へのクローラー組立システム402の装着を改善するため、加工対象物406上の磁性材料446を使用してもよい。これにより、第1フレームの任意の数の吸引カップ4

50

30及び第2フレームの任意の数の吸引カップ432への真空436の印加に加えて、装着を行うことができる。

【0070】

設定位置444から設定位置448へ移動する際には、第1フレームの任意の数の吸引カップ430には真空436が印加され、第2フレームの任意の数の吸引カップには圧力450が印加される。圧力450は、第2フレーム422を加工対象物406の表面440から引き離す力452を与えることができる。

【0071】

これらの例示的な実施例では、第1フレームの任意の数の吸引カップ430及び第2フレームの任意の数の吸引カップ432は、真空436及び/又は圧力450を印加するように構成することもできる。種々の形状の吸引カップを使用して、第1フレームの任意の数の吸引カップ430及び第2フレームの任意の数の吸引カップ432を実装することができる。使用される吸引カップの実施例は、例えば、限定しないが、Piab USA Inc.から入手可能な吸引カップを含む。

【0072】

第2フレームの任意の数の吸引カップ432に圧力450を印加し、第1フレームの任意の数の吸引カップ430に真空436を印加する間に、移動システム424によって第2フレーム422を第1フレーム420に対して移動することができる。第2フレーム422の移動が完了した後、第2フレームの任意の数の吸引カップ432に真空436を印加することができる。

【0073】

加えて、第2フレームの任意の数の吸引カップ432に真空436が印加される間に、第1フレームの任意の数の吸引カップ430に圧力450を印加することができる。次に、第1フレーム420は、第2フレームの任意の数の吸引カップ432に真空436を印加し、第1フレームの任意の数の吸引カップ430に圧力450を印加する間に、移動システム422に対して移動することができる。この一連のステップを実施して、加工対象物406を設定位置444から設定位置448まで移動することができる。

【0074】

加えて、幾つかの有利な実施形態では、第1フレーム420と第2フレーム422は互いに相対的に移動することにより、エンドエフェクタ416が任意の操作404を実施する間に、フレームシステム408を設定位置444から設定位置448まで移動することができる。このように、クローラー組立システム402を移動する際の、任意の数の操作404の実施の中断は、低減及び/又は回避することができる。

【0075】

さらに、電磁石ユニット412は、第1フレーム420に対して第2フレーム422が移動する間に、第1フレーム420を加工対象物406に保持する力454を提供することができる。加えて、電磁石ユニット412は、第1フレームの任意の数の吸引カップ430及び第2フレームの任意の数の吸引カップがフレームシステム408を加工対象物406上に保持できない場合に、加工対象物406の上にクローラー組立システム402を保持するための付加的な機構を提供することができる。

【0076】

これらの例示的な実施例では、制御装置410はコンピュータ、プロセッサユニット、特定用途向け集積回路、又はクローラー組立システム402の操作を制御する他の好適なデバイスを含むことがある。制御装置410は、フレームシステム408の移動中に、真空436及び圧力450を印加することにより、第1フレーム420と第2フレーム422の加工対象物406への装着を制御するように構成することができる。制御装置410は、加工対象物406の上での設定位置及び/又は実施される操作を、プログラムコード456の形式で保存することができる。プログラムコード456は、加工対象物406上での任意の数の操作404の実施に使用される。

【0077】

これらの例示的な実施例では、センサーシステム 4 1 8 は加工対象物 4 0 6 上でクローラー組立システム 4 0 2 の設定位置を特定するために使用することができる。さらに、センサーシステム 4 1 8 は、加工対象物 4 0 6 に対するエンドエフェクタ 4 1 6 の位置を定めるために使用することができる。センサーシステム 4 1 8 はまた、任意の数の操作 4 0 4 に対する検査の実施に使用することができる。これらの例示的な実施例では、センサーシステム 4 1 8 は、例えば、限定しないが、赤外線センサー、カメラ、超音波センサー、及び／又は他の好適な形式のセンサーを含みうる。

【 0 0 7 8 】

製造環境 4 0 0 の提示は、種々の有利な実施形態を実装可能な方式に対する物理的又は構造的な制限を示唆することを意図していない。図示されたコンポーネントに加えて及び／又は代えて、他のコンポーネントを使用することができる。一部の有利な実施形態では幾つかのコンポーネントは不要である。また、ブロックは、幾つかの機能的なコンポーネントを示すために提示されている。種々の有利な実施形態において実装されるとき、これらのブロックの一又は複数は異なるブロックに合成及び／又は分割することができる。

【 0 0 7 9 】

例えば、幾つかの有利な実施形態では、加工対象物 4 0 6 の上で操作を実施するため、クローラー組立システム 4 0 2 に追加されるクローラー組立システムがあってもよい。さらに別の有利な実施形態では、クローラー組立システム 4 0 2 は、エンドエフェクタ 4 1 6 に追加される任意の数の付加的なエンドエフェクタを含むことができる。また、電磁石ユニット 4 1 2 に追加される付加的な電磁石ユニットがあってもよい。

【 0 0 8 0 】

これらの例示的な実施例では、第 1 フレームの任意の数の脚 4 2 6 の第 1 脚 4 5 8 及び第 2 脚 4 6 2 は、軸 4 6 0 の周りに回転するように構成されてもよい。第 1 脚 4 5 8 及び／又は第 2 脚 4 6 2 の軸 4 6 0 の周りの回転は、軸 4 6 0 の周りでの電磁石ユニット 4 1 2 の回転を引き起こすことができる。このように、電磁石ユニット 4 1 2 の位置決めは、加工対象物 4 0 6 の種々の形式の表面に対して実施することができる。

【 0 0 8 1 】

次に図 5 を参照すると、有利な実施形態により図解されたクローラー組立システムが示されている。これらの例示的な実施例では、クローラー組立システム 5 0 0 は、図 3 のクローラー組立システム 3 0 8 及び／又は図 4 のクローラー組立システム 4 0 2 に対する実装の一例となることがある。

【 0 0 8 2 】

クローラー組立システム 5 0 0 は、フレームシステム 5 0 2、電磁石ユニット 5 0 4、真空・圧力ユニット 5 0 6、エンドエフェクタ 5 0 8、センサーシステム 5 1 0、及び制御装置 5 1 2 を含みうる。この例示的な実施例では、フレームシステム 5 0 2 は、第 1 フレーム 5 1 4、第 2 フレーム 5 1 6、移動システム 5 1 8、第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0、第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2、第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 4、第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 6 を含みうる。

【 0 0 8 3 】

この図解されている実施例では、第 2 フレーム 5 1 6 は部分 5 1 1 及び部分 5 1 3 を含むことがある。部分 5 1 1 及び部分 5 1 3 は互いに装着されてフレーム 5 1 6 を形成することができる。さらに、第 1 フレーム 5 1 4 は第 2 フレーム 5 1 6 の部分 5 1 3 と関連付けることができる。

【 0 0 8 4 】

第 1 フレーム 5 1 4 及び第 2 フレーム 5 1 6 は、移動システム 5 1 8 を使用して互いに相対的に移動することができる。移動システム 5 1 8 はこの例示的な実施例で、モーター 5 2 8 を含むことができる。加えて、移動システム 5 1 8 はモーター 5 5 2、5 5 3、5 5 4、5 5 5、5 5 6、5 5 7、5 5 8、5 5 9、5 6 0、及び 5 6 1 を含むことができる。移動システム 5 1 8 は、第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 の少なくとも第 1 部分に対して、第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0 を移動するように使用することができる。

【 0 0 8 5 】

この図解されている実施例では、第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0 及び第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 4 は、第 1 フレーム 5 1 4 に関連付けることができる。第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0 は、脚 5 3 0 及び脚 5 3 1 を含むことができる。第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 4 は、脚 5 3 0 及び脚 5 3 1 にそれぞれ結合される吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 を含むことができる。第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 4 は、図 4 の加工対象物 4 0 6 など、加工対象物の表面（図示せず）に結合するように構成することができる。

【 0 0 8 6 】

第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 及び第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 6 は、第 1 フレーム 5 1 6 に関連付けることができる。第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 は、脚 5 3 4、5 3 5、5 3 6、5 3 7、5 3 8、5 3 9、5 4 0、及び 5 4 1 を含むことができる。第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 6 は、脚 5 3 4、5 3 5、5 3 6、5 3 7、5 3 8、5 3 9、及び 5 4 1 にそれぞれ結合される吸引カップ 5 4 2、5 4 3、5 4 4、5 4 5、5 4 6、5 4 7、及び 5 4 8、並びに脚 5 4 0 に結合される別の吸引カップ（図示せず）を含むことができる。第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 6 はまた、加工対象物の表面に装着されるように構成可能である。

【 0 0 8 7 】

これらの例示的な実施例では、第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0 及び第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 は、移動可能であってもよい。第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0 及び / 又は第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 の移動は、移動システム 5 1 8 を使用して実施可能である。

【 0 0 8 8 】

例えば、限定しないが、モーター 5 5 2 及びモーター 5 5 3 は、それぞれ脚 5 3 0 及び脚 5 3 1 を矢印 5 4 9 の方向と垂直に動かすことができる。さらに、モーター 5 5 4、5 5 5、5 5 6、5 5 7、5 5 8、5 5 9、5 6 0、及び 5 6 1 はそれぞれ脚 5 3 4、5 3 5、5 3 6、5 3 7、5 3 8、5 3 9、5 4 0、及び 5 4 1 と関連付けることができる。これらのモーターの各々は、対応する脚を垂直に矢印 5 4 9 の方向に動かすように構成することができる。第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0 及び / 又は第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 の中の脚は、移動システム 5 1 8 によって別の位置に移動することができる。

【 0 0 8 9 】

第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0 及び第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 のこの種の移動により、第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0 及び第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 は、表面が曲面である場合、加工対象物の表面にほぼ適合することができる。例えば、第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0 及び / 又は第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 の中の脚は、第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 4 及び第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 6 がすべて加工対象物の曲面に接触するように、移動可能である。

【 0 0 9 0 】

第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 4 及び第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 6 の加工対象物への装着は、真空・圧力ユニット 5 0 6 を使用して実施可能である。真空・圧力ユニット 5 0 6 は、真空・圧力ユニット 5 0 6 を第 1 フレームの任意の数の脚 5 2 0 及び第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 に結合するラインを含むことがある。

【 0 0 9 1 】

例えば、限定しないが、真空・圧力ユニット 5 0 6 は、脚 5 3 4、5 3 5、5 3 6、5 3 7、5 3 8、5 3 9、5 4 0、及び 5 4 1 にそれぞれ結合するライン 5 6 2、5 6 3、5 6 4、5 6 5、5 6 6、5 6 7、5 6 8、及び 5 6 9 を含むことができる。さらに、真空・圧力ユニット 5 0 6 は、脚 5 3 0 及び脚 5 3 1 にそれぞれ結合するライン 5 7 0 及びライン 5 7 1 を含むことがある。真空・圧力ユニット 5 0 6 は、これらのラインを經由してこれらの脚に真空及び / 又は圧力を印加することができる。

【 0 0 9 2 】

真空・圧力ユニット５０６は、少なくとも第１フレームの任意の数の吸引カップ５２４及び／又は第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６の部分が加工対象物の表面に装着可能となるように真空を生成することができる。具体的には、真空・圧力ユニット５０６は、少なくとも第１フレームの任意の数の吸引カップ５２４及び／又は第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６の部分が加工対象物の表面に装着可能となるように、少なくとも第２フレームの任意の数の脚５２２及び／又は第１フレームの任意の数の脚５２０の部分を介して、真空を生成することができる。すなわち、真空・圧力ユニット５０６は、少なくとも第１フレームの任意の数の吸引カップ５２４及び／又は第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６の部分の中の空気を評価して、加工対象物の表面への装着を可能にする真空を生成することができる。

10

【００９３】

この例示的な実施例では、真空・圧力ユニット５０６及び移動システム５１８を使用することにより、第１フレーム５１４は第２フレーム５１６に対して、矢印５４９の方向及び矢印５２５の方向に、移動することができる。例えば、限定しないが、真空・圧力ユニット５０６は第１フレームの任意の数の吸引カップ５２４に真空を印加することができる。真空により第１フレームの任意の数の吸引カップ５２４を加工対象物の表面に装着することができる。

【００９４】

真空・圧力ユニット５０６は、第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６に圧力を印加することもできる。すなわち、真空・圧力ユニット５０６は、第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６に真空を印加する代わりに、第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６を加圧してもよい。この加圧は、第２フレームの任意の吸引カップ５２６を加工対象物の表面から離脱させる力を与えることができる。さらに、第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６の加圧は、この例示的な実施例では、空気の緩衝によっても提供することができる。このように、第２フレーム５１６は、真空・圧力ユニット５０６によって印加される圧力によって加工対象物の表面から離脱させることができる。

20

【００９５】

加工対象物の表面から第２フレーム５１６が離脱されると、モーター５２８を操作して、第１フレーム５１４に対して第２フレーム５１６を移動することができる。第１フレームの任意の数の吸引カップ５２４によって第１フレーム５１４が加工対象物の表面に装着されている間に、第２フレーム５１６を矢印５２５の方向に移動することができる。

30

【００９６】

第２フレーム５１６が所望の設定位置の間で移動されると、真空・圧力ユニット５０６は第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６を加工対象物表面に装着するため、第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６に真空を印加することができる。これらの例示的な実施例では、第１フレーム５１４又は第２フレーム５１６のいずれかを先に動かすことによって、加工対象物の表面上でクローラー組立システム５００を移動することができる。

【００９７】

これらの図解されている実施例では、第１フレームの任意の数の吸引カップ５２４及び第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６の各吸引カップは、曲面に各吸引カップが付着するように可撓性を有していてもよい。さらに、この可撓性により、第１フレームの任意の数の吸引カップ５２４及び／又は第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６の少なくとも一部は、第１フレームの任意の数の吸引カップ５２４及び／又は第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６の別の一部が装着される表面に対して傾斜して付着することができる。１つの例示的な実施例では、第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６の一部は、表面の一部に第１の角度で装着可能であり、且つ第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６の別の部分は表面の別の一部に第２の角度で装着可能である。

40

【００９８】

加えて、クローラー組立システム５００はまた、第１フレーム５１４に関連付けられたモーター５５０及びモーター５５１を有していてもよい。モーター５５０及びモーター５

50

５１は電気モーター、空気圧モーター、空気シリンダー、及び／又は幾つかの他の好適な種類のモーターであってもよい。モーター５５０及びモーター５５１は、脚５３０及び脚５３１のうちの少なくとも１つの回転に使用することができる。例えば、限定しないが、脚５３０は軸５９０の周りで第１方向に回転可能で、脚５３１は軸５９０の周りで第２方向に回転可能であってもよい。脚５３０及び脚５３１の回転は、吸引カップ５３２及び吸引カップ５３３に真空が印加されている間に、軸５９２の周りにフレームシステム５０２の回転を引き起こすことができる。軸５９２の周りのフレームシステム５０２の回転は、クローラー組立システム５００を加工対象物の表面上で回転させることができる。

【００９９】

加えて、モーター５５０及びモーター５５１は、吸引カップ５３２及び吸引カップ５３３が加工対象物の曲面に接触するように、脚５３０及び脚５３１の回転に使用することができる。

【０１００】

この例示的な実施例では、電磁石ユニット５０４は加工対象物にクローラー組立システム５００の付加的な装着をもたらすことができる。例えば、限定しないが、電磁石ユニット５０４は、第１フレームの任意の数の吸引カップ５２４又は第２フレームの任意の数の吸引カップ５２６のいずれかの吸引カップが所望どおりに加工対象物に装着されない場合に、加工対象物にクローラー組立システム５００の付加的な装着をもたらすことができる。

【０１０１】

加えて、エンドエフェクタ５０８は加工対象物の上で任意の数の操作を実施するように使用可能である。この例示的な実施例では、エンドエフェクタ５０８はドリルユニット５８０及び締結システム５８１を含みうる。ドリルユニット５８０は穿孔操作を実施するために使用可能であり、締結システム５８１は締結操作を実施するために使用可能である。これらの操作は、第１フレーム５１４が加工対象物に装着されている間に実施することができる。第２フレーム５１６は加工対象物に装着すること、又はエンドエフェクタ５０８によって操作が実施されている間に、所望の設定位置に向けて移動させることができる。

【０１０２】

この例示的な実施例では、センサーシステム５１０を使用して、操作が実施されている加工対象物の表面に関する情報を生成することができる。例えば、限定しないが、センサーシステム５１０はこの図解されている実施例ではカメラ５８２を含みうる。カメラ５８２を使用して、操作が実施されることになっている設定位置を特定するために、画像情報を生成することができる。さらに、画像情報は操作を実施するためのドリルユニット５８０及び／又は締結システム５８１の位置決めに使用することができる。

【０１０３】

この例示的な実施例で図解されているように、制御装置５１２は第１フレーム５１４に関連付けることができる。制御装置５１２は、この図解されている実施例では、コンピュータシステム５８４の形態をとることができる。コンピュータシステム５８４は、クローラー組立システム５００を制御するように使用することができる。例えば、限定しないが、コンピュータシステム５８４は、移動システム５１８によるクローラー組立システム５００の移動、エンドエフェクタ５０８の位置決め、エンドエフェクタ５０８によって実施される操作の種類、及び／又は他の好適な操作を制御するように使用することができる。

【０１０４】

これらの例示的な実施例では、制御装置５１２は手動及び／又は自動で操作しうる。例えば、場合によっては、制御装置５１２はクローラー組立システム５００を制御するためのプログラムコードを実行することができる。他の実施例では、制御装置５１２は人間オペレータによって操作することができる。

【０１０５】

次に図６を参照すると、有利な実施形態により図解されたクローラー組立構造の底面図が示されている。この例示的な実施例では、図５のクローラー組立システム５００の第２

10

20

30

40

50

フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 6 の吸引カップ 6 0 0 を見ることができる。吸引カップ 6 0 0 は図 5 の第 2 フレームの任意の数の脚 5 2 2 の脚 5 4 0 に関連付けられていてもよい。

【 0 1 0 6 】

次に図 7 を参照すると、有利な実施形態により図解されたクローラー組立システムの正面図が示されている。この例示的な実施例では、クローラー組立システム 5 0 0 は第 1 フレーム 5 1 4 の正面から見ることができる。図解されているように、クローラー組立システム 5 0 0 は加工対象物 7 0 0 の上に配置することができる。具体的には、吸引カップ 5 4 6、5 4 7、6 0 0、及び 5 4 8 は加工対象物 7 0 0 の表面 7 0 2 に装着されているように見ることができる。

10

【 0 1 0 7 】

次に図 8 を参照すると、有利な実施形態により図解されたクローラー組立システムの一部の側断面図が示されている。この実施例で図解されているように、クローラー組立システム 5 0 0 はモーター 5 0 0 を使用して、軸 5 9 2 にほぼ垂直な軸 5 9 0 の周りに脚 5 3 0 を回転することができる。脚 5 3 0 は、脚 5 3 0 の中心線 8 0 2 が矢印 8 0 0 の方向に軸 5 9 2 から約 ± 5 度離れた位置で回転可能なように、軸 5 9 0 の周りに回転することができる。

【 0 1 0 8 】

次に図 9 を参照すると、有利な実施形態により図解されたクローラー組立システムの一部の側断面図が示されている。この例示的な実施例では、脚 5 3 0 の中心線 8 0 2 は位置 9 0 0 まで回転されている。図解されているように、位置 9 0 0 は軸 5 9 2 から約 $+ 5$ 度離れることができる。脚 5 3 0 の回転は、この例示的な実施例では、モーター 5 5 0 の操作によって引き起こすことができる。

20

【 0 1 0 9 】

加えて、図 5 の脚 5 3 1 は、この例示的な実施例では、脚 5 3 0 の回転とは反対の方向に軸 5 9 2 から離れる位置まで回転することができる。これら 2 本の軸の反対方向での回転は、フレームシステム 5 0 2 の軸 5 9 2 の周りの回転を引き起こすことができる。このようにクローラー組立システム 5 0 0 は、脚 5 3 0 及び脚 5 3 1 をそれぞれ回転する図 5 のモーター 5 5 0 及びモーター 5 5 1 を使用することにより、回転することができる。

【 0 1 1 0 】

次に図 1 0 を参照すると、有利な実施形態により図解されたクローラー組立システムが示されている。この例示的な実施例では、クローラー組立システム 5 0 0 は、図 5 のクローラー組立システム 5 0 0 の構成と比較して、異なる構成を有していてもよい。

30

【 0 1 1 1 】

この実施例で図解されているように、第 2 フレーム 5 1 6 の部分 5 1 1 は移動させることができる。クローラー組立システム 5 0 0 用に第 2 フレーム 5 1 6 の部分 5 1 3 のみが存在していてもよい。部分 5 1 1 を取り除くことにより、クローラー組立システム 5 0 0 のサイズ及び / 又は重量を低減することができる。このサイズ及び / 又は重量の低減により、クローラー組立システム 5 0 0 に対して部分 5 1 1 が存在する場合と比較して、クローラー組立システム 5 0 0 をより多くの設定位置まで移動し、より多くの位置に配置することが可能になる。

40

【 0 1 1 2 】

次に図 1 1 を参照すると、有利な実施形態により図解された加工対象物上に配置されたクローラー組立システムの背面図が示されている。この例示的な実施例では、クローラー組立システム 5 0 0 の背面図は、図 1 0 のライン 1 1 - 1 1 に沿って示されている。図解されているように、制御装置 5 1 2 の側から見たクローラー組立システム 5 0 0 が表示されている。

【 0 1 1 3 】

この例示的な実施例では、クローラー組立システム 5 0 0 は加工対象物 1 1 0 0 の上に配置することができる。加工対象物 1 1 0 0 はこの例示的な実施例では曲面 1 1 0 2 を有

50

することがある。吸引カップ 5 4 6、5 4 7、6 0 0、及び 5 4 8 が曲面 1 1 0 2 に接触するように、脚 5 3 8、5 3 9、5 4 0、及び 5 4 1 を移動することができる。

【 0 1 1 4 】

この例示的な実施例では、第 1 フレーム 5 1 4 が軸 1 1 0 4 に沿って移動できるように、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 は曲面 1 1 0 2 に接触していなくてもよい。例えば、限定しないが、真空・圧力ユニット 5 0 6 は吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 に圧力を印加することができる。すなわち、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 に印加される真空は、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 を加圧することにより取り除くことができる。

【 0 1 1 5 】

10

これらの吸引カップでのこの加圧は、曲面 1 1 0 2 から吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 を離脱させるのに必要な力を提供することができる。具体的には、この力は、例えば、限定しないが、吸引カップ 5 3 2 の下の空気の緩衝 1 1 0 6 及び吸引カップ 5 3 3 の下の空気の緩衝 1 1 0 8 によって提供されることがある。吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 が曲面 1 1 0 2 から離脱されると、第 1 フレーム 5 1 4 は軸 1 1 0 4 に沿って所望の方向へ移動することができる。

【 0 1 1 6 】

さらに、図 9 の脚 5 3 0 及び図 7 の脚 5 3 1 は、第 1 フレーム 5 1 4 の移動中に吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 が曲面 1 1 0 2 に接触しないように動かすことができる。幾つかの例示的な実施例では、第 1 フレーム 5 1 4 が軸 1 1 0 4 に沿って移動するにつ

20

【 0 1 1 7 】

次に図 1 2 ~ 1 5 を参照すると、有利な一実施形態により図解された加工対象物上のクローラー組立システムが示されている。これらの例示的な実施例では、図 1 2 ~ 1 5 のクローラー組立システム 5 0 0 は図 1 0 に示されている構成を有している。

【 0 1 1 8 】

次に図 1 2 に注目すると、クローラー組立システム 5 0 0 は加工対象物 1 2 0 0 の上に配置することができる。吸引カップ 5 3 2、5 3 3、5 4 6、5 4 7、6 0 0、及び 5 4 8 は加工対象物 1 2 0 0 の表面 1 2 0 2 に装着することができる。吸引カップ 5 3 2、5 3 3、5 4 6、5 4 7、6 0 0、及び 5 4 8 は真空・圧力ユニット 5 0 6 によって提供される真空を用いて表面 1 2 0 2 に装着することができる。

30

【 0 1 1 9 】

この実施例で図解されているように、電磁石ユニット 5 0 4 は加工対象物 1 2 0 0 の下に配置されている磁性材料 1 2 0 4 に付着して、吸引カップ 5 3 2、5 3 3、5 4 6、5 4 7、6 0 0、及び 5 4 8 によってもたらされる装着に加えて、クローラー組立システム 5 0 0 の加工対象物 1 2 0 0 への付加的な装着をもたらすことができる。

【 0 1 2 0 】

この例示的な実施例では、第 1 フレーム 5 1 4 は加工対象物 1 2 0 0 上の位置 1 2 0 6 にあってもよい。第 1 フレーム 5 1 4 は、締結ユニット 5 8 1 を加工対象物 1 2 0 0 上の位置 1 2 0 8 に配置できるように位置 1 2 0 6 にあってもよい。エンドエフェクタ 5 0 8 用の締結ユニット 5 8 1 は、加工対象物 1 2 0 0 上の設定位置 1 2 0 8 で締結操作を実施するように使用されることがある。

40

【 0 1 2 1 】

図 1 3 では、締結操作が完了すると、制御装置 5 1 2 は加工対象物 1 2 0 0 の表面 1 2 0 2 から電磁石ユニット 5 0 4 による装着を開放することができる。さらに、真空・圧力ユニット 5 0 6 は、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 を表面 1 2 0 2 から離脱させるため、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 に圧力を印加することができる。

【 0 1 2 2 】

50

次に図 1 4 を参照すると、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 が表面 1 2 0 2 に接触していないことにより、第 1 フレーム 5 1 4 は図 1 2 及び 1 3 の位置 1 2 0 4 から位置 1 4 0 2 まで矢印 1 4 0 0 の方向に移動させることができる。第 2 フレーム 5 1 6 は、第 1 フレーム 5 1 4 が移動している間は移動することはできない。

【 0 1 2 3 】

図 1 5 では、制御装置 5 1 2 は、電磁石ユニット 5 0 4 が表面 1 2 0 2 に付着するように、電磁石ユニット 5 0 4 を制御することができる。さらに、真空・圧力ユニット 5 0 6 は、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 が表面 1 2 0 2 に付着するように、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 に真空を印加することができる。第 1 フレーム 5 1 4 が位置 1 4 0 2 にあり、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 が表面 1 2 0 2 に付着していることにより、締結システム 5 8 1 を使用して、加工対象物 1 2 0 0 の設定位置 1 5 0 0 で締結操作を実施することができる。

10

【 0 1 2 4 】

次に図 1 6 を参照すると、有利な実施形態により図解されたクローラー組立システムが示されている。この例示的な実施例では、クローラー組立システム 1 6 0 0 は、図 4 のクローラー組立システム 4 0 2 及び / 又は図 3 のクローラー組立システム 3 0 8 の実装の一例となることがある。

【 0 1 2 5 】

この実施例で図解されているように、クローラー組立システム 1 6 0 0 は、フレームシステム 1 6 0 2、電磁石ユニット 1 6 0 4、真空・圧力ユニット 1 6 0 6、エンドエフェクタ 1 6 0 8、及びセンサーシステム 1 6 1 0 を含む。フレームシステム 1 6 0 2 は、第 1 フレーム 1 6 1 2、第 2 フレーム 1 6 1 4、移動システム 1 6 1 6、第 1 フレームの任意の数の脚 1 6 1 8、第 2 フレームの任意の数の脚 1 6 2 0、第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 1 6 2 2、第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 1 6 2 4 を含む。

20

【 0 1 2 6 】

この例示的な実施例では、第 1 フレーム 1 6 1 2 は第 2 フレーム 1 6 1 4 の内部 1 6 1 5 に配置することができる。クローラー組立システム 1 6 0 0 のこの構成は、図 5 及び図 9 のクローラー組立システム 5 0 0 の構成と異なることがある。

【 0 1 2 7 】

第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 1 6 1 8 は、第 1 フレーム 1 6 1 2 と関連付けることが可能で、脚 1 6 4 0 及び脚 1 6 4 1 を含むことができる。第 2 フレームの任意の数の脚 1 6 2 0 は第 2 フレーム 1 6 1 4 と関連付けることが可能で、脚 1 6 2 6、1 6 2 7、1 6 2 8、1 6 2 9、1 6 3 0、1 6 3 1、1 6 3 2、1 6 3 3、1 6 3 4、1 6 3 5、1 6 3 6、1 6 3 7、1 6 3 8、及び 1 6 3 9 を含むことができる。

30

【 0 1 2 8 】

第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 1 6 2 2 は、脚 1 6 4 1 に装着された吸引カップ 1 6 4 3 及び脚 1 6 4 0 に装着された別の吸引カップ (図示せず) を含むことができる。第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 1 6 2 4 は、脚 1 6 2 6、1 6 2 7、1 6 2 8、1 6 2 9、1 6 3 0、1 6 3 1、1 6 3 2、1 6 3 3、1 6 3 4、1 6 3 5、1 6 3 6、1 6 3 7、1 6 3 8、及び 1 6 3 9 にそれぞれ装着された吸引カップ 1 6 4 4、1 6 4 5、1 6 4 6、1 6 4 7、1 6 4 8、1 6 4 9、1 6 5 0、1 6 5 1、1 6 5 2、1 6 5 3、1 6 5 4、1 6 5 5、1 6 5 6、及び 1 6 5 7 を含むことができる。

40

【 0 1 2 9 】

これらの例示的な実施例では、移動システム 1 6 1 6 は第 2 フレーム 1 6 1 4 に対して第 1 フレーム 1 6 1 2 を動かすように構成することができる。移動システム 1 6 1 6 は、第 1 フレーム 1 6 1 2 及び / 又は第 2 フレーム 1 6 1 4 を軸 1 6 1 7 に沿って動かすように構成することができる。

【 0 1 3 0 】

さらに、移動システム 1 6 1 6 は、第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 1 6 2 2 及び / 又は第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 1 6 2 4 がすべて加工対象物の面 (表示せず

50

）に接触するように、第１フレームの任意の数の脚１６１８及び／又は第２フレームの任意の数の脚１６２０を垂直に動かすように構成することができる。

【０１３１】

移動システム１６１６は、脚１６２６、１６２７、１６２８、１６２９、１６３０、１６３１、１６３２、１６３３、１６３４、１６３５、１６３６、１６３７、１６３８、及び１６３９にそれぞれ関連付けられたモーター１６５８、１６５９、１６６０、１６６１、１６６２、１６６３、１６６４、１６６５、１６６６、１６６７、１６６８、１６６９、１６７０、及び１６７１を含むことができる。さらに、移動システム１６１６は脚１６４０に関連付けられたモーター１６７２、脚１６４１に関連付けられたモーター１６７３、及び／又はこの図には示されていない他の好適なモーターを含むことができる。

10

【０１３２】

この例示的な実施例では、モーター１６７６及びモーター１６７７は第１フレーム１６１２に関連付けられていてもよい。第１の任意の数の吸引カップ１６２２が加工対象物の表面に適合できるように、加工対象物の表面に対して、モーター１６７６は脚１６４０を傾けること、及び／又はモーター１６７７は脚１６４１を傾けることができる。

【０１３３】

電磁石ユニット１６０４は、クローラー組立システム１６００の加工対象物への付加的な装着をもたらすことができる。加えて、エンドエフェクタ１６０８は締結システム１６７８及びドリルユニット１６８０を含むことができる。締結システム１６７８及びドリルユニット１６８０は第１フレーム１６１２と関連付けることができる。締結システム１６７８は加工対象物の上で締結操作を実施するように使用可能である。ドリルユニット１６８０は加工対象物の上で穿孔操作を実施するように使用可能である。

20

【０１３４】

センサーシステム１６１０は、操作を実施する加工対象物上の設定位置を特定するように使用可能である。さらに、センサーシステム１６１０は、操作を実施するため及び／又は実施される操作を検査するため、エンドエフェクタ１６０８を配置するように使用可能である。

【０１３５】

次に図１７を参照すると、有利な実施形態により図解された加工対象物上で操作を実施するプロセスのフロー図が示されている。図１７に示されたプロセスは、図４のクローラー組立システム４０２を使用して実装可能である。

30

【０１３６】

このプロセスは、クローラー組立システム４０２を移動するための設定位置を選択することによって開始される（操作１７００）。クローラー組立システム４０２は、第１フレーム４２０、第２フレーム４２２、第１フレームの任意の数の吸引カップ４３０、第２フレームの任意の数の吸引カップ４３２、及び制御装置４１０を有するフレームシステム４０８を含むことができる。フレームシステム４０８はエンドエフェクタ４１６を保持するように構成可能である。エンドエフェクタ４１６は任意の数の操作４０４を実施するように構成可能である。

【０１３７】

このプロセスは次に、クローラー組立システム４０２を選択した設定位置に移動することができる（操作１７０２）。次に、プロセスは、加工対象物４０６上の選択された設定位置で任意の数の操作４０４を実施することができる（操作１７０４）。

40

【０１３８】

その後、プロセスは処理予定になっている別の設定位置が存在しないかを判断することができる（操作１７０６）。別の設定位置が処理予定になっている場合には、プロセスは操作１７００に戻る。処理予定になっていない場合には、プロセスは終了する。

【０１３９】

次に図１８を参照すると、有利な実施形態により図解されたクローラー組立システムのためのプロセスのフロー図が示されている図１８に示されたプロセスは、図４のクローラ

50

ー組立システム 4 0 2 を使用して実装可能である。プロセスは、図 1 7 の操作 1 7 0 2 のためのより詳細なプロセスであってもよい。

【 0 1 4 0 】

このプロセスは第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 4 3 0 に圧力 4 5 0 を印加することにより開始される（操作 1 8 0 0）。圧力 4 5 0 は、加工対象物 4 0 6 の表面 4 4 0 から第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 4 3 0 を離脱させる力 4 5 2 を提供することができる。この例示的な実施例では、第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 4 3 2 が加工対象物 4 0 6 の表面 4 4 0 に装着されるように、真空 4 3 6 を第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 4 3 2 に印加することができる。

【 0 1 4 1 】

プロセスは加工対象物 4 0 6 から電磁石ユニット 4 1 2 を開放することができる（操作 1 8 0 2）。次に、プロセスは第 1 フレーム 4 2 0 を選択した設定位置まで移動することができる（操作 1 8 0 4）。第 2 フレーム 4 2 2 は、第 1 フレーム 4 2 0 が選択された設定位置まで移動している間は動くことはできない。

【 0 1 4 2 】

その後、プロセスは第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 4 3 0 に真空 4 3 6 を印加することができる（操作 1 8 0 6）。次に、プロセスは、電磁石ユニット 4 1 2 が加工対象物 4 0 6 に付着するように電磁石ユニット 4 1 2 を使用することができる（操作 1 8 0 8）。

【 0 1 4 3 】

プロセスは第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 4 3 2 に圧力を印加して、第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 4 3 2 に印加されている真空 4 3 6 を取り除くことができる（操作 1 8 1 0）。次に、プロセスは第 2 フレーム 4 2 2 を移動することができる（操作 1 8 1 2）。その後、プロセスは、選択された設定位置までのクローラー組立システム 4 0 2 の移動が完了したかどうかを判断することができる（操作 1 8 1 4）。選択された設定位置までのクローラー組立システム 4 0 2 の移動が完了していない場合には、上述のようにプロセスは操作 1 8 0 0 に戻ることができる。移動が完了した場合には、プロセスは終了する。

【 0 1 4 4 】

次に図 1 9 を参照すると、有利な実施形態により図解されたクローラー組立システムの脚を調整するためのプロセスのフロー図が示されている図 1 9 に示されたプロセスは、図 4 のクローラー組立システム 4 0 2 を使用して実装可能である。

【 0 1 4 5 】

プロセスは加工対象物 4 0 6 の表面 4 4 0 の輪郭を特定することによって開始される（操作 1 9 0 0）。例えば、限定しないが、操作 1 9 0 0 で、輪郭は曲線、鋸歯状線、直線、及び / 又は他の種類の輪郭を有するものとして特定されることがある。さらに、輪郭は少なくとも 2 方向に湾曲している複合的な輪郭として特定されることがある。

【 0 1 4 6 】

その後、プロセスは第 1 フレームの任意の数の脚 4 2 6 及び / 又は第 2 フレームの任意の数の脚 4 2 8の中から任意の数の脚を選択することができる（操作 1 9 0 2）。プロセスは次に選択された任意の数の脚を調整することができ（操作 1 9 0 4）、その後プロセスは終了する。

【 0 1 4 7 】

操作 1 9 0 4 では、選択された任意の数の脚は、表面 4 4 0 の輪郭に対する調整のため、選択された任意の数の脚の少なくとも一部を垂直に動かすことによって、調整可能である。さらに、選択された任意の数の脚は、表面 4 4 0 に対して、第 2 フレームの任意の数の脚 4 2 8 の選択された任意の数の脚の少なくとも一部を傾けることによって、調整可能である。選択された任意の数の脚の一部を傾けることによって、電磁石ユニット 4 1 2 が表面 4 4 0 に付着するように、電磁石ユニット 4 1 2 を傾けることができる。

【 0 1 4 8 】

10

20

30

40

50

種々の図解されている実施形態のフロー図及びブロック図は構造、機能性、並びに種々の有利な実施形態による装置及び方法の幾つかの可能な実装の操作を示している。これに関して、フロー図又はブロック図の各ブロックは、工程又はステップの1つのモジュール、セグメント、機能及び/又は部分を表わすことができる。

【0149】

幾つかの代替的な実装では、ブロックに記載された機能又は機能群は、図の中に記載の順序を逸脱して現れることがある。例えば、場合によっては、連続して示されている2つのブロックがほぼ同時に実行されること、又は時には含まれる機能によってはブロックが逆順に実行されることもありうる。また、フロー図又はブロック図に描かれているブロックに加えて他のブロックが追加されることもありうる。

10

【0150】

例えば、幾つかの有利な実施形態では、操作1706は操作1704が実施されている間に実施されうる。すなわち、クローラー組立システム402を別の設定位置に移動するかどうかに関する決定は、操作1704が実施されている間に行われることがある。さらに、処理に関して別の設定位置が存在する場合には、操作1700及び1702は操作1704が実施されている間に実施することもできる。

【0151】

このように、種々の有利な実施形態は、加工対象物上での操作を実施するための方法及び装置を提供する。1つの有利な実施形態では、装置はフレームシステム、第1フレームの任意の数の吸引カップ、第2フレームの任意の数の吸引カップ、及び制御装置を含んでいてもよい。フレームシステムは、エンドエフェクタを保持するように構成しうるフレームシステム内に、第1フレーム及び第2フレームを有することができる。エンドエフェクタは任意の数の操作を実施するように構成可能である。第1フレームの任意の数の吸引カップは第1フレームと関連付けることが可能で、第1フレームの任意の数の吸引カップはそこで加工対象物に装着されるように構成することができる。

20

【0152】

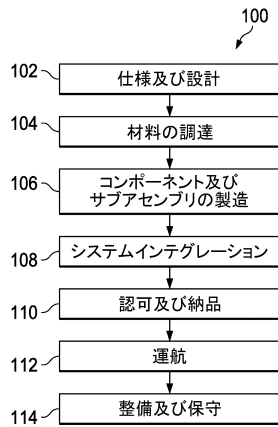
第2フレームの任意の数の吸引カップは第1フレームと関連付けることが可能で、第2フレームの任意の数の吸引カップはそこで加工対象物に装着されるように構成することができる。制御装置は、第1フレームと第2フレームが加工対象物上で互いに相対的に移動する間に、第1フレームの任意の数の吸引カップ及び第2フレームの任意の数の吸引カップによる真空及び圧力の印加を制御するように構成することができる。

30

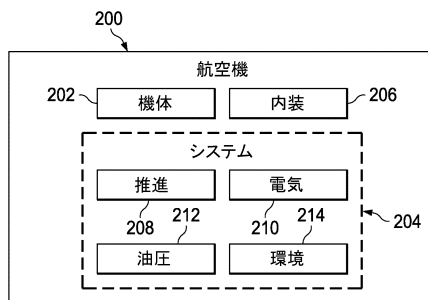
【0153】

種々の有利な実施形態の説明は、例示及び説明を目的として提供されているものであり、網羅的な説明であること、又は開示された形態に実施形態を限定することを意図していない。当業者には、多数の修正例及び変形例が明らかであろう。さらに、種々の有利な実施形態は、他の有利な実施形態に照らして別の利点を提供することができる。選択された一又は複数の実施形態は、実施形態の原理、実際の用途を最もよく説明するため、及び他の当業者に対し、様々な実施形態の開示内容と、考慮される特定の用途に適した様々な修正との理解を促すために選択及び記述されている。

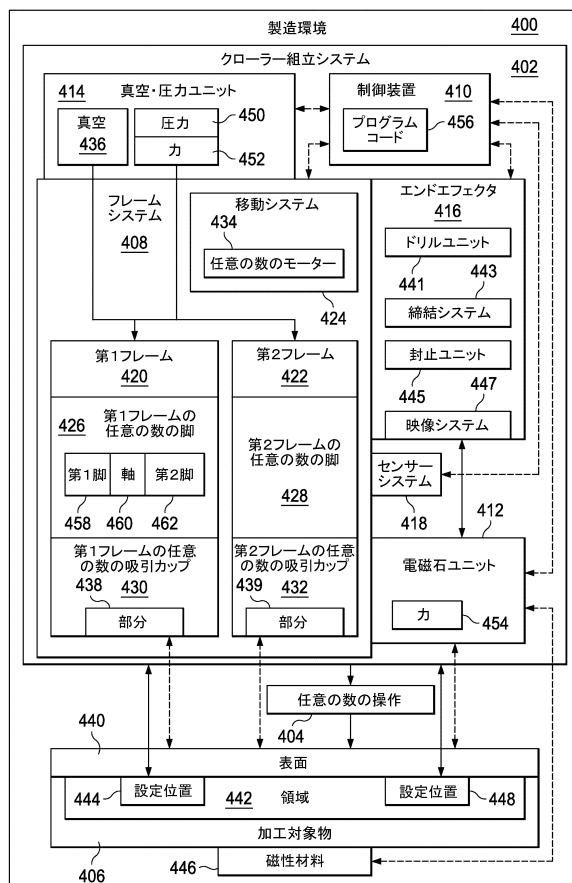
【 図 1 】



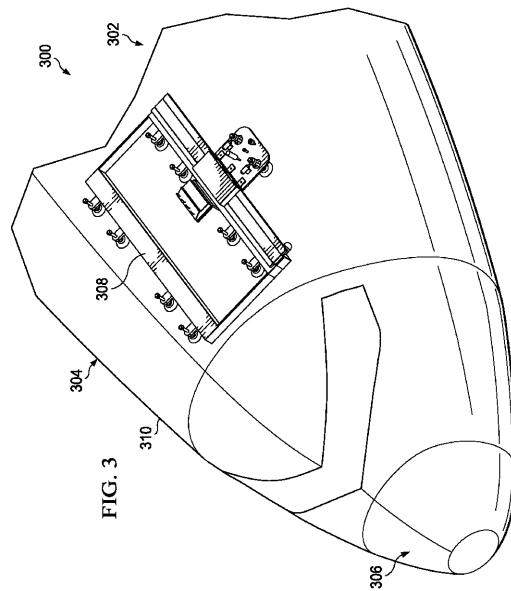
【圖 2】



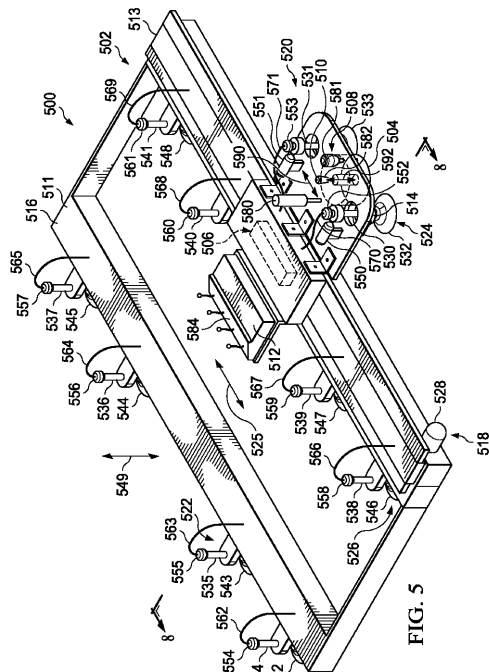
【 図 4 】



【 図 3 】



【 図 5 】



【図 6】

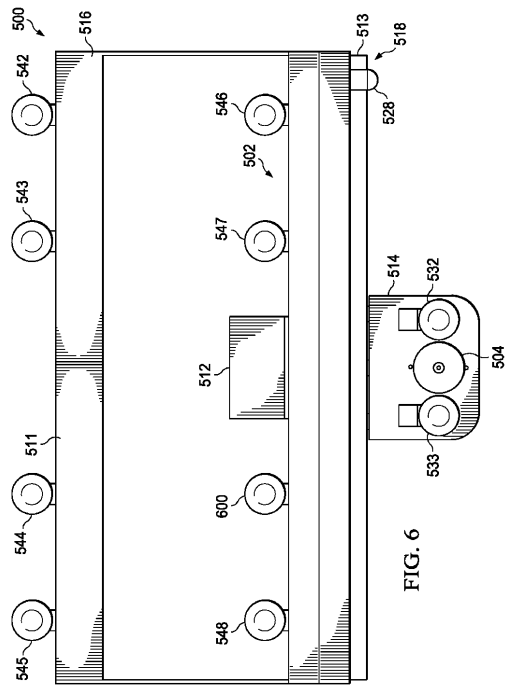


FIG. 6

【図 7】

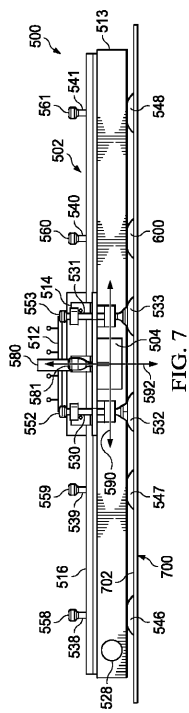


FIG. 7

【図 8】

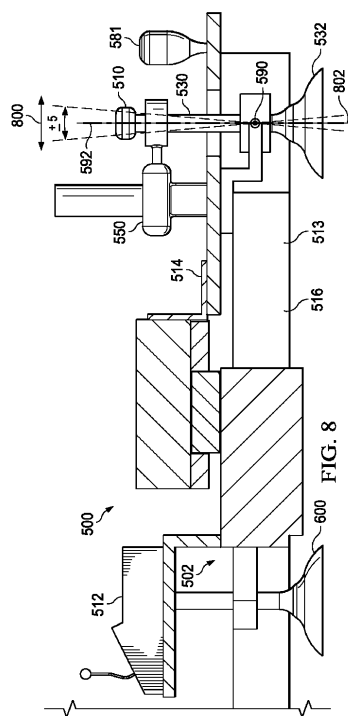


FIG. 8

【図 9】

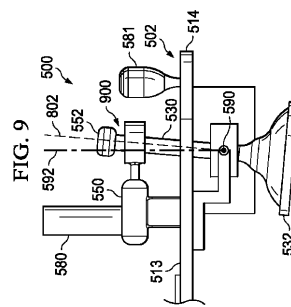


FIG. 9

【図 10】

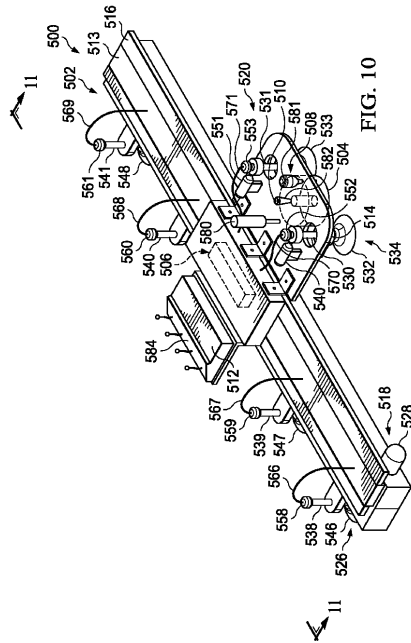


FIG. 10

【図 11】

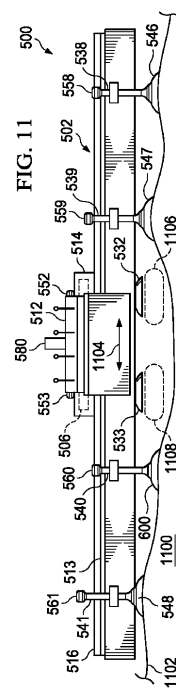


FIG. 11

【図 12】

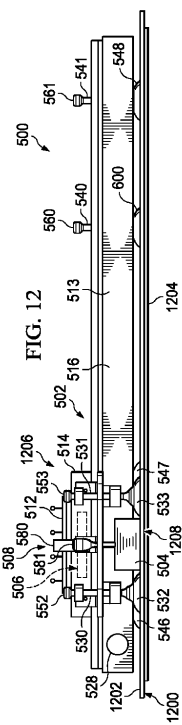


FIG. 12

【図 13】

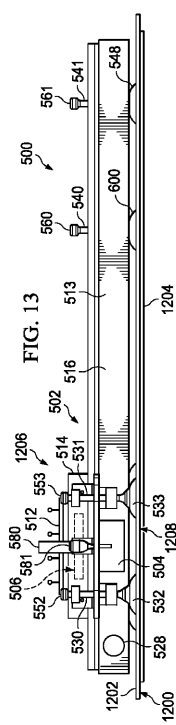
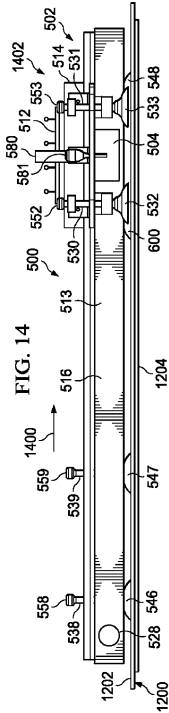
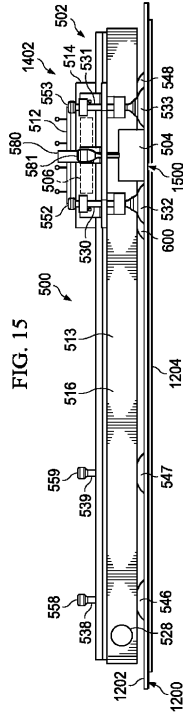


FIG. 13

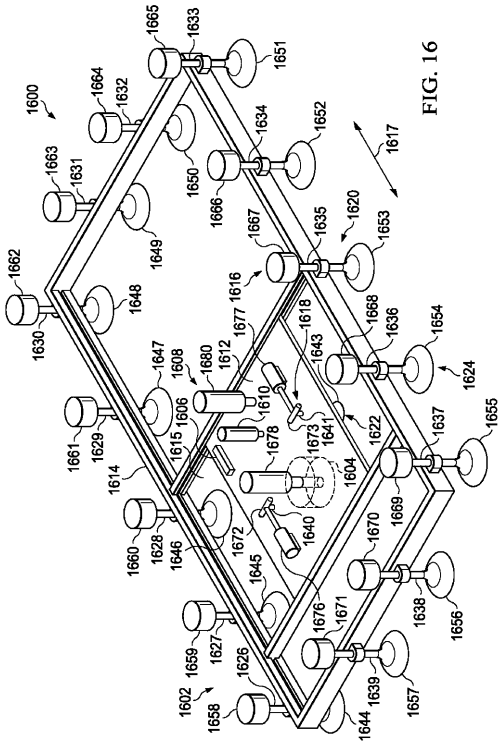
【図 1 4】



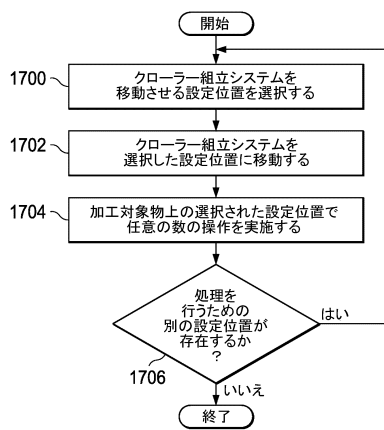
【図 1 5】



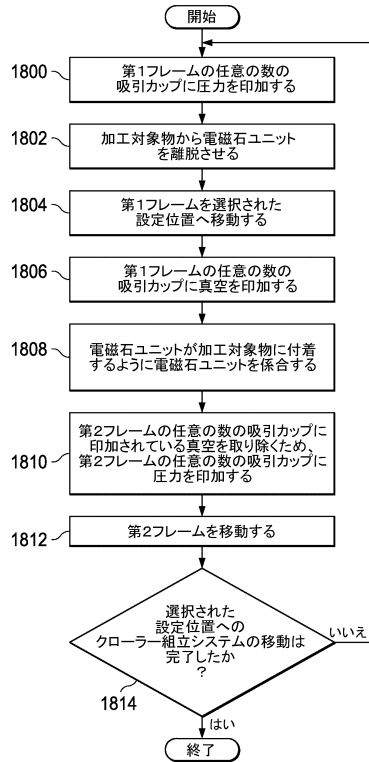
【図 1 6】



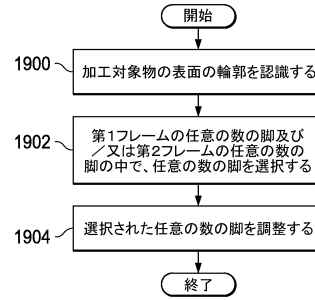
【図 1 7】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 アミレテシャミ, デーヴィッド ハッサン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 90720, ロス アラミトス, コパ デ オロ ドライ
ブ 3111

審査官 中村 則夫

(56)参考文献 特開平11-079019(JP, A)
特開昭52-126897(JP, A)
特開昭55-148666(JP, A)
特開昭64-036587(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B62D 57/02
B23Q 1/28
B64F 5/00