

(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 1

| | | | | |
|--------------------|------------------|---------|-------|---|
| B62D 57/024 | (2006.01) | B 6 2 D | 57/02 | H |
| B62D 57/032 | (2006.01) | B 6 4 F | 5/00 | D |
| B64F 5/00 | (2006.01) | B 2 3 Q | 1/28 | D |
| B23Q 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) 國際出願番号 | PCT/US2011/040033 |
| (87) 國際公開番号 | W02012/012034 |
| (87) 國際公開日 | 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 義教 |
| (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 92648, ハンティントン ビーチ, ポンペーノ 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、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、チャネルが前記電磁石ユニットを通じ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、

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。

【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、

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、

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つて前記加工対象物から引き離すステップと、

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つて、前記電磁石ユニットを通じて延伸するチャネルが、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、

10

20

30

40

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。

10

20

30

40

50

【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できる。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構成されたエンドエフェクタを保持するよう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構成されているエンドエフェクタを保持するよう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、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っ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いてもよい。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

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。

【0015】

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、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

【0016】

態様6 . 前記チャネルが前記電磁石ユニットを通って延伸し、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。

【0017】

態様7 . 前記チャ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。

【0018】

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。

【0019】

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

【0020】

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。

【0021】

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

【0022】

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。

【0023】

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。

【0024】

10

態様14 . 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13に記載の装置。

【0025】

態様15 . 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す、態様13に記載の装置。

【0026】

態様16 . 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。

【0027】

20

態様17 . 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16に記載の装置。

【0028】

態様18 . 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力

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、チャネルが前記電磁石ユニットを通じて延伸し、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

【0031】

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。

【0032】

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

【0033】

【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15】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16】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17】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18】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19】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】

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」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。 40

【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

10

20

30

40

50

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、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ます。航空機302は胴体304及び機首306を有することができる。

30

【0051】

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 、センサーシステム 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 コンポーネントと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

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、P i a b U S A I n c .から入手可能な吸引カップを含む。10

【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。20

【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の実施の中止は、低減及び/又は回避することができる。30

【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。40

【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】

50

20

30

40

50

これらの例示的な実施例では、センサーシステム 418 は加工対象物 406 上でクローラー組立システム 402 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 418 は、加工対象物 406 に対するエンドエフェクタ 416 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 418 はまた、任意の数の操作 404 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 418 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。

【0078】

製造環境 400 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。

10

【0079】

例えば、幾つかの有利な実施形態では、加工対象物 406 の上で操作を実施するため、クローラー組立システム 402 に追加されるクローラー組立システムがあつてもよい。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 402 は、エンドエフェクタ 416 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 412 に追加される付加的な電磁石ユニットがあつてもよい。

20

【0080】

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 の第 1 脚 458 及び第 2 脚 462 は、軸 460 の周りに回転するように構成されてもよい。第 1 脚 458 及び / 又は第 2 脚 462 の軸 460 の周りの回転は、軸 460 の周りでの電磁石ユニット 412 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 412 の位置決めは、加工対象物 406 の種々の形式の表面に対して実施することができる。

【0081】

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 500 は、図 3 のクローラー組立システム 308 及び / 又は図 4 のクローラー組立システム 402 に対する実装の一例となることがある。

30

【0082】

クローラー組立システム 500 は、フレームシステム 502、電磁石ユニット 504、真空・圧力ユニット 506、エンドエフェクタ 508、センサーシステム 510、及び制御装置 512 を含みうる。この例示的な実施例では、フレームシステム 502 は、第 1 フレーム 514、第 2 フレーム 516、移動システム 518、第 1 フレームの任意の数の脚 520、第 2 フレームの任意の数の脚 522、第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 524、第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 526 を含みうる。

【0083】

この図解されている実施例では、第 2 フレーム 516 は部分 511 及び部分 513 を含むことがある。部分 511 及び部分 513 は互いに装着されてフレーム 516 を形成することができる。さらに、第 1 フレーム 514 は第 2 フレーム 516 の部分 513 と関連付けることができる。

40

【0084】

第 1 フレーム 514 及び第 2 フレーム 516 は、移動システム 518 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 518 はこの例示的な実施例で、モーター 528 を含むことができる。加えて、移動システム 518 はモーター 552、553、554、555、556、557、558、559、560、及び 561 を含むことができる。移動システム 518 は、第 2 フレームの任意の数の脚 522 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 520 を移動するように使用するこことができる。

50

【0085】

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520及び第1フレームの任意の数の吸引カップ524は、第1フレーム514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520は、脚530及び脚531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524は、脚530及び脚531にそれぞれ結合される吸引カップ532及び吸引カップ533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524は、図4の加工対象物406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。

【0086】

第2フレームの任意の数の脚522及び第2フレームの任意の数の吸引カップ526は、第1フレーム516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522は、脚534、535、536、537、538、539、540、及び541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526は、脚534、535、536、537、538、539、及び541にそれぞれ結合される吸引カップ542、543、544、545、546、547、及び548、並びに脚540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526はまた、加工対象物の表面に装着するように構成可能である。

10

【0087】

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520及び第2フレームの任意の数の脚522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520及び/又は第2フレームの任意の数の脚522の移動は、移動システム518を使用して実施可能である。

20

【0088】

例えば、限定しないが、モーター552及びモーター553は、それぞれ脚530及び脚531を矢印549の方向と垂直に動かすことができる。さらに、モーター554、555、556、557、558、559、560、及び561はそれぞれ脚534、535、536、537、538、539、540、及び541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549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520及び/又は第2フレームの任意の数の脚522の中の脚は、移動システム518によって別の位置に移動することができる。

30

【0089】

第1フレームの任意の数の脚520及び第2フレームの任意の数の脚522のこの種の移動により、第1フレームの任意の数の脚520及び第2フレームの任意の数の脚522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520及び/又は第2フレームの任意の数の脚522の中の脚は、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。

【0090】

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の加工対象物への装着は、真空・圧力ユニット506を使用して実施可能である。真空・圧力ユニット506は、真空・圧力ユニット506を第1フレームの任意の数の脚520及び第2フレームの任意の数の脚522に結合するラインを含むことがある。

40

【0091】

例えば、限定しないが、真空・圧力ユニット506は、脚534、535、536、537、538、539、540、及び541にそれぞれ結合するライン562、563、564、565、566、567、568、及び569を含むことができる。さらに、真空・圧力ユニット506は、脚530及び脚531にそれぞれ結合するライン570及びライン571を含むことがある。真空・圧力ユニット506は、これらのラインを経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。

【0092】

50

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、空気の緩衝によつ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

5 1 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 5 5 0 及びモーター 5 5 1 は、脚 5 3 0 及び脚 5 3 1 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 5 3 0 は軸 5 9 0 の周りで第 1 方向に回転可能で、脚 5 3 1 は軸 5 9 0 の周りで第 2 方向に回転可能であってもよい。脚 5 3 0 及び脚 5 3 1 の回転は、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 に真空が印加されている間に、軸 5 9 2 の周りにフレームシステム 5 0 2 の回転を引き起こすことができる。軸 5 9 2 の周りのフレームシステム 5 0 2 の回転は、クローラー組立システム 5 0 0 を加工対象物の表面上で回転させることができる。

【 0 0 9 9 】

加えて、モーター 5 5 0 及びモーター 5 5 1 は、吸引カップ 5 3 2 及び吸引カップ 5 3 3 が加工対象物の曲面に接触するように、脚 5 3 0 及び脚 5 3 1 の回転に使用することができる。

【 0 1 0 0 】

この例示的な実施例では、電磁石ユニット 5 0 4 は加工対象物にクローラー組立システム 5 0 0 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 5 0 4 は、第 1 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 4 又は第 2 フレームの任意の数の吸引カップ 5 2 6 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 5 0 0 の付加的な装着をもたらすことができる。

【 0 1 0 1 】

加えて、エンドエフェクタ 5 0 8 は加工対象物の上で任意の数の操作を実施するようを使用可能である。この例示的な実施例では、エンドエフェクタ 5 0 8 はドリルユニット 5 8 0 及び締結システム 5 8 1 を含みうる。ドリルユニット 5 8 0 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 5 8 1 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 5 1 4 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 5 1 6 は加工対象物に装着すること、又はエンドエフェクタ 5 0 8 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。

【 0 1 0 2 】

この例示的な実施例では、センサーシステム 5 1 0 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 5 1 0 はこの図解されている実施例ではカメラ 5 8 2 を含みうる。カメラ 5 8 2 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 5 8 0 及び / 又は締結システム 5 8 1 の位置決めに使用することができる。

【 0 1 0 3 】

この例示的な実施例で図解されているように、制御装置 5 1 2 は第 1 フレーム 5 1 4 に関連付けることができる。制御装置 5 1 2 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 5 8 4 の形態をとることができ。コンピュータシステム 5 8 4 は、クローラー組立システム 5 0 0 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 5 8 4 は、移動システム 5 1 8 によるクローラー組立システム 5 0 0 の移動、エンドエフェクタ 5 0 8 の位置決め、エンドエフェクタ 5 0 8 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。

【 0 1 0 4 】

これらの例示的な実施例では、制御装置 5 1 2 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 5 1 2 はクローラー組立システム 5 0 0 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 5 1 2 は人間オペレータによって操作することができる。

【 0 1 0 5 】

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 5 0 0 の第 2

10

20

30

40

50

フレームの任意の数の吸引カップ 526 の吸引カップ 600 を見ることができる。吸引カップ 600 は図 5 の第 2 フレームの任意の数の脚 522 の脚 540 に関連付けられていてもよい。

【0106】

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 500 は第 1 フレーム 514 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 500 は加工対象物 700 の上に配置することができる。具体的には、吸引カップ 546、547、600、及び 548 は加工対象物 700 の表面 702 に装着されているよう見ることができる。

10

【0107】

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 500 はモーター 500 を使用して、軸 592 にほぼ垂直な軸 590 の周りに脚 530 を回転することができる。脚 530 は、脚 530 の中心線 802 が矢印 800 の方向に軸 592 から約 ± 5 度離れた位置で回転可能なように、軸 590 の周りに回転することができる。

【0108】

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 530 の中心線 802 は位置 900 まで回転されている。図解されているように、位置 900 は軸 592 から約 + 5 度離れることができる。脚 530 の回転は、この例示的な実施例では、モーター 550 の操作によって引き起こすことができる。

20

【0109】

加えて、図 5 の脚 531 は、この例示的な実施例では、脚 530 の回転とは反対の方向に軸 592 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 502 の軸 592 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 500 は、脚 530 及び脚 531 をそれぞれ回転する図 5 のモーター 550 及びモーター 551 を使用することにより、回転することができる。

【0110】

次に図 10 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 500 は、図 5 のクローラー組立システム 500 の構成と比較して、異なる構成を有していてもよい。

30

【0111】

この実施例で図解されているように、第 2 フレーム 516 の部分 511 は移動させることができる。クローラー組立システム 500 用に第 2 フレーム 516 の部分 513 のみが存在していてもよい。部分 511 を取り除くことにより、クローラー組立システム 500 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 500 に対して部分 511 が存在する場合と比較して、クローラー組立システム 500 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

【0112】

次に図 11 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 500 の背面図は、図 10 のライン 11-11 に沿って示されている。図解されているように、制御装置 512 の側から見たクローラー組立システム 500 が表示されている。

【0113】

この例示的な実施例では、クローラー組立システム 500 は加工対象物 1100 の上に配置することができる。加工対象物 1100 はこの例示的な実施例では曲面 1102 を有

50

する事がある。吸引カップ 546、547、600、及び 548 が曲面 1102 に接触するように、脚 538、539、540、及び 541 を移動する事ができる。

【0114】

この例示的な実施例では、第 1 フレーム 514 が軸 1104 に沿って移動できるように、吸引カップ 532 及び吸引カップ 533 は曲面 1102 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 506 は吸引カップ 532 及び吸引カップ 533 に圧力を印加する事ができる。すなわち、吸引カップ 532 及び吸引カップ 533 に印加される真空は、吸引カップ 532 及び吸引カップ 533 を加圧することにより取り除くことができる。

【0115】

これらの吸引カップでのこの加圧は、曲面 1102 から吸引カップ 532 及び吸引カップ 533 を離脱させるのに必要な力を提供する事ができる。具体的には、この力は、例えば、限定しないが、吸引カップ 532 の下の空気の緩衝 1106 及び吸引カップ 533 の下の空気の緩衝 1108 によって提供される事がある。吸引カップ 532 及び吸引カップ 533 が曲面 1102 から離脱されると、第 1 フレーム 514 は軸 1104 に沿って所望の方向へ移動する事ができる。

【0116】

さらに、図 9 の脚 530 及び図 7 の脚 531 は、第 1 フレーム 514 の移動中に吸引力 532 及び吸引力 533 が曲面 1102 に接触しないように動かす事ができる。幾つかの例示的な実施例では、第 1 フレーム 514 が軸 1104 に沿って移動するにつれて、空気の緩衝 1106 及び空気の緩衝 1108 が、吸引力 532 及び吸引力 533 をそれぞれ曲面 1102 から引き離すのに十分な力を提供する事ができるため、脚 530 及び脚 531 を動かす必要はない。

【0117】

次に図 12 ~ 15 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 12 ~ 15 のクローラー組立システム 500 は図 10 に示されている構成を有している。

【0118】

次に図 12 に注目すると、クローラー組立システム 500 は加工対象物 1200 の上に配置する事ができる。吸引力 532、533、546、547、600、及び 548 は加工対象物 1200 の表面 1202 に装着する事ができる。吸引力 532、533、546、547、600、及び 548 は真空・圧力ユニット 506 によって提供される真空を用いて表面 1202 に装着する事ができる。

【0119】

この実施例で図解されているように、電磁石ユニット 504 は加工対象物 1200 の下に配置されている磁性材料 1204 に付着して、吸引力 532、533、546、547、600、及び 548 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 500 の加工対象物 1200 への付加的な装着をもたらす事ができる。

【0120】

この例示的な実施例では、第 1 フレーム 514 は加工対象物 1200 上の位置 1206 にあってもよい。第 1 フレーム 514 は、締結ユニット 581 を加工対象物 1200 上の位置 1208 に配置できるように位置 1206 にあってもよい。エンドエフェクタ 508 用の締結ユニット 581 は、加工対象物 1200 上の設定位置 1208 で締結操作を実施する事で使用される事がある。

【0121】

図 13 では、締結操作が完了すると、制御装置 512 は加工対象物 1200 の表面 1202 から電磁石ユニット 504 による装着を開放する事ができる。さらに、真空・圧力ユニット 506 は、吸引力 532 及び吸引力 533 を表面 1202 から離脱させるため、吸引力 532 及び吸引力 533 に圧力を印加する事ができる。

【0122】

10

20

30

40

50

次に図14を参照すると、吸引カップ532及び吸引カップ533が表面1202に接触していないことにより、第1フレーム514は図12及び13の位置1204から位置1402まで矢印1400の方向に移動させることができる。第2フレーム516は、第1フレーム514が移動している間は移動することはできない。

【0123】

図15では、制御装置512は、電磁石ユニット504が表面1202に付着するよう10に、電磁石ユニット504を制御することができる。さらに、真空・圧力ユニット506は、吸引カップ532及び吸引カップ533が表面1202に付着するよう、吸引カップ532及び吸引カップ533に真空を印加することができる。第1フレーム514が位置1402にあり、吸引カップ532及び吸引カップ533が表面1202に付着していることにより、締結システム581を使用して、加工対象物1200の設定位置1500で締結操作を実施することができる。

【0124】

次に図16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1600は、図4のクローラー組立システム402及び/又は図3のクローラー組立システム308の実装の一例となることがある。

【0125】

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1600は、フレームシステム1602、電磁石ユニット1604、真空・圧力ユニット1606、エンドエフェクタ1608、及びセンサーシステム1610を含みうる。フレームシステム1602は、第1フレーム1612、第2フレーム1614、移動システム1616、第1フレームの任意の数の脚1618、第2フレームの任意の数の脚1620、第1フレームの任意の数の吸引カップ1622、第2フレームの任意の数の吸引カップ1624を含みうる。20

【0126】

この例示的な実施例では、第1フレーム1612は第2フレーム1614の内部1615に配置することができる。クローラー組立システム1600のこの構成は、図5及び図9のクローラー組立システム500の構成と異なることがある。

【0127】

第1フレームの任意の数の吸引カップ1618は、第1フレーム1612と関連付けることが可能で、脚1640及び脚1641を含むことができる。第2フレームの任意の数の脚1620は第2フレーム1614と関連付けることが可能で、脚1626、1627、1628、1629、1630、1631、1632、1633、1634、1635、1636、1637、1638、及び1639を含むことができる。30

【0128】

第1フレームの任意の数の吸引カップ1622は、脚1641に装着された吸引カップ1643及び脚1640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1624は、脚1626、1627、1628、1629、1630、1631、1632、1633、1634、1635、1636、1637、1638、及び1639にそれぞれ装着された吸引カップ1644、1645、1646、1647、1648、1649、1650、1651、1652、1653、1654、1655、1656、及び1657を含むことができる。40

【0129】

これらの例示的な実施例では、移動システム1616は第2フレーム1614に対して第1フレーム1612を動かすように構成することができる。移動システム1616は、第1フレーム1612及び/又は第2フレーム1614を軸1617に沿って動かすように構成することができる。

【0130】

さらに、移動システム1616は、第1フレームの任意の数の吸引カップ1622及び/又は第2フレームの任意の数の吸引カップ1624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。 40

【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）。

【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のクローラー組立システム402を使用して実装可能である。 50

一組立システム 4 0 2 を使用して実装可能である。プロセスは、図 17 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 19 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 19 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】

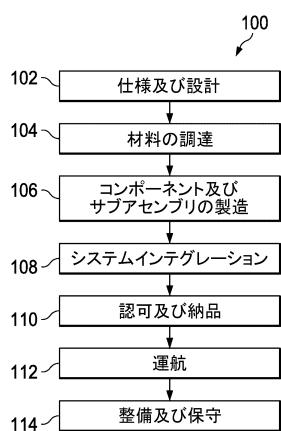
第2フレームの任意の数の吸引カップは第1フレームと関連付けることが可能で、第2フレームの任意の数の吸引カップはそこで加工対象物に装着されるように構成することができる。制御装置は、第1フレームと第2フレームが加工対象物上で互いに相対的に移動する間に、第1フレームの任意の数の吸引カップ及び第2フレームの任意の数の吸引カップによる真空及び圧力の印加を制御するように構成することができる。

30

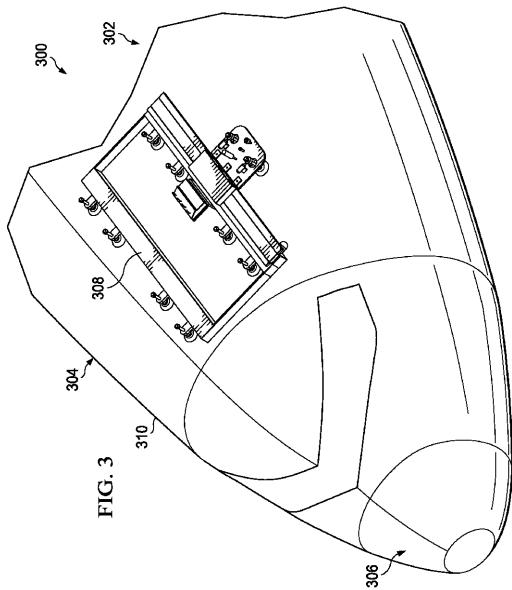
【0153】

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。

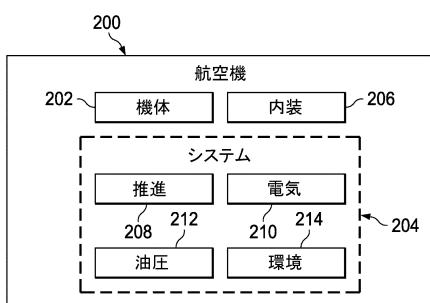
【図1】



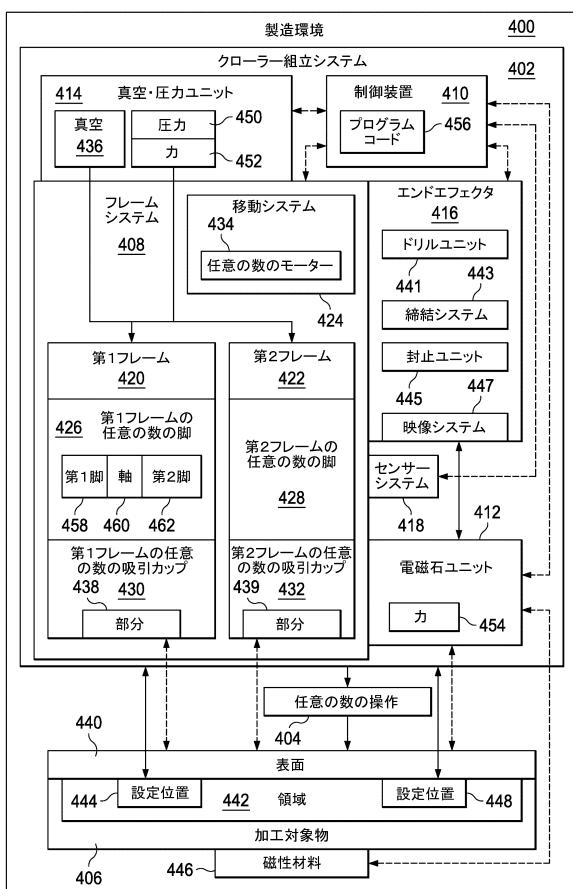
【図3】



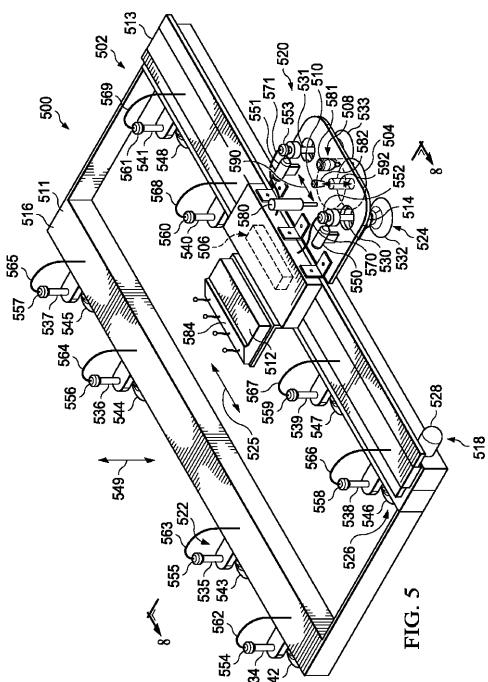
【図2】



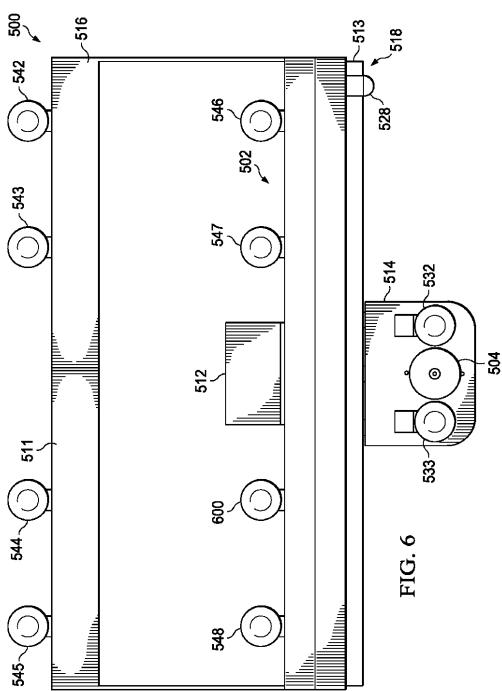
【図4】



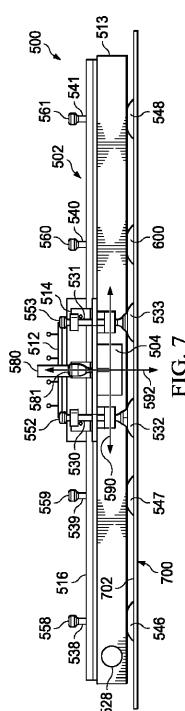
【図5】



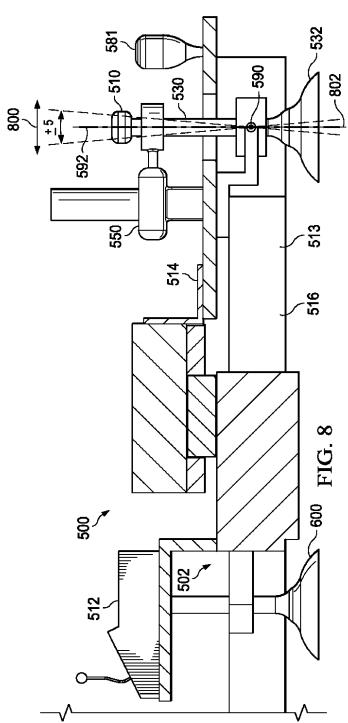
【図6】



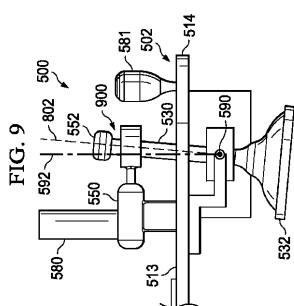
【図7】



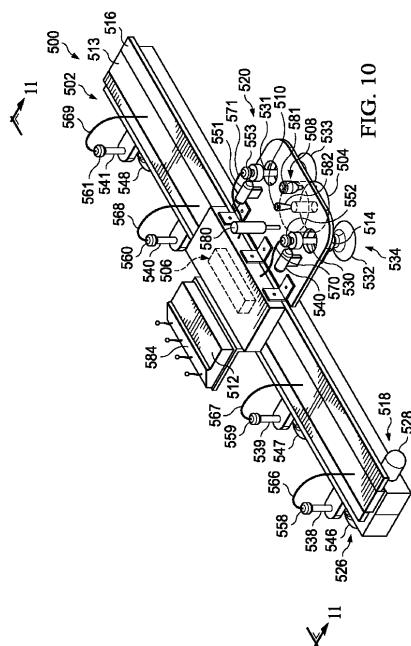
【図8】



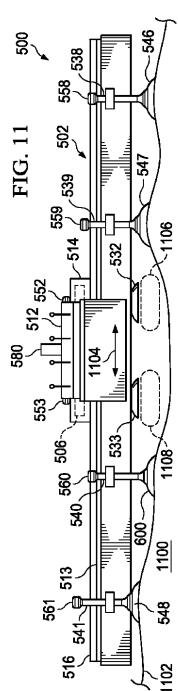
【図9】



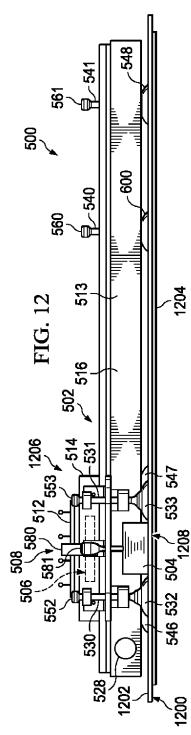
【図10】



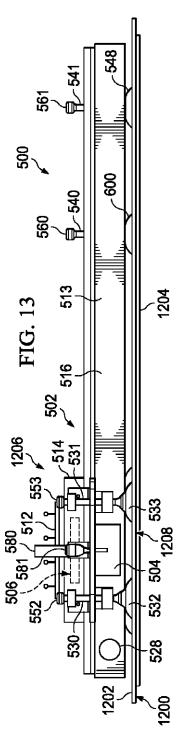
【 図 1 1 】



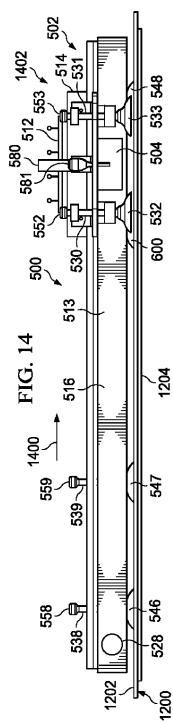
【 図 1 2 】



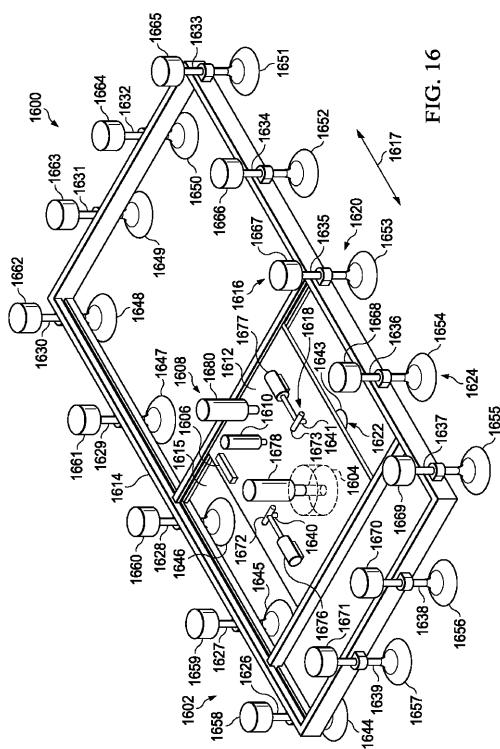
【図13】



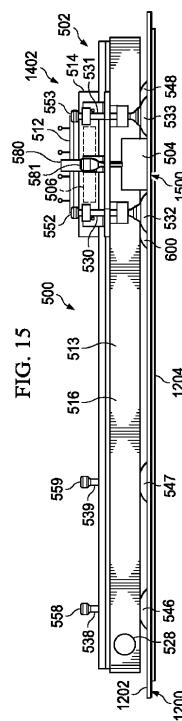
【 図 1 4 】



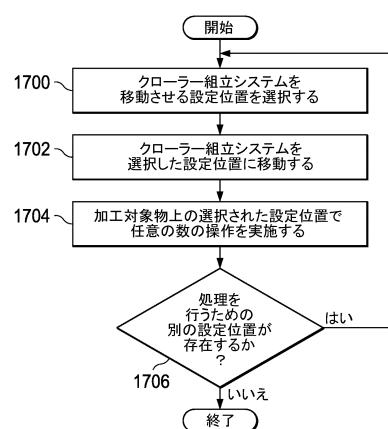
【図16】



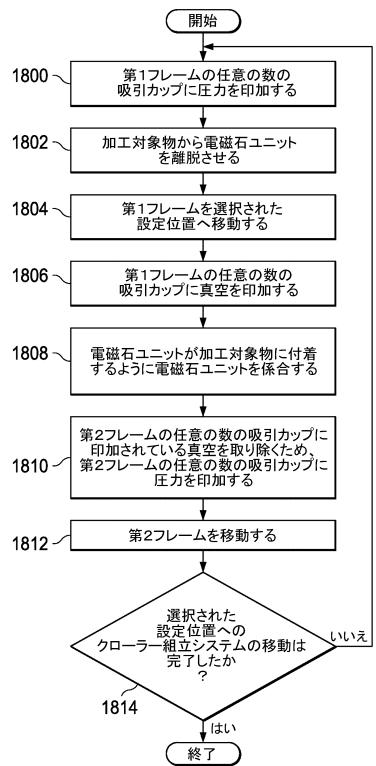
【図15】



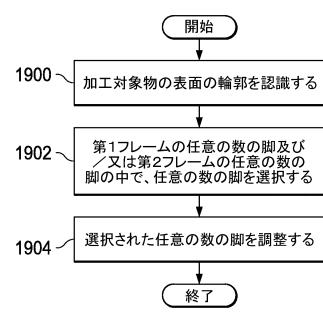
【図17】



【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， コバ 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