(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6622666号
(P6622666)
(45)発行日　令和1年12月18日(2019.12.18)　(24)登録日　令和1年11月29日(2019.11.29)

(51)Int.Cl.　F I
B23P 19/08 (2006.01)　B23P 19/08

請求項の数 17　外国語出願　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2016-147462(P2016-147462)
(22)出願日　平成28年7月27日(2016.7.27)
(65)公開番号　特開2017-35774(P2017-35774A)
(43)公開日　平成29年2月16日(2017.2.16)
審査請求日　平成30年9月12日(2018.9.12)
(31)優先権主張番号　14/819,669
(32)優先日　平成27年8月6日(2015.8.6)
(33)優先権主張国・地域又は機関
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　100086380
弁理士　吉田　稔
(74)代理人　100103078
弁理士　田中　達也
(74)代理人　100130650
弁理士　鈴木　泰光
(74)代理人　100135389
弁理士　臼井　尚

最終頁に続く

(54)【発明の名称】真空位置合わせツールを有する締結システム、及び、その操作方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１留め具を保持して第２留め具に位置合わせするための真空位置合わせツールであって、
前記第１留め具の少なくとも一部を受容するように構成された開口を有する端壁およびこの端壁の反対側の遠位端を含む本体と、
前記本体に接続された真空受け部と、を含み、前記真空受け部には真空穴が形成されており、前記本体及び前記真空受け部の内部における、前記開口と前記真空穴との間には真空経路が延びている、真空位置合わせツールであって、
前記真空経路は、前記端壁に設けられた第１部分と、前記真空受け部に設けられた第２部分とを含み、
前記真空経路の前記第１部分は、前記本体の前記端壁および前記遠位端が相互に離間する方向に対して垂直な方向に沿って延びている、真空位置合わせツール。
【請求項２】
前記本体は、前記第１留め具を受容するように構成された本体穴を含み、当該本体穴は、前記本体の前記遠位端から前記端壁まで延びている、請求項１に記載の真空位置合わせツール。
【請求項３】
前記本体穴及び前記開口は同心状である、請求項２に記載の真空位置合わせツール。
【請求項４】

前記本体穴と前記真空穴との間に設けられた内壁を更に含み、前記真空経路は、前記内壁を貫通している、請求項２又は３に記載の真空位置合わせツール。
【請求項５】
前記第１部分は、前記第２部分に対して実質的に垂直である、請求項１に記載の真空位置合わせツール。
【請求項６】
前記本体及び前記真空受け部は、実質的に円筒状であり、前記真空受け部は、前記本体に対して実質的に垂直に配向されている、請求項１～５のいずれかに記載の真空位置合わせツール。
【請求項７】
前記端壁は、前記真空経路を少なくとも部分的に形成するカバーを含む、請求項１～６のいずれかに記載の真空位置合わせツール。
【請求項８】
第１留め具を第２留め具に接続するように構成された締結ツールと、
前記締結ツールに接続された真空位置合わせツールと、を含む締結システムであって、前記真空位置合わせツールは、
前記第１留め具の少なくとも一部を受容するように構成された開口を有する端壁およびこの端壁の反対側の遠位端を含む本体と、
前記本体に接続された真空受け部と、を含み、前記真空受け部には真空穴が形成されており、前記開口と前記真空穴との間には真空経路が設けられており、
前記真空受け部に接続されるとともに、前記真空経路を介して吸引力を加えて、少なくとも前記開口内における前記第１留め具の前記一部を保持するように構成された真空源を更に含む、締結システムであって、
前記真空経路は、前記端壁に設けられた第１部分と、前記真空受け部に設けられた第２部分とを含み、
前記真空経路の前記第１部分は、前記本体の前記端壁および前記遠位端が相互に離間する方向に対して垂直な方向に沿って延びている、締結システム。
【請求項９】
前記本体は、前記第１留め具を受容するように構成された本体穴を含み、当該本体穴は、前記本体の前記遠位端から前記端壁まで延びている、請求項８に記載の締結システム。
【請求項１０】
前記本体穴及び前記開口は同心状である、請求項９に記載の締結システム。
【請求項１１】
前記本体穴と前記真空穴との間に設けられた内壁を更に含み、前記真空経路は、前記内壁を貫通している、請求項９又は１０に記載の締結システム。
【請求項１２】
前記第１部分は、前記第２部分に対して実質的に垂直である、請求項８～１１のいずれかに記載の締結システム。
【請求項１３】
締結ツールと、真空位置合わせツールと、真空源とを含む締結システムを用いて、第１留め具を第２留め具に接続する方法であって、
前記真空位置合わせツールの本体に設けられた本体穴の内部に前記第１留め具を配置し、
前記真空源を起動して、前記真空位置合わせツールに設けられた真空経路を介して、前記第１留め具に吸引力を加え、
前記第２留め具の周りに前記第１留め具を配置する、ことを含む、方法であって、
前記第１留め具を配置するに際して、前記第１留め具の少なくとも一部を、前記本体の端壁に設けられた開口内に配置し、
前記真空源を起動するに際して、前記端壁に設けられるとともに、前記開口と流体連通する前記真空経路の第１部分、及び、前記真空位置合わせツールにおいて前記真空源に接

続された真空受け部に設けられた前記真空経路の第２部分、を介して前記吸引力を加える構成において、
前記本体は、前記端壁とは反対側の遠位端を有しており、
前記真空経路の前記第１部分は、前記端壁および前記遠位端が相互に離間する方向に対して垂直な方向に沿って延びる構成とされている、方法。
【請求項１４】
更に、前記第１留め具を前記第２留め具に位置合わせすることを含み、前記第１留め具及び第２留め具は同心状である、請求項１３に記載の方法。
【請求項１５】
更に、前記真空源を、前記真空位置合わせツールの真空受け部に設けられた真空穴に接続する、請求項１３又は１４に記載の方法。
【請求項１６】
更に、前記第１留め具が、前記第２留め具の周りに配置された後に、前記真空源の動作を停止する、請求項１３～１５のいずれかに記載の方法。
【請求項１７】
更に、前記第２留め具を前記締結ツールに係合させて、前記第１留め具を前記第２留め具に接続する、請求項１３～１６のいずれかに記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、概して、締結システムに関し、特に、吸引力を用いてカラー（collar）をボルト上に配置する締結システム及び方法に関する。
【０００２】
少なくともいくつかの既知の締結システムは、カラーをボルトに取り付けるための複数の工程からなるプロセスを実行する。より具体的には、少なくともいくつかの既知の締結システムは、第１ステップにおいて、狭い公差内でカラーをボルトに位置合わせして、当該カラーをボルト上に配置するカラー供給システムを含む。位置合わせ公差が狭いため、少なくともいくつかのカラー供給システムにおいては、技術者が、各カラーをボルトに対して手作業で位置合わせして配置することになる。少なくともいくつかの既知の締結システムの第２ステップにおいては、加締め具（swaging tool）などの締結ツールを、予め位置決めされたカラーに位置合わせしてから、当該カラーをボルトに加締めることになる。加締め具をカラーに位置合わせする際には、カラーをボルトに位置合わせする場合と同様の狭い公差が存在する。
【０００３】
したがって、少なくともいくつかの既知の締結システムにおいては、ある狭い公差に収まるようにシステムのコンポーネントを手作業で配置しなければならない場合があり、そのプロセスは時間がかかる。さらに、カラー又は加締めツールの何れか一方が位置ずれしていると、ボルトに対してカラーが正確に締結されないため、不適切に締結されたコンポーネントを取り外して再度プロセスを実行するために余計な時間及び労力がかかる。
【背景技術】
【０００４】
一態様において、第１留め具を保持して第２留め具に位置合わせするための真空位置合わせツールが提供される。上記真空位置合わせツールは、本体を含み、当該本体は、前記第１留め具の少なくとも一部を受容するように構成された開口を有する端壁を含む。上記真空位置合わせツールは、前記本体に接続された真空受け部を更に含む。上記真空受け部には、真空穴が形成されており、前記本体及び前記真空受け部の内部における前記開口と前記真空穴との間には、真空経路が延びている。
【０００５】
他の態様においては、締結システムが提供される。上記締結システムは、第１留め具を第２留め具に接続するように構成された締結ツールと、当該締結ツールに接続された真空

位置合わせツールとを含む。上記真空位置合わせツールは、本体を含み、当該本体は、前記第１留め具の少なくとも一部を受容するように構成された開口を有する端壁を含む。上記真空位置合わせツールは、前記本体に接続された真空受け部を更に含む。上記真空受け部には、真空穴が形成されており、前記開口と前記真空穴との間には真空経路が設けられている。上記締結システムは、前記真空受け部に接続されるとともに、前記真空経路を介して吸引力を加えて、少なくとも前記開口内における前記第１留め具の前記一部を保持するように構成された真空源を更に含む。

【０００６】

更に他の態様において、締結システムを用いて、第１留め具を第２留め具に接続する方法が提供される。上記締結システムは、締結ツールと、真空位置合わせツールと、真空源と、を含む。上記方法は、前記真空位置合わせツールの本体に設けられた本体穴の内部に前記第１留め具を配置し、前記真空源を起動して、前記真空位置合わせツールに設けられた真空経路を介して、前記第１留め具に吸引力を加えることを含む。上記方法は、前記第２留め具の周りに前記第１留め具を配置することを更に含み、前記第１留め具及び前記第２留め具は同心状である。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

【図１】初期位置における例示的な締結システムを示す斜視図である。

【図２】図１に示す締結システムと共に用いられる例示的な真空アライメントツールを示す上面側斜視図である。

【図３】真空アライメントツールを示す底面側斜視図である。

【図４】真空アライメントツールを示す側方断面図である。

【図５】真空アライメントツールを示す斜視断面図である。

【図６】中間位置における締結システムを示す斜視図である。

【図７】後続位置における締結システムを示す斜視図である。

【図８】締結システムを操作するための例示的な方法を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

本明細書において説明する実施態様は、カラーなどの第１留め具を、ボルトなどの第２留め具に接続する際に用いられる締結システムを含む。締結システムは、カラー及びボルトを相互接続するために、これらのうち少なくとも一方と係合するロボット締結ツールを含む。締結システムは、締結ツールの端部に接続されるとともに、内部に設けられた穴にカラーを収容するように構成された真空作動型の位置合わせツールを更に含む。真空位置合わせツールは、真空源にも接続されている。この真空源は、位置合わせツールに形成された真空経路を介して吸引力を加えることにより、位置合わせツールの穴の内部の適切な位置でカラーを保持する。真空位置合わせツールが、（穴が締結ツールに同心状に揃った状態で）締結ツールに接続されているため、締結ツールを移動させてボルトと位置合わせすると、真空位置合わせツール内に予めセットされているカラーが、自動的にボルトと位置合わせされる。このように、締結システムは、真空位置合わせツールの穴の内部に予めセットされたカラーを保持することにより、対象とするボルト上にカラーを直接移動させる単一の工程を実行するので、ボルトに対してカラーを別途に位置合わせしてから締結ツールをカラー及びボルトに揃えるという工程を実行する必要がない。

【０００９】

本明細書において、「a」又は「an」との単語に続けて単数形で記載される要素又は工程は、特に明記されていない限り、複数の要素又は工程を排除するものではない。更に、本開示の「例示的な実施態様」又は「一実施態様」に言及することは、記載されている特徴を同様に含む別の実施態様の存在を排除するものではない。

【００１０】

図１は、初期位置の例示的な締結システム１００を示す斜視図である。締結システム１００は、第１留め具と第２留め具とを含み、この第１留め具を第２留め具に接続するよう

に構成されている。例示的な実施態様においては、第１留め具は、カラー１０２であり、第２留め具は、ボルト１０４である。代替の実施態様においては、締結システム１００は、任意のタイプの留め具を、対象とする第２留め具に接続するように構成されている。

【００１１】

例示的な実施態様においては、締結システム１００は、例えば、限定するものではないが、加締め装置１０６などの締結ツールを含む。システム１００は、加締め装置１０６に接続された真空アライメントツール（ＶＡＴ）１０８と、ＶＡＴ１０８に接続された真空源１１０とを更に含む。一実施態様においては、締結システム１００は、装置１０６及びＶＡＴ１０８のうち少なくとも一方に接続された自動カラー供給システム１１２を更に含む。カラー供給システム１１２は、複数のカラー１０２を保持するとともに、これらのカラー１０２をＶＡＴ１０８に対して１つずつ供給する。代替の実施態様においては、締結システム１００は、カラー供給システム１１２を含まない。

【００１２】

図２～５は、締結システム１００（図１に示す）において用いられるＶＡＴ１０８を示す図である。具体的には、図２は、上面側斜視図であり、図３は、底面側斜視図であり、図４は、側方断面図であり、図５は、斜視断面図である。例示的な実施態様においては、ＶＡＴ１０８は、本体１１４と、この本体１１４と一体的に形成された真空受け部１１６とを含む。代替の実施態様においては、真空受け部１１６は、本体１１４に接続された別個のコンポーネントである。本体１１４は、実質的に円筒状であり、第１端１１８と、反対側の第２端１２０とを含む。他の実施形態においては、本体１１４は、本明細書に記載のＶＡＴ１０８の動作を容易にする任意の形状を有する。例示的な実施態様においては、第２端１２０は、カラー１０２を内部に受容するように構成された本体穴１２２を含む。穴１２２は、第２端１２０から、本体１１４の第１端１１８側の端壁１２４に向かって延びている。例示的な実施態様においては、穴１２２は、カラー１０２の円い形状に対応するように、実質的に円形である。代替の実施態様においては、穴１２２は、カラー１０２の形状に対応する任意の形状を有する。また、穴１２２は、カラー１０２の外面１０３に対向する内面１２６を含む。例示的な実施態様において、面１２６及び面１０３は、約０．００１５インチから約０．００２５インチの範囲で離間している。これに代えて、面１２６及び面１０３は、穴１２２の周りの所定位置で互いに接触していてもよい。概して、カラー１０２と穴１２２との間の間隙又は空隙の公差は比較的小さく、カラー１０２は、穴１２２との間に最小限の間隙又は空隙を隔てた状態で、当該穴にフィットしている。

【００１３】

本体の第１端１１８における端壁１２４は、締結ツール１０６に着脱自在に接続できるように構成されている。例示的な実施態様においては、端壁１２４は、当該端壁を貫通する開口１２８を含む。この開口は、本体穴１２２と実質的に同心であり、当該穴の一部である。以下に詳述するように、開口１２８は、穴１２２内にカラーを保持するために、少なくともカラー１０２の一部を受容する内面１３０を含む。一実施態様においては、端壁１２４は、内部に設けられた切り欠き又は溝１３２（図４）を更に含む。この切り欠き又は溝は、第１端１１８の端面を実質的に平らにするために、カバー１３４を受容するように構成されている。他の実施態様においては、端壁１２４は、カバー１３４を含まない。

【００１４】

例示的な実施態様においては、真空受け部１１６は、実質的に円筒状であり、遠位の第１端１５０、及び、本体１１４と一体的に形成された反対側の第２端１５２を含む。代替の実施態様においては、真空受け部１１６は、本体１１４とは別のコンポーネントであり、第２端１５２は、本体１１４に接続されている。例示的な実施態様においては、第１端１５０は、内部に真空源１１０を受容するように構成された真空穴１５４を含む。穴１５４は、第１端１５０から、ＶＡＴ１０８の内壁１５６へ向かって延びている。例示的な実施態様においては、穴１５４は、真空源１１０の円い形状に対応するように、実質的に円形である。代替の実施態様においては、穴１５４は、真空源１１０の形状に対応する任意の形状を有する。

【００１５】
内壁１５６は、本体１１４及び真空受け部１１６の両方の部分を含む。これにより、内壁１５６は、本体穴１２２と真空穴１５４との間の隔壁として機能する。より具体的には、内壁１５６の一表面は、本体穴１２２の内面１２６でもあり、内壁１５６の反対側の表面は、真空穴１５４の端面１５８である。上述したように、本体１１４及び真空受け部１１６は、両方とも実質的に円筒状であり、これらのそれぞれに、穴１２２及び穴１５４が形成されている。例示的な実施態様においては、本体１１４及び真空受け部１１６は、実質的に互いに垂直に配向されており、これにより、穴１２２及び穴１５４も実質的に互いに垂直に配向されている。
【００１６】
例示的な実施態様においては、ＶＡＴ１０８は、真空穴１５４を、本体穴１２２、より具体的には開口１２８と流体連通した状態で接続するように構成された真空経路１６０を更に含む。経路１６０は、本体１１４に設けられた第１部分１６２と、真空受け部１１６に設けられた第２部分１６４とを含む。これにより、経路１６０は、内壁１５６を貫通している。具体的には、第１部分１６２は、端壁１２４に設けられている。第１部分１６２は、開口１２８と流体連通する第１端１６６を含む。同様に、第２部分１６４は、真空穴１５４と流体連通する第２端１６８を含む。例示的な実施態様においては、経路１６０は、実質的にＬ形状であり、第１部分１６２及び第２部分１６４は、互いに実質的に垂直である。これに加えて、経路の各部分１６２及び１６４は、実質的に同じ厚み及び幅を有しており、経路１６０は、端１６６と端１６８との間において、一定の厚み及び幅を有する。代替の実施態様においては、経路の部分１６２及び１６４は、端１６６と端１６８との間で真空源１１０により印加される吸引力を変化させるために、様々な厚み及び／又は幅を含む。
【００１７】
経路１６０の第１部分１６２は、端壁１２４において、本体穴１２２の端面１２３と、端壁１２４の外面１２５との間に設けられている。例示的な実施態様においては、端壁１２４は、経路の第１部分１６２の厚みよりも僅かに大きい厚みを有する。代替の実施態様においては、端壁１２４及び経路の第１部分１６２は、本明細書に記載のＶＡＴ１０８の動作を容易にする任意の厚みを有する。カバー１３４を有する実施形態においては、経路の第１部分１６２は、カバー１３４と端面１２３との間で、少なくとも部分的にカバー１３４により形成されている。経路１６０は、真空穴１５４から、第１留め具を受容する本体穴１２２の上方に位置する開口部１２８の内面１３０に向かって延びている。これによって、本体穴１２２内に受容される第１留め具を保持するために、本体穴１２２の上方の開口１２８において真空を印加するための真空源との流体連通が確立される。
【００１８】
上述したように、ＶＡＴ１０８は、本体１１４と真空受け部１１６とを含む一体的なコンポーネントである。例示的な実施態様においては、ＶＡＴ１０８は、付加製造（additive manufacutring）又は射出成形処理のうち一方を用いて、合成ポリマーから製造される。代替の実施形態においては、ＶＡＴ１０８は、本明細書で説明するように、任意の生産プロセスにより、ＶＡＴ１０８の動作を容易にする任意の材料から製造される。概して、ＶＡＴ１０８は、以下に詳述するように、部分的に可撓性を有する材料から製造される。これにより、ＶＡＴ１０８は、締結作業の後にカラー１０２を解放することができる。
【００１９】
再度図１を参照すると、初期位置における締結システム１００が示されており、この位置において、ＶＡＴ１０８は、締結ツール１０６に接続され、真空源１１０は、ＶＡＴ１０８に接続されている。図６は、中間位置における締結システム１００を示しており、この位置において、カラー１０２は、ＶＡＴ１０８内にあり、ボルト１０４に位置合わせされている。図７は、図６に示した位置に後続する位置における締結システムを示しており、カラー１０２は、ボルト１０４の周りに配置され、締結ツール１０６は、カラー１０２及びボルト１０４のうち少なくとも一方と係合している。図８は、締結システム１００を

操作するための例示的な方法２００を示すフロー図である。

【００２０】

方法２００は、本体穴１２２内にカラー１０２を配置２０２することを含む。配置２０２の工程は、真空経路１６０の第１端１６６に近接する端壁１２４の開口１２８内に、カラー１０２の一部が配置されるように、穴１２２内にカラー１０２を配置することを含む。このような構成において、カラー１０２の外面１０３は、本体穴１２２の内面１２６及び開口１２８の内面１３０に隣接している。配置２０２の工程は、締結ツール１０６に接続されたカラー供給システム１１２から、カラー１０２を本体穴１２２に供給することを含みうる。代替の実施態様においては、本明細書に記載の締結システム１００の操作を容易にする任意の方法を用いて、カラー１０２が、本体穴１２２内に配置される。

【００２１】

方法２００は、真空源１１０を起動２０４して、真空経路１６０を介してカラー１０２に対して吸引力を加えることを更に含む。例示的な実施態様においては、真空源１１０が起動されると、カラー１０２が、本体穴１２２の下側で支持されていなくても当該本体穴の内部に保持されるように、真空経路１６０を介してカラー１０２に吸引力が加えられる。したがって、カラー１０２に加えられる吸引力は、カラー１０２が本体穴１２２内に配置されている際に、重力に打ち勝つのに十分な強さを有する。吸引力により、カラー１０２の外面が、内面１２６及び内面１３０のうち少なくとも一方に接触して、真空が、真空経路１６０内に形成されることになる。

【００２２】

例示的な実施形態においては、カラー１０２がＶＡＴ１０８内に配置された後、方法２００は、締結ツール１０６及びＶＡＴ１０８を動かして、カラー１０２をボルト１０４の周りに配置２０６することを更に含む。配置１０６の工程は、締結ツール１０６をボルト１０４に位置合わせすることを含む。ＶＡＴ１０８は、既に締結ツール１０６に位置合わせされており、カラー１０２は、ＶＡＴ１０８内に配置されているので、締結ツール１０６をボルト１０４に揃えることにより、自動的にカラー１０２をボルト１０４に位置合わせして、カラー１０２をボルト１０４の周りに配置することができる。このように、締結システム１００は、ＶＡＴ１０８の本体穴１２２内にカラー１０２を保持することにより、対象とするボルト１０４上にカラー１０２を直接移動させる単一の工程を実行するので、少なくともいくつかの既知の締結システムにおいて必要な、ボルトに対してカラーを別途に位置合わせしてから、締結ツールをカラー及びボルトに揃えるという工程を実行する必要がない。

【００２３】

方法２００は、カラー１０２がボルト１０４の周りに配置されると、真空源１１０の動作を停止させることを更に含む。ＶＡＴ１０８は、ボルト１０４上でカラー１０２を支持しており、この状態で、真空源１１０の動作が停止される。他の実施態様においては、真空源１１０は、カラー１０２がボルト１０４の周りに配置されている際にも、カラー１０２に対して吸引力を加え続ける。例示的な実施態様においては、カラー１０２がボルト１０４の周りに配置されている際、締結ツール１０６は、カラー１０２及びボルト１０４のうち少なくとも一方と係合することにより、ボルト１０４に対するカラー１０２の接続を容易にする。一実施態様においては、カラー１０２は、ボルト１０４に加締められる。代替の実施態様においては、カラー１０２は、任意の接続方法により、ボルト１０４に接続される。

【００２４】

本明細書で説明する実施態様は、カラーなどの第１留め具を、ボルトなどの第２留め具に接続する際に用いられる締結システムを含む。締結システムは、カラー及びボルトを互いに接続するために、これらのうち少なくとも一方と係合するロボット締結ツールを含む。締結システムは、締結ツールに接続されるとともに、内部に設けられた穴にカラーを収容するように構成された真空式の位置合わせツールを更に含む。真空位置合わせツールは、真空源にも接続されている。この真空源は、位置合わせツールに形成された真空経路を

介して吸引力を加えることにより、位置合わせツールの穴の内部の適切な位置でカラーを保持する。真空位置合わせツールが、締結ツールに接続されているため、締結ツールを移動させてボルトと位置合わせすると、真空位置合わせツール内に予めセットされているカラーが、自動的にボルトと位置合わせされる。

【００２５】

このように、締結システムは、真空位置合わせツールの穴の内部に予めセットされたカラーを保持することにより、対象とするボルト上にカラーを直接移動させる単一の工程を実行するので、ボルトに対してカラーを別途に位置合わせしてから締結ツールをカラー及びボルトに揃えるという工程を実行する必要がない。本明細書で説明した実施態様は、締結プロセスを遂行するために要する工程数を減らすことにより、自動化プロセスを容易に単純化することができる。本明細書で説明した締結システムは、更に、繰り返し精度（repeatability）の向上、欠陥の発生数の低減、手直しの作業量の低減、サイクル時間の短縮、全体的な原価モデル（overall cost model）の向上を実現することができる。

【００２６】

本発明の様々な例における特定の特徴は、便宜上、いくつかの図面には示され、他の図面には示されていないこともある。本発明の原理に従って、ある図面の特徴は、他の図面の任意の特徴と組み合わせて参照及び／又は権利請求される場合がある。

【００２７】

更に、本開示は、以下の付記による実施形態も含む。

【００２８】

付記１．第１留め具を保持して第２留め具に位置合わせするための真空位置合わせツールであって、

前記第１留め具の少なくとも一部を受容するように構成された開口を有する端壁を含む本体と、

前記本体に接続された真空受け部と、を含み、前記真空受け部には真空穴が形成されており、前記本体及び前記真空受け部の内部における、前記開口と前記真空穴との間には真空経路が延びている、真空位置合わせツール。

【００２９】

付記２．前記本体は、前記第１留め具を受容するように構成された本体穴を含み、当該本体穴は、前記本体の遠位端から前記端壁まで延びている、付記１に記載の真空位置合わせツール。

【００３０】

付記３．前記本体穴及び前記開口は同心状である、付記２に記載の真空位置合わせツール。

【００３１】

付記４．前記本体穴と前記真空穴との間に設けられた内壁を更に含み、前記真空経路は、前記内壁を貫通している、付記２に記載の真空位置合わせツール。

【００３２】

付記５．前記真空経路は、前記端壁に設けられた第１部分と、前記真空受け部に設けられた第２部分とを含む、付記１に記載の真空位置合わせツール。

【００３３】

付記６．前記第１部分は、前記第２部分に対して実質的に垂直である、付記５に記載の真空位置合わせツール。

【００３４】

付記７．前記本体及び前記真空受け部は、実質的に円筒状であり、前記真空受け部は、前記本体に対して実質的に垂直に配向されている、付記１に記載の真空位置合わせツール。

【００３５】

付記８．前記端壁は、前記真空経路を少なくとも部分的に形成するカバーを含む、付記１に記載の真空位置合わせツール。

【００３６】
付記９．第１留め具を第２留め具に接続するように構成された締結ツールと、
前記締結ツールに接続された真空位置合わせツールと、を含む締結システムであって、前記真空位置合わせツールは、
前記第１留め具の少なくとも一部を受容するように構成された開口を有する端壁を含む本体と、
前記本体に接続された真空受け部と、を含み、前記真空受け部には真空穴が形成されており、前記開口と前記真空穴との間には真空経路が設けられており、
前記真空受け部に接続されるとともに、前記真空経路を介して吸引力を加えて、少なくとも前記開口内における前記第１留め具の前記一部を保持するように構成された真空源を更に含む、締結システム。
【００３７】
付記１０．前記本体は、前記第１留め具を受容するように構成された本体穴を含み、当該本体穴は、前記本体の遠位端から前記端壁まで延びている、付記９に記載の締結システム。
【００３８】
付記１１．前記本体穴及び前記開口は同心状である、付記１０に記載の締結システム。
【００３９】
付記１２．前記本体穴と前記真空穴との間に設けられた内壁を更に含み、前記真空経路は、前記内壁を貫通している、付記１０に記載の締結システム。
【００４０】
付記１３．前記真空経路は、前記端壁に設けられた第１部分と、前記真空受け部に設けられた第２部分とを含み、前記第１部分は、前記第２部分に対して実質的に垂直である、付記９に記載の締結システム。
【００４１】
付記１４．締結ツールと、真空位置合わせツールと、真空源とを含む締結システムを用いて、第１留め具を第２留め具に接続する方法であって、
前記真空位置合わせツールの本体に設けられた本体穴の内部に前記第１留め具を配置し、
前記真空源を起動して、前記真空位置合わせツールに設けられた真空経路を介して、前記第１留め具に吸引力を加え、
前記第２留め具の周りに前記第１留め具を配置する、ことを含み、前記第１留め具及び第２留め具は同心状である、方法。
【００４２】
付記１５．更に、前記第１留め具を前記第２留め具に位置合わせする、付記１４に記載の方法。
【００４３】
付記１６．更に、前記真空源を、前記真空位置合わせツールの真空受け部に設けられた真空穴に接続する、付記１４に記載の方法。
【００４４】
付記１７．前記第１留め具を配置するに際して、前記第１留め具の少なくとも一部を、前記本体の端壁に設けられた開口内に配置する、付記１４に記載の方法。
【００４５】
付記１８．前記真空源を起動するに際して、前記端壁に設けられるとともに、前記開口と流体連通する前記真空経路の第１部分、及び、前記真空位置合わせツールにおいて前記真空源に接続された真空受け部に設けられた前記真空経路の第２部分、を介して前記吸引力を加える、付記１７に記載の方法。
【００４６】
付記１９．更に、前記第１留め具が、前記第２留め具の周りに配置された後に、前記真空源の動作を停止する、付記１４に記載の方法。

【００４７】
付記２０．更に、前記第２留め具を前記締結ツールに係合させて、前記第１留め具を前記第２留め具に接続する、付記１４に記載の方法。
【００４８】
本明細書は、例を用いてベストモードを含む様々な実施形態を開示することよって、任意の装置又はシステムを製造及び使用すること、及び、組み入れられた方法を実行することを含めて、当業者がこれらの実施形態を実施することができるようにしたものである。本開示の特許を求める範囲は、特許請求の範囲によって規定されるものであり、当業者が思い付く他の実施例を含みうる。そのような他の例は、特許請求の範囲の文言と相違しない構成要素を有する場合、又は、特許請求の範囲の文言と実質的に相違しない均等の構成要素を含む場合において、特許請求の範囲に含まれることを意図している。

【図１】

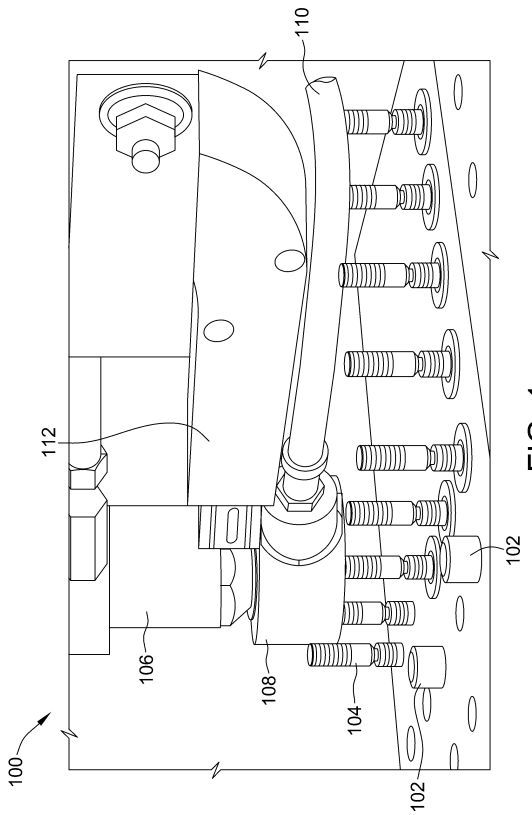

FIG. 1

【図２】

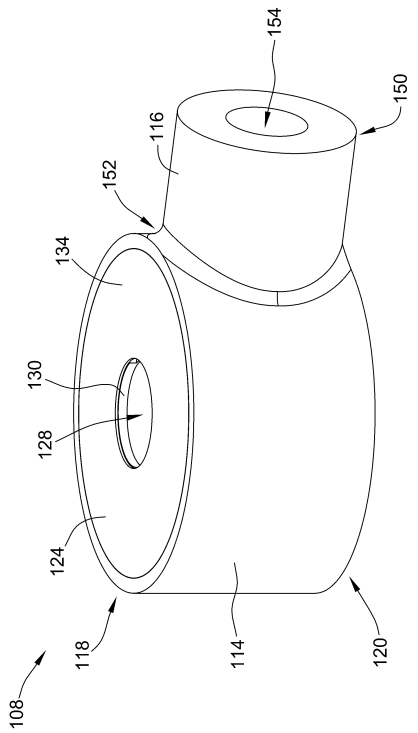

FIG. 2

【図３】

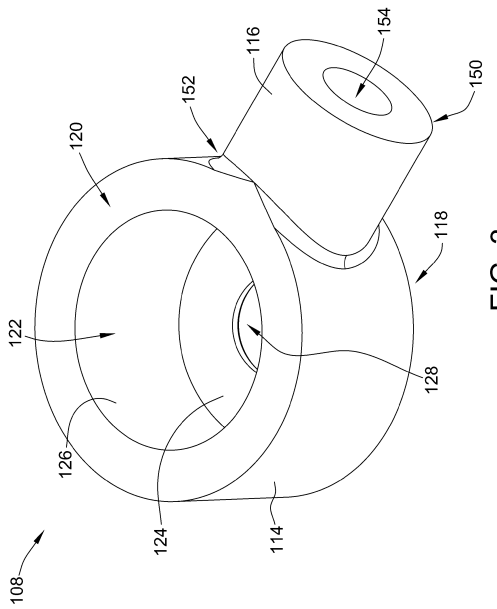

FIG. 3

【図４】

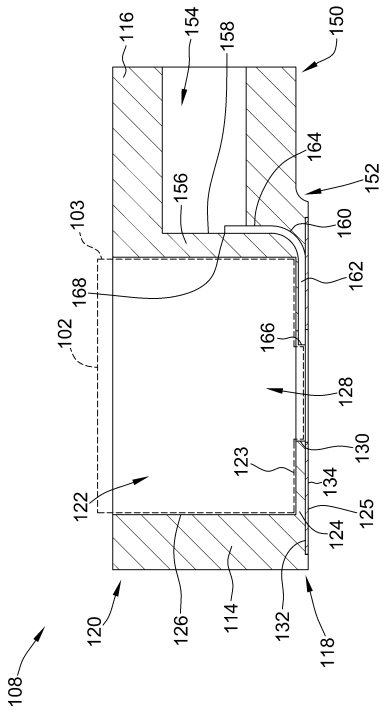

FIG. 4

【図５】

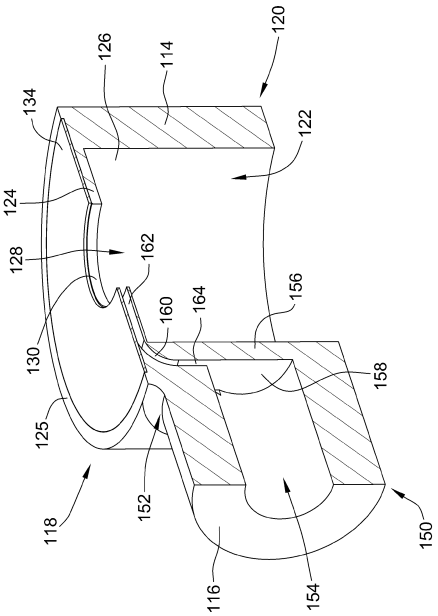

FIG. 5

【図６】

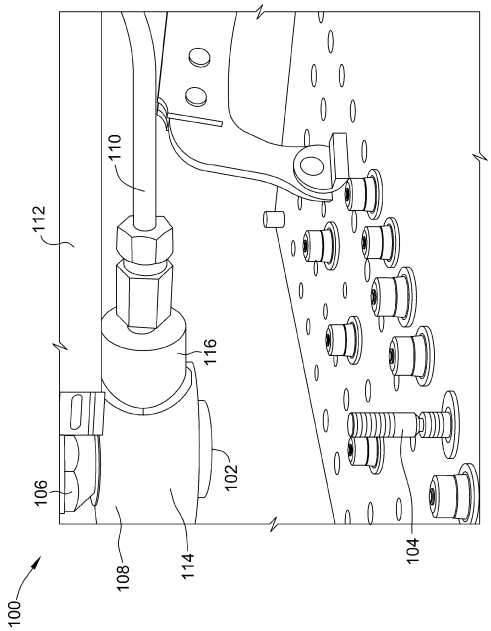

FIG. 6

【図７】

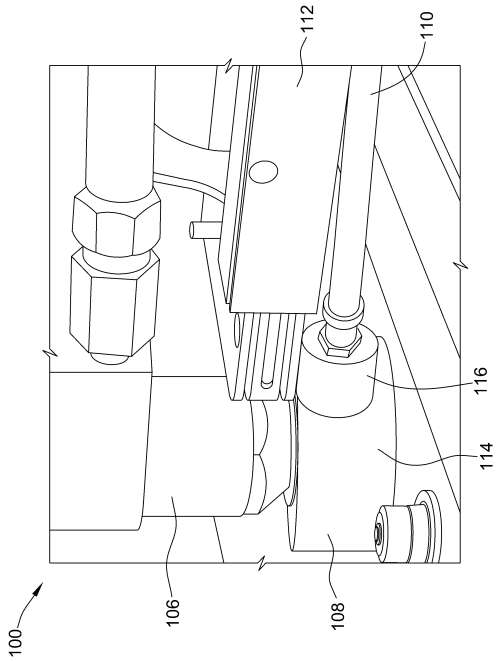

FIG. 7

【図８】

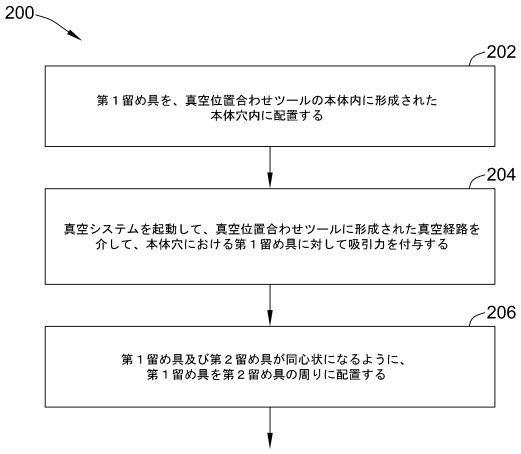

FIG. 8

フロントページの続き

(74)代理人 100161274
弁理士 土居 史明
(74)代理人 100168044
弁理士 小淵 景太
(74)代理人 100168099
弁理士 鈴木 伸太郎
(72)発明者 ジョン リチャード ポーター
アメリカ合衆国、イリノイ州 ６０６０６－１５９６、シカゴ、ノース リバーサイド １００、ザ・ボーイング・カンパニー内
(72)発明者 ダニエル トーマス ロング
アメリカ合衆国、イリノイ州 ６０６０６－１５９６、シカゴ、ノース リバーサイド １００、ザ・ボーイング・カンパニー内
(72)発明者 レイモンド シー. エング
アメリカ合衆国、イリノイ州 ６０６０６－１５９６、シカゴ、ノース リバーサイド １００、ザ・ボーイング・カンパニー内
(72)発明者 ブルース ジェイ. ハンニネン
アメリカ合衆国、イリノイ州 ６０６０６－１５９６、シカゴ、ノース リバーサイド １００、ザ・ボーイング・カンパニー内
(72)発明者 ケヴィン マイケル ベル
アメリカ合衆国、イリノイ州 ６０６０６－１５９６、シカゴ、ノース リバーサイド １００、ザ・ボーイング・カンパニー内

審査官 八板 直人

(56)参考文献 実開昭６１－０７８５８０（ＪＰ，Ｕ）
実開昭６０－０９１３２７（ＪＰ，Ｕ）
特開昭６０－０８０５７１（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１４／０２０１９７２（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２３Ｐ １９／００－２１／００