(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 7 月 21 日(21.07.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/086817 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 39/14 (2006.01) *B23K 37/08* (2006.01)
B23B 29/32 (2006.01) *G21C 19/02* (2006.01)
B23K 31/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/072909

(22) 国際出願日: 2010 年 12 月 20 日(20.12.2010)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-006076 2010 年 1 月 14 日(14.01.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大西 献 (ONISHI, Ken).

(74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目２番５号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

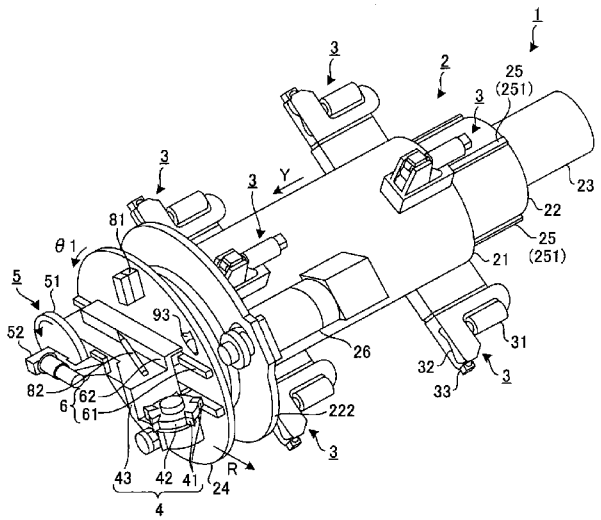
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: REPAIR DEVICE

(54) 発明の名称 : 補修装置

[図1]



(57) **Abstract**: This repair device is provided with a casing, a slide shaft which is disposed in such a way as to be slidable with respect to this casing, a turntable which is disposed in such a way as to be rotatable with respect to this slide shaft, and a cutting mechanism which is provided to this turntable and has a cutting tool. Furthermore, the turntable undergoes rotational displacement while the slide shaft slides in the axial direction, with the result that the cutting tool cuts the inner peripheral surface of a pipe base while rotating spirally. Moreover, the cutting mechanism is provided with a cutting tool switching section which switches a plurality of cutting tools.

(57) 要約: この補修装置は、ケーシングと、このケーシングに対してスライド可能に配置されるスライド軸と、このスライド軸に対して回転可能に配置されるターンテーブルと、このターンテーブルに設置されると共にバイトを有する切削機構とを備えている。そして、スライド軸が軸方向にスライドしつつターンテーブルが回転変位することにより、バイトが螺旋状に旋回しつつ管台の内周面を切削加工している。そして、切削機構が複数のバイトを切り替えるバイト切替部を備えている。

WO 2011/086817 A1

明　細　書

発明の名称 ： 補修装置

技術分野

[0001] この発明は、補修装置に関し、さらに詳しくは、補修作用を効率化できる補修装置に関する。

背景技術

[0002] 原子力プラントでは、その安全性や信頼性を確保するために、原子炉容器の管台と管との溶接部を補修する補修作業が行われている。かかる補修作業に用いられる補修装置には、特許文献１に記載される技術が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００６－３４９５９６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] この発明は、補修作用を効率化できる補修装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 上記目的を達成するため、この発明にかかる補修装置は、管の内周面側の溶接部を補修する補修装置であって、ケーシングと、前記ケーシングに対してスライド可能に配置されるスライド軸と、前記スライド軸に対して回転可能に配置されるターンテーブルと、前記ターンテーブルに設置されると共に前記溶接部を切削するための複数のバイトを有する切削機構とを備え、前記スライド軸が軸方向にスライドしつつ前記ターンテーブルが回転変位することにより前記バイトが螺旋状に旋回しつつ前記管の内周面を切削加工し、且つ、前記切削機構が複数の前記バイトを切り替えるバイト切替部を有することを特徴とする。

[0006] この補修装置では、バイトが螺旋状に旋回しつつ管の内周面を切削加工す

るので、切削対象領域が広範であるときに、バイトの交換が必要となる。このとき、切削機構がバイト切替部によりバイトを交換しつつ切削加工することにより、補修装置を管内に設置したまま切削作業を継続できる。これにより、補修作業が効率化される利点がある。

[0007] また、この発明にかかる補修装置は、前記バイト切替部が、前記ターンテーブル側に設置される切替部本体と、複数の前記バイトを支持すると共に回転変位により前記バイトを切り替えるバイト支持体と、ラチェット機構を介して前記バイト支持体に連結される駆動機構とを備え、且つ、前記駆動機構が所定の順方向に駆動されたときに、前記ラチェット機構が係合して前記バイト支持体を回転させると共に、前記駆動機構が逆方向に駆動されたときに、前記ラチェット機構が前記バイト支持体の回転を禁止する。

[0008] この補修装置では、駆動機構が所定の順方向に駆動されたときに、ラチェット機構が係合して取付回転軸を回転させる。これにより、バイト支持体が回転して、バイトの切替が行われる。一方、駆動機構が逆方向に駆動されたときに、ラチェット機構が取付回転軸の回転を禁止する。これにより、バイト４１を切り替えることなく、駆動機構が初期位置に戻る。

[0009] また、この発明にかかる補修装置では、前記バイト切替部が前記取付回転軸と前記切替部本体との間に流体を供給して前記取付回転軸を前記切替部本体に押圧させて固定する固定構造を有する。

[0010] この補修装置では、取付回転軸と切替部本体との間に流体圧が付与されることにより、バイト支持体が取付回転軸を介して切替部本体に固定される。また、この流体圧が解除されることにより、バイト支持体が回転可能となり、バイトの切り替えが可能となる。したがって、簡易な構成にて、バイト切替部の固定および解除が可能となる利点がある。

発明の効果

[0011] この発明にかかる補修装置では、バイトが螺旋状に旋回しつつ管の内周面を切削加工するので、切削対象領域が広範であるときに、バイトの交換が必要となる。このとき、切削機構がバイト切替部によりバイトを交換しつつ切

削加工することにより、補修装置を管内に設置したまま切削作業を継続できる。これにより、補修作業が効率化される利点がある。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１は、この発明の実施の形態にかかる補修装置を示す斜視図である。

[図2]図２は、図１に記載した補修装置を示す軸方向断面図である。

[図3]図３は、図１に記載した補修装置のターンテーブルを示す平面図である。

[図4]図４は、図１に記載した補修装置のターンテーブルを示す正面図である。

[図5]図５は、図１に記載した補修装置のターンテーブルを示す側面図である。

[図6]図６は、図１に記載した補修装置による全周切削加工の工程を示すフローチャートである。

[図7]図７は、図１に記載した補修装置による全周切削加工の工程を示す説明図である。

[図8]図８は、図１に記載した補修装置による全周切削加工の工程を示す説明図である。

[図9]図９は、図１に記載した補修装置による全周切削加工の工程を示す説明図である。

[図10]図１０は、図１に記載した補修装置の切削機構を示す平面図である。

[図11]図１１は、図１０に記載した切削機構を示すＢ視断面図である。

[図12]図１２は、図１１に記載した切削機構を示すＣ視断面図である。

[図13]図１３は、図１０に記載した切削機構の作用を示す説明図である。

[図14]図１４は、図１０に記載した切削機構の作用を示す説明図である。

[図15]図１５は、図１０に記載した切削機構の作用を示す説明図である。

[図16]図１６は、図１０に記載した切削機構の作用を示す説明図である。

[図17]図１７は、原子炉容器の補修工程を示すフローチャートである。

[図18]図１８は、原子炉容器の管台と管との溶接部を示す説明図である。

[図19]図１９は、局部切削加工の様子を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、この実施の形態の構成要素には、発明の同一性を維持しつつ置換可能かつ置換自明なものが含まれる。また、この実施の形態に記載された複数の変形例は、当業者自明の範囲内にて任意に組み合わせが可能である。

[0014] ［原子炉容器の補修工程］

図１７は、原子炉容器の補修工程を示すフローチャートである。図１８は、原子炉容器における管台と管との溶接部を示す説明図である。

[0015] 原子炉容器１００では、その安全性や信頼性を確保するためのメンテナンスが定期的に行われる。例えば、原子炉容器１００は、容器本体１１０の外周側部に設けられた管台１２０と、冷却水の管（入口管あるいは出口管）１３０とを有する（図１８参照）。管台１２０および管１３０は、略円筒形状の内周面を有し、内周面側および外周面側の少なくとも一方から溶接されて接続される。一般的には、管台１２０および管１３０が相互に異なる材質から成り、６００系ニッケル基合金により溶接される。かかる管台１２０と管１３０との溶接部には、補修作業などのメンテナンスが必要となる。ここでは、一例として、管台１２０および管１３０の内周面側の溶接部Ｘにて補修作業が行われる場合について説明する。

[0016] まず、準備工程（ステップＳＴ１）として、円筒容器状の作業架台１４０が容器本体１１０に挿入されて設置される。この作業架台１４０は、補修作業に必要な各種の補修装置（後述する検査装置、切削装置、溶接装置およびバフ装置）を管台１２０内に搬入するための架台であり、管台１２０に対応する位置に開口部１４１を有する。次に、容器本体１１０と作業架台１４０との隙間がフランジを用いてシール接合される。次に、フランジより下の冷却水が排水され、冷却水の水位が少なくとも容器本体１１０の管台１２０よりも下になるように設定される（図１７および図１８参照）。次に、作業架

台１４０の開口部１４１から、遮蔽体１５０が管台１２０に挿入されて設置される。この遮蔽体１５０は、作業架台１４０の開口部１４１と管台１２０との隙間を埋めて、開口部１４１を管台１２０の内周面まで延長する部材である。この遮蔽体１５０により、作業架台１４０の開口部１４１から管台１２０の溶接部Ｘに至る円筒形状の内壁面（補修装置の設置スペース）が形成される。なお、管１３０内の奥部には、止栓（図示省略）が設置されて、放射線遮蔽用および異物拡散防止用のシールが形成される。

[0017] 次に、装置搬送用治具（図示省略）が設置される（ステップＳＴ２）。この装置搬送用治具は、補修装置を搬送するための治具であり、作業架台１４０の底部に設置される。装置搬送用治具は、例えば、テレスコ式のアームを有するターンテーブルにより構成される。補修装置を溶接部Ｘに搬入するときは、補修装置が作業架台１４０内に吊降ろされ、装置搬送用治具がこの補修装置を管台１２０に搬入して設置する。このとき、装置搬送用治具が、補修装置をアームで把持しつつアームを伸ばして作業架台１４０の開口部１４１から管台１２０に挿入する。これにより、補修装置が管台１２０に搬入される。その後に、装置搬送用治具が、補修装置から切り離され、アームを縮めて元の位置に戻る。一方、補修装置を溶接部Ｘから撤去するときは、装置搬送用治具が、再びアームを伸ばして管台１２０内の補修装置を把持し、アームを縮めて補修装置を作業架台１４０内に回収する。そして、この補修装置が吊上げられて作業架台１４０の外部に搬出される。これらにより、補修装置の搬入および搬出が行われる。

[0018] 次に、超音波を用いた非破壊検査（ＵＴ：Ultrasonic Testing）が行われる（検査ステップＳＴ３）。このＵＴは、溶接部Ｘに関する必要なデータ（例えば、溶接部Ｘの欠陥の有無や位置に関するデータ）を取得するための検査である。このステップＳＴ３では、まず、ＵＴを行うための検査装置（図示省略）が、装置搬送用治具により搬入されて管台１２０の溶接部Ｘの近傍に設置される。次に、この検査装置がＵＴを行って必要な検査データを取得する。この検査データは、例えば、溶接部Ｘの位置、溶接部Ｘに発生した大

きなクラック（後述する局部切削が必要なクラック）の位置などのデータである。取得された検査データは、検査装置から原子炉容器１００の外部にある監視施設の制御装置（図示省略）に送信される。また、検査装置が、溶接部Ｘの位置やクラックの位置を示す目印として、溶接部Ｘの近傍にポンチを打刻する。その後に、検査装置が管台１２０から搬出されて回収される。

[0019] 次に、必要に応じて、局部切削加工が行われる（局部切削ステップＳＴ４）。図１９は、局部切削加工の様子を示す説明図である。この局部切削加工は、溶接部Ｘに大きなクラックが発生しているときに、この溶接部Ｘのクラック部分を局部的に深く切削する加工である。局部切削加工では、切削用のカッタ１０が用いられる（図１９参照）。このカッタ１０は、複数のバイトを周方向に配列して成る回転工具である。また、カッタ１０は、切削装置（あるいは他の補修装置）に取り付けられて使用される。このステップＳＴ４では、まず、カッタ１０を装着した切削装置が、装置搬送用治具により搬入されて管台１２０の溶接部Ｘの近傍に設置される。次に、切削装置が管台１２０の内周面に対して芯出しされて固定設置される。次に、ステップＳＴ３にて取得された検査データ（およびポンチ打刻）に基づいて、切削装置が溶接部Ｘのクラック部に対して位置決めされる。次に、局部切削加工が行われる。この局部切削加工では、カッタ１０が溶接部Ｘのクラック部分に当てられて回転することにより、溶接部Ｘの局所的な切削（例えば、最大４９［ｍｍ］の深さの切削）が行われる。その後に、切削装置が管台１２０から搬出されて回収される。

[0020] なお、局部切削加工（ステップＳＴ４）が行われた場合には、併せて、局部切削部を埋めるための溶接盛りが行われる。

[0021] 次に、全周切削加工が行われる（全周切削ステップＳＴ５）。全周切削加工は、溶接部Ｘを含む一定の領域を管台１２０の内周面の全周に渡って一定の深さで切削する加工である。このステップＳＴ５では、後述する溶接加工に先立って、補修対象である溶接部Ｘの切削が行われる。まず、切削装置が装置搬送用治具により搬入されて管台１２０の溶接部Ｘの近傍に設置される

。次に、切削装置が管台１２０の内周面に対して芯出しされて固定設置される。次に、ステップＳＴ３にて取得された検査データ（およびポンチ打刻）に基づいて、切削装置が溶接部Ｘに対して管台１２０の軸方向に位置決めされる。次に、切削装置が溶接部Ｘを含む一定の領域に対して全周切削加工を行う。その後に、切削装置が管台１２０から搬出されて回収される。なお、この実施の形態では、切削装置が切削用のバイトを用いて全周切削加工を行っている。かかる切削装置の具体的構成および全周切削加工の具体的内容については、後述にて詳細に説明する。

[0022] 次に、溶接加工が行われる（溶接ステップＳＴ６）。この溶接加工は、全周切削加工（ステップＳＴ５）済みの領域に溶接盛りを行う加工である。このステップＳＴ６では、まず、溶接装置が装置搬送用治具により搬入されて管台１２０の溶接部Ｘの近傍に設置される。次に、この溶接装置の芯出しおよび位置決めが行われる。次に、溶接装置が局部切削加工（ステップＳＴ４）済みの部分に溶接盛りを行う。次に、溶接装置が全周切削加工（ステップＳＴ５）済みの領域を全域に渡って溶接する。その後に、溶接装置が管台１２０から搬出されて回収される。

[0023] 次に、仕上げ切削加工が行われる（仕上げ切削ステップＳＴ７）。この仕上げ切削加工は、溶接加工（ステップＳＴ６）済みの領域に仕上げ切削加工を行う工程である。このステップＳＴ７では、まず、切削装置が装置搬送用治具により搬入されて管台１２０の溶接部Ｘの近傍に設置される。次に、この切削装置の芯出しおよび位置決めが行われる。次に、切削装置が溶接加工（ステップＳＴ６）済みの領域に仕上げ切削加工を行う。この仕上げ切削加工は、全周切削加工（ステップＳＴ５）と同様に行われ得る。なお、この実施の形態では、後述するように切削装置がバフ装置を兼ねている。このため、切削装置（補修装置）が管台１２０から回収されずに、そのまま次のステップＳＴ８が行われる。

[0024] 次に、バフ研磨加工が行われる（バフ研磨ステップＳＴ８）。このバフ研磨加工は、仕上げ切削加工（ステップＳＴ７）済みの領域にバフ研磨を行う

加工であり、溶接部Ｘにおける残留応力の低減を目的とする。このステップＳＴ８では、後述するように切削装置がバフ装置を兼ねるので、バフ装置の設置工程、芯出し工程および位置決め工程が省略される。次に、バフ装置が仕上げ切削加工（ステップＳＴ７）済みの領域にバフ研磨加工を行う。その後に、バフ装置（兼ねる切削装置）が管台１２０から搬出されて回収される。

[0025] ここで、一般的な原子炉容器１００では、容器本体１１０が複数の管台１２０を有する（図１８参照）。このため、これらの管台１２０の溶接部Ｘにおいて、ステップＳＴ３～ステップＳＴ８の一連の工程がそれぞれ行われる。なお、この実施の形態では、後述する補修装置１がクランプ機構３を備えることにより、管台１２０内に自立して設置されている。このため、複数の補修装置１が各管台１２０にそれぞれ設置されて、補修作業が複数の管台１２０ごとに相互に独立して進められている。これにより、補修作業が効率的に行われている。なお、この点については、後述する。

[0026] 次に、装置搬送用治具が吊り上げられて作業架台１４０から容器本体１１０の外部に回収される（ステップＳＴ９）。その後に、遮蔽体１５０が管台１２０から取り外され、作業架台１４０が撤去される（ステップＳＴ１０）。これにより、溶接部Ｘの補修作業が完了する。

[0027] ［原子炉容器の補修装置］

図１は、この発明の実施の形態にかかる補修装置を示す斜視図である。図２は、図１に記載した補修装置を示す軸方向断面図である。図３～図５は、図１に記載した補修装置のターンテーブルを示す平面図（図３）、正面図（図４）および側面図（図５）である。

[0028] 補修装置１は、管の内周面側の溶接部を補修する装置であり、例えば、原子炉容器１００の管台１２０と管１３０との内周面側の溶接部Ｘの補修作業に用いられる（図１８参照）。この補修装置１は、駆動機構２と、クランプ機構３と、切削機構４と、バフ機構５と、進退機構６と、レーザーセンサ８１および画像センサ８２とを備える。したがって、この補修装置１は、切削

装置およびバフ装置の双方の機能を備え、全周切削加工（ステップＳＴ５）、仕上げ切削加工（ステップＳＴ７）およびバフ研磨加工（ステップＳＴ８）をそれぞれ施工できる。

[0029] 駆動機構２は、ケーシング２１と、スライド軸２２と、回転軸２３と、ターンテーブル２４と、スライド軸用アクチュエータ２５と、回転軸用アクチュエータ２６とを有する（図１および図２参照）。

[0030] ケーシング２１は、略円筒形状の部材から成る。このケーシング２１が管台１２０の内壁面に対して芯出しおよび位置決めされることにより、補修装置１の芯出しおよび位置決めが行われる。

[0031] スライド軸２２は、ケーシング２１に対して軸方向（Ｙ方向）にスライド変位する軸であり、中空構造を有する。このスライド軸２２は、ケーシング２１に挿入され、ケーシング２１内部にてスライド軸用アクチュエータ２５を介してケーシング２１に連結される。スライド軸用アクチュエータ２５は、スライダ機構を有するアクチュエータである。このスライド軸用アクチュエータ２５は、スライド軸２２の外周面に敷設されるガイドレール２５１と、ケーシング２１の内周面に固定設置されるスライダ２５２と、このスライダ２５２を駆動するサーボモータ（図示省略）とから成る。スライド軸２２は、このスライド軸用アクチュエータ２５により駆動されて、ケーシング２１に対して軸方向にスライド変位する。なお、スライド軸用アクチュエータ２５のサーボモータは、監視センターの制御装置に接続されて駆動制御される。また、このスライド軸２２は、例えば、２００［ｍｍ］のストロークを有し、速度０［ｍｍ／ｓ］～２［ｍｍ／ｓ］の範囲でスライド変位できる。

[0032] 回転軸２３は、スライド軸２２の軸周り（θ１方向）に回転変位する軸である。この回転軸２３は、スライド軸２２の中空部に挿入され、スライド軸２２内部にある一対の軸受２２１、２２１により回転可能に支持される。また、回転軸２３は、その一方の端部にフランジ部２３１を有し、このフランジ部２３１の外周にて回転軸用アクチュエータ２６に連結される。この回転軸用アクチュエータ２６は、例えば、サーボモータであり、スライド軸２２

側に設置される。この実施の形態では、スライド軸２２の一方の端部にフランジ部２２２が形成され、このフランジ部２２２に回転軸用アクチュエータ２６が取り付けられている。回転軸２３は、この回転軸用アクチュエータ２６により駆動されて、スライド軸２２の軸周りに回転変位する。なお、回転軸用アクチュエータ２６は、監視センターの制御装置に接続されて駆動制御される。また、この回転軸２３は、例えば、回転数０［ｒｐｍ］～１４［ｒｐｍ］の範囲で回転変位できる。

[0033] ターンテーブル２４は、切削機構４、バフ機構５および進退機構６を設置するための回転台である。このターンテーブル２４は、回転軸２３のフランジ部２３１に固定設置されて回転軸２３と共に回転する。例えば、この実施の形態では、ターンテーブル２４が円形のテーブル形状を有し、そのテーブル面を回転軸２３の軸方向に向けつつ、その脚部を回転軸２３のフランジ部２３１に固定して設置されている。また、ターンテーブル２４は、例えば、回転軸２３と共に一定速度で回転する。

[0034] クランプ機構３は、管台１２０の内壁面にクランプして、ケーシング２１を管台１２０内に固定する機構である（図１参照）。このクランプ機構３は、複数を一組としてケーシング２１の外周面に設置される。例えば、この実施の形態では、計８つのクランプ機構３がケーシング２１の両端部に４つずつ約９０度間隔にてそれぞれ配置されている。また、クランプ機構３は、例えば、水圧式のシリンダ部３１と、クランプ部３３とがリンク部３２を介して連結されて構成される（図１参照）。このクランプ機構３では、遠隔操作によりシリンダ部３１が駆動されると、クランプ部３３がリンク部３２を介して駆動されてケーシング２１の径方向に変位する。そして、クランプ部３３が管台１２０の内壁面に押圧されてクランプすることにより、ケーシング２１が管台１２０内に固定される。また、遠隔操作により複数のクランプ機構３が駆動されてクランプ部３３の変位量を相互に調整することにより、ケーシング２１の管台１２０の内周面に対する位置が調整される。これにより、補修装置１（ケーシング２１）の芯出し作業が行われる。なお、クランプ

機構３のシリンダ部３１は、監視センターの制御装置に接続されて駆動制御される。

[0035] 切削機構４は、管台１２０の内周面を全周に渡って切削加工（全周切削加工）する機構である（図１、図３～図５参照）。この切削機構４は、切削用のバイト４１を有する。また、切削機構４は、後述する進退機構６に取り付けられてターンテーブル２４上の縁部近傍に設置される。この切削機構４では、ターンテーブル２４が回転すると、バイト４１がターンテーブル２４の回転軸周り（θ１方向）に旋回して管台１２０の内周面を切削（旋回切削）する。このとき、切削機構４が、進退機構６により駆動されてターンテーブル２４上を所定方向（Ｒ方向）にスライド変位することにより、その切削深さを変化させ得る。なお、切削機構４の作用については、後述にて詳細に説明する。

[0036] バフ機構５は、管台１２０の溶接部Ｘに対してハブ研磨加工を行う機構である（図１、図３～図５参照）。このバフ機構５は、バフ５１と、バフ５１を回転駆動させるための駆動部５２とを有する。また、バフ機構５は、後述する進退機構６に取り付けられてターンテーブル２４上の縁部近傍に設置される。このバフ機構５は、バフ５１を回転（自転）させて管台１２０の内周面に押圧することにより、管台１２０の内周面をハブ研磨加工する。また、バフ５１が自転している状態でターンテーブル２４が回転することにより、バフ機構５の位置がターンテーブル２４の回転軸周り（θ１方向）に移動（公転）して、管台１２０の内周面の全周がハブ研磨加工される。なお、バフ機構５の駆動部５２は、監視センターの制御装置に接続されて駆動制御される。なお、バフ機構５の作用については、切削機構４の作用と共に後述にて説明する。

[0037] 進退機構６は、切削機構４およびバフ機構５をターンテーブル２４上にて進退変位させる機構である（図１、図３～図５参照）。例えば、この実施の形態では、進退機構６がスライド機構であり、ターンテーブル２４の上面に敷設されてターンテーブル２４の径方向（Ｒ方向）に延在するレール６１と

、このレール６１に沿ってスライド変位する長尺なスライダ６２と、このスライダ６２を駆動するサーボモータ（図示省略）とから成る。また、進退機構６が、切削機構４およびバフ機構５をスライダ６２の両端部にてそれぞれ保持している。したがって、進退機構６がスライダ６２を一方向に移動させることにより、切削機構４のバイト４１がターンテーブル２４から突出し、あるいは、バフ機構５のバフ５１がターンテーブル２４から突出する。これにより、切削機構４とバフ機構５とが切り替えられる。また、進退機構６は、Ｒ方向にかかるスライダ６２の変位量を調整することにより、バイト４１およびバフ５１のターンテーブル２４からの突出量を調整できる。なお、進退機構６のサーボモータは、監視センターの制御装置に接続されて駆動制御される。また、進退機構６は、例えば、８５［ｍｍ］のストロークを有し、速度０［ｍｍ／ｓ］～１５［ｍｍ／ｓ］の範囲で進退変位できる。

[0038] レーザーセンサ８１は、管台１２０の内周面形状を測定するためのセンサである（図１、図３～図５参照）。このレーザーセンサ８１は、そのレーザーの照射方向をターンテーブル２４の径方向外側に向けつつターンテーブル２４の縁部近傍に設置される。したがって、ターンテーブル２４が回転すると、レーザーセンサ８１の位置がターンテーブル２４の回転軸周りに移動する。これにより、レーザーセンサ８１が管台１２０の内周面形状を全周に渡って計測できる。このレーザーセンサ８１は、監視センターの制御装置にデータ通信可能に接続されて、出力信号を制御装置に送信する。

[0039] 画像センサ８２は、例えば、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）カメラである（図１、図３～図５参照）。この画像センサ８２は、例えば、ターンテーブル２４上のカメラスタンド（図示省略）に設置される。また、画像センサ８２は、その撮像方向をターンテーブル２４の周方向に移動させ得る。これにより、画像センサ８２は、テーブル面の上方から切削機構４の切削位置、バフ機構５のバフ研磨位置、管台１２０内の様子などを撮像できる。この画像センサ８２は、監視センターのモニタに接続される。

[0040] なお、ターンテーブル２４上には、バランス機構９１が配置される（図３

および図４参照）。このバランス機構９１は、進退機構６の駆動により切削機構４およびバフ機構５が変位したときに、外力による進退機構６のたわみやガタを抑制して切削加工時における切削深さの精度を維持する機構である。また、バランス機構９１は、例えば、油圧シリンダと、この油圧シリンダの前後室をオリフィスを介して接続した油循環流路により構成される。

[0041] また、ターンテーブル２４上には、配電ボックス９２およびエアノズル９３が配置される（図３～図５参照）。配電ボックス９２は、切削機構４、バフ機構５、進退機構６、バランス機構９１などの配電系統を収納するボックスである。エアノズル９３は、エアを噴射するノズルであり、例えば、切削工程にて発生した切削粉を吹き飛ばす機能を有する。このエアノズル９３は、切削機構４側およびバフ機構５側の双方にそれぞれ設置される。なお、補修作業時に発生した切削粉などは、バキューム管（図示省略）から吸い取られて管台１２０の外部に回収される。

[0042] また、回転軸２３が中空構造を有し、その内部にスリップリング２７が配置される（図２参照）。このスリップリング２７は、切削機構４、バフ機構５および進退機構６への配線（電気配線や信号配線など）を収容するリングである。なお、切削機構４、バフ機構５および進退機構６は、これらの配線を介して監視センターの制御装置に接続されて駆動制御される。

[0043] また、回転軸２３が、フランジ部２２２の逆側の端部（補修装置１の設置状態にて容器本体１１０側に位置する側の端部）に複数のスイベルジョイント２８を有する（図２参照）。これらのスイベルジョイント２８は、切削機構４、バフ機構５および進退機構６、バランス機構９１、エアノズル９３などの作動流体を供給するための経路となる。

[0044] ［補修装置による切削加工］

図６～図９は、図１に記載した補修装置による全周切削加工の工程を示すフローチャート（図６）および説明図（図７～図９）である。これらの図において、図７は、補修装置１が管台１２０に設置された状態を示しており、図８および図９は、溶接部Ｘの切削の様子を示している。

[0045] 上記したように、この補修装置１は、切削装置およびバフ装置の双方の機能を備え、全周切削加工（ステップＳＴ５）、仕上げ切削加工（ステップＳＴ７）およびバフ研磨加工（ステップＳＴ８）をそれぞれ施工できる。ここでは、一例として、補修装置１が切削装置として用いられて全周切削ステップＳＴ５を行う場合について説明する（図６参照）。

[0046] 全周切削ステップＳＴ５では、まず、補修装置１の搬入が行われる（ステップＳＴ５１）（図７参照）。具体的には、補修装置１が作業架台１４０の開口部１４１から管台１２０に挿入されて溶接部Ｘの近傍に設置される。

[0047] このとき、補修装置１がクランプ機構３により管台１２０の内周面をクランプして固定される（図７参照）。したがって、補修装置１は、作業架台１４０側からの補助なしに、自立して管台１２０内に設置される。したがって、複数の補修装置１を複数の管台１２０に相互に独立して配置して稼動させ得るので、補修作業を効率化できる。なお、従来の補修装置では、管台内での自立設置が不能であったため、作業架台側から補修装置の後部を支持する等の補助が必要だった。このため、作業架台が一つの補修装置の補助のために占領されるため、複数の管台の補修作業を同時に行うことができないという問題があった。

[0048] 次に、補修装置１の芯出しが行われる（芯出しステップＳＴ５２）。このステップＳＴ５２では、８つのクランプ機構３がクランプ部３３のクランプ高さを相互に調整することにより、ケーシング２１の軸と管台１２０の軸とが略一致するように設定される。具体的には、スライド軸２２の軸（Ｙ方向）と管台１２０の軸とが略一致するように設定される。そして、各クランプ機構３がクランプ部３３を固定することにより、補修装置１が管台１２０に対して芯出しされた状態で固定設置される。

[0049] 次に、切削機構４の位置決めが行われる（位置決めステップＳＴ５３）。このステップＳＴ５３では、ステップＳＴ３にて取得された検査データ（およびポンチ打刻）に基づいて、切削機構４と溶接部Ｘとの管台１２０の軸方向にかかる位置関係が設定される。具体的には、スライド軸２２が軸方向（

Ｙ方向）にスライドして、ターンテーブル２４が管台１２０の軸方向に移動する。これにより、ターンテーブル２４上にある切削機構４の位置と溶接部Ｘの位置とが、管台１２０の軸方向にて所定の位置関係となるように設定される。このとき、画像センサ８２からの画像データが制御装置に送られており、この画像データを制御装置のモニタで確認しつつ切削機構４と溶接部Ｘとの位置関係が調整される。

[0050] 次に、管台１２０の内周面形状が計測される（内周面形状計測ステップＳＴ５４）。このステップＳＴ５４では、ターンテーブル２４がθ１方向に周回して、レーザーセンサ８１が管台１２０の内周面形状を計測する。また、この計測は、少なくとも切削対象領域（切削加工の対象となる領域）の両端部についてそれぞれ取得される。具体的には、スライド軸２２がＹ方向に変位してレーザーセンサ８１の計測位置を移動させることにより、切削対象領域の両端部での計測データが取得される。そして、これらの計測データに基づいて、切削対象領域の全体における管台１２０の内周面形状が推定される。なお、切削対象領域は、溶接部Ｘを含む一定の領域であり、そのＹ方向の範囲がステップＳＴ３にて取得された検査データに基づいて設定される。

[0051] 次に、補修装置１が切削対象領域に対して全周切削加工を行う（全周切削加工ステップＳＴ５５）。このステップＳＴ５５では、まず、ターンテーブル２４が所定の速度で回転する。このとき、バイト４１の先端が設定された速度で旋回するように、ターンテーブル２４の回転速度が制御される。次に、進退機構６が、切削機構４をターンテーブル２４の径方向（Ｒ方向）に移動させて、切削機構４のバイト４１を管台１２０の内壁面に当接させる。すると、ターンテーブル２４の回転により、バイト４１がθ１方向に旋回して管台１２０の内周面を切削する（図８参照）。また、スライド軸２２が軸方向（Ｙ方向）に一定速度で徐々にスライド変位することにより、バイト４１が狭いピッチで螺旋状に旋回して管台１２０の内壁面を円筒形状に切削する（全周切削加工）。このとき、進退機構６が駆動されて、バイト４１が管台１２０の内壁面方向（Ｒ方向）に進退変位する。これにより、バイト４１の

旋回半径が拡大縮小されて、切削深さｈが調整される（図９参照）。なお、バイト４１は、回転軸２３が回転数０［ｒｐｍ］～１４［ｒｐｍ］の範囲で回転変位することにより、速度０［ｍ／ｍｉｎ］～３０［ｍ／ｍｉｎ］の範囲で旋回して切削加工できる。

[0052] ここで、管台１２０の内周面形状は、必ずしも真円でなく、例えば、楕円形である場合、凹凸を有する場合、溶接線を境界とした内壁面の屈曲を有する場合などがある。また、補修装置１の軸と管台１２０の軸とがズレている場合もある。したがって、ステップＳＴ５５では、管台１２０の内周面が一定の切削深さｈにて切削されるように、バイト４１の旋回軌跡が算出されて制御される。具体的には、切削対象領域における管台１２０の内周面形状に関する計測データ（ステップＳＴ５４）と所定の切削深さｈとの関係に基づいて、切削対象領域におけるバイト４１の旋回軌跡が算出される。また、この算出結果に基づいて、ターンテーブル２４のθ１方向への回転速度と、スライド軸２２のＹ方向へのスライド速度と、進退機構６のＲ方向への進退変位との関係が算出される。そして、この算出結果に基づいて、スライド軸２２および進退機構６が駆動されて、全周切削加工が行われる（ならい切削加工）。これにより、切削対象領域が管台１２０の内周面の全周に渡って所定の切削深さｈで一様に切削される。

[0053] 次に、切削機構４およびスライド軸２２が初期位置に戻され、その後に、補修装置１が管台１２０から搬出されて回収される（ステップＳＴ５６）。これにより、全周切削ステップＳＴ５が終了する。

[0054] なお、ここでは、一例として、全周切削加工（ステップＳＴ５）について説明したが、仕上げ切削加工（ステップＳＴ７）についても、同様に行われる（図示省略）。すなわち、切削対象領域における管台１２０の内周面形状に関する計測データ（ステップＳＴ５４）と所定の切削深さｈとの関係に基づいて、ターンテーブル２４のθ１方向にかかる回転速度と、スライド軸２２のＹ方向にかかるスライド速度と、進退機構６のＲ方向にかかる進退変位との関係が算出される。そして、この算出結果に基づいてターンテーブル２

４、スライド軸２２および進退機構６が駆動されることにより、切削対象領域におけるバイト４１の旋回軌跡が制御される。これにより、切削対象領域が所定の切削深さｈで一様に切削されて、仕上げ切削加工が適正に行われる。

[0055] また、バフ研磨加工（ステップＳＴ８）についても、同様に行われる（図示省略）。すなわち、バフ研磨対象領域（切削対象領域と同じ）における管台１２０の内周面形状に関する計測データ（ステップＳＴ５４）と管台１２０の内壁面に対するバフ５１の押圧力との関係に基づいて、ターンテーブル２４のθ１方向にかかる回転速度と、スライド軸２２のＹ方向にかかるスライド速度と、進退機構６のＲ方向にかかる進退変位との関係が算出される。そして、バフ５１が所定の回転速度にて自転しつつ螺旋状に公転してバフ研磨加工を行う。このとき、ターンテーブル２４の回転速度およびスライド軸２２のスライド速度が制御されることにより、バフ５１が適正な移動速度にてバフ研磨対象領域をバフ研磨加工する。また、進退機構６の進退変位が制御されることにより、バフ５１が適正な押圧力にてバフ研磨対象領域をバフ研磨加工する。これにより、バフ研磨対象領域が適正にバフ研磨加工される。

[0056] ［切削機構のバイト切替部］

図１０は、図１に記載した補修装置の切削機構を示す平面図である。図１１および図１２は、図１０に記載した切削機構を示すＢ視断面図（図１１）およびＣ視断面図（図１２）である。図１３～図１６は、図１０に記載した切削機構の作用を示す説明図である。

[0057] この補修装置１では、切削機構４が複数のバイト４１を切り替えできる構造を有する。以下、この切削機構４の構成について説明する。

[0058] 切削機構４は、複数のバイト４１と、バイト切替部４２と、バイト台４３とを有する（図１０参照）。複数のバイト４１は、切削用のバイトであり、同一種類により構成されても良いし、異なる種類により構成されても良い。例えば、この実施の形態では、全周切削ステップＳＴ５にて、バイト４１が

順次交換されて使用されるため、同一種類かつ５本のバイト４１が用いられている。バイト切替部４２は、複数のバイト４１を保持すると共に、これらのバイト４１を移動させて切り替える駆動機構である。このバイト切替部４２については、後述にて詳細に説明する。バイト台４３は、切削機構４を進退機構６のスライダ６２に固定するための部材である。例えば、この実施の形態では、バイト台４３がバイト切替部４２を支持して進退機構６のスライダ６２に固定されている。これにより、切削機構４と進退機構６のスライダ６２とが一体化されている。

[0059] バイト切替部４２は、切替部本体４２１と、バイト支持体４２２と、取付回転軸４２３と、ピニオン４２４およびラック４２５と、シリンダ４２６およびピストン４２７と、第一位置決めピン４２８および第二位置決めピン４２９とを有する（図１１参照）。

[0060] 切替部本体４２１は、略円筒容器形状を有するケーシングである。バイト支持体４２２は、複数のバイト４１を保持する部材である。ここでは、バイト支持体４２２が略円盤形状を有し、その上面側の外周縁上にて５本のバイト４１を等間隔にて保持している。取付回転軸４２３は、バイト支持体４２２の回転軸である。バイト支持体４２２と切替部本体４２１の内部機構とは、この取付回転軸４２３を介して連結される。ここでは、切替部本体４２１の上面とバイト支持体４２２の下面とが突き合わされ、取付回転軸４２３がバイト支持体４２２の上面からバイト支持体４２２の内部に差し込まれている。また、取付回転軸４２３とバイト支持体４２２とがバイト支持体４２２の上面にてボルト結合されて一体化されている。また、取付回転軸４２３には、フランジ部４２３１が形成される。

[0061] ピニオン４２４は、取付回転軸４２３のフランジ部４２３１に片面を突き合わせつつ、取付回転軸４２３に回転可能に嵌め合わされて設置される。ラック４２５は、切替部本体４２１内にて、シリンダ４２６にスライド可能に挿入されて配置される。これらのピニオン４２４およびラック４２５は、ラック・ピニオン機構４２４、２４５を構成する。シリンダ４２６は、切替部

本体４２１内に埋設される。ピストン４２７は、ラック４２５を軸方向に押圧する部材である。このピストン４２７は、ラック４２５の端部に連結されて、ラック４２５と共にシリンダ４２６内に挿入されて配置される。このピストン４２７は、後方から空圧等の流体圧を付与されると、この流体圧により前方のラック４２５を軸方向に押圧する。なお、ピストン４２７に付与される流体圧は、補修装置１の外部からスイベルジョイント２８および回転軸２３を介して切削機構４に供給される（図２参照）。

[0062] 第一位置決めピン４２８は、切替部本体４２１とバイト支持体４２２との位置関係を規制するピンである（図１１および図１３参照）。ここでは、切替部本体４２１の上面にラチェット溝４２１２が形成され、バイト支持体４２２の下面にピン穴４２２１が開けられている。そして、第一位置決めピン４２８が、バイト支持体４２２のピン穴４２２１に挿入され、その頂部を切替部本体４２１のラチェット溝４２１２に係合させて配置されている。また、第一位置決めピン４２８は、バネ力により、その頂部をラチェット溝４２１２に付勢させる。これにより、第一位置決めピン４２８とラチェット溝４２１２とが係合して、第一ラチェット機構４２８、４２１２が構成される。

[0063] 第二位置決めピン４２９は、取付回転軸４２３のフランジ部４２３１とラック・ピニオン機構４２４、２４５のピニオン４２４との位置関係を規制するピンである（図１１および図１４参照）。ここでは、ピニオン４２４の上面にラチェット溝４２４１が形成され、フランジ部４２３１の下面にピン穴４２３２が明けられている。そして、第二位置決めピン４２９が、フランジ部４２３１のピン穴４２３２に挿入され、その頂部をピニオン４２４のラチェット溝４２４１に係合させて配置されている。また、第二位置決めピン４２９は、バネ力により、その頂部をラチェット溝４２４１に付勢させる。これにより、第二位置決めピン４２９とラチェット溝４２４１とが係合して、第二ラチェット機構４２９、４２４１が構成される。

[0064] この第二ラチェット機構４２９、４２４１は、ピニオン４２４が順方向に回転したときに、分離してピニオン４２４のみを回転させる。また、ピニオ

ン４２４が逆方向に回転したときに、係合してピニオン４２４とフランジ部４２３１とを連結する。ここでは、ピストン４２７が順方向に駆動されてピニオン４２４が回転したときに、ピニオン４２４の回転が逆方向となる。これにより、第二ラチェット機構４２９、４２４１が係合して、ピニオン４２４とフランジ部４２３１とが共に回転する。一方、ピストン４２７が逆方向に駆動されてピニオン４２４が回転したときに、ピニオン４２４の回転が順方向となる。これにより、第二ラチェット機構４２９、４２４１が分離して、ピニオン４２４のみが回転する。

[0065] また、第一ラチェット機構４２８、４２１２および第二ラチェット機構４２９、４２４１が、バイト支持体４２２に保持される５本のバイト４１の配置に対応して、それぞれ構成される（図１５参照）。

[0066] この切削機構４では、以下のようにバイト４１の切替が行われる。

[0067] バイト４１の固定状態では、切替部本体４２１内の所定の位置に流体圧（例えば、水圧）が付与される。例えば、この実施の形態では、取付回転軸４２３に固定されたフランジ部と、切替部本体４２１の内壁面との狭い隙間（図示省略）に流体圧が付与される。あるいは、取付回転軸４２３に固定されたフランジ部と、切替部本体４２１内に固定されたフランジ部との接合面の狭い隙間（図示省略）に流体圧が付与されても良い。すると、取付回転軸４２３が流体圧により切替部本体４２１側に押圧されて固定される。すると、この取付回転軸４２３にバイト支持体４２２が固定されているので、バイト支持体４２２が切替部本体４２１に対して固定される。これにより、バイト切替部４２が外力および内回転力に対して固定されて、バイト４１が固定状態となる。なお、この状態では、ピストン４２７に流体圧が付与されていない。

[0068] バイト４１の切替時には、まず、バイト４１（バイト切替部４２）を固定するための水圧（切替部本体４２１内の所定の位置に付与されている水圧）が解除される。すると、バイト切替部４２が自由に回転できるようになり、バイト４１の切り替えが可能となる。次に、ピストン４２７に流体圧が付与

される（図１２参照）。また、第一位置決めピン４２８および第二位置決めピン４２９への空圧の供給が停止されて、第一ラチェット機構４２８、４２１２および第二ラチェット機構４２９、４２４１のロック状態が解除される。ここで、流体圧によりピストン４２７が順方向に駆動されると、ラック４２５が押圧されてシリンダ４２６の奥まで移動する（バイト４１を一つ分送るときの移動量）。すると、ピニオン４２４がラック４２５に送られて回転する。この状態では、ピニオン４２４の回転が逆方向となる。これにより、第二ラチェット機構４２９、４２４１が係合して、ピニオン４２４とフランジ部４２３１とが共に回転する。すると、フランジ部４２３１と共に取付回転軸４２３が回転し、この取付回転軸４２３と共にバイト支持体４２２が回転する（図１１参照）。この回転方向は、第一ラチェット機構４２８、４２１２に対して順方向となる。このため、バイト支持体４２２が切替部本体４２１に対して回転して、バイト４１が一つ分送られる。これにより、バイト４１の切替が行われる。

[0069] なお、ピストン４２７は、流体圧の解除により元の位置に戻る。すると、ピストン４２７が逆方向に駆動されて、ラック４２５が引き戻される。すると、ピニオン４２４がラック４２５に送られて回転する。この状態では、ピニオン４２４の回転が順方向となる。これにより、第二ラチェット機構４２９、４２４１が分離して、ピニオン４２４のみが回転する。したがって、フランジ部４２３１（取付回転軸４２３）は回転しないため、バイト４１が固定状態のままとなる。

[0070] また、バイト４１の切替は、切削加工時（ステップＳＴ５およびステップＳＴ７）に行われる。例えば、管台１２０の補修作業では、切削対象領域が広範な場合もあるため、単一のバイト４１のみではすべての切削対象領域を切削加工できない場合がある。そこで、切削機構４がバイト切替部４２を有し、このバイト切替部４２によりバイト４１を交換しつつ切削加工することにより、補修装置１を管台１２０内に設置したまま切削作業を継続できる。これにより、補修作業が効率化される。

[0071] ［効果１］

以上説明したように、この補修装置１は、ケーシング２１と、このケーシング２１に対してスライド可能に配置されるスライド軸２２と、このスライド軸２２に対して回転可能に配置されるターンテーブル２４と、このターンテーブル２４に設置されると共にバイト４１を有する切削機構４と、ターンテーブル２４の回転に対する切削機構４の回転半径を進退変位させる進退機構６とを備える（図１～図５参照）。そして、ケーシング２１が管（管台１２０）に対して芯出しされて位置決めされた状態にて、スライド軸２２が軸方向にスライドしつつターンテーブル２４が回転変位すると共に進退機構６が切削機構４を進退変位させることにより、バイト４１が管の内周面形状に沿って螺旋状に旋回しつつ管の内周面を切削加工する（図６～図９参照）。かかる構成では、スライド軸２２のスライド変位と、ターンテーブル２４の回転変位と、バフ機構５の進退変位との相互作用により、バイト４１による旋回切削加工が実現される。すると、略円筒形状を有する切削対象領域を滑らかに切削加工できるので、切削加工の精度が向上する。これにより、後処理が不要となるので、補修作用を効率化できる利点がある。例えば、切削機構がバイトを自転させつつ螺旋状に公転して切削加工する構成（特許文献１参照）では、切削加工跡に段差が生じる等により、後処理が必要となる問題がある。

[0072] また、この補修装置１は、管の内周面形状に関する計測データを取得する計測手段（レーザーセンサ８１）を備える（図１および図３～図５参照）。そして、取得された計測データと所定の切削深さｈとの関係に基づいて、スライド軸２２のスライド速度とターンテーブル２４の回転速度と切削機構４の進退変位との関係が算出されて、バイト４１の旋回軌跡が制御される（図６のステップＳＴ５４およびステップＳＴ５５参照）。かかる構成では、切削対象領域を管の内周面形状に沿って切削加工できる（ならい旋回切削加工）。これにより、不均一な形状を有する切削対象領域を精度良く切削加工できる利点がある。また、かかる構成では、バイト４１の旋回軌跡を微調整で

きるので、管台１２０に対する補修装置１の芯出し作業（ステップＳＴ４２）を簡略化できる利点がある。すなわち、補修装置１を管台１２０内に設置するときに、スライド軸２２の軸（Ｙ方向）と管台１２０の軸とが略一致する程度に芯出しできれば良く、ターンテーブル２４の外周円と管台１２０の内周面との位置関係を厳密に位置決めする必要がない。

[0073] また、この補修装置１は、バフ研磨加工用のバフ５１を有するバフ機構５を備える（図１および図３～図５参照）。そして、バフ機構５と切削機構４とがターンテーブル２４にて切り替え可能に設置される。かかる構成では、補修装置１がバフ機構５と切削機構４とを兼ねるので、バフ装置と切削装置とが別個に用いられる構成と比較して、装置の搬入および搬出や設置にかかる作業を省略できる利点がある。

[0074] また、この補修装置１では、進退機構６がターンテーブル２４の回転に対するバフ機構５の回転半径を進退変位させる（図１および図３～図５参照）。かかる構成では、スライド軸２２のスライド変位と、ターンテーブル２４の回転変位と、バフ機構５の進退変位との相互作用により、バフ５１を自転させつつ螺旋状に公転旋回させてバフ研磨加工できる。これにより、略円筒形状を有するバフ研磨対象領域をスムーズにバフ研磨加工できる利点がある。特に、バフ研磨対象領域における管の内周面形状に関する計測データ（ステップＳＴ５４）と管の内壁面に対するバフ５１の押圧力との関係に基づいて、バフ５１の旋回軌跡を制御することにより、バフ研磨対象領域を所定の押圧力かつ所定の移動速度にて適正にバフ研磨加工できる利点がある。

[0075] また、この補修装置１は、ケーシング２１を管に位置決めした状態で保持するクランプ機構３を備える（図１および図７参照）。かかる構成では、上記したバイト４１の旋回軌跡の制御にあたり、クランプ機構３がケーシング２１の位置（特に切削対象に対する補修装置の相対的な管軸方向の位置）を適正に保持するので、補修装置１が自立して管内に設置される。これにより、複数の補修装置１を複数の管にそれぞれ配置して独立して稼動させ得るので、補修作業を効率化できる利点がある。

[0076] また、この補修方法では、管の内周面形状に関する計測データを取得する内周面形状計測ステップ（ステップＳＴ５４）と、取得された計測データと所定の切削深さｈとの関係に基づいて、バイト４１を管の内周面形状に沿って螺旋状に旋回させつつ管の内周面をならい切削加工する切削加工ステップ（ステップＳＴ５５）とを備える（図６～図９参照）。かかる構成では、切削対象領域を管の内周面形状に沿って切削加工（ならい旋回切削加工）できるので、不均一な形状を有する切削対象領域を精度良く切削加工できる。これにより、後処理が不要となるので、補修作用を効率化できる利点がある。

[0077] ［効果２］

また、この補修装置１では、ケーシング２１と、このケーシング２１に対してスライド可能に配置されるスライド軸２２と、このスライド軸２２に対して回転可能に配置されるターンテーブル２４と、このターンテーブル２４に設置されると共にバイト４１を有する切削機構４とを備える（図１～図５参照）。そして、スライド軸２２が軸方向にスライドしつつターンテーブル２４が回転変位することにより、バイト４１が螺旋状に旋回しつつ管（管台１２０）の内周面を切削加工する（図６～図９参照）。そして、切削機構４が複数のバイト４１を切り替えるバイト切替部４２を備える（図１０～図１２参照）。かかる構成では、バイト４１が螺旋状に旋回しつつ管の内周面を切削加工するので、切削対象領域が広範であるときに、バイト４１の交換が必要となる。このとき、切削機構４がバイト切替部４２によりバイト４１を交換しつつ切削加工することにより、補修装置１を管内に設置したまま切削作業を継続できる。これにより、補修作業が効率化される利点がある。

[0078] また、この補修装置１では、バイト切替部４２が、ターンテーブル２４側に設置される切替部本体４２１と、複数のバイト４１を支持すると共に回転変位によりバイト４１を切り替えるバイト支持体４２２と、バイト支持体４２２に連結される取付回転軸４２３と、ラチェット機構（第二ラチェット機構４２９、４２４１）を介して取付回転軸４２３に連結される駆動機構（ピストン４２７）とを備える（図１１および図１２参照）。かかる構成では、

駆動機構（ピストン４２７）が所定の順方向に駆動されたときに、ラチェット機構（第二ラチェット機構４２９、４２４１）が係合して取付回転軸４２３を回転させる。これにより、バイト支持体４２２が回転して、バイト４１の切替が行われる。一方、駆動機構（ピストン４２７）が逆方向に駆動されたときに、ラチェット機構（第二ラチェット機構４２９、４２４１）が取付回転軸４２３の回転を禁止する。これにより、バイト４１を切り替えることなく、駆動機構（ピストン４２７）が初期位置に戻る。

[0079] また、この補修装置１では、バイト切替部４２が取付回転軸４２３と切替部本体４２１との間に流体を供給して取付回転軸４２３を切替部本体４２１に押圧して固定する固定構造を有する（図１１参照）。かかる構成では、取付回転軸４２３と切替部本体４２１との間に流体圧が付与されることにより、バイト支持体４２２が取付回転軸４２３を介して切替部本体４２１に固定される。また、この流体圧が解除されることにより、バイト支持体４２２が回転可能となり、バイト４１の切り替えが可能となる。したがって、簡易な構成にて、バイト切替部４１の固定および解除が可能となる利点がある。

産業上の利用可能性

[0080] 以上のように、この発明にかかる補修装置は、補修作用を効率化できる点で有用である。

符号の説明

[0081] １ 補修装置
２ 駆動機構
２１ ケーシング
２２ スライド軸
２２１ 軸受
２２２ フランジ部
２３ 回転軸
２３１ フランジ部
２４ ターンテーブル

２５　スライド軸用アクチュエータ

２５１　ガイドレール

２５２　スライダ

２６　回転軸用アクチュエータ

２７　スリップリング

２８　スイベルジョイント

３　クランプ機構

３１　シリンダ部

３２　リンク部

３３　クランプ部

４　切削機構

４１　バイト

４２　バイト切替部

４２１　切替部本体

４２１２　ラチェット溝

４２２　バイト支持体

４２２１　ピン穴

４２３　取付回転軸

４２３１　フランジ部

４２３２　ピン穴

４２４　ピニオン

４２４１　ラチェット溝

４２５　ラック

４２６　シリンダ

４２７　ピストン

４２８　第一位置決めピン

４２９　第二位置決めピン

４３　バイト台

５　　バフ機構

５２　駆動部

５１　バフ

６　　進退機構

６１　レール

６２　スライダ

８１　レーザーセンサ

８２　画像センサ

９１　バランス機構

９２　配電ボックス

９３　エアノズル

１０　カッタ

１００　原子炉容器

１１０　容器本体

１２０　管台

１３０　管

１４０　作業架台

１４１　開口部

１５０　遮蔽体

請求の範囲

[請求項1] 管の内周面側の溶接部を補修する補修装置であって、

ケーシングと、前記ケーシングに対してスライド可能に配置されるスライド軸と、前記スライド軸に対して回転可能に配置されるターンテーブルと、前記ターンテーブルに設置されると共に前記溶接部を切削するための複数のバイトを有する切削機構とを備え、前記スライド軸が軸方向にスライドしつつ前記ターンテーブルが回転変位することにより前記バイトが螺旋状に旋回しつつ前記管の内周面を切削加工し、且つ、

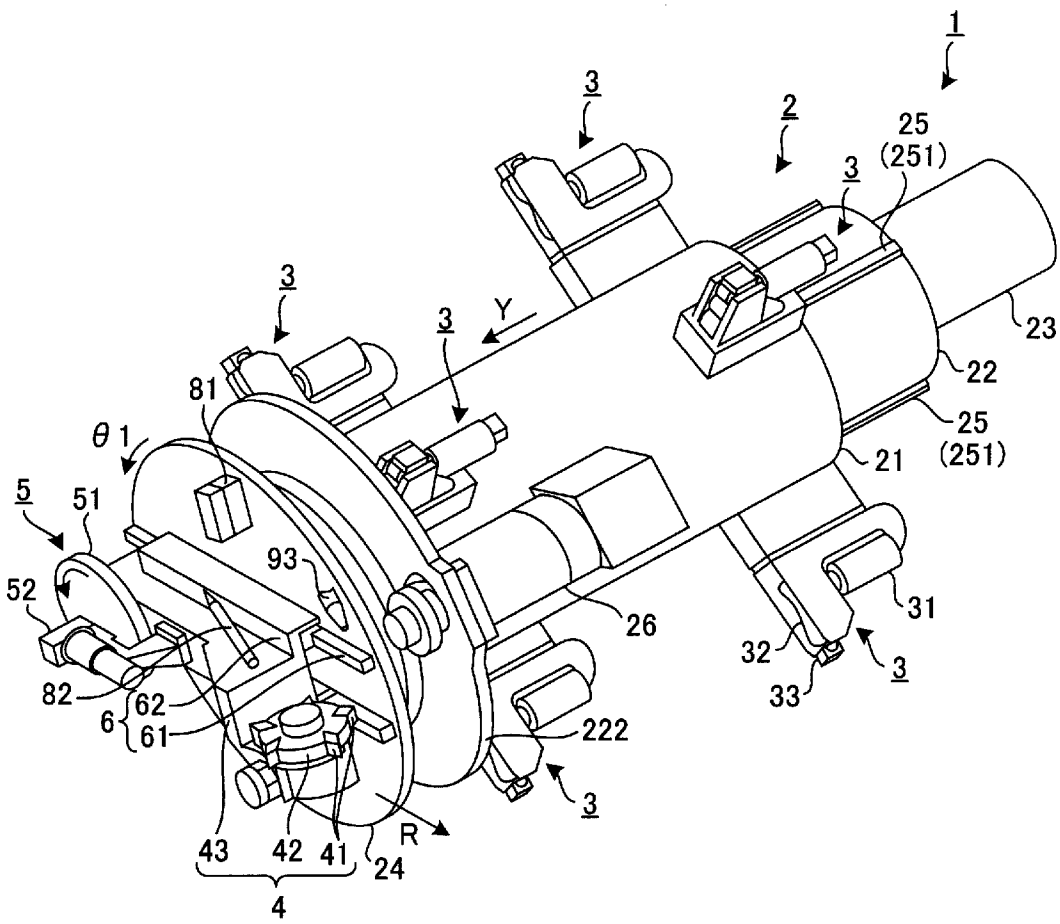
前記切削機構が複数の前記バイトを切り替えるバイト切替部を有することを特徴とする補修装置。

[請求項2] 前記バイト切替部が、前記ターンテーブル側に設置される切替部本体と、複数の前記バイトを支持すると共に回転変位により前記バイトを切り替えるバイト支持体と、前記バイト支持体に連結される取付回転軸と、ラチェット機構を介して前記取付回転軸に連結される駆動機構とを備え、且つ、

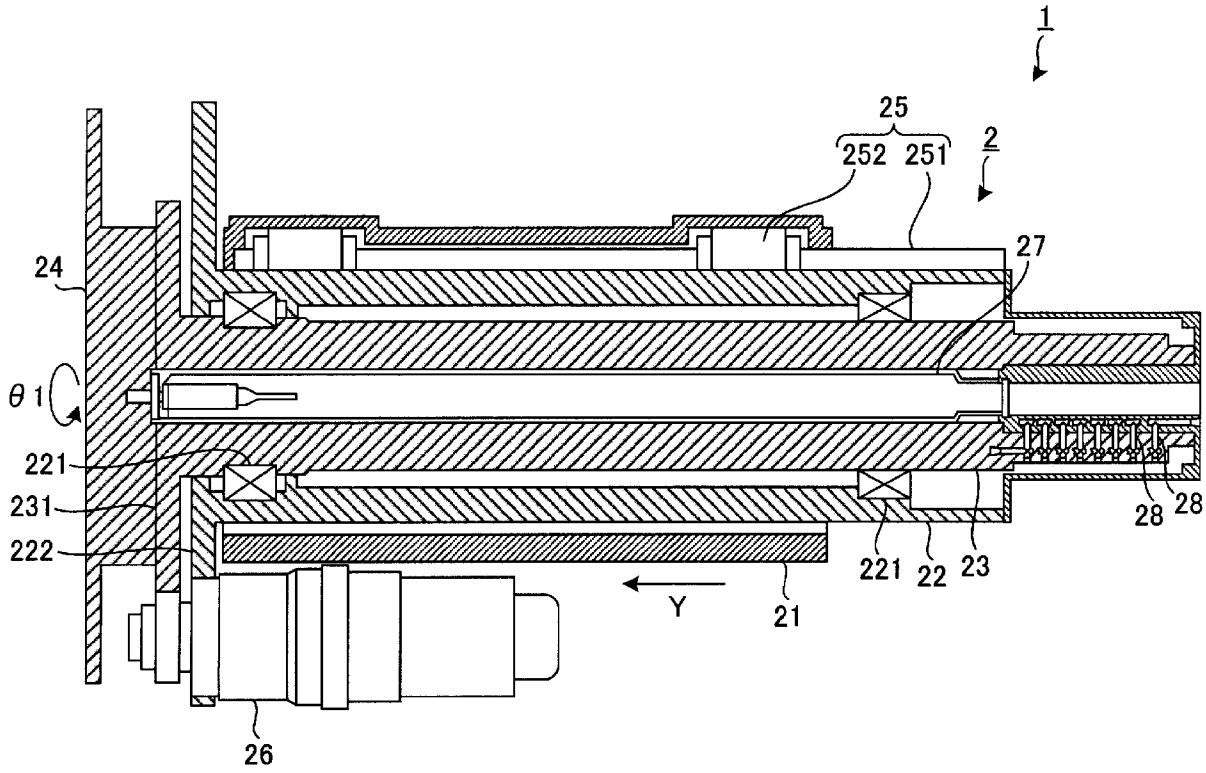
前記駆動機構が所定の順方向に駆動されたときに、前記ラチェット機構が係合して前記取付回転軸を回転させると共に、前記駆動機構が逆方向に駆動されたときに、前記ラチェット機構が前記取付回転軸の回転を禁止する請求項１に記載の補修装置。

[請求項3] 前記バイト切替部が前記取付回転軸と前記切替部本体との間に流体を供給して前記取付回転軸を前記切替部本体に押圧させて固定する固定構造を有する請求項２に記載の補修装置。

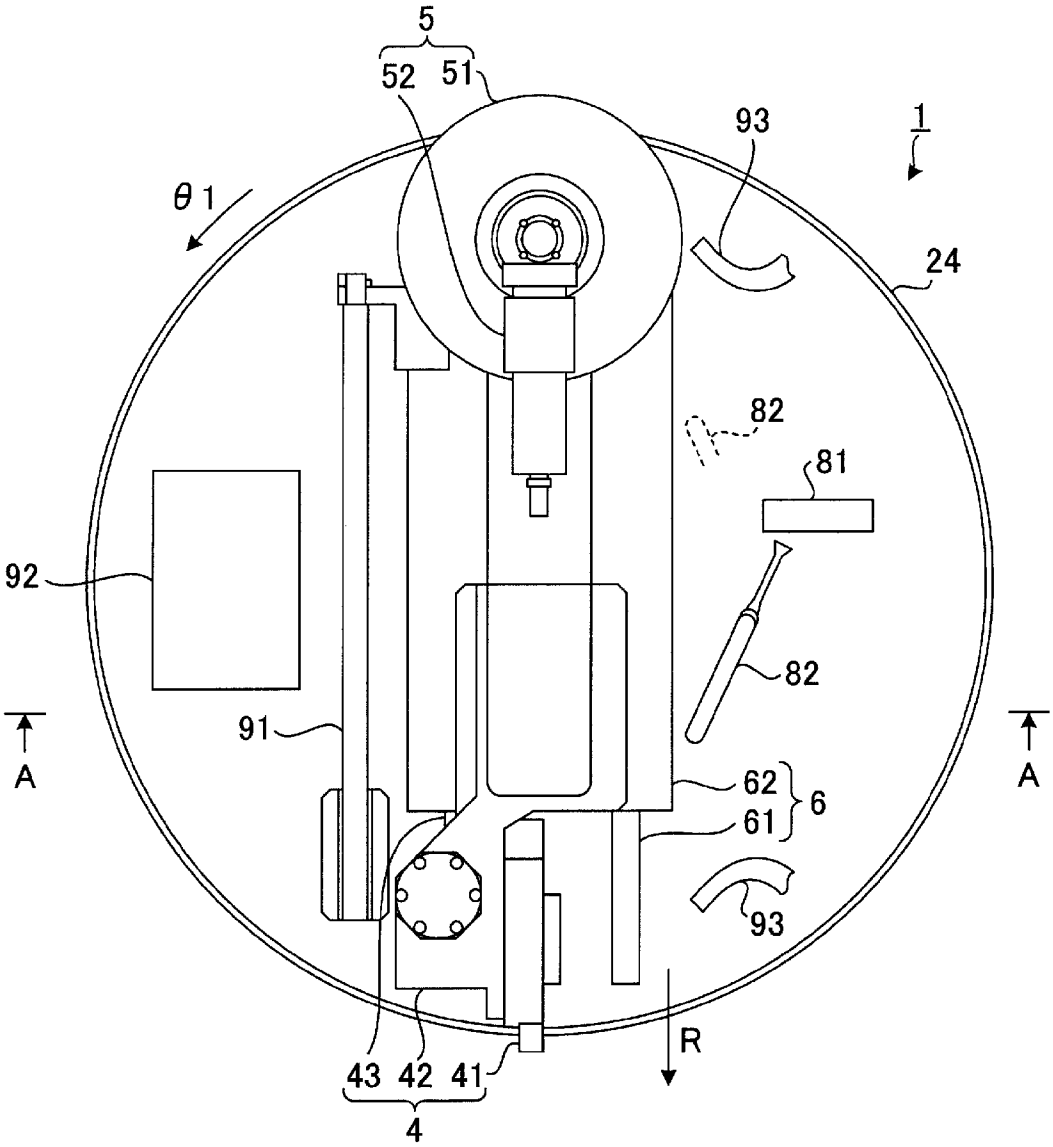
[図1]


1
3
2
25
(251)
3
3
Y
3
23
22
81
θ1
25
(251)
21
5
51
93
52
26
31
32
3
82
62
6
61
33
222
3
R
43
42
41
24
4

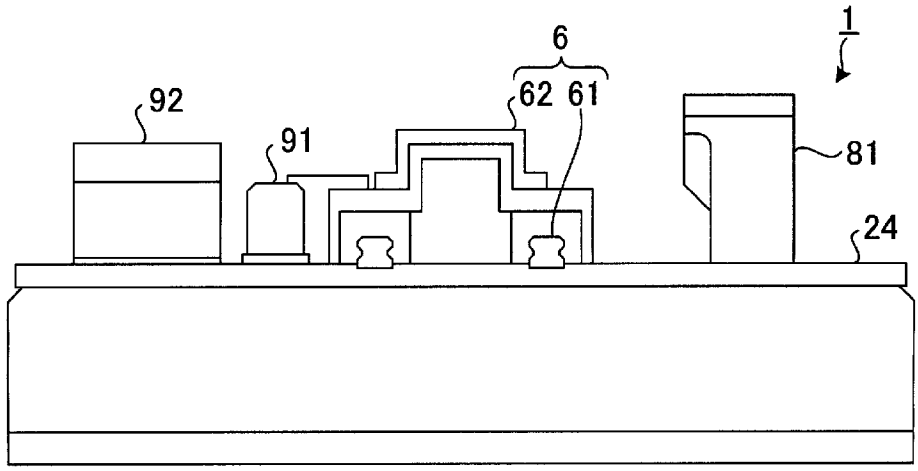
[図2]



[図3]

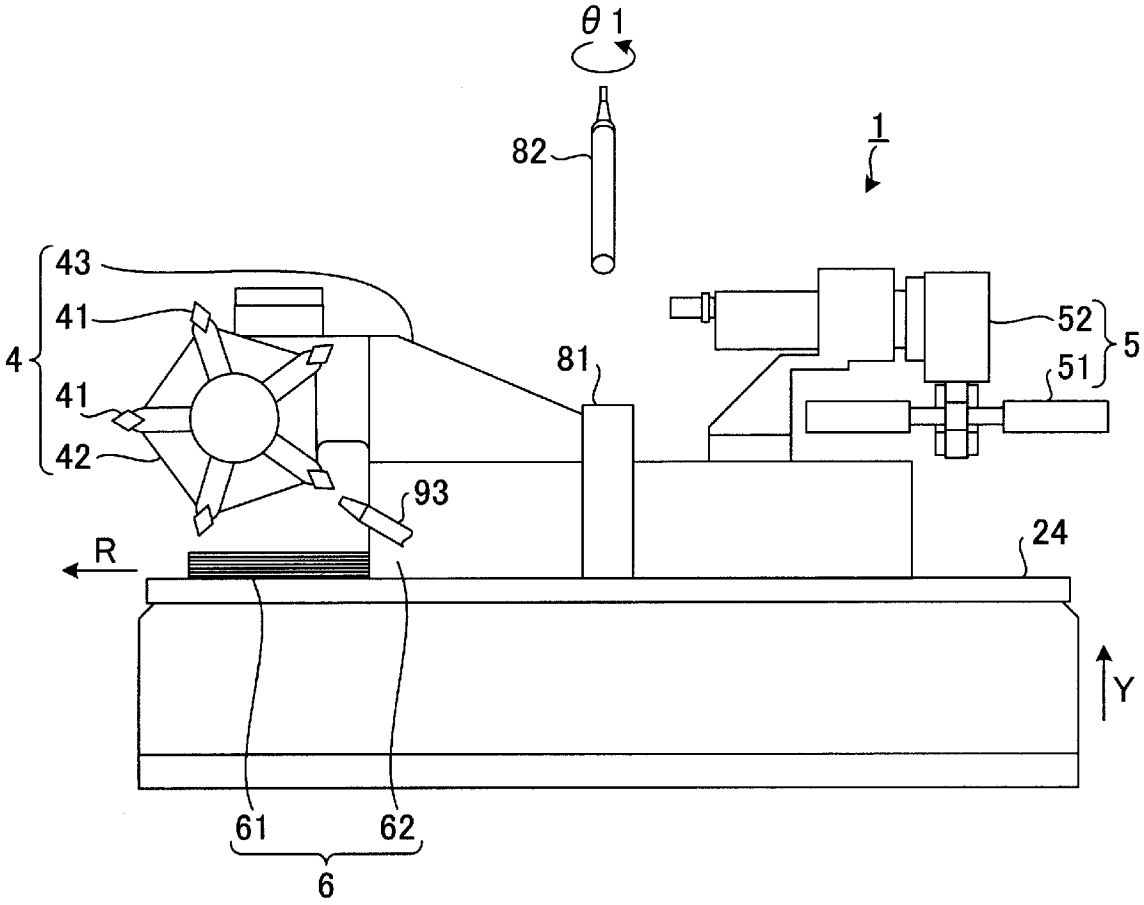

5
52
51
93
1
θ1
24
82
81
92
82
91
A
A
62
6
61
93
R
43
42
41
4

[図4]

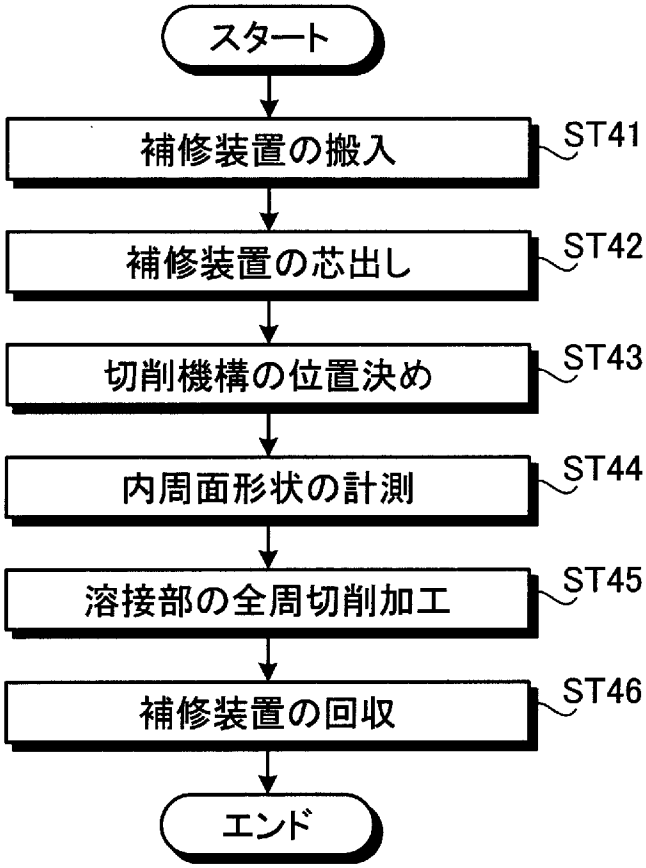

1
6
62
61
92
91
81
24

A-A視

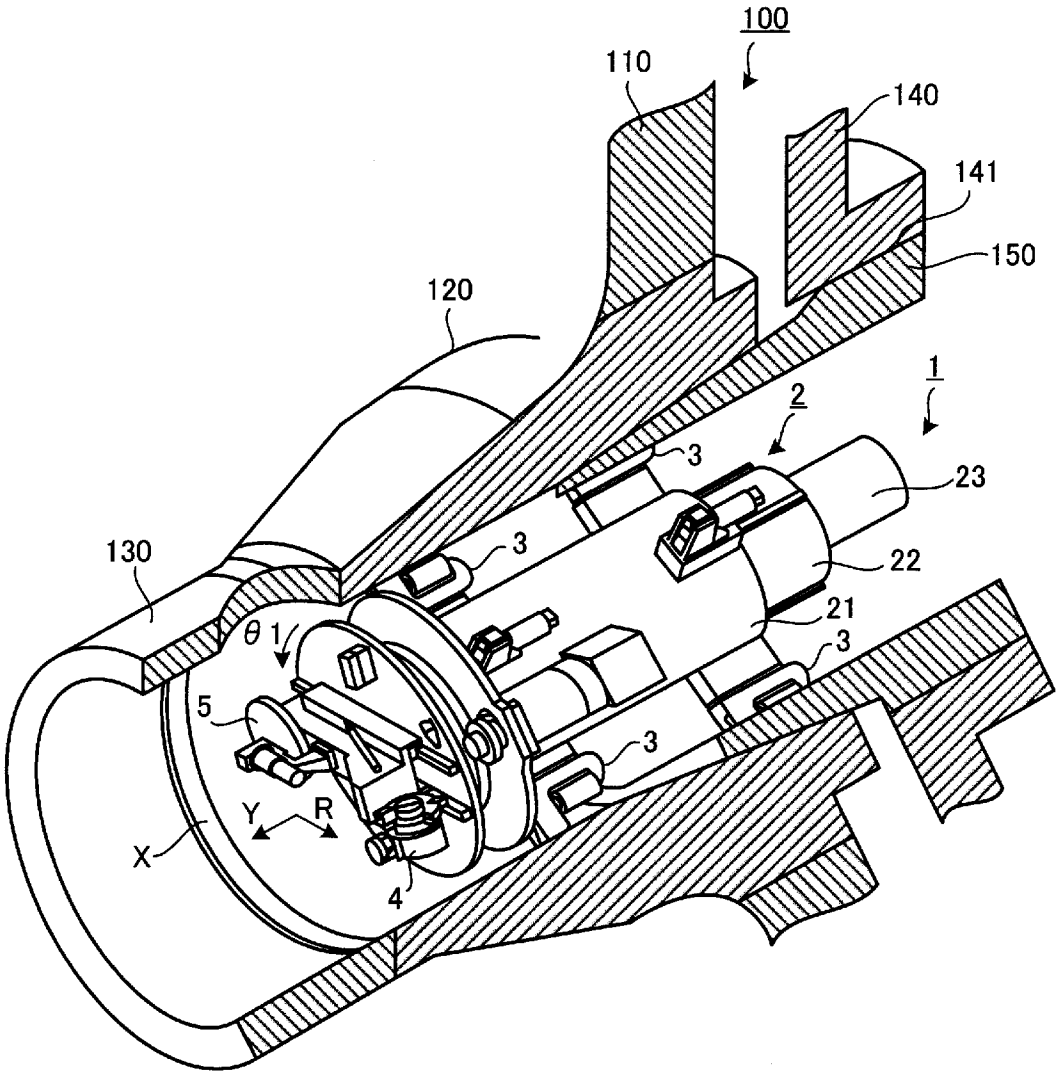
[図5]



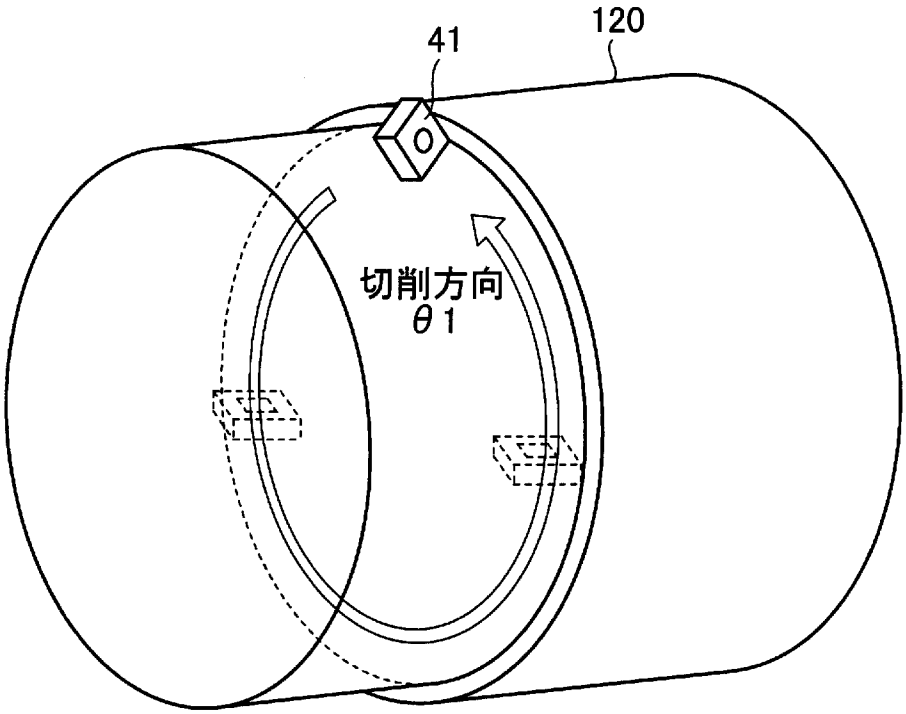
[図6]


スタート
補修装置の搬入
ST41
補修装置の芯出し
ST42
切削機構の位置決め
ST43
内周面形状の計測
ST44
溶接部の全周切削加工
ST45
補修装置の回収
ST46
エンド

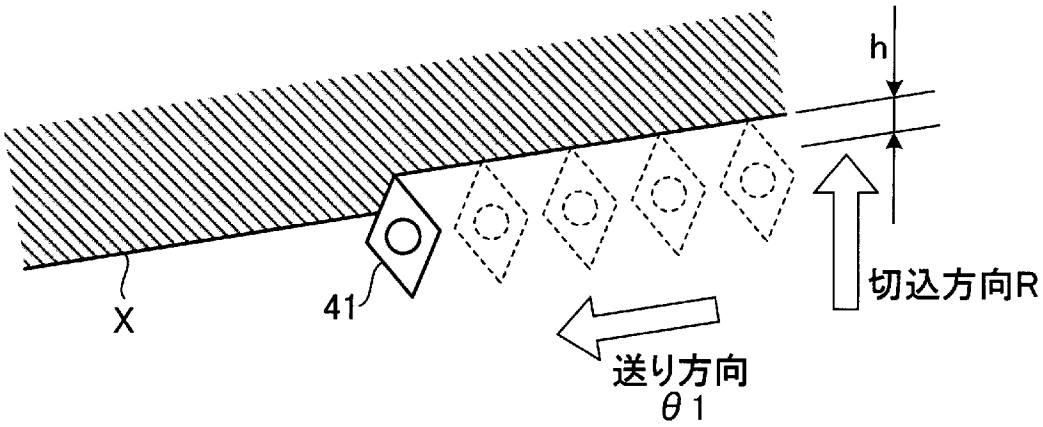
[図7]



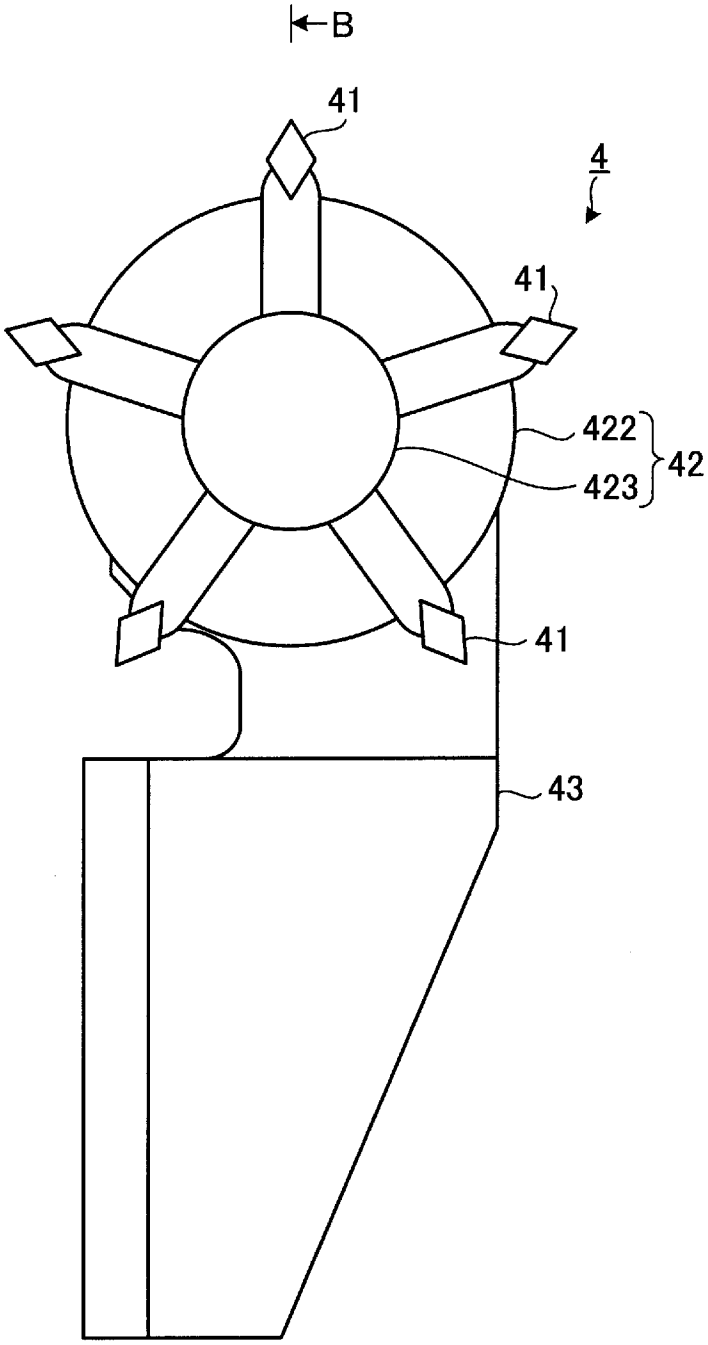
[図8]



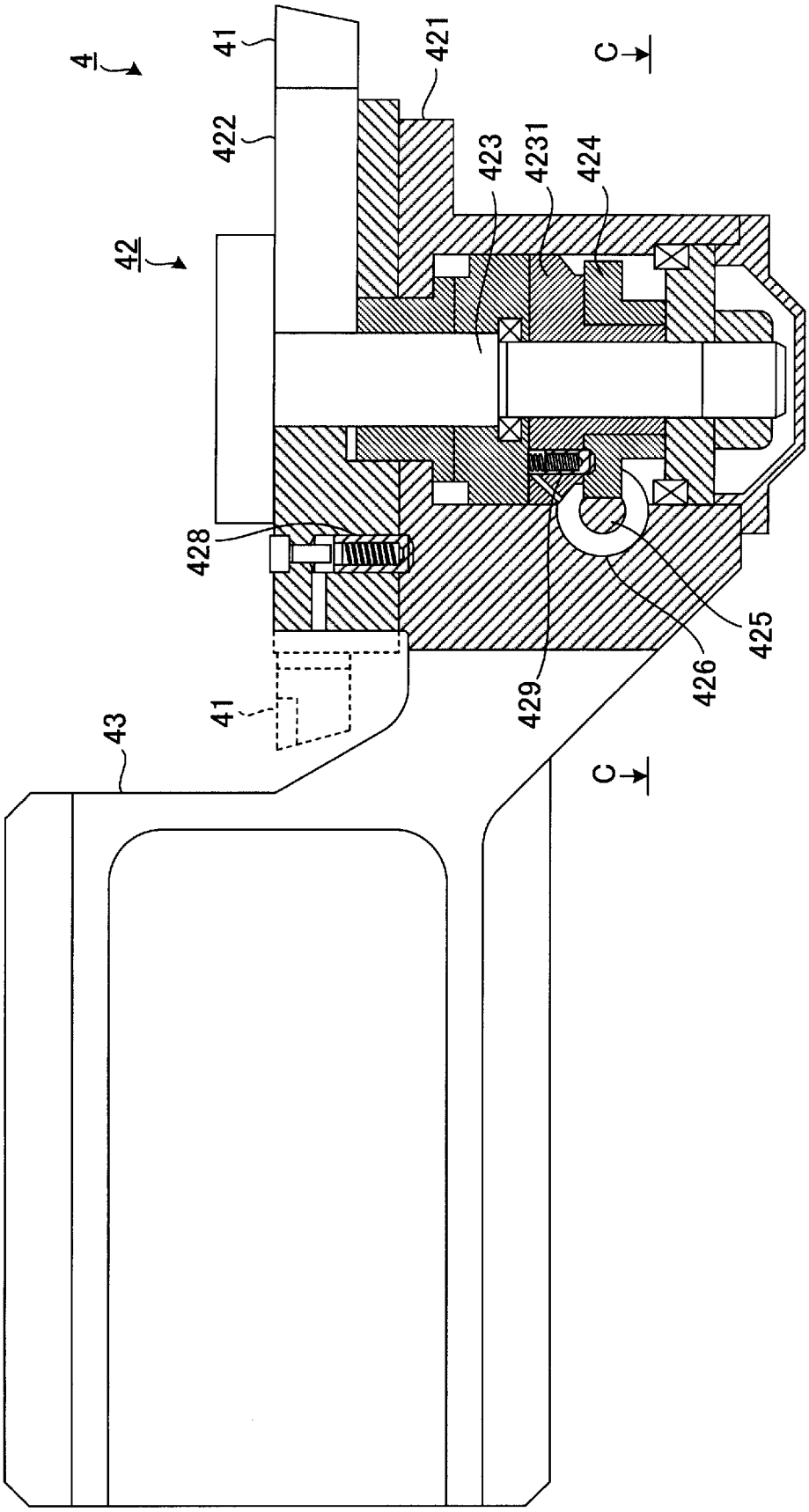
[図9]



[図10]

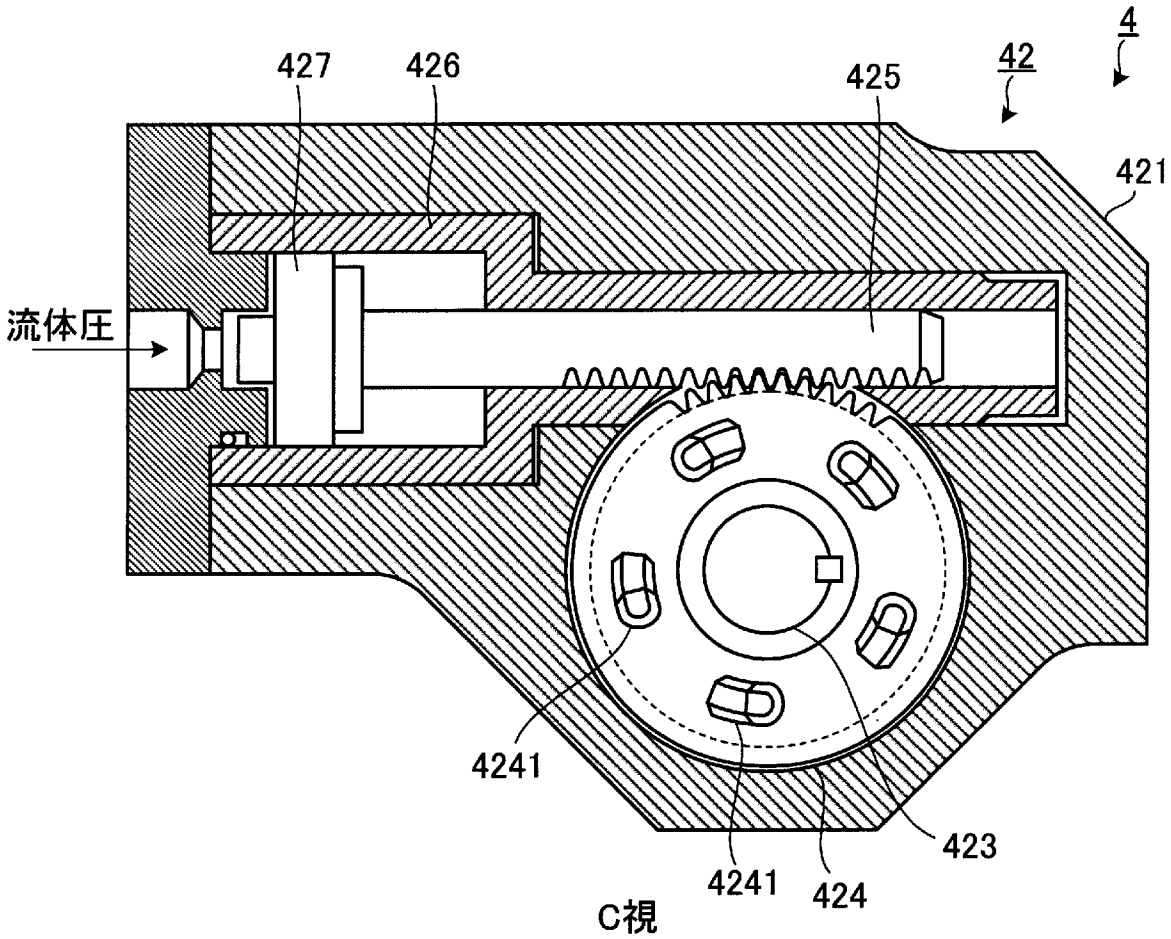


[図11]

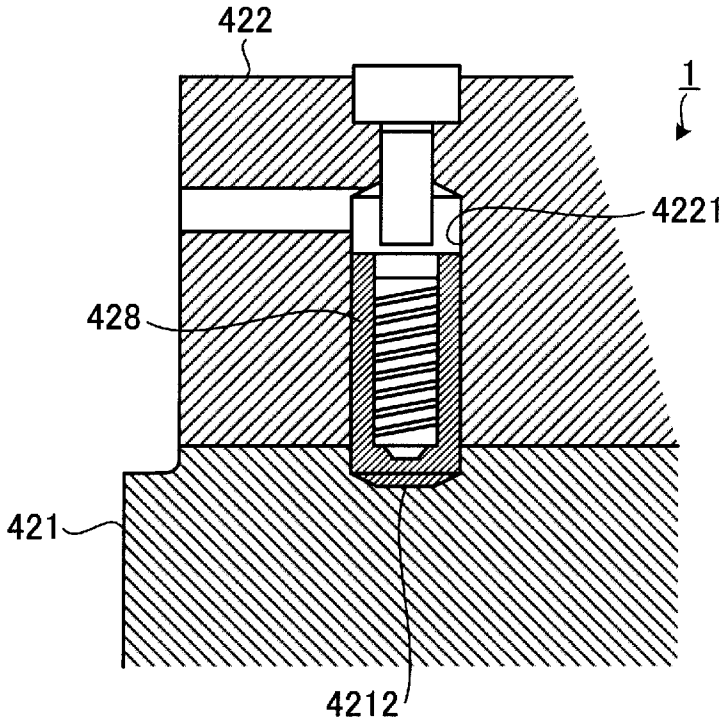


B視

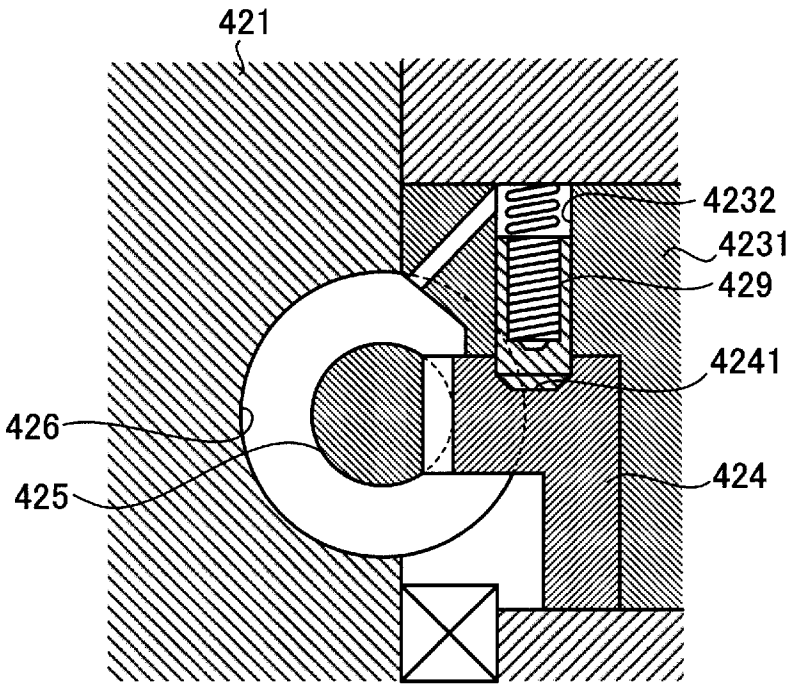
[図12]



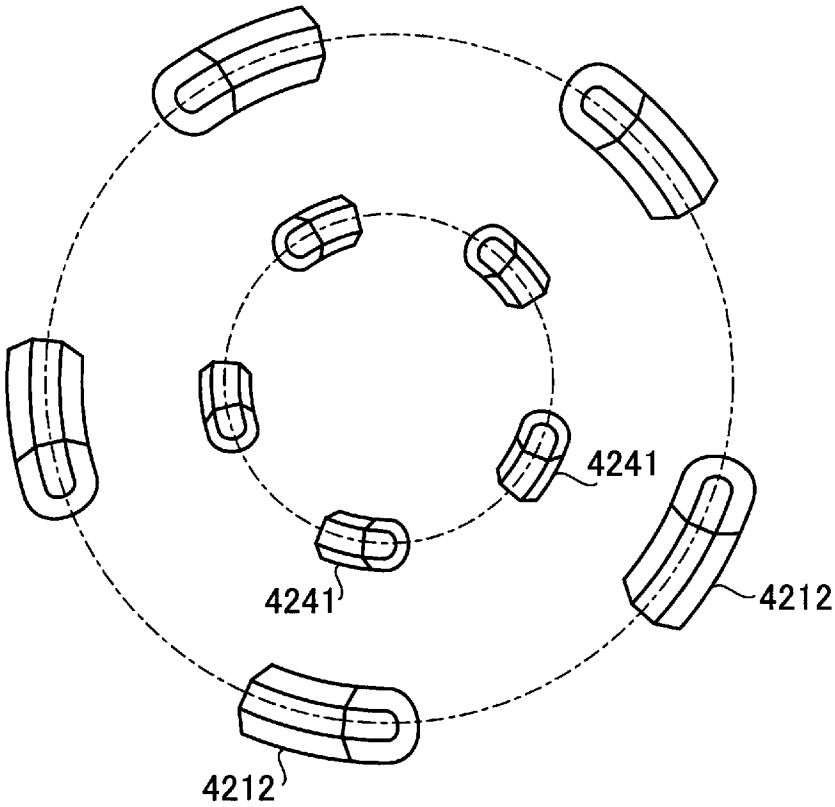
[図13]



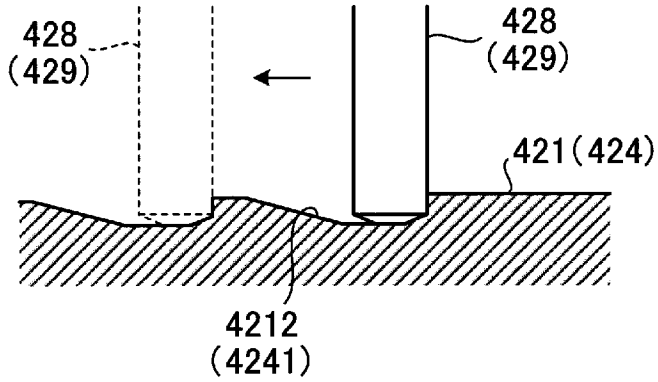
[図14]



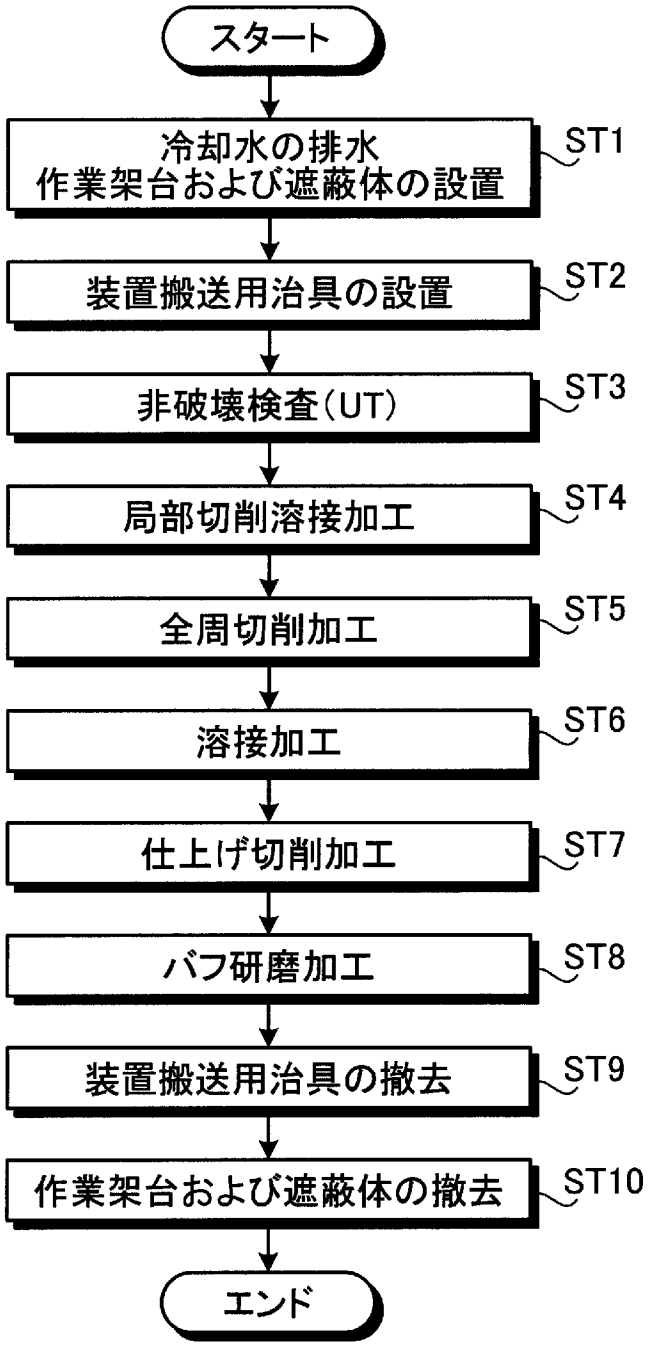
[図15]



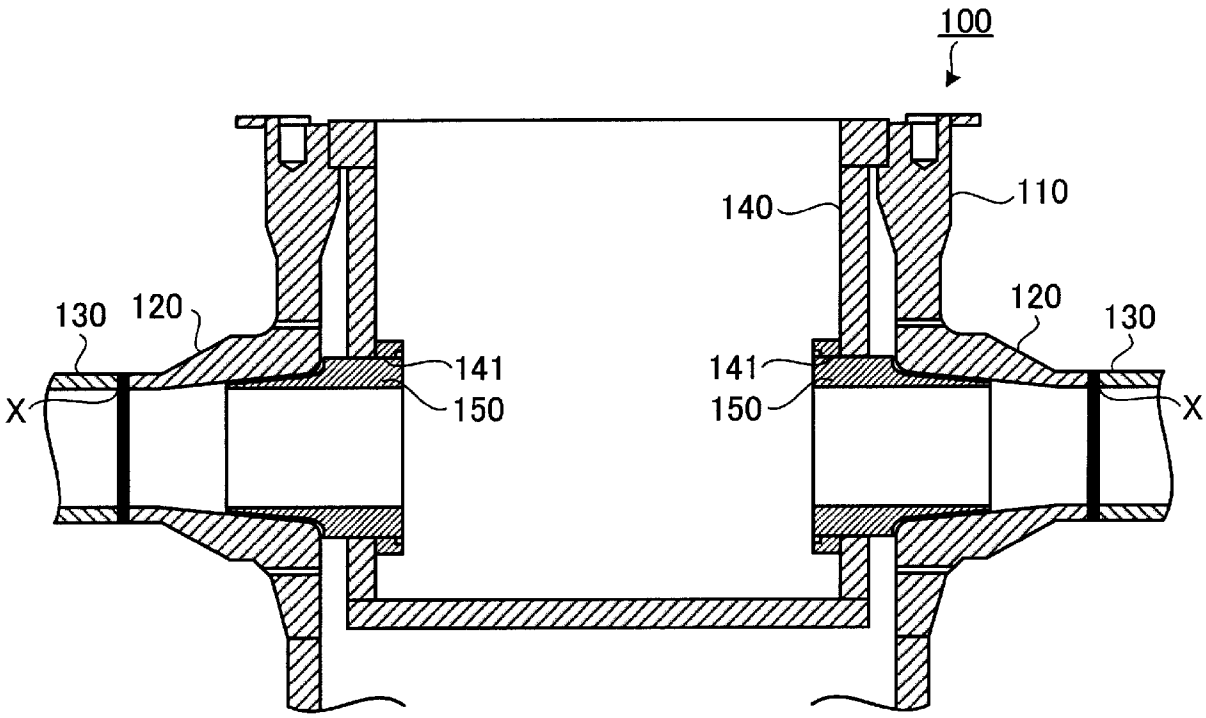
[図16]



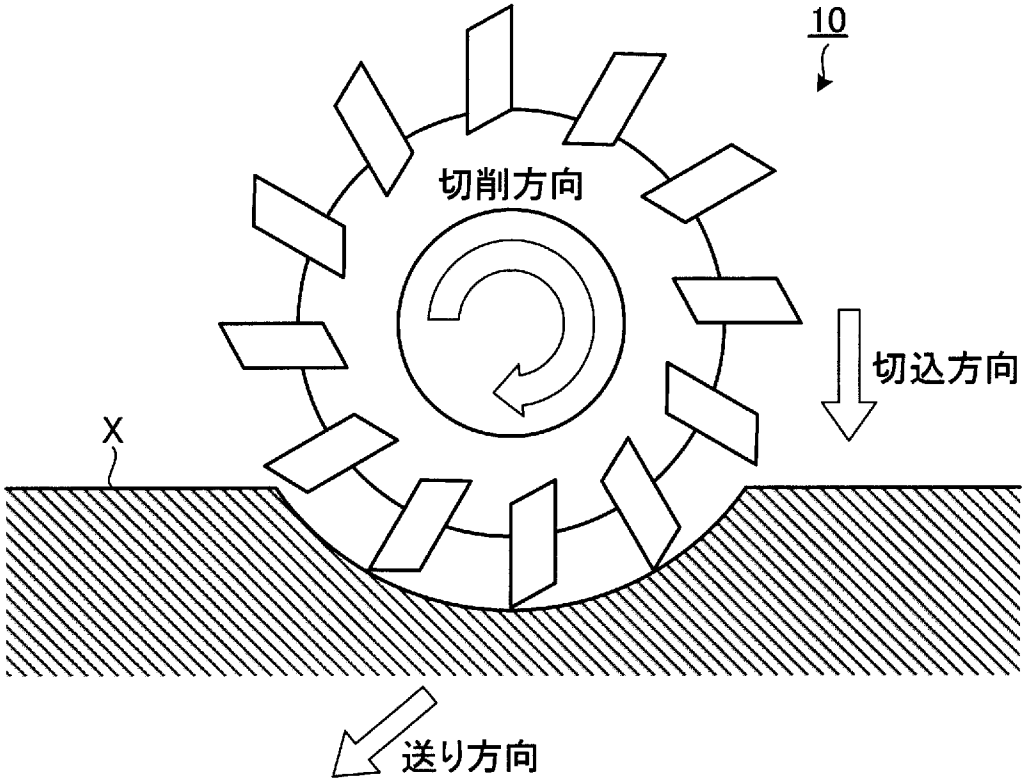
[図17]


スタート
冷却水の排水
作業架台および遮蔽体の設置
ST1
装置搬送用治具の設置
ST2
非破壊検査(UT)
ST3
局部切削溶接加工
ST4
全周切削加工
ST5
溶接加工
ST6
仕上げ切削加工
ST7
バフ研磨加工
ST8
装置搬送用治具の撤去
ST9
作業架台および遮蔽体の撤去
ST10
エンド

[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/072909

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23B39/14(2006.01)i, *B23B29/32*(2006.01)i, *B23K31/00*(2006.01)i, *B23K37/08*(2006.01)i, *G21C19/02*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B23B35/00-49/06, B23K31/00, B23K37/08, B23P6/00, B23Q17/20, G21C17/003, G21C19/02, B23Q9/00-9/02, B24B5/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-349596 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 December 2006 (28.12.2006), (Family: none)	1-3
A	JP 3-500624 A (Climax Portable Machine Tools, Inc.), 14 February 1991 (14.02.1991), & WO 1989/003269 A1 & EP 0395687 A & US 4842452 A & US 4824296 A	1-3
A	JP 2001-99987 A (Toshiba Corp.), 13 April 2001 (13.04.2001), (Family: none)	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 March, 2011 (02.03.11)	15 March, 2011 (15.03.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/072909

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 57-33903 A (NKK Corp.), 24 February 1982 (24.02.1982), (Family: none)	1-3

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０７２９０９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23B39/14(2006.01)i, B23B29/32(2006.01)i, B23K31/00(2006.01)i, B23K37/08(2006.01)i, G21C19/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23B35/00-49/06, B23K31/00, B23K37/08, B23P6/00, B23Q17/20, G21C17/003, G21C19/02, B23Q9/00-9/02, B24B5/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2006-349596 A (三菱重工業株式会社) 2006.12.28, (ファミリーなし)	1-3
A	JP 3-500624 A (クライマツクス・ポータブル・マシン・トウールズ・インコーポレイテツド) 1991.02.14, & WO 1989/003269 A1 & EP 0395687 A & US 4842452 A & US 4824296 A	1-3
A	JP 2001-99987 A (株式会社東芝) 2001.04.13, (ファミリーなし)	1-3

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０２．０３．２０１１	国際調査報告の発送日 １５．０３．２０１１
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｃ　３２１５ 中村　泰二郎 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２４

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 57-33903 A（日本鋼管株式会社）1982.02.24,（ファミリーなし）	1-3