明　細　書

発明の名称 ： 軸歪矯正装置

技術分野

[0001]　本発明は、軸歪矯正装置に関する。

背景技術

[0002]　従来の軸歪矯正装置は、段取り工程を手動で行う必要があった。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003]　従来の軸歪矯正装置では、段取り工程に要する作業量が多く、生産性が低いという問題があった。

課題を解決するための手段

[0004]　本発明の一態様によれば、ワークを支持するアンビルと、アンビルをワークの軸方向に移動可能に支持するリニアガイドと、アンビルをワークの軸方向に移動するアンビル移動部と、を備えた、軸歪矯正装置が提供される。

発明の効果

[0005]　本発明の一実施形態によれば、段取り工程の効率化が可能になる。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]本発明の一実施形態に係る軸歪矯正装置（長尺セッティング時）の正面図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る軸歪矯正装置（長尺セッティング時）の平面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る軸歪矯正装置の右側面図である。

[図4]ワーク駆動部の正面図である。

[図5]ローラーアンビルの正面図である。

[図6]ローラーアンビルの右側面図である。

[図7]エンコーダー部の正面図である。

[図8]図２のＡ矢視図である。

[図9]軸歪矯正装置の制御システムの概略構成を示すブロック図である。

[図10]本発明の一実施形態に係る軸歪矯正装置（短尺セッティング時）の正面図である。

[図11]本発明の一実施形態に係る軸歪矯正処理の手順を表すフローチャートである。

[図12]本発明の一実施形態に係る段取り処理の手順を表すフローチャートである。

[図13]比較例（長尺セッティング時）の平面図である。

[図14]比較例（短尺セッティング時）の平面図である。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。なお、以下の説明において、同一の又は対応する事項には、同一の又は対応する符号を付して、重複する説明を省略する。また、各図において、符号が共通する事項が複数表示される場合は、必ずしもそれらの複数の表示の全てに符号を付さず、それらの複数の表示の一部について符号の付与を適宜省略する。

[0008] 図１、図２及び図３は、それぞれ本発明の一実施形態に係る軸歪矯正装置１の正面図、平面図及び右側面図である。

[0009] なお、以下の説明において、図１（正面図）において左から右に向かう方向をＸ方向（第１方向）、紙面に垂直に表側から裏側へ向かう方向をＹ方向（第２方向）、下から上へ向かう方向をＺ方向（第３方向）と定義する。Ｘ方向、Ｙ方向及びＺ方向は、互いに直交する３方向である。Ｘ方向及びＹ方向は水平方向であり、Ｚ方向は鉛直方向である。また、特に断りのない場合、Ｘ方向を「右」、Ｘ方向逆向きを「左」、Ｙ方向を「後ろ」、Ｙ方向逆向きを「前」、Ｚ方向を「上」、Ｚ方向逆向きを「下」と呼ぶ。

[0010] 軸歪矯正装置１は、架台２と、ワークＷの振れを測定する測定部Ｍと、ワークＷを支持し、ワークＷの振れが解消される（正確には、ワークＷの振れが所定の範囲内に収まる）ようにワークＷを曲げる修正部Ｐを備える。なお、本実施形態の軸歪矯正装置１は、ワークＷを長さ方向における複数の位置

でワークWの振れの測定を行い、測定結果に基づいてワークWの修正を行う。

[0011] 架台２は、天板２ａ及び天板２ｂ（下段ベースプレート）を備える。なお、本実施形態では、架台２の天板が正面側の天板２ａと背面側の天板２ｂに２分割されていて、正面側の天板２ａが背面側の天板２ｂよりも一段高い位置に配置され、段差が形成されている。修正部Ｐの主要部は正面側の天板２ａ上に設置され、測定部Ｍの主要部は背面側の天板２ｂ上に設置される。なお、本発明はこの構成に限定されるものではなく、天板２ａと天板２ｂを同じ高さに配置し、一体化した（すなわち、架台２の天板を一枚の板材として段差を無くした）構成としても良い。

[0012] また、天板２ａの上面には上段ベースプレート３ａが取り付けられ、天板２ｂの上面には上段ベースプレート３ｂが取り付けられている。

[0013] 修正部Ｐは、ワーク駆動部３０、エンコーダー部４０、左右一対の可動アンビル２０（２０Ｌ、２０Ｒ）〔第２アンビル〕、アンビル移動部５０（図４、図７）及びプレス部６（図１）を備える。アンビル移動部５０は、ワーク駆動部３０、エンコーダー部４０及び可動アンビル２０を、Ｘ方向における所定の位置に移動する手段である。また、アンビル移動部５０は、Ｘ方向に延びる一対のリニアガイド５１（５１ｆ、５１ｂ）と、左右一対の第１駆動部５０Ｄ（５０ＤＬ、５０ＤＲ）と、左右一対の第２駆動部６０Ｄ（６０ＤＬ、６０ＤＲ）を備える（図２）。

[0014] なお、ワークWの修正は、修正箇所の両側を一対の可動アンビル２０（２０Ｌ、２０Ｒ）により下方から支持し、修正箇所をプレス部６のプレスヘッド６ａにより上方から下方に押し下げることにより行われる。なお、プレス部６は、プレスヘッド６ａをＸ方向に位置決め移動可能な不図示の移動装置を備える。プレス部６の移動装置は、例えばサーボモーターやステッピングモーター等の角度位置（回転位置）を制御可能な回転モーターとボールねじとを組み合わせた電動リニアアクチュエーターである。

[0015] リニアガイド５１は、玉循環リニア軸受（リニアガイドウェイ）であるが

、別の機構（例えば、すべり案内式や静圧案内式）のリニアガイドを使用してもよい。リニアガイド５１は、ワーク駆動部３０、エンコーダー部４０及び可動アンビル２０を、Ｘ方向に低摩擦で移動可能に支持する。

[0016] リニアガイド５１は、レール５１１と、レール５１１上を走行可能な複数（例えば６つ）のキャリッジ５１２を備える。各リニアガイド５１のレール５１１は、長さ方向をＸ方向に向けて、上段ベースプレート３ａの上面に取り付けられる（図３）。また、各リニアガイド５１の一つ以上のキャリッジ５１２が、ワーク駆動部３０、エンコーダー部４０、可動アンビル２０Ｌ、２０Ｒの底面にそれぞれ取り付けられる。例えば、ワーク駆動部３０及びエンコーダー部４０には各リニアガイド５１のキャリッジ５１２が二つずつ取り付けられ、可動アンビル２０Ｌ、２０Ｒには一つずつ取り付けられる。これにより、ワーク駆動部３０、エンコーダー部４０及び可動アンビル２０Ｌ、２０Ｒは、Ｘ方向にスライド可能に支持されている。

[0017] ワーク駆動部３０は、ワークＷの一端部（図１における左端部）を支持するとともに、ワークＷを回転させて所定の角度位置（回転位置）で保持するユニットである。エンコーダー部４０は、ワークＷの他端部（図１における右端部）を支持するとともに、ワークＷの角度位置（直接的には回転角）を検出するユニットである。可動アンビル２０Ｌ、２０Ｒは、ワークＷの修正を行う位置の両側をそれぞれ支持する部材である。

[0018] 左側の第１駆動部５０ＤＬはワーク駆動部３０をＸ方向に駆動するユニットであり、右側の第１駆動部５０ＤＲはエンコーダー部４０をＸ方向に駆動するユニットである。また、左側の第２駆動部６０ＤＬは左側の可動アンビル２０ＬをＸ方向に駆動するユニットであり、右側の第２駆動部６０ＤＲは右側の可動アンビル２０ＲをＸ方向に駆動するユニットである。

[0019] 図４は、ワーク駆動部３０の正面図である。ワーク駆動部３０は、ベースプレート３０ｂ、ローラーアンビル１０〔第１アンビル〕及び駆動モジュール３０Ａを備える。ローラーアンビル１０と駆動モジュール３０Ａは、それぞれベースプレート３０ｂの上面に取り付けられている。また、ベースプレ

ート３０ｂの上面には、後述するボールねじ５３Ｌのねじ軸５３１Ｌと嵌合するナット５３２Ｌが取り付けられている。ベースプレート３０ｂの下面には、各リニアガイド５１の一つ以上（例えば二つ）のキャリッジ５１２が取り付けられる。

[0020] ローラーアンビル１０はワークＷの端部を下方から支持するユニットであり、駆動モジュール３０Ａはローラーアンビル１０に支持されたワークＷを回転駆動するユニットである。

[0021] 図５及び図６は、それぞれローラーアンビル１０の正面図及び右側面図である。ローラーアンビル１０は、ベースプレート３０ｂに固定された固定部１０ｆと、固定部１０ｆに対して上下に移動可能な可動部１０ｍと、可動部１０ｍを上下動させるエアーシリンダー１２〔昇降手段〕を備える。エアーシリンダー１２は、作動方向が上下に向けられ、シリンダーチューブ１２１が固定部１０ｆに取り付けられ、ピストンロッド１２２が可動部１０ｍに取り付けられる。エアーシリンダー１２を作動させ、ピストンロッド１２２を進退させることにより、可動部１０ｍが固定部１０ｆに対して上下に移動する。可動部１０ｍは、後述するロック位置Ｌ（下位置）とロック解除位置Ｕ（上位置）との間で昇降可能となっている。なお、図６には、可動部１０ｍがロック解除位置Ｕにある状態が示されている。

[0022] 図６に示すように、固定部１０ｆの上部にはアンビル部１３が交換可能に設けられている。アンビル部１３の上面には、ワークＷの外周面と略同じ曲率の円柱面で切断されたＸ方向に延びる凹曲面である支持面１３１が形成されている。ワークＷの外径に応じて、適切な曲率の支持面１３１を有するアンビル部１３が選択されて使用される。

[0023] 可動部１０ｍは、図５に示す位置決めピン１８と、位置決めピン１８を支持するアーム１７と、図６に示す一対のローラー部１６を備える。位置決めピン１８は、ワークＷと略同じ高さでＸ方向に向けて配置され、先端がワークＷの一端面（図５における左端面）に突き当てられる。

[0024] 図６に示すように、一対のローラー部１６は、アンビル部１３を間に挟ん

でＹ方向に並べて配置される。

[0025] ローラー部１６は、フレーム１６１と、フレーム１６１に支持された軸１６２と、軸１６２に支持されたローラー１６３を備える。なお、本実施形態では、軸１６２がフレーム１６１に固定され、ローラー１６３が不図示の転がり軸受を介して軸１６２に対して回転可能に支持されているが、この構成に限らず、軸１６２及びローラー１６３の少なくとも一方がフレーム１６１又は軸１６２に対して回転可能に支持されていればよい。また、フレーム１６１は、図５に示すエアーシリンダー１２のピストンロッド１２２に対して固定されていて、ピストンロッド１２２の進退に伴ってローラー部１６が上下に移動する。

[0026] 可動部１０ｍがロック位置Ｌにあるときは、ローラー１６３は円柱面Ｃ（すなわち、支持面１３１上に載置されたワークＷの外周面）よりも低い位置に配置される。そのため、ワークＷは、ローラー１６３（可動部１０ｍ）とは接触せず、アンビル部１３（固定部１０ｆ）の支持面１３１上に載置される。このとき、ワークＷと支持面１３１との摩擦によってワークＷの回転が妨げられ、ワークＷの角度位置が固定される。

[0027] エアーシリンダー１２のピストンロッド１２２が突出して、可動部１０ｍがロック解除位置Ｕまで上昇すると、ローラー１６３の一部が円柱面Ｃよりも高い位置に配置される。そのため、ワークＷは、アンビル部１３（固定部１０ｆ）の支持面１３１から離れ、一対のローラー部１６のローラー１６３によって回転可能に支持される。

[0028] 図４に示すように、駆動モジュール３０Ａは、フレーム３１、エアーシリンダー３２、モーター３３、軸３５及びローラー３６を備える。モーター３３には、例えばサーボモーターやステッピングモーター等の角度位置（回転位置）を制御可能な回転モーターが使用される。また、ローラー３６は、後述するように、ワークＷと接触して、ワークＷと共に摩擦車を構成する。ローラー３６の回転が正確に（すなわち、低いスリップ率で）ワークＷに伝達されるように、例えばシリコーンゴム等の摩擦係数の高い材料から形成され

たローラー３６が使用される。

[0029] フレーム３１は、固定フレーム３１ｆ、可動フレーム３１ｍ及びヒンジピン３１ｐを備える。柱状の固定フレーム３１ｆの下端部はベースプレート３０ｂの上面に固定され、固定フレーム３１ｆの上端部と可動フレーム３１ｍの下端部とがＹ方向に延びるヒンジピン３１ｐを介して、ヒンジピン３１ｐ（旋回軸）を中心に旋回可能に連結される。

[0030] 可動フレーム３１ｍは、筒部３１１を有する。筒部３１１の内周の軸方向両端部には、それぞれ軸受３１２が設けられている。軸３５は、筒部３１１の中空部に挿入され、一対の軸受３１２によって回転可能に支持される。

[0031] モーター３３は、可動フレーム３１ｍに取り付けられる。また、モーター３３の軸３３１は、カップリング３４により、軸３５と連結される。

[0032] 筒部３１１から突出した軸３５の先端部（図４における右端部）には、ローラー３６が取り付けられる。モーター３３から出力される回転運動は、カップリング３４及び軸３５を介してローラー３６に伝達し、ローラー３６を所定の角度位置に回転させる。

[0033] エアーシリンダー３２は、固定フレーム３１ｆの左側に、略鉛直に（すなわち、固定フレーム３１ｆと略平行に）配置される。シリンダーチューブ３２１は、その下端部において、Ｙ方向に延びるヒンジピン３２３を介して、ベースプレート３０ｂに旋回可能に連結される。ピストンロッド３２２は、その上端部において、Ｙ方向に延びるヒンジピン３２３を介して、可動フレーム３１ｍに旋回可能に連結される。これにより、エアーシリンダー３２の作動（ピストンロッド３２２の進退）に伴い、駆動モジュール３０Ａがヒンジピン３１ｐ（旋回軸）を中心に旋回する。

[0034] エアーシリンダー３２のピストンロッド３２２は、上方に突出する作動位置Ａ（上位置）と、下方に後退する退避位置Ｓ（下位置）との間で昇降可能となっている。ピストンロッド３２２が退避位置Ｓから作動位置Ａへ上昇すると、駆動モジュール３０Ａが図４における時計回りに旋回し、ローラー３６が降下してワークＷの一端部（図４における左端部）と接触する。このと

き、ワークWの一端部は、ローラーアンビル１０の一対のローラー１６３と、駆動モジュール３０Ａのローラー３６とによって把持される。これにより、ローラー３６とワークWが摩擦車を構成する。この状態でモーター３３を回転駆動すると、ローラー３６の回転が転がり接触によりワークWに伝達して、ローラー３６の回転角に対応する角度だけワークWが回転する。すなわち、ピストンロッド３２２が作動位置Ａにあるとき、ワーク駆動部３０はワークWの駆動が可能な作動モードとなる。

[0035] ピストンロッド３２２が作動位置Ａから退避位置Ｓへ降下すると、駆動モジュール３０Ａが図４における反時計回りに旋回し、ローラー３６が上昇してワークWから離れる。ピストンロッド３２２が退避位置Ｓまで降下すると、ローラー３６はワークWの左端よりも更に左側まで移動する。そのため、ローラー３６に干渉されることなく、ワークWを真上に持ち上げてローラーアンビル１０から取り出す（また、ワークWを真上から降ろしてローラーアンビル１０に装着する）ことが可能になる。すなわち、ピストンロッド３２２が退避位置Ｓにあるとき、ワーク駆動部３０はワークWの着脱を許容する待機モードとなる。

[0036] 図７は、エンコーダー部４０の正面図である。エンコーダー部４０は、ベースプレート４０ｂ、ローラーアンビル１０及びエンコーダーモジュール４０Ａを備える。ローラーアンビル１０とエンコーダーモジュール４０Ａは、それぞれベースプレート４０ｂの上面に取り付けられている。また、ベースプレート４０ｂの上面には、後述するボールねじ５３Ｒのねじ軸５３１Ｒと嵌合するナット５３２Ｒが取り付けられる。エンコーダー部４０は、駆動モジュール３０Ａに替えてエンコーダーモジュール４０Ａを備える点、及び、ナット５３２Ｌに替えてナット５３２Ｒが取り付けられる点を除いては、エンコーダー部４０と同一の構成を有するため、重複する説明を省略する。

[0037] また、エンコーダー部４０は、モーター３３に替えてロータリーエンコーダー４３を備える点、及び、カップリング３４に替えてロータリーエンコーダー４３の軸４３１と軸３５とを連結するカップリング４４を備える点を除

いては、駆動モジュール３０Ａと同一の構成を有するため、重複する説明を省略する。

[0038] なお、エンコーダー部４０は、ピストンロッド３２２が作動位置Ａにあるとき、ワークＷの回転が転がり接触によりローラー３６に伝達し、更にローラー３６に連結された軸３５及びカップリング４４を介してロータリーエンコーダー４３の軸４３２に伝達して、ロータリーエンコーダー４３によるワークＷの角度位置の検出が可能な作動モードとなる。

[0039] 図１及び図２に示すように、第１駆動部５０Ｄ（５０ＤＬ、５０ＤＲ）は、駆動モジュール５２（５２Ｌ、５２Ｒ）、カップリング５２２（５２２Ｌ、５２２Ｒ）、軸受部５４（５４Ｌ、５４Ｒ）、軸受部５５及びボールねじ５３（５３Ｌ、５３Ｒ）を備える。また、図４及び図７に示すように、ボールねじ５３（５３Ｌ、５３Ｒ）は、駆動モジュール５２（５２Ｌ、５２Ｒ）により回転駆動されるねじ軸５３１（５３１Ｌ、５３１Ｒ）と、ねじ軸５３１（５３１Ｌ、５３１Ｒ）と嵌合するナット５３２（５３２Ｌ、５３２Ｒ）を備える。

[0040] ワーク駆動部３０を移動する駆動モジュール５２Ｌ及び軸受部５４Ｌは、架台２の天板２ａの左端部上に設置される。エンコーダー部４０を移動する駆動モジュール５２Ｒ及び軸受部５４Ｒは、天板２ａの右端部上に設置される。また、軸受部５５は、天板２ａのＸ方向中央部上に設置される。軸受部５５は、左側面に軸受５５１Ｌが設けられ、右側面に軸受５５１Ｒが設けられる。

[0041] ボールねじ５３Ｌのねじ軸５３１Ｌとボールねじ５３Ｒのねじ軸５３１Ｒは、Ｘ方向に延びる同一直線上に配置される。具体的には、ねじ軸５３１Ｌは軸受部５５の左側に、ねじ軸５３１Ｒは軸受部５５の右側に、それぞれ配置されている。ボールねじ５３Ｌのねじ軸５３１Ｌは、先端部（右端部）において軸受部５５の軸受５５１Ｌにより、基端側（左端側）において軸受部５４Ｌにより、回転可能に支持される。ボールねじ５３Ｒのねじ軸５３１Ｒは、先端部（左端部）において軸受部５５の軸受５５１Ｒにより、基端側（

右端側）において軸受部５４Ｒにより、回転可能に支持される。

[0042] 駆動モジュール５２（５２Ｌ、５２Ｒ）は、モーター５２１（５２１Ｌ、５２１Ｒ）とカップリング５２２（５２２Ｌ、５２２Ｒ）を備える。モーター５２１には、例えばサーボモーターやステッピングモーター等の角度位置（回転位置）を制御可能な回転モーターが使用される。

[0043] カップリング５２２（５２２Ｌ、５２２Ｒ）は、モーター５２１（５２１Ｌ、５２１Ｒ）の軸５２１ａとボールねじ５３（５３Ｌ、５３Ｒ）のねじ軸５３１（５３１Ｌ、５３１Ｒ）とを連結する。なお、本明細書においては、モーター５２１の軸５２１ａに接続されるねじ軸５３１の一端を「基端」又は「末端」と呼び、他端を「先端」と呼ぶ。

[0044] 図４に示すように、ボールねじ５３Ｌのナット５３２Ｌはワーク駆動部３０に取り付けられる。モーター５２１Ｌから出力される回転運動は、ボールねじ５３ＬによってＸ方向の直線運動に変換され、ワーク駆動部３０に伝達される。モーター５２１Ｌの角度位置に応じたＸ方向における位置にワーク駆動部３０が移動する。

[0045] 図７に示すように、ボールねじ５３Ｒのナット５３２Ｒはエンコーダー部４０に取り付けられる。モーター５２１Ｒから出力される回転運動は、ボールねじ５３ＲによってＸ方向の直線運動に変換され、エンコーダー部４０に伝達される。モーター５２１Ｒの角度位置に応じたＸ方向における位置にエンコーダー部４０が移動する。

[0046] 図８は、図２のＡ矢視図である。可動アンビル２０は、上段と下段の２段階で高さを変更可能な高さ変更機能を有しており、ワークＷを支持する支持部２１２ｃ（後述する可動フレーム２１２の上部２１２Ｕ）の高さをワークＷに応じて変更することができる。

[0047] 可動アンビル２０のフレーム２１は、ベースプレート２１０、固定フレーム２１１及び可動フレーム２１２を有する。固定フレーム２１１は、ベースプレート２１０上に固定されている。ベースプレート２１０の下面には、各リニアガイド５１ｆ、５１ｂの少なくとも一つのキャリッジ５１２が取り付

けられる。

[0048] 固定フレーム２１１は、内部に中空部２１１ａを有する略箱形に形成されている。固定フレーム２１１の上面には、開口部２１１ｂが形成されている。固定フレーム２１１の正面及び背面の下部にはそれぞれ開口部２１１ｃが形成されている。固定フレーム２１１は、左右の側壁の上端部から内側（開口部）へ向かって水平に突出する一対の板状の突出部２１１ｐを有する。

[0049] 可動フレーム２１２は、固定フレーム２１１の中空部２１１ａに収容される下部２１２Ｌと、固定フレーム２１１の中空部２１１ａから上方に突出した上部２１２Ｕを有する。上部２１２Ｕの上面には、ワークＷの外周面と略同じ曲率の円柱面で切断されたＸ方向に延びる凹曲面である支持面２１２ｄが形成されている。上部２１２Ｕは、交換可能に下部２１２Ｌに取り付けられている。矯正するワークＷの外径に応じて、適切な曲率の支持面２１２ｄを有する上部２１２Ｕが選択されて使用される。

[0050] 可動フレーム２１２の下部２１２Ｌの上部には、Ｙ方向両端部にそれぞれ切欠部２１２ｎが形成されている。可動フレーム２１２の切欠部２１２ｎと固定フレーム２１１の突出部２１１ｐとで囲まれた空間には、圧縮ばね２１４が収容される。

[0051] 可動フレーム２１２の下部２１２Ｌの下端部には、Ｙ方向中央部に水平な平面である底面２１２ａが形成されている。底面２１２ａのＹ方向両側には、底面２１２ａに接続する斜面２１２ｂが形成されている。斜面２１２ｂは、底面２１２ａに対して傾き、且つ、図８の紙面（すなわちＹＺ平面）に対して垂直な平面である。

[0052] 可動アンビル２０は、可動フレーム２１２を上下に駆動する昇降駆動部２２を備える。昇降駆動部２２は、エアーシリンダー２２１と、楔２２２を備える。エアーシリンダー２２１のシリンダーチューブ２２１ａは固定フレーム２１１に固定される。ピストンロッド２２１ｂの先端部は、固定フレーム２１１の開口部２１１ｃから中空部２１１ａ内に差し込まれる。ピストンロッド２２１ｂの先端には、楔２２２が交換可能に取り付けられる。エアーシ

リンダー２２１は、作動方向をＹ方向に向けて取り付けられ、ピストンロッド２２１ｂを進退させることにより、楔２２２をＹ方向に移動する。

[0053] 楔２２２の上面には、下段平面２２２ａ、斜面２２２ｂ及び上段平面２２２ｃが形成されている。下段平面２２２ａ及び上段平面２２２ｃは、いずれも水平面であり、上段平面２２２ｃは下段平面２２２ａよりも高い位置に形成されている。斜面２２２ｂは、下段平面２２２ａと上段平面２２２ｃを連絡する、可動フレーム２１２の斜面２１２ｂと平行な平面である。

[0054] ピストンロッド２２１ｂが引き込められた状態では、楔２２２の下段平面２２２ａに可動フレーム２１２の底面２１２ａが載る。このとき、可動フレーム２１２は低い位置（下段）に配置される。

[0055] ピストンロッド２２１ｂが押し出されると、可動フレーム２１２の斜面２１２ｂに楔２２２の斜面２２２ｂが当たる。更にピストンロッド２２１ｂが押し出されると、斜面２２２ｂに案内されて可動フレーム２１２が上昇する。可動フレーム２１２の斜面２１２ｂの下端が楔２２２の斜面２２２ｂの上端を超えると、楔２２２の上段平面２２２ｃに可動フレーム２１２の底面２１２ａが載る。このとき、可動フレーム２１２は高い位置（上段）に配置される。

[0056] なお、圧縮ばね２１４によって、可動フレーム２１２が適度な荷重で楔２２２に押し当てられる。これにより、可動フレーム２１２を所定の高さに正確に配置することが可能になる。

[0057] 図１及び図２に示すように、第２駆動部６０Ｄ（６０ＤＬ、６０ＤＲ）は、駆動モジュール６２（６２Ｌ、６２Ｒ）、軸受部６４（６４Ｌ、６４Ｒ）、軸受部６５（６５Ｌ、６５Ｒ）及びボールねじ６３（６３Ｌ、６３Ｒ）を備える。また、ボールねじ６３（６３Ｌ、６３Ｒ）は、駆動モジュール６２（６２Ｌ、６２Ｒ）により回転駆動されるねじ軸６３１（６３１Ｌ、６３１Ｒ）と、ねじ軸６３１（６３１Ｌ、６３１Ｒ）と嵌合するナットナット６３２（６３２Ｌ、６３２Ｒ）を備える。

[0058] 左側の可動アンビル２０Ｌを移動する駆動モジュール６２Ｌは、架台２の

天板２ａ上の左端寄りの位置に設置される。右側の可動アンビル２０Ｒを移動する駆動モジュール６２Ｒは、天板２ａ上の右端寄りの位置に設置される。

[0059] 駆動モジュール６２（６２Ｌ、６２Ｒ）は、モーター６２１（６２１Ｌ、６２１Ｒ）とカップリング６２２（６２２Ｌ、６２２Ｒ）を備える。モーター６２１には、例えばサーボモーターやステッピングモーター等の角度位置（回転位置）を制御可能な回転モーターが使用される。

[0060] カップリング６２２（６２２Ｌ、６２２Ｒ）は、モーター６２１（６２１Ｌ、６２１Ｒ）の軸６２１ａとボールねじ６３（６３Ｌ、６３Ｒ）のねじ軸６３１（６３１Ｌ、６３１Ｒ）とを連結する。なお、本明細書においては、モーター６２１の軸６２１ａに接続されるねじ軸６３１の一端を「基端」又は「末端」と呼び、他端を「先端」と呼ぶ。

[0061] ねじ軸６３１Ｌとねじ軸６３１Ｒは、先端を互いに逆向きにして、Ｘ方向と平行に配置される。また、本実施形態では、ねじ軸６３１Ｌの真上にねじ軸６３１Ｒが配置される。ねじ軸６３１（６３１Ｌ、６３１Ｒ）は、基端側が軸受部６４（６４Ｌ、６４Ｒ）により、先端部が軸受部６５（６５Ｌ、６５Ｒ）により、それぞれ回転可能に支持される。なお、ねじ軸６３１Ｒの先端部を支持する軸受部６５Ｒの下部には、ねじ軸６３１Ｌが通される貫通穴が形成されている。

[0062] ボールねじ６３Ｌのナット６３２Ｌは、左側の可動アンビル２０Ｌに取り付けられる。また、ボールねじ６３Ｒのナット６３２Ｒは右側の可動アンビル２０Ｒに取り付けられる。モーター６２１（６２１Ｌ、６２１Ｒ）から出力される回転運動は、ボールねじ６３（６３Ｌ、６３Ｒ）によってＸ方向の直線運動に変換され、可動アンビル２０（２０Ｌ、２０Ｒ）に伝達される。モーター６２１（６２１Ｌ、６２１Ｒ）の軸６２１ａの角度位置に応じたＸ方向における位置に可動アンビル２０（２０Ｌ、２０Ｒ）が移動する。

[0063] 図２及び図３に示すように、測定部Ｍは、複数対（例えば九対）の測定モジュール７０（７０Ａ～７０Ｉ）及び第１測定モジュール移動部８０と、一

対の第２測定モジュール移動部９０（９０Ｌ、９０Ｒ）を備える。測定モジュール７０は、ワークＷの振れを測定するユニットである。第１測定モジュール移動部８０は、測定モジュール７０のＸ方向への移動を案内すると共に、測定モジュール７０を後述する測定位置ＭＰと退避位置ＳＰとの間で前後（Ｙ方向）に移動するユニットである。測定モジュール７０は、対応する第１測定モジュール移動部８０上に設置される。第２測定モジュール移動部９０は、測定モジュール７０Ａ～７０ＩをＸ方向の所定の位置へ移動するユニットである。

[0064] 図８に示すように、第１測定モジュール移動部８０は、ベース８０ｂ、一対のリニアガイド８１、電動リニアアクチュエーター８２及びストッパー８３を備える。なお、一対のリニアガイド８１により、測定モジュール７０のＸ方向への移動を案内する測定モジュール案内部が構成される。

[0065] リニアガイド８１は、例えば玉循環リニア軸受である。リニアガイド８１は、上段ベースプレート３ｂ上に取り付けられたＸ方向に延びるレール８１１と、レール８１１上を走行可能な複数のキャリッジ８１２を備える。なお、レール８１１は、全ての（又は一部の）第１測定モジュール移動部８０により共用される。一対のリニアガイド８１は、Ｙ方向に並べて配置される。ベース８０ｂの下面に一対のリニアガイド８１のキャリッジ８１２が取り付けられる。ベース８０ｂは、一対のリニアガイド８１により、Ｘ方向に低摩擦で移動可能に支持される。

[0066] 電動リニアアクチュエーター８２は、作動方向をＹ方向に向けて、ベース８０ｂ上に取り付けられる。電動リニアアクチュエーター８２の可動部８２１上に測定モジュール７０が取り付けられる。電動リニアアクチュエーター８２は、測定モジュール７０を、ワークＷの測定が可能な測定位置ＭＰと、ワークＷから後方に離れた退避位置ＳＰとの間で、Ｙ方向に移動する。なお、図８には、退避位置ＳＰにある測定モジュール７０が示されている。測定位置ＭＰにおいては、後述する測定子７４の先端部がワークＷの下方に配置される。

[0067] ベース８０ｂには、ストッパー８３が設けられる。ストッパー８３は、エアーシリンダー８３１及びシュー８３２を備える。エアーシリンダー８３１は、ピストンロッド８３１ｂを下に向けて配置され、シリンダーチューブ８３１ａがベース８０ｂに取り付けられる。ピストンロッド８３１ｂの先端部には、シュー８３２が取り付けられる。エアーシリンダー８３１の作動により、ピストンロッド８３１ｂと共にシュー８３２が昇降する。

[0068] ストッパー８３の可動部８３ｍ（すなわちピストンロッド８３１ｂ及びシュー８３２）は、シュー８３２が降下して上段ベースプレート３ｂと接触する作動位置ＡＱ（下位置）と、シュー８３２が上昇して上段ベースプレート３ｂから離れる退避位置ＳＱ（上位置）との間で昇降する。可動部８３ｍが作動位置ＡＱにあるときは、シュー８３２と上段ベースプレート３ｂとの間に生じる摩擦力により、測定モジュール７０の移動が妨げられ、測定モジュール７０の位置が固定される。また、可動部８３ｍが退避位置ＳＱにあるときは、測定モジュール７０の位置の固定が解除される。

[0069] 可動部８３ｍが退避位置ＳＱにあるときは、シュー８３２と上段ベースプレート３ｂとの間に摩擦力が作用せず、また、測定モジュール７０はリニアガイド８１によりＸ方向に低摩擦で移動可能に支持されているため、測定モジュール７０の位置は不安定となる。

[0070] 測定モジュール７０によりワークＷの振れを測定する際は、測定中に測定モジュール７０が移動するのを防ぐため、ストッパー８３の可動部８３ｍを作動位置ＡＱに移動する。これにより、測定精度が向上する。

[0071] 測定モジュール７０は、メインフレーム７１、レバー７２、アーム７３、測定子７４、接触式変位センサ７５、エアーシリンダー７６及び引張コイルばね７７を備える。

[0072] メインフレーム７１は、電動リニアアクチュエーター８２の可動部８２１上に据え付けられる。メインフレーム７１は、ベース７１ｂと軸受モジュール７１ｓを備える。ベース７１ｂは、メインフレーム７１の下端部に設けられ、電動リニアアクチュエーター８２の可動部８２１に固定される。軸受モ

ジュール７１ｓは、メインフレーム７１の上部に交換可能に設けられる。軸受モジュール７１ｓにより、後述するレバー７２の旋回軸７２２が回転可能に支持される。

[0073] 軸受モジュール７１ｓは、支持ブロック７１１と、一対の押さえ板７１３と、二対の加圧部７１４を備える。支持ブロック７１１の上部には、Ｘ方向の中央部に、Ｙ方向に貫通する角溝状の凹部７１１ｃが設けられる。凹部７１１ｃにはレバー７２の一部（具体的には、旋回軸７２２を支持する軸支持部）が収容される。凹部のＸ方向両側には一対の軸受部７１１ｂが設けられる。

[0074] 軸受部７１１ｂにおける支持ブロック７１１の上面には、Ｘ方向に延びるＶ溝７１１ａが形成されている。Ｖ溝７１１ａによりレバー７２の旋回軸７２２が支持される。Ｖ溝７１１ａから旋回軸７２２が離脱しないように、Ｖ溝７１１ａと押さえ板７１３により旋回軸７２２が挟持される。押さえ板７１３は、一対の加圧部７１４により、Ｖ溝７１１ａ上の旋回軸７２２に押さえ付けられる。

[0075] 加圧部７１４は、スタッドボルト７１４ａ、圧縮コイルばね７１４ｂ及びナット７１４ｃを備える。ナット７１４ｃは、例えばフランジ付き六角ナットである。軸受部７１１ｂにおける支持ブロック７１１の上面には、Ｙ方向両端部にねじ穴（不図示）が設けられている。また、押さえ板７１３のＹ方向両端部には、それぞれ通し穴（不図示）が設けられている。圧縮コイルばね７１４ｂの中空部にスタッドボルト７１４ａが差し込まれ、スタッドボルト７１４ａの下端部がねじ穴に挿し込まれる。また、スタッドボルト７１４ａの上端部は、押さえ板７１３の通し穴に通され、ナット７１４ｃが嵌め込まれる。ナット７１４ｃをスタッドボルト７１４ａに捩じ込むことにより、圧縮コイルばね７１４ｂが圧縮され、圧縮コイルばね７１４ｂの復元力が押さえ板７１３を介して旋回軸７２２に加えられる。これにより、旋回軸７２２は、Ｖ溝７１１ａに押さえ付けられ、Ｖ溝７１１ａからの離脱が妨げられる。

[0076] レバー７２は、フレーム７２１と、フレーム７２１に固定された旋回軸７２２を備える。旋回軸７２２は、中心線をＸ方向に向けて、略Ｙ方向に延びるフレーム７２１の中央部を垂直に貫通する。レバー７２は、メインフレーム７１の軸受部７１１ｂにより、旋回軸７２２を中心に旋回可能に支持される。レバー７２は、略水平な測定位置ＭＲと、前側（図８における左側）が下を向くように傾いた退避位置ＳＲ（図８において破線で示す。）の間で、旋回可能となっている。

[0077] 軸受モジュール７１ｓの後方には、引張コイルばね７７が軸を鉛直に向けて配置される。引張コイルばね７７は、下端部がメインフレーム７１に固定され、上端部がレバー７２の後部に固定される。引張コイルばね７７により、図８における時計回りのトルクがレバー７２に与えられる。

[0078] 軸受モジュール７１ｓの後方には、エアーシリンダー７６がピストンロッド７６２を上に向けて配置される。エアーシリンダー７６のシリンダーチューブ７６１は、メインフレーム７１に固定される。ピストンロッド７６２の先端がレバー７２の下面に接触し、ピストンロッド７６２によりレバー７２の後部が下方から支持される。エアーシリンダー７６の作動に伴ってレバー７２が旋回する。具体的には、ピストンロッド７６２が引き込められると、引張コイルばね７７の張力によりレバー７２の後部が引き下ろされて（すなわち、図８において、レバー７２が時計回りに旋回して）、レバー７２は測定位置ＭＲへ移動する。ピストンロッド７６２が押し出されると、ピストンロッド７６２によりレバー７２の後部が押し上げられて（すなわち、図８において、レバー７２が反時計回りに旋回して）、レバー７２は退避位置ＳＲへ移動する。

[0079] 軸受モジュール７１ｓの後方には、変位センサ７５が接触子７５２を上に向けて配置される。変位センサ７５は、例えば差動トランス方式の接触式変位センサである。変位センサ７５のセンサヘッド本体７５１は、メインフレーム７１に固定される。接触子７５２の先端がレバー７２の後端部の下面に接触する。変位センサ７５によって、レバー７２の後端部の上下の変位が検

出される。変位センサ７５の検出結果に基づいて、制御部９ａによってワークＷの振れが計算される。

[0080] レバー７２の前端部には、略Ｚ方向に延びるアーム７３が取り付けられる。アーム７３には上下に延びる長穴７３２が形成されている。長穴７３２に通されたノブねじ７３３をレバー７２の前端部に設けられたねじ穴に嵌め込むことによって、アーム７３がレバー７２に固定される。また、長穴７３２とノブねじ７３３により高さ調整機構７３ａが構成され、ノブねじ７３３を緩めたときに、アーム７３の高さが変更可能となっている。

[0081] 図２及び図３に示すように、第２測定モジュール移動部９０（９０Ｌ、９０Ｒ）は、電動リニアアクチュエーター９１、エアーシリンダー９２及びキャッチャー９３を備える。キャッチャー９３は、互いに嵌合可能な凸部９３１と凹部９３２（図８）から構成される。

[0082] 電動リニアアクチュエーター９１は、作動方向をＸ方向に向けて、ベース９１１（固定部）が架台２の背面に取り付けられる。第２測定モジュール移動部９０Ｌは架台２の左側に取り付けられ、左側の４つの測定モジュール７０Ａ～７０ＤをＸ方向に移動することができる。第２測定モジュール移動部９０Ｒは架台２の右側に取り付けられ、右側の４つの測定モジュール７０Ｆ～７０ＩをＸ方向に移動することができる。なお、可動範囲の広い１つの第２測定モジュール移動部により、全ての測定モジュール７０を移動できるようにしてもよい。

[0083] エアーシリンダー９２は、ピストンロッド９２２を前方に向けて、シリンダーチューブ９２１が電動リニアアクチュエーター９１のスライダ９１２（可動部）に取り付けられる。図８に示すように、エアーシリンダー９２のピストンロッド９２２の先端には、キャッチャー９３の凸部９３１及び凹部９３２の一方が取り付けられる。また、キャッチャー９３の凸部９３１及び凹部９３２の他方は、各第１測定モジュール移動部８０のベース８０ｂの背面に取り付けられる。

[0084] 例えば、第２測定モジュール移動部９０Ｌにより測定モジュール７０Ｂを

移動する場合は、次の手順で行われる。まず、第１測定モジュール移動部８０のストッパー８３を退避位置ＳＱにして、測定モジュール７０ＢがＸ方向へ移動可能な状態にする。次に、電動リニアアクチュエーター９１を駆動して、スライダ９１２（可動部）を測定モジュール７０Ｂの背後に移動する。次に、エアーシリンダー９２を駆動して、ピストンロッド９２２を前方に突き出すと、ピストンロッド９２２の先端に取り付けられた凸部９３１（又は、凹部９３２）が、第１測定モジュール移動部８０の背面に取り付けられた凹部９３２（又は、凸部９３１）と嵌合する。キャッチャー９３の凸部９３１と凹部９３２の嵌合により、第２測定モジュール移動部９０Ｌに対して第１測定モジュール移動部８０がＸ方向において位置決めされる。次に、凸部９３１と凹部９３２が嵌合した状態で、電動リニアアクチュエーター９１を駆動して、測定モジュール７０Ｂの移動先にスライダ９１２を移動させると、測定モジュール７０Ｂ及び第１測定モジュール移動部８０がスライダ９１２と共に測定モジュール７０Ｂの移動先へ移動する。次に、第１測定モジュール移動部８０のストッパー８３を作動位置ＡＱにして、測定モジュール７０の位置を固定する。そして、エアーシリンダー９２を駆動して、ピストンロッド９２２を後方へ引き込めると、キャッチャー９３の凸部９３１と凹部９３２との嵌合が解除される。このようにして、第２測定モジュール移動部９０により測定モジュール７０をＸ方向における所定位置へ移動することができる。

[0085] 図９は、軸歪矯正装置１の制御システム９の概略構成を示すブロック図である。制御システム９は、軸歪矯正装置１全体を統合的に制御する制御部９ａ及び各エアーシリンダーの作動を制御する空圧制御部９ｂを備える。制御部９ａは、例えば産業用ＰＣ（Personal Computer）、ＰＬＣ（Programmable Logic Controller）又はこれらを組み合わせた複合制御装置等により構成される。

[0086] 制御部９ａは、プレス部６、電動リニアアクチュエーター８２、９１、ロータリーエンコーダー４３、変位センサ７５、空圧制御部９ｂ及びアンプ３

３ａ、５２１Ｌａ、５２１Ｒａ、６２１Ｌａ、６２１Ｒａと通信可能に接続されている。なお、アンプ３３ａ、５２１Ｌａ、５２１Ｒａ、６２１Ｌａ及び６２１Ｒａは、それぞれモーター３３、５２１Ｌ、５２１Ｒ、６２１Ｌ及び６２１Ｒに接続され、各モーターに駆動電力を供給する。

[0087] 制御部９ａは、外部との入出力を行うインターフェース部９ｃを備える。インターフェース部９ｃは、例えば、ユーザーとの間で入出力を行うためのユーザーインターフェース、ＬＡＮ（Local Area Network）等の各種ネットワークと接続するためのネットワークインターフェース、外部機器と接続するためのＵＳＢ（Universal Serial Bus）やＧＰＩＢ（General Purpose Interface Bus）等の各種通信インターフェースの一つ以上を備える。また、ユーザーインターフェースは、例えば、各種操作スイッチ、表示器、ＬＣＤ（liquid crystal display）等の各種ディスプレイ装置、マウスやタッチパッド等の各種ポインティングデバイス、タッチスクリーン、ビデオカメラ、プリンタ、スキャナ、ブザー、スピーカ、マイクロフォン、メモリーカードリーダライタ等の各種入出力装置の一つ以上を含む。

[0088] 本実施形態の軸歪矯正装置１は、様々な長さのワークＷの歪矯正を行えるように構成されている。図１及び図２は、比較的に長いワークＷを処理する際に適用される長尺セッティング時の軸歪矯正装置１を示す。また、図１０は、比較的に短いワークＷを処理する際に適用される短尺セッティング時の軸歪矯正装置１を示す平面図である。

[0089] 長尺セッティングでは、図２に示すように、ワーク駆動部３０はレール５１１の左端部の近く（具体的には、左端の測定モジュール７０Ａよりも左側）に配置され、エンコーダー部４０はレール５１１の右端部の近く（具体的には、右端の測定モジュール７０Ｉよりも右側）に配置される。また、長尺セッティングでは、左端の測定モジュール７０Ａから右端の測定モジュール７０Ｉまで、全ての測定モジュール７０を使用してワークＷの歪の測定が行われる。

[0090] 短尺セッティングでは、ワーク駆動部３０は測定モジュール７０Ｃの略正

面に配置され、エンコーダー部４０は測定モジュール７０Ｇの略正面に配置される。また、短尺セッティングでは、中央の３つの測定モジュール７０Ｄ～７０Ｆのみを使用してワークＷの振れの測定が行われる。

[0091] ワーク駆動部３０及びエンコーダー部４０の位置は、アンビル移動部５０により、自動で変更することができる。本発明の実施形態に係る軸歪矯正装置１によれば、長尺セッティングと短尺セッティングとを変更する段取り替えを自動で行うことが可能になっている。

[0092] なお、ワーク駆動部３０及びエンコーダー部４０の配置は、ワークＷの長さに応じて変更される。例えば、ワーク駆動部３０を測定モジュール７０Ａの略正面に配置し、エンコーダー部４０を測定モジュール７０Ｉの略正面に配置してもよい。この場合、中央の７つの測定モジュール７０Ｂ～７０Ｈを使用してワークＷの振れの測定が行われる。また、ワーク駆動部３０を測定モジュール７０Ｂの略正面に配置し、エンコーダー部４０を測定モジュール７０Ｈの略正面に配置してもよい。この場合、中央の５つの測定モジュール７０Ｃ～７０Ｇを使用してワークＷの振れの測定が行われる。

[0093] 図１１は、軸歪矯正装置１を使用してワークＷの歪を矯正する本発明の一実施形態に係る軸歪矯正処理の手順を表すフローチャートである。軸歪矯正処理は、制御部９ａの制御下で行われる。

[0094] 軸歪矯正装置１に電源が投入されると、初期化処理が行われ、軸歪矯正装置１の各部が所定の初期位置に配置された後、軸歪矯正処理（図１１）が開始する。軸歪矯正処理では、まず段取り処理Ｓ１が行われる。

[0095] 図１２は、本発明の一実施形態に係る段取り処理Ｓ１の手順を表すフローチャートである。段取り処理Ｓ１では、まず軸歪矯正を行うワークＷの型式が入力される（Ｓ１１）。型式の入力は、例えば、タッチスクリーンに表示される登録済みの型式をユーザーが指で触れることにより行われる。

[0096] 制御部９ａのストレージには、寸法テーブルが保存されている。寸法テーブルには、型式毎にワークＷの長さを含む寸法情報が予め登録されたている。制御部９ａは、入力されたワークＷの型式に対応する寸法情報を寸法テー

ブルから取得する（Ｓ１２）。

[0097] 次に、制御部９ａは、ワークＷの寸法情報に基づいて、軸歪矯正装置１のセッティングを決定する（Ｓ１３）。セッティングの決定は、例えば、予め設定された、寸法情報と適用するセッティングとの対応関係を規定する決定テーブルに基づいて行われる。決定テーブルは、制御部９ａのストレージに保存されている。以下、図１に示された長尺セッティングに決定された場合を例に説明する。

[0098] 制御部９ａのストレージには、設定テーブルが保存されている。設定テーブルには、各セッティングの具体的な設定情報が予め記録されている。制御部９ａは、決定されたセッティングの設定情報を設定テーブルから取得する（Ｓ１４）。

[0099] 次に、制御部９ａは、第２測定モジュール移動部９０を駆動して、測定モジュール７０Ａ～７０ＩをＸ方向における所定の位置（設定情報により規定された設定位置）に順次移動する（Ｓ１５）。また、制御部９ａは、測定モジュール７０Ａ～７０Ｉの移動後に、ストッパー８３のエアーシリンダー８３１を駆動し、シュー８３２を作動位置ＡＱに移動して、測定モジュール７０を固定する。

[0100] 次に、制御部９ａは、第１駆動部５０ＤＬを駆動して、ワーク駆動部３０をＸ方向における所定の位置（設定情報により規定された設定位置）に移動する（Ｓ１６）。

[0101] 次に、制御部９ａは、第１駆動部５０ＤＲを駆動して、エンコーダー部４０をＸ方向における所定の位置（設定情報により規定された設定位置）に移動する（Ｓ１７）。これにより、段取り処理Ｓ１が終了する。なお、処理Ｓ１５～Ｓ１７は、同時に又は任意の順序で行うことができる。

[0102] 次に、図示しない搬送装置によりワークＷが軸歪矯正装置１に搬入され、ワークＷの両端部が各ローラーアンビル１０上に載置される（Ｓ２）。

[0103] 次に、ワークＷの初期の振れが測定される（Ｓ３）。Ｓ３では、まず、制御部９ａは、各第１測定モジュール移動部８０を駆動して、全ての測定モジ

ュール７０Ａ～７０Ｉを前進させて、退避位置ＳＰから測定位置ＭＰへ移動する。

[0104] 次に、制御部９ａは、ワーク駆動部３０及びエンコーダー部４０のエアーシリンダー３２を駆動して、ワーク駆動部３０及びエンコーダー部４０を待機モードから作動モードに切り替える。これにより、ワークＷの端部が、ローラーアンビル１０の一対のローラー１６３と駆動モジュール３０Ａ（又はエンコーダーモジュール４０Ａ）のローラー３６によって把持される。

[0105] 次に、制御部９ａは、ワーク駆動部３０のモーター３３を駆動し、ワークＷを所定の速度で回転させながら、測定モジュール７０Ａ～７０ＩによりワークＷの長さ方向における各部の振れを測定する。測定が完了したら、モーター３３の駆動を止めて、ワークＷを静止させる。また、制御部９ａは、測定結果をストレージに保存する。

[0106] 次に、ワークＷの初期の振れの測定結果が、所定の基準（合格基準）を満たしているか否かが判定される（Ｓ４）。ワークＷの型式毎に規定された合格基準は、例えば制御部９ａのストレージに保存された基準テーブルに予め記録されている。制御部９ａは、基準テーブルからワークＷの型式に対応する合格基準を取得して、測定結果と合格基準とを比較して、ワークＷの合否を判定する。

[0107] ワークＷが合格と判定された場合（Ｓ４：ＹＥＳ）、処理はＳ６へ進む。

[0108] ワークＷが不合格と判定された場合（Ｓ４：ＮＯ）、次に修正処理Ｓ５が行われる。修正処理Ｓ５では、まず、制御部９ａがワークＷの矯正に必要な修正内容（具体的には、修正箇所及び修正量）を決定する。修正内容の決定は、例えばワークＷの型式毎に設定された計算式を使用して行われる。この計算式は、例えば制御部９ａのストレージに保存されている。

[0109] 次に、制御部９ａは、各第１測定モジュール移動部８０を駆動して、全ての測定モジュール７０Ａ～７０Ｉを後退させて、測定位置ＭＰから退避位置ＳＰへ移動する。

[0110] 次に、制御部９ａは、第２駆動部６０ＤＬ、６０ＤＲを駆動して、左右の

可動アンビル２０Ｌ、２０Ｒを修正箇所のＸ方向両側の所定位置に移動する。例えば、測定モジュール７０Ｂの測定箇所を修正する場合は、図１及び図２に示されるように、Ｘ方向における測定モジュール７０Ａと測定モジュール７０Ｂの中間の位置に左側の可動アンビル２０Ｌを移動し、Ｘ方向における測定モジュール７０Ｂと測定モジュール７０Ｃの中間の位置に右側の可動アンビル２０Ｒを移動する。

[0111] 次に、制御部９ａは、ワーク駆動部３０のモーター３３を駆動して、ワークＷを所定の角度位置に回転させる。具体的には、振れ測定Ｓ３において外周側への最大変位が測定された角度位置から１８０°回転させた位置までワークＷを回転させて、その位置でワークＷを保持する。

[0112] 次に、制御部９ａは、プレス部６の移動装置を作動させて、修正箇所までプレスヘッド６ａをＸ方向に移動する。次に、プレスヘッド６ａを降下させ、プレスヘッド６ａによりワークＷの修正箇所を押し下げてワークを修正する。次に、ワークＷから離れるまでプレスヘッド６ａを上昇させる。測定モジュール７０Ｂによって検出される修正前後のワークＷ表面の変位量が、所定の修正量と同程度になっていれば、修正処理Ｓ５を終え、再び振れ測定Ｓ３を行う。修正前後のワークＷの表面の変位量が所定の修正量よりも小さい場合は、所定の修正量と同程度になるまでプレス部６による修正が繰り返される。

[0113] また、処理Ｓ４においてワークＷが合格と判定されるまで、処理Ｓ３～Ｓ５が繰り返される。ワークＷが合格と判定されると（Ｓ４：ＹＥＳ）、次に制御部９ａは、ワーク駆動部３０及びエンコーダー部４０のエアーシリンダー３２を駆動して、ワーク駆動部３０及びエンコーダー部４０を作動モードから待機モードに切り替える。これにより、ローラーアンビル１０の一対のローラー１６３と駆動モジュール３０Ａ（又はエンコーダーモジュール４０Ａ）のローラー３６によるワークＷの端部の把持が解除される。そして、搬送装置によりワークＷが軸歪矯正装置１から搬出される（Ｓ６）。

[0114] 次に、軸歪矯正処理を終了するか否かが確認される（Ｓ７）。軸歪矯正処

理を継続する場合は（Ｓ７：ＮＯ）、次に、軸歪矯正処理を行うワークＷの型式を変更するか否かが確認される（Ｓ８）。ワークＷの型式を変更する場合は（Ｓ８：ＹＥＳ）、段取り処理Ｓ１へ進む。型式を変更しない場合は（Ｓ８：ＮＯ）、ワーク搬入処理Ｓ２へ進む。軸歪矯正処理を終了するまで、処理Ｓ１～Ｓ８が繰り返される。

[0115] 図１３及び図１４は、自動段取りシステムを備えていない比較例である軸歪矯正装置１０００の平面図である。図１３は長尺セッティングの状態を示し、図１４は短尺セッティングの状態を示す。

[0116] 軸歪矯正装置１０００は、可動アンビル測定ユニット１０２０、ワーク駆動部１０３０及びエンコーダー部１０４０（以下、これら３種類のユニットを機能ユニットという。）を備える。なお、可動アンビル測定ユニット１０２０は、上記実施形態の可動アンビル２０と測定モジュール７０を複合した機能ユニットである。各機能ユニットは、一対のレール１５１１に手動で着脱可能に構成されている。機能ユニット１０２０、１０３０及び１０４０は、それぞれロックレバー１０２９、１０３９及び１０４９を備える。機能ユニット１０２０、１０３０及び１０４０が一対のレール１５１１の所定の位置に装着された状態でロックレバー１０２９、１０３９及び１０４９を時計回りに旋回操作すると、機能ユニット１０２０、１０３０及び１０４０がレール１５１１に固定される。

[0117] 軸歪矯正装置１０００を長尺セッティング（図１３）から短尺セッティング（図１４）に段取り替えする場合は、まず、各機能ユニットに接続された複数のケーブルコネクタ（不図示）及びエアーカプラ（不図示）が全て取り外される。本比較例では、各機能ユニットにそれぞれ２つのケーブルコネクタ及びエアーカプラが接続されているため、合計１８箇所のケーブルコネクタと合計１８箇所のエアーカプラを取り外す必要がある。

[0118] 次に、中央の可動アンビル測定ユニット１０２０を除く全ての機能ユニットが取り外される。機能ユニットを取り外す際には、ロックレバー１０２９、１０３９及び１０４９が反時計回りに旋回操作されて、機能ユニット１０

２０、１０３０及び１０４０の固定が解除される。次に、ワーク駆動部１０３０及びエンコーダー部１０４０が所定位置まで手動で移動された後、ロックレバー１０３９及び１０４９が時計回りに旋回操作されて、ワーク駆動部１０３０及びエンコーダー部１０４０がレール１５１１に固定される。更に、制御部（不図示）の各種設定が、長尺ワーク用の設定から短尺ワーク用の設定に手動で変更される。

[0119] このように、比較例の軸歪矯正装置１０００では、機能ユニットの数や、機能ユニットに接続されるケーブル・パイプ類の数が多いため、段取り替えに多くの手動操作を要し、作業者の負担が大きい。特に、重量物である可動アンビル測定ユニット１０２０の移動や着脱作業が作業者に与える負担が大きい。また、段取り替えの際に変更が必要な制御部の設定項目が多く、設定ミスが生じ易い。そのため、段取り替えに要する時間が長くなり、軸歪矯正装置１０００の稼働率が低い。また、各機能ユニットを手動で移動するため、機能ユニットの損耗が大きい。

[0120] 本発明の実施形態に係る軸歪矯正装置１では、段取り工程が全自動で行われるため、上述した比較例の課題が全て解消される。特に、段取り工程に要する時間は、比較例では平均１５分程度であるのに対して、本実施形態の軸歪矯正装置１では１分以下となり、生産性や作業者の労働環境が大きく改善される。また、エアーシリンダーを除き、駆動手段として電動機が使用されるため、例えば油圧装置を使用する場合に比べて、動作音が小さく、エネルギー利用効率も高い。また、比較例では、可動アンビルと測定ユニットを複合した可動アンビル測定ユニット１０２０が使用される。言い換えれば、比較例では、９つの測定ユニット毎に可動アンビルが設けられている。これに対して、本実施形態の軸歪矯正装置１では、可動アンビルを測定ユニットから独立させ、各可動アンビルが全て修正箇所に自動で移動できるように構成したことにより、可動アンビルの数が２つに削減され、大幅な部品点数の削減が実現されている。

[0121] 以上が本発明の例示的な実施形態の説明である。本発明の実施形態は、上

記に説明したものに限定されず、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。例えば明細書中に例示的に明示される実施形態等又は自明な実施形態等を適宜組み合わせた内容も本発明の実施形態に含まれる。

[0122] 上記の実施形態は、ワーク駆動部３０をＸ方向に移動する第１駆動部５０ＤＬ、エンコーダー部４０をＸ方向に移動する第１駆動部５０ＤＲ、可動アンビル２０をＸ方向に移動する第２駆動部６０、測定モジュール７０をＹ方向に移動する第１測定モジュール移動部８０及び測定モジュール７０をＸ方向に移動する第２測定モジュール移動部９０を備え、段取り工程の全自動化を実現する。しかし、本発明は、この構成限定されるものではなく、第１駆動部５０ＤＬ、５０ＤＲ、第２駆動部６０、第１測定モジュール移動部８０及び第２測定モジュール移動部９０の一つ以上を備えた構成も本発明に含まれる。

[0123] また、上記の実施形態では、ワークＷの測定修正基準が外周面であるため、ワークＷの外周面に接触する複数のローラー（具体的には、ローラーアンビル１０の一対のローラー１６３と、駆動モジュール３０Ａ／エンコーダーモジュール４０Ａのローラー３６）によりワークＷを支持及び駆動する構成が採用されているが、本発明はこの構成に限定されない。例えば、管状のワークＷの内周面が測定修正基準である場合は、円錐状の先端部を有する一対の回転センターをワークＷの中心穴に両端から嵌め込み、この一対の回転センターによりワークＷを支持及び駆動する構成としてもよい。

[0124] 以下、上述した本発明の実施形態を概括する。

[0125] 本発明の一態様によれば、ワークを支持するアンビルと、アンビルをワークの軸方向に移動可能に支持するリニアガイドと、アンビルをワークの軸方向に移動するアンビル移動部と、を備えた軸歪矯正装置が提供される。

[0126] 上記の軸歪矯正装置において、アンビル移動部が、サーボモーターと、サーボモーターが出力する回転運動を直線運動に変換するボールねじと、を備えた構成としてもよい。

[0127] 上記の軸歪矯正装置において、アンビルが、ワークの端部を支持する第１

アンビルを含み、アンビル移動部が、第１アンビルを移動する第１アンビル移動部を含む構成としてもよい。

[0128] 上記の軸歪矯正装置において、第１アンビルが、ワークと平行に配置され、ワークの端部を下方から回転可能に支持する一対のローラーを備えたローラーアンビルである構成としてもよい。

[0129] 上記の軸歪矯正装置において、第１アンビルが、ワークを静的に支持する支持面が形成されたアンビル部と、ローラーを備え、アンビル部を挟んで軸に垂直な水平方向に並ぶ一対のローラー部と、一対のローラー部を昇降可能な昇降手段と、を備え、昇降手段が、ワークがアンビル部の支持面及びローラーの両方に接触する高さよりも低いロック位置と、ワークがアンビル部の支持面及びローラーの両方に接触する高さよりも高いロック解除位置と、の間でローラー部を昇降する構成としてもよい。

[0130] 上記の軸歪矯正装置において、アンビルが、ワークの修正箇所を支持する第２アンビルを含み、アンビル移動部が、第２アンビルをワークの軸方向に移動する第２アンビル移動部を含む構成としてもよい。

[0131] 上記の軸歪矯正装置において、第２アンビルが、固定フレームと、固定フレームに対して上下に移動可能な可動フレームと、可動フレームを上下に駆動する昇降駆動部と、を備え、可動フレームの上面に、ワークを静的に支持する第２支持面が形成され、昇降駆動部が、第１の外径を有するワークの支持に適した第１の高さと、第２の外径を有するワークの支持に適した第２の高さと、の間で、可動フレームを昇降する構成としてもよい。

[0132] 上記の軸歪矯正装置において、ワークを回転駆動するワーク駆動部を備え、ワーク駆動部が、第２固定フレームと、第２固定フレームに、ワークの軸方向に垂直な旋回軸の回りに旋回可能に連結された第２可動フレームと、第２可動フレームを旋回駆動する旋回駆動部と、第２可動フレームに回転可能に支持された軸と、軸を回転駆動する駆動手段と、軸の先端部に取り付けられた第２ローラーと、を備え、旋回駆動部は、第２ローラーがワークの端部に接触して、第２ローラーとワークが摩擦車を構成する作動位置と、第２ロ

ーラーがワークから離れた退避位置と、の間で第２ローラーを旋回させる構成としてもよい。

[0133] 上記の軸歪矯正装置において、ワークの振れを測定する測定モジュールと、測定モジュールをワークの軸方向に移動可能に支持する第２リニアガイドと、測定モジュールをワークの軸方向に移動する第１測定モジュール移動部と、を備えた構成としてもよい。

[0134] 上記の軸歪矯正装置において、測定モジュールが、ワークの軸と垂直な第１水平方向へ延びる測定子を備え、測定子の延長方向に測定モジュールを移動する測定モジュール移動部を備え、測定モジュール移動部が、測定子がワークに接触してワークの振れを測定可能な測定位置と、測定子がワークから離れる退避位置と、の間で測定モジュールを移動する構成としてもよい。

[0135] 上記の軸歪矯正装置において、測定子を、ワークと平行な第２旋回軸を中心に旋回駆動する第２旋回駆動部を備えた構成としてもよい。

[0136] 上記の軸歪矯正装置において、ワークの振れを測定する測定モジュールと、測定モジュールをワークの軸方向に移動可能に支持する第２リニアガイドと、測定モジュールをワークの軸方向に移動する第１測定モジュール移動部と、を備えた構成としてもよい。

符号の説明

[0137]

１	軸歪矯正装置
１０	ローラーアンビル
２０	可動アンビル
３０	ワーク駆動部
４０	エンコーダー部
５０	アンビル移動部
７０	測定モジュール
８０	第１測定モジュール移動部
９０	第２測定モジュール移動部

請求の範囲

[請求項1] ワークを支持するアンビルと、

前記アンビルを前記ワークの軸方向に移動可能に支持するリニアガイドと、

前記アンビルを前記ワークの軸方向に移動するアンビル移動部と、

を備えた、

軸歪矯正装置。

[請求項2] 前記アンビル移動部が、

サーボモーターと、

前記サーボモーターが出力する回転運動を直線運動に変換するボールねじと、

を備えた、

請求項１に記載の軸歪矯正装置。

[請求項3] 前記アンビルが、

前記ワークの端部を支持する第１アンビルを含み、

前記アンビル移動部が、前記第１アンビルを移動する第１アンビル移動部を含む、

請求項１に記載の軸歪矯正装置。

[請求項4] 前記第１アンビルが、前記ワークと平行に配置され、前記ワークの端部を下方から回転可能に支持する一対のローラーを備えたローラーアンビルである、

請求項３に記載の軸歪矯正装置。

[請求項5] 前記第１アンビルが、

前記ワークを静的に支持する支持面が形成されたアンビル部と、

前記ローラーを備え、前記アンビル部を挟んで前記軸に垂直な水平方向に並ぶ一対のローラー部と、

前記一対のローラー部を昇降可能な昇降手段と、

を備え、

前記昇降手段が、

前記ワークが前記アンビル部の前記支持面及び前記ローラーの両方に接触する高さよりも低いロック位置と、

前記ワークが前記アンビル部の前記支持面及び前記ローラーの両方に接触する高さよりも高いロック解除位置と、の間で前記ローラー部を昇降する、

請求項４に記載の軸歪矯正装置。

[請求項6] 前記アンビルが、前記ワークの修正箇所を支持する第２アンビルを含み、

前記アンビル移動部が、前記第２アンビルを前記ワークの軸方向に移動する第２アンビル移動部を含む、

請求項１に記載の軸歪矯正装置。

[請求項7] 前記第２アンビルが、

固定フレームと、

前記固定フレームに対して上下に移動可能な可動フレームと、

前記可動フレームを上下に駆動する昇降駆動部と、

を備え、

前記可動フレームの上面に、前記ワークを静的に支持する第２支持面が形成され、

前記昇降駆動部が、

第１の外径を有するワークの支持に適した第１の高さと、

第２の外径を有するワークの支持に適した第２の高さと、の間で、前記可動フレームを昇降する。

請求項６に記載の軸歪矯正装置。

[請求項8] 前記ワークを回転駆動するワーク駆動部を備え、該ワーク駆動部が、

第２固定フレームと、

前記第２固定フレームに、前記ワークの軸方向に垂直な旋回軸の

回りに旋回可能に連結された第２可動フレームと、

前記第２可動フレームを旋回駆動する旋回駆動部と、

前記第２可動フレームに回転可能に支持された軸と、

前記軸を回転駆動する駆動手段と、

前記軸の先端部に取り付けられた第２ローラーと、を備え、

前記旋回駆動部は、

前記第２ローラーが前記ワークの端部に接触して、前記第２ローラーと前記ワークが摩擦車を構成する作動位置と、

前記第２ローラーが前記ワークから離れた退避位置と、の間で前記第２ローラーを旋回させる、

請求項１に記載の軸歪矯正装置。

[請求項9] 前記ワークの振れを測定する測定モジュールと、

前記測定モジュールを前記ワークの軸方向に移動可能に支持する第２リニアガイドと、

前記測定モジュールを前記ワークの軸方向に移動する第１測定モジュール移動部と、

を備えた、

請求項１に記載の軸歪矯正装置。

[請求項10] 前記測定モジュールが、前記ワークの軸と垂直な第１水平方向へ延びる測定子を備え、

前記測定子の延長方向に前記測定モジュールを移動する測定モジュール移動部を備え、

前記測定モジュール移動部が、

前記測定子が前記ワークに接触して前記ワークの振れを測定可能な測定位置と、

前記測定子が前記ワークから離れる退避位置と、の間で測定モジュールを移動する、

請求項９に記載の軸歪矯正装置。

[請求項11] 前記測定子を、前記ワークと平行な第２旋回軸を中心に旋回駆動する第２旋回駆動部を備えた、
請求項１０に記載の軸歪矯正装置。

[請求項12] ワークの振れを測定する測定モジュールと、
前記測定モジュールを前記ワークの軸方向に移動可能に支持する第２リニアガイドと、
前記測定モジュールを前記ワークの軸方向に移動する第１測定モジュール移動部と、
を備えた、
軸歪矯正装置。