

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7236272号
(P7236272)

(45)発行日 令和5年3月9日(2023.3.9)

(24)登録日 令和5年3月1日(2023.3.1)

(51)国際特許分類 F I
 F 0 1 D 17/10 (2006.01) F 0 1 D 17/10 A
 F 1 6 K 1/44 (2006.01) F 1 6 K 1/44 D

請求項の数 8 (全19頁)

(21)出願番号	特願2018-247066(P2018-247066)	(73)特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(22)出願日	平成30年12月28日(2018.12.28)	(74)代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
(65)公開番号	特開2020-106120(P2020-106120 A)	(74)代理人	100162868 弁理士 伊藤 英輔
(43)公開日	令和2年7月9日(2020.7.9)	(74)代理人	100161702 弁理士 橋本 宏之
審査請求日	令和3年5月24日(2021.5.24)	(74)代理人	100189348 弁理士 古都 智
前置審査		(74)代理人	100196689 弁理士 鎌田 康一郎
		(72)発明者	西田 慎吾 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蒸気弁、及び発電システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

蒸気が流れる蒸気流路、及び前記蒸気流路の途中に設けられ、開口部を有する弁座を有する弁本体と、

軸線が延びる軸線方向に延び、前記軸線方向に進退可能な弁棒、前記弁棒の先端部のうち、前記弁棒の先端に設けられた子弁、及び前記弁棒の先端部のうち、前記先端よりも前記弁棒の基端側に位置する部分が挿入される貫通部を含み、前記弁座に当接されることで前記蒸気流路を閉じ、前記子弁が開いた際に前記蒸気が流入する貫通孔が形成された親弁を有する止め弁と、

を備え、

前記親弁は、前記子弁の弁座として機能するとともに、前記弁棒に固定されておらず、前記軸線方向に進退可能な構成とされており、

前記弁棒の前記先端部には、前記弁棒の先端側から基端側に向かうにつれて前記弁棒の外径を拡径させる第1の傾斜面が形成されており、

前記親弁のうち、前記弁棒の基端側に位置する部分の内側には、前記第1の傾斜面と同じ傾斜角度で傾斜する第2の傾斜面が形成されており、

前記子弁及び前記親弁が閉じた状態において、前記第1の傾斜面と前記第2の傾斜面とが離れ、

前記子弁及び前記親弁が全開状態のときに、前記第1の傾斜面と前記第2の傾斜面とが当接され、

前記第 1 の傾斜面は、前記軸線を挟んで配置された一对の第 1 の傾斜平面部を少なくとも 1 つ有し、

前記第 2 の傾斜面は、前記子弁及び前記親弁が全開状態のときに、前記一对の第 1 の傾斜平面部に当接される一对の第 2 の傾斜平面部を有する蒸気弁。

【請求項 2】

蒸気が流れる蒸気流路、及び前記蒸気流路の途中に設けられ、開口部を有する弁座を有する弁本体と、

軸線が延びる軸線方向に延び、前記軸線方向に進退可能な弁棒、前記弁棒の先端部のうち、前記弁棒の先端に設けられた子弁、及び前記弁棒の先端部のうち、前記先端よりも前記弁棒の基端側に位置する部分が挿入される貫通部を含み、前記弁座に当接されることで前記蒸気流路を閉じ、前記子弁が開いた際に前記蒸気が流入する貫通孔が形成された親弁を有する止め弁と、

10

を備え、

前記親弁は、前記子弁の弁座として機能するとともに、前記弁棒に固定されておらず、前記軸線方向に進退可能な構成とされており、

前記弁棒の前記先端部には、前記弁棒の先端側から基端側に向かうにつれて前記弁棒の外径を拡径させる第 1 の傾斜面が形成されており、

前記親弁のうち、前記弁棒の基端側に位置する部分の内側には、前記第 1 の傾斜面と同じ傾斜角度で傾斜する第 2 の傾斜面が形成されており、

前記子弁及び前記親弁が閉じた状態において、前記第 1 の傾斜面と前記第 2 の傾斜面とが離れ、

20

前記子弁及び前記親弁が全開状態のときに、前記第 1 の傾斜面と前記第 2 の傾斜面とが当接され、

前記親弁は、前記弁座に当接される親弁本体と、前記親弁本体の内側に配置された筒状のブッシュと、を有し、

前記第 2 の傾斜面は、前記ブッシュに形成されている蒸気弁。

【請求項 3】

蒸気が流れる蒸気流路、及び前記蒸気流路の途中に設けられ、開口部を有する弁座を有する弁本体と、

軸線が延びる軸線方向に延び、前記軸線方向に進退可能な弁棒、前記弁棒の先端部のうち、前記弁棒の先端に設けられた子弁、及び前記弁棒の先端部のうち、前記先端よりも前記弁棒の基端側に位置する部分が挿入される貫通部を含み、前記弁座に当接されることで前記蒸気流路を閉じ、前記子弁が開いた際に前記蒸気が流入する貫通孔が形成された親弁を有する止め弁と、

30

を備え、

前記親弁は、前記子弁の弁座として機能するとともに、前記弁棒に固定されておらず、前記軸線方向に進退可能な構成とされており、

前記弁棒の前記先端部には、前記弁棒の先端側から基端側に向かうにつれて前記弁棒の外径を拡径させる第 1 の傾斜面が形成されており、

前記親弁のうち、前記弁棒の基端側に位置する部分の内側には、前記第 1 の傾斜面と同じ傾斜角度で傾斜する第 2 の傾斜面が形成されており、

40

前記子弁及び前記親弁が閉じた状態において、前記第 1 の傾斜面と前記第 2 の傾斜面とが離れ、

前記子弁及び前記親弁が全開状態のときに、前記第 1 の傾斜面と前記第 2 の傾斜面とが当接され、

前記軸線方向において、前記子弁と前記親弁との間に設けられた圧縮コイルばねを備え、前記圧縮コイルばねは、前記軸線方向一方側の端が前記子弁と接続され、前記軸線方向他方側の端が前記親弁と接続される蒸気弁。

【請求項 4】

前記親弁は、前記弁座に当接される親弁本体と、前記親弁本体の内側に配置された筒状

50

のブッシュと、を有し、

前記第 2 の傾斜面は、前記ブッシュに形成されており、

前記圧縮コイルばねの前記軸線方向他方側の端は、前記ブッシュと接続されている請求項 3 記載の蒸気弁。

【請求項 5】

前記第 1 の傾斜面は、前記弁棒の周方向に対して連続して形成された 1 つのテーパ面であり、

前記第 2 の傾斜面は、前記親弁の周方向に対して連続して形成された 1 つのテーパ面である請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の蒸気弁。

【請求項 6】

前記子弁は、前記弁棒の先端に固定されている請求項 1 から 5 のうち、いずれか一項記載の蒸気弁。

【請求項 7】

前記軸線方向において、前記止め弁と対向配置され、前記親弁が当接される前記弁座の位置よりも外側の位置で前記弁座に当接可能な加減弁を有する請求項 1 から 6 のうち、いずれか一項記載の蒸気弁。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のうち、いずれか一項記載の蒸気弁と、

蒸気を生成するボイラと、

前記蒸気によって駆動される蒸気タービンと、

前記ボイラと前記蒸気タービンを接続し、前記蒸気タービンに前記蒸気を供給する蒸気供給配管と、

を備え、

前記蒸気弁は、前記蒸気供給配管に設けられている発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蒸気弁、及び発電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

発電システムは、蒸気タービンと、負荷変化に応じて蒸気量を調節したり、異常時に蒸気の供給を遮断したりするための蒸気弁と、を備える。

蒸気弁は、開口部を有する弁座と、弁座の開口部に対向して設けられた弁体を弁座に接離する方向に移動させる弁棒と、弁棒を摺動自在に支持する円筒状の支持部材と、を有する。このような構成とされた蒸気弁では、蒸気による弁体の回転やガタツキ等による摩耗を抑制することが重要となる。

【0003】

特許文献 1 には、弁体と弁棒の嵌合部において、弁体の平面（弁棒の軸線方向に対して平行な面）と弁棒の平面（弁棒の軸線方向に対して平行な面）とが面接触させた蒸気タービン用蒸気弁（主蒸気止め弁）が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2014 - 70513 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、蒸気弁を構成する止め弁には、弁棒と、弁棒の先端に配置された子弁と、子弁が開いた際に蒸気が流れる貫通孔が形成された親弁（特許文献 1 に開示された弁体に対応する構成）と、を備えたものがある。

10

20

30

40

50

このような蒸気弁では、アクチュエータとともに、親弁よりも先に子弁が開くことで、貫通孔に導かれる蒸気の力を利用して親弁を開く構成とされている。

【0006】

上記構成とされた蒸気弁では、止め弁の摩耗を抑制する観点から、子弁及び親弁が開いた状態において、弁棒に対して親弁が回転したり、ガタついたりしないように親弁を支持することが重要となる。

【0007】

しかしながら、特許文献1に開示された技術では、弁棒と弁体との嵌合部において、互いの平面が接触するように係合させた構成であるため、子弁及び親弁が全開の状態において、弁棒に対して親弁が回転したり、ガタついたりしないように親弁を支持することが困難であった。

10

つまり、特許文献1に開示された技術では、子弁及び親弁が全開状態において、止め弁の摩耗を抑制することが困難であった。

【0008】

そこで、本発明は、子弁及び親弁が全開状態において、止め弁の摩耗を抑制することの可能な蒸気弁、及び発電システム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】

【0013】

本発明の一態様に係る蒸気弁は、蒸気が流れる蒸気流路、及び前記蒸気流路の途中に設けられ、開口部を有する弁座を有する弁本体と、軸線が延びる軸線方向に延び、前記軸線方向に進退可能な弁棒、前記弁棒の先端部のうち、前記弁棒の先端に設けられた子弁、及び前記弁棒の先端部のうち、前記先端よりも前記弁棒の基端側に位置する部分が挿入される貫通部を含み、前記弁座に当接されることで前記蒸気流路を閉じ、前記子弁が開いた際に前記蒸気が流入する貫通孔が形成された親弁を有する止め弁と、を備え、前記親弁は、前記子弁の弁座として機能するとともに、前記弁棒に固定されておらず、前記軸線方向に進退可能な構成とされており、前記弁棒の前記先端部には、前記弁棒の先端側から基端側に向かうにつれて前記弁棒の外径を拡径させる第1の傾斜面が形成されており、前記親弁のうち、前記弁棒の基端側に位置する部分の内側には、前記第1の傾斜面と同じ傾斜角度で傾斜する第2の傾斜面が形成されており、前記子弁及び前記親弁が閉じた状態において、前記第1の傾斜面と前記第2の傾斜面とが離れ、前記子弁及び前記親弁が全開状態のときに、前記第1の傾斜面と前記第2の傾斜面とが当接され、前記第1の傾斜面は、前記軸線を挟んで配置された一对の第1の傾斜平面部を少なくとも1つ有し、前記第2の傾斜面は、前記子弁及び前記親弁が全開状態のときに、前記一对の第1の傾斜平面部に当接される一对の第2の傾斜平面部を有する。

20

30

【0014】

このように、軸線を挟んで配置された一对の第1の傾斜平面部を少なくとも1つ有するとともに、子弁及び親弁が全開状態のときに、一对の第1の傾斜平面部と第2の傾斜平面部とが当接される構成とすることで、弁棒に対する親弁の軸線方向における摺動が抑制可能になるとともに、弁棒に対して親弁が回転することを抑制可能となる。これにより、止め弁の摩耗をさらに抑制できる。

40

【0015】

本発明の一態様に係る蒸気弁は、蒸気が流れる蒸気流路、及び前記蒸気流路の途中に設けられ、開口部を有する弁座を有する弁本体と、軸線が延びる軸線方向に延び、前記軸線方向に進退可能な弁棒、前記弁棒の先端部のうち、前記弁棒の先端に設けられた子弁、及び前記弁棒の先端部のうち、前記先端よりも前記弁棒の基端側に位置する部分が挿入される貫通部を含み、前記弁座に当接されることで前記蒸気流路を閉じ、前記子弁が開いた際に前記蒸気が流入する貫通孔が形成された親弁を有する止め弁と、を備え、前記親弁は、前記子弁の弁座として機能するとともに、前記弁棒に固定されておらず、前記軸線方向に進退可能な構成とされており、前記弁棒の前記先端部には、前記弁棒の先端側から基端側に向かうにつれて前記弁棒の外径を拡径させる第1の傾斜面が形成されており、前

50

記親弁のうち、前記弁棒の基端側に位置する部分の内側には、前記第1の傾斜面と同じ傾斜角度で傾斜する第2の傾斜面が形成されており、前記子弁及び前記親弁が閉じた状態において、前記第1の傾斜面と前記第2の傾斜面とが離れ、前記子弁及び前記親弁が全開状態のときに、前記第1の傾斜面と前記第2の傾斜面とが当接され、前記親弁は、前記弁座に当接される親弁本体と、前記親弁本体の内側に配置された筒状のブッシュと、を有し、前記第2の傾斜面は、前記ブッシュに形成されている。

【0016】

このように、親弁本体の内側に配置された筒状のブッシュに第2の傾斜面を形成してもよい。

【0017】

本発明の一態様に係る蒸気弁は、蒸気が流れる蒸気流路、及び前記蒸気流路の途中に設けられ、開口部を有する弁座を有する弁本体と、軸線が延びる軸線方向に延び、前記軸線方向に進退可能な弁棒、前記弁棒の先端部のうち、前記弁棒の先端に設けられた子弁、及び前記弁棒の先端部のうち、前記先端よりも前記弁棒の基端側に位置する部分が挿入される貫通部を含み、前記弁座に当接されることで前記蒸気流路を閉じ、前記子弁が開いた際に前記蒸気が流入する貫通孔が形成された親弁を有する止め弁と、を備え、前記親弁は、前記子弁の弁座として機能するとともに、前記弁棒に固定されておらず、前記軸線方向に進退可能な構成とされており、前記弁棒の前記先端部には、前記弁棒の先端側から基端側に向かうにつれて前記弁棒の外径を拡径させる第1の傾斜面が形成されており、前記親弁のうち、前記弁棒の基端側に位置する部分の内側には、前記第1の傾斜面と同じ傾斜角度で傾斜する第2の傾斜面が形成されており、前記子弁及び前記親弁が閉じた状態において、前記第1の傾斜面と前記第2の傾斜面とが離れ、前記子弁及び前記親弁が全開状態のときに、前記第1の傾斜面と前記第2の傾斜面とが当接され、前記軸線方向において、前記子弁と前記親弁との間に設けられた圧縮コイルばねを備え、前記圧縮コイルばねは、前記軸線方向一方側の端が前記子弁と接続され、前記軸線方向他方側の端が前記親弁と接続される。また、上記本発明の一態様に係る蒸気弁において、前記軸線方向において、前記子弁と前記親弁との間に設けられた圧縮コイルばねを備え、前記圧縮コイルばねは、前記軸線方向一方側の端が前記子弁と接続され、前記軸線方向他方側の端が前記親弁と接続されていてもよい。

【0018】

このような構成とされた圧縮コイルばねを有することで、子弁から親弁が離れる方向（子弁から親弁に向かう方向）に力を加え続けることが可能となる。

これにより、子弁及び親弁が全開のときに、弁棒の軸線と開口部の軸線とを一致させた状態で、第1の傾斜面と第2の傾斜面とをしっかりと当接させることが可能となるので、止め弁の摩耗抑制効果を高めることができる。

【0019】

また、上記本発明の一態様に係る蒸気弁において、前記親弁は、前記弁座に当接される親弁本体と、前記親弁本体の内側に配置された筒状のブッシュと、を有し、前記第2の傾斜面は、前記ブッシュに形成されており、前記圧縮コイルばねの前記軸線方向他方側の端は、前記ブッシュと接続されていてもよい。

【0020】

このように、子弁とブッシュとの間に、圧縮コイルばねを配置させ、圧縮コイルばねの軸線方向他方側の端をブッシュと接続させてもよい。

【0021】

また、上記本発明の一態様に係る蒸気弁において、前記子弁は、前記弁棒の前記第1の部分に固定されていてもよい。

【0022】

このように、弁棒の第1の部分に子弁を固定することで、弁棒に対して子弁がガタついたり、回転したりすることを抑制可能となる。これにより、子弁と弁棒との間における摩耗（止め弁の摩耗）を抑制することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

また、上記本発明の一態様に係る蒸気弁において、前記軸線方向において、前記止め弁と対向配置され、前記親弁が当接される前記弁座の位置よりも外側の位置で前記弁座に当接可能な加減弁を有してもよい。

【 0 0 2 4 】

このように、加減弁が止め弁の外側に配置された蒸気弁に、上述した止め弁を適用してもよい。

【 0 0 2 5 】

上記課題を解決するため、本発明の一態様に係る発電システムは、蒸気弁と、蒸気を生成するボイラと、前記蒸気によって駆動される蒸気タービンと、前記ボイラと前記蒸気タービンを接続し、前記蒸気タービンに前記蒸気を供給する蒸気供給配管と、を備え、前記蒸気弁は、前記蒸気供給配管に設けられている。

10

【 0 0 2 6 】

本発明によれば、発電システムが止め弁の摩耗を抑制可能な蒸気弁を備えることで、蒸気弁のメンテナンス頻度を低減することが可能となるため、発電システムの可動効率を向上させることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 7 】

本発明によれば、子弁及び親弁が全開時において、止め弁の摩耗を抑制できる。

【 図面の簡単な説明 】

20

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態に係る発電システムの概略構成を示す系統図である。

【 図 2 】 図 1 に示す蒸気弁を拡大した断面図であり、子弁、親弁、及び加減弁が全閉とされた状態を模式的に示す図である。

【 図 3 】 図 2 に示す蒸気弁のうち、領域 A で囲まれた部分（但し、加減弁を除く）を拡大した断面図である。

【 図 4 】 図 3 に示す蒸気弁を構成する子弁及び親弁が全開になった状態を模式的に示す図である。

【 図 5 】 図 3 に示す弁棒の先端部を拡大した断面図である。

【 図 6 】 図 5 に示す弁棒を B₁ - B₂ 線で切断した際の断面図である。

30

【 図 7 】 図 3 に示すプッシュを C 視した図である。

【 図 8 】 本発明の第 2 の実施形態に係る蒸気弁の主要部の断面図であり、子弁、親弁、及び加減弁が全閉とされた状態を模式的に示す図である。

【 図 9 】 図 8 に示す蒸気弁を構成する子弁及び親弁が全開になった状態を模式的に示す図である。

【 図 1 0 】 図 8 に示す弁棒を D₁ - D₂ 線で切断した際の断面図である。

【 図 1 1 】 図 8 に示すプッシュを E 視した図である。

【 図 1 2 】 本発明の第 3 の実施形態に係る蒸気弁の主要部の断面図であり、子弁、親弁、及び加減弁が全閉とされた状態を模式的に示す図である。

【 図 1 3 】 図 1 2 に示す蒸気弁を構成する子弁及び親弁が全開になった状態を模式的に示す図である。

40

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 9 】

以下、図面を参照して本発明を適用した実施形態について詳細に説明する。

【 0 0 3 0 】

（第 1 の実施形態）

図 1 を参照して、本発明の第 1 の実施形態に係る蒸気弁 1 4 が適用された発電システム 1 について説明する。

発電システム 1 は、蒸気タービン 1 0 と、ボイラ 1 1 と、第 1 の蒸気供給配管 1 2（蒸気供給配管）と、加減弁 4 3 及び止め弁 4 5 を含む蒸気弁 1 4 と、第 2 の蒸気供給配管 1

50

6と、再熱器18と、止め弁21と、加減弁22と、第3の蒸気供給配管25と、発電機26と、を有する。

【0031】

蒸気タービン10は、高圧蒸気タービン31と、中圧蒸気タービン32と、低圧蒸気タービン33と、を有する。中圧蒸気タービン32は、高圧蒸気タービン31と低圧蒸気タービン33との間に配置されている。

【0032】

高圧蒸気タービン31、中圧蒸気タービン32、及び低圧蒸気タービン33は、一方向に延びる回転軸35を有する。回転軸35は、回転軸本体と、複数の動翼(図示せず)と、が形成されている。

高圧蒸気タービン31、中圧蒸気タービン32、及び低圧蒸気タービン33に供給された蒸気により、回転軸35が回転させられることで発電される。

【0033】

ボイラ11は、第1の蒸気供給配管12の一端と接続されている。ボイラ11は、高圧の蒸気(以下、「高圧蒸気」という)を生成する。ボイラ11で生成された高圧蒸気は、第1の蒸気供給配管12内に供給される。

【0034】

第1の蒸気供給配管12は、他端が高圧蒸気タービン31の入口と接続されている。第1の蒸気供給配管12は、ボイラ11が生成した高圧蒸気を高圧蒸気タービン31に導くための配管である。

【0035】

次に、図2～図7を参照して、蒸気弁14について説明する。図2において、Aは領域(以下、「領域A」という)、 O_1 は止め弁45を構成する弁棒61の軸線(以下、「軸線 O_1 」という)、 O_2 は加減弁43を構成する弁棒55の軸線(以下、「軸線 O_2 」という)、Zは軸線 O_1 、 O_2 が延びる方向(以下、「軸線方向Z」という)をそれぞれ示している。

図3において、 θ_1 は軸線 O_1 に対する第1の傾斜面61bの傾斜角度(以下、「傾斜角度 θ_1 」という)、 θ_2 は軸線 O_1 に対する第2の傾斜面76dの傾斜角度(以下、「傾斜角度 θ_2 」という)をそれぞれ示している。

図1～図7において、同一構成部分には、同一符号を付す。

【0036】

蒸気弁14は、第1の蒸気供給配管12に設けられている。蒸気弁14は、弁本体41と、加減弁43と、止め弁45と、アクチュエータ46A、46Bと、を有する。

【0037】

弁本体41は、流路区画部47と、弁座48と、を有する。

流路区画部47は、蒸气流路52を区画するとともに、加減弁43の一部(先端側)、及び止め弁45の一部(先端側)を収容している。

蒸气流路52は、入口52Aと、出口52Bと、を有する。蒸气流路52の入口52Aは、第1の蒸気供給配管12の一方側を介して、ボイラ11と接続されている。蒸气流路52の入口52Aには、ボイラ11で生成された高圧蒸気が導入される。

【0038】

蒸气流路52の出口52Bは、第1の蒸気供給配管12の他方側を介して、高圧蒸気タービン31と接続されている。

止め弁45が開いた状態において、高圧蒸気タービン31には、加減弁43により流量が調節された高圧蒸気が供給される。

【0039】

流路区画部47は、第1のガイド部材47Aと、第2のガイド部材47Bと、を含む。

第1のガイド部材47Aは、加減弁43を構成する弁棒55のうち、蒸气流路52に露出されていない部分の外周面を覆うように設けられている。第1のガイド部材47Aは、弁棒55を軸線方向Zに案内するガイドとして機能する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

第2のガイド部材47Bは、止め弁45を構成する棒状部61Bの外周面を覆うように設けられている。第2のガイド部材47Bは、弁棒61を軸線方向Zに案内するガイドとして機能する。

【 0 0 4 1 】

弁座48は、蒸気流路52の途中に位置する流路区画部47に設けられている。弁座48の形状は、軸線O₁を中心とするリング形状とされている。弁座48の軸線は、軸線O₁と一致している。

弁座48は、蒸気流路52に露出された弁座面48aを有する。弁座面48aは、湾曲した面である。弁座面48aには、止め弁45を構成する親弁64、及び加減弁43を構成する加減弁本体56の先端56Aが当接される。

10

【 0 0 4 2 】

加減弁43は、蒸気の流れ方向において、止め弁45が配置された位置よりも上流側に配置されている。加減弁43は、弁棒55と、加減弁本体56と、を有する。

弁棒55は、軸線方向Zに延びており、先端側が蒸気流路52に配置されている。弁棒55の軸線O₁は、止め弁45の弁棒55の軸線O₂と一致している。弁棒55は、軸線方向Zに移動可能な構成とされている。

【 0 0 4 3 】

加減弁本体56は、弁棒55の先端部に設けられている。加減弁本体56のうち、弁座48側に位置する部分は、筒状とされている。加減弁本体56は、弁座48の弁座面48aに当接される先端56Aを有する。

20

上記構成とされた加減弁43は、蒸気タービン10の負荷に応じて、高圧蒸気タービン31に供給する高圧蒸気の流量を制御する。

【 0 0 4 4 】

止め弁45は、加減弁43の内側に配置されている。止め弁45は、弁棒61と、子弁62と、親弁64と、を有する。

【 0 0 4 5 】

弁棒61は、軸線方向Zに延びており、先端部61Aと、棒状部61Bと、を有する。先端部61A及び棒状部61Bの先端側は、蒸気流路52に配置されている。

先端部61Aは、先端面61aを含む第1の弁棒部61Aaと、第2の弁棒部61Abと、第3の弁棒部61Acと、を有する。

30

【 0 0 4 6 】

第1の弁棒部61Aaは、円柱形状とされており、第2の部分よりも外径が小さくなるように構成されている。第1の弁棒部61Aaは、軸線方向Zにおいて外径が一定の大きさとされている。

【 0 0 4 7 】

第2の弁棒部61Abは、軸線方向Zにおいて第1の弁棒部61Aaと第3の弁棒部61Acとの間に配置されている。第2の弁棒部61Abは、第1及び第3の弁棒部61Aa、61Acと一体に構成されている。

第2の弁棒部61Abの外形は、円柱形状とされている。第2の弁棒部61Abの外径は、軸線方向Zにおいて一定の大きさとされている。

40

【 0 0 4 8 】

第3の弁棒部61Acは、軸線方向Zにおいて第2の弁棒部61Abと棒状部61Bとの間に配置されている。第3の弁棒部61Acは、第2の弁棒部61Ab及び棒状部61Bと一体に構成されている。

【 0 0 4 9 】

第3の弁棒部61Acの外形は、円錐台形状とされている。第3の弁棒部61Acは、弁棒61の先端側から基端側に向かうにつれて、第3の弁棒部61Acの外径を拡径させる第1の傾斜面61bを有する。

第1の傾斜面61bは、弁棒61の周方向に対して連続して形成された1つのテーパ面

50

65である。第1の傾斜面61bは、軸線O₁に対する角度が傾斜角度 θ_1 となるように傾斜している。

【0050】

棒状部61Bは、軸線方向Zに延びており、基端部を含む。棒状部61Bの基端側は、アクチュエータ46Bと接続されている。

上記構成とされた弁棒61は、軸線方向Zに進退可能な構成とされている。

【0051】

子弁62は、凹部62Aと、当接部62Bと、を有する。

凹部62Aは、第1の弁棒部61Aaを嵌合可能な形状とされている。子弁62は、凹部62Aと第1の弁棒部61Aaとを嵌合させることで、弁棒61の第1の弁棒部61Aa(弁棒61の先端)に固定されている。

10

【0052】

このように、弁棒61の第1の弁棒部61Aaを子弁62に形成された凹部62Aに嵌合させることで、弁棒61に子弁62が固定されるため、弁棒61に対して子弁62がガタついたり、回転したりすることを抑制可能となる。これにより、子弁62と弁棒61との間における摩耗(止め弁45の摩耗)を抑制することができる。

【0053】

当接部62Bは、子弁62の外周部を構成している。当接部62Bは、斜め下方に延びている。当接部62Bは、リング状とされている。

子弁62が閉じた状態(図2及び図3に示す状態)において、当接部62Bは、親弁64を構成する親弁本体71の弁座面71aのうち、貫通孔71Bの外側に位置する面に当接される。

20

この状態では、高圧蒸気が流れる蒸气流路52から貫通孔71Bの入口71Baが隔離された状態となるため、貫通孔71Bには、高圧蒸気が流れない。

【0054】

一方、図4に示すように、子弁62が開いた状態(子弁62の当接部62Bが弁座面71aから離れた状態)では、子弁62と親弁64との間に隙間が形成されるため、貫通孔71Bの入口71Baに高圧蒸気が流入する。貫通孔71Bの入口71Baに流入した高圧蒸気は、貫通孔71Bの出口71Bbから蒸气流路52に導出される。

【0055】

親弁64は、弁棒61に挿入された状態で、子弁62と棒状部61Bとの間に配置されている。親弁64は、親弁本体71と、ブッシュ72と、を有する。

30

親弁本体71は、縦断面視した状態においてV字形状とされている。親弁本体71は、貫通部71Aと、弁座面71aと、当接面71bと、内周面71cと、複数の貫通孔71Bと、を有する。

【0056】

貫通部71Aは、親弁本体71の中央部を軸線方向Zに貫通するように形成されている。貫通部71Aは、円柱状の穴であり、内周面71cにより区画されている。

貫通部71Aには、第2の弁棒部61Ab及びブッシュ72が配置されている。貫通部71Aの内径は、第2の弁棒部61Ab及びブッシュ72が配置可能な大きさとされている。

40

【0057】

弁座面71aは、子弁62側(弁棒61の先端側)に配置された曲面である。弁座面71aのうち、複数の貫通孔71Bの入口71Baよりも外側に位置する面には、子弁62の当接部62Bが当接される。

【0058】

当接面71bは、弁棒61の基端側に配置された曲面である。親弁64が全閉された状態において、当接面71bの外周部は、弁座48の弁座面48aに当接される。この状態では、弁座48の下流側には高圧蒸気が流れない。

親弁64が開状態では、当接面71bと弁座面48aとが離間して、当接面71bと弁

50

座面 48a との間に隙間が形成されるため、弁座 48 の下流側に高圧蒸気が流れる。

【0059】

複数の貫通孔 71B は、弁座面 71a から当接面 71b に到達するように、親弁本体 71 を貫通して形成されている。複数の貫通孔 71B は、親弁本体 71 の周方向に配置されている。

貫通孔 71B は、入口 71Ba と、出口 71Bb と、を有する。入口 71Ba は、当接部 62B と弁座面 71a との当接位置よりも内側に位置する弁座面 71a に形成されている。子弁 62 が開いて、子弁 62 と親弁 64 との間に隙間が形成されると、入口 71Ba を介して、貫通孔 71B に高圧蒸気が流入する。

【0060】

出口 71Bb は、入口 71Ba の形成位置より軸線 O₁ の径方向外側に位置する当接面 71b に形成されている。出口 71Bb は、弁座 48 の下流側に位置する蒸気流路 52 と連通している。

上記構成とされた貫通孔 71B は、入口 71Ba から出口 71Bb に向かう方向に傾斜している。

【0061】

ブッシュ 72 は、第 1 のブッシュ部 75 と、第 2 のブッシュ部 76 と、を有する。

第 1 のブッシュ部 75 は、親弁本体 71 の内側に配置されている。第 1 のブッシュ部 75 は、第 2 の弁棒部 61Ab の外周面を囲む筒状とされている。第 1 のブッシュ部 75 の内周面 75a は、第 1 のブッシュ部 75 が軸線方向 Z に移動可能な状態で、第 2 の弁棒部 61Ab の外周面と接触している。

第 1 のブッシュ部 75 は、軸線 O の径方向において、親弁本体 71 から離れた状態で、親弁本体 71 と対向している。これにより、第 1 のブッシュ部 75 と親弁本体 71 との間には、リング状の空間 78 が形成されている。

【0062】

第 2 のブッシュ部 76 は、親弁本体 71 の内側に配置されている。第 2 のブッシュ部 76 は、第 1 のブッシュ部 75 よりも第 3 の弁棒部 61Ac 側に位置する第 2 の弁棒部 61Ab の外周面を囲む筒状とされている。

第 2 のブッシュ部 76 は、第 1 のブッシュ部 75 の端のうち、第 1 の傾斜面 61b 側に位置する端に設けられている。第 2 のブッシュ部 76 は、第 1 のブッシュ部 75 と一体に構成されている。

【0063】

第 2 のブッシュ部 76 は、内周面 76a と、外周面 76b と、端面 76c, 76e と、第 2 の傾斜面 76d と、を有する。

内周面 76a は、第 2 のブッシュ部 76 が軸線方向 Z に移動可能な状態で、第 2 の弁棒部 61Ab の外周面と接触している。

第 2 のブッシュ部 76 は、外周面 76b と親弁本体 71 の内周面 76a とが接触した状態で、親弁本体 71 に固定されている。軸線方向 Z における外周面 76b の長さは、内周面 76a の長さよりも短い。

【0064】

端面 76c は、第 3 の弁棒部 61Ac 側に配置されている。端面 76c は、軸線方向 Z に対して直交する面である。端面 76c は、外周面 76b と接続されている。

【0065】

第 2 の傾斜面 76d は、内周面 76a と端面 76c とを接続するように、弁棒 61 側に配置されている。第 2 の傾斜面 76d は、第 1 のブッシュ部 75 から第 3 の弁棒部 61Ac に向かうにつれて、第 2 のブッシュ部 76 の径方向の厚さが薄くなるように傾斜している。第 2 の傾斜面 76d は、第 2 のブッシュ部 76 のうち、弁棒 61 の基端側に位置する部分の内側に形成されている。

【0066】

第 2 の傾斜面 76d は、親弁 64 の周方向に対して連続して形成された 1 つのテーパ面

10

20

30

40

50

80である。第2の傾斜面76dは、第1の傾斜面61bと同じ方向に傾斜している。

軸線O₁に対する第2の傾斜面76dの傾斜角度 α_2 は、第1の傾斜面61bの傾斜角度 α_1 と等しくなるように構成されている。

【0067】

子弁62及び親弁64が閉じた状態において、第2の傾斜面76dは、第1の傾斜面61bから離れた位置にある。一方、子弁62及び親弁64が全開状態のときには、弁棒61が加減弁43側に移動することで、第2の傾斜面76dと第1の傾斜面61bとが当接され、親弁64が第1の傾斜面61bにより支持される。

【0068】

端面76eは、第1のブッシュ部75側に配置されている。端面76eは、軸線O₁に対して直交する面である。端面76eは、外周面76bと接続されている

10

端面76eは、空間78に露出された面である。端面76eは、軸線方向Zにおいて、空間78を介して子弁62と対向している。

【0069】

第2の蒸気供給配管16は、一端が高圧蒸気タービン31の出口と接続されており、他端が中圧蒸気タービン32の入口と接続されている。第2の蒸気供給配管16には、高圧蒸気タービン31内で使用された蒸気が導出される。

第2の蒸気供給配管16は、高圧蒸気タービン31内で使用された蒸気を中圧蒸気タービン32に供給するための配管である。

【0070】

20

再熱器18は、第2の蒸気供給配管16に設けられている。再熱器18は、高圧蒸気タービン31から排出された蒸気を加熱することで、中圧の蒸気（以下、「中圧蒸気」という）を生成する。生成された中圧蒸気は、再熱器18の下流側に供給される。

【0071】

止め弁21は、第2の蒸気供給配管16のうち、再熱器18の下流側に位置する部分に設けられている。止め弁21は、先に説明した止め弁45と同様な機能を有する。

加減弁22は、第2の蒸気供給配管16のうち、止め弁21の下流側に位置する部分に設けられている。加減弁22は、先に説明した加減弁43と同様な機能を有する。

【0072】

第3の蒸気供給配管25は、一端が中圧蒸気タービン32の出口と接続されており、他端が低圧蒸気タービン33の入口と接続されている。第3の蒸気供給配管25には、中圧蒸気タービン32内で使用されることで低圧とされた蒸気（以下、「低圧蒸気」という）が導出される。

30

第3の蒸気供給配管25に導出された低圧蒸気は、低圧蒸気タービン33内に供給される。

【0073】

発電機26は、回転軸35の一方の端部と接続されている。発電機26は、回転軸35を介して伝えられる蒸気タービン10の回転駆動力により駆動される。

【0074】

第1の実施形態の蒸気弁14によれば、第2の弁棒部61Abの外周面に形成され、弁棒61の先端側から基端側に向かうにつれて弁棒61の外径を拡径させる第1の傾斜面61bであるテーパ面65と、弁棒61の基端側に位置する親弁64の内側に形成され、第1の傾斜面61bの傾斜角度 α_1 と同じ大きさとされた傾斜角度 α_2 で傾斜する第2の傾斜面76dであるテーパ面80と、を有するとともに、子弁62及び親弁64が閉じた状態において、テーパ面65とテーパ面80とが離れ、子弁62及び親弁64が全開状態のときに、テーパ面65とテーパ面80とが当接される構成とすることで、子弁及び親弁が全開のときに、弁棒61の軸線O₁と貫通部71Aの軸線とを一致させた状態で、テーパ面65により親弁64を支持することが可能となる。

40

これにより、弁棒61に対する親弁64の軸線方向Zにおける摺動を抑制することが可能となるので、止め弁45の摩耗を抑制することができる。

50

【 0 0 7 5 】

また、第 1 の実施形態の発電システム 1 によれば、止め弁 4 5 の摩耗を抑制可能な蒸気弁 1 4 を備えることで、蒸気弁 1 4 のメンテナンス頻度を低減することが可能となるため、発電システム 1 の可動効率を向上させることができる。

【 0 0 7 6 】

(第 2 の実施形態)

図 8 ~ 図 1 1 を参照して、本発明の第 2 の実施形態に係る蒸気弁 8 5 について説明する。

図 1 0 において、X 方向は Z 方向に対して直交するとともに、2 つの第 1 の傾斜平面部 9 3 が配置される方向を示しており、Y 方向は X 方向及び Z 方向に対して直交するとともに、残りの 2 つの第 1 の傾斜平面部 9 3 が配置される方向を示している。また、図 1 0 に示す F₁ - F₂ 線の断面位置は、図 8 に示す断面に対応している。

10

図 1 1 において、X 方向は Z 方向に対して直交するとともに、2 つの第 2 の傾斜平面部 9 4 が配置される方向を示しており、Y 方向は X 方向及び Z 方向に対して直交するとともに、残りの 2 つの第 2 の傾斜平面部 9 4 が配置される方向を示している。

図 8 において、図 2 ~ 図 4 に示す構造体と同一構成部分には、同一符号を付す。図 8 ~ 図 1 1 において、同一構成部分には、同一符号を付す。

【 0 0 7 7 】

蒸気弁 8 5 は、第 1 の実施形態の蒸気弁 1 4 を構成する止め弁 4 5 に替えて、止め弁 8 6 を有すること以外は、蒸気弁 8 5 と同様に構成されている。

【 0 0 7 8 】

止め弁 8 6 は、第 1 の実施形態で説明した止め弁 4 5 を構成する弁棒 6 1 及び親弁 6 4 に替えて、弁棒 8 8 及び親弁 8 9 を有すること以外は、止め弁 4 5 と同様に構成されている。

20

【 0 0 7 9 】

弁棒 8 8 は、第 1 の実施形態で説明した弁棒 6 1 を構成する第 1 の傾斜面 6 1 b (テーパー面 6 5) に替えて、二対の第 1 の傾斜平面部 9 3 を含む第 1 の傾斜面 8 8 a、及び 4 つの曲面 8 8 b を有すること以外は、弁棒 6 1 と同様に構成されている。

【 0 0 8 0 】

二対の第 1 の傾斜平面部 9 3 は、合計で 4 つの第 1 の傾斜平面部 9 3 で構成されている。

4 つの第 1 の傾斜平面部 9 3 は、第 3 の弁棒部 6 1 A c の外周部に形成されている。

4 つの第 1 の傾斜平面部 9 3 のうち、2 つの第 1 の傾斜平面部 9 3 は、X 方向に配置されており、残りの 2 つの第 1 の傾斜平面部 9 3 は、Y 方向に配置されている。

30

弁棒 8 8 の周方向において、互いに隣り合う第 1 の傾斜平面部 9 3 の間には、曲面 8 8 b が配置されている。

【 0 0 8 1 】

4 つの第 1 の傾斜平面部 9 3 は、弁棒 8 8 の先端側から基端側に向かうにつれて、第 3 の弁棒部 6 1 A c の外径を拡径させる方向に傾斜している。

軸線 O₁ に対する第 1 の傾斜平面部 9 3 の傾斜角度 θ_3 は、例えば、先に説明した傾斜角度 θ_1 と同じ大きさにすることが可能である。

【 0 0 8 2 】

親弁 8 9 は、第 1 の実施形態で説明した親弁 6 4 を構成するプッシュ 7 2 に替えてプッシュ 9 1 を有すること以外は、親弁 6 4 と同様に構成されている。

40

プッシュ 9 1 は、プッシュ 7 2 に形成された第 2 の傾斜面 7 6 d (テーパー面 6 5) に替えて、4 つの第 2 の傾斜平面部 9 4 を含む第 2 の傾斜面 9 1 a を有すること以外は、プッシュ 7 2 と同様に構成されている。

【 0 0 8 3 】

4 つの第 2 の傾斜平面部 9 4 は、4 つの第 2 の傾斜平面部 9 4 のうち、2 つの第 2 の傾斜平面部 9 4 は、軸線 O₁ を挟んで X 方向に配置されており、残りの 2 つの第 2 の傾斜平面部 9 4 は、軸線 O₁ を挟んで Y 方向に配置されている。

各第 2 の傾斜平面部 9 4 は、軸線 O₁ 方向に配置された 1 つの第 1 の傾斜平面部 9 3 と

50

対向している。

4つの第2の傾斜平面部94は、軸線O₁に対する傾斜角度 θ_4 が傾斜角度 θ_3 と等しくなるように傾斜している。

弁棒88の周方向において、互いに隣り合う第1の傾斜平面部93の間には、曲面88bが配置されている。

【0084】

子弁62及び親弁89が閉じた状態(図7に示す状態)において、第2の傾斜平面部94は、第1の傾斜平面部93から離れた位置にある。

一方、子弁62及び親弁89が全開状態(図8に示す状態)のときには、弁棒88が加減弁側に移動することで、第2の傾斜平面部94と第1の傾斜平面部93とが当接され、親弁89が第1の傾斜平面部93により支持される。

10

【0085】

第2の実施形態の蒸気弁85によれば、弁棒88に形成され、軸線O₁を挟んでX方向及びY方向に形成された4つの第1の傾斜平面部93と、プッシュ91に形成され、軸線O₁を挟んでX方向及びY方向に形成された4つの第2の傾斜平面部94と、を有するとともに、子弁62及び親弁64が全開状態のときに、第1の傾斜平面部と第2の傾斜平面部とが当接される構成とすることにより、弁棒88に対する親弁89の軸線方向Zにおける摺動が抑制可能になるとともに、弁棒88に対して親弁89が回転することを抑制可能となる。これにより、止め弁86の摩耗をさらに抑制することができる。

【0086】

20

なお、第2の実施形態では、一例として、二対の第1及び第2の傾斜平面部93, 94を形成した場合を例に挙げて説明したが、第1及び第2の傾斜平面部93, 94は、それぞれ一対以上設けられていればよく、二対に限定されない。

【0087】

(第3の実施形態)

図12~図13を参照して、本発明の第3の実施形態に係る蒸気弁100について説明する。図12において、図2~図4に示す構造体と同一構成部分には、同一符号を付す。また、図13において、図12に示す構造体と同一構成部分には、同一符号を付す。

【0088】

蒸気弁100は、第1の実施形態の蒸気弁14を構成する止め弁45に替えて、止め弁101を有すること以外は、止め弁45と同様に構成されている。

30

【0089】

止め弁101は、止め弁45の構成に、さらに圧縮コイルばね103を有すること以外は、止め弁45と同様に構成されている。

【0090】

圧縮コイルばね103は、子弁62と第2のプッシュ部76との間に配置されている。圧縮コイルばね103は、軸線方向Z一方側の端が子弁62に固定されており、軸線方向Z他方側の端が第2のプッシュ部76の端面76eに固定されている。圧縮コイルばね103の一部は、リング状の空間78に配置されている。

上記構成とされた圧縮コイルばね103は、子弁62から親弁64が離れる方向(子弁62から親弁64に向かう方向)に力を加え続けるためのばねである。

40

【0091】

第3の実施形態の蒸気弁100によれば、子弁62から親弁64が離れる方向(子弁62から親弁64に向かう方向)に力を加え続ける圧縮コイルばね103を有することで、子弁62及び親弁64が全開のときに、弁棒61の軸線O₁と貫通部71Aの軸線とを一致させた状態で、第1の傾斜面61b(テーパ面65)と第2の傾斜面76d(テーパ面80)とをしっかりと当接させることが可能となるので、止め弁101の摩耗抑制効果をさらに高めることができる。

【0092】

なお、第3の実施形態で説明した圧縮コイルばね103は、第2の実施形態で説明した

50

蒸気弁 85 に適用してもよい。この場合、第 3 の実施形態の蒸気弁 100 と同様な効果を得ることができる。

【0093】

以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明はかかる特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲内に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【符号の説明】

【0094】

1 ... 発電システム	
10 ... 蒸気タービン	10
11 ... ボイラ	
12 ... 第 1 の蒸気供給配管	
14, 85, 100 ... 蒸気弁	
16 ... 第 2 の蒸気供給配管	
18 ... 再熱器	
21, 45, 86, 101 ... 止め弁	
22, 43 ... 加減弁	
25 ... 第 3 の蒸気供給配管	
26 ... 発電機	
31 ... 高圧蒸気タービン	20
32 ... 中圧蒸気タービン	
33 ... 低圧蒸気タービン	
35 ... 回転軸	
41 ... 弁本体	
46A, 46B ... アクチュエータ	
47 ... 流路区画部	
47A ... 第 1 のガイド部材	
47B ... 第 2 のガイド部材	
48 ... 弁座	
48a, 71a ... 弁座面	30
52 ... 蒸気流路	
52A, 71Ba ... 入口	
52B, 71Bb ... 出口	
55, 61, 88 ... 弁棒	
56 ... 加減弁本体	
56A ... 先端	
61a ... 先端面	
61A ... 先端部	
61Aa ... 第 1 の弁棒部	
61Ab ... 第 2 の弁棒部	40
61Ac ... 第 3 の弁棒部	
61b, 88a ... 第 1 の傾斜面	
61B ... 棒状部	
62 ... 子弁	
62A ... 凹部	
62B ... 当接部	
64, 89 ... 親弁	
65, 80 ... テーパー面	
71 ... 親弁本体	
71A ... 貫通部	50

- 7 1 b ... 当接面
- 7 1 B ... 貫通孔
- 7 1 c , 7 5 a , 7 6 a ... 内周面
- 7 2 , 9 1 ... ブッシュ
- 7 5 ... 第 1 の ブッシュ部
- 7 6 ... 第 2 の ブッシュ部
- 7 6 a ... 内周面
- 7 6 b ... 外周面
- 7 6 c , 7 6 e ... 端面
- 7 6 d , 9 1 a ... 第 2 の 傾 斜 面
- 7 8 ... 空間
- 8 8 b , 9 1 b ... 曲面
- 9 3 ... 第 1 の 傾 斜 平 面 部
- 9 4 ... 第 2 の 傾 斜 平 面 部
- 1 0 3 ... 圧 縮 コ イ ル ば ね
- A ... 領域
- 1 ~ 4 ... 傾 斜 角 度
- O 1 , O 2 ... 軸 線
- Z ... 軸 線 方 向

10

【 図 面 】

20

【 図 1 】

【 図 2 】

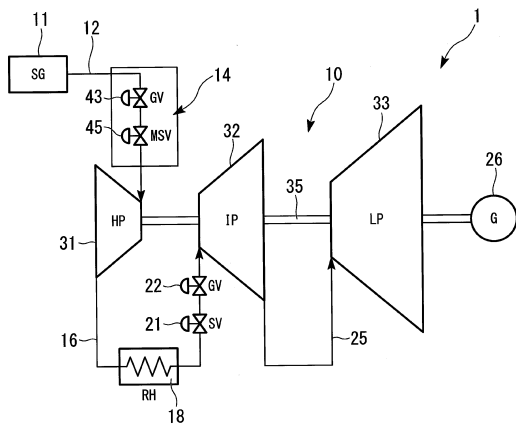


図1

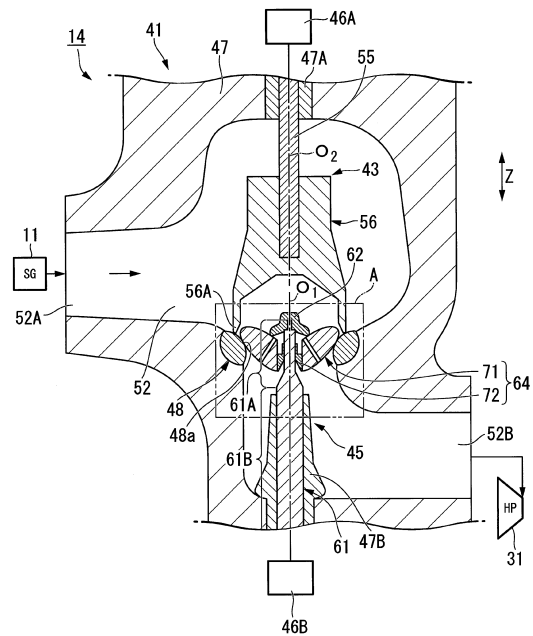


図2

30

40

【 図 7 】

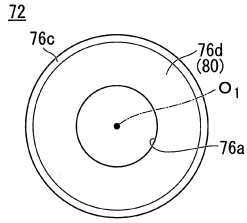


図 7

【 図 8 】

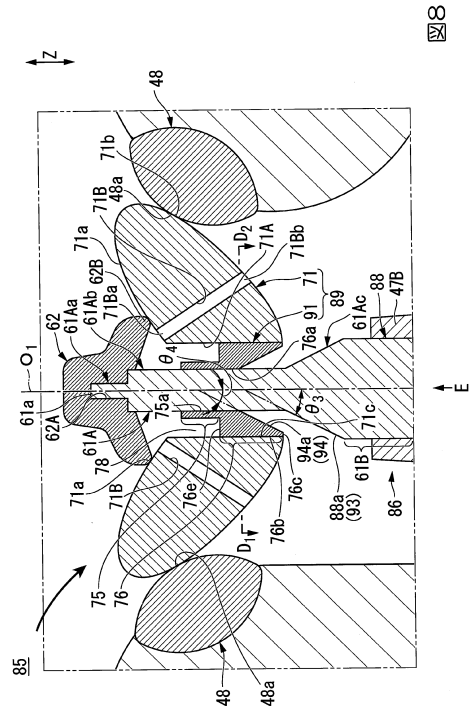


図 8

10

20

【 図 9 】

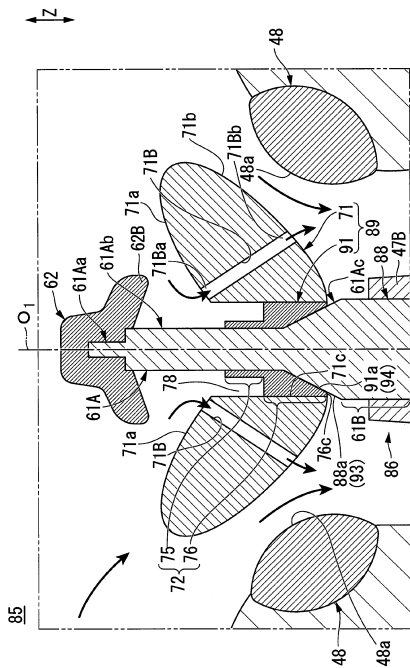


図 9

【 図 10 】

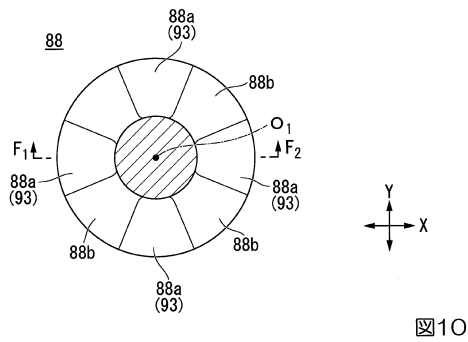


図 10

30

40

50

【 図 1 1 】

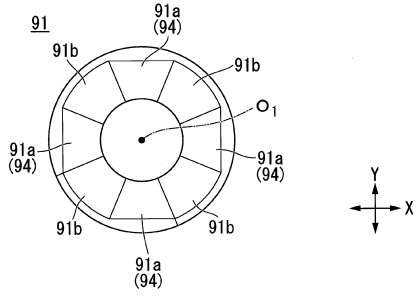


図 11

【 図 1 2 】

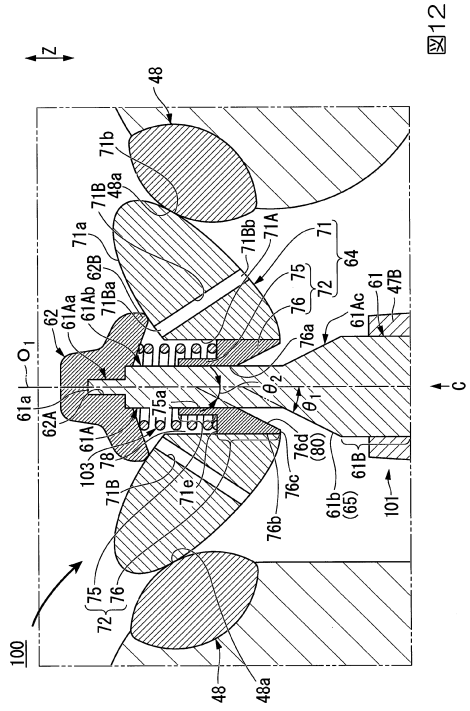


図 12

10

20

【 図 1 3 】

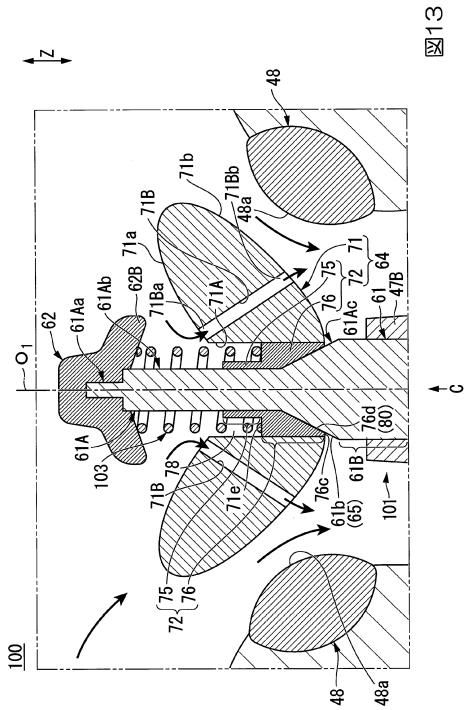


図 13

30

40

50

フロントページの続き

- 重工業株式会社内
(72)発明者 鶴田 恵
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 鈴木 文之
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 畑 斉樹
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- 審査官 高吉 統久
- (56)参考文献 実開昭60-195906(JP,U)
特開2016-056748(JP,A)
特開2015-081568(JP,A)
特開昭54-111127(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0015387(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F01D 17/10
F01D 25/00
F16K 1/44