(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7401366号
(P7401366)

(45)発行日　令和5年12月19日(2023.12.19)

(24)登録日　令和5年12月11日(2023.12.11)

(51)国際特許分類		FI		
F23R 3/60 (2006.01)		F23R	3/60	
F01D 25/00 (2006.01)		F01D	25/00	X
F02C 7/20 (2006.01)		F02C	7/20	B

請求項の数　16　（全29頁）

(21)出願番号　特願2020-50936(P2020-50936)
(22)出願日　令和2年3月23日(2020.3.23)
(65)公開番号　特開2021-148386(P2021-148386A)
(43)公開日　令和3年9月27日(2021.9.27)
審査請求日　令和4年12月6日(2022.12.6)

(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
(74)代理人　100149548
弁理士　松沼 泰史
(74)代理人　100162868
弁理士　伊藤 英輔
(74)代理人　100161702
弁理士　橋本 宏之
(74)代理人　100189348
弁理士　古都 智
(74)代理人　100196689
弁理士　鎌田 康一郎
(72)発明者　樋口 覚
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　燃焼器部品の取付方法、燃焼器部品セット、吊り治具、及び吊り治具セット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

燃焼器軸線に対して放射方向に広がり、ガスタービンケーシングに取り付けられる取付フランジと、燃料を噴射するノズルとを有し、前記ノズルが前記取付フランジに対して前記燃焼器軸線が延びる燃焼器軸線方向における基端側と先端側のうち前記先端側に配置されている燃焼器部品を、前記ガスタービンケーシングに取り付ける燃焼器部品の取付方法において、

前記燃焼器部品を紐材で吊るすための少なくとも一つの吊り治具を準備する準備工程と、

前記吊り治具を前記燃焼器部品の前記取付フランジに取り付ける治具取付工程と、

前記燃焼器部品に取り付けられた前記吊り治具に紐材を掛けて、前記吊り治具と共に前記燃焼器部品を紐材で吊る部品吊り工程と、

前記燃焼器部品を吊っている状態での前記燃焼器軸線方向の向きを維持しつつ、前記燃焼器部品を前記先端側に移動させて、前記燃焼器部品の前記取付フランジを前記ガスタービンケーシング中の燃焼器取付位置に接触させる部品押し込み工程と、

前記部品押し込み工程中であって、前記燃焼器部品の前記取付フランジが前記ガスタービンケーシングに接触する前に、前記吊り治具を前記取付フランジから外す治具除去工程と、

前記部品押し込み工程後に、前記取付フランジを前記ガスタービンケーシングの前記燃焼器取付位置に取り付ける部品取付工程と、

を実行し、

前記準備工程で準備する前記吊り治具は、
長手方向を有する調節部材と、
前記調節部材の前記長手方向における長手方向第一側と長手方向第二側とのうち、前記長手方向第一側の端に取り付けられ、前記取付フランジに前記調節部材を取り付けるフランジ取付具と、
前記調節部材の前記長手方向第二側の端に取り付けられ、紐材が掛かって前記燃焼器部品を吊っている際に前記紐材が接する下吊り点になる部分を有する吊り具と、
を有し、
前記下吊り点は、前記吊り治具を前記取付フランジに取り付けた際、前記燃焼器軸線方向で、前記燃焼器部品の重心よりも、前記先端側に位置する、
燃焼器部品の取付方法。
【請求項２】
請求項１に記載の燃焼器部品の取付方法において、
前記燃焼器軸線方向における前記下吊り点の位置は、前記部品吊り工程で、前記燃焼器部品を吊っている状態での鉛直方向に対する前記燃焼器軸線の角度が、前記部品取付工程で、前記取付フランジを前記ガスタービンケーシングに取り付けた状態での鉛直方向に対する前記燃焼器軸線の角度に一致させることができる、位置であり、
前記燃焼器軸線の前記角度は、鉛直方向に広がり、且つ前記燃焼器軸線を含む仮想平面内での角度である、
燃焼器部品の取付方法。
【請求項３】
請求項１又は２に記載の燃焼器部品の取付方法において、
前記準備工程で準備する前記少なくとも一つの吊り治具は、二つの吊り治具を有し、
前記治具取付工程では、前記二つの吊り治具のうち一方の吊り治具を前記取付フランジの第一位置に取り付け、前記二つの吊り治具のうち他方の吊り治具を前記取付フランジ中で、前記燃焼器軸線に対する周方向で前記第一位置と異なる第二位置に取り付け、
前記部品吊り工程は、前記一方の吊り治具に第一紐材を掛け、前記他方の吊り治具に第二紐材を掛けて、前記一方の吊り治具及び前記他方の吊り治具と共に前記燃焼器部品を前記第一紐材及び前記第二紐材で吊る紐材掛け工程を含む、
燃焼器部品の取付方法。
【請求項４】
請求項３に記載の燃焼器部品の取付方法において、
前記燃焼器部品には、前記燃焼器軸線に対して垂直な方向に延びる基準線が予め定められており、
前記部品吊り工程は、前記燃焼器部品を吊っている状態での前記燃焼器部品の前記基準線の向きが、前記取付フランジを前記ガスタービンケーシングに取り付けた状態での前記燃焼器部品の前記基準線の向きに一致するよう、前記一方の吊り治具に対する前記他方の吊り治具の相対位置を調節する周方向調節工程を含む、
燃焼器部品の取付方法。
【請求項５】
請求項３又は４に記載の燃焼器部品の取付方法において、
前記部品吊り工程は、前記紐材掛け工程の後に行う吊り位置移動工程を含み、
前記吊り位置移動工程では、前記ガスタービンケーシングに対して、前記一方の吊り治具に掛かっている前記第一紐材の上端の位置、及び前記他方の吊り治具に掛かっている前記第二紐材の上端の位置を水平方向成分を含む方向に移動させることで、前記ガスタービンケーシングに対する前記燃焼器部品の水平方向成分を含む方向の位置を変えて、前記燃焼器部品を前記部品押し込み工程の実行前の位置まで移動させ、
前記部品押し込み工程の実行前の前記位置は、前記燃焼器部品を吊っている状態での前記燃焼器軸線方向の向きを維持しつつ、前記燃焼器部品を前記先端側に移動させると、前記燃焼器部品の前記取付フランジを前記ガスタービンケーシング中の前記燃焼器取付位置

に接触させることができる位置である、
燃焼器部品の取付方法。
【請求項６】
燃焼器軸線に対して放射方向に広がり、ガスタービンケーシングに取り付けられる取付フランジを有する燃焼器部品を吊るすための吊り治具において、
長手方向を有する調節部材と、
前記調節部材の前記長手方向における長手方向第一側と長手方向第二側とのうち、前記長手方向第一側に端に取り付けられ、前記取付フランジに前記調節部材を取り付けるフランジ取付具と、
紐材が掛かって前記燃焼器部品を吊っている際に前記紐材が接する下吊り点になる部分を有する吊り具と、
を有し、
前記フランジ取付具と前記吊り具とのうち、少なくとも前記フランジ取付具は、前記調節部材に対して、取り付け及び取り外しが可能な構造である、
吊り治具。
【請求項７】
請求項６に記載の吊り治具において、
前記調節部材には、前記調節部材の前記長手方向第一側の端から前記長手方向第二側に向かって凹んだ第一ネジ穴が形成され、
前記フランジ取付具は、前記第一ネジ穴に捩じ込み可能なネジ軸部を有する第一ボルトを有する、
吊り治具。
【請求項８】
請求項６又は７に記載の吊り治具において、
前記吊り具は、
環状を成し、前記紐材が掛かって前記燃焼器部品を吊っている際に前記紐材が接する前記下吊り点になる部分を有する吊り環と、
前記吊り環が取り付けられている吊り環支持具と、
前記吊り環支持具を前記調節部材の前記長手方向第二側の端に取り付ける支持取付具と、
を有し、
前記支持取付具は、前記調節部材に対して、取り付け及び取り外しが可能な構造である、
吊り治具。
【請求項９】
請求項８に記載の吊り治具において、
前記調節部材には、前記調節部材の前記長手方向第二側の端から前記長手方向第一側に向かって凹んだ第二ネジ穴が形成され、
前記支持取付具は、前記第二ネジ穴に捩じ込み可能なネジ軸部を有する第二ボルトを有する、
吊り治具。
【請求項１０】
請求項９に記載の吊り治具において、
前記第二ボルトは、前記吊り環支持具に対して、前記第二ボルトの前記ネジ軸部を中心として回転可能に、且つ、前記第二ボルトの前記ネジ軸部が延びる軸部長手方向に相対移動不能に、前記吊り環支持具は取り付けられている、
吊り治具。
【請求項１１】
請求項８から１０のいずれか一項に記載の吊り治具において、
前記吊り環は、前記吊り環支持具に対して、揺動可能に取り付けられている、
吊り治具。
【請求項１２】

請求項８から１１のいずれか一項に記載の吊り治具において、
前記調節部材は、前記長手方向に垂直な方向で互いに相反する側を向いている二つの平坦な工具接触面を有する、
吊り治具。
【請求項１３】
請求項８から１２のいずれか一項に記載の吊り治具と、
長手方向を有する第二調節部材と、
を備え、
前記第二調節部材の前記長手方向の長さが、前記吊り治具の前記調節部材の前記長手方向の長さと異なり、
前記吊り治具の前記フランジ取付具は、前記第二調節部材の前記長手方向における長手方向第一側と長手方向第二側とのうち、前記長手方向第一側に端に取り付け可能であり、
前記吊り治具の前記吊り具は、前記第二調節部材の前記長手方向第二側の端に取り付け可能である、
吊り治具セット。
【請求項１４】
請求項８から１２のいずれか一項に記載の吊り治具と、
前記燃焼器部品と、
を備え、
前記燃焼器部品は、燃料を噴射するノズルを有し、前記ノズルが前記取付フランジに対して前記燃焼器軸線が延びる燃焼器軸線方向における基端側と先端側とのうち前記先端側に配置されており、
前記吊り治具の前記下吊り点は、前記吊り治具を前記取付フランジに取り付けた際、前記燃焼器軸線方向で、前記燃焼器部品の重心よりも、前記先端側に位置する、
燃焼器部品セット。
【請求項１５】
燃焼器軸線に対して放射方向に広がり、ガスタービンケーシングに取り付けられる取付フランジと、燃料を噴射するノズルとを有し、前記ノズルが前記取付フランジに対して前記燃焼器軸線が延びる燃焼器軸線方向における基端側と先端側とのうち前記先端側に配置されている燃焼器部品と、
前記燃焼器部品を紐材で吊るす吊り治具と、
を備え、
前記吊り治具は、
長手方向を有する調節部材と、
前記調節部材の前記長手方向における長手方向第一側と長手方向第二側とのうち、前記長手方向第一側の端に取り付けられ、前記取付フランジに前記調節部材を取り付けるフランジ取付具と、
前記調節部材の前記長手方向第二側の端に取り付けられ、紐材が掛かって前記燃焼器部品を吊っている際に前記紐材が接する下吊り点になる部分を有する吊り具と、
を有し、
前記下吊り点は、前記吊り治具を前記取付フランジに取り付けた際、前記燃焼器軸線方向で、前記燃焼器部品の重心よりも、前記先端側に位置する、
燃焼器部品セット。
【請求項１６】
請求項１５に記載の燃焼器部品セットにおいて、
前記フランジ取付具と前記吊り具とのうち、少なくとも前記フランジ取付具は、前記調節部材に対して、取り付け及び取り外しが可能な構造である、
燃焼器部品セット。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は、タービンケーシングに燃焼器部品を取り付ける燃焼器部品の取付方法、この方法を実行するための燃焼器部品セット、吊り治具、及び吊り治具セットに関する。
【背景技術】
【０００２】
ガスタービンは、ロータ軸線を中心として回転するガスタービンロータと、このガスタービンロータを覆うガスタービンケーシングと、このガスタービンケーシングに取り付けられている複数の燃焼器と、を備えている。複数の燃焼器は、ロータ軸線に対する周方向に並んでガスタービンケーシングに取り付けられている。
【０００３】
ガスタービンを組み立てる過程では、燃焼器の一部を構成する燃焼器部品をガスタービンケーシングに取り付ける工程が実行される。
【０００４】
複数の燃焼器部品の燃焼器軸線は、水平方向に対して傾いている。
【０００５】
以下の特許文献１では、燃焼器部品をガスタービンケーシングに取り付ける方法として、以下の方法を開示している。
【０００６】
この方法で取付対象となる燃焼器部品は、ガスタービンケーシングに取り付けられる取付フランジと、この取付フランジの固定されているノズルと、を有する。ノズルは、取付フランジに対して、燃焼器軸線が延びる燃焼器軸線方向における先端側と基端側とのうち、先端側に配置されている。
【０００７】
複数の燃焼器のうち、ガスタービン軸線よりも下側に配置された燃焼器の燃焼器軸線は、先端側が基端側より高くなるよう、水平方向に対して傾斜している。そこで、この方法では、燃焼器部品をガスタービンケーシングに取り付ける直前の状態で、この燃焼器部品の燃焼器軸線が水平方向に対して傾斜させるために、以下の治具を用いている。
【０００８】
この治具は、基体と、第一アームと、第一吊り具と、第二アームと、第二吊り具と、を有する。基体は、燃焼器部品の取付フランジにボルトで取付可能である。第一アーム及び第二アームは、いずれも、基体に固定されている。第一アームは、基体が取付フランジに取り付けられた状態で、基体から先端側に延びている。第一吊り具は、この第一アームの先端側の端に取り付けられている。第二アームは、基体が取付フランジに取り付けられた状態で、基体から基端側に延びている。第二吊り具は、この第二アームの基端側の端に取り付けられている。第一吊り具に紐材が掛かって、燃焼器部品を吊っている際に第一吊り具に紐材が接する下吊り点は、燃焼器軸線方向で、燃焼器部品のバランス点が存在する位置である。
【０００９】
この方法では、以上で説明した治具を燃焼器部品の取付フランジに取り付けた後、一本の紐材を第一吊り具及び第二吊り具に掛けて、この紐材の中間部を上吊り点とする。なお、この紐材で第一吊り具の掛っている部分が第一下吊り点で、この紐材で第二吊り具の掛っている部分が第二下吊り点である。そして、上吊り点と第一下吊り点との間の距離と、上吊り点と第二下吊り点との間の距離とが変わるよう、紐材中で上吊り点になる位置を変えて、燃焼器部品の燃焼器軸線を水平方向に対して傾斜させる。次に、燃焼器部品を吊っている状態での燃焼器軸線方向の向きを維持しつつ、燃焼器部品をガスタービンケーシングの取付位置に向けて移動させて、燃焼器部品の取付フランジをガスタービンケーシングの取付位置に接触させ、この取付フランジをタービンケーシングの取付位置に取り付ける。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１０】

【文献】米国特許出願公開第２０１７／００３０２２４号明細書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
上記特許文献１に記載の方法では、燃焼器部品をガスタービンケーシングに取り付ける直前に、燃焼器軸線が水平方向に対して傾斜した状態で燃焼器部品を吊るすことができる。しかしながら、上記特許文献１に記載の方法では、重量物である燃焼器部品を紐材で吊っている状態で、この紐材中で上吊り点になる位置を変える必要があり、燃焼器部品の取付作業に手間がかかる。
【００１２】
そこで、本発明は、ガスタービンケーシングに対する燃焼器部品の取付作業の手間を抑えることができる技術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】
前記目的を達成するための発明に係る一態様としての燃焼器部品の取付方法は、
燃焼器軸線に対して放射方向に広がり、ガスタービンケーシングに取り付けられる取付フランジと、燃料を噴射するノズルとを有し、前記ノズルが前記取付フランジに対して前記燃焼器軸線が延びる燃焼器軸線方向における基端側と先端側のうち前記先端側に配置されている燃焼器部品を、前記ガスタービンケーシングに取り付ける燃焼器部品の取付方法である。この取付方法では、前記燃焼器部品を紐材で吊るすための少なくとも一つの吊り治具を準備する準備工程と、前記吊り治具を前記燃焼器部品の前記取付フランジに取り付ける治具取付工程と、前記燃焼器部品に取り付けられた前記吊り治具に紐材を掛けて、前記吊り治具と共に前記燃焼器部品を紐材で吊る部品吊り工程と、前記燃焼器部品を吊っている状態での前記燃焼器軸線方向の向きを維持しつつ、前記燃焼器部品を前記先端側に移動させて、前記燃焼器部品の前記取付フランジを前記ガスタービンケーシング中の燃焼器取付位置に接触させる部品押し込み工程と、前記部品押し込み工程中であって、前記燃焼器部品の前記取付フランジが前記ガスタービンケーシングに接触する前に、前記吊り治具を前記取付フランジから外す治具除去工程と、前記部品押し込み工程後に、前記取付フランジを前記ガスタービンケーシングの前記燃焼器取付位置に取り付ける部品取付工程と、を実行する。前記準備工程で準備する前記吊り治具は、長手方向を有する調節部材と、前記調節部材の前記長手方向における長手方向第一側と長手方向第二側とのうち、前記長手方向第一側の端に取り付けられ、前記取付フランジに前記調節部材を取り付けるフランジ取付具と、前記調節部材の前記長手方向第二側の端に取り付けられ、紐材が掛かって前記燃焼器部品を吊っている際に前記紐材が接する下吊り点になる部分を有する吊り具と、を有する。前記下吊り点は、前記吊り治具を前記取付フランジに取り付けた際、前記燃焼器軸線方向で、前記燃焼器部品の重心よりも、前記先端側に位置する。
【００１４】
複数の燃焼器を備えているガスタービンでは、各燃焼器がガスタービンケーシングに取り付けられた際、各燃焼器の燃焼器軸線は、ガスタービン軸線上流側（ＧＴ軸線上流側）からガスタービン軸線下流側（ＧＴ軸線下流側）に向うに連れてガスタービン軸線（ＧＴ軸線）に対する径方向内側に向かうよう、ＧＴ軸線に対して傾斜している。言い換えると、燃焼器の燃焼器軸線は、先端側が基端側よりＧＴ軸線に近くなるよう、ＧＴ軸線に対して傾斜している。このため、複数の燃焼器のうち、ＧＴ軸線よりも下に配置された燃焼器の燃焼器軸線は、その基端側よりも先端側の方が上になる。なお、本明細書中で「下」とは、鉛直方向における下を意味し、「上」とは、鉛直方向における上を意味する。
【００１５】
本態様では、吊り治具を用いて、燃焼器部品を吊ると、この燃焼器部品の燃焼器軸線は、その基端側よりも先端側の方が上になる。このため、本態様では、重量物である燃焼器部品を紐材で吊っている状態で、燃焼器軸線の傾きの調節作業を無くすことができる、若しくは低減することができる。

【００１６】
前記目的を達成するための発明に係る一態様としての吊り治具は、
燃焼器軸線に対して放射方向に広がり、ガスタービンケーシングに取り付けられる取付フランジを有する燃焼器部品を吊るすための吊り治具である。この吊り治具は、長手方向を有する調節部材と、前記調節部材の前記長手方向における長手方向第一側と長手方向第二側とのうち、前記長手方向第一側に端に取り付けられ、前記取付フランジに前記調節部材を取り付けるフランジ取付具と、紐材が掛かって前記燃焼器部品を吊っている際に前記紐材が接する下吊り点になる部分を有する吊り具と、を有する。前記フランジ取付具と前記吊り具とのうち、少なくとも前記フランジ取付具は、前記調節部材に対して、取り付け及び取り外しが可能な構造である。
【００１７】
前述したように、複数の燃焼器のうち、ＧＴ軸線よりも下に配置された燃焼器の燃焼器軸線は、その基端側よりも先端側の方が上になる。本態様では、長手方向の長さが調節された調節部材を有する吊り治具を用いて、燃焼器部品を吊ると、この燃焼器部品の燃焼器軸線は、その基端側よりも先端側の方が上になる。このため、本態様では、重量物である燃焼器部品を紐材で吊っている状態で、燃焼器軸線の傾きの調節作業を無くすことができる、若しくは軽減することができる。
【００１８】
前記目的を達成するための発明に係る一態様としての吊り治具セットは、
前記態様における吊り治具と、長手方向を有する第二調節部材と、を備える。前記第二調節部材の前記長手方向の長さが、前記吊り治具の前記調節部材の前記長手方向の長さと異なる。前記吊り治具のフランジ取付具は、前記第二調節部材の前記長手方向における長手方向第一側と長手方向第二側とのうち、前記長手方向第一側に端に取り付け可能である。前記吊り治具の前記吊り具は、前記第二調節部材の前記長手方向第二側の端に取り付け可能である。
【００１９】
燃焼器部品の燃焼器軸線の傾きは、ガスタービンケーシング中の取付位置が異なると、燃焼器部品の燃焼器軸線の傾きが異なる。このため、本態様では、調節部材を有する吊り治具と、第二調節部材を有する吊り治具とを使い分けることで、燃焼器部品の燃焼器軸線を取付位置に応じた傾きにすることができる。
【００２０】
前記目的を達成するための発明に係る一態様としての燃焼器部品セットは、
前記態様における吊り治具と、前記燃焼器部品と、を備える。前記燃焼器部品は、燃料を噴射するノズルを有し、前記ノズルが前記取付フランジに対して前記燃焼器軸線が延びる燃焼器軸線方向における基端側と先端側とのうち前記先端側に配置されている。前記吊り治具の前記下吊り点は、前記吊り治具を前記取付フランジに取り付けた際、前記燃焼器軸線方向で、前記燃焼器部品の重心よりも、前記先端側に位置する。
【００２１】
前述したように、複数の燃焼器のうち、ＧＴ軸線よりも下に配置された燃焼器の燃焼器軸線は、その基端側よりも先端側の方が上になる。本態様の吊り治具を用いて、燃焼器部品を吊ると、この燃焼器部品の燃焼器軸線は、その基端側よりも先端側の方が上になる。このため、本態様では、重量物である燃焼器部品を紐材で吊っている状態で、燃焼器軸線の傾きの調節作業を無くすことができる、若しくは軽減することができる。
【００２２】
前記目的を達成するための発明に係る他の態様としての燃焼器部品セットは、
燃焼器軸線に対して放射方向に広がり、ガスタービンケーシングに取り付けられる取付フランジと、燃料を噴射するノズルとを有し、前記ノズルが前記取付フランジに対して前記燃焼器軸線が延びる燃焼器軸線方向における基端側と先端側とのうち前記先端側に配置されている燃焼器部品と、前記燃焼器部品を紐材で吊るす吊り治具と、を備える。前記吊り治具は、長手方向を有する調節部材と、前記調節部材の前記長手方向における長手方向

第一側と長手方向第二側とのうち、前記長手方向第一側の端に取り付けられ、前記取付フランジに前記調節部材を取り付けるフランジ取付具と、前記調節部材の前記長手方向第二側の端に取り付けられ、紐材が掛かって前記燃焼器部品を吊っている際に前記紐材が接する下吊り点になる部分を有する吊り具と、を有する。前記下吊り点は、前記吊り治具を前記取付フランジに取り付けた際、前記燃焼器軸線方向で、前記燃焼器部品の重心よりも、前記先端側に位置する。

【発明の効果】

【００２３】

本発明の一態様では、重量物である燃焼器部品を紐材で吊っている状態で、燃焼器軸線の傾きの調節作業を無くすことができる、若しくは軽減することができる。このため、半発明の一態様によれば、ガスタービンケーシングに対する燃焼器部品の取付作業の手間を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

【図１】本発明に係る一実施形態におけるガスタービンの模式的な断面図である。

【図２】本発明に係る一実施形態におけるガスタービンの要部断面図である。

【図３】図２におけるIII矢視図である。

【図４】本発明に係る一実施形態における吊り治具の分解図である。

【図５】本発明に係る一実施形態における吊り治具の組立図である。

【図６】本発明に係る一実施形態における燃焼器部品の取付方法の手順を示すフローチャートである。

【図７】本発明に係る一実施形態における治具取付工程及び部品吊り工程での作業内容を示す説明図である。

【図８】本発明に係る一実施形態における周方向調節工程での作業内容を示す説明図である。

【図９】本発明に係る一実施形態におけるガイドロッド配置工程での作業内容を示す説明図である。

【図１０】本発明に係る一実施形態における部品吊り工程中の吊り治具及び燃焼器部品の側面図である。

【図１１】本発明に係る一実施形態におけるガイドロッド配置行程中のガイドロッド及び燃焼器部品の側面図である。

【図１２】本発明に係る一実実施形態における治具除去工程中の吊り治具及び燃焼器部品の側面図である。

【図１３】本発明に係る一実施形態における部品平行移動工程中の燃焼器部品の側面図である。

【図１４】本発明に係る一四実施形態における部品取付工程中の燃焼器部品の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【００２５】

以下、本発明に係る燃焼器部品の取付方法、燃焼器部品セット、吊り治具、及び吊り治具セットの実施形態、及びこれらの変形例について説明する。

【００２６】

「ガスタービンの実施形態」

まず、燃焼器部品を備えるガスタービンの実施形態について、図１～図３を用いて説明する。

【００２７】

本実施形態のガスタービンは、図１に示すように、外気Ａｏを圧縮して圧縮空気Ａを生成する圧縮機１０と、圧縮空気Ａ中で燃料を燃焼させて燃焼ガスＧを生成する複数の燃焼器２０と、燃焼ガスＧにより駆動するタービン４０と、を備えている。

【００２８】

圧縮機１０は、ガスタービン軸線（以下、ＧＴ軸線）Ａｒを中心として回転する圧縮機ロータ１１と、圧縮機ロータ１１を覆う圧縮機ケーシング１５と、複数の静翼列１６と、を有する。タービン４０は、ＧＴ軸線Ａｒを中心として回転するタービンロータ４１と、タービンロータ４１を覆うタービンケーシング４５と、複数の静翼列４６と、を有する。

【００２９】

圧縮機ロータ１１とタービンロータ４１とは、同一ＧＴ軸線Ａｒ上に位置し、互いに接続されてガスタービンロータ１を成す。このガスタービンロータ１には、例えば、発電機ＧＥＮのロータが接続されている。なお、以下では、ＧＴ軸線Ａｒが延びる方向をＧＴ軸線方向Ｄａとする。このＧＴ軸線方向Ｄａは、実質的に水平方向である。このＧＴ軸線方向Ｄａでタービン４０を基準にして圧縮機１０側をＧＴ軸線上流側Ｄａｕ、その反対側をＧＴ軸線下流側Ｄａｄとする。また、ＧＴ軸線Ａｒを中心とした周方向を単に周方向Ｄｃとし、ＧＴ軸線Ａｒに対して垂直な方向を径方向Ｄｒとする。また、径方向ＤｒでＧＴ軸線Ａｒに近づく側を径方向内側Ｄｒｉ、その反対側を径方向外側Ｄｒｏとする。

【００３０】

圧縮機ロータ１１は、ＧＴ軸線Ａｒを中心としてＧＴ軸線方向Ｄａに延びるロータ軸１２と、このロータ軸１２に取り付けられている複数の動翼列１３と、を有する。複数の動翼列１３は、軸線方向Ｄａに並んでいる。各動翼列１３は、いずれも、周方向Ｄｃに並んでいる複数の動翼で構成されている。複数の動翼列１３の各ＧＴ軸線下流側Ｄａｄには、静翼列１６が配置されている。各静翼列１６は、圧縮機ケーシング１５の内側に設けられている。各静翼列１６は、いずれも、周方向Ｄｃに並んでいる複数の静翼で構成されている。

【００３１】

タービンロータ４１は、ＧＴ軸線Ａｒを中心としてＧＴ軸線方向Ｄａに延びるロータ軸４２と、このロータ軸４２に取り付けられている複数の動翼列４３と、を有する。複数の動翼列４３は、軸線方向Ｄａに並んでいる。各動翼列４３は、いずれも、周方向Ｄｃに並んでいる複数の動翼で構成されている。複数の動翼列４３の各ＧＴ軸線上流側Ｄａｕには、静翼列４６が配置されている。各静翼列４６は、タービンケーシング４５の内側に設けられている。各静翼列４６は、いずれも、周方向Ｄｃに並んでいる複数の静翼で構成されている。

【００３２】

ロータ軸４２の外周側とタービンケーシング４５の内周側との間であって、ＧＴ軸線方向Ｄａで動翼列４３及び静翼列４６が配置されている環状の空間は、燃焼器２０からの燃焼ガスＧが流れる燃焼ガス流路４９を成す。この燃焼ガス流路４９は、ＧＴ軸線Ａｒを中心として環状を成し、ＧＴ軸線方向Ｄａに長い。

【００３３】

ガスタービンは、さらに、ＧＴ軸線Ａｒを中心として筒状の中間ケーシング５１を備えている。中間ケーシング５１は、ＧＴ軸線方向Ｄａで、圧縮機ケーシング１５とタービンケーシング４５との間に配置されている。中間ケーシング５１のＧＴ軸線上流側Ｄａｕ、の端には、圧縮機ケーシング１５に接続される上流側フランジ５２（図２参照）が形成されている。また、中間ケーシング５１のＧＴ軸線下流側Ｄａｄの端には、タービンケーシング４５に接続される下流側フランジ５３（図２参照）が形成されている。圧縮機ケーシング１５、中間ケーシング５１、タービンケーシング４５は、互いに接続されてガスタービンケーシング５を成す。

【００３４】

複数の燃焼器２０は、図１～図３に示すように、周方向Ｄｃに互いの間隔をあけて、中間ケーシング５１に固定されている。燃焼器２０は、高温高圧の燃焼ガスＧをタービンケーシング４５内の燃焼ガス流路４９に送る燃焼筒（又は尾筒）２１と、この燃焼筒２１内に圧縮空気Ａと共に燃料Ｆを噴射する燃料噴射器３０と、を有する。燃料噴射器３０は、本実施形態における燃焼器部品である。

【００３５】

燃焼筒２１は、燃焼器軸線Ａｃ周りに筒状を成している。ここで、燃焼器軸線Ａｃが延びている方向を燃焼器軸線方向Ｄａｃとする。また、燃焼器軸線方向Ｄａｃにおける両側のうち、一方の側を基端側Ｄａｃ１とし、他方の側を先端側Ｄａｃ２とする。筒状の燃焼筒２１は、燃焼器軸線方向Ｄａｃの両端２２,２３が開口している。燃焼筒２１の基端側Ｄａｃ１の開口端２２は、中間ケーシング５１に固定されている燃焼筒サポート２４により支持されている。この燃焼筒２１の基端側Ｄａｃ１の開口端２２には、燃料噴射器３０の一部が挿入されている。燃焼筒２１の先端側Ｄａｃ２の開口端２３は、タービンケーシング４５に支持されていると共に、タービン４０の複数の静翼列４６のうち、最も上流側の第一静翼列４６ａに接続されている。

【００３６】

燃焼器部品としての燃料噴射器３０は、複数のバーナ３１と、複数のバーナ３１の外周側を覆うバーナ保持筒３５と、中間ケーシング５１に取り付けられるトップフランジ（取付フランジ）３７と、トップフランジ３７に固定されているノズル基台３６と、を有する。

【００３７】

各バーナ３１は、燃焼器軸線方向Ｄａｃに長いノズル３２を有する。ノズル３２の基端側Ｄａｃ１の部分は、ノズル基台３６に固定されている。また、バーナ保持筒３５は、燃焼器軸線Ａｃ周りに筒状を成し、複数のバーナ３１の外周側を覆う。バーナ保持筒３５の基端側Ｄａｃ１の端は、トップフランジ３７に固定されている。

【００３８】

トップフランジ３７は、ノズル基台３６から燃焼器軸線Ａｃに対する放射方向に張り出している。つまり、トップフランジ３７は、燃焼器軸線Ａｃに対して放射方向に広がっている。トップフランジ３７には、燃焼器軸線方向Ｄａｃに貫通する複数のボルト孔３８が形成されている。

【００３９】

中間ケーシング５１には、複数の開口５４が形成されている。複数の開口５４は、周方向Ｄｃに互いに間隔をあけて並んでいる。各開口５４の周りには、燃焼器取付フランジ５５が形成されている。燃焼器取付フランジ５５には、ＧＴ軸線方向Ｄａに凹んだ複数のボルトネジ穴５６が形成されている。燃料噴射器３０を中間ケーシング５１に取り付ける際には、燃焼器取付ボルト５９のネジ軸部が、燃焼器２０におけるトップフランジ３７のボルト孔３８に挿通されてから、燃焼器取付フランジ５５のボルトネジ穴５６に捩じ込まれる。このように、燃料噴出器３０が中間ケーシング５１に取り付けられた際、この燃料噴射器３０の燃焼器軸線方向Ｄａｃは、ＧＴ軸線方向Ｄａの方向成分を含む方向になる。また、この際、この燃料噴射器３０の基端側Ｄａｃ１は、ＧＴ軸線方向ＤａにおいてＧＴ軸線上流側Ｄａｕになり、この燃料噴射器３０の先端側Ｄａｃ２は、ＧＴ軸線下流側Ｄａｄになる。

【００４０】

燃焼器取付フランジ５５のフランジ面は、図２及び図３に示すように、ＧＴ軸線上流側ＤａｕからＧＴ軸線下流側Ｄａｄに向うに連れて径方向外側Ｄｒｏに向かうよう、ＧＴ軸線Ａｒに対して傾斜した面である。燃料噴射器３０がこの燃焼器取付フランジ５５に取り付けられた際、燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃは、燃焼器取付フランジ５５のフランジ面に対して実質的に垂直な方向に延びている。このため、燃料噴射器３０がこの燃焼器取付フランジ５５に取り付けられた際、燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃは、ＧＴ軸線上流側ＤａｕからＧＴ軸線下流側Ｄａｄに向うに連れて径方向内側Ｄｒｉに向かうよう、ＧＴ軸線Ａｒに対して傾斜している。言い換えると、燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃは、先端側Ｄａｃ２が基端側Ｄａｃ１よりＧＴ軸線Ａｒに近くなるよう、ＧＴ軸線Ａｒに対して傾斜している。

【００４１】

圧縮機１０は、外気Ａｏを吸込んで、これが圧縮機ケーシング１５内を通る過程でこの空気を圧縮する。圧縮された空気、つまり圧縮空気Ａは、圧縮機１０から中間ケーシング５１内に流入する。この圧縮空気Ａは、中間ケーシング５１内からバーナ保持筒３５内に

流入する。バーナ保持筒３５内に流入した圧縮空気Ａは、各バーナ３１内に流入する。各バーナ３１は、この圧縮空気Ａと燃料Ｆとを燃焼筒２１内に噴射する。燃料Ｆは、燃焼筒２１内で燃焼する。この燃焼の結果、燃焼ガスＧが生成される。この燃焼ガスＧは、燃焼筒２１からタービンケーシング４５内の燃焼ガス流路４９（図２参照）内に流入する。タービンロータ４１は、この燃焼ガスＧが燃焼ガス流路４９を通ることで、回転する。

【００４２】

「吊り治具、吊り治具セット、燃焼器部品セットの実施形態」

本発明に係る吊り治具、吊り治具セット、燃焼器部品セットの実施形態について、図３～図５、及び図１０を参照して説明する。なお、本実施形態における燃焼器部品は、前述したように、燃料噴射器３０である。

【００４３】

本実施形態の吊り治具が取り付けられる燃料噴射器３０は、図３に示す複数の燃料噴射器３０のうち、ＧＴ軸線Ａｒを基準にして下側に配置される燃料噴射器３０である。

【００４４】

図４及び図５に示すように、本実施形態の吊り治具６０は、棒軸線Ａｓを中心として円柱状の調節棒（調節部材）６１と、燃料噴射器３０のトップフランジ（取付フランジ）３７に調節棒６１を取り付けるフランジ取付具６８と、紐材が掛かる吊り具７１と、を有する。ここで、棒軸線Ａｓが延びる方向を長手方向Ｄｅとする。また、この長手方向Ｄｅにおける両側のうち、一方の側を長手方向第一側Ｄｅ１とし、他方の側を長手方向第二側Ｄｅ２とする。

【００４５】

調節棒６１は、棒本体６２と、受けフランジ６３と、を有する。棒本体６２は、棒軸線Ａｓを中心として、長手方向Ｄｅに延びている円柱状の棒である。受けフランジ６３は、この棒本体６２の長手方向第一側Ｄｅ１の端から、棒軸線Ａｓに対する放射方向に張り出している。棒本体６２は、第一ネジ穴６４と、第二ネジ穴６５と、二つの工具接触面６６と、を有する。第一ネジ穴６４は、棒本体６２の長手方向第一側Ｄｅ１の端から長手方向第二側Ｄｅ２に向かって凹む雌ネジ穴である。第二ネジ穴６５は、棒本体６２の長手方向第二側Ｄｅ２の端から長手方向第一側Ｄｅ１に向かって凹む雌ネジ穴である。二つの工具接触面６６は、長手方向Ｄｅに垂直な方向で互いに相反する側を向いている平坦な面である。

【００４６】

フランジ取付具６８は、調節棒６１の第一ネジ穴６４に捩じ込み可能なネジ軸部を有する第一ボルト６９を有する。よって、フランジ取付具６８は、調節棒６１に対して、取り付け及び取り外しが可能である。吊り治具６０をトップフランジ３７に取り付ける際には、第一ボルト６９のネジ軸部をトップフランジ３７のボルト孔３８に挿通させてから、この第一ボルト６９のネジ軸部を調節棒６１の第一ネジ穴６４に捩じ込む。

【００４７】

吊り具７１は、吊り環７２と、吊り環支持具７３と、支持取付具７８と、を有する。吊り環７２は、棒を曲げて、環状に形成した部品である。棒の両端は、互に間隔をあけて対向している。この吊り環７２は、図１０に示すように、この吊り環７２に紐材８０が掛かって燃料噴射器３０を吊っている際に紐材８０が接する下吊り点Ｐｌになる部分を有する。

【００４８】

吊り環支持具７３は、支持具本体７４と、スリーブ７５と、を有する。支持具本体７４は、円筒状を成している。支持具本体７４の円筒の中心軸に対して垂直な方向に延びる揺動軸Ａｙ上に、吊り環７２の両端が位置する。支持具本体７４は、この揺動軸Ａｙ周りに吊り環７２が揺動可能に、吊り環７２の両端を支持する。スリーブ７５は、円筒状を成し、円筒状の支持具本体７４の内周側に取り付けられている。

【００４９】

支持取付具７８は、調節棒６１の第二ネジ穴６５に捩じ込み可能なネジ軸部を有する第二ボルト７９を有する。吊り環支持具７３は、この第二ボルト７９のネジ軸部を吊り環支

持具７３のスリーブ７５に挿通させ、このネジ軸部を調節棒６１の第二ネジ穴６５に捩じ込むことで、調節棒６１に取り付けられる。このため、支持取付具７８を有する吊り具７１は、調節棒６１に対して、取り付け及び取り外しが可能である。また、第二ボルト７９のネジ軸部は、スリーブ７５の内周面に接して、円筒状のスリーブ７５の中心軸Ａｘを中心として回転可能である。このため、第二ボルト７９は、吊り環支持具７３に対して、第二ボルト７９のネジ軸部を中心として回転可能である。また、第二ボルト７９は、調節棒６１の第二ネジ穴６５に捩じ込まれることで、吊り環支持具７３に対して、第二ボルト７９のネジ軸部が延びる軸部長手方向Ｄｅに相対移動不能である。なお、スリーブ７５の中心軸Ａｘは、吊り具７１を調節棒６１に取り付けた際には、棒軸線Ａｓ上に位置する。

【００５０】

以上の構成より、支持取付具７８により調節棒６１に取り付けられた吊り具７１の吊り環７２は、棒軸線Ａｓ周りに回転可能で、且つ棒軸線Ａｓに対して垂直な揺動軸Ａｙ周りに揺動可能である。従って、本実施形態では、吊り治具６０を用いて、燃料噴射器３０を吊る際、吊り環７２及び吊り環支持具７３に生じる応力が小さくなるよう、第二ボルト７９に対して吊り環支持具７３が回転し、さらに、吊り環７２が吊り環支持具７３に対して揺動する。このため、本実施形態の吊り治具６０を用いて、燃料噴射器３０を吊る際、この吊り治具６０が損傷することを抑制することができる。

【００５１】

吊り治具セットは、以上で説明した吊り治具６０の他に、第二調節棒（第二調節部材）６１ｘを有する。第二調節棒６１ｘの構成は、以上で説明した吊り治具６０の調節棒６１の構造と同じである。このため、この第二調節棒６１ｘも、以上で説明した吊り治具６０の調節棒６１と同様、受けフランジ６３と、第一ネジ穴６４と、第二ネジ穴６５と、二つの工具接触面６６と、を有する。このように、第二調節棒６１ｘも、第一ネジ穴６４及び第二ネジ穴６５を有するので、前述したフランジ取付具６８及び吊り具７１は、いずれも、第二調節棒６１ｘに対して取り付け及び取り外しが可能である。但し、この第二調節棒６１ｘの長手方向Ｄｅの長さＬｘは、以上で説明した調節棒６１の長手方向Ｄｅの長さＬと異なる。なお、この第二調節棒６１ｘと、フランジ取付具６８と、吊り具７１とを有する吊り治具を以下では別吊り治具６０ｘとする。

【００５２】

吊り治具セットは、複数の第二調節棒６１ｘを備えていてもよい。この場合、複数の第二調節棒６１ｘの長手方向Ｄｅの長さ、及び、以上で説明した調節棒６１の長手方向Ｄｅの長さは、相互に異なる。

【００５３】

燃焼器部品セットは、図１０に示すように、以上で説明した吊り治具６０と、燃焼器部品である燃料噴射器３０と、を有する。なお、燃焼器部品セットは、複数の燃料噴射器３０と、以上で説明した吊り治具６０と、一以上の第二調節棒６１ｘと、を有してもよい。

【００５４】

ところで、前述したように、燃料噴射器３０が中間ケーシング５１に取り付けられた際、この燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃは、先端側Ｄａｃ２が基端側Ｄａｃ１よりＧＴ軸線Ａｒに近くなるよう、ＧＴ軸線Ａｒに対して傾斜している。このため、図１０に示すように、中間ケーシング５１中でＧＴ軸線Ａｒを基準にして下側の位置に取り付けられた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃは、先端側Ｄａｃ２が基端側Ｄａｃ１より上になる。

【００５５】

燃焼器部品セットに含まれる吊り治具６０の下吊り点Ｐｌは、図１０に示すように、この吊り治具６０を燃料噴射器３０のトップフランジ３７に取り付けた際、この燃料噴射器３０の燃焼器軸線方向Ｄａｃで、この燃料噴射器３０の重心Ｃよりも、先端側Ｄａｃ２に位置する。このため、この吊り治具６０に紐材８０が掛けて、燃料噴射器３０を吊っている状態での燃料噴射器３０の燃焼器軸線ＡｃＣａは、中間ケーシング５１中でＧＴ軸線Ａｒを基準にして下側の位置に取り付けられた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃと同様、先端側Ｄａｃ２が基端側Ｄａｃ１より上になる。

【００５６】
燃焼器軸線方向Ｄａｃにおける下吊り点Ｐｌの位置は、紐材８０で吊られている燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度αが、中間ケーシング５１の下側に取り付けられた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度αに一致する、位置であることが好ましい。なお、ここでの角度の一致は、正確な意味で一致している必要がなく、角度が実質的に一致していればよく、例えば、５°程度の角度の違いは一致の範囲内である。但し、ここでの角度の一致は、５°以上の角度の違いがあっても、中間ケーシング５１の下側に燃料噴射器３０を取り付ける作業が容易である程度の角度の違いであれば、角度が一致しているとみなす。また、ここでの角度は、鉛直方向Ｄｖに広がり、且つ燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃを含む仮想平面内での角度である。
【００５７】
「燃焼器部品の取付方法の実施形態」
本発明に係る燃焼器部品の取付方法の実施形態について、図６に示すフローチャートに従って説明する。なお、以下では、ＧＴ軸線Ａｒ周りに周方向Ｄｃに並んでいる複数の燃焼器取付フランジ５５のうち、最も下に位置している燃焼器取付フランジ５５に、燃焼器部品３０である燃料噴射器３０を取り付ける方法について説明する。
【００５８】
まず、図４及び図５を用いて説明した吊り治具６０を２つ準備する（Ｓ１：準備工程）。この準備工程（Ｓ１）で準備する２つの吊り治具６０の下吊り点Ｐｌの位置は、図１０に示すように、いずれも、紐材８０で吊られている燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度αが、中間ケーシング５１の下側に取り付けられた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度αに一致する、位置である。
【００５９】
次に、準備工程（Ｓ１）で準備する二つの吊り治具６０を燃料噴射器３０に取り付ける（Ｓ２：治具取付工程）。この治具取付工程（Ｓ３）では、図７及び図８に示すように、二つの吊り治具６０のうち第一吊り治具６０ａをトップフランジ３７の第一位置に取り付け、第二吊り治具６０ｂをトップフランジ３７の第二位置に取り付ける。第二位置は、燃焼器軸線Ａｃに対する周方向Ｄｃで第一位置と異なる位置である。吊り治具６０をトップフランジ３７に取り付ける際には、図１０に示すように、吊り治具６０における第一ボルト６９のネジ軸部をトップフランジ３７の複数のボルト孔３８のうちの一のボルト穴３９に挿通させてから、この第一ボルト６９のネジ軸部を調節棒６１の第一ネジ穴６４に捩じ込む。
【００６０】
次に、図７に示すように、燃料噴射器３０に取り付けられた二つの吊り治具６０のそれぞれに紐材８０を掛けて、二つの吊り治具６０と共に燃料噴射器３０を紐材８０で吊る（Ｓ３：部品吊り工程）。
【００６１】
部品吊り工程（Ｓ３）は、紐材掛け工程（Ｓ３ａ）と、吊り位置移動工程（Ｓ３ｂ）と、周方向調節工程（Ｓ３ｃ）と、を含む。
【００６２】
紐材掛け工程（Ｓ３ａ）では、図７及び図８に示すように、二つの吊り治具６０のうちの第一吊り治具６０ａに第一紐材８０ａを掛け、二つの吊り治具６０のうちの第二吊り治具６０ｂに第二紐材８０ｂを掛け、第一吊り治具６０ａ及び第二吊り治具６０ｂと共に燃料噴射器３０を第一紐材８０ａ及び第二紐材８０ｂで吊る。なお、ここでの第一紐材８０ａ及び第二紐材８０ｂは、いずれも、実際の紐８１と、チェーンブロック８２とを有する。このチェーブロック８２は、チェーン８３と、このチェーン８３の一端に取り付けられている下フック８４と、このチェーン８３が巻き付いているブロック８５と、このブロック８５に取り付けられている上フック８６と、を有する。この紐材掛け工程（Ｓ３ａ）では、チェーンブロック８２の上フック８６を中間ケーシング５１中のいずれかの箇所に掛け、チェーンブロック８２の下フック８４に実際の紐８１の一部を掛け、この紐８１の他

の一部を吊り治具６０の吊り環７２に掛ける。このように、第一紐材８０ａ及び第二紐材８０ｂは、いずれも、チェーンブロック８２を有するので、第一紐材８０ａの長さ及び第二紐材８０ｂの長さを変えることができる。

【００６３】

この紐材掛け工程（Ｓ３ａ）では、以上で説明した吊り治具６０を用いて、燃料噴射器３０を吊っているので、この紐材掛け工程（Ｓ３ａ）の実行で吊られた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃは、図１０に示すように、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。また、前述したように、この燃料噴射器３０を中間ケーシング５１に取り付けた際にも、この燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。しかも、この紐材掛け工程（Ｓ３ａ）の実行で吊られた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度αは、中間ケーシング５１の下側に取り付けられた燃料噴射器３０の鉛直方向Ｄｖに対する角度αに一致する。このため、本態様では、重量物である燃料噴射器３０を紐材８０で吊っている状態で、燃焼器軸線Ａｃの傾きの調節作業を無くすことができる、若しくは軽減することができる。

【００６４】

前述したように、ここででは、ＧＴ軸線Ａｒ周りに周方向Ｄｃに並んでいる複数の燃焼器取付フランジ５５のうち、最も下に位置している燃焼器取付フランジである第一燃焼器取付フランジ５５ａに、燃料噴射器３０を取り付ける方法を説明する。この第一燃焼器取付フランジ５５ａの上側には、中間ケーシング５１の一部が存在する。従って、上から見た場合に、ＧＴ軸線Ａｒに対して垂直で且つ水平な方向において、中間ケーシング５１の一部と第一燃焼器取付フランジ５５ａとが重なることなる。このため、第一燃焼器取付フランジ５５ａに燃料噴射器３０が対向するよう、この燃料噴射器３０を吊るすことが困難である。そこで、本実施形態では、図７に示すように、紐材掛け工程（Ｓ３ａ）において、第一紐材８０ａの上端である第一上吊り点Ｐｕ1及び第二紐材８０ｂの上端である第二上吊り点Ｐｕ２の位置を、上から見た場合に、ＧＴ軸線Ａｒに対して垂直で且つ水平な方向において、中間ケーシング５１と重ならない位置にしている。

【００６５】

吊り位置移動工程（Ｓ３ｂ）では、図７に示すように、中間ケーシング５１に対して、第一紐材８０ａ及び第二紐材８０ｂで吊っている燃料噴射器３０を、ＧＴ軸線Ａｒに対して垂直で且つ水平な方向成分を含む方向に移動させて、この燃料噴射器３０を第一燃焼器取付フランジ５５ａと対向する位置まで移動させる。具体的に、ここでは、第一吊り治具６０ａに掛かっている第一紐材８０ａの上端の位置である第一上吊り点Ｐｕ1、及び第二吊り治具６０ｂに掛かっている第二紐材８０ｂの上端の位置である第二上吊り点Ｐｕ２を、ＧＴ軸線Ａｒに対して垂直で且つ水平な方向成分を含む方向に移動させると共に、第一紐材８０ａの長さ及び／又は第二紐材８０ｂの長さを変えることで、燃料噴射器３０を移動させる。

【００６６】

周方向調節工程（Ｓ３ｃ）では、図８に示すように、燃料噴射器３０に対して定められている基準線ＢＬの向きを調節する。ここで、基準線ＢＬとは、燃料噴射器３０に対して定められた線であって、この燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃに対して垂直な方向に延びる線である。この周方向調節工程（Ｓ３ｃ）では、燃料噴射器３０を吊っている状態での燃料噴射器３０の基準線ＢＬの向きが、この燃料噴射器３０を中間ケーシング５１に取り付けた状態での燃料噴射器３０の基準線ＢＬの向きに一致するよう、第一吊り治具６０ａに対する第二吊り治具６０ｂの相対位置を調節する。第一吊り治具６０ａに対する第二吊り治具６０ｂの相対位置を調節する際には、第一紐材８０ａと第二紐材８０ｂとのうち、少なくとも一方の紐材８０の長さを調節する。この周方向調節工程（Ｓ３ｃ）の実行により、トップフランジ３７の複数のボルト孔３８のそれぞれは、第一燃焼器取付フランジ５５ａの複数のボルトネジ穴５６のうち、いずれか一のボルトネジ穴５６に対向することになる。

【００６７】

以上で、部品吊り工程（Ｓ３）における作業が終了する。部品吊り工程（Ｓ３）における作業が終了した段階での燃料噴射器３０は、以下の状態である。
ａ.吊られている燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度αが、中間ケーシング５１の第一燃焼器取付フランジ５５ａに取り付けられた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度αに一致する。
ｂ.吊られている燃料噴射器３０のトップフランジ３７が、このトップフランジ３７が取り付けられる中間ケーシング５１の第一燃焼器取付フランジ５５ａと対向している。
ｃ.吊られている燃料噴射器３０におけるトップフランジ３７の複数のボルト孔３８のそれぞれは、第一燃焼器取付フランジ５５ａの複数のボルトネジ穴５６のうち、いずれか一のボルトネジ穴５６に対向している。

【００６８】
以上のように、吊り治具６０を用いて、燃料噴射器３０を吊ると、この燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。また、前述したように、この燃料噴射器３０を中間ケーシング５１に取り付けた際にも、この燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。このため、本実施形態では、重量物である燃料噴射器３０を紐材８０で吊っている状態で、燃焼器軸線Ａｃの傾きの調節作業を無くすことができる、若しくは軽減することができる。

【００６９】
部品吊り工程（Ｓ３）における作業が終了すると、部品押し込み工程の一部であるガイドロッド配置行程（Ｓ４ａ）を実行する。このガイドロッド配置行程（Ｓ４ａ）では、図９及び図１１に示すように、複数のガイドロッド９０を中間ケーシング５１の第一燃焼器取付フランジ５５ａに取り付ける。複数のガイドロッド９０は、複数の第一ガイドロッド９１と、複数の第二ガイドロッド９２と、を有する。第一ガイドロッド９１は、実質的にその長手方向の全域に、燃焼器取付フランジ５５のボルトネジ穴５６に捩じ込み可能な雄ネジが形成されている。また、第二ガイドロッド９２は、その長手方向の一方側の端部のみに、燃焼器取付フランジ５５のボルトネジ穴５６に捩じ込み可能な雄ネジが形成され、長手方向のその他の部分の外周面には凹凸がなく、この外周面はなめらかである。これらガイドロッド９０を中間ケーシング５１の第一燃焼器取付フランジ５５ａに取り付ける際には、ガイドロッド９０をトップフランジ３７の複数のボルト孔３８のうちのいずれかの一のボルト孔３８に挿通させてから、これらガイドロッド９０の雄ネジの部分を第一燃焼器取付フランジ５５ａの複数のボルトネジ穴５６のうち、一のボルト孔３８に対向するボルトネジ穴５６に捩じ込む。次に、第一ガイドロッド９１の先端部に、部品移動用ナット９３を捩じ込み、各ガイドロッド９０から燃料噴射器３０が抜け落ちないようにする。

【００７０】
各ガイドロッド９０を中間ケーシング５１の第一燃焼器取付フランジ５５ａに取り付けた際、各ガイドロッド９０は、中間ケーシング５１の第一燃焼器取付フランジ５５ａに取り付けられた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃと平行である。なお、ここでの平行とは、正確な意味で平行である必要がなく、実質的に平行であればよく、燃焼器軸線Ａｃに対するガイドロッド９０の角度が５°以内であれば、平行の範囲内である。

【００７１】
ガイドロッド配置行程（Ｓ４ａ）での作業が終了すると、図１２に示すように、燃料噴射器３０から吊り治具６０を外す（Ｓ５：治具除去工程）。この治具除去工程（Ｓ５）では、まず、吊り治具６０から紐材８０を外す。次に、吊り治具６０の第一ボルト６９を調節棒６１から外す。この際、例えば、第一ボルト６９のボルト頭にレンチ又はスパナ等の第一工具のボルト接触面を接触させ、調節棒６１の工具接触面６６（図４及び図５参照）にレンチ又はスパナ等の第二工具のボルト接触面を接触させて、第二工具に対して第一工具を相対的に回転させる。調節棒６１から第一ボルト６９が外れると、燃料噴射器３０から吊り具７１が外れる。

【００７２】

ここで、調節棒６１の棒本体６２に、棒本体６２の長手方向第一側Ｄｅ１の端からこの長手方向第一側Ｄｅ１に延びる雄ネジが形成されている場合について考察する。この場合、フランジ取付具は、この雄ネジが捩じ込み可能なボルトである。この吊り治具を燃料噴射器３０から取り外す際、調節棒６１の雄ネジからフランジ取付具であるボルトを外す。その後、調節棒６１の雄ネジがトップフランジ３７のボルト孔３８から抜けるよう、この調節棒６１を長手方向第二側Ｄｅ２に移動させる。そして、調節棒６１をトップフランジ３７のフランジ面と平行な方向に移動させる。このため、この場合には、トップフランジ３７から吊り治具６０を外す際に、この吊り治具の長手方向第二側Ｄｅ２に、調節棒６１を移動させるための空間が必要である。しかしながら、本実施形態における調節棒６１の棒本体６２には、フランジ取付具６８としての第一ボルト６９が捩じ込み可能な第一ネジ穴６４が形成されているため、調節棒６１から第一ボルト６９を外せば、この調節棒６１を長手方向第二側Ｄｅ２に移動させずに、直ちに、この調節棒６１をトップフランジ３７のフランジ面と平行な方向に移動させることができる。

【００７３】

次に、図１３に示すように、部品押し込み工程の一部である部品平行移動行程（Ｓ４ｂ）を実行する。この部品平行移動工程（Ｓ４ｂ）では、部品移動用ナット９３を第一ガイドロッド９１に捩じ込み、燃料噴射器３０を各ガイドロッド９０に沿ってスライドさせて、吊られている燃料噴射器３０の燃焼器軸線方向Ｄａｃの向きを維持しつつ、この燃料噴射器３０を中間ケーシング５１の第一燃焼器取付フランジ５５ａに近づける。なお、ここでの燃焼器軸線方向Ｄａｃの向きを維持するとは、正確な意味で向きを維持する必要がなく、実質的に維持すればよく、燃料噴射器３０の移動開始から移動終了までの間で、向きの変化が５°以内であれば、向きを維持している範囲内である。この燃料噴射器３０のトップフランジ３７が中間ケーシング５１の第一燃焼器取付フランジ５５ａに接触すると、部品平行移動行程（Ｓ４ｂ）を含む部品押し込み工程が終了する。

【００７４】

部品押し込み工程が終了すると、図１４に示すように、燃料噴射器３０のトップフランジ３７を中間ケーシング５１の第一燃焼器取付フランジ５５ａに取り付ける（Ｓ６：部品取付工程）。この部品取付工程（Ｓ６）では、まず、トップフランジ３７の複数のボルト孔３８のうち、ガイドロッド９０が挿入されていないボルト孔３８に、燃焼器取付ボルト５９のネジ軸部を挿入した後、この燃焼器取付ボルト５９のネジ軸部を第一燃焼器取付フランジ５５ａのボルトネジ穴５６に捩じ込む。

【００７５】

次に、ガイドロッド配置行程（Ｓ４ａ）で、第一燃焼器取付フランジ５５ａに取り付けた複数のガイドロッド９０を外す（Ｓ７）。そして、トップフランジ３７の複数のボルト孔３８のうち、ガイドロッド９０が抜かれたボルト孔３８に、燃焼器取付ボルト５９のネジ軸部を挿入した後、この燃焼器取付ボルト５９のネジ軸部を第一燃焼器取付フランジ５５ａのボルトネジ穴５６に捩じ込む。

【００７６】

以上で、ＧＴ軸線Ａｒ周りに周方向Ｄｃに並んでいる複数の燃焼器取付フランジ５５のうち、最も下に位置している第一燃焼器取付フランジ５５ａに対する燃料噴射器３０の取付が完了する。

【００７７】

仮に、最も下に位置している第一燃焼器取付フランジ５５ａに対して、周方向Ｄｃに隣接している他の燃焼器取付フランジ５５（以下、第二燃焼器取付フランジ５５ｂ（図３参照））に、吊り治具を用いて燃料噴射器３０を取り付ける場合には、以下のように行う。

【００７８】

準備工程（Ｓ１）では、第一燃焼器取付フランジ５５に燃料噴射器３０を取り付ける場合と同様に、二つの別吊り治具６０ｘを準備する。なお、別吊り治具６０ｘは、図４を用いて前述したように、第二調節棒６１ｘと、フランジ取付具６８と、吊り具７１と、を有する。この第二調節棒６１ｘの長さＬｘは、第一燃焼器取付フランジ５５に燃料噴射器３

０を取り付ける際に用いる吊り治具６０の調節棒６１の長さＬより短い。

【００７９】

第二燃焼器取付フランジ５５ｂに取り付けられた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度は、第一燃焼器取付フランジ５５に取り付けられた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度より大きい。言い換えると、第二燃焼器取付フランジ５５ｂに取り付けられた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの水平方向に対する角度は、第一燃焼器取付フランジ５５に取り付けられた燃料噴射器３０の燃焼器軸線Ａｃの水平方向に対する角度より小さい。

【００８０】

このため、別吊り治具６０ｘを用いて、第二燃焼器取付フランジ５５ｂに取り付ける燃料噴射器３０を吊った際の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度も、吊り治具６０を用いて、第一燃焼器取付フランジ５５ａに取り付ける燃料噴射器３０を吊った際の燃焼器軸線Ａｃの鉛直方向Ｄｖに対する角度より大きいことが好ましい。このため、第二燃焼器取付フランジ５５ｂに燃料噴射器３０を取り付ける場合には、第一燃焼器取付フランジ５５に燃料噴射器３０を取り付ける際に用いた吊り治具６０の調節棒６１の長さＬより短い長さＬｘの第二調節棒６１ｘを用いる。

【００８１】

第二燃焼器取付フランジ５５ｂに燃料噴射器３０を取り付ける場合、以下、第一燃焼器取付フランジ５５に燃料噴射器３０を取り付ける場合と同様に、Ｓ２～Ｓ７の各工程を実行する。

【００８２】

次に、上から見た場合に、ＧＴ軸線Ａｒに対して垂直で且つ水平な方向において、中間ケーシング５１と重ならず、且つＧＴ軸線Ａｒよりも下に位置する燃焼器取付フランジ５５（以下、第三燃焼器取付フランジ５５ｃ（図３参照））に対して、吊り治具を用いて、燃料噴射器３０を取り付ける場合について説明する。

【００８３】

準備工程（Ｓ１）では、第一燃焼器取付フランジ５５及び第二燃焼器取付フランジ５５ｂに燃料噴射器３０を取り付ける場合と同様に、二つの別吊り治具６０ｘを準備する。この別吊り治具６０ｘは、第二調節棒６１ｘと、フランジ取付具６８と、吊り具７１と、を有する。但し、この第二調節棒６１ｘの長さは、第二燃焼器取付フランジ５５ｂに燃料噴射器３０を取り付ける際に用いる別吊り治具６０ｘの調節棒６１ｘの長さより短い。

【００８４】

次に、第一燃焼器取付フランジ５５に燃料噴射器３０を取り付ける場合と同様に、治具取付工程（Ｓ２）を実行する。

【００８５】

次に、部品吊り工程（Ｓ３）を実行する。この部品吊り工程（Ｓ３）では、図６のフロチャートに示す紐材掛け工程（Ｓ３ａ）と、吊り位置移動工程（Ｓ３ｂ）と、周方向調節工程（Ｓ３ｃ）とのうち、紐材掛け工程（Ｓ３ａ）及び周方向調節工程（Ｓ３ｃ）を実行し、吊り位置移動工程（Ｓ３ｂ）を実行しない。これは、上から見た場合に、第三燃焼器取付フランジ５５ｃが、ＧＴ軸線Ａｒに対して垂直で且つ水平な方向において、中間ケーシング５１と重ならない位置に位置しているからである。このため、紐材掛け工程（Ｓ３ａ）で、燃料噴射器３０を吊った後、この燃料噴射器３０を移動させなくても、この燃料噴射器３０を第三燃焼器取付フランジ５５ｃに対向させることができる。

【００８６】

第三燃焼器取付フランジ５５ｃに燃料噴射器３０を取り付ける場合、以下、第一燃焼器取付フランジ５５に燃料噴射器３０を取り付ける場合と同様に、Ｓ４ａ～Ｓ７の各工程を実行する。

【００８７】

なお、第三燃焼器取付フランジ５５ｃに燃料噴射器３０を取り付ける場合、紐材掛け工程（Ｓ３ａ）を実行した時点で、燃料噴射器３０を吊っている状態での燃料噴射器３０の

基準線ＢＬの向きが、この燃焼器２０を中間ケーシング５１に取り付けた状態での燃料噴射器３０の基準線ＢＬの向きに一致させることができる場合には、部品吊り工程（Ｓ３）における周方向調節工程（Ｓ３ｃ）を省くことができる。すなわち、この場合、部品吊り工程（Ｓ３）では、紐材掛け工程（Ｓ３ａ）のみを実行し、吊り位置移動工程（Ｓ３ｂ）及び周方向調節工程（Ｓ３ｃ）を省くことができる。

【００８８】

以上のように、部品吊り工程（Ｓ３）では、紐材掛け工程（Ｓ３ａ）のみを実行し、吊り位置移動工程（Ｓ３ｂ）及び周方向調節工程（Ｓ３ｃ）を実行しない場合、準備工程（Ｓ１）では、準備する吊り治具６０の数は、１つであってもよい。この場合、燃料噴射器３０は、一点吊りとなる。

【００８９】

「変形例」

以下、以上で説明した実施形態の変形例について説明する。

【００９０】

以上の実施形態における紐材８０は、実際の紐８１とチェーンブロック８２とを有する。しかしながら、紐材は、その長さを変えることができれば、如何なるものでもよく、例えば、チェーンブロック８２のみでもよい。また、紐材は、実際の紐８１のみでもよい。この場合、実際の紐８１中で、フックと結び付く位置を変えて、紐材８０の長さを変える。

【００９１】

以上の実施形態では、フランジ取付具６８と吊り具７１との両方が、調節棒６１に対して取り付け及び取り外しが可能である。しかしながら、フランジ取付具６８と吊り具７１とのうち、フランジ取付具６８のみが、調節棒６１に対して取り付け及び取り外しが可能であってもよい。

【００９２】

以上の実施形態における燃焼器部品３０は、バーナ３１とバーナ保持筒３５とノズル基台３６とトップフランジ３７とを有する燃料噴射器３０である。しなしながら、燃焼器部品３０は、トップフランジ（取付フランジ）３７及びバーナ３１のノズル３２を有する部品であれば、如何なる部品であってもよい。例えば、燃焼器部品は、トップフランジ（取付フランジ）３７の他、燃料噴射器３０中の複数のノズル３２のうち、一部のノズルのみを有する部品であってよい。また、燃焼器部品は、燃焼器２０自体であってもよい。

【００９３】

「付記」

以上の実施形態における燃焼器部品の取付方法は、例えば、以下のように把握される。

【００９４】

（１）第一態様における燃焼器部品の取付方法は、

燃焼器軸線Ａｃに対して放射方向に広がり、ガスタービンケーシング５に取り付けられる取付フランジ３７と、燃料を噴射するノズル３２とを有し、前記ノズル３２が前記取付フランジ３７に対して前記燃焼器軸線Ａｃが延びる燃焼器軸線方向Ｄａｃにおける基端側Ｄａｃ１と先端側Ｄａｃ２とのうち前記先端側Ｄａｃ２に配置されている燃焼器部品３０を、前記ガスタービンケーシング５に取り付ける燃焼器部品３０の取付方法である。この取付方法では、前記燃焼器部品３０を紐材８０で吊るすための少なくとも一つの吊り治具６０を準備する準備工程Ｓ１と、前記吊り治具６０を前記燃焼器部品３０の前記取付フランジ３７に取り付ける治具取付工程Ｓ２と、前記燃焼器部品３０に取り付けられた前記吊り治具６０に紐材８０を掛けて、前記吊り治具６０と共に前記燃焼器部品３０を紐材８０で吊る部品吊り工程Ｓ３と、前記燃焼器部品３０を吊っている状態での前記燃焼器軸線方向Ｄａｃの向きを維持しつつ、前記燃焼器部品３０を前記先端側Ｄａｃ２に移動させて、前記燃焼器部品３０の前記取付フランジ３７を前記ガスタービンケーシング５中の燃焼器取付位置５５に接触させる部品押し込み工程と、前記部品押し込み工程中であって、前記燃焼器部品３０の前記取付フランジ３７が前記ガスタービンケーシング５に接触する前に、前記吊り治具６０を前記取付フランジ３７から外す治具除去工程Ｓ５と、前記部品押し

込み工程後に、前記取付フランジ３７を前記ガスタービンケーシング５の前記燃焼器取付位置５５に取り付ける部品取付工程Ｓ６と、を実行する。前記準備工程Ｓ１で準備する前記吊り治具６０は、長手方向Ｄｅを有する調節部材６１と、前記調節部材６１の前記長手方向Ｄｅにおける長手方向第一側Ｄｅ１と長手方向第二側Ｄｅ２とのうち、前記長手方向第一側Ｄｅ１の端に取り付けられ、前記取付フランジ３７に前記調節部材６１を取り付けるフランジ取付具６８と、前記調節部材６１の前記長手方向第二側Ｄｅ２の端に取り付けられ、紐材８０が掛かって前記燃焼器部品３０を吊っている際に前記紐材８０が接する下吊り点Ｐｌになる部分を有する吊り具７１と、を有する。前記下吊り点Ｐｌは、前記吊り治具６０を前記取付フランジ３７に取り付けた際、前記燃焼器軸線方向Ｄａｃで、前記燃焼器部品３０の重心Ｃよりも、前記先端側Ｄａｃ２に位置する。

【００９５】

複数の燃焼器２０を備えているガスタービンでは、各燃焼器２０がガスタービンケーシング５に取り付けられた際、各燃焼器２０の燃焼器軸線Ａｃは、ガスタービン軸線上流側（ＧＴ軸線上流側）Ｄａｕからガスタービン軸線下流側（ＧＴ軸線下流側）Ｄａｄに向うに連れてガスタービン軸線（ＧＴ軸線）Ａｒに対する径方向内側Ｄｒｉに向かうよう、ＧＴ軸線Ａｒに対して傾斜している。言い換えると、燃焼器２０の燃焼器軸線Ａｃは、先端側Ｄａｃ２が基端側Ｄａｃ１よりＧＴ軸線Ａｒに近くなるよう、ＧＴ軸線Ａｒに対して傾斜している。このため、複数の燃焼器２０のうち、ＧＴ軸線Ａｒよりも下に配置された燃焼器２０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。

【００９６】

本態様では、吊り治具６０を用いて、燃焼器部品３０を吊ると、この燃焼器部品３０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。このため、本態様では、重量物である燃焼器部品３０を紐材８０で吊っている状態で、燃焼器軸線Ａｃの傾きの調節作業を無くすことができる、若しくは軽減することができる。

【００９７】

（２）第二態様における燃焼器部品の取付方法は、

前記第一態様における燃焼器部品３０の取付方法において、前記燃焼器軸線方向Ｄａｃにおける前記下吊り点Ｐｌの位置は、前記部品吊り工程Ｓ３で、前記燃焼器部品３０を吊っている状態での鉛直方向Ｄｖに対する前記燃焼器軸線Ａｃの角度αが、前記部品取付工程Ｓ６で、前記取付フランジ３７を前記ガスタービンケーシング５に取り付けた状態での鉛直方向Ｄｖに対する前記燃焼器軸線Ａｃの角度αに一致させることができる、位置である。前記燃焼器軸線Ａｃの前記角度αは、鉛直方向Ｄｖに広がり、且つ前記燃焼器軸線Ａｃを含む仮想平面内での角度である。

【００９８】

本態様では、重量物である燃焼器部品３０を紐材８０で吊っている状態で、燃焼器軸線Ａｃの傾きの調節作業を実質的に無くすことができる。

【００９９】

（３）第三態様における燃焼器部品の取付方法は、

前記第一態様又は前記第二態様における燃焼器部品の取付方法において、前記準備工程Ｓ１で準備する前記少なくとも一つの吊り治具６０は、二つの吊り治具６０を有する。前記治具取付工程Ｓ２では、前記二つの吊り治具６０のうち一方の吊り治具６０を前記取付フランジ３７の第一位置に取り付け、前記二つの吊り治具６０のうち他方の吊り治具６０を前記取付フランジ３７中で、前記燃焼器軸線Ａｃに対する周方向で前記第一位置と異なる第二位置に取り付ける。前記部品吊り工程Ｓ３は、前記一方の吊り治具６０に第一紐材８０ａを掛け、前記他方の吊り治具６０に第二紐材８０ｂを掛けて、前記一方の吊り治具６０及び前記他方の吊り治具６０と共に前記燃焼器部品３０を前記第一紐材８０ａ及び前記第二紐材８０ｂで吊る紐材掛け工程Ｓ３ａを含む。

【０１００】

（４）第四態様における燃焼器部品の取付方法は、

前記第三態様における燃焼器部品の取付方法において、前記燃焼器部品３０には、燃焼

器軸線Ａｃに対して垂直な方向に延びる基準線ＢＬが予め定められている。前記部品吊り工程Ｓ３は、前記燃焼器部品３０を吊っている状態での前記燃焼器部品３０の前記基準線ＢＬの向きが、前記取付フランジ３７を前記ガスタービンケーシング５に取り付けた状態での前記燃焼器部品３０の前記基準線ＢＬの向きに一致するよう、前記一方の吊り治具６０に対する前記他方の吊り治具６０の相対位置を調節する周方向調節工程Ｓ３ｃを含む。

【０１０１】

本態様では、燃焼器部品３０を吊っている状態での燃焼器部品３０の基準線ＢＬの向きを、取付フランジ３７をガスタービンケーシング５に取り付けた状態での燃焼器部品３０の基準線ＢＬの向きに一致させることができる。このため、本態様では、部品取付工程Ｓ６を容易に行うことができる。

【０１０２】

（５）第五態様における燃焼器部品の取付方法は、

前記第三態様又は前記第四態様における燃焼器部品の取付方法において、前記部品吊り工程Ｓ３は、前記紐材掛け工程Ｓ３ａの後に行う吊り位置移動工程Ｓ３ｂを含む。前記吊り位置移動工程Ｓ３ｂでは、前記ガスタービンケーシング５に対して、前記一方の吊り治具６０に掛かっている前記第一紐材８０ａの上端の位置、及び前記他方の吊り治具６０に掛かっている前記第二紐材８０ｂの上端の位置を水平方向成分を含む方向に移動させることで、前記ガスタービンケーシング５に対する前記燃焼器部品３０の水平方向成分を含む方向の位置を変えて、前記燃焼器部品３０を前記部品押し込み工程の実行前の位置まで移動させる。前記部品押し込み工程の実行前の前記位置は、前記燃焼器部品３０を吊っている状態での前記燃焼器軸線方向Ｄａｃの向きを維持しつつ、前記燃焼器部品３０を前記先端側Ｄａｃ２に移動させると、前記燃焼器部品３０の前記取付フランジ３７を前記ガスタービンケーシング５中の前記燃焼器取付位置５５に接触させることができる位置である。

【０１０３】

複数の燃焼器部品３０のうち、ガスタービンケーシング５の下側に配置する燃焼器部品３０を、ガスタービンケーシング５中でこの燃焼器部品３０を取り付ける目的の取付位置５５に対向するよう、燃焼器部品３０を吊るすことは困難である。そこで、本態様では、紐材掛け工程Ｓ３ａにおいて、第一紐材８０ａの上端の位置及び第二紐材８０ｂの上端の位置を、上から見た場合に、ＧＴ軸線Ａｒに対して垂直で且つ水平な方向において、ガスタービンケーシング５と重ならない位置にする。その後、本態様では、吊り位置移動工程Ｓ３ｃにおいて、第一紐材８０ａの上端の位置及び第二紐材８０ｂの上端の位置を移動させて、燃焼器部品３０をタービンケーシン中で前記目的の取付位置５５に対向させる。

【０１０４】

以上の実施形態における吊り治具は、例えば、以下のように把握される。

【０１０５】

（６）第六態様における吊り治具は、

燃焼器軸線Ａｃに対して放射方向に広がり、ガスタービンケーシング５に取り付けられる取付フランジ３７を有する燃焼器部品３０を吊るすための吊り治具において、長手方向Ｄｅを有する調節部材６１と、前記調節部材６１の前記長手方向Ｄｅにおける長手方向第一側Ｄｅ１と長手方向第二側Ｄｅ２とのうち、前記長手方向第一側Ｄｅ１に端に取り付けられ、前記取付フランジ３７に前記調節部材６１を取り付けるフランジ取付具６８と、紐材８０が掛かって前記燃焼器部品３０を吊っている際に前記紐材８０が接する下吊り点Ｐｌになる部分を有する吊り具７１と、を有する。前記フランジ取付具６８と前記吊り具７１とのうち、少なくとも前記フランジ取付具６８は、前記調節部材６１に対して、取り付け及び取り外しが可能な構造である。

【０１０６】

前述したように、複数の燃焼器２０のうち、ＧＴ軸線Ａｒよりも下に配置された燃焼器２０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。本態様では、長手方向Ｄｅの長さが調節された調節部材６１を有する吊り治具６０を用いて、燃焼器部品３０を吊ると、この燃焼器部品３０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ

１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。このため、本態様では、重量物である燃焼器部品３０を紐材８０で吊っている状態で、燃焼器軸線Ａｃの傾きの調節作業を無くすことができる、若しくは軽減することができる。

【０１０７】

（７）第七態様における吊り治具は、

第七態様における吊り治具において、前記調節部材６１には、前記調節部材６１の前記長手方向第一側Ｄｅ１の端から前記長手方向第二側Ｄｅ２に向かって凹んだ第一ネジ穴６４が形成されている。前記フランジ取付具６８は、前記第一ネジ穴６４に捩じ込み可能なネジ軸部を有する第一ボルト６９を有する。

【０１０８】

ここで、調節部材６１に、その長手方向第一側Ｄｅ１の端から長手方向第一側Ｄｅ１に延びる雄ネジが形成されている場合について考察する。この場合、フランジ取付具６８は、この雄ネジが捩じ込み可能なボルトである。この吊り治具６０を燃料噴射器３０から取り外す際、調節部材６１の雄ネジからフランジ取付具６８であるボルトを外す。その後、調節部材６１の雄ネジが取付フランジ３７から抜けるよう、この調節部材６１を長手方向第二側Ｄｅ２に移動させる。そして、調節部材６１を取付フランジ３７のフランジ面と平行な方向に移動させる。このため、この場合には、取付フランジ３７から吊り治具６０を外す際に、この吊り治具６０の長手方向第二側Ｄｅ２に、調節部材６１を移動させるための空間が必要である。しかしながら、本態様では、調節部材６１には、フランジ取付具６８としての第一ボルト６９が捩じ込み可能な第一穴が形成されているため、調節部材６１から第一ボルト６９を外せば、この調節部材６１を長手方向第二側Ｄｅ２に移動させずに、直ちに、この調節部材６１を取付フランジ３７のフランジ面と平行な方向に移動させることができる。

【０１０９】

（８）第八態様における吊り治具は、

前記第六態様又は前記第七態様における吊り治具において、前記吊り具７１は、環状を成し、紐材８０が掛かって前記燃焼器部品３０を吊っている際に前記紐材８０が接する前記下吊り点Ｐｌになる部分を有する吊り環７２と、前記吊り環７２が取り付けられている吊り環支持具７３と、前記吊り環支持具７３を前記調節部材６１の前記長手方向第二側Ｄｅ２の端に取り付ける支持取付具７８と、を有する。前記支持取付具７８は、前記調節部材６１に対して、取り付け及び取り外しが可能な構造である。

【０１１０】

（９）第九態様における吊り治具は、

前記第八態様における吊り治具において、前記調節部材６１には、前記調節部材６１の前記長手方向第二側Ｄｅ２の端から前記長手方向第一側Ｄｅ１に向かって凹んだ第二ネジ穴６５が形成されている。前記支持取付具７８は、前記第二ネジ穴６５に捩じ込み可能なネジ軸部を有する第二ボルト７９を有する。

【０１１１】

（１０）第十態様における吊り治具は、

前記第九態様における吊り治具において、前記第二ボルト７９は、前記吊り環支持具７３に対して、前記第二ボルト７９の前記ネジ軸部を中心として回転可能に、且つ、前記第二ボルト７９の前記ネジ軸部が延びる軸部長手方向Ｄｅに相対移動不能に、前記吊り環支持具７３は取り付けられている。

【０１１２】

本態様では、吊り治具６０を用いて、燃焼器部品３０を吊る際、吊り環７２及び吊り環支持具７３に生じる応力が小さくなるよう、第二ボルト７９に対して吊り環支持具７３が回転する。このため、本態様の吊り治具６０を用いて、燃焼器部品３０を吊る際、この吊り治具６０が損傷することを抑制することができる。

【０１１３】

（１１）第十一態様における吊り治具は、

前記第八態様から前記第九態様のいずれか一態様における吊り治具において、前記吊り環７２は、前記吊り環支持具７３に対して、揺動可能に取り付けられている。

【０１１４】

本態様では、吊り治具６０を用いて、燃焼器部品３０を吊る際、吊り環７２及び吊り環７２に支持具に生じる応力が小さくなるよう、吊り環７２が吊り環支持具７３に対して揺動する。このため、本態様の吊り治具６０を用いて、燃焼器部品３０を吊る際、この吊り治具６０が損傷することを抑制することができる。

【０１１５】

（１２）第十二態様における吊り治具は、

前記第八態様から前記第十一態様のいずれか一態様における吊り治具において、前記調節部材６１は、前記長手方向Ｄｅに垂直な方向で互いに相反する側を向いている二つの平坦な工具接触面６６を有する。

【０１１６】

本態様では、調節部材６１の工具接触面６６にレンチ又はスパナ等の工具のボルト接触面を接触させて、この工具を操作して、吊り治具６０を取付フランジ３７に取り付ける作業、又は吊り治具６０を取付フランジ３７から外す作業を行うことができる。このため、これらの作業の作業量を軽減できる。

【０１１７】

以上の実施形態における吊り治具セットは、例えば、以下のように把握される。

【０１１８】

（１３）第十三態様における吊り治具セットは、

前記第八態様から前記第十二態様のいずれか一態様における吊り治具と、長手方向を有する第二調節部材６１ｘと、を備える。前記第二調節部材６１ｘの前記長手方向Ｄｅの長さが、前記吊り治具６０の前記調節部材６１の前記長手方向Ｄｅの長さと異なる。前記吊り治具６０のフランジ取付具６８は、前記第二調節部材６１ｘの前記長手方向Ｄｅにおける長手方向第一側Ｄｅ１と長手方向第二側Ｄｅ２とのうち、前記長手方向第一側Ｄｅ１に端に取り付け可能である。前記吊り治具６０の前記吊り具７１は、前記第二調節部材６１ｘの前記長手方向第二側Ｄｅ２の端に取り付け可能である。

【０１１９】

燃焼器部品３０の燃焼器軸線Ａｃの傾きは、ガスタービンケーシング５中の取付位置５５が異なると、燃焼器部品３０の燃焼器軸線Ａｃの傾きが異なる。このため、本態様では、調節部材６１を有する吊り治具６０と、第二調節部材６１ｘを有する別吊り治具６０ｘとを使い分けることで、燃焼器部品３０の燃焼器軸線Ａｃを取付位置に応じた傾きにすることができる。

【０１２０】

以上の実施形態における燃焼器部品セットは、例えば、以下のように把握される。

【０１２１】

（１４）第十四態様における燃焼器部品セットは、

前記第八態様から前記第十二態様のいずれか一態様における吊り治具と、前記燃焼器部品３０と、を備える。前記燃焼器部品３０は、燃料を噴射するノズル３２を有し、前記ノズル３２が前記取付フランジ３７に対して前記燃焼器軸線Ａｃが延びる燃焼器軸線方向Ｄａｃにおける基端側Ｄａｃ１と先端側Ｄａｃ２とのうち前記先端側Ｄａｃ２に配置されている。前記吊り治具６０の前記下吊り点Ｐｌは、前記吊り治具６０を前記取付フランジ３７に取り付けた際、前記燃焼器軸線方向Ｄａｃで、前記燃焼器部品３０の重心Ｃよりも、前記先端側Ｄａｃ２に位置する。

【０１２２】

前述したように、複数の燃焼器２０のうち、ＧＴ軸線Ａｒよりも下に配置された燃焼器２０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。本態様の吊り治具６０を用いて、燃焼器部品３０を吊ると、この燃焼器部品３０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。このため、本態様

では、重量物である燃焼器部品３０を紐材８０で吊っている状態で、燃焼器軸線Ａｃの傾きの調節作業を無くすことができる、若しくは軽減することができる。

【０１２３】

（１５）第十五態様における燃焼器部品セットは、

燃焼器軸線Ａｃに対して放射方向に広がり、ガスタービンケーシング５に取り付けられる取付フランジ３７と、燃料を噴射するノズル３２とを有し、前記ノズル３２が前記取付フランジ３７に対して前記燃焼器軸線Ａｃが延びる燃焼器軸線方向Ｄａｃにおける基端側Ｄａｃ１と先端側Ｄａｃ２とのうち前記先端側Ｄａｃ２に配置されている燃焼器部品３０と、前記燃焼器部品３０を紐材８０で吊るす吊り治具６０と、を備える。前記吊り治具６０は、長手方向Ｄｅを有する調節部材６１と、前記調節部材６１の前記長手方向Ｄｅにおける長手方向第一側Ｄｅ１と長手方向第二側Ｄｅ２とのうち、前記長手方向第一側Ｄｅ１の端に取り付けられ、前記取付フランジ３７に前記調節部材６１を取り付けるフランジ取付具６８と、前記調節部材６１の前記長手方向第二側Ｄｅ２の端に取り付けられ、紐材８０が掛かって前記燃焼器部品３０を吊っている際に前記紐材８０が接する下吊り点Ｐｌになる部分を有する吊り具７１と、を有する。前記下吊り点Ｐｌは、前記吊り治具６０を前記取付フランジ３７に取り付けた際、前記燃焼器軸線方向Ｄａｃで、前記燃焼器部品３０の重心Ｃよりも、前記先端側Ｄａｃ２に位置する。

【０１２４】

前述したように、複数の燃焼器２０のうち、ＧＴ軸線Ａｒよりも下に配置された燃焼器２０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。本態様の吊り治具６０を用いて、燃焼器部品３０を吊ると、この燃焼器部品３０の燃焼器軸線Ａｃは、その基端側Ｄａｃ１よりも先端側Ｄａｃ２の方が上になる。このため、本態様では、重量物である燃焼器部品３０を紐材８０で吊っている状態で、燃焼器軸線Ａｃの傾きの調節作業を無くすことができる、若しくは軽減することができる。

【０１２５】

（１６）第十六態様における燃焼器部品セットは、

前記第十五態様における燃焼器部品セットにおいて、前記フランジ取付具６８と前記吊り具７１とのうち、少なくとも前記フランジ取付具６８は、前記調節部材６１に対して、取り付け及び取り外しが可能な構造である。

【符号の説明】

【０１２６】

１：ガスタービンロータ
５：ガスタービンケーシング
１０：圧縮機
１１：圧縮機ロータ
１２：ロータ軸
１３：動翼列
１５：圧縮機ケーシング
１６：静翼列
２０：燃焼器
２１：燃焼筒（又は尾筒）
２４：燃焼筒サポート
３０：燃料噴射器（又は燃焼器部品）
３１：バーナ
３２：ノズル
３５：バーナ保持筒
３６：ノズル基台
３７：トップフランジ（取付フランジ）
３８：ボルト孔
４０：タービン

４１：タービンロータ
４２：ロータ軸
４３：動翼列
４５：タービンケーシング
４６：静翼列
４９：燃焼ガス流路
５１：中間ケーシング
５２：上流側フランジ
５３：下流側フランジ
５４：開口
５５：燃焼器取付フランジ（取付位置）
５５ａ：第一燃焼器取付フランジ
５５ｂ：第二燃焼器取付フランジ
５５ｃ：第三燃焼器取付フランジ
５９：燃焼器取付ボルト
５６：ボルトネジ穴
６０：吊り治具
６０ａ：第一吊り治具
６０ｂ：第二吊り治具
６０ｘ：別吊り治具
６１：調節棒（又は調節部材）
６１ｘ：第二調節棒（又は第二調節部材）
６２：棒本体
６３：受けフランジ
６４：第一ネジ穴
６５：第二ネジ穴
６６：工具接触面
６８：フランジ取付具
６９：第一ボルト
７１：吊り具
７２：吊り環
７３：吊り環支持具
７４：支持具本体
７５：スリーブ
７８：支持取付具
７９：第二ボルト
８０：紐材
８０ａ：第一紐材
８０ｂ：第二紐材
８１：紐
８２：チェーンブロック
８３：チェーン
８４：下フック
８５：ブロック
８６：上フック
９０：ガイドロッド
９１：第一ガイドロッド
９２：第二ガイドロッド
９３:部品移動用ナット
Ａｏ：外気

Ａ：圧縮空気
Ｇ：燃焼ガス
Ａｒ：ガスタービン軸線（ＧＴ軸線）
Ａｃ：燃焼器軸線
Ａｓ：棒軸線
Ａｙ：揺動軸
Ａｘ：中心軸
Ｄａ：ガスタービン軸線方向（ＧＴ軸線方向）
Ｄａｃ：燃焼器軸線方向
Ｄｒ：径方向
Ｄｒｉ：径方向内側
Ｄｒｏ：径方向外側
Ｄｃ：周方向
Ｄｅ：長手方向
Ｄｅ１：長手方向第一側
Ｄｅ２：長手方向第二側
ＢＬ：基準線
Ｐｌ：下吊り点
Ｐｕ：上吊り点
Ｃ：重心

【図面】

【図１】

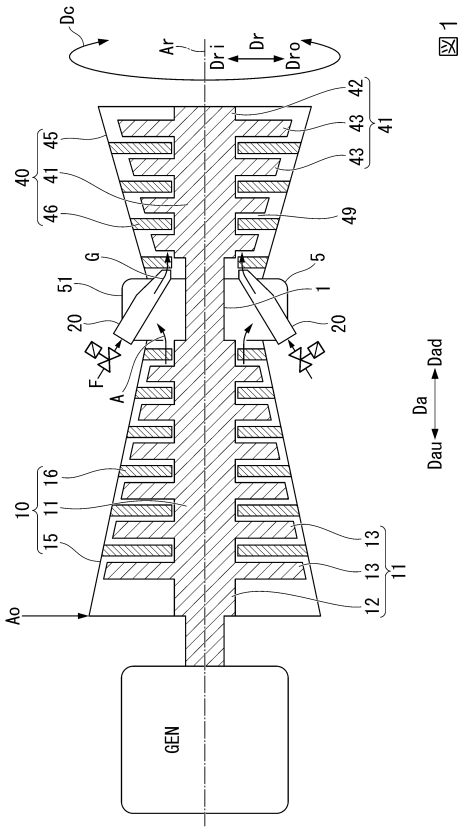


図１

【図２】

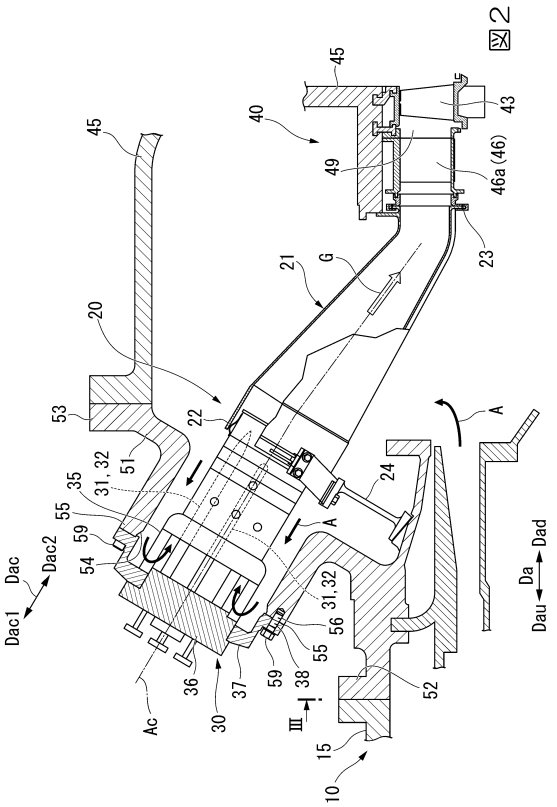


図２

【図３】

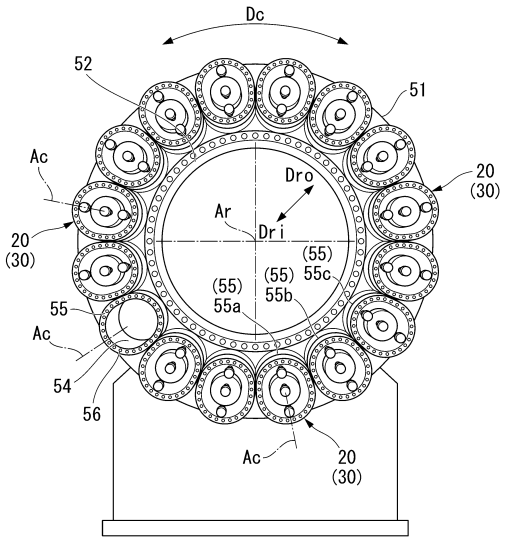


図3

【図４】

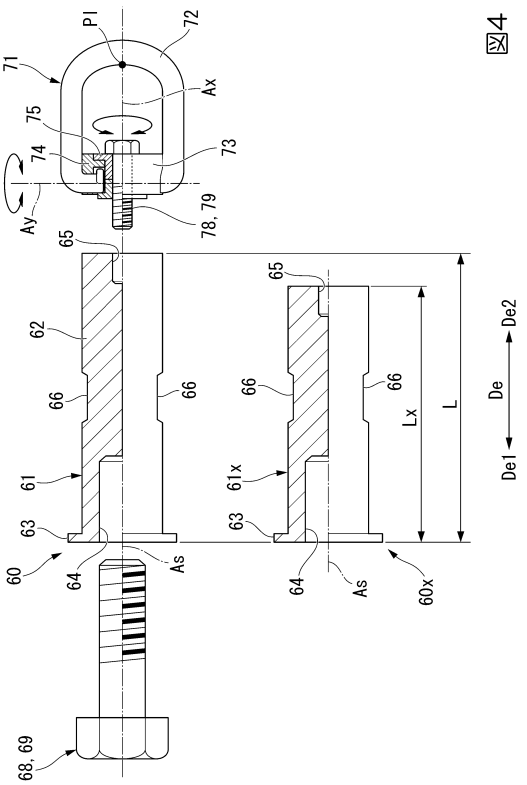


図4

【図５】

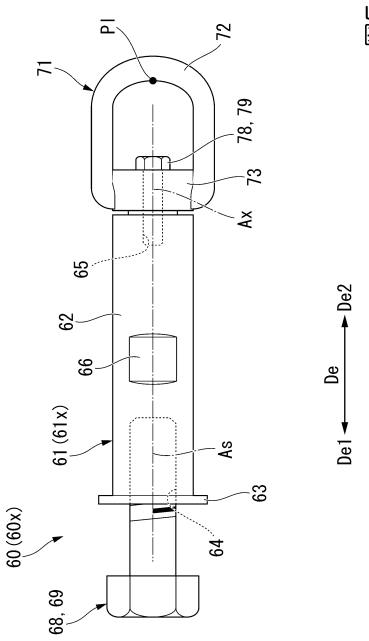


図5

【図６】

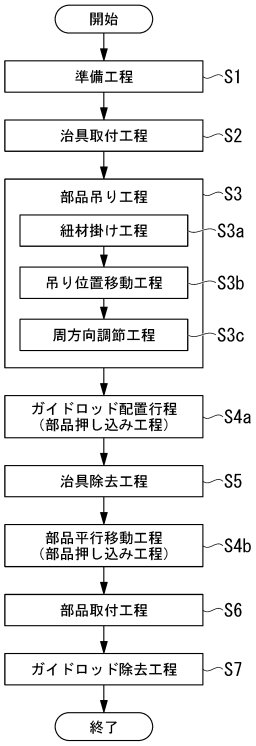


図6

【図７】

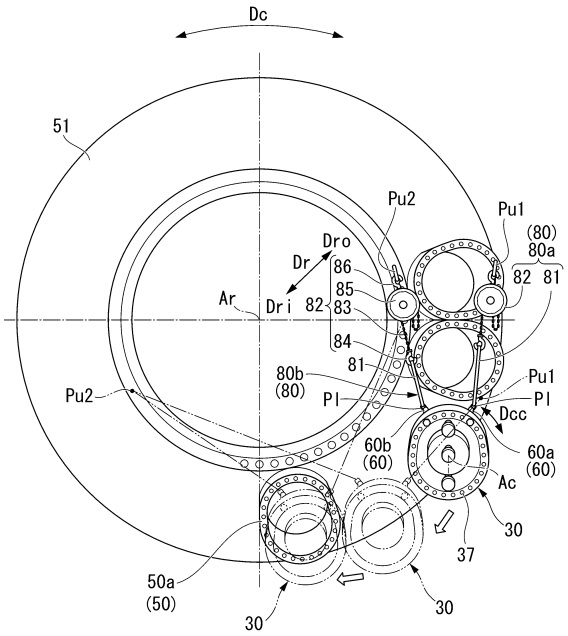


図7

【図８】

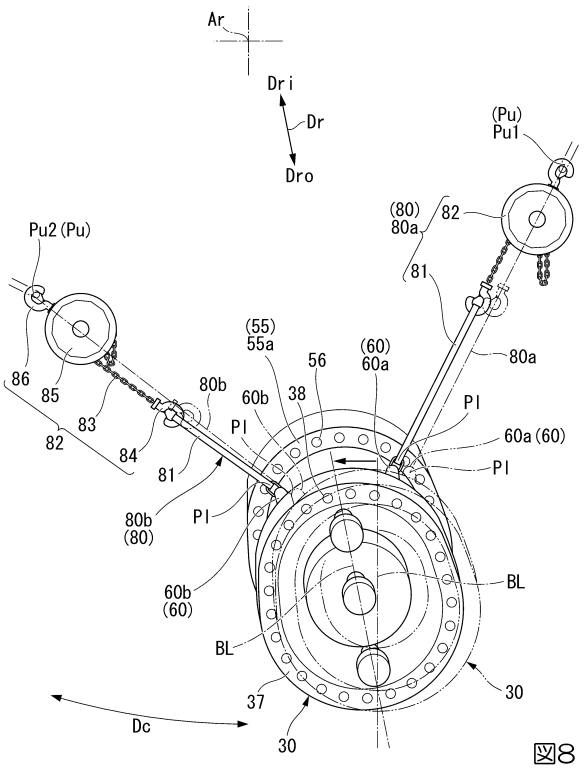


図8

【図９】

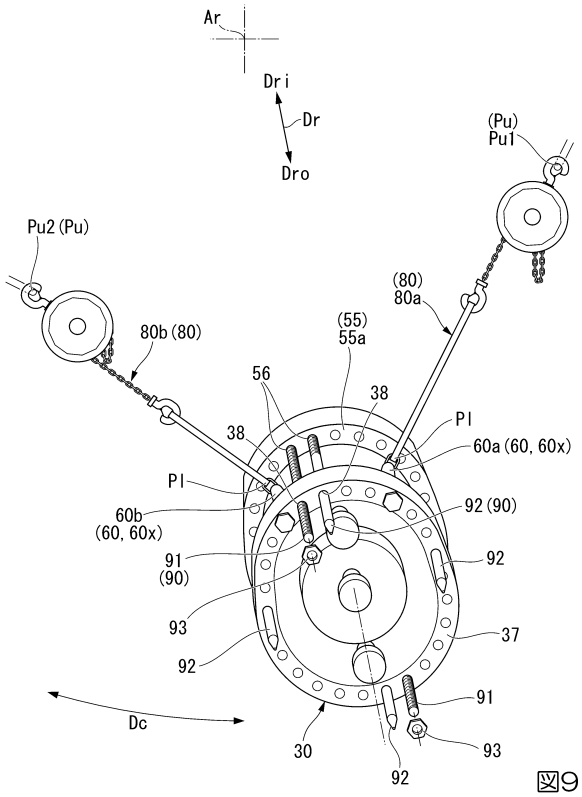


図9

【図１０】

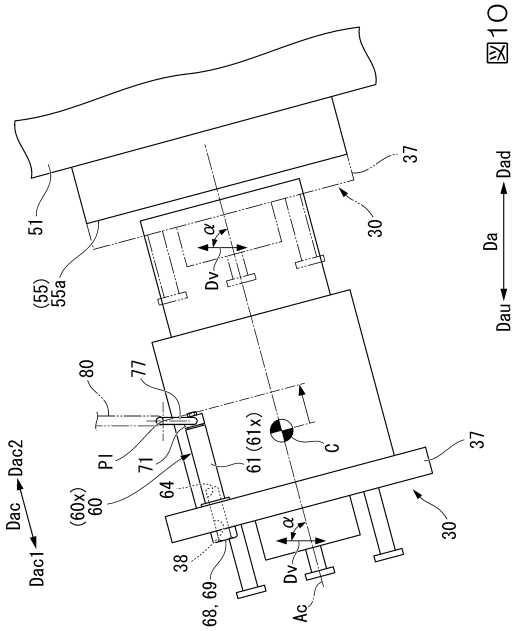


図10

【図１１】

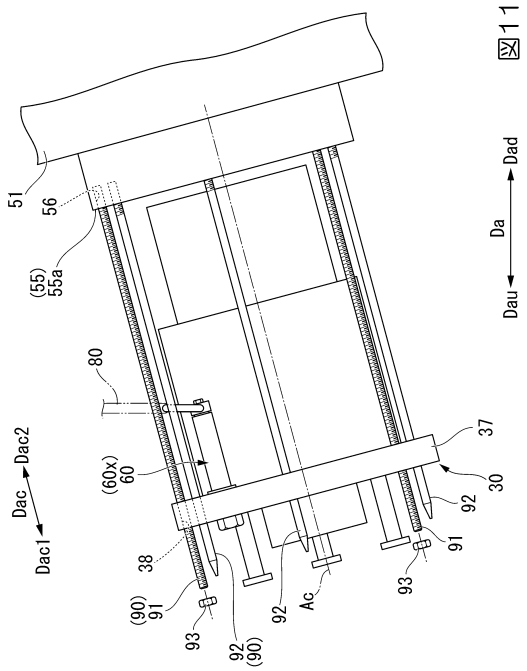


図11

【図１２】

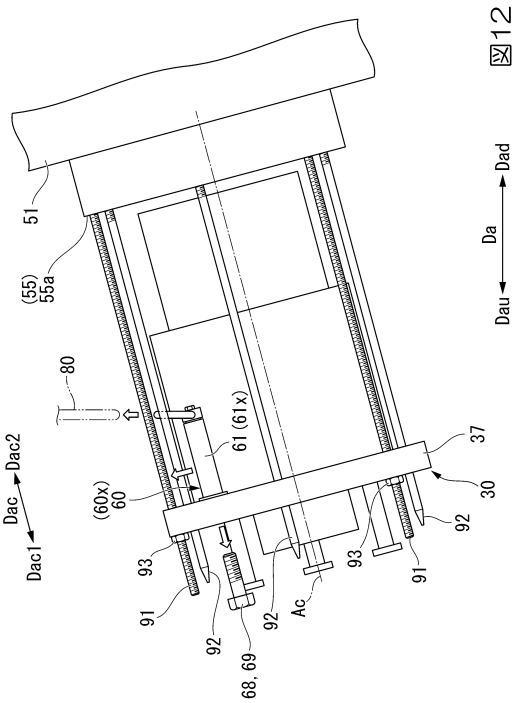


図12

【図１３】

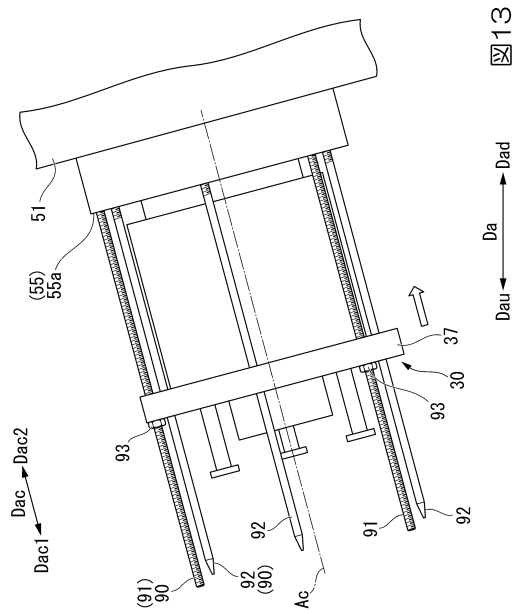


図13

【図１４】

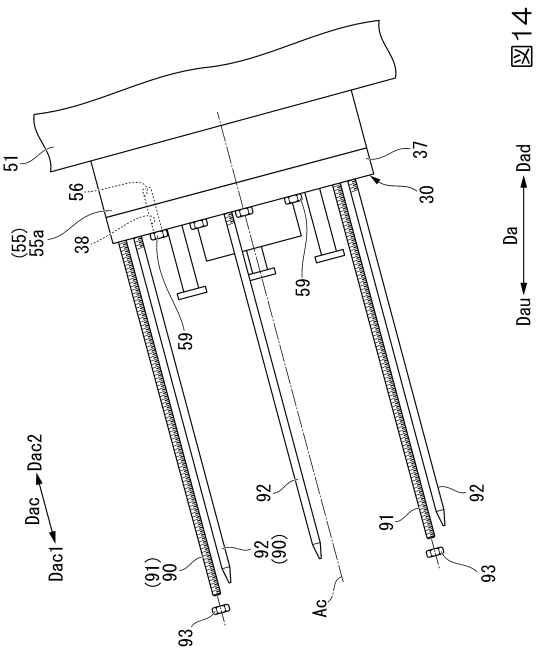


図14

フロントページの続き

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 安田 茂治
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 小林 正治
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 北村 一
(56)参考文献 米国特許出願公開第２０１７／００３０２２４（ＵＳ，Ａ１）
特開平１０－１９４６６５（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０２Ｃ ７／２０
Ｆ２３Ｒ ３／６０； ３／４２
Ｆ０１Ｄ ２５／００；２５／２８