

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4599652号
(P4599652)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月8日(2010.10.8)

(51) Int.Cl.		F I	
FO2C	7/262	(2006.01)	FO2C 7/262
FO2C	7/00	(2006.01)	FO2C 7/00 A
FO2C	7/264	(2006.01)	FO2C 7/264

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-115155 (P2000-115155)	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成12年4月17日(2000.4.17)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2001-295669 (P2001-295669A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成13年10月26日(2001.10.26)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成19年3月7日(2007.3.7)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(72) 発明者	仁木 覚志
			東京都西多摩郡瑞穂町殿ヶ谷229番地
			石川島播磨重工業株式会社 瑞穂工場内
		審査官	藤原 弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ジェットエンジンの制御方法及び制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧縮機を備えたジェットエンジンの制御方法において、

前記圧縮機の出口圧力を検出する工程と、

前記検出結果と、前記ジェットエンジンの作動が停止したか否かを判断するために予め設定された値とに基づいて、ジェットエンジンが作動状態か否かを判断する工程と、

作動状態でないと判断した場合、予め求められた、自力で回転せずに流入する空気のみで回転する前記ジェットエンジンのウインドミル回転時における前記圧縮機の出口圧力と前記ジェットエンジンを搭載し飛行する機体の飛行高度又は飛行速度との関係と、検出した出口圧力とに基づいて、前記飛行高度を求める工程と、

求めた前記飛行高度に基づいて、前記ジェットエンジンの再始動が可能な否かを判断する工程と、

再始動が可能であると判断した場合、再始動を行うように、前記ジェットエンジンの燃焼室のガスに着火する工程と、を行うことを特徴とするジェットエンジンの制御方法。

【請求項2】

圧縮機を備えたジェットエンジンの制御装置において、

前記圧縮機の出口圧力を検出する圧力検出装置と、

ジェットエンジンに対して着火可能な着火装置と、

予め求められた、自力で回転せずに流入する空気のみで回転する前記ジェットエンジンのウインドミル回転時における前記圧縮機の出口圧力と前記ジェットエンジンを搭載し飛

行する機体の飛行高度又は飛行速度との関係を記憶する記憶装置と、

前記出口圧力の検出結果と、前記ジェットエンジンの作動が停止したか否かを判断するために予め設定された値とに基づいて、ジェットエンジンが作動状態か否かを判断し、作動状態でないと判断した場合、前記記憶装置に記憶された前記関係と、検出した出口圧力とに基づいて、前記飛行高度を求め、求めた前記飛行高度に基づいて、前記ジェットエンジンの再始動が可能な否かを判断し、再始動が可能であると判断した場合、再始動を行うように、前記着火装置で前記ジェットエンジンの燃焼室のガスに着火する制御部とを備えることを特徴とするジェットエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧縮機を備えたジェットエンジンの制御方法及び制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

ジェットエンジンを備えた航空機（機体）の飛行中において、エンジンの燃焼室に燃料が供給されなかったり、飛行中にエンジンがストールするなどの何らかの原因によって、燃焼室の燃焼が停止し、エンジンの作動が停止する場合がある（以下、ジェットエンジンの燃焼が停止する状態のことを「フレイムアウト」と称する）。

【0003】

20

従来において、エンジンの作動が停止した場合、フレイムアウトが生じたか否かの判断や、再始動（再着火）可能な飛行状態か否かの判断は、操縦者によって行われていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

このように、ジェットエンジンにフレイムアウトが生じた場合において、再始動動作を行うまでの複数段階における判断及び操作は全て操縦者に委ねられていた。したがって、操縦者の負担が大きいたとも、ヒューマンエラーが生じる可能性が高かった。さらに、判断及び操作は全て操縦者によって行われるため、フレイムアウトが生じてから再始動が行われるまでに時間がかかり、安全性が低下するといった問題があった。

【0005】

30

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、操縦者の負担を低減してヒューマンエラーを防止するとともに、フレイムアウトが生じてから再始動するまでの時間を短縮することができるジェットエンジンの制御方法及び制御装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明のジェットエンジンの制御方法は、圧縮機を備えたジェットエンジンの制御方法において、前記圧縮機の出口圧力を検出し、該検出結果に基づいてジェットエンジンが作動状態か否かを判断し、作動状態でないと判断した場合には前記圧縮機の出口圧力に関する情報に基づいて再始動が可能か否かを判断し、再始動動作に

40

【0007】

このような制御方法は、圧縮機を備えたジェットエンジンの制御装置において、前記圧縮機の出口圧力を検出可能な圧力検出装置と、ジェットエンジンに対して着火可能な着火装置とを備え、前記圧力検出装置の検出結果に基づいてジェットエンジンが作動状態か否かを判断し、作動状態でないと判断した場合には前記圧縮機の出口圧力に関する情報に基づいて再始動が可能か否かを判断し、再始動動作に関して所定の処理を行うよう前記着火装置に指示する制御部とを備えることを特徴とするジェットエンジンの制御装置によって行うことができる。

【0008】

50

本発明によれば、圧縮機の出口圧力に基づいて、ジェットエンジンが作動状態か否かを制御装置によって判断することができる。この場合の判断は、出口圧力の検出結果と、例えば実験などによって予め求められた所定値とに基づいて行うことができる。そして、制御装置は、圧縮機の出口圧力に関する情報に基づいてジェットエンジンの再始動が可能か否かを判断することができる。このように、所定の処理を自動的に行うことができるので、操縦者の負担を低減してヒューマンエラーを防止することができるとともに、フレームアウトが生じてから再始動するまでの時間を短縮することができる。

【0009】

このとき、再始動が可能か否かの判断は、圧縮機の出口圧力とジェットエンジンを搭載し飛行する機体の高度又は速度との関係を予め求めておき、該関係と前記出口圧力の検出結果とに基づいて行うことができる。

10

【0010】

これは、前記制御装置に、予め求められた、圧縮機の出口圧力とジェットエンジンを搭載し飛行する機体の高度又は速度との関係を記憶する記憶装置を備えさせ、該記憶装置に記憶された前記関係と前記圧力検出装置の検出結果とに基づいて、再始動が可能か否かを判断することができる。

【0011】

つまり、フレームアウトをおこしたジェットエンジンが再始動可能か否かは、飛行する航空機の飛行高度又は速度に依存し、この飛行高度及び速度は圧縮機の出口圧力と相関関係にあるため、この出口圧力に関する情報を求めることにより、エンジンの再始動が可能か否かを判断することができる。

20

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明によるジェットエンジンの制御方法及び制御装置の一実施形態を、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明のジェットエンジンの制御装置を説明するための構成図である。

【0013】

図1において、ジェットエンジンEは、空気取入口Fと、空気取入口Fから取り入れられた空気を圧縮空気に変換する圧縮機Pと、圧縮機Pの下流側に配置され、燃料供給装置(不図示)からの燃料と圧縮機Pからの圧縮空気を燃焼する燃焼室Bと、燃焼室Bによって生成された高温高圧ガスを膨張させ、その熱エネルギーを各出力部を駆動するための機械仕事として取り出すタービンTと、排気ガスを排出するための排気ノズルNとを備えている。

30

【0014】

ジェットエンジンEの制御装置CONTは、圧縮機Pの空気の流れ方向下流側に配置され、この圧縮機Pの出口圧力を検出可能な圧力検出装置1と、燃焼室B内に配置され、圧縮空気と燃料との混合ガスに対して着火可能な着火装置2と、ジェットエンジンEの回転数を検出可能な回転数検出装置3とを備えている。そして、圧力検出装置1及び回転数検出装置3のそれぞれの検出結果は、制御部(制御装置)Cに出力されるとともに、着火装置2の動作は、制御部Cの指示に基づいて行われるようになっている。

40

【0015】

また、タービンTの入口にはタービン入口温度検出装置4が設けられており、排気ノズルNには排気ガス温度検出装置5が設けられている。そして、これらタービン入口温度検出装置4及び排気ガス温度検出装置5は制御部Cに接続されており、これら各検出装置4、5の検出結果は制御部Cに出力されるようになっている。

【0016】

さらに、制御部Cには、飛行する機体(航空機)に搭載され、フレームアウトしたエンジンが再始動可能な飛行高度及び速度に関する情報を記憶した記憶装置7が接続されている。

【0017】

50

制御装置CONT(制御部C)は、いわゆる、全デジタル電子式エンジン制御装置(FADC: Full Authority Digital Electoric Control)によって構成されており、エンジンへの燃料の供給量などの制御を、従来の油圧機械式とは異なって、数値演算に基づく電子式な制御によって行うものである。

【0018】

以上説明した構成を有するジェットエンジンEの制御装置CONTによる制御方法について、図2、図3を参照しながら説明する。ここで、図2は本発明の制御方法のフローチャート図を、図3は本発明の制御方法を行うにあたり用いる航空機の数と高度との関係を示すための図である。

【0019】

ジェットエンジンEを搭載した航空機(機体)の飛行中において、燃焼室Bに燃料が供給されなかったり、飛行中にエンジンEがストールしてしまうなどの何らかの原因によって、燃焼室Bの燃焼が停止する(以下、ジェットエンジンの燃焼が停止する状態のことを「フレイムアウト」と称する)。

【0020】

フレイムアウトが生じると、ジェットエンジンE全体の作動も停止するとともに、圧縮機Pの出口圧力は低下する。圧縮機Pの下流側に配置されている圧力検出装置1は、この出口圧力を検出し、検出結果を制御部Cに出力する。

【0021】

制御部Cは、圧力検出装置1の検出結果に基づいて、圧縮機Pの出口圧力が所定値以下であるか否かを判断する。この所定値は、フレイムアウトが生じたか否かを判断するために予め設定された値であり、予め実験などによって求めることができる。あるいは、通常作動状態(フレイムアウトが生じていない状態)における出口圧力の所定の範囲を予め実験などによって求めておき、出口圧力の変化量がこの所定範囲以上であるか否かを判断する構成とすることもできる。この所定値(所定範囲)に関するデータは、制御部C又はこの制御部Cに接続された記憶装置Kに記憶させておくことができる。

【0022】

そして、圧力検出装置1の検出結果が所定値以下であると判断した場合(あるいは、圧縮機Pの出口圧力の変化量が所定範囲以上であると判断した場合)には、制御部Cは、フレイムアウトが生じたかと判断する。一方、圧力検出装置1の検出結果が所定値以下でないと判断した場合(あるいは、圧縮機Pの出口圧力の変化量が所定範囲以内であると判断した場合)には、制御部Cは、フレイムアウトが生じておらず、エンジンEは正常な作動状態であると判断し、通常制御を継続する(ステップS1)。

【0023】

ステップS1において、フレイムアウト状態であると判断した場合、制御部Cは、圧縮機Pの出口圧力の検出結果に基づいて、エンジンEの再始動(再着火)が可能か否かを判断する。このとき、制御部Cは、記憶装置7に予め記憶されている、出口圧力とジェットエンジンを搭載し飛行する機体(航空機)の高度又は速度との関係と、圧力検出装置1の検出結果とに基づいて、再始動が可能か否かを判断する。

【0024】

記憶装置7には、図3に示すような、飛行する航空機において、フレイムアウトしたエンジンEが再始動可能な飛行高度及び速度の関係(データ)が記憶されている。制御部Cは、このデータと圧力検出装置1の検出結果とに基づいて、再始動が可能か否かを判断する。

【0025】

図3は、フレイムアウト状態のジェットエンジンEが再始動可能な飛行高度と飛行速度との関係を示す図であり、横軸は飛行速度を、縦軸は飛行高度を示している。このとき、線R1(フライトエンベロープ)に囲まれた領域は、ジェットエンジンE及びこのジェットエンジンEを搭載する機体の性能に基づいて求められた飛行可能な領域(飛行可能領域A1)を示している。また、線R2(再始動エンベロープ)で囲まれた領域は、フレイムア

10

20

30

40

50

ウトをおこしたジェットエンジンEが再始動可能である領域（再始動可能領域A2）を示している。これら、飛行可能領域A1及び再始動可能領域A2は、予め実験などによって求めることができる。

【0026】

このとき、フレームアウトしたエンジンEを再始動する場合において、飛行速度及び飛行速度を検出し、このときの検出結果が再始動可能領域A2内にあれば再始動を行うことができる。しかしながら、通常のFADECにおいては、飛行高度や飛行速度を検出することができない。

【0027】

この場合、圧縮機Pの出口圧力を検出し、この出口圧力に関する情報に基づいて、再始動可能領域A2に対応する領域A3を求めることができる。

10

このことについて、以下に説明する。

【0028】

フレームアウトによってジェットエンジンEが停止した際、この停止したジェットエンジンEには、飛行に伴う空気が流入する。この流入する空気によってジェットエンジンEは回転される。つまり、自力では回転していないジェットエンジンEは、流入する空気の力によって回転される（以下、流入する空気によってエンジンが回転させられる状態を「ウインドミル回転」と称し、このときのエンジンの回転数を「ウインドミル回転数」と称する）。

【0029】

20

このウインドミル回転によって、圧力検出装置1には所定の圧力が検出される。すなわち、例えば図3の線R3に示すように、飛行速度及び飛行速度に基づいて、ウインドミル回転時における圧縮機Pの出口圧力は一義的に求められる。この場合、線R3は、圧縮機Pの出口圧力が約 0.3 kg/cm^2 時における等高線であって、線R2とほぼ対応する値を示す。この線R3で示す等高線は予め実験などによって求めることができる。

【0030】

このように、ウインドミル回転時における圧縮機Pの出口圧力と、図3に示したような飛行高度又は飛行速度との関係（データマップ）を予め求めておき、この求めた関係（データマップ）と検出した出口圧力とに基づいて、そのときの飛行高度を求めることができる。さらに、このとき、再始動可能領域A2と領域A3とが対応関係にあるため、圧縮機Pの出口圧力と、図3に示すような再始動可能な飛行高度又は飛行速度との関係（データマップ）を予め求めておき、この求めた関係（データマップ）と圧力検出装置1で検出した出口圧力とに基づいて、再始動が可能な飛行高度か否かを求めることができる。

30

【0031】

なお、ウインドミル回転時か否かの判断や、ウインドミル回転時における回転数など、ウインドミル回転に関する情報は回転数検出装置3によって検出することができる。また、ウインドミル回転に関する情報はジェットエンジンEの特性によって変化するものであり、予め実験などによって求めておくことができる。このとき、制御部Cは、回転数検出装置3の検出結果及び圧力検出装置1の検出結果に基づいて、再始動可能な飛行状態か否かを判断することができる。そして、制御部Cは、ウインドミル回転数及び圧縮機Pの出口圧力のそれぞれの値に基づいてそのときの飛行高度を演算によって求め、この飛行高度に基づいて再始動可能な飛行状態か否かを判断することができる。

40

【0032】

このように、ウインドミル回転時における圧縮機Pの出口圧力と、このジェットエンジンEを搭載し飛行する機体の高度又は速度との関係を図3に示すように予め求めておき、この関係と圧力検出装置1の検出結果とに基づいて、再始動が可能な飛行状態か否かを判断する。再始動が可能であると判断された場合には、再始動を行うための所定の処理を行うように次の工程に進み、再始動が不可能であると判断された場合には、通常制御を継続したまま、圧縮機Pの出口圧力が所定値になるように（圧力が上昇するように）飛行高度を下げたり飛行速度を調整したりする（ステップS2）。

50

【 0 0 3 3 】

次に、再始動可能なエンジン・制御状態であるか否かを判断する。

この場合、本実施形態の制御装置CONTであるFADECは、フレームアウトが生じた原因を、各検出装置1、3、4、5によって検出可能となっている。この場合、フレームアウトの生じた原因が、制御システム（エンジン自体）に起因するものなのか、ストールに起因するものなのかを判断可能となっている。このとき、制御システム（エンジン自体）に起因するフレームアウト時において再着火を試みて燃料を供給しようとする危険性が増加する可能性がある。一方、ストールに起因するフレームアウト時においては、ジェットエンジンEの再始動が可能である。したがって、ストールによってフレームアウトが生じたと判断した場合には、制御部Cは、ジェットエンジンEを再始動（再着火）するように、所定の処理を行う。一方、エンジン自体に起因してフレームアウトが生じたと判断した場合には、制御部Cは、例えば注意灯を点灯しミッションアボードをリコメンドするなど、所定の処理を行う（ステップS3）。

10

【 0 0 3 4 】

そして、ステップS3において、再始動可能な状態であると判断した場合、制御部Cは、フレームアウト状態のジェットエンジンEを再始動（再着火）するように、着火装置2に指示する（ステップS4）。

【 0 0 3 5 】

以上説明したように、圧縮機Pの出口圧力の値に基づいて、ジェットエンジンEが作動状態か否かを制御装置CONTによって判断することができる。このとき、圧力検出装置1によって検出された出口圧力の値と、実験などによって予め求められた所定の値とを比較することにより、制御装置CONT（制御部C）によってジェットエンジンEが作動状態か否かを自動的に判断することができる。そして、制御装置CONTによってジェットエンジンEの再始動が可能か否かを判断し、再始動が可能である場合には再始動動作を行い、不可能である場合には、例えば注意灯を点灯させるなど、所定の処理を自動的に行うことができるので、操縦者の負担を低減してヒューマンエラーを防止することができる。同時に、フレームアウトが生じてから再始動するまでの時間を短縮することができる。

20

【 0 0 3 6 】

このとき、再始動が可能か否かの判断は、ジェットエンジンEのウインドミル回転時における回転数や圧力検出装置1の検出結果である圧縮機Pの出口圧力に関する情報に基づいて、ジェットエンジンEを搭載し飛行する航空機の飛行高度を求め、この求めた値に基づいて行うことができる。すなわち、フレームアウトをおこしたジェットエンジンEが再始動可能か否かは、飛行する航空機の飛行高度に依存するが、この飛行高度をエンジンの回転数及び出口圧力の値に基づいて求めることができる。したがって、装置構成を簡略化することができる。

30

【 0 0 3 7 】

なお、飛行高度及び飛行速度を検出可能な飛行高度検出装置及び飛行速度検出装置を設けることにより、図3に示したようなデータマップを予め求める必要はない。すなわち、飛行高度と飛行速度とに関する情報に基づいて、再始動可能か否かを判断することが可能である。

40

【 0 0 3 8 】

【 発明の効果 】

本発明のジェットエンジンの制御方法及び制御装置は以下のような効果を有するものである。

本発明によれば、圧縮機の出口圧力に基づいて、ジェットエンジンが作動状態か否かを制御装置によって判断することができる。この場合の判断は、出口圧力の検出結果と、例えば実験などによって予め求められた所定値とに基づいて行うことができる。そして、制御装置は、圧縮機の出口圧力に関する情報に基づいてジェットエンジンの再始動が可能か否かを判断することができる。このように、所定の処理を自動的に行うことができるので、操縦者の負担を低減してヒューマンエラーを防止することができる。同時に、フレームア

50

ウトが生じてから再始動するまでの時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のジェットエンジンの制御装置の一実施形態を説明するための概略構成図である。

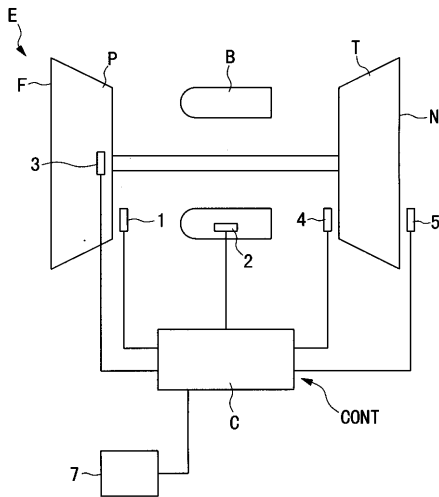
【図2】本発明のジェットエンジンの制御方法の一実施形態を説明するためのフローチャート図である。

【図3】圧縮機の出口圧力とエンジンを再始動可能な飛行速度及び高度との関係を説明するための図である。

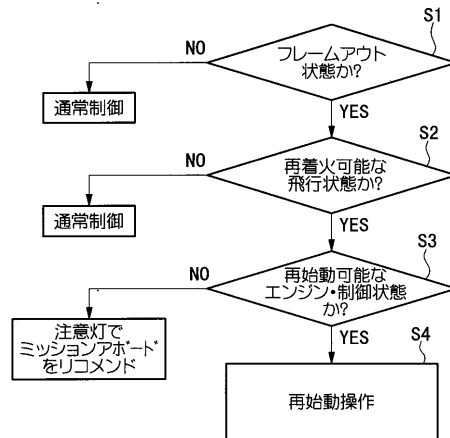
【符号の説明】

- 1 圧力検出装置
- 2 着火装置
- 3 回転数検出装置
- 4 タービン入口温度検出装置
- 5 排気ガス温度検出装置
- 7 記憶装置
- C 制御部（制御装置）
- CONT 制御装置
- E ジェットエンジン

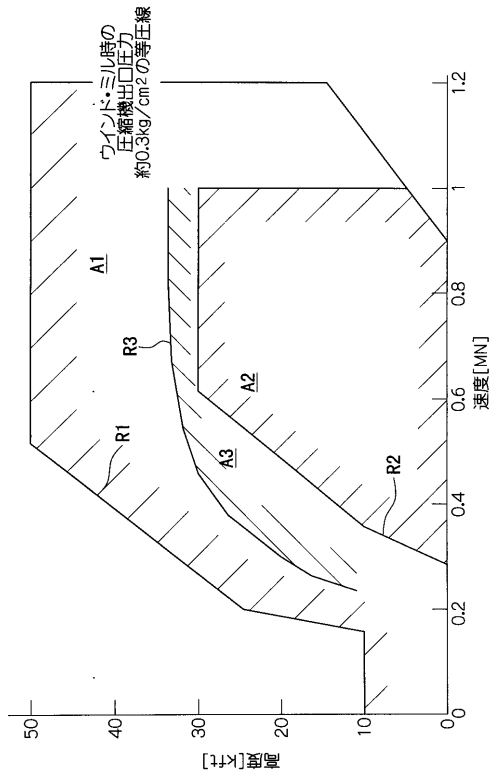
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許第04118926 (US, A)
特開平10-122047 (JP, A)
特開平10-030497 (JP, A)
特開昭60-222529 (JP, A)
特開昭55-104532 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/00
F02C 7/262
F02C 7/264