

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4353264号  
(P4353264)

(45) 発行日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(24) 登録日 平成21年8月7日(2009.8.7)

(51) Int.Cl. F 1  
**B 6 4 D 31/00 (2006.01)** B 6 4 D 31/00  
**B 6 4 C 29/00 (2006.01)** B 6 4 C 29/00 A

請求項の数 10 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2007-89026 (P2007-89026)  
 (22) 出願日 平成19年3月29日(2007.3.29)  
 (65) 公開番号 特開2008-247123 (P2008-247123A)  
 (43) 公開日 平成20年10月16日(2008.10.16)  
 審査請求日 平成20年7月3日(2008.7.3)

(73) 特許権者 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100113435  
 弁理士 黒木 義樹  
 (74) 代理人 100122770  
 弁理士 上田 和弘  
 (72) 発明者 石場 政次  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 審査官 杉山 悟史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ファン制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体を供給されることによって回転駆動され、飛翔体の推力を発生するファンと、  
 前記ファンに前記流体を供給する2以上の流体供給手段と、  
 前記流体供給手段それぞれの異常を検知する異常検知手段と、  
 前記飛翔体の飛行に関する制御量を制御する制御手段と、  
 を備え、

前記異常検知手段が前記流体供給手段のいずれかの異常を検知したときは、  
 前記制御手段は、通常時における推力を前記ファンが発生するために必要な流量の流体を前記異常検知手段が異常を検知していない前記流体供給手段が供給可能な状態になるまで、通常時に比べて低い制御量になるように制御する、ファン制御装置。

10

【請求項2】

前記制御手段は、通常時における推力を前記ファンが発生するために必要な流量の流体を前記異常検知手段が異常を検知していない前記流体供給手段が供給可能な状態になった後は、通常時の制御量になるように制御する、請求項1に記載のファン制御装置。

【請求項3】

前記制御手段は、前記異常検知手段が前記流体供給手段のいずれかの異常を検知した時からの経過時間が0.5秒未満の場合は、通常時に比べて低い制御量になるように制御し、前記異常検知手段が前記流体供給手段のいずれかの異常を検知した時からの経過時間が0.5秒以上の場合は、通常時の制御量になるように制御する、請求項2に記載のファン

20

制御装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記異常検知手段が前記流体供給手段のいずれかの異常を検知した時からの経過時間が 0.5 秒未満の場合は、通常時の 0.5 倍の制御量になるように制御する、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のファン制御装置。

【請求項 5】

前記飛翔体の飛行に関する制御量は、前記ファンに供給される流体の流量である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のファン制御装置。

【請求項 6】

前記流体供給手段と前記ファンとの間を接続し、前記流体が流通可能な流体経路をさらに備え、

前記制御手段は、前記流体経路を流通可能な流体の流量を制御する、請求項 5 に記載のファン制御装置。

【請求項 7】

前記異常検知手段が前記流体供給手段のいずれかの異常を検知したときは、

前記制御手段は、通常時における推力を前記ファンが発生するために必要な流量の流体を前記異常検知手段が異常を検知していない前記流体供給手段が供給可能な状態になるまで、前記飛翔体の飛行に関する制御量を通常時に比べて低い制御ゲインによって制御する、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のファン制御装置。

【請求項 8】

前記制御手段は、前記異常検知手段が前記流体供給手段のいずれかの異常を検知した時からの経過時間が 0.5 秒未満の場合は、通常時の 0.5 倍の制御ゲインによって制御する、請求項 7 に記載のファン制御装置。

【請求項 9】

前記流体は空気であり、前記流体供給手段は空気を前記ファンに供給する、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載のファン制御装置。

【請求項 10】

前記制御手段は、前記異常検知手段が前記流体供給手段のいずれかの異常を検知した時からの経過時間が 0.5 秒未満の場合は、前記ファンに供給される空気の供給量を通常時に比べて 20% 低減する、請求項 9 に記載のファン制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はファン制御装置に関し、特に、流体を供給されることによって回転駆動され、飛翔体の推力を発生するためのファンを制御するファン制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、抽気ガスタービンエンジンにより空気を供給してファンを回転駆動させ、V T O L (Vertical take-off and landing) 機を飛行させるための推力を得ることが行われている。例えば、特許文献 1 では、高圧ガス方式の伝達系を有する V T O L 機が開示されている。この構成では、駆動源は、空気吸入口から空気を取り込み、コンプレッサで圧縮する。そして、圧縮された高圧ガスは配管を通じて伝達され、ファンの入力軸に吹き付けられてファンを回転させる。この V T O L 機では、フェールセーフの観点から、同一構成の 2 機の駆動源が搭載されている。

【特許文献 1】特開 2005 - 125976 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、このような 2 機のエンジンを有する V T O L 機において、エンジンの内の 1 機が故障していわゆる片肺飛行 (O E I : One Engine Inoperative) の状態となる場合

10

20

30

40

50

がある。このようなO E Iの場合は、ファンの駆動力の不足を補うため、正常な方のエンジンの回転速度及びタービン入口温度は定格出力点よりも上昇させられる。しかしながら、片方のエンジンが故障した直後は、正常な方のエンジンの回転速度は低い。そのため、要求される出力が急激に大きくなった場合、サージ等が発生してエンジンが過負荷状態となり、故障していない方のエンジンまでもが正常に作動しない虞がある。

【0004】

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、複数の駆動源における一部の駆動源が故障した場合において、正常な駆動源が過負荷状態となることを防止することができるファン制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、流体を供給されることによって回転駆動され、飛翔体の推力を発生するファンと、ファンに流体を供給する2以上の流体供給手段と、流体供給手段それぞれの異常を検知する異常検知手段と、飛翔体の飛行に関する制御量を制御する制御手段と、を備え、異常検知手段が流体供給手段のいずれかの異常を検知したときは、制御手段は、通常時における推力をファンが発生するために必要な流量の流体を異常検知手段が異常を検知していない流体供給手段が供給可能な状態になるまで、通常時に比べて低い制御量になるように制御する、ファン制御装置である。この構成によれば、異常検知手段が流体供給手段のいずれかの異常を検知したときは、制御手段は、通常時における推力をファンが発生するために必要な流量の流体を正常な流体供給手段が供給可能な状態になるまで、飛翔体の飛行に関する制御量を通常時に比べて低い制御量になるように制御する。すなわち、この構成では、正常な方の流体供給手段が十分に立ち上がるまで、飛翔体の飛行に関する制御量を通常時より低くする。そのため、正常な流体供給手段にサージ等が発生して過負荷状態になることを防止することができる。

【0006】

この場合、制御手段は、通常時における推力をファンが発生するために必要な流量の流体を異常検知手段が異常を検知していない流体供給手段が供給可能な状態になった後は、通常時の制御量になるように制御することが好適である。この場合、制御手段は、異常検知手段が流体供給手段のいずれかの異常を検知した時からの経過時間が0.5秒未満の場合は、通常時に比べて低い制御量になるように制御し、異常検知手段が流体供給手段のいずれかの異常を検知した時からの経過時間が0.5秒以上の場合は、通常時の制御量になるように制御することが好適である。また、制御手段は、異常検知手段が流体供給手段のいずれかの異常を検知した時からの経過時間が0.5秒未満の場合は、通常時の0.5倍の制御量になるように制御することが好適である。

【0007】

この場合、飛翔体の飛行に関する制御量は、ファンに供給される流体の流量とできる。

【0008】

ファンに供給される流体の流量が流体供給手段の異常時に大きいと、正常な流体供給手段に過負荷が生じ易いが、この構成によれば、異常検知前における推力をファンが発生するために必要な流量の流体を正常な流体供給手段が供給可能な状態になるまで、ファンに供給される流体の流量を異常検知前よりも小さくするため、正常な流体供給手段にサージ等が発生して過負荷状態になることを防止することができる。

【0009】

この場合、流体供給手段とファンとの間を接続し、流体が流通可能な流体経路をさらに備え、制御手段は、流体経路を流通可能な流体の流量を制御することが好適である。

【0010】

この構成によれば、制御手段は、流体供給手段とファンとの間を接続する流体経路を流通可能な流体の流量を制御するため、ファンに供給される流体の流量を流体供給手段の出力等を変更することなく制御することができ、流体供給手段の負荷を低減できる。

【0011】

10

20

30

40

50

一方、異常検知手段が流体供給手段のいずれかの異常を検知したときは、制御手段は、通常時における推力をファンが発生するために必要な流量の流体を異常検知手段が異常を検知していない流体供給手段が供給可能な状態になるまで、飛翔体の飛行に関する制御量を通常時に比べて低い制御ゲインによって制御することが好適である。この構成によれば、異常検知手段が流体供給手段のいずれかの異常を検知したときは、制御手段は、通常時における推力をファンが発生するために必要な流量の流体を正常な流体供給手段が供給可能な状態になるまで、飛翔体の飛行に関する制御量を通常時に比べて低い制御ゲインによって制御する。すなわち、この構成では、正常な方の流体供給手段が十分に立ち上がるまで、飛翔体の飛行に関する制御量を、低い制御ゲインによって緩やかな制御応答性で制御する。そのため、正常な流体供給手段にサージ等が発生して過負荷状態になることを防止

10

## 【0012】

この場合、制御手段は、異常検知手段が流体供給手段のいずれかの異常を検知した時からの経過時間が0.5秒未満の場合は、通常時の0.5倍の制御ゲインによって制御することが好適である。

## 【0013】

また、流体は空気であり、流体供給手段は空気をファンに供給するものとできる。この構成によれば、流体供給手段は空気をファンに供給する抽気型であるため、サージ等が発生してエンジンが過負荷状態となり易いため、より本発明の効果が発揮される。

## 【0014】

この場合、制御手段は、異常検知手段が流体供給手段のいずれかの異常を検知した時からの経過時間が0.5秒未満の場合は、ファンに供給される空気の供給量を通常時に比べて20%低減することが好適である。

20

## 【発明の効果】

## 【0015】

本発明のファン制御装置によれば、複数の駆動源における一部の駆動源が故障した場合において、正常な駆動源が過負荷状態となることを防止することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0016】

以下、本発明の実施の形態に係る推進ファン制御装置について添付図面を参照して説明

30

## 【0017】

図1は、実施形態に係る推進ファン制御装置の構成を示す図である。図1に示すように、本実施形態の推進ファン制御装置は、V T O L機の推力を発生するファンの動作を制御するためのものであり、ファン1、流量制御弁2、F C C 3、開度センサ6、空気供給系統8、集合管9、F A D E C 10、及びエンジン+コンプレッサー11, 12を備えている。

## 【0018】

エンジン+コンプレッサー11, 12は、駆動源となる圧縮空気をファン1に供給するためのものであり、空気源抽気ガスタービンエンジンとコンプレッサーとから構成されている。コンプレッサーを駆動するための動力源としては、レシプロエンジン、ロータリエンジン、電動機等も適用することができる。エンジン+コンプレッサー11, 12は、特許請求の範囲に記載の流体供給手段として機能する。

40

## 【0019】

2本の空気供給系統8は、エンジン+コンプレッサー11, 12からの圧縮空気を、ファン1に供給するためのものである。空気供給系統8は特許請求の範囲に記載の流体経路として機能する。空気供給系統8にはそれぞれ流量制御弁2が設けられている。2本の空気供給系統8は流量制御弁2の出口からそれぞれ集合管9に接続されている。集合管9の出口は、配管によりファン1と接続されている。

## 【0020】

50

流量制御弁 2 それぞれは、空気供給系統 8 の一方に異常が生じ、一系統のみで必要な空気をファン 1 に供給する場合に対応可能な容量を有する。流量制御弁 2 は電動及び油圧駆動を用いても良い。流量制御弁 2 は、F C C (Flight Control Computer : 飛行制御コンピュータ) 3 と電線等の通信手段を用いて接続され、F C C 3 からの弁開度制御信号 4 によって制御される。

【 0 0 2 1 】

流量制御弁 2 それぞれには、弁開度を検出する開度センサ 6 が接続されている。開度センサ 6 は F C C 3 と電線等の通信手段を用いて接続され、開度センサ 6 の開度センサ信号 7 は F C C 3 に送られる。F C C は、V T O L 機の飛行を制御するためのもので、特許請求の範囲に記載の制御手段として機能する。

10

【 0 0 2 2 】

F A D E C (Full Authority Digital Engine Control : エンジン電子制御装置) 1 0 は、エンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 それぞれの異常を検知するためのものである。F A D E C 1 0 は、特許請求の範囲に記載の異常検知手段として機能する。F A D E C 1 0 と F C C 3 とは電線等の通信手段を用いて接続され、F A D E C 1 0 からのエンジン動作状態量信号 1 3 は、F C C 3 に送られる。

【 0 0 2 3 】

以下、本実施形態の推進ファン制御装置の動作について説明する。図 2 は、実施形態に係る推進ファン制御装置の動作を示すフロー図である。図 2 に示すように、V T O L 機の飛行中において、推進制御ルーチンが起動されると ( S 1 )、F A D E C 1 0 によりエンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 の異常が検知され、エンジン動作状態量信号 1 3 が F C C 3 に送信される ( S 2 )。

20

【 0 0 2 4 】

もし、エンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 の一方に異常が生じており、ファン 1 の出力制限中である場合は ( S 3 )、F C C 3 内のカウンター積分器 (タイマー) がスタートする ( S 4 )。カウンター積分器による計時開始からの経過時間が 0 . 5 秒未満の場合は ( S 5 )、V T O L 機のピッチロールに関する制御量は通常制御における制御量の 0 . 5 倍に設定され ( S 6 )、ファン 1 の出力 (ファン 1 で要求される空気量) は、図 3 に示すように O E I の発生前に比べて低くされる。また、図 4 に示すように、制御ゲインは通常の 0 . 5 倍に設定される。F C C 3 は、設定された制御量になるように設定した制御ゲインに応じた弁開度制御信号 4 を流量制御弁 2 に送り、流量制御弁 2 を制御する ( S 7 )。

30

【 0 0 2 5 】

カウンター積分器による計時開始からの経過時間が 0 . 5 秒以上の場合は ( S 5 )、V T O L 機のピッチロールに関する制御量及びファン 1 の出力 (ファン 1 で要求される空気量) は、図 3 に示すように通常制御における制御量に設定される ( S 8 )。また、図 4 に示すように、制御ゲインは通常値に設定される。F C C 3 内のカウンター積分器はリセットされる ( S 9 )。

【 0 0 2 6 】

一方、エンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 の双方が正常に動作しており、ファン 1 の出力制限中ではない場合は ( S 3 )、F C C 3 は通常の制御を行う ( S 1 0 )。

40

【 0 0 2 7 】

従来の抽気型ガスタービンエンジンを 2 発搭載した V T O L 機において、O E I の状態となった場合は、ガスタービンエンジン側からの要求は 0 . 5 秒の間、エンジンの出力を制限することが、ガスタービンエンジンの燃焼サイクルが成立する条件であり、この場合、エンジン抽気から得られる空気駆動するファン 1 への空気供給量を 2 0 % 低減する必要がある。もし、この条件を満たさない場合は、ガスタービンエンジンはファン 1 の駆動用空気の抽気によりサージに突入しエンジンが停止する。

【 0 0 2 8 】

従来の推力ファン制御は、双発エンジンのいずれもが正常である状態が前提であり、通常ファン駆動時の制御ゲイン及び制御量で最適化してシステムが構築されている。しかし

50

、双発エンジンの片方が故障した場合、正常なエンジンで双発構成時のファン駆動出力まで上げる間の抽気量が制限される。この間、エンジン正常時の制御ゲインをそのまま使用するとゲイン不適となり機体発散を招き飛行不可となる。また、出力制限時のゲインで適合した場合、飛行性能（安定性）を満足することができない。

【 0 0 2 9 】

そこで本実施形態では、F A D E C 1 0 がエンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 のいずれかの異常を検知したときは、F C C 3 は、異常検知前における推力をファン 1 が発生するために必要な流量の空気を正常なエンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 が供給可能な状態になるまで、V T O L 機の飛行に関する制御量、すなわちファン駆動用空気量を異常検知前に比べて低い量になるように制御する。すなわち、この構成では、エンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 の内で正常な方が十分に立ち上がるまで、異常検知前に比べて V T O L 機の飛行に関する制御量を低くする。また、この間、ピッチロール制御量に関する制御ゲインも異常検知前に比べて小さくする。そのため、正常なエンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 にサージ等が発生して過負荷状態になることを防止することができる。すなわち、ファン駆動用空気量を制限することにより、エンジン運転条件を満たすエンジン出力制限に対応することが可能となり、ガスタービンエンジンの燃焼サイクルが成立する条件を満たすことができる。そのため、姿勢制御ゲインを切替えることによってエンジン運転条件を満足し、機体発散を防止可能となる。

10

【 0 0 3 0 】

特に本実施形態では、F C C 3 は、エンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 とファン 1 との間を接続する空気供給系統 8 を流通可能な空気の流量を流量制御弁 2 によって制御するため、ファン 1 に供給される流体の流量をエンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 の出力等を変更することなく制御することができ、エンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 の負荷を低減できる。

20

【 0 0 3 1 】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく種々の変形が可能である。例えば、上記実施形態では、エンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 の一方に異常が生じたときに、ファン 1 が要求する空気流量を制御量とし、エンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 のうち正常なものが立ち上がるまで、空気流量を通常よりも小さいものとする態様を中心に説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、エンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 の一方に異常が生じたときに、エンジン + コンプレッサー 1 1 , 1 2 のうち正常なものが立ち上がるまで、異常検知前に比べて、F C C 3 が算出する飛行制御に関する制御ゲインや姿勢制御に関する制御ゲインを減少させるものであっても良い。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 2 】

【 図 1 】 実施形態に係る推進ファン制御装置の構成を示す図である。

【 図 2 】 実施形態に係る推進ファン制御装置の動作を示すフロー図である。

【 図 3 】 O E I 時のファン出力の変移を示すグラフ図である。

【 図 4 】 O E I 時のファン制御の制御ゲインの変移を示すグラフ図である。

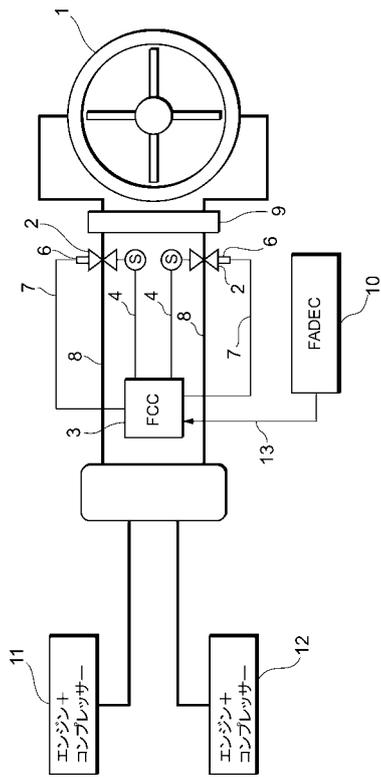
40

【 符号の説明 】

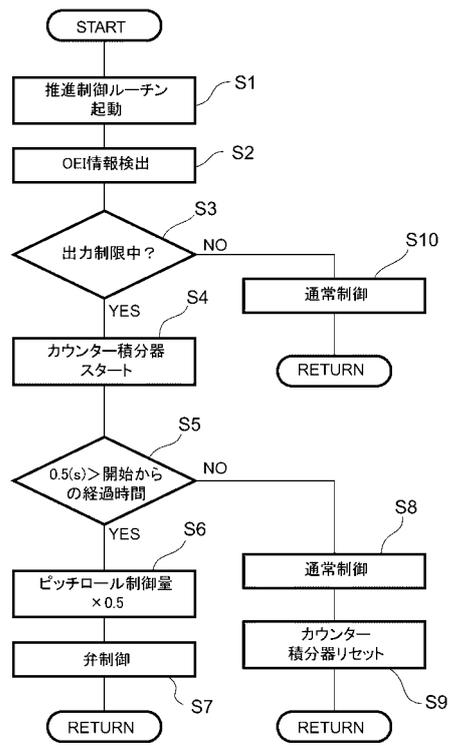
【 0 0 3 3 】

1 ... ファン、 2 ... 流量制御弁、 3 ... F C C、 4 ... 弁開度制御信号、 6 ... 開度センサ、 7 ... 開度センサ信号、 8 ... 空気供給系統、 9 ... 集合管、 1 0 ... F A D E C、 1 1 , 1 2 ... エンジン + コンプレッサー、 1 3 ... エンジン動作状態量信号。

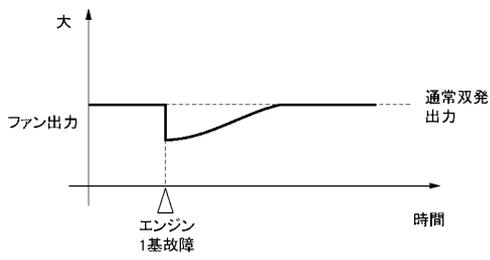
【図1】



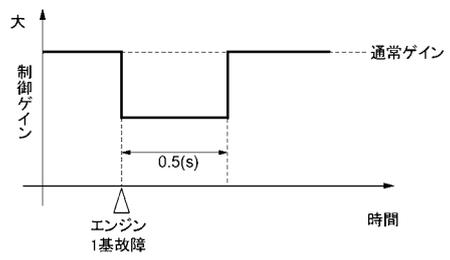
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-213168(JP,A)  
特開2007-022268(JP,A)  
特開平11-255199(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B64D 31/00  
B64C 29/00