

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5016706号
(P5016706)

(45) 発行日 平成24年9月5日(2012.9.5)

(24) 登録日 平成24年6月15日(2012.6.15)

(51) Int. Cl.	F 1	
FO2C 7/32 (2006.01)	FO2C 7/32	
FO2C 6/00 (2006.01)	FO2C 6/00	B
FO1D 15/10 (2006.01)	FO1D 15/10	B
FO1D 15/12 (2006.01)	FO1D 15/12	
B64D 41/00 (2006.01)	B64D 41/00	

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-142267 (P2010-142267)	(73) 特許権者	000000974
(22) 出願日	平成22年6月23日 (2010.6.23)		川崎重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-117437 (P2011-117437A)		兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(43) 公開日	平成23年6月16日 (2011.6.16)	(74) 代理人	100087941
審査請求日	平成22年6月23日 (2010.6.23)		弁理士 杉本 修司
(31) 優先権主張番号	特願2009-253400 (P2009-253400)	(72) 発明者	五井 龍彦
(32) 優先日	平成21年11月4日 (2009.11.4)		兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	田中 謙一郎
			兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内
		(72) 発明者	渡辺 浩二
			兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 航空機用始動発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

航空機用の二軸型ガスタービンエンジンに使用される装置であって、
スタータと発電機を兼ねる電気式回転機、無段変速機、前記エンジンの高圧軸に連結される高圧側クラッチ、および低圧軸に連結される低圧側クラッチを備え、

スタート時は前記回転機が前記高圧側クラッチを介して前記高圧軸を駆動し、前記エンジンが自立運転に入った後は前記低圧軸が前記低圧側クラッチおよび前記無段変速機を介して前記回転機を一定回転数で駆動し、

前記高圧側クラッチは、前記高圧軸が第1回転速度に達したときに遮断され、前記低圧側クラッチは、前記高圧軸が前記第1回転速度よりも高い第2回転速度に達したとき接続されるように設定されており、

前記回転機的一端部と前記高圧側クラッチとが第1のギヤ列を介して連結され、前記回転機他端部と前記低圧軸とが第2のギヤ列および前記無段変速機を介して連結され、スタート時は常に前記エンジン低圧軸の回転速度が装置側よりも遅く、エンジン自立後は常に前記エンジン高圧軸が装置側よりも速い回転速度となるように、前記第1ギヤ列および前記第2ギヤ列の各ギヤ比が選定されており、

さらに、前記回転機、前記無段変速機、前記高圧側クラッチ、前記低圧側クラッチ、第1のギヤ列および第2のギヤ列を収納するハウジングを備え、前記ハウジングが、前記高圧軸および低圧軸に連結された伝達ギヤ列を収納したギヤボックスに連結されている航空機用始動発電装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記第 1 のギヤ列と第 2 のギヤ列が、前記回転機的一端部の軸方向外方と他端部の軸方向外方とに配置されている航空機用始動発電装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、前記無段変速機と前記低圧軸との間に前記低圧側クラッチが配置されている航空機用始動発電装置。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 において、前記無段変速機と前記第 2 ギヤ列との間に前記低圧側クラッチが配置されている航空機用始動発電装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項において、前記高圧側クラッチは、前記エンジン高圧軸が高速回転のとき空転するワンウェイクラッチからなり、前記低圧側クラッチは、装置側が高速回転のとき空転するワンウェイクラッチからなる航空機用始動発電装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項において、さらに、スタート時は、前記無段変速機を常に最大減速モードとなるよう制御する制御器を備えた航空機用始動発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、航空機エンジンに連結されて、エンジン・スタータおよび発電機を兼ねる航空機用始動発電装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来型の航空機用発電装置は、二軸型ジェットエンジンの高圧軸で駆動されていたが、航空機の電氣化進展に伴い発電容量が増大し、低エンジン出力時（地上アイドル、降下中等）にエンジンストールが発生するリスクが増大してきた。今後、エンジンの高バイパス化が進むと、このリスクはますます高まると考えられる。これを回避するために、低圧軸で駆動される発電装置が計画されたが、高圧軸の回転数範囲 1 : 2 程度に対し、低圧軸の回転数範囲 1 : 5 となり、従来型の I D G (Integrated Drive Generator: エンジン回転数が変動しても一定周波数発電が可能なように無段変速機を内蔵した駆動機構一体型発電装置で、C F (Constant Frequency) 方式ともいう。) や、V F (Variable Frequency) 方式では対処できない。よって、この問題に対処するためトラクシヨンドライブ無段変速機を使用した新方式の低圧軸装着型 I D G (低圧軸装着型 I D G) が提案され、航空機の電氣化推進に寄与している（特願 2009-026220 参照）。なおこの場合、I D G なので一定周波数（C F）の電力が供給される。

30

【0003】

一方、航空機の電氣化推進のもうひとつのキーテクノロジーとして、従来の圧縮空気式に代わる電氣式スタータがあるが、エンジン・スタート時以外は発電機として作動するスタータ・ジェネレータ（始動・発電機）として 1 人 2 役をこなし、軽量化・コストダウンに寄与している。なお、この場合、圧縮機は高圧軸によって駆動されるので、エンジンをスタートさせるには、このスタータ・ジェネレータを高圧軸に接続する必要があり、やはり、エンジンストールの問題がある。また、発電周波数は V F である。

40

【0004】

さらに、前記従来型の I D G をスタータ・ジェネレータ化する案も提示されているが（特許文献 1 ~ 5）、いずれも高圧軸装着を前提としており、低圧軸装着には対応できない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2008 - 38902 号公報

50

【特許文献1】米国特許第3274855号明細書

【特許文献1】米国特許第3786696号明細書

【特許文献1】米国特許第4315442号明細書

【特許文献1】英国特許第1199145号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

航空機のさらなる電動化を進めるに当り、上述のように高圧軸からの馬力抽出の限界およびエンジンスタートの必要上、1台は高圧軸駆動のスタータ・ジェネレータ、1台は低圧軸駆動の低圧軸装着型IDGとする案があるが、VFとCFが混在する、異なる2種類の装置を用意する必要がある、という問題点があり、航空機電源システムの複雑化、補用品の増加、コストの増大を招く。

10

【0007】

一方、低圧軸装着型IDGをスタータ・ジェネレータ化し高圧軸に配置することで、CF化し、装置も共用することも考えられるが、このままではスタート時にトラクションドライブが低速で大トルクを伝達することになり、停止状態からスタートするときの接触面焼き付きや表面疲労が発生するため、実用困難である。

【0008】

本発明は上記課題の解決をめざし、エンジンの低圧軸による一定周波数発電と、高圧軸による電気式スタートとを1台で行うことにより、装置の簡素化、コストダウンを実現できる航空機用始動発電装置およびこの装置を制御する方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の航空機用始動発電装置は、航空機用の二軸型ガスタービンエンジンに使用される装置であって、スタータと発電機を兼ねる電気式回転機、無段変速機、前記エンジンの高圧軸に連結される高圧側クラッチ、および低圧軸に連結される低圧側クラッチを備え、スタート時は前記回転機が前記高圧側クラッチを介して前記高圧軸を駆動し、前記エンジンが自立運転に入った後は前記低圧軸が前記低圧側クラッチおよび前記無段変速機を介して前記回転機を一定回転数で駆動し、前記高圧側クラッチは、前記高圧軸が第1回転速度に達したときに遮断され、前記低圧側クラッチは、前記高圧軸が前記第1回転速度よりも高い第2回転速度に達したとき接続されるように設定されており、前記回転機的一端部と前記高圧側クラッチとが第1のギヤ列を介して連結され、前記回転機他端部と前記低圧軸とが第2のギヤ列および前記無段変速機を介して連結され、スタート時は常に前記エンジン低圧軸の回転速度が装置側よりも遅く、エンジン自立後は常に前記エンジン高圧軸が装置側よりも速い回転速度となるように、前記第1ギヤ列および前記第2ギヤ列の各ギヤ比が選定されており、さらに、前記回転機、前記無段変速機、前記高圧側クラッチ、前記低圧側クラッチ、第1のギヤ列および第2のギヤ列を収納するハウジングを備え、前記ハウジングが、前記高圧軸および低圧軸に連結された伝達ギヤ列を収納したギヤボックスに連結されている。

30

【0010】

この構成によれば、エンジンの低圧軸による一定周波数発電と、高圧軸による電気式スタートとを1台の回転機で行うことにより、装置の簡素化、コストダウンを実現できる。また、エンジンスタート時は、回転機が高圧軸のみを駆動してエンジンをスタートさせる一方で、低圧側クラッチは空転するので、低圧軸は駆動されない。したがって、低圧軸に連結される巨大なファンのような負荷による大きな抵抗の発生を避けることができるので、スタート時の所要動力が低減される。さらに、回転機をスタータとして使用するスタート時に高圧軸の回転速度が上昇する際に、第1回転速度で回転機がカットオフされたのち第2回転速度で低圧側クラッチが接続されて回転機が発電機として駆動され始める。したがって、高圧軸と低圧軸とが干渉することはないので、回転機をスタータ動作から発電機動作に円滑に切り換えることができる。また、第1および第2のギヤ列のそれぞれにおけ

40

50

る適切なギヤ比の設定により、スタート時に、高圧側クラッチが遮断されたのち低圧側クラッチが接続される動作を容易に実行できる。さらに、始動発電装置の全体がハウジング内に収納されてコンパクトな構造となるとともに、このハウジングをギヤボックスに連結することにより、始動発電装置を容易にギヤボックスに取り付けることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明において、前記第 1 のギヤ列と第 2 のギヤ列を、前記回転機的一端部の軸方向外方と他端部の軸方向外方とに配置することができる。これにより、回転機の両側に第 1 のギヤ列と第 2 のギヤ列が配置されるので、回転機の回りのスペースを有効利用できる。

【 0 0 1 4 】

このような第 1 ギヤ列と第 2 ギヤ列の配置において、前記無段変速機と前記低圧軸との間に前記低圧側クラッチを配置するか、または前記無段変速機と前記第 2 ギヤ列との間に前記低圧側クラッチを配置することができる。

10

【 0 0 1 7 】

前記高圧側クラッチは、前記エンジン高圧軸が高速回転のとき空転するワンウェイクラッチとし、前記低圧側クラッチは、装置側が高速回転のとき空転するワンウェイクラッチとすることが好ましい。これにより、クラッチ制御手段が不要になり、構造が簡略化される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明の始動発電装置によれば、エンジンの低圧軸による一定周波数発電と、高圧軸による電気式スタートとを 1 台の回転機で行うことにより、装置の簡素化、コストダウンを実現できる。また、エンジンスタート時に、低圧軸に連結される負荷による大きな抵抗の発生を避けることができるので、スタート時の所要動力が低減される。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】本発明の一実施形態に係る航空機用始動発電装置のエンジンへの連結状態を示す概略縦断面図である。

【 図 2 】同実施形態に係る航空機用始動発電装置を示す概略縦断面図である。

【 図 3 】同航空機用始動発電装置に含まれるトラクションドライブ無段変速機を示す概略縦断面図である。

30

【 図 4 】同航空機用始動発電装置のスターターモード時を示す概略縦断面図である。

【 図 5 】同航空機用始動発電装置の発電モード時を示す概略縦断面図である。

【 図 6 】同航空機用始動発電装置の各軸の回転速度の時間推移を示す特性図である。

【 図 7 】本発明の第 2 実施形態の航空機用始動発電装置を示す概略縦断面図である。

【 図 8 】本発明の第 3 実施形態の航空機用始動発電装置を示す概略縦断面図である。

【 図 9 】本発明の第 4 実施形態の航空機用始動発電装置を示すブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

本発明の始動発電装置 1 は、図 1 に示すような航空機用のエンジン 10 に補機として使用される。このエンジン 10 は、ガスタービンエンジンの一種であるジェットエンジンである。この例では、エンジン 10 は 2 軸型のターボファンエンジンであり、圧縮機 2、燃焼器 3、高圧タービン 4 および低圧タービン 5 を備えている。高圧タービン 4 は高圧軸 7 を介して圧縮機 2 に連結されて、圧縮機 2 を駆動する。低圧タービン 4 は出力用であり、低圧軸 8 を介して、負荷であるファン 9 を回転させる。

40

【 0 0 2 1 】

高圧軸 7 および低圧軸 8 は、補機用の出力取り出しギヤ列 11 と、高圧取り出し軸 12 および低圧取り出し軸 13 とを介してエンジン・アクセサリ・ギヤボックス 15 に連結され、このギヤボックス 15 に収納された伝達ギヤ列 16 を経て、高圧側入力軸 21 と低圧側入力軸 22 にそれぞれギヤ連結されている。

【 0 0 2 2 】

50

1. 本装置(TDSG:Traction Drive starter Generator) 1は、図2に示すように、トラクションドライブ無段変速機25、スタータと発電機を兼ねる電気式の回転機26、2つのワンウェイ・クラッチ27、28、2箇所の入力軸21、22、これらを繋ぐ第1および第2のギヤ列30、31およびこれらを収容するハウジング33を主な構成要素とする。ハウジング33が、図示しないボルトのような締結部材によりギヤボックス15に連結されている。回転機26の回転軸29は、回転機26の両端面26a、26bから軸方向の両側に突出しており、第1ギヤ列である増速ギヤ列30が回転軸29の一端部29aに接続され、第2ギヤ列であるアイドルギヤ列31が、回転軸29の他端部29bに接続されている。こうして、増速ギヤ列30とアイドルギヤ列31を回転機26の両側、つまり軸方向の一方の外方と他方の外方に配置することで、ハウジング33内のスペースのバランスよい利用を図っている。

10

【0023】

増速ギヤ列30は、回転機26と高圧側クラッチ27との間に接続され、アイドルギヤ列31は、回転機26と無段変速機25の間に接続されている。無段変速機25は低圧側クラッチ28に接続されている。

【0024】

2. エンジン10の高圧(HP)軸7に接続される高圧側入力軸(HP入力軸)21は、高圧側ワンウェイ・クラッチ(スプラグ式、ローラー式等)27のインナーレース27aと繋がる。高圧側ワンウェイ・クラッチ(以下、HPクラッチという)27はインナーレース27a側の方が高速のときに空転する向きに設定されており、エンジンが自立運転に入って回転数が上昇すると自動的に遮断されて空転する。エンジン10の低圧(LP)軸8に接続される低圧側入力軸(LP入力軸)22は、低圧側ワンウェイ・クラッチ28のアウターレース28bと繋がる。低圧側ワンウェイ・クラッチ(以下、LPクラッチという)28も、インナーレース28a側のほうが高速のときに空転する向きに設定されており、エンジン回転数が低いスタート時に自動的に遮断されて空転する。HPクラッチ27のアウターレース27bは、増速ギヤ列30を介して回転機26の回転軸29の一端部29aに接続されている。

20

【0025】

3. 始動発電装置1には始動制御装置61が設けられている。この始動制御装置61は、エンジン10を停止状態から起動するための装置であり、モータ制御回路62およびスタータ制御回路63を備えている。モータ制御回路62は、スタータモードにおいて、外部の電源または航空機搭載のAPU(補助動力源)等である電源35からの電力を調整して回転機26に供給し、発電モードにおいて、回転機からの発電電力を調整して外部の電気負荷36に供給する。スタータ制御回路63は、高圧軸回転センサ65から入力される高圧軸回転速度に基づき、モータ制御回路62を制御するとともに、無段変速機25の制御器50を制御して、スタートモードで無段変速機25の減速比を最大値に固定させる。モータ制御回路62は、スタータモードで、予め設定された回転数上昇パターンで回転機26の回転速度を上昇させることにより、エンジン10を起動する。

30

【0026】

4. エンジンスタート時は、回転機26は電源35からモータ制御回路62を介して給電されてスタータ・モータとして作動し、HP入力軸21を経由して図1のエンジン10のHP軸7を回転させ、エンジン10をスタートする。図2の高圧軸回転センサ65からの回転速度信号に基づきHP軸7が一定回転に達したことがわかると、回転機26は、モータ制御回路62によって給電が停止され、徐々に減速して停止する(スタータ・カットオフ)が、このときまでにエンジン10は自立運転しているので、HP軸7の回転数は上昇し続ける。こうなるとHPクラッチ27は、インナーレース27aの方がアウターレース24bよりも高速になるので、自動的に遮断されて、アウターレース24bが空転する。(スタータモード)

40

【0027】

50

5. 図1のエンジン10の回転、すなわちHP軸7の回転がさらに上昇するにつれ、LP軸(ファン軸)8の回転が上昇し始める。LP入力軸22は、前述のとおり、図2のLPクラッチ28のアウトレース28bに繋がっている。一方、回転機26は、アイドルギヤ列31およびトラクションドライブ無段変速機25を経由して、LPクラッチ28のインナーレース28aに繋がっている。具体的には、アイドルギヤ列31がトラクションドライブ無段変速機25の出力側に連結され、この変速機25の入力側がLPクラッチ28のインナーレース28aに繋がっている。このとき、アウトレース28bの方がインナーレース28aよりも高速なので、LPクラッチ28は遮断状態にある。

【0028】

6. 上記4項でスターター・カットオフ後は、回転機26の回転低下とともにLPクラッチ28のインナーレース28aの回転も低下する。一方、5項でLPクラッチ28のアウトレース28bの回転は上昇していくので、両者が一致したところでLPクラッチ28が自動的に接続状態となり、エンジン10のLP軸8で回転機26が駆動され始める。

【0029】

7. このとき、図3に示すように、スタータ制御回路63からの指令を受けた制御器50により、トラクションドライブ無段変速機25は最大減速モード(入力側に対し、出力側の速度が最低)となっている。上記5~7項をトランジェント・モードと称す。

【0030】

トラクションドライブ無段変速機25は、ダブルキャピティ型であり、各キャピティ41の軸方向外側に一對の入力ディスク42, 42が配置され、軸方向内側に一對の出力ディスク43, 43が配置されている。入力ディスク42は入力軸45に連結され、出力ディスク43は出力軸46に連結されている。入力ディスク42と出力ディスク43とは、その間に配置されたパワーローラ48により、潤滑油の流体摩擦を利用して回転連結される。パワーローラ48は周方向に間隔を空けて複数個が配置される。出力軸46には出力ギヤ47が結合されており、この出力ギヤ47が図1のアイドルギヤ列31に連結された中間ギヤ51に接続されている。図3のパワーローラ48の姿勢は制御器50によって制御され、入出力ディスク42, 43間の速度比が無段で変更される。最大増速モードでは、パワーローラ48は図3に二点鎖線で示す姿勢となる。

【0031】

8. 図1のエンジン10のLP軸8の回転速度が上昇し、グランドアイドル(地上運転時のアイドル状態)に達すると、図2の無段変速機25による速度制御が開始され、制御器50により、LP軸8の回転速度が変化しても回転機26の回転速度が一定(例えば2400rpm)となるよう無段変速機25の出力軸47の回転速度が制御される。回転機26が所定速度に達すると発電が開始され、LP入力軸22の回転速度に拘らず一定周波数(発電機が2極の場合400Hz)の交流電力が外部の電気負荷36に供給される。(ジェネレータ・モード)なお、このモードにおいてはHPクラッチ27のアウトレース速度はインナーレース速度より遅くなるよう増速ギヤ列30のギヤ比が設定されているので、HPクラッチ27は空転しており、したがって、始動発電装置1は、LP軸8のみから駆動され、HP軸7の作動に影響を及ぼさない。

【0032】

つぎに、始動発電装置1の動作を図4および図5にしたがって説明する。図4および図5では無段変速機25および回転機26から遮断されている部分を破線で示している。

【0033】

図4に示すエンジンスタート時(スタータ・モード)は回転機26がHP軸7のみを駆動してエンジンをスタートさせる。このとき、LPクラッチ28は空転するので、LP軸8は駆動されない。したがって、LP軸8に連結された巨大なファン9の回転による大きな抵抗の発生を避けることができるので、スタート時の所要動力が低減される。

【0034】

エンジン自立後は、図5に示すように、LP軸8からLP入力軸22、LPクラッチ28、無段変速機25およびアイドルギヤ列31を介して回転機26を駆動するが(ジェネレータ

10

20

30

40

50

・モード)、HPクラッチ 27 は空転しているので、HP入力軸 21 とLP入力軸 22 とが干渉することはない。上記となるようなギヤ比の 1 例として、HP入力軸 21 側から見て、増速ギヤ列 30 (図示は遊星歯車であるが、並行軸でもよい)=1:3、アイドラギヤ列 31=1.34:1 (減速)、中間ギヤ 51 と変速機出力ギヤ 47 の間=2:1 (減速)、無段変速機 25 の変速比 $1/5$ (減速) ~ $5/1$ (増速) (全変速比 1:5) とする。

【 0 0 3 5 】

なお、上記を実施するため、無段変速機 25 の変速比は、スタータモード、およびトラクションモードにおける変速制御開始までは、前述のとおり、スタータ制御回路 63 によって常に最大減速 (LP入力側からみて出力ギヤ 47 が $1/5$ となるLoモード (図 3 の実線)) に固定される。

10

【 0 0 3 6 】

図 2 の各軸の各モードにおける速度関係の一例を、図 6 に示す。

a) スタータモードにおいて、図 2 のスタータ制御回路 63 からの指令により、モータ制御回路 62 が作動して、回転機 26 をモーターとして作動させ、HP軸 7 を駆動し始める。モーター回転とともに、図 6 に示すHP軸回転数 A も上昇し、エンジンは自立運転を始める。

【 0 0 3 7 】

b) HP軸 7 が例えば第 1 回転数である 5500rpm に達すると、高圧軸回転センサ 65 からの回転数検出信号を受けたスタータ制御回路 63 が作動し、モータ制御回路 62 から回転機 (モータ) 26 への給電がカット・オフ (給電停止) される。このときモーター回転数 B は 16500rpm (ギヤ比より) である。モーター・カットオフに伴い、HPクラッチ・アウターレース速度 C が低下し、一方でHP軸速度 A は上昇するので、HPクラッチ 27 は空転する。

20

【 0 0 3 8 】

c) LPクラッチ・インナーレース速度 D は、9 項で示したギヤ比の関係および無段変速機 25 がLoモードに固定されていることより、エンジンスタート後から 4000 rpm (モーター・カットオフ) まで、モーター回転数 B に連動して回転数が上昇する。その後はモーター・カットオフにより他の軸と共に回転は急落する。

【 0 0 3 9 】

d) LP軸回転数 E (ファンに直結) はHP軸回転数 A に連動して上昇していく。これがLPクラッチ・インナーレース速度 D と合致したとき、例えばHP軸 7 が第 2 回転数である 7500rpm に達したとき、LPクラッチ 28 が自動的に接続される。それ以降は、LP側入力軸 22 が無段変速機 25 を介して回転機 26 を駆動し始める。他方、HPクラッチ・アウターレース速度 C はHP軸速度 A よりも十分低いので、HPクラッチ 27 は空転する。

30

【 0 0 4 0 】

e) HP軸速度 A はエンジンがグランドアイドルになると静定する (9000rpm)。他軸も同様に静定する。

【 0 0 4 1 】

f) 静定後、図 3 のトラクションドライブ制御器 50 が起動し、図 2 の回転機 26 を一定回転数 (24000rpm) に制御する。無段変速機 25 は、LP側軸回転数 E の 4000rpm ~ 20000rpm に対し、発電機 (回転機) 回転数 B を一定になるよう制御できる。回転機 26 は 2 極なので発電周波数は 400 Hz である。連動してHPクラッチ・アウターレース速度 C も 8000rpm まで上昇するが、グランドアイドル時のHP軸回転数 A の 9000rpm より遅いため、HPクラッチ 27 は空転したままである。

40

【 0 0 4 2 】

g) その後テイクオフに移ると、LP軸速度 E は 20000rpm まで上昇するが、無段変速機 25 の速度制御範囲内なので、発電機速度である回転機速度 B は 24000rpm 一定に保たれている。一方、HP軸速度 A は 15000rpm まで上昇するが、HPクラッチ・アウターレース速度 C は回転機速度 B に連動して一定の 8000rpm に維持されるので、HPクラッチ 27 は空転のままである。

【 0 0 4 3 】

異常発生時は、無段変速機 25 は制御器 50 によってLoモードに固定され、各回転軸速

50

度を最低にし、安全を図る。

【 0 0 4 4 】

図 7 の第 2 実施形態に示すように、クラッチ 2 7 , 2 8、ギヤ列 3 0 , 3 1 はエンジン・アクセサリ・ギヤボックス 1 5 に内蔵し、無段変速機 2 5 と回転機 2 6 を、このギヤボックス 1 5 の外に配置して、それぞれ別々の変速機ハウジング H 2 5 と回転機ハウジング H 2 6 に収納し、両ハウジング H 2 5 , H 2 6 をギヤボックス 1 5 に連結する構造として、他のアクセサリと同列で扱ってもよい。

【 0 0 4 5 】

また、図 8 の第 3 実施形態に示すように、LPクラッチ 2 8 をアイドルギヤ列 3 1 と、無段変速機 2 5、詳しくはその中間ギヤ 5 1 との間に設けてもよい。その場合、LPクラッチ 2 8 のインナーレース 2 8 a がアイドルギヤ列 3 1 に連結され、アウターレース 2 8 b が中間ギヤ 5 1 に連結される。

10

【 0 0 4 6 】

図 9 の第 4 実施形態では、発電容量を大きくするために、本発明の始動発電装置 (TDSG) 1 を複数、例えば 2 台設けている。両装置 1 , 1 からの発電出力を接触器 5 5 , 5 6 を介して電路 5 7 , 5 8 に供給する。一定周波数 (CF) の電流が流れる両電路 5 7 , 5 8 間には遮断器 6 0 が接続されている。所要電力の大きさに応じて、接触器 5 5 , 5 6 を開閉することにより、一方の装置 1 の電力のみを使用する場合と、両方の装置 1 の電力を使用する場合とに切り換える。

【 0 0 4 7 】

20

以上説明した本発明のポイントをまとめると、つぎのとおりである。

(1) 航空機のエンジン・スタータと発電機を兼用する始動発電装置 1 であって、図 2 に示したスタータと発電機を兼ねる回転機 2 6、変速機 (例えばトラクションドライブ無段変速機) 2 5、高圧側クラッチ 2 7 および低圧側クラッチ 2 8 を備え、エンジン 1 0 の高圧系と低圧系のそれぞれと結合し、エンジン・スタート時はモータ 2 6 が直接高圧系を駆動し、エンジン 1 0 が自立運転に入ったあとはエンジン 1 0 の低圧系が無段変速機 2 5 を駆動し、この無段変速機 2 5 がエンジン 1 0 からの入力回転数にかかわらず発電機 2 6 を一定回転速度で駆動する。

【 0 0 4 8 】

(2) 上記 (1) となるように 2 つのクラッチ 2 7 , 2 8、増速ギヤ列 3 0 およびアイドルギヤ列 3 1 を配置する。(高圧側クラッチ 2 7 はエンジン高圧軸 7 側が高速回転のとき空転し、低圧側クラッチ 2 8 は装置 1 側が高速回転のとき空転するように設定する。)

30

【 0 0 4 9 】

(3) スタート時は、制御器 5 0 により、無段変速機 2 5 が常に Lo モード (最大減速モード) となるよう制御する。

(4) スタート時は常にエンジン低圧軸 8 の回転速度が装置 1 側よりも遅く、エンジン自立後は常にエンジン高圧軸 7 が装置 1 側よりも速い回転速度となるように、第 1 ギヤ列 3 0 および第 2 ギヤ列 3 1 の各ギヤ比を選定して各要素間を繋ぐ (無段変速機 2 5 は Lo モード)。これにより、スタート時はファン 9 を回転させず、エンジン自立後はコア (高圧軸 7) に影響を及ぼさない。

40

【 0 0 5 0 】

(5) 回転機 2 6 の両側に、高圧側入出力ギヤ (増速ギヤ列 3 0) と低圧側入出力ギヤ (アイドルギヤ列 3 1) とを分けて配置して、スペースをバランスよく利用した。

【 0 0 5 1 】

(6) 両クラッチ 2 7 , 2 8 はアクセサリ・ギヤボックス 1 5 内に配置してもよい (図 7)。

(7) 無段変速機 2 5 と回転機 2 6 は別々のハウジング H 2 5 , H 2 6 に収納してもよい (図 7)。

(8) 非常時は必ず無段変速機 2 5 が Lo モードとなるように制御する。

【 0 0 5 2 】

50

以上説明したとおり、本発明によれば、図1の航空機エンジン10の図2に示す低压軸8による一定周波数発電と、高压軸7による電気式エンジンスタートが1台で行えるので、複数機器の搭載が必要でなくなる結果、航空機の電気システムの簡素化、コストダウンが実現する。さらに、全機を一定周波数発電で統一でき、航空機の電源システムの簡素化ができる。

また、エンジンスタート時は回転機26が高压軸21のみを駆動してエンジン10をスタートさせ、このとき、低压側クラッチ28は空転するので、低压軸22は駆動されない。したがって、低压軸22に連結される巨大なファン9(図1)のような負荷による大きな抵抗の発生を避けることができるので、スタート時の所要動力が低減される。

上記を通じ航空機の電動化を促進できる。

10

【0053】

なお、無段変速機として、上記無段変速機25以外の、例えばベルト式変速機を使用してもよい。また、高压側クラッチ27および低压側クラッチ28の一方または両方として、ワンウェイクラッチに代えて、多板クラッチのような、外部からオン・オフ制御する非自動型のクラッチを使用してもよい。

【0054】

以上のとおり、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明したが、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、種々の追加、変更または削除が可能である。例えば、本発明は、ターボプロプエンジンとして使用するガスタービンエンジンにも適用できる。したがって、そのようなものも本発明の範囲内に含まれる。

20

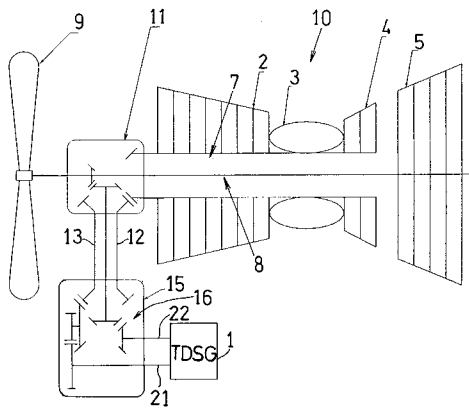
【符号の説明】

【0055】

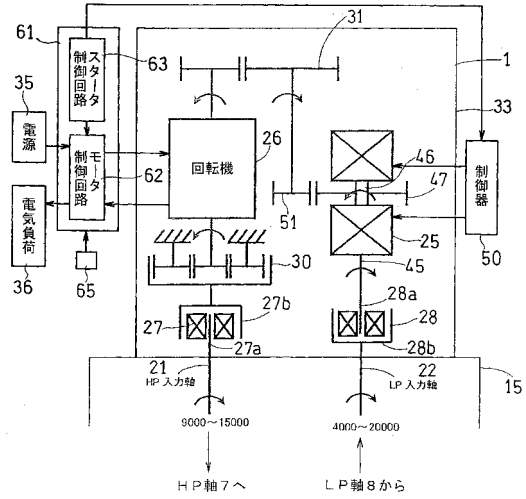
- 1 始動発電装置
- 7 高压軸
- 8 低压軸
- 10 エンジン
- 15 ギヤボックス
- 16 伝達ギヤ列
- 21 高压側入力軸
- 22 低压側入力軸
- 25 トラクシヨンドライブ無段変速機
- 26 回転機
- 27 高压側ワンウェイ・クラッチ
- 28 低压側ワンウェイ・クラッチ
- 30 増速ギヤ列(第1ギヤ列)
- 31 アイドラギヤ列(第2ギヤ列)
- 33 ハウジング
- H25 変速機ハウジング
- H26 回転機ハウジング

30

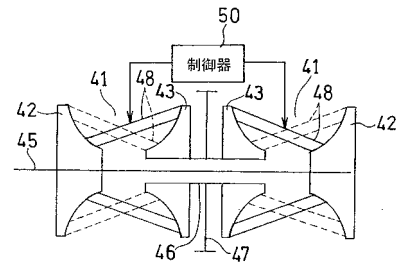
【図1】



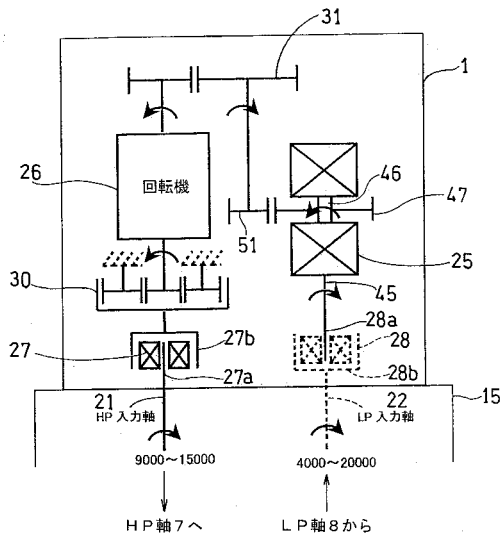
【図2】



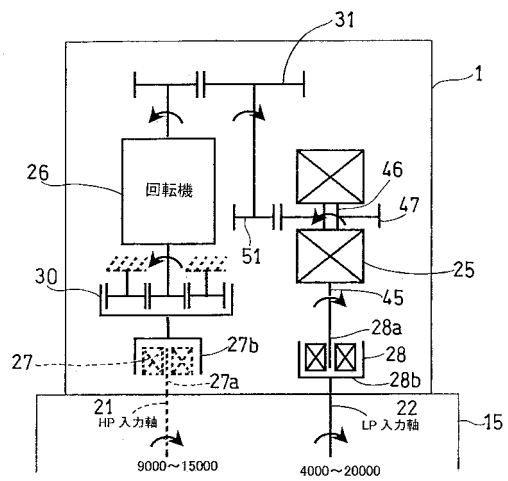
【図3】



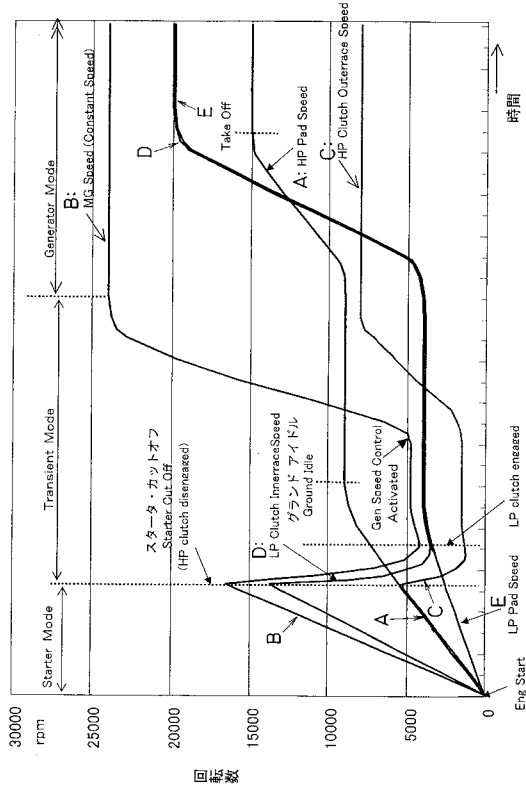
【図4】



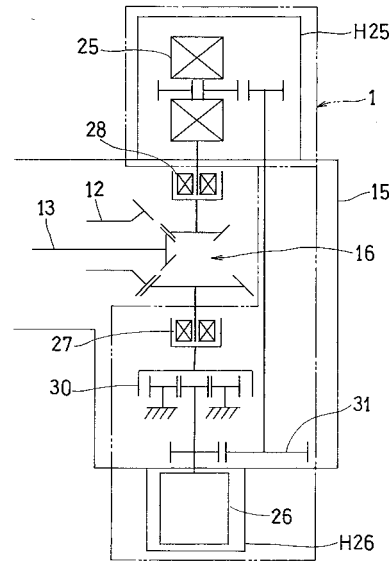
【図5】



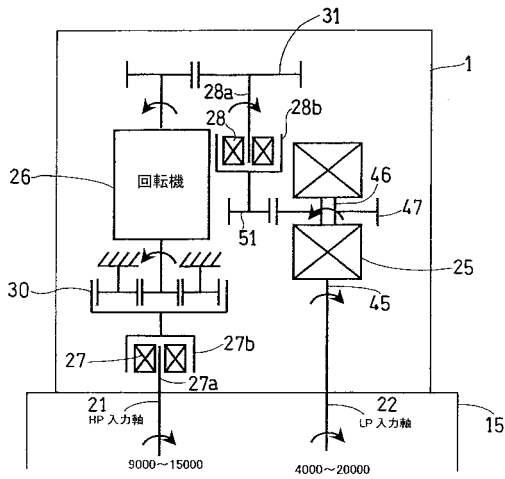
【図6】



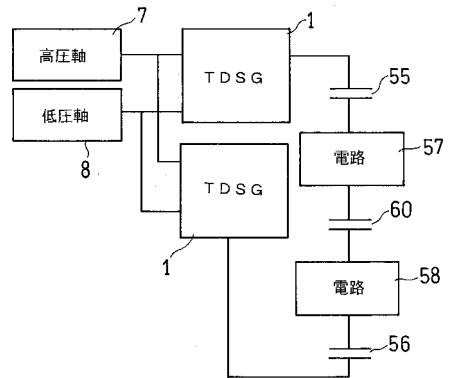
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

審査官 藤原 弘

- (56)参考文献 特開2008-082335(JP,A)
特開昭49-068136(JP,A)
特表平01-500845(JP,A)
特開2001-107749(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 15/10

F01D 15/12

F02C 6/00

F02C 7/32

F16H 37/02

B64D 41/00