

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5094351号  
(P5094351)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(51) Int. Cl. F I  
**FO2C 7/32 (2006.01)** FO2C 7/32  
**FO2C 3/113 (2006.01)** FO2C 3/113  
**FO2C 7/36 (2006.01)** FO2C 7/36

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-313013 (P2007-313013)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成19年12月4日 (2007.12.4)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2008-144762 (P2008-144762A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデイ、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成20年6月26日 (2008.6.26)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成22年12月2日 (2010.12.2)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	11/567,490	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成18年12月6日 (2006.12.6)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	ジョン・マイケル・カーン
			アメリカ合衆国、ニューヨーク州、レック スフォード、スワン・ドライブ、5番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力抽出用トルク連結を備えたオープン差動装置すなわち遊星ギアセットを介したターボファンエンジンスプールの可変連結およびエンジン操作性

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ターボファンエンジン(10)内において発電機(58)に動力を供給するために高圧スプール(52)と低圧スプール(54)とを可変連結するためのシステムであって、前記システムは、

第1入力部分(62)、第2入力部分(64)、および出力シャフトを有する差動ギア部分(50)と、

独立して回転可能な内側ロータ部分(112)と独立して回転可能な外側ロータ部分(114)とを有し、前記内側ロータ部分(112)は、前記高圧スプール(52)および前記低圧スプール(54)の中の1つと連結され、前記外側部分(114)は、前記別のスプール(52、54)と連結され、前記高圧スプール(52)と前記低圧スプール(54)との間で前記第1又は第2入力部分(62、64)に入力されるべきトルクを伝達できる電磁可変動力伝達装置(110)と、

前記電磁可変動力伝達装置(110)と並列に前記高圧スプール(52)と前記低圧スプール(54)との間に連結されている前記差動ギア部分(50)と、

前記出力シャフトに機械的に連結された前記発電機(58)と、

を含み、

前記差動ギア部分(50)は、前記高圧スプール(52)の回転速度と、前記低圧スプール(54)の回転速度と、前記発電機(50)を駆動するための前記出力シャフトの出力速度とを均等にできるように配置されており、さらに前記電磁可変動力伝達装置(110)

10

20

)は、前記低圧スプール(54)から前記高圧スプール(52)へ動力を制御可能に連結できるように配置されていることを特徴とするシステム。

【請求項2】

前記高圧スプール(52)は前記第1入力部分(62)に連結され、前記低圧スプール(54)は前記第2入力部分(64)に連結されていることを特徴とする請求項1記載のシステム。

【請求項3】

前記低圧スプール(54)は前記第1入力部分(62)に連結され、前記高圧スプール(52)は前記第2入力部分(64)に連結されていることを特徴とする請求項1記載のシステム。

10

【請求項4】

前記差動ギア部分(50)は遊星ギアボックスであることを特徴とする請求項1記載のシステム。

【請求項5】

前記差動ギア部分(50)はオープン差動ギアボックスであることを特徴とする請求項1記載のシステム。

【請求項6】

前記差動ギア部分(50)は差動制限装置であることを特徴とする請求項1記載のシステム。

【請求項7】

前記差動ギア部分(50)は少なくとも1つの粘性連結を含むことを特徴とする請求項1記載のシステム。

20

【請求項8】

発電機(58)に動力を供給するために、ターボファンエンジン(10)の高圧スプール(52)および低圧スプール(54)を可変連結するための方法であって、前記方法は、第1入力部分(62)、第2入力部分(64)、および出力シャフトを有する差動ギア部分(50)および電磁可変動力伝達装置(110)を提供するステップと、前記電磁可変動力伝達装置(110)に前記高圧スプール(52)および前記低圧スプール(54)を連結するステップと、前記電磁可変動力伝達装置(110)を介して前記高圧スプール(52)と前記低圧スプール(54)との間でトルクを制御可能に伝達するステップと、前記電磁可変動力伝達装置(110)と並列に、前記高圧スプール(52)と前記低圧スプール(54)との間に前記差動ギア部分(50)を連結するステップと、前記第1入力部分(62)の回転速度と、前記第2入力部分(64)の回転速度とを前記電磁可変動力伝達装置(110)により制御するステップと、前記発電機(58)を前記出力シャフトに機械連結することによって前記発電機(58)を駆動するステップとを含むことを特徴とする方法。

30

【請求項9】

前記制御するステップが、前記第1入力部分(62)の回転速度と、前記第2入力部分(64)の回転速度とを一致させるステップも含むことを特徴とする請求項8記載の方法。

40

【請求項10】

選択により、前記HPスプール(52)から前記LPスプール(54)へ、又は、前記LPスプール(54)から前記HPスプール(52)へトルクを連結するステップを含むことを特徴とする請求項8記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、回転機械を連結するための装置および方法、より詳細に述べると、ターボファン機械の高圧（HP）および低圧（LP）タービンシャフトの連結に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンは、一般に燃焼器と、高圧および低圧タービンとが順に続く1つ以上の圧縮機を含む。これらのエンジン構成要素は、シリアルフロー連絡で配置され、環状外部ケーシング内にエンジンの長手方向軸中心線に沿って配置されている。圧縮機は、動作中、各タービンおよび圧縮機空気によって駆動される。圧縮機空気は、燃料と混合され、燃焼器内で点火されて熱い燃焼ガスが発生される。燃焼ガスは、高圧および低圧タービンを通して流れ、該タービンは、熱い燃焼ガスによって発生したエネルギーを抽出し、圧縮機を駆動し、補助出力動力を作り出す。

10

【0003】

エンジン動力は、航空機に飛行動力を供給するためにシャフト動力すなわち推力として伝達される。たとえば、バイパスターボファンエンジン内のファンロータ、またはガスタービンプロペラエンジン内のプロペラなどの他の回転可能な負荷において、動力は、各ファンロータおよびプロペラを駆動するために高圧および低圧タービンから取り出される。

【0004】

動作中、ターボファンエンジンの個々の構成要素が異なった動力パラメータを必要とすることは公知である。たとえば、ファン回転速度は、先端速度によってある程度制限されていて、ファン直径が非常に大きいので、回転速度は非常に遅くならなければならない。他方、コア圧縮機は、非常に小さい直径のため、より速い回転速度で駆動される可能性がある。したがって、航空機ガスタービンエンジン内のファンおよびコア圧縮機に対しては、独立した動力伝達デバイスを備えた別個の高圧および低圧タービンが必要になる。その上、タービンはより高い回転速度において最も効率的であるので、ファンを駆動する低速タービンは、必要な動力を抽出するために段の追加が必要になる。

20

【0005】

多くの新しい航空機システムは、現行の航空機システムの電気負荷より大きい負荷に対応できるように設計されている。現在開発されている民間定期旅客機設計の電気システム仕様は、現行の民間定期旅客機の最高2倍の電力を必要としている。この増加した電力需要は、航空機に動力を供給するエンジンから取り出された機械動力から取り出されなければならない。相対的に低動力レベルで航空機エンジンが動作しているとき、たとえば、高度からの滑空降下時、エンジン機械動力からこの追加電力を抽出すると、エンジンを適切に動作させる能力が低下する可能性がある。

30

【0006】

従来、電力は、ガスタービンエンジン内の高圧（HP）エンジンスプールから取り出されている。HPエンジンスプールの相対的に高い動作速度は、エンジンに連結された発電機を駆動するために理想的な機械動力源になる。しかし、発電機を駆動するためにHPエンジンスプールに専ら依存するよりも、エンジン内部にある更なる源から動力を抽出することが望ましい。LPエンジンスプールは動力伝達の代替源を提供するが、低速発電機は、高速で動作する同じ定格の発電機よりも大きい場合が多いので、LPエンジンスプールの相対的に遅い速度には、一般にギアボックスを使用する必要がある。しかし、エンジンが相対的に低動力レベル（たとえば、高度からの滑空降下時、誘導路走行時の低動力など）で動作しているとき、エンジンからこの追加機械動力を抽出すると、エンジン操作性を低下させることにつながる。したがって、いくつかの他の手段を介してこのスプールにトルクおよび動力を伝達することによって、このスプールで使用可能な動力量を時々増大させることが望ましい。

40

【0007】

エンジン内の別の動力源は、一般にHPスプールよりはるかに遅い速度で、かつ相対的に広い速度範囲にわたって動作する低圧（LP）スプールである。変換することなくこの低速機械動力源に接続すると、結果的に非現実的な大きさの発電機になる。さまざまなタ

50

イブの従来の動力伝達装置、機械伝動装置、および電気機械式構造物を含む多くの解決策が、この変換に対して提案されてきた。

【 0 0 0 8 】

1つの解決策は、第3の中間圧力（IP）スプールを利用して発電機を単独で駆動できるタービンエンジンである。しかし、この第3スプールは、HPスプールに時々連結することも必要である。IPおよびHPスプールの連結に使用される手段は、機械的クラッチまたは粘性タイプの連結機構である。

【 0 0 0 9 】

2005年5月24日に公布された、表題「トルク変調能力を備えた差動ギヤードタービンエンジン（Differential Geared Turbine Engine with Torque Modulation Capacity）」の米国特許第6,895,741号に、3軸を有する機械式ギヤードエンジンが開示されている。ファン、圧縮機、およびタービンのシャフトが、更なる遊星ギヤ装置を利用することによって、機械的に連結されている。効率的なギヤ比は、電磁機械および動力変換装置の使用により可変である。

10

【 0 0 1 0 】

日本の豊田工機株式会社により製造されたトルク感応型トルセン（登録商標）差動装置は、電子制御、クラッチ、または粘性連結なしで動作する機械デバイスである。トルセン（登録商標）差動装置は、全輪駆動車両での使用が公知である。エンジントルクが全輪に均等に配分されるとき、差動装置はオープンである。1つ以上の車輪が牽引力を失い始めた場合、トルク差動装置は、トルセン（登録商標）差動装置内のギヤを噛み合わせる。トルセン（登録商標）差動装置は、一般に空転車輪に加えられるトルクに対して牽引車輪に加えられるトルク量を決定するギヤ比すなわちパイアス比を備えて設計されている。トルセン（登録商標）差動装置は、一般に全輪駆動車両の前輪と後輪との間で動力を伝達するために使用される。トルセン（登録商標）差動装置は、実際に空転が発生する前に安定車輪にトルクを伝達する。

20

【特許文献1】米国特許第6,968,701B2号公報

【特許文献2】米国特許第6,792,745B2号公報

【特許文献3】米国特許第6,647,708B2号公報

【特許文献4】米国特許第6,526,757B2号公報

30

【特許文献5】米国特許第6,124,646号公報

【特許文献6】米国特許第5,799,484号公報

【特許文献7】米国特許第5,553,448号公報

【特許文献8】米国特許第5,114,103号公報

【特許文献9】米国特許第5,081,832号公報

【特許文献10】米国特許第4,916,894号公報

【特許文献11】米国特許第6,895,741B2号公報

【特許文献12】米国特許第4,856,377号公報

【特許文献13】米国特許出願第2006/0042252A1号

【特許文献14】米国特許出願第2005/0056021A1号

40

【特許文献15】欧州特許公開第1,617,053A2号

【特許文献16】国際特許公開第9,726454A1号

【特許文献17】国際特許公開第9,600,845A1号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

したがって、必要なものは、エンジン内においてディスクリット速度で回転している複数のシャフトを連結して動力を抽出するシステムである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

50

本発明は、ターボファンエンジン内の複数の回転機械間で機械トルクを可変的に伝達するシステムに関する。該システムは、ターボファンエンジン内において異なる速度で回転している回転シャフトを連結し、それらシャフト間で動力を制御可能に伝達できる。システム内で動力を伝達するために、相対的に高速および低速のエンジンシャフトを磁気ギアボックスに連結することによって、固定ギア比が得られる。次に、トルク感応機構が遊星ギア列内に使用され、LPスプールからHPスプールへ動力を伝達でき、それによって、HPスプールから取り出される所要の動力が低減される。あるいは、遊星ギアボックスの特性に依存する磁気デバイスを遊星ギアボックスの代わりに使用できる。この装置が提供する利点は、エンジンスプールを機械的に連結する必要がなくなることである。この動力伝達を制御することにより、特に有利な構成とすることができ、エンジンからの機械動力量を増大させて抽出することができる、すなわち、動的エンジン特性を向上させることができる。動力は、磁力によってエンジンスプールと補助負荷との間で純粋に伝達されるので、動作要求に適するようにいずれかまたはすべての負荷を切り離す自由度が存在する。HPスプールは、たとえば、エンジン始動時LPスプールから切り離すことができる、すなわち、スプールは、別の要素の連結慣性を取り除くことによって、過渡応答を向上させるために切り離すことができる。好ましい実施形態においては、全範囲にわたって操作性を可能にするために追加のギア装置が設けられる。本発明の別の利点は、エンジンシャフト間に可変動力伝達が、エンジンシャフト間に機械的な連動機構なしで達成されることである。

#### 【0013】

別の態様において、本発明は、ガスタービンエンジンに関する。タービンエンジンは、シリアルフロー連通して配置され、かつ環状外側ケーシング内でエンジンの長手方向シャフトのまわりに配置された、圧縮機、燃焼器、高圧タービン、および低圧タービンを含む。圧縮機は、動作中、高圧および低圧タービン、および圧縮機空気によって駆動される。可変連結器部分も高圧スプールと低圧スプールとを連結するために設けられていて、ターボファンエンジン内の発電機に電源を供給できるようになっている。可変連結器部分は、第1入力部分、第2入力部分、および出力シャフトを有する差動ギア部分を含む。電磁可変動力伝達装置は、独立して回転可能な内側ロータ部分および独立して回転可能な外側ロータ部分を有する。内側ロータ部分は、高圧スプールまたは低圧スプールのいずれかに連結され、外側部分は残りのスプールに連結されて、高圧スプールと低圧スプールとの間でトルクを伝達できる。差動ギア部分は、電磁可変動力伝達装置と平行に高圧スプールと低圧スプールとの間に連結される。発電機は、出力シャフトに機械的に連結される。差動ギア部分は、高圧スプールおよび低圧スプールの回転速度、および発電機を駆動するための出力シャフトの出力速度を均等にするように配置される。電磁可変動力伝達装置(EVT)は、低圧スプールから高圧スプールへ動力を制御可能に連結できるように配置される。

#### 【0014】

本発明は、エンジンナセルすなわちハウジングの内側または外側のいずれかに配置できる。本発明の可変磁気ギアボックスをターボファンエンジンに関連して説明しているが、可変トルク伝達装置が必要なあらゆる機械装備、たとえば、ハイブリッド自動車トランスミッションに可変磁気連結を応用することは、本発明の範囲内であると考えられる。

#### 【0015】

本発明のいくつかの場合において、HPスプールに追加動力を連結することが望ましい場合もある。追加動力がLPスプールからHPスプールに伝達され、かつ利用可能になるとき、動力分割をHPスプールに対してより大量に構成することができる。この分割によって、負荷に対してより低い速度範囲をもたらすことができる。この追加連結を達成させる機構および該機構の利益は、本発明の範囲内であり、以下でさらに詳細に説明する。

#### 【0016】

HPスプールに追加動力を連結するために開示された1つのシステムには、電磁可変動力伝達装置(EVT)が使われている。EVTは、追加動力がHPスプールから必要とされるとき、LPスプールからHPスプールへトルクを制御可能に連結できる。この機能を

備えることによって、オープン差動装置の比率を選択してより大量の動力引き出しをHPに偏らせることができる。遊星ギアボックス(PGB)はトルクと速度とを分割する同様の機能を行うので、PGBをオープン差動装置の代わりにしてもよい。そのように遊星ギアボックスを使用する場合、差動装置出力(またはPGBキャリア)の速度範囲は低減される。その結果として、この速度範囲の低減によって、発電機の大きさだけでなく、接続された電源システムの電気動作周波数もより好都合に調整できる。このことによって、物理的により小さいシステムを必要とするところにEVTの使用が可能になる。

#### 【0017】

HPスプールに追加動力を連結する別の方法は、差動制限装置を利用することである。従来の自動車用途において、差動制限装置は、より遅い車輪には余分にトルクを与え、より速い車輪にはより少なく与えることによって、車輪速度が、設定された量から逸脱することを防ぐ。この装置は、両車輪に伝達された動力が所定範囲内に確実にとどまるようにすることを容易にする。同様の原理が本発明に適用され、本発明においては、差動装置へのHPスプールおよびLPスプールの入力速度は、差動装置の空転制限機構が係合され、かつ特定のエンジン動作条件の間、HPスプールからのトルク伝達により強力にバイアスがかかるようになっている。そのようなトルクバイアスを与える1つのシステムは、トルセン(登録商標)差動装置である。トルセン(登録商標)差動装置は、スラストプレートによってトルクを伝達できるように摩擦に一部依存するが、一般により高い摩擦率の影響下にあるクラッチすなわちディスクを必要としない。

#### 【0018】

本発明によれば、構成可能な動的システム内でターボファンエンジンのどちらか一方のエンジンスプールから動力を抽出することが可能である。本発明によれば、別の方法では不可能であると思われるほどの比較的小さい発電機システムがLPスプールから動力を抽出することができる機能も提供される。さらに、本発明によれば、機体電力システム設計でより大きい可能性が提供されるだけでなく、エンジン操作性への影響が最小化される。LPスプールのタービンおよびHPスプールのタービンの両方からのトルクを連結することによって、動力抽出問題に解決策が与えられる。その上、差動装置(すなわちPGB)を備えたトルク連結システムを使用することにより、さまざまな大きさおよび種類の機械の相互運用が可能になる。さらに、EVTデバイスを応用すると、HPスプールのタービンとLPスプールのタービンとの間でいかなる機械接触もなく、トルク連結の制御が可能になる。本発明の差動制限装置は、トルクにバイアスをかけて、負荷に対する動作速度範囲をさらに拡大させることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0019】

本発明の別の特徴および利点は、例示によって本発明の原理を図示した添付の図面と共に説明した好ましい実施形態のより詳細な以下の記載から明白となるであろう。可能な限りどんな場合でも、同一または類似部品を指すために全図面を通して同一参照番号を使用する。

#### 【0020】

全体として軸方向に延在する軸線、すなわち、全体として前方方向14および後方方向16に延在する中心線12を有する典型的なターボファンエンジン10を図1に示す。バイパスターボファンエンジン10は、高圧圧縮機20と、燃焼器22と、高圧タービンブレード24の列を有する高圧タービン(HPT)23とを含み、すべてが直列に軸流関係に配置されたコアエンジン18(ガス発生器とも呼ばれる)を含む。高圧圧縮機20の高圧圧縮機ブレード24は、エンジン10の中心線12のまわりに同軸状に配置され、高圧スプール21を形成するより大きい直径の環状コアエンジンシャフト26によって高圧タービンブレード24に駆動係合で固定連結されている。

#### 【0021】

コアエンジン18内の燃焼器22は、高圧圧縮機20からの圧縮空気を燃料と混合し、その結果生じた燃料と空気の混合物に点火して、燃焼ガスを作り出すことができる。これ

10

20

30

40

50

らのガスから、高圧タービンブレード 24 によって取り出されるいくつかの仕事によって高圧圧縮機 20 が駆動される。燃焼ガスは、コアエンジン 18 から動力タービン、すなわち、低圧タービンブレード 28 の列を有する低圧タービン (LPT) 27 へ排出される。低圧タービンブレード 28 は、エンジン 10 におけるコアエンジンシャフト 26 の中心線 12 のまわりに同軸状に配置され、低圧スプール 29 を形成するより小さい直径の環状低圧シャフト 30 に固定的に取り付けられている。低圧シャフト 30 は、エンジンファンセクション 35 の軸方向に間隔をあけて配置された第 1 および第 2 段ファン 31 および 33 を回転させる。第 1 および第 2 段ファン 31 および 33 は、全体として半径方向外方に延在し円周方向に間隔をあけて配置された第 1 および第 2 段ファンブレード 32 および 36 それぞれの第 1 および第 2 段列を含む。

10

## 【0022】

ファンバイパスダクト 40 は、第 2 段ファン 33 およびコアエンジン 18 に外接している。コア排出空気流 170 は、低圧タービン 27 から排出されて、後部可変領域バイパス噴射装置 (VABI) 53 を通ってバイパスダクト 40 から排出されたバイパス空気流 178 と混合される。混合は、排気流が形成される後部排気管 69 内で行われ、排気流は可変領域排気ノズル 122 を通って排出される。エンジン 10 の潜在推力を向上させるためにさらに再燃焼装置 130 を使用してもよい。

## 【0023】

次に図 4 を参照すると、電磁可変動力伝達装置 (EVT) は、中空外側ロータ部分 114 および中空内側ロータ部分 112 を含む。内側ロータ部分 112 は、外側ロータ部分 114 の中央開口部内に位置している。ロータ部分 112、114 は、相互に独立して回転できる。内側ロータ部分 112 は、外側ロータ部分 114 の内側で独立して回転できる。外側ロータ部分 114 は、内側ロータ部分 112 の周りで円周方向に独立して回転できる。外側ロータ部分 114 は、内側すなわち第 1 表面 120 のまわりに間隔をあけて配置された複数の永久磁石対 118 を有する。磁石 118 は、対になってエアギャップに面して構成されている。エアギャップは、外側ロータ部分と内側ロータ部分との間に配置されている。外側および内側ロータ部分の中の方の 1 つは、磁気透過性コア部分のまわりに間隔をあけて配置された複数のスロットを有する。外側ロータ部分および内側ロータ部分は、同時に一方向に回転できる。外側ロータ部分および内側ロータ部分の同時回転に応じて、磁束経路が複数の永久磁石対、エアギャップ、および内側ロータ部分コアの間に発生する。磁束経路が巻き線内に電力を誘起し、内側ロータ部分 112 と外側ロータ部分 114 との間で機械動力の伝達が起こる。

20

30

## 【0024】

トルク伝達は、2 つのシャフト間にいかなる機械連結もなく、回転する電磁場を通して平行して回転するシャフト間で達成される。誘起された界磁電流は、すべて電磁場の発生に費やされる。

## 【0025】

電磁可変動力伝達装置 (EVT) 110 は、内側ロータ 112 および外側ロータ 114 の 2 つの回転する構成要素を含む。内側ロータ 112 および外側ロータ 114 の両方は、共通軸線 116 のまわりを同一方向に回転する。内側ロータ 112 は、外側ロータ 114 の内側表面 120 に面している複数の永久磁石柱対 118 を有する。ロータコアは、裏返しになった永久磁石 (PM) 電気機械内の PM ロータと構造上類似である。EVT についてのより詳細な説明は、本発明の被譲渡人に譲渡され、本明細書と同一日付けで出願された米国特許出願第 11/567592 号に述べられており、その全体を参照することにより本明細書に組み込まれる。

40

## 【0026】

図 2 を参照すると、差動装置すなわち遊星ギアセット 50 は、エンジン 10 の HP スプール 52 および LP スプール 54 に連結され、スプール間で所望の比率の動力配分ができる。差動装置すなわち遊星ギアセット 50 と平行して、電磁可変動力伝達装置 (EVT) 110 があり、必要なとき、LP スプール 54 から HP スプール 52 へ動力を制御可能に

50

連結できる。次に、差動装置 50 は、発電機 58 に連結され、電力を作り出す。所定のエンジン動作状態に対して、各スプール 52、54 から抽出された動力を、差動ギアボックス 50 に加えられる各速度に応じて分割できる。たとえば、HP スプール 52 の速度が 10000 rpm、LP スプールの 54 の速度が 1000 rpm の場合、HP スプール 52 の速度を 2 : 1 の割合だけシフトダウンし、LP スプール 54 の速度を 5 : 1 の割合だけシフトアップした後、差動装置 50 の対抗する入力 62、64 において現れる速度は、5000 rpm となり、差動装置キャリアも 5000 rpm となる。負荷は差動装置出力に加えられるので、トルクは差動装置入力間に均等に分割され、対抗する入力は速度が一致するので、それぞれから抽出される動力は等しくなる。エンジン 10 の状態が変わるにつれて、HP スプール 52 と LP スプール 54 との間の動力分割もそれに依りて変わる。差動装置出力から加えられる負荷は、電気負荷でも機械負荷でもよい。エンジン速度の増加が発生した場合、より大きい相対速度変化をとるスプールがより大きい負荷配分比率をとることになる。1 つのスプールがより大きい負荷配分比率を担うことは最良ではない可能性がある一方、負荷伝達はこの装置の必須の特性である。ギアセット 50 には、ギアの相対的なサイジングに基づいて固定速度関係で動作するギア列が採用され、HP および LP ギアのサイジングは所望の速度比を達成するために異なる。各シャフト上のトルクは、定常状態の動作を維持するために等しくなければならない。動力は、トルクと速度の積に等しいので、各シャフトに伝達される総動力は、シャフトが回転している速度に比例する。同じトルクをとるより速い速度で回転しているシャフトほど、必ずより多くの動力を伝達する。このことは、「速度分割」デバイスと呼べるが、「動力分割」とは呼べない。この連結によって、非常に広い速度範囲を有する場合が多い LP スプール 54 から動力を抽出するという問題も改善される。スプール 52、54 間の幅広い速度変化は、さまざまな速度および速度範囲に対応するために、発電機および動力システムの設計に困難をもたらす。HP スプール 52 および LP スプール 54 を連結する別的手段には、機械クラッチまたは粘性連結機構がある。粘性連結は、濃厚な流体で満たされた密閉ハウジングの内部に 2 セットのプレートを含む。1 セットのプレートは、各出力シャフトに連結される。通常状態の下では、両セットのプレートと粘性流体は同速度で回転する。一方のスプールが他方のスプールより速く回転するとき、そのスプールに対応するプレートのセットは他方のプレートより速く回転する。両プレート間にくっついている粘性流体は速い方のディスクに追いつこうとして、遅い方のディスクが引きずられる。これによって、より遅く動いているスプールに、より多くのトルクが伝達される。

#### 【0027】

さらに発電機および動力システムは、より低い速度範囲でより効率的に動作し、むしろより低い速度範囲（すなわち、最小速度に対する最大速度の比）が選ばれる。HP スプール 52 および LP スプール 54 の機械連結によれば、両スプールの速度と速度範囲の平均化が可能になる。たとえば、LP スプール 54 が 4 ~ 1 の速度範囲を有し、HP スプール 52 が 2 ~ 1 の速度範囲を有する場合、その結果生じる負荷の速度範囲は、3 ~ 1 になる。これによって、広範囲の速度に対応できる発電機または動力システムの設計を試みるよりもむしろより小さくかつより単純な発電機を負荷として加えることが可能になる。このギア連結は、遊星ギアの太陽およびリングギアがまったく同じギアサイズおよびピッチになるように作られた単純な遊星ギアボックス（図示せず）を使うことによって達成される。この遊星ギアセットの場合、1 つの可能な配置は、太陽ギアに噛み合っている一方のスプール、リングギアに噛み合っている他方のスプール、および負荷に噛み合っているキャリアを含む。遊星ギアセットが使用されるとき、スプールからの必要な入力ギア比はさまざまであるが、全く同じ数学的条件をギア連結によって満たすことができる。

#### 【0028】

図 3 は、トルセン（登録商標）差動ギアケース 50 の部分図を示す。差動ギアケース 50 は、HP スプール 52 および LP スプール 54 に連結され動力を配分できる。シャフト 60 は、差動装置 50 から発電機（図示せず）へ伸びて配置される。差動装置 50 によって、HP スプール 52 および LP スプール 54 は自らの速度を差動装置に移し、両スプー

10

20

30

40

50

ル 5 2、5 4 の速度を平均化し、より効率的な動作機械 1 0 を作り出すことが可能になる。

【 0 0 2 9 】

本発明について、好ましい実施形態を参照しながら説明してきたが、本発明の精神から逸脱することなく、さまざまな変更が可能であり、等価物を該実施形態の要素に代用できることは、当業者には自明であろう。さらに、多くの修正によって、本発明の本質的範囲から逸脱することなく、本発明の教示に特定の状況または材料を適合させることが可能である。したがって、本発明は、本発明を実行するために熟考された最良の様式として開示された特定の好ましい実施形態に限定されることはないが、本発明が添付の特許請求の範囲の範囲内に入るすべての好ましい実施形態を含むことは明らかである。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 0 】

【 図 1 】 典型的な航空機ターボファンガスタービンエンジンの縦断面略図である。

【 図 2 】 エンジンスプール間でトルクにバイアスをかける一方、発電機に動力を出力する E V T の配置を説明する動力フロー図である。

【 図 3 】 本発明のトルセン差動装置の部分図である。

【 図 4 】 電磁可変動力伝達装置 ( E V T ) の断面略図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 1 】

1 0	ターボファンエンジン	20
1 2	中心線	
1 4	前方方向	
1 6	後方方向	
1 8	コアエンジン	
2 0	高圧圧縮機	
2 1	高圧スプール	
2 2	燃焼器	
2 3	高圧タービン ( H P T )	
2 4	高圧タービンブレード	
2 6	コアエンジンシャフト	30
2 7	低圧タービン ( L P T )	
2 8	低圧タービンブレード	
2 9	低圧スプール	
3 0	低圧シャフト	
3 1	第 1 段ファン	
3 2	第 1 ファンブレード	
3 3	第 2 段ファン	
3 5	エンジンファンセクション	
3 6	第 2 段ファンブレード	
4 0	ファンバイパスダクト	40
5 0	遊星磁気ギアボックス	
5 2	高圧エンジンシャフト ( H P スプール )	
5 4	低圧エンジンシャフト ( L P スプール )	
5 8	発電機	
6 0	トルセンシャフト	
6 2	第 1 差動入力部分	
6 4	第 2 差動入力部分	
6 9	後部排気管	
1 1 0	電磁可変動力伝達装置 ( E V T )	
1 1 2	内側ロータ部分	50

- 1 1 4 外側ロータ部分
- 1 1 8 永久磁石対
- 1 2 0 第1表面
- 1 2 2 可変領域排気ノズル
- 1 3 0 再燃焼装置
- 1 7 0 コア排出空気流
- 1 7 8 バイパス空気流

【図1】

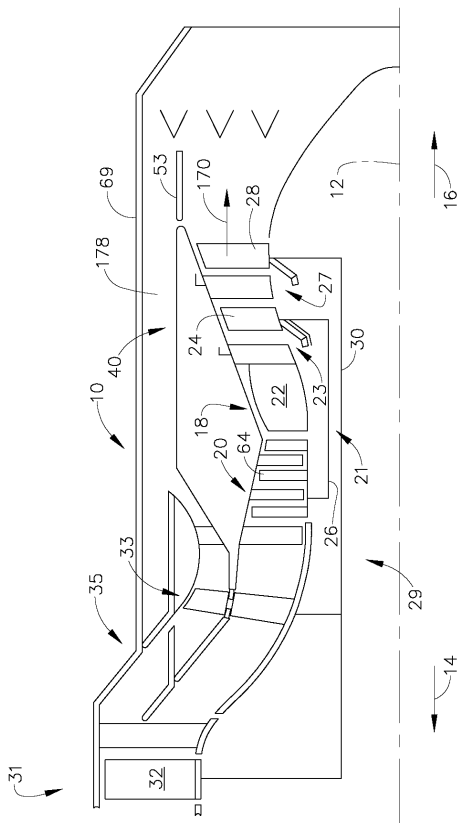


FIG. 1

【図3】

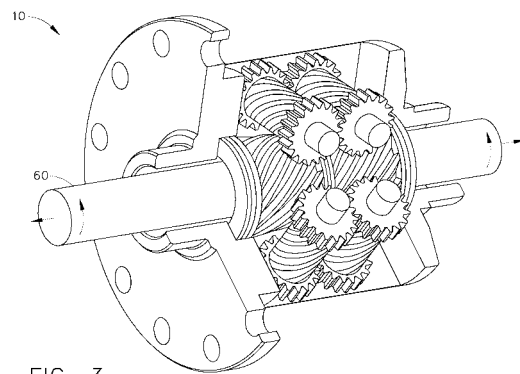


FIG. 3

【図4】

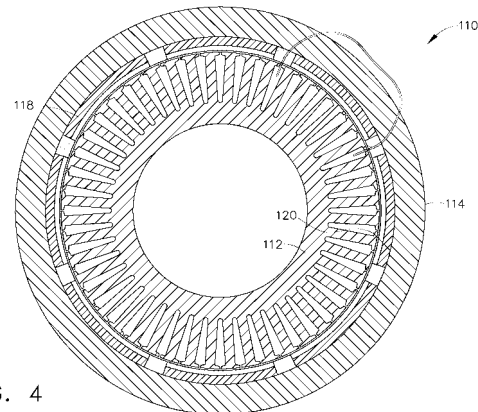


FIG. 4

【 図 2 】

10 →

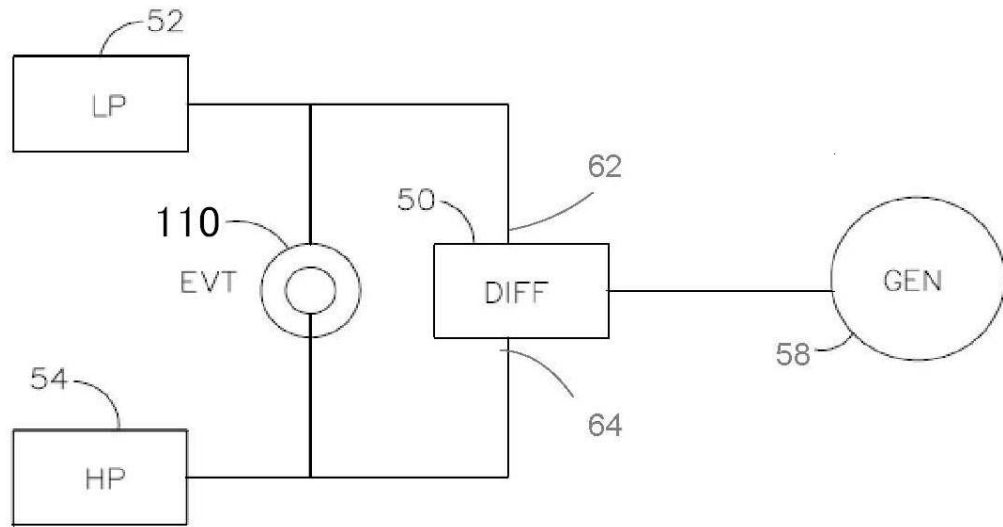


FIG. 2

---

フロントページの続き

- (72)発明者 マイケル・ヴィ・ドレクセル  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ディランソン、スカイライン・ドライブ、4865番
- (72)発明者 ジェレミー・ダニエル・ヴァンダム  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ウエスト・コックスサーキー、マンション・ストリート、314番

審査官 後藤 泰輔

- (56)参考文献 特開昭63-159627(JP,A)  
特開2001-193476(JP,A)  
特開2003-129865(JP,A)  
特表平08-501370(JP,A)  
特開2005-240800(JP,A)  
米国特許第04776163(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F02C 3/107, 3/113, 7/32, 7/36  
H02K 49/00