

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5568129号
(P5568129)

(45) 発行日 平成26年8月6日(2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日(2014.6.27)

(51) Int.Cl.	F 1
HO2P 9/04 (2006.01)	HO2P 9/04
B64D 41/00 (2006.01)	B64D 41/00
FO2N 11/08 (2006.01)	FO2N 11/08
FO2C 6/00 (2006.01)	FO2N 11/08
FO2C 7/275 (2006.01)	FO2C 6/00

請求項の数 18 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-511832 (P2012-511832)	(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ クタディ、リバーロード、1番
(86) (22) 出願日	平成22年3月31日 (2010.3.31)	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 智志
(65) 公表番号	特表2012-527863 (P2012-527863A)	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(43) 公表日	平成24年11月8日 (2012.11.8)	(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(86) 國際出願番号	PCT/US2010/029299	(72) 発明者	ファング、ハオ アメリカ合衆国、オハイオ州・45373 、トロイ、カントリーサイド・ドライブ・ ノース、358番
(87) 國際公開番号	W02010/135030		
(87) 國際公開日	平成22年11月25日 (2010.11.25)		
審査請求日	平成25年3月27日 (2013.3.27)		
(31) 優先権主張番号	12/468,206		
(32) 優先日	平成21年5月19日 (2009.5.19)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】航空機エンジンの始動／発電システム及び制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

航空機エンジンの始動及び発電システムであって、
始動モードで航空機エンジンを始動し、発電モードでAC電力を発電するように構成され、励磁器と回転シャフトとを備えるスタータ・発電機と、

前記スタータ・発電機に結合されるインバータ・コンバータ・コントローラ(ICC)であって、前記始動モードで前記スタータ・発電機に第1の周波数のAC電力を供給し、前記発電モード中に、前記発電モードのAC電力が第2の周波数を有するように前記励磁器を制御するように構成され、前記第1の周波数が前記シャフトのシャフト速度に基づいて決定され、前記第2の周波数が概ね一定であり、前記第1の周波数よりも低い、インバータ・コンバータ・コントローラ(ICC)と、
10

を備える、始動及び発電システム。

【請求項2】

前記スタータ・発電機が、
主固定子と主回転子とを備える主機械と、
PMG固定子とPMG回転子とを備える永久磁石発電機(PMG)と、
を更に備える、請求項1に記載の始動及び発電システム。

【請求項3】

前記ICCが、前記主固定子に結合された主IGBTブリッジを備え、前記主機械は前記発電モード中に前記第2の周波数のAC電力を発電するように構成される、請求項2に

記載の始動及び発電システム。

【請求項 4】

前記 I C C が、前記励磁器固定子に結合された励磁器ブリッジを備え、前記励磁器ブリッジは、前記励磁器が制動モード誘導機として動作するように前記励磁器を制御するよう構成される、請求項 3 に記載の始動及び発電システム。

【請求項 5】

前記励磁器ブリッジが、IGBTブリッジ、MOSFETブリッジ、及びSiC MOSFETブリッジの1つを備える、請求項 4 に記載の始動及び発電システム。

【請求項 6】

前記励磁器ブリッジが、可変AC励磁器供給電圧を生成するように構成される、請求項 4 に記載の始動及び発電システム。 10

【請求項 7】

前記励磁器が、励磁器固定子と励磁器回転子とを備え、前記励磁器固定子がAC巻線を備えると共に、前記 I C C が、前記第1の周波数のAC電力を前記巻線に供給するように構成される励磁器ブリッジを備える、請求項 1 に記載の始動及び発電システム。

【請求項 8】

航空機エンジンの始動及び発電システムであって、
始動モードで航前記空機エンジンを始動し、発電モードでAC電力を発電するように構成され、励磁器と回転シャフトとを含むスタータ・発電機と、
前記スタータ・発電機に結合されるインバータ・コンバータ・コントローラ(I C C) 20
であって、前記始動モードで前記スタータ・発電機に第1の周波数のAC電力を供給し、前記発電モード中に、前記発電モードのAC電力が第2の周波数を有するように前記励磁器を制御するように構成され、前記シャフトのシャフト速度に基づいて前記第1の周波数を決定することによって、前記 I C C を制御するように構成される制御盤を含み、前記第2の周波数が概ね一定であり、前記第1の周波数よりも低い、インバータ・コンバータ・コントローラ(I C C)と、
を備える始動及び発電システム。

【請求項 9】

前記スタータ・発電機が、
主固定子と主回転子とを備える主機械と、
PMG固定子とPMG回転子とを備える永久磁石発電機(PMG)とを更に備える、請求項 8 に記載の始動及び発電システム。 30

【請求項 10】

前記 I C C が、前記主固定子に結合された主IGBTブリッジを更に備え、前記主機械は前記発電モード中に前記第2の周波数のAC電力を発電するように構成される、請求項 9 に記載の始動及び発電システム。

【請求項 11】

前記 I C C が、前記励磁器固定子に結合された励磁器ブリッジを備え、前記励磁器ブリッジは、前記励磁器が制動モード誘導機として動作するように前記励磁器を制御するよう構成される、請求項 10 に記載の始動及び発電システム。 40

【請求項 12】

前記励磁器ブリッジが、IGBTブリッジ、MOSFETブリッジ、及びSiC MOSFETブリッジの1つを備える、請求項 11 に記載の始動及び発電システム。

【請求項 13】

前記励磁器ブリッジが、可変AC励磁器供給電圧を生成するように構成される、請求項 11 に記載の始動及び発電システム。

【請求項 14】

前記励磁器が、AC巻線を備える励磁器固定子を備え、前記 I C C が、前記第1の周波数のAC電力を前記巻線に供給するように構成される励磁器ブリッジを備える、請求項 8 に記載の始動及び発電システム。 50

【請求項 15】

航空機エンジンの始動及び発電システムを制御する方法であって、前記始動及び発電システムが、回転シャフトを含むスタータ・発電機とインバータ・コンバータ・コントローラ（ＩＣＣ）とを含み、

始動モード中にＩＣＣによって、前記シャフトのシャフト速度に基づく可変周波数である第1の周波数のＡＣ電力を前記スタータ・発電機に供給するステップと、

前記スタータ・発電機を使用して前記航空機エンジンを始動するステップと、

前記ＩＣＣを使用して、発電モード中にスタータ・発電機を制御して第2の周波数のＡＣ電力を発電するステップと、

を含み、

10

前記第2の周波数が概ね一定であり、前記第1の周波数よりも低い、
方法。

【請求項 16】

前記スタータ・発電機が少なくとも1つのＡＣ巻線を有する励磁器を含み、前記ＩＣＣが励磁器ブリッジを含み、始動モード中にＡＣ電力を供給する前記ステップが、

前記シャフト速度を決定するステップと、

前記シャフト速度に基づいて第1の周波数を決定するステップと、

前記第1の周波数のＡＣ電力を前記少なくとも1つのＡＣ巻線に供給するステップと、
を含む、請求項15に記載の方法。

【請求項 17】

20

前記少なくとも1つのＡＣ巻線にＡＣ電力を供給する前記ステップが、前記励磁器ブリッジを使用して可変ＡＣ励磁器供給電圧を生成するステップを含む、請求項16に記載の
方法。

【請求項 18】

前記発電モード中に、前記主機械を使用して前記第2の周波数のＡＣ電力を発電する
ステップを更に含む、請求項15に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は一般に、航空機エンジンに関し、特に航空機エンジンの始動及び発電システム
及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

既知の少なくとも幾つかの航空機のスタータ／発電機は、始動モードで航空機エンジン
を始動すると共に、航空機エンジンの始動後に、航空機エンジンを発電モードで利用し、
航空機の電力系統に電気エネルギーを供給する両方の用途で使用される。例えば、既知の少
なくとも幾つかのシステムは、2つの固定子励磁器巻線と、始動モータとしてダイナモ電
気機械を駆動し、又は発電動作中にダイナモ電気機械から電力を受けるように交互に接続
される可変電圧、可変周波数電力コンバータとを備えるスタータ／発電機を含む。少なく
とも幾つかのシステムでは、1つの巻線は始動モードで使用される多相ＡＣ巻線であり、
もう1つの巻線は発電モードで使用されるＤＣ巻線である。しかし、このようなシステム
は、重くて高価な巻線選択回路を含む。その上、このようなシステムで励磁器固定子を使
用することは不十分であり、変換回路は大型である。

40

【0003】

その上、既知の少なくとも幾つかのシステムは、ゼロ速度又は低速度でスタータ／発電
機の主同期機械の十分な励磁電力を発電することができない。例えば、既知の少なくとも
幾つかのシステムは、発電モード中に従来の励磁器の励磁器巻線にＤＣ電圧を供給し、始
動モード中に同じ巻線にＡＣ電圧を供給する。しかし、このようなシステムでは、励磁器
へのＡＣ供給電圧を、インバータの入力でＤＣバス電圧又はＤＣリンク電圧が反転される

50

最大電圧よりも高くする必要があり、そのためにはDCバス電圧又はDCリンク電圧を昇圧する追加の回路が必要である。その結果、このようなシステムではAC電圧が高くなるほどコロナ効果を生じ易い。

【0004】

更に、既知の少なくとも幾つかのシステムは、始動モードと発電モードの両方で交流励磁を使用している。このようなシステムは一般に、回転トランスの作用によってシャフト上に位置する励磁器電機子内にAC電圧を生成するため、始動モード中に高い定周波数で動作するように制御された多相AC励磁器を含む。電機子の出力は、同じシャフト上に位置し、主機械の励磁巻線に電力供給するために必要なDC電圧を出力する回転整流器に接続される。発電モード中、供給されるAC電圧の周波数は、高い定周波数から低い定周波数に切り換わる。電機子のAC電圧が回転トランスの作用によって再び生成され、それが回転整流器を経て主発電機に励磁電力を提供する。両方のモードでAC励磁電力を使用するため、発電モードでは一般に、発電用途のみの電流と比較して高い励磁電流が使用される。その結果、大型の重いコンバータが必要になる。高電流を使用しなくてもよいが、始動モードで使用するために追加の巻線選択回路を投入する必要がある。

10

【発明の概要】

【0005】

この項の簡単な説明は、以下に更に詳細に記載するコンセプトの選択を簡略に提示するために記載される。この項の簡単な説明は、特許請求の主題の主要な特徴又は不可欠な特徴を特定することを意図するものでもなく、特許請求の主題の範囲を決定する補助として用いることを意図するものでもない。

20

【0006】

一態様では、航空機エンジンの始動及び発電システムが提供される。始動及び発電システムは、スタータ/発電機、及びスタータ/発電機に結合されるインバータ/コンバータ/コントローラ(ICC)を含む。スタータ/発電機は、始動モードで航空機エンジンを始動し、発電モードでAC電力を発電するように構成されている。スタータ/発電機は、励磁器と回転シャフトとを含む。ICCは、始動モードでスタータ/発電機に第1の周波数のAC電力を供給し、発電モード中に、発電モードのAC電力が第2の周波数を有するように励磁器を制御するように構成されている。第1の周波数は、シャフトのシャフト速度に基づいて決定される。

30

【0007】

別の態様では、航空機エンジンの始動及び発電システムが提供される。始動及び発電システムは、スタータ/発電機、及びスタータ/発電機に結合されるインバータ/コンバータ/コントローラ(ICC)を含む。スタータ/発電機は、始動モードで航空機エンジンを始動し、発電モードでAC電力を発電するように構成されている。スタータ/発電機は、励磁器と回転シャフトとを含む。ICCは、始動モードでスタータ/発電機に第1の周波数のAC電力を供給し、発電モード中に、発電モードのAC電力が第2の周波数を有するように励磁器を制御するように構成されている。ICCは、シャフトのシャフト速度に基づいて第1の周波数を決定することによってICCを制御するように構成される制御盤を含む。

40

【0008】

別の態様では、航空機エンジンの始動及び発電システムを制御する方法が提供される。始動及び発電システムは、回転シャフトを含むスタータ/発電機を含む。始動及び発電システムは更に、インバータ/コンバータ/コントローラ(ICC)を含む。方法は、始動モード中にICCによって第1の周波数のAC電力をスタータ/発電機に供給し、スタータ/発電機を使用して航空機エンジンを始動するステップを含み、第1の周波数はシャフトのシャフト速度に基づく可変周波数である。方法は更に、ICCを使用して、発電モード中にスタータ/発電機を制御して第2の周波数のAC電力を発電するステップを含む。

【0009】

本明細書に記載の実施形態は、添付図面と関連した以下の説明を参照することでより明

50

解に理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】航空機エンジンの例示的な始動及び発電システムの概略ブロック図である。

【図2】図1の始動及び発電システムに使用し得る、例示的なスタータ／発電機の断面図である。

【図3】図1の始動及び発電システムの例示的な電気系統の概略ブロック図である。

【図4】図1の始動及び発電システムに使用し得る、例示的なハウジングの第1の等角投影図である。

【図5】図4のハウジングの第2の等角投影図である。

10

【図6】図1の始動及び発電システムの例示的な組立て方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して本発明の様々な実施形態を記載する。本明細書に記載の実施形態は、始動モードにおいて電気エネルギーを機械エネルギーに変換し、発電モードにおいて機械エネルギーを電気エネルギーに変換する双方向エネルギー変換ブラシレス電気回転デバイスに関する。

【0012】

図1は、本発明の例示的実施形態による航空機エンジン（図示せず）の始動及び発電システム100の概略ブロック図である。図2は、システム100に使用し得るスタータ／発電機（S/G）102の断面図である。例示的実施形態では、始動及び発電システム100は、S/G102、及びS/G102に電気的に結合されるインバータ／コンバータ／コントローラ（ICC）104を含む。

20

【0013】

図1及び2を参照すると、例示的実施形態では、S/G102は、以下に詳細に説明するように、始動モードで航空機エンジンを始動し、発電モードでAC電力を発電するように構成されている。更に、S/G102は3つの電気機械の組み合わせである。具体的には、S/G102は、主機械106、励磁器108、及び永久磁石発電機（PMG）110の組み合わせである。この構成は、一般に3機械セットと呼ばれる。一実施形態では、主機械106は突極型同期機械である。例示的実施形態では、主機械106は主固定子112と主回転子114とを含む。主回転子114は、これを貫通して延在するシャフト116と、主回転子114に電気的に結合される出力（図示せず）を有する回転整流器118とを含む。例示的実施形態では、整流器118はシャフト116の内部に位置する。しかし、別の実施形態では、整流器118はシャフト116に対して別の位置にあってもよい。更に、一実施形態では、整流器118は全波回転整流器である。別の実施形態では、整流器118は半波回転整流器である。例示的実施形態では、主固定子112は三相AC巻線（図1及び2には図示せず）を含む。代替実施形態は、それらに限定されないが六相AC巻線、九相AC巻線などのいずれかの適宜の巻線を含んでもよい。更に、例示的実施形態では、励磁器108は、励磁器固定子120と励磁器回転子122とを含む。励磁器固定子120は第1の三相AC巻線（図1及び2には図示せず）を含み、励磁器回転子122は、整流器118の入力（図示せず）に結合される第2の三相AC巻線（図1及び2には図示せず）を含む。更に、永久磁石発電機（PMG）110は、PMG固定子124と、PMG回転子126とを含む。

30

【0014】

図1を参照すると、ICC104は、始動モードではS/G102に第1の周波数のAC電力を供給し、発電モード中は、S/G102を制御して、第1の周波数よりも低い第2の周波数のAC電力を発電する。第1の周波数は可変周波数であり、シャフト116のシャフト速度に基づく周波数である。第2の周波数は概ね一定であり、以下にさらに詳細に説明するように、励磁器固定子120からの電力伝送を最小化し、しかも励磁器108

40

50

を適正に制御できるように第1の周波数よりも低い。更に、例示的実施形態では、I C C 104は、主固定子112と航空機内の電気系統（図示せず）とに電気的に結合される主ブリッジ128を含む。I C C 104は更に、励磁器固定子122と外部電源130とに電気的に結合される励磁器ブリッジ132も含む。より具体的には、励磁器ブリッジ132は、第1のAC巻線と電気的に結合される。励磁器ブリッジ132は更に、PMG固定子124と電気的に結合される。例示的実施形態では、主ブリッジ128は絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT）/ダイオードブリッジである。しかし、代替実施形態は適宜いずれのブリッジを使用してもよい。例示的実施形態では、励磁器ブリッジ132は、IGTB/ダイオードブリッジである。代替実施形態では、励磁器ブリッジ132は、金属酸化膜半導体電界効果型トランジスタ（MOSFET）ブリッジである。別の代替実施形態では、励磁器ブリッジ132は炭化ケイ素（SiC）MOSFETブリッジである。しかし、更に別の代替実施形態は適宜いずれのブリッジを使用してもよい。以下の記載では、主ブリッジ128及び励磁器ブリッジ132をそれぞれ、主インバータ／コンバータ、及び励磁器インバータ／コンバータと同義的に呼ぶことがある。

【0015】

図3は、始動及び発電システム100の電気系統200の概略ブロック図である。より具体的には、図3は、主ブリッジ128と励磁器ブリッジ132とを構成するコンポーネントに重点を置いたシステム100を示す。例示的実施形態では、I C C 104は、主ブリッジ128と励磁器ブリッジ132の両方に電気的に結合される制御盤202も含む。制御盤202は、主ブリッジデジタル信号プロセッサ（DSP）204、励磁器ブリッジDSP206、及びフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）208を含む。励磁器固定子120に結合される第1のAC励磁器巻線210は、FPGA208と励磁器ブリッジ132とに電気的に結合される。励磁器回転子122に結合される第2のAC励磁器巻線212は、主回転子114に電気的に結合される。主固定子AC巻線214は、FPGA208に電気的に結合される。システム100の始動モード中に使用される場合、本明細書では、主ブリッジDSP204をスタータインバータコントローラ又はスタータインバータDSPと同義的に呼んでもよい。システム100の発電モード中に使用される場合、本明細書では、主ブリッジDSPを発電機コンバータコントローラ又は発電機コンバータDSPと同義的に呼んでもよい。更に、システム100の始動モード中に使用される場合、本明細書では、励磁器ブリッジDSP206を励磁器インバータコントローラ又は励磁器インバータDSPと同義的に呼んでもよい。システム100の発電モードで使用される場合、本明細書では、励磁器ブリッジDSP206を励磁器コンバータコントローラ又は励磁器コンバータDSPと同義的に呼んでもよい。主ブリッジDSP204は主ブリッジ128に作用的に結合され、主ブリッジ128を制御するための組込みソフトウエアを含む。具体的には、主ブリッジDSP204は、システム100の始動モードで、S/G102を駆動するAC電力を発電するように主ブリッジ128を制御する。更に、主ブリッジDSP204はシステム100の発電モードで、AC電力を航空機の他のコンポーネント（図示せず）が使用するDC電力に変換するように主ブリッジ128を制御する。

【0016】

図4及び5は（図1及び3に示す）I C C 104の等角投影図であるが、それはI C Cを航空機（図示せず）内のキャビネット（図示せず）内に挿入され、又はキャビネット上に実装されるサイズのハウジング300内にパッケージングできるからである。例示的実施形態では、ハウジング300のサイズは、I C C 104からの熱散逸及び／又は熱除去を促進する冷却板302を収容するサイズである。ハウジング300は、主ブリッジ128、励磁器ブリッジ132、主ブリッジDSP204、励磁器ブリッジDSP206、及びFPGA208も収納する。更に、ハウジング300は、フィルタキャップアセンブリ304、及び1つ又は複数の検知アセンブリ306も収容する。出力電圧端子ブロック308は、航空機内の他のコンポーネント（図示せず）にDC電力を供給するためにハウジング300の外面310に結合される。

10

20

30

40

50

【0017】

図1～5を参照すると、使用中、始動及び発電システム100には始動モードと発電モードの2つの動作モードがある。発電モードでは、三相励磁器AC巻線212が、励磁器回転子122と励磁器固定子120との間の空隙（図示せず）内に必要な回転磁界を生成する。第1のAC励磁器巻線210と相互作用する回転磁界は、第1のAC巻線210内に電圧を生成する。加えて、三相AC巻線210は始動モード中に電磁力を励磁器固定子120から励磁器回転子122へと転送する。より具体的には、システム100はその動作時間の多くを発電モードに費やすため、励磁器固定子120は位相当たりの巻き数及び磁気回路（図示せず）に関して、発電動作にとって最適に構成される。従って、励磁器固定子巻線210の電流は低レベルに最小化され、それでも適切に制御されることがある。
10 その上、励磁器ブリッジDSP206は、励磁器108内の空隙内の回転磁界の方向がシャフト116の回転方向と逆になるように励磁器固定子120を制御し、それによって励磁器108は制動モードで誘導機として機能するように強制される。誘導機が制動モードで動作している間、電機子の出力の電力は2つの項、すなわち、PsとPmとを加算した値となる。 $P_s + P_m = (1 - S) P_s$ 、但し、Psは励磁器固定子120から転送される電力であり、Pmはシャフト116上の機械的動力から変換された機械的動力であり、Sはスリップ、すなわち固定子磁界の速度と回転子の速度との差である。加えて、Sは方程式(1)によって以下のように定義される。

【0018】

【数1】

$$S = \frac{\omega_s - \omega}{\omega_s} \quad \text{方程式 (1)}$$

但し、 $\omega_s = 2\pi f_s$ 及び $\omega = 2\pi f$ である。

更に、 f_s は励磁器ブリッジ132によって供給されるAC電圧の周波数であり、方程式(2)によって以下のように定義される。

【0019】

【数2】

$$f = \frac{RPM \cdot P}{120} \quad \text{方程式 (2)}$$

但し、RPMはシャフト速度であり、Pは励磁器108の磁極数である。更に、励磁器ブリッジ132によって生成されるAC励磁器供給電圧の周波数を概ね一定にし、且つ適宜低くすることで、励磁器固定子120から転送される電力の最小化が促進され、しかもなお励磁器108を適切に制御できる。例えば、8つの磁極を有し、励磁器ブリッジ132によって励磁器固定子巻線210の入力（図示せず）で供給される約5ヘルツ(Hz)のAC電圧によって生成される回転磁界とは逆方向に、毎分約12,000回転(RPM)で動作する励磁器108の場合は、 $RPM = -12000$ であり、 $P = 8$ である。上記の方程式を用いて、これは以下のように示すことができる。

【0020】

【数3】

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \left(\frac{-12000 \cdot 8}{120} \right) = -2\pi \cdot 800$$

但し、負のfは励磁器回転子122が空隙内の回転磁界とは逆方法に動作していることを示し、下記のようになる。

【0021】

【数4】

$$S = \frac{2\pi \cdot 5 + 2\pi \cdot 800}{2\pi \cdot 5} = 161$$

従って、以下に示す P_s と P_m との電力比は、回転整流器 118 から励磁器回転子巻線 212 に出力される電力の多くがシャフト 116 を経て転送された機械的動力によるものであることを示している。励磁器の空隙を横切る励磁器固定子 120 からの電力も極めて小さい。従って、励磁器ブリッジ 132 の物理的サイズを最小化できる。

【0022】

10

【数5】

$$\frac{P_s}{P_m} = \frac{1}{|1-S|} = \frac{1}{160} = 0.63\%$$

始動モードで、システム 100 は外部電源 130 から電力を受ける。主機械 106 は、始動モードで三相巻線形界磁突極型同期モータとして動作する。三相交流電流が主ブリッジ 128 から三相主固定子巻線 214 に供給され、励磁電流が励磁器 108 から主回転子 114 に供給される。主固定子 112 に供給される電流の周波数は、主機械 106 の速度に比例する。三相電流によって生成される回転磁界は主回転子 114 によって生成される磁界と相互作用して、主回転子 114 のシャフト 116 で機械的トルクを作成する。従って、始動モードで、三相 AC 巻線 210 を有する励磁器固定子 120 と、三相 AC 巻線 212 を有する励磁器回転子 122 とは共同で誘導励磁器を形成する。励磁器ブリッジ DS P 206 は、三相 AC 巻線 210 及び 212 の位相シーケンスの方向がシャフト 116 の回転方向と逆になるように、この方向を制御する。従って、誘導励磁器は制動モードで動作する。その結果、励磁器固定子 120 から転送される電力を最小化できる。更に、励磁器 108 の供給電圧の周波数は、励磁器 108 に印加される供給電圧の大きさと周波数の両方とも、シャフト 116 の速度と共に低減されるように制御される。励磁器固定子 120 の設計は発電モード用に最適化されているので、位相当たりの巻き数は比較的多く、そのためシャフト速度が高まるとより高い供給電圧が必要になる。その場合は、電圧需要の増大を避けるため、速度上昇と共に周波数が低減される。

20

【0023】

30

図 6 は、航空機エンジン（図示せず）の（図 1 に示す）始動及び発電システム 100 などの始動及び発電システムを制御する例示的方法を示すフローチャート 400 である。図 1 ~ 5 を参照すると、例示的実施形態では、（図 1 に示す）シャフト 116 のシャフト速度は（図 1 に示す） ICC 104 によって決定される（402）。特に、（図 3 に示す）制御盤 202 がシャフト 116 のシャフト速度を決定する。次いで ICC 104 は始動モードで使用される所望の第 1 の周波数を決定する（404）。特に、制御盤 202 は、始動モード中の高い供給電圧需要を避けるため、シャフト速度に基づいて第 1 の周波数を決定する。航空機エンジン（図示せず）を始動するため、ICC 104 は第 1 の周波数の AC 電力を（図 1 に示す） S/G 102 に供給する（406）。特に、（図 1 に示す）整流器 118 は、第 1 の周波数の AC 電力を（図 3 に示す）励磁器固定子巻線 210 に供給する。（図 1 に示す）励磁器 108 は、AC 電力を用いて主回転子 114 を励磁して航空機エンジンを始動する。

40

【0024】

更に、例示的実施形態において、S/G 102 は、航空機エンジンの始動後、発電モード中に航空機内の搭載電気系統（図示せず）に電力を供給するために第 2 の周波数の AC 電力を供給する。第 2 の周波数は概ね一定であり、第 1 の可変周波数よりも低い。ICC 104 は発電モード中、主機械 106 が搭載電気系統に電力を供給するように（図 1 に示す）主機械 106 を制御する（408）。

50

【0025】

航空機エンジンの始動及び発電システム及び制御方法の実施形態を、本明細書に詳細に記載している。このようなシステムによって、軽量化及び電力系統の最適化により燃料節減の利点が促進される。その上、このようなシステムの始動モードと発電モードの両方の間に励磁性能を最適化することによって、付加的な複雑さ、重量、サイズ及びこのようなシステムを製造し、補修するコストの低減が促進される。

【0026】

本明細書は、最良の態様を含む本発明を開示し、更に当業者がいずれかのデバイス又はシステムを製造、使用することができ、且つ組み込まれたいずれかの方法を実施することを含めて本発明を実施することができるよう実施例を用いている。本発明の特許可能な範囲は請求項によって定義され、当業者が想到する他の実施例を含んでもよい。これらの他の実施例が請求項に記載の文言と相違ない構成要素を有している場合、又はそれほど相違ない同等の構成要素を含む場合は、これらの他の実施例は特許請求の範囲内にあることを意図するものである。

10

【図1】

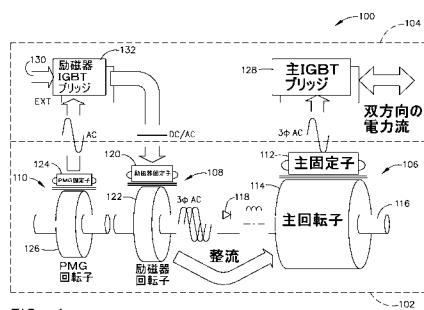


FIG. 1

【図3】

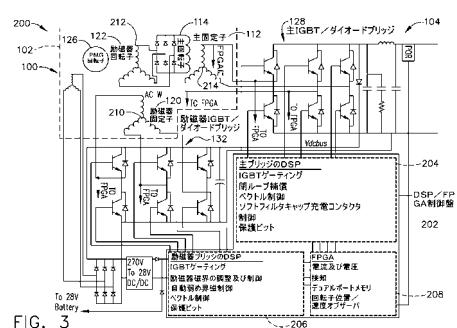


FIG. 3

【図2】

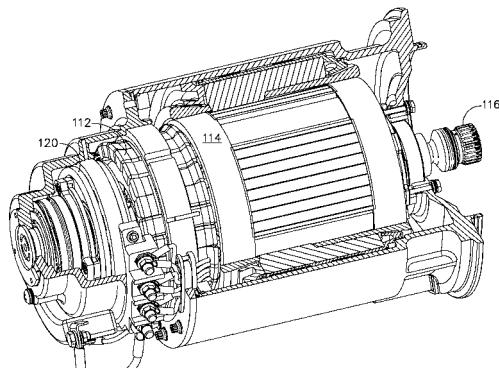


FIG. 2

【図4】

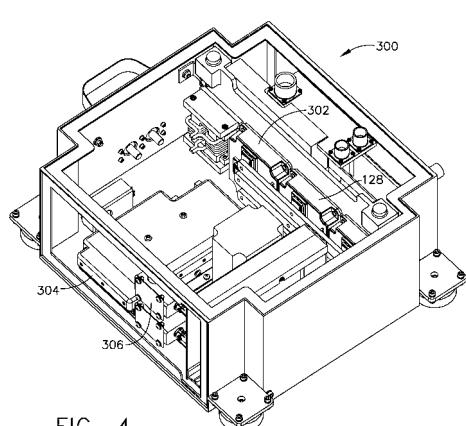


FIG. 4

【図5】

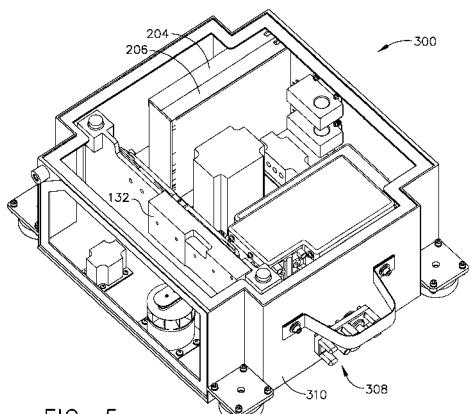


FIG. 5

【図6】

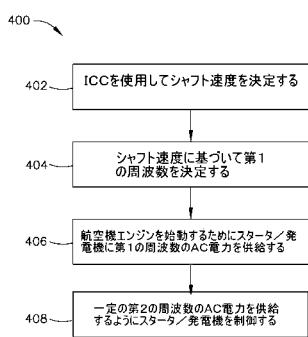


FIG. 6

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 01D 19/00 (2006.01) F 02C 7/275
F 01D 19/00 N

(72)発明者 ガタリク,スロボダン
アメリカ合衆国、オハイオ州・45385、ゼニア、キャッスル・パイン・コート、195番
(72)発明者 カリビデス,デイビッド・ディミトリ
アメリカ合衆国、オハイオ州・45312、キャスタウン、ノース・アルコニー・コノバー・ロード、195番
(72)発明者 チア,シャオチュアン
アメリカ合衆国、オハイオ州・45458、センタービル、フォックス・ホロウ・コート、882番
(72)発明者 アッバス,モハメド・アブド・エルカデル
アメリカ合衆国、オハイオ州・45459、デイトン、レイン・ツリー・ロード、7796番

審査官 池田 貴俊

(56)参考文献 欧州特許出願公開第02002115 (EP, A2)
米国特許出願公開第2006/0087293 (US, A1)
欧州特許出願公開第01826890 (EP, A2)
米国特許出願公開第2004/0183308 (US, A1)
欧州特許出願公開第01289118 (EP, A1)
米国特許第06188204 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 02P 9 / 04
B 64D 41 / 00
F 01D 19 / 00
F 02C 6 / 00
F 02C 7 / 275
F 02N 11 / 08