

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7665341号
(P7665341)

(45)発行日 令和7年4月21日(2025.4.21)

(24)登録日 令和7年4月11日(2025.4.11)

(51)国際特許分類		F I	
F 0 1 D	15/10 (2006.01)	F 0 1 D	15/10 A
F 0 2 C	6/00 (2006.01)	F 0 2 C	6/00 B
F 0 1 D	25/00 (2006.01)	F 0 1 D	25/00 F
F 0 1 D	5/02 (2006.01)	F 0 1 D	5/02
H 0 2 K	7/18 (2006.01)	H 0 2 K	7/18 Z
		請求項の数	15 外国語出願 (全25頁) 最終頁に続く
(21)出願番号	特願2021-834(P2021-834)	(73)特許権者	500520743
(22)出願日	令和3年1月6日(2021.1.6)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65)公開番号	特開2021-152362(P2021-152362 A)		The Boeing Company
(43)公開日	令和3年9月30日(2021.9.30)		アメリカ合衆国、2 2 2 0 2 ヴァージニア州、アーリントン、ロング・ブリッジ・ドライブ、9 2 9
審査請求日	令和5年12月21日(2023.12.21)	(74)代理人	100135389
(31)優先権主張番号	16/744,305		弁理士 臼井 尚
(32)優先日	令和2年1月16日(2020.1.16)	(74)代理人	100086380
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 吉田 稔
		(74)代理人	100103078
			弁理士 田中 達也
		(74)代理人	100130650
			弁理士 鈴木 泰光
		(74)代理人	100168099
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 タービンエンジンからの発電

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

筐体を含むタービンエンジンと、
前記筐体内に配置された第1回転アセンブリと、
前記筐体内において前記第1回転アセンブリと同軸上に配置された第2回転アセンブリと、
タービンエンジンの前記第1回転アセンブリに設けられるとともに、第1磁場を放出する永久磁石と、
前記第1磁場内に配置されるように、前記タービンエンジンの前記第2回転アセンブリに接続された電機子巻線と、
前記第1回転アセンブリが前記第2回転アセンブリに対して回転すると、少なくとも所定周波数の第2磁場を生成すべく、前記電機子巻線から電力入力を受信するよう構成された共振エミッタと、
前記タービンエンジンの筐体に設けられるとともに、前記第2磁場を受信して、前記第2磁場を電力出力に変換するように配置された共振レシーバと、を含む、システム。

【請求項2】

前記第1回転アセンブリは高圧ロータであり、
前記第2回転アセンブリは、低圧ロータであり、
前記高圧ロータは、前記低圧ロータが回転する第2速度よりも速い第1速度で回転する、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

前記第 1 回転アセンブリは低圧ロータであり、
前記第 2 回転アセンブリは、高圧ロータであり、
前記高圧ロータは、前記低圧ロータが回転する第 2 速度よりも速い第 1 速度で回転する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記第 1 磁場は、前記永久磁石と前記電機子巻線との間に形成された空隙において、前記第 1 回転アセンブリの回転軸から径方向外方に伝播する、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 5】

前記第 1 磁場は、前記永久磁石と前記電機子巻線との間に形成された空隙において、前記第 1 回転アセンブリの回転軸と同軸に伝播する、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のシステム。

10

【請求項 6】

前記電機子巻線と前記共振エミッタとの間に設けられた高周波コンバータをさらに含み、
前記高周波コンバータは、前記電機子巻線により受信される前記第 1 磁場よりも高い周波数で前記電力入力を前記共振エミッタに供給するよう構成されており、

前記高周波は、前記第 1 回転アセンブリと前記第 2 回転アセンブリとの間の回転速度の差よりも大きく、前記共振エミッタと前記共振レシーバとの間の電力伝達効率に基づいている、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 7】

20

前記電力出力は、前記電機子巻線で規定された相数に基づく複数の電気位相を含む、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 8】

前記筐体内に設けられるとともに、ピークルの配電バスに接続された電力制御ユニットをさらに含む、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 9】

上流端における空気取入口、
前記空気取入口の下流における圧縮セクション、
前記圧縮セクションの下流における燃焼セクション、
前記燃焼セクションの下流におけるタービンセクション、及び
下流端における排気口、
を有する筐体と、
前記圧縮セクションの第 1 コンプレッサ、及び前記タービンセクションの第 1 タービンに接続されるとともに、第 1 回転速度で回転するよう構成された第 1 シャフトと、
前記圧縮セクションの第 2 コンプレッサ、及び前記タービンセクションの第 2 タービンに接続され、且つ前記第 1 シャフトと同軸上に延在するとともに、第 2 回転速度で回転するよう構成された第 2 シャフトと、
前記第 1 コンプレッサ及び前記第 2 コンプレッサのうちの一方に接続された電機子巻線と、

30

前記第 1 コンプレッサ及び前記第 2 コンプレッサのうちの他方に接続されるとともに、第 1 磁場を放出し、
前記第 1 回転速度と前記第 2 回転速度との間の差に対応する差動回転速度で前記電機子巻線に対して回転し、

40

前記電機子巻線に電流を誘起するよう構成された永久磁石と、
前記電機子巻線に接続されるとともに、前記電流により電力を供給されると少なくとも所定周波数の第 2 磁場を生成するよう構成された共振エミッタと、
前記筐体に設けられるとともに前記第 2 磁場を受信するよう配置され、且つ前記第 2 磁場を電力出力に変換するよう構成された共振レシーバと、を含むタービンエンジン。

【請求項 10】

前記圧縮セクションにおいて前記第 1 コンプレッサ及び前記第 2 コンプレッサの下流に

50

て第3コンプレッサに接続されるとともに、前記タービンセクションにおいて前記第1タービン及び前記第2タービンの上流にて第3タービンに接続される第3シャフトをさらに含み、

前記第3シャフトは、前記第2シャフトと同軸上に延在するとともに、前記第1回転速度及び前記第2回転速度よりも速い第3回転速度で回転するよう構成されており、

前記タービンエンジンはさらに、

前記第3コンプレッサ及び前記第2コンプレッサのうちの一方に接続された二次電機子巻線と、

前記第3コンプレッサ及び前記第2コンプレッサのうちの他方に接続されるとともに、二次第1磁場を放出し、

前記第3回転速度と前記第2回転速度との間の二次的な差に対応する二次差動回転速度で前記二次電機子巻線に対して回転し、

前記二次電機子巻線に二次電流を誘起するよう構成された二次永久磁石と、

前記二次電機子巻線に接続されるとともに、前記二次電流により電力を供給されると少なくとも二次所定周波数の二次第2磁場を生成するよう構成された二次共振エミッタと、

前記タービンエンジンの前記筐体に設けられるとともに前記二次第2磁場を受信するよう配置され、且つ前記二次第2磁場を二次電力出力に変換するよう構成された二次共振レシーバと、を含む、請求項9に記載のタービンエンジン。

【請求項11】

前記圧縮セクションにおいて前記第1コンプレッサ及び前記第2コンプレッサの上流にて第3コンプレッサに接続されるとともに、前記タービンセクションにおいて前記第1タービン及び前記第2タービンの下流にて第3タービンに接続される第3シャフトをさらに含み、

前記第3シャフトは、前記第2シャフトと同軸上に延在するとともに、前記第1回転速度及び前記第2回転速度よりも遅い第3回転速度で回転するよう構成されており、

前記タービンエンジンは、さらに

前記第3コンプレッサ及び前記第1コンプレッサのうちの一方に接続された二次電機子巻線と、

前記第3コンプレッサ及び前記第1コンプレッサのうちの他方に接続されるとともに、二次第1磁場を放出し、

前記第3回転速度と前記第1回転速度との間の二次的な差に対応する二次差動回転速度で前記二次電機子巻線に対して回転し、

前記二次電機子巻線に二次電流を誘起するよう構成された二次永久磁石と、

前記二次電機子巻線に接続されるとともに、前記二次電流により電力を供給されると少なくとも二次所定周波数の二次第2磁場を生成するよう構成された二次共振エミッタと、

前記タービンエンジンの前記筐体に設けられるとともに前記二次第2磁場を受信するよう配置され、且つ前記二次第2磁場を二次電力出力に変換するよう構成された二次共振レシーバと、を含む、請求項9に記載のタービンエンジン。

【請求項12】

前記筐体が配置されたバイパス流チャンバを画定するナセルと、

前記バイパス流チャンバに配置されるとともに前記筐体から延びて、前記共振レシーバをピークルの配電バスに電氣的に接続する伝達ケーブルと、

前記筐体の外部において前記バイパス流チャンバ内に設けられるとともに、前記共振レシーバと前記伝達ケーブルとの間に電氣的に接続された電力制御ユニットと、をさらに含む、請求項9～11に記載のタービンエンジン。

【請求項13】

前記電機子巻線と前記永久磁石とは、前記第1シャフトと同軸上に形成された空隙によって分離されている、請求項9～12のいずれかに記載のタービンエンジン。

【請求項14】

前記電機子巻線と前記永久磁石とは、前記第1シャフトの回転軸と交差する面に形成さ

10

20

30

40

50

れた空隙によって分離されている、請求項 9～13 のいずれかに記載のタービンエンジン。
【請求項 15】

タービンエンジンの第 1 シャフトを中心として永久磁石を回転させて、電機子巻線に多相交流を誘起し、前記永久磁石は、前記タービンエンジンの第 1 回転アセンブリに取り付けられるとともに第 1 磁場を放出するものであり、前記電機子巻線は、前記タービンエンジンにおいて、前記第 1 シャフトと同軸の第 2 シャフトに接続された第 2 コンプレッサに取り付けられた第 2 回転アセンブリに設けられており、

前記多相交流により共振エミッタに電力を供給して、所定周波数以上の第 2 磁場を生成し、

前記タービンエンジンの筐体の内面に設けられた共振レシーバを介して、前記第 2 磁場を電力出力に変換する、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の態様は、概して、タービンエンジンからの電気エネルギーの生成に関する。より具体的には、本開示は、航空機及び他のビークルで使用可能なタービンエンジンからの機械エネルギーを電気エネルギーに変換し、電磁場を介して関連するビークルに当該電気エネルギーを伝達することに関する。

【背景技術】

【0002】

様々なビークルが、様々なエンジンの組み合わせを利用して、これらのビークルにおける推進力や操縦制御を実現している。例えば、航空機は、ジェットやプロペラに動力を供給するために、タービンを組み込んだエンジンを使用する場合がある。タービンエンジンは、推進力、及び空気／ガスの圧縮を実現するために、複数の回転コンポーネントを含む。タービンエンジンの回転コンポーネントに接続された発電機は、機械的な回転エネルギーを抽出して、当該回転エネルギーを電気エネルギーに変換することができる。変換された電気エネルギーは、関連するビークルの様々な機上システムに動力を供給するために使用される。エンジン内の動作温度、回転速度、及び空気流により、エンジンの個々の部品には劣化が生じる。このため、回転エンジンコンポーネントから回転エネルギーを抽出するために使用される物理コンポーネントは、他のエンジンコンポーネントの信頼性に影響が及ぶのを避けるために、頻繁に交換されうる。さらに、タービンエンジンにおけるエネルギー抽出コンポーネントの位置により、修理及び交換を行うのが困難であったり時間がかかったりする場合がある。

【発明の概要】

【0003】

本開示の一態様においてはシステムが提供される。当該システムは、タービンエンジンの第 1 回転アセンブリに設けられるとともに、第 1 磁場を放出する永久磁石と、前記第 1 磁場内に配置されるように、前記タービンエンジンの第 2 回転アセンブリに接続された電機子巻線と、前記第 1 回転アセンブリが前記第 2 回転アセンブリに対して回転すると、少なくとも所定周波数の第 2 磁場を生成すべく、前記電機子巻線から電力入力を受信するよう構成された共振エミッタと、前記タービンエンジンの筐体に設けられるとともに、前記第 2 磁場を受信して、前記第 2 磁場を電力出力に変換するように配置された共振レシーバと、を含む。

【0004】

上記又は下記の任意のシステムと組み合わせられる様々な態様において、前記第 1 回転アセンブリは高圧ロータであり、前記第 2 回転アセンブリは、低圧ロータであり、前記高圧ロータは、前記低圧ロータが回転する第 2 速度よりも速い第 1 速度で回転する。

【0005】

上記又は下記の任意のシステムと組み合わせられる様々な態様において、前記第 1 回転アセンブリは低圧ロータであり、前記第 2 回転アセンブリは、高圧ロータであり、前記高

10

20

30

40

50

圧ロータは、前記低圧ロータが回転する第2速度よりも速い第1速度で回転する。

【0006】

上記又は下記の任意のシステムと組み合わせられる様々な態様において、前記第1磁場は、前記永久磁石と前記電機子巻線との間に形成された空隙において、前記第1回転アセンブリの回転軸から径方向外方に伝播する。

【0007】

上記又は下記の任意のシステムと組み合わせられる様々な態様において、前記第1磁場は、前記永久磁石と前記電機子巻線との間に形成された空隙において、前記第1回転アセンブリの回転軸と同軸に伝播する。

【0008】

上記又は下記の任意のシステムと組み合わせられる様々な態様において、前記システムは、前記電機子巻線と前記共振エミッタとの間に設けられた高周波コンバータをさらに含み、前記高周波コンバータは、前記電機子巻線により受信される前記第1磁場よりも高い周波数で前記電力入力を前記共振エミッタに供給するよう構成されている。

【0009】

上記又は下記の任意のシステムと組み合わせられる様々な態様において、前記高周波は、前記第1回転アセンブリと前記第2回転アセンブリとの間の回転速度の差よりも大きく、前記共振エミッタと前記共振レシーバとの間の電力伝達効率に基づいている。

【0010】

上記又は下記の任意のシステムと組み合わせられる様々な態様において、前記電力出力は、前記電機子巻線で規定された相数に基づく複数の電気位相を含む。

【0011】

上記又は下記の任意のシステムと組み合わせられる様々な態様において、上記システムは、前記筐体内に設けられるとともに、ピークルの配電バスに接続された電力制御ユニットをさらに含む。

【0012】

本開示の一態様においてはタービンエンジンが提供される。当該タービンエンジンは、上流端における空気取入口、前記空気取入口の下流における圧縮セクション、前記圧縮セクションの下流における燃焼セクション、前記燃焼セクションの下流におけるタービンセクション、及び下流端における排気口、を有する筐体と、前記圧縮セクションの第1コンプレッサ、及び前記タービンセクションの第1タービンに接続されるとともに、第1回転速度で回転するよう構成された第1シャフトと、前記圧縮セクションの第2コンプレッサ、及び前記タービンセクションの第2タービンに接続され、且つ前記第1シャフトと同軸上に延在するとともに、第2回転速度で回転するよう構成された第2シャフトと、前記第1コンプレッサ及び前記第2コンプレッサのうちの一方に接続された電機子巻線と、前記第1コンプレッサ及び前記第2コンプレッサのうちの他方に接続されるとともに、第1磁場を放出し、前記第1回転速度と前記第2回転速度との間の差に対応する差動回転速度で前記電機子巻線に対して回転し、前記電機子巻線に電流を誘起するよう構成された永久磁石と、前記電機子巻線に接続されるとともに、前記電流により電力を供給されると少なくとも所定周波数の第2磁場を生成するよう構成された共振エミッタと、前記タービンエンジンの前記筐体に設けられるとともに、前記第2磁場を受信する位置に配置され、前記第2磁場を電力出力に変換するよう構成された共振レシーバと、を含む。

【0013】

上記又は下記の任意のタービンエンジンと組み合わせられる様々な態様において、前記タービンエンジンは、前記圧縮セクションにおいて前記第1コンプレッサ及び前記第2コンプレッサの下流にて第3コンプレッサに接続されるとともに、前記タービンセクションにおいて前記第1タービン及び前記第2タービンの上流にて第3タービンに接続される第3シャフトをさらに含み、前記第3シャフトは、前記第2シャフトと同軸上に延在するとともに、前記第1回転速度及び前記第2回転速度よりも速い第3回転速度で回転するよう構成されている。

10

20

30

40

50

【0014】

上記又は下記の任意のタービンエンジンと組み合わせられる様々な態様において、前記タービンエンジンは、前記第3コンプレッサ及び前記第2コンプレッサのうちの一方に接続された二次電機子巻線と、前記第3コンプレッサ及び前記第2コンプレッサのうちの他方に接続されるとともに、二次第1磁場を放出し、前記第3回転速度と前記第2回転速度との間の二次的な差に対応する二次差動回転速度で前記二次電機子巻線に対して回転し、前記二次電機子巻線に二次電流を誘起するよう構成された二次永久磁石と、前記二次電機子巻線に接続されるとともに、前記二次電流により電力を供給されると少なくとも二次所定周波数の二次第2磁場を生成するよう構成された二次共振エミッタと、前記タービンエンジンの前記筐体に設けられるとともに前記二次第2磁場を受信するよう配置され、且つ前記二次第2磁場を二次電力出力に変換するよう構成された二次共振レシーバと、をさらに含む。

10

【0015】

上記又は下記の任意のタービンエンジンと組み合わせられる様々な態様において、前記タービンエンジンは、前記圧縮セクションにおいて前記第1コンプレッサ及び前記第2コンプレッサの上流にて第3コンプレッサに接続されるとともに、前記タービンセクションにおいて前記第1タービン及び前記第2タービンの下流にて第3タービンに接続される第3シャフトをさらに含み、前記第3シャフトは、前記第2シャフトと同軸上に延在するとともに、前記第1回転速度及び前記第2回転速度よりも遅い第3回転速度で回転するよう構成されている。

20

【0016】

上記又は下記の任意のタービンエンジンと組み合わせられる様々な態様において、前記タービンエンジンは、前記第3コンプレッサ及び前記第1コンプレッサのうちの一方に接続された二次電機子巻線と、前記第3コンプレッサ及び前記第1コンプレッサのうちの他方に接続されるとともに、二次第1磁場を放出し、前記第3回転速度と前記第1回転速度との間の二次的な差に対応する二次差動回転速度で前記二次電機子巻線に対して回転し、前記二次電機子巻線に二次電流を誘起するよう構成された二次永久磁石と、前記二次電機子巻線に接続されるとともに、前記二次電流により電力を供給されると少なくとも二次所定周波数の二次第2磁場を生成するよう構成された二次共振エミッタと、前記タービンエンジンの前記筐体に設けられるとともに前記二次第2磁場を受信するよう配置され、且つ前記二次第2磁場を二次電力出力に変換するよう構成された二次共振レシーバと、をさらに含む。

30

【0017】

上記又は下記の任意のタービンエンジンと組み合わせられる様々な態様において、前記タービンエンジンは、前記筐体が配置されたバイパス流チャンバを画定するナセルと、前記バイパス流チャンバに配置されるとともに前記筐体から延びて、前記共振レシーバをビークルの配電バスに電氣的に接続する伝達ケーブルと、をさらに含む。

【0018】

上記又は下記の任意のタービンエンジンと組み合わせられる様々な態様において、前記タービンエンジンは、前記筐体の外部において前記バイパス流チャンバ内に設けられるとともに、前記共振レシーバと前記伝達ケーブルとの間に電氣的に接続された電力制御ユニットをさらに含む。

40

【0019】

上記又は下記の任意のタービンエンジンと組み合わせられる様々な態様において、前記電機子巻線と前記永久磁石とは、前記第1シャフトと同軸上に形成された空隙によって分離されている。

【0020】

上記又は下記の任意のタービンエンジンと組み合わせられる様々な態様において、前記電機子巻線と前記永久磁石とは、前記第1シャフトの回転軸と交差する面に形成された空隙によって分離されている。

50

【0021】

本開示の一態様においては方法が提供される。当該方法においては、タービンエンジンの第1シャフトを中心として永久磁石を回転させて、電機子巻線に多相交流を誘起し、前記永久磁石は、前記タービンエンジンの第1回転アセンブリに取り付けられるとともに第1磁場を放出するものであり、前記電機子巻線は、前記タービンエンジンにおいて、前記第1シャフトと同軸の第2シャフトに接続された第2コンプレッサに取り付けられた第2回転アセンブリに設けられており、前記多相交流により共振エミッタに電力を供給して、所定周波数以上の第2磁場を生成し、前記タービンエンジンの筐体の内面に設けられた共振レシーバを介して、前記第2磁場を電力出力に変換する。

【0022】

本開示の一態様においては方法が提供される。当該方法においては、タービンエンジンの第1コンプレッサシャフトに接続された第1回転アセンブリに対して、永久磁石を取り付け、前記タービンエンジンの第2コンプレッサシャフトに対して、電機子巻線及び共振エミッタを含む第2回転アセンブリを取り付け、前記電機子巻線は、前記永久磁石によって放出される第1磁場内に配置されており、前記共振エミッタが第2磁場を放出する際に前記第2磁場を受信するために、前記共振エミッタに関連付けて、前記タービンエンジンの筐体の内面に共振レシーバを取り付ける。

【図面の簡単な説明】

【0023】

上述した本開示の特徴が詳細に理解できるように、上に簡単に要約した本開示のより具体的な説明を、例示的な態様を参照しながら行う。なお、そのうちのいくつかは添付図面に図示する。

【0024】

【図1A-1B】本開示の態様による、1つ以上の発電機を含むタービンエンジンを示す断面図である。

【図2A-2D】本開示の態様による、電気抽出器のコンポーネント、及びこの内部で生成される磁場を示す断面図である。

【図3】本開示の態様による、発電機の電磁コンポーネントを示す回路図である。

【図4】本開示の態様による、共振エミッタ及び共振レシーバを詳細に示す回路図である。

【図5】本開示の態様による、発電機の構築方法を示すフローチャートである。

【図6】本開示の態様による、タービンエンジンから電気エネルギーを抽出するための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】

【0025】

なお、添付図面は、本開示で説明する概念を示すためのものであり、これらの図面に示す様々なコンポーネントは、本明細書で説明する発明の概念を強調及び教示するために、簡略化して示す場合や、他のコンポーネントに対して縮尺通りに描かれていない場合がある。

【0026】

本開示においては、互いに物理的に接触していないが、誘起された一連の磁場を介して回転エネルギーを抽出して電気エネルギーに変換する電磁（EM）コンポーネントにより、タービンエンジンの回転コンポーネントから電力の抽出及び伝達を行う。いくつかの態様において、エンジンの動作中に2つのコンプレッサが互いに回転しているときに、エンジン内の第1回転アセンブリに取り付けられた永久磁石が、エンジン内の第2回転アセンブリにおける第1電機子巻線に対して回転して、当該第1電機子巻線に電流を誘起する。このようにして誘起された電流は、高周波の第2磁場を生成する高周波共振器に電力を供給して、エンジンのケース又はシェルにおける固定位置に配置された受信回路に電流を生じさせ、これによって、ピークルの電気システムに無線で電力を伝達する。

【0027】

電磁力伝達コンポーネントは、エンジンの周りで径方向対称に配置されており、単一の

推力生成コンポーネント（例えば、回転アセンブリや筐体）に接触している。空隙（air gaps）により永久磁石と電機子巻線とが分離されるとともに、共振エミッタと共振レシーバとが分離されている。電磁力伝達コンポーネントのいずれも、エンジンの1つの推力生成コンポーネントにのみ物理的に接触しており、また異なる推力生成コンポーネントに接続される他の電力伝達コンポーネントには物理的に接触していないため、このようなシステムは、摩擦が少なく、これに応じて、電力伝達コンポーネントの交換頻度も低くなるため有利である。また、電磁コンポーネントは、タービンエンジンの気流中に配置されたワイヤやシャフトを介して電力を伝達せず、外部発電機に回転エネルギーを伝達するギアボックスやシャフトよりも比較的軽量であるため、エンジンの機械効率及び燃料効率を向上させることができる。さらに、電磁力伝達コンポーネントを介した電力の抽出及び伝達の効率は、機械的な電力伝達コンポーネントの効率を上回るため、さらにエンジン効率を向上させることができる。

10

【0028】

本開示で示す例は、航空機のタービンエンジンにおける電力伝達システムでの使用について主に説明しているが、本開示で説明する電力伝達システムは、車、バス、列車、ボート、及び様々な他のビークルで使用されるタービンエンジンと共に使用することも可能である。

【0029】

図1A及び1Bは、1つ以上の発電機110を含むタービンエンジン100（個々にはタービンエンジン100A及びタービンエンジン100B）を示す断面図である。タービンエンジン100は、筐体120を含み、当該筐体は、上流端における空気取入口121と、空気取入口121の下流における圧縮セクション122と、当該圧縮セクション122の下流における燃焼セクション123と、当該燃焼セクション123の下流におけるタービンセクション124と、下流端における排気口125と、を有する。様々な態様において、筐体120は、ナセル130（ハウジングとも呼ばれる）の内部に含まれており、バイパス流チャンバ131は、筐体120の外面とナセル130の内面との間に形成されている。伝達ケーブル140は、発電機110と、タービンエンジン100が配置されたビークルの配電バス150又は他の電力伝達機構（例えば、ケーブルコネクタ、スプリッタ、回路ブレーカなどの保護装置、又はバス連絡線（bus tie））とを接続しており、バイパス流チャンバ131において、筐体120から延びて、電気分配器112と（ビークルの）配電バスとを電氣的に接続している。

20

30

【0030】

図1Aに示すタービンエンジン100Aは、第1スプールシャフト160A（概して、スプールシャフト又はシャフト160、又はまとめてシャフトアセンブリ）と、第2スプールシャフト160Bとを含む。一方で、図1Bに示すタービンエンジン100Bは、第1スプールシャフト160Aと、第2スプールシャフト160Bと、第3スプールシャフト160Cとを含む。各シャフト160は、他のシャフト160と同軸上に延在し、タービン180A及びB（概して、タービン180）を回転させる高圧排気の放出により、動作中に互いに異なる速度で回転し、これによって、関連するスプールシャフト160を介して異なる速度で関連するコンプレッサ170A及びB、又は170A～C（概して、コンプレッサ170）を駆動する。例えば、第1スプールシャフト160Aは、（第1タービン180Aにより付与される力によって）第1回転速度で第1コンプレッサ170Aを回転駆動させるために回転し、第2スプールシャフト160Bは、（第2タービン180Bにより付与される力によって）第2回転速度で第2コンプレッサ170Bを回転駆動させるために回転する。同様に、図1Bにおいて、第3タービン180Cは、第3回転速度で第3コンプレッサ170Cを回転駆動させるために回転する。このとき、第1、第2、及び第3の回転速度は、全て互いに異なる。

40

【0031】

コンプレッサ170は、筐体120の圧縮セクション122に設けられており、これらのコンプレッサの各々が、1つ以上の列に配置された複数のファンブレードを含みうる。

50

タービン180は、筐体120のタービンセクション124に設けられており、これらのタービンの各々が、1つ以上の列に配置された複数のファンブレードを含みうる。図示していないが、シャフト160の回転特性を向上させるために（例えば、摩擦を低減するために）、シャフト160間に様々なベアリング又は低摩擦面を設けてもよい。

【0032】

図1Aに示すように、第1スプールシャフト160Aは、第2スプールシャフト160Bの高圧シャフトと比較して低圧のシャフトである。したがって、第1コンプレッサ170Aは、第2コンプレッサ170Bの上流に配置されており、タービンエンジン100の動作中、第2コンプレッサ170Bよりも遅い回転速度で回転する。同様に、第1タービン180Aは、第2タービン180Bの下流に配置されており、タービンエンジン100の動作中、第2タービン180Bよりも低い回転速度で回転する。

10

【0033】

図1Bに示すように、相対的に、第1スプールシャフト160Aは低圧シャフトであり、第2スプールシャフト160Bは中圧シャフトであり、第3スプールシャフト160Cは、高圧シャフトである。したがって、第1コンプレッサ170Aは、第2コンプレッサ170Bの上流に配置されており、当該第2コンプレッサは、第3コンプレッサ170Cの上流に配置されており、これらの各々は、タービンエンジン100の動作中、下流のコンプレッサ170よりも低い回転速度で動作する。同様に、第1タービン180Aは、第2タービン180Bの下流に配置されており、当該第2タービンは、第3タービン180Cの下流に配置されており、これらの各々は、タービンエンジン100の動作中、上流のタービン180よりも低い回転速度で動作する。

20

【0034】

したがって、動作中、第1スプールシャフト160Aと第2スプールシャフト160B（及び、これらに取り付けられたコンポーネント）との間に第1差動回転速度が発生し、図1Bにおいては、第2スプールシャフト160Bと第3スプールシャフト160C（及び、これらに取り付けられたコンポーネント）との間に第2差動回転速度（当該速度は、第1差動回転速度と同じであってもよいし、異なってもよい）が発生する。

【0035】

発電機110は、コンプレッサ170に固定された電気抽出器111と、筐体120に固定された電気分配器112とを含む。電気抽出器111は、電気分配器112に物理的に接続されていないが、空間（例えば、「空隙」）によって分離されるとともに、動作中に生じる電磁場によって電磁的に結合される。電気抽出器111は、コンプレッサ170に接続されており、タービンエンジン100のコンポーネントの動作回転を用いてコンポーネントを互いに対して回転させるために、複数の異なるシャフト160に取り付けられたコンプレッサ170のそれぞれの回転速度を利用する。図1Aに示すように、第1コンプレッサ170Aと第2コンプレッサ170Bとの間のインターフェースには電気抽出器111が設けられている。図1Bに示すように、第1コンプレッサ170Aと第2コンプレッサ170Bとの間のインターフェースには第1電気抽出器111Aが設けられており、第2コンプレッサ170Bと第3コンプレッサ170Cとの間のインターフェースには第2電気抽出器111Bが設けられている。

30

40

【0036】

各電気抽出器111は、筐体120の対応する部分の周りで径方向に固定された対応する電気分配器112に関連付けられている（例えば、第1電気抽出器111Aは、第1電気分配器112Aに対応しており、第2電気抽出器111Bは、第2電気分配器112Bに対応している）。電気分配器112は、電気抽出器111から高周波電力を受けるための共振レシーバと、高周波電力を、ピークルで消費及び／又は蓄積するための所定周波数（例えば400Hz）に変換するための電力変換ユニット（PCU）とを含み、ケーブル140を介して配電バス150に接続されている。図示していないが、3軸設計を使用するいくつかの態様において、タービンエンジン100は、第1発電機110A又は第2発電機110Bのうち的一方を省いて、1つの発電機110のみを含んでもよい。また、図

50

1 A 及び 1 B には発電機 1 1 0 のコンポーネントの 1 つの配置パターンのみが示されているが、これらのコンポーネントは、図 2 A 及び 2 B、並びに図 3 A 及び 3 B に関連させて説明するように様々な構成で配置されてもよい。

【0037】

図 2 A ~ 2 D には、発電機 1 1 0 のコンポーネントの断面図が示されている。図 2 A 及び 2 B は、径方向に磁気結合するように配置されたコンポーネントを示しており、図 2 C 及び 2 D は、軸方向に磁気結合するように配置されたコンポーネントを示す。なお、断面視において、図 2 A ~ 2 D は、放射状に配置された発電機 1 1 0 の一部を示している。発電機 1 1 0 は、図 2 A ~ 2 D のうちの 1 つに示されるように構築してもよいし、タービンエンジン 1 0 0 のシャフト 1 6 0 の周り／筐体 1 2 0 の内部で放射状に配置された複数の異なるアーク状部分において図 2 A ~ 2 D のうちの複数の示されるように構築してもよい。

10

【0038】

電気抽出器 1 1 1 は、2 つのコンプレッサ 1 7 0 A 及び 1 7 0 B のインターフェースに設けられている。例えば、図示の電気抽出器 1 1 1 は、第 1 コンプレッサ 1 7 0 A と第 2 コンプレッサ 1 7 0 B との間に設けられてもよい。他の例において、図示の電気抽出器 1 1 1 は、第 2 コンプレッサ 1 7 0 B と第 3 コンプレッサ 1 7 0 C との間に設けられてもよい。様々な態様において、図 2 A ~ 2 D に示すコンポーネントは、（図 1 A に示すような）単一の電気抽出器 1 1 1 に含まれていてもよいし、（図 1 B に示すような）一次又は二次の電気抽出器 1 1 1 のうちの一方に含まれていてもよい。複数の電気抽出器 1 1 1 を含む態様において、個々のコンポーネントは、両方とも図 2 A ~ 2 D のうちの 1 つに従って設けられてもよいし、一方が図 2 A ~ 2 D のうちの 1 つに従って設けられ、他方が図 2 A ~ 2 D のうちの他の 1 つに従って設けられてもよい。本明細書において、複数の発電機 1 1 0 間でコンポーネントを区別する場合、一方の発電機 1 1 0 のコンポーネントは、これらを「二次」コンポーネントと呼ぶことにより区別可能である。例えば、第 1 電気抽出器 1 1 1 A は、一次永久磁石 2 2 0 を含み、第 2 電気抽出器 1 1 1 B は二次永久磁石 2 2 0 を含む。他の例において、第 1 電気抽出器 1 1 1 A は、一次第 1 コンプレッサ 1 7 0 A 及び一次第 2 コンプレッサ 1 7 0 B に取り付けられており、第 2 電気抽出器 1 1 1 B は、二次第 1 コンプレッサ 1 7 0 A（一次第 1 コンプレッサ 1 7 0 A 又は一次第 2 コンプレッサ 1 7 0 B と同じコンプレッサ 1 7 0 における異なる端面であってもよい）及び二次第 2 コンプレッサ 1 7 0 B（一次第 1 コンプレッサ 1 7 0 A 又は一次第 2 コンプレッサ 1 7 0 B と同じシャフト 1 7 0 における異なる端面であってもよい）に取り付けられている。

20

30

【0039】

図 2 A は、本開示の態様による、電気抽出器 1 1 1 の第 1 のコンポーネント配置 2 0 0 A を示す。第 1 回転アセンブリ 2 1 0 A（概して、回転アセンブリ 2 1 0）は、低圧の第 1 コンプレッサ 1 7 0 A に接続され、第 2 回転アセンブリ 2 1 0 B は、2 つのコンプレッサ 1 7 0 間のインターフェースにおいて高圧の第 2 コンプレッサ 1 7 0 B に接続されている。様々な態様において、回転アセンブリ 2 1 0 は、関連するコンプレッサ 1 7 0 の 1 つ以上のブレード、関連するスプールシャフト 1 6 0 に対するブレードのリング／接続点、又は関連するスプールシャフト 1 6 0 に接続されている。回転アセンブリ 2 1 0 により、電気抽出器 1 1 1 の様々な電磁コンポーネントが、互いに対して、並びにシャフト 1 6 0、コンプレッサ 1 7 0、及び電気分配器 1 1 2 に対して、公知の距離及び配向で配置される。

40

【0040】

図 2 A において、第 1 回転アセンブリ 2 1 0 A は、第 1 磁場 2 1 5 を生成する永久磁石 2 2 0 を含む。永久磁石 2 2 0 は、シャフト 1 6 0 と同軸上に形成された空隙を介して放射状に第 1 磁場 2 1 5 を放出し、当該永久磁石 2 2 0 と第 2 回転アセンブリ 2 1 0 B に含まれる電機子巻線 2 3 0 とを磁氣的に結合させる。様々な態様において、永久磁石 2 2 0 は、シャフト 1 6 0 の周りに配置された複数の磁石を含み、複数の第 1 磁場 2 1 5 を放出する。

【0041】

50

第2回転アセンブリ210Bは、電機子巻線230と共振エミッタ240とを含む。電機子巻線230は、永久磁石220又はシャフト160の周りに同心及び放射状に配置されているが、これらと物理的に接触していない。また、電機子巻線230は、第1磁場215の所定の磁場強度の範囲内に位置している。この結果、第1磁場215により、永久磁石220と電機子巻線230とが径方向に結合する。様々な態様において、電機子巻線230は、永久磁石220に対して回転すると、多相交流である第1電流(I_1)を生成し、当該電流は、共振エミッタ240に電力を供給するために入力され、第2磁場225が生成される。第2回転アセンブリ210Bにより、第1磁場215の所定の磁場強度の範囲外に共振エミッタ240が配置される。このため、永久磁石220は、第2磁場225の所定の磁場強度の範囲外に配置される。第2磁場225は、共振エミッタ240の外側に放射状に放出され、共振エミッタ240と共振レシーバ250とを電磁的に結合する。

10

【0042】

図2Bは、本開示の態様による、電気抽出器111の第2のコンポーネント配置200Bを示す。第1回転アセンブリ210Aは、高圧の第2コンプレッサ170Bに接続され、第2回転アセンブリ210Bは、2つのコンプレッサ170間のインターフェースにおける低圧の第2コンプレッサ170Aに接続されている。様々な態様において、回転アセンブリ210は、関連するコンプレッサ170の1つ以上のブレード、関連するスプールシャフト160に対するブレードのリング／接続点、又は関連するスプールシャフト160に接続されている。回転アセンブリ210により、電気抽出器111の様々な電磁コンポーネントが、互いに対して、並びにシャフト160、コンプレッサ170、及び電気分配器112に対して、公知の距離及び配向で配置される。

20

【0043】

図2Bにおいて、第1回転アセンブリ210Aは、第1磁場215を生成する永久磁石220を含む。永久磁石220は、シャフト160と同軸上に形成された空隙を介して放射状に第1磁場215を放出し、当該永久磁石220と第2回転アセンブリ210Bに含まれる電機子巻線230とを磁氣的に結合させる。様々な態様において、永久磁石220は、シャフト160の周りに配置された複数の磁石を含み、複数の第1磁場215を放出する。

【0044】

第2回転アセンブリ210Bは、電機子巻線230と共振エミッタ240とを含む。電機子巻線230は、永久磁石220又はシャフト160に対して同心及び放射状に配置されているが、これらと物理的に接触していない。また、電機子巻線230は、第1磁場215の所定の磁場強度の範囲内に位置している。この結果、第1磁場215により、永久磁石220と電機子巻線230とが径方向に結合する。様々な態様において、電機子巻線230は、永久磁石220に対して回転すると、多相交流である第1電流(I_1)を生成し、当該電流は、第2磁場225を生成するために共振エミッタ240に電力を供給する。第2回転アセンブリ210Bにより、第1磁場215の所定の磁場強度の範囲外に共振エミッタ240が配置される。このため、永久磁石220は、第2磁場225の所定の磁場強度の範囲外に配置される。第2磁場225は、共振エミッタ240と共振レシーバ250とを径方向に結合している。

30

40

【0045】

図2Cは、本開示の態様による、電気抽出器111の第3のコンポーネント配置200Cを示す。第1回転アセンブリ210Aは、低圧の第1コンプレッサ170Aに接続され、第2回転アセンブリ210Bは、2つのコンプレッサ170間のインターフェースにおける高圧の第2コンプレッサ170Bに接続されている。様々な態様において、回転アセンブリ210は、関連するコンプレッサ170の1つ以上のブレード、関連するスプールシャフト160に対するブレードのリング／接続点、又は関連するスプールシャフト160に接続されている。回転アセンブリ210により、電気抽出器111の様々な電磁コンポーネントが、互いに対して、並びにシャフト160、コンプレッサ170、及び電気分配器112に対して、公知の距離及び配向で配置される。

50

【0046】

図2Cにおいて、第1回転アセンブリ210Aは、第1磁場215を生成する永久磁石220を含む。永久磁石220は、シャフト160の回転軸と交差する面に形成された空隙を介して第1磁場215を放出し、当該永久磁石220と第2回転アセンブリ210Bに含まれる電機子巻線230とを磁氣的に結合させる。空隙は、（例えば、永久磁石220と電機子巻線230とを同軸上で磁気結合するため）回転軸に直交する面に形成されていることが図示されているが、他の態様においては、空隙は、シャフト160に対して他の角度で形成されてもよい。様々な態様において、永久磁石220は、シャフト160の周りに放射状に配置された複数の磁石を含み、複数の第1磁場215を放出する。

【0047】

第2回転アセンブリ210Bは、電機子巻線230と共振エミッタ240とを含む。電機子巻線230は、シャフト160の周りに放射状に配置されているが、当該シャフトと物理的に接触しておらず、また、永久磁石220に対して遊星的に（planetary）配置されている。本明細書において、2つの物体が互いに「遊星的」とであると説明する場合、これらの物体が、同じ回転軸を中心として（当該回転軸から同じ又は異なる径方向距離で）回転するが、他方の物体の軌道から離れる（すなわち、当該物体と接触しない）ように回転軸の長さ方向に沿って異なる地点で回転することを指す。複数の回転アセンブリ210の相対的な位置及び長さにより、第1磁場215の所定の磁場強度の範囲内に電機子巻線230が配置される。この結果、第1磁場215により、永久磁石220と電機子巻線230とが軸方向に結合する。様々な態様において、電機子巻線230は、永久磁石220に対して回転すると、多相交流である第1電流（ I_1 ）を生成し、当該電流は、第2磁場225を生成するために共振エミッタ240に電力を供給する。第2回転アセンブリ210Bにより、第1磁場215の所定の磁場強度の範囲外に共振エミッタ240が配置される。このため、永久磁石220は、第2磁場225の所定の磁場強度の範囲外に配置される。第2磁場225は、共振エミッタ240と共振レシーバ250とを径方向に結合している。

【0048】

図2Dは、本開示の態様による、電気抽出器111の第4のコンポーネント配置200Dを示す。第1回転アセンブリ210Aは、高圧の第1コンプレッサ170Aに接続され、第2回転アセンブリ210Bは、2つのコンプレッサ170間のインターフェースにおける低圧の第2コンプレッサ170Bに接続されている。様々な態様において、回転アセンブリ210は、関連するコンプレッサ170の1つ以上のブレード、関連するスプールシャフト160に対するブレードのリング／接続点、又は関連するスプールシャフト160に接続されている。回転アセンブリ210により、電気抽出器111の様々な電磁コンポーネントが、互いに対して、並びにシャフト160、コンプレッサ170、及び電気分配器112に対して、公知の距離及び配向で配置される。

【0049】

図2Dにおいて、第1回転アセンブリ210Aは、第1磁場215を生成する永久磁石220を含む。永久磁石220は、シャフト160の回転軸と交差する面に形成された空隙を介して第1磁場215を放出し、当該永久磁石220と第2回転アセンブリ210Bに含まれる電機子巻線230とを磁氣的に結合させる。空隙は、（例えば、永久磁石220と電機子巻線230とを同軸上で磁気結合するため）回転軸に直交する面に形成されていることが図示されているが、他の態様においては、空隙は、シャフト160に対して他の角度で形成されてもよい。様々な態様において、永久磁石220は、シャフト160の周りに放射状に配置された複数の磁石を含み、複数の第1磁場215を放出する。

【0050】

第2回転アセンブリ210Bは、電機子巻線230と共振エミッタ240とを含む。電機子巻線230は、シャフト160の周りに放射状に配置されているが、当該シャフトと物理的に接触しておらず、また、永久磁石220に対して遊星的に配置されている。複数の回転アセンブリ210の相対的な位置及び長さにより、第1磁場215の所定の磁場強

度の範囲内に電機子巻線 230 が配置される。この結果、第 1 磁場 215 により、永久磁石 220 と電機子巻線 230 とが軸方向に結合する。様々な態様において、電機子巻線 230 は、永久磁石 220 に対して回転すると、多相交流である第 1 電流 (I_1) を生成し、当該電流は、第 2 磁場 225 を生成するために共振エミッタ 240 に電力を供給する。第 2 回転アセンブリ 210B により、第 1 磁場 215 の所定の磁場強度の範囲外に共振エミッタ 240 が配置される。このため、永久磁石 220 は、第 2 磁場 225 の所定の磁場強度の範囲外に配置される。第 2 磁場 225 は、共振エミッタ 240 と共振レシーバ 250 とを径方向に結合している。

【0051】

図 2A～2D の各々において、電気分配器 112 の共振レシーバ 250 は、筐体 120 の内面に固定されており、少なくとも所定の磁場強度の第 2 磁場 225 を受けるように共振エミッタ 240 に対して相対的に配置されている。共振レシーバ 250 は、筐体 120 の周りで径方向対称に配置されるとともに、第 3 多相交流 (I_3) を生成するために第 2 磁場 225 を受けるよう構成されている。当該第 3 多相交流 (I_3) は、ピークルのバス又は他の電気配電システムに供給するための電力を調節する電力制御ユニット 260 (PCU とも呼ばれる) に供給される。

【0052】

コンポーネントが配置されたタービンエンジン 100 の動作中、タービンによって付与される回転力により、コンプレッサ 170 及び取り付けられた EM コンポーネントが相対的に、且つ固定された筐体 120 に対して回転する。高圧のコンプレッサ 170 及び低圧のコンプレッサ 170 の回転速度の違いにより、第 1 磁場 215 は、電機子巻線 230 に対して回転し、第 2 磁場 225 は、(公称上は固定された) 共振レシーバ 250 に対して回転する。したがって、シャフト 160 の回転力から電気エネルギーが抽出され、抽出された電気エネルギーは、ギアなどの機械的な伝達コンポーネントを介する代わりに磁場を介して様々なアセンブリ間に無線で伝達される。

【0053】

図 2A～2D に示す電磁的に結合されたコンポーネントの相対的なサイズ及び位置は、読み手が容易に特定及び区別できるように示されている。しかしながら、様々な態様において、製造業者は、コンポーネントが取り付けられるタービンエンジン 100 の物理的特性 (例えば、長さ、厚み、周縁、間隙の距離、回転トルク、速度、及び動作温度) や抽出された電力の所望の電力特性 (例えば、電力の相数、電圧／電流レベル) などに基づいて、これらのコンポーネントの相対的なサイズ、形状、及び配向を変更してもよい。シャフト 160 の軸に沿ったコンポーネントの長さは、タービンエンジン 100 からのピークルのトルク要件及び／又は電力定格要件によって決定され、個々のコンポーネントの相対的なサイズ及び距離は、タービンエンジン 100 からのトルク生成及び速度、並びにタービンエンジン 100 の物理的範囲内の発電機 110 における電力伝達効率を最適化するように決定される。したがって、図 2A～2D は、動作の概念を示すことを目的としたものであって、必ずしも特定の実施態様を示すものではなく、様々なコンポーネントの電力要件、推力要件、タービンエンジン固有の燃料消費率、材料特性に基づいて変更可能である。

【0054】

例えば、製造業者は、永久磁石 220 及び電機子巻線 230 を設計するにあたって、コンプレッサ 170 のブレードの長さ方向に沿った径方向空間を利用し易い場合には図 2A 又は 2B に従って、又、コンプレッサ 170 間の軸方向空間を利用し易い場合には図 2C 又は 2D に従って、当該設計を行うことができる。同様に、電気抽出器 111 の電力伝達性能を最適化するために、共振エミッタ 240 が電機子巻線 230 及び／又は永久磁石 220 に重なるように当該共振エミッタのサイズ及び位置を決定して、当該共振エミッタ 240 が電気抽出器 111 の全長にわたって延在するようにしてもよく、さらに、共振レシーバ 250 が共振エミッタ 240 に重なるように当該共振レシーバの長さ及び位置を一致させてもよい。

【0055】

図3は、発電機110のEMコンポーネントの回路図300である。第1回転アセンブリ210A（永久磁石220を含む）は、第1磁場215を介して第2回転アセンブリ210B（電機子巻線230及び共振エミッタ240を含む）と磁氣的に接触するが、物理的には接触しないように配置される。本明細書において、磁氣的な接触とは、永久磁石又は電磁石によって生成される磁場が、2つのコンポーネント間で少なくとも所定の強度である状態をいう。電機子巻線230は、複数の受信巻線310A～C（概して、受信巻線310）を含み、これらの受信巻線の各々は、受信した第1磁場215から一相の電力を生成する。なお、3つの対応する受信巻線310A～Cを介して共振エミッタ240に対して三相電流を供給することが示されているが、他の態様においては、例えばより多い又は少ない受信巻線を用いて、三相よりも多い又は少ない数の位相を使用してもよい。

10

【0056】

図2A～2Dに示すように、第1回転アセンブリ210Aは、タービンエンジン100における1つのコンプレッサ170に接続されている。また、図2A～2Dに示すように、第2回転アセンブリ210Bは、タービンエンジン100における第2のコンプレッサ170に接続されている。タービンエンジン100が動作しているときの各コンプレッサ170の回転速度の違いにより、第1回転アセンブリ210Aは、第2回転アセンブリ210Bとは異なる速度で回転する。

【0057】

第2回転アセンブリ210Bは、共振エミッタ240及び共振レシーバ250を介して、固定アセンブリ320と磁氣的に接触するが、物理的には接触しないように配置される。固定アセンブリ320は、タービンエンジン100の筐体120の表面（又は、内部）に配置されるため、回転するコンプレッサ170及びこれに接続されるEMコンポーネントに対して静止した状態である。固定アセンブリ320は、共振レシーバ250と、ビークルの電気バス又は他の配電システムに当該固定アセンブリ320を物理的に接続する電力制御ユニット260とを含む。図5を参照してより詳細に説明するが、共振エミッタ240及び共振レシーバ250は、それぞれ、所定の共振周波数で高周波磁場を生成及び受信して、電力制御ユニット260及びビークルに対する電力出力を生成する。

20

【0058】

図4は、本開示の態様による、共振エミッタ240及び共振レシーバ250が三相である例を詳細に示す回路図400である。電機子巻線230は、複数の受信巻線310A～Cを含み、これら受信巻線の各々は、当該電機子巻線と受信した第1磁場215との相互作用により一相の電力（例えば、 $I_1\Phi_1$ 、 $I_1\Phi_2$ 、 $I_1\Phi_3$ ）を生成する。三相よりも多い又は少ない相数の電力を使用する態様においては、これに対応する3つ以外の数の受信巻線310が使用される。受信巻線310からの電力は、当該電力の周波数を上げて所定周波数で第2磁場225を生成するために、例えば、1つ以上の絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT）、金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ（MOSFET）、又は他の制御型スイッチングデバイスなどの高周波三相コンバータ410に運ばれる。所定周波数は、共振エミッタ240、及び電気抽出器111の他のコンポーネントが接続されたコンプレッサ170の回転速度間の差よりも大きく、共振エミッタ240と共振レシーバ250との間の空隙における電力伝達効率を上げるように調節される。高周波コンバータ410からの各出力にはエミッタコンデンサ420A～C（概して、エミッタコンデンサ420）が設けられており、これらのエミッタコンデンサの各々は、相インダクタ430A～C（概して、相巻線430）に直列に接続されることにより、所定共振周波数で第2磁場225を生成するLC共振回路を形成している。

30

40

【0059】

各相巻線430は、一相の高周波電力を受けて、一相の第2磁場225を生成する。共振レシーバ250の対応する受信巻線440A～C（概して、受信巻線440）は、各々が、受信コンデンサ450A～C（概して、受信コンデンサ450）のうちの対応する受信コンデンサに直列に接続されることにより、LC共振回路を形成している。このLC共振回路は、所定の共振周波数で第2磁場225を受信して、受信した第2磁場225から

50

第2電流（例えば、 $I_2\phi_1$ 、 $I_2\phi_2$ 、 $I_2\phi_3$ ）に対応する電力の位相を生成する。各受信共振回路、インダクタ又は巻線440、及びコンデンサ450は、電力制御ユニット260に接続されている。電力制御ユニット260は、電力をACからDC（又は、ACからAC）に変換したり、電力の相数を増減したり、バスに対する電気接続を確立又は切断したり、電力の電圧を上下させたり、電力の周波数を上下させたりして、ピークルにより消費又は蓄積される電力の状態を調節することができる。

【0060】

図4には、直列に配置されたLC（誘導性及び容量性）回路が示されているが、他の態様において、共振エミッタ240及び共振レシーバ250の回路は、RLC（抵抗性、誘導性、及び容量性）要素を含んでもよく、これらの要素は、共振エミッタ240に電力が供給されると、当該共振エミッタ240と共振レシーバ250との間の共振磁気結合を可能にするような他の配列に配置されている。他の例としては、並列LC回路、RLC回路、能動的に調整された共振回路などがある。

10

【0061】

図5は、本開示の態様による、発電機110の構築方法500を示すフローチャートである。方法500は、タービンエンジン100の最初の組み立て中、タービンエンジン100の改良若しくは修理中、又はタービンエンジン100のコンポーネントの事前組み立て工程として実行することができる。

【0062】

方法500は、ブロック510で始まり、当該ブロックにおいて、製造業者は、第1コンプレッサシャフトに永久磁石220を取り付ける。様々な態様において、第1コンプレッサシャフトは、2つのコンプレッサ170間のインターフェース領域における低圧コンプレッサ170又は高圧コンプレッサ170に関連するシャフト160であってもよく、永久磁石220が、直接、又は第1回転アセンブリ210Aを介して取り付けられている。様々な態様においては、ブロック510を繰り返すことにより、製造業者は、（例えば、一次発電機110におけるシャフト160上の異なる位置において）二次第1コンプレッサシャフトに二次永久磁石220を取り付けて、これを三軸タービンエンジン100の二次発電機110で使用するすることができる。

20

【0063】

ブロック520において、製造業者は、第2コンプレッサシャフトに対して、電機子エミッタアセンブリを含む第2回転アセンブリ210Bを取り付ける。例えば、製造業者は、永久磁石220が高圧コンプレッサ170のシャフト160に取り付けられる場合、低圧コンプレッサ170に関連するシャフト160に第2回転アセンブリ210Bを取り付けるが、永久磁石220が低圧コンプレッサ170に関連するシャフト160に取り付けられる場合、高圧コンプレッサ170に関連するシャフト160に第2回転アセンブリ210Bを取り付ける。第1及び第2のコンプレッサ170間のインターフェース領域は、対応するコンプレッサ170のファンやブレードがない領域を画定している。様々な態様においては、ブロック520を繰り返すことにより、製造業者は、二次第2コンプレッサシャフト（例えば、第3コンプレッサ170Cに関連するシャフト160）に二次第2回転アセンブリ210Bを取り付けて、これを三軸タービンエンジン100の二次発電機110で使用するすることができる。

30

40

【0064】

第2回転アセンブリ210Bは、電機子巻線230と、共振エミッタ240と、スペーサを含む。スペーサは、第1磁場215に電機子巻線230が配置されるように、また、タービンエンジン100の動作中にコンプレッサ170が相対的に回転する際、第2磁場225から第1磁場215が分離されるように、電機子巻線230及び共振エミッタ240を配置するためのものである。スペーサはまた、タービンエンジン100の動作中に、共振エミッタ240が共振レシーバ250と関係し、且つ磁氣的に結合するような設定位置に当該エミッタを配置するためのものである。

【0065】

50

ブロック530において、製造者は、2つのコンプレッサ170間のインターフェース領域に関連させて、タービンエンジン100の筐体120の内面であって、タービンエンジン100の動作中に第2磁場225が生成される位置に、共振レシーバ250を取り付ける。三軸設計を使用する様々な態様において、ブロック530を繰り返すことにより、製造業者は、筐体120の内面における二次位置であって、二次発電機110によって使用される2つのコンプレッサ170間のインターフェース領域に対応し、且つ、タービンエンジン100の動作中に二次第2磁場225が生成される位置に、二次共振レシーバ250を取り付けることができる。その後、方法500を終了してもよい。

【0066】

図7は、本開示の態様による、タービンエンジン100から電気エネルギーを無線で抽出するための方法600を示すフローチャートである。なお、三軸タービンエンジン100において、方法600は、2回並行して実行することにより、複数の異なる対のコンプレッサ170間のインターフェースに配置された一次発電機110及び二次発電機110の差動回転から電力を抽出することができる。

【0067】

方法600は、ブロック610で始まり、当該ブロックにおいて、タービンエンジン100のオペレータは、当該タービンエンジン100の第1コンプレッサ170Aに取り付けられた永久磁石220を、当該タービンエンジン100の第2コンプレッサ170Bに対して回転させる。オペレータは、タービンエンジン100を作動させてピークルの推力を生成する。すなわち、燃焼チャンバにおける燃料の燃焼によりコンプレッサ170に対する回転エネルギーを誘起し、タービン領域を介して排気を排出することによって、相対回転を生じさせることができ、この結果として、タービン180が、対応するシャフト160を回転させることにより、コンプレッサ170を回転させることができる。永久磁石210は、第1コンプレッサ170Aに接続されるとともにシャフト160の周りで放射状に配置された複数の永久磁石220のうちの1つであってもよく、第1磁場215を放出する。第1磁場215は、回転時、多相交流（例えば、 $I_1\Phi_{1-3}$ ）として、電機子巻線230で第1電流を誘起する。この電機子巻線は、第2コンプレッサ170Bに接続されるとともにシャフト160の周りで放射状に配置されている。様々な態様において、電機子巻線230は、永久磁石220と同軸上に配置されてもよいし、永久磁石220に対して遊星的に配置されてもよいし、シャフト160の周りで永久磁石220に対して交互に同軸上及び遊星的に配置されてもよい。言い換えれば、第1磁場215が伝播する、永久磁石220と電機子巻線230との間の空隙は、シャフト160と同軸であってもよいし、シャフト160と交差する面に形成されてもよいし、シャフト160の周りの複数の異なる位置で同軸面に形成されたり交差面に形成されたりしてもよい。

【0068】

様々な態様において、「第1」コンプレッサ170は、二軸タービンエンジン100における高圧コンプレッサ又は低圧コンプレッサのうちの一方を指し、「第2」コンプレッサ170Bは、他方のコンプレッサを指す。同様に、三軸タービンエンジン100において、「第1」コンプレッサ170Aが、高圧コンプレッサ又は低圧コンプレッサを指している場合、「第2」コンプレッサ170Bは中圧コンプレッサを指し、「第1」コンプレッサ170Aが、中圧コンプレッサを指している場合、「第2」コンプレッサ170Bは、高圧コンプレッサ又は低圧コンプレッサのいずれかを指す。なお、圧力についての「高」、「中」、及び「低」の表現は、タービンエンジン100内の複数の異なるコンポーネント間の相対的な動作圧力に基づいて、これらのコンポーネントに対して用いられる。したがって、所与の一对のロータにおいて、一方はより高圧なロータであり、他方はより低圧なロータであると理解されるべきである。

【0069】

ブロック620において、第1電流（ I_1 ）は、所定周波数以上で第2磁場225を生成するために、電磁石（例えば、共振エミッタ240）に電力を供給する。様々な態様において、所定周波数は、タービンエンジン100の特性に合わせて調節される。この特性に

は、限定するものではないが、共振エミッタ 240 と共振レシーバ 250 との間の距離、発電機 110 における第 1 磁場 215 に対する第 2 磁場 225 の相対的空間位置、二次発電機 110 に対する一次発電機 110 の相対位置、コンプレッサ 170 の回転速度などが含まれる。様々な態様において、所定周波数を高く（例えば、少なくとも 10 kHz に）設定することにより、共振エミッタ 240 を介して共振レシーバ 250 に電力を無線で伝達する際の損失を低減することができる。

【0070】

ブロック 630 において、筐体 120 の内面に配置された共振レシーバ 250 は、（例えば、回転する第 2 磁場 225 から）放射された電磁場力を電力出力に変換する。様々な態様において、電力出力は、多相交流（AC）電力出力として供給される第 4 電流（ I_4 ）であるが、他の態様において、電力出力は、ピークルの電力消費特性によって、単相及び／又は直流の電流（DC）であってもよい。

10

【0071】

ブロック 640 において、共振レシーバ 250 は、ピークルによる使用及び／又は蓄積のために、電気バスに電力を伝達する。様々な態様において、共振レシーバ 250 は、電力制御ユニット 260 を介してバスに電力出力を伝達する。当該電力制御ユニットは、電力の調節、AC から DC（又は、DC から AC）への電力変換、電力の相数の増減、バスに対する電気接続の確立及び切断、電力の電圧の上げ下げ、電力の周波数の上げ下げなどを行うことができる。

【0072】

20

方法 600 は、第 1 及び第 2 のコンプレッサ 170 が互いに回転し続ける限り継続しうる。

【0073】

さらに、本開示は、以下の付記を含み、保護範囲は請求の範囲によって規定される。

【0074】

付記 1. タービンエンジンの第 1 回転アセンブリに設けられるとともに、第 1 磁場を放出する永久磁石と、前記第 1 磁場内に配置されるように、前記タービンエンジンの第 2 回転アセンブリに接続された電機子巻線と、前記第 1 回転アセンブリが前記第 2 回転アセンブリに対して回転すると、少なくとも所定周波数の第 2 磁場を生成すべく、前記電機子巻線から電力入力を受信するよう構成された共振エミッタと、前記タービンエンジンの筐体に設けられるとともに、前記第 2 磁場を受信して、前記第 2 磁場を電力出力に変換するように配置された共振レシーバと、を含む、システム。

30

【0075】

付記 2. 前記第 1 回転アセンブリは高圧ロータであり、前記第 2 回転アセンブリは、低圧ロータであり、前記高圧ロータは、前記低圧ロータが回転する第 2 速度よりも速い第 1 速度で回転する、付記 1 に記載のシステム。

【0076】

付記 3. 前記第 1 回転アセンブリは低圧ロータであり、前記第 2 回転アセンブリは、高圧ロータであり、前記高圧ロータは、前記低圧ロータが回転する第 2 速度よりも速い第 1 速度で回転する、付記 1 に記載のシステム。

40

【0077】

付記 4. 前記第 1 磁場は、前記永久磁石と前記電機子巻線との間に形成された空隙において、前記第 1 回転アセンブリの回転軸から径方向外方に伝播する、付記 1 に記載のシステム。

【0078】

付記 5. 前記第 1 磁場は、前記永久磁石と前記電機子巻線との間に形成された空隙において、前記第 1 回転アセンブリの回転軸と同軸に伝播する、付記 1 に記載のシステム。

【0079】

付記 6. 前記電機子巻線と前記共振エミッタとの間に設けられた高周波コンバータをさらに含み、前記高周波コンバータは、前記電機子巻線により受信される前記第 1 磁場より

50

も高い周波数で前記電力入力を前記共振エミッタに供給するよう構成されている、付記 1 に記載のシステム。

【0080】

付記 7．前記高周波は、前記第 1 回転アセンブリと前記第 2 回転アセンブリとの間の回転速度の差よりも大きく、前記共振エミッタと前記共振レシーバとの間の電力伝達効率に基づいている、付記 6 に記載のシステム。

【0081】

付記 8．前記電力出力は、前記電機子巻線で規定された相数に基づく複数の電気位相を含む、付記 1 に記載のシステム。

【0082】

付記 9．前記筐体内に設けられるとともに、ピークルの配電バスに接続された電力制御ユニットをさらに含む、付記 1 に記載のシステム。

【0083】

付記 10．上流端における空気取入口、前記空気取入口の下流における圧縮セクション、前記圧縮セクションの下流における燃焼セクション、前記燃焼セクションの下流におけるタービンセクション、及び下流端における排気口、を有する筐体と、前記圧縮セクションの第 1 コンプレッサ、及び前記タービンセクションの第 1 タービンに接続されるとともに、第 1 回転速度で回転するよう構成された第 1 シャフトと、前記圧縮セクションの第 2 コンプレッサ、及び前記タービンセクションの第 2 タービンに接続され、且つ前記第 1 シャフトと同軸上に延在するとともに、第 2 回転速度で回転するよう構成された第 2 シャフトと、前記第 1 コンプレッサ及び前記第 2 コンプレッサのうちの一方に接続された電機子巻線と、前記第 1 コンプレッサ及び前記第 2 コンプレッサのうちの他方に接続されるとともに、第 1 磁場を放出し、前記第 1 回転速度と前記第 2 回転速度との間の差に対応する差動回転速度で前記電機子巻線に対して回転し、前記電機子巻線に電流を誘起するよう構成された永久磁石と、前記電機子巻線に接続されるとともに、前記電流により電力を供給されると少なくとも所定周波数の第 2 磁場を生成するよう構成された共振エミッタと、前記タービンエンジンの前記筐体に設けられるとともに前記第 2 磁場を受信するよう配置され、且つ前記第 2 磁場を電力出力に変換するよう構成された共振レシーバと、を含むタービンエンジン。

【0084】

付記 11．前記圧縮セクションにおいて前記第 1 コンプレッサ及び前記第 2 コンプレッサの下流にて第 3 コンプレッサに接続されるとともに、前記タービンセクションにおいて前記第 1 タービン及び前記第 2 タービンの上流にて第 3 タービンに接続される第 3 シャフトをさらに含み、前記第 3 シャフトは、前記第 2 シャフトと同軸上に延在するとともに、前記第 1 回転速度及び前記第 2 回転速度よりも速い第 3 回転速度で回転するよう構成されている、付記 10 に記載のタービンエンジン。

【0085】

付記 12．前記第 3 コンプレッサ及び前記第 2 コンプレッサのうちの一方に接続された二次電機子巻線と、前記第 3 コンプレッサ及び前記第 2 コンプレッサのうちの他方に接続されるとともに、二次第 1 磁場を放出し、前記第 3 回転速度と前記第 2 回転速度との間の二次的な差に対応する二次差動回転速度で前記二次電機子巻線に対して回転し、前記二次電機子巻線に二次電流を誘起するよう構成された二次永久磁石と、前記二次電機子巻線に接続されるとともに、前記二次電流により電力を供給されると少なくとも二次所定周波数の二次第 2 磁場を生成するよう構成された二次共振エミッタと、前記タービンエンジンの前記筐体に設けられるとともに前記二次第 2 磁場を受信するよう配置され、且つ前記二次第 2 磁場を二次電力出力に変換するよう構成された二次共振レシーバと、をさらに含む、付記 11 に記載のタービンエンジン。

【0086】

付記 13．前記圧縮セクションにおいて前記第 1 コンプレッサ及び前記第 2 コンプレッサの上流にて第 3 コンプレッサに接続されるとともに、前記タービンセクションにおいて

前記第 1 タービン及び前記第 2 タービンの下流にて第 3 タービンに接続される第 3 シャフトをさらに含み、前記第 3 シャフトは、前記第 2 シャフトと同軸上に延在するとともに、前記第 1 回転速度及び前記第 2 回転速度よりも遅い第 3 回転速度で回転するよう構成されている、付記 10 に記載のタービンエンジン。

【0087】

付記 14．前記第 3 コンプレッサ及び前記第 1 コンプレッサのうちの一方に接続された二次電機子巻線と、前記第 3 コンプレッサ及び前記第 1 コンプレッサのうちの他方に接続されるとともに、二次第 1 磁場を放出し、前記第 3 回転速度と前記第 1 回転速度との間の二次的な差に対応する二次差動回転速度で前記二次電機子巻線に対して回転し、前記二次電機子巻線に二次電流を誘起するよう構成された二次永久磁石と、前記二次電機子巻線に接続されるとともに、前記二次電流により電力を供給されると少なくとも二次所定周波数の二次第 2 磁場を生成するよう構成された二次共振エミッタと、前記タービンエンジンの前記筐体に設けられるとともに前記二次第 2 磁場を受信するよう配置され、且つ前記二次第 2 磁場を二次電力出力に変換するよう構成された二次共振レシーバと、をさらに含む、付記 13 に記載のタービンエンジン。

【0088】

付記 15．前記筐体が配置されたバイパス流チャンバを画定するナセルと、前記バイパス流チャンバに配置されるとともに前記筐体から延びて、前記共振レシーバをビークルの配電バスに電氣的に接続する伝達ケーブルと、をさらに含む、付記 10 に記載のタービンエンジン。

【0089】

付記 16．前記筐体の外部において前記バイパス流チャンバ内に設けられるとともに、前記共振レシーバと前記伝達ケーブルとの間に電氣的に接続された電力制御ユニットをさらに含む、付記 15 に記載のタービンエンジン。

【0090】

付記 17．前記電機子巻線と前記永久磁石とは、前記第 1 シャフトと同軸上に形成された空隙によって分離されている、付記 10 に記載のタービンエンジン。

【0091】

付記 18．前記電機子巻線と前記永久磁石とは、前記第 1 シャフトの回転軸と交差する面に形成された空隙によって分離されている、付記 10 に記載のタービンエンジン。

【0092】

付記 19．タービンエンジンの第 1 シャフトを中心として永久磁石を回転させて、電機子巻線に多相交流を誘起し、前記永久磁石は、前記タービンエンジンの第 1 回転アセンブリに取り付けられるとともに第 1 磁場を放出するものであり、前記電機子巻線は、前記タービンエンジンにおいて、前記第 1 シャフトと同軸の第 2 シャフトに接続された第 2 コンプレッサに取り付けられた第 2 回転アセンブリに設けられており、前記多相交流により共振エミッタに電力を供給して、所定周波数以上の第 2 磁場を生成し、前記タービンエンジンの筐体の内面に設けられた共振レシーバを介して、前記第 2 磁場を電力出力に変換する方法。

【0093】

付記 20．タービンエンジンの第 1 コンプレッサシャフトに接続された第 1 回転アセンブリに対して、永久磁石を取り付け、前記タービンエンジンの第 2 コンプレッサシャフトに対して、電機子巻線及び共振エミッタを含む第 2 回転アセンブリを取り付け、前記電機子巻線は、前記永久磁石によって放出される第 1 磁場内に配置されており、前記共振エミッタが第 2 磁場を放出する際に前記第 2 磁場を受信するために、前記共振エミッタに関連付けて、前記タービンエンジンの筐体の内面に共振レシーバを取り付ける、方法。

【0094】

本開示は、様々な態様について言及している。しかしながら、本開示は具体的に説明した態様に限定されるものではない。むしろ、以下に示す特徴及び要素のいかなる組み合わせも、これらが異なる態様に関連するか否かに関わらず、本開示を実施することが想定さ

10

20

30

40

50

れている。また、態様の要素が「A及びBのうちの少なくとも一方」の形態で説明される場合、要素Aのみを含む態様、要素Bのみを含む態様、並びに要素A及びBを含む態様の各々が想定されている。さらに、いくつかの態様は、他の可能な解決策及び／又は従来技術に対して利点をもたらすものであるが、ある態様によって特定の効果が得られるか否かは、本開示を限定するものではない。したがって、本明細書に開示する態様、特徴、及び効果は、単に例示的なものであり、添付の特許請求の範囲に明確に記載されていない限り、当該特許請求の範囲の要素又は限定事項と考えられるべきではない。同様に、「本発明」ということによって、本明細書に開示の発明の要旨を概括化したものと解釈されるべきではなく、添付の特許請求の範囲に明確にその旨が記載されていない限り、特許請求の範囲の要素又は限定であると解釈されるべきではない。

10

【0095】

当業者であれば分かるように、本明細書で説明する態様は、システム、方法、又はコンピュータプログラム製品として実現可能である。したがって、態様は、全体がハードウェアの態様、全体がソフトウェアの態様（ファームウェア、常駐ソフトウェア、マイクロコード等）、又はソフトウェアとハードウェアの態様とを組み合わせた態様の形態を取ることができ、これら全てを本明細書では概して「回路」、「モジュール」、又は「システム」と呼ぶ場合がある。さらに、本明細書に開示される態様は、コンピュータ可読プログラムコードを含む1つ以上のコンピュータ可読記憶媒体で具現化されるコンピュータプログラム製品の形態をとりうる。

【0096】

本開示の態様を説明するにあたり、本開示の態様による方法、装置（システム）、及びコンピュータプログラム製品のフローチャート及び／又はブロック図を参照する。フローチャート及び／又はブロック図における各ブロック、並びにフローチャート及び／又はブロック図におけるブロックの組み合わせは、コンピュータプログラム命令によって実施可能である。これらのコンピュータプログラム命令は、マシンを製造するために、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、又は他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサに供給されてもよく、これによって、コンピュータ又は他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサを介して実行される命令が、フローチャート及び／又はブロック図におけるブロックに記載された機能／動作を実施するための手段を形成することができる。

20

【0097】

これらのコンピュータプログラム命令はまた、コンピュータ、他のプログラム可能なデータ処理装置、又は他の装置に特定の態様で機能するように指示することができるコンピュータ可読媒体に保存して、当該コンピュータ可読媒体に保存された命令が、フローチャート及び／又はブロック図におけるブロックに記載された機能／動作を実施する命令を含む製品を製造するようにすることもできる。

30

【0098】

また、コンピュータ、他のプログラム可能なデータ処理装置、又は他の装置にコンピュータプログラム命令をロードして、当該コンピュータ、他のプログラム可能な装置、又は他の装置において一連の動作ステップを実行させて、コンピュータが実施する処理を実現し、当該コンピュータ、他のプログラム可能なデータ処理装置、又は他の装置で実行される命令により、フローチャート及び／又はブロック図におけるブロックに記載された機能／動作を実施するための処理が提供されるようにしてもよい。

40

【0099】

図面におけるフローチャート及びブロック図は、本開示の様々な態様によるシステム、方法、及びコンピュータプログラム製品の可能な実施形態のアーキテクチャ、機能、及び動作を示す。これに関して、フローチャート又はブロック図における各ブロックは、特定の論理機能を実行するための1つ以上の実行可能な命令を含むモジュール、セグメント、又はコードの一部を表す場合がある。なお、いくつかの代替の実施形態において、ブロックに示した機能が、図に示す順序とは異なる順序で行われてもよい。例えば、関連する機能によっては、連続して示されている2つのブロックが、実際には実質的に同時に実行さ

50

れてもよいし、これらのブロックが、逆の順序又は異なる順序で実行されてもよい。また、ブロック図及び／又はフローチャートの各ブロック、並びにブロック図及び／又はフローチャートのブロックの組み合わせは、特定の機能又は動作を実行する特定用途向けのハードウェアベースのシステム、又は特定用途向けハードウェアとコンピュータ命令との組み合わせにより実行することができる。

【 0 1 0 0 】

本開示の態様について説明してきたが、本開示の基本的な範囲を逸脱することなく他の様々な態様を想定することができ、その範囲は、以下の特許請求の範囲によって規定される。

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1 A】

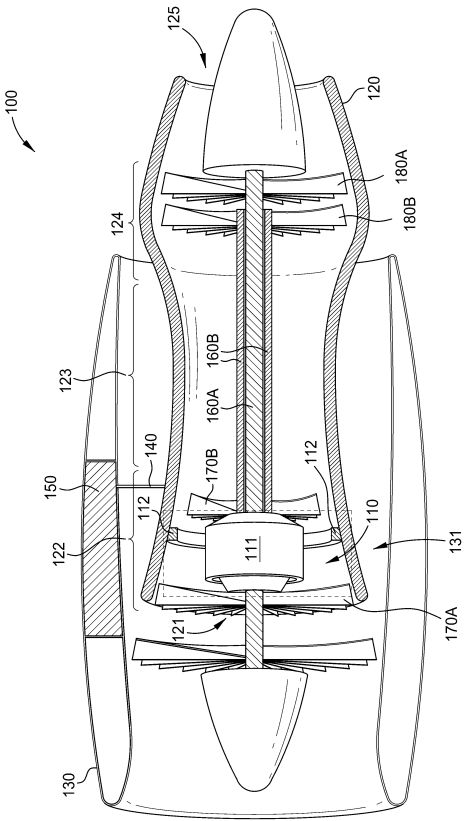


FIG. 1A

【図 1 B】

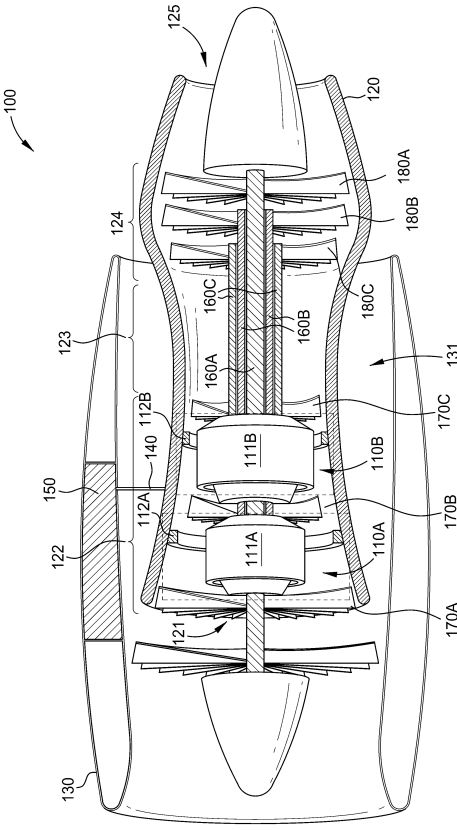


FIG. 1B

【図 2 A】

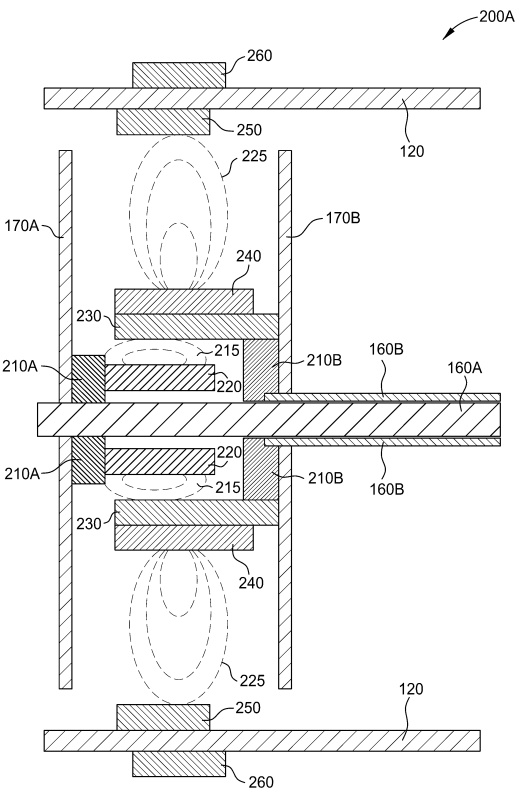


FIG. 2A

【図 2 B】

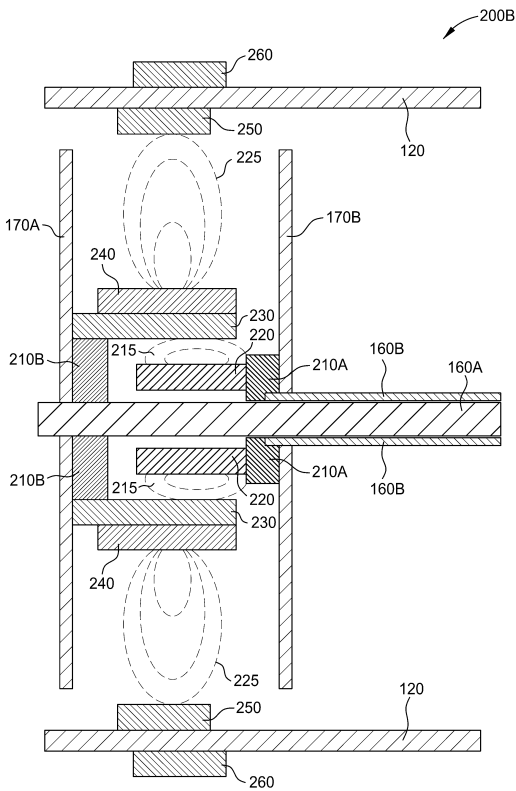


FIG. 2B

10

20

30

40

50

【図 2 C】

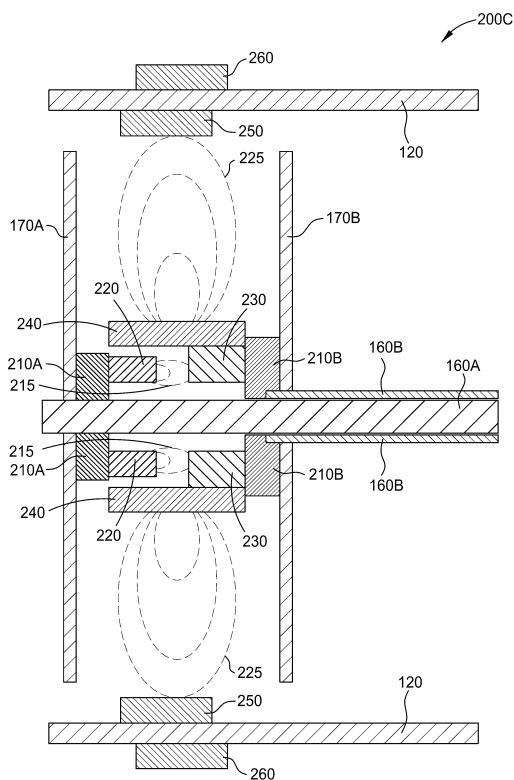


FIG. 2C

【図 2 D】

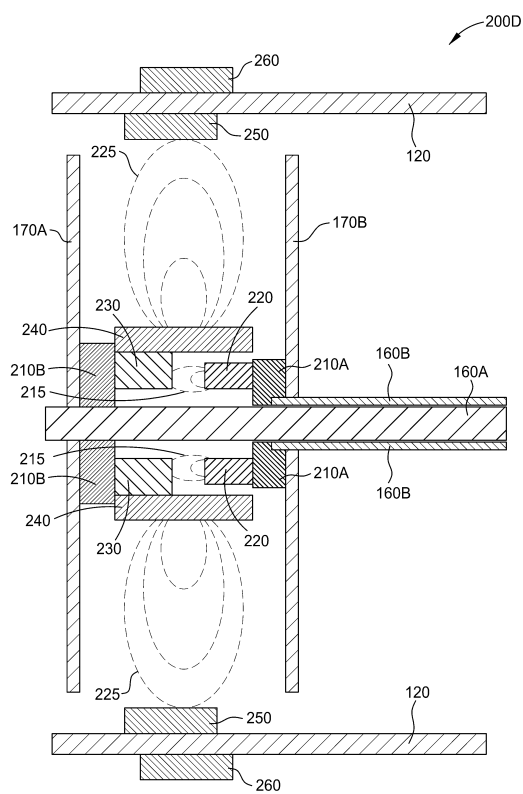


FIG. 2D

【図 3】

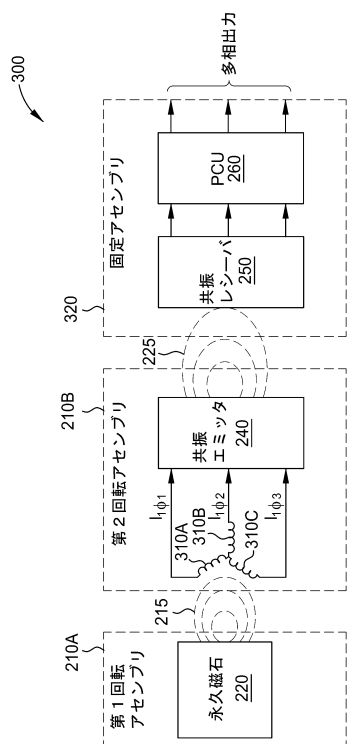


FIG. 3

【図 4】

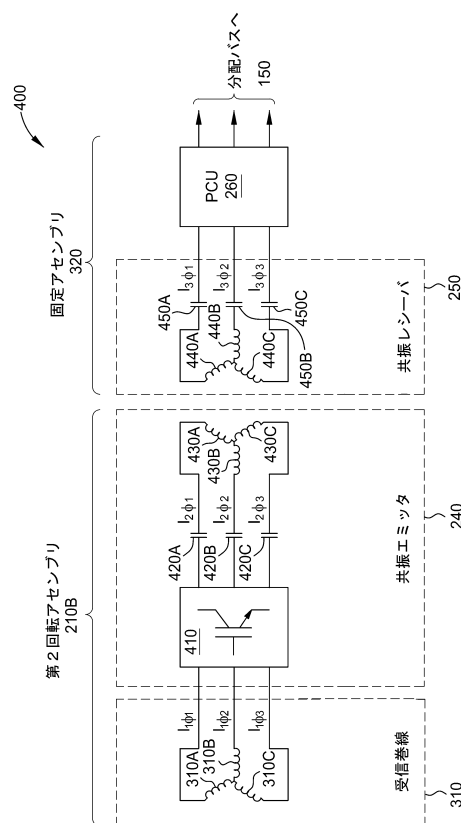


FIG. 4

【図 5】

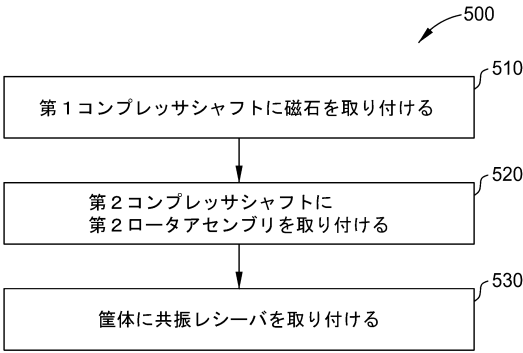


FIG. 5

【図 6】

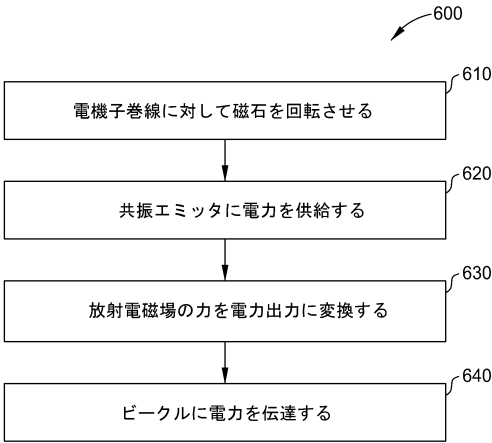


FIG. 6

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 K 7/20 (2006.01) H 0 2 K 7/20

弁理士 鈴木 伸太郎
(74)代理人 100168044
弁理士 小淵 景太
(74)代理人 100200609
弁理士 齊藤 智和
(74)代理人 100217467
弁理士 鶴崎 一磨
(72)発明者 シェンイー リュウ
アメリカ合衆国、イリノイ州 6 0 6 0 6 - 1 5 9 6、シカゴ、ノース リバーサイド プラザ 1
0 0、 ザ・ボーイング・カンパニー内
審査官 上田 真誠
(56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 3 2 8 6 6 8 (U S, A 1)
特開 2 0 0 9 - 1 8 5 7 8 2 (J P, A)
特開 2 0 0 9 - 2 8 1 3 8 5 (J P, A)
特開 2 0 0 6 - 2 9 1 9 4 8 (J P, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)
F 0 1 D 1 / 0 0 - 2 5 / 3 2
F 0 2 C 6 / 0 0
H 0 2 K 7 / 0 0 - 7 / 2 0