

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6829013号
(P6829013)

(45) 発行日 令和3年2月10日(2021.2.10)

(24) 登録日 令和3年1月25日(2021.1.25)

(51) Int.Cl.	F 1
H02H 7/26	(2006.01) H02H 7/26
B64D 31/06	(2006.01) B64D 31/06
B63H 21/17	(2006.01) B63H 21/17
B63H 5/08	(2006.01) B63H 5/08
B64D 27/24	(2006.01) B64D 27/24

請求項の数 9 外国語出願 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-115261 (P2016-115261)
(22) 出願日	平成28年6月9日(2016.6.9)
(65) 公開番号	特開2017-22973 (P2017-22973A)
(43) 公開日	平成29年1月26日(2017.1.26)
審査請求日	令和1年5月9日(2019.5.9)
(31) 優先権主張番号	62/173,673
(32) 優先日	平成27年6月10日(2015.6.10)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)

(73) 特許権者	512182267 ロールス-ロイス コーポレイション アメリカ合衆国, インディアナ 46222 5-1103 インディアナポリス, サウスメリディアンストリート 450
(73) 特許権者	512002747 ロールス-ロイス・ノース・アメリカン・テクノロジーズ, インコーポレーテッド アメリカ合衆国インディアナ州46241 , インディアナポリス, サウス・ティップス・アベニュー 2059, メール・ドロップエックス12
(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気推進システムにおける障害の識別及び隔離

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気推進システムであって、

1 つ又は複数の負荷と、

前記 1 つ又は複数の負荷に電力を提供する少なくとも 1 つの電源と、

前記少なくとも 1 つの電源によって提供される前記電力を前記 1 つ又は複数の負荷のそれぞれに分配する少なくとも 1 つのブランチであって、1 つ又は複数のゾーンにパーティション化されている少なくとも 1 つのブランチと、

を有し、

前記少なくとも 1 つのブランチは、

前記少なくとも 1 つのブランチにおける障害電流に応答して、前記少なくとも 1 つの電源から前記少なくとも 1 つのブランチを隔離するように構成された複数のブランチ隔離装置と、

前記 1 つ又は複数のゾーンからのそれぞれの個別のゾーン用のゾーン隔離装置の個別のペアであって、前記 1 つ又は複数のゾーンのいずれが前記障害電流の供給源であるのかを識別するための前記少なくとも 1 つのブランチの試験の際に、前記少なくとも 1 つのブランチから前記個別のゾーンを隔離するように構成された、それぞれの個別のゾーン用のゾーン隔離装置の個別のペアと、

を有し、

前記複数のブランチ隔離装置は、前記試験の際に、前記障害電流を中断すると共に前記

少なくとも 1 つの電源における動作電圧を遮断するのに十分な第 1 定格を有し、且つ、それぞれの個別のゾーン用の前記ゾーン隔離装置の個別のペアは、前記複数のブランチ隔離装置の前記第 1 定格未満である第 2 定格を有する電気推進システム。

【請求項 2】

前記ゾーン隔離装置の個別のペアは、前記個別のゾーンが前記障害電流の前記供給源である場合に、前記試験の後に前記個別のゾーンの隔離を継続するように更に構成されている請求項 1 に記載の電気推進システム。

【請求項 3】

前記ゾーン隔離装置の個別のペアは、前記複数のブランチ隔離装置が前記少なくとも 1 つのブランチに対する且つ前記 1 つ又は複数の負荷のうちの少なくとも 1 つに対する前記 10 少なくとも 1 つの電源からの前記電力を回復した後に、前記個別のゾーンの隔離を継続するように更に構成されている請求項 2 に記載の電気推進システム。

【請求項 4】

それぞれの個別のゾーン用の前記ゾーン隔離装置の個別のペアは、閾値を充足していない、前記試験の際の、前記個別のゾーンにおける電圧又は電流レベルに応答して、前記試験の後に、前記個別のゾーンの隔離を継続するように更に構成されている請求項 3 に記載の電気推進システム。

【請求項 5】

前記試験の際に前記少なくとも 1 つのブランチに試験信号を印加する第 2 エネルギー供給源を更に有する請求項 1 に記載の電気推進システム。

20

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つのブランチは、前記 1 つ又は複数のゾーンのうちの少なくとも 1 つが前記少なくとも 1 つのブランチから隔離されている間に、前記少なくとも 1 つの電源を前記 1 つ又は複数の負荷のうちの少なくとも 1 つに電気的に結合するように構成されている請求項 1 に記載の電気推進システム。

【請求項 7】

前記 1 つ又は複数のゾーンからのそれぞれの個別のゾーンは、前記少なくとも 1 つのブランチのその他のゾーンに、或いは、前記 1 つ又は複数の負荷に、前記少なくとも 1 つの電源によって提供される前記電力の少なくとも一部分を分配するための前記ゾーン隔離装置の個別のペアの間ににおける電流経路を有する請求項 1 に記載の電気推進システム。

30

【請求項 8】

電気推進システムのブランチにおいて障害電流を検出するステップと、

前記障害電流の検出に応答して、複数のブランチ隔離装置を使用して 1 つ又は複数の負荷に前記ブランチを介して電力を供給している電源から、前記ブランチを隔離するステップと、

前記ブランチが前記電源から隔離されている間に、前記ブランチの 1 つ又は複数の障害ゾーンを前記障害電流の供給源であると識別するステップと、

前記 1 つ又は複数の障害ゾーンのそれぞれに対するゾーン隔離装置の個別のペアを使用して、前記 1 つ又は複数の障害ゾーンのそれぞれを前記ブランチから隔離するステップと、

40

前記ブランチからの前記 1 つ又は複数の障害ゾーンのうちのそれぞれの障害ゾーンの隔離を継続しつつ、前記ブランチの 1 つ又は複数の非障害ゾーンを介して、前記電力を前記 1 つ又は複数の負荷の少なくとも 1 つに分配するステップと、

を有する方法であって、

前記複数のブランチ隔離装置は、前記ブランチの前記 1 つ又は複数の障害ゾーンを前記障害電流の前記供給源として識別している間、前記障害電流を中断すると共に前記電源における動作電圧を遮断するのに十分な第 1 定格を有し、

それぞれの個別のゾーン用の前記ゾーン隔離装置の個別のペアは、前記複数のブランチ隔離装置の前記第 1 定格未満である第 2 定格を有する、方法。

【請求項 9】

50

システムであって、

前記システムのブランチにおいて障害電流を検出する手段と、

前記障害電流の検出に応答して、電力を前記ブランチを介して1つ又は複数の負荷に供給している電源から、前記ブランチを隔離する手段と、

前記ブランチが前記電源から隔離されている間に、前記ブランチの1つ又は複数の障害ゾーンを前記障害電流の供給源であると識別する手段と、

前記1つ又は複数の障害ゾーンのそれぞれを前記ブランチから隔離する手段と、

前記1つ又は複数の障害ゾーンのうちのそれぞれの障害ゾーンの前記ブランチからの隔離を継続しつつ、前記ブランチの1つ又は複数の非障害ゾーンを介して、前記電力を前記1つ又は複数の負荷のうちの少なくとも1つに分配する手段と、

10

を有し、

前記電源から前記ブランチを隔離する前記手段は、前記ブランチの前記1つ又は複数の障害ゾーンを前記障害電流の前記供給源として識別している間、前記障害電流を中断すると共に前記電源における動作電圧を遮断するのに十分な第1定格を有する複数のブランチ隔離装置を有し、

前記1つ又は複数の障害ゾーンのそれぞれを前記ブランチから隔離する前記手段は、前記複数のブランチ隔離装置の前記第1定格未満である第2定格を有する、1つ又は複数の障害ゾーンのそれに対するゾーン隔離装置の個別のペアを有する、システム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

20

【0001】

いくつかの航空機又は海洋船舶において見出されるターボ電気分散型推進 (T e D P : Turbo electric Distributed Propulsion) システムなどのいくつかの電気推進システムは、障害電流によるシステムの損傷を防止する1つの方法として、障害電流を中断すると共に障害電流を搬送するシステムの個別のブランチを隔離するべく、大きくて高価な障害中断及び隔離装置に依存しうる。更には、いくつかの電気推進システムは、障害電流の供給源を実際に特定及び隔離することなしに、フォールドバック制御技術又はその他の技術を使用して障害電流を1つの特定のブランチに制限する専用のコンバータを含んでいる場合がある。

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0002】

これらのタイプのシステムは、障害電流によるシステム全体の損傷の防止において功を奏しうるが、この保護技術を利用した電気推進システムは、特定のブランチ内の個別のセグメント、コンポーネント、又はその他の特定の場所まで障害電流の供給源を絞り込むことができない場合がある。従って、ブランチの小さな部分にのみ障害が発生している場合にも、いくつかの電気推進システムは、障害電流によるシステムの損傷を防止するべく、ブランチ全体を隔離することになる。この技術を利用した電気推進システムは、ダウンしたブランチの少なくとも一部分が使用可能な状態に留まっている場合にも、ダウンしたブランチについて補償するべく、システムのその他のブランチを酷使しうる。

40

【課題を解決するための手段】

【0003】

一例においては、本開示は、1つ又は複数の負荷と、電力を1つ又は複数の負荷に提供する少なくとも1つの電源と、少なくとも1つの電源によって提供される電力を1つ又は複数の負荷のそれぞれに分配する少なくとも1つのブランチと、を含む電気推進システムを対象としている。少なくとも1つのブランチは、1つ又は複数のゾーンにパーティション化されており、且つ、少なくとも1つのブランチは、少なくとも1つのブランチにおける障害電流に応答して、少なくとも1つのブランチを少なくとも1つの電源から隔離するよう構成された複数のブランチ隔離装置を含む。少なくとも1つのブランチは、1つ又は複数のゾーンからのそれぞれの個別のゾーン用のゾーン隔離装置の個別のペアを更に含

50

み、この場合に、それぞれの個別のゾーン用のゾーン隔離装置の個別のペアは、1つ又は複数のゾーンのうちのいずれが障害電流の供給源であるのかを識別するための少なくとも1つのブランチの試験の際に、個別のゾーンを少なくとも1つのブランチから隔離するように構成されている。

【0004】

別の例においては、本開示は、電気推進システムのブランチにおいて障害電流を検出するステップと、障害電流の検出に応答して、1つ又は複数の負荷にブランチを介して電力を供給する電源から、ブランチを隔離するステップと、を含む方法を対象としている。方法は、ブランチが電源から隔離されている間に、ブランチの1つ又は複数の障害ゾーンを障害電流の供給源であると識別するステップと、1つ又は複数の障害ゾーンのそれぞれをブランチから隔離するステップと、を更に含む。方法は、1つ又は複数の障害ゾーンのそれぞれのブランチからの隔離を継続しつつ、ブランチの1つ又は複数の非障害ゾーンを介して電力を1つ又は複数の負荷のうちの少なくとも1つに分配するステップを更に含む。

10

【0005】

一例においては、本開示は、システムのブランチにおける障害電流を検出する手段と、障害電流の検出に応答して、ブランチを介して1つ又は複数の負荷に電力を供給する電源から、ブランチを隔離する手段と、ブランチが電源から隔離されている間に、ブランチの1つ又は複数の障害ゾーンを障害電流の供給源であると識別する手段と、を含むシステムを対象としている。システムは、ブランチから1つ又は複数の障害ゾーンのそれぞれを隔離する手段と、1つ又は複数の障害ゾーンのそれぞれのブランチからの隔離を継続しつつ、ブランチの1つ又は複数の非障害ゾーンを介して1つ又は複数の負荷のうちの少なくとも1つに電力を分配する手段と、を更に含む。

20

【0006】

1つ又は複数の例の詳細が、添付図面及び以下の説明において記述されている。本開示のその他の特徴、目的、及び利点については、説明及び図面から、且つ、特許請求の範囲から、明らかとなろう。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本開示の1つ又は複数の態様による、供給源から1つ又は複数の負荷に電力を分配するように構成された例示用の電気推進システムのブランチを示す概念図である。

30

【図2】本開示の1つ又は複数の態様による、例示用の電気推進システムがブランチの障害試験を実行している際の図1の例示用の電気推進システムのブランチを示す概念図である。

【図3】本開示の1つ又は複数の態様による、例示用の電気推進システムがブランチの障害試験を実行した後の図1の例示用の電気推進システムのブランチを示す概念図である。

【図4】本開示の1つ又は複数の態様による、図1～図3の例示用の電気推進システムのコントローラによって実行される例示用の動作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】

【0008】

一般に、本開示の技術及び回路は、電気推進システムがブランチの残りの健全な部分又は非障害部分を使用して動作を再開しうるよう、航空機又は海洋船舶上のターボ電気分散型パワー（T e D P : T u r b o E l e c t r i c D i s t r i b u t e d P o w e r ）システムなどの電気推進システムが、システムのブランチ内における障害電流の場所を識別できると共に、ブランチのその場所を隔離するか又はその他の方法で無効にできるようにしうる。例示用の電気推進システムは、ブランチを隔離すると共に障害電流によるシステムの損傷を防止するべく、電源及び負荷において、広範で非差別的な障害隔離装置（本明細書においては、「ブランチ隔離装置」と呼称される）を使用してもよい。いくつかの例においては、このような広範で非差別的な障害隔離装置の使用に依存するのではなく、例示用の電気推進システムは、電圧を降下させ、且つ、これにより、ブランチにおける電流を低減して障害電流によるシステムの損傷を防止するべく、フォールドバック

40

50

制御技術を使用してもよい。

【0009】

いずれの場合にも、その他の電気推進システムとは異なり、プランチ隔離装置又はフォールドバック制御技術を使用して障害電流を中断すると共にプランチ全体を隔離した後に、例示用の電気推進システムは、「ゾーン隔離装置」と本明細書において呼称される格段に小さな中断器を使用することにより、プランチを試験し、且つ、プランチ内における1つ又は複数の「ゾーン」（例えば、セグメント又は場所）に対する障害を隔離している。

【0010】

例えば、プランチの1つ又は複数の障害ゾーンを識別するべく、例示用のシステムは、プランチが電源及び負荷から隔離されている間に、保存エネルギーの供給源からプランチのゾーンのそれぞれに対して低レベルの電圧又は電流などの試験信号を印加してもよい。試験信号は、ゾーンがプランチ内の障害電流の供給源であるかどうかを通知しうる異常にについて、システムがゾーンのそれぞれを個々に試験できるようにしてもよい。試験に不合格となった1つ又は複数のゾーンの、即ち、所謂、「障害ゾーン」の、識別に応答して、電気推進システムは、障害の影響を受けていないプランチの残りの部分（即ち、非障害ゾーン）をオンライン状態に復帰させつつ、障害ゾーンの隔離を継続するように、ゾーン隔離装置を構成してもよい。

【0011】

図1は、本開示の1つ又は複数の態様による、供給源2からの電力を1つ又は複数の負荷6A～6N（集合的に「負荷6」）に分配するように構成された電気推進システム100のプランチ1を示す概念図である。一例においては、システム100は、航空機又は海洋船舶上のターボ電気分散型推進（TeDP）システムの一部分又はすべてを有する。

10

【0012】

一般に、システム100は、システム100が、本開示の1つ又は複数の態様に従って障害電流の供給源であるプランチ1内の1つ又は複数の場所を識別するべくプランチ1を試験している間に、しばしば（例えば、飛行用途の場合には、最大で1～3秒の時間にわたって、或いは、場合によっては、海洋用途の場合には、更に長い期間にわたって）ダウン状態にあるにも拘わらず、供給源から電力を1つ又は複数の負荷に分配するためのその動作要件を実現しうる任意のその他のパワーシステムであってもよい。換言すれば、いくつかのシステムは、表面上は、システム負荷に対するゼロの電力喪失を必要しているのに対して、システム100は、システム負荷に対する一時的なサポートの喪失を許容しうる任意の例示用のシステムであってもよいであろう。

20

【0013】

例えば、システム100は、推進タイプの用途に適しうるが、システム100は、障害について試験するために相対的に短い値のダウンタイムを必要としているその他の用途には適していない場合がある。航空機におけるTeDP用途の場合には、推進力の瞬間的な喪失は、その喪失の持続時間が推力の持続的な喪失を結果的にもたらさない限り、受け入れ可能である。プロペラ及び飛行状態の慣性が、（例えば、一般には、航空用途の場合には、数秒又は十分の数秒であり、或いは、海洋用途の場合には、更に長い期間であるが、通常は、数マイクロ又はミリ秒ではないレベルの）許容可能な電力喪失持続時間を決定することになる。同様に、例えば、通信システムとは異なり、いくつかのTeDPシステムは、再構成可能であり、且つ、サービス状態からのプランチの一時的離脱と、冗長的な電力ネットワークを使用した電力の負荷へのリルーティングと、を許容することができる。

30

【0014】

システム100は、電源2と、負荷6と、制御ユニット12と、プランチ1と、を含む。電源2は、電力をプランチ1を介して負荷6に提供している。電源2は、システム100などの電気推進システムにおいて使用されている任意の高電圧又は高電流電源を表している。AC電源であるものとして示されているが、電源2は、DC電源であってもよいであろう。

40

【0015】

50

負荷 6 は、電気推進システムによって提供される電力を受け取る任意のタイプの負荷を表している。負荷 6 は、図 1 には、航空機又は海洋船舶用の推進モータであるものとして示されている。換言すれば、T e D P 用途においては、負荷 6 は、電源 2 によってプランチ 1 を介して提供される電力に基づいて、ホスト航空機又は海洋船舶に推進力を提供する 1 つ又は複数の電気推進ユニットを表している。

【 0 0 1 6 】

簡潔性及び明瞭性を目的として、制御ユニット 1 2 は、一般に、プランチ 1 のコンポーネントのすべてに対して動作可能に結合されるものとして示されている。又、図 1 には具体的に示されてはいないが、制御ユニット 1 2 は、電源 2 及び負荷 6 に対して動作可能に結合されてもよい。換言すれば、制御ユニット 1 2 は、供給源 2 からの電力を負荷 6 に分配すると共にこの分配を抑制するべくプランチ 1 を構成するように、プランチ 1、供給源 2、及び負荷 6 を含むシステム 1 0 0 の異なるコンポーネントのそれぞれに対して信号及び情報を提供すると共に / 又は、これらのそれぞれから信号及び情報を受け取ってもよい、更には、制御ユニット 1 2 は、簡潔性を目的として、主には本明細書において記述されている技術を実行するシステム 1 0 0 及びプランチ 1 のコンポーネントを制御するものとして以下において記述されているが、いくつかの例においては、コンバータ 8 及び 1 0 が、制御ユニット 1 2 との関係において後述される動作のいくつか又はすべてを実行する更なる機能を含んでもよい。例えば、コンバータ 8 及び 1 0 のうちの 1 つ又は複数は、電気推進システムのプランチにおいて障害電流を検出し、プランチを介して 1 つ又は複数の負荷に電力を供給している電源からプランチを隔離し、プランチの 1 つ又は複数の障害ゾーンを障害電流の供給源であると識別し、1 つ又は複数の障害ゾーンのそれぞれをプランチから隔離し、プランチの 1 つ又は複数の非障害ゾーンを介して電力を 1 つ又は複数の負荷のうちの少なくとも 1 つに分配する手段を含んでもよい。

10

【 0 0 1 7 】

制御ユニット 1 2 は、本明細書における制御ユニット 1 2 に由来する技術を実行するべく、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はこれらの任意の組合せの任意の適切な構成を有してもよい。制御ユニット 1 2 の例は、任意の 1 つ又は複数のマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ (D S P : D i g i t a l S i g n a l P r o c e s s o r)、特定用途向け集積回路 (A S I C : A p p l i c a t i o n S p e c i f i c I n t e g r a t e d C i r c u i t)、フィールドプログラマ可能なゲートアレイ (F P G A : F i e l d P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y)、又は任意のその他の等価な集積された又は個別の論理回路、並びに、これらのコンポーネントの任意の組合せを含む。制御ユニット 1 2 がソフトウェア又はファームウェアを含む際には、制御ユニット 1 2 は、1 つ又は複数のプロセッサ又は処理ユニットなどのソフトウェア又はファームウェアを保存及び実行するための任意の必要なハードウェアを更に含む。

20

【 0 0 1 8 】

一般に、処理ユニットは、1 つ又は複数のマイクロプロセッサ、D S P、A S I C、F P G A、又は任意のその他の等価な集積された又は個別の論理回路、並びに、これらのコンポーネントの任意の組合せを含んでもよい。図 1 には示されていないが、制御ユニット 1 2 は、データを保存するように構成されたメモリを含んでもよい。メモリは、ランダムアクセスメモリ (R A M : R a n d o m A c c e s s M e m o r y)、読み出し専用メモリ (R O M : R e a d O n l y M e m o r y)、不揮発性R A M (N V R A M : N o n - V o l a t i l e R A M)、電気的に消去可能なプログラム可能なR O M (E E P R O M : E l e c t r i c a l l y E r a s a b l e P r o g r a m m a b l e R O M)、フラッシュメモリ、及びこれらに類似したものなどの任意の揮発性又は不揮発性の媒体を含んでもよい。いくつかの例においては、メモリは、制御ユニット 1 2 の外部に位置してもよい (例えば、制御ユニット 1 2 が収容されているパッケージの外部に位置してもよい)。

30

【 0 0 1 9 】

40

一般的に、処理ユニットは、1 つ又は複数のマイクロプロセッサ、D S P、A S I C、F P G A、又は任意のその他の等価な集積された又は個別の論理回路、並びに、これらのコンポーネントの任意の組合せを含んでもよい。図 1 には示されていないが、制御ユニット 1 2 は、データを保存するように構成されたメモリを含んでもよい。メモリは、ランダムアクセスメモリ (R A M : R a n d o m A c c e s s M e m o r y)、読み出し専用メモリ (R O M : R e a d O n l y M e m o r y)、不揮発性R A M (N V R A M : N o n - V o l a t i l e R A M)、電気的に消去可能なプログラム可能なR O M (E E P R O M : E l e c t r i c a l l y E r a s a b l e P r o g r a m m a b l e R O M)、フラッシュメモリ、及びこれらに類似したものなどの任意の揮発性又は不揮発性の媒体を含んでもよい。いくつかの例においては、メモリは、制御ユニット 1 2 の外部に位置してもよい (例えば、制御ユニット 1 2 が収容されているパッケージの外部に位置してもよい)。

50

いくつかの例においては、ブランチ 1 は、DC 分配システムの一部分であり、且つ、ブランチ 1 は、負荷 6 に対するブランチ 1 を介した電力の移動の前及び後において、電源 2 によって提供される電力と関連付けられた電圧又は電流レベルを変更する電力コンバータの例として、コンバータ 8 と、コンバータ 10 A ~ 10 N (集合的に「コンバータ 10」) と、を含む。例えば、コンバータ 8 は、ブランチ 1 を通じた分配のために、電源 2 によって提供される電力の電圧又は電流レベルを第 1 レベルから相対的に管理可能な第 2 レベルにステップダウンする AC - DC コンバータ又は DC - DC コンバータであってもよい。逆に、コンバータ 10 は、それぞれ、負荷 6 を駆動するべく、電源 2 によって提供される電力の電圧又は電流レベルを第 2 レベルから第 1 レベルに戻るようにステップアップする DC - DC 又は DC - AC コンバータであってもよい。いくつかの例においては、ブランチ 1 は、AC 分配システムの一部分であり、且つ、従って、コンバータ 8 及び 10 がブランチ 1 から完全に省略されている。AC 分配システムの場合には、ブランチ 1 は、隔離について、ブランチ隔離装置 3 に依存してもよい。

【0020】

ブランチ 1 は、ブランチ 1 における障害電流に応答して、ブランチ 1 における障害電流を中断すると共にブランチ 1 を電源 2 から隔離するように構成されたブランチ隔離装置 3 の複数のペアを含む。ブランチ隔離装置 3 の例は、電源 2 などの電気推進システムの電源と関連付けられた相対的に高い動作電圧を有する大きな障害電流を中断及び阻止するような定格を有する更なるコンバータ、ブレーカ、或いは、その他の一般的に大きくて、重く、且つ、高価な隔離装置を含む。いくつかの例においては、ブランチ隔離装置 3 を含むのではなく、コンバータ 8 及び 10 が、ブランチ 1 における障害電流の場合に、ブランチ 1 を電源 2 から隔離するためのフォールドバック制御技術を実行してもよい。即ち、コンバータ 8 及び 10 は、障害電流に応答して、フォールドバック制御を実行し、ブランチ 1 と関連付けられた電圧を低減してもよい。フォールドバック制御を使用する際には、コンバータ 8 及び 10 は、障害の際に、コンバータ 8 及び 10 における電圧が、事実上、ゼロボルトになり、これにより、ブランチから電力が除去されうるように、ブランチ 1 における電流の増大に伴って、ブランチ 1 における電圧を降下させてもよい。

【0021】

フォールドバック制御は、損傷電流を防止しうるが、この場合には、ブランチ上における電圧がゼロになりうることから、フォールドバック制御によれば、通常、その他のシステム内の障害の場所を特定するタスクが相対的に困難なものになりうる。後述するように、本開示の技術は、ブランチ 1 においてゼロボルトを有するにも拘らず、障害の場所の特定を可能にしている。

【0022】

又、ブランチ 1 は、ブランチ 1 の障害部分についての試験及びその後続の隔離の際に、ブランチ 1 を 1 つ又は複数のゾーン 22 A ~ 22 N (集合的に「ゾーン 22」) にパーティション化するように構成されたゾーン隔離装置 5 の複数のペアをも含む。換言すれば、システム 100 は、障害隔離のために、階層構造的なゾーン保護方式を使用している。ブランチ 1 は、「保護ゾーン」を表しており、ゾーン 22 のそれぞれは、システム 100 が、まずは保護ゾーンへの電力を断った後に、起動しうる個別の「診断」又は「隔離」ゾーンを表している。ゾーン隔離装置 5 の例は、ブレーカ、スイッチ、或いは、ブランチ隔離装置 3 よりも小さい、ブランチ 1 と関連付けられた動作電圧又は電流を取り扱うための相対的に格段に低い定格を有するその他の一般に小さくて、軽量、且つ、廉価な隔離装置を含む。ブランチ 1 が AC 分配システムの一部分である例においては、ゾーン隔離装置 5 は、ブランチ 1 が DC 分配システムの一部分である際の隔離装置 5 のサイズとの比較において、縮小されたサイズを有しうる。

【0023】

ブランチ隔離装置 3 は、中断電流を中断し且つそれからブランチ 1 を隔離するように、(例えば、コンバータ 8 の前の且つコンバータ 10 の後の) ブランチ 1 の境界場所において観察される一般に相対的に高い電圧及び電流を取り扱うような定格を有しているが、ゾ

ーン隔離装置 5 は、（例えば、コンバータ 8 の後の且つコンバータ 10 の前の）プランチ 1 の内部において観察される通常は相対的に低い電圧及び電流を取り扱うような定格を有するのみである。従って、ゾーン隔離装置 5 は、一般に、プランチ隔離装置 3 よりも、サイズが小さく、重量が軽量で、廉価であり、且つ、簡単なものでありうる。

【 0 0 2 4 】

例えば、プランチ隔離装置 3 は、プランチ 1 において発生する障害電流を中断し、且つ、その後に、障害ゾーンについてのプランチ 1 の試験の際に電源 2 における動作電圧を遮断するのに十分な第 1 定格（例えば、電圧又は電流定格）を有しうる。逆に、それぞれの個別のゾーン 2 2 用のゾーン隔離装置 5 は、プランチ隔離装置 3 の第 1 定格よりも低い第 2 定格を有しうる。第 2 定格は、障害電流を中断するか、或いは、その後に、障害ゾーンについてのプランチ 1 の試験の際に電源 2 における動作電圧を遮断するには不十分なものでありうる。

【 0 0 2 5 】

更なる図面との関係において明らかになるように、ゾーン隔離装置 5 は、個別のゾーンが障害電流の供給源である場合には、障害試験の後にその個別のゾーンの隔離を継続するように構成されてもよい。更には、ゾーン隔離装置 5 は、プランチ隔離装置 3 が電源 2 からプランチ 1 及び負荷 6 のうちの少なくとも 1 つへの電力を回復した後に、個別のゾーンの隔離を継続するように更に構成されてもよい。更には、ゾーン隔離装置 5 は、障害試験の後に、且つ、障害を通知する閾値電圧又は閾値電流を充足していない試験の際の個別のゾーンにおける電圧及び電流レベルに応答して、個別のゾーンの隔離を継続するように構成されてもよい。即ち、特定のゾーンの試験の際の特定のゾーンにおける電圧又は電流レベルが高過ぎるか又は低過ぎる場合に、ゾーン隔離装置 5 は、その特定のゾーンの隔離を継続してもよい。

【 0 0 2 6 】

ゾーン 2 2 のそれぞれは、プランチ 1 の一部分（例えば、1 つ又は複数のセグメント又はコンポーネント）のみを表している。ゾーン 2 2 のそれぞれは、電源 2 によって提供される電力の少なくとも一部分をプランチ 1 のその他のゾーン 2 2 及び / 又は負荷 6 に分配するためのゾーン隔離装置 5 の個別のペアの間の電流経路を含む。プランチ 1 は、ゾーン 2 2 のうちの少なくとも 1 つがプランチ 1 から隔離されている間に、電源を負荷 6 のうちの少なくとも 1 つに電気的に結合するように構成されている。即ち、ゾーン 2 2 のうちの 1 つ又は複数が、障害を有しており、且つ、障害電流の供給源であると障害電流システム 100 が判定した場合に、システム 100 は、プランチ 1 の残りの部分が隔離されているにも拘わらず、プランチ 1 が依然として少なくともいくつかの機能を提供しうるよう、プランチ 1 の残りの部分（即ち、非障害ゾーン 2 2 ）を動作可能にしつつ、1 つ又は複数の障害ゾーン 2 2 を無効にすることができます。

【 0 0 2 7 】

プランチ 1 は、ゾーン 2 2 のいずれが障害電流の供給源であるのかを試験するための試験信号をプランチ 1 に提供するように構成された第 2 エネルギー供給源 4 を更に含む。いくつかの例においては、供給源 4 は、電源 2 が障害を有すると共にプランチ 1 から隔離された場合に、負荷 6 をサポートするように構成されてもよい。更には、第 2 エネルギー供給源 4 は、安定するように、プランチ 1 によって使用されてもよい。障害の際のプランチ 1 の試験の実行のためのエネルギーについて第 2 エネルギー供給源 4 に依存することにより、システム 100 は、小さな中電圧（MV : M e d i u m - V o l t a g e ）DC システム又は超伝導システムの場合には過剰に低速でありうる従来の保護方法ではなく、小さな電力を使用することにより、障害場所を検出可能でありうる。

【 0 0 2 8 】

いくつかの例においては、第 2 エネルギー供給源 4 は、電源 2 とは別個であると共にプランチ 1 のその他のコンポーネントであるエネルギーストレージ装置である。例えば、第 2 エネルギー供給源 4 は、コンデンサ、電池、或いは、ゾーン 2 2 の障害隔離試験の実行に必要とされる最小限のエネルギーを提供するその他のストレージ装置であってもよい。

10

20

30

40

50

いくつかの例においては、第2エネルギー供給源4は、システム100のブランチ1以外のブランチの一部分である。いくつかの例においては、システム100のブランチのそれぞれは、その独自の共有エネルギー供給源4を含むか、或いは、それぞれのゾーンごとに1つずつである複数のエネルギー供給源4を含む。

【0029】

その他の例においては、第2エネルギー供給源4は、システム100がブランチ1を電源2から隔離した後に、且つ、試験の際に、ブランチ1において留まっている電力の少なくとも一部分を保持するゾーン隔離装置5のうちの1つ又は複数である。換言すれば、いくつかの例においては、ゾーン隔離装置5は、二重の目的のために機能しており、即ち、ゾーン隔離装置は、試験の際に且つその後に、ゾーン22のそれぞれを隔離し、且つ、試験の際に、ゾーン22に印加される試験信号と関連付けられたエネルギーを提供している。
10

【0030】

第2エネルギー供給源4は、電源2によって提供される電力と関連付けられた電圧又は電流レベル未満である電圧又は電流レベルを有する試験信号を提供してもよい。例えば、電源2は、数十、数百、又は、場合によっては、数千ボルトのレベルの大きさを有する電圧を提供してもよく、エネルギー供給源4は、例えば、1ボルト又はそれ未満のレベルである、電源2によって提供される電圧のほんの一部分のみを提供してもよい。

【0031】

正常動作の際には（即ち、障害電流が現時点においてブランチ1に存在していない際には）、電源2は、ブランチ1を介して、負荷6に電力を提供しうる。電源2が電力を負荷6に提供するのに伴い、図1は、電流 I_G がセグメント14Dを介して且つゾーン22Dを通じて伝わるのに伴う、コンバータ8によってダウン変換された後の、電源2によって提供される電力に由来する電流 I_G を示している。電流 I_G がゾーン22Cを通過した後に、電流 I_G は、キルヒホップの法則に従って、電流 I_{G1} 、 I_{G2} 、及び I_{GN} に分割される。電流 I_{G1} 、 I_{G2} 、及び I_{GN} は、それぞれ、リンク14A、14B、及び14Nを介して、ゾーン22A、22B、及び22Nを通じて、伝わる。
20

【0032】

最終的に、電流 I_{G1} 、 I_{G2} 、及び I_{GN} は、コンバータ10に到達し、ここで、電流 I_{G1} 、 I_{G2} 、及び I_{GN} は、負荷6に電力供給するべくステップアップされる。最終的に、障害電流がブランチ1において出現しうる。制御ユニット12は、障害電流を検出することができ、且つ、電気推進システム100がブランチの健全な非障害的部分を使用して動作を再開しうるよう、障害電流のブランチ内における場所（例えば、ゾーン22のうちの1つ）を識別するための動作と、ブランチの残りの部分からブランチ内におけるその場所を隔離するための動作と、を開始しうる。例えば、制御ユニット12は、ブランチ隔離装置3から、ブランチ隔離装置3が障害電流によってトリガされたことを通知する情報を受け取ってもよい。その他の例においては、制御ユニット12は、ブランチ1の様々な部分における1つ又は複数の電流レベルに関する制御ユニット12からの情報を提供する電圧及び電流監視機能を含んでもよい。ブランチ1における電流レベルが、障害電流を通知する最大電流閾値を超過していると制御ユニット12が判定することに応答し、障害電流がブランチ1において存在していると判定される。
30
40

【0033】

障害電流の検出に応答して、ブランチ隔離装置3は、電源2が電力をブランチ1を介して負荷6に供給している間に、自動的に、或いは、制御ユニット12からのコマンドに基づいて、電源2からブランチ1を隔離しうる。例えば、ブランチ隔離装置3は、電流 I_G がトリガ閾値を超過した場合に、ブランチ1と電源2及び負荷6の間の開路を自動的にもたらすブレーカであってもよい。このようにして、ブランチ1は、ブランチ1と関連付けられた障害電流によるシステム100のその他のブランチ又はコンポーネントの損傷が防止されるように、即座に、システム100のその他のブランチ又はコンポーネントから隔離される。
50

【0034】

図2は、本開示の1つ又は複数の態様による、システム100がプランチ1の障害試験を実行している間の図1のシステム100のプランチ1を示す概念図である。換言すれば、図2は、プランチ1が、障害電流に応答して、プランチ隔離装置3によって隔離された後に、システム100が、プランチレベル未満の障害電流の供給源を特定する例を示すべく、使用される。

【0035】

図2に示されているように、プランチ1は、電源2及び負荷6から隔離されている。いくつかの例においては、プランチ1を電源2及び負荷6から隔離するステップは、プランチ1をコンバータ8及び10から隔離するステップを更に含んでもよい。いくつかの例においては、「電源2及び負荷6からプランチ1を隔離するステップ」は、プランチ1が(例えば、プランチ1から分離している)代替電源からの電力の受取りを継続することを意味してもよい。このような代替電源は、ゾーン22の間において分散していくてもよく、或いは、電源2又は第2エネルギー供給源4によって提供されてもよい。例えば、いくつかの例においては、「プランチ1を電源2及び負荷6から隔離するステップ」は、プランチ1が依然として電源2から電力を受け取っていることを意味していくてもよく、ただし「隔離されている間」に電源2から受け取られる電力は、プランチ1が電源2から隔離されていない際よりも低い電圧及び/又は電流であってもよい。いずれの場合にも、プランチ1が電源2から隔離されている間に、制御ユニット12は、プランチ1の1つ又は複数の障害ゾーン22を図1において検出された障害電流の供給源であると識別しうる。

10

20

【0036】

制御ユニット12は、まず、試験信号をプランチ1に印加し、且つ、試験信号をプランチに印加した後に、1つ又は複数のゾーン22のそれぞれにおける電圧又は電流レベルを判定することにより、プランチ1の1つ又は複数の障害ゾーン22を障害電流の供給源であると識別してもよい。例えば、制御ユニット12は、第2エネルギー供給源4が試験信号を(例えば、リンク14Eを介して)プランチ1に印加できるようにしてよい。

【0037】

図2に示されているように、プランチ1の試験の際に、電流 I_G は、もはや、プランチ1を通じて、且つ、負荷6上に、分配されてはいない。その代わりに、試験信号と関連付けられた電流 I_E が、リンク14Eを介して、プランチ1に伝わり、且つ、電流 $I_{E1} \sim I_{En}$ として、ゾーン22に分配されている。

30

【0038】

いくつかの例においては、試験信号は、ゾーン隔離装置5及び/又はコンバータ8のうちの1つ又は複数と関連付けられた保存エネルギーから導出されてもよい。例えば、プランチ隔離装置3による隔離の際に、制御ユニット12は、ゾーン隔離装置5のそれぞれがその個別のゾーン22を隔離するようにしてよい。次いで、制御ユニット12は、試験信号を個別のゾーン22に跨って順番に印加するように、ゾーン隔離装置5のそれぞれの個別のペアを構成してもよい。例えば、制御ユニット12は、その個別の保存エネルギーを解放すると共に電流 I_{E3} をリンク14Dに跨って印加するように、ゾーン22Dを管理するゾーン隔離装置5のペアを構成してもよい。いくつかの例においては、制御ユニット12は、個別のゾーン22に跨って類似の試験信号を順番に印加するように、コンバータ8を構成してもよい。

40

【0039】

いくつかの例においては、第2エネルギー供給源4と共に、制御ユニット12の機能の少なくと一部分は、単一のモジュールとして(例えば、それぞれのゾーン22ごとに)パッケージ化されてもよい。次いで、第2エネルギー供給源4と共に、制御ユニット12の機能の一部分を含むこののようなモジュールは、個別のゾーン22のそれぞれに跨って類似の試験信号を順番に印加してもよい。

【0040】

制御ユニット12は、プランチ1の1つ又は複数の障害ゾーン22を障害電流の供給源

50

であると識別するように、ゾーン 2 2 のそれぞれに跨った電圧及び / 又はゾーン 2 2 のそれぞれを通じた電流を計測してもよい。電圧又は電流レベルが閾値を充足しているという判定に応答して、制御ユニット 1 2 は、特定のゾーンが障害の供給源ではないと判定してもよく、電圧又は電流レベルが閾値を充足していないという判定に応答して、制御ユニット 1 2 は、特定のゾーンが障害の供給源であると判定してもよい。

【 0 0 4 1 】

例えば、ゾーン 2 2 D が、伝送ラインであり、且つ、障害電流の供給源ではない場合には、制御装置 1 2 は、ゾーン 2 2 D に跨る電圧が、ゼロボルト又はゼロ閾値に近いなんらかのその他であると判定しうる。但し、制御ユニット 1 2 は、ゾーン 2 2 に跨る電圧が、非ゼロ（即ち、ゼロ超又は未満）であるか、或いは、その他の方法で閾値を充足してはいないという判定に応答して、ゾーン 2 2 D を障害の供給源であると識別してもよい。

10

【 0 0 4 2 】

図 2 の例においては、制御ユニット 1 2 は、ゾーン 2 2 B と関連付けられた電圧が閾値を充足していないと判定してもよく、且つ、ゾーン 2 2 B が、プランチ 1 の隔離をトリガした障害電流の供給源であり、且つ、従って、障害ゾーンであると判定してもよい。制御ユニット 1 2 は、1 つ又は複数の障害ゾーン 2 2 のそれぞれをプランチ 1 から隔離してもよく、且つ、プランチ 1 の 1 つ又は複数の非障害ゾーン 2 2 のうちのそれぞれの非障害ゾーンの隔離を抑制してもよい。

【 0 0 4 3 】

図 3 は、本開示の 1 つ又は複数の態様による、システム 1 0 0 がプランチ 1 の障害試験を実行した後の図 1 の電気推進システム 1 0 0 のプランチ 1 を示す概念図である。例えば、図 3 は、システム 1 0 0 が、プランチレベルの下において、障害電流の供給源を隔離しており、且つ、プランチ 1 内における障害の供給源の隔離の後に、システム 1 0 0 が、プランチ 1 の残りの「健全な」又はその他の方法で障害を有していない部分を使用することにより、負荷 6 に対する供給源 2 からの電力の提供動作を再開する例を示している。

20

【 0 0 4 4 】

例えば、ゾーン 2 2 B のみが障害を有しているという判定に応答して、制御ユニット 1 2 は、電流がリンク 1 4 B を介してゾーン 2 2 B を通じて移動することを防止するよう、ゾーン隔離装置 5 を構成してもよく、且つ、電流が、ゾーン 2 2 A 及び 2 2 C ~ 2 2 N と関連付けられたその他のリンク 1 4 A、1 4 C、及び 1 4 D ~ 1 4 N を介して移動するができるよう、ゾーン隔離装置 5 を構成してもよい。プランチ 1 からの 1 つ又は複数の障害ゾーン 2 2 のそれぞれ（例えば、ゾーン 2 2 B）の隔離を継続しつつ、制御ユニット 1 2 は、プランチの 1 つ又は複数の非障害ゾーン（例えば、ゾーン 2 2 A 及び 2 2 C ~ 2 2 N）を介した電力の負荷 6 のうちの少なくとも 1 つへの分配を再開するよう、システム 1 0 0 を構成してもよい。この結果、負荷 6 B だけは、プランチ 1 を介した電力の受取りが妨げられるが、供給源 2 は、負荷 6 A 及び 6 N に電力を提供するべく、プランチ 1 に対する依存を継続することができる。

30

【 0 0 4 5 】

従って、本明細書において記述されている技術によるシステムは、システムの異なるプランチの間における負荷需要を均衡させうる。例示用のシステムは、障害の場所を迅速に特定することが可能であり、且つ、プランチ全体を（例えば、飛行の持続時間にわたって）除去するのではなく、障害を有するプランチの健全な部分を回復することができる。

40

【 0 0 4 6 】

図 4 は、本開示の 1 つ又は複数の態様による、図 1 ~ 図 3 の電気推進システム 1 0 0 の制御ユニット 1 2 によって実行される例示用の動作 2 0 0 ~ 2 4 0 を示すフローチャートである。図 4 については、以下、図 1 ~ 図 3 のシステム 1 0 0 及び制御ユニット 1 2 の環境において説明する。

【 0 0 4 7 】

例えば、制御ユニット 1 2 は、コントローラであってもよく、プロセッサであってもよく、或いは、動作 2 0 0 ~ 2 4 0 を実行するための命令を実行するように構成されたその

50

他のタイプのモジュールであってもよい。いくつかの例においては、制御ユニット12は、制御ユニット12によって実行された際に動作200～240を実行するように制御ユニット12を構成する一時的ではないコンピュータ可読ストレージ媒体を有してもよい。そして、いくつかの例においては、制御ユニット12は、プランチ1において障害が存在しているかどうかを判定するべくプランチ1における電圧及び電流を計測するように構成されたデータ取得コンポーネント及びその他の計器計測を含む。

【0048】

システム100は、電気推進システムのプランチにおいて障害電流を検出してもよい(200)。例えば、制御ユニット12及び/又はプランチ隔離装置3は、プランチ1を通じて移動する電流 I_G が、システム100が損傷リスクを有することを通知する電流閾値を超過していると判定してもよい。

10

【0049】

システム100は、電力をプランチを介して1つ又は複数の負荷に供給している電源から、プランチを隔離してもよい(210)。例えば、制御ユニット12は、プランチ隔離装置3が、障害電流に応答して、プランチ1の電源2及び/又は負荷6からの電気的な隔離をトリガするように、プランチ隔離装置3を構成してもよい。

【0050】

プランチが隔離されている間に、システム100は、プランチの1つ又は複数の障害ゾーンを障害電流の供給源であると識別してもよい(220)。例えば、プランチ1がプランチ隔離装置3によって隔離されている間に、制御ユニット12は、第2エネルギー供給源4がゾーン22のそれぞれを通じて電力を少量だけ供給できるようにしてもよい。いくつかの例においては、制御ユニット12は、第2エネルギー供給源4からのわずかな電流 I_G が、一度に1つずつ、順番に、且つ/又は、そのすべてが一度に、ゾーン22のそれぞれに対して印加されるように、ゾーン隔離装置5が動作するようにしてもよい。

20

【0051】

第2エネルギー供給源4としての別個のエネルギーストレージ装置、第2エネルギー供給源4としての別のプランチからのエネルギー、或いは、第2エネルギー供給源4としてのゾーン隔離装置5内における保存エネルギーを使用することにより、システム100は、障害又は故障について、それぞれのゾーン22を試験することができる。ゾーンが健全である(例えば、ゾーンに跨る電圧降下がゼロである)とシステム100が判定した場合には、システム100は、プランチ1のそのゾーン22に対する電力を回復することができる。いくつかの例においては、ゾーン隔離装置5が第2エネルギー供給源4として使用されている場合には、システム100は、同時に、ゾーン22のそれぞれにおいて、障害についてチェックしてもよい。いくつかの例においては、第2エネルギー供給源4としての別個のエネルギーストレージ装置又は別のプランチからのエネルギーが第2エネルギー供給源4として使用されている場合には、システム100は、ゾーン22のうちのそれぞれのゾーンのチェックを順番に実行してもよい。

30

【0052】

いずれの場合にも、制御ユニット12は、電圧が電圧閾値(例えば、ゼロボルト)を充足しているかどうかを判定するべく、電流 I_G の少なくとも一部分がそのゾーンに到達するのに伴って、ゾーン22のそれぞれに跨る電圧を計測してもよい。ゾーン22のいずれかに跨る電圧が電圧閾値を充足していない場合には、制御ユニット12は、障害ゾーンであるとして、且つ、恐らくは、障害電流の供給源であるとして、それらのゾーンにフラグを付与してもよい。

40

【0053】

システム100は、1つ又は複数の障害ゾーンのそれぞれをプランチから隔離してもよい(230)。例えば、制御ユニット12は、試験の際に識別された1つ又は複数の障害ゾーン22のそれぞれを電気的に隔離するように、ゾーン隔離装置5を構成してもよく、且つ、逆に、プランチ1と試験の際に識別された1つ又は複数の非障害ゾーン22(例えば、障害ゾーン以外のすべてのゾーン)のそれぞれの間の電気的接続を維持するように、

50

ゾーン隔離装置 5 を構成してもよい。

【 0 0 5 4 】

1つ又は複数の障害ゾーンのうちのそれぞれの障害ゾーンの隔離を継続している間に、システム 100 は、プランチの 1つ又は複数の非障害ゾーンを介して、電力を 1つ又は複数の負荷のうちの少なくとも 1つに分配してもよい(240)。例えば、制御ユニット 12 は、プランチ 1 の隔離を抑制し、且つ、プランチ 1 を電源 2 及び負荷 6 と再結合するように、プランチ隔離装置 3 を構成してもよい。プランチ 1 が、オンライン状態に戻り、且つ、負荷 6 に対する分配のために電源 2 から電力を受け取るのに伴って、プランチ隔離装置 5 は、試験の際に識別された 1つ又は複数の非障害ゾーン 22 (例えば、障害ゾーン以外のすべてのゾーン) のそれぞれが負荷 6 用の電力を伝導できるようにしつつ、プランチ 1 の障害ゾーン 22 の電気的隔離を維持してもよい。 10

【 0 0 5 5 】

従って、システム 100 は、プランチ 1 の一部分が、障害を有しており、且つ、従って、負荷 6 に対する電力の分配が禁止されていると判定しうるにも拘らず、システム 100 は、負荷 6 に対する少なくともある程度の電力分配能力を提供するべく、依然としてプランチ 1 の健全な、障害を有していない部分に依存することができる。その他の電気推進システムとは異なり、システム 100 は、障害電流に応答して、障害を有する部分を隔離し、且つ、プランチの残りの健全的な部分に対する依存を継続するように、プランチを再構成することができる。この結果、システム 100 は、障害を有するプランチによって失われた能力を補うべく、依然として冗長プランチへの依存を要しうるにも拘らず、システム 100 は、システム内の障害について補償するべく、その他の電気推進システムほどには激しく酷使する必要がない。従って、上述の技術に従って動作する電気推進システムは、プランチがダウンした際に負荷をサポートする責任を担っているその他の(冗長な)プランチに対してシステムが付与しうる電力生成負荷を低減するように、システムの健全な部分に対する電力を回復可能でありうる。 20

【 0 0 5 6 】

1つ又は複数の例においては、記述されている動作は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はこれらの組合せにおいて実装されてもよい。ソフトウェアにおいて実装された場合には、動作は、1つ又は複数の命令又はコードとして、コンピュータ可読媒体において保存されてもよく、又はその上部において送信されてもよく、且つ、ハードウェアに基づいた処理ユニットによって実行されてもよい。コンピュータ可読媒体は、データストレージ媒体などの有体の媒体に対応するコンピュータ可読ストレージ媒体を含んでもよく、或いは、例えば、通信プロトコルに従って1つの場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を促進する任意の媒体を含む通信媒体を含んでもよい。この結果、コンピュータ可読媒体は、一般に、(1)一時的ではない有体のコンピュータ可読ストレージ媒体に、或いは、(2)信号又は搬送波などの通信媒体に、対応したものであってもよい。データストレージ媒体は、本開示において記述されている技術の実装のための命令、コード、及び/又はデータ構造を取得するべく、1つ又は複数のコンピュータ又は1つ又は複数のプロセッサによってアクセスされうる任意の利用可能な媒体であってもよい。コンピュータプログラムプロダクトは、コンピュータ可読媒体を含んでもよい。 30

【 0 0 5 7 】

例として、且つ、限定としてではなく、このようなコンピュータ可読ストレージ媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM、又はその他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージ、又はその他の磁気ストレージ装置、フラッシュメモリ、或いは、命令又はデータ構造の形態において望ましいプログラムコードを保存するべく使用されうると共にコンピュータによってアクセスされうる任意のその他の媒体を有することができる。又、すべての接続が適切にコンピュータ可読媒体と呼称される。例えば、命令が、ウェブサイト、サーバー、又はその他のリモート供給源から、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、デジタル加入者ライン(DSL: Digital Subscriber Line)、或いは、赤外線、高周波、及びマイクロ波などの無線技術を使 40

用することにより、送信される場合に、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、D S L、或いは、赤外線、高周波、及びマイクロ波などの無線技術が媒体の定義に含まれる。但し、コンピュータ可読ストレージ媒体及びデータストレージ媒体は、接続、搬送波、信号、又はその他の一時的な媒体を含んではおらず、且つ、その代わりに、一時的ではない有体のストレージ媒体を対象としていることを理解されたい。本明細書において使用されているディスク (d i s k) 及びディスク (d i s c) は、コンパクトディスク (C D : C o m p a c t D i s c)、レーザーディスク (登録商標)、光ディスク、デジタル多目的ディスク (D V D : D i g i t a l V e r s a t i l e D i s c)、フロッピー (登録商標) ディスク、及びB l u - r a y (登録商標) ディスクを含み、この場合に、ディスク (d i s k) は、通常、データを磁気的に再生する一方で、ディスク (d i s c) は、レーザーによってデータを光学的に再生する。又、上述の内容の組合せも、コンピュータ可読媒体の範囲に含まれる。10

【 0 0 5 8 】

命令は、1つ又は複数のD S P、汎用マイクロプロセッサ、A S I C、F P G A、又はその他の等価な集積された又は個別の論理回路などの1つ又は複数のプロセッサによって実行されてもよい。従って、本明細書において使用されている「プロセッサ」という用語は、上述の構造のいずれか又は本明細書において記述されている技術の実装に適した任意のその他の構造を意味しうる。更には、いくつかの態様においては、本明細書において記述されている機能は、専用のハードウェア及び／又はソフトウェアモジュールにおいて提供されてもよい。又、技術は、1つ又は複数の回路又は論理要素内において完全に実装されうるであろう。20

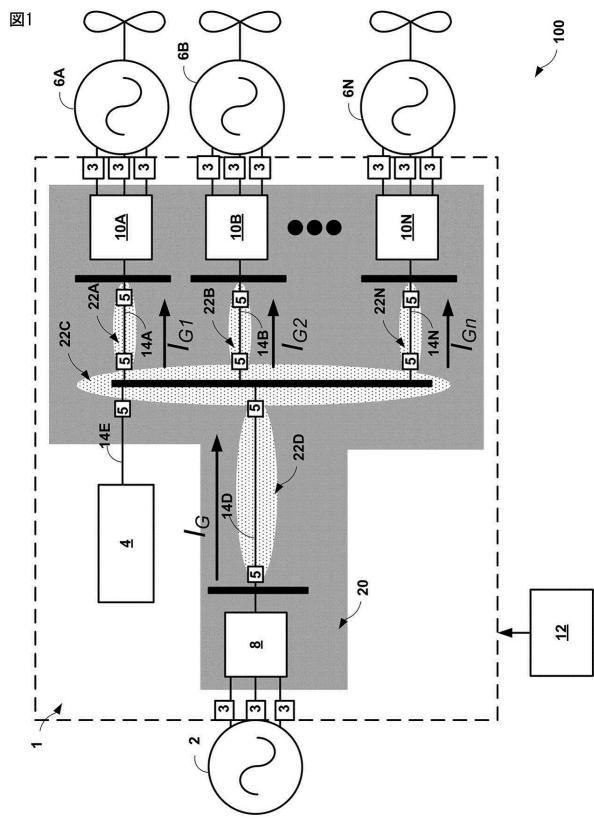
【 0 0 5 9 】

本開示の技術は、プロセッサ、集積回路 (I C : I n t e g r a t e d C i r c u i t)、又はI Cの組 (例えば、チップセット) を含む様々な装置又は機器において実装されてもよい。様々なコンポーネント、モジュール、又はユニットは、開示されている技術を実行するように構成された装置の機能的態様を強調するべく、本開示において記述されているが、異なるハードウェアユニットによる実現を必ずしも必要としてはいない。むしろ、上述のように、様々なユニットは、ハードウェアユニットにおいて組み合わせられてもよく、或いは、上述のように、適切なソフトウェア及び／又はファームウェアとの関連において、1つ又は複数のプロセッサを含む相互動作可能なハードウェアの集合体によって提供されてもよい。30

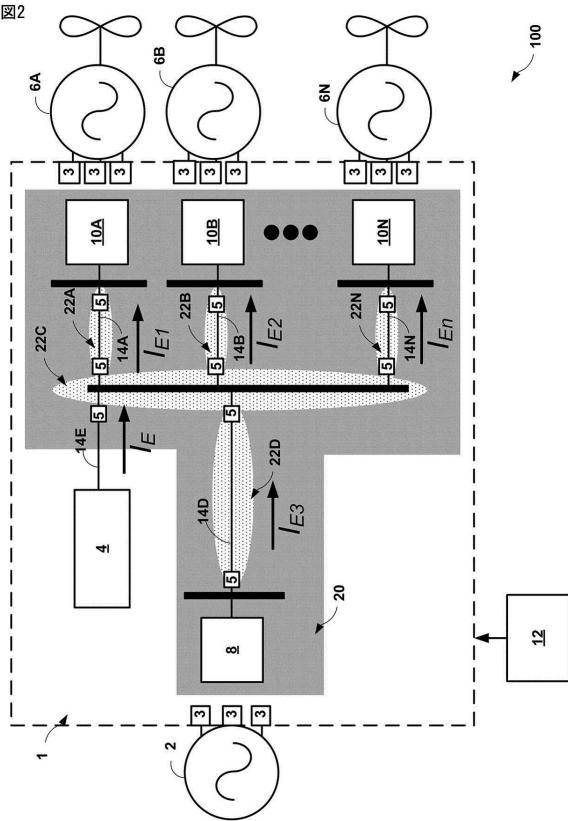
【 0 0 6 0 】

以上、様々な例について記述した。これらの及びその他の例は、添付の特許請求の範囲に含まれる。

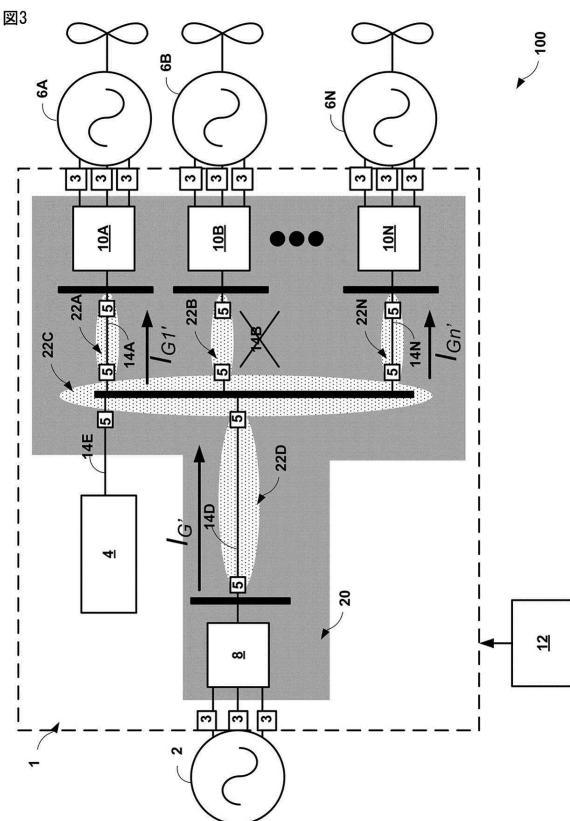
【図1】



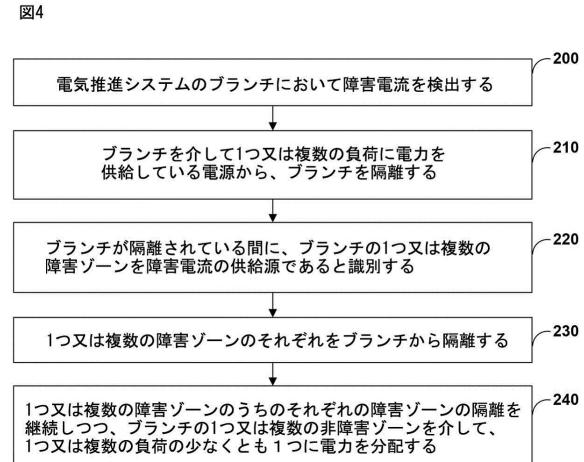
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 B 6 0 L 50/60 (2019.01) B 6 0 L 50/60
 B 6 0 L 9/18 (2006.01) B 6 0 L 9/18 L

(74)代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74)代理人 100114018
 弁理士 南山 知広
 (74)代理人 100165191
 弁理士 河合 章
 (74)代理人 100151459
 弁理士 中村 健一
 (74)代理人 100196601
 弁理士 酒井 祐市
 (72)発明者 マイケル ジェイムズ アームストロング
 アメリカ合衆国, インディアナ 46123, エイボン, チャールストン ウェイ 8407
 (72)発明者 アンドリュー マーク ボールマン
 アメリカ合衆国, インディアナ 46168, プレインフィールド, クリークサイド コート 1
 632

審査官 大濱 伸也

(56)参考文献 特開昭57-080239 (JP, A)
 特開2011-195049 (JP, A)
 米国特許出願公開第2013/0286521 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 H 02 H 7 / 26
 B 6 4 D 31 / 06
 B 6 4 D 27 / 24
 B 6 3 H 21 / 17
 B 6 3 H 5 / 08
 H 02 J 7 / 00 - 7 / 12
 H 02 J 7 / 34 - 7 / 36
 B 6 0 L 1 / 00 - 3 / 12
 B 6 0 L 7 / 00 - 13 / 00
 B 6 0 L 15 / 00 - 58 / 40
 B 6 0 R 16 / 02