

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7480416号
(P7480416)

(45)発行日 令和6年5月9日(2024.5.9)

(24)登録日 令和6年4月26日(2024.4.26)

(51)国際特許分類	F I		
B 6 1 C 7/04 (2006.01)	B 6 1 C 7/04		
B 6 0 K 6/22 (2007.10)	B 6 0 K 6/22	Z H V	
B 6 0 K 6/46 (2007.10)	B 6 0 K 6/46		
B 6 0 W 10/26 (2006.01)	B 6 0 W 10/26	9 0 0	
B 6 0 W 20/00 (2016.01)	B 6 0 W 20/00		
請求項の数 11 (全10頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願2023-503389(P2023-503389)	(73)特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(86)(22)出願日	令和3年12月14日(2021.12.14)	(74)代理人	110000062 弁理士法人第一国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/045950	(72)発明者	上野 健志 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(87)国際公開番号	WO2022/185652	(72)発明者	嶋田 基巳 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(87)国際公開日	令和4年9月9日(2022.9.9)	(72)発明者	望月 健人 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
審査請求日	令和5年6月16日(2023.6.16)	審査官	山本 賢明
(31)優先権主張番号	特願2021-32676(P2021-32676)		
(32)優先日	令和3年3月2日(2021.3.2)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 鉄道車両用駆動システムおよび鉄道車両用駆動方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電力供給装置より供給される電力の電圧または周波数を変更して直流ステージ上に直流電力を出力するコンバータと、

前記直流ステージ上の前記直流電力を交流電動機駆動用の交流電力に変換するインバータと、

前記直流ステージ上の前記直流電力との充放電を行う電力蓄積装置と

をそれぞれ有する第1および第2の主回路システム、および、

前記第1の主回路システムの前記直流ステージと前記第2の主回路システムの前記直流ステージとを接続する開閉器、

を備え、

前記開閉器が開いて、前記第1および前記第2の主回路システムそれぞれが独立して駆動する第1の運転モードと、

前記開閉器が閉じて、前記第1または前記第2の主回路システムのいずれかの前記コンバータと、前記第1および前記第2の主回路システムそれぞれの前記インバータおよび前記電力蓄積装置と、が駆動する第2の運転モードと

を有し、

前記第1の主回路システムの前記直流ステージの電圧と前記第2の主回路システムの前記直流ステージの電圧がほぼ等しい状態で前記開閉器を開閉する鉄道車両用駆動システム。

【請求項2】

請求項 1 に記載の鉄道車両用駆動システムであって、
前記電力供給装置は、エンジンにより駆動される発電機である
ことを特徴とする鉄道車両用駆動システム。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の鉄道車両用駆動システムであって、
前記電力蓄積装置は、充放電可能な蓄電池と DC / DC チョッパとを備え、
前記 DC / DC チョッパは、前記蓄電池と前記直流ステージとの間の充放電を制御する
ことを特徴とする鉄道車両用駆動システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の鉄道車両用駆動システムであって、
前記第 2 の運転モードでは、前記コンバータを駆動する方の前記第 1 または前記第 2 の
主回路システムのいずれかが、当該いずれかの主回路システムが備える前記電力蓄積装置
により前記直流ステージの電圧制御を行う
ことを特徴とする鉄道車両用駆動システム。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載の鉄道車両用駆動システムであって、
前記第 1 および前記第 2 の主回路システムそれぞれが有する前記電力蓄積装置の前記蓄
電池それぞれの SOC の差、当該蓄電池それぞれの電圧の差および当該電力蓄積装置それ
ぞれの入出力電圧の差、のいずれか一つに応じて前記直流ステージの電流制御を行う
ことを特徴とする鉄道車両用駆動システム。

20

【請求項 6】

請求項 5 に記載の鉄道車両用駆動システムであって、
前記蓄電池それぞれの SOC の情報、前記蓄電池それぞれの電圧の情報および前記電力
蓄積装置それぞれの入出力電圧の情報のいずれか一つを前記第 1 の主回路システムと前記
第 2 の主回路システムとの間で伝送する情報伝送装置
を更に備える鉄道車両用駆動システム。

【請求項 7】

電力供給装置より供給される電力の電圧または周波数を変更して直流ステージ上に直流
電力を出力するコンバータと、

前記直流ステージ上の直流電力を交流電動機駆動用の交流電力に変換するインバータと、
前記直流ステージ上の直流電力との充放電を行う蓄電池を備える電力蓄積装置と
をそれぞれ有する第 1 および第 2 の主回路システムに対して、

30

前記第 1 の主回路システムの前記直流ステージと前記第 2 の主回路システムの前記直流
ステージとを接続する開閉器を前記第 1 の主回路システムの前記直流ステージの電圧と前
記第 2 の主回路システムの前記直流ステージの電圧がほぼ等しい状態で開閉操作し、前記
開閉器を開いた状態では、第 1 の運転モードとして、前記第 1 の主回路システムと前記第
2 の主回路システムとをそれぞれ独立に駆動し、前記開閉器を閉じた状態では、第 2 の運
転モードとして、前記第 1 および前記第 2 の主回路システムそれぞれの前記直流ステー
ジを接続し、前記第 1 または前記第 2 の主回路システムのいずれかのコンバータと前記第 1
および前記第 2 の主回路システムそれぞれの前記インバータおよび前記電力蓄積装置とを
駆動する鉄道車両用駆動方法。

40

【請求項 8】

請求項 7 に記載の鉄道車両用駆動方法であって、
前記電力供給装置は、エンジンにより駆動される発電機である
ことを特徴とする鉄道車両用駆動方法。

【請求項 9】

請求項 7 または 8 に記載の鉄道車両用駆動方法であって、
前記第 2 の運転モードでは、前記コンバータが駆動される方の前記第 1 または前記第 2
の主回路システムのいずれかが、当該いずれかの主回路システムが備える前記電力蓄積装
置により前記直流ステージの電圧制御を行う

50

ことを特徴とする鉄道車両用駆動方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の鉄道車両用駆動方法であって、

前記第 1 および前記第 2 の主回路システムそれぞれが有する前記電力蓄積装置の前記蓄電池それぞれの SOC の差、当該蓄電池それぞれの電圧の差および当該電力蓄積装置それぞれの入出力電圧の差、のいずれか一つに応じて前記直流ステージの電流制御を行うことを特徴とする鉄道車両用駆動方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の鉄道車両用駆動方法であって、

前記蓄電池それぞれの SOC の情報、前記蓄電池それぞれの電圧の情報および前記電力蓄積装置それぞれの入出力電圧の情報のいずれか一つを前記第 1 の主回路システムと前記第 2 の主回路システムとの間で伝送することを特徴とする鉄道車両用駆動方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド鉄道車両に適用する鉄道車両用駆動システムおよび鉄道車両用駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、エンジンとバッテリーとを組み合わせたハイブリッド鉄道車両の開発が進められている。ハイブリッド鉄道車両は、制動時に発生する回生エネルギーをバッテリーに蓄電し、力行時にこれを放電して駆動力や補機負荷を補足することで、回生エネルギーを再利用し、エネルギー化を図っている。

20

【0003】

例えば、特許文献 1 には、ハイブリッド鉄道車両において、エンジンにより駆動され交流電力を発生する発電機と、発生した交流電力を直流電力に変換するコンバータと、変換した直流電力を車輪駆動用の電動機に供給する交流電力に変換するインバータと、直流電力を充放電するバッテリーと、空調機器や照明機器などの補機に交流電力を供給するサービス電源用インバータとを備える鉄道車両駆動システムが開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2014 - 91504 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載の鉄道車両駆動システムでは、車両毎に搭載するインバータに対応して、1 台のエンジンを備えている。すなわち、編成車両に搭載されている全てのインバータを駆動する際には、全てのエンジンを動かす必要が生じ、鉄道車両が構内や車庫内を小移動するようなパワーを必要としない状況でも全エンジンを動かす態様は変わらない。

40

【0006】

そこで、本発明の目的は、上記事情に鑑み、通常駆動時に、エンジン発電機や燃料電池または蓄電池等に代表される電力供給装置を全て駆動させるだけでなく、構内や車庫内を小移動するようなパワーを必要としない状況下では、電力供給装置からの電力供給量（エンジンや燃料電池の燃料消費量または蓄電池からの放電量など）を低減できる鉄道車両用駆動システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するために、本発明に係る鉄道車両用駆動システムの代表的な一つは

50

、電力供給装置より供給される電力の電圧または周波数を変更して直流ステージ上に直流電力を出力するコンバータと、直流ステージ上の直流電力を交流電動機駆動用の交流電力に変換するインバータと、直流ステージ上の直流電力との充放電を行う電力蓄積装置とをそれぞれ有する第1および第2の主回路システム、および、第1の主回路システムの直流ステージと第2の主回路システムの直流ステージとを接続する開閉器、を備え、開閉器が開いて、第1および第2の主回路システムそれぞれが独立して駆動する第1の運転モードと、開閉器が閉じて、第1または第2の主回路システムのいずれかのコンバータと第1および第2の主回路システムそれぞれのインバータおよび電力蓄積装置とが駆動する第2の運転モードとを有するものである。

【発明の効果】

10

【0008】

本発明によれば、鉄道車両が構内や車庫内を小移動するようなパワーを必要としない状況において、電力供給装置からの電力供給量を低減できる鉄道車両用駆動システムを実現できる

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施例に係る鉄道車両用駆動システムを搭載した鉄道車両の概略構成を示す図である。

【図2】独立駆動モード時の直流ステージの制御態様を示す図である。

【図3】接続駆動モード時の直流ステージの制御態様を示す図である。

20

【図4】接続駆動モード時の電力蓄積装置6bの電流制御態様を示す図である。

【図5】蓄電池13aのSOC情報を主回路システム1b側へ伝える方式を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明を実施するための形態として、図面を参照して、本発明の実施例について説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではない。また、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付して示している。

【実施例】

【0011】

図1は、本発明の実施例に係る鉄道車両用駆動システムを搭載した鉄道車両の概略構成を示す図である。

30

実施例に係る鉄道車両用駆動システムは、ハイブリッド型のシステムである。ここでいうハイブリッド型のシステムとは、代表的には、車両に搭載されるエンジンにより駆動される発電機が供給する電力と蓄電池が供給する電力のうち、少なくとも1つを用いて、車両に搭載される電動機などを駆動する構成を意味している。

【0012】

図1に示す鉄道車両用駆動システムは、第1の車両Aに搭載される主回路システム1aおよび第2の車両Bに搭載される主回路システム1bの2つの主回路システムから構成される。ここで、第1の車両Aと第2の車両Bは共に、主回路システム1aおよび1bを含めて同様の構成要素を備えているので、以下では、第1の車両A側について説明する。

40

【0013】

主回路システム1aは、第1の車両Aの駆動システムとして、第1の車両Aに搭載されるエンジン2aにより駆動される発電機3aに接続されるコンバータ4a、直流ステージ5a、電力蓄積装置6a、第1の車両Aに搭載される車両駆動用の誘導電動機8aに接続されるインバータ7aおよび制御装置12aから構成される。

また、主回路システム1aおよび1bの直流ステージ5aと直流ステージ5bとは、開閉器9を介して接続される。

【0014】

エンジン2aは、ディーゼルエンジンであり、発電機3aと接続され、発電機3aを駆動するものである。なお、ディーゼルエンジンに限らず、ガソリンエンジンなどの内燃機

50

関でもよい。

【 0 0 1 5 】

発電機 3 a は、誘導発電機であり、エンジン 2 a を駆動することにより交流電力を発生させ、コンバータ 4 a に出力する。ここで、エンジンにより駆動される発電機は、代表的な電力供給装置であるが、これに替えて、直流電力を発生する燃料電池または蓄電池といった直流電源、もしくは、直流または交流架線からの集電装置を、電力供給装置としてもよい。

【 0 0 1 6 】

コンバータ 4 a は、一方は発電機 3 a と接続され、もう一方は、直流ステージ 5 a を介して、電力蓄積装置 6 a およびインバータ 7 a と接続されている。コンバータ 4 a は、エンジン 2 a の起動後に発電機 3 a から入力される交流電力を直流電力に変換し、直流ステージ 5 a に出力する（交流架線からの集電装置を使用する場合も同様）。また、エンジン 2 a および発電機 3 a に替えて、直流電力を発生する燃料電池または蓄電池といった直流電源もしくは直流架線からの集電装置を使用する場合には、コンバータ 4 a を、直流電力の電圧を変換する DC / DC コンバータで構成する。

10

【 0 0 1 7 】

直流ステージ 5 a は、発電機 3 a と電力蓄積装置 6 a とインバータ 7 a とに接続されている。また、開閉器 9 が閉じると、加えて、主回路システム 1 b の直流ステージ 5 b ととも接続されることになる。

【 0 0 1 8 】

電力蓄積装置 6 a は、内部に蓄電池 1 3 a を備え、直流ステージ 5 a を介して、コンバータ 4 a とインバータ 7 a とに接続されている。また、電力蓄積装置 6 a は、内部の蓄電池 1 3 a の充放電を制御する機能を有し、そのために、例えば DC / DC チョッパ（図 1 で点線枠で表示）を備える。この DC / DC チョッパは、直流ステージ 5 a と蓄電池 1 3 a 間の充放電を制御する。

20

【 0 0 1 9 】

ここで、蓄電池 1 3 a は、直流ステージ 5 a との間で直流電力を充放電する蓄電池である。例えば、蓄電池 1 3 a としては、複数の 2 次電池が直列接続された直列ユニットを複数有し、これら複数の直列ユニットが並列接続される構成とすることができる。また、2 次電池としては、例えばリチウムイオン蓄電池を用いることができる。

30

【 0 0 2 0 】

インバータ 7 a は、直流ステージ 5 a を介して、コンバータ 4 a と電力蓄積装置 6 a とに接続され、開閉器 9 が閉じると、加えて主回路システム 1 b の直流ステージ 5 b ととも接続される。他方では、誘導電動機 8 a と接続される。インバータ 7 a は、エンジン 2 a が起動された後に、コンバータ 4 a と電力蓄積装置 6 a との少なくとも一方から入力される直流電力を交流電力に変換して、誘導電動機 8 a に出力する。

【 0 0 2 1 】

誘導電動機 8 a は、インバータ 7 a と接続され、力行運転時には、インバータ 7 a から入力される交流電力を、鉄道車両の車輪の軸トルクに変換することで、鉄道車両の車輪を駆動する。また、回生運転時には、誘導電動機 8 a は発電機として機能する。

40

【 0 0 2 2 】

開閉器 9 は、主回路システム 1 a と 1 b のそれぞれの直流ステージ 5 a と 5 b とをつなぐための開閉器である。開閉器 9 が閉じると、主回路システム 1 a と 1 b の直流ステージ 5 a と 5 b とが接続される。一方で、開閉器 9 が開くと、主回路システム 1 a と 1 b の直流ステージ 5 a と 5 b とは接続されず、主回路システム 1 a と 1 b それぞれは、独立運転となる。

【 0 0 2 3 】

ここで、開閉器 9 の開閉によって、開閉器 9 が開いた場合の運転モードを「独立駆動モード」と呼び、開閉器 9 が閉じた場合の運転モードを「接続駆動モード」と呼び、運転モードを切り替えることができる。

50

【 0 0 2 4 】

制御装置 1 2 a は、例えば、エンジン 2 a、発電機 3 a、コンバータ 4 a、電力蓄積装置 6 a およびインバータ 7 a の制御を行う。ここで、制御装置 1 2 a は、これら構成要素の制御を行うとしたが、制御装置 1 2 a および 1 2 b として主回路システム毎に個別に設けてもよいし、主回路システム 1 a および 1 b で一つの制御装置として設けてもよい。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、独立駆動モード時の直流ステージの制御態様を示す図である。

独立駆動モード時には、開閉器 9 が開いているので、主回路システム 1 a と 1 b の直流ステージ 5 a と 5 b とは接続されないため、直流ステージ 5 a の電圧は、コンバータ 4 a からの出力電力、電力蓄積装置 6 a からの入出力電力およびインバータ 7 a からの入出力電力により決定される。

10

【 0 0 2 6 】

例えば、インバータ 7 a の目標電圧が 3 0 0 0 V とすると、コンバータ 4 a では、電流制御を行い、電力蓄積装置 6 a では、目標電圧と直流ステージ 5 a の電圧との差から電圧制御を行う。他の方法としては、コンバータ 4 a では、目標電圧と直流ステージ 5 a の電圧との差から電圧制御を行い、電力蓄積装置 6 a では、電流制御を行うことで、インバータ 7 a の目標電圧を 3 0 0 0 V に維持する制御態様も考えられる。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、接続駆動モード時の直流ステージの制御態様を示す図である。

接続駆動モード時の一例として、図 3 は、エンジン 2 b を停止させ、エンジン 2 a および電力蓄積装置 6 a と 6 b でインバータ 7 a と 7 b とを駆動する場合を示す。逆にエンジン 2 a を停止させ、エンジン 2 b および電力蓄積装置 6 a と 6 b でインバータ 7 a と 7 b とを駆動する場合もある。

20

この接続駆動モード時には、開閉器 9 が閉じているので、主回路システム 1 a と 1 b の直流ステージ 5 a と 5 b とが接続されているため、2 つの直流ステージ 5 a と 5 b とは同電位となる。ここで、開閉器 9 が閉じているときの直流ステージを、図 3 に示すように直流ステージ 1 0 とする。

【 0 0 2 8 】

図 3 に示す接続駆動モード時は、直流ステージ 1 0 には、コンバータ 4 a と 4 b、電力蓄積装置 6 a と 6 b およびインバータ 7 a と 7 b が接続されているが、エンジン 2 b は停止しているため、コンバータ 4 b から電力は出力されない。すなわち、コンバータ 4 a の出力電力、電力蓄積装置 6 a の入出力電力、電力蓄積装置 6 b の入出力電力、インバータ 7 a の入出力電力およびインバータ 7 b の入出力電力によって、直流ステージ 1 0 の電圧が決定される。

30

【 0 0 2 9 】

例えば、インバータ 7 a と 7 b の目標電圧が 3 0 0 0 V とすると、コンバータ 4 a では電流制御を行い、電力蓄積装置 6 a では目標電圧と直流ステージ 1 0 の電圧との差から、直流ステージの電圧制御を行う。またこの時、電力蓄積装置 6 b は電流制御を行う。

【 0 0 3 0 】

図 4 は、接続駆動モード時の電力蓄積装置 6 b の電流制御態様を示す図である。

40

電力蓄積装置 6 b の入出力電力は、電力蓄積装置 6 a の蓄電池 1 3 a と電力蓄積装置 6 b の蓄電池 1 3 b との SOC (State Of Charge) の差によって決定される。蓄電池 1 3 a の SOC に追従するように、電力蓄積装置 6 b の入出力電力を電流制御することにより、直流ステージの電圧制御を実現し、2 台の蓄電池 1 3 a および 1 3 b の SOC を等しくすることができる。また、ここでは、SOC による制御態様を示したが、蓄電池 1 3 a および 1 3 b の各電圧 (すなわち、両者の電圧差)、電力蓄積装置 6 a および 6 b の各入出力電圧 (すなわち、両者の入出力電圧差)、による制御でもよい。

【 0 0 3 1 】

図 5 は、蓄電池 1 3 a の SOC 情報を主回路システム 1 b 側へ伝送する方式を示す図である。

50

主回路システム 1 a および 1 b それぞれは、情報伝送装置 1 1 a および 1 1 b を有し、蓄電池 1 3 a および 1 3 b それぞれの SOC 情報を相互に伝送することで、それぞれの SOC 情報を共有する。ここでは、情報伝送装置 1 1 a および 1 1 b を主回路システム 1 a および 1 b それぞれに設けたが、情報伝送装置の数を 1 つにまとめてもよい。また、伝送する情報としては、SOC 情報に替えて、蓄電池 1 3 a および 1 3 b の各電圧、電力蓄積装置 6 a および 6 b の各入出力電圧、でもよい。

【0032】

図 2 に示す独立駆動モードと図 3 に示す接続駆動モードとの切替え態様としては、電力蓄積装置 6 a および 6 b、コンバータ 4 a および 4 b が停止している状態で、開閉器 9 の開閉操作を許可するハード処理によるものが挙げられる。また、その他に、両主回路システムの直流ステージの電圧がほぼ等しい状態で開閉器 9 の開閉操作を許可するソフト処理によるもの、両主回路システムの接続時に、主回路システム 1 a 側はコンバータ 4 a で電圧制御、主回路システム 1 b 側は電力蓄積装置 6 b で電圧制御している状態で開閉器 9 を閉にし、その瞬間に電力蓄積装置 6 b を電流制御に切り替える方法、開閉器 9 と並列に減流抵抗器（図示せず）を設ける方法などがある。

10

【0033】

また、以上では、編成車両としては、第 1 および第 2 の車両 A および B の 2 車両を対象としたが、3 両以上の編成であっても、本発明を適用することができる。その場合には、停止対象となるエンジンに対応する主回路システムと駆動するエンジンに対応する主回路システムとの間で、相互に電力蓄積装置それぞれの SOC 情報などを共有すると共に、直流ステージの電圧制御および電流制御を行う。

20

【0034】

以上で説明した本発明の実施例の構成により、構内、車庫内の小移動のようなパワーを必要としない状況において、運転モードを切り替えることにより、燃料消費量を低減できる鉄道車両用駆動システムを実現できる。

【0035】

また、本発明は、上述した実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【符号の説明】

【0036】

1 a、1 b：主回路システム、2 a、2 b：エンジン、3 a、3 b：発電機、4 a、4 b：コンバータ、5 a、5 b、1 0：直流ステージ、6 a、6 b：電力蓄積装置、7 a、7 b：インバータ、8 a、8 b：誘導電動機、9：開閉器、1 1 a、1 1 b：情報伝送装置、1 2 a、1 2 b：制御装置、1 3 a、1 3 b：蓄電池、A：第 1 の車両、B：第 2 の車両

30

40

50

【図面】
【図 1】

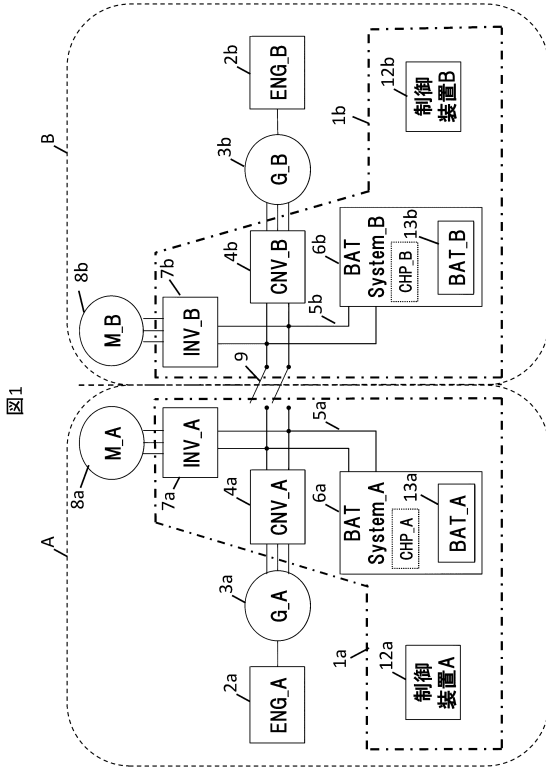


図1

【図 2】

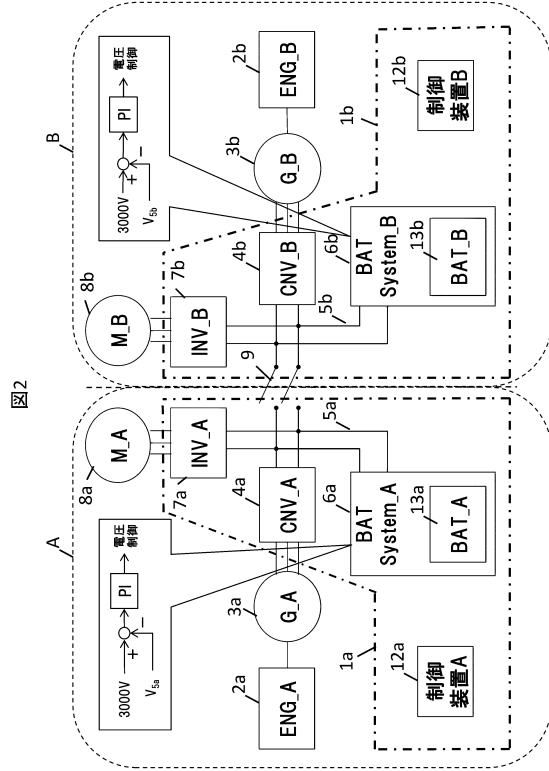


図2

【図 3】

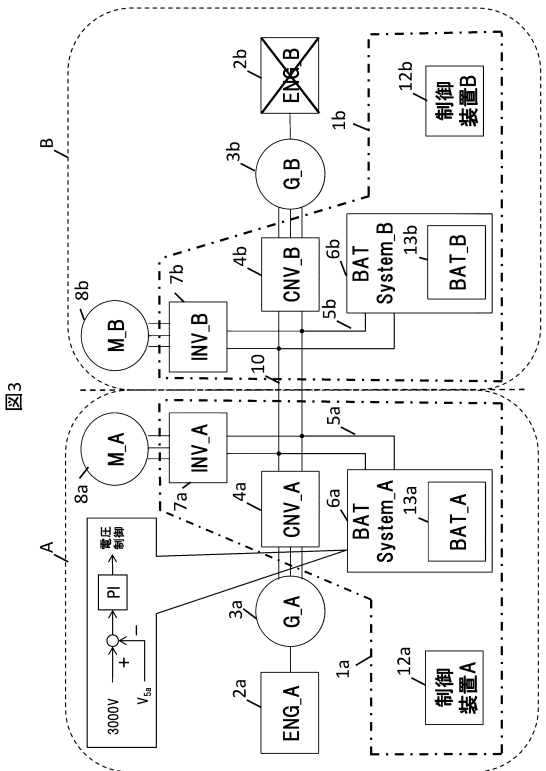


図3

【図 4】

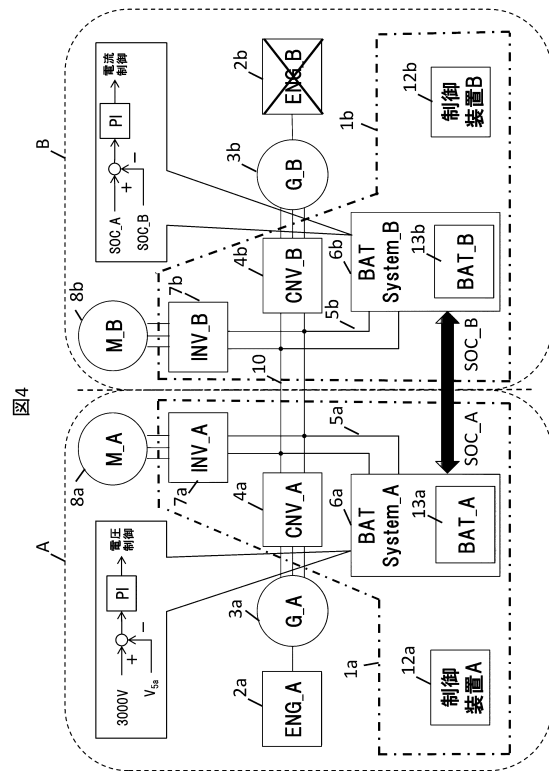


図4

10

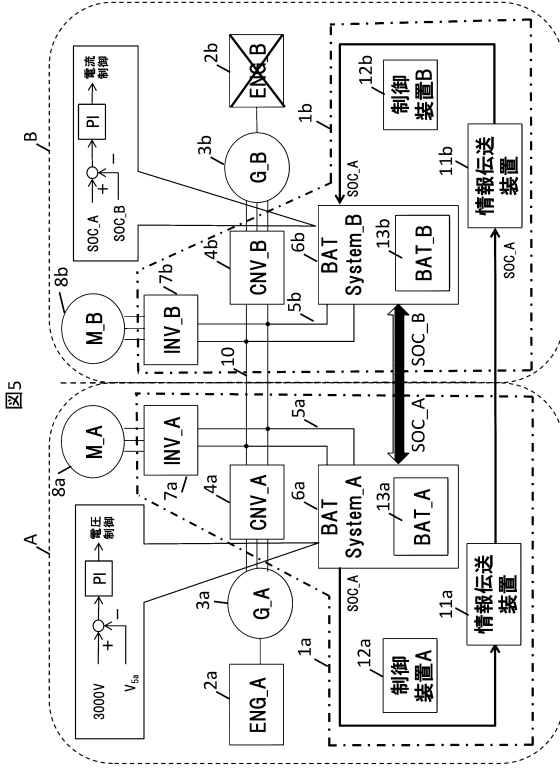
20

30

40

50

【図5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
B 6 0 L 9/18 (2006.01) B 6 0 L 9/18 L
B 6 0 L 50/61 (2019.01) B 6 0 L 50/61
B 6 0 L 58/12 (2019.01) B 6 0 L 58/12

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 4 / 0 4 1 6 9 5 (W O , A 1)
特開 2 0 0 8 - 1 3 1 8 3 4 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 1 2 2 1 2 2 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 6 1 C 7 / 0 4
B 6 0 K 6 / 2 2
B 6 0 K 6 / 4 6
B 6 0 W 1 0 / 2 6
B 6 0 W 2 0 / 0 0
B 6 0 L 9 / 1 8
B 6 0 L 5 0 / 6 1
B 6 0 L 5 8 / 1 2