

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-152013

(P2011-152013A)

(43) 公開日 平成23年8月4日(2011.8.4)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
H02J 3/46 (2006.01)		H02J 3/46 D	5G066
H02J 15/00 (2006.01)		H02J 15/00 A	
H02J 3/30 (2006.01)		H02J 3/30	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-12970 (P2010-12970)  
 (22) 出願日 平成22年1月25日 (2010.1.25)

(71) 出願人 000000099  
 株式会社 I H I  
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号  
 (74) 代理人 100107836  
 弁理士 西 和哉  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100122312  
 弁理士 堀内 正優  
 (72) 発明者 岩崎 郁夫  
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会  
 社 I H I 内  
 Fターム(参考) 5G066 HA15 HB03 HB08 JA01 JA02  
 JB02

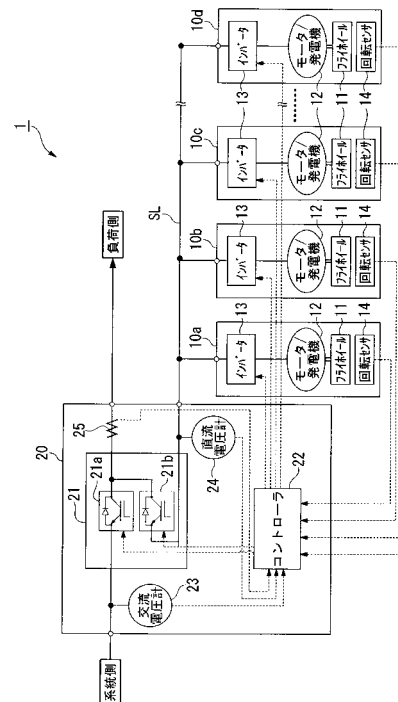
(54) 【発明の名称】 フライホイール蓄電システム

(57) 【要約】

【課題】電力の固定損失を低減しつつ系統負荷に対する電力供給の信頼性を高めることができるフライホイール蓄電システムを提供する。

【解決手段】フライホイール蓄電システム1は、複数のフライホイール蓄電装置10a~10dと、フライホイール蓄電装置10a~10dの運転を制御するコントローラ22とを備えており、コントローラ22は、フライホイール蓄電装置10a~10dの全てを蓄電された電力の出力が可能な待機状態にしておき、電力を供給すべき負荷の負荷状態に応じて、電力を出力させる出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を制御する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数のフライホイール蓄電装置と、該フライホイール蓄電装置の動作を制御する制御装置とを備えるフライホイール蓄電システムにおいて、

前記制御装置は、前記複数のフライホイール蓄電装置の全てを蓄電された電力の出力が可能な待機状態にしておき、電力を供給すべき負荷の負荷状態に応じて、電力を出力させる出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を制御することを特徴とするフライホイール蓄電システム。

## 【請求項 2】

前記制御装置は、出力状態にあるフライホイール蓄電装置の充電状態が予め設定された中間充電状態になったときに、前記複数のフライホイール蓄電装置のうちの他のフライホイール蓄電装置を出力状態にする制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載のフライホイール蓄電システム。

10

## 【請求項 3】

前記制御装置は、出力状態にあるフライホイール蓄電装置の数が変化した場合であって前記負荷の負荷状態が変わらないときには、前記出力状態にあるフライホイール蓄電装置から出力される電力の和が変化の前後で変化しないように制御することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のフライホイール蓄電システム。

## 【請求項 4】

前記制御装置は、前記負荷の負荷状態が予め設定された基準状態を超えた場合には、出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を増加させる制御を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載のフライホイール蓄電システム。

20

## 【請求項 5】

前記制御装置は、前記複数のフライホイール蓄電装置を充電する場合には、前記複数のフライホイール蓄電装置の各々が充電されるタイミングを異ならせて、充電状態にあるフライホイール蓄電装置を一時に 1 台のみとする制御を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載のフライホイール蓄電システム。

## 【請求項 6】

前記負荷に供給される電流を検出する電流検出器を備えており、

前記制御装置は、前記電流検出器の検出結果に基づいて前記負荷の負荷状態を求めることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載のフライホイール蓄電システム。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、複数のフライホイール蓄電装置を備えるフライホイール蓄電システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

フライホイール蓄電装置は、ローターに設けられたフライホイールと、ローターに取り付けられたモータ/発電機と、ローターを支持する軸受部と、これらを収容する容器とを備えており、電力エネルギーをフライホイールの回転エネルギーに変換することによって蓄電するものである。フライホイール蓄電システムは、必要となる電力貯蔵量に応じて上記のフライホイール蓄電装置を複数備えており、例えば主電源からの電力が不足した場合に複数のフライホイール蓄電装置の各々の運転状態を統括して制御することにより系統負荷に電力を供給する。

40

## 【0003】

以下の特許文献 1 には、複数のフライホイール蓄電装置を備えるフライホイール蓄電システムにおいて、電源停止時におけるフライホイール蓄電装置の運転方法として、以下に示す 2 つの運転方法が開示されている。

50

(1) 全てのフライホイール蓄電装置を同時に運転させ、系統負荷で必要となる電力を全てのフライホイール蓄電装置で常時負担する運転方法

(2) 複数のフライホイール蓄電装置のうちの運転させるべきフライホイール蓄電装置を順次切り替え、系統負荷に対する電力供給を常に1台のみで行う運転方法

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-152521号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

ところで、フライホイール蓄電装置においてフライホイールの回転エネルギーとして蓄えられているエネルギーを電力エネルギーに変換する場合には、蓄えられたエネルギーの一部がフライホイール蓄電装置の内部で消費されてしまう。例えば、ローターに取り付けられたモータ/発電機を励磁するための電力や、モータ/発電機で発電された電力を変換する電力変換器の駆動のための電力が固定損失として消費される。

【0006】

このため、上述した(1)の運転方法のように、電源停止時に全てのフライホイール蓄電装置を同時に運転させてしまうと、フライホイール蓄電装置の台数分の固定損失が生じてしまい非効率であるという問題がある。また、上述した(1)の運転方法は、系統負荷で必要となる電力を全てのフライホイール蓄電装置で負担するものであるため、その制御が複雑であるという問題もある。

20

【0007】

また、上述した(2)の運転方法は、複数のフライホイール蓄電装置のうちのある1つのフライホイール蓄電装置のみを一時に運転させ、そのフライホイール蓄電装置の残存電力量が供給限界に達したときに、次の新たなフライホイール蓄電装置を運転させるものである。このため、新たなフライホイール蓄電装置の運転開始に失敗してしまうと、系統負荷に対する電力供給が行われなくなる虞が考えられ、フライホイール蓄電装置の運転切り替え時の信頼性に課題がある。

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、電力の固定損失を低減しつつ系統負荷に対する電力供給の信頼性を高めることができるフライホイール蓄電システムを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明のフライホイール蓄電システムは、複数のフライホイール蓄電装置(10a~10d)と、該フライホイール蓄電装置の動作を制御する制御装置(22)とを備えるフライホイール蓄電システム(1)において、前記制御装置は、前記複数のフライホイール蓄電装置の全てを蓄電された電力の出力が可能な待機状態にしておき、電力を供給すべき負荷の負荷状態に応じて、電力を出力させる出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を制御することを特徴としている。

40

また、本発明のフライホイール蓄電システムは、前記制御装置が、出力状態にあるフライホイール蓄電装置の充電状態が予め設定された中間充電状態になったときに、前記複数のフライホイール蓄電装置のうち他のフライホイール蓄電装置を出力状態にする制御を行うことを特徴としている。

また、本発明のフライホイール蓄電システムは、前記制御装置が、出力状態にあるフライホイール蓄電装置の数が変化した場合であって前記負荷の負荷状態が変わらないときには、前記出力状態にあるフライホイール蓄電装置から出力される電力の和が変化の前後で変化しないように制御することを特徴としている。

また、本発明のフライホイール蓄電システムは、前記制御装置が、前記負荷の負荷状態

50

が予め設定された基準状態を超えた場合には、出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を増加させる制御を行うことを特徴としている。

また、本発明のフライホイール蓄電システムは、前記制御装置が、前記複数のフライホイール蓄電装置を充電する場合には、前記複数のフライホイール蓄電装置の各々が充電されるタイミングを異ならせて、充電状態にあるフライホイール蓄電装置を一時に1台のみとする制御を行うことを特徴としている。

また、本発明のフライホイール蓄電システムは、前記負荷に供給される電流を検出する電流検出器(25)を備えており、前記制御装置は、前記電流検出器の検出結果に基づいて前記負荷の負荷状態を求めることを特徴としている。

【発明の効果】

10

【0010】

本発明によれば、複数のフライホイール蓄電装置の全てを蓄電された電力の出力が可能な待機状態にしておき、電力を供給すべき負荷の負荷状態に応じて、電力を出力させる出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を制御しているため、電力の固定損失を低減しつつ系統負荷に対する電力供給の信頼性を高めることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態によるフライホイール蓄電システムの要部構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態によるフライホイール蓄電システムの動作を説明するグラフである。

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態によるフライホイール蓄電システムについて詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態によるフライホイール蓄電システムの要部構成を示すブロック図である。図1に示す通り、フライホイール蓄電システム1は、複数のフライホイール蓄電装置10a~10dと、系統側と負荷側との間に設けられた切替制御装置20とを備えており、系統負荷の二次電源として活用されるものである。

【0013】

つまり、図中の系統側から負荷側に供給される電力を用いて予めフライホイール蓄電装置10a~10dを充電しておき、例えば瞬低(瞬時電圧低下)や停電が生じて系統側から負荷側に供給される電力が不足した場合にフライホイール蓄電装置10a~10dに蓄電された電力を負荷側に供給するものである。尚、フライホイール蓄電装置10a~10dの各々の出力は、例えば200kW~数GW程度である。

30

【0014】

フライホイール蓄電装置10a~10dは、フライホイールチャンバ内に、フライホイール11、モータ/発電機12、インバータ13、及び回転センサ14を収容した構成であり、外部から供給される電力をフライホイール11の回転エネルギーに変換して蓄電する。これらフライホイール蓄電装置10a~10dは、切替制御装置20に接続された補助系統SLに並列接続されている。

40

【0015】

フライホイール11は、モータ/発電機12と同心に誘導回転する円盤である。このフライホイール11は、モータ/発電機12の回転駆動によって回転し、モータ/発電機12による回転駆動が停止しても慣性によって回転し続ける。モータ/発電機12は、インバータ13から供給される交流の駆動電力によってモータとしてフライホイール11を回転駆動する。また、慣性によって回転するフライホイール11の回転速度を減速させることによって回転エネルギーを電気エネルギーへ変換する発電機として機能する。尚、フライホイール11及びモータ/発電機12を収容するフライホイールチャンバは、これらの動作を妨げる空気抵抗を低減するためにその内部が真空にされている。

【0016】

50

インバータ 13 は、切替制御装置 20 から補助系統 S L に供給される直流電力をモータ / 発電機 12 の駆動に適した電圧を有する交流電力に変換し、変換した交流電力によってモータ / 発電機 12 をモータとして駆動する。また、モータ / 発電機 12 から供給される交流電力を補助系統 S L の電圧に等しい電圧（例えば、600 [V]）を有する直流電力に変換して補助系統 S L に出力する。このインバータ 13 の動作の切り替えは、切替制御装置 20 に設けられたコントローラ 22 によって制御される。

【0017】

回転センサ 14 は、フライホイール 11 の回転数を検出する。上述した通り、フライホイール蓄電装置 10 a ~ 10 d は、外部から供給される電力をフライホイール 11 の回転エネルギーに変換して蓄電するものであるため、フライホイール 11 が停止している場合の充電量は零であり、フライホイール 11 の回転速度が速くなるにつれて充電量が多くなる。回転センサ 14 は、フライホイール蓄電装置 10 a ~ 10 d の充電量を求めるために設けられており、その検出結果は切替制御装置 20 に設けられたコントローラ 22 に出力される。

10

【0018】

切替制御装置 20 は、電源供給系統切替回路 21、コントローラ 22（制御装置）、交流電圧計 23、直流電圧計 24、及び交流電流計 25（電流検出器）を備えており、電力の供給系統の切り替え制御、及びフライホイール蓄電装置 10 a ~ 10 d の運転状態の制御を行う。電源供給系統切替回路 21 は、交流スイッチ 21 a とインバータ / コンバータ 21 b とを備える。交流スイッチ 21 a は、系統側と負荷側との間に設けられ、コントローラ 22 の制御によって開状態又は閉状態になる半導体スイッチである。

20

【0019】

交流スイッチ 21 a が閉状態になると系統側と負荷側とが電氣的に導通状態になり、例えば 400 [V] の電圧を有する交流電力が系統側から負荷側に供給される。これに対し、交流スイッチ 21 a が開状態になると系統側と負荷側とが電氣的に絶縁状態になり、系統側から負荷側への電力供給が遮断される。このように、交流スイッチ 21 a の開閉状態を制御することにより、系統側から負荷側への電力供給が制御される。

【0020】

インバータ / コンバータ 21 b は、負荷側と補助系統 S L との間に設けられ、コントローラ 22 の制御の下で直流 / 交流変換を行うインバータ、又は交流 / 直流変換を行うコンバータとして動作する。具体的には、コンバータとして動作する場合には、系統側から負荷側に供給される電圧が 400 [V] の交流電力の一部を、電圧が 600 [V] の直流電流に変換して補助系統 S L に出力する。また、インバータとして動作する場合には、フライホイール蓄電装置 10 a ~ 10 d から補助系統 S L を介して供給される電圧が 600 [V] の直流電力を、電圧が 400 [V] の交流電力に変換して負荷側に出力する。

30

【0021】

コントローラ 22 は、交流スイッチ 21 a の開閉状態の制御、インバータ / コンバータ 21 b の動作の切り替え制御、及びフライホイール蓄電装置 10 a ~ 10 d の運転状態の制御を行う。具体的には、交流電圧計 23 の検出結果を参照して 1 秒程度以下の瞬低や 20 分程度以下の停電が生じたと判断した場合には、交流スイッチ 21 a を開状態にするるとともにインバータ / コンバータ 21 b をインバータとして動作させ、フライホイール蓄電装置 10 a ~ 10 d の全てを待機状態にする。そして、負荷側の負荷状態に応じて出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を制御する。

40

【0022】

ここで、上記の「待機状態」とは、電力の出力はされていないものの、フライホイール蓄電装置 10 a ~ 10 d の各々に蓄電された電力の出力が可能となっている状態をいう。また、上記の「出力状態」とはフライホイール蓄電装置 10 a ~ 10 d の少なくとも 1 つから蓄電された電力が実際に出力されている状態をいう。フライホイール蓄電装置 10 a ~ 10 d の全てを待機状態にしてから、出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を制御するのは、運転開始の失敗による信頼性低下を防止するためである。

50

## 【 0 0 2 3 】

つまり、コントローラ 2 2 の制御によっては、上記の待機状態にすることなく上記の出力状態でフライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d の運転を開始させることも可能である。しかしながら、かかる制御を行うと運転開始に失敗した場合には、意図したタイミングで電力の出力が行われない虞がある。これに対し、フライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d の運転を開始させて上記の待機状態にしてしまえば、運転状態を出力状態に変えるときに失敗が生ずることがないため、意図したタイミングで確実に電力の出力を行うことができ、信頼性を向上させることができる。尚、フライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d を待機状態にする場合であっても運転開始の失敗が生ずることはあるが、運転状態を出力状態に変える時点までに再度の運転開始により待機状態になっていれば良い。

10

## 【 0 0 2 4 】

また、負荷側の負荷状態に応じて出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を制御するのは固定損失を極力抑えるためである。つまり、フライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d の全てを常時出力状態にしてしまうとフライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d の台数分の固定損失が生じてしまい非効率であるため、本実施形態では負荷側の負荷状態に応じて必要最小限のフライホイール蓄電装置を出力状態にすることで固定損失を抑えることとしている。

## 【 0 0 2 5 】

また、コントローラ 2 2 は、上記の制御に加えて、出力状態にあるフライホイール蓄電装置（例えば、フライホイール蓄電装置 1 0 a ）の充電状態が予め設定された中間充電状態になったときに、フライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d のうちの他のフライホイール蓄電装置（例えば、フライホイール蓄電装置 1 0 b ）を出力状態にする制御を行う。ここで、中間充電状態とは、フライホイール蓄電装置が未充電である状態（残存電力量が供給限界に達した状態）及び満充電の状態以外の状態をいい、例えば最大充電量の 5 0 % になる充電状態、或いは最大充電量の 9 0 % になる充電状態をいう。

20

## 【 0 0 2 6 】

また、コントローラ 2 2 は、直流電圧計 2 4 の検出結果を参照して補助系統 S L の電圧が一定（例えば、6 0 0 [ V ] ）になるように、且つ出力状態にあるフライホイール蓄電装置の数が変化した場合であって負荷側の負荷状態が変わらないときには、出力状態にあるフライホイール蓄電装置から出力される電力の和が変化の前後で変化しないように制御する。例えば、フライホイール蓄電装置 1 0 a のみが出力状態にある場合のフライホイール蓄電装置 1 0 a から出力される電力と、フライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b が出力状態にある場合のフライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b の各々から出力される電力の和とが同じになるように制御する。尚、コントローラ 2 2 は、フライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d の各々に設けられた回転センサ 1 4 の検出結果を用いて、フライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d の充電量をそれぞれ求めて上記の制御を行う。

30

## 【 0 0 2 7 】

更に、コントローラ 2 2 は、負荷側の負荷状態が予め設定された基準状態を超えた場合には、出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を増加させる制御を行う。例えば、フライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b が出力状態である場合に、負荷側の負荷が 9 0 % を超えた場合には、新たにフライホイール蓄電装置 1 0 c を出力状態にする制御を行う。かかる制御を行うのは、9 0 % を超えた負荷を新たなフライホイール蓄電装置 1 0 c から出力される電力によって賄うことにより、見かけ上の電力負荷平準化（ピークカット）をすためである。

40

## 【 0 0 2 8 】

また、コントローラ 2 2 は、回転センサ 1 4 の検出結果を参照してフライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d を充電する必要がある場合には、交流スイッチ 2 1 a を閉状態にするとともにインバータ/コンバータ 2 1 b をコンバータとして動作させ、フライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d を充電させる制御を行う。ここで、コントローラ 2 2 は、フライホイール蓄電装置 1 0 a ~ 1 0 d の各々を充電するタイミングを異ならせて、充電状態にあ

50

るフライホイール蓄電装置を一時に1台のみとする制御を行う。これは、系統側から供給される電力がフライホイール蓄電装置10a～10dの充電に費やされて、負荷側に供給される電力が不足するのを避けるためである。

【0029】

交流電圧計23は系統側に接続されて系統側に現れる電圧を検出し、直流電圧計24は補助系統SLに接続されて補助系統SLに現れる電圧を検出する。また、交流電流計25は、負荷側に流れる電流（交流電流）を検出する。この交流電流計25の検出結果はコントローラ22に出力され、負荷側の負荷状態を求めるために用いられる。

【0030】

次に、上記構成におけるフライホイール蓄電システム1の動作について説明する。尚、以下では、交流スイッチ21aが閉状態にされて系統側から負荷側に電力が供給されている状態で停電が生じた場合の動作を例に挙げて説明する。尚、停電が生ずる前には、インバータ/コンバータ21bがコンバータとして動作してフライホイール蓄電装置10a～10dに対する充電が行われており、フライホイール蓄電装置10a～10dの全てが満充電の状態であるとする。また、以下では説明を簡単にするために、フライホイール蓄電システム1が4台のフライホイール蓄電装置を備えるとする。

【0031】

図2は、本発明の一実施形態によるフライホイール蓄電システムの動作を説明するグラフである。図2中の上側のグラフG1は、負荷側の負荷の変動の一例を示すグラフであって、時間を横軸にとり、負荷を縦軸にとっている。また、図2中の下側のグラフG2は、フライホイール蓄電システム1が備えるフライホイール蓄電装置10a～10dの放電量の変化の一例を示す図であって、時間を横軸にとり、放電量を縦軸にとっている。いま、図2中の時刻t1で停電が生じたとすると、コントローラ22は、交流電圧計23の検出結果を参照して停電が生じたと判断する。

【0032】

すると、コントローラ22は、電源供給系統切替回路21に対して制御信号を出力し、交流スイッチ21aを開状態にするとともにインバータ/コンバータ21bをインバータとして動作させる。また、これと同時に、フライホイール蓄電装置10a～10dに制御信号を出力して運転を開始させ、フライホイール蓄電装置10a～10dの全ての運転状態を待機状態にする。尚、運転開始に失敗したフライホイール蓄電装置については、再度の運転開始が行われる。

【0033】

以上の処理が終了すると、コントローラ22は交流電流計25の検出結果を参照して負荷側の負荷状態を求め、その負荷状態に応じてフライホイール蓄電装置10a～10dの運転状態を制御する。具体的には、まず図中の時刻t2で制御信号を出力してフライホイール蓄電装置10aを出力状態にし、フライホイール蓄電装置10aからの電力の出力を開始させる。フライホイール蓄電装置10aから出力された電力（直流電力）は、補助系統SLを介して切替制御装置20に入力され、インバータ/コンバータ21bで電圧が400[V]の交流電力に変換されて負荷側に供給される。これにより、グラフG2中の曲線L1で示す通り、フライホイール蓄電装置10aの放電量は時間が経過するにつれて直線状に増加する。

【0034】

コントローラ22は、フライホイール蓄電装置10aからの放電が行われている間は、フライホイール蓄電装置10aに設けられた回転センサ14の検出結果を用いてフライホイール蓄電装置10aの充電量を求めるとともに、交流電流計25の検出結果を参照して負荷側の負荷状態を求めている。いま、時刻t3においてフライホイール蓄電装置10aの放電量（充電量）が50%になったとすると、コントローラ22は、フライホイール蓄電装置10bに制御信号を出力してフライホイール蓄電装置10bを出力状態にし、フライホイール蓄電装置10bからの電力の出力を開始させる。これにより、運転状態が出力状態であるフライホイール蓄電装置は2台になる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

このとき、コントローラ 2 2 は、フライホイール蓄電装置 1 0 a のみが運転状態にある場合のフライホイール蓄電装置 1 0 a から出力される電力と、フライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b が運転状態にある場合のフライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b の各々から出力される電力の和とが同じになるように制御する。つまり、時刻  $t_{21} \sim t_3$  の間は負荷側に供給すべき電力をフライホイール蓄電装置 1 0 a のみで賄っていたが、時刻  $t_3$  からは 2 台のフライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b で賄うことができるため、フライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b の各々から出力される電力を下げる制御を行う。かかる制御を行うことで、図 2 中のグラフ G 2 に示す通り、時刻  $t_2 \sim t_3$  の間の曲線 L 1 の傾きよりも、時刻  $t_3 \sim t_4$  の曲線 L 1 , L 2 の傾きが小さくなる。

10

## 【 0 0 3 6 】

いま、時刻  $t_4$  において負荷側の負荷が徐々に小さくなっていき、時刻  $t_5$  で負荷がほぼ 0 % になったとする。すると、コントローラ 2 2 は、フライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b の各々に制御信号を出力して、負荷状態の変化に合わせてフライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b の各々から出力される電力を徐々に小さくする。そして、負荷がほぼ 0 % になった時刻  $t_5$  でフライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b を待機状態として電力の出力を停止させる。以上の制御を行うことで、図 2 中のグラフ G 2 に示す通り、時刻  $t_4 \sim t_5$  の間の曲線 L 1 , L 2 の傾きは徐々に小さくなっていき、時刻  $t_5$  で傾きは 0 になる。これにより、時刻  $t_5$  において運転状態が出力状態であるフライホイール蓄電装置は 0 台になる。

20

## 【 0 0 3 7 】

次いで、時刻  $t_6$  において負荷側の負荷が徐々に大きくなっていき、時刻  $t_8$  で約 9 0 % 程度になったとする。すると、コントローラ 2 2 は、先に出力状態にあったフライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b の各々に制御信号を出力してこれらを再び出力状態にする。いま、時刻  $t_6$  と時刻  $t_8$  との間の時刻である時刻  $t_7$  において、フライホイール蓄電装置 1 0 a の放電量が予め設定された所定の放電量 X % (例えば、9 0 %) になったとする。すると、コントローラ 2 2 は、フライホイール蓄電装置 1 0 c に制御信号を出力してフライホイール蓄電装置 1 0 c を出力状態にし、フライホイール蓄電装置 1 0 c からの電力の出力を開始させる。これにより、運転状態が出力状態であるフライホイール蓄電装置は 3 台になる。

30

## 【 0 0 3 8 】

グラフ G 2 中の曲線 L 1 , L 2 で示す通り、負荷側の負荷が徐々に大きくなる時刻  $t_6 \sim t_8$  の間は、フライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b の放電量は時間が経過するにつれて増加する。加えて、グラフ G 2 中の拳億千 L 3 で示す通り、時刻  $t_7 \sim t_8$  の間は、フライホイール蓄電装置 1 0 c の放電量も時間が経過するにつれて増加する。また、時刻  $t_8$  が経過した直後もフライホイール蓄電装置 1 0 a , 1 0 b , 1 0 c からは電力が出力され続けるため、これらの放電量は時刻  $t_8$  以後も増加する。

## 【 0 0 3 9 】

そして、時刻  $t_9$  でフライホイール蓄電装置 1 0 a の放電量が 1 0 0 % になると、コントローラ 2 2 はフライホイール蓄電装置 1 0 a を停止させるとともに、フライホイール蓄電装置 1 0 d に対して制御信号を出力してフライホイール蓄電装置 1 0 d からの電力の出力を開始させる。尚、時刻  $t_9$  において、運転状態が出力状態であるフライホイール蓄電装置は 3 台である。

40

## 【 0 0 4 0 】

以後、3 台のフライホイール蓄電装置 1 0 b , 1 0 c , 1 0 d から電力が出力されるため、グラフ G 2 中の曲線 L 2 , L 3 , L 4 に示す通り、フライホイール蓄電装置 1 0 b , 1 0 c , 1 0 d の放電量は時間の経過につれて徐々に大きくなる。このように、負荷側の負荷が約 7 5 % 以下である時刻  $t_2 \sim t_5$  の間は 1 台又は 2 台のフライホイール蓄電装置が出力状態とされる。これに対し、負荷側の負荷が約 9 0 % 程度である時刻  $t_8$  以後は 3 台のフライホイール蓄電装置が出力状態とされる。尚、負荷がほぼ 0 % となる時刻  $t_5 \sim$

50

t 6の間は、運転状態が出力状態であるフライホイール蓄電装置は0台である。

【0041】

次に、図2中の時刻t10で復電したとすると、コントローラ22は、交流電圧計23の検出結果を参照して復電したと判断する。すると、コントローラ22は、交流スイッチ21aを閉状態にするとともにインバータ/コンバータ21bをコンバータとして動作させ、フライホイール蓄電装置10aに制御信号を出力して充電状態にする。フライホイール蓄電装置10aの回転センサ14の検出結果によってフライホイール蓄電装置10aが満充電になったと判断すると、コントローラ22は、フライホイール蓄電装置10aに対する充電を停止させるとともに、フライホイール蓄電装置10bに制御信号を出力して充電状態にする(時刻t11)。

10

【0042】

また、フライホイール蓄電装置10bの回転センサ14の検出結果によってフライホイール蓄電装置10bが満充電になったと判断すると、コントローラ22は、フライホイール蓄電装置10bに対する充電を停止させるとともに、フライホイール蓄電装置10cに制御信号を出力して充電状態にする(時刻t12)。同様に、フライホイール蓄電装置10cの回転センサ14の検出結果によってフライホイール蓄電装置10cが満充電になったと判断すると、コントローラ22は、フライホイール蓄電装置10cに対する充電を停止させるとともに、フライホイール蓄電装置10dに制御信号を出力して充電状態にする(時刻t13)。このようにして、フライホイール蓄電装置10a~10dに対する充電が順次行われる。

20

【0043】

次いで、時刻t14~t15において、グラフG1に示す通り、負荷側の負荷が90%を超えたとすると、コントローラ22は、フライホイール蓄電装置10aを出力状態にする。これにより、グラフG1中の過負荷となる部分Pで必要となる電力が、フライホイール蓄電装置10aから出力される電力によって賄えるため、見かけ上の電力負荷平準化(ピークカット)を実現することができる。

【0044】

以上説明した通り、本実施形態では、フライホイール蓄電装置10a~10dの全てを待機状態にしておき、負荷側の負荷状態に応じて、電力を出力させる出力状態にするフライホイール蓄電装置の数を制御している。これにより、フライホイール蓄電装置10a~10dの全てを同時に運転させる場合に比べて電力の固定損失を低減することができる。また、仮にフライホイール蓄電装置の運転開始に失敗したとしても系統負荷に対する電力供給が即座に停止されることがないため、系統負荷に対する電力供給の信頼性を高めることができる。

30

【0045】

以上、本発明の一実施形態によるフライホイール蓄電システムについて説明したが、本発明は上記実施形態に制限されず、本発明の範囲内で自由に変更が可能である。例えば、上記実施形態では、中間充電状態がフライホイール蓄電装置の充電量が最大充電量の50%になる充電状態である場合を一例として挙げた。しかしながら、本発明はこれに限られず、フライホイール蓄電装置が未充電である状態(残存電力量が供給限界に達した状態)及び満充電の状態以外の状態であれば良い。このため、例えば最大充電量の40%や60%を中間充電状態としても良い。

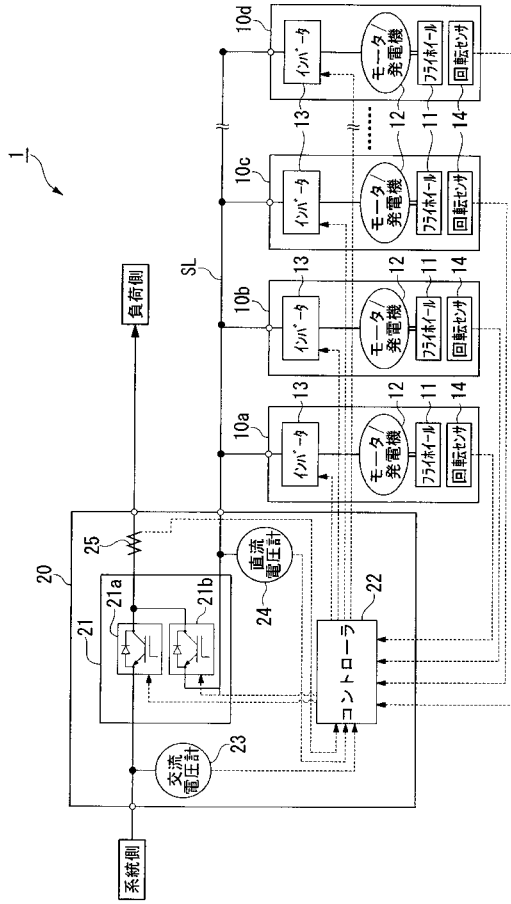
40

【符号の説明】

【0046】

1	フライホイール蓄電システム
10a~10d	フライホイール蓄電装置
22	コントローラ
25	交流電流計

【図1】



【図2】

