

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3572676号

(P3572676)

(45) 発行日 平成16年10月6日(2004.10.6)

(24) 登録日 平成16年7月9日(2004.7.9)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H02J 15/00

F I

H02J 15/00

A

請求項の数 1 (全 9 頁)

|           |                       |           |   |
|-----------|-----------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平6-240771           | (73) 特許権者 | 000002059<br>神鋼電機株式会社<br>東京都江東区東陽七丁目2番14号     |
| (22) 出願日  | 平成6年9月9日(1994.9.9)    | (74) 代理人  | 100075797<br>弁理士 齋藤 春弥                        |
| (65) 公開番号 | 特開平8-84445            | (74) 代理人  | 100070666<br>弁理士 後藤 武夫                        |
| (43) 公開日  | 平成8年3月26日(1996.3.26)  | (74) 代理人  | 100080506<br>弁理士 藤本 磯                         |
| 審査請求日     | 平成13年5月21日(2001.5.21) | (72) 発明者  | 内村 義治<br>愛知県豊橋市三弥町字元屋敷150番地<br>神鋼電機株式会社豊橋製作所内 |
|           |                       | 審査官       | 西山 昇  |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フライホイールによるエネルギー貯蔵放出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の出力能力を備えた電源から電気エネルギーを供給される電力回路において、当該電力回路にフライホイールを結合した誘導機を双方向性インバータを介して接続し、上記電源が備える出力能力に対応する予め設定した所定電気エネルギー未満の電力負荷条件においては、上記双方向性インバータの出力周波数を予め設定した所定周波数または該所定周波数以上の周波数として上記双方向性インバータから供給する電力により前記誘導機を電動機として作動し、該誘導機に結合するフライホイールに回転エネルギーとして蓄勢貯蔵し、上記電源が備える出力能力に対応する予め設定した所定電気エネルギー以上の電力負荷条件においては、上記双方向性インバータの出力周波数を予め設定した上記所定周波数よりも低い周波数にして前記フライホイールに結合する誘導機を該フライホイールにより駆動される発電機として作動させ、該フライホイールに蓄勢された回転エネルギーを電気エネルギーに変換して前記双方向性インバータに放出し、これを該双方向性インバータを介して当該電力回路で消費するようにするとともに、かつ、上記電源が備える出力能力に対応する予め設定した所定電気エネルギー未満の電力負荷条件において定める双方向性インバータの出力周波数は、前記フライホイールの回転速度に対応する周波数より所定値だけ高くし、および/または、上記電源の備える出力能力に対応する予め設定した所定電気エネルギー以上の電力負荷条件において定める双方向性インバータの出力周波数は、前記フライホイールの回転速度に対応する周波数より所定値だけ低くするようにしたことを特徴とするフライホイールによるエネルギー貯蔵放出装置。

10

20

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【産業上の利用分野】

この発明は、商用電力から電気エネルギーを供給される電力回路の受電設備をできるだけ経済的に押さえない電力システムや、またはディーゼルエンジン、ガスタービン等の駆動機械によって駆動される発電機によって、電気エネルギーを供給される電力システムに最適な用途、例えば、圧延機、溶接機等の負荷の場合のように急激に過大な電力の供給を要求される場合にも、電力負荷装置に安定に電力を供給できるようにしたフライホイールによるエネルギー貯蔵放出装置に関する。

【0002】

## 【従来の技術】

工場設備等においては、商用電力を所定受電能力を備えた受電設備によって受電し、構内の電力回路に電気エネルギーを供給するようにしている電力システムがある。

また、ディーゼルエンジン、ガスタービン等の内燃機関のような駆動機械によって駆動される発電機によって電気エネルギーが供給される電力システムがある。上述のような電力システムは、例えば、図4のように構成されている。

図4(A)は商用電力の受電システムの例を示すもので、同図において、1は変圧器や遮断器および計器類等を備えた受電設備、2は商用電力の系統電力配電線である。受電設備1の出力は構内の電力回路である構内配電線3によって構内に配電される。

構内配電線3は遮断器4を経由して電力負荷装置5に接続されている。

なお、同図(A)においては、電力システムの制御要素や開閉器等の記載は省略している。また、構内配電線3には複数の電力負荷装置が接続されるが、同図においては1組だけを代表して記している。

図4(B)は自家発電システム等の駆動機械によって発電機を駆動する閉回路の電力システムの例を示すもので、同図において、6は交流発電機、7は交流発電機を駆動する駆動機械である。交流発電機6の発電電力は構内の電力回路である構内配電線8によって構内に配電される。

構内配電線8は遮断器9を経由して電力負荷装置10に接続されている。

同図(B)においては、電力システムの制御要素や開閉器等の記載は省略している。また、構内配電線8には複数の電力負荷装置が接続されるが、同図においては1組だけを代表して記している。

【0003】

また、電源または負荷が不安定な場合に安定な電源を保証するためにフライホイールを使用する手段がある。

フライホイールまたはフライホイール効果を電力システムに使用する技術としては、例えば、特開昭55-58785号公報、特開昭55-82316号公報、特開平4-185233号公報、特開平4-275027号公報、特開平5-153732号公報、特開平5-274049号公報等に記載のものがある。

特開昭55-58785号公報に記載のものは、原子炉容器内のインターナルポンプモータへ電力を供給する母線に、慣性定数の大きい同期機を接続することにより、所内電源停電時にも炉心の熱除去を行い、燃料体の健全性を維持しようとするものである。

また、特開昭55-82316号公報に記載のものは、フライホイールを有する同期機を常時は電動機として移相のため運転し、電源喪失時には発電機として周波数変換装置母線に給電を行うことにより回転機および回路の費用を低減し得るバッファを構成しようとするものである。

また、特開平4-185233号公報に記載のものは、一定周波数の電力系統に接続され運転される風力発電設備において、風力発電の出力が大きいときは電動機となり、風力発電機の出力が小さいときは発電機となりフライホイールに蓄えられた運動エネルギーを電力として出力して、可変出力運転の出力変動を平滑化しようとするものである。

また、特開平4-275027号公報に記載のものは、原動機に直結して原動機の回転数

10

20

30

40

50

が変動しても常に商用周波数の電力を発生させる交流励磁同期機と、変動エネルギーの蓄積と放出とを行うフライホイール付交流励磁同期機とを組み合わせ、フライホイール付交流励磁同期機のエネルギー放蓄により負荷に安定した電力を供給しようとするものである。

また、特開平5 - 153732号公報に記載のものは、可変速同期機とフライホイールを用いて電力システムの安定度を向上させようとするものである。

さらに、特開平5 - 274049号公報に記載のものは、電源安定化のためにインバータでフライホイールを備えたモータを定常運転し、回生エネルギーを蓄積し、各種設備機器の運転中に瞬時電圧降下が発生したとき高速応答電圧降下検出リレーによる検出信号によってインバータの出力周波数を低下させ、モータの回生エネルギーを電源回生コンバータによって3相交流電源側に回生することによって電源電圧を昇圧し、定常電圧に復帰させようとするものである。

10

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のような従来の電力システムの場合には、次のような問題点があった。

1 急峻な負荷変動に耐えるためには、定常負荷の2倍程度の負荷にも耐えるような発電機や受電能力が必要になる。何故なら、そのようにしないと瞬間的に受電能力を超過したり、発電機の電圧または/および周波数を変動して電力品質を低下させる恐れがあるからである。

2 負荷機械にフライホイールを装備した前述の各公報記載の先行技術のものも、上述した問題点を解決したものではない。

20

例えば、特開平4 - 185233号公報に記載のものは、その実施例にも見られるように風力発電機の出力変動を検知して動作するものであって、出力の不安定な発電装置には対応できるが、負荷の急変動には対応できない。

また、特開平5 - 274049号公報に記載のものは、電力系統において、負荷の変動によって電源電圧が急落するのを補償するためのものであって、AVR (Automatic Voltage Regulator) が機能しているから電圧が安定しているシステムにおける負荷の変動には対応できない。

本発明は従来のものの上記課題(問題点)を解決し、構成が簡単で、しかも特性の良い電力エネルギーを得るためのフライホイールによるエネルギー貯蔵放出装置を提供することを目的とする。

30

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明に基づくフライホイールによるエネルギー貯蔵放出装置においては、電力回路にフライホイールを結合した誘導機を双方向性インバータを介して接続し、電源が備える出力能力に対応する予め設定した所定電気エネルギー未満の電力負荷条件においては、双方向性インバータの出力周波数を予め設定した所定周波数以上の周波数として双方向性インバータから供給する電力により誘導機を電動機として作動し、誘導機に結合するフライホイールに回転エネルギーを蓄勢貯蔵し、電源が備える出力能力に対応する予め設定した所定電気エネルギー以上の電力負荷条件においては、双方向性インバータの出力周波数を予め設定した所定周波数よりも低い周波数にして、誘導機をフライホイールの回転速度で駆動される発電機として作動させ、誘導機に結合するフライホイールに蓄勢された回転エネルギーを電気エネルギーに変換して双方向性インバータに放出し、これを双方向性インバータを介して電力回路に供給するとともに、かつ、電源が備える出力能力に対応する予め設定した所定電気エネルギー未満の電力負荷条件において定める双方向性インバータの出力周波数は、フライホイールの回転速度に対応する周波数より所定値だけ高くし、および/または、電源の備える出力能力に対応する予め設定した所定電気エネルギー以上の電力負荷条件において定める双方向性インバータの出力周波数は、フライホイールの回転速度に対応する周波数より所定値だけ低くするようにした。

40

#### 【0006】

50

**【作用】**

本発明のものでは、上述のように構成するようにしたので、電力負荷量が所定量未満の場合は双方向性インバータの周波数を高くするので、誘導機は電動機として機能し余剰電力エネルギーが誘導機に結合し、駆動されるフライホイールに回転エネルギーとして蓄勢して貯蔵される。

また、急激に負荷が過大になった場合等、負荷電力量が増大し、電源装置の出力許容量よりも大きくなった場合には、双方向性インバータの周波数を低くするのでフライホイールによって駆動され回転する回転速度よりも印加電力の周波数が低くなった誘導機は発電機として作動し、フライホイールに回転エネルギーとして貯蔵された回転エネルギーを電気エネルギーに変換し、電源から供給される電力に重畳して電力負荷に供給される。

10

また、電力負荷量の小さい場合には、双方向性インバータの出力周波数をフライホイールの回転速度に対応する所定周波数より所定値だけ高くすることにより、および/または、電力負荷量の大きい場合には双方向性インバータの出力周波数をフライホイールの回転速度に対応する所定周波数より所定値だけ低くすることにより、フライホイールの現在の回転速度に対応してフライホイールのエネルギー貯蔵能力を有効に活用でき、効率のよいエネルギー貯蔵放出装置が実現できる。

**【0007】****【実施例】**

本発明に基づくフライホイールによるエネルギー貯蔵放出装置を図1を参照して説明する。なお、同図において、従来技術のものに対応する構成については図4(A)と同一の符号を使用して示してある。

20

図1において、1は変圧器や遮断器等を備えた受電設備、2は商用電力の系統電力配電線である。受電設備1の出力は構内の電力回路である構内配電線3によって構内に配電される。構内配電線3には遮断器4を経由して電力負荷装置5に接続されている。

また、構内配電線3は開閉器11を経由して双方向性インバータ12の第1の入出力端子aに接続されている。双方向性インバータ12の第2の入出力端子bには誘導機13が接続され、誘導機13の回転軸にはフライホイール14が結合されている。

図1には、発電システムの制御要素や図示以外の開閉器や遮断機等の記載は省略し、各接続線も1本の線で簡略化して記している。また、構内配電線3には複数の電力負荷装置が接続されるが、同図においては1組だけを代表して記している。

30

図1に示した実施例では、従来例の図4(A)に示した電力システムに相当する電力システムに本発明を適用した例を示したが、さらに本発明を図4(B)に示した電力システムに適用する場合にも図1と同様に電力回路を構成する構内配電線8に開閉器11を経由して双方向性インバータ12の第1の入出力端子aを接続し、双方向性インバータ12の第2の入出力端子bにフライホイール14を結合した誘導機13を接続すれば同様に適用できる。

**【0008】**

双方向性インバータ12は、例えば、第1の入出力端子aに接続される構内配電線3の周波数である受電交流入力を直流に変換するコンバータ機能と、後述する第2のコンバータ/インバータ12bから供給される直流を構内配電線3の周波数、即ち、受電交流電力の周波数に変換して第1の入出力端子aに出力する機能を相互に実行する機能を備えた第1のコンバータ/インバータ12aと、第1のコンバータ/インバータ12aが変換した直流を誘導機13とフライホイール14の特性に適應させて定めた周波数の交流に変換して第2の入出力端子bに出力する機能と、この変換周波数を低くして誘導機13を交流発電機として機能させた場合、第2の入出力端子bから入力するこの発電交流を直流に変換して前述した第1のコンバータ/インバータ12aに供給する機能を備えた第2のコンバータ/インバータ12bによって構成され、また、詳細を後述する制御機能とを備えている。

40

**【0009】**

次に、図2を参照して誘導機13の本発明に活用する概要特性を説明する。

50

図 2 において横軸は誘導機の回転速度、縦軸の上半分には誘導機の出力トルク、縦軸の下半分には誘導機の入力（吸収）トルクを示している。

なお、図 2 に示す横軸の半ばに記した縦軸部は誘導機に供給される交流電力の周波数、即ち、図 1 に示す双方向性インバータ 1 2 から入力する交流周波数によって定まる誘導機 1 3 の同期速度であって、同期速度の左側は機械的負荷量によって定まるすべり速度に対応する電動機領域を示し、同期速度の右側は誘導機が機械的に強制的に回転させられることによって生じるすべり速度に対応する発電機領域を示している。

即ち、誘導機は誘導機に機械的負荷が結合され、電力が供給されると誘導機の特性和機械的負荷量によって定まるすべり速度  $m$  で回転する電動機として機械的負荷を駆動する。逆に、誘導機に結合される機構部から強制的に回転されて、その回転速度が同期速度より早くなると誘導機は誘導機の特性和電気的負荷量によって定まるすべり速度  $g$  で回転する発電機として機能し、接続された電力回路に電力を供給する。

#### 【 0 0 1 0 】

次に、図 3 を参照して図 1 に示した実施例における本発明の働きを説明する。図 3 は図 1 に示した電力負荷装置 5 の変動状況例を示した図で、同図の横軸に時間を、縦軸に負荷量（負荷電力量）を示している。

また、縦軸の中間部に記した横線はこの電力システムの条件で定まる基準負荷レベルを記している。

例えば、図 1 に示した受電設備 1 の受電契約量に対応する負荷量であって、通常ではこの基準負荷量以上に負荷が電力を吸収することが認められない量である。また、図 4 ( B ) に示した駆動機械により駆動される発電機によって電力が供給される自家発電システム等の電力システムの場合は、通常ではこの基準負荷量以上には発電機から発電させることができない電力負荷量である。

図 1 において、構内配電線 3 に電力が供給されている状態で開閉器 1 1 が投入され、図 3 に示すように負荷量が基準負荷量未満であると、構内配電線 3 から電力が双方向性インバータ 1 2 の第 1 の入出力端子 a に供給され、図示しない双方向性インバータ 1 2 の制御機能の働きによって、第 2 のコンバータ/インバータ 1 2 b は、フライホイール 1 4 の回転速度を誘導機 1 3 の同期速度とする周波数よりも誘導機 1 3 の回転特性に対応して予め設定したすべり速度分高い周波数を出力して誘導機 1 3 に供給する。

従って、誘導機 1 3 はフライホイールを機械的負荷として電動機領域で回転し、構内配電線 3 の電気エネルギーの余剰分がフライホイールの回転エネルギーとして蓄勢貯蔵される。

#### 【 0 0 1 1 】

次に、電力負荷装置 5 が、例えば圧延工場を含んでいて、複数のローラを駆動する複数の電動機に同時に電源が投入される等の場合には、図 3 の c 点に示すように負荷量が基準負荷レベルよりも超過したことを、受電設備 1 に装置した図示しない予め設置した、例えば、受電電力量と基準負荷（電力）量との差電力から判定する負荷変動検知機能が検知すると、図示しない双方向性インバータ 1 2 の制御機能の働きによって、第 2 のコンバータ/インバータ 1 2 b は、フライホイール 1 4 の回転速度を誘導機 1 3 の同期速度とする周波数よりも誘導機 1 3 の回転特性に対応して予め設定したすべり速度分低い周波数を出力して誘導機 1 3 に供給する。

従って、誘導機 1 3 はフライホイールを駆動源として発電機領域で回転する。従って、誘導機 1 3 の発電電力は第 2 のコンバータ/インバータ 1 2 b に入力して直流に変換され、さらに、第 1 のコンバータ/インバータ 1 2 a によって系統電力配電線 2 の周波数に変換して双方向性インバータ 1 2 の第 1 の入出力端子 a から構内配電線 3 に供給し、系統電力配電線 2 から供給される受電電力に重畳して電力負荷の不足分を負担する。即ち、フライホイール 1 4 に貯蔵された回転エネルギーが電気エネルギーに変換されて放出される。

#### 【 0 0 1 2 】

上述の説明は本発明の技術思想を実現するための基本手段と構成を示したものであって、この電力システムの規模と条件および電力負荷の条件等に対応して適切な要素機能を選定

10

20

30

40

50

し、構成するとともに作動するようにすれば良い。

例えば、負荷電力の変動を、受電設備 1 に装置した受電電力量と基準負荷（電力）量との差電力から判定する負荷変動検知機能によって検知するように説明したが、電力システムの電源が内燃機関により駆動される発電機等の場合で、AVR の応答速度が十分に早い場合は、内燃機関の応答遅れによる発電周波数の変動から検知するようにし、一方、AVR の応答速度が遅い場合または不足する場合には構内発電電圧の変動から検知するようにし、または発電機の出力電流値または発電電力量を計測して検知する等の適切な手段を設定すればよい。また、電力負荷機能の操作状況から定めるようにしても良い。

また、双方向性インバータ 12 から誘導機 13 に供給する周波数をフライホイール 14 の回転速度に対応して設定するように説明したが、過大または過小な周波数になるのを防止するには、周波数の設定上限または/および設定下限を予め設定しておけば良い。また、フライホイール 14 の回転速度に関係なく、誘導機 13 の特性と対応させて、誘導機 13 を電動機領域で駆動する予め設定した所定値の高い周波数か、誘導機 13 を発電機領域で駆動する予め設定した所定値の低い周波数を出力するようにしても良い。また、フライホイールの回転速度に対応する周波数の設定と予め設定した所定の周波数を条件に対応して適切に定めるようにしても良い。

上述した双方向性インバータ 12 を第 1 のコンバータ/インバータ 12 a、第 2 のコンバータ/インバータ 12 b および図示しない制御機能によって構成しているように説明したが、上述の実施例に示したように双方向の特性を備えて所望される周波数の交流を出力することができれば、その他の任意適切な構成にしても良い。

また、本発明を適用する場合に使用する誘導機としては、かご型誘導機を使用するのが、信頼性およびコスト上からも有効であるが、巻線型誘導機を使用し、2 次電流の制御を上記の制御条件に付加するようにしても良い。

【0013】

【発明の効果】

本発明は、上述のように構成し、作用するようにしたので、次のような優れた効果を有する。

1 フライホイールに貯蔵された回転エネルギーを負荷の急変時等に電気エネルギーに変換して放出し、発電電力に重畳することによって電力負荷量を平準化することができる。

2 従って、受電設備または発電設備を最大負荷に対応させる必要がなく、経済的である。

3 電源が自家発電システムのように、バックパワーの小さい場合、電力負荷量を平準化することができたので、負荷変動により生じる恐れのある電圧や周波数の変動をなくし、良質の電源を得ることができる。

4 双方向性インバータの出力周波数をフライホイールの回転速度に対応して定めるようにすると、フライホイールに貯蔵するエネルギー量をフライホイール機能および/または誘導機 13 の特性を最大限に高めるとともに、その貯蔵エネルギーを有効に活用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に基づくフライホイールによるエネルギー貯蔵放出装置の実施例を説明する電力システムの概要構成ブロック図である。

【図 2】本発明の機能を説明する誘導機 13 の概略特性図である。

【図 3】本発明の機能を説明する負荷の変動状況例を示す説明図である。

【図 4】本発明を適用する従来の電力システム例を示す概要構成ブロック図であって、同図 (A) は受電電力システムの例、同図 (B) は自家発電システム等の例を示している。

【符号の説明】

- 1：受電設備
- 2：系統電力配電線
- 3：構内配電線
- 4：遮断器

10

20

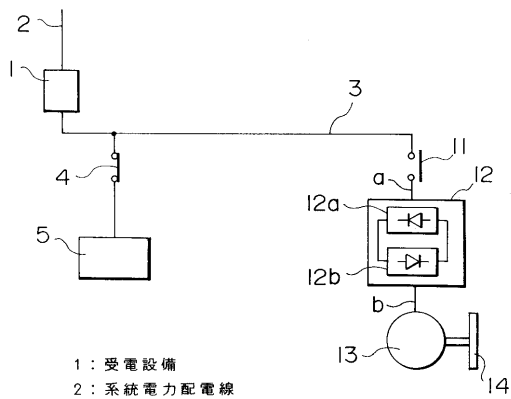
30

40

50

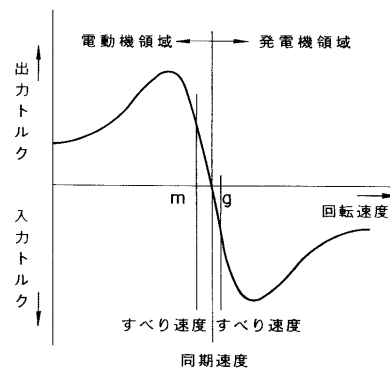
- 5 : 電力負荷装置
- 1 1 : 開閉器
- 1 2 : 双方向性インバータ
- 1 3 : 誘導機
- 1 4 : フライホイール

【 図 1 】

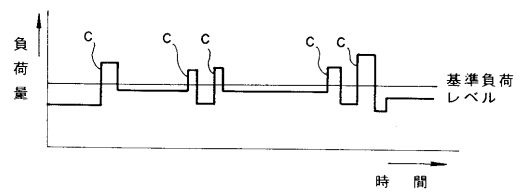


- 1 : 受電設備
- 2 : 系統電力配電線
- 3 : 構内配電線
- 4 : 遮断器
- 5 : 電力負荷装置
- 11 : 開閉器
- 12 : 双方向性インバータ
- 13 : 誘導機
- 14 : フライホイール

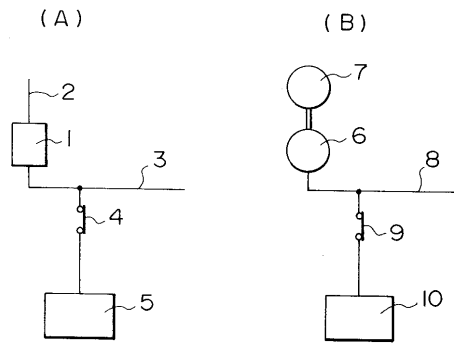
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平05 - 217588 (JP, A)  
特開平05 - 274049 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
H02J 15/00