

(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2016-220530

(P2016-220530A)

(43) 公開日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
H02J	3/38	(2006.01)	H02J	3/38	180	5G066
H02P	9/04	(2006.01)	H02P	9/04	Z	5H590

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2016-126785 (P2016-126785)	(71) 出願人	000001199 株式会社神戸製鋼所
(22) 出願日	平成28年6月27日 (2016. 6. 27)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(62) 分割の表示	特願2013-35906 (P2013-35906)の分割	(74) 代理人	100061745 弁理士 安田 敏雄
原出願日	平成25年2月26日 (2013. 2. 26)	(74) 代理人	100120341 弁理士 安田 幹雄
(31) 優先権主張番号	特願2012-190161 (P2012-190161)	(72) 発明者	足立 成人 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所 高砂製作所内
(32) 優先日	平成24年8月30日 (2012. 8. 30)	(72) 発明者	松村 昌義 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所 高砂製作所内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

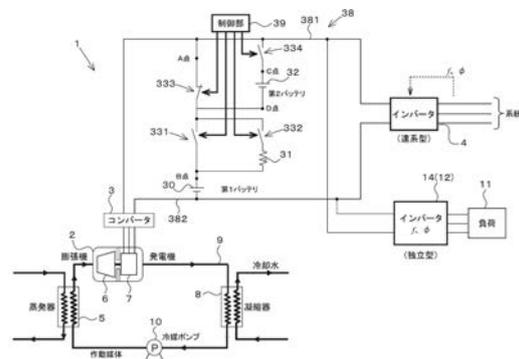
(54) 【発明の名称】 発電システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 発電システムにおいて連系下にあった電力系統が停電した場合においても継続して発電を行って、高い発電効率を維持する。

【解決手段】 本発電システム1は、発電装置2と、発電装置2で発電された交流電力を直流電力に変換するコンバータ3と、コンバータ3で変換された直流電力を、系統に連系可能な交流電力に変換する連系型インバータ4とを備えると共に、コンバータ3と連系型インバータ4との間から、負荷に直流または交流の電力を供給する負荷出力部12を備えていて、さらに、第1バッテリー30と、第1バッテリー30に直列に接続され、定格電圧が第1バッテリー30よりも低い第2バッテリー32とを備える。コンバータ3および負荷出力部12を繋ぐ直流配線の電圧が、第4開閉閾値よりも大きい場合に、第1バッテリー30および第2バッテリー32が直流配線に接続される。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

発電装置と、前記発電装置で発電された交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータで変換された直流電力を、系統に連系可能な交流電力に変換する連系型インバータとを備えると共に、

前記コンバータと連系型インバータとの間から、負荷に直流または交流の電力を供給する負荷出力部を備えていて、

さらに、第 1 バッテリと、

前記第 1 バッテリに直列に接続され、定格電圧が前記第 1 バッテリよりも低い第 2 バッテリと、を備え、

前記コンバータおよび前記負荷出力部を繋ぐ直流配線の電圧が第 4 開閉閾値よりも大きい場合に、前記第 1 バッテリおよび前記第 2 バッテリが前記直流配線に接続される

ことを特徴とする発電システム。

10

【請求項 2】

発電装置と、前記発電装置で発電された交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータで変換された直流電力を、系統に連系可能な交流電力に変換する連系型インバータとを備えると共に、

前記コンバータと連系型インバータとの間から、負荷に直流または交流の電力を供給する負荷出力部を備えていて、

前記負荷出力部は、前記コンバータで変換された直流電力を、交流電力に変換して前記負荷に出力する独立型インバータを有していて、

さらに、第 1 バッテリと、

前記第 1 バッテリに直列に接続され、定格電圧が前記第 1 バッテリよりも低い第 2 バッテリと、を備え、

前記コンバータおよび前記負荷出力部を繋ぐ直流配線の電圧が第 4 開閉閾値よりも大きい場合に、前記第 1 バッテリおよび前記第 2 バッテリが前記直流配線に接続される

ことを特徴とする発電システム。

20

【請求項 3】

前記直流配線の電圧が、前記第 4 開閉閾値以下であり、かつ、前記第 2 バッテリの電圧が第 5 開閉閾値よりも大きい場合に、前記第 1 バッテリおよび前記第 2 バッテリが前記直流配線に接続されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の発電システム。

30

【請求項 4】

発電装置と、前記発電装置で発電された交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータで変換された直流電力を、系統に連系可能な交流電力に変換する連系型インバータとを備えると共に、

前記コンバータと連系型インバータとの間から、負荷に直流または交流の電力を供給する負荷出力部を備えていて、

さらに、第 1 バッテリと、

前記第 1 バッテリよりも定格電圧が低い第 2 バッテリと、

前記コンバータおよび前記負荷出力部を繋ぐ直流配線と前記第 1 バッテリとの接続、および、前記直流配線と前記第 2 バッテリとの接続を切り替える第 1 接点部と、を備え、

前記第 1 接点部の切り替えにより前記第 1 バッテリおよび前記第 2 バッテリが個別に充電される

ことを特徴とする発電システム。

40

【請求項 5】

発電装置と、前記発電装置で発電された交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータで変換された直流電力を、系統に連系可能な交流電力に変換する連系型インバータとを備えると共に、

前記コンバータと連系型インバータとの間から、負荷に直流または交流の電力を供給する負荷出力部を備えていて、

50

前記負荷出力部は、前記コンバータで変換された直流電力を、交流電力に変換して前記負荷に出力する独立型インバータを有して、

さらに、第 1 バッテリと、

前記第 1 バッテリよりも定格電圧が低い第 2 バッテリと、

前記コンバータおよび前記負荷出力部を繋ぐ直流配線と前記第 1 バッテリとの接続、および、前記直流配線と前記第 2 バッテリとの接続を切り替える第 1 接点部と、を備え、

前記第 1 接点部の切り替えにより前記第 1 バッテリおよび前記第 2 バッテリが個別に充電される

ことを特徴とする発電システム。

【請求項 6】

前記第 2 バッテリを前記第 1 バッテリに直列に繋ぐ第 2 接点部を備え、

前記直流配線の電圧が第 1 電位設定範囲の上限値よりも大きい、または、下限値よりも小さい場合に、前記第 2 接点部が閉じられて前記第 1 バッテリおよび前記第 2 バッテリが前記直流配線に接続されることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の発電システム。

【請求項 7】

前記発電装置として、

作動媒体を蒸発させる蒸発器と、前記蒸発器で蒸発した作動媒体の蒸気を膨張させ前記発電機を駆動する回転駆動力を発生させる膨張機と、前記膨張機で膨張した作動媒体の蒸気を液体に凝縮する凝縮器と、前記凝縮器で凝縮した液体の作動媒体を循環させる作動媒体ポンプと、を閉ループ状の循環配管上に備えたバイナリサイクル発電装置を採用していることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力系統からの電力供給が途絶えた状態や電力系統との連系が切断された状態になっても発電を維持することができる発電システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、病院、公共機関、製造所、住宅などにおいては、電力系統とは別に自発的に発電を行える発電設備が設けられることがある。このような発電設備は、設置された場所で必要とされる発電を行うと共に、余剰となった発電電力を系統連系された電力系統（すなわち、電力会社）に売電することもできるようになっている。このように自立的な発電を可能とする発電システムとしては、次の特許文献 1 や特許文献 2 のようなものが知られている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、加熱媒体との熱交換により作動媒体を蒸発させる蒸気発生器と、前記蒸気発生器で蒸発した作動媒体を膨張させて機械的動力を得る膨張機と、冷却媒体との熱交換により前記膨張機で膨張した作動媒体を凝縮させる凝縮器と、前記膨張機で得られた機械的動力により駆動されて発電する発電機と、前記発電機で発電した電力あるいは商用電力により作動し、前記冷却媒体を前記凝縮器に導入する冷却媒体導入手段と、前記膨張機及び前記発電機の運転条件が所定の値を超えないように前記冷却媒体導入手段に送電する電力を制御する制御装置と、を備える発電装置が開示されている。

【0004】

また、特許文献 2 には、燃料流量によって出力制御可能なガスタービンに、永久磁石式同期発電機が連結されるタービン発電機と、タービン発電機に接続されるコンバータと、コンバータと負荷との間に接続されるインバータと、交流連系系統に接続される変圧手段と、変圧手段とインバータとの間に接続される整流手段と、コンバータからの出力部である直流部に接続される回生抵抗とを含み、タービン発電機からコンバータを介してインバータに給電される電圧が、予め定める第 1 電圧値以下の状態では、変圧手段および整流手段を介して交流連系系統からインバータに給電し、タービン発電機からコンバータを介し

10

20

30

40

50

てインバータに給電される電圧が、予め定める第2電圧値以上の状態では、回生抵抗によって余剰電力を消費するように構成されることを特徴とするタービン発電装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-006683号公報

【特許文献2】特開2005-218163号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した特許文献1や特許文献2の発電装置は、電力系統に常に繋がった状態となっていて、連系された電力系統に発電した電力を売電する際には、発電した電力の電圧、周波数、位相を外部電力系統を流れるものと同調可能とする（正確に一致させる）連系型のインバータを備えている。

ところが、このような連系型のインバータは、電力系統の電圧、周波数、位相を参照にして、発電した電力の電圧、周波数、位相を調整する構成とされている。そのため、電力系統が何らかの理由で停電してしまうと、参照すべき位相などが無くなってしまい、発電した電力の電圧、周波数、位相を調整することができなくなってしまう。それゆえ、特許文献1や特許文献2の発電システムでは、電力系統が停電すると連系型のインバータも停止し、発電した電力を負荷に送ることができなくなる。その結果、発電装置による無負荷での発電を避ける必要から、発電システムも運転を継続することができなくなって、最終的には発電システムでの発電も停止してしまう。

【0007】

また、電力系統の停電により停止していた発電システムを再び始動させるには、発電システムがランキンサイクルの場合には作動媒体や冷却水を循環させるポンプなどを動かすといった操作を行ってからでなくては、定常的な発電を行うことができない。そのため、特許文献1や特許文献2の発電システムでは、停電していた電力系統が復帰して、電力系統からの電力供給が可能となった場合にも、上述したポンプなどを最初に動かしてからでないと発電を行うことができない。つまり、電力系統が復帰しても実際に自立した発電システムで発電された電力が供給できるようになるには長大な時間が必要となり、結果として発電効率を大きく下がってしまうという問題もある。

【0008】

本発明は、上記した問題に鑑みて為されたものであり、連系下にあった電力系統が停電した場合においても継続して発電を行うことができ、高い発電効率を維持することができる発電システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記目的を達成するため、本発明は次の技術的手段を講じている。

すなわち、本発明の発電システムは、発電装置と、前記発電装置で発電された交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータで変換された直流電力を、系統に連系可能な交流電力に変換する連系型インバータとを備えると共に、前記コンバータと連系型インバータとの間から、負荷に直流または交流の電力を供給する負荷出力部を備えていて、さらに、第1バッテリーと、前記第1バッテリーに直列に接続され、定格電圧が前記第1バッテリーよりも低い第2バッテリーと、を備え、前記コンバータおよび前記負荷出力部を繋ぐ直流配線の電圧が第4開閉閾値よりも大きい場合に、前記第1バッテリーおよび前記第2バッテリーが前記直流配線に接続されることを特徴とする。

【0010】

また、本発明の発電システムは、発電装置と、前記発電装置で発電された交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータで変換された直流電力を、系統に連系可

10

20

30

40

50

能な交流電力に変換する連系型インバータとを備えると共に、前記コンバータと連系型インバータとの間から、負荷に直流または交流の電力を供給する負荷出力部を備えていて、前記負荷出力部は、前記コンバータで変換された直流電力を、交流電力に変換して前記負荷に出力する独立型インバータを有していて、さらに、第1バッテリーと、前記第1バッテリーに直列に接続され、定格電圧が前記第1バッテリーよりも低い第2バッテリーと、を備え、前記コンバータおよび前記負荷出力部を繋ぐ直流配線の電圧が第4開閉閾値よりも大きい場合に、前記第1バッテリーおよび前記第2バッテリーが前記直流配線に接続されることを特徴とする。

【0011】

なお、好ましくは、前記直流配線の電圧が、前記第4開閉閾値以下であり、かつ、前記第2バッテリーの電圧が第5開閉閾値よりも大きい場合に、前記第1バッテリーおよび前記第2バッテリーが前記直流配線に接続されるとよい。

また、本発明の発電システムは、発電装置と、前記発電装置で発電された交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータで変換された直流電力を、系統に連系可能な交流電力に変換する連系型インバータとを備えると共に、前記コンバータと連系型インバータとの間から、負荷に直流または交流の電力を供給する負荷出力部を備えていて、さらに、第1バッテリーと、前記第1バッテリーよりも定格電圧が低い第2バッテリーと、前記コンバータおよび前記負荷出力部を繋ぐ直流配線と前記第1バッテリーとの接続、および、前記直流配線と前記第2バッテリーとの接続を切り替える第1接点部と、を備え、前記第1接点部の切り替えにより前記第1バッテリーおよび前記第2バッテリーが個別に充電されることを特徴とする。

【0012】

また、本発明の発電システムは、発電装置と、前記発電装置で発電された交流電力を直流電力に変換するコンバータと、前記コンバータで変換された直流電力を、系統に連系可能な交流電力に変換する連系型インバータとを備えると共に、前記コンバータと連系型インバータとの間から、負荷に直流または交流の電力を供給する負荷出力部を備えていて、前記負荷出力部は、前記コンバータで変換された直流電力を、交流電力に変換して前記負荷に出力する独立型インバータを有していて、さらに、第1バッテリーと、前記第1バッテリーよりも定格電圧が低い第2バッテリーと、前記コンバータおよび前記負荷出力部を繋ぐ直流配線と前記第1バッテリーとの接続、および、前記直流配線と前記第2バッテリーとの接続を切り替える第1接点部と、を備え、前記第1接点部の切り替えにより前記第1バッテリーおよび前記第2バッテリーが個別に充電されることを特徴とする。

【0013】

なお、好ましくは、前記第2バッテリーを前記第1バッテリーに直列に繋ぐ第2接点部を備え、前記直流配線の電圧が第1電位設定範囲の上限値よりも大きい、または、下限値よりも小さい場合に、前記第2接点部が閉じられて前記第1バッテリーおよび前記第2バッテリーが前記直流配線に接続されるとよい。

なお、好ましくは、前記発電装置として、作動媒体を蒸発させる蒸発器と、前記蒸発器で蒸発した作動媒体の蒸気を膨張させ前記発電機を駆動する回転駆動力を発生させる膨張機と、前記膨張機で膨張した作動媒体の蒸気を液体に凝縮する凝縮器と、前記凝縮器で凝縮した液体の作動媒体を循環させる作動媒体ポンプと、を閉ループ状の循環配管上に備えたバイナリサイクル発電装置を採用しているとよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明の発電システムによれば、連系下にあった電力系統が停電した場合においても継続して発電を行うことができ、高い発電効率を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】第1実施形態の発電システムの説明図である。

【図2】第2実施形態の発電システムの説明図である。

10

20

30

40

50

【図 3】第 3 実施形態の発電システムの説明図である。

【図 4】従来の発電システムの説明図である。

【図 5】第 4 実施形態の発電システムの説明図である。

【図 6】第 4 実施形態の発電システムにおける第 1 バッテリの充放電の手順を示したフローチャート図である。

【図 7】第 5 実施形態の発電システムの説明図である。

【図 8】第 5 実施形態の発電システムにおける第 1 バッテリの充放電の手順を示したフローチャート図である。

【図 9】第 6 実施形態の発電システムの説明図である。

【図 10】第 6 実施形態の発電システムにおける第 1 バッテリの充放電及び第 2 バッテリの充電の手順を示したフローチャート図である。

【図 11】第 6 実施形態の発電システムにおける第 1 バッテリの充放電及び第 2 バッテリの充電の手順を示したフローチャート図である。

【図 12】第 7 実施形態の発電システムの説明図である。

【図 13】第 7 実施形態の発電システムにおける第 1 バッテリ及び第 2 バッテリの充放電の手順を示したフローチャート図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

[第 1 実施形態]

以下、本発明の発電システム 1 の第 1 実施形態を、図を用いて説明する。

図 1 に示すように、第 1 実施形態の発電システム 1 は、電力会社などが供給する電力系統とは別に設けられた自立的な発電設備であって、自ら発電した電力を負荷（例えば、工場内の設備など）に供給したり、電力系統に売電したりできるようになっている。

【0017】

本発明の発電システム 1 に設けられる発電装置 2（発電機）は、どのような発電方式に属するものであっても良い。例えば、蒸気を用いたランキンサイクルやガスタービンのような発電方式であっても良いし、水力、太陽光、風力といった自然エネルギーで発電を行う方式であっても良い。なお、以降の第 1 実施形態、及び後述する第 2 実施形態では、バイナリサイクルを利用した発電装置 2（バイナリ発電装置）を用いた例を挙げて、本発明の発電システム 1 を説明する。

【0018】

第 1 実施形態の発電システム 1 は、所定の電力（例えば、200V の三相交流）を発電可能な発電装置 2（発電機）と、この発電装置 2 で発電された交流の電力を直流の電力に変換するコンバータ 3 と、コンバータ 3 で変換された直流の電力を外部の系統（電力系統）に連系可能な交流に変換する連系型インバータ 4 とを有している。

次に、第 1 実施形態の発電システム 1 を構成する発電装置 2、コンバータ 3、及び連系型インバータ 4 について、まず説明する。

【0019】

第 1 実施形態の発電装置 2 は、バイナリサイクルを用いて発電を行うバイナリ発電装置 2 であり、発電装置 2 外で発生した地熱や工場排熱などのような熱源を利用して発電を行うものである。

この発電装置 2 は、熱源の熱を利用して液体の作動媒体（例えば、代替えフロンなど）を蒸発させる蒸発器 5 と、この蒸発器 5 で生成された作動媒体の蒸気を用いて膨張機 6 のタービン（例えば、スクリュ膨張機のスクリュタービン）を回転させて発電を行う発電機 7 と、この発電機 7 で発電に用いられた作動媒体の蒸気を凝縮させて液体に戻す凝縮器 8 とを有している。これらの蒸発器 5、膨張機 6、凝縮器 8 は作動媒体を循環させる閉ループ状の循環配管 9 により接続されており、この循環配管 9 には作動媒体（例えば、水より沸点の低い低沸点の有機媒体など）を蒸発器 5 から膨張機 6・凝縮器 8 を経由して蒸発器 5 に帰還する順に循環させる媒体循環ポンプ 10 が備えられている。

【0020】

10

20

30

40

50

なお、この発電装置 2 に用いられる発電機 7 は交流を発生させる発電機であり、発電機 7 で発電された交流の電力（3 相交流）は、3 極配線を介してコンバータ 3 に送られる。

コンバータ 3 は、発電機 7 で発電された交流の電力を直流に変換するものである。このコンバータ 3 で直流に変換された直流電力は、直流状態のままコンバータ 3 から独立型インバータ 1 4 に送られる。

【0021】

独立型インバータ 1 4 は、後述する連系型インバータ 4 とは異なり、装置自身において、出力側の電圧、周波数、位相を設定することが可能となっているものである。したがって、例えば、負荷 1 1 が 200 V、60 Hz の三相交流で稼働する負荷 1 1 である場合は、独立型インバータ 1 4 における変換後の交流の特性の設定を「電圧 = 200 V、周波数 = 60 Hz、位相差 = 120°」に指定するとよい。それにより、独立型インバータ 1 4 は、発電装置 2 で発電され、コンバータ 3 を経由して供給される直流電力を、所望とする（負荷に合った）交流電力へと変換できる。

10

【0022】

負荷 1 1 に電力を供給した上で発電装置 2 で発電された電力に余裕がある場合は、発電した電力の一部を電力系統に売電することもできる。例えば、コンバータ 3 から独立型インバータ 1 4 に向かう直流配線の途中に分岐配線を設け、この分岐配線に連系型インバータ 4 を設ける。

この連系型インバータ 4 は、コンバータ 3 で直流に変換された電力を再び交流に変換するものである。この連系型インバータ 4 には、図中に点線で示すように外部に設けられた電力系統で供給されている（電力会社から供給されている）交流の電圧、周波数、位相の情報が入力されており、連系型インバータ 4 は電力系統から入力された情報に合わせて、電力系統で供給されているものと全く同じ電圧、周波数、位相の交流に直流の電力を変換するものとなっている。

20

【0023】

例えば、この連系型インバータ 4 に、200 V、60 Hz、位相差 120° の電力系統が接続されている場合、この電力系統の品質に合わせて直流の電力を 200 V、60 Hz、位相差 120° の交流に高精度で変換する。また、この連系型インバータ 4 では、電力系統を流れる交流電力との間に位相差が生じないように、電力系統を流れる交流電力と位相が同期した交流が出力される。このようにして連系型インバータ 4 で変換された交流の電力は、必要に応じて外部の電力系統に供給（売電）することができる。

30

【0024】

以上述べた本実施形態の発電システム 1 は、言い換えるならば、コンバータ 3 と連系型インバータ 4 との間に、負荷 1 1 に直流または交流の電力を供給する負荷出力部 1 2（独立型インバータ 1 4）を設けたものである。この位置に負荷出力部 1 2 を設けるのは、次のような理由からである。

図 4 は比較例に係る発電システムを示す図である。コンバータで直流に変換された電力をインバータ 1 0 4 で交流に変換した後、交流に変換された電力を負荷 1 1 1 に送る場合を考える。

【0025】

このインバータ 1 0 4 は、上述した連系型インバータ 4 と同様に電力系統を流れる電力の電圧、周波数、あるいは位相と等しくなるように直流を交流に変換するもの、言い換えれば連系型のインバータ 1 0 4 とされている必要がある。

40

ところが、図 4 に示すようなシステムにおいて、電力系統が落雷や災害などで停電した場合には発電を継続することが困難になることがある。というのも、インバータ 1 0 4 は、例えば電力系統を流れる電力の電圧、周波数、あるいは位相と等しくなるように直流を交流に変換しているため、インバータ 1 0 4 が停止してしまうと、直流の電力を交流に変換することができない。そうすると、図 4 に示す発電システムでは、発電した電力を負荷 1 1 1 に送ることができなくなり、発電を継続することが不可能になる。

【0026】

50

このように、図4の発電システムでは、電力系統が停電した場合には、電力系統とは別に自家発電が可能な発電装置102が設けられているにも関わらず、負荷に電力を供給することができなくなる。

一方で、本発明の発電システム1では、コンバータ3と連系型インバータ4との間に、上述したような負荷出力部12を設けて、負荷出力部12から連系型インバータ4を経由することなく直接負荷11に電力を供給することにより、電力系統の停電などの理由で連系型インバータ4が停止した場合であっても、独立型インバータ14は動き続けるため、発電した電力を負荷11に供給することを可能としている。このようにすれば発電装置2で発電した電力を負荷11で消費し続けることが可能となり、連系型インバータ4が停止しても発電装置2での発電を継続することが可能となる。

10

【0027】

やがて、停電していた電力系統が復帰して電力系統からの電力供給が可能になったら、停止状態にあった連系型インバータ4を再始動させる。そうすると、発電した電力を電力系統に供給することが可能になる。

なお、上述した負荷出力部12をコンバータ3と連系型インバータ4との間に設けて、発電装置2で発電した電力を負荷に供給する場合には、図例のように負荷変動に伴って発生するコンバータ3の出力側の電圧変動を安定化させる電圧安定化手段13が、コンバータ3と負荷出力部12との間に備えられているのが好ましい。

【0028】

図1に示すように、電圧安定化手段13は、コンバータ3から独立型インバータ14に達するまでの直流配線に設けられていて、負荷変動に伴ってこれらの直流配線間に発生する電圧変動を安定化させるものである。言い換えれば、電圧安定化手段13は、直流配線間に発生する電圧変動を安定化させることにより、負荷(電圧)の変動を吸収するものということもできる。

20

【0029】

具体的には、電圧安定化手段13は、直流配線間(極間)を結ぶ配線上に設けられた抵抗15と、直流配線間の電圧を測定する電圧測定器16とを有している。さらに、電圧安定化手段13は、電圧測定器16で測定された電圧が所定の電圧となっているか否かを比較(判断)する比較部17(コンパレータなど)と、比較部17での判断の結果に応じて例えば20kHzの高周波数で作動するスイッチング部18とを備えている。スイッチング部18は、高周波ゲート指令部19(指令部)とこの高周波ゲート指令部19の信号がゲートに入力されるIGBT20(パワースイッチング素子)とを備えていて、IGBT20のスイッチング動作により直流配線間で生じる負荷(電圧)を調整している。なお、直流配線間を結ぶ配線上には、スイッチング部18と並列に整流子が設けられていてもよい。

30

【0030】

なお、スイッチング部18を構成するIGBT20に代えてSSR(Solid State Relay)やコンタクタ(SSC)を用いることもできる。また、本発明の電圧安定化手段13では、スイッチング部18をトランジスタ(TR)などで構成することも可能である。トランジスタで構成すると、高速なスイッチング動作を不要にでき、簡便な構成でありながらもノイズ発生などの問題を回避可能となる。

40

【0031】

なお、負荷出力部12から負荷11に送られる電力は一般には交流であることが多いが、直流であっても良い。負荷が例えば直流で動く設備である場合は、直流のまま負荷に電力を供給する方が良いからである。

次に、上述した発電システム1において電力系統が停電した際に行われる操作と、比較例に係る発電システム1において電力系統が停電した際に行われる操作とを対比して、本発明の発電システム1が有する作用効果について詳しく説明する。

【0032】

例えば、送電線に落雷があったり発電所が災害などをを受けて電力系統が停電した場合を

50

考える。このように電力系統が停電すれば、電力系統から連系型インバータ4に対して入力される信号がなくなり、直流の電力を交流に変換することができなくなって連系型インバータ4は停止してしまう。

ここで、図4に示す発電システム101（参考の発電システム101）であれば、負荷111が連系型インバータ104よりも電力系統側に設けられているため、連系型インバータ104が停止すると、発電装置102側から負荷111に所定の電圧、周波数、位相を備えた交流を送ることができなくなる。その結果、負荷111に対する電力の供給が完全にストップする。そして、発電装置102は無負荷で発電を行うことになるので、発電装置102自体も最終的に停止する。

【0033】

つまり、図4の発電システム101では、電力系統が停電した場合には、電力系統とは別に自家発電が可能な発電装置102が設けられているにも関わらず、負荷に電力を供給することができなくなる。

一方、図1に示す第1実施形態の発電システム1の場合であれば、電力系統の停電に伴って連系型インバータ4が停止してしまった場合も、負荷出力部12が負荷11に電力を供給し続ける。つまり、コンバータ3で変換された直流の電力を負荷出力部12の独立型インバータ14が交流の電力に変換し、負荷11に合わせた電圧、周波数、または位相の交流を供給し続ける。そのため、電力系統が停電した後も発電装置2で発電した電力は負荷11に送られ、電力系統が停電しても負荷11である設備などは運転を継続することができる。つまり、第1実施形態の発電システム1は、高信頼性を有する発電システム1である。さらに、第1実施形態の発電システム1の場合は発電装置2は停止しないため、従来の発電システム1のように発電装置2を再始動させるために複雑な操作は不要となる。

【第2実施形態】

次に、第2実施形態の発電システム1について、図2を用いて説明する。

【0034】

図2に示すように、第2実施形態の発電システム1は、コンバータ3と負荷出力部12との間に、上述した電圧安定化手段13と並列にバッテリー21（蓄電手段）を備えている点が、第1実施形態と大きく異なっている。

具体的には、この第2実施形態の発電システム1は、直流の電力を蓄電するバッテリー21を有している。このバッテリー21は、コンバータ3から独立型インバータ14に向かう直流配線（乃至は分岐配線）に設けられた蓄電ユニットであり、一定時間だけ電力を供給可能なものとなっている。このバッテリー21は、直流配線に対してON/OFFスイッチを介して接続されている。バッテリー21に蓄えられた電力は、例えば冷媒ポンプ10や発電装置2の起動に用いられる。また、当該電力は発電システム1以外の機器に供給されてもよい。

【0035】

ところで、第2実施形態の発電システム1において、上述した電圧安定化手段13に加えてバッテリー21を設ける理由は、次のようなものである。

例えば、上述した発電システム1において、負荷側で消費する電力量が想定以上に大きくなった場合を考える。この場合、負荷の増大に合わせて発電装置2で発電される電力を迅速に増やすことが望まれる。

【0036】

しかしながら、第2実施形態の発電システム1における発電装置2は、バイナリサイクルを用いた発電装置2であり、バイナリサイクルでは作動媒体の循環量を急峻に増加させることができず、そのため発電された電力がすぐに増加することはなく、増大する負荷に対して発電される電力の追従が遅れがちになる。また、抵抗15、IGBT20などで構成された第1実施形態と略同様な電圧安定化手段13では、直流配線を通る直流電力の一部を抵抗15で消費するものであって、負荷の増大に合わせて供給電力を増やす作用を有するものではない。

【0037】

10

20

30

40

50

そこで、第2実施形態の発電システム1では、電圧安定化手段に加えてバッテリー21を設けておき、負荷変動により負荷側の消費電力が大きくなった場合には、バッテリー21のスイッチをONにして、バッテリー21に充電された電力を負荷出力部12側へ供給する。斯かるバッテリー21からの電力供給により、独立型インバータ14の入側での電力不足、電圧低下を回避でき、独立型インバータ14の出力(すなわち負荷側)で電圧が低下するなどといった不都合を確実に防ぐことができるものとなる。

【0038】

そして、バッテリー21を用いて増えた負荷11を補っている間に、バイナリサイクルでの作動媒体を増やすなどして、発電装置2で発電される電力を増大させる。やがて、負荷11の増分に対応した電力が発電装置2で発電できるようになったら、バッテリー21をOFFにし、コンバータ3～独立型インバータ14間の直流配線から切り離すようにする。

逆に、負荷側で消費する電力量が想定以上に小さくなった場合は、バッテリー21のスイッチをOFFにしたまま、第1実施形態と同様の電圧安定化手段13を用いて電力の一部を消費して、コンバータ3と独立型インバータ14との間の直流配線を通る直流電力の電圧を小さくするとよい。この際、バッテリー21のスイッチをONにしてバッテリー21への充電を行うようにしてもよい。こうすることで、電力をむだに使用する状況(電圧安定化手段13を用いて電力の一部を熱として消費)を多少なりとも回避できるようになる。

【0039】

このように、電圧安定化手段13及びバッテリー21を設ければ、負荷の増大、減少にも確実に対応し、コンバータ3～独立型インバータ14間の直流配線における電圧変動を補償して常に安定した電力を供給できる高信頼性を備えた発電システム1を実現できるようになる。なお、第2実施形態の他の構成や他の作用効果は、第1実施形態と略同様であるため、詳細な説明は省略する。

[第3実施形態]

次に、第3実施形態の発電システム1について、図3を用いて説明する。

【0040】

図3に示すように、第3実施形態の発電システム1は、高温高圧の蒸気などを利用して発電を行う発電装置2を用いている点が第1実施形態と大きく異なっている。

すなわち、第3実施形態の発電システム1に設けられる発電装置2は、スクリュ膨張機6と、このスクリュ膨張機6で発生する回転駆動力により、発電を行う発電機7を備えている。さらに、スクリュ膨張機6内に高温高圧の蒸気を導入する高圧蒸気配管23と、スクリュ膨張機6内で膨張された低圧の蒸気を排出する低圧蒸気配管24とを備えている。この高圧蒸気配管23には、スクリュ膨張機6内に流入する蒸気の圧力を計測する入側の圧力計25と、膨張機内に流入する蒸気の圧力や流量を調整する調整弁26が備えられている。

【0041】

また、低圧蒸気配管24には、スクリュ膨張機6から外部に排気される蒸気の圧力を計測する出側の圧力計27と、スクリュ膨張機で膨張済みの低圧の蒸気を貯留するバッファタンク28とを有している。このバッファタンク28に貯留された低圧の蒸気は、他の設備などで二次的に利用される。

上述したような第3実施形態の発電システム1では、高圧蒸気配管24を通じてスクリュ膨張機6内に導かれた高圧の蒸気がスクリュ膨張機6のスクリュタービンを回転させ、スクリュタービンに連結された発電機7で発電が行われる。

【0042】

つまり、第1実施形態と同様に、例えば発電機7を用いて発生した交流の電力をコンバータ3で直流電力に変換し、コンバータ3で変換された直流電力を連系型インバータ4で系統に連系可能な交流電力に変換するようにした上で、コンバータ3と連系型インバータ4との間から負荷出力部12を用いて負荷11に直流または交流の電力を供給すれば、連系下にあった電力系統が停電した場合においても継続して発電を行うことができ、高い信頼性を維持することが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

第 3 実施形態の他の構成や他の作用効果は、第 1 実施形態と略同様であるため、詳細な説明は省略する。

【 第 4 実施形態 】

次に、第 4 実施形態の発電システム 1 について、図 5 を用いて説明する。発電システム 1 の構成は、第 2 実施形態の装置（図 2 参照）と略同じである。第 1 バッテリ 3 0 は、コンバータ 3 から系統へと向かう直流配線 3 8（以下、「母線 3 8」という。）に接続されており、第 1 バッテリ 3 0 と母線 3 8 との間には接点 3 3 1 が設けられる。第 1 バッテリ 3 0 の定格電圧は 3 4 2 V である。第 1 バッテリ 3 0 は蓄電された電力（1 0 k W）を 3 0 分間、負荷 1 1 に供給することが可能である。

10

【 0 0 4 4 】

接点 3 3 1 の開閉は制御部 3 9 にて行われる。接点 3 3 1 は常開接点である。接点 3 3 1 として I G B T 等の半導体スイッチが用いられる。母線 3 8 に生じる電圧は定常的に 3 4 5 V 以上 3 5 0 V 以下の範囲に制御される。以下、母線 3 8 に生じる電圧を「母線電圧」といい、当該範囲を「定常範囲」という。ただし、発電システム 1 は 3 4 0 V 以上 3 8 0 V 以下の範囲まで出力可能である。以下、当該範囲を「許容範囲」という。

【 0 0 4 5 】

次に、第 1 バッテリ 3 0 の充電及び放電の手順を図 6 を参照しつつ述べる。まず、第 1 バッテリ 3 0 のプラス側の位置である B 点の電位 V_b が測定され、電位 V_b が予め設定された第 1 開閉閾値（本実施形態では、3 4 1 . 5 V）以下であるか否かが判断される（ステップ S 1 0 1）。電位 V_b はマイナス側母線 3 8 2 を基準として求められており、実質的に第 1 バッテリ 3 0 の電圧に等しい。電位 V_b が第 1 開閉閾値以下であると判断されると、接点 3 3 1 が閉じられる（ステップ S 1 0 2）。既述のように、母線電圧の定常範囲が 3 4 5 V 以上 3 5 0 V 以下であることから第 1 バッテリ 3 0 の電圧は母線電圧よりも低く、第 1 バッテリ 3 0 が充電される。一定時間経過後、接点 3 3 1 が初期状態、すなわち、開かれ、ステップ S 1 0 1 に戻り、再び電位 V_b と第 1 開閉閾値とが比較される。

20

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 0 1 において、電位 V_b が第 1 開閉閾値よりも大きいと判断されると、図 5 中の A 点、すなわち、プラス側母線 3 8 1 の電位 V_a が測定され、電位 V_a が予め設定された第 2 開閉閾値（本実施形態では、3 4 1 . 5 V）以下であるか否かが判断される（ステップ S 1 0 3）。電位 V_a が第 2 開閉閾値以下となった場合、すなわち、電位 V_a が定常範囲よりも低下した場合、接点 3 3 1 が閉じられる（ステップ S 1 0 2）。第 1 バッテリ 3 0 が十分に充電された状態では、第 1 バッテリ 3 0 が母線 3 8 へと放電する。これにより、母線電圧が低下しても負荷 1 1 へ供給される電力量の低下を補うことができる。一定時間経過後、接点 3 3 1 が開かれ、ステップ S 1 0 1 に戻る。一方、電位 V_a が第 2 開閉閾値よりも大きい場合、接点 3 3 1 を開いた状態が維持される（ステップ S 1 0 4）。一定時間経過後、ステップ S 1 0 1 に戻る。

30

【 0 0 4 7 】

以上に説明したように、発電システム 1 では、第 1 バッテリ 3 0 の電圧および母線電圧に応じて接点 3 3 1 を開閉することにより、接点 3 3 1 を常時閉じる場合に比べて、第 1 バッテリ 3 0 の負荷を低減し、第 1 バッテリ 3 0 を長寿命とすることができる。

40

第 1 開閉閾値および第 2 開閉閾値は、母線電圧の下限値（本実施形態では 3 4 0 V）以上とされ、第 1 バッテリ 3 0 の定格電圧（本実施形態では、3 4 2 V）以下とされるのであれば他の値でもよい。

【 0 0 4 8 】

第 1 バッテリ 3 0 は、定格電圧が 3 4 0 V 以上であれば他のバッテリーが用いられてもよい。発電システム 1 では、接点 3 3 1 として半導体リレーに代えてメカニカルリレーが用いられてもよい。以下の実施形態における各種接点においても同様である。発電システム 1 では、実質的に、第 1 バッテリ 3 0 の電圧と第 1 開閉閾値との比較、および、母線電圧と第 2 開閉閾値との比較を行うことができるのであれば、必ずしもマイナス側母線 3 8 2

50

を基準として電位の測定を行う必要はない。以下の実施形態におけるバッテリーおよび母線と閾値との比較においても同様である。

[第 5 実施形態]

次に、第 5 実施形態の発電システム 1 について、図 7 を用いて説明する。発電システム 1 の構成は、第 1 バッテリ 30 および接点 331 を介して母線 38 に接続される分岐経路と、第 1 バッテリ 30、抵抗 31 および接点 332 を介して母線 38 に接続される分岐経路と、を備える。他の構造は、第 4 実施形態の装置と同様である。接点 331、332 は常開接点である。

【 0049 】

図 8 は、第 1 バッテリ 30 の充電及び放電の手順を示したものである。まず、B 点の電位 V_b が測定され、電位 V_b が予め設定された第 1 開閉閾値（本実施形態では、341.5V）以下であるか否かが判断される（ステップ S201）。電位 V_b が第 1 開閉閾値以下である場合、ステップ S202 へ移行する。電位 V_b が第 1 開閉閾値より大きい場合は、ステップ S203 へ移行する（詳細については後述する。）。

10

【 0050 】

ステップ S202 では、A 点の電位 V_a を測定し、電位 V_a と予め設定された第 3 開閉閾値（本実施形態では、345V）とを比較する。電位 V_a が第 3 開閉閾値以上の場合、接点 332 が閉じられるとともに接点 331 が開かれ（ステップ S204）、第 1 バッテリ 30 が充電される。抵抗 31 を介して第 1 バッテリ 30 が充電されることにより、母線電圧が大きい場合であっても、突入電流を防止することができる。一定時間経過後、接点 331、332 が初期状態に戻され、ステップ S201 に戻る。

20

【 0051 】

一方、ステップ S202 において、電位 V_a が第 3 開閉閾値より小さい場合、接点 331 が閉じられるとともに接点 332 が開かれる（ステップ S205）。母線電圧が第 1 バッテリ 30 の電圧よりも大きい場合には、第 1 バッテリ 30 が充電される。母線電圧と第 1 バッテリ 30 の電圧との差が小さいため、抵抗 31 を介することなく充電を行うことができ、不要な電力消費を防止することができる。母線電圧が第 1 バッテリ 30 の電圧よりも小さい場合には、第 1 バッテリ 30 が放電する。一定時間経過後、接点 331、332 が初期状態に戻され、ステップ S201 に戻る。

30

【 0052 】

ステップ S201 において、電位 V_b が第 1 開閉閾値よりも大きいと判断されると、A 点の電位 V_a を測定し、電位 V_a と予め設定された第 2 開閉閾値（本実施形態では、341.5V）とを比較する（ステップ S203）。電位 V_a が第 2 開閉閾値以下である場合、接点 331 が閉じられるとともに接点 332 が開かれる（ステップ S205）。第 1 バッテリ 30 の電圧が母線電圧よりも大きい場合、第 1 バッテリ 30 は母線 38 へと放電する。一定時間経過後、ステップ S201 に戻る。

【 0053 】

電位 V_a が第 2 開閉閾値よりも大きい場合、接点 331 および接点 332 が開かれ、第 1 バッテリ 30 と母線 38 とが分断される（ステップ S206）。一定時間経過後、ステップ S201 に戻る。

40

第 5 の実施形態においても、第 4 の実施形態と同様に、第 1 バッテリ 30 が母線 38 に常時接続される場合に比べて、第 1 バッテリ 30 を長寿命とすることができる。第 3 開閉閾値は母線電圧の許容範囲内において、第 2 開閉閾値よりも大きい値として設定されるのであれば任意に設定されてよい。

[第 6 実施形態]

次に、第 6 実施形態の発電システム 1 について、図 9 を用いて説明する。発電システム 1 は、第 1 バッテリ 30、接点 331 及び接点 333 を介して母線 38 に接続される分岐経路と、第 1 バッテリ 30、接点 331、第 2 バッテリ 32 及び接点 334 を介して母線 38 に接続される分岐経路と、第 1 バッテリ 30、抵抗 31、接点 332 及び接点 333 を介して母線 38 に接続される分岐経路と、第 1 バッテリ 30、抵抗 31、接点 332、

50

第2バッテリー32及び接点334を介して母線38に接続される分岐経路と、を備える。本実施形態では、第2バッテリー32の定格電圧は30Vである。その他の構成は、第5の実施形態と同様である。接点333は常閉接点である。接点331, 332, 334は常開接点である。第1バッテリー30および第2バッテリー32には内部抵抗が小さいものが利用されることが好ましい。

【0054】

次に、第1バッテリー30及び第2バッテリー32の充放電の流れについて図10を参照しつつ述べる。まず、プラス側母線381の位置であるA点の電位 V_a を測定し、電位 V_a と予め設定された第4開閉閾値（本実施形態では、375V）とを比較する（ステップS301）。電位 V_a が第4開閉閾値以下であると判断された場合、接点333が閉じられ、接点334が開かれる（ステップS312）。ただし、接点331, 332は開かれている。なお、電位 V_a が第4開閉閾値より大きい場合、すなわち、母線電圧が許容電圧の上限値近傍まで上昇した場合については後述する。

10

【0055】

次に、電位 V_a と第2バッテリー32のプラス側の位置であるC点の電位 V_c とを比較する（ステップS302）。換言すれば、母線電圧と第1バッテリー30および第2バッテリー32の電圧の和とを比較する。電位 V_a が電位 V_c より低いと判断されると、第2バッテリー32のマイナス側の位置であるD点における電位 V_d が求められ、電位 V_c と電位 V_d との差、すなわち、第2バッテリー32の電圧（ $V_c - V_d$ ）が求められる。電位 V_a が電位 V_c 以上である場合の動作については後述する。そして、第2バッテリー32の電圧と予め設定された第5開閉閾値（本実施形態では10V）とを比較する（ステップS303）。

20

【0056】

第2バッテリー32の電圧が第5開閉閾値より大きい場合、接点332, 333が開かれ、かつ、接点331, 334が閉じられる（ステップS313）。これにより、第1バッテリー30および第2バッテリー32が母線38に接続され、第1バッテリー30および第2バッテリー32が母線38へと放電する。一定時間経過後、接点331~334が初期状態に戻され、ステップS301に戻る。

【0057】

ところで、ステップS302において電位 V_a が電位 V_c 以上である場合、及び、ステップS303において電位 V_c と電位 V_d との差（ $V_c - V_d$ ）が第5開閉閾値以下である場合、A点の電位 V_a が測定され、電位 V_a と予め設定された第6開閉閾値（本実施形態では、345V）とが比較される（ステップS306）。電位 V_a が第6開閉閾値以上である場合、接点332が閉じられるとともに、接点331が開かれる（ステップS307）。これにより、抵抗31を介して第1バッテリー30が充電される。母線38と第1バッテリー30との間に抵抗31を設けることにより、突入電流を防止することができる。一定時間経過後、接点331~334が初期状態に戻され、ステップS301に戻る。

30

【0058】

一方、ステップS306において、電位 V_a が第6開閉閾値より小さいと判断されると、第1バッテリー30のプラス側の位置であるB点の電位 V_b を測定し、電位 V_b と第1開閉閾値（本実施形態では、341.5V）とを比較する（ステップS308）。電位 V_b が第1開閉閾値以下であると判断されると、接点331が閉じられ、かつ、接点332が開かれる（ステップS309）。これにより、母線電圧に応じて第1バッテリー30の充電または放電が行われる。母線電圧と第1バッテリー30の電圧との差が小さい場合には、抵抗31を介さずに充放電が行われることにより、不要な電力消費を防止することができる。一定時間経過後、接点331~334が初期状態に戻され、ステップS301に戻る。

40

【0059】

ステップS308において、電位 V_b が第1開閉閾値よりも大きいと判断されると、接点331, 332が開かれ（ステップS310）、第1バッテリー30と母線38とが分断される。一定時間経過後、ステップS301に戻る。なお、第1バッテリー30と母線38

50

との接続が分断されるのであれば、接点 3 3 3 , 3 3 4 を開いてもよい。

ところで、ステップ S 3 0 1 において、電位 V a が第 4 開閉閾値より大きい場合、接点 3 3 2 , 3 3 4 が閉じられ、接点 3 3 1 , 3 3 3 が開かれる (ステップ S 3 0 4)。これにより、第 1 バッテリ 3 0 および第 2 バッテリ 3 2 が母線 3 8 に接続され、これらのバッテリー 3 0 , 3 2 が充電される。発電システム 1 では、母線電圧が許容電圧の上限値近傍まで上昇した場合であっても、第 1 バッテリ 3 0 および第 2 バッテリ 3 2 により電力を吸収することができ、母線電圧の急峻な上昇による負荷 1 1 側への過大な電力の供給が抑えられる。一定時間経過後、接点 3 3 1 ~ 3 3 4 が初期状態に戻され、ステップ S 3 0 1 に戻る。

【 0 0 6 0 】

以上、第 1 バッテリ 3 0 および第 2 バッテリ 3 2 の充放電の流れについて説明したが、発電システム 1 では、第 1 バッテリ 3 0 および第 2 バッテリ 3 2 の充放電により、母線電圧が変動しても負荷 1 1 側へ安定した電力を供給することができる。負荷を用いて電力を消費する場合に比べて、生成された電力を効率よく利用することができる。第 6 の実施形態では、第 4 開閉閾値は、母線電圧の定常範囲の上限値以上とされ、許容範囲の上限値未満とされるのであれば任意の値に設定されてよい。第 6 開閉閾値は、第 4 開閉閾値未満とされ、第 1 バッテリ 3 0 の電圧以上とされるのであれば任意の値に設定されてよい。第 5 開閉閾値は、第 1 バッテリ 3 0 と第 2 バッテリ 3 2 の電圧の和が母線電圧よりも大きい場合において、第 2 バッテリ 3 2 の定格電圧未満であり、母線電圧から第 1 バッテリ 3 0 の電圧を引いた値以上の任意の値に設定されてよい。

【 0 0 6 1 】

図 1 1 は、変形例に係る充電及び放電の手順を示すフローチャートである。図 1 1 では、図 1 0 のステップ S 3 0 8 に代えてステップ S 3 1 1 が行われる。他の動作は図 1 0 と同様である。

ステップ S 3 0 6 において、電位 V a が第 6 開閉閾値より低いと判断されると、電位 V a が第 2 開閉閾値 (本実施形態では、3 4 1 . 5 V) 以下であるか否かが判断される (ステップ S 3 1 1)。電位 V a が第 2 開閉閾値以下であると判断されると、接点 3 3 1 を閉じ、接点 3 3 2 を開く (ステップ S 3 0 9)。母線電圧に応じて第 1 バッテリ 3 0 に対して充放電が行われる。また、電位 V a が第 2 開閉閾値よりも大きいと判断されると、接点 3 3 1 , 3 3 2 が開かれ (ステップ S 3 1 0)、第 1 バッテリ 3 0 と母線 3 8 とが分断される。図 1 1 に示す場合においても、負荷 1 1 側へ安定した電力を供給することができる。

[第 7 実施形態]

次に、第 7 実施形態の発電システム 1 について、図 1 2 を用いて説明する。発電システム 1 は、第 1 バッテリ 3 0、接点 3 3 1 及び接点 3 3 3 を介して母線 3 8 に接続される分岐経路と、第 1 バッテリ 3 0、接点 3 3 1、第 2 バッテリ 3 2 及び接点 3 3 4 を介して母線 3 8 に接続される分岐経路と、抵抗 3 1、接点 3 3 2、第 2 バッテリ 3 2 及び接点 3 3 4 を介して母線 3 8 に接続される分岐経路と、を備える。本実施形態では、第 1 バッテリ 3 0 の定格電圧は 3 5 0 V であり、第 2 バッテリ 3 2 の定格電圧は 5 0 V である。母線電圧の許容範囲は 3 3 0 V 以上 3 8 0 V 以下である。その他の構成は、第 6 の実施形態と同様である。

【 0 0 6 2 】

発電システム 1 では、接点 3 3 1 および接点 3 3 3 を閉じることにより、第 1 バッテリ 3 0 が母線 3 8 に接続され、接点 3 3 2 および接点 3 3 4 を閉じることにより、第 2 バッテリ 3 2 が母線 3 8 に接続される。接点 3 3 1 および接点 3 3 4 を閉じることにより、第 1 バッテリ 3 0 および第 1 バッテリ 3 0 に直列に接続された第 2 バッテリ 3 2 が母線 3 8 に接続される。このように、第 1 の接点部である接点 3 3 1 および接点 3 3 3 の組、並びに、接点 3 3 2 および接点 3 3 4 の組により、母線 3 8 と第 1 バッテリ 3 0 との接続および母線 3 8 と第 2 バッテリ 3 2 との接続が切り替えられ、第 1 バッテリ 3 0 の充放電と第 2 バッテリ 3 2 への充電とが個別に行われる。また、第 2 の接点部である接点 3 3 1 およ

10

20

30

40

50

び接点 334 の組により、第 1 バッテリ 30 および第 2 バッテリ 32 と母線 38 とが接続され、これらのバッテリ 30, 32 の充放電が同時に行われる。

【0063】

図 13 は第 1 バッテリ 30 および第 2 バッテリ 32 の充電及び放電の手順を示す図である。まず、A 点の電位 V_a が測定され、電位 V_a が母線 38 における瞬時的な電圧変動が許容される範囲である第 1 設定電位範囲（本実施形態では 340 V 以上 375 V 以下の範囲）内であるか否かが判断される（ステップ S401）。電位 V_a が第 1 設定電位範囲内である場合、接点 331, 333 が閉じられるとともに接点 332, 334 が開かれる（ステップ S402）。電位 V_a が第 1 設定電位範囲外の場合については後述する。これにより、第 1 バッテリ 30 が母線 38 に接続される。第 1 バッテリ 30 の電圧が母線電圧よりも低い場合には第 1 バッテリ 30 に充電が行われ、第 1 バッテリ 30 の電圧が母線電圧よりも大きい場合には第 1 バッテリ 30 が放電する。このように、第 1 バッテリ 30 にて充放電が行われることにより、母線電圧が変動しても負荷 11 側へ安定した電力を供給することができる。また、第 1 バッテリ 30 に対して、いわゆるトリクル充電が行われるため、第 1 バッテリ 30 の自然放電を補うことができる。

10

【0064】

一定時間経過後、A 点の電流 I_a 、すなわち、第 1 バッテリ 30 と母線 38 との間の電流が測定され（ステップ S403）、電流 I_a と第 1 電流設定値（本実施形態では、0.5 A）とが比較される。電流 I_a が第 1 電流設定値より大きいと判断されると、ステップ S401 へ戻る。電流 I_a が第 1 電流設定値以下であると判断されると、電位 V_a が母線電圧の定常範囲（345 V 以上 350 V 以下の範囲）である第 2 設定電位範囲内であるか否かが判断される（ステップ S404）。

20

【0065】

電位 V_a が第 2 設定電位範囲外であると判断されると、ステップ S401 へ戻る。電位 V_a が第 2 設定電位範囲内であると判断されると、第 2 バッテリ 32 のマイナス側の位置である D 点の電位 V_d と、プラス側の位置である C 点の電位 V_c とが測定され、第 2 バッテリ 32 の電圧（ $V_c - V_d$ ）と、第 7 開閉閾値（本実施形態では、40 V）とが比較される（ステップ S405）。第 2 バッテリ 32 の電圧（ $V_c - V_d$ ）が第 7 開閉閾値以上である場合、ステップ S401 へ戻る。

【0066】

第 2 バッテリ 32 の電圧（ $V_c - V_d$ ）が第 7 開閉閾値より低い場合、接点 331, 333 を開き、接点 332, 334 を閉じる（ステップ S406）。その結果、第 2 バッテリ 32 が充電される。発電システム 1 では、母線電圧が第 2 設定電位範囲内であることにより、第 2 バッテリ 32 の充電を安定して行うことができる。なお、接点 331, 333 および接点 332, 334 の開閉は同時に行われることがより好ましいが、接点 331, 333 が開かれた後に接点 332, 334 が閉じられてもよい。

30

【0067】

一定時間経過後、プラス側母線 381 から第 2 バッテリ 32 へと分岐する経路を流れる電流 I_e （図 12 における E 点の電流）が第 2 電流設定値（本実施形態では、0.5 A）以下であるか否かが判断される（ステップ S407）。本実施形態では、第 2 バッテリ 32 の充電量の割合が 50% となるときの電流値を第 2 電流設定値として設定している。ただし、第 2 電流設定値は他の値とされてもよい。電流 I_e が第 2 電流設定値以下となると、ステップ S401 へ戻る。電流 I_e が第 2 電流設定値よりも大きい場合、電位 V_a が第 2 設定電位範囲内であるか否かが判断される（ステップ S410）。電位 V_a が第 2 設定電位範囲内である場合には、再び電流 I_e と第 2 電流設定値とが比較され（ステップ S407）、電流 I_e が第 2 電流設定値以下であると判断されると、ステップ S401 へ戻る。電流 I_e が第 2 電流設定値よりも大きい場合には、電位 V_a と第 2 設定電位範囲とが比較され（ステップ S410）、電位 V_a が第 2 設定電位範囲内であると判断されると、ステップ S407 へ戻る。このように、電流 I_e が第 2 電流設定値以下となるまでステップ S407, S410 が繰り返され、充電量が 50% となるまで第 2 バッテリ 32 が充電さ

40

50

れる。ただし、ステップ S 4 1 0 において、電位 V a が第 2 設定電位範囲を超えたと判断されると、強制的にステップ S 4 0 1 へ戻る。

【 0 0 6 8 】

ところで、ステップ S 4 0 1 において、測定した電位 V a が第 1 設定電位範囲外であると判断されると、接点 3 3 1 , 3 3 4 を閉じ、接点 3 3 2 , 3 3 3 を開く (ステップ S 4 0 8)。電位 V a が第 1 設定電位範囲の上限値よりも大きい、すなわち、母線電圧が許容範囲の上限値近傍である場合には、第 1 バッテリ 3 0 および第 2 バッテリ 3 2 が充電される。一定時間経過後、E 点における電流 I e が第 3 電流設定値 (本実施形態では、2 A) 以下であるか否かが確認され (ステップ S 4 0 9)、電流 I e が第 3 電流設定値以下となると、接点 3 3 1 ~ 3 3 4 が初期状態に戻され、ステップ S 4 0 1 へ戻る。また、電流 I e が第 3 電流設定値よりも大きい場合、電流 I e が第 3 電流設定値以下となるまで所定時間ごとに電流 I e の大きさが繰り返し確認される。

10

【 0 0 6 9 】

一方、電位 V a が第 1 設定電位範囲の下限値よりも低い、すなわち、許容範囲の下限値近傍である場合、第 1 バッテリ 3 0 および第 2 バッテリ 3 2 が放電する。一定時間経過後、電流 I e が第 3 電流設定値以下であるか否かが確認され (ステップ S 4 0 9)、電流 I e が第 3 電流設定値以下となると、ステップ S 4 0 1 へ戻る。電流 I e が第 3 電流設定値よりも大きい場合、第 3 電流設定値以下となるまで所定時間ごとに電流 I e の大きさが繰り返し確認される。

【 0 0 7 0 】

第 1 バッテリとして鉛蓄電池等の内部抵抗が大きいものを用いた発電システムでは、母線電圧が許容範囲の下限値近傍まで低下すると、放電の際に電圧降下が大きいことから母線に十分な電力を供給することができない。これに対し、発電システム 1 では、第 1 バッテリ 3 0 の内部抵抗による電圧降下を第 2 バッテリ 3 2 に蓄電された電力にて補うことができる。

20

【 0 0 7 1 】

以上のように、発電システム 1 では、母線電圧が許容範囲の上限値または下限値となる場合であっても、負荷 1 1 側へ安定した電力を供給することができる。

以上、第 1 バッテリ 3 0 および第 2 バッテリ 3 2 の動作について説明したが、第 1 設定電位範囲内において、第 1 バッテリ 3 0 と第 2 バッテリ 3 2 とが個別に充電されることから、第 1 バッテリ 3 0 および第 2 バッテリ 3 2 の過充電を抑えることができる。また、第 1 バッテリ 3 0 として鉛蓄電池など内部抵抗が大きいものを利用することができ、バッテリーの選択の自由度を高くすることができる。その結果、発電システム 1 の製造コストを抑えることが可能となる。本実施形態では、第 7 開閉閾値は、第 2 バッテリ 3 2 の定格電圧より小さい値で設定されるのであれば他の値でもよい。第 1 設定電位範囲の上限値は、定常範囲の上限値と許容範囲の上限値との間の任意の値に設定されてよく、下限値は、定常範囲の下限値と許容範囲の下限値との間の任意の値に設定されてよい。第 2 設定電位範囲は必ずしも母線電圧の定常範囲と同じとされる必要はない。第 2 設定電位範囲の下限値および上限値は、第 1 バッテリ 3 0 の定格電圧である 3 5 0 V から 1 0 V を減じた値以上、定格電圧に 1 0 V を加えた値以下の範囲にて設定されることが好ましい。ただし、第 2 設定電位範囲の下限値は第 1 設定電位範囲の下限値よりも大きくされ、上限値は第 1 設定電位範囲の上限値よりも小さくされる。

30

40

【 0 0 7 2 】

なお、今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。特に、今回開示された実施形態において、明示的に開示されていない事項、例えば、運転条件や操業条件、各種パラメータ、構成物の寸法、重量、体積などは、当業者が通常実施する範囲を逸脱するものではなく、通常の当業者であれば、容易に想定することが可能な値を採用している。第 2 実施形態では、蓄電手段としてバッテリー 2 1 に代えてコンデンサが設けられてもよく、バッテリーおよびコンデンサの両方が互いに並列に設けられてもよい。第 1 バッテリ 3 0 は複数セルを直列に配置したものや複数セルを

50

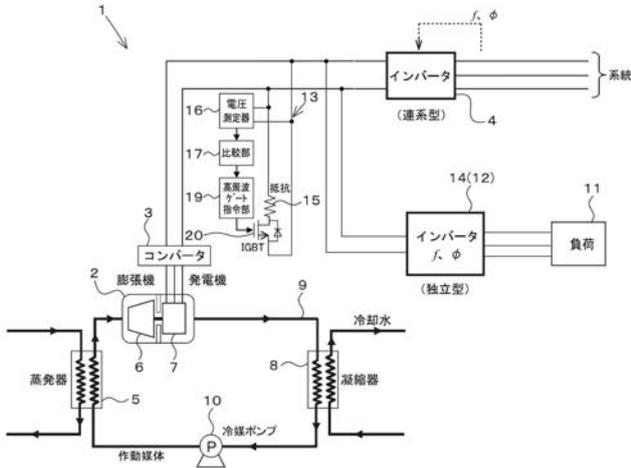
並列に配置したものが用いられてもよい。第2バッテリー32においても同様である。上記第4ないし第7の実施形態におけるバッテリーと母線との接続動作において、接点を初期状態に戻す操作はバッテリーの電圧や母線電圧に基づいて行われてもよい。

【符号の説明】

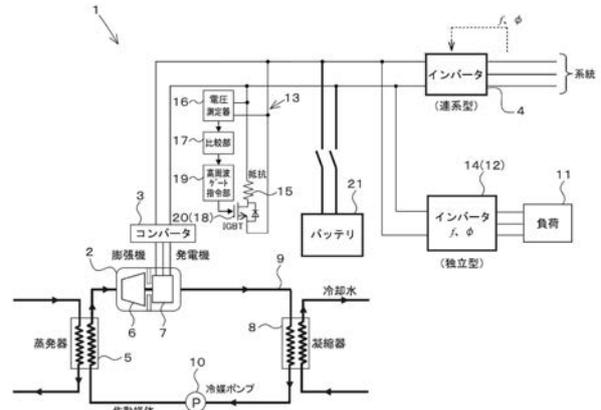
【0073】

1	発電システム	
2	発電装置	
3	コンバータ	
4	連系型インバータ	
5	蒸発器	10
6	膨張機	
7	発電機	
8	凝縮器	
9	循環配管	
10	媒体循環ポンプ	
11	負荷	
12	負荷出力部	
13	電圧安定化手段	
14	独立型インバータ	
15	抵抗	20
16	電圧測定器	
17	比較部	
18	スイッチング部	
19	高周波ゲート指令部	
20	I G B T	
21	バッテリー	
23	高圧蒸気配管	
24	低圧蒸気配管	
25	入側の圧力計	
26	調整弁	30
27	出側の圧力計	
28	バッファタンク	
30	第1バッテリー	
31	抵抗	
32	第2バッテリー	
101	参考の発電システム	
102	参考の発電システムに設けられた発電装置	
104	参考の発電システムに設けられた連系型インバータ	
111	参考の発電システムに設けられた負荷	

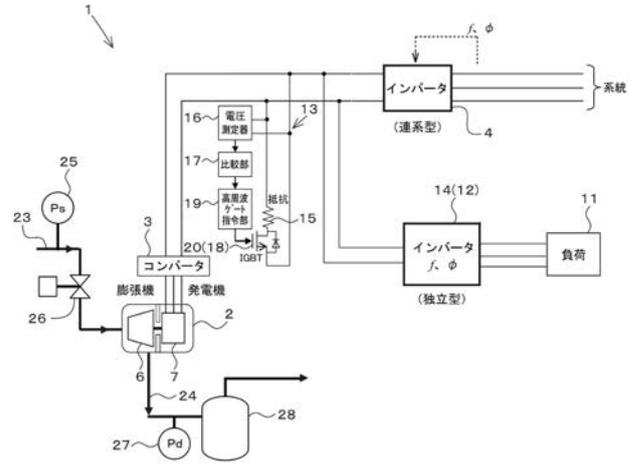
【図1】



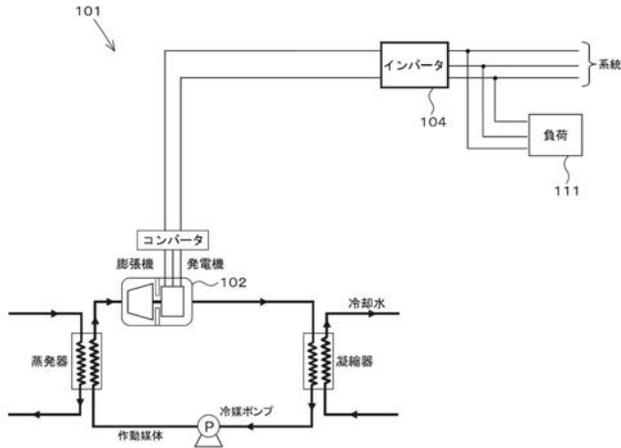
【図2】



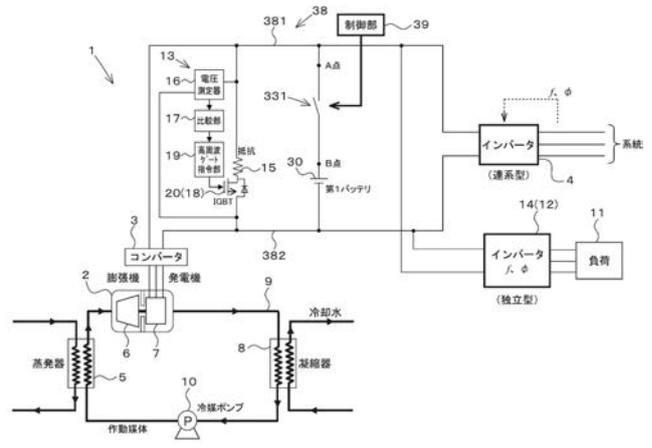
【図3】



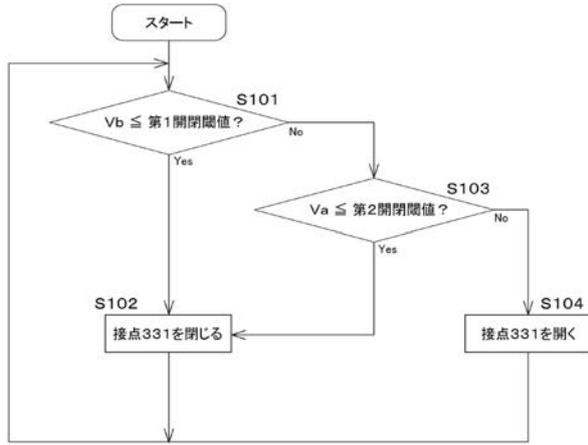
【図4】



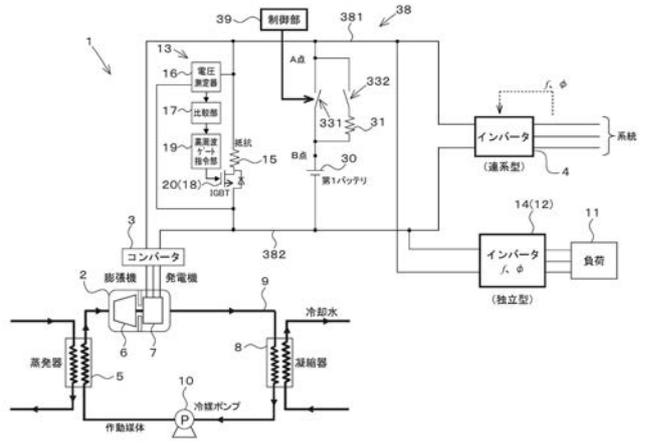
【図5】



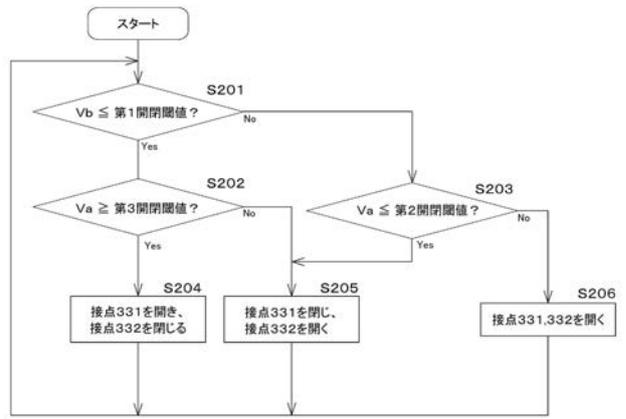
【図6】



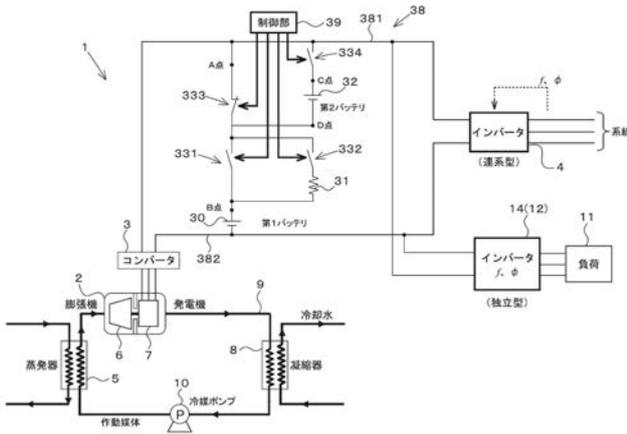
【図7】



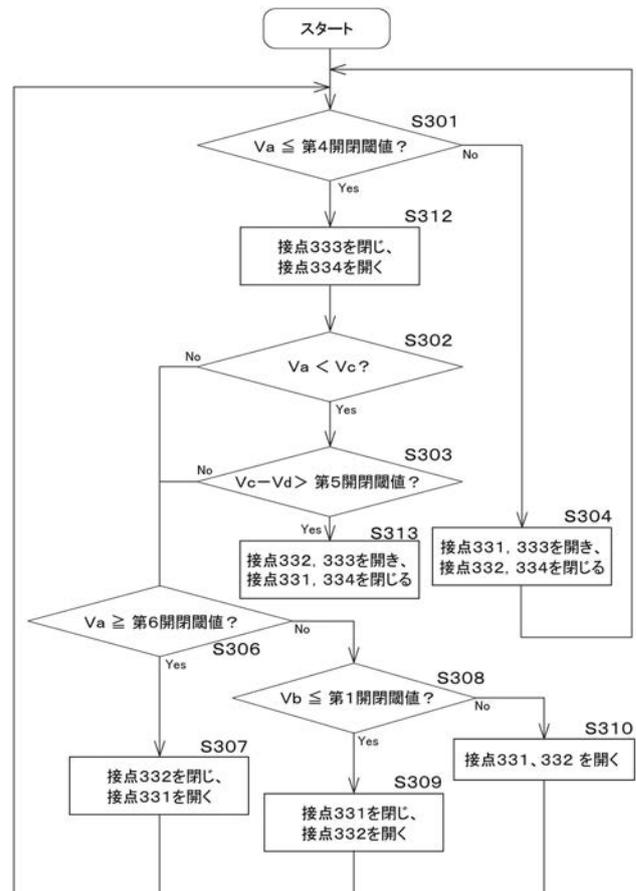
【図8】



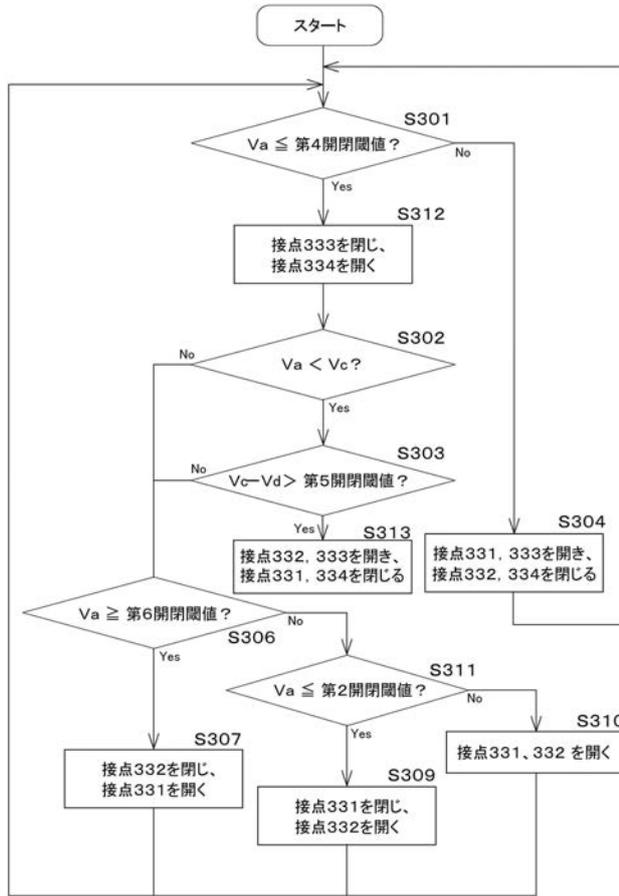
【図9】



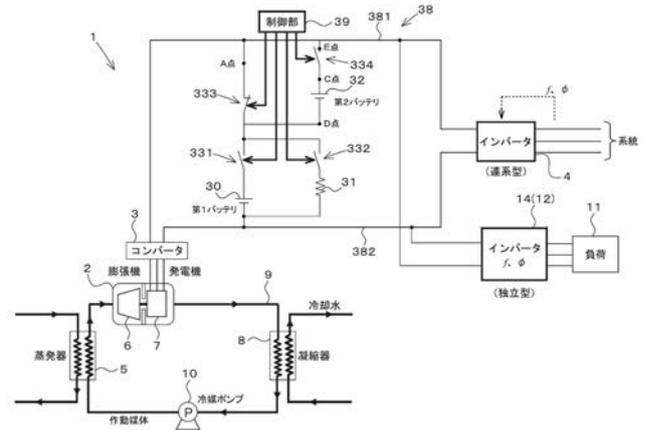
【図10】



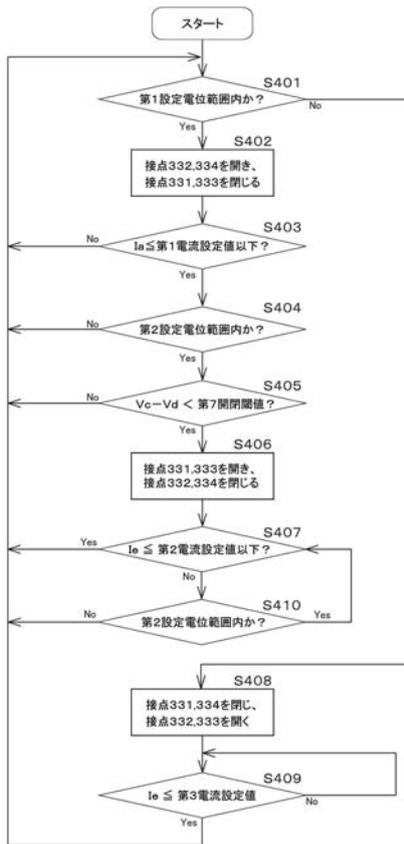
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

- (72)発明者 小林 明
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 下田 敏章
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 小川 徹也
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 橋本 宏一郎
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所 高砂製作所内
- (72)発明者 吉成 聡志
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所 高砂製作所内
- Fターム(参考) 5G066 HA11 HB02 HB04
5H590 AA02 CA08 CD01 CD03 CE01 FA08 GA02 HA02