

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5846551号
(P5846551)

(45) 発行日 平成28年1月20日 (2016. 1. 20)

(24) 登録日 平成27年12月4日 (2015.12. 4)

(51) Int. Cl. F I
HO2M 7/10 (2006.01) HO2M 7/10 Z

請求項の数 1 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-119108 (P2011-119108) (22) 出願日 平成23年5月27日 (2011. 5. 27) (65) 公開番号 特開2012-249419 (P2012-249419A) (43) 公開日 平成24年12月13日 (2012.12.13) 審査請求日 平成26年4月28日 (2014. 4. 28)</p> <p>特許法第30条第1項適用 発行者名：社団法人電気学会、刊行物名：電気学会研究会資料、発行年月日：平成23年3月7日</p>	<p>(73) 特許権者 305060567 国立大学法人富山大学 富山県富山市五福3190 (74) 代理人 100090206 弁理士 官田 信道 (74) 代理人 100168228 弁理士 倉谷 達則 (72) 発明者 作井 正昭 富山県富山市五福3190 国立大学法人 富山大学内 (72) 発明者 清水 翼 富山県富山市五福3190 国立大学法人 富山大学内</p> <p>審査官 鈴木 重幸</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三相三倍電圧整流回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

A相端子(T_a)、B相端子(T_b)およびC相端子(T_c)を有する三相交流電源を入力とし、

6個のダイオードと、5個のコンデンサとを備え、

A相端子(T_a)に第一コンデンサ(C₁)の一端が接続され、第一コンデンサ(C₁)の他端とB相端子(T_b)の間に、第二ダイオード(D₂)および第三ダイオード(D₃)が、第一コンデンサ(C₁)側をカソードとして直列に接続されており、

C相端子(T_c)に第二コンデンサ(C₂)の一端が接続され、B相端子(T_b)と第二コンデンサ(C₂)の他端の間に、第四ダイオード(D₄)および第五ダイオード(D₅)が、B相端子(T_b)側をカソードとして直列に接続されており、

第一コンデンサ(C₁)の他端に、第一ダイオード(D₁)が第一コンデンサ(C₁)側をアノードとして直列に接続され、第二コンデンサ(C₂)の他端に、第六ダイオード(D₆)が第二コンデンサ(C₂)側をカソードとして直列に接続されており、

第一ダイオード(D₁)のカソードと第四ダイオード(D₄)のアノードの間に第三コンデンサ(C₃)が接続されており、

第三ダイオード(D₃)のカソードと第六ダイオード(D₆)のアノードの間に第四コンデンサ(C₄)が接続されており、

第一ダイオード(D₁)のカソードと第六ダイオード(D₆)のアノードの間に第五コンデンサ(C₅)が接続されていることを特徴とする三相三倍電圧整流回路。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三相交流電源を入力として、三相線間電圧の3倍の直流電圧が得られる三相三倍電圧整流回路に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のダムや発電所による大規模な発電システムに対して、近年、小型の水車や風車などを用いた小規模な発電システムが注目されている。しかし、こうした小規模な発電システムに用いられる永久磁石形同期発電機は、低い回転数で運転しているため、従来の三相ブリッジ整流回路では十分な直流出力電圧を得ることができない。そのため、昇圧チョッパや変圧器を用いる方法や、同期発電機の巻数を増やす方法が必要となるが、高コスト化や設備の大型化が問題となる。そこで本願の発明者らは、チャージポンプ方式を用いた三相三倍電圧整流回路を提案している（非特許文献1）。この回路は、図10に示すように、6個のダイオード（ $d_1 \sim d_6$ ）と、6個のコンデンサ（ $c_1 \sim c_6$ ）からなる構成であって、三相交流電源を入力として、整流するとともに、三相線間電圧の略3倍の直流電圧を得ることができる。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】新谷英大、清水翼、飴井賢治、大路貴久、作井正昭、「チャージポンプ方式を用いた三相三倍電圧整流回路」、平成22年度電気関係学会北陸支部連合大会、A-61、2010年9月

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、非特許文献1の発明においては、直流電圧のリップルを抑制するための平滑コンデンサ c_6 が設けられており、電圧の平滑化を回路構成の工夫により補うことで、コンデンサ c_6 を削除しても性能を落とすことなくさらに構成を簡素なものとする余地があった。

30

【0005】

本発明は、上記事情を鑑みたものであり、簡素な回路構成で整流と昇圧を同時に行うことができる三相三倍電圧整流回路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】

【0006】

本発明は、A相端子、B相端子およびC相端子を有する三相交流電源を入力とし、6個のダイオードと、5個のコンデンサとを備え、A相端子に第一コンデンサの一端が接続され、第一コンデンサの他端とB相端子の間に、第二ダイオードおよび第三ダイオードが、第一コンデンサ側をカソードとして直列に接続されており、C相端子に第二コンデンサの一端が接続され、B相端子と第二コンデンサの他端の間に、第四ダイオードおよび第五ダイオードが、B相端子側をカソードとして直列に接続されており、第一コンデンサの他端に、第一ダイオードが第一コンデンサ側をアノードとして直列に接続され、第二コンデンサの他端に、第六ダイオードが第二コンデンサ側をカソードとして直列に接続されており、第一ダイオードのカソードと第四ダイオードのアノードの間に第三コンデンサが接続されており、第三ダイオードのカソードと第六ダイオードのアノードの間に第四コンデンサが接続されており、第一ダイオードのカソードと第六ダイオードのアノードの間に第五コンデンサが接続されていることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、6個のダイオードと、5個のコンデンサという受動素子のみからなる

50

簡素な構成の回路によって、三相交流電源を入力として、整流するとともに、三相線間電圧の略3倍の直流出力電圧を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の三相三倍電圧整流回路の構成を示す回路図。

【図2】本発明の回路の動作原理の説明図(1)。

【図3】本発明の回路の動作原理の説明図(2)。

【図4】本発明の回路の動作原理の説明図(3)。

【図5】本発明の回路の動作原理の説明図(4)。

【図6】本発明の回路の動作原理の説明図(5)。

10

【図7】本発明の回路の動作原理の説明図(6)。

【図8】相電圧とダイオードの導通状態との関係を示す説明図。

【図9】(a)はシミュレーション結果を示すグラフ、(b)は実験結果を示すグラフ。

【図10】従来の三相三倍電圧整流回路の構成を示す回路図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の三相三倍電圧整流回路の具体的な構成について、各図面に基づいて説明する。図1に示すように、この回路は三相交流電源を入力とするものであって、三相交流電源は、A相端子 T_a 、B相端子 T_b およびC相端子 T_c を有する。そして、回路は6個のダイオードと、5個のコンデンサとを備える。まず、A相端子 T_a に第一コンデンサ C_1 の一端が接続され、第一コンデンサ C_1 の他端とB相端子 T_b の間に、第二ダイオード D_2 および第三ダイオード D_3 が、第一コンデンサ C_1 側をカソードとして直列に接続されている。また、C相端子 T_c に第二コンデンサ C_2 の一端が接続され、B相端子 T_b と第二コンデンサ C_2 の他端の間に、第四ダイオード D_4 および第五ダイオード D_5 が、B相端子 T_b 側をカソードとして直列に接続されている。さらに、第一コンデンサ C_1 の他端に、第一ダイオード D_1 が第一コンデンサ C_1 側をアノードとして直列に接続され、第二コンデンサ C_2 の他端に、第六ダイオード D_6 が第二コンデンサ C_2 側をカソードとして直列に接続されている。そして、第一ダイオード D_1 のカソードと第四ダイオード D_4 のアノードの間に第三コンデンサ C_3 が接続されている。また、第三ダイオード D_3 のカソードと第六ダイオード D_6 のアノードの間に第四コンデンサ C_4 が接続されている。さらに、第一ダイオード D_1 のカソードと第六ダイオード D_6 のアノードの間に第五コンデンサ C_5 が接続されている。なお、A相、B相およびC相の相電圧を、それぞれ E_a 、 E_b 、 E_c とし、線間電圧を、それぞれ V_{ab} ($=E_a - E_b$)、 V_{bc} ($=E_b - E_c$)、 V_{ca} ($=E_c - E_a$)とする。また、この回路に接続される負荷を、負荷抵抗 R_L で表す。

20

30

【0010】

続いて、このように構成した三相三倍電圧整流回路の動作原理を説明する。各線間電圧が負の半周期の場合と正の半周期の場合で、ダイオードが導通する組み合わせは6通りとなる。

【0011】

A相とB相の間の線間電圧 V_{ab} が負の半周期のとき、図2に示すように、第二ダイオード D_2 と第三ダイオード D_3 が導通し、第一コンデンサ C_1 に線間電圧 V_{ab} の最大値 V_m が充電される。

40

【0012】

A相とB相の間の線間電圧 V_{ab} が正の半周期のとき、図3に示すように、第一ダイオード D_1 と第四ダイオード D_4 が導通し、線間電圧 V_{ab} の最大値 V_m に、第一コンデンサ C_1 に充電された電圧 V_m が加算され、第三コンデンサ C_3 に $2V_m$ の電圧が充電される。

【0013】

B相とC相の間の線間電圧 V_{bc} が負の半周期のとき、図4に示すように、第四ダイオード D_4 と第五ダイオード D_5 が導通し、第二コンデンサ C_2 に線間電圧 V_{bc} の最大値

50

V_m が充電される。

【0014】

B相とC相の間の線間電圧 V_{bc} が正の半周期のとき、図5に示すように、第三ダイオード D_3 と第六ダイオード D_6 が導通し、線間電圧 V_{bc} の最大値 V_m に、第二コンデンサ C_2 に充電された電圧 V_m が加算され、第四コンデンサ C_4 に $2V_m$ の電圧が充電される。

【0015】

C相とA相の間の線間電圧 V_{ca} が負の半周期のとき、図6に示すように、第一ダイオード D_1 と第六ダイオード D_6 が導通し、線間電圧 V_{ca} の最大値 V_m に、第一コンデンサ C_1 に充電された電圧 V_m および第二コンデンサ C_2 に充電された電圧 V_m が加算され、第五コンデンサ C_5 に $3V_m$ の電圧が充電される。

10

【0016】

C相とA相の間の線間電圧 V_{ca} が正の半周期のとき、図7に示すように、第二ダイオード D_2 と第五ダイオード D_5 が導通し、線間電圧 V_{ca} の最大値 V_m に、第三コンデンサ C_3 に充電された電圧 $2V_m$ および第四コンデンサ C_4 に充電された電圧 $2V_m$ が加算され、第一コンデンサ C_1 に V_m 、第二コンデンサ C_2 に V_m 、第五コンデンサ C_5 に $3V_m$ の電圧が充電される。

【0017】

以上のように、第五コンデンサ C_5 には $3V_m$ の電圧が充電されるので、線間電圧の最大値の3倍の直流電圧が得られることになる。そしてこの第五コンデンサ C_5 は、直流電圧のリップルを抑制するための平滑コンデンサとしても機能する。また、上述の動作原理から、ダイオードが導通する組み合わせは6通りあり、回路動作は相電圧 E_a, E_b, E_c によって、図8に示す6つのモードに分けられる。何れのモードにおいても、ダイオードは2個ずつ動作しており、各モードは $\pi/3$ [rad]ずつ切り換わる。なお、各モードにおけるダイオードの導通状態と図面との対応は、モードI：図3、モードII：図6、モードIII：図5、モードIV：図2、モードV：図7、モードVI：図4、となる。

20

【0018】

次に、本発明の回路の性能を確認するために行ったシミュレーションおよび実験の結果を示す。シミュレーションおよび実験において、回路定数は、三相線間電圧 V_{ab}, V_{bc}, V_{ca} (実効値)を 50 [V]、各コンデンサ C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 の容量を 2200 [μ F]、ダイオード順電圧降下を 1.4 [V]、負荷抵抗 R_L の抵抗値を 290 [Ω]とした。

30

【0019】

まず、図9(a)に、シミュレーションによって得られた三相線間電圧と直流出力電圧の波形を示す。三相線間電圧の最大値が 70.7 [V] ($=50$ [V] $\times \sqrt{2}$)であるのに対し、直流出力電圧は 196.4 [V]となっている。出力電圧は、線間電圧の最大値の 2.78 倍となっており、略3倍の出力が得られるという結果となった。

【0020】

そして、図9(b)に、図1に示す回路を作成して実際に測定した三相線間電圧と直流出力電圧の波形を示す。三相線間電圧の最大値が 70.7 [V]であるのに対し、直流出力電圧は 192.5 [V]となっている。シミュレーションにおいては無視されていたコンデンサの損失などの影響によって、出力電圧はシミュレーションの結果より低くなっているが、線間電圧の最大値の 2.72 倍となっており、略3倍の出力が得られたといえる。

40

【0021】

以上のように、本発明によれば、6個のダイオードと、5個のコンデンサという受動素子のみからなる簡素な構成の回路によって、三相交流電源を入力として、整流するとともに、三相線間電圧の略3倍の直流出力電圧を得ることができる。そして、この回路を永久磁石形同期発電機と組み合わせることによって、小規模な水力発電装置や風力発電装置に

50

も適用することができ、発電装置の小型化および低コスト化を実現できる。

【 0 0 2 2 】

なお、本発明の回路の実施に際しては、たとえば、回路の三相交流電源側に力率改善用のリアクトルを挿入するなど、上記実施形態に示したものの以外の回路素子を追加してもよい。

【 符号の説明 】

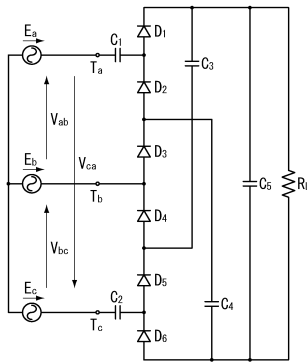
【 0 0 2 3 】

- D₁ 第一ダイオード
- D₂ 第二ダイオード
- D₃ 第三ダイオード
- D₄ 第四ダイオード
- D₅ 第五ダイオード
- D₆ 第六ダイオード
- C₁ 第一コンデンサ
- C₂ 第二コンデンサ
- C₃ 第三コンデンサ
- C₄ 第四コンデンサ
- C₅ 第五コンデンサ
- T_a A相端子
- T_b B相端子
- T_c C相端子

10

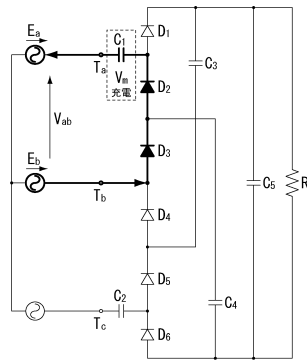
20

【 図 1 】

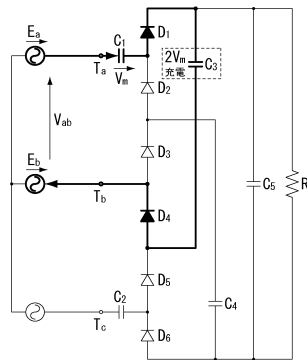


- D₁ : 第一ダイオード
- D₂ : 第二ダイオード
- D₃ : 第三ダイオード
- D₄ : 第四ダイオード
- D₅ : 第五ダイオード
- D₆ : 第六ダイオード
- C₁ : 第一コンデンサ
- C₂ : 第二コンデンサ
- C₃ : 第三コンデンサ
- C₄ : 第四コンデンサ
- C₅ : 第五コンデンサ
- T_a : A相端子
- T_b : B相端子
- T_c : C相端子

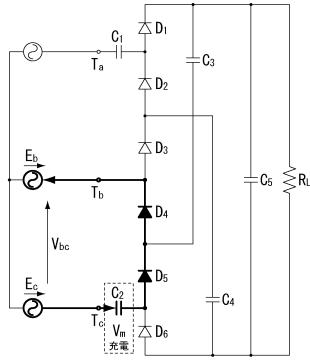
【 図 2 】



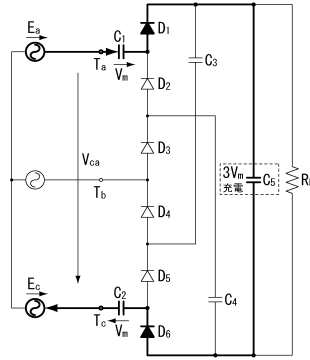
【 図 3 】



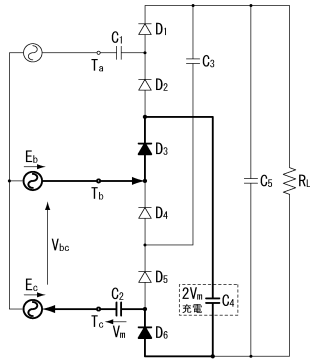
【図4】



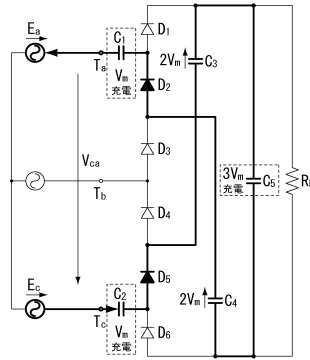
【図6】



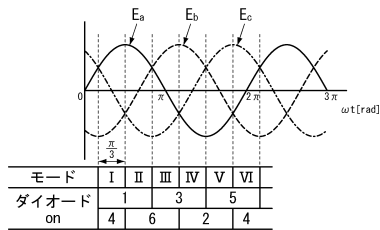
【図5】



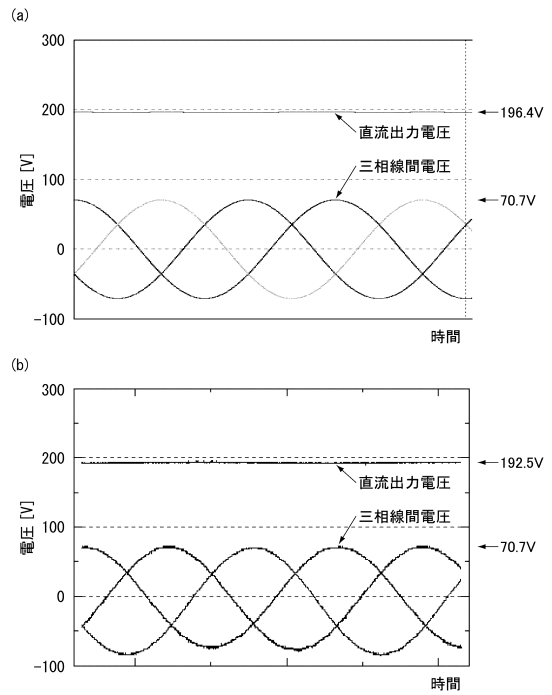
【図7】



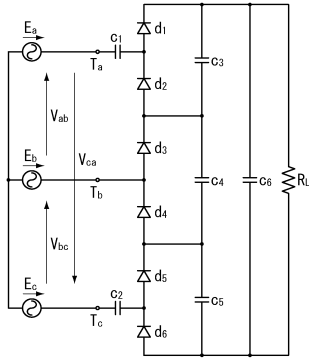
【図8】



【図9】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭59-076175(JP,A)
特開昭60-077678(JP,A)
英国特許出願公開第02047484(GB,A)
英国特許出願公開第02491475(GB,A)
特開2004-064937(JP,A)
新谷英大,清水翼,飴井賢治,大路貴久,作井正昭,チャージポンプ方式を用いた三相三倍電圧
整流回路,平成22年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集,日本,2010年 9月
8日,A-61

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H02M 7/00 - 7/40

H02M 9/00