

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5778533号
(P5778533)

(45) 発行日 平成27年9月16日 (2015. 9. 16)

(24) 登録日 平成27年7月17日 (2015. 7. 17)

(51) Int. Cl.

F I

H02M 7/48 (2007.01)

H02M 7/48 K

H02M 3/28 (2006.01)

H02M 7/48 M

H02M 3/28 C

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2011-198226 (P2011-198226)
 (22) 出願日 平成23年9月12日 (2011. 9. 12)
 (65) 公開番号 特開2013-62904 (P2013-62904A)
 (43) 公開日 平成25年4月4日 (2013. 4. 4)
 審査請求日 平成26年6月18日 (2014. 6. 18)

(73) 特許権者 302038844
 東芝シュネデール・インバータ株式会社
 三重県三重郡朝日町大字縄生2 1 2 1 番地
 (74) 代理人 110000567
 特許業務法人 サトー国際特許事務所
 (72) 発明者 河合 正
 三重県三重郡朝日町大字縄生2 1 2 1 番地
 東芝シュネデール・インバータ株式会社
 内
 (72) 発明者 郷司 陽一
 三重県三重郡朝日町大字縄生2 1 2 1 番地
 東芝シュネデール・インバータ株式会社
 内
 審査官 槻木澤 昌司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回生型モータ端サージ電圧抑制装置、モータ駆動システム、および、回生型モータ端サージ電圧抑制方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

インバータ装置が直流入力ノードに入力された直流電圧を交流変換してケーブルを通じて高周波を含む電圧を出力することで、サージ電圧が生じる、前記インバータ装置とモータとの間のノードに入力側を接続し、前記サージ電圧を整流する整流器と、

前記整流器の整流出力にコンデンサを介して入力側を接続すると共に出力側を前記インバータ装置の直流入力ノードに接続した入出力絶縁型の D C D C コンバータと、を備えたことを特徴とする回生型モータ端サージ電圧抑制装置。

【請求項 2】

直流入力ノードを備え当該直流入力ノードに入力された直流電圧を交流変換しケーブルを通じてモータの入力に高周波を含む電圧を出力することでサージ電圧をモータとの間のノードに生じさせるインバータ装置と、

前記モータと前記インバータ装置との間のノードに入力側が接続され前記サージ電圧を整流する整流器と、

前記整流器の整流出力にコンデンサを介して入力側が接続されると共に出力側が前記インバータ装置の直流入力ノードに接続された入出力絶縁型の D C D C コンバータとを備えたことを特徴とするモータ駆動システム。

【請求項 3】

インバータ装置が直流入力ノードに入力した直流電圧を交流変換しケーブルを通じて高周波を含む電圧を出力することで前記インバータ装置とモータとの間のノードにサージ電

10

20

圧を生じるときにモータ端に生じるサージ電圧の回生方法であって、

整流回路がモータと前記インバータ装置との間のノードに生じる前記サージ電圧を整流し、

入出力絶縁型のDCDCコンバータが前記整流された電圧についてコンデンサを介して入力して直流変換し前記インバータ装置の直流入力ノードに回生することを特徴とする回生型モータ端サージ電圧抑制方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、回生型モータ端サージ電圧抑制装置、モータ駆動システム、および、回生型モータ端サージ電圧抑制方法に関する。 10

【背景技術】

【0002】

例えば、電圧形PWM方式のインバータ装置はほぼ矩形波に近い交流電圧を出力する。この出力電圧は電圧変化率(dV/dt)が高く高周波電圧を含むが、このインバータ装置の出力電圧はケーブルを通じてモータに供給される。

【0003】

ケーブルは、数十m以上に及ぶことになると、このケーブル側のインピーダンスとモータの入力インピーダンスの相違に応じて高周波数成分の伝播反射を生じ、ケーブルとモータの接続端(モータの入力端子:モータ端と称す)にサージ電圧が発生する。このサージ電圧は、ケーブルの長さ、種類、敷設方法に応じて異なり、このモータ端の最大電圧は、インバータ装置の出力端子の電圧より2倍以上となることが知られている。 20

【0004】

このサージ電圧が原因となり、モータ巻線のうち、特にインバータ装置側に近接した部分が劣化してしまう。モータ巻線の絶縁劣化が進むと最悪の場合には絶縁破壊に至る可能性もある。そこで、サージ電圧を抑制するシステムが提供されている。

【0005】

このシステムでは、インバータ装置の出力端子またはモータ端に、交流リアクトル、サージ電圧抑制フィルタなどを付加することでサージ電圧の発生を抑制している。ただし、一般にこれらの付加装置は価格が高い上、大きく且つ重い。このため、その設置に多大な労力を要するとともに設置スペースを広く必要とする。 30

【0006】

他方、モータ端に整流回路の入力側を接続すると共に、その出力側に抵抗を接続し抵抗でエネルギー消費する構成が提供されている。しかし、抵抗を接続してエネルギー消費する場合には、サージ電圧のエネルギーのみではなくモータに供給すべきエネルギーも消費してしまうという問題があり電力使用効率に劣る。

【0007】

また、整流回路の出力側をインバータ装置の直流部に接続することで、インバータ装置にサージエネルギーを帰還させる構成も提供されている。しかし、提供されている構成のものでは、インバータ装置の直流部に帰還する帰還電流に応じて、インバータ装置の出力端子の電流検出処理に悪影響を及ぼし、この電流検出処理に基づくインバータ主回路の制御を信頼性良く行うことができず、モータ制御の性能やインバータ装置の保護動作に悪影響を及ぼす虞を生じている。 40

【0008】

すなわち、例えば、3相ブリッジ接続したインバータ主回路の2相のみ電流を検出し、残り1相の電流について3相電流の合計値が0となることに基いて算出する方法があるが、前述の帰還電流の影響によって3相電流の合計値がゼロにならないため電流検出を正確に行うことができず前述の問題を生じる。また、3相ブリッジ接続したインバータ主回路の相毎にそれぞれシャント抵抗を設け、3相それぞれ電流を検出する場合であっても、電流経路がインバータ主回路の出力側から入力側(インバータ装置の直流部)に生じてし 50

まうため、電流検出を正確に行うことができず前述のように同様の問題を生じる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平6-38543号公報

【特許文献2】特開平8-23682号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

そこで、サージ電圧に基づくエネルギーを回生することでサージ電圧を抑制しながら電力使用効率を向上し、電流値の誤検出を抑制できるようにした回生型モータ端サージ電圧抑制装置、モータ駆動システム、および、回生型モータ端サージ電圧抑制方法を提供する。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

一実施形態は次に示す内容を開示している。整流器は、インバータ装置が直流入力ノードに入力された直流電圧を交流変換してケーブルを通じて高周波を含む電圧を出力することでサージ電圧の生じるインバータ装置とモータとの間のノードに入力側を接続してサージ電圧を整流する。DCDCコンバータは、整流器の整流出力にコンデンサを介して入力側を接続すると共に出力側をインバータ装置の直流入力ノードに接続した入出力絶縁型に構成されている。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】一実施形態について示すモータ駆動システムの電氣的構成図

【図2】インバータ主回路の電氣的構成図

【図3】インバータ主回路の出力端子の電圧波形と、モータの入力端子の電圧波形を示す図

【発明を実施するための形態】

【0013】

30

回生型モータ端サージ電圧抑制装置、モータ駆動システム、および、回生型モータ端サージ電圧抑制方法の一実施形態について図1ないし図3を参照して説明する。モータ駆動システム1は、インバータ装置2、回生型のサージ電圧抑制装置3、を主に備え、モータ4を駆動する。

【0014】

インバータ装置2は、整流器6、主回路コンデンサ7、インバータ主回路8、駆動回路9を接続して構成される。整流器6は、端子R、S、Tから三相交流電源5を入力して整流する。主回路コンデンサ7はアルミ電解コンデンサにより構成され、整流器6の整流出力を平滑化し複数の直流電源線N1およびN2（直流入力ノードに相当）間に例えば600V程度の直流電圧を出力する。すなわち、整流器6および主回路コンデンサ7を含む直流部が三相交流電源5の交流電力を直流電力に変換出力する。

40

【0015】

この直流部が出力する直流電力はインバータ主回路8に与えられている。図2はインバータ主回路8の構成例を示している。このインバータ主回路8は上アーム側のIGBT（Q1～Q3）および下アーム側のIGBT（Q4～Q6）を3相ブリッジ接続した電圧形インバータにより構成されている。

【0016】

下アーム側のIGBT（Q4～Q6）と負側の直流母線N2との間にはシャント抵抗Ru、Rv、Rwがそれぞれ構成されており、これらのシャント抵抗Ru、Rv、Rwの端子電圧に応じて駆動回路9がモータ4の各相の電流を検出し、駆動回路9はこの検出電流

50

に応じた制御を行い、PWM信号をインバータ主回路7に与える。すなわち、本実施形態では3相シャント方式により電流検出している。各IGBT(Q1~Q6)には還流ダイオードがそれぞれ接続されている。

【0017】

インバータ主回路8は、入力した直流電力について駆動回路9の駆動信号に基づいて交流変換し三相交流電力(矩形波電圧)を負荷となるモータ4に供給する。インバータ主回路8の出力端子U, V, Wは、ケーブル10を通じてそれぞれモータ4の入力端子4u, 4v, 4w(モータ端に相当)に接続されている。このケーブル10は、数十m~数百m(例えば50m~300m程度)の長さの比較的長いケーブルとなる。このケーブル10は、インバータ装置2の構成上、ケーブル10のインピーダンス(インダクタンス)を無視できない程度の長さとなっている。

10

【0018】

図3には、インバータ主回路8の出力端子U, V, Wの電圧Aと、モータ4の入力端子4u, 4v, 4wの電圧Bを示している。

インバータ主回路8は、略矩形波状の交流電圧を出力端子U, V, Wを通じて出力するが、この矩形波には高周波信号が含まれており、当該高周波領域におけるインピーダンスミスマッチングによる伝播反射などの影響で、高周波成分によるサージ電圧がモータ4の入力端子4u, 4v, 4wで発生する。

【0019】

そこで本実施形態では回生型のサージ電圧抑制装置3を設けている。このサージ電圧抑制装置3は、整流器11、コンデンサ12、および、入出力絶縁型のDCDCコンバータ13を具備している。整流器11は、3相ブリッジ接続されたダイオードを用いて構成され、入力側がモータ4の入力端子4u, 4v, 4wに接続され、このモータ4の入力端子4u, 4v, 4wに生じる高周波サージ電圧を整流出力する。整流器11の整流出力はコンデンサ12に入力されており、このコンデンサ12を通じて整流器11の整流出力を平滑化した電力をDCDCコンバータ13に出力する。

20

【0020】

DCDCコンバータ13は、駆動回路14、スイッチング素子15、トランス16、ダイオード17を具備した所謂フライバックタイプ(他励式)のコンバータにより構成される。このDCDCコンバータ13は、スイッチング素子15とトランス16の一次側とが直列接続されており、この直列接続回路がコンデンサ12に並列接続されることにより構成されている。また、トランス16の二次側巻線はダイオード17を通じて直流母線N1およびN2間に接続されている。

30

【0021】

駆動回路14は、予め定められた周波数のパルス信号をスイッチング素子15の制御端子に印加しスイッチング素子15を駆動する。スイッチング素子15がオンする間にトランス16の一次側に電流が流れ、発生する磁束によってトランス16のコアが磁化される。そして、スイッチング素子15がオフすると、トランス16のコアの蓄積エネルギーを開放し、ダイオード17を通じて電流をインバータ装置2の直流部(直流母線N1およびN2間)に回生し、主回路コンデンサ7に電荷を蓄積する。したがって、サージ電圧に応じて主回路コンデンサ7の端子電圧以上の電圧をトランス16の二次側巻線に生じさせるとサージエネルギーをインバータ装置2の直流部に回生できる。

40

【0022】

ここで、サージ電圧が全く生じなければ、主回路コンデンサ7の端子電圧はインバータ装置2の直流部の電圧にほぼ等しくなり、サージ電圧が生じる場合、そのエネルギーがインバータ装置2の直流部に回生され、この直流電力はインバータ主回路8により消費されることになる。

【0023】

このように構成した場合、トランス16の一次側巻線に比較した二次側巻線の巻数比を相当低くするとサージ電圧の吸収効果が下がり、一次側巻線に比較した二次側巻線の巻数

50

比を相当高くするとコンデンサ 12 に吸収されるエネルギーが増加し、スイッチング素子 15 のスイッチング損失も大きくなる。また、トランス 16 の二次側電圧を高くした場合には、ダイオード 17 の特性として逆方向耐圧の高いものを使用する必要がある。発明者らは、これら事情を考慮してトランス 16 の巻数比を 1 : 1 程度（但し一次側巻線比を若干高め）にすると良いことをシミュレーションなどによって確認している。

【0024】

駆動回路 9 は、電流検出用の抵抗 R_u , R_v , R_w の端子電圧を検出し、この検出電圧に応じてインバータ主回路 8 を駆動するが、抵抗 R_u , R_v , R_w の電流の経路は、ケーブル 10 を通じてモータ 4 に及ぶと共に、サージ電圧抑制装置 3 にも及ぶ。

【0025】

しかし、DCDCコンバータ 13 が入出力絶縁型の構成であるため、電流検出用抵抗 R_u , R_v , R_w の通電電流がケーブル 10 およびサージ電圧抑制装置 3 を通じて DCDCコンバータ 13 のトランス 16 の二次側に循環する循環電流経路は遮断されている。したがって、シャント抵抗 R_u , R_v , R_w による電流検出を極力正確に行うことができる。DCDCコンバータ 13 が若干電力を消費するものの抵抗を用いて構成していないため消費電力はわずかであり、省エネルギー効果が得られる。

【0026】

本実施形態によれば、サージ電圧がインバータ装置 2 の直流部に回生されるため電力使用効率を向上でき、省エネルギー効果が得られる。また、DCDCコンバータ 13 が入出力絶縁型であるため、インバータ主回路 8 の入出力間を循環する電流経路は断たれることになり、シャント抵抗 R_u , R_v , R_w による電流検出を極力正確に行うことができる。これにより、インバータ主回路 8 の制御を信頼性良く行うことができ、モータ 4 の制御性能やインバータ装置 2 の保護動作の信頼性を向上できる。

【0027】

本実施形態では、DCDCコンバータ 13 としてフライバックタイプのコンバータを用いて構成したが、フォワードタイプなどの他の入出力絶縁型の DCDCコンバータ、スイッチング電源装置を用いて構成しても良い。

【0028】

また、シャント抵抗 R_u , R_v , R_w を用いて電流検出し、この電流検出信号に応じて駆動回路 9 がインバータ主回路 8 を駆動する実施形態を示したが、U 相、V 相、W 相のうち 2 相のみを検出し、3 相合計の電流を例えば 0（所定値）とするように残りの 1 相の電流を求め、この電流検出信号に応じて駆動回路 9 がインバータ主回路 8 を駆動する形態に適用しても良い。

【0029】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、各実施形態に示した構成に限定されることはなく、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0030】

図面中、1 はモータ駆動システム、2 はインバータ装置、3 は回生型サージ電圧抑制装置、4 はモータ、5 は三相交流電源、10 はケーブル、11 は整流器、12 はコンデンサ、13 は入出力絶縁型の DCDCコンバータ、N1 および N2 は直流電源線（直流入力ノード）、を示す。

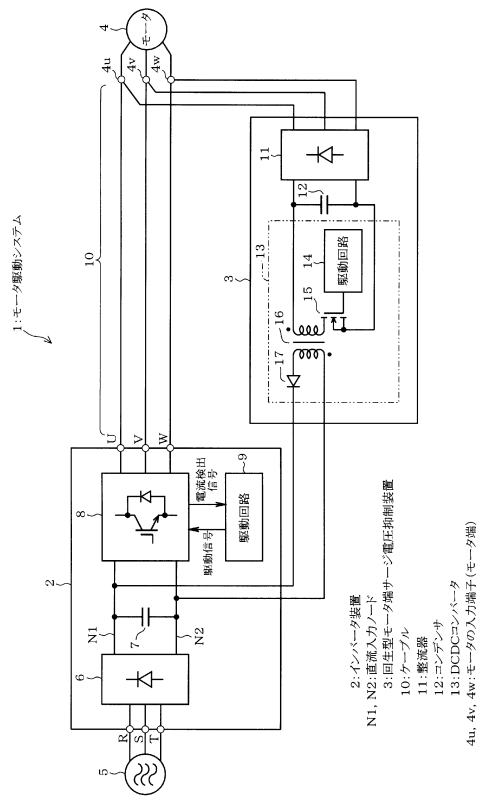
10

20

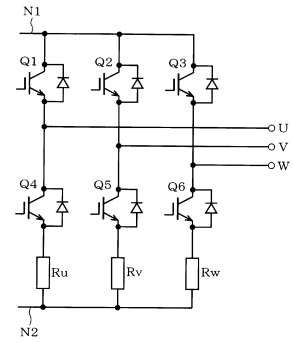
30

40

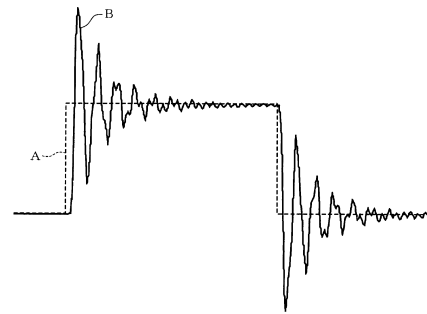
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 0 - 2 0 1 1 1 0 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 3 6 5 6 4 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 2 3 6 8 2 (J P , A)
特開平 0 6 - 0 3 8 5 4 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 M 7 / 4 8
H 0 2 M 3 / 2 8