

(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2006-177973

(P2006-177973A)

(43) 公開日 平成18年7月6日(2006.7.6)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>GO 1 R 31/34</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 R 31/34	A	2GO14
<b>GO 1 R 31/06</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 R 31/06		2GO16
<b>HO 2 P 27/06</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 2 P 7/63	3O2S	5H505

審査請求 有 請求項の数 9 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2006-32820 (P2006-32820)	(71) 出願人	591074389
(22) 出願日	平成18年2月9日 (2006.2.9)		インターナショナル・レクチファイヤー・
(62) 分割の表示	特願2001-162897 (P2001-162897)		コーポレーション
原出願日	平成13年5月30日 (2001.5.30)		INTERNATIONAL RECTI
(31) 優先権主張番号	60/207339		FIER CORPORATION
(32) 優先日	平成12年5月30日 (2000.5.30)	(74) 代理人	100077481
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 谷 義一
		(74) 代理人	100088915
			弁理士 阿部 和夫

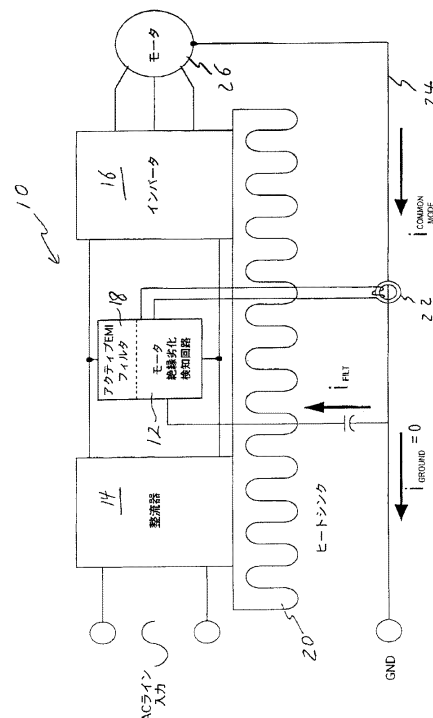
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 グラウンド漏れ電流検知によるモータ絶縁フォールト検知方法

(57) 【要約】

【課題】モータの導体の絶縁のフォールトを検出する。  
 【解決手段】モータコントローラ回路のグラウンドワイヤケーブルを流れるコモンモード漏れ電流が小さい変流器により検知され、検知された電流から単極ローパスフィルタにより平均漏れ電流が生成されPWM信号に変換される。パルスジェネレータはこのPWM信号の立ち上がりおよび立ち下がりエッジでパルス信号を生成する。レベルシフタ対は立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジパルス信号を浮遊高圧側電圧からグラウンドを基準とする電圧に遷移させる。パルス再生回路はこのレベルシフトされたパルス信号からデューティサイクルがコモンモード漏れ電流に対して変化するPWM信号が生成され、デジタル信号プロセッサによりモータ絶縁劣化の程度が計算され判定される。

【選択図】 図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

PWMスイッチング型のモータコントローラにより駆動されるモータのステータ巻線における絶縁劣化を検出する方法において、

前記モータコントローラに組み込まれている検知回路を用いることにより、前記PWMスイッチング型のモータコントローラのスイッチングデバイスの  $dv/dt$  に起因して生じるコモンモード漏れ電流を測定するステップと、

前記検出されたコモンモード漏れ電流と、フォールト閾値とを比較するステップと、

前記検出されたコモンモード漏れ電流が、前記フォールト閾値を超えると、フォールトトリップ制御信号生成するステップと

を備えたことを特徴とする方法。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 において、前記コモンモード漏れ電流は、

前記モータのグラウンドワイヤにおける電流パルスを検出すること、

前記電流パルスを受け取り、ローパスフィルタを介して平均値信号を発生すること、

前記平均値信号を表すパルス幅変調信号を発生すること、および

前記パルス幅変調出力信号を、前記フォールト閾値と比較することにより、

測定されることを特徴とする方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 において、前記コモンモード漏れ電流は、前記モータコントローラの整流回路とインバータとの間の DC バスにおいて測定されることを特徴とする方法。

20

## 【請求項 4】

整流回路と、PWM制御回路によりオンおよびオフ駆動されるスイッチング型の半導体デバイスを含み、モータの各位相に対して電流を供給するインバータ回路とを含むPWMスイッチング型モータコントローラを用いてモータを制御する方法であって、

前記モータコントローラに組み込まれている検知回路を用いることにより、前記PWMスイッチング型のモータコントローラのスイッチングデバイスの  $dv/dt$  に起因して生じるコモンモード漏れ電流を測定するステップと、

前記検出されたコモンモード漏れ電流と、フォールト閾値とを比較するステップと、

前記検出されたコモンモード漏れ電流が、前記フォールト閾値を超えると、フォールトトリップ制御信号生成するステップと、

前記モータのコモンモードノイズ信号を測定するステップと、

前記測定されたコモンモードノイズ信号に従って、前記モータのグラウンドバスにノイズキャンセル信号を供給するステップと

を備えたことを特徴とする方法。

30

## 【請求項 5】

請求項 4 において、前記コモンモード漏れ電流は、

前記モータのグラウンドワイヤにおける電流パルスを検出すること、

ローパスフィルタを介して前記電流パルスを受け取り、平均値信号を発生すること、

前記平均値信号を表すパルス幅変調信号を発生すること、および

前記パルス幅変調出力信号を、前記フォールト閾値と比較することにより、

測定されることを特徴とする方法。

40

## 【請求項 6】

請求項 5 において、前記コモンモードノイズ信号は、前記モータのグラウンドバスにおいて測定され、前記ノイズキャンセル信号は、前記グラウンドバスに供給されることを特徴とする方法。

## 【請求項 7】

請求項 6 において、前記コモンモード漏れ電流および前記コモンモードノイズ信号は、前記モータコントローラに組み込まれている検知回路を用いて測定されることを特徴とする方法。

50

## 【請求項 8】

請求項 4 において、前記コモンモード漏れ電流および前記コモンモードノイズ信号は、前記モータのグラウンドパスにおいて測定され、前記ノイズキャンセル信号は、前記グラウンドパスに供給されることを特徴とする方法。

## 【請求項 9】

請求項 4 において、前記コモンモード漏れ電流は、前記整流回路と前記インバータ回路との間の DC バスにおいて測定され、前記ノイズキャンセル信号は、前記グラウンドバスに供給されることを特徴とする方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

10

## 【0001】

本発明は、モータの導体の絶縁のフォールトを検出するシステムに関し、具体的には、モータコントローラ回路のグラウンドワイヤケーブルを流れるグラウンド漏れ電流を検出することにより絶縁フォールトを検出するシステムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

PWM インバータモータ駆動システムの高  $dv/dt$  スイッチングに起因して、モータ駆動システムにおけるコモンモード漏れ電流がマルチプルパスを流れる。

## 【0003】

図 1 はモータ駆動システムの一般化回路を示す。図 1 に示すように、コモンモード漏れ

20

パスは、

1. グラウンドされたヒートシンクと高電圧スイッチングデバイス（例えば、IGBT 等）との間の容量（図 1 に 2 で示す）と、
2. モータリード（lead）ケーブルと、グラウンドされた導体またはケーブルトレイとの間の容量（図 1 に 4 で示す）と、
3. モータのステータ巻線とモータフレームとの間の絶縁材による容量（図 1 に 6 で示す）と

に存在する。

## 【0004】

漏れパス 2 および 4 は、AC モータ駆動インバータシステムの動作中において時間的な変動はない。よって、容量結合パス 2 に対しては、スイッチング時（ $dv/dt$ ）の電圧変動率は、ゲート駆動インピーダンスが変化しない限り、時間とエイジング（aging）との関数として変動しない。よって、コモンモード漏れ電流は時間的に変動しない。同様にして、容量結合パス 4 に関しては、モータリードケーブルリングが時間的に変動しないので、容量結合パスに係るコモンモード漏れ電流も変動しない。

30

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかし、容量結合 6、すなわち、モータステータ巻線とフレームとの間の絶縁材による容量は、当該モータ内の絶縁劣化により時間的に変動することになる。絶縁破壊によりモ

40

ータが動作できなくなるとこの絶縁劣化を検出することが重要になる。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、モータコントローラ回路のグラウンドワイヤケーブルを流れる漏れ電流をモニタしてモータ絶縁劣化を検出する回路を提供する。具体的には、モータ絶縁が劣化するにつれて、モータ絶縁の電氣的な特性も変化していく。コモンモード漏れ電流が増加するときに、モータフレームからのグラウンドケーブルにおいて、この絶縁劣化が明らかになる。当該モータの寿命が尽きたとき、コモンモード漏れ電流が意味を持ち、モータ駆動コントロールシステムにより検出することができる。

## 【0007】

50

そこで、本発明は、モータコントローラ回路のグラウンドワイヤケーブルを流れる漏れ電流をモニタしてモータ絶縁劣化を検出する回路を提供する。

【0008】

本発明の第1の実施の形態において、本発明に係る回路に含まれるものとしては、グラウンドワイヤケーブルを流れる電流を検知するための電流センサ（例えば、小さい変流器）と、検知された漏れ電流から平均漏れ電流信号を生成するための単極ローパスフィルタと、電流変流器とローパスフィルタに接続したPWM回路であって、コモンモード漏れ電流を表すPWM信号を生成するPWM回路と、PWM信号を受信し、PWM信号の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジでパルス信号を生成するパルスジェネレータと、生成されたパルス信号の電圧レベルを、浮遊高圧レベルからグラウンドを基準とする電圧レベルに  
10  
10 遷移させるレベルシフト対と、レベルシフトされたパルス信号を受信し、グラウンド電圧レベルを基準とするPWM信号を再生し、再生されたPWM信号はコモンモード漏れ電流値を表しており、モータ絶縁劣化の程度を判定するためマイクロコントローラまたはデジタルプロセッサに直接入力できるパルス再生回路とを有する。

【0009】

本発明の第2の実施の形態では、トロイダルコアに巻回した2次巻線が、アクティブEMIフィルタに接続した巻線の他に、グラウンドワイヤケーブルを流れるコモンモード漏れ電流信号を検知するため用いられている。本実施の形態では、その利点としては、グラウンドを基準とする低圧側でコモンモード漏れ信号が生成され、したがって、検知された信号が遷移されることなく、単にコンディションされ、ピークディテクタ回路に供給され  
20  
20 ピークディテクタ回路の出力が閾値と比較され、絶縁フォールトリップ信号が生成される。

【0010】

本発明の第3の実施の形態では、コモンモード漏れ電流はグラウンドバスではなくDCバスリンクに位置する変流器コアにより検知される。このような構成により、ノーマルモード電流は自動的に相殺され、コモンモード電流のみが検知される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0012】

図2を説明する。モータコントローラ10が本発明に係る検知回路12とともに図示してある。モータコントローラはACライン入力を整流器14とインバータ16により処理し、アクティブEMIフィルタ18を含んでいる。モータコントローラ10は図2に示すようにヒートシンク20に取り付けてある。  
30  
30

【0013】

モータ絶縁劣化検知回路12は小さい変流器22を利用して、モータのグラウンドワイヤケーブル24を流れるコモンモード漏れ電流  $I_{COMMON MODE}$  を検出する。

【0014】

図3を説明する。検知回路12は単極ローパスフィルタ28を利用して、平均漏れ電流信号  $I_{FILT}$  を生成する。この平均漏れ電流信号はデジタル化（PWM）回路30に供給される。このデジタル化回路30では、この平均漏れ電流信号は、生成された鋸歯波と比較される。このPWM信号はパルスジェネレータ32に供給され、パルスジェネレータ32により、このPWM信号の立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジでパルスが生成される。生成されたパルス信号の電圧レベルはレベルシフト34, 36により浮遊高電圧からグラウンドレベルにされる。パルス再生回路38は出力としてディスクリートのPWM信号を生成する。パルス再生回路38の出力信号はデューティサイクルがコモンモード漏れ電流  $I_{COMMON MODE}$  値に対して変動する。このような信号がマイクロコントローラまたはデジタル信号プロセッサに直接供給され、モータ絶縁劣化の程度が計算され判定される。  
40  
40

【0015】

図4はフォールト検出回路40を示す。フォールト検出回路40はコモンモード漏れ電  
50  
50

流信号ピックアップとしてのトロイダルコア44に巻線42を設けることにより実現される。都合よく、信号は高圧側の浮遊電圧46から低圧側のグラウンド48に遷移される。このグラウンド48は負DCバス電圧に対しても基準になる。巻線42は自動的にレベルを遷移するので、図4に示すような(「DCバス(-)」)は必要でない。巻線42からの漏れ電流信号はピークディテクタ回路52の前段にある信号コンディショニング回路50に供給される。ピークディテクタ回路52の出力はアナログ信号54であって、デジタルまたはマイクロコントローラシステムのアナログ・デジタルコンバータで直接インタフェースできる。

【0016】

このアナログ出力信号54もコンパレータ56により、予め定めた絶縁フォールト閾値レベル58と比較され、絶縁フォールトリップ信号が生成される。 10

【0017】

図5は本発明の実施の形態を示す。図5のモータコントローラ回路60では、コモンモード漏れ電流が、グラウンドバスではなく、DCバスに位置する変流器コア62により検知される。

【0018】

図5のモータコントローラ回路60は整流器64とインバータ66を含む。DCバスワイヤはともにコモンモード漏れ電流ピックアップコアに巻き付けてある。そのため、ノーマルモード電流は全て自動的に相殺され、コモンモード電流コンポーネントのみが出力される。センサは図5に変流器コア62として示す。変流器コア62はフェライトまたは磁性体変流器コアである必要はない。変流器コア62はAMR(Anisotropic Magneto Resistive)検知エレメントか、Hall効果センサか、コモンモード電流を検知できるものであれば他のデバイスでもよい。 20

【0019】

以上、本発明を本発明に係る実施の形態に関係させて説明したが、当業者にとっては、当然、種々の変更や他の利用が可能である。よって、本発明は上記開示に限定されるものではなく、特許請求の範囲にのみ限定される。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】一般化したモータコントローラ回路を種々のコモンモード電流漏れバスとともに示す図である。 30

【図2】本発明に係るコモンモード漏れ電流検知回路の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図3】図2の検知回路をより詳細に示すブロック図である。

【図4】本発明に係るフォールト検出回路の他の実施の形態を示すブロック図である。

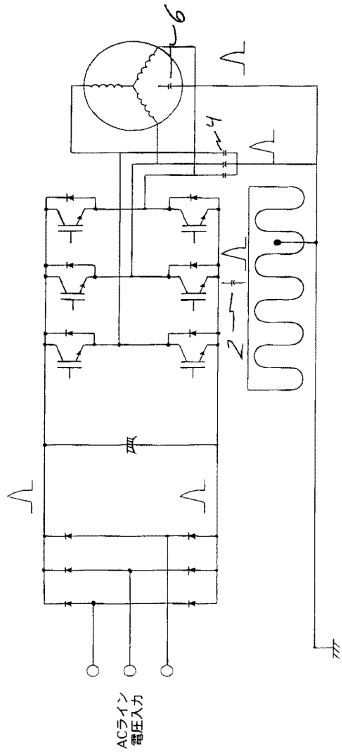
【図5】本発明に係るフォールト検出回路のさらに他の実施の形態を示すブロック図である。

【符号の説明】

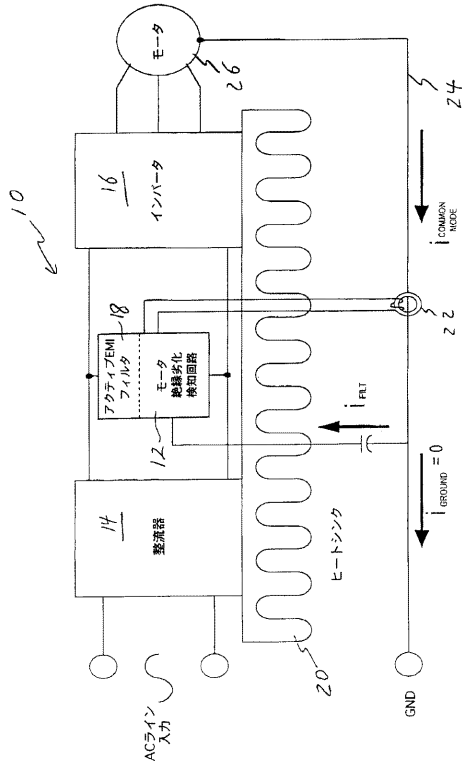
【0021】

- 10 モータコントローラ
- 12 検知回路
- 14 整流器
- 16 インバータ
- 18 アクティブEMIフィルタ
- 20 ヒートシンク
- 22 変流器
- 24 グラウンドワイヤケーブル

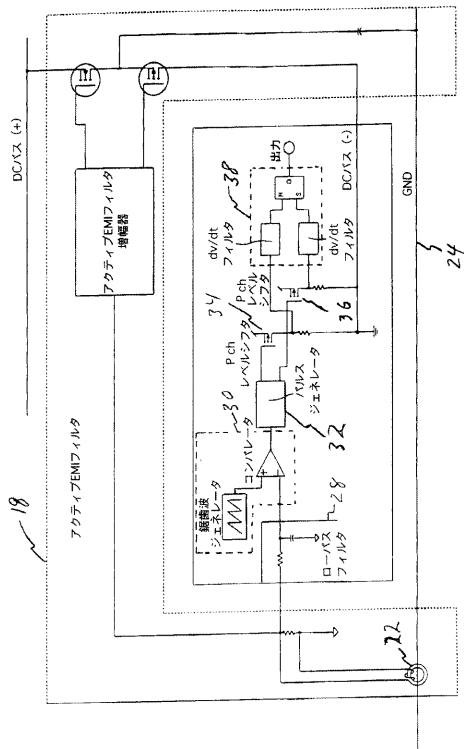
【図1】



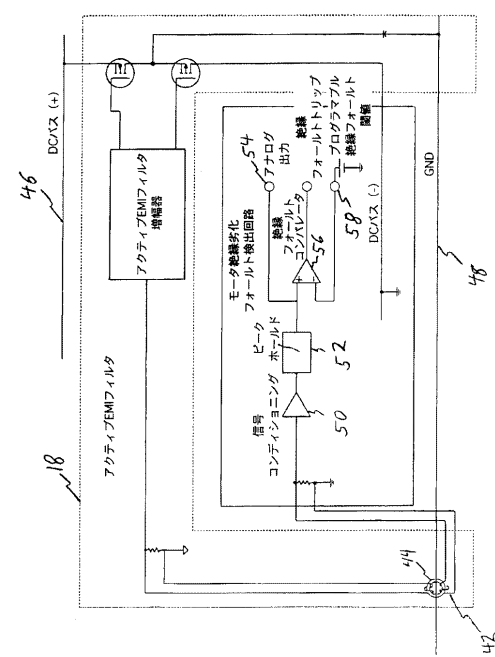
【図2】



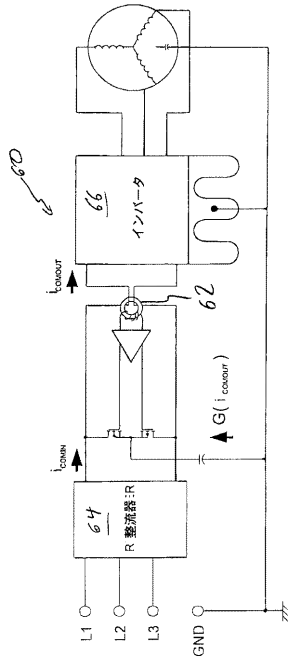
【図3】



【図4】



【図 5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 高橋 敏男

アメリカ合衆国 9 0 2 7 5 カリフォルニア州 ランチョ パロス ヴァーデス フリーポート  
ロード 2 7 1 4 5

Fターム(参考) 2G014 AA15 AA16 AB07 AB49 AC18

2G016 BA03 BB02 BC02 BD01 BD06 BD07 BD08

5H505 BB07 CC05 DD03 EE49 HB02 JJ02 LL56 MM12