

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4053501号  
(P4053501)

(45) 発行日 平成20年2月27日(2008.2.27)

(24) 登録日 平成19年12月14日(2007.12.14)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>GO 1 R 31/34</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 R 31/34	B
<b>HO 2 K 11/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 2 K 11/00	M

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-5605 (P2004-5605)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成16年1月13日 (2004.1.13)		ファナック株式会社
(65) 公開番号	特開2005-201669 (P2005-201669A)		山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
(43) 公開日	平成17年7月28日 (2005.7.28)		〇番地
審査請求日	平成16年1月21日 (2004.1.21)	(74) 代理人	100082304
			弁理士 竹本 松司
		(74) 代理人	100088351
			弁理士 杉山 秀雄
		(74) 代理人	100093425
			弁理士 湯田 浩一
		(74) 代理人	100102495
			弁理士 魚住 高博
		(72) 発明者	河野 新一
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社 内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

交流電源から供給される電力を整流回路で整流しコンデンサで平滑化する電源部と、該電源部出力電圧を、モータを駆動する周波数の交流電力に変換しモータを駆動するモータ駆動アンプとを備えたモータ駆動装置において、前記電源部出力ラインのプラス極及びマイナス極の両方又はいずれか一方の極と大地間に、コンデンサと抵抗の直列回路を挿入し、該直列回路の抵抗両端間の電圧を検出することによりモータからの漏洩電流を検出する漏洩電流検出手段と、該漏洩電流検出手段で検出された電圧に基づいてモータの絶縁抵抗状態を検出する絶縁状態検出手段とを備えたことを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項2】

前記コンデンサと抵抗の漏洩電流検出手段に代えて、コンデンサを電源部出力ラインのプラス極及びマイナス極の両方又はいずれか一方の極と大地間に接続し、該コンデンサに流れる電流を測定する電流センサを設け、前記絶縁状態検出手段は前記電流センサで検出された電流の電圧に基づいてモータの絶縁抵抗状態を検出することを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。

【請求項3】

前記絶縁状態検出手段は、前記検出された電圧を直流電圧に変換し、該直流電圧をコンパレータで基準値と比較し、基準値を超えた場合、表示器に異常を表示する請求項1又は請求項2に記載のモータ駆動装置。

【請求項4】

前記絶縁状態検出手段は、前記検出された電圧を直流電圧に変換し、該直流電圧をデジタル信号に変換するA/D変換手段を備え、デジタル値に変換された電圧値を表示器に表示する請求項1又は請求項2に記載のモータ駆動装置。

【請求項5】

前記絶縁状態検出手段は、前記検出された電圧を直流電圧に変換し、該直流電圧をデジタル信号に変換するA/D変換手段を備え、デジタル値に変換された電圧値が所定値を超えた場合、表示器に異常を表示する請求項1、請求項2又は請求項4に記載のモータ駆動装置。

【請求項6】

前記絶縁状態検出手段は、前記検出された電圧を直流電圧に変換し、該直流電圧の値を記憶するメモリを有し、該メモリに記憶された複数の直流電圧の値を前記表示器に表示する請求項4又は請求項5に記載のモータ駆動装置。

10

【請求項7】

前記絶縁状態検出手段は、モータの仕様又はモータ駆動アンプの仕様に対する基準電圧値を記憶するメモリと、該メモリの内容をアクセスするプロセッサとを備え、該プロセッサがモータ仕様又はモータ駆動アンプの仕様に対応する前記基準電圧値と前記求めた直流電圧の値とを比較し、求めた直流電圧の値が基準電圧値を超えた場合に異常を通知することを特徴とする請求項4、請求項5又は請求項6に記載のモータ駆動装置。

【請求項8】

前記絶縁状態検出手段は、装置稼働当初において前記検出された電圧を直流に変換した直流電圧の値を第1の基準値として記憶すると共に、絶縁異常と判定する前記第1の基準値との電圧値の差を第2の基準値として格納したメモリを有し、前記検出された電圧を直流に変換した直流電圧の値と前記第1の基準値との差が第2の基準値を超えたとき異常を出力することを特徴とする請求項1乃至6の内いずれか1項に記載のモータ駆動装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電圧型インバータ、PWMインバータなどのモータ駆動アンプによってモータを駆動するモータ駆動システムにおいて、モータの絶縁劣化を検出できるモータ駆動装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

モータを長年使用し続けると、その使用環境等に応じてモータの絶縁が劣化する。この絶縁の劣化による漏洩電流により、漏洩遮断機が作動し、該モータを使用している装置が突然作動を停止する。このような場合、モータに問題があるものか、駆動装置に問題があるものか不明であり、突然停止の原因調査に時間がかかり、このモータを使用している装置や製造ラインの停止が長期化する傾向にある。

【0003】

モータの絶縁劣化を検出する方法として、上述したように漏洩電流検出によって検出する方法が一般的であった。しかし、漏電検出器で検出する漏洩電流は、ある程度の大きさのみに達した状態でしか検出できず、モータの絶縁劣化が進んだ段階でしか検出できないという問題があった。また、漏電による突然の停止であることから、停止の原因がモータ自体によるものかモータ駆動装置等やその他の周辺機器が影響しているものか、装置や製造ライン等のシステム全体の作業を停止して調査せねばならない。さらに、この漏電検出器では、モータ絶縁劣化の予測、予防保全には役立てることができないという問題がある。

40

【0004】

そこで、空気調和装置においては、圧縮機におけるモータ絶縁劣化を早期に発見し運転不能になることを未然に防止するようにした方法が提案されている(特許文献1参照)。この方法は、モータの運転停止中において、直流電圧を任意の電圧と周波数に変換してモータを駆動する電力変換器の1つのトランジスタに高周波パルス印加して駆動し、3相

50

交流電源を整流しフィルタした直流電源の電圧（若しくは予め設定された電圧値）と、モータ電流を検出し、この直流電源の電圧とモータ電流に基づいて、絶縁抵抗値を算出し、求めた絶縁抵抗値が設定絶縁抵抗値を下回ると警報を出す方法である。

【0005】

又、電圧型インバータ装置で駆動されるモータにおいて、インバータ装置を高周波でスイッチングさせることによりインバータとモータ間の配線やモータ内の導電部と接地間の浮遊キャパシタを通して接地に流れる漏洩電流による漏電遮断機が誤動作することを防止するために、整流器とインバータを結ぶプラス側、及びマイナス側の線に直流リアクトルを挿入すると共に、各プラス側、マイナス側の線を、コンデンサと抵抗の直列回路を介して接地し、インバータが動作することによって発生する零相電流が、浮遊キャパシタ、接地コンデンサ、抵抗、前記プラス側、マイナス側の線の閉回路を流れるようにして漏電遮断機の誤動作を防止するようにした発明が公知である（特許文献2参照）。

10

【0006】

【特許文献1】特開2001-141795号公報

【特許文献2】特開平10-210649号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

モータの絶縁劣化を漏電検出器で検出するには、絶縁劣化が進んだ段階でしか検出できない。また、漏電により動作が突然の停止すると、停止の原因がモータ自体によるものかモータ駆動装置等やその他の周辺機器が影響しているものか、装置や製造ライン等のシステム全体の作業を停止して調査せねばならない。また、この漏電検出器では、モータ絶縁劣化の予測、予防保全には役立てることができない。

20

【0008】

一方、特許文献1に記載された方法では、モータ絶縁劣化の予測、予防保全には役立てることができるが、電圧と電流を検出しなくてはならない。しかも、電流は、電力変換器の1つのトランジスタをオンさせて、モータに直接流れる電流ラインで検出しなくてはならないものである。検出する電流が小さな値でも、この検出器は大電流を考慮したものとしなくてはならず、コストが増大する要因となる。また、モータを停止させた状態でしかモータの絶縁劣化を測定できない。

30

そこで、本発明の目的は、安価でモータの絶縁劣化を予知できるモータ駆動装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本願請求項1に係わる発明は、交流電源から供給される電力を整流回路で整流しコンデンサで平滑化する電源部と、該電源部出力電圧を、モータを駆動する周波数の交流電力に変換しモータを駆動するモータ駆動アンプとを備えたモータ駆動装置において、前記電源部出力ラインのプラス極及びマイナス極の両方又はいずれか一方の極と大地間に、コンデンサと抵抗の直列回路を挿入し、該直列回路の抵抗両端間の電圧を検出することによりモータからの漏洩電流を検出する漏洩電流検出手段と、該漏洩電流検出手段で検出された電圧に基づいてモータの絶縁抵抗状態を検出する絶縁状態検出手段とを備え、漏洩電流の大きさを検出してモータの絶縁抵抗の状態を検出できるようにしたものである。

40

又、請求項2に係わる発明は、前記コンデンサと抵抗の漏洩電流検出手段に代えて、コンデンサを電源部出力ラインのプラス極及びマイナス極の両方又はいずれか一方の極と大地間に接続し、該コンデンサに流れる電流を測定する電流センサを設け、前記絶縁状態検出手段は前記電流センサで検出された電流の電圧に基づいてモータの絶縁抵抗状態を検出するようにしたものである。

【0010】

請求項3に係わる発明は、前記絶縁状態検出手段を、前記検出された電圧を直流電圧に変換し、該直流電圧と基準値をコンパレータで比較し、基準値を超えた場合、表示器に異

50

常を表示するものとした。さらに請求項 4 に係わる発明は、前記絶縁状態検出手段を、前記検出された電圧を直流電圧に変換し、該直流電圧を A / D 変換手段でデジタル値に変換し、該電圧値を表示器に表示するようにした。又、請求項 5 に係わる発明は、このデジタル値に変換された電圧値が所定値を超えた場合、表示器に異常を表示するようにする。さらに、請求項 6 に係わる発明は、求めた直流電圧の値を記憶するメモリを有し、該メモリに記憶された複数の直流電圧の値を表示器に表示するようにした。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 7 に係わる発明は、前記絶縁状態検出手段に、モータの仕様又はモータ駆動アンプの仕様に対する基準電圧値を記憶するメモリと、該メモリの内容をアクセスするプロセッサとを備え、該プロセッサがモータ仕様又はモータ駆動アンプの仕様に対応する前記基準電圧値と前記求めた直流電圧の値とを比較し、求めた直流電圧の値が基準電圧値を超えた場合に異常を通知するようにした。また、請求項 8 に係わる発明は、前記絶縁状態検出手段に、装置稼働当初において前記検出された電圧を直流に変換した直流電圧の値を第 1 の基準値として記憶すると共に、絶縁異常と判定する前記第 1 の基準値との電圧値の差を第 2 の基準値として格納したメモリを有し、前記検出された電圧を直流に変換した直流電圧の値と前記第 1 の基準値との差が第 2 の基準値を超えたとき異常を出力するようにした。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明での検出電流はモータの定格に比べ非常に小さいものであることから、電流検出のための回路、機器等は高価なものを使用しなくてもよい。また、抵抗両端の電位差を検出する場合においても、半田付けできる小型な部品で構成することができ、安価で簡単な構成でモータの絶縁抵抗を検出できる。さらに、モータを停止させることなく、モータ駆動中いつでもこのモータの絶縁抵抗を検出できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本発明の一実施形態の要部ブロック回路図である。

符号 1 は、接地された 3 相交流電源である。2 は制御装置 11 で制御される電磁接触器の接点である。3 はモータ駆動装置本体で、3 相交流電源を整流回路により直流電源に変換する電源部 6 と、直流電源から任意の交流電源に変換してモータ M を駆動するモータ駆動アンプ 8 で構成されている。

【 0 0 1 4 】

電源部 6 は、3 相交流電源 1 を整流し直流電源に変換するダイオード D 1 ~ D 6 で構成される整流回路と、各ダイオード D 1 ~ D 6 と並列に回生電流を交流電源に帰還させるための IGBT 等で構成されたスイッチング素子 Q 1 ~ Q 6 を備えている。また、ダイオード D 1 ~ D 6 の整流回路で整流された直流出力を平滑する平滑コンデンサ C 1 を備え、さらに、平滑コンデンサ C の両端電圧はプラス側ライン 4 , マイナス側ライン 5 の電源部整流回路の出力ライン (DC リンク) に出力される。コントローラ 7 が回生開始電圧を検出し、スイッチング素子 Q 1 ~ Q 6 をオン/オフ制御して回生電流を交流電源に帰還させる。

【 0 0 1 5 】

また、モータ駆動アンプ 8 は、IGBT 等で構成されたスイッチング素子 Q 11 ~ Q 16 と該スイッチング素子 Q 11 ~ Q 16 とそれぞれ並列に接続されたダイオード D 11 ~ D 16 で構成されたインバータ回路とコントローラ 9 で構成されている。

電源部 6 及びモータ駆動アンプ 8 のコントローラ 7 , 9 は数値制御装置等のこのモータ駆動装置を制御する制御装置 11 に接続され、該制御装置 11 からの指令に基づいて、コントローラ 9 によって、スイッチング素子 Q 11 ~ Q 16 をオン/オフ制御してモータ M を駆動制御するものである。

【 0 0 1 6 】

上述したモータ駆動装置本体 3 の構成は、従来のモータ駆動装置と何ら変わるところは

10

20

30

40

50

ない。本発明は、この従来のモータ駆動装置に、モータの絶縁抵抗を測定するモータ絶縁抵抗検出手段が付加されている点において相違するものである。

この実施形態では、モータ絶縁抵抗検出手段として、電源部整流回路の出力ライン（DCリンク）のマイナス側ライン5が、抵抗R1とコンデンサC2の直列回路を介して接地G2され、さらに、この抵抗R1間の電圧を検出する検出回路10が設けられている。また、検出回路10と制御装置11は接続されている。

#### 【0017】

制御装置11により電磁接触器が動作しその接点2がオンになり、かつモータ駆動装置3に電力が供給され、電源部6の整流回路で3相交流電源は整流され直流電源に変換され、DCリンク部のライン4, 5を介して、モータ駆動アンプ8のインバータに供給され、該インバータのスイッチング素子Q11~Q16がコントローラ9で制御され、高速スイッチング（数kHz~十数kHz）動作し、任意の周波数の交流信号に変換してモータMを駆動する。このとき、電線のインダクタンスや浮遊容量及びその他の要因によって、スイッチング周波数より高い周波数の振動のノイズや、モータMへの給電線とモータのインピーダンスのミスマッチングが原因して反射によるサージノイズが発生する。以下これらノイズをまとめて高周波ノイズという。

#### 【0018】

これらの高周波ノイズは、モータMの対地間の絶縁抵抗を通して接地G3に流れ込む。いわゆる高周波漏洩電流が流れる。

高周波漏洩電流は、DCリンクの直流電源が元であることから、DCリンクのマイナスライン5と接地点G2間の抵抗R1とコンデンサC2のインピーダンスが、3相交流電源1へのインピーダンスより十分に低いと、この高周波漏洩電流は、3相交流電源1には戻らず、コンデンサC2と抵抗R1を介してDCリンクに戻ることになる。これにより、3相交流電源1の接地点G1への高周波漏洩電流は非常に低減されることになる。

#### 【0019】

一方、モータMの対地間の絶縁抵抗は寿命があり、モータMを長年使用し続けていくと、この絶縁抵抗は低下してくる。また、使用環境によりモータの巻線が犯されて急激に絶縁抵抗が低下することもある。絶縁抵抗の低下により大地に流れる高周波ノイズの量も増加し、抵抗R1、コンデンサC2に流れる高周波電流も増加する。よって、この抵抗R1、コンデンサC2の回路に流れる電流を検出回路10で測定することによってモータの絶縁劣化を検出できる。

#### 【0020】

図2は、この実施形態における検出回路10の回路図である。

図2に示す検出回路10において、21は整流回路でダイオードD21~D24及びコンデンサC3、抵抗R2で構成されている。また、R3~R5は抵抗、22はツェナーダイオード、23はコンパレータ、24はトランジスタ、25はフォトカプラである。

DCリンクのマイナス側ライン5と接地G2間に接続された抵抗R1とコンデンサC2の直列回路における抵抗R1の両端に生じる交流電圧は、整流回路21に入力されて、ダイオードD21~D24で整流され、コンデンサC3で平滑されて滑らかな直流に変換され、抵抗R2の両端に直流電圧が発生する。この直流電圧はコンパレータ23の一方の端子に入力される。コンパレータ23の他方の端子には、ツェナーダイオード22で決まる基準電圧が入力されており、検出された直流電圧が基準電圧より大きくなるとコンパレータ23から出力される信号によりトランジスタ24をオンにする。このトランジスタ24にはフォトカプラ25の発光素子が直列に接続されており、トランジスタ24がオンとなることにより、フォトカプラ25の発光素子に電流が流れ、フォトカプラ25の受光素子から出力信号が制御装置11に異常検出信号として出力される。

#### 【0021】

よって、ツェナーダイオード22により基準電圧を設定しておけば、モータの絶縁抵抗が低下し、抵抗R1とコンデンサC2に流れる高周波の漏洩電流が増加し、該高周波電流を検出回路10の整流回路21で整流して得られた直流電圧が基準電圧以上になると、フ

10

20

30

40

50

オートブラ 25 から出力信号が出され、モータの絶縁抵抗が所定値達したことを検出することができる。

この絶縁抵抗の低下の検出はモータが駆動されているときに検出できるものであり、わざわざ絶縁抵抗検出のためにモータの駆動停止する必要がなく、モータを駆動しているときに絶縁抵抗が所定値以下になると制御装置 11 に知らされ、これに基づいて制御装置 11 に設けられた表示器 12 等によりモータの絶縁低下を知らせるようにすればよいものである。

#### 【0022】

図3は、本発明の別の実施形態における検出回路のブロック図である。検出回路10の代わりにこの図3に示す検出回路10'を用いることによって、モータの絶縁劣化を検出する。特に、絶縁劣化の傾向や、モータ駆動装置におけるモータ駆動アンプの仕様(種類)又はモータの仕様(種類)に対応して、それぞれ絶縁劣化を検出できるようにしたものである。

10

この検出回路10'は、DCリンクのマイナス側ライン5と接地G2間に接続された抵抗R1とコンデンサC2の直列回路における抵抗R1の両端に生じる交流電圧を図2と同一の整流回路21に入力し(整流回路に付いては同一符号21を付している)、該整流回路21で整流された直流電圧がA/Dコンバータ(アナログ信号からデジタル信号に変換するコンバータ)31に入力されるように構成されている。また、この検出回路10'は、マイクロプロセッサ32とメモリ33を備えており、A/Dコンバータ31でデジタル信号に変換された電圧信号がマイクロプロセッサ32に入力されている。

20

#### 【0023】

メモリ33には、モータ駆動装置に使用されたモータ駆動アンプ8の仕様(種類)又はモータの仕様(種類)に応じてモータの絶縁劣化を表示させる基準値が予め格納されている。また、モータ駆動アンプ8のコントローラ9には、モータ駆動アンプ8の仕様(種類)又はモータの仕様(種類)を記憶したメモリが設けられている。

#### 【0024】

制御装置11は、モータ駆動アンプ8のコントローラ9からモータ駆動アンプの仕様(種類)を読み取り、検出回路10'のマイクロプロセッサ32に送信する。マイクロプロセッサ32は、送られてきたモータ駆動アンプの仕様(種類)又はモータの仕様(種類)に対応する基準値をメモリ33から読み取り、絶縁低下を検出する基準値とする。

30

#### 【0025】

そこで、抵抗R1間の高周波電圧が整流回路21で整流されて検出された直流電圧はA/Dコンバータ31でデジタル信号に変換され、マイクロプロセッサ32は、このデジタル信号に変換された検出電圧値と基準値を比較し、検出電圧が基準値を超えていると、絶縁抵抗低下の信号を制御装置11に送信し、制御装置11はこの信号を受けて表示器12に絶縁抵抗低下の表示を行う。

#### 【0026】

また、制御装置11からの指令に基づいて、マイクロプロセッサ32は、A/Dコンバータ31から出力される検出電圧値をメモリ33に記憶するとともに、制御装置11に送信し、制御装置11の表示器12にその検出電圧値を表示して、絶縁抵抗の低下の状態を表示するようにしてもよい。また、制御装置11から、定期的に検出電圧値を記憶し表示する指令を出し(例えば、作業員が月1回等の決められた間隔でこの指令を制御装置11に入力して記憶、表示指令をマイクロプロセッサ32に出力するようにする)、マイクロプロセッサ32にA/Dコンバータ31から出力される検出電圧値をメモリ33に記憶させると共に、該メモリ33に記憶する採取した検出電位差のデータを全て、若しくは今回と1つ前又は複数回前の検査時の複数のデータを表示器12に送信し、これらのデータを表示させるようにする。対地絶縁抵抗の履歴が表示されることになるから、絶縁劣化の進行状況を知ることができる。

40

#### 【0027】

さらに、この検出回路10'を用いて、まず、モータ駆動装置3及びモータMの稼働当

50

初（絶縁不良が生じていない状態）における、A/Dコンバータ31から出力される検出電圧値を第1の基準値としてメモリ33に記憶させておくと共に、モータの絶縁不良と判定される既知の値との差を第2基準値としてメモリ33に格納しておき、マイクロプロセッサ32は、その後逐次検出される電圧値と第1の基準値との差を求め、この差が第2の基準値を超えたとき、絶縁不良と判断し、制御装置11に絶縁異常の警告信号を送信して表示器12で表示するようにする。これによって、当初の状態からの絶縁劣化を確実に知ることができる。

【0028】

なお、上述した各実施形態では、DCリンクのマイナス側のライン5に抵抗R1とコンデンサC2の直列回路を接続し接地G2としたが、抵抗R1とコンデンサC2の直列回路をプラス側のライン4に接続し、該直列回路を介して接地してもよい。さらには、両ライン4,5に共にこの抵抗とコンデンサの直列回路を接続し該直列回路を介して接地してもよい。

10

【0029】

さらには、この抵抗とコンデンサの直列回路に代えて、コンデンサをライン4又は/及びライン5と対地G2間に配置し、該コンデンサに流れる電流を検出するホール素子等の電流センサを設けて、このコンデンサに流れる高周波ノイズを電流センサで検出し、この検出電圧を整流して直流電圧に変換し、上述した各実施形態と同様に、モータの絶縁抵抗の検出、及びその低下を検出するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

20

【0030】

【図1】本発明の一実施形態の要部ブロック回路図である。

【図2】同実施形態における検出回路の回路図である。

【図3】同実施形態における別の検出回路の回路図である。

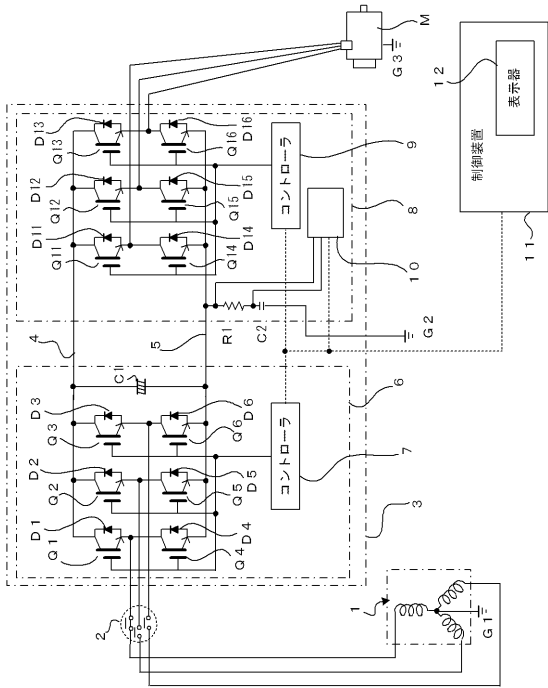
【符号の説明】

【0031】

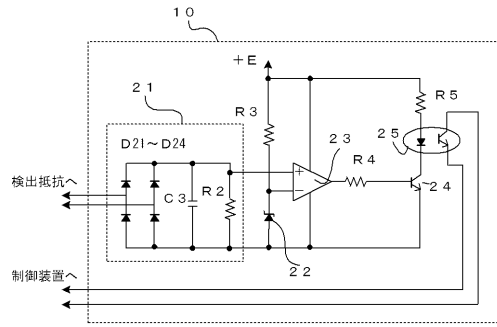
- 1 3相交流電源
- 2 電磁接触器の接点
- 3 モータ駆動装置本体
- 4 DCリンクのプラス側ライン
- 5 DCリンクのマイナス側ライン
- 6 モータ駆動装置の電源部
- 7 コントローラ
- 8 モータ駆動アンプ
- 9 コントローラ
- 10 検出回路
- 11 制御装置
- 12 表示器
- 21 整流回路

30

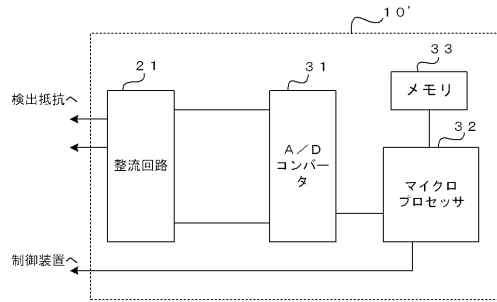
【図1】



【図2】



【図3】



## フロントページの続き

- (72)発明者 堀越 真一  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内
- (72)発明者 君島 正巳  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内
- (72)発明者 八重嶋 守  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内

審査官 藤原 伸二

- (56)参考文献 特開平05-223906(JP,A)  
特開平05-316747(JP,A)  
特開平09-233679(JP,A)  
特開平09-281172(JP,A)  
特開平09-131096(JP,A)  
特開平11-215686(JP,A)  
特開平10-210649(JP,A)  
特開平10-288636(JP,A)  
特開2001-141795(JP,A)  
特開2002-071768(JP,A)  
特開2002-139535(JP,A)  
特開2002-365326(JP,A)  
特開2003-143862(JP,A)  
特開2004-184275(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/02  
G01R 31/12 - 31/14  
G01R 31/34  
H02K 11/00