

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4389975号
(P4389975)

(45) 発行日 平成21年12月24日 (2009. 12. 24)

(24) 登録日 平成21年10月16日 (2009. 10. 16)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 P 3/18 (2006. 01)

H O 2 P 3/18 Z

H O 2 P 23/00 (2006. 01)

H O 2 P 7/36 3 O 2 S

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-170524 (P2007-170524)
 (22) 出願日 平成19年6月28日 (2007. 6. 28)
 (65) 公開番号 特開2009-11088 (P2009-11088A)
 (43) 公開日 平成21年1月15日 (2009. 1. 15)
 審査請求日 平成21年1月23日 (2009. 1. 23)

(73) 特許権者 000002945
 オムロン株式会社
 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
 8 0 1 番地
 (74) 代理人 100086737
 弁理士 岡田 和秀
 (72) 発明者 赤木 哲也
 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
 動堂町8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 (72) 発明者 中山 晃行
 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
 動堂町8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 (72) 発明者 樋口 敏之
 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
 動堂町8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 安全システムおよび安全機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

三相モータと、該三相モータへの電源の投入遮断を行う主開閉器と、前記三相モータの巻線をスター結線にするスター結線用開閉器と、前記三相モータの巻線をデルタ結線にするデルタ結線用開閉器と、前記三相モータの停止を検知して検知出力を与える安全機器とを備え、前記三相モータをスターデルタ始動する安全システムであって、

前記安全機器は、前記三相モータの各相の少なくとも2相以上の巻線の両端にそれぞれ接続されて逆起電力をそれぞれ検出する複数の逆起電力検出部と、前記逆起電力検出部の検出出力に基づいて、前記三相モータが停止したか否かを判定する判定部とを備えることを特徴とする安全システム。

【請求項 2】

前記三相モータによって駆動される機械が設置された作業領域内へ出入りするためのドアには、電磁ロック式のドアスイッチが設けられ、

前記安全機器の前記逆起電力検出部は、それぞれ電氣的に絶縁され、前記判定部は、更に、断線の有無を判定するものであり、前記安全機器の検知出力によって前記ドアスイッチのロックを解除する請求項 1 に記載の安全システム。

【請求項 3】

三相モータの各相の巻線の一方の端子と三相電源の端子との間に、電源の投入遮断を行う主開閉器の接点が介装され、前記巻線の他方の端子と中性点との間に、スター結線用開閉器の接点が介装され、前記巻線の一方の端子と異なる相の巻線の他方の端子との間に、

デルタ結線用開閉器の接点が介装され、スターデルタ始動される前記三相モータの停止を検知する安全機器であって、

前記三相モータの各相の少なくとも2相以上の巻線の両端にそれぞれ接続されて逆起電力をそれぞれ検出する複数の逆起電力検出部と、前記逆起電力検出部の検出出力に基づいて、前記三相モータが停止したか否かを判定する判定部とを備え、

前記逆起電力検出部は、それぞれ電氣的に絶縁され、前記判定部は、更に、断線の有無を判定することを特徴とする安全機器。

【請求項4】

前記主開閉器の接点状態に対応する接点入力を与えられる接点入力部を備え、

前記判定部は、前記接点入力部からの前記接点状態に基づいて、前記主開閉器の接点がオフした状態であって、かつ、前記逆起電力検出部でそれぞれ検出される逆起電力が、全て閾値未満になったときに、前記三相モータが停止したと判定する請求項3に記載の安全機器。

【請求項5】

前記三相モータは、前記スターデルタ始動に代えて、通常始動が可能であって、通常始動時には、各逆起電力検出部が、前記三相モータの各相の巻線の両端に代えて、異なる相の巻線の各一端に、それぞれ接続される請求項3または4に記載の安全機器。

【請求項6】

複数の三相モータの停止を検知できる安全機器であって、

スターデルタ始動される三相モータの各相の少なくとも1相以上の巻線の両端または通常始動される三相モータの巻線の各一端にそれぞれ接続可能であって、逆起電力をそれぞれ検出する複数の逆起電力検出部と、前記逆起電力検出部の検出出力に基づいて、前記三相モータが停止したか否かを判定する判定部とを備え、

前記逆起電力検出部は、それぞれ電氣的に絶縁され、前記判定部は、更に、断線の有無を判定するものであり、

前記複数の逆起電力検出部が、異なる三相モータに接続されることを特徴とする安全機器。

【請求項7】

前記三相モータによって駆動される機械が作業領域に設置され、前記作業領域内へ出入りするためのドアには、電磁ロック式のドアスイッチが設けられ、前記三相モータの停止を検知した当該安全機器の検知出力によって前記ドアスイッチのロックを解除する請求項3～6のいずれか一項に記載の安全機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工作機械や産業用ロボットなどの各種機械と作業者とが共存する生産現場などにおける安全を確保するために用いられる安全システムに関し、更に詳しくは、各種機械を駆動する三相モータの停止を検知して検知出力を与える安全機器を備える安全システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、工作機械や産業用ロボットなどの各種機械と作業者とが共存する生産現場などにおける安全を確保するために、種々の安全システムが提案されている。例えば、工作機械や産業用ロボットなどの各種機械の駆動源となる三相モータ（三相誘導電動機）の停止を監視し、停止が確認されたときに、前記各種機械の作業領域の出入口のドアを開くことができるようにすることが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特許第3344931号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

10

20

30

40

50

各種機械の駆動源となる三相モータ、特に、5.5 kW以上の大容量の三相モータでは、危険性が高くなるために、その停止を検知することが、安全対策を講じる上で必要になる。

【0004】

かかる大容量の三相モータでは、定格電流のおよそ5倍から10倍流れる始動電流を抑制するために、始動直後はスター結線とし、一定時間経過後に、デルタ結線に切替えて定常運転に移行するスターデルタ始動法が用いられている。

【0005】

かかるスターデルタ始動法によって始動される三相モータの停止を検知して、例えば、該三相モータによって駆動される工作機械が設置されている作業領域への出入り口のドアスイッチの開放を許容する安全システムを構成することが考えられる。

10

【0006】

図15は、かかる安全システムの構成の一例を示す図である。

【0007】

同図において、2は三相電源1に接続される三相モータである。三相電源ラインには、安全のために二重化された第1、第2の主マグネットコンタクタ7-1、7-2と、スター結線を構成するためのスター結線用マグネットコンタクタ8と、デルタ結線を構成するためのデルタ結線用マグネットコンタクタ9が接続されている。

【0008】

第1、第2の主マグネットコンタクタ7-1、7-2と三相モータ2との電源ラインには、三相モータ2の逆起電力を検出して三相モータ2の停止を検知し、図示しない電磁ロック式のドアスイッチに対して、そのロックを解除する検知出力を与える停止検知ユニット20が接続されている。

20

【0009】

図16に示すように、ドアスイッチ5は、例えば、電磁ロック式のスイッチであって、三相モータ2および該モータ2によって駆動される工作機械（図示せず）が設置された作業領域に出入りするためのドア4に取付けられ、ドア4が閉じられるとロックされ、停止検知ユニット20からの検知出力によってロックが解除されてドア4の開放が可能となる。また、ドア4の開閉状態を示す信号が、ドアスイッチ5から図示しない安全制御機器に与えられる。

30

【0010】

三相モータ2への電源の投入遮断を行う第1、第2の主マグネットコンタクタ7-1、7-2は、例えば、前記安全制御機器によって、オンオフが制御され、安全制御機器は、ドアスイッチ5からの信号に基づいて、ドア4が閉止されている状態で、第1、第2の主マグネットコンタクタ7-1、7-2の接点をオンして、三相モータ2への電源を投入する。

【0011】

スター結線用マグネットコンタクタ8およびデルタ結線用マグネットコンタクタ9は、例えば、スターデルタタイマ（図示せず）によってオンオフが制御される。

【0012】

40

図17は、図15の各部の動作を説明するためのタイムチャートであり、図18～図20は、各動作における結線状態を示す図である。

【0013】

図17(a)、(b)は第1、第2の主マグネットコンタクタ7-1、7-2の接点のオンオフ状態、図17(c)はスター結線用マグネットコンタクタ8の接点のオンオフ状態、図17(d)はデルタ結線用マグネットコンタクタ9の接点のオンオフ状態、図17(e)は停止検知ユニット20の入力、図17(f)は停止検知ユニット20の出力をそれぞれ示している。

【0014】

まず、期間T1においては、第1、第2の主マグネットコンタクタ7-1、7-2の接

50

点がオンするとともに、スター結線用マグネットコンタクタ8の接点がオンし、図18に示すスター結線状態となって始動され、停止検知ユニット20には、三相モータ2の始動によってモータの電源電圧が入力として与えられ、その出力は、オフとなる。

【0015】

期間T1が経過した後の期間T2においては、スター結線用マグネットコンタクタ8の接点がオフし、デルタ結線用マグネットコンタクタ9の接点がオンしてスター結線から図19に示すデルタ結線状態に切り替わって通常運転が行われる。

【0016】

次に、電源遮断時には、第1、第2の主マグネットコンタクタ7-1、7-2の接点がオフする一方、デルタ結線用マグネットコンタクタ9の接点もオフして図20に示す結線状態となる。その後、三相モータ2の逆起電力を検出するために、スター結線用マグネットコンタクタ8あるいはデルタ結線用マグネットコンタクタ9の接点（図17では、スター結線用マグネットコンタクタの接点）を、オンし、停止検知ユニット20に逆起電力を入力し、期間T3が経過して、逆起電力が一定の閾値以下になると、三相モータ2が停止したとして、停止検知ユニット20の出力が、オンとなって検知出力を与える。

【0017】

この出力がオンしている状態、すなわち、三相モータ2の停止を検知している状態では、例えば、ドア4に設置された電磁ロック式のドアスイッチ5のロックが解除されてドア4を開放することが可能となり、三相モータ2および該モータ2によって駆動される工作機械が設置されている作業領域に、作業者が進入することが可能となる。

【0018】

図15の構成では、三相モータ2への電源を遮断したときに、逆起電力を検出するために、スター結線用マグネットコンタクタ8またはデルタ結線用マグネットコンタクタ9のいずれかの接点をオンする必要がある。

【0019】

このとき、図11(a)に簡略化して示すように、例えば、スター結線用マグネットコンタクタ8の接点がオンしているときに、主マグネットコンタクタが一つしかない場合には、その一つの主マグネットコンタクタ、例えば、第1のマグネットコンタクタ7-1によって通電経路が切断されることになる。安全を確保するために、二つ以上のマグネットコンタクタによって通電経路を切断する必要があるため、もう一つの主マグネットコンタクタ7-2を設け、二つの主マグネットコンタクタ7-1、7-2によって通電経路を切断する必要がある。すなわち、二重化のために、主マグネットコンタクタを、二つ設ける必要があった。

【0020】

また、図15において、仮に、スター結線用マグネットコンタクタ8の接点およびデルタ結線用マグネットコンタクタ9がオフしたとすると、停止検知ユニット20は、一般に、断線検知機能を備えており、スター結線用マグネットコンタクタ8およびデルタ結線用マグネットコンタクタ9が、共にオフした状態は、上述の図20に示すように、停止検知ユニット20の入力が浮いた不定状態、すなわち、断線状態と同じになってしまい、図17の期間T5では、停止検知ユニット20の出力がオフとなり、正常な停止状態であるにも拘らず、断線故障であるとして誤動作し、例えば、警報を出力して上位機器によって、システムが停止してしまう場合が想定される。

【0021】

かかる誤動作は、スター結線用マグネットコンタクタ8からデルタ結線用マグネットコンタクタ9への切替時、すなわち、図17の期間T1から期間T2への移行時、あるいは、電源供給を遮断して逆起電力を検出する図17の期間T2から期間T3への移行時にも生じてしまう。

【0022】

本発明は、上述のような点に鑑みてなされたものであって、スターデルタ始動される三相モータへの電源を遮断する主マグネットコンタクタが二重化のために二つ必要であった

ものを、一つのみで構成できるようにすることを主たる目的とし、更に、スターデルタ始動される三相モータの停止を、誤動作なく検知できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0023】

(1) 本発明の安全システムは、三相モータと、該三相モータへの電源の投入遮断を行う主開閉器と、前記三相モータの巻線をスター結線にするスター結線用開閉器と、前記三相モータの巻線をデルタ結線にするデルタ結線用開閉器と、前記三相モータの停止を検知して検知出力を与える安全機器とを備え、前記三相モータをスターデルタ始動する安全システムであって、前記安全機器は、前記三相モータの各相の少なくとも2相以上の巻線の両端にそれぞれ接続されて逆起電力をそれぞれ検出する複数の逆起電力検出部と、前記逆起電力検出部の検出出力に基づいて、前記三相モータが停止したか否かを判定する判定部とを備えている。

10

【0024】

本発明の安全システムによると、主開閉器をオフした電源遮断時に、スター結線用開閉器およびデルタ結線用開閉器を共にオフさせた状態で、三相モータの各相の巻線に生じる逆起電力に基づいて、三相モータの停止を検知できる、すなわち、逆起電力の検出のためにスター結線用開閉器またはデルタ結線用開閉器のいずれかをオンさせる必要がないので、二重化ために主開閉器を二つ設ける必要がない。

【0025】

また、スター結線からデルタ結線への切替え時に、スター結線用開閉器およびデルタ結線用開閉器の接点が共にオフしても、各逆起電力検出部は、各相の少なくとも2相以上の巻線の両端にそれぞれ接続されているので、その入力が断線状態のように不定となることがない。

20

【0026】

(2) 本発明の安全システムの他の実施形態では、前記三相モータによって駆動される機械が設置された作業領域内へ出入りするためのドアには、電磁ロック式のドアスイッチが設けられ、前記安全機器の前記逆起電力検出部は、それぞれ電氣的に絶縁され、前記判定部は、更に、断線の有無を判定するものであり、前記安全機器の検知出力によって前記ドアスイッチのロックを解除するものである。

【0027】

この実施形態によると、機械を駆動する三相モータの停止を検知してドアスイッチのロックが解除されるので、作業者が、ドアを開いて機械が設置されている作業領域に入るときには、機械が停止して安全が確保される。

30

【0028】

(3) 本発明の安全機器は、三相モータの各相の巻線の一方の端子と三相電源の端子との間に、電源の投入遮断を行う主開閉器の接点が介装され、前記巻線の他方の端子と中性点との間に、スター結線用開閉器の接点が介装され、前記巻線の一方の端子と異なる相の巻線の他方の端子との間に、デルタ結線用開閉器の接点が介装され、スターデルタ始動される前記三相モータの停止を検知する安全機器であって、前記三相モータの各相の少なくとも2相以上の巻線の両端にそれぞれ接続されて逆起電力をそれぞれ検出する複数の逆起電力検出部と、前記逆起電力検出部の検出出力に基づいて、前記三相モータが停止したか否かを判定する判定部とを備え、前記逆起電力検出部は、それぞれ電氣的に絶縁され、前記判定部は、更に、断線の有無を判定するものである。

40

【0029】

本発明の安全機器によれば、三相モータの各相の少なくとも2相の巻線に生じる逆起電力に基づいて、三相モータの停止を検知できる一方、各逆起電力検出部は、各相の巻線の両端にそれぞれ接続されているので、三相モータの結線状態を切替えるような場合に、各逆起電力検出部への入力が断線状態と同じ状態となることがない。

【0030】

また、複数の逆起電力検出部が、三相モータの各相の2相以上の巻線の両端にそれぞれ

50

接続されるので、本発明の安全機器を、三相モータと、該三相モータへの電源の投入遮断を行う主開閉器と、前記三相モータの巻線をスター結線にするスター結線用開閉器と、前記三相モータの巻線をデルタ結線にするデルタ結線用開閉器とを備えて、三相モータをスターデルタ始動する安全システムに用いた場合に、主開閉器をオフした電源遮断時に、スター結線用開閉器およびデルタ結線用開閉器を共にオフさせた状態で、三相モータの各相の巻線に生じる逆起電力に基づいて、三相モータの停止を検知できるので、二重化ために主開閉器を二つ設ける必要がない。

【0032】

また、スター結線からデルタ結線への切替え時に、スター結線用開閉器およびデルタ結線用開閉器の接点が共にオフしても、各逆起電力検出部は、各相の巻線の両端にそれぞれ接続されているので、その入力断線状態のように不定となることがなく、断線と判定して誤動作するといったことがない。更に、各相の巻線に接続される逆起電力検出部は、それぞれ電氣的に絶縁されて独立した系となっているので、相間の短絡を防止することができる。

【0033】

(4) 上記(3)の実施形態では、前記主開閉器の接点状態に対応する接点入力を与えられる接点入力部を備え、前記判定部は、前記接点入力部からの前記接点状態に基づいて、前記主開閉器の接点がオフした状態であって、かつ、前記逆起電力検出部でそれぞれ検出される逆起電力が、全て閾値未満になったときに、前記三相モータが停止したと判定するものである。

【0034】

この実施形態によると、主開閉器の接点がオフして三相モータへの電源の供給が遮断された後の各相の巻線に生じる逆起電力が、全て閾値未満になったときに、三相モータの停止として検知する。

【0035】

(5) 上記(3)または(4)の実施形態では、前記三相モータは、前記スターデルタ始動に代えて、通常始動が可能であって、通常始動時には、各逆起電力検出部が、前記三相モータの各相の巻線の両端に代えて、異なる相の巻線の各一端に、それぞれ接続される。

【0036】

スターデルタ始動と通常始動とに応じた逆起電力検出部の接続の切り替えは、当該安全機器の外部に設けた切替えスイッチなどで行ってもよいし、内部に切り替え機能を備える構成としてもよい。

【0037】

この実施形態によると、スターデルタ始動される三相モータの停止を検知することができ、また、通常始動される三相モータの停止を検知することもできる。

【0038】

(6) 本発明の安全機器は、複数の三相モータの停止を検知できる安全機器であって、スターデルタ始動される三相モータの各相の少なくとも1相以上の巻線の両端または通常始動される三相モータの巻線の各一端にそれぞれ接続可能であって、逆起電力をそれぞれ検出する複数の逆起電力検出部と、前記逆起電力検出部の検出出力に基づいて、前記三相モータが停止したか否かを判定する判定部とを備え、前記逆起電力検出部は、それぞれ電氣的に絶縁され、前記判定部は、更に、断線の有無を判定するものであり、前記複数の逆起電力検出部が、異なる三相モータに接続されるものである。

【0039】

本発明の安全機器によれば、複数の逆起電力検出部を、異なる三相モータに接続して複数の三相モータの停止を検知することができ、この異なる三相モータは、スターデルタ始動の三相モータであってもよいし、通常始動の三相モータであってもよいし、あるいは、スターデルタ始動の三相モータと通常始動の三相モータとの組み合わせであってもよい。

【0040】

(7) 本発明の安全機器の好ましい実施形態では、前記三相モータによって駆動される機械が作業領域に設置され、前記作業領域内へ出入りするためのドアには、電磁ロック式のドアスイッチが設けられ、前記三相モータの停止を検知した当該安全機器の検知出力によって前記ドアスイッチのロックを解除するものである。

【0041】

機械とは、工作機械、印刷機械、輸送機械、ロボット、建設機械などの各種の機械をいう。

【0042】

作業領域とは、機械が設置されて作業が行われる領域をいう。

【0043】

この実施形態によると、機械を駆動する三相モータの停止を検知してドアスイッチのロックが解除されるので、作業者が、ドアを開いて機械が設置されている作業領域に入るときには、機械が停止して安全が確保される。

【発明の効果】

【0044】

本発明によれば、主開閉器をオフした電源遮断時に、スター結線用開閉器およびデルタ結線用開閉器を共にオフさせた状態で、三相モータの各相の巻線に生じる逆起電力に基づいて、三相モータの停止を検知できるので、逆起電力の検出のためにスター結線用開閉器またはデルタ結線用開閉器のいずれかをオンさせる必要がなく、これによって、二重化のために主開閉器を二つ設ける必要がない。

【0045】

また、三相モータの各相の少なくとも2相以上の巻線に生じる逆起電力に基づいて、三相モータの停止を検知できる一方、各逆起電力検出部は、各相の巻線の両端にそれぞれ接続されているので、三相モータの結線状態を切替えるような場合に、各逆起電力検出部への入力断線状態のように不定となることがなく、これによって、三相モータの結線状態の切替えなどを、断線と判定して誤動作することがない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

以下、図面によって本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0047】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施形態に係る安全システムの概略構成図である。

【0048】

この安全システムは、三相電源1と、該三相電源1に接続されて図示しない工作機械を駆動する三相モータ2と、該三相モータ2の停止を、後述のように検知して検知出力を与える本発明に係る安全機器としての停止検知ユニット3と、上述の図16に示すように三相モータ2および前記工作機械が配置された作業領域の出入口のドア4に設置されて、停止検知ユニット3からの検知出力が、ロック解除信号として与えられる電磁ロック式のドアスイッチ5と、該ドアスイッチ5および非常停止スイッチ6の出力に基づいて、電源の投入遮断を行うための主マグネットコンタクタ7のオンオフを制御する安全制御機器としてのセーフティユニット18とを備えている。

【0049】

三相モータ2および工作機械が設置された作業領域は、上述の図16に示すように、安全柵で囲まれて区画されており、この安全柵には、作業領域への出入り口となるドア4が設置され、このドア4に、電磁ロック式のドアスイッチ5が取り付けられている。このドアスイッチ5は、例えば、スイッチ本体が、ドア4の固定枠側に取り付けられ、前記スイッチ本体の開口部に挿抜される操作キーが、ドア4の可動部側に取り付けられ、ドア4を閉止して操作キーが、スイッチ本体の開口部に挿入されると、機械的にロックがかかり、ドア4の開放を禁止する。また、停止検知ユニット3から、三相モータ2の停止を検知した検知出力が、ロック解除信号としてドアスイッチ5に与えられると、ソレノイドが動作す

10

20

30

40

50

ることにより、ロックが解除されてドア４の開放が可能となる。

【００５０】

このドアスイッチ５は、セーフティユニット１８に対して、ドア４が閉止されている状態では、工作機械の駆動を許容する安全側の安全入力を与える一方、ドア４が開放されている状態では、工作機械の駆動を禁止する危険側の安全入力を与えるものである。

【００５１】

非常停止スイッチ６は、セーフティユニット１８に対して、緊急時の作業等者の操作によって、工作機械の駆動を禁止する危険側の安全入力を与え、また、通常時は、工作機械の駆動を許容する安全側の安全入力を与える。

【００５２】

この実施形態のセーフティユニット１８は、マイコンを搭載しており、非常停止スイッチ６およびドアスイッチ５からの安全入力に基づいて、プログラムに従って、主マグネットコンタクタ７のオンオフを制御するものであり、非常停止スイッチ６およびドアスイッチ５からの安全入力、いずれも安全側であるときに、主マグネットコンタクタ８をオンして三相モータ２に電源を供給する一方、非常停止スイッチ６またはドアスイッチ５からの安全入力のいずれか一方が、危険側であるときには、主マグネットコンタクタ７をオフして三相モータ２への電源を遮断する。

【００５３】

他の実施形態として、セーフティユニットは、マイコンを搭載することなく、シーケンス制御によって、非常停止スイッチ６およびドアスイッチ５からの安全入力に基づいて、主マグネットコンタクタ７のオンオフを制御するようにしてもよい。

【００５４】

図２は、図１の三相電源１、三相モータ２および停止検知ユニット３の接続状態の構成を示す図である。

【００５５】

この実施形態では、三相モータ２への電源の投入、遮断を行う上述の主マグネットコンタクタ７と、三相モータ２の巻線をスター結線にするスター結線用マグネットコンタクタ８と、三相モータ２の巻線をデルタ結線にするデルタ結線用マグネットコンタクタ９とを備えている。

【００５６】

主マグネットコンタクタ７の接点は、三相モータ２の巻線の一方の端子Ｕ１，Ｖ１，Ｗ１と三相電源１の各端子Ｕ，Ｖ，Ｗとの間に接続される。

【００５７】

スター結線用マグネットコンタクタ８の接点は、巻線の他方の端子Ｕ２，Ｖ２，Ｗ２と中性点１０との間に接続され、接点がオンすると、三相モータ２の巻線はスター結線になる。このとき、三相電源１が短絡しないように、デルタ結線用マグネットコンタクタ９の接点はオフ状態である。

【００５８】

また、デルタ結線用マグネットコンタクタ９の接点は、三相電源１の端子Ｕ，Ｖ，Ｗと三相モータ２の巻線の他方の端子Ｕ２，Ｖ２，Ｗ２との間を接続するもので、オンのときには、端子ＵとＷ２、ＶとＵ２、ＷとＶ２がそれぞれ接続されて三相モータ２の巻線はデルタ結線となる。このとき、スター結線用マグネットコンタクタ８の接点は、オフ状態である。

【００５９】

主マグネットコンタクタ７は、図１のセーフティユニット１８によって、そのオンオフが制御され、スター結線用マグネットコンタクタ８およびデルタ結線用マグネットコンタクタ９は、図示しないスターデルタタイマなどによって、そのオンオフが制御される。

【００６０】

この実施形態の停止検知ユニット３は、三相モータの逆起電力（ＢＥＭＦ：Back Electromotive Force）を検出してその停止を検知するものであり、

10

20

30

40

50

U相およびW相の巻線の両端U 1, U 2; W 1, W 2にそれぞれ接続される。

【0061】

この停止検知ユニット3は、図3に示すように、内部に電氣的に絶縁された第1, 第2の逆起電力検出回路11, 12を備えており、各相U, Wの逆起電力をそれぞれ検出する。

【0062】

図4は、この実施形態の停止検知ユニットのブロック図である。

【0063】

この停止検知ユニット3は、三相モータ2の逆起電力を検出する第1, 第2の逆起電力検出回路11, 12、主マグネットコンタクタ7の接点状態に対応した接点入力（コンタクタ信号）が与えられる接点入力部13と、第1, 第2の逆起電力検出回路11, 12の出力および接点入力部13の出力に基づいて、出力パターンを決定する判定部としての入力演算部14と、各機能が正常に働いているか否かをチェックし、自己診断を行う安全監視部15と、安全監視部15からの許可と入力演算部14からの指定によって出力指令を出す出力制御部16と、検知出力を出力する出力部17とを備えている。

10

【0064】

第1, 第2の逆起電力検出回路11, 12は、相関の短絡を防止するために電氣的に絶縁されており、入力演算部14との間は、フォトカプラによって、光結合されている。

【0065】

入力演算部14では、第1, 第2の逆起電力検出回路11, 12の出力および接点入力部13の出力に基づいて、三相モータ2の停止を判定し、更に、断線の有無も判定する。

20

【0066】

図5は、断線検知を説明するための図であり、同図(a)は正常状態を、同図(b)は断線状態を示しており、第1, 第2の逆起電力検出回路11, 12の内の一方の逆起電力検出回路11を代表的に示している。

【0067】

同図(a)に示される正常状態では、三相モータ2へ電源が供給されているときには、モータの電源電圧が逆起電力検出回路11に入力され、三相モータ2の電源が遮断されて惰性回転しているときには、逆起電力が逆起電力検出回路11に入力され、停止時には、0Vが逆起電力検出回路11に入力される。

30

【0068】

これに対して、同図(b)に示される断線状態では、抵抗R1, R2で分圧された電圧が入力されることになり、断線であると判定することができる。

【0069】

図4の入力演算部14では、このようにして、第1, 第2の逆起電力検出回路11, 12の出力に基づいて、断線の有無を判定する。

【0070】

この実施形態の停止検知ユニット3は、マイコンを搭載しており、主マグネットコンタクタ7からの接点入力および三相モータ2の検出電圧に基づいて、プログラムに従って、半導体出力（トランジスタ出力）である検知出力を与える。

40

【0071】

図6は、この実施形態の停止検知ユニット3の動作説明に供するフローチャートである。

【0072】

まず、主マグネットコンタクタ7の接点が、オン（ショート）しているかオフ（オープン）しているかを判断し（ステップn1）、オフしているときには、逆起電力をモニタし（ステップn2）、第1, 第2の逆起電力検出回路11, 12によって検出される逆起電力が、いずれも閾値以下になったときには、出力がオンして検知出力を与える。

【0073】

なお、断線検知は、常時行っており、断線が検知されたときには、出力は、オフになる

50

とともに、例えば、エラー出力を与える。

【0074】

図7は、この実施形態の停止検知ユニット3の動作説明に供するタイムチャートであり、図8～図10は、各動作における結線状態を示す図である。

【0075】

図7(a)は主マグネットコンタクタ7の接点のオンオフ状態、図7(b)はスター結線用マグネットコンタクタ8の接点のオンオフ状態、図7(c)はデルタ結線用マグネットコンタクタ9の接点状態、図7(d)は停止検知ユニット3の入力、図7(e)は停止検知ユニット3の出力をそれぞれ示している。

【0076】

まず、期間T1においては、主マグネットコンタクタ7の接点がオンするとともに、スター結線用マグネットコンタクタ8の接点がオンし、図8に示すスター結線状態で始動され、停止検知ユニット3には、三相モータ2の始動によってモータの電源電圧が入力として与えられ、出力は、オフとなる。この状態では、ドアスイッチ5のロックは解除されず、ドア4を開閉することが禁止されている。

【0077】

期間T1が経過した後の期間T2においては、スター結線用マグネットコンタクタ8の接点がオフする一方、デルタ結線用マグネットコンタクタの接点がオンしてスター結線から図9に示すデルタ結線状態に切り替わって通常運転が行われる。

【0078】

次に、電源遮断時には、主マグネットコンタクタ7の接点がオフする一方、デルタ結線用マグネットコンタクタ9の接点もオフして図10に示す状態となり、三相モータ2の逆起電力が検出され、一定の閾値以下になると、三相モータ2が停止したとして、停止検知ユニット3の出力が、オンとなって検知出力を与える。

【0079】

この出力がオンして検知出力が与えられている状態では、電磁ロック式のドアスイッチ5のロックが解除されてドア4を開閉することが可能となり、三相モータ2によって駆動される工作機械が設置されている作業領域に、作業者が進入することが可能となる。このとき、三相モータ2が停止して工作機械が動作を停止しているので、作業者の安全が確保される。

【0080】

上述の図15の構成では、第1、第2の主マグネットコンタクタ7-1、7-2、スター結線用マグネットコンタクタ8およびデルタ結線用マグネットコンタクタ9の接点が、共にオフした状態では、停止検知ユニット20の入力が、断線状態と同じになってしまい、停止検知ユニット20の出力がオフとなり、正常な停止状態であるにも拘らず、断線故障であるとして、例えば、警報を出力し、上位機器によって、システムが停止してしまう虞があった。

【0081】

これに対して、この実施形態では、全てのマグネットコンタクタ7、8、9の接点がオフした状態では、図10に示すように、各逆起電力検出回路11、12の入力端子が、U相、W相の各巻線を介してそれぞれ接続された状態となり、断線として誤動作することがない。

【0082】

また、逆起電力を検出するために、スター結線用マグネットコンタクタ8またはデルタ結線用マグネットコンタクタ9の接点をオンさせる必要もない。

【0083】

以上のように、この実施形態の停止検知ユニット3では、三相モータ2の停止を、断線と誤判定することがない。また、逆起電力検出回路11、12を2回路設けて二重化しているので、安全カテゴリが低下することもない。

【0084】

更に、主マグネットコンタクタ7が、二重化のために、二つ必要であった上述の図15の構成に比べて、この実施形態では、主マグネットコンタクタ7を、一つのみで構成することができる。

【0085】

すなわち、図15の構成では、三相モータ2への電源を遮断したときに、逆起電力を検出するために、スター結線用マグネットコンタクタ8またはデルタ結線用マグネットコンタクタ9のいずれかの接点をオンする必要がある。

【0086】

このとき、図11(a)に簡略化して示すように、例えば、スター結線用マグネットコンタクタ8の接点がオンしているときに、主マグネットコンタクタが一つしかない場合には、その一つの主マグネットコンタクタ、例えば、第1のマグネットコンタクタ7-1によって通電経路が切断されることになる。安全を確保するために、二つ以上のマグネットコンタクタによって通電経路を切断する必要があるため、もう一つの主マグネットコンタクタ7-2を設け、二つの主マグネットコンタクタ7-1, 7-2によって通電経路を切断している。

【0087】

これに対して、この実施形態では、三相モータ2への電源を遮断したときには、全マグネットコンタクタ7, 8, 9をオフした状態で逆起電力を検出できるので、図11(b)に簡略化して示すように、通電経路が、二つのマグネットコンタクタ7, 8または7, 9によって切断されることになり、主マグネットコンタクタを二つ設ける必要がない。

【0088】

(その他の実施形態)

上述の実施形態では、スターデルタ始動に適用して説明したけれども、本発明の停止検知ユニット3は、全電圧始動などの通常始動に適用することも可能である。

【0089】

図12は、通常始動の場合の接続状態を示す図であり、例えば、三相モータ2の巻線の端子U, Wを、停止検知ユニット3の各端子にそれぞれ接続する一方、巻線の端子Vを、停止検知ユニット3の端子に共通に接続する。

【0090】

また、本発明の他の実施形態として、図13に示すように、スターデルタ始動と通常始動とに応じて、切替えスイッチ19によって接続を切替えるようにしてもよい。更に、停止検知ユニット3自体に、切替えスイッチの機能を内蔵させてもよい。

【0091】

また、本発明の他の実施形態として、通常始動あるいはスターデルタ始動される別の三相モータの停止を検知するようにしてもよい。図14は、停止検知ユニット3によって、通常始動される二つの三相モータ2-1, 2-2の停止を検知する場合の接続構成を示す図である。停止検知ユニット3の一方の逆起電力検出回路11を、一方の三相モータ2-1に接続し、他方の逆起電力検出回路12を、他方の三相モータ2-2に接続する。なお、逆起電力検出部の数を増やしてスターデルタ始動または通常始動される複数の三相モータの停止を検知できるようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0092】

本発明は、機械と作業者とが共存する生産現場などの安全管理に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】本発明の実施形態に係る安全システムの概略構成図である。

【図2】図1の三相電源、三相モータおよび停止検知ユニットの接続状態の構成を示す図である。

【図3】三相モータと逆起電力検出回路を示す図である。

【図4】図1の停止検知ユニットのブロック図である。

10

20

30

40

50

- 【図 5】断線検知を説明するための図である。
【図 6】動作説明に供するフローチャートである。
【図 7】動作説明に供するタイムチャートである。
【図 8】スター結線状態を示す図である。
【図 9】デルタ結線状態を示す図である。
【図 10】電源遮断時の結線状態を示す図である。
【図 11】通電経路のコンタクタによる遮断を説明するための図である。
【図 12】通常始動に適用した状態を示す図である。
【図 13】スターデルタ始動および通常始動に対応した構成図である。
【図 14】二つのモータに対応した構成図である。
【図 15】本発明の課題を説明するための構成図である。
【図 16】図 15 の停止検知ユニットとドアスイッチとの関係を示す図である。
【図 17】図 15 の動作説明に供するタイムチャートである。
【図 18】スター結線状態を示す図である。
【図 19】デルタ結線状態を示す図である。
【図 20】電源遮断時の結線状態を示す図である。

10

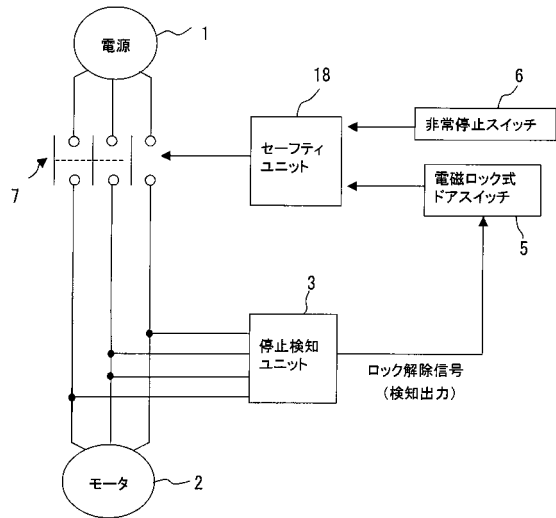
【符号の説明】

【0094】

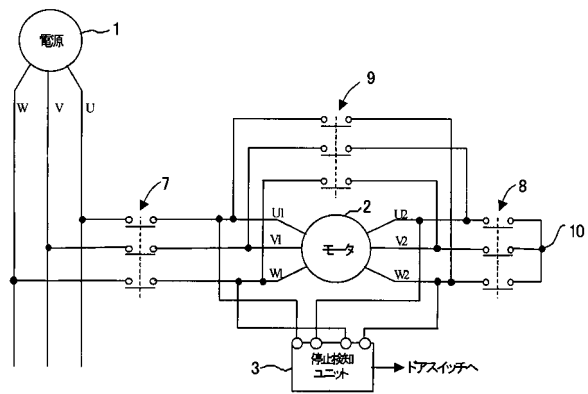
- | | | |
|---|------------------|--|
| 1 | 三相電源 | |
| 2 | 三相モータ | |
| 3 | 停止検知ユニット | |
| 4 | ドア | |
| 5 | ドアスイッチ | |
| 7 | 主マグネットコンタクタ | |
| 8 | スター結線用マグネットコンタクタ | |
| 9 | デルタ結線用マグネットコンタクタ | |

20

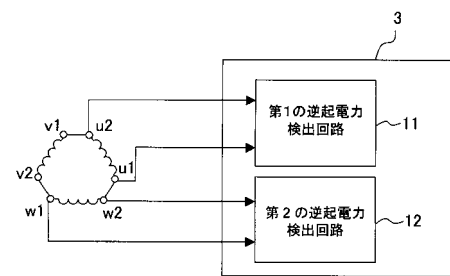
【図 1】



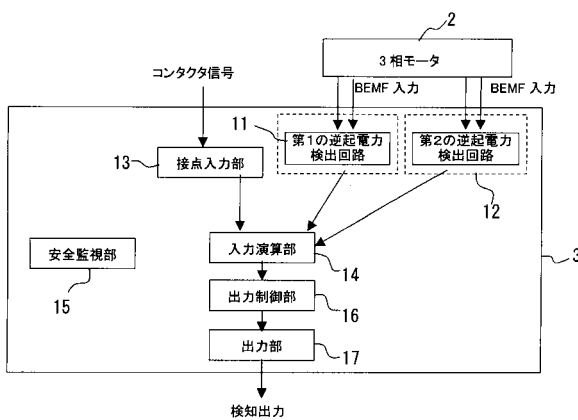
【図 2】



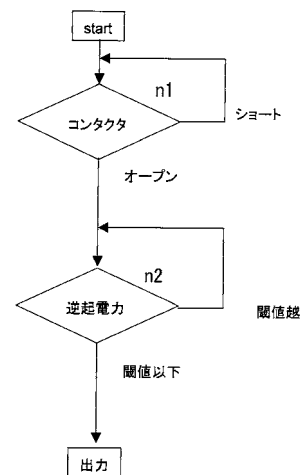
【図 3】



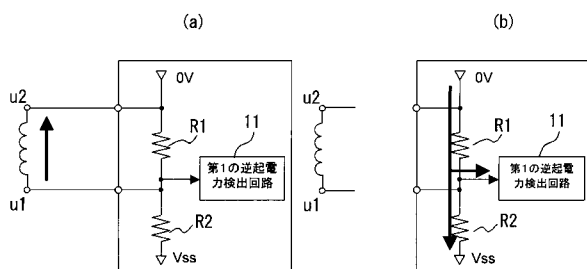
【図 4】



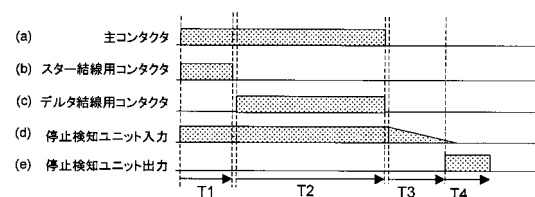
【図 6】



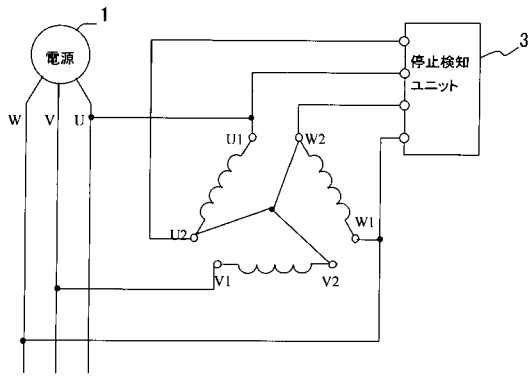
【図 5】



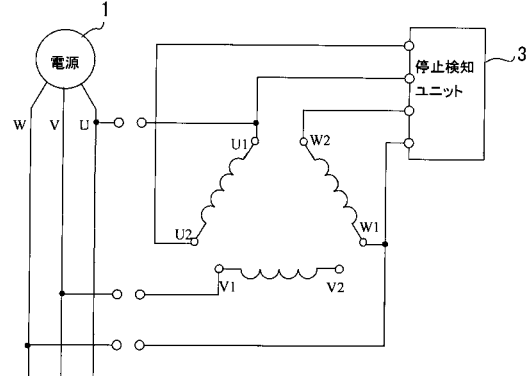
【図 7】



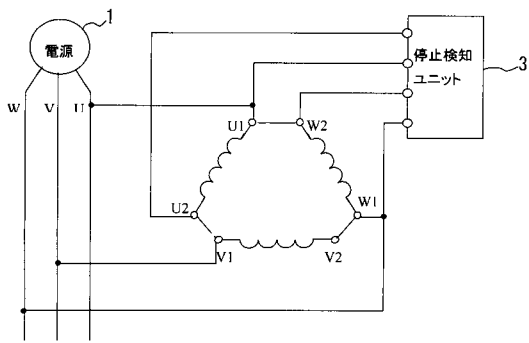
【図 8】



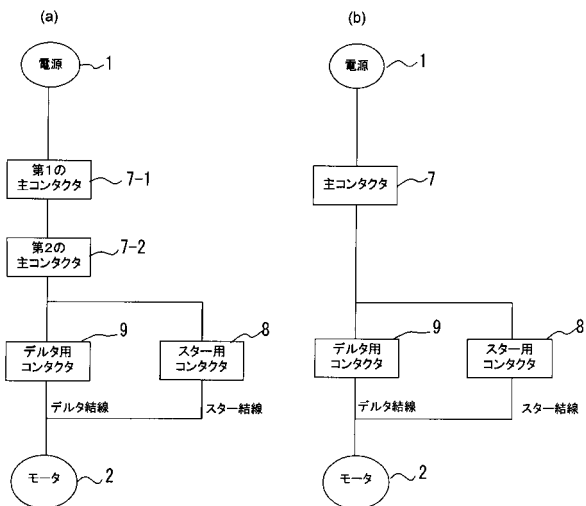
【図 10】



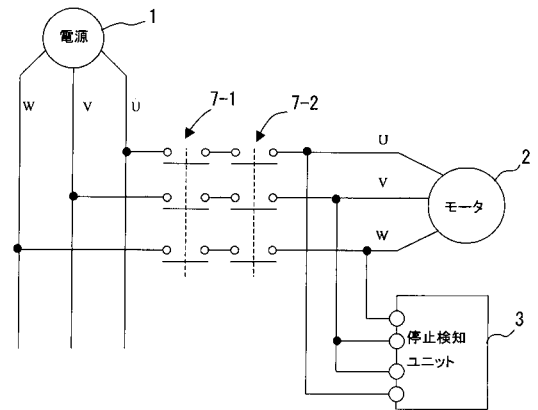
【図 9】



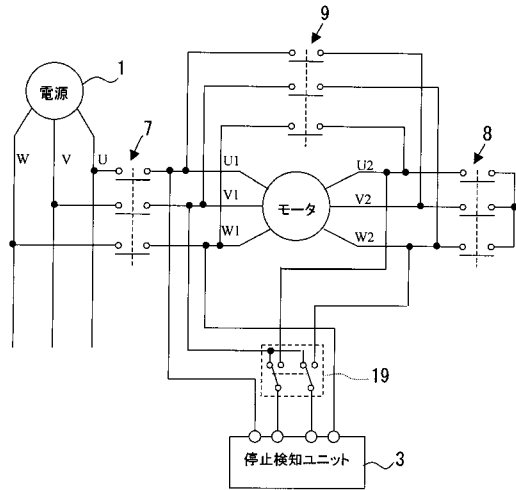
【図 11】



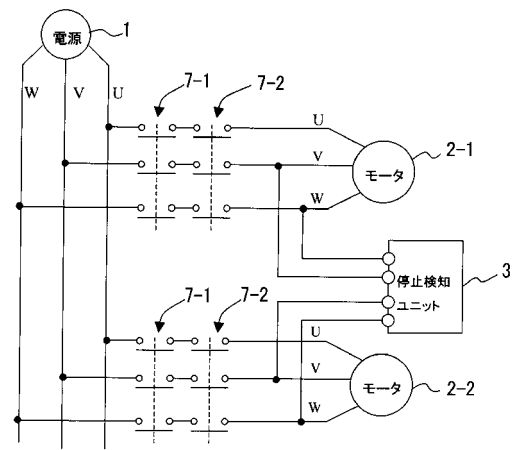
【図 12】



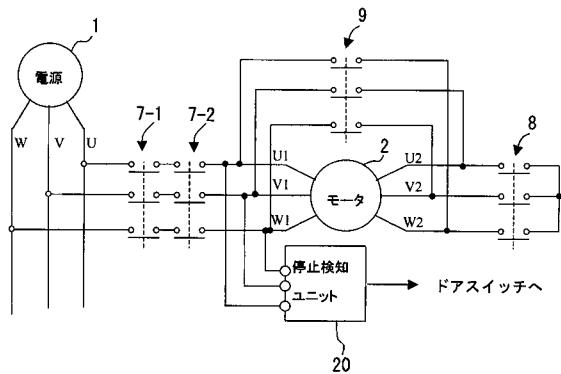
【図 13】



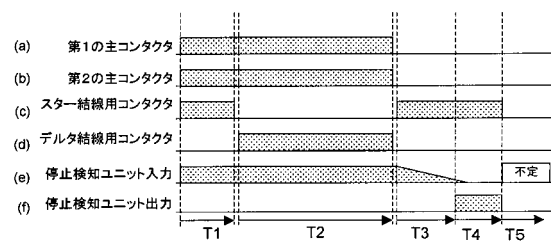
【図 14】



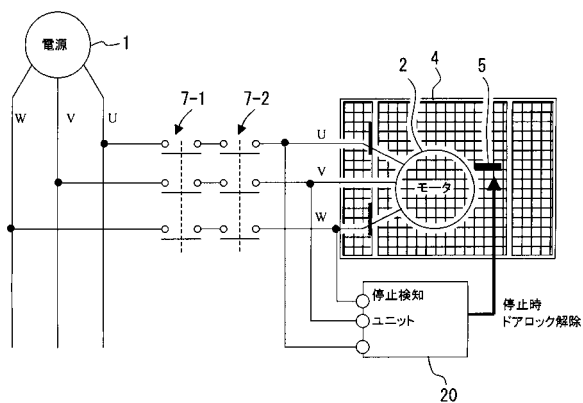
【図 15】



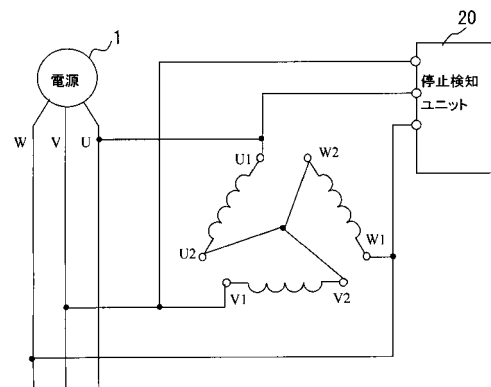
【図 17】



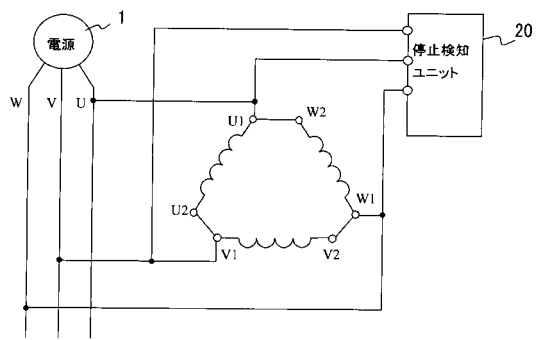
【図 16】



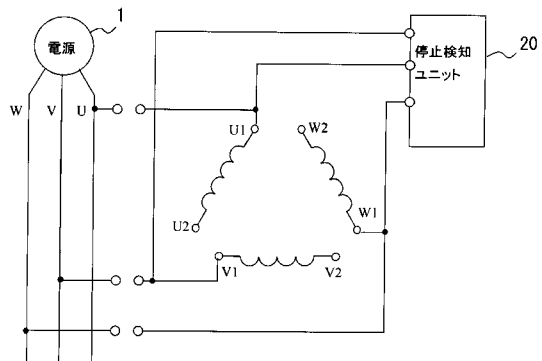
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

(72)発明者 橋本 実

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 神園 大知

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

審査官 大山 広人

(56)参考文献 特開2005-186187 (JP, A)

特開昭59-175388 (JP, A)

特開2007-094076 (JP, A)

特開2002-018714 (JP, A)

特開昭58-011865 (JP, A)

特開2002-058288 (JP, A)

特開昭54-153221 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 3/18

H02P 23/00