

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4506065号
(P4506065)

(45) 発行日 平成22年7月21日 (2010. 7. 21)

(24) 登録日 平成22年5月14日 (2010. 5. 14)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 Q 15/00 (2006. 01)	B 2 3 Q 15/00 A
B 2 3 Q 1/00 (2006. 01)	B 2 3 Q 1/00 C
B 2 3 Q 11/00 (2006. 01)	B 2 3 Q 11/00 D
H O 1 H 9/54 (2006. 01)	H O 1 H 9/54 Z

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-296793 (P2001-296793)	(73) 特許権者	000005267
(22) 出願日	平成13年9月27日 (2001. 9. 27)		ブラザー工業株式会社
(65) 公開番号	特開2003-94287 (P2003-94287A)		愛知県名古屋市瑞穂区苗代町 1 5 番 1 号
(43) 公開日	平成15年4月3日 (2003. 4. 3)	(74) 代理人	100082500
審査請求日	平成20年5月30日 (2008. 5. 30)		弁理士 足立 勉
		(74) 代理人	100109195
			弁理士 武藤 勝典
		(72) 発明者	小島 輝久
			愛知県名古屋市瑞穂区苗代町 1 5 番 1 号
			ブラザー工業株式会社内
		審査官	所村 美和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 工作機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直流電源の高電位側に接続された高電位経路と、直流電源の低電位側に接続された低電位経路とを有し、前記高電位経路または前記低電位経路のいずれか一方が接地位置に接続されている接地側経路、他方が接地位置に接続されていない非接地側経路となっている電気回路を備えた工作機械であって、

前記電気回路は、

前記接地側経路と前記接地位置とを接続する接続経路中に、前記非接地側経路と前記接地位置とが短絡した場合に前記非接地側経路から前記接続経路へ流れる短絡電流を所定の電流値に制限する制限抵抗と、

前記制限抵抗に短絡電流が流れたことを検出する短絡検出手段と、

該短絡検出手段により前記短絡電流が検出された際に、前記高電位経路および前記低電位経路のいずれか一方または両方の経路の一部を電氣的に切断する経路切断手段と、を備えており、

前記短絡検出手段は、正常な動作状態において制限抵抗の両端に発生する電位差でオンせず、前記制限抵抗に短絡電流が流れる短絡状態において制限抵抗両端に発生する電位差でオンすることで、前記制限抵抗に短絡電流が流れたことを検出するフォトカプラである

ことを特徴とする工作機械。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、工作機械に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、工作機械には、工作機械の動作状態を監視するセンサや、工作機械を動作させるアクチュエータなどへの通電を行う電気回路が内蔵されている。

この電気回路では、通常、直流電源の高電位側に接続される高電位経路、および、低電位側に接続される低電位経路のうち、いずれか一方が接地位置に接続されている接地側経路、他方が接地位置に接続されていない非接地側経路となっている。そして、この非接地側経路にはヒューズなどの過電流保護装置が設けられており、非接地側経路が接地側経路または接地位置（例えば、筐体など）に短絡した場合に、ヒューズが溶断して非接地側経路を切断することによって、電気回路を短絡電流から保護していた。

10

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、非接地側経路に設けられるヒューズは、工作機械が通常に動作している状態で溶断することがないように、十分に大きな定格のものが使用されている。このようなヒューズは、短絡電流が流れた場合でも溶断するまでに時間がかかり、非接地側経路を切断するまでの間、電気回路中に短絡電流が流れてしまう。

【0004】

こうして短絡電流が流れているときに、非接地側経路と接地側経路または接地位置との短絡（接触している状態）が振動などで解消（隔離）した場合、両者の間に火花が発生することがあった。また、短絡電流によって電気回路の経路が発熱して溶断した場合にも溶断部分に火花が発生することがあった。工作機械では、通常、ワークの加工中に多量のオイルミストが発生するため、オイルミストの充満している場所で火花が発生した場合には、引火する恐れがあり非常に危険である。

20

【0005】

本発明は、短絡電流が流れた場合でも火花を発生させないようにすることができる工作機械を提供することを目的とする。

【0008】

上記問題を解決するため請求項1に記載の工作機械は、

30

直流電源の高電位側に接続された高電位経路と、直流電源の低電位側に接続された低電位経路とを有し、前記高電位経路または前記低電位経路のいずれか一方が接地位置に接続されている接地側経路、他方が接地位置に接続されていない非接地側経路となっている電気回路を備えた工作機械であって、

前記電気回路が、前記接地側経路と前記接地位置とを接続する接続経路中に、前記非接地側経路と前記接地位置とが短絡した場合に前記非接地側経路から前記接続経路へ流れる短絡電流を所定の電流値に制限する制限抵抗を備えている

ことを特徴とする。

【0009】

このように構成された工作機械によれば、非接地側経路と接地位置とが短絡した場合であっても、非接地側経路から接続経路へ流れる短絡電流を制限抵抗が所定の電流値に制限する。そのため、直流電源の電圧値 e と制限抵抗の抵抗値 z とで決まる短絡電流の電流値 $i_s (= e / z)$ が、火花を発生させることのない電流値となるように、制限抵抗の抵抗値を決定しておけば、短絡電流が流れた場合でも火花が発生することがない。

40

【0010】

また、この工作機械において、

前記電気回路は、

前記接地側経路と前記接地位置とを接続する接続経路中に、前記非接地側経路と前記接地位置とが短絡した場合に前記非接地側経路から前記接続経路へ流れる短絡電流を所定の電流値に制限する制限抵抗と、

50

前記制限抵抗に短絡電流が流れたことを検出する短絡検出手段と、
該短絡検出手段により前記短絡電流が検出された際に、前記高電位経路および前記低電位経路のいずれか一方または両方の経路の一部を電氣的に切断する経路切断手段と、を備えており、

前記短絡検出手段は、正常な動作状態において制限抵抗の両端に発生する電位差でオンせず、前記制限抵抗に短絡電流が流れる短絡状態において制限抵抗両端に発生する電位差でオンすることで、前記制限抵抗に短絡電流が流れたことを検出するフォトカプラである。

【0011】

このように構成された工作機械によれば、短絡検出手段が制限抵抗に短絡電流が流れたことを検出したときに、経路切断手段が高電位経路および低電位経路のいずれか一方または両方の経路の一部を電氣的に切断するため、短絡電流から電気回路を保護することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

次に本発明の実施の形態について例を挙げて説明する。

〔第1実施形態〕

〔全体構成〕

工作機械1は、図1に示すように、直流電源10、入出力基板20、3線式センサ（以降、単にセンサとする）30、アクチュエータ32などを筐体40内に備えている。

【0013】

入出力基板20は、直流電源10から供給された電源をセンサ30に供給するセンサ入力回路22、アクチュエータ32に供給するアクチュエータ出力回路24などで構成される。また、この入出力基板20は、直流電源10の負極側と接続される経路において筐体40に接続されている。

【0014】

筐体40は、直流電源10、入出力基板20などが配設された制御室42と、センサ30、アクチュエータ32などが配設された加工室44とに分けられている。また、この筐体40は、接地点46によって外部に接地されている。

〔センサ入力回路22〕

まず、入出力基板20を構成するセンサ入力回路22を図2（a）に基づいて説明する。

【0015】

センサ入力回路22は、センサ30に電源を供給する経路として、直流電源10の正極側からセンサ30に至る高電位経路LHと、直流電源10の負極側からセンサ30に至る低電位経路LLとを備えている。高電位経路LHは、直列に設けられたリレー（本発明における経路切断手段）RY、第1制限抵抗R1および第2制限抵抗R2を介して直流電源10の正極側に接続されており、このうちの第1制限抵抗には、短絡検出回路（本発明における短絡検出手段）50が並列に設けられている。また、このセンサ入力回路22は、センサ30から出力されてくる検出信号によって作動する動作負荷RAを備えている。

【0016】

リレーRYは、コイル部が短絡検出回路50に接続されており、短絡検出回路50の出力がLレベル（0V）であれば、高電位経路LHを開いて、短絡検出回路50の出力がHレベル（+5V）であれば、高電位経路LHを閉じるものである。

【0017】

制限抵抗R1、R2の合成抵抗値 z の上限 z_{max} は、センサ30の正常な動作に必要な電圧値 v_1 および電流値 i_1 、直流電源10の電圧値 e に基づいて決定される（ $z_{max} = (e - v_1) / i_1$ ）。また、合成抵抗値 z の下限 z_{min} は、第2制限抵抗R2からセンサ30に至る高電位経路LHと、直流電源10の負極からセンサ30に至る低電位経路LLとが短絡した場合に、高電位経路LHから低電位経路LLに向かって流れる短絡電流を、どのくらいの電流に制限するかによって決定される。ここで、短絡電流を電流値 i

10

20

30

40

50

2に制限とする場合、下限 z_{min} は、電流値 i_2 と直流電源10の電圧値 e とに基づいて決定される($z_{min} = e / i_2$)。こうして、制限抵抗 R_1 、 R_2 は、その合成抵抗値 z が、 z_{min} から z_{max} までの間となるような抵抗値のものが選ばれる。例えば、センサ30が正常に動作するために必要な電圧値が12V、電流値が10mA、直流電源10の電圧値が24Vである場合、合成抵抗値の上限 z_{max} は、 $1.2\text{ K}\Omega (= (24 - 12) / 0.01)$ となる。また、短絡電流の電流値を0.5Aに制限する場合、合成抵抗値 z の下限 z_{min} は、 $48\Omega (= 24 / 0.5)$ となる。

【0018】

短絡検出回路50は、第1制限抵抗 R_1 に短絡電流が流れたことを検出する回路であって、図3に示したように、pnpトランジスタ T_{r1} を利用したエミッタ接地型の第1スイッチング回路52、npnトランジスタ T_{r2} を利用したエミッタ接地型の第2スイッチング回路54、および、フリップフロップ（以降、FFとする）56とで構成されている。

10

【0019】

第1スイッチング回路52は、センサ30に電源が供給されている正常な動作状態で第1制限抵抗 R_1 両端に発生する電位差ではトランジスタ T_{r1} がON（エミッターコレクタ間が通電）せずに出力点P1からの出力がLレベル（0V）となり、一方、第1制限抵抗 R_1 に短絡電流が流れる短絡状態で第1制限抵抗 R_1 両端に発生する電位差ではトランジスタ T_{r1} がONして出力点P1からの出力がHレベル（負荷抵抗（ R_{13} ）の抵抗値とトランジスタ T_{r1} のコレクタ電流とで決まる値）となるように構成されている。例えば、第1制限抵抗 R_1 の抵抗値が 8Ω 、第2制限抵抗 R_2 の抵抗値が 40Ω 、直流電源10の電圧値が24Vである場合、短絡電流が流れると第1制限抵抗 R_1 両端に4V（ $= 24 \times 8 / (40 + 8)$ ）の電位差が発生する。つまり、第1スイッチング回路52は、第1制限抵抗 R_1 両端の電位差が4Vとなった場合にトランジスタ T_{r1} がONするように、使用するトランジスタ T_{r1} の特性、および、使用する抵抗 R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} の抵抗値を決定すればよいことになる。

20

【0020】

第2スイッチング回路54は、第1スイッチング回路52の出力点P1が入力点となっており、第1スイッチング回路52の出力がLレベルのとき（正常な動作状態）は、トランジスタ T_{r2} がONせずに出力点P2からの出力がHレベル（+5V）となり、一方、第1スイッチング回路52の出力レベルがHレベルのとき（短絡状態）は、トランジスタ T_{r2} がONして出力点P2からの出力がLレベル（0V）となる。

30

【0021】

FF56は、入力端子Dへの入力が常時Hレベル（+5V）となっており、第2スイッチング回路54の出力点P2が負論理のクロック端子CKに接続されている。ここで、第2スイッチング回路54の出力がHレベルのとき（正常な動作状態）は、非反転出力端子Q1の出力がLレベル（0V）、反転出力端子Q2の出力がHレベル（+5V）となる。一方、第2スイッチング回路54の出力レベルがLレベルのとき（短絡状態）は、非反転出力端子Q1の出力はHレベル（+5V）、反転出力端子Q2の出力はLレベル（0V）となる。なお、このFF56は、工作機械1の電源投入と同時にリセット端子CLRから入力されるリセットパルスによって、非反転出力端子Q1の出力がLレベル（0V）、反転出力端子Q2の出力がHレベル（+5V）にリセットされる。

40

【0022】

こうして、短絡検出回路50は、第1スイッチング回路52の出力がHレベルとなり、第2スイッチング回路54の出力レベルがLレベルとなり、そして、FF56の非反転出力端子Q1の出力がHレベル、反転出力端子Q2の出力がLレベルとなったことを、第1制限抵抗 R_1 に短絡電流が流れたこととして検出することができる。このFF56の非反転出力端子Q1は、筐体40外部に設けられたコントローラ（図示しない）の備えるマイコンに接続されており、短絡検出回路50によって第1制限抵抗 R_1 に短絡電流が流れたことが検出された場合、マイコンは、コントローラの備える表示画面に短絡電流が流れたこ

50

とを報知する旨のメッセージを表示させる。また、FF56の反転出力端子Q2は、リレーRYのコイル部に接続されており、短絡検出回路50によって第1制限抵抗R1に短絡電流が流れたことが検出されていない場合には、反転出力端子Q2の出力はHレベルとなるため、リレーRYが作動して高電位経路LHを閉じた状態となる。一方、短絡検出回路50によって第1制限抵抗R1に短絡電流が流れたことが検出された場合、反転出力端子Q2の出力はLレベルとなるため、リレーRYの動作が停止して高電位経路LHを開いた状態となる。

【0023】

[アクチュエータ出力回路24]

次に、入出力基板20の備えるアクチュエータ出力回路24を図2(b)に基づいて説明する。なお、このアクチュエータ出力回路24において、上述のセンサ入力回路22と同様の構成については同じ符号を付すこととして、上述のセンサ入力回路22との相違点についてのみ詳述する。

10

【0024】

アクチュエータ出力回路24は、アクチュエータ32に電源を供給する経路として、直流電源10の正極側からアクチュエータ32に至る高電位経路LHと、直流電源10の負極側からアクチュエータ32に至る低電位経路LLとを備えている。高電位経路LHは、直列に設けられたリレーRY、第1制限抵抗R1、第2制限抵抗R2およびスイッチング素子SWを介して直流電源10の正極側に接続されており、このうち、第1制限抵抗には短絡検出回路50が並列に設けられている。

20

【0025】

スイッチング素子SWは、高電位経路LHを開閉することによって、アクチュエータ32の動作を制御するものである。

[第1実施形態の効果]

このように構成された工作機械1によれば、高電位経路LHと低電位経路LLとが短絡した場合であっても、高電位経路LHから低電位経路LLへ流れる短絡電流を制限抵抗R1、R2が所定の電流値に制限する。そのため、直流電源10の電圧値 e と制限抵抗R1、R2の合成抵抗値 z とで決まる短絡電流の電流値 $i_2 (= e / z)$ が、火花を発生させることのない電流値となるように、制限抵抗R1、R2の合成抵抗値 z を決定しておけば、短絡電流が流れた場合でも火花が発生することがない。

30

【0026】

また、短絡検出回路50が第1制限抵抗R1に短絡電流が流れたことを検出したときに、リレーRYが高電位経路LHを電氣的に切断するため、短絡電流から電気回路を保護することができる。

[第2実施形態]

[全体構成]

工作機械2は、図4に示すように、直流電源10、入出力基板20、3線式センサ（以降、単にセンサとする）30、アクチュエータ32などを筐体40内に備えている。なお、工作機械2において、第1実施形態の工作機械1と同様の構成については同じ符号を付すこととし、第1実施形態の工作機械1との相違点についてのみ詳述する。

40

【0027】

入出力基板20は、直流電源10から供給された電源をセンサ30に供給するセンサ入力回路26、アクチュエータ32に供給するアクチュエータ出力回路28などで構成される。

[センサ入力回路26]

まず、入出力基板20の備えるセンサ入力回路26を図5(a)に基づいて説明する。

【0028】

センサ入力回路26は、センサ30に電源を供給する経路として、直流電源10の正極側からセンサ30に至る高電位経路LHと、直流電源10の負極側からセンサ30に至る低電位経路LLとを備えている。高電位経路LHは、直列に設けられたリレー（本発明にお

50

ける経路切断手段) R Yを介して直流電源10の正極側に接続されている。また、このセンサ入力回路26には、低電位経路L Lを筐体40に接続する接地側経路L G、接地側経路L Gに直列に設けられた第3制限抵抗R 3および第4制限抵抗R 4、第4制限抵抗R 4に並列に設けられた短絡検出回路(本発明における短絡検出手段)60、センサ30から出力されてくる検出信号によって作動する動作負荷R Aなどが備えられている。なお、このセンサ入力回路26において、接地側経路に対して高電位経路L Hは、本発明における非接地側経路に相当するものである。

【0029】

リレーR Yは、コイル部が短絡検出回路60に接続されており、短絡検出回路60の出力がLレベル(0V)であれば、高電位経路L Hを開いて、短絡検出回路50の出力がHレベル(+5V)であれば、高電位経路L Hを閉じるものである。

10

【0030】

制限抵抗R 3、R 4は、その合成抵抗値 z が、リレーR Yからセンサ30に至る高電位経路L Hと、筐体40とが短絡(地絡)した場合に、高電位経路L Hから筐体40を経て直流電源10の負極側に流れる短絡電流を、どのくらいの電流値に制限するかによって決定される。ここで、短絡電流を電流値 i_3 に制限する場合、合成抵抗値 z は、電流値 i_3 と直流電源10の電圧値 e とに基づいて決定される($z = e / i_3$)。例えば、短絡電流の電流値 i_3 を0.5A以下に制限する場合、合成抵抗値 z は、48Ω以上($= 24 / 0.5$)となる。

【0031】

20

短絡検出回路60は、第4制限抵抗R 4に短絡電流が流れたことを検出する回路であって、図6に示したように、フォトカプラC P、および、フリップフロップ(以降、F Fとする)56とで構成されている。

フォトカプラC Pは、センサ30に電源が供給されている正常な動作状態で第4制限抵抗R 4両端に発生する電位差ではON(発光ダイオード側の発光によってフォトトランジスタ側のエミッターコレクタ間が通電する状態)せずに出力点P 3からの出力がHレベル(+5V)となり、一方、第4制限抵抗R 4に短絡電流が流れる短絡状態で第4制限抵抗R 4両端に発生する電位差ではONして出力点P 3からの出力がLレベル(0V)となる。

【0032】

そのため、上述した制限抵抗R 4は、ノイズなどの影響を含めた通常の動作状態で両端に発生する電位差 v_2 がフォトカプラC PをONさせるのに必要な電位差 v_3 より小さくなり($v_2 < v_3$)、かつ、短絡状態で両端に発生する電位差 v_4 がフォトカプラC PをONさせるのに必要な電位差 v_3 より大きくなる($v_4 > v_3$)ような抵抗値としておく必要がある。例えば、フォトカプラC Pが確実にONするために必要な電圧(電位差 v_3)が1.2V、そのときフォトカプラC Pの発光ダイオード側に流れる電流を0.01A、フォトカプラC Pが確実にOFFしている電圧(電位差 v_2)が0.5V、直流電源10の電圧値が24V、ノイズなどの発生に伴って第4制限抵抗R 4に流れると想定される電流が0.001Aであって、フォトカプラC Pが0.02A以上の短絡電流が流れたことを確実に検出できる場合を例示する。この場合、通常の動作状態で抵抗値 r_4 の第4制限抵抗R 4両端に発生する電位差が、フォトカプラC Pが確実にOFFしている電圧より小さくなるには、 $0.5 > r_4 \times 0.001$ の式に基づいて、第4制限抵抗R 4の抵抗値 r_4 が、500Ω($< 0.5 / 0.001$)より小さい必要がある。一方、短絡状態で第4制限抵抗R 4両端に発生する電位差が、フォトカプラC PをONするのに必要な電圧より大きくなるには、 $1.2 < (0.02 - 0.01) \times r_4$ の式に基づいて、第4制限抵抗R 4の抵抗値 r_4 が、120Ω($> 1.2 / 0.01$)より大きい必要がある。従って、第4制限抵抗R 4の抵抗値 r_4 は、120Ωから500Ωの間で選定すればよい。

30

40

【0033】

また、短絡電流を0.5A以下に制限したい場合、フォトカプラC Pが確実にONするために必要な電圧(電位差 v_3)が1.2Vとすると、第3制限抵抗R 3の抵抗値が、 $0.5 > (24 - 1.2) / r_4$ の式に基づいて、45.6Ω($> 22.8 / 0.5$)より大

50

きい必要がある。さらに、フォトカプラC Pが短絡電流が流れたことを検出するには、 0.02 A 以上の短絡電流が流れる必要があるため、第3制限抵抗R 3の抵抗値が、 $0.02 < (24 - 1.2) / r_3$ の式に基づいて、 $1140\ \Omega$ ($< 22.8 / 0.02$)より小さい必要がある。従って、第3制限抵抗R 3の抵抗値 r_3 は、 $45.6\ \Omega$ から $1140\ \Omega$ の間で選定すればよい。

【0034】

FF 56は、入力端子Dへの入力が常時Hレベル(+5 V)となっており、フォトカプラC Pの出力点P 3が負論理のクロック端子C Kに接続されている。ここで、フォトカプラC Pの出力レベルがHレベルのとき(正常な動作状態)は、非反転出力端子Q 1の出力がLレベル(0 V)、反転出力端子Q 2の出力がHレベル(+5 V)となる。一方、フォトカプラC Pの出力レベルがLレベルのとき(短絡状態)は、非反転出力端子Q 1の出力はHレベル(+5 V)、反転出力端子Q 2の出力はLレベル(0 V)となる。また、このFF 56は、工作機械1の電源投入と同時にリセット端子C L Rから入力されるリセットパルスによって、非反転出力端子Q 1の出力がLレベル(0 V)、反転出力端子Q 2の出力がHレベル(+5 V)にリセットされる。

【0035】

こうして、短絡検出回路60は、フォトカプラC Pの出力がLレベルとなり、FF 56の非反転出力端子Q 1の出力がHレベル、反転出力端子Q 2の出力がLレベルとなったことを、第4制限抵抗R 4に短絡電流が流れたこととして検出することができる。このFF 56の非反転出力端子Q 1は、筐体40外部に設けられたコントローラ(図示しない)の備えるマイコンに接続されており、短絡検出回路60によって第4制限抵抗R 4に短絡電流が流れたことが検出された場合、マイコンは、コントローラの備える表示画面に短絡電流が流れたことを報知する旨のメッセージを表示させる。また、FF 56の反転出力端子Q 2は、リレーR Yのコイル部に接続されており、短絡検出回路60によって第4制限抵抗R 4に短絡電流が流れたことが検出されていない場合には、反転出力端子Q 2の出力はHレベルとなるため、リレーR Yが作動して高電位経路L Hを閉じた状態となる。一方、短絡検出回路60によって第4制限抵抗R 4に短絡電流が流れたことが検出された場合、反転出力端子Q 2の出力はLレベルとなるため、リレーR Yの動作が停止して高電位経路L Hを開いた状態となる。

【0036】

[アクチュエータ出力回路28]

次に、入出力基板20の備えるアクチュエータ出力回路28を図5(b)に基づいて説明する。なお、このアクチュエータ出力回路28において、上述のセンサ入力回路26と同様の構成については同じ符号を付すこととして、上述のセンサ入力回路26との相違点についてのみ詳述することとする。

【0037】

アクチュエータ出力回路28は、アクチュエータ32に電源を供給する経路として、直流電源10の正極側からアクチュエータ32に至る高電位経路L Hと、直流電源10の負極側からアクチュエータ32に至る低電位経路L Lとを備えている。高電位経路L Hは、直列に設けられたリレーR Yおよびスイッチング素子S Wを介して直流電源10の正極側に接続されている。また、このアクチュエータ出力回路28には、低電位経路L Lを筐体40に接続する接地側経路L G、接地側経路L Gに直列に設けられた第3制限抵抗R 3および第4制限抵抗R 4、第4制限抵抗R 4に並列に設けられた短絡検出回路60などが備えられている。

【0038】

スイッチング素子S Wは、高電位経路L Hを開閉することによって、アクチュエータ32の動作を制御するものである。

[第2実施形態の効果]

このように構成された工作機械2によれば、高電位経路L Hと筐体40とが短絡した場合であっても、高電位経路L Hから筐体40を経て直流電源10の負極側に流れる短絡電流

10

20

30

40

50

を制限抵抗 R_3 、 R_4 が所定の電流値に制限する。そのため、直流電源 10 の電圧値 e と制限抵抗 R_3 、 R_4 の合成抵抗値 z とで決まる短絡電流の電流値 $i_3 (= e / z)$ が、火花を発生させることのない電流値となるように、制限抵抗 R_3 、 R_4 の合成抵抗値 z の抵抗値を決定しておけば、短絡電流が流れた場合でも火花が発生することがない。

【0039】

また、短絡検出回路 60 が第 4 制限抵抗 R_4 に短絡電流が流れたことを検出したときに、リレー RY が高電位経路 LH を電氣的に切断するため、短絡電流から電気回路を保護することができる。

〔変形例〕

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記の具体的な一実施形態に限定されず、このほかにも様々な形態で実施することができる。

10

【0040】

例えば、本実施形態 1 および 2 においては、センサ 30 として 3 線式センサを利用したものを例示したが、センサとしては、図 7 に示したように、動作負荷 RA を低電位経路 LL に直列に設けることによって、光スイッチ、リミットスイッチなどの 2 線式のセンサ 34 を利用することもできる。

【0041】

また、本実施形態においては、1 のセンサ入力回路 22、26 に対して、1 のセンサ 30 が設けられたものを例示したが、1 のセンサ入力回路 22、26 に対して、複数のセンサ 30 が設けられていてもよい。

20

また、本実施形態においては、1 のアクチュエータ出力回路 24、28 に対して、1 のアクチュエータ 32 けられたものを例示したが、1 のアクチュエータ出力回路 24、28 に対して、複数のアクチュエータ 32 が設けられていてもよい。

【0042】

また、第 1 実施形態においては、制限抵抗 R_1 、 R_2 が高電位経路 LH に直列に設けられたものを例示したが、制限抵抗 R_1 、 R_2 両方が低電位経路 LL に直列に設けられていてもよい。また、制限抵抗 R_1 、 R_2 のいずれか一方が高電位経路 LH に、他方が低電位経路 LL に直列に設けられていてもよい。

【0043】

また、第 1 実施形態におけるリレー RY および短絡検出回路 50 とで構成される電気回路と、第 2 実施形態におけるリレー RY および短絡検出回路 60 とで構成される電気回路とを、図 8 に示したように、同一のセンサ入力回路またはアクチュエータ出力回路上で構成してもよい。

30

【0044】

また、第 1 実施形態における短絡検出回路 50 は、第 1 制限抵抗 R_1 に短絡電流が流れたことを検出することができる回路であれば、その具体的な構成は特に限定されない。

また、第 2 実施形態における短絡検出回路 60 は、第 4 制限抵抗 R_4 に短絡電流が流れたことを検出することができる回路であれば、その具体的な構成は特に限定されない。

【0045】

また、本実施形態においては、短絡検出回路 50、60 によって短絡電流が検出された際、リレー RY によって高電位経路 LH を開放するように構成されたものを例示したが、高電位経路 LH を開放する手段としては、例えば、図 9 に示したように、電界効果形トランジスタ（以降、 FET とする） Tr_4 を利用したスイッチング回路 70 を利用して高電位経路 LH を開放するように構成してもよい。この場合、リレーにより高電位経路 LH を開放するのに要する時間は数 ms であるのに対し、 FET により高電位経路 LH を開放するのに要する時間は数十 μs と、より高速に高電位経路 LH を開放することができる。また、高電位経路 LH を上述した以外のスイッチング素子により高電位経路 LH を開放するように構成してもよい。

40

【0046】

また、第 1 実施形態においては、低電位経路 LL と直流電源 10 の負極側との接続経路を

50

筐体 40 に接続することにより低電位経路 LL を接地側経路、高電位経路 LH を非接地側経路としたものを例示したが、高電位経路 LH と直流電源 10 の正極側との接続経路を筐体 40 に接続することにより高電位経路 LH を接地側経路、低電位経路 LL を非接地側経路としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 工作機械の構成を示すブロック図（第 1 実施形態）

【図 2】 センサ入力回路（a）およびアクチュエータ出力回路（b）を示す図

【図 3】 短絡検出回路を示す図

【図 4】 工作機械の構成を示すブロック図（第 2 実施形態）

【図 5】 センサ入力回路（a）およびアクチュエータ出力回路（b）を示す図

【図 6】 短絡検出回路を示す図

【図 7】 別の実施形態におけるセンサ入力回路の一部を示す図

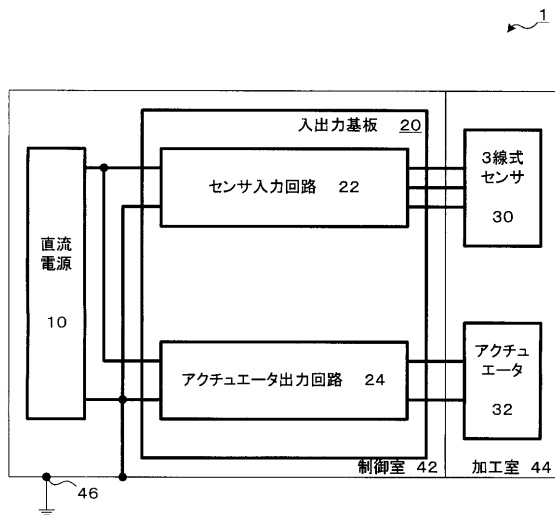
【図 8】 別の実施形態における制御基板の備える回路の一部を示す図

【図 9】 別の実施形態における高電位経路を電界効果形トランジスタによって開放するスイッチング回路を示す図

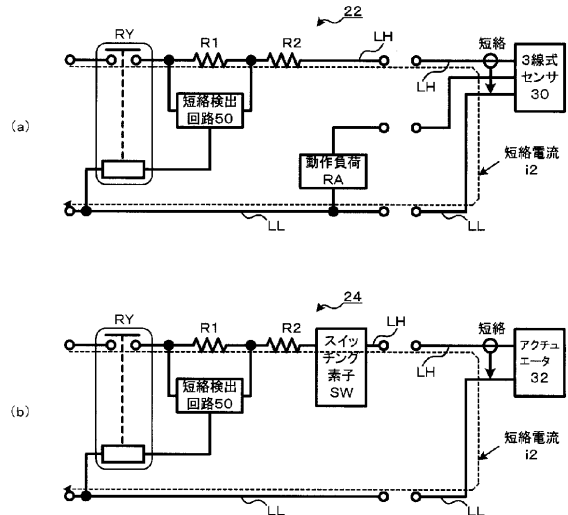
【符号の説明】

1・・・工作機械、2・・・工作機械、10・・・直流電源、20・・・入出力基板、22・・・センサ入力回路、24・・・アクチュエータ出力回路、26・・・センサ入力回路、28・・・アクチュエータ出力回路、30・・・センサ、32・・・アクチュエータ、40・・・筐体、42・・・制御室、44・・・加工室、46・・・接地点、50・・・短絡検出回路、52・・・第 1 スイッチング回路、54・・・第 2 スイッチング回路、56・・・フリップフロップ、60・・・短絡検出回路、LG・・・接地側経路、LH・・・高電位経路、LL・・・低電位経路、R1・・・第 1 制限抵抗、R2・・・第 2 制限抵抗、R3・・・第 3 制限抵抗、R4・・・第 4 制限抵抗、RA・・・動作負荷、RY・・・リレー、SW・・・スイッチング素子。

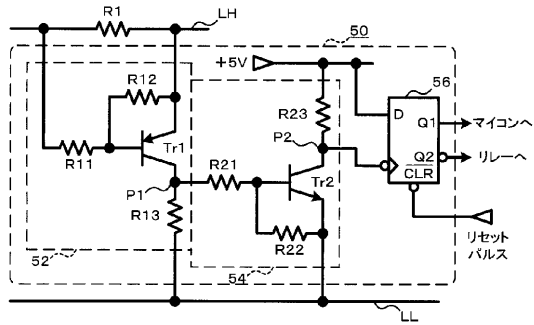
【図 1】



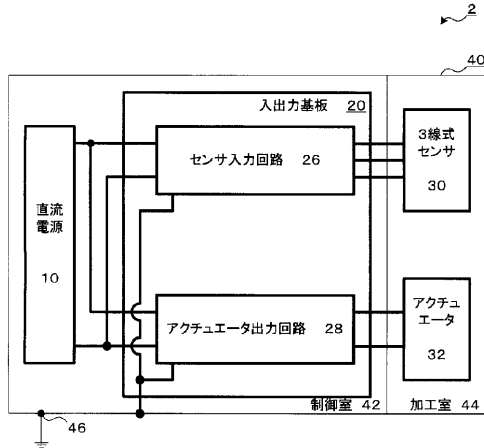
【図 2】



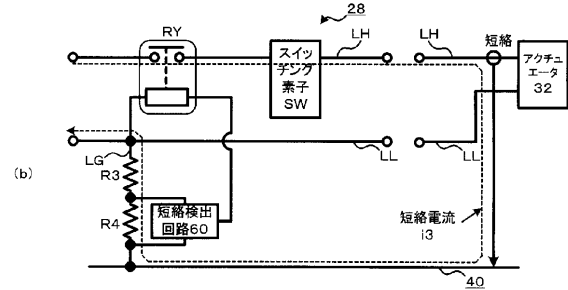
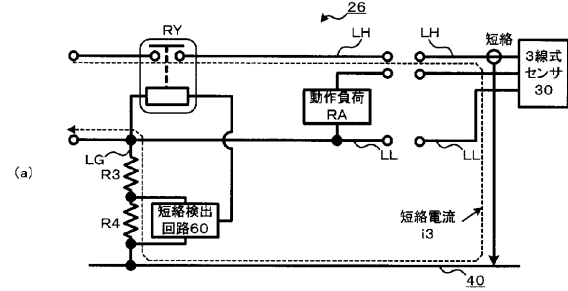
【図 3】



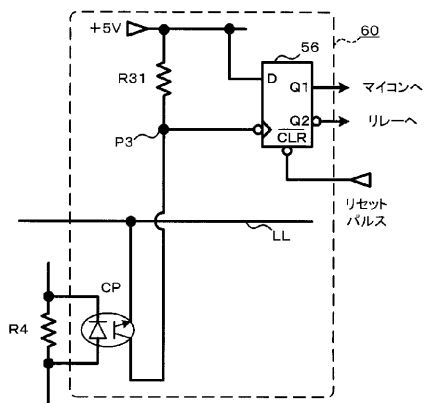
【図 4】



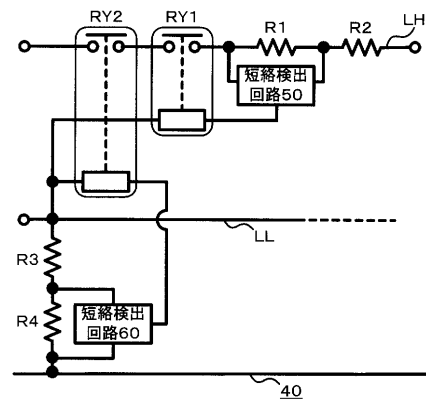
【図 5】



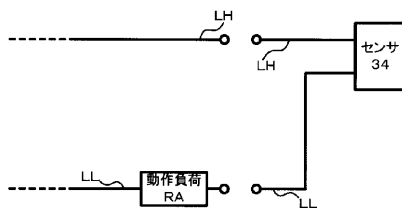
【図 6】



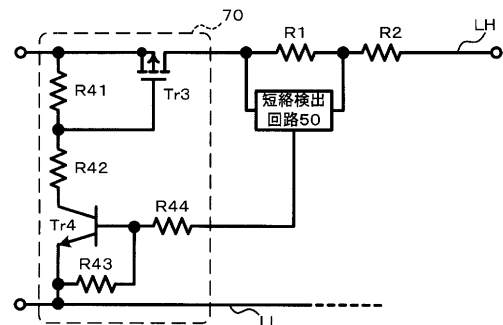
【図 8】



【図 7】



【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭61-293718 (JP, A)
特開2001-223572 (JP, A)
特開平10-146046 (JP, A)
特開平8-44401 (JP, A)
特開2001-119276 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23Q 15/00-15/28
G05B 19/18-19/416
G05B 19/42-19/46
B23H 1/00-11/00
B23Q 1/00- 1/76
B23Q 9/00-13/00
G05B 19/00-19/16
G05B 24/00-24/04
H01H 9/54- 9/56