

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6068058号
(P6068058)

(45) 発行日 平成29年1月25日(2017.1.25)

(24) 登録日 平成29年1月6日(2017.1.6)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 H 50/04 (2006.01) H O 1 H 50/04 E

請求項の数 7 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-189281 (P2012-189281) (22) 出願日 平成24年8月29日 (2012. 8. 29) (65) 公開番号 特開2014-49208 (P2014-49208A) (43) 公開日 平成26年3月17日 (2014. 3. 17) 審査請求日 平成27年7月13日 (2015. 7. 13)</p>	<p>(73) 特許権者 000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 (73) 特許権者 508296738 富士電機機器制御株式会社 東京都中央区日本橋大伝馬町5番7号 (74) 代理人 100105854 弁理士 廣瀬 一 (74) 代理人 100103850 弁理士 田中 秀▲てつ▼ (72) 発明者 栗原 晋 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁接触器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

接離可能に対向配置された一对の接点と、
 前記一对の接点の接離を制御する電磁石のコイルと、
 前記コイルに直列に接続され、前記コイルに供給する電流を制御するスイッチング素子と、

前記スイッチング素子の端子間電圧を検出する電圧検出回路と
 を有することを特徴とする電磁接触器。

【請求項2】

前記端子間電圧に基づいて前記一对の接点の動作状態を表示する表示部を有することを特徴とする請求項1記載の電磁接触器。

10

【請求項3】

前記電圧検出回路は、前記一对の接点が接触することに基づいて発生する前記端子間電圧に生じる変極点を検出すること
 を特徴とする請求項1又は2に記載の電磁接触器。

【請求項4】

前記電圧検出回路は、前記一对の接点が離間状態から接触状態に移行を開始してから所定期間内に前記変極点が生じるか否かを検出すること
 を特徴とする請求項3記載の電磁接触器。

【請求項5】

20

前記電圧検出回路は、
 前記端子間電圧に重畳するサージ電圧を除去するサージ電圧除去回路と、
 前記サージ電圧除去回路が出力した出力電圧に重畳する高周波ノイズ信号を除去する高周波ノイズ除去回路と、
 前記高周波ノイズ除去回路が出力した出力電圧の電圧レベルを増幅する増幅回路と、
 前記増幅回路が出力した出力電圧を微分する微分回路と、
 前記微分回路が出力した出力電圧と、所定の閾値電圧とを比較する比較回路とを有すること
 を特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載の電磁接触器。

【請求項 6】

10

前記一对の接点を收容する不透明な收容ケースを有すること
 を特徴とする請求項 1 から 5 までのいずれか一項に記載の電磁接触器。

【請求項 7】

前記一对の接点の一方は、電流路に介挿され、前記收容ケース内に所定間隔を保って固定配置された一对の固定接触子であり、
 前記一对の接点の他方は、前記一对の固定接触子に対して接離可能に配設された可動接触子であること
 を特徴とする請求項 6 記載の電磁接触器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、電気回路の開閉器に関し、特に電磁石を用いて一对の接点の開閉を制御する電磁接触器に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、電磁開閉器に好適な封止接点装置が開示されている。特許文献 1 に開示された封止接点装置は封止容器内に接点機構を有している。接点機構は、対向配置された一对の接点を有している。封止接点装置は、この一对の接点の接離を制御して高電流を通电したり遮断したりできる。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 9 - 259728 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、当該封止容器は不透明であるため、封止容器を封止接点装置から取り除かない限り、封止容器内に配置された接点機構を外部から視認することができない。封止接点装置の稼働中に封止容器を取り除くことは極めて困難であるため、封止接点装置の稼働中に接点機構の導通/非導通状態は目視で確認し難い。このため、封止接点装置を導通状態に制御しているにも関わらず、封止接点装置に接続された電気回路に電流が流れない場合、接点機構が動作していないのか、あるいは接点機構は動作しているものの一对の接点が十分に接触していないのか、などの接点機構の状態を確認できないという問題がある。

40

そこで、本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、接点を目視することができない場合であっても、接点の導通を検出することができる電磁接触器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様による電磁接触器は、接離可能に対向配置された一对の接点と、前記一

50

対の接点の接離を制御する電磁石のコイルと、前記コイルに直列に接続され、前記コイルに供給する電流を制御するスイッチング素子と、前記スイッチング素子の端子間電圧を検出する電圧検出回路とを有することを特徴とする。

また、本発明の一態様による電磁接触器は、前記端子間電圧に基づいて前記一对の接点の動作状態を表示する表示部を有し得る。

また、前記電圧検出回路は、前記一对の接点が接触することに基づいて発生する前記端子間電圧に生じる変極点を検出し得る。

また、前記電圧検出回路は、前記一对の接点が離間状態から接触状態に移行を開始してから所定期間内に前記変極点が生じるか否かを検出し得る。

【0006】

また、前記電圧検出回路は、前記端子間電圧に重畳するサージ電圧を除去するサージ電圧除去回路と、前記サージ電圧除去回路が出力した出力電圧に重畳する高周波ノイズ信号を除去する高周波ノイズ除去回路と、前記高周波ノイズ除去回路が出力した出力電圧の電圧レベルを増幅する増幅回路と、前記増幅回路が出力した出力電圧を微分する微分回路と、前記微分回路が出力した出力電圧と、所定の閾値電圧とを比較する比較回路とを備え得る。

【0007】

また、本発明の一態様による電磁接触器は、前記一对の接点を収容する不透明な収容ケースをさらに備え得る。

また、前記一对の接点の一方は、電流路に介挿され、前記収容ケース内に所定間隔を保って固定配置された一对の固定接触子であり、前記一对の接点の他方は、前記一对の固定接触子に対して接離可能に配設された可動接触子であり得る。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、接点を目視することができない場合であっても、接点の導通を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施の形態による電磁接触器1の概略構成の断面図である。

【図2】本発明の一実施の形態による電磁接触器1の回路構成を示す図である。

【図3】本発明の一実施の形態による電磁接触器1に備えられたスイッチング素子16のソースドレイン間電圧 V_{ds} の実測波形である。

【図4】本発明の一実施の形態による電磁接触器1に備えられた電圧検出回路17の回路ブロック図である。

【図5】本発明の一実施の形態による電磁接触器1に備えられた電圧検出回路17の回路構成の一例を示す図である。

【図6】本発明の一実施の形態による電磁接触器1に備えられた電圧検出回路17のシミュレーション動作波形を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の一実施の形態による電磁接触器について図1から図6を用いて説明する。まず、本実施の形態による電磁接触器1の概略構成について図1を用いて説明する。図1は、本実施の形態による電磁接触器1の断面図である。本実施の形態による電磁接触器1は直流及び交流のいずれにも適用できる。図1に示すように、電磁接触器1は外装ケース（収納ケース）20を有している。外装ケース20は例えば不透明な合成樹脂で形成されている。このため、外装ケース20内に配設された一对の接点33（詳細は後述）は外部から視認できないようになっている。外装ケース20は、下端面が開放された有底筒体20aと、有底筒体20aの下端面を閉塞する底板20bとで構成されている。

【0011】

10

20

30

40

50

外装ケース 20 内には、接点機構を配置した接点装置 2 と、接点装置 2 を駆動する電磁石装置としての電磁石ユニット 3 とが収納されている。電磁石ユニット 3 は底板 20 b 上に配置され、接点装置 2 は電磁石ユニット 3 上に配置されている。接点装置 2 及び電磁石ユニット 3 は、外装ケース 20 内に直列に収納されている。接点装置 2 は、接点収納ケース 4 を有している。接点収納ケース 4 は、セラミックス、合成樹脂等で形成されて下端を開放した桶状体 4 a と、桶状体 4 a の開放端面に密着固定された金属製の接合部材 4 b と、桶状体 4 a の側面を覆う金属筒体 4 c とで構成されている。接合部材 4 b は、電磁石ユニット 3 の上部磁気ヨーク 22 の上面にロー付け又は溶接等によって気密状態で固定されている。

【0012】

桶状体 4 a の上面には、長手方向に所定間隔を保って断面円形の貫通孔 24 a , 24 b が設けられている。貫通孔 24 a , 24 b 内に例えば銅製の一对の固定接触子 6 a , 6 b が挿通されている。一对の固定接触子 6 a , 6 b は貫通孔 24 a , 24 b に接着剤等によって固定されている。固定接触子 6 a , 6 b のそれぞれは、上部側の大径頭部 7 と大径頭部 7 と同軸的に接続された下部側の小径円柱部 8 とで構成されている。

【0013】

固定接触子 6 a , 6 b は、小径円柱部 8 を貫通孔 24 a , 24 b 内に挿通した状態で桶状体 4 a に接着剤等によって固定されている。固定接触子 6 a , 6 b は、小径円柱部 8 によって貫通孔 24 a , 24 b を密封するようになっている。また、接点装置 2 は、固定接触子 6 a , 6 b の小径円柱部 8 の下端面に比較的狭い所定のギャップを隔てて対向配置された可動接触子 11 を有している。可動接触子 11 は小径円柱部 8 の下端面に対して接離可能に対向配置されている。可動接触子 11 は接触子ホルダ 13 に接触スプリング 14 によって上方に付勢されて装着されている。接触子ホルダ 13 は、後述する電磁石ユニット 3 の可動プランジャ 25 に連結されて上下方向に駆動される。固定接触子 6 a , 6 b と可動接触子 11 とにより、接離可能、すなわち接触状態及び離間状態のいずれか一方の状態を取り得る一对の接点 33 が構成されている。例えば一对の接点 33 の一方は固定接触子 6 a , 6 b であり、他方は可動接触子 11 である。

固定接触子 6 a , 6 b の大径頭部 7 には外部接続端子板 15 a , 15 b がビス止めされている。

【0014】

電磁石ユニット 3 は、側面から見て U 字形の磁気ヨーク 21 を有している。磁気ヨーク 21 の底板部 21 a の中央部には、下端を開放した円筒部 21 b が形成されている。磁気ヨーク 21 の上面側は上部磁気ヨーク 22 によって接続されている。

磁気ヨーク 21 の円筒部 21 b の外周面には励磁コイル（電磁石のコイル）23 を巻装したコイルホルダ 32 が装着されている。円筒部 21 b の内周面には可動プランジャ 25 を摺動可能に内装した有底円筒状のキャップ 26 が配設されている。キャップ 26 の底面には、可動プランジャ 25 の底面と接触して可動プランジャ 25 の下降時の衝撃を吸収するゴム座 27 が配設されている。

【0015】

可動プランジャ 25 の中心部には連結軸 28 が嵌合されている。連結軸 28 の頭部は上部磁気ヨーク 22 に形成された貫通孔 29 を通じて上方に延長され、接触子ホルダ 13 に連結されている。可動プランジャ 25 の連結軸 28 の周囲にはスプリング挿通孔 30 が形成されている。スプリング挿通孔 30 と上部磁気ヨーク 22 との間に可動プランジャ 25 を下方に付勢する復帰スプリング 31 が装着されている。

【0016】

桶状体 4 a 、接合部材 4 b 及び金属筒体 4 c で構成される接点収納ケース 4 、上部磁気ヨーク 22 及びキャップ 26 で構成される密封空間内に水素ガス、窒素ガス、水素及び窒素の混合ガス、空気、SF₆等のアーク消弧ガスが封入されている。

電磁接触器 1 は、例えば外部接続端子板 15 a , 15 b 上に配置された制御回路基板 9 を有している。制御回路基板 9 には、電磁石ユニット 3 を制御する電磁石コイル制御回路

10

20

30

40

50

34 (図1では不図示)を有している。制御回路基板9は、外部接続端子板15a, 15b上に設けられた基板ケース35内に収納されている。

【0017】

次に、電磁接触器1の回路構成について図2から図6を用いて説明する。図2は、電磁接触器1の回路構成の要部を電磁接触器1に接続された主回路基板9とともに示している。図2に示すように、電磁接触器1に設けられた制御回路基板9は、電磁石コイル制御回路34と電圧検出回路17とを有している。電磁石コイル制御回路34は、電磁石ユニット3に備えられた励磁コイル23に供給する電流を制御するスイッチング素子16と、スイッチング素子16のオン/オフを制御するスイッチング素子駆動回路18とを有している。スイッチング素子駆動回路18は、パルス幅変調 (pulse width modulation: PWM) 回路 (不図示) を有している。スイッチング素子駆動回路18は、励磁コイル3に所定量の電流を流すために、PWM駆動によりスイッチング素子16のオン状態の時間とオフ状態の時間とを調整するようになっている。

10

【0018】

スイッチング素子16は例えばNチャンネル型の電界効果トランジスタ (Field Effect Transistor: FET) で構成されている。スイッチング素子16のドレイン端子Dは励磁コイル23の一端に接続され、ソース端子Sはグラウンドに接続 (接地) されている。スイッチング素子16のゲート端子Gは、PWM駆動信号が出力されるスイッチング素子駆動回路18の信号出力端子 (不図示) に接続されている。励磁コイル23の他端子は電磁接触器1に設けられた電源回路10に接続されている。励磁コイル23及びスイッチング素子16は、電源回路10とグラウンド間に直列に接続されている。

20

【0019】

電圧検出回路17は入力端子17a, 17bを有している。入力端子17aにはドレイン端子Dが接続され、入力端子17bにはソース端子Sが接続されている。電圧検出回路17は、スイッチング素子16の端子間電圧、すなわちソース端子Sとドレイン端子Dとの間のソースドレイン間電圧Vdsを検出するようになっている。詳細は後述するが、電圧検出回路17は特に、ソースドレイン間電圧Vdsに変極点が生じたか否かを検出するようになっている。

電源回路10は、励磁コイル23に印加される電圧や供給される電流の供給源である。電源回路10は、例えばDC-DCコンバータ回路 (不図示) を有し、励磁コイル23が所望の磁場を発生するために必要な電圧や電流を主回路5の電源電圧VDDから生成するようになっている。

30

【0020】

また、主回路5は、電磁接触器1によって開閉が制御される負荷5cと、一对の接点33と、外部接続端子板15a, 15bと、負荷5cに印加される電圧や供給される電流の供給源となる電源回路5dとを有している。外部接続端子板15aは電源回路5dの出力端子5aに接続され、外部接続端子板15bは負荷5cの入力端子5bに接続されている。電源回路5dは、例えばDC-DCコンバータ回路 (不図示) を有し、電源回路10に印加されるのと同じ電源電圧VDDから負荷5cに必要な電圧や電流を生成するようになっている。一对の接点33が接触状態 (閉状態) になると、負荷5cの入力端子5bは、外部接続端子板15b、一对の接点33及び外部接続端子板15aを介して電源回路5dの出力端子5aに接続される。これにより、電磁接触器1は、負荷5cに電圧を印加したり電流を供給したりする電力供給状態となる。一方、一对の接点33が離間状態 (開状態) になると、負荷5cは一对の接点33によって電源回路5dから切断される。これにより、電磁接触器1は、負荷5cに電圧を印加したり電流を供給したりしない電力供給停止状態となる。

40

【0021】

次に、電圧検出回路17が検出するソースドレイン間電圧Vdsについて図2を参照しつつ図3を用いて説明する。図3は、スイッチング素子16がオフ状態からオン状態に切

50

り替わる際のソースドレイン間電圧 V_{ds} の実測波形を電圧の上昇途中から示している。図中上段には、負荷 5 c の入力端子 5 b とグラウンドとの間の端子電圧 V_{5b} の電圧波形が示され、図中下段には、ソースドレイン間電圧 V_{ds} の電圧波形が示されている。図中縦軸は電圧を表し、横軸は時間を表し、図中左から右に向かって時間の経過を示している。端子電圧 V_{5b} における縦軸の電圧スケールは、 $1V/div$ であり、ソースドレイン間電圧 V_{ds} における縦軸の電圧波形の電圧スケールは $0.1V/div$ であり、両電圧波形における横軸の時間スケールは $10ms/div$ である。

【0022】

スイッチング素子 16 がオン状態になると、図 3 に示すように、ソースドレイン間電圧 V_{ds} は上昇する。これにより、励磁コイル 23 に電流が流れ始め、励磁コイル 23 に流れる電流の電流値が所定値に到達すると（図中の時刻 t ）、一对の接点 33 が離間状態から接触状態に移行して、端子電圧 V_{5b} の電圧値は例えば $0V$ から $2.5V$ になる。一对の接点 33 が離間状態から接触状態に移行すると、開放状態にあった、電源回路 5 d の出力端子 5 a と負荷 5 c の入力端子 5 b とは一对の接点 33 により短絡される。このため、一对の接続端子 5 a, 5 b 間のインピーダンスは、相対的に高い値（例えば、無限大と看做せる値）からそれよりも低い値（例えば、 0 と看做せる値）に変化する。このインピーダンスの変化により、出力端子 5 a の電圧値は瞬間的に低下する。この瞬間的な電圧降下は、電源電圧 V_{DD} 、電源回路 10 の出力電圧及びソースドレイン間電圧 V_{ds} に順次影響し、電源電圧 V_{DD} 、当該出力電圧及びソースドレイン間電圧 V_{ds} のそれぞれの電圧値が瞬間的に低下する。これにより、図 2 の図中に仮想円 で囲んで示すように、ソースドレイン間電圧 V_{ds} には、この瞬間的な電圧低下に基づいて生じる変極点が生じる。この変極点は一对の接点 33 が接触状態となった場合に生じるので、一对の接点 33 が離間状態から接触状態に移行を開始した後に、この変極点が生じるか否かを電圧検出回路 17 で検出することにより、一对の接点 33 の接離状態、すなわち固定接触子 6 a, 6 b と可動接触子 11 とが接触しているか離間しているかを判定することができる。

【0023】

次に、電圧検出回路 17 の回路構成について図 4 から図 6 を用いて説明する。図 4 は、電圧検出回路 17 の回路構成のブロック図である。電圧検出回路 17 は、サージ電圧除去回路 41 と、高周波ノイズ除去回路 43 と、増幅回路 45 と、微分回路 47 と、比較回路 49 とを有している。高周波ノイズ除去回路 41 は、入力されたスイッチング素子 16 のソースドレイン間電圧 V_{ds} に重畳するサージ電圧を除去し、電圧検出回路 17 に高電圧が印加されるのを防止するようになっている。高周波ノイズ除去回路 43 は、サージ電圧除去回路 41 が出力した出力電圧に重畳する高周波ノイズ信号を除去し、高周波ノイズ信号を変極点として検出してしまおうのを防止するようになっている。増幅回路 45 は、高周波ノイズ除去回路 43 が出力した出力電圧の電圧レベルを増幅するようになっている。図 3 に示すように、変極点における電圧変化は $50mV$ 程度と電圧変動量が小さいため、電圧検出回路 17 は、発生した変極点を検出し損ねてしまう可能性がある。このため、電圧検出回路 17 は、高周波ノイズ除去回路 43 からの出力電圧を増幅回路 45 により約 20 倍に増幅することにより、変極点の検出誤りを防止できるようになっている。微分回路 47 は増幅回路 45 が出力した出力電圧を微分して、変極点を抽出するようになっている。比較回路 49 は、微分回路 47 が出力した出力電圧と、所定の閾値電圧とを比較して、当該出力電圧が所定の閾値電圧を下回ったらそれまで出力していた電圧とは異なる電圧値の電圧を出力し、その後当該出力電圧が所定の閾値電圧を越えたら出力電圧の電圧値を元に戻すようになっている。

【0024】

次に、電圧検出回路 17 の具体的な回路構成について図 5 を用いて説明する。図 5 は、電圧検出回路 17 の具体的な回路構成の一例であって、電圧検出回路 17 の動作シミュレーションに用いた回路図である。図 5 に示すように、電圧検出回路 17 に備えられたサージ電圧除去回路 41 は、ツェナーダイオード 41 a を有している。ツェナーダイオード 41 a の陰極は、入力端子 17 a に接続されている。ツェナーダイオード 41 a の陽極は、

入力端子17b及びグラウンドに接続（接地）されている。当該陰極は、入力端子17aを介してスイッチング素子16のドレイン端子D（不図示）に接続され、当該陽極は入力端子17bを介してスイッチング素子16のソース端子S（不図示）に接続されている。サージ電圧除去回路41は、ツェナーダイオード41aのツェナー電圧以上の印加電圧が入力端子17a, 17bに印加されると、当該印加電圧の電圧値をツェナーダイオード41aの順電圧まで低下させる。これにより、サージ電圧除去回路41は、電圧検出回路17に設けられた、サージ電圧除去回路41以外の各回路43～49に高電圧が印加されるのを防止するようになっている。

【0025】

高周波ノイズ除去回路43は、抵抗43aとコンデンサ43bとで構成された低域通過フィルタを有している。抵抗43aの一端子は入力端子17a及びツェナーダイオード41aの陰極に接続され、他端子はコンデンサ43bの一方の電極に接続されている。コンデンサ43bの他方の電極は、入力端子17b、ツェナーダイオード41aの陽極及びグラウンドに接続（接地）されている。抵抗43aの抵抗値とコンデンサ43bの容量値は、当該低域通過フィルタの遮断周波数がソースドレイン間電圧 V_{ds} に生じる変極点の周期の逆数よりも高くなるように設定される。これにより、高周波ノイズ除去回路43は、ソースドレイン間電圧 V_{ds} に生じる変極点を残したまま高周波ノイズのみを除去した電圧を出力することができる。本実施の形態では、高周波ノイズ除去回路43は、受動型低域通過フィルタを有しているが、オペアンプ等を用いた能動型低域通過フィルタを有していてももちろんよい。

【0026】

増幅回路45は、オペアンプ45aと、オペアンプ45aの出力端子OUTとグラウンド間に直列接続された抵抗45b, 45cとを有している。抵抗45bの一端子はオペアンプ45aの出力端子OUTに接続され、他端子は抵抗45cの一端子に接続されている。抵抗45cの他端子はグラウンドに接続（接地）されている。オペアンプ45aの非反転入力端子（+）は、高周波ノイズ除去回路43の抵抗43aの他端子及びコンデンサ43bの一方の電極に接続されている。オペアンプ45aの反転入力端子（-）は、抵抗45bの他端子及び抵抗45cの一端子に接続されている。抵抗45b, 45cのそれぞれの抵抗値は、オペアンプ45aの増幅度が約20となるように設定される。増幅回路45は、非反転増幅回路として機能し、高周波ノイズ除去回路43から出力された出力電圧の位相を反転せずに増幅して出力するようになっている。

【0027】

微分回路47は、コンデンサ47aと抵抗47bとで構成された高域通過フィルタを有している。コンデンサ47aの一方の電極は、増幅回路45のオペアンプ45aの出力端子OUTと抵抗45bの一端子とに接続され、他方の電極は抵抗47bの一端子に接続されている。抵抗47bの他端子は、比較回路49のオペアンプ49a（詳細は後述）の反転入力端子（-）と、閾値電圧生成回路48のツェナーダイオード48b（詳細は後述）の陰極とに接続されている。コンデンサ47aの容量値と抵抗47bの抵抗値は、当該高域通過フィルタの遮断周波数がソースドレイン間電圧 V_{ds} に生じる変極点の周期の逆数よりも低くなるように設定される。これにより、微分回路47は、ソースドレイン間電圧 V_{ds} に生じる変極点の変化、すなわち変極点におけるソースドレイン電圧 V_{ds} の電位変動を喪失せずに出力することができる。本実施の形態では、微分回路47は、受動型高域通過フィルタを有しているが、オペアンプ等を用いた能動型高域通過フィルタを有していてももちろんよい。

【0028】

電圧検出回路17は、微分回路47の出力バッファとして機能するバッファアンプ67を有している。バッファアンプ67はオペアンプ67aを有している。オペアンプ67aの非反転入力端子（+）は微分回路47のコンデンサ47aの他方の電極及び抵抗47bの一端子に接続されている。オペアンプ67aの反転入力端子（-）と出力端子OUTとは接続されている。バッファアンプ67は、ボルテージフォロワ回路構成を有し、微分回

10

20

30

40

50

路 47 から入力した入力電圧を増幅せず（増幅度は 1）に出力する。

【0029】

比較回路 49 はバッファアンプ 67 の出力電圧が入力するようになっている。すなわち、微分回路 47 の出力電圧はバッファアンプ 67 を介して比較回路 49 に入力するようになっている。比較回路 49 はバッファアンプ 67 の出力電圧の電圧レベルと、閾値電圧生成回路 48 で生成した閾値電圧の電圧レベルとを比較する。比較回路 49 は、オペアンプ 49a と抵抗 49b, 49c とを有している。抵抗 49b の一端子はバッファアンプ 67 のオペアンプ 67a の反転入力端子（-）及び出力端子 OUT に接続され、他端子はオペアンプ 49a の非反転入力端子（+）及び抵抗 49c の一端子に接続されている。オペアンプ 49a の出力端子 OUT は抵抗 49c の他端子に接続されている。比較回路 49 は、ヒステリシスコンパレータである。比較回路 49 は、オペアンプ 49a の非反転入力端子（+）に入力する入力電圧の上昇時と下降時とで閾値の電圧レベルが異なるように、閾値にヒステリシスを設けている。これにより、比較回路 49 は、当該入力電圧に重畳するノイズ信号による誤動作を防止するようになっている。当該ヒステリシスの幅、すなわち入力電圧の上昇時の閾値（閾値電圧の下限値）と、下降時の閾値（閾値電圧の上限値）との差は、抵抗 49b, 49c の抵抗値で決定され、変極点における微分波形の電圧変動よりも小さくなるように設定される。

10

【0030】

電圧検出回路 17 は、比較回路 49 に備えられたオペアンプ 49a の反転入力端子（-）に入力される閾値電圧を生成する閾値電圧生成回路 48 を有している。閾値電圧生成回路 48 は、抵抗 48a とツェナーダイオード 48b とを有している。抵抗 48a の一端子はアナログ用のアナログ電源 Va（例えば、12V）の電圧出力端子に接続され、他端子はツェナーダイオード 48b の陰極と、微分回路 47b の抵抗 47b の他端子と、オペアンプ 49a の反転入力端子（-）に接続されている。ツェナーダイオード 48b の陽極はグラウンドに接続（接地）されている。比較回路 49 に入力される閾値電圧は、アナログ電源 Va の電圧値を、抵抗 48a の抵抗値とツェナーダイオード 48b の抵抗値とで抵抗分割した値となる。

20

【0031】

微分回路 47 の抵抗 47b の他端子は、抵抗 48a とツェナーダイオード 48b とが接続された接続部に接続されている。このため、微分回路 47 の出力電圧は全体的に、閾値電圧の電圧レベルにレベルシフトされる。

30

増幅回路 45 のオペアンプ 45b 及びバッファアンプ 67 のオペアンプ 67a の正電源入力端子は、アナログ電源 Va の電圧出力端子に接続され、負電源入力端子はグラウンドに接続（接地）されている。比較回路 49 のオペアンプ 49a の正電源入力端子は、デジタル用のデジタル電源 Vd（例えば、5V）の電圧出力端子に接続され、負電源入力端子はグラウンドに接続（接地）されている。

【0032】

図示は省略するが、電圧検出回路 17 は例えば、比較回路 49 の出力電圧が入力する発光素子駆動回路と、当該発光素子駆動回路で駆動され、外部から発光状態を視認できる発光素子とを有している。当該発光素子駆動回路は、一対の接点 33 が離間状態から接触状態に移行開始した時刻、すなわちスイッチング素子駆動回路 18 がスイッチング素子 16 のゲート端子 G にゲート信号の入力を開始してから所定時間内に当該出力電圧の電圧レベルに変化がないと、発光素子を点灯して一対の接点 33 に不具合が生じていることを電磁接触器 1 の使用者に報知するようになっている。このように、電圧検出回路 17 は、比較回路 49 の出力電圧を一対の接点 33 に不具合が生じているか否かを検出する検出信号として用いるようになっている。

40

【0033】

図 5 に示す、回路 61 は、スイッチング素子 16 のソースドレイン間電圧 Vds を模擬する模擬電圧生成回路であり、回路 63 は、電圧検出回路 17 の耐電圧検査用回路であり、回路 65 は、オペアンプ 45b の入力保護の検査用回路であって、いずれも電圧検出回

50

路 17 の動作シミュレーション用回路であるため、詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 4 】

次に、電圧検出回路 17 の動作シミュレーション結果について図 6 を用いて説明する。図 6 は、電圧検出回路 17 の各部の電圧波形のシミュレーション結果を示している。図中最上段には、ソースドレイン間電圧 V_{ds} の電圧波形が示され、2 段目には、図 5 に示す回路 61 の出力電圧 V_1 の電圧波形が示され、3 段目には、サージ電圧除去回路 41 の出力電圧 V_2 の電圧波形が示され、4 段目には、高周波ノイズ除去回路 43 の出力電圧 V_3 の電圧波形が示され、5 段目には、微分回路 47 の出力電圧と同波形である、バッファアンプ 67 の出力電圧 V_4 の電圧波形が示され、最終段には、比較回路 49 の出力電圧 V_5 の電圧波形が示されている。各電圧 V_{ds} , $V_1 \sim V_5$ において、縦軸は電圧を表し、横軸は時間を表している。図中左から右に向かって時間の経過を示している。なお、3 段目から最終段に示す各電圧 V_2 , V_3 , V_4 , V_5 は、最上段に示すソースドレイン間電圧 V_{ds} に対して、変極点の生じるタイミングを変えずに、電圧上昇の開始タイミングが 1 ms 遅く、かつ経過時間 24 ms で立ち下がる電圧波形となっている。ソースドレイン間電圧 V_{ds} に対して各電圧 V_2 , V_3 , V_4 , V_5 の電圧波形を異ならせているのは、シミュレーションにおいて、出力電圧 V_1 のスイッチングノイズによる誤検出を防止するためである。これらの電圧波形の動作タイミングは、図 5 に示す回路 63 , 65 により異ならされている。

10

【 0 0 3 5 】

図 6 の 2 段目に示すように、時刻 $t_0 \sim t_1$ において、回路 61 から出力された高電圧（例えば、200 V 一定）の出力電圧 V_1 は、サージ電圧除去回路 41 により除去される。このため、図 6 の 3 段目以降に示すように、時刻 $t_0 \sim t_1$ において、サージ電圧除去回路 41 の出力電圧 V_2 及び高周波ノイズ除去回路 43 の出力電圧 V_3 は約 0 V 一定となり、バッファアンプ 67 の出力電圧 V_4 は、レベルシフトされているので約 3 V 一定となる。また、時刻 $t_0 \sim t_1$ の期間において、比較回路 49 のオペアンプ 49a の非反転入力端子 (+) に入力する出力電圧 V_4 の電圧値は、反転入力端子 (-) に入力する閾値電圧の下限值よりも高いので、比較回路 49 の出力電圧 V_5 はハイレベル（例えば、約 3 V 一定）となる。なお、本例では、閾値電圧は、時刻 $t_0 \sim t_1$ の期間の出力電圧 V_4 と同電圧であり、下限値は、当該期間の出力電圧 V_4 よりも例えば数 mV から数十 mV 低い値となる。

20

30

【 0 0 3 6 】

本シミュレーションでは、時刻 t_1 以降において、回路 61 は、図中上段に示すソースドレイン間電圧 V_{ds} と同波形の出力電圧 V_1 を出力するように設定されているので、サージ電圧除去回路 41 の出力電圧 V_2 は、出力電圧 V_1 と同波形となり、高周波ノイズ除去回路 43 の出力電圧 V_3 は、出力電圧 V_2 から高周波ノイズを除去した電圧波形となり、バッファアンプ 67 の出力電圧 V_4 は出力電圧 V_3 の微分波形となる。また、時刻 $t_1 \sim t_2$ の期間において、比較回路 49 のオペアンプ 49a の非反転入力端子 (+) に入力する出力電圧 V_4 の電圧値は、反転入力端子 (-) に入力する閾値電圧の上限値よりも高いので、比較回路 49 の出力電圧 V_5 はハイレベルが維持される。なお、本例では、閾値電圧の上限値は、時刻 $t_0 \sim t_1$ の期間の出力電圧 V_4 よりも例えば数 mV から数十 mV 高い値となる。

40

【 0 0 3 7 】

時刻 $t_2 \sim t_5$ の期間において、回路 61 の出力電圧 V_1 に変極点が生じる。変極点の開始時刻 t_2 において、それまで上昇していた出力電圧 V_3 の電圧値は低下し始める。このため、一定電圧に収束し始めていた出力電圧 V_4 は、時刻 t_2 から再び低下し始め、時刻 t_3 において、比較回路 49 のオペアンプ 49a の非反転入力端子 (+) に入力する出力電圧 V_4 の電圧値が反転入力端子 (-) に入力する閾値電圧の上限値よりも低くなる。これにより、時刻 t_3 において、比較回路 49 の出力電圧 V_5 はロウレベルに移行する。

【 0 0 3 8 】

低下した出力電圧 V_3 は再び上昇し始める。このため、出力電圧 V_4 も上昇し始め、時

50

刻 t_4 において、比較回路 49 のオペアンプ 49 a の非反転入力端子 (+) に入力する出力電圧 V_4 の電圧値が反転入力端子 (-) に入力する閾値電圧の下限值よりも高くなる。これにより、時刻 t_4 において、比較回路 49 の出力電圧 V_5 はハイレベルに移行する。

その後、回路 61 の出力電圧 V_1 が 0 V になるまで、比較回路 49 のオペアンプ 49 a の非反転入力端子 (+) に入力する出力電圧 V_4 の電圧値は、反転入力端子 (-) に入力する閾値電圧の下限值よりも高いので、比較回路 49 の出力電圧 V_5 はハイレベルが維持される。

【0039】

このように、電圧検出回路 17 は、一对の接点 33 が離間状態から接触状態に移行する際にスイッチング素子 16 のソースドレイン間電圧 V_{ds} に生じる変極点を検出することができる。このため、電磁接触器 1 は、一对の接点 33 が離間状態から接触状態に移行を開始した時刻（本例では、時刻 t_1 ）から所定期間内（本例では、時刻 t_1 から 6 ~ 7.5 ms 程度の期間）に出力電圧 V_5 がロウレベルにならない場合には、一对の接点 33 に不具合が生じていると判定することができる。

【0040】

次に、本実施の形態による電磁接触器 1 の動作について図 1 から図 6 を再度用いて説明する。電磁石ユニット 3 における励磁コイル 23 が非通電状態にあって、電磁石ユニット 3 で可動プランジャ 25 を可動させる励磁力を発生していないものとする。この状態では、可動プランジャ 25 が復帰スプリング 31 によって、上部磁気ヨーク 22 から離れる下方向に付勢されて、ゴム座 27 に当接した状態となる。このため、可動プランジャ 25 に連結軸 28 を介して連結された接触子ホルダ 13 に支持された可動接触子 11 は、固定接触子 6 a, 6 b の小径円柱部 8 の下端面から所定のギャップを挟んで対向しており、接点装置 2 が開極（釈放）状態となっている。

【0041】

接点装置 2 の開極状態において、電磁石コイル制御回路 34 のスイッチング素子駆動回路 18 を駆動してスイッチング素子 16 がオン状態になると、電源回路 10 から電流が流れ、電磁石ユニット 3 の励磁コイル 23 は通電される。これにより、電磁石ユニット 3 で発生した励磁力は可動プランジャ 25 を復帰スプリング 31 に抗して上方に押し上げる。これに応じて、可動プランジャ 25 に連結軸 28 を介して連結されている接触子ホルダ 13 が上方に移動し、可動接触子 11 が固定接触子 6 a, 6 b の小径円柱部 8 の底面に接触スプリング 14 の接触圧で接触し、一对の接点 33 が接触状態になる。これにより、接点装置 2 は、電源回路 5 d から出力端子 5 a、外部接続端子板 15 a、固定接触子 6 a、可動接触子 11、固定接触子 6 b、外部接続端子板 15 b 及び入力端子 5 b を通じて電流が負荷 5 c に供給される閉極（投入）状態となる。

【0042】

接点装置 2 の閉極状態から負荷 5 c への電流供給を遮断する場合には、スイッチング素子駆動回路 18 を非駆動状態としてスイッチング素子 16 をオフ状態とし、電磁石ユニット 3 の励磁コイル 23 への電圧印加及び電流供給を停止する。これにより、電磁石ユニット 3 で可動プランジャ 25 を上方に移動させる励磁力がなくなることにより、可動プランジャ 25 が復帰スプリング 31 の付勢力によって下降する。可動プランジャ 25 が下降することにより、連結軸 28 を介して連結された接触子ホルダ 13 が下降し、これに応じて接触スプリング 14 で接触圧を与えている間は可動接触子 11 が固定接触子 6 a, 6 b に接触している。その後、接触スプリング 14 の接触圧がなくなった時点で可動接触子 11 が固定接触子 6 a, 6 b から下方に低下し、接点装置 2 は一对の接点 33 を離間状態とする開極状態となる。

【0043】

接点装置 2 が開極状態となると、固定接触子 6 a, 6 b と可動接触子 11 との間にアークが発生する。このアークは、図示しないアーク消弧用永久磁石によって大きく引き伸ばされて消弧される。

このようにして、電磁石ユニット 3 の励磁コイル 23 を非通電状態及び通電状態に制御

10

20

30

40

50

することにより、接点装置 2 が一对の固定接触子 6 a , 6 b から可動接触子 1 1 が所定ギャップを保って離間している開極状態と、一对の固定接触子 6 a 及び 6 b に可動接触子 1 1 が接触する閉極状態とに動作される。

【 0 0 4 4 】

一对の接点 3 3 が接触状態となると、図 3 に示すように、スイッチング素子 1 6 のソースドレイン間電圧 V_{ds} に変極点が生じる。図 5 及び図 6 を用いて説明したように、電圧検出回路 1 7 は、当該変極点を検出したら、例えば不図示の発光素子の非点灯状態を維持して一对の接点 3 3 が正常に動作していることを電磁接触器 1 の使用者に報知する。一方、一对の接点 3 3 に異常が生じて離間状態のままであると、スイッチング素子 1 6 のソースドレイン間電圧 V_{ds} には変極点が生じない。このため、電圧検出回路 1 7 は、一对の接点 3 3 が離間状態から接触状態に移行開始した時刻から所定時間内に当該変極点を検出できないので、例えば不図示の発光素子を点灯して一对の接点 3 3 に不具合が生じていることを電磁接触器 1 の使用者に報知する。

10

【 0 0 4 5 】

以上説明したように、本実施の形態による電磁接触器 1 は、接離可能に対向配置された一对の接点 3 3 と、一对の接点 3 3 の接離を制御する励磁コイル 2 3 と、励磁コイル 2 3 に直列に接続され、励磁コイル 3 3 に供給する電流を制御するスイッチング素子 1 6 と、スイッチング素子 1 6 の端子間電圧（ソースドレイン間電圧 V_{ds} ）を検出する電圧検出回路 1 7 とを有している。これにより、電磁接触器 1 の外装ケース 2 0 が不透明であって一对の接点 3 3 が外部から視認できない場合や、外装ケース 3 0 が透明であっても、電磁接触器 1 が所定箇所に取り付けられて一对の接点 3 3 が外部から視認できない場合であっても、一对の接点 3 3 の導通を検出することができる。また、本実施の形態による電磁接触器 1 によれば、一对の接点 3 3 の目視での確認や主回路 5 の例えば負荷 5 c に流れる電流を測定する必要がなくなる。

20

【 0 0 4 6 】

また、電磁接触器 1 に備えられた電圧検出回路 1 7 は、一对の接点 3 3 が接触することに基づいて発生するスイッチング素子 1 6 のソースドレイン間電圧 V_{ds} に生じる変極点を検出するようになっている。当該構成を備えた電磁接触器 1 によれば、一对の接点 3 3 を目視できない場合であっても、一对の接点 3 3 の導通を検出することができる。

また、電圧検出回路 1 7 は、一对の接点 3 3 が離間状態から接触状態に移行を開始してから所定期間内に変極点が生じるか否かを検出することができる。当該構成を備えた電磁接触器 1 によれば、一对の接点 3 3 が接触状態となるように駆動されているにも関わらず、固定接触子 6 a , 6 b と可動接触子 1 1 とが接触していないことを検出できる。

30

【 0 0 4 7 】

また、電圧検出回路 1 7 は、ソースドレイン間電圧 V_{ds} に重畳するサージ電圧を除去するサージ電圧除去回路 4 1 と、サージ電圧除去回路 4 1 が出力した出力電圧に重畳する高周波ノイズ信号を除去する高周波ノイズ除去回路 4 3 と、高周波ノイズ除去回路 4 3 が出力した出力電圧の電圧レベルを増幅する増幅回路 4 5 と、増幅回路 4 5 が出力した出力電圧を微分する微分回路 4 7 と、微分回路 4 7 が出力した出力電圧と、所定の閾値電圧とを比較する比較回路 4 9 とを有している。当該構成を備えた電磁接触器 1 によれば、ソースドレイン間電圧 V_{ds} からサージ電圧やノイズ信号を除去するとともに、ソースドレイン間電圧 V_{ds} に生じる変極点における数十 mV 程度の電圧変動を増幅して検出することができる。

40

【 0 0 4 8 】

また、電磁接触器 1 は、一对の接点 3 3 を収容する不透明な収容ケース（外装ケース 2 0）を有している。当該構成を備えた電磁接触器 1 によれば、一对の接点 3 3 が不透明な外装ケース 2 0 に収容されて視認できない状態であっても、一对の接点 3 3 が導通しているか否かを検出することができる。

また、一对の接点 3 3 の一方は、電流路に介挿され、外装ケース 3 3 内に所定間隔を保って固定配置された一对の固定接触子 6 a , 6 b であり、一对の接点 3 3 の他方は、一对

50

の固定接触子 6 a , 6 b に対して接離可能に配設された可動接触子 1 1 である。当該構成を備えた電磁接触器 1 によれば、固定接触子 6 a , 6 b 及び可動接触子 1 1 が外部から視認できない状態であっても、固定接触子 6 a , 6 b と可動接触子 1 1 と接触状態であるか離間状態であるかを検出することができる。

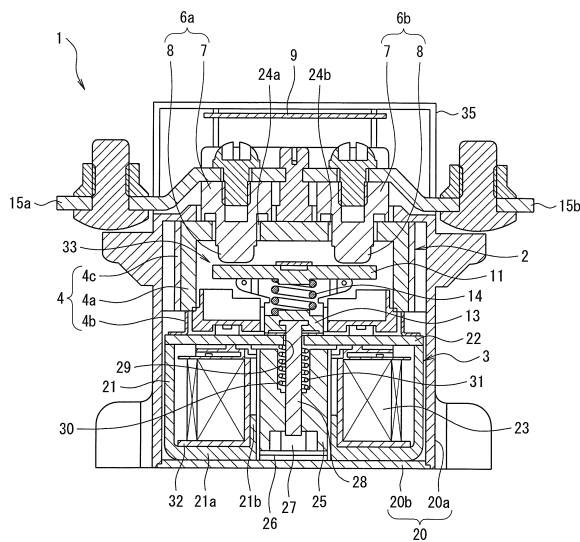
【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

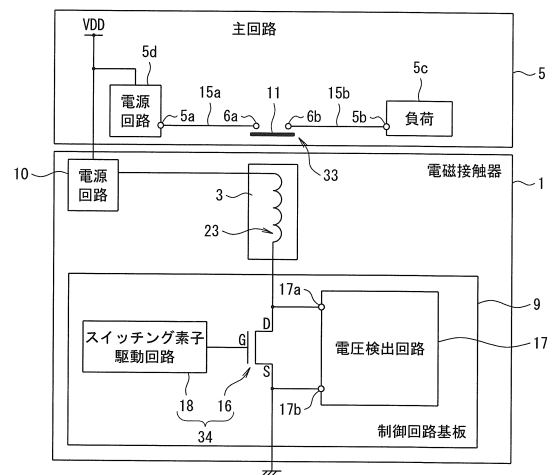
1	電磁接触器	
2	接点装置	
3	電磁石ユニット	
4	接点収納ケース	10
4 a	桶状体	
4 b	接合部材	
4 c	金属筒体	
5	主回路	
5 a	出力端子	
5 b	入力端子	
5 c	負荷	
5 d , 1 0	電源回路	
6 a , 6 b	固定接触子	
9	制御回路基板	20
1 1	可動接触子	
1 3	接触子ホルダ	
1 4	接触スプリング	
1 5 a , 1 5 b	外部接続端子板	
1 6	スイッチング素子	
1 7	電圧検出回路	
1 7 a , 1 7 b	入力端子	
1 8	スイッチング素子駆動回路	
2 0	外装ケース	
2 0 a	有底筒体	30
2 0 b	底板	
2 1	磁気ヨーク	
2 2	上部磁気ヨーク	
2 3	励磁コイル	
2 4	コイルホルダ	
2 5	可動ブランジャ	
2 6	キャップ	
2 8	連結軸	
3 1	復帰スプリング	
3 3	一对の接点	40
3 4	電磁石コイル制御回路	
3 5	基板ケース	
4 1	サージ電圧除去回路	
4 1 a , 4 8 b	ツェナーダイオード	
4 3	高周波ノイズ除去回路	
4 3 a , 4 5 b , 4 5 c 4 8 a , 4 9 b , 4 9 c	抵抗	
4 3 b , 4 7 a	コンデンサ	
4 5	増幅回路	
4 5 a , 4 9 a , 6 7 a	オペアンプ	
4 7	微分回路	50

- 4 9 比較回路
- 6 7 バッファアンプ

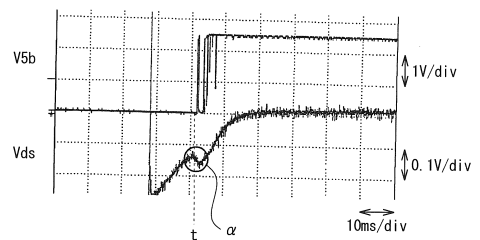
【図 1】



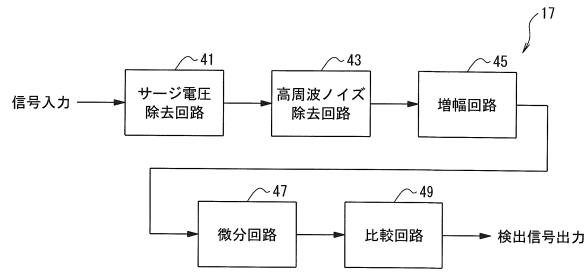
【図 2】



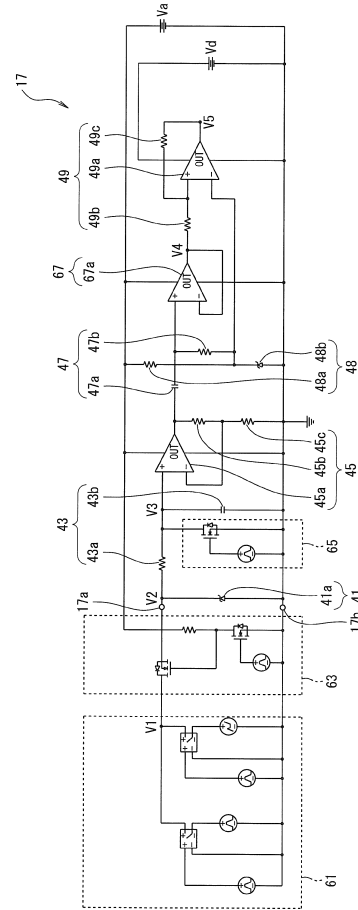
【図 3】



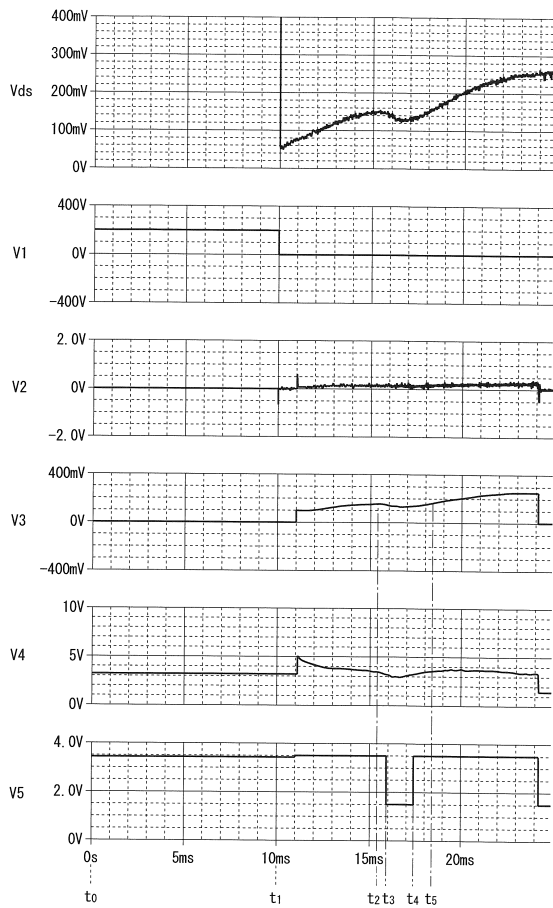
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 工藤 高裕
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
- (72)発明者 森田 晃
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
- (72)発明者 田口 貴裕
東京都中央区日本橋大伝馬町5番7号 富士電機機器制御株式会社内

審査官 岡崎 克彦

- (56)参考文献 特開2009-289690(JP,A)
特表2010-536032(JP,A)
特開昭53-041971(JP,A)
特開2000-032773(JP,A)
特開平03-265416(JP,A)
特開2005-318759(JP,A)
実開昭60-087141(JP,U)
特開平09-320429(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01H 45/00 - 45/14
H01H 49/00
H01H 50/00 - 59/00