

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7123284号  
(P7123284)

(45)発行日 令和4年8月22日(2022.8.22)

(24)登録日 令和4年8月12日(2022.8.12)

(51)国際特許分類

H 0 2 M 7/48 (2007.01)

F I

H 0 2 M

7/48

M

請求項の数 7 (全16頁)

(21)出願番号	特願2022-510262(P2022-510262)	(73)特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86)(22)出願日	令和2年3月26日(2020.3.26)	(74)代理人	100095407 弁理士 木村 満
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/013687	(74)代理人	100131152 弁理士 八島 耕司
(87)国際公開番号	WO2021/192145	(74)代理人	100147924 弁理士 美恵 英樹
(87)国際公開日	令和3年9月30日(2021.9.30)	(74)代理人	100148149 弁理士 渡邊 幸男
審査請求日	令和4年5月27日(2022.5.27)	(74)代理人	100181618 弁理士 宮脇 良平
早期審査対象出願		(74)代理人	100174388 弁理士 龍竹 史朗

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力変換装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

主電源から供給される電力で充電されるフィルタコンデンサと、  
一次端子間に前記フィルタコンデンサが接続され、前記主電源から前記フィルタコンデンサを介して供給される電力を、二次端子に接続される負荷に供給するための電力に変換して、変換した前記電力を前記負荷に供給する電力変換部と、

前記フィルタコンデンサおよび前記電力変換部を、前記主電源に電気的に接続、または、前記主電源から電気的に切り離す電源用接触器と、

内部コイルを有し、前記内部コイルが放電されると投入された状態になる放電用接触器と、前記放電用接触器に直列に接続されたコンデンサ放電抵抗とを有し、前記フィルタコンデンサに並列に接続される放電回路と、

前記電源用接触器が開放された後に、前記放電用接触器が有する前記内部コイルを放電させることで前記放電用接触器を投入し、前記フィルタコンデンサを放電させる放電制御回路と、を備え、

前記放電制御回路は、

前記内部コイルを、制御電源に電気的に接続、または前記制御電源から電気的に切り離すスイッチング素子と、

直列に接続されたコイル放電抵抗および制御用コンデンサと、を有し、

前記コイル放電抵抗および前記制御用コンデンサは、前記内部コイルに並列に接続される、

10

20

電力変換装置。

**【請求項 2】**

主電源から供給される電力で充電されるフィルタコンデンサと、

一次端子間に前記フィルタコンデンサが接続され、前記主電源から前記フィルタコンデンサを介して供給される電力を、二次端子に接続される負荷に供給するための電力に変換して、変換した前記電力を前記負荷に供給する電力変換部と、

前記フィルタコンデンサおよび前記電力変換部を、前記主電源に電気的に接続、または、前記主電源から電気的に切り離す電源用接触器と、

内部コイルを有し、前記内部コイルが放電されると投入された状態になる放電用接触器と、前記放電用接触器に直列に接続されたコンデンサ放電抵抗とを有し、前記フィルタコンデンサに並列に接続される放電回路と、

前記電源用接触器が開放された後に、前記放電用接触器が有する前記内部コイルを放電させることで前記放電用接触器を投入し、前記フィルタコンデンサを放電させる放電制御回路と、を備え、

前記放電制御回路は、

前記内部コイルを、制御電源に電気的に接続、または前記制御電源から電気的に切り離すスイッチング素子と、

カソードが前記スイッチング素子と前記内部コイルとの接続点に接続される向きで、前記内部コイルに並列に接続されるダイオードと、を有する、

電力変換装置。

**【請求項 3】**

前記放電制御回路は、前記内部コイルに並列に接続されるサージ吸収素子をさらに有する、

請求項2に記載の電力変換装置。

**【請求項 4】**

前記電源用接触器が投入された状態および開放された状態のいずれであるかに応じて前記スイッチング素子をオンまたはオフにする素子制御部をさらに備える、

請求項1から3のいずれか1項に記載の電力変換装置。

**【請求項 5】**

前記素子制御部は、前記電源用接触器が投入されている間は前記スイッチング素子をオンに維持し、前記電源用接触器が投入された状態から開放されると、前記スイッチング素子を直ちにオフにする、

請求項4に記載の電力変換装置。

**【請求項 6】**

前記素子制御部は、前記電源用接触器が投入されている間は前記スイッチング素子をオンに維持し、前記電源用接触器が投入された状態から開放されると、前記電源用接触器が開放されてから定められた時間の経過後に前記スイッチング素子をオフにする、

請求項4に記載の電力変換装置。

**【請求項 7】**

前記スイッチング素子は、一端が前記制御電源に接続され、他端が前記内部コイルに接続されているリレーである、

請求項1から6のいずれか1項に記載の電力変換装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本開示は、電力変換装置に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

電気鉄道車両には、架線を通して変電所から供給された電力を所望の電力に変換し、変換した電力を負荷に供給する電力変換装置が搭載されているものがある。この種の電力変

換装置の一例が特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 に開示される電気車用電源装置は、インバータと、インバータの一次端子間に接続されるフィルタコンデンサと、フィルタコンデンサを放電する放電回路と、インバータおよびフィルタコンデンサを電源に電気的に接続または電源から電気的に切り離す接触器と、を備える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2010-041806 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に開示される電気車用電源装置において、接触器が投入されている状態で誤って放電回路が有する放電用接触器がオンになると、架線から放電用接触器を介して放電回路が有する放電抵抗に短絡電流が流れ、放電抵抗が焼損する可能性がある。

【0005】

本開示は上述の事情に鑑みてなされたものであり、放電抵抗に短絡電流が流れることを抑制する電力変換装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本開示の電力変換装置は、フィルタコンデンサと、電力変換部と、電源用接触器と、放電回路と、放電制御回路と、を備える。フィルタコンデンサは、主電源から供給される電力で充電される。電力変換部の一次端子間にフィルタコンデンサが接続される。また電力変換部は、主電源からフィルタコンデンサを介して供給される電力を、二次端子に接続される負荷に供給するための電力に変換して、変換した電力を負荷に供給する。電源用接触器は、フィルタコンデンサおよび電力変換部を、主電源に電気的に接続、または、主電源から電気的に切り離す。放電回路は、内部コイルを有し、内部コイルが放電されると投入された状態になる放電用接触器と、放電用接触器に直列に接続されたコンデンサ放電抵抗とを有する。また放電回路は、フィルタコンデンサに並列に接続される。放電制御回路は、電源用接触器が開放された後に、放電用接触器が有する内部コイルを放電させることで放電用接触器を投入し、フィルタコンデンサを放電させる。放電制御回路は、内部コイルを、制御電源に電気的に接続、または制御電源から電気的に切り離すスイッチング素子と、直列に接続されたコイル放電抵抗および制御用コンデンサと、を有する。コイル放電抵抗および制御用コンデンサは、内部コイルに並列に接続される。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、放電制御回路が、電源用接触器が開放された後に、放電用接触器が有する内部コイルを放電させることで放電用接触器を投入し、フィルタコンデンサを放電させる。電源用接触器が開放された後に、放電用接触器が投入されるため、放電抵抗に短絡電流が流れることが抑制される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】実施の形態 1 に係る電力変換装置のブロック図

【図 2】実施の形態 1 に係る放電制御回路の回路図

【図 3】実施の形態 1 に係る放電制御回路における電流の流れを示す図

【図 4】実施の形態 1 に係る電力変換装置の放電動作を示すタイミングチャートであり、(a) は電源用接触器の状態を示し、(b) はリレーの状態を示し、(c) は内部コイルの電圧を示し、(d) は放電用接触器の状態を示すタイミングチャート

【図 5】実施の形態 2 に係る放電制御回路の回路図

【図 6】実施の形態 2 に係る放電制御回路における電流の流れを示す図

10

20

30

40

50

【図7】実施の形態2に係る電力変換装置の放電動作を示すタイミングチャートであり、(a)は電源用接触器の状態を示し、(b)はリレーの状態を示し、(c)は内部コイルの電圧を示し、(d)は放電用接触器の状態を示すタイミングチャート

【図8】実施の形態に係る電力変換装置の第1変形例のブロック図

【図9】実施の形態に係る電力変換装置の第2変形例のブロック図

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、実施の形態に係る電力変換装置について図面を参照して詳細に説明する。なお図中、同一または同等の部分には同一の符号を付す。

【0010】

10

(実施の形態1)

車両に搭載される電力変換装置、詳細には、直流き電方式の電気鉄道車両に搭載された補助電源装置を例にして、実施の形態1に係る電力変換装置1について説明する。詳細には、電力変換装置1は、主電源から正極入力端子1aを介して供給された直流電力を負荷51に供給するための電力、例えば三相交流電力に変換して、三相交流電力を負荷51に供給する。

【0011】

20

補助電源装置である電力変換装置1は、停止後の再起動を速やかに行うため、停止時に後述のフィルタコンデンサFC1を速やかに放電させる必要がある。このため、詳細については後述するが、フィルタコンデンサFC1を放電させるための放電回路12は、放電用接触器MC2を備える。電力変換装置1の停止時に、電源用接触器MC1が開放されながら、放電用接触器MC2を投入することで、放電回路12のコンデンサ放電抵抗R1に短絡電流が流れることが抑制される。

【0012】

30

電力変換装置1の構成について以下に説明する。電力変換装置1は、主電源に接続される正極入力端子1aと、接地される負極入力端子1bと、一端が正極入力端子1aに接続される電源用接触器MC1と、一端が電源用接触器MC1の他端に接続され、他端が負極入力端子1bに接続されるフィルタコンデンサFC1と、を備える。電力変換装置1はさらに、一次端子11aを介して供給される直流電力を三相交流電力に変換して、負荷51に供給する電力変換部11と、フィルタコンデンサFC1に並列に接続される放電回路12と、を備える。

【0013】

電力変換装置1はさらに、電源用接触器MC1の制御を行う接触器制御部13と、電力変換部11の制御を行うスイッチング制御部14と、放電回路12が有する放電用接触器MC2を制御する放電制御回路15と、放電制御回路15が有するスイッチング素子である後述のリレーRY1を制御する素子制御部16と、を備える。

【0014】

40

電力変換装置1の構成の詳細について以下に説明する。

正極入力端子1aは、主電源、例えば架線を介して変電所から電力を取得するパンタグラフに接続される。負極入力端子1bは、例えば、接地ブラシ、車輪、およびレールを介して接地される。

【0015】

電源用接触器MC1の一端は正極入力端子1aに接続され、他端は電力変換部11の一次端子11a、フィルタコンデンサFC1の一端、および放電回路12の一端のそれぞれに接続される。電源用接触器MC1は、直流電磁接触器であり、接触器制御部13によって制御される。

【0016】

接触器制御部13が電源用接触器MC1を投入すると、電源用接触器MC1の一端と他端は互いに接続される。この結果、電力変換部11およびフィルタコンデンサFC1は、主電源に電気的に接続され、主電源から電力の供給を受ける。

50

また接触器制御部 13 が電源用接触器 MC1 を開放すると、電源用接触器 MC1 の一端と他端は絶縁される。この結果、電力変換部 11 およびフィルタコンデンサ F C 1 は、主電源から電気的に切り離され、主電源から電力の供給を受けることができない。

【 0 0 1 7 】

フィルタコンデンサ F C 1 は、電力変換部 11 の一次端子 11a, 11b の間に接続され、主電源から供給される電力で充電される。詳細には、フィルタコンデンサ F C 1 の一端は、電源用接触器 MC1 と電力変換部 11 の一次端子 11a との接続点に接続される。またフィルタコンデンサ F C 1 の他端は、負極入力端子 1b と電力変換部 11 の一次端子 11b との接続点に接続される。

【 0 0 1 8 】

電力変換部 11 は、一次端子 11a を介して供給された直流電力を三相交流電力に変換し、三相交流電力を各二次端子に接続された負荷 51 に供給する。詳細には、電力変換部 11 は、高速スイッチングが可能な複数の高速スイッチング素子、例えば、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor : 絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ) を有する。複数の高速スイッチング素子がスイッチング制御部 14 によって制御され、オンオフを繰り返すことで、上述したように、電力変換部 11 は、直流電力を三相交流電力に変換し、三相交流電力を負荷 51 に供給する。なお負荷 51 は、照明機器、空調機器等の任意の車載機器である。

【 0 0 1 9 】

放電回路 12 は、フィルタコンデンサ F C 1 に並列に接続される。詳細には、放電回路 12 の一端は、電源用接触器 MC1 の他端と電力変換部 11 の一次端子 11a の接続点に接続される。また放電回路 12 の他端は、負極入力端子 1b と電力変換部 11 の一次端子 11b との接続点に接続される。

【 0 0 2 0 】

また放電回路 12 は、コンデンサ放電抵抗 R1 と、コンデンサ放電抵抗 R1 に直列に接続された放電用接触器 MC2 と、を備える。放電回路 12 の各部について説明する。

コンデンサ放電抵抗 R1 の一端は、電源用接触器 MC1 の他端と電力変換部 11 の一次端子 11a との接続点に接続される。コンデンサ放電抵抗 R1 の抵抗値は、フィルタコンデンサ F C 1 を定められた時間で放電することができる値であれば、任意である。

【 0 0 2 1 】

放電用接触器 MC2 の一端はコンデンサ放電抵抗 R1 の他端に接続され、他端は負極入力端子 1b と電力変換部 11 の一次端子 11b との接続点に接続される。また放電用接触器 MC2 は、直流電磁接触器であり、放電制御回路 15 によって制御される。

【 0 0 2 2 】

放電制御回路 15 が放電用接触器 MC2 を投入すると、放電用接触器 MC2 の一端と他端は互いに接続される。この結果、フィルタコンデンサ F C 1 とコンデンサ放電抵抗 R1 が電気的に接続される。そして、フィルタコンデンサ F C 1 からコンデンサ放電抵抗 R1 に電流が流れることで、フィルタコンデンサ F C 1 が放電される。

また放電制御回路 15 が放電用接触器 MC2 を開放すると、放電用接触器 MC2 の一端と他端は絶縁される。この場合、フィルタコンデンサ F C 1 とコンデンサ放電抵抗 R1 は電気的に接続されていないため、コンデンサ放電抵抗 R1 によるフィルタコンデンサ F C 1 の放電は行われない。

【 0 0 2 3 】

なお放電用接触器 MC2 として、図 2 に示すように、内部コイル L1 を有し、内部コイル L1 が放電されると投入された状態になり、内部コイル L1 が通電されると開放された状態となる B 接点形の直流電磁接触器が用いられる。なお内部コイル L1 の一端は、詳細については後述するが、放電制御回路 15 によって、制御電源 Vcc に電気的に接続、または制御電源 Vcc から電気的に切り離される。なお制御電源 Vcc は、主電源とは独立した電源であり、例えば電気鉄道車両に搭載されたバッテリーである。また内部コイル L1 の他端は、接地されている。

10

20

30

40

50

## 【0024】

図1に示す接触器制御部13には、図示しない運転台から、電源用接触器MC1の投入または開放を指示する開閉指示信号が供給される。接触器制御部13は、開閉指示信号に従って、電源用接触器MC1を投入または開放する。詳細には、接触器制御部13は、電源用接触器MC1に投入または開放を指示する接触器制御信号S1を送り、電源用接触器MC1を制御する。

## 【0025】

スイッチング制御部14は、図示しない電圧測定部からフィルタコンデンサFC1の端子間電圧の測定値を取得する。そして、スイッチング制御部14は、電源用接触器MC1が投入されてフィルタコンデンサFC1が充電された後、電力変換部11が有する高速スイッチング素子のオンオフ制御を開始する。詳細には、フィルタコンデンサFC1の端子間電圧の測定値が充電電圧に到達した後、スイッチング制御部14は、複数の高速スイッチング素子のそれぞれに、オンオフの繰り返しを指示するスイッチング制御信号S2を送る。この結果、電力変換部11は、主電源から供給される直流電力を三相交流電力に変換し、負荷51に三相交流電力を供給する。

10

## 【0026】

放電制御回路15は、放電用接触器MC2が有する内部コイルL1を放電させ、または通電させることで、放電用接触器MC2を制御する。放電制御回路15の構成の詳細について以下に説明する。

20

放電制御回路15は、図2に示すように、スイッチング素子であるリレーRY1と、直列に接続されたコイル放電抵抗R2および制御用コンデンサC2と、を備える。詳細については後述するが、リレーRY1がオフになった場合に、制御電源Vccに電流が逆流することを防ぎながら内部コイルL1を放電するために、放電制御回路15は、ダイオードD1, D2を備えることが好ましい。

## 【0027】

リレーRY1の一端は、制御電源Vccに接続される。またリレーRY1の他端は、ダイオードD1を介して内部コイルL1の一端に接続される。

リレーRY1は、内部コイルL1を、制御電源Vccに電気的に接続、または制御電源Vccから電気的に切り離す。またリレーRY1は、素子制御部16によって制御される。

30

## 【0028】

ダイオードD1のアノードは、リレーRY1の他端に接続される。またダイオードD1のカソードは、内部コイルL1の一端に接続される。ダイオードD1は、制御電源Vccへの電流の逆流を抑制する。

## 【0029】

ダイオードD2のアノードは、コイル放電抵抗R2と制御用コンデンサC2との接続点に接続される。またダイオードD2のカソードは、内部コイルL1の一端に接続される。ダイオードD2は、後述するコイル放電抵抗R2の他端から一端に向かう電路を形成することで、内部コイルL1をコイル放電抵抗R2および制御用コンデンサC2によって放電することを可能とする。

40

## 【0030】

コイル放電抵抗R2は、一端がダイオードD1と内部コイルL1との接続点に接続され、他端が制御用コンデンサC2の一端に接続される。なおコイル放電抵抗R2の抵抗値は、内部コイルL1を所望の時間で放電することができる任意の抵抗値である。所望の時間は、例えば、電力変換装置1の再起動に要する時間の目標値に応じて、定められればよい。

制御用コンデンサC2の他端は、内部コイルL1の他端に接続される。

## 【0031】

上記構成を有する放電制御回路15において、リレーRY1が素子制御部16によってオンにされると、内部コイルL1は、制御電源Vccに電気的に接続される。内部コイルL1が通電されるため、放電用接触器MC2は、開放された状態である。

またリレーRY1が素子制御部16によってオフにされると、内部コイルL1は、制御

50

電源 Vcc から電気的に切り離される。この結果、図 3 において矢印 A R 1 で示すように、内部コイル L 1 から、制御用コンデンサ C 2 を介して、コイル放電抵抗 R 2 およびダイオード D 2 に電流が流れ、内部コイル L 1 は放電される。内部コイル L 1 が放電されると、放電用接触器 M C 2 は投入された状態となる。

#### 【 0 0 3 2 】

図 1 に示す素子制御部 1 6 には、接触器制御部 1 3 と同様に、電源用接触器 M C 1 の投入または開放を指示する開閉指示信号が供給される。素子制御部 1 6 は、電源用接触器 M C 1 が投入された状態および開放された状態のいずれであるかに応じて、放電制御回路 1 5 が有するリレー R Y 1 をオンまたはオフにする。詳細には、素子制御部 1 6 は、電源用接触器 M C 1 が投入されている間は、リレー R Y 1 をオンに維持する。また素子制御部 1 6 は、電源用接触器 M C 1 が投入された状態から開放されると、リレー R Y 1 を直ちにオフにする。

10

#### 【 0 0 3 3 】

また素子制御部 1 6 は、電圧測定部からフィルタコンデンサ F C 1 の端子間電圧の測定値を取得する。リレー R Y 1 がオフになった後に、フィルタコンデンサ F C 1 の端子間電圧の測定値が閾値電圧以下となると、素子制御部 1 6 は、リレー R Y 1 をオンにする。これにより、フィルタコンデンサ F C 1 の放電完了後に放電用接触器 M C 2 が開放されることになる。

20

#### 【 0 0 3 4 】

次に、上記構成を有する電力変換装置 1 の動作について説明する。

電気鉄道車両の始動時に、パンタグラフを上昇または下降させる上昇下降スイッチの操作が行われて、パンタグラフが上昇し、架線に接触すると、パンタグラフは、変電所から架線を介して電力を取得する。なお電気鉄道車両の始動時には、電源用接触器 M C 1 および放電用接触器 M C 2 のいずれも開放された状態であるとする。

#### 【 0 0 3 5 】

また上昇下降スイッチの操作に連動して、開閉指示信号が運転台から接触器制御部 1 3 および素子制御部 1 6 のそれぞれに供給される。詳細には、上昇下降スイッチの操作によって、パンタグラフが上昇すると、電源用接触器 M C 1 の投入を指示する開閉指示信号が運転台から接触器制御部 1 3 および素子制御部 1 6 のそれぞれに供給される。

30

#### 【 0 0 3 6 】

接触器制御部 1 3 は、電源用接触器 M C 1 の投入を指示する開閉指示信号が供給されると、電源用接触器 M C 1 の投入を指示する接触器制御信号 S 1 を出力する。この結果、電源用接触器 M C 1 が投入され、パンタグラフが架線を介して変電所から取得した電力が、電源用接触器 M C 1 を介して、フィルタコンデンサ F C 1 に供給され、フィルタコンデンサ F C 1 の充電が開始される。

#### 【 0 0 3 7 】

素子制御部 1 6 は、電源用接触器 M C 1 の投入を指示する開閉指示信号が供給されると、リレー R Y 1 をオンに維持する。この結果、内部コイル L 1 が通電され、放電用接触器 M C 2 は、開放された状態に維持される。

40

#### 【 0 0 3 8 】

その後、フィルタコンデンサ F C 1 が十分に充電されると、スイッチング制御部 1 4 は、電力変換部 1 1 の高速スイッチング素子のオンオフ制御を開始する。スイッチング制御部 1 4 に制御された高速スイッチング素子は、オンオフを繰り返す。この結果、電力変換部 1 1 は、フィルタコンデンサ F C 1 を介して供給される直流電力を三相交流電力に変換し、三相交流電力を負荷 5 1 に供給する。

#### 【 0 0 3 9 】

次に、電気鉄道車両の運転停止時の電力変換装置 1 の動作について図 4 を用いて説明する。電気鉄道車両の運転を停止する際には、電力変換部 1 1 が停止され、電源用接触器 M C 1 が開放され、放電用接触器 M C 2 が投入される。時刻 T 1 において、上昇下降スイッチの操作が行われて、パンタグラフが下降し、架線から離隔する場合を例にして、電力変

50

換装置 1 の動作について説明する。

【 0 0 4 0 】

時刻 T 1 において、上昇下降スイッチの操作に連動して、停止を指示する信号がスイッチング制御部 1 4 に送られる。そして、スイッチング制御部 1 4 は、電力変換部 1 1 が有する複数の高速スイッチング素子をオフにし、電力変換部 1 1 を停止させる。

【 0 0 4 1 】

また時刻 T 1 において、上昇下降スイッチの操作によってパンタグラフが下降すると、電源用接触器 M C 1 の開放を指示する開閉指示信号が運転台から接触器制御部 1 3 および素子制御部 1 6 のそれぞれに供給される。

【 0 0 4 2 】

電源用接触器 M C 1 の開放を指示する開閉指示信号が供給された接触器制御部 1 3 は、電源用接触器 M C 1 の開放を指示する接触器制御信号 S 1 を出力する。この結果、図 4 ( a ) に示すように、時刻 T 1 において、電源用接触器 M C 1 が開放され、電力変換部 1 1 およびフィルタコンデンサ F C 1 は、パンタグラフ、すなわち主電源から電気的に切り離される。

【 0 0 4 3 】

また電源用接触器 M C 1 の開放を指示する開閉指示信号が供給された素子制御部 1 6 は、リレー R Y 1 をオフにする。この結果、図 4 ( b ) に示すように、時刻 T 1 において、リレー R Y 1 がオフになる。リレー R Y 1 がオフになると内部コイル L 1 は制御電源 V c c から電気的に切り離されるため、内部コイル L 1 の電圧は、図 4 ( c ) に示すように、時刻 T 1 において、通電時の電圧 V L 1 から低下し始める。

【 0 0 4 4 】

その後、図 4 ( c ) に示すように、時刻 T 2 において、内部コイル L 1 の電圧が釈放電圧 V L 2 まで低下する。この結果、時刻 T 2 において、図 4 ( d ) に示すように、放電用接触器 M C 2 は投入される。

【 0 0 4 5 】

放電用接触器 M C 2 が投入されると、コンデンサ放電抵抗 R 1 がフィルタコンデンサ F C 1 に電気的に接続されるため、フィルタコンデンサ F C 1 は放電される。なお時刻 T 1 から時刻 T 2 までの時間は、コンデンサ放電抵抗 R 1 の抵抗値に内部コイル L 1 のコイル抵抗値を加算した結果にフィルタコンデンサ F C 1 の静電容量を乗算して得られる時定数に応じて決まる。また釈放電圧 V L 2 は、通電時の電圧 V L 1 に  $1/e$  を乗算した値未満であることが好ましい。なお e は、自然対数である。

【 0 0 4 6 】

その後、フィルタコンデンサ F C 1 の放電が完了すると、素子制御部 1 6 は、リレー R Y 1 をオンにする。詳細には、フィルタコンデンサ F C 1 の端子間電圧の測定値が閾値電圧以下となると、素子制御部 1 6 は、リレー R Y 1 をオンにする。この結果、内部コイル L 1 が通電され、放電用接触器 M C 2 は開放される。

【 0 0 4 7 】

以上説明した通り、実施の形態 1 に係る電力変換装置 1 において、放電用接触器 M C 2 は、電源用接触器 M C 1 が開放された後に投入される。このため、電源用接触器 M C 1 と放電用接触器 M C 2 とは同時に投入された状態にならない。すなわち、コンデンサ放電抵抗 R 1 に短絡電流が流れることが抑制される。

【 0 0 4 8 】

またコンデンサ放電抵抗 R 1 に短絡電流が流れることが抑制されるため、コンデンサ放電抵抗 R 1 に短絡電流が流れて焼損することを防ぐために、コンデンサ放電抵抗 R 1 の容量を大きくする必要がない。換言すれば、コンデンサ放電抵抗 R 1 の容量を大きくすることに伴ってコンデンサ放電抵抗 R 1 が大型化することが抑制される。この結果、電力変換装置 1 の大型化が抑制される。

【 0 0 4 9 】

( 実施の形態 2 )

10

20

30

40

50

放電制御回路 15 の構成は、実施の形態 1 の例に限られない。詳細には、放電制御回路 15 の構成は、電源用接触器 M C 1 が開放された後に放電用接触器 M C 2 を投入することができる構成であれば、任意である。

#### 【 0 0 5 0 】

実施の形態 2 に係る電力変換装置 1 の構成は、実施の形態 1 と同様である。図 5 に示すように、実施の形態 2 に係る電力変換装置 1 が備える放電制御回路 15 は、スイッチング素子であるリレー R Y 1 と、放電用接触器 M C 2 の内部コイル L 1 に並列に接続されたダイオード D 3 と、を備える。さらに電力変換装置 1 は、放電用接触器 M C 2 の内部コイル L 1 に並列に接続されたサージ吸収素子 B 1 を備えることが好ましい。

#### 【 0 0 5 1 】

リレー R Y 1 の一端は、制御電源 V c c に接続される。またリレー R Y 1 の他端は、内部コイル L 1 の一端に接続される。なおリレー R Y 1 の構造および動作は、実施の形態 1 と同様である。

#### 【 0 0 5 2 】

ダイオード D 3 は、内部コイル L 1 に並列に接続される。詳細には、ダイオード D 3 のアノードは、内部コイル L 1 の他端に接続される。ダイオード D 3 のカソードは、リレー R Y 1 と内部コイル L 1 との接続点に接続される。

#### 【 0 0 5 3 】

サージ吸収素子 B 1 は、内部コイル L 1 に並列に接続される。詳細には、サージ吸収素子 B 1 はバリスタであり、内部コイル L 1 の放電時に、並列に接続されている素子、すなわちダイオード D 3 に過電圧が印加されることを抑制する。

#### 【 0 0 5 4 】

上記構成を有する放電制御回路 15 において、リレー R Y 1 が素子制御部 16 によってオンにされると、内部コイル L 1 は、制御電源 V c c に電気的に接続される。内部コイル L 1 が通電されるため、放電用接触器 M C 2 は、開放された状態である。

またリレー R Y 1 が素子制御部 16 によってオフにされると、内部コイル L 1 は、制御電源 V c c から電気的に切り離される。この結果、図 6 において矢印 A R 2 で示すように、内部コイル L 1 から、ダイオード D 3 に電流が流れ、内部コイル L 1 は放電される。内部コイル L 1 が放電されると、放電用接触器 M C 2 は投入された状態となる。

#### 【 0 0 5 5 】

実施の形態 2 に係る電力変換装置 1 が有する素子制御部 16 には、実施の形態 1 と同様に開閉指示信号が供給される。また素子制御部 16 は、電源用接触器 M C 1 が投入された状態および開放された状態のいずれであるかに応じてリレー R Y 1 をオンまたはオフにする。なお実施の形態 2 に係る電力変換装置 1 が有する素子制御部 16 は、リレー R Y 1 をオフにするタイミングが、実施の形態 1 に係る電力変換装置 1 が有する素子制御部 16 と異なる。

#### 【 0 0 5 6 】

詳細には、素子制御部 16 は、電源用接触器 M C 1 が投入されている間は、リレー R Y 1 をオンに維持する。また素子制御部 16 は、電源用接触器 M C 1 が投入された状態から開放されると、電源用接触器 M C 1 が開放されてから定められた時間の経過後に、リレー R Y 1 をオフにする。なお定められた時間は、電源用接触器 M C 1 の開放の指示があってから、実際に電源用接触器 M C 1 が開放されるまでに要する時間より長い時間であり、放電用接触器 M C 2 の投入にかかる時間の設計値に応じて定めることができる。

#### 【 0 0 5 7 】

次に、上記構成を有する電力変換装置 1 の動作について説明する。

電気鉄道車両の始動時の電力変換装置 1 の各部の動作については、実施の形態 1 と同様である。

#### 【 0 0 5 8 】

電気鉄道車両の運転停止時の電力変換装置 1 の動作について図 7 を用いて説明する。電気鉄道車両の運転を停止する際には、電力変換部 11 が停止され、電源用接触器 M C 1 が

10

20

30

40

50

開放され、放電用接触器 M C 2 が投入される。時刻 T 1 1 において、上昇下降スイッチの操作が行われて、パンタグラフが下降し、架線から離隔する場合を例にして、電力変換装置 1 の動作について説明する。

【 0 0 5 9 】

時刻 T 1 1 において、上昇下降スイッチの操作に連動して、停止を指示する信号がスイッチング制御部 1 4 に送られる。そして、スイッチング制御部 1 4 は、電力変換部 1 1 が有する複数の高速スイッチング素子をオフにし、電力変換部 1 1 を停止させる。

【 0 0 6 0 】

また時刻 T 1 1 において、上昇下降スイッチの操作によってパンタグラフが下降する 10 と、電源用接触器 M C 1 の開放を指示する開閉指示信号が運転台から接触器制御部 1 3 および素子制御部 1 6 のそれぞれに供給される。

【 0 0 6 1 】

電源用接触器 M C 1 の開放を指示する開閉指示信号が供給された接触器制御部 1 3 は、電源用接触器 M C 1 の開放を指示する接触器制御信号 S 1 を出力する。この結果、図 7 ( a ) に示すように、時刻 T 1 1 において、電源用接触器 M C 1 が開放され、電力変換部 1 1 およびフィルタコンデンサ F C 1 は、パンタグラフ、すなわち主電源から電気的に切り離される。

【 0 0 6 2 】

また電源用接触器 M C 1 の開放を指示する開閉指示信号が供給された素子制御部 1 6 は、時刻 T 1 1 から定められた時間が経過した時刻 T 1 2 において、リレー R Y 1 をオフにする。この結果、図 7 ( b ) に示すように、時刻 T 1 2 において、リレー R Y 1 がオフになる。リレー R Y 1 がオフになると内部コイル L 1 は制御電源 V c c から電気的に切り離されるため、内部コイル L 1 の電圧は、図 7 ( c ) に示すように、時刻 T 1 2 において、通電時の電圧 V L 1 から低下し始める。

【 0 0 6 3 】

その後、図 7 ( c ) に示すように、時刻 T 1 3 において、内部コイル L 1 の電圧が釈放電圧 V L 2 まで低下する。この結果、時刻 T 1 3 において、図 7 ( d ) に示すように、放電用接触器 M C 2 は投入される。

【 0 0 6 4 】

放電用接触器 M C 2 が投入されると、コンデンサ放電抵抗 R 1 がフィルタコンデンサ F C 1 に電気的に接続されるため、フィルタコンデンサ F C 1 は放電される。なお時刻 T 1 2 から時刻 T 1 3 までの時間は、内部コイル L 1 のコイル抵抗値に応じて決まる。換言すれば、時刻 T 1 2 から時刻 T 1 3 までの時間は、実施の形態 1 における時刻 T 1 から時刻 T 2 までの時間より短い。また釈放電圧 V L 2 は、通電時の電圧 V L 1 に 1 / e を乗算した値未満であることが好ましい。

【 0 0 6 5 】

その後、フィルタコンデンサ F C 1 の放電が完了すると、素子制御部 1 6 は、リレー R Y 1 をオンにする。詳細には、フィルタコンデンサ F C 1 の端子間電圧の測定値が閾値電圧以下となると、素子制御部 1 6 は、リレー R Y 1 をオンにする。この結果、内部コイル L 1 が通電され、放電用接触器 M C 2 は開放される。

【 0 0 6 6 】

以上説明した通り、実施の形態 2 に係る電力変換装置 1 において、放電用接触器 M C 2 は、電源用接触器 M C 1 が開放された後に投入される。このため、電源用接触器 M C 1 と放電用接触器 M C 2 とは同時に投入された状態にならない。すなわち、コンデンサ放電抵抗 R 1 に短絡電流が流れることが抑制される。

【 0 0 6 7 】

また実施の形態 2 に係る電力変換装置 1 が備える放電制御回路 1 5 は、実施の形態 1 に係る電力変換装置 1 が備える放電制御回路 1 5 のように、制御用コンデンサ C 2 、コイル放電抵抗 R 2 、およびダイオード D 1 , D 2 を備える必要がない。このため、実施の形態 2 に係る電力変換装置 1 は、実施の形態 1 に係る電力変換装置 1 に比べて、より小型化が

可能となる。

【0068】

上述の電力変換装置1の回路構成は一例である。電力変換装置1の他の回路構成の一例を図8に示す。図8に示す電力変換装置2は、図1に示す電力変換装置1の構成に加えて、充電用接触器MC3および充電抵抗R3と、を備える。

【0069】

充電用接触器MC3と充電抵抗R3とは直列に接続される。また直列に接続された充電用接触器MC3および充電抵抗R3は、電源用接触器MC1に並列に接続される。

詳細には、充電用接触器MC3の一端は、電源用接触器MC1の一端と正極入力端子1aとの接続点に接続される。充電用接触器MC3の他端は、充電抵抗R3の一端に接続される。充電抵抗R3の他端は、電源用接触器MC1の他端と電力変換部11の一次端子11aとの接続点に接続される。

10

【0070】

充電用接触器MC3は、接触器制御部13によって制御される。

詳細には、接触器制御部13は、電源用接触器MC1の投入を指示する開閉指示信号が供給されると、充電用接触器MC3に投入を指示する接触器制御信号S1を出力する。この結果、充電用接触器MC3が投入され、充電用接触器MC3および充電抵抗R3を介して、主電源からフィルタコンデンサFC1に電力が供給され、フィルタコンデンサFC1の充電が開始される。

20

【0071】

なお接触器制御部13は、図示しない電圧測定部からフィルタコンデンサFC1の端子間電圧の測定値を取得する。フィルタコンデンサFC1の端子間電圧の測定値が充電電圧に達すると、電力変換装置2が備える接触器制御部13は、電源用接触器MC1の投入を指示する接触器制御信号S1を出力する。この結果、電源用接触器MC1が投入され、主電源から、電源用接触器MC1を介して、フィルタコンデンサFC1に電力が供給される。

【0072】

また接触器制御部13は、電源用接触器MC1に投入を指示する接触器制御信号S1を出力した後に、充電用接触器MC3を開放する接触器制御信号S1を出力する。この結果、充電抵抗R3は、主電源から電気的に切り離される。

上述したように、充電用接触器MC3を投入してから電源用接触器MC1を投入することで、フィルタコンデンサFC1に突入電流が流れることが抑制される。

30

【0073】

さらに電力変換装置1の他の回路構成の一例を図9に示す。

図9に示す電力変換装置3は、図1に示す実施の形態1に係る電力変換装置1の構成に加えて、充電用接触器MC4と、充電抵抗R3と、を備える。充電用接触器MC4は、正極入力端子1aと、電源用接触器MC1の一端に接続される。充電抵抗R3の一端は、充電用接触器MC4と電源用接触器MC1との接続点に接続される。また充電抵抗R3の他端は、電源用接触器MC1と電力変換部11の一次端子11aとの接続点に接続される。

【0074】

充電用接触器MC4は、接触器制御部13によって制御される。

40

詳細には、接触器制御部13は、電源用接触器MC1の投入を指示する開閉指示信号が供給されると、充電用接触器MC4に投入を指示する接触器制御信号S1を出力する。この結果、充電用接触器MC4が投入され、充電用接触器MC4および充電抵抗R3を介して、主電源からフィルタコンデンサFC1に電力が供給され、フィルタコンデンサFC1の充電が開始される。

【0075】

なお接触器制御部13は、図示しない電圧測定部からフィルタコンデンサFC1の端子間電圧の測定値を取得する。フィルタコンデンサFC1の端子間電圧の測定値が閾値電圧に達すると、電力変換装置3が備える接触器制御部13は、電源用接触器MC1の投入を指示する接触器制御信号S1を出力する。この結果、電源用接触器MC1が投入され、主

50

電源から、充電用接触器 M C 4 および電源用接触器 M C 1 を介して、フィルタコンデンサ F C 1 に電力が供給される。

【 0 0 7 6 】

電力変換装置 1 - 3 の各部は、上述の例に限られない。

素子制御部 1 6 は、電源用接触器 M C 1 から、電源用接触器 M C 1 が投入されているか、または開放されているか、を示す状態信号を取得してもよい。この場合、素子制御部 1 6 は、電源用接触器 M C 1 から取得した状態信号に基づいて、電源用接触器 M C 1 が投入された状態から開放されたことを検出すると、リレー R Y 1 をオフにすることで放電用接触器 M C 2 を投入すればよい。

【 0 0 7 7 】

電力変換装置 1 - 3 は、電源用接触器 M C 1 の他端と電力変換部 1 1 の一次端子 1 1 a との間に設けられたフィルタリアクトルを備えてもよい。フィルタリアクトルを設けることで、電力変換部 1 1 の入力電流の平滑化が可能となる。

【 0 0 7 8 】

電力変換部 1 1 は、任意の電力変換回路である。一例として、負荷 5 1 が直流電力で稼動する場合、電力変換部 1 1 として、D C ( Direct Current : 直流 ) - D C コンバータを用いることができる。

【 0 0 7 9 】

放電制御回路 1 5 は、リレー R Y 1 に代えて、I G B T、M O S F E T ( Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor : 電界効果トランジスタ ) 、サイリスタ等の任意のスイッチング素子を備えてもよい。

また実施の形態 2 に係る電力変換装置 1 が備える放電制御回路 1 5 は、実施の形態 1 と同様にダイオード D 1 を有してもよい。

【 0 0 8 0 】

電力変換装置 1 - 3 は、補助電源装置に限らず、フィルタコンデンサ F C 1 を備える任意の電力変換装置である。

【 0 0 8 1 】

電力変換装置 1 - 3 は、電力変換装置 1 - 3 に電力を供給可能な任意の車両、任意の機器等に搭載可能である。一例として、電力変換装置 1 - 3 は、交流き電方式の電気鉄道車両に搭載可能である。この場合、一次端子がパンタグラフに接続されたトランスと、トランスの二次端子に接続され、交流電力を直流電力に変換するコンバータと、を設け、コンバータの出力を電力変換装置 1 - 3 に供給すればよい。

【 0 0 8 2 】

他の一例として、電力変換装置 1 - 3 は、第三軌条を介して電力を取得する電気鉄道車両に搭載されてもよい。

【 0 0 8 3 】

本開示は、本開示の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、この開示を説明するためのものであり、本開示の範囲を限定するものではない。すなわち、本開示の範囲は、実施の形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。そして、特許請求の範囲内及びそれと同等の開示の意義の範囲内で施される様々な変形が、この開示の範囲内とみなされる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

1 , 2 , 3 電力変換装置、1 a 正極入力端子、1 b 負極入力端子、1 1 電力変換部、1 1 a , 1 1 b 一次端子、1 2 放電回路、1 3 接触器制御部、1 4 スイッチング制御部、1 5 放電制御回路、1 6 素子制御部、5 1 負荷、A R 1 , A R 2 矢印、B 1 サージ吸收素子、C 2 制御用コンデンサ、D 1 , D 2 , D 3 ダイオード、F C 1 フィルタコンデンサ、L 1 内部コイル、M C 1 電源用接触器、M C 2 放電用接触器、M C 3 , M C 4 充電用接触器、R 1 コンデンサ放電抵抗、R 2 コイル放電抵抗、R 3 充電抵抗、R Y 1 リレー、S 1 接触器制御信号、S 2 スイッチング制御信号、V c c

10

20

30

40

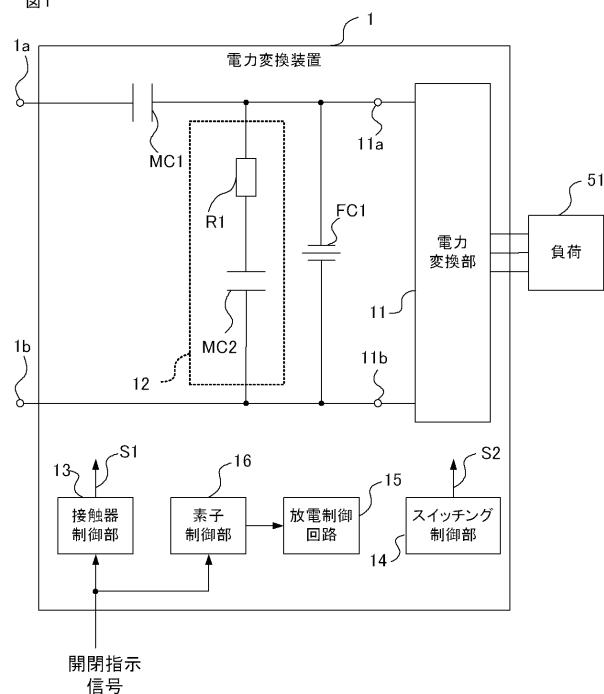
50

制御電源。

【図面】

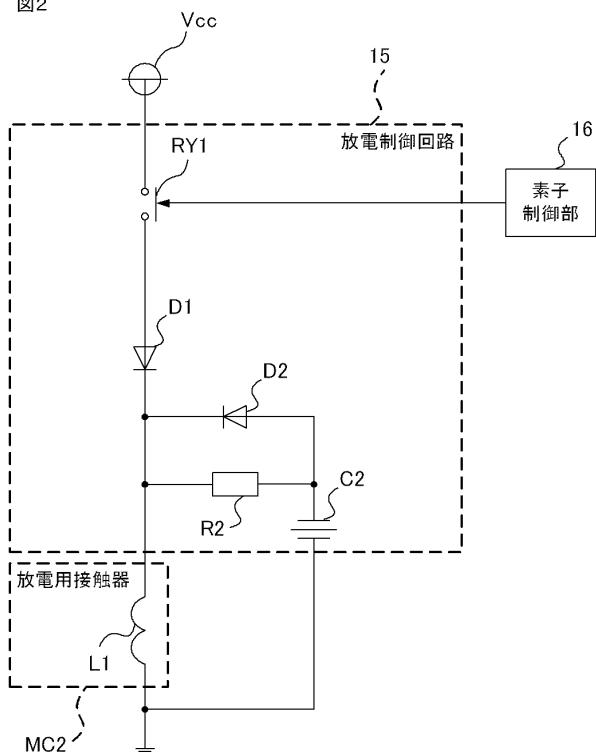
【図 1】

図1



【図 2】

図2



10

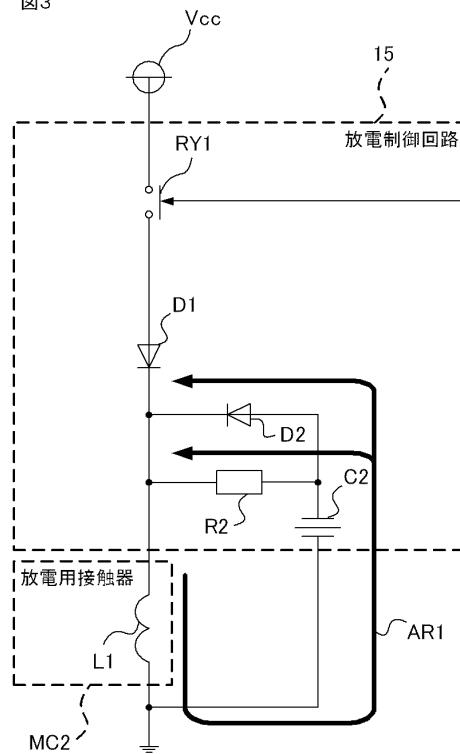
20

30

40

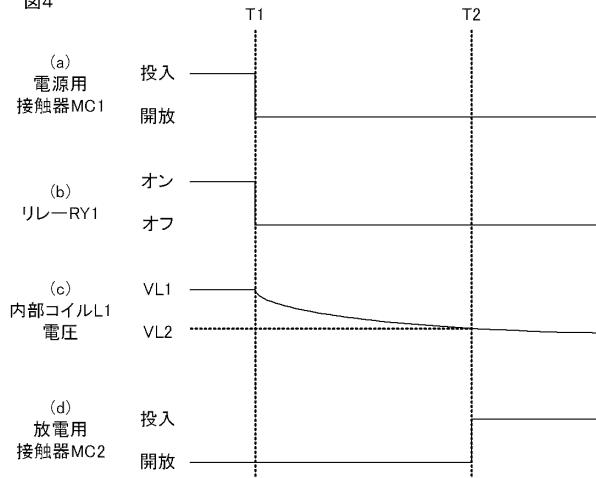
【図 3】

図3



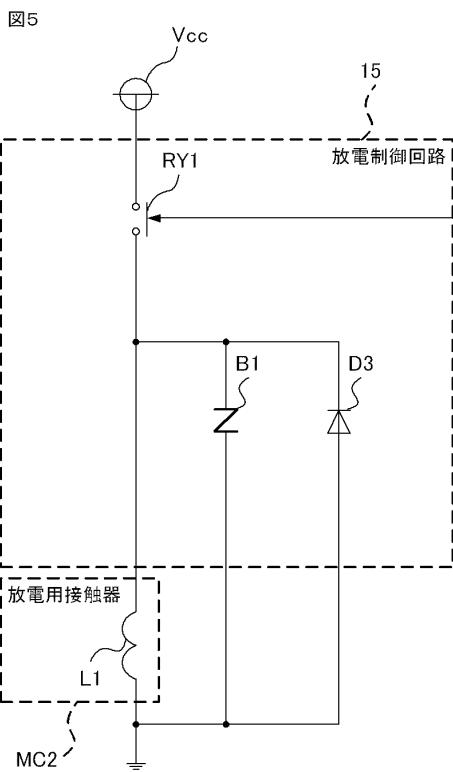
【図 4】

図4

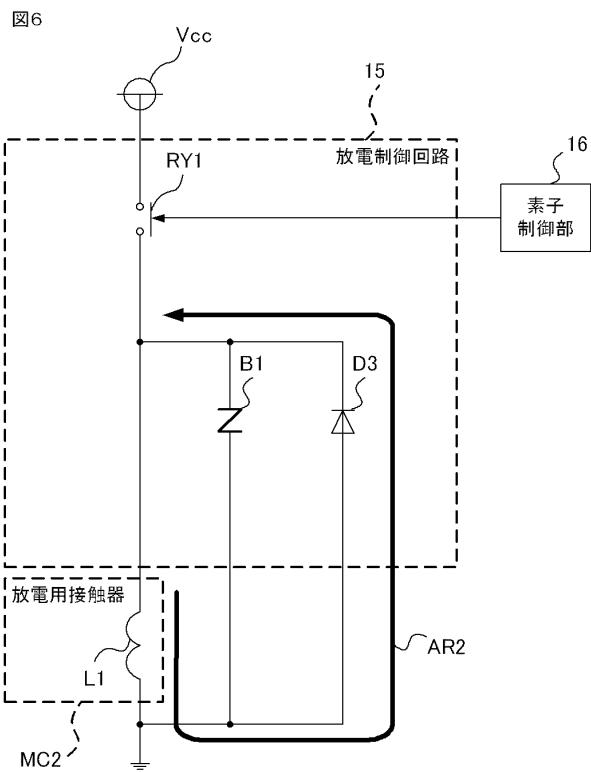


50

【図 5】



【図 6】



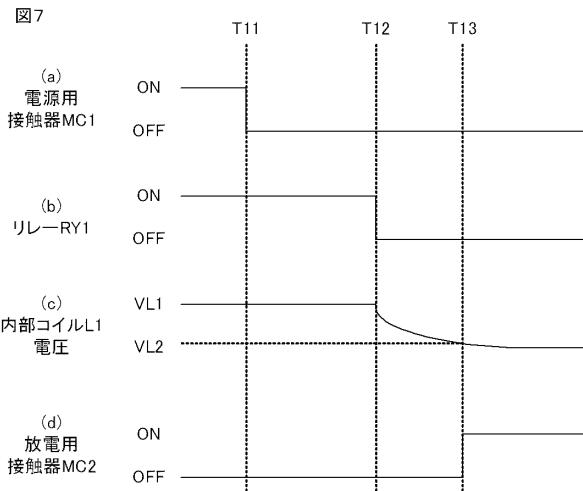
10

20

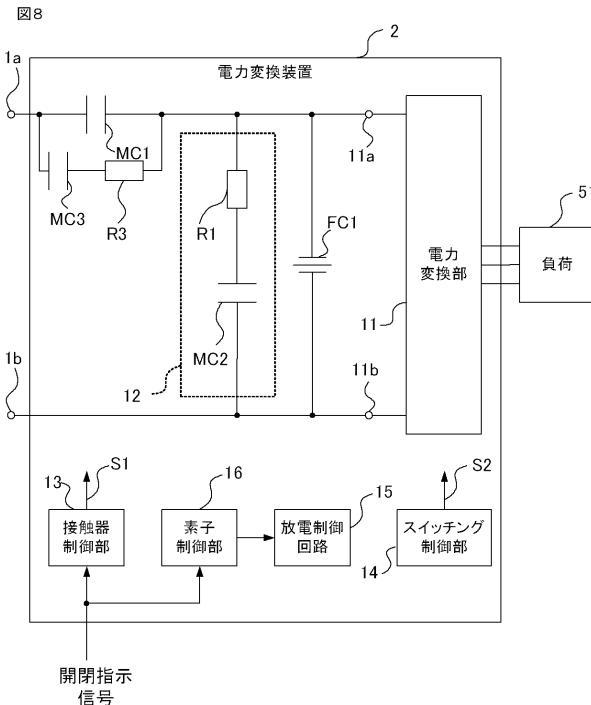
30

40

【図 7】



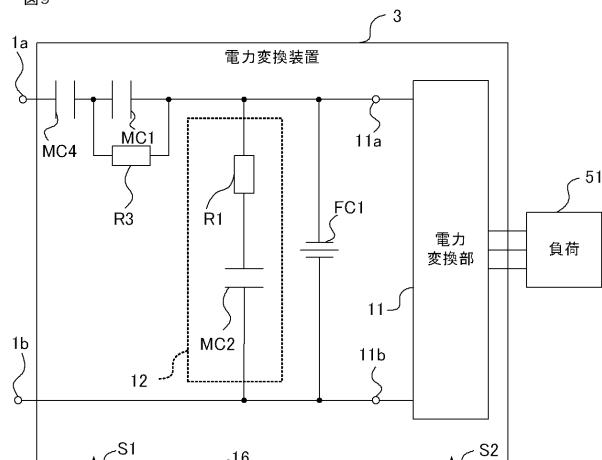
【図 8】



50

【図9】

図9



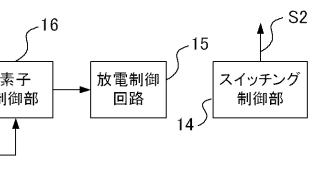
10

開閉指示  
信号

20

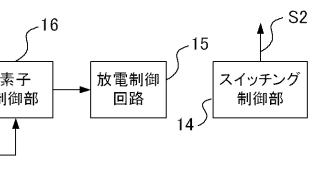
30

S1



S2

S1



40

50

---

フロントページの続き

(72)発明者 塩浦 健太郎  
東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 山本 剛史  
東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内

審査官 遠藤 尊志

(56)参考文献 特開 2003-52179 (JP, A)  
特開 2005-73399 (JP, A)  
特開 2009-4365 (JP, A)  
特開 2009-143506 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H02M 7/42 - 7/98