

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5977920号
(P5977920)

(45) 発行日 平成28年8月24日 (2016. 8. 24)

(24) 登録日 平成28年7月29日 (2016. 7. 29)

(51) Int. Cl.

F I

HO 2M 1/12 (2006. 01)

HO 2M 1/12

HO 2M 3/155 (2006. 01)

HO 2M 3/155

C

HO 2M 3/28 (2006. 01)

HO 2M 3/155

U

HO 2M 3/28

C

HO 2M 3/28

U

請求項の数 14 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2010-172595 (P2010-172595)
 (22) 出願日 平成22年7月30日 (2010. 7. 30)
 (65) 公開番号 特開2011-36124 (P2011-36124A)
 (43) 公開日 平成23年2月17日 (2011. 2. 17)
 審査請求日 平成25年7月18日 (2013. 7. 18)
 (31) 優先権主張番号 12/533, 977
 (32) 優先日 平成21年7月31日 (2009. 7. 31)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 501315784
 パワー・インテグレーションズ・インコー
 ポレーテッド
 アメリカ合衆国・95138・カリフォル
 ニア州・サン ホゼ・ヘリヤー アベニュー
 ・5245
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 バル・バラクリシュナン
 アメリカ合衆国・95070 カリフォル
 ニア州・サラトガ、ピラ・オークス・レー
 ン、21789

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーコンバータの入力端子電圧放電回路を実現する方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回路であって、

パワーコンバータの入力に結合される制御回路を備え、前記制御回路は、電気エネルギーが前記パワーコンバータの入力に結合されたかどうかを検出するために結合され、前記回路はさらに、

前記制御回路に結合され、かつ、前記パワーコンバータの前記入力に結合されたスイッチを備え、

前記制御回路は、前記電気エネルギーが前記パワーコンバータの前記入力に結合される第1の動作モードにおいて前記スイッチを駆動するように結合され、

前記スイッチは、前記第1の動作モードにおいて前記パワーコンバータの前記入力から前記パワーコンバータの出力へのエネルギーの流れを調整するように駆動され、

前記制御回路は、前記電気エネルギーが前記パワーコンバータの前記入力から分離される第2の動作モードにおいて前記スイッチを駆動するように結合され、

前記パワーコンバータの前記入力の入力端子間に結合されたキャパシタンスは、前記電気エネルギーが前記パワーコンバータの前記入力端子から分離されたときから最大期間未満の期間のうちに、前記スイッチによってしきい電圧に放電され、前記制御回路は、前記第1の動作モードにおいて高い平均インピーダンスを有するように前記スイッチを駆動するように結合される、回路。

【請求項 2】

10

20

前記スイッチは、前記回路の始動局面中に、前記回路の動作のための開始電流を提供するように結合される、請求項 1 に記載の回路。

【請求項 3】

前記パワーコンバータの出力は、電氣的、光学的または機械的エネルギーを提供するように結合される、請求項 1 に記載の回路。

【請求項 4】

前記スイッチは、スタンバイ状態を提供するようにオフ状態に駆動される、請求項 1 に記載の回路。

【請求項 5】

前記スイッチは、力率改善制御回路の機能を実行するように駆動される、請求項 1 に記載の回路。

10

【請求項 6】

前記最大期間は、前記電気エネルギー源が前記パワーコンバータの前記入力から分離される前の前記パワーコンバータの入力と前記パワーコンバータの出力との間のエネルギーの流れの量の影響を受けない、請求項 1 に記載の回路。

【請求項 7】

前記回路を通る電流の流れは、前記第 1 の動作モードでは $30 \mu A$ 未満である、請求項 1 に記載の回路。

【請求項 8】

回路であって、

20

パワーコンバータの入力に結合された制御回路を備え、前記制御回路は、電気エネルギー源が前記パワーコンバータの前記入力の入力端子間に結合されたかどうかを検知するために結合され、前記回路はさらに、

前記制御回路に結合され、かつ、前記パワーコンバータの前記入力の前記入力端子に結合されたスイッチを備え、前記制御回路は、前記電気エネルギー源が前記パワーコンバータの前記入力の前記入力端子間に結合されたときに高い平均インピーダンスを有するように前記スイッチを駆動するように結合され、前記制御回路は、前記電気エネルギー源が前記パワーコンバータの前記入力の前記入力端子から分離されたときから最大期間未満の期間のうちに、前記パワーコンバータの前記入力の入力端子間に結合されたキャパシタンスをしきい電圧未満に放電するように前記スイッチを駆動するように結合され、

30

前記スイッチは、前記回路の始動局面中に、前記回路の動作のために前記スイッチを通して流れる開始電流を提供するように結合されて構成される、回路。

【請求項 9】

前記パワーコンバータの前記入力の前記入力端子間に結合された前記キャパシタンスは、1 つ以上の X キャパシタを備える、請求項 1 または 8 に記載の回路。

【請求項 10】

前記制御回路および前記スイッチは、集積回路に含まれる、請求項 1 または 8 に記載の回路。

【請求項 11】

前記スイッチは、前記パワーコンバータの整流回路の出力の両端に結合される、請求項 1 または 8 に記載の回路。

40

【請求項 12】

前記電気エネルギー源は、交流電圧源である、請求項 8 に記載の回路。

【請求項 13】

前記パワーコンバータは、ブーストコンバータ、フライバックコンバータ、フォワードコンバータ、LLC コンバータのうちの 1 つである、請求項 1 に記載の回路。

【請求項 14】

前記しきい電圧は、安全超低電圧 (SELV) レベルである、請求項 1 に記載の回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

背景情報開示の分野

本発明は、一般に、電気エネルギー源がパワーシステムの入力端子から切離されたときにパワーシステムの入力端子間に存在するキャパシタンスを放電する回路に関する。より具体的には、本発明は、交流電圧源がパワーシステムの入力端子から切離されたときにパワーシステムの入力間に結合された E M I フィルタキャパシタを放電する回路に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

背景

パワーシステムは、多数の目的および用途で用いられ得る。例示的なパワーシステムは、入力および出力パワーが電源などの電氣的なものであるパワーコンバータを含む。他の例示的なパワーシステムは、入力パワーが電氣的なものであり、出力パワーが主に機械的なものであるモータ制御システムなどのパワーコンバータを含む。パワーコンバータは、一般に、パワーコンバータの入力端子間に電圧を印加する電気エネルギー源に結合される。この電気エネルギー源は、直流供給源である場合もあれば、交流供給源である場合もある。1つの種類のパワーコンバータは、スイッチドモードパワーコンバータである。

【 0 0 0 3 】

スイッチドモードパワーコンバータは、動作中に電磁障害 (electromagnetic interference) (E M I) を発生させる。したがって、スイッチドモードパワーコンバータは、電気エネルギー源に結合される E M I の量を許容可能なレベルに低減するように設計された E M I フィルタを含む。多くの E M I フィルタは、パワーコンバータの入力端子間に結合されたキャパシタを含む。電気エネルギー源が交流供給源である場合には、これらのキャパシタは、パワーコンバータの任意の入力ヒューズより前での交流電気エネルギー源の両端における直接的な接続を可能にするような定格である X キャパシタなどの安全定格キャパシタであってもよい。これらの X キャパシタの頑丈な性質によって、パワーコンバータの入力ヒューズの位置に拘らず、交流ライン全体にわたって X キャパシタを直接用いることができる。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

電気エネルギー源が切離されると、X キャパシタは高い電圧で帯電した状態にとどまる可能性がある。X キャパシタが十分に大きな値を有する場合、このキャパシタに蓄積されたエネルギーは、電気エネルギー源が切離された後でパワーコンバータの入力端子に触る誰に対しても、安全性に関するリスクを生じさせる可能性がある。したがって、国際安全規格は、一般に、総 E M I フィルタキャパシタンスがしきい値 (典型的には、0.1 μ F) を上回る場合、電源の入力端子の両端の電圧をある特定の期間内に安全な値に低減しなければならないことを規定している。一般に、この要件は、X キャパシタ端子の両端に1つ以上の抵抗器を永久に接続することによって達成される。たとえば E N 6 0 9 5 0 - 1 などの国際安全規格は、X キャパシタのキャパシタンスおよび X キャパシタの両端に結合された総抵抗の特定数が1秒以下であることを規定している。

【 0 0 0 5 】

上述のタイプの既存の抵抗放電回路は、コストが低く、頑丈であるが、電気エネルギー源がパワーシステムの入力端子に接続されたときに、抵抗において継続的に電力を消散させる。

【 0 0 0 6 】

本発明の非限定的および非網羅的な実施例について、以下の図を参照して説明する。図中、同様の参照番号は、特に明記しない限り、種々の図全体に亘って同様の部品を指す。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【図 1】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための放電回路を利用する例示的なパワーコンバータを概して示す概略図である。

【図 2】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための放電回路のブロック図の一例を示す図である。

【図 3】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための例示的な放電回路に関連した波形を示す図である。

【図 4】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための例示的な放電回路に関連するさらなる波形を示す図である。

【図 5】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための放電回路の一例を示す概略図である。

【図 6】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電する例示的な方法を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子に結合される第 1 の動作モードおよび電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から分離される第 2 の動作モードにおいて、スイッチを駆動するように結合された制御回路を利用するパワーコンバータ回路の例示的な回路概略図である。

【図 8】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子に結合される第 1 の動作モードおよび電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から分離される第 2 の動作モードにおいて、スイッチを駆動するように結合された制御回路を利用するパワーコンバータ回路の別の例示的な回路概略図である。

【図 9】本発明の教示に従って、第 1 の動作状態中はパワーコンバータの入力から出力にエネルギーが伝達されるようにパワーコンバータにおいて用いられ、第 2 の動作状態中は入力から出力にエネルギーを伝達することなくスイッチが電流を伝えるコントローラおよびスイッチを制御する例示的な方法を示すフローチャートである。

【図 10】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための、パワーコンバータ制御回路と一体化した放電回路を利用する例示的なパワーコンバータを示す概略図である。

【図 11】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための例示的な放電回路の概略図である。

【図 12】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための放電回路を利用する例示的なモータ制御パワーコンバータシステムを示す概略図である。

【図 13】本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための別の例示的な放電回路の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

詳細な説明

電気エネルギー源がパワーシステムの入力端子から分離されたときにパワーシステムの入力端子間に存在するキャパシタンスを放電するための放電回路を実現する方法および装置について説明する。以下の説明では、本発明を完全に理解できるようにするために、多くの具体的な詳細について記載している。しかしながら、本発明を実施するために具体的な

10

20

30

40

50

詳細を利用する必要がないことは当業者にとって明白である。他の例では、本発明を曖昧にすることを避けるために、周知の材料または方法については詳細に記載しなかった。

【0009】

本明細書全体を通して「一実施例」、「実施例」、「一例」または「例」に言及することは、その実施例または例と関連付けて記載される特定の特徴、構造または特性が本発明の少なくとも1つの実施例に含まれることを意味している。したがって、本明細書全体を通して種々の場所に登場する「一実施例では」、「実施例では」、「一例」または「例」という句は、必ずしもすべてが同じ実施例または例を指しているわけではない。さらに、特定の特徴、構造または特性は、1つ以上の実施例または例の中で、組合せられて任意の好適な組合せおよび/または下位の組合せにされてもよい。特定の特徴、構造または特性は、記載する機能を提供する集積回路、電子回路、組合せ論理回路、または他の好適な構成要素に含まれていてもよい。さらに、ここに添付された図は当業者に対する説明を目的としており、図面は必ずしも一定の比例に応じて描かれていないことを理解されたい。

10

【0010】

スイッチドモード電源またはスイッチングモータ制御システムなどの多くのパワーシステムの入力端子間に見られるEMIフィルタキャパシタ(しばしば、Xクラス安全キャパシタ)を放電するために用いられる典型的な技術は、パワーシステムの入力端子間に結合された抵抗器を配置するというものである。これらの抵抗器は、電気エネルギー源または電力源がパワーコンバータの入力端子から切離された後、EMIフィルタキャパシタに蓄積された残った如何なるエネルギーについても放電回路経路を提供する位置に結合される。一例では、電気エネルギー源は、85~264Vac範囲のrms電圧レベルを有する主交流電圧源である。

20

【0011】

しかしながら、浮上しつつあるエネルギー効率基準の影響で、電気エネルギー源が依然としてパワーシステムの入力端子に接続されている間にこれらの放電抵抗器における電力損失を実質的になくす解決策が求められるようになってきた。本発明の教示に係る例は、電気エネルギー源がパワーシステムの入力端子から切離されたときに、EMIフィルタキャパシタを必要に応じて放電できるようにしつつ、放電抵抗器における消散を事実上なくすこのような解決策を提供する。

【0012】

本発明の教示に係る種々の実施例について、主にスイッチドモードパワーコンバータおよびモータ制御パワーシステムを例として用いて説明する。しかしながら、後述する本発明の教示に係るすべての教示は、一般に、電気エネルギー源がシステムに対する入力から分離されたときに帯電したままであると、回路の入力端子間に結合されたキャパシタンスが電気ショックのリスクを生じさせる、電気エネルギー源に結合された如何なるシステムにも適用可能であることを理解されたい。

30

【0013】

例示のために、図1は、本発明の教示に係る例示的なパワーコンバータ100の概略図を概して示す。電気エネルギー源160は、入力電圧121を提供し、入力端子120および140に結合される。示されるように、パワーコンバータ100は、より詳細に以下に記載する放電回路104を含む。パワーコンバータ100はまた、例示された例では2つの電力変換段を含む。第1の電力変換段は力率改善(power factor correction)(PFC)段111であり、第2の電力変換段は直流-直流変換段112である。この例では、直流-直流段112は、主出力118とスタンバイ出力119とを含み、スタンバイ出力119は、たとえばパーソナルコンピュータ、テレビなどにおける多くのパワーコンバータに特有のものである。一例では、集積回路パッケージ114は、コントローラ113とスイッチ115、116および117とを含むマルチダイ集積回路パッケージであり、スイッチ115、116および117は、示されるように主出力118およびスタンバイ出力119に結合される。別の例では、コントローラ113ならびにスイッチ115、116および117は、単一のモノリシック集積回路に含まれてもよいことを理解されたい。

40

50

コントローラ 113 は、主出力 118 へのエネルギーの流れを調整するようにスイッチ 115 および 116 を駆動し、コントローラ 113 は、スタンバイ出力 119 へのエネルギーの流れを調整するようにスイッチ 117 を駆動する。同様に、この例では、コントローラ 109 およびスイッチ 110 が集積回路パッケージ 108 に含まれている。コントローラ 109 は、直流 - 直流変換段 112 に入力を提供する PFC 変換段 111 の出力へのエネルギーの流れを調整するようにスイッチ 110 を駆動する。

【0014】

図 1 の例では、放電回路 104 はキャパシタ 102 の両端に結合され、キャパシタ 102 は一例では 1 つ以上の X キャパシタを含む。この例では、パワーコンバータ入力ヒューズ 105 は、キャパシタ 102 と他の EMI フィルタ構成要素 106 との間に結合され、他の EMI フィルタ構成要素 106 は、たとえば、1 つ以上の共通モードフィルタチョーク、インダクタ、Y キャパシタ、さらには追加の X キャパシタを含み得るであろう。この例では、放電回路 104 は、制御回路 128 とスイッチ 130 とを含む。一例では、制御回路 128 およびスイッチ 130 は、集積回路に含まれる。一例では、スイッチ 130 は、示されるように 2 つの n - チャネル MOSFET 122 および 123 を含む交流スイッチである。他の実施例では、依然として本発明の教示の恩恵を受けながら、たとえばバイポーラトランジスタ、サイリスタ、交流用三極管 (トライアック)、交流用ダイオード (ダイアック)、または p チャネル MOSFET から構築された他の交流スイッチを利用できるであろうということを理解されたい。

【0015】

この例では、第 1 の MOSFET 122 のドレイン端子 125 は、抵抗器 101 を介して、パワーコンバータ 100 の第 1 の入力端子 120 に結合される。第 2 の MOSFET 123 のドレイン端子 126 は、抵抗器 103 を介して、パワーコンバータ 100 の第 2 の入力端子 140 に結合され、MOSFET 122 および 123 のソース端子は共に結合される。一例では、コントローラ 128 は、電気エネルギー源 160 がたとえば接続 141 および 142 によってパワーコンバータ 100 の入力端子 120 および 140 に接続されたことを検知する。一例では、制御回路 128 は、電気エネルギー源 160 が依然としてパワーコンバータ 100 の入力に接続されていることを判断するために、接続 141 と 142 との間の電圧が最大期間のうちに反転したことを検知する。一例では、最大期間は、およそ 20 ミリ秒である。

【0016】

例示された例では、制御回路 128 は、電気エネルギー源 160 が入力端子 120 と 140 との間に結合されたときに高い平均インピーダンスを有するようにスイッチ 130 を駆動する。接続 141 と 142 との間の電圧が最大期間のうちに反転しなければ、電気エネルギー源 160 はもはやパワーコンバータ 100 の入力に接続されていないと想定される。この状況下で、一例では、制御回路 128 は、最大期間未満の期間のうちにキャパシタンス 102 がしきい電圧未満に放電されるようにスイッチ 130 を駆動するように結合される。一例では、しきい電圧は、安全超低電圧 (safety extra low voltage) (SELV) レベルである。一例では、電気エネルギー源 160 が入力端子 120 および 140 から切離されたことをコントローラ 128 が検出すると、コントローラ 128 は、電流が抵抗器 101 および 103、スイッチ 130 ならびにキャパシタ 102 を流れるように、スイッチ 130 をオン状態に駆動する。一例では、抵抗器 101 および 103 の値は、スイッチ 130 がオン状態であるときにキャパシタ 102 ならびにスイッチ 130 および抵抗器 101 および 103 の合成抵抗の時定数が 1 秒未満であるように選択される。

【0017】

図 1 の例では、各抵抗器が一般に 100 キロオーム ~ 800 キロオームの範囲の値を有するので、高電圧抵抗器 101 および 103 は、放電回路 104 に対してサージ保護を与える。いくつかの実施例では、これらの抵抗器は、安全性が保証されて、入力ヒューズ 105 より前での入力端子 120 と 140 との接続を可能にする。一例では、抵抗器 101 および 103 はまた、放電回路 104 が故障した場合に放電回路 104 に何らかの保護を

10

20

30

40

50

与え得る。たとえば、放電回路 104 の故障は短絡に繋がる可能性があり、その結果、端子 125 と 126 との間のインピーダンスが実質的にゼロになる。しかしながら、抵抗器 101 および 103 の定格を連続的な高電圧状態を維持する定格とすることができるので、この放電回路 104 の故障はパワーシステム 100 にとっては安全である。この理由で、抵抗器 101 および 103 の安全性が保証されている場合、放電回路 104 自体は、抵抗器 101 および 103 の存在によって本質的に保護されるので、安全性を保証する必要はない。

【0018】

図 2 は、一例では図 1 における放電回路 104 であり得る例示的な放電回路 204 のより詳細なブロック図である。以下の説明を明確にするために、図 2 は、電気エネルギー源 260、入力電圧 221、入力端子 220 および 240、抵抗器 201 および 203、ならびにキャパシタンス 202 などの特定の外部要素を含み、これらは、一例では、図 1 の電気エネルギー源 160、入力電圧 121、入力端子 120 および 140、抵抗器 101 および 103、ならびにキャパシタンス 102 にそれぞれ類似したものであり得る。

【0019】

図示された例に示されるように、放電回路 204 は、制御回路 228 とスイッチ 230 とを含む。この例では、スイッチ 230 は、2 つの n -チャネル MOSFET 222 および 223 を含む交流スイッチであり、それらのそれぞれのドレインは、端子 225 および 226 に結合され、ソースは、放電回路 204 の内部接地またはゼロボルト基準ノードとしてノード 270 において共に結合される。他の例では、MOSFET 222 および 223 はまた、本発明の教示に従って異なる駆動回路を有する状態で構成されたデプリーションモード MOSFET であり得ることを理解されたい。なお、この例では、放電回路は、外部回路に結合された 2 つの端子 225 および 226 のみを有する。この例では、放電回路 204 の動作電力は、高電圧電流源 224 および 229 から得られる。一例では、高電圧電流源 224 および 229 は、（たとえば米国特許第 5,285,369 号に示されるものなどの） n -チャネル MOSFET 222 および 223 の半導体構造の一部からそれぞれ形成することができ、スイッチ 230 の一部であるとみなされるであろうということを理解されたい。しかしながら、説明の目的で、高電圧電流源 224 および 229 は、これを説明する目的で別個の電流源として示されている。

【0020】

図示された例に示されるように、電流源 224 および 229 は内部電源ブロック 227 に結合され、内部電源ブロック 227 は、内部でキャパシタ 271 と減結合 (decoupled) される内部電源電圧 V_{DD} を発生させる。他の例では、キャパシタ 271 は外部キャパシタであり得ることを理解されたい。キャパシタ 271 が放電回路 204 の外側にある例では、放電回路 204 は、端子 225 および 226 と、放電回路のための接地基準としてのノード 270 である 1 つの追加の端子と、 V_{DD} 電源レール 259 である端子とを含む少なくとも 4 つの端子を有するであろうということを理解されたい。一般に、放電回路を動作させるための動作電力は、依然として本発明の教示の恩恵を受けながら、たとえば外部ノード 220 および 240 に別個に結合されたたとえば高電圧電流源からなど、他の方法でも得られることができるであろうということを理解されたい。

【0021】

図 2 に図示された例に示されるように、電流源 224 および 229 は、タイマおよび制御ブロック 273 に結合される。一例では、これらの電流源 224 および 229 とタイマおよび制御ブロック 273 との間の接続は、電気エネルギー源 260 が入力端子 220 および 240 に結合されているかどうかを検出するために用いることができる。この例では、電気エネルギー源 260 が発生させる交流電圧は、極性が周期的に反転する。入力端子 220 と 240 との間の電圧の極性によっては、電流源 224 および 229 のうちの 1 つは電流を供給できない。

【0022】

たとえば、一例では、電気エネルギー源 260 が極性を反転させた時点で、端子 225 と

10

20

30

40

50

226 との間の電圧は、電流源 224 も電流源 229 も内部減結合キャパシタ 271 に電流を供給できないほどに低くなる。しかしながら、一例では、電気エネルギー源 260 が切離されると、端子 220 と 240 との間の電圧の極性はもはや極性が周期的に反転せず、キャパシタ 202 に存在する電圧が電流源 224 および 229 の動作にとって十分に大きなものである限り、電流源 224 または 229 のうちの 1 つが連続的に電流を供給できる。一例では、タイマおよび制御回路ブロック 273 は、電流源 224 または 229 のうちの 1 つが、一例では少なくとも 20 ミリ秒であり得る長期間に亘って連続的に電流を供給できることを検知できる。そうすると、タイマおよび制御回路 273 は、本発明の教示に従って、電気エネルギー源が切離されたことを判断し、スイッチ 230 をオン状態に駆動できるであろう。

10

【0023】

別の例では、放電回路 204 は、電気エネルギー源が入力端子 220 および 240 に結合されたときに電気エネルギー源電圧の極性が反転することに対応して内部電源レール V_{DD} 259 が下位電圧 (under voltage) またはリセットレベル V_1 未満のレベルに放電されるように結合されるように構成される。これらの状況下で、 V_{DD} 259 が不足電圧またはリセットレベル未満に低減されると、一例では、この事象が回路ブロック 273 におけるタイマのリセットを引起す。回路ブロック 273 におけるタイマが、たとえば少なくとも 20 ミリ秒などの長期間に亘ってリセットされなければ、一実施例では、これは、たとえば 260 である交流電気エネルギー源が切離されたことを意味し、一例では制御回路 273 が次いでスイッチ 230 をオン状態に駆動し得ることを意味する。

20

【0024】

他の例では、スイッチ 230 は電流源回路として構成され得て、これは、たとえば、MOSFET 223 および 222 に対するゲート駆動を制御することによってまたは流れる電流を最大値に本質的に制限するように MOSFET 223 および 222 の大きさを決めることによって、MOSFET 223 および 222 における電流をある特定の値に制限することなどによってなされることを理解されたい。スイッチ 230 が電流源として挙動する場合、たとえば抵抗器 201 および 203 は不要であり、放電回路 204 自体がスイッチ 230 に流入する放電電流の値を調整するであろうということを理解されたい。このような例では、安全定格回路としての放電回路を有する必要があり得る。

【0025】

図 3 の波形は、図 1 および図 2 を参照して、例示的な放電回路の動作を概して示す。特に、図 3 は、2 つの例示的な波形 388 および 389 を示す。一例では、波形 389 は、図 1 および図 2 における電気エネルギー源 160 または 260 が発生させる例示的な電圧波形である。以下の図 3 および図 4 の説明では、図 1 も図 2 も参照して言及するが、一例では、放電回路 104 および 204 は、等価であり得て、したがって交換可能に用いられ得ることが理解される。図 3 において、例示的な波形 388 は、図 2 における C_{VDD} 271 の両端の電圧である。領域 390 では、端子 225 と 226 との間の電圧は低過ぎるため、電流源 224 または 229 のいずれかが放電回路 204 の動作電流要件を供給することができない。

30

【0026】

これを説明するために、電圧波形 389 の正の値は、端子 225 の電圧が端子 226 よりも高いことに対応すると想定される。したがって、波形 389 の電圧値の大きさが十分に高い場合には、領域 385 において、電流源 224 は、たとえば時間 391 においてレベル 382 V_3 までキャパシタ C_{VDD} を充電することを可能にするのに十分な電流を供給できる。一例では、内部電源ブロック 227 は、次いで、領域 385 における波形 388 の実質的に平坦な部分によって示されるように、キャパシタ C_{VDD} 271 の両端の電圧を V_3 382 に実質的に等しくなるように調整する。一例では、この調整は、電流の流れを線形に制御することで、または、オン/オフもしくはヒステリシス制御モードで、信号線 238 および 239 で示されるように電流源 224 および 229 を制御することによって達成される。別の例では、電流源 224 および 229 のヒステリシス制御モードが用い

40

50

られる場合には、領域 385 における波形 388 は平坦であるようには見えず、鋸歯状の形状になり得ることを認識されたい。一例では、 V_3 382 は実質的に 5.8 ボルトに等しい。

【0027】

一例では、電圧波形 389 が負である場合には、電流源 229 が領域 386 においてアクティブである。したがって、内部電源ブロック 227 は、電流源 224 および 229 を流れる電流を、放電回路 204 を動作させるのに必要な電流のみに調整する。一例では、放電回路 204 を動作させるのに必要な総電流は、 $30\ \mu\text{A}$ 未満である。これによって、波形 389 を発生させる、たとえば電気エネルギー源 260 などの電気エネルギー源が、放電回路 204 を用いるパワーコンバータに接続されている期間中は、端子 225 と 226 との間のインピーダンスが平均して高いことが確実になる。

10

【0028】

たとえば領域 387 などにおいて、電圧波形 389 の大きさが低くなり過ぎて、電流源 224 または 229 のいずれかが C_{VDD} 271 を充電できない場合、一例では、 V_{DD} 381 は、一例ではタイマおよび制御回路 273 におけるタイマをリセットするために用いられるしきい値である低い方の不足電圧またはリセットしきい電圧 V_1 383 を下回る。一例では、 V_1 383 はおよそ 3 ボルトである。

【0029】

図 4 は、一例では、図 1 および図 2 において、電気エネルギー源 160 および 260 がそれぞれ、時間 494 において、入力端子 120、140 および 220、240 から切離されたときに生じ得る例示的な波形 491 および 488 を示す。以下の説明を明確にするために、図 2 における放電回路 204 を参照する。494 後の時間においては、ゼロ電流がヒューズ 205 に流入しており、したがって、電流が放電キャパシタ 202 に流れる唯一の経路は抵抗器 201 および 203 ならびに放電回路 204 を通るものであると想定される。この例では、時間 494 より前の動作は、上記の図 3 に示され上記の図 3 を参照して説明した動作と非常に類似している。

20

【0030】

図 4 に示される例を続けると、時間 494 において、電気エネルギー源 260 が切離される。しかしながら、キャパシタ 202 の両端の電圧は、波形 491 によって示されるように、時間 494 の直前の電気エネルギー源 260 の最終的な値 496 にとどまる。一例では、およそ 20 ミリ秒である長期間 495 の後、タイマおよび制御ブロック 273 におけるタイマはリセットされていない。一例では、トランジスタ 222 および 223 は、次いで、電流が抵抗器 201 および 203、トランジスタ 222 および 223、ならびにキャパシタ 202 に流れることを可能にするオン状態に駆動される。したがって、キャパシタ 202 の両端の電圧は、抵抗器 201 および 203、スイッチ 230 の総抵抗、ならびにキャパシタ 202 のキャパシタンスによって決定される割合で降下する。説明の目的で、これは、期間 497 中に波形 491 がおよそ線形に低減することで図 4 に示されている。しかしながら、この低減は、実際には放電経路の総抵抗およびキャパシタンスによって決定される RC 放電特性を辿るであろうということが理解される。

30

【0031】

図示された例に示されるように、放電回路 204 の内部電源電圧 488 はまた、期間 497 中に、波形 488 によって示されるように、低い方の電圧しきい値 V_2 498 に減衰する。一例では、 V_2 498 は実質的に 4.8 ボルトに等しい。この例では、内部電源電圧 488 は、次いで、期間 492 中にしきい電圧レベル V_3 482 に戻るように再充電される。一例では、これは、図 2 におけるトランジスタ 222 および 223 をオフにすることによって達成され、これによって、内部電流源 224 または 229 のうちの 1 つが内部電源減結合キャパシタ 271 を再充電することができる。一例では、 V_3 482 は実質的に 5.8 ボルトに等しい。内部電源電圧 488 が電圧しきい値 V_3 に充電されると、トランジスタ 222 および 223 はオンになり、キャパシタ 202 の放電を継続する。

40

50

【0032】

一例では、放電回路供給電圧488を放電および再充電するこのプロセスは、波形491によって示される、外部キャパシタ202に残留する電圧がしきい値499を下回るまで続く。この時点で、内部電流源224および229は、MOSFET222および223が時間493において再びオフになっても、もはや内部キャパシタ271を再充電できない。この状況で、波形488によって示される内部電源電圧が時間493において V_2

498に達すると、電圧488は、放電回路204の内部にある回路の静止 (quiescent) 電流消費によって決定される割合で低減し続ける。時点493を越えると、外部キャパシタ202は、実質的に放電され、トランジスタ222および223がオフになるのでそれ以上放電されることはない。一例では、しきい電圧レベル499は、5~10ボルト

10

【0033】

したがって、図2の回路を参照して、一例では、制御回路228は、代替的には、少なくとも2つの動作モードを有する駆動スイッチ230であると言えるであろう。第1の動作モードは、電気エネルギー源260が入力端子220および240に結合されるときである。この第1のモードの間、制御回路228は、高い平均インピーダンスが端子225と226との間に存在するようにスイッチ230を駆動する。一例では、端子225と226との間のインピーダンスは、端子225と226との間の電流の流れが30 μ A未満であるようなものであり、これは、たとえば少なくとも100マイクロ秒の期間に亘って平均したときに一般に3メガオームよりも大きな平均インピーダンスに対応する。

20

【0034】

第2の動作モードでは、制御回路228は、電気エネルギー源260が入力端子220および240から分離されたことを検出する。この時点で、スイッチ230は、本発明の教示に従って、電力源または電気エネルギー源260が入力端子220および240から分離されたときから最大期間未満の期間のうちに、入力端子220と240との間に存在するキャパシタンス202がしきい電圧未満に放電されるように駆動される。

【0035】

図5は、本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から分離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための放電回路504の一例を示す概略図である。一例では、放電回路504は集積回路である。一例では、図5に示される例示的な放電回路504は、本発明の教示に従って、図3および図4に示す波形と類似の波形を発生させる、図1および図2を参照して上述した放電回路であり得る。

30

【0036】

図5に図示された例に示されるように、放電回路504は、スイッチ530に結合された2つの外部端子525および526のみを有する。この例では、スイッチ530は、2つのMOSFET522および523を含む交流スイッチである。他の例では、スイッチ530は、依然として本発明の教示の恩恵を受けながら、JFETスイッチなどの他のタイプのスイッチを含み得ることを理解されたい。一例では、レギュレータ回路596は、電圧 V_{DD} をキャパシタ571と減結合させた電源レール559を発生させる。制御回路528は、電源レール559から電力を供給され、スイッチ530を駆動するようにゲート駆動出力597を提供する。比較器590、591および592は、電源レール電圧559を監視する。電源レール559が V_3 を下回る場合、比較器590の出力は、電流をレギュレータブロック596に供給するように電流源524および529を駆動する。電源レール559が V_3 を上回る場合、比較器590の出力は、電流源524および529をオフに駆動する。電源レール559が V_2 を下回る場合、比較器591の出力は、スイッチ530をオフにするようにゲート駆動論理ブロック595にハイ信号を提供する。電源レール559が V_2 を上回る場合、比較器591の出力は、ゲート駆動論理ブロック595にロー信号を提供する。

40

50

【 0 0 3 7 】

一例では、線検知ブロック 5 9 3 は、端子 5 2 5 と 5 2 6 との間の電圧がしきい電圧レベルを下回るたびにタイマ 5 9 4 をリセットするようにタイマブロック 5 9 4 に結合される。一例では、端子 5 2 5 と 5 2 6 との間の電圧が、しきい値期間の間、しきい電圧レベルを下回らない場合、タイマ出力信号 5 9 8 は、スイッチ 5 3 0 をオン状態に駆動するようにゲート駆動論理ブロック 5 9 5 に結合される。電源レール電圧 5 5 9 が電圧しきい値 V_1 を下回る場合、 PU_reset 信号 5 9 9 は、制御回路 5 2 8 内のリセットタイマ 5 9 4 およびすべての他の回路に結合される。

【 0 0 3 8 】

別の例では、線検知ブロック 5 9 3 を全く省くことができ、その代わりに、 PU_reset 信号 5 9 9 をタイマ回路 5 9 4 の入力 5 8 9 に結合することができるであろう。その例では、電源レール 5 5 9 が、しきい値期間を越える期間の間、しきい電圧レベル V_1 を下回らない場合に、スイッチ 5 3 0 がオンになるよう命令するためにタイマ出力信号 5 9 8 がゲート駆動論理ブロック 5 9 5 に結合されるように、電源投入リセット事象自体を用いてタイマ回路 5 9 4 をリセットする。

【 0 0 3 9 】

図 6 は、電気エネルギー源がパワーシステムの入力端子から切離されたときにパワーシステムの入力端子間のキャパシタンスを放電する例示的な方法を示すフローチャート 6 6 0 を概して示す。一例では、図 6 は、上記の図 1 および図 2 における回路 1 0 4 および 2 0 4 の動作を説明することができるであろう。用語 V_1 、 V_2 および V_3 の使用は、一例では、図 3 および図 4 における電圧レベル 3 8 3 / 4 8 3、4 9 8 および 3 8 2 / 4 8 2 と等価であると想定することができる。動作はブロック 6 6 1 において開始し、ブロック 6 6 2 において、 Q_1 および Q_2 はオフ状態にある。一例では、 Q_1 は図 2 における MOSFET 2 2 2 と等価であり、 Q_2 は図 2 における MOSFET 2 2 3 と等価である。ブロック 6 6 3 において、タイマがリセットされる。このタイマは、一例では、タイマおよび制御ブロック 2 7 3 を参照して上述したタイマであり得る。ブロック 6 6 4 において、 V_{DD} が V_1 未満である場合、回路は C_{VDD} 、たとえば図 2 では $C_{VDD} 2 7 1$ の再充電を試み、ブロック 6 6 2 に戻る。しかしながら、 V_{DD} が V_1 よりも大きい場合、ブロック 6 6 5 において、回路は V_{DD} が V_3 未満であるかどうかを確認する。 V_{DD} が V_3 未満でなければ、この例では、ブロック 6 6 6 は内部タイマ時間がアップしているかどうかを確認し、内部タイマ時間がアップしていれば、ブロック 6 6 7 において、たとえば電気エネルギー源 2 6 0 が切離されており、 Q_1 および Q_2 が両方ともオンであると判断される。ブロック 6 6 8 において、 V_{DD} が V_2 よりも大きいかどうかを継続的に確認され、 V_{DD} が V_2 よりも大きければ、 Q_1 および Q_2 がオン状態である状況が続く。しかしながら、 V_{DD} がもはや V_2 よりも大きくななくなるとすぐに、ブロック 6 6 9 において Q_1 および Q_2 がオフになる。次いで、動作はブロック 6 6 5 に戻り、ブロック 6 6 5 において、 V_{DD} が V_3 未満であるかどうかを再び判断される。 V_{DD} が V_3 未満であれば、ブロック 6 7 0 は、 V_{DD} が V_1 という低い方の不足電圧またはリセット電圧しきい値未満であるかどうかを確認し、この場合、回路は、ブロック 6 7 2 において C_{VDD} の再充電を試み、ブロック 6 6 2 に戻る。そうでなければ、ブロック 6 7 1 において C_{VDD} は再充電され、動作はブロック 6 6 5 に戻る。

【 0 0 4 0 】

図 7 は、第 1 の動作状態中はパワーコンバータの入力から出力 7 3 0 にエネルギーを伝達するように結合され、第 2 の動作状態下ではパワーコンバータの入力から出力にエネルギーを伝達することなくスイッチ 7 1 0 が電流を伝えるように結合される制御回路 7 0 9 およびスイッチ 7 1 0 を利用するパワーコンバータ 7 0 0 回路の例示的な回路概略図である。

【 0 0 4 1 】

この例では、コンバータ 7 0 0 はブーストコンバータである。一例では、ブーストコンバータ 7 0 0 は、当業者に公知の力率改善機能を実行するために用いることができるであろう。パワーコンバータ 7 0 0 は、電気エネルギー源または電力源 7 6 0 に結合され、パワーコンバータ 7 0 0 の EMI キャパシタ 7 0 2 と入力端子 7 4 0 との間に結合されたヒュ

10

20

30

40

50

ーズ705を含む。この例では、他のEMIフィルタ構成要素ブロック706がブリッジ整流器回路707に結合される。ブリッジ整流器回路707の出力は、通常動作中、電気エネルギー源760がパワーコンバータ700の入力に結合されたときにパワーコンバータ700の入力端子720および740から出力730へのエネルギーの流れを調整するように制御回路709がスイッチ710を駆動するようにブーストコンバータ回路711に結合する。

【0042】

一例では、制御回路709は、たとえば抵抗器775における電流を検知することによって、電気エネルギー源760がいつパワーコンバータ700の入力から切離されたかを検出するために結合される。図示された例に示されるように、抵抗器775は、整流器回路707の出力とコントローラ709との間に結合される。電気エネルギー源760がパワーコンバータ700の入力に結合されている間、整流器回路707の出力の両端に現れる電圧 V_{dc} 731は、図7に示される波形732によって示されるように交流入力電圧721の、全波が整流されているが平滑されていないバージョンである。しかしながら、電気エネルギー源760がパワーコンバータ700の入力から分離されると、 V_{dc} 731は、切離しの時点での電気エネルギー源760の電圧の値によって決定される安定した直流値になる。一例では、コントローラ709は、 V_{dc} が波形732によって示されるものなどの全波整流電圧であるか安定した直流電圧レベルであるか、したがって、電気エネルギー源760がパワーコンバータ700の入力に結合されているか分離されているかを検出する方法として、抵抗器775に流入する電流を検出するために結合される。一例では、これは、放電回路204において用いられるものと類似のタイミング技術を用いることによって達成され得る。このタイプの検出は、依然として本発明の教示の恩恵を受けながら、整流回路707より前のノードにコントローラ709を結合することによっても達成され得ることを理解されたい。

【0043】

パワーコンバータ700の代替的な説明では、制御回路709は、少なくとも2つの動作モードでスイッチ710を駆動するものであるとすることができる。第1の動作モードは、電気エネルギー源760がパワーコンバータ700の入力に結合されるときである。この第1のモード中、制御回路709は、パワーコンバータ700の入力から出力へのエネルギーの流れを調整するようにスイッチ710を駆動する。第1のモードは、制御回路709のスタンバイまたはシャットダウンモード中にエネルギーの流れが実質的にゼロに調整される状況を含む。スタンバイまたはシャットダウン状態では、制御回路709はスイッチ710をオフ状態に駆動する。

【0044】

第2の動作モードでは、制御回路709は、電気エネルギー源760がパワーコンバータ700に対する入力から分離されたことを検出する。次いで、スイッチ710は、電流がスイッチ710に流入するように駆動される。次いで、パワーコンバータ700の入力端子720と740との間に存在するキャパシタンス702は、本発明の教示に従って、電力源または電気エネルギー源760がパワーコンバータの入力端子720および740から分離されたときから最大期間未満の期間のうちに、しきい電圧未満に放電される。最大期間は、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から分離された直前のパワーコンバータ700の入力と出力との間のエネルギーの流れの量の影響を受けない。

【0045】

なお、キャパシタンス702の放電は、一例では、キャパシタンス702の必要な放電レベルが達成されるまで連続的にスイッチ710をオンに駆動することによって達成され得る。別の例では、キャパシタンス702の放電は、本発明の教示に従って、放電期間中にエネルギーが依然としてパワーコンバータ700の入力から出力に伝達されるようにキャパシタンス702の必要な放電が達成されるまで、スイッチ710をオンおよびオフに駆動することによって達成され得る。一例では、この放電期間中のパワーコンバータ700の入力から出力へのエネルギーの流れは、制御回路709によって調整される場合もあれば

、調整されない場合もある。

【 0 0 4 6 】

図 8 は、本発明の教示に従って制御回路 8 1 3 を利用するパワーコンバータ 8 0 0 回路の別の例示的な回路概略図である。図示された例に示されるように、制御回路 8 1 3 は、スイッチ 8 1 5、8 1 6 および 8 1 7 に結合される。この例では、スイッチ 8 1 6 および 8 1 5 は、たとえばパーソナルコンピュータのパワーコンバータにおいて利用され得る主電源を形成する 2 スイッチフォワードコンバータの 2 つのスイッチである。この例では、スイッチ 8 1 7 は、たとえばパーソナルコンピュータのパワーコンバータにおいてスタンバイ電源の一部を形成し得るフライバックコンバータのスイッチである。主電力変換段もスタンバイ電力変換段も、直流 - 直流コンバータと呼ぶことができる。なぜなら、電力変換段 8 1 1 の出力電圧は、実質的に一定の直流値であるためである。一例では、スイッチ 8 1 7 は、第 1 の動作状態中はパワーコンバータ 8 0 0 の入力からパワーコンバータの出力 8 1 9 へエネルギーを伝達するように制御回路 8 1 3 によって駆動され、第 2 の動作状態下ではコンバータ 8 0 0 の入力から出力 8 1 9 にエネルギーを伝達することなくスイッチ 8 1 7 が電流を伝えるように結合される。

10

【 0 0 4 7 】

図示された例に示されるように、パワーコンバータ 8 0 0 は、電気エネルギー源または電力源 8 6 0 に結合され、パワーコンバータ 8 0 0 の E M I キャパシタ 8 0 2 と入力端子 8 4 0 との間に結合されたヒューズ 8 0 5 を含む。この例では、他の E M I フィルタ構成要素ブロック 8 0 6 は、ブリッジ整流器回路 8 0 7 に結合される。この例に示されるように、ブリッジ整流器回路 8 0 7 の出力は、ブーストコンバータ回路 8 1 1 に結合される。ブーストコンバータ回路 8 1 1 の出力は、フォワードおよびフライバックコンバータ 8 1 2 に結合される。

20

【 0 0 4 8 】

ある 1 つの動作モード中、制御回路 8 1 3 は、電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力に結合されたときにパワーコンバータ 8 0 0 の入力端子 8 2 0 および 8 4 0 から出力 8 1 8 へのエネルギーの流れを調整するようにスイッチ 8 1 5 および 8 1 6 を駆動する。一例では、制御回路 8 1 3 は、たとえば抵抗器 8 7 5 における電流を検知することによって、電気エネルギー源 8 6 0 がいつパワーコンバータ 8 0 0 の入力から切離されたかを検出するために結合される。図示された例に示されるように、抵抗器 8 7 5 は、整流器回路 8 0 7 の出力とコントローラ 8 1 3 との間に結合される。電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力に結合されている間、整流器回路 8 0 7 の出力の両端に現れる電圧 V_{dc831} は、波形 8 3 2 によって示されるように、交流入力電圧 8 2 1 の、全波が整流されているが平滑されていないバージョンである。しかしながら、電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力から分離されると、 V_{dc831} は、切離しの時点での電気エネルギー源 8 6 0 の電圧の値によって決定される安定した直流値になる。一例では、コントローラ 8 1 3 は、 V_{dc831} が全波整流電圧レベルであるか安定した直流電圧レベルであるか、したがって、電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力に結合されているか分離されているかを検出する方法として、抵抗器 8 7 5 に流入する電流を検出するために結合される。一例では、これは、放電回路 2 0 4 において用いられるものと類似のタイミング技術を用いることによって達成され得る。このタイプの検出は、依然として本発明の教示の恩恵を受けながら、整流回路 8 0 7 より前のノードにコントローラ 8 1 3 を結合することによっても達成され得ることを理解されたい。

30

40

【 0 0 4 9 】

パワーコンバータ 8 0 0 の代替的な説明では、制御回路 8 1 3 は、少なくとも 2 つの動作モードでスイッチ 8 1 5 および 8 1 6 を駆動するものであるとすることができる。第 1 のモードは、電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力に結合されるときである。この第 1 のモードの間、制御回路 8 1 3 は、パワーコンバータ 8 0 0 の入力から出力 8 1 8 へのエネルギーの流れを調整するようにスイッチ 8 1 5 および 8 1 6 を駆動する。第 1 のモードは、制御回路 8 1 3 のスタンバイまたはシャットダウンモード中にエネルギー

50

の流れが実質的にゼロに調整される状況を含む。スタンバイまたはシャットダウン状態では、制御回路 8 1 3 は、スイッチ 8 1 5 および 8 1 6 をオフ状態に駆動してもよい。

【 0 0 5 0 】

第 2 の動作モードでは、制御回路 8 1 3 は、電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 に対する入力から分離されたことを検出する。次いで、スイッチ 8 1 5 および 8 1 6 は、本発明の教示に従って、電力源または電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力端子 8 2 0 および 8 4 0 から分離されたときから最大期間未満の期間のうちに、パワーコンバータの入力端子間に存在するキャパシタンス 8 0 2 がしきい電圧未満に放電されるように駆動される。最大期間は、電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力端子から分離される直前のパワーコンバータ 8 0 0 の入力と出力との間のエネルギーの流れの量の影響を受けない。

10

【 0 0 5 1 】

なお、キャパシタンス 8 0 2 の放電は、一例では、本発明の教示に従って、放電期間中にエネルギーが依然としてパワーコンバータの入力から出力に伝達されるようにキャパシタンス 8 0 2 の必要な放電が達成されるまで、スイッチ 8 1 5 および 8 1 6 をオンおよびオフに駆動することによって達成され得る。一例では、この放電期間中のパワーコンバータの入力から出力へのエネルギーの流れは、制御回路 8 1 3 によって調整される場合もあれば、調整されない場合もある。

【 0 0 5 2 】

パワーコンバータ 8 0 0 を用いる代替的な例では、制御回路 8 1 3 は、少なくとも 2 つの動作モードでスイッチ 8 1 7 を駆動するものであるとすることができる。第 1 のモードは、電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力に結合されるときである。この第 1 のモードの間、制御回路 8 1 3 は、パワーコンバータ 8 0 0 の入力から出力 8 1 9 へのエネルギーの流れを調整するようにスイッチ 8 1 7 を駆動する。第 1 のモードは、制御回路 8 1 3 のスタンバイまたはシャットダウンモード中にエネルギーの流れが実質的にゼロに調整される状況を含む。スタンバイまたはシャットダウンモードでは、制御回路 8 1 3 はスイッチ 8 1 7 をオフ状態に駆動する。

20

【 0 0 5 3 】

第 2 の動作モードでは、制御回路 8 1 3 は、電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 に対する入力から分離されたことを検出する。次いで、スイッチ 8 1 7 は、本発明の教示に従って、電力源または電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力端子 8 2 0 および 8 4 0 から分離されたときから最大期間未満の期間のうちに、パワーコンバータ 8 0 0 の入力端子間に存在するキャパシタンス 8 0 2 がしきい電圧未満に放電されるように駆動される。

30

【 0 0 5 4 】

なお、キャパシタンス 8 0 2 の放電は、一例では、キャパシタンス 8 0 2 の放電が達成されるまで連続的にスイッチ 8 1 7 をオンに切換えることによって達成され得る。別の例では、キャパシタンス 8 0 2 の放電は、本発明の教示に従って、放電期間中にエネルギーが依然としてパワーコンバータの入力から出力に伝達されるようにキャパシタンス 8 0 2 の必要な放電が達成されるまで、スイッチ 8 1 7 をオンおよびオフに切換えることによって達成され得る。一例では、この放電期間中のパワーコンバータの入力から出力へのエネルギーの流れは、制御回路 8 1 3 によって調整される場合もあれば、調整されない場合もある。

40

【 0 0 5 5 】

なお、説明した図 7 および図 8 の例では、ヒューズ 7 0 5 および 8 0 5 が、パワーコンバータ 7 0 0 および 8 0 0 の入力端子とキャパシタ 7 0 2 および 8 0 2 との間にそれぞれ位置決めされる。この配置では、たとえそれぞれの入力ヒューズが開回路状態にあるとしても、図 7 ではキャパシタンス 7 0 2 とスイッチ 7 1 0 との間に、図 8 ではキャパシタンス 8 0 2 とスイッチ 8 1 6 / 8 1 5 または 8 1 7 との間に放電経路が存在する。入力ヒューズ 7 0 5 または 8 0 5 のこの配置では、本発明の教示の恩恵を受ける図示しない回路の

50

さらなる例が、図 7 または図 8 における整流回路 7 0 7 または 8 0 7 の出力端子間にそれぞれ直接的に結合されたスイッチであり得ることを理解されたい。このようなスイッチは、上述のスイッチ 7 1 0、8 1 5、8 1 6 および 8 1 7 によって実行されるものと類似の放電機能を実行することができ、コントローラ 7 0 9 または 8 1 3 から駆動されることができるであろう。一例では、このスイッチは、放電事象中にスイッチにおける最大ピーク電流を制限するように電流制限抵抗器に結合され得る。

【 0 0 5 6 】

本発明の教示の恩恵を受ける回路の他の例は、たとえば、図 7 における制御回路 7 0 9 の内部にあって、電気エネルギー源 7 6 0 がパワーコンバータ 7 0 0 の入力から分離されたときにパワーコンバータ 7 0 0 の入力端子間に存在するキャパシタンス 7 0 2 を放電するための電流経路として抵抗器 7 7 5 に結合される回路を用いることを含み得ることを理解されたい。一例では、これは、放電回路 2 0 4 と類似の技術であるが、スイッチ 2 2 2 および 2 2 3 ならびに電流源 2 2 4 および 2 2 9 によって形成される交流スイッチの代わりに単一の直流スイッチおよび単一の電流源を有する技術を用いることによって達成され得る。一例では、電気エネルギー源 7 6 0 がパワーコンバータ 7 0 0 の入力に結合されている間に抵抗器 7 7 5 に流入する電流は、制御回路 7 0 9 の動作のための開始電流も提供し得る。この例では、始動電流は、制御回路 7 0 9 の始動局面中にのみ供給され、その後、ブーストインダクタまたは他の磁気構成要素の図示しない供給巻線が、供給電流を制御回路 7 0 9 に提供することを引き継ぐであろう。

【 0 0 5 7 】

さらに別の例は、たとえば、図 8 における制御回路 8 1 3 の内部にあって、電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力から分離されたときにパワーコンバータ 8 0 0 の入力端子間に存在するキャパシタンス 8 0 2 を放電するための電流経路として抵抗器 8 7 5 に結合される回路を用いることを含み得る。一例では、これは、放電回路 2 0 4 と類似の技術であるが、スイッチ 2 2 2 および 2 2 3 ならびに電流源 2 2 4 および 2 2 9 によって形成される交流スイッチの代わりに単一の直流スイッチおよび単一の電流源を有する技術を用いることによって達成され得る。一例では、電気エネルギー源 8 6 0 がパワーコンバータ 8 0 0 の入力に結合されている間に抵抗器 8 7 5 に流入する電流は、制御回路 8 1 3 の動作のための開始電流を提供し得る。この例では、始動電流機能は、制御回路 8 1 3 の始動局面中にのみアクティブであり、その後、たとえばブーストインダクタまたは他の磁気構成要素の、パワーコンバータ 8 0 0 内の図示しない供給巻線が、その巻線の電圧がしきい値に達したときに制御回路 8 1 3 に供給電流を提供することを引き継ぐであろう。

【 0 0 5 8 】

パワーコンバータ 7 0 0 および 8 0 0 が、依然として本発明の教示の恩恵を受けながら、たとえば故障が生じたときの特定の保護モードを含む、説明の目的で上述したモード以外の他の動作モードを有し得ることも理解されたい。

【 0 0 5 9 】

図 9 は、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための制御回路のための例示的な方法を示すフローチャート 9 6 0 を概して示す。一例では、図 9 に示される方法は、図 7 および図 8 を参照して上述したものと類似している。示されるように、パワーコンバータは、ブロック 9 6 1 において開始する。ブロック 9 6 2 において、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力に結合されたかどうか判断される。結合されていれば、制御回路は、パワーコンバータの入力から出力へのエネルギーの流れを調整するようにスイッチを駆動する。一例では、このエネルギーの流れは実質的にゼロに調整できることを理解されたい。次いで、ブロック 9 6 3 の出力は、判断ブロック 9 6 2 の入力に接続される。電気エネルギー源がパワーコンバータの入力に接続されていない場合、ブロック 9 6 2 の出力はブロック 9 6 4 に接続され、ブロック 9 6 4 では、制御回路は、本発明の教示に従って、最大期間内に、パワーコンバータの入力端子間に接続されたキャパシタンスをしきい値レベルに放電

するようにスイッチを駆動する。

【0060】

図10は、本発明の教示の恩恵を受ける別の例示的な回路を示す。図10に示される例示的な回路図は、図1に示される例示的な回路図と類似点を共有していることを理解されたい。しかしながら、図10における放電回路1004は、主、スタンバイおよび放電制御回路1013内に一体化されている。図示された例に示されるように、制御回路1013は、スイッチ1015、1016および1017も含む集積回路1014の一部を形成する。機能的には、放電回路1004の動作は、一例では、図1および図2に関して上述した放電回路104および204とそれぞれ非常に類似している。パワーコンバータ1000の例示的な現実的な実現例では、このような放電回路1004の一体化は、コストの節約および印刷回路基板の面積の節約をもたらすことができる。他の例では、放電回路1004はPFCコントローラ1009と一体化できるであろうということを理解されたい。一般に、放電回路1004は、いくつか例を挙げると、LLCコンバータ、フルおよびハーフブリッジコンバータ、SEPICコンバータ、ならびにCUCコンバータなどの任意のコントローラ回路と一体化できるであろう。

【0061】

図11は、本発明の教示に係る放電回路1104のディスクリート部品の実現例の一例を示す。示されるように、キャパシタ1157ならびにダイオード1156および1158は、交流電気エネルギー源1160が入力端子1120および1140に結合されたときにキャパシタ1160の両端に電圧を発生させる充電ポンプまたは容量性ドロップ(drop)電源を形成する。したがって、抵抗器1155を通過してトランジスタ1154のベースに流入する電流は、トランジスタ1154をオン状態に保持する一方、電気エネルギー源1160は、入力端子1120および1140に結合されたままである。MOSFET1122および1123のゲートは、ダイオード1152および1153を介してトランジスタ1154のコレクタに結合される。これによって、回路接地1150に対するMOSFET1122および1123のゲート電圧がMOSFETのゲートしきい電圧未満であること、ならびに、トランジスタ1154がオン状態にあるときにMOSFET1122および1123がオフ状態にあることが確実にする。しかしながら、交流電気エネルギー源1160が入力端子1120および1140から分離されると、充電ポンプ回路はもはやエネルギーをキャパシタ1160に提供せず、キャパシタ1160は、抵抗器1161および1155ならびにキャパシタ1160のRC時定数によって設定される割合で放電する。

【0062】

キャパシタ1160ならびに抵抗器1155および1161のための構成要素の値を選択することによって選択された、一例ではおよそ20ミリ秒であり得る長期間の後、トランジスタ1154はオフになる。この時点で、キャパシタ1102の両端の電圧の極性によっては、MOSFET1122またはMOSFET1123のいずれかのゲート電圧は、ゲート電圧しきい値に上昇し、最終的に、ツェナー1178またはツェナー1179のいずれかによってクランプされる。

【0063】

入力端子1120の電圧が入力端子1140の電圧よりも高い例では、1122のゲートは、ハイに引張られて、MOSFET1122をオンにする。次いで、電流がキャパシタ1102から抵抗器1101を通過して、MOSFET1122のチャネルを通過して、(当業者に公知のMOSFET1123の半導体構造の固有の部分である)MOSFET1123のボディダイオードを通過して、抵抗器1103を通過して、キャパシタ1102に戻り、したがって、本発明の教示に従って放電電流経路を形成する。その値未満では1122のゲート電圧が1122のゲートしきい電圧を下回る低い方のしきい値にキャパシタ1102の両端の電圧が達すると、MOSFET1122はオフになり、1122のために用いられるMOSFETのタイプによっては一般に5~10ボルトの範囲である残留電圧が、キャパシタ1102に残ることになる。

【 0 0 6 4 】

なお、上記の記載は、説明の目的で、入力および出力エネルギーが主に電氣的なものであるパワーコンバータに焦点を当てた。図 1 2 は、入力電力およびエネルギーが電氣的なものであるが、出力において主に機械的なエネルギーおよびパワーに変換されるモータ制御パワーコンバータまたはパワーシステムの一例を示す。例示される例では、放電回路 1 2 0 4 が上述の制御回路 1 0 4 および 2 0 4 と特徴および機能の点で多くの類似点を共有していることを理解されたい。図 1 2 に図示される例はブーストコンバータ 1 2 1 1 の使用を示しているが、他の例では、本発明の教示に従って、電力変換段 1 2 1 1 を含むことは必ずしも必要とされないであろうということを理解されたい。他の例では、放電回路 1 2 0 4 は、モータコントローラ 1 2 1 4、またはさらには、モータ巻線 1 2 1 9 に結合されたパワースイッチ回路 1 2 1 7 内に一体化できることを理解されたい。他の例では、パワーシステムは、入力電力およびエネルギーが電氣的なものであるが、パワーシステムの出力において、たとえば LED ドライバパワーシステムなどにおける光学または光出力エネルギーに主に変換されるものであり得ることを理解されたい。

10

【 0 0 6 5 】

図 1 3 は、本発明の教示に従って、電気エネルギー源がパワーコンバータの入力端子から切離されたときにパワーコンバータの入力端子間のキャパシタンスを放電するための放電回路の別の例の概略図を示す。この例では交流電圧源である電気エネルギー源 1 3 6 0 は、入力端子 1 3 2 0 および 1 3 4 0 に結合される。図示された例に示されるように、交流電圧源 1 3 6 0 が入力端子 1 3 2 0 および 1 3 4 0 に結合されている間、電流は、キャパシタ 1 3 0 3 に流入し、整流器ブリッジ 1 3 0 5 を流れて、リレー 1 3 3 0 の巻線 1 3 3 1 に電流を提供する。この例では、リレー 1 3 3 0 は、電流が巻線 1 3 3 0 に流入するとリレースイッチ 1 3 3 2 が開く通常閉タイプである。エネルギー源 1 3 6 0 が端子 1 3 2 0 および 1 3 4 0 から分離されると、キャパシタ 1 3 0 3 および整流ブリッジ 1 3 0 5 への電流の流入は停止する。次いで、キャパシタ 1 3 0 1 の値によって決定される時間において、巻線 1 3 3 1 に流入する電流は実質的にゼロに減少する。巻線 1 3 3 1 における電流がしきい値レベルを下回ると、スイッチ 1 3 3 2 は閉じて、キャパシタ 1 3 0 2 を放電する。一例では、まず電気エネルギー源が入力端子に結合され、スイッチが閉じてキャパシタ 1 3 0 2 を放電するときに、スイッチ 1 3 3 2 におけるピーク電流を制限するために、電流制限抵抗器がスイッチ 1 3 3 2 と直列に結合され得る。

20

30

【 0 0 6 6 】

一般に、図 1 から図 1 3 に関して上述した本発明の教示はすべて、電気エネルギー源がシステムに対する入力から分離されたときに帯電したままであれば、回路の入力端子間に結合されたキャパシタンスが電気ショックのリスクを生じさせる、電気エネルギー源に結合された如何なるシステムにも適用可能であることを理解されたい。

【 0 0 6 7 】

要約書に記載されるものを含む図示される本発明の例の上記の説明は、網羅的であるように意図されるものではなく、または、開示される厳密な形態に限定されるように意図されるものではない。この発明の具体的な実施例および例は本明細書において例示の目的で記載されており、本発明のより広範な精神および範囲から逸脱することなく、種々の等価の変更が可能である。実際、特定の電圧、電流、周波数、電力範囲値、時間などは説明の目的で提供されており、他の値も本発明の教示に従って他の実施例および例において利用されてもよいことを理解されたい。

40

【 0 0 6 8 】

これらの変更は、上記の詳細な説明に鑑みて、この発明の例に対してなされることができる。以下の特許請求の範囲の中で用いられる用語は、明細書および特許請求の範囲に開示されている具体的な実施例にこの発明を限定するように解釈すべきではない。むしろ、その範囲は専ら以下の特許請求の範囲によって決まり、特許請求の範囲は、確立されたクレーム解釈の原理に従って解釈される。したがって、本明細書および図面は、限定的ではなく例示的であると見なされる。

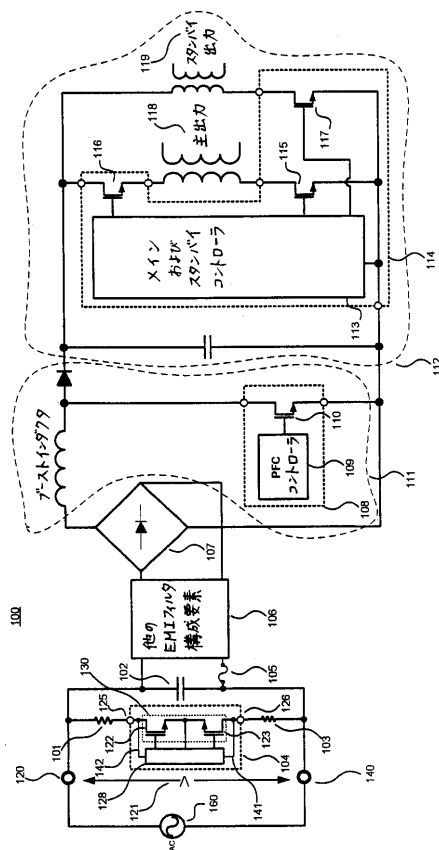
50

【符号の説明】

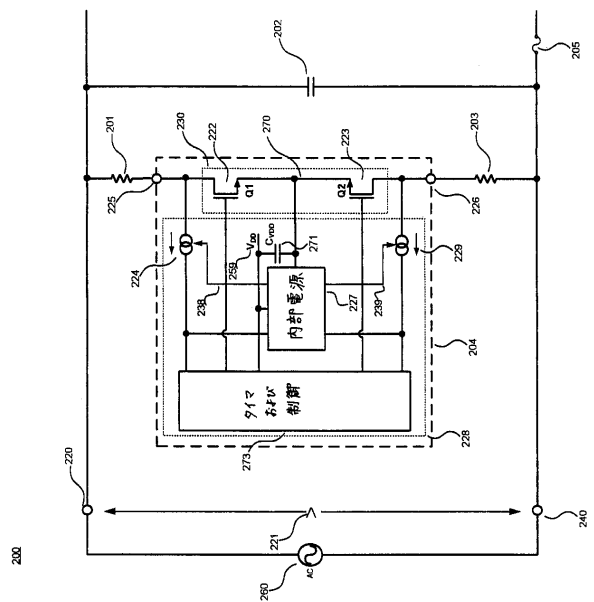
【 0 0 6 9 】

102 キャパシタンス、128 制御回路、130 スイッチ、160 電気エネルギー源

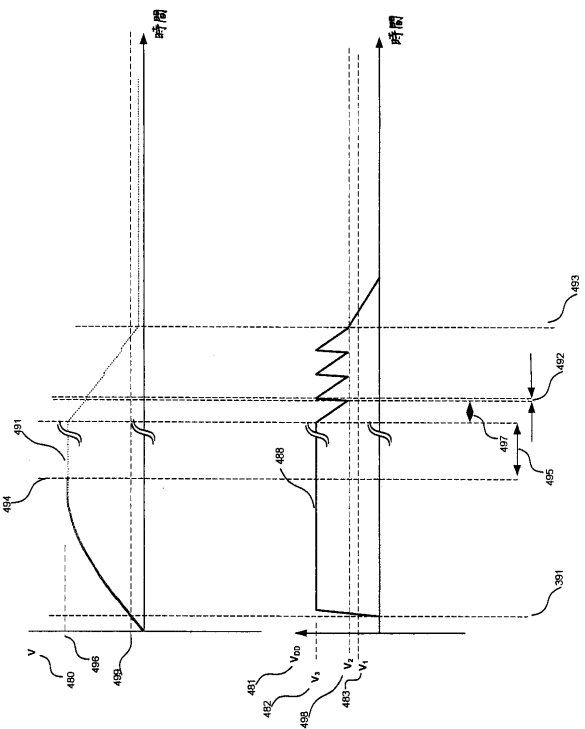
【図1】



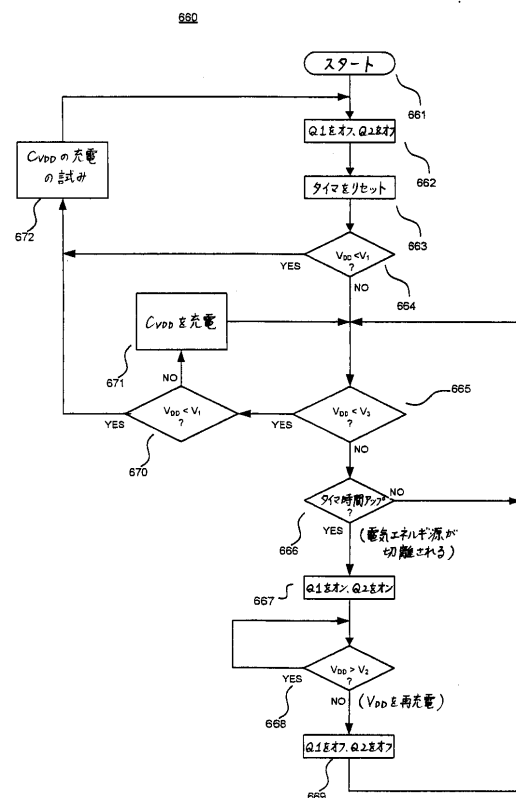
【図2】



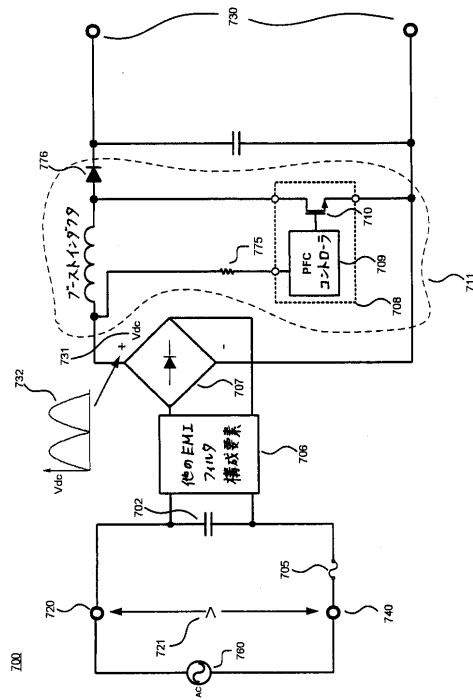
【 図 4 】



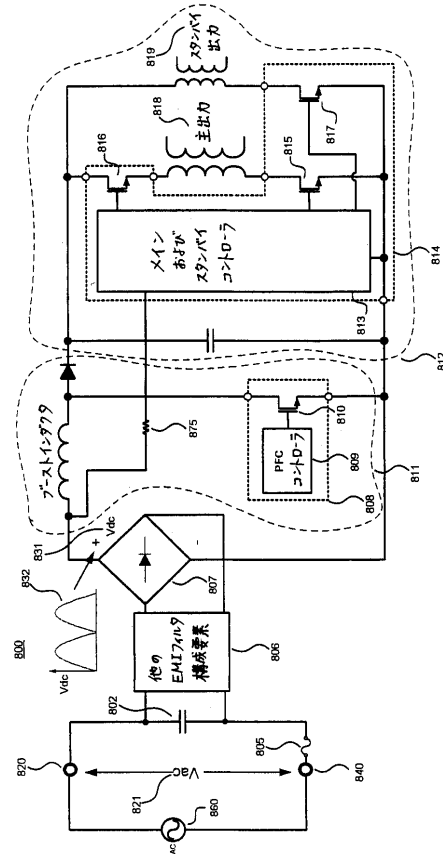
【 図 6 】



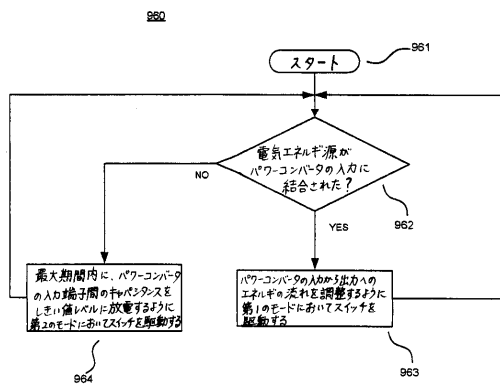
【図 7】



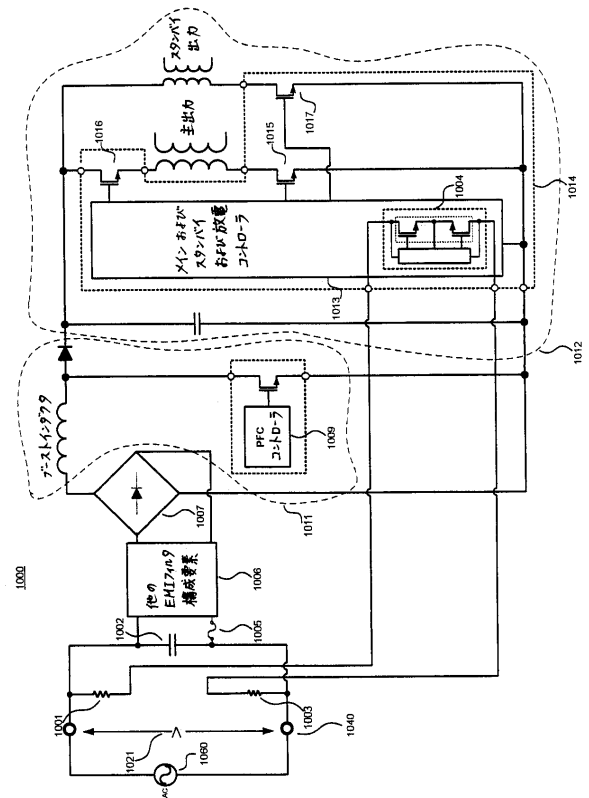
【図 8】



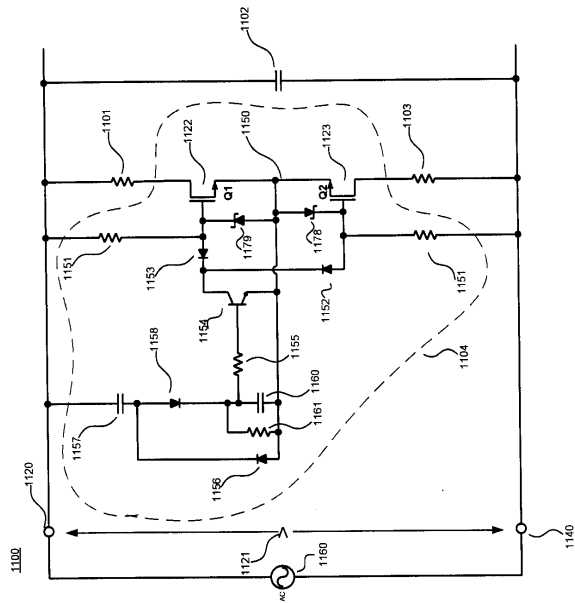
【図 9】



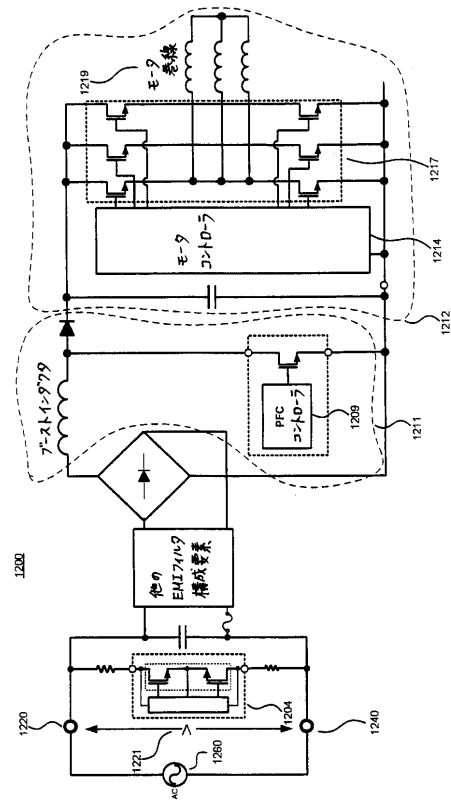
【図 10】



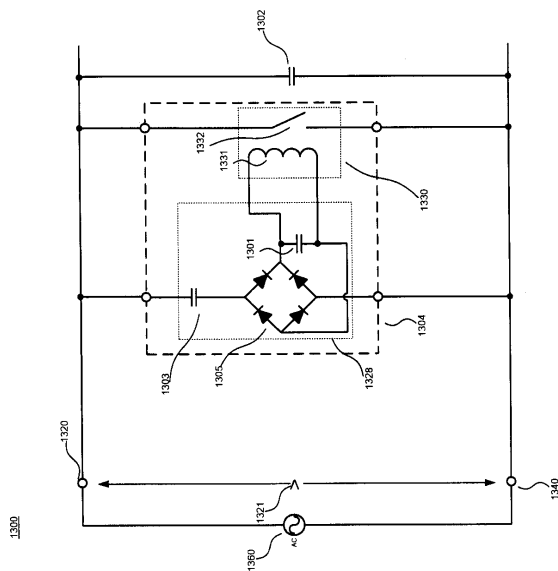
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 デイビッド・カング

アメリカ合衆国、94010 カリフォルニア州、ヒルズボロー、コーレット・ウェイ、5

(72)発明者 レイモンド・ケネス・オア

カナダ、ケイ・2・ケイ 1・ダブリュー・7 オンタリオ州、カナタ、リーニー・コート、21

(72)発明者 デイビッド・マイケル・ヒュー・マシューズ

イギリス、エス・エル・4 5・エイ・ユー ウィンザー、クラレンス・ロード、36・エイ

審査官 鈴木 重幸

(56)参考文献 特開2001-306160(JP,A)

特開平11-164555(JP,A)

特開2000-206159(JP,A)

特開平10-185965(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/00 - 3/44

H02M 1/00 - 1/44