

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4882330号
(P4882330)

(45) 発行日 平成24年2月22日(2012.2.22)

(24) 登録日 平成23年12月16日(2011.12.16)

(51) Int. Cl.		F 1			
H05B	6/12	(2006.01)	H05B	6/12	324
H05B	6/06	(2006.01)	H05B	6/06	301
H05B	6/04	(2006.01)	H05B	6/04	311

請求項の数 8 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2005-288070 (P2005-288070)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成17年9月30日(2005.9.30)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2007-103049 (P2007-103049A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成19年4月19日(2007.4.19)	(74) 代理人	100109667
審査請求日	平成20年7月11日(2008.7.11)		弁理士 内藤 浩樹
		(74) 代理人	100109151
			弁理士 永野 大介
		(74) 代理人	100120156
			弁理士 藤井 兼太郎
		(72) 発明者	黒瀬 洋一
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	北泉 武
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】誘導加熱装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加熱コイルと、前記加熱コイルと直列に接続した共振コンデンサと、前記加熱コイルにエネルギーを供給する直流電源と、前記加熱コイルと前記直流電源の正極側との間に接続し、第1のダイオードを内包した第1のスイッチング素子と、前記加熱コイルと前記直流電源の負極側との間に接続し、第2のダイオードを内包した第2のスイッチング素子と、前記共振コンデンサと前記直流電源の正極側との間に接続し、第3のダイオードを内包した第3のスイッチング素子と、前記共振コンデンサと前記直流電源の負極側との間に接続し、第4のダイオードを内包した第4のスイッチング素子と、前記第1～第4のスイッチング素子に駆動信号を与える制御回路とを備え、第1のスイッチング素子と第2のスイッチング素子の組、および第3のスイッチング素子と第4のスイッチング素子の組に与える駆動信号を交互に切り換え、第1のスイッチング素子と第4のスイッチング素子、および第2のスイッチング素子と第3のスイッチング素子を任意の位相差で駆動し、さらに、複数回継続してスイッチング素子のオンオフ制御した後に、一定の周期で前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行う誘導加熱装置。

【請求項2】

加熱コイルと、前記加熱コイルと直列に接続した共振コンデンサと、前記加熱コイルにエネルギーを供給する直流電源と、前記加熱コイルと前記直流電源の正極側との間に接続し、第1のダイオードを内包した第1のスイッチング素子と、前記加熱コイルと前記直流電源の負極側との間に接続し、第2のダイオードを内包した第2のスイッチング素子と、前

記共振コンデンサと前記直流電源の正極側との間に接続し、第3のダイオードを内包した第3のスイッチング素子と、前記共振コンデンサと前記直流電源の負極側との間に接続し、第4のダイオードを内包した第4のスイッチング素子と、前記第1～第4のスイッチング素子に駆動信号を与える制御回路とを備え、第1のスイッチング素子と第2のスイッチング素子の組、および第3のスイッチング素子と第4のスイッチング素子の組に与える駆動信号を交互に切り換え、第1のスイッチング素子と第4のスイッチング素子、および第2のスイッチング素子と第3のスイッチング素子を同位相で駆動し、さらに、複数回継続してスイッチング素子のオンオフ制御した後に、一定の周期で前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行う誘導加熱装置。

【請求項3】

第1～第4のスイッチング素子に駆動信号を与える期間と、第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設け、スイッチング素子に駆動信号を与える期間と駆動信号停止期間の和の期間を一定とし、スイッチング素子に駆動信号を与える期間と駆動信号停止期間の駆動比率を制御して、加熱コイルに流れる電流の基本周波数を一定で電力制御を行う請求項1または2に記載の誘導加熱装置。

【請求項4】

第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間がスイッチング素子駆動時の制御信号1パルスの期間よりも短い場合、前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止状態からスイッチング素子の駆動状態へ移行する際に、制御回路から発生する駆動信号を前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止状態になる直前に駆動していたスイッチング素子と同じスイッチング素子の駆動信号から発生することによりスイッチング素子を駆動し、前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間がスイッチング素子駆動時の制御信号1パルスの期間よりも長い場合、前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止状態からスイッチング素子の駆動状態へ移行する際に、前記制御回路から発生する駆動信号を前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止状態になる直前に駆動していたスイッチング素子と異なるスイッチング素子の駆動信号から発生することによりスイッチング素子を駆動し電力制御を行う請求項1～3のいずれか1項に記載の誘導加熱装置。

【請求項5】

加熱負荷の共振周波数とスイッチング素子の駆動周波数の周波数関係を検知する手段を備え、加熱負荷の変化に追従して制御回路から発生する駆動信号の周波数を変化してスイッチング素子を駆動し、一定の周期で第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行う請求項1～4のいずれか1項に記載の誘導加熱装置。

【請求項6】

制御回路から発生する駆動信号の周波数を変化して加熱負荷の共振点付近でスイッチング素子を駆動し、一定の周期で第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行う請求項1～5のいずれか1項に記載の誘導加熱装置。

【請求項7】

電流を検知する電流検出手段を備え、第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止状態からスイッチング素子の駆動状態への移行時に、制御回路から発生する駆動信号を電流が流れているスイッチング素子の駆動信号から発生してスイッチング素子を駆動し電力制御を行う請求項1～6のいずれか1項に記載の誘導加熱装置。

【請求項8】

消費電力を検知する電力検出手段を備え、設定電力に応じて一定の周期で第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けるか、または一定の周期で前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けずに位相シフトのみによる制御を行うかを切り換えて電力制御を行う請求項1～7のいずれか1項に記載の誘導加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、誘導加熱調理器などとして用いられる誘導加熱装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の誘導加熱装置において、加熱コイルに供給する電力制御は、位相シフト制御方法に行なわれているものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2005-149915号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、前記従来の位相シフト制御方法では、低電力時の無効電流が多く、インバータの効率が低くなり、誘導加熱装置の効率が低くなる。また、加熱コイルと共振コンデンサで決まる共振周波数とスイッチング素子の駆動周波数の差が大きくなる場合もインバータの効率が低くなり、誘導加熱装置の効率も低くなる。さらに、スイッチング素子に流れている電流が多いときにスイッチング素子の切り換えを行う場合が発生し、この場合はスイッチング素子の電力損失が大きくなり、スイッチング素子の破壊、発熱、効率の低下の原因となるものであった。

10

【0004】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、加熱コイルに大電力が供給できるとともに、高効率で電力制御ができ、スイッチング素子の電力損失を低減することができる誘導加熱装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記従来の課題を解決するために、本発明の誘導加熱装置は、加熱コイルと、前記加熱コイルと直列に接続した共振コンデンサと、前記加熱コイルにエネルギーを供給する直流電源と、前記加熱コイルと前記直流電源の正極側との間に接続し、第1のダイオードを内包した第1のスイッチング素子と、前記加熱コイルと前記直流電源の負極側との間に接続し、第2のダイオードを内包した第2のスイッチング素子と、前記共振コンデンサと前記直流電源の正極側との間に接続し、第3のダイオードを内包した第3のスイッチング素子と、前記共振コンデンサと前記直流電源の負極側との間に接続し、第4のダイオードを内包した第4のスイッチング素子と、前記第1～第4のスイッチング素子に駆動信号を与える制御回路とを備え、第1のスイッチング素子と第2のスイッチング素子の組、および第3のスイッチング素子と第4のスイッチング素子の組に与える駆動信号を交互に切り換え、第1のスイッチング素子と第4のスイッチング素子、および第2のスイッチング素子と第3のスイッチング素子を任意の位相差で駆動し、さらに、複数回継続してスイッチング素子のオンオフ制御した後に、一定の周期で前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うようにしたものである。

30

【0006】

これによって、インバータの負荷接続部分は正の電源電圧と負の電源電圧を交互に印加することができるため、加熱コイルに大電力を供給することができる。また、スイッチング素子駆動期間とスイッチング素子非駆動期間の割合、さらに制御回路から発生する駆動信号の位相差を制御することにより、高効率で平均電力を任意に制御することができる。さらに、加熱コイルに電力を供給しない期間はスイッチング素子の駆動を停止するため、スイッチング素子の切り換え時の電力損失が発生せず、高効率で電力を制御することができる。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明の誘導加熱装置は、加熱コイルに大電力を供給できるとともに、高効率で平均電力を任意に制御することができ、しかもスイッチング素子の切り換え時の電力損失が発生せず、高効率で電力を制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 0 8 】

第1の発明は、加熱コイルと、前記加熱コイルと直列に接続した共振コンデンサと、前記加熱コイルにエネルギーを供給する直流電源と、前記加熱コイルと前記直流電源の正極側との間に接続し、第1のダイオードを内包した第1のスイッチング素子と、前記加熱コイルと前記直流電源の負極側との間に接続し、第2のダイオードを内包した第2のスイッチング素子と、前記共振コンデンサと前記直流電源の正極側との間に接続し、第3のダイオードを内包した第3のスイッチング素子と、前記共振コンデンサと前記直流電源の負極側との間に接続し、第4のダイオードを内包した第4のスイッチング素子と、前記第1～第4のスイッチング素子に駆動信号を与える制御回路とを備え、第1のスイッチング素子と第2のスイッチング素子の組、および第3のスイッチング素子と第4のスイッチング素子の組に与える駆動信号を交互に切り換え、第1のスイッチング素子と第4のスイッチング素子、および第2のスイッチング素子と第3のスイッチング素子を任意の位相差で駆動し、さらに、複数回継続してスイッチング素子のオンオフ制御した後に、一定の周期で前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行う誘導加熱装置としたものである。これによって、位相差制御を併用して用いることで加熱コイルに供給する電力の分解能を高くすることができるため、加熱コイルに任意の電力を供給しやすくなり電力を制御できる間隔を狭くすることができ、利便性の向上を図ることができる。

10

【 0 0 0 9 】

加熱コイルと、前記加熱コイルと直列に接続した共振コンデンサと、前記加熱コイルにエネルギーを供給する直流電源と、前記加熱コイルと前記直流電源の正極側との間に接続し、第1のダイオードを内包した第1のスイッチング素子と、前記加熱コイルと前記直流電源の負極側との間に接続し、第2のダイオードを内包した第2のスイッチング素子と、前記共振コンデンサと前記直流電源の正極側との間に接続し、第3のダイオードを内包した第3のスイッチング素子と、前記共振コンデンサと前記直流電源の負極側との間に接続し、第4のダイオードを内包した第4のスイッチング素子と、前記第1～第4のスイッチング素子に駆動信号を与える制御回路とを備え、第1のスイッチング素子と第2のスイッチング素子の組、および第3のスイッチング素子と第4のスイッチング素子の組に与える駆動信号を交互に切り換え、第1のスイッチング素子と第4のスイッチング素子、および第2のスイッチング素子と第3のスイッチング素子を同位相で駆動し、さらに、複数回継続してスイッチング素子のオンオフ制御した後に、一定の周期で前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うことにより、高効率で平均電力を任意に制御することができる。さらに、加熱コイルに電力を供給しない期間はスイッチング素子の駆動を停止するため、スイッチング素子の切り換え時の電力損失が発生せず、高効率で電力を制御することができる。

20

30

【 0 0 1 0 】

第3の発明は、特に、第1または第2の発明において、第1～第4のスイッチング素子に駆動信号を与える期間と、第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設け、スイッチング素子に駆動信号を与える期間と駆動信号停止期間の和の期間を一定とし、スイッチング素子に駆動信号を与える期間と駆動信号停止期間の駆動比率を制御して、加熱コイルに流れる電流の基本周波数を一定で電力制御を行うことにより、誘導加熱装置から発生する電流の基本周波数成分は加熱コイルに電力を供給する期間と供給しない期間を合わせた期間で決まる。このため、一定の周波数で電力制御することができ、2つの異なる誘導加熱装置を隣接して設置してもうなり干渉音が発生しないようにすることができる。

40

【 0 0 1 1 】

第4の発明は、特に、第1～第3のいずれか1つの発明において、第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間がスイッチング素子駆動時の制御信号1パルスの期間よりも短い場合、前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止状態からスイッチング素子の駆動状態へ移行する際に、制御回路から発生する駆動信号を前記第1～

50

第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止状態になる直前に駆動していたスイッチング素子と同じスイッチング素子の駆動信号から発生することによりスイッチング素子を駆動し、前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間がスイッチング素子駆動時の制御信号1パルスの期間よりも長い場合、前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止状態からスイッチング素子の駆動状態へ移行する際に、前記制御回路から発生する駆動信号を前記第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止状態になる直前に駆動していたスイッチング素子と異なるスイッチング素子の駆動信号から発生することにより、スイッチング素子を駆動し電力制御を行うものである。これにより、スイッチング素子の駆動停止状態から駆動状態へ移行する際に、加熱コイルに流れている電流の振動に同期して再び加熱コイルに電力を供給することになるため、加熱コイルに供給する電力を大きくすることができる。また、スイッチング素子の駆動停止状態から駆動状態へ移行する際に、スイッチング素子と並列に接続したダイオードに電流が流れているスイッチング素子から駆動することになり、スナバコンデンサに印加している電圧を短絡することがなくなる。そのため、スイッチング素子の発熱が少なくなり、冷却装置を小型化することができる。さらに、スイッチング素子の切り換え時の電力損失が少なくなるため、誘導加熱装置の効率を高くすることができる。

10

【0012】

第5の発明は、特に、第1～第4のいずれか1つの発明において、加熱負荷の共振周波数とスイッチング素子の駆動周波数の周波数関係を検知する手段を備え、加熱負荷の変化に追従して制御回路から発生する駆動信号の周波数を変化してスイッチング素子を駆動し、一定の周期で第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うことにより、被加熱物体の交換などで加熱コイルの負荷パラメータが変化した場合、スイッチング素子の駆動周波数を変化した加熱コイルの負荷パラメータと共振コンデンサで決まる共振周波数に近い周波数に設定し直すため、被加熱物体の交換などに関係なく加熱コイルに大電力を高力率・高効率で供給することができる。また、誘導加熱装置から発生する電流の基本周波数成分は加熱コイルに電力を供給する期間と供給しない期間を合わせた期間で決まるため、被加熱物体の交換などによりスイッチング素子の駆動周波数が変化しても一定の周波数で電力制御することができ、2つの異なる誘導加熱装置を隣接して設置してもうなり干渉音が発生しないようにすることができる。

20

【0013】

第6の発明は、特に、第1～第5のいずれか1つの発明において、制御回路から発生する駆動信号の周波数を変化して加熱負荷の共振点付近でスイッチング素子を駆動し、一定の周期で第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うことにより、加熱コイルに電力を供給する期間はスイッチング素子の駆動周波数を加熱コイルと共振コンデンサで決まる共振周波数に近い周波数に設定するため、加熱コイルに大電力を高力率・高効率で供給することができる。

30

【0014】

第7の発明は、特に、第1～第6のいずれか1つの発明において、電流を検知する電流検出手段を備え、第1～第4の全てのスイッチング素子に駆動信号停止状態からスイッチング素子の駆動状態への移行時に、制御回路から発生する駆動信号を電流が流れているスイッチング素子の駆動信号から発生してスイッチング素子を駆動し電力制御を行うことにより、スイッチング素子の駆動停止状態から駆動状態へ移行する際に、加熱コイルに流れている電流の振動に同期して再び加熱コイルに電力を供給することになるため、加熱コイルに供給する電力を大きくすることができる。また、スイッチング素子の駆動停止状態から駆動状態へ移行する際に、スイッチング素子と並列に接続したダイオードに電流が流れているスイッチング素子から駆動することになり、スナバコンデンサに印加している電圧を短絡することがなくなる。そのため、スイッチング素子の発熱が少なくなり、冷却装置を小型化することができる。さらに、スイッチング素子の切り換え時の電力損失が少なくなるため、誘導加熱装置の効率を高くすることができる。

40

【0019】

50

第8の発明は、特に、第1～第7のいずれか1つの発明において、加熱コイルにエネルギーを供給する電源は、直流電源に代えて商用電源とダイオードブリッジを用いることにより得られる全波整流電源または半波整流電源としたことにより、商用電源から直流平滑電源に変換する回路が不必要となり、部品の削減により安価なインバータを形成することができる。

【0020】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【0021】

(実施の形態1)

図1、図2は、本発明の実施の形態1における誘導加熱装置を示すものである。

【0022】

図1に示すように、本実施の形態における誘導加熱装置は、鍋などの被加熱物体10を加熱する加熱コイル16と、加熱コイル16と直列に接続した共振コンデンサ17と、加熱コイル16にエネルギーを供給する直流電源11と、加熱コイル16と直流電源11の正極側との間に接続した第1のスイッチング素子12と、加熱コイル16と直流電源11の負極側との間に接続した第2のスイッチング素子13と、共振コンデンサ17と直流電源11の正極側との間に接続した第3のスイッチング素子14と、共振コンデンサ17と直流電源11の負極側との間に接続した第4のスイッチング素子15と、第1～第4のスイッチング素子12～15に駆動信号を与える制御回路18とを備え、第1のスイッチング素子12と第2のスイッチング素子13の組、および第3のスイッチング素子14と第4のスイッチング素子15の組に与える駆動信号を交互に切り換え、第1のスイッチング素子12と第4のスイッチング素子15、および第2のスイッチング素子13と第3のスイッチング素子14を同位相で駆動し、一定の周期で第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うものである。

【0023】

また、各スイッチング素子12～15は、フルブリッジ型インバータを構成しており、各スイッチング素子12～15にはそれぞれ並列に第1～第4のダイオード12a～15aを接続している。さらに、スイッチング素子13、15にはそれぞれ並列に第1のスナバコンデンサ19、第2のスナバコンデンサ20を接続しており、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15でソフトスイッチング動作を行うようにしている。

【0024】

次に、上記構成における誘導加熱装置の動作を説明する。

【0025】

第1のスイッチング素子12と第4のスイッチング素子15をオンすると、直流電源11 第1のスイッチング素子12 加熱コイル16 共振コンデンサ17 第4のスイッチング素子15 直流電源11の回路ループを形成し、直流電源11と加熱コイル16が接続した状態となり加熱コイル16に電力を供給する。一定期間後に第1のスイッチング素子12と第4のスイッチング素子15を同時にオフすると、第1のスナバコンデンサ19と第2のスナバコンデンサ20との電荷の充放電が起こり、その後、加熱コイル16に流れていた電流は第2のスイッチング素子13と並列に接続したダイオード13aと第3のスイッチング素子14と並列に接続したダイオード14aを流れ、加熱コイル16 共振コンデンサ17 ダイオード14a 直流電源11 ダイオード13a 加熱コイル16の回路ループを形成する。この状態にしておくと、一定期間後には直流電源11 第3のスイッチング素子14 共振コンデンサ17 加熱コイル16 第2のスイッチング素子13 直流電源11の回路ループを形成し、直流電源11と加熱コイル16が接続した状態となり加熱コイル16に電力を供給する。この状態では加熱コイル16には初期状態からみて逆方向の電流が流れている。

【0026】

さらに、第2のスイッチング素子13から第1のスイッチング素子12へ、および第3

10

20

30

40

50

のスイッチング素子 14 から第 4 のスイッチング素子 15 への切り換え動作も前述と同様の手順で行うことにより成り立つ。

【0027】

また、この動作を複数回繰り返した後、図 2 に示すように、第 1 ~ 第 4 の全てのスイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号停止期間を設けることにより、加熱コイル 16 に電流が流れなくなり加熱コイル 16 に電力を供給しないようにする。また、第 1 ~ 第 4 の全てのスイッチング素子 12 ~ 15 が駆動信号停止期間を経た後、再びスイッチング素子の駆動を開始することで一連の動作となる。

【0028】

上記制御方法において、インバータの負荷接続部分は正の電源電圧と負の電源電圧を交互に印加することができるため、加熱コイル 16 に大電力を供給することができる。また、フルブリッジ型インバータを用いることにより、電源電圧が低くても加熱コイル 16 に大電力を供給することができるため、電源電圧の昇圧機能が不必要となり、部品の削減により安価なインバータを形成することができる。さらに、加熱コイル 16 に電力を供給しない期間はスイッチング素子 12 ~ 15 の駆動を停止するため、スイッチング素子 12 ~ 15 の切り換え時の電力損失が発生せず、高効率で電力を制御することができる。

【0029】

また、誘導加熱装置から発生する電流の基本周波数成分は加熱コイル 16 に電力を供給する期間と供給しない期間を合わせた期間で決まるため、一定の周波数で電力制御することができ、2 つの異なる誘導加熱装置を隣接して設置してもうなり干渉音が発生しないようにすることができる。

【0030】

以上のように、本実施の形態では、インバータの負荷接続部分は正の電源電圧と負の電源電圧を交互に印加することができるため、加熱コイル 16 に大電力を供給することができる。また、スイッチング素子 12 ~ 15 の駆動期間とスイッチング素子 12 ~ 15 の非駆動期間の割合、さらに制御回路 18 から発生する駆動信号の位相差を制御することにより、高効率で平均電力を任意に制御することができる。さらに、加熱コイル 16 に電力を供給しない期間はスイッチング素子 12 ~ 15 の駆動を停止するため、スイッチング素子 12 ~ 15 の切り換え時の電力損失が発生せず、高効率で電力を制御することができる。

【0031】

(実施の形態 2)

図 3 は、本発明の実施の形態 2 における誘導加熱装置の電圧と電流波形を示すものである。実施の形態 1 と回路構成は同じであるのでその説明は省略する。

【0032】

本実施の形態における誘導加熱装置は、第 1 ~ 第 4 のスイッチング素子に駆動信号を与える期間と、第 1 ~ 第 4 の全てのスイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号停止期間を設け、スイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号を与える期間と駆動信号停止期間の和の期間を一定とし、スイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号を与える期間と駆動信号停止期間の駆動比率を制御して、加熱コイル 16 に流れる電流の基本周波数を一定で電力制御を行うようにしたものである。

【0033】

次に、制御方法における動作を説明する。

【0034】

第 1 のスイッチング素子 12 と第 4 のスイッチング素子 15 をオンすると、直流電源 11 第 1 のスイッチング素子 12 加熱コイル 16 共振コンデンサ 17 第 4 のスイッチング素子 15 直流電源 11 の回路ループを形成し、直流電源 11 と加熱コイル 16 が接続した状態となり加熱コイル 16 に電力を供給する。一定期間後に第 4 のスイッチング素子 15 をオフすると、第 2 のスナバコンデンサ 20 において電荷の充放電が起こり、その後、加熱コイル 16 に流れていた電流は第 3 のスイッチング素子 14 と並列に接続したダイオード 14 a を流れ、加熱コイル 16 共振コンデンサ 17 ダイオード 14 a 第

10

20

30

40

50

1のスイッチング素子12 加熱コイル16の回路ループを形成する。

【0035】

第4のスイッチング素子15をオフしてから一定期間後に、次は第1のスイッチング素子12をオフすると、第1のスナバコンデンサ19において電荷の充放電が起こり、その後、加熱コイル16に流れていた電流は第2のスイッチング素子13と並列に接続したダイオード13aを流れ、加熱コイル16 共振コンデンサ17 ダイオード14a 直流電源11 ダイオード13a 加熱コイル16の回路ループを形成する。この状態にしておくと、一定期間後には直流電源11 第3のスイッチング素子14 共振コンデンサ17 加熱コイル16 第2のスイッチング素子13 直流電源11の回路ループを形成し、直流電源11と加熱コイル16が接続した状態となり加熱コイル16に電力を供給する。この状態では加熱コイル16には初期状態からみて逆方向の電流が流れている。

10

【0036】

また、第2のスイッチング素子13から第1のスイッチング素子12へ、および第3のスイッチング素子14から第4のスイッチング素子15への切り換え動作も前述と同様の手順で行うことにより成り立つ。

【0037】

また、この動作を複数回繰り返した後、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止期間を設けることにより、加熱コイル16に電流が流れなくなり加熱コイル16に電力を供給しないようにする。

【0038】

また、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止期間を経た後、再びスイッチング素子12～15の駆動を開始することで一連の動作となる。

20

【0039】

上記制御方法において、加熱コイル16に電力を供給しない期間はスイッチング素子12～15の駆動を停止するため、スイッチング素子12～15の切り換え時の電力損失が発生せず、高効率で電力を制御することができる。

【0040】

また、誘導加熱装置から発生する電流の基本周波数成分は加熱コイル16に電力を供給する期間と供給しない期間を合わせた期間で決まるため、一定の周波数で電力制御ことができ、2つの異なる誘導加熱装置を隣接して設置してもうなり干渉音が発生しないようにすることができる。

30

【0041】

さらに、位相差制御を併用して用いることで加熱コイル16に供給する電力の分解能を高くすることができるため、加熱コイル16に任意の電力を供給しやすくなり電力を制御できる間隔を狭くすることができ、利便性の向上を図ることができる。

【0042】

以上のように、本実施の形態では、第1のスイッチング素子12と第4のスイッチング素子15、および第2のスイッチング素子13と第3のスイッチング素子14を任意の位相差で駆動し、一定の周期で第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うことにより、誘導加熱装置を高効率で電力を制御することができ、2つの異なる誘導加熱装置を隣接して設置してもうなり干渉音が発生しないようにすることができ、電力を制御できる間隔を狭くすることができ利便性の向上を図ることができる。

40

【0043】

(実施の形態3)

図4、図5は、本発明の実施の形態3における誘導加熱装置の電圧と電流波形を示すものである。実施の形態1と回路構成は同じであるのでその説明は省略する。

【0044】

本実施の形態における誘導加熱装置は、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止期間がスイッチング素子駆動時の制御信号1パルスの期間よりも短い場

50

合、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止状態からスイッチング素子の駆動状態へ移行する際に、制御回路18から発生する駆動信号を第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止状態になる直前に駆動していたスイッチング素子と同じスイッチング素子の駆動信号から発生することによりスイッチング素子を駆動する。また、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止期間がスイッチング素子駆動時の制御信号1パルスの期間よりも長い場合、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止状態からスイッチング素子の駆動状態へ移行する際に、制御回路18から発生する駆動信号を第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止状態になる直前に駆動していたスイッチング素子と異なるスイッチング素子の駆動信号から発生することにより、スイッチング素子を駆動し電力制御を行うものである。

10

【0045】

すなわち、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止期間とスイッチング素子駆動時の制御信号1パルスの期間を検知し制御に反映するものである。図4の波形は、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15における駆動信号停止期間がスイッチング素子駆動時の制御信号1パルスの期間よりも短い場合の波形であるため、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止状態になる直前に駆動していたスイッチング素子と同じスイッチング素子から駆動を開始している。また、図5の波形は、第1～第4の全てのスイッチング素子12～15における駆動信号停止期間がスイッチング素子駆動時の制御信号1パルスの期間よりも長い場合の波形であるため、第1～

20

【0046】

以上のように、本実施の形態では、スイッチング素子12～15の駆動停止状態から駆動状態へ移行する際に、加熱コイル16に流れている電流の振動に同期して再び加熱コイル16に電力を供給することになるため、加熱コイル16に供給する電力を大きくすることができる。また、スイッチング素子12～15の駆動停止状態から駆動状態へ移行する際に、スイッチング素子と並列に接続したダイオードに電流が流れているスイッチング素子から駆動することになり、スナバコンデンサに印加している電圧を短絡することがなくなる。そのため、スイッチング素子12～15の発熱が少なくなり、冷却装置を小型化

30

【0047】

(実施の形態4)

図6は、本発明の実施の形態4における誘導加熱装置の電圧と電流波形を示すものである。実施の形態1と回路構成は同じであるのでその説明は省略する。

【0048】

本実施の形態における誘導加熱装置は、加熱負荷の共振周波数とスイッチング素子12～15の駆動周波数の周波数関係を検知する手段を備え、加熱負荷の変化に追従して制御回路18から発生する駆動信号の周波数を変化してスイッチング素子12～15を駆動し、一定の周期で第1～第4の全てのスイッチング素子12～15に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うものである。

40

【0049】

すなわち、スイッチング素子12～15の駆動周波数が異なるものである。例えば、誘導加熱装置により鍋を加熱する場合、鍋の材質や形状などにより加熱コイル16のパラメータが変化するため、加熱コイル16と共振コンデンサ17で決まる共振周波数も変化する。共振周波数が変化した場合はスイッチング素子の駆動周波数との関係を一定にするため、スイッチング素子の駆動周波数を変化する。

【0050】

以上のように、本実施の形態では、被加熱物体10の交換などで加熱コイル16の負荷

50

パラメータが変化した場合、スイッチング素子 12 ~ 15 の駆動周波数を変化した加熱コイル 16 の負荷パラメータと共振コンデンサ 17 で決まる共振周波数に近い周波数に設定し直すため、被加熱物体 10 の交換などに関係なく加熱コイル 16 に大電力を高力率・高効率で供給することができる。また、誘導加熱装置から発生する電流の基本周波数成分は加熱コイル 16 に電力を供給する期間と供給しない期間を合わせた期間で決まるため、被加熱物体 10 の交換などによりスイッチング素子 12 ~ 15 の駆動周波数が変化しても一定の周波数で電力制御することができ、2つの異なる誘導加熱装置を隣接して設置してもうなり干渉音が発生しないようにすることができる。

【0051】

(実施の形態5)

図7は、本発明の実施の形態5における誘導加熱装置の電圧と電流波形を示すものである。実施の形態1と回路構成は同じであるのでその説明は省略する。

【0052】

本実施の形態における誘導加熱装置は、制御回路18から発生する駆動信号の周波数を変化して加熱負荷の共振点付近でスイッチング素子12~15を駆動し、一定の周期で第1~第4の全てのスイッチング素子12~15に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うものである。

【0053】

すなわち、加熱コイル16と共振コンデンサ17で決まる共振周波数とスイッチング素子12~15の駆動周波数の差が大きいと加熱コイル16に電力を供給しにくくなる。そのため、加熱コイル16に電力を多く供給するためには、スイッチング素子12~15の駆動周波数を加熱コイル16と共振コンデンサ17で決まる共振周波数に近い周波数で駆動するものである。

【0054】

以上のように、本実施の形態では、加熱コイル16に電力を供給する期間はスイッチング素子12~15の駆動周波数を加熱コイル16と共振コンデンサ17で決まる共振周波数に近い周波数に設定するため、加熱コイル16に大電力を高力率・高効率で供給することができる。

【0055】

(実施の形態6)

図8は、本発明の実施の形態6における誘導加熱装置を示すものである。実施の形態1と回路構成は同じであるのでその説明は省略する。

【0056】

本実施の形態における誘導加熱装置は、電流を検知する電流検出手段21を備え、第1~第4の全てのスイッチング素子12~15における駆動信号停止状態からスイッチング素子の駆動状態への移行時に、制御回路18から発生する駆動信号を電流が流れているスイッチング素子の駆動信号から発生してスイッチング素子を駆動し電力制御を行うようにしている。

【0057】

また、共振コンデンサ17に印加する電圧値を検知する電圧検出手段22を備え、検知した値をもとに制御回路18から発生する駆動信号のタイミングを変化してスイッチング素子を駆動し、一定の周期で第1~第4の全てのスイッチング素子12~15に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うようにしている。

【0058】

すなわち、電流検出手段21を備えることにより、回路に流れる電流の向きと電流の大きさを検知し、また、電流が第1~第4のスイッチング素子12~15のどのスイッチング素子を流れているかを検知している。また、電圧検出手段22を備えることにより、共振コンデンサ17などに印加する電圧の向きと電圧の大きさを検知している。

【0059】

上記構成において、スイッチング素子12~15の駆動停止状態から駆動状態へ移行す

10

20

30

40

50

る際に、加熱コイル 16 に流れている電流の振動に同期して再び加熱コイル 16 に電力を供給することになるため、加熱コイル 16 に供給する電力を大きくすることができる。

【0060】

また、スイッチング素子 12 ~ 15 の駆動停止状態から駆動状態へ移行する際に、スイッチング素子と並列に接続したダイオードに電流が流れているスイッチング素子から駆動することになり、スナバコンデンサに印加している電圧を短絡することがなくなる。そのため、スイッチング素子の発熱が少なくなり、冷却装置を小型化することができる。

【0061】

また、スイッチング素子 12 ~ 15 の切り換え時の電力損失が少なくなるため、誘導加熱装置の効率を高くすることができる。

10

【0062】

また、加熱コイル 16 に電力を供給する期間は、検知した値をもとにスイッチング素子の駆動周波数を加熱コイル 16 と共振コンデンサ 17 で決まる共振周波数に近い周波数に設定するため、加熱コイル 16 に大電力を高効率・高効率で供給することができる。

【0063】

さらに、異常な電圧値や電流値を検知した場合、スイッチング素子の駆動を停止し加熱コイル 16 に電力の供給を行わないようにすることができるため、誘導加熱装置の安全性を向上することができる。

【0064】

なお、電流検出手段 21 と電圧検出手段 22 とは、その両者を備えることなく、一方のみであってもよい。

20

【0065】

以上のように、本実施の形態では、電流検出手段 21 と電圧検出手段 22 の少なくとも 1 つを備え、検知した値をもとに制御回路 18 から発生する駆動信号のタイミングを変化してスイッチング素子 12 ~ 15 を駆動し、一定の周期で第 1 ~ 第 4 の全てのスイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うことにより、加熱コイル 16 に大電力を高効率・高効率で供給することができ、冷却装置を小型化することができ、誘導加熱装置の効率を高くすることができ、誘導加熱装置の安全性を向上することができる。

【0066】

(実施の形態 7)

図 9 は、本発明の実施の形態 7 における誘導加熱装置を示すものである。実施の形態 1 と回路構成は同じであるのでその説明は省略する。

30

【0067】

本実施の形態における誘導加熱装置は、消費電力を検知する電力検出手段 23 を備え、誘導加熱装置で消費する電力または加熱コイル 16 で消費する電力を検知している。

【0068】

すなわち、電力検出手段 23 の検出により、設定値以上の電力が供給されている場合はスイッチング素子 12 ~ 15 の駆動周波数を高くし、設定値以下の電力が供給されている場合はスイッチング素子 12 ~ 15 の駆動周波数を低くし、一定の周期で第 1 ~ 第 4 の全てのスイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うことにより、加熱コイル 16 に供給する電力を設定した電力に合わせることができ、要望する任意の発熱量を安定して得ることができる。

40

【0069】

また、電力検出手段 23 の検出により、設定値以上の電力が供給されている場合は、第 1 のスイッチング素子 12 と第 4 のスイッチング素子 15、および第 2 のスイッチング素子 13 と第 3 のスイッチング素子 14 の位相差を広げ、設定値以下の電力が供給されている場合は、第 1 のスイッチング素子 12 と第 4 のスイッチング素子 15、および第 2 のスイッチング素子 13 と第 3 のスイッチング素子 14 の位相差を縮め、一定の周期で第 1 ~ 第 4 の全てのスイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号停止期間を設けて電力制御を行うこ

50

とにより、加熱コイル 16 に供給する電力を設定した電力に合わせることができ、要望する任意の発熱量を安定して得ることができる。

【0070】

さらに、電力検出手段 23 の検出により、設定電力に応じて一定の周期で第 1 ~ 第 4 の全てのスイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号停止期間を設けるか、または一定の周期で前記第 1 ~ 第 4 の全てのスイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号停止期間を設けずに位相シフトのみによる制御を行うかを切り換えて電力制御を行うことにより、加熱コイル 16 に大電力を供給したい場合は、第 1 ~ 第 4 の全てのスイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号停止期間を設けないように切り換えて、第 1 ~ 第 4 の全てのスイッチング素子 12 ~ 15 に駆動信号停止期間を設けるよりも更に大きな電力を供給することができるため、電力制御の値を大きくすることができる。

10

【0071】

以上のように、本実施の形態では、電力検出手段 23 を備えることにより、要望する任意の発熱量を安定して得ることができ、電力制御の値を大きくすることができる。

【0072】

(実施の形態 8)

図 10 は、本発明の実施の形態 8 における誘導加熱装置を示すものである。実施の形態 1 と回路構成は同じであるのでその説明は省略する。

【0073】

本実施の形態における誘導加熱装置は、加熱コイル 16 にエネルギーを供給する電源は、直流電源 11 に代えて商用電源 24 とダイオードブリッジ 25 を用いることにより得られる全波整流電源または半波整流電源とした。また、電源に並列に平滑コンデンサ 26 を設けている。

20

【0074】

以上のように、本実施の形態では、加熱コイル 16 にエネルギーを供給する電源は、商用電源とダイオードブリッジを用いることにより得られる全波整流電源または半波整流電源を利用することにより、商用電源から直流平滑電源に変換する回路が不必要となり、部品の削減による安価なインバータを形成することができる。また、本実施の形態による制御方式は、加熱コイル 16 に大電力を供給することができるため、一定電圧の電源でなくても必要な電力を得ることができる。そのため、商用電源の平滑動作を行う必要がなく、誘導加熱装置の力率を高くすることができる。

30

【0075】

なお、各実施の形態 1 ~ 8 における構成は、必要に応じて適宜組み合わせることができるものであり、実施の形態そのものの構成に限定されるものではない。また、インバータとしてフルブリッジ型インバータを示したが、これ以外のインバータも適用できるものである。

【産業上の利用可能性】

【0076】

以上のように、本発明にかかる誘導加熱装置は、加熱コイルに大電力を供給できるとともに、高効率で平均電力を任意に制御することができ、しかもスイッチング素子の切り換え時の電力損失が発生せず、高効率で電力を制御することができるので、IHクッキングヒータやIH炊飯器のような家電製品のみならず、金属の焼入れなど業務用製品を含め誘導加熱により加熱を行う全ての装置に適用可能である。さらに、この制御方法はスイッチング素子を高周波で駆動してもスイッチング素子の負担が小さいため、アルミなど固有抵抗の小さい金属を加熱することも容易にできるので産業上の利用可能性は大いにある。

40

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図 1】本発明の実施の形態 1 における誘導加熱装置を示す回路図

【図 2】同誘導加熱装置における電圧波形と電流波形を示す図

【図 3】本発明の実施の形態 2 における誘導加熱装置の電圧波形と電流波形を示す図

50

【図 4】本発明の実施の形態 3 における誘導加熱装置の電圧波形と電流波形を示す図

【図 5】同誘導加熱装置の図 4 とは異なる電圧波形と電流波形を示す図

【図 6】本発明の実施の形態 4 における誘導加熱装置の電圧波形と電流波形を示す図

【図 7】本発明の実施の形態 5 における誘導加熱装置の電圧波形と電流波形を示す図

【図 8】本発明の実施の形態 6 における誘導加熱装置を示す回路図

【図 9】本発明の実施の形態 7 における誘導加熱装置を示す回路図

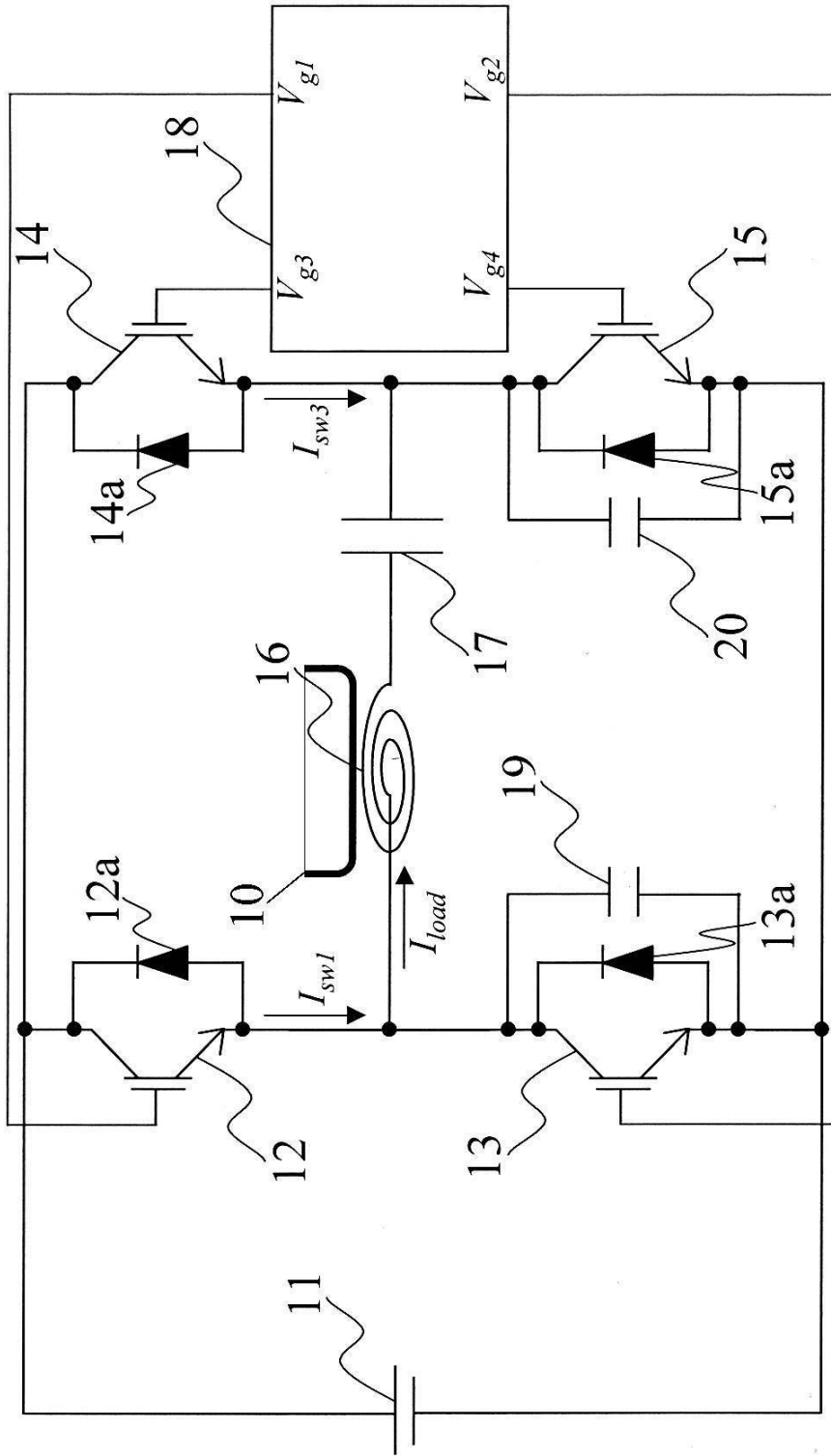
【図 10】本発明の実施の形態 8 における誘導加熱装置を示す回路図

【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

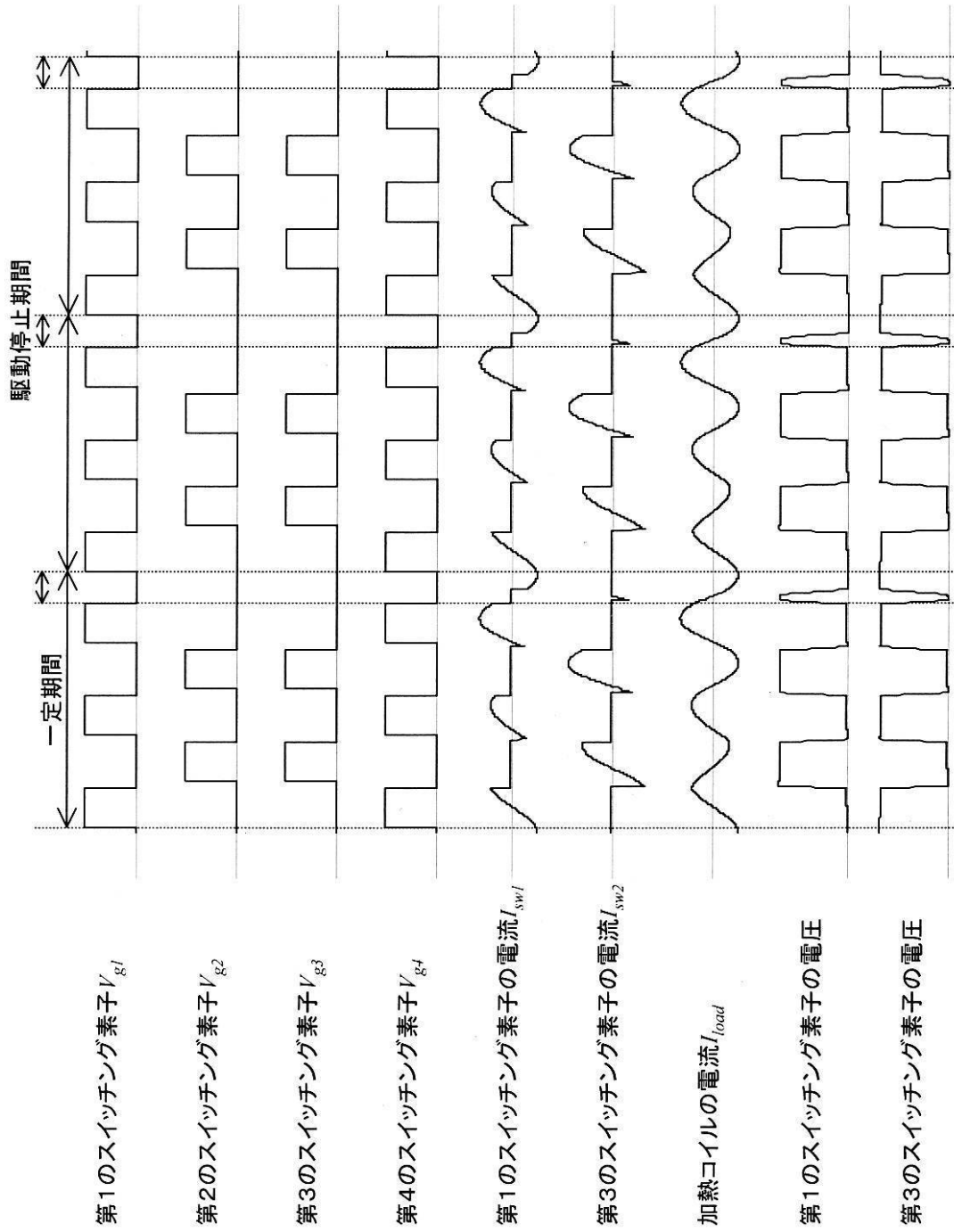
1 0	被加熱物体	10
1 1	直流電源	
1 2	第 1 のスイッチング素子	
1 2 a	第 1 のダイオード	
1 3	第 2 のスイッチング素子	
1 3 a	第 2 のダイオード	
1 4	第 3 のスイッチング素子	
1 4 a	第 3 のダイオード	
1 5	第 4 のスイッチング素子	
1 5 a	第 4 のダイオード	
1 6	加熱コイル	20
1 7	共振コンデンサ	
1 8	制御回路	
1 9	第 1 のスナバコンデンサ	
2 0	第 2 のスナバコンデンサ	
2 1	電流検出手段	
2 2	電圧検出手段	
2 3	電力検出手段	
2 4	商用電源	
2 5	ダイオードブリッジ	
2 6	平滑コンデンサ	30

【図1】

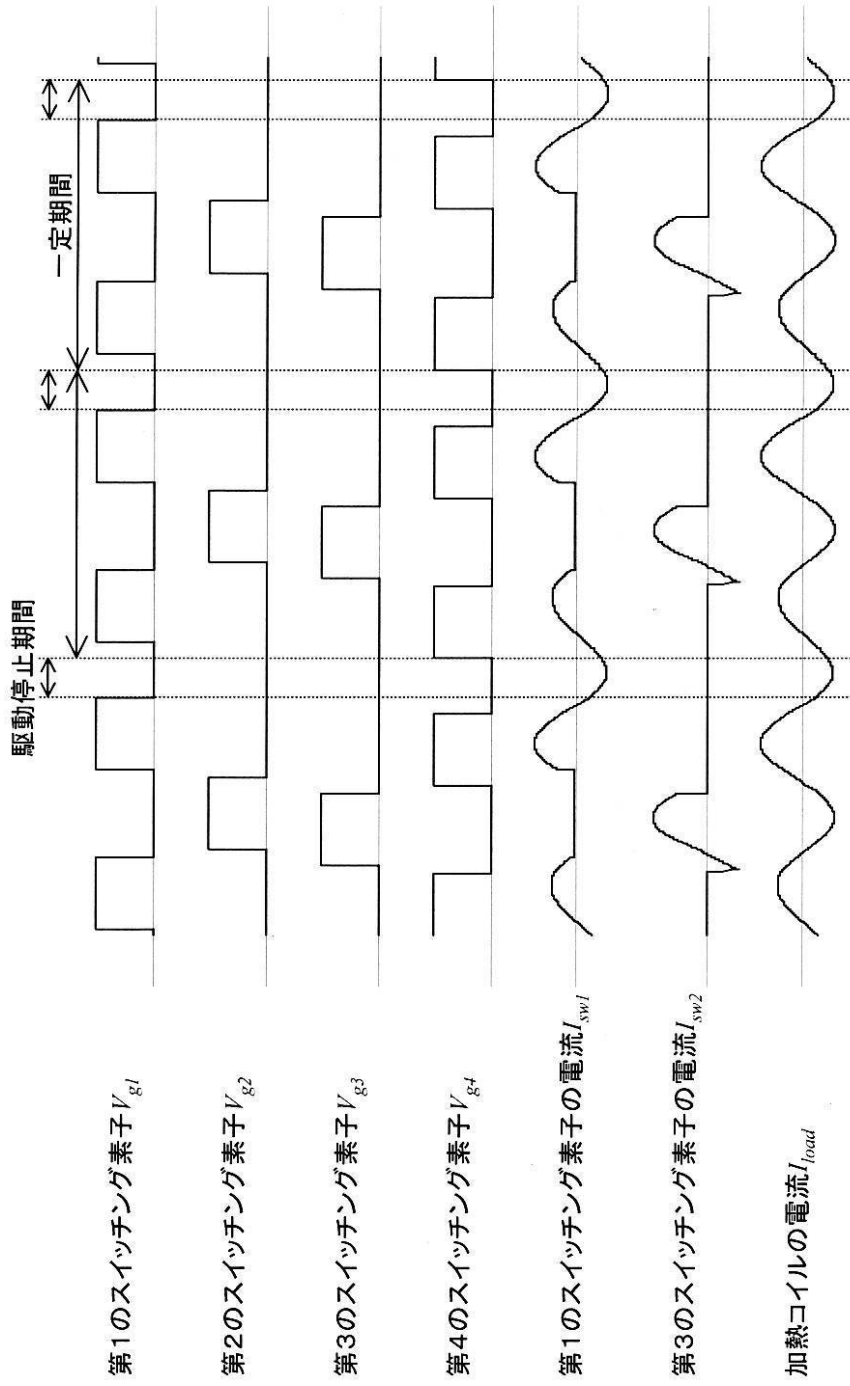


- | | | | |
|-----|-------------|-----|-------------|
| 10 | 被加熱物体 | 15 | 第4のスイッチング素子 |
| 11 | 直流電源 | 15a | 第4のダイオード |
| 12 | 第1のスイッチング素子 | 16 | 加熱コイル |
| 12a | 第1のダイオード | 17 | 共振コンデンサ |
| 13 | 第2のスイッチング素子 | 18 | 制御回路 |
| 13a | 第2のダイオード | 19 | 第1のスナバコンデンサ |
| 14 | 第3のスイッチング素子 | 20 | 第2のスナバコンデンサ |
| 14a | 第3のダイオード | | |

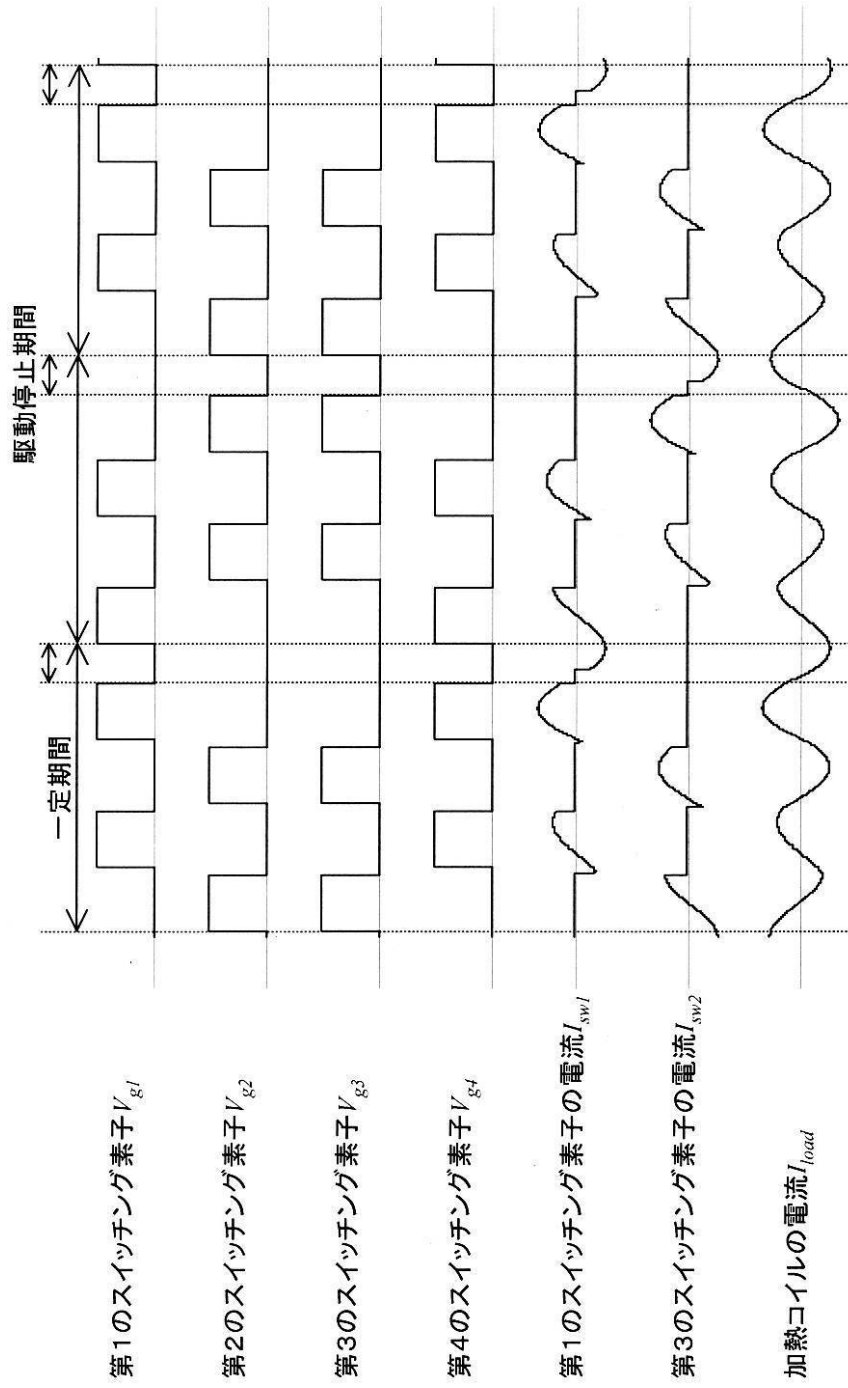
【図2】



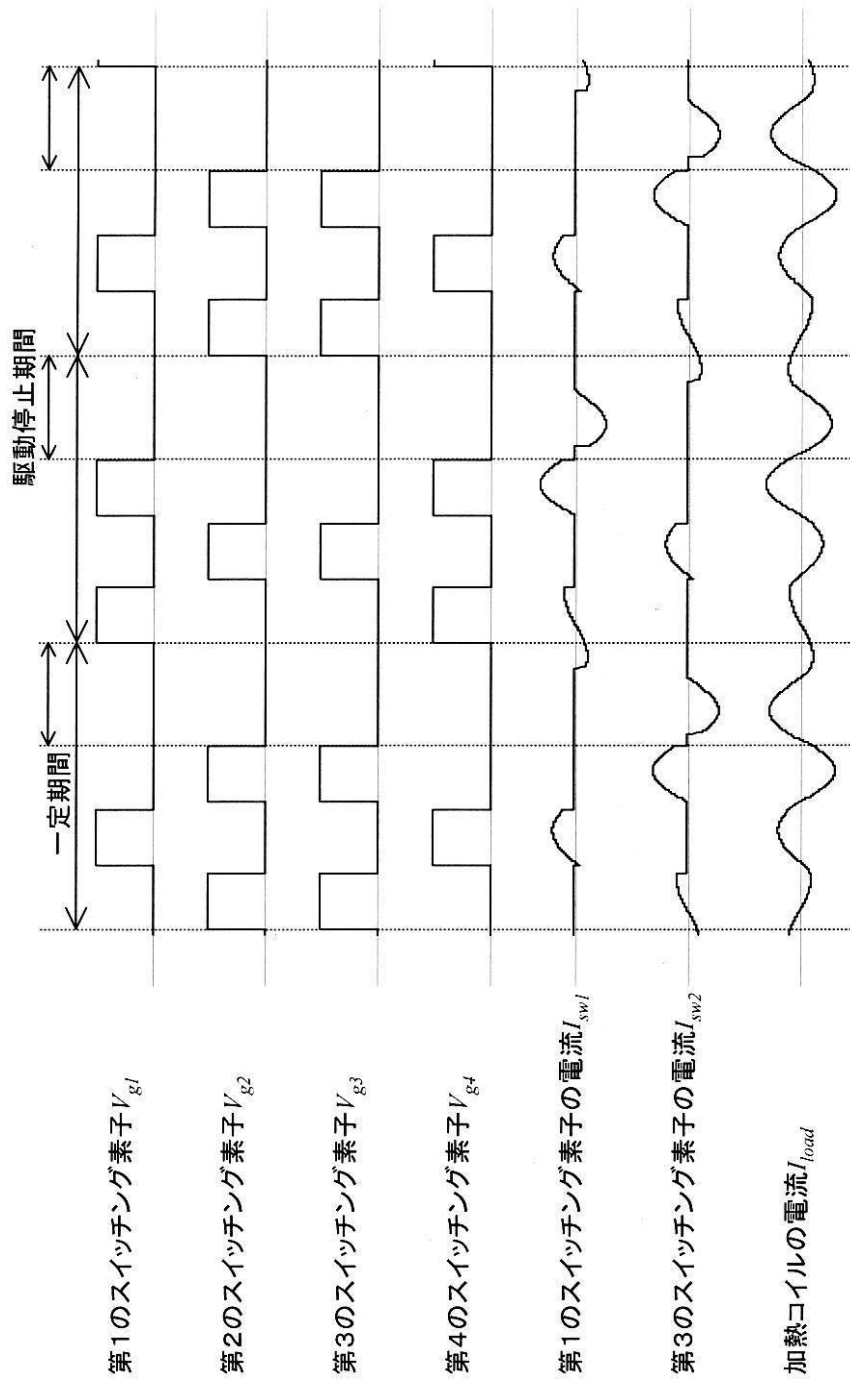
【図3】



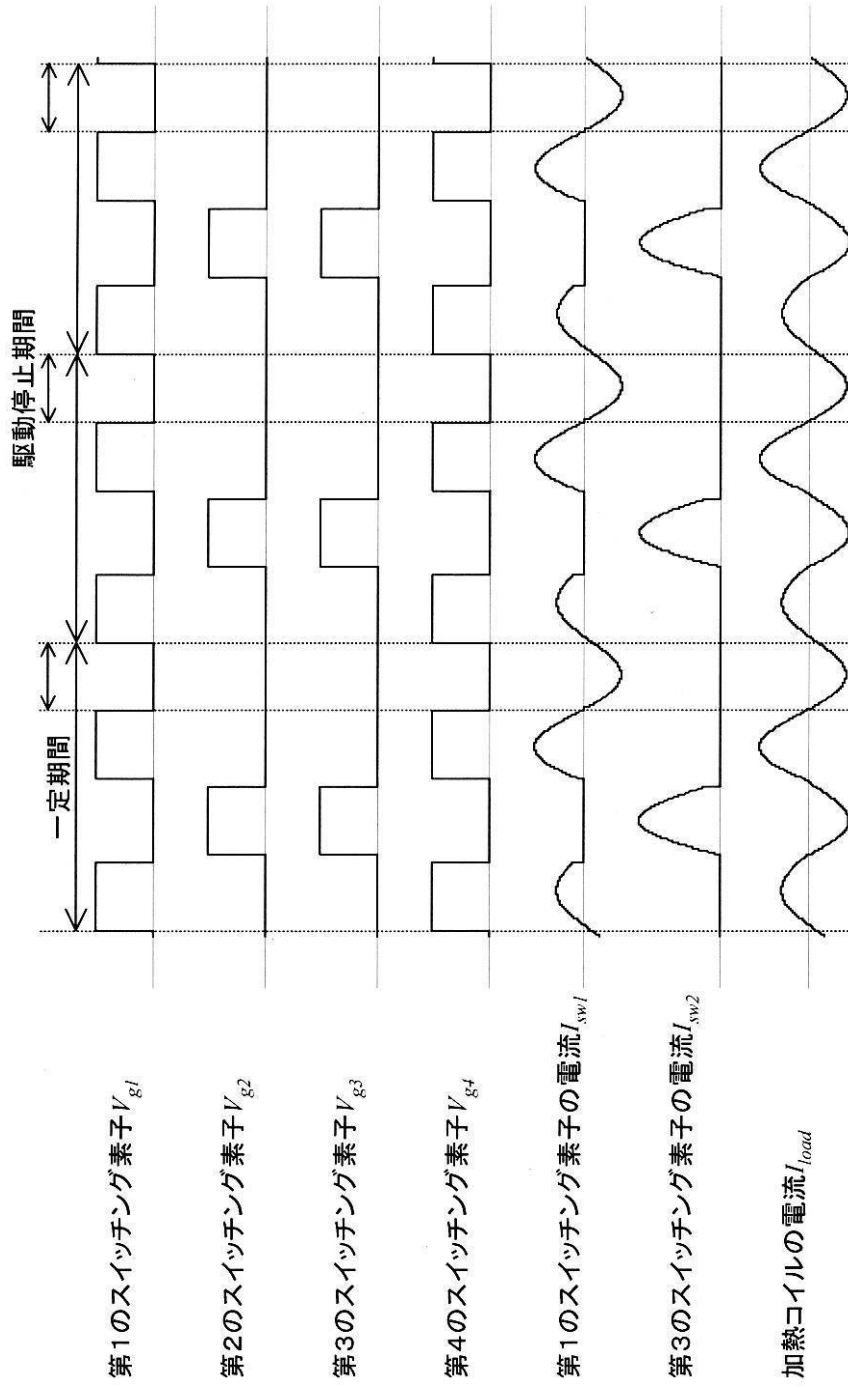
【図4】



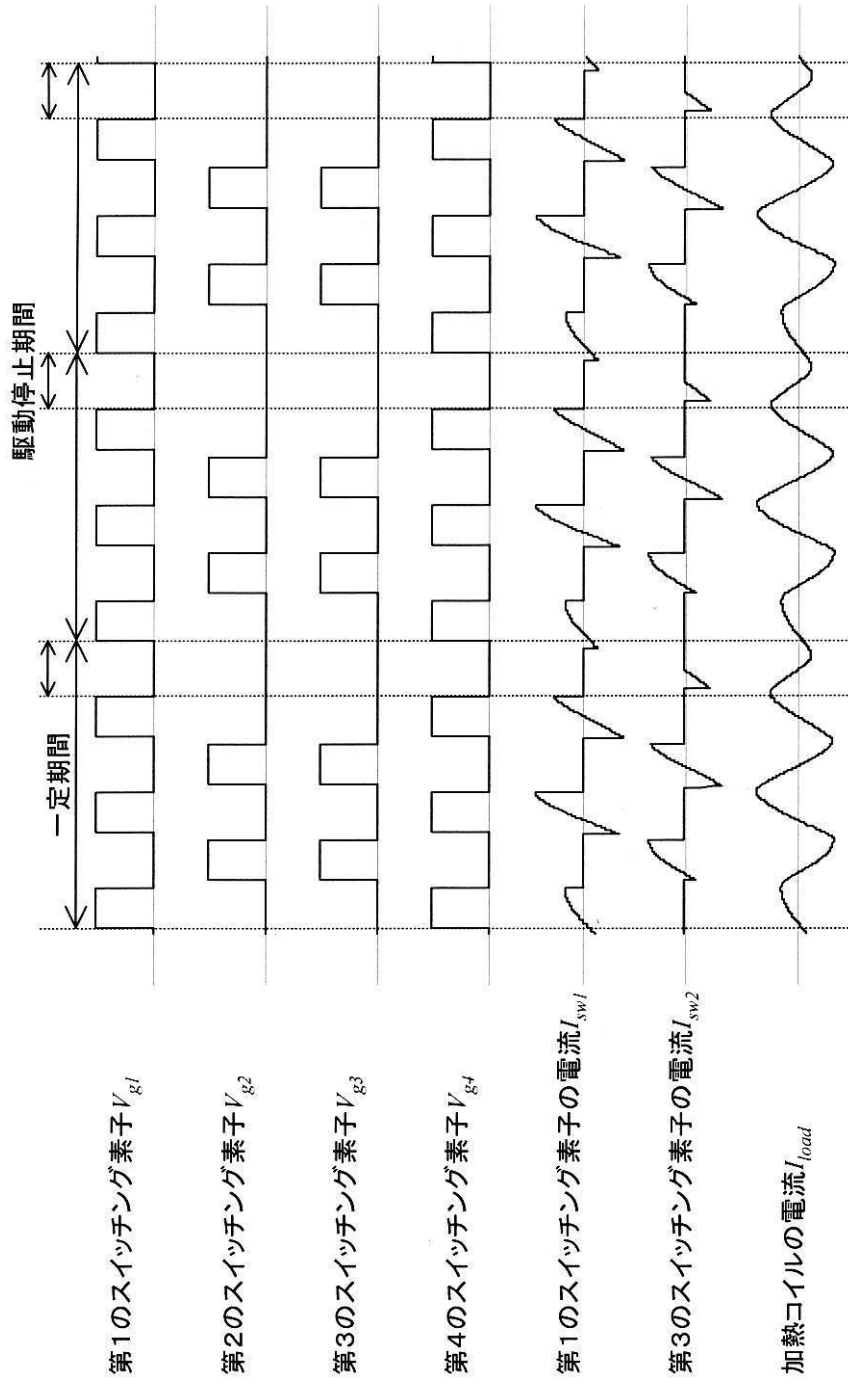
【図5】



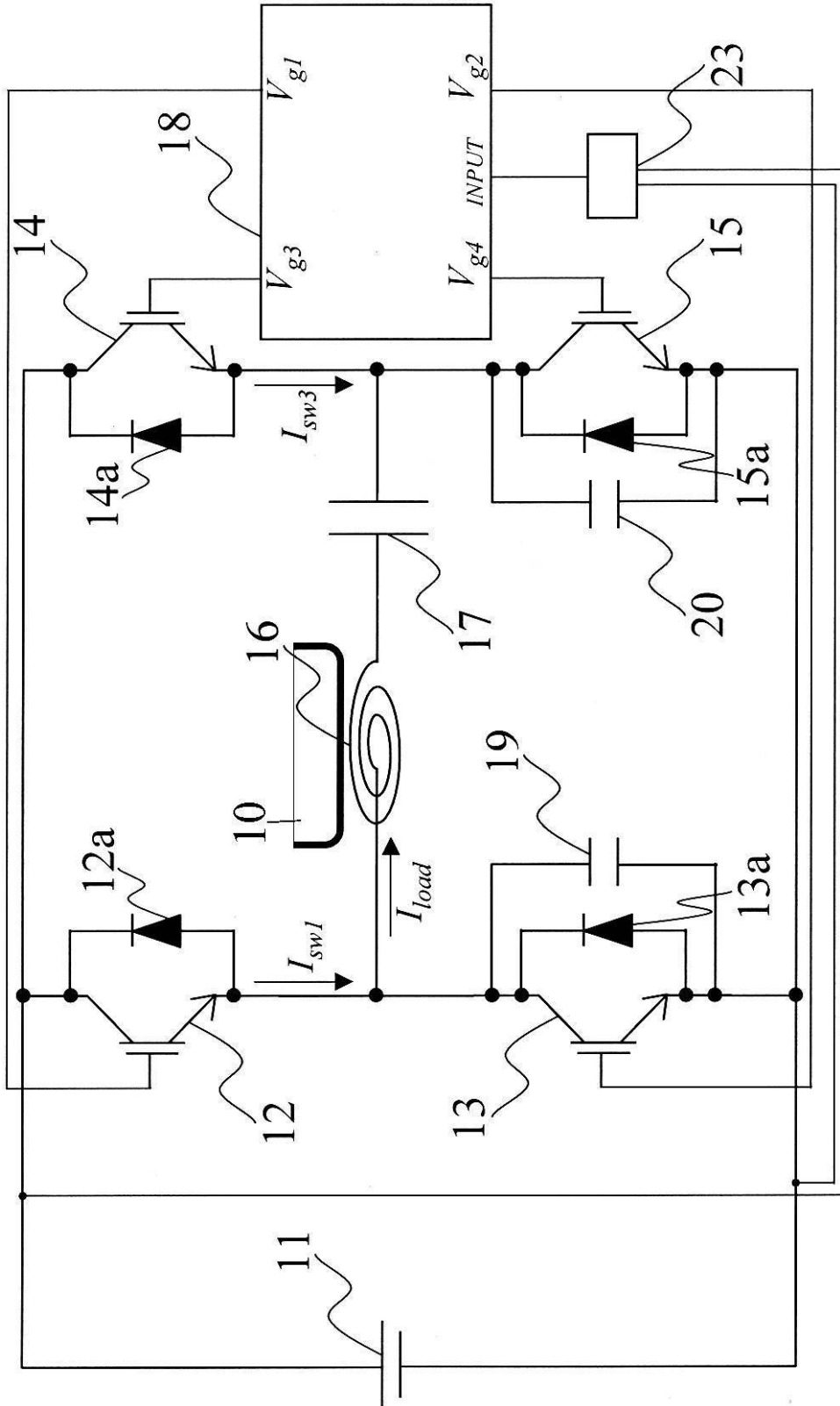
【 図 6 】



【 図 7 】

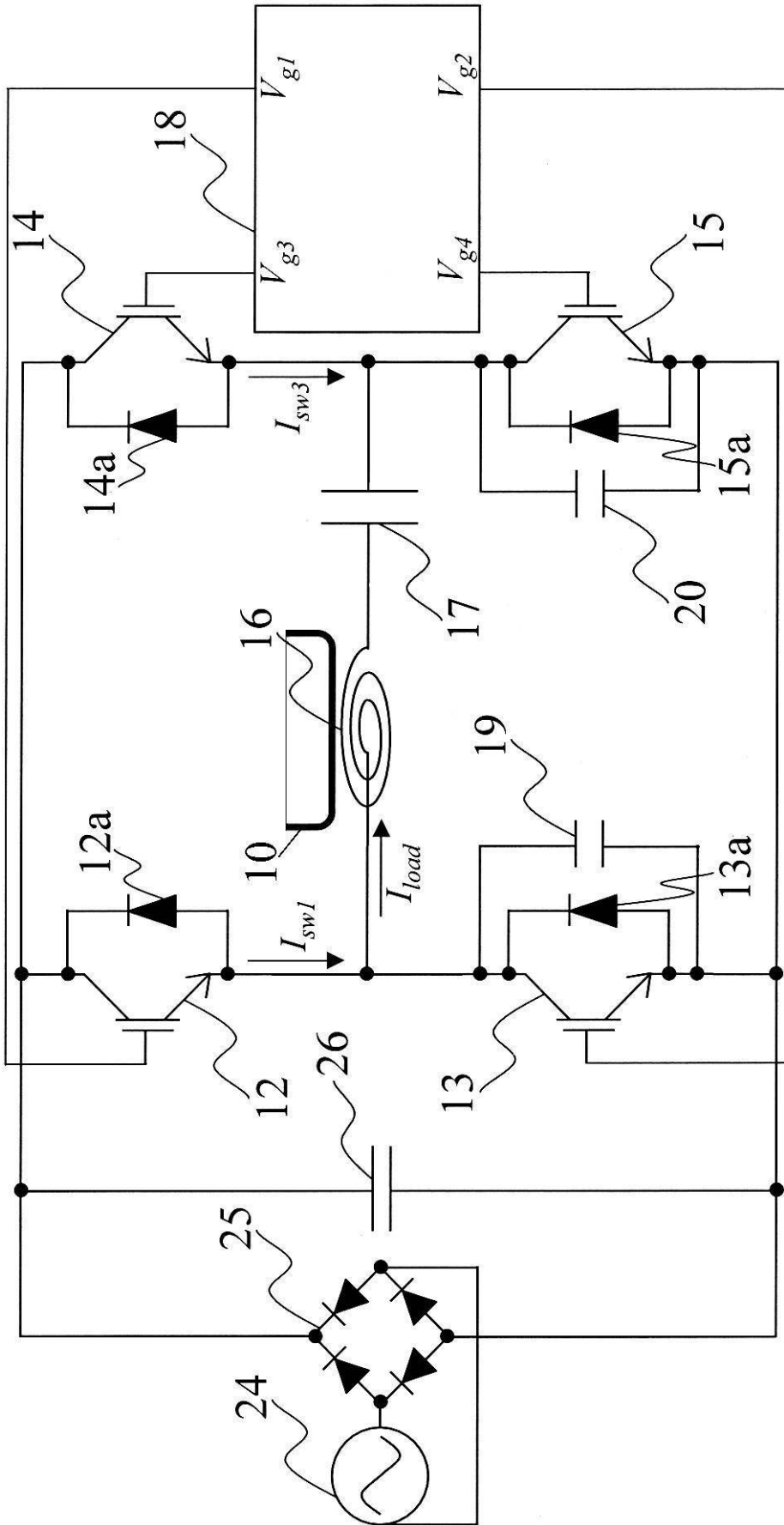


【図9】



2 3 電力検出手段

【図10】



24 商用電源

25 ダイオードブリッジ

26 平滑コンデンサ

26 平滑コンデンサ

フロントページの続き

(72)発明者 弘田 泉生
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

審査官 土屋 正志

(56)参考文献 特開平09-065656(JP,A)
特開平09-185986(JP,A)
特開2005-166621(JP,A)
特開2000-200677(JP,A)
特開2005-149915(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 6/12
H05B 6/04
H05B 6/06