(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2004-6331
(P2004-6331A)
(43)公開日　平成16年1月8日(2004.1.8)

(51)Int.Cl.[7]	F I			テーマコード（参考）
H05B 6/12	H05B	6/12	327	3K051
H05B 6/06	H05B	6/12	334	3K059
	H05B	6/06	366	

審査請求 未請求　請求項の数 16　ＯＬ　（全 18 頁）

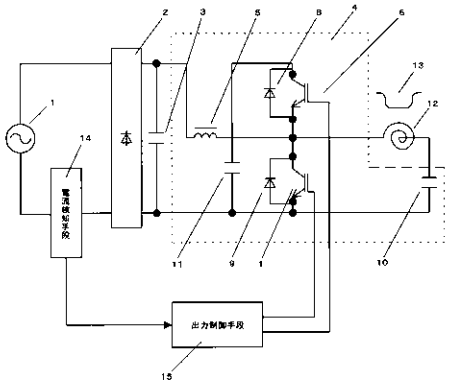
(21)出願番号　特願2003-120023(P2003-120023)
(22)出願日　平成15年4月24日(2003.4.24)
(31)優先権主張番号　特願2002-121918(P2002-121918)
(32)優先日　平成14年4月24日(2002.4.24)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(71)出願人　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100097445
弁理士　岩橋　文雄
(74)代理人　100103355
弁理士　坂口　智康
(74)代理人　100109667
弁理士　内藤　浩樹
(72)発明者　新山　浩次
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　藤井　裕二
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)【要約】
【課題】アルミ等の低抵抗、低透磁率の負荷を加熱するインバータで、ソフトスタート時間を短縮しての制御性を良くする。
【解決手段】第１のスイッチング素子６と第２のスイッチング素子７の駆動周波数と駆動時間比を可変して出力制御を行う出力制御手段１５を有し、出力制御手段１５は、駆動周波数を一定にして駆動時間比を徐々に上昇させる時間比変更モードと駆動時間比を一定にして駆動周波数を徐々に低下させる周波数変更モードを有し、時間比変更モードにおいて所定の駆動時間比または駆動時間に到達すると周波数変更モードに移行し駆動周波数を低下させる。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の直列接続体と、前記第１のスイッチング素子に並列に接続された第１の逆導通素子と、前記第２のスイッチング素子に並列に接続された第２の逆導通素子と、前記第１のスイッチング素子または前記第２のスイッチング素子に並列に接続された加熱コイルと共振コンデンサを含む共振回路とを有し直流電圧を入力して前記第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の導通により共振するインバータと、前記第１のスイッチング素子と前記第２のスイッチング素子を排他的に導通制御する出力制御手段と、前記インバータの入力電流又はそれに略等価な電圧若しくは電流を検知する出力検知手段とを備え、前記第１のスイッチング素子または前記第１の逆導通素子に流れる共振電流が、前記加熱コイルの発生する磁界が高導電率かつ低透磁率の負荷を誘導加熱すると前記第１のスイッチング素子の駆動期間より短い周期で共振する加熱モードを有するとともに、前記出力制御手段は、前記第１及び第２のスイッチング素子の駆動時間比を徐々に変更して前記インバータの出力を上昇させる駆動時間比変更モードと、前記第１及び第２のスイッチング素子の駆動時間比を略一定にして徐々に駆動周波数を変更して前記インバータの出力を上昇させる駆動周波数変更モードとを備え、前記インバータの出力を、前記駆動時間比変更モードと前記駆動時間比変更モードを組み合わせて、起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる誘導加熱装置。
【請求項２】
出力制御手段は、起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内において、駆動時間比変更モードまたは駆動周波数変更モードのいずれか一方のモードでのみインバータの出力を増加させる期間を設けた請求項１に記載の誘導加熱装置。
【請求項３】
出力制御手段は、駆動時間比変更モードと駆動周波数変更モードに交互に移行しながらインバータの出力を起動時の低出力値から所定の出力値に到達させてなる請求項１または２に記載の誘導加熱装置。
【請求項４】
出力制御手段は、起動時、第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の駆動駆動時間比を変えてインバータの出力を増加させ、途中から前記駆動時間比を略一定にして前記第１のスイッチング素子と前記第２のスイッチング素子の駆動周波数を変えインバータの出力を増加させてなる請求項３に記載の誘導加熱装置。
【請求項５】
出力制御手段は、起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内において、駆動時間比変更モードのときに駆動時間比が所定の駆動時間比を越えると駆動周波数変更モードに移行する請求項３または４に記載の誘導加熱装置。
【請求項６】
出力制御手段は、起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内において、駆動周波数を直前の変化幅より大きい変化幅で離散的に変更して前記インバータの出力を上昇させると同時に駆動時間比を直前の変化幅より大きい変化幅で離散的に変更する請求項１～５のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。
【請求項７】
出力制御手段は、起動時、第１のスイッチング素子の駆動期間が共振電流の共振周期より短くなるようにして第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の駆動時間比を変えて加熱出力を増加させ、所定の駆動時間比に到達すると、第１のスイッチング素子の駆動期間を共振電流の周期より長くかつ低出力値になるように離散的に長く変更してから前記駆動期間を徐々に長くして駆動周波数を低下させインバータの出力を前記低出力値から所定の出力値まで増加させてなる請求項１～６のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。
【請求項８】
出力制御手段は、周波数変更モードにより出力を徐々に増加させるとともに、出力検知手段の出力によってインバータの出力値が設定された出力値より小さい所定の出力値に到達

したことを検知した後、駆動時間比変更モードに移行して出力を徐々に増加させる請求項１～７のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。
【請求項９】
インバータ起動後所定の時間略最小の出力となる駆動周波数および駆動時間比で出力する第１の出力固定モードを有する請求項１～８のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。
【請求項１０】
出力制御手段は、駆動周波数または駆動時間比を直前の変化幅より大きい変化幅で離散的に低下させた後、所定の時間、駆動周波数と駆動時間比の出力を固定する第２の出力固定モードを有する請求項１～９のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。
【請求項１１】
高導電率かつ低透磁率の負荷を誘導加熱した場合の前記負荷の浮きまたはずれを検知する移動検知手段を有し、出力制御手段は、前記移動検出手段が前記負荷の浮きまたはずれを検知している場合の駆動周波数変更モードにおける駆動周波数を変化させる時間間隔を、前記移動検出手段が前記負荷の浮きまたはずれを検知していない場合の駆動周波数変更モードにおける駆動周波数を変化させる時間間隔より長くした請求項１～１０のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。
【請求項１２】
出力制御手段は、出力検知手段の検知出力を入力して、インバータの出力を前記検知出力に基づき設定出力に到達させた後において、前記インバータの出力が変化して所定の範囲で駆動時間比を変更しても前記設定出力に到達しない場合に、駆動周波数を変更することにより前記設定出力に到達させてなる請求項１～１１のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。
【請求項１３】
出力制御手段が第１の出力固定モードまたは起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内における時間比変更モードにある場合に、出力検知手段が所定の値を超えると異常状態が起きていると判断して通常の加熱動作を行わない請求項１～１２のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。
【請求項１４】
出力検知手段を備え、出力制御手段が起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内における周波数変更モードにおいて、所定の周波数に到達するまでに出力検知手段の出力が所定の値に到達しないとき通常の加熱動作を行わない小物と判定する小物検知手段を有する請求項１～１３のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。
【請求項１５】
出力制御手段が所定の周波数範囲の駆動周波数で制御しているときに、出力検知手段の出力が所定の値より小さいことを検知すると小物と判定する小物検知手段を有する請求項１～１４のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。
【請求項１６】
出力検知手段はインバータの入力電流を検知する請求項１～１５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】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は一般家庭やオフィス、レストラン、工場などで使用される誘導加熱調理器、誘導加熱を利用した湯沸かし器、加温装置などの誘導加熱装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来の誘導加熱装置の例として誘導加熱調理器について、図１３に基づいて説明する。電源３１は２００Ｖ商用電源で、ブリッジダイオードである整流回路３２で整流され、平滑コンデンサ３３にて直流電力に変換させる。３４はインバータで、第１のスイッチング素子３５および第２のスイッチング素子３６と第１の逆導通素子３７および第２の逆導通素

子３８と、共振コンデンサ３９により構成される。第１のスイッチング素子３５および第２のスイッチング素子３６を駆動して高周波磁界を加熱コイル４０に発生させ、負荷４１を誘導加熱する。

【０００３】

４２は、インバータの入力電流を検知する電流検知手段で、出力制御手段４３は、電流検知手段４２の出力に応じて、第１のスイッチング素子３５および第２のスイッチング素子４３を駆動して、電力を制御する。ここで、出力制御手段４３は第１のスイッチング素子３５と第２のスイッチング素子４３の駆動周波数または駆動時間比のいずれかにより電力制御を行っていた。

【０００４】

図１４（Ａ）は、駆動周波数－入力電力特性を示すグラフであり、出力制御手段４３は、図１４（Ａ）に示す特性を利用して、スイッチング素子の駆動時間比を一定して駆動周波数を可変することにより電力制御を行い、また、図１４（Ｂ）は、駆動時間比－入力電力特性を示すグラフで、出力制御手段４３は、図１４（Ｂ）に示す特性を利用して、駆動周波数を一定にしてスイッチング素子の駆動時間比を可変することにより電力制御を行っていた。

【０００５】

図１３は、出力制御手段４３が駆動時間比を制御して電力制御を行う場合において、設定された電力に到達するソフトスタート動作を示している。インバータを起動する場合、最小の出力となる駆動時間比で第１のスイッチング素子および第２のスイッチング素子を駆動し、一定時間づつ駆動時間を長くする第１の駆動時間比変更モードを有している。

【０００６】

また、アルミニウム製の負荷をスイッチング素子の損失を抑制しながら加熱する誘導加熱調理装置に係る技術が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

【０００７】

【特許文献１】

特開２００１－１６０４８４号公報

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】

前記従来の構成の誘導加熱装置は、アルミニウムや銅など低抵抗金属からなる負荷を誘導加熱した場合、低抵抗のため負荷と磁気結合した状態での加熱コイルのＱが大きくなり、駆動周波数に対する入力電力の変化が大きく、駆動周波数の制御による電力制御と、細かな電力制御が行うための駆動時間比の制御による電力制御も必要であり、インバータ起動後、設定電力に到達するまでの時間が長くなるという課題があった。また、特許文献１に記載の技術は出力制御性に問題があり使い勝手が悪いものであった。

【０００９】

本発明の目的は、設定電力に到達するまでの時間を従来の鉄系負荷を加熱するインバータの起動時間と同等以下に短縮し、制御性を向上したアルミ等の低抵抗、低透磁率の材質の負荷を誘導加熱する誘導加熱装置の制御方法を提供する。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の誘導加熱装置は、第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の直列接続体と、前記第１のスイッチング素子に並列に接続された第１の逆導通素子と、前記第２のスイッチング素子に並列に接続された第２の逆導通素子と、前記第１のスイッチング素子または前記第２のスイッチング素子に並列に接続された加熱コイルと共振コンデンサを含む共振回路とを有し直流電圧を入力して前記第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の導通により共振するインバータと、前記第１のスイッチング素子と前記第２のスイッチング素子を排他的に導通制御する出力制御手段と、前記インバータの入力電流又はそれに略等価な電圧若しくは電流を検知する出力検知手段とを備え、前記第１のスイッチング素子または前記第１の逆導通素子に流れる共振電流が、

前記加熱コイルの発生する磁界が高導電率かつ低透磁率の負荷を誘導加熱すると前記第１のスイッチング素子の駆動期間より短い周期で共振する加熱モードを有するとともに、前記出力制御手段は、前記第１及び第２のスイッチング素子の駆動時間比を徐々に変更して前記インバータの出力を上昇させる駆動時間比変更モードと、前記第１及び第２のスイッチング素子の駆動時間比を略一定にして徐々に駆動周波数を変更して前記インバータの出力を上昇させる駆動周波数変更モードとを備え、前記インバータの出力を、前記駆動時間比変更モードと前記駆動時間比変更モードを組み合わせて、起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させることにより、アルミや銅などの高導電率かつ低透磁率の負荷をスイッチング素子の損失の増大を抑制して誘導加熱することができるとともに、インバータ起動から設定電力に到達するまでソフトスタート動作の時間を短縮し、スイッチング素子が故障しにくく制御性のよい誘導加熱装置が提供することができる。

【００１１】

【発明の実施の形態】

請求項１記載の発明は、第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の直列接続体と、前記第１のスイッチング素子に並列に接続された第１の逆導通素子と、前記第２のスイッチング素子に並列に接続された第２の逆導通素子と、前記第１のスイッチング素子または前記第２のスイッチング素子に並列に接続された加熱コイルと共振コンデンサを含む共振回路とを有し直流電圧を入力して前記第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の導通により共振するインバータと、前記第１のスイッチング素子と前記第２のスイッチング素子を排他的に導通制御する出力制御手段と、前記インバータの入力電流又はそれに略等価な電圧若しくは電流を検知する出力検知手段とを備え、前記第１のスイッチング素子または前記第１の逆導通素子に流れる共振電流が、前記加熱コイルの発生する磁界が高導電率かつ低透磁率の負荷を誘導加熱すると前記第１のスイッチング素子の駆動期間より短い周期で共振する加熱モードを有するとともに、前記出力制御手段は、前記第１及び第２のスイッチング素子の駆動時間比を徐々に変更して前記インバータの出力を上昇させる駆動時間比変更モードと、前記第１及び第２のスイッチング素子の駆動時間比を略一定にして徐々に駆動周波数を変更して前記インバータの出力を上昇させる駆動周波数変更モードとを備え、前記インバータの出力を、前記駆動時間比変更モードと前記駆動時間比変更モードを組み合わせて、起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させることにより、加熱コイルに供給する電流の共振電流の共振周波数より、スイッチング素子の駆動周波数を低くでき、アルミニウムなどの高導電率かつ低透磁率の負荷を誘導加熱することができるとともに、スイッチング素子のスイッチング損失を低減することができる。

【００１２】

また、インバータの出力を、駆動時間比変更モードと駆動時間比変更モードを組み合わせて、起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させるので、負荷の検知を精度良く安定して行うとともに、迅速に設定出力までインバータの出力を増加させることができる。したがって、起動時にインバータに異常な電圧が発生してスイッチング素子が破壊するのを防止すると同時に使い勝手を良くすることができる。なお、駆動時間比変更モードにおいては、一定周波数による出力制御をおこなうこともできる。

【００１３】

請求項２記載の発明は、特に、出力制御手段は、起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内において、駆動時間比変更モードまたは駆動周波数変更モードのいずれか一方のモードでのみインバータの出力を増加させる期間を設けたことにより、当該期間においては、出力制御特性が単純化されるので制御が行いやすくなり制御出力を安定化し易くなる。

【００１４】

また、請求項３記載の発明は、特に、出力制御手段は、駆動時間比変更モードと駆動周波数変更モードに交互に移行しながらインバータの出力を起動時の低出力値から所定の出力値に到達させてなることにより、インバータの共振回路の共振周波数における出力の変化に対応してきめこまかな出力の制御を行うことができる、また所定の出力値に迅速に到達

させることができる。

【００１５】

また、請求項４記載の発明は、特に、出力制御手段は、起動時、第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の駆動駆動時間比を変えてインバータの出力を増加させ、途中から前記駆動時間比を略一定にして前記第１のスイッチング素子と前記第２のスイッチング素子の駆動周波数を変えインバータの出力を増加させてなることにより、起動時に駆動駆動時間比を変えることにより、出力の変化速度を緩やかにして、出力の小さい状態にて異常な負荷を検出することができる。また、駆動時間比を略一定にして駆動周波数を変えることにより、大きな出力変化が得やすいので出力を増加させる時間を短縮することができる。また、駆動時間比を変える場合には、駆動周波数を一定とすることもできる。

【００１６】

また、請求項５記載の発明は、特に、出力制御手段は、起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内において、駆動時間比変更モードのときに駆動時間比が所定の駆動時間比を越えると駆動周波数変更モードに移行することにより、駆動時間比変更モードから駆動周波数変更モードに移行する制御が簡単にできるので、マイクロコンピュータ等で容易に実現することができる。

【００１７】

また、請求項６記載の発明は、特に、出力制御手段は、起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内において、駆動周波数を直前の変化幅より大きい変化幅で離散的に変更して前記インバータの出力を上昇させると同時に駆動時間比を直前の変化幅より大きい変化幅で離散的に変更することにより、インバータの共振周波数付近の出力が増大する状態（駆動周波数）を経由せず、他の出力の低い周波数に離散的に安定的に制御を行う領域に遷移することができるのでスイッチング素子に過大な電圧や電流の責務が印加するのを防止して、出力制御を行うことができる。

【００１８】

また、請求項７記載の発明は、特に、出力制御手段は、起動時、第１のスイッチング素子の駆動期間が共振電流の共振周期より短くなるようにして第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の駆動時間比を変えて加熱出力を増加させ、所定の駆動時間比に到達すると、第１のスイッチング素子の駆動期間を共振電流の周期より長くかつ低出力値になるように離散的に長く変更してから前記駆動期間を徐々に長くして駆動周波数を低下させインバータの出力を前記低出力値から所定の出力値まで増加させてなることにより、インバータの共振周波数付近の出力が増大する状態を経由せず、他の出力の低い周波数に離散的に安定的に制御を行う領域に遷移することができるのでスイッチング素子に過大な電圧や電流の責務が印加するのを防止して、出力制御を行うことができる。

【００１９】

また、請求項８記載の発明は、特に、出力制御手段は、周波数変更モードにより出力を徐々に増加させるとともに、出力検知手段の出力によってインバータの出力値が設定された出力値より小さい所定の出力値に到達したことを検知した後、駆動時間比変更モードに移行して出力を徐々に増加させることにより、周波数変更モードにより短時間で出力を増加させ、設定出力の手前で駆動時間比変更モードに移行して出力の微変更をおこなうので設定出力を大きく超える電力にならず、スイッチング素子等の各部品に過大な負荷がかかることがなく、信頼性の高い誘導加熱装置ができる。

【００２０】

また、請求項９記載の発明は、特に、出力制御手段は、インバータ起動後所定の時間略最小の出力となる駆動周波数および駆動時間比で出力する第１の出力固定モードを有することにより、入力電流が安定し、信頼性の高い制御ができる。

【００２１】

また、請求項１０記載の発明は、特に、出力制御手段は、駆動周波数または駆動時間比を直前の変化幅より大きい変化幅で離散的に低下させた後、所定の時間、駆動周波数と駆動時間比の出力を固定する第２の出力固定モードを有することにより、インバータの共振周

波数付近の出力が増大する状態（駆動周波数）を経由せず、他の出力の低い周波数に離散的に安定的に制御を行う領域に遷移することができるのでスイッチング素子に過大な電圧や電流の責務が印加するのを防止して、出力制御を行うことができる。

【００２２】

また、請求項１１記載の発明は、特に、高導電率かつ低透磁率の負荷を誘導加熱した場合の前記負荷の浮きまたはずれを検知する移動検知手段を有し、出力制御手段は、前記移動検出手段が前記負荷の浮きまたはずれを検知している場合の駆動周波数変更モードにおける駆動周波数を変化させる時間間隔を、前記移動検出手段が前記負荷の浮きまたはずれを検知していない場合の駆動周波数変更モードにおける駆動周波数を変化させる時間間隔より長くしたことにより、出力が固定される時間が長くなり、高導電率かつ低透磁率の負荷を誘導加熱した場合の前記負荷の浮きまたはずれを検知する移動検出手段の検知精度を向上させることができ、他の材質の負荷（例えば磁性の小物負荷）においては負荷検知の速度を速め検知状態で放置された場合の負荷の温度上昇を抑制するなど安全性の高い誘導加熱装置を提供できる。

【００２３】

また、請求項１２記載の発明は、特に、出力制御手段は、出力検知手段の検知出力を入力して、インバータの出力を前記検知出力に基づき設定出力に到達させた後において、前記インバータの出力が変化して所定の範囲で駆動時間比を変更しても前記設定出力に到達しない場合に、駆動周波数を変更することにより前記設定出力に到達させてなるので、ソフトスタート動作終了後の安定状態において出力電力が大きく変動しても、駆動周波数を変更することによりすばやく安定した設定電力を得ることができ、また、設定出力付近では駆動時間比を変更することにより出力の変動幅を抑制してスイッチング素子等の各部品に過渡的な過大な電圧や電流がかかることがなく、信頼性の高い誘導加熱装置ができる。

【００２４】

また、請求項１３記載の発明は、特に、出力制御手段が第１の出力固定モードまたは起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内における時間比変更モードにある場合に、出力検知手段が所定の値を超えると通常の加熱動作を行わない小物と判定する小物検知手段を有することにより、低出力状態が所定時間維持される（維持には変化幅が少ない状態を含む）ので、精度良く小物検知ができ、スイッチング素子等の各部品に過渡的な過大な電圧や電流がかかることがなく、故障の少ない誘導加熱装置を提供できる。

【００２５】

また、請求項１３記載の発明は、特に、出力制御手段が第１の出力固定モードまたは起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内における時間比変更モードにある場合に、出力検知手段が所定の値を超えると異常状態が起きていると判断して通常の加熱動作を行わないことにより、スイッチング素子等の各部品に過渡的な過大な電圧や電流がかかることがなく、故障の少ない誘導加熱装置を提供できる。

【００２６】

また、請求項１４記載の発明は、特に、出力制御手段が起動時の低出力値から所定の出力値まで到達させる期間内における周波数変更モードにおいて、所定の周波数に到達するまでに出力検知手段の出力が所定の値に到達しないとき通常の加熱動作を行わない小物と判定する小物検知手段を有することにより、直径が小さいため加熱できない負荷を検知して停止することができる。

【００２７】

また、請求項１５記載の発明は、特に、出力制御手段が所定の（インバータの出力が所定の値以上得られるべき）周波数範囲内の駆動周波数で制御しているときに、出力検知手段の出力が所定の値より小さいことを検知すると小物と判定する小物検知手段を有することにより、使用中、常に小物検知ができるので、使い勝ってがよく、また、他の検知手段が必要ないので、簡単な方法で安価に信頼性の高い誘導過熱装置を提供できる。

【００２８】

また、請求項１６記載の発明は、特に、出力検知手段はインバータの入力電流を検知する

入力電流検知手段とすることにより、インバータの実効電力を精度良く検知するとともに、簡単で安価な構成で、請求項１～１５の発明に必要な出力検知手段を実現することができる。

【００２９】

【実施例】

（実施例１）

図１は本実施例の誘導加熱装置の回路構成を示す図である。電源１は低周波交流電源である２００Ｖ商用電源であり、全波整流を行うブリッジダイオードである整流回路２の入力端に接続される。整流回路２の出力端間に第１の平滑コンデンサ３が接続される。整流回路２の出力端間には、さらに、チョークコイル５と第２のスイッチング素子７の直列接続体が接続される。加熱コイル１２は被加熱物（負荷）であるアルミニウム製の鍋１３と対向して配置されている。

【００３０】

４はインバータ（加熱コイル１２を除く）であり、第２の平滑コンデンサ１１の低電位側端子（エミッタ）は整流回路２の負極端子に接続され、第２の平滑コンデンサ１１の高電位側端子は第１のスイッチング素子（ＩＧＢＴ）６の高電位側端子（コレクタ）に接続され、第１のスイッチング素子（ＩＧＢＴ）６の低電位側端子（エミッタ）はチョークコイル５と第２のスイッチング素子（ＩＧＢＴ）７の高電位側端子（コレクタ）との接続点に接続される。加熱コイル１２と共振コンデンサ１０の直列接続体が第２のスイッチング素子７に並列に接続される。

【００３１】

第１のダイオード８（第１の逆導通素子）は第１のスイッチング素子６に逆並列に接続（第１のダイオード８のカソードと第１のスイッチング素子６のコレクタとを接続）され、第２のダイオード９（第２の逆導通素子）は第２のスイッチング素子７に同様に逆並列に接続される。

【００３２】

１４は、電源１から流れる入力電流を検知する電流検知手段で、出力制御手段１５は、電流検知手段１４の出力に応じて、第１のスイッチング素子６と第２のスイッチング素子７のゲートに信号を出力する。

【００３３】

以上のように構成された誘導加熱装置において、以下動作を説明する。電源１は整流回路２により全波整流され、整流回路２の出力端に接続された第１の平滑コンデンサ３に供給される。この第１の平滑コンデンサ３はインバータに高周波電流を供給する供給源として働く。

【００３４】

高電位側の第１のスイッチング素子６と低電位側の第２のスイッチング素子７は交互にかつ互いに排他的に駆動される。第２のスイッチング素子７が駆動されている間に、（第２のスイッチング素子７又は第２のダイオード９）と加熱コイル１２と共振コンデンサ１０で形成される閉回路で共振し、第１のスイッチング素子６を駆動している間に、第２の平滑コンデンサと第１のスイッチング素子６（又は第１のダイオード８）と加熱コイル１２と共振コンデンサ１０で形成される閉回路で共振する。第２のスイッチング素子７をオフすると、チョークコイル５に蓄積された磁気エネルギーが第２の平滑コンデンサ１１に移動することにより、第２の平滑コンデンサ１１の電圧が昇圧されるので、上記の共振電流を大きくして振動を維持することができ、アルミ等の低抵抗、低透磁率の負荷を高出力で誘導加熱できる。

【００３５】

本実施例では、第１のスイッチング素子６の駆動時間と、第２のスイッチング素子７の駆動時間が所定の出力で（本実施例では２ｋＷ）、それぞれ加熱コイル１２と共振コンデンサ１０に流れる共振電流の共振周期の略２／３になるように加熱コイル１２及び共振コンデンサ１０のインピーダンスが設定されているため、駆動周波数が約２０ｋＨｚであれば

、共振電流の周波数は約６０ｋＨｚになる。
【００３６】
図２（Ａ）は、第１のスイッチング素子６及び第２のスイッチング素子７の駆動周波数と入力電力の特性を示す図である。両スイッチング素子の駆動時間比は約１：１で固定されている。加熱コイル１２と共振コンデンサ１０の共振周波数をｆｃとすると駆動周波数がｆｃ／２、ｆｃ／３の時にそれぞれ第２高調波、第３高調波による共振が起こり、図２（Ａ）のような入力電力特性となる。本実施例では駆動周波数をｆｃ／３近傍とすることで加熱コイル１２に流れる電流の共振周波数の３分の１程度に第１のスイッチング素子６及び第２のスイッチング素子７の駆動周波数を低くすることが出来、スイッチング損失が小さく効率の良い誘導加熱を実現している。
【００３７】
また、アルミニウムや銅などの場合、負荷を磁気結合した状態での加熱コイルと共振コンデンサの共振のＱが大きいため、図２（Ａ）のように周波数に対して各ピーク付近で急峻に入力電力が変化する（増大する）特性となる。
【００３８】
図２（Ｂ）は第１のスイッチング素子６と第２のスイッチング素子７の駆動周波数を略一定（２０ｋＨｚ）にしたときの第２のスイッチング素子７のオン時間と入力電力の関係を示す図である。この図が示すように、本実施例においては、第２のスイッチング素子７のオン時間が駆動周期の１／２付近（駆動時間比約１／２）で約２ｋＷの加熱出力がえられ、その付近のピークから第２のスイッチング素子の駆動期間を短くしていけば出力を線形的に低下することができる。従って、図２（Ｂ）に示すように駆動時間あるいは駆動時間比のリミッタの下限Ｔｏｎｍｉｎと上限Ｔｏｎｍａｘを設定すれば、安定した制御を行うことができる。
【００３９】
図３はインバータ起動からインバータ１０の出力が設定電力に到達するまでのソフトスタート動作を示す図であり、実線は駆動周波数の時間経過に対する変化を示し、破線は駆動時間比の変化を示している。図３に示すとおり、出力制御手段１５は、起動後、第１のスイッチング素子６と第２のスイッチング素子７の駆動周波数を一定（約３６ｋＨｚ）にし、第２のスイッチング素子７がオンする駆動時間を徐々に長くする（第１のスイッチング素子６に対する第２のスイッチング素子７の駆動時間比を徐々に大きくする）第１の駆動時間比変更モードとなる。出力制御手段１５は、第１の駆動時間比変更モードになると、電源１に同期した時間単位間隔（約１０ミリ秒）で、０．１マイクロ秒単位で駆動時間を長くしている。その後、駆動時間比が所定の比率（１／４）に到達すると、駆動周波数を所定の比率（３／４）で離散的に変化させる。例えば、約３３ｋＨｚの駆動周波数の場合は、約２４ｋＨｚに変化させる。
【００４０】
この結果、図２（Ａ）で示すｆｃ／２の高周波数側（図で右側）谷間付近の低出力領域（点Ｐで示す）から、ｆｃ／３とｆｃ／２の間の低出力領域（点Ｍで示す）に離散的に移行するので、その後、第１の駆動周波数変更モードに移行して、設定出力に到達するまで駆動時間比を一定にし、駆動周波数を徐々に低下させ出力を増加させる。従って、ｆｃ／２付近の高出力領域を避けて、ｆｃ／３付近の低出力領域に移行することができる。
【００４１】
以上のように、本実施例によれば、アルミ等の低抵抗、低透磁率の負荷を加熱するインバータ４の第１のスイッチング素子６と第２のスイッチング素子７の駆動周波数と駆動時間比の両方のモードにより交互にソフトスタート制御することにより、確実に、ｆｃ／２付近の高出力の領域に入ることなく、ｆｃ／３の付近で設定出力を得ることができる。また、共振周波数の出力を駆動周波数または駆動時間比のどちらか一方で電力を制御する場合と同様の時間で、ソフトスタートを終了することができ、制御性のよい誘導加熱装置が実現できるものである。
【００４２】

また、本実施例における出力制御手段１５は、マイクロコンピュータを利用して容易に実現できる。

【００４３】

また、上記実施例では誘導加熱調理器について説明したがアルミニウムなどの高導電率かつ低透磁率材料を加熱するアイロンや湯沸かし器など他の種の誘導加熱装置にも応用できるものである。

【００４４】

なお、上記実施例においては、図１のように２個のスイッチング素子によるハーフブリッジ型のインバータで説明したが、これに限定されるものではない。本願発明は、少なくとも、第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の直列接続体と、第１のスイッチング素子に並列に接続された第１の逆導通素子と、第２のスイッチング素子に並列に接続された第２の逆導通素子と、第１のスイッチング素子または第２のスイッチング素子に並列に接続された加熱コイルと共振コンデンサを含む共振回路とを有し直流電圧を入力して第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子の導通により共振するインバータと、第１のスイッチング素子と第２のスイッチング素子を排他的に導通制御する出力制御手段とを有するものであれば良く、いわゆるフルブリッジ型のインバータにも適用することができる。

【００４５】

（実施例２）

図４は、実施例２におけるソフトスタート動作を示す図である。第１の駆動時間比変更モードから第１の駆動周波数変更モードに移行する場合に駆動周波数のみを離散的に変化させていたのを駆動時間比も同時に所定の比率または所定の値で離散的に変化させるものである。例えば、駆動時間比が１／４であれば、１／３に変化させる。

【００４６】

以上のように、本実施例によれば、設定電力が大きい場合においても、すばやく設定電力に到達することができ、インバータの出力が小さい領域にて、共振周波数の位置がどこにあるかをサーチしながら駆動周波数と駆動時間比を離散的に変化させることにより、スイッチング損失も少なくなり信頼性が高くなる。

【００４７】

なお、出力の周波数特性において、ピーク、あるいは谷間のどの部分にいるかどうかをサーチするのは周波数を変え出力の増減を観察することにより行うことができる。

【００４８】

（実施例３）

図５は、実施例３におけるソフトスタート動作を示す図である。実施例１、２において、出力設定手段１５は、第１の駆動周波数変更モードに移行後、設定出力より少し小さい入力電流を検知した場合に第１の駆動周波数変更モードから第２の駆動時間比変更モードに移行することによって、インバータの入力電流が設定出力を大きく超えることがないようにするものである。

【００４９】

以上のように、本実施例によれば、設定電力が大きい場合においても、第１の駆動周波数変更モードにより迅速に、インバータ４の出力を設定出力に到達させることができるとともに、設定電力を大きくこえることがないので、スイッチング素子等のインバータを構成するパワー部品に過大な負荷がかからず信頼性の高い誘導加熱装置が提供できる。

【００５０】

（実施例４）

図６は、実施例４におけるソフトスタート動作を示す図である。

【００５１】

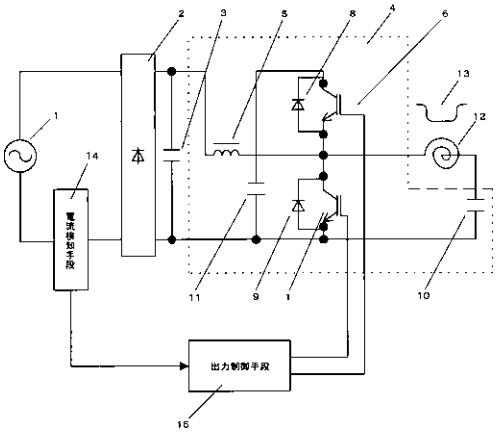
インバータ４の最小の出力となる第１と第２のスイッチング素子の駆動周波数と駆動時間比でインバータを起動後、所定の時間（０．１秒）出力を固定する第１の出力固定モードを付加したものである。

【００５２】
以上のように、本実施例によれば、起動後、入力電流が最小の値で安定するまで、またはその出力で所定時間維持して、ソフトスタートなどの出力制御を遅らせることにより、安定した負荷検知動作等の制御動作を実現できるものである。
【００５３】
（実施例５）
図７は、実施例５におけるソフトスタート動作を示す図である。
【００５４】
実施例４と同様に、駆動周波数と駆動時間比を離散的に変化させた場合に、変化後、約０．１秒間出力を固定する第２の出力固定モードを付加している。入力検知手段の出力が安定するまで制御を遅らせることで、第１の駆動周波数変更モードでの動作において、安定した出力制御ができる。
【００５５】
（実施例６）
図８は、実施例６の回路構成を示す図である。
【００５６】
実施例１で説明した図１とほぼ同じ構成であるので、違いのみ説明する。
【００５７】
１６は、第１の共振コンデンサ１０の電圧を検知する電圧検知手段で、１７は電圧検知手段１６の出力により負荷の浮きやずれを検知する移動検知手段であり、移動検知手段１７は、ソフトスタート時の出力変化の状態を観察して負荷の浮きやずれを検知するものである。本実施例では、ソフトスタート期間中に出力を増加させている際に、一定時間内の電圧変化がある時点でそれまでよりも小さくなることを検知して負荷の浮きまたはずれが起きたことを検知している。なお、電圧検知手段１６は入力電流を検知することでも同様に負荷の浮きまたはずれが起きたことを検知できる。
【００５８】
図９は、実施例６のソフトスタート動作を示す図である。
【００５９】
第２の駆動周波数変更モードを付加し、移動検知手段１７が動作しない第１の駆動周波数変更モードにおけるよりも、移動検知手段が動作した後の第２の駆動周波数変更モードになったほうが駆動周波数を変化させる時間間隔を長くすることにより、移動検知手段の検知精度を向上させることができる。
【００６０】
（実施例７）
図１０は、設定電力に到達した後の電力制御時における駆動周波数と駆動時間比を示す図である。ｔ０からｔ１まで駆動時間比を上昇することにより、電力を少しずつ上昇させる。ｔ１では、駆動時間比が制御範囲の最大となり、駆動周波数を最小制御単位（周期で０．１マイクロ秒）で低下させる。さらに、ｔ２からｔ３まで駆動時間比を上昇し、電力を少しずつ上昇させ、ｔ３で設定電力を超えるとｔ４時点まで駆動時間比を低下させる。
【００６１】
また、ｔ４では、駆動時間比が制御範囲の最小となり、駆動周波数を最小制御単位（周期で０．１マイクロ秒）で上昇させる。以上のように、駆動周波数と駆動時間比を制御することにより、細かな電力制御を行うことができる。
【００６２】
（実施例８）
図１１は本発明の実施例８における誘導加熱装置の回路図を示すもので、基本的に実施例１と同じであるので、相違点のみ説明する。
【００６３】
図１１において、１８は小物検知手段で電流検知手段１４の出力により起動時に小物検知を行い、出力制御手段１５にインバータを停止させる。

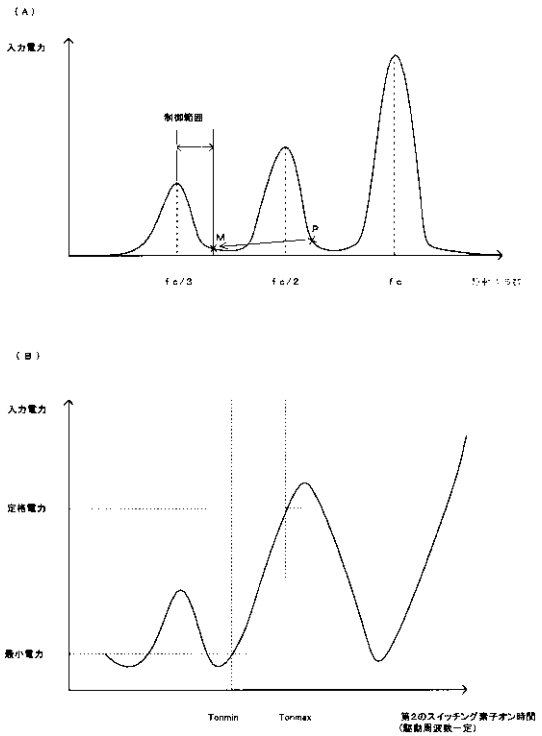
【００６４】
図１２は、第２のスイッチング素子７の駆動時間と入力電流の関係を示す図であり、時間駆動比を上昇させると、入力電流の変化の違いにより、負荷がない場合やナイフ、フォーク等の小物負荷を検知できる。
【００６５】
本発明では、インバータの起動時、出力が最小になる駆動周波数と駆動時間比において、駆動周波数を一定にして、駆動時間比を徐々に上昇させる駆動時間比変更モードにおいて、図１２に示す特性を利用することにより、精度のよい小物検知手段を提供する。
【００６６】
（実施例９）
実施例９は、実施例８と同じ構成とし、出力制御手段１５は、図９において、第１の周波数変更モードにある場合に、所定の周波数（３０ＫＨｚ）より小さくなると、小物と判断するようにしたものである。
【００６７】
インバータ４を起動中に、直径が小さく、加熱できない負荷を検知し、インバータ４を停止させるので、安全で故障の少ない誘導加熱装置を提供できる。
【００６８】
（実施例１０）
実施例１０は、実施例８と同じ構成とし、インバータ４が起動して所定の電力以上を検知した後に、電流検知手段１４の出力が所定値より低くなった場合に小物と判断するようにしたものである。
【００６９】
インバータが設定電力で動作している場合に、負荷を取った場合、すぐに電流検知手段１４の出力が低下するとインバータ４を停止させるので、安全で故障の少ない誘導加熱装置を提供できる。
【００７０】
なお、電流検知手段１５に代え、それに相当する出力検知手段をインバータの電流あるいは電圧を検知して構成しても良い。
【００７１】
【発明の効果】
以上のように、本発明によれば、アルミや銅などの高導電率かつ低透磁率の負荷をスイッチング素子の損失の増大を抑制して誘導加熱することができるとともに、スイッチング素子の駆動周波数の可変制御とスイッチング素子の駆動時間比の可変制御を組み合わせて出力制御を行うことで、マイクロコンピュータを使って容易にきめ細かな電力制御を行うことができ、起動から出力安定までの時間を早くするとともにスイッチング素子が故障しにくく制御性がよい誘導加熱装置を実現することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】第１の実施例の誘導加熱調理器の回路図
【図２】（Ａ）第１の実施例の誘導加熱調理器の駆動周波数と入力電力特性を示す図
（Ｂ）第１の実施例の誘導加熱調理器の駆動時間比と入力電力特性を示す図
【図３】第１の実施例の誘導加熱調理器の動作波形を示す図
【図４】第１の実施例の誘導加熱調理器のソフトスタート動作を示す図
【図５】第２の実施例の誘導加熱調理器のソフトスタート動作を示す図
【図６】第３の実施例の誘導加熱調理器のソフトスタート動作を示す図
【図７】第４の実施例の誘導加熱調理器のソフトスタート動作を示す図
【図８】第５の実施例の誘導加熱調理器のソフトスタート動作を示す図
【図９】第６の実施例の誘導加熱調理器の回路図
【図１０】第６の実施例の誘導加熱調理器のソフトスタート動作を示す図
【図１１】第８の実施例の誘導加熱調理器の回路図
【図１２】第８の実施例の誘導加熱調理器の駆動時間比と入力電力特性を示す図

【図１３】従来の誘導加熱装置の回路図
【図１４】（Ａ）従来の誘導加熱装置の駆動周波数と入力電力特性を示す図
（Ｂ）従来の誘導加熱装置の駆動時間比と入力電力特性を示す図
【図１５】従来の誘導加熱装置のソフトスタート動作を示す図
【符号の説明】
４　インバータ
６　第１のスイッチング素子
７　第２のスイッチング素子
１２　加熱コイル
１３　負荷
１４　電流検知手段
１５　出力制御手段

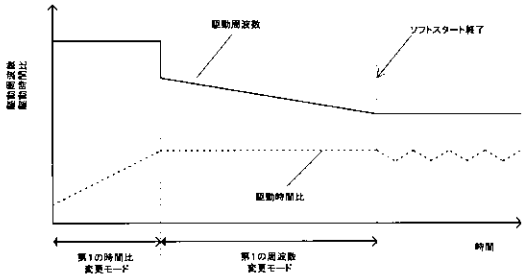
【図１】



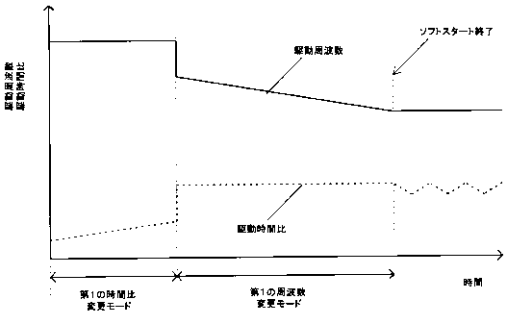
【図２】



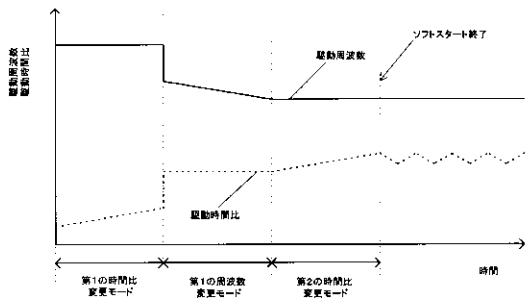
【図３】


駆動周波数
駆動時間比
ソフトスタート終了
時間
第1の時間比
変更モード
第1の周波数
変更モード

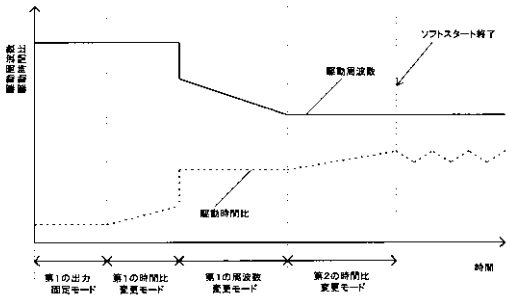
【図４】


駆動周波数
駆動時間比
ソフトスタート終了
時間
第1の時間比
変更モード
第1の周波数
変更モード

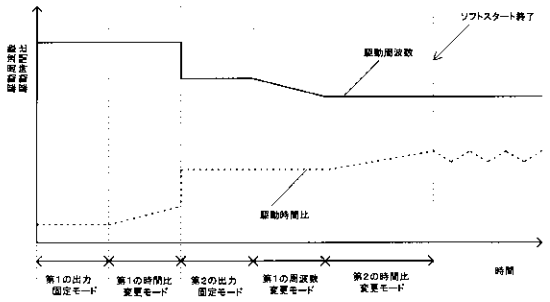
【図５】


駆動周波数
駆動時間比
ソフトスタート終了
時間
第1の時間比
変更モード
第1の周波数
変更モード
第2の時間比
変更モード

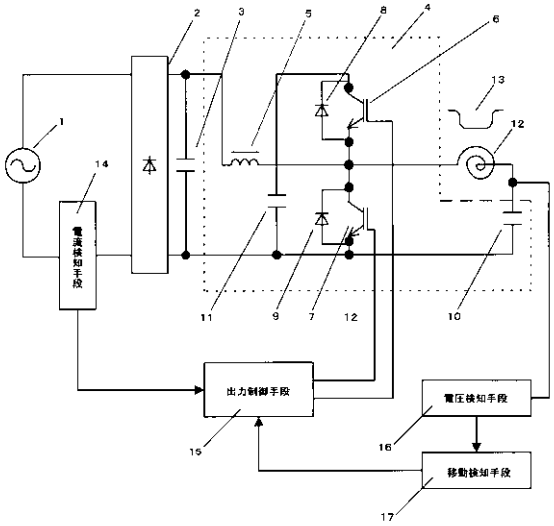
【図６】


駆動周波数
駆動時間比
ソフトスタート終了
時間
第1の出力
固定モード
第1の時間比
変更モード
第1の周波数
変更モード
第2の時間比
変更モード

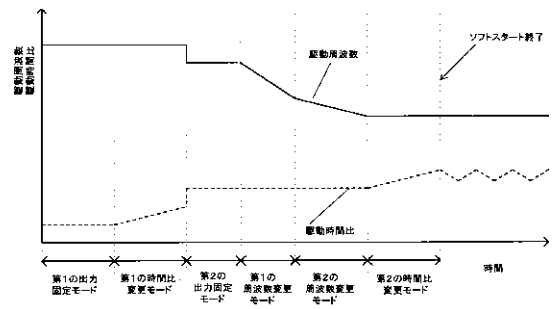
【図７】


駆動周波数
駆動時間比
ソフトスタート終了
時間
第1の出力固定モード
第1の時間比変更モード
第2の出力固定モード
第1の周波数変更モード
第2の時間比変更モード

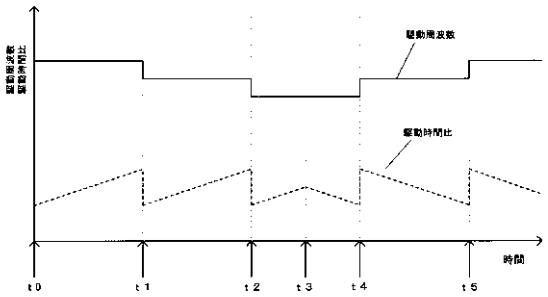
【図８】


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
電流検知手段
出力制御手段
電圧検知手段
移動検知手段
15
16
17

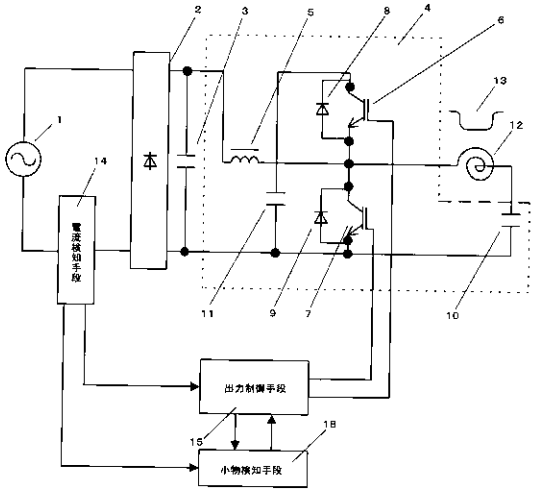
【図９】


駆動周波数
駆動時間比
ソフトスタート終了
時間
第1の出力固定モード
第1の時間比変更モード
第2の出力固定モード
第1の周波数変更モード
第2の周波数変更モード
第2の時間比変更モード

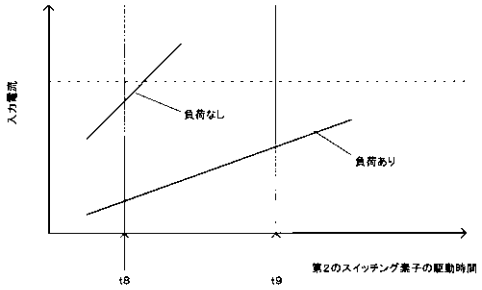
【図１０】


駆動周波数
駆動時間比
時間
t0
t1
t2
t3
t4
t5

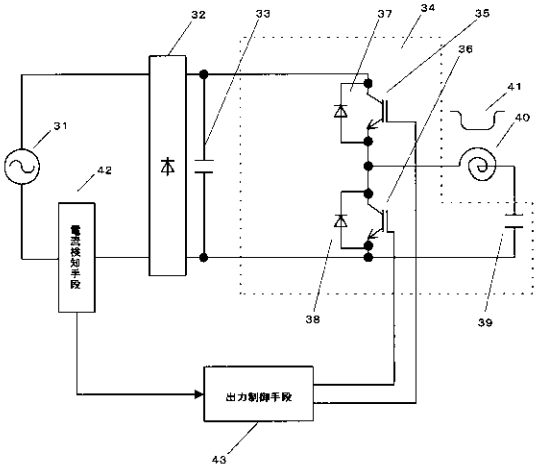
【図１１】



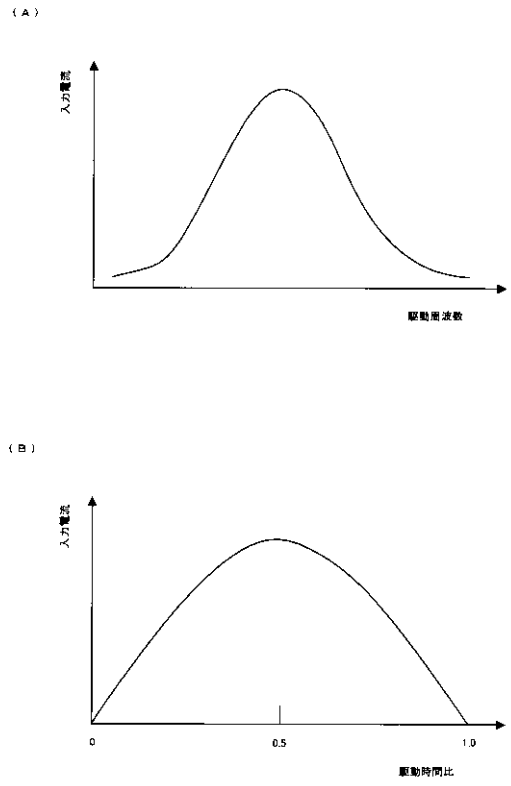
【図１２】



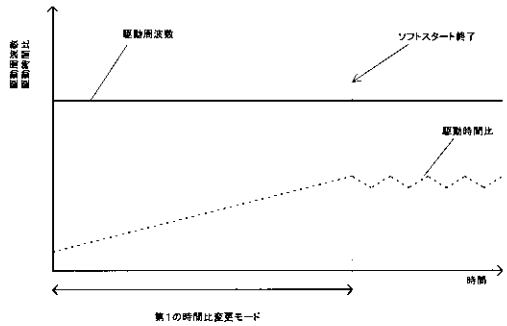
【図１３】



【図１４】



【図１５】



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
(72)発明者　宮内　貴宏
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　藤田　篤志
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　高橋　学
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

Ｆターム(参考) 3K051 AA07 AB05 AC03 AC07 AC35 AC58 AD02 AD10 AD15 AD24
AD29 CD13 CD14
3K059 AA07 AC03 AC07 AC35 AD02 AD10 AD29 CD13 CD14