

氏名	メシ アブダラ ベン モハメッド		
授与した学位	博	士	
専攻分野の名称	学	術	
学位授与番号	博 甲 第 1275 号		
学位授与の日付	平成 6 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	自然科学研究科システム科学専攻 (学位規則第 4 条第 1 項該当)		
学位論文題目	Studies on PWM AC-to-DC Converters with Universal Input and Output Characteristics (ユニバーサル入出力特性を持つPWM AC/DC変換器に関する研究)		
論文審査委員	教授 赤木 泰文	教授 田中 高義	教授 古谷洋一郎
	教授 橋本 文雄	教授 加川 幸雄	

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

The aim of this work is to develop an AC-to-DA converter with universal input and output characteristics, namely *a universal AC-to-DC converter*. This converter should have a sine wave of the source current in phase with the source voltage and a wide control range of DC voltage. Furthermore, it should be compact and cheap.

The single-phase step-up/down PWM AC-to-DC converter is proposed. Two PWM control strategies and a digital PI controller are provided for the improvement of the source current waveform and the oscillatory transient operation in the output voltage regulations, respectively. After the comparative study of three-types of single-phase configurations, the step-up/down single-phase PWM AC-to-DC converter with one switch is selected as the desirable configuration. Its validity is verified by the experiment using a microprocessor-based control system.

The proposed PWM control strategies are difficult for execution and a large DC reactor is necessary to reduce the ripple in the DC reactor current and im-

prove the source current waveform. Then, a three-phase step-up/down PWM AC-to-DC converter with a simple and practical PWM control method and a new input filter design are presented. The characteristics of the three-phase PWM AC-to-DC converter are investigated by the computer simulation. As a result, the ripple of the DC reactor current becomes smaller, and consequently the DC reactor can be reduced remarkably compared with that in the single-phase one. Then, the PWM control strategy becomes simple with highly improved source-current waveforms and wide control range of DC voltage.

At the end, a prototype analog experimental stand of 3k VA three-phase PWM AC-to-DC converter is built, and validity of the proposed converter is highly confirmed because it satisfied the requirement settled at the beginning of this work.

論文審査の結果の要旨

本研究は、広い電力制御範囲で入力力率1の入力特性を持ち、零から交流電源電圧の最大値以下の広い直流出力電圧制御能力を持つ新しいPWM AC/DC変換器を提案し、実験によりその有意性を確認したものである。従来のAC/DC変換器では、昇圧又は降圧出力しか得られなかったが、提案した変換器では、リアクトルをエネルギー蓄積要素として用い、スイッチング素子のオン・オフ制御により昇降圧出力を可能とした。

まず、単相回路構成では、入力力率1を達成するために、電源電圧と同相で波形を正弦波にするデジタルPWM制御法を提案し、マイクロコンピュータによるPWM制御を可能とした。そして、使用するスイッチング素子の数により3タイプの変換器に分類し、入出力特性を比較検討し、一つのスイッチング素子を持つAC/DC変換器が最も実用的であることを示した。しかし、単相回路構成では、入力力率を1に制御するためには、エネルギー蓄積要素であるDCリアクトルの容量が変換器容量に比較して大きくなるという欠点を指摘した。

次に、単相回路での欠点を解決するとともに、より大きな出力容量のAC/DC変換器を目指し、三相回路構成のPWM AC/DC変換器について検討した。アナログ回路によるPWMパターン発生法を開発し、電流形AC/DC変換器における可聴周波数以上のPWM制御を可能にするとともに、PWM動作に伴う高周波を除去し、電源電流を正弦波とする入力フィルタの設計を行った。これより、広い電力制御範囲で電源電流を電源電圧と同相の正弦波にでき、出力電圧制御のPI制御器のゲインを調整することにより、ダイナミック特性の良い、ユニバーサル入出力特性を持つAC/DC変換器を実現した。また、DCリアクトル容量も変換器容量に比較して十分小さく、実用的にも十分であることを示した。

以上のように、本論文は、AC/DC変換器のPWM制御法を開発するとともに、従来の変換器では達成できなかった、一つの変換器による零電圧から電源電圧の最大値以上の広い出力電圧制御を可能とするAC/DC変換器を開発し、シミュレーションおよび試作装置による実験より多くの知見を得ており、工学上寄与するところが多い。

本論文の内容、参考論文および最終試験を含めて総合的に審査した結果、本論文は博士（学術）の学位に値するものと認められる。