

論文審査の結果の要旨

報告番号	博(生)甲 第125号	氏名	佐々木 正博
学位審査委員	主査 松尾博文 副査 小山純 副査 辻峰男 副査 樋口剛		
<p>・論文審査の結果の要旨</p> <p>佐々木正博氏は、昭和62年3月に新潟大学工学部電子工学科を卒業した。同年4月に新電元工業株式会社に入社し、高周波発生装置、AC-DCコンバータ、高周波電力発生装置の自動整合器、電気自動車用充電システム、NaS電池と太陽電池を組み合わせたクリーンエネルギー用制御システム、NiH電池の充放電管理システム、スイッチング電源のデジタル制御とデジタル制御IC等の研究、開発に従事している。平成14年3月に在職のまま長崎大学大学院博士後期課程に入学し、現在に至っている。</p> <p>同氏は大学院博士課程においてはシステム科学を専攻し、所定の単位を取得するとともに、主としてスイッチング電源の高速デジタル制御とデジタル制御ICの研究を行い、審査付論文3編を含む参考論文10編を添えて長崎大学大学院生産科学研究科教授会に博士(工学)の学位を申請した。</p> <p>長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、これを平成18年12月20日の教授会に付議し、受理を決定後、上記の審査委員を選定した。審査委員は、主査を中心に論文内容について最終試験を行い、論文の審査及最終試験の結果を平成19年2月21日の研究科教授会に報告した。</p> <p>本論文では、VCO (Voltage Controlled Oscillator, 電圧制御発振器)を用いたスイッチング電源の高速デジタル制御とそのIC化に関する研究を行った。特に制御ICに汎用性を持たせるために、定電圧制御と定電流制御の機能、PWM (Pulse Width Modulation, パルス幅制御)とPFM (Pulse Frequency Modulation, パルス周波数)の制御が自動的に切り換えられる機能、スイッチング周波数を1MHzで動作させる機能などについて研究、開発を行った。</p> <p>第1章では、まず、VCOを用いたスイッチング電源のデジタル制御方式の基本的な動作原理について述べた。次にデジタル制御の各種の方式と特徴及びアナ</p>			

ログ制御と比較した場合のデジタル制御の優位性等が明らかにされた。

第2章では、まず VCO を用いた高速デジタル制御方式を出力容量が 2.5kW の通信用整流器ユニットをプレレギュレータとする DC-DC コンバータに適用した場合の出力電圧安定化特性、負荷がステップ変化した場合の過渡応答特性を示し、従来のアナログ制御方式の特性と比較し、デジタル P-I-D (Proportional, Integral and Derivative, 比例 - 積分 - 微分) 制御方式がアナログ制御方式よりも優れていることを示した。

第3章では、まず DC-DC コンバータの主スイッチのオン時間あるいはオフ時間、スイッチング周期の最大値および最小値の設定条件をプログラマブルカウンタに予め与えることにより、DC-DC コンバータの代表的な制御方式である PWM と PFM 方式を任意に選択できる新しいデジタル制御回路を提案した。次に、このデジタル制御回路の構成及び詳細な動作原理を示し、又、プログラムカウンタの設定値と制御パラメータの関係を明らかにした。更に、このデジタル制御回路を DC-DC コンバータに適用し、負荷条件により自動的 PWM と PFM 動作が切り換えられることを示した。

第4章では、定電圧、定電流および定電力の複数の制御系の制御切替時に生じる出力変動の問題が、過大な電流あるいは電圧の半導体スイッチにかかるストレスと負荷装置の両端の出力電圧の跳ね上がりによるものであることを解明した。又、この原因が積分回路の飽和現象によることを明らかにし、解決策として積分回路の値に一定の制限を設ける回路を付加することにより解決できることを確認した。

第5章では、まずデジタル P-I-D 制御回路の構成および動作原理を詳細に示し、出力電圧設定の分解能とサンプリング期間の関係から、制御回路の高周波化について検討した。次に 1MHz で動作可能な高速デジタル P-I-D 制御回路を用いた DC-DC コンバータの静特性及び動特性について検討し、また I-D 制御回路の遅れ時間を考慮した場合と考慮しない場合の制御回路を含む DC-DC コンバータの安定限界について検討した。この結果、1MHz の高周波スイッチングに対しても VCO を用いたデジタル制御回路は良好に動作することが確認された。

以上のように、本論文は VCO を用いた高速デジタル制御とその DC-DC コンバータへの適用に関する研究、開発を行ったものである。以上の研究成果は電子通信分野の進歩発展に貢献するところ極めて大であり、博士(工学)の学位に値するものとして合格と判定した。