

論文審査の結果の要旨

報告番号	博(生)甲第260号	氏名	郭 中為
学位審査委員		主査	黒川不二雄
		副査	辻 峰男
		副査	樋口 剛
		副査	山下 敬彦
		副査	田中 俊幸
論文審査の結果の要旨			
<p>郭 中為氏は、2008年10月に長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程に社会人学生として入学し、現在に至っている。同氏は、生産科学研究科に入学以降、システム科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、系統連系インバータのデジタル制御に関する研究に従事し、その成果を2011年7月に主論文「系統連系インバータのデジタル制御に関する研究」として完成させ、参考論文として、学位論文の印刷公表論文4編(うち審査付き論文4編)、印刷公表予定論文1編(うち審査付き論文1編)、学位の基礎となる論文3編(うち審査付き論文0編)を付して、博士(工学)の学位の申請をした。長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2011年7月20日の定例教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2011年9月7日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>提出論文は、まず、デッドタイムを含めた回路動作の非線形数式モデルを提案し、制御対象の特徴を明らかにしている。次に、得られた数式モデルを基に新たな制御則を検討し、理想スイッチに近い制御特性を実現している。さらに、必要のないPWMゲート信号を無くすことのできる新しいPWM制御方式を提案し、直流リンク電圧の低減および電力変換効率の向上を図っている。これにより、高調波歪を改善すると共に、高効率電力変換、低コストおよび小型化のできる系統連系インバータ装置を実現することが目的である。そのために、まず、バイポーラPWM変調系統連系インバータの非線形数式モデルを構築し、PI制御とスライディングモード制御を併用する新しい制御則を提案している。スライディングモード制御器の出力を基にIGBTスイッチの必要のないゲート信号を無くすことができるため、デッドタイムの悪影響を排除し、理想スイッチに近い回路動作を得ることが出来るという優れた特徴を有している。次に、受動素子部品の小型化を検討するために直流リンクコンデンサおよびフィルタリップル電流の数式計算方法を導出し、得られた数式により高い直流電圧の悪影響を明らかにし、さらに、新しい直流リンク電圧制御方式を提案することにより、系統電</p>			

圧に応じて直流リンク電圧を常に最小化することができ、装置の高効率化を実現している。また、PID制御とスライディングモード制御を併用する新たなCVCF制御方式(Constant Voltage Constant Frequency)を提案し、装置が単独で負荷へ電力を供給するCVCF運転機能を高性能かつ高効率に実現している。単相系統連系インバータで実験した結果、従来制御に比べ、高調波歪が1/3以下、変換効率が約1.8%の向上、インダクタリップル電流が約25%の低減を得て提案方法の有効性が明らかになっている。さらに、直流リンク電圧が約10%で低減することができるため、コンデンサの小型化に寄与することが可能になった。

一方、以上に述べたバイポーラ変調方式と比較して、ユニポーラ変調方式はバイポーラ変調に比べ、同じスイッチング周波数で受動素子のリップル成分を2倍周波数にすることができるため、高電力変換効率、受動素子の小型化が可能というメリットがある。しかし、制御が困難であるため、出力高調波歪が大きいという問題が存在し、実用化が難しいとされていた。それを解決するため、ユニポーラ変調の新たなPWMゲート制御方法を提案し、不連続モードを含めた回路動作の非線形数式モデルを構築している。PI制御とオープンループ制御を含めたハイブリッド制御方法を提案し、実験結果により高調波歪が1/6以下、電力変換効率が約0.44%の改善、インダクタリップル電流が約20%の低減を得て提案方法の有効性を示した。

以上のように本論文は、太陽光発電、風力発電などの発電システムの利用時に商用系統と連系しながら負荷へ安定な電力を供給すると共に余剰な電力を商用系統へ売電する系統連系インバータに関してこの分野に多大の寄与をするものと評価できる。

学位審査委員会は、システム科学の分野において極めて有益な成果を得るとともに、工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士(工学)の学位に値するものとして合格と判定した。