

(Form 3)

論 文 要 旨

Abstract of Thesis

論 文 題 目 (Thesis topic): Modeling and Control of Interleaved Boost Converters
And Their Application to Photovoltaic Supplies

This thesis presents some studies on modeling and control of interleaved boost converters. To study the converter behavior a signal flow graph nonlinear modeling method is proposed, which provides a unified model from which large, small-signal and steady-state models are obtained. Generalized algorithm is developed to draw the unified signal flow graph model of an N-cell interleaved converter system without going into the details of operating modes. From this unified signal flow graph model steady-state, large and small-signal models are deduced. Large-signal response analysis is made with the help of TUTSIM simulator and compared with the PSIM simulations. Small-signal responses obtained with signal flow graph method are validated with PSPICE simulator results. In addition, experimental results are given to validate the signal flow graph modeling of the interleaved converter.

Exhaustive investigations are carried on boost converter supplied photovoltaic system for maximum power point tracking of the solar cell array. To improve the performance of the PV system, an interleaved dual boost converter is proposed, which gives low ripple both in the source and load side, high efficiency, and better reliability as compared to boost converter. Maximum power point tracking schemes viz. load, solar cell array voltage based schemes for the interleaved boost converter supplied photovoltaic systems are developed and demonstrated through experimental results.

The above methods depend on the solar cell array power computation using load/ array voltage and other cell parameters. To avoid the parameter dependent search method for maximum power extraction, tracking of SCA voltage corresponding to maximum power point voltage using PI controller is proposed. Simulation and experimental results are provided to validate the proposed method. The disadvantage of this PI controller based tracking is that, the tracking performance depends on the controller gains. A unique set of controller parameters will not result in optimum tracking performance for all solar insulations. To overcome this disadvantage, a fuzzy controller based maximum power point tracking algorithm is proposed. This fuzzy controller based tracking performance is experimentally verified and compared with PI controller based scheme. Experimental results demonstrate that the fuzzy controller based scheme results in better tracking performance independent of controller parameters tuning. Finally, signal flow graph method is demonstrated for modeling the PV supplied converter system. Dynamic response analysis against step changes in solar insulations and load are obtained.

Name: MUMMADI VEERACHARY

(様式第5-2号)

平成 14年 1月 23日

琉球大学大学院
理工学研究科長 殿

論文審査委員
主査 氏 名 上里 勝實
副査 氏 名 千住 智信
副査 氏 名 仲村 郁夫



学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 総合知能工学 氏名 Mummadi Veerachary 学籍番号 998659G
指導教官名	上里 勝實
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格 最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	Modeling and Control of Interleaved Boost Converters and Their Application to Photovoltaic Supplies
論文要旨 (2000字以内)	<p>本論文は半導体電力変換器の基礎である DC-DC コンバータの解析とその応用について記述されている。半導体電力変換器の利用に際して、変換回路のモデル化と特性式の導出が重要であり、その作業は一般に煩雑である。本論文は、シグナルフローグラフ法を導入することにより、コンバータの小信号モデル、動特性モデル、定常状態モデルを導出している。また、提案した多重昇圧形 DC-DC コンバータを太陽電池の最大電力点追従制御に適用し、最終的に電流センサを用いない最大電力点追従制御法を提案している。</p>

本論文では先ず多重昇圧形 DC-DC コンバータのモデル化と制御に関してまとめられている。このコンバータの動作を解析するために、独特のシグナルフログラフ法が提案されている。DC-DC コンバータの、動特性モデル、小信号モデル、定常状態モデルが提案手法の適用だけで統一的に得られる。動作モードの詳細を知ることなしに、N 並列多重昇圧コンバータの統一されたシグナルフログラフモデルを求めるための一般化アルゴリズムを開発している。提案された統一シグナルフログラフから定常状態モデル、動特性モデル、小信号モデルが導出されている。動特性解析は TSPICE(Continuous Dynamic System)シミュレータを用いて行われており、PSIM(Powersim Technologies Software for Simulation of Power Electronics and Motor Control)を用いたシミュレーション結果と比較されている。シグナルフログラフ法により得られた小信号応答は、PSPICE(Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)によって妥当性を検証されている。さらに、多重コンバータのシグナルフログラフによるモデル化の妥当性を実験によって検証している。

本論文では次に解析の対象となった多重昇圧形 DC-DC コンバータを太陽電池の最大電力点追従へ適用している。太陽電池の特性を改善するために、従来の昇圧形コンバータと比較して低リップル、高効率、高信頼性が期待できる多重昇圧コンバータを利用することを提案している。太陽電池の最大電力点追従制御において太陽電池の出力電圧情報を用いる手法を提案しており、実験によりその有効性を示している。

太陽電池の最大電力点は、太陽電池パラメータに依存しており、太陽電池の出力電力を求めるためには太陽電池の電流・電圧の検出が通常不可欠である。そこで、本論文では、太陽電池のパラメータに依存しない手法として PI 制御器を用いて最大電力点に相当する太陽電池電圧を追従する手法を提案している。提案手法の妥当性を示すために、シミュレーション結果と実験結果が本論文において示されている。しかし、PI 制御を用いた手法の欠点として、追従制御性能は PI ゲインに大きく依存することが挙げられる。最大電力点追従制御性能を向上するためには、この PI ゲインを動作点に応じて可変にすることが必要である。そこで、本論文においては、ファジー制御を用いることにより最大電力点追従制御性能を向上する手法を提案している。ファジー制御器は PI 制御器と比較して高速に追従することが実験により示されている。

以上のように、本論文は工学的に価値のある新しい研究成果が示されており、今後の学術の進歩と社会の発展に貢献するものである。また、上記の者は専門分野および関連分野の十分な知識を有することも確認できたので、学位論文および最終試験とも合格とする。