

学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 MUSHI, AVITI THADEI

学位の種類 博士(学術)

学位記番号 博乙第429号

学位授与年月日 平成29年9月30日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第2項

学府・専攻名 工学府 物理情報工学 専攻

学位論文題目 Proposal of nonlinear deadbeat control for boost converter and the experimental verification (昇圧コンバータの非線形デッドビート制御の提案とその実験検証)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 河村篤男
横浜国立大学 教授 大山力
横浜国立大学 教授 藤本康孝
横浜国立大学 准教授 辻隆雄
横浜国立大学 准教授 下野誠通

論文及び審査結果の要旨

本論文は、DC-DC 昇圧コンバータに非線形デッドビート制御を提案し、その有効性をシミュレーションと実験で示し、さらに安定性に関して理論検討したものである。

DC-DC 昇圧コンバータは電圧を入力よりも出力の方が高くなる電力変換器である。1 応用分野として、宇宙航空機のサーボ用電源の小型軽量化に活用することを検討すると、出力指令値への高速な応答性と外乱変動に対するロバスト性が要求されてくる。このコンバータは、右半平面にゼロ点を持つため、逆応答が本質的に避けられなく、高速な応答性能は得られないと考えられてきた。

本論文では、これを打破するために、以下のような手法により新しい制御を提案した。第一に、離散時間非線形状態方程式を導出した。第二に、これを用いて電流指令値制御型の非線形デッドビート制御則を提案した。第三に、外乱補償を上記の電流指令値に追加する手法を提案した。第四として、シミュレーションと実験により有効性を実証した。その結果、100kHz のサンプル周波数、入力 12V、出力 20V、負荷抵抗 4Ω の条件で電圧指令値の立ち上がり時間 280 μ 秒、外乱への電圧回復時間 1.46m 秒を達成した。特に、立ち上がり時間は現存する文献の最短値の約 1/3 になっており、外乱回復時間と組み合わせると、現時点ではこのデータが世界最高と思われる。さらに、第五として、安定性の理論解析を行った。

論文は英語で書かれており、その構成は以下である。

第1章は、導入部であり、これまでの技術の背景がまとめてある。

第2章は、文献調査によりこれまで公表された昇圧コンバータの性能比較が行われている。

第3章は、主たる貢献部分であり、非線形デッドビートの提案などの理論がまとめてある。

第4章は、電圧制御型のデッドビート制御のシミュレーションと実験である。

第5章は、電流指令型の非線形デッドビート制御のシミュレーションと実験である。

第6章は、安定性の理論解析をまとめている。

第7章は結論である。

以上より、この分野での新しい知見を与える本論文は、博士(学術)の学位論文として十分な価値を有しており、合格と判定した。