

部分共振昇圧形プッシュプルコンバータの動作特性について

奥雅貴 田中哲郎

(鹿児島大学大学院 理工学研究科)

1. はじめに

DC-DC コンバータをより小型・軽量・高効率にするため、共振形コンバータに代表されるソフトスイッチング技術が積極的に採用されている。共振形コンバータには多くの回路方式があるが、本稿では、既存の部分共振形プッシュプルコンバータからトポロジ的に導出したコンバータの動作特性について、実験的に調べた結果について報告する。

2. 部分共振昇圧形プッシュプルコンバータ

図1に既存の部分共振降圧形プッシュプルコンバータを、図2に導出した部分共振昇圧形プッシュプルコンバータの回路図を示す。共振回路には変圧器のインダクタンスを利用している。図1では、入力が電圧源、出力が電流源、1次側が共振回路であるのに対し図2では、入力が電流源、出力が電圧源、2次側が共振回路である。図2の導出した回路は、図1の回路の入出力を入れ替えたもの、あるいは、図1の不完全な双対回路と考えることができる[1]。

3. 実験

(1) 負荷特性

既存の回路との双対性を考慮し、図2の回路における2つの1次側スイッチには同時オンとなる期間を設定し、スイッチング周波数を一定にして出力電流を変化させたときの出力電圧を測定した。

図3にZCS動作時の波形、図4に測定結果を示す。図3について、スイッチのドレイン電流が0Aになった後にスイッチがオフしていることがわかる。図4について、実験の積み重ねから、ZCS動作するかどうかは主に入力電圧、共振用コンデンサの容量、変圧器の結合係数の各パラメータによって決まり、特に結合係数に大きく依存することが分かった。変圧器の1次側・2次側の巻線間を密結合に近づけ、漏れインダクタンスを下げていくことによってZCS動作領域を拡大することができた。図4に示すように、ZCS動作を行うには出力電流に関して上限があり、スイッチング周波数の増大に伴い出力電圧が増加することを確認した。

(2) 周波数制御特性

ZCS動作領域内で、出力電圧を一定にして出力電流を変化させたときのスイッチング周波数を測定した。図5に測定結果を示す。負荷特性と同様に、スイッチング周波数の増大に伴い出力電圧が増加することを確認した。

4. まとめ

実験で得られた結果は、いずれも既存の回路から予想される定性的な特性と一致した。本稿では省略したが、導出したコンバータの状態シーケンスについては実験的に明らかになっている。今後の課題は、導出したコンバータの詳細な動作解析およびZCS条件の導出である。

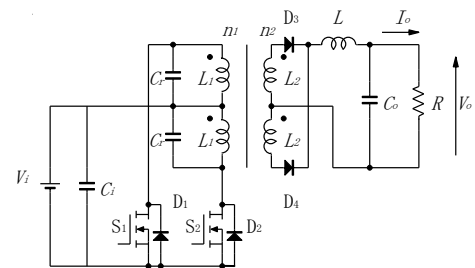


図1: 部分共振降圧形プッシュプルコンバータ

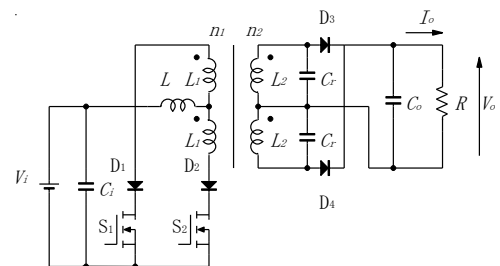


図2: 部分共振昇圧形プッシュプルコンバータ

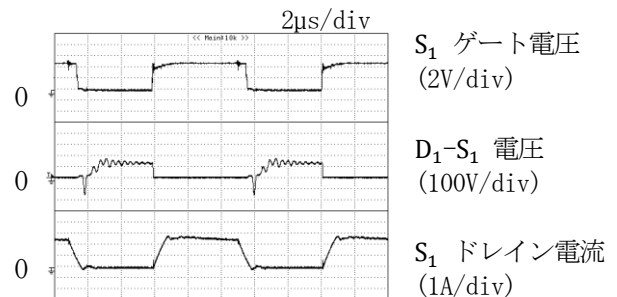


図3: スイッチ波形 ($I_o=1.7A$, $V_o=68V$)

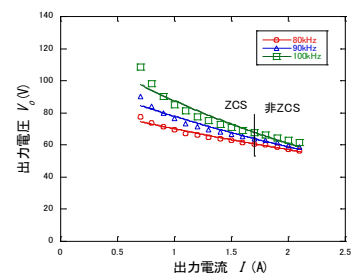


図4: 負荷特性測定結果

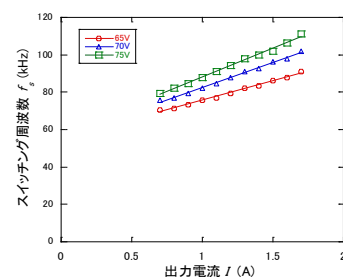


図5: 周波数制御特性測定結果 (ZCS動作領域内)

参考文献

[1]原田耕介, “よくわかるスイッチング電源入門 ソフトスイッチング電源技術”, 日刊工業新聞社, 1992.