

差分電圧制御による昇降圧形 DC-DC コンバータ

藤井崇史 (長岡技術科学大学)・伊東淳一 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

バッテリーより機器に電力を供給する場合、電圧変動が大きいためしばしば非絶縁の昇降圧形の DC-DC コンバータが用いられる。非絶縁の DC-DC コンバータとしては昇降圧チョッパ⁽¹⁾⁽²⁾が有力であるが、全エネルギーを一旦、リアクトルやコンデンサに蓄積するため、効率の低下が懸念される。

本論文では、差分の電圧のみを変換することに着目した新しい概念の昇降圧型 DC-DC コンバータ回路を提案する。ここでは、提案回路の基本的動作と効率を実機により確認したので報告する。

2. 回路構成

図 1 に提案回路を示す。本回路では、入力電圧 V_{in} に直列コンバータの出力電圧 V_{conv} を重畳させ、負荷に供給する電圧を出力する。このとき負荷電圧 V_{out} は (1)式で表される。

$$V_{out} = V_{in} + V_{conv} \quad (1)$$

負荷に供給する電圧のうち、入力電圧と目標出力電圧の差分だけ直列コンバータの出力電圧 V_{conv} として発生させることにより、変換器容量を低減し、損失を低下させる。直列コンバータ出力電力を P_2 、電源から負荷への直達電力を P_1 、直列コンバータの効率を η_c とすると、提案回路の全体効率 η_i は(2)式で表され、常に $\eta_i > \eta_c$ となる。

$$\eta_i = \frac{P_1 + P_2 \cdot \eta_c}{P_1 + P_2} \quad (2)$$

本論文では直列コンバータに極性反転チョッパを用いる。直列コンバータの出力電圧 V_{conv} は H ブリッジで正負を切り替えることにより、正負の電圧へ切り替える。これを入力電圧に加えることで、昇降圧型コンバータの動作を実現する。

3. 実験結果

出力電圧 12V、出力電力 14W、スイッチング周波数 100kHz とし、実験を行った。図 2 に提案回路の効率の入力電圧特性を示す。入出力電圧差の小さい領域で効率が高くなっていることを確認できる。最高効率は 12V 時に 98% となっており、従来に対し損失を 3% 低減することができた。これは直列コンバータでの損失が小さいためである。図 3 に降圧時と昇圧時のリアクトル電流を示す。

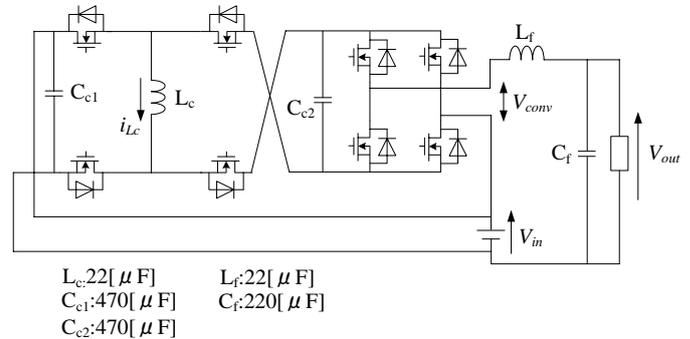


図 1 提案回路

Fig. 1. Proposed circuit.

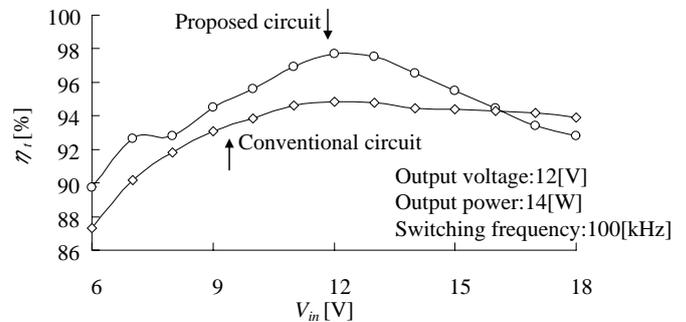
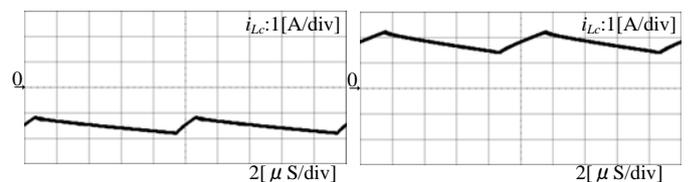


図 2 提案回路の効率

Fig. 2. Efficiency of proposed circuit.



(a) Step down mode

(b) Boost mode

図 3 リアクトル L_c 電流波形Fig. 3. Current waveform of the reactor L_c .

両方の場合で、極性反転チョッパとして動作できることを確認した。

4. まとめ

本論文では、差分電圧のみを変換する昇降圧形 DC-DC コンバータを提案し、効率を実機により測定した。今後は、直列コンバータのスイッチ数の低減や、回路定数の見直しなどの最適化を行い、効率の改善を行う予定である。

参考文献

- (1) 関野・山崎, 電子情報通信学会技術研究報告, EE98-1, pp.1-8., 1998
- (2) 片山他, 電学論D, 124巻10号, pp.1043, 2004