

# 幅広い入力電圧範囲に対応する直並列切り替え型フライバックコンバータ の入力電流ひずみ補償法

河合 勇貴・菊地 尚斗・渡辺 大貴・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

## 1. はじめに

近年、幅広い商用電源に対応可能な電源が盛んに検討されている<sup>(1)(2)</sup>。一般に、入力電圧範囲が広い場合、特定の電圧条件以外では効率が低下する。またフライバックコンバータには電流三角波モード(TCM)を利用したゼロ電圧スイッチング(ZVS)法が提案されているが、可変周波数制御すると入力電流ひずみが増大する問題がある。

本論文では入力電圧範囲に応じて直列運転と並列運転を切り替える直並列切り替え型フライバックコンバータを提案する。提案回路は切り替えスイッチとフライバックコンバータの主スイッチを兼用したことに特徴がある。また、TCM 適用時における入力電流ひずみ補償法を提案し、シミュレーションより検証する。

## 2. 直並列切替式フライバックコンバータ

図 1 に提案回路を示す。提案回路は 2 台のフライバックコンバータと切り替えスイッチで構成されており、入力電圧に応じて 1 次側を直並列運転させる。直列運転では、 $S_5, S_8$  を常時オフ、 $S_6$  を常時オンとし、 $S_7$  をスイッチングさせる。並列運転では  $S_5, S_8$  をスイッチングさせ、 $S_6, S_7$  は常時オフとする。

図 2 に提案制御の制御ブロック図を示す。本制御では励磁電流を三角波状に制御することで ZVS を達成する。TCM は可変周波数制御とし、オン期間指令  $T_{on}^*$  を一定とした場合、入力電流ひずみが増大する。この時の一次電流は(1)式となる。

$$i_{in}(t) = \frac{|v_{in}(t)|}{2L_m} \frac{NV_{out}}{|v_{in}(t)| + NV_{out}} T_{on}^* \dots (1)$$

(1)式より、入力電流が正弦波となるためには入力電圧  $v_{in}(t)$  と入力電流  $i_{in}(t)$  の関係が線形となる必要がある。よって提案法では  $T_{on}^*$  に対して線形化係数を導入する。ここで(1)式より線形化係数  $\alpha$  は(2)式にて導ける。

$$\alpha(t) = \frac{|v_{in}(t)| + NV_{out}}{NV_{out}} \dots (2)$$

## 3. シミュレーション結果

図 3 に並列運転時におけるシミュレーション結果を示す。提案法を適用しない場合、入力電流 THD は 20.5% となった。一方で、提案法を適用することで、入力電流 THD が 0.17% となり、大幅に改善した。

図 4 に負荷電力を変更した際の入力電流の THD 特性を示す。今回は入力電圧 200V 時に並列動作、入力電圧 600V 時に直列動作を行い、各動作条件での入力電流 THD を評価した。並列動作時は、提案法により 0.1p.u.時に 92.2%、1.0p.u.時に 99.2%の高調波含有量を低減した。直列動作時は、提案法により 0.1p.u.時に 76.9%、1.0p.u.時に 86.7%の高調波含有量を低減した。以上より、提案回路は補助スイッチを用いずに直並列の切り替えが実現で

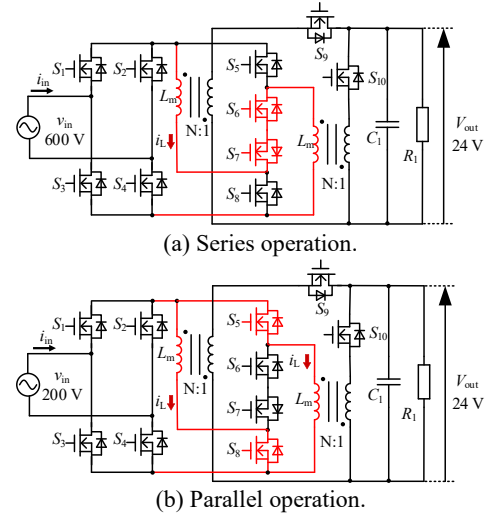


Fig.1. Proposed flyback converter circuit with switching type.

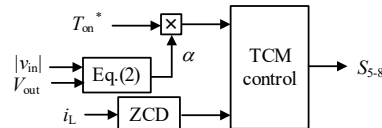


Fig.2. Control block diagram with TCM in the proposed circuit

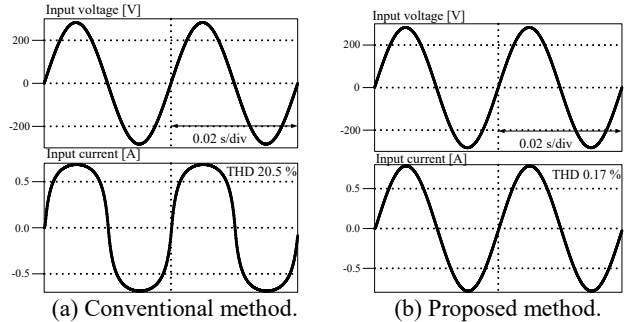


Fig.3. Comparison of the operation waveform.

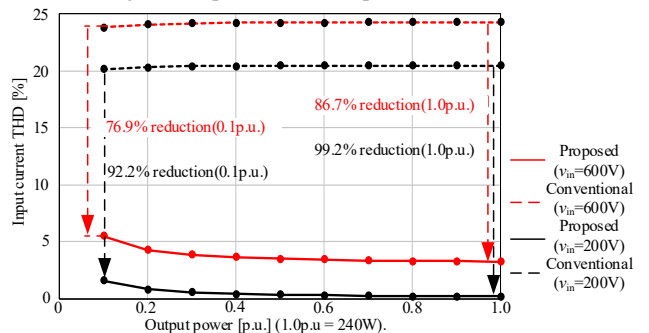


Fig.4. Relationship between input current THD and output power using the proposed control method.

き、直並列動作に関わらず、線形化係数を適用することで高調波成分の抑制効果を確認した。今後は、実機実験により有効性の検証を行う予定である。

## 文 献

- (1) L. Gu et. al. : IEEE Trans. Vol. 33, No. 11(2018)
- (2) Jingquan Chen et. al. : IEEE Trans. Vol. 21, No. 2(2006)