

# 車載用電力双方向昇降圧 DC/DC コンバータの基礎検討

桂田 竜児\*, 野口 季彦 (静岡大学)

## Preliminary Study of Buck-Boost DC/DC Converter with Bidirectional Power Flow for Automotive Applications

Ryuji Katsurada \*, Toshihiko Noguchi (Shizuoka University)

キーワード : DC/DC コンバータ, 電力双方向, 昇降圧, インターリーブ

Keywords : DC/DC converter, bidirectional power flow, buck-boost, interleave

### 1. はじめに

PWM インバータではスイッチング損が主な損失要因であるため, 種々のスイッチング損低減法が研究されている<sup>(1)(2)</sup>. 本研究では, 48V バッテリーを電源とする車載主機インバータを PWM から PAM 方式にしてスイッチング損を低減するため, インバータの入力電圧を可変させる電力双方向昇降圧 DC/DC コンバータを検討した。

### 2. 提案回路の概要

この DC/DC コンバータは電力双方向であり, 電力力行時, 電力回生時ともに昇降圧が可能であることが求められる。この要件を満たす回路として Fig. 1 に示す回路を検討した。Q1, Q3,  $L_1$  の回路と Q2, Q4,  $L_2$  の回路はインターリーブ動作をさせ, 各回路の電流を低減するとともに等価スイッチング周波数を 2 倍にしている。

デッドタイム  $t_d$  を考慮したスイッチングの様子を Fig. 2 に示す。このスイッチング方法において, 電力力行時は Q1, Q2 の ON 時間  $t_{on}$ , 電力回生時は Q3, Q4 の ON 時間  $t_{on}$  が占める時比率を  $D$  とすると出力電圧は下式で決定される。

$$V_{inv} = \frac{D}{1-D} V_{bat} \quad (1)$$

$$V_{bat} = \frac{D}{1-D} V_{inv} \quad (2)$$

### 3. シミュレーション結果

PSIM®を用いて本回路が電力双方向で昇降圧も可能かシミュレーションで確認した。シミュレーション条件はバッテリー電圧  $V_{bat} = 48V$ , インバータ入力電圧  $V_{inv}$  を 20V または 100V とし, 力行と回生の両動作状態で昇降圧を行う。電力力行のシミュレーション結果を Fig. 3, 電力回生のシミュレーション結果を Fig. 4 に示す。これらは(1)または(2)から求めた  $D$  をオープンループで与えたときの出力電圧ステップ応答である。

### 4. まとめ

本回路が電力双方向で昇降圧可能であることをシミュレーションにより確認できた。今後は実機を製作し, 動作確認, インバータとの組み合わせによる総合効率の改善について検証を行う予定である。

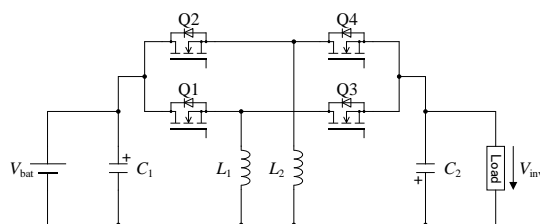


Fig. 1. Diagram of main circuit.

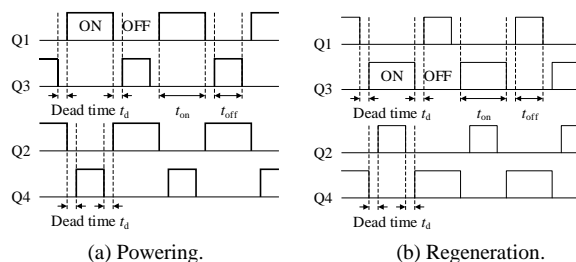
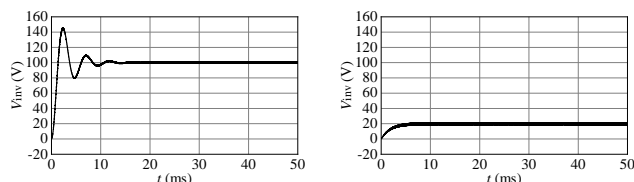
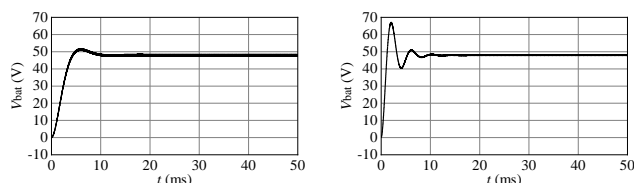


Fig. 2. Switching waveforms.



(a) Step response of output voltage in boost operation from 48 to 100 V. (b) Step response of output voltage in buck operation from 48 to 20 V.

Fig. 3. Simulation waveforms in powering.



(a) Step response of output voltage in boost operation from 20 to 48 V. (b) Step response of output voltage in buck operation from 100 to 48 V.

Fig. 4. Simulation waveforms in regeneration.

## 文 献

- (1) 秋ほか:「スイッチング損失およびコモンモード電圧を低減する 5 レベルインバータの空間ベクトル制御法」平 26 電学全大 4-059 (2014)
- (2) 村田ほか:「スイッチングアシスト回路を用いた PWM インバータのスイッチング損失改善法」平 27 電学全大 4-149 (2015)