

直流電源システム用双方向マルチポートコンバータの解析

宮本 昌和*, 今岡 淳**, 庄山 正仁**
 (九州大学大学院 *システム情報科学府 **システム情報科学研究院)

1 背景

近年の再生可能エネルギーによる発電システムの普及や、それに伴う蓄電装置の導入により直流による給電方式に関心が寄せられている[1]. そこで、様々な直流機器を接続でき、双方向に電力伝送が可能な直流電源システムとして双方向マルチポートコンバータを提案する. 本稿では、その特徴及び構成例を示し、動作解析を行う.

2 双方向マルチポートコンバータの特徴

図 1 に示す双方向マルチポートコンバータは、複数の直流ポートを持つ. それらに太陽光発電等のエネルギー源や蓄電装置、負荷装置を接続することが可能であり、システム内の電力が直流で双方向に融通されるシステムである.

3 双方向マルチポートコンバータの構成例

図 2 に双方向マルチポートコンバータの構成例を示す. Type1 と Type2 は同様に各ポートが、平滑用コンデンサ、半導体スイッチ、インダクタで構成され、M 点で結合される. なお、Type2 はさらに M 点にコンデンサが接続されている. 本稿では、計算の簡略化のために各インダクタンス及びスイッチング周波数は同値とする.

4 双方向マルチポートコンバータの動作解析

図 3 に 3 ポート分の双方向マルチポートコンバータ (Type1) における各部波形を示す. これより動作解析を行い、ポート間の関係式を導出する.

状態 I において結合点電圧 v_M は、

$$v_M = \frac{1}{3}(V_1 + V_2 + V_3) \tag{1}$$

と表される. この時、インダクタ L_1 の電圧 v_{L1} は、

$$v_{L1} = V_1 - v_M \tag{2}$$

であることより、状態 I の期間 $D_1 T_s$ のインダクタ L_1 に流れる電流の変化量 Δi_{L11} は、インダクタ電圧と電流の関係式を用いて、次のように表される.

$$\Delta i_{L11} = \frac{D_1 T_s}{3L_1} (2V_1 - V_2 - V_3) \tag{3}$$

状態 II ~ IV 及びインダクタ L_2, L_3 についても同様の計算を行い、一周期のインダクタ電流の変化量の総和は 0 であることを考慮すると、ポート間の電圧及び時比率に関して、以下の関係式が得られる. なお、Type2 についても以下と同様の式が得られる.

$$D_1 V_1 = D_2 V_2 = \dots = D_N V_N \tag{4}$$

5 まとめ

本稿では、直流電源システムの 1 つとして双方向マルチポートコンバータを提案し、その構成例を示し、動作解析を行った. そして、ポート間の関係式が導出され、ポートは任意の電圧値を持つことが可能であることが示された. 今後の展開として、マルチポートコンバータの絶縁化を検討している.

参考文献

- [1] 林, “再生可能エネルギー導入をもたらすエネルギー管理と蓄電池制御,” 電気学会誌, Vol.132, No.10, pp.684-687, Oct. 2012.
- [2] Husam A. Ramadan, Yasutaka Imamura, Konosuke Kawachi, SihunYang, Masahito Shoyama “Multi-level Virtual Conductor Using Bidirectional DC-DC Converters,” INTELEC 2013, 13-17, Oct.2013.

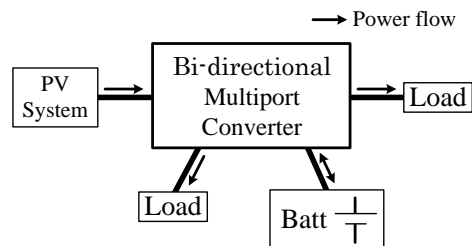
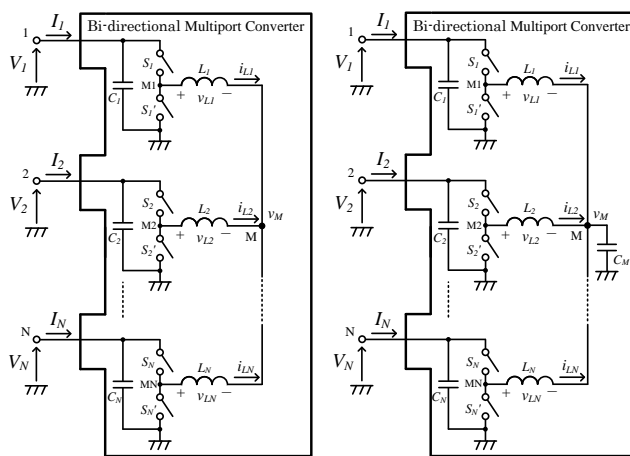


図 1. 双方向マルチポートコンバータを用いたシステム構成例



(a) Type1 (b) Type2
 図 2. 双方向マルチポートコンバータの構成例

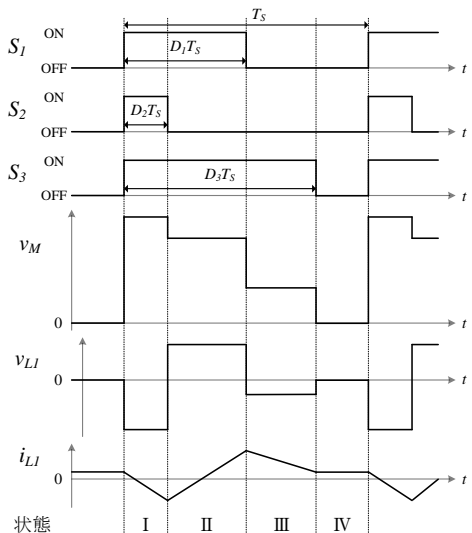


図 3. 3 ポート双方向マルチポートコンバータの各部波形