

# 双方向 LLC 共振形 DC-DC コンバータの特性比較

五来 一樹, 北野 宏希, 清水 優太, 鈴木 黎矢, 早乙女 英夫  
(千葉大学)

Characteristic Comparison of Bidirectional LLC Resonant DC-DC Converters

K.Gorai, K.Kitano, Y.Shimizu, R.Suzuki, H.Saotome

(Chiba University)

## はじめに

太陽光発電や風力発電は天候等により出力電力が不安定となるため、蓄電池等による電力の平準化が求められる<sup>(1)</sup>。蓄電池を充放電する電力変換器として、双方向 DC-DC コンバータが用いられる。本報告では、回路構成の異なる 3 方式の双方向共振型 DC-DC コンバータおよび非共振型である双方向チョップ方式の特性比較を、シミュレーションを用いて行った結果を示す。また、双方向共振型 DC-DC コンバータの回路設計の考え方について述べる。

## 比較方法

シミュレータ<sup>(2)</sup>を用いて、複数の双方向コンバータの出力特性、損失の調査およびその他の特性比較を行った。ここで、シミュレーション回路は実機実験による電圧電流波形と事前に比較し、概ね実験結果を模擬できていることを確認した。本比較調査に当たりトランスのコアは統一とし、各コンバータに対してそれぞれ双方向に同程度の電力伝送ができることを条件として設計した結果で比較した。また、共振型コンバータではスイッチング損失の低減を目的に ZVS(Zero Voltage Switching)の実現を条件とした。

## 設計

双方向共振型 DC-DC コンバータでは、回路の共振周波数とトランスの巻数比により電力特性が変化する。Fig.1 に示すハーフブリッジ型の回路を例にすると  $V_H$  から  $V_L$  への電力伝送を実現する、図に破線で示した電流経路の共振周波数  $f_r$  は次式のように表される。

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_H C_H}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_L C_L}} \dots\dots\dots (1)$$

$f_r = 5, 10, 15, 20, 30$  および  $50$  (kHz) のときの Fig.1 のコンバータの駆動周波数  $f_s$  に対する  $V_H$  から  $V_L$  への出力電力特性を Fig.2 に示す。ここで、 $V_H = 100$  (V),  $V_L = 10$  (V) とした。 $f_r$  が低いほど最大出力電力は大きくなる。一方、 $f_r$  を低くすると  $f_s$  は低くなり、トランスの両端の電圧時間積が増加しコアの磁気飽和が問題となる。また、トランスの巻数比によってコンバータの最大出力電力が増減する。例えば巻数比 10:1 から 6:1 へ変更すると、 $V_H$  から  $V_L$  の電力伝送時のトランスの電圧ゲインが大きくなるため、 $V_H$  から  $V_L$  へ伝送する電力は大きくなる。一方で逆方向の  $V_L$  から  $V_H$  への電圧ゲインは小さくなり、伝送できる電力も小さくなる。シミュレーションによって双方向で同程度の最大出力電力が得られる巻数比を調査し、回路設計を行った。

## 参考文献

- (1) Shigenori Inoue, Hirofumi Akagi: "A Bidirectional DC-DC Converter for an Energy Storage System With Galvanic Isolation", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 22, No. 6, pp.2299-2306(2007)
- (2) <http://www.intsoft.co.jp/products/product04.html>

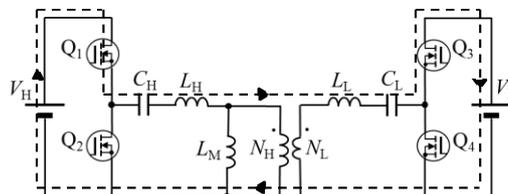


Fig.1 Bidirectional DC-DC resonant Converter. (--- Power transmission current path)

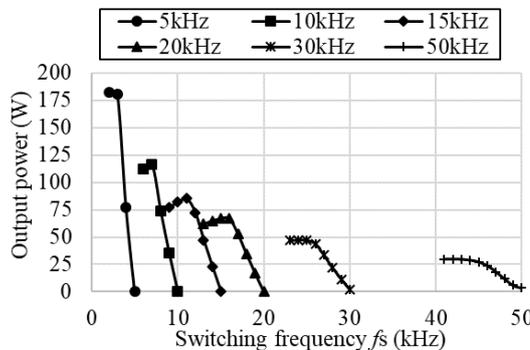


Fig.2 Simulated characteristics of the converter. Output power ( $V_H \rightarrow V_L$ ) v.s. switching frequency  $f_s$ .