

# 仮想 AC/DC/AC 方式を応用した 高周波 AC リンク三相 AC/AC コンバータの制御法

学生員 松村 大祐\* 正員 伊東 淳一 正員 近藤 正示 (長岡技術科学大学)

## A Control Method for High-Frequency AC Link Three-Phase AC/AC Converter Applying Virtual AC/DC/AC Conversion

Daisuke Matsumura\*, student member Jun-ichi Itoh, member, and Seiji Kondo, member (Nagaoka University of Technology)

This paper proposes a control method for high-frequency AC link three-phase AC/AC converter. The proposed control strategy is very simple because the proposed method based on the conventional rectifier and inverter system. Thus, the proposed method realizes wide control range and high performance as same as the conventional rectifier control and the inverter system. To unity power factor and THD of input current under 1% are confirmed through simulation results, respectively.

キーワード：直接変換, AC/DC/AC変換, 高効率, 高周波リンクコンバータ

Keywords: Direct conversion, AC/DC/AC conversion, Unity power factor, High-frequency link converter

### 1. はじめに

近年,新しい電力供給源として,需要地近傍への設置が可能な新エネルギーシステムの導入が検討されている。これら分散型電源は大きく分けて太陽光発電,燃料電池など直流電圧を発生するものと,風力発電,マイクロガスタービンなど交流電力を発生するものがある。交流電力を発生する機器に対する系統連係用電力変換器として,高周波リンク形電力変換器がある。高周波リンク形が商用トランスで絶縁する方式と比べ,小型化などの点で有利と思われる。高周波リンク電力変換装置に求められる課題の一つとして,入出力制御の簡単化が挙げられる。高周波リンク電力変換装置の制御法として自然転流による制御方式<sup>[2]</sup>,2次側位相シフトを用いたソフトスイッチング方式<sup>[3]</sup>が提案されているが,それぞれ動作範囲に制約がある場合や制御法が複雑と思われる。

本稿では,小型,高効率化を期待できる高周波トランスの両側に直接電力変換器を適用したコンバータにおいて,制御の簡単化を実現する事を目的とし,仮想AC/DC/AC変換方式<sup>[1]</sup>を応用した制御方法を提案する。ここでは,シミュレーションによりその基本的な動作を検証したので報告する。

### 2. 回路構成とその特長

図1に高周波ACリンク三相AC/ACコンバータの主回路構成を示す。主回路の全スイッチは双方向性スイッチで構成されACリンク部に高周波トランスを用いる構成である。従来では電源から任意の周波数と大きさを持つ交流への変換は直流を

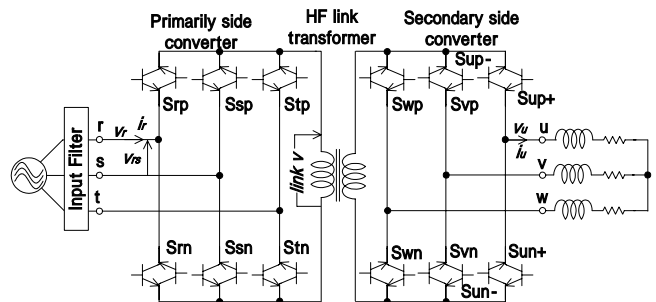


図1 高周波 AC リンク三相 AC/AC コンバータ

Fig. 1. High-frequency AC link three-phase AC/AC converter.

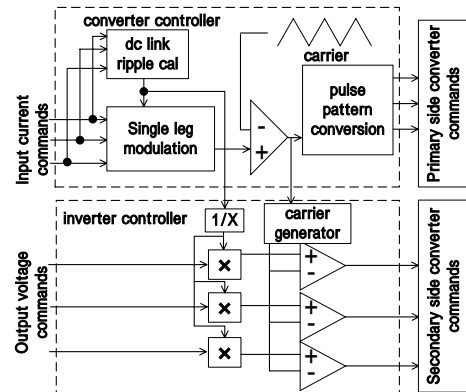


図2 仮想 AC/DC/AC 方式のブロック図

Fig. 2. The block diagram of virtual AC/DC/AC control method.

介して変換するが、本回路では双方向性スイッチを使用し1回の変換で高周波トランスを駆動する高周波電圧を得る。この結果、電源から負荷まで、2回の変換で行えるので他の高周波リンク方式に比べて効率向上が期待できる。

### 3. 制御方式

図2に仮想AC/DC/AC方式の制御法のブロック図を示す。図1の回路ではエネルギーバッファがないため、入出力の波形制御が干渉する。そこで、仮想AC/DC/AC方式を応用した制御法を適用する。本方式は文献<sup>[1]</sup>にあるように本来はマトリクスコンバータの制御法として提案されているものであるが、高周波リンクを有する電力変換器にも適用できる。ここでは仮想整流器を1次側コンバータに、仮想インバータ制御法を2次側コンバータに適用し、1次側を電流形変換器として動作させ、2次側を電圧形変換器として動作させる。図3に制御信号のタイムチャートを示し以下に特長を述べる。

- (1) キャリアに同期した極性信号によって仮想整流器の出力を高周波で反転させる事により、交流リンク電圧を出力する。
- (2) 2次側コンバータでは電圧の極性が入れ替わる瞬間に短絡モードが生じるため2次側コンバータのスイッチの転流には、負荷電流極性をを用いた転流方法を付加する。この結果、リンク電圧が正負どちらでも所望の出力電圧パルスが得られる。
- (3) 2次側コンバータがゼロ電圧ベクトルを出力している際にリンク電流がゼロになることに着目し、ゼロ電圧発生期間中に1次側コンバータをスイッチングする。これは2次側コンバータのキャリアを変形させることにより実現できる。この結果、共振回路を付加しなくてもZCS動作となり、高効率化できる。

### 4. シミュレーション結果

図4に本稿で提案する制御法を用いたシミュレーション結果を示す。キャリア周波数は16kHz、フィルタのカットオフ周波数1.6kHz、制動係数0.1、入力周波数50Hz、出力周波数100Hzである。波形は上から、入力R相電圧 $v_r$ 、入力電流 $i_r$ 、入力線間電圧 $v_{rs}$ 、出力相電圧、出力電流 $i_r$ 、 $i_r$ の高調波解析結果、 $v_u$ の高調波解析結果を示している(図中のLPFは低周波成分の観測用に1.6kHzのローパスフィルタを通した波形である)。

$v_r$ と $i_r$ は同位相であり力率1が確認できる。 $i_r$ 、 $v_u$ はともにきれいな正弦波出力であり、1.6kHz以下の総合歪み率は、入力電流出力電圧共に1%以下が得られている。また、交流リンク電圧のフィルタリング波形が直流分や低周波の脈動無しに、ほぼゼロになっていることから、高周波トランスを適用できる。以上から仮想AC/DC/AC制御法の応用により、入力電流及び出力電圧に大きな低次高調波を発生せず良好な制御が行えていることが確認できる。

### 5. まとめ

本稿では、仮想AC/DC/AC変換方式を応用した高周波ACリンク三相AC/ACコンバータの基本的な動作をシミュレーションにより確認した。その結果入力力率1、入力電流と出力電圧の低歪みを確認し、系統連係システムとして適応可能なことが確認できた。今後は高周波トランスの漏れエネルギー処理方法の検討を行う予定である。

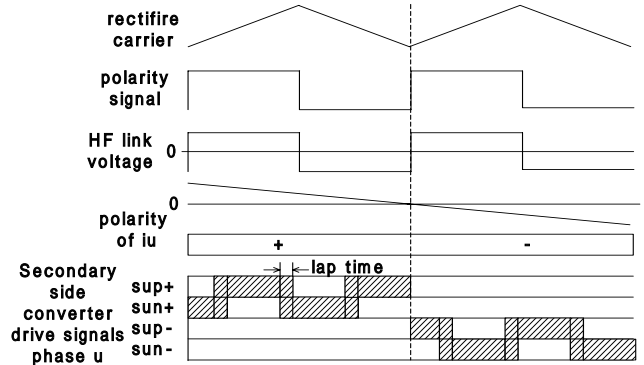


図3 制御信号タイムチャート

Fig. 3. Control signal timing charts.

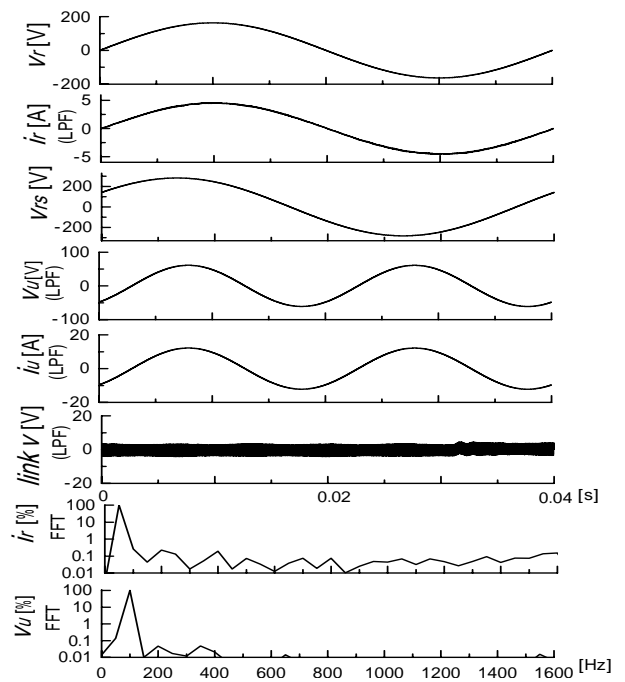


図4 シミュレーション結果

Fig. 4. Simulation results.

### 文 献

- (1) 伊東・佐藤・大口・佐藤・小高・江口:「キャリア比較方式を用いた仮想AC/DC/AC変換方式によるマトリクスコンバータの制御法」電学論D, 124巻5号, 457-463(平成16)
- (2) 松井・望月・石崎:「高周波リンクDC/ACコンバータのスナバレス化-自己消弧素子の自然転流ZCS運転-」SPC-93-10,(平成5)
- (3) 道平・大田・林・舟木・河崎・松浦:「2次側位相シフトPWM制御を適用した高周波ACリンクDC-ACコンバータの動作解析」電学論D, 119巻5号, 659-669(平成11)