

# 山登り法を用いた高周波共振型インバータの出力電力制御

◎五十嵐 翔, 芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

## 1. はじめに

近年, 家庭用誘導加熱器 (IH) が普及している。高周波インバータには鍋の温度調節のために出力電力制御が求められる。従来法は位相シフト制御により発生するゼロ電圧区間に負荷共振周波数追従制御を行うため, 必ずゼロ電圧区間を設けなければならず, 出力電力範囲に制限が発生する問題がある。本稿は, 鍋がコイルに乗ることで決定する未知の負荷共振周波数を山登り法により探索し, また, 出力電力制御に位相シフト制御を適応することにより, 高い負荷力率と出力電力制御性を確認したので報告する。

## 2. 提案制御法

提案制御法の検証回路を図 1 に示す。RLC 直列共振回路でコイルと鍋との共振作用を模擬する。本提案法として負荷共振周波数追従制御に山登り法を, 出力電力制御に位相シフト制御をそれぞれ用いる。制御ブロック図を図 2 に示す。

負荷電流の周波数特性は共振周波数をピークに山の形になる。インバータは最大電流となる共振周波数を山登り法により探索する。これにより負荷力率が向上し, 効率改善に寄与する。また, 位相シフト制御により負荷に印加される電圧実効値を制御する。これにより共振周波数を変えること無く山のピーク値を制御が可能になり, 山登り法の妨げをせずに出力電力制御が可能となる。

本提案法は共振周波数追従と電力制御を電流センサ 1 つで行う。したがって未知の負荷に対して, 電流センサのみで出力電力推定を行う必要がある。式(1)に出力電力式を示す。ここで,  $P_{out}$ : 出力電力,  $V_{in}$ : 入力電圧 (100V),  $\theta$ : 位相シフト角,  $i_{rms}$ : 出力電流実効値,  $\phi$ : 出力電圧電流位相差である。反磁性体金属性の鍋を加熱するためにはインバータを高周波駆動させる必要があり, それに伴い出力電流も高周波となる。サンプリング周波数と電流周波数が近づくに連れ量子化誤差が増大するため, 出力電圧電流位相差 $\phi$ を正しく検出できない問題がある。共振周波数追従を行いつつ, 刻み周波数 $\Delta f$ を減少させることで出力電圧電流位相差 $\phi$ をゼロに近づけるが, それでも発生してしまう負荷力率 $\cos(\phi)$ の項は近似式で代用した。

$$P_{out} = V_{in} \sqrt{1 - \frac{\theta}{180}} i_{rms} \cos(\phi) \dots (1)$$

## 3. 実験結果

図 3 に位相シフト角を指令値としたオープンループ制御における出力電力特性を示す。強磁性体金属鍋を加熱する際は 20kHz 程度の共振周波数で, 反磁性体金属鍋を加熱する際は 80kHz 程度の共振周波数で駆動させるため, それぞれの共振周波数での電力特性を示している。従来法では出力できない高出力領域において, 共振周波数 20kHz の負荷では 5%の出力電力範囲拡大を, 共振周波数 80kHz の負荷では 56%の出力電力範囲拡大を確認した。

図 4 に出力電力指令値に対する実際の出力電力特性を示す。指令値に対し最大誤差 2.9%以内で制御できていることを確認した。

## 4. おわりに

本稿では, 負荷共振周波数追従制御に山登り法を, 出力電力制御に位相シフト制御をそれぞれ用いることを提案した。これにより従来法と比較して 5~56%の出力電力範囲の拡大と最大誤差 2.9%の制御性を確認した。

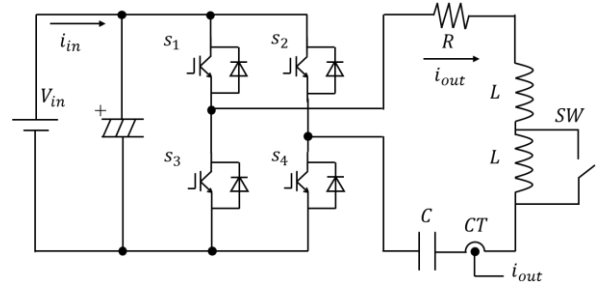


図 1 RLC 直列共振 IH システムモデル

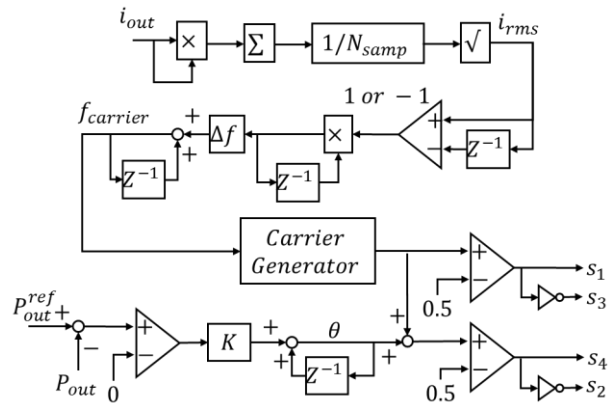


図 2 制御ブロック図

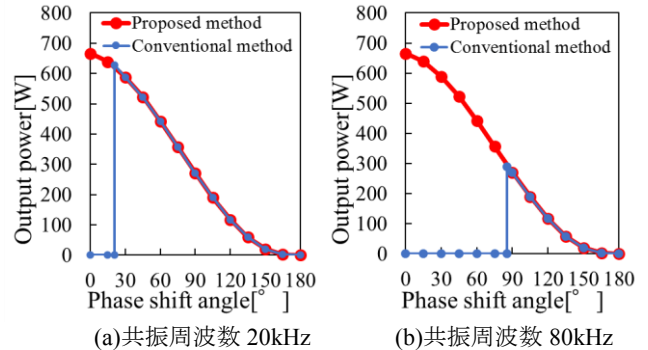


図 3 オープンループ制御における出力電力特性

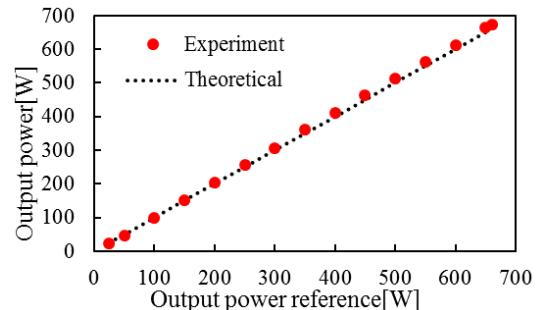


図 4 出力電力制御特性

### 参考文献

- [1]. 木船弘康, 畑中義博: 「Resonant frequency tracking control by using one CT for high frequency inverter」 13th ECPEA, 2009
- [2]. 進藤 将太郎, 寺江 悠太, 安東 至, 大石 潔, 小川 美奈, 高野 博司: 「負荷共振周波数追従制御に基づく単相高周波インバータの一構成法」 電気学会論文誌 D, 131 巻, 8 号, p.1078-1086