

負荷共振周波数追従を用いた高周波共振型インバータの高効率動作

五十嵐 翔・芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年, IH クッキングヒータは, オールメタル対応と高効率駆動が要求されている。オールメタル対応にはインバータを高周波で駆動する必要があり, 高効率駆動には負荷共振周波数とインバータ駆動周波数を一致させる必要がある。本稿は, 高周波共振型インバータの高効率動作のために山登り法に基づく負荷共振周波数追従を行う。これにより, 共振周波数追従とオールメタル対応に必要な高周波での駆動の両立を確認したので報告する。

2. 制御法

Fig. 1 に IH ヒータの RLC 直列共振モデルを示す。負荷共振周波数は LC によって決定され, その周波数と一致した周波数でインバータを駆動させることにより最大効率が得られる。しかし負荷共振周波数は鍋の金属種類や形状, 温度に依存するため未知である。この未知の負荷共振周波数を探索するために山登り法を適応する。制御ブロック図を Fig. 2 に示す。共振時, 最大電流が流れることに着目し, センサで取得した電流値の実効値を算出して保持する。インバータ駆動周波数に Δf を加算し再度, 電流実効値を算出する。保持していた値と今回算出した値を大小比較し, より大きな電流が流れている周波数へ向けてインバータ駆動周波数を増減させる。

本制御法は出力電流の周波数特性が山の形になることを利用した制御法であるため, 山が緩やかな形 (Q 値が低い) だと大小比較が判然としないため制御が困難である。Q 値は式(1)で示され, 未知の RL においても Q 値を十分大きく設計するには C を下げる必要がある。しかし, C に印加される電圧は式(2)で表され, 容量を下げると耐圧の大きな C を選択する必要がある。

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \dots (1) \quad v_C = \frac{1}{C} \int I_m \cos \omega t dt = \frac{I_m}{C\omega} \dots (2)$$

3. 実験結果

共振周波数追従を確認するため, 負荷共振周波数を急変させたときの出力電圧・電流・インバータ駆動周波数の応答波形を Fig. 3 に示す。負荷急変に伴い出力電流振幅が減衰するが, インバータ駆動周波数が変動後の共振周波数へ推移することにより, 再度電流振幅が増加し, 共振周波数追従が達成されるに伴い電流も安定していることを確認した。負荷共振周波数 83kHz における動作波形を Fig. 4 に示す。出力電圧と電流の位相差が無いため, 共振周波数である 83kHz で動作していることが確認でき, このときの効率は 96.4%であった。

4. おわりに

負荷共振周波数とインバータ駆動周波数を一致させるために山登り法を適応した。これによりオールメタル対応に必要な 80kHz 程度の高周波駆動時においても, 共振周波数追従と効率 96.4%を確認した。

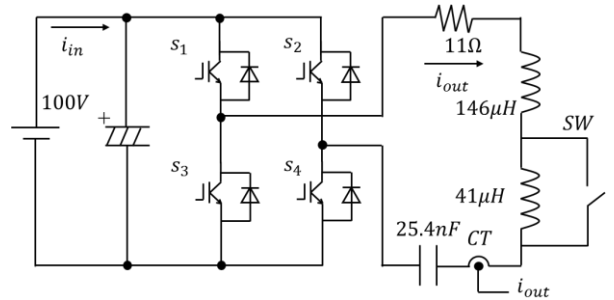


Fig. 1 RLC series resonant circuit diagram

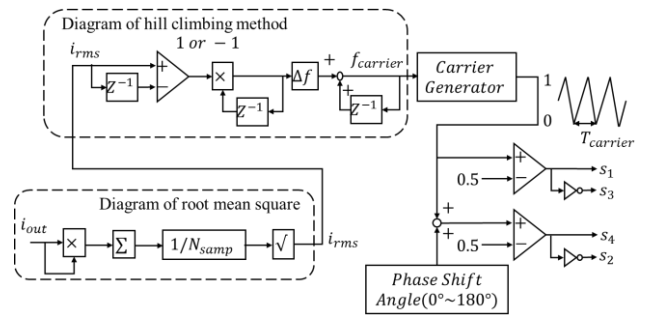


Fig. 2 Control block diagram

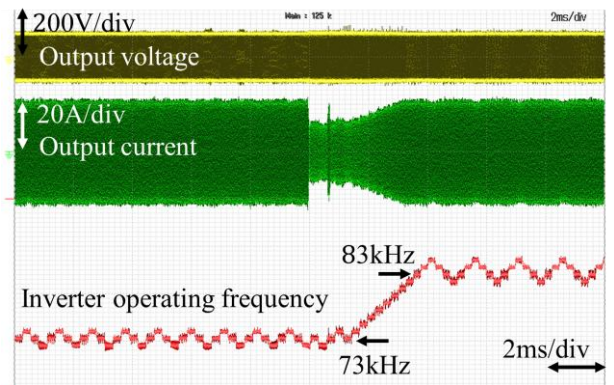


Fig. 3 Waveform of tracking to the load resonant frequency

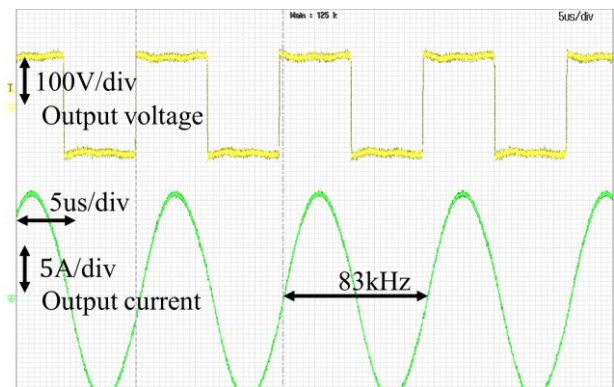


Fig. 4 Output voltage and current waveform

参考文献

(1) H. Kifune and Y. Hatanaka : 「Resonant frequency tracking control by using one CT for high frequency inverter」 Conf. Record on EPE (2009)