

回路平衡化によるパワーコンディショナの共通モードノイズの低減

林 強* 張 柏華* 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 はじめに

現在、環境・エネルギー問題への関心が高まり、家庭用太陽光発電システムの普及が進んでいる。その一方で、家庭用太陽光発電用パワーコンディショナ(以降、PCS と書く)では、スイッチング素子のターンオン・ターンオフの瞬間に生じる急峻な電位変化によって、寄生容量を通して共通モードノイズ電流が発生する。このノイズ電流は、PCS と太陽電池を接続する直流配線から放射するノイズの原因となり、他の電子機器に悪影響を与えるおそれがある。

本研究では、このノイズ電流を低減することを目的に平衡化コンバータの技術をもとにした[1]、PCS に適用するノイズ相殺手法を提案する。これは、平衡化を持つインバータ回路を逆位相でスイッチングして、昇圧回路部分も平衡化することにより、スイッチング時のノイズ電流を相殺して、共通モードノイズ電流を低減するものである。この手法について、従来からのノイズ低減手法と比較するとともに、ノイズ低減のメカニズムをシミュレーションで確認する。

2 PCSにおける共通モードノイズ電流

パワエレ機器における共通モードノイズ電流は、スイッチングにおける電位の急峻な変化により、寄生容量に電流が流れることによって生じる。PCS において問題となる寄生容量は、以下に挙げるものとなる。

1. 寄生容量①スイッチ素子のドレイン-筐体(FG)間
2. 寄生容量②太陽電池モジュール-筐体(FG)間

従来から、ノイズ電流を低減するノイズフィルタが多く提案されている[2]。しかし、ノイズフィルタを使うと、回路の体積とコストが増加することが懸念される。

3 提案するノイズ相殺手法

ノイズ低減手法として、逆位相の電位変化を作ることによって、ノイズを相殺する平衡化コンバータが提案されている[1]。本研究では、PCS 内の昇圧回路とインバータ双方に平衡化技術を適用した方式を提案する。本方式では、図2に示すように、インバータの駆動信号 $v_{g1}(=v_{g4})$ と $v_{g2}(=v_{g3})$ を逆位相となるようにスイッチングさせる。そして昇圧回路も平衡化とすることによって、FG から見る A 点と B 点、C 点と D 点にそれぞれ逆位相の電位変化を作ることによって、ノイズの相殺が可能となる。PCS 内のスイッチング素子を同一筐体内に内蔵すれば、寄生容量による共通モードノイズ電流を相殺することができる。

4 シミュレーション

提案回路の有効性を確認するため、主要な寄生要素を考慮して、PSIM を用いてシミュレーションを行った。DC-LISN で検知する共通モードノイズ電流の解析結果を図3に示す。スイッチング周波数は220kHz、寄生容量はスイッチ素子のドレイン-FG 間に 100pF を付加し、太陽電池モジュール-FG 間に 20nF を付加する。結果より、回路全体を平衡化とし、インバータの駆動信号を逆位相となるようにスイッチングさせることで、FG からパネルに流れる共通モードノイズ電流が効果的に低減できることが分かった。

5 まとめ

本研究では、PCS に回路平衡化手法を適用し、主要な寄生要素を考慮したシミュレーションを行い、ノイズ低減効果を確認した。今後は、実際の配線状態や設置状態、グリッドと繋がる状態を考慮して実験を行い、ノイズ低減効果の確認を行う予定である。

参考文献

- [1] M. Shoyama. et al., "Balanced switching converter to reduce common-mode conducted noise," *IEEE Trans. IE.*, vol. 50, no. 6, pp. 1095-1099, 2003.
- [2] S. Omata. et al., "Design Method for EMI Filters Connected to Both DC and AC ports of a Residential-Use Photovoltaic Power Conditioner," *IEEE Trans. on IA.*, vol. 135, no. 12, pp. 1207-1216, 2015.

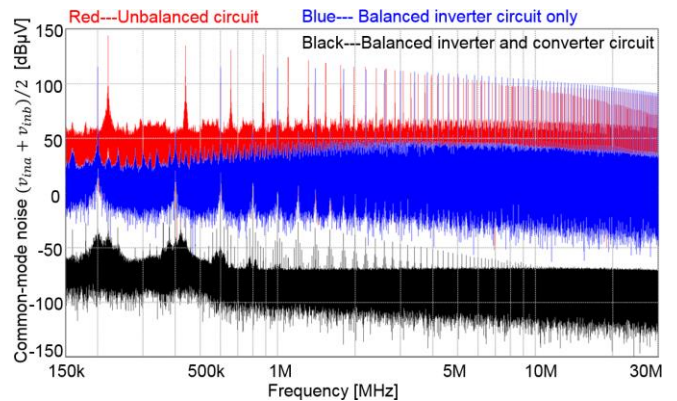


図3 DC-LISNの雑音端子における共通モードノイズ電圧の比較

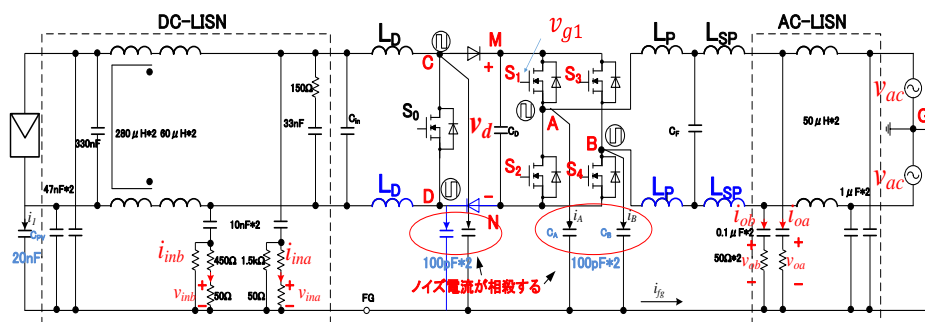


図1 PCS 回路図

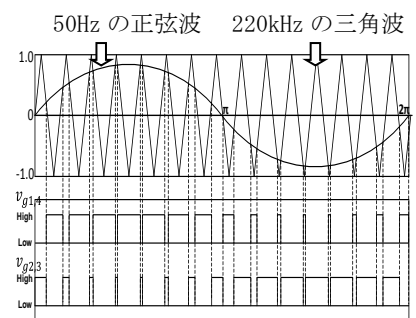


図2 インバータ駆動信号