

インダイレクトマトリックスコンバータの  
インバータ側損失の低減法

市村大輔・伊東淳一 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年、電力変換器の高効率に対する要求が高まり、インダイレクトマトリックスコンバータ (以下、IMC)が注目されている<sup>(1)</sup>。しかし、IMCは従来のインバータと同じく、低速運転時に特定のスイッチング素子に熱が集中するため、電流容量に制約がある。

本論文では、この問題を軽減する新たな制御方式を提案し、その動作をシミュレーションによって確認したので報告する。

2. 提案する制御方式

図 1 に IMC の回路図を示す。IMC は電流形 PWM 整流器と電圧形 PWM インバータから構成される。DC リンク部には完全にコンデンサがなく、小形化や長寿命化が実現できる。

図 2 は、今回提案する IMC の制御方式を示したブロック図である。この制御方式は従来の仮想 AC/DC/AC 方式<sup>(2)</sup>の逆の制御方式である。提案方式では、従来方式と異なり、整流器側で直流電圧ゼロ期間を発生させ、その期間内にインバータをスイッチングすることで、ゼロ電圧スイッチング (ZVS)を実現する。結果として、インバータ側のスイッチング損失をゼロにできる。このため、低速運転時、インバータ側のチップの熱分担を軽減することができる。

提案方式では、整流器の 1 相を上下短絡させることにより直流電圧がゼロの期間を発生させている。この時、負荷の還流電流は整流器の IGBT を通過するため、導通損失の増加を招く。そこで、ゼロ電圧期間ではインバータの上アームまたは下アームの IGBT を導通状態にし、還流電流をインバータ内にのみ流すことで導通損失を低減する。また、提案方式では、変形キャリアの周波数を半減させ、インバータがスイッチングする期間にのみゼロ電圧を発生させる制御方式<sup>(3)</sup>を適用し、整流器側のスイッチング回数および損失を半減させている。

3. シミュレーション結果

回路シミュレーションソフト PSIM (Power SIM Inc.)を用いて、提案方式で駆動させた IMC の入出力電圧、電流、および損失解析を行った。図 3 にその結果を示す。入力電流および出力電圧は正弦波に制御できており、THD は 2%以下である。また、損失解析の結果、従来方式と同等の導通損失であり、スイッチング損失が整流器側にのみ発生していることを確認した。

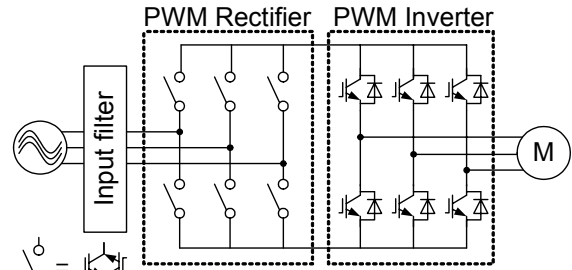


Fig. 1. Circuit configuration of the IMC.

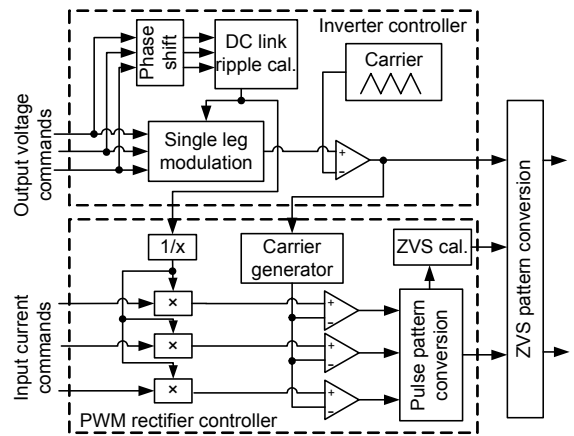


Fig. 2. Block diagrams of the proposed control method.

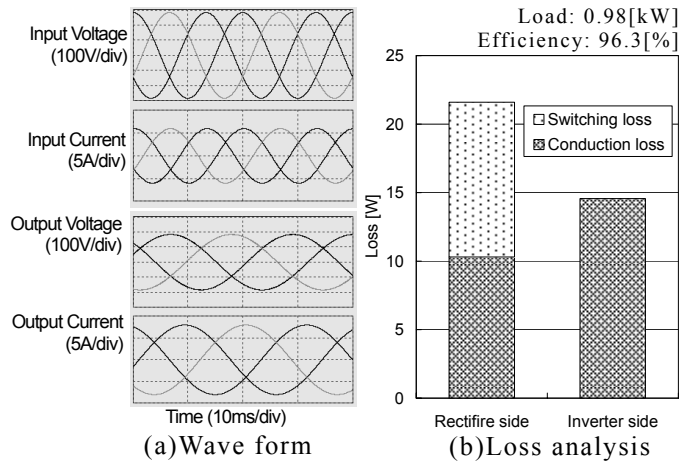


Fig. 3. Simulation results.

4. おわりに

本論文では、低速運転時のインバータの損失不平衡を低減する IMC の制御方式を提案した。今後は、低速運転時におけるインバータの各素子の熱解析を行い、提案方式の適用による電流容量増加について定量的に検討する。

文 献

(1) J.W. Kolar, et al.: IEEE APEC, 2002  
 (2) 伊東, 他: 電学論 D, 124 巻 5 号, 457-463, 2004  
 (3) 加藤, 伊東: R1-5, JIAS, 2008