

# 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低減による効果の検討

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素子に熱が集中するため、変換機容量が制限される。これまで著者らは、低速での素子温度上昇を抑制する IMC の制御方式<sup>(2)</sup>を提案したが、定量的な効果は確認していない。

そこで本論文では、熱解析により定量的な検討を行い、低速時の温度上昇抑制を確認したので報告する。

## 2. インダイレクトマトリックスコンバータの損失

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 インバータからなる。IMC は DC リンク部に平滑コンデンサがないことから、DC リンク電圧もしくは電流を、スイッチの切り替えにより瞬間的にゼロにできる。そのため、IMC では整流器またはインバータのスイッチング損失低減が可能である。

従来の IMC では、整流器側でゼロ電流スイッチング (ZCS) する事により、整流器側の素子で発生する損失を低減していた。一方、提案方式で制御した IMC では、インバータ側でゼロ電圧スイッチング (ZVS) する事により、インバータ側で発生する損失を低減し、インバータ側のチップの熱分担を軽減させる。

## 3. 熱解析シミュレーション

図 2 に IMC のインバータ側熱解析モデルを示す。 $R_{th}$  および  $C_{th}$  は各素子の熱抵抗および熱容量を示している。なお、素子は U、V、W の各相がそれぞれ 1 つのモジュールに格納され、放熱フィンとは共用とし、雰囲気温度  $T_a=25$  とした。この熱回路により、ある条件下で運転したときのインバータ側ダイオードおよび IGBT の接合温度  $T_{jD}$ 、 $T_{jT}$  を求める。そして各素子間の温度差により、温度上昇の抑制効果を評価する。

図 3 に、インバータの各 IGBT の熱解析シミュレーションの結果を示す。また、図 4 にインバータ出力周波数と IGBT およびダイオード素子間の温度差の関係を示す。出力周波数の増加と共に素子間の温度差が縮小している。提案方式では、従来に比べおよそ 2/3 の温度差となった。また、温度差の許容値を同一とした場合、従来の 1/4 の出力周波数まで運転できる。これらの結果より、提案方式の有効性を定量的に確認した。

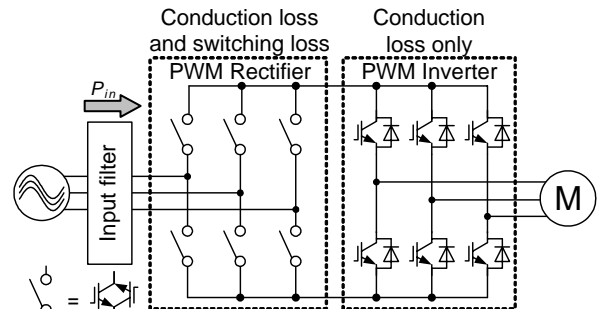


Fig. 1. Circuit configuration of the IMC.

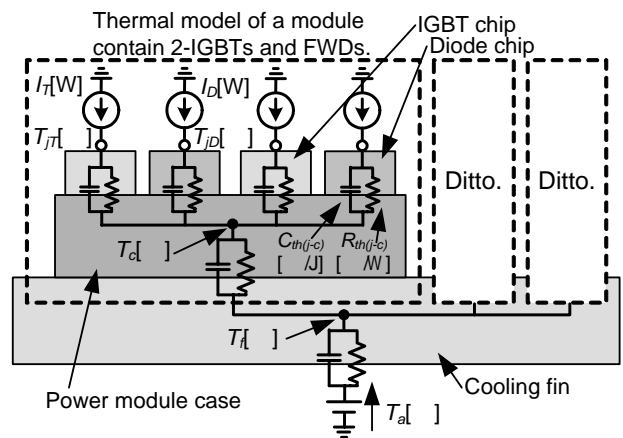


Fig. 2. The thermal calculation model of IMC.

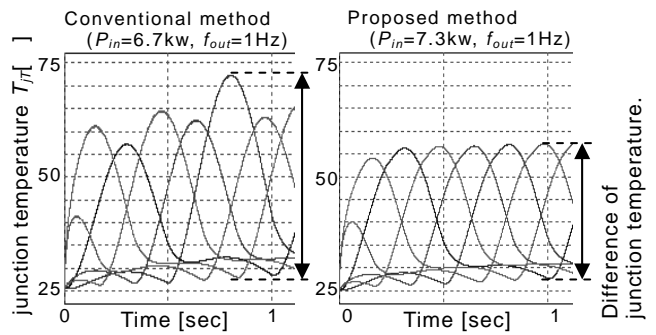


Fig. 3. Thermal simulation results.

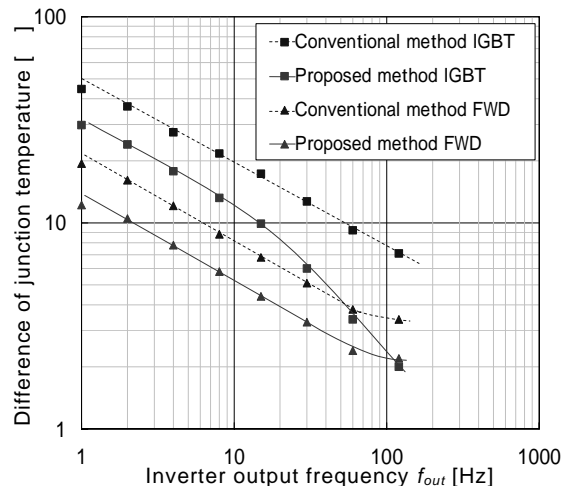


Fig. 4. Thermal calculation results.

## 文 献

- (1) J.W. Kolar, et al.: IEEE APEC, 2002
- (2) 市村, 伊東: A-73, JHES, 2008