

マトリックスコンバータを用いた DAB 型絶縁 AC/DC 変換器の 間欠運転によるスイッチング損失低減法

学生員 近江 雄介* 正員 渡辺 大貴 上級会員 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

Switching Loss Reduction Method by Burst Mode Operation of
Dual Active Bridge Type Isolated AC/DC Converter with Matrix Converter
Yusuke Omi*, Student Member, Hiroki Watanabe, Member,
Jun-ichi Itoh, Senior Member (Nagaoka University of Technology)

キーワード : 間欠運転, 三相単相マトリックスコンバータ
Keywords : Burst mode, Three-phase to single-phase matrix converter

1. はじめに

EV 用急速充電器への適用を想定した, マトリックスコンバータを用いた絶縁型三相 AC/DC コンバータが検討されている。しかし, 軽負荷領域においてスイッチング損失の割合が増加するため, 効率が低下する。

本論文では軽負荷時に間欠運転⁽¹⁾を適用することでスイッチング損失を低減し, 効率を改善する手法を提案する。損失解析結果より, 0.1p.u.の負荷条件においてスイッチング損失を 27.4%低減したため報告する。

2. 間欠運転について

図 1 に検討回路, 図 2 に 0.1p.u.における間欠運転時(N=1)のトランス部の電圧, 電流の動作波形を示す。間欠運転では電力伝送休止期間 NT_{sw} を設ける。なお, N は電力伝送休止周期数であり整数とする。連続運転時の伝送電力を P_{con} とした場合, 間欠運転時の伝送電力 P_{burst} は(1)式で表される。

$$P_{burst} = \frac{1}{1+N} P_{con} \dots\dots\dots(1)$$

電力伝送休止期間中はすべてのスイッチング動作を停止することでスイッチング回数を低減でき, スwitching 損失が低減可能である。電力伝送休止期間は N を変更することで調整する。

3. 損失解析結果

図 3 に 1 周期(N=1)の間欠運転をしたときの軽負荷領域(0.1p.u.)の損失解析結果を示す。ここで, 導通損失は回路中の MOSFET のオン抵抗により発生する損失としている。実験結果より, 間欠運転(N=1)では連続運転(N=0)と比較して, スwitching 損失が 27.4%減少した。一方で, 導通損失は 27.6%増加した。導通損失が増加する理由は次のことが考えられる。間欠運転時はトランスに印加する電圧の実効値が減少する。一方で連続運転時と同一の電力伝送を実現するために, トランス電流のピーク値が増加し, 電流実効値が増加する。この結果, 損失が増加する。なお, N を大きくする

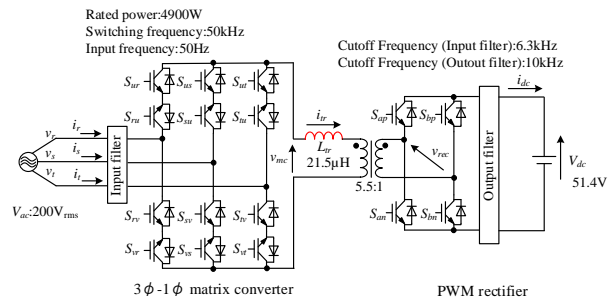


Fig.1 Circuit configuration of isolated AC-DC converter with matrix converter.

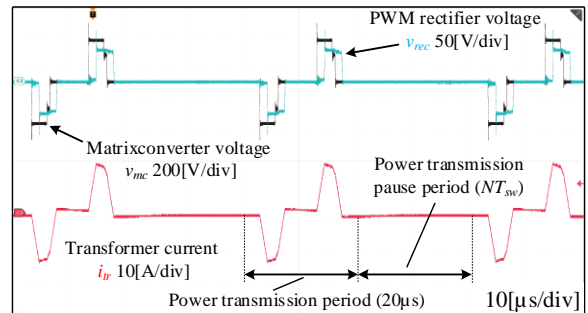


Fig.2 Transformer current and voltage waveform in burst mode. (Experimental condition : 0.1p.u., N=1)

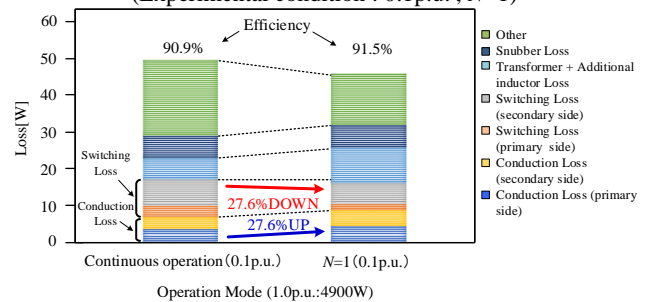


Fig.3 Loss analysis.

ことでスイッチング損失はさらに減少するが, 電流のピーク値および実効値が増加するため, 導通損失が増加することが懸念される。したがって, スwitching 損失と導通損失にはトレードオフが存在し, Nには損失を最小化する最適値が存在する。今後は N の最適化について検討を進める。

文 献

(1) 近江雄介ほか:「DAB 型マトリックスコンバータの間欠運転動作を用いた軽負荷領域の効率改善」, 北陸支部連合大会, A3-19 (2021)