

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

近江 雄介・桐 嘉伸・渡辺 大貴・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

近年、EV 向け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。本回路は軽負荷時にハードスイッチング動作となり、損失が増加する問題がある^[1]。

本論文では、マトリックスコンバータ特有の問題に留意して間欠運転を適用することにより、軽負荷時の効率改善方法を提案する。

2. 理論検討

図 1 に検討回路、図 2 に間欠運転の概念図を示す。間欠運転では電力伝送休止期間 N を設けて、平均的に電力を調整する。マトリックスコンバータは入力電流を正弦波状に制御する必要があり、そのデューティ指令は空間ベクトル変調を用いて生成している。そこで本デューティ指令を変化させずに電力伝送休止期間を設けることで入力電流制御と間欠運転を両立する。ここでインダクタ電流 1 周期を最小の電力伝送期間とする。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_{int} は (1) 式で表される。

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

間欠運転適用時は電力伝送休止期間分スイッチング周波数が低下するため、スイッチング損失および鉄損を低減できる。一方で、電力伝送休止期間が長い場合、スイッチング周波数の低下に伴いスイッチングフィルタが大型化する。そこで軽負荷領域では入力電流指令も同時に低下させることで電力伝送休止期間を制限する。

3. 実験結果

図 3 に $N=3$ 、出力電力 0.1p.u. の条件で間欠運転を行なった時の入出力波形を示す。図 3 より、出力波形は一定値の直流が得られ、入力電流はひずみ率 3.9% となった。なお、力率が低下している理由はフィルタコンデンサの進相電流の影響が軽負荷では顕著になるためであり、間欠運転の影響ではない。

図 4 に N の割合を変化させた時の軽負荷領域 (0.5p.u. 以下) の効率特性を示す。ここで、本実験では電力伝送休止期間をスイッチング 1 周期とし、それを最大 3 倍まで変更して効率を取得した。図 4 より、0.15p.u. 以下の負荷条件では、間欠運転の方が連続運転よりも効率がよく、0.03p.u. の時に最大で 4.3% 効率を改善した。以上より、入力電流を正弦波状に制御しつつ、軽負荷領域で間欠運転を適用することで効率を改善できることを実験により確認した。

今後は軽負荷時において、最大効率を取るための間欠運転の N の最適な割合の導出や、間欠運転時の損失分離を行なう予定である。

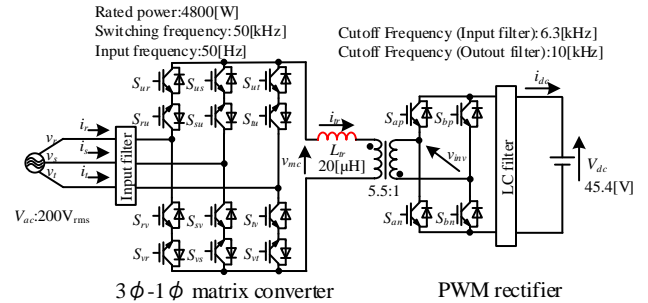


Fig.1 Circuit configuration of isolated AC-DC converter with matrix converter

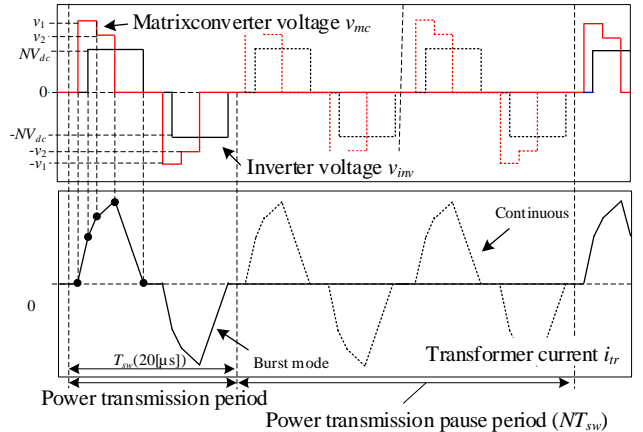


Fig.2 Basic principle of intermittent operation

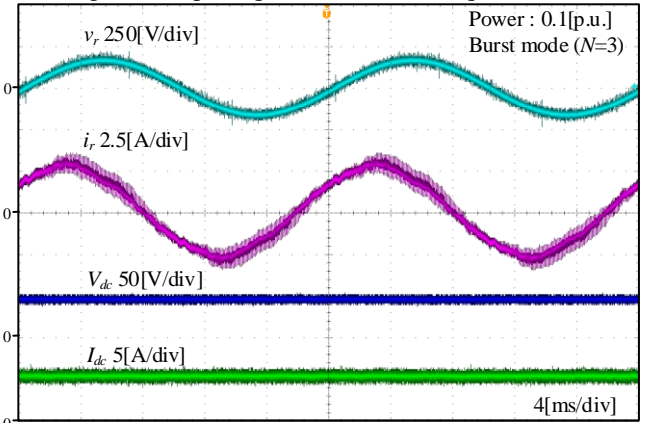


Fig.3 Input and output waveforms

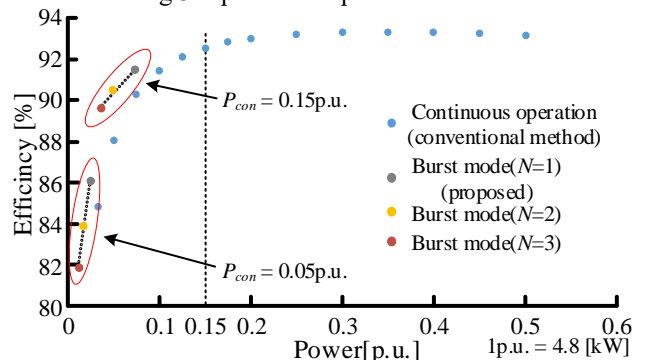


Fig.4 Efficiency characteristics