

# 昇降圧切り替え可能なマトリクスコンバータにおける 昇圧動作時の制御法の検討

◎奥園 広大, 芳賀 仁(長岡技術科学大学)

## 1. はじめに

マトリクスコンバータは大容量のエネルギーバッファを必要とせず、また付加回路の追加なく回生動作が可能であることから、モータドライブへ適用がされている。しかし、電圧利用率の問題から大容量や高速領域において出力電流が増加するため、モータや変換器での損失が増加する<sup>(1)</sup>。

筆者らは電圧利用率を改善するために昇降圧可能なマトリクスコンバータを提案している<sup>(2)</sup>。提案方式では、昇降圧の切り替えが可能であり、昇圧動作時は電流形変換器の特性を持つため、出力電圧にPWM成分が少なく高調波損失の低減につながる。しかしながら、昇圧動作時の入出力制御に課題があった。そこで、本稿では、昇圧動作時における入出力制御系についての検討を行ったため報告する。

## 2. 提案する制御方法

図1に提案回路を示す。降圧動作時は、入力側キャパシタを接続し、出力側キャパシタを開放する。一方昇圧動作時では、出力側キャパシタを接続し入力側キャパシタを開放し入力リアクトルを昇圧リアクトルとして用いるため、出力特性は電流形インバータ(CSI)の特性を持つ。なお、クランプ回路は昇降圧動作を切り替える際のサージに対する保護を目的に付加している。

制御法の検討にあたり、本研究では仮想 AC/DC/AC 制御を用いる<sup>(3)</sup>。降圧動作では入力電流制御を電流形整流器(CSR)、出力電圧制御を電圧形インバータ(VSI)で行う。昇圧動作においては入力部が電圧形整流器(VSR)、出力部がCSIの特性をもつため、入力電流制御をVSR、出力電圧制御をCSIで行う必要がある。そのため入力電流制御、出力電圧制御の二つの独立した制御が必要となり、二つの制御系でフィードバック制御が必要となる。

しかし、これら二つのフィードバック制御をそれぞれ独立させて制御系を構成した場合、動作が不安定となる。これは、マトリクスコンバータがエネルギーバッファを持たないため、入出力制御間において干渉が発生することで引き起こされる。このことから、二つの制御間の干渉を防ぐ必要があるため、出力電圧制御系のCSIに一定値(1p.u.)を与える。これにより、CSIはフィードバックを持たなくなるため入力電流制御との干渉を防ぐことができる。一方、VSRでは出力電圧指令から有効電力指令の決定を行い、入力電流制御を行う。

## 3. シミュレーション結果

図3に出力線間電圧指令を150Vから300Vまで変化させた場合のシミュレーション結果を示す。入力線間電圧200Vrms/50Hz、出力周波数30Hz、入力リアクトル2mH、入出力キャパシタ20μF、負荷は30Ω、5mHのRL負荷とした。なお、転流時間ゼロの理想転流とした。

図3より、回路トポロジ切り替えにより出力電圧の昇降圧動作の切り替えが行えていることが確認でき、昇圧動作では提案制御法により不安定な動作となることなく、良好に電圧制御が行えていることが確認できる。また、昇圧動作では出力電圧に高調波成分が含まれていないことが確認できる。しかし、降圧動作から昇圧動作へと回路トポロジが切り替わった瞬間に電流と電圧にオーバーシュートが発生していることが確認できる。

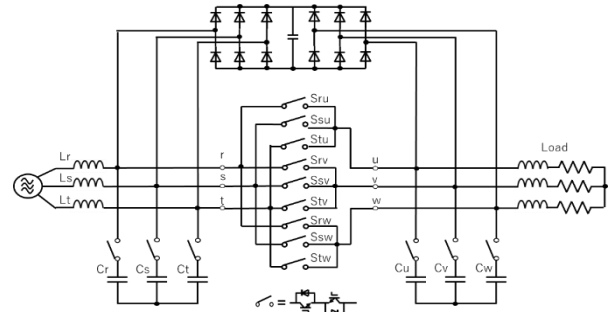


図1 提案回路

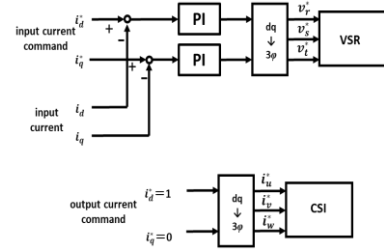


図2 昇圧動作時の制御系

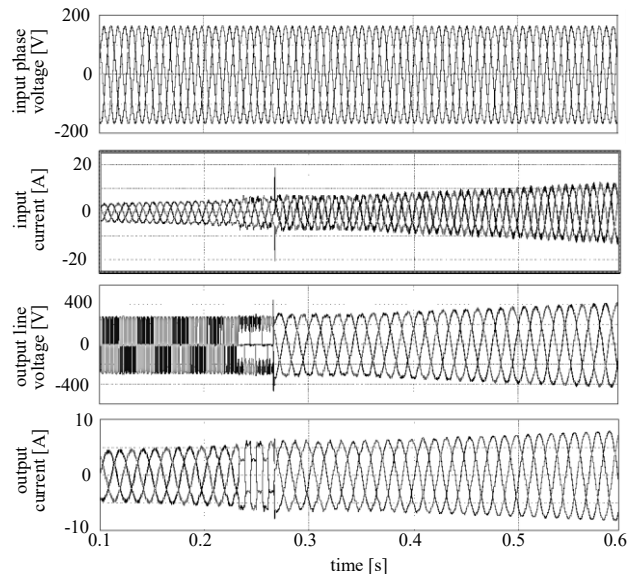


図3 シミュレーション結果

## 4. まとめ

本稿では、昇降圧可能なマトリクスコンバータの昇圧時動作時の制御法についてシミュレーションにより検討を行った。今後の課題としては、動作切り替え時のアルゴリズムの構築しオーバーシュートを抑制する。また、実機による提案法の有効性を検証することが挙げられる。

## 参考文献

1. 小岩, 他: 電学論 D, Vol. 132, No.1, pp.41-8 (2012)
2. 吉田, 他: 電気学会新潟支所, pp.126 (2010)
3. 伊東, 他: 電学論 D, Vol. 124, No.5, pp.457-463 (2004)