

低圧大電流負荷を持つマルチポート DC/DC コンバータの 直流偏差抑制制御の検討

◎齋藤 悠悟, 芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年, Li-ion 電池の応用分野の拡大により, 低圧大電流の Li-ion 電池セルを多数有する充放電電源装置の高効率化が求められている。著者らはマルチポート双方向絶縁形 DC-DC コンバータの適用した場合の直流偏差抑制の検討を行っている^[1]。本稿では, TAB コンバータを用いた絶縁形マルチポート DC-DC コンバータの出力電流制御時における直流偏差抑制として, シミュレーションにより有効性を確認したので報告する。

2. 提案回路構成及び制御方法

図 1 に回路構成を示し, 図 2 に制御ブロック図を示す。各ポートでフルブリッジ変換器を用いる。三台のインバータは方形波電圧を出力し, 各インバータ出力電圧の位相差により, パワーフローを制御する。ポート 2 とポート 3 の電流制御は, 制御上の干渉により他方のポート出力電流を変化させた場合に電流干渉が起こるため, 非干渉制御ブロックにより制御における干渉の軽減を行う。また, 位相差を変更した場合, 1 周期中で各インダクタへ印加される電圧の時間積がゼロにならず, 電圧に応じた値までインダクタ電流が増加するため各インダクタ電流に直流偏差が重畳する。ここで, 対角スイッチを独立にスイッチングし, 図 3 のように ϕ_2 から $\phi_2 + \Delta\phi_2$, ϕ_3 から $\phi_3 + \Delta\phi_3$ へ位相差を変更した場合に, 位相差を操作するブリッジの各インダクタへ印加される電圧の時間積をゼロとすることで直流偏差を抑制可能であり, ブリッジの対角スイッチの位相差指令値更新を 1 サンプル遅らせる。但し, 現在の位相差指令値が ϕ_{2x} , ϕ_{3x} であり, ϕ_{2x-1} , ϕ_{3x-1} は 1 つ前の割り込みの指令値を表す。

3. シミュレーション結果

図 4(a)に直流偏差抑制ありの場合のポート 2, ポート 3 の電流波形と各インダクタ電流を示し, 図 4(b)に直流偏差抑制なしの場合のポート 2, ポート 3 の電流波形と各インダクタ電流を示す。図 4(a), (b)ではポート 2 の電流制御の指令値は 50A(充電モード)で一定としており, ポート 3 の電流指令値を 50A(充電モード)から -50A(放電モード)へ変化させている。図 4(a)の非干渉ブロックのみの電流制御では, 電流指令値の変更時において, 各インダクタ電流 i_{L1} , i_{L2} , i_{L3} , i_{Lm} にそれぞれ直流偏差 Δi_{L1} , Δi_{L2} , Δi_{L3} , Δi_{Lm} が重畳していることが分かる。しかし, 図 4(b)の非干渉ブロックと直流偏差抑制ブロックを用いた電流制御では, 電流指令値の変更時において, 各インダクタ電流に直流偏差の重畳は見られないことを確認した。また, 電流指令値変更時の, インダクタ電流のピーク値低減により, ポート 2 の出力電流の磁気干渉による干渉も低減できている。

4. おわりに

本稿では, 低圧大電流負荷を持つマルチポート DC/DC コンバータの直流偏差抑制制御の検討を行い, シミュレーションにより, 直流偏差抑制制御を用いることで, 急激な電流指令値の変動による各インダクタ電流に重畳する直流偏差を, 提案制御を用いることにより抑制可能であることを確認した。

参考文献

[1]. 齋藤, 芳賀: 「低圧大電流負荷を持つマルチポート DC/DC コンバータの直流偏差抑制の検討」 2019 年産業応用部門大会, Vol.1, No.47, pp.219-222 (2019)

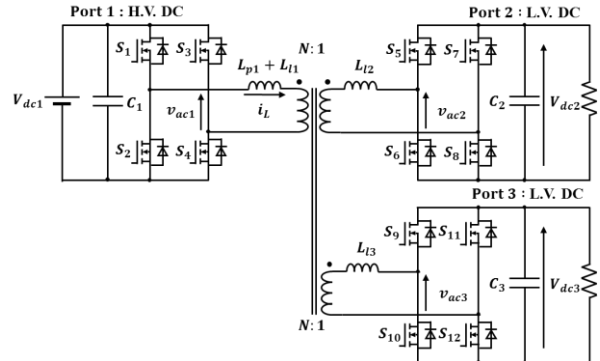


図 1 本稿で検討するシステム構成

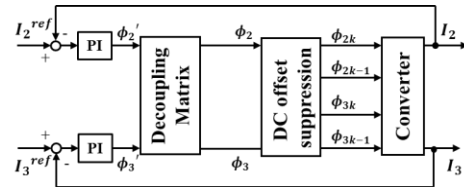


図 2 制御ブロック図

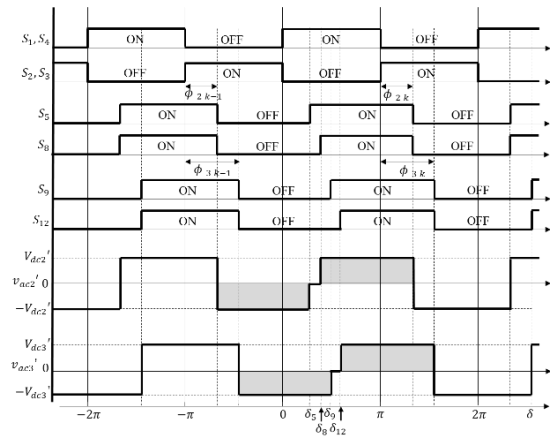
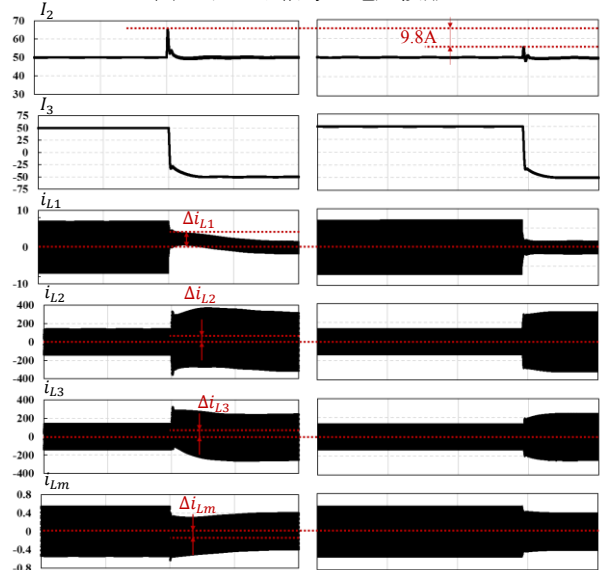


図 3 ゲート信号と電圧波形



(a) 偏差抑制なし (b) 偏差抑制あり
図 4 負荷電流変動時のシミュレーション結果