

T-type NPC インバータを用いたパワーデカップリング制御法の実機検証

片山 翔太・芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年,太陽光発電用のパワーコンディショナにおいて,システムの長寿命化や小型化が望まれている。単相出力の太陽光発電では,直流部に系統周波数の 2 倍で脈動するリップル電力が発生する。そのため直流部に大容量の電解コンデンサが必要となり装置の大型化や寿命低下の問題を招く。本稿では,パワーデカップリングで使用する補償インダクタの追加を必要とせず,小容量のフィルムコンデンサで脈動を補償する制御方式を提案し,実機検証により有効性を確認したので報告する。

2. 脈動補償原理

Fig.1 に提案する回路構成を示す^[1]。本稿では,脈動補償回路として T-type NPC インバータを採用している。出力電圧 v_{out} と出力電流 i_{out} が力率 1 で制御されている場合,瞬時電力 $P_{out}(t)$ は Eq.(1)で表せる。

$$P_{out}(t) = V_{out}I_{out}(1 - \cos 2\omega t) \quad (1)$$

ここで, V_{out} : 出力電圧の実効値, I_{out} : 出力電流の実効値, ω : 系統の角周波数である。Eq.(1)における時間変化項が交流系統による電力脈動となる。これに対し,補償コンデンサ電圧 V_{C1}, V_{C2} を Eq.(2)のように制御する。

$$\begin{cases} V_{C1}(t) = V_{dc}/2 + V_c \sin(\omega t + \pi/4) \\ V_{C2}(t) = V_{dc}/2 - V_c \sin(\omega t + \pi/4) \end{cases} \quad (2)$$

この時,直流部に発生する瞬時電力 $P_c(t)$ は次式で表せる。

$$P_c(t) = \omega C V_c^2 \cos 2\omega t \quad (3)$$

ここで V_{dc} : 直流間電圧, C : 補償コンデンサ容量である。この時,Eq.(1)と Eq.(2)の比較により

$$V_c = \sqrt{\frac{V_{out}I_{out}}{\omega C}} \quad (4)$$

と求められる。補償コンデンサ電圧を Eq.(2)と Eq.(4)のように制御することにより脈動補償を実現している。

3. 実験結果

Table.1 に実験条件を示す。本稿では,系統連系は行わずに, LC フィルタと抵抗負荷にて実験を行い評価した。Fig.2(a) に脈動補償を行わない場合の結果を, Fig.2(b) に脈動補償を行った場合の結果を示す。まず Fig.2(a)より,脈動補償を行わない場合は,コンデンサ容量 C_1, C_2 が小さいため,交流からの脈動が補償されずに大きな電圧変動として直流間電圧 V_{dc} に現れている。また, V_{dc} の脈動の影響により,インバータの出力波形に歪みが生じている。これに対し脈動補償を行っている Fig.2(b)では,補償コンデンサ電圧 V_{C1}, V_{C2} が脈動を打ち消すように制御している。これにより直流間電圧 V_{dc} の脈動補償を行い,指令値である 400V に追従させることができた。さらに,直流間電圧 V_{dc} の脈動が低減されたことによって出力波形の歪みも改善されている。

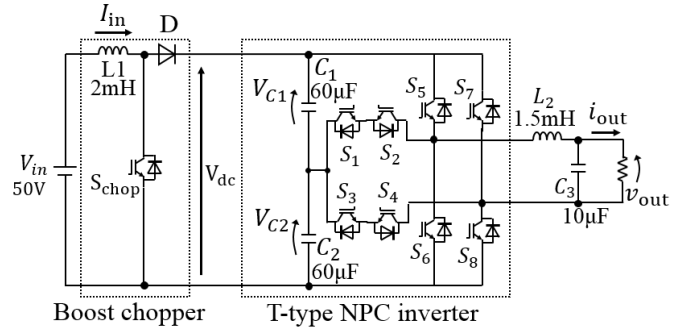


Fig.1 Main circuit configuration.

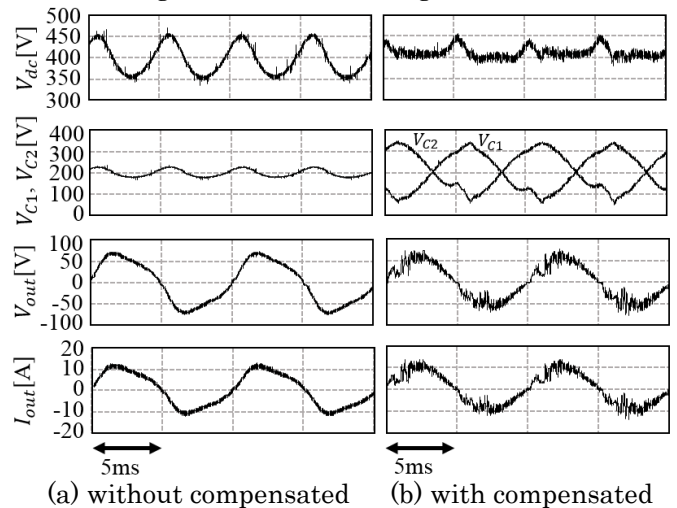


Fig.2 Experimental result.

Table1 Experimental conditions.

Output power P_{out}	400W	Input voltage V_{in}	50V
Buffer capacitor C_1, C_2	60µF	Output voltage V_{out}	50V
DC link voltage reference V_{dc}^*	400V		

4. おわりに

本稿では, T-type NPC インバータを使用して単相電力脈動補償を行う制御法を検討した。その結果, 単相脈動補償を行わない制御法と比べて, 同じコンデンサ容量において単相脈動補償を行った場合, 直流部の脈動成分を低減できることを実機検証より確認した。

今後は,出力波形の改善や脈動補償率の向上の検討を行う。また,系統連系での検証と,その効率と力率の評価を行う。

文 献

[1] 阿部充康,芳賀仁,近藤正示:「NPC 方式を用いた単相整流回路の電解コンデンサレス化に関する検討」,産業応用部門大会,pp. 1-72 (2015)