

# 6in1 モジュールを用いたアクティブパワーデカップリング法の検討

石山 柊斗・日下 佳祐・芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

## 1. はじめに

太陽光発電用のパワーコンディショナを単相負荷に接続あるいは単相系統に連系する際、電源周波数の2倍の電力脈動が生じる。この脈動を抑制するために大容量の電解コンデンサが用いられるが、大型で寿命が短い課題がある。この対策として、小容量のフィルムコンデンサを用いたアクティブパワーデカップリング法(APD)が注目されている<sup>[1]</sup>。

本稿では、APD の 1 方式として 6in1 モジュールを使用できる回路方式と制御法を提案し、シミュレーションにより基本動作を検証したので報告する。

## 2. 提案制御法

図 1 に回路構成、図 2 に制御ブロック図を示す。入力から、3 レグで構成される回路を通じ、交流波形を出力させる。レグ 1 はコンデンサの電圧制御、レグ 2, 3 はインバータとして電圧制御する。この際、入力電流に生じる脈動を電圧補償と電流補償を行うことで、脈動補償を行う必要がある。そこで制御部では、コンデンサ  $C_{buf}$  を充放電させることで電力脈動を補償する。

電力脈動をバッファする  $C_{buf}$  はフィルムコンデンサを想定して  $88\mu\text{F}$  とする。脈動を吸収するためのエネルギーを得るために  $C_{buf}$  にかかる電圧を高くする。本稿では平均値  $500\text{V}$  を与えている。ここで、レグ 1 の動作に対してインバータの動作が干渉しないように、レグ 2 の操作量をレグ 1 に加算する。これより、 $C_{buf}$  は正弦波状に脈動する。この脈動は、電源周波数の 2 倍となる。これは出力電圧  $P_{out}$  の式(1)より、第 2 項に示される脈動が表れているためである。

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

そこで、レグ 1 の電圧制御では  $C_{buf}$  の平均電圧の制御を行うために、帯域除去フィルタ(BEF)により 2 倍周波数を除去する。また、電流制御はキャパシタに流れ込む電流の制御となるが、本回路では入力側インダクタ  $L_a$  の電流を制御することで間接的に電圧を制御する。式(2)に示す電力  $P_{in}$ ,  $P_{buf}$  の関係より、図 2 に示す上段の AVR の出力 ( $C_{buf}$  に流す電流指令  $i_c^*$ ) から ACR の入力 ( $L_a$  に流す電流指令  $i_L^*$ ) の間に換算する。

$$V_{in} \cdot i_{in} = V_{buf} \cdot i_c \quad (2)$$

これより、各電力の関係は図 3 に示すように、 $P_{buf}$  を  $P_{out}$  に対して脈動を打ち消し、脈動補償を行う。

## 3. シミュレーション結果

図 4 に各動作波形を示す。シミュレーション条件は、入力電圧  $170\text{V}$ 、スイッチング周波数  $20\text{kHz}$ 、 $1.5\text{kVA}$  出力とした。これより、出力電圧ならびに電流はひずみのない交流波形がみられる。また、 $C_{buf}$  の電圧は平均値  $500\text{V}$  に安定し制御されていることが分かる。さらに、入力電流  $i_{in}$  に 2 倍周波数での脈動がみられず、一定の波形となったことが分かる。

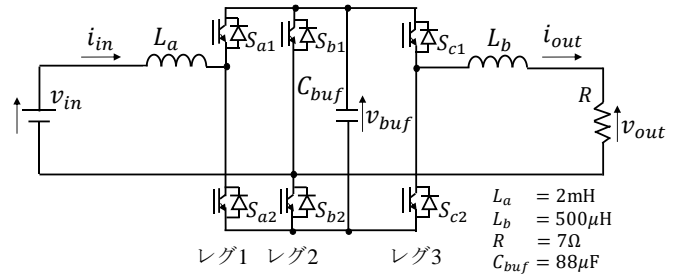


図 1 回路構成

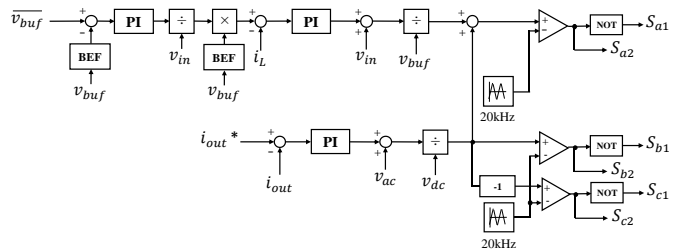


図 2 制御ブロック図

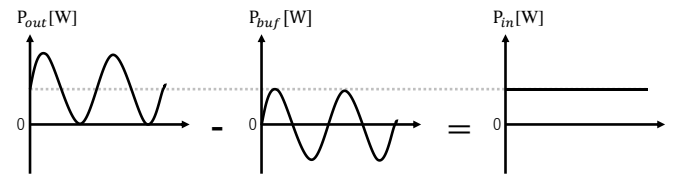


図 3 電力脈動の補償原理

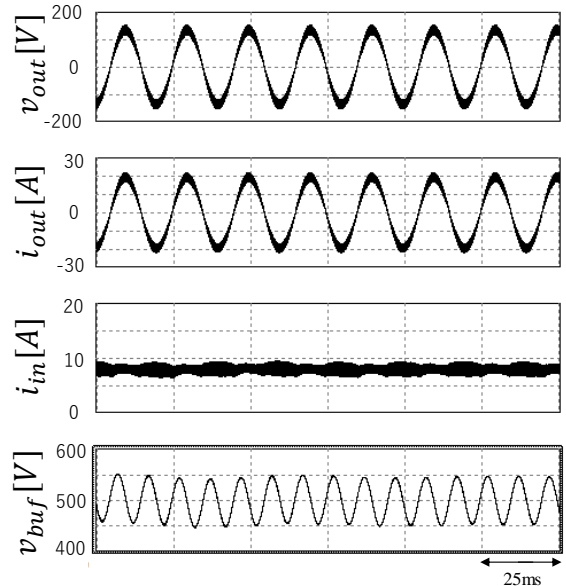


図 4 シミュレーション結果

## 4. おわりに

本稿では、6in1 モジュールを用いた APD の回路構成を提案してシミュレーションによる動作検討を行った。今後は  $C_{buf}$  の容量と電圧の最低化を試みるために、各パラメータ値の再検討を行う。

文 献

[1] 安田雅芳, 芳賀仁:「パワーデカップリングを用いた単相UPSの電解コンデンサレス化の検討」, 平成31年電気学会全国大会, Vol.4, No.058, pp.94-95 (2019)