

方形波配電を有するスマートハウスにおける整流回路の検討

◎ 小林 弘幸, 芳賀 仁, 近藤 正示 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年, 商用電源に加え燃料電池, 太陽光電池, 蓄電池を備えたスマートハウスの需要が加速的に増加している。本稿では, 方形波配電を想定したスマートハウスにおける商用電源側の整流方式について検討する。

2. 提案システム

図 1 は提案するスマートハウスを示す。複数の電源, 蓄電を有するスマートハウスには方形波配電が適している。商用電源(100[V])の整流(141[V])およびインバータを介して方形波を屋内に配電するシステムである⁽¹⁾。

方形波配電で用いる方形波インバータは直流電圧を PWM 制御せず, LC フィルタを用いずに極性反転するだけで良いのでインバータ部をシンプルかつ高効率にできる特徴を持つ。

しかし一方で, PWM 制御や LC フィルタを利用できないことが整流器側の仕様に厳しく影響する。即ち整流器によって直流リンクにリップルの少ない安定した直流電圧を作る必要がある。また, 系統擾乱により商用電源の電圧は±6[V]程度変動することも想定しなければならない。系統擾乱が生じて 141[V]一定の直流電圧を得るために, 昇降圧形でさらに正弦波入力電流の整流器が必要になる。

図 2 および図 3 は本稿で検討する昇降圧形の整流器を示す。図 2 は単相 PWM コンバータで商用電源(100[V])を DC170[V]に昇圧してから⁽²⁾, 降圧チョップで DC141[V]に降圧する方式である。

図 3 は単相昇降圧形整流器 1 台を用いて, 商用電源(100[V])を DC141[V]に整流する方式である。以降, 両方式の比較を行う。

3. シミュレーション

本稿では直流電圧リップル率とコンデンサ容量に着目した比較を行う。なお, シミュレーションでは方形波インバータおよび整流器負荷は考慮せず, 抵抗負荷(660[W])を直流リンクに接続して検討した。

図 2, 3 に回路パラメータを示す。各値は直流電圧リップル率が 1[%]になるようそれぞれ決定した。表 1 はシミュレーション結果を示す。1[%]程度の直流電圧リップル率を得るためのコンデンサ容量は, 図 2 の回路が図 3 に比べて 1/10 以下に小さくできることを確認した。

一般に, 単相整流器は直流電圧に電源周波数の 2 倍の周波数のリップルが生ずる。図 3 の回路で, 出力電圧のリップル, 入力電流の歪みを抑えるためには, 直流側に容量の大きな平滑コンデンサを接続する必要がある。

図 4 に図 2 の回路の入力電流と出力電圧のシミュレーション波形を示す。図 2 の回路のように電力変換段数が 2 段であると, 1 段目の PWM コンバータの出力に直流電圧リップルが生じて, 2 段目の降圧チョップの出力電圧制御によりリップルが抑制されるので, 容量の小さいコンデンサを使用できる。

4. おわりに

方形波配電を想定した整流回路の検討を行った。昇圧と降圧 2 段を用いた方式がより少ないコンデンサ容量で直流電圧リップルを抑制できる。今後は, 実機により両回路の損失比較を行い, 方形波配電を有するスマートハウスに適した整流方式を明らかにする。

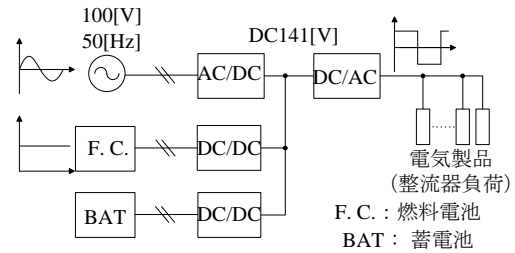


Fig. 1. Proposed system of square-wave distribution applied to smart house

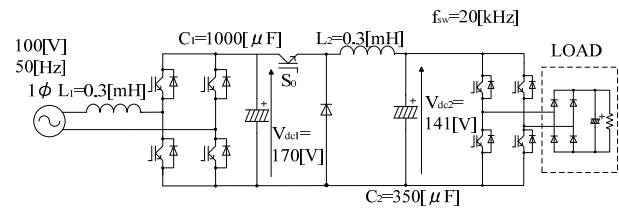


Fig. 2. Circuit consisted of single phase PWM converter and buck chopper

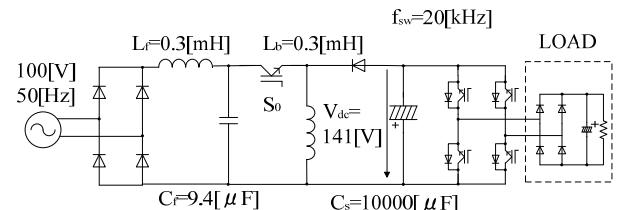


Fig. 3. Circuit of single phase buck/boost PFC converter

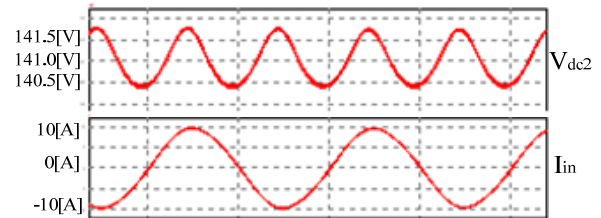


Fig. 4. Simulation waveforms in the circuit consisted of single-phase PWM converter and buck chopper

Table 1. A comparison of simulation values between two circuits

	単相 PWM コンバータ + 降圧チョップ	単相昇降圧形整流器
入力電流ひずみ率	3.20[%]	5.60[%]
直流電圧リップル	1.00[%]	1.03[%]
総合効率	99.9[%]	99.7[%]
平滑コンデンサ容量	C1=1000[μF] C2=350[μF]	Cs=10000[μF]

参考文献

- (1) 目黒, 近藤: 「方形波配電システムの可能性の検討」, 平成 7 年電気学会産業応用部門全国大会, 256, 1995. 8
- (2) 竹下, 松井, 外山: 「単相 PWM コンバータの直流電圧脈動の一抑制策」, 電学論 D, Vol. 113 巻, No. 9, pp. 1106-1107, 1993