

第4章 電気二重層キャパシタとリチウム・イオン・キャパシタの応用

最新の大容量キャパシタを使った電源回路設計

秋村 忠義 Tadayoshi Akimura

電気二重層キャパシタの大容量化が進み、蓄電用として使われ始めています。本章では大容量キャパシタの特徴である低インピーダンス特性を損なわずに大電流を充放電できる回路や保護回路の製作方法を解説します。 (編集部)

これまで、キャパシタ(コンデンサ)にエネルギーを蓄えて電源として使うことなど考えもしなかったと思います。容量が数百F程度と小さく、自然放電が大きかったからです。質の良い電極材料や電解液が入手できるようになり、電気二重層を使っての高エネルギー蓄電が現実のものとなってきました。ここ数年、基本特許が切れた比較的古い技術であるリチウム・イオン・キャパシタ(LiC)の性能向上も進み、単位重さ当たりの蓄電量は、鉛電池に匹敵するものができてきました。

電池すべてを大容量キャパシタに置き換えることは難しいですが、適所に使えば総合的な価値を高められるデバイスといえます。

大容量キャパシタの性質

表1に大容量キャパシタの特徴を示します。

大容量キャパシタは、**充放電寿命が長く、内部抵抗が低く、微小電流から大電流まで効率よく充電できます。**さらにメモリ効果など全くなく、温度特性も電池より良い蓄電デバイスです。

欠点は放電とともに大きく電圧が変動する(蓄電量に比例)ことですが、**DC-DCコンバータの技術が向**

上して、**入力電圧範囲が広がったため**、これも大きな問題にはならなくなってきました。むしろ電圧変動によって、端子電圧だけを見るという簡単なしくみで蓄電量や残量が正確に把握できます。

鉛などの有害物質を使わない大容量キャパシタはエコ時代の申し子です。まだまだ高価ですが、量産化になれば急激なコスト・ダウンが見込めます。

● 大容量キャパシタの蓄電エネルギーの定義

▶ 蓄電エネルギーの単位 [Ws]

電気二重層キャパシタやリチウム・イオン・キャパシタをエネルギー蓄電装置として利用する場合、蓄電容量がポイントになります。

蓄電エネルギー U_{cap} [Ws] は、使用電圧範囲とキャパシタの容量 C_{cap} [F] で決まります。使用電圧範囲は、充電上限電圧(耐圧) V_2 、下限電圧 V_1 で決まります。

$$U_{cap} \text{ [Ws]} = C_{cap} (V_2^2 - V_1^2) / 2 \dots\dots\dots(1)$$

$$U_{cap} \text{ [Wh]} = U_{cap} \text{ [Ws]} / 3600 \text{ s}$$

▶ 電池は [Ah]、キャパシタは [Wh]

電池と比較する場合も、Whを使うと比較しやすくなります。電池は電圧の変動が少ないのでAhで表記することが多いのですが、大容量キャパシタは充電量

表1 大容量キャパシタには「電気二重層キャパシタ」と高エネルギー密度だが下限電圧がある「リチウム・イオン・キャパシタ」がある

蓄電デバイス	耐圧 [V]	内部抵抗 [Ω]	エネルギー密度 [Wh/kg]	出力密度 [W/kg]	充放電寿命	フローティング寿命	自己放電	温度特性	下限電圧
電気二重層キャパシタ	△ (2.5 V ~ 3.3 V)	◎	× ~ △	◎	◎ (約 100 万回)	◎	× ~ ◎	○	0 V
リチウム・イオン・キャパシタ	○ (3.8 V ~ 4.0 V)	○ ~ ◎	○	○ ~ ◎	○ (約 10 万回)	◎	◎	○	2.0 V ~ 2.4 V
鉛蓄電池	◎ (約 6 V)	△	○	△	△	△	◎	△	約 5.3 V
リチウム・イオン蓄電池	○ (3.6 V ~ 4.3 V)	○	◎	○	△	△	◎	△	2.0 ~ 2.4 V