1 電気二重層コンデンサについて

1-1 基本的な概念

一般にコンデンサは，対向する電極の間に誘電体を挟んだ形で構成され，誘電体材料中に電荷を蓄えることでコンデンサとして機能しています。例えばアルミニウム電解コンデンサでは，アルミニウム酸化皮膜を，タンタル電解コンデンサではタンタル酸化皮膜をそれぞれ誘電体に用いています。

これに対して，電気二重層コンデンサには一般的な意味での目に見える誘電体はなく，その替わりに物体間の界面に自然発生する電気二重層という状態を誘電体の機能として利用しています。

1-2 動作原理

電気二重層とは，二種の異なる物質（例えば固体と液体）が接触すると，その境界にプラスとマイナスの電荷が極めて短い距離を隔てて存在する状態を言い，そこに外部からある電圧以下の電圧を加えると，更に大きな電荷を蓄えることが出来，電気二重層コンデンサの充放電は，電極に用いる活性炭の電極表面に形成されるイオン吸着層（電気二重層）へのイオンの吸着・脱着を利用しています。

この電気二重層は，外部から電極間に直流電圧を加えると，ある電圧までは電流はほとんど流れず絶縁体のような状況を示しますが，それ以上の電圧を加えると電解液が電気分解されることによって急激に電流が流れます。
この電圧が電気二重層コンデンサの耐電圧を決定します。当社電解液は有機系電解液を使用しており，標準的な電解液の電気分解は 2.5V～3V 前後から起きます。

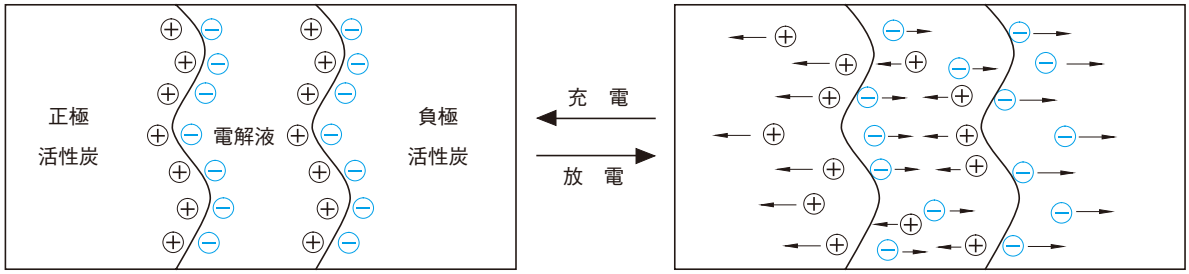

図 1　電気二重層コンデンサの原理図

1-3 電気二重層コンデンサの特長と弱点

【特長】

(1) 表面積の大きい活性炭電極の使用により，小形でファラッド(F)単位の静電容量が得られる。
(2) 特別な充電回路や，放電時の制約が不要である。
(3) 過充電，過放電を行っても寿命に影響することがない。
(4) 環境性に優れたクリーンエネルギー。

【弱点】

(1) 電解液を使用しているので寿命は有限である。
(2) 耐電圧が低く高電圧で使用する場合，直列接続が必要である。
(3) アルミ電解コンデンサと比較して内部抵抗が高いので交流回路には使用できない。

1-4　DYNACAPの構造について

DZ1,DZNの様な円筒形シリーズを除くコイン形の基本的なセルの構造は，[図2]に示すようにコイン形電池と同じような構造をしています。このセルを単体，又は2枚から3枚直列に積層した基本構造としています。
これらのシリーズは電極間距離も大きく，電極の面積も少ないため内部抵抗が大きくなります。このため，主に微小電流の放電を行うメモリーバックアップ用途に適しています。
一方，DZ1，DZNの様に，円筒形状のセル構造は，[図3]に示すようにアルミ電解コンデンサと同じような構造をしています。
これらのシリーズは電極間距離は小さく，巻取り構造により電極面積を広く取ることができ，内部抵抗が小さくなるため，大電流を必要とするモーターの駆動やLEDの点灯など，主にパワーを必要とする用途に適しています。

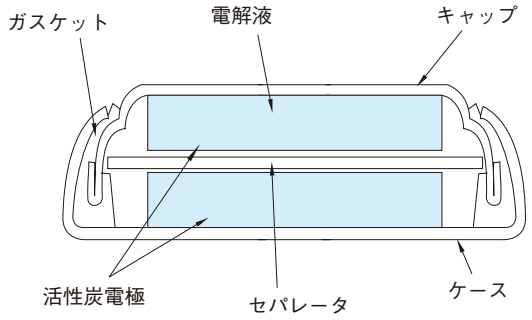

図2　コイン形セルの基本構造

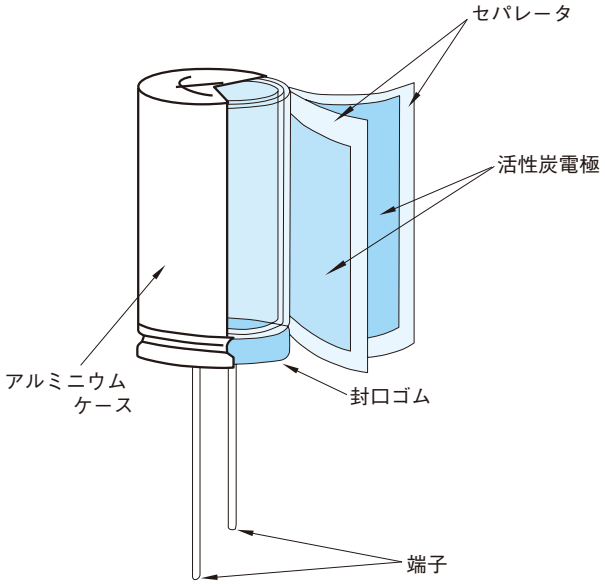

図3　円筒形セルの基本構造例

2　寿命推定について

一般に電気二重層コンデンサの寿命は周囲温度に大きく左右され，その推定寿命は以下のような計算式で概算できます。

$$L = L_0 \times 2^{\left(\frac{T_0 - T}{10}\right)}$$

ここに

- L　：　想定される温度 T での寿命
- L_0　：　温度 T_0 での寿命
- T　：　想定される周囲温度
- T_0：　寿命時間が明確になっている温度（カテゴリ上限温度）

但し，上記の式は充放電を含まない場合ですので，充放電を伴う使い方の場合は充放電によりコンデンサ内部の発熱が起きますので，この発熱分の温度上昇も考慮する必要があります。

また，推定寿命時間は，封口材の経年劣化を考慮し，コイン形10年程度，捲回形15年程度を上限の目安とします。

3 放電時間の計算方法について

3-1 基本的な定電流放電の放電時間の概算

コンデンサの定電流での放電時間は以下の式から算出することができます。

$$t = (C \times \Delta V) / I$$

ここに

t：放電時間（秒）
C：コンデンサ容量（F）
⊿V：使用電圧範囲（V）
I：放電電流（A）

例としてCB1シリーズ5.5V1Fを5Vで充電し1mAで3Vまで定電流放電した場合の放電時間を計算します。
使用電圧範囲⊿Vは5Vから3Vまでの2Vとなりますので，上記の式からt=（1F×2V）／0.001Aとなり，放電時間は，2,000秒（約33分）と計算することができます。
なお，この計算式は下記の自己放電や内部抵抗によるIRドロップの影響を含んでいませんので，実際の放電時間とは異なる場合があります。

3-2 微小電流における自己放電の影響について

特にメモリーバックアップ用途等の数μA以下の微小電流での放電によるバックアップをする場合は，[図4]に示す様に自己放電を考慮して放電時間を求める必要があります。
計算上の放電カーブに対し電圧保持特性試験から得た自己放電分の電圧降下を加えることにより実際の放電カーブにより近い値になります。

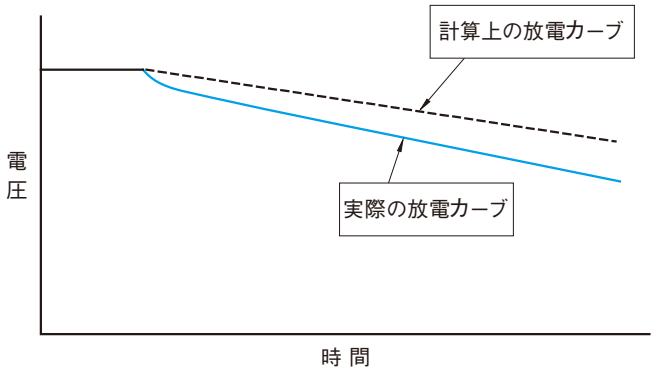

図4　自己放電を伴う放電カーブの例

なお，自己放電の値は充電時間や充電電流，周囲温度等により差が出ます。

3-3 大電流におけるIRドロップの影響について

一方大電流の放電や，内部抵抗の大きいコンデンサを使用する場合は，[図5]に示すような内部抵抗と電流の積によるIRドロップの影響を考慮する必要があります。
極短時間に大電流が必要な場合や，放電スタート時に一瞬大電流が流れる場合は⊿V1に示す電圧ドロップが影響しますが，そのまま大電流で放電がつづく場合放電のカーブはゆっくりと拡散する様に曲がり一定の直線となります。
当社では，直流内部抵抗を示す場合この拡散カーブも含めた放電初期と放電直線部分を延長した交点の⊿V2も含めて計算しています。
なお，メモリーバックアップ用途の製品（コイン形シリーズ）の最大放電電流は1mA/F（at20℃）以下とすることをお勧めします。

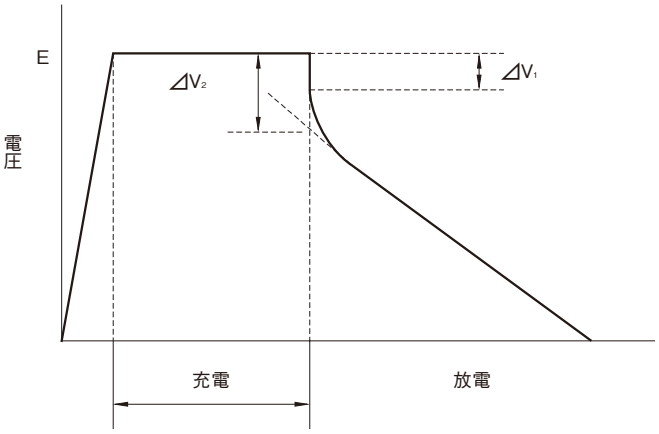

図5　IRドロップを伴う放電カーブの例

なお，IRドロップにより放電カーブの形態は，各シリーズの内部抵抗や，周囲温度によって変わります。

4 耐湿度対策化について

電気二重層コンデンサは，高温多湿環境でご使用されますと，製品の特性劣化につながります。
高温高多湿環境でのご使用に関しましてはご相談ください。

5 再起電圧について

電気二重層コンデンサを充電し放電後更に端子間を短絡させた後，解放しておくと，しばらくして両方の端子間の電圧が再び上昇する現象が生じます。この電圧を再起電圧といいます。
回路の低電圧駆動素子（CPU，メモリー等）に影響を与えたり、はんだ付で特性劣化する恐れがあります。
また、直列接続する場合は特に注意し必要に応じて、ご使用前に放電していただくのがより安全です。
製造側で端子間を短絡状態にして出荷することも考えられますので，その 対応につきましては，ご相談ください。