

TECHNICAL NOTE

-電気二重層キャパシタの上手な使い方-

目次

1. 電気二重層キャパシタの概要

- 1-1 キャパシタの基本原理
- 1-2 キャパシタの構造
- 1-3 構成材料の特徴
- 1-4 等価回路

2. 基本性能

- 2-1 容量
- 2-2 直流内部抵抗
- 2-3 漏れ電流
- 2-4 電圧保持特性
- 2-5 放電特性
- 2-6 周波数特性
- 2-7 温度特性

3. キャパシタの寿命について

- 3-1 周囲温度と寿命
- 3-2 印加電圧と寿命
- 3-3 充放電による自己発熱
- 3-4 寿命推定

<付録>

1. 電気特性測定方法

- 1-1 容量・内部抵抗の計算式
- 1-2 出力密度(パワー密度)
- 1-3 エネルギー密度

2. モジュールについて

- 2-1 モジュール設計に用いる計算式
- 2-2 モジュール接続/組み立ての注意点
- 2-3 モジュール計算の例

※この仕様書は性能を保証するものではありません



日本ケミコン株式会社

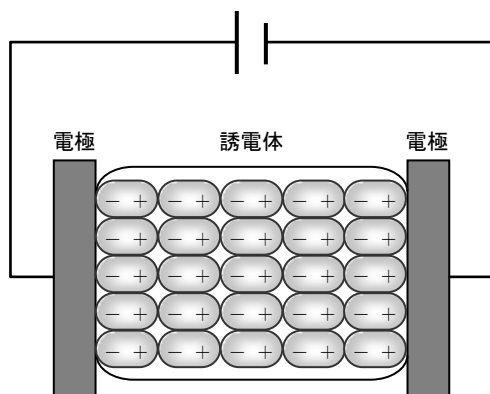
電気二重層キャパシタの上手な使い方

1. 電気二重層キャパシタの概要

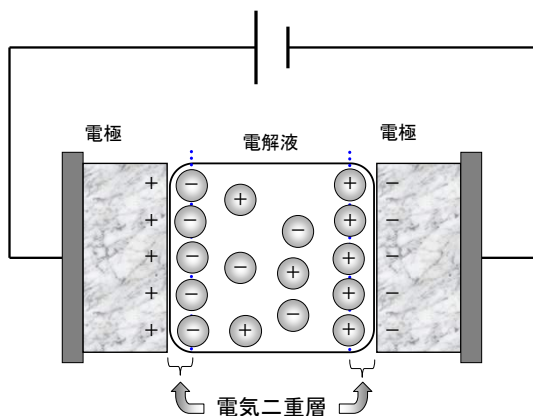
1-1 キャパシタの基本原理

Fig-1 のように、一般のコンデンサは誘電体を挟んだ電極に電圧を印加すると、双極子が配向して電荷が貯えられるのに対して、電気二重層キャパシタ(以下キャパシタ)は電解液と電極の界面に極めて短い距離を置いて電荷が配向する現象(電気二重層)を利用して電気を貯えます。

電極と電解液の界面には電解液溶媒の分子が層を形成しその外側にイオンが吸着されます。この二つの層を合わせて電気二重層と呼びます。



(一般のコンデンサ)



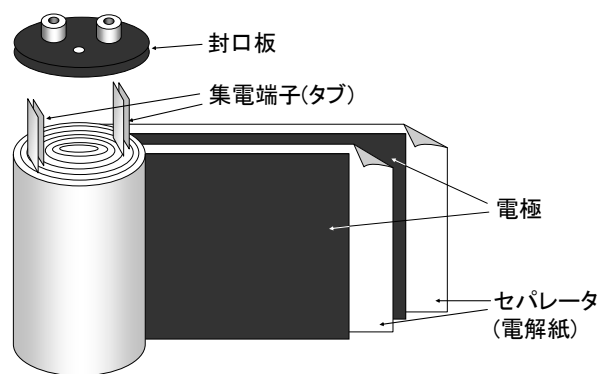
(電気二重層キャパシタ)

Fig-1 原理

1-2 キャパシタの構造

キャパシタは、Fig-2 のように、①素子本体(アルミ箔・活性炭からなる電極とセパレータを巻いたもの)、②電極からそれぞれ引き出された集電端子(タブ)、③これらを封止する封口材とケース、により構成されています。

当社では円筒形のキャパシタを生産しており、円筒形はアルミ電解コンデンサと同様の巻廻した構造になっています。この構造はアルミ電解コンデンサの構成部品を使用できることや、生産技術を応用できるため量産性に優れています。



素子の基本構造

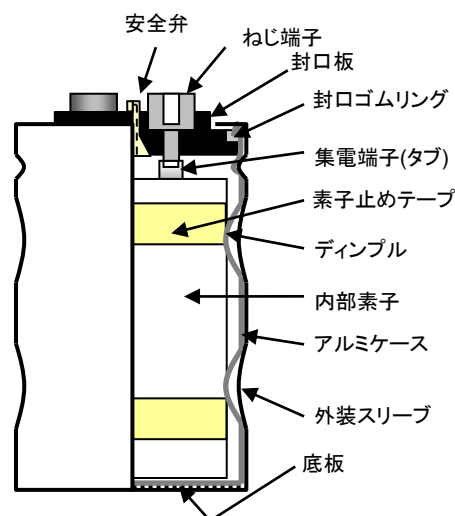


Fig-2 構造

電気二重層キャパシタの上手な使い方

1-3 構成材料の特徴

①電極

[活性炭]

電極には 2000m²/g 程度の比表面積の大きな活性炭を使用しています。活性炭の原材料は天然植物系、ピッチ系、樹脂系などがあります。これらを炭化したものに、賦活と呼ばれる水蒸気やアルカリにより孔を開け比表面積を大きくする処理を施します。原材料や賦活方法により孔の形状、比表面積などが異なり、キャパシタの電気特性(容量、抵抗)や寿命特性(信頼性)に影響を与えます。

[集電体]

活性炭電極に蓄電された電荷を集電端子(タブ)まで導通させるための電気の通り道であり、当社ではアルミ箔を使用しています。アルミ電解コンデンサとは異なり、アルミ箔はほとんど容量には寄与していません。

②電解液

電解液は導電性の液体で、特に内部抵抗、耐電圧などに影響を与えます。キャパシタの電解液としては水溶液系と有機溶媒系がありますが、当社キャパシタは耐電圧が高く取れる有機溶媒系の電解液を使用しています。有機溶媒系電解液の溶媒はアセトニトリル、プロピレンカーボネイトなどがありますが、当社は比較的安全性の高いプロピレンカーボネイトを使用しています。

Table-1 電解液溶媒の比較

電解液溶媒	沸点	引火点
プロピレンカーボネイト	242℃	130℃
アセトニトリル	81.6℃	5.6℃

③セパレータ

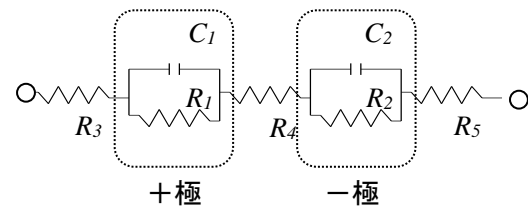
セパレータは、陽極と陰極が機械的に接触してショートすることを防止する役目と、電解液を均一に保持する役目を担っており、当社では電解紙を使用しています。

④ケース/封口材

当社では、気密性保持と漏液などに対して信頼性の高いアルミケースと封口ゴムを使用し、封止(シーリング)しています。

1-4 等価回路

キャパシタを等価回路で表すと、Fig-3 のようになります。キャパシタ容量は C_1 、 C_2 の合成容量となります。



C_1 、 C_2 : 活性炭電極の容量

R_1 、 R_2 : 絶縁抵抗

R_3 、 R_5 : 電極の抵抗

R_4 : セパレータと電解液の抵抗

$$\text{合成容量 } C = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

Fig-3 キャパシタの等価回路(1)

各電極部分をさらに細かい等価回路で表すと Fig-4 のようになります。

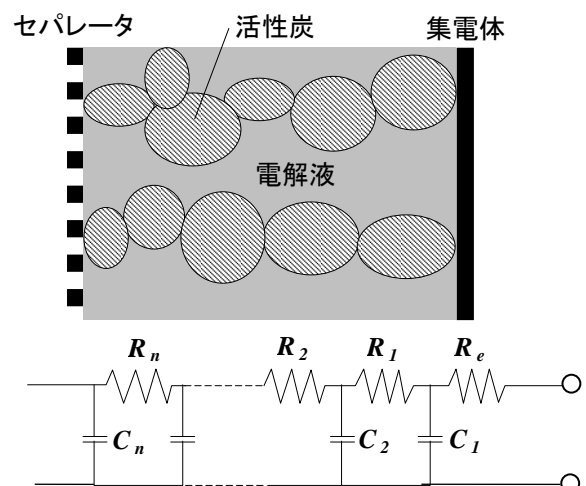


Fig-4 キャパシタの等価回路(2)

各電極は Fig-4 のように活性炭の細かい粒子からなっており、粒子ひとつひとつが容量と抵抗を持ったキャパシタとなっ

電気二重層キャパシタの上手な使い方

ています。そのため、キャパシタを充電すると、まず抵抗の小さい部分から充電が進み、抵抗の大きな部分の容量は充電が遅れます。また、充電電圧に到達してすぐに充電を止めると、抵抗の小さい容量から抵抗の大きい容量への充電が行なわれ(自己充電)、端子電圧が低下します。従って、キャパシタを満充電するには、充電電圧に到達後の緩和(定電圧保持)充電が必要となります。

2. 基本性能

2-1 容量(Cap…Capacitance)

キャパシタに電荷を蓄える能力で単位は F(ファラッド)が使用されます。対向する電極の面積が大きければ大きいほど、電気を貯める能力(容量)は高くなります。また電解液の誘電率も特性に大きく寄与します。容量Cは(1)式で表されます。

$$C = \int \epsilon / (4\pi \delta) \cdot dS \quad \dots\dots(1)$$

ϵ : 電解液の誘電率

δ : 電極表面からイオン中心までの距離

S: 電極界面の表面積

2-2 直流内部抵抗(DCIR…DC-internal resistance)

キャパシタの構成材料(電極、電解液等)の抵抗と内部接続抵抗からなる抵抗分で、単位は Ω (オーム)です。対向する電極の面積が大きければ大きいほど、直流内部抵抗は低くなります。キャパシタの内部抵抗は、通常直流での測定となっています。簡易的に交流1kHzの等価直列抵抗(ESR)を測定する場合もありますが、直流内部抵抗 $>$ ESR(1kHz)の関係となります。

2-3 漏れ電流(LC…Leakage Current)

キャパシタに定電圧を印加し続けた際に流れる微小な電流を、漏れ電流(LC)と言います。単位は A(アンペア)です。Fig-5のように漏れ電流の値は時間とともに小さくなっていき、安定していくことがわかります。これは 1-4 等価回路で述べたように、電極の活性炭粒子が個々の内部抵抗をもつキャパシタであり、未充電のキャパシタに徐々に充電されていくためです。漏れ電流は、キャパシタの保管状態などによっても変化する

ため、真の漏れ電流を規定することは難しく、目安として電圧を印加してから数十時間後を測定します。

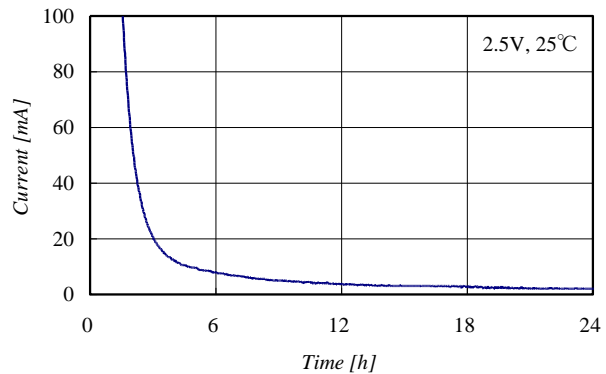


Fig-5 定電圧印加による漏れ電流の時間変化

2-4 電圧保持特性

充電されたキャパシタの、端子間を開放状態にしたときのキャパシタ端子間に保持している電圧の特性で、自己放電特性とも呼ばれます。充電後端子間を開放すると端子電圧が徐々に低下していきます。この特性は充電時間と充電電圧による影響を受け、充電時間が短いとき及び充電電圧が高いときは電圧保持率が低くなります。

2-5 放電特性

キャパシタは物理的な蓄電のため、電池と異なり0Vまで放電が可能です。また放電は Fig-6 のように電池と異なり電圧変化が直線的であり、残量の予測が容易です。

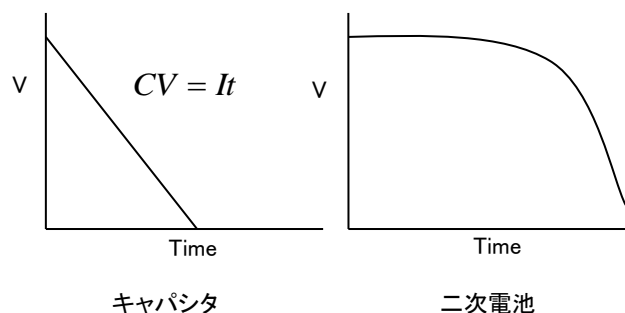


Fig-6 定電流放電時の放電カーブ

定電力では定電流のように直線的な放電カーブにはなりません、同様に0Vまでの放電が可能です(Fig-7)。

電気二重層キャパシタの上手な使い方

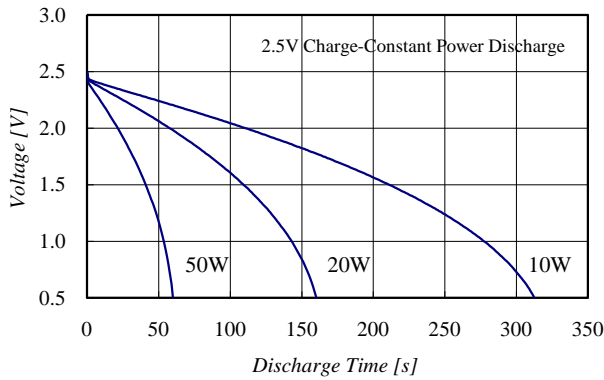


Fig-7 定電力放電時の放電カーブ

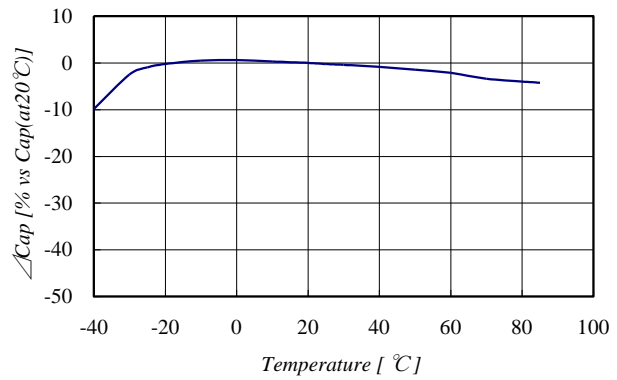


Fig-9 温度特性(Cap)

また Fig-8 のように放電電流による容量変化があります。

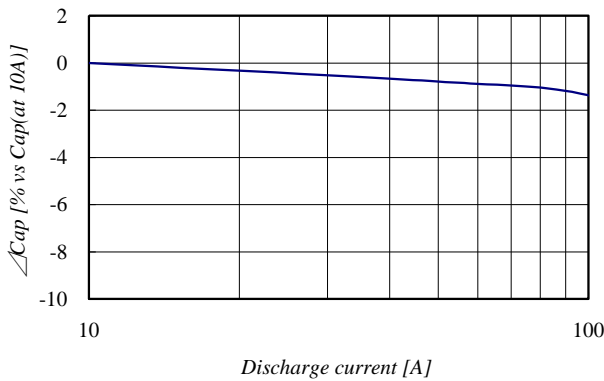


Fig-8 放電電流による容量変化

②内部抵抗

一般的には Fig-10 のように内部抵抗は低温になると大きくなる傾向にあります。

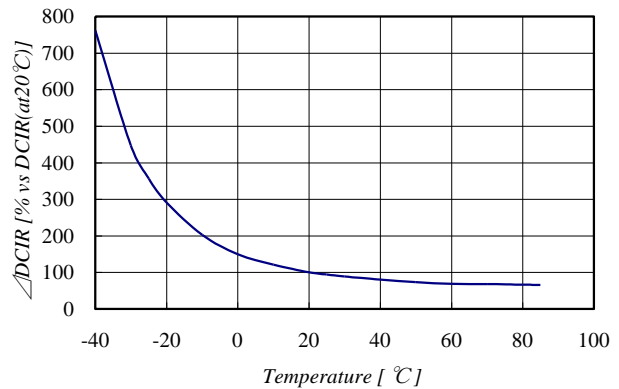


Fig-10 温度特性(DCIR)

2-6 周波数特性

キャパシタは一般のコンデンサと異なり、周波数応答性が悪いため、交流回路には適しません。(10Hz 以上の周波数にはほとんど応答しません)

キャパシタは直流用途のデバイスです。

2-7 温度特性

キャパシタには温度による特性変化があります。変化分を考慮のうえ使用して下さい。

①容量

一般的には容量は Fig-9 のように低温になると小さくなる傾向にあります。

④電圧保持率

一般的には Fig-11 のように高温になるほど電圧保持特性は悪くなる傾向にあります。

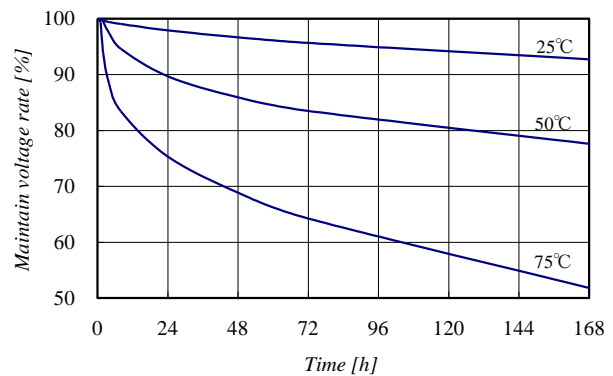


Fig-11 電圧保持特性

電気二重層キャパシタの上手な使い方

3. キャパシタの寿命について

キャパシタは有限寿命のデバイスです。その寿命は温度、湿度、気圧、振動等の環境条件や、印加電圧、充放電条件等の電気的条件などの使用条件により影響を受けます。

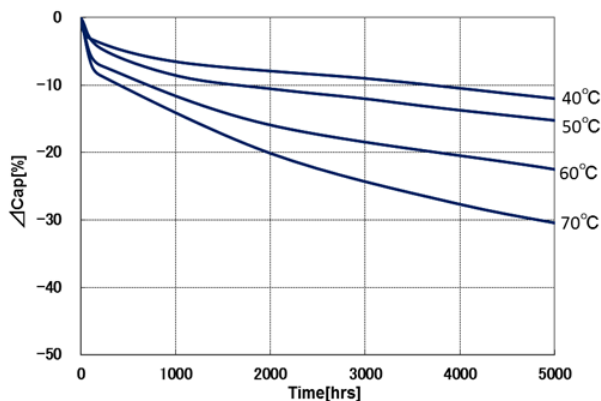
キャパシタの保証寿命は、カタログまたは納入仕様書の中で耐久性(カテゴリ上限温度における耐久性規定時間)として明記しております(Table-2 参照)。

Table-2 DLCAPの耐久性の例

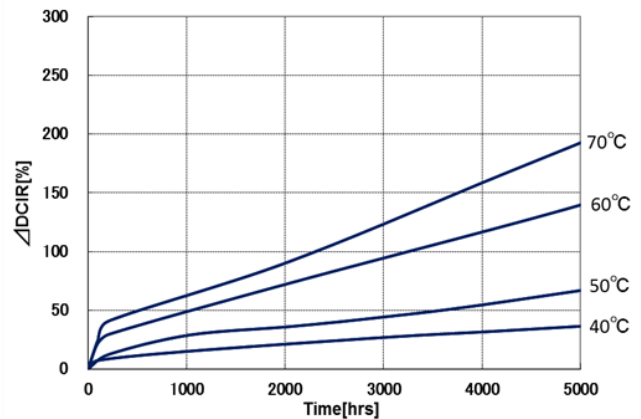
70°Cにおいて定格電圧を 2000h印加後、20°Cに復帰させ測定を行なったとき、下記を満足すること	
容量変化率	初期値の±30%以内
内部抵抗	初期規格値の+200%以下

3-1 周囲温度と寿命

キャパシタの寿命はFig-12のように使用される周囲温度により大きく影響を受けます。実使用時の温度を低く設定すれば、長期の寿命を期待できます。



耐久性試験(Cap)

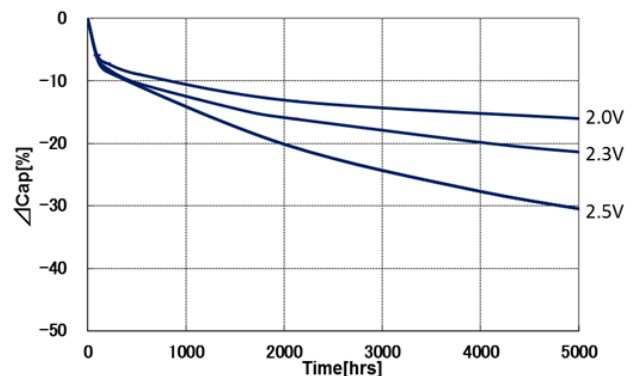


耐久性試験(DCIR)

Fig-12 耐久性試験(温度パラメータ)

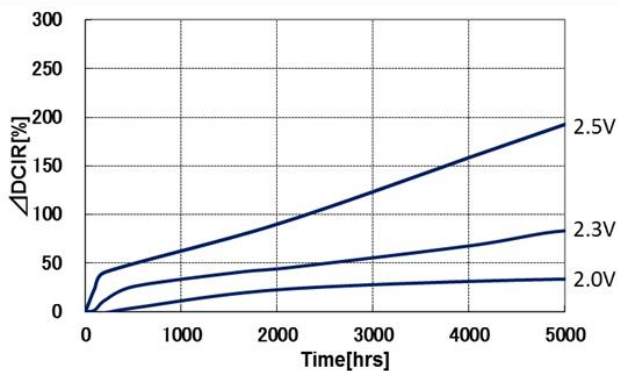
3-2 印加電圧と寿命

キャパシタの寿命は Fig-13 のように使用される電圧により大きく影響を受けます。実使用時の印加電圧を低く設定すれば、長期の寿命を期待できます。



耐久性試験(Cap)

電気二重層キャパシタの上手な使い方



耐久性試験(DCIR)
Fig-13 耐久性(電圧パラメータ)

3-3 充放電による自己発熱

キャパシタは内部抵抗を持っているため、充放電電流により内部発熱し、寿命に影響を与えます。特に大電流で連続して充放電を行なうような用途では温度上昇をとまなうため、劣化が加速します。発熱は充放電パターンにより大きく変化するため、この発熱分の温度上昇も考慮する必要があります。充放電の頻繁な用途では、内部抵抗の低い製品をご推奨します。

また急速充放電をする場合は、内部抵抗のため放電開始時に電圧ドロップ(IRドロップとも呼ぶ)が発生しますので、電圧低下分を考慮した設計をして下さい。

3-4 寿命推定

一般にキャパシタの寿命加速因子としては、温度と継続した電圧印加が大きく影響を与えます。電気的特性の変化と試験時間の平方根 \sqrt{t} との間には Fig-14 のように直線関係があり、(2)式のように書けます。

$$\Delta C = k\sqrt{t} + a \quad \dots\dots(2)$$

k は寿命加速係数で、温度、電圧の組み合わせにより異なります。実使用条件における k を求めることによって寿命推定が可能となります。 k 及び a は温度、電圧、シリーズにより異なりますので、詳細は弊社までお問い合わせください。また寿命

推定の上限時間は、シーリング材の経年劣化を考慮し、10～15年程度を目安としています。上限時間を超えて使用した場合、特性の急激な劣化や液漏れが生じる可能性があります。

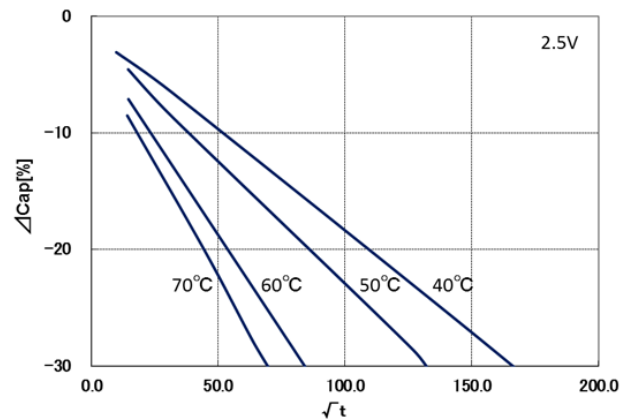


Fig-14 耐久性試験の \sqrt{t} プロット例

ご使用に際しては納入仕様書、及びカタログにある記載事項の他、**下記の内容についてもご確認の上**ご使用頂きます様お願い致します。

電子情報技術産業協会技術レポート RCR-2370C
「固定電気二重層コンデンサの使用上の注意事項ガイドライン」

電気二重層キャパシタの上手な使い方

<付録>

1. 電気特性測定方法

1-1 容量・内部抵抗の計算式

容量は、定電流放電時の電圧変化とその時間から算出しています。単位はファラッド(F)です。

$$\text{容量 } C = \frac{I_d \times T_m}{V_1 - V_2} \quad \dots\dots(1)$$

内部抵抗は、定格電圧に到達直後開放し、1秒後の電圧変化の値と充電電流から算出しています。単位は(Ω)です。

$$\text{直流内部抵抗 } R = \frac{V_c - V_{n1}}{I_c} \quad \dots\dots(2)$$

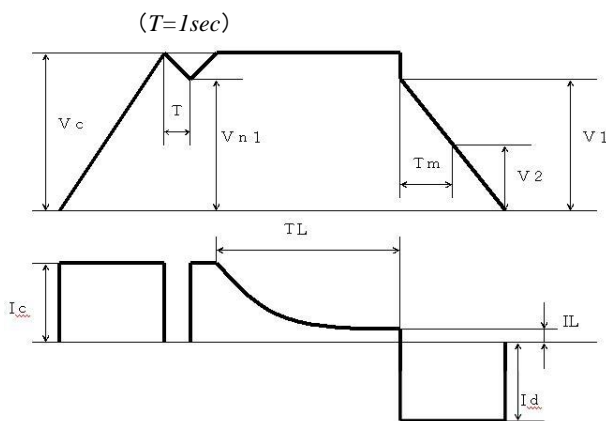


Fig-1 放電カーブと測定範囲

- I_c : 充電電流 [A]
- I_d : 放電電流 [A] (※ $I_c = I_d$)
- T_m : 計測時間 [sec]
- V_c : 充電電圧 [V]
- V_1 : 測定開始電圧 [V] (= V_{n1})
- V_2 : 測定終了電圧 [V] ($V_c/2$)

1-2 出力密度(パワー密度)

充電されたキャパシタから取り出せる単位質量、または体積あたりの最大の電力です。単位は(W/kg)、または(W/L)です。一般的に内部抵抗と定格電圧を用いて算出します。

パワー密度が高いほど、大きい電流を瞬時に効率良く引き出すことができます。

$$P_{dm} = \frac{1}{4} \times \frac{U_R^2}{RM} \quad \dots\dots(3)$$

- P_{dm} : 最大出力密度 [W/kg、または W/L]
- U_R : 定格電圧 [V]
- R : 実測の内部抵抗 [Ω]
- M : キャパシタ質量又は体積 [kg、または L]

1-3 エネルギー密度

充電されたキャパシタから取り出せる単位質量、または体積あたりのエネルギー量です。単位は(Wh/kg)、または(Wh/L)です。

エネルギー密度が高いほど、同じ質量(体積)なら電力を長時間引き出すことができます。

$$E_{dm} = \frac{1}{2} \times \frac{C \times U_R^2}{M} \times \frac{1}{3600} \quad \dots\dots(4)$$

- E_{dm} : エネルギー密度 [Wh/kg 又は Wh/L]
- U_R : 定格電圧 [V]
- C : 実測の容量 [F]
- M : キャパシタ質量又は体積 [kg 又は L]

2. モジュールについて

使用電圧がセル電圧より高い用途で使う場合は、キャパシタを直列に接続して使用します。また大容量や低抵抗が必要とされる用途は並列にして使用します。このような、セルを直並列に組んだものをモジュールと言います。



DLCAP モジュール(例)

ここではモジュールを組む際の特性計算式、組み立て上の注意について説明します。

電気二重層キャパシタの上手な使い方

2-1 モジュール設計に用いる計算式

モジュール容量 C_{mod} [F]

$$C_{mod} = C_{cell} \times \frac{\text{並列セル個数}}{\text{直列セル個数}} \quad \dots\dots(5)$$

モジュールの耐電圧 V_{mod} [V]

$$V_{mod} = V_{cell} \times \text{直列セル個数} \quad \dots\dots(6)$$

モジュール内部抵抗 R_{mod} [Ω]

$$R_{mod} = R_{cell} \times \frac{\text{直列セル個数}}{\text{並列セル個数}} \quad \dots\dots(7)$$

モジュール IR ドロップ ΔV [V]

$$\Delta V = I_{mod} \times R_{mod} \quad \dots\dots(8)$$

モジュール放電時間 t [sec]

$$t = C_{mod} \times \frac{(V_{mod} - \Delta V - V_e)}{I_{mod}} \quad \dots\dots(9)$$

V_{cell} : セル電圧 [V]

C_{cell} : セル容量 [F]

R_{cell} : セル内部抵抗 [Ω]

I_{mod} : モジュール放電電流 [A]

V_e : モジュール放電終了電圧 [V]

(9)は定電流を前提とした式ですが定抵抗での充電、放電の電圧・時間の目安として以下の式も使用されます。

定抵抗放電時間 t [sec]

$$t = -CR \ln\left(\frac{V_1}{V_0}\right) \quad \dots\dots(10)$$

定抵抗充電電圧

$$V_1 = V_0(1 - e^{-\frac{t}{CR}}) \quad \dots\dots(11)$$

定抵抗放電電圧

$$V_1 = V_0 \cdot e^{-\frac{t}{CR}} \quad \dots\dots(12)$$

t : 放電(充電)時間 [sec]

C : 容量 [F]

V_0 : 初期電圧(充電電圧) [V]

V_1 : t 秒後の端子電圧 [V]

R : 定抵抗負荷 [Ω]

負荷抵抗、負荷電流によっては自己放電や内部抵抗による初期の電圧降下を考慮に入れる必要があります。

また、エネルギー単位の換算として以下の式が使用されます。

キャパシタのエネルギー E [J]

$$E = \frac{CV^2}{2} [J] = \frac{1}{3600} \cdot \frac{CV^2}{2} [Wh] \quad \dots(13)$$

$$1Wh = 3600J = 3600Ws \quad \dots\dots(14)$$

$$1J = 0.239cal \quad \dots\dots(15)$$

2-2 モジュール接続/組み立ての注意点

- ・ キャパシタを直列に接続する場合、セル間の電圧ばらつき抑制のため、セルと並列に電圧均等化回路を挿入してください。ただし、均等化回路を挿入してもある程度の電圧ばらつきが発生するため、それを考慮したマージンを設けて下さい。

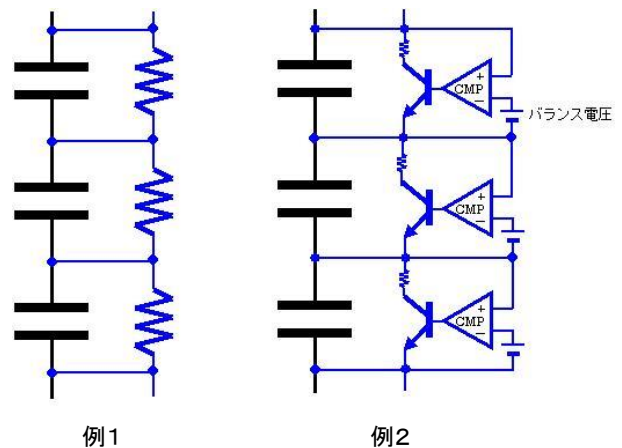


Fig-2 電圧均等化回路の例

電圧ばらつき抑制を施さない場合、特性のばらつきにより電圧バランスが崩れ、一部のセルに定格電圧以上の過電圧がかかる恐れがあります。

- ・ 導体バーや配線ケーブル等にてセルを接続する際は、安全のため放電してから接続して下さい。また、接続の際は、セルの内部抵抗以外にも接続導体による導体抵抗やネジ締めつけトルクも考慮して下さい。ネジ締め付

電気二重層キャパシタの上手な使い方

けトルクはカタログ又は納入仕様書で規定した範囲として下さい。

- ・ キャパシタを複数本接続して機器ケース内に収納して使用する場合は、必要に応じて次の熱対策の配慮をして下さい
 - ① 通気性を良くするため、筐体に細かな穴を開けたり、放熱フィンやファンを設置する。
 - ② キャパシタの直近または真下にパワー半導体やトランス等の発熱部品を配置しない。
 - ③ キャパシタ間に温度差が生じないような設計をして下さい。
 - ・ 電気二重層キャパシタはコンデンサですので放電に伴い電圧が低下します。一定電圧での出力が必要な場合はコンバータ等の回路的なシステムが必要です。
 - ・ キャパシタを0Vまで放電しても開放しておくとしばらくして電圧が再び上昇※しますので、取り扱いに注意して下さい。キャパシタは単体では2.5V程度と低い電圧ですが、モジュールなどでは電圧が高くなるので特に注意が必要です。モジュールをお客様自身で組み立てる又は分解される際には抵抗器で溜まっている電荷を放電して下さい。電圧が残っている状態で端子を短絡すると大電流が流れ危険です。
- ※ 電極の活性炭粒子が個々の容量と抵抗を持ったキャパシタですので、見かけ上は一時的に0Vとなっても、抵抗の高いキャパシタンスが遅れて出現するためです。

2-3 モジュール計算の例

下記条件の場合の直列本数・並列本数の計算例

<使用条件>

- ・ 使用電圧範囲 : 48V～28V
- ・ 充電電流 : 120A (定電流)
- ・ 放電電流 : 120A (定電流)
- ・ 放電時間 : 30 秒
- ・ DLCAP は定格電圧 2.5V、公称容量 1400F、直流内部抵抗(*実力値)2.5mΩを使用の場合

<計算例>

- ① 最大使用電圧 48V、単セルの定格電圧 2.5V から、
 $48/2.5 = 19.2$
 ⇒ **20本直列を算出**
 ※2.5V で割り切れない端数は切り上げて下さい。
- ② 電圧 48V から 120A にて 30 秒間放電後の電圧変化 ΔV を計算する。
 2 並列の場合、
 (モジュール全体の容量) = $1400 \times 2/20 = 140F$
 $\Delta V = 120 \times 30/140 = 25.7V$
 この時、放電後の残電圧は、 $48V - 25.7V = 22.3V$ となり、使用電圧の下限値の 28V 以下となってしまうため容量不足となる。
- ③ さらに、並列数を増やし、3 並列とすると、
(モジュール全体の容量) = $1400 \times 3/20 = 210F$
 3 並列の場合の $\Delta V = 120 \times 30/210 = 17.1V$
 放電後の残電圧は、 $48V - 17.1V = 30.9V$ となり、放電後 28V 以上を満足する。
- ④ この時、放電直後の直流内部抵抗(DCIR)による電圧降下 (IR ドロップ) を考慮すると、
(モジュール全体の直流内部抵抗) = $0.0025 \times 20/3 = 0.0167 \Omega$
 放電電流が 120A なので、
 放電直後の IR ドロップ = $0.0167 \times 120 = 2V$ となる。
 IR ドロップも考慮した放電後の残電圧は $30.9V - 2V = 28.9V$ となり、使用電圧の下限値 28V 以上を満足する。
 ⇒(結果)20直列 3 並列構成を算出

※計算の一例を記しましたが、実機では下記を考慮し設計して下さい。

- ・ キャパシタは環境条件や電氣的条件などの使用条件により電気特性の劣化の度合いが変わります。使用条件での寿命を考慮し設計して下さい。
- ・ 接続抵抗などの抵抗分を考慮し設計して下さい。
- ・ 電圧均等化回路やバランス抵抗による自己放電特性への影響を考慮し設計して下さい。
- ・ 充放電を頻繁に行なう使い方の場合、自己発熱による温度上昇を考慮して設計して下さい。

電気二重層キャパシタの上手な使い方

注意事項

1. 使用上の注意

- ①使用環境及び取り付け環境を確認の上、EDLCの定格性能以上での使用は行わないでください。
 - a) 高温度（カテゴリ温度を超える温度）
 - b) 過電圧（定格電圧を超える電圧）
 - c) 逆電圧または交流電圧の印加
- ②EDLCの外装スリーブおよび樹脂板は、絶縁が保証されておりません。
- ③EDLCは有限寿命であって、規定寿命があります。
- ④EDLCは次の環境での使用・保管は避けてください。
 - a) 直接、水、塩水及び油がかかる環境、及び結露状態、ガス状の油成分や塩分が充満している環境。
 - b) 有害ガス(硫化水素、亜硫酸、塩素、アンモニア、臭素、臭化メチルなど)が充満する環境。
 - c) 酸性及びアルカリ性溶剤がかかる環境。
 - d) 直射日光、オゾン、紫外線及び放射線が照射される環境。
- ⑤設計においては、次の点に注意してください。
 - a) EDLCを使用する際は、必ず端子を上向きにした状態で設置してください。
下向きや横向きでの使用においてはEDLC内の電解液が圧力弁内部をふさぎ、開弁、漏液(噴出)し、保証寿命を満足できない場合がありますので、下向きや横向きの設置は禁止してください。
 - b) 移送時やハンドリング時も封口板を上にしてください。一時的にでも下向きにすると、保証寿命を満足できない可能性があります。
 - c) EDLCの圧力弁上部の空間を確保してください。
 - d) EDLCの圧力弁上部および陰極、陽極端子間に、配線や回路パターンを配置を避けてください。
 - e) EDLCの周辺には発熱部品の配置を避けてください。
 - f) 絶縁耐圧を確保するため、キャパシタケース・陰極端子・陽極端子・回路パターンと、シャーシ(筐体)間隔に注意して設計して下さい。
 - g) EDLCの温度及び周波数の変動による電氣的な特性変化に注意して下さい。

- h) 同一システム内のEDLC間の温度差が大きな状態で使用された場合、セル個々の特性変化が不均一になり、システムに不具合を起すことがあります。EDLC間の温度差をおさえるような放熱設計をしてください。
 - i) 充放電による発熱がある場合には、想定負荷試験を行い、異常な温度上昇がなく、規定温度範囲内に納まることを確認して下さい。
 - j) EDLCを複数並列接続する場合は、電流バランスに注意して下さい。
 - k) EDLCを複数直列接続する場合は、電圧バランスに注意して下さい。
 - l) 過電圧、過温度など定格外の使用で弁動作した場合、導電性電解液の蒸気が噴出するので異常時を考慮した設計にして下さい。
 - m) 温度や電圧異常時には、充放電を停止する等の安全設計をお願いします。また、定格を超えた電圧を連続して印加した場合は、発煙や発火に至る可能性があります。フェールセーフを考慮した設計をお願いします。
 - n) EDLCは内部抵抗を持っているため、充放電電流により内部発熱し、寿命に影響を与えます。大電流で連続した充放電をするような用途では内部抵抗の低い製品を選択し、製品温度がカテゴリ温度を超えないようにしてください。
 - o) 急速充放電をする場合は、充電開始時、放電開始時に内部抵抗のための電圧ドロップ(IR ドロップとも呼ぶ)が発生しますので、電圧変化分を考慮した設計をしてください。
- ⑥充電状態で端子を短絡すると、数百アンペアの電流が流れ、危険です。
充電状態での取り付けや取り外しなど行わないで下さい。
 - ⑦EDLCを床などに落下させないでください。なお、落下したEDLCは使用しないでください。
 - ⑧EDLCをモジュールへ組み込む際は、必ず極性を確認してから行ってください。
 - ⑨ネジ端子の締め付けトルクは、カタログ又は納入仕様書で規定した範囲としてください。

電気二重層キャパシタの上手な使い方

- ⑩EDLC本体を変形してモジュールに組込まないでください。
- ⑪EDLCの特性として蓄電量に比例して電圧が変動します。出力を安定化させる必要がある場合は、コンバータ等の回路的なシステムを追加する必要があります。
- ⑫EDLCを産業機器に使用される場合は下記のような定期点検を推奨します。
保守点検時は機器の電源スイッチを必ず切り、EDLCを十分に放電してから実施してください。
- a) 外観 : 変形、液漏れ、変色、端子間の埃などの著しい異常、汚れの有無
- b) 電氣的性能 : カタログ又は納入仕様書に規定の項目
- ⑬EDLCが異常に発熱したり、異臭が発生した場合、すぐに機器の主電源を切るなどして使用を中止してください。またEDLCが万一高温になった場合は、破損及び火傷等の原因となる場合があるので顔や手を近づけないでください。
- ⑭圧力弁動作時は、直ぐに使用を中止し、十分な換気を行ってください。高温ガスが噴出する場合がありますので、顔や手などを近づけないでください。噴出したガスが目に入ったか吸い込んだりした場合は、直ぐに水で目を洗い、うがいをしてください。EDLCの電解液は嘗めないでください。電解液が皮膚に付いた時は、石鹼で洗い流してください。
- ⑮EDLCは保存時に再起電圧が発生する場合があります。多数直列接続する場合は特に注意し、必要に応じて放電してください。
- ⑯組立、取り外しの際は、事前に放電してください。電圧が残っている状態で端子を短絡すると大電流が流れ、感電の危険があります。また、完全放電したEDLCでも開放状態で放置すると再起電圧が発生しますので御注意下さい。
- ⑰EDLCは洗浄しないで下さい。
- ⑱ハロゲン系溶剤などを含有する固定剤・コーティング剤は使用しないで下さい。

2. 輸送上の注意 / Precautions in transportation

- ①EDLCを海外に輸出する場合、臭化メチル等のハロゲン化合物で燻蒸処理を行う場合がありますが、実施方法によってはハロゲンイオンによる腐食反応を起こす場合がありますので、ご注意ください。

- ②輸出貿易管理令により、輸出者がその輸出取引に関連して入手した文書などにより、本製品が大量破壊兵器等の開発に使用されるなどの情報を得た場合、輸出者が経済産業大臣に輸出許可申請し承認を取る必要があります。また、上記に関わらず輸出貨物が大量破壊兵器の開発に使用される恐れがあるとして、経済産業大臣から「通知」を受けた場合も、輸出者が経済産業大臣に輸出許可申請し承認を取る必要があります。

- ③EDLCを輸送する際は、液漏れの危険を回避するため、必ず端子を上向きにした状態で輸送してください。

- ④2010年12月国際連合欧州本部で採択された危険物輸送に関する国連勧告の改正に伴い、EDLCの輸送業務に変更が生じました。

詳しくは、次に示す危険物輸送に関する国連勧告、ICAO技術指針、IATA規則書、IMO IMDG-Codeの最新版、並びに各国の法律等の最新版を確認してください。

-危険物輸送に関する国連勧告

:United Nations (UN) Recommendations on the Transport of Dangerous Goods-Model Regulations.

-ICAO 技術指針

:International Civil Aviation Organization(ICAO) Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air.

-IATA 規則書

:International Air Transport Association(IATA)Dangerous Goods Regulations.

-IMO IMDG-Code

: International Maritime Organization(IMO) IMDG(International Maritime Dangerous Goods) -code.

3. 保管条件

- ①EDLCの保管は、室内で 5°C~35°C、75%以下の相対湿度で保管して下さい。急激な温度変化は、結露や製品の劣化につながりますので避けてください。

- ②長期間製品を保管しますと漏れ電流が見かけ上増加する傾向があります。

1年以上の長期保存品をご使用になる場合には、電圧処理を行って使用することを推奨します。

電気二重層キャパシタの上手な使い方

電圧処理をする場合は、5mA/F 程度の電流で、定格電圧まで充電し、その後 20 時間程度定格電圧を印加してください。

4. 廃棄について

廃棄する場合は、安全電圧まで放電してください。また、法令又は地方公共団体などが指定する条例に従った上で、産業廃棄物処理業者に廃棄品を渡し、焼却または埋め立て処理を行ってください。

EDLCを高温焼却する場合は、焼却前に、EDLCに穴を開けるか、潰してください。

その他ご使用に際しては下記の内容についてもご確認の上ご使用いただきますようお願いいたします。

Please refer to the following report before using EDLC.

電子情報技術産業協会技術レポート

JEITA RCR-2370C 「電気二重層コンデンサの安全アプリケーションガイド(電気二重層コンデンサの使用上の注意事項ガイドライン)」

電子情報技術産業協会

「電気及び電子機器用電気二重層キャパシタの輸送に関する手引書」

電気二重層キャパシタの上手な使い方

本冊子は予告なしに変更する場合があります。

2020.12.01

発行 日本ケミコン株式会社 営業推進部