# **JEITA**

# 電子情報技術産業協会技術レポート

Technical Report of Japan Electronics and Information Technology Industries Association

# JEITA RCR-2370C

電気二重層コンデンサ(EDLC)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)

Safety Application Guide for electric double layer capacitors (Guideline of notabilia for electric double layer capacitors)

1995 年 3 月制定 2008 年 7 月改正

作 成 受動部品標準化専門委員会

Technical Standardization Committee on Passive Components

発 行

社団法人 電子情報技術産業協会
Japan Electronics and Information Technology Industries Association

# 目 次

まえ	がき	
1	<b>適用範囲</b>	1
2	引用規格及び文書	1
3	<b>用語及び定義</b>	2
4	<b>電気二重層コンデンサ(EDLC)について</b>	3
4.1	主な特徴	3
4.2	原理	4
4.3	等価回路	5
4.4	基本性能(主な電気的特性例)	6
4.5	他のコンデンサなどとの比較	7
4.6	外観及び内部構造	8
4.7	製造工程	11
5	EDLC の選定及び故障モード	12
5.1	選定に当って	12
5.2	使用環境条件からの選定	12
5.3	形状及び実装からの選定	12
5.4	選定事例	13
5.5	選定及び設計の主な条件と故障モード	14
5.6	EDLC 規格体系	16
[設	計確認事項の表の見方について]	17
6	段計上の確認事項	18
6.1	耐候性要因における確認事項	18
6.1.	使用環境温度 1 (一般事項)	18
6.1.2	2 使用環境温度 2(カテゴリ温度範囲の寿命)	19
6.1.3	3 使用環境温度 3(カテゴリ上限温度を超えた場合)	20
6.1.4	↓ 温度変化による EDLC の特性 ···································	21
6.1.5	5 周囲環境での水分,塩分,腐食性ガス及び溶剤	22
6.1.	6 直射エネルギ	23
6.2	電気的要因における確認事項	24
6.2.	□ 容量測定	24
6.2.2	2 内部抵抗測定 ······	26
6.2.3	3 印加電圧 ······	28
6.2.	Ⅰ 放電開始時の電圧降下	30
6.2.5	5 充放電又は交流電圧	31
6.2.	5 リプル又はパルスの電圧/電流印加 ····································	32
6.2.	<sup>7</sup> 外装スリーブの絶縁	33
6.2.8	B EDLC の絶縁	34

# JEITA RCR-2370C

6.2.9	EDLC の直並列接続	35
6.3	機械的要因における確認事項	36
6.3.1	振動又は衝撃	36
6.3.2	引張り・押し及び曲げ	37
7 実	<b>ミ装上の確認</b>	38
7.1	プリント配線板設計仕様	38
7.1.1	プリント配線板設計 1	38
7.1.2	プリント配線板設計 2	39
7.2	取付け環境	40
7.2.1	圧力弁のある EDLC	40
7.3	実装前の取扱い方	41
7.4	取付け時	42
7.4.1	取付け1	42
7.4.2	取付け 2	43
7.5	はんだ付け条件(温度,時間,温度プロファイル,はんだ付け方式など)の確認事項	44
7.5.1	はんだこてによる取付け	44
7.5.2	フローはんだ付け	45
7.5.3	リフローはんだ付け	46
7.5.4	はんだ付け後の取扱い	47
7.6	基板洗浄条件 (洗浄の有無, 洗浄液, 洗浄時間, 洗浄方式)	48
7.7	固定剤・コーティング剤	49
7.8	実装後の加工	50
8 機	機器稼働中及び保守点検	51
8.1	機器稼働中	51
8.2	保守点検	52
9 –	-般的取扱い(輸送,保管)	53
9.1	一般的取扱い 1 (EDLC 単体の輸送,保管)	53
	一般的取扱い 2 (EDLC 組込み後の基板又は機器の輸送, 保管)	54
		55
		55
		56
•		- 1
附属	書1 鉛フリーはんだの温度プロファイルについて	57
	<b>書</b> 2 出力密度及びエネルギ密度について	58

# まえがき

このガイドラインは、電子部品及び電子機器業界全体での安全性向上を図るために制定された JEITA RCR-1001A(電子部品の安全アプリケーションガイド)に基づいて、社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)/電子部品部/標準化委員会/受動部品標準化専門委員会/電解コンデンサグループ/EDLC検討 PG が作成したもので、2002 年に発行した JEITA RCR-2370A(電気二重層コンデンサ使用上の注意事項ガイドライン)を JEITA RCR-2370C(電気二重層コンデンサ(EDLC)使用上の注意事項ガイドライン)として改正したものです。

今回の改正では、従来の注意事項を中心としたガイドラインに代わり、電気二重層コンデンサをよく知って頂くために、原理・特徴・基本性能・選定方法・故障モード・失敗事例等の一般的な事項を追加しました。

このため、電子機器メーカでの機器設計、実装工程、機器使用時などでの安全性確保を行うことに加え、部品メーカにおいて、納入仕様書の安全性についての事項を作成する際に、活用頂けることを期待します。

なお、作成に当っては、部品メーカが独自に把握している事項及び電子機器メーカからの協力によって得られた事項を中心にまとめました。また、電子部品の安全アプリケーションガイド(JEITA RCR-1001A)には、電子部品の安全に対する基本的な内容が記載されており、当ガイドラインとの併用をお勧めします。

# 電子情報技術産業協会技術レポート

# 電気二重層コンデンサ(EDLC)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)

Safety Application Guide for electric double layer capacitors (Guideline of notabilia for electric double layer capacitors)

## 1 適用範囲

このガイドラインは、電気二重層コンデンサ(以下、EDLC という。)に適用する。この EDLC を電子機器メーカでの機器設計、実装工程、機器使用時などでの安全性確保を行うことに加え、部品メーカでの納入仕様書の安全性についての事項の作成及び部品メーカの技術情報として活用するためのガイドラインについて記載する。

**備考** このガイドラインは、電子部品自体の安全に対する取組み、電子部品の使用上での上手な使い方、推進項目などの情報を提供することにより、安全性の向上を図ることを目的としている。したがって、このガイドラインの記載事項を順守することにより適用した電子部品及び電子機器の製品安全を保証するものではない。また、同様の配慮が、自動車用及び各種産業用などの他の用途にも必要である。用途が、医療用、原子力関連又は航空宇宙関連の場合には、別途部品メーカに御相談下さい。

#### 2 引用規格及び文書

次に掲げる規格及び文書は、この規格に引用されることによって、このガイドラインの一部を構成する。これらの引用規格のうちで、発行年(又は発効年)を付記していない引用規格は、その最新版(Amendment・追補を含む)を適用する。

JEITA RC-2377 :「電気二重層コンデンサの試験方法」

JEITA RC-2379 : 「パワー用電気二重層コンデンサ個別規格(指針)」

JEITA RCR-1001A:「電子部品の安全アプリケーションガイド」

JIS C 1602 :「熱電対」

JIS C 5101-1 : 「電子機器用固定コンデンサ 第一部:品目別通則」 JIS C 60068-2-20 : 「環境試験方法-電気・電子-はんだ付け試験方法」

JIS C XXXX-1 : 「電子機器用固定電気二重層コンデンサ第1部:品目別通則」 発行待ち

(IEC 62391-1)

JIS C XXXX-2 : 「電子機器用固定電気二重層コンデンサ第2部: 品種別通則

(IEC 62391-2) -パワー用電気二重層コンデンサ」 発行待ち

JIS C XXXX-2-1 : 「電子機器用固定電気二重層コンデンサ第 2-1 部:ブランク個別規格

(IEC 62391-2-1) -パワー用電気二重層コンデンサ評価水準 EZ | 発行待ち

JIS D XXXX :「ハイブリッド電気自動車用電気二重層キャパシタの電気的性能の試験方法」

(IEC 62576) 発行待ち, IEC 審議中

JEITA RCR-2370C

# 廃棄物処理法施行規則

Lift-off Phenomenon in wave Soldering: K.Suganuma, M.Ueshima, I.Ohnaka, H.Yasuda, J.Zhu and M.Matsuda, Acta Mater., 48 (2000), 4475-4481

**注記** JEITA RC-2377 及び JEITA RC-2379 は IEC 62391 に相当し、現在、JIS 発行待ち。

# 3 用語及び定義

このガイドラインで用いる主な用語の定義は、次による。

## a) 定格電圧

EDLC に、カテゴリ上限温度で規定時間、連続して電圧を印加した後に、当該キャパシタが規定する要求特性を満足する最大電圧(V)。この電圧は、キャパシタを設計するときの設定電圧である。

# b) 容量

EDLC の中に電荷を蓄える能力(F)。測定方法にはいくつかの方法がある。(詳細は, 6.2.1 による。)

#### c) 内部抵抗

EDLC の構成材料の固有抵抗と内部接続抵抗とを合わせた抵抗  $(\Omega)$ 。この抵抗分は、充電・放電において、突入電流及び放電電流を制限する。主な算出方法としては、次の方法がある。

# 最小二乗内部抵抗算出方法

算出開始電圧から算出終了電圧までを最小二乗法を用いて直線近似して放電開始の電圧値を算出し、この電圧値と定電圧充電設定値との差を放電設定電流値で割った値(6.2.2 参照)。

上記のほか、回復電圧(跳ね返り電圧部)で算出する方法、放電初期の電圧変化部で算出する方法 などがある。

# d) ΩF 値 (特性時定数)

容量と内部抵抗の積。1Fに対する内部抵抗を意味し、EDLCの性能を表す特有の時定数(s)。

# e) 充電電力量

充電開始から充電終了までに、EDLCを充電するために注入された電力の積算量(J)。

#### f) 放電電力量

放電開始から放電終了までに、EDLC から放出された電力の積算量(J)。

# g) 蓄電電力量

キャパシタに蓄えられる電力量(J)。

# h) エネルギ密度

EDLC1 個の質量 (又は体積) 当たりに取り出せる電力量を示すものである。単位は (J/kg) 又は (J/L) である。 $3600 \, J$  は  $1 \, Wh$  であり,Wh/kg 又は Wh/L で表されることもある。エネルギ密度が高いほど電流を同じ質量 (体積) ならば長い時間引き出すことができる。(詳細は、**附属書 2** による。)

# i) 出力密度

充電された EDLC から取り出せる単位質量又は単位体積当たりの電力 (W/kg 又は W/L)。(詳細は、 附属書 2 による。)

# j) 定格出力密度

規定の最大の出力密度(W/Kg 又は W/L)。一般に、公称内部抵抗及び定格電圧を用いて算出する。

# k) 最大出力密度

充電された EDLC から、取り出せる最大の出力密度 (W/kg 又は W/L)。一般に、内部抵抗及び定格電圧を用いて算出する。

# 1) 充電効率

規定の条件で充電したときの効率で、蓄電電力量を充電電力量で除した比(%)。

# m) 放電効率

規定の条件で放電したときの効率で、放電電力量を蓄電電力量で除した比(%)。

# n) 充放電効率

規定の条件で充電及び放電を行ったときに、放電電力量を充電電力量で除した比(%)。

# o) 電圧降下

放電開始時又は充電開始時に電流 (I) と EDLC の内部抵抗 (R) との積によって発生する EDLC 端子間の電圧変化。IR ドロップともいう。

# p) 回復電圧

EDLC の放電終了直後に、EDLC の端子間に発生する電圧。(跳ね返り電圧ともいう。)

# q) 充電電流

EDLC を充電するときの電流値(A)。

#### r) 放電電流

EDLC を放電するときの電流値(A)。

#### s) 定電圧充電

規定電圧に到達後、その電圧を継続して EDLC に印加する充電方法。

#### t) 電圧保持特性

EDLC を充電後に端子間を開放状態にしたときの EDLC 端子間に電圧を保持できる特性。自己放電,電圧維持特性とも呼ぶ。

# u) 電圧保持率

EDLC を充電後、端子間を開放状態にして、規定時間経過後の端子間電圧を充電電圧で除した比(%)。

# v) カテゴリ温度範囲

設計上, EDLC が連続的に使用できる周囲温度範囲。この温度範囲は、カテゴリ下限温度とカテゴリ上限温度とによって規定する。

# w) EDLC 温度

EDLC 温度とは、EDLC の内部温度を意味する。内部抵抗による発熱が周囲温度に加算される。

# x) 周囲温度

EDLC の置かれている周囲の空間温度 ( $^{\circ}$ C)。

# y) カテゴリ上限温度

設計時に決定した最高使用温度 (℃)。

# z) カテゴリ下限温度

設計時に決定した最低使用温度 (℃)。

# 4 電気二重層コンデンサ(EDLC)について

# 4.1 主な特徴

#### 特長

- 1) 小形でファラッド (F) 単位の容量が得られる。
- 2) 比較的大電流での充放電が可能。
- 3) サイクル寿命が長い。

#### JEITA RCR-2370C

- 4) 急速な充放電にも対応が可能である。(高出力)
- 5) 二次電池に比べて、使用温度範囲が広い。
- 6) 二次電池に比べて、寿命が長い。

#### 弱点

- 1) 内部に電解液を使用しているため、寿命は有限である。
- 2) 使用条件によっては、液漏れを起こす場合がある。
- 3) 高周波での内部抵抗が高いため交流回路には使用できない。
- 4) 電気的特性の測定が、一般のコンデンサと異なって時間がかかる。

**注記** その他のコンデンサ及び二次電池との比較は, **4.5 他のコンデンサなどとの比較**を参照。

# 4.2 原理

# 1) 基本概念

一般にコンデンサは、対向する二つの導電体からなる電極とその間に挟んだ電気誘電体とで構成され、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る(**図1 a)**参照)。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る。

これに対して、EDLC には一般的な意味での誘電体はなく、その代わりに電気二重層という現象を 誘電体の機能として利用している(**図1 b**)参照)。

当ガイドラインの中で対象とする範囲の EDLC は、活性炭と電解液との界面に発生する電気二重層を利用したコンデンサである。

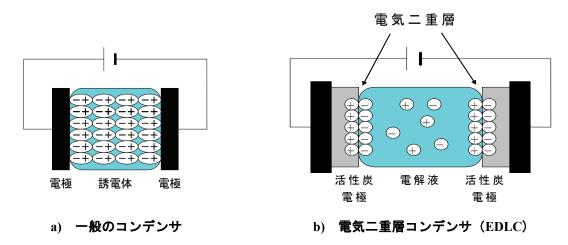


図 1―コンデンサのモデル

# 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、その境界面にプラス(+)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であって、そこに外部から電圧を加えると、さらに大きな電荷を蓄えることができる。

電気二重層コンデンサ(EDLC)の充放電要素は、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)へのイオンの吸着及び脱着を利用している。したがって、電気二重層は極性を有しないが、EDLCの構成材料、エージング工程などによって極性を規定している。

# 3) 耐電圧

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 絶縁体のような状態になっているが、それ以上の電圧を加えると急激に電流が流れる。この電圧を分 解電圧と呼んでいる。

分解電圧を超えると電解液が分解されることによって電流が流れ、この分解電圧が EDLC の耐電圧を決定する。電解液の分解が始まる電圧は、電解液の種類で大きく異なるが、電解液以外にも EDLC を構成する電極及び/又は集電体の種類によっても異なる。

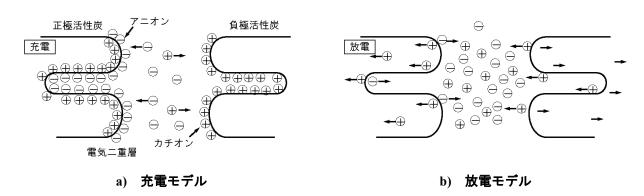


図 2—イオンの吸着・脱着モデル図

#### 4.3 等価回路

EDLC の電極に活性炭粉末を用いた場合には、各々の活性炭(図3に示す活性炭An)は、各々Cnの容量をもつ一つの小さな EDLC を形成している。

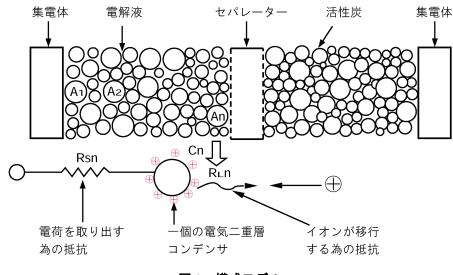


図 3—構成モデル

EDLC の等価回路は、**図 4** で表されるが、個々の EDLC の集合体であって、それらが並列に接続された回路になる。

したがって、容量と抵抗値との積( $\Omega$ F 値)の小さなものは短時間で充電され、大きなものを充電するためには長い時間を要することになる。

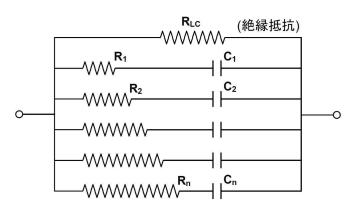


図 4—等価回路

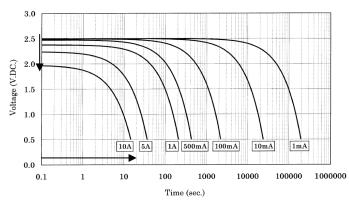
# 4.4 基本性能(主な電気的特性例)

# a) 放電特性

図5に各電流における放電時の電圧変化を示す。なお、目盛は片対数で示している。

試験試料:定格電圧 2.5 V 100F

縦軸参照: 放電初期の電圧降下は, 電流と内部抵抗に依存 する。

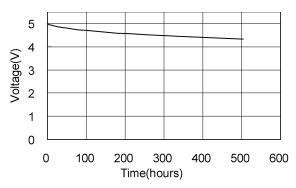


横軸参照:放電時間は、電流と容量に依存する。

図 5-放電特性 (パワー用)

# b) 電圧保持特性

図6に端子を開放した状態(外部への放電がない状態)における電圧の保持特性を示す。

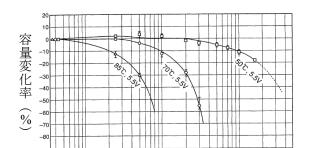


試験試料:定格電圧 5.5 V 1F 充電条件:5 V 24 時間

図 6―電圧保持特性(メモリバックアップ用途)

# c) 寿命特性

印過電圧を一定として周囲温度を変化させた場合の、容量及び内部抵抗の経時変化を**図7**及び**図8** に示す。なお、目盛は片対数で示している。温度の低減により寿命が長くなることが分かる(**6.1.2** 項参照)。



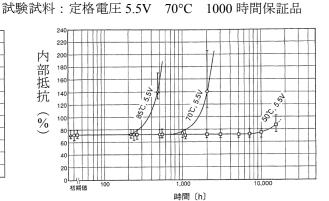


図 7—容量の経時変化

時間〔h〕

図 8-内部抵抗の経時変化

周囲温度は一定として印加電圧を低減させた場合のデータは **6.2.3** 項に示す。印加電圧の低減により 寿命が長くなる。以上のように EDLC の寿命は、温度・電圧を低減させることにより延長が可能であ る。詳細は部品メーカに確認して下さい。

# 4.5 他のコンデンサなどとの比較

# 1) 容量

10<sup>-6</sup> 10<sup>-4</sup> 10<sup>-2</sup> 10<sup>0</sup> 10<sup>2</sup> 10<sup>4</sup> 10<sup>6</sup> (F)

←アルミニウム電解コンデンサ→

←電気二重層コンデンサ→

← 二 次 電 池 ( - 次 電 池 ) →

二次電池などとは,次の容量換算を行い,比較した。

$$Ah \cdot 3600 = I \cdot t = Q \quad \dots \tag{1}$$

$$C = Q/V \qquad (2)$$

 Ah:電気容量

 I:電流(A)

 t:時間(s)

Q:電気量(電荷)

C : 容量 (F)

# 2) EDLC と電解コンデンサ及び二次電池との比較例

表1に EDLC と電解コンデンサ及び二次電池とのエネルギ密度などの性能を比較した結果を示す。

表 1—EDLC とアルミ電解コンデンサ及び二次電池との比較例

	アルミニウム	ED	LC	二次電池		
	電解コンデンサ (一般用)	パワー用	メモリ用	ニッケル 水素	リチウム イオン	
エネルギ密度:J/kg	_	~6	0.5~3	50~80	100~150	
出力密度:W/kg	_	~2000		200~500	200~600	
入力密度:W/kg	_	~2000	_	10~100	10~100	
急速充放電	可	可	可	不可	不可	
充放電回数:回	10 万回以上	10 万回以上	10 万回以上	300~500	500~1000	
カテゴリ温度範囲:°C	<b>−40~105</b>	$-20 \sim 70$	$-20 \sim 70$	0~45	$-20 \sim 50$	
ΩF 値	0.01~	0.1~5	10~100	_	_	

注記 EDLC のエネルギ密度は、0 V~定格電圧まで使用時のエネルギをもとに算出した。

また、出力密度は、EDLC が定格電圧の半分の電圧時におけるマッチドインピーダンス出力方法  $(P_{dm}=0.25\ U^2/RM,\$ **附属書 2**: 参照)を用いて算出した。

# 4.6 外観及び内部構造

外観と内部構造との組合せ例を表2に、外観及び内部構造の例を図9、図10に示す。

表 2—外観及び端子構造の代表的な組合せ例

端子構造	外観	コイン形	円筒形	角形	ラミネート形
コイン形		1	_	_	_
表面実装形		2	_	_	_
リード端子形			3	8	_
プリント基板用端子(自立形)			4	_	_
ねじ端子端子同一方向			5	7	_
4年 〇四十	端子反対方向		6	_	_
板端子	端子同一方向	_	_	7	9
7次2冊 1	端子反対方向	_	6	_	_

※表中の番号は、図9の外観例との対応を示す。

# 4.6.1 外観

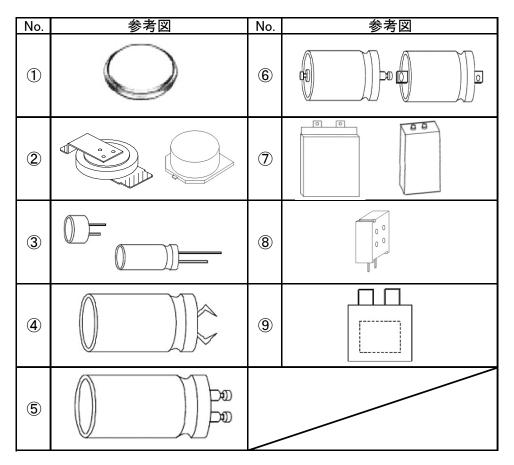
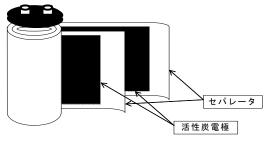
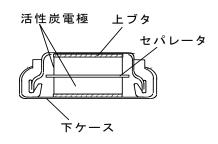


図 9—EDLC の外観例

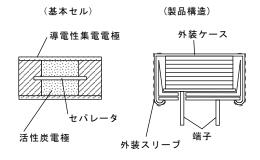
# 4.6.2 内部構造

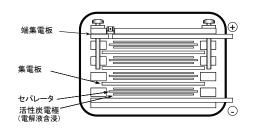


# a) 巻回形



# b) 単層形 (コイン形状)



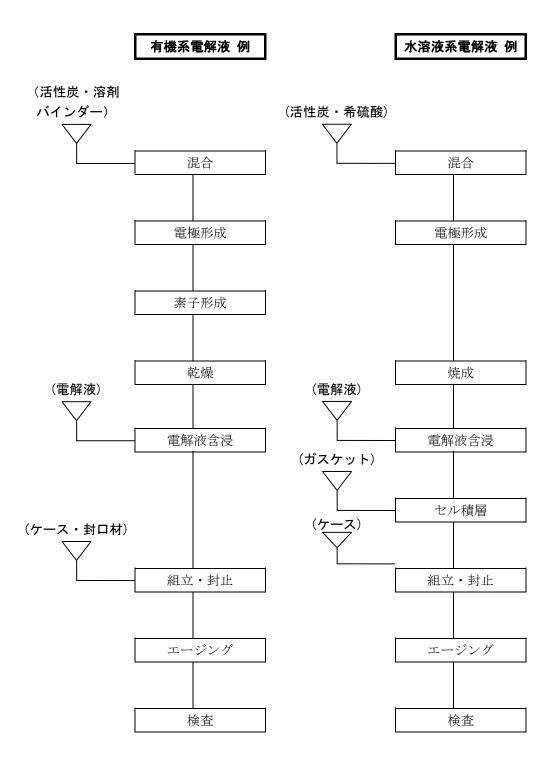


c) 積層形

図 10—EDLC の内部構造例

# 4.7 製造工程

EDLC の製造工程は使用する電解液によって異なる。EDLC の電解液は、有機系と水溶液系があり、この両者の EDLC 製造工程のフローチャートを示す。



**備考** 代表的な製造工程を示すものであり、詳細はメーカに確認して下さい。

# 5 EDLC の選定及び故障モード

#### 5.1 選定に当って

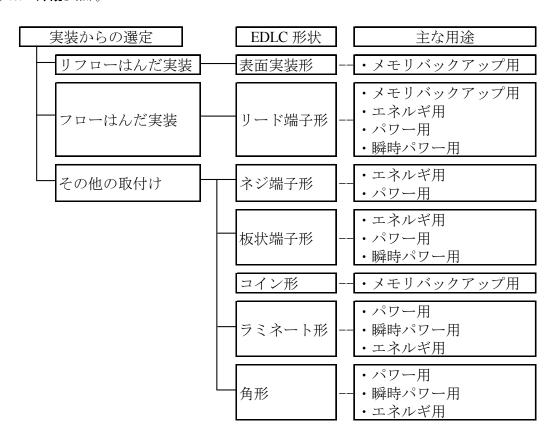
EDLC は、次の二つの要因によって定格などを選定する。その要因は、5.2 使用環境条件からの選定及び 5.3 形状及び実装からの選定である。特に、使用環境条件については、EDLC の故障モード、特徴及び性能をよく理解した上で、十分に満足するように選定することが大切である。選定が適切でない EDLC が機器の中に組み込まれて市場に出荷された場合、故障が発生する確率が高くなる。EDLC が故障した場合は、機器の機能が停止するだけに留まらず、致命的な故障(発煙、発火など)につながることがあり、機器の安全性確保が難しくなる。

# 5.2 使用環境条件からの選定

EDLC の選定には、まず、次の使用環境条件を十分把握する。この内容に関係する**選定及び設計の主な条件と故障モード**を 5.5 に記載した。また、6 項以降の確認事項などからの失敗事例及び確認事項を勘案して、実際の使用環境条件より高いグレード品又はその使用環境対応品を選定する必要がある。その上で、最終仕様を決定する前に、選定した製品のサンプルを用いて、使用予定回路などに実装評価を実施して、該当する EDLC の使用の適合性を確認する。その結果、問題があれば、対応できるものに変更する。

# 5.3 形状及び実装からの選定

機器の大きさ、形状 (薄形など)、取付け (ねじ締め固定、はんだ付け性、本体固定など)、実装方法 (フローはんだ付け又はリフローはんだ付け) 及びこれらを組み合せて、次の種類から選定することが必要となる (4.6.1 外観参照)。



# 5.4 選定事例

通常汎用品では、用途に応じた EDLC が製品化されている。その主なものを次に示す。

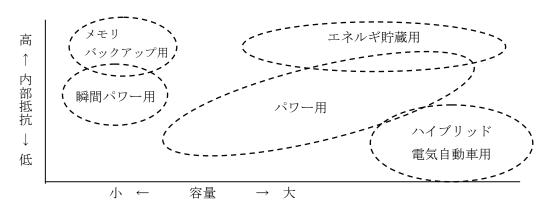


図 11—内部抵抗と容量からの用途区分

# 1) メモリバックアップ用

- ・主に、RAM などのメモリバックアップ用途に使われる EDLC である。このため内部抵抗が一般的 に高いものが多く、急速な充放電には適さない。
- ・nA~µA 単位の充放電用途に適している。
- ・電圧保持特性が重要である。放電電流値とバックアップ時間は内部抵抗及び容量の組合せから選定 する。

# 2) エネルギ貯蔵用

- ・太陽光発電,風力発電などの発電体で発生したエネルギを貯蔵し、必要時に取り出すことを目的とした EDLC である。急速な充放電にも対応できる。
- ・長時間のエネルギ貯蔵用であって、mA~A単位の充放電用途に適している。
- ・単体を直並列化し大容量化されているものが多い。また、電池と併用される場合もある。

# 3) パワー用及び瞬間パワー用

- ・インバータ制御モータの大電流駆動及び減速時の回生エネルギ回収などの急速な充放電に対応できる EDLC である。このため、内部抵抗がかなり小さくなっている。また、小型機器において瞬間的に大電流を供給するために、パワー密度の大きい瞬間パワー用もある。
- ・mA~A 単位の充放電用途に適している。
- ・電気的な要求のほか,使用環境からの要求事項として機械的ストレス(振動他)に耐える性能を求められる場合が多い。

# 4) ハイブリッド電気自動車用

・ハイブリッド電気自動車などの、急速な重充放電に耐えうる高容量、高出力用もある。

# 5.5 選定及び設計の主な条件と故障モード

	確認項目				選定及び設計の主な条件		
	電気的特性	電気的特性 定格電圧 容量			電圧変動及びリプル電圧を含む印加電圧		
		<b>石里</b>	容量,蓄電電力量		必要な容量,蓄電電力量		
		電圧保持特性	放電時 端子間の開放時	$\frac{1}{2}$	バックアップ時間及び放電電流値 電圧保持率		
機器	充放電特性		・放電電流 ・充電電流 ・内部抵抗		・必要な放電電流、充電電流に対応できること・カテゴリ温度範囲		
設計時	信頼性	要求期待寿命の 確保	・印加電圧 ・周囲温度 ・充放電条件		定格電圧,周囲温度,充放電条件に応じた平均的な印 加電圧及びEDLC自身の発熱		
		安全確保のため	難燃グレード	Ī	故障時の燃焼及びその難燃グレード 圧力弁の作動空間の確保		
		の回路・構造設計及び仕様	絶縁距離, 保護構造		機器の電圧,使用条件による安全規格,保守手順		
	機械的特性	使用環境での機械的ストレス	振動・衝撃・バンプ		機器が使用される環境の動的ストレス		
		工程での機械的ストレス	押し・曲げ・引張り		実装工程、組立工程、輸送工程での機械的ストレス		
実装時	実装及び形状・寸法	形状・寸法			実装に適した基板形状, ランドパターン及び周囲に必 要な空間		
		実装方法・実装条件			はんだ付け仕様の確認及び洗浄・コーティング条件		
	- 一 - 一 - 使用環境液		温度		温度変化による特性の変化		
使	耐候性	気圧	気圧		減圧条件及び加圧条件下の挙動		
用時/環境	使用環境からの有害直射エネルギ		有害ガス及び		特殊な環境に対する耐久性及び保護構造		
負荷	取付け方向	取付け方向			EDLCの指定取付け方向の有無		
	環境負荷	廃棄及び焼却の環境負荷物質の発生			最終廃棄時の環境負荷物質の含有確認		

			故障		章モード		
注意点	故障要因	短絡	開放	液漏れ	破壊	その他	主要関連項目
・極性確認、負荷変動による電圧変動並びにリプル電圧を考慮する。 ・EDLCの直列接続時は、電圧のアンバランスの発生を考慮する。	過電圧	0	0	0	0		6. 1. 1 6. 1. 2 6. 1. 4
寿命劣化及び低温での静電容量減少も考慮する。	逆電圧						6. 2. 1~6. 2. 6 6. 2. 9 8. 2
使用環境等によって電圧保持特性が悪くなる場合があることに注意する。	環境変化					0	6. 1. 4 7. 1. 1
・内部抵抗が低いほど放電電流値、充電電流値が大きくとれる。 ・寿命劣化及び低温での内部抵抗の増大も考慮する。 ・EDLCへの充放電電流に適合するプリント配線板、電線、 バスバーを選定する。 ・EDLCの並列接続時、電流のバランスに配慮する。	過激な充放電	0	0	0	0	0	6. 1. 4 6. 2. 2 6. 2. 4~6. 2. 6 6. 2. 9
・外部からの熱伝導,放射及び対流での加熱及びEDLC自身の発熱にも 注意が必要。 ・EDLCの直列接続時,個別EDLCの温度の均一性を確保する。	印加電圧 周囲温度 熱伝導 EDLC自身の発熱	0	0	0	0		6. 1. 1~6. 1. 4 6. 2. 3~6. 2. 6 6. 2. 9 8. 2
・安全確保のための回路設計や安全機能仕様の選定及び 難燃性確認も必要 ・圧力弁部の上に配線及び回路パターンを設置しないこと。 ・主電源から切断された状態でも、電圧を保持していることに 注意する。	燃焼性 プリント配線板 圧力弁配置 保守手順	0				0	6. 2. 7~6. 2. 8 7. 2. 1 7. 8 8. 1~8. 2 10. 1
取付け方向・位置及び共振などで大きなストレスがかかる場合があるので確認 が必要である。	過激な動的ストレス	0	0	0	0		6. 3. 1 7. 8 8. 1 9. 1~9. 2
・押し・引張り・曲げ等の機械的ストレスが発生している場合は確認が必要。 ・落下したEDLCは、使用しない。	過激な機械的ストレス	0	0	0	0		6. 3. 2 7. 3 7. 4. 1 7. 5. 1 7. 5. 4
EDLCの実装,取付け及び圧力弁作動に適した形状に配慮する。	形状・寸法 プリント配線板					0	本文 4.6 5.3 7.1.1 7.2.1 7.4.1
・はんだ付け性とEDLCの耐熱性確認が必要。 ・洗浄及び後処理の条件に注意が必要。	はんだ付け 洗浄 コーティング	0	0	0	0	0	6. 1. 2 7. 1. 1 7. 5. 1~7. 5. 3 7. 6~7. 8
周囲温度の変化で電気的特性が変化する。	温度変化					0	6. 1. 1~6. 1. 4
減圧及び加圧は封口部の気密性に影響を与える	特殊気圧	0	0	0	0		8. 1
・水・塩水・油等のかかる場所、又は結露状態に注意が必要。 ・腐食性有害ガスに曝されないか確認が必要。 ・直射日光に曝されないか確認が必要。	結露 腐食性ガス 直射エネルギ 不十分な保護構造	0	0	0	0		6. 1. 5~6. 1. 6 8. 1 9. 1~9. 2
円筒形のEDLCを横置きする際には方向に注意。また,圧力弁及び逆止機能付き 圧力弁をもったEDLC(例:ラミネート形)には適切な取付け方向がある。	取付け方向			0	0		7. 2. 1 7. 2. 2 10. 1
・廃棄埋め立て時の環境への影響確認が必要。 ・廃棄燃焼時での環境負荷物質の発生確認が必要。	環境負荷物質					0	10. 2

# 5.6 EDLC 規格体系

現在のEDLCに対する規格体系を表3に示します。

表 3—EDLC に対する規格体系

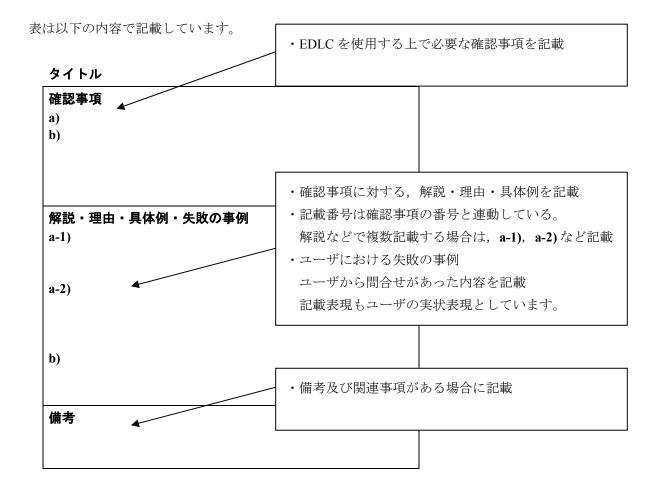
規格種類	用途	規格番号及び名称
製品規格	電子機器用	IEC 62391-1 FIXED ELECTRIC DOUBLE-LAYER CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT - Part 1: Generic specification
		「JIS C XXXX-1 電子機器用固定電気二重層コンデンサ 第1部:品目別通則」 発行待ち
	パワー用	IEC 62391-2  FIXED ELECTRIC DOUBLE-LAYER CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT -  Part 2: Sectional specification -  Electric double layer capacitors for power application
		「JIS C XXXX-2 電子機器用固定電気二重層コンデンサ第2部:品種別通則-パワー用電気二重層コンデンサ」発行待ち
		IEC 62391-2-1 FIXED ELECTRIC DOUBLE-LAYER CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT - Part 2-1: Blank detail specification - Electric double-layer capacitors for power application - Assessment level EZ
		「JIS C XXXX-2-1 電子機器用固定電気二重層コンデンサ第 2-1 部:ブランク個別規格ーパワー用電気二重層コンデンサ評価水準 EZ」 発行待ち
試験方法	ハイブリッド 電気自動車用	IEC 62576 Electric Doble-Layer Capacitors for Use in Hybrid Electric Vehicles - Test Methods for Electrical Characteristics 審議中
		「JIS D XXXX ハイブリッド電気自動車用電気二重層 キャパシタの電気的性能の試験方法」 発行待ち
技術レポート	EDLC 全般	JEITA RCR-2370*

**注記** \*は改定によりアルファベット順(A, B, C…)に改定される。

# 設計確認事項の表の見方について

確認事項は次の5項目に分類して記載しています。

- 6 設計上の確認事項
- 7 実装上の確認事項
- 8 機器稼働中の確認事項
- 9 一般的取扱い
- 10 安全と環境



# 6 設計上の確認事項

# 6.1 耐候性要因における確認事項

# 6.1.1 使用環境温度1(一般事項)

#### 確認事項

- a) EDLCは、温度上昇によって電気的特性などが劣化します。
  - → 温度が上昇する要因を確認して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

#### a-1) EDLC の温度が上昇する場合

- ① 周囲温度の上昇
  - ・機器外の温度が上昇する。
  - ・機器内に熱が蓄積し、温度上昇する。
- ② EDLC 自身の発熱による温度上昇
  - ・リプル電流(交流成分)とEDLCの内部抵抗によって発熱する。
  - ・規定以上の充放電電流と EDLC の内部抵抗によって発熱する。
  - ・電圧、逆電圧の印加など、定格使用電圧範囲を超えて使用する。
- ③ その他の要因(他から熱を受けるなど)での温度上昇
  - ・EDLC の近くに発熱体(パワートランジスタ・正特性サーミスタ・セメント抵抗器など)からの 輻射熱などによる温度上昇。
  - ・プリント配線板の裏面(EDLCの下)に発熱体が配置されたときも同様に温度上昇する。
  - ・プリント配線板のパターンなどを通じて外部熱を端子から熱伝導として受けての温度上昇。
  - ・機器内の温度分布で熱が蓄積してしまう箇所に EDLC が配置された場合の温度上昇。
  - ・機器の設置場所が密閉状態であり、放熱不足により熱が機器内で蓄積した場合の温度上昇。
  - ・熱伝導性が悪い樹脂で EDLC が固定された場合など放熱能力不足による温度上昇。
  - 季節的な要因による(夏場の気温上昇による)機器内温度の上昇など。

# a-2) 要因別の確認事項

- ① 規定温度内での寿命  $\rightarrow$  6.1.2 による。この場合には、計算式で推定寿命が算出できる。
- ② カテゴリ上限温度を超える場合  $\rightarrow$  6.1.3 による。
- ③ 温度変化による EDLC の特性 → **6.1.4** による。
- ④ 直射エネルギ → **6.1.6** による。
- ⑤ 印加電圧(過電圧) → 6.2.3 による。
- ⑥ 印加電圧 (逆電圧) → 6.2.3 による。
- ⑦ 充放電及び交流電圧 → 6.2.5 による。
- ⑧ リプル又はパルスの電流/電圧印加  $\rightarrow$  6.2.6 による。

# a-3) EDLC の寿命判定と症状

EDLC は、使用とともに電気的特性が徐々に劣化します。寿命は、カタログ及び納入仕様書に規定している耐久性能、例えば、容量の減少、内部抵抗の増加、電流の増加などで判断します。規定時間以上使用した場合には、電気的特性の劣化のほか、オープン、液漏れ、ショート、弁作動など EDLC の破壊に至ることがあります。また、最悪の場合には、EDLC の破裂につながります。

#### a-4) 対応策

- ① 長寿命化のため EDLC の周囲温度が上昇しない次の配慮をして下さい。
  - ・通気性をよくするため、筐体に細かな穴をあけたり、ファンを設置する。
  - ・EDLCの直近又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。
  - ・EDLC をなるべくセットの下の方に配置する。
  - ・両面基板を使用する場合, EDLC のすぐ裏面に発熱部品を配置しない。
- ② 周囲温度に関しては、変動要因を十分に確認して下さい。
- ③ 産業機器などで長期間使用の場合に、機器保証が EDLC の規定寿命以上になっているときは、 EDLC の定期交換を行って下さい。 $\rightarrow$  8.2 による。

**備考** 使用温度範囲がカテゴリ上限温度を超える場合については, 6.1.3 による。

# 6.1.2 使用環境温度 2 (カテゴリ温度範囲の寿命)

# 確認事項

- a) EDLC は有限寿命であって、規定寿命が設定されています。
  - → EDLC の使用温度から推定寿命を試算して、EDLC の推定寿命が機器保証時間以上の時間になることを確認して下さい。

#### 解説・理由・具体例・失敗の事例

a-1) EDLC の寿命 (使用温度範囲「40°C~カテゴリ上限温度」内での加速性)

EDLC は有限寿命であって、使用温度環境でその寿命が大きく左右されます。

EDLC の推定寿命は、次のような実験式で概算できます。

使用温度から寿命時間を試算して、機器保証時間以上の時間になる温度設定と、EDLCを選定して下さい。

$$L_{\rm x}=L_0\times 2\frac{t_0-t_{\rm x}}{\beta}$$

ここに、 $L_0$ : 温度  $t_0$ での規定寿命 (時間)

 $L_x$ :使用温度 t での寿命時間

β:温度による加速係数 (6~10)

tx:想定される使用温度

to:規定寿命の温度(カテゴリ上限温度)

- \* βの値については製品によって異なるため部品メーカに別途お問合せ下さい。
- \* 推定寿命は、封口材などの劣化から、一般には15年程度を上限の目安にしています。 製品ごとの詳細な規定寿命については、部品メーカにご相談下さい。

#### a-2) EDLC の寿命劣化要因

6.1.1 の事項及び次の事項

- 周囲環境での腐食性ガス及び溶剤 → 6.1.5 による。
- ② 基板洗浄及び固定剤・コーティング剤 → 7.6, 7.7 及び 7.8 による。

# a-3) EDLC の寿命判定と症状

- ① EDLC は、時間の経過、電圧の印加、周囲環境温度によって、電気的特性が徐々に変化します。 寿命は、カタログ及び/又は納入仕様書に規定した耐久性試験後の容量変化率及び内部抵抗の変化などで判断します。
- ② 規定時間以上使用した場合には、電気的特性の変化のほか、オープン、ショート、液漏れなど EDLC の破壊に至ることがあります。また、最悪の場合には、EDLC の破損につながります。

# a-4) 対応策

- ① EDLC を使用する場合は、使用時の温度変化も考慮し、EDLC の推定寿命が機器の保証時間以上になるようにして下さい。
- ② 周囲温度に関しては、昼夜及び季節的な温度の変動要因を十分に確認して下さい。
- ③ 産業機器などで長期間的に連続的に使用する場合で、EDLC の推定寿命が機器保証寿命以下になっているときには、EDLC を定期的に交換して下さい。→ 8.2 による。

#### 失敗の事例

- ① 機器設計上で、EDLC の近くに発熱する部品があった。このため、EDLC がその熱に煽られて 寿命が短くなってしまった。
- ② 機器内の温度設定を周囲温度が低い冬の時期に行ったため、夏の暑い時期の機器内温度が、設計温度を超えてしまい、機器の期待寿命より短くなってしまった。

**備考** 使用温度範囲がカテゴリ上限温度を超える場合は,**6.1.3** による。

# 6.1.3 使用環境温度3(カテゴリ上限温度を超えた場合)

#### 確認事項

- a) EDLCには、カテゴリ上限温度(最高使用温度)が設定されています。
  - → 使用温度に関して、機器内の温度分布及び季節変動並びに使用環境の変動を確認して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

# a-1) カテゴリ上限温度範囲を超えた場合

カテゴリ上限温度を超えた温度で EDLC を使用した場合は、電解液の蒸気圧の上昇及び通電による電気化学反応が加速することによって、EDLC 内部のガス発生量が増加して内圧が上昇します。この結果、EDLC の破損及び電解液の漏れに至る場合があります。

# a-2) EDLC の温度が上昇する場合

6.1.1 a-1) の要因の中で、過激な条件の場合に発生します。

- ① 周囲温度の過激な上昇。
- ② EDLC の急激な発熱。
- ③ そのほかの要因での過激な温度上昇。

# a-3) 対応策

EDLC がカテゴリ上限温度以上になった場合は、カタログ又は納入仕様書に規定されている寿命に対し、短時間で寿命に至ります。温度低減の対策を実施して下さい。温度上昇対策は、上記の上昇する要因の排除が必要です。

また,カテゴリ上限温度に収まっても,使用温度が高い場合は,前項 **6.1.2 使用環境温度 2 (カテゴリ温度範囲の寿命)** のように長時間の使用に耐えられないため,温度は極力低減して下さい。なお,機器内の熱対策として,

- ① 通気性をよくするため、筐体に細かな穴をあけたり、ファンを設置する。
- ② EDLC の直近又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 EDLC をなるべくセットの下の方に配置する。
- ④ 両面基板を使用する場合, EDLC のすぐ裏面に発熱部品を配置しない。

# 6.1.4 温度変化による EDLC の特性

#### 確認事項

- a) EDLC は温度変化によって、電気的特性が変化します。
  - → 機器内の温度変化要因を確認し、温度変化に見合った定格などを選定して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

- a) 機器内の温度変化は、次の場合で発生します。
  - ① 季節要因(冬期と夏期)。
  - ② 1日の中での温度変化(昼と夜)。
  - ③ 機器の稼動モードか、待機モードなどの機器作動モード(状態)の違い。
  - ④ 外部要因による EDLC 自身の発熱,周囲の部品からの放射及び端子などからの熱の伝導。

# 失敗の事例

EDLC の特性が温度で変化することを知らなかったために、定格値で設計してしまった。このため、低温で内部抵抗値が増加して放電電流が大きい場合に電圧降下の影響で EDLC の端子電圧が低下し、機器のメモリ性能が維持できなかった。

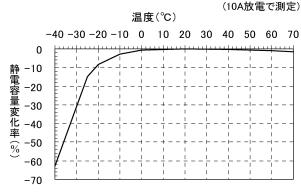
# 失敗の事例

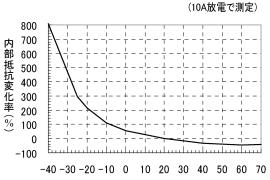
機器が待機状態にあって, EDLC の電圧で IC などのメモリをバックアップしていたが, その機器の周囲温度が高温になったため, 自己放電が大きくなり放電電流値の低い場合に, EDLC の電圧が予定より早く低下してしまった。

# 「容量の温度依存性 例」

# 「内部抵抗の温度依存性 例」

定格電圧: 2.7 V 1200F





温度(℃)

# 備考

# 6.1.5 周囲環境での水分,塩分,腐食性ガス及び溶剤

#### 確認事項

- a) EDLCは、使用する周囲の環境によっては故障する場合があります。
  - → 機器の周囲環境について確認して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

- a-1) 周囲環境(耐候性)条件での注意事項には、次の場合があります。
  - ① EDLCに直接、水がかかる箇所、高温高湿になる箇所及び結露状態になる箇所
  - ② EDLC に直接、油がかかる箇所及び油成分がガス状に充満している箇所
  - ③ EDLC に直接、塩水がかかる箇所及び塩分が充満している箇所
  - ④ 酸性の有害ガス(硫化水素, 亜硫酸, 亜硝酸, 塩素, 臭素, 臭化メチル)が充満している箇所
  - ⑤ アルカリ性の有害ガス (アンモニアなど) が充満している箇所
  - ⑥ 酸性及びアルカリ性溶剤がかかる箇所
- a-2) 上記の環境で使用する場合には、EDLCが劣化し、規定内容を満足しないことがあります。
  - ① 水がかかる又は結露状態になった場合は、回路的にショートする場合があります。また、端子にさびが発生します。

この他、高温高湿状態では、水分が EDLC の内部に浸入し、耐電圧の劣化及び寿命が短くなるなどの現象が発生する場合があります。

さらに、外装スリーブの劣化 [ポリエチレンテレフタレート (PET):加水分解]、膨潤及びアルミニウム金属が水酸化してボロボロになることもあります。

高温高湿下で長時間使用するときは、部品メーカと相談の上で、樹脂コートを行うなどの防湿対策を実施する必要があります。

#### 失敗の事例

室内環境用で設計したが、実際には屋外で使用することとなった。このため、湿度が高い雨の日又は温度変化の激しい日に結露したことで、結果的に回路がショートした。また、EDLCの端子が、電食し断線した。

② 油が EDLC の封口部に付着した場合には、封止材のゴムなどが膨潤して気密性が低下し、寿命が 短くなることがあります。

# 失敗の事例

工場の生産現場に機器を設置したため、油のミストが EDLC の封口部にかかり、その封口部の気密性が劣化し、寿命が短くなってしまった。

- ③ 塩水がかかる場合,又は塩分が充満している箇所で使用すると,回路的にショートすることがあります。また,EDLC端子にさびが発生します。
- ④ 有害ガス,特に,ハロゲン系ガスの場合は,封口部から侵入して電気化学反応によって内部素子が電食することがあります。

## 失敗の事例

- ① 船便などでの防虫対策として、機器をコンテナの木枠ごと有害ガスでくん(燻)蒸した。その後、機器内の EDLC に電食が発生した。
- ② くん(燻)蒸を行った木材を用いた場合でも有害ガスが残留していて,電食が発生した。
- ⑤ アルカリ性ガスの環境下では、アルミケースを腐食する場合があります。

# **備考** ・機器稼動中については, **8.1** による。

- ・EDLC 単体の船便輸送などについては, 9.1 による。
- ・EDLC を搭載した基板及び機器の船便輸送などについては, 9.2 による。

# 6.1.6 直射エネルギ

# 確認事項

- a) EDLCには、直射エネルギに対して制限事項があります。
  - → 周囲環境要因を確認の上、適切な対策を実施して下さい。
  - → 日射などの防止には、直射しないようにカバーなどを設置するように機器設計して下さい。
  - → 該当する場合で対応事項が分からない場合には、部品メーカに相談して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

- a-1) 直射エネルギが当る箇所には、次の場合があります。
  - ① 直射日光が当る箇所
  - ② オゾンが当る箇所
  - ③ 紫外線が照射される箇所
  - ④ X線などが当る箇所
- **a-2)** EDLC を使用する周囲環境条件が、仕様書に記載された範囲を超える条件の場合は、EDLC が劣化し、カタログ又は納入仕様書などの規定内容を満足することができないことがあります。
  - ① 機器に直射日光が当った場合は、機器内の温度が上昇するため、EDLCも温度上昇して寿命が短くなります。

# 失敗の事例

室内環境用で設計したが、実際には、屋外で使用することになって、機器を直射日光にさら(晒) すことになり、寿命が短くなった。

② オゾン・放射線及び紫外線が照射されると封口材のポリマが劣化して、封口部の気密性が低下するため、EDLC の寿命を短くする場合があります。

**備考** 直射日光を浴びた場合は, 6.1.1, 6.1.2 及び 6.1.3 の使用環境温度に関連する。

# 6.2 電気的要因における確認事項

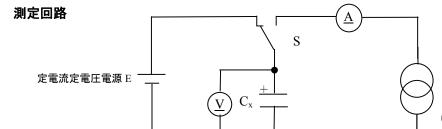
# 6.2.1 容量測定

# 確認事項

- a) EDLC の容量測定方法は、一般のコンデンサと異なります。
  - → 交流ブリッジ法でなく、直流で充電後に放電した電気量から算出します。
  - → 電子機器用 EDLC は、定電流放電法により測定します。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

a) EDLC は、その他のコンデンサと比較して大容量で内部抵抗が高いため、その他のコンデンサで一般的に用いられる LCR メータでは、容量の測定はできない。したがって、その他のコンデンサの測定時間に比べた場合に、測定に時間がかかるが、現在のところ、容量の測定方法の規格として、JEITA RC-2377(電気二重層コンデンサの試験方法)がある。容量測定方法は、現在二つの JIS 規格に置き換わりつつあり、両規格共定電流放電で測定し、容量は次の二通りの方法で算出する。電子機器用EDLCでは、直線近似容量算出法を用い、ハイブリッド電気自動車用 EDLCでは、エネルギ換算容量算出方法を用いる。



定電流放電器

<u>A</u> : 直流電流計

S : 切替スイッチ C<sub>x</sub> : 供試 EDLC

: 直流電圧計

# 測定方法

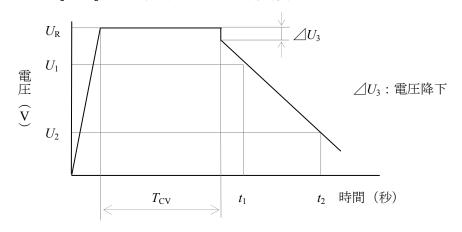
- 1) 定電流定電圧電源 E の直流電圧を定格電圧 U<sub>R</sub> に設定する。
- 2) 定電流放電器の定電流値を表4に示す放電電流に設定する。
- 3) 定電流定電圧電源が定格電圧に到達後,表4に示す時間,定電圧を印加し充電する。
- 4) 表4に示す時間の充電が終了した後、定電流放電器で表4に示す放電電流で放電する。
- 5) 放電時の EDLC の端子間電圧の時間変化を、電圧記録計を用いて記録する。
- **6)** 放電時の EDLC の端子間電圧が、 $U_1$ から  $U_2$ に下がるまでの時間  $t_1$ 及び  $t_2$ を測定する。

ここに, C:容量(F)

I : 放電電流(A)

 $U_1$ : 算出開始電圧 (V)  $U_2$ : 算出終了電圧 (V)

 $t_1$ :  $U_1$ となる放電開始からの時間(秒)  $t_2$ :  $U_3$ となる放電開始からの時間(秒)



# 6.2.1 容量測定 (続き)

# 表 4—充放電条件

引用規格		IEC62576 (JIS D XXXX)				
用途	メモリ バックアップ	エネルギ パワー 瞬間パワー		ハイブリッド 電気自動車		
充電電流		規定していない。※1				
$T_{ m CV}$	30 min 30 min 30 min 30 min				300 s	
放電電流	$1 \times C \text{ (mA)}  0.4 \times CU_R \text{ (mA)}  4 \times CU_R \text{ (mA)}  40 \times CU_R \text{ (mA)}$		$U_{\mathrm{R}}/40R_{\mathrm{N}}\left(\mathrm{A}\right)$			
$U_1$ (算出開始電圧)	$0.8~U_{ m R}$	$0.8 \ U_{ m R}$		$0.9~U_{ m R}$		
U <sub>2</sub> (算出終了電圧)	$0.4 \ U_{\rm R}$ $0.4 \ U_{\rm R}$ $0.4 \ U_{\rm R}$ $0.4 \ U_{\rm R}$				$0.7~U_{ m R}$	
サンプリング時間		100 ms 以下				
容量C		$\frac{I \times (I)}{U_1}$	$\frac{(t_2-t_1)}{-U_2}$		$ \frac{2W}{(U_1)^2 - (U_2)^2} \\                                    $	

公称内部抵抗,  $R_N$ : 設計時に用いる内部抵抗の公称値であって、測定条件の設定に用いる値  $(\Omega)$ 。 一般に、基準温度における値とする。

# 失敗の事例

容量を LCR メータ又はインサーキットテスタで測定したが、容量の規定値を満足しない。

**備考** ※1: 現段階では規定していないため、今後の課題となっている。

詳細は、各規定を参照。

※2:ハイブリッド電気自動車用 EDLC は、エネルギ換算容量算出方法により、測定します。

ここに、W: 算出開始電圧  $(U_1)$  ~算出終了電圧  $(U_2)$  の電圧において、設定したサンプリン

グ間隔ごとの放電電力量の積算値 (J)

#### 6.2.2 内部抵抗測定

# 確認事項

- a) EDLC の内部抵抗測定方法は、一般のコンデンサと異なります。
  - → 交流抵抗法で測定する場合もありますが、特に大電流の充放電用途の EDLC では、直流で充放電後に放電したときの電圧降下から算出する方法を用います。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

EDLC の内部抵抗の測定方法の規格として, JEITA RC-2377 (電気二重層コンデンサの試験方法) があるが,容量測定同様に現在二つの JIS 規格に置き換わりつつあり,両規格共定電流放電で測定し,内部抵抗は次の二通りの方法で算出する。電子機器用 EDLC では,交線内部抵抗算出法を用い,ハイブリッド電気自動車用 EDLC では,最小二乗内部抵抗算出法を用いる。

#### 測定回路

a-1) 測定回路は 6.2.1 の容量測定と同じ回路で測定する。

# 測定方法

- 1) 定電流定電圧電源 E の直流電圧を定格電圧 UR に設定する。
- 2) 定電流放電器の定電流値を表5に示す放電電流に設定する
- 3) 定電流定電圧電源が定格電圧に到達後,表5に示す時間,定電圧を印加し充電する。
- 4) 表5に示す時間の充電が終了した後、定電流放電器で表5に示す放電電流で放電する。
- 5) 放電時の EDLC の端子間電圧の時間変化を、電圧記録計を用いて記録する。
- 6) 電圧記録計から得られた EDLC 端子電圧の時間変化の直線部に対して延長した補助線を引き,その補助線と下図に示す放電開始時の時間軸との交点から求めた電圧降下分 $\Delta U_3$  を読み取って次の式によって内部抵抗  $R_d$  を算出する。なお,ハイブリッド電気自動車用は,補助線を  $U_1$  (算出開始電圧)から  $U_2$  (算出終了電圧)間を最小二乗法で近似直線を引く。

$$R_{d} = \frac{\triangle U_{3}}{I}$$
電 
$$U_{R}$$

$$U_{1}$$
EE
$$\overline{V}$$

$$U_{2}$$

$$T_{CV}$$

**注記1** 電圧降下は、放電開始時に瞬間的に降下する電圧 $\Delta U_4$ ではなく、直線部分を延長した補助線と放電開始時の時間軸との交点から求めた電圧降下分の電圧 $\Delta U_3$ とする。

#### 表 5--- 充放電条件

引用規格		IEC 62576 (JIS D XXXX)			
用途	メモリバック アップ				
充電電流		$U_{\rm R}$ /38 $R_{\rm N}$ (A)			
$T_{ m CV}$	30 min 30 min 30 min 30 min			300s	
放電電流	$10 \times C (\text{mA})$	$10 \times C \text{ (mA)}$ $4 \times CU_{\text{R}} \text{ (mA)}$ $40 \times CU_{\text{R}} \text{ (mA)}$ $400 \times CU_{\text{R}} \text{ (mA)}$			
$U_1$ (算出開始電圧)		$0.9~U_{ m R}$			
U <sub>2</sub> (算出終了電圧)		$0.7~U_{ m R}$			
サンプリング時間		100 ms 以下			

公称内部抵抗, $R_N$ : 設計時に用いる内部抵抗の公称値であって,測定条件の設定に用いる値  $(\Omega)$ 。 一般に,基準温度における値とする。

# 6.2.2 内部抵抗測定(続き)

	<b>(の事例</b> 日部抵抗を LCR メータ又はバッテリーテスタで測定したが,内部抵抗の規定値を満足しない。
a-2)	メモリバックアップ用のように容量が小さく,内部抵抗が大きい場合は,交流抵抗法も標準として 規定されています(IEC 62391-1(JIS C XXXX-1)参照)。

## 6.2.3 印加電圧

# 確認事項

- a) EDLCには、定格電圧を設定しています。
  - → 定格電圧を超えるか否かの確認を行い、選定した EDLC の定格電圧を超える場合には、再度使用 電圧が定格電圧以下となるような EDLC を選定して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

- a-1) EDLC に過電圧が印加される要因としては、次の場合があります。
  - ① リプル電圧を重畳したときの交流電圧分による電圧の超過。
  - ② 定格電圧を超えるパルス電圧印加(スイッチングでのオーバシュートを含む。)→ 6.2.5 による。
  - ③ 商用電源ラインの変動による電圧の超過。
  - ④ EDLC を直列接続した場合の電圧バランスの崩れ。

EDLC を 2 個以上直列に接続し電圧を印加した場合には、個々の EDLC の容量、内部抵抗及び漏れ電流により電圧が分圧され、一部の EDLC に定格電圧以上の電圧が印加されることがあります。直列に接続して使用する場合は、EDLC に加わる電圧のアンバランス分も考慮して、EDLC の定格電圧に対するマージンを十分にとるか、バランスを取る回路(分圧抵抗器など)を付加して下さい。

# a-2) 印加電圧の低減

- ① 定格電圧を超える電圧印加は、極端な寿命劣化が発生し、電気的特性の劣化のほか、ショート・オープン・液漏れなど EDLC の破壊に至ることがあります。また、最悪の場合には、EDLC の破損につながります。
- ② 定格電圧以内であれば、印加電圧を低減するほど寿命が長くなります。 電圧による加速性は、EDLC の構造及び種類によって異なるため、部品メーカに確認を行って下さい。

#### 電圧印加条件による電気的特性(例)

600

6000

10000

# 失敗の事例

① 日中の確認時では問題なかったが、電源ラインの変動が昼と夜とでは大きく、夜に過電圧印加になって寿命が短くなってしまった。

1000

- ② 充電時に流れるリプル電流の交流電圧分を考慮に入れていなかったため過電圧状態になってしまい、寿命が短くなった。
- ③ EDLC を直列接続していたが、EDLC の内部抵抗などの違いによって電圧バランスが崩れて、 一部の EDLC に過電圧が印加されてしまい寿命が短くなった。

# **備考** ・逆電圧については, **6.2.3** による。

100

- ・充放電又は交流電圧については, 6.2.5 による。
- ・リプル又はパルス電圧印加については, 6.2.6 による。
- ・電圧バランスの方法について、別途メーカにお問合せ下さい。

300

# 6.2.3 印加電圧(続き)

# 確認事項

- b) EDLC は,有極性です。
  - → 逆電圧が印加されるか否かを確認して下さい。
  - → 逆電圧が印加される場合には回路的な対応を行って下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

# b-1) EDLC に逆電圧が印加されやすい要因

- ① セット内での回路ループの形成による逆電圧の印加
- ② 規定以上の充放電による逆電圧の印加
- ③ 過大なリプル電流による逆電圧の印加
- ④ リプル電流を印加した場合のバイアス電圧の不足

#### 失敗の事例

セットの回路内で閉回路が形成されて, EDLC に逆電圧が印加されて寿命が短くなった。

# b-2) 逆電圧が印加された場合

EDLC に逆電圧が印加された場合は、電気化学反応による電気的特性の劣化だけでなく、オープン、ショート及び液漏れ、さらに EDLC の破損に至ることがあります。

なお、不具合に至るまでの時間は、逆電圧の大きさ及び周囲温度によって異なります。また、EDLCが液漏れした場合は、基板上での回路ショート及び回路パターンを腐食させることがあります。

# **備考** ・過電圧については, **6.2.3** による。

- ・充放電又は交流電圧については, 6.2.5 による。
- ・リプル又はパルス電圧印加については, 6.2.6 による。

# 6.2.4 放電開始時の電圧降下

#### 確認事項

- a) 放電電流と内部抵抗により、放電開始時に電圧降下が発生します。
  - → 回路の充放電電流及び EDLC の内部抵抗値の確認をして下さい。
  - → 放電切替時及び放電途中に一瞬でも大電流が流れないかを確認をして下さい。

#### 解説・理由・具体例・失敗の事例

- a-1) EDLC は放電電流と内部抵抗値との積による電圧降下が放電開始時に発生します。 充放電電流が数 μA の場合は、この電圧降下は極めて少ないですが、mA~A の場合は次の確認が 必要です。
  - ① EDLCの内部抵抗及び放電電流による電圧降下の影響。
  - ② 長期使用後や低温で使用時の内部抵抗の変化。
  - ③ メモリバックアップ用や小形の EDLC の内部抵抗値。
  - ④ メーカの推奨最大放電電流値。

また、放電時間を計算する目安となる EDLC の容量は、定格電圧及び定格容量又は内部抵抗によって決めた電流値で測定しています。放電電流が大きい場合は、予想した動作時間よりも短くなることがあります。

# 失敗の事例

- ① 機器の出荷確認時は問題なかったが、長期使用によって内部抵抗が増加したため電圧ドロップが大きくなって期待寿命より早い時期で動作しなくなった。 室温で試験したときは、問題なかったが低温での使用において極端に放電時間が短くなってしまった。
- a-2) 一瞬でも大電流が流れる場合には、電圧降下が発生します。

瞬間的に大電流が流れた場合,EDLCの消費電荷は少ないため、その後の端子間電圧は復帰して問題ないように見られますが、メモリICの種類によって瞬間的に電圧が降下してメモリが消えることがあります。

瞬間的に大電流が流れる可能性がある場合は、並列に内部抵抗値の低い EDLC を接続して下さい。

# 失敗の事例

メモリ IC を変更したところ放電開始時に一瞬大電流が流れたため、メモリが消えてしまった。その 後電圧を測っても充分な動作電圧であった。

# **備考** ・放電時の電圧降下及び容量の測定については, **6.2.1** による。

- ・EDLC の寿命については, **6.1.2** による。
- ・温度変化による EDLC の特性は, 6.1.4 を参考にして下さい。

# 6.2.5 充放電又は交流電圧

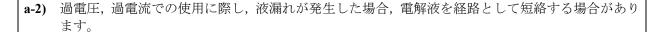
# 確認事項

- a) EDLC の種類によって、メモリバックアップ用等で、急速充放電などが推奨されていないものがあります。
  - → 回路的に急速充放電又はラッシュ電圧・電流の印加の有無並びにその種類及びそのレベルの確認 に加えて、EDLC 本体の発熱有無を確認して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

**a-1)** EDLC に規定以上の過激な充放電又は交流電圧が印加された場合には、電気化学反応による電気的特性の劣化のほか、オープン、ショート、液漏れなど EDLC の破壊に至ることがあります。また、最悪の場合には、EDLC の破損につながります。

なお、不具合に至るまでの時間は、印加条件及び周囲温度によって異なります。また、EDLCが液漏れした場合は、基板上の回路パターンを腐食させることがあります。



# **備考** ・過電圧については, 6.2.3 による。

- ・逆電圧については, **6.2.3** による。
- ・リプル又はパルス電圧印加については, 6.2.6 による。
- ・電解液に耐性のある樹脂については、メーカにお問合せ下さい。

# 6.2.6 リプル又はパルスの電圧/電流印加

#### 確認事項

- a) EDLC には大きなリプル又はパルス電流に起因する,自己発熱があります。 また、EDLC には耐圧があるため電圧値の限界を設けています。
  - → リプル又はパルスの電圧/電流の確認並びにその種類及びそのレベルを確認して下さい。

#### 解説・理由・具体例・失敗の事例

#### a-1) リプル又はパルス電流による発熱

を吸収させる方法もあります。

- ① リプル又はパルス電流による EDLC の発熱は周囲温度,周波数に依存します。 使用環境別の許容値については、部品メーカに問い合わせて下さい。
- ② 許容値を超えるリプル電流又はパルス電流が印加された場合,電気化学反応による電気的特性の 劣化のほか,オープン,ショート,液漏れなど EDLC の破壊に至ることがあります。また,最悪 の場合には,EDLC の破損につながります。 リプル電流が印加される場合,入力インピーダンスの低い電解コンデンサ等と併用してリプル分

# 失敗の事例

- ① 電源の平滑にスイッチング方式を採用しているが、定数の選定を間違えたため、大きなスイッチングノイズが発生し、リプル電流として EDLC に印加され寿命が短くなった。
- ② EDLC を並列使用しているが、配線の関係上一部の EDLC に電流が集中して、EDLC が過リプル状態となり、規定の時間を満足できなかった。

# a-2) パルス電流の供給及び電圧印加による発熱

- ① パルス電流の供給及び電圧印加による EDLC の発熱は周囲温度,周波数に依存するので,使用環境別の許容値については、部品メーカに問合せして下さい。
- ② 許容値を超えるパルス電流の供給及び電圧印加した場合には、電気的特性の劣化のほか、オープン、ショート、液漏れなど EDLC の破壊に至ることがあります。また、最悪の場合には、EDLC の破損につながります。
- ③ 繰返し印加されるパルス電流に対する許容値は、波形の解析によって実効値を求めるか、又は実際に EDLC の発熱を測定して判断して下さい。
- **a-3)** パルス電圧の許容レベルは、接続した EDLC の両端の電圧が、定格電圧以下まで吸収できるレベルを目安とします。ただし、パルス幅が非常に狭いものが混合する場合には測定が困難であるため、パルス幅に相当する周波数でのインピーダンスが低い EDLC を並列に接続することが望ましい方法です。パルス電流のレベルは、パルス電流による自己発熱が、リプルによる自己発熱以下であることが目安になります。

# **備考** ・過電圧については, **6.2.3** による。

- ・逆電圧については, **6.2.3** による。
- ・充放電又は交流電圧については, 6.2.5 による。

### 6.2.7 外装スリーブの絶縁

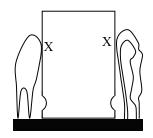
# 確認事項

- a) EDLC の外装スリーブは、絶縁が保証されていません。
  - → EDLC に絶縁が求められるかどうかを確認して下さい。
  - → 絶縁が必要な箇所には、絶縁を保証した外装材の装着を確認して下さい。

#### 解説・理由・具体例・失敗の事例

- a-1) EDLC に他の部品が接触する場合及び外装スリーブに絶縁が求められる事例
  - ① リード端子挿入部品が正常に挿入されず部品が傾くことによって、その部品の本体又はリード端子が EDLC に接触する。

接触したままはんだ付けが行われた場合は、EDLCの外装スリーブに他の部品からはんだの熱が伝わり外装スリーブの裂け・溶融などが発生することがあります。このようなときには、耐熱性がある外装材が必要になります。



- ② 基板のランドパターン上に EDLC を密着して取り付ける。
- ③ EDLC を金具などの導電体で固定し、その金具が筐体などと接触する。
- ④ EDLC と管体の空間がなく電気用品安全法などの法令の指摘を受ける。
- ⑤ 後付け部品によって接触する。

# 失敗の事例

- ① 場所的な制限から EDLC に他の部品端子が接触していたが、EDLC の外装スリーブを絶縁材と思い、そのままにしたため、回路的にショートしてしまった。 法令的に絶縁距離又は絶縁物による隔離を求められたが、EDLC の外装スリーブが絶縁物だと思いそのままにしていたら、認定機関から指摘を受け、部品メーカに相談し、外装スリーブを絶縁物に変更してもらった。
- **a-2)** EDLC の外装スリーブは絶縁を目的として外装していないため、EDLC の下に回路パターンを配置した場合、又は EDLC を金具などで固定した場合にはショートする可能性があります。 スリーブの絶縁が必要な場合は、想定される電圧条件を明示の上、部品メーカへ確認して下さい。
- **a-3)** EDLC の外装スリーブは、絶縁を目的として外装していないので、耐候性で劣化する場合があります。
  - ① ポリ塩化ビニル (PVC) 製スリーブの場合は、長時間高温使用で硬化してもろくなる傾向があります。
  - ② ポリエチレンテレフタレート (PET) スリーブの場合は、高温高湿によって加水分解を起こし劣化する傾向があります。劣化が想定される場合は、想定される環境条件を明示の上、部品メーカへ確認して下さい。
- **備考**・はんだ付けによるスリーブの問題については、7.5.1 及び 7.5.2 による。
  - ・洗浄によるスリーブの問題については、7.6による。

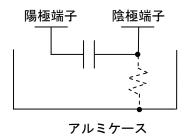
# 6.2.8 EDLC の絶縁

# 確認事項

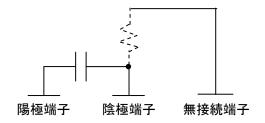
- a) EDLCは、下に示す部位との間で、回路的に完全に隔離されていません。
  - → 回路設計, 製品の取付けなどを行うときには十分に注意して下さい。
  - ① ケースと下に示す部位との次との間
    - 陰極端子
    - 陽極端子
    - 回路パターン
  - ② プリント基板自立形の無接続端子(強度補強用)と下に示す部位との次との間
    - 陰極端子
    - 陽極端子
    - 回路パターン

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

**a-1)** EDLC のアルミケースと陰極端子間は、ケース内側と電解液との不定な抵抗分で接続されています。(この抵抗分は、個々の EDLC によって異なるため、その値を規定できません。)



a-2) EDLC の無接続端子は、電解液の不定な抵抗分で陰極端子と接続されています。



# 失敗の事例

① プリント基板自立形の無接続端子をその他の陽極端子と同一のランドパターンに取り付けた。 回路的にショート状態になったため、EDLCを外して確認したところ、問題がなくなった。 このため、EDLCを確認したが、EDLCも問題ないことが分かった。

部品メーカに確認した結果、無接続端子が完全に独立していないことが分かった。

→ ランドパターンを独立させて問題が解消できた。

**備考** プリント配線板設計仕様については, 7.1.1 及び 7.1.2 による。

#### 6.2.9 EDLC の直並列接続

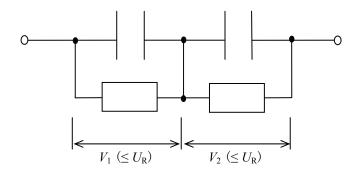
# 確認事項

EDLC を直並列接続する場合は、電流のバランス及び温度上昇に配慮する必要があります。

- a) 直列接続の場合は、EDLCに定格以上の電圧が印加されないように、配慮して下さい。
- b) 並列接続の場合は、電流のバランスに配慮して結線して下さい。
- c) 直列及び直並列接続する場合は、セルごとの温度差に配慮して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

a) EDLC を 2 個以上直列に接続し電圧を印加した場合には、個々の EDLC の容量、内部抵抗及び漏れ電流により電圧が分圧され、一部の EDLC に定格電圧以上の電圧が印加されることがあります。直列に接続して使用する場合は、EDLC に加わる電圧のアンバランス分も考慮して、EDLC の定格電圧に対するマージンを十分にとるか、バランスを取る回路(分圧抵抗器など)を付加して下さい。温度差が定常的にあると高温側のセルの劣化が早くなりますので、電圧バランスを崩す原因になります。特に小容量の直列接続では、電圧にマージンをとって回路を付けないような直列化方法で実装する場合も考えられますので、注意が必要です。

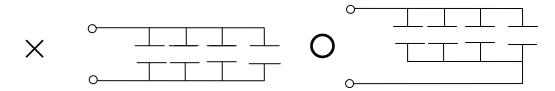


#### b) EDLC を多数個並列に接続する場合

EDLC の抵抗分が回路抵抗値に近く、個々の EDLC へ接続する配線の抵抗値が異なる場合には、電流バランスが崩れて一部の EDLC に過電流が流れることがあります。

#### 失敗の事例

EDLC を並列に多数接続したとき、EDLC 全体での抵抗値が結線抵抗値に近い低い値となってしまったが、結線方法を考えることなく近くの EDLC から引出し線を取り出したために、個々の EDLC に結線抵抗値が影響を与えることなった。この結果、入口の EDLC に電流が集中して、圧力弁が作動してしまった。



# c) EDLC を多数個直並列接続する場合

EDLC を多数個直並列接続する場合、中央部の EDLC は放熱が悪く温度上昇が大きくなります。使用環境及び使用状態での温度上昇を考慮し、EDLC の推定寿命が機器の保証時間以上になるように放熱設計をして下さい。

- ① 通気性をよくするため、筐体に細かな穴をあけたり、ファンを設置する。
- ② EDLC の直近又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 EDLC をなるべくセットの下の方に配置する。
- ④ 両面基板を使用する場合, EDLC のすぐ裏面に発熱部品を配置しない。

# 備考

### 6.3 機械的要因における確認事項

#### 6.3.1 振動又は衝撃

#### 確認事項

- a) EDLCには、使用環境での機械的ストレス(振動・衝撃)の許容範囲が規定されています。
  - → 振動及び衝撃の種類並びにそのレベル又は共振発生有無を確認して下さい。
  - → 共振が発生しない取付け又は EDLC の端子に衝撃が加わらないように取付けをして下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

- **a-1)** 振動又は衝撃の使用条件が EDLC のカタログ又は納入仕様書に規定される条件を超える場合は、 その条件を部品メーカへ提示の上、確認が必要です。 その条件によって、使用者側で本体を固定する等の対策が必要になります。
- **a-2)** 振動又は衝撃が加わる原因としては、次の場合があります。
  - ① 自動車機器・鉄道機器用での振動・衝撃
  - ② 生産工程の搬送機用での振動・衝撃
  - ③ 自動車などによる悪路での機器輸送の振動・衝撃
  - ④ 搬入・搬出などでの取扱い上での衝撃
  - ⑤ 海路輸送での嵐のときの振動・衝撃
  - ⑥ ロケットなどの発射・着陸時の振動・衝撃
- a-3) コイン形を積層した構造で、板バネなどで電気的導通を行っている場合は、常時振動が加わる環境で使用したときに、接触不良を起こして内部抵抗値が増加する可能性があります。使用環境及び使用状態での振動を考慮し、EDLCの使用環境での機械的ストレス(振動・衝撃)の許容範囲内になるように設置して下さい。
  - ① EDLC を搭載した機器の移動時に衝撃吸収性のある梱包材を使用する。
  - ② 振動が抑えられる環境下に設置する。
- **a-4)** 規定以上の振動又は衝撃によって,端子の破壊による断線及び内部素子のストレスによるショート 又は断線に至ることがあります。

#### 失敗の事例

- ① EDLC 搭載の機器が、振動が加わる自動車に搭載された場合で、振動の伝わりやすい箇所に設置され、かつ、機器内でも共振が起こったことで、本体が重い EDLC 部分だけが大きく振動して、その結果 EDLC の端子が切断してしまった。
- ② 機器を床に落としてしたため、EDLCの端子部に衝撃が加わり基板から取れてしまった。
- ③ 常に振動が加わる機器のため、EDLC は取付け金具でしっかり固定したが、振動によって内部素子が断線した。

#### **備考** ・実装前の取扱い方については, **7.3** による。

- ・取付け時については、7.4.1 及び7.4.2 による。
- ・EDLC 単体の輸送については、**9.1** による。
- ・EDLC を搭載した基板又は機器の輸送については、9.2 による。

# 6.3.2 引張り・押し及び曲げ

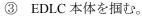
#### 確認事項

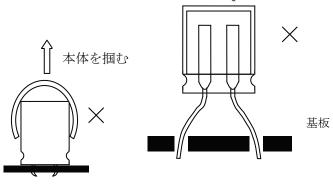
- a) EDLCは、機械的ストレス(引張り・押し・曲げ)により性能に影響を及ぼす可能性があります。
  - → EDLC を実装するスペース及び高さを確認して下さい。
  - → EDLC の構造,端子の引張り強度及び曲げ強度を確認して下さい。

#### 解説・理由・具体例・失敗の事例

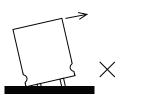
- **a-1)** EDLC を実装するスペースを確認し、EDLC の端子を曲げる必要がある場合は、部品メーカにフォーミング加工ができるか確認をして下さい。
- **a-2)** EDLC の端子に引張り・押し及び曲げのストレスが集中した場合,端子外れや,EDLC がオープン・ショート・液漏れなどを起こすことがあります。
  - ① EDLC 端子と基板孔ピッチが異なる場合。

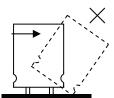






④ EDLC 本体を倒す、押す。





【 <sub>押し</sub>

⑤ 基板を積み重ねることで、EDLCに負荷がかかる場合。

# 失敗の事例

- ① 基板取付け後に、EDLC が高くてセットに入らないことが分かり、EDLC の端子を折り曲げ横にしたところ、端子が外れてしまった。
- ② 実装した基板を取り上げる際に EDLC 本体をつか(掴)んで持ったことで、基板の自重が EDLC 本体に全て加わったために、端子が外れてしまった。
- ③ 機器検査の中で、上方から部品の有無を調べるチェッカの位置の調整ミスで、過大な力が圧力 弁に加わり、誤って圧力弁を壊してしまった。
- ④ EDLC の端子ピッチが基板のピッチに合わないため、EDLC のリードを広げてはんだ付けしたところ、封口部の気密性が低下した。

# **備考** ・プリント配線板設計仕様については, 7.1.1 及び 7.1.2 による。

- ・取付け時については、7.4.1 及び7.4.2 による。
- ・端子加工については、7.5.1 による。
- ・はんだ付け後の取扱いについては, 7.5.4 による。

### 7 実装上の確認事項

#### 7.1 プリント配線板設計仕様

# 7.1.1 プリント配線板設計 1

#### 確認事項

- a) EDLC の端子形状は、EDLC の寸法、種類などによって異なります。
  - → EDLC 端子の形状及び間隔は、基板挿入孔に対する整合性を確認して下さい。
- b) EDLC は使い方によっては封口部から電解液が漏れる場合があります。
  - → EDLC 取付け側本体に対向する面には回路パターンがないことを確認して下さい。
- c) 長時間バックアップする場合は、EDLC以外の要因で電圧が保持できない場合があります。
  - → 電圧保持が必要な場合は、それに合った基板又は余裕をもった容量の EDLC を選定して下さい。
- **d)** 表面実装用 EDLC は、接続信頼性を確保するため、適切なランドパターンが設定されています。 → 部品メーカの推奨値と整合しているか確認して下さい。

### 解説・理由・具体例・失敗の事例

a) EDLC の端子形状・端子間隔に合わない基板に EDLC を挿入した場合は、端子にストレスが加わり端子の破損を引き起こす原因となります。また、端子を通して素子内部に力が加わり、EDLC そのものがオープン又はショートに至る場合があります。

なお、端子へのストレスによって気密性が損なわれ、液漏れの発生及び寿命劣化などにつながることがあります。 $\rightarrow$  **6.3.2** による。

# 失敗の事例

EDLC の端子ピッチと基板孔のピッチが合わないことが分かったが,端子を広げて基板面に密着して実装したときに,この機械的ストレスによってショートが発生した。

- **b)** EDLC の本体下に回路パターンがある場合は、電解液が漏れた際に、漏れた電解液によりトラッキング又はマイグレーションが発生することがあります。
  - ① 水分の存在:腐食及びマイグレーションともに水分の存在で加速されます。
  - ② 電界強度:電位の存在によって端子及びランドパターンの電食が加速されます。
  - ③ ハロゲンの存在:フラックス及びはんだ中に含まれる活性剤並びに洗浄剤中にハロゲン物質が含有されている場合には、このハロゲンが加速要因となります。

# 失敗の事例

夏の暑い時期に機器内の温度が EDLC の規定温度を超えるような温度になってしまい,EDLC が液 漏れを起こし,その下の回路パターンがショートした。

c) EDLC で電圧を長時間保持し、メモリをバックアップするには、EDLC の漏れ電流を押さえるだけでなく、基板自体の絶縁抵抗を上げる必要があります。

基板の種類及び使用環境(特に,湿度など)によって,基板自体の絶縁抵抗が低くなるほか,基板表面でのリーク(漏れ電流)が増加する場合があります。

------

#### 失敗の事例

設計検討時に良好な結果を得たフェノール基板を価格低減のためにメーカを変更したところ,メモ リバックアップ用 EDLC の電圧保持時間が短くなった。

- **備考** 安全性が重要視される機器への適用に際しては、使用中でショート・オープンなどが皆無とはい えないため、次の設計上の配慮を十分に行い、安全性を確保して下さい。
  - ・保護回路、保護装置を設けてシステムとしてより安全にする。
  - ・冗長回路などを設けて、単一故障でも、機器が故障しないように安全なシステムにする。
  - ・端子形状によっては直接プリント配線基板と直接接続できません。必要時は部品メーカに問合 せ下さい。

### 7.1.2 プリント配線板設計 2

#### 確認事項

- a) プリント基板自立形の無接続(強度補強用)端子は、他の陽極端子及び陰極端子並びに回路パターン間は、完全に回路的に隔離されていません。
  - → 独立したランドパターンにして下さい。
- b) EDLC 本体は、はんだに直接触れた場合には、不具合を起こします。
  - → EDLC の取付け位置の下に貫通する穴を設置する場合には注意が必要です。 空気逃がし機構を設ける場合には、EDLC 本体側に V 字溝などで対応して下さい。
- c) プリント配線板側に EDLC の圧力弁が付く場合は、圧力弁作動時のガスの放出について考慮する必要があります。
  - → EDLC の取付け位置下に、はんだがはい(這)上がりのないことを前提に、圧力弁の位置に合わせて圧力逃がし穴を設置して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

- a) EDLC の無接続端子は、電解液の抵抗分で陰極端子と接続されています。 EDLC の絶縁は、6.2.8 による。
- **b-1)** 外装スリーブの破れなどにより露出した金属部分と回路パターンが接触して、ショートが発生する場合があります。  $\rightarrow$  **6.2.7** による。
- **b-2)** 両面基板を使用する場合で、EDLC下の基板面にはんだが容易にはい(這)上がることを目的に設けた空気逃がし穴がある場合には、はんだ付け時のはんだのはい(這)上がりによって、EDLCに使用している外装スリーブなどを損傷させることがあります。
- **b-3)** EDLC と基板面が密着する場合,はんだの這い上がり及びブローホール対策として空気逃がし穴を設けるときは、穴寸法及び穴開け位置を、充分確認してから行って下さい。 なお、空気逃がし穴の代わりに EDLC 縁周辺と基板の間にスペーサを入れる又はスペーサテープを貼ることも効果が期待できます。

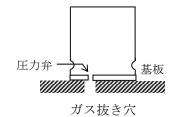
# 失敗の事例

フローはんだ付け実装時に空気逃がし穴からはんだがはい(這)上がり、その熱で外装スリーブの破れ、また、EDLCの封口部を劣化させ液漏れした。

c) EDLC の端子側に圧力弁がある場合で、圧力弁部に合わせてプリント 配線板穴がないときには、圧力弁の作動性が悪くなり、爆発などの不 具合に至ることがあります。

適正な基板穴 (ガス抜き穴) が設置できない場合は、コンデンサ本体 に影響しないはんだ付け方法の選定が必要です。

なお、適正なはんだ付け方法が選定できない場合は、基板設置面と反対側に圧力弁が設置された EDLC の選定が必要です。



#### **備考 ・EDLC** の絶縁については, **6.2.8** による。

- ・外装スリーブの絶縁については, **6.2.7** による。
- ・端子形状によっては直接プリント配線基板と直接接続できません。必要時は部品メーカに問合せ下さい。

### 7.2 取付け環境

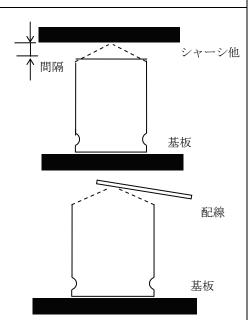
### 7.2.1 **圧力弁のある EDLC**

#### 確認事項

- a) EDLC の圧力弁の上部には、圧力弁が作動に必要な空間がないと作動性が悪くなります。
  - → EDLC に圧力弁がある場合は,圧力弁が作動する空間があるかを確認して下さい。
- b) EDLC が異常状態になると、圧力弁が作動して、導電性の電解液蒸気が噴出します。
  - → EDLC の圧力弁の上部に配線や回路パターンがないことを確認して下さい。
- c) ねじ端子形 EDLC は、異常発熱によって内部の素子固定材が溶融して、圧力弁をふさ (塞) ぐ場合があります。
  - → ねじ端子形 EDLC の封口部が、上向きになっていることを確認して下さい。 また、横に配置した場合には、圧力弁を上側とするか、陽極端子が上になっていることを確認し て下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

a) EDLC の圧力弁部の上部は、圧力弁の作動を妨げないように、カタログ又は納入仕様書に規定の空間を開けて下さい。間隔が狭い場合には、圧力弁の作動性が悪くなって、EDLC の破壊などに至ることがあります。

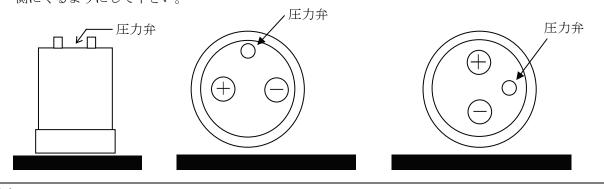


b) EDLC の圧力弁部の上に配線及び回路パターン,特に,高 圧又は大電流の回路配線がないように設計して下さい。 圧力弁作動時には,導電性の電解液蒸気が噴出し,回路パターンに電解液が凝縮しショートする,また,電解液蒸気 は可燃性であるため,配線の被覆が溶解して発火する,な どの二次的な災害に至る場合があります。

c) ネジ端子形 EDLC は、異常発熱によって内部に用いている素子固定材が再溶融して、流れ出す場合があります。

再溶融した固定材が流動した場合,圧力弁をふさ(塞)ぐことによって圧力弁の作動性に支障をきたします。圧力弁が付いている封口部は,下向きにして使用しないで下さい。

また、横に配置して使用する場合は、圧力弁部を上側とするか、陽極端子を上側にして圧力弁が横側にくるようにして下さい。



**備考** 圧力弁上部の必要な空間は品種,サイズ及び部品メーカによっても異なりなりますので,カタログ又は納入仕様書のご使用上の注意をご確認頂くか,各部品メーカにお問合せ下さい。

# 7.3 実装前の取扱い方

#### 確認事項

- a) EDLCは、寿命が設定された有限寿命品です。
  - → 使用済みの(機器に組み込んで使用した) EDLC でないことを確認して下さい。
- b) EDLCは、電圧が残留している場合があります。
  - → 半導体などに影響を与える電圧が残留していないかを確認して下さい。
- c) EDLCは、機械的な衝撃に弱い部品です。
  - → 床に落下した場合などの機械的なダメージを受けた EDLC は使用しないで下さい。
- d) EDLC は、長期保管した場合に、電気的な特性及びはんだ付け性が悪くなることがあります。
  - → 使用前の保管状態,端子及び本体外観の変色並びに電気的な特性を確認して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

a) 一度,機器に取り付けて使用した EDLC は,電気的,機械的及び耐候性ストレスを受けています。 また,使用環境も明確化できない場合が多いため,再使用できません。

### 失敗の事例

機器に組み込んで使用していた EDLC を外観の異常がなかったので,別の機器に使用したところ, 非常に短時間で故障に至った。

b) EDLC は、短時間の放電では十分に放電ができずに、残留電圧をもっている場合があります。低電圧で壊れる可能性がある電子部品を搭載している回路に使用する場合には、実装直前まで EDLC 端子間に放電抵抗器などを接続して電気的に放電して下さい。

なお,一度,放電していても,長期間の間に内部抵抗値と電気量とによって再起電圧が発生し,電 圧が上昇する場合があります。

### 失敗の事例

EDLC を実装したところ、EDLC に残留電圧があって、電子回路にその電圧が加わり半導体素子が壊れた。

c) 落下した EDLC は、機械的なダメージを受けていますので、 使用しないで下さい。

→ **6.3.1** による。



落下



#### 失敗の事例

EDLC を実装前に床に落としたが外観に異常がなかったので使用したところ,ショートしていたため機器が異常動作した。

d) 長期保管された EDLC は、漏れ電流が増加している場合があります。このような EDLC を取り付けてセットを稼働した場合には、大きな漏れ電流による異常動作又はヒューズが切断することがあります。取付け前に漏れ電流を確認し、必要に応じてエージング処理を行って下さい。

**備考** ・長期保管の具体的な期間は、カタログ又は納入仕様書の規定に従って下さい。

- ・鉛フリー端子品の保管期間及び保管条件は従来のはんだ端子と異なる場合がありますので部品 メーカにお問合せの上ご使用下さい。
- ・複数個使用されている回路での部品交換の際は全数新品と交換して下さい。特にシリーズ接続の場合は同一ロットによって組み合わせて下さい。
- ·保守点検は、8.2 による。
- · EDLC 単体の輸送保管は, 9.1 による。
- ・EDLC を搭載して基板又は機器の輸送保管は, 9.2 による。

# 7.4 取付け時

#### 7.4.1 取付け1

#### 確認事項

- a) EDLCには、極性及び定格が表示されています。
  - → 取付け前に、極性・定格電圧・容量などを確認して下さい。
- b) EDLCは、端子間隔や端子寸法が決まっています。
  - → 端子間隔と取付け用基板孔間隔とが整合しているかを確認して下さい。
- c) EDLCは、機械的な衝撃に弱い場合があります。
  - → 自動挿入の吸着及びチャック時、製品チェッカなどの設定が適切であるかを確認して下さい。
  - → EDLC が変形していないかを確認して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

a) EDLC の定格及び極性を間違えて取り付けた場合には、EDLC は所定の性能を保持できません。 メーカによって極性の表示方法及び端子の長さの関係が異なっていますので、カタログ又は納入仕 様書によって極性を確認して下さい。

過電圧及び逆電圧が印加された場合には、ショート及び EDLC の破損の原因となります。

→ **6.2.3** による。

#### 失敗の事例

EDLC の極性を間違えて実装したところ、規定の特性が得られなかった。 その後、圧力弁が作動してしまった。

**b)** EDLC 端子間隔と基板穴の間隔が不整合の場合は、基板への挿入時に端子に無理なストレスが加わり、端子の破損及び EDLC の特性に影響を与えることがあります。 $\rightarrow$  **6.3.2** による。

\_\_\_\_\_\_

# 失敗の事例

EDLC 端子間隔と基板孔間隔が異なったが無理に押し込んで使用したところ,電解液が漏れて回路 パターン上でショートが発生した。

- **c-1)** 自動挿入の吸着又はチャック時の衝撃が大きい場合には、外観の変形及び EDLC 自体が破損することがあります。また、リード端子カット部の調整が不十分な場合は、リード端子に機械的ストレスが加わることによって、電気的特性の劣化、リード端子の破損などが発生することがあります。  $\rightarrow$  **6.3.1** 及び **6.3.2** による。
- **c-2)** 取付けスペースの制約で、EDLC 本体をつぶ(潰)すなどして変形させないで下さい。 EDLC 内部の素子に機械的なストレスが加わることによって、電気的特性の劣化、 液漏れなどが発生することがあります。→ **6.3.2** に関連。
- **c-3)** EDLC 取付け時に被覆スリーブを傷つけた場合には、機器の使用中に被覆スリーブが二次収縮し異常となることがあります。
  - → 6.2.8 及び 6.2.7 による。

#### **備考 ・**過電圧及び逆電圧については, **6.2.3** による。

- ・スリーブの絶縁及び EDLC の絶縁については, 6.2.7 及び 6.2.8 による。
- ・動荷重 (振動又は衝撃) 又は静荷重 (引張り・押し及び曲げ) については, **6.3.1** 及び **6.3.2** による。

# 7.4.2 取付け2

#### 確認事項

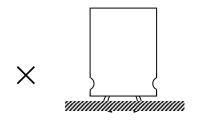
- a) フラックスが EDLC の封口部などに付着した場合には、EDLC の特性に影響を及ぼすことがあります。
  - → 端子部以外へフラックスが付着しないようにして下さい。
- b) 基板自立形 EDLC は、その基板に密着する (浮いた状態にない) まで押し込んで取り付けて下さい。 → 基板装着状態を確認して下さい。
- c) ねじ端子での取付けは、締め付けトルクが規定されています。
  - → ねじ端子での取付け時の締め付けトルクは、規定された範囲内かを確認して下さい。

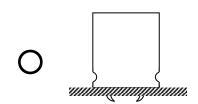
# 解説・理由・具体例・失敗の事例

- a) フラックスが封口部に付着した状態が長時間継続する場合には、フラックスのハロゲン成分が EDLC 内に入り使用中に電食となることがあります。また、それによってオープン状態となる場合があります。
- X⁻ X⁻: ハロゲンイオン ↑ フラックス
- b) EDLC が浮いた状態で、振動や衝撃が加わった場合には、端子だけの固定となるため、EDLC の自重も含めたストレスが端子に集中し、端子が切断に至ることがあります。
  - → 6.3.1 に関連

また、端子を固定している回路パターン部にも力が加わりパターンはく離を起こす場合があります。

→ 6.3.2 に関連





c) ねじ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されたトルクの範囲内として下さい。 なお、締め付けトルクが大きすぎた場合には、ねじ端子のねじ山が破損いたします。また、弱すぎ た場合には締付け不良による接触抵抗の上昇により、締付け部での発熱の原因となり、EDLC が壊 れる場合があります。

取付け用の銅板などが厚い場合には、その厚さに合った長さのボルトねじを使用して下さい。

備考 ねじ端子のトルク試験は, JIS C 5101-1 の規定による。

# 7.5 はんだ付け条件(温度,時間,温度プロファイル,はんだ付け方式など)の確認事項

### 7.5.1 はんだこてによる取付け

#### 確認事項

- a) EDLCには、はんだ付け性及びはんだ耐熱性の面から、はんだ付け条件が規定されています。
  - → はんだ付け条件(温度・時間)は、カタログ又は納入仕様書に規定の範囲内か確認して下さい。
  - → はんだこて先径及びワット数が適切であるかを確認して下さい。
- b) EDLC の端子は、機械的強度が規定されています。
  - → 端子間隔と基板穴間隔が不整合のため、端子を加工する必要がある場合は、はんだ付けする前に、 EDLC に規定以上のストレスが加わらないように加工して下さい。
- c) EDLC は、高温のはんだこてが直接当ると EDLC にダメージを与える場合があります。
  - → はんだこて先は、端子電極以外の部分に直接触れないように確認してはんだ付けして下さい。

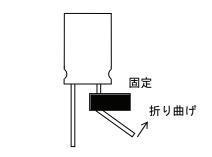
### 解説・理由・具体例・失敗の事例

- **a-1)** カタログ又は納入仕様書に規定のはんだ付け条件を超えて使用した場合,次の事象が発生します。
  - ・はんだ付け温度が低い場合には、はんだ付け性が悪くなります。
  - ・はんだ付け温度が高い場合又ははんだこてをあてる時間が長い場合には、熱ストレスにより電気的な特性劣化、気密性不良及び内圧上昇による液漏れが発生することがあります。
- **a-2)** はんだこての種類及び基板の大きさ及び回路パターンの形状寸法によっても、はんだ付け温度の条件が異なります。また、普通のはんだこては高温になりやすいため、温度調整付きのはんだこてで温度を確認して使用して下さい。 $\rightarrow$  **6.1.3** に関連
  - なお、JIS C 60068-2-20 に規定のはんだ耐熱性の試験方法では、こて先の温度を  $350\pm10$  °C、時間 を 2 秒~3 秒間に規定しています。

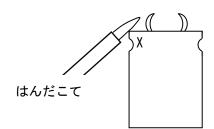
### 失敗の事例

大きなはんだこてで取り付けていたら, EDLC から液漏れが発生した。

**b)** 端子を加工するときは、EDLC にストレスがかからないように、加工する箇所より本体側の端子部を治具やラジオペンチなどで固定して加工して下さい。 $\rightarrow$  **6.3.2** に関連



c) EDLC 本体に直接はんだこてが触れた場合には、 EDLC に使用している樹脂若しくは外装スリーブ の損傷又は封口部の気密性低下によって、液漏れ が発生することがあります。



# **備考** ・実装後の加工は、**7.8** による。

保守点検は、8.2 による。

### 7.5.2 フローはんだ付け

# 確認事項

- a) EDLC 本体をはんだ槽の中に全面浸せきするようなはんだ付けはできません。
  - → はんだ付けされる基板面は、EDLCの取付け面の反対側であるかを確認して下さい。
- b) フローはんだ付けの条件が、カタログ又は納入仕様書に規定されています。
  - → 実際のはんだ付け条件が、規定の範囲内の条件であるかを確認して下さい。
- c) フローはんだ付け前の接着剤硬化においても、条件(温度・時間)が規定されています。
  - → 表面実装部品(以下, SMD という。)の接着剤硬化のために硬化炉を流す場合の条件(温度・時間)もカタログ又は納入仕様書に規定された範囲内であるかを確認して下さい。
- d) はんだ付け工程でEDLCが受ける熱は、はんだからの直接的な熱だけではありません。
  - → はんだ付けのとき、熱伝導性の良い部品が倒れて EDLC に接触しないことを確認して下さい。
- e) 鉛フリーはんだ使用時には、はんだ付け部の状態が変わる場合があります。
  - → 鉛フリーはんだを使用した場合には、フィレットはく離及びランドはく離を確認して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

a) EDLC をはんだの中に浸せきした場合, はんだ熱で EDLC の内部圧力が上昇し, EDLC がショート及び EDLC が破損することがあります。 $\rightarrow$  **6.1.3** 関連

#### 失敗の事例

EDLC 本体をはんだ槽の中に浸せきしてはんだ付けしたところ, EDLC の電気特性に異常が発生し, さらに液漏れ及び EDLC の破損が発生した。

- b) カタログ又は納入仕様書に規定した範囲を超えてはんだ付けした場合には、EDLC の破損及び封口 部の気密性低下による液漏れ、さらに、スリーブの異常収縮及び割れが発生することがあります。  $\rightarrow$  613 関連
- c) SMD で樹脂の仮留めが必要な部品と同時に取り付け、樹脂硬化のために硬化炉を通す場合は、樹脂硬化が必要な部品が付いた基板裏側にだけ、紫外線又は赤外線を照射して、EDLC には直接当てないで下さい。(EDLC の温度が上昇します。) → 6.1.3 に関連

# 失敗の事例

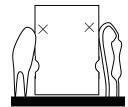
EDLC 本体を SMD の接着剤硬化のために硬化炉を通したとき, EDLC の電気特性に異常が発生し, さらに液漏れ, 破損及びスリーブ不良が発生した。

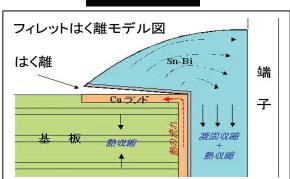
d) はんだ付け作業中,抵抗器,セラミックコン デンサなどの熱伝導性の良い部品が倒れない ように注意が必要です。

特に、他の部品のリード線及び金属部分が接触した場合には、局部的な熱ストレスによって EDLC のスリーブが破れ、その他の回路とショートすることがあります。

→ **6.2.7** 及び **6.2.8** による。

e) 鉛フリーはんだで使用する場合は、はんだの 種類、プリント配線板の種類(基板材質、片 面、スルーホールの有無など)、基板設計(孔 径、ランド寸法、レジストの有無など)、EDLC の大きさ、端子のめっき種などで、はんだフィ レットはく(剥)離、ランドはく(剥)離な どの異常が発生することがあります。





- **備考** ・フローはんだ付けのとき、基板と EDLC の間に閉じこめられた空気が暖められ、はんだ付け終了とともにこの空気が冷えて基板の穴からはんだを吸い上げ、EDLC 取付け面まで上昇してリード線をショートさせる場合があります。EDLC 封口部のガス抜き対策などについては、部品メーカに確認して下さい。
  - ・カテゴリ上限温度超える場合については、6.1.3による。
  - ・プリント配線板設計仕様については, 7.1.1 及び 7.1.2 による。

#### 7.5.3 リフローはんだ付け

#### 確認事項

- a) リフローはんだ付け対応品以外は、リフローはんだ付けはできません。
  - → リフローはんだ付けを行う場合は、該当 EDLC がリフローはんだ付け対応品であることを確認して下さい。
- b) リフローはんだ付け条件が、カタログ又は納入仕様書に規定されています。
  - → 規定の範囲内の条件であることを確認して下さい。
- c) EDLC のリフロー回数は、カタログ又は納入仕様書に規定されています。
  - → 規定の回数内であることを確認して下さい。
- d) ソルダペーストは、温度及び湿度によって、特性が劣化する場合があります。
  - → ソルダペーストを塗布してから、実装までが短時間に設定されているかを確認して下さい。
- e) EDLC のはんだ付けには、適切なソルダペースト量及び塗布範囲が要求されています。
  - → ソルダペーストの塗布量及び塗布範囲が適切であることを確認して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

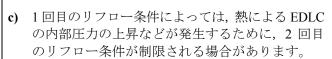
a) リフローに対応していない EDLC は、リフローはんだ付けを行った場合には、リフローはんだ付け 時に受ける熱によって EDLC の電気特性に異常が発生します。さらに、EDLC に使用している樹脂 の破損並びに EDLC の内圧上昇によって、液漏れ及び EDLC が破損することがあります。

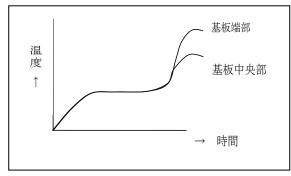
#### 失敗の事例

リフローはんだ付けに対応していない EDLC をリフローはんだ付けしたときに,EDLC の電気特性 に異常が発生し,さらに,液漏れ及び EDLC の破損が発生した。

**b)** リフロー対応品でリフローはんだ付けを行う場合は、はんだ付け条件は規定の範囲内で行って下さい。温度プロファイルの測定部分は、カタログ又は納入仕様書に規定の測定点で行って下さい。

リフローはんだ付けは、基板の材質、基板の大きさ、基板の形状、実装位置(中央、端、隣接部品の大きさ)、部品の実装密度などによって、EDLCの温度が変わるため、事前にダミーで温度及び時間の確認を行い、カタログ又は納入仕様書に規定された範囲内で条件を設定して下さい。





- **d)** 基板にソルダペーストを塗布してから EDLC を装着するまでの時間が長すぎる場合,ソルダペースト表面が乾燥し,膜がはった状態になって,著しくはんだ付け性を劣化させることがあります。
- e) EDLC の端子には、適正な塗布量及び塗布領域が必要です。塗布量が適切でない場合には、はんだ接合性が確保できなくなり、回路上でのトラブルにつながります。
- f) 鉛フリーはんだを使用する場合は、はんだの融点が高くなるため、鉛共晶はんだに用いるリフロー 温度プロファイルとは異なるプロファイルになります。部品の耐熱温度(カタログ又は納入仕様書 に記載)以下の条件で設定を行って下さい。

また、鉛フリーはんだの種類と EDLC 端子の下地及びめっき種によっては、取付け強度及び信頼性に影響を受ける場合がありますので、確認の上使用して下さい。

**備考**・鉛フリーはんだのリフローの条件を要求される場合の対応方法は、**附属書1**による。

推奨する温度測定方法:

熱電対の種類: JIS C 1602 種類 K (クロメルアルメル: CA), 熱電対の直径:  $\phi$ 0.1 mm 試料への熱電対固定方法: 熱伝導のよい樹脂系接着材

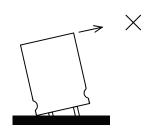
# 7.5.4 はんだ付け後の取扱い

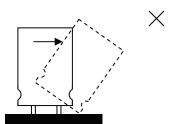
# 確認事項

- a) EDLCは、機械的な応力に弱い場合があります。
  - → EDLC 取付け後, EDLC 本体を無理に傾けたり, 倒さないで下さい。
  - → EDLC 取付け後, EDLC 本体を掴んで基板を運搬しないで下さい。
  - → はんだこてによる手直しを行う場合は、EDLCへのストレスに注意して下さい。

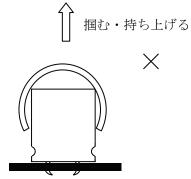
# 解説・理由・具体例・失敗の事例

**a-1)** 基板に EDLC をはんだ付け後、EDLC 本体を倒したりした場合端子を通じて内部素子に大きな力が 加わり、EDLC の所定の性能を保持できなくなる場合があります。





**a-2)** 基板実装後に、EDLC をつか(掴)んで基板を運搬した場合には、基板のすべての重量が EDLC の端子を通じて内部素子部に加わって、EDLC が破損することがあります。



# 失敗の事例

基板を移動するのに EDLC を掴んだため,EDLC にストレスがかかり,EDLC の電気特性の異常, 液漏れ,及び EDLC の破損が発生した。

**a-3)** はんだこてでの手直しは、はんだが十分に溶解してから、端子にストレスが加わらないように行って下さい。

なお、一度取り外した表面実装 EDLC は、端子強度と製品本体への熱ストレスを考慮して、再使用はしないで下さい。

# **備考**・静荷重(引張り・押し及び曲げ)については, 6.3.2 による。

・はんだこてによる取付けについては,7.5.1による。

# 7.6 基板洗浄条件 (洗浄の有無, 洗浄液, 洗浄時間, 洗浄方式)

#### 確認事項

- a) EDLC の洗浄条件(洗浄液・時間・温度)は、カタログ又は納入仕様書に規定されています。
  - → EDLC 及び装着した基板を洗浄する場合は、規定の範囲内であることを確認して下さい。
  - → EDLC を洗浄した後は、充分な乾燥を行って下さい。

#### 解説・理由・具体例・失敗の事例

- **a-1)** 洗浄未対応品は、洗浄すると EDLC 内部に洗浄液が浸入し、電気的オープンやショートが発生する場合があります。
  - カタログ又は納入仕様書に推奨された洗浄剤を規定の条件で使用して下さい。
- **a-2)** 洗浄の条件(洗浄液・洗浄時間・乾燥など)により、EDLC 内部に溶剤が侵入し、封口部の劣化や、素子内部に電食が発生する場合があります。
  - ① 洗浄液が内部に残留すると、電気的オープンやショートが発生する場合があります。
  - ② 洗浄後の乾燥は、カテゴリ上限温度(最高使用温度)以下の温度で十分行って下さい。
- **a-3)** コイン形を積層した構造の EDLC で、板バネ等で電気的導通を行っている場合には、洗浄液が侵入した部分の後洗浄及び乾燥が不十分であると、接触不良を起こして内部抵抗が増加することがある。

# 失敗の事例

EDLC をはんだ付けした基板を洗浄したら,EDLC の電気特性に異常が発生し,さらに液漏れや破損が発生した。

確認した所、洗浄時間が規定されていた時間以上で行っていたことが分かった。

備考			

# 7.7 固定剤・コーティング剤

#### 確認事項

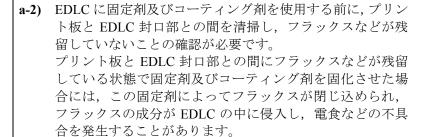
- a) 固定材又はコーティング材を EDLC に使用する場合には、注意事項が設定されています。
  - → 固定剤又はコーティング剤の種類
  - → 固定剤又はコーティング剤を塗布する前の確認
  - → 固定剤又はコーティング剤の熱硬化条件
  - → 固定剤又はコーティング剤の塗布箇所の制限
- **b)** 固定剤又はコーティング剤を熱硬化させる際に、表面実装部品とディスクリート部品が混在している場合には、注意が必要です。

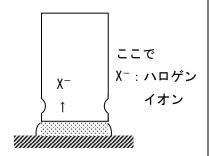
# 解説・理由・具体例・失敗の事例

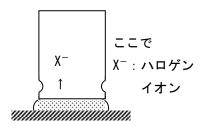
a-1) 固定剤又はコーティング剤の種類によっては、EDLC が対応できない場合があります。特に、ハロゲン系溶剤を含有する固定剤及びコーティング剤を使用した場合、ハロゲンがEDLC 内部に入り使用中に電食することがあります。

# 失敗の事例

ハロゲンを含む固定剤を使用したため,EDLC内にハロゲンが侵入して電食を起こし,EDLCの圧力弁が作動してしまった。







**a-3)** 固定剤の硬化で、EDLC に過度の熱が長時間加わった場合は、封口材が熱劣化して、封口部の気密性が低下し液漏れが発生することがあります。また、熱ストレスで EDLC が破損する場合があります。

熱硬化条件は,カタログ又は納入仕様書に規定の範囲内で行って下さい。

**a-4)** 固定剤又はコーティング剤で EDLC の封口部の全面を塞ぐと、使用中に発生する電解液のガスが 基板との間に蓄積され、回路パターン又は EDLC をショートさせる場合があります。

### 失敗の事例

固定剤で EDLC 封口部を密閉したため,電解液のガスが基板上にトラップし,回路の絶縁性を損な う結果となった。

- b) ディスクリート部品と表面実装部品とを混在させた場合、表面実装部品の固定剤を固化させる熱硬化条件によっては、ディスクリート部品の外装スリーブに裂け、縮みなどの不具合を生じることがあります。→ **6.1.3** 関連
- **備考** ・EDLC をモールドした場合には、**a-4)** 項と同様の現象が発生する可能性があります。EDLC の モールドは特殊な使用例であるため、モールドの必要がある場合には、必ず部品メーカへ相談 して下さい。
  - ・実装後の加工については, 7.8 による。

# 7.8 実装後の加工

# 確認事項

- a) 実装後の後加工にも注意が必要です。
  - → 次のような対策を行う場合がありますが、それぞれに対する注意事項を確認して下さい。
    - ・接着剤の塗布及び樹脂コーティング
    - チュービング及びテーピング

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

- **a-1)** 次の場合には、実装後の加工として固定剤を使用することが必要になることがあります。
  - ① 振動が過剰に加わる用途であることが判明し、搭載部品の固定を補強する。
  - ② 電気絶縁性の面から沿面距離若しくは空間距離を確保する。
  - ③ 耐熱性の面から耐熱樹脂を採用する。
    - → 接着剤の塗布及び樹脂コーティングする場合には、7.7 と同様に、EDLC の腐食防止のため、ハロゲン系溶剤などの使用は避けて下さい。
- **a-2)** 電気絶縁性の面から沿面距離若しくは空間距離を確保する必要性、又は耐熱性の面から次の対応が取られる場合があります。
  - ① チュービング: EDLC 又はその個所をプラスチックチューブなどによって被覆すること。
  - ② テーピング: EDLC 又はその個所をテープで巻きつけて被覆すること。
    - → この場合には、部品に対して有害とならないような材料を選定して下さい。 対策効果の確認が必要です。

**備考** 固定剤・コーティング剤については, 7.7 による。

# 8 機器稼働中及び保守点検

#### 8.1 機器稼働中

#### 確認事項

- a) 機器稼働中はEDLCに直接触れると危険です。
  - → EDLC には電気が蓄えられており、直接触らないで下さい。
- b) 機器稼働中に EDLC に導電性溶液をかけると危険です。
  - → 機器稼働中に酸及びアルカリ水溶液などの導電性溶液がかかると異常状態になります。導電性溶液がかからないことを確認して下さい。
- c) EDLC を取り付けた機器の設置環境は規制されています。
  - → 機器の設置環境が規制内であるか確認して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

a) 機器稼働中に EDLC に触れると、感電する場合があります。 EDLC には、電気が蓄えられており、陽極端子への接触でその電気が 一気に人体を伝わって放電します。EDLC の電圧及び容量が高いほど 危険度が高くなります。

特に、EDLCを直並列接続している場合には、蓄電量が多く、また、電圧が高くなっているので、特に注意して下さい。



### 失敗の事例

機器稼働中に EDLC の端子に触れてしまい、感電してしまった。

b) 機器稼働中に酸及びアルカリ水溶液などの導電性溶液がかかった場合には、回路がショート状態になることがあります。回路がショートして異常状態となった場合には、EDLC に異常電圧等が印加されて、EDLC が破損することがあります。

近くに、酸及びアルカリ水溶液などの導電性溶液を置かないようにして下さい。→ **6.1.5** による。

#### 失敗の事例

導電性の液体が飛散する環境下で機器を稼働したため、回路に異常が生じ、EDLC に過電圧が印加されて圧力弁の作動に至った。

- c) 次の環境下では、機器は使用しないで下さい。
  - ・カテゴリ上限温度を超える箇所  $\rightarrow$  **6.1.3** による。
  - ・温度変化(急激な温度変化がある箇所)→ 6.1.4 による。
  - ・周囲環境での腐食性ガス及び溶剤 → 6.1.5 による。
  - · 直射エネルギ → **6.1.6** による。
  - ・過電圧, 逆電圧 → **6.2.3** による。
  - ・ 充放電 (規定を超える) 又は交流電圧 → **6.2.5** による。
  - ・リプル又はパルスの電流/電圧(規定を超える) → **6.2.6** による。
  - ・動荷重 (振動又は衝撃) → **6.3.1** による。
  - ・静荷重(引張り・押し及び曲げ) → **6.3.2** による。
- **備考** ・減圧環境となる航空機及び高所での使用は、実用上 EDLC への影響はありません。 ただし、長時間減圧状態で使用され、かつ、重要機器への用途が予想される場合には、部品メーカへ具体的な使用条件を提示の上、ご相談下さい。
  - ・加圧については、コンデンサの封口部、圧力弁などへストレスが加わる可能性があります。 部品メーカへ具体的な使用条件を提示の上、ご相談下さい。

### 8.2 保守点検

#### 確認事項

- a) EDLC の寿命は、有限です。
  - → 産業用機器のように長期間又は終日使用される機器に搭載される EDLC は、保守点検して下さい。

#### 解説・理由・具体例・失敗の事例

- a-1) 機器を保守点検する場合には、感電防止又は火傷防止上から次の対応が必要です。
  - ① 保守点検には、必ず、絶縁性の手袋、めがね及びヘルメットの着用をお願いします。
  - ② 定期点検では、機器の主電源を必ず切ってから始めて下さい。
  - ③ EDLC の点検では、機器の主電源を切った後、放電抵抗器にて十分放電させて下さい。定格電圧 が高く、容量が大きい EDLC では、十分な放電時間が必要な場合があるので注意が必要です。放 電に際しては、スパナなどによる端子間のショートは止めて下さい。
  - ④ テスタなどでの残留電圧の確認が必要です。
  - ⑤ 放電後にも、再起電圧のため、電圧が残っている場合があります。
  - ⑥ 十分に EDLC の電圧が放電されていることを確認してから,機器から EDLC を取り出して下さい。
- **a-2)** 耐用年数を過ぎた EDLC は、交換して下さい。EDLC の交換に際して、機器の設計時の性能を確認して、EDLC の定格及び極性を十分確認してから、新しい EDLC と交換して下さい。 なお、EDLC を複数個使用している場合には、**a-3**) の理由で、全数新しい EDLC と交換して下さい。
- a-3) 直列及び/又は並列に EDLC を接続している場合の EDLC の交換は、次の理由から、全数新しい EDLC と交換して下さい。また、このときの EDLC は、定格(定格電圧及び容量)が同じものを用いて下さい。さらに、漏れ電流、容量、内部抵抗などの特性が同じものが望ましい。 漏れ電流及び容量が違っている場合には、電圧又は電流バランスが崩れて、回路的にアンバランスを生じます。この結果、一部の EDLC に過電圧又は過電流が印加され、最悪の場合には、EDLC の破損につながります。
  - ・直列接続の場合には、漏れ電流によって過電圧  $\rightarrow$  6.2.3 による。
  - ・並列接続の場合には、容量によって過電流  $\rightarrow$  **6.2.6** による。
- **a-4)** EDLC を交換時,電解液などが基板の上に付着している場合には,取り外した EDLC 及び基板双方とも使用しないで下さい。電解液が残っている場合には,回路の電極間でトラッキング又はマイグレーションを発生させるおそれがあります。また,回路パターンの腐食断線又はショートを引き起こすことがあります。
- **a-5)** EDLC を交換するときに手はんだにて取り付ける場合には、使用するはんだ、はんだを当てる個所及び時間を考慮する必要があります。 $\rightarrow$  7.5.1 による。

- 9 一般的取扱い(輸送,保管)
- 9.1 一般的取扱い1 (EDLC 単体の輸送, 保管)

#### 確認事項

- a) EDLC を輸送及び保管するときに、条件によっては性能に影響を与える場合があります。
  - $\rightarrow$  EDLC が高温高湿下の保管でないことを確認して下さい。 保管環境としては、温度 5 °C~35 °C,相対湿度 75 % 以下を推奨します。
  - → EDLC が次の耐候性環境にないことを確認して下さい。
    - ・EDLC に直接、水がかかる箇所、高温高湿になる箇所及び結露状態になる箇所
    - ・EDLC に直接、油がかかる箇所及び油成分がガス状に充満している箇所
    - ・EDLC に直接、塩水がかかる箇所及び塩分が充満している箇所
    - ・酸性の有害ガス(硫化水素, 亜硫酸, 亜硝酸, 塩素, 臭素, 臭化メチル)が充満している箇所 部品の船便輸送などで, 防虫・ねずみ対策のために, コンテナまるごとくん(燻) 蒸する場合 もこれに当ります。
    - ・アルカリ性の有害ガス (アンモニアなど) が充満している箇所
    - ・酸性及びアルカリ性溶剤がかかる箇所
  - → EDLC に振動及び衝撃がないことを確認して下さい。
  - → 逆止機能付き安全弁を有する EDLC は天地を守り、輸送、保管して下さい。

#### 解説・理由・具体例・失敗の事例

- **a-1)** 高温度下や直射日光が当るような場所で保管した場合には、温度上昇によって EDLC の容量が低下し、内部抵抗が上昇することがあります。また、漏れ電流が上昇することがあります。
  → **6.1.6** による。
- **a-2)** 長期保管によって、端子などの金属部分が酸化されて、はんだ付け性が悪くなる、及びさびが発生する場合があります。

#### 失敗の事例

EDLC を高温高湿度の環境下で保管したため、端子のはんだ付け性が低下し、工程異常として検出 された。

- **a-3)** 高湿度下の状態での保管並びに水及び塩水がかかるような場所に保管した場合には、端子などの金属部分が酸化され、はんだ付け性が悪くなる、及びさびが発生することがあります。また、EDLCの封口部に油が付着した場合は、封口部のゴム材が膨潤して、封口部の気密性が低下して寿命が短くなることがあります。
- **a-4)** EDLC の封口部に、オゾン、紫外線及び放射線が照射された場合には、封口材のゴムポリマの架橋が切断されて封口部の気密性が低下して、EDLC の寿命が短くなることがあります。 また、外装スリーブが劣化してもろくなることがあります。
- a-5) EDLC が有害ガスにさらされた場合には、EDLC 端子などの金属部分が酸化され、はんだ付け性が悪くなる、又はさびが発生することがあります。

また、ハロゲン系ガスの場合には、EDLC内にガス成分が侵入して電食することがあります。アルカリ性ガスの場合には、アルミニウムケースを腐食させることがあります。

#### 失敗の事例

EDLC を塩素、臭素が充満する環境下で保管したため、使用中に EDLC 内部に電食が発生し、特性 異常となった。

- **a-6)** EDLC の端子間に埃が溜まるとその埃が吸湿して端子にさびが発生して,実装後に電気的ショートを起こす場合があります。
- **a-7)** EDLC に規定値を超えた振動又は衝撃が加わった場合, EDLC 本体の損傷及び EDLC 内部の破損につながります。 $\rightarrow$  **6.3.1** による。
- a-8) 天地を逆にすると液漏れを起こす場合があります。
- **備考** ・長期保管の具体的な期間は、カタログ又は納入仕様書の規定に従って下さい。
  - ・保管は、常温常湿状態で、部品メーカの包装状態のままで保管することを推奨します。
  - ・周囲環境での水分、塩分、腐食性ガス及び溶剤は、6.1.5による。

# 9.2 一般的取扱い 2 (EDLC 組込み後の基板又は機器の輸送, 保管)

#### 確認事項

- a) EDLC 組込み後の基板又は機器の輸送及び保管をするときに、条件によって性能に影響を与える場合があります。
  - → 機器の保管環境としては,温度 5°C~35°C,相対湿度 75%以下を推奨します。
  - → 次の耐候性環境がないことを確認して下さい。
    - ・EDLC に直接、水がかかる箇所、高温高湿になる箇所及び結露状態になる箇所
    - ・EDLC に直接、油がかかる箇所及び油成分がガス状に充満している箇所
    - ・EDLC に直接、塩水がかかる箇所及び塩分が充満している箇所
    - ・酸性の有害ガス(硫化水素, 亜硫酸, 亜硝酸, 塩素, 臭素, 臭化メチル)が充満している箇所 EDLC を搭載した基板又は機器の船便輸送, 保守点検などで, 防虫・ねずみ対策のために, 機器又はコンテナまるごとくん(燻)蒸する場合もこれに当ります。
    - ・アルカリ性の有害ガス (アンモニアなど) が充満している箇所
    - ・酸性及びアルカリ性溶剤がかかる箇所
  - → 振動及び衝撃がないことを確認して下さい。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

- **a-1)** 高温下や直射日光が当るような場所で保管した場合には、温度上昇によって EDLC の容量が低下し、内部抵抗が上昇することがあります。また、漏れ電流が上昇することがあります。
  - → **6.1.6** による。
- **a-2)** 高湿度下での保管並びに水及び塩水がかかるような場所に保管した場合には、端子などの金属部分が酸化され、さびが発生することがあります。
  - また、EDLCの封口部に油が付着した場合は、封口部のゴム材が膨潤して、封口部の気密性が低下して寿命が短くなることがあります。
- **a-3)** EDLC の封口部に、オゾン、紫外線及び放射線が照射された場合には、封口材のゴムポリマの架橋が切断されて封口部の気密性が低下して、EDLC の寿命が短くなることがあります。 また、外装スリーブが劣化してもろくなることがあります。
- **a-4)** EDLC が有害ガスにさらされた場合には、EDLC 端子などの金属部分が酸化され、さびが発生することがあります。
  - また、ハロゲン系ガスの場合には、EDLC内にガス成分が侵入して電食することがあります。アルカリ性ガスの場合はアルミニウムケースを腐食させることがあります。

#### 失敗の事例

EDLC の組み込まれた機器を,塩素,臭素が充満する環境下で保管したため,使用中に EDLC 内部 に電食が発生して特性異常となり,機器の故障に至った。

- **a-5)** EDLC の端子間に埃が溜まるとその埃が湿気を吸収して端子にさびが発生して、実装後に電気的ショートが起こる場合があります。
- **a-6)** EDLC に規定値を超えた振動又は衝撃が加わった場合には、EDLC 本体の損傷及び EDLC 内部の破壊につながります。 $\rightarrow$  **6.3.1** による。

なお、部品を搭載した基板を重ねて輸送する場合には、振動と衝撃以外の荷重ストレスにも配慮する必要があります。  $\rightarrow$  **6.3.2** による。

- 備考 長期間, EDLC を基板に組込み後又は搭載後,長期間保管した場合には、次の対応を取って下さい。
  - ・入力電圧及び供給電流が調整できる場合には、入力電圧及び供給電流を低い値(定格の1/2 ぐらい)に設定して、慣らし動作を行って、その後、徐々に高い値に設定し、所定の機能を確認しながら動作させて下さい。
  - ・調整できない場合には、スイッチを入れてから、30分程度慣らし運転を行って所定の機能が問題ないか確認して下さい。その後、一旦スイッチを切って、本格的な運転を行って下さい。
  - ・周囲環境での水分、塩分、腐食性ガス及び溶剤は、6.1.5 及び9.1 による。

# 10 安全と環境の確認事項

#### 10.1 万一の場合

#### 確認事項

- a) 一定以上の体積を有する EDLC には、異常な圧力を逃すための圧力弁が設置されています。 → 圧力弁が作動した場合への対応を確認して下さい。
- b) 逆止機能付き圧力弁のガス排出能力を超えて破損した場合。

# 解説・理由・具体例・失敗の事例

- **a-1)** EDLC の圧力弁が作動した場合には、内部からガス(白煙)が放出されます。このガスは、水素ガス、炭酸ガス及び電解液蒸気であり、物が燃焼したときの煙ではありません。 しかし、次の対応を取って下さい。
  - ① 機器の中で、音がした及び/又は機器からガスが発生した場合には、機器の電源スイッチを切るか又は機器の電源コードのプラグをコンセントから抜いて下さい。
  - ② ガスが発生した場合には、機器に近寄らないで下さい。 EDLC から、噴出されるガスは、高温化しています。+100 ℃ を超えている場合があります。
  - ③ 窓を開けて空気を入れ替えるなどの処置を取って下さい。
- **a-2)** EDLC の圧力弁から出てくるガスの成分は、水素ガス、炭酸ガス及び電解液由来のガスの混合ガスです。使用している溶媒の中には、多量に摂取した場合には、人体に影響するものが含まれていることがありますので、無害とはいえません。次の場合には、ケアをお願いします。
  - ① EDLC の圧力弁から噴出したガスが目に入った場合には、直ちに水で目を洗い、吸い込んだ場合 にはうがいをして下さい。
  - ② EDLC の電解液は、なめたりしないで下さい。
  - ③ 電解液が皮膚に付いたときは、石鹸で洗い流して下さい。

# 失敗の事例

機器の異常に気が付き,セットを開いて顔を近づけたところ,EDLCの圧力弁が作動し,噴出した ガスが目に入ってしまった。

- **a-3)** 機器のカバーを開けないで下さい。EDLC の圧力弁が作動し、電源が入ったままの場合には、圧力 弁からガスがしばらく噴出し続けます。顔を近づけないで下さい。
- **a-4)** EDLC の圧力弁が作動している場合には、EDLC は発熱により高温状態になっています。この EDLC に触れると火傷を起こすことがあります。また、電圧が残っている場合が多いので感電する ことがありますので取扱いに注意して下さい。
- b) 逆止機能付き圧力弁の EDLC において,ガス排出能力を超えるガスが発生した場合も, **a-1)~a-4)** と同様に対応して下さい。

# 備考

# 10.2 廃棄の場合

#### 確認事項

- a) EDLC を分解すると内部電解液が飛散する場合があります。
  - → EDLCを分解しないで下さい。
- b) EDLC を廃棄する場合には制限が設けられています。
  - → EDLC を廃棄する場合は、法令又は地方公共団体などが指定する条令に従った上で、産業廃棄物 処理業者に廃棄品を渡し、焼却又は埋立て処理を行う必要があります。

### 解説・理由・具体例・失敗の事例

**a)** EDLC 内部の電解液が、飛び散って目に入ったり、直接肌に付着したりすると、痛みを伴った刺激を 受ける場合がありますので、分解はしないで下さい。

電解液が目に入ったり、吸い込んだ場合には、直ちに水で目を洗ったりうがいをして下さい。 皮膚などに付いたときは石鹸などで洗い流して下さい。

#### 失敗の事例

廃棄する EDLC を解体しようとしたときに、内部の電解液が飛散して目に入ってしまった。

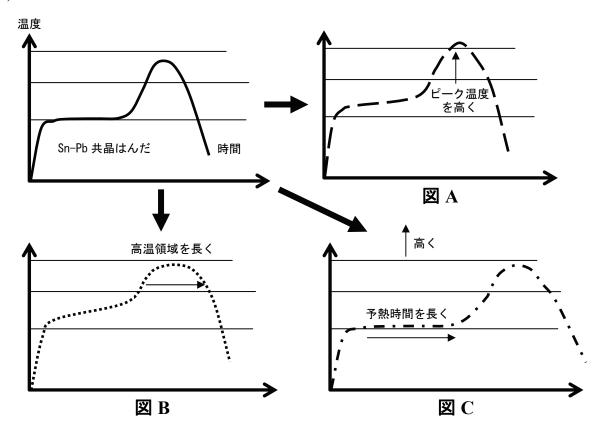
- b-1) EDLC は外装スリーブにポリ塩化ビニル (PVC) を被覆している場合があるため、焼却する場合で 外装スリーブが分離できない場合には高温焼却 (800 ℃以上) して下さい。 ポリ塩化ビニル (PVC) 被覆品を低温焼却すると、塩素ガスなどの有害ガス発生の原因となります。
- b-2) EDLC を高温焼却する場合は、焼却前に、EDLC の本体を潰すか又はケースに穴を開けて下さい。 このとき、電解液が飛散しない、又は人体に付着しないよう、保護メガネ、保護手袋などの保護具 を着用してから行って下さい。EDLC に穴を開ける目的は、焼却時における EDLC の爆発防止の ためです。

**備考 廃棄物処理法施行規則**(平成9年8月29日公布の厚生省令)では、燃焼ガスの温度が800 ℃以上の状態で2秒以上の滞留が燃焼室の要件の一つとなっています。

# 附属書 1 鉛フリーはんだの温度プロファイルについて

電子機器の基板と電子部品との接続には、はんだが使用されているが、近年、環境問題の面から、実装メーカ及び機器メーカでは、鉛フリーはんだの採用が進んでいる。はんだが、錫鉛共晶はんだから鉛フリーはんだになった場合には、はんだの融点などが高くなる。これに対応するために、実装メーカ及び機器メーカでは、温度が安定する多槽式のリフロー炉の導入が進められているが、従来設備の有効活用などの理由から、次の三つの対応も取られている。

- 1) ピーク温度を高く (**図** A)
- 2) 高温領域を長く(図B)
- 3) 予備加熱を長く及び/又は高く(図 C)



EDLC は、その他の電子部品に比べてはんだ耐熱性の面で弱いため、実装メーカ及び機器メーカから、EDLC の耐熱性を求められても、単に、ピーク温度だけで耐熱性のレベルを表現することは危険である。また、このとき、端子部(はんだ接合部)の温度か又は EDLC 本体の温度かなのかが、EDLC の耐熱性を保証する上で、重要となる。

対応方法として、必ず、部品メーカは、実装メーカ及び機器メーカに対して、温度プロファイル形(**図 A**、**図 B** 又は**図 C**) の提示をお願いし、その条件での固定条件を把握し、必要な情報を提供することが、EDLC の耐熱保証を行う上で、重要となる。

- 1) **図A**: 予備加熱の温度及び時間並びに高温領域の温度及び時間を固定した上で、ピーク温度を求める。
- 2) 図B: 予備加熱の温度及び時間並びにピーク温度を固定した上で、高温領域の温度及び間を求める。
- 3) 図 C: 高温領域の温度及び時間並びにピーク温度を固定した上で、予備加熱の温度及び時間を求める。

# 附属書 2 出力密度及びエネルギ密度について

出力密度(W/kg 又は W/L)は EDLC の一つの特徴である瞬間的に出力できる単位質量又は単位体積当たりの能力を示す尺度として例えばパワー用、ハイブリッド電気自動車用の EDLC 等で用いられる。エネルギ密度(J/kg 又は J/L)は、エネルギを貯蔵できる単位質量又は単位体積当たりの能力を示す尺度であり、例えばエネルギ貯蔵用の EDLC や二次電池と EDLC の比較等に用いられる。

- 1 出力密度について (3 i) の定義の項参照)
- **1.1 IEC 62391-2 (JIS C XXXX-2)** では**附属書 A** に出力密度について下記出力密度の算出手順に示す方法 を規定している。
- a) IEC 62391-1 (JIS C XXXX-1) の 4.6.2 (本レポート 6.2.2) の規定によって内部抵抗を測定する。
- **b)**  $U_6$ が、充電電圧の 20%  $(0.2 \times U)$  となる放電電流値 I を、次の式を用いて算出する (**図 1** 参照)。

$$I = U_6/R_d$$

ここに、 $R_d$ : 直流抵抗法によって得られる内部抵抗

c) 出力密度  $P_d$ は、次の式を用いて算出する。

$$P_{\rm d} = 1/2 \times (U - U_6 + U_{\rm e}) \times I/m$$
  
=  $(0.12 \times U^2 / R_{\rm d}) / m$ 

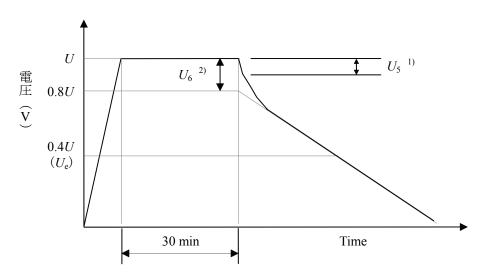
ここに、 $P_{\rm d}$ : 出力密度(W/kg 又は W/L) U: 充電電圧(V)

 $U_6$ : 降下電圧 (V), 充電電圧の 20 % (0.2U)  $U_e$ : 充電電圧 (V) の 40 % (0.4U)

*I*:上記 b) 項で算出された放電電流(A)

 $R_{\rm d}$ : 直流抵抗法によって得られた内部抵抗( $\Omega$ )

m: EDLC の質量又は体積(kg 又は L)



注 <sup>1)</sup> 降下電圧は,放電開始時に瞬間的に落下する電圧  $U_5$  ではなく,直線部分の延長線上と放電開始時の時間軸との交点から求めた降下分の電圧  $U_6$  とする。

 $^{2)}$  個別規格に放電電流 I を規定する場合には、 $U_6$ は 0.2U とは限らない。

# 図 1-EDLC 端子間の電圧特性

最大出力密度  $P_{dm}$  は、IEC 62576 (JIS D XXXX) の 4.1.4 (本レポート 6.2.2) によって求めた実測の内部 抵抗及び次の式を用いて算出する。この算出方法を、マッチドインピーダンス出力方法という。

1.2 IEC 62576 (JIS D XXXX) では、最大出力密度として下記の算出手順に示す方法を規定している。

$$P_{dm} = \frac{0.25 U_R^2}{RM}$$

ここに、P<sub>dm</sub>: EDLC の最大出力密度 (W/kg 又は W/L)

 $U_{\rm R}$ :定格電圧(V)

R : 実測の内部抵抗( $\Omega$ )

M: EDLC の質量又は体積(kg 又は L)

# 2 エネルギ密度について (3 h) の定義の項参照)

EDLC のエネルギ算出方法としては、下記の三方法がある。JEITA の中で意見がまとまりきれず規定化は今後の課題とした。

- ① EDLC の理論エネルギ量:  $1/2 \times C \times U^2$  (J) から算出する方法。
- ② 出力電力 (P) を基に  $P \times t$  (放電時間: 秒) (J) から算出する方法。
- ③ 放電電力量  $W_{\mathbf{d}} = \int I_{\mathbf{d}} U(t) dt$  (J) から算出する方法。

- (社) 電子情報技術産業協会が発行している規格類は、工業所有権(特許、実用新案など) に関する抵触の有無に関係なく制定されています。
- (社) 電子情報技術産業協会は、この規格類の内容に関する工業所有権に係る確認 について、責任はもちません。

# JEITA RCR-2370C

2008年7月発行

- 発 行 (社) 電子情報技術産業協会 電子部品部 〒101-0065 東京都千代田区西神田 3-2-1 TEL 03-5275-7262 FAX 03-5212-8122
- 印 刷 (株) オガタ印刷 〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 1-5-6 TEL 03-3264-3456

# 禁 無 断 転 載

(この規格類の全部又は一部を転載しようとする場合は,発行者の許可を得て下さい。