

10 採用電子部品について

制御回路を設計する上では、採用する電子部品によって、それ特有の問題を有しています。それらを知った上で設計するのとしないのでは、出来上がった実装設計品の出来映えに大きな差を生じます。

プリント基板を設計する立場の方を対象に考えて、各部品について簡単に説明しておきます。

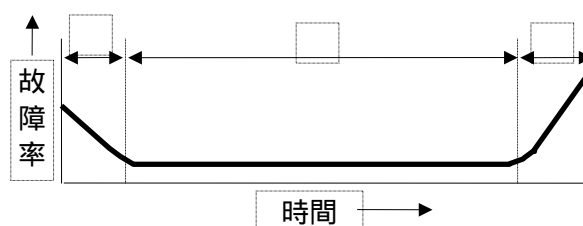
10.1 部品の種類

10.1.1 コンデンサ

10.1.1.1 電解コンデンサ

この部品は、内部に液体を有する受動素子であり、特に実装上注意を必要とする部品の一つです。それは、使用する条件によって、液漏れ、開弁、漏れ電流の増加、静電容量の減少、オープン、ショートといった現象を起こしやすく、寿命に影響を与えやすい部品なのです。

電解コンデンサの信頼性について、バスタブ曲線というものがあります。



初期故障期間：使用開始後の早い時期に設計上、製造上、使用環境の不具合等による故障期間であり、仕様を満足していれば、普通はあまり問題とならない期間といえます。むしろ部品自体の作り込み時の問題を製品仕様初期段階に発生させる故障といえます（デバッグ期間）。

偶発故障期間：使用時間に無関係に偶発的に起こりうる期間であり、半導体などの比べ比較的安定した期間です。

摩耗故障期間：特性が徐々に劣化して、ある段階にきて、かなりのスピードで故障率が高くなる期間です。特に、電解コンデンサの場合、この期間が問題となります。

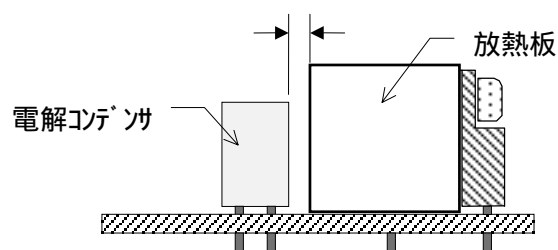
電解コンデンサの使用条件には、環境条件と電気的条件があります。環境条件には、温度、湿度、気圧、振動といったことがあります。その中でも温度は特に寿命に影響を与えます。電気的条件には、印加電圧、リップル電流、充放電条件が寿命に影響を与えます。

これらの中でも、実装設計者即ち基板設計者にとって、大きく係わってくる部分として、温度があります。

一つの例を上げて説明します。

電解コンデンサの近傍に高熱を発する放熱板を配置したために、コンデンサの使用温度範囲の規格を超えるか超えないかのところで実装したとします。

仮に、使用最高温度規格が85℃のコンデンサを採用し、放熱板や周囲の使用条件（夏場使用や実装基板内の熱の逃げ具合等の環境）によりコンデンサ外皮付近の温度が平均して60℃になっているとします。その状態で使用した時の寿命時間は次



式で表されます。

$$\text{使用上の寿命時間} = \text{保証寿命時間} \times \left(\frac{\text{定格電圧}}{\text{印加電圧}} \right) \times \left(\frac{\text{電圧加速係数}}{2} \right) \times \left(\frac{\text{素子耐用温度} - \left\{ \text{使用周囲温度} + \text{定数} \times \left(\frac{\text{印加リップル電流}}{\text{使用周囲温度で流せるリップル電流}} \right)^2 \right\}}{10} \right)^2$$

カタログに記してある値と使用時の条件を下記の通りとします。

保証寿命時間(最高使用温度 85、許容リップル電流で使用した時のメーカー保証寿命時間) : 2000 時間、定格電圧 : 160 V、印加電圧 : 100 V、電圧加速係数 (ケースの密封構造やリードの出し方によって変わるが、ゴム栓シール形の場合であれば、この係数は 0) : 1、素子耐用温度 (普通最高使用温度 + 5) : 90、使用周囲温度 : 60、定数 (素子耐用温度 - 使用周囲温度) : 30、使用周囲温度で流せるリップル電流 (許容リップル電流 { 1.2 A (85、120 Hz) } × 周波数補正係数 { 1.4 (10 KHz) } × 温度補正係数 { 1.23 (60) }) : 2.07 A、印加リップル電流 (リップル電流を多く流すと自己発熱現象により、仮に 5 上昇すると 2 倍ほど寿命短縮) : 仮に 0.2 A

$$\text{使用上の寿命時間} = 2000 \text{ H} \times \left(\frac{160 \text{ V}}{100 \text{ V}} \right) \times \left(\frac{1}{2} \right) \times \left(\frac{90 - \left\{ 60 + 30 \times \left(\frac{0.2 \text{ A}}{2.07 \text{ A}} \right)^2 \right\}}{10} \right)^2$$

上記計算から、この部品を周囲温度 60 で使用したときの寿命推定時間は、約 25,600 時間 (常時この状態で使用したとして約 3 年) になります。実際には、冬場もあり、一日の間でも回路が動作している時間数は何分の一になるため、10 年とかの寿命が考えられます。詳細には綿密な条件設定をして計算する必要があります。

簡単に、要約しますと、

- (1) 温度との関係には、アレニウス則と呼ばれる関係があり、通常周囲温度を 10 高い場所で使用すると、寿命は約 2 倍の速さで短くなります。
- (2) 劣化の現象として、静電容量の規格許容差及び損失角の正接の規格値をオーバー、漏れ電流の増大が発生します (電解液の蒸発)
- (3) リード部のネジ端子タイプ品などは、印加電圧も寿命に大きく影響します。

最後に、電解液漏れについて、簡単に記します。

電解コンデンサの基本的な構造は、陽極アルミ箔、陰極アルミ箔、電解液 (可燃性の有機溶剤を主溶媒とする導電性の液であり、実際には電解紙の形で染み込ませたものを使用)、封口材、ケースで構成されています。

アルミ箔や電解液等の材料の種類及び構造によって、寿命的に液漏れを起こす可能性を持っています。部品メーカーにおいてもいろいろと研究が進められていますが、リード端子部からの液漏れは、まだ避けられないものがあります。

従って、万が一、漏れた場合を想定して、設計時下記のことを配慮すれば、信頼度はかなりアップするでしょう。

封口材（気密性保持のためのゴム系材）の下部にできるだけパターンを配線しない。配線したとしても出来るだけ太いパターン（例えば1mm以上）で引く。また、パターン間隔をできるだけ広くとっておく。何故なら、電解液が漏れると、パターンの銅箔を腐食したり、パターンがショートしたりして、発煙、発火に至る場合があるためです。

また、パターン設計の信頼性を上げる意味で、下記のようなことにも配慮するのが望ましいです。

- （１）部品によっては、ケースが陰極端子と共通になっている場合があるため、その場合は、本体の下部にパターンを配線しない（ショートの危険がある）。
- （２）ケースの圧力弁部（万が一、過電流等でコンデンサが破損する場合の危険防止用の部分）側にパターン等を配置しない。
- （３）リフロー半田付けの加熱は、普通１回までであり、２回以上加えての使用はまずい。
- （４）基板洗浄の洗浄剤によっては、封口材等を劣化させるため、使用時注意が必要。

以上のようなことを配慮しながら部品を採用すれば、実装基板として、さらに信頼性の高いものになります。

10.2 部品の小型化

10.3 部品の複合化

10.4 部品の形状