

積層セラミックチップコンデンサの 使用上の注意事項について

京セラ株式会社
コンデンサ統括事業部

このガイドラインは、積層セラミックチップコンデンサを使用する上で安全を考慮した上手な使い方の情報を提供することによって、電子機器の安全性の向上を図る事を目的としています。
尚、このガイドラインは、適用した部品及び電子機器の製品安全を保証するものではありません。
御不明な点につきましては、弊社営業所までお問い合わせ下さい。

Table of Contents

	Page
第1章 設計上の確認事項	
1-1. 耐候性要因における確認事項	
1-1-1. 使用環境温度	P - 4
1-1-2. 温度変化によるコンデンサの特性	P - 5
1-1-3. 周囲環境での腐食性ガス及び溶剤	P - 6
1-1-4. 直射エネルギー	P - 7
1-2. 電氣的要因における確認事項	
1-2-1. 静電容量測定	P - 8
1-2-2. 印加電圧	P - 9
1-2-3. 印加電圧の種類と自己発熱温度	P - 10
1-2-4. 直流電圧特性及び交流電圧特性	P - 11
1-2-5. 静電容量の経時変化	P - 12
1-2-6. 圧電現象	P - 13
1-2-7. 交流(AC)耐電圧試験	P - 14
1-3. 機械的要因における確認事項	
1-3-1. 振動又は衝撃	P - 15
第2章 実装上の確認事項	
2-1. プリント配線板設計仕様	
2-1-1. 取付け箇所の設計(ランドパターンの設計)	P - 16, 17
2-1-2. 基板分割前の割板基板へのコンデンサ配置	P - 18, 19
2-2. 実装前の取扱い方	
2-2-1. 取り付け前の予備知識	P - 20
2-2-2. 包装・梱包部品の扱い方	P - 21
2-3. 実装上の確認事項	
2-3-1. 実装機の調整	P - 22
2-3-2. 接着剤の選定	P - 23

2-4. はんだ付け条件	
2-4-1. フラックスの選定	P - 24
2-4-2. フローはんだ付け	P - 25, 26
2-4-3. リフローはんだ付け	P - 27 ~ 30
2-4-4. はんだこてによるはんだ付け	P - 31
2-4-5. スポットヒータによるはんだ付け部の修正	P - 32, 33
2-5. 基板洗浄条件	
2-5-1. 基板洗浄	P - 34
2-5-2. 洗浄溶剤	P - 35, 36
2-6. 実装後の取扱い方	
2-6-1. 基板ひずみ量評価	P - 37, 38
2-6-2. 基板分割	P - 39
2-6-3. 機械的衝撃	P - 40
2-6-4. 基板検査	P - 41
第3章 機器稼働中の確認事項	P - 42
第4章 輸送・保管上の一般的取扱い	
4-1. 保管上の取扱い	P - 43
4-2. 輸送上の取扱い	P - 44
第5章 安全	
5-1. 安全規格	P -45, 46
5-2. 安全と環境の確認事項	P -47

第1章 設計上の確認事項

1-1. 耐候性要因における確認事項

1-1-1. 使用環境温度

1. コンデンサには、カテゴリ上限温度(最高使用温度)が設定されています。
使用温度以上の定格温度品を選定する必要があります。また、機器内の温度分布及び季節的な温度変動要因も考慮する必要があります。

1-1. 定格温度範囲を超えた場合に起きる問題

カテゴリ上限温度を超えて使用した場合は、コンデンサの絶縁抵抗が低下し、急激な電流増加及び短絡が発生する場合があります。

1-1-1. 温度上昇の要因

(1)周囲温度

- ① セット外の温度が上昇する(高い)とき。
- ② セット内の熱が蓄積し、温度が上昇する(高い)とき。
- ③ コンデンサの近くに発熱体(パワートランジスタ、正特性サーミスタ、セメント抵抗など)があり、その発熱体によってコンデンサが放射熱を受けるとき
- ④ プリント配線板のパターンなどから端子を通じて外部熱を熱伝導で受けるとき。

1-2. コンデンサの自己発熱による問題

コンデンサの表面温度は、自己発熱分を含み、カテゴリ上限温度(最高使用温度)以下にする必要があります。(第1章 1-2-3. 参照)

1-2-1. 自己発熱

- (1) リプル電流(交流成分)によってコンデンサの等価直列抵抗分で発熱するとき。

コンデンサには、損失があるので、交流電流を流すと等価直列抵抗によって自己発熱する。特に、高周波回路ではご注意ください。

- (2) 急激充放電によって、コンデンサの等価直列抵抗分で発熱するとき。

- (3) 過電圧の印加などの定格使用範囲を超えて使用されたとき。

自己発熱する回路に使用される場合は、コンデンサの表面の温度上昇が 20℃以下であることを確認し、更に表面温度がカテゴリ上限温度以下になるようにして下さい。(第1章 1-2-3 参照)

- 1-3. 高い信頼性品質が要求される機器にご使用になる場合は、事前にご相談ください。

医療機器、宇宙用機器、あるいは原子力関係機器などは、一旦故障が発生した場合には、人命に直接影響したり、あるいは社会的に甚大な損失を与える場合があります。

これらの機器に使用するコンデンサは、汎用コンデンサとは区別した高信頼性設計品が必要になります。

第1章 設計上の確認事項

1-1. 耐候性要因における確認事項

1-1-2. 温度変化によるコンデンサの特性

1. コンデンサ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の選定が必要になります。

1-1. 機器内の温度変化は、次の場合に発生します。

- (1) 季節要因がある。冬期と夏期。
- (2) 1日の中での温度変化がある。昼と夜。
- (3) 機器の稼動モードか、待機モードかで機器内の温度変化が起きる。
- (4) 外部要因によって、コンデンサ自身が発熱したり、周囲温度の部品からの放射及び端子などからの熱の伝導によって高温となる。

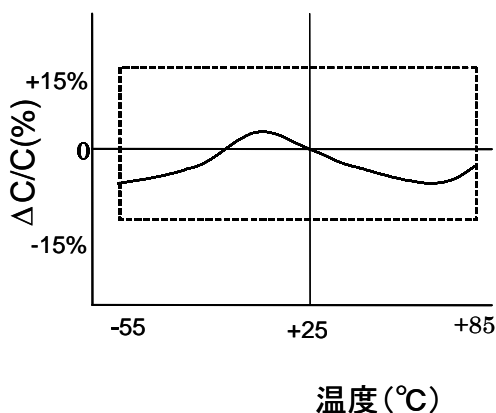
1-2. コンデンサの電気的特性は使用温度によって変化します。

- (1) 高温時： 静電容量が小さくなる。
等価直列抵抗が大きくなる。
絶縁抵抗が低くなる。
- (2) 低温時： 静電容量が小さくなる。
等価直列抵抗が大きくなる。

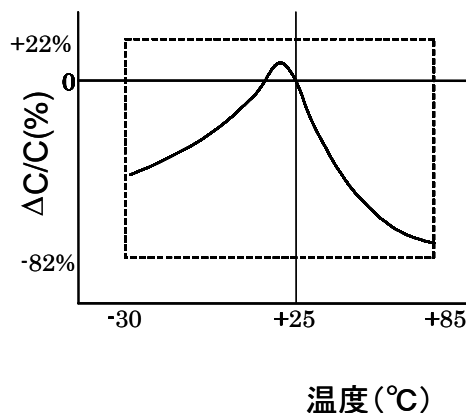
1-3. コンデンサには、温度依存性を持った比誘電率の誘電体磁器を使用しているのので、使用温度範囲が広い場合は、静電容量が大幅に変化する場合があります。
静電容量を確保するためには、次のことを推奨します。

- (1) 実動作使用温度範囲を狭めて、温度による静電容量変化率をおさえる。
- (2) 温度特性は、周囲温度が定格温度以下であっても、温度が変化すると、静電容量も変化する場合があります。したがって、時定数回路など静電容量許容範囲の狭い回路に使用される場合には、以上のことに加えて直流電圧特性や静電容量の経時変化も考慮した上で、コンデンサを選択して下さい。

静電容量温度特性 (B、X5R) の例



静電容量温度特性 (F、Y5V) の例



第1章 設計上の確認事項

1-1. 耐候性要因における確認事項

1-1-3. 周囲環境での腐食性ガス及び溶剤

1. コンデンサには、周囲環境に対して制限があります。

周囲環境要因を確認の上、場合によっては対策品を選定するか又は機器設計上での防止策を取る必要があります。

1-1. 周囲環境(耐候性)条件で使用が制限されているのは、次の場合があります。

(1) 直接、水、塩水及び油のかかる箇所。

(2) 結露状態になる箇所。

(3) 腐食性ガス(硫化水素、二酸化イオウ、塩素、アンモニアなど)が充満する箇所。

機器のメンテナンス又は機器の輸送、保管において、機器の防虫又はねずみ対策のために燻蒸する場合もこれに当たります。

1-2. コンデンサを上記のような不適切な周囲環境条件で使用するとコンデンサが劣化し、保証内容を満足することができません。

(1) 水又は塩水がかかると回路的にショートします。また、端子が腐食したり水分が内部素子への侵入によって寿命が短くなったり、コンデンサの故障となる場合があります。

(2) コンデンサの電極部又は端子部が結露すると、上記と同様の現象が発生する場合があります。

(3) 腐食性ガス(硫化水素、二酸化イオウ、塩素、アンモニアなど)や溶剤の揮発ガスに長期に晒されると、端子電極の酸化や腐食などによって特性劣化又は絶縁劣化から破壊に至る場合があります。

第1章 設計上の確認事項

1-1. 耐候性要因における確認事項

1-1-4. 直射エネルギー

1. コンデンサには、直射エネルギーに対して制限があります。

周囲環境要因を確認の上、場合によっては対策品を選定する必要があります。
日射の防止には、直射しないようにカバーなどを設置する必要があります。
詳細は弊社までお問い合わせください。

1-1. 直射エネルギーには、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。

1-2. コンデンサを使用する周囲環境条件が、不適切であるとコンデンサが劣化し、コンデンサの納入仕様書などの保証内容を満足することができません。

機器に直射日光が当たった場合は、機器内の温度が上昇し、コンデンサも温度上昇することになり寿命が短くなる場合があります。

(第1章 1-1-1. と 1-1-3.参照)

第1章 設計上の確認事項

1-2. 電氣的要因における確認事項

1-2-1. 静電容量測定

1. 静電容量は、カタログ又は納入仕様書に規定の電圧と周波数で測定してください。
- 1-1. 静電容量測定の際は、カタログ又は納入仕様書に規定の条件で測定して下さい。

下記に静電容量の測定条件の例を示します。

種類	定格静電容量	測定周波数	測定電圧 Vr.m.s.
種類1	$C_R \leq 1000\text{pF}$	1 MHz $\pm 10\%$	0.5 to 5.0
	$C_R > 1000\text{pF}$	1 kHz $\pm 10\%$	
種類2	$C_R \leq 10\mu\text{F}$	1 kHz $\pm 10\%$	1.0 ± 0.2
	$C_R > 10\mu\text{F}$	120Hz $\pm 10\%$	0.5 ± 0.2

出典：JIS C 5101-21/22

種類1：温度補償用コンデンサ（CH, CG, COG, NPO）

種類2：高誘電率系コンデンサ（B, X5R, X7R, W5R, F, Y5V）

2. 測定器によって、静電容量の大きいコンデンサの場合、コンデンサに測定時の電圧がかからなくなり静電容量が低下することがあります。
測定器にALC (Auto Level Control) 回路のような機能があるか確認が必要になります。
- 2-1. 測定器によって静電容量が異なる原因の多くは、同じ測定電圧を設定しても、コンデンサに実際に加わっている電圧が測定器によって異なることから発生します。
測定するコンデンサの静電容量が大きいほどコンデンサのインピーダンスが小さくなるので、測定器の出力抵抗との分圧による電圧降下の影響が無視できなくなります。
静電容量の大きいコンデンサの静電容量測定に際しては、コンデンサに加わる電圧値を自動的に設定した測定電圧と同等にするための機能が付いている測定器を使用して測定することを推奨します。
また、上記の機能回路がない測定器の場合は、テスターなどによって測定電圧の確認をし、測定電圧の調整を行うことを推奨します。

第1章 設計上の確認事項

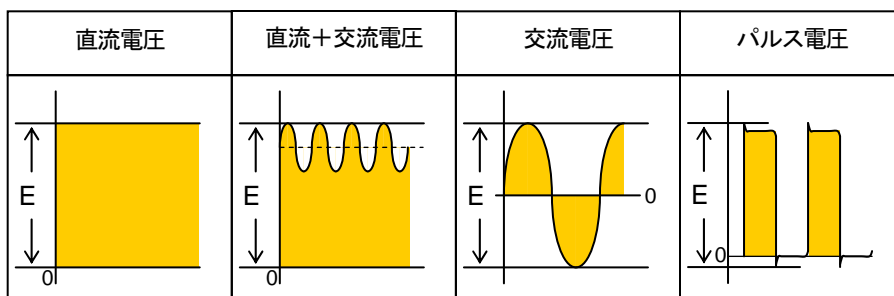
1-2. 電氣的要因における確認事項

1-2-2. 印加電圧

1. コンデンサに印加される電圧は、仕様書の定格電圧以下で使用してください。

直流電圧に交流成分が重畳されている場合は、尖頭電圧の和（Zero-to-peak 電圧）を定格電圧以下にして下さい。交流電圧又はパルス電圧の場合は、尖頭電圧の和（Peak-to-peak 電圧）を定格電圧以下にして下さい。

1-1. コンデンサに過電圧が印加されると、誘電体の絶縁破壊による電氣的ショートが発生する場合があります。なお、不具合に至るまでの時間は、印加電圧及び周囲温度によって異なります。



注： E：最大可能印加電圧＝DC定格電圧

1-2. 機器の通常の使用状態における印加電圧の他に、異常電圧（サージ電圧、静電気、スイッチON-OFF時のパルスなど）の印加の可能性についても確認し、定格電圧以下にして下さい。

2. 直流定格電圧品については、定格電圧以下でも、非常に立ち上がりの早いパルス電圧又は高周波の交流電圧で使用する場合には、コンデンサの信頼性に影響のある場合があります。（第1章 1-2-3. 参照）

第1章 設計上の確認事項

1-2. 電氣的要因における確認事項

1-2-3. 印加電圧の種類と自己発熱温度

1. 交流やパルス電圧が連続印加され、コンデンサに大きな電流が流れるような使用条件かを確認する必要があります。
直流定格電圧品を交流電圧回路又はパルス電圧回路で使用する場合は、自己発熱を確認する必要があります。

- 1-1. 一般のコンデンサは、直流用として設計されており、交流やパルス電圧の印加される回路では、電流の値が大きく、自己発熱によりショートする場合があります。

(1) 種類2のコンデンサの温度上昇は20℃以下にする必要があります。

(2) 種類1のコンデンサの場合は、誘電体材料により温度上昇値の限界が異なる場合がありますので、詳細は弊社までお問い合わせください。

注： 種類 1、及び種類 2 につきましては、P.5 或いは P.8 をご参照ください。

- 1-2. 定格電圧以下でも、非常に立ち上がりの早いパルス電圧や、高周波の交流電圧で使用する場合には、コンデンサの信頼性に影響のある場合があります。

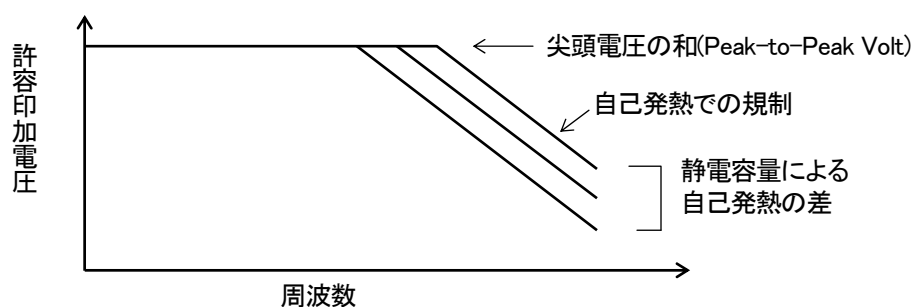
- 1-3. コンデンサに交流電圧又はパルス電圧を印加すると、定格電圧以下でもコンデンサに交流電流又はパルス電流が流れてコンデンサ自身の損失成分(抵抗成分)によって発熱します。
このコンデンサの発熱は、主に誘電体自身の損失又は電極と誘電体との接合部分で発生しますが、この発熱温度並びにこのような発熱を生じる電流によって絶縁の劣化又は電極の損傷を誘発します。
自己発熱が 20℃以下程度の発熱になる電流ではコンデンサの劣化はほとんど発生しませんが、20℃を超えるような高い温度になる大きな電流の場合には、上記の劣化が加速され、焼損の原因となる場合があります。

- 1-4. コンデンサの表面温度は、自己発熱による温度上昇分も含みカテゴリ上限温度以下になるように確認する必要があります。

自己発熱温度はコンデンサの誘電体材料、静電容量、印加電圧、周波数、電圧波形などによって異なります。また、コンデンサの形状、機器への取り付け方法、並びに周囲温度 などによっても放熱の違いによって表面温度が変わります。特に、周囲温度が高いと同じ電圧条件でも放熱が増加し見かけ上の発熱温度(表面温度と周囲温度の差)は低下するので、自己発熱温度の確認は室温(25℃)で行うか又は周囲温度による発熱許容温度の換算によって判断して下さい。

コンデンサに印加できる電圧と周波数の関係は、一般には低い周波数域では尖頭電圧値で規制され、高い周波数域では自己発熱温度で規制されます。(下図参照)

実際の使用回路条件は各種の電圧波形があり、すべての条件下でこのようなデータを準備するのは困難なため、個別にお問い合わせるか又は実際の使用機器による自己発熱温度の確認をして下さい。



第1章 設計上の確認事項

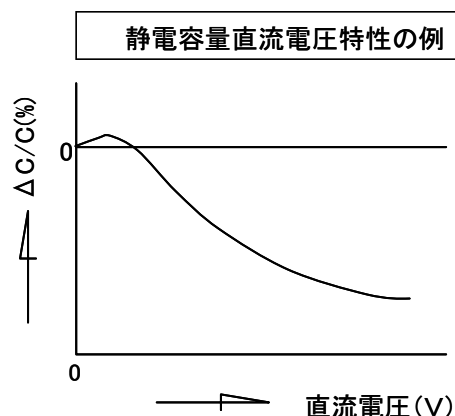
1-2. 電氣的要因における確認事項

1-2-4. 直流電圧特性及び交流電圧特性

1. コンデンサは、直流電圧印加によって静電容量が変化します。
機器内の電圧印加要因を確認し、電圧変化に見合った定格などの選定が必要になります。
使用前には、この直流電圧特性を考慮して、コンデンサを選定する必要があります。

- 1-1 コンデンサには、電圧依存性を持った比誘電率の誘電体磁器を使用しているため、直流印加電圧が高い場合は、静電容量が大幅に変化する場合がありますので、静電容量を確保するためには、次のことを確認して下さい。

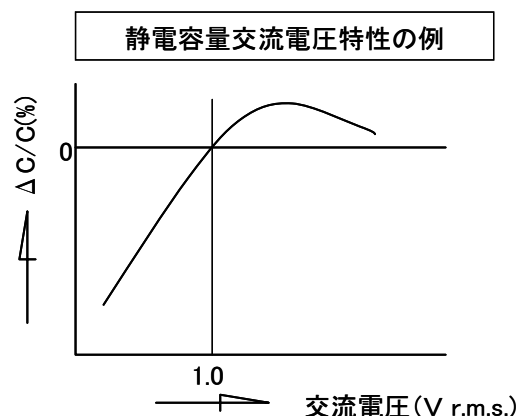
- (1) 印加電圧による静電容量変化が許容範囲にあるか又は制限されない用途であるか確認して下さい。
- (2) 直流電圧特性は、印加電圧が定格電圧以下であっても、電圧が高くなるにつれ、静電容量の変化率も大きく(減少)なります。したがって、時定数回路など静電容量許容範囲の狭い回路に使用される場合には、以上のことに加えて静電容量経時変化特性も考慮した上で、更に印加電圧を低くすることを推奨します。



2. コンデンサは、印加される交流電圧によって静電容量が変化します。
交流回路に使用される場合は、静電容量又は電圧-電流特性の確認が必要になります。

- 2-1. コンデンサには、電圧依存性を持った比誘電率の誘電体磁器を使用しているため、印加する交流電圧によって、静電容量が変化する場合がありますので、静電容量を確保するためには、次のことを確認して下さい。

- (1) 印加電圧による静電容量変化が許容範囲にあるか又は制限されない用途であるか確認して下さい。
- (2) カタログ又は納入仕様書に規定しているコンデンサの静電容量の測定条件を確認して下さい。
定格静電容量と使用時の静電容量が異なる場合があります。



備考 静電容量の測定については、第1章 1.2.1.による。

第1章 設計上の確認事項

1-2. 電氣的要因における確認事項

1-2-5. 静電容量の経時変化

1. コンデンサには、静電容量の経時変化(エージング特性)があります。
時定数回路などには、使用できない場合がありますのでお問い合わせ下さい。

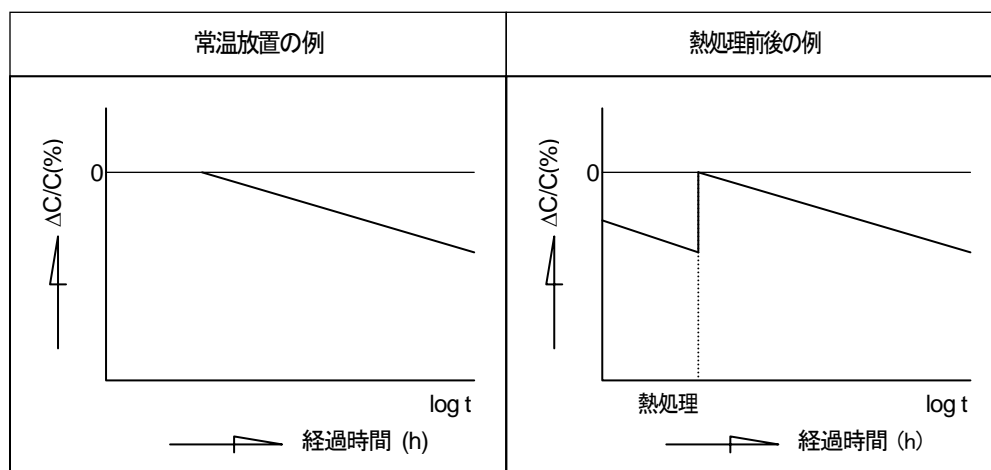
- 1-1. 高誘電率系の誘電体磁器は、無負荷で常温中に放置した場合、対数時間に対してほぼ直線的に静電容量が減少していく傾向を示します。これは、誘電体磁器がより安定したエネルギー状態に移行するための現象であり、なくすことができない特性であります。したがって、時定数回路などに使用する場合は静電容量経時変化を考慮した上でご使用下さい。

コンデンサの磁器誘電体は、強誘電体特性をもち、キュリー温度特性を示します。このキュリー温度以上では、立方晶形構造を示し、キュリー温度以下では非対称結晶構造となります。単結晶ではこの晶形の移行が急激であるのに対し、実際の誘電体では、一定温度範囲内でゆるやかに移行し、それは、各晶形での静電容量対温度カーブの各ピーク値と関連しています。

熱振動の影響で結晶体にとじ込められたイオンは、誘電体が、キュリー温度以下に冷却されると、長時間継続的により低いポテンシャルエネルギーに移行しようとし、静電容量のエージング現象は、このようにして起こり、これによってコンデンサの静電容量が連続的に減少します。しかしながら、コンデンサは、キュリー温度以上で熱せられれば脱エージングが起こり、エージングで失われた静電容量が回復します。そしてコンデンサが再び冷やされたときからエージングが再び始まります。

これは、磁器誘電体がより安定したエネルギー状態に移行するための現象であり、なくすことができない特性です。したがって、時定数回路など静電容量許容範囲の狭いものが要求される回路に使用する場合は静電容量経時変化を考慮した上で使用して下さい。

ただし、この経時変化は、誘電体磁器のキュリー点以上の温度(125°C)が加わることによって、元の状態に回復する場合がありますので、はんだ付け後又ははんだこて修正直後の取扱いには注意して下さい。



第1章 設計上の確認事項

1-2. 電氣的要因における確認事項

1-2-6. 圧電現象

1. コンデンサには電気エネルギーを機械エネルギーに、又はその逆に変換する圧電現象を示すものがあります。
 - 1-1. コンデンサに特定周波数の信号が印加されるとコンデンサの寸法で決まる固有振動数が共振してノイズや音が発生することがあります。
 - 1-2. コンデンサに振動や衝撃を加えると、機械力が電気信号に変換されノイズの発生につながる場合があります。
(特に、アンプ部付近での使用には注意が必要です。)
対策としては、コンデンサの誘電体材料を圧電現象のない(又は小さい)低損失のものとするか又は温度補償用のコンデンサへ変更する方法もあります。また、コンデンサのサイズを変更することも有効な方法です。
 - 1-3. うなり音が発生した場合
製品性能、信頼性上は問題ありませんが、気になる現象です。
ただし、ノイズの発生につながる場合もありますので、機器動作での確認をして下さい。
2. 対策としては、上記 1 や 1-1-1 に示すようなコンデンサの形状、大きさ、特性などの異なるコンデンサへの変更が有効です。
また、コンデンサの使用材料を圧電現象のない(又は小さい)低損失材料使用品又は温度補償用のコンデンサへ変更する方法もあります。
その他に、プリント配線板などの筐体との共振を抑えるためコンデンサの取付け方向を変えるか又はプリント配線板などの筐体と接着剤でコンデンサを固定する方法も有効な場合があります。

第1章 設計上の確認事項

1-2. 電氣的要因における確認事項

1-2-7. 交流(AC)耐電圧試験

1. 交流1次側電磁障害防止用として使用されるコンデンサの交流(AC)耐電圧試験では、試験条件(電圧、時間、波形)が規定されています。

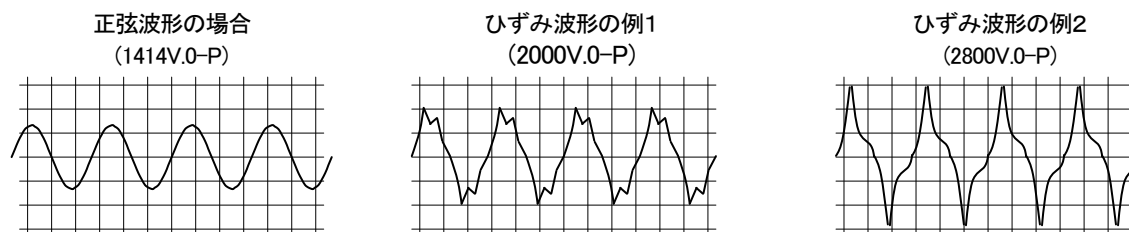
1-1. コンデンサの受入れ検査及び(又は)使用機器の組立て工程でAC耐電圧試験を行う場合は、試験条件(電圧、時間、波形)が規定された範囲であることを確認して下さい。

規定された電圧及び(又は)試験時間を超えると、耐電圧不良になる場合があります。

1-2. 交流耐電圧試験を行なう場合は、規定された電圧波形であることを確認して下さい。

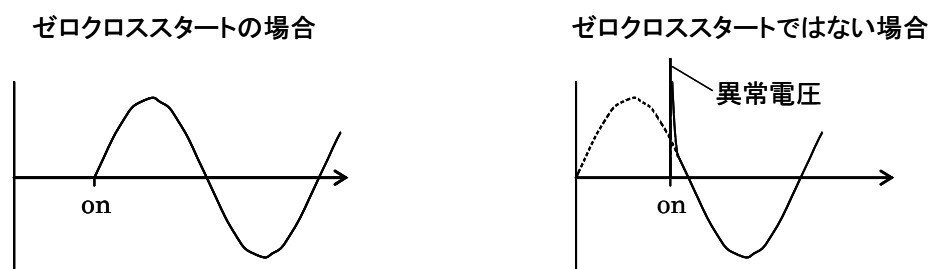
特に正弦波形での規定の場合に、規定の実効電圧値の $\sqrt{2}$ 倍以上の波高値が印加されないようにして下さい。コンデンサの誘電体材料又は耐電圧試験器によっては印加電圧波形がひずみ、試験器に表示された実効電圧値の $\sqrt{2}$ 倍以上の波高値が印加される場合があります。

次に 1000Vrms の正弦波電圧に対して波形がひずむ例を示します



1-3. 交流耐電圧試験での規定の電圧を印加する場合は、コンデンサの端子と試験器を確実に接続した後、規定の電圧をゼロクロススタートで印加して下さい。

接続が不完全で火花放電が発生したり、ゼロクロススタート方式でない試験装置で電圧を印加した場合には規定の試験電圧を超える異常電圧が発生する場合があります。



第1章 設計上の確認事項

1.3. 機械的要因における確認事項

1-3-1. 振動又は衝撃

1. コンデンサには、使用環境での機械的ストレス(振動, 衝撃)が規定されています。

振動又は衝撃の種類若しくはそのレベル又は共振の発生有無の確認が必要になります。

1-1. 振動及び衝撃の使用条件がコンデンサのカタログ又は納入仕様書に規定の条件を超えるときは、その条件を提示の上、確認をして下さい。条件によって、使用者側で本体を固定するなどの対策をして下さい。

コンデンサに過度の機械的衝撃又は振動が加わった場合、コンデンサの本体はセラミックスなので、直接機械的衝撃が加わると、コンデンサに破損又はクラックが発生する場合があります。

1-2. 振動又は衝撃が加わる場合

- (1) 悪路での機器輸送の振動及び衝撃。
- (2) 搬入又は搬出での取扱い上での衝撃。
- (3) 海路輸送での嵐のとき。
- (4) ロケットなどの発射時又は着陸時の振動及び衝撃。

1-3. 落下したコンデンサは、既に品質が損なわれている場合が多く、故障危険率が高くなる場合がありますので、落下したコンデンサは使用しないで下さい。

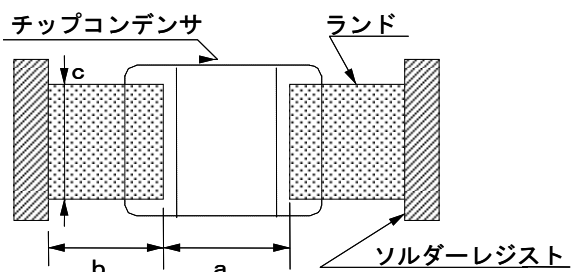
第2章 実装上の確認事項

2-1. プリント配線板設計仕様 以下、プリント配線板を基板という。

2-1-1. 取付け箇所の設計(ランドパターン設計)

1. コンデンサを基板に取り付ける際、使用するはんだ量(フィレットの大きさ)は、取付け後のコンデンサに直接的な影響を与えるので、十分な配慮が必要になります。
適正はんだ量の確保のため、ランドパターン寸法が適正かを確認する必要があります。
- 1-1. はんだ量が多くなる程素子に加わるストレスも大きくなりコンデンサの割れなどの原因になるので基板のランド設計に際しては、はんだ量が適正になるように形状及び寸法を設定する必要があります。
はんだ量が過少になると、端子電極固着力が不足し、コンデンサの脱落の原因になり、回路の信頼性に影響を及ぼす場合もあります。
- 1-1-1. はんだ量が過多にならないような推奨ランドパターン寸法を次に示します。

[代表サイズの推奨ランドパターン寸法]



(単位: mm)

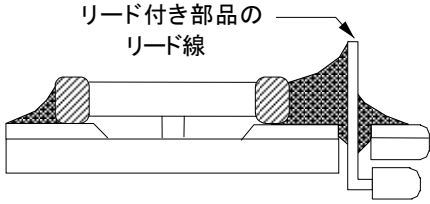
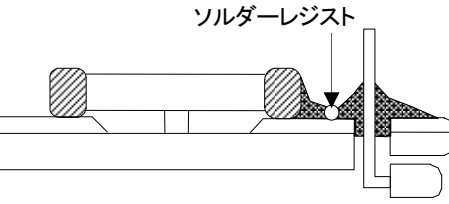
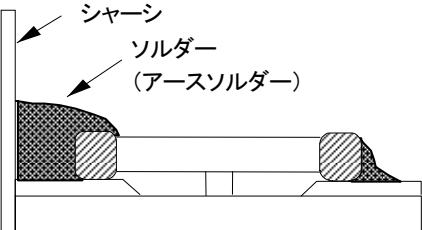
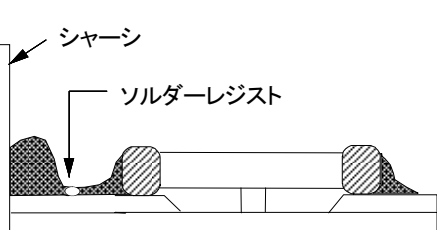
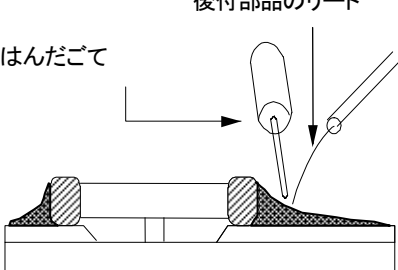
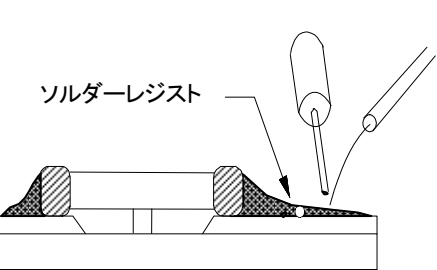
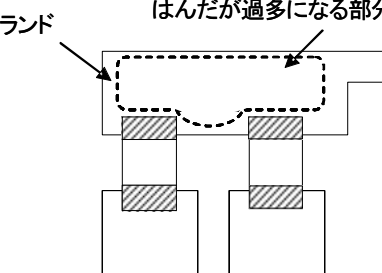
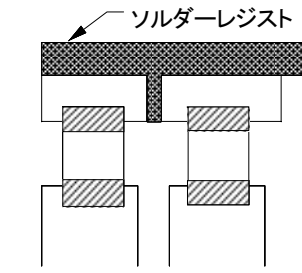
Code Size	a	b	c
0603 (03)	0.20 ~ 0.30	0.25 ~ 0.35	0.30 ~ 0.40
1005 (05)	0.30 ~ 0.50	0.35 ~ 0.45	0.40 ~ 0.60
1608 (105)	0.70 ~ 1.00	0.80 ~ 1.00	0.60 ~ 0.80
2012 (21)	1.00 ~ 1.30	1.00 ~ 1.20	0.80 ~ 1.10
3216 (316)	2.10 ~ 2.50	1.10 ~ 1.30	1.00 ~ 1.30
3225 (32)	2.10 ~ 2.50	1.10 ~ 1.30	1.90 ~ 2.30
4520 (42)	2.50 ~ 3.20 ⁽¹⁾	1.80 ~ 2.30	1.50 ~ 1.80
4532 (43)	2.50 ~ 3.20	1.80 ~ 2.30	2.60 ~ 3.00
5750 (55)	4.20 ~ 4.70	2.00 ~ 2.50	4.20 ~ 4.70

注⁽¹⁾ IEC 60950 のように機器の安全規格で基礎絶縁の沿面距離が 2.5mm 以上必要な場合があります。そのため、安全規格認定品の場合の a 寸法は 3.0~3.5mm を推奨します。
また、安全規格認定品の場合、ランド間にスリットを入れたり、洗浄するなどの沿面放電に対する配慮をして下さい。

1-2. 共通ランドに2個以上の部品を取り付ける場合は、ソルダーレジストでそれぞれの部品用の専用ランドになるよう分離する必要があります。

下記に避けたい事例及び推奨事例を示します。

1-2-1. 避けたい事例及び推奨事例

項目	避けたい事例	パターン分割による改善事例
リード付部分との混載		
シャーシ近辺への配慮		
リード付き部品の後付け		
横置き配置 ⁽¹⁾		

注⁽¹⁾ 横並びに取り付けるコンデンサがランドを共有する場合、レジストによってははんだ量過多にならないランドパターンにして下さい。

第2章 実装上の確認事項

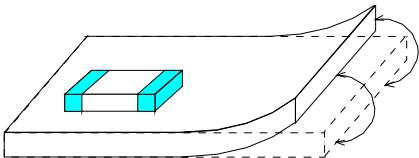
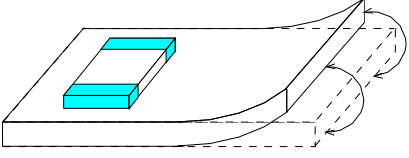
2-1. プリント配線板設計仕様

2-1-2. 基板分割前の割板基板へのコンデンサ配置

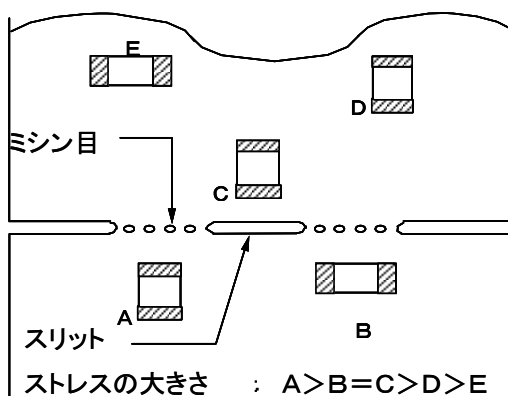
1. コンデンサを基板にはんだ付けした後の工程（基板カット・ブレイク、ボードチェッカー、部品取付け、シャーシへの取付け、リフロー後の基板の裏面をフローはんだ付けするときなど）又は取扱い中に基板が曲がると、コンデンサに割れが発生することがあります。

コンデンサを基板にはんだ付けした後の工程又は取扱い中に基板が曲がると、コンデンサに割れが発生することがあるので基板のたわみに対して極力ストレスの加わらないようにコンデンサ配置を確認する必要があります。

- 1-1. 基板のそりやたわみに対して極力機械的ストレスが加わらないようなコンデンサ配置の推奨例を、次に示します。

項目	避けたい事例	推奨事例
基板のそり		 (ストレスの作用する方向に対して横向き部品を配置して下さい。)

- 1-2. カットライン近傍では、コンデンサの取付け位置によって機械的ストレスが変化するので、次の図を参考にして下さい。

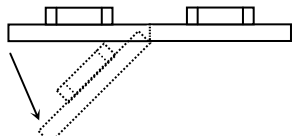
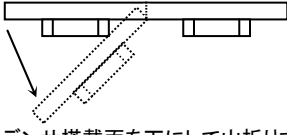
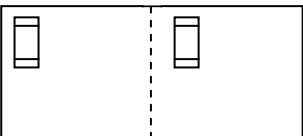
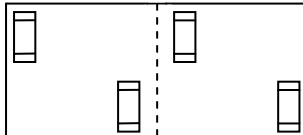
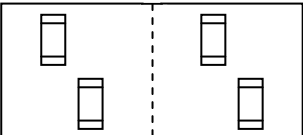


- 1-3. 基板分割時に、コンデンサに受ける機械的ストレスの大きさは、プッシュバック<スリット<V溝<ミシン目の順になるので、コンデンサの配置と同時に分割方法も考慮して下さい。

2. 多面取り基板の切り離し

多面取り基板は、はんだ付けの際、個々の単位基板に切り離されるが、その際基板に過剰なたわみ応力が加わると、コンデンサにクラックが発生する恐れがあります。次の図を参照の上、切り離し時の応力抑制に十分な配慮をして下さい。

基板切り離し時のたわみ応力とコンデンサ配置

ポイント	避けていただきたい配置	推奨配置
コンデンサ搭載面と折り曲げ方向	 <p>コンデンサ搭載面を上にして山折する</p>	 <p>コンデンサ搭載面を下にして山折りする</p>
コンデンサの向き	 <p>カットラインに対して垂直に装着</p>	 <p>カットラインに対して平行に装着</p>
カットライン（スリット）からの距離	 <p>カットライン近傍に装着</p>	 <p>単位基板の中央部に装着</p>

第2章 実装上の確認事項

2-2. 実装前の取扱い方

2-2-1. 取り付け前の予備知識

1. 機器に組み込んだコンデンサを取り外して、再使用することはできません

一度機器に取り付けて使用したコンデンサは、熱的・電氣的ストレスを受けているので、再使用するとその後の品質に影響する場合があります。

2. コンデンサは、印加される電圧によって静電容量が変化するため、使用する直流、交流電圧によって静電容量の確認が必要になります。

コンデンサには、電圧依存性を持った比誘電率の誘電体磁器を使用しているため、印加する電圧によって静電容量が変化する場合があるので、静電容量を確保するためには、次のことを確認して下さい。

- (1) 印加電圧による静電容量変化が許容範囲にあるか、又は制限されない用途であるか確認して下さい。
- (2) カタログ又は納入仕様書に規定しているコンデンサの静電容量測定条件を確認して下さい。
定格静電容量と使用時の静電容量が異なる場合があります。(第1章 1-2-1, 1-2-4 参照)

3. コンデンサに過度な機械的衝撃が加わるか確認が必要になります。
落下したコンデンサは、既に品質が損なわれている場合が多く、故障危険率が高くなる場合があります。落下したコンデンサは使用しないで下さい。

4. コンデンサの静電容量、定格電圧、特性などを確認してから取り付ける必要があります。
コンデンサの定格や特性を間違えて取り付けると、コンデンサは所定の性能を保持できません。

5. 長期保管したコンデンサは、はんだ付け性を確認の上、使用する必要があります。
表面実装形コンデンサは、極力6ヶ月以内に使用してください。

6. 高誘電率系コンデンサの場合は、長期放置した時に、経時変化により静電容量が低下することがあります。
静電容量を確認する前に熱処理をして下さい。(第1章 1-2-5 参照)

第2章 実装上の確認事項

2-2. 実装前の取扱い方

2-2-2. 包装・梱包部品の扱い方

1. 実装前の包装部品は、保管周囲環境や保管期間に制限があります。
 - 1-1. 実装前の包装部品を高温高湿中の保管や長期間にわたり保管すると、コンデンサそのものだけでなく、テーピングなどの包装材の性能劣化を起し、搬送時又は実装時の部品脱落、装着エラーなどの原因になる場合があります。(第4章 4-1 参照)
 2. テーピングで納入したコンデンサは、テーピング包装品に適した実装方法で実装されるようになっているので、バルクへの転用によるバルク実装を行った場合、コンデンサの品質劣化だけでなく、装着稼働率の低下や実装機自体の故障にもなる場合があります。
また、テーピング品はバルク実装の寸法精度に適合しない場合があります。
したがって、コンデンサを他の実装方式への転用はしないで下さい。
3. バルクケースの取扱いについての確認事項
 - 3-1. ケース内に部品が残っている場合はできるだけ振動等はさけてください。
部品のカケ・ワレ等の原因となります。
 - 3-2. 生産に使用しないバルクフィーダ

生産に使用しないバルクフィーダをフィーダテーブルに搭載したままにしないで下さい。
生産に使用しないバルクフィーダをフィーダテーブルに搭載したままにすると、フィーダテーブル移動によって、バルクフィーダ内のコンデンサ自体が激しく揺さぶられコンデンサの変色(黒色化現象)が進行し、はんだ付け性劣化になる場合があります。
 - 3-3. 一回の部品供給数量

部品供給数量が多量になると、部品整列時のホッパー上下運動によってコンデンサ同士が磨耗が激しくなり、はんだ付け性劣化やコンデンサの割れ、欠けなどの品質劣化の原因になります。
一回の部品供給数量は、標準バルクケース(EIAJ ET-7201A)で1ケース以内として下さい。
 - 3-4. バルクフィーダ内の部品残留

バルクフィーダ内にコンデンサが残っている場合、継ぎ足し供給により新旧ロットの混入になります。
最後まで使い切れないフィーダ方式の場合、部品貯留部にコンデンサが残っていないか確認して下さい。
バルクフィーダ内の部品貯留部にコンデンサが残っているにも係わらず、継ぎ足し供給すると新旧 ロットの混入や残留部品のダメージの蓄積となり品質劣化の原因になります。
 - 3-5. バルクフィーダの汚れ

バルクフィーダの部品搬送経路の汚れを確認して下さい。
汚れは、部品供給不足を起し、装着機の稼働率を低下させます。
バルクフィーダの部品搬送経路が汚れた場合、部品供給不足を起し、装着機の稼働率を低下させます。また、バルクフィーダ自身の故障の原因になる場合もあります。
4. バルクケース関連規格

・EIAJ ET-7201A 表面実装部品用リユースバルクケース

第2章 実装上の確認事項

2-3. 実装時の取扱い方

2-3-1. 実装機の調整

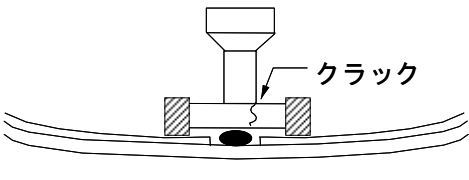
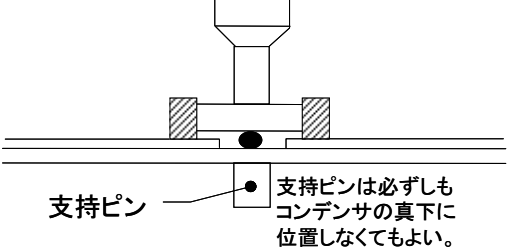
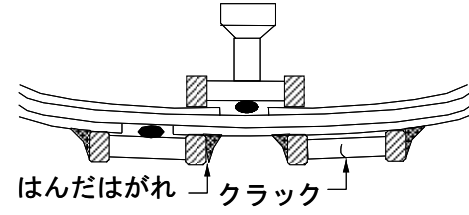
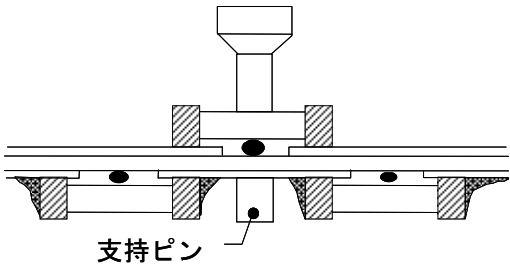
1. コンデンサを基板に実装する場合は、コンデンサ本体に実装時の吸着ノズルの圧力や位置ずれ、位置決め時の機械的衝撃や応力などの過度の衝撃荷重が加わらないように確認する必要があります。

1-1. 吸着ノズルの下死点が低すぎる場合は、実装時、コンデンサに過大な力が加わり、割れの原因となるので、次のことを参考に使用して下さい。

(1) 吸着ノズルの下死点は、基板のそりを矯正して、基板上面に設定し調整して下さい。

(2) 実装時のノズル圧力は、静荷重で1N～3N以下として下さい。

(3) 両面実装の場合は、吸着ノズルの衝撃を極力小さくするために、基板裏面に支持ピンをあてがい、基板のたわみを押さえて下さい。その代表例を次に示します。

	避けたい事例	推奨事例
片面実装		
両面実装		

2. 実装機の保守及び点検は定期的に行う必要があります。

2-1. 位置決め爪が磨耗してくると位置決めの際、コンデンサに加わる機械的衝撃が局部的に加わり、コンデンサが欠けたり、クラックが発生する場合がありますので、位置決め爪の閉じ切り寸法を管理し、位置決め爪の保守及び点検又は交換を定期的に行って下さい。

第2章 実装上の確認事項

2-3. 実装時の取扱い方

2-3-2. 接着剤の選定

1. コンデンサをはんだ付けする前に、接着剤でコンデンサを基板に仮固定する場合は、ランドパターン寸法、接着剤の種類、塗布量、接触面積、硬化温度、硬化時間などが適正でないと、コンデンサの特性劣化につながる場合があるので、コンデンサに適した条件を確認する必要があります。

1-1. 接着剤の種類によっては、絶縁抵抗の低下がある。また、コンデンサと接着剤の収縮率の違いから、コンデンサに収縮応力が加わり、クラックが発生する場合があります。接着剤の量が少なかったり、接触面積が小さかったり、硬化温度又は硬化時間が不十分であった場合には、十分な接着強度を得られず、運搬やはんだ付け時にコンデンサの脱落が発生する場合があります。接着剤が多すぎる場合、ランドへのはみ出しにより、はんだ付け不良が発生したり、電氣的接続が得られなくなったり硬化不足やコンデンサ実装後の位置ずれの原因になる場合があります。また、硬化温度が過度に高く、時間が長くなると接着強度が低下するだけでなく、コンデンサの端子電極や基板のランド表面に影響を与え、はんだ付け性を悪化させる場合があります。

1-1-1. 接着剤の選定

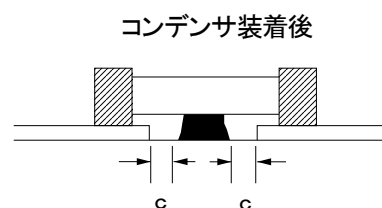
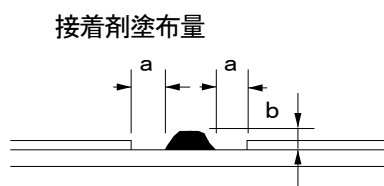
次の点を考慮して適正な接着剤を選定して下さい。

- (1) 実装工程中に部品の落下やズレが生じないように十分な接着強度を有すること。
- (2) はんだ付け時の温度にさらされても接着強度が低下しないこと。
- (3) 塗布、保形性が良いこと。
- (4) ポットライフが長いこと。
- (5) 短時間で硬化すること。
- (6) コンデンサの外装材や基板などに対して腐食性がないこと。
- (7) 絶縁性が良いこと。
- (8) 有害なガスの発生など、人体に影響を及ぼさないこと。
- (9) ハロゲン化合物を含まないこと

1-1-2. 接着剤の塗布量は、次の図を目安に塗布して下さい。

推奨条件：2012(21)/3216(316) の例

記号	推奨値
a	Minimum 0.2mm
b	70 μ m ~ 100 μ m
c	パターンに接触しないこと



第2章 実装上の確認事項

2-4. はんだ付け条件

2-4-1. フラックスの選定

1. フラックスはコンデンサの性能に重要な影響を及ぼす場合があるので、使用する前に次のことを確認する必要があります。

1-1. フラックス塗布量

- 1-1-1 コンデンサを基板にはんだ付けする際のフラックスは、必要最小限の量を薄く均一に塗布して下さい。
フローはんだ付け時には、はんだ付け性を良くするためにフラックスを塗布しますが、このフラックス塗布量が多い場合、フローはんだ付け時にフラックスガスが多量に発生し、はんだ付け性を阻害する場合があります。
フラックス塗布量を最小限にするために、発泡方式を推奨します。

1-2. 塩素含有量

- 1-2-1. 酸性の強いものは使用しないで下さい。
フラックスはハロゲン系物質含有量が0.1wt%(塩素換算)以下のものを使用して下さい。フラックスの活性化のために添加されているハロゲン系物質含有量が多いとき又は酸性の強いものを使用すると、はんだ付け後の残さが多くなり、リード線、端子電極の腐食やコンデンサ表面の絶縁抵抗低下の原因となる場合があります。

1-3. フラックスの種類

- 1-3-1. 水溶性フラックスを使用される場合は、十分な洗浄を行って下さい。
水溶性フラックスは、洗浄不足によりコンデンサ表面の絶縁抵抗を低下させる場合があります。
水溶性フラックスの残さは、湿気にも溶けやすい性質があり湿度の高い場合にはコンデンサ表面に付着した残さによって絶縁抵抗が低下し、信頼性に悪影響を及ぼす場合があるので、水溶性フラックスの選択の際は、洗浄方式や装置の能力などを十分に考慮して下さい。
また、洗浄、すすぎなどに水や温水を使用した場合、乾燥が不十分であると基板とコンデンサの間などに水滴が残り、マイグレーションが発生する原因になる場合があります。乾燥には十分な配慮が必要になります。
2. Sn-Zn系はんだは実装温度の低温化という観点では優れたはんだではありますが、耐湿度という観点では決して高信頼性のはんだではありません。また、積層セラミックコンデンサにおいては、絶縁抵抗劣化につながる可能性があります。Sn-Zn系のはんだをご使用になる前に必ず弊社までお問い合わせください。

第2章 実装上の確認事項

2-4. はんだ付け条件

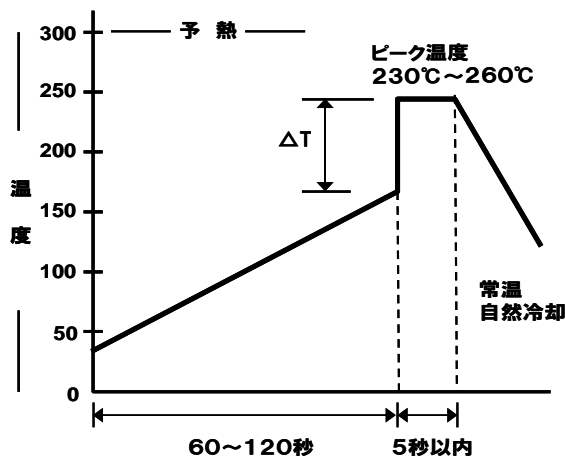
2-4-2. フローはんだ付け

1. はんだ付け条件(予熱温度, はんだ付け温度及びそれらの時間)は, カタログ又は納入仕様書に規定された推奨条件で使用して下さい。

1-1. カタログ及び納入仕様書に規定した範囲を超えて使用すると, 熱ストレスによってコンデンサ内部にクラックが生じ, 信頼性を損なう場合があります。特に, はんだ付けの際, 急熱急冷や局部過熱はクラックの原因となります。また, 温度プロファイルの測定点は, カタログ又は納入仕様書に記載した測定点として下さい。次の推奨例を参考に使用して下さい。

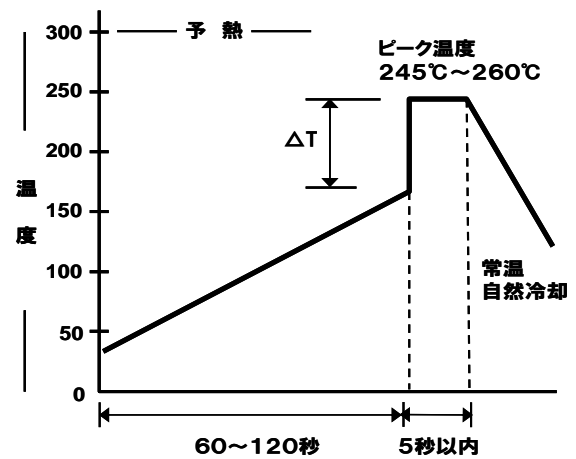
[フローはんだ付けの推奨温度プロファイルの例]

共晶はんだ用



鉛フリーはんだ用

はんだ : Sn-3.0Ag-0.5Cu



ΔT: 許容温度差 (コンデンサ表面温度)

サイズ	許容温度差
1608 (105) ~ 3216 (316)	ΔT ≤ 150° C

(1608(105) より小さく, 3216 (316)より大きなサイズはフロー不可)

予熱温度による設定の場合 : 予熱温度 ≥ 120°C

備考 鉛フリーはんだは, Sn-Pb 共晶はんだの場合に比べて, 完全に液体状態になる温度(液相点)が高いため, 使用するはんだによってはんだ付け温度に対するコンデンサの耐熱性を事前に確認してください。

1-2. はんだ付け時間が長すぎる場合やはんだ付け温度が高すぎる場合は, 端子電極食われが生じ, 端子電極固着力低下, 静電容量の減少などが発生する場合があります。

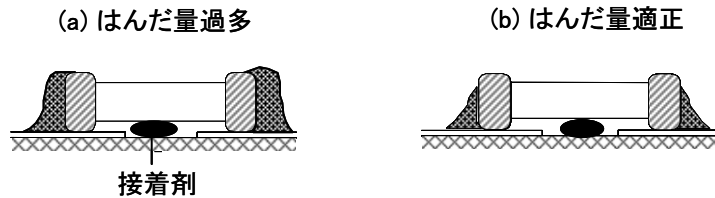
[端子電極食われの例]



2. はんだ量は、適正な範囲で行って下さい。

はんだ量が過剰になると、はんだの収縮応力によって、熱的・機械的ストレスを受けやすく、破損、クラック及び割れの原因となります。また、はんだ量が過少になると、端子電極固着力が不足し、接続不良及びコンデンサ脱落の原因になり、回路の信頼性に影響を及ぼす場合もあります。はんだ量の代表例を次に示します。

【フローはんだ付け時のはんだ量】



3. フローはんだ付けとリフローはんだ付け

3-1. “リフロー対応品”は、フローによるはんだ付けはできません。

熱ストレスによるクラックの発生又は端子電極食われが生じ、端子電極固着力低下又は静電容量の減少などが発生する場合があります。

3-2. 大形状のコンデンサ(3225 サイズ以上)は、フローによるはんだ付けができない場合がありますので、フローはんだ付けする場合は、使用する前にはんだ付け条件(予熱温度、はんだ付け温度及びそれらの時間)を、弊社までお問い合わせ下さい。

第2章 実装上の確認事項

2-4. はんだ付け条件

2-4-3. リフローはんだ付け

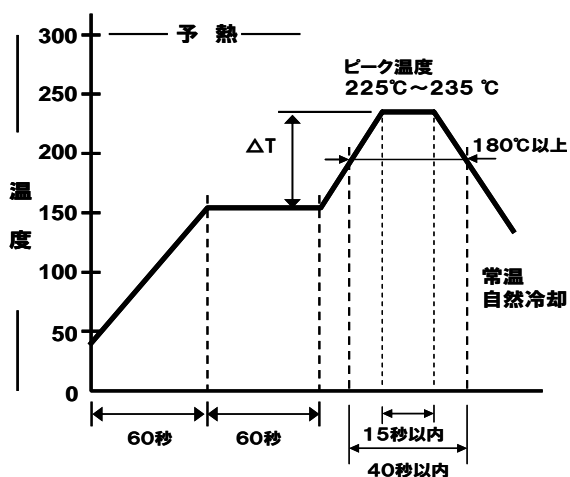
1. はんだ付け条件(予熱温度, はんだ付け温度及びそれらの時間)は, カタログ又は納入仕様書に規定された範囲内で使用して下さい。

1-1. カタログ又は納入仕様書に規定した範囲を超えて使用すると, 熱ストレスによってコンデンサ内部にクラックが生じ, 信頼性を損なう場合があります。特に, はんだ付けの際, 急熱急冷や局部過熱はクラック発生に至る場合があります。

次の推奨例を参考に使用して下さい。

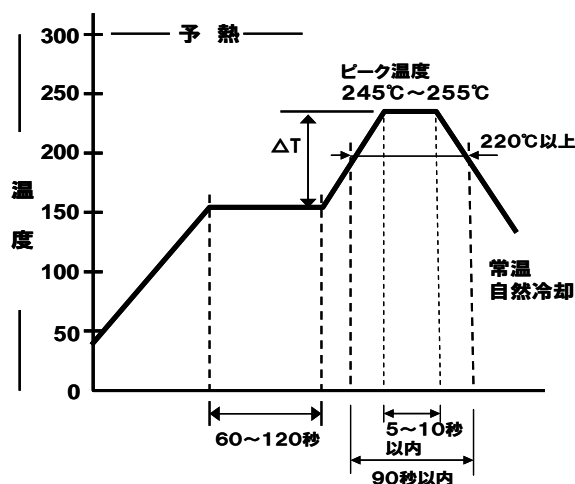
[リフローはんだ付けの推奨温度プロフィール例]

共晶はんだ用



鉛フリーはんだ用

はんだ : Sn-3.0Ag-0.5Cu



ΔT : 許容温度差 (コンデンサ表面温度)

サイズ	許容温度差
3216 (316) 以下	$\Delta T \leq 150^\circ \text{C}$
3225 (32) 以上	$\Delta T \leq 130^\circ \text{C}$

備考 鉛フリーはんだは, Sn-Pb 共晶はんだの場合に比べて, 完全に液体状態になる温度(液相点)が高いため, 使用するはんだによってはんだ付け温度に対するコンデンサの耐熱性を事前に確認してください。

1-2. はんだ付け時間が長すぎる場合やはんだ付け温度が高すぎる場合は, 端子電極食われが発生し, 端子電極固着力低下, 静電容量の減少などの原因となります。

2. コンデンサ(3216 サイズ以下)では, チップ立ち(ツームストーン又はマンハッタン現象)に対して配慮して下さい。

2-1. チップ立ちを防ぐ対策としては, ランド寸法を小さくする, 予熱をする, はんだペースト塗布量を少なくする, コンデンサ接着時の位置ずれを小さくする, はんだ付け時のコンデンサ両端子電極の熱の不均衡を小さくするなどがありますので十分検討下さい。

2-1-1. チップ立ち(ツームストーン現象)を防ぐ対策事例

1. 表面実装形コンデンサの装着位置ずれ

コンデンサのランドに対する装着時の位置ずれは、できる限り小さくなるように配慮して下さい。コンデンサの装着位置ずれ方向が、リフロー方向(基板進行方向)と合致する場合に特にチップ立ちが発生しやすい傾向があるので注意して下さい。

2. コンデンサの装着向き

パターン設計に際しては、可能な限りコンデンサの向き(長軸方向)がリフロー方向と垂直となるように配慮して下さい。

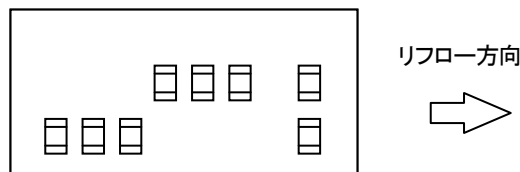


図1 チップ立ち発生率が低い配置の例
(両端子電極温度が均衡)

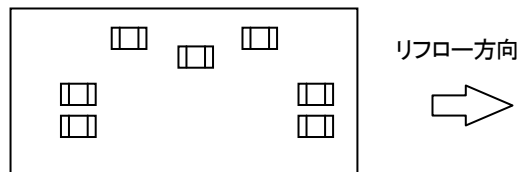


図2 チップ立ち発生率が高い配置の例
(両端子電極温度が不均衡になりやすい)

3. 熱容量の大きな部品との位置関係

① リフロー方向と基板の向き

熱容量の大きな部品が、コンデンサと同一基板上に装着されている場合、熱容量の大きな部品がリフロー炉内を先行するように基板の向きを設定することで、チップ立ち発生率を制御できます。

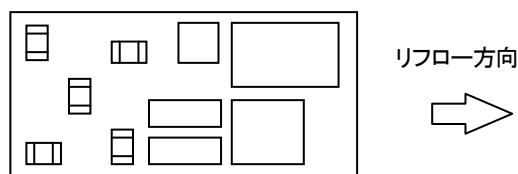


図3 チップ立ち発生率が低い場合の例
(両端子電極の温度差が緩和される)

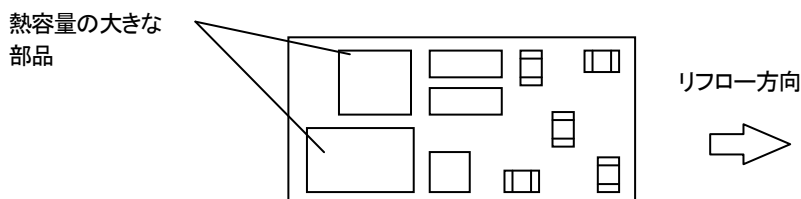


図4 チップ立ち発生率が高い場合の例
(両端子電極の温度が不均衡になりやすい)

② 熱容量の大きな部品との距離

チップ立ち現象の発生率を制御するために、パターン設計にあたっては、コンデンサが熱容量の大きな部品に可能な限り近づくように配慮して下さい。

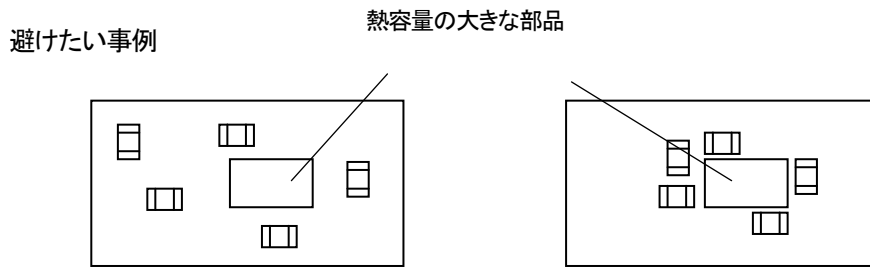


図5 熱容量の大きな部品との距離

③ 熱容量の大きな部品との位置関係

コンデンサを熱容量の大きな部品の側面に対して平行に配置することで、チップ立ち現象の発生率を制御できます。この場合も可能な限り熱容量の大きな部品の近傍に配置し、コンデンサの向きがリフロー方向と垂直になるように配慮して下さい。

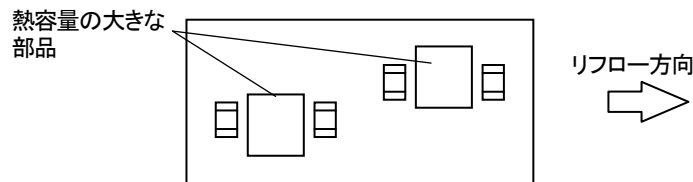


図6 チップ立ち発生率が低い配置の例
(両端子電極の温度差が緩和される)

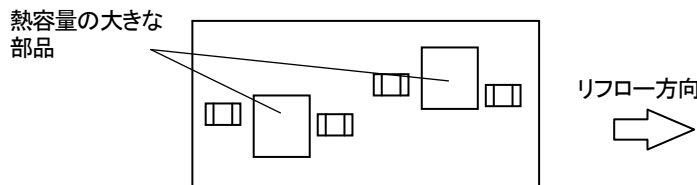


図7 チップ立ち発生率が高い配置の例
(両端子電極の温度が不均衡になりやすい)

4. ランド面積

パターン設計においては、可能な限りランド面積を狭くし、各ランドに均等なはんだ塗布量が得られるように配慮してください。

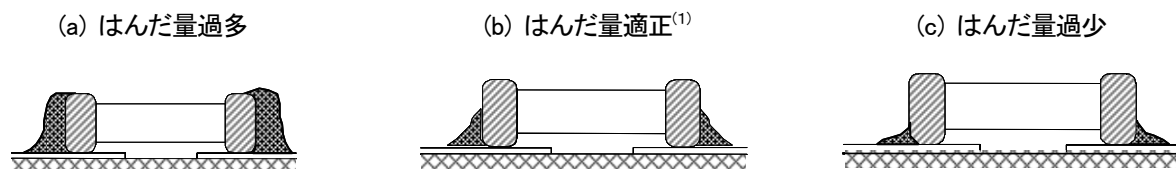
基板にはんだペーストを塗布してからコンデンサを装着するまでの時間をできるだけ短時間にするようにして下さい。

- 4-1. 基板にはんだペーストを塗布してからコンデンサを装着するまでの時間が長すぎる場合、はんだペーストの表面が乾燥し、膜はり状態になり、著しくはんだ付けを劣化させる場合があります。

5. 適正なフィレット形状になるように、はんだ塗布量を適正範囲にして下さい。

5-1. はんだ塗布量が過剰になると、リフローはんだ付け時のはんだ量が過多となり、はんだの収縮応力によって機械的・熱的ストレスを受けやすく破損、クラック及び割れの原因となります。また、はんだ塗布厚が過少になると、端子電極固着力が不足し、接続不良及びコンデンサ脱落の原因となり、回路の信頼性に影響を及ぼす場合もあります。フィレット形状の代表例を次に示します。

[3216 (316)サイズ以下の場合のフィレット形状例]



[3216 (316) サイズを超える大形品の場合のフィレット形状例]



備考⁽¹⁾ 適正なフィレット高さは、コンデンサの厚みの50%、又は0.5mmのいずれか小さい方の値を推奨します。

6. はんだ材料は適切なものを選定して下さい。

6-1. はんだ材料が適切でない場合、はんだボールなどの発生の原因となる場合があります。はんだボールが発生した場合は、完全に除去して下さい。はんだボールは、電気的性能劣化又は信頼性の低下を誘発させる場合があります。

第2章 実装上の確認事項

2-4. はんだ付け条件

2-4-4. はんだごてによるはんだ付け

1. はんだ付け条件に関する条件は、カタログ又は納入仕様書に記載された推奨条件で使用して下さい。

1-1. カタログ又は納入仕様書に記載された条件を超えて使用すると、熱ストレスによってコンデンサ内部にクラックが生じ、絶縁抵抗の劣化、信頼性の低下及び耐プリント板曲げ性の低下に至る原因となります場合があります。この現象は、融点の高い鉛フリーはんだ(液相温度 200°C以上)の場合、Sn-Pb 共晶はんだと比較して、より発生しやすいので、特に注意してください。特に、急熱急冷及び局部加熱による熱ストレスで、クラックが顕著に発生する傾向にあります。同様に、こて先が端子電極部に接触しないように注意して下さい。カタログ又は納入仕様書に記載されていない条件で使用される場合は、弊社までお問い合わせください。

2. コンデンサに加わる熱ストレスを緩和するため、予め適切なはんだ付け条件を設定する必要があります。

2-1. 予熱管理

こて先温度、コンデンサ及び基板のそれぞれの間の温度差が大きくなると、コンデンサに熱ストレスが加わり、クラックが発生したり、耐プリント板曲げ性が低下したりする場合がありますので、基板及びコンデンサを 150°C以上の温度で十分予熱し、基板及びコンデンサの温度が低下しない状態でこて付け作業を行ってください。また、急加熱、局部過熱を避け、コンデンサが設定した予熱温度に達するまでの時間を予熱時間としてください。

2-2. はんだ付け条件

こて先の温度が高温になると、はんだ付け作業は早くなりますが、はんだ付け温度とコンデンサとの温度差が大きくなることによって、コンデンサに熱ストレスが加わり、クラックが発生したり、耐プリント板曲げ性が低下したりする場合があります。

こて先温度 350°C以下で作業ができる、適切なこて当て時間を設定してください。ただし、こて当て時間が長すぎる場合、端子電極のはんだ食われの発生につながる可能性がありますので考慮が必要です。

[鉛フリーはんだ(Sn-3Ag-0.5Cu)採用の場合の設定温度基準]

部品形状	こて先温度	予熱温度
3216 (316) 以下	350°C以下	150°C以上
3225 (32) 以上	280°C以下 ⁽¹⁾	150°C以上

こて先温度と予熱温度との差(ΔT)は、3216 形状以下で 150°C以下、3225 形状以上で 130°C以下とすることを推奨します。

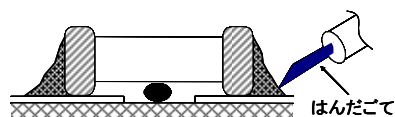
注⁽¹⁾ 3225 形状以上でこて先温度を 280°C以下にすることが難しい場合は、弊社までお問い合わせください。

2-3. はんだ付け後の留意点

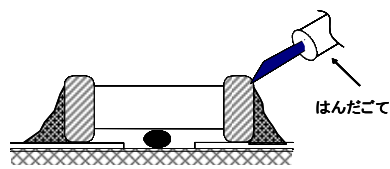
はんだ付け(修正も含む)直後は、基板も含めコンデンサの急冷を避け、自然冷却(徐冷)してください。

3. こて先は、端子電極の部分に直接触れないようにして下さい。

3-1. コンデンサ本体に直接こて先が接触すると、熱衝撃によるひずみが特に大きくなり、クラックが発生する場合もあり、直接触れないように行って下さい。



推奨事例



避けたい事例

4. はんだ量を適正範囲にして下さい。

4-1. はんだ量が過剰になると、はんだの収縮応力によって熱的・機械的ストレスを受けやすく、破損、クラック及び割れの原因となります。また、はんだ量が過少になると、端子電極固着力が不足し、接続不良及びコンデンサ脱落の原因となります。

第2章 実装上の確認事項

2-4. はんだ付け条件

2-4-5. スポットヒータによるはんだ付け部の修正

1. はんだ付け後の修正に、スポットヒータ(又はブロワともいう。)を用いることで、こてを用いた修正作業と比較し、熱ストレスを緩和できる場合があります。

1-1. 従来のこてを用いた作業の場合、カタログ又は納入仕様書に記載された条件を超えて使用すると、熱ストレスによってコンデンサ内部にクラックが生じ、絶縁抵抗の劣化に至る原因となる場合があります。この現象は、融点の高い鉛フリーはんだ(液相温度 200 °C以上)を用いた場合、急熱急冷及び局部加熱による熱ストレスによって、発生する可能性が高くなります。

また、こて先が端子電極部に接触しないように注意する必要があります。

こてによる修正と比較し、スポットヒータは、部品全体が均等に加熱されるため、熱勾配が少なく、さらに、急熱急冷及び局部加熱による熱ストレスも少なく、クラックの発生を抑制する効果が期待できます。

また、極小部品を実装し、実装された部品間が狭い基板の場合、部品へ直接こてが触れる心配も回避することができます。

1-2. 修正条件

スポットヒータの熱風出口から部品までの距離が近過ぎる場合、熱ストレスが加わり、クラックが発生する場合がありますので、次の条件で作業することを推奨します。

部品とスポットヒータとの距離は、5 mm 以上離すことを推奨します。

スポットヒータの温度は、熱風の出口温度が 400 °C以下となるよう考慮が必要です。

流量は、用いるスポットヒータの設定を最小値にすることを推奨します。

ノズルの径は、一般的なスポットヒータに付属するφ2(1穴タイプ)を推奨します。

熱風を当てる時間は、部品の表面積及びはんだが溶融する温度を考慮し、3216 サイズ以下の場合、10 秒以内、3216 サイズを超える場合は、30 秒以内を推奨します。

また、部品に対するノズルの角度は、温度分布が局部過熱にならず、かつ、作業しやすい 45 度を推奨します。

なお、こてによる修正と同様に、予熱後に作業することで、部品への熱ストレスは、より緩和され、作業性も向上します。

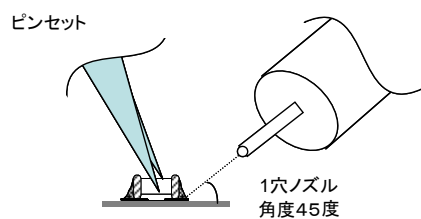
[推奨修正条件⁽¹⁾]

距離	5 mm 以上
角度	45 度
出口温度	400 °C以下
流量	最小値に設定 ⁽²⁾
ノズル径	φ2(1穴タイプ)
当て時間	10 秒以内(3216 サイズ以下) 30 秒以内(3225 サイズ以上)

注⁽¹⁾ 詳細については、部品メーカーにお問い合わせ下さい。

⁽²⁾ 流量は、上記の条件内ではんだが溶融する最小の値とする。

[推奨するスポットヒータの当て方の例]



1-3. 適正なフィレット形状になるように、はんだ量を適正範囲にしてください。

はんだ量が過剰になると、機械的・熱的ストレスを受けやすく、破損、クラックの原因となります。また、はんだ量が過少になると、端子電極固着力が不足し、接続不良及びコンデンサ脱落の原因となり、回路の信頼性に影響を及ぼす場合もあります。フィレット形状は、2.4.3 リフローはんだ付けの 1608 サイズ以下のフィレット形状例及び 2012 サイズ以上のフィレット形状例をご参照下さい。

なお、推奨ランド例については、2.1.1 取り付け箇所の設計(ランドパターン設計)をご参照ください。

第2章 実装上の確認事項

2-5. 基板洗浄条件

2-5-1. 基板洗浄

1. コンデンサを取付け後に基板洗浄する場合は、洗浄目的(はんだ付けのフラックス、その他工程で付着したものの除去など)を明確にして洗浄液を選定する必要があります。
- 1-1. 洗浄液が不適切な場合は、フラックスの残さその他の異物がコンデンサに付着したり、コンデンサの外装樹脂を劣化させたりして、コンデンサの性能(特に絶縁抵抗)を劣化させる場合があります。
2. コンデンサを洗浄する場合は、洗浄時間などの洗浄条件に制限があります。
洗浄条件は、実際の洗浄条件や洗浄装置によって、コンデンサの性能・品質面に影響がないことを確認する必要があります。

2-1. 洗浄条件が不適切(洗浄不足、洗浄過剰)な場合は、コンデンサの性能を損なう場合があります。

2-1-1. 洗浄不足の場合

- (1) フラックス残さ中のハロゲン系物質によって、リード線や端子電極などの金属の腐食を生じる場合があります。
- (2) フラックス残さ中のハロゲン系物質が、コンデンサの表面に付着し、絶縁抵抗が低下する場合があります。
- (3) 水溶性フラックスは、ロジン系フラックスに比べて、1)及び2)の傾向が顕著な場合があります。

2-1-2. 洗浄過剰の場合

- 1) 洗浄液によって、コンデンサの外装樹脂が劣化し、コンデンサの性能を低下させる場合があります。
超音波洗浄の場合、出力が大き過ぎたり基板に直接振動が伝わると基板が共振し、基板の振動で、コンデンサ本体やはんだにクラックが発生したり、端子電極の強度を低下させる場合がありますので、次の条件で行って下さい。

超音波出力	:	20 W/L以下
超音波周波数	:	40 kHz 以下
超音波洗浄時間	:	5 分間以下

- 2) 洗浄液が汚濁すると、遊離したハロゲンなどの濃度が高くなり、洗浄不足と同様の結果を招く場合があります。

注: また、はんだ付け時のフラックスに水溶性のものを使用する場合は、最終工程において、純水で十分洗浄し乾燥して下さい。

洗浄及び乾燥が不十分な場合には、コンデンサの信頼性を低下させる場合があります。

洗浄未対応部品は、洗浄するとコンデンサ内部に洗浄液が浸入し、電気的ショートが発生する場合があります。
基板洗浄対応部品以外は、基板洗浄をしないで下さい

第2章 実装上の確認事項

2-5. 基板洗浄条件

2-5-2. 洗浄溶剤

1. 洗浄液の評価

当社にて代表的なフロン代替洗浄液でコンデンサへの影響について評価しました。
結果、下記洗浄液はコンデンサへ影響を及ぼす等の問題はありませので御参考にして下さい。

各種洗浄液の評価

洗浄液	洗浄液メーカー	洗浄条件
アサヒクリーン (AK-225AE・AES)	旭硝子(株)	50~52℃で5分間浸漬
HCFC-141b	セントラル硝子(株)	32±1℃で5分間浸漬
温水		65±1℃で10分間浸漬 2分間揺動後乾燥
パインα-ST100S	荒川化学工業(株)	60±1℃で1分間浸漬後温水 60±1℃で3分間浸漬後乾燥
塩化メチレン	旭硝子(株)	常温で10分間浸漬
テクノケア	(株)東芝	FRW-17で10分間超音波洗浄 FRW-1で3分間すすぎ FRV-100で1分間ペーパー
クリンスル (750L・750H)	(株)東芝	60±1℃で5分間浸漬 純水ですすぎ
サンエレック B-12	三洋化成工業(株)	60±1℃で5分間浸漬 純水ですすぎ
サンエレック FF813D	三洋化成工業(株)	60±1℃で5分間浸漬
S-36	島田理化工業(株)	50±1℃で5分間浸漬 純水ですすぎ
ナフテゾール	日本石油化学(株)	常温で5分間浸漬その後すすぎ乾燥
ソルファインSK	徳山石油化学(株)	常温で5分間浸漬
テルペンクリーナーEC7R	日本アルファメタルズ(株)	常温で10分間浸漬後 40~50℃の温水でリンス

- ・ 超音波洗浄を使用することにより更に洗浄効果があります。又、超音波を使用する事による問題はありませ。
- ・ 上記表中の試験条件につきましては、各洗浄液メーカーが評価時に試験を行なっている条件を参考にし当社で評したものです。

2. 洗浄液の特性

下記表は代表的なフロン代替洗浄液について各項目毎に比較したものです。
洗浄液選定時の御参考にして下さい。

各種洗浄液の特性

大分類	小分類	商品名	洗 浄 力	引 火 性	毒 性	環 境	装 置	コ ス ト	産 廃	一般的な洗浄 工程
炭 化 水 素	ハロゲン化 炭化水素系	塩化メチレン	○	○	×	△	×	×	△	超音波洗浄 ↓ 乾燥
	アルコール系	I P A エタノール メタノール 5フッ化プロパノール	△ ○ ○ △	× × × ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	× × × ×	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	超音波洗浄 ↓ リンス ↓ 乾燥
	フッ素系	H C F C - 2 2 5	×	○	△	△	○	×	○	超音波洗浄 ↓ リンス ↓ 乾燥
		H C F C - 1 4 1 b	×	○	△	△	×	△	△	浸漬 ↓ リンス ↓ 乾燥
	炭化水素系	パインα	○	×	○	○	△	△	△	超音波洗浄 ↓ リンス ↓ 乾燥
水 素	界面活性剤	クリンスルー	○	○	○	△	×	×	△	超音波洗浄 ↓ 水洗 ↓ 乾燥
	低分子 シリコーン	テクノケア	○	○	○	○	×	△	△	超音波洗浄 ↓ リンス ↓ 蒸気乾燥
	非ハロゲン系	サンエレック	○	△	△	○	○	○	○	スプレー洗浄 ↓ スプレーリンス ↓ 乾燥

○：問題無し・適している

△：注意が必要である

×：問題あり

第2章 実装上の確認事項

2-6. 実装後の取り扱い

2-6-1. 基板ひずみ量評価

生産工程では、取扱いや加工方法によっては、基板にたわみストレスが加わることがあります。そこでは基板上に実装されたコンデンサにもたわみストレスが加わり、外部電極を起点にクラックが発生することがあります。コンデンサ内部にクラックが進みますと、たとえ初期の電気特性に問題がない場合でも、部品寿命が著しく低下することがあります。したがって、工程における基板のたわみストレスが、できるだけ小さくなるような基板設計、工程設計を行ってください。

1-1. ひずみ量評価

1-1-1. ひずみ量評価の必要性

基板にたわみストレスが加わりますと、凸側の基板の表面は L 方向に伸びが生じます。この伸びが、引張り方向のひずみ量となります。クラックは、ランド、はんだ、外部電極を通して、チップ底面側に引張り応力が発生し、引張り応力が外部電極端部に集中することで、脆性材料であるセラミック部分に発生します。

基板のたわみは、基板カットなどの工程で発生しますが、その場でたわみ量を計測することは困難です。そこで、一般には、ひずみゲージを使用して、基板表面のひずみ量を測定します。ひずみ量を測定して、値が大きくなるようにしてください。

1-1-2. ひずみ量評価時の注意点

1) ひずみ量測定位置

コンデンサが実装された基板に、どの程度のひずみ量が加わっているかを測定する場合、ひずみ量の測定位置は、コンデンサの横ではなく、コンデンサを取り外し、実装されていた位置で測定してください。コンデンサの横では、コンデンサの剛性による影響を受けるため、基板に加わるたわみストレスの大きさを正確に反映していません。

また、評価基板の状態は、周辺の部材、はんだ及びはんだ量は、実際の実装基板に近い環境となるようにしてください。

2) 最大ひずみ量の発生方向

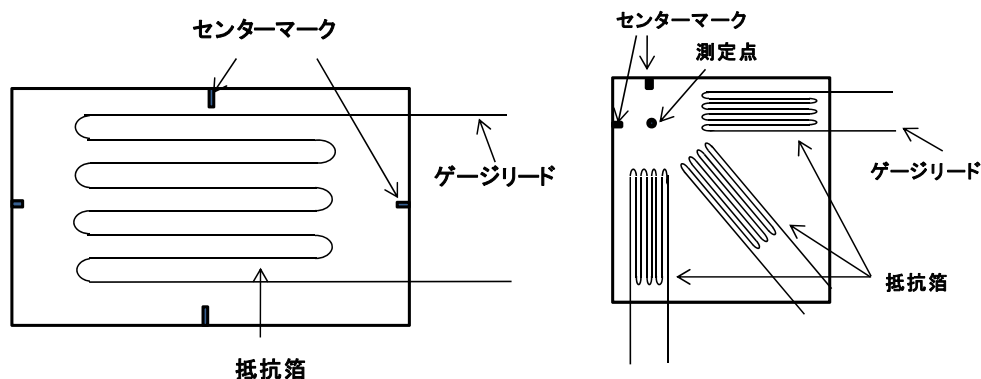
実際の工程で発生するひずみ量は、360° 全方向で生じます。このため、ひずみ量は、3軸のひずみゲージを使用して計測することを推奨します。ひずみゲージの取付け方向は、測定する位置に3軸のひずみゲージの中心軸を合わせるように設定してください。

1-2. ひずみ量について

1-2-1. ひずみ量について

1) 測定原理

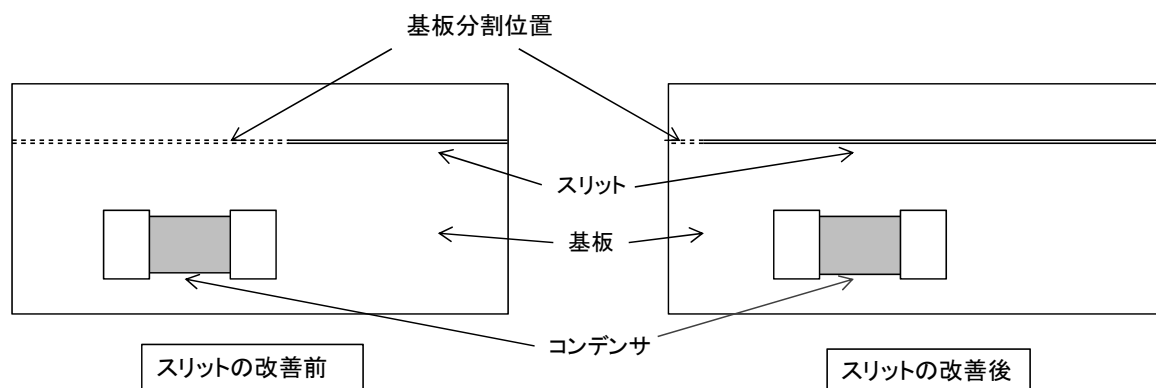
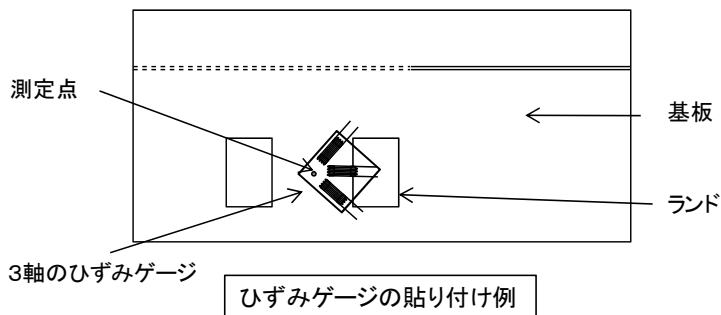
一般に金属は、外から力を加えて変形させると、電気抵抗が変わります。電気抵抗は断面積に反比例し、長さに比例します。この原理を利用すると、構造物に金属を接着して、その電気抵抗の変化を測定することで、ひずみ量が求められます。この原理を応用したのが、ひずみゲージです。



1-3. ひずみ量評価による改善例

各工程で、ひずみ量を測定したところ、基板カット時に、大きなひずみ量が発生することがわかりました。(ひずみゲージの接着例を下図に示します。)

この結果から、コンデンサ実装位置の近傍にスリットを設けました。この設計変更により、基板カット時のひずみ量が低減し、コンデンサのクラックの発生を抑えることができました。



第2章 実装上の確認事項

2-6. 実装後の取り扱い

2-6-2. 基板分割

1. コンデンサを含む部品を実装後、基板分割作業の際には、基板にたわみやひねりストレスを与えないように注意して下さい。

1-1. 基板を分割する際に、基板に次の図に示すようなたわみやひねりなどのストレスを与えると、コンデンサにクラックが発生する場合があります。極力ストレスを加えないようにして下さい。

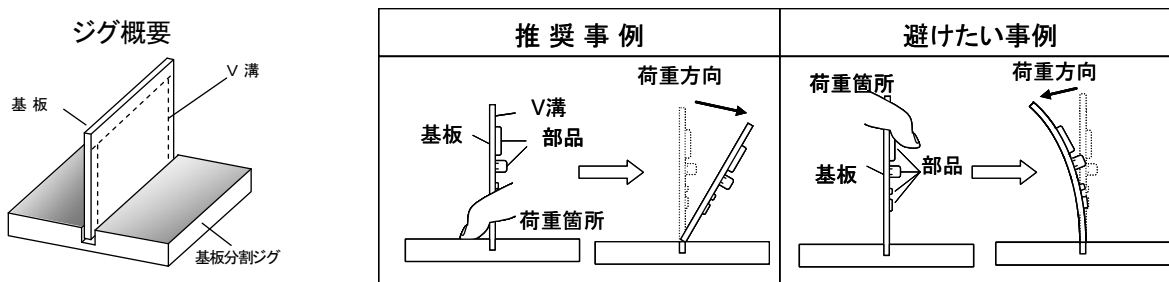


2. 基板分割作業は事前に確認する必要があります。

2-1. 基板を分割する際には、できるだけ基板に機械的ストレスが加わらないようにするため、手割りを避け、次の図に示す基板分割ジグ又は基板分割装置などを使用して下さい。

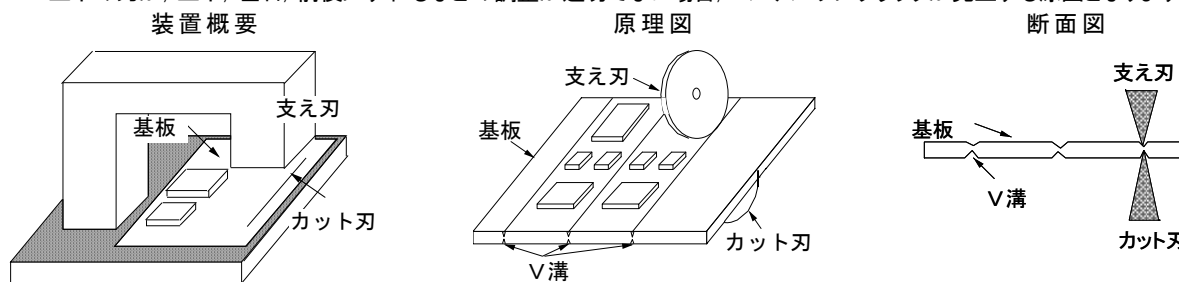
2-1-1. 基板分割ジグの例

推奨事例として、荷重箇所は基板がたわまないジグに近い部分を持ち、コンデンサなどの部品には圧縮応力になるように分割します。また、避けたい事例として、荷重箇所が基板がたわみやすいジグから遠い部分を持った場合、コンデンサに引張り応力が加わり、クラックが発生する原因となります。



2-1-2. 基板分割装置の例

基板分割装置の概要を示します。また、原理図のように基板のV溝に支え刃とカット刃を沿うように合わせて、基板を分割します。上下の刃が、上下、左右、前後にずれるなどの調整が適切でない場合、コンデンサにクラックが発生する原因となります。



推奨事例	避けたい事例		
支え刃	上下ずれ	左右ずれ	前後ずれ
カット刃	支え刃	支え刃	支え刃
カット刃	カット刃	カット刃	カット刃

第2章 実装上の確認事項

2-6. 実装後の取り扱い

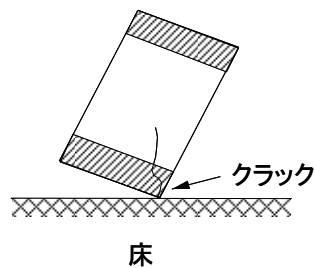
2-6-3. 機械的衝撃

1. コンデンサに過度の機械的衝撃を与えないようにして下さい。

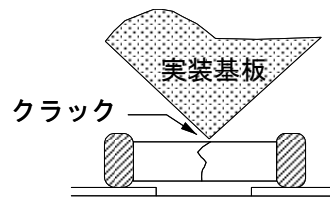
(1) 落下など過度の衝撃の有無を確認する必要があります。

(2) コンデンサに他の基板などがぶつからないように、実装した基板の取扱いの確認を必要があります。

- 1-1. コンデンサ本体はセラミックスなので、落下衝撃により、破損やクラックが入る場合があります。
落下したコンデンサは、既に品質が損なわれている場合があります、故障危険率が高くなる場合があるので、使用しないで下さい。
特に、形状の大きいコンデンサは、破損やクラックが入りやすい傾向にあるので、ご注意下さい。



- 1-2. コンデンサを実装した基板を取り扱う場合は、コンデンサに他の基板などがぶつからないようにして下さい。
実装後の基板の積み重ね保管又は取扱い時に、基板の角がコンデンサに当たり、その衝撃で破損やクラックが発生し、耐電圧不良や絶縁抵抗の低下などに至る場合もあります。



第2章 実装上の確認事項

2-6. 実装後の取り扱い方

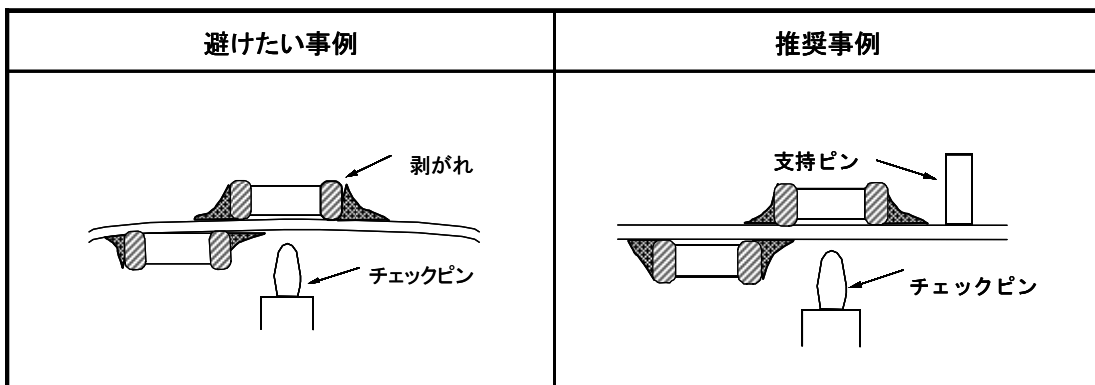
2-6-4. 基板検査

1. 実装後の基板でコンデンサを検査する際は、支持ピンや専用ジグでの基板の固定の有無を確認する必要があります。

(1) チェックピンなどの圧力で基板がたわまないようにします。

(2) 更に接触時の衝撃で基板が振動しないようにします。

- 1-1. 基板の動作チェックをする際、ボードチェッカーのチェックピンの接触不良を防ぐために、チェックピンの押し圧を強くする場合があります。そのときの荷重で基板がたわみ、その応力でコンデンサが割れたり、また端子電極のはんだが剥れる場合もあるので、次の図を参考にして基板がたわまないようにして下さい。



第3章 機器稼働中の確認事項

1. 機器稼働中は、コンデンサに直接触れないで下さい。
機器稼働中にコンデンサの端子に触れると感電する場合があります。
 - 1-1. コンデンサには、電荷が蓄えられており、人体を伝わって放電します。
なお、無通電中でもコンデンサに電荷が蓄えられている場合があるので、コンデンサに触れる場合には、放電抵抗を用いて完全に放電した後に行ってください。
2. コンデンサの端子間を導電体でショートさせないで下さい。
 - 2-1. また、酸、アルカリ水溶液などの導電性溶液を、コンデンサにかけないで下さい。
機器稼働中に導電体でコンデンサの端子間をショートさせたり、コンデンサに酸、アルカリなどの導電性の水溶液をかけると、回路がショート状態となり、コンデンサが破壊する場合があります。
3. コンデンサを取り付けたセットの設置環境及び移動環境を確認して下さい。
 - 3-1. 次の環境下では、機器は使用しないで下さい。(第1章 1-1-1, 1-1-3 と 1-1-4 参照).
 - (1) コンデンサに、水分又は油がかかる環境。
 - (2) コンデンサに、直接日光が当たる環境。
 - (3) コンデンサに、オゾン、紫外線及び放射線が照射される環境。
 - (4) 腐食性ガス(硫化水素、二酸化イオウ、塩素、アンモニアなど)に晒される環境。
 - (5) 振動又は衝撃条件がコンデンサのカatalog又は納入仕様書に規定の値を超える環境。
 - (6) 結露するような環境の変化。

第4章 輸送・保管上の一般的取扱い

4.1 保管上の取扱い

1. コンデンサは、室内温度(5～40)°C、湿度(20～70)%RHの環境下で保管して下さい。その他の気象条件については、JIS C 0114 の分類 1K2 による。
 - 1-1. 高温高湿環境下では端子電極の酸化によるはんだ付け性の低下や、テーピング、パッケージングなどの性能劣化が加速される場合があるので、次の期間内でご使用下さい。
 - (1) 表面実装形コンデンサは極力6か月以内に使用して下さい。

注：リフローはんだ付け専用の銀及び銀パラジウム端子電極品は、酸化又は硫化しやすいので開封後できるだけ早く(極力1か月以内)使用して下さい。
 - (2) 期間がすぎたものは、はんだ付け性を確認の上、使用して下さい。
 - (3) 保管中は、最小包装単位は開封することなく、当初の包装の状態を保管して下さい。
 - (4) 短時間であっても上記の温度及び湿度条件から外れないようにして下さい。
2. 大気中又は雰囲気中の有害ガスによって、端子電極のはんだ付け性の劣化など信頼性を著しく低下させる可能性があります。

コンデンサは、腐食性ガス(硫化水素、二酸化イオウ、塩素、アンモニアなど)の雰囲気、また塩分を含む湿気にさらすことを避けて保管して下さい。
3. 直射日光による端子電極及び外装樹脂の光化学変化や急激な湿度変化による結露から、はんだ付け性の劣化や性能劣化に至る場合があります。

コンデンサは、直射日光や結露する場所に保管しないで下さい。

第4章 輸送・保管上の一般的取扱い

4-2. 輸送上の取扱い

1. コンデンサを輸送する場合に条件によって性能に影響を与える場合があります。
輸送する環境条件などを確認する必要があります。
- 1-1. 輸送中、テープ、バルクケースなどの選定した包装形態のものも含め、極端な温度、湿度及び機械的な力に対して保護して下さい。
カタログ又は納入仕様書に記載がない場合は、次の条件を満足して下さい。
 - (1) **気象条件** 次の条件によるほか、JIS C 0121 の分類 2K2 によります。
 - －温度の変化 空気/空気: $-40^{\circ}\text{C}/+30^{\circ}\text{C}$
 - －低気圧: 30kPa 以上
 - －気圧変化の速度: 6kPa/min
 - (2) **機械的条件** JIS C 0121 の分類 2M1 によります。
輸送は、箱が変形せず、また内部包装物に直接力が伝わらない方法で行います。
 - (3) **総輸送時間** 総輸送時間は、可能な限り短くし、10 日間を超えないようにして下さい。
ただし、総輸送時間には管理された保管条件に置かれている時間を含みません。
- 1-2. コンデンサに過度の振動、衝撃、圧力を加えないで下さい。
 - (1) コンデンサの本体はセラミックスなので、過度の機械的衝撃や圧力が加わると、破損やクラックが発生する場合があります。
 - (2) コンデンサ表面に鋭利なもの(エアドライバー、はんだこて、ピンセット、シャーシのエッジなど)が強くあたるとショートなどになる場合があります。
- 1-3. 落下などによって、過度の衝撃が加わったコンデンサは使用しないで下さい。
落下したコンデンサは、既に品質が損なわれている場合が多く、故障危険率が高くなる場合があります。

第5章 安全上の確認事項

5-1. 安全規格

1. AC1次側回路で使用される電磁障害防止用又は結合／絶縁用コンデンサは、安全規格の認定取得は電気用品安全法(旧電気用品取締法)準拠しているものか確認する必要があります。
 - (1) AC1次側回路で電磁障害防止用又は結合／絶縁用として使用されるコンデンサは、安全規格認定品又は電気用品安全法(旧電気用品取締法)に規定の内容を満足するものを使用する必要があります。
 - (2) 安全規格には、耐電圧試験及び耐インパルス試験についてサブクラス区分がありますので、使用機器で必要とされる適切なサブクラス区分のものを選定する必要があります。

1-1. 安全規格について

一般に、AC商用電源に接続して使用される電子機器は、常にAC電源に接続されている場合が多いため、電源間及び電源—アース間に使用される電磁障害防止用コンデンサは連続でAC電圧が印加されるだけでなく、雷サージなど異常電圧が印加されるなど過酷な条件で使用されます。さらに、コンデンサの故障が感電や火災事故の原因となりやすいため安全性に配慮されたコンデンサを使用することが必要になります。

各国では下記(代表例)のとおり、公的な安全規格に基づいた電磁障害防止用コンデンサの認定制度がありますので、これらの認定に満足したものを採用することが安全法規対策上も必要になります。

国名	認定機関名(略称)	認定マーク	適用規格
アメリカ	UL		UL1414
カナダ	CSA		CSA C22.2
U.K.	BSI		EN 132400/IEC 60384-14
ドイツ	VDE		
スイス	SEV		
スウェーデン	SEMKO		
フィンランド	FIMKO		
ノルウェー	NEMKO		
デンマーク	DEMKO		

1-2. コンデンサのサブクラス分類について

電磁障害防止用コンデンサの国内規格 JIS C 5101-14(原国際規格 IEC 60384-14)ではコンデンサを使用回路や耐電圧試験などの保証性能によって次のようにサブクラスとして区分しています。安全規格認定品を使用のときには、機器に必要とされる安全性能から適切なものを選定して下さい。

Yコンデンサ(ラインとアース間に接続されるもの)

サブクラス	橋絡できる絶縁の種類	定格電圧	耐ピークインパルス電圧	耐電圧
Y1	二重絶縁又は強化絶縁	$\leq 500 \text{ V}$	8.0 kV	4000 VAC
Y2	基礎絶縁又は付加絶縁	$\geq 150 \text{ V}$, $\leq 500 \text{ V}$	5.0 kV	1500 VAC
Y4	基礎絶縁又は付加絶縁	$< 150 \text{ V}$	2.5 kV	900 VAC

Xコンデンサ(ライン間に接続されるもの)

サブクラス	給電線からのピークインパルス電圧	IEC 60664 の設備カテゴリ	適用の種類	耐ピークインパルス電圧 ($\leq 1 \mu\text{F}$ のとき)	耐電圧
X1	$> 2.5 \text{ kV}$, $\leq 4.0 \text{ kV}$	III	高パルス用	4.0 kV	$4.3U_R(\text{DC})$ U_R : 定格電圧
X2	$\leq 2.5 \text{ kV}$	II	一般用	2.5 kV	
X3	$\leq 1.2 \text{ kV}$	-	一般用	適用しない	

上記表は、JIS C 5101-14 (IEC-60384-14)から抜粋引用

第5章 安全

5-2. 安全と環境の確認事項

5-2-1. 異常発熱の場合

- (1) コンデンサが異常に発熱したり、発煙、発火及び異臭が発生した場合、電源から電力を供給し続けると、更に、拡大する場合があります。すぐに機器の主電源切って使用を中止して下さい。電源が外れたことを確認の上、速やかに消火の手段を取って下さい。
- (2) 異常発生直後に、コンデンサの近くに顔や手を近づけないで下さい。コンデンサが高温になった場合、やけどの原因になります。

5-2-2. 廃棄

コンデンサを廃棄する場合は、産業廃棄物処理業者に廃棄品を渡し、処理を行って下さい。