パワーエレクトロニクス用コンデンサのご使用上の注意事項

1. 使用環境について

（1）コンデンサに水、塩水、油、その他導電性を有する液体の付着、結露状態でのご使用は、故障の原因になります。また、雨水などに濡れたコンデンサは使用しないでください。

（2）浸食性環境（硫化水素、亜硝酸、亜硫酸、塩素、臭素、ハロゲン化合物、アンモニアなどの有害ガスや、有機溶剤、塩分などを含む環境）で使用したり放置したりしないでください。コンデンサの故障の要因になります。

（3）オゾン、紫外線および放射線が照射される場所で使用および放置しないでください。

（4）コンデンサの端子間に埃など粉体が堆積すると、これらが吸湿し、端子のさびやトラッキングの原因になります。端子間のよごれが目立つときは、通電を止め、完全放電後に、エタノールで少し湿らした紙またはタオルで軽く拭きとってください。金属や樹脂を腐食するような溶剤は用いないでください。

（5）過度の振動や衝撃をコンデンサに加えないでください。

2. 使用条件について

2-1. 設置の前に

（1）コンデンサは衝撃に弱い部品です。落下などで変形した場合は各種特性に異常がない場合でも使用しないでください。

（2）設置スペースは余裕を持たせ、端子に無理な応力を掛けないでください。

（3）コンデンサをリアクタのような熱源に隣接させたり、熱源の上方に設置したりしないでください。輻射熱などによりコンデンサの一部が局所的に熱せられると、コンデンサの信頼性を著しく損ないます。

（4）筐体や配線を設置、接続する時は、必要な絶縁沿面距離、絶縁空間距離を確保してください。

2-2. 設置

（1）端子の締付トルクは各端子の種類ごとに規定のトルクで締付けてください。

（2）スタッドボルトの締め付けトルクは下表の通りです。スタッドボルトには歯付きワッシャを使用してください。

シリーズ	ボルトサイズ	トルク
MLC/MLC2	M12	7 ± 1Nm
その他	M8	5 ± 1Nm
	M12	15 ± 1Nm

（3）三端子タイプのネジは、トルクスネジです。締め付けには、TORX T20 レンチをご使用ください。

（4）ネジの締付が不完全であったり斜め挿入したりすると局部発熱し、発火など重大な故障に至る場合があります。また、端子やスタッドボルトに無理な応力を掛けないでください。

（5）コンデンサの端子に配線やバスバーを固定する際は、端子の誘導性発熱を避けるため、非磁性の部品（ボルト、ナット、ワッシャ）を使用してください。表面にニッケルメッキ（保護層）とスズメッキを施した部品を用いると、電気化学腐食などの不具合の防止につながります。

（6）コンデンサの端子を配線の分岐点にしないでください。

（7）リードタイプ以外の端子へは、配線をはんだ付けしないでください。

（8）ボルトタイプの端子に配線を固定する際は、配線（丸型圧着端子など）を 2 個のナットで挟んで固定してください。ナットを締め付ける際は、下側のナットを固定し、過剰なトルクが端子の絶縁部品に加わらないようにしてください。

（9）コンデンサの寿命は周囲温度に大きく影響を受けます。

（10）許容範囲外の条件での使用は、寿命の減少や、最悪の場合、安全機構が働かずコンデンサの破裂に繋がります。

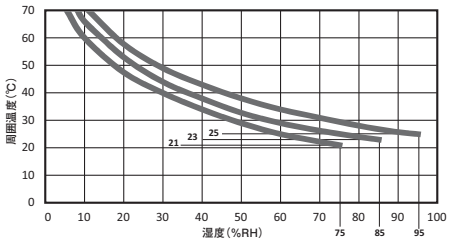
（11）ご使用条件で想定される最高周囲温度でもコンデンサ中心部の最高温度がデータシートの使用温度範囲を超えないことを確認してください。必要に応じて、測温抵抗体（PT100）または熱電対付きコンデンサを製作いたします。

（12）大型コンデンサの温度上昇確認時は、内部の熱バランスが平衡するのに数時間かかることを考慮してください。

（13）オイル充填タイプのコンデンサは端子を上方に向けて設置してください。 ガスまたは固体レジン充填タイプは、端子を横に向けても設置できます。オイル充填タイプでも、横向きに設置可能な場合がありますので、ご相談ください。

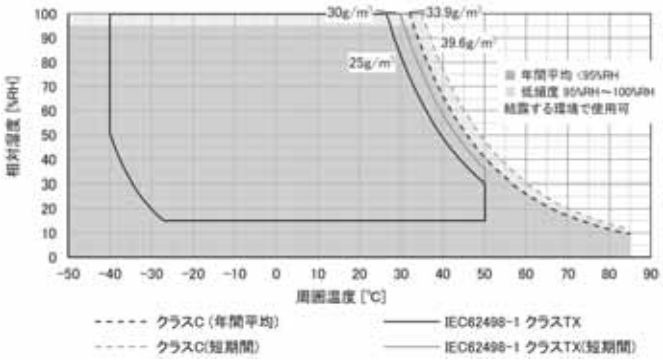
3. 結露・湿度

保管中を含め、湿度の許容範囲を超えないようにしてください。

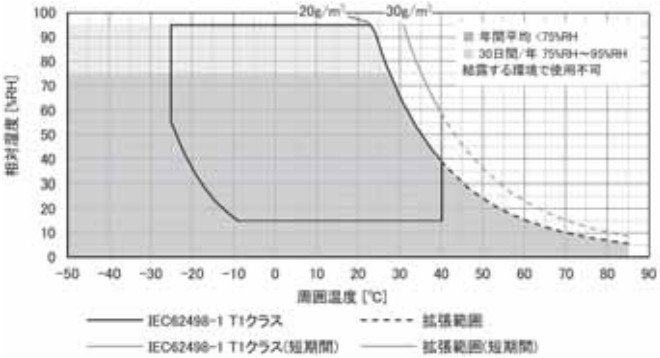


MLC/MLC2/MLCAシリーズ

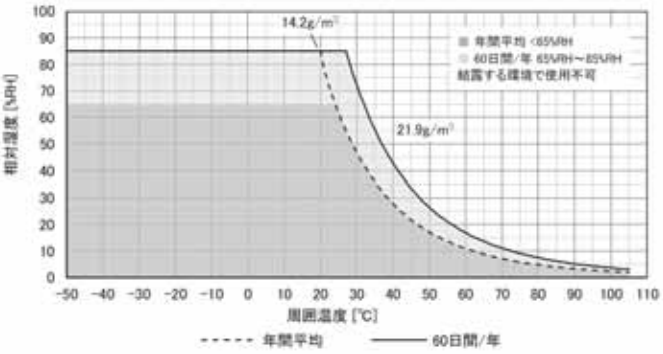
許容最大相対湿度
75%（年間平均）/ 95%（30日間/年）/
結露を許容しません



E59/E62（端子記号B, D, E, Gを除く）
/E62-3HF/E67 シリーズ



E51/E62（端子記号B, D, E, G）シリーズ



E53（AC）/E53H/E55/E61 シリーズ

4. 使用条件について

4-1. 使用温度、印加電流について

（1）使用環境、取り付け環境をご確認の上、カタログまたは納入仕様書に規定されている定格性能の範囲内でご使用ください。
（定格性能範囲を超える場合はご相談ください。仕様を検討いたします。）

（2）使用温度は各シリーズで規定の範囲内としてください。コンデンサ内部の最高温度が 70℃を超える場合は、電圧軽減して使用してください。MLC/MLC2 シリーズの許容リプル電流は、カタログまたは納入仕様書に記載の値と、周囲温度と使用電圧の組み合わせから選択する補正係数を用いて算出ください。
印加電流は、カタログまたは納入仕様書に記載の許容電流値を超えないようにしてください。
コンデンサとして許容する電流値でも、端子許容電流値を超える場合は、端子の異常発熱に繋がる恐れがあります。
コンデンサに過大な電流を流すと異常発熱し、安全機構が働かず、ショートや発火、破裂など重大な故障に至る場合があります。

（3）雰囲気温度は、定常状態時にコンデンサから約 0.1m 離し、コンデンサの底部からケースの 2/3 の高さで計測します。

（4）コンデンサ自身も発熱部品です。機器内の温度を上昇させますので、ご注意ください。機器を正常状態で動作させ、コンデンサ近傍の温度をご確認ください。

（5）許容電流は雰囲気温度（コンデンサ近傍温度）の上昇に伴い小さくなります。予測される最高の雰囲気温度での使用を想定してください。

（6）周波数の変化で電気的な特性が変化します。周波数による特性変化をご確認の上、コンデンサを選定してください。

（7）配線インダクタンスとの共振にご注意ください。

（8）コンデンサを複数個並列でご使用の際は、配線インピーダンスの違いによる電流アンバランスにご注意ください。

（9）電流による発熱は、低周波では誘電損、高周波では表皮効果が顕著となります。商用周波数未満、および 10kHz を超える高周波の成分が多く含まれる場合では実機による温度上昇試験を実施し、実際の温度をご確認ください。温度上昇試験時は、素子温度が十分飽和状態に達して（5 時間以上）から測定してください。なお測温抵抗体または熱電対付きコンデンサの耐久性は保証出来ませんので温度上昇試験後は廃棄してください。

4-2. 高調波の影響について

高調波による電流が大きい場合はコンデンサの発熱が大きくなります。下記のひとつ、または両方の条件が当てはまる場合はコンデンサが使用条件に適さない場合があります。詳細については弊社へお問い合わせください。

a. 高調波による電流の二乗和の平方根が基本波の電流の 2 倍以上
b. 電流による電力損失が誘電体による電力損失の 1.5 倍以上

4-3. 冷却

（1）コンデンサは自己発熱するので、放熱を妨げないようにし、コンデンサ間およびコンデンサ周囲には自然、強制空冷ともに、コンデンサ間に空間（MLC/MLC2 シリーズは 40mm 以上、その他のシリーズは 20mm 以上）を確保してください。また、コンデンサ上方の気流が妨げられないようにしてください。

4-4. 印加電圧、その他使用条件について

（1）万一絶縁破壊が生じた場合、ごくまれにショートや発火等の重大な故障に至ることがあります。直流電圧および、交流成分重畳では、尖頭値が定格電圧を超えないようにしてください。ただし、定格電圧を超える時間が短時間の場合では、信頼性、期待寿命に影響がない場合が有りますので、ご相談ください。
（2）仕様書に規定のサージ電圧は、コンデンサ信頼性確認の試験電圧であり連続使用を保証するものではありません。定格電圧以下でのご使用を基本とし、印加電圧が短時間、定格電圧を超える場合はご相談ください。
（3）突入電流（ラッシュ電流）が印加される場合は、ご相談ください。
（4）フィルムコンデンサの寿命は永久では有りません。
（5）直流用コンデンサは交流用途には適用できません。直流用途でも、リプル電圧が定格電圧の 20% を超える場合は使用できない場合がありますので、ご相談ください。
(6) このカタログや参考図、納入仕様書などに例として記載された回路は、当社製品の動作例、利用例を説明するために記載されたもので、実際にお客様が使用する機器システムにおける動作利用の可能性を保証するものではありません。これらの情報に起因する故障、損害について、当社は一切の責任を負いかねますのでご了承ください。参考図、納入仕様書などに記載された特性を有する当社製品が、お客様の機器システムでの使用に適しているかを確認し、判断するのはお客様であり、最終的にはお客様の責任となります。万が一、当社製品が故障しても人身事故、火災事故などを生じさせないよう、お客様自身で冗長設計、誤動作防止設計などの安全設計をお願いいたします。

5. 衝撃・振動ストレス

（1）衝撃と振動ストレスは、特に固定材や端子に影響を与えます。そのため、お客様の設置方法で衝撃・振動の発生の有無を確認してください。
（2）コンデンサの耐振動性は試験規格（IEC60068-2-6）に準拠しており、その試験条件は下表の通りです。

シリーズ	コンデンサ質量	テスト時間	周波数	最大加速度	最大振幅
MLC、MLC2、MLCA、MKCP4、MKCP4T、MKCA	3kg以下	3方向（X, Y, Z）各10サイクル	10 ～ 55Hz	50m/s²	±0.35mm
	3kg以上	弊社にお問い合わせください			
その他	0.5kg 未満	3方向（X, Y, Z）各10サイクル	10 ～ 500Hz	50m/s²	±0.35mm
	0.5kg 以上3kg未満	3方向（X, Y, Z）各10サイクル	10 ～ 500Hz	10m/s²	±0.075mm
	3kg以上	弊社にお問い合わせください			

6. 保安装置（内部圧力上昇時内部配線切断機構）

保安装置付きコンデンサは、不具合発生等でコンデンサ内部の圧力が上昇すると、コンデンサケースが上方に膨らみ、内部配線を切断します。ケースの密閉性が損なわれると、保安装置が作動しなくなる恐れがあります。保安装置を正常に機能させるため、下記の項目を順守してください。なお、保安装置が作動したコンデンサは、コンデンサ素子が充電された状態を保持している場合があるので、取り扱う際はご注意ください。

・端子上方に最低 35mm の空間を確保してください。
・端子と外部回路への接続には、柔軟性のあるケーブルを使用してください。
・コンデンサの蓋を加圧した状態で設置しないでください。
・ケースや端子を変形させないでください。

・端子に過剰な負荷がかからないようにしてください。
・蓋、ケースの膨らみを妨げないようにしてください。
・コンデンサ封口部（ケース上端）を固定しないでください。

7. 使用時の安全性

コンデンサは、誘電体フィルムが局部絶縁破壊すると、セルフヒーリングにより絶縁回復します。使用条件が許容範囲内であれば、コンデンサはサージ電圧に耐えるよう設計されています。外部短絡時のようなサージ放電電流も、許容サージ電流（I_S）を超えなければ問題ありません。

8. 破壊時の危険性

（1）コンデンサの主材料は、コンデンサ素子を構成するポリプロピレン製誘電体フィルムです。そのため、内部の不具合や外部回路の過負荷（温度、過電圧、高調波等）により、誘電体フィルムが熱により損傷してポリプロピレンの分解ガスが発生し、コンデンサ内部の圧力が上昇することがあります。
（2）不具合発生時や安全装置が作動しなかった場合でも、コンデンサが周囲に危害を及ぼさないよう、対策を施してください。

9. 放電

コンデンサには、放電抵抗器は内蔵されていません。コンデンサに触れる時は、完全放電させてください。特に定格電圧が 750Vac や 2000Vdc を超えるコンデンサは、短時間放電させただけでは再起電圧が発生する場合があります。この現象は、端子間を常に短絡させておくことで防ぐことができます。なお、放電時は、端子間の直接短絡のような、一度に大電流が流れるような方法は避け、抵抗器（1k Ω以上）を用いて放電させてください。

10. 接地

金属ケースのコンデンサは、スタッドボルト等の金属露出部位で接地してください。コンデンサのケースが電位を持ち、コンデンサの端子とケースの間に発生した電位差が端子 - ケース間の絶縁耐圧と超えると、コンデンサの故障につながります。

11. 環境適合性

（1）コンデンサには PCB や溶剤、その他毒性物質や使用禁止物質を使用していません。
（2）コンデンサは RoHS 指令に適合しています。

12. 保管について

コンデンサは室内にて温度−40 ～+35℃、相対湿度 75%以下の結露無き状態で、直射日光を避けて保管してください。保管期間は最長 3 年（ただし、リード端子の製品は 2 年）です。特に非密閉構造のコンデンサの場合は、高温高湿環境下で保管した場合は短期間で、上記条件で保管した場合でも長期の保管では、空気中の水分の影響を受けて、一般特性や信頼性が劣化している可能性があります。

13. 薫蒸処理について

輸送時の防虫対策などで臭化メチルなどハロゲン化合物により薫蒸処理がおこなわれる場合があります。コンデンサおよびコンデンサを組み込んだ機器を直接薫蒸する、もしくは薫蒸した木材をパレットに使用した場合、コンデンサの内部で腐食が発生し、故障に至ることがあります。ビニールなどで覆われていてもわずかな隙間から薬剤が侵入することがあります。その他、殺虫剤についても同様に、直接または近傍で使用しないでください

14. 廃棄

（1）コンデンサを廃棄する際は廃棄に関する法規制等を確認し、専門の産業廃棄物処理業者に委託ください。
（2）焼却の場合、端子、アルミケース、内部配線等が燃焼せずに残ります。
（3）廃棄コンデンサが市場に出回らないようにご配慮ください。

15. その他

（1）消火には、乾燥粉末、二酸化炭素、泡消火剤を使用してください。
（2）輸送規則では危険物には該当しませんが、輸出規制はあります。

（3）コンデンサの設計寿命は、特に指定の無い限り、通常定格範囲内での使用で 15 ～ 20 年です。設備全体としての信頼性を高めるためには、10 年を目途として交換することを推奨します

16. 本製品の評価の前に

弊社製品をご検討頂く段階において、貴社で万一ご評価等の際にトラブルが発生し、試験器や試作回路等の破損や貴社の機会的損失等、何らかの損害が発生しても、弊社では一切責任を負いかねますのでご了承ください。

17. 寿命推定式（MLC、MLC2）

（1）コンデンサ中心部温度と印加電圧からの推定

$$L = L_0 \times 2^{\frac{(T_0 - T)}{10}} \times \left(\frac{V_0}{V} \right)^{10} \qquad \cdots\cdots (1)$$

L_O：コンデンサ中心部温度（T_O）、基準電圧（V_O）における基準寿命（h）
L　：コンデンサ中心部温度（T）、印加電圧（V）における推定寿命（h）

（2）負荷リプル電流からのコンデンサ中心部温度（T）推定
熱電対を用い、コンデンサ中心部温度を測定し寿命算出することを推奨します。
熱電対を挿入したサンプルの製作は弊社にご依頼ください。
標準の熱電対は K 種 2m となります。（T 種も対応可です）

コンデンサ中心部温度が測定できないときは、（2）式を用い、負荷リプル電流からコンデンサ中心部温度を推測することができます。

$$T = T_a + I^2 \cdot ESR \cdot R_{th} \qquad \cdots\cdots (2)$$

ただし、

T	リプル電流 I 負荷におけるコンデンサ中心部温度（℃）
Ta	周囲温度（℃）
I	負荷リプル電流（Arms）
ESR	コンデンサの等価直列抵抗（Ω）
Rth	熱抵抗（K/W）

※負荷リプル電流はコンデンサ許容リプル電流を超えないようにしてください。

用　語

定格静電容量 C_N
定格周波数におけるコンデンサの静電容量の定格値です。

定格電圧 U_N
コンデンサの端子間に印加できる電圧分の、ゼロ電位から正又は負側の最大値までのうち、
いずれか大きい方の電圧です。 実効値ではありません。

最大サージ電圧 U_S
スイッチングやシステム故障などにより引き起こされる、定格電圧を超えた電圧です。
最大1000回（1回あたり50ms以内）まで許容します。

定格実効電圧 U_{rms}
コンデンサの端子間に連続印加できる商用周波数の正弦波電圧の実効値の限度です。

リプル電圧 U_r
直流電圧に含まれる交流成分の、正側最大値と負側最大値の差です。

端子間耐電圧試験電圧 U_{TT}
すべてのコンデンサに室温で実施される出荷検査で、端子間に印加される電圧です。
仕様書記載値の80%の電圧でなら、ユーザ側で一度試験可能です。

端子一括－ケース間耐電圧試験電圧 U_{TC}
すべてのコンデンサに室温で実施される出荷検査で、端子一括－ケース間に印加される電圧です。

最大許容電流 I_{max}
コンデンサの端子間に連続印加できる最大許容電流の実効値。
仕様書に記載の値は、
定格電力損や外部端子の最大許容電流に関係します。

定格せん頭電流 $\hat{I}$
コンデンサを充放電する際に繰り返し流れる電流の最大せん頭値です。

最大サージ電流 $\hat{i}_S$
限定回数に限り許容される単発的なサージ電流です。最大1000回（1回あたり50ms以内）まで許容します。

等価直列抵抗 R_S
コンデンサ内部のすべてのオーム抵抗成分の合計と等価な抵抗値です。
印加電流に依存する電力損の算出に関係します。

自己インダクタンス L_e
コンデンサに含まれる、構造等に由来するすべてのインダクタンス成分の合計と等価なインダクタンスです。

自己共振周波数 f_{res}
コンデンサ成分と自己インダクタンスにより構成された直列共振回路の自己共振周波数です。
これ以上の周波数では、LC回路の誘導成分が影響を増し、コンデンサはインダクタとして働くようになります。

誘電正接 $\tan\delta_0$
定格周波数での、コンデンサに使用される誘電材料の誘電正接（定数）です。

熱抵抗 R_{th}
熱抵抗は、電力損に伴ってコンデンサのホットスポット温度どの程度上昇するかを示します。

最大許容電力損 P_{max}
ある周囲温度での、コンデンサ使用に伴う最大許容電力損です。

周囲温度 θ_U
コンデンサの周囲温度で、コンデンサから10cm離れ、コンデンサ高さの2/3の高さでの温度です。

最低周囲温度 θ_{min}
コンデンサを支障なく使用できる、周囲温度の低温側の温度の限度です。

最高許容温度 θ_{max}
コンデンサを正常に運転しているとき、コンデンサケースの最高温度部において許容しうる温度の限度です。

ホットスポット温度 $\theta_{HOTSPOT}$
コンデンサ内部のホットスポット（コンデンサ内部の最高温度部）の温度です。

定格エネルギー容量 E_N
定格電圧へ充電した時に、コンデンサに貯蔵できるエネルギー量です。

絶縁空間距離 L
端子の通電部間、または端子通電部とケース間の、最短空間直線距離です。

絶縁沿面距離 K
端子の通電部間、または端子通電部とケース間の、最短沿面距離です。