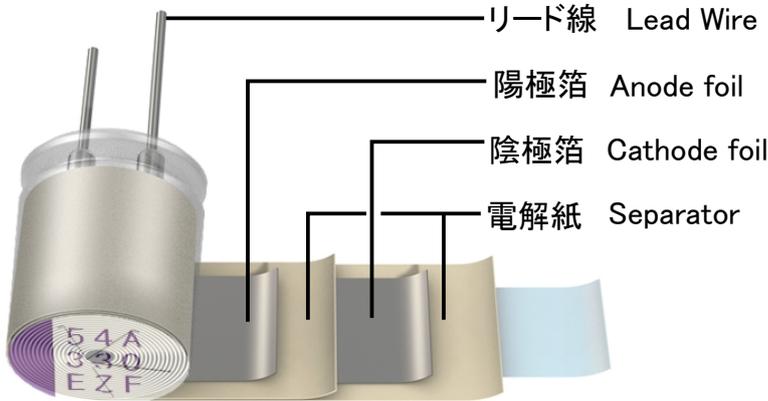


コンデンサ選定上のキーポイント
Key Point in Selecting the Capacitor

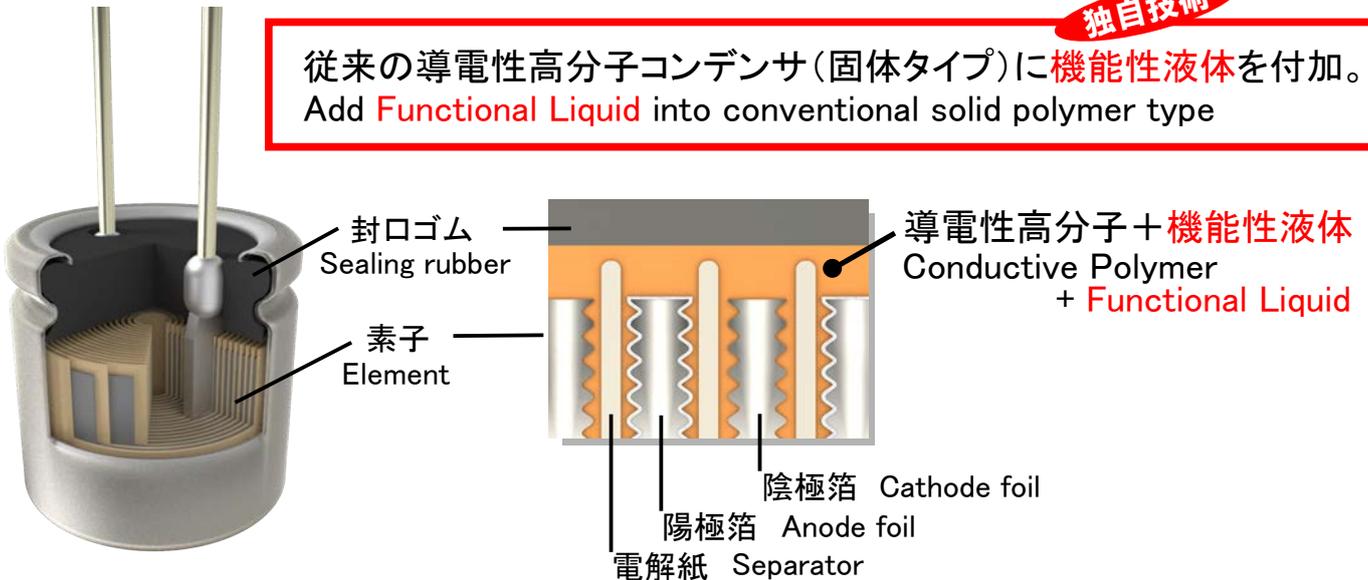
ルビコンのハイブリッド技術 What is Rubycon Hybrid Type?

ハイブリッドタイプ構造図 Structure of HybridType



独自技術

従来の導電性高分子コンデンサ(固体タイプ)に機能性液体を付加。
Add Functional Liquid into conventional solid polymer type



機能性液体の主な機能

Function of Functional Liquid

- 酸化皮膜の修復
Stable reforming ability to oxide film
- 漏れ電流の増大抑制
Inhibition of higher leakage current
- 導電性高分子の劣化抑制
Inhibition of Polymer degradation

固体タイプに対するメリット

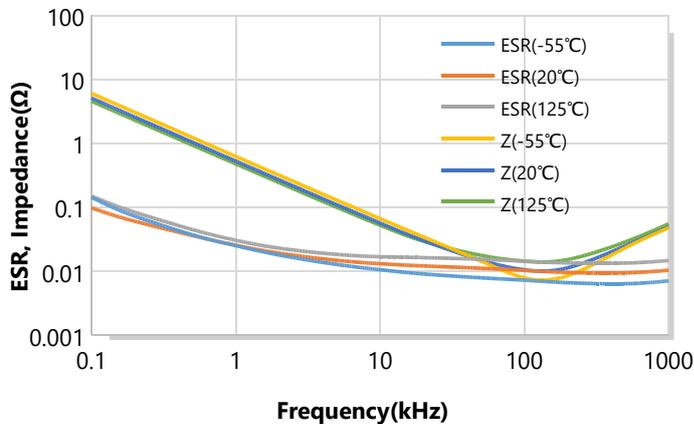
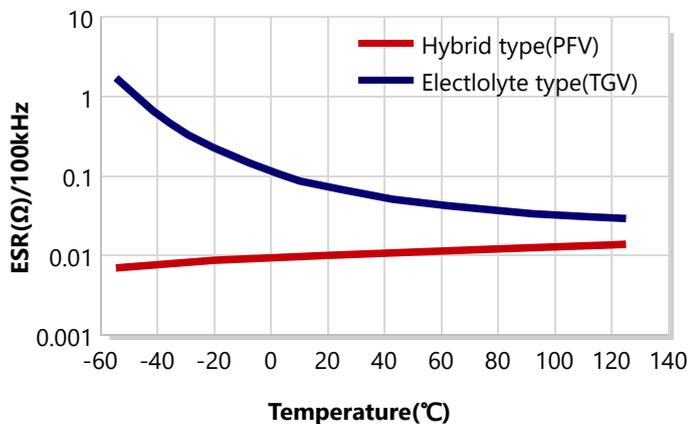
Advantage of Hybrid type
against conventional solid type

- 高耐圧化
Higher withstanding voltage
- 高容量化(小型化)
High capacitance (downsizing)
- 長寿命化
Longer lifetime
- 高信頼化
Higher reliability

コンデンサ選定上のキーポイント
 Key Point in Selecting the Capacitor

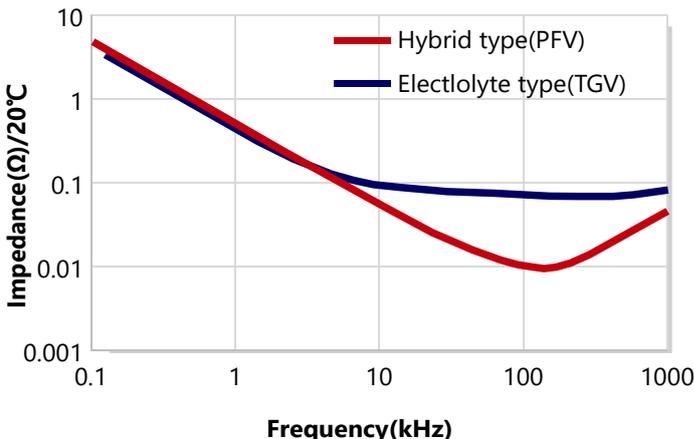
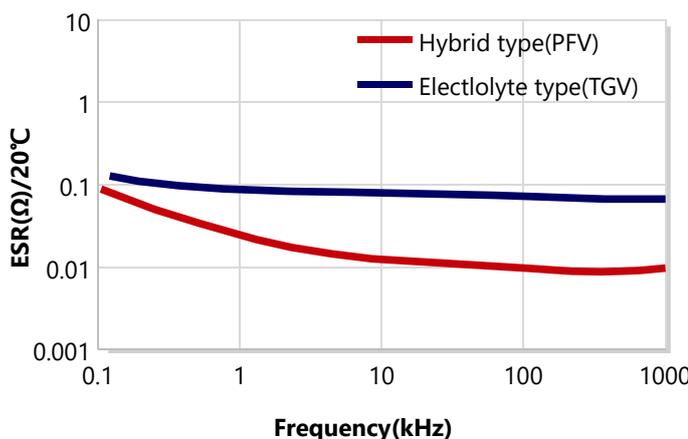
電解コンデンサとの特性比較

◆ Temperature Characteristics



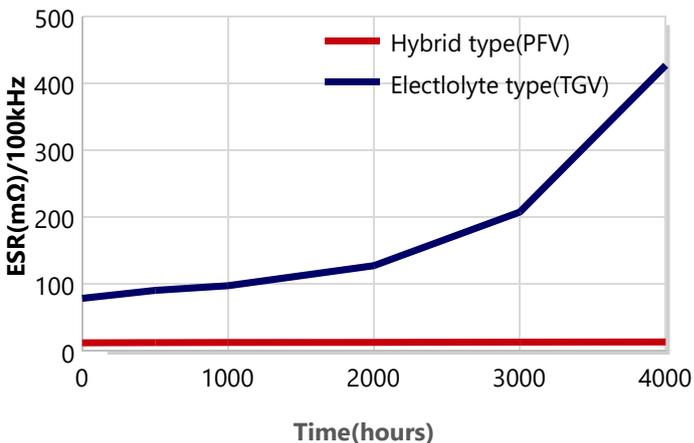
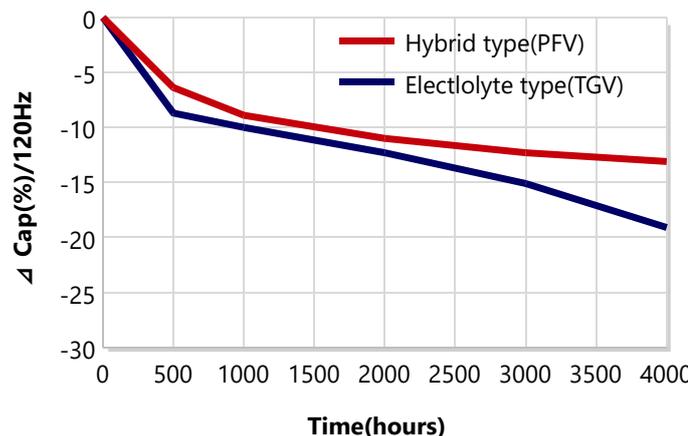
Hybrid Type is more stable than Electrolyte type across a wider temperature range.

◆ Frequency Characteristics



The Hybrid Type achieves lower ESR in the actual use frequency range as compared with the Electrolyte type.

◆ Lifetime Characteristics (125°C load life test)



Hybrid Type has stable performance over lifetime as compared with Electrolyte type.

コンデンサ選定上のキーポイント
 Key Point in Selecting the Capacitor

ハイブリッドへの置換え Replacement

一般の電解液タイプの電解コンデンサとの比較 Comparison with electrolyte

Electrolyte type / 125°C

TGV series



25v2700uF $\Phi 18 \times 21.5L$
 Volume: 5.47cm³
 ESR: 39mΩ
 Ripple: 1800mArms

Hybrid type / 125°C

PJV series



25v270uF $\Phi 8 \times 10.5L$
 Volume: **0.53cm³**
 ESR: 25mΩ
 Ripple: 1920mArms

It is possible to obtain miniaturization and low ESR with the same ripple current



25v220uF $\Phi 8 \times 10.5L$
 Volume: 2.64cm³
 Ripple: 350mArms X 5
 Total : 1750mArms



25v270uF $\Phi 8 \times 10.5L$
 Volume: **0.53cm³**
 ESR: 25mΩ
 Ripple: 1920mArms

It is possible to obtain cost & space saving with the same ripple current



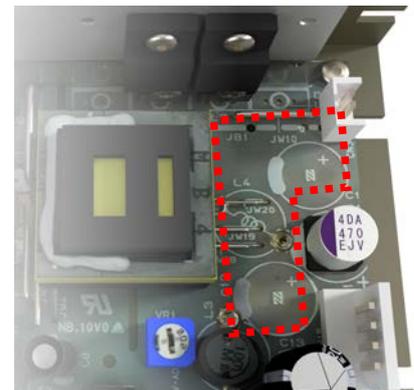
25v330uF $\Phi 10 \times 10.5L$
 Volume: 4.95cm³
 ESR: 120mΩ / 6
 Total : 20mΩ



25v470uF $\Phi 10 \times 10.5L$
 Volume: **0.83cm³**
 ESR: 20mΩ



Cost & Space Saving !!

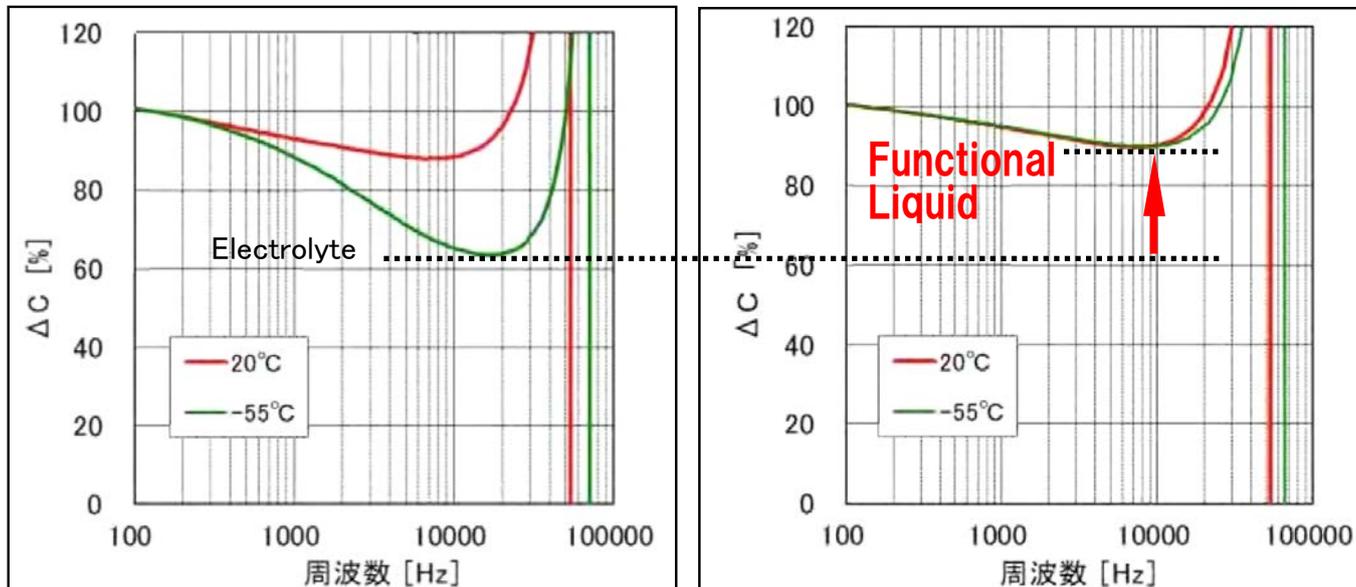


It is possible to obtain cost & space saving with the same ESR

コンデンサ選定上のキーポイント
 Key Point in Selecting the Capacitor

機能的液体と電解液タイプとの比較 (ハイブリッド)

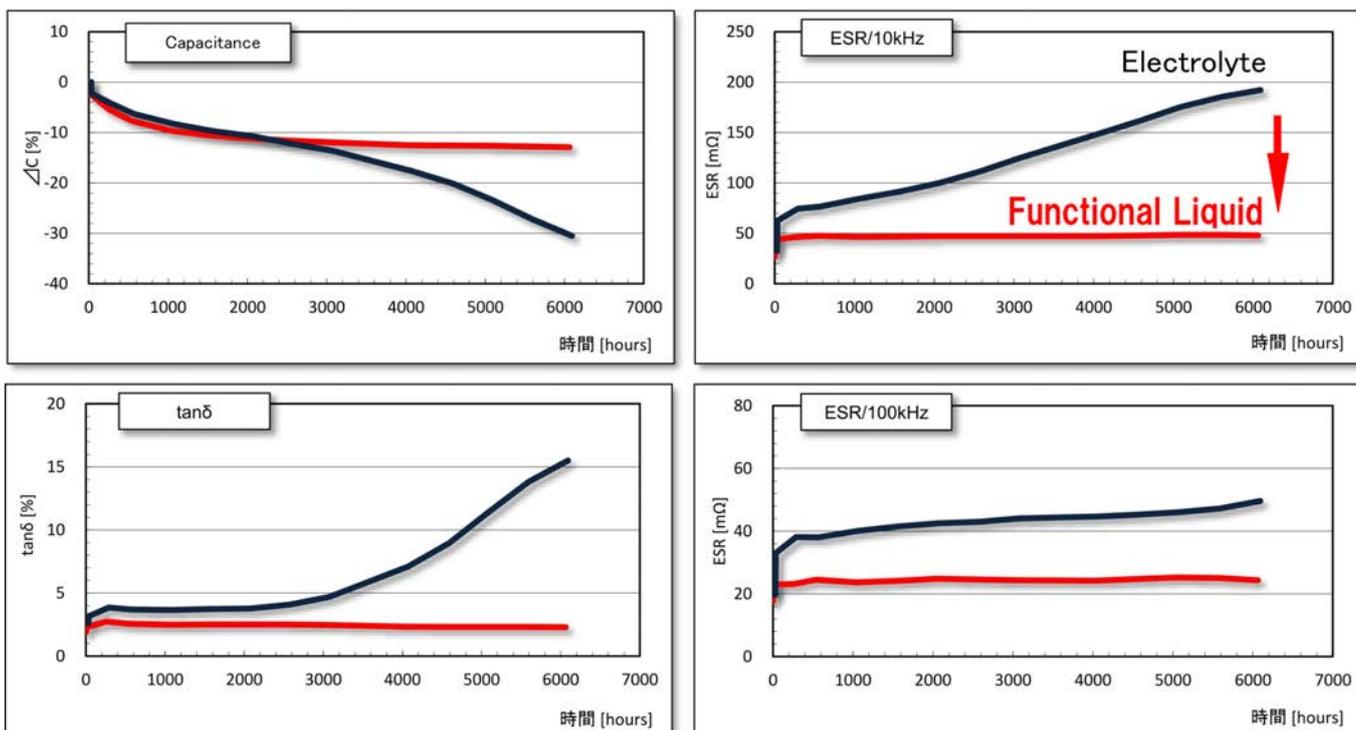
20°Cと-55°Cの容量変化率の周波数特性の比較 Room temp(20°C) vs. Low temp(-55°C)



電解液タイプと比較し、低温、高周波域で安定した容量特性を実現

FunctionalLiquid Type has stable Cap characteristics in wide temperature range than Electrolyte type

寿命特性 125°CDC負荷試験 Lifetime characteristics 125°C DC Load Life Test



Test Item: 35V 68μF φ 6.3 × 8L

電解液タイプと比較し、安定した寿命特性を実現

FunctionalLiquid Type has stable lifetime characteristics.

コンデンサ選定上のキーポイント
Key Point in Selecting the Capacitor

寿命推定計算式 Estimated Life Expectancy for Hybrid type

◆ ハイブリッドタイプの推定寿命の計算式

The estimated life calculation of Hybrid Type formula is as follows.

$$L = L_b \times 2^{\frac{T_{max} + \Delta T_o - T_j}{10}}$$

- L : 実使用時の期待寿命 Estimated life expectancy in actual use
- L_b : 規定寿命 Specified lifetime
- T_{max} : カテゴリ上限温度 Upper category temperature
- ΔT_o : 定格リップル印加時の発熱
Temperature rise when rated ripple current is applied

PSV _(PZS)	ΔT _o = 12K
PHV _(PZH)	ΔT _o = 5K(135°C), ΔT _o = 16K(125°C)
PFV _(PZF)	ΔT _o = 10K
CFV _(CZF) ※	ΔT _o = 6K
PJV _(PZJ) , PKV _(PZK) , CEV _(CZE)	ΔT _o = 10K
PEV _(PZE)	ΔT _o = 12K
PLV _(PZL)	ΔT _o = 4K

※ CFV_(CZF)
耐久性①の場合
Edndurance 1

- T_j : 実使用時のコンデンサの素子中心温度(°C)
Element temperature of capacitor in actual use(°C)

●実使用時のコンデンサの素子中心温度: T_jを計算式で求める場合。
When calculating T_j using a formula.

- I : 実使用時のリップル電流を規定されている周波数に換算した値(Arms)
Actual ripple current converted to specified frequency (Arms)
- $$\Delta T_j = \Delta T_o \times \left(\frac{I}{I_o}\right)^2$$

- I_o : 製品の定格リップル電流(Arms)
Rated ripple current (Arms)

- T_a : コンデンサ周囲温度(°C)
Ambient temperature of capacitor in actual use(°C)
(T_a ≤ 40°Cの場合、T_a = 40°Cとする。)
(When T_a is 40°C or low, T_a shall be 40°C.)

$$T_j = T_a + \Delta T_j$$

※この推定式による寿命時間は保証値ではありません。この式により求められた結果が、機器の寿命に対して十分な余裕を持ったコンデンサを選定してください。

また、推定結果が15年を超える場合には、15年を上限の目安としてお考えください

Please note that the estimated lifetime is a reference value and not a guaranteed value. Therefore, please select a product that has sufficient margin for the design life of the equipment. If the life calculation result exceeds 15 years, 15 years will be the upper limit. Please contact us if you need further life.

コンデンサ選定上のキーポイント
Key Point in Selecting the Capacitor

定格リプル電流と許容リプル電流

それぞれのシリーズの標準品一覧表には、定格リプル電流と許容リプル電流の2種類のリプル電流が規定されています。

● 定格リプル電流：耐久性規格を満たす、連続印加可能なリプル電流値。

● 許容リプル電流：連続印加可能なリプル電流最大値。

定格リプル電流は、一般的なアルミ電解コンデンサで規定される定格リプル電流と同じです。

許容リプル電流は定格リプル電流以上の電流を印加する際に、連続して印加できる上限を示す値です。

The standard product list for each series defines two types of ripple current: rated ripple current and permissible ripple current.

- Rated ripple current : Ripple current continuous operation within endurance lifetime
- permissible ripple current : permissible ripple current continuous operation.

Estimated lifetime complies with our lifetime calculation formula.

The rated ripple current is the same as the rated ripple current defined for general aluminum electrolytic capacitors. The allowable ripple current is a value that indicates the upper limit that can be applied continuously when a current exceeding the rated ripple current is applied.

許容リプル電流は、雰囲気温度によって異なるため、それぞれのシリーズ毎に温度と係数が記載されています。例として、PFVシリーズの場合、許容リプル値は以下表で与えられており、周囲温度 T_a 125℃時は、定格リプル電流 I_o の1.28倍、周囲温度 T_a 100℃時は、定格リプルの1.81倍のリプル電流を連続して印加する事が可能です。寿命推定時間算出例を以下に示します。

例) PFV Series 50WV,100uF,10x10.5の場合

125℃ 定格リプル電流 2,070mArms/100kHz ΔT_o 10℃ 寿命4000時間

125℃ 許容リプル電流 2,650mArms/100kHz(1.28倍) ΔT_j 16.39℃ 寿命2500時間

100℃ 許容リプル電流 3,760mArmd/100kHz(1.81倍) ΔT_j 33.12℃ 寿命4500時間

Since the permissible ripple current varies depending on the ambient temperature, the temperature and coefficient are listed for each series. For example, in the case of the PFV series, the permissible ripple current value is given in the table below. When the ambient temperature is T_a 125℃, the rated ripple current I_o is 1.28 times, and when the ambient temperature T_a 100℃, the ripple is 1.81 times the rated ripple. It is possible to apply current continuously. An example of calculating the estimated life time is shown below.

Ex. PFV series 50WV,100uF,10x10.5

125℃ Rated Ripple Current 2,070mArms/100kHz ΔT_o 10℃ Life 4000hours

125℃ Permissible Ripple Current 2,650mArms/100kHz(x 1.28) ΔT_j 16.39℃ Life 2500hours

100℃ Permissible Ripple Current 3,760mArmd/100kHz(x 1.81) ΔT_j 33.12℃ Life 4500hours

※素子中心温度、推定寿命計算例 Calculation of Element Temperature,Life Time

① 発熱 ΔT_j (°C)
Heat Generation

$$\Delta T_j = \Delta T_o \times \left(\frac{I}{I_o}\right)^2$$

$$= 10 \times 1.81^2$$

$$= 33.12$$

② 素子中心温度 T_j (°C)
Element Temperature

$$T_j = T_a + \Delta T_j$$

$$= 100 + 33.12$$

$$= 133.12$$

③ 実使用時の期待寿命 L (Hours)
Estimated life expectancy in actual use

$$L = L_b \times 2^{\frac{T_{max} + \Delta T_o - T_j}{10}}$$

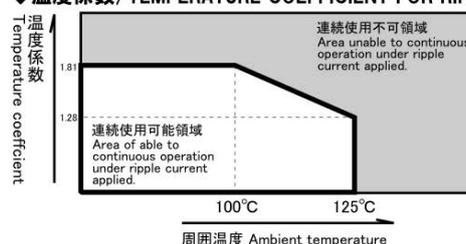
$$= 4000 \times 2^{\frac{125 + 10 - 133.12}{10}}$$

$$= 4500$$

例 PFV Seriesの温度保証係数

Ex. PFV Series
Temperature Coefficient

◆温度係数/TEMPERATURE COEFFICIENT FOR RIPPLE CURRENT



温度 Temperature T(°C)	≤100	105	110	115	125
係数 Coefficient (IMAX/I _r)	1.81	1.72	1.62	1.52	1.28

温度係数 $IMAX/I_o$: 定格リプル電流(I_o)を超えて連続印加可能なリプル電流最大値(IMAX)を示す係数。寿命推定時間は寿命計算式に従う。

Temperature coefficient $IMAX/I_o$: Coefficient indicating the maximum permissible ripple current (IMAX) that can be continuously applied beyond the rated current (I_o). Estimated lifetime complies with our

コンデンサ選定上のキーポイント
 Key Point in Selecting the Capacitor

実使用条件におけるコンデンサ素子中心温度の算出方法

前ページにおける素子中心温度は、コンデンサ単品における自然環境下且つ、基板への放熱が無い想定での発熱値であり、実際に実装された条件では、個々に異なる基板への放熱回路や、強制冷却条件等によって発熱値は低い値となります。

当社 P Z - C a p の場合、許容リップル値から算出された発熱値以下であれば、連続使用可能なように設計されていますので、実使用条件での発熱値を以下の方法で正確に見積もる事で、大幅な小型低コストが可能です。

※ただし、コンデンサー一個あたり10Arms/100kHzMAXとなります。

The element center temperature on P-34 is a heat value under the assumption that there is no heat dissipation to the substrate in the natural environment of a single capacitor, and under actual mounting conditions, a heat dissipation circuit to different substrates or forced cooling The exothermic value will be low depending on the conditions.

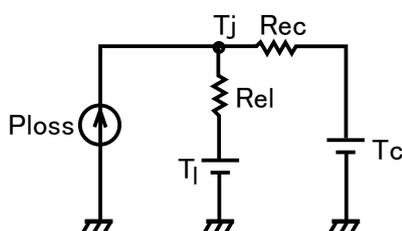
In the case of our PZ-Cap, it is designed so that it can be used continuously if it is less than the heat generation value calculated from the permissible ripple value. By accurately estimating the heat generation value under actual use conditions by the following method, Can be significantly smaller and lower cost.

* However, 10 Arms / 100 kHz MAX per capacitor.

実使用条件における素子中心温度は、ケース温度 T_c と端子温度 T_l とリップル電流 (大きさ、周波数) を実測する事で算出可能です。 実測データをお送りいただければ、実使用条件での素子中心温度を算出し、所望のリップル電流を印加可能な最適な員数、サイズを提案させていただきます。

The element center temperature under actual use conditions can be calculated by measuring the case temperature T_c , terminal temperature T_l , and ripple current (ampere, frequency). If you send us the actual measurement data, we will calculate the element center temperature under actual usage conditions and propose the optimum number and size that can apply the desired ripple current.

【等価回路 Equivalent Circuit】



T_j : 素子中心温度(°C) Element Temperature

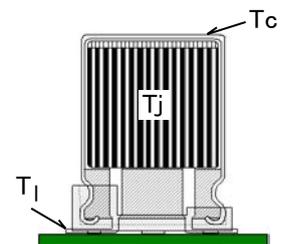
P_{loss} : 熱流 (=ESR \cdot I 2) [W] Thermal Current

R_{ec} : コンデンサ素子とアルミケース間の熱抵抗(K/W)
 Thermal resistance between element and case

R_{el} : コンデンサ素子と回路基板間の熱抵抗(K/W)
 Thermal resistance between element and PCB

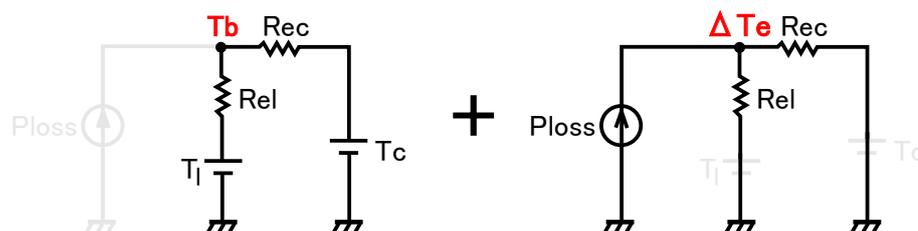
T_c : ケース表面温度(°C) Surface Temperature

T_l : 基板温度(端子先端温度)(°C) Terminal Temperature



【重ね合わせの理 Superposition principle】

$$T_j = \Delta T_e + T_b$$



$$T_b = \frac{R_{el} \cdot T_c + R_{ec} \cdot T_l}{R_{el} + R_{ec}}$$

$$\text{Min}(T_c, T_l) \leq T_b \leq \text{Max}(T_c, T_l)$$

$$\Delta T_e = R_{th} \cdot P_{loss} \quad R_{th} = \frac{R_{ec} \cdot R_{el}}{R_{ec} + R_{el}}$$

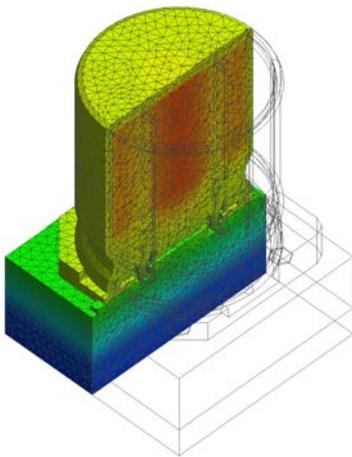
コンデンサ選定上のキーポイント
Key Point in Selecting the Capacitor

熱伝導解析と熱等価回路

コンデンサの内部温度推定は、その耐久性（寿命やリップル電流上限値）を評価する上で最も重要なパラメータです。従って、実使用条件下のコンデンサ温度を正確に見積もることで、安全かつオーバースペックにならない製品提案が可能になります。当社では有限要素法によるコンデンサの熱伝導解析を行っており、実験データと擦り合わせることで、非常に正確な熱等価回路を作成することも可能です。また、一般的な12V/24V系の車載電装設備に使用されるアルミ電解コンデンサやPZ-CAPについて、以下の標準的な熱等価回路モデルの提供が可能です。

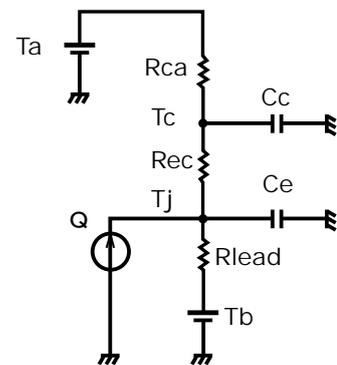
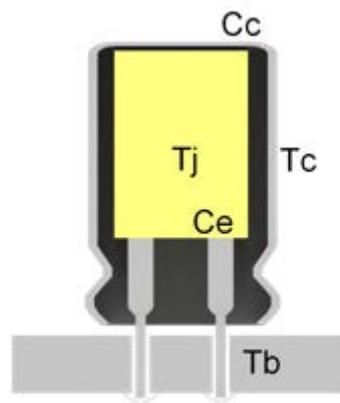
The capacitors internal temperature is the most important factor to evaluate its performance (life and maximum ripple current.) It is important to correctly estimate the capacitors temperature under the true operating conditions to avoid unnecessary over spec, while ensuring minimal reliability. Rubycon is doing thermal conductive analysis based on finite element methods. We can offer precise thermal equivalent circuit model (TECM) by utilizing this thermal conductive analysis result and experimental test data. We offer such data for aluminum electrolytic and PZ-CAP hybrid polymer capacitors used for 12V/24V line of automotive applications.

FEM熱伝導解析事例 FEM Thermal Analysis Example



基板実装状態における放熱 (受熱) の影響を解析した事例。
Analysis example of heat dissipation (heat reception) when mounted on PCB

熱等価回路事例 Thermal Equivalent Circuit Example



Tj: Element temp. Ce: Element heat capacitance Rca: Rth (Surface to amb.)
Tc: Surface temp. Cc: Al-case heat capacitance Rec: Rth (Element to surface)
Tb: PCB temp. Q : Power Loss Rlead: Rth (Element to PCB)
Ta: Ambient temp.

ラジアルアルミ電解コンデンサ熱等価回路 Aluminum Electrolytic Capacitor-Through Hole Type

コンデンサ選定上のキーポイント
Key Point in Selecting the Capacitor

LTSPICEによるインピーダンス解析

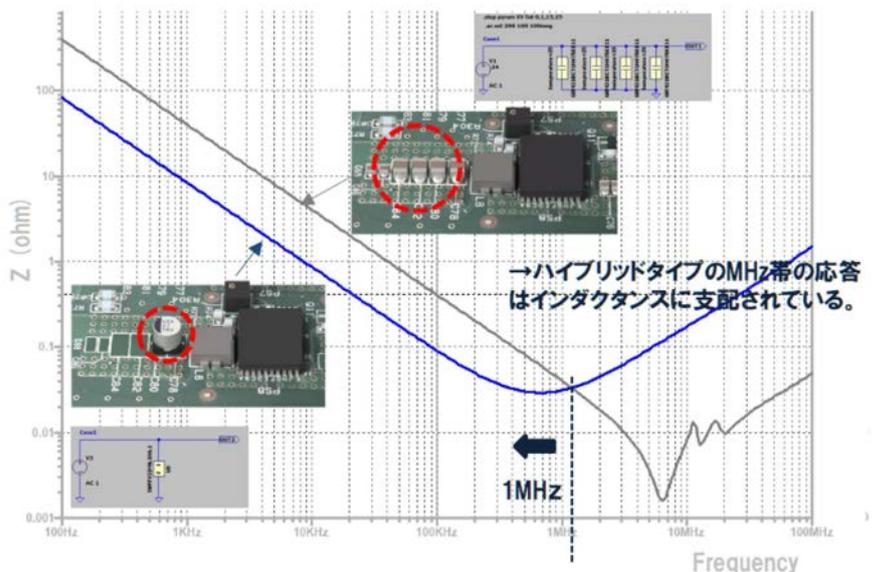
シミュレーション解析結果 Result of Simulation

伝導エミッション評価①

: LW帯(150kHz~) AM帯(400 kHz~1.5MHz)で良好な特性が得られている。

Only Hybrid use

: Good characteristics in LW-band(150kHz~), AM-band(400kHz~1.5MHz)

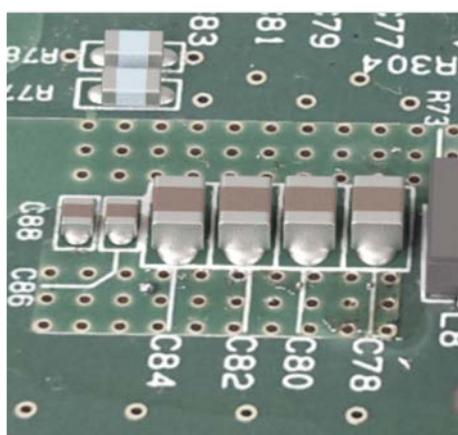
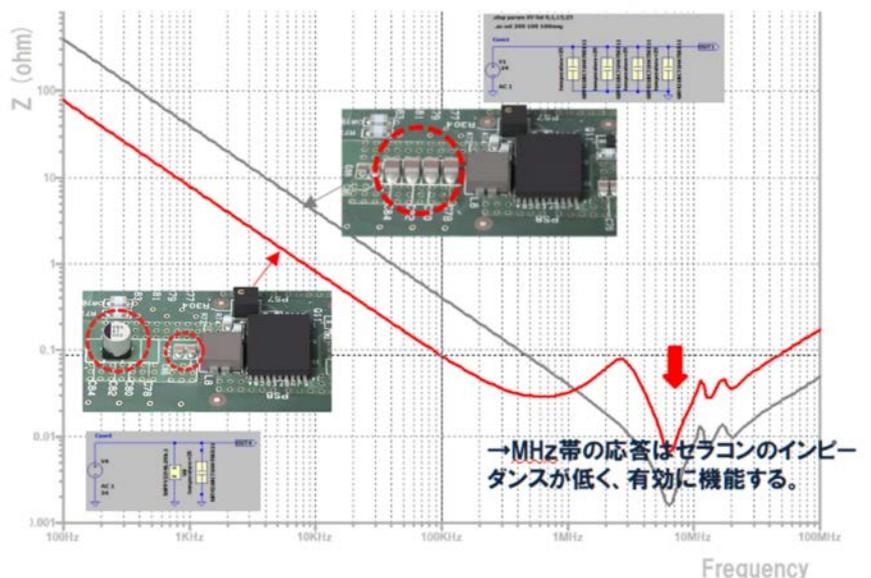


伝導エミッション評価②

: LW帯, AM帯の性能そのままSW帯(2MHz)以上でも良好な特性が得られている。

Hybrid with MLCC

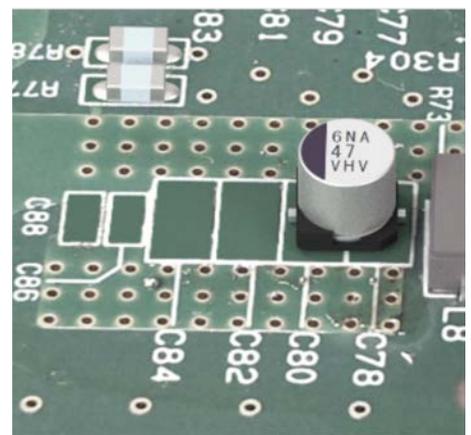
: Good characteristics in SW-band(2MHz~), Characteristics of LW-band and AM-band remain



MLCC to **PZ-CAP**



MLCC 6pcs
to PZ-CAP 1pcs (φ 6.3)



Please refer to the Spice Models of PZ-CAP on Rubycon's web site
http://www.rubycon.co.jp/tools/simulation_data.aspx