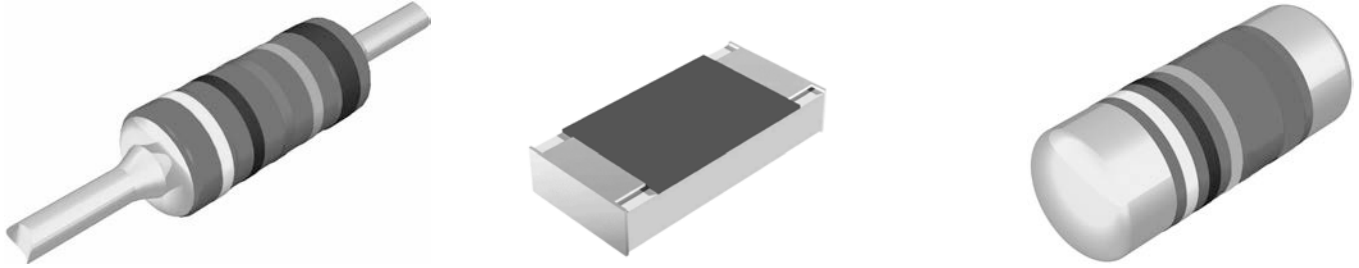




# Pulse Load Handling for Fixed Linear Resistors



固定線形抵抗器の電力と熱の作用は、大部分は直流または実効値負荷に基づきますが、パルス負荷（一つのエネルギーパルスまたは連続パルスのような負荷）は、ますます専門の電子機器における重要な要因になります。

皮膜抵抗器によるパルス負荷の状態は、以下の限度を上回るとは許されません

- 一つのパルスは加えられたパルス期間の間、ピーク電力で制限されなければなりません。
- 連続パルス負荷の平均電力負荷 $P$ は、定格消費電力 $P_{70}$ を上回ることができません。
- パルス電圧の最大振幅と、単一もしくは連続のパルスは、高抵抗値に関して制限される必要があります。

## 1. 単一パルス負荷

特定の抵抗器の最大許容単一ピーク電力は、パルスが加わっている期間の相関関係として、弊社（Vishay Draloric Beyschlag）のデータシートのパルス負荷ダイアグラムに示されています。これらのダイアグラムは全て、矩形波の一つのパルスに基づきます。異なるパルス波形については、単一パルスのエネルギーは、計算されなければなりません。

$$W = P(t) \cdot dt \quad t_2 \quad t_1$$

エネルギーの結果は、相似の矩形波のパルス波形と比較されなければなりません。実際の単一パルスと類似した長方形のパルスの電力振幅は、等しくなければなりません。

$$P = P_{rec} - cal$$

矩形波の単一パルスに順応された期間時間を計算することは、ここでは容易と言えます。

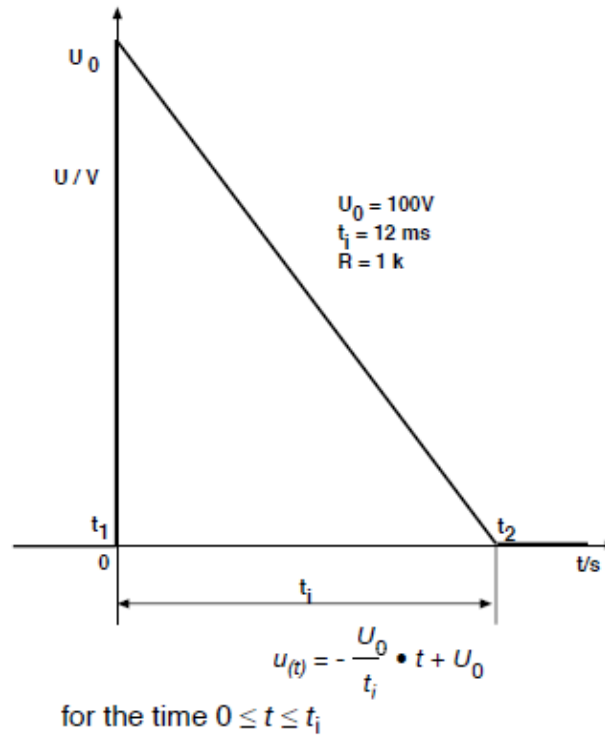
$$W = W_{rec} - cal = P_{rec} - cal \cdot t_{rec} - cal$$

ここで、個々の単一パルスは、抵抗器のデータシート上の単一パルス・ダイアグラムと比較されることができる類似の矩形波パルスに変換されます。計算された矩形波の期間の時間が最大許容パルス期間より低くまたは等しければ、その抵抗器はアプリケーションに適しています。

$$W = W_{rec} - cal = P_{rec} - cal \cdot t_{rec} - cal \leq W_{Diagram}$$

## Pulse Load Handling for Fixed Linear Resistors

下記の例は、三角波に対する プロフェッショナルMINI-MELF抵抗器 MMA 0204 の計算値です。



$$W = \int_{t_1}^{t_2} \frac{u^2(t)}{R} dt$$

$$u(t) = -\frac{U_0}{t_i} t + U_0$$

$$W = \int_0^{t_i} \frac{U_0^2}{R} \left(1 - \frac{t}{t_i}\right)^2 dt$$

$$W = p \cdot t_i$$

ピーク電力に関して:

$$p = \frac{U_0^2}{R} = 10W$$

類似した矩形波パルスと比較して:

$$W = W_{rec-cal} = P_{rec-cal} \cdot t_{rec-cal}$$

## Pulse Load Handling for Fixed Linear Resistors

類似したパルスの期間の時間では

$$t_{rec - cal} = t_i$$

$$t_{rec - cal} = 12ms$$

$$t_{rec - cal} = 4ms$$

### プロフェッショナルMMA

0204 (最高30W) の最大定格ピーク電力よりピーク電力pが低いことを、図1は示します。10Wのピーク電力pで、図は、最大許容期間trec-データがおおよそ7msであることを示します。上記の計算に基づいて、最大許容パルス期間trecデータを許したより計算による矩形波のパルス期間trec-calは、低いです。1kΩの抵抗値を持ったプロフェッショナルMINI-MELFレジスタ-MMA 0204は、このパルス負荷アプリケーションにふさわしいです。短い期間の時間 (ti < 200 ~ 300 μs) による単一パルスは、抵抗値の変化または故障を 伴わず、パルスエネルギーに耐えることができる抵抗器を必要とします。抵抗層からの熱フローはパルス期間と比較して非常に遅いので、最大許容ピーク電力は短い期間の時間によって一定値に達します。単一パルスエネルギーに耐えるための類似した抵抗器の型の能力は、抵抗技術に依存します。非常に大きなパルス負荷状況のために、Vishayの炭素皮膜抵抗器、メタルグレーズ抵抗器、および巻き線抵抗器は好ましいです。その期間の時間が増加することに伴って、最大ピーク電力は、定格消費電力にますます近づくようになります。熱がセラミック (抵抗体) に (極めて少ないがプリント回路基板と周辺環境) により浸透する影響に、これは基づきます。プロフェッショナル薄膜抵抗器ファミリーは、優れた長期安定性、低い抵抗値温度係数、高い信頼性、低い電流ノイズ、そして拡張されたパルス負荷能力を提供します。薄膜抵抗器に対して許可される単一パルス負荷は、他のパルス負荷テストと異なって、特定の抵抗値の変化 につながります (例えばオープンモードの不良など)。この特定の抵抗値変化は、8000時間後に延長した耐久性テスト (125 ° Cの皮膜温度) によって得られます。

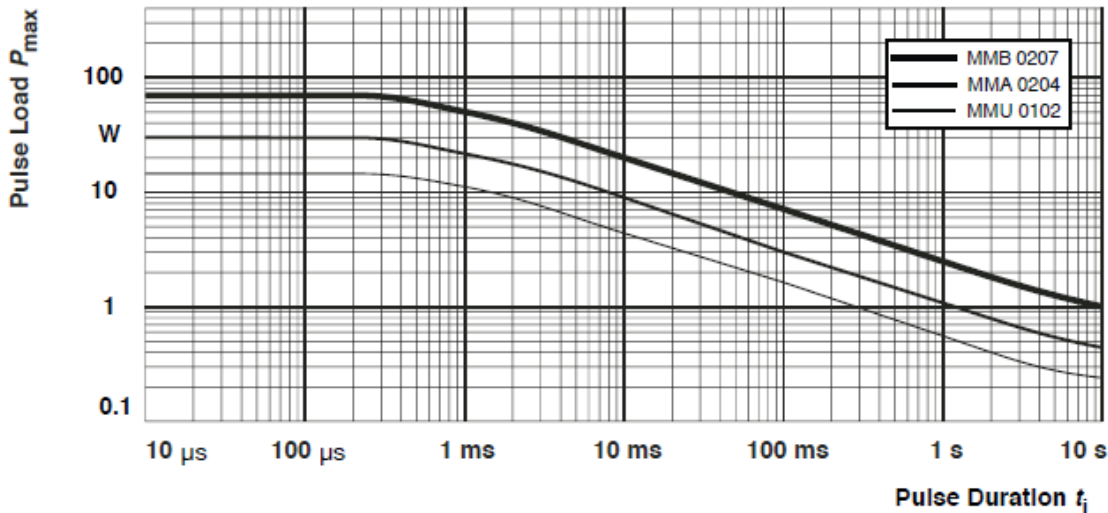


図1. 薄膜 MELF抵抗器の単一パルス・ダイアグラム

### 2. 連続パルス負荷

連続脈荷の平均値Pは、計算されなければなりません。

$$P = p = p(t) \cdot dt \leq P70$$

$$\int_0^T$$

$$p$$

$$1$$

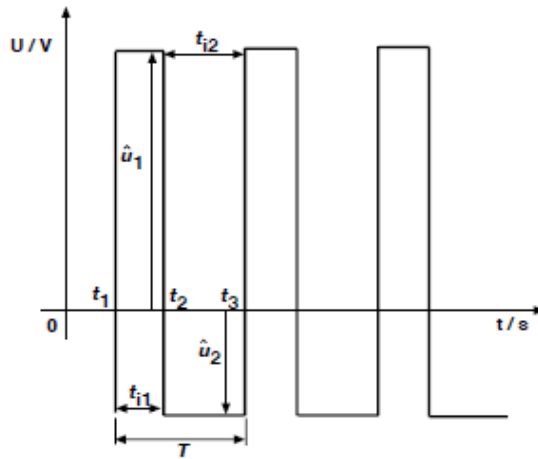
## Pulse Load Handling for Fixed Linear Resistors

臨界抵抗  $R_{crit}$  より上の抵抗値のために、定格消費電力は、抵抗値と制限されている電圧によって与えられます。

$$R_n \geq R_{crit} = P_{70} \frac{U_2}{U_1^2}$$

### 2.1. 平均電力の矩形波連続パルスによるパルス計算

交流電圧振幅による矩形波パルス

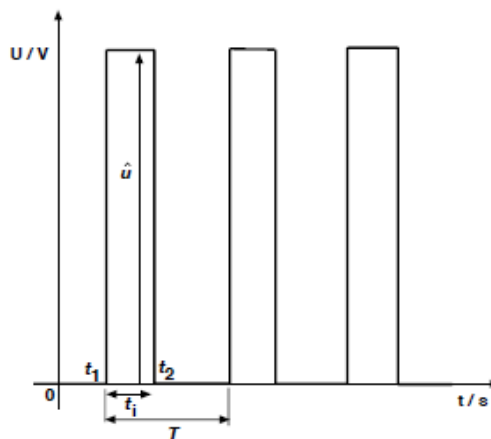


$$P_{rec} = \frac{1}{T} \cdot \frac{1}{R} \cdot (\hat{u}_1^2 \cdot t_{i1} + \hat{u}_2^2 \cdot t_{i2})$$

$$\text{with } t_{i1} = t_2 - t_1$$

$$\text{and } t_{i2} = t_3 - t_2$$

直流電圧振幅による矩形波パルス

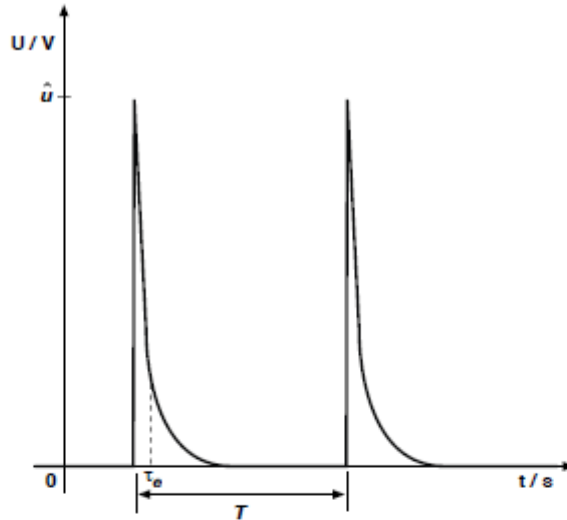


$$P_{rec} = \frac{t_j}{T} \cdot \hat{P} = \frac{t_j}{T} \cdot \frac{\hat{U}^2}{R}$$

$$\text{with } t_j = t_2 - t_1$$

## Pulse Load Handling for Fixed Linear Resistors

### 2.2. 平均電力の指数関数連続パルスによるパルス計算



$$P_e = \frac{1}{T} \cdot \frac{\tau_e}{2} \cdot \hat{U}^2 = \frac{1}{T} \cdot \frac{\tau_e}{2} \cdot \frac{\hat{U}^2}{R}$$

with  $\tau_e = R \cdot C$  or  $\tau_e = \frac{L}{R}$

### 2.3. パルスロードダイアグラム

連続パルス負荷のダイアグラムは、単一（正側）の電圧振幅による矩形波パルス型に対して、最大定格ピークパルス負荷を示します。単一振幅による矩形波パルスのための方程式は、消費電力がピークの電力だけに依存していないことを示します。それは期間の時間  $t_i$  と期間  $T$  にも依存します。

$$P_{rec} = \frac{p}{T} \cdot t_i$$

読みとれるダイアグラムを作成するために、期間と時間の逆の比率は、制限されなければなりません。点線は、単一電力パルスのためのピーク電力の制限です。

## Pulse Load Handling for Fixed Linear Resistors

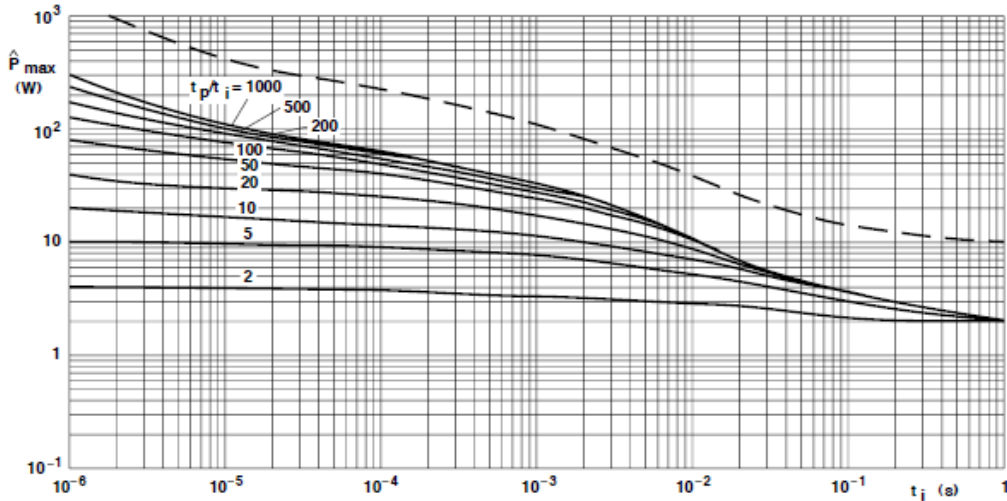


図 2. 原則的なパルス（パルス期間の相関関係としての最大許容ピークパルス）

連続パルスに対するピーク電力の容量を示すために、期間Tと期間の時間t<sub>i</sub>の部分を残して、定格消費電力P70を上回ることなく、与えられたの期間の時間のt<sub>i</sub>に対する最大許容ピーク電力のみを示すことです。

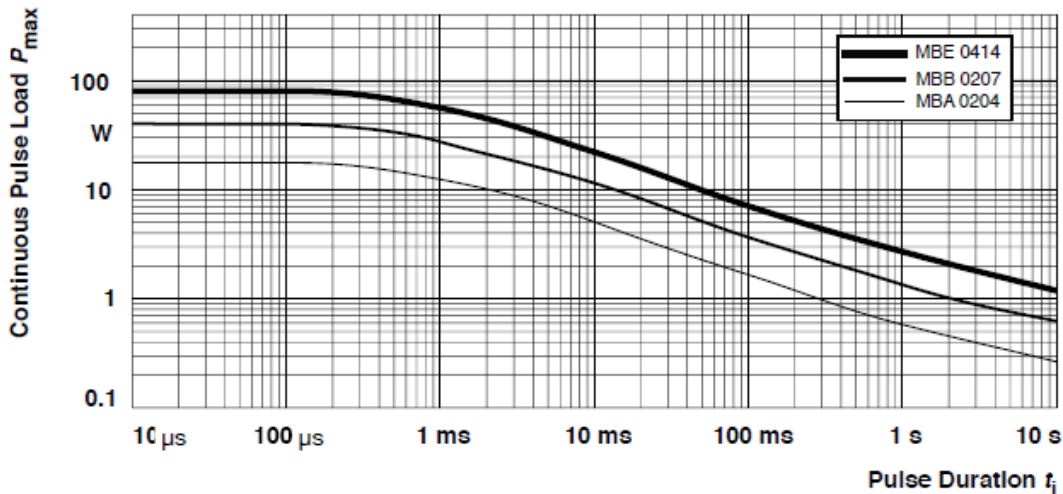


図3. 8000時間動作と同等の、許容抵抗値変化に対する最大パルス負荷（連続負荷）

設計者は以下の方程式によって定格の周波数を計算する必要があり、結果をアプリケーションの周波数と比較しなければなりません。もしアプリケーションの周波数が定格の周波数より低いか等しいならば、その抵抗器はアプリケーションに適しています。

$$\begin{aligned}
 P_{rated} &= P \cdot \frac{t_i}{T} \\
 P &\leq P70
 \end{aligned}$$

## Pulse Load Handling for Fixed Linear Resistors

$$\frac{t}{t_i} \leq \frac{P_{70}}{P}$$

$$f_{appl} \leq f_{rated}$$

(三角波や指数関数的な連続パルスのような)他のパルスの型は、単一パルスに対して言及することと同じ状況の下で、類似した矩形波パルスに変えられることができます。これらの計算の結果は、データシートの中にデータダイアグラムと比較することができます。8000時間後に延長した耐久性テスト(125°Cの皮膜温度)によって与えられるように、薄膜抵抗器に対する許容連続パルスは、抵抗値の変化によって決定されます。

### 3. パルス電圧の制限

臨界値 $R_{crit}$ より上の抵抗値による抵抗器は、高いパルス電圧から保護されていなければなりません。これは、単一および連続パルス両方にあてはまります。この制限は、抵抗器そのものを高い電界強度から保護します。プロフェッショナル薄膜チップ抵抗器の最大許容衝撃電圧 $U_{max}$ に関する例は、図4に示されます。8000時間後に延長した耐久性テスト(125°Cの皮膜温度)のために与えられるように、薄膜抵抗器では許容されるパルス電圧は抵抗値の変化で測定されます。

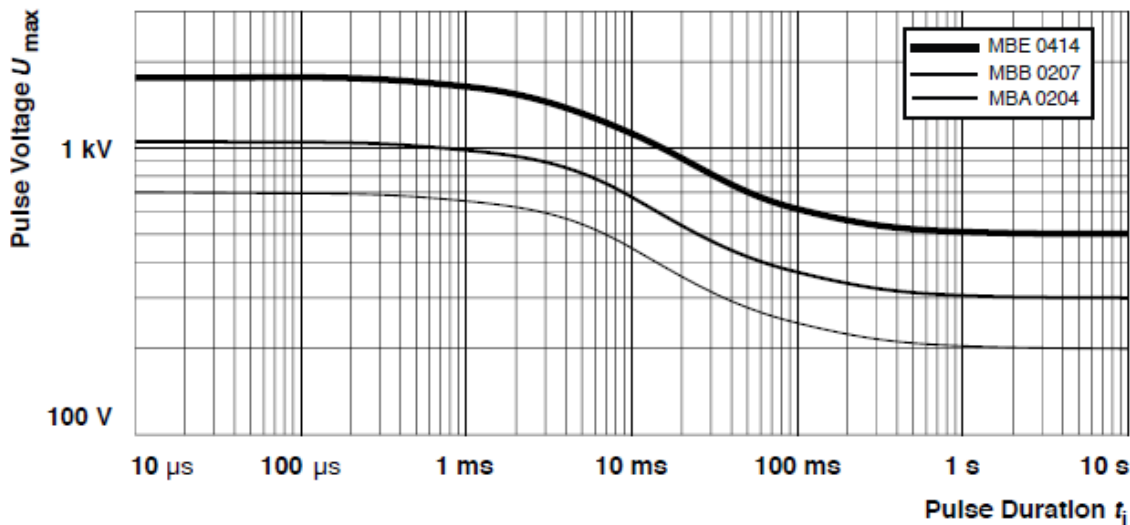


図 4. 最大パルス電圧 (単一および連続波)

### 4. IEC 60115-1, 4.27に沿った定格パルス負荷

1、2、および3章で述べたとおり、許されるパルス負荷は、シェーブされたパルスの持続期間に依存します。標準的な照明パルス (LEMP) は、電子および電気機器のための主要なEMCテストパルスの1つです。EN標準のEN 60 115-

1、条項4.27では、単一の高電圧パルス (ソース・パルス) のために、2つの異なるパルス発生器を定めます

- ・ 1.2/50  $\mu$ s
- ・ 10/700  $\mu$ s

スラッシュの前に示される値はパルス電圧の前の時間 $T_1$  ( $\mu$ s) で、スラッシュの後の値は図5で示すピークの値の半分の値 $T_2$  ( $\mu$ s) の時間です。

テスト条件は下記のとおりです。

- ・ 少なくとも12秒の期間による、1.2/50 ( $\mu$ s) のパルスの5回
- ・ 少なくとも1分の期間による、10/700 ( $\mu$ s) のパルスの10回

## Pulse Load Handling for Fixed Linear Resistors

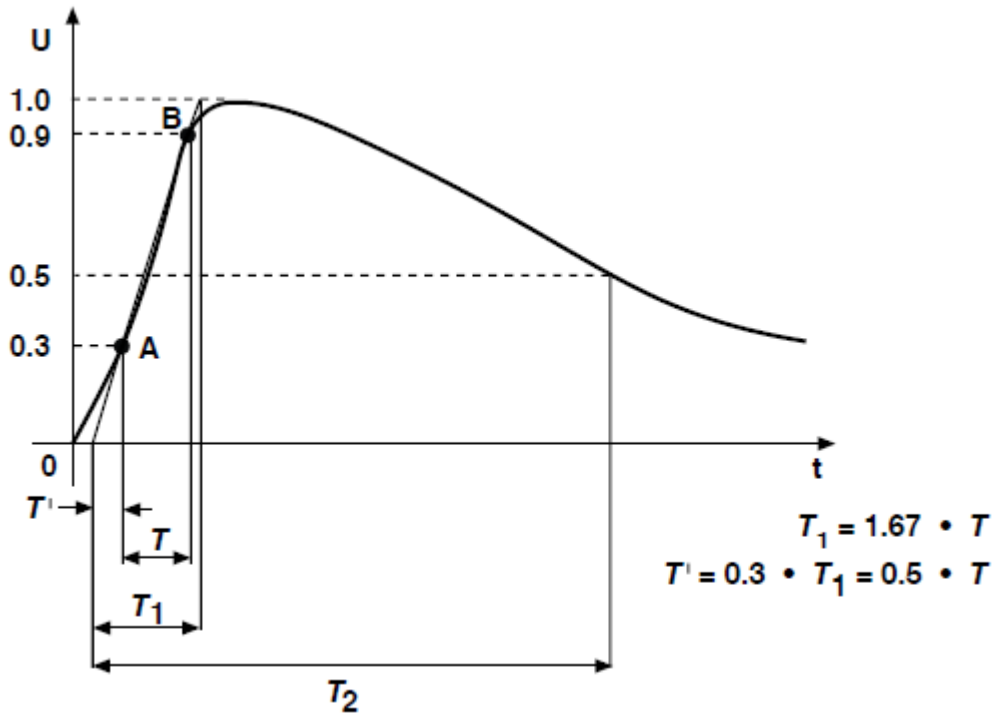


図 5. 1.2/50 (μs) または 10/700 (μs) の単一高電圧パルス

比較している異なる抵抗器の型の手法として、そして開発目的における導かれている値として、IEC 60 115-1, 4.27に従ったパルス負荷容量は適用されます。例は、図6で示されたカーボン皮膜MINI-MELFレジスタ-CMA 0204のパルス負荷能力です。薄膜製品については、図は電圧に0.5%の最大抵抗値変化をもたらす電圧の制限を与えます。制限を上回るとは、変化の指数関数的な増加をもたらす場合があって、さらに抵抗器の破壊につながる可能性があります。

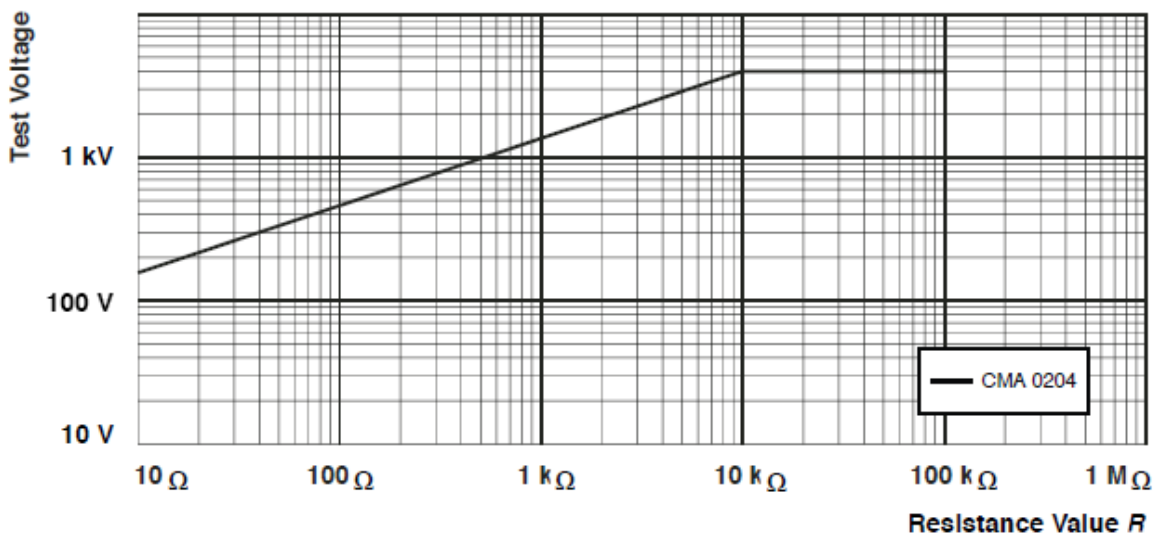


図 6. カーボン皮膜 MINI-MELF 抵抗器 CMA 0204のソース皮膜の能力