

ヒューズの安全な使い方

～電気・電子機器用電流ヒューズの 安全アプリケーションガイド～

2015年10月21日

大東通信機株式会社
石川 友一

電気・電子機器用電流ヒューズの安全アプリケーションガイド (JEITA RCR-4800) について

JEITA

電子情報技術産業協会技術レポート

Technical Report of Japan Electronics and Information Technology Industries Association

JEITA RCR-4800

電気・電子機器用電流ヒューズの
安全アプリケーションガイド

Safety application guide on fuse
for use in electronic and electrical equipments

2009 年 10 月制定

作 成
電 子 部 品 部 会
Electronic Components Board

技 術 委 員 会
Electronic Components Engineering Committee

部 品 安 全 専 門 委 員 会
Subcommittee on Electronic Components Safety

発 行

社団法人 電子情報技術産業協会
Japan Electronics and Information Technology Industries Association

【適用範囲】

電流ヒューズに適用し、温度ヒューズは適用外。

一般的な電気・電子機器用に使用される電流ヒューズを対象
医療機器, 宇宙・航空機器, 防犯機器, 防災・輸送機器などに使用される電流ヒューズは対象外とする。

【ガイドの構成】

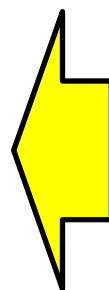
特に電流ヒューズを使用する上で重要な、電気的特性, 選定方法, 使い方のノウハウ, 安全規格に多くのページを割き, 随所に図やグラフ等を載せて感覚的にも分かるように配慮している。

ヒューズは、通常使用時に誤溶断せず、異常発生時には速やかに溶断して保護するという一見, 選定方法については選定フローやグラフ等で詳細に説明している。

また, 使い方のノウハウについては, 確認事項や失敗事例等、具体的な内容を記載。

構成(目次)

1. ヒューズの種類
2. 用語の定義
3. 電気的特性/溶断特性
4. 電気的特性/ I^2t - t 特性
5. ヒューズの選定方法
6. 使い方のノウハウ事例
7. ヒューズの安全規格と国家認証



JEITA RCR-4800 目次

1. 適用範囲
2. 回路保護部品の種類と電流ヒューズの役割
3. ヒューズの種類
4. 用語の定義
5. ヒューズの構造
6. 電気的特性
7. 機械特性、信頼性、耐候性
8. ヒューズの選定方法
9. 設計上の注意点
10. 実装上の注意点
11. 包装と保管上の注意事項
12. 修理・保全上の注意事項
13. 使い方のノウハウ事例
14. ヒューズの環境対応
15. ヒューズの安全規格と国家認証
16. ヒューズのCMJ登録制度

JEITA RCR-4800を基に朱記項目に関して説明させていただきます。

1. ヒューズの種類

(1) 管型ヒューズ

中空円筒形状の内部にヒューズエレメントを通し、両端を口金で固定した構造で、汎用性・認知度からヒューズの代表格。クリップ又は、パネル取付け形とヒューズホルダに挿入して使用されるカートリッジタイプと、直接基板にはんだ付けできるリード(アキシアル, ラジアル)付タイプがある



1. ヒューズの種類

(2) 端子挿入形ヒューズ

耐熱性の高いプラスチック樹脂を外装に使用し、その外装の一部分から外部接続用の端子を出してプリント基板に直接又は、ホルダを介して実装できる。

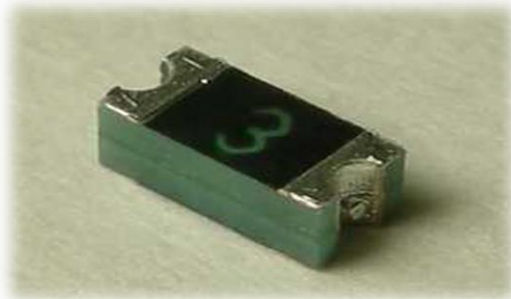
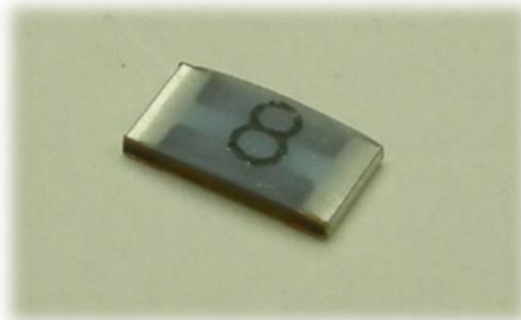
コンパクトで実装面積を小さくでき、自動実装にも対応。商用の一次側からDCの二次側回路保護まで用途も豊富。



1. ヒューズの種類

(3) 表面実装形ヒューズ

表面実装形部品、小型サイズを特徴とするヒューズで、24V～125Vの電圧であり、二次側回路保護を主体としている。
角形と薄形のタイプがあり、適用電圧によって選定する。



1. ヒューズの種類

(4) 警報用ヒューズ

溶断表示を行い、警報回路を構成する。専用のホルダを用いてプラグインにて絶縁設計に優れ、ヒューズ交換も簡単で安全



2. ヒューズの用語

知っているようで知らないヒューズの用語をアプリケーションガイドに記載しております。

ご存じですか？

限流作用？

溶断電流？

遮断電流？

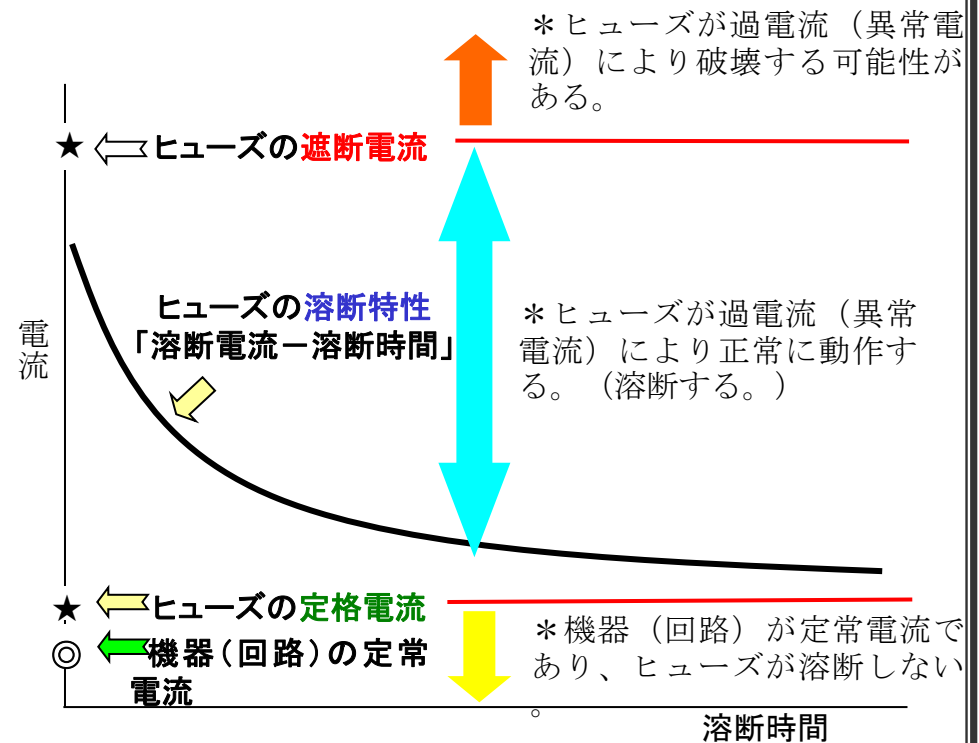
・・・etc



☆ ヒューズは限流作用が特徴

ヒューズとブレーカの違いです。

☆
「溶断電流」
と
「遮断電流」



3. 電気的特性／溶断特性

溶断電流が流れた際にヒューズが溶断するまでの時間を表した曲線図。
速動溶断形、普通溶断形、タイムラグ溶断形等がある。

【 I-T特性 】 溶断の確認用データ

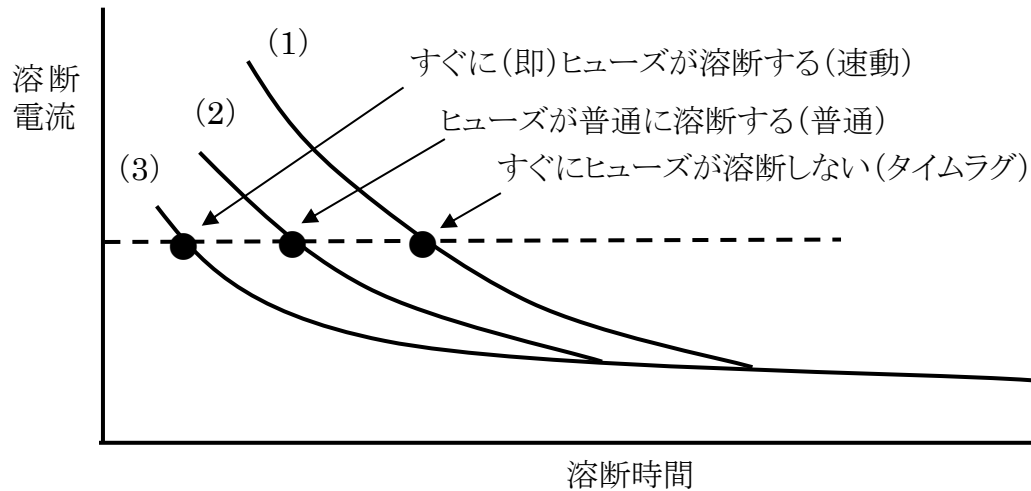
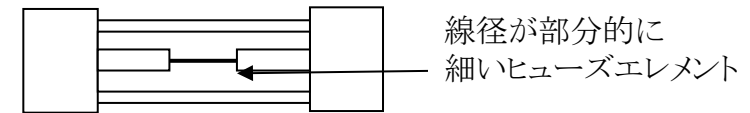
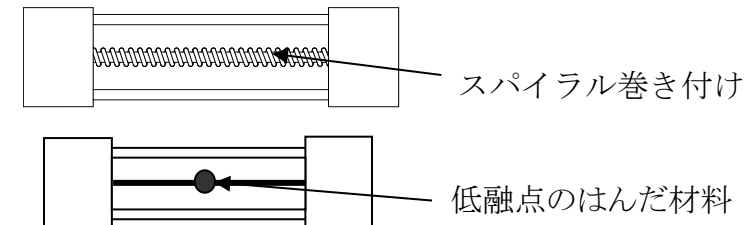


図6-1 ヒューズ溶断特性 ①

速動溶断形 ヒューズ例



タイムラグ溶断形 ヒューズ例



【ポイント】

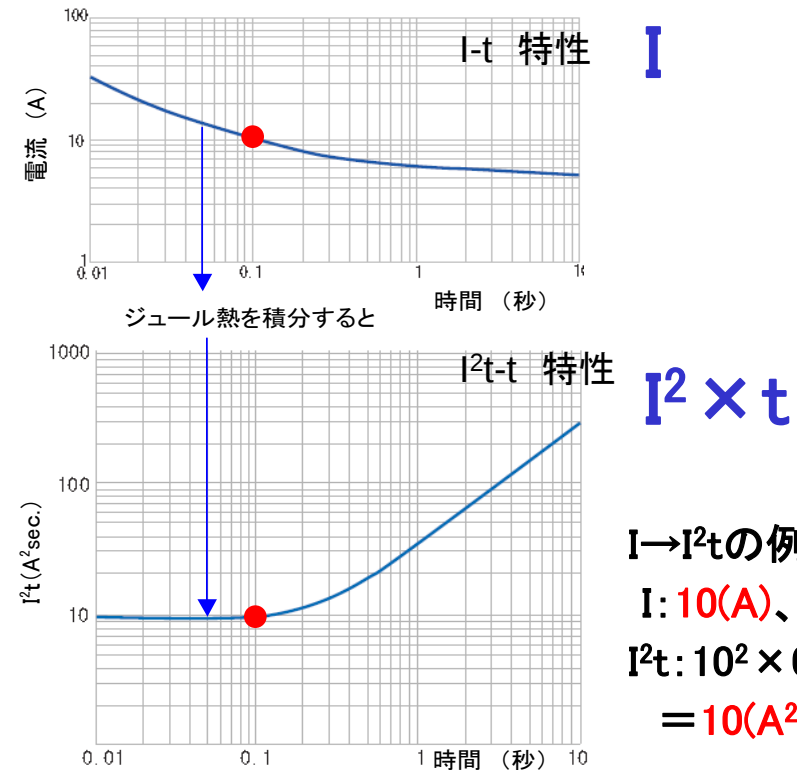
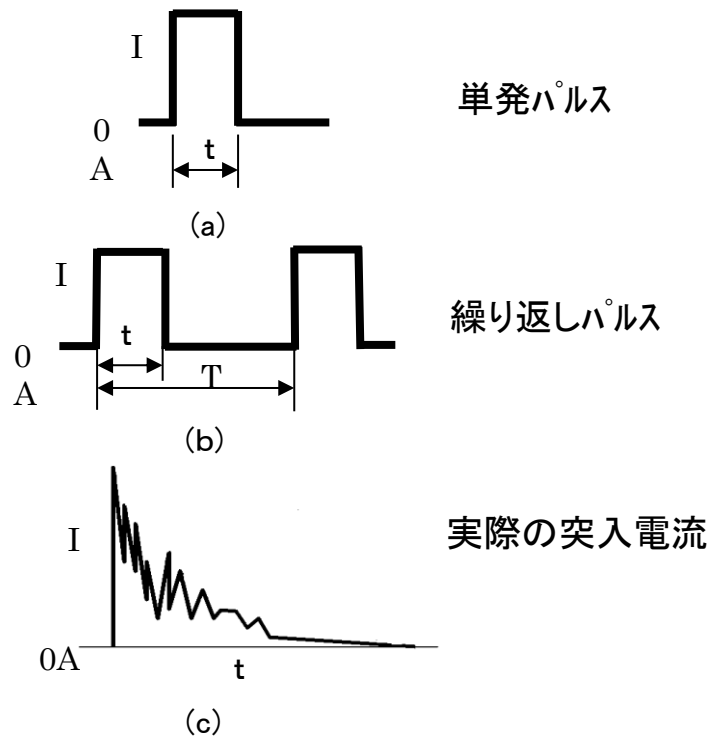
速動溶断形、速断形、普通溶断、遅断形、タイムラグ等、の呼び名が複数あります。
取得している安全規格により異なる。

⇒ヒューズを選定する際は溶断特性図を比較して選ぶ必要がある。

4. 電気的特性／ I^2t - t 特性

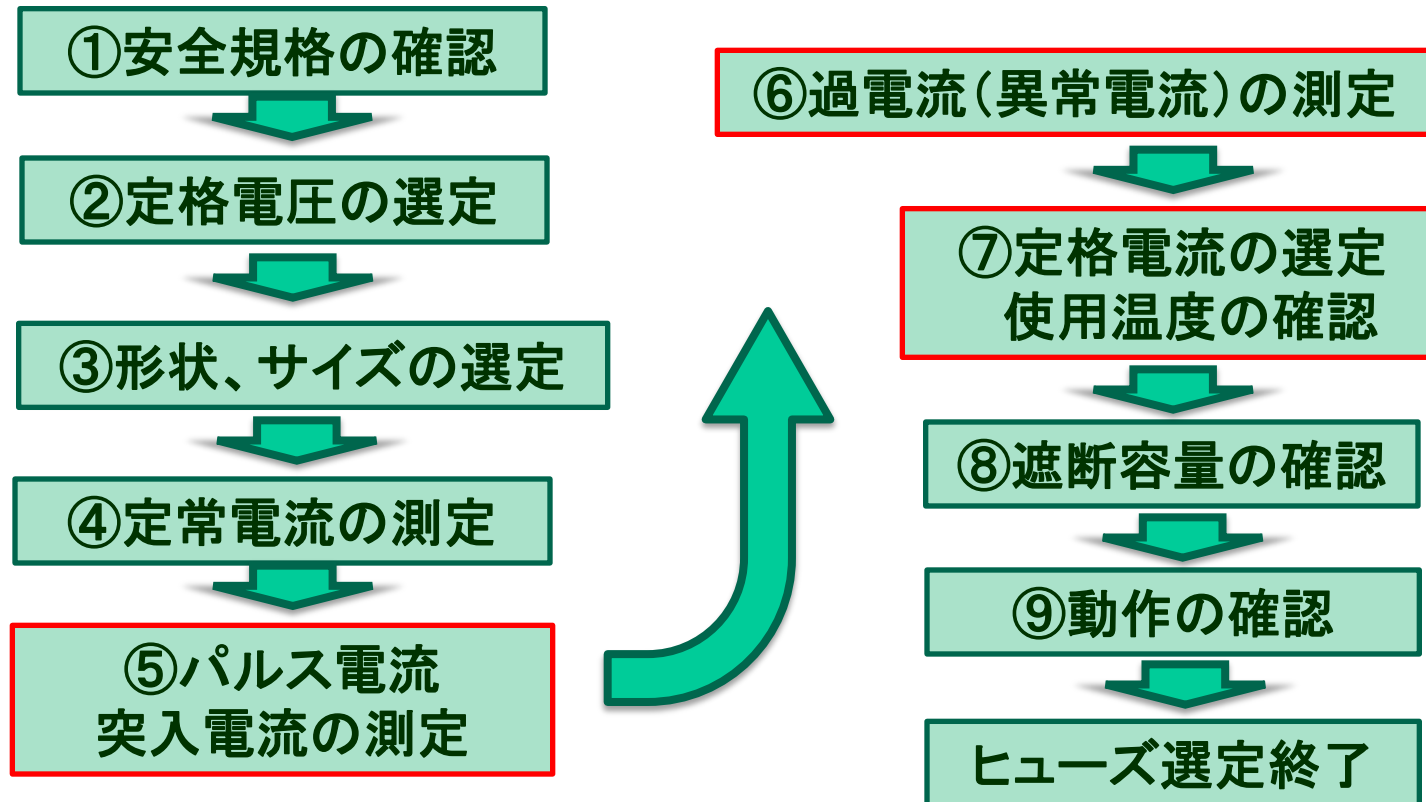
【 I^2t - T 特性 】 不溶断の確認用データ

電流をヒューズが溶断するまでに発生するジュール熱として扱い、その積分値を時間ごとにプロットしたもので、**ヒューズ選定時の単発パルス、繰り返しパルス、及び突入電流に対しての不溶断を確認するデータになります。**



5. ヒューズの選定方法

■選定フロー



ヒューズを安全に使用するために重要な⑤⑥⑦を重点的に説明いたします。

5. ヒューズの選定方法

①安全規格の確認

電子機器の仕向け先により必要な安全規格が異なります。

仕向け国、機器規格の安全性要求及び使用目的に応じた安全規格品を選定する！

【ポイント】

IECとUL等、規格により相違点があり！ 規格の詳細を最新版にて確認。

②定格電圧の選定

【ポイント】

定格電圧を越えた場合は、製品破損、発煙、発火、再導通の可能性があります。

ヒューズを入れる回路電圧に対して十分な定格電圧のヒューズを選定する。

また、交流用ヒューズと直流用ヒューズは全く違います。

交流の場合は電圧0のポイントがあり、アーク放電は通常この付近で消滅し遮断完了となります。直流の場合は電圧0のポイントが無い為、特に電圧が高い場合はアーク放電が継続してしまい、強制的に遮断する構造が必要になります。

5. ヒューズの選定方法

③形状、サイズの選定

ヒューズを取り付ける位置により、形状、サイズを確認し選定する。

ヒューズの形状には管形、端子挿入形、及び表面実装形などの種類がある。

さらに、専用のヒューズホルダを使用するタイプがあります。

【ポイント】

一般的に製品サイズが大きくなれば定格電圧、遮断容量が大きくなります。

④定常電流の測定

- ・定常的に印加した場合に溶断しない電流(定常電流)を測定する。
- ・電圧変動等により変化する場合は、最も電流の流れる条件にて測定を行う。

【ポイント】

他の部品からのノイズ発生有無を含め、定常的にヒューズに印加される電流の実効値、ピーク値、パルス周期等の変動要因も含め測定する。

5. ヒューズの選定方法

⑤パルス電流・突入電流の測定

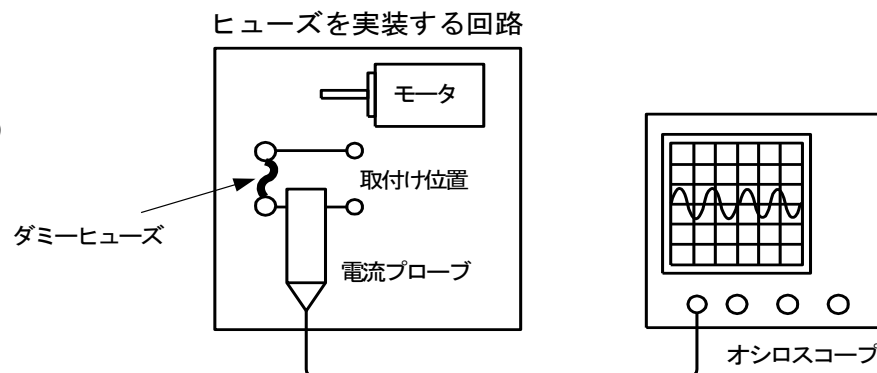
- ・サージ電流, 起動電流, 突入電流, ラッシュ電流及び過渡電流と呼ばれる電源のON/OFF時等に発生する過渡的な電流によりヒューズが切れることがあります。
過渡電流を正確に確認(測定)する必要があります。
- ・ヒューズを取り付ける箇所で, オシロスコープ等を用いて機器の電源ON/OFF時及び不定期で発生するパルス電流波形を測定する。
パルス電流測定は, 最も電流の流れる条件にて測定を行う。

【ポイント】測定方法

電流プローブとサンプリングレートが高いオシロスコープにて最も電流の流れる条件にて測定する。

電流プローブを使用せずに、抵抗による電流測定を行う場合、使用ヒューズの内部抵抗より大きい抵抗値を使用すると、**実使用時よりも突入電流が低く測定されてしまう。**

また、サンプリングレートが低いと最大値を捕捉できない場合もあります。



5. ヒューズの選定方法

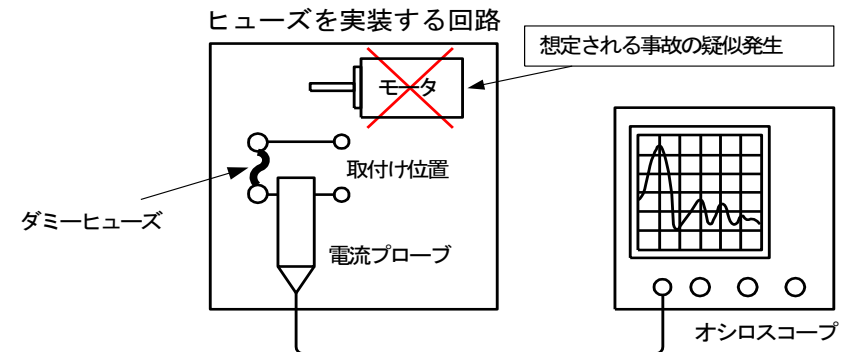
⑥過電流(異常電流)の測定

機器の事故等による過電流(異常電流)測定は電圧変動等により最も電流の流れない条件にて測定する。

想定される事故を擬似発生させて(コンデンサ, 半導体等のショート, モータのロック状態等), その時に流れる過電流(異常電流)を測定する。

【ポイント】

機器としては異常時ではあるが、
ヒューズに最も電流が流れない条件にて
測定する。



これで, ヒューズの定格電流を選定する条件が揃いました。
次頁から具体的な選定方法に入ります。

5. ヒューズの選定方法

⑦定格電流の選定・使用温度の確認

定常電流, パルス・突入電流, 過電流(異常電流)の3つの電流を使って
ヒューズの溶断・不溶断のバランスを取りながら, 定格電流を選定します。

定常電流 ・パルス電流 ・突入電流

溶断しないこと！

機器異常の過電流

溶断すること！

【ポイント】

ヒューズの2つの重要な機能
溶断 & 不溶断 をバランス
よく選定する。



5. ヒューズの選定方法

a)定常電流による絞込み

- 定格電流に対するディレーティング（定常ディレーティング）
- 周囲温度による温度ディレーティングが必要です。

④項で測定した定常電流から，次式を満足するように定格電流を選定します。

$$\text{定格電流} \geq \text{定常電流} / (\text{定常ディレーティング係数} \times \text{温度ディレーティング係数})$$

b)パルス電流・突入電流による絞込み

パルス・突入電流は変化が複雑で，I-T特性での確認は困難です。

電流をジュール積分しヒューズの I^2t -T特性と比較して溶断の有無を確認します。

⑤項で測定したパルス・突入電流波形を基に

下式や右表でジュール積分値 I^2t を求める。

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt (t_0 < t_1)$$

【ポイント】

パルス電流・突入電流に対しての評価は
I-t特性 ではなく I^2t -t特性

表 8-2 近似波形による計算式

波形の名称	波 形	I^2t	波形の名称	波 形	I^2t
正弦波 (1 サイクル)		$\frac{1}{2} Im^2 t$	台形波		$\frac{1}{3} Im^2 t_1 + Im^2 (t_2 - t_1) + \frac{1}{3} Im^2 (t_3 - t_2)$
正弦波 (1/2 サイクル)		$\frac{1}{2} Im^2 t$	変形波 1		$Im^2 t + \frac{1}{3} (Im - Ib)^2 t$
三角波		$\frac{1}{3} Im^2 t$	変形波 2		$\frac{1}{3} Im^2 t_1 + \left\{ Im^2 + \frac{1}{3} (Im - Ib)^2 \right\} (t_2 - t_1) + \frac{1}{3} Im^2 (t_3 - t_2)$
方形波		$Im^2 t$	充・放電波形		$\frac{1}{2} Im^2 \tau$

5. ヒューズの選定方法

■方法A(溶断 I^2t 値から判断する方法)

カタログ等に記載された溶断 I^2t 値と比較する際にはパルス・突入電流の発生回数(頻度)により負荷率を考慮する。

負荷率は表やグラフで掲載しており、一例を右図に示します。

品名 Cat. No.	定格電流 Rated Current	定格遮断容量 Breaking Capacity	公称値 Nominal Value	
			ヒューズ抵抗値※ Typ. Resistance※	溶断 I^2t ※2 Joule Integral※2
DM03	0.3A		0.59 Ω	0.023A ² ・s
DM05	0.5A		0.49 Ω	0.052A ² ・s

カタログに記載された溶断 I^2t 値 > (パルス電流の I^2t / 負荷率)

■方法B(I^2t -T特性上のプロットから判断する方法)

I^2t -T特性図に I^2t をプロットして比較しヒューズの I^2t -T特性曲線以下であれば溶断しない、超える場合は溶断するためヒューズの定格電流を上げる必要がある。

パルス・突入電流の発生する回数(頻度)により負荷率を考慮する。回数による軽減を加味した I^2t -T曲線になっている場合や負荷率を表やグラフで掲載している場合がある。

I^2t -T特性図に記載されたパルス耐性 > パルス電流の I^2t

【ポイント】

溶断 I^2t 値・パルス耐性は製品により異なる。メーカーから正確なデータ入手して評価を行う。

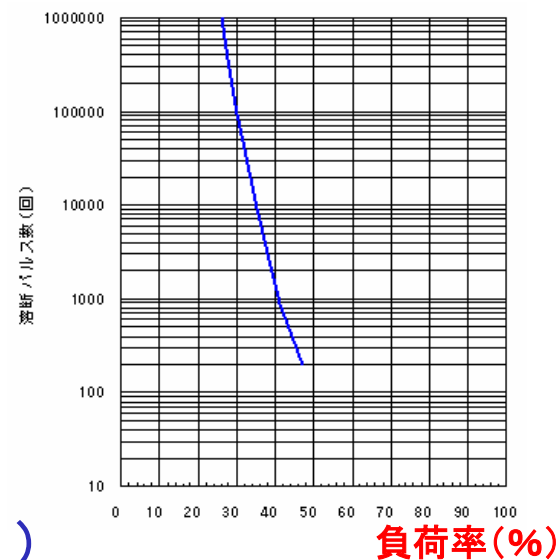
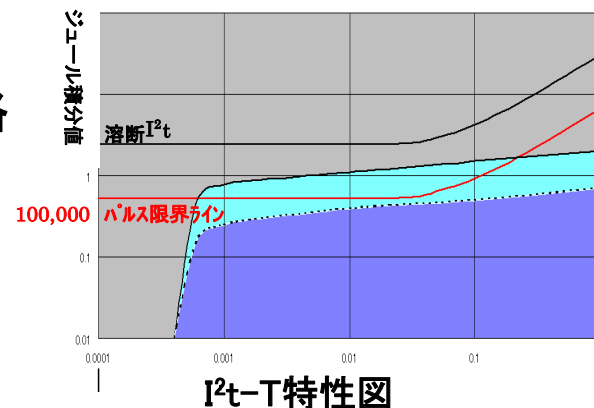


図 パルス耐量係数(例)



I^2t -T特性図

5. ヒューズの選定方法

⑧遮断容量の確認

ヒューズの遮断容量は、機器の短絡事故発生時に流れる**最大電流以上**のものを選定する。
最大電流以下であると、ヒューズが破壊してしまう等の危険を生じる。

⑨動作の確認

最後にヒューズの溶断性能を確認する。

- 機器の定常時に流れる電流で決して溶断しないことを最も厳しい条件で確認。
- 正常な動作時のパルス電流や電源ON/OFF時の突入電流でも溶断しないことを確認。
- 過電流(異常電流)でヒューズが故障回路を確実に切り離すかを確認。

【ポイント】

必ず選定したヒューズを実機に取り付け、確実に目的を達成するか確認する。

詳細な使用条件等、カタログだけではフォローできていない部分もあります。
迷ったら・・・**事前**にご使用ヒューズメーカーにご確認ください！

6. 使い方ノウハウ事例(失敗例)

設計上の注意事項	突入電流への配慮
確認事項	機器の電源ON/OFF時には突入電流が発生する。突入電流を確認し、ヒューズ選定時に考慮する必要がある。
解説・理由・具体例・失敗の事例	機器には動作時、定常的に発生するパルス以外に不定期に発生するパルスがある。定常的に発生するパルスは定常電流とみなして選定時に考慮されるが、不定期に発生するパルスは見落としてしまう場合がある。特に電源ON/OFFの繰り返しによってヒューズが溶断しないように突入電流を確認して選定する。 失敗の事例 定常電流及び事故等による過電流(異常電流)の確認だけでヒューズを選定し、電源ON/OFF時の突入電流を確認しなかったため、機器の寿命内であるのに比較的早い時期にヒューズ切れが発生した。

JEITA-RCR4800に

使い方ノウハウ事例を17項目記載しております。

ご購入読(WEB閲覧も可能です。)頂き、適切なヒューズ選定にお役立て下さい。

7. ヒューズの安全規格と国家認証

一般的な電気・電子機器に使用されるヒューズは、重要安全部品であり、国家規格に適合し、認証を取得したものが要求される。但し、これら**国家規格の要求はAC一次側回路に使われるヒューズを規定した物であり、二次側回路に使われるヒューズは規制されていない。**

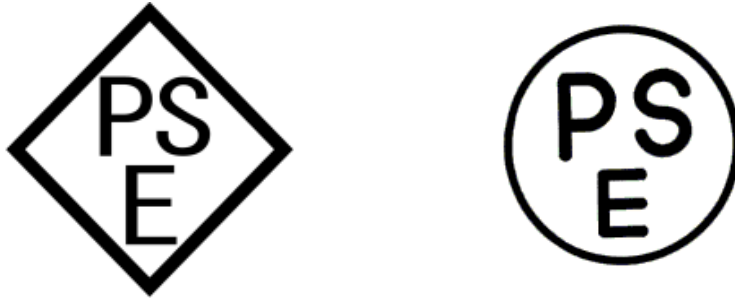
しかし、ヒューズも機器メーカーの信頼性を得る為、二次側回路に使われるヒューズも第三者認証を取得しているのが現状である。

ヒューズの安全規格

地域	適用規格	記事
日本	電安法 別表第三、J60127	ダブルスタンダード
ヨーロッパ	EN60127	IEC60127に準拠
北米	UL248／CSA22. 2 No.248	IEC規格と異なる
中国	GB9364	IEC60127に準拠
韓国	KSCIEC60127	IEC60127に準拠

7. ヒューズの安全規格と国家認証

(1) 日本の安全規格(電安法)



電安法上でヒューズは特定電気用品に指定され、**定格電圧100V～300Vかつ定格電流1A～200Aの交流電気回路**に使用されるものに限ると定義されている。

ダブルスタンダード

省令第1項(別表第三): 日本の従来の基準

省令第2項: IEC規格にほぼ準拠

7. ヒューズの安全規格と国家認証

(2) 欧州の安全規格(EN規格)



Etc...

欧州諸国が加盟するCENELEC(欧州電気技術標準化委員会)はIEC規格を欧州整合規格(EN)として採用し、ヒューズはEN-60127シリーズになる。

機器規格は一次側回路に使用されるヒューズへ要求を規定しているが、**二次側回路への規定はない**。

尚、認証機関は各国に存在し、EU域内の一つの国で認証を取得すればEU域内で通用する。

7. ヒューズの安全規格と国家認証

(3) 北米の安全規格(UL規格)



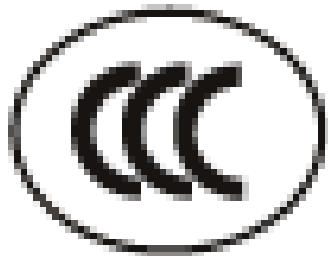
UL規格は全米規格協会(ANSI)により全米規格として指定されている。UL規格の第三者認証を受け、ULマークを張り付けした製品は、米工区市場で優位に立つことができる為、UL規格は米国で強制規格に近い拘束力を持っている。

取得のタイプにより次の2つがある。

- ①リスティング・サービス
- ②レコグニッション・サービス

7. ヒューズの安全規格と国家認証

(4) 中国の安全規格(CCC規格)



中国の強制認証制度(CCC:China compulsory Certification)は2001年のWTO加盟を機に2002年に発行した。
ヒューズは強制規格である。

適合するIEC規格の版数が古く、CCC認証を受ける際は、
取得IEC規格の版数に注意が必要。

尚、本アプリケーションガイドは2009年に発行されたが、
2015年10月現在もGB規格は改版が行われていない。

ヒューズを正しく選定頂き、安全な使用をお願いいたします。

ヒューズは

普段は・・・切れては困る⇒故障

異常時は・・・切れなくては困る⇒火災、事故

一見、相反する要求をきちんと満たす選定が重要です。

迷ったら・・・事前にご使用ヒューズメーカーにご確認ください！

ご清聴ありがとうございました。