

TDKラムダ
電源テクニカル・ハンドブック
Power Supply Technical Handbook

ご挨拶

TDKラムダ電源テクニカル・ハンドブックの発行にあたり

スイッチング電源の草創期であった1972年に、日本でいち早く標準スイッチング電源を製造・販売したデンセイ・ラムダ、そしてTDKもその2年後の1974年に電源事業をスタートさせました。その後、2008年に両社の統合によって誕生したTDKラムダにおいても、それぞれの持つ最先端の技術とノウハウを融合・結集させながら、スイッチング電源の小型・高効率化に取り組み、常に時代のニーズを捉えた製品開発を続けてまいりました。

今回発行いたします「TDKラムダ電源テクニカル・ハンドブック」は、当社の持つ豊富な蓄積技術とノウハウに基づき、スイッチング電源やEMCフィルタの基礎的な解説から、データの取り方と見方、またさまざまな安全規格、さらに実際に製品を使用するに当たってのガイダンスまでを網羅したものになっており、電源とノイズに関わる皆様方のお役に立てるものと自負しております。

地球環境の保全と省エネ・省資源の重要性が叫ばれる中、電源メーカーとしての企業価値の向上を目指し、TDKラムダではこれまで培ってきたコアテクノロジーを活かし、先進のデジタル制御電源やグリーンエネルギー向けの高効率電源の開発など、今後も環境にやさしい“信頼性・革新性の高い電源”の創出に取り組んでまいります。

第1章	スイッチング電源とさまざまなアプリケーション
第2章	スイッチング電源とは
第3章	スイッチング電源仕様書の見方
第4章	スイッチング電源特性データ 型式データ解説
第5章	スイッチング電源特性データ 信頼性データ (スイッチング電源の寿命と試験)
第6章	スイッチング電源特性データ IEC61000データ解説
第7章	取得を要求される主要国際規格・規制
第8章	スイッチング電源を正しくお使いいただくために
第9章	電源ライン用EMCフィルタ（ノイズフィルタ）とは
付 録	FAQ
	インデックス

第1章

スイッチング電源とさまざまなアプリケーション

第1項 スwitchング電源のさまざまな種類 _____ 1-01

AC-DC/パワーサプライ/AC-DC/パワーモジュール
DC-DCコンバータ

第2項 スwitchング電源の用途別分類 _____ 1-03

産業用機器/民生用機器

第3項 TDK-Lambdaのスイッチング電源の _____ 1-04 主な使用例

通信・データコム分野/医療機器分野/試験・測定器分野
オートメーション（LED照明・鉄道車載機器）

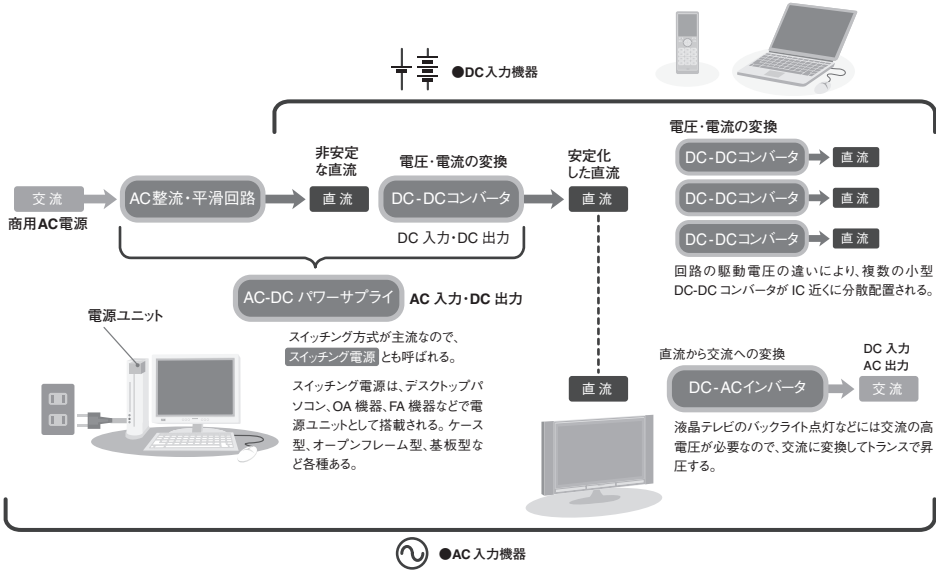
第4項 スwitchング電源のしくみ _____ 1-07

第1項 スwitchング電源のさまざまな種類

スイッチング電源は、大きくはAC-DCパワーサプライ、DC-DCコンバータ、DC-ACインバータに分類されますが、その大きさ、容量、形状などにより、さまざまな種類があります。また、DC-DCコンバータは、絶縁型と非絶縁型に大別

されます。絶縁型はトランスを用いたタイプ(感電防止の目的もある)、非絶縁型はトランスを用いていない小型タイプです。多数の部品を1つの基板上にコンパクトに一体化したパワーモジュールも多用されています。

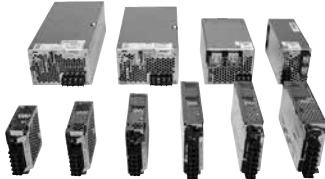
図1-1 電子機器内部のさまざまな電源



■AC-DC パワーサプライ

ワイド入力、マルチ出力や直流安定化電源 (CVCC) など多種多様な製品があります。

●ユニット型



●ラックマウント型



●基板型



●ベンチトップ型



●オンボード型



■ AC-DC パワーモジュール

AC-DCコンバータとDC-DCコンバータをコンパクトに一体化。冷却ファン不要のコンダクションクーリング(伝導放熱)方式。



■ DC-DC パワーモジュール

通信機器用のブリックコンバータに代表されるコンダクションクーリング(伝導放熱)方式のDC-DCコンバータ。



■ DC-DC コンバータ

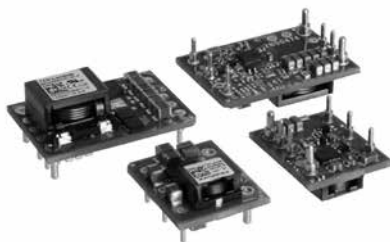
● 絶縁型

トランスを用いて電氣的に絶縁。感電防止という利点があります。



● 非絶縁型

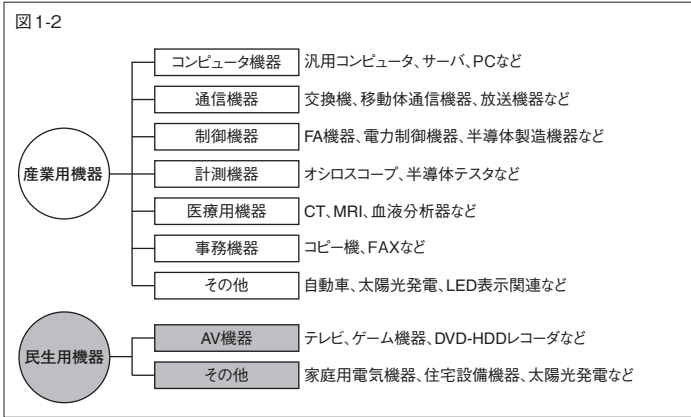
絶縁型の後段に用いて回路動作に必要な電圧に変換します。



第2項 スイッチング電源の用途別分類

スイッチング電源は、安定した直流電源が必要なほぼ全ての電子機器やシステムに採用されています。大きく分類すると通信機器、制御機器、コンピュータ機器などの産業用機器と、オーディオビジュアル機器や家庭用の電気機器などの民生用機器に分けられます。

図1-2



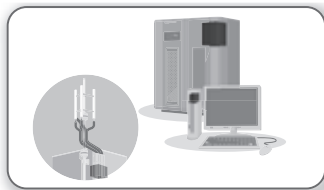
第3項 TDK-Lambdaのスイッチング電源の主な使用例

5000機種を超える圧倒的なラインアップを誇るTDKラムダの製品は、通信・データコム機器、医療機器、FA・制御機器、試験・測定機器はもとより、LED照明、鉄道・車載機器など広範多岐な分野で活躍しています。

■通信・データコム分野

近年、通信・データコム系インフラに用いられる大型サーバなどでは、複数の小型DC-DCコンバータをIC近くに分散配置するPOLという手法を採用した分散給電システムが増えています。

TDKラムダでは、フロントエンド電源、バスコンバータ、そしてPOL用の非絶縁型小型DC-DCコンバータなど、用途に応じた分散給電システムを高効率で実現するための製品を豊富に取り揃えています。また、移動体基地局装置向けのDC-DCコンバータも幅広い製品を有しています。



フロントエンド電源



バスコンバータ



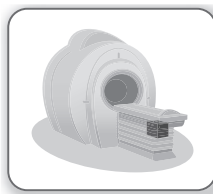
POL



■医療機器分野

医療機器は医療従事者や患者などの人体が直接触れることから、電源にはリーク電流の微小化など極めて厳しい規格が設けられており、高い信頼性が要求されます。

TDKラムダでは、医療規格認定のマルチ出力電源やデジタル制御回路内蔵のフロントエンド電源などを幅広くラインアップしています。

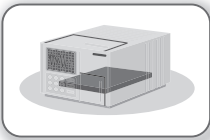


■試験・測定器分野

電子部品の製造や検査の工程、信頼性や耐久性、エージング試験、半導体のバーンインなど、各種の試験器や測定器には、出力がきわめて安定した電源が求められます。

また半導体テストでは半導体をハイスピードで測定するため、多種類の出力電圧とパワーが必要になるためAC-DCフロントエンドとバックエンドのDC-DCコンバータで構成される分散給電が採用されています。

TDKラムダではこの分散給電に最適なパワーモジュールやDC-DCコンバータ、またエージング試験などの各種試験や計測向けの変圧電源もラインアップしています。

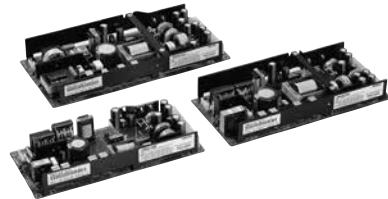


■オートメーション

(LED照明・鉄道車載機器)

FA機器やNC機器、また電力制御盤などは工場内の電気・温度・湿度などの厳しい使用条件下で長時間使用されるので、内蔵される電源への要求度も高くなります。また、産業機器の多機能化と高速化が進んだ結果、モータなどの駆動系負荷が増加する傾向にあります。

TDKラムダでは、FA・制御分野および幅広い産業機器向けの高信頼性電源を幅広くラインアップ。また、駆動系負荷に対応するピーク電流出力タイプの電源も製品化しています。



●LED照明分野

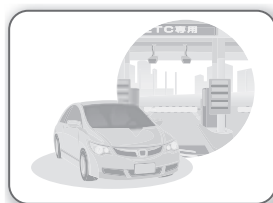
LED照明ほか、LEDサインボード、LEDイルミネーションなど、LEDデバイスを使用した機器用に、屋外での使用も考慮したボックス型電源をラインアップしています。



●鉄道・車載機器分野

鉄道および鉄道関連機器においては、標準タイプの電源が求められています。

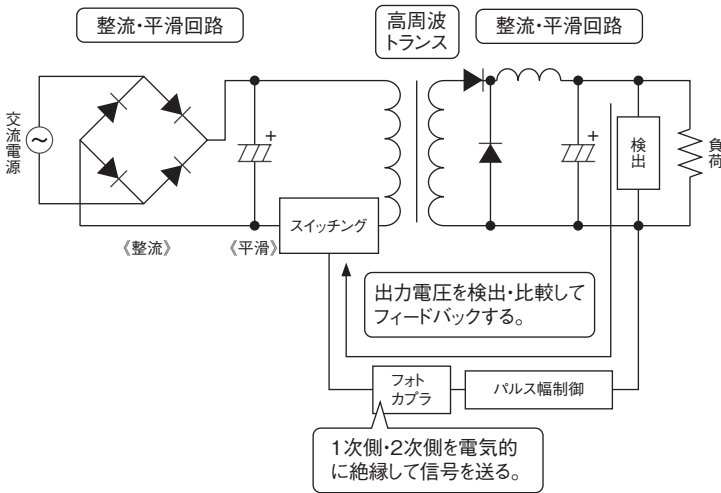
TDKラムダでは、こうしたニーズに応え、鉄道および鉄道関連機器に最適な各種電源を製品化しています。



第4項 スイッチング電源のしくみ

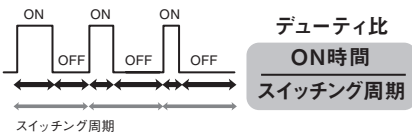
スイッチング電源では商用交流をまず直流に整流してから電圧変換します。しかし、整流されてしまうとトランスで変換できないので、整流された電流を半導体素子(トランジスタやMOS FET)の高速スイッチングによりパルス波の交流に変換してから、これを高周波トランスに送り込んで出力電圧を得ます。
スイッチング電源の制御方式には各種ありますが、最も代表的なのはPWM (パルス幅変調)と

いう方式です。パルス波の幅(スイッチングON/OFFサイクルのONの時間)を調整して、各パルスの面積を同じにすることで、電圧の安定化を図る方式です。効率の面でいえば、リニア電源は電力の一部をたえず熱として切り捨てて安定化を図るため、どうしても低効率ですが、スイッチング電源はいわば電力を切り貼りするかのようにならなくて出力するので、きわめて高効率となります。



■スイッチングレギュレータの原理

スイッチング素子により一定周期で電流をON/OFFし、パルス波にしてトランスに送る。ON状態とOFF状態の時間比(デューティ比、デューティサイクル)により、出力電圧を調整する。入力電圧の変動に対しては、デューティ比(パルス幅)を制御することで、出力電圧の安定化を図る(PWM方式)。

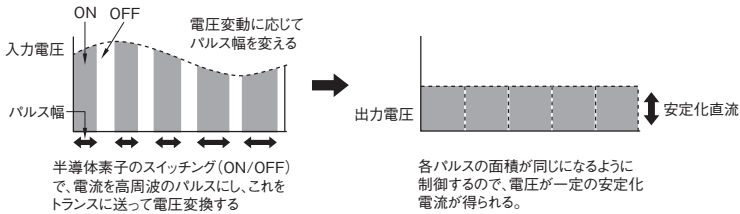


■リニア方式(シリーズ方式)

<リニア電源>



■スイッチング方式



第2章

スイッチング電源とは

第1項 電源とは _____ 2-01

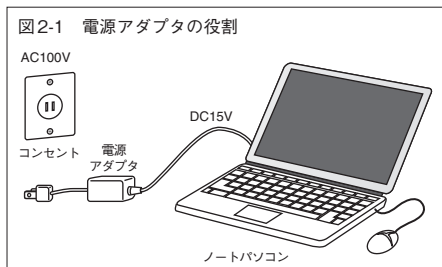
第2項 主なスイッチング電源回路とその特長 _____ 2-02

シングルエンデッドフォワード方式/プッシュプル方式
ハーフブリッジ方式/フルブリッジ方式/降圧チョッパ方式（バック）
シングルエンデッドフライバック方式/昇圧チョッパ方式（ブースト）
極性反転チョッパ方式（バックブースト）

第1項 電源とは

この項では、電源とはどのようなもので、どうして必要なかをご説明します。電源をある程度ご存知の方は、この項をとばして次の項からお読みください。

図2-1は市販のノートパソコンを使用する時の全体の接続図です。

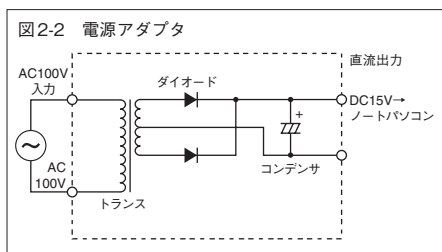


このようなノートパソコンは、内部に半導体集積回路(IC)が用いられており、直流電圧(DC)を必要とします。では、なぜICが直流電圧(DC)を必要とするかといいますと、ICは50Hzまたは60Hzという周波数で、プラスとマイナスを交互に繰り返す交流電圧(AC)では動作せず、逆電圧(逆バイアスといいます)によって破壊されてしまうからです。

また、通常のAC100V(家庭用)のような高い電圧では、例えばそれが直流(DC)100Vであったとしても破壊されてしまいます。通常のICは、DC20V以下の電圧(DC5V～DC10Vが一般的)でしか動作しません。

ICは仕様で定められた電源電圧の範囲内で動作が保証されていますので、電源電圧の安定度はその範囲内でなければなりません。

本来、無限時間使えるバッテリーでもあれば良い



のですが、そのような理想的なバッテリーは存在しないため、どこでも入手可能な交流を直流に変換する電源が必要となります。

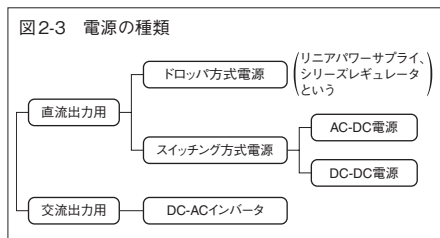
従いまして、図2-1のノートパソコンを使う場合、AC100Vのコンセントとノートパソコンの間に、DC15Vを出力する図2-2の“電源アダプタ”(通常DC15Vの電源が要求されます)を必要とします。しかし、直流は交流を整流したり、電池などから取り出すことができますが、交流電圧の変動や、電池の充放電状態では大幅な電圧の変動があります。

機器が安定した動作をするためには、どうしても安定した直流電圧が供給されなければなりません。この安定した直流電圧を供給する装置が「直流安定化電源」です。

この直流安定化電源は、機器の電子回路に安定した直流電源を供給することは当然のことながら、高信頼性・安全性と耐環境性も備えていなければなりません。

直流安定化電源は、一般的に工場や、家庭に供給されている交流の商用電源(AC100Vまたは200V)を整流し、制御して必要な安定した直流の電源を取り出す機能を持っていますが、その安定化のための方式により、「ドロップ方式」と「スイッチング方式」に大別されます。

スイッチング方式(一般にスイッチング・パワースアップライと呼ばれている)はその効率の良さと小型・軽量ということからドロップ方式電源に代わって、広く多方面に使用されております。それらは主にコンピュータや医療機器、通信機器、表示機器などの電子装置です。



第2項 主なスイッチング電源回路とその特長

まず、スイッチング電源の回路方式と動作の説明に入る前に、コイルとトランスの働きに関して説明します。

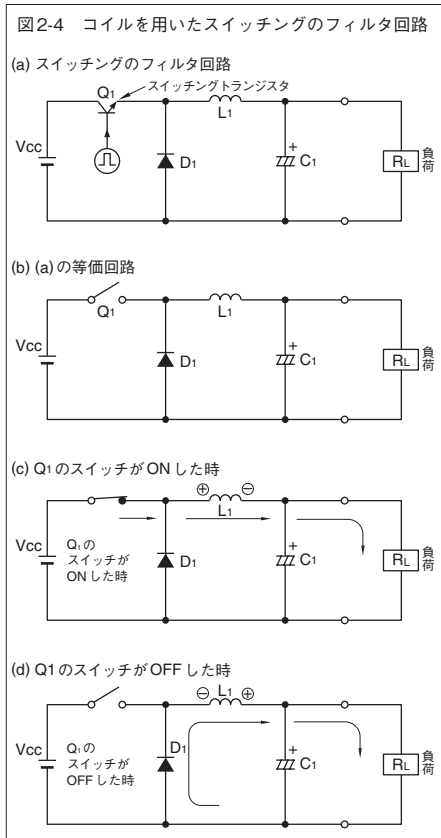


図2-4のコイルを用いたスイッチングのフィルタ回路において、図2-4(c)のスイッチ Q_1 がON（閉じた）した時、入力 V_{cc} からの電流はスイッチ Q_1 を通してコイル L_1 、負荷 R_L へと流れますが、その時コイル L_1 は“電流を流すまい”とし、図2-4(c)のように逆起電力を発生します。

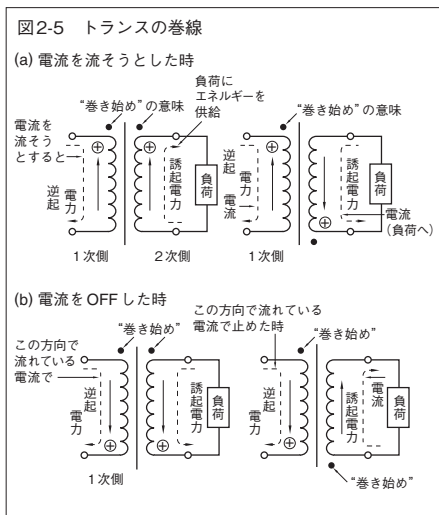
図2-4(d)のように、図2-4(c)のON状態からOFF状態にスイッチ Q_1 が変わった時、電流はもはや V_{cc} から流れ得ず（スイッチ Q_1 が開いているため）、コイルはその性質上、図2-4(c)の電流の状態を維持しようとし、コイルの起電力の極性は

図2-4(d)のように反転、フライホイールダイオード D_1 を通して、負荷へ電流を供給します。

このように、コイルは電流が流れていない状態からスイッチをONにして電流を流そうとすると、流すまいとして逆起電力（図2-4(c)）を発生し、電流が流されている状態からスイッチをOFFにする場合は、電流を流そうとして起電力の極性が反転します。

すなわち、コイルは“前の状態を維持するように働く”という性質を有しています。

これと同じことがトランスの巻線にもいえます。図2-5(a)は1次巻線に電流を流そうとした時の逆起電力の向きを表わし、それによって2次側の誘起電力の極性の向きも定まることを示しており、図2-5(b)は1次巻線の電流をOFFした時の逆起電力および誘起電力の向きを示します。



ここで図2-5に示されている“ドット(●)”は、巻線の“巻き始め”を意味します。図2-5(a)のように、この“巻き始め(●)”の方向へ1次側の逆起電力が生じた場合、2次側では同じように“巻き始め”の方向へ誘起電力は生じます。

また、図2-5(b)のように図2-5(a)の逆の場合は、全ての起電力はドット(巻き始め)のない方向へ生じます。

このように“巻き始め”の意味を表すドットは、1次巻線と2次巻線の関係において、起電力の極性の方向を決定するのに用いられます。次にスイッチング電源の回路方式について説明します。

スイッチング電源の回路方式は、入力側から出力側へのエネルギーの伝達がどのように行われるかによって大きく2つに分けられます。その1つは、入力側のスイッチングトランジスタがONしている時、同時に出力へエネルギーを伝える方式で、ON/ON方式と呼ばれます。

他の1つは、ON/OFF方式と呼ばれ、入力側のスイッチングトランジスタがONしている時は、入力側から出力側へのエネルギーの伝達が行われず、OFFした時にエネルギーが出力側へ伝達される方式です。

これらのON/ON方式、ON/OFF方式にも以下のようにいくつかの種類があります。

(1)ON/ON方式

- (a) シングルエンデッドフォワード方式
- (b) プッシュプル方式
- (c) ハーフブリッジ方式
- (d) フルブリッジ方式
- (e) 降圧チョップ方式(バック)

(2)ON/OFF方式

- (a) シングルエンデッドフライバック方式
- (b) 昇圧チョップ方式(ブースト)
- (c) 極性反転チョップ方式(バックブースト)

■シングルエンデッドフォワード方式

シングルエンデッドフォワード方式を簡単に説明しますと、1つのトランジスタ(一石式)によるスイッチング方式で、トランジスタがONの時

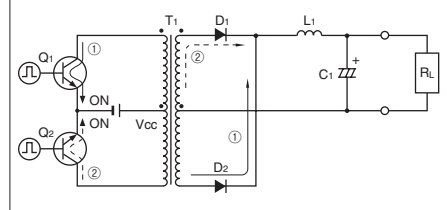
に入力側から出力側へトランスを通してエネルギーの伝達が行われるため、別名ON/ON方式と呼ばれます。

すなわち、図2-6の回路でスイッチングトランジスタ Q_1 がONしている時(図中のON電流)、2次側では矢印の方向へ D_1 を通して電流が流れ、負荷 R_L へ供給されます。また、トランジスタ Q_1 がOFFの時は、チョーク L_1 に蓄えられたエネルギーがフライホイールダイオード D_2 を通して流れ、負荷 R_L へ電力を供給します。従って、かなりの大電力(数100W)出力を得ることができます。

■プッシュプル方式

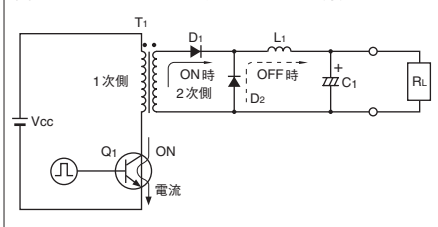
プッシュプル方式は、2個のトランジスタを交互にスイッチングさせ、各々のトランジスタのON時に、出力へエネルギーを供給する方式で、スイッチングトランジスタ Q_1 および Q_2 が同時にOFFした時は、整流ダイオード D_1 、 D_2 は、チョークコイルのフライホイールダイオードの役目をします。

図2-7 プッシュプル方式



この回路の特長は、回路は多少複雑になりますが、かなりの大電力(数kW)まで取ることができます。しかし、設計時において両方のトランジスタが同時にONして貫通電流がながれないよう、注意しなければなりません。

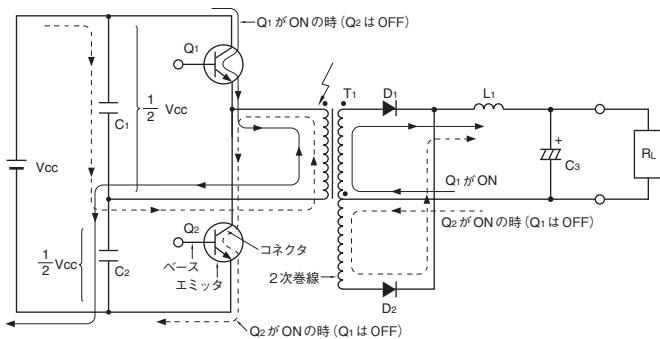
図2-6 シングルエンデッドフォワード方式



■ハーフブリッジ方式

この回路の動作はプッシュプル方式と同じですが、違うのはトランス T_1 の1次巻線に印加される電圧は $1/2V_{CC}$ で、トランジスタがOFFしている時、そのトランジスタのコレクター-エミッタ間にかかる電圧(V_{CE})は V_{CC} に等しくなることを特長としています。主にAC200Vの入力系に用いられます。

図2-8 ハーフブリッジ方式

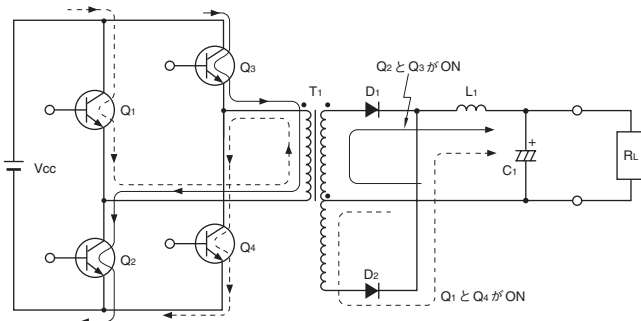


■フルブリッジ方式

フルブリッジ方式は、ハーフブリッジ方式の回路図のコンデンサ C_1 と C_2 をトランジスタに置き換えたもので、トランス T_1 の1次巻線に印加される電圧は V_{CC} となります。

この方式は、AC200V入力系で出力電力300W以上の大電力電源に主に用いられます。

図2-9 フルブリッジ方式

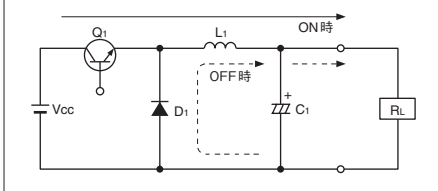


■降圧チョップ方式(バック)

スイッチ Q_1 が ON の時、 Q_1 を通してコイル L_1 、負荷 R_L へエネルギーが供給され、 Q_1 が OFF の時、コイルのエネルギーをフライホイールダイオード D_1 を通して負荷へ供給します。

この方式の場合、出力電圧は入力電圧 V_{CC} よりも低くなり、このことから降圧形(バック)と呼ばれています。

図2-10 降圧チョップ方式

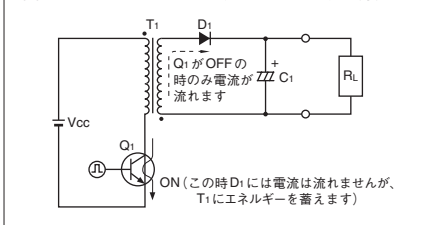


■シングルエンデッドフライバック方式

シングルエンデッドフライバック方式を簡単に説明します。1つのスイッチングトランジスタ(一石式)によるスイッチング方式で、1次側(入力側)から2次側(出力側)へエネルギーを伝送する時、スイッチングトランジスタ Q_1 の ON 時にトランス T_1 にエネルギーを蓄え、 Q_1 の OFF 時にそのエネルギーを出力に供給する方式で、別名 ON/OFF 方式と呼ばれています。

この回路方式の特長は、トランスにエネルギーを蓄える機能を有しているため、チョークコイルが不要であり、他の回路より非常にシンプルです。しかし、前述しましたように ON/OFF 方式のため、余り高い出力電力はとれません。

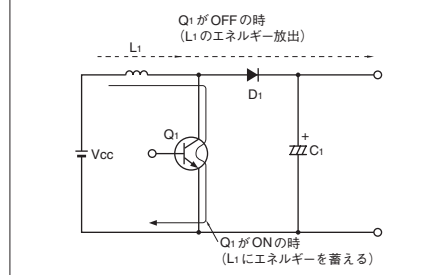
図2-11 シングルエンデッドフライバック方式



■昇圧チョップ方式(ブースト)

スイッチングトランジスタ Q_1 の ON 時にチョークコイル L_1 にエネルギーを蓄え、 Q_1 の OFF 時にそのエネルギーを入力に重畳し、出力電力として供給する方式です。この方式の場合、出力電圧は入力電圧 V_{CC} よりも高くなり、このことから昇圧形(ブースト)と呼ばれています。

図2-12 チョップ・ブースト方式

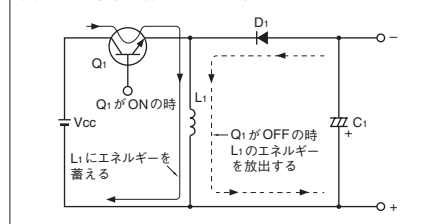


■極性反転チョップ方式(バックブースト)

スイッチングトランジスタ Q_1 の ON 時にチョークコイル L_1 にエネルギーを蓄え、 Q_1 の OFF 時にそのエネルギーを放出し、出力に電力を供給します。出力電圧の極性が反転するのが大きな特長です。

これは、ON 時間と OFF 時間の比率から、入力電源 V_{CC} 以上の出力電圧を出したり、それ以下の出力電圧を出したりできることから、昇降圧形(バックブースト)と呼ばれています。

図2-13 極性反転チョップ方式



第3章

スイッチング電源仕様書の見方

第1項 入力編	3-01
電圧範囲（入力電圧範囲）/周波数範囲/力率/効率 入力電流/入力サージ電流（突入電流）/漏洩（リーク）電流	
第2項 出力編	3-03
定格電圧（定格直流出力電圧）/最大電流（最大直流出力電流） 最小電流（最小出力電流）/最大電力（最大出力電力） 最大入力変動（静的入力変動）/最大負荷変動（静的負荷変動） 最大温度変動/リップルノイズ/保持時間（出力保持時間） 電圧可変範囲/電圧設定精度	
第3項 機能編	3-05
過電流保護（OCP）/過電圧保護（OVP）/リモートセンシング リモートON/OFFコントロール/並列運転/直列運転 入力瞬時電圧低下保護	
第4項 環境編	3-07
動作温度（動作周囲温度）/保存温度/動作湿度（動作周囲湿度） 保存湿度/耐振動/耐衝撃/冷却方式	
第5項 絶縁編	3-08
耐電圧/絶縁抵抗	

第1項 入力編

■電圧範囲(入力電圧範囲)：単位(V)

各仕様項目を保証できる入力電圧の範囲を表わし、単位は(V)で表記します。

交流入力電圧: AC * * V ~ * * * V

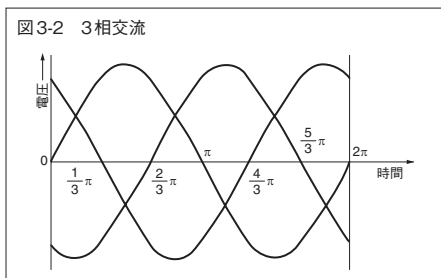
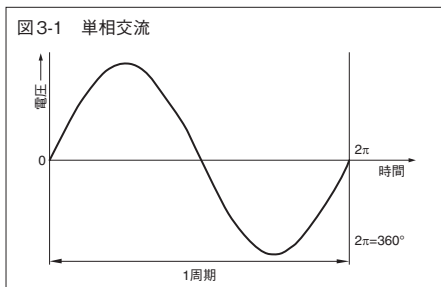
(3相交流は3φAC * * V ~ * * * V)

直流入力電圧: DC * * V ~ * * * V

と記載し、交流入力の場合、入力電圧は実効値(rms)で表わします。

また仕様規格で定義しています入力電圧は、電源の入力端子間の電圧で規定しております。

交流電源の場合、単相交流と3相交流の2種類があります。単相と3相の違いを図3-1、3-2に示します。一般に小電力用には単相(100Vまたは200V)を用い、大電力を必要とする場合には3相(200V)を用います。



3相交流は周波数が等しく、位相(時間のずれ)が 120° ($2\pi \div 3$) ずつずれている3つの起電力をもつ交流をいいます。

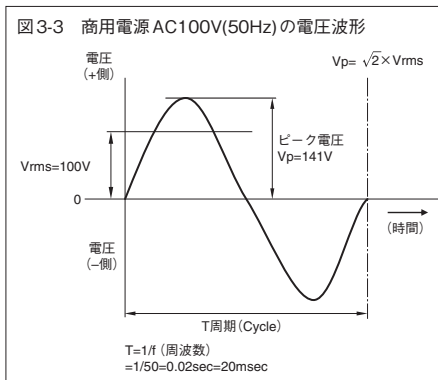
図3-2の3相交流では1周期の間に単相交流と比べて、3つの起電力があり、これを整流するとリップルが小さい直流電圧が得られます。

■周波数範囲：単位(Hz)

各仕様項目を保証できる交流入力電圧の周波数範囲を表わし、単位は(Hz)で表記します。

AC85 ~ 265V

47Hz ~ 63Hz (47Hz ~ 440Hz)



■力率

皮相電力内の有効電力の比率を表し、入力電力をどれ位有効に使用しているかを示します(高調波電流規制対応電源のみ、仕様規格に記載されています)。

$$\text{力率} = \frac{\text{有効電力(W)}}{\text{皮相電力(VA)}}$$

この場合、

皮相電力：有効電力+無効電力

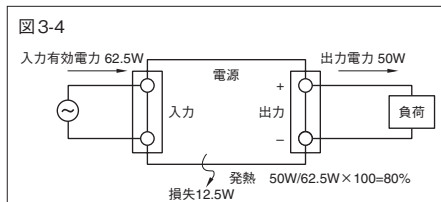
有効電力：機器にて有効に消費される電力

無効電力：機器にて消費されず電源へ戻る無効電流による電力

■効率：単位(%)

出力電力と入力有効電力の比率を表わし、単位は(%)で表記します。

$$\text{効率} = \frac{\text{出力電力}}{\text{入力有効電力}} \times 100$$



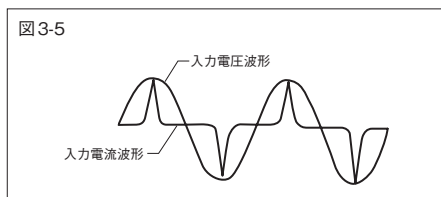
(注) 入力電流×入力電圧＝皮相電力(VA)です。

■入力電流：単位(A)

電源に供給される電流を実効値(rms)で表わし、単位は(A)で表記します。

$$\text{入力電流} = \frac{\text{出力電力}}{\text{入力電圧} \times \text{効率} \times \text{力率}}$$

(注) 入力電流と入力電圧は実効値となります。

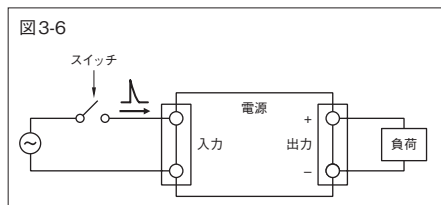


スイッチング電源の場合、入力電圧が正弦波交流電圧としても入力電流は、正弦波交流電流とはならない場合があります。従いまして、入力電力は規定値×入力電流とはなりませんのでご注意ください。

■入力サージ電流(突入電流)：単位(A)

入力投入時、入力平滑用コンデンサに流れ込む最大瞬時電流をいい、単位は(A)で表記します。ユーザがスイッチや外付けヒューズを選定する際に必要なデータとなります。

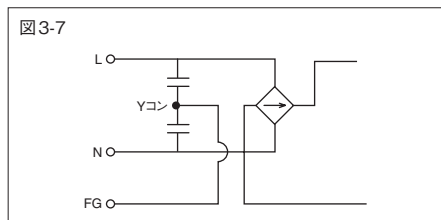
入力サージ電流防止回路にはパワーサーミスタ方式、サイリスタ方式やリレー方式などがあります。



■漏洩(リーク)電流：単位(mA)

入力線から筐体を通して大地へ流れる電流をいい、単位は(mA)で表記します。人体への感電などの安全面から各国の安全規格により規定されています。

主に入力フィルタ回路の接地コンデンサ(Yコン)より大地(アース)へ流れる電流をいい、低減にはフィルタ回路のYコンの小容量化が削減によって対策を行う必要があります(ただし、ノイズ減衰特性が変化します)。



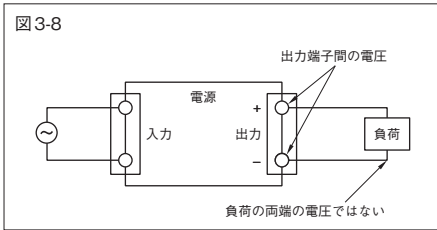
第2項 出力編

■定格電圧(定格直流出力電圧)：

単位 (VDC)

電源の出力端子間に発生する直流電圧をいい、単位は (VDC) で表記します。

図3-8



■最大電流(最大直流出力電流)：単位 (A)

電源から連続して供給可能な最大の出力電流値のことで、単位は (A) で表記します。

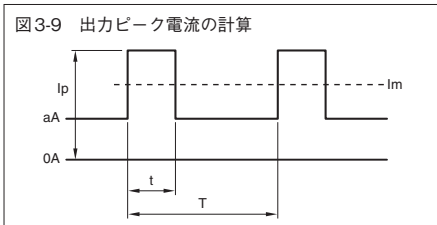
●平均電流 I_m (平均出力電流)

ピーク負荷対応電源の連続して供給可能な出力電流値。

●最大ピーク電流 I_p (最大ピーク出力電流)

ピーク負荷対応電源の規定時間内にて供給可能な最大出力電流値。

図3-9 出力ピーク電流の計算



$$I_{av} \geq I_m = (I_p - a) \times t / T + a$$

I_p : ピーク電流値 (A)

I_{av} : カタログ上の平均電流 (A)

I_m : 平均電流 (A)

t : ピーク電流のパルス幅 (秒)

T : 周期 (秒)

■最小電流(最小出力電流)：単位 (A)

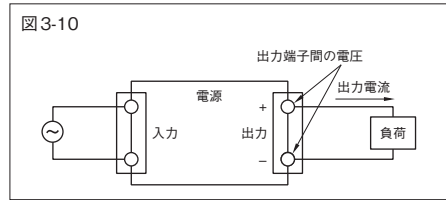
電源を安定動作させるために必要な電流値をいいます。一部の製品で規定されております。

■最大電力(最大出力電力)：単位 (W)

電源から連続して供給可能な最大の出力電力値をいい、単位は (W) で表記します。

$$\text{出力電力} = \text{出力電圧} \times \text{出力電流}$$

図3-10



例)

$$\text{単一出力: } 5V \times 20A = 100W$$

$$\text{3出力: } (5V \times 3A) + (12V \times 2A) + (12V \times 1A) = 51W$$

総合最大出力電力(マルチ出力電源のみ)とは、電源から連続して供給可能な“各出力の電力の和”の最大値をいいます。

●ワットボックスについて

各出力CHの合計出力電力が仕様規格の最大総合電力以内であれば、自由に出力電流の組み合わせができます(各CHの出力電流、電力を超えないこと)。

例)

3出力電源の場合

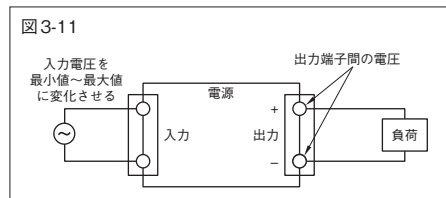
$$\text{総合最大出力電力} \geq \text{CH1 出力電力} + \text{CH2 出力電力} + \text{CH3 出力電力}$$

■最大入力変動(静的入力変動)：

単位 (mV または %)

入力電圧を入力電圧範囲内でゆっくりと変化した時の出力電圧変動の最大値をいい、単位は (mV または %) で表記します。

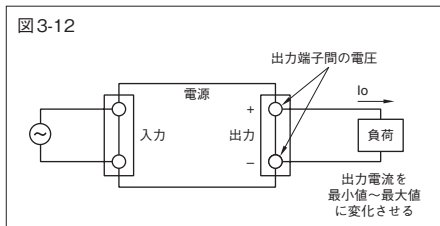
図3-11



■最大負荷変動(静的負荷変動)：

単位(mVまたは%)

出力電流を仕様規格内でゆっくりと変化させた時の出力電圧変動の最大値をいい、単位は(mVまたは%)で表記します。



■最大温度変動

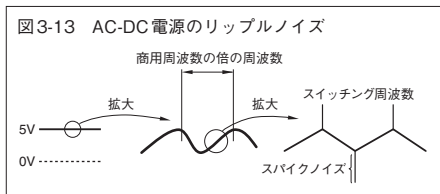
電源の周囲温度のみを変化させた時の出力電圧の変動値をいいます。周囲温度が変化しても出力電圧が安定していることがこの値で分かります。

例)

0.02%/℃と表記されている製品の場合
温度1℃あたり、出力電圧が定格の0.02%
変化することを表します。

■リップルノイズ：単位(mVp-p)

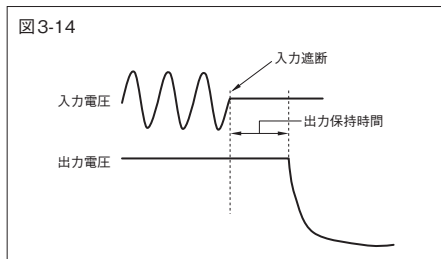
出力電圧に重畳される微小交流電圧成分の最大値をいい、単位は(mVp-p)で表記します。



■保持時間(出力保持時間)：単位(ms)

電源の入力を遮断後、出力電圧が低下し始める(電圧精度を外れる)までの時間を表し、単位は(ms)で表記します。

停電・瞬時停電の際に、この時間を利用してユーザは、装置の動作の保護を行います(コンピュータのメモリ退避など)。



■電圧可変範囲：単位(VDCまたは%)

出力電圧を可変できる範囲をいい、単位は(VDCまたは%)で表記します。各製品により出力電圧可変方法が異なりますので、製品ごとの取扱説明書をご確認ください。

過電圧保護回路を設けてある電源の場合、出力電圧調整ボリュームを回しすぎ(出力電圧を上げすぎ)ますと、過電圧保護が動作し電源は遮断しますのでご注意ください。

また、出力電源を上昇させた場合、出力電流は最大出力電力により規定される値まで低減させていただきます。

■電圧設定精度

出荷時に設定される出力電圧の精度のことをいいます。

第3項 機能編

■過電流保護(OCP)：単位(%またはA)

出力電流が規定値以上流れないように出力電流を制限すると共に出力電圧を低下させ電源の破壊を防止する機能で、単位は(%またはA)で表記します。

仕様規格の値は、過電流保護の動作点(出力電圧が低下し始める出力電流値)の値の範囲です。ただし過電流状態での連続運転は、電源が破損する可能性があるのでご注意ください(各製品の取扱説明書を参照)。

●過電流保護の代表的な特性について

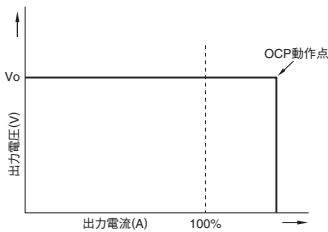
過電流保護とは、負荷が短絡した場合など過大な負荷電流が流れた時に、負荷と電源を保護する機能です。

過電流保護特性には、「定電流電圧垂下方式」、「フの字方式」などがあります。

定電流電圧垂下方式

出力電流が過電流検出値に達すると、その電流を維持したまま電圧が低下します。出力電流が過電流検出値以下に下がれば、出力電圧は自動復帰します。連続運転が必要な場合におすすめます。

図3-15 定電流電圧垂下方式

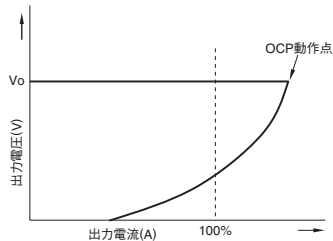


フの字方式

図3-16に示すようにカタカナの「フ」に似ていることから呼ばれている特性です。

過電流検出値を超えると出力電圧・電流ともに低下します。この方式では出力が自動復帰しないことがあるので、このような場合には入力再投入が必要です。

図3-16 フの字方式



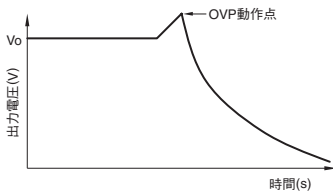
その他、間欠動作や出力遮断する製品もあります。

■過電圧保護(OVP)：単位(%またはVDC)

出力電圧が規定値以上に上昇した場合に出力を遮断し、出力に接続されている負荷の破壊を防ぐ機能で、単位は(%またはVDC)で表記します。

仕様規格の値は、過電圧保護の動作点(出力電圧が遮断される電圧)の値の範囲です。

図3-17



●出力遮断方式手動リセット型

OVP動作時に出力を遮断させ、出力を復帰させるには、入力電圧を一旦OFFし、しばらく時間を置いてから再度入力を投入するタイプです。コントロールON/OFFでリセットできるモデルもあります。

■リモートセンシング

電源の出力端子から負荷までの配線(電線)の抵抗分による電圧降下を補正する機能です。

+S、-S端子付きの電源のみ、リモートセンシングが可能です。

+S、-S端子は、出力電圧を検出する端子で、その端子を接続した点(センス点)に出力電圧設定値の電圧を供給します。

注) 大幅なラインドロップを補正すると出力端子間の電圧が高くなり、OVPにかかり出力が遮断する可能性があります。

リモートセンシングをしない(ローカルセンシング)場合、電線の抵抗により、負荷端の電圧は、出力電圧設定値より低下してしまうことになります。

例)

出力電流が10Aで、電線の抵抗が0.01Ωの場合

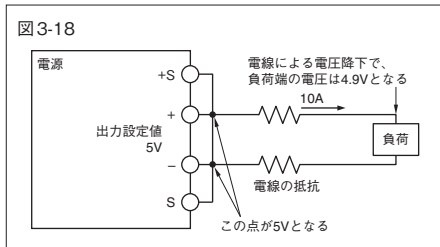
電線による電圧降下は、

$$10A \times 0.01\Omega = 0.1V \text{ となり、}$$

負荷端の電圧は

$$5V - 0.1V = 4.9V \text{ となります。}$$

図3-18



リモートセンシングを行うことにより、+S、-Sを接続した負荷端の電圧は、出力電圧設定値となります。この時、出力端子間の電圧は出力電圧設定値より高くなります。

例)

出力電流が10Aで、電線の抵抗が0.01Ωの場合

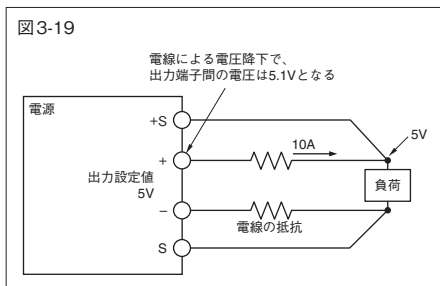
電線による電圧降下は

$$10A \times 0.01\Omega = 0.1V \text{ となり、}$$

出力端子間の電圧は

$$5V + 0.1V = 5.1V \text{ となります。}$$

図3-19



■リモートON/OFFコントロール

入力を投入したまま、コントロール信号により出力をON/OFFする機能です。

各製品ごとに仕様が異なりますので、製品ごとの取扱説明書をご確認ください。

■並列運転

出力電流を増加するために、複数台の電源の出力を並列に接続して運転することです。

また電源が故障した場合に、予備のために接続しておいた電源により、負荷への電圧供給を停止しないようバックアップ運転することもあります。各製品ごとに仕様が異なりますので、製品ごとの取扱説明書をご確認ください。

■直列運転

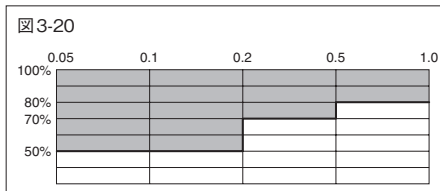
必要な電圧を得るために、複数台の電源の出力を直列に接続して運転させることです。

■入力瞬時電圧低下保護

●SEMI-F47

半導体プロセス装置向けの規格の1つであり、半導体工場内において設備の故障や大きな負荷の変動により、AC供給電源が突然の電圧低下(半サイクルから数秒)を起こした状態をシミュレートし、その場合の被試験装置の耐性を評価する試験です。

図3-20



第4項 環境編

■動作温度(動作周囲温度)：単位(℃)

電源の仕様規格を満足しながら、連続動作を保証できる電源の周囲温度の範囲を表し、単位は(℃)で表記します。

電源は、周囲温度により、内部の部品の定格温度を超えないようにするために出力電力をディレーティング(低減)して使用しなければならない場合があります。取り付け方向、カバーの有無により出力ディレーティングカーブが異なる場合がありますのでご注意ください。

■保存温度：単位(℃)

電源が非動作状態で性能に劣化を生じさせずに保存できる周囲温度の範囲を表し、単位は(℃)で表記します。

■動作湿度(動作周囲湿度)：単位(%RH)

電源の仕様規格を満足しながら、連続動作を保証できる相対湿度の範囲を表し、単位は(% RH)で表記します。

■保存湿度：単位(%RH)

電源が非動作状態で電気性能に劣化を生じさせずに保存できる相対湿度の範囲を表し、単位は(%RH)で表記します。

継続した高湿環境下での保存は錆などの原因になりますので、避けてください。

■耐振動

規定の試験条件で電源が破損しない振動条件です(JIS-C-60068-2-6 正弦波振動試験方法)。

例)

10～ 55Hz	掃引 1分間	19.6m/s ² 一定	X、Y、Z 各方向	1時間
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

- (1) 振動の周波数範囲：10～55Hz
- (2) 周波数を変化させる時間：10～55Hz及び、55～10Hzを各1分間で変化させる。
- (3) 加速度：19.6m/s²一定である。
- (4) 振動方向：X、Y、Zの3方向
- (5) 試験時間：各方向1時間 合計3時間実施する。
非動作状態にて試験を行う。(9.8m/s²=1G)



■耐衝撃

規定の試験条件で電源が破損しない衝撃条件(JIS-C-60068-2-27 衝撃試験方法)です。
非動作状態にて試験を行います。

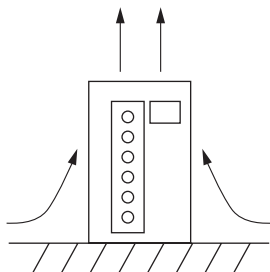
■冷却方式

電源から発生する熱を放熱する方法です。

●自然空冷

自然対流による放熱

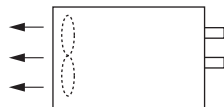
図3-21 自然対流による放熱



●強制空冷

ファンによる放熱

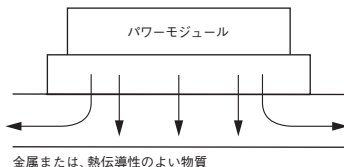
図3-22 ファンによる放熱



●伝導冷却

熱伝導による放熱

図3-23 熱伝導による放熱



第5項 絶縁編

■耐電圧

指定された端子間で耐え得る印加電圧(実効値)をいいます。耐電圧は1次-2次、1次-FGなどで絶縁不良がないか確認するものです。

■絶縁抵抗：単位(MΩ)

指定された端子間に規定の直流電圧を印加した場合の抵抗値をいい、単位は(MΩ)で表記します。絶縁物の抵抗値を測定し、絶縁劣化していないことを確認します。

4

第4章

スイッチング電源特性データ 型式データ解説

第1項	型式データ紹介	4-01
第2項	静特性	4-02
	入力、負荷、温度変動/出力電圧・リップル電圧対入力電圧 効率、入力電流対出力電流/力率、入力電流対出力電流	
第3項	通電ドリフト	4-03
第4項	過電流保護特性(OCP)	4-03
第5項	過電圧保護特性(OVP)	4-03
第6項	出力立上がり特性	4-03
第7項	出力立下がり特性	4-04
第8項	リモートON/OFFコントロール時出力立上がり特性	4-04
第9項	リモートON/OFFコントロール時出力立下がり特性	4-04
第10項	出力保持時間特性	4-05
第11項	過渡応答(入力急変)特性	4-06
第12項	過渡応答(負荷急変)特性	4-06
第13項	入力電圧瞬停特性	4-07
第14項	入力サージ電流(突入電流)特性	4-07
第15項	瞬停時突入電流特性	4-08
第16項	入力電流波形	4-08
第17項	高調波電流成分	4-08
第18項	漏洩(リーク)電流特性	4-08
第19項	出力リップルノイズ波形	4-09
第20項	スタンバイ電流(待機電流)	4-09
第21項	EMI特性	4-10
第22項	入力電圧変化・変動、フリッカ	4-11

第1項 型式データ紹介

型式データは、電源の代表的な特性を示すものであり、実力値とお考え下さい。
 なお、WEBページより下記の手順にてデータ類のダウンロードができます。

TDK プロダクトセンター <https://product.tdk.com/info/ja/index.html>

TDK プロダクトセンタートップページ



“製品情報”にマウスオンし、“品番検索”

品番検索



検索結果ページ



詳細ページ



ページ右側に各種“ドキュメント”

カタログ



“電源”をクリック

電源ポータルサイト



“テクニカルデータ”をクリック

テクニカルデータダウンロードページ



第2項 静特性

電源出力の定常状態におけるデータが確認できます。

■入力、負荷、温度変動

入力電圧、出力電流、周囲温度の変化に対しての出力電圧の安定度が分かります。

表 4-1

5V

1. Regulation - line and load

lout \ Vin	85VAC	100VAC	200VAC	265VAC	Line regulation	
0%	4.993V	4.994V	4.994V	4.994V	1mV	0.020%
50%	4.990V	4.990V	4.991V	4.991V	1mV	0.020%
100%	4.987V	4.987V	4.988V	4.988V	1mV	0.020%
Load regulation	6mV	7mV	6mV	6mV		
	0.120%	0.140%	0.120%	0.120%		

入力電圧

Condition Ta : 25°C

出力電流

負荷変動

入力変動

2. Temperature drift

Conditions Vin=100VAC

Iout = 100%

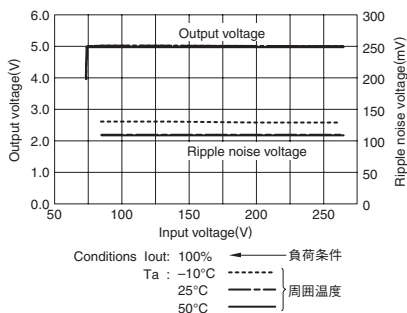
Ta	-10°C	+25°C	+50°C	Temperature stability
Vout	4.994V	4.987V	4.983V	11mV 0.220%

温度変動

■出力電圧・リップル電圧対入力電圧

入力電圧の変化により出力電圧・出力リップル電圧がどのように変化するかを表わしています。

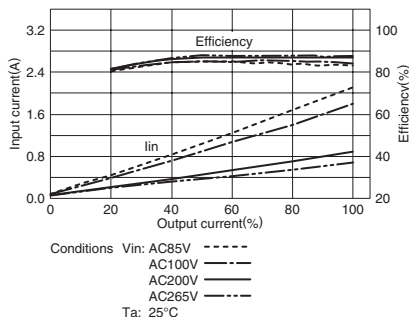
図 4-1



■効率、入力電流対出力電流

出力電流の変化により入力電流・効率がどのように変化するかを表わしています。

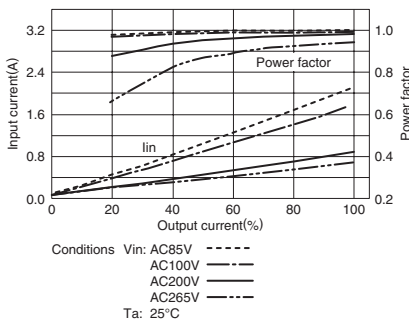
図 4-2



■力率、入力電流対出力電流

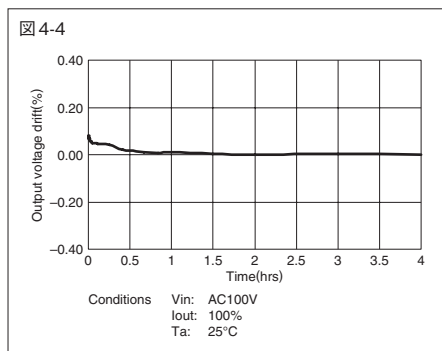
出力電流の変化により入力電流と力率がどのように変化するかを表わしています。

図 4-3



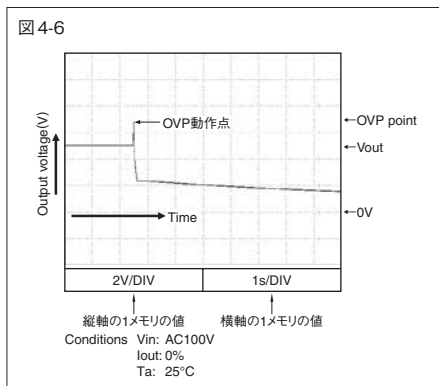
第3項 通電ドリフト

入力投入からの時間経過による出力電圧の変化を表わしています。



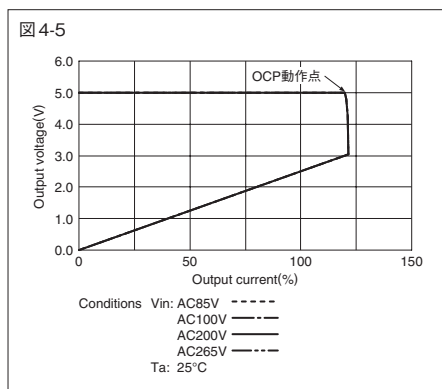
第5項 過電圧保護特性(OVP)

出力電圧検出回路がオープンとなり出力電圧が上昇して、過電圧保護回路が動作するまでの波形を表わします。



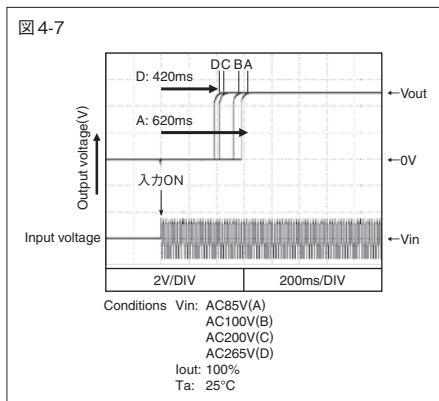
第4項 過電流保護特性(OCF)

入力電圧の違いによる過電流保護回路動作時の、出力電圧・電流の挙動が分かります。



第6項 出力立上がり特性

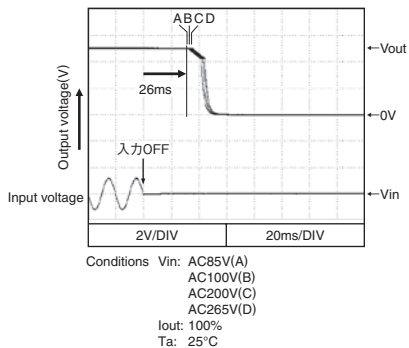
入力投入から出力電圧が立上がるまでの出力電圧波形を表わします。入力電圧の違いによる起動時間の変化が分かります。



第7項 出力立下がり特性

入力遮断から出力電圧が立下がるまでの波形を表します。入力電圧の違いによる立下がり時間の変化が分かります。

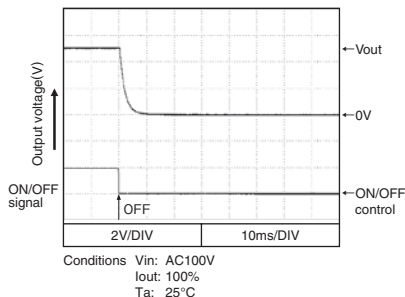
図4-8



第9項 リモートON/OFFコントロール時出力立下がり特性

リモート ON/OFF コントロール信号 OFF から出力電圧が立下がるまでの電圧波形を表わします。

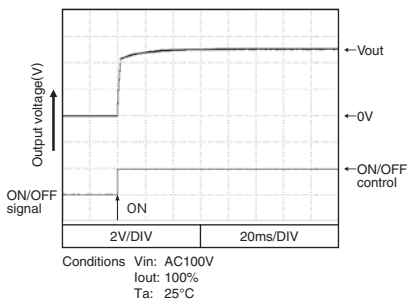
図4-10



第8項 リモートON/OFFコントロール時出力上がり特性

リモート ON/OFF コントロール信号 ON から出力電圧が立上がるまでの電圧波形を表わします。

図4-9



第10項 出力保持時間特性

出力電流・入力電圧の違いによる出力保持時間の変化が分かります。

下記のグラフから負荷率40%で使用しているときは、出力保持時間が100msec. (ミリ秒)あることが分かります。

また高調波電流抑制回路を内蔵した電源は、入力電圧が変わっても出力保持時間はほとんど変わりませんが、高調波電流抑制回路を内蔵していない電源は、入力電圧により出力保持時間が変化します。

図4-11 高調波電流抑制回路内蔵電源

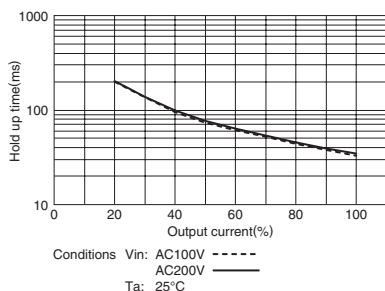
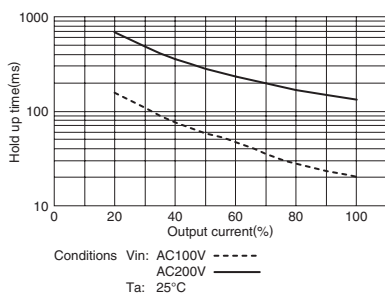


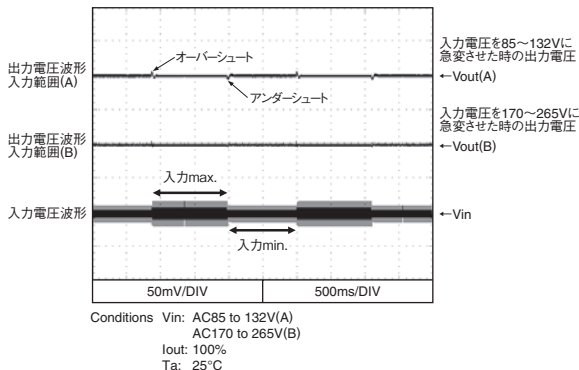
図4-12 高調波抑制回路なし
100V時:20ms → 200V時:120ms



第11項 過渡応答(入力急変)特性

入力電圧が急変した場合の出力電圧の安定度が分かります。

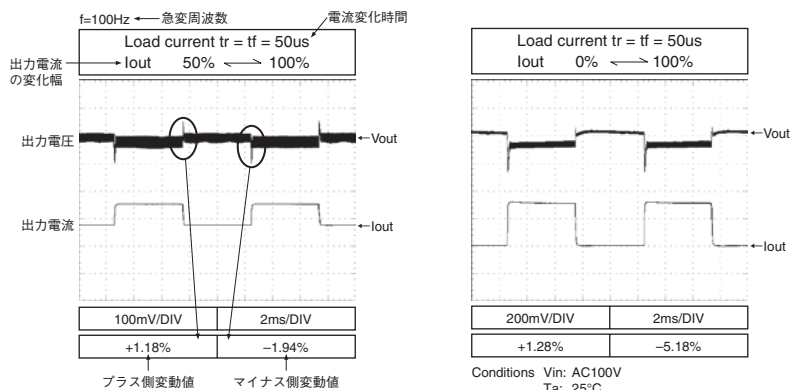
図4-13



第12項 過渡応答(負荷急変)特性

出力電流が急変した場合の出力電圧の安定度が分かります。

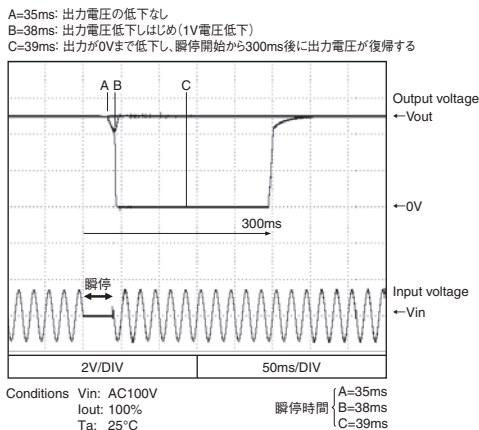
図4-14



第13項 入力電圧瞬停特性

入力電圧瞬停が発生した場合の出力電圧の挙動が分かります。

図 4-15



第14項 入力サージ電流(突入電流)特性

入力投入時の入力サージ電流(突入電流)波形を表します。

図 4-16 AC 波形が 0V の時に入力投入

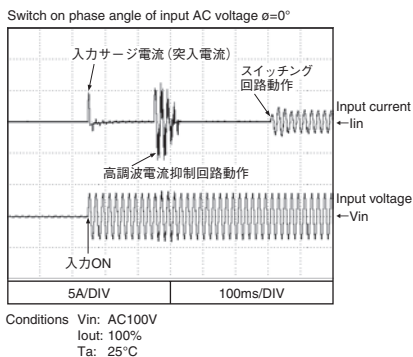
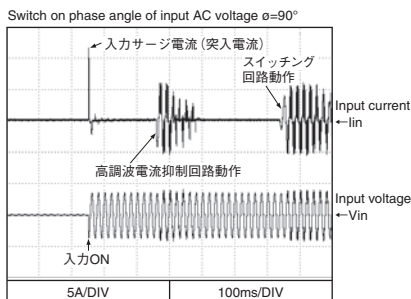


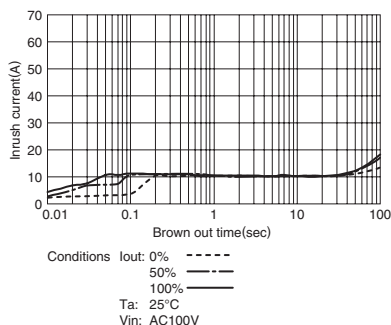
図 4-17 AC 波形がピーク時に入力投入



第15項 瞬停時突入電流特性

入力瞬停時の入力サージ電流(突入電流)値のグラフです。瞬停時間による入力サージ電流(突入電流)値の変化が分かります。

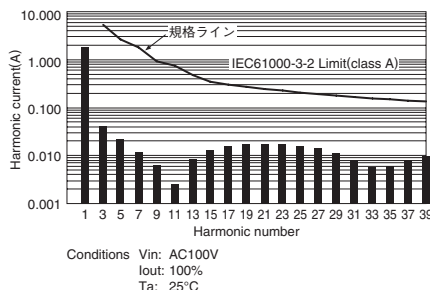
図4-18



第17項 高調波電流成分

高調波電流抑制回路内蔵電源の入力電流の高調波成分グラフです。高調波電流抑制回路により、各次数の高調波電流が規格値内に入っていることが分かります。

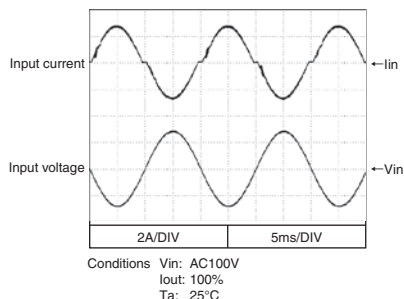
図4-20



第16項 入力電流波形

高調波電流抑制回路内蔵電源の入力電流波形です。高調波電流抑制回路により、入力電流が正弦波になっていることが分かります。

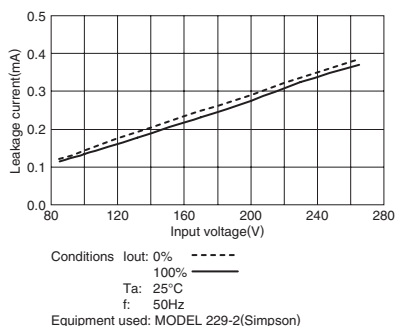
図4-19



第18項 漏洩(リーク)電流特性

入力電圧・出力負荷率の違いによる漏洩(リーク)電流の変化が分かります。

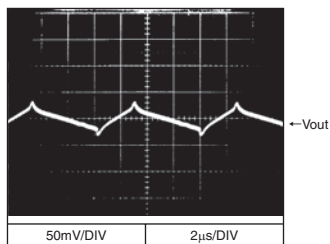
図4-21



第19項 出力リップルノイズ波形

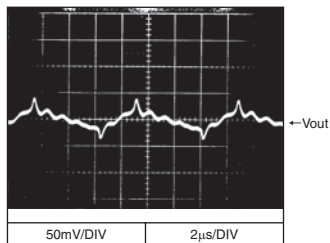
出力電圧のリップルノイズ波形です。

図4-22 ノーマルモードは、出力端子(+/-)間のリップルノイズ波形



Conditions Vin: AC100V
Iout: 100%
Ta: 25°C

図4-23 ノーマル +コモンモードは、出力のマイナス端子をFGに接続したときの出力端子(+/-)間のリップルノイズ波形

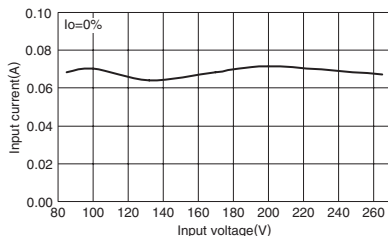


Conditions Vin: AC100V
Iout: 100%
Ta: 25°C

第20項 スタンバイ電流(待機電流)

無負荷時の入力電流値が分かります。

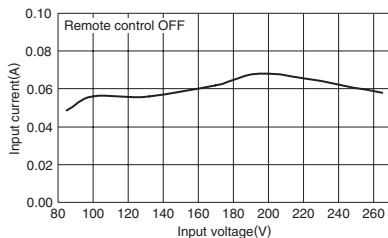
図4-24



Conditions Ta: 25°C

リモートON/OFFコントロールOFF時の入力電流値が分かります。

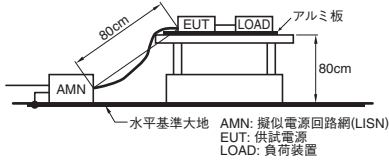
図4-25



第21項 EMI 特性

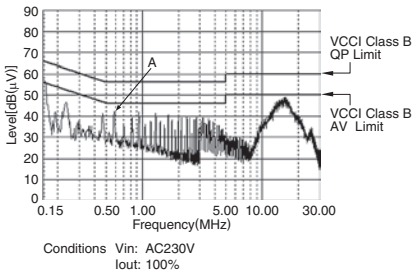
雑音端子電圧を計測する場合の測定回路 (AC-DC 電源) です。

図 4-26



雑音端子電圧のグラフ例です。

図 4-27



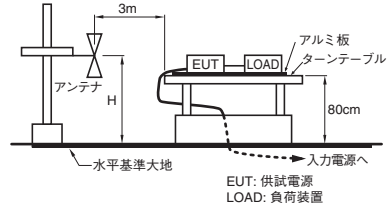
・ マージンの少ないポイントのデータ

Point A (585kHz)			
Ref.	Data	Limit (dBμV)	Measure (dBμV)
QP		56.0	41.2
AV		46.0	41.2

QP: 準尖頭値
AV: 平均値

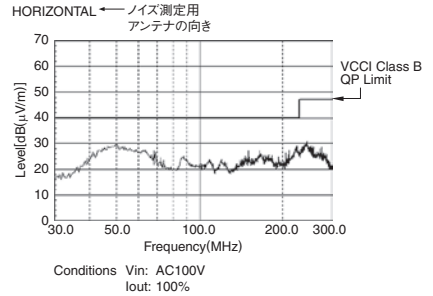
雑音電界強度を計測する場合の測定回路 (AC-DC 電源) です。

図 4-28



雑音電界強度のグラフ例です。

図 4-29



第22項 入力電圧変化・変動、フリッカ

IEC61000-3-3で規定されている試験規格です。

■入力電圧変化・変動

電源の動作時の入力電圧の変動値が規定の変化率以下を確認します。

■フリッカ(ちらつき)

電源の動作時に入力電圧をフリッカメータで測定し規定値以下を確認します。

第5章

スイッチング電源特性データ 信頼性データ（スイッチング電源の寿命と試験）

第1項 MTBF	5-01
第2項 部品ディレーティング	5-02
第3項 主要部品の温度上昇	5-02
第4項 電解コンデンサの推定寿命	5-03
第5項 アブノーマル試験	5-04
第6項 振動試験	5-05
第7項 ノイズシミュレーション試験	5-05
第8項 熱衝撃試験	5-06

第1項 MTBF (Mean Time Between Failures)

平均故障間隔のことで、故障と故障間の動作時間（故障せずに動作する時間）の平均値をいいます。システムなどにおける信頼性 (Reliability) を表わす指標となる数値です。装置に使用している部品やはんだ付け部分などの故障率を計算し、MTBFを算出します。

実際の出荷製品のMTBFは、フィールドMTBFといい

(出荷製品の総稼働時間) ÷ (故障数)

で算出します。

フィールドMTBFは、品質保証部門にて算出しております。

■ MTBFの算出方法の種類

米軍規格 (MIL Military Standard)

MIL-HDBK-217*

部品ストレス解析法

部品点数法

JEITA (電子情報技術産業協会)

RCR-9102

部品点数法

米国テレコーディア・テクノロジーズ社

TR-332

部品ストレス解析法

■ 部品ストレス解析法

使用部品の受けるストレスからその部品の故障率を個々に算出し、集計します。すべての部品ごとに故障率を算出しなければならないため、算出に時間がかかる解析方法です。

■ 部品点数法

部品の種類ごとに故障率があらかじめ決めてあり、部品の種類ごとに個数をカウントして故障率を集計する解析方法です。簡易的にMTBFが計算できます。

■ 環境ファクタ

MTBFを算出するときの想定する使用環境をいいます。HWSシリーズは、環境ファクタを地上、固定で計算しています。

地上、固定

適切な冷却空気が用意されていて永久架へ取り付けられているか、あるいは暖房していない建物にできれば設定されているような適度に制御された環境をいいます。

航空管制レーダおよび通信施設の永久設置物を含みます。

第2項 部品ディレーティング

その部品の定格に対してどの位の余裕度を持って使用しているか算出した値です。

定格入力・定格出力時の主要半導体の温度に対してのディレーティング(低減率)を算出しております。部品定格に対してマージンをもって使用していることが分かります。

表記内容の1例です。

表5-1

部品番号 Location No.	入力電圧 測定条件：Vin = 100VAC	負荷 Load = 100%	周囲温度 Ta = 50°C
Q1 2SK3907 TOSHIBA	① Tchmax = 150°C ④ Pch = 5.74 W ⑦ Tch = Tc + ((θch-c) × Pch) = 115.2°C ⑧ D.F. = 76.8%	② θch-c = 0.833°C/W ⑤ ΔTc = 60.4°C	③ Pch(max.) = 150 W ⑥ Tc = 110.4°C

●部品定格

- ①部品内部接合部最大温度
- ②熱抵抗(接合部～ケース)
- ③最大電力

●使用状態でのデータ

- ④損失(電力)
- ⑤温度上昇値(部品ケース温度測定の場合)
- ⑥Ta=50°Cの部品ケース温度
- ⑦Ta=50°Cの部品内部接合部温度
- ⑧ディレーティング率 $115.2 \div 150 \times 100 = 76.8\%$

第3項 主要部品の温度上昇

定格入力・定格出力時におけるパワー部品、コントロール回路の半導体の温度上昇値をいいます。

表5-2

出力ディレーティング Output derating Ta = 50°C		ΔT temperature rise (°C)			
		Io = 100%	Io = 80%		
部品番号 Location No.	部品名 Parts name	取付方向 Mounting A	取付方向 Mounting B	取付方向 Mounting C	取付方向 Mounting D
L2	BALUN COIL	49.4	46.8	45.8	49.1
D1	BRIDGE DIODE	63.8	59.0	61.0	56.4
L3	CHOKE COIL	42.8	49.5	46.1	49.1
Q1	MOS FET	60.4	40.5	42.9	50.4
D2	F.R.D.	56.7	39.3	42.3	49.0
Q3	MOS FET	62.4	44.0	47.2	52.4
T2	TRANS PULSE	67.4	50.2	51.1	55.7

第4項 電解コンデンサの推定寿命

下記の条件により電解コンデンサの寿命時間は変わるので各条件による寿命時間をグラフにしたものです。

入力電圧
負荷率
取付方向
周囲温度

■電源の寿命と電解コンデンサ

ユニット・基板タイプの電源では、電解コンデンサが一番寿命が短い部品です(ファン、リレーを除く)。

電解コンデンサの寿命＝電源の寿命

とされています。

■電解コンデンサの推定寿命計算式

アレニウスの10℃則

$$L=L_0 \times 2^{\left(\frac{T_1-T_2}{10}\right)} \quad \dots\dots\text{公式 5-1}$$

L: 使用温度での推定寿命値(時間)
L₀: コンデンサの定格温度での寿命値(時間)
T₁: コンデンサの定格温度(℃)
T₂: コンデンサのケース温度(℃)
10℃温度が上昇すると寿命は半分(1/2)になる

アレニウスの10℃則で計算可能なのは、電解液の蒸散スピードのみです。電解コンデンサの封口ゴムの劣化は考慮されていません。
低い温度で推定寿命を計算した場合、長い時間が算出されますが、実際には、封口ゴムの劣化を考慮する必要があります。

■電解コンデンサの劣化プロセス

電解コンデンサは、内部に電解液(液体)がしみ込んだ電解紙と電極のアルミ箔が巻かれている構造です。その電解液が徐々に電解コンデンサの外部に蒸散していきます。

電解液の蒸発により、静電容量が減少し、内部の等価直列抵抗値が増加します。静電容量が規定の値以下に減少したときを寿命とします。

図 5-1

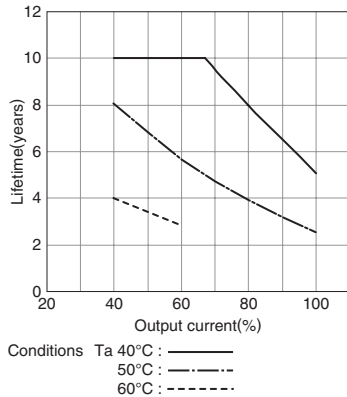


表 5-3

Vin=AC100V

負荷(%) Load (%)	寿命時間(年) Lifetime (years)		
	Ta=40°C	Ta=50°C	Ta=60°C
40	10.0	8.1	4.0
60	10.0	5.7	2.9
80	8.0	4.0	—
100	5.1	2.5	—

第5項 アブノーマル試験

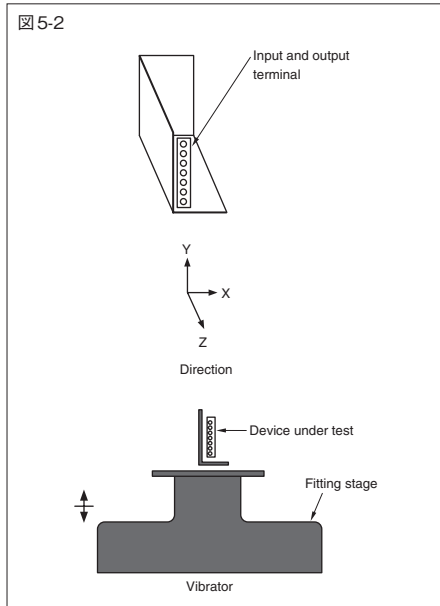
部品ごとに部品端子間を短絡または、オープンにして主に発煙・発火がないか確認する試験です。

表5-4

No.	試験箇所 Test position		試験 モード Test mode		試験結果 Test result													記事
	①	②			③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫				
部品 No.	試験端子	ショート	オープン	発火	発煙	破裂	異臭	発熱	破損	ヒューズ断	OVP	OCP	出力断	変化なし	その他			
1	Q1	D-S	○							○			○					
2		D-G	○							○	○			○		Da:A101,R104,D1, D101,D102,Q1		
3		G-S	○													力率低下 Power Factor low		
4		D		○												○ 力率低下 Power Factor low		
5		S		○												○ 力率低下 Power Factor low		
6		G		○							○	○			○		Da:D101,D102,Q1	
7	Q2	D-S	○											○				
8		D-G	○											○				
9		G-S	○											○				
10		D		○										○				
11		S		○										○				
12		G		○											○			
13	Q3	D-S	○											○				
14		D-G	○											○				
15		G-S	○											○				
16		D		○										○				
17		S		○										○				
18		G		○											○			
19	Q51	D-S	○											○				
20		D-G	○											○				
21		G-S	○													○ 入力電力増加 Input power increase		
22		D		○										○				
23		S		○										○				
24		G		○												○ 入力電力増加 Input power increase		

第6項 振動試験

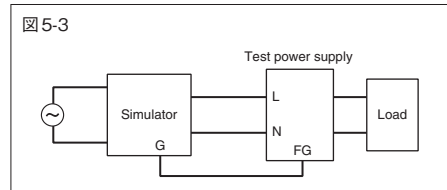
振動に耐えるかを確認する試験です。
JIS（JIS-C-60068-2-6 正弦波振動試験方法）の振動試験方法に準拠した試験方法で実施しております。試験前後で出力電圧・リップルノイズ・外観を確認します。



第7項 ノイズシミュレーション試験

入力線間や入力ーFG間にノイズを重畳させ、電源の停止や破損しないことを確認する試験です。

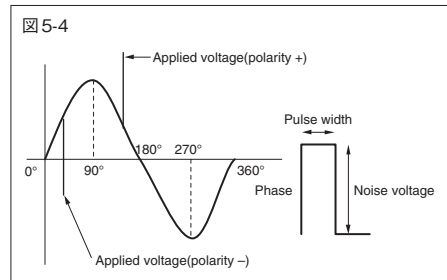
■試験回路



■試験条件

表5-5

入力電圧	100、230VAC
出力電圧	定格
出力電流	0%、100%
周囲温度	25°C
パルス幅	50ns ~ 1000ns
ノイズ電圧	0V ~ 2kV
位相	0° ~ 360°
極性	+, -
印加モード	Normal / Common
トリガ選択	Line



第8項 熱衝撃試験

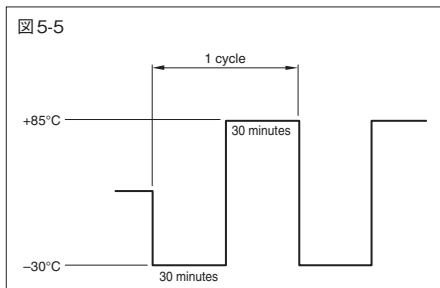
電源の周囲温度を低温～高温に短時間で繰り返し変化させ、はんだ付け部の信頼性を確認する試験です。

物質は温度により膨張収縮するため、その膨張率の違いや物質の固さの違いによりはんだ接合部にひずみが生じます。そのひずみによりはんだにクラックが入ります。

■試験条件(例)

- ・電源周囲温度：-30～+85°C
- ・試験時間：図5-5参照
- ・試験サイクル：100 サイクル
- ・非動作

図5-5



■試験方法

初期測定の後、供試品を試験槽に入れ、上記サイクルで試験を行います。規定サイクル後に、供試品を常温常湿下に1時間放置し、出力に異常がないことを確認します。

第6章

スイッチング電源特性データ IEC61000データ解説

第1項 IEC61000	6-01
第2項 静電気放電イミュニティ試験	6-02
第3項 放射性無線周波数電磁界イミュニティ試験	6-03
第4項 電氣的ファースト・トランジェント・ バースト・イミュニティ試験	6-04
第5項 サージイミュニティ試験	6-05
第6項 伝導性無線周波数電磁界イミュニティ試験	6-06
第7項 電力周波数磁界イミュニティ試験	6-07
第8項 電圧ディップ、瞬停イミュニティ試験	6-08

第1項 IEC61000

IEC61000は、国際電気標準会議(International Electro technical Commission)が電気・電子機器の電磁両立性について定めた規格です。

■電磁両立性(EMC: Electro Magnetic Compatibility)とは

電気・電子機器の発する電磁妨害波(EMI: Electro Magnetic Interference)が他のどのような機器、システムに対しても影響を与えないこと。

また他の機器、システムからの電磁妨害を受けても満足に動作する耐性を持つこと。

電磁両立性を考慮する大きな目的は、異なった複数の機器が同じ環境に混在しても正しく作動する電磁環境の確保です。

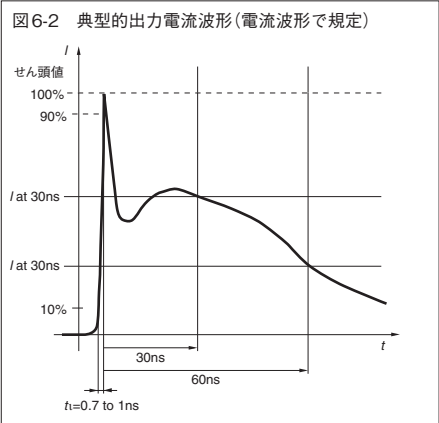
表6-1

規格番号	規格名
61000-3-2	高調波電流エミッションの限度値
61000-3-3	電圧変化、電圧変動及びフリッカの限度量
61000-4-2	静電気放電イミュニティ試験
61000-4-3	放射性無線周波数電磁界イミュニティ試験
61000-4-4	電氣的ファーストランジェントバースト・イミュニティ試験
61000-4-5	サージイミュニティ試験
61000-4-6	伝導性無線周波数電磁界イミュニティ試験
61000-4-8	電力周波数磁界イミュニティ試験
61000-4-11	電圧ディップ、瞬停及び電圧変動のイミュニティ試験

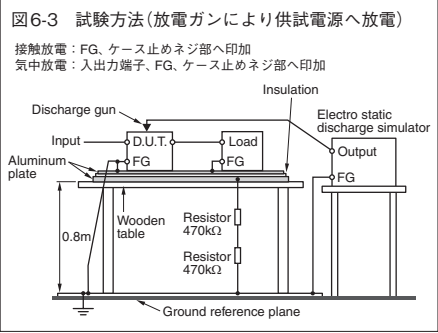
第2項 静電気放電イミュニティ試験

静電気放電イミュニティ試験とは、人体や機器に帯電した静電気が電源の筐体や端子に印加された時に、誤動作や破損しないことを確認する試験です。

■印加波形



■試験方法



■試験結果例

表6-3

	判定
接触放電 (kV)	
2	Pass
4	Pass
6	Pass
空中放電 (kV)	
2	Pass
4	Pass
8	Pass

第3項 放射性無線周波数電磁界イミュニティ試験

放射性無線周波数電磁界イミュニティ試験とは、放射性無線周波数電磁界に電源が暴露された時に、誤動作や破損がないことを確認する試験です。

■放射性無線周波数電磁界とは、

無線送信機、テレビ送信機、溶接機、蛍光灯などが発生する無線周波数の電磁界を表わします。

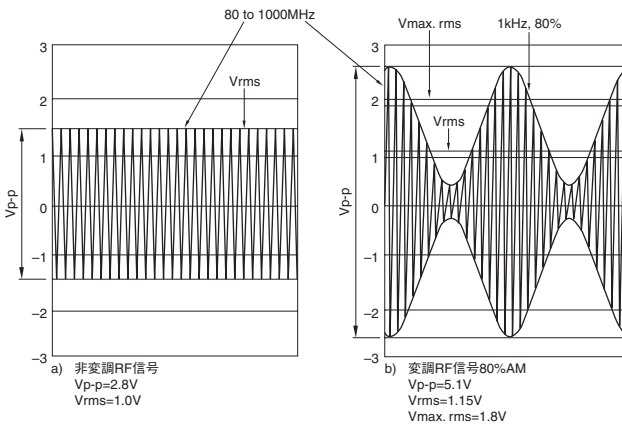
■試験結果例

表 6-5

放射電界強度 (V/m)	判定
1	Pass
3	Pass
10	Pass

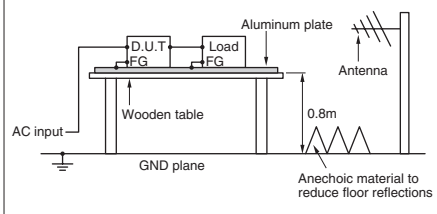
■印加波形

図 6-4 信号発生器の出力時に生じる波形



■試験方法

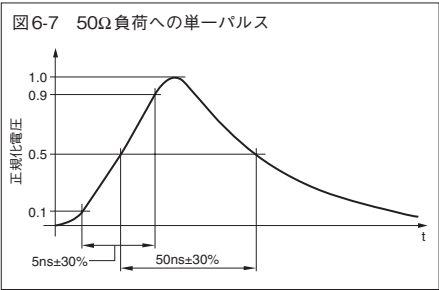
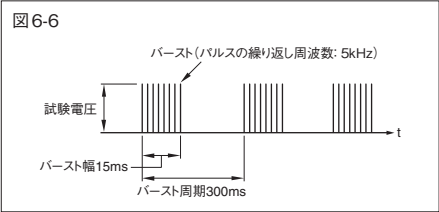
図 6-5 印加波形を、アンテナから供試体に放射



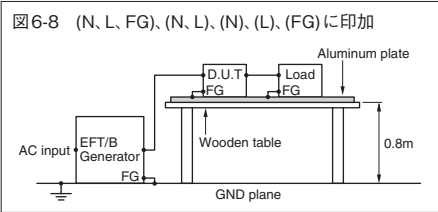
第4項 電氣的ファースト・トランジェント・バースト・イミュニティ試験

入力ラインからスイッチング・トランジェント(誘導負荷の中断、リレー接点のバウンドなど)が電源に印加された時に、誤動作や破損がないことを、確認する試験です。

■印加波形



■試験方法



■試験結果例

表 6-7

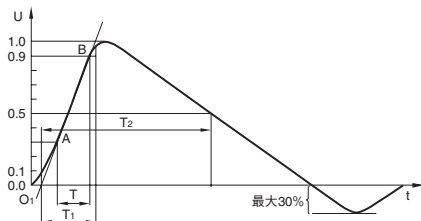
試験電圧 (kV)	Repetiiton rate(kHz)	判定
0.5	5	Pass
1	5	Pass
2	5	Pass

第5項 サージイミュニティ試験

入力ラインから雷の過渡現象(誘導雷)が発生する過電圧(サージ電圧)が電源に印加された時に、誤動作や破損がないことを確認する試験です。

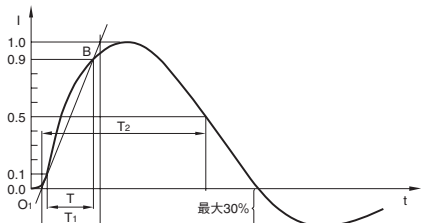
■印加波形

図 6-9 開回路の電圧波形 (1.2/50 μ s)



波頭長: $T_1 = 1.67 \times T = 1.2 \mu\text{s} \pm 30\%$
半値までの時間: $T_2 = 50 \mu\text{s} \pm 20\%$

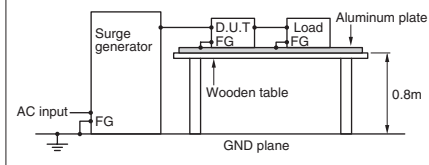
図 6-10 閉回路の電流波形 (8/20 μ s)



波頭長: $T_1 = 1.25 \times T = 8 \mu\text{s} \pm 20\%$
半値までの時間: $T_2 = 20 \mu\text{s} \pm 20\%$

■試験方法

図 6-11 コモンモード (N-FG、L-FG)、
ノーマルモード (N-L) に印加



■試験結果例

表 6-9

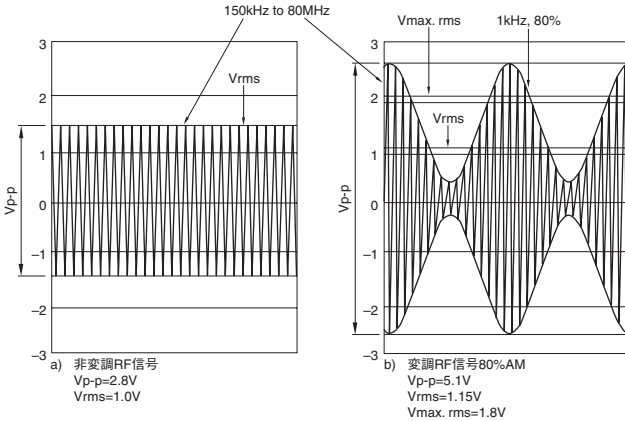
試験電圧 (kV)	判定
コモンモード	
0.5	Pass
1	Pass
2	Pass
4	Pass
ノーマルモード	
0.5	Pass
1	Pass
2	Pass

第6項 伝導性無線周波数電磁界イミュニティ試験

入力ラインに不要な電磁界が誘起した場合に、電源が誤動作や破損しないことを確認する試験です。

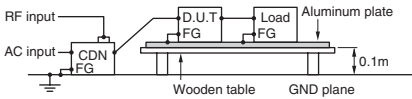
■印加波形

図6-12 DUTポートにおける開放回路波形



■試験方法

図6-13



■試験結果例

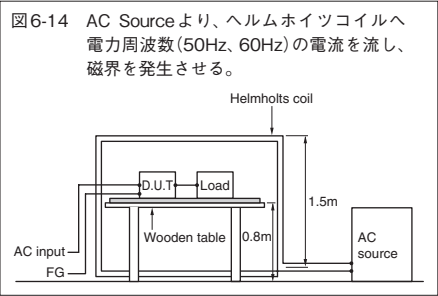
表6-11

電圧レベル (V)	判定
1	Pass
3	Pass
10	Pass

第7項 電力周波数磁界イミュニティ試験

電力周波数(50Hz、60Hz)の電磁界に、電源が暴露された時に誤動作や破損がないことを確認する試験です。

■試験方法



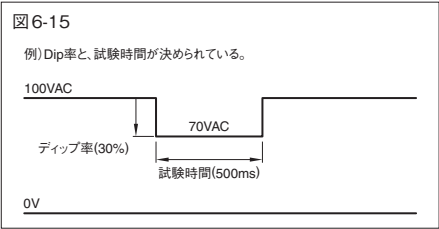
■試験結果例

表6-13

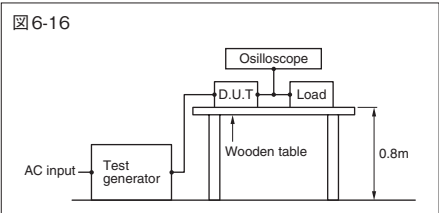
電磁界強度 (A/m)	判定
1	Pass
3	Pass
10	Pass
30	Pass

第8項 電圧ディップ、瞬停イミュニティ試験

入力電源の電圧低下(ディップ)や瞬時停電(瞬停)により、電源が誤動作や破損しないことを確認する試験です。



■試験方法



■試験結果例

表 6-15

試験レベル(%)	ディップ率(%)	試験時間 (ms)	判定
70	30	500	Pass
40	60	200	Pass
0	100	20	Pass
0	100	5000	Pass

第7章

取得を要求される主要国際規格・規制

第1項 安全規格（規制）	7-01
第2項 高周波電流規制	7-03
第3項 雑音端子電圧	7-04
第4項 雑音電界強度	7-04
第5項 イミューニティ	7-04
第6項 RoHS指令	7-05
第7項 REACH規則	7-05

第1項 安全規格(規制)

安全規格とは、機器を火災・感電などがなく、安全に使用できるように定められた規格をいいます。

■各国の代表的安全規格

●アメリカ

UL (Underwriter Laboratories Incorporated [米国保険業者安全試験所])

UL60950-1：情報処理機器(事務用機器を含む)の安全性に対する規格。

米国の民間団体である米国保険業者安全試験所が策定した安全規格。この規格の約70%をANSIが承認し、米国の国家規格に適用されています。

ULは1984年に設立された非営利団体で、設立当時は保険業界の事故原因調査に主に取り組んでいましたが、現在では市場に投入されている材料や機器、システムなどの製品が人間に危害を与えるかどうかを調査、研究、試験し、こうした製品に対する安全規格を作成したり、それらの情報を一般公開しています。さらに規格に適合した製品などに、その旨を示すラベルを貼ったり、証明書を発行する業務を行っています。

●カナダ

CSA (Canadian Standards Association [カナダ規格協会])

C 22.2 NO60950-1：情報処理機器(事務用機器を含む)の安全性に対する規格。

1919年に設立された非営利団体であるカナダ規格協会が策定した標準規格。

カナダ各州の法律では、公共の電力網に接続されている電気機器は、火災や感電などに関する安全性を定めたCSA規格に適合していることが義務付けられています。

●欧州

EN (European Norm[欧州規格])

EN60950-1：情報処理機器(事務用機器を含む)の安全性に対する規格。

EN規格は、欧州統一規格と訳されており、欧州地域におけるEU(欧州連合)の加盟国間での貿易の円滑化と、産業水準の統一を推進するために制定されました。EN規格の具体的な内容は、欧州連合の専門委員会が発行します。

例えば、電気関連の標準規格については欧州電気標準化委員会(CENELEC：Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique ヨーロッパ圏の電気分野での標準化を行っている組織の名称、1973年に設立)、通信関連の標準規格については欧州電気通信標準化機構(ETSI：European Telecommunications Standards Institute ヨーロッパの電気通信全般に関わる標準化組織)、電気と通信以外の技術分野の標準規格については欧州標準化委員会(CEN：Comite Europeen de Normalisation 一貫した標準規格と仕様の開発・保守・配布を行うための効率的基盤を提供することにより、国際社会におけるヨーロッパ経済の力を強め、ヨーロッパの市民の福祉や環境を高めることを目的とした私的な非営利組織)が担当します。

各加盟国は、自国の国家規格にEN規格を反映させ、矛盾があれば国家規格を撤廃することが義務付けられています。

●日本

電気用品安全法(電安法 Product Safety Electrical Appliance & Materials)

電気用品の製造、販売などを規制するとともに、電気用品の安全性の確保につき民間事業者の自主的な活動を促進することにより、電気用品による危険および障害の発生を防止することを目的とする日本独自の法律です。

電気用品安全法は、従来の電気用品取締法(通称：電取法)の代わりとして、2001年4月1日に施行された法律です。

改正内容としては、製造事業者や輸入事業者の手続きが緩和された一方、違反した場合の罰則が強化されたり、販売事業者に新たな義務が加えられたりしています。

改正された要因の1つとして、輸入業者や諸外国メーカーなどからの電取法に対する批判が挙げられます。電取法の手続きは煩雑で、特に海外では指定検査機関が非常に限られていました。電気用品安全法では、この状況を緩和しながら、製品の安全を水際で確保するように改正されました。

なお、電気用品安全法には、組込用の電源やノイズフィルタの規格はありません。

CE マーキング

ヨーロッパ(EU：欧州連合)へ機器を輸出する際に必要な安全マークです。

当社の組込電源は、低電圧指令に適合していることを自己宣言し、CEマークを付けております。

ノイズフィルタは、部品扱いのためCEマークを付けておりません。

電源に関連する指令は下記の指令があります

低電圧指令

AC50 ～ 1000V、DC75 ～ 1500Vの電源で駆動する電気製品に対する技術的な事項が要求されている。

EMC 指令

電磁波を発するか、あるいは外部の電磁波によって機能に影響を受けるおそれのある製品に関する指令。

強い電磁波を出さない、外部からの電磁波によって影響を受けない設計が要求されている。

機械指令

工作機械、ロボット、建設機械などの産業機械を中心に、洗濯機など一般製品でも可動部に危険性が認められるものも対象となる。

安全に関して機械製品が備えていなければならない基本的事項が要求されている。

第2項 高調波電流規制

EN61000-3-2は、ヨーロッパの高調波電流規制です。

高調波電流は、コンデンサインプット型のスイッチング電源により発生する高調波を含む入力電流のことをいいます。

図7-1 コンデンサインプット型のスイッチング電源の電流波形

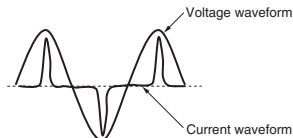
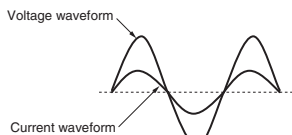


図7-2 高調波電流対策回路内蔵スイッチング電源の電流波形



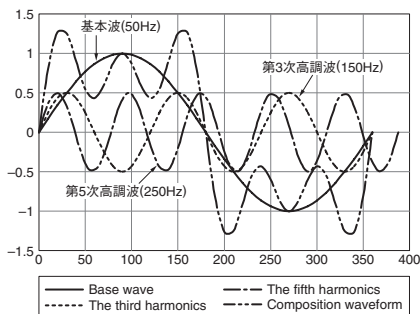
■高調波電流の影響について

高調波電流が多い機器は、力率が低く、実際に消費される電力より皮相電力が大きいため入力電流が多く流れます。従って電力設備に余裕が必要になります。

高調波電流が流れるとその電線のインピーダンスにより電圧降下が発生し、電源電圧波形が高調波を含んだ、歪んだ波形になります。

商用電源に接続して使用される機器は、普通は商用周波数での使用を前提に作られているので、高調波が重畳された電圧波形が印加されると事故につながる可能性がありますので、くれぐれもご注意ください。

図7-3 高調波電流とは、高調波成分を含んだ電流



第3項 雑音端子電圧

雑音端子電圧とは、電源から発生して入力電線を通じて入力ラインに戻っていく高周波ノイズです。

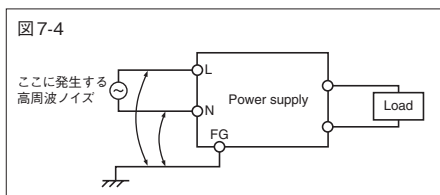
各国にそのノイズに対する規制があります。

EN55011、55032：ヨーロッパ(EU：欧州連合)

FCC：アメリカ

VCCI：日本

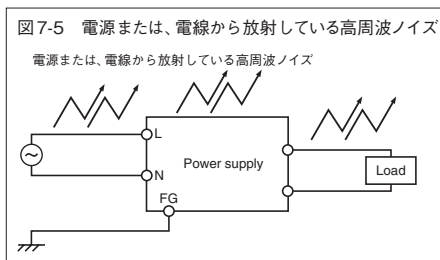
各規格にはクラスAとクラスBがあり、クラスBの方が厳しい規格値となっています。



第4項 雑音電界強度

雑音電界強度とは、電源本体や配線から放射する電磁波ノイズです。

雑音端子電圧と同様に各国に規制があります。



第5項 イミュニティ

静電気、雷サージ、電磁波、瞬停などについての国際規格IEC61000シリーズに準拠していることを表わしています。

IEC61000は、国際電気標準会議(International Electro technical Commission)が電気・電子機器の電磁両立性について定めた規格です。

■電磁両立性(EMC: Electro Magnetic Compatibility)

電気・電子機器の発する電磁妨害波(EMI: Electro Magnetic Interference)が他のどのような機器、システムに対しても影響を与えないこと。

また他の機器、システムからの電磁妨害を受けても満足に動作する耐性を持つこと。

電磁両立性を考慮する大きな目的は、異なった複数の機器が同じ環境に混在しても正しく動作する電磁環境の確保です。

第6項 RoHS 指令

TDKラムダは1972年に日本で初めての標準スイッチング電源を開発しました。その後、電源をとりまく時代の要求に応え、各種規制を満足するとともに常に小型・高効率化を追求し、省スペース・省電力で環境負荷軽減に貢献しています。

RoHS 指令についても主要な標準製品について、対応を完了しました。

■ RoHS (Restriction of Hazardous Substances) 指令

欧州連合(EU)域内での販売・流通において有害6物質の使用を禁止・制限する法規制(EU Directive 2011/65/EU)が施行されています。有害6物質とは、鉛、カドミウム、水銀、六価クロム、ポリ臭化ビフェニール(PBB)、ポリ臭化ジフェニルエーテル(PBDE)を指します。

また、欧州RoHSは2019年7月22日に、フタル酸4物質が追加されます。追加4物質とは、4つのフタル酸エステル(DEHP、BBP、DBP、DIBP)を指します。

弊社各製品の含有情報を以下URLにて開示しています。

https://www.tdk-lambda.co.jp/ja/products/rohs_data/rohs_download.html

第7項 REACH 規則

REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) 規則は、欧州連合における人の健康や環境の保護のための法律です。

2007年6月1日よりEU市場でRoHS 指令に続いて、製品に使用される化学物質全体を把握しようとする REACH 規則(化学物質の総合的な登録・評価・認可・制限の規則)が施行されました。

REACH 規則では、人や環境に深刻な影響が起これる懸念のある物質を高懸念物質(SVHC: Substances of very high concern)と定め、EC市場に持ち込む使用者に対し、含有量の届け出が求められます。

TDKラムダでは、製品に含まれるSVHCの含有量を把握し、お客様のご要求に応じてお伝えしています。

第8章

スイッチング電源を正しく お使いいただくために

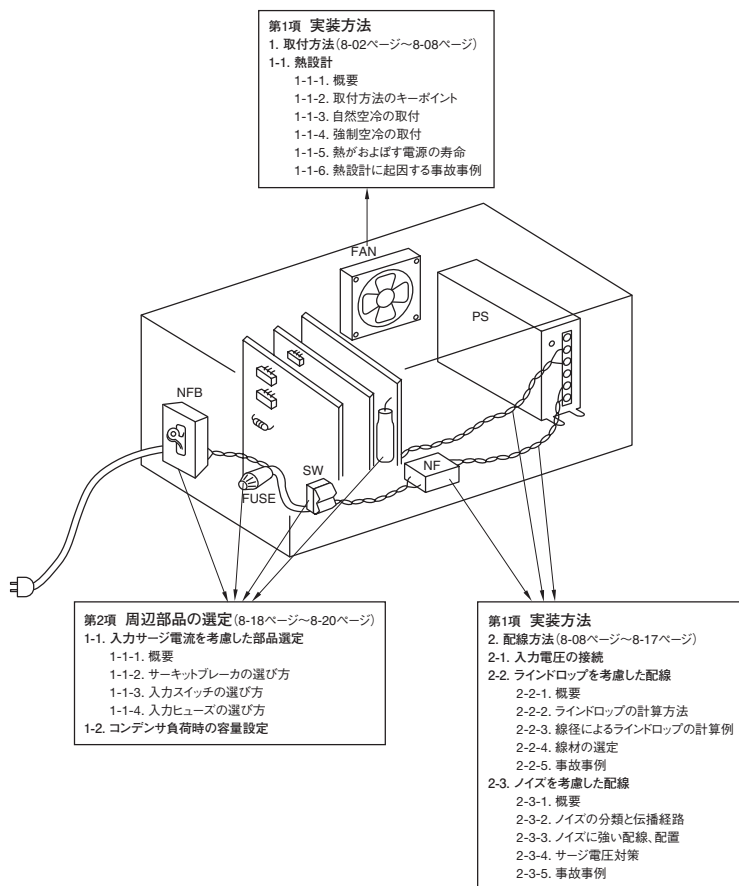
第1項 実装方法	8-01
取付方法/配線方法	

第2項 周辺部品の選定	8-18
入力サージ電流を考慮した部品選定/コンデンサ負荷時の容量設定	

第1項 実装方法

下図のイラストは説明用のため実際の配線図とは異なります。予めご了承ください。

図 8-1



1. 取付方法

1-1. 熱設計

1-1-1. 概要

「熱設計」とは、電子機器・装置の信頼性と安全性を決定づける最も重要な基本設計であり、

- ①発熱を最小限におさえた回路設計と部品選定
 - ②バランスのとれた熱分布設計
 - ③効率的な放熱設計
- を考慮した「実装設計」といえます。

特に電源は、どんなに効率が良くても「熱の塊」であり、装置内の他の部品をも含めた信頼性の高い実装設計が望まれます。

また、寿命部品である電解コンデンサ等を使用している電源は、動作周囲温度により製品寿命が大きく左右されます。

1-1-2. 取付方法のキーポイント

スイッチング電源は内部損失により発熱し、この発熱による温度上昇が電源の寿命や信頼性に大きな影響を与えます。そのため電源の放熱を考慮した取付方法が重要です。電源の温度上昇を極力少なくするためのキーポイントは次のとおりです。

①通風状態

自然対流を有効に利用して電源を冷やすことが第一です。

②取付方向

自然な風の流れを考えて配置することが基本です。

③取付間隔

複数台の電源を使用する時には電源の間隔を十分にあげる必要があります。

④熱伝導放熱

シャーシや放熱板に熱伝導させることも大切な配慮です。

⑤強制空冷

ファンを利用して自然対流以上の放熱効果を上げることができます。

例えば出力750W(5V150A)のスイッチング電源の効率を75%とすると、電源から発生する損失は250Wとなります(効率は、出力電流により変

化します。実使用時には、各製品の効率対出力電流特性データを参考にしてください)。

公式01

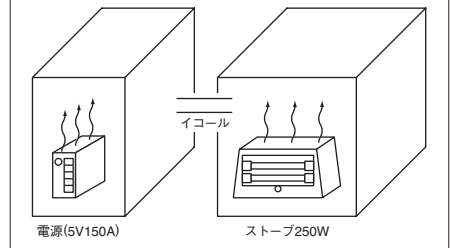
$$\text{損失} = \text{入力電力} - \text{出力電力} = \frac{\text{出力電力}}{\text{効率}} - \text{出力電力}$$

$$= 750\text{W} / 0.75 - 750\text{W} = 250\text{W}$$

この熱(損失)を可能な限り逃がし、装置内の電源周囲温度を低くおさえて使用することが、種々のトラブルを未然に防ぐ最良の方法です。

図8-2

電源は発熱体です



1-1-3. 自然空冷の取付

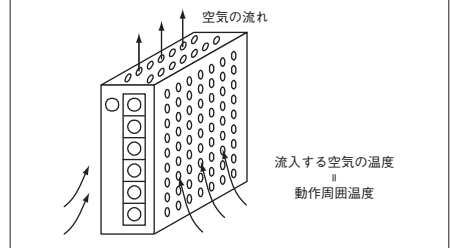
(1) 自然対流と温度上昇

電源の仕様規格に規定してある動作周囲温度は、自然対流が得られることを前提としています。

電源を自然空冷にて使用する場合、電源周囲の空気対流がスムーズになるように、装置の構造やレイアウトを決める必要があります。

図8-3

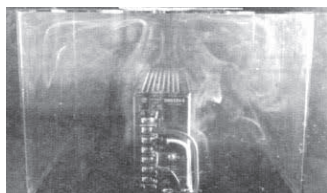
自然対流



動作周囲温度が電源仕様規格内であると思われる場合でも、電源を実装する装置や機器が密閉構造であったり、自然対流を生じない構造の場合には電源の周囲温度の上昇と共に電源内部の部品温度が著しく上昇し、故障の原因となります。図8-4・8-5は筐体構造の違いによる、自然対流の発生状態と電源内の部品温度上昇を表わします。

図8-4 筐体構造による自然対流の違い

密閉構造(内部空気が滞留している)



通気孔付(空気対流がスムーズ)

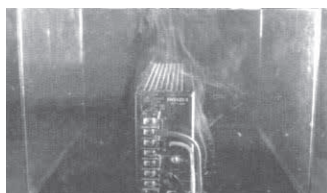
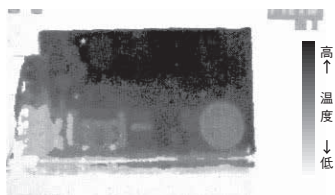
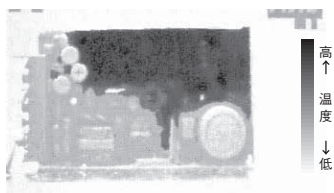


図8-5 筐体構造による部品温度上昇値の違い

密閉構造



通気孔付



(2) 自然空冷での留意点

電源を装置に実装した場合の空気対流は通気孔の面積や位置、装置内のスペース、電源の実装位置、取付方法、さらに電源や装置への流入温度にも影響されます。自然空冷にて使用する場合の留意点は以下のものがあります。

- ①装置内への吸気、排気について自然対流が十分に発生するよう通気孔を開けてください。図8-6のように下から上へ、空気が対流する方法が理想的であります。理想的な通気孔が困難でも、図8-7のような側面や背面に可能な限り通気孔を多く設けることが必要です。

図8-6 理想的な通気孔

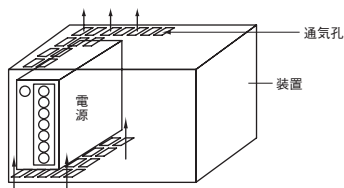
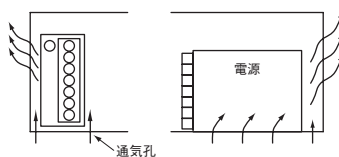


図8-7 側面や背面より排気



②電源の取付方法によっても自然対流の生じ方が変わるため、取扱い説明書などに記載されている出力ディレーティング内でご使用ください。

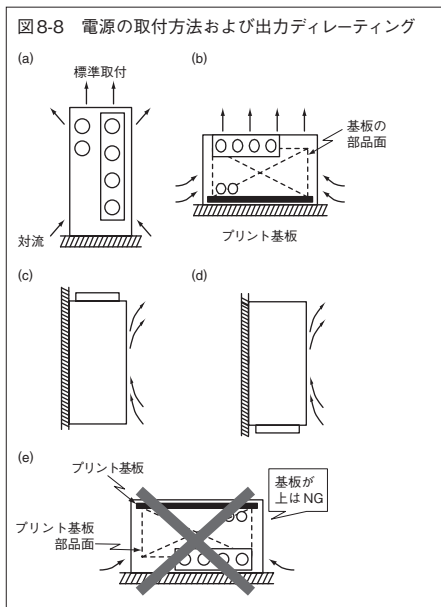


表8-1

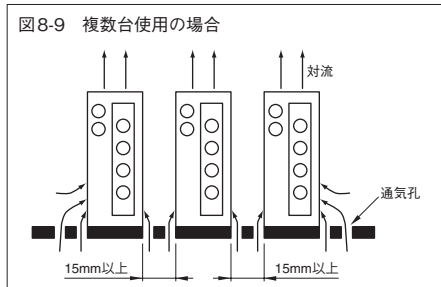
出力ディレーティング例

(単位: %)

取付方法	a	b	c	d	e
周囲温度					
30℃	100	100	100	100	×
40℃	100	100	100	100	×
50℃	100	50	50	50	×
60℃	50	×	×	×	×

図8-8(e)は、電源内部の基板が上方向になり空気対流が妨げられるので、このような取付方法は避けてください。

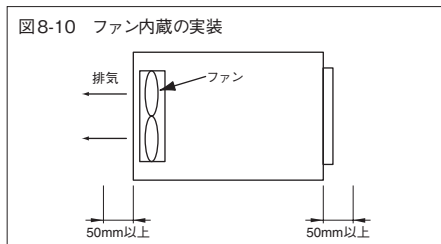
③電源を複数台並べて使用する場合は間隔を特別に規定されている場合を除いて、15mm以上あけて配置してください。



注) 詳細は、個別の仕様をご参照ください。

電源の間隔を狭くすると、空気対流が悪化し、電源内が部分的に高温となり故障の原因となります。

④ファン内蔵の電源を実装する場合は、空気の吸気口の前後に、特別に規定されている場合を除いて、それぞれ50mm以上の間隔を取ってください。



注) 詳細は、個別の仕様をご参照ください。

空間が十分でない場合はファンの効果が得られず、電源の内部の温度上昇を引き起こすだけでなくファンによる風切音発生の原因となります。

1-1-4. 強制空冷の取付

(1) 高密度実装と強制空冷

電源を複数台並べて取り付ける場合、間隔が15mm以下であったり、装置内の実装密度が高く、自然対流が十分期待できない場合は、ファンによる強制空冷を行ってください。

図8-11

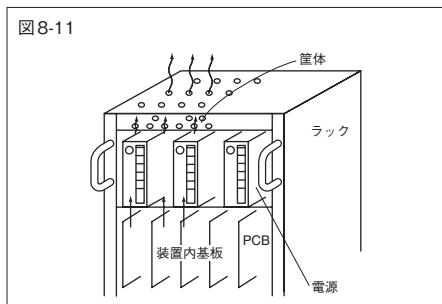


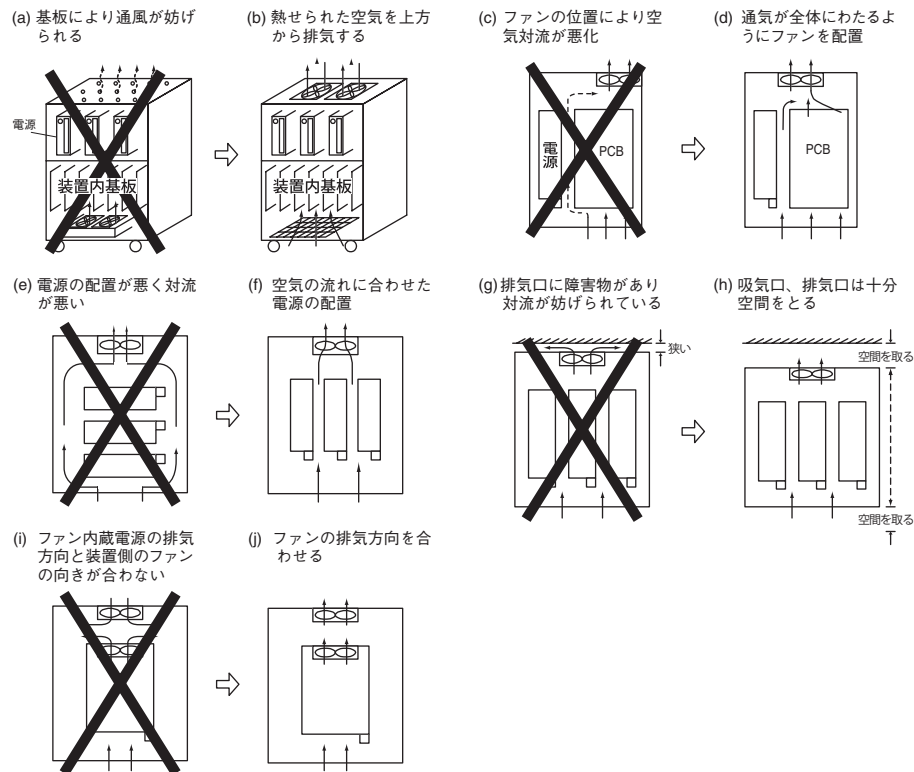
図8-11のような実装をした場合、電源は2重に覆われるため、電源自身と装置の発熱で電源周囲温度は、通常の自然空冷状態で10～20℃上昇します。

(2) 強制空冷での留意点

電源を強制空冷にて使用する場合の留意点は、以下のものがあります。

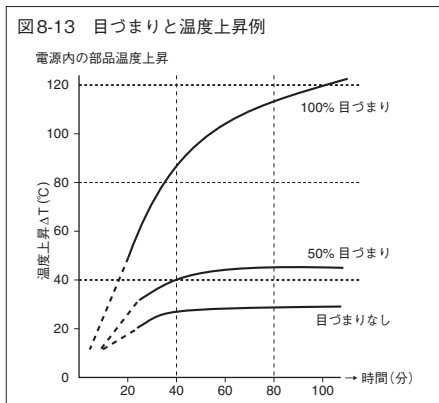
- ① 空気の対流が効果的に得られ、その対流が妨げられない実装をしてください。

図8-12 効果的に吸気、排気を行う



- ②吸気口、排気口に塵埃等が付着し目づまりを起こすと、空気対流が低下し装置内部温度が上昇します。

図8-13は、ファンの目づまりによる電源内部の部品温度上昇例(トランジスタ)を表します。吸気口、排気口は電源の設置環境にもよりますが、一般的には1回/1年の頻度でメンテナンスをする必要があります。



注) ファンは有寿命部品です。

ご使用温度により寿命時間が変わります。

ご使用環境によりメンテナンス期間を設定して、ファンの交換をして下さい。

1-1-5. 熱がおよぼす電源の寿命

(1) 電源の寿命と電解コンデンサ

スイッチング電源に使用されている部品の中でアルミ電解コンデンサには寿命があります。

特に、温度によって寿命が大きく変わり、電源の寿命を支配しています。

つまり電源の温度が高くなるとアルミ電解コンデンサの温度が高くなり、コンデンサの容量が減少した結果、電源が正常な動作をしなくなります。これをもって電源の寿命としている場合がほとんどです。

電解コンデンサは小型・大容量とするため、密閉されたケースに電解液が充填されており、時間の経過と共にこの電解液が蒸発したり化学変化により、容量が減少していきます。

温度が高くなるとますますこの作用が加速され、ついには寿命に至ります。

電解コンデンサの寿命式としては次のアレニウスの10℃則が一般的に使われています。

公式02

$$L = L_0 \times 2^{\frac{T_0 - T_c}{10}}$$

L：使用温度での推定寿命

L₀：電解コンデンサの最高使用温度での寿命時間
(メーカーより示されています)

T₀：電解コンデンサの最高使用温度

T_c：電解コンデンサの使用温度(ケース温度)

上記の式より、使用温度T_cを10℃下げれば寿命は2倍に、10℃上げれば寿命は半分になることが分かります。

例えば、T₀が105℃で5000時間の寿命時間をもつ電解コンデンサを、T_cが65℃の状態で使用した場合の推定寿命Lは次式で表されます。

公式03

$$L = 5000 \times 2^{\frac{105 - 65}{10}} = 5000 \times 2^4 = 80,000 \text{ [時間]}$$

この式から、もし使用温度T_cが55℃であれば寿命Lは160,000時間となり寿命は2倍となります。

これらのことから、電源の寿命を延ばすということは、電解コンデンサの温度をいかに下げることにかかってきます。いいかえれば、電源の動作周囲温度を下げることです。

電源に電解コンデンサを使用している限り、いつかは必ず寿命という問題に直面します。しかしこの時間を推測するのは、電源のおかれている環境(温度、運転時間など)が1台1台異なるために、極めて困難といえます。電解コンデンサのメンテナンス時間を一概に決められないのはこのためです。

電源を使用される際には、電源の動作周囲温度及び空気対流等を考慮に入れ、熱設計を行ってください。

(2) 電源の寿命と動作周囲温度

電源の寿命と動作周囲温度例を、下記のグラフで示します(24時間365日連続稼働時)。

図8-14 標準取付方法(a)の場合

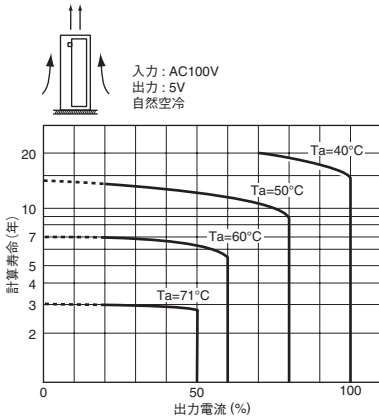
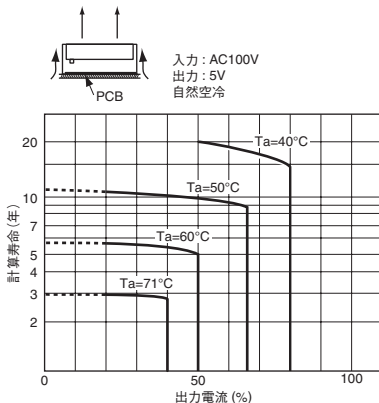


図8-15 取付方法(b)の場合



(3) ファンの寿命

大容量電源には強制空冷用のファンが付いたタイプがあります。ファンは使用条件により、寿命が大きく変わります。

① ファンと温度

ファンの寿命は温度に依存し、高温になるほど寿命は短くなります。長寿命化のためには電

源(ファン)の周囲温度を極力低く抑えるよう設置にご配慮ください。

② ファンと環境

高温・多湿および腐食性ガスなどが含まれる中での保管や使用は極力避けてください。信頼度が低下し、故障の原因となることがあります。

屋外、塵埃の多い場所、その他塩害などの影響を受けやすい環境で使用される場合は、直接外気を取り込むことは避けてください。密閉型の熱交換システムによる冷却方法などの設置をご配慮ください。

(4) オーバーホール

スイッチング電源も長寿命化が進んでおりますが、寿命による機器・装置への影響を事前に防止するとともに、より長くご使用頂くためにも、電解コンデンサ交換や空冷用ファン交換のオーバーホールを、おすすめします。

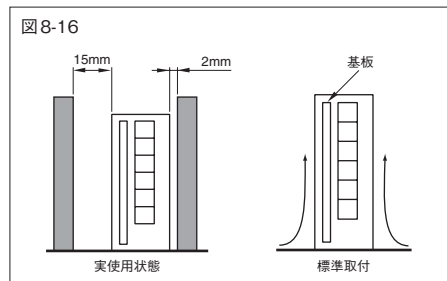
1-1-6. 熱設計に起因する事故事例

近年高密度実装により空気対流の効果が得られず、機器・装置内の温度情報に起因するトラブルが、発生しています。

以下に示す事例は、スイッチング電源にとって非常に厳しい条件下での使用により、期待した電源寿命を満足できなかった事例です。

<事例1>

①実装方法



②使用条件

- ・ 電源：89W出力タイプ 負荷率25.6%
- ・ 装置周囲温度：30～35℃
- ・ 通風状態：電源の周囲スペースなく、空気対流が起こらない(電源周囲スペース：2mm)

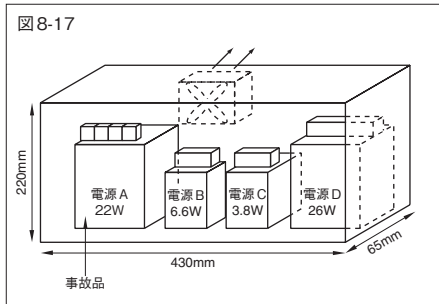
③故障状況

- ・ 故障内容：出力低下
- ・ 故障原因：電解コンデンサ(ドライアップ)
- ・ 使用期間：連続稼働で約1～2年
- ・ 事故のポイント：十分な電源周囲スペースがなく、電源内部部品に過度な温度ストレスを招いた。
- ・ 標準取付に比べて16.9℃上昇していた。

<事例2>

①実装方法

電源4台が入っている密閉構造の電源ボックスで空気流入口がない実装方法である。



②使用条件

- ・ 故障電源：単出力50W 負荷率44%(22W)
- ・ 装置周囲温度：25～30℃
- ・ 通風状態：空気流入口がなく密閉構造であり、十分な空気対流が得られてない。

③故障状況

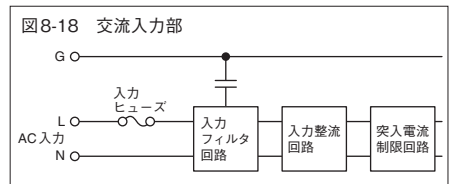
- ・ 故障内容：出力出ず
- ・ 故障原因：電解コンデンサ(ドライアップ)
- ・ 使用期間：連続稼働で約3年
- ・ 事故のポイント：電源ボックスにおいてファンによる強制空冷を行っていたが、密閉構造のため、空気対流が十分に行われない状態であった。
- ・ 標準取付に比べて24.2℃上昇していた。

2. 配線方法

2-1. 入力電圧の接続

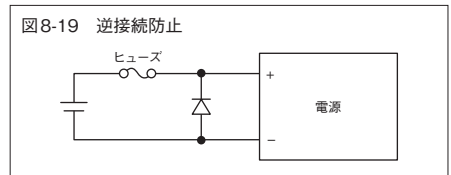
交流入力端子には、H (ホット) または L (ライブ) や N (ニュートラル) という記号が付いています。N 側は AC ラインのアース側です。H または L 側に、電源内部の入力ヒューズが接続されています。

ヒューズの溶断時などの場合、感電の危険がありますので、H または L 側と N 側をご確認の上、接続してください。



直流入力電源の場合、入力電圧の+、-を逆に接続すると故障することがあります。

逆接続の恐れのある場合には、下図のように入力端子に誤接続防止用の外付けダイオードとヒューズを追加してください(電源内部で対策したものもあります)。



2-2. ラインドロップを考慮した配線

2-2-1. 概要

入力・出力の配線は、ラインドロップを極力小さく抑えるために、可能な限り太く・短く配線して下さい。配線による電圧降下は、次のような弊害を招きます。

- ① 電流変化により負荷端での電圧変動が大きくなり、機器の誤動作を招くことがあります。
- ② 配線による電力損失が線材の温度上昇をもたらし、線材の劣化を招きます。

- ③ ラインドロップを補正するために、電源出力端子の電圧を上昇させた場合、電源毎に定められている最大出力電力や、出力可変範囲を超えてしまうことがあります。

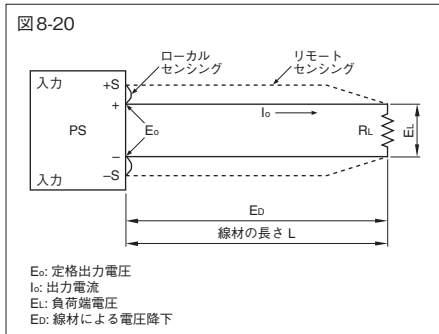
また、OVP (過電圧保護) 検出値とのマージンがなくなり、ノイズなどでOVP誤動作の可能性もあります。

本章では、主に電流値の大きい出力配線について記述いたします。

なお入力配線についても、考え方は同様です。

2-2-2. ラインドロップの計算方法

図8-20



(1) ローカルセンシングの場合

線材の電圧降下 E_D により、負荷端の電圧 E_L と出力端電圧 E_o は、次の式で表されます。

公式04

$$E_L = E_o - 2E_D$$

$$E_D = L (I_o \times re)$$

L: 線材の長さ[m]

re: 線材の単位長さ抵抗値[Ω/m]

(2) リモートセンシングを使用する場合

ラインドロップを自動補正するリモートセンシング機能を使用する場合、負荷端電圧 E_L が一定となるため、出力端電圧 E_o は、次の式で表されます。

公式05

$$E_o = E_L + 2E_D$$

$$E_L: \text{一定}$$

線材の電圧降下($2E_D$: 往復の電圧降下)が大きくなるほど、電源の出力端子電圧はリモートセンシング機能により、自動的に上昇します。

なお、電源の出力端電圧は仕様規格での出力電圧可変範囲および、電源の最大出力電力以内での使用になります。

(3) 線材長の計算例

線材の電圧降下を例えば出力電圧の5%以内で抑えるために線材長Lは次式で求められ、装置内配線設計の参考になります。

公式06

$$E_D = L (I_o \times re)$$

$$2E_D = 0.05 \times E_o \text{ より}$$

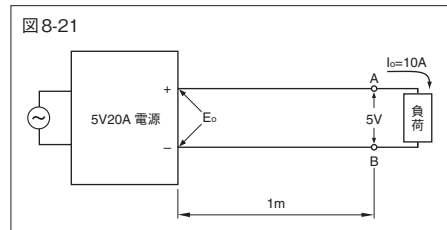
$$L = \frac{0.05 \times E_o}{2 \times I_o \times re} \text{ (m)}$$

電源の出力電力 = $E_o \times I_o \leq$ 最大出力電力

線材の抵抗値re[Ω/m]については、表8-2をご参照ください。

2-2-3. 線径によるラインドロップの計算例

図8-21



負荷端A、B間の必要電圧5V、負荷電流Ioを10Aの場合、1m離れた電源出力端電圧Eoは、線径により次のように上昇させる必要があります(線材の電圧降下は図8-24による)。

(1) 線材 AWG#10 使用の場合

公式07

$$E_o = 5.000(\text{V}) + 1(\text{m}) \times 2(\text{本})$$

$$\times 3.8(\text{mV/V}) \times 10(\text{A}) = 5.076(\text{V})$$

$$(\text{出力電力 } W_o = 5.076(\text{V}) \times 10(\text{A}) = 50.76(\text{W}))$$

(2) 線材 AWG#12 使用の場合

公式 08

$$\begin{aligned} E_o &= 5.000(\text{V}) + 1(\text{m}) \times 2(\text{本}) \\ &\quad \times 6.0(\text{mV}/\text{A}) \times 10(\text{A}) = 5.120(\text{V}) \\ (\text{出力電力 } W_o &= 5.120(\text{V}) \times 10(\text{A}) = 51.20(\text{W})) \end{aligned}$$

(3) 線材 AWG#14 使用の場合

公式 09

$$\begin{aligned} E_o &= 5.000(\text{V}) + 1(\text{m}) \times 2(\text{本}) \\ &\quad \times 6.0(\text{mV}/\text{A}) \times 10(\text{A}) = 5.190(\text{V}) \\ (\text{出力電力 } W_o &= 5.190(\text{V}) \times 10(\text{A}) = 51.90(\text{W})) \end{aligned}$$

使用する線径が細く、かつ距離が長くなると、電源の出力端子電圧 E_o と過電圧保護 (OVP) 検出点との間にマージンが無くなり、電源の出力電力 ($W_o = E_o \times I_o$) も大きくなります。

2-2-4. 線材の選定

線材の種類・線径を選定するに当たっては、次のことを考慮する必要があります。

(1) 線材の使用電圧

線材には使用できる最高電圧の規定があります。これを越えると線材被覆の絶縁劣化を招きます。

(2) 使用電流

線材の許容温度上昇により制限されており、線材の種類により規定されています。

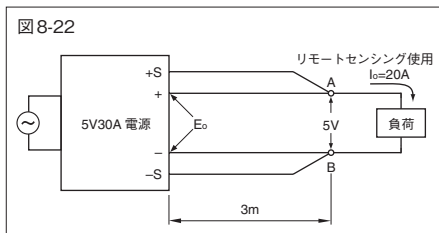
(3) 線材の電気抵抗値

線材の電気抵抗値は一般に Ω/km で表され 1km 当たりの抵抗値で規定されています。

2-2-5. 事故事例

<事例 1>

線材径が細くラインドロップ大



① 不具合現象：電源の出力が出なくなる。

② 原因：配線によるラインドロップのため、電源出力端電圧が上昇し、過電圧保護機能が動作。

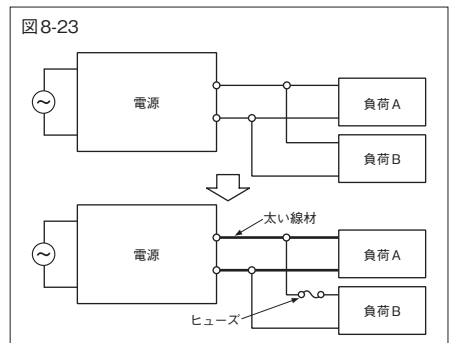
公式 10

$$\begin{aligned} E_o &= 5.000(\text{V}) + 3(\text{m}) \times 2(\text{本}) \\ &\quad \times 9.5(\text{mV}/\text{A}) \times 20(\text{A}) \\ &= 6.140(\text{V}) > \text{過電圧保護動作点 (6V)} \end{aligned}$$

③ 対策：太い線径の出力線に変更する

<事例 2>

負荷分散時の線材選定ミス



① 不具合現象：1 台の電源より複数の負荷へ電力を供給していた。1 つの負荷が短絡し負荷線が焼損した。

② 原因：分散された各負荷に対する過負荷・短絡時の保護がなく、電源内蔵の過電流保護値までの電流を流せる線径でなかった。

③ 対策：各負荷への線材径は、電源の供給可能な電流値を満足するものを使用する。または、各負荷ライン上にヒューズなど保護機能を入れる。

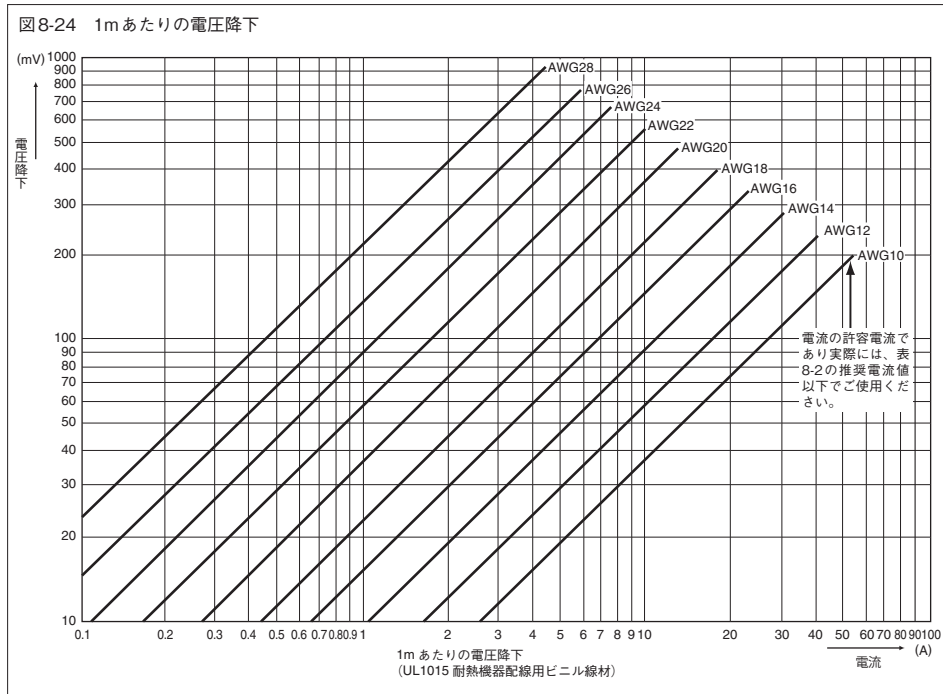
電源に使用する線材の選択は重要です。線材を選択するにあたり、表 8-2 と図 8-24 をご参照ください（メーカーにより数値は多少異なります）。

表8-2 線材の電圧降下・抵抗値・推奨最大電流

AWG No.	断面積 (mm ²)	構成 (本/mm)	1mあたりの電圧降下 (mV/A) 抵抗値 (mΩ/m)	推奨最大電流 (A)*	
				UL1007 [300V、80℃]	UL1015 [600V、105℃]
30	0.051	7/0.102	358	0.12	—
28	0.081	7/0.127	222	0.15	0.2
26	0.129	7/0.16	140	0.35	0.5
24	0.205	11/0.16	88.9	0.7	1.0
22	0.326	17/0.16	57.5	1.4	2.0
20	0.517	26/0.16	37.6	2.8	4.0
18	0.823	43/0.16	22.8	4.2	6.0
16	1.309	54/0.18	14.9	5.6	8.0
14	2.081	41/0.26	9.5	—	12.0
12	3.309	65/0.26	6.0	—	22.0
10	5.262	104/0.26	3.8	—	35.0

* 推奨最大電流値は1～4本束の場合です。5本以上になる時は、この値の80%程度に電流値を抑えてください。

また図8-24は1mあたりの電圧降下を電流と線径の関係で表したものです。この場合、使用電流が推奨最大電流を越えないようご注意ください。



2-3. ノイズを考慮した配線

2-3-1. 概要

電子機器・電子応用機器の増加、そして電子回路のデジタル化・高速化が増々進むにともない、ノイズによるトラブルが急増し、新しい公害の1つになりつつあります。

このノイズを規制するために、各種ノイズ規格がありますが、基本的な配線の考慮を行うことにより、ノイズトラブルの未然防止が出来ることも多くあります。

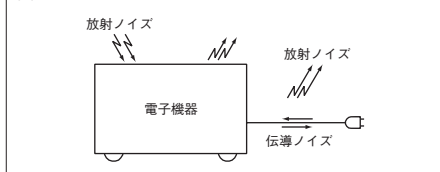
2-3-2. ノイズの分類と伝播経路

ノイズは、伝導と放射の2つに大別出来ます。

伝導ノイズ：電源ライン・信号ライン・金属シャーシを媒体として伝播

放射ノイズ：電磁波として空中に伝播

図8-25



伝導ノイズは、さらにその成分により、ノーマルモード(ディファレンシャルモード)と、コモンモードに分類されます。

ノーマルモードノイズ(ディファレンシャルモード)

：ライン・ライン間を伝わる対称成分

コモンモードノイズ

：ライン・グランド間を伝わる非対称成分

実際には、ノーマルモード(ディファレンシャルモード)およびコモンモードのノイズが複雑に組み合わさった形で存在しており、電子機器およびラインなどの配置・構成によりさまざまに変化します。

図8-26 ノーマルモード(ディファレンシャルモード)ノイズ

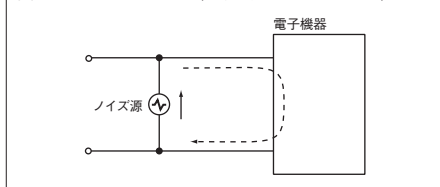
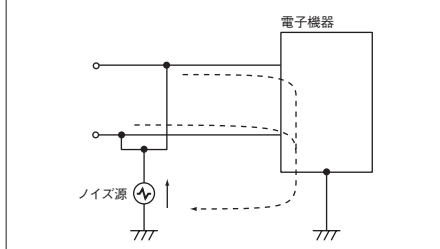


図8-27 コモンモードノイズ



放射ノイズは、電子機器の筐体から発生するものと、AC線や信号線がアンテナとなって発生するものがあります。

問題となるノイズの伝播経路には次のものがあります。

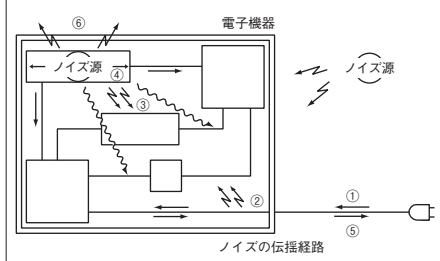
(1) 電子機器が誤動作する場合

- ①電源ライン(入・出力線)を伝わって入ってくる
- ②放射・誘導によりラインに誘起する
- ③放射・誘導により機器に直接誘起する
- ④機器自身が内部ノイズを発生源をもつ

(2) 電子機器自身からノイズが発生する場合

- ⑤電源ライン(入・出力線)を伝わって出ていく
- ⑥機器自身から放射される

図8-28

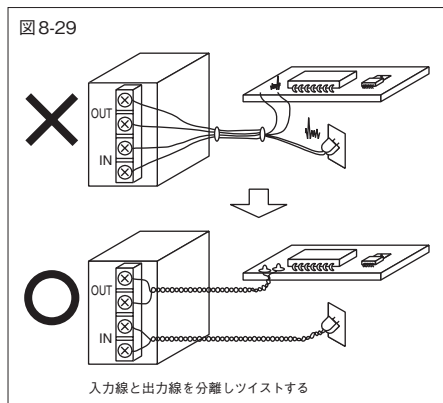


2-3-3. ノイズに強い配線、配置

(1) 電源の入力線と出力線は確実に分離する。
電源の入力線は、ノイズの侵入経路となる場合が多く、そのため入力線と出力線を一緒に束線したり、近づけて配線すると高周波領域で電源の入出力が結合し出力にノイズが誘導されます。

また、電源の出力側にノイズ発生源が存在する場合もあり、その際は入力線にノイズが誘導され、同じ入力ラインに接続されている他の電子機器に影響を与える結果となります。

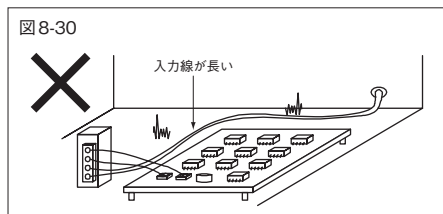
従って、電源の入力線と出力線は離して配線し、さらにツイストすることが望ましく、それが困難な場合は、シールドするなど電磁的に分離する必要があります。



(2) 機器筐体内の電源入力線は、できる限り短くする。

電源の入力線は、機器筐体内においてノイズ発生源と考えられ、高周波ノイズが機器内に放射されて、周囲の電子回路に悪影響を与えます。また逆に機器筐体内に別のノイズ発生源が存在する場合、入力線にノイズが誘導されます。

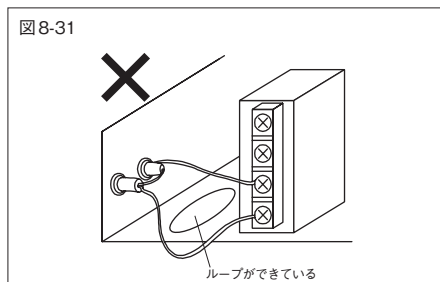
従って、入力線はできるだけ短くし、むやみに長く引き回すことは避けなければなりません。



(3) 配線でループをつくらない。

配線でループをつくると、そこに流れる電流により磁束が発生し、他の電子回路にノイズを誘導したり、アンテナとなって高周波ノイズを誘導することがあります。

従って、配線はその引き回しを工夫しできる限りツイストをするか、それが難しい場合はループができないように、きちんと束線する必要があります。

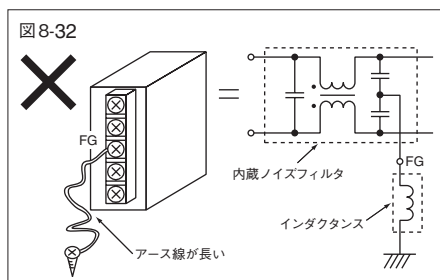


(4) 電源のFG端子と機器筐体の配線は太く、短くする。

電源のFG端子と機器筐体の配線が長いと、そこにインダクタンス分が存在し、内蔵ノイズフィルタの高周波領域での減衰効果を悪化させます。FGの配線(アース)は、できる限り太くしてください。

また、太く短いFG端子の配線は、電源筐体と機器筐体を電氣的に低インピーダンスで接続させると、内蔵ノイズフィルタの効果が十分に発揮されます。

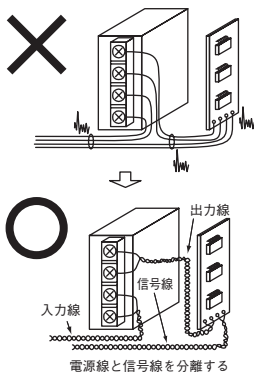
塗装された機器筐体や、プラスチックの場合には特に、FG端子を機器筐体(金属)や、機器のアース点に確実に接続する必要があります。



(5) 電源線と信号線は、確実に分離する。
電源の入力線と出力線はエネルギーの伝送ラインであり、その源をたどるとノイズ発生源につながっていることが多々あります。
電源線と信号線を一緒に束線したり、近づけて配線すると信号線にノイズが誘導され誤動作の原因となります。

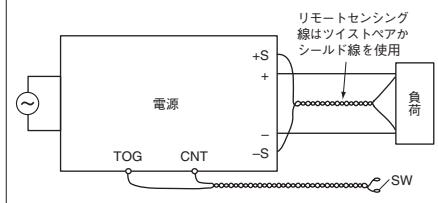
電源線と信号線は、できる限り離して配線するか、あるいはシールド線を用いるなどの配慮が必要です。

図8-33



(6) 電源のリモートセンシング線は、ツイストペアまたは、シールド線とする。
電源のリモートセンシング線は信号線として扱う必要があり、ノイズの影響を受けないようにするため、ツイストペア線やシールド線を使用して下さい。なお、ON/OFFコントロールなどの信号線も同様です。

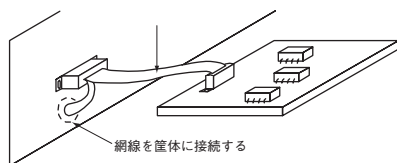
図8-34 リモートセンシング線はツイストするかシールド線とする



(7) シールド線の網線は、機器筐体に確実に接続する。

シールド線を用いる場合、その外装導体である網線は機器筐体にしっかりと接続して下さい。
ノイズ対策のためのシールド線も、その網線がアンテナの働きをし、逆効果となることがあります。

図8-35

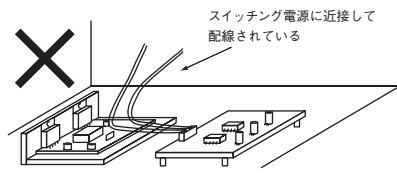


(8) カバーなし電源は、電源内の部品から離して配線する。

スイッチング電源は、動作原理よりトランジスタが数10k～数100kHzの周波数でスイッチング動作を繰り返しているため、ノイズ発生源でもあります。

特にカバーのない電源（オープンフレーム形、基板形）は、放射されるノイズが多く、入力線・信号線を電源内部の部品に近づけるとノイズを誘導する結果となります。

図8-36



2-3-4. サージ電圧対策

サージ電圧の問題は雷という自然現象が相手だったり、また一瞬の発生・消滅そして再現性の難しさ等、なかなか把握されにくい内容だけに、その対策は敬遠されがちです。

しかし現実には、トラブルが発生した場合、その影響度合はますます拡大するばかりであり、サージ電圧対策の重要性を改めて認識しなければなりません。

(1) ギャップ式放電管

両端に放電開始電圧以上のサージ電圧が印加されると、放電管内部のギャップ間で放電が起こり、電流が流れるため、その両端電圧が一瞬で下がる特性があります。

(2) バリスタ

印加電圧により素子の抵抗値が変化する特性(電圧非直線性)を持っており、通常状態では、高抵抗を保ち、サージ電圧印加時には低抵抗となり、その両端電圧がクランプされます。

図8-37 バリスタの電圧・電流特性



ギャップ式放電管とバリスタの相違点

① サージ応答性

ギャップ式放電管：立ち上がりの急峻なサージ電圧印加時には、応答が遅れます。ある電圧が印加され、放電が生ずるのに多少の時間(0.5μs位)を要するからで、この応答遅れを考慮し使用します。

バリスタ：印加される電圧により、抵抗値が急激に変化し、電圧制限するため応答遅れは少ないといえます。

② 制限電圧および統流

ギャップ式放電管：放電開始後の、極間の電圧がアーク電圧(50～80V程度)になります。留意点は、回路電圧がアーク電圧より高い場合、統流が発生することです。

ギャップ式放電管の統流現象を防止するためには、制限抵抗やバリスタをギャップ式放電管と直列に接続します。

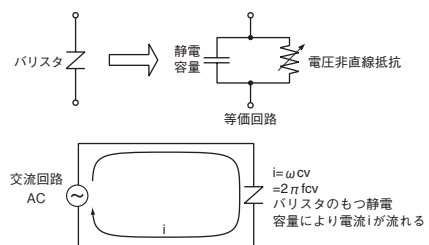
バリスタ：統流は発生しません。

③ 漏洩電流

ギャップ式放電管：対向する極板間に存在する静電容量が1～2pF程度で、バリスタのような問題はありません。

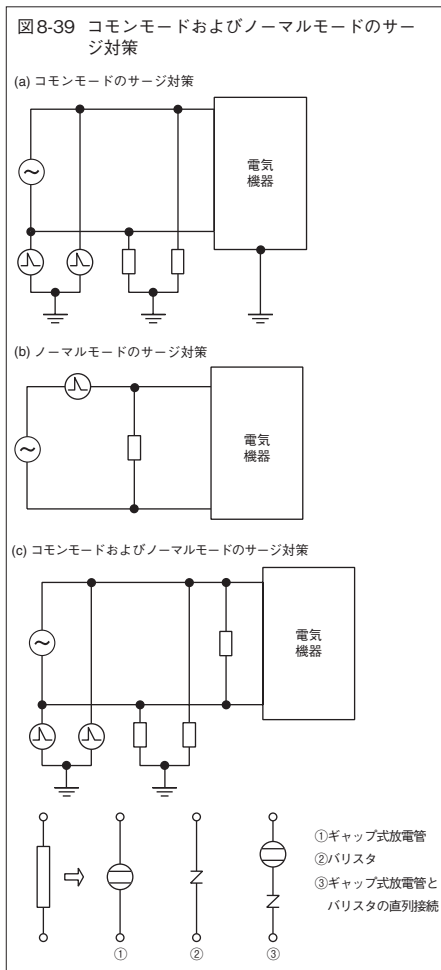
バリスタ：素子自身の持つ静電容量が100～10,000pFと大きいため、交流電源ラインでの使用時は漏洩電流が流れます。また高周波の信号系での使用時は、高周波電流が流れ、信号を乱れさせるという欠点があります。

図8-38 バリスタの静電容量の影響



サージ電圧は、電線ラインと大地間に発生(コモンモードのサージ電圧)する場合と、電源ライン間に発生(ノーマルモードのサージ電圧)する場合がありますが、実際には両者が混在していることがほとんどです。

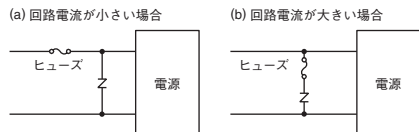
図8-39 にギャップ式放電管およびバリスタの基本的な接続方法を示します。



バリスタのヒューズ併用方法

バリスタの破壊モードが、ショート状態となるため、安全対策上ヒューズを併用します。

図8-40 バリスタのヒューズ併用



ヒューズが溶断した場合(a)では、電源の機能が停止し、(b)では次のサージが印加されたときの保護機能がないので注意が必要です。

また、バリスタと直列にギャップ式放電管を接続する場合、ヒューズを併用する必要はありません。

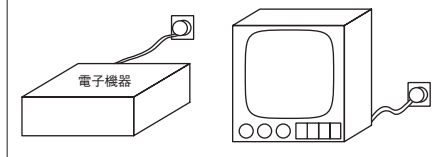
サージ吸収素子の制限電圧選定時には、絶縁、耐圧試験条件を考慮する必要があります。
絶縁抵抗試験(500Vメガテスト)あるいは耐電圧試験時、ライン・アース間に接続されているサージ吸収素子の制限電圧がその印加電圧より低いと、素子に電流が流れ、不良と見誤ることがあります。その際はサージ吸収素子を取り外して試験するか、または制限電圧の高いものを使用する必要があります。

2-3-5. 事故事例

(1) 不具合現象

スイッチング電源を内蔵した電子機器から発生する電磁波ノイズの影響により、テレビの1・3・5CHに映像障害が生じた。
電源ラインには、ノイズフィルタが接続されていた。

図8-41



(2) 原因

スイッチング電源から発生し、AC側へ帰還する高周波ノイズが、ACコードから放射ノイズとなって空中へ飛び出し、テレビのアンテナへ妨害電波となって伝播することが、映像障害の原因と判明した。

図8-42 VHF帯の映像基準周波数

VHF帯の映像基準周波数

①... 91.25MHz→1CH

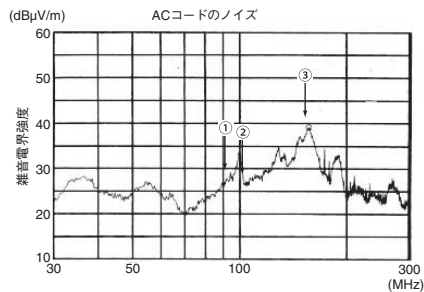
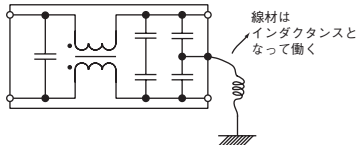


図8-42は電子機器のACコードのノイズ成分です。90MHz、160MHzにピークがあり、これがテレビの映像周波数に同調し、妨害を与えていました。

ノイズフィルタの取付状態は、ノイズフィルタの金属ケースを電子機器内のシャーシから浮かせてあり、ノイズフィルタのアース線は1.25mm²、長さ5cmの線材で接地されていました。5cmの線材は100MHzの高周波帯では、インダクタンスとして働きますので、ノイズフィルタの減衰効果を非常に悪化させることになります。

図8-43

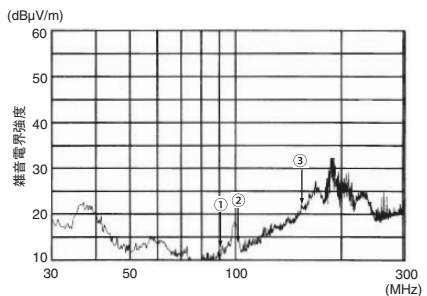


(3) 対策

ノイズフィルタの金属ケースを、シャーシに直接取り付け、対策としました。対策後のACコードのノイズを図8-44に示します。

91.25MHzのピークが20dB改善できました。

図8-44



(4) まとめ

ノイズフィルタのアース線が、電子機器の中で引き回されていることがよくあります。直流または低周波では接地になっているのですが、高周波では大きなインピーダンスを持ち、ノイズの減衰効果を悪化させます。

第2項 周辺部品の選定

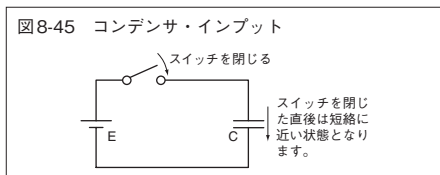
1-1. 入力サージ電流(突入電流)を考慮した部品選定

1-1-1. 概要

スイッチング電源の入力回路は、コンデンサ・インプット型となっているため、入力スイッチ投入時に入力サージ電流(突入電流)が発生します。

この入力サージ電流は、コンデンサに直流電圧を印加した直後、コンデンサが最初短絡に近い状態となっているためです。

下図に入力回路の等価回路を示します。



多くの電源は、入力サージ電流を防止するため特別な回路が設けられています(図8-46参照)。

この回路は、入力を投入してからしばらくの間は制限抵抗Rを通してコンデンサを充電することにより、入力サージ電流を制限し、充電がある程度進んだ後に制限抵抗Rによるロスをなくするため、SCR(Thyristor)をONさせる方式です。

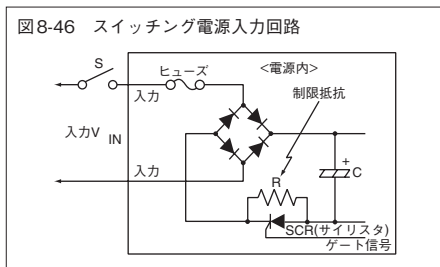
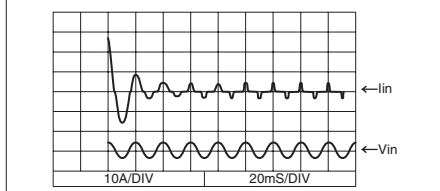


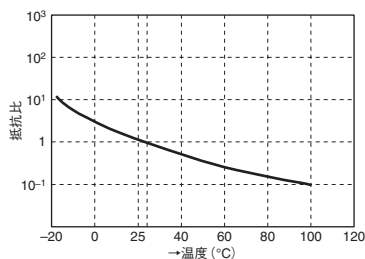
図8-47 入力サージ電流波形例



また、入力サージ電流防止回路に、パワーサーミスタを使用している電源では、通電後の入力再投入時に、突入電流が大きくなりますので、入力のON/OFFの頻度が高い装置に使用される場合は注意が必要です。

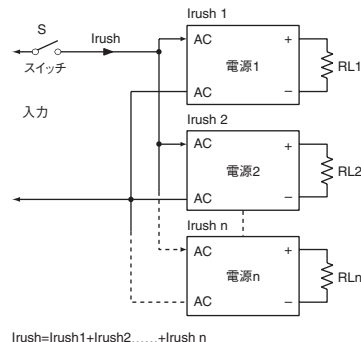
これは、パワーサーミスタが温度上昇により抵抗値が小さくなる特性を持つからです。

図8-48 パワーサーミスタ抵抗-温度特性例



電源を複数台使用したときの入力サージ電流は、それぞれの突入電流値の総和となり、大きな値となります(図8-49参照)。

図8-49 複数台使用時のサージ電流



入力サージ電流は、防止回路により制限されますが、ピーク電流は流れます。

サーキットブレーカ、スイッチ、ヒューズなどの選定時に定常電流(実効値表示の入力電流)と入力サージ電流値に対しての配慮に欠けるとブレーカの誤動作、接点の溶着、ヒューズの溶断などの原因となります。

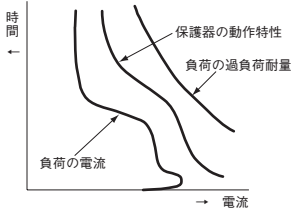
1-1-2. サークットブレーカの選び方

サーキットブレーカは定格電圧、定格電流およびトリップ特性などが記載されています。

電源の定格電流がサーキットブレーカの定格値以下であるとともに、サージ電流のピーク値および通電時間がトリップ範囲以下になるようにサーキットブレーカを選定して下さい(図8-50参照)。

パルス電流に対しトリップしにくい特性を持つ、イナーシャディレー (慣性遅延機構) 付サーキットブレーカも、スイッチング電源に適しています。

図8-50 サークットブレーカ特性例



1-1-3. 入力スイッチの選び方

スイッチング電源の入力電流値(実効値)に合わせた定格接点容量でスイッチを選定せず、必ず入力サージ電流に耐える接点かどうかを確認してください。

耐サージ電流用やインラッシュ用スイッチなどの選定において、電流値と時間の考慮が必要です。

1-1-4. 入力ヒューズの選び方

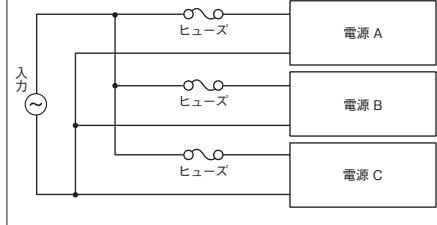
ヒューズは普通溶断形か、スローブロータイプを使用し、定格電圧・電流値での選定に加え、サージ電流値と時間に関係するサージ電流容量(I^2t)が選定のポイントです。

また、弊社総合カタログには、電源ごとに使用しているヒューズ容量を記載していますので目安としてください。

<事例1>

電源ごとにヒューズを入れる場合は、各電源に内蔵されているヒューズと同一のものを使用する。

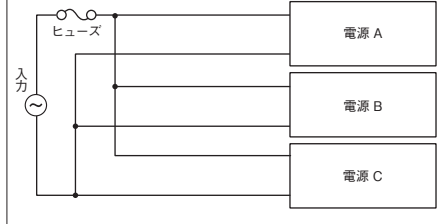
図8-51 個別のヒューズを入れる



<事例2>

電源をまとめて、入力ラインにヒューズを入れる場合は、各電源のヒューズ定格の総和と同じか、それ以上のものを使用する。

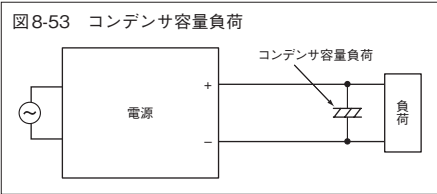
図8-52 共通のヒューズを入れる



1-2. コンデンサ負荷時の容量設定

スイッチング電源の回路方式によっては、大きなコンデンサ容量負荷に対して極度に立ち上がり時間が遅くなったり、場合によっては立ち上がらなくなることもあります。

特に、入力投入時から出力正常時までの時間に対して監視回路を付けたり、シーケンス動作を設定したりする場合には、コンデンサ容量負荷による立ち上がり時間の遅れがシステムの誤動作を招くこともあります。



以下に、スイッチング電源の回路方式として代表的な、フォワードコンバータ方式とフライバックコンバータ方式について、負荷コンデンサに対する立ち上がり時間特性の1例を示します。

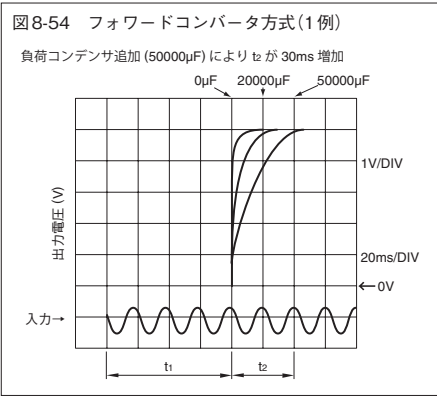


表8-3

AC100V, 5V10A			
負荷コンデンサ容量 (μ F)	t_1 (ms)	t_2 (ms)	t_1+t_2 (ms)
0	80	10	90
20000	80	20	100
50000	80	40	120

(定電流垂下型 OCP タイプ)

図8-55 フライバックコンバータ方式(1例)

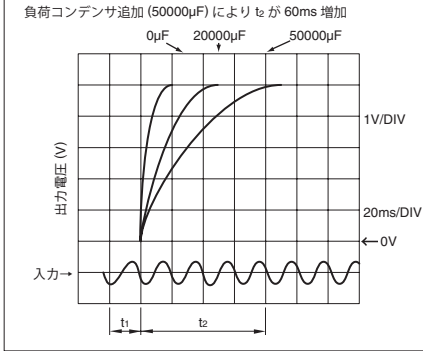


表8-4

AC100V, 5V10A			
負荷コンデンサ容量 (μ F)	t_1 (ms)	t_2 (ms)	t_1+t_2 (ms)
0	20	20	40
20000	20	40	60
50000	20	80	100

(フの字垂下型 OCP タイプ)

スイッチング電源では、入力投入時、特に容量性負荷時やランプ負荷時には、立ち上がり時間が OCP (過電流保護) 特性に大きく依存します。

例えば、同じ出力電力の電源の場合、フの字形 OCP タイプ電源の方が、より長い(遅い)ライズタイムとなります。

また、まれなケースとして、回路方式によっては、ある一定値以上の負荷コンデンサ容量値に対して出力が立ち上がらないことがあります。

弊社、スイッチング電源においても、このような特性を有するものがありますので、特にプリント基板上のパスコンを含めて、数千 μ F以上の負荷コンデンサを取り付けられる場合には、弊社に問い合わせをお願いします。

第9章

電源ライン用EMCフィルタ (ノイズフィルタ)とは

第1項 EMCとノイズ規制 _____ 9-01

第2項 ノイズフィルタを使用したノイズ対策事例 _____ 9-07

第1項 EMCとノイズ規制

■電子化とノイズトラブル

携帯電話をはじめAV機器、パソコン、コピー機、ファックスなど、我々の生活は電子機器で囲まれています。これらの機器は必ずといってよいほど、電氣的なノイズを発生します。

対策が十分でない機器は、さまざまな問題を引き起こし、大きな社会的問題となることがあります。

●ノイズによるトラブル事例

<事例1>

山梨県のパルプ加工工場で、数値制御盤の制御部が誤動作し、主軸の回転に巻き込まれた作業員が死亡した。

<事例2>

大阪府堺市の私鉄駅で、列車無線の交信ができなくなるほどの雑音が生じた。20mほど、離れたところにあるゲームセンタのゲーム機から漏れた電磁波が原因であった。

<事例3>

心臓ペースメカを埋め込んだ患者が電気温熱医療器を使ったところ、ペースメカ機能が停止した。

<事例4>

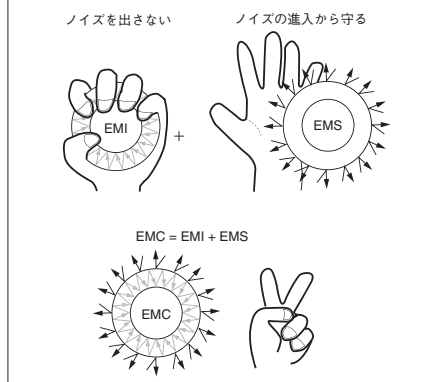
携帯電話を病院内で使用していたところ、患者に使われているシリンジポンプが誤動作した。

電波を使用した機器および、デジタル機器の急増により、ノイズ規制の必要が急速に高まっており、世界中で電子機器に多くの規制を課しています。

電子機器から出てくるノイズが抑えられ、そして、他の機器のノイズに耐えることのできる機器の状態が必要であり、このような状態を「EMCの状態が保たれている」といいます。

■EMC = EMI + EMS

図9-1 EMCの考え方



マルコーニの無線通信の発明から100余年。この間、多種多様な電子機器が開発されてきましたが、それにつれて機器の放出するノイズが他の機器に影響を与え、誤動作を起こすなどの問題が生じてきました。

このため、ノイズの発生(EMI)を防ぎ、また侵入(EMS)を防ぐ、両方合わせた電子機器設計の重要性が高まり、これらに必要な部品群を総称してEMC (Electro Magnetic Compatibility: 電磁適合性)対策部品といいます。

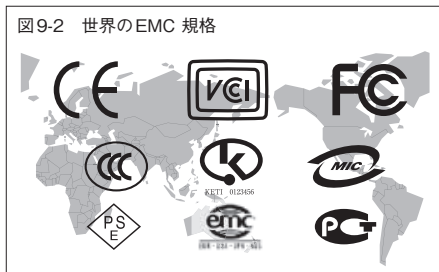
TDKグループは1960年代にはこの先駆けとなる製品を開発。以来、この分野のパイオニアとして、時代が求めるEMC対策部品、対策技術を開発、提供してきています。

■世界のEMC規格

これらのノイズに影響されない、あるいは他の機器に影響を与えないための製品づくりを行うために、世界各国でEMCに関する規格が決まっています。

ほとんどの国では国際規格の国際無線障害特別委員会(CISPR)規格に準拠したEMCの規格が制定されており、携帯電話やパソコン、家電製品などが正常に動作する、快適な生活を実現しています。

図9-2 世界のEMC規格



■ノイズとは

電気・通信・情報の分野で問題とするノイズは次のように定義できます。

ノイズとは目的とする信号(情報)が正確に伝わるのを妨げる要因である。

ここではこのように簡単にいいあらわしましたが、実際のノイズとなると様態は多種多様で、その正体をつかむのは容易ではありません。信号(情報)の伝達においては、必ず「発生源」と「受信元」、そしてそれをつなぐ「伝達経路」があります。

ノイズの影響度はこれらのいろいろな条件によって変わってきます。

たとえば、発生源から出る信号が強ければ多少のノイズが入り込んでも支障はないでしょうが、それが弱い場合はノイズに妨害されて受信元でその信号を正確にキャッチできなくなります。また、受信元の感度が良すぎると目的としない信号まで一緒に受信し、これがノイズとなります。

このように、ノイズは絶対的なものではなく、あくまでも相対的なものであることを理解しておく必要があります。ところで、ノイズによる障害は次に示す3つの要素がそろってはじめて成り立ちます。このどれ1つが欠けてもそれは生じません。

図9-3



また、障害のレベルは発生源での「発生エネルギーの強さ」、伝達経路での「伝達のしやすさ」、障害元での「障害の受けやすさ」によって変わってきます。

従って、ノイズ対策はこの3要素に対して行うことになり、基本は以下の通りです。

- 発生源・・・発生エネルギーを弱くする
- 伝達経路・・・伝達しにくくする
- 障害元・・・障害を受けにくくする

■私たちの身の回りのノイズ

ノイズの発生源は、大きく自然現象のものと、人工的なシステムによるものとに分けられます。

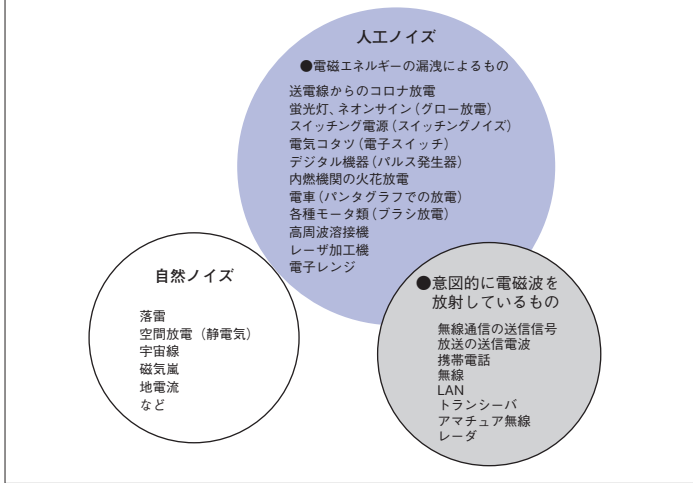
自然ノイズは文字通り、雷や静電気などの自然現象が原因となって発生するものです。

人工的に発生するノイズにも、さまざまな発生源があります。

蛍光灯やネオンサインの「グロー放電」、無線通信における固定局や移動局などからの送信信号や放送電波、携帯電話など。

また、スイッチング電源やインバータなどの半導体による「電子的スイッチ」や、デジタル機器などのパルス発生源、さらに、送電線から生じる「コロナ放電」、自動車、放電加工機、電車や内燃機関などから生じる「火花放電」などが主な発生源です。

図9-4 ノイズの種類



■伝導ノイズと放射ノイズ

ノイズの伝わる経路は主に2つです。1つは電子機器のケーブルやプリントパターンです。もう1つの経路は空中です。前者を伝導ノイズ、後者を放射ノイズと呼んでいます。

ケーブルやプリントパターンを伝わるノイズが途中で空中に放射されて放射ノイズに変身することもある。放射されたノイズがケーブルや信号ラインに結合して伝導ノイズに変わることもあります。

ノイズの伝播経路は、セットの構造、部品やプリントパターンの設計などによってさまざまで、互いに複雑に絡み合っています。

ノイズの伝わる経路は無数にありますので、ノイズ対策は、まずその発生源近くで対策することが非常に重要になります。

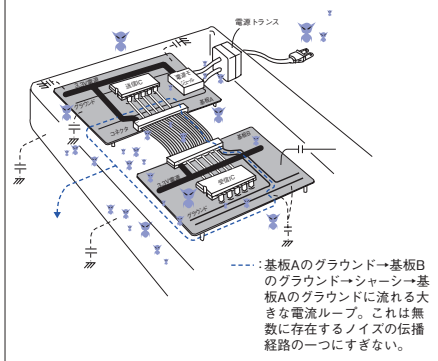
■伝導ノイズの2つの伝播ルートと対策の基本

前述のようにノイズは大きく伝導ノイズと放射ノイズに分けられますが、伝導ノイズはその伝わり方によってディファレンシャルモードノイズ（ノーマルモードノイズとも言う）とコモンモードノイズに分類できます。

ディファレンシャルモードノイズは、電源線路間で発生し、電源の電流や信号と同じ方向に流れるノイズ成分で、行きと帰りの向きが異なるためディファレンシャルモード（Differential mode）と呼ばれます。

ディファレンシャルモードノイズは、信号周波数よりも高い周波数領域に存在するので、ノイズ対策部品には高い周波数成分を減衰させるLPF（Low Pass Filter）タイプを使用します。

図9-5 ノイズの伝播経路



注意が必要なのは、通過すべき信号の帯域がノイズの周波数を含む場合、ノイズとともに信号成分も除去されてしまうことです。

特に矩形波の伝送経路に対策部品を挿入してオーバシュートやリングングを除去すると、矩形波の立ち上がり時間が長くなって、ICの動作マージンが少なくなることがあります。

対策部品の周波数特性と通過すべき信号の帯域はしっかり把握しておくことが重要です。

最近では、回路の動作速度が上がり、信号の周波数帯とノイズの周波数帯が接近しています。信号の品質を劣化させずにノイズ対策をするのは容易ではありません。

コモンモードノイズは信号パターンとSG (Signal Ground) へ同じ方向に流れ、金属フレームや金属ケースを通り、浮遊容量などを通り信号源に戻ってきます。流れる向きが共通なことからコモンモード (Common mode) と呼ばれます。

ディファレンシャルモードノイズは比較的狭い回路内を流れる成分であり、行きと帰りの電流の向きが逆で、ノイズ成分が相殺され小さくなるため、放射ノイズも小さくなります。

コモンモードノイズは金属フレームや金属ケースなど、信号ラインと離れた箇所を通って戻ってくるので、大きな電流ループを形成し、小さなノイズ電流でも大きなノイズを放射します。放射ノイズ対策を考えた場合、コモンモードノイズ対策がより重要になります。

■伝導ノイズ対策の基本

伝導ノイズはプリントパターンやケーブルなどの信号線を信号と一緒に伝わっていきます。

そこで、信号ラインの途中、ノイズ源にできるだけ近い箇所にノイズ対策部品を追加してノイズ成分だけを除去します。

図9-7に示すとおり、ノイズ除去の方法には、次の4つの方法があり、ノイズ対策の4要素といわれています。

- ①機器をシールドする
- ②ノイズ源側にノイズ成分だけを戻す反射
- ③対策部品でノイズ成分を熱に変換する吸収
- ④グラウンドに流すバイパス

いずれの方法も、負荷側に必要な信号だけを伝えるのが基本です。伝導ノイズは、信号パターン

図9-6 ディファレンシャルモードノイズとコモンモードノイズ

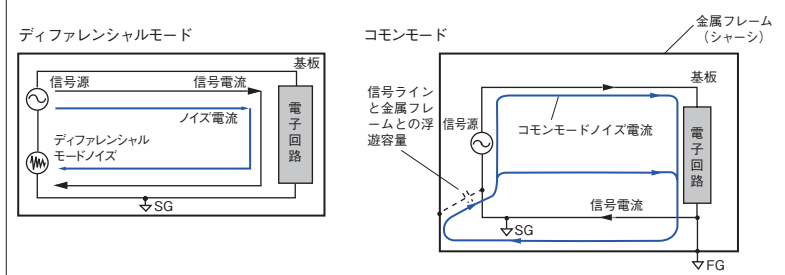
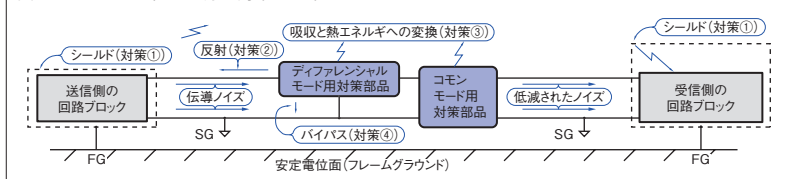


図9-7 ノイズの伝わり方と対策の基本



を伝えるだけでなく途中で空中に放射することがあるため、思いがけない箇所で受信されて障害が発生することがあります。

伝導ノイズは、ケーブルなどアンテナとして機能する部品が存在するところで、しばしば放射ノイズに変身します。伝導ノイズの対策は放射ノイズの対策にもなります。

■ノイズ対策部品の分類

電子部品によるノイズ対策の方法は、大きく2つに分けられます。

1つは部品自身のノイズの発生量を少なくすることであり、もう1つは対策部品を使ってすでに出ているノイズを抑制する方法です。

対策部品を使う場合重要なのは、図9-8のように対象のノイズがコモンモードかディファレンシャルモードノイズかにより、対策部品が異なる

ことです。ノイズの伝導モードを見極め、適切な対策部品を選ばないと「対策部品を追加したのにかえってノイズが増えた」というようなことが発生します。

■ノイズ対策の進め方とEMCコスト

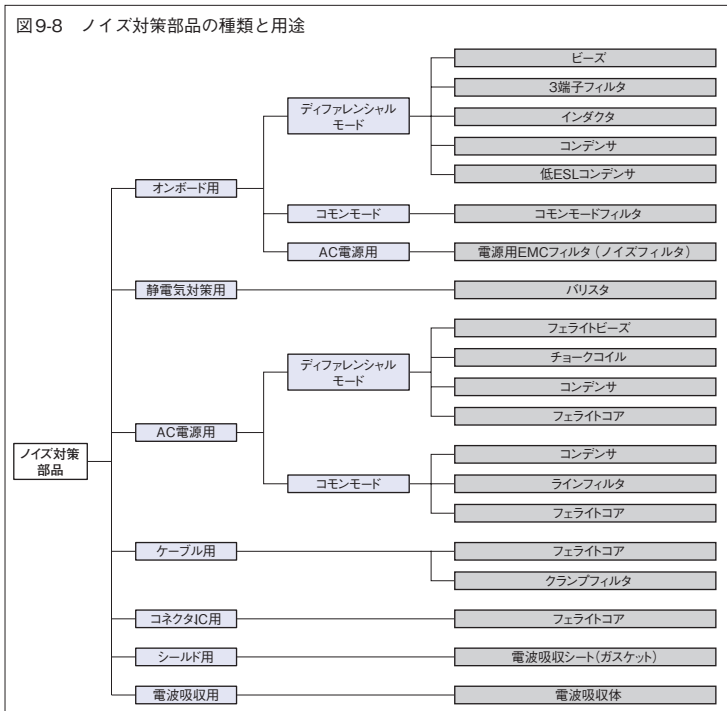
装置開発において、ともするとEMC対策は後回しになりがちであり、最終段階のEMC試験で問題が浮き彫りになるまで放置されることがよくあります。

しかし、装置の開発が設計、試作、量産と進んでいくに従って、利用できる対策技術の種類は確実に減っていきます。

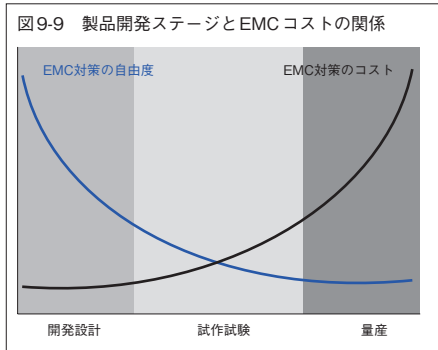
そして、完全にEMC問題を無視して設計したりすると、おおむね確実にEMC問題が発生することになります。

対策に多くの時間を要するだけでなく、余分な部品の追加やコストを罰則として支払われる

図9-8 ノイズ対策部品の種類と用途



ことになるとともに装置の大きさ、重さ、電力損失なども増えることになります。



装置の開発が進むにつれて利用できるEMC対策の自由度は低下し、コストは上昇します。EMC問題は早期に解決すればするほど、通常はいい結果となり、出費も最小で済ませられます。

第2項 ノイズフィルタを使用したノイズ対策事例

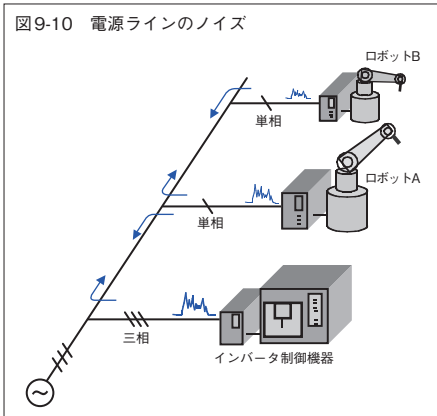
■電源ラインノイズについて

AC電源で動作する電気機器は、共通の電源ラインを通して接続されており、ほかの装置で発生したノイズによる誤動作や、逆に自分の発生するノイズにより、ほかの装置を誤動作させることがあります。

装置のAC電源部は、ノイズエネルギーが侵入する入り口であるとともに、各装置で発生するノイズの出口でもあります。この出入り口に電源用EMCフィルタを取り付けると、外来ノイズの進入と電源ラインへのノイズ流出を低減できます。

世界の各国において、装置が満足しなければならない外来ノイズに対する耐性や流出するノイズレベルの限度値が規定されており、この規格を満足するためにも、電源用EMCフィルタが使われます。

図9-10 電源ラインのノイズ



■ノイズの種類

AC電源ラインにはいろいろな種類のノイズが重畳しています。電圧レベルおよび立ち上がり時間で分類すると図9-11に示すような3つに分類できます。

図9-11 電源ラインノイズの種類

	高周波ノイズ	パルスノイズ	サージノイズ
電圧レベル	～数V	～数kV	～数10kV
立ち上がり時間	—	1ns以下	0.5μs以下
エネルギー	数mJ	数100mJ	数J～数kJ
波形			

●高周波ノイズ

主に、コンピュータやスイッチング電源などのスイッチング周波数の高調波成分です。

一般にEMIノイズといえばこのノイズのことをいい、一般のフィルタは高周波ノイズ用として設計されています。

電圧レベルは比較的小さく、数m～数十mVです。

●パルスノイズ

リレーや誘導モータなどの動作時に発生するノイズです。電圧が高く、ピーク電圧は数千Vに達することもあります。

高周波ノイズに比べてエネルギー量が大きく、フィルタのコアを飽和させることがあるため、アモルファスコアなどの飽和磁束密度の高いコア材料が用いられます（「高電圧パルス減衰特性」参照）。

●サージノイズ

誘導線などにより電源ラインに発生するノイズです。高電圧・大電流でエネルギーが非常に大きく、ピーク電圧は数十kVに達することもあります。エネルギーレベルが非常に大きいため、バリスタやアレスタなどのサージ対策素子が用いられます。

■電源ライン用EMCフィルタ(ノイズフィルタ)で要求される安全規格

電源用EMCフィルタは、電子機器の1次側に接続しますから、感電、発煙、発火の事故が起きないように高い安全性が要求されます。各国では、各々安全規格を設けています。機器に組み込んで輸出先の安全規格の認可を受けているフィルタを選ぶ必要があります。

■伝導ノイズの評価方法

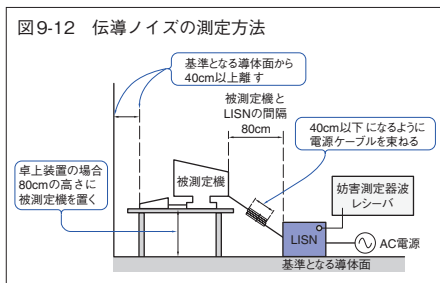
前述で説明したように、機器から流出するノイズはAC電源ラインを通して伝播し、そこにつながる他の機器に流入して誤動作をさせたり性能を悪化させたりします。

ACラインから流出するノイズを低減することはとても重要です。以下では、IECのノイズ規制規格CISPR (シスプルと読む)に準じたAC電源ラインに流出するノイズの評価法と、ノイズの低減方法について解説します。

●欧州の規格が規定する測定法

欧州のノイズ規制にはENがありますが、CISPRをベースにして決められています。

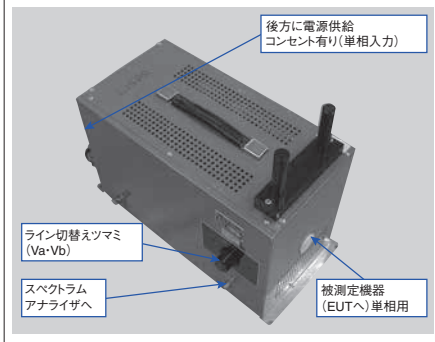
IECのノイズ規制規格CISPR(Comite International Special des Perturbations Radioelectriques)では、電子機器の電源コードから流出する伝導ノイズの測定法と限度値を規定しています。図9-12に示すのは、同規格で指定している測定方法です。



木製の机の上に被測定機器を置きます。被測定機器から80cm離れたところに置いたLISN（写真1）と呼ばれるノイズ測定用の機器に電源コードを接続します。LISNは、大きな導体面つまりアー

ス上におきます。妨害波測定器は、LISNが出力するノイズを検波してそのレベルを表示します。

写真1 LISNの外観

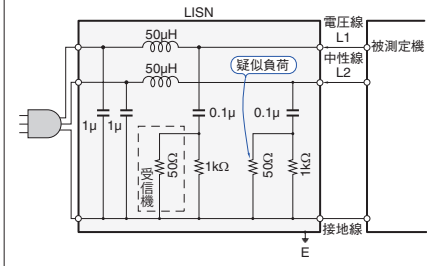


●LISNの概要

LISN (Line Impedance Stabilizing Network) は、電子機器の電源コードから流出するノイズレベルを定量的に評価することを可能にする治具のようなものです。

図9-13にLISNの内部回路を示します。抵抗とインダクタとしてコンデンサで構成されたフィルタ回路で、電源供給側のインピーダンスが違っていても、同じ条件で妨害波電圧を測定できるように測定周波数帯域(0.15～30MHz)において、被測定器側から見たインピーダンスを50Ω一定にしています。

図9-13 LISN の内部回路例



LISNの主な目的は次の2つです。

- ①電圧線の導体と接地線との間、および中性線の導体と接地線との間のインピーダンスを50 Ω 一定にする。
- ②電源からの外来伝導ノイズを阻止する。

図9-14 (a)に示すように、伝導ノイズレベルはLISNのノイズ測定用抵抗の両端の電圧降下を測定して得ます。この電圧降下分は、電源ラインとアース間のノイズ電圧（一線大地間電圧という）であり、コモンモードとディファレンシャルモードのノイズが合成された値になります。一般にこの伝導ノイズレベルを雑音端子電圧と呼び、単位はdB μ Vです。

●コモンモードとディファレンシャルモードに分離して測定する

AC電源に流出するノイズはディファレンシャルモードとコモンモードに分けることができ、モードによって対策の方法が違ってきます。

標準的なLISNは、2つのモードを分離することができませんが、図9-14 (b)に示すタイプのもの

を使えば可能です。

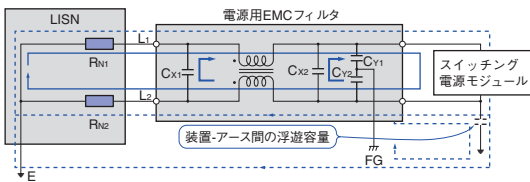
図9-14 (a)のタイプのLISNをV型といい、CISPRやFCC（Federal Communications Commission）が指定する標準のLISNです。一般にLISNといえば、このタイプです。

図9-14 (b)のタイプのLISNは Δ 型といいます。これまで、テレビなどの伝導ノイズ測定に使われていたのですが、CISPRやFCCなどが標準のLISNにV型を指定してからは、ほとんど使われなくなりました。

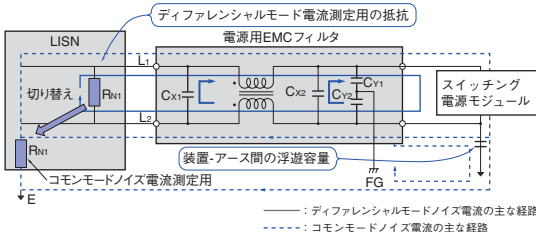
しかし、コモンモードとディファレンシャルモードを分離して測定できる唯一のLISNであり、ノイズ検討用としても便利な道具です。

図9-14 標準タイプ(V型)と伝送モード分離タイプ(Δ 型) LISNを使った伝導ノイズ測定法とノイズ低減の流れ

(a) 標準ノイズ測定回路 (V型)



(b) 伝送モード分離測定回路 (Δ 型)



■伝送モードによる対策例

●伝送モードを分離して電源端子を測定した例

図9-15と図9-16に、V型と Δ 型のLISNでスイッチング電源モジュールの電源端子電圧を測定した例を示します。

図9-15 V型LISNを使って測定したスイッチング電源モジュールの伝導ノイズスペクトル

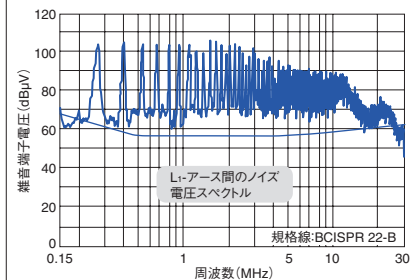
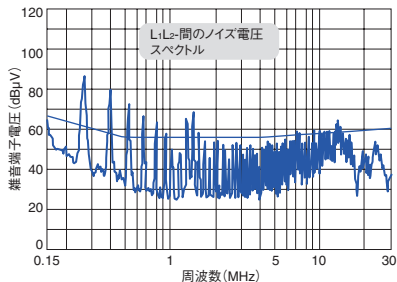


図9-16 Δ 型LISNを使って測定したスイッチング電源モジュールの伝導ノイズスペクトル

(a) ディファレンシャルモードの測定



(b) コモンモードの測定

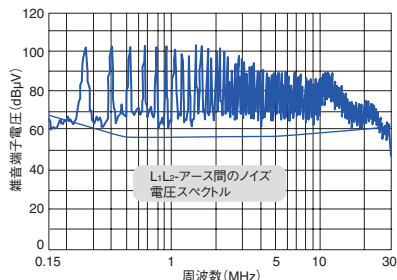


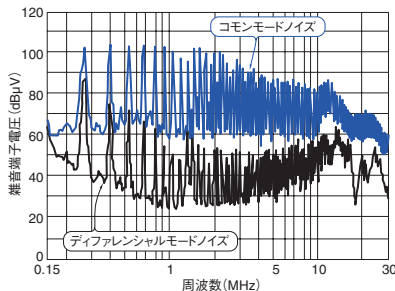
図9-16に示すように、 Δ 型LISNを使うとコモンモードノイズとディファレンシャルモードノイズを分離して測定できます。図9-16から伝導ノイズの主な成分はコモンモードであると特定でき、まずはコモンモード対策が必要なのがわかります。

●対策方法とノイズの低減効果

1. コモンモードノイズ対策

図9-17に示すように、対策前はコモンモードノイズが高く約100dBμVに達しており、規格の限度値に対して40dBμV以上オーバーしています。

図9-17 ノイズ対策をしていないスイッチング電源モジュールの伝導ノイズスペクトル

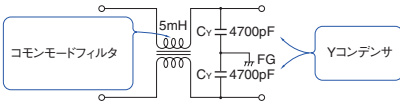


そこで図9-18 (a)に示すように、ACラインにコモンモードフィルタを挿入し、各ラインからフレームグラウンド(FG)に4700pFのコンデンサを挿入しました。このコンデンサをYコンデンサと呼びます。

その結果、図9-18 (b)に示すようにコモンモードノイズは規制値内に低減されます。

図9-18 コモンモードノイズ対策とその効果

(a) コモンモードフィルタとYコンデンサを2個追加する



(b) 雑音端子電圧のスペクトル

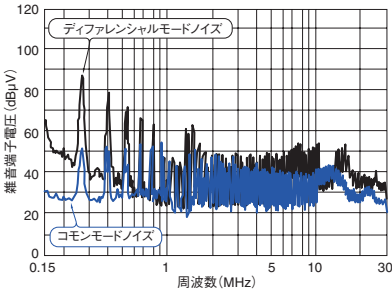
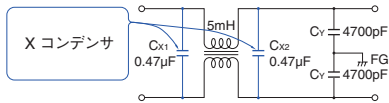
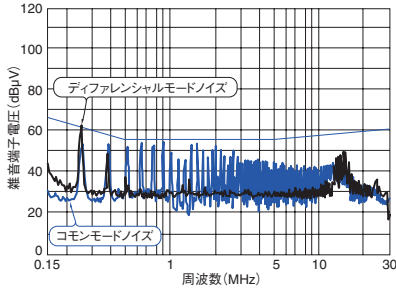


図9-19 ディファレンシャルモードノイズ対策とその効果

(a) ライン間にXコンデンサを2個追加する



(b) 雑音端子電圧のスペクトル



2. ディファレンシャルモードノイズ対策

図9-18 (b)に示すように、150kHz～2MHzの帯域のディファレンシャルモードノイズが規格の規制値をオーバーしています。

そこで、図9-19 (a)に示すように、ACライン間に0.47μFのコンデンサを挿入しました。このコンデンサをXコンデンサと呼びます。

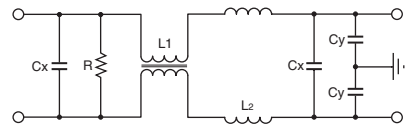
その結果、図9-19 (b)に示すように、ノイズレベルは規格の規制値以下に下がります。

■対策部品の選び方

図9-20に標準的なフィルタの構成を示します。コモンモードチョークコイルは、数～数十μHの漏洩インダクタンスを持っています。この成分が大きいとコアが飽和しやすくなりますが、ディファレンシャルモードノイズを低減する働きがあります。

飽和対策とディファレンシャルモードノイズ対策はトレードオフの関係にあります。

図9-20 電源用EMCフィルタの標準的な構成



Cx: Xコンデンサ

L1: コモンモードチョークコイル

L2: ディファレンシャルモードインダクタンス

(通常はL1の漏れインダクタンス成分を利用)

Cy: Yコンデンサ

●Yコンデンサ

ACラインとFG間に接続するYコンデンサは、コモンモードノイズ電流をFGに逃がす働きがあります。

Yコンデンサには、AC電源の周波数と電圧に応じた漏洩電流が流れます。

Yコンデンサの容量が大きいと漏洩電流が大きくなり感電の恐れがあるため、ULなどの安全規格では、漏洩電流の大きさが一定値を超えないよう制限しています。コモンモードノイズと漏洩電流はトレードオフの関係にあります。

図9-18や図9-19に示すように、Yコンデンサは通常2個使います。ACライン間が容量で結合されるため、ディファレンシャルモードノイズにも効果があります。特に8～10MHz付近の周波数の高い部分で効果があります。

●Xコンデンサ

AC電源ライン間に接続するXコンデンサは、ディファレンシャルモードノイズに対してだけ効果があります。ディファレンシャルモードコン

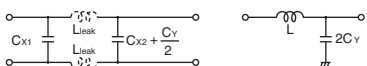
デンサとも呼ばれ、 $1\mu\text{F}$ 程度の比較的大容量のものが使われます。

Xコンデンサはライン間接続であり、ラインーアース間に接続されていないため、壊れても感電などの恐れはありません。

Xコンデンサは、Yコンデンサより低周波帯の $150\text{kHz} \sim 1\text{MHz}$ で特に効果があります。

図9-21 ノイズフィルタの等価回路

(a) ディファレンシャルモード 信号に対する等価回路 (b) コモンモード信号に対する等価回路



フィルタの仕様・特性項目

●定格電圧

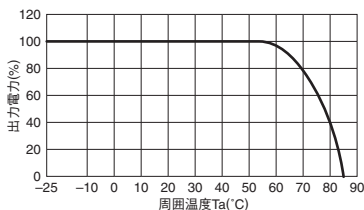
使用温度範囲内において使用できる最大のACライン電圧(実効値)をいいます。最近ではAC250V定格が一般的ですが一部、AC400V系もあります。また、送配電線系統からは単相と三相に大別できます。

●定格電流

使用温度範囲内において流し得る最大の負荷電流(実効値)をいいますが、これは内部素子の耐熱性によって決まります。

また、周囲温度が高い場合はそれに応じて図9-22に示すように負荷電流をディレーティングして使用します。この例では周囲温度 70°C のとき負荷電流は定格の約70%で使用しなければなりません。

図9-22 ノイズフィルタの周囲温度によるディレーティング例



●電源周波数

一般に、電源電圧の周波数は $50\text{Hz}/60\text{Hz}$ ですが、特殊用途でそれ以上のことがあります。

例えば、航空や船舶関係では 400Hz です。電源用EMCフィルタは $50\text{Hz}/60\text{Hz}$ の商用電源の用途に設計されています。

●試験電圧(耐電圧)

地絡事故などの異常時を想定してライン相互間またはライン・ケース(アース)間に定格電圧の何倍かの高電圧を短時間印加し、異常の有無を確認する試験を耐電圧試験といいます。

試験電圧はこのときの印加電圧ですが、市販品はAC1500V、2000V、あるいは2500Vが一般的です。

●絶縁抵抗

ライン相互間またはライン・ケース(アース)間に直流電圧を印加し、コンデンサの誘電体や絶縁材料(特にプラスチックケース)に流れる微小電流を測定し、絶縁の強度を抵抗値で表したものです。印加電圧は通常DC500Vです。

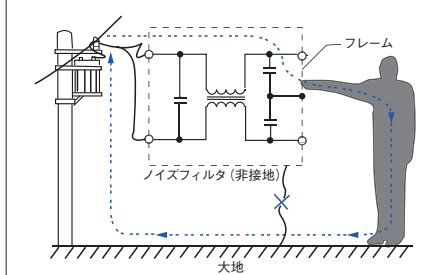
●漏洩電流

漏洩電流はノイズフィルタを電源ラインに接続し定格電圧を印加したとき、それぞれのラインからケース(アース)に漏洩する電流です。

この値は主にラインバイパスコンデンサの静電容量(C)および電源電圧(E)とその周波数(f)によって決まり、次式で表されます。

$$\text{漏洩電流} = 2\pi fCE$$

図9-23 漏洩電流の流れる経路



これが大きいとノイズフィルタのケースあるいはアース端子が接地されていない場合、感電事故につながる可能性があります。

●直流抵抗

直流抵抗はノイズフィルタ内の抵抗分の総和です。これはほとんどがコイルの巻線抵抗ですが、端子部との接続抵抗なども含まれます。

また、この直流抵抗に負荷電流を乗じた値はそのノイズフィルタで生じる電圧降下分となります。

●温度上昇

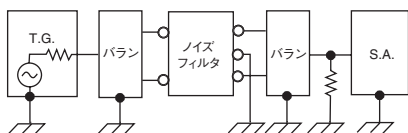
ノイズフィルタに定格電流を流したときのケース表面の温度上昇分をいいます。なお、一般的には空気中に放置した状態での値であり、金属板に取り付けた場合やファンなどにより強制冷却される場合は、もっと小さい値になります。

●減衰特性(静特性)

ノイズフィルタの減衰効果を表す基準として周波数を横軸に、減衰量を縦軸にしてデータプロットしたものです。

図9-24にその測定方法および図9-25に特性例を示します。

図9-24 減衰特性(静特性)の測定方法

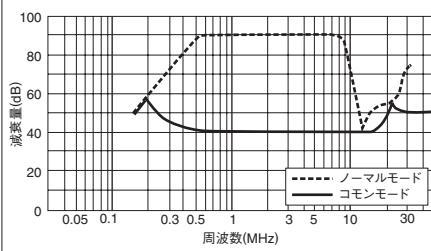


- e1: ノイズフィルタを接続した場合のレベル
e2: ノイズフィルタを接続しない場合のレベル

$$\text{減衰量} = 20 \log_{10} \frac{e_2}{e_1} \text{ (dB)}$$

- ・ バランは特定の周波数領域にてインピーダンスを安定化させるものです。
- ・ e1e2はS.A.で測定される値です。

図9-25 減衰特性例



●高電圧パルス減衰特性

電源ラインには数kVに達するサージ電圧が発生することがあり、それがコモンモードノイズとして侵入し機器の誤動作を引き起す場合があるため、ロボットなどの機器においては、パルス印加試験などにより、パルス耐性について評価が行われます。

対策部品としては、ノイズフィルタが使用されますが、パルス性のノイズ対策を進める時には、磁性材料の飽和によって効果が低下することに配慮が必要となります。

一般に、コアが磁気飽和を起こすことなく、パルス電圧を扱う領域では図9-26 (a)の式が成り立ちます。E・τ積の大きいサージ電圧を効果的に減衰させるためには、コアの形状・コイル巻数が同じならば、コアの飽和磁束密度をより高くする必要があります。

このような用途に、飽和磁束密度が高く、かつ透磁率と周波数特性が優れたアモルファスコアが使用されます。

図9-26 アモルファスコアの特性と高電圧パルス特性

(a) コア材料特性とパルス電圧

$$\Delta B = \frac{E \cdot \tau}{N \cdot A_e} \times 10^4$$

ΔB : コアの磁束密度変化 $= B_m - B_r$

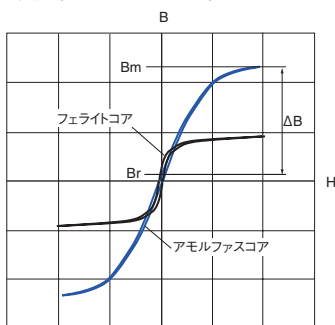
E : パルス電圧 N : コイルの巻数

τ : パルス幅 (sec) A_e : コアの断面積

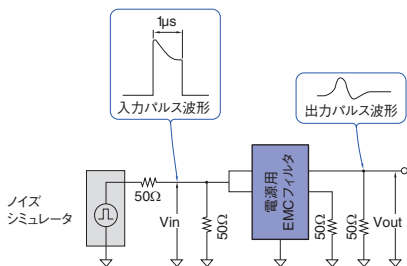
B_m : 飽和磁束密度

B_r : 残留磁束密度

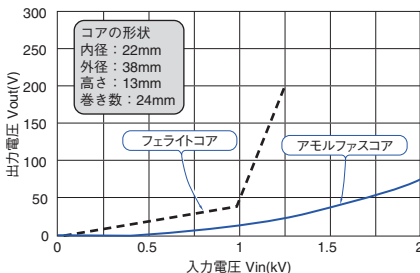
(b) B-H特性 (ヒステリシスループ)



(c) 測定回路



(d) パルス減衰特性の比較

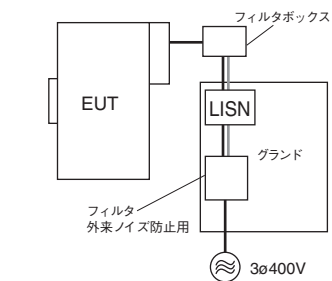


■ノイズ対策実施例

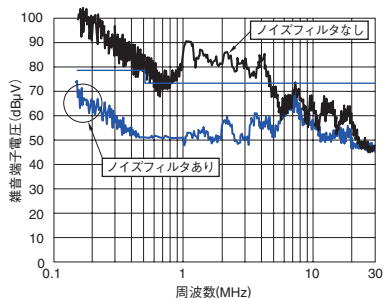
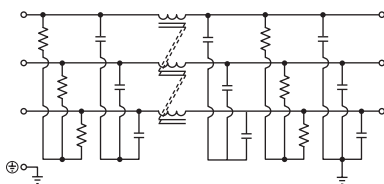
●NC工作機械のノイズ対策

サーボモータにより駆動するNC工作機械は非常に大きなノイズを発生します。フィルタなしでは100dB μ Vを超えるノイズを発生していましたが、フィルタを使用することにより規格の限度値以内とすることができました。

図9-27 三相ノイズフィルタによる対策



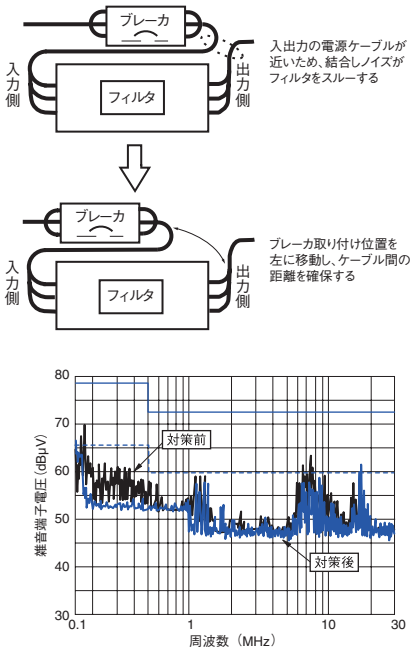
フィルタ回路



●ケーブルの引き回し改善

フィルタの入出力ケーブルが近いため、出力側のノイズが、フィルタの入力側に回り込んでいましたが、ブレーカの位置をずらし、フィルタの入出力を離すことにより規格の限度値以内とすることができます。

図9-28 ケーブル引き回しの改善

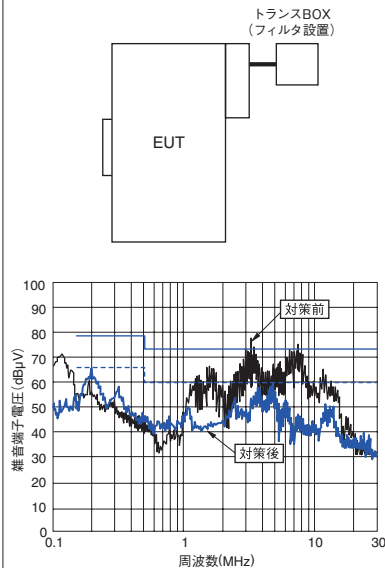


●グラウンドの改善による対策

フィルタがEUT (Equipment Under Test: 被試験装置) 本体と離れて設置されているため、グラウンドの状態が悪く、高周波のノイズレベルが高くなっていました。

フィルタを設置しているトランスBOXとEUT本体のグラウンドを強化してノイズレベルを規格内にすることができました(図9-29、専用のシールド金属配管により、トランスBOXとEUT本体間のインピーダンスを下げて対策)。

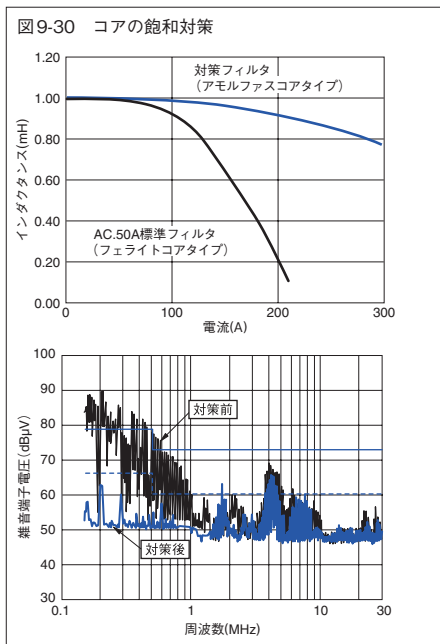
図9-29 グラウンドの改善



●アモルファスコアタイプのフィルタによる飽和対策

装置に瞬間的に大きな電流が流れたため、フィルタのコアが飽和し、フィルタの減衰特性が低下したので、ノイズレベルが規格をオーバーしていました。

コアの材料としてアモルファスコアを使用することで、直流重量特性を改善し、ノイズを規格の限度値以内とすることができます(図9-30)。



■フィルタの効果的な実装方法

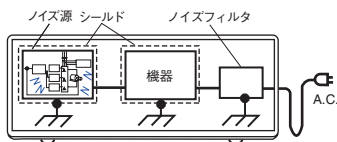
ノイズフィルタは電源ラインを通して入ってくるノイズ、機器から出ていくノイズの低減対策用として、広く用いられています。しかし、その使い方を誤るとせっかくのノイズフィルタもその本来の特性が得られず無駄な対策となります。

これから述べますことは、ノイズフィルタを使用する上でぜひとも考慮しなければならない基本事項です。そして、これは各社ノイズフィルタメーカーのカタログなどに必ず書かれている内容ですが、実際の機器をみてみますとなかなかその通りになっていないのが現状のようです。

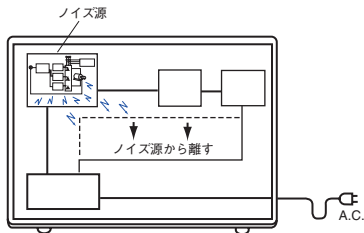
これはノイズによるトラブルの経験が少ないためと思われますが、製品が市場にでてからのノイズトラブルはその再現性も難しく、原因追及・対策に苦慮します。

「転ばぬ先の杖」ではありませんが、簡単な事柄ばかりですからぜひ実行することをおすすめします。また、ノイズフィルタのカットオフ周波数とノイズ源のノイズ周波数が近接した場合、ノイズレベルが悪化する場合がありますので注意が必要です。

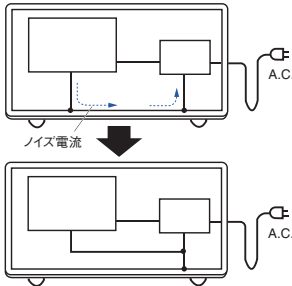
**対策1：ノイズフィルタを用いる。
機器およびノイズ源をシールドする。**



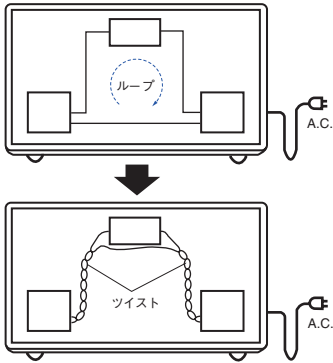
対策2：ノイズ源を近づけない。



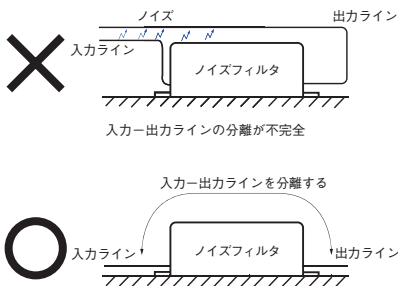
対策3: 筐体にノイズ電流を流さない。



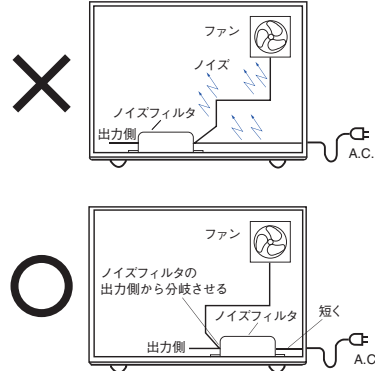
対策4: 電流ループを小さくする。



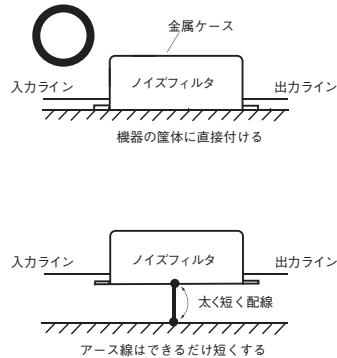
対策5: ノイズフィルタの入カラインと出カラインは確実に分離する。



対策6: 電源はすべてノイズフィルタの出力部から取る。



対策7: ノイズフィルタのアース線は、できるだけ太く、短く接続する。

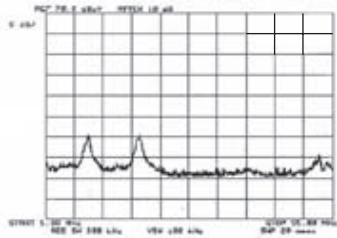


ノイズフィルタのアース線が長いと機器筐体との間にインダクタンスが入ることになり、ノイズフィルタの高周波特性を劣化させます。ノイズフィルタが金属ケースでアースされている場合は、機器筐体に直接取り付け、また取り付け面は金属接触を良くするため塗装などは取り除いてください。

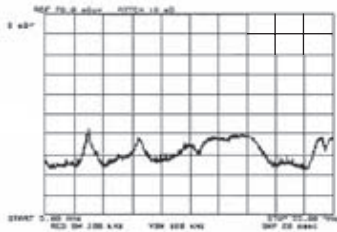
金属ケース製でもケースにアースされていない場合、あるいはプラスチックケースの場合など、機器筐体にリード線でアースする場合はできるだけ短くしてください。

図9-31 アース線の長さによる減衰効果の違い
(スイッチング電源の雑音端子電圧)

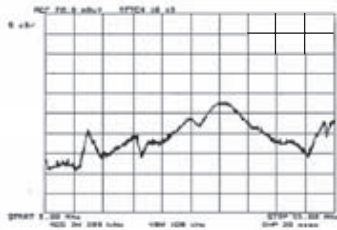
L=0cm



L=10cm



L=20cm



付録

FAQ

第1項 スイッチング電源編 (外観上から見た製品タイプ別)
ユニット型・基板型 _____ 付録-01

第2項 スイッチング電源編 (外観上から見た製品タイプ別)
パワーモジュール型・オンボード型 _____ 付録-08

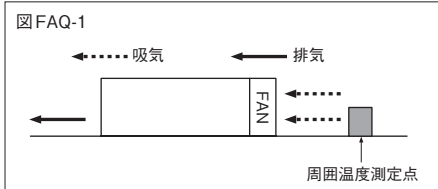
第3項 電源ライン用EMCフィルタ
(ノイズフィルタ) 編 _____ 付録-13

第1項 スwitchング電源編(外観上から見た製品タイプ別) ユニット型・基板型

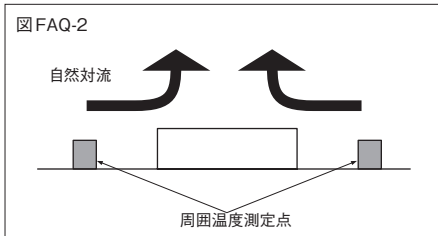
■放熱設計

●電源の周囲温度の考え方

強制空冷タイプの電源の場合、電源吸気温度を電源周囲温度と定義します。



自然空冷タイプの電源の場合、電源の発熱の影響を受けない箇所を周囲温度と定義します。また、電源の輻射熱を受けないようご注意ください。



■取扱方法

●電源の入力側ヒューズ溶断時について

電源ヒューズが溶断した場合、電源内部部品が破損している恐れがあります。従って、お客様で交換されますと2次故障の危険性がありますのでおやめください。なお、弊社サービス部門にて修理・解析を行っておりますので、ご購入先へご連絡頂きますようお願いいたします。

●センシング線オープンについて

電源の+Vと+S、-Vと-Sをオープンにしますと、出力電圧の制御ができず、電圧が上昇します。これにより過電圧保護が動作し、出力を遮断します。従って、リモートセンシング機能をご使用されない場合は付属されている部品を使用し、+Vと+S、-Vと-S間を短絡してください。

■信頼性

●電源の1次側ヒューズがライブ側(L相)に入っていることについて

1次側ヒューズはライブ側(L相)に入っています。電源内部でL-FG間ショートやN-FG間ショートが起こった場合、ライブ側のヒューズは溶断されます。ヒューズがニュートラル側(N相)に入っている場合、L-FG間やN-FG間ショートでヒューズが溶断できず、感電の恐れがあるため、1次側ヒューズはライブ側(L相)に入れております。

●MTBF値の地上温和・地上固定の違いについて

MTBF (Mean Time Between Failures) とは日本語では平均故障間隔と呼ばれ、市場で稼働している製品の補修部品の準備数を決定する数値となります。

●MTBF使用例

(例) 1,000台の製品が市場で稼働し、100時間たったらその内何台故障するかを推定し、準備しなければならない製品の数量を決めます。

この場合には $1,000 \text{ 台} \times 100 \text{ 時間} = 100,000 \text{ 時間} \cdot \text{台}$ となります。

MTBF が 50,000 時間とすると

$100,000 / 50,000 = 2 \text{ 台}$ の故障が予測されます。

従って、1,000台のこの装置を100時間使う場合には2台の不良代替品を手元に用意しておけば良いことになります。

また、MTBFの計算値がメーカーによって違いがあることについて計算方法や計算条件の違いによって変わります。

計算方法は2通りあり、環境条件は組み合わせにより各種あります。

基本になる部品故障率は米国の軍用規格であるMIL STD 217やJEITAで作成された値があります。従って、計算結果は何通りかになります。計算方法は、部品ストレス解析法、部品点数

法で算出されます。

部品の基礎故障率は使用環境により分類されており、部品点数法では弊社の場合

地上温和：地上に固定され人間の住める環境
地上固定：地上に固定される装置環境

を想定して算出しております。
なお、故障率は地上温和<地上固定となります。

●製品寿命の考え方

電源において寿命となる部品は電解コンデンサとなります。電解コンデンサの推定寿命計算方法は下記の通りです。

(105℃保証電解コンデンサ使用の例)

$$L = L_0 \times 2^{(105 - T_c)/10} \quad (\text{時間})$$

L : 電解コンデンサ推定寿命計算値

L_0 : 電解コンデンサ保証寿命値

T_c (温度上昇値+周囲温度): 電解コンデンサケース温度

なお、計算結果については、各モデルの信頼性データをご参照願います。また、強制空冷タイプの電源の場合はファンも寿命部品の対象となります。

●振動試験のスペックについて

規格番号：JIS60068-2-6

規格名称：正弦波振動試験方法

輸送時の振動を想定として、掃引耐久試験の“大型発電装置および一般工業用に用いる機器”の条件を引用しています。

■製品仕様

●銘板シールの定格電圧と仕様規格書の違いについて

電源(銘板)に表記されている入力範囲は、安全規格申請時の値となり、この範囲内で使用する場合、安全規格の認定を受けております。

また、カタログなどで記載されている仕様規格は弊社が動作保証している入力範囲となります。従って、電源(銘板)に表記されている範囲外で使用了場合、安全規格は外れますが、仕様規格内での使用は保証しております。

●電源の損失電力について

電源の損失電力は入力有効電力と出力電力の差となり、下記計算式で算出されます。

$$\text{損失電力} = \text{入力有効電力} - \text{出力電力}$$

なお、入力有効電力は

$$\text{出力電力} \div \text{効率}$$

で算出できますので、損失電力は

$$\text{損失電力} = (\text{出力電力} \div \text{効率}) - \text{出力電力}$$

(例) 入力電圧 $V_{in}=200VAC$ 、周囲温度 $T_a=25^\circ C$ 、最大出力電力時における HWS1500-48 の損失電力を算出する場合

入力電圧 $V_{in}=200VAC$ 、周囲温度 $T_a=25^\circ C$ 、最大出力電力(1536W)時の効率は仕様規格より 90% となるため、損失電力は下記のようになります。

$$\begin{aligned} \text{損失電力} &= (1536W \div 0.9) - 1536W \\ &= 171W \end{aligned}$$

■負荷条件

●出力電圧を可変した場合の出力電力の考え方

1. 設定電圧を定格出力電圧より上げて使用した場合

最大出力電力は下記計算式で算出されます。

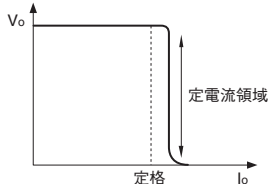
$$\text{最大出力電力} = \text{定格出力電圧} \times \text{最大出力電流} \cdots (1) \text{式}$$

設定電圧を定格出力電圧より上げますと最大出力電力の規定があり、使用可能な最大出力電流が下がりますのでご注意ください。

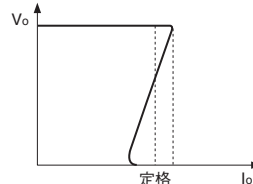
(例) HWS100A-5 を 5.5V に設定して使用する場合
使用可能な最大出力電流 = 最大出力電力 / 設定電圧
= $100W / 5.5V$
= 18.2A

図FAQ-3

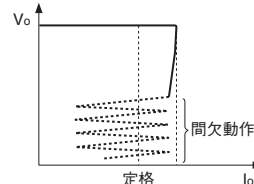
定電流電圧垂下型



フの字垂下型



間欠型



・バッテリー充電には定電流電圧垂下特性を持つ「定電流電圧垂下型」が適している。

2. 設定電圧を定格出力電圧より下げて使用した場合

前述(1)式ですと設定電圧を下げた場合、使用可能な最大出力電流が多くなってしまいますが、電源内部部品の発熱などにより破損する恐れがあるため、最大出力電流の規定値以下でご使用頂きますようお願いいたします。

● バッテリー充電用途に標準スイッチング電源を使用するには

一般的なバッテリーの充電方法としては定電流による充電があげられます。この充電方法は、充電の開始から終わりまで一定の電流でバッテリーに充電する方法となります。

それに対して、標準スイッチング電源(以下電源)は、定電圧電源であるため出力電圧の変動を監視し、その結果を制御回路に入力して定電圧制御(フィードバック制御)を行なっています。

このため出力電圧は一定に保たれますが、出力電流は負荷条件により変動するので一定の電流(定電流制御)を必要とするバッテリー充電においては、そのまま使用することはできません。

そこでバッテリー充電時は、電源の過電流保護機能を利用します。本来、過電流保護機能は電源が過負荷となり定格以上の電流が流れた際、電流値を抑え電源自体の劣化・破損を回避することを目的とした機能です。ここでは、その電流値を抑える動作を流用し、その抑えられた電流をバッテリーの充電定電流として利用するわけです。

ここで注意しなければならないのは、過電流

保護の特性によってはバッテリー充電に適さない特性があることです。

電源の過電流保護特性は図FAQ-3のとおり、主に3つの方式があげられます。このうち、バッテリー充電に適した方式は、定電流電圧垂下特性を持つ電源であり、この定電流領域を利用することでバッテリーへの定電流充電を行うことができます。

なお、その他の過電流保護特性を持つ電源は、バッテリーへの充電に適していませんので、電源を選定する場合は注意が必要となります。

さらに、先ほど説明したようにこの定電流領域は、電源の劣化・破損を回避するための過電流保護動作状態であり、電源の仕様で規定されている定格電流を超えて(定格電流<過電流保護設定電流)使用することになります。

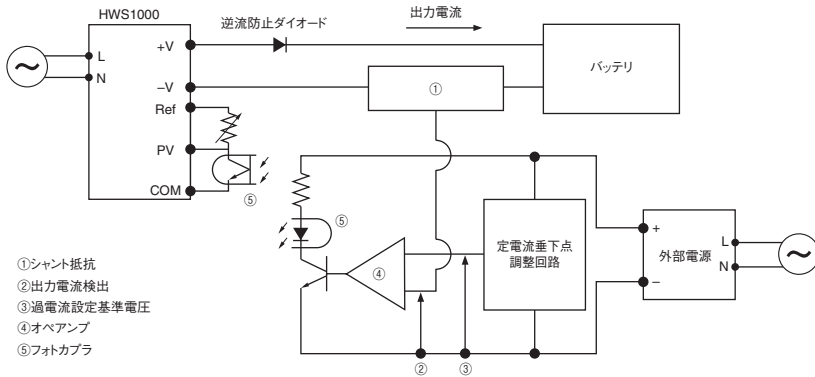
この場合、(過電流保護設定電流<定格電流)となるように、電源の過電流保護設定電流値を変更する準標準対応が必要となります。

また、これまで説明した過電流保護機能を利用する方法以外にも、電源に外付け回路を接続し、定電流制御をさせる方法があります。

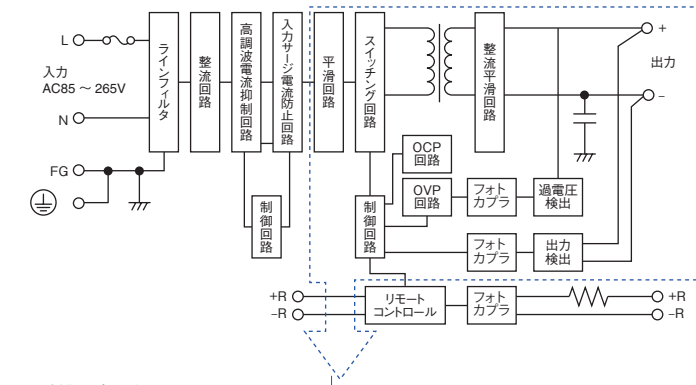
具体的に当社製HWS1000を例にあげ説明します(図FAQ-4)。

電源の負荷線にシャント抵抗①を付け、出力電流をシャント抵抗にて電圧変換し、出力電流を検出します②。また、定電流垂下点調整回路を設け、過電流設定基準電圧を作ります③。この②と③の電圧をオペアンプ④にて比較し、フォトカプラ⑤にて電源の出力電圧を制御します。

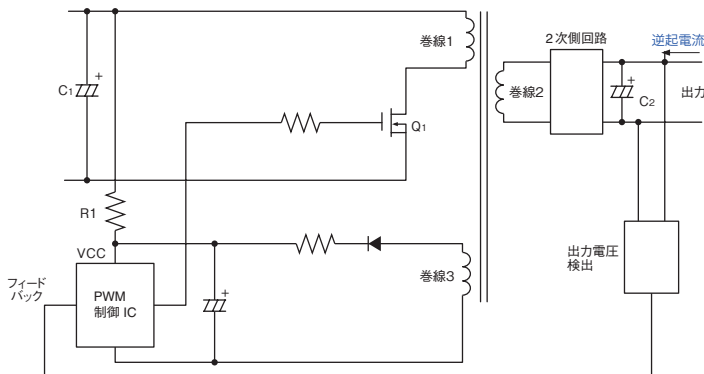
図FAQ-4 HWS1000 使用時におけるバッテリー充電用定電流回路構成



図FAQ-5 ブロック図



PWM制御IC部詳細



なお、この方法は出力電圧外部コントロール(PV可変機能)を持った電源の定電流回路構成例となり、必ず定格電力以下でご使用頂く必要があります。

● モータ駆動用途におけるスイッチング電源への影響について

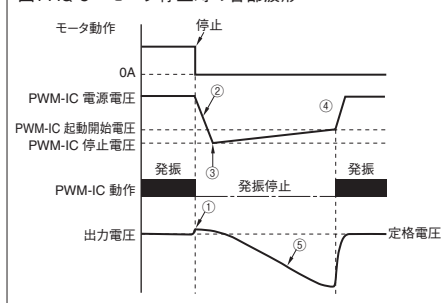
モータ駆動用途として標準スイッチング電源を使用する場合、モータの停止時に、コイルのインダクタンスにより逆起電力が発生し、電源の出力低下などの不具合を起こす可能性があります。

この現象は、電源内部に独立した補助電源を持たない、主に300W未満の出力容量タイプが対象となります。

電源起動時は、整流回路から高調波電流抑制回路を経て平滑回路の入力コンデンサ(C₁)の両端に約DC370Vの昇圧電圧が掛かります。さらに、そこから起動抵抗R₁を介してPWM制御IC(以下IC)のVCCに電圧が供給されます。このVCCが、ICの起動開始電圧以上になりICが動き始めるとMOS FET (Q₁)がスイッチングを開始します。その後、ICの駆動電圧はメイントランスの補助巻線タップ(巻線3)から供給を受けます。つまり、R₁を介した電圧は起動時のIC立上げのみに使われることになります(定常動作)。

では、モータ停止時に出力電圧が低下するメカニズムを、図FAQ-6のブロック図内の各部波形で説明します。

図FAQ-6 モータ停止時の各部波形



電源の定常動作において、モータが停止すると逆起電力が発生します。電源の2次側に逆起電流が流れ込み出力電圧が上昇、ICは出力電圧の上昇を検出し出力電圧を下げるためパルスを抑えようとしますが、制御系の遅れにより即座にパルスを抑えることができず、出力電圧が定格電圧を超えてしまう現象が生じます(①)。

その後、電源2次側に出力コンデンサ(C₂)があるため、出力電圧がすぐに定格電圧まで戻ることはなく、ICはしばらくの間パルスを閉じたまゝの状態となります。

一方、ICのパルスが閉じるとQ₁が動作しなくなり、メイントランスの補助巻線タップからの電圧供給が途絶えます。よって、VCCは徐々に低下します(②)。さらにICの停止電圧までVCCが下がると(③)再起動モードとなり、再度起動抵抗R₁を介してICのVCCに電圧が供給されますので、ICの起動電圧まで上昇するためには数十msの時間を必要とします(④)。よって、その間は出力電圧が低下してしまいます(⑤)。

これらの理由によりスイッチング電源にモータ負荷を接続する場合は、逆起電力により電源出力端の電圧が上がらないようにする必要がありますため、逆電流防止用のダイオードを電源外部に接続することを推奨します。

なお、モータ専用電源であれば、そのダイオードを電源に内蔵することも考えられますが、部品発熱や電源効率の低下がデメリットとなりますので、モータ以外の用途も考慮する標準電源では内蔵していないことを追記しておきます。

■動作異常時のチェックポイント

スイッチング電源の動作にトラブルが生じた場合、電源の故障ではなく、使用方法や取り扱いに起因することも少なくありません。動作異常時にはまず次のようなチェックポイントをご確認ください。

1. 入出力端子の接続を確認してください。

正しい端子に配線されているか、規定の入力電圧範囲であるかをチェックしてください。

2. 過電圧保護、過電流保護の設定を確認してください。

V.ADJの上げすぎ
OVの下げすぎ
OCの下げすぎ



V.ADJ、OV、OCなどの調整トリマを回しすぎている場合、過電圧保護、過電流保護が動作しやすくなります。

3. 付属機能の端子接続を確認してください。

付属機能を使用するときは、正しい配線が行われているか、外付け素子の選択が間違っていないかをチェックしてください。

下記に、起きやすいトラブル例と原因をまとめてみます。

●出力がでない場合

[原因] 正しい入力電圧が印加されていない：
入力電圧、入力切換え端子、出力端子接続をご確認ください。

[原因] 過電圧保護機能が動作している：
出力電圧可変トリマ (V.ADJ) を回しすぎたり、過電圧値調整トリマの設定が低すぎると、過電圧保護機能により出力が遮断されます。

[原因] リモートセンシングがオープン：
S端子と直流出力端子間のショートピースが外れていると過電圧保護機能により出力が遮断されます。

[原因] 過電流保護機能が動作している：
過電流値調整トリマを回しすぎたり、負荷が短絡している場合など、過電流保護機能が動作します。

[原因] リモートON/OFFがショート：
RC端子間が短絡されている時、または"L"レベル信号が入力されている時は、リモートON/OFF機能により出力は遮断されます。

[原因] 外付けコンデンサの容量が大きすぎる：
外付けコンデンサの容量が制限されている機種があります。過大な容量が負荷に接続されている場合、またはDC-DCコンバータのように起動時に低インピーダンス特性を示す負荷は、出力が立ち上がらないことがあります。

●出力電圧が低い場合

[原因] 出力電圧値の設定が低すぎる：
V.ADJや出力電圧外部可変機能での出力電圧の設定が低すぎる場合です。

[原因] 最小出力電流以下の電流値：
マルチ出力電源の場合、V_I (5V) の出力電流が最小出力電流値以下の時には他の出力は正規の電圧が出力されないことがあります。

[原因] 正しい入力電圧が印加されていない：
入力電圧範囲より低い場合、出力電圧が低下することがあります。

[原因] 過電流保護機能が動作している：
負荷が短絡している場合など、過大な電流が流れて過電流保護機能が動作します。

●出力がすぐに停止してしまう場合

[原因] 過電圧保護機能が動作している：
出力電圧可変トリマを回しすぎたり、過電圧調整トリマの設定が低すぎると過電圧保護機能により出力が遮断されます。

[原因] 過電流保護機能が動作している：
負荷が短絡している場合など、過大な電流が流れて過電流保護機能が動作します。

[原因] 過熱保護機能が動作している：
周囲温度が高くなりすぎたり、強制空冷装置の故障などで過熱保護機能により出力が停止します。

●出力が不安定な場合

[原因] 端子接続が不完全：
出力端子および負荷端子のビス締め付け緩み、錆などによる接触不良で出力は不安定になります。

[原因] 過電流保護機能が動作している：
負荷が短絡していたり負荷電流が多すぎる場合
など、過電流保護機能が動作します。

[原因] 最小出力電流以下の電流値：
マルチ出力電源の場合、 V_1 (5V) の出力電流が最
小出力電流値以下の時には、他の出力は正規の
電圧が出力されないことがあります。

●リップル・ノイズが大きい場合

[原因] 入出力の配線に問題がある：
長い配線や入出力が分離されていない配線は、
ノイズの発生につながります。

[原因] 入力電圧が低い：
入力電圧が低くなると、リップル・ノイズが増加
します。

[原因] 負荷電流が大きすぎる：
過負荷になると、リップル・ノイズが増加します。

■絶縁・耐圧試験時の注意事項

絶縁・耐圧試験は劣化の原因となる場合があります、
実施にあたっては十分配慮が必要です。入力系、
出力系、FG (フレームグランド) で、その系内を
同電位にして (同一系内でショートする) 実施す
る必要があります。

使用する試験器は、テストON時にゆるやかに立
上がり、OFF時に自動的に充電エネルギーを放
電するタイプが望ましく、手動でテスト後の放
電を行う時は、 $100\text{k}\Omega \sim 1\text{M}\Omega$ 程度の抵抗を通し
て行ってください (低インピーダンスでの放電は
劣化の原因となる場合がありますので、避けて
ください)。

また、いずれの場合におきましても感電防止の
ための十分な安全対策が必要です。

第2項 スwitchング電源編 (外観上から見た製品タイプ別) パワーモジュール型・オンボード型

■接続方法

Q1: パワーモジュール／オンボード電源は、入出力端子を供給電源と負荷装置に接続するだけで動作しますか？

A1: 入出力端子を供給電源と負荷装置に接続するだけでは動作しない電源もあります。特に以下の点についてご注意ください。

＊センシング機能がある製品は、センシング端子を出力側に接続する必要があります。
＊リモートON/OFFコントロール機能がある製品は、-Vin端子もしくは+Vin端子への接続が必要となる場合があります。

＊製品によっては、コンデンサやチョークコイルなどの周辺部品が必要な場合もあります。

詳細は、各製品の取扱説明および基本接続をご確認ください。

■製品仕様

Q2: 消費電力(損失)を教えてください。

A2: 消費電力(損失)は、入力電力と出力電力との差であり、以下の算出式を使用することで算出可能です。

$$\begin{aligned} P_d &= P_{in} - P_{out} \\ &= \frac{P_{out}}{\eta} - P_{out} \\ &= (V_{in} \times I_{in}) - (V_{out} \times I_{out}) \end{aligned}$$

P_d : 消費電力(W)

P_{in} : 入力電力(W) $P_{in} = V_{in} \times I_{in}$

P_{out} : 出力電力(W) $P_{out} = V_{out} \times I_{out}$

η : 効率

V_{in} : 入力電圧(V)

I_{in} : 入力電流(A)

V_{out} : 出力電圧(V)

I_{out} : 出力電流(A)

例1) CC30-4805SFP-Eの入力電圧48V、周囲温度25℃、最大出力電力(30W)時の効率は仕様規格より92.5%となります。

この時の消費電力(損失)は、上記算出式より
 $P_d = (30 \div 0.925) - 30 = 2.43W$ となります。

例2) DC-DCコンバータを動作させた時に、入力電圧と入出力電流を実測したところ以下の値となりました。

入力電圧(V_{in})=47.996V

入力電流(I_{in})=0.348A

出力電圧(V_{out})=5.014V

出力電流(I_{out})=2.998A

この時の消費電力(損失)は、上記算出式より
 $P_d = (47.996 \times 0.348) - (5.014 \times 2.998) = 1.67W$ となります。

Q3: 実際に使用できる出力電力(電流)はどの程度でしょうか？

A3: 仕様規格として最大出力電流と最大出力電力を規定しております。製品を安全に動作させるためには、どちらの値も超えない条件で使用する必要があります。

特に出力電圧可変機能を使用した場合には、以下のようになりますのでご注意ください。

①出力電圧が定格出力電圧と同等の場合
(初期設定)

**最大出力電力=最大出力電流×
定格出力電圧**

となり、どちらか一方を超えないことを確認頂ければ問題ありません。

②出力電圧を定格出力電圧より高く設定する場合

**最大出力電力<最大出力電流×
設定出力電圧**

となり、最大出力電力で制限されます(出力電流を低減する必要があります)。

③出力電圧を定格出力電圧より低く設定する場合

**最大出力電力>最大出力電流×
設定出力電圧**

となり、最大出力電流で制限されます(出力電力を低減する必要があります)。

また、その他に各製品ごとに使用温度による出力ディレーティングが規定されています。こちらも併せて考慮する必要があります。

例) CC10-4805SF-Eの出力電圧を6Vに可変して、周囲温度85℃、自然空冷で使用する場合、仕様規格より最大出力電流は2A、最大出力電力は10Wですが、出力電圧を定格出力電圧より高く設定する場合、出力電流は最大出力電力を超えないように低減されます。また、出力ディレーティングより周囲温度85℃で使用する場合、さらに40%以下に低減する必要があります。

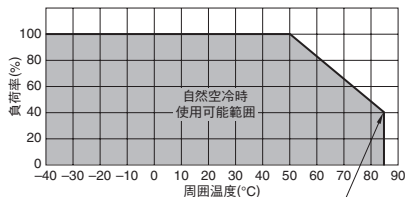
従いまして、最大出力電流は

$$\begin{aligned} \text{最大出力電流} &= \text{最大出力電力} \div \text{設定出力電圧} \times 0.4 \\ &= 10 \div 6 \times 0.4 \\ &= 0.66\text{A} \end{aligned}$$

となります。

図FAQ-7

CC10-4805SF-E 自然空冷時出力ディレーティングカーブ



Q4: DC入力のパワーモジュール／オンボード電源の場合、入力サージ電流(突入電流)の仕様規格はないのでしょうか？

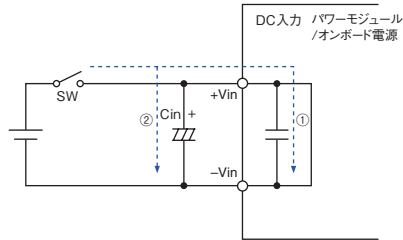
A4: 通常仕様規格では規定していません。

参考データとしまして、各製品の型式データに代表波形を載せておりますのでご参照ください。

入力サージ電流(突入電流)は、入力投入時に入力ライン間に接続されているコンデンサに流れる充電電流です。DC入力のパワーモジュール／オンボード製品でも、入力電圧をスイッチなどによって瞬間的に印加す

る場合はこの電流が流れます。ただし、外部に追加接続される入力コンデンサの容量や配線パターンインピーダンス成分によって入力サージ電流(突入電流)の値は変化します。

図FAQ-8



*入力サージ電流(突入電流)は、製品に内蔵されているコンデンサに流れる充電電流(①)と外部に接続する入力コンデンサCinに流れる充電電流(②)との合計値となります。

■信頼性

Q5: 故障時間について、MTBFで表している製品とMTTFで表している製品があるようですが、違いは何でしょうか？

A5: MTBF (Mean Time Between Failure 平均故障間隔)とは、ある製品が使用を開始してから、もしくは故障から回復してから、次に故障するまでの平均時間のことです。

一方、MTTF (Mean Time To Failure 平均故障時間)とは、ある製品が使用を開始してから、故障するまでの時間のことです。

どちらも算出方法は同じですが、一般的には修理可能な製品はMTBF、修理できない製品はMTTFと呼ぶことが多いです。

弊社では、電源製品の信頼性を表す場合、通常MTBFを用いておりますが、特に小型オンボード製品などの明らかに修理が困難な製品については、MTTFで表す場合もあります。

Q6: 故障率としてFIT数を教えて下さい。

A6: FIT(Failure In Time)とは、故障率を表わす単位のこと、 10^9 時間あたりに何件故障が発生するかを表わしております。

例えば、 10FIT の場合は、 10^9 時間あたりに10件故障が発生することになります。

FIT値は、信頼性データに記載されているMTBFまたはMTTFから以下の算出式を用いて算出することが可能です。

$$\text{FIT} = \frac{1}{\text{MTBF}} \times 10^9$$

もしくは

$$\text{FIT} = \frac{1}{\text{MTTF}} \times 10^9$$

■放熱設計

Q7: パワーモジュール／オンボード電源の放熱方法を教えてください。

A7: 製品の構造により、大きく2タイプに分かれます。

①実装部品の発熱を周囲空気に直接放熱させるタイプ

実装基板が外部に露出している製品は、実装部品の発熱を周囲空気に直接放熱させます。

こちらのタイプの製品は、外部ファンによる強制空冷をすることで、出力可能な電力を増やすことが可能です(例外として、CC-Eシリーズは、実装基板をケースにて覆っておりますが、モールド樹脂を使用せず、周囲空気の取り込み口を設けておりますので、こちらのタイプに分類されます)。

上記タイプは、動作可能な温度を周囲温度にて規定しております。

詳細は、各製品の仕様規格、出力デレーティングおよび取扱説明をご確認ください。

②放熱器を取り付けて熱伝導を利用して放熱器より周囲空気に放熱させるタイプ

アルミベースプレートタイプ(アルミプレート上に発熱部品を実装している)の製品は、ベースプレートに適切な放熱器を取り付ける必要があります。

このタイプは、ベースプレート上に配置している実装部品の発熱をベースプレートより放熱器に熱伝導(コンダクション・クーリング)させ、放熱器より効率良く周囲空気に放熱させます。

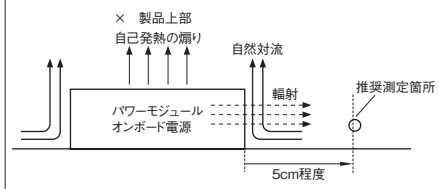
このタイプは、上記タイプと異なり、動作可能な温度をベースプレート温度にて規定しております。比較的大容量で発熱が大きい製品で採用しており、放熱器の形状や放熱器への外部ファンによる強制空冷によって、出力可能な電力を自由に設計することが可能です(詳細は、弊社までお問い合わせください)。

Q8: 周囲温度とは、具体的にはどの温度を測定すれば良いのでしょうか？

A8: 周囲温度は、製品周囲の雰囲気温度であり、製品を実装される装置の内部温度を測定してください。

測定ポイントとしましては、製品の横方向に5cm程度離れた箇所としてください。製品の上部とした場合、自己発熱の煽りや自然対流の影響を受けてしまいます。また、余り近づき過ぎますと電源からの輻射の影響も受けしまい正確な測定ができませんのでご注意ください。

図FAQ-9



なお、強制空冷対応製品(実装基板が外部に露出している製品)につきましては、別途測定方法を規定しております。

詳細は、各製品の取扱説明をご確認ください。

■取扱方法

Q9: 製品を洗浄しても問題ないでしょうか？

A9: 一部の製品を除いてIPA（インプロピルアルコール）による端子ピンのみへのブラシ洗浄を推奨しております（洗浄液が製品内部に浸入した場合、使用部品が劣化する可能性があります）。

詳細は、各製品の取扱説明をご確認ください。

■応用例

Q10: 必要な出力電圧の製品がカタログ上にありません。

対応する方法はないでしょうか？

A10: 以下の2通りの方法が考えられます。

①出力電圧可変機能を用いる方法

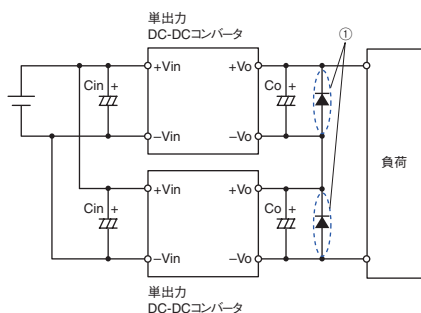
出力電圧可変機能がある製品は、出力電圧可変端子TRMに抵抗を接続するなどして、出力電圧を調整することが可能です。ただし、仕様規格で規定している可変範囲を超えた電圧には対応できません。

②複数の出力電圧を積み重ねる方法

この方法の場合、実装面積が大きくなる可能性があります。組み合わせ方を変えることで多種多様な出力電圧を構成可能です。

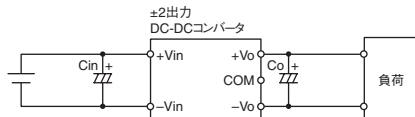
以下に出力電圧積み重ね構成例を示しますのでご参照ください。

図FAQ-10 複数台の製品の出力電圧を積み重ねる場合



* 電源が立上らない場合には、バイパス用にショットキーバリアダイオードなどの順方向電圧ができるだけ低いダイオードを各製品の出力に並列に接続してください(①)。
このバイパス用ダイオードには、逆電圧が+Voutと-Vout間の電圧の2倍以上のものを使用してください。
また、出力電流は1番小さな製品の定格電流値以下で使用してください。

図FAQ-11 ±2出力製品の出力電圧を積み重ねる場合



* ±2出力製品のCOM端子をオープンにすることにより、2出力を積み重ねて使用することが可能です。±12V出力製品の場合には、24V出力の単出力製品として使用することができます。

表FAQ-1 組み合わせ構成例

上記の方法を組み合わせることで、以下のような電圧を作ることが可能です。

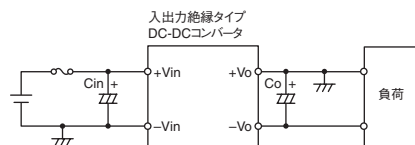
CC-E シリーズ10W以下の場合

組み合わせ構成	出力電圧 (初期値)	出力電圧設定 可能範囲(可変機能)
3.3V出力製品(単品)	3.3V	3.15 ~ 3.60V
5V出力製品(単品)	5.0V	4.75 ~ 6.00V
3.3V出力×2台使用	6.6V	6.30 ~ 7.20V
3.3V出力+5V出力	8.3V	7.90 ~ 9.60V
5V出力×2台使用	10.0V	9.50 ~ 12.00V
12V出力製品(単品)	12.0V	11.40 ~ 15.00V
3.3V出力+12V出力	15.3V	14.55 ~ 18.60V
5V出力+12V出力	17.0V	16.15 ~ 21.00V
3.3V出力+5V出力 +12V出力	20.3V	19.30 ~ 24.60V
±12V出力 (COM端子未使用)	24.0V	22.80 ~ 30.00V

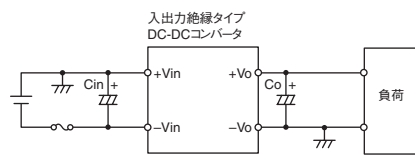
Q11: DC-DCコンバータの入出力極性を反転させることは可能でしょうか？

A11: 入出力絶縁タイプの製品は、極性反転出力とすることが可能です。接続方法は、下図をご参照ください。

図FAQ-12 正電圧入力→負電圧出力の場合

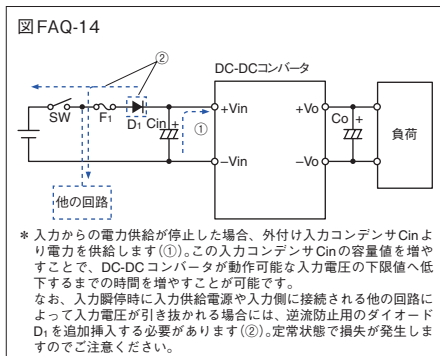


図FAQ-13 負電圧入力→正電圧出力の場合



- Q12: DC-DCコンバータで入力瞬停時に出力電圧を保持する方法はないでしょうか？
- A12: 入力側に大容量のコンデンサを追加する方法があります(入力電圧が引き抜かれる場合には、ダイオードも追加する必要があります)。

図FAQ-14

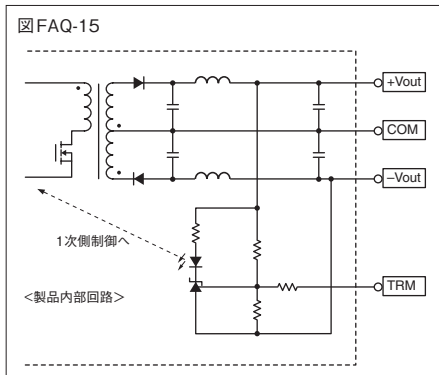


■使用上の注意

- Q13: 絶縁型オンボード電源の±2出力製品について、各出力の負荷電流が均等ではないのですが、問題ないでしょうか？
- A13: 出力電圧が大きく変動する場合がありますのでご注意ください。±2出力製品は、小型化のため、+Voutと-Vout間の電圧を次図のような回路にて制御することで出力電圧を安定化させております。

各出力電圧を個別に安定化制御しておりませんので、各出力の電流値によって出力電圧が変動してしまいます。各出力の負荷電流が不均等で出力電圧精度が要求される場合には、単出力のコンバータを組み合わせさせてご使用されることをおすすめします。

図FAQ-15



第3項 電源ライン用EMCフィルタ(ノイズフィルタ)編

■定格入力について

Q1: 250V定格の製品を100Vで使用できますか？

A1: 定格電圧以下の使用であれば問題ありません。

Q2: AC250V定格電圧以上での使用はどこまで可能ですか？

A2: 定格電圧は守ってください。電圧変動を含む絶対最大電圧はAC275Vです。

Q3: 定格入力電流はどこまで、可能ですか？

A3: 定常電流としては定格電流以下です(突入電流は別項目をご参照ください)。

Q4: 定格電流を選ぶときの目安はどのくらいですか？

A4: 定常電流で定格の80%が標準です(ディレーティング率80%)。

Q5: 入力電流はできるだけ大きな製品を選ぶべきですか？

A5: 極端にディレーティング(余裕)を取りすぎると、特性でマイナスの場合があります。

Q6: AC400Hz電源で使用は可能でしょうか？

A6: 一般用フィルタは商用電源(50/60Hz)での使用を前提にしており、AC400Hzの電源での使用は保証しておりません。

■フィルタの特性について

Q7: コモンモードとディファレンシャルモード減衰特性の違いについて

A7: 伝導ノイズは伝送モードからコモンモードとディファレンシャルモードに分類されます。

コモンモード減衰特性はコモンモードのノイズに対する減衰特性であり、ディファレンシャル減衰特性はディファレンシャルモードのノイズに対する減衰特性を表します(詳細については第9章にある「伝導ノイズの2つの伝播ルートと対策の基本」をご参照ください)。

Q8: 一般の高周波ノイズ用フィルタとパルスノイズ対応の違いについて教えてください

A8: 高周波ノイズ用フィルタはスイッチング電源やインバータなどのスイッチングノイズ

の高調波としてあらわれるノイズ成分の対策を目的としており、ノイズのエネルギー量はあまり高くないのですが、機器によっては、高いエネルギーのノイズを発生することがあります。

ノイズのエネルギーが高すぎると、ノイズフィルタのコアが飽和し、減衰特性が著しく低下することがあります。

パルスノイズ対応フィルタは、対策として飽和磁束密度の高い材料(形状を同じとした時、一般品の約3倍)を使用しています。詳細は弊社までお問い合わせください。

Q9: EN/IEC61000-4-5の雷サージ試験に対応できるでしょうか？

A9: 要求されるレベルにもよりますが、雷サージ試験については考慮されておりませんので、定格内でのご使用をお願いいたします。定格以上の電圧が印加される可能性がある場合は、バリスタやアレスタなどのサージ吸収装置の使用を検討ください。

Q10: バリスタ、アレスタの推奨部品はないでしょうか？

A10: 電源環境や要求される耐サージレベルにより異なりますので、弊社として推奨部品は決めておりません。

安全規格取得品から動作電圧と必要なサージ耐量を持つ部品を選定されるのが適切と思います。

Q11: 特性が1台では満足を得られません。直列使用できますか？

A11: ですが、各々、定格を守る必要があります。また、漏洩電流は加算されます。

Q12: フィルタの定格電流が1台では不足です。並列使用できますか？

A12: 並列での推奨はできません。内部部品の電流バランスが崩れて特性が得られない可能性があるためです。

Q13: フィルタの負荷側での並列使用は可能でしょうか？

A13: 定格電流以内であれば使用可能です。ただし、負荷側相互間の影響を考慮する必要があります。

■直流電源での使用について

Q14: AC電源用フィルタをDC入力で使用できますか？

A14: DC入力でも使用できます。突入電流(別項目をご参照)に注意してください。

Q15: DC入力で使うとき、アース端子はどうしたらよいですか？

A15: ACの場合と同じです。アースに接続してください(行きと帰りの電流が同じであること：信号GNDは絶縁が必要)。

Q16: DC入力用におすすめの製品はありますか？

A16: AC電源用フィルタは、DC電源用としても使用できます。電流、電圧定格や特性を考慮して選定をお願いします。

■入出力の方向について

Q17: 入出力を入れ替えて使用できますか？

A17: 使用できます。ただし特性上の差が出る場合がありますので、実機での確認が必要です。

Q18: 入出力を入れ替えて使用した場合どのような影響がでますか？

A18: 回路が入出力側対称型であれば、特性上も差はありませんが、非対称型は実機での減衰特性に差が出る場合があります。

■突入電流について

Q19: 入力突入電流(サージ電流)はどこまで可能ですか？

A19: 50/60Hzの商用電源の1/4サイクル(5ms)程度の時間であれば定格電流の50倍以内です。

Q20: DC入力の突入電流はどこまで可能ですか？

A20: 5ms以内の時間であれば定格電流の50倍以内です。

■温度範囲について

Q21: 使用温度範囲を超えて使えますか？

A21: 使用温度範囲以内で使用する必要があります。

Q22: 電流を低くおさえれば、使用温度範囲以上で使えますか？

A22: 使用温度範囲以内で使用する必要があります。

Q23: 使用温度範囲を超えて使うとどんな影響がでますか？

A23: 製品寿命、信頼性などに悪影響がでます。

■配線の方法について

Q24: アース端子を浮かして使用してもよいですか？

A24: 感電の危険がありますので、アースは安全上必ず接地してください。

Q25: アースの取り方はどうしたらよいですか？

A25: 金属ケースまたはG端子をアースに接続してください。

Q26: アース端子が2箇所ある製品の接続方法は？

A26: 1箇所確実にアースすれば大丈夫です(2箇所あるのは、使い勝手を良くするためです)。

Q27: 入出力の配線はどのようにしたらよいですか？

A27: 出力側から入力側へのノイズの回り込みを防止するため、入力線と出力線はできるだけ離して配線してください。

Q28: 配線は他の線と平行にしては良くないといわれますか？

A28: 他の線との干渉を避けるため平行配線はしないのが一般的です。

Q29: 入力線同士／出力線同士はどのようにしたらよいですか？

A29: できるだけペアでツイストするか、接近させて最短で配線するのがベターです。

Q30: 端子部ネジの推奨締付トルクを教えてください。

A30: 製品ごとに異なりますので、個別の仕様書をご確認ください。

■フィルタの選定方法について

Q31: どのようにして適切なフィルタを選定すればいいのでしょうか？

A31: 使用される機器に要求される、定格電圧、電流や漏洩電流、安全規格などを確認して決める必要があります。
カタログのセレクションチャートが目安になると思いますので、ご検討ください。

Q32: インバータ用のフィルタ選定方法について教えてください。

A32: 使用される機器に要求される安全規格やノイズレベル、使用する電源により異なります。セレクションチャートのインバータ用と記載しているモデルを中心にご検討ください。

一般的には、150～500kHz付近での減衰特性が高いフィルタを選定するのが適切であると思います。

■認定品について

Q33: CE マーキング品はありますか？

A33: CE マーキング付きのフィルタはありません(CE マークは本来最終セット品に要求されます)。

Q34: CE マーキング製品用にフィルタを選定したいのですが？

A34: ヨーロッパ安全規格認定品(ENEC)をご使用ください。

Q35: 北米向け輸出品用にはどの製品を選べばよいですか？

A35: UL/CSA 認定品をご使用ください。

Q36: 輸出品で安全規格の証明書が必要ですが？

A36: UL/CSA/ENEC などの必要な認証ドキュメントを用意しております。

Q37: 安全規格用に使用しているリストが必要ですが？

A37: 使用部材リストや材料証明書を提出します。

Q38: 中国 CCC 認証のフィルタはありますか？

A38: 現在のところ、電源用EMCフィルタは中国CCCの対象になっておりません。

■その他

Q39: RoHS 対応の品名を教えてください。

A39: カタログ品については全製品RoHS対応済みです。

その他の品名については、弊社までお問い合わせください。

Q40: フィルタにアスベストは使用していませんか？

A40: アスベスト類は全廃済みであり、現在アスベスト類を使用したフィルタはありません。

Q41: 有害物質の調査をお願いしたいのですが、依頼方法を教えてください。

A41: 弊社特約店か営業担当にご依頼いただければ、弊社安全環境部門よりご回答いたします。

Q42: 電源用EMCフィルタは静電気対策として効果がありますか？

A42: 静電気のイミュニティ規格であるEN/IEC61000-4-2規格で規定している、試験波形の立上り時間は1ns以下であり、数MHz～数GHzまでの周波数帯で効果のあるフィルタが必要ですが、一般の電源用EMCフィルタは150kHz～30MHzの周波数対策用として設計されており、静電気に対する効果は、あまりありません。

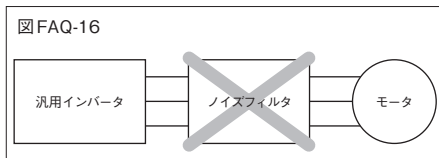
静電気対策用としては、クランプフィルタなどラジエーションノイズ対策用として設計された部品(30MHz～1GHz)が非常に効果的です。

Q43: 電源用EMCフィルタは電源高調波対策として効果ありますか？

A43: 電源高調波は基本波の40次(2.4kHz)までの周波数が規制対象で、電源ライン(ディファレンシャルモード)に数mHのインダクタンスが必要ですが、電源用EMCフィルタは150kHz～30MHzの周波数対策用として設計されており、ディファレンシャルモードでのインダクタンス成分は数十μH程度であるため、電源高調波対策としての効果はあまりありません。

Q44: 電源用EMCフィルタはインバータやサーボモータの出力側用フィルタとして使用できますか？

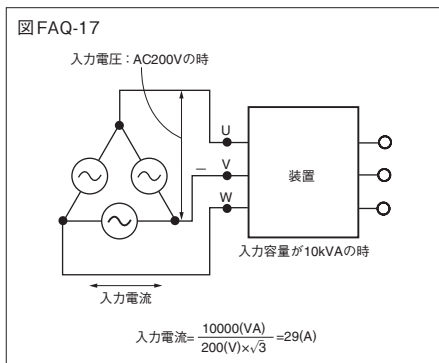
A44: 内部にコンデンサを内蔵しているノイズフィルタは汎用インバータとモータ間には使用できません。
高周波電流によるコンデンサの焼損の可能性がありますので、インバータの出力側には、出力側専用フィルタをご使用ください。



Q45: 三相装置の入力電流算出方法を教えてください。

A45: ノイズフィルタ選定においては、三相装置の入力電流算出が目安となります。三相装置の入力電流算出方法の事例を示します。

計算例



Q46: 漏電ブレーカ選定時の注意を教えてください。

A46: ノイズフィルタは内部にラインバイパスコンデンサを内蔵しているため、漏洩電流が流れます。漏電ブレーカ選定の際にはノイズフィルタの漏洩電流を考慮して選定願います。

Q47: dB μ Vの意味について教えてください。

A47: ノイズレベルはLISNの測定抵抗で発生した電圧を1 μ Vを0[dB]として次の式で表します。

$$E(\text{dB}\mu\text{V}) = 20\text{Log}(V1/V2)$$

E: ノイズレベル

V1: ノイズ電圧

V2: 基準電圧

例えば1mVの電圧は60dB μ Vであり、1Vは120dB μ Vになります。

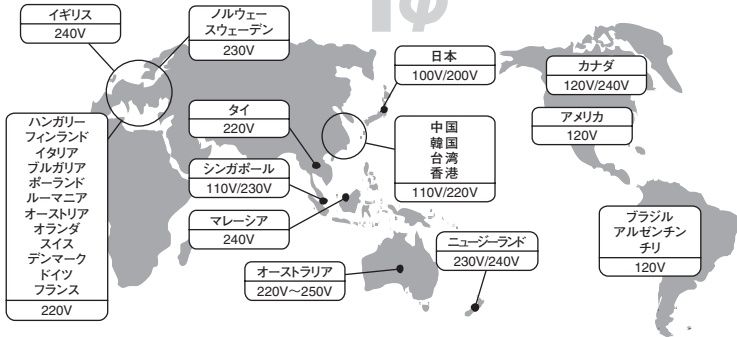
Q48: 世界で使用されている電源電圧はどうなっていますか？

A48: 世界各国ではさまざまな電圧の電源が使われており、安全性などの要求もさまざまです。製品設計にあたっては、セットの仕向け地の電源仕様を十分確認してフィルタの選定を行う必要があります。

■世界の商用電源電圧

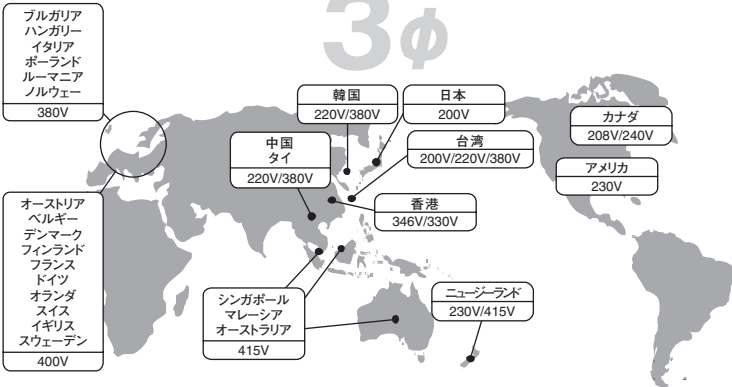
図FAQ-18

世界各国の単相商用電圧



図FAQ-19

世界各国の三相商用電圧



インデックス

第1項 スイッチング電源編 _____ Index-01

第2項 電源ライン用EMCフィルタ
(ノイズフィルタ) 編 _____ Index-09

第1項 スイッチング電源編

アルファベット

章 頁

AC-DC パワーサプライ	AC-DC パワーサプライ	1-01
AC-DC パワーモジュール	AC-DC パワーモジュール	1-02
CEN (Comite Europeen de Normalisation)		
	国際規格・規制 安全規格(規制)	7-01
CENELEC (Comite Europeen de Nomalisation Electrotechnique)		
	国際規格・規制 安全規格(規制)	7-01
CE マーキング	国際規格・規制 安全規格(規制)	7-02
CSA (Canadial Standards Association)		
	国際規格・規制 安全規格(規制)	7-01
DC-DC コンバータ	DC-DC コンバータ	1-02
DC-DC パワーモジュール	DC-DC パワーモジュール	1-02
EMC	電源特性・IEC61000 電磁両立性	6-01
EMC (Electro Magnetic Compatibility)		
	電源特性・IEC61000	6-01
	国際規格・規制 イミューニティ	7-04
EMC 指令	国際規格・規制 安全規格(規制)	7-02
EMI	電源特性・IEC61000 電磁妨害波	6-01
EMI (Electro Magnetic Intereference)		
	電源特性・IEC61000	6-01
EMI (Electro Magnetic Intereference)		
	国際規格・規制 イミューニティ	7-04
EMI 特性	型式データ解説	4-11
EN (European Norm)	国際規格・規制 安全規格(規制)	7-01
ETSI (European Terecommunications Standarads Institute)		
	国際規格・規制 安全規格(規制)	7-01
IEC61000	電源特性・IEC61000	6-01
International Electro technical Commisson		
	電源特性・IEC61000 国際電気標準会議	6-01
	国際規格・規制 イミューニティ 国際電気標準会議	7-04
JEITA 規格	電源特性信頼性データ	5-01
LED 照明	電源の主要用途例 オートメーション	1-06
MIL (Military Standard)	電源特性信頼性データ	5-01
MIL 規格	電源特性信頼性データ 米軍規格	5-01
MTBF (Mean Time Between Failures)		
	電源特性信頼性データ	5-01
MTBF 算出方法	電源特性信頼性データ	5-01

アルファベット

OCP (Over Current Protection)	電源仕様書	機能編	3-05
	型式データ解説		4-03
ON/OFF 方式	スイッチング電源回路		2-03
ON/ON 方式	スイッチング電源回路		2-03
OVP (Over Voltage Protection)	電源仕様書	機能編	3-05
	型式データ解説		4-03
Product Safety Electrical Appliance & Materials			
	国際規格・規制	安全規格(規制)	電気用品安全法
			7-02
REACH 規則 (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)			
	国際規格・規制		7-05
RoHS 指令 (Restriction of Hazardous Substances)			
	国際規格・規制		7-05
SEMI-F47	電源仕様書	機能編	3-06
UL (Underwriter Laboratories Incorporated)			
	国際規格・規制	安全規格(規制)	7-01

あ行

アブノーマル試験	電源特性信頼性データ		5-04
アレニウスの10℃則	電源特性信頼性データ	電解コンデンサ	5-03
	電源の実装方法	取付方法	8-06
イミューニティ	国際規格・規制		7-04
医療機器分野	電源の主要用途例		1-04
欧州規格 (EN)	国際規格・規制	安全規格(規制)	7-01
欧州電気通信標準化機構 (ETSI)	国際規格・規制	安全規格(規制)	7-01
欧州電気標準化委員会 (CENELEC)			
	国際規格・規制	安全規格(規制)	7-01
欧州標準化委員会 (CEN)	国際規格・規制	安全規格(規制)	7-01
基板型	AC-DC パワーサプライ		1-01
温度変動	型式データ解説	静特性	4-02
オンボード型	AC-DC パワーサプライ		1-01

か行

型式データ解説	型式データ解説	4-01
過電圧保護	電源仕様書 機能編	3-05
過電圧保護特性	型式データ解説	4-03
過電流保護	電源仕様書 機能編	3-05
過電流保護特性	型式データ解説	4-03
過渡応答特性	型式データ解説	4-06
カナダ規格協会 (CSA)	国際規格・規制 安全規格 (規制)	7-01
雷の過渡現象	電源特性・IEC61000 誘電雷	6-05
環境ファクタ	電源特性信頼性データ	5-01
機械指令	国際規格・規制 安全規格 (規制)	7-02
ギャップ式放電管	電源の実装方法 配線方法	8-15
強制空冷	電源仕様書 環境編	3-07
	電源の実装方法 取付方法	8-02
強制空冷の取付	電源の実装方法 取付方法	8-04
極性反転チョップ方式 (バックブースト)	スイッチング電源回路	2-05
コイル使用	電源のフィルタ回路	2-02
降圧チョップ方式 (バック)	スイッチング電源回路	2-05
高調波電流規制	国際規格・規制	7-03
高調波電流成分	型式データ解説	4-08
高調波電流の影響	国際規格・規制	7-03
効率	電源仕様書 入力編	3-02
効率、入力電流-出力電流	型式データ解説 静特性	4-02
国際電気標準会議	電源特性・IEC61000 International Electro technical Commission	6-01
	国際規格・規制 イミューニティ	7-04
コモンモードノイズ	電源の実装方法 配線方法	8-12

さ行

サージ・イミューニティ試験	電源特性・IEC61000	6-05
サージ応答性	電源の実装方法 配線方法	8-15
サージ電圧対策	電源の実装方法 配線方法	8-15
最小出力電流	電源仕様書 出力編	3-03
最小電流	電源仕様書 出力編	3-03
最大温度変動	電源仕様書 出力編	3-04
最大出力電力	電源仕様書 出力編	3-03
最大直流出力電流	電源仕様書 出力編	3-03
最大電流	電源仕様書 出力編	3-03

さ行

最大電力	電源仕様書	出力編	3-03
最大入力変動	電源仕様書	出力編	3-03
最大ピーク出力電流	電源仕様書	出力編	3-03
最大ピーク電流	電源仕様書	出力編	3-03
最大負荷変動	電源仕様書	出力編	3-04
雑音端子電圧	国際規格・規制		7-04
雑音電界強度	国際規格・規制		7-04
産業用機器	電源の用途別分類		1-03
試験・測定器分野	電源の主要用途例		1-05
自然空冷	電源仕様書	環境編	3-07
自然空冷の取付	電源の実装方法	取付方法	8-02
自然対流	電源の実装方法	取付方法	8-02
周波数範囲	電源仕様書	入力編	3-01
出力遮断方式手動リセット型	電源仕様書	機能編	3-05
出力立上がり特性	型式データ解説		4-03
出力立下がり特性	型式データ解説		4-04
出力電圧・リップル電圧-入力電圧	型式データ解説	静特性	4-02
出力電力	電源仕様書	入力編 効率	3-02
	電源仕様書	入力編 入力電流	3-02
出力保持時間	電源仕様書	出力編	3-04
出力保持時間特性	型式データ解説		4-05
出力リップルノイズ波形	型式データ解説		4-09
主要部品の温度上昇	電源特性信頼性データ		5-02
瞬停時突入電流特性	型式データ解説		4-08
昇圧チョップ方式(ブースト)	スイッチング電源回路		2-05
シングルエンデッドフォワード方式	スイッチング電源回路		2-03
シングルエンデッドフライバック方式	スイッチング電源回路		2-05
振動試験	電源特性信頼性データ		5-05
スイッチング電源回路	スイッチング電源回路		2-02
スイッチング・トランジェント	電源特性・IEC61000		6-04
スイッチング方式	電源のしくみ		1-08
スイッチング方式電源	電源の種類	直流出力用	2-01
スイッチングレギュレータの原理	電源のしくみ		1-07
推定寿命	電源特性信頼性データ	電解コンデンサ	5-03
推定寿命計算式	電源特性信頼性データ	電解コンデンサ	5-03
スタンバイ電流	型式データ解説		4-09

正弦波振動試験方法	電源仕様書	環境編	3-07
静的入力変動	電源仕様書	出力編	3-03
静的負荷変動	電源仕様書	出力編	3-04
静電気放電イミュニティ試験	電源特性・IEC61000		6-02
静特性	型式データ解説		4-02
絶縁型	DC-DC コンバータ		1-02
絶縁抵抗	電源仕様書	絶縁編	3-08

た行

待機電流	型式データ解説		4-09
耐衝撃	電源仕様書	環境編	3-07
耐振動	電源仕様書	環境編	3-07
耐電圧	電源仕様書	絶縁編	3-08
直流安定化電源	電源とは		2-01
直列運転	電源仕様書	機能編	3-06
通信・データコム分野	電源の主要用途例		1-04
通電ドリフト	型式データ解説		4-03
通風状態	電源の実装方法	取付方法	8-02
定格直流出力電圧	電源仕様書	出力編	3-03
定格電圧	電源仕様書	出力編	3-03
低減率	電源特性信頼性データ		5-02
低電圧指令	国際規格・規制	安全規格(規制)	7-02
ペンチトップ型	AC-DC パワーサプライ		1-01
鉄道・車載機器分野	電源の主要用途例	オートメーション	1-06
テレコーディア・テクノロジーズ社(U.S.A)			
	電源特性信頼性データ		5-01
電圧可変範囲	電源仕様書	出力編	3-04
電圧設定精度	電源仕様書	出力編	3-04
電圧ディップ、瞬停イミュニティ試験			
	電源特性・IEC61000		6-08
電圧範囲	電源仕様書	入力編	3-01
電解液の蒸散スピード	電源特性信頼性データ	電解コンデンサ	5-03
電氣的ファースト・トランジェント・バースト・イミュニティ試験			
	電源特性・IEC61000		6-04
電気用品安全法(電安法)	国際規格・規制	安全規格(規制)	7-02
電源アダプタ	電源とは		2-01

た行

電源とは	電源とは	2-01
電源のしくみ	電源のしくみ	1-07
電源の寿命	電源特性信頼性データ	5-03
電源の寿命と電解コンデンサ	電源の実装方法 取付方法	8-06
電源の寿命と動作周囲温度	電源の実装方法 取付方法	8-07
電源の主要用途例	電源の主要用途例	1-04
電源の種類	電源の種類	1-01
電源の用途別分類	電源の用途別分類	1-03
電子情報技術産業協会	電源特性信頼性データ JEITA	5-01
電磁妨害波 (EMI)	国際規格・規制 イミューニティ	7-04
電磁両立性 (EMC)	国際規格・規制 イミューニティ	7-04
伝導性無線周波数電磁界イミューニティ試験		
	電源特性・IEC61000	6-06
伝導ノイズ	電源の実装方法 配線方法	8-12
伝導冷却	電源仕様書 環境編	3-07
電力周波数磁界イミューニティ試験	電源特性・IEC61000	6-07
動作温度	電源仕様書 環境編	3-07
動作湿度	電源仕様書 環境編	3-07
動作周囲温度	電源仕様書 環境編	3-07
動作周囲湿度	電源仕様書 環境編	3-07
突入電流	電源仕様書 入力編	3-02
突入電流特性	型式データ解説	4-07
トランス巻線	スイッチング電源回路	2-02
取付間隔	電源の実装方法 取付方法	8-02
取付方向	電源の実装方法 取付方法	8-02
取付方法	電源の実装方法	8-01
ドロップ方式電源	電源の種類 直流出力用	2-01

な行

入力急変特性	型式データ解説	4-06
入力サージ電流	電源仕様書 入力編	3-02
入力サージ電流特性	型式データ解説	4-08
入力瞬時電圧低下保護	電源仕様書 機能編	3-06
入力電圧	電源仕様書 入力編 入力電流	3-02
入力電圧瞬停特性	型式データ解説	4-07
入力電圧範囲	電源仕様書 入力編	3-01

入力電圧変化・変動	型式データ解説	4-11
入力電流	電源仕様書 入力編	3-02
入力電流波形	型式データ解説	4-08
入力編	電源仕様書	3-01
入力変動	型式データ解説 静特性	4-02
入力有効電力	電源仕様書 入力編 効率	3-02
熱衝撃試験	電源特性信頼性データ	5-06
熱設計	電源の実装方法 取付方法	8-02
熱伝導放熱	電源の実装方法 取付方法	8-02
ノイズシミュレーション試験	電源特性信頼性データ	5-05
ノーマルモード(ディファレンシャルモード)ノイズ	電源の実装方法 配線方法	8-12

は行

ハーフブリッジ方式	スイッチング電源回路	2-04
バリスタ	電源の実装方法 配線方法	8-15
非絶縁型	DC-DC コンバータ	1-02
皮相電力	電源仕様書 入力編 力率	3-01
ファン寿命	電源の実装方法 取付方法	8-07
フィールドMTBF	電源特性信頼性データ	5-01
封口ゴムの劣化・寿命	電源特性信頼性データ 電解コンデンサ	5-03
負荷急変特性	型式データ解説	4-06
負荷変動	型式データ解説 静特性	4-02
プッシュプル方式	スイッチング電源回路	2-03
部品ストレス解析法	電源特性信頼性データ	5-01
部品ディレーティング	電源特性信頼性データ	5-02
部品点数法	電源特性信頼性データ	5-01
フリッカ	型式データ解説	4-11
フルブリッジ方式	スイッチング電源回路	2-04
平均故障時間	電源特性信頼性データ	5-01
平均出力電流	電源仕様書 出力編	3-03
平均電流	電源仕様書 出力編	3-03
米国保険業者安全試験所 (UL)	国際規格・規制 安全規格(規制)	7-01
並列運転	電源仕様書 機能編	3-06
放射性無線周波数電磁界	電源特性・IEC61000	6-03

は行

放射性無線周波数電磁界イミュニティ試験

放射ノイズ	電源特性・IEC61000	6-03
保持時間	電源の実装方法 配線方法	8-12
保存温度	電源仕様書 出力編	3-04
保存湿度	電源仕様書 環境編	3-07
	電源仕様書 環境編	3-07

ま・や行

民生用機器	電源の用途別分類	1-03
有効電力	電源仕様書 入力編 力率	3-01
ユニット型	AC-DC パワーサプライ	1-01

ら・わ行

ラックマウント型	AC-DC パワーサプライ	1-01
リーク電流	電源仕様書 入力編	3-02
リーク電流特性	型式データ解説	4-08
力率	電源仕様書 入力編	3-01
力率、入力電流-出力電流	型式データ解説 静特性	4-02
リップルノイズ	電源仕様書 出力編	3-04
リニア方式(シリーズ方式)	電源のしくみ	1-08
リモート ON/OFF コントロール	電源仕様書 機能編	3-06
リモート ON/OFF コントロール時	型式データ解説 出力上がり特性	4-04
	型式データ解説 出力立下がり特性	4-04
リモートセンシング	電源仕様書 機能編	3-06
冷却方式	電源仕様書 環境編	3-07
劣化プロセス	電源特性信頼性データ 電解コンデンサ	5-03
漏洩電流	電源仕様書 入力編	3-02
	電源の実装方法 配線方法	8-15
漏洩電流特性	型式データ解説	4-08
ローカルセンシング	電源仕様書 機能編	3-06
ワットボックス	電源仕様書 出力編	3-03

第2項 電源ライン用 EMC フィルタ (ノイズフィルタ) 編

アルファベット

章 頁

CISPR	ノイズ対策事例	欧州規格	9-08
EMC (Electro Magnetic Compatibility)			
	EMCとノイズ規制		9-01
EMCとノイズ規制	EMCとノイズ規制		9-01
EMCの考え方	EMCとノイズ規制		9-01
EMCフィルタ用安全規格	ノイズ対策事例	EMCフィルタ用安全規格	9-08
EMI (Electro Magnetic Intereference)			
	EMCとノイズ規制		9-01
EMS (Electro Magnetic Susceptibility)			
	EMCとノイズ規制		9-01
IEC	ノイズ対策事例	欧州規格	9-08
LISN (Line Impedance Stabilizing Network)			
	ノイズ対策事例		9-08
LISNの概要	ノイズ対策事例		9-08
LISNの主目的	ノイズ対策事例		9-09
Xコンデンサ	ノイズ対策事例		9-11
Yコンデンサ	ノイズ対策事例		9-11

あ行

温度上昇	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-13
------	---------	---------------	------

か行

減衰特性	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-13
高周波ノイズ	ノイズ対策事例	ノイズの種類	9-07
高電圧パルス減衰特性	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-13
コモンモードノイズ	EMCとノイズ規制	伝導ノイズ	9-03
コモンモードノイズ対策	ノイズ対策事例	対策方法と低減効果	9-10

さ行

サージノイズ	ノイズ対策事例	ノイズの種類	9-07
試験電圧	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-12
自然ノイズ	EMCとノイズ規制	ノイズの種類	9-02
障害元	EMCとノイズ規制	ノイズ対策の3要素	9-02
人工ノイズ	EMCとノイズ規制	ノイズの種類	9-02
静特性	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-13
世界のEMC規格	EMCとノイズ規制		9-02
絶縁抵抗	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-12

た行

対策部品の選定	ノイズ対策事例		9-11
耐電圧	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-12
直流抵抗	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-13
定格電圧	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-12
定格電流	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-12
ディファレンシャルモードノイズ	EMCとノイズ規制	伝導ノイズ	9-03
ディファレンシャルモードノイズ対策			
	ノイズ対策事例	対策方法と低減効果	9-11
電源周波数	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-12
電源ラインノイズ	ノイズ対策事例		9-02
伝送モードによる対策例	ノイズ対策事例		9-10
伝達経路	EMCとノイズ規制	ノイズ対策の3要素	9-02
伝導ノイズ	EMCとノイズ規制		9-03
伝導ノイズ対策	EMCとノイズ規制		9-04
伝導ノイズ評価方法	ノイズ対策事例	伝導ノイズ評価方法	9-08
伝播ルート	EMCとノイズ規制		9-03

な行

ノイズ対策事例	EMCとノイズ規制		9-01
ノイズ対策部品分類	EMCとノイズ規制		9-05
ノイズトラブル	EMCとノイズ規制		9-01
ノイズの定義	EMCとノイズ規制		9-02
ノイズフィルタの仕様・特性	ノイズ対策事例		9-12
ノーマルモードノイズ	EMCとノイズ規制	伝導ノイズ	9-03

は行

発生源	EMCとノイズ規制	ノイズ対策の3要素	9-02
パルスノイズ	ノイズ対策事例	ノイズの種類	9-07
放射ノイズ	EMCとノイズ規制		9-03

ら行

漏洩電流	ノイズ対策事例	ノイズフィルタの仕様・特性	9-12
------	---------	---------------	------

TDKラムダ株式会社
電源テクニカル・ハンドブック
企画委員会

TDKラムダ株式会社
技術統括部
営業統括部
グローバルマーケティング部

デザイン・編集
TDKデザイン株式会社

制作協力
株式会社エデュプレス

コーディネーター
谷川 透

TDKラムダ
電源テクニカル・ハンドブック

■発行日 2018年10月31日 第3版1冊発行
■著作・編集 TDKラムダ株式会社
TDK株式会社

©2018 TDK-Lambda Corporation
Printed in Japan



www.tdk-lambda.co.jp/