

電気電子機器の裏方 スイッチング電源について

コーセル株式会社
要素技術開発部
白石 信行
技術士(電気電子)

- ・1991年 コーセル株式会社へ入社
- ・入社後、研究部、開発部、生産部で、
スイッチング電源の製品開発、生産技術業務を経験

2015年7月4日

社名 : コーセル株式会社
 所在地 : 富山県富山市上赤江町1-6-43
 設立 : 1969年7月26日
 資本金 : 20億5,500万円
 事業内容 : 電子機器、電気機械器具製造及び販売
 主要製品 : 直流安定化電源(スイッチング電源など)
 従業員数 : 478名(2015年5月現在)



1

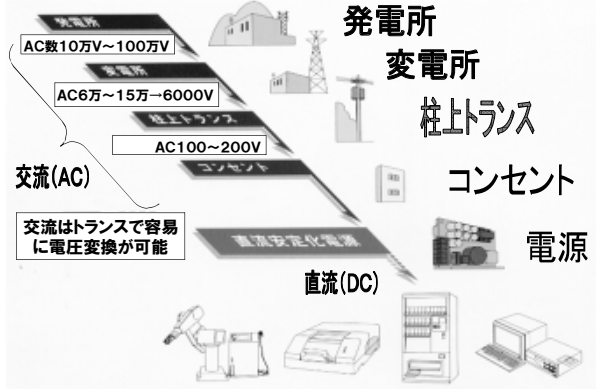
スイッチング電源とは

- ・“電源”ってなに？
- ・何のためにいるの？
- ・どんな種類があるの？

部品メーカーとして

- ・品質向上の取り組み
- ・性能向上の取り組み
- ・将来への取り組み

2



3

電子機器のほとんどにICが用いられています。
 ICは直流で駆動するため、商用交流を利用する機器も、
 まず直流に変換する必要があります。



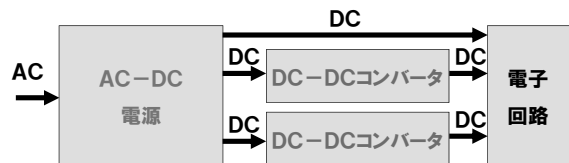
この変換器を「AC-DC電源」といいます。
 スイッチング方式の「スイッチング電源」と
 シリズ方式の「リニア電源」があります。

4

また、電子回路の駆動電圧はそれぞれ異なるため、
 一装置内回路に応じた電圧に変換する必要があります。



この変換器を「DC-DCコンバータ」といいます。
 これも「スイッチング電源」と「リニア電源」があります。



5

リニア電源とは？

リニア電源の特徴

少ない回路で構成(安価)

ノイズが少ない

ムダに捨てられる電力

シリーズ方式のリニア電源はトランジスタの抵抗で安定化した出力を得るため、発熱が多く効率が悪くなります

6

リニア電源とは？

リニア電源タイプのACアダプタの内部構造

電解コンデンサ

DCジャック

コイル 鉄心 シンコンダイオード(x4)

トランス

このタイプのACアダプタが重いのは、鉄心の電源トランスが使われているからだ。

コンセントの周波数は、50~60Hzなので、大きなトランスが必要であり、大きくなります。また、トランスは鉄心や銅線を使用しているため、重くなります。

7

スイッチング電源とは？

スイッチング電源の特徴

複雑な回路で構成

ノイズが発生する(リニア電源よりも大きい)

整流ブリッジ(ダイオード)

スイッチング素子

高周波トランス

ダイオード

出力(DC)

電解コンデンサ

電解コンデンサ

前段回路

8

スイッチング電源とは？

スイッチング電源に使用している主な部品

アルミ電解コンデンサ

スイッチング素子(FET)

巻線部品(トランス・チョークコイル)

整流ブリッジ(ダイオード)

9

リニア電源とスイッチング電源

リニア電源

入力電圧

電圧変動

出力電圧

安定化電流

半導体素子の抵抗により、熱としてムダに捨てられる電力

スイッチング電源(PWM方式)

ON OFF

入力電圧

電圧変動に応じてパルス幅を変える

パルス幅

出力電圧

安定化電流

同じ面積になるようにスイッチのオン時間を制御

スイッチング電源は必要な期間だけ、出力へ伝達し安定化した出力を得るため、効率が高くなり、発熱が少なくなります。

10

リニア電源とスイッチング電源

スイッチング電源とリニア電源の比較(まとめ)

項目	スイッチング電源	リニア電源
効率	○: 高い (70~90%)	×: 低い (40%以下)
重さ	○: 軽い (リニアの1/4~1/10)	×: 重い
大きさ	○: 小さい (リニアの1/4~1/10)	×: 大きい
回路	×: 複雑	○: 簡単
入力電圧	○: 広い	△: 広くすると効率低下
ノイズ	×: 大きい	○: 小さい (10mV以下)
価格	○: 安い	△: 高くなる傾向

スイッチング方式は小型・軽量のメリットにより全体市場の90%以上

昔の電話機のACアダプタは重く大きかった。携帯では軽く小さい。

11

スイッチング電源の用途 COSEL

競技場表示機 マウンター 携帯電話基地局

CTスキャン

PBAシリーズ SUシリーズ

12

標準電源と特注電源について COSEL

項目	標準電源	特注電源
仕様	カタログに掲載する汎用品	特定の最終製品向けの特注品
主な用途	産業用機器 (ロボットなど)	民生用機器 (テレビ、プリンタなど)
生産量	多品種少量生産	大量生産
ライフサイクル	比較的長い (信頼性、耐久性が要求される)	比較的短い (価格重視)
新製品開発の主導権	電源メーカー (ユーザーズに基づき設計)	ユーザー (専用設計)

13

スイッチング電源とは COSEL

- ・“電源”ってなに？
- ・何のためにいるの？
- ・どんな種類があるの？

部品メーカーとして

- ・品質向上の取り組み
- ・性能向上の取り組み
- ・将来への取り組み

14

ユーザーに当社の製品を選択してもらうためには、 COSEL

品質、価格、納期、性能

+

顧客満足・顧客価値創造

15

品質向上の取り組み COSEL

品質向上のために、どのような取り組みを行っているか？

16

未然防止への取り組み(品質向上) COSEL

- ・新製品で新しい不良が発生する

↓

- ・まだ起きていない問題の発生を予測し、それが起きないように未然に防止

↓

- ・過去の製品から変更点に潜む問題に着眼して、問題の発生を予測し、事前に対策を行う必要がある

DRBFM手法の活用！

17

DRBFMの事例

DRBFMワークシート(新規設計及び設計変更用)

Design Review Based on Failure Mode

重要度A: 重要、個人に及ぶ可能性がある
重要度B: 重要、個人に及ぶ可能性が低い
重要度C: 重要、個人に及ぶ可能性が低い

記号名 / 変更点とその他の目的	検出	変更は変わる心配点(検出)?	心配点はどんな場合に起こるか?	社内工程への影響	お客様への影響
変更点の抽出	変更点の抽出	変更点の抽出	変更点の抽出	変更点の抽出	変更点の抽出

変更点を抽出 → 変更に関する心配点を抽出

DRBFMの事例

心配点を除くためにどのような設計をしたか

実施項目 (DRBFMの結果)

設計項目	設計で実施された項目	結果	DRBFMで実施された項目	結果	DRBFMで実施された項目	結果	対応の結果確認した活動
設計項目	設計で実施された項目	結果	DRBFMで実施された項目	結果	DRBFMで実施された項目	結果	対応の結果確認した活動

心配点を除くためにどのような設計にどのような設計をするか?
設計したものをどのように評価(確認)するか?を決める

未然防止活動の難しさ

今までの不良低減活動

- 原因解析して対策
- 実績が目に見える(すぐに結果が出る)
- 周りから評価される

損失に大きな差が出る!

未然防止活動

- 事前に色々考えたことで不良が出ないのかどうか、すぐにわからない
- 周りから評価されにくい (モチベーション上がらない)

実際は、技術力がないと、未然防止ができない!

スイッチング電源の構成と必要技術

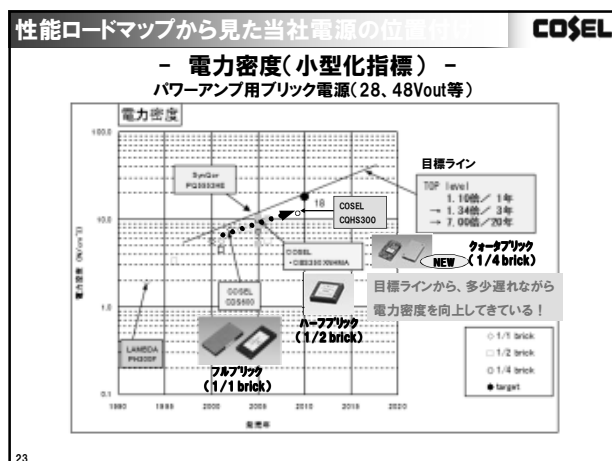
スイッチング電源の設計に必要な信頼性技術

信頼性上の問題点(例)	関連技術
電解コンデンサ 電解液ドライアップ寿命	・アレニウスモデル ・金属イオン化傾向(酸化還元反応) ・アルカリ反応
はんだ 温度サイクル疲労寿命	・材料力学(応力とひずみ、モーメントなど) ・FEMシミュレーション解析
半導体 ワイヤーボンド 金属間接合寿命	・アレニウスモデル ・金-アルミの金属拡散 ・カーケンダル効果
チップ抵抗 銀電極硫化断線	・銀の硫化 ・ホイスカ成長
チップ抵抗 マイグレーション	・イオン化 ・酸化還元反応

性能向上の取組み

スイッチング電源に、
ユーザーが求める性能は何?

どのように性能向上する?



デジタル制御での期待効果 COSEL

電源を高性能化(高効率・高速応答)したいが、アナログ制御では限界

アナログ制御

ハード(回路)が複雑化
→部品数・面積増加
部分最適化

→

デジタル制御

ソフト(プログラム)で対応可能
→部品が増えない
全域最適化可能

きめ細かな制御を行うために、デジタル化へ！
 (例:ロボット、自動車のエンジン制御と同じ流れ)

24

当社のデジタルアシスト制御 COSEL

従来の電源

パワー回路
スイッチング素子
トランス、チョークなど

制御回路
アナログ

部品点数
スペース削減

フルデジタル制御電源

パワー回路
スイッチング素子
トランス、チョークなど

制御回路
デジタル(DSP)

DSP

高性能だが
コスト高

デジタルアシスト制御電源

パワー回路
スイッチング素子
トランス、チョークなど

制御回路
アナログ ← デジタル(マイコン)

アナログ回路
簡素化

独自プログラムにより
低コストマイコンで
高度制御を実現

マイコン

コスト低減

デジタル制御に最適なアナログ制御回路を開発し、部品点数の削減やアナログ制御では難しかった複雑な制御を可能とした。

25

デジタルアシスト制御の効果 COSEL

デジタルアシスト制御の効果(CQHS300の事例)
最適制御技術で高効率を実現！

消費電力を大幅に低減

効率
大幅アップ
(約6%)

出力電流 [A]

内部損失
約50%
ダウン

出力電流 [A]

26

**顧客満足度向上
顧客価値創造
の取組み**

顧客起点のニーズを捉え、
高付加価値製品とサービスの実現を図る

将来へ向けて取り組み中！

27