



# 無線基地局用整流器パッケージ

Rectifier Package for Wireless Base Station

渡辺 宏樹<sup>\*1</sup>  
Watanabe Koki

芳野 徹<sup>\*1</sup>  
Yoshino Toru

山下 茂治<sup>\*1</sup>  
Yamashita Shigeharu

岡崎 勉<sup>\*2</sup>  
Okazaki Tsutomu

## あらまし

無線基地局用の電源装置に用いられる整流器パッケージは、商用交流入力を直流電圧に変換して、停電時に通信システムをバックアップするバッテリーを充電しながら、負荷である各種通信装置へ電力を供給する。

本稿では、交流入力電源の高調波電流の抑制および電力変換部における効率の向上のために、整流器パッケージに採用した技術を解説するとともに、今回開発した整流器パッケージを紹介する。

## Abstract

The rectifier package used for a wireless base station power source converts commercial AC input into DC voltage, recharges the battery that backs up the communication system when power fails, and supplies electric power to various communication equipment that is the load.

In this paper, we will discuss technology adopted for the rectifier package to limit higher harmonic waves from the AC input power supply and to improve the efficiency of the power converter. We will also introduce the most recently developed rectifier package.

\* 1 パワトロシステム事業部 第一パワトロシステム部

\* 2 パワトロシステム事業部 品質設計管理部

## 1. ま え が き

近年、携帯電話の急速な普及による通話エリア拡大のため、無線基地局の設置が急速に増加している。屋外設置の無線基地局用電源装置では、省エネルギー・省スペース化のために電源装置を高効率で小型化する必要がある。電源装置内の電力変換損失を低減し、小型化を達成するため、搭載される整流器パッケージには非常に高い変換効率が要求される。

## 2. 概 要

図1に無線基地局用電源装置の構成図の一例を示す。

この電源装置は、交流を直流に変換する整流器パッケージと、整流器パッケージの制御や入出力の電圧、電流監視や表示をし、また、外部に装置の異常警報を送出する監視制御ユニット、停電時に負荷である無線通信装置に電力を供給するバッテリーユニットで構成される。

整流器パッケージはその中でも心臓部にあたり、電源装置にとって、最も重要であるといえる。

図2に整流器パッケージの内部構成図を示す。

回路構成は大きく分けて、入力フィルタ部、力率改善回路部、DC/DCコンバータ部、補助電源部、シーケンス・インタフェース部によって構成される。

## 3. 開 発 の 課 題

本整流器パッケージの開発にあたり、高い変換効率を実現するために、力率改善回路とDC/DCコンバータの高効率化が課題となった。

力率改善回路では、高調波規制ガイドラインの適

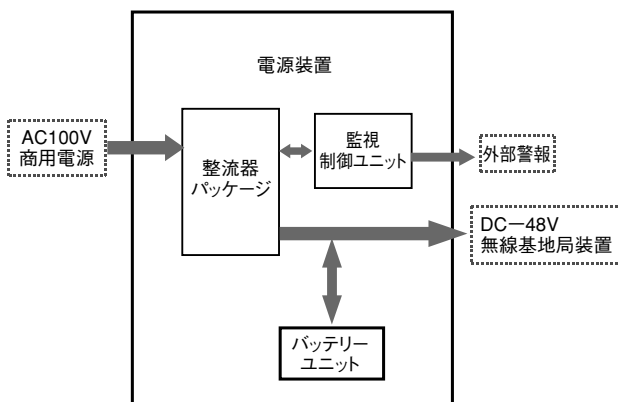


図1 無線基地局用電源装置の構成例

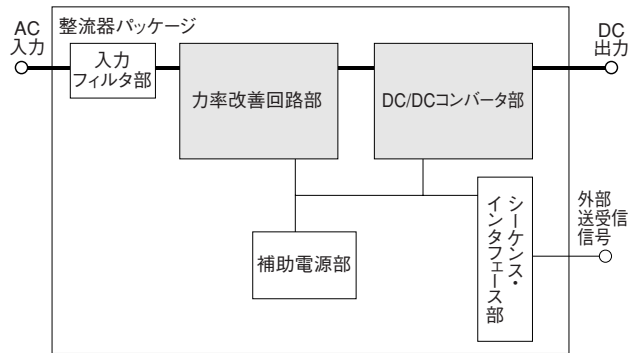


図2 整流器パッケージの内部構成図

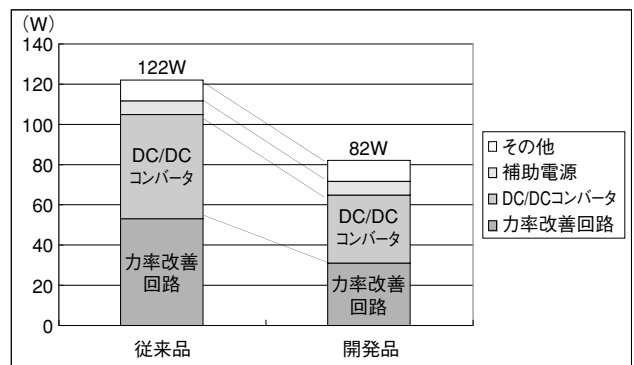


図3 損失分布と従来品との比較グラフ

用の必要性から力率改善と高調波電流の抑制ができ、かつ高効率な回路の開発を課題とした。

DC/DCコンバータは、損失低減を簡単な回路で構成することを課題とした。

## 4. 開 発 の 内 容

今回の開発では、省エネルギーによるランニングコストの低減と設置面積の省スペース化のため、高効率化による電源装置の小型化が必要となった。電源装置の損失の大部分は整流器パッケージで発生するため、整流器パッケージの高効率化による発生損失の低減が必須となった。

図3に従来の整流器パッケージと今回開発した整流器パッケージの損失分布グラフを示す。

従来の整流器パッケージでは、全体損失のうち、力率改善回路部が54%、DC/DCコンバータ部が42%を占め、損失発生の主要部分となっている。

これらを改善するために、力率改善回路部とDC/DCコンバータ部にゼロ電圧スイッチング回路を採用し、整流パッケージ全体効率の向上を実現

した。

4.1 力率改善回路の高効率化

一般に、商用交流電圧を直流電圧に変換する整流回路に用いられるコンデンサ入力型整流回路では、大量の高調波成分が発生し、力率が低下する。

高調波電流の発生は、電力系統の電圧歪みを発生させ、電力機器の異常振動や制御装置の誤動作などを引き起こす原因となる。

力率の改善方式として、ブースト回路方式を採用した。この方式により、入力 AC100V、出力 DC - 53.52V / 15A にて、0.99 以上の高い力率を得ることができた。

また、力率改善回路の高効率化のために、ブースト回路方式に効果がある、部分共振ゼロ電圧スイッチング回路を採用した。これは、メインスイッチ FET に並列に、補助スイッチとインダクタで構成される共振補助回路を接続し、メインスイッチング FET の出力容量 (Coss) と共振補助回路のインダクタによって、直列共振回路を構成したものである。部分共振はターンオンの期間で動作し、このときの損失を著しく低減させる。

図 4 にゼロ電圧スイッチングの回路ブロック図と動作波形を示す。

共振補助回路内の補助スイッチがオンすることで、共振補助回路のインダクタとメインスイッチ FET の Coss が共振し、Coss の放電によってメインスイッチ FET がゼロ電圧になる。すると、メインスイッチ FET のボディダイオードがオンとなり、Vds に対して負の方向に電流が流れることでゼロ電圧スイッチングし、Qo のターンオン時のスイッチング損失は激減する。

また、ターンオフの期間でも Qo が Coss への充電に伴ってオフするため、ドレイン電流が流れている間 Vds はゼロなので、ターンオフ時の損失も低減することができる。

図 5 にメインスイッチ FET の電圧・電流の実測波形を示す。

4.2 DC / DC コンバータの高効率化

DC / DC コンバータ回路については、フルブリッジコンバータのメインスイッチ FET の出力容量 (Coss) と、メイントランスのリーケージインダクタによる共振現象を利用した、ゼロ電圧スイッチングを採用した。

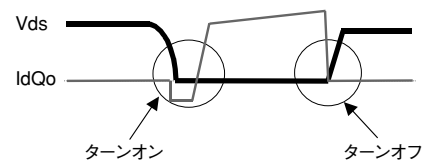
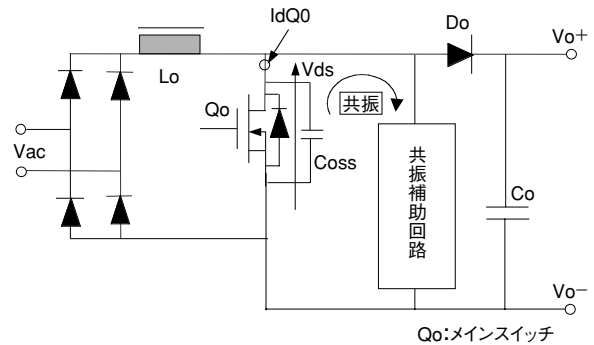


図 4 力率改善回路部の回路ブロック図と動作波形

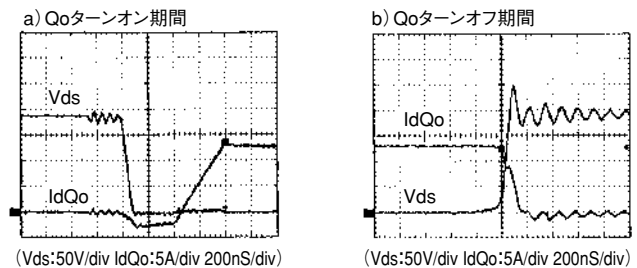


図 5 力率改善回路部のメインスイッチ実測波形

図 6 に回路ブロック図と動作波形を示す。

ローサイドスイッチ Qd がターンオフすると、メインスイッチ FET の出力容量 (Crc, Crd) と共振インダクタの共振現象によって、Qc はゼロ電圧になる。

つぎに、ハイサイドスイッチ FET, Qa をターンオフさせると、メインスイッチ FET (Qa, Qb) の出力容量 (Cra, Crb) と共振インダクタとの共振現象により、Qb はゼロ電圧になる。すると、Qb のボディダイオード (Db), Qc のボディダイオード (Dc) がオンするので、この間に Qb, Qc をターンオンさせることにより、Qb, Qc の Vds はゼロ電圧スイッチングして、スイッチング損失を低減することが可能となる。

図 7 に Qc と Qd の電圧・電流の実測波形を示す。

4.3 そのほかの機能

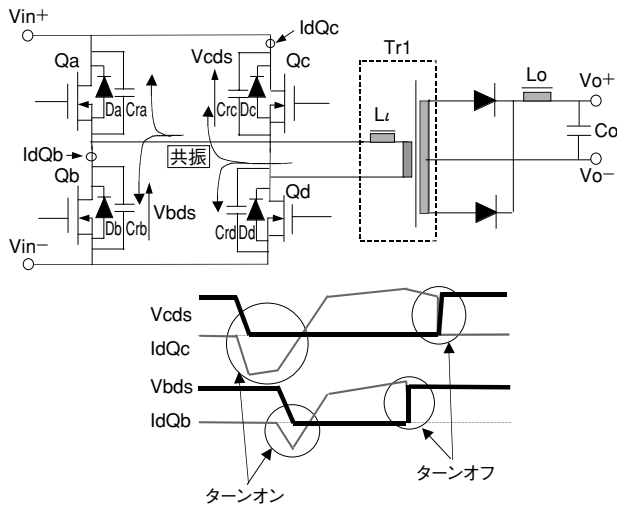


図6 DC/DCコンバータ部の回路ブロック図と動作波形

本整流器パッケージには、そのほかに以下のような機能を備えている。

### 1) 電流バランスと冗長運転機能

本整流器パッケージを装置の負荷に対する必要台数 $n$ に対して、 $n + 1$ 台で構成することにより、冗長運転を行うことが可能となる。冗長運転時は各整流器パッケージの出力電流をバランスさせることによって、整流器パッケージの熱バランスが均一となり、熱ストレスに対する部品の故障率が下がり、信頼性が向上する。

本整流器パッケージの電流バランス機能は、負荷電流を $\pm 10\%$ の範囲でバランスすることが可能である。さらに、冗長運転機能によって、1台の整流器パッケージが故障した場合でも、保守品との交換までの間、残りの正常品で全負荷電流を補うことが可能で、電源装置の信頼性が飛躍的に向上する。

### 2) 多様なバッテリーに対応した出力電圧切換え

無線基地局用電源装置には停電時のバックアップ用としてバッテリーユニットが搭載されるが、容量や種類によって、多様なバッテリーが使用される。

本整流器パッケージでは出力の制御回路内の基準電圧を、外部監視制御ユニットから切り換えることで、使用バッテリーに合わせて出力電圧を変更することができる。

### 3) 活性保守対応

本整流器パッケージの出力部には、逆流防止ダイオードを備えている。これによって、冗長運転時において、1台の整流器パッケージが故障した場合で

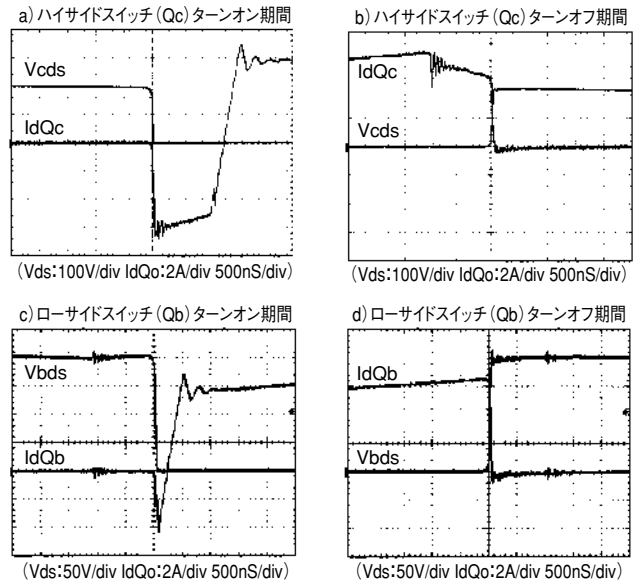


図7 DC/DCコンバータ部のメインスイッチ実測波形

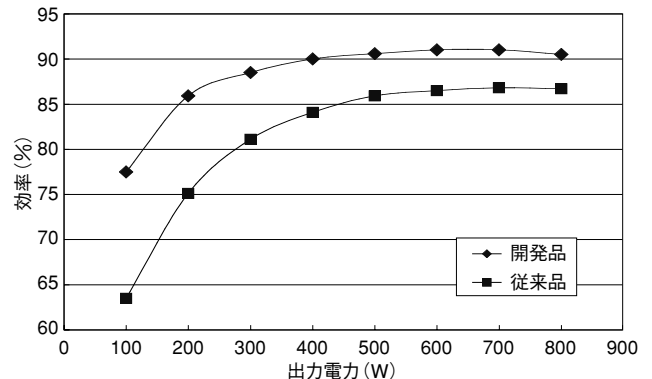


図8 実測効率比較グラフ

も、電源システム全体を停止させることなく、故障品を保守品と交換することができる。

## 5. 開発の効果

今回開発した整流器パッケージには、力率改善回路とDC/DCコンバータのメインスイッチング部にゼロ電圧スイッチング回路を採用したことで、従来品の87%に対して、91%の高効率を達成できた。4%の効率の向上により、整流器パッケージの最大出力容量800Wに対して、損失を122Wから82Wへ40W減らすことができた。

図8に従来品と今回開発した整流器パッケージの効率の比較グラフを示す。

また、ゼロ電圧スイッチングを行うことによって、

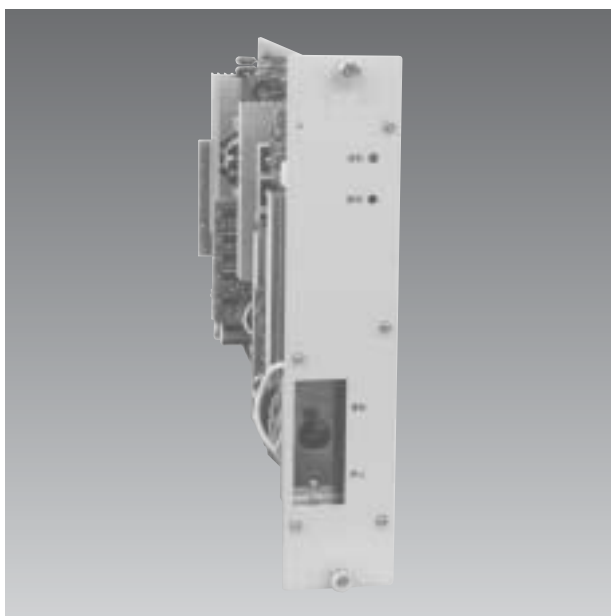


図9 整流器パッケージの外観

メインFETをソフトスイッチングすることができ、EMIの低減にも貢献し、VCCIクラスB<sup>注1)</sup>およびCISPR22.2<sup>注2)</sup>クラスBを満足することができた。

図9に本開発の整流器パッケージの外観、表1に概略仕様を示す。

## 6. む す び

今回の開発により、高効率な整流器パッケージを製品化することができた。また、メインスイッチング部を低損失化したことで、半導体の放熱器の削減が可能となり、整流器パッケージが小型化できた。

注1) 情報処理装置等電波障害自主規制における情報技術装置適合基準。  
 注2) 国際無線障害特別委員会における情報処理装置の無線妨害特性の許容値および測定法。

表1 整流器パッケージ概略仕様

項目	内 容
動作周囲温度範囲	0℃ ~ 50℃
定格出力電圧・電流	-53V (typ), 15A
入力電圧	AC90V ~ AC110V
入力電流 (typ)	8.9A
効 率 (typ)	90.50%
力 率 (typ)	0.99
出力電圧精度	±1%
出力電流範囲	0A ~ 15A
EMI	VCCIクラスB / CISPR22.2クラスB
外形寸法 (mm)	56 (W) × 395 (D) × 264 (H) [前面パネル高さ]

さらに、これら高効率化の技術は省エネルギーという観点から、現代の企業に求められる環境保全にも貢献できるものと考ええる。

今後、電源装置に対する要求は、ますます高度なものになると考えられ、小型化、高効率、信頼性の向上に取り組んでいく所存である。



[開発者] 後列左から、岡崎、芳野、  
 前列左から、山下、渡辺