

先輩に  
追いつき  
追い越せ!

# フレッシュアズ応援企画



回路の性能を100%引き出すために!  
安定/安全/高効率の3拍子揃った電源の作り方

## マイコン・ボードの心臓部 「DC-DCコンバータ」 七つの基本

馬場 清太郎 Seitaro Baba

表1 非絶縁型DC-DCコンバータの主な種類  
名称は入出力電圧の関係で付けられている

| コンバータの種類 | 降圧型                   | 昇圧型                   | 昇降圧型                              |           | 反転型                                 |     |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----|
| 機能的名称    | Step-down             | Step-up               | Step-up/down                      |           | Inverting                           |     |
| 考案時の名称   | Buck                  | Boost                 | 一般化DC-DC                          | SEPIC     | Buck-boost                          | Cuk |
| 入出力電圧の関係 | $V_{in} \geq V_{out}$ | $V_{in} \leq V_{out}$ | $V_{in} \geq V_{out} \geq V_{in}$ |           | $V_{in} \geq  V_{out}  \geq V_{in}$ |     |
| 入出力電圧変換率 | $D$                   | $1/(1-D)$             | 制御による                             | $D/(1-D)$ | $-D/(1-D)$                          |     |

注：一般化DC-DCコンバータは、昇降圧型(Buck-boost)コンバータとも呼ばれている

DC-DCコンバータは電源回路の高効率化に欠かせません。しかし、リップル電圧が大きい欠点があります。小信号回路では、リップルによるノイズが問題になることがあり、リップル電圧の大きさを回路図から算出する技量も必要になってきます。

DC-DCコンバータの種類としては、降圧型/昇圧型/反転型/昇降圧型コンバータがあります。それぞれコンバータの基本を理解し、設計できるレベルを目指しましょう。ここでは、一つの項目につき二つの問題を用意しました。1問目で項目の基本的な理解度をチェックし、2問目で計算による実践力をチェックしてみましょう。  
(編集部)

### 1 DC-DCコンバータの基本

#### ● 種類

DC-DCコンバータには、非絶縁型と絶縁型があります。ここではマイコン・ボードによく用いられている非絶縁型DC-DCコンバータを説明します。

非絶縁型DC-DCコンバータにはスイッチト・キャパシタ回路と呼ばれる、コイルを使わずコンデンサの充電エネルギーを利用して電圧を昇圧/反転するものもあります。しかし、電圧源からコンデンサを充電する場合には直列抵抗が必須で、この損失のため小電力用途にしか使われていません。

スイッチト・キャパシタ回路に対し、電圧源から無損失でコイルを充電できることから、コイルを使ったDC-DCコンバータは高効率です。ここではコイルを使った非絶縁型DC-DCコンバータについて説明します。

表1に示すのは、主な非絶縁型DC-DCコンバータです。名称は入出力電圧の関係で付けられています。

#### ● 降圧型

入力電圧よりも出力電圧が低い、リニア・レギュレータと同じ動作である。

#### ● 昇圧型

入力電圧よりも出力電圧が高くなっている。

#### ● 反転型

一般的に入力電圧が正で出力電圧が負である。

#### ● 昇降圧型

入力電圧の変動範囲に出力電圧が含まれていても動作し、入出力電圧の関係で昇圧型あるいは降圧型の動作を行います。

学術用語で昇降圧型(Buck-boost)コンバータと言えば、反転型コンバータを指します。入力電圧の変動範囲に出力電圧の絶対値が含まれていても動作するからです。

#### ● 昇降圧型コンバータの種類

図1に示すのは、昇降圧型コンバータ(一般化DC-DCコンバータ)、SEPICコンバータ、チューク・コンバータです。

昇降圧型コンバータは、一般化DC-DCコンバータとして考案されました。商品で「昇降圧型コンバータ」と言えばこの回路です。降圧型コンバータと昇圧型コンバータをタンデムに合体した構成でIC化されています。同期整流が採用され、パワーMOSFETのHブリッジ構成が一般的です。

SEPICコンバータとチューク・コンバータは入出