

# わかる!! 電源回路教室

## ⑧ スイッチング電源の回路形式

～電源回路のトポロジー変換～

馬場 清太郎  
Seitaro Baba

スイッチング電源にはさまざまな回路があり、各回路にはそれぞれ特徴があります。電源を設計する場合は、おのおのの回路の長所と短所を理解して、最もふさわしい回路を選択する必要があります。

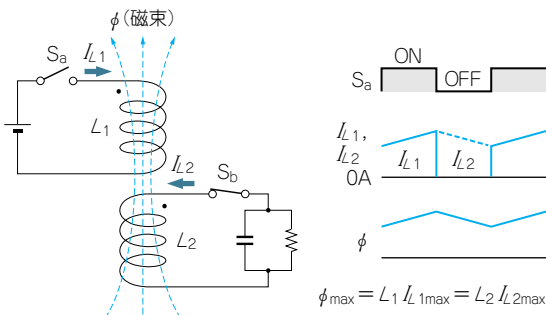
今回は、回路形式をトポロジーという観点からとらえて、各回路の特徴を考察します。トポロジー(topology)の元々の意味は位相幾何学ですが、ここでは「回路の接続形式」を表します。電源回路のトポロジーを変化させながら、さまざまな回路を作っていくと、種々の電源回路を見通しよく理解することができます。

各回路の特徴をつかめば、応用ごとに最もふさわしい回路を選択することができます。

### トポロジー変換を行うに当たって

#### ● インダクタ電流の連続性

インダクタを使用するスイッチング電源は、入力エネルギーをインダクタに蓄え、電圧を変換して出力し

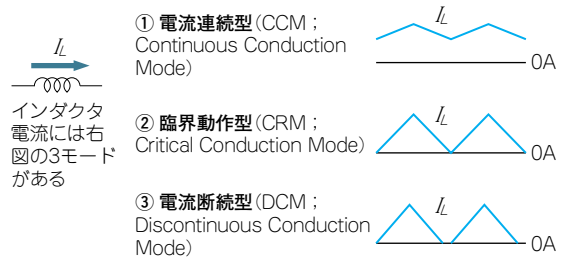


(d) 電流とインダクタ内の磁束

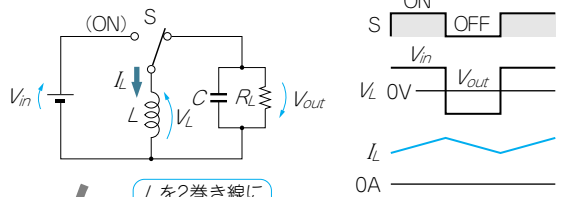
図8-1 インダクタ電流の連続性

インダクタ電流の連続性とは、本質的に磁束の連続性を意味する。インダクタを2巻き線に分割すると、おのおのの電流は不連続になるが、その和すなわち磁束は分割まえの電流や磁束に等しく連続となる

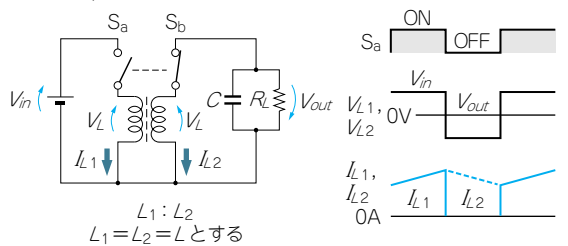
ます。このときのインダクタ電流は図8-1(a)に示すように、連続、断続とその境界の臨界動作の三つのモ



(a) インダクタ電流



(b) 1巻き線インダクタの回路構成と動作波形



(c) 2巻き線インダクタの回路構成と動作波形

### Keywords

電流連続型, CCM, 臨界動作型, CRM, 電流断続型, DCM, 非絶縁型コンバータ, 降圧型コンバータ, 昇圧型コンバータ, SEPIC, チューク・コンバータ, 絶縁型コンバータ, 2巻き線インダクタ

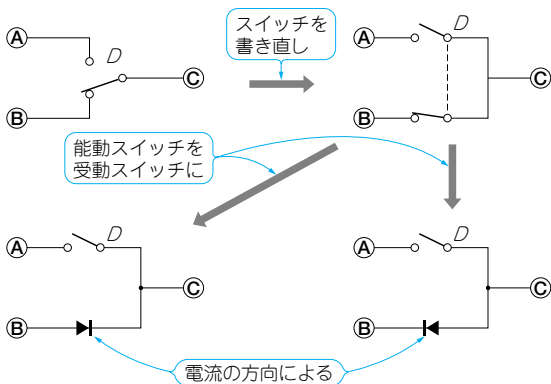


図8-2 PWMスイッチの変換  
能動スイッチを受動スイッチに変更するときは、電流の方向によってダイオードの方向を決定する

ードがあります。連続と断続では、入出力電圧の変換比や電源としての動作特性に大きな違いがあります。電源回路のトポロジーや基本的な動作を見るときには、どのモードで動作しているのかは非常に重要な問題です。

連続であると仮定すると設計計算が非常に容易になります。ここではインダクタ電流は連続であるとして、トポロジー変換を行っていきます。

絶縁型コンバータのように2巻き線インダクタを使

用する場合は、図8-1(c)に示すように、各インダクタ電流は連続しません、インダクタ内部の磁束と合成電流は連続します [図8-1(d)]. インダクタ内部の磁束は、図に示すように定義から電流とインダクタンスの積になります。

また、内部損失は無視して効率100%としています。

### ● 能動スイッチと受動スイッチ

図8-2に示すように、PWMスイッチを2個の能動スイッチではなく、1個の能動スイッチと1個の受動スイッチ(ダイオード)として、トポロジー変換を行います。Dはデューティ・サイクルです。

スイッチ素子をすべて能動スイッチにすると、どのスイッチが受動スイッチに置き換え可能なのかわからなくなる場合もありますから、受動スイッチに置き換え可能なスイッチは最初から受動スイッチにしておきます。

トポロジー変換の途中では、能動スイッチと受動スイッチは適宜入れ替えます。

## 電源回路のトポロジー変換

### ● 非絶縁型コンバータのトポロジー

降圧型コンバータから出発して、トポロジー変換を

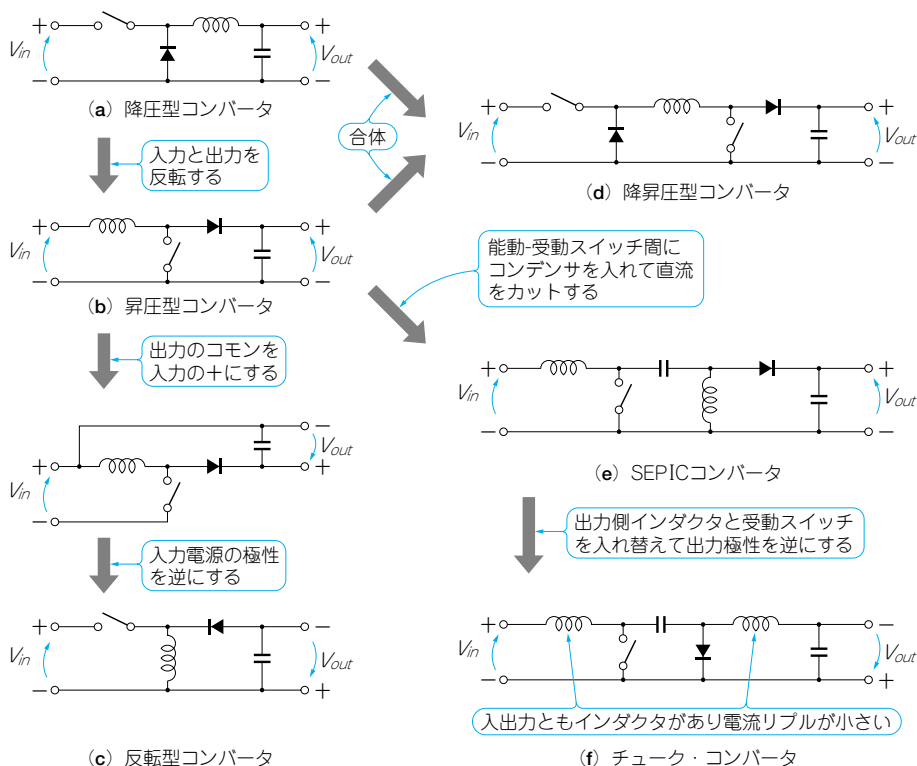


図8-3 非絶縁型コンバータのトポロジー変換