

## 2リアクトル方式降圧チョッパ

(読んでほしい人：パワエレ技術者)

2012/12/24 舞鶴高専 平地克也

### 従来方式の降圧チョッパと2リアクトル方式の降圧チョッパ

図1に従来の降圧チョッパを示します。図2に今回提案する降圧チョッパを示します。従来方式に対してLとDを1つずつ追加しています。リアクトルを2ヶ使用しているため2リアクトル方式と呼ぶことにします。図3にこの回路方式の電流経路を示します。スイッチ素子 Q<sub>1</sub> が ON の時は L<sub>1</sub> と L<sub>2</sub> は直列に動作します。Q<sub>1</sub> が OFF の時は並列に動作して負荷側に電力を供給します。

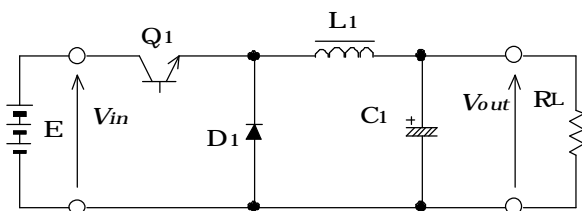


図1 従来の降圧チョッパ

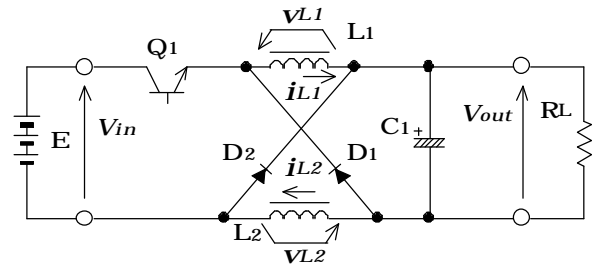
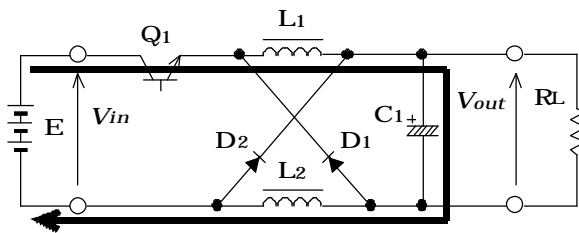
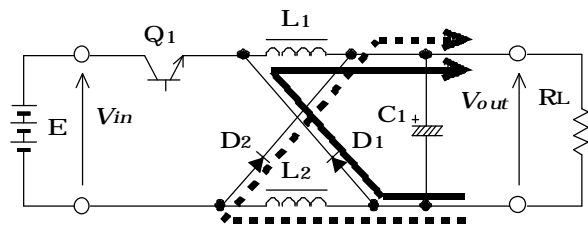


図2 2リアクトル方式降圧チョッパ



(a) Q<sub>1</sub> ON 時の電流経路



(b) Q<sub>1</sub> OFF 時の電流経路

図3 2リアクトル方式降圧チョッパの電流経路

### 2リアクトル方式降圧チョッパの降圧比

Q<sub>1</sub> が ON の時のリアクトル L<sub>1</sub> の電圧  $v_{L1}$  と L<sub>2</sub> の電圧  $v_{L2}$  は電流経路から明かなように次の式で表されます。

$$v_{L1} = v_{L2} = \frac{1}{2}(V_{in} - V_{out})$$

この時の L<sub>1</sub> 電流  $i_{L1}$  の増加量  $\Delta i_{L1}$  と L<sub>2</sub> 電流  $i_{L2}$  の増加量  $\Delta i_{L2}$  は次の式で表されます。

$$\Delta i_{L1} = \Delta i_{L2} = \frac{1}{2L}(V_{in} - V_{out})Ta$$

なお、T は 1 周期、 $a$  は通流率であり、T は Q<sub>1</sub> の ON 時間を表します。L は L<sub>1</sub> と L<sub>2</sub> のインダクタンスです。

Q<sub>1</sub> が OFF の時は図3(b)から明かなように L<sub>1</sub> と L<sub>2</sub> には共に出力電圧 V<sub>out</sub> が逆方向に印加されるので  $v_{L1}$  と  $v_{L2}$  は次の式で表されます。

$$v_{L1} = v_{L2} = -V_{out}$$

$v_{L1}$  と  $v_{L2}$  が負になるので  $i_{L1}$  と  $i_{L2}$  は減少します。  $i_{L1}$  と  $i_{L2}$  は次の式で表されます。

$$\Delta i_{L1} = \Delta i_{L2} = \frac{1}{L}(-V_{out})T(1-a)$$

定常状態では  $Q_1$  が ON 時のリアクトル電流の増加分と  $Q_1$  が OFF の時のリアクトル電流の減少分は等しいので次の式が成り立ちます。

$$\frac{1}{2L}(V_{in} - V_{out})Ta + \frac{1}{L}(-V_{out})T(1-a) = 0$$

この式を整理して次の式を得ます。

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{a}{2-a}$$

従来方式（図 1）の降圧比は良く知られているように  $\frac{V_{out}}{V_{in}} = a$  です。

したがって、2リアクトル方式の降圧比は次のようになります。

1 の時は従来方式とほぼ同じ

0 の時は従来方式の約半分

図 4 に両者の降圧比のグラフを示します。

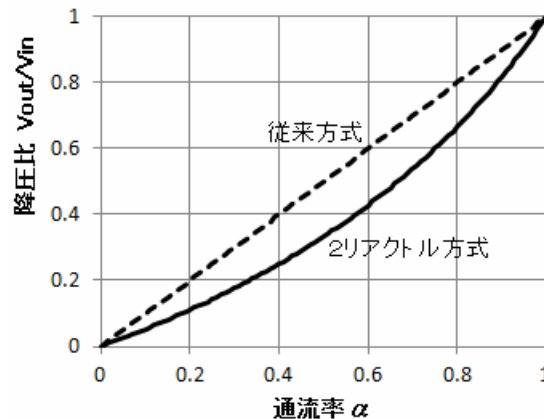


図 4 従来方式と 2 リアクトル方式の降圧比 ( $V_{out}/V_{in}$ ) の比較

### 2 リアクトル方式の特徴

このように、2リアクトル方式では低い出力電圧を得る時に従来方式より通流率を大きくできます。例えば出力電圧が入力電圧の 1/10 の時は従来方式では通流率は 0.10 ですが、2リアクトル方式では 0.18 になります。したがって、効率の向上が期待できるでしょう。リアクトルが 2 ヶ必要ですが、2ヶのリアクトルの印加電圧は常に等しいので同じ鉄心に巻くことができ、コストアップは抑制されません。しかしながら、次のような欠点もあります。

- ・出力のグラウンドが入力のグラウンドと異なる。
- ・ $Q_1$  の印加電圧が従来方式より大きくなる。
- ・ $C_1$  のリップル電流が従来方式より大きくなる。

これらの欠点を考慮すれば、この方式の適用は特殊な用途に限られるでしょう。しかし、この方式を  
発展させてフォワード型 DC/DC コンバータに応用すると実用的価値が期待できます。このことにつ  
いては別途報告します。

なお、本技術メモは平地研究室 2011 年度専攻科卒業生伊藤広晃の研究成果の一部をまとめたもの  
です。

以上