

昇降圧チョップ方式双方向 DC/DC コンバータ

(読んでほしい人：パワエレ技術者)

2014/4/28 舞鶴高専 平地克也

平地研究室技術メモ No. 20140104 「電圧型 + 電流型双方向 DC/DC コンバータ」[\[4\]](#)で詳しく説明したように、降圧チョップと昇圧チョップ、または電圧型 DC/DC コンバータと電流型 DC/DC コンバータを合体すれば双方向 DC/DC コンバータを作ることができます。同様にして2つの昇降圧チョップをうまく合体させれば双方向 DC/DC コンバータを作ることができます。さらに2つの「多機能チョップ」を合体させれば様々な動作を変幻自在に行うことのできるユニークな双方向 DC/DC コンバータを作ることができます。

昇降圧チョップ方式

図1 (a)(b)は同じ昇降圧チョップですが、(a)は V_1 が入力、 V_2 が出力であり、電力の流れは左から右です。(b)は逆に V_2 が入力、 V_1 が出力であり、電力の流れが右から左です。両者を合体すれば(c)の昇降圧チョップ方式双方向 DC/DC コンバータとなります。E1 から E2 を充電する時は Q_1 と D_2 が動作します。E2 から E1 を充電する時は Q_2 と D_1 が動作します。 Q_1 と Q_2 に FET を使用すれば D_1 と D_2 は FET の寄生ダイオードを流用できます。昇圧チョップ + 降圧チョップ方式 (図2) では必ず $V_1 > V_2$ でしたが、図1 (c)の方式ではベースになるチョップが昇降圧チョップなので V_1 と V_2 の大小関係は任意に選ぶことができます。

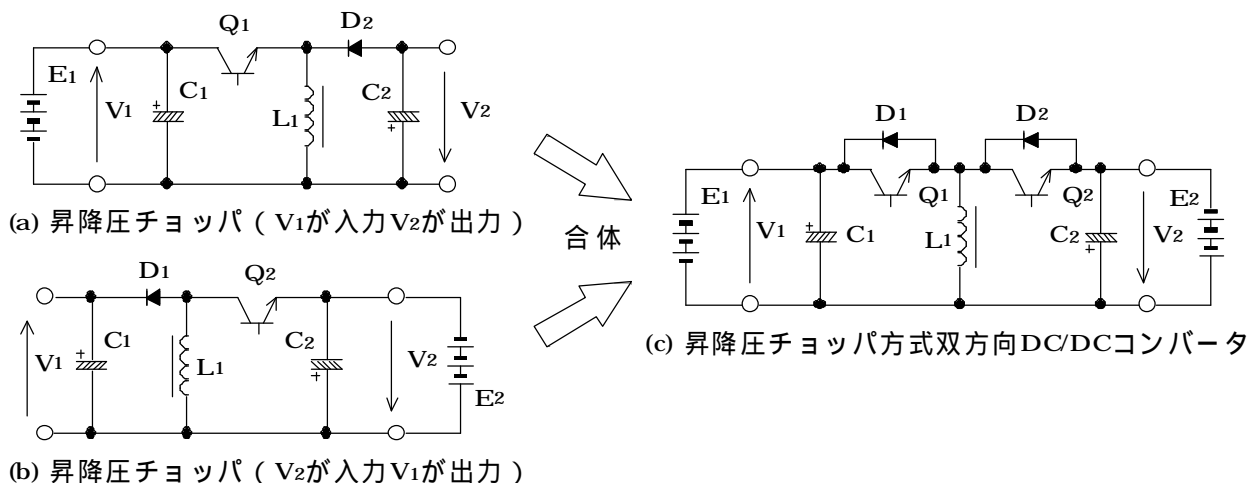


図1 昇降圧チョップ方式双方向 DC/DC コンバータ

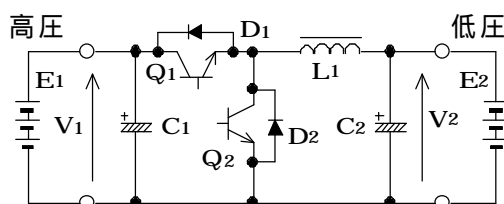


図2 昇圧チョップ + 降圧チョップ方式双方向 DC/DC コンバータ

フライバックトランス方式

図1(c)の回路において L_1 を変圧器の励磁インダクタンスで構成すれば図3のフライバックトランス方式双方向DC/DCコンバータとなり、入出力の絶縁が可能となります。左から右に電力を伝達する時は図3(b)に示すように Q_1 と D_2 が動作します。右から左に電力を伝達する時は図3(c)に示すように Q_2 と D_1 が動作します。

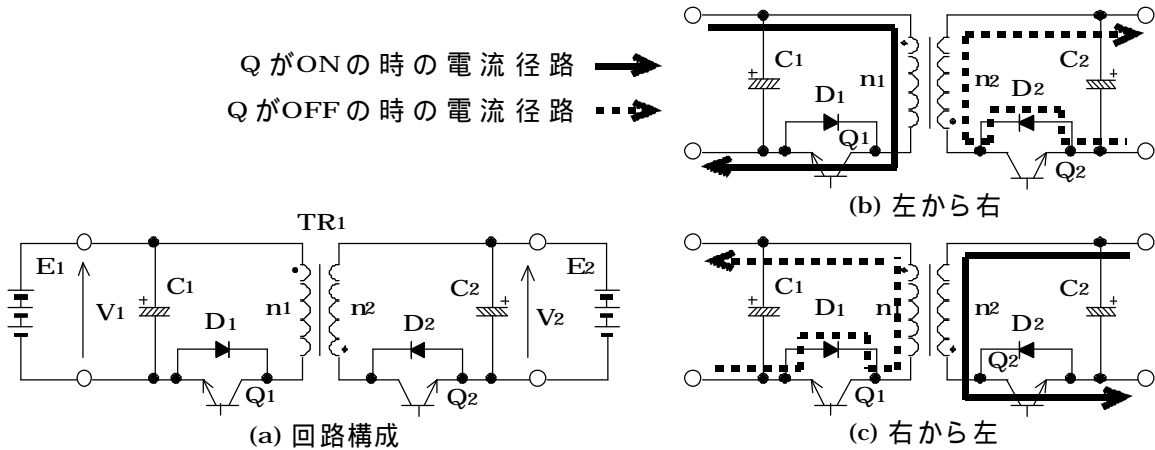


図3 フライバックトランス方式双方向DC/DCコンバータ

多機能チョッパ方式

多機能チョッパは1つの回路で降圧チョッパ、昇圧チョッパ、昇降圧チョッパの全ての動作を行うことができる面白いチョッパ回路です。詳細は文献[2][3][4]を参照下さい。図4に多機能チョッパの回路構成と4つの動作を示します。なお、図4(d)の昇圧降圧混合動作は昇降圧チョッパと同様に昇圧も降圧も可能ですが昇降圧チョッパより損失を抑制できるお得な動作です。

この回路を図5のように2つ合体させれば双方向DC/DCコンバータとなります。図5(a)は V_1 が入力、 V_2 が出力であり、電力の流れは左から右です。(b)は逆に V_2 が入力、 V_1 が出力であり、電力の流れが右から左です。 L_1 、 C_1 、 C_2 を共通部品として(a)と(b)を合体させれば図5(c)の双方向DC/DCコンバータとなります。 $Q_1 \sim Q_4$ にFETを使えば $D_1 \sim D_4$ はFETの寄生ダイオードで代用できます。この回路の4種類の動作を図6に示します。電流経路を見れば、図6(a)~(d)はそれぞれ図4(a)~(d)と全く同じ動作をしていることが分かります。図6では左から右に電力を伝達しています。この回路は完全に左右対称なので右から左の電力伝達も同様に実現できます。

この回路はまさに多機能であり、いろんな動作が考えられます。以下に動作の例を示します。

- (1) 左から右は昇圧動作、右から左は降圧動作。この場合は $V_1 < V_2$ の条件が必要です。
- (2) 左から右は降圧動作、右から左は昇圧動作。この場合は $V_1 > V_2$ の条件が必要です。
- (3) 左から右、右から左、共に昇降圧動作。この場合は V_1 と V_2 の大小関係は任意です。
- (4) 左から右、右から左、共に昇圧降圧混合動作。(3)より効率向上が期待できます。

V_1 または V_2 の電圧変動が大で、 V_1 と V_2 の大小関係が入れ替わるような用途では(3)または(4)で動作させます。しかし、動作モードは自由に切替可能なので V_1 と V_2 の大小関係に応じて(1)と(2)を切り替えるような動作も可能です。こうすれば(3)や(4)よりも損失の低減が期待できます。

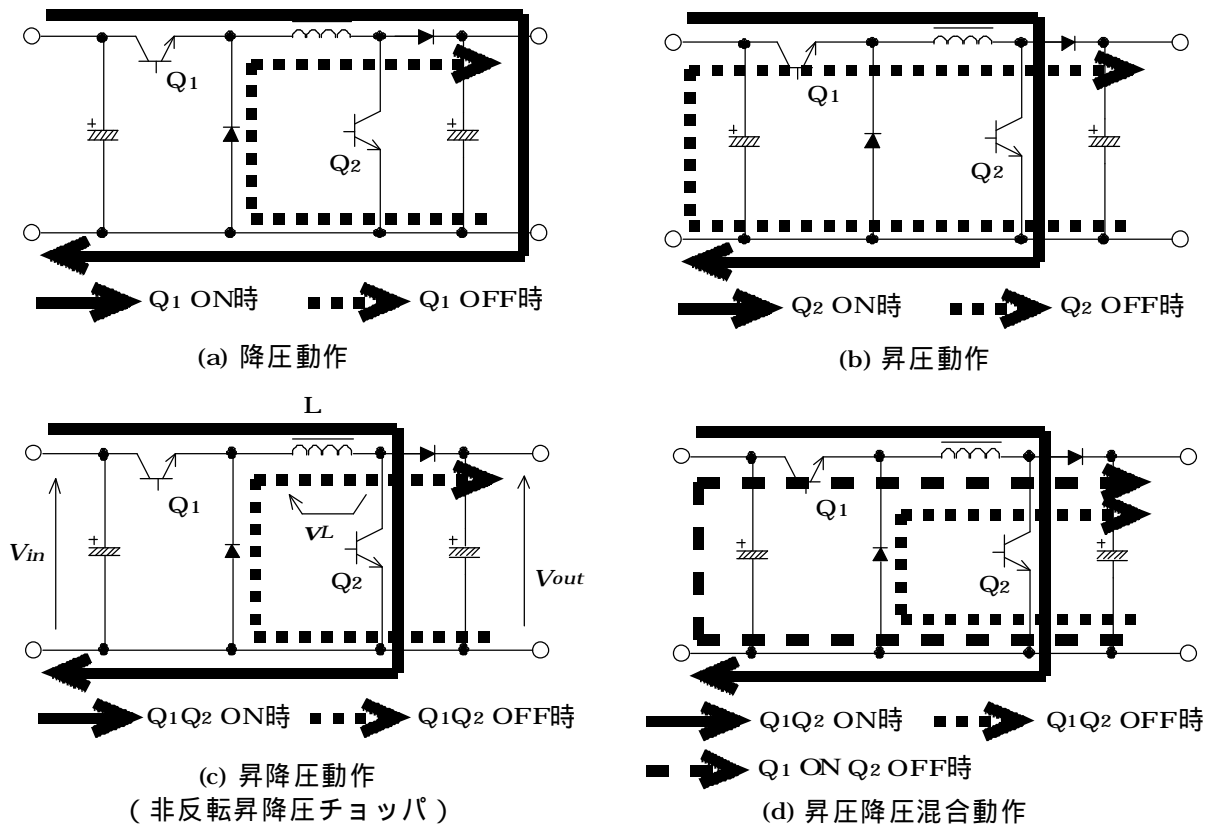


図4 多機能チョッパの4つの動作

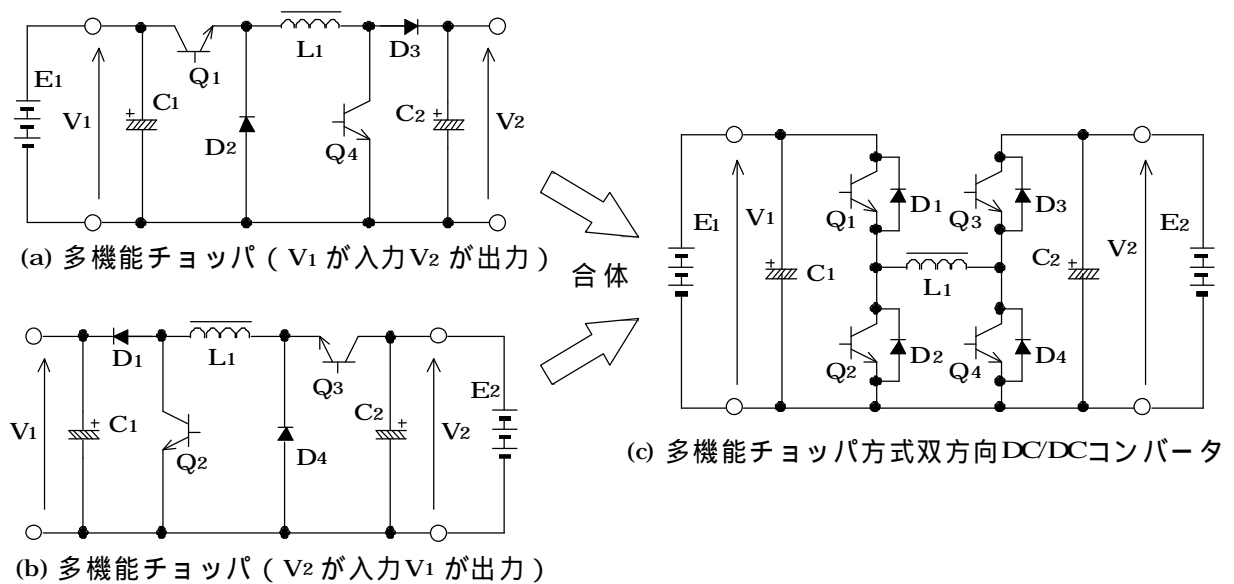


図5 多機能チョッパ方式双方向DC/DCコンバータ

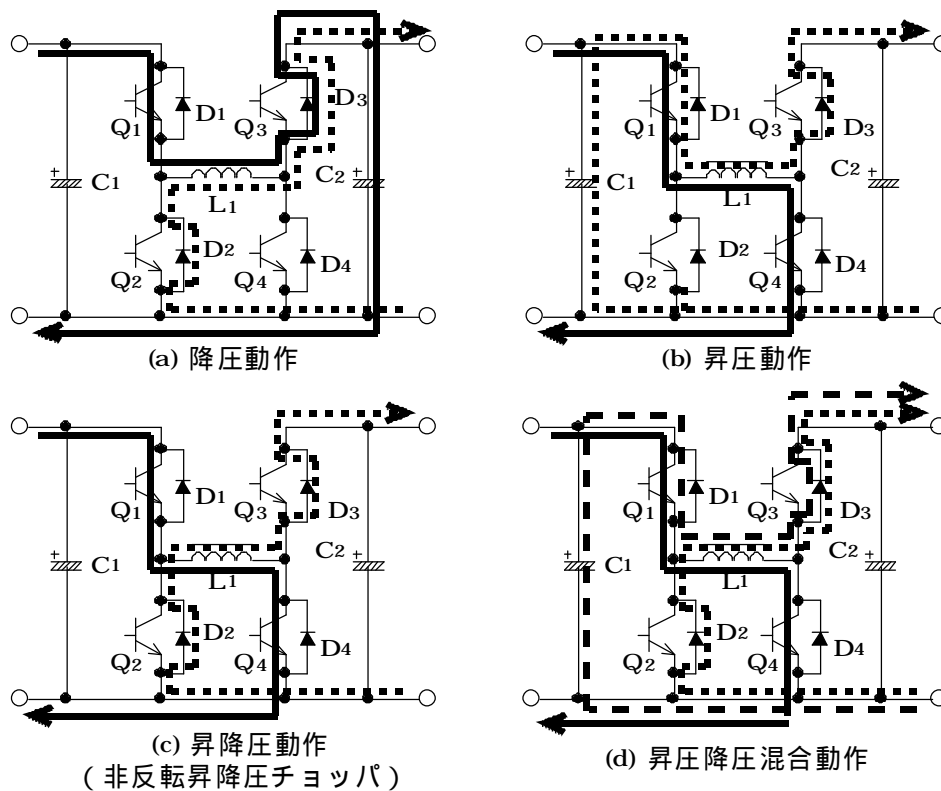


図6 多機能チョッパ方式双方向 DC/DC コンバータの各種動作
(左から右に電力を伝達する時)

参考文献

- [1] 平地克也、「電圧型 + 電流型双方向 DC/DC コンバータ」、平地研究室技術メモ No.20140104
- [2] 平地克也、「多機能チョッパ回路の御紹介」、平地研究室技術メモ No.20120831
- [3] 高見親法、平地克也、「降圧チョッパ + 昇圧チョッパ縦続接続方式の研究」、パワーエレクトロニクス学会誌、Vol.36, p.178, 2011
- [4] 高見親法、平地克也、三島智和、「降圧チョッパ/昇圧チョッパ縦続接続方式の全動作モードの検討」、パワーエレクトロニクス学会誌、Vol.37, pp.89-96, 2012