

変圧器の極性について

(読んでほしい人：パワエレ初心者)

2013/10/14 舞鶴高専 平地克也

変圧器の極性と変圧器の部品記号

図1に変圧器の部品記号を示します。電気回路の教科書には(a)のような図がよく記されています。この図から変圧比は1:2であり、 v_2 は v_1 の2倍の大きさであることが分かります。 v_1 が100Vなら v_2 は200Vです。しかし、 v_1 と v_2 の極性はこの図からは分かりません。図2に v_1 と v_2 の波形を示します。図2(a)と(b)は共に v_2 は v_1 の2倍ですが、(a)では v_1 と v_2 は同極性、(b)では逆極性です。式で表すと次のようになります。

図2(a)では $v_2 = 2 \times v_1$

図2(b)では $v_2 = -2 \times v_1$

通常の商用変圧器、例えば柱上変圧器や電気製品の電源回路の変圧器などでは極性はあまり問題になりませんが、変圧器の用途によっては極性の情報が必要となります。例えばDC/DCコンバータの高周波変圧器では極性は極めて重要であり、極性が異なると全く別の回路になってしまう場合があります。

そこで図1(a)の部品記号に小さな黒丸を付加して極性を示します。図1(b)は端子1と端子3に黒丸を付加しています。これで v_1 と v_2 が同極性であることを示します。 v_1 と v_2 が逆極性の場合は図1(c)のように黒丸を記します。なお、極性は相対的なものなので黒丸の相対的な位置関係が意味を持ちます。例えば図1(d)は(b)と同じことを意味しており、 v_1 と v_2 は同極性です。図1(e)は(c)と同じことを意味しており、(c)(e)共に v_1 と v_2 は逆極性です。

図1のような2巻線の変圧器では習慣的に1次巻線を左、2次巻線を右に記載します。しかし、逆に書いても間違いではありません。図3は3巻線の変圧器の記載例ですが、(a)(b)(c)(d)全て同じ変圧器を意味しています。図3のように巻線の配列は自由に変更してOKです。DC/DCコンバータの変圧器では3巻線以上の場合が多く、また、変圧器の端子にいろんな部品が複雑に接続されるので、最も回路図を書きやすいように巻線の配列を適宜変更して記載して下さい。

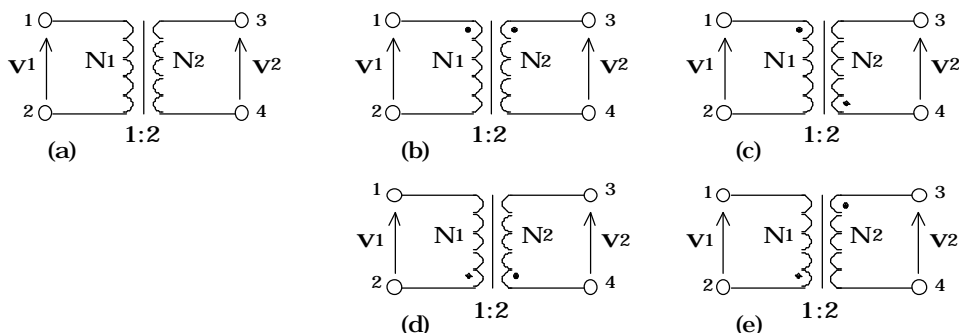


図1 変圧器の部品記号

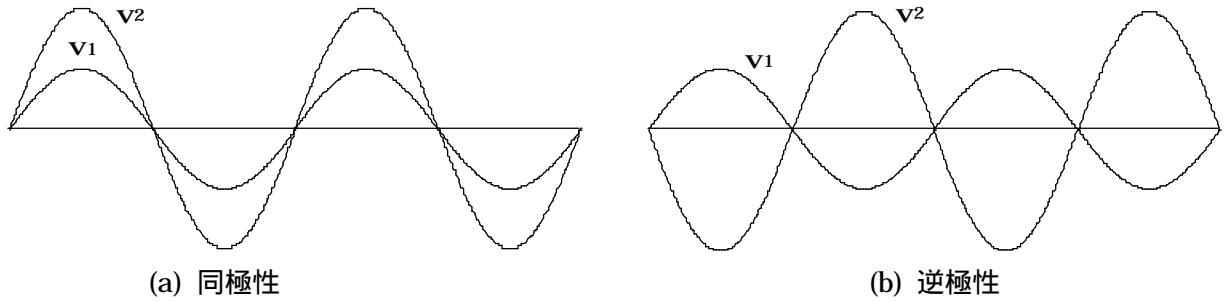


図2 変圧器の巻線電圧波形

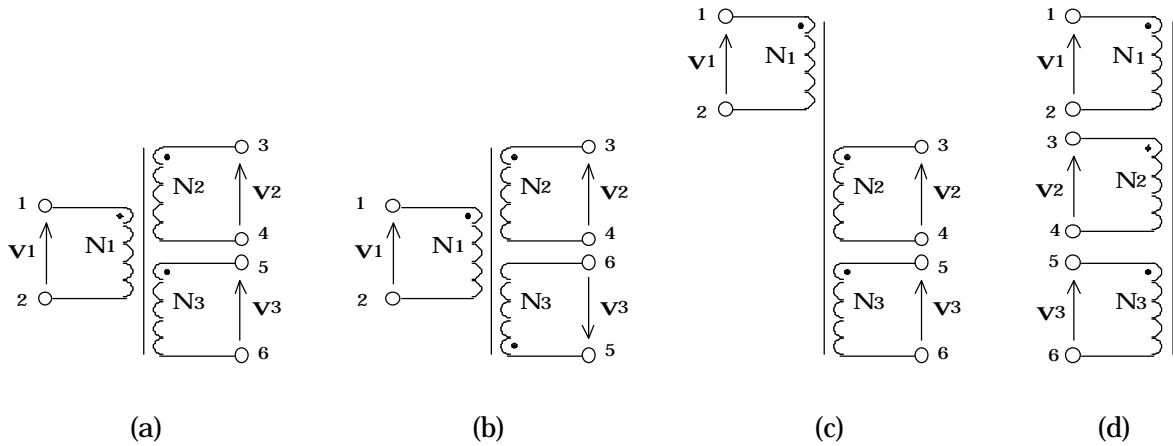


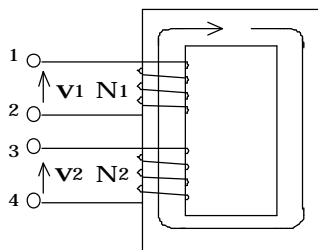
図3 変圧器の巻線のいろんな表示方法

変圧器の磁束と極性の関係

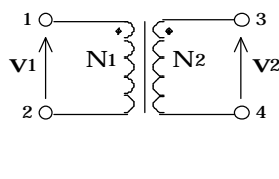
変圧器は2つ以上の巻線が磁束を共有することにより電力を伝達する装置、と言えます。図4(a)ではN1巻線とN2巻線が磁束を共有しています。巻線の電圧vと磁束の関係はファラデーの法則(電磁誘導の法則)で決まります。

$$v = N \frac{df}{dt} \dots \dots \text{ファラデーの法則}$$

よって、磁束を共有しており、巻き数Nも同じなら電圧の瞬時値は全く同じになります。図4(a)ではN1とN2は共に4ターンなのでv1とv2は大きさも極性も位相も同じであり、v1 = v2です。図4(a)を回路図に表せば図4(b)となります。図5(a)ではN2巻線はN1巻線と逆方向に巻かれています。したがって電圧は逆方向に発生し、v2の極性はv1の逆となり、v1 = -v2です。図5(a)を回路図に表せば図5(b)となります。

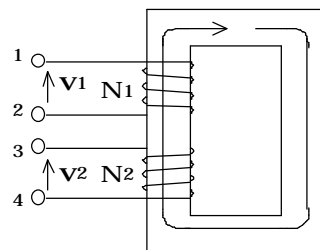


(a) 変圧器の構造

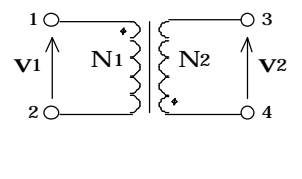


(b) 回路図

図4 コイルの巻き方と極性(同極性の時)



(a) 変圧器の構造



(b) 回路図

図5 コイルの巻き方と極性(逆極性の時)

図 6 (a)の N_1 巻線と N_2 巻線の関係は図 4 (a)と同じであり、 v_1 と v_2 は同極性であり $v_1 = v_2$ です。
 N_2 巻線をずるずると移動させて鉄心の下辺に持って来ると N_3 巻線となります。当然、 $v_3 = v_2 = v_1$
 です。 N_3 巻線をさらにずるずると移動させて右辺に持って来ると N_4 巻線となります。当然、 $v_4 =$
 $v_3 = v_2 = v_1$ です。図 6 (a)を回路図に表せばは図 6 (b)となります。

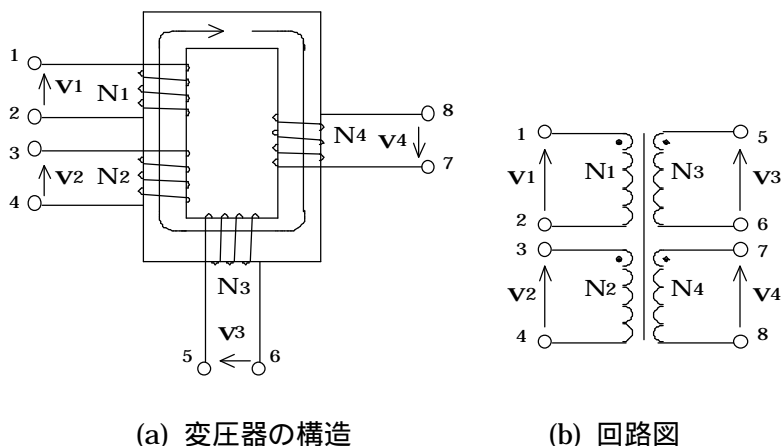


図 6 コイルの巻き方と極性 (変圧器の複数の辺に巻線がある時)

変圧器の極性記号 (黒丸) の簡単な判別方法

図 6 の場合は v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 の極性が全て同じであることはすぐに分かりますが、巻線構造が複雑な場合はどちらの端子に黒丸をつければいいのかわかります。その場合は右ネジの法則 (図 8) を使うといいでしょう。親指を磁束 の方向に合わせ、電流の方向 (親指以外の指の方向) を判断し、電流がその方向に流れ込む端子に黒丸を付けます。図 7 (a)の N_1 巻線なら i_1 の方向に電流が流れると が図の方向に発生することが右ネジの法則から分かります。よって、黒丸は 2 番端子ではなく、1 番端子に付けます。同様にして N_2 、 N_3 、 N_4 巻線は i_2 、 i_3 、 i_4 の方向に電流が流れ込むと が図の方向に発生することが分かります。よって、4 番、5 番、8 番端子に黒丸を付けます。回路図を書くと 図 7 (b)となります。式で表すと $v_1 = -v_2 = v_3 = -v_4$ となります。

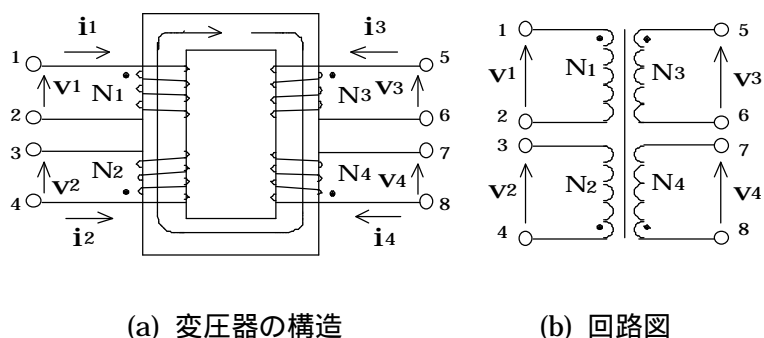


図 7 コイルの巻き方と極性 (巻線構造が複雑な場合)

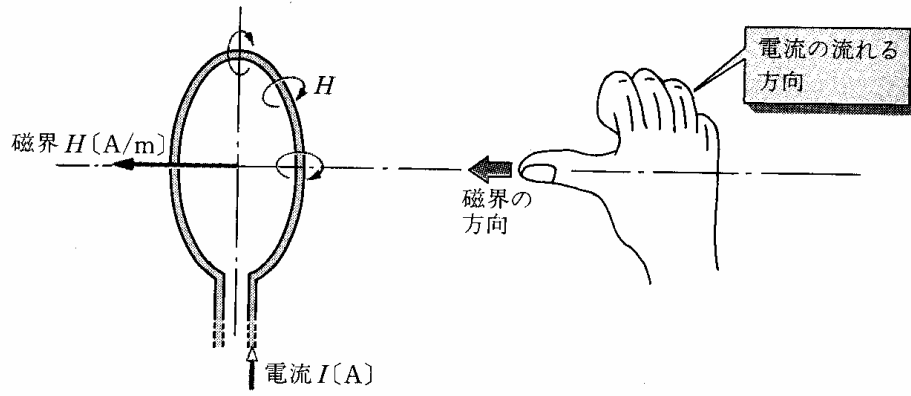


図8 電流と磁界（磁束）の関係（右ネジの法則、工業高校の検定教科書より）

以上