

このPDFは、CQ出版社発売の「実用マイクロ波技術講座 -理論と実際- 第4巻」の一部分の見本です。
 内容・購入方法などにつきましては是非以下のホームページをご覧ください。
<http://www.cqpub.co.jp/hanbai/books/79/79741.htm>

第14章 平衡不平衡変換器 (Balun)

14.1 原理

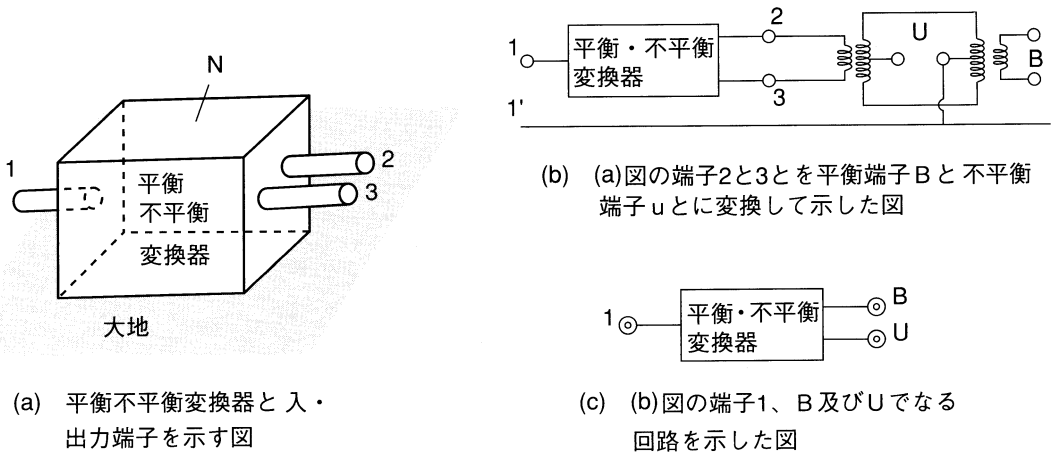


図 14.1 平衡不平衡変換器の入出力端子を示す図

図 14.1 のように回路 N の入力に 1 本の端子、出力に大地に対して対称構造の 2 本の端子 2 及び 3 が接続される場合、出力には偶モードと奇モードの 2 本のモードが発生する。2 本のモードは図 14.1(b) のような理想変成器により夫々 B 開孔及び U 開孔として具体的には取り出すことができる。そこで開孔 1 (端子 1 と大地間) と開孔 B 及び U からなる 3 開孔を図 14.1(c) のように示すことができる。奇モード及び偶モードは夫々平衡モード及び不平衡モードと呼ばれ、従って開孔 B 及び U は平衡及び不平衡に対する開孔である。

いま図 14.2(a) に示すように、開孔 1 に信号を加えたとき開孔 U には信号が現われず開孔 B にのみ現われるとき、これを平衡不平衡変換器と呼ぶ。つまり入力に加わった信号は図 14.1(a) の端子 2 及び 3 に奇モードで現れることになる。つまり端子 2 及び 3 には同じ振幅で逆位相の信号が生じることになる。

この時、可逆の定理により、開孔 U に信号を加えても開孔 1 には生じないことを意味する。

上記のことから平衡不平衡変換器では開孔 1 と開孔 U との間には信号のやりとりがない。つまりアイソレーションがなければならないことを意味している。



(a) 開孔1に加えた信号はBにのみ生じる図 (b) 可逆の定理で開孔Uに加えた信号は開孔1に生じないことを示す図

図 14.2 平衡不平衡変換器では入力の開孔 1 に加えた信号は開孔 U には現われず、また可逆の定理で開孔 U に加えた信号は開孔 1 には生じないことを示す図

従って平衡不平衡変換器をつくるには
“開孔 1 と開孔 U との間にアイソレーションがとれている事”
を工夫することである。これには表 14.1 に示したようないくつかの方法がある。

方 式	具 体 例	図5の例
方式 A (インピーダンスが純虚数) 開孔 U より回路を見た	① コイル ② 並列共振回路 ③ フェライトコイル ④ 先端短絡 $\frac{\lambda}{4}$ 線路	(1) (2) (3) (4) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20)
	⑤ 直列共振回路 ⑥ 先端短絡 $\frac{\lambda}{4}$ 線路	(5) (6)
方式 B 磁気結合 1-B 間 有 1-U 間 無	⑦ スロット線路 マイクロストリップ線路 ⑧ 中点のあるコイル	(13)
方式 C 電気長が 180° 異なる 2 線路による 2 パスを用いる方法	⑨ マルチパス ⑩ スロットと2ヶのマイクロストリップ線路	(10) (11) (12)

表 14.1 平衡不平衡変換器におけるアイソレーションを得る方法の例

図 14.2 において開孔 1 と開孔 B にのみ着目すると図 14.3 の如く表わせる。開孔 1 と開孔 B に夫々 R_S 及び R_L を接続したとき、変換器が各々の開孔で整合したとき、 R_S 及び R_L を夫々の

開孔 1 及び B の整合抵抗である。

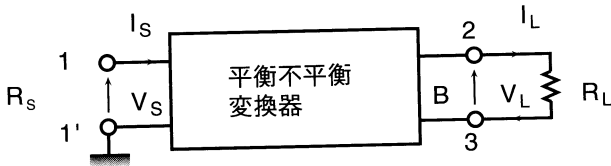


図 14.3 平衡不平衡変換器の開孔 1 及び開孔 B の開孔インピーダンス R_S 及び R_L を示す図

ここで R_L の意味は図 14.1 の端子 2 と 3 の間に R_L を接続したとき、端子 3 から 2 を見た電圧を 2 から流出する電流で割った値であることに注意すること。

尚図 14.1 の端子 2 から負荷側に流れる電流を I_2 とし、端子 3 から回路側に流れる電流を I_3 とすると、

$$\left. \begin{aligned} I_2 &= \frac{I_2 + I_3}{2} + \frac{I_2 - I_3}{2} \\ I_3 &= \frac{I_2 + I_3}{2} - \frac{I_2 - I_3}{2} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$\downarrow$ I_B (平衡電流) $\downarrow$ I_U (不平衡電流)

の如く I_B と I_U に分解できこれを示すと図 14.4 の如くなる。いま $I_U = 0$ のときは $I_2 = I_3$ となり平衡電流のみとなる。これが理想的な平衡不平衡変換器である。

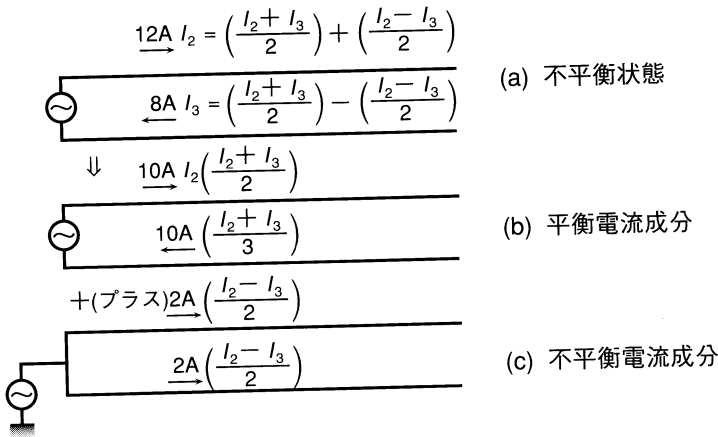


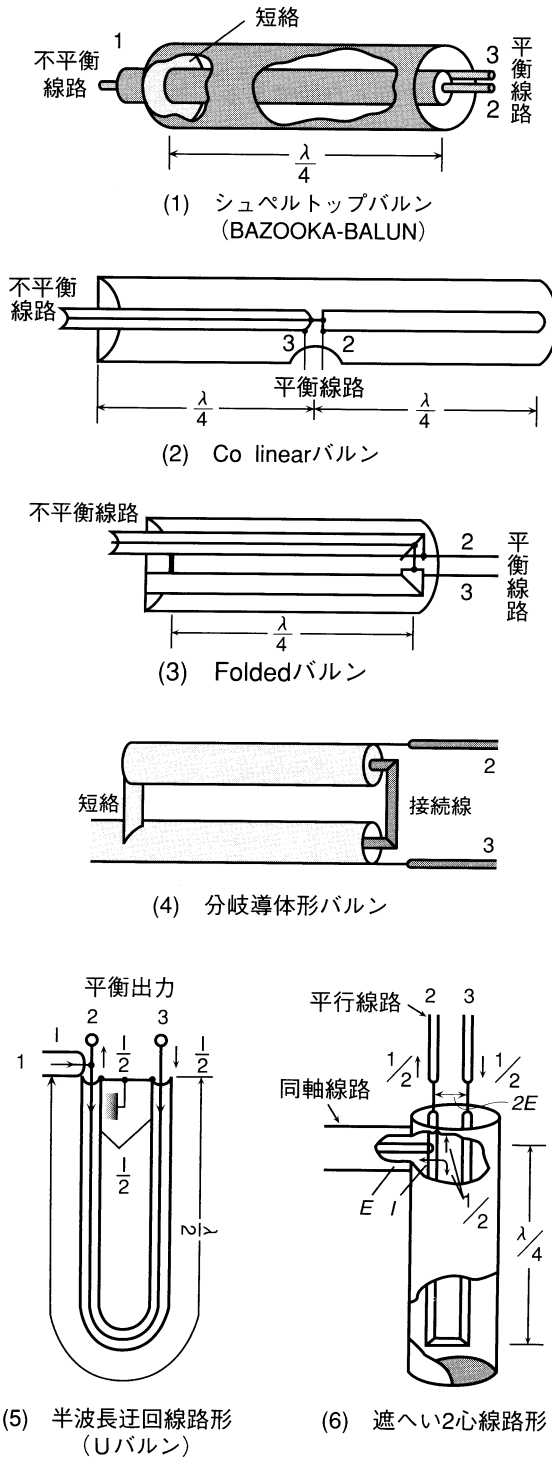
図 14.4 平衡電流と不平衡電流

14.2 構成例

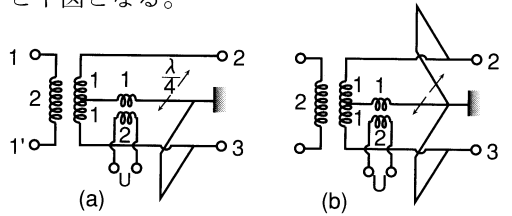
以下図 14.5 に平衡不平衡変換器の構成例を示す。尚同図に原理の補足説明とくにアイソレーションのとっている方法と、 $R_S : R_L$ の値を示した。

ここで R_S と R_L との比は開孔 1 もしくは開孔 2 に $\frac{\lambda}{4}$ 変成器などを用いることにより、任意の比率にすることができるのは云うまでもない。

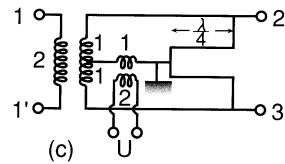
図 14.5 種々の平衡・不平衡変換器の構造と動作



同軸の中心導体の電流がそのまま平衡線路の 1 本に連続して流れるから $R_S : R_L = 1 : 1$ 。先端短絡 $\frac{\lambda}{4}$ チョークで端子 2、3 には不平衡電流 i_u は流れない。チョークの中心周波数以外では $i_u \neq 0$ なる故狭帯域である。これを広帯域にするため (2) の如く同軸の中心導体にも $\frac{\lambda}{4}$ チョークを入れてバランスをとり広帯域にする。等価回路を示すと下図となる。



(a) 及び (b) 図は (1) 及び (2) に対応する。(3) は (2) を折り曲げたものである。(4) は (c) 図の如く 2 と 3 に関して対称になり開孔 1 から開孔 U には伝送しない。



(5) で端子 2 と 3 とを同相励振すると U ラインの先端が開放され 2 と 3 とは接地されるため開孔 1 には生じない。(5) の電流値よりわかるように $R_S : R_L = 1 : 4$ である。(5) の U ラインを遮へい円筒内で結合 2 線路で作ったのが (6) であり、この場合は 2 と 3 の同相励振に対して結合線路は偶モードで先端開放となり不平衡モードは短絡される。当然 $R_S : R_L = 1 : 4$ である。