



第3章 どんな部品があり、 何に気を付けて組み合わせるか？

回路記号の種類と送信機や 受信機の簡単な設計例

山本 博章
Hiroaki Yamamoto

MTT・S学会

正確には、IEEE MTT・S (The Institute of Electrical and Electronics Engineers Microwave Theory and Techniques Society) の略語で、50年の歴史を持つ国際マイクロウェーブ学会。会員数約9000人で、その専門分野は約80の総会に分かれており、対象としている周波数範囲は200 M ~ 1 THzである。

RF

Radio Frequency の略。一般に高周波を意味する。通信機器の回路ブロック内では「無線周波数」の意味で使われる。

IF

Intermediate Frequency の略。送受信機において周波数変換された中間周波数のこと。

ひとくちに回路記号と言っても、各社によってそれぞれ異なった記号が使われています。一般に、ドイツにある Siemens 社が古くから社内において統一して使用していた記号が世界に広まっています。ここでは旧 IEEE 学会、現在の MTT・S 学会で使われている回路記号を例に取って説明します。

後半では、送信機と受信機の簡単な設計例を紹介します。

回路図を読み解くために

設計した回路の動きを第三者に伝えるために回路図を描きます。回路といっても RF 信号部、デジタル制御部、電源部、表示部などいろいろありますが、ここでは RF 信号部に限定して記述します。この部分は、一般的に RF 信号のフロントエンドと呼んでいます。

IF 信号部以降をベース・バンドと呼び、アナログで構成する方法とデジタルで構成する方法があります。

近年は RF 信号部についてもデジタル化が進んでいますが、基本的な信号のシンボルは変わりませんので、回路を表現するには問題ないと思います。

一般的に、回路図はその信号の流れがわかりやすいように左から右へ、または右から左へ記述します。信号の流れは左右方向が主流ですが、書きづらい場合には、上下にも記述します。決して斜めには記述しません。

回路には受動部品と能動部品があり、以下、順に説明します。

受動部品の回路記号

方向性結合器

一般にカブラとも呼び、RF 信号のパワーのモニタリングを行ったり、電力を分配する目的で使用します。

正確には、図 3-1(a) に示すように内部の結合と終端を描きますが、一般的には図 3-1(b) に示すような 3 端子の回路で表します。

P_1 から入力された RF 信号は、 P_3 からのおおのの結合度によって電力が出力されます。結合度を表したい場合は、 P_1 から P_3 の間に矢印を書いて、そこに結合度の値を記述します。図 3-1(b) の例では、結合度が -6 dB であることを示します。

回路記号の四角の中には、DC (Directional Coupler) または Cup (Coupler) などと記述します。

図3-1 方向性結合器の回路記号

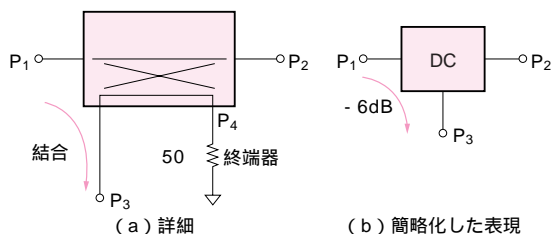


図3-4 90°/180°のハイブリッドの回路記号

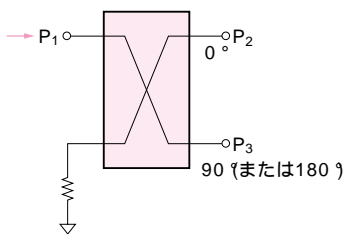


図3-2 電力分配器の回路記号

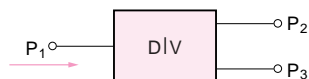


図3-3 電力合成器の回路記号

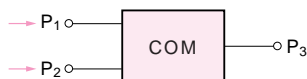


図3-5 固定減衰器の回路記号

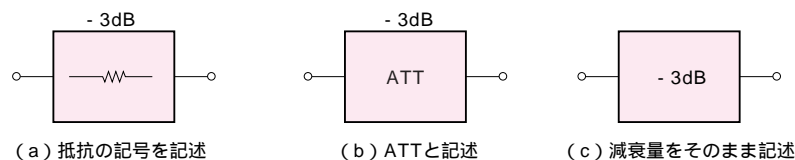


図3-6 可変減衰器の回路記号



電力分配器(合成器)

分配する数だけ端子をもっています。共通端子からRF信号を入力すれば分配器として動作し、分配端子からRF信号を入力すれば合成器として動作します。

図3-2に、電力分配器の回路記号を示します。四角の中にはDIV(Divider)と記述します。

図3-3に、電力合成器の回路記号を示します。四角の中には、COM(Combiner)と記述します。

同相の電力合成器と電力分配器について説明しましたが、図3-4に示す90°/180°のハイブリッド回路も合成/分配器として使えます。

図3-2および図3-3に示す電力分配器や電力合成器との違いは、P₁から電力が入力された場合に、P₂端子には0°、P₃端子には90°または180°の位相差がついたRF信号を出力することです。RF信号に90°の位相差が発生すると、その振幅は最小から最大へ、または最大から最小へと変化するもので、これを合成/分配することによってRF信号の振幅特性に変化をつけることができます。

ミキサと組み合わせて使用すれば、ミキサ内で発生するイメージ周波数を抑圧することができます。アンプとして使った場合には、バランスド・アンプとして動作させることができ、接続される負荷に対する影響を少なくすることもできます。

固定減衰器(可変減衰器)

RF信号の電力を一定の値だけ減衰させます。図3-5に固定減衰器の回路記号を示します。四角の中には、図3-5(a)のように抵抗の記号を記入する場合がありますが、図3-5(b)に示すようにATT(Attenuator)と記述する場合や、図3-5(c)のように四角の中に減衰量をそのまま記述する場合があります。

可変減衰器は、図3-6に示すように四角の中に可変抵抗器のマークを記入します。四角の外に、設定する標準的な減衰量を記述する場合があります。

ハイブリッド回路

受動型四端子の電力分配器で、分配後の位相差が90°のものや180°のものがある。

バランスド・アンプ

外部に接続される回路のインピーダンスの影響を受け、そのアンプ性能が変化するのを防ぐために、アンプの内部の入出力に90度ハイブリッド回路を備えアンプ素子をサンドイッチ構造にしたアンプのことをいう。

これに対しバランスド・アンプの内部に使用しているアンプ素子のことを、シングル・エンディッド・アンプという。