



GHz回路の設計事例

～ブロック図から回路図へ，回路図からプリント基板へどのように展開していくのか～ 津野 徹

第2章では，GHzに関する基礎的な事柄について説明した。ここではGHzに関する知識を深めるため，実際の回路・配線的设计事例を紹介する。(編集部)

1 高周波機器のブロック図を理解する

一般的な高周波機器のブロック図は，図1のようになっています。これら高周波機器は，主に次のようなコンポーネント(機能を持った部品)で構成されています。

基準水晶発振器(X'tal)

周波数の基準となります。高周波機器の心臓部であり，水晶振動子を使ったコンポーネントが一般的です。通常，10MHz(縦型カット水晶振動子が一番安定する周波数)の基準周波数が多く用いられます。ブロック図中では「X'tal」と表されます。

掃引発振器(OSC)

周波数可変発振器(VCO, VCXO)の制御電圧を変化させ，周波数を可変できるようにしたコンポーネントです。最近の高性能機器は，基準水晶発振器の10MHzを基に，PLL(Phase-Locked Loop)などを使って発振周波数を高い精度をもって変化させています。

周波数ミキサ(MIXER)

アナログ周波数掛け算器で周波数を変換するコンポーネントです。ダイオードなどでスイッチング(掛け算)を行

います。 $\sin \times \cos$ などの演算を行います。

高い搬送波周波数を低い搬送波周波数に変換するため，ベース・バンド信号を復調する目的で使用されます。

周波数フィルタ(HPF, LPF, BPF, BEF)

周波数変換の際に，イメージ周波数^{注1}が発生するので，これらを削除したりするコンポーネントです。

帯域により4種類に分類されます。

- HPF(High-Pass Filter)；高い周波数を通過させる
- LPF(Low-Pass Filter)；低い周波数を通過させる
- BPF(Band-Pass Filter)；目的の周波数を通過させる
- BEF(Band-Eliminate Filter)；目的の周波数を取り除く

アンプ(AMP)

小さな信号を増幅したり，インピーダンスを変換したりするコンポーネントです。低ノイズ・アンプ(LNA: Low Noise Amplifier)，バッファ・アンプ(Buffer Amplifier)，パワー・アンプ(Power Amplifier)など，用途によってさまざまなアンプがあります。

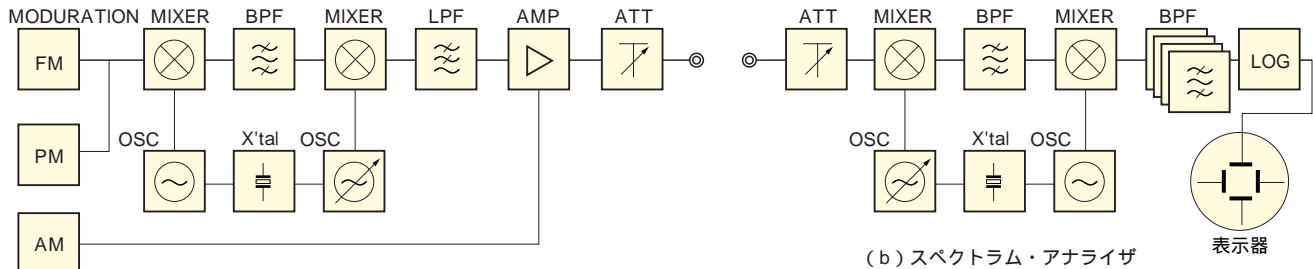
アッテネータ(ATT)

大きな信号を必要なレベルに変換するコンポーネントです。アンプのゲインを調節しても同じことはできるのですが，周波数特性が変化してしまうためアッテネータで調節するのが一般的です。ところが，最近は10dB，20dBの範

注1：ある周波数に対して乗算を行ったときに，差の周波数が等しくなる周波数は二つ存在する。使用しない側をイメージ周波数という。

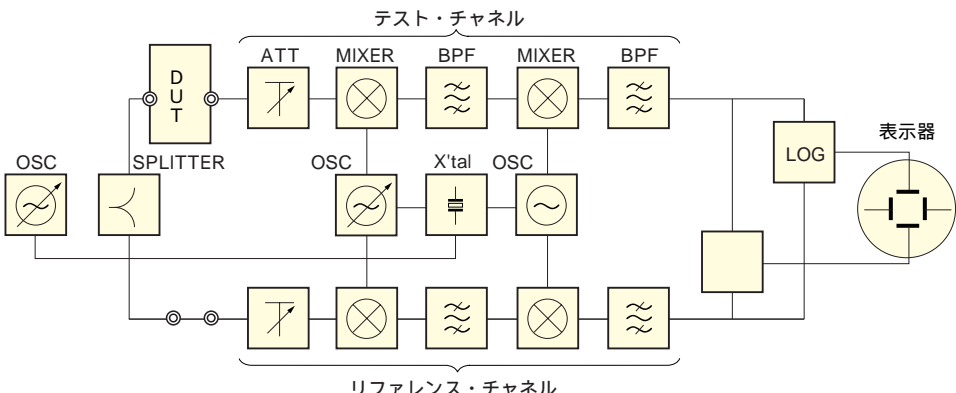
Keyword

X'tal, VCO, VCXO, OSC, MIXER, HPF, LPF, BPF, BEF, ATT, レベル・ダイヤグラム, SPICE シミュレータ, B2 SPICE, ウィルキンソン型4分配器

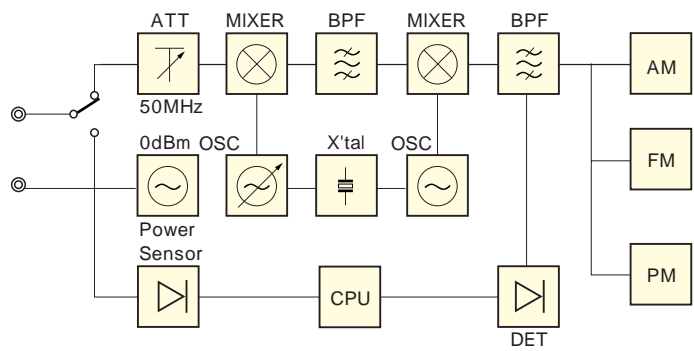


(a) シンセサイズド・シグナル・ジェネレータ

(b) スペクトラム・アナライザ



(c) ネットワーク・アナライザ



(d) メジャリング・レシーバ

図1 高周波機器のブロック図の例

いくつかのコンポーネントで構成される。

$$V = \sqrt{4kTBR}$$

V ; サーマル・ノイズ [Vrms]
 k ; ボルツマン定数: 1.38×10^{-23} [m²kg/s²K]
 T ; 絶対温度 [K]
 B ; 帯域幅 [Hz]
 R ; 信号源抵抗 []

図3 熱雑音の計算式

囲は可変ゲイン・アンプで調節するのが一般的となっております。

2 ブロック図をもとにレベル・ダイアグラムを作成

高周波信号は50 伝送が基本です。伝送路のインピーダンス設計が的確に行われているとすれば、あとは周波数特性と入出力レベルの設計が主になります。その際に作成するのがレベル・ダイアグラムです。この段階でコンポーネントの仕様が決まっていきます。

図2にRF測定器のレベル・ダイアグラムの例を示します。一番最初にコンポーネント・レベルでのブロック図があります。次に入力信号のダイナミック・レンジを記入します。ダイナミック・レンジは、アッテネータやアンプでコンポーネントのダイナミック・レンジをオーバーしないように調節されます。

熱ノイズは信号がこのレベルに入ると、測定不可能となることを示す測定限界点と考えられます。これは温度と帯域で決まります(図3)。

ここで注意することは、各コンポーネントにおける信号帯域です。信号帯域が広いコンポーネントは、ノイズ・レ