



## パソコンでアナログ回路の設計に挑戦 やってみよう！ 電子回路シミュレーション

### ⑤ 帯域100 k～100 MHzの低雑音プリアンプ ～雑音源「抵抗」を使わないアクティブ・バイアス方式を試作～

川田 章弘 Akihiro Kawata

高周波用の低雑音アンプは希望の性能を得るために、個別トランジスタで作る必要があります。LC素子を使った帯域の狭いアンプを使うことも多いのですが、ここでは、なるべく広帯域のアンプを設計してみます。

#### 低雑音と広帯域のトレードオフ

##### ● 高周波の低雑音アンプは帯域が狭いものが普通

無線通信に使われる受信機には、入力信号を選別するための帯域通過フィルタ群(フィルタ・バンク)と低雑音アンプが組み込まれています。

低雑音アンプを実現するためには、抵抗を使わずに、LCによってインピーダンス・マッチングを行うのが基本です。抵抗を使用するという事は、エネルギーを損失させることになり、信号振幅も小さくなるからです。信号振幅が小さくなると、信号対雑音比(SNR; Signal to Noise Ratio)が悪化するので好ましくありません。

ところが、LCによるインピーダンス・マッチングを行った場合、アンプの周波数帯域は狭くなります。LC回路網によるQはRC(またはLR)によるQ(0.5)よりも高いためです。周波数帯域の狭いアンプしか使えないときは、受信用低雑音アンプを帯域ごとに複数用意して、スイッチで切り替える必要があります。

##### ● 広帯域のアンプがあればシステムがシンプルになる

広帯域で低雑音なアンプが一つあれば広い周波数帯域の信号を増幅できますから、切り替えスイッチが不要になります。さらにアンプも1回路で済みますので、回路規模や部品点数も削減できます。

低雑音性能が得やすいLCによるインピーダンス・マッチングに頼らず、入力インピーダンス50Ωを実現し、低雑音トランジスタの性能を温度安定性を含めて確保することが、ここでの設計課題です。

##### ● 中波帯からFM放送帯をカバーする低雑音アンプを設計してみる

50Ωでインピーダンス・マッチングのとれた広帯域アンプを作るうえで、問題になることが何点かあります。特に難しい問題として、低雑音性能を広帯域で確保することが挙げられます。もう一つの大きな問題は、広帯域のインピーダンス・マッチングです。

低雑音な高速OPアンプを使用すれば、容易に広帯域な低雑音アンプができると思うかもしれませんが、しかしOPアンプは、入力インピーダンスの大きいアンプですから、入力インピーダンスを50Ωにマッチングさせるためには、50Ωの入力抵抗を必要とします。抵抗によってマッチングを取った場合、そのマッチング抵抗から雑音が発生するので、ノイズ・フィギュア(NF; Noise Figure)を3dB以下にできません。さらに、OPアンプの入力雑音源の影響もあるので、アンプ全体としてみれば無線通信の世界における低雑音性能(NF = 3dB以下)は得られません。

高周波で使用する50Ω入力の低雑音アンプは、以上のような事情によりディスクリット(トランジスタなどの個別素子)で実現されることがほとんどです。ディスクリット回路でアンプを構成するうえで、いくつかの問題があります。

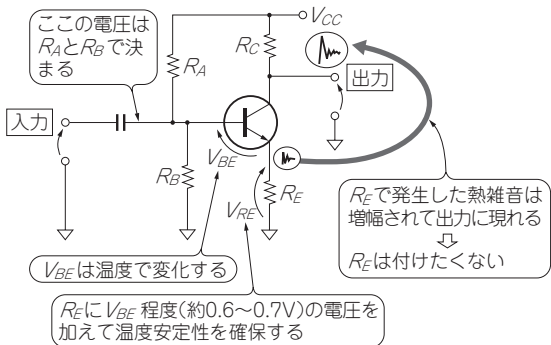


図1 バイアスを安定化させるのに必要なエミッタ抵抗は熱雑音源でもある