



受信感度不良, 異常発振, マッチング回路, APC 回路, 測定時のトラブルなど

高周波回路のトラブル事例と対策

市川 裕一 / 濱田 倫一
Yuichi Ichikawa / Tomokazu Hamada

受信感度不良



1 LNA 単体での NF は設計値を満足しているのに, 受信機 NF が設計性能を満たさない

● 原因

ダウン・コンバータによるイメージ雑音重畳が原因でした。図1・1に示すように、周波数変換回路の入出力には通常、イメージ帯域を阻止するフィルタ BPF(イメージ・フィルタ)を挿入します。このうち高周波側のイメージ・フィルタについて考えた場合、アップ・コンバータでは高周波側が出力となるので、イメージ帯域にイメージ・スプリアスが存在し、高周波側のイメージ・フィルタの存在価値を容易に認識できます。

一方、受信機のダウン・コンバータの場合は、高周波側は入力端子であり、イメージ帯域にはイメージ・スプリアスが存在しないため、入力フィルタの扱いが

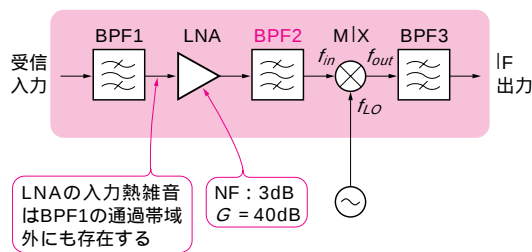
疎かになりがちです。

しかし、仮にイメージ帯域にスプリアスがなくても雑音電力は存在するため、ミキサ入力で阻止しておかないと、ダウン・コンバータ出力に雑音が重畳されることになります。

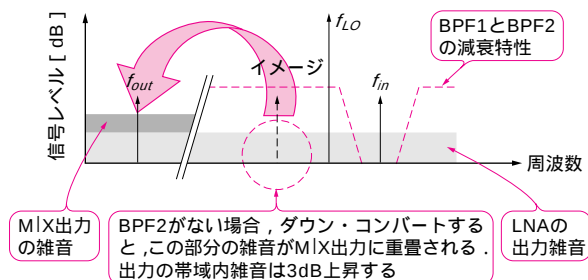
図1・1に示すように「LNA 入力に受信帯域外を阻止するフィルタを挿入しているので大丈夫」と考えてミキサ入力のフィルタ BPF2 を省略すると、ダウン・コンバータの出力には入力フィルタでは阻止されない「LNA の雑音電力」が重畳されるので、全体の NF が LNA 単体で評価した値の2倍(+3 dB)となってしまいます。

このような事象を認識していても、失敗することが

図1・1 ダウン・コンバータでNFが劣化する理由



(a) 受信部のブロック図

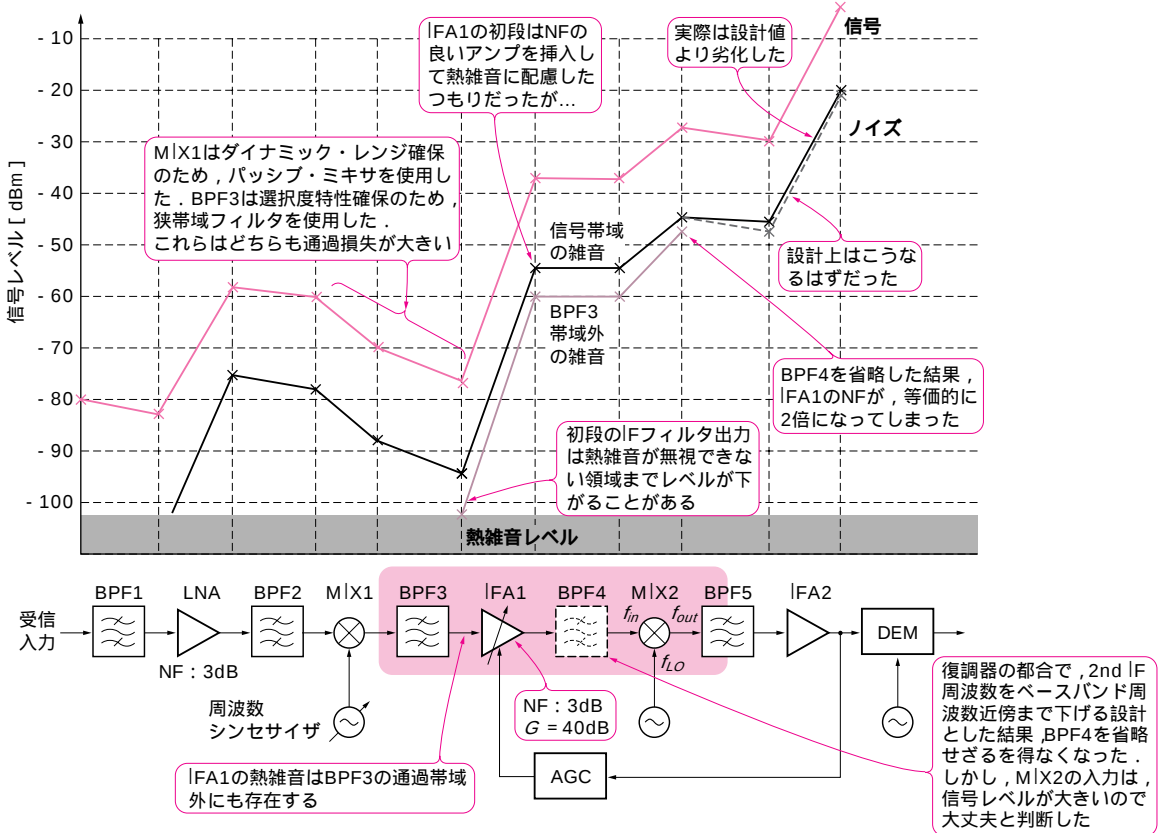


(b) BPF2がないとMIX出力に雑音が重畳される

Keywords

LNA, HPA, イメージ・フィルタ, イメージ・スプリアス, ダウン・コンバータ, アップ・コンバータ, イメージ・リジェクション・ミキサ, アイソレーション, インピーダンス・マッチング, 高周波パワー・モジュール, 電波吸収体, マイクロストリップ・スタブ, マイクロストリップ・ライン, 高次モード, タイム・ドメイン機能, APC 回路, 方向性結合器, サーキュレータ, 定在波, TE11 モード, TM01 モード。

図1-2 受信機的设计で失敗しやすい構成とそのレベル・ダイアグラム



あります。図1-2を見てください。

一般に2nd IF段では信号レベルが十分に大きいので、送信機と同様に「熱雑音は無視できる」として、ダウン・コンバータの入力フィルタを省略することがあります。2nd IF以降をデジタル処理する場合、サンプリング・クロックの都合で中間周波数をベースバンド周波数の近傍に設定する必要が生じるケースがあり、無理を承知で(?)こんな設計をする場合もあります。

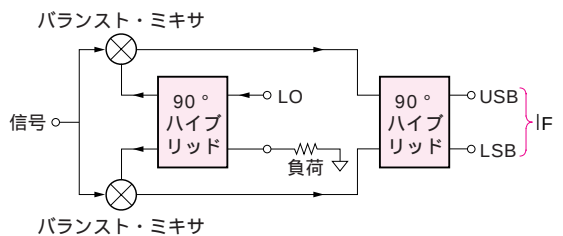
この場合、設計どおり2nd MIXの入力雑音が十分小さければ問題ないのですが、一般に1st IFの入力レベルは、1st MIXとチャネル選択フィルタの損失が大きいために小さくなりがちで、LNAと同様、大きな出力雑音を伴う場合が通常です。

このため図1-2に示すように2nd IFといえども、ダウン・コンバータの入力フィルタを省略することで感度劣化を引き起こす要因になる場合があります。なお図1-2のレベル・ダイアグラムは現象を説明するため、やや誇張して描いてあります。

● 対策

ダウン・コンバータの入力フィルタは省略しないことが原則です。

図1-3 (1) イメージ・リジェクション・ミキサ



一般に雑音特性を劣化させないためには、イメージ帯域の阻止能力を最低15～20dB程度確保する必要があります。

変換周波数の差が大きくなる程、ローカル周波数とイメージ周波数が中間周波数に近づくため、入力フィルタの阻止特性が甘くなりがちです。

したがって中間周波数と変換段数を選定する際には、ダウン・コンバータの入力フィルタ特性について、あらかじめ考慮が必要です。

どうしても変換周波数差を大きくとる必要がある場合は、イメージ・リジェクション・ミキサ(図1-3)でダウン・コンバージョンする必要があります。