



第4章 少ない外付け部品で安定に動作する 高周波増幅用 MMIC の 定番品とその使い方

浜田 智
Satoshi Hamada

つい最近までは、エンジニアが苦勞してディスクリート部品を駆使し、神業的に高周波回路を設計していました。しかし近年、携帯電話などの爆発的な普及により、高周波回路の IC 化が進み、低周波回路で OP アンプを使うのと同じように、今や容易に GHz 帯の回路を組むことができるようになってきました。本章ではそのなかでも発展の目覚ましい、増幅用 IC の定番を紹介します。

増幅する二つの方法

● 高周波の基本！ディスクリートでアンプを組む

図1は従来からのディスクリートによる高周波アンプの回路例です。トランジスタには、直流バイアス用

や入出力マッチング用の抵抗/コイル/コンデンサなどが接続されています。これらの入出力インピーダンスは、通常 $50\ \Omega$ にマッチさせます。

アンプが数段に及ぶ場合は、図2(a)のように、まず個々のアンプの入出力を単独に $50\ \Omega$ にマッチさせて、そのあとで縦続接続する方法と、同(b)のように Tr_1 と Tr_2 を $50\ \Omega$ にとらわれずに一気に Z_{23} で結ぶ方法があります。

同(a)のような方法は、部品点数が多くなりますが、 $50\ \Omega$ にマッチさせているので、ほかへの応用が容易です。また、このような考えかたは、開発チーム内で個々のブロックを分担して設計を進める場合にも向いています。図2(b)の方法は、一気に Tr_1 から Tr_2 へマッチさせているので、部品点数が少なく固定の組み合わせ

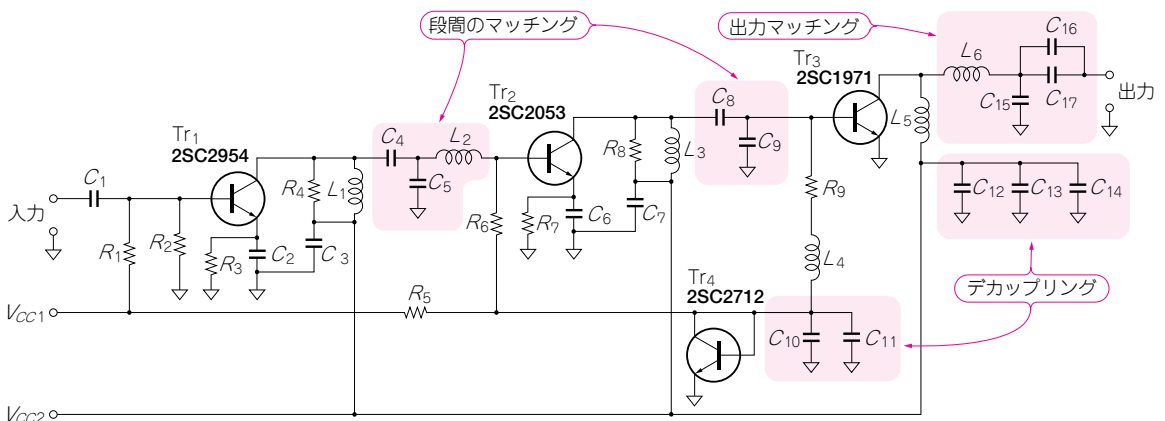


図1 ディスクリートで構成した高周波増幅器の回路例

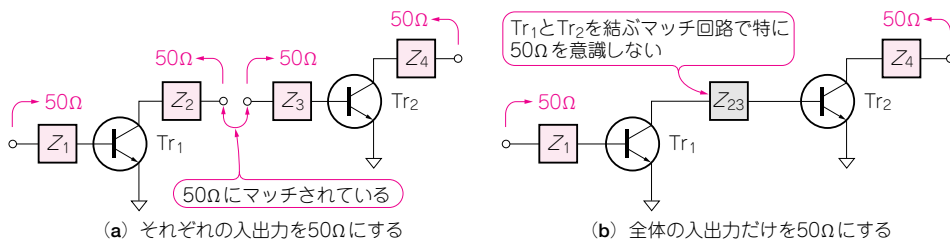


図2 複数段のアンプの接続方法

わせに向いています。

設計ゲインは、1段当たり3～12 dBくらいとし、余裕をみて少し低く設計します。無理にゲインを伸ばそうとすると、部品のばらつきの影響を受けて品質が安定せず、発振しやすくなります。ともあれ、面倒なディスクリート回路ですが、目的に応じて、狭帯域アンプ、広帯域アンプ、低雑音アンプなど、設計に自由度があり、エンジニアとしての達成感もひとしおです。

● 現代的に便利な高周波増幅用 IC を使う

最適設計されたディスクリート・アンプは抜群の性能を発揮しますが、

(1) 部品点数が多くなるため小型化とコストダウンに向かいにくい

(2) 開発に時間がかかる

など、今日の携帯電話をはじめとする高周波回路シーンにはだんだん合わなくなってきています。そこで、最近になって発展の目覚ましいのが、これから紹介する高周波増幅用 IC です。

まずは図3を見てください。これだけで入出力が50 Ωにマッチングされ、広帯域かつ20 dBほどの高ゲインをもつ高速アンプが実現できるのです。

マイクロ波用のワンチップ増幅用 IC を MMIC (Microwave Monolithic Integrated Circuits ; モノリシック・マイクロ波集積回路) と呼んでいます。MMIC は入出力に50 Ω マッチング回路を内蔵し、外付け部品もほとんどなく、またそれほどのテクニックも必要とせず簡単に高周波アンプを作ることができます。

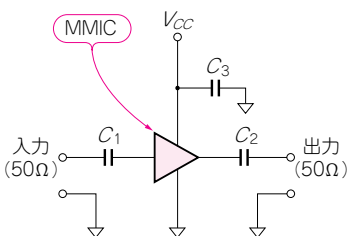


図3 高周波増幅用 IC によるアンプの回路例

実際の高周波増幅用 MMIC

● 中出力タイプ μ PC8181TB

ここでは、NEC 化合物デバイス社の MMIC を取り上げます。図4に製品ツリー、表1に製品一覧を示します。同社の MMIC の歴史は古く、今は廃番になりましたが過去には μ PC1658C という名 IC がありました。この IC は、仕上がりゲインを外付け抵抗で自由に設定でき、また比較的 NF が低いので TV のアンテナ・ブースタをはじめ業務用途からアマチュアの工作まで幅広く使われていました。

その MMIC も現在ではさらに発展し、小型化と高速化が進みました。その種類は大変多く、何を選んで良いのか迷うほどです。

製品は大きく分けると、中出力タイプ、広帯域タイプ、低消費電力タイプに分かれます。そしてさらに5 V系と3 V系に分かれ、特に最近では3 V系の充実が進んでいます。ここでは、2.4 GHz 無線 LAN での使用を前提にして、3 V仕様の中出力タイプの μ PC8181TB と、低消費電力タイプの μ PC8178TB を取り上げます。

● 特徴

μ PC8181TB は中出力タイプと呼ばれるもので、小型ながら +7 dBm (@2.4 GHz) の出力を誇ります。また、ゲインは $G_p = 22$ dB (@2.4 GHz) と高ゲインです。内部には30 GHzの超高速シリコン・バイポーラ・トランジスタが使用されており、だいたい3 GHzまでの

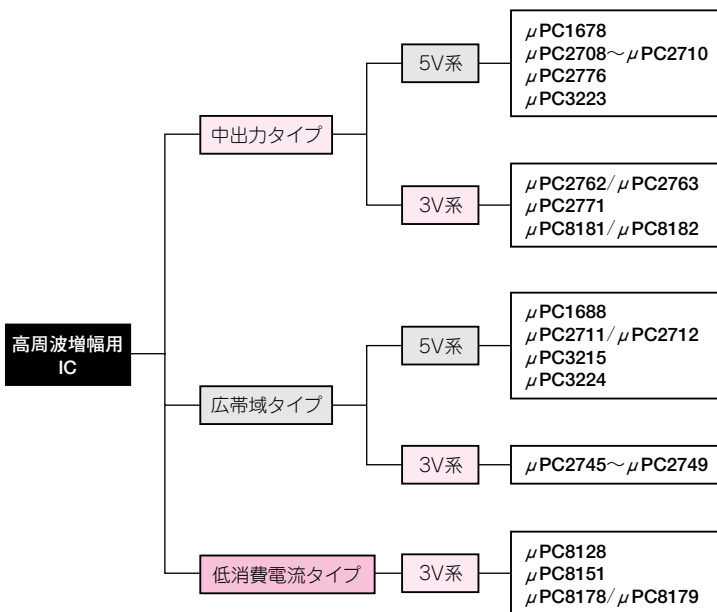


図4 高周波増幅用 IC の分類 (NEC 化合物デバイス)