

高周波センスによるアナログ設計

11 ディスクリットで作る高周波増幅回路

広畑 敦
Atsushi Hirohata

● はじめに

前回は、定番のMMICの使い方や、MMICを使って作る広帯域増幅回路の低雑音化やひずみの考え方を紹介しました。

システムの回路中のインピーダンスは50Ωでないところも多く、回路どうしを接続しようとする、インピーダンスが違うために不安定な動作になったり反射の問題に直面します。

例えば、出力インピーダンスの高い回路に、低いインピーダンス負荷路や伝送線を接続すると出力電圧が大きく低下したり、動作が変化することがあります。伝送線の先にインピーダンスの高い回路を接続しても、今度は不整合により定在波が立って輻射が起きたり、効率が悪化します。

これらの問題に対応するために、高周波回路ではインピーダンス変換回路などが必須です。

そこで今回は、設計自由度が高いディスクリットの高周波増幅回路を紹介します。

MMICは汎用性がありとても便利ですが、使用できる電源電圧範囲が規定され、入出力インピーダンスが50Ωに固定されています。トランジスタやFETなどのディスクリット部品を上手に使いこなせば、インピーダンスの上げ下げ、マッチング、回路間の緩衝など、MMICにはできない高周波信号処理が可能になります。

▶高周波ではベース共通やエミッタ共通回路も多く使われる

トランジスタの増幅回路は、大きくエミッタ共通回

路、ベース共通回路、コレクタ共通回路に分けることができます。コレクタ共通回路は、エミッタ・フォロワとも呼ばれており、こちらのほうが一般的に使われています。

低周波では、エミッタ共通回路やコレクタ共通回路がよく使われますが、高周波ではベース共通回路も多く使われます。

トランジスタとFETで作る増幅回路のいろいろ

● トランジスタの基本動作

図11-1(a)に示すように、ベース-エミッタ間に流れる電流で、コレクタ-エミッタ間に流れる電流が制御されます。

ベースに入力した信号変化に合わせてベース電流が変化し、コレクタ-エミッタ間に流れる電流が大きく変化します。出力信号は、コレクタまたはエミッタから取り出します。

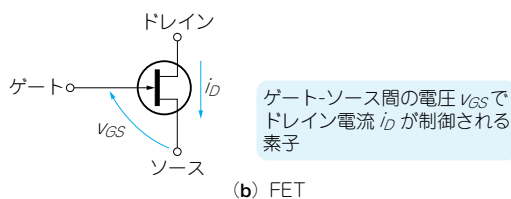
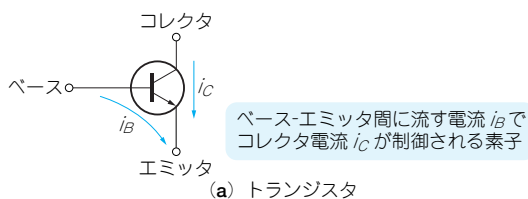
信号を入力する端子はベースまたはエミッタです。

● FETの基本動作

トランジスタのベースがFETのゲートに、ドレインがコレクタに、ソースがエミッタに相当します。

図11-1(b)に示すように、ゲート-ソース間の電圧で、ドレイン-ソース間の電流が制御されます。ゲートに入力する信号の電圧変化に合わせて、ドレイン-ソース間に流れる電流が大きく変化します。出力信号は、ドレインまたはソースから取り出します。

〈図11-1〉 トランジスタとFETの基本動作



信号を入力する端子は、ゲートまたはソースです。

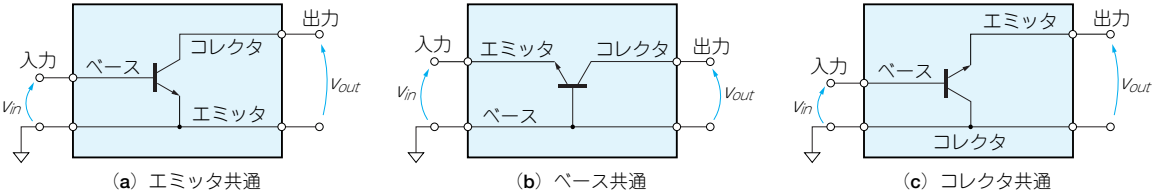
● 3種類の増幅回路

図11-1に示すように、トランジスタとFETは三つの端子をもっており、どの端子に信号を入力し、どの端子から出力を取り出すかによって、何通りかの回

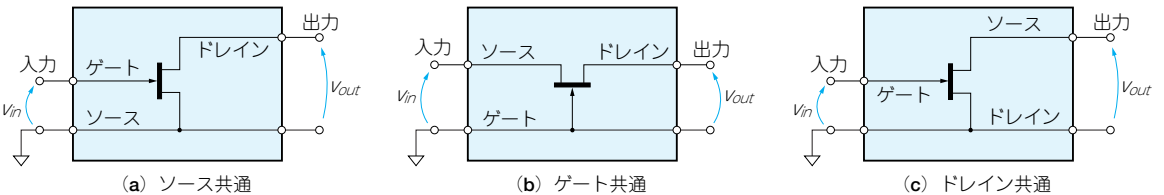
路構成が考えられます。実際には、図11-2と図11-3に示す三つの構成がよく使われています。

表11-1に、トランジスタおよびFETを使って構成できるいろいろな増幅回路の入出力端子と共通端子をまとめました。

〈図11-2〉トランジスタの代表的な使い方



〈図11-3〉FETの代表的な使い方



〈表11-1〉トランジスタとFETによる三つの基本回路の特徴

項目	エミッタ共通回路	ベース共通回路	コレクタ共通回路 (エミッタ・フォロウ)
共通端子	エミッタ	ベース	コレクタ
入力端子	ベース	エミッタ	ベース
入力抵抗 Z_{in}	ベース電流によって変化し低～中	エミッタの内部抵抗に相当しとても低い	高い
出力端子	コレクタ	コレクタ	エミッタ
出力抵抗 Z_{out}	高い	高い	低い
電流増幅度 A_i	大	ほぼ1	大
電流増幅度を表す式	$A_i = \Delta i_C / \Delta i_B$	$A_i = \Delta i_C / \Delta i_E$	$A_i = \Delta i_E / \Delta i_B$
電圧増幅度 A_v	大	大	ほぼ1
電圧増幅度を表す式	$A_v = \Delta v_C / \Delta v_B$	$A_v = \Delta v_C / \Delta v_E$	$A_v = \Delta v_E / \Delta v_B$
電力増幅度 A_p	大	中	小
入出力電圧の位相	反転	同相	同相

(a) トランジスタ回路

項目	ソース共通回路	ゲート共通回路	ドレイン共通回路 (ソース・フォロウ)
共通端子	ソース	ゲート	ドレイン
入力端子	ゲート	ソース	ゲート
入力抵抗 Z_{in}	高い	低い	高い
出力端子	ドレイン	ドレイン	ソース
出力抵抗 Z_{out}	高い	高い	低い
電流増幅度 A_i	大、特に低い周波数では無限大	1	大
電流増幅度を表す式	$A_i = \Delta i_D / \Delta i_G$	$A_i = \Delta i_D / \Delta i_S$	$A_i = \Delta i_S / \Delta i_G$
電圧増幅度 A_v	大	大	ほぼ1
電圧増幅度を表す式	$A_v = \Delta v_D / \Delta v_G$	$A_v = \Delta v_D / \Delta v_S$	$A_v = \Delta v_S / \Delta v_G$
電力増幅度 A_p	大	中	小
入出力電圧の位相	反転	同相	同相

(b) FET回路

