

ICレビュー 実験室

7 高速 OP アンプの評価(前編)

川田 章弘
Akihiro Kawata

高速OPアンプの周波数特性と相互変調ひずみを調べてみることにします。今回は前編として、非反転増幅器(+1倍)/反転増幅器(-1倍)のゲイン/位相-周波数特性について調べます。

測定の方法

ゲインと位相の周波数特性の評価方法を図7-1に示します。今回もネットワーク・アナライザを使って測定しています。非反転増幅回路と反転増幅回路について、それぞれゲイン1倍として評価しました。

各OPアンプの評価で使用した抵抗値を表7-1にまとめておきました。

● ゲイン/位相-周波数特性の測定

50Ω系で評価すればよいと考えたため、300k~8GHzまで測定できるベクトル・ネットワーク・アナライザR3767CGを使用しました。また、今回は使用していませんが、R3767CGにはソフトウェア・フィクスチャという機能が内蔵されています。これは50Ω系以外、例えば75Ω系、100Ω系、200Ω系の回路網でもそのまま測定することができる機能です。

50Ω系のネットワーク・アナライザで入出力インピーダンス100Ωのフィルタを測定すると、周波数特性にリップルが生じて通常は正確に測定できません。しかし、ソフトウェア・フィクスチャを使用すれば、内部演算によってインピーダンス変換されるため、まっ

たく問題なく測定することができます。

- THS4302だけは評価ボードを使用して評価した
THS4302の手実装は結構面倒です。ホット・プレートを使用し、実験基板全体を加熱してやれば手実装

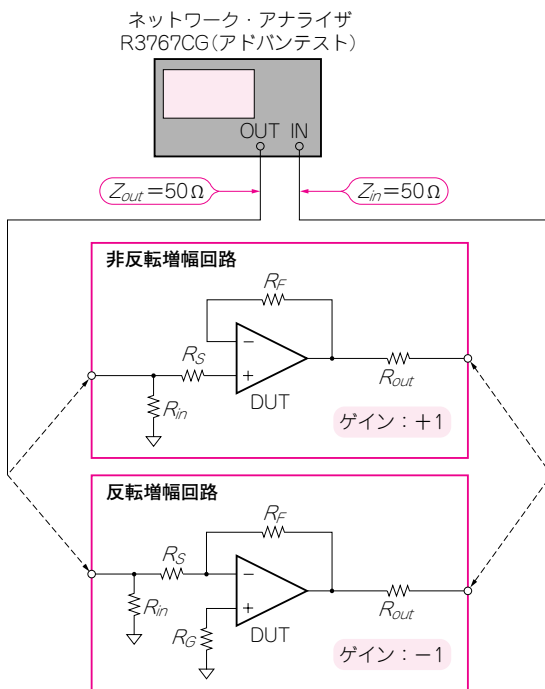


図7-1 ゲイン/位相-周波数特性の評価方法

表7-1 評価に使用した抵抗値

型名	非反転増幅回路				反転増幅回路				
	R_{in} [Ω]	R_S [Ω]	R_F [Ω]	R_{out} [Ω]	R_{in} [Ω]	R_S [Ω]	R_F [Ω]	R_G [Ω]	R_{out} [Ω]
MAX4108ESA	51	0	22	51	56	470	470	0	51
AD8007AR	51	200	470	51	56	470	470	200	51
OPA691IDBV	51	200	390	51	56	390	390	200	51
AD8027AR	51	0	22	51	56	470	470	0	51
LT1818CS8	51	0	22	51	56	470	470	0	51
LMH6654MA	51	0	22	51	56	470	470	0	51
LMH6657MF	51	0	22	51	56	470	470	0	51

できないこともないのですが、今回は評価ボードが入手できたためこれを使用しました。

評価ボードの回路を図7-2に示します。ところで、最近発表されるデバイスは、どんどん手実装しにくいパッケージになっています。普通の実験室にクリームはんだとリフロー装置が欲しくなる時代もそう遠くないのかもしれませんが。

ゲイン/位相-周波数特性の実験結果

すべての評価結果に共通するのですが、アンプの入出力を50Ωにしているため、測定されたゲインが-6dBとなっています。また、反転増幅回路の場合は、抵抗 R_{in} を追加して入力インピーダンスを50Ωに近づけているため、正確に50Ωになっていません。そのため、ゲインが-6dBより若干小さくなっています。

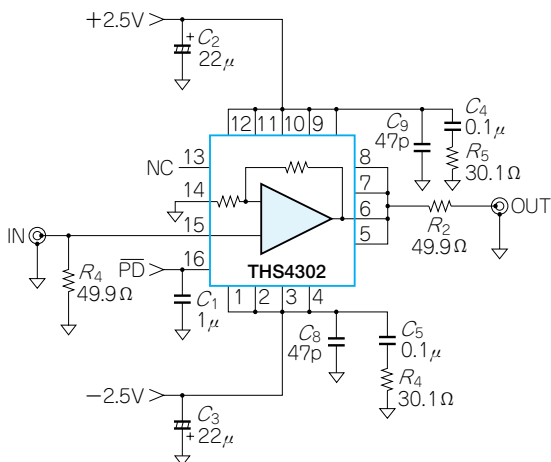
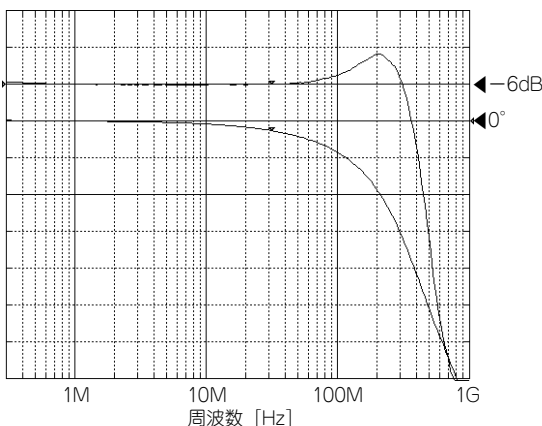


図7-2 THS4302(テキサス・インスツルメンツ)評価ボードの回路



(a) 非反転増幅回路(増幅度1倍)

● MAX4108ESA

測定結果を図7-3(a), (b)に示しました。同じゲイン1倍でも、非反転増幅回路と反転増幅回路では帰還量 β が異なるため**ピークの大きさ**が違います。

MAX4108の場合、非反転増幅回路では0.8dB程度のピークが生じています。なお、非反転増幅回路のほうが帰還量が多いため、一般には反転増幅回路よりもピークが大きくなります。

● AD8007AR

電流帰還OPアンプです。評価結果を図7-4(a), (b)に示しました。非反転増幅回路の評価では、図7-1に示した R_S として200Ωを挿入しました。データは示しませんが、この抵抗を入れておかないと**高域でゲイン特性が盛り上がる**ことが確認できました。

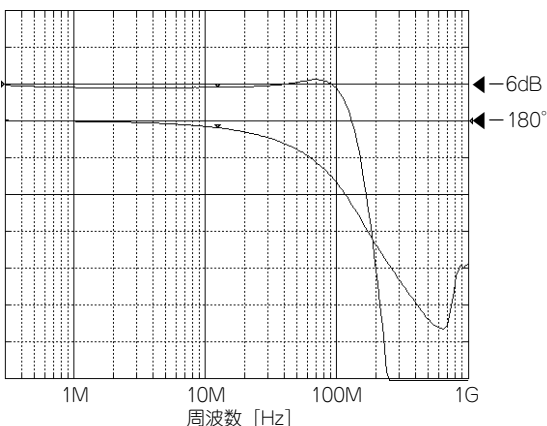
電流帰還OPアンプの非反転入力端子はバッファ・アンプの入力なので、おそらくこの R_S は、トランジスタによるエミッタ・フォロワ回路の発振止めとしてベースに直列に入れる抵抗と同様の働き(負性抵抗をキャンセルする働き)をしていると考えられます。

反転増幅回路では、 R_G の有無による影響の確認はしていませんが、念のため $R_G = 200\Omega$ を挿入しました。非反転増幅回路でのピークは、MAX4108と同等の0.8dB程度です。

● OPA691IDBV

このOPアンプも電流帰還型です。データシートには、 R_S の効果について特に書かれていなかったのを確認してみました。

図7-5(a)を見る限り、 R_S を挿入したほうがピークが0.2dB程度軽減できています。また、 R_S がない場合には、80MHz以降でゲイン特性が盛り上がっている



(b) 反転増幅回路(増幅度-1倍)

図7-3 MAX4108ESA(マキシム)のゲイン/位相-周波数特性(300k~1GHz)

上:ゲイン(1dB/div.), 下:位相(45°/div.)