

高周波センスによるアナログ設計

10 高周波信号の増幅

広畑 敦
Atsushi Hirohata

● はじめに

HレベルとLレベルだけを考えて設計するデジタル回路と異なり、アナログ回路では微小信号から大信号まで、さまざまなレベルの信号を扱うことが多くなります。

例えば、受信機の入力レベルは $1\mu\text{V}$ 以下の微小信号から数Vの大信号まで、100 dB以上ものレベル差を扱う必要があるのが普通です。オーディオ回路でも、mVから数十Vまで60～80 dB程度の増幅を行っています。

同じアナログ信号でも、高周波信号は低周波信号に比べて、扱う周波数や帯域、ゲインなどが異なりますから、低雑音化するための工夫や出力レベルの設定の仕方など、設計法が違ってきます。

そこで今回は、高周波信号をいかに低雑音、低ひずみで増幅するのか、そのテクニックを紹介しましょう。

増幅するだけなら簡単

● 高周波広帯域用の増幅ICを使う

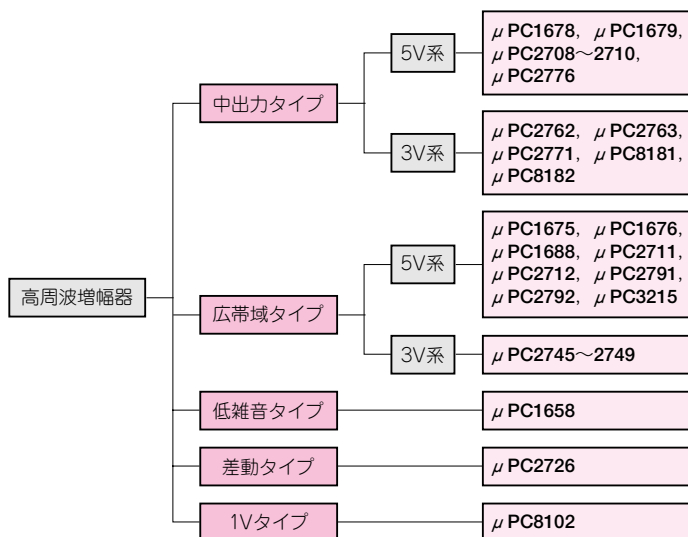
最近では、安価な広帯域の高周波増幅ICが出現し、単に信号を増幅する高周波回路を設計するのは難しくなくなりました。

図10-1と表10-1(次頁)に示すのは、日本電気の高周波広帯域増幅用MMIC(Microwave Monolithic IC)の一覧です。図10-2に示すような簡単な接続で増幅できるため、定番ICとしてよく利用しています。

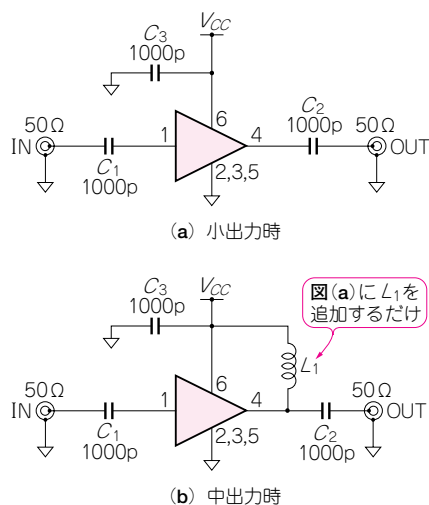
このシリーズは、どれもパッケージとピン配列が同じなので、プリント・パターンさえうまく設計すれば、希望のレベルやゲインの高周波アンプを設計することができます。実際に設計するときは、表から仕様に合うものを選び、詳細な特性はデータシートを参考にします。

このICのシリーズは、動作レベルがある程度規定されていて、低い雑音指数(後述)が要求されない受信

〈図10-1〉日本電気の高周波広帯域増幅ICの製品ツリー



〈図10-2〉日本電気の高周波広帯域増幅ICの応用回路



〈表 10-1〉日本電気の高周波広帯域増幅用 MMIC の一覧

型名	絶対最大定格		電 気 的 特 性 (T _A =+25℃)														
	V _{CC} [V]	P _D [mW]	I _{CC} [mA]			f _u [GHz]		G _P [dB]					NF [dB]				
			V _{CC} [V]	最小	標準	最大	最小	標準	V _{CC} [V]	f [GHz]	最小	標準	最大	V _{CC} [V]	f [GHz]	標準	最大
μPC1658G	12	280	10	9	13.5	18	—	—	10	0.5	14	17	20	10	0.5	2	3
μPC1675G	6	200	5	12	17	22	1.6	1.9	5	0.5	10	12	14	5	0.5	5.5	7
μPC1676G	6	200	5	14	19	24	1	1.2	5	0.5	19	22	24	5	0.5	4.5	6
μPC1678G	6	360	5	40	49	60	1.7	2	5	0.5	21	23	25	5	0.5	6	8
μPC1678GV																	
μPC1679G	6	360	5	32	40	49	1.5	1.8	5	0.5	19.5	21.5	23.5	5	0.5	6	8
μPC1688G	6	200	5	14	19	24	0.9	1.1	5	0.5	18	21	23	5	0.5	4	5.5
μPC2708TB	6	270	5	20	26	33	2.7	2.9	5	1	13	15	18.5	5	1	6.5	8
μPC2709T	6	280	5	19	25	32	2	2.3	5	1	21	23	26.5	5	1	5	6.5
μPC2709TB	6	270	5	19	25	32	2	2.3	5	1	21	23	26.5	5	1	5	6.5
μPC2710TB	5.8	270	5	16	22	29	0.7	1	5	0.5	30	33	36.5	5	1	3.5	5
μPC2711TB	6	270	5	9	12	15	2.7	2.9	5	1	11	13	16.5	5	1	5	6.5
μPC2712T	6	280	5	9	12	15	2.2	2.6	5	1	18	20	23.5	5	1	4.5	6
μPC2712TB	6	270	5	9	12	15	2.2	2.6	5	1	18	20	23.5	5	1	4.5	6
μPC2726T	6	280	5	8	11.5	15	1	1.6	5	0.4	11	15	17	5	0.4	4.5	6
μPC2745TB	4	270	3	5	7.5	10	2.3	2.7	3	0.5	9	12	14	3	0.5	6	7.5
μPC2746TB	4	270	3	5	7.5	10	1.1	1.5	3	0.5	16	19	21	3	0.5	4	5.5
μPC2747TB	4	270	3	3.8	5	7	1.5	1.8	3	0.9	9	12	14	3	0.9	3.3	4.5
μPC2748TB	4	270	3	4.5	6	8	1.2	1.5	3	0.9	16	19	21	3	0.9	2.8	4
μPC2749TB	4	270	3	4	6	8	2.5	2.9	3	1.9	13	16	18.5	3	1.9	4	5.5
μPC2762TB	3.6	270	3	—	26.5	35	2.7	2.9	3	0.9	11	13	16	3	0.9	6.5	8
										1.9	11.5	14.5	17.5		1.9	7	8.5
μPC2763TB	3.6	270	3	—	27	35	2	2.4	3	0.9	18	20	23	3	0.9	5.5	7
										1.9	16.5	19.5	22.5		1.9	5.5	7
μPC2771TB	3.6	270	3	—	36	45	1.7	2.1	3	0.9	19	21	24	3	0.9	6	7.5
										1.5	17	20	23		1.5	6	7.5
μPC2776TB	6	270	5	18	25	33	2.3	2.7	5	1	21	23	26	5	1	6	7.5
μPC3215TB	6	270	5	10.5	14	17.5	2.5	2.9	5	1.5	18.5	20.5	—	5	1.5	2.3	3
μPC8181TB	3.6	270	3	—	23	30	—	4	3	0.9	16	19	22	3	0.9	4.5	6
										1.9	18	21	24		1.9	4.5	6
										2.4	19	22	25		2.4	4.5	6
μPC8182TB	3.6	270	3	—	30	38	2.6	2.9	3	0.9	19	21.5	25	3	0.9	4.5	6
										1.9	18	20.5	24		1.9	4.5	6
										2.4	18	20.5	24		2.4	5	6.5

V_{CC} : 電源電圧, P_D : $T_A=+85^{\circ}\text{C}$, 両面銅はく $50 \times 50 \times 1.6 \text{ mm}$ ガラス・エポキシ基板実装時の許容電力, I_{CC} : 無信号時の消費電流, f_u : 上限動作周波数, G_P : 電力利得, NF : 雑音指数, I_{SL} : アイソレーション, R_{Lin} : 入力側リターン・ロス, R_{Lout} : 出力側リターン・ロス, $P_{O(sat)}$: 飽和出力電力

機の局部発振増幅, 中間周波数増幅, 送信機の緩衝増幅などが主な用途です。

下記にこの IC の特徴をまとめます。

▶ 高周波数, 広帯域の製品がそろっている

最高周波数 1 G ~ 3 GHz の広帯域の用途でもラインナップがあります。データシートには 100 MHz 以上しか記載がありませんが, ほとんどの IC がそれ以下の周波数帯でも使用できます。

▶ 入出力のインピーダンスが 50 Ω で整合が容易

入出力インピーダンス 50 Ω で設計されているので,

インピーダンス変換回路などが不要で伝送線を直接接続できます。

また, IC の前後の回路に整合を兼ねた 50 Ω の定格インピーダンスのアッテネータを挿入できるようにプリント基板を設計しておけば, 回路検討時に自由にゲインや飽和出力のレベルを調整できます。

▶ パッケージやピン配列が同じでゲインや飽和電力の違う製品がそろっている

図 10-2 に示すように, 小出力のタイプと中出力のタイプの違いは, インダクタを外付けするかしないか

