

高周波センスによるアナログ設計

9 高周波信号の検波とミキシング

広畑 敦
Atsushi Hirohata

今回は、高周波信号を検波する方法と高周波信号どうしを混合する方法について解説します。どちらも、ダイオードなどの素子の乗算作用を利用した回路です。後半では、この乗算作用を利用したいろいろな高周波回路を紹介しましょう。

高周波信号を検波する

■ 検波のあらまし

● 検波とは

検波 (detection) とは、信号またはキャリアを検出することを意味します。

電源回路の整流と同じ動作ですが、電源回路の場合は入力交流電圧を直流電圧に変換するのが目的です。高周波では、電源のように直流電圧を得ることではなく、**高周波信号に重畳されている音声やその他の情報**

信号を検出することが目的です。

後述の AM 変調波では、高周波信号 (キャリア) のレベルが音声信号などによって変化していますが、この場合の情報信号とはこの音声信号のことです。

情報が乗せられた (AM 変調された) 高周波信号を整流すると直流分が得られます。この**直流分の変化を取り出すと、元の情報信号が復調されます**。そのため、検波は復調と同義語として扱われる場合もあります。

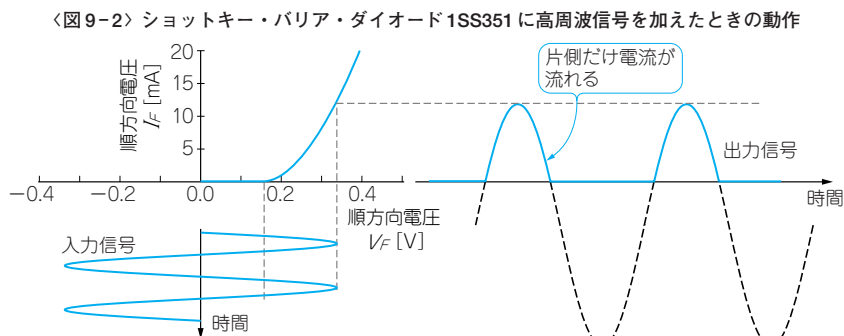
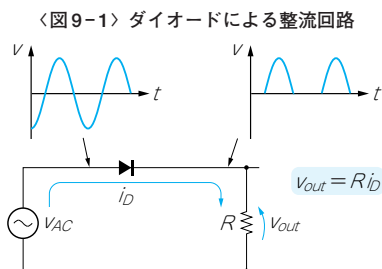
検波回路は、交流である高周波信号の電圧レベルを直流に変換して読み取ったり、中波や短波の放送で使われている AM (Amplitude Modulation, 振幅変調) 変調波の復調や AGC (Automatic Gain Control) の検出用として使用されています。

● ダイオードで整流しコンデンサで平滑

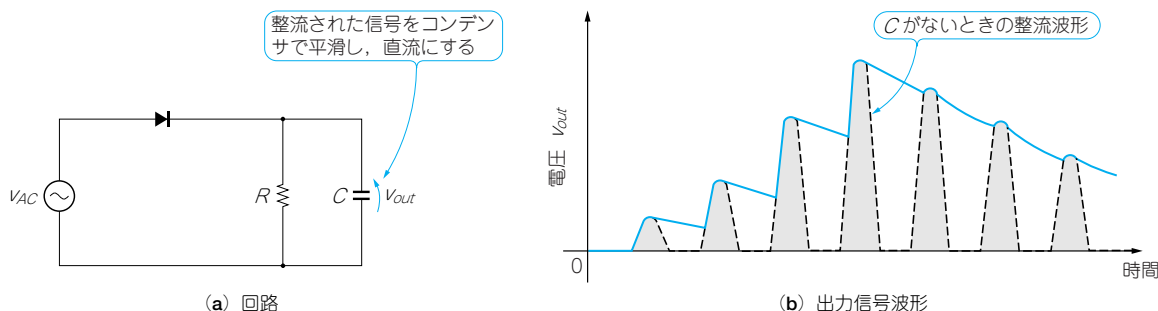
図 9-1 に示すのは、ダイオードを使った整流回路です。

図 9-2 に、この整流回路にダイオードの順方向電圧を超える交流電圧を加えたときの、入力信号と出力信号の波形を示します。入力信号は、正負の電圧に振幅していますが、ダイオードを通過した出力波形は、正の電圧だけになります。信号源が高周波信号の場合でも、ダイオードは同じように動作します。**ダイオードには、入力される高周波信号に追従して動作する高速性が要求されます**。

図 9-3 に示すように、この半波整流回路の出力に



〈図9-3〉ダイオード検波回路とその動作



コンデンサを追加接続して充放電すると、半波の信号は直流電圧に変換されます。これは、電源回路でよく利用するダイオードによる半波整流回路と同じです。電源整流回路の場合は、入力電圧 V_{AC} の振幅がほぼ一定です。平滑コンデンサ C は、負荷である R が小さく、流れる電流が多くても、整流電圧を保持できる大きな容量にします。

一方、AM 検波回路の場合は、高周波信号に乗せられている情報信号(キャリアの振幅変化)を得ることが目的ですから、この時定数があまり大きいと、振幅の変化に追従せず、元の情報信号をひずみなく検波(復調)できなくなります。検波回路には、**高周波信号(キャリア)のピークを保持しつつ、キャリア・レベルの変化に追従する特性が要求されます。**

● ゲルマニウム・ダイオードやSBDが適する

検波回路には、ゲルマニウム・ダイオードやショットキー・バリア・ダイオード(以下、SBD)のような**高速応答で順方向電圧の低いダイオードが適しています**。近年、ゲルマニウム・ダイオードのほとんどは廃品となっていますから、量産製品などで使う検波用のダイオードは実質SBDだけです。

SBDは、少数キャリアによる蓄積効果がなく動作が高速です。前回の実験から、SBDに高周波信号を加えたときの順方向電流-順方向電圧特性は、直流を加えて測定した順方向電流-順方向電圧特性とほぼ同じであることがわかりました。

図9-4に示すのは、前回ダイオード・スイッチの実験に使用したSBD 1SS351のデータシートの一部です。1SS351のデータシートによれば、順方向電流が1mA時の順方向電圧は0.23Vと低いダイオードであることがわかります。用途は「検波、ミキサ用」と記載されています。

■ 低ひずみで検波するには

情報信号を乗せることを変調(modulation)といい、変調信号から情報信号を取り出すことを復調(demodulation)といいます。ここではAM変調を題材に、実際の検波回路の動作について解説します。

● ラジオ放送でおなじみのAM変調回路の動作

図9-5に示すように、AM変調波はキャリア(carrier, 搬送波)と呼ばれる高周波信号に、音声情報などを振幅変化として乗せた信号です。このキャリ

〈図9-4〉⁽⁵⁾ ショットキー・バリア・ダイオード 1SS351 のデータシートの一部

1SS351

シリコンエピタキシャルショットキバリア形ダイオード

UHF 検波, ミキサ用

特長

- ・ 小型外形にシリーズ接続のため、高密度実装および小型設計が可能である。
- ・ 端子間容量が小さい (C=0.69pF typ.)。
- ・ 順電圧が小さい (VF=0.23V max)。

絶対最大定格 Absolute Maximum Ratings / Ta=25℃

せん頭逆電圧	VRM	5	V
順電流	IF	30	mA
接合部温度	Tj	125	℃
保存周囲温度	Tstg	- 55 ~ + 125	℃

電気的特性 Electrical Characteristics / Ta=25℃

順電圧	VF	IF=1mA	min	typ	max	unit
					0.23	V
順電流	IF	VF=0.5V	30			mA
逆電流	IR	VR=0.5V			25	μA
端子間容量	C	VR=0.2V, f=1MHz		0.69	0.9	pF

注) 各規格は個々のダイオードに対しての特性を表わしている。

順方向電圧が小さいことを示す記述

