

第5章 増幅器の定義，動作階級，回路

熱電子管の多くの応用は，増幅，変調と検波，交流電圧の生成，電力整流，電流および電力の制御，計測に分類できる．増幅の分野については，この章と後続の3章で取り扱う．この章の目的は，増幅器の議論において使われる用語を定義し，増幅器の形式を分類し，増幅器の基本的な回路を示すことである．第6章から第8章は，増幅器の特性と設計を扱う．

5-1 信号

信号 (signal) という用語は，増幅器や他の4端子回路網の入力に印加される任意の交流電圧や周波数を指す．得られる出力電圧や出力電流の基本波成分を，高調波や混変調成分と区別して指すこともある．

5-2 増幅器

増幅器 (amplifier) は，入力によって局所的な電源から出力回路に供給される電力を制御することにより，電圧，電流，電力の振幅を増加させる装置として定義される．真空管増幅器は，局所的な電源からの電力を制御するのに真空管を用いる増幅器である．

増幅器は，一般的な4端子回路網の一種にすぎない．他には，トランスやフィルタなどがある．この章で示す定義や議論は，可能なかぎり他の4端子回路網にも適用できるように表現していく．

5-3 増幅器の歪み

増幅器または他の4端子回路網で歪みが生じないなら，任意の周期波形を入力端子に加えると，入力の波形が複製された出力波形が生じる．一般に，そのような周期波形は，基本波と複数の高調波で構成されている．出力波形が入力波形と同一であるためには，次の3つの条件が満たされなければならない．(1) 出力には，入力に含まれている周波数のみが含まれる．(2) 出力には，入力に含まれているすべての周波数が含まれ，さまざまな成分の相対的な振幅は，入力のそれと同じである．(3) 出力のある成分の位相が，入力の対応する成分を基準にしてずれているなら，その成分の基本波の周期で同じ電気角だけ，すべての成分の位相がずれていること．基本波およびその第 n 次高調波を調べると，(3) は，第 n 次高調波のそれ自身の周期の電気角で測定した位相のずれは，基本波の位相のずれの n 倍であるか，180度の整数倍のいずれかに等しいということと等価である．これは，正弦波の入力に対する位相のずれが，周波数に比例するか，すべての周波数で0であるか180度であるか，のいずれかのときのみ成り立つ¹．これらの3つの条件が満たされないと，非直線歪み (振幅歪み)，周波数歪み (周波数差別)，位相

¹FRY, T. C., *Physik. Z.*, **23**, 273 (1922).

歪みという，対応する 3 種類の歪みが生じ，これらのうち一つでも生じると，出力の波形が入力のそれから変わってしまう。

非直線歪み (nonlinear distortion, 振幅歪み: amplitude distortion) は，増幅器または他の 4 端子回路網において，印加された信号に含まれていない周波数が生成されることである．この歪みは，出力と入力との振幅の関係が線形でないことと関連している．真空管増幅器では，真空管の動特性が曲がっていることから生じる．高調波と混変調周波数の生成については，第 4 章で議論した．動伝達特性が曲がっているときに，出力と入力との振幅の関係が非直線的になるのは，プレート電流の級数展開 [式 (3-56)] の 3 次以上の奇数次の項によりプレート電流の基本波成分が生じ，その振幅は励振電圧の 3 乗またはより高い奇数乗に応じて変化する，という事実によって予測される．この理由から，級数のすべての奇数次の項の係数が無視できるほど小さくないかぎり，電圧，電流，電力の出力は，励振電圧に比例しない．一般に，混変調周波数は印加された周波数と協和関係になく，そ

れゆえ不快な不協和音を生じるので，非直線歪みは，音声や音楽の増幅において問題となる²．高調波ではなく不協和な混変調周波数が問題になるのであるが，非直線歪みは，4-18 節で定義された歪率によって，最も容易に測定され，規定される．非直線歪みは，真空管，負荷インピーダンス，動作電圧を適切に選択し，過大な励振電圧を避けることによって，最小化することができる．

動伝達特性上で通常の動作範囲を超えるような励振電圧とグリッドバイアスが加えられると，過大な非直線歪みが生じる．図 5-1 は，グリッドバイアスの選び方が不適切であったり，過大な励振が加えられると，交流プレート電圧のピークの一方または両方が平らになることを示している．グリッド電流が流れることによって，同様に正のピークが平らになる．図 3-21 の回路では，グリッド電圧が正となっている期間は，グリッド電流がグリッド回路のインピーダンス z_c を流れることによって，瞬時交流グリッド電圧 e_g が，瞬時グリッド励振電圧 v_g よりも低くなる．図 5-2 の回路では，グリッドが正になっている周期の部分で，グリッド電流 i_g が流れることにより，入力電圧源を流れる電流 i が増加する．多くの増幅器回路のように，電圧源に相当な直列インピーダンスが含まれていると，周期のその部分ではインピーダンスによる電圧降下が増え，グリッドが導通しないときに想定される値よりも交流グリッド電圧が低くなる．過大なグリッド励振電圧によって交流プレート電流のピークが平らになることを，過負荷 (overloading) とい

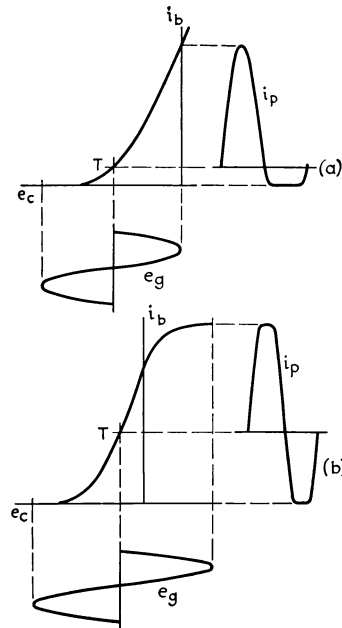


図 5-1.—過負荷により生じるプレート電流波形の歪み．

²BARTLETT, A. C., *Wireless Eng.*, **12**, 70 (1935); BARROW, W. L., *Phys. Rev.*, **39**, 863 (1932); ESPLEY, D. C., *Proc. I.R.E.*, **22**, 78 (1934).