

# 真空管アンプ

芝浦工業大学

無線研究部

2020年OB会

2020年12月12日

高松 重治

# 真空管(タマ) vs 半導体(石)

- タマ
  - スペースファクター悪い
  - ヒーター(フィラメント)が必要
  - 電流が小さい
  - 瞬間的な過大規格値に耐える
- 石
  - スペースファクターが良い (高集積化可能)
  - 耐電圧が小さい
  - 瞬間的な過大規格値に耐えられない

# 増幅器とは

- 力を大きくする
- 増幅器の成立条件
  - 入力高抵抗 – 出力低抵抗
  - 低歪率
  - 低雑音

# 雑音について

- $P_n = 4kTB R$

k : ボルツマン定数

T : 温度 (kelvin)

B : 周波数帯域幅 (Hz)

R : 抵抗 ( $\Omega$ )

- 電気の増幅器は熱抵抗雑音との戦い

熱擾乱雑音      ジョンゾン・ノイズ

白色雑音      ピンク・ノイズ

Zener diode

# 真空管増幅器

- 入力インピーダンスと雑音
- トランスの採用(インピーダンス整合)
  - トランスの変換効率
  - 非線形である(B-H曲線)
  - 周波数特性が悪い(NFBの障害)
  - 磁化による歪み

# 石の特徴

- 石一つでは増幅器は構成できない
- トランスを必要としない
- 多段構成が可能
- 電流増幅器が可能
- 広帯域増幅器が可能
- 高電圧回路が難しい
- ダイナミックレンジが狭い

# タマの特徴

- 素子の少ない構成が可能
- ダイナミックレンジが広い
- トランスに頼らざるを得ない
  - 低雑音化が可能
  - 段間の整合に工夫が必要
  - 周波数帯域幅、歪率に限界(NFBが難しい)
- 大電流回路が難しい

# おまけ

## 親も大学も教えてくれない資産形成

- 預金では増えない
- 博打をやってはいけない
- 方法
  - 定額での株式投資信託
  - 日経225・TOPIX などの積立(NISA)