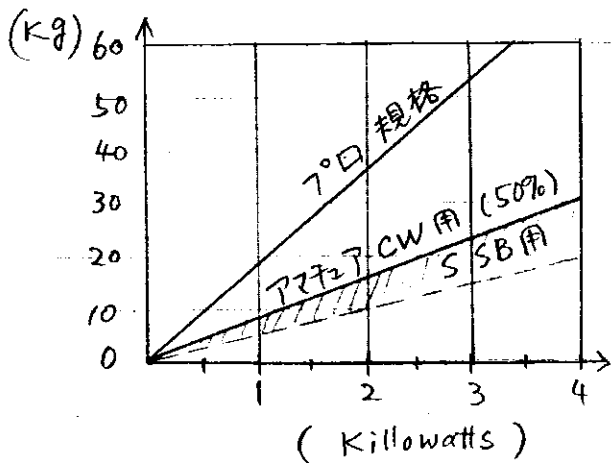


## 7. 電源 (= パワーの「みなもと」) と 球の動作点

### (1) 高圧電源



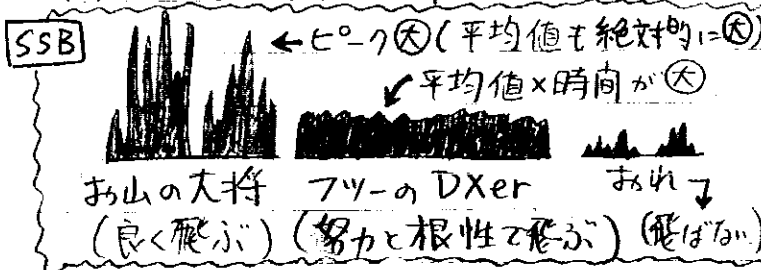
### ① トランスの容量と重量

クズ屋などで高圧トランス(柱上用)を売り買ひするときの値段は「1KWあたり銅が約1kg入っているの2. KW数×(銅1kgの時価)に鉄芯とおか又分2~3円足す」のだそうです。トランスの重量からその容量が類推できます。

- 「KW」数は「巻線が何度(例えば75°C)になったときの値」とも言えますから、冷却条件(通風の良否、オイルの有無、温度上限)よって、同じ重量でも「定格」は異なってきます。
- 電圧変動率の違いは巻線の抵抗値で決まり、

『レギュレーションの良い電源 → よく飛ぶリグ(リニア)』というのも、まづうソコではありませんので(特にSSBは)、CW用定格(7.5kg/kw位)のヘビーデューティ仕様(アマチュア的に)程度は準備したいと=3です。

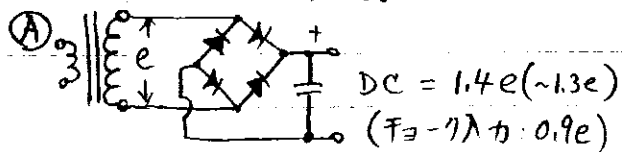
- ただし、「ピークの伸びの良いリニア」を使うと、1ボリアンテナではすぐスパークを起しちゃうので、どちらの用意もお忘れなく。また、ピークの伸びの悪いリグでも、「平均電力×時間」が高ければ、発熱⊗と取りまわすので、トランプ(必ずある程度のロスを持つ)が過熱して焼けることにはなります。



また、CWでパイルに強い信号はクリックの強いとがった信号であり、さらに「変音調」がかかるといったりすれば(チャーピーなほうが)、ドパイルの中で弱くてもよく聞えたりします。つまり、

リニアのレギュレーションを良くして、エキサイトなVFOはフラフラするやつがCWに強い、という結論になる?! 誰か実馬鹿!

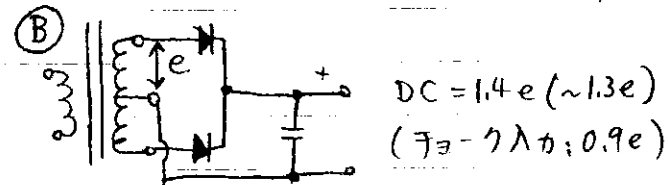
### ② ダイオードの耐圧



- ダイオード1本あたり(左図の)にかかるピーク逆電圧(PIV)は、

①  $2 \times 1.4e$  (e: 平均電圧, AC (rms))

2ですか?



②  $2.8e$  になるの? 注意。

- ゆえに、必要なダイオードの本数は同じ。

ダイオードに加わる PIV (ピーク逆電圧) は、定格の半程度におさえなければ、まず"安全"。(= 安全率+100% とする。+100%オーバーまで耐えるという意味。実用上は、20%以上あれば、一応耐えるが、ファット心配。)  
(平均)  
(サージを考えると)

- ★したがって、ダイオード耐圧は、
- ① ブリッジ整流 ----- 巻線電圧の約3倍 (2.8倍)。
  - ② 全波整流 ----- " 約5.6倍。

が必要になります。(安全率+100%)  
 ↳ サージも含めた電圧を考慮。(50%で考えると 4.2倍)  
 (20% " 3.3倍)

③ ダイオードの保護 CR



R: ダイオードの逆電流 から算出する。

(0.5~5 μA くらい。大電流用ほど ⊗ → 規格表見よ)

- 電圧バランス 10% 以内とするためには、1本につき

R: 数百 kΩ ~ MΩ

$$\text{シヤント } R \leq \frac{\text{PIV (ピーク逆電圧-V)}}{2 \times \text{最大逆電流 (A)}} \quad (\Omega) \quad \text{単位に注意}$$

C: ダイオード接合面のキャパシタンス の 100倍 以上が必要。

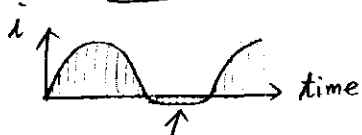
(= 逆電圧を加えたときのバリキャップ容量の、100倍)

ふつう、アマチュアが使う小型ダイオードでは、0.01 μF 以上あれば

足ります。ただし、AC耐圧 に注意! (ダイオード同様の耐圧が必要)

\* 念のために記せば、R は、ダイオードを複数直列にした時には各ダイオードに加わる逆電圧を強制的に均等化するためのものである。逆方向特性をよ322 組合わせたダイオード (controlled-avalanche diode) であればシヤント R は不要となる。

\* C は、電源投入時のサージや急激な負荷電流に対する保護が目的。この C もダイオード同様「AC に対する耐圧」に注意が必要がある。DC 500V 用のセラC では、AC 180V が「定格」となる。AC 用には、DC 耐圧の3倍 ないとイケない。(AC 1KV ⇔ DC 3KV)



実際には 0 ではな  
 (逆電流)

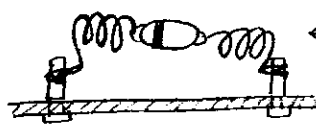
ダイオードの発熱量 (W)

$$\begin{aligned} &= \text{順方向の電圧降下 (VF)} \times \text{負荷電流} \times \frac{1}{2} \dots \text{数W} \sim \text{数+W} \\ &+ (\text{逆電圧} \times \text{逆電流}) \times \frac{1}{2} \quad \downarrow \text{発熱} \textcircled{\ast} \\ &\quad \uparrow \text{数KV} \quad \uparrow \text{数mA} \quad \dots \text{小さい。} \end{aligned}$$

↳ 半サイケルタの2%

↳ 重要! オバーだと瞬時破壊。

★ダイオードからの発熱は決してバカにできない量だから、放熱と通風 (たうしは強制空冷) を考えよう。(高温により、発熱増大と耐圧低下がおこる。)



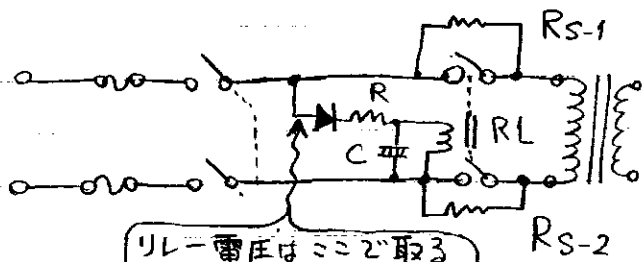
← (長いリードは、放熱を良くするために、切らずにバネ状に巻いて使う。)

→ 端子の放熱効果が期待できる時は、逆にリードを短かくして使う。

「ランタマ」  
↓  
「シャッパーン！」

④ サージ対策 (電源投入時と負荷電流の急激な変化に對して)

(1) ACラインに、サージ吸収用抵抗を入れる (投入時のサージ対策)



リレ電圧はここを取る。トランス側ではダメ!

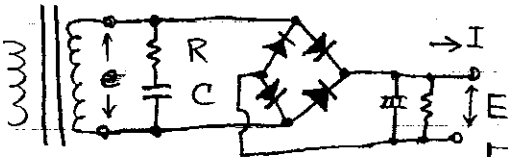
- Rs: 20Ω・50W x 2本必要。  
(ラインの片側のみの場合、2倍の値)
- C, R, RLの巻線の抵抗により、0.5秒くらいの遅れをつける。  
(R: 数百~数千Ω, C: 数百~数千μF)

- Rsの値とワット数は、負荷のコンデンサ (平滑回路) が大きいほど大きくとる。遅れの大きいほど、ワット数も必要となるので、ケチらず大きくする。(数十~数百A流れる)
- Rsの値が大きく、遅れも大きいほど、電源投入時のサージ発生は小さくおさえられる。(⇒事故の防止に効果的)

(2) ダイオードに保護CRを入れる。→ 前ページ

(3) 二次側にサージ吸収用CRを入れる。

{ ワット数の大きいものが、必要で、「瞬しか役割がないから」とケチると、その一瞬で「砕けた」溶けてしまう。



R: 100Ω 10W

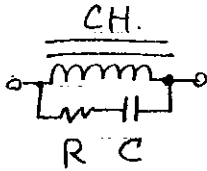
C: 0.01~μF (AC耐圧充分に)

- この場合にも、各ダイオード辺のダイオード一本一本に對する保護を、おこたらないこと!
- 「保護」回路の働きは、アタリ「手抜き」の「保護」ではない!

$$C(\mu F) = \frac{15 \times E \times I}{e^2}$$

ただし E: DC 電圧 (V)  
I: " 電流 (A)  
e: 巻線平均電圧 (rms)

(4) フォークで発生する高圧(サージ)対策用 CR



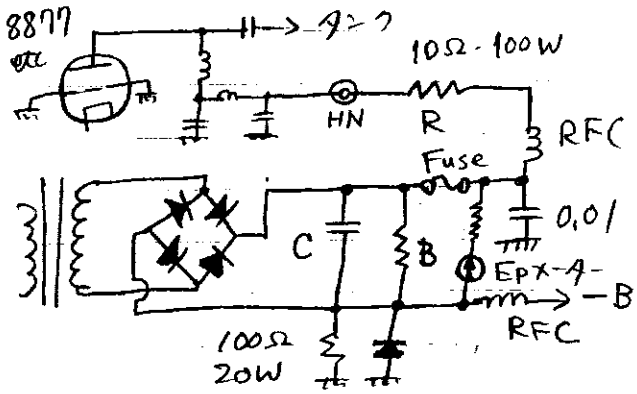
- ロードの急激な変化で発生する。(ジャンプ!)
- これは、フォークの保護のみだけでなく、ダイオードもトランスの保護も兼ねる。(高圧のばねカスリを吸収する)

$$C(\mu F) = \frac{L \times I^2}{10 \times E^2}$$

$L$ : フォーク(H)  
 $I$ : フォークを流れる最大電流(A)  
 $E$ : 電源の最大DC電圧(V)

$R$ : 負荷インピーダンスに等しい値 =  $E(V) / I(A) \cdot (\Omega)$

(5) +B 回路でのスパークや球の暴走に対処、保護 R とヒューズ



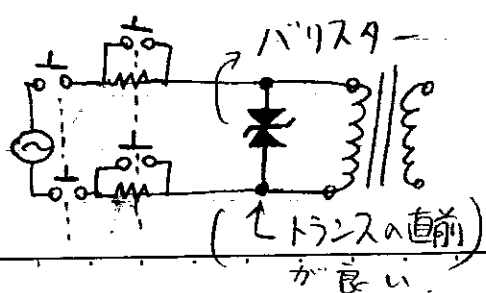
- +B回路に R (10Ω・100W or 50W) を入れる。これは常時  $I^2 R$  (W) の発熱あり。
- -Bライン-アース間には 100Ω・20W の整流用ダイオードを入れる。  
+Bがショートした時(アースに落ちた時)、-Bラインが高圧(-)になるのを防ぐためである。(⊕と⊖で正常にショート!)
- Fuse を +Bラインに入れる。かわりに、

3W-1Ω 程度の抵抗 (= 遅断ヒューズ) を入れたもよい。

- ヒューズがとんでもフィルタ=Cのチャージが抜けるように B(ブリック抵抗)は、Fuseよりトランス側で ⊕B-⊖Bライン間(アースに落ちた時)に入れておく。フォルト電圧計は随時監視!  
→ フォルト電圧が失われた時、グリッド(SG, CG)の損傷にも対策が必要。

(6) ACラインの外部からのサージ対策 (サージアブソーバ・ZNR)

- 一日に数~数百回、ACラインに高圧サージが乗ってきます。原因は、モーターのON-OFF、雷、などいろいろ。(数百V~数KV)



- これは吸収するバリスタ(サージアブソーバ・商品名ナショナルのZNRなど)をACラインにかませます。
- 入ってきたサージは、ZNRが無いとトランス二次側へ、キャパシタンスにより入り込むので、

(巻数比にはあまり関係しないので)。たとえば 低圧用電源 と言っても 数百~数千Vのサージを食らうこと になります。

- 高圧回路にサージが入れば、ダイオードの破壊、パーツ2のスパーク、破壊 (カップリングコン、バリコン、パスコン etc. 高圧の上にはサージが加重されるので。) それにともなう二次的事故が発生するので、大変危険。

→ 大電流・高圧のサージを吸収できるもの

★ 高いものでも、1ヶ 3~4千円 (サージ吸収率の高い大型のもの)、安いもの 400円くらいなのでも、ぜひ買って入れること!

↳ 100V用/200V用を指定する

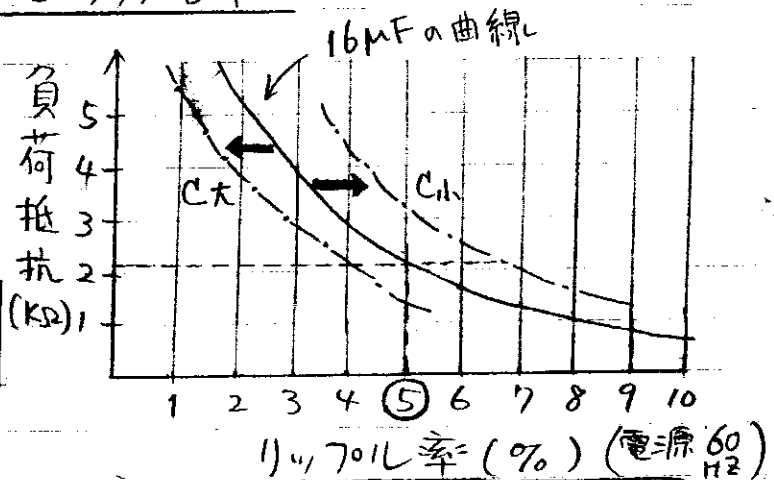
### ⑤ フィルターコンデンサーの容量とリップル率

↳ 後述のグラフ参照

無負荷時には、負荷インピーダンスが∞か数百kΩ (ブリーダ-Rの値) であるため、電源のリップル含有率は大変①となります。

$$\text{リップル率(\%)} = \frac{\text{リップル電圧(AC-V)} \times 100}{\text{所定の負荷時のDC電圧(V)}}$$

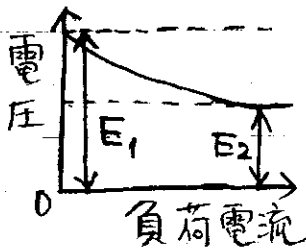
リップルの観測は、Ep計の分圧器を使って、オシロスコープでAC成分の電圧を讀めば簡単に計算できます。(ただし負荷時でないこと...)



16μFのCでの負荷抵抗によるリップル率の変化 (両波 or ブリッジ整流)

### ⑥ 電圧降下率(変動率)とIVS

★ リップル率5%以下にしたいネ!



$$\text{降下率} = \frac{E_1 - E_2}{E_2} (\%)$$

{ E<sub>1</sub>: 無負荷時  
E<sub>2</sub>: 最大負荷時

• 10%以内におさえられれば、OK!!

電流容量の小さいトランスで「定格」の2倍~3倍の電流を流して使用することも、SSB(間歇的音声運用: intermittent voice service)では可能となります。この場合(④の重量と電力容量のグラフ参照)、音声による最大電流はもちろん、常時流れているアイドル・カレントとブリーダ・カレントも、その

程度の「IVS (肉体的音声運用) 定格」として使用できるかを決定する  
 大きな要因となり、もし、アイトリングが最大音声時の電流の数分の一  
 となるくらい大きな値であるとすると、たとえSSB2の使用であっても  
CW定格 に耐え得る電流(電力)容量のトランスを用意すべきです。  
 ↳ 無信号入力時にバイアスを深くする回路が電力節約に効果的。  
 (= ダイナミックバイアス)

23.25 ← (Fig. 32 "Radio Handbook" より)

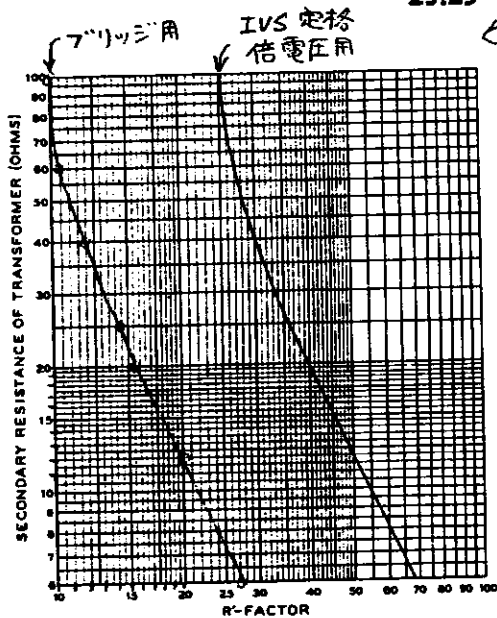


Figure 32

**R' FACTOR GRAPH FOR IVS POWER SUPPLIES**

The full load dc voltage of an IVS-rated voltage-doubler power supply may be determined with the aid of this graph. The secondary resistance of the transformer is measured and the R' Factor is found. For example, a transformer having a secondary resistance of 20 ohms has an R' Factor of about 40. The factor is used in the formula to calculate the full load dc voltage of the power supply. For use with bridge circuits, the R' Factor derived here should be divided by 2.5 before being used in the formula.

左のグラフは、トランスの二次巻線の直流抵抗 (R) と、その関数である R' ファクターとの関係を示したものである。

R の値より、ブリッジ整流回路または全波倍電圧回路における R' ファクターを求め、下記の式に代入すれば、電流 I 負荷時における電圧 E<sub>LOAD</sub> を求めることができます。

$$E_{LOAD} = E_{NO\ LOAD} - R'(I \times R)$$

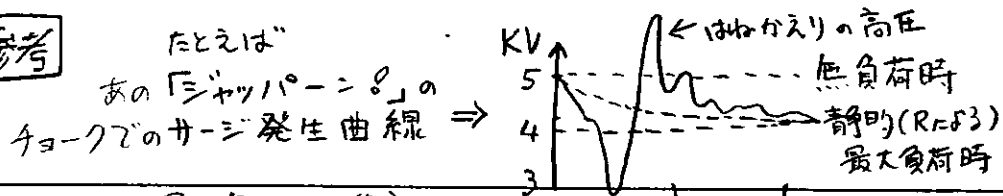
ただし、  
 E<sub>NO LOAD</sub> : 無負荷時電圧 (DC-V)

パワーフルなトランス ⇔ 電圧降下の小さいトランス ⇔ 二次巻線の抵抗が小さいトランス ⇔ 電流容量の大きなトランス、... であることがわかります。

もちろん、ACラインのレギュレーションの良否、シリコンダイオードの順方向抵抗(合計)の大小、トランス自体の効率の良否も重要ですよ。  
 ↳ 一次巻線が充分「太い」と etc.

- ちゃんとしたトランスを使っているリニア(TX)で、できるだけ効果的にパイルに勝つ方法は、「トランスから出してきた、なげなしの電流を十分コンデンサーにたくわえながら、一瞬一瞬、ジャパ、ボケル、ワ、... と放電(2やる)」  
 とすれば、いかにはちゃんとしたトランスしかないとはいえども、コンデンサーに充電された高圧を、あたかもショートするかのよう(ほんの一瞬ずつだが)ピークの伸びた電波が出るのです。太い電流容量もない電源で「長唄や浪曲ばりの「ジャ〜ン〜ン〜ン〜」をやるのも、ダメなのだ。」

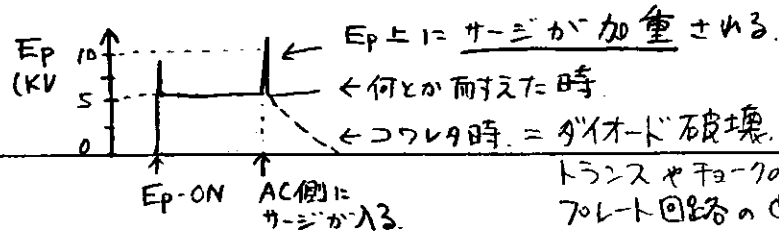
参考



No. \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_

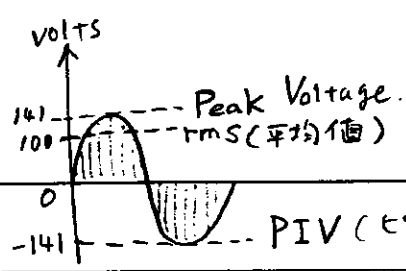
• 急激な負荷変化により  
高圧チョークトランスに発生。

★ ACラインのサージが二次側にはキャパシタンスで加重される。  
(トランス)



No. \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_

トランスやチョークのリア・ショート。  
フォレット回路の破壊 etc.



★ AC 電圧  
...どの電圧?

• ダイオード耐圧は PIV + DC が

No. \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_

重要項目。

PIV (ピーク逆方向電圧)

★ 74V-ジに補足

連続的に流れている電流は、トランスにとって大きな  
負担となります。B高圧とフラグメントがいははに巻いて

No. \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_

あるようなトランスでは、それだけで能力は低下します。

程度の「IVS (向聲的音声運用) 定格」として使用できるかを決定する  
大きな要因となり、もし、アイドリングが最大音声時の電流の数分の一  
となるくらい大きな値であるとするなら、たとえばSSBでの使用であっても  
CW 定格に耐え得る電流(電力)容量のトランスを用意すべきです。

## ⑦「定格」について

- IVS 規格に対し、「連続定格」があります。  
CCS 規格 = Continuous Commercial Service
    - 球や電源が充分連続して使用に耐える定格。  
 = 高信頼規格。
  - IVS と CCS の中間的存在にあるのは、  
ICAS 規格 = Intermittent Commercial and Amateur Service.
    - 球の寿命 etc よりも、小型軽量・最大出力を重視する定格。  
 いわゆる「5分-5分」<sub>ぶん ぶん</sub> 定格。
    - 休み休みホラ吹きたい人のための定格、です。
  - これらに対し、IVS 定格は、「一秒でもいいから」世界の(あるいは日本の)トップになりたい人のための定格で、ホンの一瞬の注意をおこしたりするだけで、立派に故障できる定格でもあります。  
 「500W ライオン」用に市販されている FL2100 シリーズなどはこの典型といえましょう。検査の日のパワー測定時以外に、500W 出力モードで運用することは、絶対つじみたい機種です。他にも、テレビ球には各種は、この定格に属するようです。  
 (市販の)
  - Eimac の球々々々々について記されている Eimac Technical Data など"にみられる、「球の最大定格」とは、...  
 「その球の最大の能力と限界であり、それ以上の値を与えた場合(電圧・電流 etc)には、球の電極の損傷、絶縁体の破壊および電極間の放電(スパーク)をおこす可能性がある。」  
 (Eimac; Amateur Service Newsletter より)
- ☆ 「最大定格」以内で使用することに不満があり、それを越えるか超越して使うことを自分の能力の高さだと思っている人も、いるにはいます。カーカスじゃないので、そういう人にはどうせおいて、自分は「見物人」に徹するほうが利巧です。  
 「自作」は 適材適所 について、感覚をみがくよい機会を与えてくれます。



- ダイオード(整流用シリコンダイオード)ほか半導体の「絶対最大定格」は「一瞬たりともこれを越えることはできない」もので、これは電圧、電流、電力、温度について規定されています。

★ 一般に、機器の信頼度を高めるため、実際の使用条件を 部品の定格より低い値にあてて控えめに使うこと(Derating、デレーティング) が行われます。半導体では特に重要なポイントです。

電圧: サージも含め、最大定格の80%以下に。(50%以下が好ましい)

電流: 最大使用電流  $I$ 、—————

電力: サージも含め、最大定格の50%以内。

温度: 最大定格の70~80%以下に。(強制空冷も有効)

→ シリコンダイオードでは  $110^{\circ}\text{C}$  以下に。(金属ケース)  
( $60^{\circ}\text{C}$  以下が好ましい。)

### ⑧ フリーダー抵抗と球の動作点の話

ファイナル入力電力の数% (1~5%) くらいが妥当と思われる消費電力でしょう。アマチュアのプレート電源では、電圧の安定化を目的とするのではなく、高圧回路のコンデンサーをディスチャージするのが主目的です。球の動作時は、アイドル電流がこれにとどまります。

高圧を OFF したとき、急速に(数秒以内)にディスチャージできれば、自作派にとり安全だし、高圧を必要とする時のみ ON にし、不要時は OFF とするコマンド動作を行っても、「OFF した時にいつまでも残っている高圧の上に、次に ON した時の高圧が加重し、部品をコワス」といった心配もありません。

ON-OFF をコマンドにできるほうが、フリーダー電力の大きさを比べたときよりもメリットが大きいと思います。

★ ホーロー巻線抵抗で高抵抗値のものは、細い巻線(=コル線)がたたくさ巻いてある。X-ター分圧器用の高抵抗も抵抗被膜が大変薄い。どちらも断線しやすいので、数本の抵抗を直列にします。

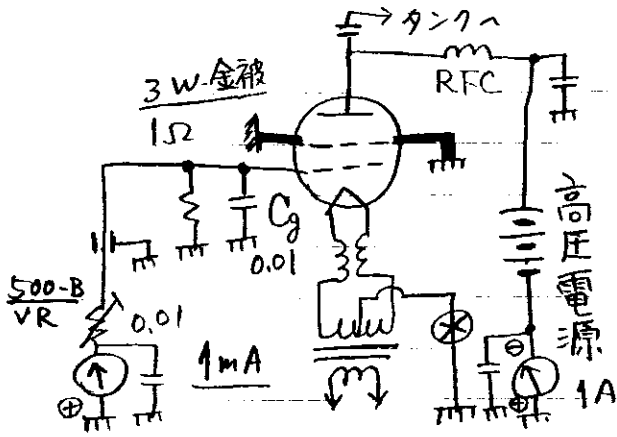
★ フリーダー用高電力抵抗は定格の50%位で使用。代用するほうが安全。

- 四極管のスクリーン電源は、球の最大電流と同等かそれ以上のフリーダー電流を食わせておく必要がある。
- コントロールグリッドのバイアス電源は、B級~C級はもちろんのこと、AB級リニアでも、「グリッド電流は流れている(数百 $\mu$ ~数mA)」



4-1000A

D-C Plate Voltage	3000	4000	5000	volts
Zero-Signal Plate Current	100	120	150	ma
Signal-Tone Plate Current	700	675	540	ma
Signal-Tone Screen Current	105	80	55	ma
Single-Tone Grid Current	170	150	115	ma
Single-Tone Driving Power	130	105	70	watts
Driving Impedance	104	106	110	ohms
Load Impedance	2450	3450	5550	ohms
Plate Input Power	2100	2700	2700	watts
Plate Output Power	1475	1870	1900	watts



たとえば、  
 4-1000A を三結GGで使用する  
 場合、グリッドにはスクリーンより  
 大きな電流が流れます。  
 セラミック球では、さらにこの  
 傾向が大きくなる。たとえば、  
 カソード500mAに対し、グリッド  
 200mA, SG 100mA, プレート200mA。  
 したがって、三結GGには不向き。

- オーバードライブや不適切負荷により、過大のグリッド電流が流れ、2球をダマシにします。グリッド電流は、随時監視しましょう。(オーバロードリレーも有効)

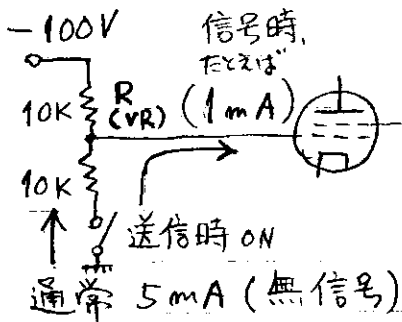
上図の回路では、SGは直接、太い線(銅帯)でバッチリ接地。  
 グリッドは、0.01μFのパスコン(場合により複数)でRF的に  
 接地し、さらに RF用1Ω-2W で分流器を入れ、1mA計  
 フォース100Ω-VR(分圧器)で、7IL-24-IL 300mA~500mAの  
 グリッド電流計とします。

- ここで、この回路に、300mA(とか500mA)用X-ターを直接  
 とりつけるときは、パスコンCgをさらに複数(1000pFなども  
 パラにして)使う、また、RFCを経2X-ターへ導く必要かも。

なぜなら、0.01μFの、例えば、35MHzにおけるリアクタンスは  
 約4Ωとなり、分流器(P型1Ω)よりも抵抗値⊗た  
 からです。0.01で余ったRFは、1Ωでアースされていきます。

⊗の箇所はカソードバイアス(ツェターや自己バイアス用抵抗)  
 が入りますが、この電圧は、SGに対してもグリッド同様かかる

の2. 最低でも、 $\lambda$ の+倍くらいのグリッド電流を流すか、本格的な安定化回路を設ける必要があります。 (数+mA (AB1級用))



• たとえば、 $R(VR)$  を使ってバイアス電圧を分割し送信時に適当なグリッドバイアスを得るような回路で、 $R(\text{グリッド} \rightarrow \text{バイアス電源向の抵抗})$  が  $10K\Omega$  があるとすると、仮にグリッド電流が  $1mA$  流れただけでも、送信時のグリッドバイアス電圧は、通常  $-50V$  (送信時) に設定してあるものが、 $-60V$  にまで深くなります。(C級動作に近くなる) これでは歪が増えます。

• 「リニア」であるはずのアンテナで、グリッド電流が流れすぎる (増えすぎる) という現象は、特にプレート負荷 (タンク回路の調整・アンテナのすいこみ) が不適当である場合にしばしば見られます。

• ゼロバイス球 (B級動作) では、ロードCを容量大とするとグリッド電流 $\uparrow$ 、プレート $\downarrow$  となり、逆に容量小とすると、グリッド電流 $\downarrow$ 、プレート $\uparrow$  となる傾向があります。(プレート同調時)

• 四極管 (X球) では、スクリーン電流で同様の傾向が見られます。(AB1級。グリッドは通常いわゆる「ゼロmA」) スクリーン電流をXターヤLEDでモニターするだけの価値はあります。

• エキサイタでもリニアでも、タンク回路のTuneが不適当だと、(あるいは、ANTがpoorだと) SSBで歪が増える、CWでTVI (高調波による) が増える、という現象は、「グリッド電流」に関係あるかもしれません。そのあたり、検討してみれば?

→ AB1級だから流れないといっているアナタ、意識改革が必要かも。

• B級リニア は、出カタンク回路を  $\pi$ -L型にしたほうが安全です。

• SSBとCWで球の動作点(バイアス)を切換えるタイプのリグでは、CWでも歪の少ないSSBモードで使うほうが、高調波の点で有利。

• 実際、有名な14MHzのアクティブ局(複数いた)の高調波(28MHz帯)に、DXがパイルしていた、という笑えぬ話もありました。(つい、2-3年前の話です。) 特に、トライバンダ(マルチバンダ)を使用している局は、高調波に厳重注意! やだねー

• ゼロバイス球 や 四極管 の三結GGでも、無信号的アイドル電流を小さくおさえるため、数V~十数Vのバイアスをかけたほうが、プレート電源のレギュレーションを良くすることや球の損失軽減のため有利です。四極管では、(無信号時のプレート電流)  $\times$  EP が球の許容損失に近くなることがあるので、充分注意!

たのであることをお忘れなく。(三極管結線つまりグリッド+SG  
がひとつの「グリッド」を形成することになるので、あたりまえ。)

この回路のグリッド損失  $P_{d-g}$  (w) は (ゼロ・バイアス時、)

$$P_{d-g} (w) = \text{グリッド電流 (A)} \times \text{ドライブ電圧 (V)}$$

ここ2"

$$\text{ドライブ電圧} \doteq \sqrt{\text{ドライブ電力} \times \text{カソードインピーダンス}}$$

でおおよそ表現できます。この値は、球の最大定格の半分くらい以下!

\* カソード電流 = グリッド電流 + スクリーン電流 + フォレット電流

なので、グリッドやスクリーンに流れる電流が⊕であるときには、

- ① カソードをドライブするために大きな電力が必要になる。
- ② その割にフォレット電流は大きくならない。つまり、カソードの  
エミッション(電子放出)が大きい割にフォレット出力は小さい。
- ③ グリッドやスクリーンの許容損失をオーバーしやすい。
- ④ 球が早くエミ減(エミッション不良)になる。

ゆえに、X球ではその性質上「ベタコンCG」には 使えません。  
(使うべきではありません。まともな脳ミソがあるなら。)

● 反対に、四極管にグリッドバイアスとスクリーン電圧を加えて、AB級  
動作をさせれば、

- ① グリッドとスクリーンの電流が激減する。
- ② カソードドライブ電力が小さくて済む。(パワー利得が増加)
- ③ IMD, 高調波ひずみともに減少する。

などの利点があります。

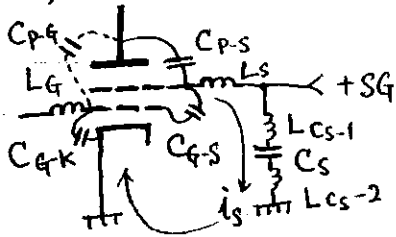
たしかに、CG電源、SG電源を省略できないのは、大変Xンドーなこと  
ですが、それだけのメリットは十分に期待できます。

「四極管の持つ生まれた天性(ハイム・高利得)を生かす」  
のには、やっぱりAB級でなくっちゃ!!

(補足) 四極管のスクリーンについて = AB<sub>1</sub>級動作例 =

《スクリーンを制御するのは四極管を制す》

1. スクリーンのバイパス



○ 四極管では、プレート-グリッド間のミルドの良否はスクリーンのバイパスの良否に左右されます。

○ 真空管は、その構造上、電極リードにインダクタンス、電極管にキャパシタンスを持ち、さらに、ソケット及び配線リードにより、それらは増加します。

○ スクリーンを直流的にに浮かして、Cs による、プレート-スクリーン-グラウンド間の RF リターンを確保する場合、スクリーンのリード Ls (ソケットのリード分も含めず) 及び、バイパス Cs のリード Lcs-1 と Lcs-2 のインダクタンスにより、スクリーン-グラウンド間に RF 電位が発生します。

この RF 電位は、HF 帯に対しては比較的小ですが、波長の短い VHF 帯域に対しては、非常に大きな電圧となり得ます。

- したがって、高調波・パラ発振の周波数帯域での HF 機でも「重要」!
- ① 球のスクリーンリードは構造によって決定される。(球の選択が重要)
  - ② ソケットはできるだけインダクタンスを小さくできる構造でなくてはならない。(球による、そのソケットは限定される。) ③ SG 中和は話が別。
  - ③ バイパス Cs は、できるだけインダクタンスが小さく、かつ HF ~ VHF 帯の広いスペクトラムに対して、充分インピーダンスの低いものでなくてはならない。(基本波 + VHF パラスタック発振を起す周波数帯域に) 対して。

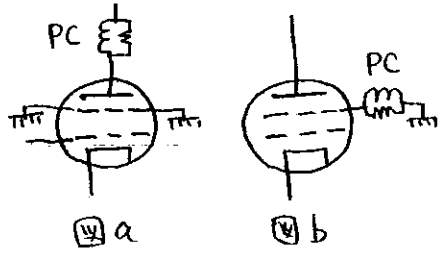
①と②は、使用球とそのソケットで決定的となる。ガラス球のスクリーン他のリードは構造上どうしても、数 cm の長さのリード線となるため、HF 帯を起える周波数帯域では無視できなくなる。(9.1.2.3.2)

③は、よく考えれば、かなり難しい要求であり、実際には HF ~ VHF 帯にかけ、充分低いインピーダンスで動作するものがあると。

- RF 高圧用セラミック (ネジ止めタイプ) のリードが太く短いものなど。
  - その大容量 0.01 μF 位から 500 ~ 1000 pF までの複数の組合せ。
- という大変きょうぎょうしいものを用いなければならぬ。(銅片やホーンを使い各ピンでそれそれ、バイパスしなくてはならない。)

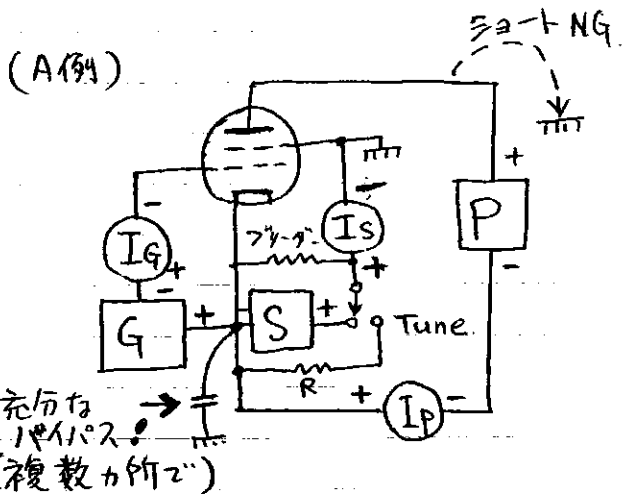
4=2

2. スクリーンの直接アース



は、  
多大な要求を満たすようなCsをばくこと、  
簡単でしかも効果的なスクリーン・リターン  
を確保するウマイ方法です。

この場合も、  
スクリーン・リードインダクタンスが問題に  
なるのは前と同様なので、銅板で作った  
リボン(薄くともよい。幅10mm以上)を使って、バッチリグランドへ落とすと、  
4-1000A などのスクリーン・トンが複数あるものは、各トンもバッチリと  
低インダクタンスのリード(銅リボン~銅片)で結線  
して、できるだけグランド電位に近づけるよう努力しな  
ければなりません。(より線・編組線はNG) → 重箱 p.66



この場合の電源接続は左のよう  
になります。(A例)  
この例では、プレート(P)、スクリーン(S)  
グリッド(G)の各電源はそれぞれの  
電極へ所定の電流・電圧を供給  
しています。GGでは、SGは定格ドライブ電圧。  
スクリーンのSWは、Tune時にSE  
切り、かつRにより、スクリーンを  
カソード電位近くまで低下させておくもの。

★ここで注意すべきことは、

内部に手を入れる時や何らかの事故により、プレート回路がアース  
に落ちた時のリターン電流は、 $P \oplus \rightarrow$  グランド  $\rightarrow$   $(I_S)^+ \rightarrow S^- \rightarrow I_P^-$   
 $\rightarrow P$  にもどるため、低圧用電源であるスクリーン電源Sが破損  
(同時に  $I_S$ 、 $I_P$  も危険にさらされる)ということが考えられます。

★対策としては、

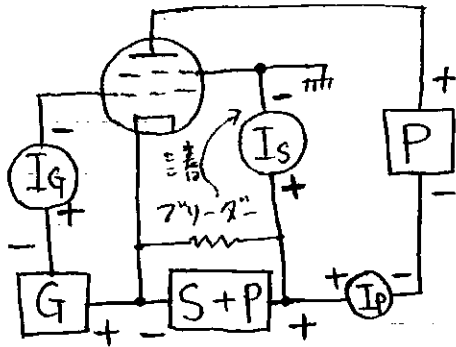
- ① Sに充分抵抗値の小さいブリーダを入れておく。(SG電源  
として必要なことでもあり、一石二鳥) ... ブリーダ電流  $\geq$  SG最大定格電流。
- ② Sの平滑回路-ブリーダ-間に、高圧に耐えるシリコンダイオード  
を入れておく。(逆方向の電流をcut!)
- ③ 各メータには、保護用ダイオード を1つは入れておく  
... が考えられます。⑤は、ブリーダより手前に入れておけば、常に⊕側には が入る。  
(=電源側) (ブリーダ電流+SG電流(⊕-⊖)の  
範囲内では、メータは)

⑨

→ または最大負電流同等程度 (= 数 mA)

スクリーンのフリッター電流は、球の最大定格電流程度あれば充分。  
(例) 4x150~350V 7.5A... 15mA, 4cx1000A... 60mA etc.

(B例)



(B例) は、30S-1 や、208U シリーズで使われている形式で、スクリーン電源は、プレート電源の一部も兼ねています。この形式では、

- ① P+S は、プレート電流 (1Aとか、3Aとか) に充分対応する容量が必要。
- ② 変換信号時は、四極管特有のスクリーン負電流が流れていても、プレートのアイドルカレント (のほろが④) に打ち消されて、SG電圧を危険なほど上昇させることは無い。

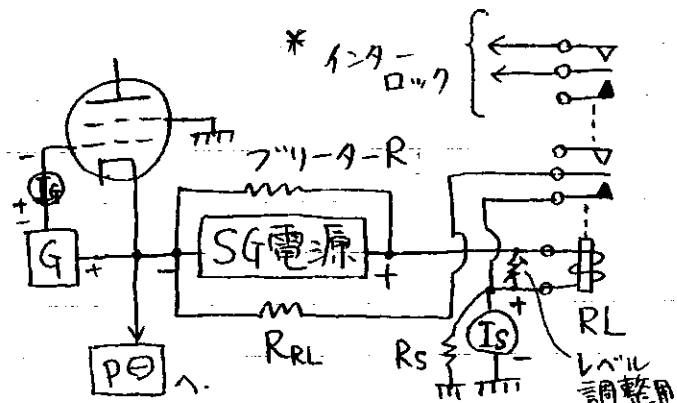
- ③ したがって、SG電源自体としては、それほど抵抗値の低いフリッターは不用である。また、レギュレーションは、プレート電流の大小による変動値とほぼ考えよう。 (もちろん、レギュレーションが良いに似たことはない。 ) SG電圧は GG 2<sup>nd</sup> (定格ドライブ電圧) 程度に抑える。
- ④ X-ター保護ダイオードの使用は、こちらも同様である。

### 3. スクリーン保護回路 = カソード(プレート) オーバード RL と併せて重要!

下記の事故により、四極管スクリーンに過大電流が流れ得ます。

- ① オーバードライブ
- ② アンテナ故障・バンドまちがい
- ③ タンク回路故障・負荷が軽すぎる時 (ロード VC 入る) ・バンドまちがい
- ④ プレート電圧の異常ドロップ or 無電圧
- ⑤ スクリーン電源の異常高電圧・フリッター断線
- ⑥ グリッドバイアス異常 (電圧低下 or 無電圧)

★ スクリーンに保護回路を設けることで、上記の事態に対処可能となります。



★ 「リセット」したいと復帰しないようなインタロック回路により、(複数のリレ接点で)

- ① リニアのスタンバイを RX 状態 (スルー) にもどす。(②と連動)
  - ② 高圧一次側のリレを OFF する。
  - ③ インジケータランプを ON する。... など。
- RRL は SG 電圧を利用して、リレを自己保持するための電流を供給するためのもの。

補-3

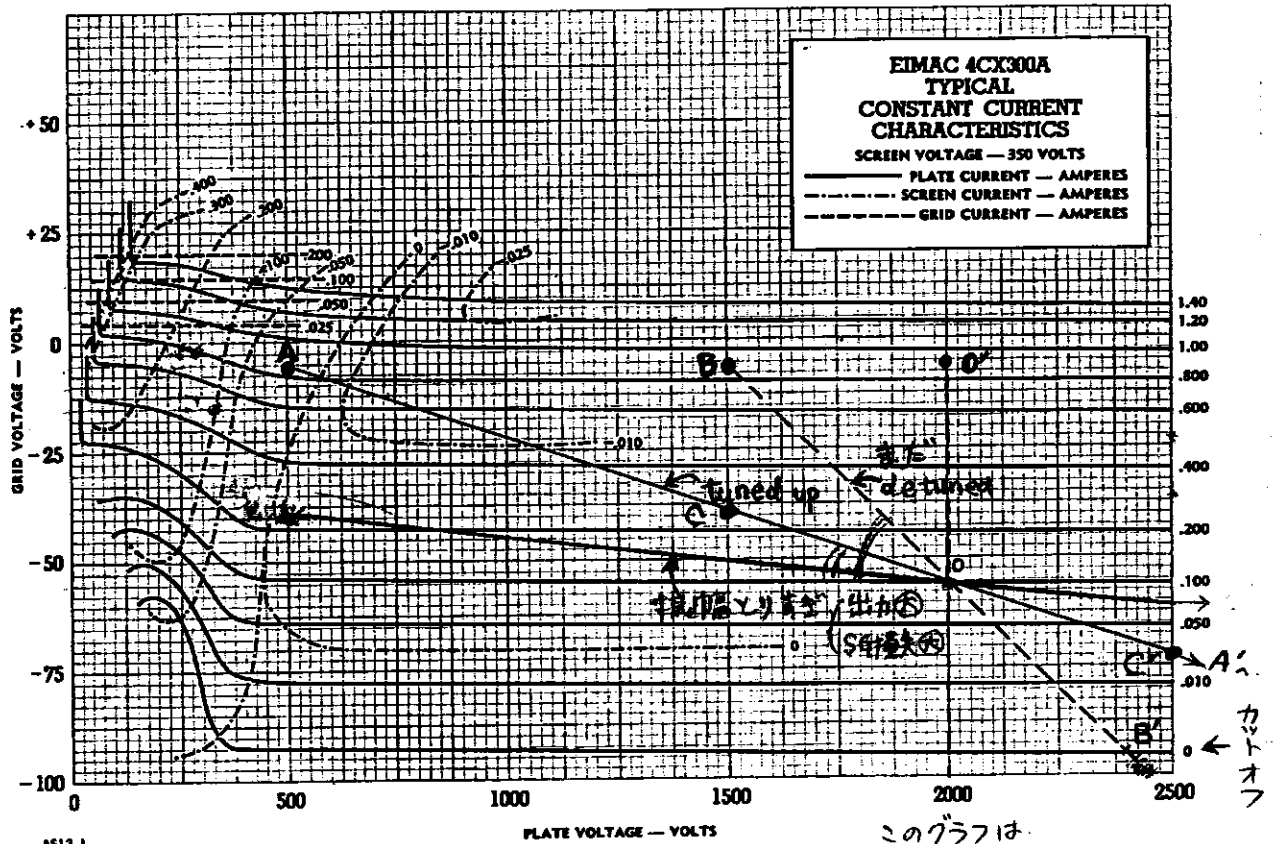
\* たゞし、カソードバイアスとかなる、SG-OFF してフリッターを2<sup>nd</sup>アースする、高圧全部OFF したとき、ドライブはスルーにするか、停波するかと、いけません。

(つづき)

AC例2

ただし、SG電源はインターロックがかかると同時にOFFされるため、このリレー駆動電圧は間もなくゼロまで低下します。(自動復帰も考えらるが?)  
半固定Rをリレー巻線と1Pラレルに入れておき、所定のスクリーン電流でリレーが駆動するようにセットします。リレー巻線は低圧(6V位)が良いでしょう。(電圧降下の由題。) SG電流の回路も併せて働く回路。

4. スクリーン電流の動態など (つづきは Eimac, Amateur Service Newsletter, AS-13 より)



このグラフは  
→各球の DATA に付属するもの。

4CX300A 定電流特性曲線(いわゆる動作曲線)

プレート直流電圧 = 2000V, グリッド・バイアス  $\ominus$ 55V, スクリーン電圧・350V  
 である時, 無信号状態(ドライブ電圧 = 0V-RF) での 100mA のアイドル電流が流れています(点O) そのまま バイアス電圧を -5Vまで(点O')スライドさせたライン O-O' は、プレートのRF負荷インピーダンス = 0 の「動作線(operating line)」と考えられます。この時、プレート電流は約950mA(DC)。  
 今度は、グリッドに最大値50Vのドライブ電圧を加えた場合、プレート同調を離調状態から最適状態(インピーダンス適値)まで変化させると、O-O'のラインは、しだいに負荷を小さくしB-O-B'(また離調)プレート振幅は



(参考) CQ ham radio '81年5月号に特性曲線の解説記事があるので、読んでください。

(ピーク値) DC値はRFピーク値 (IP)

1500~2400V 宙の 900V P-P / フォルト電流 (900mA) から、さらに  
 タンクインピーダンス値を高くすると、A-O-A' のライン (フォルト  
 振幅 500~3200V 付近の 2700V P-P / フォルト電流 ピーク値 850mA)  
 へと移動します。ドライブ電圧を 18V (ピーク) にすると、C-O-C' へ移動。  
 ★ DC電流計で読める値 (平均値 - DC) は、ピーク値の 1/2 ~ 1/3 位。

オパレーティングライン (フォルト DC電圧=2KV)	B-O-B'	A-O-A'	C-O-C'	
最大ドライブ電圧 (RF) (ピーク値)	$E_{dr} (= \frac{1}{2} \times P-P \text{値})$	50V	50V	18V
最大フォルト電流 (ピーク値)	$I_{P_{peak}}$	900mA	850mA	約 260mA
DC フォルト電流 (x-t-t)	$I_{P_{DC}}$	265mA	250mA	約 112mA
最大出力電圧 (P-P値)	$E_{plate}$	900V	2700V	1000V
出力電力	$P_{out}$	約 100W?	300W	約 50W
$= \frac{1}{2} \times (\text{基本波成分のピークIP}) \times E_{plate}$				
フォルト効率	$Eff_{plate}$	約 20%?	60%	約 25%
フォルト損失 (定格300W)	$P_d$	約 430W?	200W	約 190W
スクリーン電流 ピーク	$I_{S_{peak}}$	約 20mA	約 20mA	約 1mA
" DC	$I_{S_{DC}}$	約 6mA	約 6mA	≒ 0mA
グリッド電流	$I_{G_{peak/or DC}}$	(+?)	0mA	0mA

④ セロ信号時 (点O) におけるスクリーン電流は、約 5mA である → 実際は球の動作例 (x-c-発表) に照して (実際は球の動作例 (x-c-発表) に照して)

ここで、オパレーティングライン A-O-A' は、球の動作例 (x-c-発表) に照して  
 ほぼ適当と思われる。(ニカ肝腎!)

① 点BとAとを比較した場合、同じドライブレベルにもかかわらず  
 出力は、約 100W と 300W、フォルト損失 430W (定格オーバー) と  
 200W と、大きな違いがあるにもかかわらず、フォルト電流値は、  
 せいぜい大きな変化は見られない (デューティは浅い)。

② とこのが、スクリーン電流は、非同調時の「負」から、同調時の  
 「正」の値へと大幅な変化が見られる。(前ページの曲線を見よ。点O, 点B など「負」)

③ したがって、球の動作定格に合った電圧・ドライブを与えた場合の  
 出力同調点の指示には、① 出力電力計 (電圧計)、② スクリーン  
 電流計 が有用と思われる。

④ フォルト電流計は、ドライブレベル指示計としては有用だが、

⑤ ドライブレベル ≡ フォレート電流と見なし考えてよい。  
の値

(あまり明確に)

同調点での大きな変化(ディップ)はほとんど見られないの? 同調指示の目安としてはあまり有用ではない。(中絶スレ負荷条件等)

⑤ スクリーン電流は、負荷インピーダンス設定の適不適の目安となるほか、ドライブレベルの目安にもなる。動作例にあるドライブレベルの時に、動作例とありのスクリーン電流が流れていることが重要。ドライブレベルが低い点Cでは「負」電流、それよりドライブレベルの高い点Aでは「正」電流(適正值)である。(ゼロバイアス〜普通のB級・三極管では、正の「グリッド電流」が目安。)

⑥ π型出力タンク回路を使用しているとき、次のような化負向が見られる。

(1) ロードVC 抜け気味(ヘビー・ロード)音がパリパリと荒い音が出る

フォレート電流↑, スクリーン電流↓ 出力 → ~ ↓

(2) ロードVC 入り気味(ライト・ロード)

フォレート電流↓, スクリーン電流↑ 出力 ↑↑

(少ねドライブで"大出力"が出る) = ピークがつかぶれる。

UHFではこれらの非線形動作は起こり得る。

以上の点では、SSB リニアアンプは、まともな動作値にはなっていないため、IMD歪、高調波歪とも増加する。

→ 「出力最大点」を求めよことばかりが「同調」のとりかただと思ってる人は、もう一度、「いち」から勉強し直してください。球の動作例に近づけるよう努力すること。(同調点2ありの) (動作最適点E!)

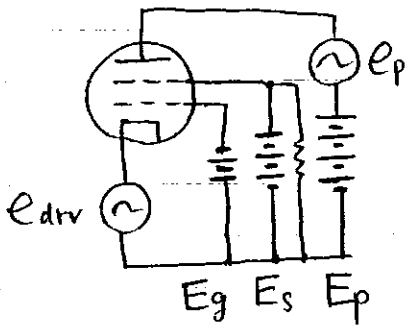
⑦ 以上のことから、四極管リニアでは「スクリーン電流計」を設けることが重要かつ便利であることがわかる。

(同調+動作モニタリング)

⑧ (大抵の球 Pd 3000~10000W) などはSGDにはHF帯ではあまり流れないよ!

5. GGアンプのスクリーン電圧 = 10~20% 低目に!

(AB1級)



GGアンプでは、カソードから見た各電極の電位が

グリッド =  $E_g + e_{drv} < 0$

★ スクリーン =  $E_s + e_{drv} > 0$

フォレート =  $E_p + e_{drv} + e_p > E_s + e_{drv} > 0$

(フォレート電圧の振幅の最低がスクリーンより高い)

である。DCスクリーン電圧は、やや低目に設定する。

DCスクリーン電圧( $E_s$ ) =  $GK \times \text{定格 } E_s - |e_{drv}| \times \frac{1}{2}$

$e_{drv}, e_p$  は 最大値

## 特集 終段増幅器の設計製作

### RADIO FREQUENCY LINEAR AMPLIFIER GRID DRIVEN CLASS AB<sub>1</sub>

DC PLATE VOLTAGE.....	2000V
DC SCREEN VOLTAGE.....	400V
DC GRID VOLTAGE.....	-250V
DC PLATE CURRENT.....	0.25A
PLATE DISSIPATION.....	250W
SCREEN DISSIPATION.....	12W
GRID DISSIPATION.....	2W

下側に陽極電圧波形を書いてみました。左側のグリッド電圧波形は、-30Vのバイアス点を中心に、正弦波形で、正側のピーク5Vから負側のピーク-65Vまで振られています。これに対応する陽極電圧は、グリッド・ドライブに対し180°の位相差を持ち、陽極電圧  $E_p = 1500V$  を中心に、グリッド正側のピークで400V、負荷のピークで2600Vまで振られています。定電流特性曲線を追ってみると、グリッド正側のピークすなわちA点で、約5.5Aの瞬時陽極電流が流れ、負側のピークA'点では0となっています。グリッド・バイアス-30Vに対応するG点での電流、すなわちアイドリング電流は、約2.7Aです。

このように定電流特性曲線上に動作線を設定し、位相15°ずつの各点A、B、C、...B'、A'における瞬時陽極電流を第2図から読んで、それぞれ、a、b、c、d...b'、a'とすれば、

$$\begin{aligned} & \cdot \text{陽極直流入力 } P_{in} \\ & = \frac{1}{12} \left\{ \frac{(a+a')}{2} + (b+b') + (c+c') \right. \\ & \quad \left. + (d+d') + (e+e') + (f+f') + g \right\} \quad \dots\dots ① \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \text{ピークRF基本波電流 } I_p \\ & = \frac{1}{12} \left\{ (a-a') + 1.93(b-b') + \right. \\ & \quad \left. 1.73(c-c') + 1.41(d-d') + (e-e') + 0.52(f-f') \right\} \quad \dots\dots ② \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \text{ピークRF基本波電圧 } E_p \\ & = E_p - E_{pm} \quad \dots\dots ③ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \text{負荷インピーダンス } Z_L \\ & = \frac{E_p}{I_p} \quad \dots\dots ④ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \text{陽極出力 } P_o \\ & = \frac{E_p}{\sqrt{2}} \times \frac{I_p}{\sqrt{2}} = \frac{E_p \times I_p}{2} \quad \dots\dots ⑤ \end{aligned}$$

第1表  
4CX250BC  
の最大定格

- ・陽極直流入力  $P_{in}$   
=  $E_p \times I_p$  .....⑥
- ・陽極損失  $P_d$   
=  $P_{in} - P_o$  .....⑦
- ・陽極効率  $\eta$   
=  $\frac{P_o}{P_{in}}$  .....⑧

のように算出することができます。このように求められた動作諸量は、コンティニユアス・ウェーブ、つまりアマチュアのCWでいえば、キータウン・コンディションであることはいうまでもありません。

実際に球のメーカーから発表されている代表定電流特性曲線は、1枚の図の中に、グリッド電流、スクリーン電流も表示されており、動作線さえそれなりに設定できれば、A級でもC級でも動作諸量を計算することができます。つまり、定電流特性曲線を使った設計法とは、特性曲線上に、最適な動作線を設定することにほかなりません。

#### ★動作線の設定方法と計算例

アイマック4CX250BCを使い、AB<sub>1</sub>級動作のリアンプを想定して設計してみましょう。メーカー発表の最大定格は第1表のとおりです。

この球を2本用いて日本のアマチュア規定最高500W出力の20%増の出力600Wを、1本あたりの出力にして300Wとするとちょうど手頃です。最大定格を超えない範囲で、1本あたりの動作諸量を求めてみます。

- ① 陽極直流入力  $P_{in}$   
一般に陽極電圧は、できるだけ高くとったほうが効率よく動作します。励振による陽極電圧の最小値  $E_{pm}$  が

スクリーン電圧より低くなっているけません。  $E_{pm}$  が  $E_{gs}$  に近づくとつれ、スクリーン電流が急増します。つまり陽極での電圧利用率をよくするために、より高い陽極電圧と低いスクリーン電圧を選びます。もっとも、スクリーン電圧を下げると陽極電流が減少し、パワーが出なくなります。より多くのパワーを絞り出すために異常に高いスクリーン電圧をかけることがあります。しかしこのような場合、確かに出力は増加しますが、スクリーン電流が大きく流れ、しばしば許容損失をオーバーします。低めのスクリーン電圧で陽極電流がよく流れ、かつ高い陽極電圧がかけられる球、例えば4CX600Jなどは非常に高効率で働き、それだけに値段も高いのです。ちょっと横道にそれましたが、今回は、4CX250BCの最大定格いっぱいの2,000Vとします。

陽極電圧が決まったところで、ひとつ試算をしておきます。AB<sub>1</sub>級の場合、陽極効率は55~65%くらいとなります。仮に60%と見込むと、出力300Wのとき、

$$\begin{aligned} \text{陽極出力 } P_o & = P_{in} \times 60/100 \\ & = E_p \times I_p \times 60/100 \end{aligned}$$

から陽極電流  $I_p$  の見込値は0.25Aとなります。この値は第1表の定格を超えません。もし見込値が定格を超えてしまうようであれば、陽極電圧を上げるか、目的出力を下げねばなりません。陽極電圧は定格いっぱいですから、目的出力を下げるようになりますね。

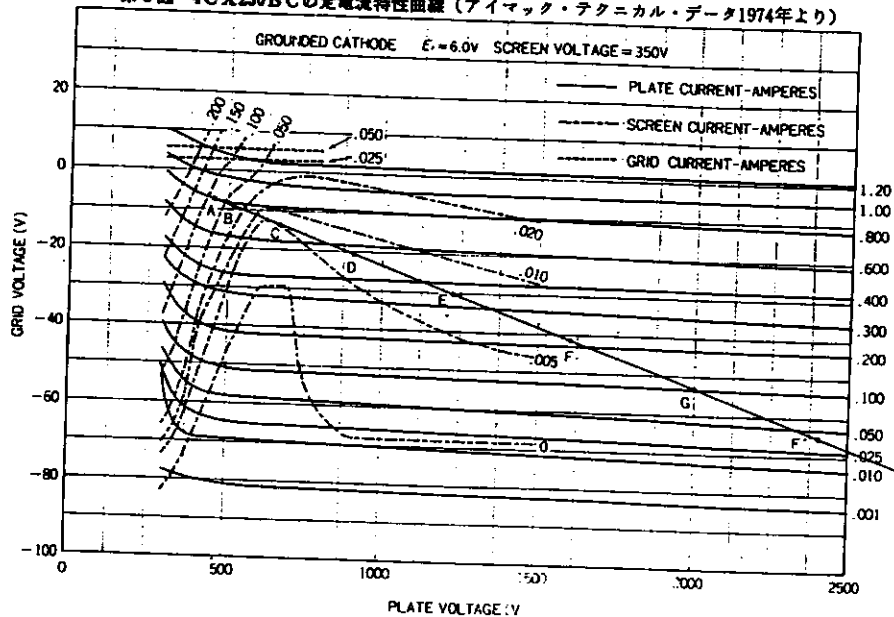
#### ② スクリーン電圧 $E_{gs}$

第3図はメーカー発表の定電流特性曲線で、  $E_{gs} = 350V$  のものです。この図を利用して設計を行う都合上、  $E_{gs} = 350V$  とします。もちろん、この値も最大定格以内にありませぬ。

#### ③ アイドリング電流

普通AB級の動作では、変調波の増幅を目的とするため、  $I_p$  がカット・オフとなる領域まで使用しません。このため、適当なアイドリング電流

第3図 4CX250BCの定電流特性曲線 (アイマック・テクニカル・データ1974年より)



(レストイング電流ともいう) を無入力の状態でも流しておきます。

B級ではG点を $I_p=0$ となる点を選び、ほぼ半分のサイクルに対して $I_p$ が流れます。

C級では動作角(流通角)を $90^\circ$ より小さく選ぶため、アイドリング電流は存在しません。アイドリング電流が大きいと、歪みが減少するかわりに陽極効率が悪化し、小さくすればその逆となります。

一般にAB<sub>1</sub>級の動作ではアイドリング電流をアイドル時の陽極損失が、最大定格の50~80%となるように選ばれます。ここでは80%を取り、 $I_p(\text{idle})=250 \times 0.8/2000 = 0.1(\text{A})$ とします。

$E_p=2,000\text{V}$ ,  $I_p=0.1\text{A}$ の点を図上にプロットし、G点とします。このときのグリッド電圧、すなわちバイアス電圧は左側の目盛より、約-53Vと読み取れます。

#### ① A点の設定

A点では、グリッド駆振の正側ピークであり、瞬時陽極電圧は最小値 $E_{pm}$ となります。また瞬時の陽極電流は最大値となります。このA点を決めるにあたり、次の事柄を考慮します。

まず陽極電圧の最小値 $E_{pm}$ はスクリーン電圧 $E_{sz}$ より大きくなければなりません。理由は前に述べました。次にグリッドをどこまで振るかです。AB<sub>1</sub>級の場合は、グリッド電圧は常に負の電圧範囲になければなりませんし、当然グリッド電流は流れません。AB<sub>2</sub>、B、C級ではグリッド電圧は正の領域まで振り込まれ、グリッド電流が流れ込みます。このときのグリッド損失が定格を超えない範囲に抑えなければなりませんし、グリッド電流が流れることにより、インピーダンスが急激に変化します。本題から外れるので詳しくは別の機会に譲りますが、グリッド駆振回路をくふうして、正領域でのグリッド・ドライブ波形のピークの歪みを逃がせないと歪みが増加し、陽極効率も悪化します。

AB級では、最大瞬時陽極電流を直流陽極電流の2.5~3.5倍とします。直流陽極電流は、ほぼ250mAと見込んでいますから625mA~875mA程度となり、今回は表の見やすさを考えて3.2倍をとって、0.8Aとします。また陽極電圧の最小値 $E_{pm} = 450\text{V}$ とすると、このときのグリッド電圧は第3図から約-7Vであり、

AB<sub>1</sub>級の動作条件にかないます。これよりグリッド・ドライブ電圧は、

$$E_{g1}(\text{peak}) = |(-53) - (-7)| = 46(\text{V})$$

$$E_{g1}(\text{rms}) = 46 \div \sqrt{2} = 32.5(\text{V})$$

陽極基本波RF電圧の振幅は、

$$E_p(\text{peak}) = 2,000 - 450 = 1,550(\text{V})$$

となります。

以上より第3図のA点が、プロットできたことになります。

#### ② 動作線と計算

A点とG点を直線で結び、この線を延長して、点対称の位置にA'をとります。この場合は図が小さく、はるか遠くにはみ出してしまうので、図にプロットすることができません。G-A'の間では $I_p$ ,  $I_{sz}$ とも非常に小さな値となるため、無視しても計算結果に大きな狂いは生じません(注)

次にA-G間に $15^\circ$ ずつに対応する点、B、C、D、E、Fを取ります。A-G間の線分AGの長さを $l$ とすれば、

$$\overline{BG} = l \times \cos 15^\circ = l \times 0.966$$

$$\overline{CG} = l \times \cos 30^\circ = l \times 0.866$$

$$\overline{DG} = l \times \cos 45^\circ = l \times 0.707$$

$$\overline{EG} = l \times \cos 60^\circ = l \times 0.5$$

$$\overline{FG} = l \times \cos 75^\circ = l \times 0.259$$

## 特集 終段増幅器の設計製作

第2表 読み取った値

	$b$	$I_{g1}$	$I_{g2}$
A (0°)	0.8	0	0.09
B (15°)	0.76	0	0.035
C (30°)	0.70	0	0.005
D (45°)	0.53	0	0.0075
E (60°)	0.35	0	0.0075
F (75°)	0.22	0	0.007
G (90°)	0.1	0	—

となり、容易にプロットできます。

この各点を求めるために、コサイン・スケール（余弦目盛）という便利なものが、球のデータ・ブックなどについています。写真はアイマックのものと東芝のもので、日頃球を扱うことの多い技術者には重宝なものです。関数電卓が一般的になった現在では有難味が、だいぶうすれてきました。

さて、以上のようにプロットされた各点について、陽極電流  $I_p$ 、スクリーン電流  $I_{g2}$ 、グリッド電流  $I_{g1}$  を読み取り、第2表を作ります。今回は AB<sub>1</sub> 級ですので、グリッド電流は全く流れず、必要ありません。

式①から⑥に第2表を入れて計算します。

$$I_p = \frac{1}{12} \left( \frac{0.8}{2} + 0.76 + 0.70 + 0.53 + 0.35 + 0.22 + 0.1 \right) \approx 0.255 \text{ (A)}$$

$$I_{g2} = \frac{1}{12} (0.8 + 1.93 \times 0.76 + 1.73 \times 0.7 + 1.41 \times 0.53 + 0.35 + 0.52 \times 0.22) \approx 0.391 \text{ (A)}$$

$$I_{g1} = \frac{1}{12} (0.09 + 0.035 + 0.005 + 0.0075 + 0.0075 + 0.007) \approx 0.00892 \text{ (A)}$$

### TYPICAL OPERATION (Frequencies to 175 MHz)

Class AB<sub>1</sub>, Grid Driven, Peak Envelope or Modulation Crest Conditions

Conditions	1000	1500	2000
Plate Voltage	350	350	350 Vdc
Screen Voltage	-55	-55	-55 Vdc
Grid Voltage 1	100	100	100 mAdc
Zero-Signal Plate Current	250	250	250 mAdc
Single Tone Plate Current	190	190	190 mAdc
Two-Tone Plate Current	18	15	13 mAdc
Single-Tone Screen Current 2	8	5	3 mAdc
Two-Tone Screen Current 2	0	0	0 mAdc
Single-Tone Grid Current 2	50	50	50 V
Peak rf Grid Voltage 2	120	215	300 W
Plate Output Power	2000	3000	4000 Ω
Resonant Load Impedance			

1. Adjust to specified zero-signal dc plate current.
2. Approximate value.

アイマックおよび東芝のコサイン・スケール



$$E_p = 2000 - 450 = 1550 \text{ (V)}$$

$$Z_L = 1550 / 0.391 = 3964 \text{ (Ω)}$$

$$P_o = \frac{1550 \times 0.391}{2} = 303 \text{ (W)}$$

$$P_{1a} = 2000 \times 0.255 = 510 \text{ (W)}$$

$$P_d = 510 - 300 = 207 \text{ (W)}$$

$$\eta = \frac{303}{510} \times 100 = 59.4 \text{ (%)}$$

$$I_{g2} = \frac{1}{12} \left( \frac{0.09}{2} + 0.035 + 0.005 \right.$$

$$\left. + 0.0075 + 0.0075 + 0.007 \right)$$

$$= 0.00892 \text{ (A)}$$

以上をまとめると、

直流陽極電圧 2000 V

スクリーン電圧 350 V

バイアス電圧 -53 V

アイドリング電流 100 mA

動作時陽極電流 255 mA

スクリーン電流 9 mA

陽極入力 510 W

陽極出力 303 W

陽極損失 207 W

陽極効率 59.4%

グリッド励振電圧 46 V ピーク

負荷インピーダンス 3964 Ω

となり、陽極電流と陽極出力がほんの少し大きくなっていますが、当初の見込値に近いものです。負荷インピーダンスを  $Z_L = E_p / 1.8 \times I_p$  として求めると 4360 Ω となり、約 1 割違った値となります。

第3表はアイマックのテクニカル・データ・シートに載っている動作例ですが、今回計算されたものとよく一致しています。定電流特性曲線の読み取り精度や、球のパラッキなどを考えれば、全く問題ない値といえます。

## エピソード

このように定電流特性曲線を用いた設計では、任意の直流陽極電圧に対して、出力、励振、負荷インピーダンスなどの動作諸量をかなりの精度でつかむことができるとともに、条件設定に関してよく球の動作を理解でき、決してアマチュアには馴染まないというものではありません。

また動作を理解することにより、今回は主題から外れるので取り上げなかった周辺の回路、例えば入力回路や出力回路、各部電源などの設計、調整、部品の選択にも大いに参考になると思われます。

限られた誌面の中で比較的高級なことを説明した関係上、多少無理があるかと思いますが、より詳しく勉強しようというかたは、次の参考文献をお読みください。

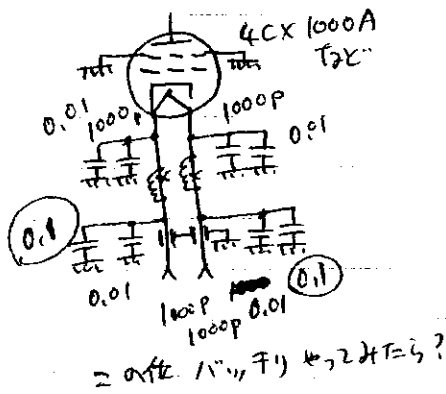
『放送機と発振器の設計と調整』  
近代科学社 島山鶴雄著

第3表  
4CX250BCの  
動作例(アイマック・テクニカル・データ1974年より)

# (補足) - GKアンプ

## 1. SG, Kのアース

→ ~~決まってる~~   
 ○ SGは先に書いたとおり、GG, GKと比べて重要。  
 ○ カソードのアースも、SGと同様重要。低インピーダンス化、低インピーダンス化ねと。  
 ○ ここが「L」だと、高い周波数ではゲイン↓ 有効なEライン

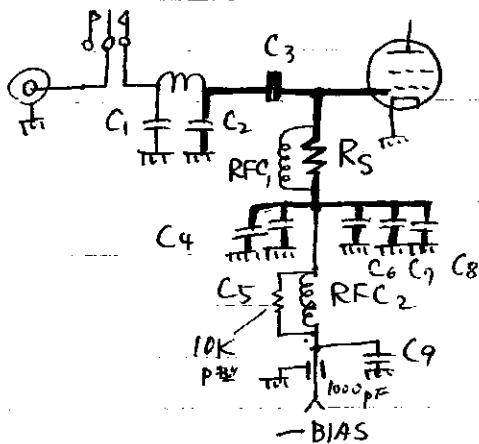


○ X-カーブでも、カソード系バイパスの甘いものが多く、X-ア-焼損, ツエー破壊(GG) などが見られる。  
 (例: KL-11) このラインのアースをバツリとること。  
 GK/GGともに重要である。(よく、直接アースとれた回路で)。  
 → 「カソードフロー」という出力の取り方もあることを思い出すこと。バイパスが「悪い」  
 「出力」がなくなる。

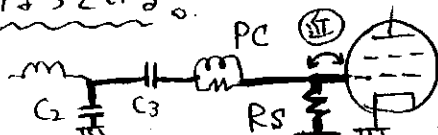
## 2. Qダンプ, スワンテングRの利用

外をねたんて  
↑マモを  
取付たて

○ GKアンプのドライブ電力をスワンテングR(無誘導)に食わせ、グリッドインピーダンスも下げ、発振を防ぐのは、基本波帯域のみならず、VHF帯領域でのパラジチック発振の防止にも役立つ。



★ 数cm ~ + 数cm<sup>2</sup> VHF領域の共振回路にたっている。



==重要!

○ RS (HFのみならず、VHF帯にも無誘導のまともなもの) をグリッド・コンに一番近い位置に入れれば、VHF共振回路もQダンプをうけて、発振できなくなる。  
 ○ 同時に PC (50Ω - 3W-P + 3ヶ分) も、この回路に耐えるQダンプ。(ソケットに近く入れる。)

C4, C5 = 1000pF, C6, C9 = 0.01μF  
 RS = ねとねは 500Ω - 50W-P型  
 RFC1, RFC2 = 500μH ~ 1mH 程度  
 10K-P型は、RFC2のQダンプ  
 (0-FREQでのパラ防止)

③ 「抵抗」のRF特性について。  
 「重箱」P.27にも一度見よ。

(四極管)

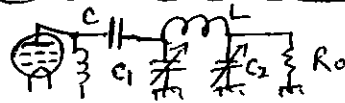
(A諸問題と)

リ=7.727° πマッチの調整方法

de JHRC

(Feb. 16, 1997)

【前程条件】



1. ボック球でないこと (= X-カー発表の規定値に基いた動作であること)
  - ボック球には、与えられた方法の手をうった上で再度考慮すべきことがある。
2. 予め設定したπマッチの各定数が適正であること。(最適Qが与えられた値に合っていること), 球の使用定格が(必ず)決まっていること。
  - フレート側がハイQになると(ハイC, D-L状態), フレート電流が大きくなる割りに出力は出ない。SQは流れる。
  - ローQになると、ドライブ電圧の割りにプレートが流れにくくなる。SQ流れる。
3. 出力負荷(プレート)が適正であること。
4. クーリングが充分であり、安全な温度で球が動作していること。
5. 電源電圧が負荷変動に対して大幅に変動しないこと。
  - 特に「リ=7.727°」と名前がついても、スクリーン電圧・バイアス電圧が変動するようでは、安全がまともな四極管Ampはできない。
6. 高周波回路として安定で、おかしなパルス発振がないこと。

【考え方】 (Tuning = frequency tuning について)

1. リ=7.727°のプレート電流計は、①ドライブレベル ②アイドルカレント
  - ③出力最大点と最小値を示すか(中和スレ、プレートから見たタンク回路が純抵抗か)を監視するのが目的であり、出力回路のTuningのためのものではない。(適正ドライブ、最適負荷のみに適正の規定電流に合っているかを見る働きはある)
2. Tuningの適・不適を見るには、①出力電力(電圧)計、できれば他に②スクリーン電流計、③入出力比計(コンパレータ)があるとよい。
3. Tuning動作は、手動であれ自動であれ、できるかぎり低ドライブレベルでおこなう。決してフルドライブ状態でプレート同調を動かしてはいけない。(異常電圧が発生し内部電極間のフラッシュオーバーや異常発振を起すことがある。) 高グリッド電流を流すレベルで行なうのは危険である。低レベル時のみで不十分なら、中レベルで再調整する。
4. Tuning操作とは、同調点を設定する操作であり、球の最適動作点をみつける操作ではない。同調回路の定数は、予め最適となるようなC1, L, C2をとりうるように設計しておいたもの。

5. したがって、 $C_1/C_2$  の操作により 選んだ <sup>( $f_2$  と  $f_1$  の)</sup> ある一点が、あるドライブレベルでの  $f_2$  の球の最適負荷であり得るよ、予め設計しておき、 $f_2$  の  $C_1/C_2$  の最適値においた時 (同調点、 $a$  と  $b$  と) が同時に最適「動作点」 ( $E_p$   $E_q$  曲線上の  $R=1$  の線上のある範囲) であるべきもので、これは  $f_2 = \omega_0$  操作による  $f_2$  の探索も  $f_2$  ではない。(結果的に  $f_2$  となる  $f_2$  とも、 $f_2$  の所定の  $C_1/C_2$  を設定する操作にほかならぬ、 $f_2 = \omega_0$  時の  $f_2 = \omega_0$  とは) ドライブレベルが低かろうか 高かろうか、最終的に運用時にある  $f_2$  のほしい最適点は 一か所しかない。 )

したがって、「最大出力点」が必ずしも最適動作点でない、ということ。特に SSB 時は Amp 2 は

↑  
ドライブレベルを上げる。  
相対的に dip は小さく  
なる。  
dip は小さく  
なる。

6. この最適負荷における アレート電流は、昔の 807-AM 送信機のようた、明らかな dip 点とは言いがたく、dip 点 が現れるほど高ドライブレベルで  $f_2 = \omega_0$  操作を行なう (つまり、アイドルカレントより ほかにも大きな電流を流し行なう) のは危険以外に何も得るものはない。(  $C_1$  ⊕  $C_2$  ⊗ の軽負荷、ANT は  $f_2$  の時は dip ⊗ )

〔操作〕

1.  $f_2 = \omega_0$  は、低ドライブレベルで、出力計の最大指示を得る点を追うように  $C_1/C_2$  を操作する。(出力最大時の  $\%$  位から始める)
2.  $C_2$  を 大きめの値 から始めると良い。なぜならこの時  $C_1$  は 小さな値 で  $f_2 = \omega_0$  がとれ、これは 高い  $f_2 = \omega_0$  での負荷 であり、低ドライブレベル に合っている。  
(低出力レベル)
3. この同調点から、さらに  $C_2$  を小さめの値 にしつ、 $C_1$  を大きめの値 にして 最大出力点 (より大きな指示) を得るように、 $C_1$  と  $C_2$  を交互に少しずつ操作する。したがって出力は増加し、アレート電流は増加する方向へと動く。
4. このドライブレベルでの最大出力 (3 の操作でもはや出力が増加しない  $C_1, C_2$  の位置) まではいったら、少々ドライブを増やす。アレート、各グリッドの過大電流に



注意しながら、3. の操作をくりかえす。

5. 3と4の操作をこのために注意深くくり返す。(数段階で)

この間、ドライブ増加に伴って、プレート電流と出力は増大していく。 スクリーンは、球におよび

0レベルからマックスに振れ出しにくる。あるレベルを越えるとマックスから0へおかわり、プラスに振れ始める。他の球におよび、しばらく0付近にあったものが、あるレベルからプラスに振れるものもある。始めからプラスに振れきみの球もある。(種類による)

- ・マックスに振れやすい球は、球におよびドライブが大きくなり、たくさん振れる球、半分位の球、があるの2、スクリーン電圧の上昇に注意する。
- (グリッドに60mA流している電源でも、マックス60mA流れる球の場合は相殺されて、グリッドを取りはいた時と同じ電源電圧になる。)

6. 規定値以内の各電流で所定の出力が得られるドライブレベルにしたと232、C1, C2の目盛りを記入しておく。 次回は、その付近の目盛りで 他ドライブで最大出力指示になるよう合わせれば良い。(注)

7. この間、AB2ドライブ以外の球では、グリッド電流を流すほどのドライブを加えることは、決してあり得ない。 AB2動作であっても、信号のピーク(SSBなど)でのみグリッドが少々流れる程度である。

(注) (6追加)

C2, Rドは低Qで $f_{2-2}$ が「ブロード」なの2、所定位置において、C1のみ少々 $f_{2-2}$ をとり直した42「充分」  
(低ドライブをかた)

共振周波数ANT負荷が不適当では、ドライブを $f_{2-2}$ の過大に流れる。パラコンデンサの時も破壊的大電流が流れる。これを止める安全装置が必要になる。(制限器)

2. フォルト C<sub>1</sub> 固定、L 可変の場合、

文中の C<sub>2</sub> と減らし C<sub>1</sub> を増やす → C<sub>2</sub> を減らし L を増やす。

にある。

\* バリ L は特に、ドライブをかけたまま回転させると  
ローターで火花が発生することがあるので、操作する時は毎回  
送信停止してからおこなうほうが安全。

3. 一般に出力レベル (ドライブレベル) 1/10 位で「かなりよくなる」  
F<sub>2</sub>-2 と 1/2 から、ドライブレベルを 1/5 位 ~ 1/2 位  
に増加し fine tune (ほとんど動かす)、そこから  
max レベルに上げた「確認のみ」という位が良い。

4. ボケ球 を使う時は、以下を確認しておく。

(1) フライアウト電圧を規定値から +5% 程度まで上げた、  
規定電圧に対する電流 (アイドル電流、他) が得られるか  
どうか。 (アイドルが規定の半分位までしか流れない  
ような、重症のボケ球で実施。)

\* フライアウトの電圧を上げたとき、それより以上に  
電源投入時の インラッシュ電流 に注意する。傍熱管  
でも、リードやセーターが切れることがある。

(2) アイドル - 20~30% 位のときは、バイアスを減らせるの時。

(3) ドライブを多く必要としている割に出力が出にくく、  
各電流はかりたくし流れ、早めには歪が多くなる  
傾向あり。浅いバイアスの時は、ホム-ドライブしやくなる。

\* ボケはボケ同様の使い道があるはず。  
生きの良い球と同じ性能を期待にはダメ。  
(電流特性も同じであるはずはない。)

5. 球の真空度が落ちると.

- (1) 徐々にアノードが減少する (電子流の障害).
- (2) ある程度エア入りになると放電するようになる.
- (3) 電子も飛べない状態になる (空気管).

6. 球に無理な動作をさせると.

- (1) 過大電流でグリッドやスクリーンが過熱し劣化する.
- (2) 金属ガスが発生して放電しやすくなる. 爆発することもある. (フラッシュオーバー)
- (3) 熱で格子が変形して、タッチしたり放電しやすくなる. (格子と格子~カソード間隔は 0.2~0.5mm)
- (4) 寄生発振 (= 干渉) の取りにくい周波数での動作と同じ) や同調すれば、アノードまわりの高圧が発生した時、フラッシュオーバーや、絶縁物の表面でスパークを起こしたり (ここはいつもスパークするようになる)、割れたりする.

7. いわゆる GKタッチ (実際にはタッチしてはくても <sup>(G-K間)</sup> 放電しやすくなる状態) になった場合は、G-Kを接続して



スーパーカソード・ドライブにすると使えることがある.

(それ以外の上記の状態ではダメなことが多い)

↓ G1-G2が手付する. N702P-2にする.

8. N702P-2 の GG にすると.

- (1)  $g_m$  の高い球ほど、カソード・エミッションの多くなる。グリッドに流れ込む。グリッドの弱い球では損壊。大型球では、丈夫さが衰え、発生、効率が低下の傾向。
- (2) 小型球 (4CX250 ~ 1000A など) では、せいぜい  $g_m$  2、カソード 500mA に対し、グリッド 200mA、スクリーン 100mA、プレートは残りの 200mA しか流れない、そんな感じのこともある。

9. 今回は L 固定 のもと、 $C_1/C_2$  の同調点 の 2点

を 設定 し、それが 動作上の最適点 にも つくと

いう操作 (フューニング = frequency tuning) を

行なった。したがって、

当然ながら、動作点 (動作レベルや動作ワット) <sup>(や ANT 負荷)</sup>

が 変化 すれば、 $C_1/L/C_1$  の比率 が ちがう

ものが 必要 になる。つまり、

L 固定としたのは便宜上のこと、各動作レベル (ドライブレベル、プレート負荷ワット等、とも言う) が

ちがうとき、2つの回路の周波数一定 (これは今回の

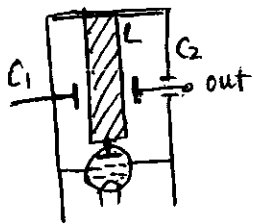
操作でもやったこと) かつ、2つの Q ( $Q_1, Q_2$ ) 一定

とるのであれば、 $C_1/C_2$  の他、L も変化させる

必要 が 出 くる。

10. π型 のみならず、キャパシタ回路 ( $\pi/2, \pi/4$  など)

でも、フューニング にあたる 2の注意事項 は 同じ こと、



(1) 低い動作電圧から始め (作ら始めると)

(2) 低いドライブから フューニング を 行う

(3) 徐々にドライブを増加しつつ フューニング も 行う

(ロードとプレートの再調整)  $C_2$  と  $C_1$  の 調整 から 始める。

(4) 必要なドライブ (出力) レベル まで 上げる。

には ならない。  $C_2$  近付くと  $C_1$  減らす (または L 減らす) の関係。

11. 虫足ながら、メーカーには、バリコンの容量・羽根の位置と、目盛の指示方向 が、何か逆になっているもの、や  $C_1$  と  $C_2$  で 逆だたり するものもあること、要注意...

では Good Luck.

\*印は Eimac からは 伊和 と  
思われる。

[参考図書]

1. 月刊「ワイ・タイム」85年11月号 「FL2100B改造記」  
by 那須次郎  
4X150A 2本1.5AのGG A<sub>1</sub> P<sub>2</sub> A<sub>2</sub>の  
球の動作状態を解説。

2. 「真空管の偶々ついで遊ば」(3rd ed.) 補足ページ中。  
「四極管のスクリーンについて」 by 那須次郎  
(スクリーンを制御するのは四極管を制御)  
例. 4CX300Aの定電流特性曲線と P<sub>2</sub>-2の動作上の諸注意。

3. CQ ham radio 81年5月号  
「真空管回路の基本設計」 by 柳橋健  
(定電流特性曲線 [E<sub>p</sub>, E<sub>g</sub> と I<sub>p</sub>, I<sub>g1</sub>, I<sub>g2</sub> の関係曲線] と  
コサインスケールの使い方, 例 4CX250B )

\* 4. Eimac, Amateur Service Newsletter (AS-13)  
"Screen current of Tetrode"  
4CX300A について定電流特性曲線の解説。文献2の本。

5. THE VHF/UHF DX Book, DIR Publishing  
6-34, 4CX250B P-P 144MHz Ampの動作について。  
各電流の動きと出力レベルについて図示。①②③

6. 「放送機と発振器の設計と調整」 by 島山鶴雄  
(上), (下) 無線技術普及会 各¥5K.  
AM送信機 (=C級増幅器) と RF的考への古典

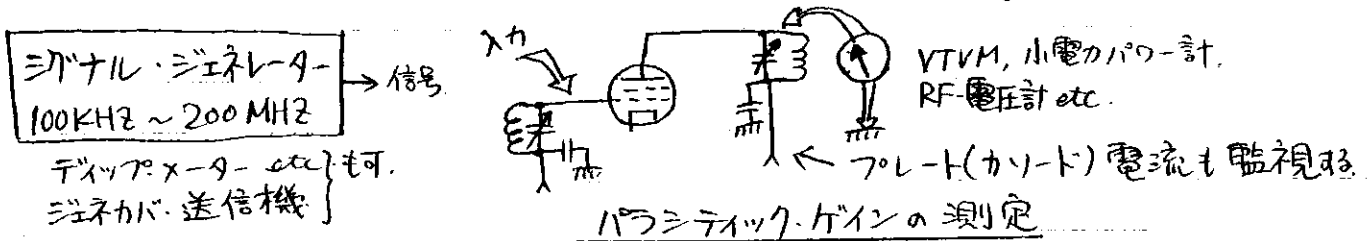
7. RADIO HANDBOOK, by William Orr, McGrawhill pub.  
RF関係 HF~UHF について網羅。RFの古典。

\* 8. Care and Feeding of Power Grid Tubes, Eimac.  
1.5A-管の原典。

9. DUBUS TEKNIK III, IV, VHF~UHFに強い本。  
たぐひたぐひ...

パラシティックオシレーション

- 3.  $\gamma$  のリニア・アンプなり、TX が 寄は発振を起しやすい周波数帯 はひとつとは限らず、発振に至らないまでも、信号ピークなどで「発振きみ」となり、サイドが広がったり、おまけ(お化け)が出たりするので、広い帯域 については (100KHz ~ 200MHz 位) 調べ、「パラシティック・ゲイン」 を測定してみます。(高調波対策にも有効)



\* セロバイアス管, C13 AMP では、若干 Ip アイドル電流が流れている状態 (カット・オフでない状態) で測定します。

この周波数帯内での 増幅ゲインのピーク を示す周波数を見出して X せ。それ以外の原因部分 (パーツ、配線など) について再検討し、必要に応じて、① 吸収トラップ (L, C, R による  $\gamma$  の周波数でのピークを吸収する物) ② パラ止め (L, R による) ③ Q ダンパの抵抗 (RFC にパラ ~ シリーズに入れ、など RFC による共振に有効。)  $10K \begin{cases} RFC \\ 1mH \end{cases} \begin{cases} RFC \\ 100\Omega \end{cases}$  ハイム四極管など

\* すべてのピークは、(使用周波数以外は) 増幅率が 10dB 以下におさえなくてはダメ。

\* あらゆる部分 - たとえば、シャフトとシャーシ、バンド・スイッチの金属フェーン、配線リード、バリコン自身、RFC 自身、... はそれぞれ共振周波数 (複数ある) を示し、そのうちのいくつかは増幅器とこの動作に影響をおよぼすことになる。

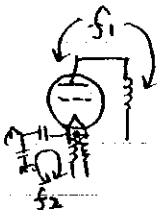
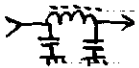
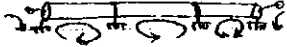
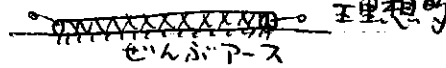
(規定の電圧をかける)

- 4. これらについて検討し、対策したなら、最大入力動作 を試してみます。このとき、先のパラ周波数に「変な出力」が出ていないかどうか注意深く観察します。

基本波周波数 ± 1MHz くらい のところを「短点」または「ツートン」を送信しながらさぐってみます。「子供」が出ていたら、入力・出力の同調回路をデチューン (離調) し、音調が変化しないか

どうか調べて、もし「指〜、ヒ〜、ペ〜…フツ〜」などとなるようであれば、もう一度「安定化」のため努力しなくてはなりません。もう一度、すべて基本から！

5. 基本

- ① 四極管なら、アースのみならず、スクリーンとグリッドにも、GGなら、カソード(フラグメント)にも、パラ止めを入れる。
- ② 中和をとっている三極管などは、中和リードにも パラ止めを。ただし、「中和」とはあくまで基本波周波数での「フリッジ」を考えたものなので、寄生周波数での発振に対しては、逆に増強させる結果になる(!)ので、要注意。
- ③ スワンピング抵抗を入力側にかませる。(特にGK。) → ほとんどこの手で逃げる事ができます。ただし、ゲイン↓
- ④ シールドを厳重にする。これは、基本波で有効なのはもちろし、VHF帯での寄生発振対策としては、基本波以上に重要なこと。  
→ 増幅器のゲインが上がる周波数!!!
- ⑤ RFCとフラグメントフォークの共振点(特にVHF領域の)も点検し、入力側と出力側で同じ〜近い周波数の共振点が出ないように巻数・ピッチ etc を調整する。(目に見えないと云うのは、原因としては、大変多いと思われる。  

- ⑥ パスコン(アース・スクリーン・グリッド、これにカソード・フラグメント等)とRFIフィルター(リード線のケースへの出入り部)の再検討。  

- ⑦ RF経路のアース(同軸の外皮編組線)のとおり方、シールド板を貫通すると云うもアースすること、シャーシから浮かすこと。(と云うと云うで接地させろこと。) 
- ⑧ ケースの構造と接ぎ目の接触状態。  

- ⑨ ケース全体の対地電位 ~ 対エキサイタ電位の検討。金属机やアルミサッシ、ローターアインなどとの電位差も。

⑩ ANTからの反射波 ~ ANTから輻射されたRFのやりこみ。

⑪ 使っているパーツの良否、配線<sup>(のしかた)</sup>の適否、RFに対する意識の適否。

2"は各局、Good Luck !! (+知識)