U. D. C. 621.396.822:621.396.694

受信用真空管の雑音試験法

宮川守雄* 富永幸雄**

Noise Testing Methods for Receiving Vacuum Tubes

By Morio Miyagawa and Yukio Tominaga
Mobara Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

With the progress of radio equipment, the problem of noise in vacuum tubes is becoming increasingly greater.

The writers, classifying vacuum tube noise in several kinds, introduce the Japan's standardized methods for testing such noises. The methods include those used for radio frequency noise test, audio frequency noise test, audio frequency and microphonic test and some others.

Then the writers, mentioning the present situation of noise testing of their factory, refer to the Hitachi's electron tubes whose freedom from noise generation has been improved through research works based on the results of meticulous testing.

〔I〕 緒　　言

真空管雑音の多少が真空管使用機器の総合性能に著しく影響することは周知の事実である。例えば通信用高感度受信機の感度、高利得増幅器の忠実度等を最終的に決定する因子は真空管の雑音であり、家庭用ラジオ、電蓄等の音質を妨害するハムその他不快な雑音も真空管雑音によることが多い。故に真空管に関する種々の性能規格中でも雑音規格は最も重要なもの一つである。したがつて筆者等真空管製作に従事する者は、出来るだけ雑音の少い真空管を製作すべく常に努力している次第である。この為には、まず雑音試験法として十分正確で合理的な方法が行われなければならない。

本稿では、我国に於て一般に用いられている種々の雑音試験法及び日立製作所に於ける実施例を述べ、真空管を使用される方々の御参考にしたいと考える。

〔II〕 雑 音 の 種 類

本稿を進めて行く便宜上真空管の雑音に就いて簡単に説明する。真空管の雑音を大別すると次の二つに分れる。

（A） 真空管の基本的構造上必然的に或る程度は存在するショット雑音、フリッカー雑音、電流分配雑音等。

（B） 設計製作技術が不十分な為めに生ずるもので絶縁不良、加熱用 A.C. 電流の磁場、電極構造の強度不適当または固定の不完全、接触不良等に基ずく雑音。

（A）は通信受信機の感度や高利得増幅器の最大利得を制限する主要因子である。しかし現在家庭用ラジオ等を含めた広義の真空管使用機器に就いて一般に問題にされている雑音は（B）に関するものが大部分である。

〔III〕 雑音に関する試験法

前述した雑音に対して、現在我国に於て一般的に採用されている試験の方法としては、米国の規格をもとに無線通信機械工業会で審議立案し、近く無線通信機械工業会標準（CES）として次のものが決定されようとしている。

無線周波雑音試験
（ショット雑音を含まない）
可聴周波雑音試験
低周波雑音及びマイクロホニック試験

これ等の試験は、いずれも〔II〕で述べたBの雑音が対象である。Aの雑音に関するものには、日本電信電話公社に於て搬送電話中継用真空管に適用されている雑音試験がある。

以下それぞれの試験法の大要を述べる。

* ** 日立製作所茂原工場

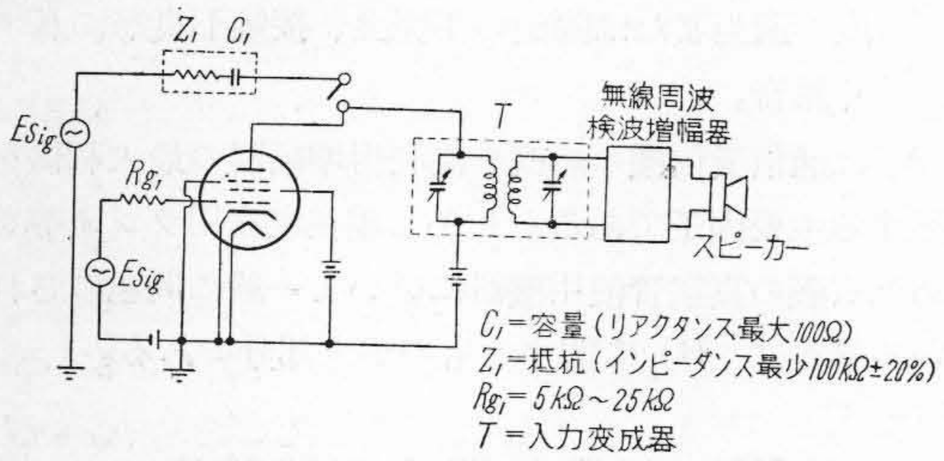
（1） CES 雑 音 試 験 法（案）

（i） 無線周波雑音試験（ショット雑音を含まない）

本試験には**第 1 図**に示す回路を用いる。即ち供試管の制御グリット、接地間には抵抗を入れ、かつ指定された場合は無変調搬送波電圧（Esig）を加える。陽極側は検波増幅器の入力側に接続し、出力側には 6.5″ 以上のスピーカーを接続する。この状態で**第 2 図**に示す叩き棒を用いて供試管を管壁より 10cm の距離から互いに直角をなす 2 方向からそれぞれ 4 回叩き、異常雑音がスピーカーから聞えるものは不良とする。この場合管頭部を軽く押えてもよい。

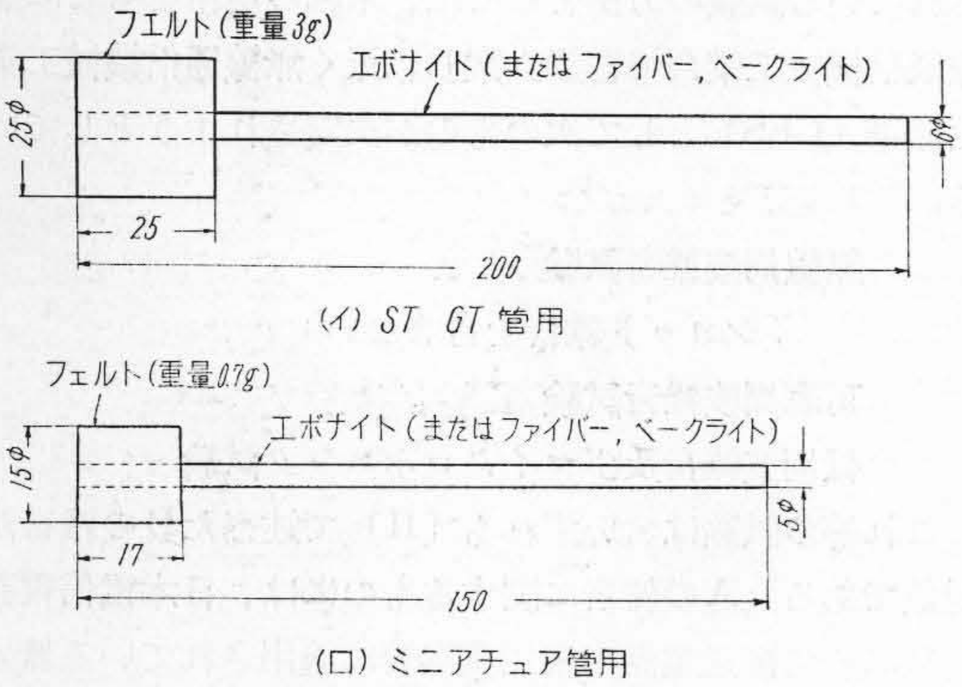
この試験に於ける各電極の供給電圧は普通に使用される状態に近い値が別に定められている。なお本試験に使用する検波増幅器については次のような条件が規定されている。

1. 周波数は 50 kc から 1,600 kc の範囲内の任意の 1 周波数
2. 無線周波帯域幅は 20 db 低下で ±2.5 kc 以上
3. 可聴周波のレスポンスは 100∽ から 2,000∽ の間で 400∽ に対し ±5 db 以内
4. 入力変成器 T の入力側の共振インピーダンスは 50 kΩ ±20%
5. 利得の調整は供試管を外し 400∽ で 30% 変調された指定の信号電圧（Esig）をインピーダンス Z_1 と容量 C_1 を通して陽極回路に入れ、50 mW の出力になるようにする。



第 1 図　無 線 周 波 雑 音 試 験 回 路

Fig. 1. The Circuit of Radio Frequency Noise Test



第 2 図　雑 音 試 験 用 叩 き 棒

Fig. 2. Mallet for Noise Test Use

（ii） 可聴周波雑音試験

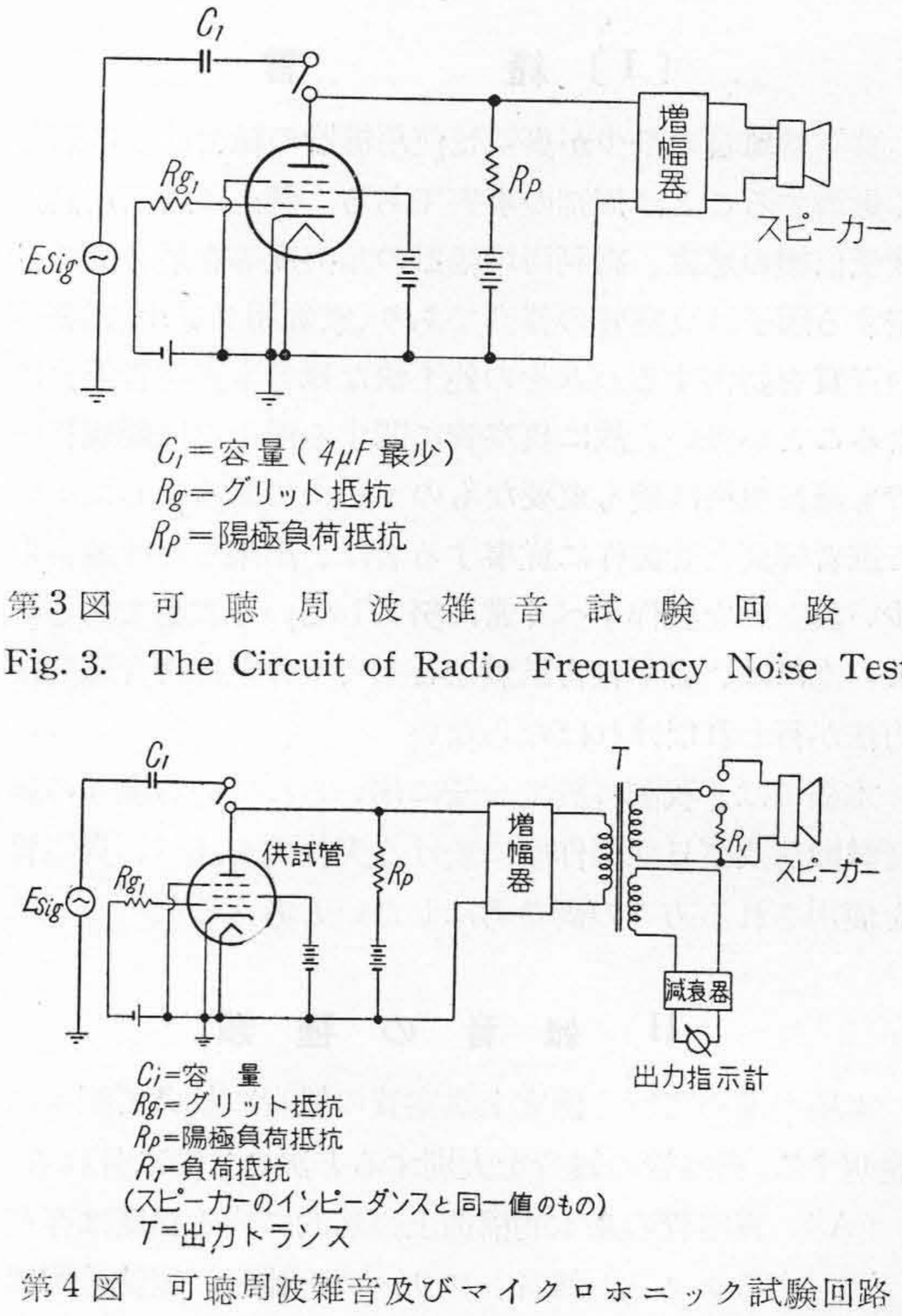
本試験には**第 3 図**に示す回路を用いる。これは前述の無線周波雑音試験と原理的には同じであるが周波数その他の点が異る。

1. 供試管制御グリッドは最小 100 kΩ の抵抗を通して接地し側路しない。
2. 陽極回路には指定の負荷抵抗を挿入する
3. 増幅器の周波数レスポンスは 60∽ から 5,000∽ の間で 400∽ に対して ±5 db 以内
4. 増幅器は指定の調整用信号入力電圧（Esig）の少くとも 10 倍に耐える過負荷特性を有すること
5. 増幅器の利得は供試管を外し、400∽ の指定の信号電圧を容量 C_1 を通して陽極回路に入れ、出力が 50 mW になるように調整する

供試管を叩く方法および判定の方法は無線周波雑音試験と同様である。

（iii） 低周波雑音試験及びマイクロホニック試験

この試験は主にミニアチュアー管に適用される。測定回路は**第 4 図**に示す通りであるが、前試験と大きく異る点は供試管を音響箱に入れて試験することである。音響

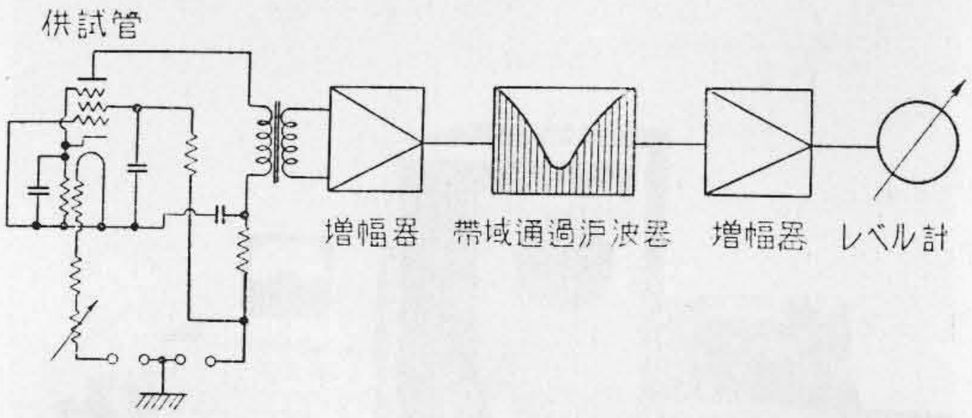


第 3 図　可 聴 周 波 雑 音 試 験 回 路

Fig. 3. The Circuit of Radio Frequency Noise Test

第 4 図　可聴周波雑音及びマイクロホニック試験回路

Fig. 4. The Circuit of Audio Frequency and Microphonic Test



第5図　有線通信用真空管雑音試験回路
Fig. 5.　Noise Test Circuit for Repeater Tubes

箱は正面 30 cm×41 cm, 奥行 51 cm で前面は開放され、後面中央に 6.5″ 以上のスピーカーを箱内面に向つて取付けてある。供試管は音響箱の開放端面中央に箱の震動が伝わらないように箱と独立して固定しておく。

以上の状態で動作させ、前記試験と同様な方法で供試管を叩き、異常な雑音（耳ざわりな）またはある程度以上のハウリングが継続するは不良とする。

この試験に使用する増幅器は次のようなものでなければならない。

1. 周波数のレスポンスは 60∽ から 5,000∽ の間で 400∽ に対し ±2 db 以内
2. 入力抵抗は約 100 kΩ で出力は歪率 10% 以下で 5 W の出力が得られること

利得の調整は前述の可聴周波雑音試験と同様である。

（2） 有線通信用真空管雑音試験法

これは日本電信電話公社に於ける有線通信用真空管に対する雑音試験である。前項雑音の種類で述べた(A)の雑音を対象としたもので、この種雑音試験法として真空管規格に定められているのはこの方法だけである。

第5図はそのブロックダイアグラムである。試験法の大要を述べると、供試管は制御グリットを接地した状態で装置の初段に入れる。供試管の発生する雑音を通過帯域が 3kc～30kc の濾波器を通して増幅しレベル計の指示が 0 db (600 Ω 負荷に 1 mW の電力が与えられる場合を 0 db とする) を指示するように増幅器の利得を調整する。そして供試管の利得(予め測定してある)を含めた全利得の数値に負号をつけて雑音量を表わし、例えば CZ-501-D で −122 db CZ-504-D では −112 db 以下というようになつている。

〔IV〕 日立製作所に於ける雑音試験実施状況

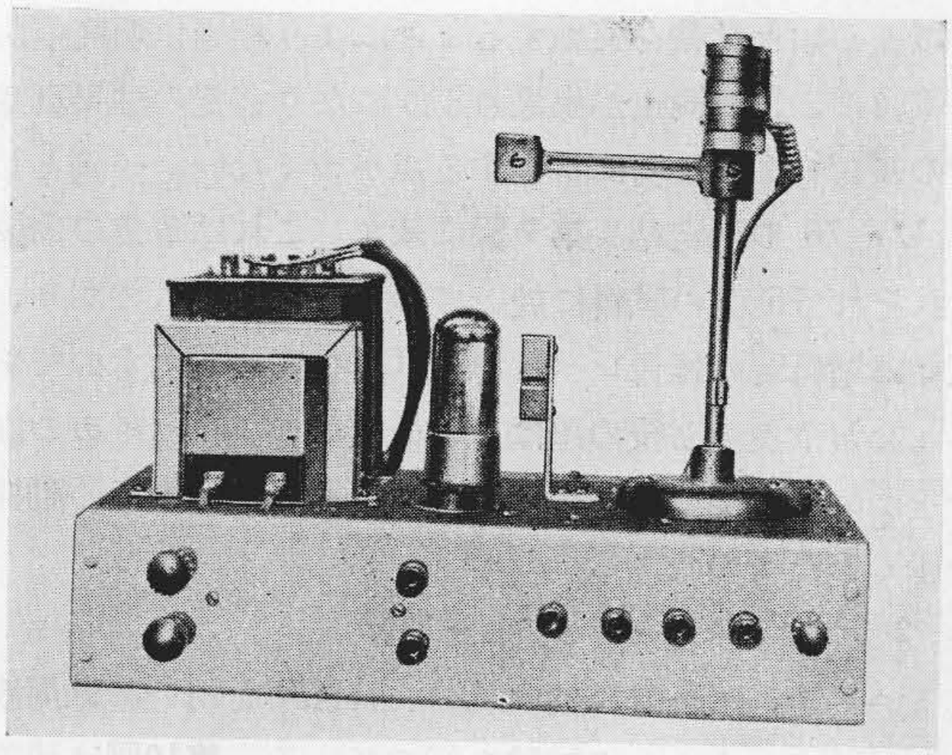
日立製作所に於ける一般製品の雑音試験は、前項で述べた試験規格を参考にし、それぞれの真空管に適応した方法を全数について行つている。説明の都合上 ST 管及び GT 管、ミニアチュアー管、有線通信用真空管とに分けて述べる。

第6図　一般検査用雑音試験装置
Fig. 6.　Noise-Testing Apparatus for Routine Inspection

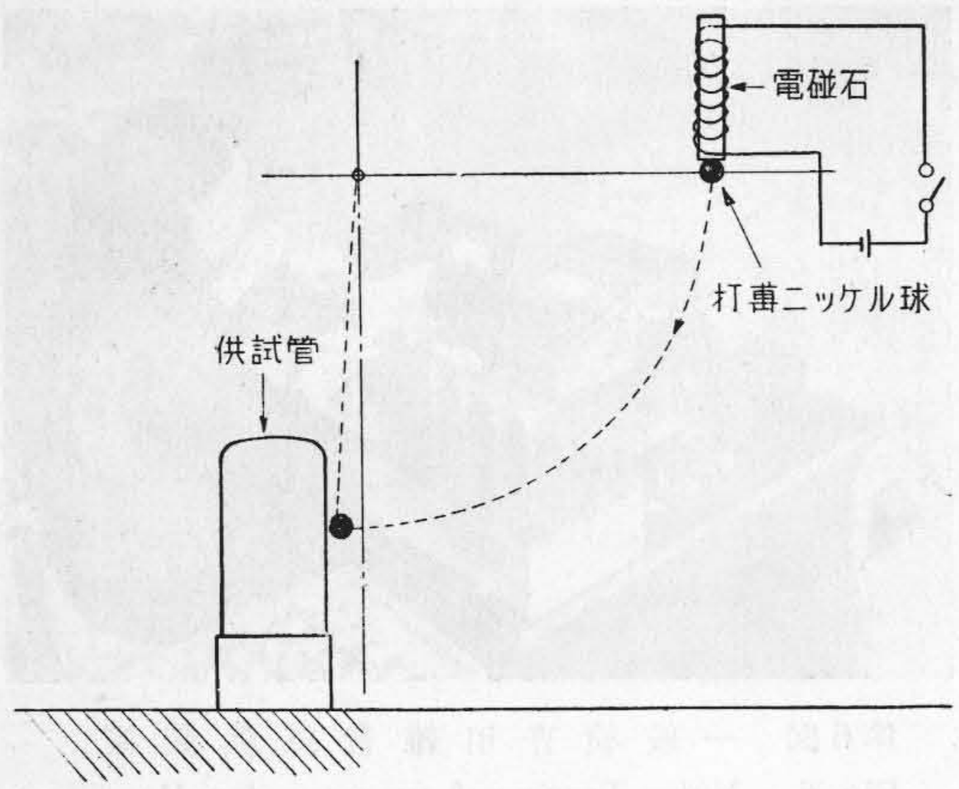
（1） ST 管及び GT 管

品種により高周波雑音試験或いは低周波雑音試験を行つている。6 SA 7, 6 SK 7, 6 WC 5, 6D6 及びその類似管は前者、6 SL 7, 6 SQ 7, 6C6, DH 3 A, 42 及びその類似管は後者の試験を行つている。**第6図**はその実施状況である。いずれの試験法も CES 試験法と原理的には同様であるが、測定の精度と迅速を期するため二三の工夫を施している。

特に著しい相違は両試験法共スピーカーの外に VU 計をも増幅器の出力に接続して置き、音量指示計（VU 計）の指示により雑音量の大小を判定しており、スピーカーの音は単に補助的に使つている。元来雑音の程度により合否を判定しなければならないような場合これを聴覚によることは非常に困難である。それを VU 計の指度で正確にまた迅速に判定出来るようにしている。次に雑音試験法の精度に大きく影響する困難な問題は、供試管を叩く強さの標準である。これに対しては標準打撃装置を採用し叩く力の標準を定めている。**第7図**は標準打撃装置

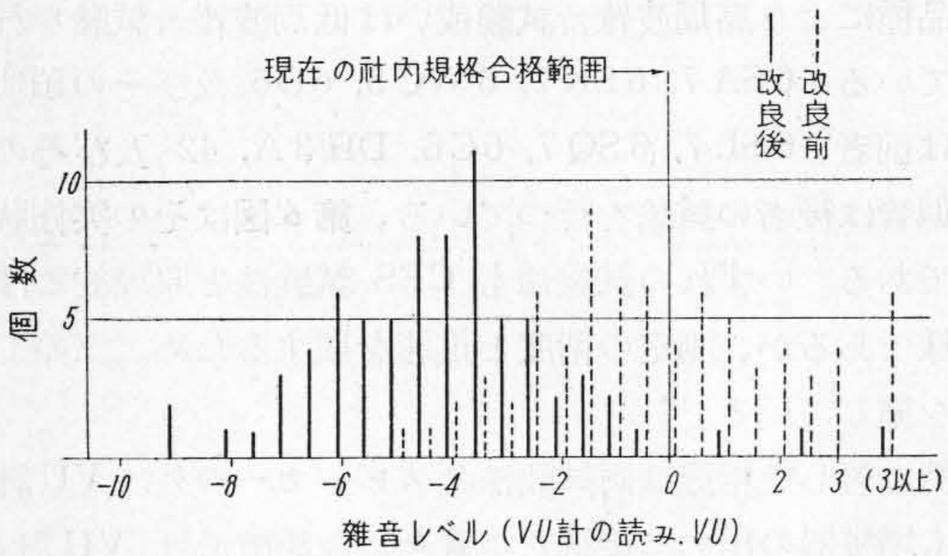


第7図　真空管標準打撃装置
Fig. 7.　Standard Impact Apparatus for Receiving Tubes



第8図　標準打撃装置原理図

Fig. 8.　Principle of the Standard Impact Apparatus



第9図　UY-76 改良前後の雑音レベルヒストグラム

Fig. 9.　The Noise Level Histogram of UY-76 Before (. . . .) and After (——) Improvement

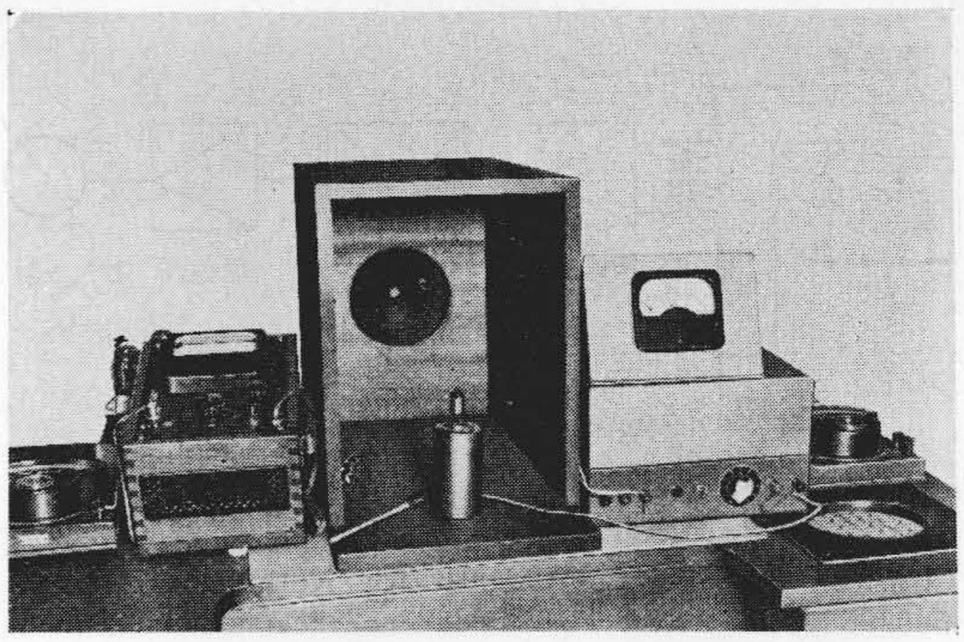
の外観図で**第8図**はその原理図である。

なおこの試験では、叩かなくても出て来るハム雑音の類と叩いて出る雑音とに分けて判定しており、叩かなくても出る雑音は当然のことながら低いレベルに押えている。

以上の如き試験を実施することにより相当信頼度のある雑音の定量的測定が出来るようになり、その結果真空管の雑音特性の改善に寄与する点が少くない。一例として UY-76 の測定結果**第9図**に示す。これは改良の前後それぞれ 75 箇の試料に就いてのヒストグラムであり、横軸は増幅器の雑音レベルを VU で表わしたものである。なお改良前と後の差は、電極支持と支持マイカの嵌合を改め、一部の支持の材質を変更その他で電極の動揺を少くしたものである。

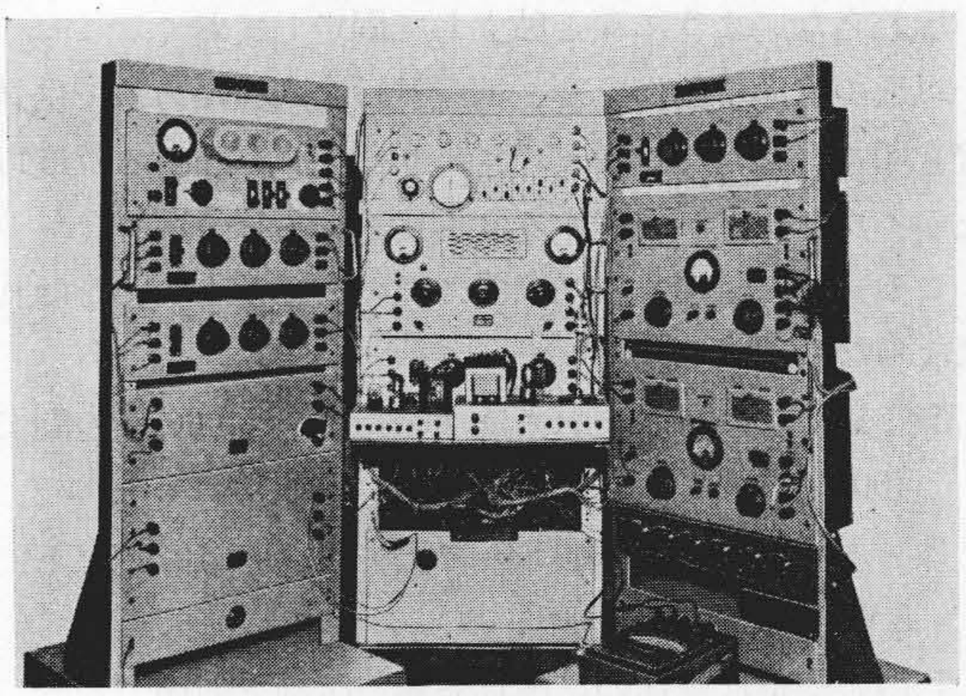
(2) ミニアチュアー管

ミニアチュアー管に就いては、音響箱を用いた低周波及びマイクロホニック試験を行つている。**第10図**は装置の外観である。VU 計を併用すること等は上記 ST 管、GT 管と同様である。



第10図　可聴周波雑音及びマイクロホニック試験装置外観図

Fig. 10.　Audio-Frequency and Microphonic-Noise Testing Apparatus



第11図　有線通信用真空管雑音試験装置

Fig. 11.　Noise-Testing Apparatus for Repeater Tubes

第 1 表　有線通信用真空管 CZ-501-D の雑音測定結果例

Table 1.　An Example of Noise Test Data of Repeater Tube CZ-501-D

試料番号	ロードエージング時間							
	0 hr		2 hrs		6 hrs		24 hrs	
	利得	雑音	利得	雑音	利得	雑音	利得	雑音
1	37.7	−127.7	37.5	−128.5	37.5	−129.5	37.5	−130.5
2	38.0	−131.0	37.6	−131.6	37.5	−131.5	37.7	−131.7
3	37.8	−130.8	37.5	−131.5	37.4	−131.4	37.4	−131.4
4	37.7	−128.7	37.6	−131.6	37.3	−131.3	37.4	−131.4
5	37.3	−128.3	36.9	−128.9	37.1	−131.1	37.3	−131.3

(註)　利得、雑音の単位は db

(3) 有線通信用真空管

これは前節で述べた規格通りの雑音試験を行つており、**第11図**は試験装置の外観である。

第1表は CZ-501-D 最近の測定結果例である。この測定はいろいろのロードエージングの時間に於ける雑音

で、ロードエージングにより陰極活性度の安定による雑音の減少がある程度表われている。

（4）その他

上記は一般製品の社内試験であるが、需要者より特別の要求がある場合その他必要に応じて前記試験の合格限界を下げるとか、または他の特殊試験を行い、さらに低雑音の真空管を研究製作している。

〔V〕結　　言

以上、我国に於て採用されている雑音試験法及び日立製作所に於ける実施状況の大要を述べた。

これ等一連の試験法を実施されて以来、真空管の雑音特性は改善され真空管の品質は非常に向上している。家庭用ラジオは勿論通常の増幅器等に使用される真空管に就いては、以上の試験に合格したものなら実用上雑音妨害を起すことは先ずない。

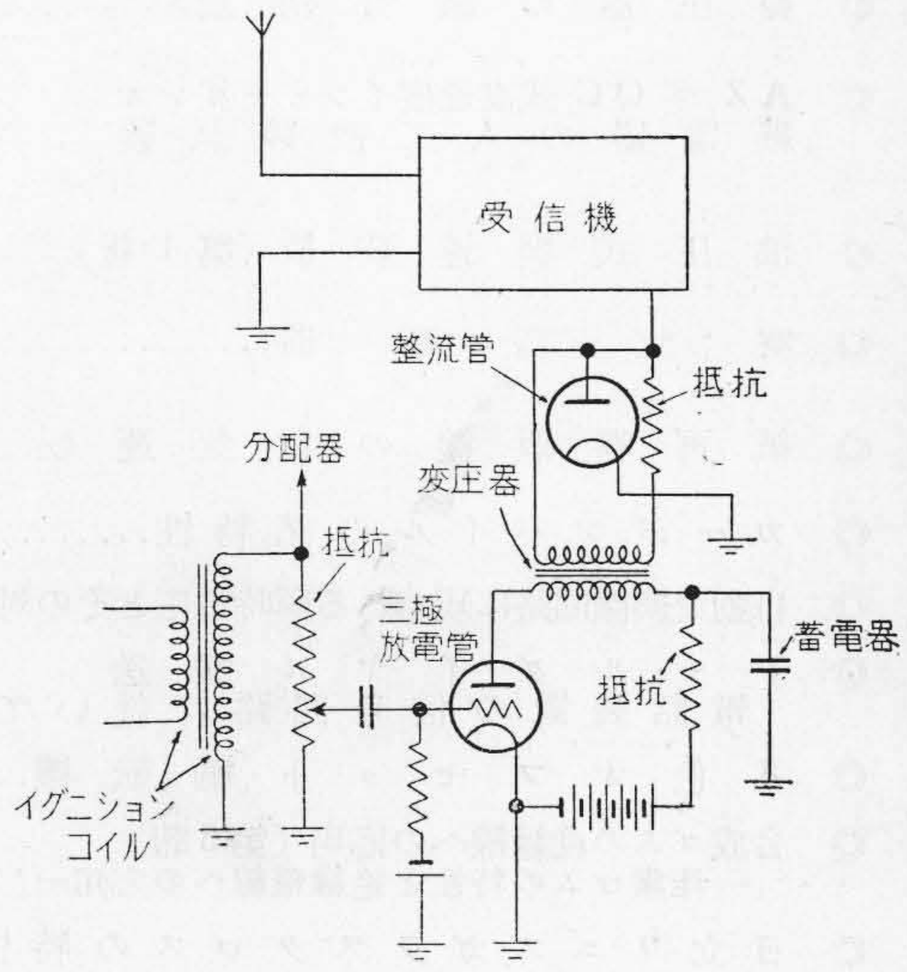
けれども特殊な用途、例えば 1μV 程度の微弱電波を受信する受信機の初段、またはマイクロホンよりの出力を増幅する増幅器の初段に使用される真空管等に対しては未だ完全とはいえない場合があり、その試験法に関しても残された問題が多い。さらに向上した真空管を製作するには、まずそれに適合した試験法の確立が必要であつて目下各方面で研究が進められている。

特許紹介

特許第188735号　　山下茂男

イグニションノイズ防止装置

自動車又は航空機等に設置せられた通信装置に於ては．内燃機関の点火回路に発生する衝撃電波のため信号電流中にイグニションノイズを発生し、信号の送受信を著しく妨害する。本発明装置はこのイグニションノイズを防止せしめたものである。三極放電管は常時に於てはそのグリッドに負偏倚電圧が興えられて動作しないが、内燃機関の点火動作の際抵抗に現れる衝撃電圧の一部を、三極放電管のグリッドに加えられるとき、負偏倚電位を打消して三極放電管が放電し、その放電々流は変圧器を経て整流管に依り整流せられ、その結果抵抗上に生ずる負の直流インパルス電圧を受信機の増幅管グリッド回路に与え、その利得を減少乃至停止させるようになつている抵抗及び蓄電器よりなる時定数 CR を、内燃機関点火回路の点火週期より小さく選んで置けば三極放電管の動作により放電した蓄電器の充電々荷は一週期中に再び蓄積せられるから三極放電管の放電週期は点火週期に確実に同期する。この三極放電管の放電々流は変圧器により一次側波形の微分波形、即ちインパルス波形の電圧が二次側に現れる三極放電管の放電々流は点火回路に於ける衝撃電流の複雑な波形に拘らず、時定数 CR によつて定まる一定波形を有するからその微分波形たるインパルス電圧も又一定波形を有し、従つて抵抗に生ずる負性インパルスも一定波形を有する。この負性インパルスに依り制御せられる受信機の動作は点火衝撃電圧の波形に拘らず完全に点火週期に同期して、イグニションノイズ防止の目的を達し得るのである。　　（高木）



「日立評論」綴込みカバー発売

（上製綴込み紐付）　特価1組 ￥100（郵送料共）

「日立評論」の綴込み用として写真に示すような堅牢美麗な綴込みカバーを発売致しております。

御希望の方には特に実費にてお頒ち致しておりますから、直接下記に御申込下さい。

発売所　日立評論社

東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地
（新丸の内ビルディング7階）
振替口座東京 71824

第35巻　日立評論　第7号

◎ **一家一言** 個の力と融合体の力 ……参議院議員 鮎川義介

◎ 四国電力株式会社納松尾川第一及び第二発電所用水車及び発電機に就いて ……日立製作所・日立工場 井原一夫 伊藤晃二 佐藤文雄

◎ 川崎製鉄株式会社納千葉工場用15,625 kVA タービン発電機 ……日立製作所・日立工場 是井良朗

◎ 川崎製鉄株式会社納千葉工場用12,500 kW タービン発電設備に就いて……日立製作所・日立工場 樋口熊雄 山村常雄

◎ 変圧器の騒音防止……日立製作所・日立工場 阿部春雄 平野三百里

◎ AZ型QC式高速度インピーダンス継電器の人工故障試験……四国電力株式会社 乾正雄 日立製作所 日立研究所 西堀博 日立国分分工場 広吉秀高 多賀工場 猿渡房吉

◎ 油圧式調速装置（第1報）……日立製作所・日立工場 粂野幸三

◎ 空気遮断器……日立製作所・日立国分分工場 安藤卓郎 小林哲郎 額田啓三

◎ 紙再巻取機の電気運転……日立製作所・日立工場 西岩政隆 城秀夫

◎ カーボンパイルの諸特性……日立製作所・日立研究所 木村信二 木茂利正

◎ 自動交換機回路に現われる瞬時電圧とその対策（その2） 日立製作所・戸塚工場 北村敏

◎ トールダイヤル搬送電話装置の信号回路に就いて……日立製作所・戸塚工場 内藤大三

◎ 8色オフセット輪転機……日立製作所・川崎工場 猪島正雄

◎ 合成ゴムの絶縁線への応用（第3報）—珪素ゴムの特性と絶縁電線への応用—……日立製作所 日立電線工場 吉川充雄 日立研究所 中牟田冨治

◎ 日立ワニスガラスクロスの特性……日立製作所・日立絶縁物工場 友部進

◎ テルル添加による鋳物の表面硬化に就いて……日立製作所・川崎工場 中島三郎次 岡村栄雄 上島駿雄

◎ 打双物鋼の焼入とその歪の研究……日立製作所・安来工場 小柴定男 菊田光男

◎ 工業に於ける色の管理に就いて……日立製作所・中央研究所 角野正夫

東京都千代田区丸の内1ノ4
（新丸の内ビルデイグ内）　**日立評論社**

誌代 1カ月 ￥100 〒12 / 6カ月 ￥490（送料共） / 1カ年 ￥840（送料共）