
無線伝送機器特集

汎用トランジスタ 400 Mc/FM 無線電話装置	87
SS-PM 多重無線送受信装置の一考察	95
トランジスタ式テレビジョン中継装置	103
メサ形トランジスタの最適コレクタ比抵抗	109
TIE-5A 形トランジスタカメラ装置	114
新形トランジスタ化電力線搬送装置	118
圧電音さを使用した選択呼出方式	125

汎用トランジスタ 400 Mc/FM 無線電話装置

Hitachi Transistorized 400 Mc/FM Radio Telephone Equipment

奥野 裕* 鎮目 益弥* 岩柳 秀夫**
Yutaka Okuno Masuya Shizume Hideo Iwayanagi

内 容 梗 概

単一通話路FM無線局用として日立製作所が開発製作している汎用トランジスタ 400 Mc FM 無線電話装置シリーズ、移動4W、10W形、固定10W、20W形を紹介し、あわせて実用上のサービスエリアなどにつき考察を行なった。

また移動10W形無線機に使用したUHF双ビーム管H4021につき述べてある。これは小形ピンタイプのUHF 10W出力管として日立製作所が独自に開発した新形の電力増幅管である。

1. 緒 言

400 Mc帯周波数はすでに去る37年5月より他の60 Mc帯、150 Mc帯と同様に各種業種に割り当てられ、増大する電波需要に対処されている。

われわれはすでに4W移動用SEM-0510A形を完成⁽¹⁾し受信機のUHF増幅段を含める全半導体化の実用化に先き駆けたが、その後引き続き上記移動形と多くの共通な構成および特長を有する10W基地用SEF-1015形および20W基地用SEF-2002形を完成している。

一方、従来移動用無線機の送信出力としては出力管の制限より4W形が一般的であり、大形の出力管を使用した10W移動用無線機はごくわずかであった。

筆者らは2章に述べるような多くの伝播実験の結果、東京のようなマンモス都市において必要なサービスエリアを確保する上から4W形では若干出力不足を感じたので、新たに小形10W出力管を開発して4W形と同一形状寸法の10W無線機の開発を企画し、このほどSEM-1017A形を完成した。

特に本機に使用している新出力管H4021は小形ピンタイプ出力管としてはほかに類例を見ないものであり、従来の6939などの小形管と2B52などの大形管の中間を占める中形管として注目されるものであって、これの完成により初めて小形のダッシュ板マウント構造10W移動用無線機の実現が可能となったものである。

上記の各機種完成により400 Mc帯のあらゆる業種のサービスに应付する態勢が整うので(第1表参照)以下にその概要を御紹介する次第である。なお上記機種はいずれも郵政省形式検定試験に合格しているものである。

2. 400 Mc/FM のサービスエリア

われわれは400 Mc/FM無線機の開発と同時に全国各所において伝播(ぱん)実験を行ない、サービスエリアを検討してきたが、その結果によると、都市においては400 Mc帯はいわゆる都市雑音によるS/N劣化が少なく150 Mc帯などに比し、そんな色ないサービスエリアが得られている。ただし移動範囲が都市周辺におよんだ場合や山間部など電波伝播上障害物の多い地域については移動局と基地局の送信出力のアンバランスが目立ち、移動無線機の出力増強が望まれた。

以下、これらの実験例につき説明する。

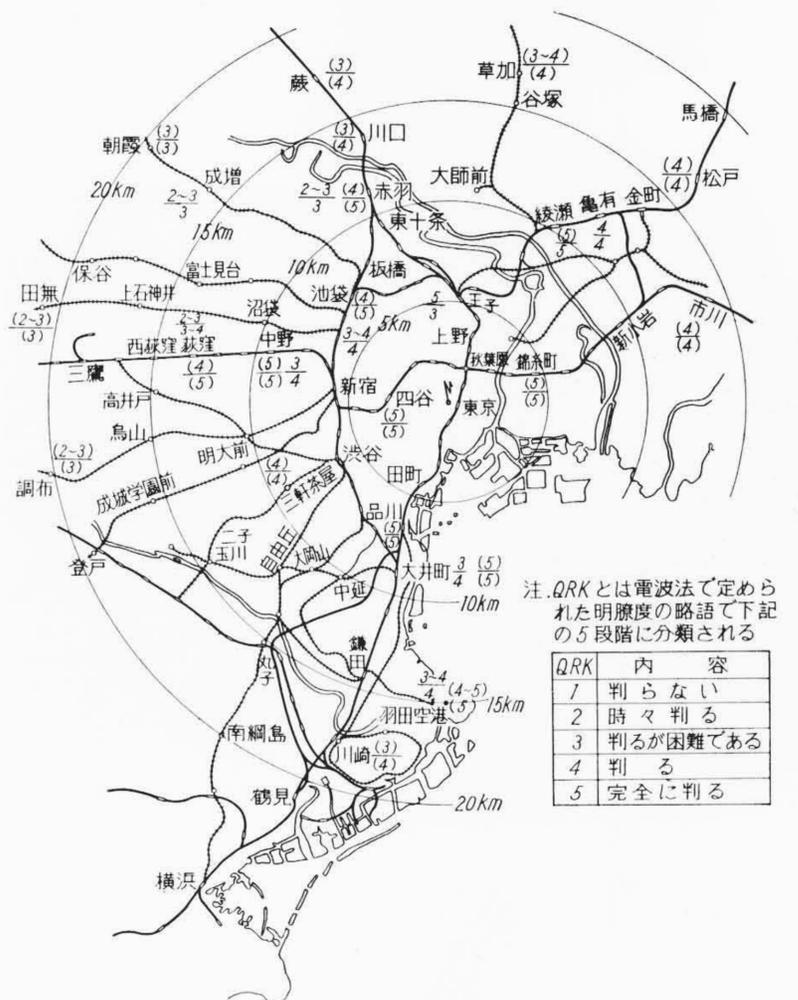
第1図は東京都内で実施した伝播実験のデータである(構成A)。実験条件は図に示すとおり固定、移動とも送信出力4Wの機器を使用し、基地局を基点とした移動範囲と通話の明瞭度(QRK)の関係を

* 日立製作所戸塚工場

** 日立製作所茂原工場

第1表 日立トランジスタ 400 Mc/FM 無線電話装置一覧表

機 種	送信出力(W)	用 途	構 造	外形寸法 (mm)
SEM-0510A 形	4	移 動 局 用	ダッシュ板マウント形	120×280×330
SEM-1017A 形	10	移 動 局 用	ダッシュ板マウント形	120×280×330
SEF-1015 形	10	固定基地局用	自立キャビネット形	225×520×1,350
SEF-2002 形	20	固定基地局用	自立キャビネット形	225×520×1,350



	(A 構成)	(B 構成)
○基 地 局	4 W	20W
○送 信 中 線 高	3素子 コーリニヤ	6素子 コーリニヤ
○空 中 線 高	40m	40m
○フ イ ー ダ	RG-8/u 20m	RG-17/u 20m
○移 動 局	4 W	10W
○送 信 中 線 高	λ/4 ホイップ	λ/4 ホイップ
○空 中 線 高	2.3m	2.3m
○フ イ ー ダ	RG-8/u 5m	RG-8/u 5m
○周 波 数	468.95 Mc	468.95 Mc

- 凡例 5 A構成における移動局→基地局のQRK
- 5 A構成における移動局→基地局のQRK
- (5) B構成における移動局→基地局のQRK
- (5) B構成における移動局→基地局のQRK

第1図 400 Mc/FM の通話状況例 (東京地区)

示している。電界強度の強い半径6 km以内では建物の影にはいった場合および多少土地に起伏のある場所でも移動局、基地局ともに

QRK 5 で良好に通話ができる。7 km を越えると土地、建物の影響が目立ち始め、大きなビルの影や窪地(くぼち)では QRK 3 程度に下り、特に移動局より基地局への通話品質が低下し、走りながらの通話が困難になる場所もある。10~20 km 程度離れた場合でも見通しのよい場所や高台を走行している際には移動局、基地局ともに QRK 4~5 で十分な明瞭度が得られる。10 km を過ぎると場所による電界強度の強弱の差、いわゆる定在波や付近を移動する物体の影響が目立ち始め、走行中の通話が困難となる場合があった。第2図および第3図はこれらの電界強度変動を示す実測データである。またこの付近から移動局より基地局への通話が基地局より移動局への通話に比

し明瞭度が劣化してくる。これは一般に基地局では設置場所や電源容量の制約を受けることが比較的少なく、送信出力の大きな送信機および高利得空中線が使用できる。他方、移動局が遠ざかる場合は都市雑音の少ない郊外に向かうことになるから移動局の受信 S/N は距離の伸びの割合には良好な値となること、また基地局は交通ひん繁な都市雑音の最も大と考えられる都心に設置される場合が多く、かつ移動局は当然機器容積や電源容量の制約より送信出力、空中線利得および高さに限度があるためと考えられる。したがってサービスエリアも移動局より基地局への通達距離 (talk back distance) で決定されることになる (第1図および第5図参照)。

陸上移動無線回線においては一般に送受信空中線高は送受信二点間の距離に比し非常に小さいから電波の伝播形式は平面大地における伝播と考えられ、建物による Shadow loss および地物よりの反射波と直接波との干渉による定在波の影響などを考慮した伝播損失として次の実験式が提唱されている。

$$\frac{P_r}{P_t} = \left(\frac{h_1 h_2}{d^2} \right)^2 \cdot \left(\frac{40}{F} \right)^2 \cdot g_t \cdot g_r \dots (1)$$

- P_t, P_r : 送受信空中線電力 (W)
- h_1, h_2 : 送受信空中線高 (m)
- d : 送受信空中線間隔 (m)
- g_t, g_r : 送受信空中線利得
- F : 使用周波数 (Mc)

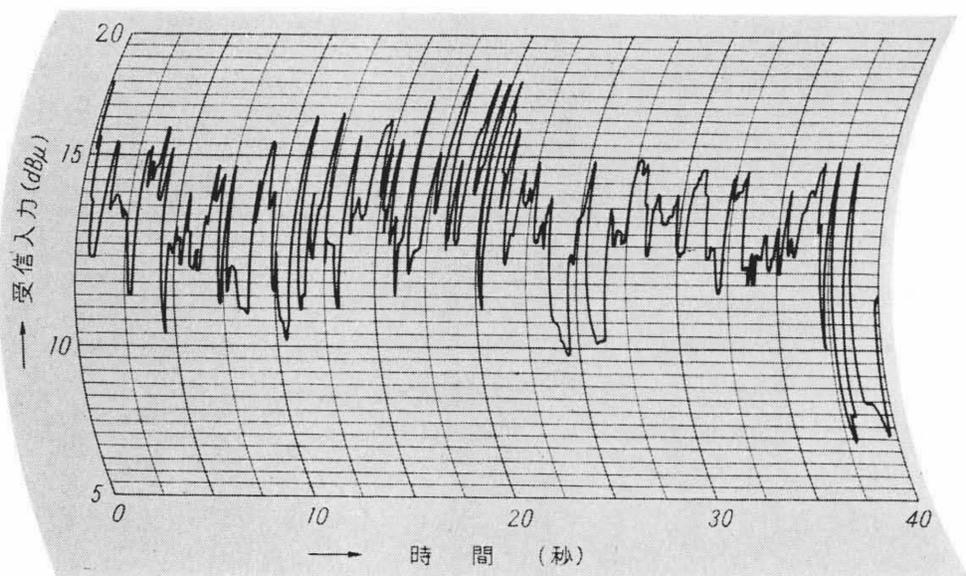
(1)式右辺 $(40/F)^2$ の項は実験による補正項とされているが、今回行った実測値も第4図に示すごとく上記による計算値とほぼ一致する結果が得られている。

したがって通話距離増大の要求に対しては(1)式より

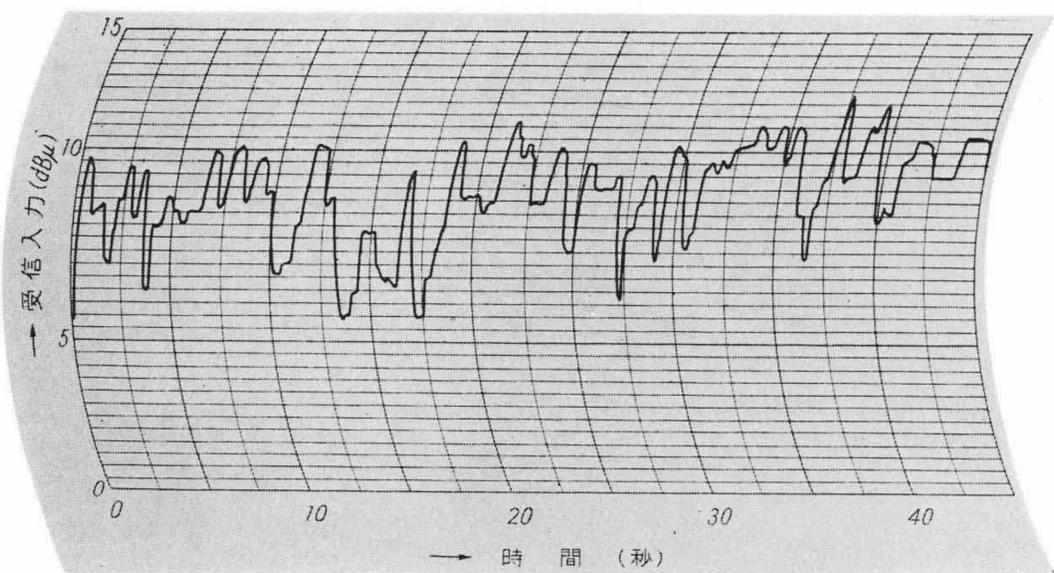
- (1) 移動局送信出力の増大
- (2) 基地局空中線利得の増大
- (3) 基地局空中線高の増大

が考えられるが、(2)および(3)項にはおのずから限度があり、(1)項のみが無線機の容積と電源消費との関連において有効な手段として残されているわけである。

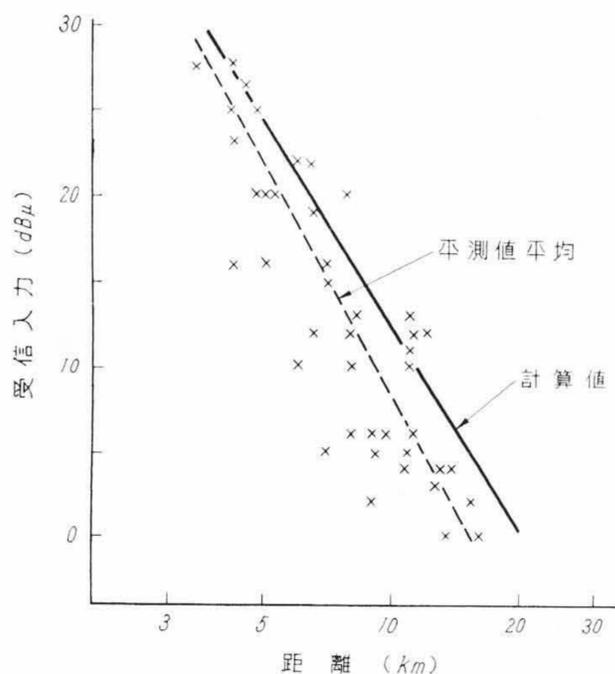
筆者らは従来の小形無線機の送信出力が主として終段出力管の制約を受けており、さらに大なる出力の要求に対しては比較的大形機に頼らなければならない点に着目し、新しい出力管の開発によって 4 W 形の形状寸法を増大



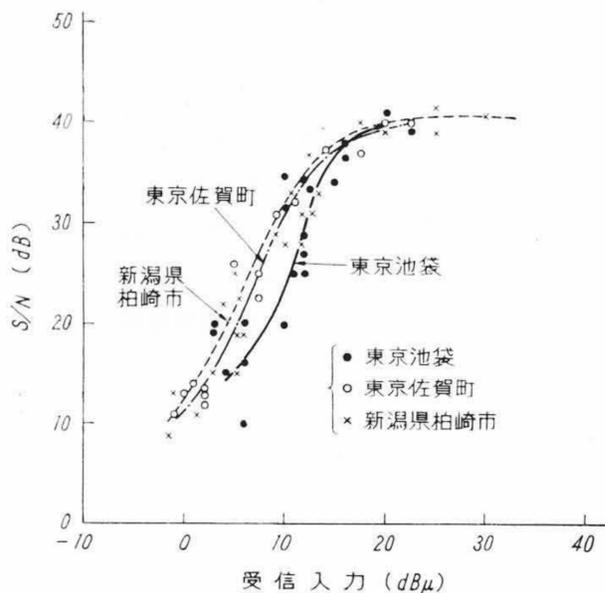
池袋走行中 (10km/h)
第2図 受信電界強度の場所的変動



銀座四丁目停車中
第3図 受信電界強度の時間的変動



第4図 基地局における距離と受信入力(例 都内)



第5図 基地局受信入力対 S/N

第2表 日立トランジスタ 400 Mc/FM 無線電話装置性能一覧表

項番	仕様項目	4W移動用 SEM-0510A	10W移動用 SEM-1017A	10/20W固定用 SEF-1015/2002
環境条件に対する性能	1 振動	3mm, 120~600c/m 2mm, 600~2,000c/m 各方向1時間	3mm, 120~600c/m 2mm, 600~2,000c/m 各方向1時間	—
	2 衝撃	10cmの高さより3回落下	10cmの高さより3回落下	—
	3 連続動作	1分送信, 3分受信 で8時間	1分送信, 3分受信 で8時間	1分送信, 1分受信 で24時間
	4 温度	-10~+50°C 1時間	-10~+50°C 1時間	-10~+50°C 1時間
	5 湿度	+35°C 95% 4時間	+35°C 95% 4時間	+35°C 95% 4時間
	6 電源電圧変動	DC 12V $\pm 30\%$ -10%	DC 12V $\pm 30\%$ -10%	AC 100V/200V $\pm 10\%$ または電源パ ネル交換によりDC 12/24V $\pm 10\%$
送信機の性能	1 送信出力	4W	10W	10/20W
	2 送信出力偏差	+20~-40%	+20~-40%	+20~-40%
	3 周波数許容偏差	10×10^{-6}	10×10^{-6}	10×10^{-6}
	4 占有周波数帯幅	30 kc 以内	30 kc 以内	30 kc 以内
	5 スプリアス放射	1 mW かつ -60 dB 以下	1 mW かつ -60 dB 以下	1 mW かつ -60 dB 以下
	6 最大周波数偏移	± 12 kc	± 12 kc	± 12 kc
	7 総合ひずみ	-20 dB 以下 70% 変調	-20 dB 以下 70% 変調	-20 dB 以下 70% 変調
	8 S/N	45 dB 以上 (最大変調)	45 dB 以上 (最大変調)	45 dB 以上 (最大変調)
受信機の性能	1 20dB QS感度	6 dB μ 以下	6 dB μ 以下	6 dB μ 以下
	2 通過帯域幅	6dB 低下 20kc 以上	6dB 低下 20kc 以上	6dB 低下 20kc 以上
	3 選択度	70dB 低下 60kc 以内	70dB 低下 60kc 以内	70dB 低下 60kc 以内
	4 スプリアスレスポンス	-70 dB 以下	-70 dB 以下	-70 dB 以下
	5 感度抑圧効果	80 dB 以上	80 dB 以上	80 dB 以上
	6 相互変調特性	65 dB 以上	65 dB 以上	65 dB 以上
	7 ひずみ率	-20 dB 以下	-20 dB 以下	-20 dB 以下
	8 局発偏差	10×10^{-6}	10×10^{-6}	10×10^{-6}

第3表 トランジスタ化による寸法および重量の軽減

	真空管式	トランジスタ式 (SEM-1017A)
奥行き (mm)	460	240
幅 (mm)	415	330
高さ (mm)	227	120
重量 (kg)	約30	約10

注: 本表の数値は制御器を含まない

第4表 トランジスタ化による消費電力の軽減

	真空管式	トランジスタ式 SEM-1017A
受信時 (A)		約 0.5
待受時 (A)	約 10	約 1.8
送信時 (A)	約 20	約 8

3. 汎用 400 Mc/FM 無線機の概要

日立トランジスタ 400 Mc/FM 無線電話装置は第1表に示すとおり移動二機種, 固定二機種が完成されている。このうち SEM-0510A 形 4W 無線機についてはすでに前報⁽¹⁾において述べたので今回は主としてその後引き続いて完成した固定基地用 SEF-1015/2002 形および2章に述べたサービスエリアの検討結果より企画開発した10W 移動形 SEM-1017A 形について説明する。第2表に各機種の性能一覧を示す。

3.1 SEM-0510A 形 4W 移動用無線機

本機はすでに開発を終わり, 量産の段階に移されて多くの使用実績をあげているが, トランジスタ化による低消費電力などの多くの利点と相まって各業種の無線サービスに満足すべき結果が実証されつつある。詳細内容については前報を参照されたい。

3.2 SEM-1017A 形 10W 移動用無線機

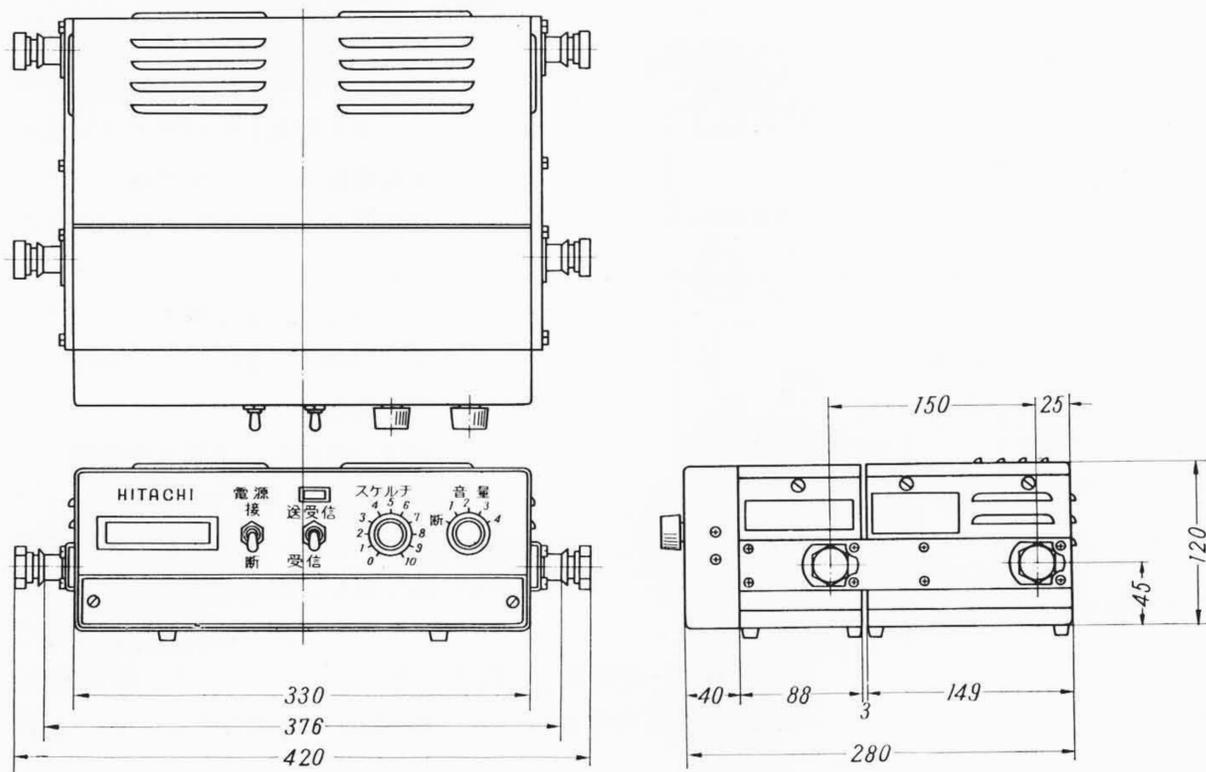
本機は2章で述べたように都市およびその周辺におけるサービスエリア拡張の要求により開発したものであって, 構造および回路構成についてはできる限り SEM-0510A 形 (4W) と共通性をもつよう設計されている。送信部通倍および電力増幅段を除き機器の大部分をトランジスタ化してあるため第3表および第4表に示すように同等性能を有する真空管式のものに比べ, 小形軽量, 低消費電力になっている。特に消費電力の面では待受時約 1.8 A (真空管式の 1/5.5), 送信時で約 8 A (真空管式の 1/2.5) に節減されており, 待受状態が運用時間全体の 90% 以上を占めるこの種の無線機では自動車搭載のバッテリーがそのまま使用でき, 従来行なわれてきたバッテリーおよびダイナモの増力は不要となった。

3.2.1 構造

第6図に本機の外観寸法を, また第7図に本機を小形トラックに取り付けた場合の実装図を示す。

本機の外観寸法および取付寸法は前述の SEM-0510A 形 4W 移動用無線機とまったく同一であり, 下記のような特長がそのまま生かされている。

(1) 本機は回路の大部分をトランジスタ化してあるため, 制御器を含めて外形寸法は奥行 280 mm, 幅 330 mm, 高さ 120 mm, 重量約 11 kg であり, 第4表に示すように同等性能を有する真空



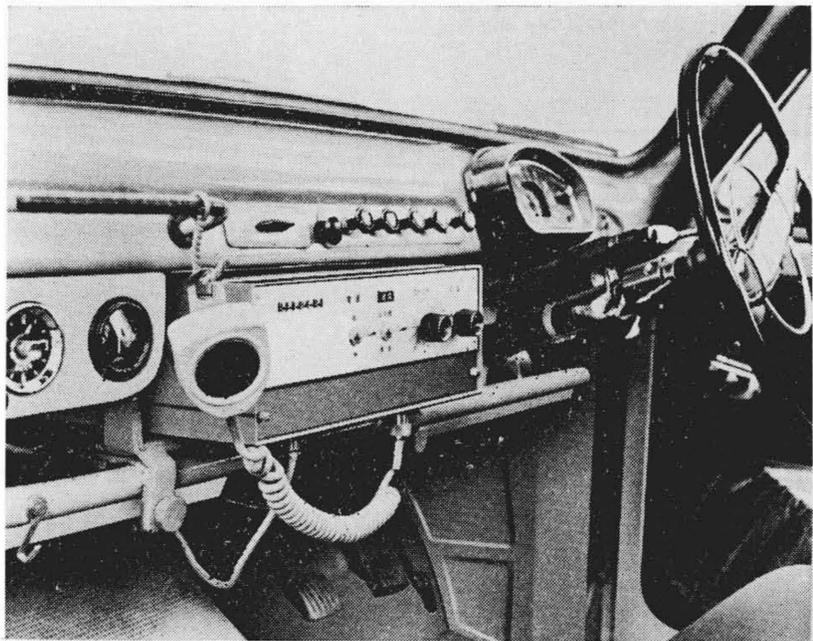
第6図 SEM-0510A および SEM-1017A 形移動用無線機の構造

することなく, かつ電源消費は従来の大形機よりはるかに僅少で済む小形高能率の10W無線機の実現を企画し, 都市周辺においても十分満足できるサービスエリアの確保, さらに山間地などにおける送信出力不足に対処することを考えた。

第1図の () 内に示す数値は 10W 無線機 (SEM-1017A), 20W 形固定基地局 (SEF-2002), 基地局アンテナ (6 素子コーリニア形) をそれぞれ使用した場合のデータであり, ほぼ半径 15~20 km のサービスエリアが得られるものと思われる。

管式無線機に比べて寸法で約 1/4, 重量で約 1/5 に小形軽量化されている。

(2) 本体と制御器を一体として自動車ダッシュ板に組み込み, または制御器のみをダッシュ板に取り付けて本体は防振台とともに後部トランクまたは座席下に装備することが可能である。



第 7 図 SEM-1017 A 取付実装図

(3) 本機は次の 3 部分より構成され, トランジスタ部と真空管部を別きょう体にして熱遮へいを行なっているのでトランジスタ部の温度上昇はほとんどなく, 高温中でも安定に動作する。

- (i) 制御器
- (ii) 前部きょう体: 受信部全体および送信トランジスタ部を収納
- (iii) 後部きょう体: 電源部と送信真空管部を収納

(4) 本機は保守, 点検に特に留意し, 下記のような考慮が払われている。

- (i) 無線機の着脱は側面ネジをゆるめるだけで迅速かつ容易にできる。
- (ii) 日常の点検は無線機着装のまま制御器下面のチェック端子を用いて, 送信出力の監視, 受信入力測定, 送受折り返しによる変調監視などが簡単にできる。
- (iii) トランジスタ部はシートまたはユニット変換により簡単に修復できる。
- (iv) 真空管の交換およびそれに伴う通常の調整, 周波数微調, 受信高周波部の調整などは本体上面および前面のみで行なうようになっており, 調整の際に各部シャシを取り出す必要がない。

3.2.2 回路構成

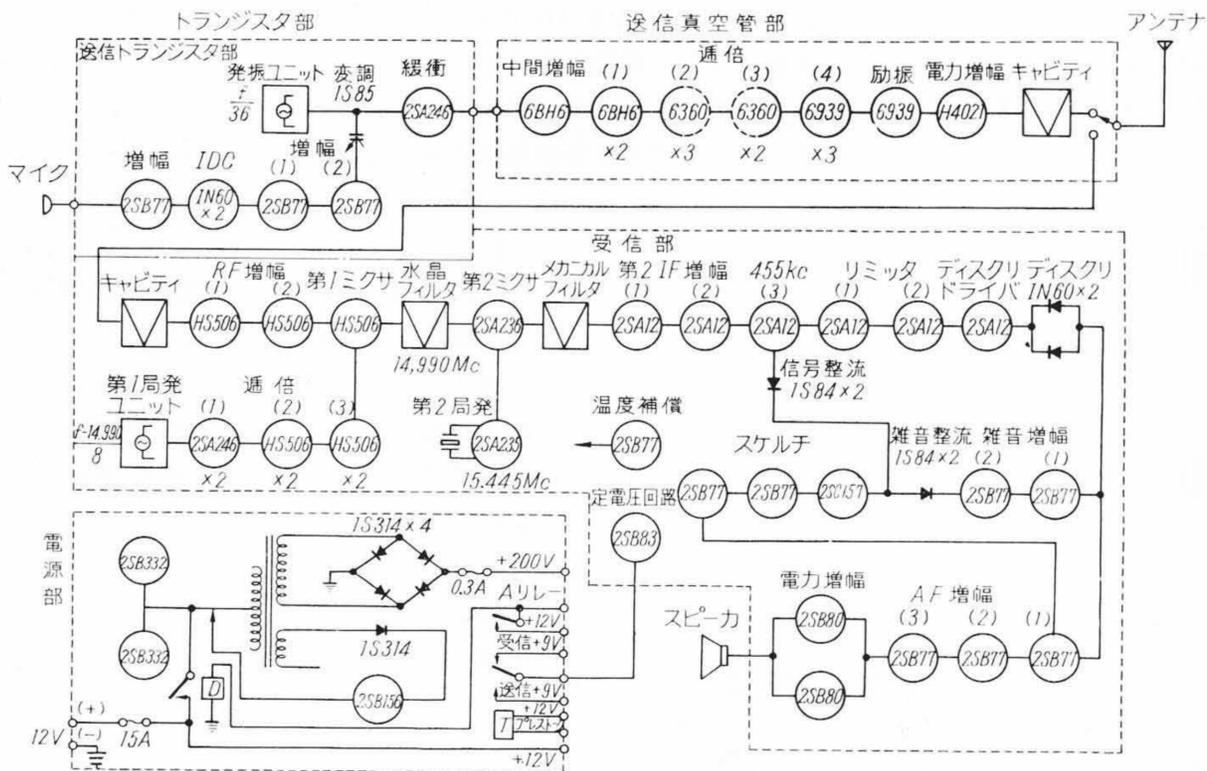
本機の総合回路系統図を第 8 図に示す。以下図にしたがって本機の回路の概要を説明する。

(1) 送信部

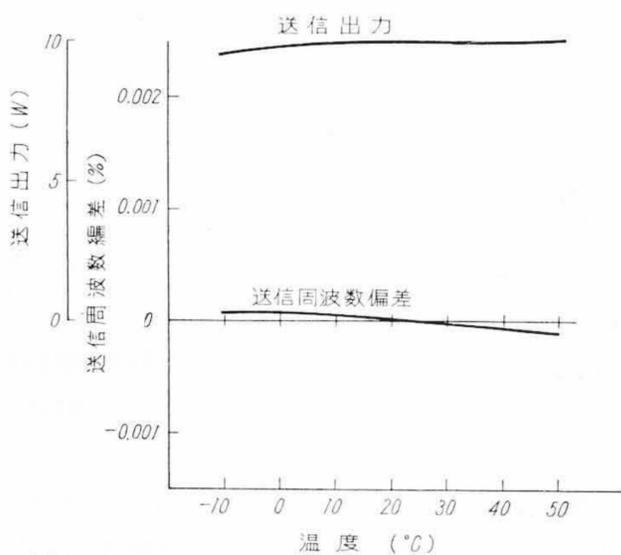
本機の送信部は終段電力増幅段および変調低周波部 (IDC) の一部を除き SEM-0510A 形 (4 W 移動) とほぼ同一回路を使用している。

- (i) 発振回路: 水晶, 発振用トランジスタ, 緩衝増幅用トランジスタを封入したプラグイン式の水晶発振ユニットを使用し, 出力周波数の 1/36 の周波数出力を変調器に与えている。発振ユニットの周波数安定度は第 9 図に示すように $-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$ で $\pm 0.001\%$ 以内にある。
- (ii) 変調および緩衝増幅器: 変調器はシリコンバリキャップ 1S85 を用いた移相形 PM 変調回路であり, 変調低周波部の信号により位相変調を受けた被変調波は

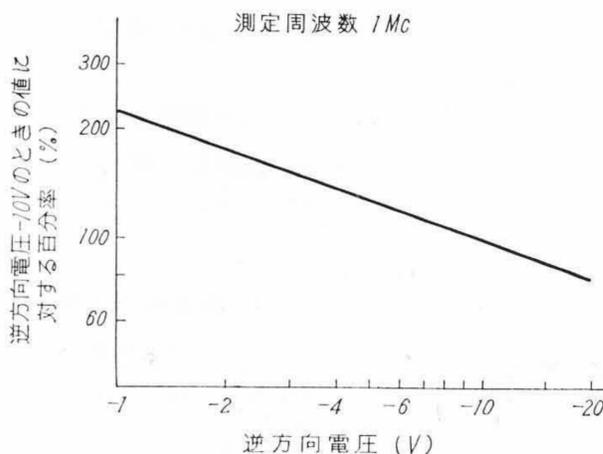
2SA246 で一段増幅した後送信真空管部へ送られる。第 10 図に 1S85 の電圧対容量特性を, 第 11 図に変調特性を示す。なお



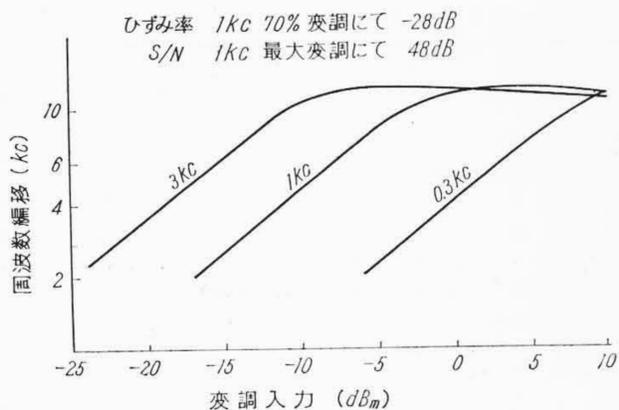
第 8 図 SEM-1017 A 形移動用無線機総合系統図



第 9 図 送信出力および周波数安定度 (温度)



第 10 図 シリコンバリキャップ 1S85 の電圧対容量特性



第11図 変調特性

周囲温度の変化による変調特性の変化はほとんどみられない。

(iii) 変調低周波部: マイクロホンからの音声信号は微分回路を経て2SB77で増幅した後、ゲルマニウムダイオード1N60で振幅制限を行ない、積分回路を通して所定の周波数特性を得てから2SB77二段で増幅して変調器に加える。

(iv) 通倍部: 送信トランジスタ部よりの被変調信号は6BH6で中間増幅して通倍に十分な電圧にした後、6BH6で2通倍、6360の各ユニットで3通倍および2通倍、6939で3通倍の順序で400 Mc帯の出力周波数にまで通倍する。

(v) 励振および電力増幅: 通倍段からの出力は終段電力増幅器が安定に動作するに十分な励振電力を与えるため、6939で増幅して終段電力増幅器に加え、これより規定の出力を得ている。

(vi) キャビティ: 電力増幅管からの出力は高調波に対し十分な減衰を与える小形キャビティ⁽¹⁾によりスプリアス放射を抑圧してから空中線切替リレーを経て空中線に送られる。

(2) 受信部

本機の受信部はSEM-0510A形(移動4W)の受信部とまったく同一で、両者間の互換性および部品の標準化が計られている。

本受信部は高性能日立トランジスタを用いた全トランジスタ化二重スーパーヘテロダイン受信機であり、高周波増幅段にHS506を用いて良好な感度特性を得ると同時に入力回路に小形共振器、第1中間周波部(14.990 Mc)には水晶フィルタ、第2中間周波部(455 kc)にはメカニカルフィルタをそれぞれ用いて高選択度特性を得、混信妨害などを起こさないように考慮されている。また局部発振器には送信部と同じ水晶発振ユニットを使用し、十分な周波数安定度を得ているので特にAFCは使用されていない。

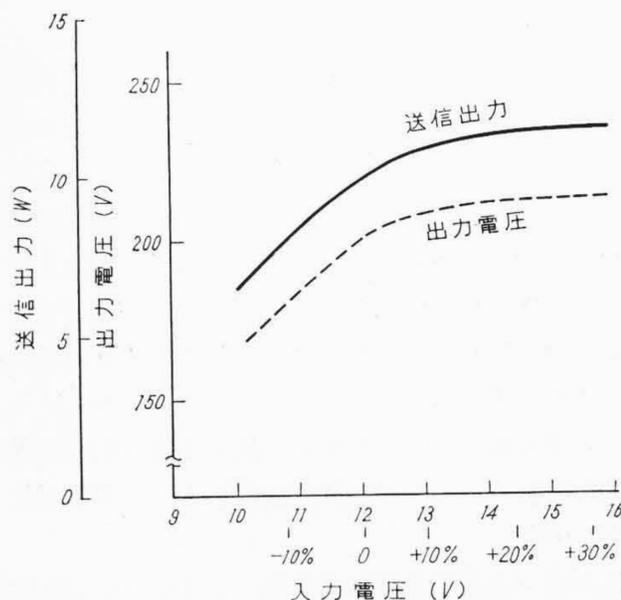
高周波部、第1中間増幅部、第2中間増幅部、低周波増幅部、スケルチ回路部などは各部ごとにユニット化し、特に第2中間周波増幅部以降は日立標準形60、150 Mc用トランジスタ無線機と同一ユニットを使用しており、部品を標準化することにより性能の安定化および保守の便を図っている。なお詳細については前報⁽¹⁾を参照されたい。

(3) 電源部

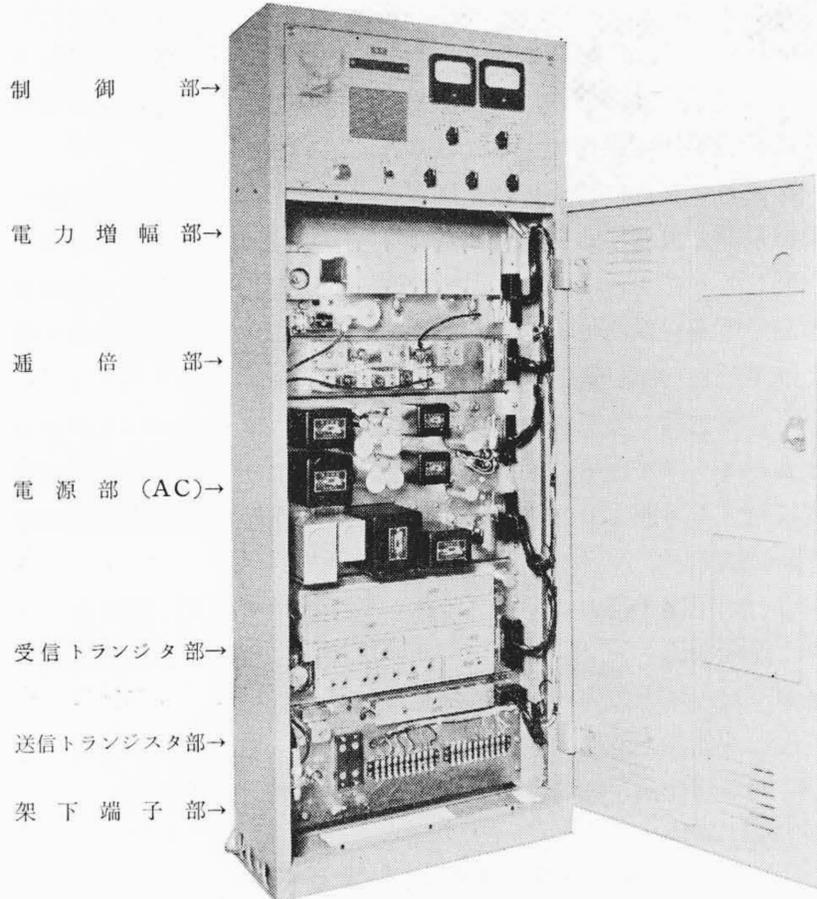
本装置では受信部が全トランジスタ化されているため、電源部としては送信時に送信高圧のみを供給すればよく、回路および構造が非常に簡単になっており、SEM-0510A同様下記のような特長をもっている。

(i) 送信高圧用電源には2SB332二石による高能率DC-DCコンバータを用い、従来の電源部故障の大部分を占めていたトランジスタ並列動作時の特性不ぞろいによる破壊事故を防止している。

(ii) 自動車電池電源の電圧上昇(規定電圧に対し+30%にも達することがある)による送信真空管の寿命短縮の対策として、DC-DCコンバータ出力の一部を整流(1S314)、増幅(2SB156)



第12図 電源部入出力特性および送信出力変動



第13図 SEF-1015/2002形固定基地局用無線機

して発振トランジスタ(2SB332×2)に負帰還し、第12図電源部入出力特性に示すように送信高圧が上昇し過ぎないように配慮されている。

3.3 SEF-105/2002形10/20W固定基地局用無線機

本機はすでに述べた各移動機に対応する固定基地局用として設計したものであって、送信、受信の各部の構成については可能な限り共通性を持たした設計となっているので、移動用無線機の特長はそのまま生かされており、実用上の保守、サービスにも便利ように考えられている。

本機の外観構造は第13図に示すように高さ1,350 mm、幅520 mm、奥行き225 mmの自立キャビネット形の新形架よりなり、必要な操作、保守、点検はすべて前面より行なえるので背面合わせが可能となり、狭い局舎に容易に設置できる。上部より制御、電力増幅、送信通倍、電源、受信、送信トランジスタ、架下端子の各パネルよりなり、多心接栓(せん)により各パネル間の接続ケーブルに接続されているので簡単に着脱できる。

本機はプレストーク式固定基地無線機として構造および電気的性能において、電力統一仕様に合致しているが、さらに上部に付属パネルを増設することにより自動中継や同時送受話方式に利用できる。

以下各パネルを追って若干説明を加える。

(1) 制御部 制御に必要な操作はすべてこの面で行なわれる。送受各部の電圧および電流のチェックは切換スイッチにより実施できる。

(2) 送信部(電力増幅部および送信通倍部), 送信通倍部は 4W 移動用の送信機ジャンプをそのままパネルにはめ込んだものであり, この出力が励振出力として電力増幅部に同軸ケーブルにより送られる。電力増幅部は板極管 2C39A による 2 段のストレート増幅器により安定かつ余裕をもって出力 20W を得ている。共振器には角形の半同軸共振器を採用し, 高い不要放射減衰比を得, さらに終段には折り返し形同軸共振器により不要放射比 -60 dB 以上を得ている。

(3) 電源部 固定基地局用の電源としては AC 100/200 V が一般的であるが, DC 電源による場合も少なくない。本機は電源パネルの交換により上記 AC, DC 両電源に応じられる。

AC 電源は通常のエリミネータ電源で, 第一高圧 550 V または 350 V, 第二高圧 180 V, バイアス用 -25 V, 低圧トランジスタ用 12 V を得ており, 電圧変動に対しては切り換えスイッチにより常に正規電圧で動作できるようになっている。

次に DC 電源については電圧種類の要求が多く 12 V, 24 V や交換機電源と共用する関係で 48 V もある。いずれもスイッチングトランジスタによる DC-DC コンバータを採用し高効率で信頼度の高い電源を供給できる。なお送信出力の 10 W と 20 W の切り換えは電源部の第一高圧切り換えによっている。

(4) 受信部 移動機の受信トランジスタプリントシートがそのままパネルに平面的に配置されている。特にトランジスタ部の温度に対する考慮より送信部や電源部などの発熱部を避け下部に配置してある。

(5) 架下端子部およびきょう体 空中線フイダ, 電源ケーブル, 遠隔制御ケーブルはこのパネルに接続される。また保護用の電源ヒューズもこのパネルに配置されている。

きょう体最上部には放熱用ファンを設け, 強制通風を行なって長時間の連続使用における動作の安定化が図られている。

4. UHF 10 W 出力管 H 4021

4.1 一般特性

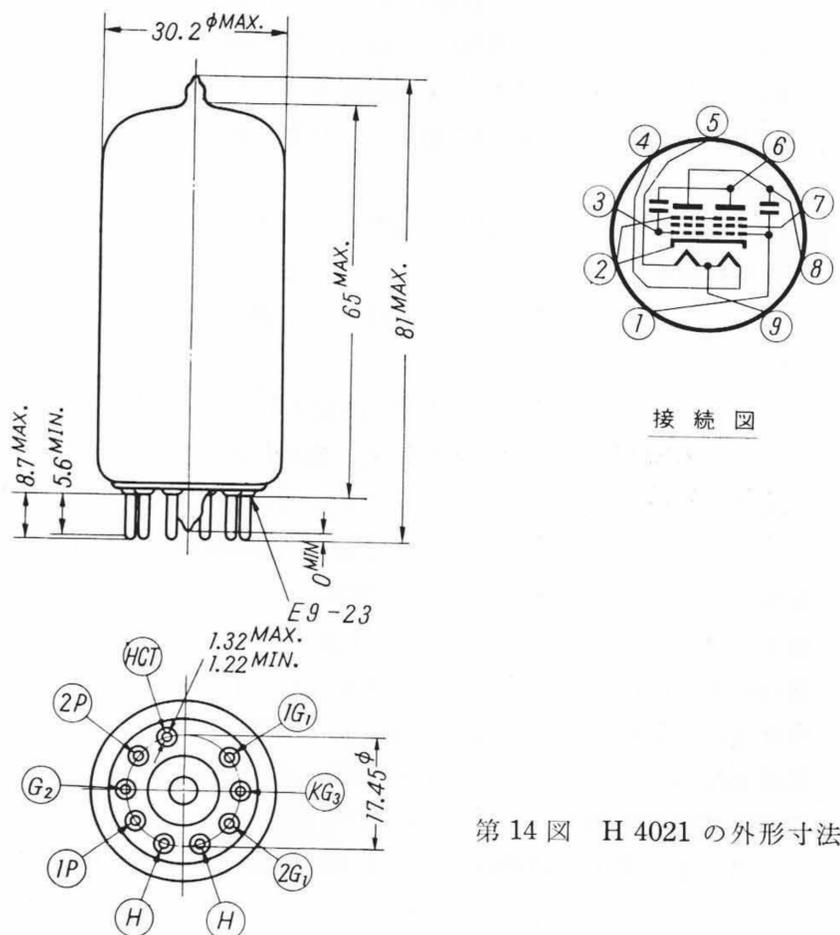
前にも述べたように 400 Mc 帯において約 10 W の出力を得る出力管が新しく開発された。形名 H4021 (試作形名) は第 5 表に示すような特性をもっており, 陽極能率約 50%, 電力利得は 460 Mc において 2.5 以上である。送信機の小型化に伴って外形寸法を極力小さくすることを検討し, 第 14 図外形寸法および第 15 図の外観に示すようなきわめて小形のものを製作することに成功した。最大陽極損失は 15 W で最大使用周波数 500 Mc である。

4.2 入, 出力部の構造

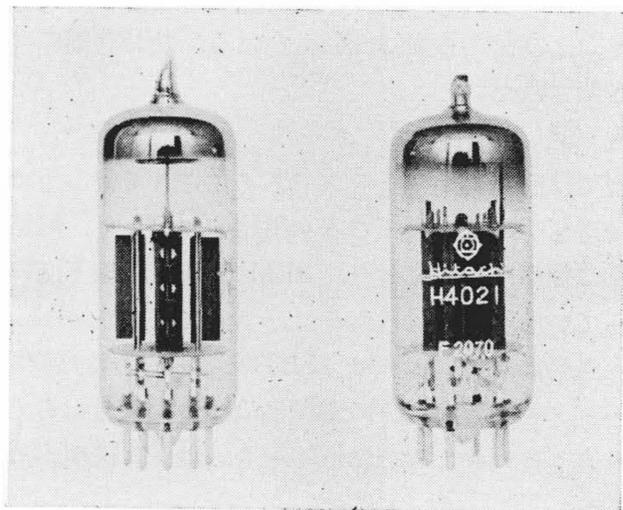
UHF 帯で使用する場合, 電気的特性もさることながら, 送信機の回路の一部として働く管球の入, 出力部構造(導入線, 電極接続部など)の良否がきわめて大きな役割をもってくる。すなわち電極有効部分における真の電力利得は電子走行時間を無視してよい場合には通常数百倍となるが, 管球入力端から電極有効部分に達するまでに入力電力の大部分が失われるため実際の利得は通常 10 以下となっている。したがっていかに入力の損失を減少するかが設計, 製作上の要点である。たとえば同種の UHF 小形出力管 6939 (陽極損失 6 W) および 2B52, RCA6524 (陽極損失 20 W) についてカタログ公称値の陽極能率および電力利得と定電流特性から計算した値とが第 6 表に示してあるが, いずれも計算値と実際の値には大きな差が見られる。すなわち陽極能率において 15% 以上の低下, 利得にい

第 5 表 H4021 の主要特性

構造	空冷双ビーム 4 極管
用途	C 級電信, C 級陽極変調電話
電気的特性	
陰極: 傍熱形酸化物塗布:	
ヒータ電圧	並列 6.3.....直列 12.6 V
ヒータ電流	並列 0.85.....直列 0.425 A
相互コンダクタンス ($E_b = E_{c2} = 200 V, I_b = 35 mA$)	5.3 m μ
第 2 グリッド増幅率 ($E_b = E_{c2} = 200 V, I_b = 35 mA$)	9
電極間静電容量 (ユニットあたり):	
第 1 グリッド-陽極間	0.1 pF
入力	6.7 pF
出力	2.2 pF
機械的特性	
外形寸法 全長	81 mm max
最大部直径	30.2 mm max
重量	約 23 g
口金	E9-23
使用位置	任意
冷却: 自然空冷または強制通風	
バルブ最高温度	220°C max
最大定格 (C 級電信)	
陽極直流電圧	400 V max
第 2 グリッド直流電圧	250 V max
第 1 グリッド直流電圧	-100 V max
陽極直流入力	35 W max
第 2 グリッド直流入力	2.5 W max
陽極損失	15 W max



第 14 図 H 4021 の外形寸法

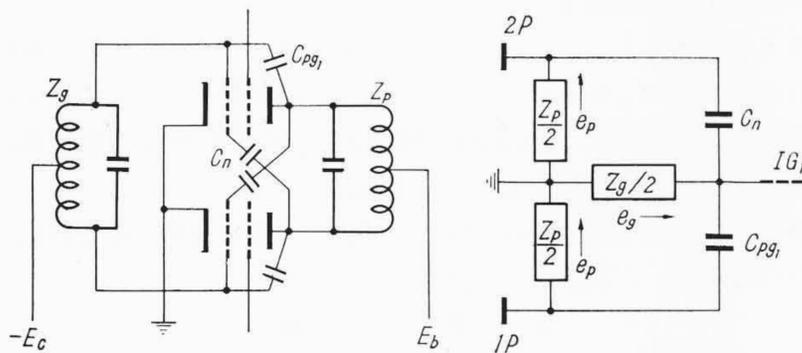


第 15 図 H 4021 の外観 (写真)

たっては 50 分の 1 以下となっている。これらは出力部(陽極引出部)および入力部(グリッド引出部)における電力損失がきわめて大き

第6表 陽極能率および電力利得の比較例

形名		6939	2B52	RCA6524
カタログ公表値	陽極入力(W)	10	40	36
	陽極出力(W)	5	24	16
	励振電力(W)	1.2	2	7
	陽極能率(%)	50	60	44.5
	利得	4.2	12	2.3
動作計算値	陽極入力(W)	11	41.6	36.2
	陽極出力(W)	6.56	31.8	25.2
	励振電力(W)	0.066	0.15	0.166
	陽極能率(%)	65	76.5	69.8
	利得	100	220	150



プッシュプル増幅回路
 C_{pg1} : 陽極-第一グリッド容量
 C_n : 中和容量
 E_b : 陽極電圧
 E_c : グリッドバイアス電圧

高周波等価回路
 Z_g : 入力インピーダンス
 Z_p : 出力インピーダンス
 e_g : 入力高周波電圧(ユニット当たり)
 e_p : 出力高周波電圧(ユニット当たり)
 $1G_1$: 第一ユニットの第一グリッド
 $1P$: 第一ユニットの陽極
 $2P$: 第二ユニットの陽極

第16図 中和容量

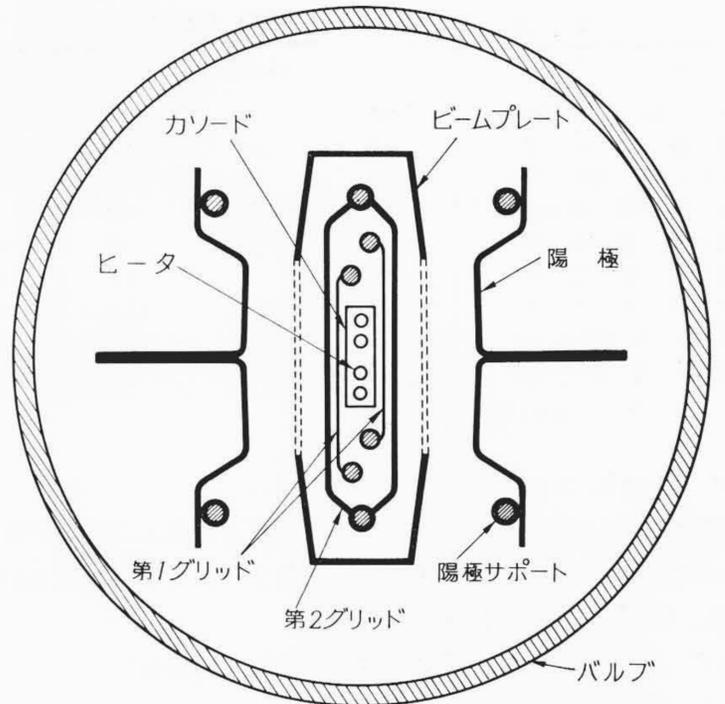
いことを示している。もちろん電子走行時間などの影響も考慮すべきであるが、前記の問題はピン足形の UHF 送信管における最大のものであろう。

H4021 ではこの点を考慮して入出力構造について特別な設計上の注意が払われている。陽極の配置を考慮することによって陽極サポートを直接ステムのリードに溶接することができた。また第1グリッドとステムリードを結ぶ接続片は極力幅の広い金属板を使用し、最短距離で接続されている。400 Mc 帯の高い周波数では表皮効果が大きいので、電流は導体の表面のきわめて薄い層を通るから導体はなるべく表面積が大きいことが望ましく、また表面のよごれ、酸化は著しい電力損失を生ずる。H4021 では前記第1グリッド接続片をはじめ各電極接続片にはすべて幅の広い薄い金属片を用いステムリードを含め、すべて銀メッキをほどこしてある。

4.3 中和容量

ビーム管は管内において入、出力のシールド効果はかなりよいので通常 VHF 帯以下では中和をとる必要がないことが多いが、UHF においては多少存在する陽極-第1グリッド間容量による出力側から入力へのフィードバックを中和する必要がある。H4021 は双ビーム管であるためプッシュプル増幅に使用するのに好適である。プッシュプル回路における中和は比較的簡単である。第16図に示すプッシュプル増幅回路(UHF では LC 同調回路はレッチェル線でおきかえられる)について説明してみる。片側のユニットに関して高周波の等価回路を考えると出力回路に発生する高周波電圧 e_p は陽極-第1グリッド間容量を通して入力回路にフィードバックされるが、入力高周波電圧 e_g に対しては逆位相成分を持つ。これが増幅作用を下げる一要因である。もし出力回路の他端(相手側陽極)の高周波電圧の一部を中和容量を通して前記のフィードバック電圧を打ち消すためには図から明らかのように $C_n = C_{pg1}$ であればよい。

H4021 はこの中和容量を管球内に持っているため外部回路に特別



第17図 電極横断面

な中和回路を用いなくても良好な動作をすることができる。中和容量として、第1グリッド(1G)の引出リード(ステムピン脚)と陽極(2P)サポートを近接させることによって陽極-第1グリッド間容量 C_{pg1} にほぼ等しい値をもたせることに成功した。この構造は6939などに用いられているグリッドサポート上端に溶接したいわゆるヒゲと称するリードと陽極片との間に作る中和容量にくらべ、構成上簡単でありかつバラツキが少ないという利点がある。

4.4 グリッド

UHF 帯においては通常負荷インピーダンスが低いパービアンズが高いことが望ましい。また電子走行時間の影響を少なくするため陰極と第1グリッドの間隔を狭くしなければならない。H4021 においては陰極-第1グリッド間隔は約0.2 mmであってこの種のビーム電力管としてはきわめて小さな値である。このためインゼラ効果を軽減するためにグリッド巻線のピッチを小さくする必要があり、また両ユニットの第1グリッドが接近するためグリッドサポートの配置に考慮が払われた。このような構造は高精度の部品および組立法によって達成された。第17図は電極配置(中央断面)を示したものである。

4.5 外形寸法および耐振性

無線機の小型化に伴って管球の外形寸法も小さくする必要がある。バルブの大きさや熱的安全性の目安としてバルブ表面積とバルブ内において消費される電力との比をとってみると約 $2.8 \text{ cm}^2/\text{W}$ となり同種類の6939および6524の、それぞれ約3.4および $3.1 \text{ cm}^2/\text{W}$ にくらべてやや小さい。すなわち従来のものにくらべて小型化されているといえよう。熱的安全性向上のためにH4021においては、この程度の小形管にはほとんど採用されていなかった硬質ガラスを用いている。

移動用無線機に使用するため耐振性については十分注意されている。電極組立はかたい導入線3本によって直接ステムに固着され、上部マイカはバルブに強制かん合しているために外部からの衝撃に対してきわめてじょうぶで、工場における規定の衝撃試験に対してなんらの異常も認められなかった。

4.6 動作特性

UHF 帯における動作についてはすでに前に述べられているように10 W 移動用無線機に実装されて満足な結果を得ている。またH4021の動作特性をしらべるために特別に製作した試験機によって行なった各種条件における動作においても好結果を得ている。第7表にH4021および6939の動作例を比較して示した。

第7表 H4021 および 6939 の動作例

形名	H4021		6939
	150	460	
周波数 (Mc)	150	460	500
陽極電圧 (V)	400	200 250	180
第2グリッド電圧 (V)	200	200 200	180
陽極電流 (mA)	100	100 100	55
陽極入力 (W)	40	20 25	9.9
励振電力 (W)	—	4 4.5	1.2
有効出力 (W)	28	10.5 12.5	5.0
電力利得*	—	2.6 2.8	4.2
陽極能率* (%)	70	52.5 50	50.5

注：*陽極回路損失を含む値

4.7 寿命について

新製品について寿命の確認は特性の検討とならんで欠くべからざるものである。H4021の寿命試験は現在まで次の各条件において行なわれ、いずれも異常がなかった。

(a) ヒータサイクリング試験 (ヒータ強度試験)

ヒータ電圧を定格の120% (7.5V) で1分ON, 2分OFFで10,000回異常なし。

(b) 直流動作寿命試験 (ガス, エミッションの試験)

陽極直流電圧300V, 陽極直流電流50mA, 陽極損失15W (最大定格) で4,000時間異常なし。

(c) 発振動作寿命試験 (動作異常の試験)

10 Mc 発振: 陽極直流電圧300V, 陽極直流電流90mAで2,000時間異常なし。

400 Mc 発振: 陽極直流電圧300V, 陽極直流電流50mAで3,000時間異常なし。

このように寿命的にも十分安定していることが確認された。

5. 結 言

緒言においても述べたように400 Mc帯は陸上移動無線のサービスに今後ますます進展することが予想されるが、この期に日立製作所においても各種機種が完成し、かならずや需要者各位のご満足を得るものと考えている。特に今回新たに開発した10W移動用無線機は小形ダッシュボードマウント構造として他に例を見ない画期的な新機種として期待され、また同時に開発された中形10W出力管H4021も多方面の需要を満たすものと信ずる。

終わりに上記の無線機の完成および新出力管の開発に寄せられた各位のご指導、ご激励に対し深謝申しあげる。

参 考 文 献

- (1) 鈴木, 奥野: 日立評論 44, 1025 (昭37-7)



特 許 の 紹 介



特許第291299号

真 流 和 徳

変 圧 器 負 荷 試 験 法

大電力の輸送に伴い、その送電系統に供する通昇、通降変圧器の使用電圧も昇圧化の一途をたどりつつ、大容量器が多数製作されるに至った。これら変圧器の超高压、大容量化に従い、それに要する試験設備の容量も増大せしめねばならず、特に負荷試験や温度試験などに要する試験用電源設備はぼう大な容量としなければならない。したがって従来これら試験は等価法によって行ない、これら等価試験法の中でも供試変圧器を2台または3台組み合わせることで鉄損と銅損とを同時に供給することのできる返還負荷法により試験設備の容量増大をまぬがれている。この試験法によれば実負荷に近似した状態で、その変圧器の負荷試験を等価的に行なうことができるが、供試変圧器の容量がきわめて大である場合においては、補助変圧器の電圧容量が小さいとき、あるいは供試変圧器の二次巻線のタップ差電圧が不足しているときなどにおいては該両供試変圧器のインピーダンス電圧に達することができず、このため返還負荷法の実施が困難にする。

この発明は変圧器負荷試験における二次巻線側流通電流が、これら巻線のインダクタンスに基づききわめて無効成分が大である点に着目し、これを静電蓄電器にて進相改善せしめることにより実質上変圧器巻線に流通する循環電流を増大させ、大容量変圧器に対する負荷試験を、従来の設備容量をそのまま供することを可能ならしめたもので、第1図は2台の供試変圧器T₁, T₂の各一次巻線W₁,

W₂および二次巻線W₁, W₂をそれぞれ並列に接続配置し、一方の一次巻線の並列回路へは外部鉄損供給電源より遮断器CBを介して各供試変圧器T₁, T₂に見合う定格電圧を供給し、他方の二次巻線の並列回路中には直列に銅損供給用の補助変圧器ATをそう入した負荷試験回路を示すもので、供試変圧器T₁, T₂の二次巻線タップ電圧を使用せず二次回路に直接そう入した静電蓄電器Cの容量を調整することにより定格電流を保持するようにしたものである。また第2図に示す回路は二次巻線のタップ差電圧を利用して補助変圧器を省略しタップ差電圧の調整に基づいて該二次回路の定格電流を保持するものである。

今、銅損供給側よりみた各供試変圧器T₁, T₂の漏えいインピーダンスをそれぞれZ₁, Z₂, 静電蓄電器CのインピーダンスをZ_Cとし、補助変圧器ATの二次電圧またはタップ差電圧をEとすれば、二次銅損供給回路の循環電流Iは $I = \frac{E}{(Z_1 + Z_2) + Z_C}$ で表わせる。

したがって静電蓄電器Cを供しない従来方式の試験回路においては、循環電流の調整は補助変圧器ATまたはタップ差電圧の調整にのみ依存して行なうよりほかはなかったが、本発明においてはさらにこれへ静電容量Cを調整要素として付加することができるゆえ、循環電流の選択調整を拡大でき、よって返還負荷試験の適用範囲を広げることができる。(諸角)

