

37. FM2A05A へのレクイエム

第二次世界大戦中、我が国の航空電子兵器に広く用いられた汎用五極管に FM2A05A と「ソラ」があります。FM2A05A は性能は良かったものの、資材と工数不足に加え当時の量産技術を以ってしては急速な需要の増大に到底追い付くことが出来ず、この非常事態を乗り切るべく、急遽 東芝の RH-2 を原型にした「ソラ」が開発されました。

その経緯は「ソラ」の開発に携わった方々が戦後 手柄話として大いに語られましたので、人々によく知られるところとなりました。例えば、元東芝電子工業研究所技術本部長 西堀栄三郎氏（第一次南極越冬隊長）の記述から：

たまたま、私はチブスになって入院したが、その病床に社長と軍の方から FM250A（FM2A05A の誤り、以下同じ）の製造を引き受けるように云われた。しかし私は、それは出来ませんと強く主張した。数ヶ月後病気が治って会社に出た時すぐ追浜に来るよう命令があり、そこで会議が開かれた。座長の池谷大佐から「お前は FM250A の製造を拒否しているが、建設的な意見を出すように」と云われた。

そこで私は「あの真空管は第一にボタシステムで製造がむずかしく東芝の量産技術に乗らない。第二に電極構造が優雅で、人員・資材とも不足している現在 作ることとは出来ない。しかし性能は中々良い。先ず Gm は 4,000 位（誤： μ が 4,000 で Gm は 2,300）で比較的優秀な四極管（五極管の誤り）だが、問題はそれが万能管としてただ一種類で通信機が組み立てられることです。従って FM250A と同じ使い方が出来る性能を持っていればどんな形をしていてもよいなら必ず作って見せます。」「それでよい。」と云うことになった。

（電気通信学会誌 1977 年 10 月号）

FM2A05A に設計された兵器に当てはめてみると、50 ケ全部が合格した。軍の方達の喜びようは大変なものだった。よくやったとお褒めの言葉を貰ってから私は頼んだ。

「実はお願いがあります。この真空管は何処の国にもない全く新しい考えで作上げた日本独自の真空管でありますから、難しい数字や記号を付けずにどうか日本的な名前にして頂きたいのです。」すると木田達夫大佐が提案された。飛行機に積む通信機用の真空管だから『ソラ』という名前は如何でしょう。」…

（西堀栄三郎選集）

これらの物語を我が国の真空管開発史の一駒として見るとき、源平盛衰史などに見られる時代交代劇さながらのような感じさえ致します。

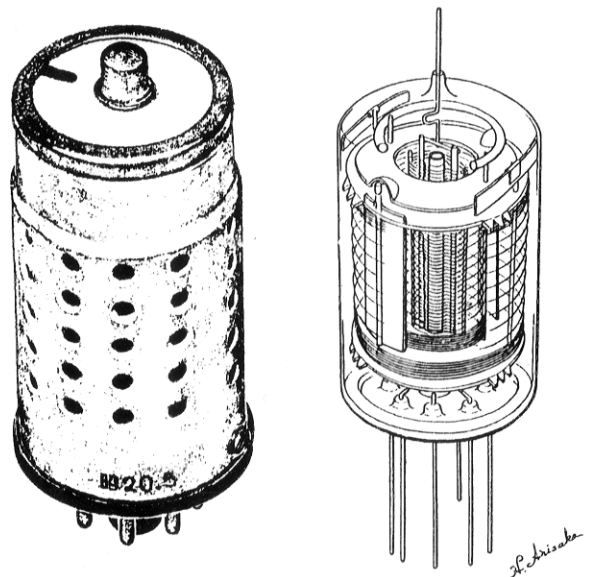
一方 FM2A05A は、昭和 14 年にテレフンケンの NF-2 をベースに日本無線で開発され、翌 15 年の秋には試作中の航空機用無線機の大半に採用されましたが、上掲のような開発経緯が公に語られることは殆どありませんでした。そして、FM2A05A の生産性の低さ(後述)のみが人々の脳裏に強く焼き付いて、文献の殆どは「ソラ」の手柄話の引き合いに出て来る苦勞話に留まっています。

ここで西堀氏をして「優雅な電極構造」と云わしめた FM 2 A 05 A の構造を具体的に解明したいと思います。目下のところ詳しい資料は見つかりませんが、幸い当時日本無線株式会社の受信管課長をして居られた安岡美夫氏（後の三洋電機顧問）が「電波日本」昭和 21 年 11 月（Vol.40, No.6）に電極構成について限られた紙面で簡潔に述べて居られますので、その論旨をベースに現物を分解して検証しました。

1. 外観構造と電極構成の概要

外観は既にお馴染みですが、云うなれば MG 管の一種です。アルミのシールド缶は再利用が効くよう本体にネジ止めにしてあります。又、グリッドキャップをマウントしている絶縁板に黒いガイド線があってオクタソケットのキーの方向を示しています。グリッドキャップの上から蔽せる専用のシールドケースが付属しています。

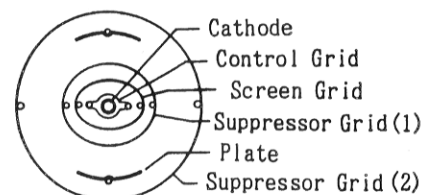
電極構成については一般に余り知られていませんが、電極支柱の影響を避けるため分割陽極とし、プレートの外側に管壁からの二次電子放射を抑制するためのグリッドがあります。



2. 電極の構造上の特徴

今となっては電極の設計図面の入手は望むべくもありませんので、以下参考までに実測値で説明します。

- a) コントロールグリッド： $30\ \mu\phi$ のモリブデン細線を $0.32\ \text{mm}$ ピッチで巻いてあります。右図のようにカソードからの距離を一定（約 $0.15\ \text{mm}$ ）に保つよう同心円状にして Eg-Ip 特性の直線化を計っています。
- b) サプレッサーグリッド： $100\ \mu\phi$ の線を $1.3\ \text{mm}$ ピッチで巻いてありますが、特筆すべきことは、上下両端から約 $1\ \text{mm}$ （10 ターン）の巻線を密着巻きにして両端面における遮蔽効果を助け、Cpg の低減を計っています。¹⁾
- c) プレート：カソードから見て電極支柱群と直角方向に、カソードから見込む角約 26° の一対の樋状短冊形のプレートを配置することによって電極支柱とその周辺のフィールドの乱れた部分を避け、併せて Cpg と Cout の低減を計っています。
- d) 第二サプレッサーグリッド（仮称）：プレートから約 $2\ \text{mm}$ 外側に $0.3\ \text{mm}\phi$ 、 $2.4\ \text{mm}$ ピッチのグリッドを配置して、管球の壁面からの二次電子放射の抑制を計っています。
- e) ステム：電極間の分布容量低減のためボタンステムが採用されていますが、前述の通



り当時の生産技術ではこれも量産のネックの一つになったようです。企画段階ではロック・インも候補に挙がった記録も残っています。

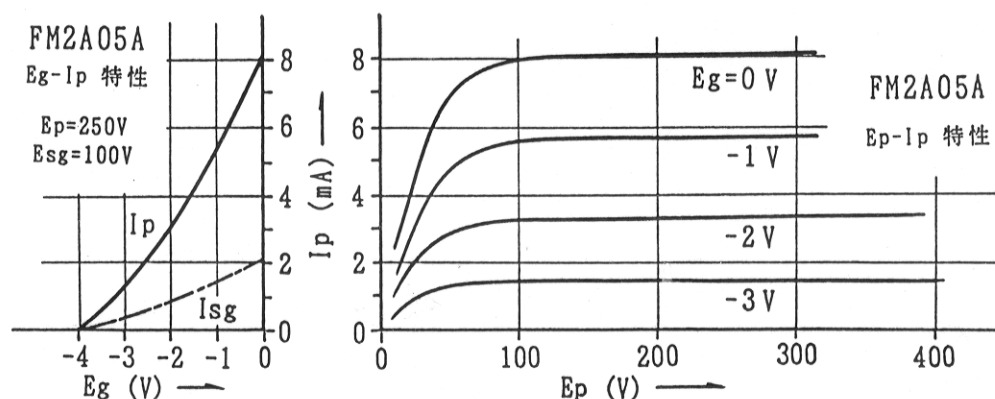
いずれ機会があれば、この球の基礎となったテレフンケンの NF-2 と電極構造を比較してみたいと思っています。

以上概観して FM 2 A 05 A は欧州系、米国系折衷の、優雅とは云えないまでも凝った造りで、当時の国策に沿った量産向きの構造ではなかったのです。折しも戦局の拡大に伴う急激な需要の増大。海軍真空管生産促進調査会や真空管生産技術指導委員会等による懸命の努力にも拘らず生産増強は思うに任せず、遂に Gm やヒーター電流の暫定規格を定めて生産の歩留まりを上げるなど、腐心の策を講ぜざるを得ない事態となりました。

電子機械工業会の機関誌「電子」に連載された池谷理氏の「受信管物語」(27)、(28)に依りますと、品質上の問題点は製造各社（日本無線、川西機械、松下電器）間の Gm の不揃いをはじめ、主として動特性にあり、寿命試験中に生ずる不良もトップが Gm の劣化とバラツキで、次が何とヒーターの断線、第二、第三グリッド間の絶縁不良であったと云う事です。

	Ef (V)	If (A)	Cin (pF)	Cout (pF)	Cpg (pF)	Eg (V)	Ep (V)	Ip (mA)	Esg (V)	Isg (mA)	μ	Rp (M Ω)	Gm (μ S)	Fmax (MHz)
FM2A05A	12.6	0.21 (0.23)	7	8	0.003	-2	250	3.3	100	1.1	4000	1.8	3000 (2300)	50
ソラ	12.6	0.18	6	8	0.015	-2	250	5.0	100	1.2	2000	1.0	2000	25

↑表中 () は暫定規格



ところで、この FM 2 A 05 A という名称は当時の航空無線用受信管の名称付与方式に基づく唯一と思われる例²⁾で、F は航空機用、M はオクタール、2 はフィラメント電圧 12 V (6 V の 2 倍)、A は万能管、次の 05 は五極管一組、A は出現順位です。名が態を表すべく、考え過ぎの^{ジュゲム}寿命無式 FM 2 A 05 A も、又これとは対照的なヤマトコトバ「ソラ」も、両極端のネーミングは共に一代限りでした。

戦後私の父が『航空兵器の全貌』に書き遺しました回顧文の中から、冒頭の「ソラ」の開発物語に対応する部分の抜粋を掲げ、この稿を結びたいと思います。冒頭の西堀氏の文

章とは筆者の立場が入れ替わって「軍の方」が筆者で、西堀氏は「外部の諸学者」の一人となって登場されます。

此の統一した真空管に依る受信機の感度並びに諸性能は寧ろ 6 D 6, 6 L 7 等を使用したものに優り、取扱いは簡単となった。そこで一式空三号隊内無線電話機、二式空三号無線電信機、三式空一号無線電話機、十八試空三号等、其の後出現した電信機は全部この真空管を使用した。

所がこゝに大問題が起こった。それは、此の真空管の生産量が少ない内はまだ問題は無かったが、(多少性能にムラがあるものはあったが生産量の増加と共に漸次改良されるものと観測した) 間もなく大戦に突入して電信機の生産は急激に増大した。従って受信真空管が統一された関係上 FM 2 A 05 A の需要も急激に増大し、日本無線の大量生産も中々予定通り進まず、急げば急ぐ程良品率が向上せず、騒ぎが大きくなった。

之に引続き川西機械、更に松下無線と次々に大量生産に移ったが、いずれも生産はかばかしく進まず、遂に Gm の 3000 を 2300 に迄落とし、フィラメント電流も 0.21~0.23 A と大幅に規格を落して、その生産を促進した。

この生産促進対策に就いては真空管生産促進委員会等で海軍部内関係者は勿論、部外の諸学者も大童になって之が対策に協力したが、それでも尚充分とは行かなかった。

そのうち東京電気で試作中の航空機用万能真空管「ソラ」が完成し、短波帯、中波帯の無線機に併用し得るに至ったので一息ついた。

(中略)

一般用無線真空管の標準化は必要な事であり、又真剣に研究の必要がある事は勿論であると同時に大量生産技術にまだまだ研究の余地があり、戦況の不利が増産を阻んだ事が一原因であったにしろ何れにしても FM 2 A 05 A の増産が中々思う様に進まなかった事など将来の為に貴い経験であると共に、筆者もその関係者の一員として眞に責任を感じている次第である。

(「航空兵器の全貌」下巻 P.272~275)

——《☆》——

注1) 安岡氏の記述では「遮蔽格子及び抑制格子の上下端を密着きピッチとし」となっていますが、遮蔽グリッドは 0.42 mm のコンスタント・ピッチです。なお、最外周の(プレートの外側)の第2抑制グリッドも上下端約 1 mm が密着巻になっています。

注2) 当時の名稱付与方式による送信管としては FZ 064 A, FB 325 A 等があります。F は航空機用, Z は UZ ベース, B は B 形ベース, 06, 32 はそれぞれ入力 60 W, 320 W, 4, 5 はそれぞれ四極管, 五極管, A は出現順位となっています。

(TNX JA 1 FC & JA 2 IZ de JA 1 AYZ)