

けば残りの作業は割合に簡単に電源変圧器の種類に依つて異なるも分業し流れ作業で行われる。

(4) その他の部品の加工

此れは方法は一定でなく、電源変圧器の形状により必要な部品も変わるので省略する。

(5) 検 査

検査は、

(イ) 部品の受入れ検査

(ロ) 中間検査

(ハ) 出荷検査

(イ) 部品の受入れ検査

各部品並に材料の受入れ検査は性能、寸法、外観（カバー、銘板等、色の塗装してあるもの）を抜き取り検査をするその％はその都度又は部品、材料の別で異なる。

(ロ) 中間検査此れはコイルが出来た時、その巻数、レヤーショート、寸法を全数検査する。

(ハ) 出荷検査

此の検査は、電氣的検査と、機構、外観検査をする。

電氣的検査は以下のことは全数する。

(イ) 無負荷電圧試験

(ロ) 無負荷電流試験

(ハ) 各線輪の直流抵抗測定

(ニ) 絶縁抵抗試験

(ホ) 耐電圧試験

(ヘ) 不平衡度試験

以下は抜取り 5% 検査をする。

(ト) 電圧変効率試験

(チ) 温度上昇試験

(テ) 全負荷試験

以下は設計変更の都度検査する。

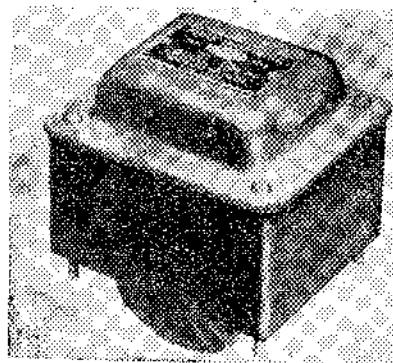
(リ) 耐熱耐湿試験

機構外観検査は全数行う。

破損の有無、塗装（見本と比較）汚損を検査する。

かくて第 8 図の如きものが製成されるのである。電源変圧器は理論的にも簡単であるが細部に於ては盲点が多くあり、数十種の資材が費れているので各単独では相当優秀な性能をもつものもあるがその関連性に欠けているので此れ等を調査、研究することに依り、更に一段と廉価なものが近々生れると信ずる。

第 8 図



無線機用抵抗器量産に關する諸問題

福島電機製作所 研究部長

菅 瀬 陽

(青柳教授紹介)

緒 言

無線機用抵抗器の生産は現在既に或程度の量産が行われ、漸次各種改善の進展につれて量産の地歩を固めつつあるが、これを米国等の近代化せられた方式及び工場に比較すれば、その設備、技術に於て、或は生産量に於て懸隔の甚しきを感じざるを得ない。それは国情の差と戦争中に於ける我国の技術的空白の然らしめるところであろうが、我国生産工業の在り方より言うならば、重工業が原料資源の点より自ら制約を受けざるを得ない運命にあるとすれば、必然的に軽工業に依存せねばならない。就中通信機工業等は大いに望を囑するに足るものとし

て、国家的にも援助育成せらるべきものであり、又国民的な性能より見ても将来の発展に期すべきものがあると思われる。

戦時の軍事的必要に迫られて驚異的な発展を遂げた通信機工業は、抵抗器の生産にも拍車をかけ既に家内工業の域を脱せしめ、終戦後一時は電力事情の窮迫により苦境に陥つたこともあつたが、その後商業放送の開始と共に昔に勝る繁盛をとり戻し、各メーカーは競つて量産態勢を確立した。これがため生産額も急激に上昇し過渡的な混乱もあつたが、現在では略堅実な歩みを見せるに至つた。今参考までに下表に 28 年度上半期に於ける生産額を示して見よう。

昭和28年度上半期無線機用抵抗器生産額

(通産局調)

月 別	生産数(千個)	金 額(千円)
4	4,097	75,091
5	4,051	52,723
6	4,191	99,967
7	4,539	67,589
8	4,096	69,132
9	4,700	73,312

今後は更に性能の改善に努力し、品質の向上とコストの低減を計り得るならば、海外市場の途も開け、外貨獲得の一翼を担い得る日も敢て遠い将来ではないと信ずる。

扱て、この明るい見通しを以て現状を顧るとき、この目標達成の前に尚幾多問題の横たわることを知る。今その材料、機械設備、或は生産方式等より見た現在並びに将来に対する諸問題を採上げて見たいが、無線機用抵抗器全般に亘つて一概に論ずることは妥当ではないと思われるので、現在我国で最も普遍的であり乍ら、而も最盛上最も多くの問題を顧していると思われる皮膜型可変抵抗器を主な対象として述べて見たいと思う。

1. 材料面より見た諸問題

量産に対しては、品質一定な材料が何時でも、豊富に得られることが絶対必要な条件であると共に、扱い易いものでなくてはならない。幸い本工業に用いられる材料は量的には僅少であり、又現在特殊なものを含んでいないが尚仔細に見ると、製品の使用面が電気部門だけに又特別な性能が要求されている。従つて少い乍らも重要部分の構成材料はやはり特殊とも言える。然るに材料生産者よりすると、消費量の僅少な需要者に対しては、やゝもすると冷淡になり易く、特別な加工等は考慮してくれない。実際上もこの種のものは大工場よりその用途専用で作られたものが入手出来ないところに問題がある。

(1) ベース 皮膜型可変抵抗器では、抵抗体にリボン状と馬蹄型とがあり、一般にフェノール樹脂積層板の0.2~0.5%厚のものが使われているが、この板厚は特殊な「薄もの」に属し、市販品では入手出来ない。その上皮膜を塗布される面は平面度が高く、均一な滑面をもち、傷がないことを特に重要視し、リボン状では尚適度の可撓性が必要である。現在大会社では板厚公差と採算の点で「薄もの」は殆んど製造しないので、各抵抗器会社では自社か或は下請工場に注文をつけて造らせているが、設備や技術の点で容易に均一なものが得難い。ベースの良否は抵抗値の不揃いと摺動雑音の原因となり、製品の歩止りを非常に悪くする。今後優秀な大メーカーが積極的な供給に乗出して

欲しいものとする。

(2) 炭素系原料 抵抗体の主剤である炭素系物質としては、天然、人造の両黒鉛とカーボンブラック中の2、3のものが使用されているが、いずれもそのみでは欠点があるので、各社はそれぞれの配合によつてその特徴を生かしている。然し研究が進むに従つて今後はブラック類の使用量が増してくると思われるが、一体ブラック類は従来その主たる用途であるゴム、インキ用の目的に製造せられ、電気的な性質については殆んど顧みられていないために、抵抗用原料としては良質均一なものが得られない。従つて各社は多種ブラック中より適当なものを選定し、又必要あらば加工して使用している現状である。カーボンブラックは炭素純度は高いが化学構造的には甚だ複雑なものが多く、微量の夾雑が抵抗体性能に大きな影響を有することが明かになつて来ているので、如何にしてこれを除去するかが今後の問題となつている。この点より見ても、良質均一なもので、而も抵抗用として特に純度の高いものが供給されることを望んでいる。

(3) バインダー 炭素物質をベースに陽着させるために、我国では主としてフェノール樹脂系のワニスを用いられている。フェノール系樹脂は古くより応用面の広い、低廉な樹脂として知られているが、製法の簡単な割に実際は縮合の機構はなかなか複雑で、厳重な管理下で反応が行われないと、一定品質のものが得られないと言われている。バインダー中に炭素物質を分散させて作る抵抗液は、工場では常に各種のものが用意されていなければならぬから、或る期間の貯蔵に耐える必要がある。然るにワニスは稀いものでは徐々に縮合が進んでゆく傾向が大きく、液の状態を一定に保ち難いので抵抗の生産を困難ならしめている。即ち、抵抗液調製の時にも一定品質のものが望まれるが、又安定度の高い貯蔵性のあるものが特に要求されるわけである。

(4) 金属材料 可変抵抗器では、その筐体機構部に各種の金属が用いられるが、特に摺動子用のバネ用磷青銅板とスキッチ用ピアノ線は重要である。前者は将来小形化に伴つて精度の高い加工を施さねばならなくなるが、その際割れや裂け目を生ずると抵抗面を損傷するし、後者はスキッチの作動と寿命に直接関与している。従つてこれらは精密加工に耐えるものが要求されているが、未だ国産品で良質のものが得られない。又廻転部のシャフト、プッシングは現在真鍮材でいずれも挽物加工で棒材から作られているが、値段や加工手数の上から一考を要する。外国品には既に鉄或は軽金属を用いたものが多くなつている折柄、我国で

も他の廉価な材料にきり替えるときではなかろうか。

2. 部品面より見た工作、加工機の問題

我国全般的に生産工場の機械設備は既に過去の時代のものとなつてゐる。抵抗器類も小型化を要望されること必至の情勢にありながら、現行のものについても機械設備は充分とは言えない。それがために設計の精度は工作機の精度に掣肘を受け、量産の進展も亦加工機の拘束を受けていると言うも過言ではあるまい。現今要求されている製品の精度は戦前に比し格段の差があり、これにマッチさせて行くために高度の設計が進められている。然しこの試作品を生産に乗せるに当つては常に工作、加工機が追従出来ず、あたかも優秀な構想を画餅に帰せしめていることは残念である。

組立作業の能率化は、一に部品の精度に掛つてゐるのであつて、これ無くしては量産はあり得ない。即ち、量産は量の問題では解決出来ないものであつて、質の問題と入つて来なければダメである。可変抵抗器工業では、精度の高い部品の生産には、先づ圧搾押型と各種拔型の精度であろう。この型類の製作は従来専門型師の技巧に頼つて来た。然し今日のように精度の高い製品の量産ともななれば、精密工作の助けなくしては、到底寸法的な誤差を一定許容限度に抑えることは不可能に近いだろう。又同種の型の相互間の差違も極度に縮められなくては、量産上の大きな障害となつて来るところまで既に來てゐるのである。

加工機類に於ても同様のことが言える。如何に精密に仕上げられ型でも、その成果を挙げるためには加工機に欠けるところがあつてはならない。然るに型も加工機も高精度になり乍ら実際には製品の精度が出ないことが往々ある。この解決は加工機の専門化と自動化によつてなされねばならない。高性能の加工機は必ず専門化と同時に自動化されることによつて、その真価を発揮するものと言うことが出来る。可変抵抗器の部品工程に於ける加工機はその要求によつて、相当の進歩改善の跡が見られるに至つたが、上述の如く、機械設備の精度の向上と専門及び自動化は更に促進されて然るべき問題ではなかろうか。斯くして部品工程が完璧を期し得るに至れば、自ら量産に大なる躍進を齎し得るものであろう。

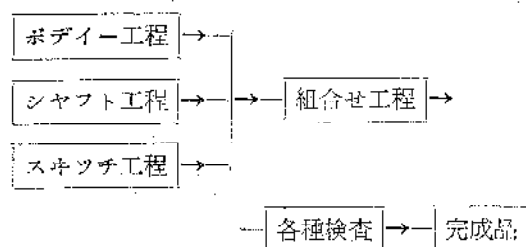
3. 生産方式より見た諸問題

抵抗器の現行生産方式が量産的見地より最適であるか否かについては、尚多くの論議の余地あるものと考え、一応現行のものについて述べることにしたい。

生産は、部品工程と組立工程とによつて成立つてゐる

が、部品の調達方式によつて多少内容的に差違がある。即ち、全部品の製造から組立完成まで同一社内で一貫的に行われるものと、部品の一部を外駐に依存するものがある。量産のたてまえよりすれば、部品と組立の円滑な連繫を保ち得る点で、一貫生産方式が望ましいことはもとよりである。従つて後者の場合は、特にこの間の繋りと更に部品精度の点に注意を払わねばならない。所謂仕事の「段取り」と言われているものは、その大部分が部品手当であるが、たとえ一部品の入荷が遅れても作業の手待ちを招来するし、悪い部品が入れば組立工程の混乱を起す。量産の実を挙げるためには、良い部品のストックを常備するより他はない。部品精度の保持については、外駐下請工場を専属工場化して必要な専用機を設置せしめ、技術方面の援助、指導を与えてこれを育成しなければならぬ。

組立工程はベルトコンベヤーによる流れ作業方式が採用され、そのダイアグラムは次のように三つの準備工程と、これ等を組合せる仕上工程とより成つてゐる。



この三つの中間工程は互にその速度が合致することが大切であるが、このうち技術的な要素を多分に含んでいるスキッチ部分が、ともすれば遅れ勝ちとなつて本流の進捗を乱すことが多い。現在可変抵抗器に付いているスキッチは接点の数も多くなり、機構も複雑で工作も精密級になつてゐる。換言すると可変抵抗器はまた小型スキッチとも言い得るので、スキッチ部門の重要性は大きく浮び上つて來てゐる。従つてスキッチの生産は或程度の鍵を握つてゐると言い得るわけで、この点量産上の一問題として扱う充分の価値がある。

時代の推移に従つて、昔の断続的な生産方式はベルト式が採用されると共に流れ作業による連続的なものに改められ、手作業は機械作業に置かえられて、組立工程の作業様式も全く面目を一新したかの觀がある。この次に來るべき問題は優秀機の導入による作業の自動化ではなかろうか。作業が機械化され自動化されると、工程時間の短縮が行われ、更に良いことは作業技術の個人差が除かれて製品の品質が安定することである。これによつて材料ロスを少くすることが可能になる。

これと平行して管理方面からは工程の研究と分析が行われなければならない。その結果作業はますます細分さ

れ、工程の整理統合が行われて作業の簡略化が計られ、一面又作業の集中化が行われて高性能機の利用率が高められるに至れば、作業員の減少も出来ることになるのであろう。

一方設計部門に於ても優秀機の性能を生かすような設計の改良がなされ、或は作業の集中化と簡略化を狙った斬新なタイプのもを考案するなど、機械は技術を助け、技術は機械を補つて量産は前進するのである。このように機械と技術とが渾然一体となり、量、質、廉の三つのものが確保されるに至れば、名実共に量産は確立されたと言い得るであろう。

4. 品質管理による不良率の低下

可変抵抗器の量産に関しては以上の如く材料、設備、生産方式等の点より考えられる諸問題について述べて来たが、量産は従来品質とは相反するものとの通念に支配されて来た。即ち、量を多くすれば必ず品質の低下はやむを得ないものとして生産者も消費者もこの点につき余りに寛大であり過ぎた。然し近代生産工業に於ては、斯る観念は過去のものとなり、量産と品質の安定とは表裏一体であると言う考え方でなければならない。戦後我国でも品質管理方式が採入れられ、各産業に大きな効果を挙げているが、本工業の生産面にも逐次その方式が応用されつつある。然しこの方式とて、米国のような機械化生産に適したものをそのまま鵜のみにしたのでは、現在未だ工業の多い可変抵抗器の製造では、期待したほどの効果は得られない。こゝにも尚問題が残っているので、吾々は速にこの進歩した方式を研究し、囓み砕き消化して、最も有効適切な管理方式の応用を行い、その精華を発揮させなければならない。

工場生産の目標は、常にある水準以上の製品を生産することにある。今工程を流れつつある中間品がどの程度であるか、又これが完成品になつたとき、その品質が備えるべき条件を充分満足せしめ得るかどうかの目安を得なければ、工程は安心して進められない。材料が一定になり、部品の精度が上り、機械設備が充実したからと言って、無鉄砲な生産促進は行えない。量産になればなる程一寸した不注意で不良品を出す量も多い。これを防止するためには、重要な個所には必ず管理の関所を設け、現在の流れの安定度を確めていればこそ、自信を以て生産を進めることが出来るわけである。不良率の低下も亦量産の大きな問題である。

5. 将来の問題

無線機用抵抗器もテレビ、エレクトロニクスの発達につれていよいよ小型化と性能改善の問題が強調されて

来ている。

(1) 小型化 抵抗器類の小型化は、固定式では既にコムポジション抵抗として実現せられ、米国では量産されている。製造工程には特に困難なところはないが、そのベース（フィラメント）である非常に細い鎢子線の製造が我国では問題となつてゐる。又プリント配線も一つの小型化であり、これも米国では既に実用化されているが、我国では現在ベース、印刷インキの組成の研究等未だ試作の範囲内である。然し今後小型セットの量産には大きな問題を投げかけている。

可変型の小型化も携帯セット用として設計せられたものが製作せられているが、量産には尚多くの問題がある。中でも小型スイッチは、その加工は時計、写真機とまで行かずとも、理念はこれに準ずるものとならなければ量産は考えられない。

又捲線型のものでは、抵抗線とこれを捲く捲線輪とが問題となつてゐる。独_乙等では線径0.025% 或はそれ以下のものが使用され、捲線機も非常に精巧なものが出来ている。

(2) 性能改善 今後大いに海外発展の希望を持つてゐる抵抗器類も、性能上の改善を促進しない限り、諸外国品との競争場裡に進出を企てることは容易ならぬことであろう。中でも耐湿、耐熱性の改良は急速な実現が望まれる。これが解決のポイントは材料であるベース、カーボン、バインダーの研究にある。換言すれば、半導体と合成樹脂との研究になりそうである。半導体はその分子構造の研究から導電機構の解明へと進んでいるが、未だ充分ではない。又合成樹脂の進歩は戦後漸に勃興たるものがあり、ポリエチレン、ポリエステル、珪素樹脂、弗素樹脂等とその選択を迷わしめるものがある。これらの長を採り、互に組合せて行けば必ずや吾々の求めるものがその中に在るものと思う。

(3) 自動制御 最後にもう一つ採り上げて置きたいのはこの問題である。生産の自動化が進み、連続して製品が早い速度で生産されて来ると、品質管理による作業の調整を迅速に反映させなければ、思いもかけずに水準を割つた製品を多量に作つてしまう危険のあることは前に述べた。この時自動制御装置があると直ちに正しい方向に修正を行うことが出来る。先づ抵抗体製造に於ける抵抗値の制御等に用いて大きな効果があると思う。その他エレクトロニクスの応用による分野は今後の量産にすばらしい期待を約束させる。

以上述べた如く、皮膜型可変抵抗器の量産は、外形的には整つては来たが、内容的には尚諸般の問題を残している。吾々これに携わるものは、日夜その解決に努力を続けつつあるが、特に性能方面の要求は熾烈を極めてゐる。まして通信機関係の将来の発展に思及べば、その非力なるを嘆ずるのみである。願くば各研究機関、其他各方面に於かれても、産業立国の立場より今後ともあらゆる援助を与えられんことを、切に期待して已まない。