

小型軽量化AM5 釐型オートラジオ

Miniaturized AM 5 Push Button Auto Radio

岡 本 圈 治⁽¹⁾ 寺 谷 幸 忠⁽²⁾ 音 羽 良 二⁽³⁾
Kenji Okamoto Yukitada Teratani Ryoji Otowa

要 旨

近年、カーオーディオは、高級・多機能の嗜好商品と単純機能の実用商品に二極化している。

この中にあって、AM5 釐型オートラジオは後者に属し、かつ、車としては機能的部品となっている。

このような商品においては、顧客から軽薄短小化・低コスト化の要請が強く、しかも、年々厳しくなっている。

このような要請を実現するために、今回の開発機は、カム方式新 μ チューナの開発とプリント基板を μ チューナ上に積重ねる新構造により、リード配線および手ハンダをなくしきょう体の1ピース化を図った。

本機はトヨタ自動車㈱と当社が共同開発したものであり、'84年から、カローラ、スターレットなどに標準装着されている。

Recently, car audio system being divided into two categories by hobby goods of sophisticated, high-graded and multi-featured performances, and utility goods of a single feature, AM-5 push button auto radios belong to the latter category and they provide cars with a functional part.

Under this circumstances, users require light-weight, thin-thickness, short-length and small body in such goods.

These requirements are growing severe year by year.

To meet these requirements, this unit employs a new cam type μ -tuner and a new stacked configuration of the μ -tuner and a printed-circuit board both of which were newly developed by us, and this enables us to eliminate needs for leads-wiring and hand soldering iron and allows us to design a one-piece chassis.

This model was jointly developed by our company and TOYOTA MOTOR Corporation and is being installed into COROLLA, STARLET and others as a standard equipment from 1984.

(1), (2) 第二機構技術部

(3) 第一技術部

1. はじめに

昭和30年に当社が初めてオートラジオを世の中に出して以来、オートラジオは、顧客のニーズと主要部品の技術革新、組立技術の進歩により、小型・軽量化とローコスト化の道を辿って来た。

特に、真空管からトランジスタ、IC、LSIへの移行、電子部品のチップ化などエレクトロニクスの技術革新に負うところが大きであるが、それと相まって、押釦同調器(以下 μ チューナと言う)の軽薄短小化が促進され、それにより機器の小型・軽量化が進展してきたと言える。

そこで、押釦式AMラジオと μ チューナの小型・軽量化の変遷について最初に述べ、つぎに今回開発機の小型・軽量化方策(μ チューナの小型・軽量化とラジオセットの小型化構造設計など)について述べる。

2. 押釦式AMラジオの進展に伴う

μ チューナの変遷

図-1は押釦式AMラジオとその主要構成部品である μ チューナの体積・重量の推移を年代別に示したものである。

昭和30年に当社が初めて製作したオートラジオは、真空管で作られ、その大きさも体積 $3,300\text{cm}^3$ ($W=196\%$ 、 $H=97\%$ 、 $D=190\%$)、重さ 4kg のものであった。(図-2)

その後、主要素子は、トランジスタ、IC、LSIと変遷してきた。

また、各種電子部品も近年チップ化が促進され、これらのタイムリーな導入によって、今回の開発機は、体積・重量とも、初号機に対し、10分の1弱の小型・軽量化となった。

この図-1の中で、昭和49年と昭和56年に開発し

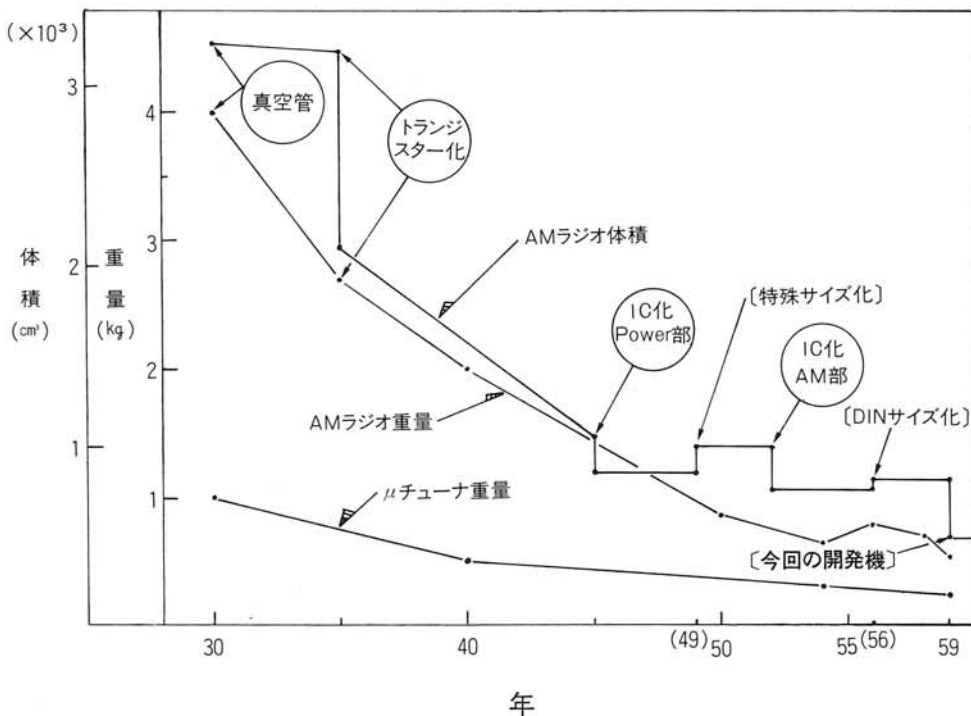


図-1 AMラジオの体質・重量推移

Fig. 1 Volume and weight transition of AM radio.

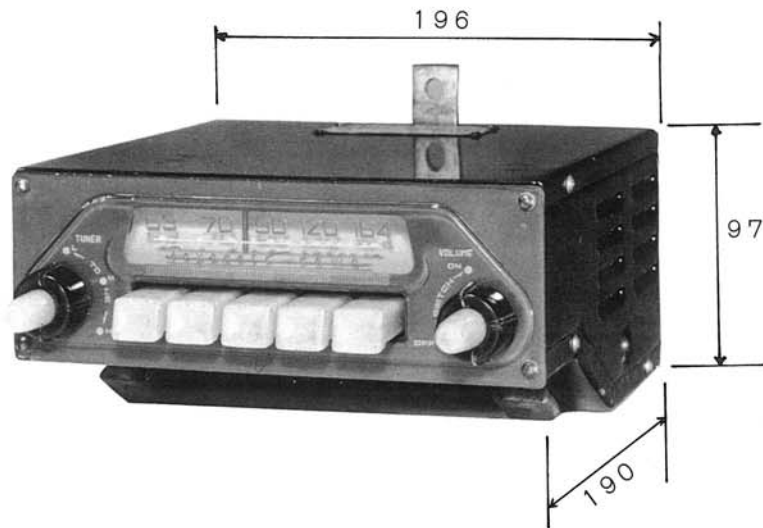


図-2 初号機AMラジオ（真空管）
Fig. 2 First mass produced AM radio.

たものが、従来機より体積が大きくなっているのは、車両設計に起因するものである。

昭和49年は車両スペースが特殊であったため特殊サイズを採用、昭和56年には操作性、見栄え向上のためDIN“A”サイズを採用したことによるものである。

このラジオセットの小型・軽量化と連動して、主要構成部品の1つである、 μ チューナも当社初号機に使用したもの（体積800cm³、重量1kg）に対し、今回開発したもの（体積100cm³、重量200g）は約8分の1の小型・軽量化となっている。

初期の μ チューナは部品の加工技術が低く部品精度に期待できなかったため、大型の構造でなければ所要性能が得られなかったが、年々部品の製作技術の向上とアッセンブリ技術の向上により、小型・軽量化を達成してきた。

しかし、近年にいたってラジオセットに対し、顧客ニーズとして、“奥行きを短く”と言う要求とセットの生産性から、プリント基板との積重ね構造が必要となってきた。

また、カセットとの一体化傾向から、 μ チュー

ナ自身薄型指向となり、従来のクランク方式の成立性が困難となり、カム方式へと移行している。

（クランク方式とカム方式の構造、メカニズムは3.2.項に詳述する。）

3. 今回開発AMラジオの小型・軽量化方策

今回開発機は、昭和56年に開発した従来機のモデルチェンジ機であり、小型・軽量化を主なねらいとして開発したもので、これら方策についてのべる。

3.1 設計のねらい

本機はトヨタ自動車㈱の各車種に搭載されるベシックで、かつ、機能部品の機種である。

近年、省燃費、居住性（快適性）の向上を自動車に求める顧客ニーズがあり、それらをラジオについて展開すれば、デラックス化（機能の充実化）とシンプル化（小型・軽量・ローコスト化）に2極化することが出来る。今回開発機はシンプル化に目標を設定している。

尚、シンプル化目標に対し、部品の小型化とローコスト化が主要ファクターになり、今回開発に際

し、つぎの各項目を設計のねらいとして設定した。

- 1) 小型・軽量化
- 2) ローコスト化
- 3) 組立ての自動化
- 4) リード配線の削減（以後リード配線レスという）

そこで、上記開発のねらいを達成するために、最新技術の導入と機能の追求を図ることとしたが、具体的手段として、つぎの方策を抽出し検討した。

- 1) μ チューナの小型化（構成部品点数削減）
- 2) リード配線レス、手ハンダレス構造
- 3) きょう体の1ピース化
- 4) 新規小型軽量部品の開発
- 5) チップ部品の採用
- 6) 前面板の1ピース化
- 7) ローコスト部品の開発
- 8) 新規基板実装タイプの部品開発

これら具体的方策の中で、 μ チューナの小型化とリード配線レス、手ハンダレス構造、きょう体の1ピース化について詳述する。

3.2 μ チューナの小型化

3.2.1 μ チューナとは

押釦式AMラジオのブロックダイアグラムを図-3に示す。

一般にチューナー部と言えば、図中の低周波増幅回路を除いた部分（1点鎖線内）である。

すなわち、信号をAM変調またはFM変調した

電波を受信し、再び信号に変換するまでの部分と言うが、我々が通常 μ チューナと称するのは、混合回路までの部分（点線内）である。

すなわち、電波の同調回路までであり、その中の特に可変コイルの機械的部分を指す。

まず、その μ チューナに関して簡単にメカニズムについて説明する。

一般家庭用ラジオなどの同調方式は、 $^{\circ}C^{\circ}$ 同調方式（バリコン等、図-4）が一般的である。

オートラジオでは、一部電子チューナを除いて、コイルの中のコアの出入れにより、コイルの $^{\circ}L^{\circ}$ 値を変化させる、 μ 同調方式が多く採用されている。（図-5）

これは、車に使用されているアンテナの静電容量などのために、AM帯をカバーしようとするれば、その容量を含めた、容量の変化比を周波数範囲の変化比の2乗倍にとる必要性があり、変化比

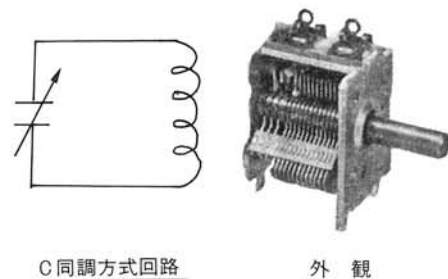


図-4 C 同調方式
Fig. 4 C tuning method.

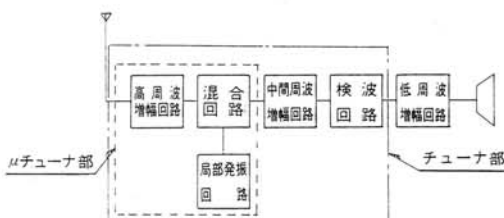


図-3 AMラジオのブロックダイアグラム
Fig. 3 Block diagram of AM radio.

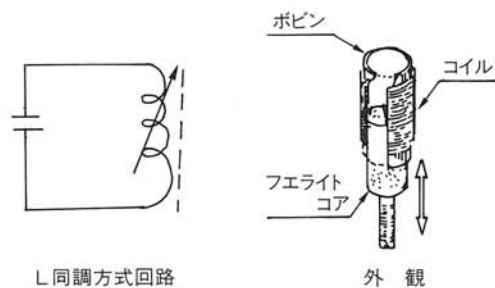


図-5 μ 同調方式
Fig. 5 μ tuning method.

を取り易くするために、 μ 同調方式を採用しているのである。

更に、車特有のバウンダリコンディション（振動・温湿度）による同調ズレと、高温・低温時の温度による同調ズレの対応も有利である。

また、車載用ラジオとしては、重要なファクターである選局操作の容易性（押釐によるプリセット選局）など、車載用ラジオ特有の性能確保にとって、C同調方式（バリコン）より有利なためである。

3. 2. 2 従来 μ チューナの機構

後述する新開発の小型 μ チューナ（カム方式）の機構を理解していただくために、従来のクランク方式 μ チューナの機構と問題点などについて、まず説明する。

μ チューナは前記の様に、固定された3個のコイルの中に3本のコアを連動させることにより、希望する放送局をキャッチする機能を受け持つものであるが、このキャッチアップの方法として

図-6の様に、マニュアル同調とプッシュ同調があるが、それぞれの機構について述べる。

まず、マニュアル同調は、押釐に希望周波数を記憶させる場合、あるいは遠距離ドライブで、その地方の放送局を選局する場合に使うものである。

その機構は、図-7に示す様に、マニュアルツマミ①を左右に回転することにより、ユニバーサルジョイント②を介してクラッチ部（円盤）③に伝え、さらにクランク④とコア・スライダ⑤に伝達し、コア⑥が動く機構である。

それに対し、プッシュ同調の駆動は、プッシュ釐⑦を押すことにより、ワンプッシュで選局できる機構であるが、このためには、事前に“希望する放送局を記憶させる”と言う操作が必要である。

図-8に押釐の記憶機構（腕金部）を示し、これにより希望局を記憶（ロック）する機構について説明する。

まず、マニュアル軸にて希望局を同調後、押釐①

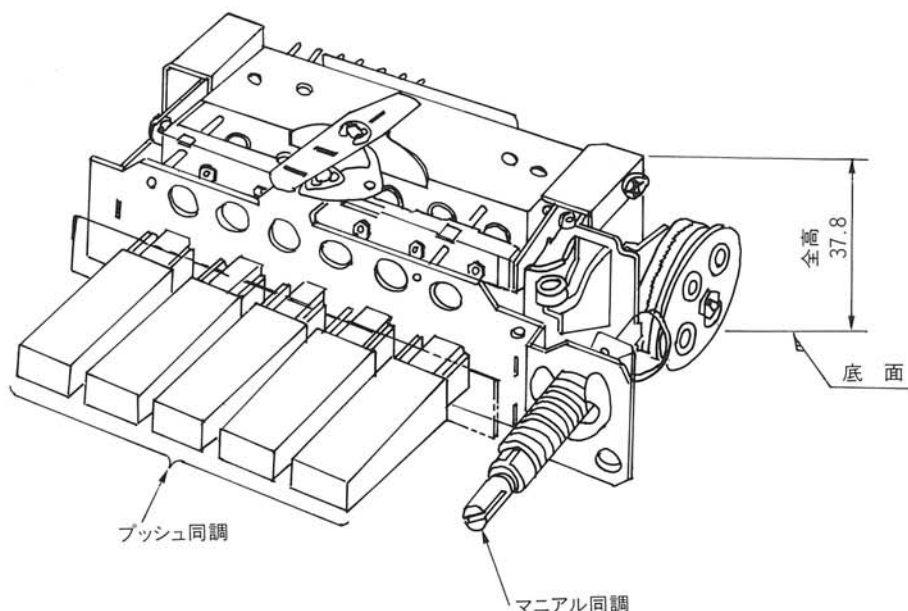


図-6 クランク方式 μ チューナの外觀
Fig. 6 Crank type μ tuner.

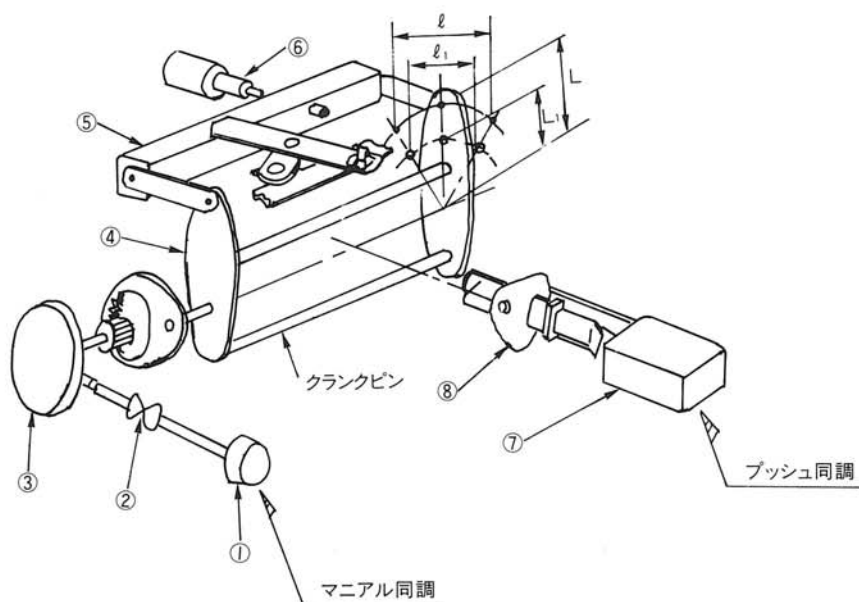


図-7 クランク方式の操作・駆動構造

Fig. 7 Exploded view of crank type μ tuner.

をロックアウト（釦を引抜く操作）する。

ロックアウト動作で、舌形②が引き出され、ロックプレート③が、扇形の規定板④の圧接を解除しフリーとなる。

つぎに、押釦のロックイン操作（釦を押込む）

によって、ロックアウト時にフリーとなった規定板がクランクピンに当り、舌形とロックプレートで規定板をロック（圧接保持）する。

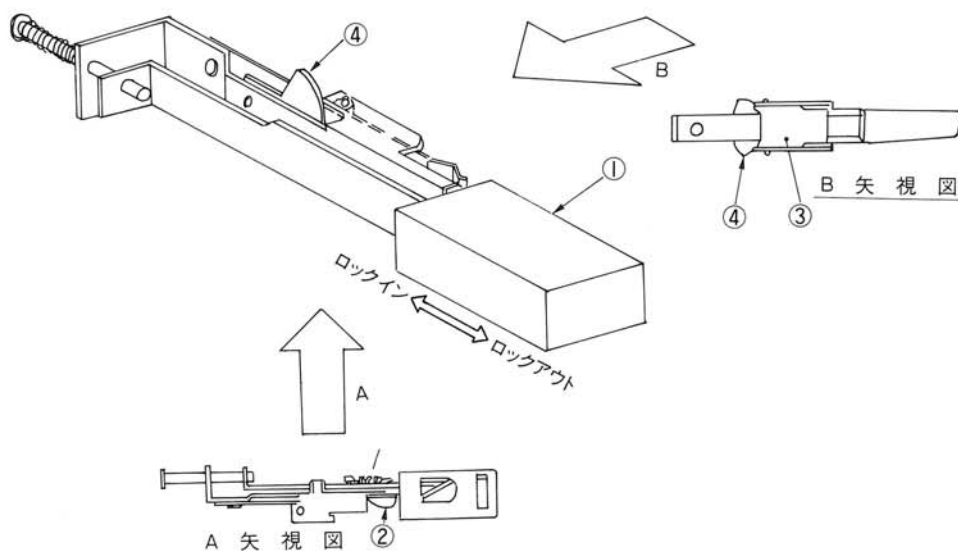


図-8 クランク方式の押釦記憶機構

Fig. 8 Memory mechanism of crank type μ tuner.

この様な機構で記憶されたものを、プッシュ選局するわけであるが、その機構（図-7）は、記憶した押釦⑦を押すことにより、規定板⑧がクランクピンを、転動し、マニュアル同調と同様にコアを駆動する。

この時、規定板がクランクピンを駆動する前に、クラッチ部でマニュアル軸との連結を解除し、押釦操作を容易にするような機構となっている。

3. 2. 3 ラジオセット小型化のための問題点

現在、自動車のラジオセットを装着する、インストルメントパネル、または、コンソールボックスなどの開口スペースは、DINサイズ(W=180mm、H=50mm)化され、この制約条件の中でラジオセットの小型・軽量化を図るには、奥行き寸法を短縮する必要がある。

そのために、 μ チューナの上に基板を積重ねる構造となり、必然的に μ チューナは薄型化が要求される。

ところが、従来の μ チューナを薄型・小型化させるには、つぎのような問題があった。

- 1) 図-7でも分かるように、薄型化のためには、コア⑥およびコア・スライダ⑤を下げる必要がある。

すなわち、クランク腕の長さ L を L_1 にする必要があるが、それによって、コア・ストロークが l から l_1 に小さくなり、微小コア変動による周波数ズレが大きくなるため不利となる。

- 2) また、クランク腕の長さを L_1 のままでコア・ストロークを大きくするためには、クランクの回転角度を大きくする必要があるが、このためには、腕金の幅を細くする必要がある。

これによって、規定板のロック力低下、プッシュ操作力が大きくなるなどの欠点がある。これらの問題点から、従来のクランク方式 μ チューナを薄型・小型化することは困難であり、新型 μ チューナの開発が必要となった。

3. 2. 4 カム方式新 μ チューナの開発

前述した如く、クランク方式による、薄型・小型化は、要求性能が確保できないため、カム方式新 μ チューナの開発を行った。（図-9）

このカム方式新 μ チューナの特徴は、

- 1) クランクを使用しない構造で
平板カム（山形カム）構造のため、全高を低くできる。

⇒薄型化

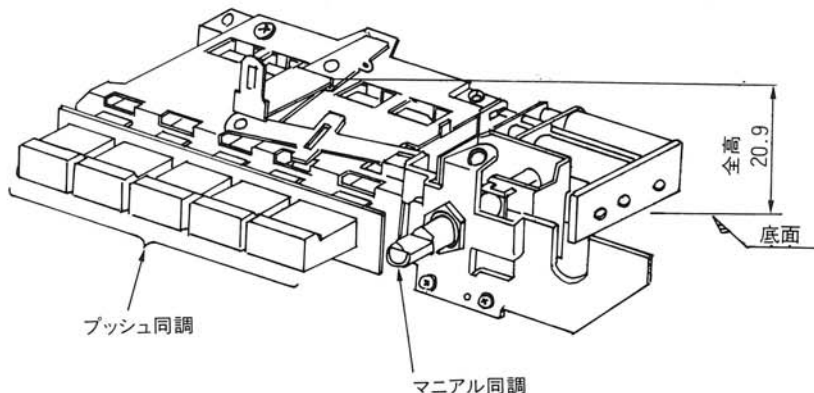


図-9 カム方式 μ チューナの外觀

Fig. 9 Cam type μ tuner.

2) クランク方式は、クランクの円弧運動を縦運動に変換し、コアを動かしているため、コイルユニットが縦置き構造となる。

それに対し、カム方式の場合は、山形カムがスライド運動(横運動)を直接コア連動しているため、コイルユニットが横置き構造となり、奥行き寸法が縮まる。

⇒奥短化

3) クランク方式の生産量が激減しており、逆にカム方式が増加傾向のためコストが下がる。

⇒コスト低減

これらの特徴は、ラジオセットの開発のねらいに沿ったものであり、ラジオセットの成果に大きく貢献することとなった。

3. 2. 5 カム方式新 μ チューナの構造

カム方式新 μ チューナのマニュアル同調とプッシュ

μ 同調機構を、前述のクランク方式で説明したのと同様に、図-10にて説明する。

マニュアル同調は、マニュアルツマミ①を左右に回転することにより、ギヤーカップリング②でピニオン軸③に伝え、ピニオン軸が円盤④に圧接して、これを回転させ、同時に円盤ギヤー⑤と山形カムのラック部⑥とがギヤーカップリングして山形カム⑦をスライドさせ、山形カムに直結のコア⑧を駆動する機構である。

また、プッシュ同調は、記憶(クランク方式 μ チューナの機構・操作と同様)した押釦⑨を押すことにより、規定ピン⑩が山形カムの斜面に当り、山形カムをスライドさせる機構となっている。

3. 2. 6 開発段階における問題点の克服

前記の機構を開発する過程において、主要性能である周波数ズレを確保するために種々の問題点を克服したが、その主なものについて述べる。

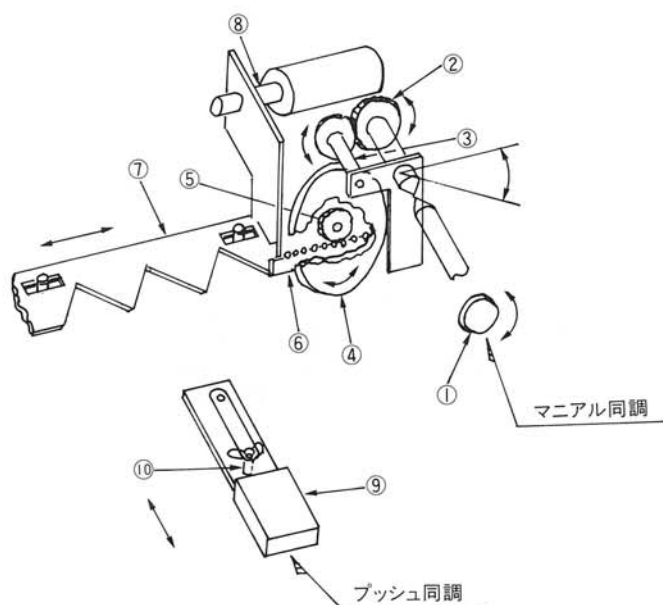


図-10 カム方式の操作駆動構造

Fig. 10 Memory mechanism of cam type μ tuner.

図-11〔a〕は開発初期における、山形カム駆動機構であり、腕金部がU字形状（フレーム穴に

係合する箇所）であった。

この場合、山形カムを駆動する時、規定ピンに

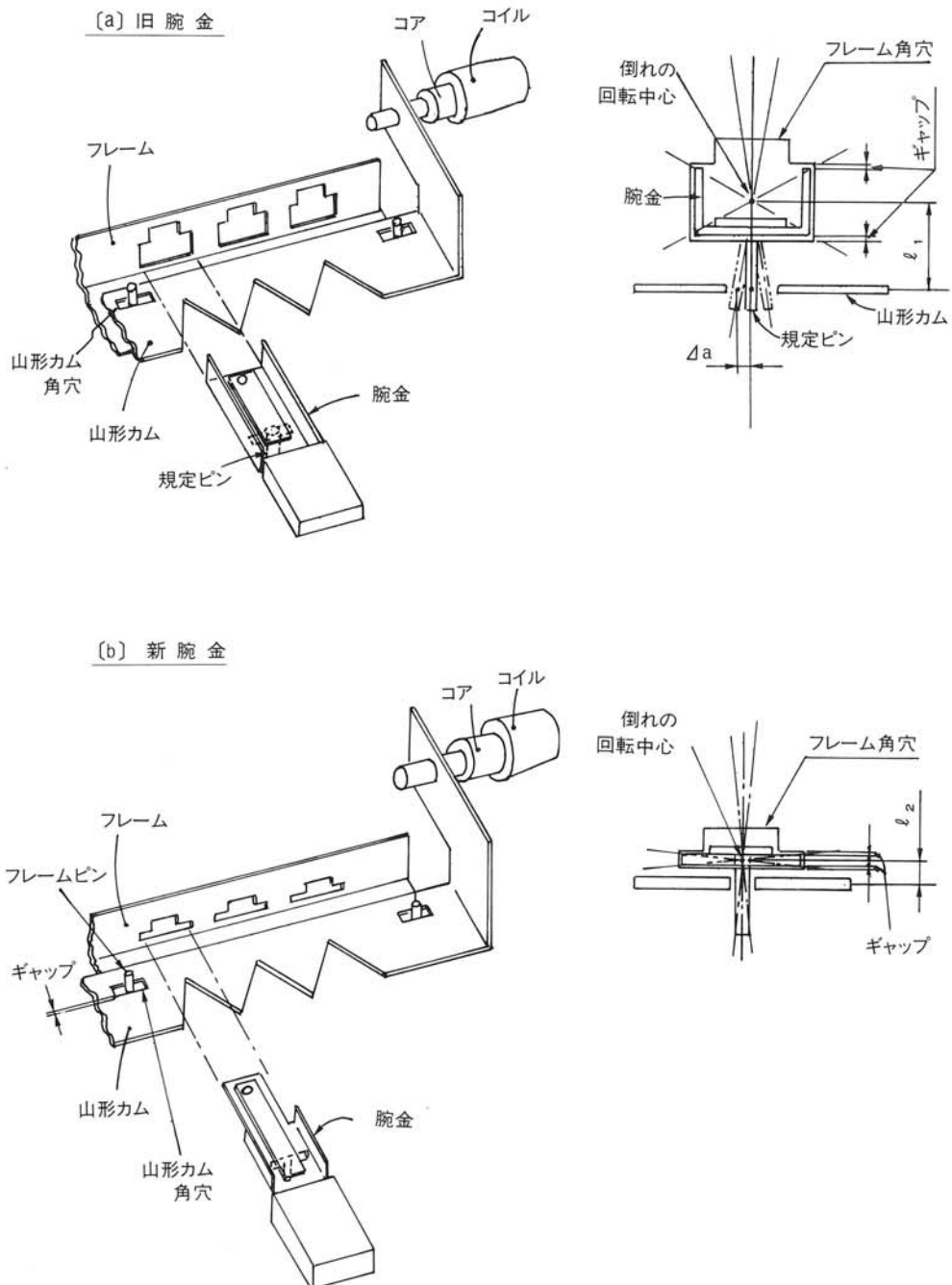


図-11 腕金の新旧比較
Fig. 11 Comparison of arms.

側圧がかかるため、 $\Delta\alpha$ 倒れる。 $\Delta\alpha$ はフレーム角穴と腕金のギャップと“ l_1 ”の長さにより決まる。

$\Delta\alpha$ 分による周波数ズレは以下ようになる。

周波数ズレ ($\Delta\alpha$ による)

$$= \left[\frac{\text{上限周波数(kHz)} - \text{下限周波数(kHz)}}{\text{コアストローク}(\frac{m}{m})} \right] \times \Delta\alpha(\frac{m}{m})$$

$$= \frac{1635 - 525}{8} \times 0.026$$

$$= 3.61 \text{ (kHz)}$$

が発生し、工程能力を満足しないようなバラツキとなった。

そこで、 $\Delta\alpha$ をより小さくする方策として、図-11〔b〕のように、腕金部をフラットな形状とし、かつ、山形カムに近接することとした。

これによって、 $\Delta\alpha$ を約60%低減することができた。

さらに、山形カムの角穴とフレームピンとのギャップを小さくすることにより、周波数ズレを小さくした。

3. 2. 7 信頼性評価と結果

新 μ チューナの導入検討に際しては、車特有の厳しい環境条件で、種々のテストと評価を繰返し実施した。

その項目と結果は表-1である。

3. 3 リード配線レス、手ハンダレス構造

まず、図-12は、従来型セットのプリント配線

板および、接続コードの構造図である。

図からも分る様に、基板が μ チューナの後方にあるため、ボリュームは別基板を介して平行ビニール電線でメイン基板に接続している。

また、照明用ランプについては、ホルダにてセット前方に固定し、自らの接続線にて、メイン基板に手ハンダ接続している。

そして、ANTジャックはきょう体に、ANTトリマは μ チューナに組み込まれているため、それぞれ、リード線を手ハンダして接続している。

このように、接続線などによりメイン基板に接続していると、前述のように、品質（信頼性）、作業性（自動化も含め）、小型化（奥短化）の面において不利であり、これらを改善すべく、リード配線レス、手ハンダレス化（全ての電子部品をメイン基板に実装）の方針を打ち出し、構造検討を行った。

検討に際しては、組立の自動化、調整の自動化のために、生産技術部門と討議しながら、決定した構造が、図-13である。

この図から分るように、 μ チューナを出来る限り薄くし、その上に基板を積重ね、さらに、基板を前面板に近接させることによって、従来リード配線していた、ANTジャック、ANTトリマ、照明用ランプ、ボリュームなど、全ての電子部品を一枚の基板上に実装することができ、リード配線、手ハンダ箇所を、全て無くすることができた。

また、 μ チューナと基板を積重ね構造としたことによっても、従来工法（脚注1参照）をさらに改善した方法にて、 μ チューナと基板との接続を行った。

脚注 1)

ただし、 μ チューナからの配線処理については、従来型セット開発の当初より、メイン基板への接続を一体構造とする様に、 μ チューナ側の端子を一体成型し、一度にハンダ付作業が可能となる設計にしている。

表-1 信頼性試験結果

番 号	試 験 項 目	試験結果
1	マニアルライフ試験	○
2	プッシュライフ試験	○
3	熱 衝 撃 試 験	○
4	周 波 数 ズ れ 試 験	○
5	振 動 試 験	○
6	塵 埃 試 験	○

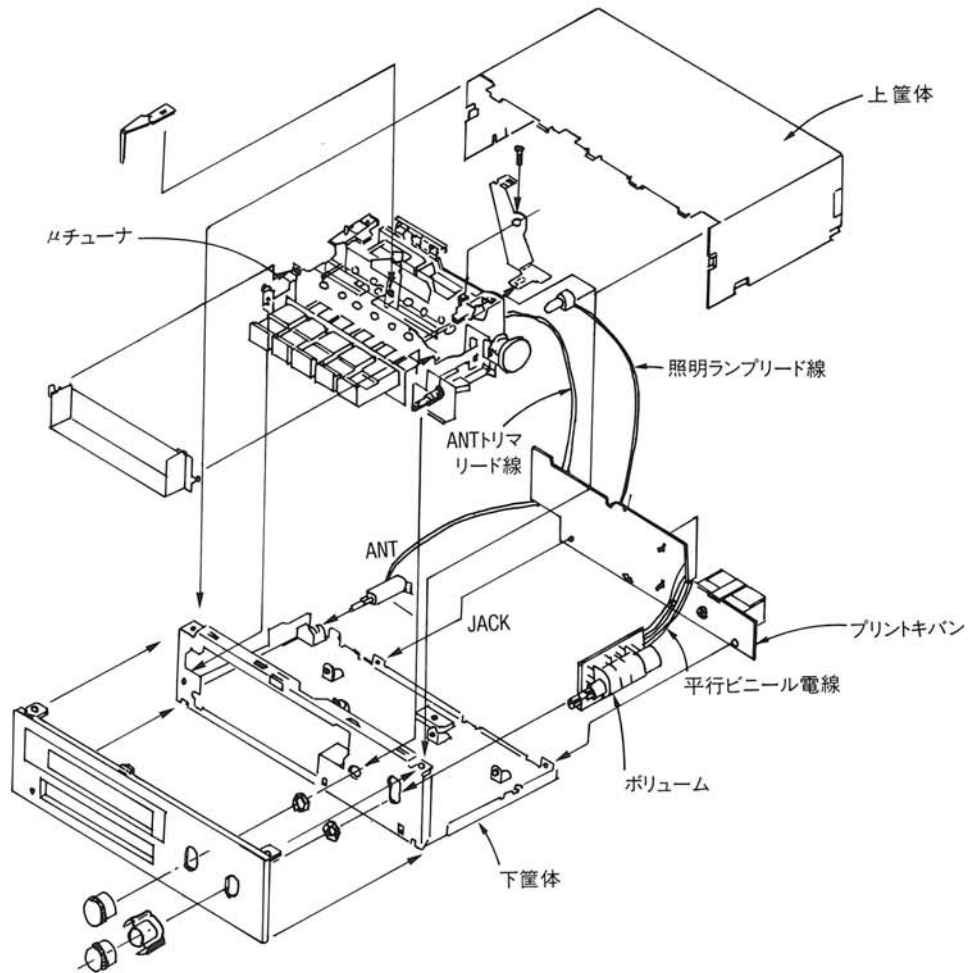


図-12 従来型ラジオの構造

Fig. 12 Exploded view of a radio using traditional tuner.

これにより、製品の品質向上は言うまでもなく、各種の自動化（組立、調整、測定）に対応し、それに加えて、部品コストの低減および組立工程作業の簡素化を図った。

この、新構造による、リード配線数と手ハンダ

表-2

項目	機種	従来機 (AR-1013)	今回開発機 (AR-1070)
リード配線数		10本	0本
マニュアル 半田点数		3点	0点

点数の削減を表-2に示す。

3.4 きょう体の1ピース化

従来の構造（図-12）では、下きょう体にμチューナ、プリント基板およびボリューム基板、ANTジャックを組付けた後、サブ基板類を組付けて配線と手ハンダをする必要から2ピース（下きょう体、上きょう体）構成とせざるを得なかった。

今回の開発品は、前述した如く、リード配線レス、手ハンダレスを実現したため、μチューナの上に、プリント基板を積重ねて、1方向の組立てが可能となり、1ピース化を図ることが出来た。

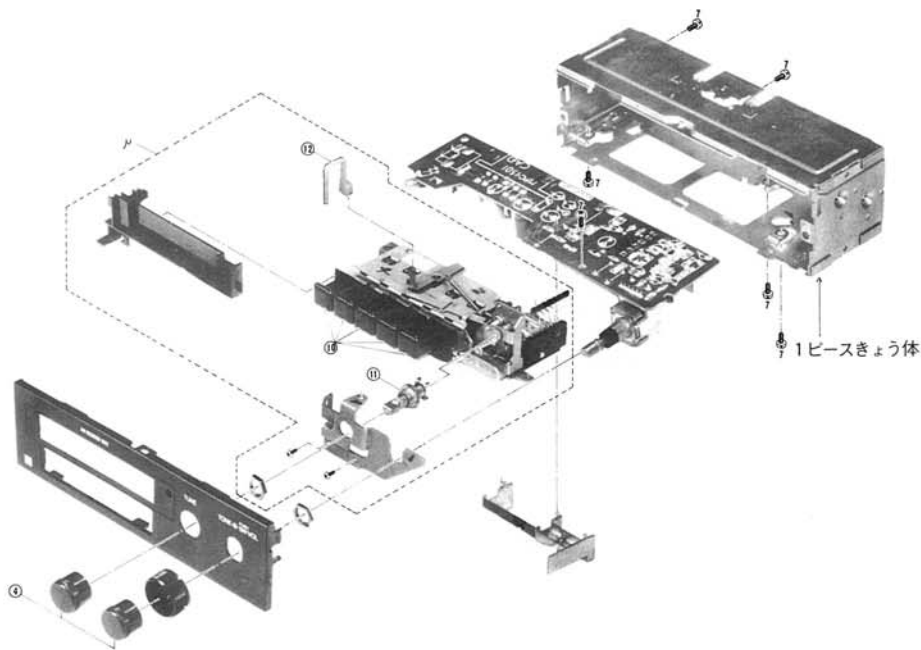


図-13 今回開発ラジオの構造

Fig. 13 Exploded view of a radio using newly developed tuner.

この1ピースきょう体の製造にあたっては、プレス加工時の金型離れと、プレスストロークが長いなどの問題が生じたが、筐体形状の変更、金型構造にカム方式金型を採用することにより、解決を図った。

4. む す び

以上今回開発した押釦式AMラジオは本誌に紹介した μ チューナの小型化、リード配線レス、手ハンダレス構造など、小型軽量化方策の他に数々の方策を実施し、当初の開発目標を達成すること

ができた。

冒頭にも述べたように今後とも主要部品・生産技術など各分野の新規技術をタイムリーに導入し、軽薄短小化セットの開発に努めていきたいと考えている。

最後に本機開発にあたりご指導を賜ったトヨタ自動車㈱関係各位をはじめ部品メーカー関係各位、そして本稿のために資料提供いただいたチューナ商事㈱東部長殿に紙面を借りて厚く御礼を申し上げます。