

UHF チューナ新選局機構の開発

New Mechanism for UHF Channel Selection

横 山 寛 治* 石 上 栄 夫*
Kanji Yokoyama Hideo Ishigami

要 旨

従来の UHF チューナはラジオダイヤル式の連続同調方式が主流で、その選局操作性は VHF チューナに比べかなり劣っており、この面での改良は UHF テレビジョン放送開局時からの懸案であった。ここで選局操作性を改良したディテント方式、25 分割ロータリプリセット方式および 8 分割ロータリプリセット方式の UHF チューナの開発を行ない、あわせて UHF チューナの雑音指数特性を改善した高周波増幅付チューナを組み合わせ、性能の向上を図った。特に設計上配慮された点は、カラーテレビジョン受信機にも使用できる同調周波数の再現性（リセッタビリティ）を得ることであり、これに伴い機構設計面での研究、部品の精度向上、組立工程における品質管理体制の確立などに検討が加えられた。

1. 緒 言

テレビジョン放送の普及に伴い、UHF 帯におけるテレビ放送が実用化されてきたが、その選局機構には、当初より VHF チューナとは別個に設けられた連続可変同調式 UHF チューナが使用されており、VHF チューナに比べるとチャンネルの選局がむずかしくなっていた。また、この選局性を容易にする一つの手段として、自動周波数制御回路（AFC 回路）を付加したものもあるが、根本的には VHF チューナと同様クリックストップ式に選局できる UHF チューナが望まれていた。

ヨーロッパにおいては、古くから UHF テレビ放送が普及していたこともあって、選局が容易なプッシュボタン方式が早くから実用化されていた。また、最近アメリカにおいては、連邦通信委員会（FCC）の勧告により、UHF 放送の選局操作性を改善することが義務づけられている。一方、国内においても UHF 放送の普及に伴ってこの面での改良が強く要求されるようになった。

UHF チャンネルの選局操作性の改善策としては、VHF、UHF 全チャンネルの中から希望するチャンネルを同一操作で選局できることが好ましいが、技術的に困難な問題が多く、急速な要求に対処することが困難であったので、VHF チャンネルには従来のロータリ式チューナをそのまま使用し、UHF チャンネル用として、今回新たに、VHF と同様のクリックストップ式 UHF チューナを開発した。

2. 選局方式の展望

UHF テレビ放送用としては、国内の場合 470～770 MHz の間に 50 チャンネル、アメリカの場合には 470～890 MHz の間に 70 チャンネルが割り当てられており、VHF チャンネルに比べチャンネル数が多いため、VHF チューナと同じように全チャンネルを独立してプリセットできる構造にすると操作性が悪く、大形化し、価格もかなり高くなるので、これらを総合的に考察して方式を決定する必要があった。

UHF チューナの選局方式の改善方法としては、連続同調式 UHF チューナのバリコン軸を機械的に位置決めする機械式と、可変容量ダイオードにより同調回路とボリウムを組み合わせた電子同調式とが考えられ、原理的には電子同調式がすぐれているが、まだ総合性能、価格の面で問題があるため、前者の機械式 UHF プリセットチューナの開発を優先して進めることとし、白黒、カラー、ブラウン管サイズ、チャンネル表示などを考慮し、表 1 に示す 3 種類のロー

* 日立製作所横浜工場

表 1 新 開 発 チューナ の 特 徴

	名 称	選局方式	特 徴	問 題 点	日立における 実 用 状 況
1	ディテント式	順次選択 クリック ストップ式	1. 各チャンネルでクリックストップ可能 2. チャンネル表示容易	1. チャンネル選択後ファインチューニングが必要 2. チャンネル順に選択する必要あり	国内 白黒テレビ用
2	25 分割式	順次選択 プリセット式	1. VHF チャンネルと同様な選局ができる 2. チャンネル表示が容易	1. チャンネル順に選択する必要あり 2. 1 分割で隣接する 2 チャンネルのどちらかしか受信できない	国内カラー テレビ用
3	8 分割式	ランダム選択 プリセット式	どの分割位置でも希望のチャンネルを受信できる	1. チャンネル設定に手間がかかる 2. チャンネル表示がしにくい	輸出向けカラー テレビ用

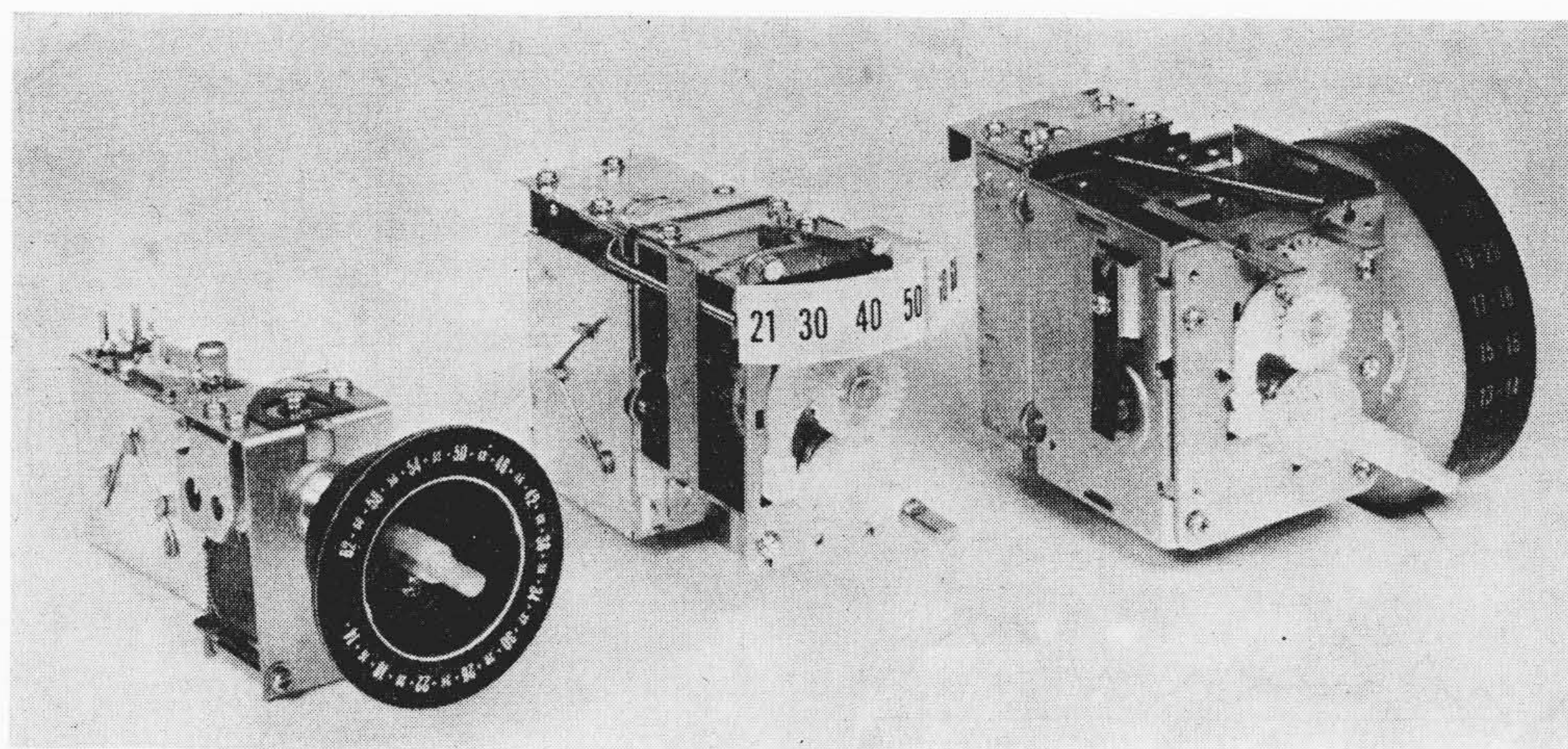
タリ方式 UHF チューナを開発した。

機械式 UHF チューナのプリセット化において最も問題となる点は、同調周波数の再現性である。国内用の場合、バリコン軸の回転角度約 160 度の範囲内で 50 チャンネル（周波数帯域 300 MHz）を受信できるようにしているため、バリコン軸の機械的な変位量が周波数変化に与える影響がきわめて大きい。一方、最適の受信状態を維持するためには、ある分割位置で規定の周波数に同調し、その後、チャンネル軸を回転させて再びもとの分割位置にもどした場合の周波数の再現性（以後、リセッタビリティと呼ぶ）は 100 kHz 程度が必要となり、カラーテレビの場合にはさらに微細な設定が必要となる。これはバリコン軸の回転角度に換算して 0.05 度となり、このような高い精度を実現させることが UHF チューナのプリセット化における要点となっている。

なお、機械式 UHF チューナのプリセット化の方式としては、ほかにプッシュボタン方式も考えられるが、リセッタビリティの点で困難な点が多く、また小形化、VHF チューナとの共通性なども考慮し、今回の開発はすべてロータリ方式に統一することにした。

実際の使用目的からみれば、どの分割位置でも希望する UHF チャンネルを選択して受信できる 8 分割式 UHF チューナが有利であるが、チャンネルの表示方法、価格などの面ではほかの方式にも有利な点があるので、目的に合わせてそれぞれの方式のチューナを使用するよう配慮した。

なお今回の開発においては、UHF チューナの選局機構のみに手を加えているので、VHF チャンネルから UHF チャンネルに切り換



左: ディテント式

中: 8分割式

右: 25分割式

図1 新開発チューナ

える場合には、従来と同様 VHF チューナのつまみを UHF の位置に切り換えた後 UHF チャンネルを選局することになる。

3. 新選局機構の開発

今回開発した3種類のチューナの新選局機構には、それぞれ異なった機構が使用されているが、チューナ回路本体はすべてバリコンを使用した同調機構である。したがって、感度向上および雑音指数特性の改善の目的で開発された高周波増幅付チューナ、チャンネル周波数の異なる輸出向けチューナについても多少の変更を加えることにより、それぞれの選局機構とチューナ回路本体を組み合わせ使用することができる。回路部分についてはすでに発表されている⁽¹⁾ので、ここでは選局機構についてのみそれぞれの方式に分けて報告する。図1は新開発 UHF チューナの外觀である。

3.1 ディテント式チューナ

本チューナは UHF 帯の全チャンネルでクリックストップする構造を持つもので、放送が連続して置局されている場合には、その選局操作がきわめて容易に行なわれるが、受信周波数を各チャンネルごとに独立してプリセットすることができないため、チャンネル選択ごとに微調整を行なわなければならない。しかし、比較的構造が簡単で安価にできるので本方式が最初に開発され、同調周波数精度が比較的問題にならない白黒テレビ用として使用されている。

本チューナの原理は、バリコンの回転を UHF 帯全チャンネルでクリックストップさせるチャンネル切換機構と、各チャンネルで微調整を行なう微調整機構とにより構成され、その原理は図2、3に示すとおりである。

チャンネル切換機構は、切換カムを固定したチャンネル軸に、摩擦力により固定された小歯車を設け、これをバリコン軸に直結した大歯車にかみ合わせたもので、チャンネル軸の回転により、切換カムと小歯車は一体となって回転し、大歯車を節度的に回転させることができる。この場合バリコン軸の全チャンネルを受信する回転角度(約160度)を直接50等分したのでは、1節度の回転角度は約3.2度となり、操作性が悪くなるので、大小の歯車比を4.5:1とし、チャンネル軸1節度の分割角度を14.5度とし、チャンネル軸が約2回転で全チャンネルを受信するよう設計されている。

ここで、チャンネルを選択する場合、バリコン軸の回転角度はチャンネル軸の切換節度に対応して機械的に等分割されるが、この状態で各チャンネルを規定の同調周波数に合わせるためには、分割精度がきわめて高い再現性を持ち、かつバリコンの回転角度に対して同調周波数は直線的に変化することが必要である。しかし、分割精

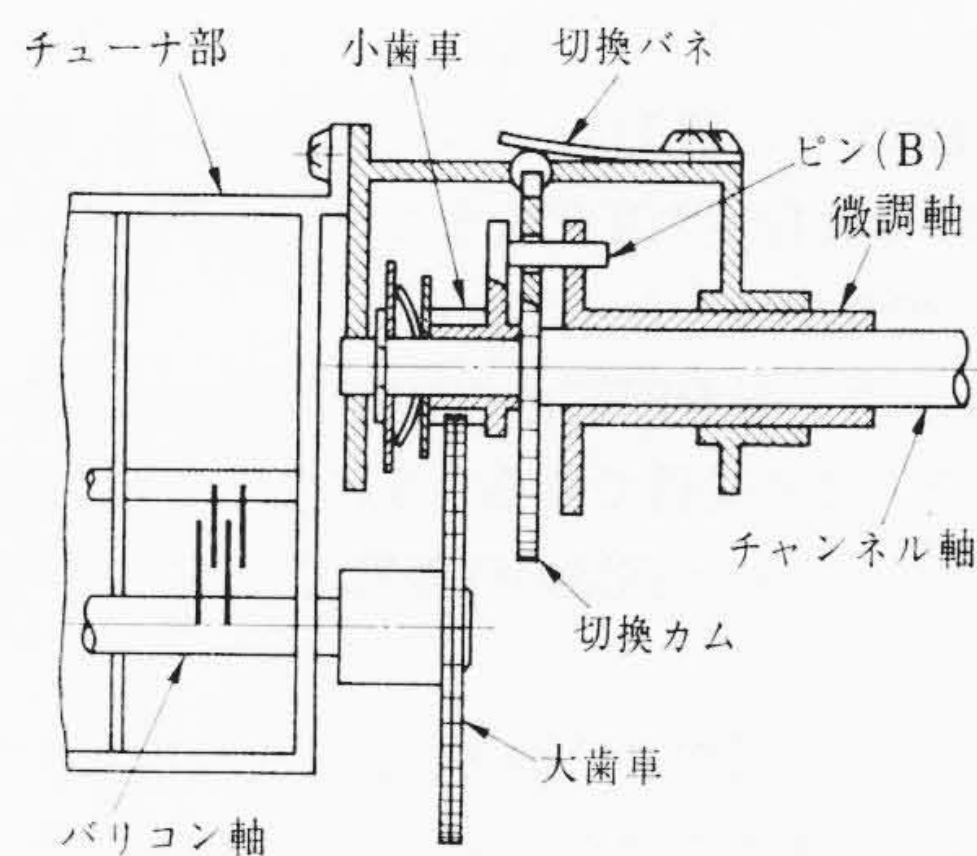


図2 ディテント機構の原理

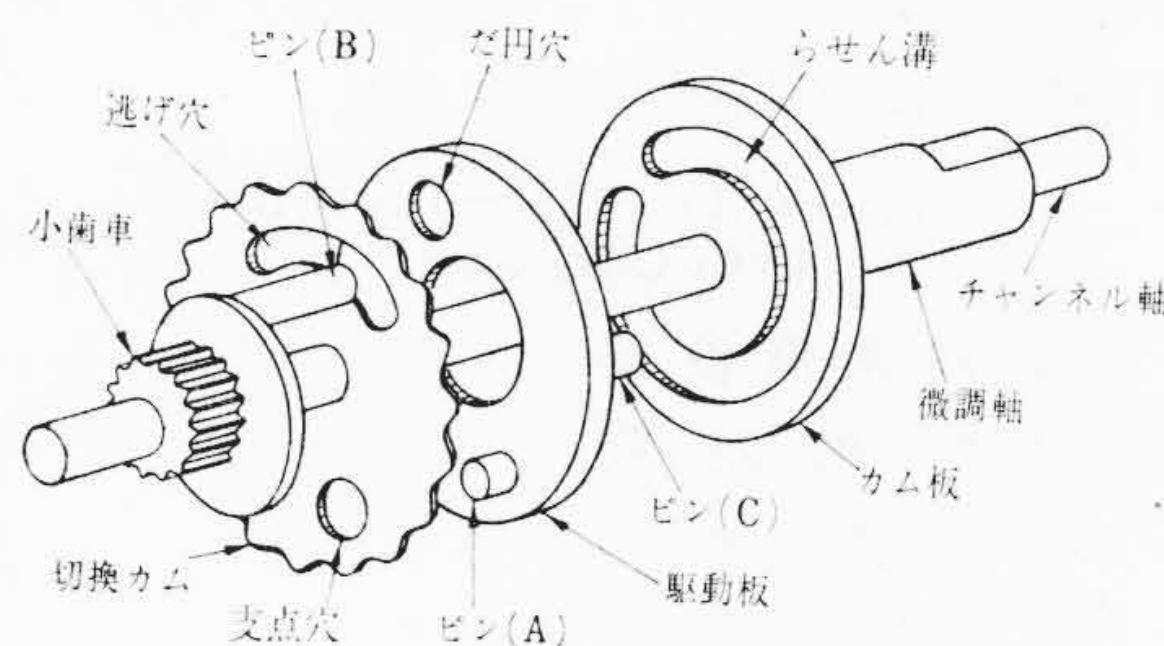


図3 微調整機構

度、直線性、ともに部品の精度、組立誤差などを考えると、要求される同調周波数精度に入れることは技術的に困難である。したがって、正確な同調をとるために微調整が必要となる。

微調整機構は図2に示すように、微調軸により、チャンネル軸に摩擦固定された小歯車を介して、チャンネル軸を回転させることなくバリコン軸を駆動する構造となっている。このとき小歯車とチャンネル軸の摩擦トルクの関係はチャンネル軸の切換トルクよりも小さく、かつバリコン軸を回転するトルクよりも大きいことが条件となる。また、微調整操作を容易にするためには、微調軸の回転を1/30~1/50に減速してバリコン軸を駆動させる必要がある。この減速機構は図3に示すように、微調軸で駆動されるカム板に螺旋溝(らせんみぞ)を設け、螺旋溝の揚程とこれに嵌合(かんごう)する駆動板のピン(C)とにより、駆動板を切換カムの支点穴にそう入させたピン(A)を支点として微小角度揺動させるようにしたもので、この動きを小歯車と一体のピン(B)に伝え、微調軸の回転に対し減速された回転を大歯車に与える構造である。支点の位置およびカム板

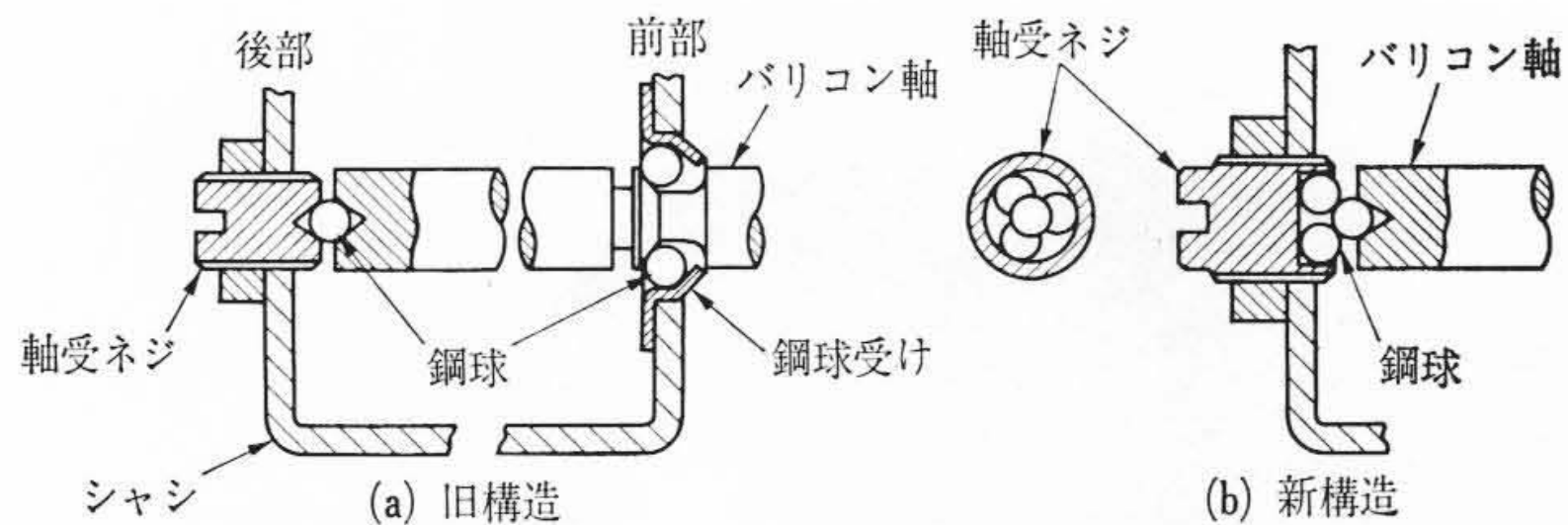


図4 バリコン軸保持構造

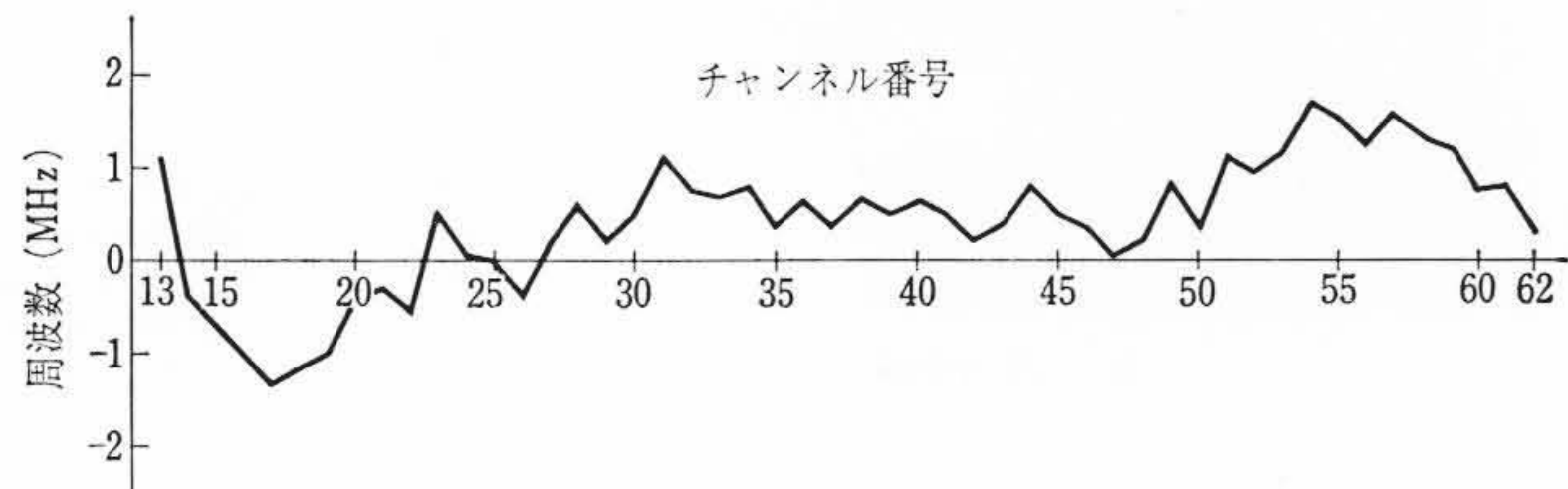


図5 デイテントチューナ受信精度

の螺旋溝の揚程により、約1/40の減速比が得られ、微調軸の回転角90度に対し4.5 MHz程度の変化をもたせるようにしたため、微調整操作がきわめてやりやすくなっている。

ここで、チャンネル軸を回転させた場合、できるだけ正規同調周波数に一致し、そのまま受信できるようになることが望ましいので、機械的分割角度とチューナ回路の同調周波数が対応一致することが要求される。

分割精度は、節度機構および軸受の嵌合を高精度にすることでは目標とする条件を満足させる結果が得られたが、チューナ回路部の同調周波数変化を対応一致させることが非常に困難となった。

チューナ同調周波数は、(1)式に示すように、共振器の共振線長、終端容量などのばらつきによっても影響されるが、ほとんどはバリコン容量によって決定される。

$$f = \frac{(C_v + C_1) + \sqrt{(C_v + C_1)^2 + 4C_v C_1 \tan \beta l}}{4\pi C_v C_1 R_c \tan \beta l} \quad \dots\dots (1)$$

ここに、 f : 同調周波数

β : 位相定数

l : 共振線長

R_c : 共振器の特性インピーダンス

C_v : バリコン容量

したがってチャンネル軸の分割位置と同調周波数とが対応一致するためには、バリコン軸の回転角度と同調周波数が直線的に変化するように、バリコン容量を設定しなければならない。そのため、バリコンのロータ、ステータ形状をさらに高精度に設計し、対向ギャップを高精度化するための組立治具に工夫を凝らすとともに調整点を増した。さらに長期の使用においてもその精度を確保するため、バリコン軸の保持方法を従来の構造(図4(a))から、4個の鋼球をピラミッド形に積み上げる新しい構造(図4(b))に変更した。その結果、従来の連続同調式では規準周波数に対して±6 MHz程度であったが、本チューナでは図5に示すように±2 MHz程度となり、微調整により容易に正規同調周波数に調整でき、良好な受信精度が得られた。

白黒テレビに実装した受信テストでは、数チャンネルが連続して置局されている場合にはほとんど微調整操作をすることなく受信できる良い結果を取めている。

デイテント方式のチャンネル表示は、全チャンネルでクリックストップするためすべてのチャンネル番号を分割位置と対応させて表示できる。本チューナではチャンネル軸2回転で全チャンネルを受

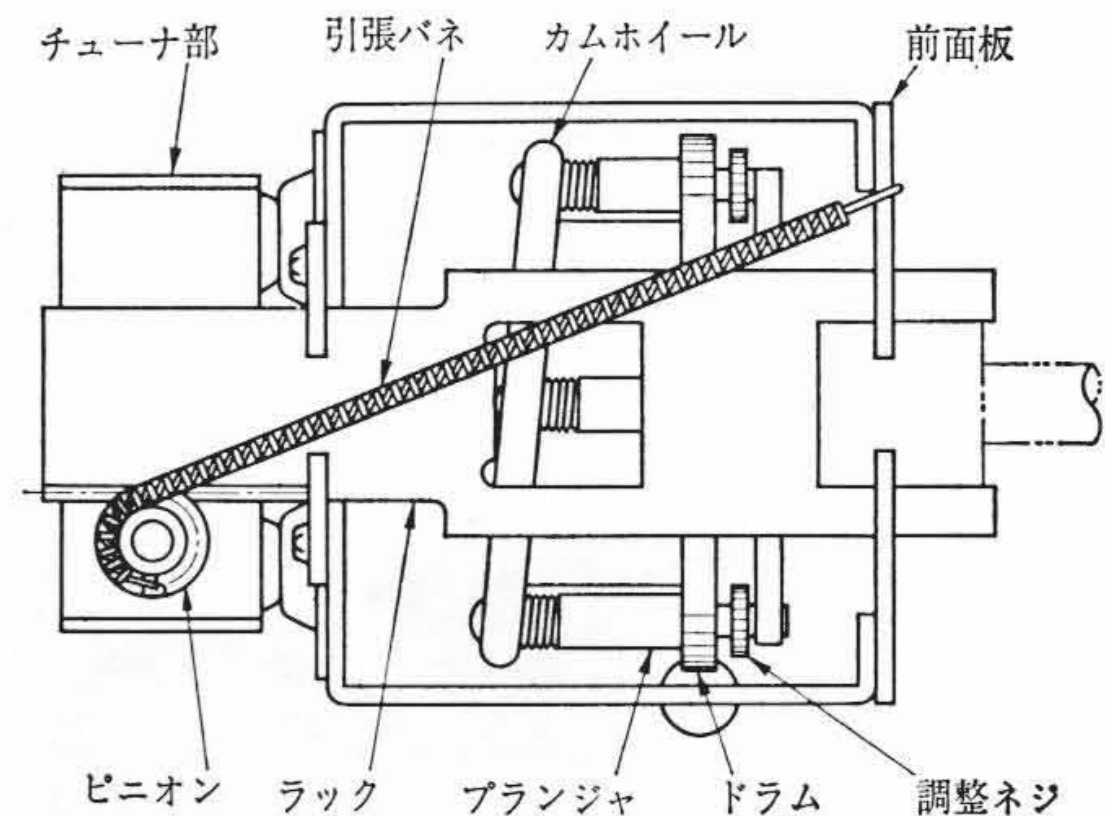


図6 25分割プリセット機構の原理

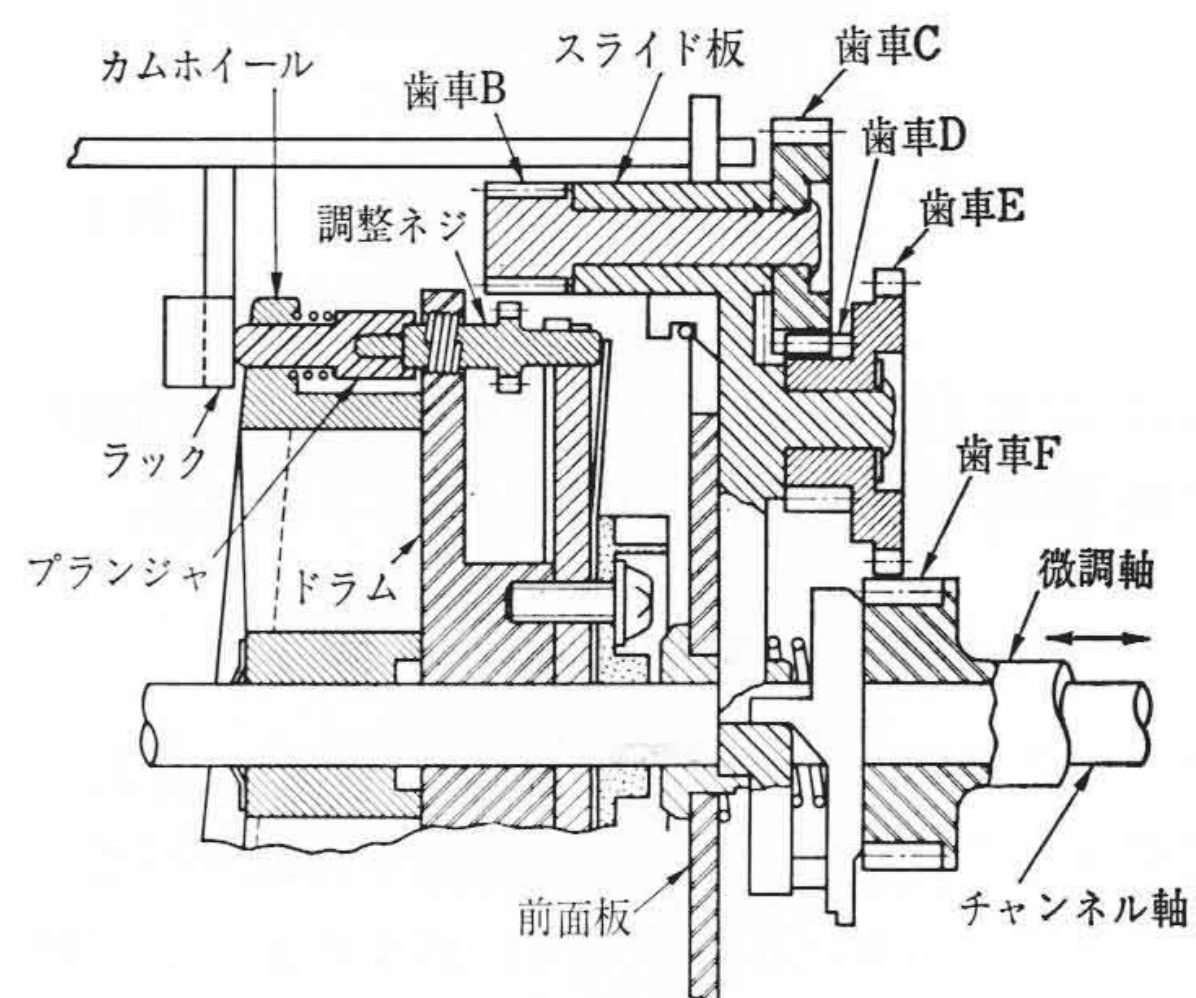


図7 微調整機構

信できる構造としたためチャンネル軸上で直接表示することができないので、微調軸の外側の同軸上にダイヤル軸を設け、これにチャンネル軸の回転を歯車で減速して伝達し、ダイヤル軸に固定したチャンネル番号表示の円板が約320度の回転範囲で全チャンネルを表示できる構造とした。

3.2 25分割式プリセットチューナ

本チューナは、デイテント式チューナでは各チャンネルを独立にプリセットすることができないという欠点を改善したチューナで、VHFチューナと同様にUHFチャンネルを順次選局できる構造を持っている。ただしこの場合、全チャンネルをそれぞれ独立してプリセットするためには、UHFチャンネルと同数の分割が必要となり、大形化するため、隣接チャンネルには置局がない点を利用し、1分割で隣接する2チャンネルの選局ができる構造とし、実際に使用する際に希望するどちらかのチャンネルに調整することにより、25分割のクリックストップ構造で全チャンネルの受信ができる。

バリコンによる連続同調式チューナを各チャンネル独立してプリセットするためには、バリコンの回転角度を任意の位置にセットし、これを記憶させておくことが必要である。本チューナの原理は図6に示すように、バリコン軸に固定したピニオンをラックの直線運動によって回転させ、このラックの位置をドラムに設けた25本のプランジャの位置で所定の同調周波数にセットする構造としたもので、各プランジャの長さは段階的に変化し、バリコン軸の全回転角度に相当するラックの移動量が得られる。ラックはピニオンと前面板との間に架設された引張バネにより常にプランジャに追従するように押しつけられている(実用新案申請中)。またおのおののプランジャの位置は、それぞれに設けた調整ネジを回転させることにより、微細な前進、後退運動ができる構造を持っており、ドラムにはその外周にカム山を併設して、チャンネル軸の回転を節度化している。微調整の操作方法は、図7に示すようにチャンネル軸に同軸上に設

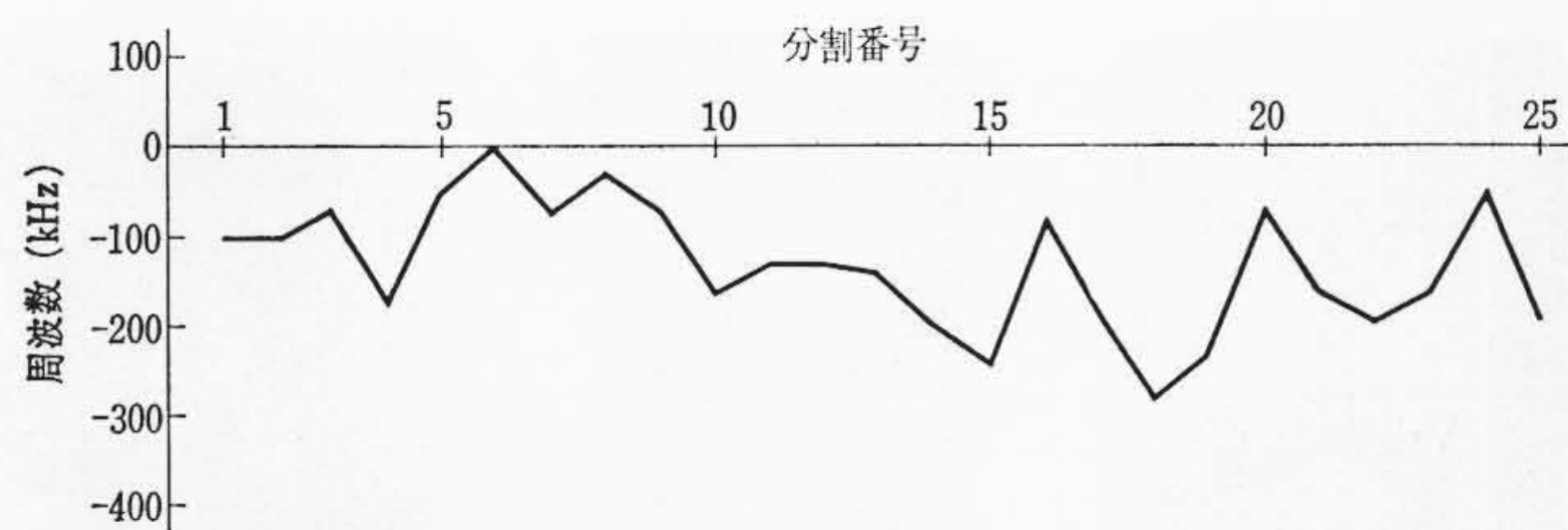


図8 25分割チューナのリセッタビリティ

けた微調軸を押圧回転することにより、スライド板が摺動(しゅうどう)し、スライド板に取り付けられた駆動歯車(F)～(B)を介して調整ネジを回転させる構造で、微調整以後は調整ネジはそのままの状態保持される。

UHF チューナをプリセット化する場合の要点は、選局を繰り返した場合のリセッタビリティで、VHF チューナに匹敵するこの性能を得ることである。これは技術的にかなりむづかしく、UHF プリセットチューナの実用化が遅れた原因の一つになっている。

前述のプリセット構造の場合、ラックが一度セットされた位置に復帰する再現精度が直接同調周波数のリセッタビリティに影響する。

全チャンネルを受信するためのラックの移動量 L は、

$$L = \pi D \frac{\theta}{360} = 1.37 D \text{ (mm)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 D : ピニオンのピッチ円径

θ : バリコン軸回転角度=156.6度

となり、この間で13～62チャンネルの周波数300 MHz (470～770 MHz) を可変する必要がある。

したがって同調周波数の所要リセッタビリティを100 kHz とすれば、100 kHz あたりのラックの移動量 Δl は

$$\Delta l = 0.00045 D \text{ (mm)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

となる。このように、 D を大きくとれば、リセッタビリティは有利になるが、 L が大きくなり、構造上問題を生ずる。

今回の設計では外形寸法との関係から $D=12 \text{ mm}$ と設定した。したがって(3)式より、100 kHz のリセッタビリティを実現するラックの復帰精度は、 $\Delta l/100 \text{ kHz}=0.0055 \text{ mm}$ となる。

このような高精度の復帰特性を得るため、バリコン軸のトルク、ラックとピニオンの噛み合い状態、ラックの摺動ギャップ、軸受の嵌合、わく体の剛性などに改良を加えた。特にバリコン軸のトルク軽減、回転寿命後における軸受部の摩耗の問題対策としては、ディテント式 UHF チューナで説明した4ボール式軸受をバリコン軸の両端に使用している。これらの改善を行なった結果、最終的には図8に示すような良好なリセッタビリティ特性を得ることができた。

この特性は VHF チューナの実力 (30 kHz) に比べるとまだ劣るが、AFC 回路の併用によって、カラーテレビ用としてもじゅうぶん使用できる性能とすることができた。

チャンネル表示機構は、チャンネル軸の回転を歯車により外部に取り出し、これにチャンネル番号を表示した円筒ドラムをかみ合わせ、選択チャンネルに相当するチャンネル番号を順次チューナ前面に表示する方式である。本チューナは、国内チャンネルの場合2チャンネルを1ブロックとして25分割としたため、表示も1分割で二つのチャンネル番号が表示されるようにデザインされている。

3.3 8分割式プリセットチューナ

これまでに述べた2方式の UHF チューナにより、UHF チャンネルの選局性改善の目的は達成しているが、いずれも順次選択式である。実際の UHF テレビ放送ではかなり離れたチャンネル位置で数局の放送が行なわれている場合も多く、このような置局の場合に

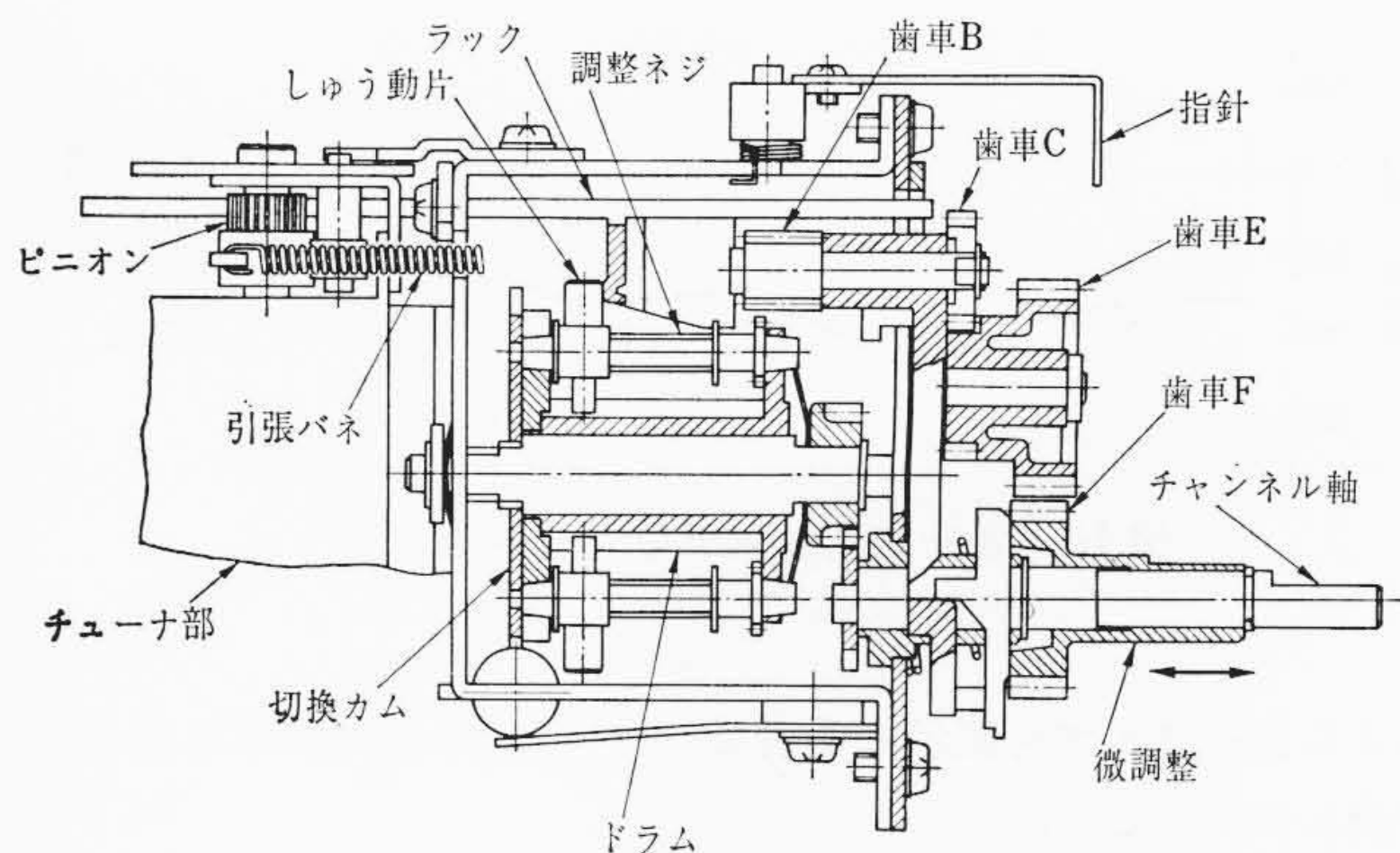


図9 8分割プリセット機構の原理

は、順次選択式では、選局のたびにかなりチャンネル軸を回転させなければならない。そのためどの分割位置でも希望の UHF チャンネルがプリセットできる新たな機構が要求される。

この場合、分割数を幾つにするかが問題となる。国内の UHF テレビ放送は、すでに最高一地区で7局の放送がなされているが、世界的にみても8局の受信ができればじゅうぶんであると考えられるので、小形でどの分割位置でも任意の UHF チャンネルが選局できる8分割 UHF チューナを開発した。

本チューナの原理は図9に示すように、基本的には25分割式チューナと同様、ラックの直線運動をピニオンを介しバリコン軸の回転運動に変換し、ラックの位置を設定する方法として、回転ドラムに8本の調整ネジを設け、これに摺動片をかみ合わせ、調整ネジの回転により摺動片の位置を変える構造となっている。摺動片は一端がドラム軸に平行に設けられた溝にはめ合わされ、他端にはラックの突出部が引張バネによって常に押しつけられて追従している。したがって、調整ネジの回転により摺動片はドラム軸方向に移動し、これによってラックの位置を任意の位置に移動させることができ、同調周波数にプリセットできる。この場合、各摺動片の移動量はチューナ全チャンネルを受信することが必要である。

8分割チューナの場合でも、最大の問題点はラックの移動量とリセッタビリティの関係で、25分割チューナの場合に経験したようにラックのもどり精度がリセッタビリティに直接影響する。この面ではラックの移動量を大きくすることが望ましいが、外形が大きくなったり、隣接する摺動片の段差が大きくなり、チャンネル切換時の抵抗が増して、操作がやりにくくなるなどの問題がある。このようなことから、ラックの移動量は極力小さくすることが必要となる。

100 kHz あたりのラック移動量は(3)式と同様、 $\Delta l=0.00045 D$ (mm) となる。前述の諸条件から $D=7 \text{ mm}$ として設計した結果、 $\Delta l/100 \text{ kHz}=0.0025 \text{ mm}$ となり、25分割チューナの場合の約2倍の精度が必要となった。この精度を確保するため、25分割チューナの場合に適用した種々の改良に加え、操作時の外力が直接ドラムに伝達されないようにチャンネル軸を別軸にするとともに、調整ネジの両端を支持する方法に独自の新しい方式(特許申請中)を採用した。この結果図10のように、25分割チューナに匹敵するリセッタビリティの特性を得ることができた。本チューナにも AFC 回路を併用し、カラーテレビ用としてじゅうぶん使用できる性能を与えている。

本チューナを使用する場合の難点は、チャンネル表示機構である。先に述べた二つの方法はともに順次選局の方法をとっているため、チャンネル表示も分割位置と受信チャンネルとを対応させて表示できたが、本チューナでは各分割位置で UHF 全チャンネルを受信できるように設計されているため、分割位置と受信チャンネル番号を一義的に対応させることができない。そのため本チューナでは指針

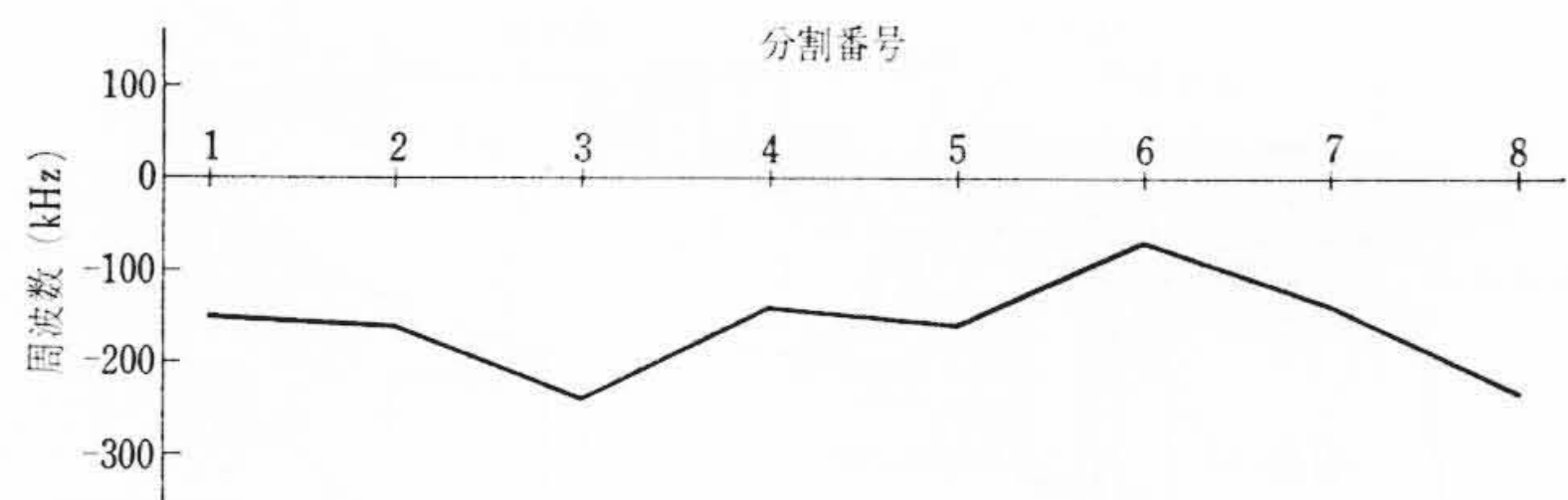


図10 8分割チューナのリセッタビリティ

による横行ダイヤル表示と受信機パネルに1~8の番号を表示する方法とを併用した。

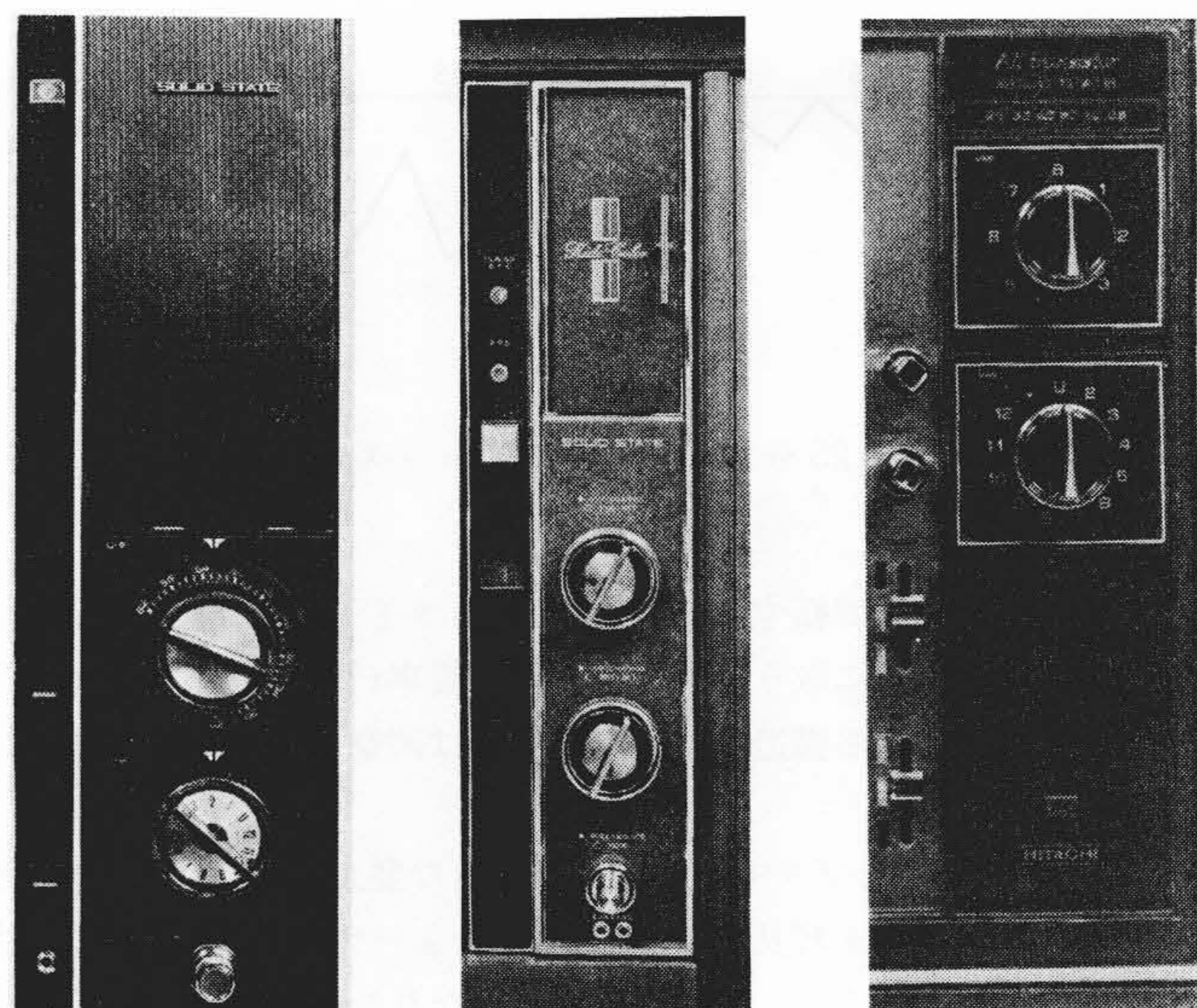
指針表示は摺動片の移動に追従するスライドラックの移動をレバー機構により外部に取り出し、これに目盛板を対応させて受信チャンネルを表示している。しかし、これだけでは連続可変方式の表示と同じとなりきわめて大まかな表示しかできないため、さらに受信機パネルに1~8の番号をつけ、これをつまみで指示する方法とし、実際の選局はこの番号と受信チャンネルとを対応させる方法とした。

なお、このほかに受信チャンネル番号を直接表示する方法として、別に用意したチャンネル番号ワッペンのような指示片をテレビ受信機に同梱(どうこん)しておき、販売店または購入顧客が使用する地域のチャンネルに合わせてはり付けられるようにしておく方法もあるが、多少繁雑になるきらいがあるため、今回のモデルでは採用しなかった。

これまでに述べた新開発 UHF チューナは、それぞれの目的に合わせて実用化されている。図11はその代表例である。

4. 結 言

UHF チャンネルの選局操作性を改善するため、ここに3種類の新形 UHF チューナの開発を完了し、UHF テレビ放送の普及に対処



ディテント式チューナ使用
国内白黒テレビ受信機
上：UHFチューナ
下：VHFチューナ

25 分割式チューナ使用
国内カラーテレビ受信機
上：VHFチューナ
下：UHFチューナ

8 分割チューナ使用
輸出 カラーテレビ受信機
上：UHFチューナ
下：VHFチューナ

図11 新開発チューナ使用例

できる体制を確立した。特に UHF チューナのプリセット化における要点となったリセッタビリティについては、新機構の開発によりほぼ所期の目的を達成することができた。

今回は UHF チューナについてのみ改良が加えられたが、今後は VHF チャンネルから UHF チャンネルまでの任意のチャンネルを同等の操作で選局できる新しいチューナの開発を進めていきたい。

参 考 文 献

- (1) 横山, 石上: 日立評論 51, 1054 (昭44-11)
- (2) 沼口: 放送技術 (昭43-10)



特 許 の 紹 介



特許 第562887号 (特公昭44-15016号)

赤 津 光 治

同 期 分 離 回 路

この発明はパルス性雑音によって画像の同期が乱れるのを防止するようにした、テレビジョン受信機の同期分離回路に関するものである。

従来、同期分離トランジスタに連続したパルス性雑音が供給されると、このトランジスタの入力端子に接続されているコンデンサの充電量が徐々に増加し、ついにこのトランジスタをしゃ断させるため、これに続く数サイクルの間、同期分離トランジスタの出力に同期信号が取り出されず、画像の同期が乱れる欠点があった。

この発明は上記の欠点を解決するためになされたものであり、図1はこの発明の一実施例を示す回路図である。映像増幅用トランジスタ1に複合同期信号2が供給されると、この信号2はダイオード3コンデンサ4を通して同期分離トランジスタ5のベースに供給され、出力端子6に同期信号が取り出される。さらに信号2はコンデンサ7、ダイオード8を通して雑音検出トランジスタ9のベースに供給されるが、トランジスタ9はこの信号2によってしゃ断されず、導通状態に保たれている。トランジスタ1にパルス性雑音10が供給されると、トランジスタ9はこの雑音10によってしゃ断され、トランジスタ9のコレクタ電圧は上がる。この電圧はコンデンサ4を通してトランジスタ5のベースに供給されるため、トランジスタ5はしゃ断され、雑音10は出力端子6に現われない。また、雑音10によってダイオード8が導通し、コンデンサ7に電荷が充電される

が、雑音10によりトランジスタ9は直ちにしゃ断され、ダイオード8を通してあまり電流が流れず、コンデンサ7は過充電されことなく次の雑音に対して正常に動作するため、トランジスタ5、9は雑音10の期間だけしゃ断される。したがって、連続したパルス性雑音により出力端子6に同期信号が取り出されなくなることはない。

(及川)

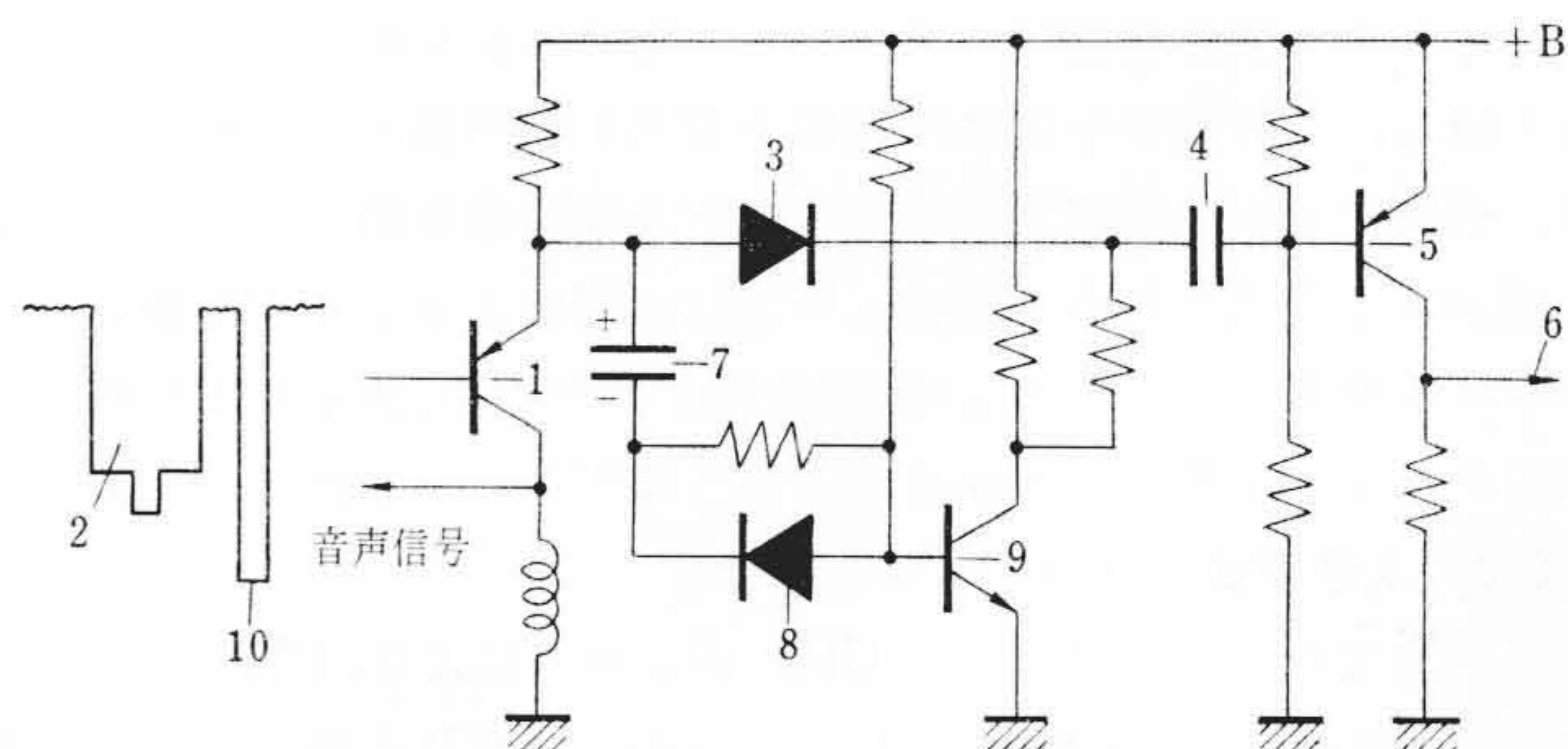


図 1