

AMチューナIC “MB3206”

AM TUNER IC “MB3206”

佐々木 三 利⁽¹⁾ 高 山 一 男⁽²⁾ 福 山 重 樹⁽³⁾
Mitoshi Sasaki Kazuo Takayama Shigeki Fukuyama

要 旨

車載用電子同調ラジオが1970年代後半より実用化され、その後も幾多の改良が加えられたが今だに特性面、価格面に対して十分なものでない。一方チューナの特性は、使用するICによって決定されるが、IC設計技術の進歩により“ASIC”と呼ばれるICが短期間に開発出来るようになってきた。

当社は、1982年にAM電子同調チューナ用IC“MB3205”を開発し、当社チューナに搭載してきたが1984年からのAMステレオの出現、価格に対する要求等により新たに“MB3206”を開発した。

本ICでは、IF帯域連続可変、広帯域AGC回路の内蔵等により、当社の要求性能を満足し、かつ周辺回路込みの価格を従来より下げることが出来た。本稿では、“MB3206”の開発のねらい、特徴等について述べる。

Since Automotive electronic tuning radio was put into practical use in late '70's various improvements have been introduced. However they are still insufficient, regarding electrical characteristics and price.

We developed the IC “MB3205” which is for AM electronic tuning radio in 1982 and the IC has been adopted to our automotive radios. However, because of AM stereo's introduction in 1984 in U.S.A. and also requirement for lower price, “MB3206” has been newly developed.

The new IC adopts continuous change of IF band width and wide range AGC circuits. The expected performance is satisfied and also the cost including periferal parts becomes lower than the current one.

In this paper, the design principle and the features of “MB3206” is stated.

(1), (2) 第一開発部

(3) 第二オーディオ本部技術部

1. ま え が き

ラジオ放送は、1920年代より始まり幾多の技術的進歩があったが、受信機においても、過去多くの技術者の手によって改良が加えられ進歩してきた。

1970年代後半には、チューナ技術とマイコン技術の進歩により、電子同調ラジオが実用化されるようになった。また、1984年からは、AMステレオ放送用受信機が、高集積度のIC技術によるデコーダICが実現した事により、実用化されるようになった。

一方、部品面では、真空管から始まり、ディスクリット・トランジスタ、ICへと進んでいった。現在では、殆んどどのチューナがIC化されており、ICの性能がチューナの特性を決定するようになっている。しかし、チューナ特性は、まだ満足すべきものでなく、特に車載用電子同調ラジオは、移動しながら受信する必要性から、特有の問題を数多くかかえており、これを克服するICは、まだ完成されていない。

当社は、1954年以来車載用チューナの開発設計、製造を行っているが、今日のIC化時代に対応し、長年の車載用チューナに対するノウハウを生かしたチューナ用ICの開発を行っている。1982年には、電子同調AMチューナIC “MB3205”を開発し製品に搭載してきた。しかし、その後のAMステレオの出現、コストダウンの要望等により、新たに “MB3206”の開発を行った。以下このICのねらい、特徴等について述べる。

2. AM用ICの現状

当社では、“MB3205”を先に開発したが、当時は、ICメーカーに電子同調に適した市販品がなかった事もあり、開発を自社で行い、ほぼ満足出

来るものを製品化した。しかし、その後時代の変化とともに、機能、性能面での進歩がせまられるようになった。その中で特に大きな変化は、1984年からの北米や豪州におけるAMステレオの実用化と、電子同調チューナの一般化による性能向上に対する要求である。チューナ部もこれに対応する種々回路が必要となり、これらは全てICの外付回路の追加という形で対応してきた。このため現在では、ラジオの中でAMチューナ部の占めるコストが高くなってきた。

一方、他社市販のICは、種々発売されてきたが、前述のような要求に対応出来るものがないのが現状である。一般的に汎用ICでは、個々のニーズ（各社の独自性）に対応出来ない場合が多い事は、良く知られている。これは図-1のように、汎用ICは、各社要求の最大公約数的な設計がなされるからであり、これは、独自性と本来相反するからである。

また一方、時代の流れも画一的大量生産から多品種少量生産へと変わり、製品の個性化が求められるようになった。ICも最近では、ASIC（Application Specific IC）と呼ばれるもののようになり、独自性が発揮されるものが増えつつある。

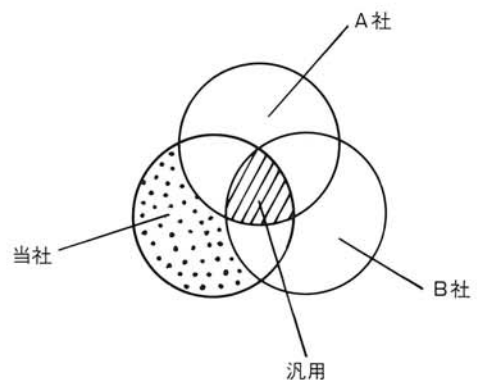


図-1 市場要求における汎用IC

Fig. 1 Universal use IC met market needs.

3. 開発内容

3.1 ねらい

前述のような情勢から、AMステレオ対応、性能向上に対応しながら、ローコストでチューナ部を実現するICの開発を行う事となった。つまり、従来種々付加されていた外付回路をIC内部に取り込み、省スペース、低コスト化を図る事が本IC“MB3206”の大きなねらいとなっている。

しかし、このようなIC内部回路（機能）増加による端子数の増加を招かないよう設計する事が重要となる。これは、端子が一つでも増加するとICパッケージとしては、一段階大きなものとなり、スペースの面で大きく不利になるからである。

3.2 ICの企画

以上のようなIC開発のねらいを具体化するため、今後の市場ニーズの動向や当社従来IC、汎用ICの現状を考慮し、性能、機能、コストの面での企画を行った。

表-1 性能面の企画

	従来IC	汎用IC	新規IC
小信号 S/N	△	○	○
妨害特性	○	△	○

従来IC：MB3205 汎用IC：一般市販品

新規IC：MB3206

まず性能面では、最も重要な性能である小信号時のS/Nと、妨害特性を改善する事が目標となる。この二つの性能は、本来相反する内容であるため可能なかぎり両立させる事とした。（表-1）

機能、コスト面では、先に触れたように、AMステレオ対応回路と、広帯域AGC回路が外付であったものをIC内部化して、低コスト化を図る事とした。（表-2）

また、これを実現する全体ブロックの構想を図-2に示す。以下この中で主要な内容（点線に示す部分）について述べる。

3.3 AMステレオ対応

AMステレオ対応で、最も大きな問題は、ステレオ再生を十分効果的にするためのチューナIF部の広帯域化である。これは、IF部がほぼ再生帯域を決定するからである。しかし、単純に広帯域にしたのでは、妨害や、雑音の面で逆に受信品位を損なう場合がある。そこで、受信状態に合せ帯域を選択出来るようにする事が必要となる。ここで、従来ICでの帯域選択回路（方法）と、その問題点について述べる。

回路は、従来のモノラル帯域（NARROW）と、ステレオ用広帯域（WIDE）のフィルタを用意し、それを切換信号により電子スイッチで選択していた。（図-3）

表-2 機能面の企画

項 目	性 能	機 能	コ ス ト	従来IC	汎用IC
広 帯 域 A G C	混信改善				○
I F 帯 域 切 換 (連 続 可 変)	弱入力 S/N 向上	AMステレオ の帯域切換	帯域切換用ミュ ート回路の削除		
AMステレオ用IF出力及び IFカウントサーチ方式対応		微細なサーチ 同調	AMステレオ用 Buffアンプ削除		
サーチストップ検知用出力		PLL用		○	○
OSC Buff 出力		PLL用		○	○
オーディオ出力ミュート	異音防止			○	

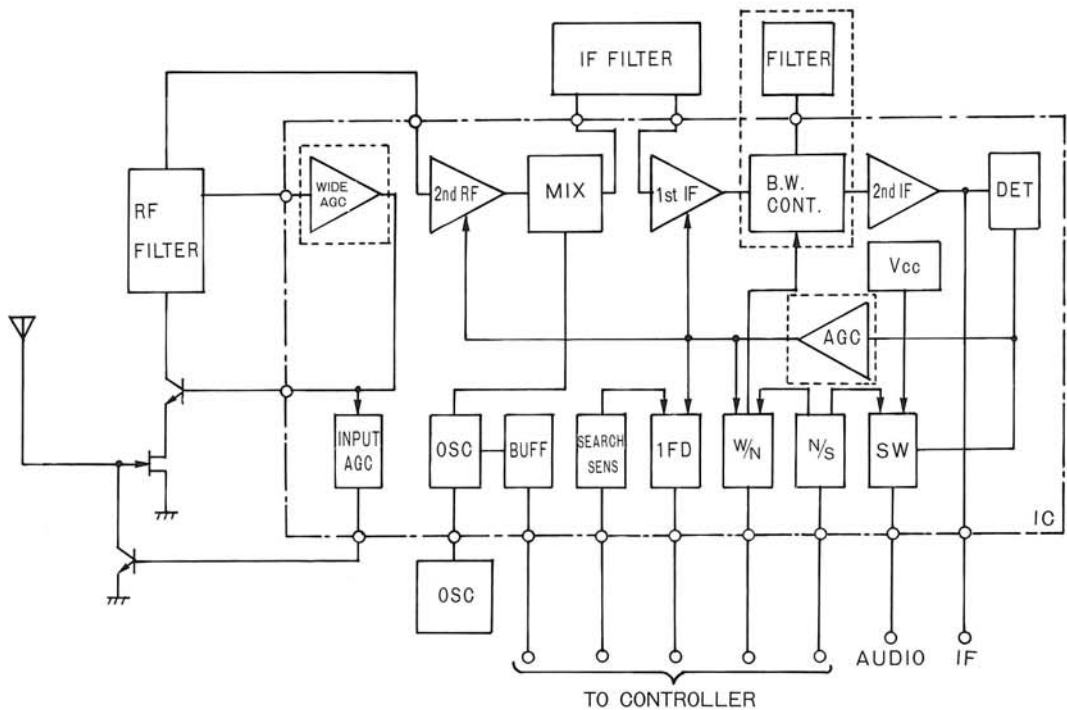


図-2 MB3206ブロックダイアグラム

Fig. 2 Block diagram-MB3206.

この場合電子スイッチの制御は、選択、非選択を行わなければならない、制御回路が複雑となる。また、二つのフィルタの遅延時間の差や、電子スイッチによる直流電圧変動により、パルス雑音（ポップ音）が発生するため、その瞬間だけ雑音を消すオーディオ段でのミュート回路が必要であった。（図-4）

このため、コスト、スペースの面で問題となっていた。

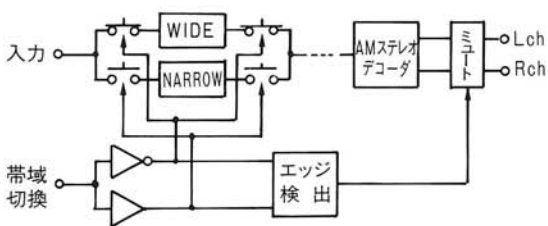


図-3 切換式帯域選択回路

Fig. 3 Switching circuit for selecting band width.

回路が複雑になるのは、二つのフィルタを別々に選択している事と、それによるパルス雑音が発生するためである。そこで、一つのフィルタで帯域を可変する方法とすれば、制御回路が簡単になり、雑音も発生しない事で、問題を同時に解決出

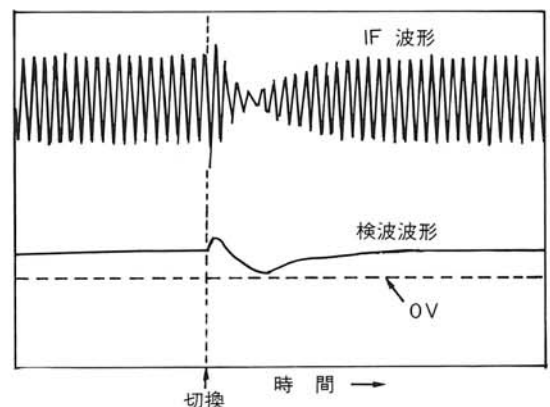


図-4 切換選択によるパルス雑音

Fig. 4 Pulse noise when switching.

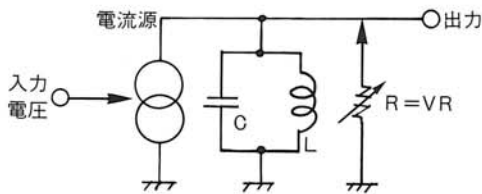


図-5 帯域可変回路 1

Fig. 5 Variable band width circuit No. 1.

来る。

帯域の可変方法は、基本的な帯域通過フィルタである LC 並列共振回路の帯域を可変する事により実現出来る。ここで、その帯域幅 (BW) は、

$$BW = \frac{f_0}{Q} \quad \begin{array}{l} f_0: \text{共振周波数} \\ Q: \text{選択度} \end{array}$$

また、選択度は、

$$Q = \frac{R}{\omega_0 L} = \omega_0 CR = R \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$$

ω_0 : 共振角周波数

この R は、共振回路に並列に表わされる回路の損失である。そこで、 R を可変する図-5の構成が考えられるが、これでは、可変素子 VR に比例して出力レベルが変化してしまう。(図-6)

そこで、可変素子 VR を信号源と直列に挿入することで出力レベル (E_o) は、

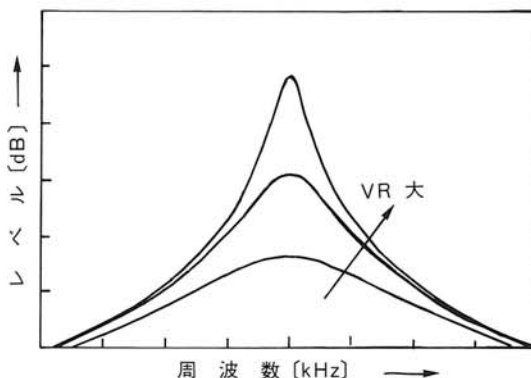


図-6 帯域特性 (回路 1)

Fig. 6 Characteristics of band width. (circuit No. 1)

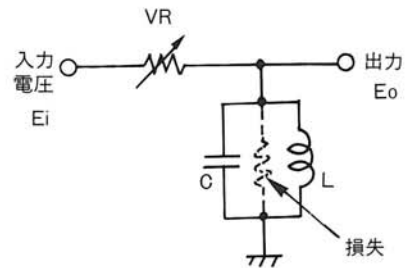


図-7 帯域可変回路 2

Fig. 7 Variable band width circuit No. 2.

$$E_o = E_i \cdot \frac{1}{1 + VR \left(sC - \frac{1}{sL} \right)}$$

となり、共振点では、 $sC = 1/sL$ であるから、 E_o は、 VR に関係なく一定となる。(図-7)

しかし、実際には、共振回路本来の損失があるため、それでも出力レベルは変化してしまう。

(図-8)

これを改善するよう図-9の構成を考えた。これは、 VR を大きくして、狭帯域にした時、損失抵抗により、出力レベルが下がるのを、極めて高い抵抗値 (理想的には無限大) を持つ電流源 (gm) を追加して、下がったレベルを補正するものである。

これを実際の回路である 図-10 で動作を説明

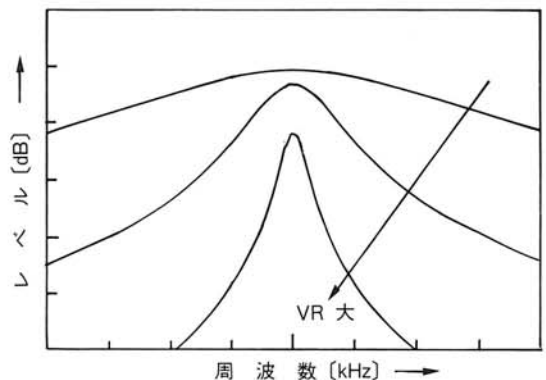


図-8 帯域特性 (回路 2)

Fig. 8 Characteristics of band width. (circuit No. 2)

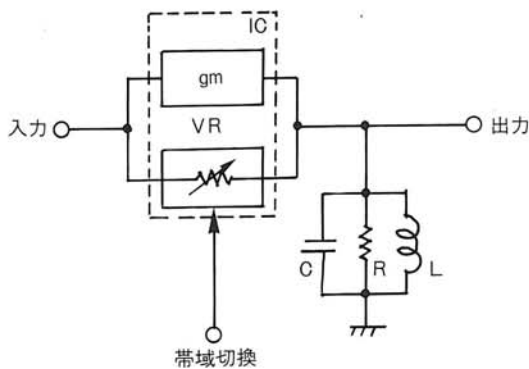


図-9 補正形帯域可変回路

Fig. 9 Supplementary variable band width circuit.

する。まずこの回路の伝達関数 $H(s)$ は

$$H(s) = \frac{gm_1 + gm_2 A}{\left(\frac{1}{R} + gm_2 A\right) + (sC - \frac{1}{sL})}$$

gm_1 : 補正用電流源

gm_2 : 可変抵抗用電流源

A : 可変利得アンプの増幅度

ここで問題となる共振点では、

$$Ho(s) = \frac{gm_1 + gm_2 A}{\frac{1}{R} + gm_2 A}$$

となり、損失 R を補正する gm_1 を $gm_1 = 1/R$ とすれば、 $Ho(s)$ は、 A を可変しても変化しない事が判る。(図-11)

また、 A の可変方法を図-12に示す。これは、 Q_1 、 Q_2 により $gm_2 = 1/\gamma$ (γ : エミッタ抵抗) を

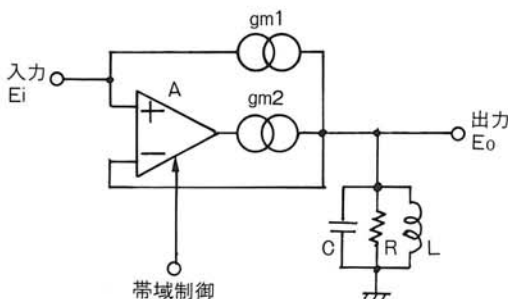


図-10 帯域可変の原理

Fig. 10 Principle of variable band width.

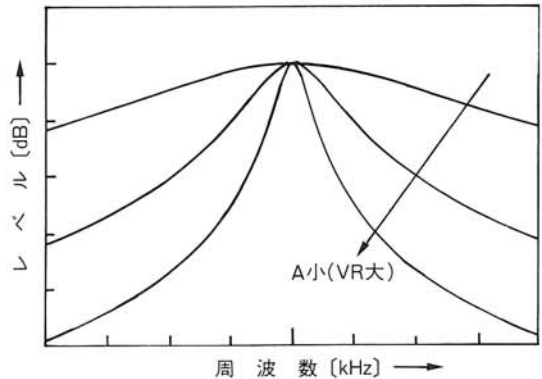


図-11 補正形での帯域特性

Fig. 11 Characteristics of supplementary circuit.

作り、それを Q_3 、 Q_4 の差動回路で出力電流の取り出し量を制御する事で、 A の可変としている。

このような構成により、帯域の選択回路は、IC化する事が出来た。この回路では、連続可変も可能であるから、受信レベルに連動して動作させれば、受信状態の良い強い入力レベルでは、広帯域に、受信状態の悪い弱い入力レベルでは、狭帯域に、自動的に制御されるため、帯域選択スイッチを省く事も可能となり、操作性の向上が期待出来る。

3. 4 広帯域AGC

車載用ラジオは、ホーム用ラジオと異なり、受信状態が特定出来ないため、様々な電波状態のもとでの良行な受信品位が求められる。特に強電界

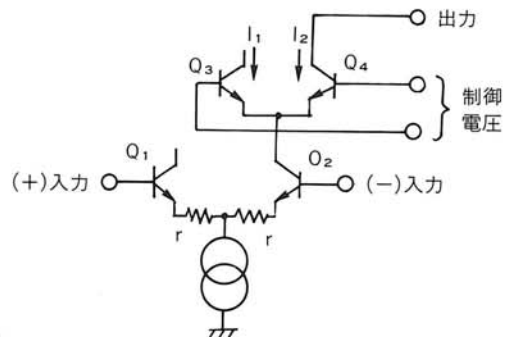


図-12 利得可変の原理

Fig. 12 Principle of variable gain.

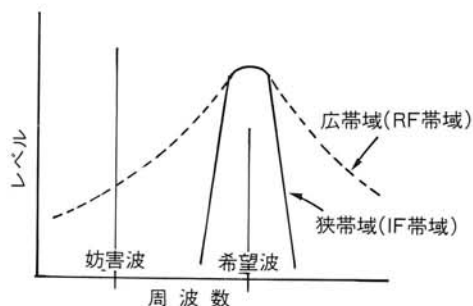


図-13 広帯域AGCの動作
Fig. 13 Function of wide band AGC.

地域での性能は重要で、この優劣がラジオの性能を左右すると言っても過言でない。例えば、希望受信局以外に非常に強いレベルの局がある場合、回路の色々な部分で歪を生じ、“混信”と言う現象を起こし、受信品位を著しく劣化させることがある。

これを改善するには、歪みの発生する回路の部分では、妨害局のレベルをある一定値以下に抑圧しなければならない。つまり妨害局レベルに応答するAGCが必要となる。これは、受信帯域全体で動作させる必要から、一般的に“広帯域AGC”と呼ぶ。図-13に、通常の狭帯域AGCとの違いを示す。

従来ICでは、当初このような性能の要求レベルが低かった事と、IC内部規模(素子数)の制約で外付回路で対応していた。(図-14)

本ICでは、IC技術の進歩による半導体チッ

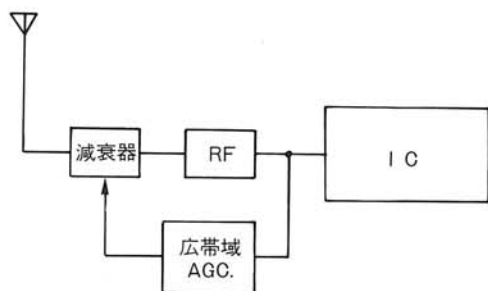


図-14 広帯域AGCの構成
Fig. 14 Composition of wide band AGC.

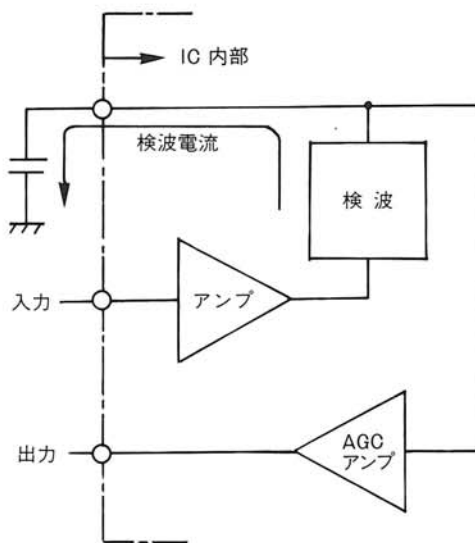


図-15 IC化広帯域AGC回路
Fig. 15 Wide band AGC circuit for IC.

プの低価格化から内部規模の拡大が出来た事もあり、広帯域AGC回路のIC内部化が可能となった。ただし、IC内部化の問題点として高利得な回路が要求される事と、回路に検波機能があるため、高調波の内部結合による歪、ビート特性の劣化を招かないようにする事が必要である。

そこで高利得化は、検波効率の良い全波整流回路を採用し、また回路構成が容易な直流増幅器で利得をカバーした。一方、内部結合の問題は、電源、アースラインの信号系(RF、IFアンプ)との分離と、検波電流をIC内に流さず全て外付

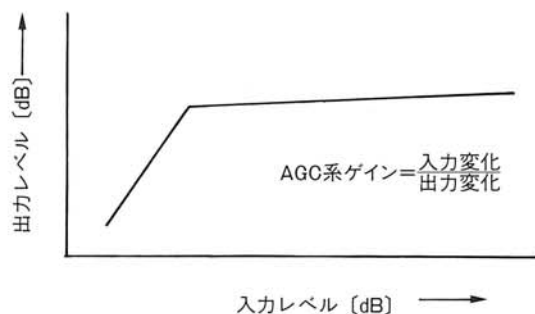


図-16 AMチューナの出力特性
Fig. 16 Output response of AM tuner.

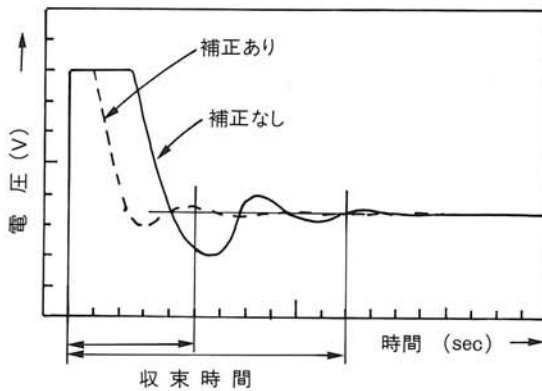


図-17 AGCの応答特性
Fig. 17 Response of AGC.

けのバイパスコンデンサに流す事等により対応した。(図-15)

3.5 IC内部回路の設計

端子削減については、一例としてAGC系回路での削減について紹介する。

AMチューナの基本性能の中で、入力レベルに対する出力レベル変動は、一般的に少ない方がよい。特にAMステレオでは、より少ない事が望ま

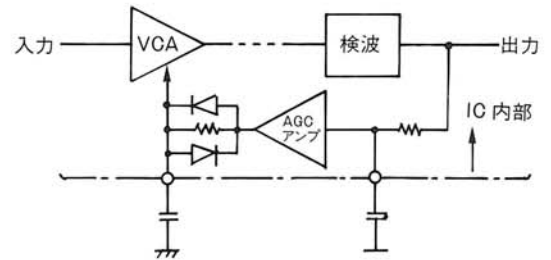


図-18 改良形AGC系回路
Fig. 18 Improved AGC system.

しい。しかし、出力レベル変動が少ない事は、反対に小さな出力変動レベルで、大きなAGC量を持つ事なので、AGC系のゲインが高い事になる。

この場合、変調信号を除去するフィルタの時間遅れにより、AGC系のダンピングが悪くなり急激な入力レベル変動に対して、出力レベルが安定になるまでの時間が長くなる事になる。(図-17：実線) これでは、自動（サーチ）同調を行う場合非常に時間がかかり問題となる。

そこで従来は、サーチ状態では、フィルタの定数を切換え、時間遅れを少なくし応答を速くして

表-3 従来ICとの比較

項 目 \ I C		従 来 I C (MB3205)	新 規 I C (MB3206)	
			モノラルの場合	AMステレオの場合
周 辺 部 品 比 率		100%	80%	60%
チューナ部基板面積比率		100%	90%	70%
チューナ部コスト比率		100%	85%	70%
I C	ピ ン 数	28PIN	←	
	パ ッ ケ ー ジ	シュリンクDIP ($\frac{1}{16}$ インチピッチ)	←	
	素 子 数	100%	250%	
	プ ロ セ ス	バイポーラ 4 μ m ルール 抵抗：ベース拡散	← ← 抵抗：ベース拡散、コレクタ拡散	

いた。しかし、このために切換端子を必要としていた。

今回のICでは、大きな入力レベル変動がある場合は、AGC電圧も通常受信状態より大きな変化を示す事に着目し、その変動電圧を検知する事で、自動的にフィルタの定数を切換えるようにした。

この検出、切換回路は、図-18のようにダイオードだけで対応出来るため、IC内部での処理が可能となる。この時のAGC応答は、図-17の点線特性となり十分速い応答が得られている。

4. あ と が き

以上このICの主要な内容について述べた。最後に従来品に対する周辺部品、大きさ、コストの全体的な比較とICとしての違いを表-3に示す。

このように、回路、機能を増やしながらスペース、コストの面で初期の目標を達成出来、ICの開発を完了する事が出来た。

今後は、製品化の上で均一な性能、品質を得る

ためにも『チューナ・バック』と言うユニットで標準化を図って行く事と、AMモノラル、AMステレオ、LW対応等アプリケーションを確立して行く必要がある。

また、今後さらにチューナICに対する要求仕様、特性は厳しくなり、IC内部回路は、増々複雑になり、設計も困難になってくる。そのため今後チューナICを開発するには、総合システムと具体回路の両面からの検討、解析及び計算機によるシミュレーションが、より重要となってくるであろう。

おわりに、IC内部回路の設計、評価にご協力頂いた富士通VLSI(株)バイポーラLSI設計部設計課の関係各位に深く感謝する。

参 考 文 献

- 1) 近藤文治ほか：基礎制御工学(1983)
- 2) 若山芳三郎ほか：数値計算の基礎とプログラミング(1984)
- 3) 高橋 進：AMステレオ受信機的设计(1980)