

デジタル信号処理による車載用 AM/FM 受信機の開発

Car AM/FM Tuner system using Digital Signal Processing technology

大橋 徹 , 菅沼 尚 , 堀籠 文彦 , 秋山 貴一郎

Toru Ohashi, Hisashi Suganuma, Fumihiko Horigome, Kiichiro Akiyama

山田 哲也 , 山本 雄治 , 小林 輝一 , 渡辺 祥太郎

Tetsuya Yamada, Yuji Yamamoto, Terukazu Kobayashi, Shotaro Watanabe

久富木 俊明 , 小野 康 , 竹下 昌澄

Toshiaki Kubuki, Yasushi Ono, Masazumi Takeshita

要 旨 車載機器向け AM/FM 受信機を開発した。

本システムは、アナログ処理のフロントエンド(FE:Front End)LSI と、IF 段以降をデジタル信号処理するバックエンド(BE:Back End)LSI の 2IC で構成されており、主な特徴を以下に述べる。

- a) デジタル信号処理による受信性能の向上
- b) チューナーシステムに必要な機能を 2 チップに集約
- c) 小型で低価格なチューナーシステム
- d) 全製品に展開可能なチューナーコアモジュール

本チューナーシステムの開発により、多種多様な製品へ対応可能となった。また、他社との差別化やコスト競争力の向上に貢献した。

Summary We have developed an AM/FM Tuner System for automobile use.

This system consists of 2 LSI packages, that is, a Front End LSI and a Back End LSI.

The former is implemented using analog technology, and the latter is implemented by digital processing such as an ASIC for the IF signal.

The main features of this system are the following.

- a) We have developed digital signal processing technology for an analog based receiver in order to improve reception quality.
- b) In order to make it compact, this system has 2 functional LSI packages.
- c) The system is smaller and available at lower cost.
- d) The tuner core module is available for all audio products.

Pioneer makes possible a variety of products and markets thanks to this Digital Tuner System.

We believe that this system makes a contribution towards competitive market prices and more advanced products.

キーワード： AM , FM , 車載 , チューナー , 受信機 , デジタル , 信号処理 , RDS ,
 ダイバーシティ , マルチパスキャンセラ , ノイズサプレッサ ,
 ノイズキャンセラ ,

1. まえがき

車載機器向け AM/FM 受信機に対する開発ニーズとして、価格競争が激化しているローエンド製品では低価格と小型化、中高級機では、海外市場を中心に受信性能の改善がある。特に OEM ビジネスの取得では、受信性能が重要なポイントになっている。しかし、アナログ技術による受信性能の改善やコストダウンは技術的に成熟期を迎え、ブレークスルーが難しくなっていた。これらの市場ニーズに対応した製品を供給するため、IF 段以降をデジタル信号処理技術により構成する AM/FM 受信機を開発したので報告する。

2. 開発コンセプト

以下の開発コンセプトを実現すべく、チューナーシステムの開発を進めた。

- a) デジタル信号処理により他社との技術的な差別化を果たす。
- b) チューナー機能が完結した小型なチューナーモジュールを供給する。
- c) 製品のコスト競争力を向上させる。
- d) 全製品に展開可能なチューナーコアモジュールを開発する。

特に、今回導入したデジタル信号処理技術のメリットを以下に述べる。

- a) チューナーに必要なとされる高精度で高性能なフィルターが、外付け部品レスで構成できる。
- b) 高精度な波形加工が、比較的容易に実現できる。
- c) 設計品質が高く、量産品質も安定するので、ユーザーに品質の高い製品を提供できる。
- d) 半導体の微細化技術の進展により、多機能で高性能な回路が集積可能になった。
- e) 大規模デジタル LSI の開発時にチューナーの集積を容易にする。

3. 概要

図 1 にシステム全体の構成ブロックを示す。本システムでは、アナログ処理を受け持つ FE (Front End) LSI とデジタル信号処理を受け持つ BE (Back End) LSI を新開発し、2チップ構成とした。

FE LSI は、AM/FM ミキサ・VCO・IF AMP・同調 PLL シンセサイザ・AM ノイズサプレッサ・各種 AGC 回路などから構成されている。

BE LSI は、IF サンプリング AD コンバータ・

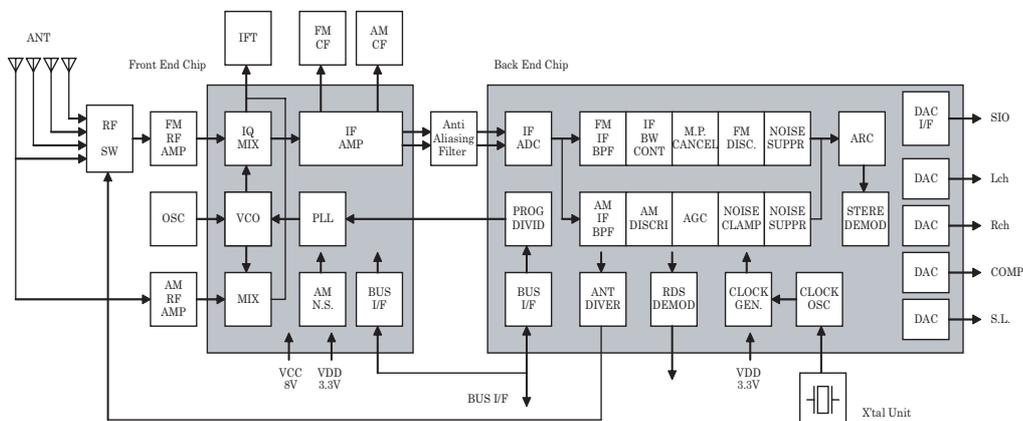


図 1 本システムの構成ブロック

AM/FM IF バンドパスフィルタ・マルチパス
 キャンセラ・FM IF 帯域自動切り替え回路・
 アークタンジェント型 FM 検波器・AM/FM パルス
 ノイズサプレッサ・FM ステレオ復調・AM/FM 自
 動受信状態制御・AM 検波器・フィードフォー
 ワード型音声 AGC・音声 AGC 自動応答速度切り替え
 回路・音声など出力用 1 ビット 変調器・ア
 ンテナダイバーシティコントローラ・RDS デモ
 ジュレータなどから構成されている。

3.1 受信性能向上技術

受信性能を向上させるために導入した新技術
 を以下に列記する。各技術の詳細は「5 章の各
 ブロックの詳細」で述べる。

3.1.1 FM 部

FM 部で導入した新技術は、

- a) イメージキャンセルミキサ採用によるイ
 メージ妨害比の改善
- b) 2 倍周波数発振の VCO によりロックアップ
 タイムを高速化 (RDS 機能の性能向上)
- c) デジタルフィルタによる IF BPF 自動帯
 域切り替えシステム

d) 適応型デジタルフィルタ技術による FM
 マルチパスキャンセラ

e) IF BPF の群遅延特性補正技術によるステ
 レオ復調時の歪み率、セパレーション特
 性の改善

である。

3.1.2 AM 部

AM 部で導入した新技術は、

- a) ミキサのダイナミックレンジ拡大機能
- b) 高ダイナミックレンジ IF サンプリング用
 ADC
- c) 車両ノイズを効果的に低減するパルスノイ
 ズサプレッサ
- d) 受信電波の状況に応じて自動的に受信状態
 を制御
- e) デジタル信号処理による S/N, 歪み率の
 改善

である。

3.2 機能完結型の小型チューナーモジュール

表 1 に新規開発 IC に内蔵した機能を従来の
 アナログチューナーと比較してまとめた。車載

表 1 チューナー機能対応表

	従来方式 (アナログチュー ナー)	本システム
FM/AM MIX	FE	FE
VCO	FE	FE
IF AMP	FE	FE
PLL Frequency Syn.	FE	FE
AM Pulse noise Suppressor	EXT	FE
IF ADC	-	BE
FM IF BPF	EXT	BE
FM IF BW Cont	-	BE
AM IF BPF	EXT	BE
FM Multi-path canceller	-	BE
FM Detector	FE	BE
AM Detector	FE	BE
FM Pulse noise Suppressor	FE	BE
AM Pulse noise Suppressor	BE	BE
ARC	BE	BE
Stereo Demodulator	BE	BE
4ch 1Bit DAC	-	BE
RDS Demodulator	EXT	BE
FM Ant. Diversity	EXT	BE

機器向けチューナーに必要な機能がほぼ網羅されており、本チップセットの採用によりチューナー機能が完結したチューナーモジュールの構築が可能になった。図2に開発したチューナーモジュールの外観を示す。

本システムの開発により、チューナーモジュール単体で約20%のサイズダウンを達成し、製品レベルではチューナーシステム全体のプリント基板実装面積を約60%削減することができた。

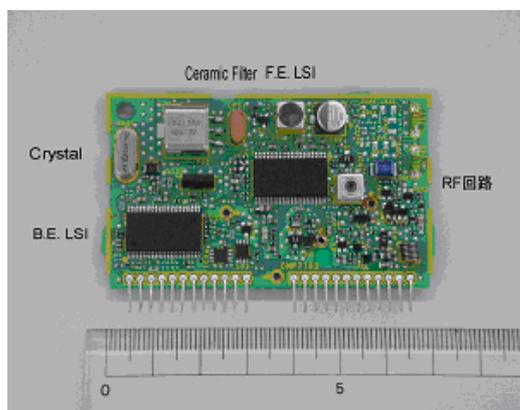


図2 開発したAM/FMチューナーモジュールの外観

3.3 デジタル信号処理化による外付け部品の削減と原価低減

アナログチューナーでは専用ICを外付けしていた「FMアンテナダイバーシティーコントローラ」、「RDSデモジュレータ」、「AMノイズキャンセラ」を2つのLSIに集積した。

また、RF部分の外付け部品やFELSIに集積さ

れていた回路ブロックは、できる限りデジタル信号処理化し、BE LSIに取り込んだ。

同一機能のアナログチューナー比で、4割以上の部品点数削減、3割以上の工場原価削減効果が得られた。

3.4 カーエレクトロニクス製品全ラインナップに対応

ローエンド製品への搭載を可能にするため、1bit変調器($f_s=5.7\text{MHz}$)を内蔵した。

FMディエンファシスを兼用する外付けポストフィルタと組み合わせ、安価に1bit DACを構成した。また、高性能化要求へも対応し、4線式シリアルデジタル出力も備えたので、外付けDACの対応も可能とした。その場合、ディエンファシスは内蔵のデジタルフィルタを使用することもできる。

受信帯域は、国内・北米・欧州(東欧を含む)・一般地域対応とし、SW受信にも対応した。以上のように、当社製のカーエレクトロニクス製品に幅広く対応可能とした。

4. 半導体プロセス

使用した半導体プロセスを表2に示す。FE LSIは、信号系のアナログ回路とPLL周波数シンセサイザなどのロジック回路が混載されるため、アナログ電源8V・ロジック電源3.3Vに対応できるBiCMOSプロセスを使用した。

BE LSIは、必要なファンクションをリーズナブルな価格で実現できるCMOSの0.13 μm 配線ルールを使用した。ロジック部の電源電圧は1.5V、ADC・DAC・I/Oインターフェースは3.3V設計とした。

表2 使用半導体プロセス

FEチップ	半導体プロセス	0.8 μm Bi-CMOS 2層アルミ配線
	電源電圧	アナログ部 8V, LOGIC部 3.3V
	パッケージ	48PIN SSOP
BEチップ	半導体プロセス	0.13 μm CMOS 5層共晶カッパーアルミ配線
	電源電圧	ADC・I/O部 3.3V, LOGIC部 1.5V
	パッケージ	48PIN SSOP

5. 各ブロックの詳細

5.1 FM イメージキャンセルミキサ

FM ミキサには IQ MIX を採用し、約 30dB のイメージキャンセル比を得た。図 3 に IQ ミキサの動作原理を示す。

入力された RF 信号は、2 つの互いに直交したローカル信号で周波数変換される。得られた 2 つの IF 信号は互いに直交しており、この信号の一方を $\pi/2$ シフトすることで希望周波数成分は同相に、イメージ周波数成分は逆相に変換される。2 つの信号を合成することでイメージ周波数成分は打ち消され、IF 周波数成分だけが得られる。

LSI 設計時には、移相器の移相シフト量 $\pi/2$ が LSI 内部の CR 積絶対ばらつき ($CR = \pm 30 \sim \pm 40\%$) によって誤差を生じ、イメージキャンセル比に大きなバラツキが生じる。本開発では $\pm \pi/4$ 移相変化する 2 つのオールパスフィルタを用いることで、CR 積の絶対ばらつきを相殺し、直行性を保つことで対応した。

5.2 2 倍周波数発振 VCO

欧州地域向け FM 受信機には、RDS (Radio Data System) のネットワークフォロワー機能が必要となる。RDS ネットワークフォロワー機能は、走行受信中に受信状態が悪化したとき、受信状態の良い同一番組放送局 (同ネットワーク) を探し出して自動的に同調を変更する機能である。

ネットワークフォロワーは、聴取中のユーザーが認識できないように瞬時に同調を変える必要があり、高速な PLL シンセサイザが不可欠である。本システムでは、VCO 周波数を 2 倍にしたのでリファレンス周波数を 2 倍にすることができることと、チャージポンプを改良したこと

で、最速 100 μ sec の PLL 引きこみを可能にした。これによりネットワークフォロワーのパフォーマンスが向上した。

5.3 IF サンプリング用 ADC

IF サンプリング用 ADC は、IF 信号 (10.7MHz) をデジタル信号に変換するための ADC であり、BE LSI の初段に配置されている。

チューナー設計においてダイナミックレンジは受信性能を決定付ける重要なファクターであり、デジタル信号処理回路で構成する場合も例外ではない。演算回路はビット拡張によりダイナミックレンジを拡大できるが、アナログ回路である ADC のダイナミックレンジは、電源電圧と、「量子化ノイズ + サーマルノイズ」によるノイズフロアで決定される。従って、ADC が BE LSI のダイナミックレンジを決定する。大入力時に AGC を併用し、過大入力を防止することも可能だが、感度抑圧を引き起こすので根本的な解決にはならない。

ADC に要求されるダイナミックレンジは 100dB (10.7MHz) 以上になる。汎用 ADC の採用は価格と実装面積の点から得策ではないので、本システムではバンドパス型変調方式を採用し、BE LSI に集積した。

図 4 はバンドパス型変調の量子化出力を FFT 解析した結果である。通常の変調器のノイズシェーピング特性と異なり、バンドパス特性により IF 信号付近のシェーピングノイズが他の帯域へ移動している様子が分かる。

変調器の伝達関数は、必要なダイナミックレンジが得られるような設計とし、アナログノイズについては省チップサイズ (= 低コスト) との両立を目指し、最適化設計を施した。口

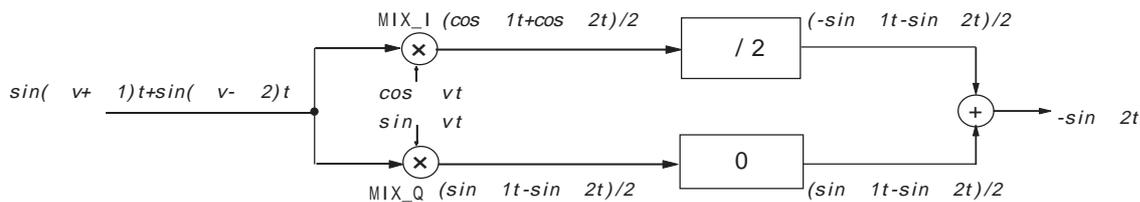


図 3 IQ ミキサの動作原理

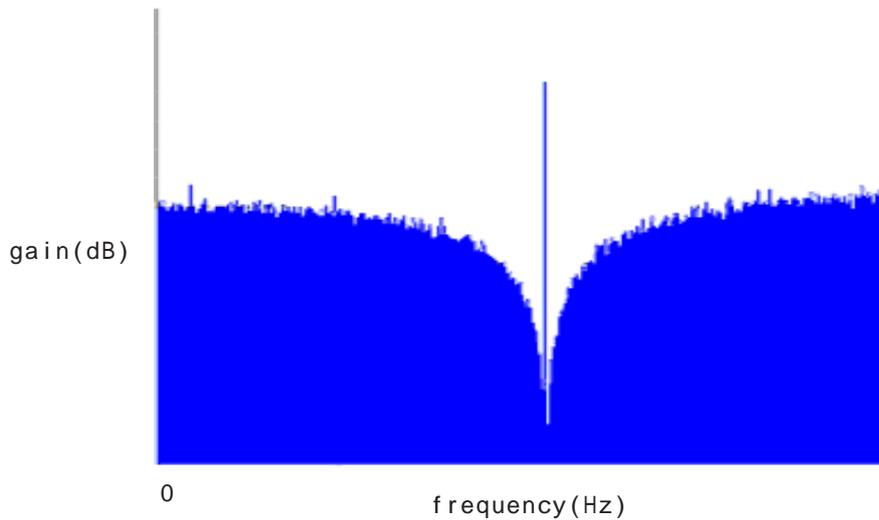


図4 バンドパス型 変調型ADCのノイズシェーピング特性

ジックノイズの影響を最小限にするため、ノイズ混入に強いレールツーレールとした。

デジタル信号処理回路の設計においても丸め雑音などに配慮して設計を行った結果、システムの要求性能を目標コスト内で実現することができた。

5.4 FM マルチパスキャンセラ

移動受信機におけるFM ラジオ放送のマルチパスは、受信音声に激しい歪み音を与え、耳障りとなる。従来の車載機器FM チューナーでは、マルチパス歪みの低減手段としてセパレーションコントロールやハイカット、あるいはゲート処理機能などを備えていた。これらの方法は、根本的にマルチパス歪みの発生を抑制するものではなく、発生した歪みを波形加工で低減する技術と言える。図5は、マルチパス発生の様子を示した。図6にマルチパス妨害を受けたFM 放送波を示す。

根本的にマルチパス歪みの発生を抑制するために、適応型デジタルフィルタ技術によるFM マルチパスキャンセラを搭載した。適応型デジタルフィルタ技術は、IF 信号の段階でマルチパス歪みをキャンセルするシステムであり、従来のシステムとは異なる。

放送タワーから送信された電波 $X(Z)$ が、電波伝播中にマルチパス妨害を受けて受信波 $Y(Z)$ に

変化する。マルチパスを受けた受信波 $Y(Z)$ は、送信波 $X(Z)$ が $H(Z)$ の伝達関数を持つフィルタで処理されたと考えれば以下の関数で表現できる。ただし、直接波の減衰量を無視し、反射波を1波としている。

$$Y(Z) = H(Z) \cdot X(Z) = (1 + k \cdot Z^{-n}) \cdot X(Z)$$

k = 反射係数, Z^{-n} = 遅延量

従って、 $H(Z)$ の逆関数を持ったフィルタ処理を施せば、マルチパスを受ける前の送信波に復元

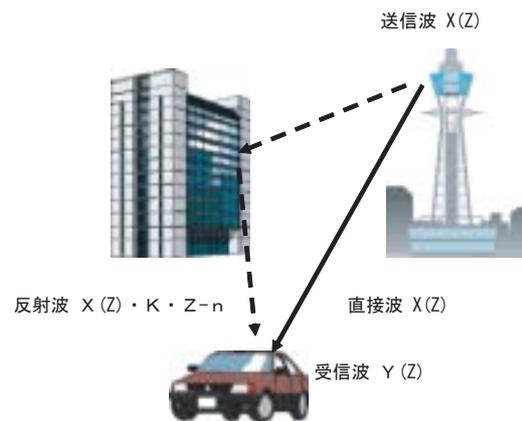


図5 マルチパス発生の様子



図6 マルチパス妨害を受けたFM 放送波

できる。しかし車載機器は常に移動するので、マルチパス波の強さとディレイ時間、つまり $H(Z)$ が時々刻々と変化する。従って、 $H(Z)$ に適応しながらフィルタ特性が変化するシステムでなければならない。つまり、適応型フィルタが必要となる。

適応型デジタルフィルタによるマルチパスキャンセラの基本回路を図7に示した。

フィルタ係数を更新しながら演算を繰り返し、係数更新が停止したときにマルチパスキャンセルされる。実フィールドでも、マルチパス歪みの低減効果を確認した。

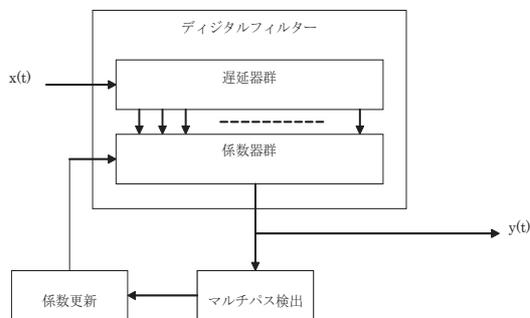


図7 適応型デジタルフィルタによるマルチパスキャンセラ

5.5 FM 帯域切り替え機能

IF BPFのデジタルフィルタ化により、帯域外の減衰特性が改善され、隣接局の妨害耐性が向上した。さらに隣接妨害排除能力を向上させるために、IF BPFの帯域を自動的に制御する回路を搭載した。アナログチューナーシステ

ムで同機能を実現するためには多くの外付け部品を必要とするが、デジタル信号処理では外付け部品を必要とせず、安価にシステムを構成することが可能となった。

図8に従来システムと本システムを比較したブロック構成を示す。従来システムは、FM検波出力に含まれる隣接妨害を検出して帯域を制御するフィードバック方式であるのに対し、本システムでは隣接妨害局をIF信号で検出して帯域制御するフィードフォワード方式を採用した。従来システムでは検波出力に隣接妨害による実害が現れてから帯域制御するが、本システムでは隣接妨害局をIFで検出するので妨害音が発生する前段階で帯域制御することが可能となった。

5.6 FM ノイズサプレッサ

FM ノイズサプレッサでは、パルス性ノイズの除去および、マルチパス発生歪みの除去を目的としたゲート処理を行った。デジタル信号処理化により時間管理と波形加工が高い精度で施せるようになった。例えばアナログ技術ではゲート動作中はレベルホールドしていたが、本システムでは波形補完技術の導入が可能となり、パルス性ノイズおよびマルチパス発生歪みの除去能力が向上した。

5.7 ステレオ復調性能の改善

ステレオ復調時の性能は、IF段に挿入されるBPFの群遅延時間(GDT)でほぼ決定される。本システムでは、セラミックフィルタとBE LSIに内蔵されたIF BPFのGDTによってステレオ

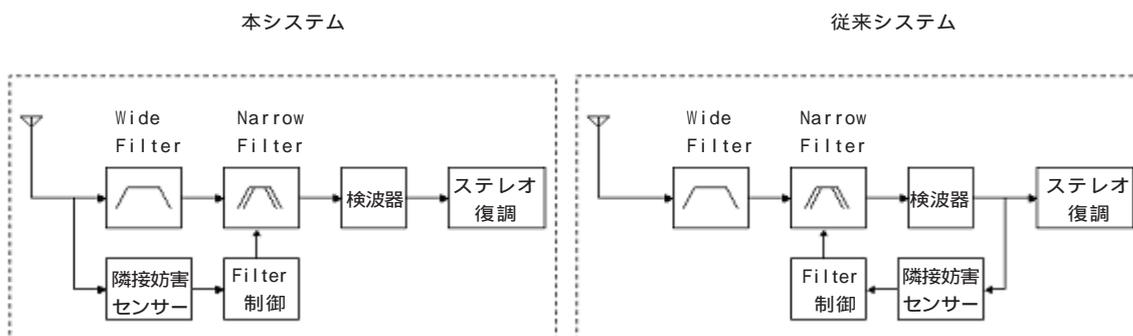


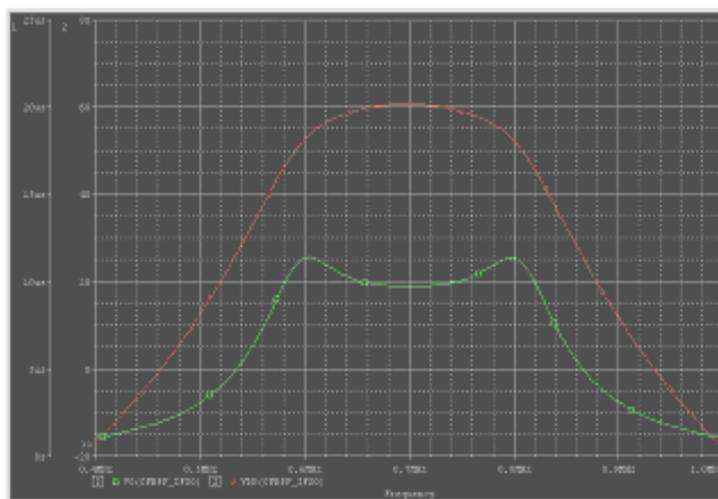
図8 帯域切替回路 / 本システムと従来システムの比較

復調時の性能が決定される。

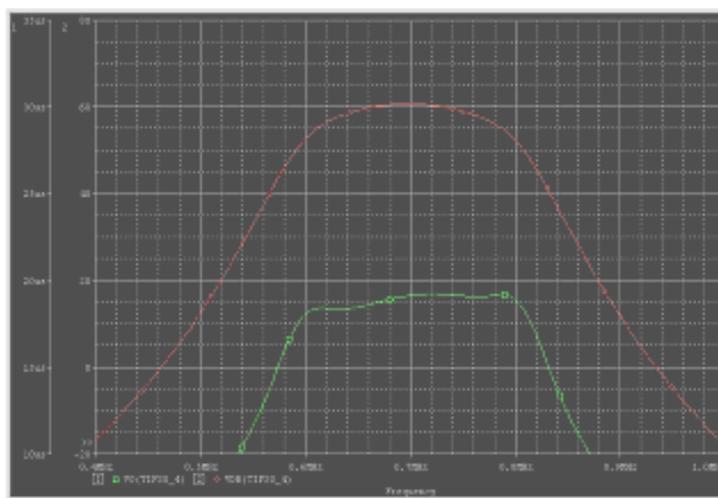
ステレオ復調性能を向上させるため、BE LSI 内部に All pass Filter (APF) を挿入し、中心周波数付近の遅延時間を持ち上げることで GDT のうねりを平坦化する方法を採った。図 9 は、

APF 挿入前と挿入後の IF BPF 特性である。

表 3 はステレオ復調性能の改善効果であり、FE 回路を含めたチューナーシステムオーバーオール特性で、歪み率では約 6dB の改善、セパレーションでは約 9dB の改善となっている。な



(a)補正前



(b)補正後

図 9 IF BPF の群遅延特性改

表 3 GDT 補正によるステレ復調性能の改善

		GDT 補正後		
		GDT 補正前	Tuner over all	BE LSI
ステレオ T. H. D.+N Lch 100% Mod.	1kHz	0.74%	0.38%	0.16%
	セパレーション+N L→R 100% Mod.	1kHz	43dB	52dB
	10kHz	33dB	42dB	52dB

お、BE LSI 単品(デジタル信号処理部)の特性も併記した。

5.8 AM ミキサのダイナミックレンジ拡大

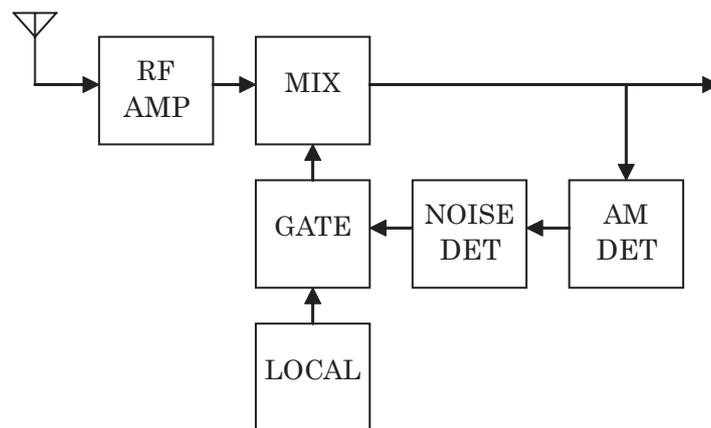
ミキサ回路は、ノイズ特性とダイナミックレンジの両立が重要であるが、回路設計上でノイズ最良点とダイナミックレンジ最大点は必ずしも一致しない場合が多い。本システムでは2つの特性を両立させるため、通常動作時はNF最良点のバイアス電流とし、ダイナミックレンジが必要な受信状態のときには、バイアス電流を制御し、強入力特性に最適な動作をさせる構成とした。

AM ミキサはギルバート型掛算回路にて構成されており、出力負荷のIFTコイルはコストダウンおよび出力ピン削減のためFMと共用している。

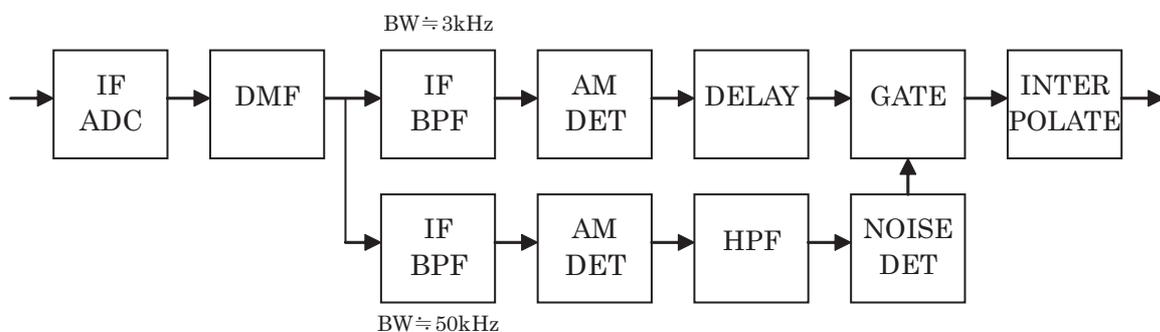
5.9 AM パルスノイズサプレッサ

車載機器向けチューナー特有の問題として、車両が発生するイグニッションノイズや電装系ノイズなどがある。この問題を解決するために、FMチューナーでは従来からゲート処理によるパルスノイズサプレッサが搭載されていたが、最近では市場要求によりAMチューナーにも搭載するケースが増えている。従来のアナログチューナーでは専用ICで対応していたが、本システムではチューナーICに集積した。

ノイズ処理は、ミキサ出力からノイズをピックアップし、IF信号をゲート処理する方法と、AM検波された音声信号に含まれる高域ノイズ成分を検出し、ゲート処理する方法を採用している。図10にAMパルスノイズサプレッサの基本ブロックを示す。



(a) IF系ゲート処理



(b) 音声系ゲート処理

図10 AM ノイズサプレッサの基本ブロック

図11に、ミキサ系処理によるノイズサプレッサの動作を示す。ミキサ系ゲート処理のメリットは、信号帯域が広い段階で処理を行うのでゲート時間が数 μsec と非常に短時間ですむ点にあり、ゲート動作音が聴感上問題となることは殆どない。しかし、広帯域であるが故に小振幅のノイズを検出することが難しく、音声系のゲート処理と併用する必要がある。

音声系ゲート処理の動作原理はFMのそれとだいたい同じだが、音声系のIF BPFは帯域が数kHzと狭く、パルス性ノイズのピックアップが困難な点が異なる。ノイズピックアップは、専用に設けた広帯域IF BPF出力から行っている。また、IF BPFの帯域が狭いことによりパルスノイズ発生時間も数百 μsec ～数 μsec と極端に長い。ゲート処理時の音声歪みを低減するためにゲート動作中は直線補間を施しており、図12にその様子を示した。

5.10 AM 音声 AGC 回路

従来のAM受信機では、受信電波の電界レベル変動による音量変動を防止するためのAGC機能はIFアンプに持たせていた。本システムでは、全体の演算量を削減するためにAM検波後の音声信号をAGC処理し、系の追従性が安定で、電界変動による歪みが発生し難いフィードフォワード型を採用した。

また、車載機特有の急激な電界上昇(トンネルやガード下など)に対応するため、系の応答速度が追従できない場合に自動的にAGC応答を高速化する回路を付加した。音声振幅が規定値を超えたときに振幅制限するノイズクランプ回路も備えている。本AGCシステムにより、実フィールドでの音声安定性と不自然なノイズの発生を低減することができた。

5.11 AM 自動受信制御

受信中の電界レベルに応じて、検波音声の周

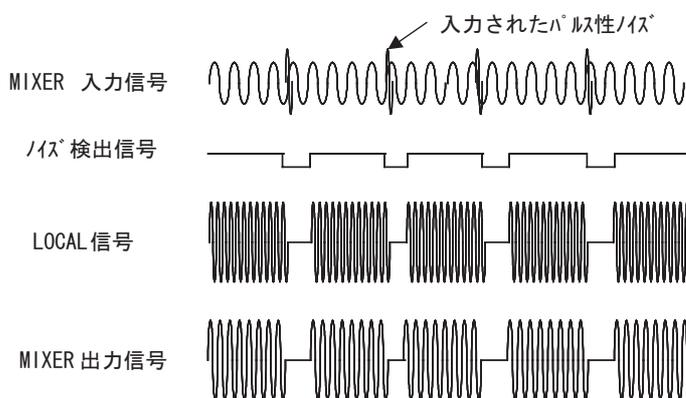


図11 ミキサー系ゲート処理によるノイズサプレッサ動作

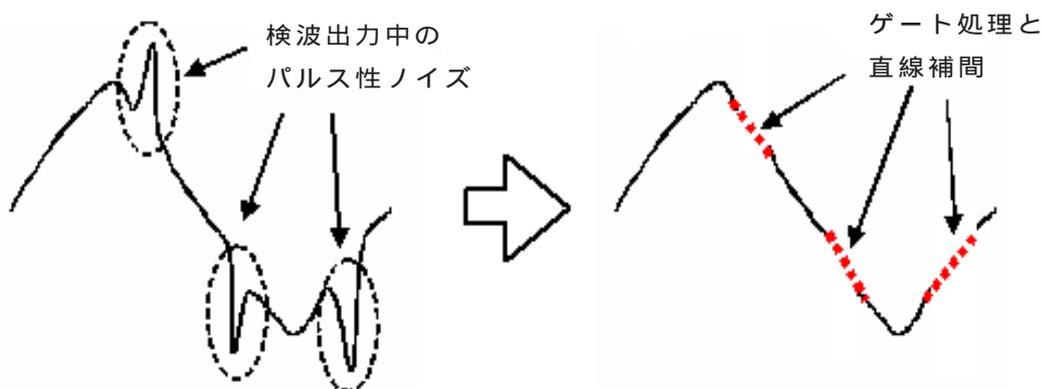


図12 音声ゲート処理によるノイズサプレッサ動作

波数特性と音量を自動的に制御している。シグナルメータ出力を制御信号として用い、弱入力になるに従いハイカットフィルタのカットオフ周波数を制御するとともに、さらに弱入力になると音声出力の減衰量制御を行う。実使用上の実用感度を向上させるとともに、耳障りな弱入力ノイズを低下させることが可能となり、サービスエリアの拡大に有効な手段である。

5.12 FM アンテナダイバーシティ

車載機器用受信機で多用されるアンテナダイバーシティ回路を内蔵した。アナログ回路では LC 共振器や素子バラツキにより正確なアンテナ比較ができない問題があった。

本システムでは、デジタルフィルタを用いたノイズ検波方式や、正確な時間管理などを有効に利用した結果、より短時間に最も受信状態の良いアンテナを選択可能となり、受信性能の向上につながった。

5.13 回路規模の削減

本システムでは、デジタル信号処理部を全てハードワイヤードのランダムロジックで構成した。ハードワイヤードを採用した理由は、現有 DSP では処理能力に限界があり、アナログチューナー並みの性能を維持できない点や、コストが割高になる点があげられる。

回路設計の際に幾つかの回路規模削減手段を施したので代表的な例を述べる。

- a) 乗算器はできる限り使用せず、ビットシフトと加算器で代用する。
- b) ROM/RAM は使用せず、フリップフロップで構成する。
- c) 同じ形式のフィルター処理は、時分割演算と係数切り替えで兼用する。
- d) デジタル信号処理化できる部分は極力 BE LSI に取り込む。

などととも、その他の削減手法により、FE/BE LSI のチップサイズシュリンクを行い、アナログチューナーよりも安価な FM/AM チューナーを構築することができた。

6. まとめ

低価格化と小型化を実現して価格競争に対応し、かつ受信性能を向上させた FM/AM 受信機を開発した。本システムは、アナログ処理の FE LSI と、IF 段以降をデジタル信号処理する BE LSI の 2IC で構成した。デジタル信号処理により、ステレオ復調性能では、歪み率で約 6dB、セパレーションで約 9dB と受信性能が向上した。またチューナーシステム全体のプリント基板実装面積で約 60% 削減した。

本チューナーシステムは、市販および OEM 向けカーオーディオ・カーナビゲーション製品に採用された。

高性能・多機能・低価格・小型を目指した結果、多種多様な製品展開へ柔軟に対応可能となり、他社との差別化やコスト競争力の向上に貢献することが可能となった。

7. 謝辞

本システムの開発に御協力を頂きました協力会社の関係各位に深く感謝致します。また、社内関連部署の関係各位に感謝致します。

筆者

菅 沼 尚 (すがぬま ひさし)

所属: MEC 技術開発部 第1技術部

入社年月: 1968年4月

主な経歴: カーオーディオ製品設計(主にチューナー部担当)、車載機器向けチューナーコアモジュール開発を経て、現在は車載機器向けチューナー関連の LSI 開発に従事。

大 橋 徹 (おおはし とおる)

所属: MEC 技術開発部 第1技術部

入社年月: 1977年4月

主な経歴: カーオーディオ製品設計(主にチューナー部担当)、車載機器向けチューナーコアモジュール開発を経て、現在は車載機器向けチューナー関連の LSI 開発に従事。

堀 籠 文彦 (ほりごめ ふみひこ)

所属: MEC 技術開発部 第1技術部

入社年月: 1981年4月

主な経歴: ラジカセの生産技術、カーチュー

ナの開発，チューナIC(AM，FMフロントエンド，FM/AM/PLL1Chip)開発，デジタルチューナIC開発。現在はデジタル放送系の設計・開発に従事。

秋山 貴一郎(あきやま きいちろう)

所属:MEC 技術開発部 第1技術部

入社年月:1987年4月

主な経歴:車載機器向けチューナー関連のLSI開発に従事。

山田 哲也(やまだ てつや)

所属:MEC 技術開発部 第1技術部

入社年月:1988年4月

主な経歴:入社以降，車載向けチューナーのLSI開発，車載向けチューナーコアモジュール開発を経て，現在は車載機器向けチューナーのLSI開発に従事。

山本 雄治(やまもと ゆうじ)

所属:MEC 技術開発部 第1技術部

入社年月:1989年4月

主な経歴:入社以降，車載機器向けチューナー関連のIC，LSI開発に従事。現在は，デジタル信号処理関連，適応信号処理のLSI開発に従事。

小林 輝一(こばやし てるかず)

所属:MEC 技術開発部 第1技術部

入社年月:1991年4月

主な経歴:入社以降，車載機器向けチューナー関連のIC，LSI開発に従事。

渡辺 祥太郎(わたなべ しょうたろう)

所属:MEC OEM設計部 第6設計部

入社年月:1992年4月

主な経歴:車載機器向けチューナーコアモジュール開発，車載機器向けチューナー関連のLSI開発を経て，現在はカーオーディオ製品設計(主にチューナー部担当)に従事。

久富木 俊明(くぶき としあき)

所属:MEC 技術開発部 第1技術部

入社年月:1996年4月

主な経歴:車載機器向けチューナーコアモジュール開発を経て，現在は車載機器向けチューナー関連のLSI開発に従事。

小野 康(おの やすし)

所属:MEC 技術開発部 第1技術部

入社年月:1997年4月

主な経歴:入社時より車載機器向けチューナー関連のLSI開発に従事。

竹下 昌澄(たけした まさずみ)

所属:MEC 技術開発部 第1技術部

入社年月:1998年4月

主な経歴:車載機器向けチューナーコアモジュール開発を経て，現在は車載機器向けチューナー関連のLSI開発に従事。