

# '04 HDD AVNの開発

Development of 2004 Model HDD AVN

畝	忠	義	Tadayoshi Une
満	永	英	Hidenori Mitsunaga
岡	田	修	Osamu Okada
余	川	琢	Taku Yokawa
横	山	正	Masaho Yokoyama
貴	傳	名	Tadasu Kidena



精細7型VGAディスプレイ採用 20GB×2基搭載ツインHDD AVN

衛星画像提供：日本スペースイメージング株式会社 

## 要 旨

当社は、1997年に世界初のAVN一体機を市場に投入して以来、AVNを斬新に進化させ続けて市場を順調に育ててきた。

しかし、近年、AVNの市場認知度向上から他社の参入が相次ぎ、急激な価格低下や独自性が低下している。

この状況を打破するために、テンの強みであるオーディオ機能を進化させ、4倍速録音Music Juke、FMdeTITLE、CSによるバーチャル5.1chサラウンドなどを搭載したAVNを開発したのでその技術を紹介する。

## Abstract

Since launching the world's first integrated AVN system onto the market in 1997, our company has been steadily cultivating the market via continuous and innovative evolution of AVN.

Over recent years however, the high market profile of AVN has led rivals to enter the field one after another, resulting in drastic falls in prices and a loss of distinctiveness.

To break out of this situation we developed a new model AVN system that further evolves the audio functions that are our company's strongpoint, incorporating quad-speed audio-recording Music Juke, FMdeTITLE, and virtual 5.1 channel surround supported by CS II. This paper presents the technology involved.

1

はじめに

Audio, Visual, Navigationを2DINサイズで一体化したAVNを1997年に商品化し市場に投入以来、3デッキ(DVD/CD/MD)、タッチパネル、画面のVGA対応・大型化、ツインHDDによる大容量HDDナビ・Music Juke(以下、MJ)、ETC内蔵など進化し続けている。

他社には類を見ない商品コンセプトが好評を得て、市場に「AVN」という商品カテゴリを形成したが、近年、このカテゴリへの競合他社の参入が相次ぎ、先駆者である当社は一層の差別化、高性能化を図り、これに備える必要がある。

トヨタ用品向け'04 HDD AVN Hiモデル(以下、'04 HDD AVN)では、MJの4倍速録音と同時再生・CDDBの楽曲情報自動取得(FMdeTITLE)など新技术を開発・搭載した。

今回その機能・技術について紹介する。



衛星画像提供：日本スペースイメージング株式会社 JSI



図-1 '04 HDD AVN  
Fig.1 2004 Model HDD AVN

2

製品の概要

以下が、'04 HDD AVNの概要である。

【共通部】

- ・外形サイズ：2DIN新汎用 (W205.5×H104×D165mm)
- ・質量：3.5kg
- ・搭載デッキ：DVD/CDコンパチブルデッキ  
HDD：ナビ用HDD 20GB  
オーディオ用HDD 20GB

- ・操作方式：本体操作(タッチパネル+前面板スイッチ)

【ディスプレイ部】

- ・7型ワイドVGAディスプレイ  
画面サイズ：W156mm×H83.28mm  
画素数：1,152,000個(H2400×V480)

【AV部】

- ・ラジオ(AM/FM/FM多重)
- ・テレビ(1~62ch,マルチチャンネル対応)
- ・CD(CD-R/RW対応)
- ・DVDビデオ再生
- ・MP3再生
- ・MAGICGATE対応Memory Stick音楽再生
- ・MJ(最大3,000曲録音可能)
- ・CDDBによる自動タイトル付与(オートタイトリング機能)およびCDDBの楽曲情報自動取得(FMdeTITLE)
- ・VTR入力,後席ディスプレイ出力

<特徴>

多数の音楽ソースが再生できるAVNにおいて、ソース切替え操作が簡単に行えることを目的にタッチパネルスイッチを採用し、音楽ソースだけでなく、地図とのマルチ2画面表示も簡単に行えるよう操作性を向上させている。



図-2 モードの切り替え画面  
Fig.2 Mode menu screen



図-3 地図とのマルチ2画面表示  
Fig.3 Split-screen display with map

また、従来の等速録音では1枚のCDアルバム（収録時間はだいたい150～60分）を1度で録音完了させようとするが、'04 HDD AVNは買い物程度のドライブでもCD1枚が録音完了できるよう4倍速までスピードを向上させた。また、録音しながら再生もできる録音同時再生機能を織り込んで、他社をリードする機能を実現させた。



図-4 4倍速録音（録音中）  
Fig.4 Quad-speed audio recording

#### 【ナビゲーション部】

- ・HDDナビゲーション
- ・3Dハイブリッドセンサ搭載
- ・エージェント機能
- ・リアル交差点拡大図表示
- ・サテライトショット機能  
（フリーズーム/施設名称表示/ルート案内）
- ・FM - VICS常時受信対応
- ・マルチウィンドウ機能



図-5 リアル交差点拡大図  
Fig.5 Zoom-in realistic view of intersection

#### 【音質部】

- ・音場制御/グラフィックEQ/ポジションセレクト
- ・40W×4アンプ
- ・Circle Surround（以下、CS）（1）

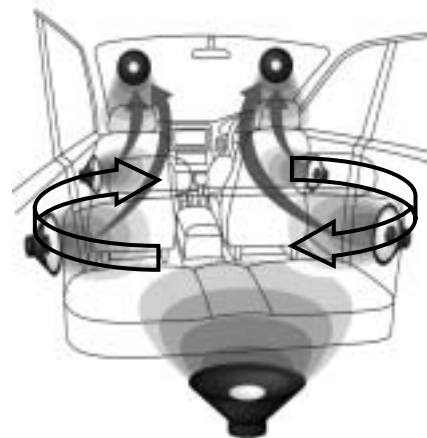


図-6 CS の音場制御イメージ  
Fig.6 Conceptual representation of CS sound field control

#### 【システムアップ機器】

- ・CDチェンジャー
- ・MDチェンジャー
- ・ETCユニット（高速道路自動料金収受システム）
- ・バックモニター（バックアイカメラ）
- ・後席ディスプレイ
- ・ビーコンユニット（2メディアVICSユニット）
- ・ブラインドコーナーモニター
- ・ステアリングSW

- （1）SRS社のホーム用サラウンド技術「CS」の採用と当社オリジナル技術の付加による車載に適したシアターサウンドを実現した。CSはサブウーハ機能とスコカ・ツイータ機能、さらにサラウンド機能を搭載し、従来スピーカのままに車載シアターを実現する機能である。

3

システム構成

【システムの概要】

'04 HDD AVNは、'03 HDD AVNの設計資産を継承しつつ、MJ部の4倍速録音+同時再生に対応した。

また、2チャンネル音声ソースを、マルチチャンネル(4チャンネル)で楽しむことができるCS 対応DSPを初めて搭載した。

ナビ部ハードウェアについては、'03 HDD AVN以降、新プラットフォームに変更されており、大幅なパフォーマンス向上が図られた。

製品のシステム構成を図7に示す。

ハードウェアとしては、新機能追加部分以外は、'03 HDD AVNを踏襲した設計となっている。

変更箇所をハッチングにて示す。

4

MJの4倍速録音

【開発の狙い】

HDD AVNでは、他社に先駆けてツインHDD採用(ナビ用HDDとオーディオ用HDDの2基搭載)による大容量(20GB)HDD録音を実現した。

現在、各社から多様な録音機能付きHDD製品が発売されており、録音速度UPおよび付加価値を加えて製品の特徴を出す必要がある。

表1に各社HDD録音製品についての録音同時再生方式を示す。

表-1 各社HDD録音製品

Table 1 HDD audio-recording products of various companies

2004年2月現在

	発売時期	録音方式	倍速	同時再生	備考
MIT	'03.04	MP3	1		
PIO	'03.05	ATRAC3	2		
TEN	'03.05	ATRAC3	1		'03 HDD AVN
ALP	'03.10	ATRAC3	1		
CLA	'03.11	MP3	1		
KEN	'04.02	Original	3		可逆変換
TEN	'04.05	ATRAC3	4		録音・同時再生可
SONY	'04.06	ATRAC3	8		

これまででは、CDを聞きながら等速で録音する方式が主流であったが、市場からは高速録音対応を望む声が多く寄せられ、'04 HDD AVNでは、4倍速録音+同時再生機能搭載を開発目標とした。

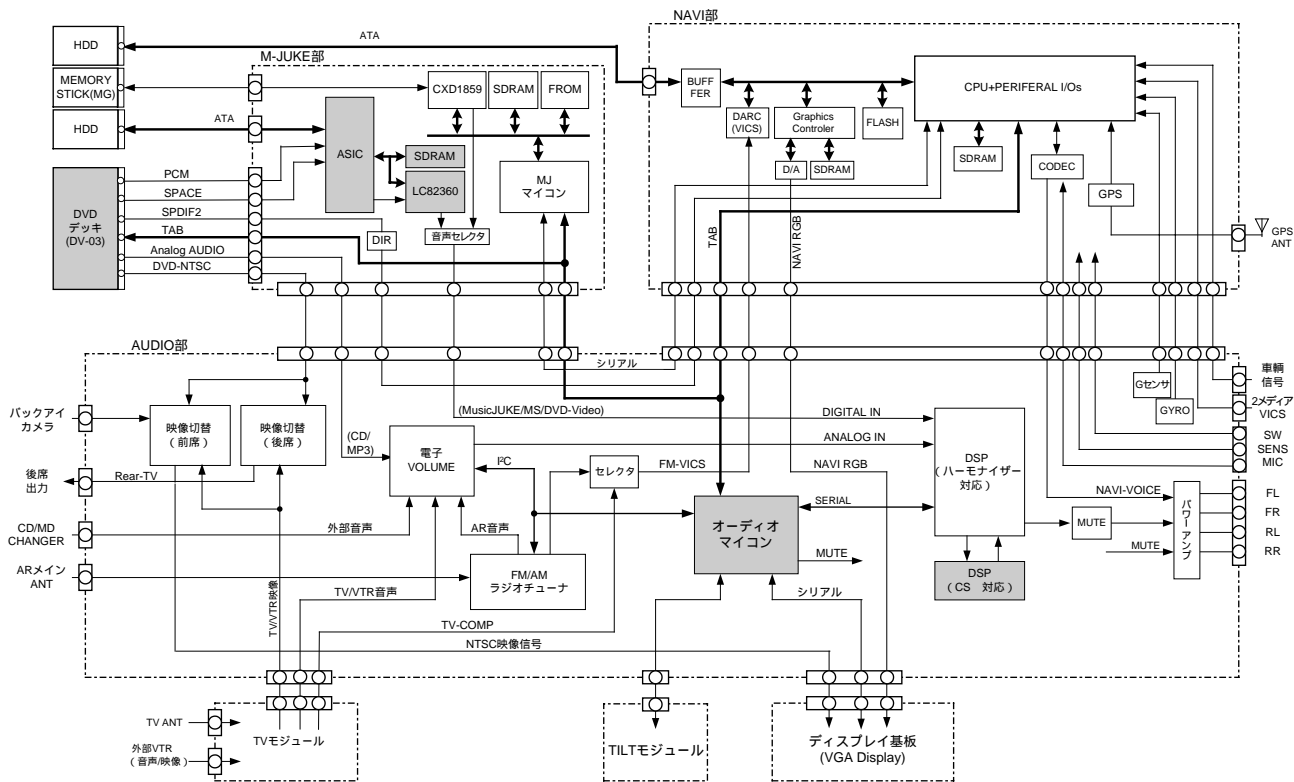


図-7 システム構成  
Fig.7 System configuration



## 【開発アイテム】

'04 HDD AVNのMJでは、機能・性能アップのため3つの開発アイテムを採用した。

## 4倍速再生対応デッキ(DV - 03)

4倍速録音を実現するためには、CD再生を4倍速で行う必要がある。従来のDVDデッキ(DV - 01)は、CAV(Consta-nt Angular Velocity:角速度一定)方式の制御のため、CDの外周と内周のデータ読み出し速度に差があり、CD再生時の常時4倍速再生は、不可能であった。

開発したDV - 03は、デッキメカ部はDV - 01と共通であるが、信号処理部・制御部を新規設計し、CLV(Constant Linear Velocity:線速度一定)方式で、4倍速データの3線シリアル出力に対応した。

## ATRAC3のEncoder/Decoder LSI (LC82360)

LC82360(三洋電機製)は、ATRAC3(Adaptive Transform Acoustic Coding 3)方式のEncoder/Decoder回路(ハードウェア)を内蔵したLSIであり、Encoder/Decoderそれぞれの回路を独立して動作させることが可能である。

従来の'03 HDD AVNでは、CXD1859(ソニー製)を使用し、ATRAC3 Encoder/Decoder、Memory Stick対応を実現していたが、4倍速Encodeと同時にDecodeを行うには処理能力不足で実現不可能であった。

LC82360は、4倍速以上のEncodeが可能(カタログ上、最大24倍速)であり、同時にDecodeもできるため、採用することを決定した。

図8にLC82360の内部ブロック図を示す。

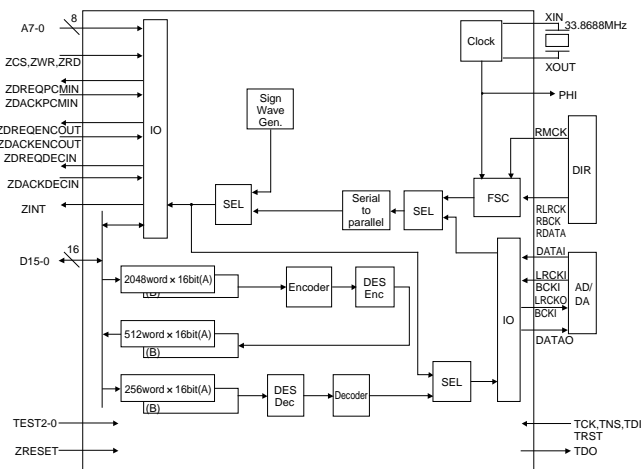


図-8 LC82360内部ブロック図

Fig.8 Block diagram of LC82360 interior

## MJ用ASIC(135926-00900880)

LC82360を使用して録音・再生同時実行(早送り・巻き戻し再生を含む)を実現するためには、録音・再生時のバス負荷を軽減する必要がある。

'04 HDD AVNでは、CPUバスに定期的にデータを流さないよう設計するとともに、CPU処理の負荷を軽減するため、ハードウェアでデータ転送をアシストするMJ用ASICを開発した。

本ASICでは、ハードウェアでLC82360 SDRAM間のデータ転送を制御し、ソフト制御の大幅な簡素化と、処理の余裕度向上(バス負荷低減、割り込み処理頻度低減など)を実現した。(詳細は、第5章にて記載)

## 5

## MJ用ASICの開発

本ASICは、図9に示すように音楽CDの4倍速録音対応を目的としたセミカスタムICである。

## 【回路構成】

## ・DVDインターフェース部

PCM(Pulse Code Modulation)の3線シリアルインターフェース信号の曲間データをマスク制御

## ・DMAC(DMA Controller)部

ATRAC3 Encoder/Decoder LSI(LC82360)とSDRAM間のデータをDMA(Direct Memory Access)転送させる

## ・ATA(AT Attachment)調停制御部

ATA/ATAPI-5規格に準拠。

MJを制御するマイコン(以下、MJマイコンと称す)とNAVIを制御するマイコン(以下、NAVIマイコンと称す)からのHDDへのアクセスを調停する機能で、シングルHDD AVNのような一基のHDDで構成された製品で使用している。以下に、主な回路ブロックの処理を説明する。

## 【回路ブロックの説明】

## DVDインターフェース部

音楽CDには複数の曲が入っており、曲と曲の間は無音であったり、または連続した音楽データであったりする。

この曲間の音楽データを損なわず、かつ曲の繋がりに違和感がないようにHDDに録音するには、曲間を含め1曲の開始と終わりを識別し、音楽データの録音有効期間だけ

注) '04 HDD AVNはツインHDDのため使用しない機能だが、シングル/ツイン両AVNで同じASICを使用するため内蔵している。

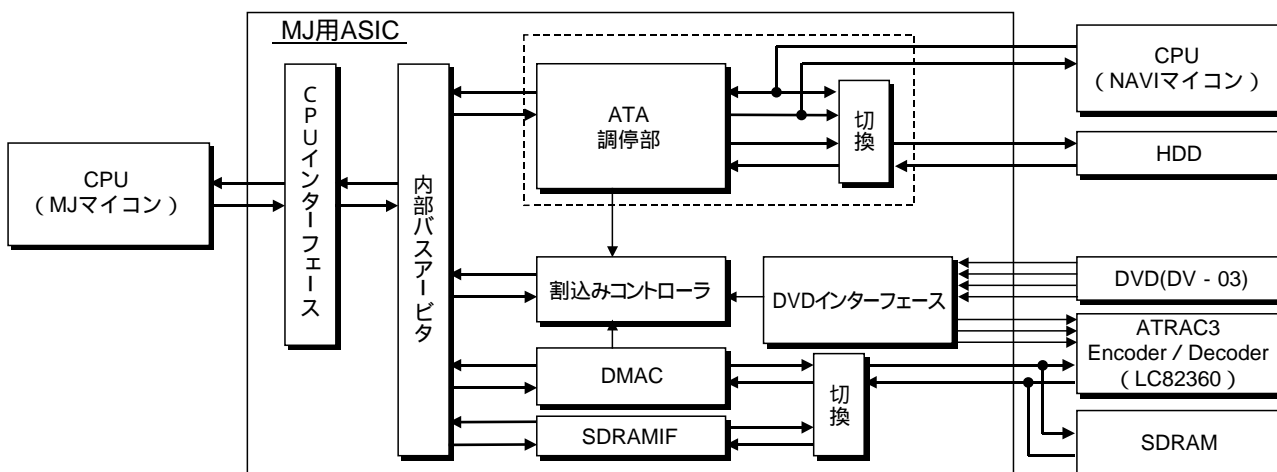


図-9 ブロック図  
Fig.9 Block diagram

LC82360にデータを転送してEncodeする必要がある。

なお、LC82360へのデータ転送方式は、PCMの3線シリアルインターフェースである。

DVDインターフェース部は、音楽データの録音有効期間をDVDデッキ部よりSPACE信号として受け取ることで識別し、有効でない期間はLC82360へのデータ転送を停止させる。データ転送を停止することで、冗長なデータがEncodeされないようにしている。

SPACE信号の“High”の時のデータのみ録音することで、曲間にある音楽データも違和感無く再生できる。音楽データとSPACE信号のタイミングチャートを図10に示す。

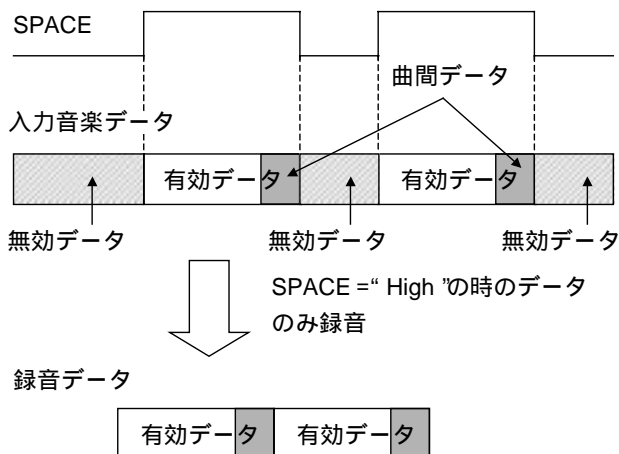


図-10 音楽データとSPACE信号のタイミングチャート  
Fig.10 Timing chart for music data and SPACE signal

#### DMAC (DMA Controller) 部

DMAC部は、音楽データの録音/再生機能におけるLC82360とSDRAM (録音データのキャッシュ用) 間のDMA転送を制御する。この機能により、MJマイコンの負担を低減させ4倍速録音/同時再生を実現している。DMACは、録音用と再生用で独立しており、録音の場合はLC82360からEncodeされたデータをSDRAMへ転送する。再生の場合は、SDRAMにあるEncodeされたデータをLC82360へ転送する。

DMA転送の録音用バッファ、再生用バッファは、各々バッファAとバッファBの2面分あり、図11に示すようにキャッシュ用SDRAMのアドレス空間上の任意の先頭アドレスとバッファサイズに対応している。

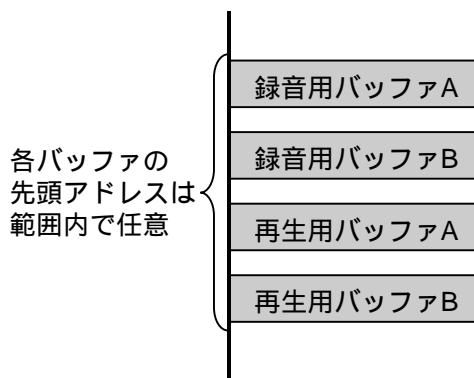


図-11 キャッシュ用SDRAMのメモリ・マップ  
Fig.11 Memory map of SDRAM for cache

バッファを2面分持たせることにより、下記2点を実現させた。

録音用バッファAに記録された音楽データをMJマイコンがHDDへ転送中に、LC82360からの次の音楽データを録音用バッファBに記録（図12）。

再生用バッファAに記録された音楽データをLC82360が再生中に、MJマイコンが次の音楽データをHDDから再生用バッファBに記録することができ、録音、再生ともそれぞれのバッファA バッファB バッファAと順次切り替えてデータ転送することで、音飛びなく録音/再生することができる。

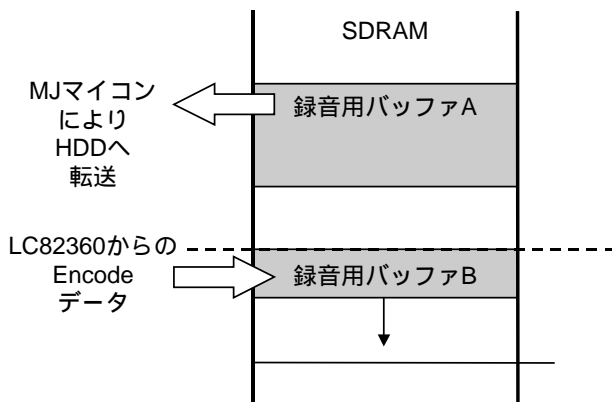


図-12 録音動作

Fig.12 Audio recording operation

また、LC82360からの音楽データを、録音用バッファAと再生用バッファAに同時に記録し、録音用バッファAのデータをMJマイコンがHDDに記録（録音）中に、再生用バッファAの同じデータをLC82360に転送（再生）することで、録音完了を待つことなく再生を行える「録音同時再生」機能を実現している。

#### ATA調停部

ATA調停部はシングルHDD AVNにおいて、音楽データと地図データを一基のHDDで共用する場合に、MJマイコンからのHDDアクセスとNAVIマイコンからのHDDアクセスの調停を行う。

ATA調停処理のフローチャートを図13に示す。

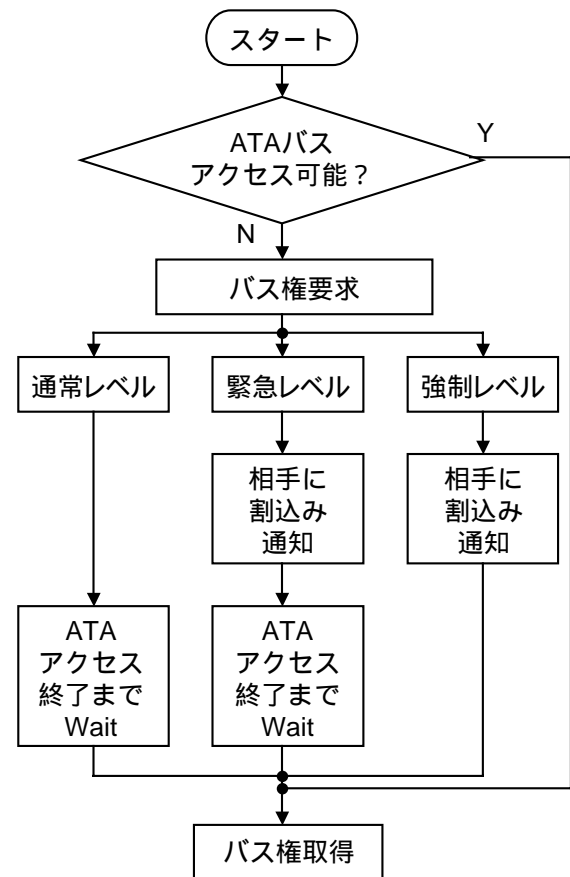


図-13 ATA調停処理

Fig.13 ATA negotiation processing

#### 【ASICの物理仕様】

本ASICの物理仕様を表2に、外観を図14に示す。

表-2 ASIC物理仕様

Table 2 Physical specifications for ASIC

パッケージ	LQFP 240ピン（0.5mmピッチ、プラスチックパッケージ）
プロセス	0.35 μm Gate Array
電源電圧	3.3V ± 0.3V



図-14 ASICの外観

Fig.14 Appearance of ASIC

6

FMdeTITLE

「新しく発売されたCDにもタイトルを付けたい、しかも簡単に無料で…」このようなニーズに応えるのがFMdeTITLEである。FMdeTITLEはCDDDBを所有するグレースノート社とそのCDDDBのピックアップと放送用データを作成するメディアクリック社、さらに実際にデータを送信するエフエム東京社と当社の合計4社が業務提携を行い実現させた世界初のサービスである。

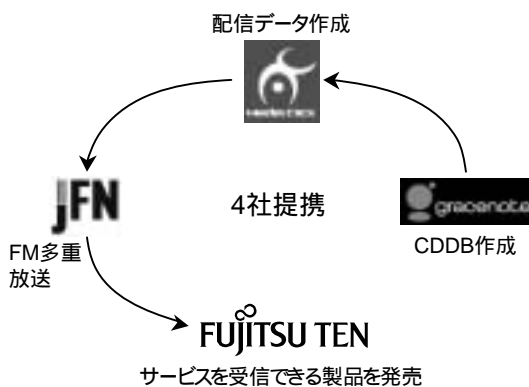


図-15 FMdeTITLEのサービス体系  
Fig.15 Framework for FMdeTITLE service

'04 HDD AVNはこのサービスを受けられる機能を他社に先駆けて内蔵しており、JFN系放送局（全国37社）が配信する毎週最大50タイトルのCDDDBを無料で取得できる。

本機能は次の点を考慮して開発した。

手軽さ

データを取得するには配信局であるJFN系列局に選局する必要があるが、本機では自分のいる場所に対して、どの放送局が対象となるか（東京ではTOKYO FM，大阪ではfmosaka，名古屋ではFMAなど）をナビの自転車位置情報とエリアプリセットデータから導き出して、自動的に選局する方式を採用している。

よって、ユーザーは運転中に特に操作することなく、気付けばタイトルが手に入っていたということになる。

FM VICSとの共存

'04 HDD AVNに搭載されるFM多重Decoderは1つなので、FM VICSやFM文字放送、そして今回のFMdeTITLEを全て同時には受信できない。特に、FM VICSは放送局が全く異なるため、渋滞・規制情報をとるか、それともCDDDBをとるかを選択する必要がある。

そこで、ユーザーにあらかじめ、FM VICSかCDDDBかを設定してもらう操作を設けただけでなく、CDDDBに設定

していても、毎回エンジン立上げ時にその週に配信されるデータを全て取得したかどうかのチェックを行い、途中であれば継続してCDDDBを受け、そうでなければVICSを受けるようなしくみを持たせることで、無駄なくFM多重コンテンツを利用できるようにした。



図-16 FMdeTITLEの受信タイトルの確認  
Fig.16 Checking of titles received via FMdeTITLE

【システム構成及び制御ソフト】

FMdeTITLEのデータはナビ側に搭載しているFM多重Decoderでデータを取得し、MJ側に転送し、HDDへ格納する。一週間に配信される全てのデータを受信できた場合、自動的にVICS受信に切り換えるようにし、効率の良いFM多重受信を実現した。

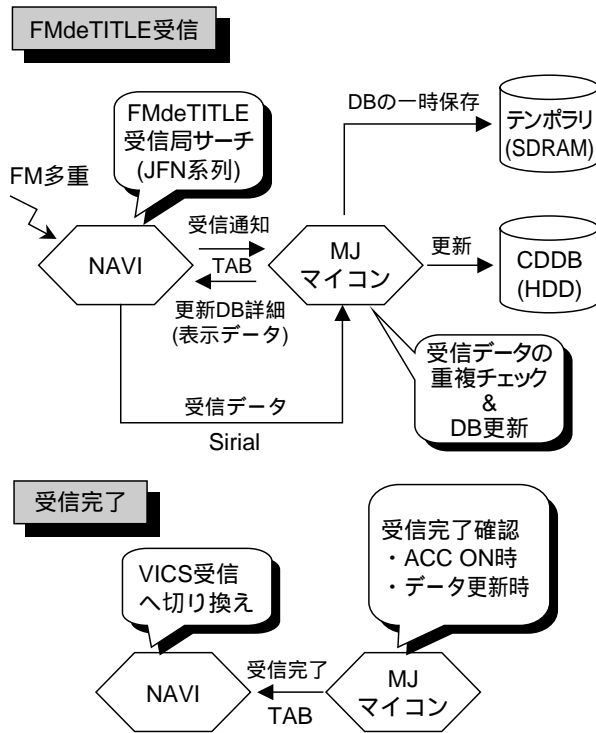


図-17 FMdeTITLEのデータ制御  
Fig.17 Data control for FMdeTITLE



MJ機能、若しくはMemory Stick機能を使用している間は、更新処理を実施しないでSDRAMにCDDDBを仮に保存しておく。他モード遷移時、若しくはユーザによる更新指示があった場合にSDRAMに保存しておいたデータを元に、更新処理を実施する事により、データの取りこぼしを低減させた。尚、SDRAM上のバッファは、一週間に配信されるデータを蓄えるだけのメモリを確保している。

また、CDDDB再検索機能を改良し、録音済の曲でタイトル情報が付加されなかったものに対し、CDDDB更新後に、再度タイトル情報の検索が行えるよう仕様変更した。

録音済曲の管理DBにCDDDB検索に必要なTOCのDBを追加する事により、本機能を実現した。

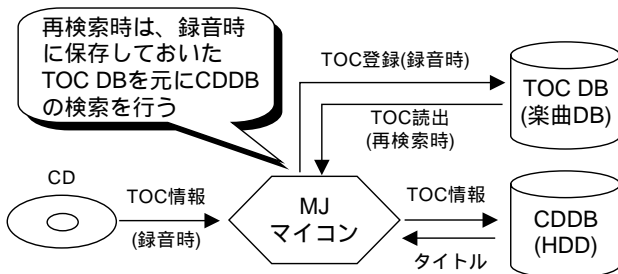


図-18 CDDDB再探索機能  
Fig.18 CDDDB repeat search function

7

おわりに

以上、MJの4倍速録音とFMdeTITLEを採用した'04 HDD AVNについて開発のねらいと技術について述べた。

音楽CDを4倍速で録音しながら同時に再生でき、新譜CDの楽曲データベースをFMラジオから入手できるという業界初の技術を実現でき、お客様にHDDオーディオをより気軽に楽しんで頂けるAVNになった。

今後も、高機能・高性能にエンターテインメント性を追求した最先端HDD AVNの開発を目指していきたい。

商標・登録商標

下記 製品名・固有名詞は各社の商標または登録商標です。

・登録商標

「Music Juke」...富士通テン株式会社

「AVN」...富士通テン株式会社

「MAGICGATE」...ソニー株式会社

「MEMORY STICK」...ソニー株式会社

「CDDB」...Gracenote Inc.

・商標

「FM de TITLE」...富士通テン株式会社

筆者紹介



畠 忠義  
(うね ただよし)

1998年入社。以来、AVNの商品企画に従事。現在、事業本部 第二事業部 商品企画部に在籍。



満永 英典  
(みつなが ひでのり)

2001年入社。以来、AVNのハード開発を経てLSIの開発に従事。現在、開発本部 LSI開発部に在籍。



岡田 修  
(おかだ おさむ)

1986年入社。以来、ソフト開発、AVC機器の開発を経てAVNのシステム開発に従事。現在、事業本部 第二事業部 技術部に在籍。



余川 琢  
(よかわ たく)

1995年入社。以来、ナビのハード・ソフト開発を経てAVNのソフト開発に従事。現在、事業本部 第一事業部 ソフトウェア技術部に在籍。



横山 正穂  
(よこやま まさほ)

1988年入社。以来、LSIの開発を経てAVNのハード開発に従事。現在、事業本部 第二事業部 技術部に在籍。



貴傳名 忠司  
(きでな ただし)

1986年入社。以来、カーオーディオの回路設計、LSI開発を経てAVNの開発に従事。現在、事業本部 第二事業部 技術部担当部長。