

## HDD ナビゲーションシステムにおける実装技術の開発

Development of a Mounting Technology for car Navigation System using Hard Disk Drive

堀口 英樹

Hideki Horiguchi

**要 旨** メディアにHDDを採用し AVとナビゲーションを融合させたカー・ナビゲーションシステム「AVIC-H09」を1DINサイズで実現した。

これを実現するために、カーコンピュータ部にBGA-IC、ビルドアップ基板、高効率・小型のDC-DCコンバータを採用し、高信頼性、低コスト化、高密度実装を実現した。また、GPS部では小型化に対応する部品の検討、各回路の検討を行い、さらに放熱、雑音を考慮した実装を行い、車載機器として十分な信頼性を確保した。

**Summary** We developed a Car Navigation System "AVIC-H09" with 1DIN size using a hard disk drive and having both an Audio Visual and a Navigation function.

The car computer system achieved high reliability, low cost, and high density mounting by using a BGA-IC(Ball Grid Array-IC), a multi-layer PCB, high efficiency layout and a small DC-DC converter.

To miniaturize the GPS portion, we examined the possibility of the miniaturization of parts used for a circuit which obtains high accuracy position.

To obtain sufficient reliability for a Car Navigation System "AVIC-H09" which can be installed into a car, we considered methods of decreasing noise and radiation.

キーワード： HDD、シミュレーション、BGA-IC、実装技術、

### 1. まえがき

1990年に、自車位置測位にGPSを用いたカー・ナビゲーションシステムが当社より市販で最初に発売された。その後、測位精度の向上、誘導・案内の正確さ、多彩な地図表示など機能・性能の大幅な向上とデータの充実、価格の低下などにより市場にすっかり定着した。

当社のカー・ナビゲーションシステムの開発コンセプトは、市場導入当初より、オーディオ、ビデオ、通信、情報を融合し、新たな価値を生み出

すAVICシステムの実現”で、これに向け常に新たな提案を続けてきた。

今回、新たな展開をはかるため AVとナビゲーションを融合させ、メディアに国内で初めてHDDをカーナビゲーションに搭載し、高速動作を実現するとともに、ミュージック・サーバ機能(HDDに音楽ライブラリを構築する)を実現した。

ドライバーの操作性、発展性を考慮し、設計上の要件として、

a. インコソール設置であること

- b. 多様な取り付け ,ラインアップに対応可能なこと
- c. ナビゲーションデータの更新/オプション用HDD追加のため ,HDDの脱着可能な構造であること

を掲げ ,ナビゲーションとTV系をそれぞれ1DINサイズで開発し ,2DINサイズAVICの実現を目指し ,開発に着手した。

筆者らは ,

- a. カーコンピュータ・システムの高機能・小型化
- b. GPS部の高機能・小型化
- c. 放熱・雑音を考慮した実装

を行い ,ナビゲーションシステム本体を1DINサイズで実現し ,市場導入したのでここに報告する。

## 2 「AVIC - H09」の開発

図1にHDDサイバーナビ「AVIC - H09」の構成を示す。GPSから得られる絶対位置とGセンサ・ジャイロ・車速パルスからの相対位置を ,用いて高精度な位置測位を実現するGPSモジュールと ,多彩な地図表示 ,ナビゲーション ,および新提案のミュージック・サーバを実現するカー・コンピュータシステム ,DVD-Drive HDD(リムーバブル)2個(オプションを含む)を ,完全なインダッシュサイズにまとめるため ,小型化設計 ,および放熱 雑音を考慮した実装を行った。図2に組み立て図を示す。

本システムでは ,メインCPUの高速化とメモリ

の大容量化を行い ,周辺部や各種I/F部などを取り入れたASICを開発した。また ,描画表示用ICは3次元座標演算エンジンを取り入れ ,従来は外付けであったVRAMを内蔵してバス幅を拡大し ,描画性能の大幅向上を実現するとともに ,小型化を実現した。

図1の一点鎖線内がカーコンピュータ部でシミュレーションによりパターン設計を行い ,CPUの高速化・小型化を実現した。またGPS部の大幅な小型化も行った。

## 3.シミュレーションの採用

CPU外部BUSは60MHzと従来製品の約2倍のスピードとなり ,実測だけでは信頼性に欠ける。ま

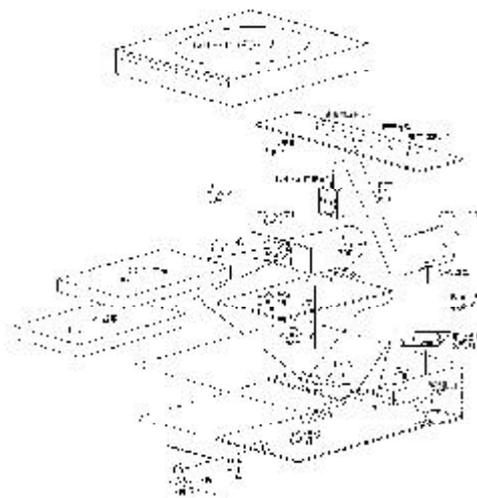


図2 HDDサイバーナビの組み立て図

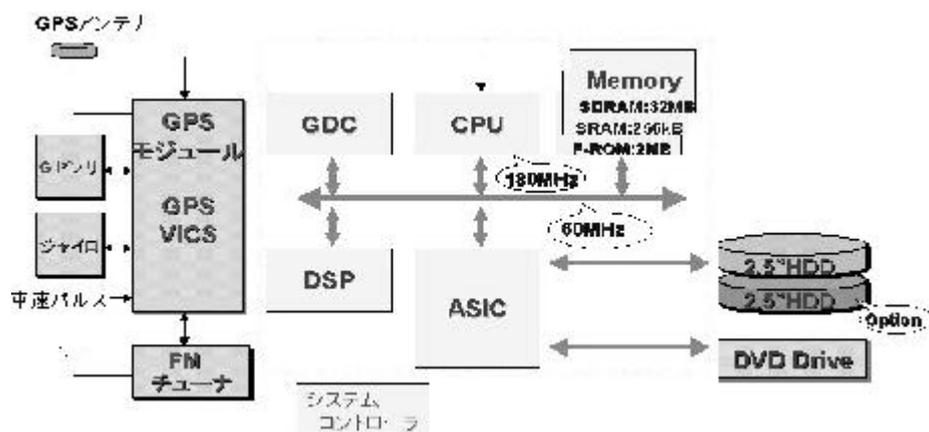


図1 HDDサイバーナビの構成

た従来、試作の実機で検討を行い、その結果を次のステップに反映させることにより、試作回数および開発期間が拡大していた。そこで今回は伝送線のシミュレーションでパターンの最適設計を行い、高速回路の信頼性の向上・基板の高密度化、すなわち基板の小型化を実現した。

図3にシミュレーションの概要を示す。シミュレーションは、基板データ(パターンおよび電気特性)と使用する部品の情報(デバイスモデル)を基板メーカーに提供し、それに基づいて基板メーカーは信号線の遅延特性や歪、反射の様子をシミュレートし、シミュレート結果に従って、問題点を机上で確認、変更することで最適な基板パターンを実現した。

実際にシミュレーションを行い、基板変更した例を図4に示す。これはシミュレーションの結果を元に、データバスラインのパターン長を変更した例である。変更前後の伝送路の波形を図5に示す。変更前の波形は、バスに接続されているGDC、CPU、DSP、ASICからデータバスへの接続部で、パターン長が他のデバイスの入力段よりも極端に短い配線があり、入力段で、反射が起きている。これを他の配線と同じ長さにし、伝送路特性が一樣になるようにして不要輻射を低減し、伝送路の波形ひずみを解消している。

その他にもダンピング抵抗の追加、デバイスの

変更など、シミュレーションにより最適化を行った。シミュレーションを行うことで、実物を作製する前に最適化を図ることが可能となり、信頼性の向上、商品開発期間の短縮、および開発トータルコストの低減に繋がった。

#### 4. 小型化の取り組み

車内にはナビの設置場所は用意されていない。一般的にナビ本体はトランクルームが車室内のイス下などに置かれ、ディスプレイはダッシュボード上に置かれるか、あるいはオーディオスペース(日本では通常2DINのスペース)に設置される。

今回のHDDナビシステムは、2DINスペースにナビ本体、ディスプレイ、MD、TVチューナ、FM/AMチューナ、DSP、アンプをすべて収めることを目標とした。

これを実現するため、多くの新規要素開発や製品設計上での工夫を行った。

##### 4.1 カーコンピュータ部の小型化

###### 4.1.1 BGA-ICの採用

限られたスペースに実装するために、各種I/O機能などを集積したASIC、および新機能であるミュージックサーバー(MSV)を実現するためのDSP・ICにおいて、BGAパッケージを採用した。

従来のASICとの比較を表1に、また、従来の

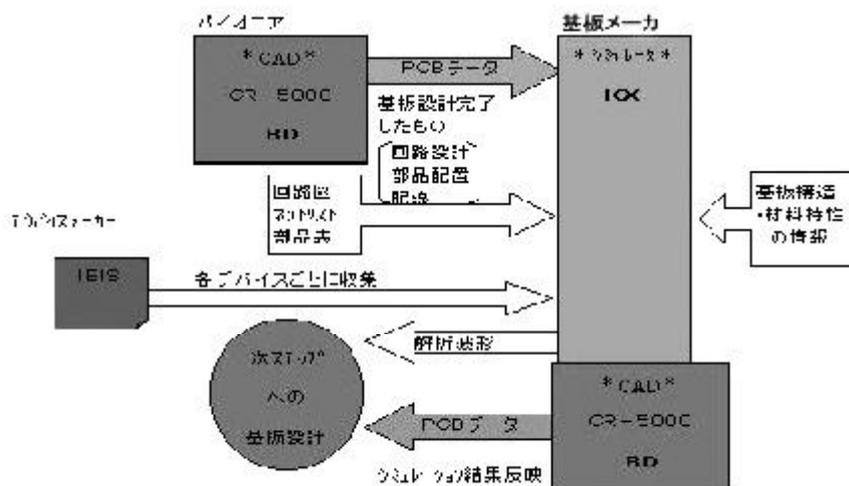


図3 シミュレーションの系統図

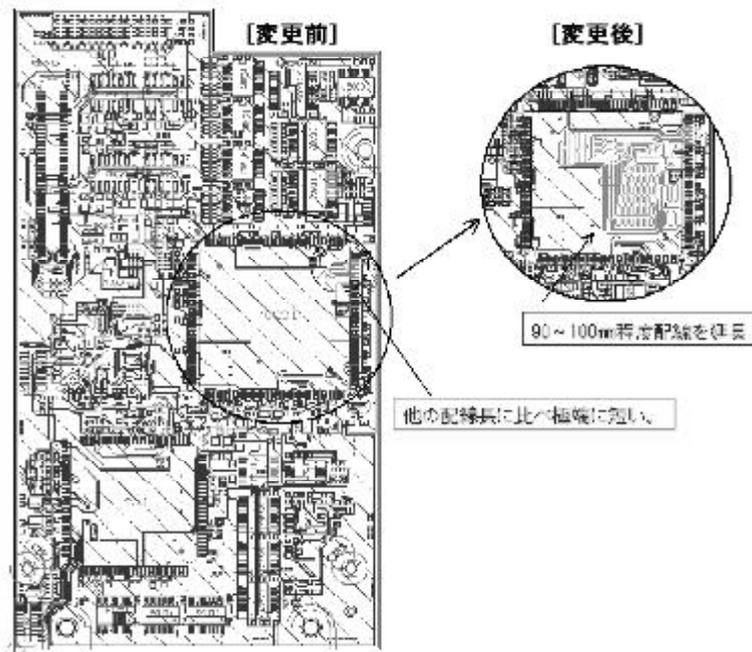


図4 基板変更前後のパターン例

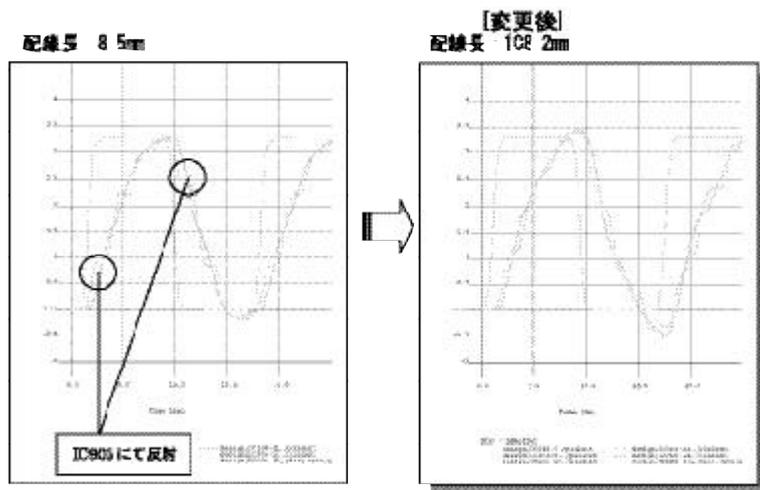


図5 パターン変更前後の伝送路の波形の違い

QFPパッケージとBGAパッケージの比較を図6に示す。従来のASICと比較すると、面積比で約1/4、パッケージ高さで約1/3のサイズとなり、小型化および薄型化を実現した。

#### 4.1.2 新規電源回路の採用

コンピュータ部分で使用する電源を高効率かつ小型のDC/DCコンバータを新規採用した。

電源回路の比較は表2の通りである。

また、コンピュータ部に必要な電源回路を同一基板上に実装することにより、供給電源の安定化

および小型化を図った。

#### 4.1.3 ビルドアップ基板の採用

前述のBGAパッケージの採用および基板サイズの縮小に伴い、部品の高密度実装が必須となり、カーコンピュータ部分にはビルドアップ基板を採用した。また薄型にする必要があるため、PCカード下部分(PCカード - 基板間高さ2mm)にも部品を配置し、低背部品を積極的に利用した。

従来モデルとの寸法の比較を表3に示す。図7(a)にASIC(BGA)、SDRAM、FLASHをそれぞれ2個

表1 QFPパッケージとBGAパッケージの比較

ASICパッケージ	従来 (QFP 240ピン 0.5mmピッチ)	新 (BGA288ピン)	比率
表面積	34.9mm <sup>2</sup>	1.8mm <sup>2</sup>	1/4
パッケージ高さ	3.2mm	1.25mm	1/3

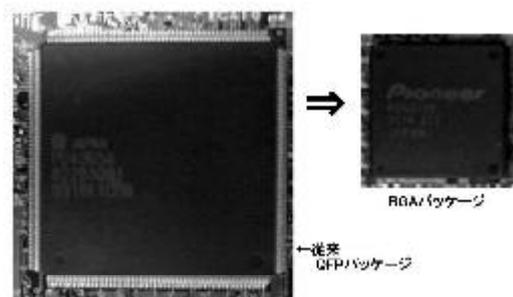


図6 QFPとBGAの外観の比較

表2 電源回路の従来との比較

電源回路	従来モデル	HDDモデル	比率 (HDD/従来)
表面積	3250mm <sup>2</sup>	1150mm <sup>2</sup>	約 1/3
高さ	15mm	4mm	約 1/3.5
容積	45750mm <sup>3</sup>	4600mm <sup>3</sup>	約 1/10

表3 コンピュータ基板の従来モデルとの比較

コンピュータ基板	従来モデル	HDDモデル	比率 (HDD/従来)
表面積	12500mm <sup>2</sup>	5400mm <sup>2</sup>	約 2/3
高さ	10mm	4mm	2/5
容積	125000mm <sup>3</sup>	33600mm <sup>3</sup>	約 1/4

搭載した基板を、図7(b)にGDC、DSP(BGA)、GDCを搭載した基板の外観をそれぞれ示す。また、これらによりカーコンピュータ部分(CCユニット)の基板面積は前モデル比で約2/3のサイズ減となり、製品の小型化に大きく寄与した。

また、ノイズ源を1ユニットに集約することができ、シールドケースの簡素化につながった。

#### 4.2GPS部の小型化

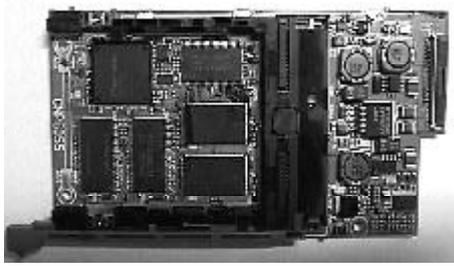
##### 4.2.1GPS部の概要

GPS部はナビゲーションでは高精度位置検出を行っている。高精度位置検出の要素技術を図8に

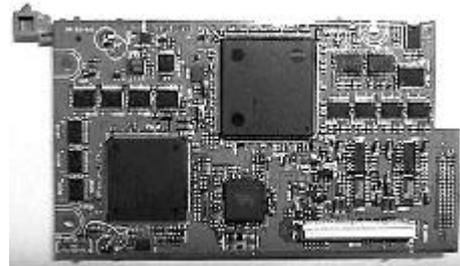
示す。高精度位置検出はGPSとセンサーの相互の欠点を補い合って位置を計算することで実現している。自車の絶対位置データを得るための高感度GPS、DGPS、ビーコン受信部また相対位置測位用の3Dハイブリッドセンサ、およびハイブリッド処理を精度専用のChipで行っている。図9に精度専用チップの構成を示す。

##### 4.2.2 GPS部の小型化

GPSの小型化では、位置認識に必要なGPS/センサー回路、および周辺部品の徹底的見直しをかけ、部品数の減少およびパターンの最小化を行



(a) カーコンピュータ基板 A 面



(b) カーコンピュータ基板 B 面

図7 カーコンピュータ基板の外観

い小型モジュール化した。図10にGPSモジュール筐体を実装した状態を示す。またモジュール、およびシールドケースに収納した状態を示す。図から分かるように、モジュールを縦型にして効率の良いレイアウト設計を図った。さらに小型化ジャイロ、小型IM多重ユニットなどの積極的な採用した。図11に今回採用した加速度センサー、角速度センサーの外観を示す。以上のような小型化

設計を行い、1DINサイズに最先端技術を凝縮した次世代ハードウェアを実現した。

### 5.開発において発生した課題

本製品の開発にあたり、耐振性能、放熱、ノイズ問題の課題に次のように対応した。

#### 5.1 耐振設計

新規メディアであるHDDドライブ搭載のため

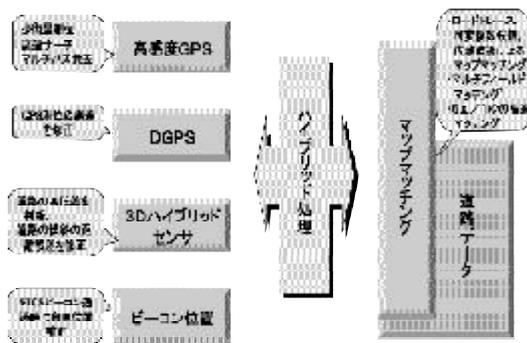


図8 GPS部の構成

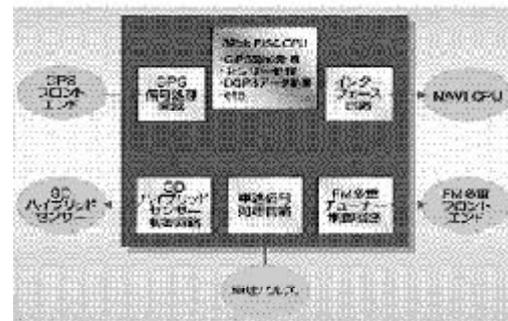


図9 精度専用チップの構成

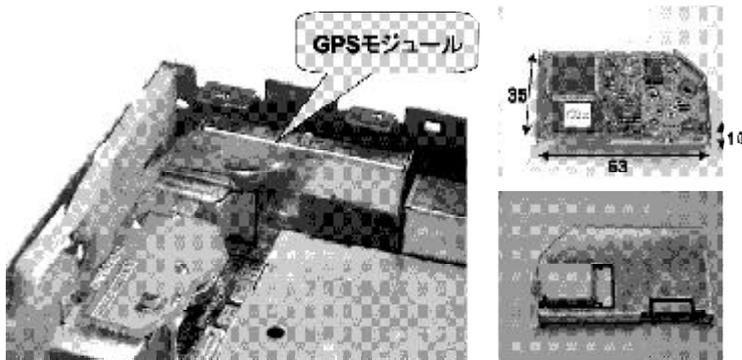


図10 GPS部の実装状態



図11 使用した各センサーの外観

に耐振性能を考慮する必要がある。構造の工夫などにより従来のDVDドライブと同等の耐振性能を確保しており、車載用として実使用上問題無いレベルを達成した。

### 5.2 放熱対策

ナビゲーションシステムの高速化、DVDビデオ対応による回路増加などにより消費電流の増大に加え、高密度実装化により製品としてより効率の高い放熱設計を行う必要がある。このために、高効率のDC-DCコンバータ、高性能電動FANを採用し、特にスペーサーや仕切り板を用いて製品内部の風の流れを考慮した設計を行い、車載環境に耐える放熱設計を実現した。これを図12に示した。

### 5.3 ノイズ低減

車載機器としてカーステレオやカーTVに対する悪影響を防止し、また製品内にも有するAV機能の基本性能を確保するためにも、不要輻射ノイズの低減を図る必要がある。この対策として、HDDドライブの筐体を分離した構造とし、また回路面ではデジタル回路、アナログ回路の分離を考慮した設計をした。

また一方で、重厚長大な設計となるのを避けるために、主要ノイズ源であるコンピュータ部分とそこで使用する電源回路を小型化し、ユニットに集約することによりシールドケースの簡素化を行っている。基板設計において、シミュレーションにてパターンの最適化を行いノイズレベルの低減を図ったことで、この設計が可能となった。

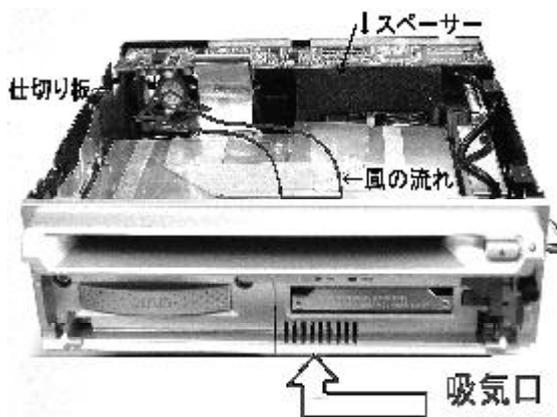


図12 放熱設計

## 6. まとめ

メディアにHDDを採用し、AVとナビゲーションを融合させたカー・ナビゲーションシステム「AVIC-H09」を1DINサイズで実現した。

これを実現するために、カーコンピュータ部ではパターン設計にシミュレーションを行うとともに、BGA-IC、ビルドアップ基板、高効率・小型のDC-DCコンバータを採用し、高信頼性、低コスト化、高密度実装を行った。また、GPS部では小型化に対応する部品の検討、各回路の検討を行い、さらに放熱、雑音を考慮した実装を行い、車載機器として十分な信頼性を確保しながら、ナビゲーション機能を1DINサイズで実現した。

車載機器はスペースに極めて厳しい制限がある一方、温湿度環境をはじめとする高い信頼性が要求される。品質確保を第一の命題とし、一層レベルの高い高密度実装を開発する予定である。

## 7. 謝辞

本開発に当たり協力して頂いた総合研究所関係者各位に感謝します。

### 参考文献

- (1)本橋: HDDを搭載したカーナビゲーションシステム”, JISSO/PROTEC フォーラムジャパン2001, 財団法人 電子情報技術産業協会P25~29

### 筆者

堀口 英樹(ほりぐち ひでき)

a. MEC第3商品開発部