

'05年秋市販1DIN HDD AVN(JUPITER)の開発

Development of 1DIN size HDD AVN (JUPITER) for Aftermarket Sales (2005 Fall)

松	尾	憲	輔	Kensuke Matsuo
濱	岡	弘	文	Hirofumi Hamaoka
中	村	文	武	Fumitake Nakamura
森	村		準	Hitoshi Morimura



要 旨

国内カーナビゲーション市場は、ライン純正を牽引役に堅調に市場を伸ばしている。

当社は1997年にAVNを市場投入して以来、他社にない豊富なラインナップと先進性の高い機能（DVD/CD/MDの3デッキ内蔵、タッチパネル採用、フィルムアンテナ採用など）でAVN市場を創出・拡大してきた。

しかし、近年、競合他社の相次ぐ参入により競争が激化し、更なる商品力の向上が求められている。

このような状況のなか、AVNのさらなる飛躍を図るべく開発を行ってきた1Din AVN(開発コード：Jupiter)について紹介する。

Abstract

The domestic car navigation market is steadily expanding, with factory genuine products being its motive force.

Since introducing AVN systems to the market in 1997, Fujitsu Ten has created and enlarged the AVN market through an extensive lineup and highly advanced functions (such as the incorporation of three [DVD/CD/MD] decks, adoption of touch panels, and adoption of film antennas) that other companies do not have.

In recent years, however, competition has intensified as one competitor after another has entered the market, and further improvement of product appeal is being sought.

In the midst of this situation, this paper introduces a 1DIN AVN (development code: Jupiter) which we have developed in order to make additional progress in AVN development.

1

はじめに

カーナビゲーション市場において当社はオールインワンのAVNを他社に先駆けて開発し市場をリードしてきた。昨今他社も“AVN”タイプを投入してきたが、HDD AVN一体機としては各社2DINモデルのみであり、1DINで完結するモデルはなかった。市場（特に海外）では依然1DIN開口のみしか持たない車も多数あり、1DINで完結するHDD AVNへのニーズはありながらもダウンサイジングに対する技術的課題により実現していなかった。

そのような状況の中、AVNの先駆者として、「他社よりも先に何としてもやり遂げる」を合言葉に2004年2月にプロジェクトネームを「Jupiter」と命名し1DIN HDD AVNの開発をスタートした。

そして05年秋、富士通テンの市販ブランド「ECLIPSE」にて国内モデルを皮切りに北米・欧州に向けて世界初の1DIN HDD AVNを発売することができた。

今回、その機能・原理・技術について紹介する。

2

1DIN HDD AVNの概要

05年秋、ECLIPSEは世界初となる1DIN HDD AVNを市場投入することでAVNの第二世代と位置付けられるAVNの新しい形態の提案を実施した。

2.1 商品コンセプト

2005年夏、【AVNの新たな進化】のコンセプトのもと企画・開発を行い、新操作系『アクティブ・ウィング（1）』の採用や『アルティマ・エンジン（2）』による高性能ナビを実現した。

その秋、更なるAVNの進化を目指し【NEXT STAGE AVN】をコンセプトに、これまでにない従来の枠を越えた新しい形のAVNの企画・開発を進めてきた。

2.2 製品概要

『ハイダウェイユニットなしでAudio, Visual, Navigationを1DINスペースへ集約』それが本製品の最大の特徴である。しかも1DINサイズへダウンサイジングしたにも関わらず、業界最大クラスの7.0インチWideモニター、高性能ナビCPU：アルティマエンジン、DVD/CDコンパチデッキ、ハイパワーアンプ等、1DINならではのスマートさを備えつつ、2DIN AVNに引けをとらない、サイズを越えたパフォーマンスを実現している。

しかも、別売の1DIN AVN専用5.1chデコーダユニットを接続することにより車室内音響の高精度な補正をはじめ、そのシステムを用いた5.1ch再生が可能となり、サウ

ンド・フラッグシップAVNの名にふさわしい進化を遂げることができる。

向け先として国内、北米、欧州などグローバルな展開を視野に入れ、それぞれの国のニーズに合致した仕様、機能を有している。ラジオ周波数やDVD-Videoのリージョンコードを各国毎に設定するのはもちろんのこと、国内モデルではTVチューナー内蔵、MusicJuke機能、FM de TITLE / FM de TITLE plus対応、北米モデルのIBOC・SIRIUSといったデジタルラジオへの対応、欧州モデルのRDS-TMC対応等、独自の地域対応機能を満たしている。



図-1 AVN 075HD

Fig.1 AVN 075HD

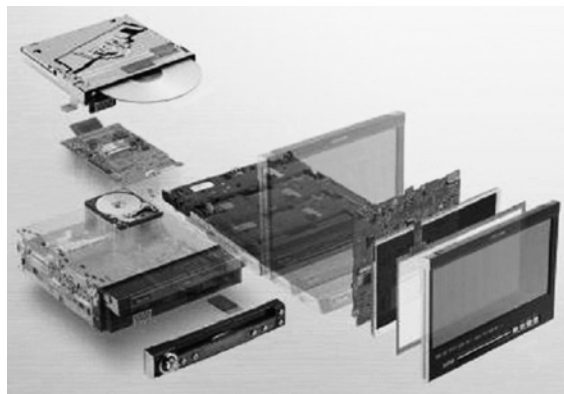


図-2 AVN 075HD内部構成図

Fig.2 Internal structure of AVN 075HD

このように様々な新機能、新コンセプトを基に開発を行った1DIN HDD AVNであるが、本編ではこの画期的なダウンサイズを支える技術にフォーカスして、以下に解説する。

- 1：アクティブ・ウィング（可動式操作パネル）
描画表示範囲を最大限有効に確保するための操作部を有する可動式操作パネル
- 2：アルティマ・エンジン（1チップナビコアIC）
マイコン・グラフィックCPU・周辺回路・アナログ回路を1チップ化することで従来以上の描画性能と処理スピードを実現したナビコアIC部

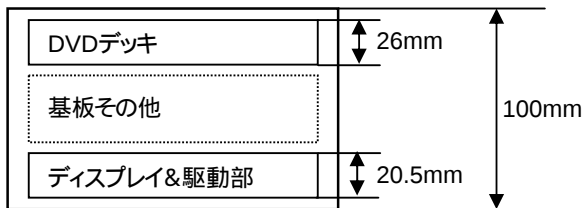
3 1DIN化構造への取り組み

従来2DINサイズモデルで有する機能をほぼそのまま1DINサイズへ集約する為には各ユニットの根本的見直しによる小型化、省スペース化を図る必要があった。

【2DINサイズ—1DINサイズの構造比較】

下図（図-3）に従来2DINサイズでの主要ブロック、ユニットの概要（サイズ）を示す。

【従来2DIN】



【1DIN】

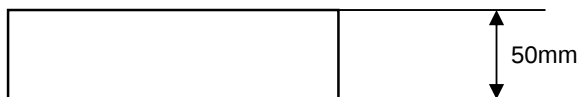


図-3 従来モデル2DINのユニット構造寸法図

Fig.3 Unit structure dimensions of conventional model 2DIN

言うまでもなく従来機との最大の違いは高さ方向のサイズが半になることである。

2DIN：高さ100mm 1DIN：高さ：50mm

ここで、従来構造のユニットでは図を見てわかるとおり、TFTディスプレイ - チルトユニット部（高さ20.5mm）

+

DVDデッキユニット部（高さ26mm）

↓

合計46.5mm

これでは2つのユニットだけで1DINサイズを占有してしまい、他のユニットが入る隙間がない状態となってしまう。

そこでまずは上記2つのユニットのダウンサイジングに取り組んだ。

【TFTディスプレイ - チルトユニット部】

TFTディスプレイのサイズに関しては、7インチサイズを確保しながら、ディスプレイユニット部の薄型化及びチルトユニット部分の見直しを行った。

チルト回路の見直し、モータの小型化を図ることによりTFT部分の後面にチルト部分を配置することができ、高さ方向での寸法を2.8mm（▲14%）減らす事に成功した。

【DVDデッキユニット部】

デッキ部分に関しては、サイズ、インターフェース及び制御方法（通信方法）を検討し、当社システムとして最適

なデッキ品質を保ちながら、厚さ11mm減（▲42%）を実現することができた。

このように上記2つのメインユニットを小型化することを手始めにその他のブロックをどのように配置するかを検討を行った。

次項では、そこでの様々な重要な課題について説明を進めることとする。

4

技術的課題の抽出

2DINでさえ非常に緻密で高度な構造レイアウトを要するAVNの設計において、1DINのスペースでAVNの機能を全て織り込み成立させるためには多くの課題がある。まずは前項で述べたデッキ、ディスプレイ - チルトユニットの小型化により、1DINサイズ化への糸口を見つけることができた。次に、その他のブロックをどのように配置するか、それによる問題点にどのように取り組むかの検討が始まったが、ここではその技術的課題について説明する。

技術的課題として

【高密度構造の実現方策】

【高密度化に伴う内部温度上昇への対処】

【懸念されるノイズ対策への取り組み】

の3つのポイントを挙げ、説明していく。

【高密度構造】

高密度構造の課題として下記の点が挙げられる。

ディスプレイ - チルトユニット薄型化（従来比 2.8mm減 ▲14%）

DVDデッキ薄型化（従来比 11mm減 ▲42%）

ナビ処理ボード、オーディオ処理ボードの統合1枚化

MCM高集積基板の新規開発採用

小形AM/FMチューナの開発（従来比 ▲44%）

小形電源モジュールの開発

HDDサイズ小型化

4仕向け地（日本、北米、欧州、中国）共通化設計

上記、については前項で述べたとおり、小型化のメド付けをすることができたが、以降の課題への対策及び実現が本機種成立への最重要課題となった。

また、小型化、回路の高集積化により更に下記の課題についても実現無くして本製品の成立は有り得ないものである。

【内部温度上昇】

ファンによる内部からの効率的な放熱により内部部品（HDD、IC、電解コン等）の温度上昇を部品保証値以下に抑える必要がある。

【ノイズ対策】

小型化により各回路ブロックが近接し、動作クロックに

よるノイズの影響，DC-DCコンバータの小型化に伴う高周波発振ノイズ等の影響等が従来2DINモデルより顕著に表れる可能性があり，設計段階での未然防止対応を考慮する必要があった。

5

課題解決策

5.1 高密度構造

1) 構造検討方法の取り組み

3D-CADにて作成した分解構造図を図-4に示す

この中でディスプレイ・チルトユニット部及びDVDデッキ部の薄型化・小型化については前項にて述べた。そ

の他の小型化課題についても従来の方式にとらわれない構造の見直し，早い段階から仕入先とも徹底的なDRを実施し，更に他社製品の徹底的なベンチマークなども実施した。

高密度化の検証においては，新たな取り組みとして基板・シャーシ等すべての構造部品を3D-CADデータを活用し光造形を活用した試作モックで検証を実施した。従来は3D-CADデータでの図面のみによる検証であった為，図面上では発見できなかった構造上の問題点等が実際の1次試作品にて発覚することがあった。今回は光造形試作モックにより，初期設計段階で構造上の問題点を洗い出すことができ，早期成立性に目処を付けることができた。(図-5参照)

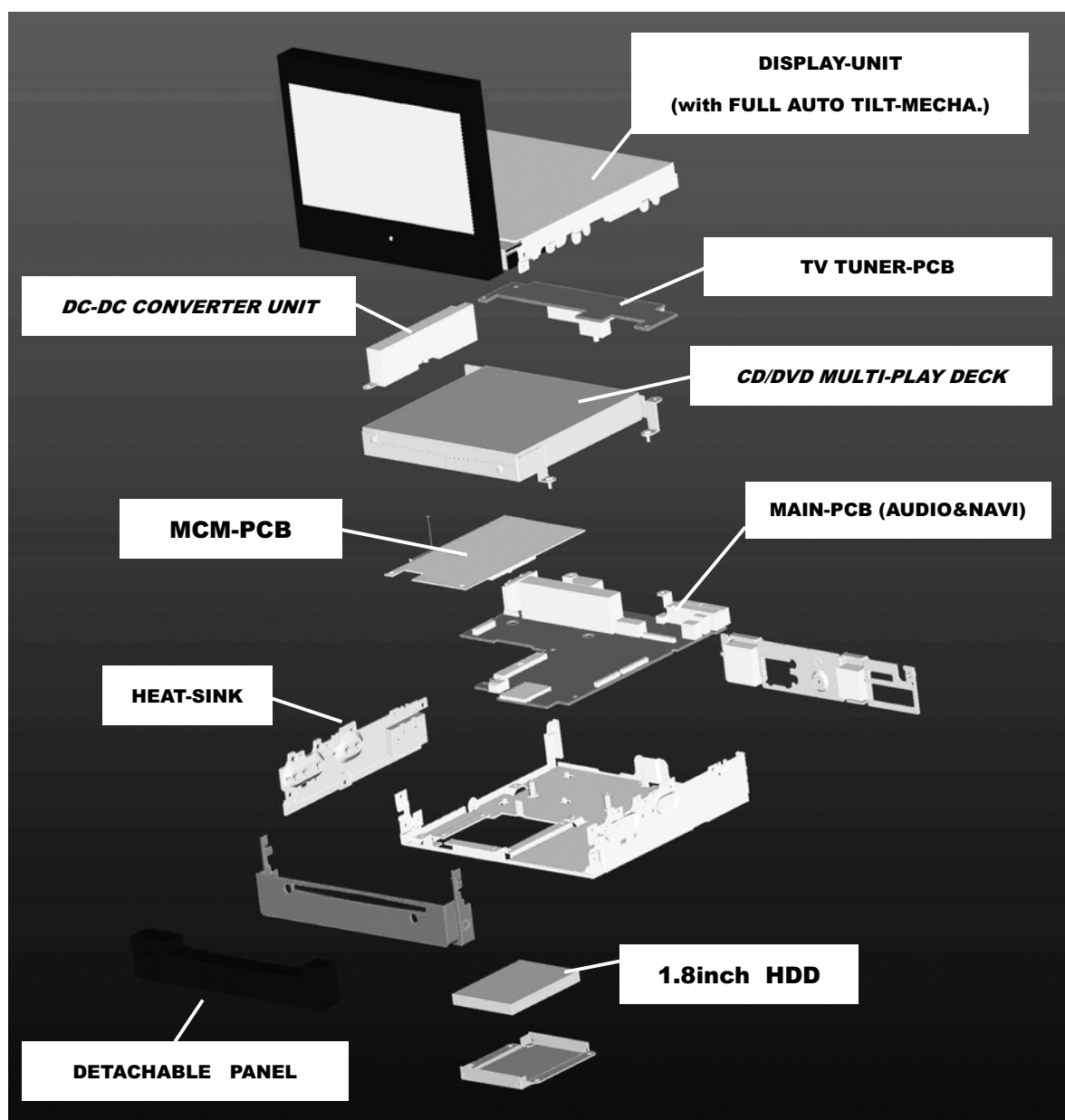


図-4 分解構造図

Fig.4 Exploded view of the structure

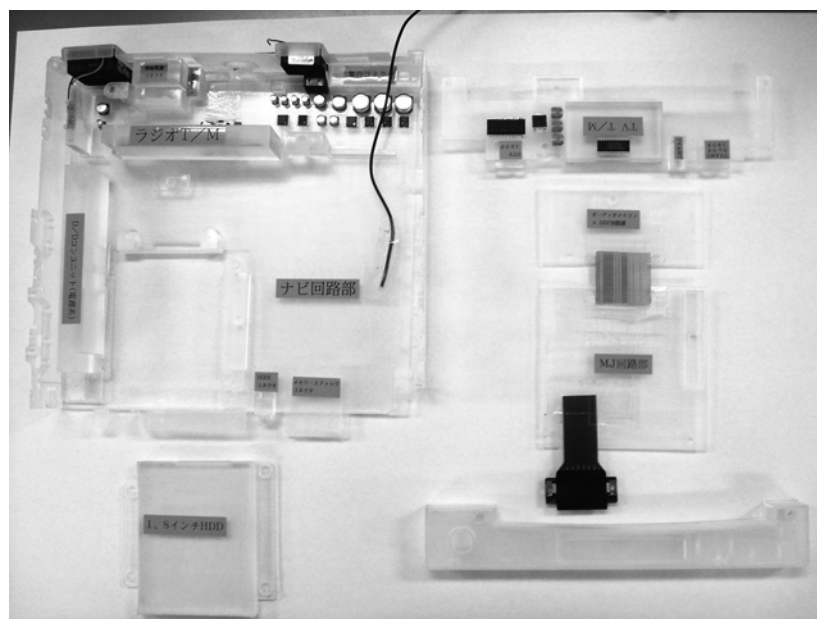


図-5 光造形モックによる成立性検証

Fig.5 Physical verification with rapid prototype mock-up

光造形は短期間で正確な実物大モックを作成できるので、他の実物大の部品をモックに取付けて確認することができる。更に実際の部品が実装されたプリント基板を用いることにより、ビジュアル的な検証・確認に大いに役立てることができた。

これらの開発・検討の積み重ねにより、従来のAVNと比較し、内機部容積を約35%にシュリンクさせることができた。

また、単に高密度化だけではなく、組立や保守の場面まで配慮した構造設計となっている。これは、全体の構造を設計していく中で組み立て易さを考慮し、可能な限り基板間接続は直結コネクタを採用し積み上げ式構造とした。特に市場でのHDD交換や仕向け地によってはHDDのみを現地で組付けてビルトアップすることも視野に入れ、HDDを底部から組付ける構造とした。

次に具体的に各課題の成立までの方策、結果について述べる。

2) 課題への方策、結果

前項で述べた課題の中で、最大の課題であった

ナビ処理ボード、オーディオ処理ボードの統合1枚化
MCM高集積基板の新規開発採用

について説明する。

2DIN→1DIN実現化の最重要ファクターとして、下記のポイントを念頭に省スペース化を検討し、従来基板構成を根本的に見直した。

【ポイント】

1．採用部品の小型化（BGAパッケージ採用）

2．各基板への効率的な回路配置

3．ナビ部+オーディオ（ラジオ、パワーIC）部の統合

まず、従来のナビボードではナビ部回路のみを1枚基板にて構成していたが、今回はこのナビ部も省スペース化を図り、ナビ制御マイコンASIC、描画ICの1CHIP化を実施して、大幅な省スペース化を実現した。これにより、従来のナビボード基板上にスペースを確保し、オーディオ回路をそのスペースに配置した。具体的にはAM/FMチューナーモジュール付属回路及びパワーIC周辺回路を取り込むことができ、オーディオ回路部分の主要スペース（約9割：DSP部以外）をナビ部との共有基板として成立させることができた。

次に今回もっとも配置困難で成立上、苦労した点として、回路上のデジタル部+オーディオ部（DSP部）を搭載する基板をどこに配置するかという点であった。開発初期段階ではどこにもスペースを確保することができず、成立性を実現するには、DVDデッキとHDDとのわずかな空間に配置しなければならないことが判った。

これは1.8inch-HDDの上面でHDDとほぼ同サイズで高さ2mmというスペースであった。実際に基板を配置できるサイズとしては、122mm×79mmであった。

ここにデジタル部+DSP部を配置するための検討を進めた。まず、デジタル部のMJ（MusicJuke）-ASIC、MJ（MusicJuke）マイコン、メモリー、オーディオマイコン等の多PINデバイスをQFP BGA品を採用して省スペース化を図り、一部オーディオアナログ部を含むDSP回路部分についても同様にQFP BGA品を採用して、大幅な省ス

ペース化を実現することができた。

このことで面積的には122mm×79mmというスペースに部品配置をするメド付けができた。

次に高さ方向については全部品について低背部品を吟味採用し、基板実装を片面実装し、更には基板板厚を0.8mmにすることで成立できるメド付けができた。

また、他基板との接続に関しては従来のBOARD to BOARDコネクタではスペース、高さともに成立しない為、新しく薄型のフレキシブル基板ケーブルを基板に直接半田圧着させる方法を採用して問題をクリアすることができた。

この基板をマルチ・チップ・モジュール基板（MCM）と称している。

本MCM基板の設計、開発に関して、BGAデバイスを用いた基板設計及び実装技術については、携帯電話での設計、生産実績を持つFDK（富士電気化学）殿との協業開発により実現することができた。

FDK殿には

- ・基板パターン設計
- ・試作完成品基板流動～納入
- ・MCM基板信頼性試験

の面で協力いただき、本機種種の最重要課題であったブロックの配置、開発の課題をクリアすることができた。

図-6において左側が従来（04モデル）基板構成であり、右側が今回の基板構成である。

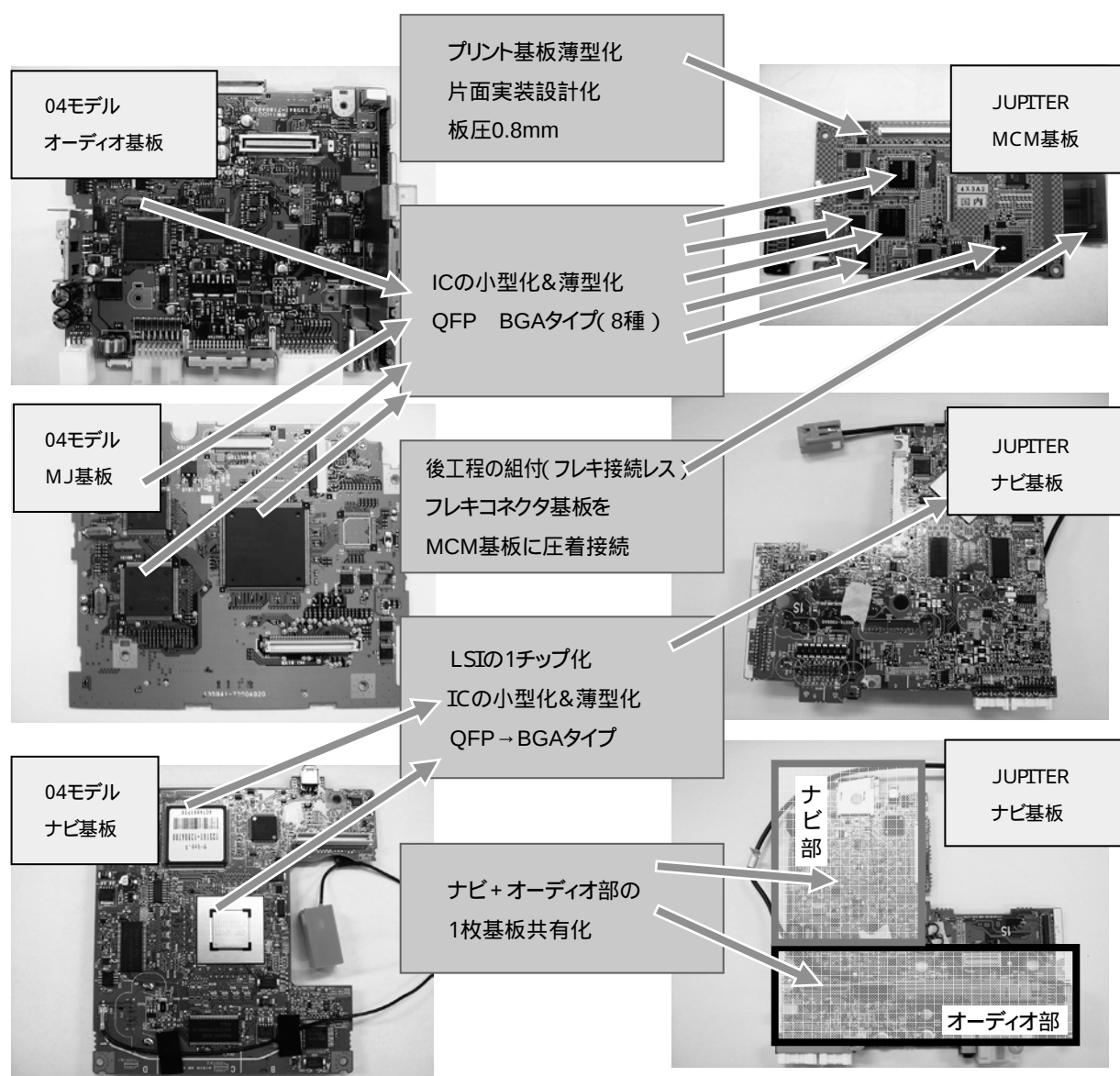


図-6 基板構成図（従来2DIN 1DIN）

Fig.6 Board configuration (conventional 2DIN → 1DIN)

最終的には左表のとおり、基板面積として大幅に省スペース化することができ、本機種の成立性に関して大きく寄与することとなった。

【従来モデル】

メイン基板	1枚 (170 × 145mm = 24500)
MJ基板	1枚 (140 × 140mm = 19600)
ナビ基板	1枚 (160 × 140mm = 22400)

【今回JUPITERモデル】

MCM基板	1枚 (120 × 75mm = 9000)
ナビ + オーディオ基板	1枚 (150 × 140mm = 21000)

		(単位:mm ²)	
基板構成	04モデル (6604HD)	基板構成	本機種
メイン	24500	MCM	9000
MJ	19600	ナビ	21000
ナビ	22400		
DC/DCコンバータモジュール	7250	DC/DCコンバータモジュール	5100
TV	6300	TV	6900
DISPLAY	17500	DISPLAY	17500

目標

約50%化

約70%化

下記、図-7に基板ブロック構成図を示す。

構想設計:共通化 (E関連)

(1) 基板構成

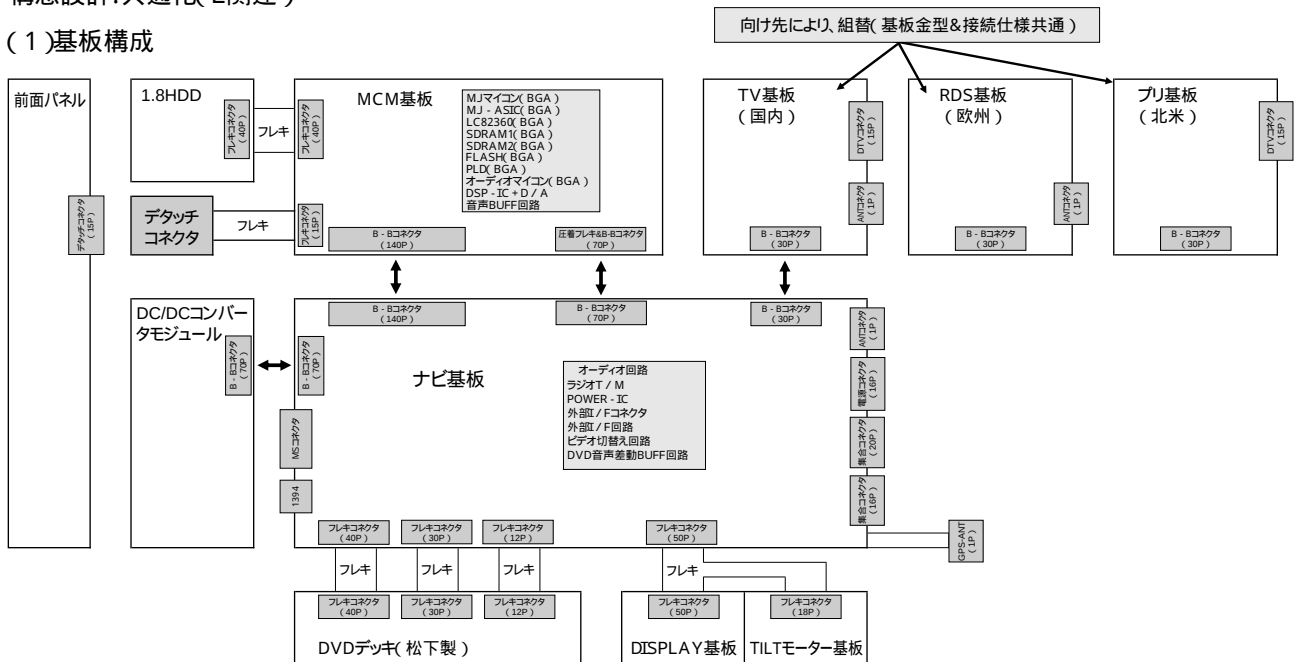


図-7 基板ブロック構成図
Fig.7 Board block diagram

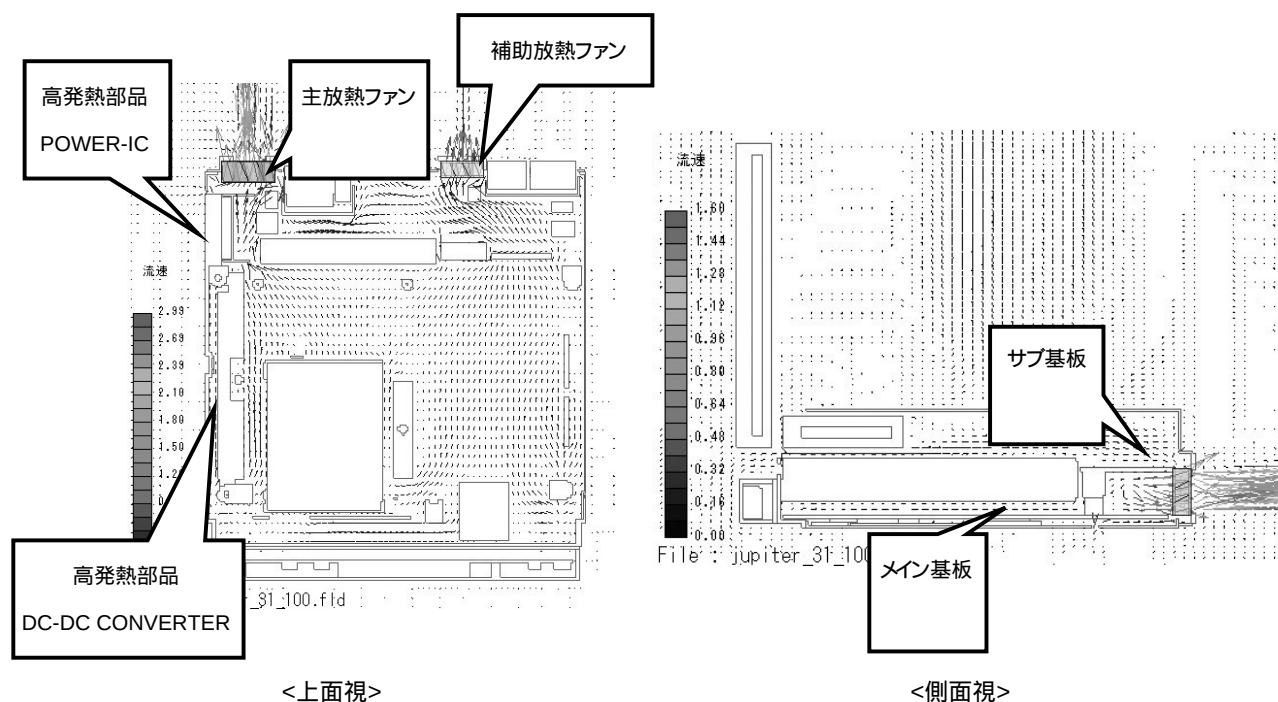


図-8 CAEによる放熱解析
Fig.8 Heat dissipation analysis with CAE

5.2 内部温度上昇対策

【ファンによる内部からの効率的な放熱】

構造上、効率的に放熱するためパワーIC・DC-DCコンバータのように特に消費電力が高い部品をファンの流速直線上に配置した。

このことによりファンで製品前方から車室内の冷たい空気を吸い込み、発熱した部品を効果的に冷却することが期待できる。

しかしながら1DINサイズ内ではファンのサイズの制約も大きく、風量はさほど期待できない。

そこで製品背面の空いたスペースに補助ファンを搭載し、1基目のファンで排出しきれない特にナビCPU部付近の熱をこのファンで排出する構造とした。

また、製品の上半分はディスプレイの収納部分となっており実際に使用する時はディスプレイが外部にせり出すため大きな空間ができる。放熱ファンがこの部分の空気を吸い出してしまえば内部温度上昇抑制には効果が少なく、効率的ではない。そこで、

サブ基板の取付位置、方向を内部の気流が下半分に集中するような配置とすることにより、大きな構造変更をすることを避けながら効率的な放熱を実現することができた。

尚、これらの構想設計を試作前に確認するためCAE解析を活用した。製品内部における空気の流れを解析した結果を図-8に示す。

この図から製品左側にDCDCコンバータ、パワーIC等があり、この熱を主放熱ファンにて効率的に吸い込んでいる様子がわかる。

5.3 ノイズ対策

1) 電源系見直し

従来モデルではDC-DCコンバータ（5系統）及びレギュレータIC（5個）にて対応していたが、本モデルでは従来サイズのレギュレータICを配置するスペースがなく、DC-DCコンバータに10系統の電源を持たせ、成立させた。

設計段階でのDC-DCコンバータノイズの封じ込めとして、モジュールのシールド化及び筐体へのアース接続強化を図った。また、AM帯ノイズ低減として、スイッチング周波数を2MHzとしてAM帯域外に設定することにより実現した。



図-9 DCDCコンバータモジュール
Fig.9 DCDC converter module

2) パターンレイアウト

マイコン系動作クロック及び、その通信ラインの輻射ノイズ等が毎回高周波系ノイズ（ラジオ全周波ノイズ、TV全周波ノイズ、端子伝導輻射ノイズ）として現れその対策にはいつも苦労する。本モデルでは省スペース化目的でBGAパッケージ部品を多く採用しており、これによりBGA端子→基板内層パターン配置がレイアウトしやすくなっている。通信ライン等はできるだけ他の回路に影響しないように内層パターンに引き回し、表面層をGND化することができ、輻射ノイズという観点からも改善を図ることが出来た。

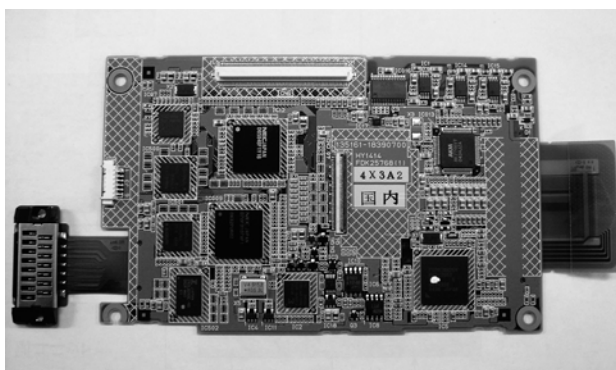


図-10 MCM基板外観図
Fig.10 External view of MCM board

また、先に述べた基板省スペース化のため、ナビ部回路と一部オーディオ回路を共有させて1枚の基板に統合しているが、ナビ部からオーディオ部へのノイズに関しても考慮が必要となってくる。

これに関してはナビデジタル部は基板の前方にすべて集中させ、オーディオ（チューナー、パワーIC等）のアナログ回路は基板後方に集中させて、パターンレイアウト上での分離化を実施した。

また、このデジタル部、アナログ部のGNDを完全分離化し、GNDからのノイズ回り込みに対しても対応している。

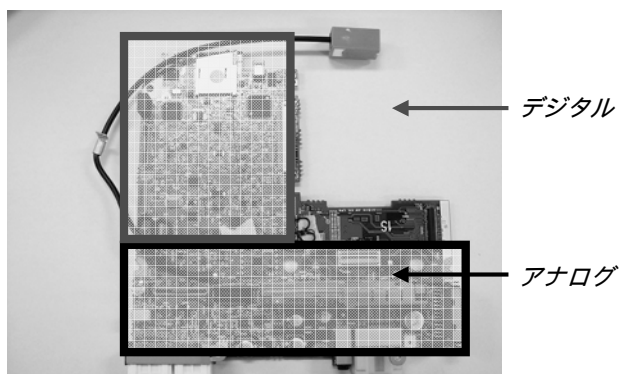


図-11 ナビ-オーディオ基板でのデジタル/アナログ分離状況
Fig.11 Status of digital/analog separation on the navigation-audio board

6

おわりに

2005年10月、国内モデルを皮切りに北米、欧州と順次発売し、数ヶ月が経過した。いずれの市場においても好評で、順調に売上げが伸びている。

市場からは「こんな機種を待っていた」という声が多数寄せられ、挫折することなく一丸となって開発を推し進めてきた設計及び関連部門にとってうれしい限りである。

最後となるが、FDK株式会社殿、アイシン・エイ・ダブリュ株式会社殿をはじめ、本1Din AVNの開発にご協力下さった各関係会社に対し、本書を通じて深く感謝の意を表しながら今回の技術報告書とさせていただきます。

「ECLIPSE」「AVN」「MusicJuke」「FMdeTITLE」は富士通テン株式会社の登録商標です。

筆者紹介



松尾 憲輔
(まつお けんすけ)

1986年入社。以来、カーオーディオの回路設計を経てAVNの開発に従事。現在、CI本部第二事業部マルチメディア技術部に在籍。



森村 準
(もりむら ひとし)

1984年入社。以来、カーオーディオの構造設計を経てAVNの開発に従事。現在、CI本部第二事業部機構技術部チームリーダー。



濱岡 弘文
(はまおか ひろふみ)

1991年入社。以来、カーオーディオの構造設計を経てAVNの開発に従事。現在、CI本部第二事業部機構技術部に在籍。



中村 文武
(なかむら ふみたけ)

2003年入社。以来、ナビ・オーディオ関連商品の商品企画業務に従事。現在、CI本部第二事業部商品企画部に在籍。