

車載用 DVD/CD ドライブの開発

Development of a DVD / CD Drive for Vehicle use

荒木 盛雄 , 坂本 雅人 , 富樫 淳 , 西尾 善道

Morio Araki, Masato Sakamoto, Jun Togashi, Yoshimichi Nishio

福田 真之介 , 松尾 一徳 , 山下 俊郎

Shinnosuke Fukuda, Kazunori Matsuo, Toshiro Yamashita

要 旨 車載用 DVD/CD ドライブ (MS2) を開発した。

本ドライブは以下の特徴をもつ。

1. 小型ピックアップ搭載で厚さ 25.4mm の薄型ドライブ
2. DVD - ROM , DVD - VIDEO , CDDA , VIDEO - CD など , 多くのディスクメディアに対応。
さらに DVD - ROM は ATAPI 対応。
3. 共通のプラットフォームで , 以下の 3 つのバリエーションを持つ。
 - a. DVD - ROM/CD ドライブ
 - b. DVD - VIDEO/CD ドライブ
 - c. DVD - ROM + VIDEO/CD ドライブ

これら魅力的な特徴により , 多種多様な高機能 , 高付加価値製品へ柔軟に対応することが可能となった。

Summary We developed a DVD / CD drive for Vehicle use (Called the "MS2").

This "MS2" drive has the following features.

1. Thinner drive with small pick up
2. The drive is able to play back DVD-ROM, DVD-VIDEO, CDDA, VIDEO-CD, etc , and what's more , has an ATAPI I/F for DVD-ROM
3. We developed three type of drives with a common platform as below :
 - a.DVD-ROM / CD Drive
 - b.DVD-VIDEO / CD Drive
 - c.DVD-ROM+VIDEO / CD Drive

The "MS2", with these attractive features, is able to provide new models with high performance and various functions.

キーワード : DVD , CD , VIDEO , ROM , DVD - ROM , DVD - VIDEO , VIDEO - CD , CDDA , ドライブ , 車載 , 薄型 , ディスクメディア , 光ピックアップ , RTOS , 光モジュール

1. まえがき

車載用オーディオシステム，車載用ナビゲーションシステムの最近の動向として，さらなるマルチメディア化が進み，高機能かつ付加価値の高い製品が求められている。

また，車載用においてはその実現すべき製品サイズが限定されるため，結果としてさらなる高密度化も求められている。

これら，高機能，高付加価値，かつ高密度化が進む製品を市場導入するべく，薄型かつ多くのディスクメディア再生に対応する，車載用DVD/CDドライブ（MS2）を開発した。

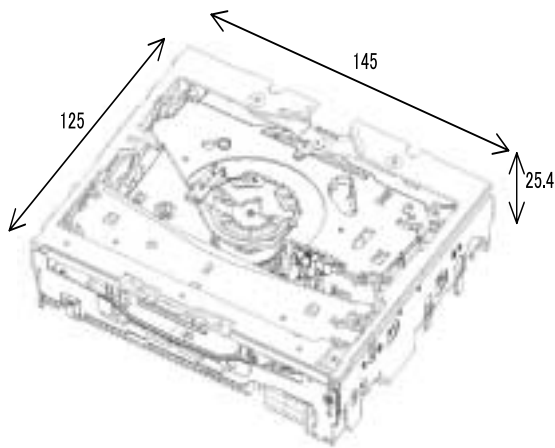


図1 ドライブ全体外観

2. MS2の開発コンセプト

以下のコンセプトの元，開発を行った。

- ・小型ピックアップ搭載薄型メカ
- ・DVD-ROM(ATAPI I/F)，DVD - VIDEO，CDDA，VIDEO - CD再生
- ・記録系メディア（CD - R，CD - RW，DVD - R，DVD - RW）再生対応。
- ・共通プラットフォームで3つのバリエーション
DVD - ROM/CDドライブ
DVD - VIDEO/CDドライブ
DVD - ROM + VIDEO/CDドライブ

3. ドライブ概要

図1にドライブの全体を示す。従来機種（MS1）比で，体積 - 28%・厚さ - 25%となっている。これはすべてのバリエーション共通であり，異なる仕様の製品設計が共通化できるようになっている。

図2にDVD/CDドライブのブロックを示す。本ドライブは，ディスクの信号を読み取る光ピックアップ部，ディスクオートローディング機構を有するメカ部，サーボ回路・復調/エラー訂正回路からなるフロントエンド部，AVデコード回路・オーディオ/映像回路からなるバックエンド部，ドライブ全体のコントロール，ATAPI I/FおよびHOST I/Fなどを行うCPU部から構成されている。

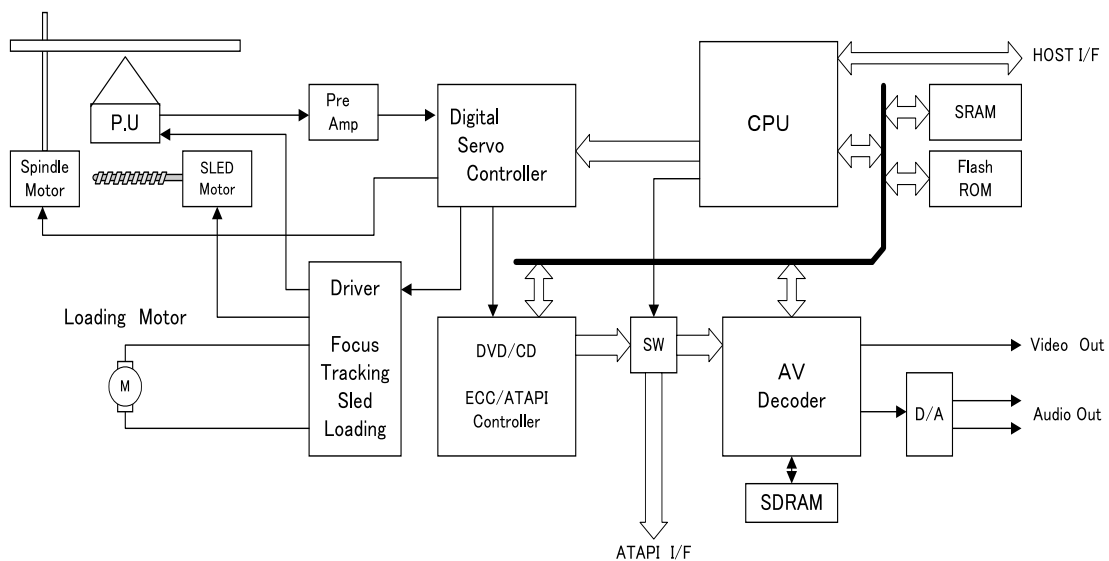


図2 ドライブ全体ブロック図

4. ピックアップ

ピックアップの特徴としては、光学系を集約しモジュール化した光モジュールを採用したことにある。光モジュールを採用することによりピックアップの小型化、光学系部品の部品点数削減に対応した。図3にピックアップの外観写真を示す。

図4にピックアップの構成を示す。ピックアップの構成としては光モジュールを搭載することによりシンプルな構成となっている。

4.1 光モジュール

光モジュールは、再生用DVD/CDピックアップ

用として、レーザダイオード、受光素子、その他光学系を集約したデバイスとして、全社プロジェクトにより開発された。フォーカスエラー信号は、DVD、CD共に、非点収差法をとり、トラッキングエラー信号は、DVDは1ビーム法、CDは3ビーム法をとっている。

光モジュールを分解した構成を、図5に示す。DVD用レーザだけでなく、CD用レーザも配置することによりCD-Rの再生も可能としている。各レーザは、あおり調整、光軸調整後、半田付けにより、位置固定される。調整は1 μ m程度という高い調

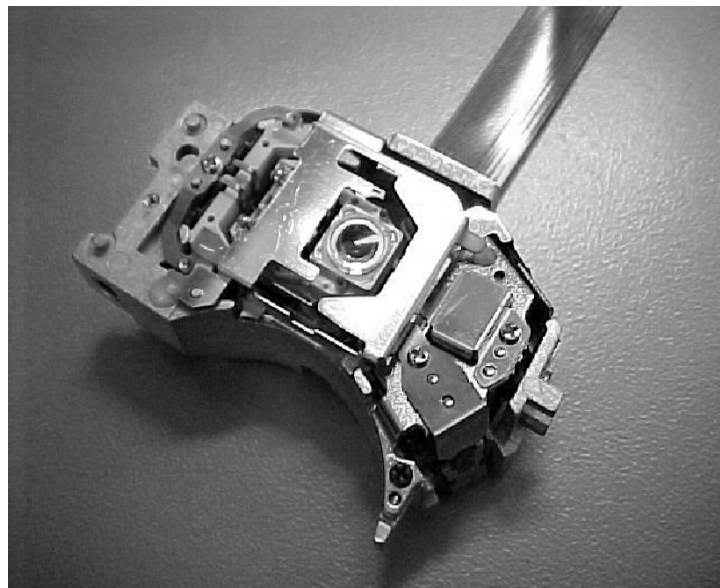


図3 ピックアップ全体写真

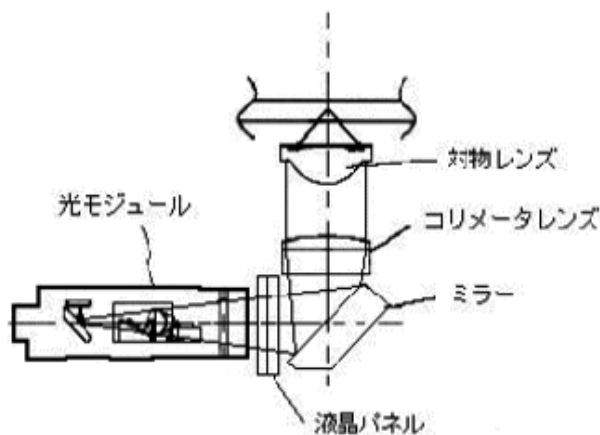


図4 ピックアップ構成

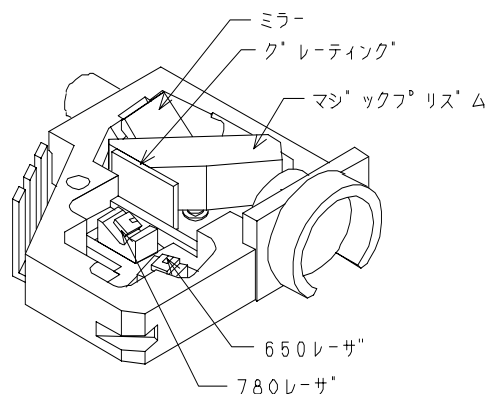
整精度を満足する高度な生産技術を開発した。

DVD用レーザと、CD用レーザからの光は、マジックプリズムにより、同一の光軸上に合成され、光モジュールの開口部より、出射される。DISCからの反射光は、光モジュールに戻り、マジックプリズムを透過して非点収差を生成し、OEIC（受光素子）に入射し、各信号を発生している。

また、レーザについてはチップ納入のため、初の試みではあるが社内で組み込み後高温エージングを行い車載用の厳しい条件での保証を行っている。

4.2 放熱対策

レーザダイオードは発光により発熱し温度上昇する。この温度上昇が寿命に影響を与えるため、レーザダイオードの放熱性が重要になってくる。今回の場合では光モジュールからの発熱を如何にピックアップのボディーに逃がすかである。しかしながら、光モジュールは光軸方向を軸とした回転調整が必要であり、ピックアップボディーに密着できない構造となっているため、放熱には不利であった。そこで今回、一般的にICなどの放熱に使われているシリコングリスを採用しピックアップボディーと光モジュールのギャップ間に充填して放熱する手法をとった。また、アルミ製の放熱シートを光モジュール表面からフレキシブル基板裏面にかけて貼り、フレキシブル基板裏面からもピックアップボディーに放熱する構造をとった。このことにより放熱性を向上し、車載用ピックアップとして高温下での動作要求を満足できるものとなった。



5. メカ部

ドライブを1/2DIN厚（25.4mm）に納めるにあたり、メカ部分は以下の基本構成とした。

- ・部分防振構造で軽量化し振動ストロークを減らす。
- ・動作機構部品は全て側面に配置し、左右にあるカムレバーですべての動作を行なう。
- ・DISCローディング時には上記のカムレバーで完全に固定する方式（従来は前部のみ）。
- ・機構部の厚さは20mmをベースとし、電気基板上

の大きな部品は機構部に潜り込むような構造をとる。

5.1 耐振機構

ドライブの耐振機構は、従来機種と同じバネで再生部を支持し、ダンパにより共振倍率を抑える構造をとっている。

ドライブの薄型をはかるため、振動ストロークを3.5mm 2.5mmに減らした。耐振性能を確保するため、防振系のバネ定数を下げ、再生部の質量を300g 180gに減らし、従来機種と同等の共振周波数（18～20Hz）に抑える調整をはかった。

5.2 動作

車載製品の場合、常に振動・衝撃条件下での動作が想定される。そのため機構部分や搬送中のDISCの姿勢が暴れ、動作が不安定になることがある。薄型化のため各部のクリアランスを少なくするとその傾向は顕著になり、動作不良やDISC傷つきの原因となりやすい。

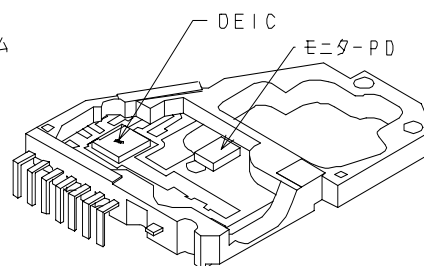


図5 光モジュール

その対応として、DISC挿排時は機構を全て固定し、クランプ時には挿排用の部材とクリアランスが取れるに従って固定が解除されていく構成とし、動作の安定と薄型化を両立させている。

5.3 フレーム構造

振動や衝撃などにさらされる場合に、動作・耐振性能を満たすためにはフレームの強度も重要な要素となる。

強固な箱型形状に機構部品を取り付けると共に、基板上に大きな電気部品が取り付けられるようにしなければならない。そのため、図6のような複雑なスケルトン形状になっていて、機構部の中に部品が潜り込めるようになっている。

5.4 3次元設計

前述のように、今回のメカでは、限られたスペースに全ての物を効率よく配置し、動作させる必要がある。そのため今回の開発に当たっては、3次元CADによる設計を行なった。ピックアップ、製品など動きの少ないものでは行われていたものの、メカ全体の動作としては初めての試みである。ソフトウェアとしてはIDEASを選定した。

2次元のCADで投影を見ながら設計するのは違い、実際の形状を再現しながら設計出来る点が非常に有効である。また、動作を解析するためのコマンドや応力解析などの機能も充実しているため、難易度の高い設計に適したツールであった。

6. 回路構成

本ドライブにおける回路設計の大きな課題として、

- ・メカニズム内部の限られたスペースにPCBを配置
 - ・熱に対する設計配慮
 - ・不要輻射対策
- があげられる。

PCBスペースは、特に高さ方向の制限が厳しかったが、背の高い部品はメカニズム部材を切りかき、メカニズム内部にその部品が潜り込む構造とし、目標ドライブサイズを実現した。

DVD-VIDEO対応することにより、従来機種より消費電力が増加し、熱に関する設計配慮が必要になった。ドライブとしては、電源回路部の最適化、熱源部のメカシャーシへの放熱などを実施した。また、本ドライブを搭載する製品に、ファンモーターを追加することにより、車載用ドライブ/製品の信頼性を確保した。

不要輻射に関しては、6層PCBを採用しGNDパターンを広く確保し、基準GNDの安定とノイズ発生パワーの低減を行い、またAVデコーダ、CPUなどの高速動作するLSIの電源端子直近に、バイパスコンデンサを配置し、さらに各クロックラインにハイロスインダクタを挿入し、ノイズ低減を行った。

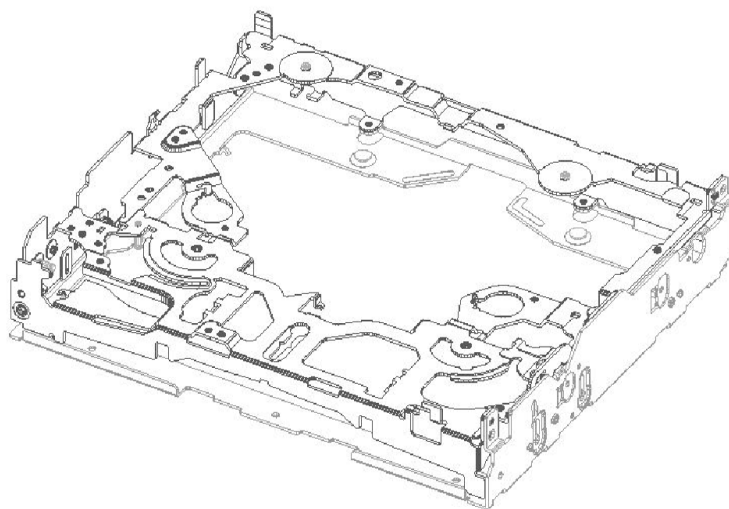


図6 フレーム構造

6.1 フロントエンド部

フロントエンド部はサーボ回路、復調回路、エラー訂正回路、CPUなどから構成される。

ディスクから読み取った信号を復調後エラー訂正して、バックエンド部に送出する。

6.1.1 ディスク判別

CD/DVD コンパチ機では、必ずディスク種別の判定を行う必要がある。ディスク判別の方式には各種あり、判定精度とセットアップ時間の短縮という観点から方式が選定される場合が多い。

CD/DVDの判別方法で一般的なもののひとつとして、ディスクをある一定回転数で回しておいてシンクを検出し、その長さからCDであるかDVDであるかを判別する方式がある。しかしながらこのような方法では、ディスクが所定の回転数に達するまでディスク判別を行えないという欠点があった。

そこで、本ドライブで使用している光学ピックアップに、“DVDディスクにCD用レーザを照射した際、トラッキングエラー信号が生成されない”という特性があることを利用して、下記のような方法を採用した。

ディスクを回転させると同時に、CD用レーザを点灯してフォーカスクローズし、ピックアップのレンズをディスクの内外周方向に振動させる。

このときトラッキングエラー信号のエッジ検出を行い、エッジが所定数以上検出されればDVDディスクであると判定する。この手法では、ディスクの回転数によらずディスク判別ができるため、短時間で判定を行うことができ、ディスクを挿入してから映像および音声が出るまでの時間を短縮することができた。

6.2 記録系メディア対応

当社は1999年にDVDレコーダを業界に先駆けて市場導入した。現在もDVD-R/-RWの普及を推進していく立場にある。従って、車載用途の製品であっても、記録系メディアに対応する必要があった。

従来のカーナビ用途のモデルでは、記録系メディアに対応する必要がなかったため、DVD1層

ディスク/2層ディスクの判別は、セクタ情報内の反射率のみで判定していた。しかしこの方法ではDVD-RWが再生できないため、ディスクのレイヤ1側からフォーカスインしてIDを取得する方法に変更した。この方法では1層ディスク/2層ディスクの判定をすると同時にOTP（オポジット・トラック・パス）かPTP（パラレル・トラック・パス）かも判定できる利点がある。

さらに車載用ドライブでは-20～+75の温度範囲ですべての対応メディアが再生できる必要がある。DVD-Rは通常のディスクに比べ、再生時のエラー率が悪いものも多く、ピックアップの光学特性の向上はもちろん、電気回路でもイレギュラービット訂正や液晶チルトサーボを採用して対応している。イレギュラービット訂正とは、3Tよりも短いピットを検出した場合、これをエラー訂正回路に入れる前に補正する回路である。またボトムエラー率が悪いディスクでは、メカ製造上のスキューばらつきやディスクのわずかな反りで急激にエラー率が悪化するため、液晶チルトサーボを採用してこれを防止している。このような工夫により、車載環境下の厳しい温度条件における記録系メディア再生を可能にしている。

6.3 バックエンド部

バックエンド部は、図7に示されるように、AVデコーダ、SDRAM、オーディオ回路、ビデオフィルタ部、マスタークロック（MCK）生成部からなる。以下に各部の基本的な動作を説明する。

6.3.1 動作概要

- 1) フロントエンド部から流れてくる信号をAVデコーダへ入力する。そこでMPEGデコード処理などを行い画像または音のデジタルデータに変換する。さらにそのデータをDAコンバータにてアナログ信号に変換し、所望の信号に整形後、本ドライブから出力する。
- 2) 本ドライブはOSD機能を有している。DVDプレーヤがもつ初期設定メニュー表示や各種情報表示などをバックエンド部で生成し、ビデオ信号に重畳して出力することが可能となっている。

6.3.2 各部説明

1) AV デコーダ

主に以下の働きを行う。

- ・ MPEG , DOLBY DIGITAL , などの信号のデコーダ
- ・ OSD 描画機能
- ・ NTSC/PAL ビデオエンコーダ , ビデオ DAC

2) SDRAM

AV デコーダと組み合わせ , 主に上記 AV デコーダの機能を実現するために使用する。

3) オーディオ回路

AV デコーダから出力される PCM オーディオデータをアナログ信号に変換し , 所望の信号に整形後 , 本ドライブより出力する。サンプリング周波数・96kHz , 量子化ビット数・24 ビット , 2 チャンネルのデータまでサポートし , 高音質を実現している。

4) ビデオ回路

AV デコーダからのビデオコンポジット信号を , 波形整形したのち , 出力する。

5) マスタークロック (MCK) 生成部

ドライブ全体で使用する各種クロックの生成を行う。

6.4 アナログ信号処理

前記の通り , 本ドライブはビデオ , オーディオのアナログ信号の出力を有している。

デジタル信号が飛びかう高密度化された基板内において , アナログ信号の性能を確保することは困難であるが , パターンニングや適切な部品の配置などを行うことにより , 高画質 , 高音質を実現している。

7. マイコンソフト開発

マイコンソフト開発に課せられた課題は下記の通りである。

- ・ シングルチップマイコン 1 チップ使用
- ・ BIOS からアプリまで全て新規 , かつ短期開発
- ・ 開発規模は , C 言語ソースで 50 万ライン
- ・ 上位製品に対し , 高い汎用性あり

7.1 RTOS の採用

μITORN3.0 準拠のイベントドリブン型 RTOS を採用した。すなわち , BIOS やハード制御というプラットフォーム部分から , フォーマット解釈や製品仕向け用アプリケーション部分までを階層構造とし , 各々の処理の性質に応じてタスク分割をしてプライオリティを割り付けることで , 相互の動作干渉を少なくした。さらに上位モジュールは ,

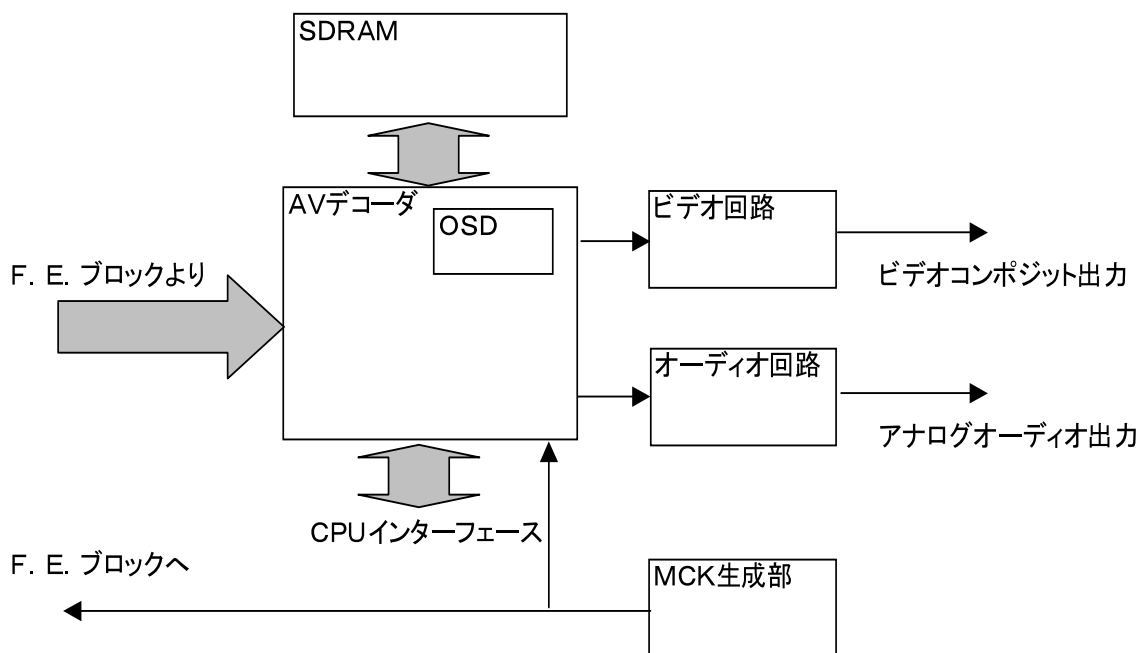


図7 バックエンド部

作成したソースコードをPC上でシミュレーション動作させて初期デバッグをすることで、コンカレントに開発を開始した。

7.2 タスク構成

図8のように、11個のタスクを構成した。それぞれのタスクの特徴は、表1の通りである。

このように、ハード依存で短いインターバルで処理をすべきものや、1回の処理が長いためにインターバルを長くしにくいものなどを分け、また、製品やモデルによるアプリケーションの違いによって基本動作が邪魔をされることのないようにした。

7.3 スケルトンの作成

始めに、表1で示されるタスクを全て空の状態で作成した。さらにメッセージやイベントフラグの待ち構造まで埋め込んだ。このことにより、各担当者は1回の動作時間のみに気を配れば良いことになり効率のよい開発を行うことができた。

7.4 システムコールの関数化

さらに、タスクの待ちや同期通信関連のシステムコールをBIOSレベルで関数化した。特にメッセージの送受信では、メモリブロックの獲得・開放を意識しなくて良いようにした。これにより、メモリブロックの開放忘れのバグを無くすと共に、マイコン内部でやり取りされるメッセージの内容を全て一元的に監視できるようになり、デバッグに大いに役立った。

8. まとめ

車載用DVD/CDドライブ(MS2)を開発し、以下の特徴を有することができた。

1. 小型ピックアップ搭載で従来比、厚さ25.4mmの薄型ドライブ
2. DVD - ROM, DVD - VIDEO, CDDA, VIDEO - CDなど、多くのディスクメディアに対応し、さらにDVD - ROMはATAPI対応

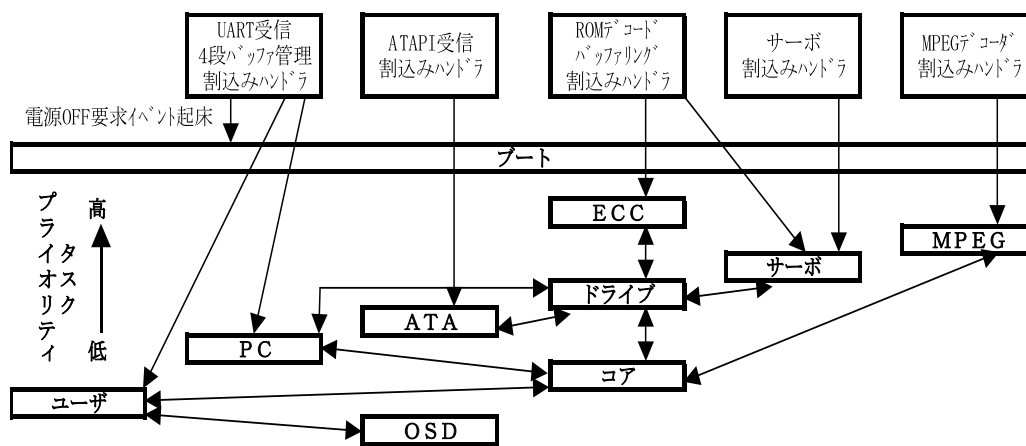


図8 タスク関連図

表1 タスク処理内容と性質

タスク	主な処理内容	処理時間の性質	主な同期通信
ブート	立ち上げ・終了処理	車載特有の高速OFF処理が必要	イベントフラグ無限待ち
ECC	ROMデコード、バッファ管理	1 [ms] 余りでセクタ割り込み処理必要	メッセージ 1 [ms] タイムアウト待ち
MPEG	MPEGデコード、DACなどの制御	数 [ms] 応答のストリーム処理必要	メッセージ無限待ち
サーボ	サーボ制御、力制御	8 [ms] 周期のメカ制御必要	メッセージ 4 [ms] タイムアウト待ち
ドライブ	ドライブ動作管理	数十 [ms] でのシーク応答必要	メッセージ無限待ち
ATA	ATAPIコマンド解釈	数十 [ms] 毎にコマンドは来るが、取り逃がさなければ即時応答性は不要	イベントフラグ無限待ち
PC	テストコマンド解釈	逃がさなければ即時応答性は不要	イベントフラグ無限待ち
コア	フォーマット解釈、再生手続き	8 [ms] 毎の処理、即時応答性は不要	8 [ms] タスクウェイト
ユーザ	通信	数十 [ms] 毎のコマンド処理	イベントフラグ 3 2 [ms] タイムアウト待ち
OSD	OSD描画	1 0 0 [ms] 以上かかる処理あり	メッセージ無限待ち

3. 共通プラットフォームで、3つのバリエーションを有し、

- ・ DVD - ROM/CD ドライブ
- ・ DVD - VIDEO/CD ドライブ
- ・ DVD - ROM + VIDEO/CD ドライブ

以上により、多種多様な高機能、高付加価値製品へ柔軟に対応することができた。

今後は、さらなる薄型化、多メディア対応、部品点数削減などを目指し、一層すぐれたドライブを提供していきたいと考えている。

9. 謝辞

本開発にあたりご協力くださいました、東北パイオニア(株)、十和田パイオニア(株)、パイオニアビデオ(株)、パイオニア(株)コンポーネント事業部、パイオニア(株)ホームエンタテインメントカンパニー、パイオニア(株)総合研究所、パイオニア(株)生産技術センター、パイオニア(株)モバイルエンタテインメントカンパニー、の各関係各位に感謝します。

筆者

荒木 盛雄(あらか もりお)

- a. MEC 技術統括部
- b. 1982年4月
- c. 車載用TV回路開発に従事。1987よりカーナビゲーション、1995よりカーオーディオ表示、1998よりDVDソフトの研究・開発にそれぞれ従事。

坂本 雅人(さかもとまさと)

- a. MEC 技術統括部
- b. 1993年4月
- c. 車載用CD、DVDドライブ開発に従事

富樫 淳(とがし じゅん)

- a. MEC 技術統括部
- b. 1991年4月
- c. 車載用CD、DVDメカニズム開発に従事。

西尾 善道(にしお よしみち)

- a. MEC 技術統括部
- b. 1991年4月
- c. 車載用CDドライブ開発、製品設計に従事。1999年より車載用DVDドライブ開発に従事。

福田 真之介(ふくだ しんのすけ)

- a. MEC 技術統括部
- b. 1993年4月
- c. 車載用CD、DVDピックアップ開発に従事。

松尾 一徳(まつお かずのり)

- a. MEC 技術統括部
- b. 1986年4月
- c. 車載用CDメカ開発に従事。1999年より車載用DVDメカ開発に従事

山下 俊朗(やました としろう)

- a. MEC 技術統括部
- b. 1990年4月
- c. 車載用CD、DVDメカニズム開発に従事。1998年より車載用ピックアップ開発に従事。