

五十嵐 正男  
M. Igarashi小林 明  
A. Kobayashi江口 直紀  
N. Eguchi石原 淳  
A. Ishihara

DVDは、CD (Compact Disc) の約7倍のデータ容量 (片面 4.7G バイト) とLD (Laser Disc) の約2.2倍の収録時間 (片面 133分) をもっている。MPEG2 (Moving Picture Experts Group 2) による高画質の実現により、その応用分野はテレビに接続して映画を楽しむDVD-Videoプレーヤ、コンピュータ用外部記憶装置としてのDVD-ROM/RAMなどビジュアル、オーディオ、コンピュータと多岐にわたる。その中でDVD-VideoプレーヤSD-3000は、新しいメディア製作者の要求する高画質・高音質・多言語・多機能を高密度記録読取り技術、DVDシステム用LSIなどで実現した。また大容量で汎(はん)用性・互換性に優れたDVD-ROM/RAMドライブはコンピュータ産業の要求に対応し、十分その性能を発揮するものと期待される。

DVD has a capacity of 4.7 Gbytes (7 times that of a CD), allowing 133 minutes of high-quality video (2.2 times longer than an LD) to be recorded on a single disc side with MPEG2 video data-compression technology. DVD will find application in a wide range of products, including DVD-Video players for home entertainment, DVD-ROM and DVD-RAM drives for use with computers, and DVD audio players.

Toshiba's SD-3000 DVD-Video player meets the demand of software creators for high-level functions. Toshiba has pioneered many of the player's key technologies, such as the high-density writing and reading and DVD system LSIs. DVD-ROM and DVD-RAM drives offer the immense storage capacity and superior versatility and compatibility required to meet the evolving needs of the computer industry.

## DVD-Videoプレーヤ SD-3000

SD-3000 DVD-Video Player

### 1 まえがき

DVD規格、それは当社のもつ高密度光ディスク、高画質デジタル圧縮技術により開発したSD (スーパーデンシティディスク) 規格をベースに各種業界の要望を取り入れまとめあげた規格である。

開発のきっかけのひとつになったハリウッドからの要望は、①直径12cmのディスク片面に、映画を135分収録できること、②LDを超える高画質であること、③劇場の標準音響システムであるドルビー<sup>(注1)</sup>デジタル(AC-3<sup>(注2)</sup>)対応であること、④最低3か国の吹替えや4か国の字幕収録ができることなど、映像だけでなく音質に関しても従来にない高い水準を求めた内容である。

DVD-VideoプレーヤSD-3000は、DVD-Video規格の高画質・高音質・高機能を具体化した商品の第1号機である。

ここではSD-3000の概要、長時間記録した高密度DVDディスクの再生技術、DVDのもつ多彩なユーザインタフェ

(注1)、(注2) ドルビーおよびAC-3は、Dolby Laboratories Licensing Corporationの商標。



図1. DVD-VideoプレーヤSD-3000の外観 製品の色調は国内向けシャンパンと北米向けグレイの2種類がある。

External view of SD-3000 DVD-Video player

ースを中心に紹介する。

図1にSD-3000の外観、表1にSD-3000の機能を示す。

### 2 SD-3000の概要

SD-3000はテレビに接続する据置型映像再生プレーヤである。前面パネルは左側に電源、右側に取出し、再生、一時停止、停止、スキップアップ/ダウンの操作ボタンと中央の蛍光表示管による表示器で構成する。通常、映画を再生するのに必要な機能だけ集めた。しかし、DVDではDVD特有の便利な機能がたくさんあるため、その機能の使い勝

表1. SD-3000の主な機能  
Basic functions of SD-3000

|         |   |
|---------|---|
| 映 像     | MPEG2 (可変ビットレート)<br>ワイドアスペクト 16:9 対応<br>レターボックス/パンスキャン対応<br>マルチアングル対応<br>マルチストーリー対応<br>コピープロテクション対応<br>クローズドキャプション対応                            |
| 音 声     | ドルビーデジタル (AC-3)<br>5.1 チャンネル デジタルサラウンド<br>(デジタル出力) 対応<br>プロロジック <sup>(注3)</sup> ・サラウンド出力対応<br>8 ストリーム中1ストリーム選択の対応<br>リニア PCM 対応 (16 ビット/48 kHz) |
| 副映像     | 32 ストリーム中1ストリーム選択の対応  |
| トリックモード | 静止画/コマ送り<br>スロー再生 (1/2, 1/8, 1/16)<br>早送り/早戻し (2倍, 8倍)  |
| サーチ     | タイトル<br>チャプタ/トラック (CD)  |
| リピート    | タイトル, チャプタ/トラック (CD)<br>A-B 間, メモリ  |

手をよくすることが重要な課題となる。この商品ではグラフィカル ユーザインタフェースと DVD 専用リモコンでそれを実現する。

図2にSD-3000と他の機器との接続例を示す。映像出力

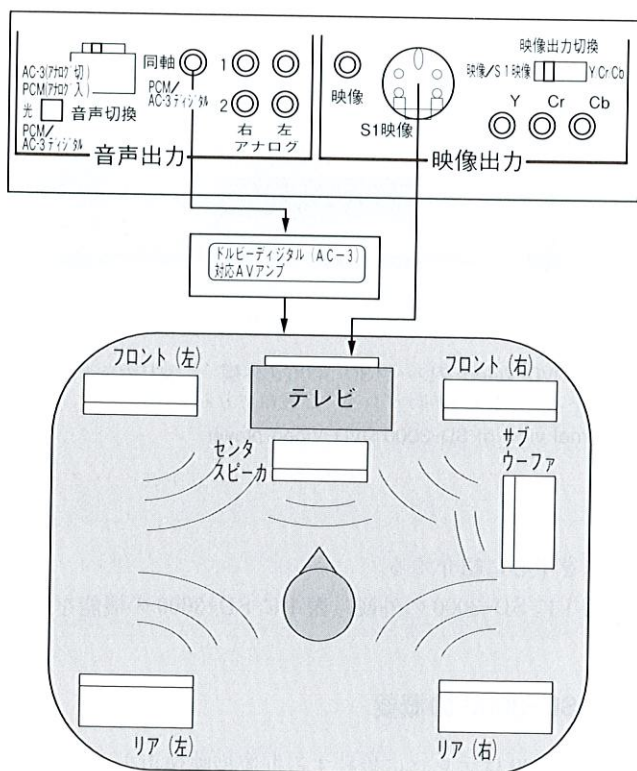


図2. 他の機器との接続 ドルビーデジタル (AC-3)/5.1 チャンネルデジタルサラウンドシステムアップ例。

Connection to amplifier equipped with Dolby digital (AC-3) decoder

(注3) プロロジックは、Dolby Laboratories Licensing Corporation の商標。

端子はコンポジット, S1出力と色差出力 (Y/Cr/Cb) の2系統がありそれをスイッチで切り換えて使用する。色差出力は、より高画質を求めた色差映像入力をもつテレビに接続して使用する。また、音声出力端子はアナログ出力とデジタル出力がある。音声にはドルビーデジタル (AC-3) とリニア PCM (パルス符号変調) があり、デジタル出力はそのドルビーデジタル (AC-3) をそのまま出力するか、PCM (AC-3 デコード後2チャンネルダウンミックスしたもの) として出力するかをスイッチで選択する。ドルビーデジタル (AC-3)/5.1 チャンネルデジタルサラウンドを再生するときにはスイッチをドルビーデジタル (AC-3) 側に設定し、デジタル出力端子にドルビーデジタル (AC-3) デコード機能搭載装置を接続する。

また、PCM側に設定すると2チャンネルダウンミックスした信号をアナログ、デジタル (PCM) 両方から出力する。2チャンネルステレオやテレビ接続、ドルビーサラウンド、プロロジックデコード機能搭載装置接続などに使用する。

### 3 高密度ディスクの再生技術

SD-3000の構成を図3に示し、表2に仕様を示す。DVDディスクのデータを信頼性高く読み取るにはピックアップヘッド、メカユニット、ディスクサーボ技術、それを制御するマイコンファームウェアが重要である。

新開発の短波長赤色半導体レーザを使用したピックアップヘッドは、ジッタ、光軸振れ、キャリヤノイズ比、光出力などのばらつきを徹底的に抑え、それを乗せるメカユニットはディスクテーブル一体のディスクモータとピックアップヘッドの一体化により位置精度を向上させ、さらに傾

表2. SD-3000の仕様  
Basic specifications of SD-3000

|          |  |
|----------|--|
| ディスク形式   | DVD-Video 再生専用ディスク<br>CD-DA ディスク   |
| 使用レーザ    | 半導体レーザ 波長: 650/635 nm  |
| 映像信号方式   | 日米標準 NTSC カラーテレビジョン方式  |
| 映像出力     | 1 V (p-p)/75 Ω   |
| S 映像出力   | Y: 1 V (p-p)/75 Ω<br>C: 0.286 V (p-p)/75 Ω   |
| 色差映像出力   | Y: 1 V (p-p)/75 Ω<br>Cr/Cb: 0.7 V (p-p)/75 Ω   |
| 音声アナログ出力 | 2 V (rms)/330 Ω  |
| 音声デジタル出力 | 0.5 V (p-p)/75 Ω   |
| 音声特性     | 音声周波数特性: 4 Hz~20 kHz<br>信号対雑音比 (SN比): 96 dB<br>ダイナミックレンジ: 93 dB<br>全高調波ひずみ率: 0.006 % |
| 電源       | AC 100 V 50/60 Hz  |
| 消費電力     | 18 W   |
| 質量       | 3.4 kg   |
| 外形寸法     | 幅 430×高さ 81×奥行 308 (mm)  |

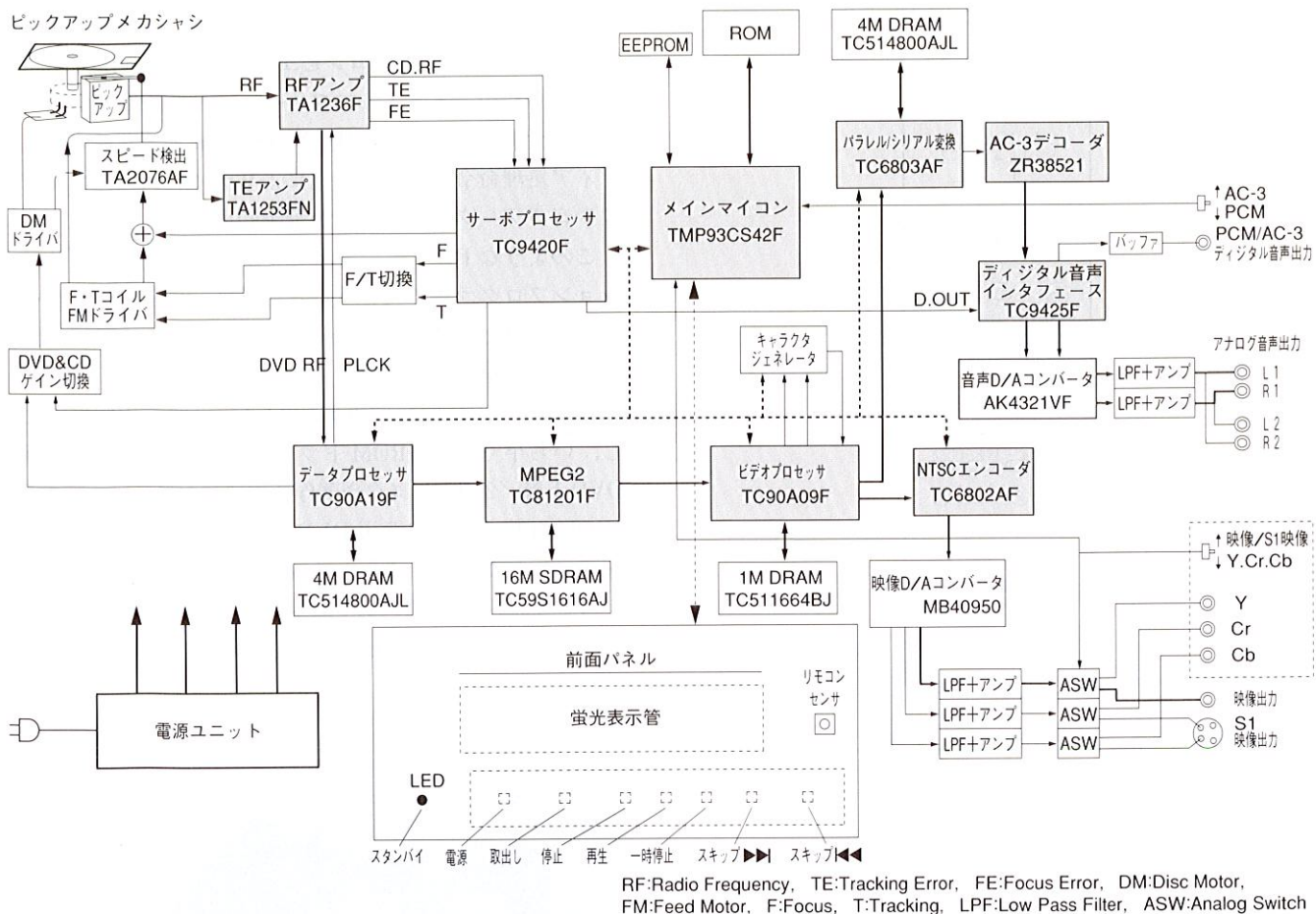


図3. SD-3000の構成 新開発の短波長半導体レーザー使用ピックアップヘッドとDVDシステムLSIで構成する。  
Configuration of SD-3000

き・法線調整の導入により傾き偏心を徹底的に抑える高精度仕上げを実現する構成とする。ディスクサーボ回路は、新開発のDVDシステムLSIのサーボプロセッサ、データプロセッサとそれを制御する16ビットマイコンで構成し、DVD/CDそれぞれ独自の最適な回路定数設定、制御を行う。既存のCDを再生することを可能とするためにDVD/CDの2レンズ二軸一体駆動形ピックアップヘッドを開発している。

#### 4 DVDのもつ多彩なユーザインタフェース

グラフィカルユーザインタフェースとDVD専用リモコンの同時開発で操作性向上を実現する。専用リモコンを図4に示す。

リモコンのボタンレイアウトにあるように機能設定は大きく二つに分けられる。マルチ言語機能、マルチアングル機能、マルチストーリー機能、ディスクメニュー呼出しなどディスクにあるものと、マルチアスペクト機能、音声言語(優先言語)、字幕言語(優先言語)、ディスクメニュー言語

(優先言語)、オンスクリーン言語など初期設定として扱うものがある。前者は音声、字幕、アングル、上下左右カーソルキー、タイトル、メニューの専用ボタンをリモコンの使用頻度の多い中央にレイアウトする。また、初期設定として扱うものはセットアップメニューの中に置きセットアップボタンで呼び出すことができる。

しかし、その機能の内容はタイトル製作者のソフトウェアの作りかたによってそれぞれ異なる部分があり、実際の細かい動作についてはタイトルソフトウェアによることになる。タイトルソフトウェアに用意されたものについては、マルチ言語の吹替え最大8か国語、字幕スーパの最大32か国語までは音声、字幕ボタンで再生中ダイレクトに切り換えることができる。

マルチアングルについても最大9映像をアングルボタンで切り換え可能である。マルチアスペクト機能についてはセットアップメニューにより上下左右カーソルキーを使って、接続するテレビに合わせ16:9か4:3に設定する。4:3を選んだときだけレターボックス/パンスキャンの設定画面が出るようユーザインタフェースが作られている。その他

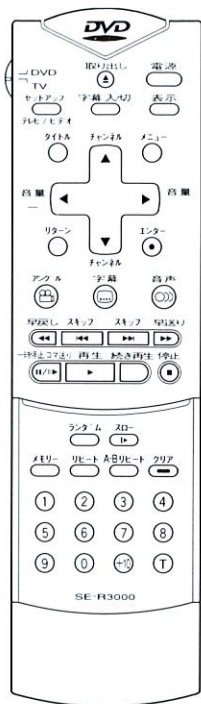


図4. DVD専用リモコン DVDの機能を重視したキーレイアウトでテレビにも対応したプリセットリモコンである。

Original remote control for DVD

の設定も同様に画面に従って行う。設定内容は電源 OFF 後も記憶している。

## 5 あとがき

DVD は VHS, LD, CD のような連続した再生ソフトウェアと違いタイトルソフトウェア作者の作りかた次第で自由に動作が可能なソフトウェア指向のものである。SD-3000 は上述したような基本性能を実現し映画再生機として商品化した。

今後、映画以外のジャンルへの展開も含め、さらに DVD の特長を生かした商品を提案していきたい。 (五十嵐)

高音質で楽しめる次世代パッケージメディアであるとともに、CD-ROM に代わるコンピュータ用大容量記憶メディアとしても利用できるようにフォーマットが構築されている。パーソナルコンピュータ (PC) の CPU は高速化やマルチメディア処理命令の追加、強化によりデジタル化された映像や音声データの処理能力が飛躍的に向上している。

このような PC 技術の進歩とマルチメディア アプリケーションプログラムの大容量化を背景に、片面 4.7 G バイトの記憶容量と 11 Mbps のデータ転送能力をもつ DVD-ROM へのニーズが高まっている。

当社は、DVD 開発当初からコンピュータへの応用に注目し、いち早く DVD-ROM ドライブ開発に着手した。今回、DVD 1 層/2 層ディスクや著作権保護に対応し、8 倍速 CD-ROM 互換の PC 内蔵用 DVD-ROM ドライブ SD-M1002 を商品化した。図 5 にその外観を示す。

ここでは、SD-M1002 の概要、ドライブエレクトロニクス・メカニズムの要素技術を中心に紹介する。



図5. SD-M1002の外観 ハーフハイトフォームファクタのきょう体に、先進のDVD技術とCD-ROMドライブで培った技術を凝縮した。

External view of SD-M1002 DVD-ROM drive

## 2 システムの概要

図 6 に DVD-ROM ドライブ SD-M1002 のシステム構成を示す。機能的には次の 9 種類のブロックから構成される。

- (1) ピックアップヘッドが読み取った信号からデータ信号とピックアップヘッド サーボエラー信号を生成する RF 信号処理部。
- (2) ピックアップヘッド サーボ回路、送りモータサーボ回路、CD-CLV (Constant Linear Velocity) サーボ回

# DVD-ROM ドライブ SD-M1002

SD-M1002 DVD-ROM Drive

## 1 まえがき

DVD は、専用プレーヤによりハリウッド映画を高画質、

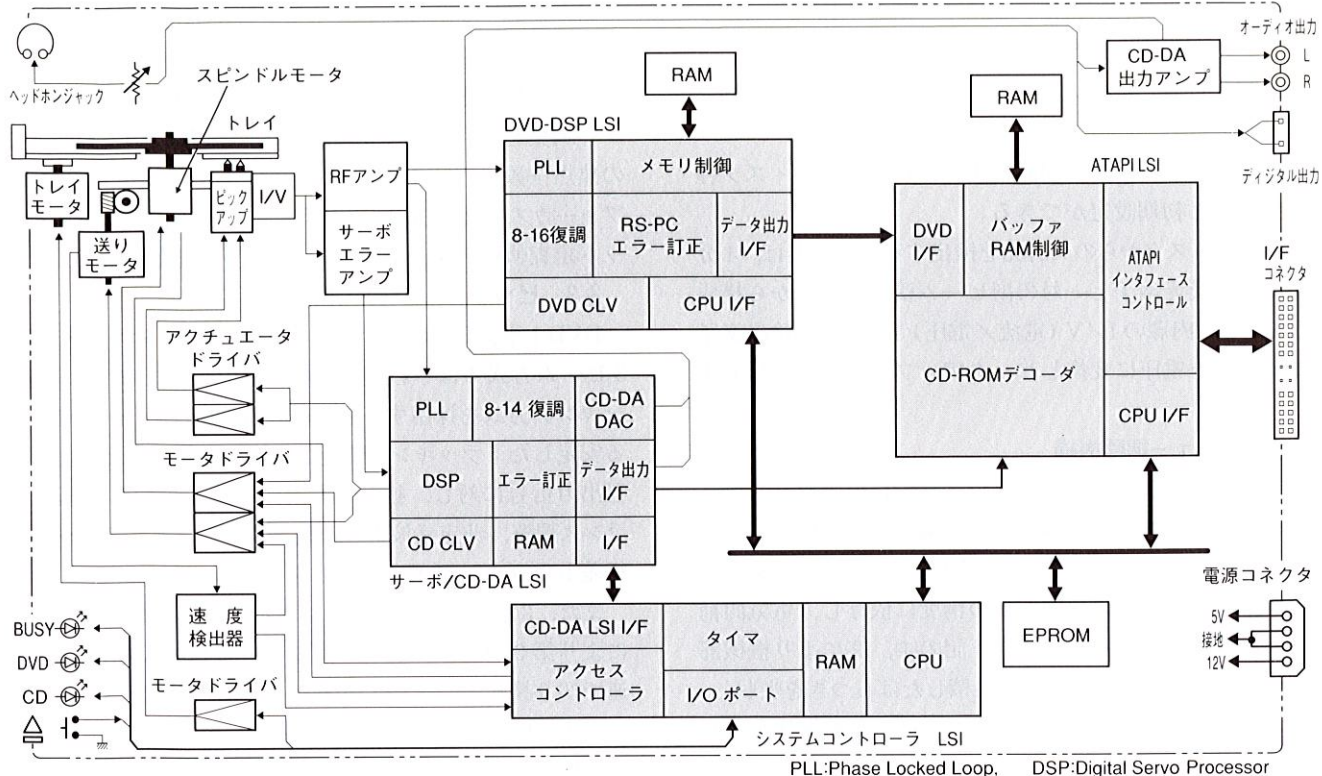


図6. SD-M1002の基本構成      メカニズム、データプロセッサ、サーボプロセッサ、ホストインタフェース、システムコントローラから構成される。

Basic system configuration of SD-M1002

路、DVD-CLVサーボ回路から構成されるサーボ部。

- (3) 再生されたCDデータ信号の8-14復調とCIRC (Cross Interleave Reed-Solomon Code) エラー訂正処理を行うCDデータ処理部。
- (4) 再生されたDVDデータ信号の8-16復調、RS-PC (Reed-Solomon Product Code) エラー訂正、および著作権保護のための暗号データ生成を行うDVDデータ処理部。
- (5) CD-ROM同期検出、ディスクランブル、ヘッダ検出、エラー訂正処理を行うCD-ROMデコーダ部。
- (6) バッファRAMおよびホストインタフェースを制御するインタフェース(I/F)コントローラ部。
- (7) 高速アクセスのためのフィードモータ制御およびトラックジャンプ制御を行うアクセスコントローラ部。
- (8) ドライブ全体の動作を統括制御するシステムコントローラ部。
- (9) ピックアップヘッド、スピンドルモータ、ピックアップヘッド送り機構、トレイローディング機構から構成されるメカニズムユニット部。

上述した(1)~(8)の機能ブロックは、新たに開発した8種類のデータ・信号処理用集積回路に集積されている。

### 3 DVD-ROMドライブの要素技術

SD-M1002には、高速アクセスやホストインタフェースといったPC用外部記憶装置としての固有技術に加え、既存のCD/CD-ROMソフトウェア資産を継承するためのCD互換、マルチメディアデータの著作権保護、スキュー調整機構といったDVD固有の技術が採用されている。

#### 3.1 CD互換ピックアップヘッド

基板厚1.2mmのCDと基板厚0.6mmのDVDディスクの両方を再生するためには、ピックアップヘッドは両ディスクの信号面に光スポットを形成するようにレーザービームを放射する必要がある。このドライブでは、CD再生用の開口数0.36の対物レンズとDVD再生用の開口数0.60の対物レンズとを備える2レンズ方式ピックアップヘッドを搭載している。可動板上の二種類の対物レンズは、回転軸を中心とした同一半径上で相互に90°方向に配置されている。

システムコントローラは、コマンドによりアクチュエータコイルに駆動パルス電流を印加し、対物レンズが取り付けられた可動板を90°回転させ、トレイに装填されているディスクに対応したレンズを選択する。

この方式のピックアップヘッドは次の特長をもっている。

- (1) 二重焦点方式や可変アパーチャ方式に比べて対物レンズにおけるレーザ光損失が少ない。
- (2) 部品点数は単一レンズのピックアップヘッドと同レベルのため、低コストで製造できる。
- (3) レンズ位置センサ内蔵により、短時間にディスク種類判別と初期設定ができる。

また、ディスクからの反射光を検出する光検出器は、4分割主ビーム受光素子と一对の副ビーム受光素子とから構成されている。内蔵のI/V(電流/電圧)アンプは各検出素子の電流出力を電圧に変換しピックアップヘッドから出力する。

### 3.2 スキュー調整機構

高密度記録光ディスクから低ジッタで信号読取りを行うためには、ピックアップヘッドの光軸と信号記録面との間の垂直精度(以後、スキューと呼称)をCD以上に高める必要がある。この精度は機械部品の精度に依存し、電気的補正が不可能である。そのため、下記の(1)、(2)により機械部品の公差を小さく抑えたとえで累積したばらつきを吸収し、スキューを所定値以内に設定するスキュー調整機構を開発した。

- (1) モータベースとピックアップベース中に調整部材を一体成形する。
- (2) ディスクテーブルをスピンドルモータシャフトに圧入後切削加工することにより面振れを抑える。

図7にスキュー調整機構の構造を示す。この機構では鉄板ベースに一对の円弧状受け座を樹脂一体成形(アウトサート成形)し、この上にスピンドルモータ底板にプレス形成したR部をバネ付勢してすべり可能とした。同様に、鉄板ベースにアウトサート成形した偏心ピン側面に、モータ底板端面を付勢バネのバネバランスにより押し上げて位置決め

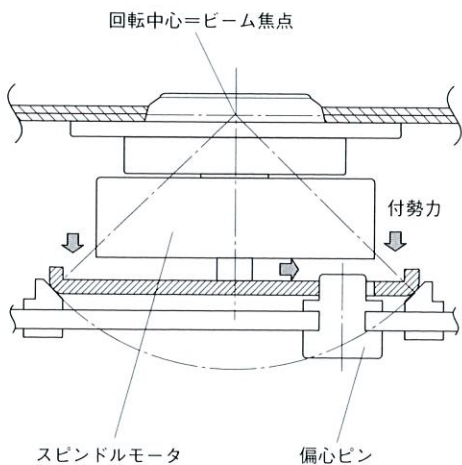


図7. スキュー調整機構の構造 スピンドルモータ取付け姿勢の調整によりスキュー調整ができる。

Structure of skew adjustment mechanism

する。偏心ピンの回転によりスピンドルモータを受け座に沿ってスライドかつスイングさせることができる。

ジッタ最小となるように偏心ピンを回転させながらスキュー調整を行う。スキュー調整の回転中心をレーザビームの焦点位置に一致するように設定し、スキュー調整によるフォーカスずれと法線ずれ(ディスク回転中心とビームスポット走査軌跡の延長線との間の偏差)の影響を排除した。

### 3.3 ピックアップサーボ方式

DVD 1層/2層の両ディスクに対応したトラッキングは3ビーム方式ではきわめて困難であり、1ビームによるトラッキング方式を採用する必要がある。DVDディスクに対する安定したトラッキング性能を確保するため、4分割光検出器出力信号に対し、独自の方式によりピット深さ補正、バランス調整、非定常波形検出処理などを付加し、1ビーム位相差トラッキングエラー信号を生成している。

また、2層構造のディスクに対してはレイヤジャンプ回路により第0層と第1層との間でレーザビームスポットを高速で切り換えることができる。

一方、CD再生では、実績のある3ビームトラッキング方式を採用しCD互換を支えている。

フォーカスサーボはCD、DVD両モードとも非点収差方式を採用している。

ピックアップサーボ回路の主要部はデジタル化されており、サーボ系の設計パラメータである周波数応答特性、オフセット、トラッキングバランスなどは、ディスクと再生線速に応じた最適値に自動調整される。

### 3.4 高速アクセス技術

DVD-ROMドライブはコンピュータ用外部記憶装置として短いアクセス時間が要求される。ピックアップヘッド高速送り制御、高精度トラックジャンプ制御、ディスクパラメータ学習システム、線速可変再生システムなどCD-ROMドライブで培った技術を継承し、DVD-ROMディスクに対するランダムアクセス時間200msを実現した。

CD-ROMディスク読取り時もDVD-ROMディスクと同等の高速アクセスが要求される。このため、スピンドルモータとして無負荷回転数6,000rpm、起動トルク14mN・m仕様のブラシレスモータを採用して8倍速化を図り、ランダムアクセス時間150msを確保した。連続データ転送レートもDVD-ROMの1.35Mバイト/秒に迫る1.2Mバイト/秒を実現している。

### 3.5 ホストインタフェース

ホストインタフェースとしてATA(Advanced Technology Attachment)ハードディスクドライブとインタフェースバスを共用できる業界標準のATAPI(ATA Packet Interface)を採用した。このインタフェース規格は、ANSI(American National Standards Institute)のX3T13技術委員会により、「ATA/ATAPI-4」として標準化作業が進められている。

ATAPI コントローラ部は、複数ブロックの一括転送機能と、バースト転送レート 13.3 M バイト/秒のマルチワード DMA (Direct Memory Access) モード 1 転送をサポートしている。両者を併用することにより CD/DVD-ROM データ転送時に PC 側の CPU 占有率を下げ、画像処理を含むマルチメディア アプリケーションをスムーズに動作させることができる。

#### 4 シャシ構造

SD-M1002 では、厚型ピックアップヘッドを採用しているため、高さ 41.3 mm のシャシ内を有効利用できるようにトレイ降下クランプ方式を採用した。この方式では、トレイをフレーム部とディスク装着部の 2 ピース構造とし、ディスク装着部をディスクとともに降下させスピンドルモータに装着する。メカニズム部品をシャシ上方に配置できるため、厚型ピックアップヘッド搭載時でもピックアップベース下に十分な面積のコントローラ回路基板を配置できる。また、ピックアップベース部を防震ゴムを介しシャシに直接弾性支持させることができるため耐震性を向上できる。

シャシ材には、高剛性、高耐熱性、高しゅう動性など優れた特性をもつ PBT (ポリブチレンテレフタレート) のガラス繊維強化グレードを採用した。ギア、スライダの回転軸、ガイド溝などのシャシ一体成形やグリストレス化が可能となった。

図 8 にピックアップベース部、トレイ駆動部を組み込んだシャシ内部の構造を示す。シャシ上面からメカニズム部を組み立てていく積上げ方式を採用できるため製造性とサービス性に優れている。

さらに、スナップフィットの多用および部品相互の干渉

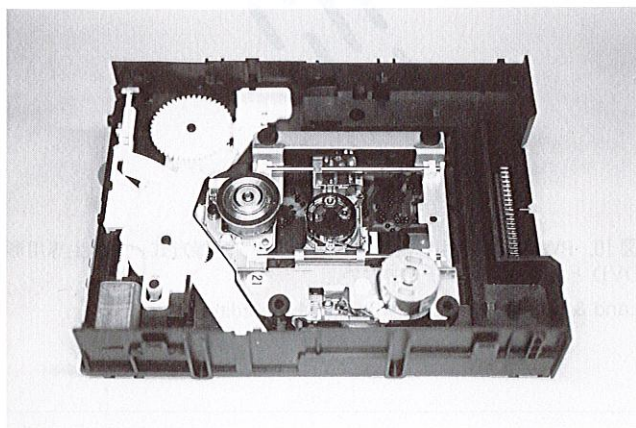


図 8. シャシ内部の構造 ピックアップベース部、トレイ駆動機構部を含むメカニズム部をシャシ上面から組み立てることが可能な構造である。

Mechanism and cabinet

効果によりネジを極力排除した結果、当社製 6 倍速 CD-ROM ドライブと比較して部品点数を 25 %削減できた。

#### 5 あとがき

DVD-ROM ドライブは、CD 互換を実現したことにより新たなキーデバイスとして PC への普及が加速され、2000 年には年間 2,000 万台以上の市場に成長すると予想される。

CD-ROM ドライブがそうであったように、いつその転送レートの高速化とアクセス時間の短縮化および薄型化の要望が高まるものとみられる。今回開発した各種 DVD 要素技術をさらに発展させ、今後登場する DVD ファミリメディアに対応するとともに、市場の要求にこたえた DVD-ROM ドライブの開発にまい進していく所存である。

(小林/江口)

## DVD-RAM ドライブ

DVD-RAM Drive

#### 1 まえがき

書換形の DVD ファミリ機器である DVD-RAM は、再生専用型 DVD フォーマットをランダムアクセス記録再生可能なフォーマットに拡張することにより、従来の書換形光ディスク装置を大幅に上回る大容量メモリを実現し、増大の一途をたどる PC 外部記憶メモリ需要を満たすとともに、記録再生データレートの高速化により、DVD 動画の実時間記録再生を可能とするものである。

また、DVD ファミリ間での互換性を図るため、ディスク媒体形状、およびデータ変調方式、誤り訂正方式などの基本物理フォーマットは再生専用形 DVD フォーマットと共通化されている。当社では、これまでに蓄積した相変化光ディスク技術を基に、DVD-RAM ドライブの早期の製品化を予定している。

#### 2 DVD-RAM の概要

##### 2.1 相変化光ディスク技術

DVD-RAM では記録方式として相変化記録方式を採用している。これは、ディスク媒体表面に塗布された記録膜の状態を、レーザ光の照射強度を変えることにより、レーザ光のスポットサイズでアモルファス状態 (マーク部) と結晶

状態（非マーク部）とに作り分けて情報を記録する方式であり、以下の特長がある。

- (1) マーク部がレーザー光スポットよりも小さく形成され、高密度記録に適している。
- (2) 再生時は、ディスクからの反射光がマーク部は暗、非マーク部は明となることにより信号検出を行う。検出される再生信号のSN比が高く、高密度記録に適している。
- (3) 再生信号検出方式がDVD、CDの再生専用形光ディスクと同じ検出方式であるため光ヘッドが共用でき、互換性に優れる。
- (4) レーザ光照射強度を変えることだけによる記録であるため、旧情報の消去と新情報の記録とが1回で行え（ダイレクトオーバーライト）、記録データレートと再生データレートを同じにできる。光磁気方式（MO）で必要な磁界発生機構は不要である。

図9に相変化記録方式の原理を示す。

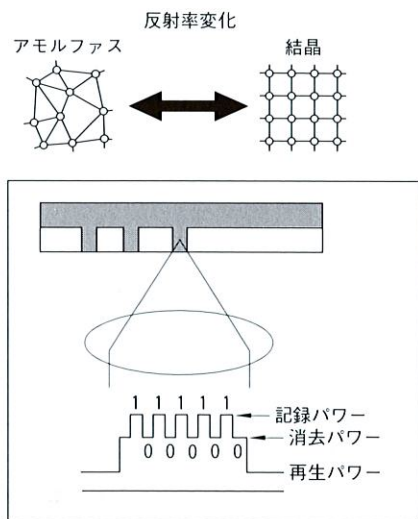


図9. 相変化記録方式の原理 高密度記録に適した記録方式である。

Principle of phase change recording

## 2.2 大容量化技術

DVD-RAMでは大容量化のために、従来の相変化光ディスクに加えて、記録高密度化のためのさまざまな新技術が盛り込まれている。

- (1) 新開発の波長650nm高出力レーザーダイオードを採用し、スポットサイズを従来の波長685nmレーザーダイオード使用時に比べて10%低減することで、トラック方向記録密度（トラックピッチ）および線方向記録密度（ビットピッチ）の向上を可能とした。
- (2) 従来のマーク位置（PPM）記録方式に変えて、新たに

マーク長（PWM）記録方式を採用した。従来のPPM記録方式では記録マークの存在位置が情報であったのに対し、PWM記録方式では記録マークの前端と後端のそれぞれが情報となり、情報記録密度を上げることができる。レーザーダイオードの短波長化と合わせて、線方向記録密度を50%（当社比）向上させている。

- (3) 記録はこれまで溝（グループ）だけに行っていたが、DVD-RAMでは記録を溝間（ランド）と溝（グループ）とのいずれにも行うランド/グループ記録方式を新たに採用した。ランドとグループ双方を記録トラックとして使用することで問題となりかねない再生時の信号クロストークは、相変化記録膜の膜厚制御により抑制されている。ランド/グループ記録方式の採用とレーザーダイオードの短波長化とを合わせて、トラック方向記録密度を20%（当社比）向上させ、再生専用形DVDと同じトラックピッチ0.74μmを実現している。図10にランド/グループ記録方式を示す。

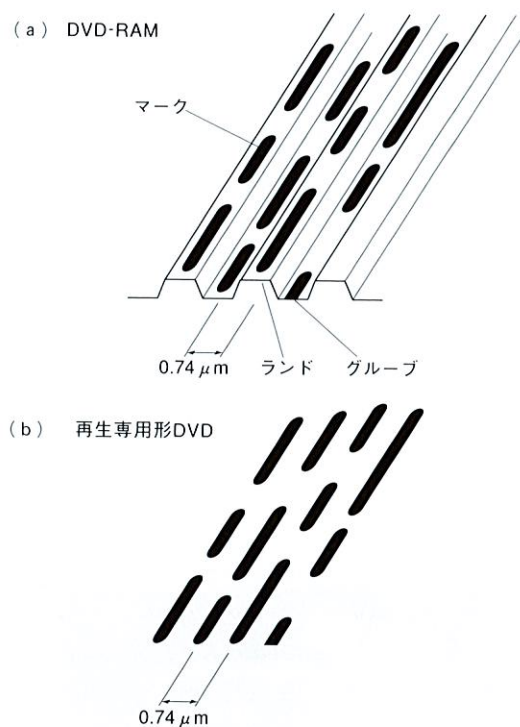


図10. PWM記録を用いたランド/グループ記録方式 再生専用形DVDとトラックピッチが等しい。

Land & groove recording with PWM recording

また、記録トラックを再生専用形DVDと同じ1本のスパイラルとするため、記録トラックは1回転ごとにランドとグループを交互に使用するシングルスパイラル構成となっている。



以上の新技術を盛り込むことにより、ディスク片面 2.6 G バイトの大容量を実現している。表 3 に DVD-RAM 諸元と、120 mm 相変化形光ディスク (PD) および当社が先に開発した 3.5 インチ相変化光ディスクとの比較を示す。

表 3. DVD-RAM 諸元比較  
Comparison of DVD-RAM characteristics

| 項目               | DVD-RAM  | 3.5 インチ相変化 | PD      |
|------------------|----------|------------|---------|
| ディスク径 (mm)       | 120      | 90         | 120     |
| 記録膜              | 相変化      | 相変化        | 相変化     |
| レーザ波長 (nm)       | 650      | 685        | 780     |
| 対物レンズ開口数         | 0.6      | 0.6        | 0.5     |
| ディスク基板厚 (mm)     | 0.6      | 0.6        | 1.2     |
| 記録方式             | PWM      | PPM        | PPM     |
| 最短マークピッチ (μm)    | 1.22     | 0.96       | 1.30    |
| 最短マーク長 (μm)      | 0.61     | —          | —       |
| ビットピッチ (μm)      | 0.41     | 0.64       | 0.87    |
| 記録位置             | ランド/グループ | グループ       | グループ    |
| トラックピッチ (μm)     | 0.74     | 0.9        | 1.2     |
| グループピッチ (μm)     | 1.48     | 0.9        | 1.2     |
| 記録容量/片面 (G バイト)  | 2.6      | 0.65       | 0.65    |
| ユーザデータレート (Mbps) | 11.08    | 9.8~16.4   | 4.1~9.1 |

### 2.3 再生専用形 DVD 互換ランダムアクセス技術

DVD-RAM の物理フォーマットは、再生専用形 DVD の物理フォーマットを、書換形光ディスクドライブ用にランダムアクセスできるように拡張したものである。

DVD-RAM の記録トラックは、データ記録・再生の最小単位であるセクタに分割されている。1 セクタ当たりのユーザデータ記録容量は 2 K バイトである。データが未記録な状態でも任意のセクタにデータを記録できるようにするため、各セクタの先頭はアドレス情報部となっており、セクタのアドレスを示す情報がディスク媒体製造時にプリフォーマットされている。アドレス情報部およびそれに引き続く、書換形フォーマットとして必要な VFO (Variable Frequency Oscillator) 領域など以外の記録データフォーマットは、図 11 に示すように再生専用形 DVD のデータフォーマットと同一であり、DVD-ROM ドライブなどが DVD-RAM ディスクを再生する場合の負担が最小になるように設計されている。

スピンドル回転制御方式についても DVD-ROM ドライブなどで DVD-RAM ディスクを再生する場合の負担を抑え、かつ実効的なシーク速度が向上できる方式として、ZCLV (Zoned CLV) 方式が採用されている。この ZCLV 方式は再生専用形 DVD で用いられている CLV 方式の近似であるが、ディスク媒体記録面を 24 ゾーンに分け、各ゾーン内ではスピンドル回転数を一定とするため、ゾーン内でのシーク動作を高速化できる。また、ZCLV 方式対応フォーマットは、

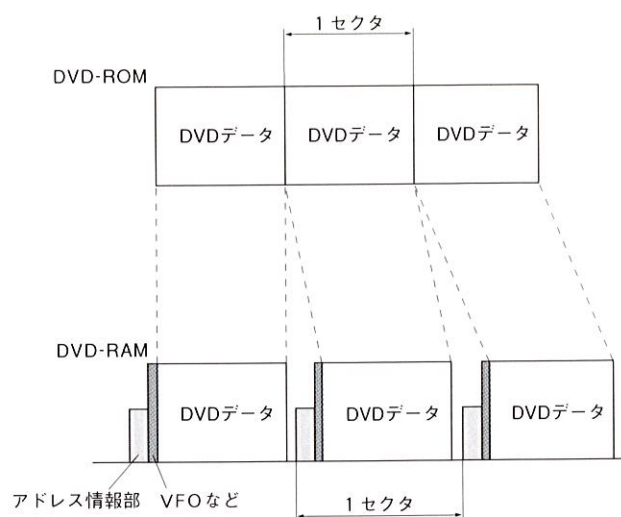


図 11. DVD-RAM のデータフォーマット 再生専用形 DVD と親和性が強い。

Data format of DVD-RAM

コンピュータ周辺機器で現在主流の ZCAV 方式対応フォーマットと同一であるので、ZCAV 方式のスピンドル制御で DVD-RAM ディスクを扱うことにより、ディスク全面にわたる高速シーク動作を実現することも可能である。

### 2.4 DVD-RAM カートリッジ

DVD-RAM ディスク媒体は記録データの信頼性を確保する観点から当初はカートリッジに納められて供給されることになると考えられるが、DVD-RAM 規格上はカートリッジは必須(す)とはされていない。DVD-RAM ディスクを DVD-ROM などの再生専用形 DVD で再生する場合には DVD-RAM ディスクをカートリッジなしで扱える必要があるため、DVD-RAM カートリッジはディスク媒体取出し可能に設計されている。取り出したディスク媒体を再びカートリッジに戻すことも可能である。DVD フォーマットで採用されている強力な誤り訂正方式が、このようなディスク媒体のカートリッジからの出し入れ時のデータ信頼性確保に役だっている。

ただし、カートリッジから取り出して扱う際のディスク媒体識別用ラベル領域が両面仕様 DVD-RAM ディスク媒体では確保できないことから、ディスク媒体が取り出せるのは片面仕様 DVD-RAM カートリッジに限定されている。

## 3 DVD-RAM ドライブ互換性

DVD-RAM ドライブは DVD ファミリの最上位機種に位置づけられ、もっとも広範なディスク互換性が要求される。当社の DVD-RAM ドライブでは、基板厚 1.2 mm の CD 系用対物レンズと基板厚 0.6 mm の DVD 系用対物レンズを、

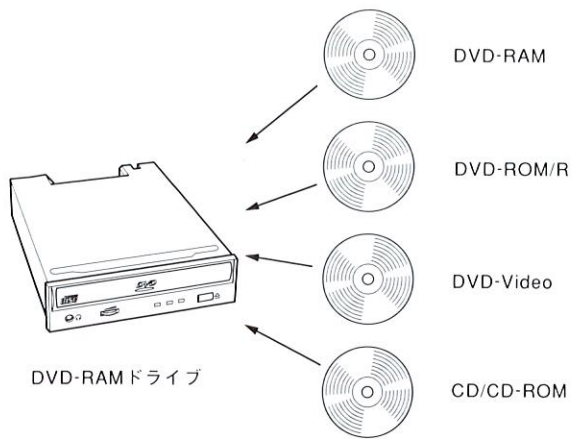


図 12. DVD-RAM のディスク互換性 DVD-RAM は広範囲のディスク互換性をもつ。

Disc compatibility of DVD-RAM

DVD-ROM ドライブで実績のある 2 レンズ切替方式を用いて使い分けることで、図 12 に示すディスク互換性を実現する予定である。

#### 4 あとがき

DVD-RAM は、DVD-ROM、CD-ROM との互換性から、DVD の PC 応用の本命とも言われている。特性的にみてハードディスクの置換えはあり得ないが、互換性のない機器が乱立している現在のリムーバブル記憶装置市場に対して統一かつ大容量のソリューションを提供し、DVD-Video プレーヤに代表される民生機器と PC などの情報機器との間

で自由に情報をやりとりできる環境を提供する。当社は、理想的なマルチメディア環境の実現に向け、DVD-RAM を推進していく。

この論文は 1996 年 9 月末日時点の状況に基づいている。DVD-RAM フォーマットは、この論文で述べたランド/グループ方式を中心に検討されているが、方式が変更される余地も残されている。当社は、最終的に決定される DVD-RAM フォーマットに基づく製品を提供していく所存である。

(石原)



五十嵐 正男 Masao Igarashi

柳町工場ディスク機器設計第二部グループ長。  
DVD-Video プレーヤの開発に従事。  
Yanagicho Works



小林 明 Akira Kobayashi

マルチメディア技術研究所開発第七部グループ長。  
DVD-ROM のシステム開発に従事。テレビジョン学会会員。  
Multimedia Engineering Lab.



江口 直紀 Naoki Eguchi

柳町工場ディスク機器設計第三部主務。  
DVD-ROM の機構開発設計に従事。  
Yanagicho Works



石原 淳 Atsushi Ishihara

柳町工場ディスク機器設計第三部グループ長。  
DVD-RAM の開発に従事。  
Yanagicho Works