特集

4.7GバイトDVD-RAM技術と ディジタルコンシューマ機器への応用

4.7 G-byte DVD-RAM and Its Applications to Consumer Products

奥 万寿男 川岸三千明 Masuo Oku

Michiaki Kawagishi

伊藤健治 Kenji Itô

長井究一郎 Kyûichirô Nagai



注:略語説明 DVD(Digital Versatile Disc) RAM(Random Access Memory)

日立製作所が提唱する "DVD World"

DVD-RAMの普及によって AV (Audio-Visual) とパソコン の融合が進み、どこでも映像が楽しめるようになる。"DVD World"は、DVDで映像情報を簡単にリンクさせることをテーマに製品開発を推進することを表現するコンセプトワードである。

DVDシステムは、DVD-RAMの普及により、ディジタルメディア時代の有力なストレージメディアとなりつつある。高密度、高速検索、高信頼性という特徴を持つDVDを活用すれば、AVやパソコンの分野で高い互換性を持つメディアとして、映像情報を単独のメディアで各種機器間をリンクさせることができる。

日立製作所は、DVDの国際標準化を推進する「DVDフォーラム」の設立時からのメンバーとして、DVD-RAMの規格化を主導してきた。さらに、"DVD World"という独自のコンセプトワードの下に、DVD-RAMを応用したディジタルコンシューマ機器の開発を進めている。DVDビデオカメラとDVDビデオレコーダは、"DVD World"のコンセプトを実現した第一弾である。特に世界初のDVDビデオカメラの製品化にあたっては、(1)110万画素CCDセンサ搭載カメラ技術、(2)超低消費電力MPGE-2コーデックLSI技術、(3)小型ディスク専用ドライブ技術(4)耐振性能向上技術、(5)使い勝手を向上させるディスクナビゲーション技術などの最先端の技術を開発し、採用した。「撮る、見る、残す」というカメラ本来の特徴に加え、互換性という観点からも、妥協のない最高クラスの機能と品質を実現している。

1

はじめに

「DVDフォーラム」の主導によって規格化が進められた DVD(Digital Versatile Disc)は、その高密度、高速検索、高信頼性といった特徴により、パソコンのストレージやディジタルコンシューマ機器の分野で急成長を続けている。

日立製作所は、1995年12月に旧称「DVDコンソーシアム」として発足したこの団体の活動開始当初から参画し、

DVD-ROM (Read-Only Memory) や, DVD-Video, DVD-RAM (Random Access Memory) などの規格作り に貢献してきた。また、1996年にDVD-ROMドライブを いち早く製品化し、その後、DVD-Videoプレーヤや、第 一世代DVD-RAM (容量: 2.6 Gバイト/面) ドライブも製品化した。

ここでは、日立製作所が最近開発した第二世代DVD-RAM(容量4.7 Gバイト/面)技術と、そのディジタルコンシューマ機器への応用について述べる。

2 DVDの可能性

AV (Audio-Visual) 分野では映像・音声のディジタル化が進み、パソコン分野ではCPU (Central Processing Unit) の高速化、HDD (Hard Disc Drive) の大容量化が著しい。このような背景から、映画パッケージや自分で撮影した画像をテレビで見るという楽しみ方だけでなく、パソコン上でDVD-Videoを鑑賞したり、自分で撮影した映像を加工、編集するといったユーザーが増えつつある。特に後者の楽しみ方では、従来のリムーバブルな記録メディアの記録容量は不足しており、またテープメディアでは検索性に課題があって、AVとパソコンで共通に使える記録メディアが切望されていた。

DVD-RAMはこのようなユーザーニーズにこたえるため、世界の家電産業界、IT (Information Technology)産業界、および映画産業界にまたがる主要ソフトウェア・ハードウェアメーカー200社以上が参加しているDVDフォーラムで規格化された光ディスクの世界標準であり、AV分野やパソコン分野のいずれにおいても高い互換性を持つユニディスクコンセプトを実現させるものである(図1参照)。特に次章で述べる第二世代のDVD-RAMでは、いっそうの大容量化を図るとともに、小型サイズのディスクも標準に加え、撮像(カメラ)から編集(レコーダ)、再生(プレーヤ)に至るトータルシステムが可能となった。

日立製作所は、映像アプリケーションの分野で、一つのメディアで映像情報を簡単にリンクさせることの重要性に着目し、DVD-RAMの標準化とそれを利用した製品

AV CD HDD FD さまざまのメディアを 1 枚に統合

注:略語説明

MO (Magnetooptical Disc), HIFD (High Capacity Floppy Disc)

図1 DVD-RAMに統合されるさまざまなストレージメディア DVD-RAMの高密度、高速検索、高信頼性により、さまざまなメディアが置き換えられる可能性がある。

の開発を「DVD World」をコンセプトワードとして推進しており(13ページの図参照),個々の製品では,高品質,小型化,操作性の向上などを実現する技術開発に継続的に取り組んでいる。

3 4.7 Gバイト DVD-RAMの仕様

DVDには、読み出し専用と、書込みが可能な二つの規格がある。前者はDVD-ROMと呼ばれ、後者の代表的なものがDVD-RAMである。いずれにも、物理層、ファイルシステム層、およびアプリケーション層の規格がある(図2参照)。

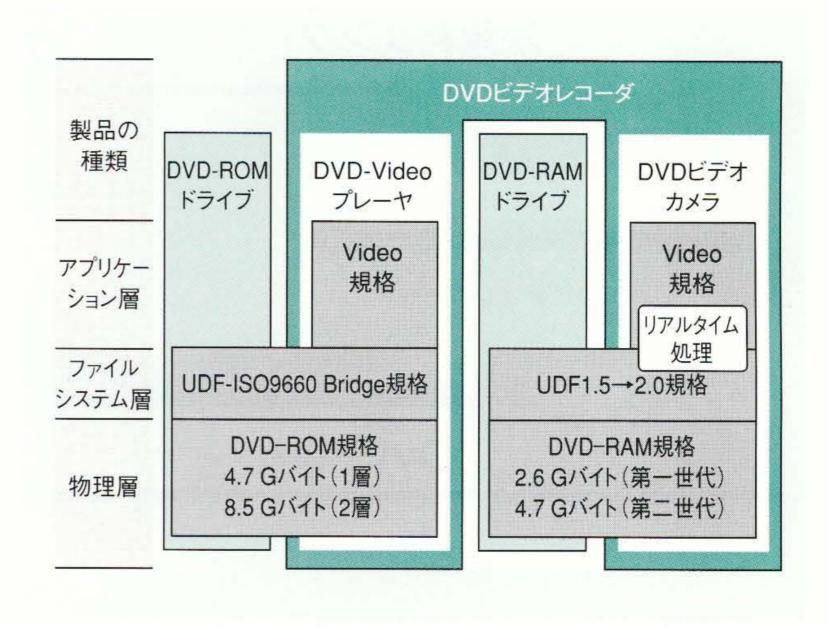


図2 DVDの規格と製品

DVD規格としては、このほかに、物理層にDVD-R規格、DVD-RW規格、アプリケーション層にAudio規格などがある。DVD-RAMのファイルシステム層とアプリケーション層では、リアルタイム処理が考慮されている。

表1 4.7 GバイトDVD-RAMディスクの主な仕様

ディスクには、直径が12 cmの標準ディスクと8 cm小型ディスクとがある。小型ディスクは、DVDビデオカメラなどのモバイル機器への応用を考慮して作られた。

ディスク直径	12cm	8cm
ディスク全厚, 中心孔径	1.2 mm,15.0	
カートリッジ外形寸法 (縦×横×厚さ)	136×125×8(mm)	91×89×5.4(mm)
記録容量	4.7 Gバイト・片面(両面もあり)	1.46 Gバイト・片面(両面もあり)
標準データ転送速度	22.16 Mビット/s	
記録材料, 基板材料	相変化記録材料、ポリカーボネート	
レーザ波長, 対物レンズ開口数	650 nm, 0.6	
トラックフォーマット	ウォブル ランド グループ	
トラックピッチ, データピット長(最短)	0.62 μm, 0.29 μm	
使用環境	5~60℃, 3~80%(相対湿度)	

DVD-RAMの物理層には、容量が2.6 Gバイト・面の第一世代規格と、容量を4.7 Gバイト・面にアップした高密度の第二世代規格がある。第二世代のDVD-RAMでは、高密度化だけでなく、データの書込み速度も第一世代の2倍に高速化しており、さらに、これまでの直径12 cmのディスクに加え、モバイル用途も考えた直径8 cm (容量1.46 Gバイト・面)のディスクもある(表1参照)。

DVD-RAMのビデオアプリケーション規格(以下,「アプリケーション規格」と言う。)では, DVD-ROMのアプリケーション規格に対して主に以下の点を考慮している。

(1) リアルタイム処理

所望の映像ストリームデータに高速でアクセスするために、ディスク上に特殊再生を実現するための情報を記録する必要がある。DVD-ROMアプリケーション規格では、通常、MPEG(Moving Picture Expert Group)の符号化の単位であるGOP(Group of Pictures)に相当するVOBU(Video Object Unit)のすべてに対して、正逆方向に所定範囲(通常±120秒程度)のアドレス情報を映像ストリーム中に記録する。このため、2パスのオーサリングが必要になる。

一方、DVD-RAMアプリケーション規格では、このアドレス情報を簡略化して別ファイルに記録する。記録しながら時刻情報とサイズ情報をメモリ上に一時的に記憶させ、映像ストリームの記録完了時に上記情報をディスクに記録することにより、リアルタイム記録が可能になる。

(2) 追記録画,編集

ランダムアクセスが可能なディスクでは、ユーザーは、 記録した映像情報がディスクのどの物理位置に記録され ているかを知ることはできない。このため、オリジナル の映像情報を記録順で一元管理する。このほかに、ユー ザーが最大99個のプレイリストを設定できるようにして、 ダイジェスト再生ができるようにしている。

(3) 空き領域、欠陥領域の管理

記録と消去を繰り返すと、ディスクには不連続な空き 領域が作られる。これらの空き領域を有効に活用するこ とにより、さらに長時間の情報記録を実現することが求 められる。また、ディスクの既知の欠陥領域を避けて記 録することも必要となる。通常、離散的な領域に連続し てアクセスする場合、光ヘッドのシーク(探知追尾)が伴 う。DVD-RAMアプリケーション規格では、このシーク 時間と再生時のバッファモデルを規定することにより、 連続再生を保証している。

(4) 動画,静止画,音声データの管理

異なるプラットフォームでの利用を考えて、DVDでは、ファイルシステムとしてUDF(Universal Disc Format)を採用している。ビデオ記録用DVD-RAMのUDFは、リアルタイム記録再生を考慮したリビジョン2.0である。

4

ディジタルコンシューマ機器への応用

4.1 DVDビデオカメラ

"DZ-MV100"は、直径8 cmのDVD-RAMディスクを用いる、日立製作所が世界で初めて開発したDVDビデオカメラである。「撮る、見る、残す」に加え、互換に関して



図3 DVDビデオカ メラ"DZ-MV100"

DZ-MV100は, 直 径8 cmのDVD-RAMメ ディアを用いる世界 初のビデオカメラで ある。

表2 DZ-MV100の主な機能と仕様

DZ-MV100は、ディスクの特徴を生かして、「撮る、見る、残す」というカメラ本来の機能に加え、互換という観点からも、最高クラスの機能と品質を実現している。

CCD	士型インタレース総数約110万画素 (有効画素:動画 約72万画素, 静止画 約100万画素)	
レンズ	F2.0~2.7, f=4.1~49.2 mm	
ズーム	光学12倍、ディジタル併用48倍	
液晶モニタ	3.5型カラーTFT(約20万画素)	
フラッシュ	あり(自動・強制・禁止)(静止画モードだけ)	
撮影モード	動画(音声付き),静止画	
動画記録時間	高画質 約60 min,標準 約120 min (ディスク1枚,両面)	
静止画記録枚数	1,998枚(ディスク1枚、両面)	
記録方式	動 画:DVD Video Recording規格準拠 静止画:DVD Video Recording規格準拠と JPEG(1,280×980画素)の同時記録	
記録メディア	8cm DVD-RAM	
端子	映像音声、S映像入出力、外部マイクロホン入力、パソコン接続端子(パソコンのUSBへ接続)	
消費電力	液晶画面オフ、録画時6.5 W	
外形寸法	78×108×166(mm) (フードと突起物含まず)	
質 量	約800 g (本体単体),約960 g (撮影時)	

注:略語説明 TFT(Thin Film Transistor)

も妥協のない最高クラスの品質を実現している。

DZ-MV100の外観を**図3**に,主要仕様を**表2**にそれぞれ示す。

DZ-MV100の特徴は以下のとおりである。

- (1) カメラ部に総数で約110万画素のCCD (Charge Coupled Device) センサと, これに対応した高性能レンズを採用することにより, 動画に加え, 高精細の静止画像(1,280×960画素)も撮影できる。
- (2) 自社開発のMPEG-2コーデックLSIの採用により、 ディスク1枚(両面)で約60分と約120分の二つの動画記録 モードを装備
- (3) ディスクの未記録領域の正確な管理により、上書きによる記録済み映像の消失を防止しているほか、非接触記録・再生なので、何度再生しても画像の劣化がなく、テープ絡みのようなトラブルがない。
- (4) ディスクナビゲーション機能により、サムネイル(概略イメージ) 画像から見たい画像を瞬時に検索できる。また、プレイリストにより、任意のシーンを入れ替えて見ることが可能
- (5) 4.7 GバイトDVD-RAMドライブまたはUSB(Universal Serial Bus) 搭載のパソコンで専用ソフトウェアを利用することにより、パソコン上で再生や編集が可能

4.2 DVDビデオレコーダ

DVDビデオレコーダ"DV-RX2000"では、直径12 cmの DVD-RAMディスクに高画質な映像を記録できるほか、テープメディアにはない快適な操作性を提供する。DV-

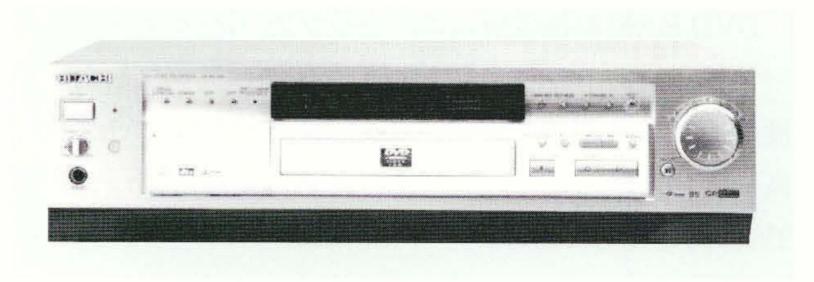


図4 DVDビデオレコーダ"DV-RX2000"

DV-RX2000では、12 cmDVD-RAMメディアに高画質な映像を記録し、テープメディアにはない快適な操作性を提供する。

RX2000の外観を図4に示す。

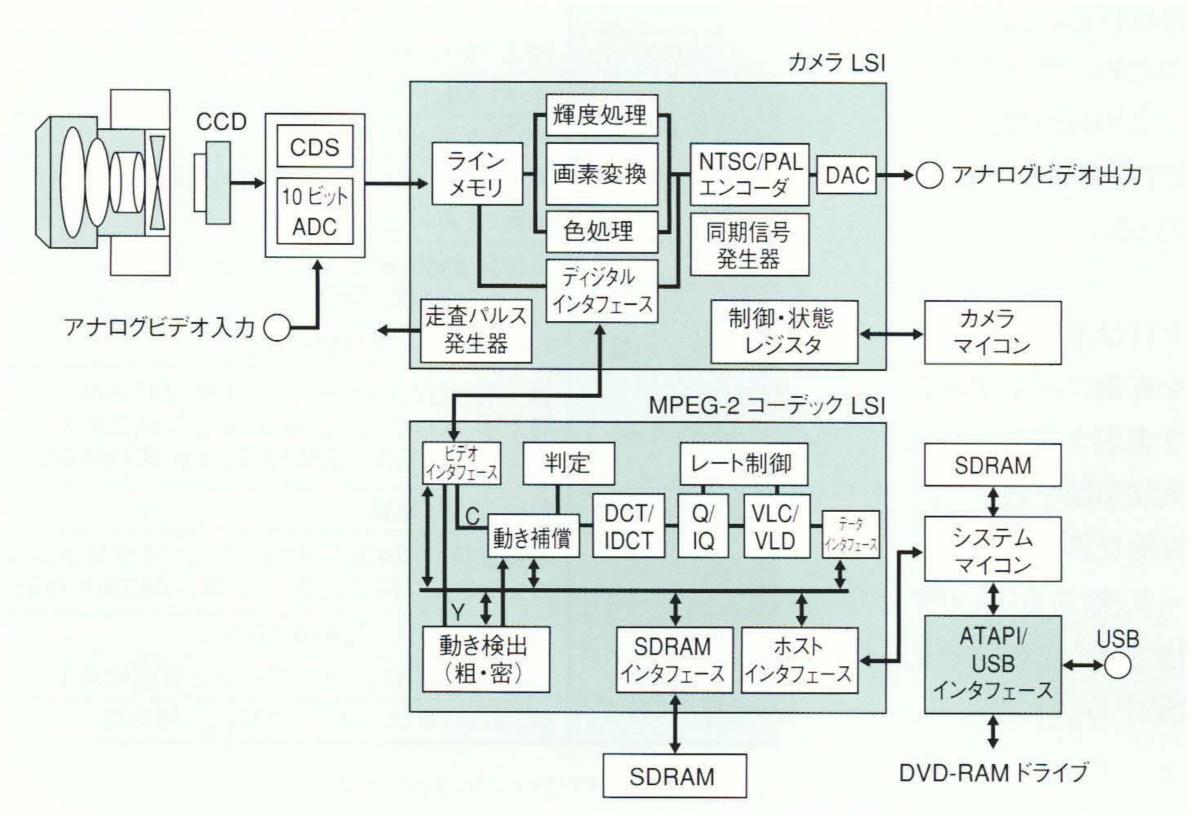
DV-RX2000の特徴は以下のとおりである。

- (1) MPEG-2の可変レート制御技術と多様な三次元映像 処理により、高画質を実現
- (2) 面当たり約60分, 120分, および240分の記録時間に対応した3種類のモードに加え, ディスクの空き容量を判別して最高記録レートに設定するFR(Frame Relay)モードをサポート
- (3) 本格的ホームシアターに対応するチャネルプログレッシブ再生と、ドルビーディジタル5.1チャネルの再生に対応
- (4) ディスクに録画された番組のリストを,一目で確認できる「プログラムナビ」を搭載
- (5) DVDビデオカメラ (DZ-MV100) で撮像したディスク をトレイに載せてダイレクト再生が可能

製品を支えるコア技術

5

"DZ-MV100"の実現を可能にした主なコア技術につい



注:略語説明

CDS (Co-relation Double Sampler)
ADC (Analog-to-Digital Converter)
DAC (Digital-to-Analog Converter)
SDRAM (Synchronous Dynamic RAM)
MC (Motion Compensation), DCT (Discrete Cosine Transform), IDCT (Inverse DCT), Q (Quantizer), IQ (Inverse Q)
VLC (Variable Length Coder), VLD (Variable Length Decoder), ATAPI (Advanced Technology Attachment Bus Packet Interface)

図5 DVDビデオカメラのカメラ部のブロック構成

高画質化と小型化、さらに低消費電力化のために、CCDセンサのほか、カメラ処理LSI、MPEG-2コーデックLSI、およびインタフェースLSIを開発している。

て以下に述べる。

5.1 110万画素CCDセンサ搭載カメラ技術

動画と高精細の静止画を実現するために、新たにCCDセンサと、駆動およびカメラ処理を行うカメラLSIを開発した。カメラ部のブロック構成を図5に示す。

CCDセンサの高画素化要求に対しては、動画撮像でのCCD転送速度の低減と、動画・静止画の画角変化の抑圧という課題を解決するために、CCDセンサ読み出し時の画素混合方式を新たに開発した。カメラ処理では、圧縮に適した動画像信号処理を施し、MPEG-2コーデックLSIでMPEGファイルを作成する。

静止画撮像では、メカニカルシャッタを閉じてから全画素信号を独立に読み出し、MPEG-2コーデックLSIの外部メモリを用いてフルフレームの静止画を生成する。さらに内挿による画素の正方変換を行い、MPEG-2コーデックLSIをJPEG(Joint Photographic Expert Group)エンジンとして使用してJPEGファイルを作成する。

5.2 超低消費電力MPEG-2コーデックLSI技術

開発したLSIのチップ写真を図6に示す。MPEG-2のエンコード・デコードとしては、MP@ML (Main Profile at Main Level) に対応しており、SIF (Source Input Format) やMPEG-1エンコード・デコードも可能である。このLSIは、MPEG-2エンコード時の消費電力が標準状態で360 mWときわめて少ないことと、静止画 (JPEG) のコーデックとしても使用できることが特徴である。

このLSIの開発以前には、MPEG-2エンコードが可能なLSIの消費電力は1~1.5 Wと大きく、これらのLSIをDVDカメラのようなモバイル機器に適用することは非常に困難であった。このため、以下の技術により、従来比約3の低消費電力LSIを実現した。

- (1) 最先端半導体プロセス(0.18 µm)の適用
- (2) 外部メモリへのアクセスを固定タイム スロット ア

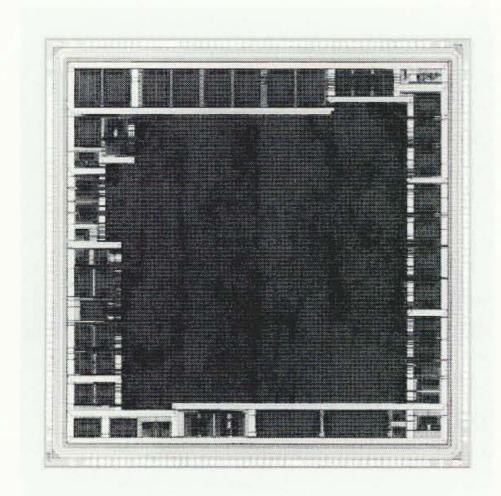


図6 MPEG-2コーデックLSIのチップ写真

チップ面積は約70 mm², トランジスタ 総数が約400万に上る大 規模なLSIである。

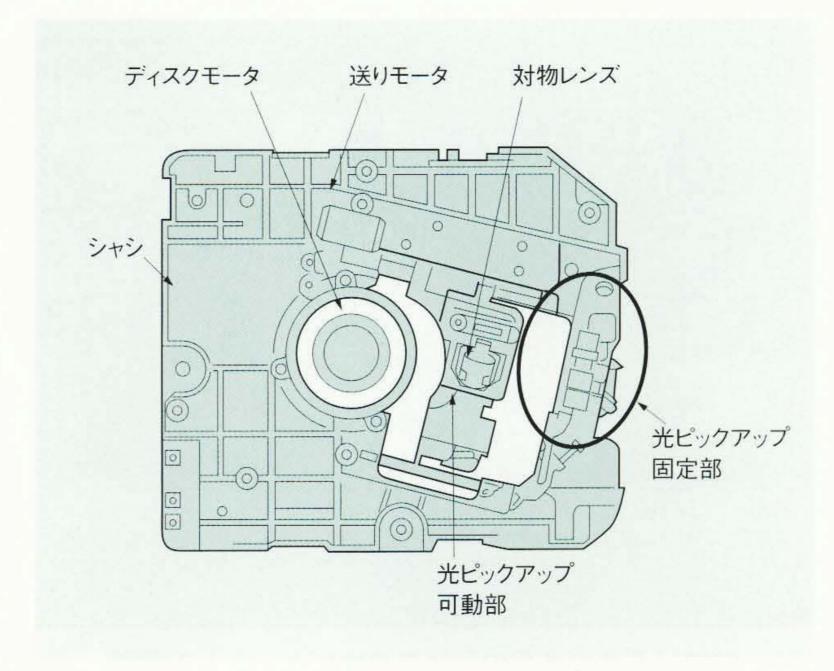


図7 DVDビデオカメラのドライブシャシ部の構成

分離光学ヘッドと間欠駆動により、8 cm小型ディスクに適した、 小型で低消費電力のドライブシャシを実現した。

- ーキテクチャとして, むだを排除
- (3) 性能的に十分で、かつ効率的な動きベクトル探索方式を採用
- (4) 単一で、かつ低いクロック周波数での処理を実現
- (5) GC(Gated Clock)に対応が可能な論理合成の適用

5.3 小型ディスク専用ドライブ技術

DVDビデオカメラの小型化のために、8 cmディスク専用のドライブ装置を開発した。8 cmディスクを収納するカートリッジでは、ディスク記録面に光を照射するために設けた開口部が、12 cmディスクを収納するカートリッジに比べて小さいことから、12 cmディスクのドライブ用に開発した光ピックアップを適用することができない。このため、課題であった光ピックアップの小型化を実現することにより、シークなどの送り動作用の駆動部を小さくするとともに、カメラ用途で要求される水平、垂直あるいは逆さまなどの種々の姿勢での送り動作の安定化を図った。

開発したドライブシャシ部を図7に示す。このシャシ部では、光ピックアップをDVD-RAMディスクに特化したものとして光学部品を少なくしているほか、光ピックアップや対物レンズなどを搭載した可動部と、レーザダイオード、受光ダイオードなどを配置した固定部に分離した構成とし、可動部の徹底した小型化を達成した。

5.4 耐振向上技術

モバイル機器では、振動による記録ミスは致命的になる。これを防ぐために、ドライブシャシ裏面部に振動センサを設置した。この振動センサで外部からカメラに加わる振動を検出して電気信号に変換し、対物レンズの駆



図8 DVDビデオカメラのディスクナビゲーション画面

一度に12個のサムネイル画面を表示する。記録されたシーンが 12個よりも多い場合は、右側のスクロールバーを使う。静止画と 動画を区別するアイコンや、選択候補シーンの説明エリアなどの くふうを凝らしている。

動アクチュエータの制御信号に加算する「フィードフォワード制御方式」を開発した。さらに、振動印加時に対物レンズが変位することによって駆動用磁気回路に発生する逆起電力も制御信号として利用することにより、カメラに求められる耐振性を確保した。

5.5 使い勝手を向上させるディスクナビゲーション技術

DVD-RAMは大容量であることから、記録した映像情報をすばやく検索できないと、ディスクとしての優位性を確保できない。これを解決するのが「ディスクナビゲーション機能」である。

ディスクナビゲーション機能の画面例を図8に示す。 12個のサムネイル画面を一度に表示し、見たい画面をわかりやすく提示する。おのおののサムネイル画面には静止画と動画を区別するアイコンをスーパインポーズしている。

ディスクナビゲーション機能でプレイリスト編集を行うときの画面例を図9に示す。プレイリストを用いることにより、映像シーンの再生順の入れ替えなどをはじめ、編集作業をDVDビデオカメラ単体で操作することができる。

6 おわりに

ここでは、容量が面当たり4.7 Gバイトの第二世代 DVD-RAM技術と、そのディジタルコンシューマ機器への応用について述べた。

今後、DVD-RAMは、いっそうの高密度化による発展が期待される。

日立製作所は,これからも継続して新たな提案に努め



図9 ディスクナビゲーション画面を用いたプレイリストの 編集

プレイリストを用いることにより、映像シーンの再生順の入れ替えなどをはじめ、DVDビデオカメラ単体で編集作業を操作できるようにする。

ていく考えである。

参考文献

- 1) 吉野,外:マルチメディアシステムと日立製作所の取組 み,日立評論,**81**,11,670~674(平11-11)
- 2) 樋口,外:DVD-RAMとその応用,日立評論,**80**,10,681~684(平10-10)

執筆者紹介



奥 万寿男

1979年日立製作所入社, デジタルメディアグループ デジタルメディア開発本部 第二部 所属 現在, ビデオ機器の開発取りまとめに従事 映像情報メディア学会会員 E-mail:oku@msrd.hitachi.co.jp



川岸三千明

1987年日立製作所入社, デジタルメディアグループ デジタルメディア製品事業部 ビデオ機器商品企画部 所属現在, DVDビデオカメラの商品企画に従事 E-mail: mkawagi @ dm. kaden. hitachi. co. jp



伊藤健治

1982年日立製作所入社, デジタルメディアグループ デジタルメディア製品事業部 デジタルビデオ設計部 所属現在, DVDビデオカメラの設計取りまとめに従事 E-mail: k-itoh@cm. tookai. hitachi. co. jp



長井究一郎

1979年日立製作所入社, デジタルメディアグループ デジタルメディア開発本部 第三部 所属 現在, DVDドライブと応用機器の開発に従事 日本機械学会会員, 精密工学会会員 E-mail: nagai @ msrd. hitachi. co. jp