

DVR-7000 の開発

Development of DVR-7000

清水 勇治 , 高橋 央 , 川原 康成

Yuji Shimizu, Akira Takahashi, Yasunari Kawahara,

遠藤 二郎 , 石井 英宏

Jirou Endou, Hidehiro Ishi

要 旨 DVDレコーダ DVR-7000 を商品化し , 2001 年 7 月市場導入した。システム構成を前モデルからフルモデルチェンジし , 高画質化 , 多機能化 , 使い易さを実現した。

Summary We developed the DVR-7000 and introduced it to the market in July 2001. We changed the whole system from the previous model in order to improve the video quality, multi-functionality, and usability.

キーワード : DVDレコーダー , DVR-7000 , 高画質化 , 多機能

1. まえがき

当社は世界初の DVD レコーダ DVR-1000 を 1999 年 12 月に国内導入した。その後 DVD-R ディスクを使い Video モード記録に対応した DVR-2000 を国内導入した。前モデルの機能を継承しつつ , さらに市場ニーズにこたえるべく , システムを一新し DVD レコーダの第 3 世代機である DVR-7000 を 2001 年 7 月に商品化し , 国内に導入した。その後北米 , 欧州 , 国際部地域に順次導入した。本稿では当社 DVD レコーダ DVR-7000 国内モデルの概要を紹介する。

2. DVR-7000 の特徴

DVD レコーダは DVD プレーヤに録画機能を付加した商品という当社コンセプトに基づき , DVR-7000 も商品化した。前モデルの DVR-2000 からの主な改良点を以下に示す。

1. プログレッシブ出力

2. 新解像度録画による画質向上

3. ピクチャークリエーション

4. リニア PCM 記録

5. CD 系メディアの再生

6. 新規 GUI による使いやすさ向上

7. 滑らかな特殊再生

8. DV 接続機種への拡張

9. 筐体の薄型化

3. DVR-7000 のシステム

DVR-7000 のシステムブロック⁽¹⁾を図 1 に示す。システム全体は , ディスクへの実際の書込みおよび読み出しを行なうライター Block と , 映像音声信号のエンコード / デコードを行なうと共にユーザインターフェイスを含めてシステム全体を制御するレコーダ Block とに大別される。

記録可能メディアは DVD-R (ver2.0 for General) と DVD-RW (ver1.0/1.1) であり , 記録ア

アプリケーションフォーマットは,"DVD Specifications for Rewritable/Re-recordable Discs Part3 Video Recording" 規格(VRモード)と,"DVD Specifications for Read-Only Disc Part3 Video Specifications" 規格準拠 (Videoモード)の2つある。DVD-R DiscはVideoモード記録のみが可能で,DVD-RW ver1.0DiscではVRモード記録がDVD-RW ver1.1DiscではさらにVideoモード記録も可能である。

ライン入力されるか,テレビチューナで検波されたアナログの映像音声信号は,A/D変換され3D-Y/C処理後Graphics処理LSIに入りFrame TBCと3DNR処理とを施し,その後リアルタイムで符号化多重化される。VRモード記録の場合,映像音声符号化部では,設定された録画時間または録画ビットレートにもとづき,最適な符号化パラメータを決定し,可変ビットレート(VBR: Variable Bit Rate)制御を用いてMPEG映像符号化処理を行なう。圧縮された映像ストリームおよびDDCE (Dolby Digital Consumer Encoder) により圧縮された音声ストリームは,

その後パック化および多重化されて VRモード規格に準拠した基本的なVOB(Video Object)に形成される。このストリームにVRモード規格に定められるRDI(Real-time Data Information)などの必要な情報が記述される。ここまでをMPEG Encoder LSIが担う。MPEG Encoder LSIから送り出されるストリームは,一旦Drive I/F LSIのSDRAM(Stream Buffer)に蓄えられる。ここでMain CPUにより後段がオーバーフローしないように制御されて,ATAPIバス経由でライターBlockへデータ転送が行われる。実際のディスクへの記録は間欠的に行なうため,所定のデータ量に達すると書込みを行なうように,ライトコマンドを発行してデータを一括転送する仕組みを取っている。

このデータは,ライターBlockのDVD-ROM EncoderでDVD物理フォーマットへのリアルタイムエンコードを行い,記録パルス生成を行なう。具体的には,LPP(Land Pre-Pit)信号から記録用クロックおよびタイミング信号を生成し,記録データに対しRS(Reed Solomon)誤

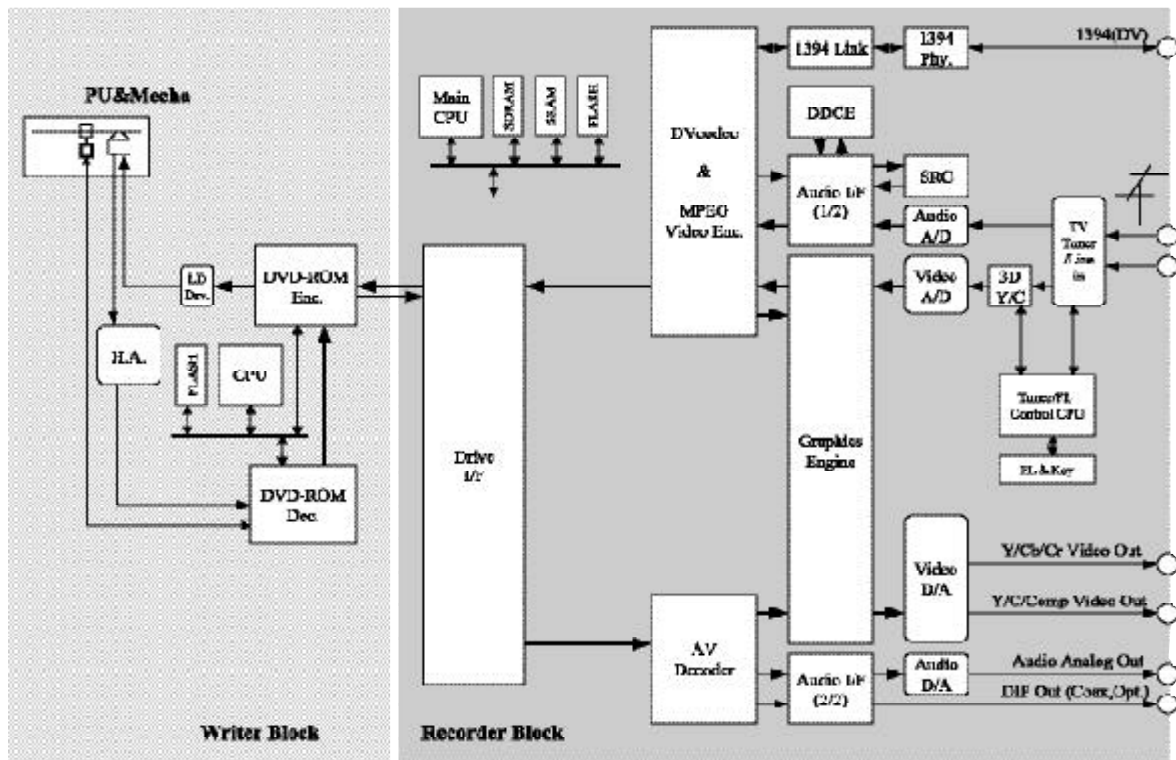


図1 DVR-7000 システムブロック図

り訂正符号化を行い,ECC (Error Correction Code) を付加して,インターリーブブロック化を行なう。またPush-pull 信号から Wobble 信号を検出しスピンドルを制御すると同時に,LPPからのアドレスに従って所望の物理アドレス位置へのピックアップの書込み位置制御を行なう。ここでディスクの記録特性の個体差や各社メディアのばらつきに対応した,レーザーダイオードの発光を制御する記録ストラテジパルスを調整している。ディスク上には,前述のように所定のブロック単位で間欠記録されるが,このデータブロック間はリンクロスのないように高精度(Zero Link)で追記されていく。

このようにして実際の圧縮された映像音声の記録が行われて行くが,実際はユーザーによる一回の録画開始操作から録画停止操作でひとつのタイトルが生成される。また録画途中に一時停止操作を行った場合はチャプターが生成されるようにしている。最後にディスクを取り出す時に,Main CPU が管理している,記録された映像音声を再生するための管理情報がディスクに記録される。

再生時,Disc から読み出したRF 信号は,ライター Block にてDVD 物理フォーマットの復号までを行い,ATAPI バス経由でデータをレコーダBlockに転送する。一旦Drive I/F LSI のSDRAM (Stream Buffer) に蓄えられ,その後AV Decoder にデータが転送され,映像と音声のデジタルデータに復号される。

AV Decode された後のデジタルの映像信号は,Graphics 処理LSI に入るが,ここでGUI と OSD とのオーバーレイ処理が行われ,またユーザー操作によりディスクナビ表示が指示された場合には,各タイトルの指定フレーム(任意に設定可能)映像のキャプチャーとマルチ画面表示処理を行なう。この後デジタル映像信号は,NTSC Encode LSI にて3DNR 処理などの画質調整を施し,NTSC Encode されてアナログ映像信号となって出力される。

再生音声については,AV Decoder でアナロ

グ出力は復号化され,デジタル出力は復号後DIF 変調されていずれもAudio I/F LSI に入る。ここでデジタル出力は切換処理が行われる。アナログ出力はレベルメータ用のデータ取得および切換処理が行われ,DAC を経て出力される。

CD 系メディアの再生はDVR-7000 で新たにサポートされた。まずCD-DA 再生であるが,Disc から読み出されたRF 信号はライター Block でEFM 復調される。そしてアナログ出力用信号は3線シリアル信号でレコーダ Block に送られ,デジタル出力はライター Block でDIF 変調を行いレコーダBlock に送られる。

レコーダ Block に送られたアナログ出力用信号はAudio I/F LSI を経由し最終的にはDAC を経て出力される。また,デジタル出力用信号もAudio I/F LSI にて切換処理が行われてDIF 出力される。

次にVideo-CD 再生であるが,CD-DA と同様にDisc から読み出されたRF 信号はライター Block でEFM 復調される。そしてVideo-CD 用CD-ROM データはアナログ出力用信号と同じく3線シリアル信号でレコーダ Block に送られる。レコーダ Block ではまずデータのCD-ROM 復号を行い,その後AV Decoder にデータが転送され,映像と音声のデジタルデータに復号される。AV 復号後はDVD 再生時と同様の経路・処理を経て出力される。

システム全体の制御は,DVR-2000 では6個のCPU を用いていたが,DVR-7000 では以下の3個のCPU に集約し,制御している。

1. レコーダ Main CPU

記録再生情報管理など全体システム

2. ライター Control CPU

ディスクの読み出し書込み制御

3. Mode Control CPU

ユーザーインターフェース,入出力制御

4. ピックアップとLSI 開発

Pick Up は,高出力の波長650nmのレーザー

ダイオードをマウントしたDVD-RW 記録用としての新規開発であるが、DVD-R/RW 記録・DVD-ROM 再生に加え、CD メディアの再生も可能な Pick Up として開発した。レーザーダイオードはDVD・CD用にそれぞれ有するが、対物レンズは1つで共用する構成としている(図2)。

ライター Block の開発にあたっては従来3chip + ディスクリート構成であった回路を2Chip に集約し、性能の安定化とコストダウンを実現している(図3)。

レコーダBlock では、アナログVideo 信号を

デジタル信号に変換する高画質Video Decoder LSI (図4) を新規に開発した。DVR-2000 では8bit/27MHzであったVideo ADCを10bit/27MHzのVideo ADCにすることで、より高精度で安定的な輝度&色再現を実現した。

フルレゾリューションGUI&縮小動画キャプチャなどのGraphics 処理および、Frame TBCと記録系・再生系に独立した3DNRなどの高画質化機能をもつGraphics 処理LSI を新規開発した(図5)。これによりUIの表現力は飛躍的に向上し、また高画質化に貢献している。

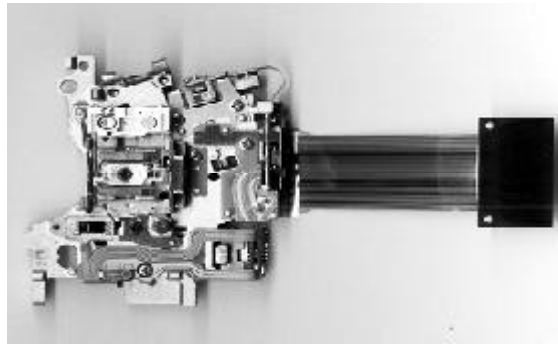


図2 記録再生 Pick Up



図3 記録信号処理 LSI



図4 Video Decoder LSI



図5 Graphics LSI

表 1 水平解像度比較(VR モード)

	マニュアルレート				
DVR-7000	1 - 6	7 - 11	12-16	17- 20	21- 32
Resolution	352×240	352×480	480×480	544×480	720×480
	MPEG1		MPEG2		
水平周波数	3.3MHz	3.3MHz	4.5MHz	5.1MHz	6.75MHz
			マニュアルレート		
DVR-2000	1 - 6	7 - -	- - - - -	- -18	19- 32
Resolution	352×240		352×480		720×480
	MPEG1		MPEG2		
水平周波数	3.3MHz		4.5MHz		6.75MHz

また、DVR-1000 以来 MPEG 映像符号化では、リアルタイム処理でのVBR方式の符号化技術を開発し、MPEG 映像符号化 LSI の制御ファームウェアとして実現しているが、従来MPEG2のエンコードはFull-D1、1/2-D1の解像度でのみ録画していたが、その間の解像度として、3/4-D1、2/3-D1 解像度での録画も可能とした MPEG Video Encoder LSI を開発。またDV コーデックの機能をも合わせ持たすことでコストダウンをおこなった。

5. DVR-7000 新規機能

上述の要素技術を新規開発することなどで、DVR-7000 ではDVR-2000 に対して、以下の機能及び仕様を新たに追加した。

5.1 プログレッシブ出力

Video 出力段には高級DVD プレーヤDV-S737 と同じChipセットを採用した。D2 端子を装備しプログレ出力に対応した。DV-S737 と同様の機能として、2-3 プルダウン方式プログレッシブスキャン、動き適応型補間プロセッシング機能をもち、10bit/54MHz 映像DACを搭載している。またコンポーネントフレームDNR・量子化ノイズリダクションなどの機能も有する。

5.2 新解像度録画による画質向上

DVR-2000 での MPEG エンコードは解像度が Full-D1、1/2-D1 の2つの解像度で録画していた。DVR-7000 ではFull-D1 と1/2-D1 との間に 3/4-D1(544 × 480)と 2/3-D1(480 × 480)解像

度を新たに設定した⁽²⁾(表1)。これにより録画時間に対しての最適な解像度をきめ細かに選択可能となり、長時間録画(2～4時間)において、さらに高画質な録画を緩やかな解像度変化で実現した。

客観画質評価装置PQA200(日本テクトロニクス(株))による DVR-2000 と DVR-7000 の測定結果を図6、7に示す。PQR_YCは数値が低いほど、また、PSNR_Yは数値が高いほど高画質という評価になるが、いずれの録画モードにおいても大幅に画質改善をしていることがわかる。

5.3 ピクチャークリエーション

DVR-7000 では3D-Y/C・記録系3DNR・再生系3DNR と、独立した3つの画像系3次元処理機能を持つ。これらを含めVideoの入出力LSIおよび各種NRの設定を統合的に制御し、映像の内容に応じた画質設定を行なうことで最適な記録再生画質を実現する機能「ピクチャークリエーション」を搭載した。シンプルな操作で最適な画質設定が可能となった(図8)。

5.4 リニアPCM記録

音声の符号化は従来からDDCE(Dolby Digital Consumer Encoder)を採用しているが、ユーザー要求もあり、新たにリニアPCM記録を搭載した。これよりさらに原音に忠実な録音が可能となった。なおリニアPCM記録はVRモード時で、記録レートをMN32とした場合で、アナログ音声入力時及びチューナー音声に対してのみ採用した。

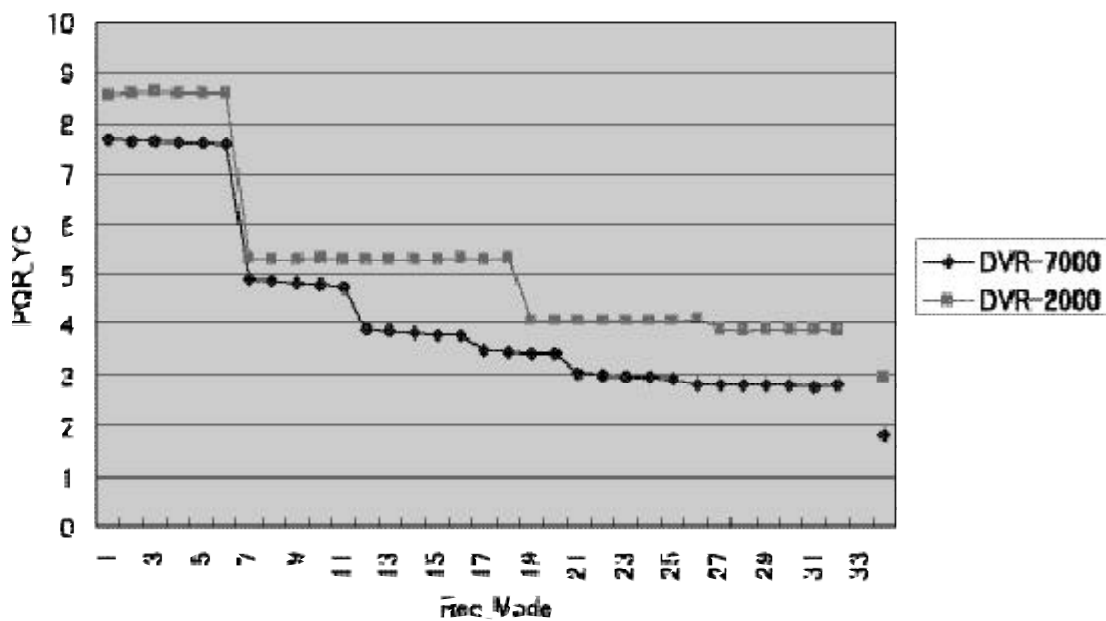


図 6 Rec_Mode 対 PQR_YC

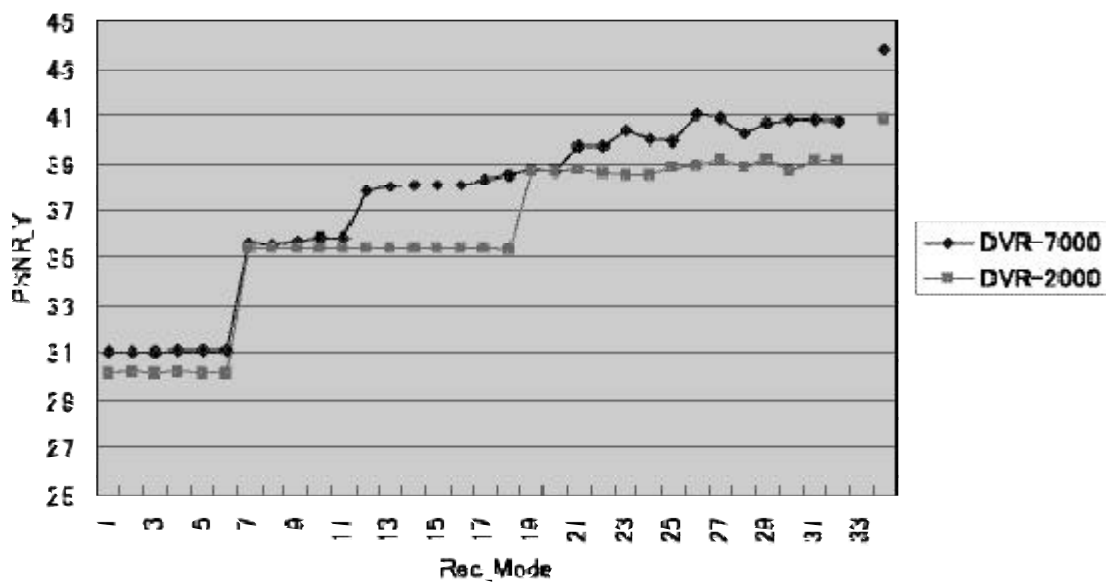


図 7 Rec_Mode 対 PSNR_Y

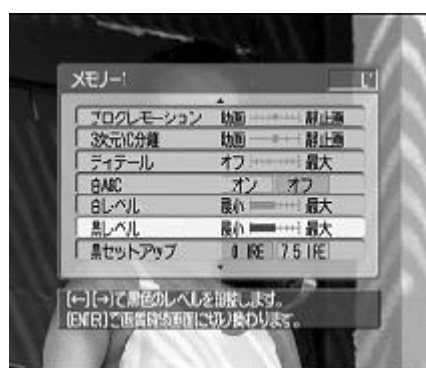


図 8 ピクチャークリエイション

5.5 CD系メディアの再生

前述したように、新たにDVD-R/RW 記録用の2波長Pick Upを開発したことで、CD系メディアの再生(CD-DA Video CD/CD-R/CD-RW)をサポートした。

5.6 新規GUIによる使いやすさ向上

GUIのコンセプトは「迷わないGUI」とした。開発したGraphics 処理 LSIはフルレゾリューションGUIの機能を搭載しており、解像度を上げることで、画面での表現力を上げ1画面で操作が完了出来るようデザインを工夫し、また操作に対してはユーザーにヒントとなるHelp文を追加することで、使いやすさを向上した。

5.7 滑らかな特殊再生

再生としての特殊再生だけでなく、編集機としての操作性、機能性を向上させるため、特殊再生の機能&性能を充実した。順逆方向のコマ送りだけでなく、1/2, 1/4, 1/8, 1/16 速での順逆方向再生、逆1倍速再生などの再生を滑らかにすることで、操作性を向上した。

5.8 DV 接続機種種の拡張

DV 入出力 I/F は DVR-2000 から搭載されている機能であるが、ユーザーから要望の多かった PC との接続性についても検討を行った結果、動作保証外ではあるが、ある程度の PC 接続性を確認することができた。(HP上に動作確認機種を掲載)

5.9 筐体の薄型化

全高を107mm とすることでスリム化を計り、フロントパネルではスマートジョグを採用することで多機能とシンプルなデザインとの共存を実現した。

6. その他の新規機能および仕様

6.1 漢字入力

タイトル名やディスク名入力に漢字入力の対応をおこなった。

6.2 チャプターナビ

ディスクナビは記録されたタイトルを静止画一覧として表示する機能である。見たいタイトルを選択し決定するだけで頭出しが行われ再生

が始められる。DVR-7000 では1画面に6つのタイトルを同時に表示、ページを送ることで最大99タイトルの表示が可能である。さらに各Titleのチャプターを1画面に6つのチャプターを同時に表示するチャプターナビを新設し操作性を向上させた(図9)。

用途として、DV入力などからの1タイトル記録時に便利な機能である。またこのチャプターナビ画面でチャプター単位での編集が簡単にこなせる様にした。

6.3 2画面による編集

VCRと異なり再生側と記録側の二台の機器を用意する必要はなく、一台の機器でいわゆるノンリニア編集が行なえるので、VCRでは困難であった編集作業が簡単にこなすことができる。DVR-7000ではスタート映像とストップ映像との2画面を表示することにより、編集の操作性を向上した(図10)。

図11にDVR-7000外観、表2に製品仕様を示す。



図9 チャプターナビ画面



図10 編集画面



図 11 DVR-7000 外観

表 2 DVR-7000 製品仕様

再生可能Media		DVD-Video,DVD-RW,DVD-R,音楽CD,Video-CD	
記録可能Media		DVD-RW,DVD-R	
記録フォーマット		DVD-Video Recording,DVD-Video	
記録圧縮方式	映像	MPEG 1/2 (1pass VBR)	
	音声	Dolby Digital(2ch) , LPCM(2ch)	
録画時間	標準mode (SP)	120min	
	マニュアルmode (MN)	80~360min	
受信信号方式		NTSC	
受信ch	VHF	1~12ch	
	UHF	13~62ch	
	GATV	Q13~38ch	
	BS	1,3,5,7,11,13,15ch	
接続端子	入力	Composit映像	3系統
		音声	3系統
		S映像	3系統
		BSデコーダ	複波, Bitstream入力
	出力	Composit映像	2系統
		音声	2系統
		S1/S2映像	2系統
		Component映像	1系統
		D2出力	1系統
		光Digital出力	1
	同軸Digital出力	1	
	BSデコーダ	複波, Bitstream出力	
	DV入出力(iLink)	1系統	
	その他	SRコントロール端子	
予約番組数	本体予約	8番組/1ヶ月	
	ディスク予約	8番組/1ヶ月	
受信ch設定		自動(地域指定)/手動	
外形寸法		420(W) × 373.5(D) × 107(H)	
本体質量		7.0kg	
電源電圧		AC100V 50/60Hz	
消費電力		80W	
使用温度		5~35℃	
使用湿度		5~85%	

7. まとめと今後

DVD-RW は DVD-R と同様 DVD-ROM 物理フォーマットに極めて類似しているため、再生互換性をとることが容易である。当社 DVD プレーヤでも DVD-R W ディスクで VR モード記録したディスクが再生可能な機種が増えてきている。全世界的な DVD プレーヤの低価格化に伴う急速な普及と共に、DVD レコーダで記録したディスクが DVD プレーヤで再生できること(再生互換性)がますます重要になってきている。DVD-RW を応用した DVD レコーダは、今後も急速な市場拡大が見込まれる DVD プレーヤや DVD-ROM ドライブの巨大なプラットフォームを有効に利用することが可能であり、将来 VCR にとってかわる大きな可能性を秘めた商品として注目を集めている。DVD レコーダが「記録機能が付いた DVD プレーヤ」の位置づけから STEP UP するためには、さらなる低価格化と使い易さとが必要である。今後ホームサーバーなどへの発展の道筋として、高速記録再生技術開発、HDD など他メディア商品との融合システムが期待される。

8. 謝辞

本商品開発に当たり、協力して頂いた関係者各位に感謝します。

参考文献

- (1) 清水 : DVD レコーダの開発と DVD-RW 方式の技術動向 , 電子技術 Vol.43 , No.15 , Dec. 2001
- (2) 石井 : DVR-7000 の商品化 , JAS Journal vol.41 No.12 , Dec.2001

筆者

清水 勇治 (しみず ゆうじ)

- a. HEC ビデオ第二技術部
- b. 1991 年 4 月
- c. DVDレコーダ用 LSI 開発 , 商品開発に従事

高橋 央 (たかはし あきら)

- a. HEC ビデオ第二技術部
- b. 1991 年 4 月
- c. DVDレコーダ 商品開発に従事

川原 康成 (かわはら やすなり)

- a. HEC ビデオ第二技術部
- b. 1985 年 4 月
- c. DVDレコーダ 商品開発に従事

遠藤 二郎 (えんどう じろう)

- a. HEC ビデオ第二技術部
- b. 1981 年 4 月
- c. CDVDレコーダソフト開発に従事

石井 英宏 (いしい ひでひろ)

- a. HEC ビデオ第二技術部
- b. 1977 年 4 月
- c. DVDレコーダフォーマット , 商品開発に従事