

HD DVD 搭載ハードディスクレコーダ RD-A1

RD-A1 HDD Recorder with HD DVD Drive

肥後 正寿 北村 哲也 東 一樹

■ HIGO Masatoshi ■ KITAMURA Tetsuya ■ AZUMA Kazuki

テレビ放送がデジタル放送へ移行するなかで、東芝は2005年春に、デジタルチューナを内蔵し、デジタル放送をハードディスク装置(HDD)へTS(Transport Stream)記録することを可能とした、HDD&DVDレコーダ RD-Z1を当社のデジタル放送対応1号機として市場へ投入した。その後、連続して商品開発を行い、市場に数機種送り出している。

RD-A1は、世界初のHD DVD規格にのったHD DVD搭載ハードディスクレコーダであり、デジタル放送を光ディスクに残すことを可能にした。また、市販のHD DVD Videoソフトの再生も楽しむことができるモデルである。

In response to the change of TV broadcasting from analog to digital, Toshiba developed the RD-Z1 HDD&DVD recorder in 2005 as the first such model applicable to digital broadcasting. Since then, we have developed a variety of products for the digital broadcasting era. Our latest model, the RD-A1, is the first HDD recorder equipped with an HD DVD drive. The RD-A1 can record and replay digitally broadcast TV programs using an HD DVD-R disc. It also plays HD DVD-Video discs.

1 まえがき

テレビ放送のデジタル化は、2011年の地上波アナログ放送終了を控え、急速に進んでいる。この状況のなかで、ハイビジョン放送を記録し残したいという要求も日々増えてきていた。東芝は、2005年春にデジタル放送対応のHDD & DVDレコーダRD-Z1を市場に投入し、その後、今日まで数機種を連続して市場に送り出している。これらの機種では、デジタル放送をHDDにTS記録することが可能である。

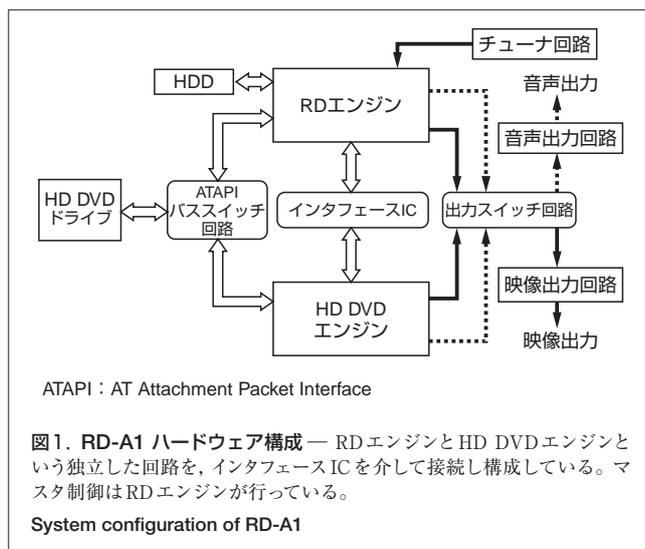
今年7月、HD DVD規格にのったレコーダ機器RD-A1を開発、世界で初めて市場へ投入した。このRD-A1は、従来のRDシリーズのような使い勝手で、ハイビジョン放送を光ディスクへTS記録し保存することを可能とした。また、市販のHD DVD Videoソフトの再生にも対応し、高画質で高音質のソフトを楽しむことができる。

ここでは、HD DVDレコーダRD-A1のハードウェア構成、ソフトウェア構成、及びHD DVD-Rドライブについて述べる。

2 ハードウェア構成

2.1 概要

RD-A1のハードウェア回路システムは、大きく二つのブロックから成り立っている。一つは、従来のHDD&DVDレコーダRDシリーズ(以下、RDシリーズと略記)を構成しているブロック(RDエンジン)、もう一つはHD DVDプレーヤを構成しているブロック(HD DVDエンジン)である。それ



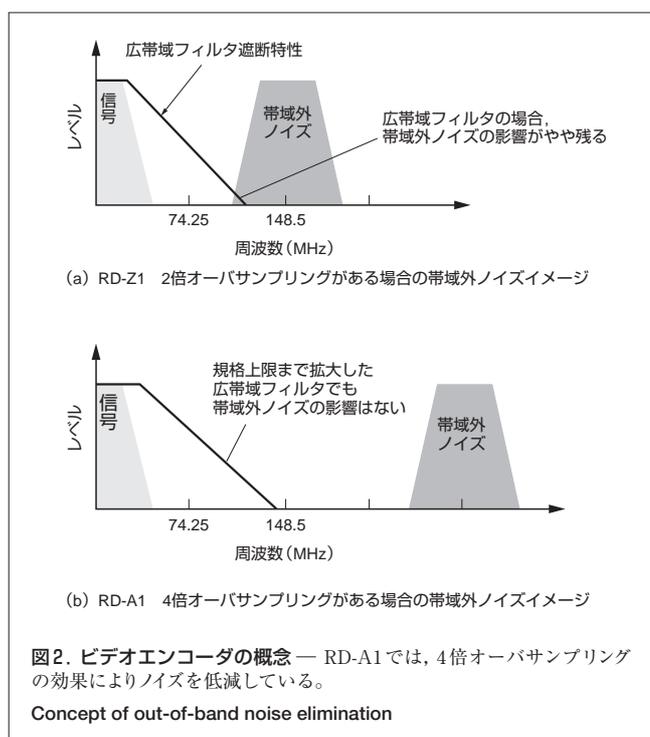
ぞれのブロックは独立して動作することができるが、その間をゲートアレイで接続し、RDエンジンをマスタ側に、HD DVDエンジンをスレーブ側としてシステムを構成している。システム構成を図1に示す。DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW上に記録するDVD Video Recording (-VR), HD DVD-R上に記録するHD DVD-VR, 及びHDDの録画・再生処理は、RDエンジンが処理し、DVD Video, HD DVD Video, CDの再生に関しては、HD DVDエンジンが処理するようになっている。ドライブとの信号の受渡しはディスクを判別してATA(AT Attachment)信号をバススイッチで切り換え、RDエンジンとHD DVDエンジンに接続するようになってい

る。出力側についても同様で、オーディオ D/A (Digital to Analog) コンバータなどで構成される音声出力回路とビデオエンコーダなどで構成される映像出力回路は1系統であり、RDエンジンから送られてくる信号と、HD DVDエンジンから送られてくる信号を、専用の出力スイッチ回路を構成して切換えを行っている。

また、RD-A1は当社のDVDレコーダの中でも最高級の音声・映像回路仕様を備えている。以下、その内容の一部を述べる。

2.2 映像回路

- (1) ビデオエンコーダ 世界初の4倍オーバーサンプリングフィルタ内蔵の最新型ICを使用し、帯域外ノイズの影響を排除している。その結果、ハイビジョンレコーダにふさわしいノイズの少ない画質となっている。その概念を図2に示す。



- (2) アップダウンスケーラ 入力480p, 720p, 1080i, 出力480p, 720p, 1080i, 1080pに対応した高機能スケーラを採用し、画質の向上を図っている。
- (3) 映像アナログ処理回路 37MHzまでフラットに再生できるLPF(Low Pass Filter)アンプ回路を取り入れ、ハイビジョン放送の画質を忠実に再現することを可能としている。

2.3 音声回路

- (1) D/A コンバータ回路 2チャンネル出力時の音声処理に関しては、RD-Z1で採用しているパラレルDAC

(Digital to Analog Converter)方式を採用し、RD-A1では4基のDACで構成している(RD-Z1は3基)。この回路により、理論上ダイナミックレンジを6dB向上させることができる。

- (2) フルタイムSRCシステム 24ビット処理の高精度サンプリングレートコンバータ(SRC)をDACの前に配し、入力されるデータレートにかかわらず、オーディオDACを常にサンプリング周波数192kHz, 24ビットで動作させている。このように動作させることによって音声性能の向上を図っている。

3 ソフトウェア

3.1 概要

RD-A1のソフトウェア構成は、大きく二つに分けられる。一つは、いわゆるパッケージメディアと言われる、CD, DVD, HD DVDなどのプリレコーデッドメディアの再生を行う部分(プレーヤ部)であり、もう一つは、HDDと光ディスクドライブを併用して放送コンテンツの録画、編集及び再生を行う部分(レコーダ部)である。

レコーダ部は、光ディスクドライブにローディングされた光ディスクを判定して、プリレコーデッドメディアであれば、その再生処理をプレーヤ部に引き渡し、それ以外のメディアであれば録画、再生及び編集の処理に移る。

RD-A1は、画質を落とすことなくデジタルハイビジョン放送を記録できるようになったHD DVD採用の初めてのレコーダであり、RDシリーズで培ってきた高度な録画・再生・編集機能を、そのままHD DVDに適用することによって、従来のRDシリーズと同様な、ユーザーインターフェースと操作性を実現している。

ここでは、RD-A1で実現したHD DVDの記録・再生機能とファイルシステムのポイントについて述べる。

3.2 HD DVDの記録・再生・編集機能

RD-A1は、DVDフォーラムが承認したHD DVD-VR規格に準拠した記録を行っている。HD DVD-VR規格とは、DVDレコーダで採用されているDVD-VR規格をHD(High Definition)映像向けに拡張したものであり、以下のような特長を持っている。

- (1) 従来のDVDとの互換性が高いProgram Stream記録モード(PSモード)と、デジタル放送をStream記録するためのTS記録モード(TSモード)の双方を備えている。
- (2) PSモードでは従来のDVDと同等のSD(Standard Definition)解像度のStreamだけではなくHD解像度のStreamも記録可能であり、Codec(Coder-decoder)もMPEG-2(Moving Picture Experts Group-phase 2), MPEG-4 AVC(Audio Video Coding), VC-1(Video

Codec Standard) が選択可能である。ただし、RD-A1 では MPEG-4 AVC, VC-1 は非対応である。

- (3) PSモードのMPEG-2(SD)はDVD-VR規格のStream とほぼ同じであるため、従来のDVDレコーダで記録したコンテンツをHD DVDへ高速にコピーすることが可能である。
- (4) TSモードではデジタル放送のStreamをそのまま記録するため、画質の劣化がない。
- (5) TSモードのコンテンツも、PSモードのコンテンツと同様にフレーム精度の編集が可能である。
- (6) HD DVD-VR規格で記録されたPSモードのコンテンツは、HD DVD Video Playerで再生可能である。

RD-A1ではこれら規格の特長を生かした設計を行っており、RDシリーズで定評のあった編集機能をTSモードとPSモードのどちらのコンテンツに対しても適用することができる。またDVD-VR規格との互換性の高さを利用して、HD DVDとDVD間の相互の高速ダビングを実現することで、DVDレコーダでとりためた映像ライブラリを、大容量のHD DVDメディアにまとめるといった使い方を提供している。

3.3 HD DVDのファイルシステム

RD-A1は、DVDフォーラムが承認したファイルフォーマット規格HD DVD-R File System specifications Version 1.0(以下、HD DVD-Rファイル規格と略記)に準拠している。十分な記録再生性能を確保するために、ファイルシステムに以下に示すような機能の拡張を施している。

- (1) HD DVD-Rファイル規格は基本的にUDF 2.50(Universal Disk Format 2.50)に準拠しているが、UDF 2.50で導入されたメタデータパーティションは採用されず、DVD-R VR方式(UDF2.0)と同様なVAT(Virtual Allocation Table)方式が採用されている。DVD-RのVAT方式では、管理情報の簡素化のためファイル数に上限があるが、UDF2.5ではファイル数に制限がない。そこで、実用上十分と考えられる約1万ファイルまでを管理できるようにした。
- (2) HD DVD-Rのようなライトワンスメディアで多くのファイルを自由に生成し、書換えができるようにすると、キャッシュバッファが不足することがある。対策として、キャッシュバッファの一部をHD DVD-Rのメディアに一時ファイルとして書き出すフラッシュ機能を追加している。
- (3) HD DVD-Rの2層ディスクの記録では、光ディスクドライブのOPC(Optimum Power Control:記録する層を切り換えたときに行う、光学系出力の調整)の期間内に、状況によっては、書込みデータのバッファオーバーが発生する。そこで、層の境界の直前で記録がいったん停止した場合には、1層目の残りをパディングして、その次の記録は2層目の先頭から開始するように

した。

- (4) 記録の最後のセクタには、再生に必要な情報であるVAT情報が記録される。このVAT情報が読めなくなると、記録したものが一切再生できなくなる。そこで、ほかの場所にも同じVAT情報をバックアップとして2重に記録しておき、正規のVAT情報が読めない場合には、バックアップを用いて正規のVAT情報を作り直す機能を追加し、ロバスト性の向上を図っている。

4 光ディスクドライブ

RD-A1はHD DVD-R 1層及び2層の記録に対応した世界初のレコーダであり、HD DVD-Rに対応した光ディスクドライブを搭載している。

4.1 光ディスクドライブの主な仕様

HD DVD-R 1層及び2層の記録に対応している。HD DVD-Rは1層で15 Gバイト、2層では30 Gバイトの記録容量であり、BSハイビジョン放送を1層では約75分、2層で約150分録画可能である。

また、従来のDVDディスクの記録にも対応しており、具体的にはDVD-R 1層及び2層、DVD-RW、DVD-RAMの記録が可能である。RAMはカートリッジ対応となっている。

再生については、これらの記録ディスクの再生に加えてHD DVD-Video、TwinフォーマットDisc(HD DVDとDVD-Video2層)、DVD-Video、CD-DAのROMディスク再生に対応している。

コンテンツプロテクションシステムは、HD DVD-Video/-RではAAC(S Advanced Access Content System)、DVD-RAM/-RW/-RではCPRM(Content Protection for Recordable Media)、DVD-VideoではCSS(Content Scrambling System)に対応している。

4.2 構成

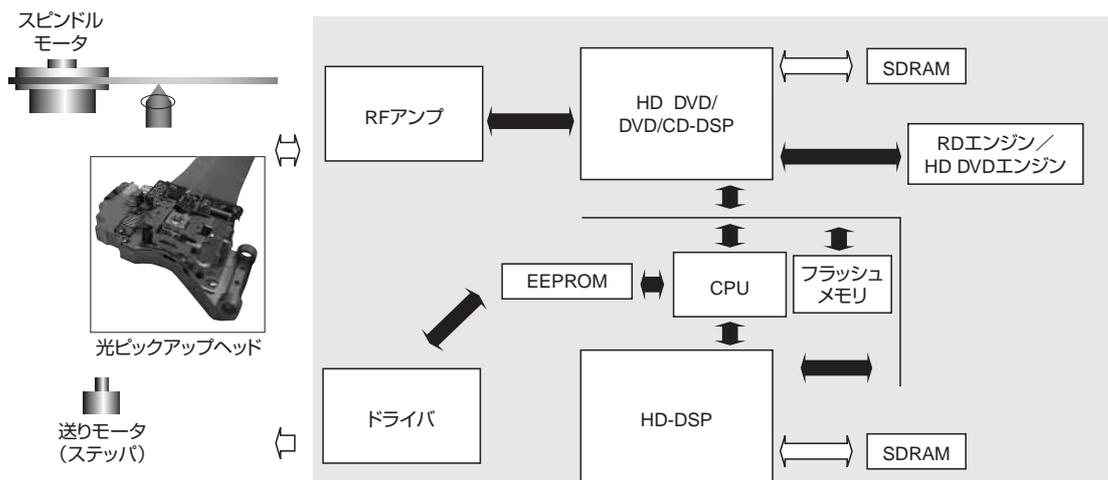
ドライブの主な構成として、HD DVDに対応した光ピックアップヘッドとHD DVDのフォーマット処理に対応したDSP(Digital Signal Processor)を搭載している。HD DVD-Rドライブの構成を図3に示す。

4.3 光ピックアップ

光ピックアップヘッドは、HD DVD、DVD、CDのフォーマット用に、それぞれ専用の405 nm、650 nm、780 nmのレーザ素子を搭載している。対物レンズは一つであり、光学調整用に液晶素子やレンズ間距離を調整するエキスパンド機構を搭載し収差補正やチルト調整に使用し、各種ディスクの特性補正や温度補正として使用している。

4.4 回路構成

回路構成としては、光ピックアップからの信号増幅や光ピックアップへ記録パルス信号を送り出すRF(Radio Frequency)



EEPROM : Electrically Erasable and Programmable ROM
SDRAM : Synchronous DRAM

図3. HD DVD-Rドライブの構成 — HD DVDに対応した光ピックアップヘッドとHD DVDのフォーマット処理に対応したDSPを搭載している。
Configuration of HD DVD-R drive

ンプと、RFアンプの信号から各種ディスクフォーマット処理や誤り訂正処理、記録パルスの作成処理、トラッキングやフォーカスなどのサーボ処理、スピンドルモータやアクチュエータの制御処理、及びRDエンジンやHD DVDエンジンとのATAPI (ATA Packet Interface) 通信処理などを行うDSP、これに付随するメモリ、システム制御用のCPUなどがある。HD DVDのフォーマット処理やサーボ処理は専用のDSPで処理、これ以外はDVDやCDで実績があるDSPを使用している。

このほかに、光ディスクを回転させるスピンドルモータや対物レンズを調整するアクチュエータを駆動するモータドライバから構成される。

4.5 ファームウェア

ファームウェアは32ビットCISC (Complex Instruction Set Computer) マイコン上で動作する。このファームウェアにDSPなどの制御、光ピックアップの調整、RDエンジン及びHD DVDエンジンとのATAPIコマンド処理やAACCSなどのコピープロテクション処理などを実装している。

5 あとがき

HD DVDへの記録を行うモデルは、ますます需要が増えてくることが予想される。このなかで当社は、最新の技術を

取り入れ、“ハイビジョンで録(と)ってハイビジョンで残す”という市場ニーズに応えられる製品を今後も連続して市場投入できるように、開発を進めていく。



肥後 正寿 HIGO Masatoshi

デジタルメディアネットワーク社 HD DVD事業統括部 HD DVD設計部参事。HD DVDのハードウェア開発・設計に従事。

HD DVD Div.



北村 哲也 KITAMURA Tetsuya

デジタルメディアネットワーク社 デジタルAV事業部 デジタルAV設計第二部グループ長。HD DVDのソフトウェア開発に従事。

DAV Div.



東 一樹 AZUMA Kazuki

デジタルメディアネットワーク社 デジタルAV事業部 デジタルAV設計第一部参事。光ディスクドライブの開発・設計に従事。

DAV Div.