

IEEE1394 接続によるデジタル放送録画，再生システムの開発

Development of digital broadcast recording and playing system via IEEE1394

對馬 均，古田 裕貴，熊谷 嘉博

Hitoshi Tsushima, Hiroataka Funata, Yoshihiro Kumagai

福田 美沙子，大石 享子，笹谷 信哉

Misako Fukuta, Kyoko Oishi, Shinya Sasatani

渡辺 勇人，河原 鉄晶，佐野 勝也

Hayato Watanabe, Tetsuki Kawahara, Masaya Sano

要 旨 本稿では，HDD 搭載 DVD レコーダー「DVR-920H-S」および「DVR-720H-S」に搭載されたデジタル放送録画，再生機能についてその概要を解説する。これらのレコーダーは当社製プラズマディスプレイと IEEE1394 によって接続することでデジタル放送の録画，再生機能を実現しており，「DVR-920H-S」は 400GBHDD に最長約 36 時間のデジタルハイビジョン放送の録画を実現した。また，録画されたタイトルの情報を BML スクリプトによって記述し，プラズマディスプレイへ送出することによりタイトルリストの表示を行う機能についても実現した。

Summary This document describes features of digital broadcast recording and playback implemented on the DVD recorders "DVR-920H-S" and "DVR-720H-S". These recorders can record digital broadcast signals and play the recorded signal by connecting Pioneer's plasma display system via IEEE1394, and the "DVR-920H-S" can record digital high vision broadcast signal of about 36 hours to the built in 400Gbyte HDD. It also realizes to display a title list on the plasma display by creating and outputting BML script that describes the information about recorded titles.

キーワード : DVD レコーダー，デジタル放送，HDD，MPEG2 - トランスポート・ストリーム，IEEE1394

1. ま え が き

当社は2004年10月にIEEE1394接続によるデジタルハイビジョン放送が録画可能なDVDレコーダー(以下レコーダー)「DVR-920H-S」(以下920H)および「DVR-720H-S」(以下720H)を商品化し発売した。本稿ではこれらのレコーダーに搭

載されたデジタル放送録画，再生機能の概要を紹介する。

2. デジタル放送録画，再生機能の概要

920Hおよび720Hに搭載されたデジタル放送録画機能は，これらのレコーダーを当社製プラ

ズマディスプレイのメディア・レシーバーと IEEE1394 で接続することによって、レコーダー内部のハードディスク・ドライブ(以下 HDD)へデジタル放送を伝送する MPEG-2 トランスポート・ストリーム(以下 TS)を録画する機能である。再生機能はレコーダー内の HDD に録画された TS を IEEE1394 経由でメディア・レシーバーへ出力することによって再生する機能である。また、レコーダーに録画されたデジタル放送の情報をデータ放送の記述言語である Broadcast Markup Language(以下 BML)で記述し、TS 化して IEEE1394 経由でメディア・レシーバーへ出力することによって録画されたタイトルのリストをメディア・レシーバーで再生、表示することも可能である。

以下に 920H および 720H に搭載されたデジタル放送の録画機能および再生機能を示す。

- ・大容量 HDD 搭載による長時間録画
- ・番組情報検出による自動タイトル分割
- ・タイトルスキップ機能
- ・前後 4 段階のスキラン再生機能

- ・CM スキップおよび CM バック機能
 - ・BML を用いたタイトルリスト表示
- また、920H および 720H のデジタル放送の最大録画可能時間を表 1 に示す。

3. システム構成

デジタル放送録画、再生機能のシステム・ブロックを図 1 に示す。

デジタル放送録画、再生システムは、IEEE1394 上を伝送される信号を処理する 1394 ブロック、TS の転送単位である TS パケットを処理する TS Processor ブロック、TS Processor の入出力データの HDD への書き込み / 読み出し制御を行う Main Processor ブロックから構成される。

3.1 録画システム

IEEE1394 経由でメディア・レシーバーから送られてきたデータは 1394 ブロックに入力され、IEEE1394 伝送のために付加された情報を取り除いた TS パケットが抽出される。この TS パケットはメディア・レシーバーによって付加さ

表 1 最大録画可能時間

	HDD容量	BSデジタル/110CSデジタル		地上デジタル	
		デジタルハイビジョン放送(HD)	デジタル標準放送(SD)	デジタルハイビジョン放送(HD)	デジタル標準放送(SD)
DVR-920H-S	400GB	最長約31時間	最長約93時間	最長約36時間	最長約108時間
DVR-720H-S	250GB	最長約19時間	最長約57時間	最長約22時間	最長約66時間

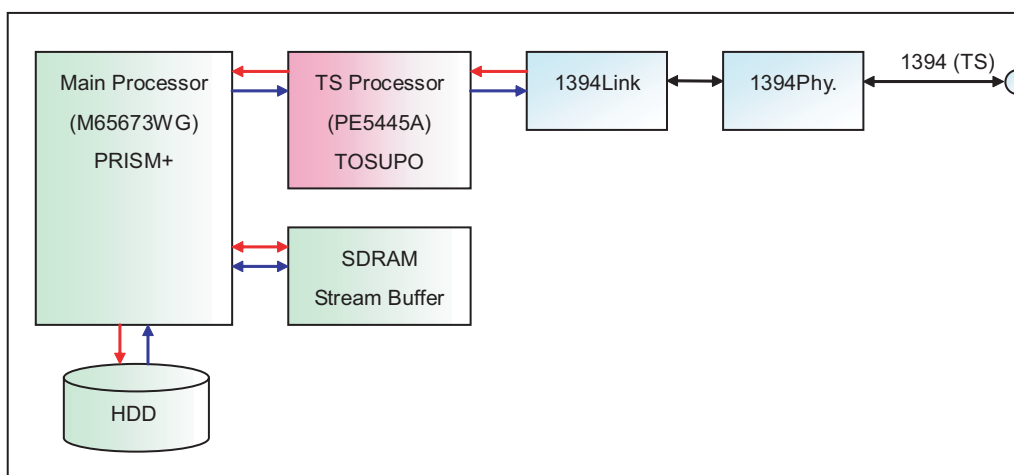


図 1 システム・ブロック

れたタイムスタンプを基に時間再生が行われてから TS Processor に入力される。

TS Processor は TS パケットに制御情報を付加して HDD への録画フォーマットである PT パック形式のデータへ変換した後、DMA を用いて Main Processor へ転送する。

Main Processor へ DMA 転送された PT パックは一旦 SDRAM(Stream buffer)に蓄えられてから再生を行うための管理情報と共に HDD に書き込まれる。HDD に書き込まれた PT パックおよびその管理情報はタイトルとして管理される。

3.2 再生システム

HDD に書き込まれ、タイトルとして管理された PT パックは管理情報に従って Main Processor によって読み出され、SDRAM(Stream buffer)へ展開される。Stream buffer へ展開された PT パックは TS Processor へ DMA を用いて転送される。

TS Processor は PT パックから TS パケットを抜き出して 1394 ブロックへ出力する。1394 ブロックへ渡された TS パケットはタイムスタンプが付加され IEEE1394 経由でメディア・レシーバーに出力され、メディア・レシーバーによって再生が行われる。

3.3 制御システム

デジタル放送の録画および再生の制御は、IEEE1394 を介してメディア・レシーバーおよびレコーダー間で通信される AV/C コマンドによって制御される。従って 1394 ブロックは TS パケットの転送制御と同時に AV/C コマンドの通信制御も行っている。

4. TS Processor

デジタル放送の録画、再生を行うことを目的とし、TS Processor として新規 LSI を開発した。本 LSI の外観を図 2 に示す。

本 LSI は IEEE1394 と Main Processor 間の TS パケットの転送処理を行い、録画処理を行うエンコード・ブロックおよび再生処理を行うデコード・ブロックによって構成されている。

本 LSI の主な機能は、

- ・ TS パケットの PT パック変換機能
- ・ TS に含まれる PSI/SI:Program Specific Information/Service Information 情報の取得および解析機能
- ・ TS に含まれるビデオ ES の解析機能
- ・ PT パック内の TS パケットの抽出機能
- ・ ビデオ ES の変更機能
- ・ 任意の TS パケットの送出機能
- ・ PCR を含む TS パケットの送出機能
- ・ 暗号変換機能

である。



図 2 TS Processor の外観

4.1 エンコード・ブロック

エンコード・ブロックはデジタル放送の録画処理を行い、主に 1394Link から転送された TS パケットの変換処理を行う。1394Link から転送された TS パケットは複数単位でまとめられ、制御情報が付加されて、PT パックと呼ばれるデータ構造に変換される。また、PT パックに含まれる TS パケットは TS に含まれるコピー制御情報に従って暗号処理が施される。エンコード・ブロックによって変換された PT パックは Main Processor の DMA を用いて Main Processor 上の SDRAM に転送される。エンコード・ブロックはデータ変換と同時に TS パケットの PID のチェックを行っており、PID が PSI/SI の PID に一致した場合は TS パケットから PSI/SI のデータの取得と解析を行い、ビデオ ES の PID に一致した場合はビデオ ES の解析を行う。取得されたデータおよび解析結果は LSI

内部に保持されるので、Main Processor はこれらの情報を取得することでPT パックをHDD に書き込む際の管理情報を構築している。

4.2 デコード・ブロック

デコード・ブロックはデジタル放送の再生処理を行い、主にMain Processor から転送されるPT パックの変換処理を行う。Main Processor のSDRAM からDMA によって転送されたPT パックは、デコード・ブロックによって制御情報が取り除かれ、TS パケットが抽出される。またTS パケットが暗号化されている場合は暗号解除も行われる。デコード・ブロックによって抽出されたTS パケットは制御情報に従って1394Link へと転送される。特殊再生を行う場合、PT パックから抽出されたTS パケットがビデオES を含まなければそのパケットを破棄し、ビデオES であれば一部のデータを変更して1394Link へと転送する。また、特殊再生時はMain Processor で構築されたTS パケットおよびPCR を含むTS パケットを1394Link へと送出することも可能である。

4.3 PT パック

本LSI の入出力データ形式であるPT パックの構造を図3 に示す。

PT パックはPT パック制御情報および10 個のTS パケットから構成される。PT パック制御情報はヘッダー情報およびパック情報から構成され、パック情報はPT パック番号およびPT パックに収納されたTS パケットの情報を収納している。また、各TS パケットにはそれぞれのTS パケットの状態を示す制御情報が付加される。この制御情報は、対応したTS パケットの時刻情報、エラー情報を収納している。またTS パケットがビデオES を含んでいる場合はその解析結果も制御情報に収納される。

5. ソフトウェア構成

デジタル放送録画、再生システムは複数のソフトウェア・モジュールから構成されている。ソフトウェア構成を図4 に示す。また、データの流れを図5 に示す。

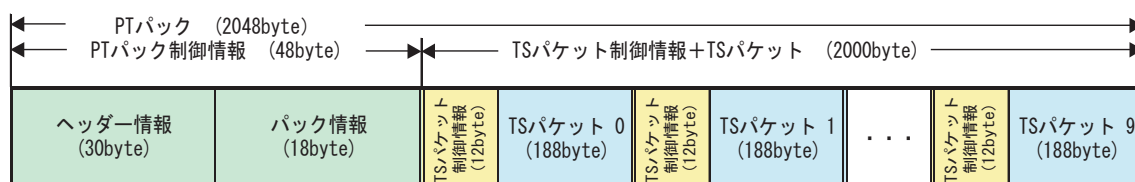


図3 PT パックの構造

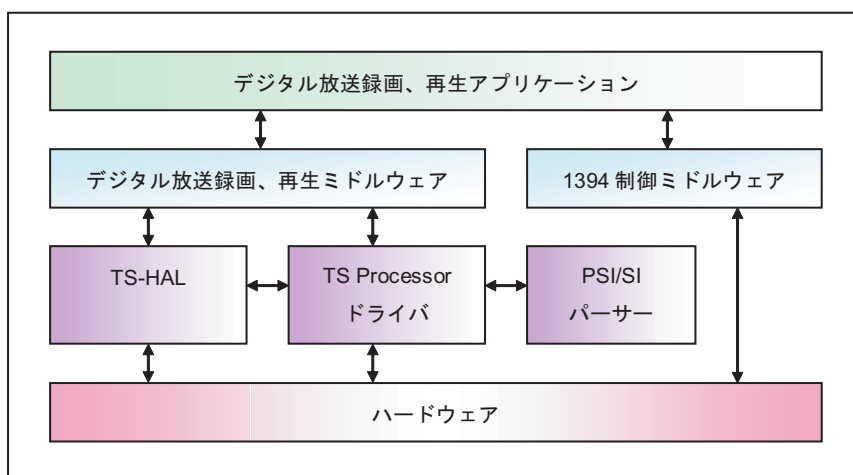


図4 ソフトウェア構成

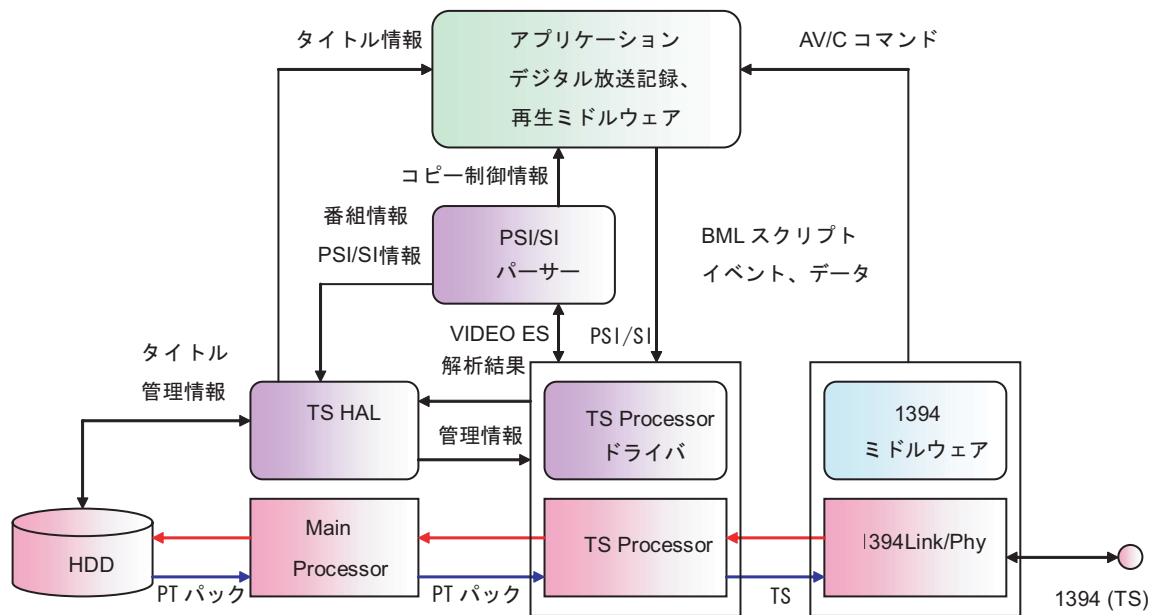


図 5 データ・フロー

5.1 アプリケーション

デジタル放送録画，再生アプリケーションはメディア・レシーバーとレコーダー間で通信される AV / C コマンド，リモコンおよび本体キー入力の処理を行い，各ミドルウェアに対して要求を行うことでデジタル放送録画，再生機能の制御を行う。また，HDD に録画されたタイトルのリストを表示するための BML スクリプトおよびタイトル情報データの生成と TS 化を行う。

5.2 ミドルウェア

ミドルウェアはデジタル放送録画，再生ミドルウェアおよび 1394 ミドルウェアの 2 種類が存在する。前者は TS Processor ドライバとアプリケーションの間に位置しており，アプリケーションからの要求を受けて TS Processor ドライバを制御することでデジタル放送の録画制御，再生制御およびタイトルリストの表示を行う。また TS-HAL を制御することで録画されたタイトルおよびデジタル放送録画領域の制御も行う。後者は IEEE1394 上を伝送されるデータおよび AV / C コマンドの通信制御を行う。

5.3 TS Processor ドライバ

TS Processor ドライバは録画処理においては変換された PT パックの Stream Buffer へは DMA 転送制御，TS Processor が検出した情報の TS-HAL への通知および TS からの PSI / SI 取得制御を行う。また，再生処理においては Stream Buffer に展開された PT パックの TS Processor への DMA 転送制御および特殊再生時の PSI / SI の出力制御を行う。またタイトルリスト表示の際は TS 化された BML スクリプトのカーセル伝送制御を行う。

5.4 PSI / SI パーサー

PSI / SI パーサーはデジタル放送の録画，再生を行うために必要な情報を TS 中に含まれる PSI / SI から取得する。これらの情報は TS Processor によって TS から抜き出された PSI / SI を本モジュールが解析を行うことによって取得される。本モジュールが取得する情報を表 2 に示す。またこれらの情報は録画されたタイトルの管理情報として HDD に録画される。

5.5 TS-HAL

TS-HAL は録画処理においては Main Processor 上の Stream buffer へ転送された PT パッ

表 2 PSI/SI から取得する情報

取得情報	使用目的
放送チャンネル番号	タイトルリストのチャンネル番号の表示
番組名	タイトルリストの番組名の表示
放送方式	タイトルリストのHD/SDの表示
番組開始時刻	自動タイトル分割のための番組変化点検出
サービス形式	タイトルの録画可否判定およびタイトル管理
コピー制御情報	タイトルの録画可否判定
PSI/SIの基本情報	特殊再生時に出力するPSI/SIの構築

クのHDDへの書き込み，TS ProcessorドライバおよびPSI/SIパーサーが取得した情報から構築された管理情報のHDDへの書き込みを行う。これらのPTパックはHDD上のデジタル放送録画領域に書き込まれ，管理情報に従ってタイトルとして管理される。また，再生処理においてはタイトルとしてHDDへ書き込まれたPTパックを管理情報に従ってStream Bufferへ読み出す。上記以外にもTS-HALはHDDに録画されたタイトルおよびデジタル放送録画領域の管理を行っている。

6. 自動タイトル分割機能

920Hおよび720Hによって録画されたタイトルは録画されたTSに含まれる番組情報を用いて番組単位でタイトルに自動分割される。つまり録画中に番組情報の変更を伴う番組変更が発生した場合，番組情報の変化点を境界としてそれぞれ独立したタイトルとして録画されることになる。しかしながら番組変更のタイミングと録画開始のタイミングは非同期なので，特にタイムー録画などでは，録画を開始した直後に番組変更が発生することがあり，全ての番組情報の境界でタイトル分割を行うと不必要なタイトル

分割が発生して録画時間が短いタイトルを発生させることになってしまう。これを避けるために以下に述べる方法でタイトル自動分割を行っている。図6に示すように，一回の録画中に番組情報の変更が発生した場合，番組情報の変化点間の区間をプログラムとして扱う。このプログラムの録画時間が70秒を超えたものをタイトルとして自動分割し，70秒未満のプログラムについては自動タイトル分割を行わないようにしている。このような方法でタイトル自動分割を行うことにより，不必要なタイトル分割が発生しないようにしている。また，複数のプログラムで構成されたタイトルのタイトル名はタイトルを構成するプログラムの中でもっとも録画時間が長いプログラムのものが採用される。

7. 特殊再生処理

920Hおよび720Hに録画されたタイトルはTS Processorの機能を用いてスキャン再生を行うことが可能である。スキャン再生はTSに含まれるVIDEO PESからTS ProcessorによってI-Pictureのみを抜き出してメディア・レーサーへ出力することで実現している。また，特殊再生時に出力されるVIDEO PESのヘッダーは

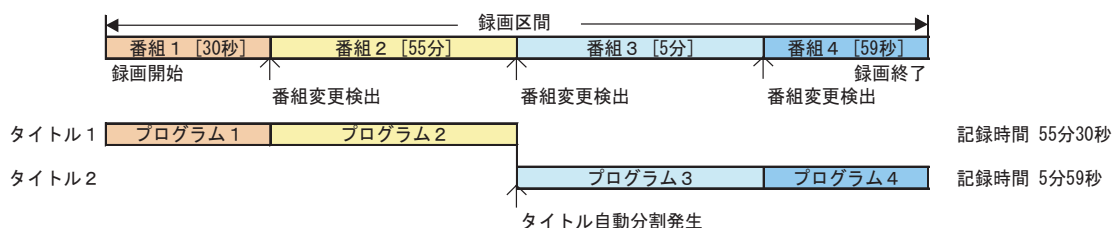


図 6 タイトル自動分割

表 3 スキャン速度

スキャン速度	倍率	I-Pictureの表示時間	I-Pictureのスキップ数
スキャン1	x 3	166[msec/picture]	全てのI-Pictureを表示
スキャン2	x 6	166[msec/picture]	1枚スキップ/2枚おきに表示
スキャン3	x 12	166[msec/picture]	3枚スキップ/4枚おきに表示
スキャン4	x 24	166[msec/picture]	7枚スキップ/8枚おきに表示

スキャン再生を行うためにTS Processorによって一部フィールドの書き換えが行われる。スキャン再生の速度はI-Pictureの表示時間および、表示するI-Pictureのスキップ数を変化させることによって実現している。スキャン速度とI-Pictureの表示時間およびI-Pictureのスキップ数の関係を表3に示す。

また、スキャン再生中に出力されるPCRおよびPSI/SIはスキャン再生を実行するために、実際に録画されたTSに含まれるデータとは異なる値が出力される。PCRはTS Processorによって生成された値、PSI/SIについてはTS Processorドライバによって生成されたデータを出力TS中に挿入して出力している。

8. タイトルリストの表示

920Hおよび720Hは録画したデジタル放送の一覧であるタイトルリストを出力する機能を実装している。レコーダーは録画されたタイトルの情報によって構成されたタイトルリストをデータ放送としてIEEE1394上へ出力するので、メディア・レシーバーはこのデータ放送を再生することによってタイトルリストの表示を行うこ

とが可能である。レコーダーはデータ放送の記述言語であるBMLによって記述されたタイトルリスト表示用のスクリプトを内部にもっており、タイトルリストを表示する際はこのスクリプトをTS化してTS Processorを用いてIEEE1394上へカルーセル伝送している。カルーセル伝送されたBMLスクリプトはメディア・レシーバー内のBMLブラウザによって処理され、タイトルリストが表示される。図7にタイトルリスト表示の概要、図8にタイトルリストを示す。

タイトルリストに表示される個々のタイトル情報は、タイトルリスト表示用スクリプトとは独立したタイトル情報データ内に記述されており、このデータをタイトルリスト表示用スクリプトに入力することで個々のタイトル情報がタイトルリスト上に表示される。このタイトル情報データは録画時に取得した番組情報を元にレコーダー内部で生成され、TS化されてIEEE1394上へカルーセル伝送される。

一方、タイトルリストを操作するためのキー情報は、タイトルリスト表示用スクリプトの入力イベントによって与えられる。レコーダーのリモコン・キーまたはフロントパネル・キーに

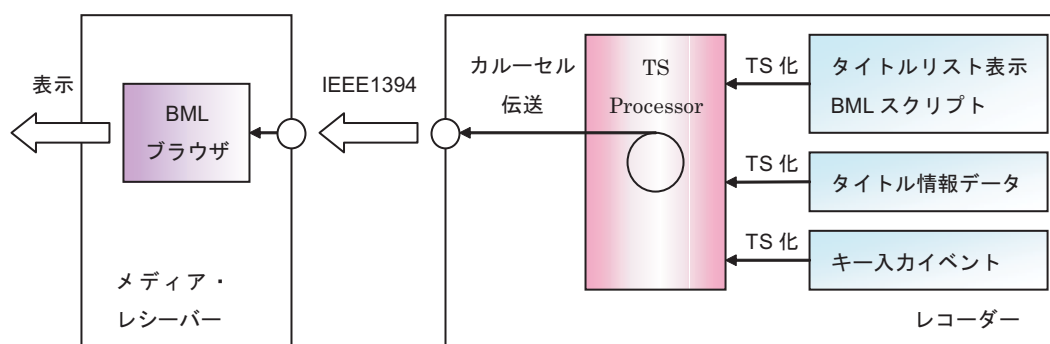


図 7 タイトルリスト表示の概要



図 8 タイトルリスト

よってタイトルリストの操作が要求されるとキー情報が記述されたイベントデータがレコーダー内で生成され、TS化されてIEEE1394上へカラーセル伝送される。

9. まとめ

以上に述べてきたように920Hおよび720HはIEEE1394接続によるデジタル放送の録画、再生機能を実現したレコーダーであり、デジタル・チューナー非搭載のレコーダーによるデジタル放送の録画、再生の一手段を提案した。また、録画に関してはタイトル自動分割、再生に関しては特殊再生およびBMLによるタイトルリスト表示などの機能を搭載しており、同レコーダーにおけるアナログ放送の記録、再生機能に比べても遜色のない機能を実現した。

10. 謝辞

本機能の開発にあたり協力していただいた関係者各位に感謝いたします。

筆者

對馬 均(つしま ひとし)

所属:HBC AVC ビデオ事業部ビデオ開発部

入社年月:1993年4月

主な経歴:入社後、欧州向けデジタル放送チューナーのソフト開発業務に従事、現在はDVDレコーダーのソフト開発業務に従事

古田 裕貴(ふるた ひろたか)

所属:HBC AVC ビデオ事業部ビデオ開発部

入社年月:1996年4月

主な経歴:入社後からDVDプレーヤーのソフト開発業務に従事、現在はDVDレコーダーのソフト開発業務に従事

熊谷 嘉博(くまがい よしひろ)

所属:HBC AVC ビデオ事業部ビデオ開発部

入社年月:2003年4月

主な経歴:入社後から現在までDVDレコーダーのソフト開発業務に従事

福田 美沙子(ふくた みさこ)

所属:HBC AVC ビデオ事業部ビデオ開発部

入社年月:1999年4月

主な経歴:入社後、DVDプレーヤーのソフト開発業務に従事、現在はDVDレコーダーのソフト開発業務に従事

大石 享子(おおいし きょうこ)

所属:HBC AVC ビデオ事業部ビデオ開発部

入社年月:1990年4月

主な経歴:入社後、カラオケ、DVDのLSI開発業務に従事、現在はDVDレコーダー/Blu-Rayレコーダー用LSIの開発業務に従事

笹谷 信哉(ささたに しんや)

所属:HBC AVC ビデオ事業部ビデオ開発部

入社年月:1991年4月

主な経歴:入社後、LDの製品設計、DVDの

LSI 開発業務に従事，現在はDVDレコー
ダー/Blu-Rayレコーダー用LSIの開発業
務に従事

渡辺 勇人(わたなべ はやと)

所属:HBC AVCビデオ事業部ビデオ開発部

入社年月:1998年4月

主な経歴:現在はDVDレコーダー用LSI開発業
務に従事

河原 鉄晶(かわはら てつあき)

所属:HBC AVCビデオ事業部ビデオ開発部

入社年月:1988年4月

主な経歴:入社後,CDプレーヤ,CDレコー
ダーなどAudio機器の電気回路設計業務に
従事,現在はDVDレコーダー用LSI開発業
務に従事

佐野 勝也(さの まさや)

所属:HBC AVCビデオ事業部ビデオ開発部

入社年月:1993年4月

主な経歴:入社後,ディスプレイ(プラズマ
ディスプレイ,プロジェクションTV)関連
のソフト開発業務に従事,現在はDVDレ
コーダーのソフト開発業務に従事