

# 1/3型200万画素CMOSセンサ採用のフルHD対応業務用カメラ IK-HR1D

IK-HR1D Full-HD Video Camera with 1/3-Type 2M Pixel CMOS Sensor

田代 圭 篠崎 宏

■ TASHIRO Kei

■ SHINOZAKI Hiroshi

近年、業務用ビデオカメラは、放送やサイエンスイメージング市場を中心にHD (High Definition) 化が進みつつある。また、HD化に伴い、撮像素子もCCD (電荷結合素子) から高解像度及び高速転送に有利なCMOS (相補型金属酸化膜半導体) センサへ移行している。

東芝は、1/3型CMOSセンサ (単板) を採用したフルHD対応の業務用カメラ IK-HR1Dを開発した。このカメラは、業界最小クラスの大きさでありながら、1,920×1,080画素のプロGRESSIVE出力に対応している。更に、新規開発の映像処理エンジンにより、高画質化を実現した。

In recent years, the resolution of industrial video cameras has progressed to high definition (HD), especially in the areas of broadcasting and science imaging applications. Accompanying this trend, the image sensors have also been shifting from charge-coupled device (CCD) sensors to complementary metal-oxide semiconductor (CMOS) sensors featuring high resolution and high-speed data transmission.

Toshiba has developed a new industrial video camera, model IK-HR1D, which incorporates a 1/3-type full-HD CMOS image sensor (single chip with 2 million effective pixels). This camera offers full 1,920 x 1,080 HD progressive video outputs, despite the fact that it is in the smallest size class in the industry. Furthermore, this model is equipped with a newly developed graphics processing engine that makes it possible to provide high-quality images.

## 1 まえがき

業務用ビデオカメラは、放送、電子顕微鏡やマイクロスコブなどのサイエンス イメージング、製品検査や画像処理などのFA (Factory Automation), 及び監視といった様々な分野で使用されている。カメラへの要求スペックは分野ごとに異なり、国内外のカメラメーカーは多種多様な製品ラインアップを展開している。

この中でも、放送やサイエンス イメージング用途では高画質及び高解像度の要求が高まっており、HD (High Definition) 出力に対応した製品の占める割合が徐々に増えている。撮像素子も、近年の技術革新によりCMOS (相補型金属酸化膜半導体) センサの性能がCCD (電荷結合素子) に近づいており、CCDよりも多画素化や高速転送に有利なことから、CMOSセンサがHD対応カメラに採用されることが多くなっている。

東芝は、3CCDカラーカメラを主軸とした製品を展開しており、既に1,920×1,080画素インタレース (以下、1080iと略記) のHD出力に対応した製品を市場に投入している。今回、新たにCMOSセンサ (単板) を採用し、更に高解像度となる1,920×1,080画素プロGRESSIVE (以下、1080pと略記) 出力を実現した業務用カメラ IK-HR1Dを開発したので、そのシステムの概要と特長について述べる。

## 2 概要

IK-HR1Dの外観を図1に、主な仕様を表1に示す。本体は小型の箱型形状で、レンズは汎用性の高いCマウントを採用している。撮像素子に1/3型200万画素CMOSセンサを採



表1. IK-HR1Dの基本仕様

Basic specifications of IK-HR1D

項目	仕様
電源	DC12V±10%
消費電力	約4.2W
撮像素子	1/3型カラーCMOSセンサ アスペクト比16:9
出力画素数	水平:1,920画素, 垂直:1,080画素
走査方式	プログレッシブスキャン/インタレーススキャン 切替え可能
走査周波数	水平:67.43kHz, 垂直:59.94Hz
水平解像度	750TV本*1 標準
垂直解像度	750TV本 標準
感度	F4(絞り)標準(2,000lx, 3,000K)
SN比	54dB標準(ゲイン0dB, Y換算*2)
レンズマウント	Cマウント
電子シャッター	オート/マニュアル/シンクロスキャン
ゲイン	オフ(0dB)/マニュアル(0~12dB)
ホワイトバランス(WB)	自動追尾ホワイトバランス(ATW) オートホワイトバランス(AWB) マニュアル
画質調整	ガンマ補正:オン/オフ ディテール:ゲイン可変 マスターベータ:レベル調整 マトリクス補正:オン/オフ マトリクス調整:6色の位相,濃度の調整可能
その他	シーンファイル:A/B/C/D/E切替え モニタ出力切替え:PC/TV I/Pモード:1080p/1080i RS-232C通信ポレート:9,600ビット/s / 19,200ビット/s
映像出力	DVI-I端子(デジタルRGB, アナログRGB)
リモート制御	シリアルデータインタフェース(RS-232C準拠)
使用環境	温度:0~40°C 湿度:90%以下(ただし,結露しないこと)
外形寸法	44(幅)×44(高さ)×78(奥行き)mm (突起物を除く)
質量	約146g

\*1: テレビジョン画像の解像度を表す単位

\*2: 輝度信号で測定した場合

DC: 直流 SN比: 信号と雑音の比 RGB: 赤, 緑, 青

用し, 1080pの映像出力を実現している。フレーム周波数は59.94 Hzである。映像出力インタフェースは, サイエンス イメージング用途に幅広く普及しているアナログ映像信号とデジタル映像信号の両方を受発信できるDVI-I (Digital Visual Interface Integrated)を採用した。パソコン(PC) モニタへの直接出力もできる。

また, OSD (On-Screen Display) メニューによりカメラの各種設定ができる。背面操作キーのほかに, RS-232C準拠のシリアルデータインタフェースを装備しており, PCなど外部コントローラからのリモート操作ができるので, 検査装置などのシステムに容易に組み込むことができる。

設定値は5種類のシーンファイルとしてカメラ内部に記憶することができ, 用途に合わせて設定を切り替えることができる。

### 3 システム構成

#### 3.1 ハードウェアの構成

IK-HR1Dのハードウェア構成を図2に示す。CMOSセンサ

で光電変換された信号は, センサ内部のAD (Analog to Digital) コンバータによりデジタル化され, 映像処理エンジンに入力される。映像処理エンジンによって各種映像処理が行われ, DA (Digital to Analog) コンバータ, DVIトランスミッタを経由してDVI-Iコネクタへ出力される。

MPU (Micro Processor Unit) は, 操作キー入力やRS-232C端子からのリモート制御信号に応じ, CMOSセンサや映像処理エンジン, OSDコントローラなどシステム全体を制御している。また, オートホワイトバランス (AWB) やオートシャッターなど, カメラの自動制御も行っている。

EEPROM (電氣的に書換え可能なROM) には, メニュー設定値や製造ラインでの調整データなどが記憶されている。

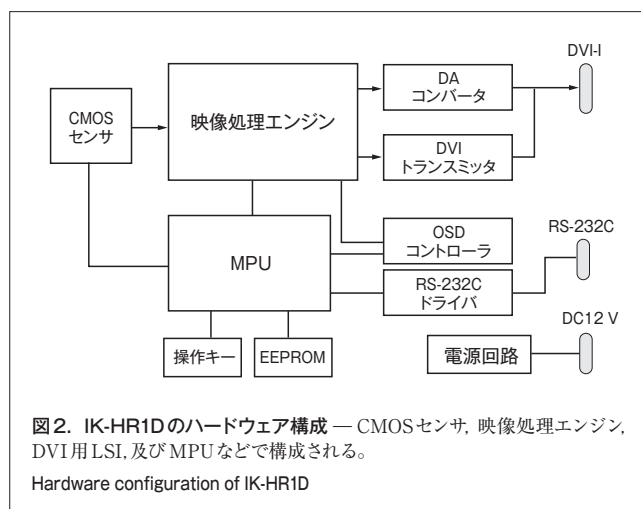


図2. IK-HR1Dのハードウェア構成 — CMOSセンサ, 映像処理エンジン, DVI用LSI, 及びMPUなどで構成される。

Hardware configuration of IK-HR1D

#### 3.2 1080p出力対応

1080pの映像を出力するために, 撮像素子, 映像処理エンジン, 及び出力インタフェースのすべてを刷新する必要があった。

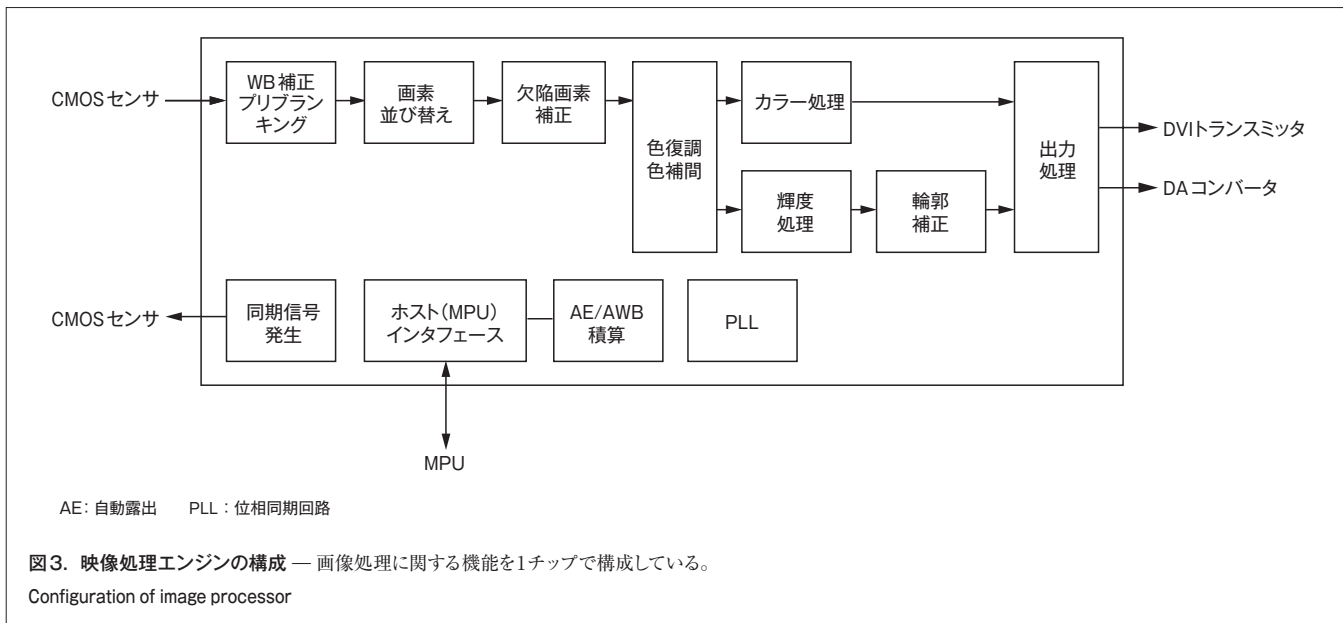
今回新たに採用した1/3型200万画素CMOSセンサは, 1080p出力に対応している。センサ内部に12ビットAD変換回路を内蔵しているため, センサからの出力信号を映像処理エンジンに直接接続することができる。このためアナログフロントエンド回路が不要となり, 部品点数削減と低消費電力の効果もある。

映像処理エンジンも新規に開発した。従来の1080iモデルから入力データ量が2倍になるため, 内部動作クロックを約80MHzから約150MHzに上げ, 処理能力を約2倍にし, 1080pの処理を実現した。

映像出力部は, 1080p出力可能なDVIトランスミッタとDAコンバータを搭載した。前者はDVIデジタル信号, 後者はDVIアナログ信号を生成している。

#### 3.3 映像処理エンジンによる高画質化

当社は, 従来から映像処理エンジンを独自開発している。3CCDカラーカメラで長年培ってきた映像技術をベースに, 優



れた色再現性と階調表現、及び高いSN比（信号と雑音の比）を実現している。IK-HR1Dは単板のCMOSセンサを採用しているが、画像処理については共通部分も多い。そこで、映像処理エンジンの各回路ブロックをモジュール化し、3CCDカメラとのコア技術の共通化を図ることで、高画質化を実現した。映像処理エンジンのブロック構成を図3に示す。

IK-HR1D用に新規に開発した部分は、主にセンサの入力部（ホワイトバランス（WB）補正から色復調まで）と、映像信号の出力部である。コア技術となるカラー処理、輝度処理、及び輪郭補正などは3CCDカメラと共通化を図っており、単板CMOSカメラにもかかわらず、3CCDカメラに匹敵する解像度750 TV本（水平及び垂直）、SN比54 dB（ゲイン0 dB）と、高画質化を実現することができた。

### 3.4 小型・軽量化

処理速度が向上し、解像度が高くなるにつれ、製品の大きさや消費電力は大きくなる傾向にあるが、IK-HR1Dの外形寸法は、44（幅）×44（高さ）×78（奥行き）mmと、当社FA用小型カメラの主力モデルのIK-TFシリーズと同一寸法であり、質量は約146 gで、他社のHD対応カメラと比べても最小クラスを実現している。

小型・軽量化するためには、基板サイズの縮小と、消費電力や発熱量を下げる必要があるため、次に示すような設計を行った。

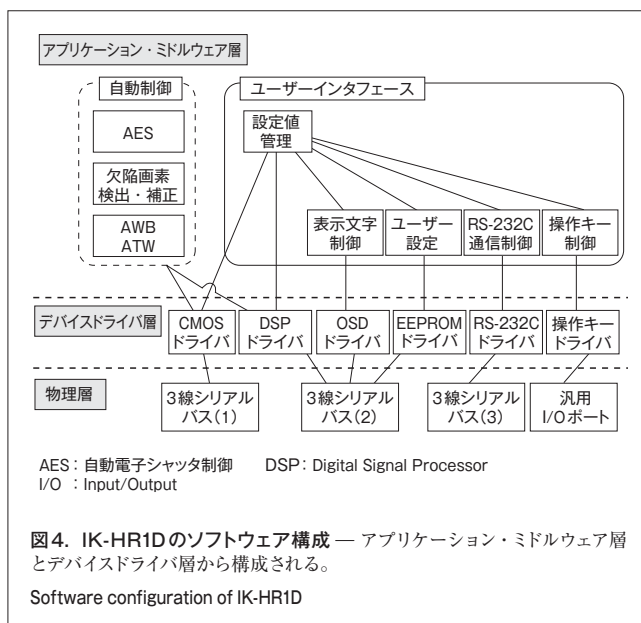
- (1) 映像処理回路の1チップ化や、デジタル出力のCMOSセンサの採用によるフロントエンド回路の削減などにより、部品点数の削減を図った。
- (2) 映像回路以外の動作クロックの低減、電源効率の改善などにより、1080p出力でありながら当社XGAクラスのカメラと同等の約4.2 Wという低消費電力化を図った。

- (3) 発熱量の高いLSIを筐体（きょうたい）近傍へ配置する、撮像素子の熱を金属部品で伝達させるなど、熱を効率よく放熱する構造を採用した。

小型・軽量化により設置の容易性が高まり、既存システムに変更を加えることなくカメラを置き換えたいというニーズに対応できる。

## 4 機能

IK-HR1Dのユーザーインターフェースや画質調整などの各種機能は、MPUのソフトウェアで集中制御されている。IK-HR1Dのソフトウェアは、図4に示すように、アプリケーション・ミドルウェア層とデバイスドライバ層から構成される。

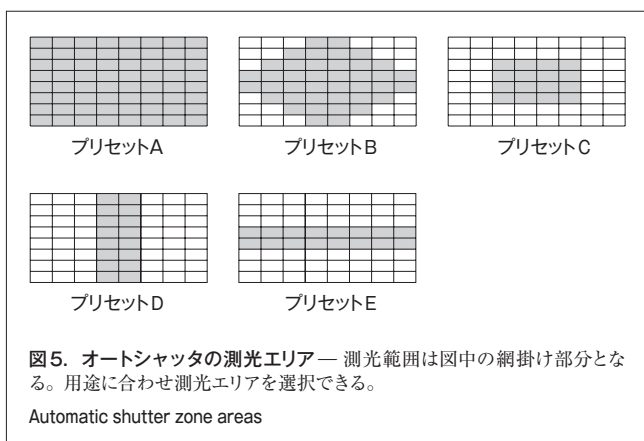


ルウェア層とデバイスドライバ層の二つに分類される。物理層は、MPUの内蔵ハードウェアである。

#### 4.1 自動制御

IK-HR1Dは、オートシャッター、WB、及び欠陥画素検出・補正の自動制御機能を装備している。

**4.1.1 オートシャッター制御** 映像エンジンからの積算データをもとにカメラが最適な露出を計算し、電子シャッターの設定を行う。画面を8×8に分割したエリアの中から、5種類の測光エリアをメニューから選択できる(図5)。また、フィードバックの応答特性(レベル及び速度)も変更できる。



**4.1.2 WB制御** 以下の三つの機能を選択できる。

- (1) 自動追尾ホワイトバランス(ATW) カメラが自動的に色温度を推定し、WBを合わせる。
- (2) AWB 画面上に白い被写体を写しながら動作させ、WBを合わせる。
- (3) マニュアル ユーザーがメニュー上でWBを手動調整する。

**4.1.3 欠陥画素検出・補正** CMOSセンサの点欠陥を補正する機能である。一般に、CMOSセンサはCCDに比べ欠陥画素が多いため、欠陥画素のアドレスを記録してその画素を周囲画素で補間する従来の方式では、内蔵ROMやRAMの容量などの制約で補正個数が制限され、すべての画素欠陥を補正できない可能性がある。そこでIK-HR1Dでは、従来方式に加えて、画像レベルと欠陥画素のレベルに応じて補正をかける適応補正処理を追加することで、リソースの制限なく欠陥画素を補正できるようにしている。

#### 4.2 多彩な画質調整

IK-HR1Dは用途に合わせて、多彩な画質調整を行うことができる。

- (1) 6色マトリクス調整機能 WBを崩さずR(赤), G(緑),

B(青), Ye(黄), Cy(シアン), Mg(マゼンタ)を独立して位相を調整することができるので、豊かな色彩を表現できる。

- (2) ガンマ調整機能 通常のビデオガンマに対し、補正量を微調整することができるので、撮影シーンに合わせた階調を表現できる。
- (3) デイテール補正機能 輪郭強調のレベル(シャープ/ソフト)を調整できる。

## 5 応用分野

IK-HR1Dは、高解像度や、高フレームレート、低ノイズなどの基本性能を重視した設計になっている。映像出力にDVI-Iを採用したことにより、DVIが広く普及している電子顕微鏡、画像処理、及び各種検査装置などでの使用に適している。出力インターフェースをHD-SDI(Serial Digital Interface)やCamera Link<sup>(注1)</sup>などに展開することによって、放送用途やFA用途への適用もできる。IK-HR1Dのハードウェア設計は、当初からこうした展開の容易性も考慮して行っている。

また、他社に先駆けて1080p出力に対応することによって、高解像度の映像を高フレームレートで記録する新しい分野への展開も期待できる。現在、1080pの動画を取り込む環境がそれほど整備されているわけではないが、対応する装置が今後増えていくであろう。

## 6 あとがき

IK-HR1Dは、3CCDカメラで培ってきた映像技術を継承しながら、新たにCMOSセンサを採用し、高画質及び高性能を実現した。また、小型かつ軽量でありながら1080p出力に対応することで、今までにない新しい分野への採用も期待できる。

今後は、ラインアップの拡充を図りつつ、更なる高画質化と高性能化を進めていく。



田代 圭 TASHIRO Kei

デジタルメディアネットワーク社 映像システム事業部 映像システム設計部主務。業務用カメラの開発・設計に従事。  
Optical Imaging System Div.



篠崎 宏 SHINOZAKI Hiroshi

デジタルメディアネットワーク社 映像システム事業部 映像システム設計部主務。業務用カメラの開発・設計に従事。  
Optical Imaging System Div.

(注1) 産業用デジタルカメラのデータ伝送方式を定めた規格。