

35万画素 CMOS センサを用いたデジタルスチルカメラ PDR-5

PDR-5 Digital Still Camera Incorporating 350,000-Pixel CMOS Sensor

小原 永喜
OBARA Eiki

酒井 澄夫
SAKAI Sumio

三尾 浩一
MITSUO Kouichi

特集
II

パソコン(PC)への画像入力機器としてデジタルスチルカメラの需要が拡大している。当社は、35万画素 CMOS センサを用いて小型・軽量、低消費電力タイプのデジタルスチルカメラ PDR-5 を開発した。

PDR-5は、2.5インチ反射型液晶モニタを搭載、記録媒体には切手サイズの取り外し可能なメモリカード“スマートメディア”を採用、本体にはPCカードインタフェースを装備しており、PCへの画像転送が短時間でできる特長がある。撮影した画像は、本体の液晶モニタやテレビに接続して見ることができ、付属のアプリケーションソフトウェアを用いてPCに取り込み、加工や編集ができる。

We have developed the PDR-5 digital still camera, which incorporates a 350,000-pixel CMOS sensor and features compact size and low power consumption. The PDR-5 is equipped with a 2.5-inch reflection type LCD and the SmartMedia stamp-size removable flash memory. It also has a PC card interface conforming to the Personal Computer Memory Card International Association(PCMCIA) standard, enabling quick and easy image transfer with PCs having a PC card slot.

The recorded images can be viewed on the LCD monitor of the camera, or by connecting the camera to a home TV set. Moreover, by using the supplied application software for PCs, the images can be easily edited after transferring them to a PC.

1 まえがき

1998年度のデジタルスチルカメラの国内出荷台数は、前年度の2倍の約200万台が見込まれており、さらに市場は拡大傾向にある。また、ノートPCやサブノートPC、携帯情報端末の普及に伴って、モバイル機能が重要視されてきており、デジタルスチルカメラもそれらのニーズに合ったものを開発していく必要があった。

今回開発したデジタルスチルカメラ PDR-5(図1)は、小型・軽量、低消費電力、PCへの高速画像伝送機能で注目を浴びた、97年モデルのPDR-2の機能をさらに充実させたもので、液晶モニタ、ストロボおよびケーブルを使っ



図1. デジタルスチルカメラ PDR-5 35万画素 CMOS センサを用いた小型・軽量、低消費電力タイプのカメラである。

PDR-5 digital still camera

2 製品の概要

PDR-5の仕様を表1に示す。主な特長は次のとおりである。

- (1) 小型・軽量 ポケットサイズを実現した。
- (2) 低消費電力 コンパクトカメラ用リチウム電池 (CR 123 A)1本で500枚以上の撮影が可能である(液晶モニタとストロボ オフ時)。
- (3) PCへの高速画像転送が可能 カメラ本体にPCカードインタフェースを装備しており、カード部を開いてPCのカードスロットに挿入することにより、画

像の高速転送ができる。

- (4) PCへの画像転送方法が3通りある(4.3章に詳細を述べる)。
- (5) 薄型・軽量、低消費電力液晶モニタ 厚さ2.5mm、質量15gの2.5インチ反射型液晶モニタを採用している。
- (6) リムーバブルな記録メディア 記録媒体に切手サイズのメモリカードであるスマートメディアを採用している。
- (7) 互換性ある記録フォーマット 圧縮方式は、JPEG(Joint Photographic Experts Group)に準拠、記録フォーマットはExif Ver 2.1で互換性がある。

表1. PDR-5の仕様

Specification of PDR-5

項目	仕様
撮像素子	1/4インチ全画素読み出しCMOSセンサ
総画素数/有効画素数	約35万画素/約33万画素
圧縮方式	JPEG
記録フォーマット	Exif Ver 2.1
互換ルール	Exif R 98
撮影可能枚数	スタンダードモード: 40枚(2Mバイト時) ファインモード: 白黒時20枚(2Mバイト時)
記録媒体	3.3Vスマートメディア(2Mバイト, 4Mバイト, 8Mバイト, 16Mバイト)
レンズ	F 2.5, f 4.0 mm(35 mmカメラ換算値: 39 mm)
撮影範囲	50 cm~∞, マクロ: 約10 cm
ホワイトバランス	オート, マニュアル(蛍光灯, 室内, 屋外)
感度	ISO 100 相当
シャッタースピード	自動(1/8 s~1/500 s)
露出補正	7レベル
撮影モード	ノーマル, 白黒, 4画面マルチ連写, セルフタイマ(10秒)
ストロボ	内蔵(~約2.5m, 調光機能付き)モード: オート, 強制, 禁止, 赤目軽減
再生モード	自動再生, 1画面, 12画面マルチ, 2倍拡大再生(中央か四隅)
液晶モニタ	2.5インチ反射型
ファインダ	光学式, 2.5インチ液晶
インタフェース	PCカード(一体型), シリアルインタフェース, NTSCビデオ出力
電源	CR 123 A(3Vリチウム)1本, ACアダプタ(別売)
外形寸法	116.5(W)×63(H)×31(D)mm(突起部含まず)
本体質量	約190g(電池含まず)

(8) 多彩なストロボ機能 オートストロボ, 強制発光, 赤目防止(プリ発光機能付き), 発光禁止, マクロ撮影時も発光可能など多彩である。

(9) 多彩な撮影モード設定 ファイン, スタンダード, 白黒, 4画面マルチ連写, セルフタイマなど多くのモードが選べる。

(10) 多彩なカメラモード設定 オートはほとんどの光源に自動的に追従可能。マニュアルモードには蛍光灯, 室内(電灯下), 屋外(太陽光下)がある。

また, 明るさ(露出)も0.5EV値刻みで±1.5EVの微調整が可能である。

(11) 再生機能 再生画面を本体の液晶モニタで見ることができほか, テレビ(NTSC放送方式だけ)に接続して見ることもできる。モードには, 一枚再生, サムネイル画像(小画面)による12画面マルチ再生, 2倍ズーム(中央または四隅), 自動再生がある。

(12) アプリケーションソフトウェア PCに画像を読み込む場合に必要アプリケーションソフトウェアを標準添付している。このソフトウェアは, カメラから画像をPCに読み込む機能に加え, アルバム作成機能と画像加工機能を備えている。特に, PCのカードスロットにカメラ本体のカード部を差し込んで画像を取り込む場合には, ブラウザが自動的に立ち上がり, 簡単に画像が取り込める。

3 CMOS イメージセンサ

3.1 基本構成

カメラの心臓部であるセンサには, 新開発の1/4インチ有効約33万画素(VGA: Video Graphics Array, 総画素約35万画素)のCMOSイメージセンサを採用した。このCMOSイメージセンサは, 単位画素サイズが $5.6\mu\text{m} \times 5.6\mu\text{m}$ の正画素であり, CMOSイメージセンサとしては世界最小サイズである。画素読み出し方式は, プログレッシブスキャンを採用している。画素には, フォトダイオード, アンプトランジスタ, リセットトランジスタと選択トランジスタを配置し, 光電変換ゲインとしてはCCD(電荷結合素子)イメージセンサとほぼ同等の $15\mu\text{V}$ /電子を実現している。

従来CMOSイメージセンサの技術課題であったアンプトランジスタのばらつきに起因する固定パターン雑音に関しては, この雑音を抑圧する回路をオンチップ化することにより検出レベル以下に抑圧している。

CMOSイメージセンサは, 単一電源かつ低消費電力であるばかりではなく, センサ部と駆動回路が同一チップ上に作れる大きな長を備えている。すでに現状のセンサでも同期回路系が同一チップ上に構成されており, 今後さらに周辺回路をチップ上に取り込んでいくことが可能である。

カラーフィルタは, 原色のG(緑)市松R(赤)B(青)順次のベイヤー配列を採用しており, 忠実な色再現性を実現している。図2に当社のCMOSイメージセンサのノイズ除去の基本原理構成を示す。



図2. ノイズ除去の基本構成 CMOSイメージセンサでは, フォトダイオードと増幅器, ノイズキャンセラが同一チップ上に形成され, センサ内部でノイズを除去している。

Principle of noise reduction

3.2 小型, 低消費電力設計

このCMOSイメージセンサは, 従来のCCDイメージセンサに比べ消費電力が約1/10の40mWと少なく, かつ電源システムもCCDイメージセンサが3系統必要であったのに比べ, 3.3V単一電源駆動が可能となり, 電源部の小型・軽量化にも大きく貢献している。

また, CCDイメージセンサで必要な専用タイミングジェネレータ(TG)ICや垂直駆動回路が, このCMOSイメージセンサでは同一チップ上に構成されているため, 周辺回路が少なく, ここでも小型化に大きく貢献している。

表 2. イメージセンサの特性の比較

Comparison of image sensors

項目	センサ	CMOS イメージセンサ	CCD イメージセンサ
消費電力		40 mW	400 mW
電源系統		3.3 V	15 V, 5 V, -9 V
感度		○	○
コスト		○	△

表 2 に CMOS イメージセンサと CCD イメージセンサの性能の比較を示す。

3.3 ベアチップ実装

セットの小型化、薄型化のために PDR-5 では、CMOS イメージセンサをベアチップで使用した。実装方法は、TOG(TAB(Tape Automated Bonding) On Glass)技術を使用した。フレキシブル基板を中心にして、光学ローパスフィルタ(LPF)とベアチップ CMOS センサが挟み込む形状とし、厚みを通常の 1/2 以下の 3.7 mm に収めている。

図 3 に TOG の実装部を示す。

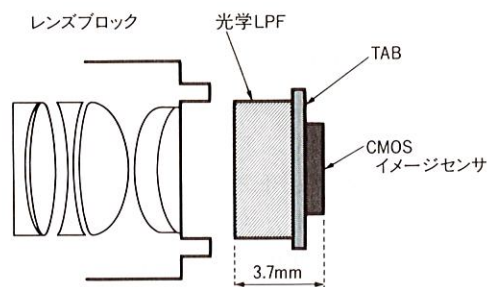


図 3. TOG の構造 TAB を光学 LPF とベアチップの CMOS イメージセンサが挟み込む形状とし、通常の約 1/2 の 3.7 mm 厚とした。

Structure of TAB on glass

4 システム構成

図 4 に PDR-5 のシステム構成を示す。

4.1 記録動作

CMOS イメージセンサで光電変換して得られたアナログ信号は、アナログ増幅器で適度な大きさに増幅された後、A/D コンバータでデジタル信号に変換される。A/D コンバータの分解能は 10 ビットで、サンプリング周波数は 12.2727 MHz(780 fh(fh=15.734 kHz:テレビの水平駆動周波数))である。

デジタルデータのピクセルバスはすべてこの周波数を用いている。また、マイコンのクロックも同じ周波数を使用している。マスタクロックは、この 2 倍の 24.5454 MHz に設定し、後段の圧縮回路部のクロックはこれを使用しており、カメラとしては発振回路を 1 系統としている。

A/D コンバータでデジタル化された信号は、カメラ信号処理回路部で、AE(自動露出制御)、AWB(自動ホワイトバランス制御)、色分離処理が行われた後、輝度信号と色差信号に変換される。ここで、記録時の動作として、カメラの信号を付属の液晶モニターや外部のテレビに接続して見る場合と、記録する画像をキャプチャする場合とでは、動作が異なっているので簡単に説明する。

(1) カメラ信号をモニターする場合 液晶モニターや通常のテレビは、インタレース(飛び越し走査)している信号が入力されることを前提に作られているので、被写体を見ながら画枠を合わせる場合には、2フィールド1フレームのインタレース信号を出力する。

(2) 記録画像をキャプチャする場合 カメラのシャッターボタンが押されて、画像をキャプチャする場合に

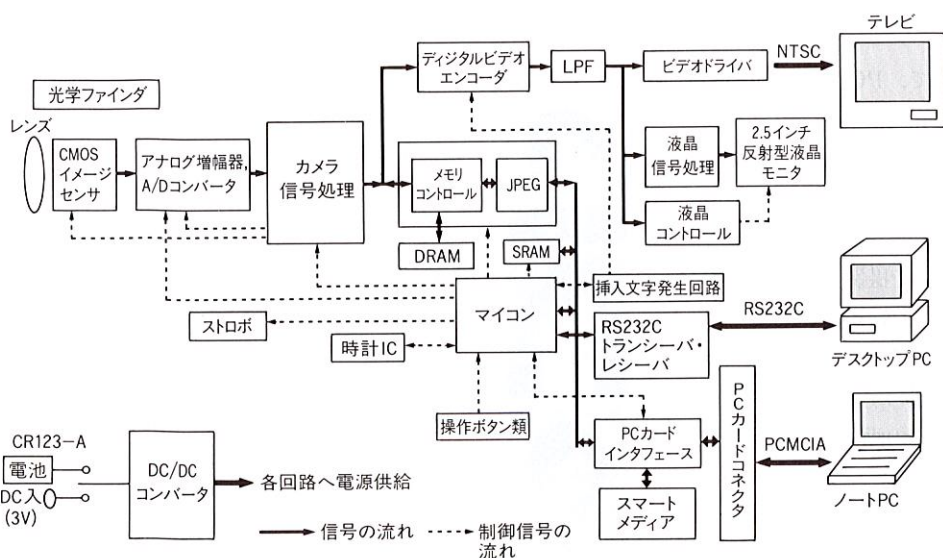


図 4. システム構成 PDR-5 内部の回路構成とテレビや PC との接続イメージを示している。

System configuration of PDR-5

は、自動的にモードを切り換えて、インタレースしない信号(フレーム画像)を出力する。

カメラ信号をモニタする場合は、カメラ信号処理回路から出力された信号が、デジタルビデオエンコーダによりNTSC信号に変換され、LPFを通過して、一方はビデオドライバを介してテレビに出力され、もう一方は液晶信号処理回路を経由して反射型液晶モニタに出力される。

画像をキャプチャする場合は、カメラ信号処理回路から出力された信号が、圧縮回路内のDRAMコントロール回路によってフレーム画像としてDRAMに書き込まれる。そしてJPEGフォーマットに準じて圧縮され、PCカードインタフェース回路を介してスマートメディアに記録される。

4.2 再生動作

再生時は、スマートメディアに記録されている画像をPCカードインタフェース回路を介して読み出し、JPEG回路で伸長した後、DRAMに書き込まれる。DRAMに書き込まれた画像は、NTSCテレビ信号に準じて、インタレース信号として読み出され、カメラの画像を見る場合と同様に、液晶モニタやテレビに画像が映し出される。

4.3 パソコンへの画像転送

PCへ画像を転送する方法は、2章で述べたように3通りの方法がある。

(1) PCカードでの転送 PDR-5本体のカード部を開いてPCのカードスロットに挿入することにより、PCがカメラのカード部をPCカードと認識するため、高速でのデータ転送が可能となっている。この機能により、1枚の画像(およそ80Kバイト)を約2.5秒、2Mバイトのメモリに記録された画像20枚(ファインモード時、画像の各1枚のファイルサイズ約80Kバイト)を約50秒(当社の“Satellite Pro” Pentium[®] (註1) 133MHzにおける実測値)でPCのディスプレイ上に全画像を表示できる。また、PC上でのファイルコピーならわずか数秒で転送ができる。

図5に、PDR-5のカード部を開いて、PCのカードスロットに挿入した状態を示す。

(2) RS 232Cケーブルでの転送 専用のケーブルで、PCのRS 232Cポートを使っての転送で、カードスロットをもっていないデスクトップPCなどは、この方法による。ファインモードで撮影した1枚の画像(およそ80Kバイト)を約30秒で転送できる。

(3) スマートメディアアダプタ 別売のスマートメディアが入るフロッピーディスク型のアダプタ(フラッシュバス)を使っての転送で、1枚の画像(およそ80Kバイト)を約6秒で転送できる。

(注1) Pentiumは、インテル社の商標。



図5. PCカード部を使ってのPCとの接続 カード部分を開いて、PCのカードスロットに簡単挿入でき、画像転送も高速である。
Connection to PC using PC card slot

5 あとがき

今回開発したPDR-5の小型化、低消費電力化に大きく貢献した新開発のCMOSセンサは、独自のノイズキャンセラ技術により高画質化を実現した。

今後、CMOSの超微細加工技術により、高画素化が容易に実現可能であるとともに、すでに実現しているセンサ部と回路部が共存するシステム オン シリコン化がさらに広範囲に行われていくであろう。これにより、デジタルスチルカメラも高画素化、小型化・薄型化、さらなる低消費電力化が可能になる。

文 献

- (1) 大場英史, 他, 1/4インチ330k正画素 プログレッシブスキャンCMOSアクティブセンサ, ISSCC, サンフランシスコ, 1997-Feb-19.
- (2) 小原永喜, 他, CMOSイメージセンサを使ったカードサイズデジタルスチルカメラ, IEEE, ロサンゼルス, 1998-Jun, ICCE, 98 CH 36160, P.198-199.



小原 永喜 OBARA Eiki

深谷工場 デジタル映像機器開発設計部参事。
デジタルスチルカメラの設計に従事。映像情報メディア学会会員。

Fukaya Works



酒井 澄夫 SAKAI Sumio

深谷工場 デジタル映像機器開発設計部主務。
デジタルスチルカメラの設計に従事。

Fukaya Works



三尾 浩一 MITSUO Kouichi

東芝 AVE(株) 第一事業部シニアエンジニア。
デジタルスチルカメラの設計に従事。
Toshiba AVE Co., Ltd.