

デジタルカメラ RDC-5000



RDC-5000, Ricoh's Digital Camera

前田 英一*	畠 大介*	白石 賢二*
Eiichi Maeda	Daisuke Hata	Kenji Shiraishi
中平 寿昭*	島村 隆*	山野 透*
Toshiaki Nakahira	Takashi Shimamura	Tohru Yamano
入沢 茂*	刈間 豪**	
Shigeru Irisawa	Tsuyoshi Karima	

要 旨

RDC-5000は、230万画素のCCDに加え、光学ズーム、内蔵メモリーを装備し、使いやすさを第一に開発されたデジタルカメラで、特徴は以下のとおりである。

- 1) 普及型デジタルカメラとして最高の230万画素CCD採用
- 2) 切替なしで最短4cmまで接写できる2.3倍ズームレンズ
- 3) パソコンとの接続が容易なUSBの装備
- 4) 専用バッファを搭載し、秒1コマ連写実現
- 5) 液晶モニターを保護するLCDパリアの採用
- 6) メモリーカードがなくても撮影可能となる内蔵メモリーの搭載

ABSTRACT

RDC-5000 is an easy-to-use, compact, digital camera incorporating 2.3 million pixels CCD, optical zoom, built-in memory etc. Major features are as follows;

- 1) 2.3 million pixels CCD, the highest resolution among popular priced digital cameras.
- 2) 2.3 x zoom lens with seamless macro from 4 cm to infinity.
- 3) USB interface for easy and faster data exchange with PC.
- 4) Continuos shooting, made possible by buffer memory.
- 5) Protecting the LCD monitor cover from dust and scratches.
- 6) Built-in memory for storing recorded images without memory card.

* パーソナル(事) 第一商品設計部

Personal Products Division, Products Designing Department

** 同、RD推進室

Personal Products Division, Reserch&Development Department

1. 背景と目的

現在のデジタルカメラのトレンドは、高画素化と動画・合成等の機能付加にある。ところが機能が増えてくると操作が複雑になり、折角の機能を使いこなせないといった不満が生じ始めてきている。この不満を解消するため、RDC-5000では「誰もが、手軽に、高画質」をコンセプトにアプライアンスを重視した商品として仕上げた。

=コンセプトからの展開=

① 誰もが

操作が想像できる外観(銀塗カメラライク)

わかりやすく、自然な操作フロー

② 手軽に

買い得感のある価格で(定価で10万円を切る)

簡単に(USB)

確実に(内蔵メモリー、単三乾電池)

③ 高画質

230万画素

光学ズーム

2. 製品の概要

本機のおもな仕様を表1に示す。

Table 1 Specification of RDC-5000.

記録フォーマット	JPEG(Exif ver.2.1) DCF対応
圧縮方式	JPEGベースライン準拠
ビデオ出力	NTSC/PAL切替え
記録媒体	内蔵メモリー8MB/スマートメディア
撮像素子	1/2インチ 原色230万画素CCD
解像度	1792×1200/896×600
記録モード	画像/文字/連写
画質モード	ハイ//ノーマル/エコ/ミ-
撮影間隔	連写:約1秒, 通常:約3秒(896×600 エコ/ミ-)
ズーム	2.3倍ズーム 8.0~18.0mm (35mmフィルム換算: 38~86mm) デジタルズーム2.5倍
シャッター	メカシャッター(1/500~1秒)
レンズバリア	電源スイッチ及び記録モードに連動
最短撮影距離	4cm(ワイド端)

ISO感度	ISO100相当
ファインダー	実像式光学ファインダー
液晶モニター	1.8インチTFT11万画素
セルフタイマー	作動時間:約10秒
インターバル撮影	撮影間隔:30秒~3時間 (最大24時間)
PCインターフェース	RS232C, AUX, USB
AVインターフェース	ビデオ OUT/IN(モニタリングのみ)
バッテリー	単三型乾電池 4本
外形寸法	131.1mm×68.8mm×39.3mm
質量	約315g(バッテリー除く)

3. 製品の特徴

3-1 全体構成

本機のカメラ形態はホールディング性を重視し、従来の銀塗カメラと同じ縦型タイプとした。鏡胴、表示LCDにはバリアを設け、持ち運び時のゴミの付着やキズを防止している。

Fig.1にRDC-5000のブロック図を示す。

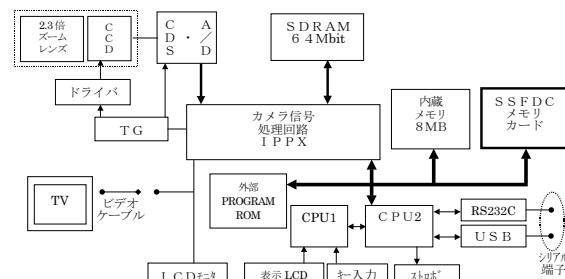


Fig.1 Block diagram of RDC-5000.

画像の取り込み、記録は新開発した2.3倍ズームレンズを通して結像した被写体像を230万画素のCCDで光電変換し、その電気信号をCDS(相関2重サンプリング)回路、10 Bit A/D変換器を経て画像信号を形成する。画像処理はカメラ信号処理回路(IPPX: Image Pre Processor for XGA)を中心とする処理部で高速に行われ、圧縮された画像データは内蔵メモリー、またはスマートメディアに記録される。

カメラコントロール部は4ビットと16ビットの2CPU構成とし、カメラ機能のバージョンアップが容易にできる構成を採用している。更に、PCとのインターフェースとして、新たにUSB(Universal Serial Bus)を装備しユーザーインターフェース

フェースの向上を図っている。

3-2 CCD

RDC-5000で使用しているCCDは、総画素数は230万画素（水平1901画素、垂直1212画素）、有効画素数は216万画素（水平1800画素、垂直1200画素）のものを採用している。

Fig.2に素子構成図を示す。このCCDはインターレース方式であり、メカシャッターと併用することにより全画素読み出しが可能となるタイプのCCDである。画素寸法は $4.2\mu\text{m} \times 4.2\mu\text{m}$ で、光学サイズとしては1/2インチタイプで、アスペクト比は、従来の4:3から3:2にしている。出力の形態としてこれまでテレビ、ディスプレイ寄りだったものを、プリントアウトすることを意識し、銀塩写真と同じ画角にすることで、ユーザーの受ける印象が、より銀塩写真に近いものになる様にしている。カラーフィルターはDC-3シリーズから継続して色の再現性のよい原色フィルターを採用し、配列は縦横両方の色を重視したベイヤー配列を採用している。

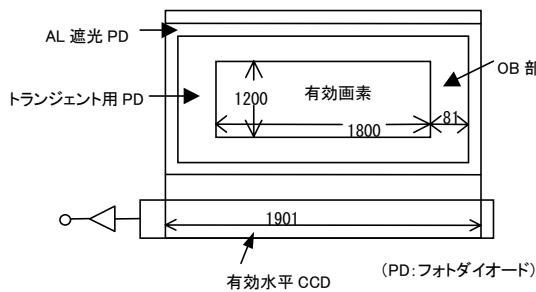


Fig.2 Schematic Drawing of CCD element.

RDC-5000での230万画素CCDの駆動方法は、モニタリング時と撮影時の二つのモードに分けられる。

モニタリング時には、迅速なフレーミング、及び高速なオートフォーカスを可能にするため、垂直の読み出しを1200ラインの有効ラインに対し、その1/5の240ラインを読み出している。Fig.3に2/10間引き読み出しモードを示す。画素数が多いにも関わらず、1/30secの時間で1フレームを読み出すことができる。

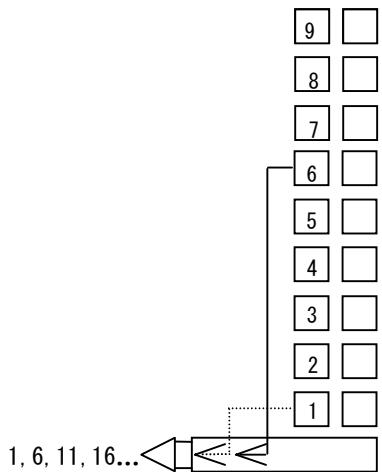


Fig.3 2/10 Curtailed Readout Mode (horizontal CCD without pixel composition).

読み出されたCCDの信号は、CDS、AGC、A/D後、IPPX内で水平画素数を1/3に間引きし(1800画素→600画素)、SDRAM(シンクロナスDRAM)に書き込まれる。SDRAMは、このデータを次のフィールドで1/60secかけTV、或いはLCDに出力する作業を2度繰り返す。これをTVの1フレームとしており、これにより高速なモニタリングを達成している。

撮影時の記録フレーム読み出しは、記録フィールドの露光終了後、メカシャッターを閉じ、先ず奇数フィールドを垂直転送路に読み出し、転送終了後、偶数フィールドを読み出す。読み出されたCCDデータは、逐次CDSへと転送される。

Fig.4にフレーム読み出しモードを示す。ここで全ての画素を読み出すために要する時間は1/12secである。

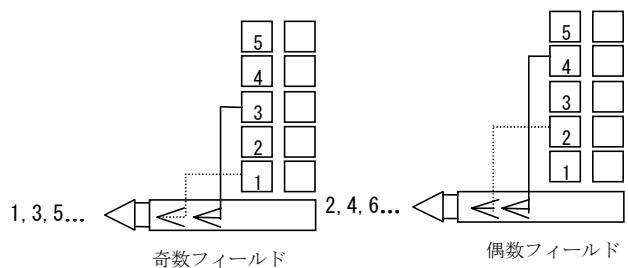


Fig.4 Frame Readout Mode (horizontal CCD without pixel composition).

3-3 カメラ信号処理

2.3倍ズームレンズを通して結像した被写体像は、CCDで光電変換され電気信号に変換される。その後、CDS回路、10 Bit A/D変換器を経て、画像データはデジタル10ビットデータとして、カメラ信号処理LSIであるIPPXに入力される。

露光終了後、メカシャッターで遮光しCCDから読み出されたCCDデータは、IPPXを経由してSDRAMの画像領域に一度保持される。SDRAMから読み出された画像データは、オートホワイトバランス処理で色信号の調整を行い、アパートチャーチャー補正と呼ばれるエッジ強調を行う。このアパートチャーチャー補正回路はIPPXの内部に4水平ライン分の遅延線を持ち、垂直方向に5ライン処理を行うことができる。5ライン処理により、水平、垂直ともに中域周波数・高域周波数別のアパートチャーチャー補正ができ、出力輝度信号の周波数特性の最適化を図っている。

その後、 γ (ガンマ)補正回路により、階調補正を行う。明るさの情報である輝度信号Yと色の情報である色差信号Cr, Cbのデータに変換されてSDRAMの画像領域に出力される。これらのY, Cr, Cbデータは、IPPXに再度転送され、JPEG圧縮処理が行われる。

IPPXのJPEG回路は、リコー製のコアを採用し、内部24MHzで動作することにより、1792×1200の画像データを約0.3秒で圧縮、伸長処理を行うことができる。

圧縮された画像データは、メモリー制御回路によりSDRAMの所定の圧縮画像データ領域に書き込まれる。このSDRAMの約2MBを圧縮画像データ領域として使うことで、ノーマルモード画像(1792×1200)を5枚分記録することができる。これにより連写を行うことができる。圧縮画像データは、SDRAMのデータ領域から読み出されて、CPUの制御で、内蔵メモリー、または、外部のメモリーカードにDMA転送により記録される。

連写はCCDからの画像取り込み、圧縮、SDRAMへの圧縮データ格納を繰り返し行う。SDRAM圧縮データ領域がいっぱいになるか、ユーザーがリリーズボタンを放したところで、SDRAM内にある複数の圧縮データを、JPEGヘッダを付加しながらカードに書き込んでいく。

連写の高速化を実現するために、1792×1200画像の予備圧縮(圧縮サイズ調整圧縮)を縦横1/2間引きした画像で行

なっている。しかし間引き圧縮をした場合、画像の高周波成分が増加する傾向があり、同じ量子化テーブルを用いても必ずしも圧縮率は一致しない。そのため、一枚圧縮したところで、データが目標サイズをオーバーしている場合には、次の一枚のサイズを小さめにすることで、トータルサイズの調整を行い、連写枚数が変化しないようにしている。

また連写の場合、前後の画像の相関が強いので、一枚前の画像圧縮に用いた量子化テーブルを参考にして予備圧縮を開始する量子化テーブルを決定することで高速処理化を行なっている。

3-4 CPU構成

CPUは4ビットのCPU1(80ピン、ROM12KB)と16ビットCPU2(120ピン、内蔵ROM128KB、外部フラッシュROM512KB)の2CPU構成とした。ポートの不足は汎用ゲートで補っている。CPU2はIPPXを経由してフレームメモリーのアクセスが可能であるので、CPU2でCCD欠陥画素補正や日付入れ撮影(日付や時刻を撮影画像に写し込む)などの画素レベルの処理を可能とした。

低消費電力化対応として、カメラ非動作時は時計や起動操作スイッチ検出処理を低消費電力のCPU1で行い、カメラ動作時は、光学ファインダーの採用によりLCDモニターオフでの撮影を可能とした。また、画像ファイルをカードに記録中には撮像系電源をオフするなど、不必要的回路への電力供給を徹底してカットする電源構成とすることにより、低消費電力化を実現している。

3-5 ユーザーインターフェイス

ユーザーの使い勝手を向上させるために、以下の機能を採用した。

- ①海外でも使えるビデオ方式&表示切替え
- ②カメラファイルシステム：DCF(Design rule for Camera File system), DPOF*
- ③USBインターフェイス
- ④内蔵メモリー(8MB)
- ⑤ユーザーでのバージョンアップ

特にUSBにおいては、デジタルカメラで初めてマストレージクラス(PCからカメラはリムーバブルHDDとして認識される)を採用した。画像記録用のメモリーとしては、内蔵

とスマートメディア**の二つを同時にマウントできる。また、内蔵メモリーとスマートメディア間のコピー、スマートメディアリーダーとしての使用などが可能である。

PCで行われているように、デジタルカメラの急激な進歩に対応するため、ユーザー自身でのバージョンアップを可能とした。CPU2は内蔵ROM領域と書換え可能な外部フラッシュROM領域を有しており、起動、C言語ライブラリー、外部領域の書換えなど、直接カメラ機能に関係しないプログラムを内蔵ROM領域に配置した。一方、ユーザーでの書換え作業を安全、且つ簡単にするために、可能な限りCPU2の外部フラッシュROMにカメラ機能プログラムをまとめた。ユーザーでのバージョンアップは、この外部フラッシュROMに対してだけ行うので、たとえプログラム書き込み途中に停電などで電源がオフされても、内蔵ROMには影響しないため、再度バージョンアップを行うことができる。バージョンアップは、対象のプログラムをスマートメディアに書き込み、カメラにセットし、リリーズボタンを押しながら電源スイッチをオンするのみで行える。

*DPOF 「Digital Print Order Formatは、キャノン(株)／イーストマン・コダック社／富士写真フィルム(株)／松下電器産業(株)の商標です。」

**スマートメディア 「Smart Mediaは、株式会社東芝の登録商標です。」

3-6 レンズ

撮影レンズは $f=8\sim18mm$ (35mmフィルム換算で 38~86mm)の2.3倍ズームである。レンズ構成は6群9枚でハイブリット非球面レンズを4枚使用している。

ズームタイプは3群ズームで1、2群を移動しズーミングしている。ズーミングに伴う焦点位置の移動に対しては、CCD位置の補正(フォーカシング)を行い、オートフォーカスの時間短縮とズーム作動中のLCD表示画像のボケを少なくしている。

ハイブリット非球面レンズの使用とズーミングに伴う焦点位置の移動を行うことにより、メカ構成の単純化、小型化、高画質化が実現している。

また、光学系とは別に、2.5倍のデジタルズームが使用可能である。

3-7 ズーム、フォーカス機構

鏡胴構成断面図をFig.5に示す。

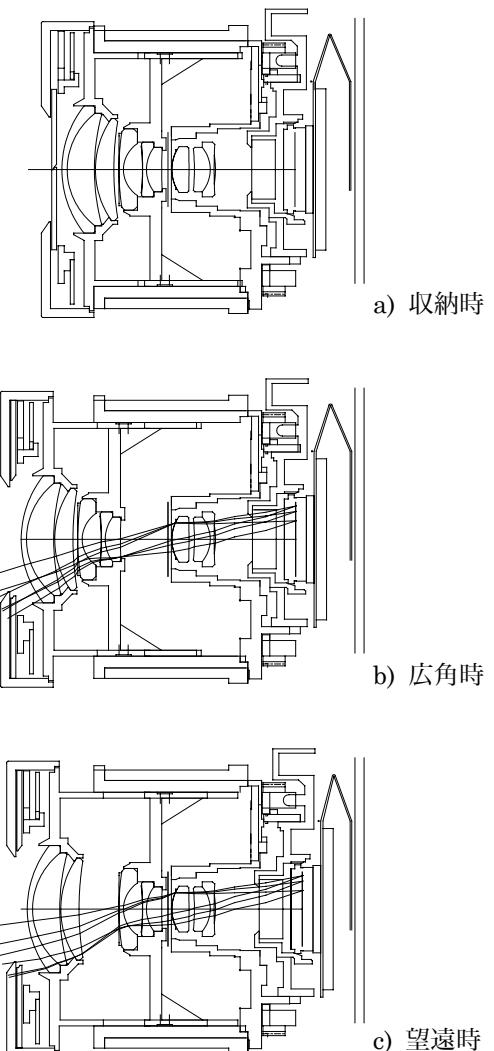


Fig.5 Schematic Drawing of zooming mechanism.

ズームはメカカムにより1、2群を移動して行い、位置制御は抵抗板とステッピングモーターのパルス制御で行なっている。

ズーミング時にレンズ構成上発生する焦点位置の移動に対しては、ズーム作動とフォーカス作動を高速で交互に繰り返すことにより、対応している。

フォーカス部の全体斜視図をFig.6に示す。フォーカス作動は、CCDを移動させることにより行なっている。従来のデジタルカメラよりもCCDは大きく、且つ素子のピッチは小さいため、移動に伴うCCDの倒れの精度の要求が厳しくなって

いる。そのため移動方式を3点カム方式とし、可能な限り3点カム部の径を大きくすることによって、CCD枠の倒れの精度を確保している。

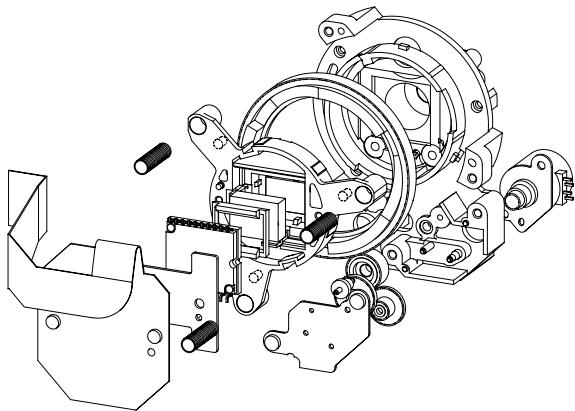


Fig.6 Squint-eyed Drawing of focussing section.

更に、カム自身をレンズセルのベースになっているシャッター基板上に配置することで、光学性能に影響を与えるレンズセルーキャッター—CCD間の寸法バラツキを押さえている。

ズーム、フォーカスのそれぞれの駆動には、制御性の優れる $\phi 10$ のステッピングモーター用いている。

3-8 シャッター

デジタルカメラ用シャッターには、従来の銀塩フィルムカメラ用シャッターに比し、高い露出精度を要求されており、また、モニタリングというデジタルカメラ特有の機能や、消費電流の低減化を図るためにアクチエータの制約などといった課題がある。これらをレンズ系の精度も考慮した構成、機構で実現した。

具体的には、絞りは、ターレット方式の4段絞り、開放絞り径 $\phi 4.2$ 、最小絞り径 $\phi 0.94$ である。

また、モニタリング中の絞り可変が可能となっている。シャッターは2枚羽根、セットタイプ、バネ力による閉口で、アクチエータは一つの $\phi 10$ ステッピングモーターにより、絞り、シャッターの制御を行なっている。

シャッター部のプログラム線図をFig.7に、斜視図をFig.8に示す。

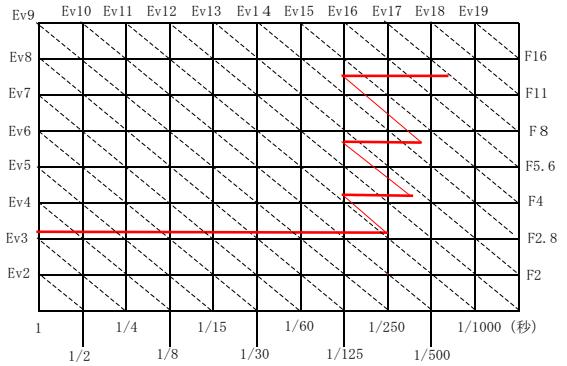


Fig.7 Program Diagram of shutter section.

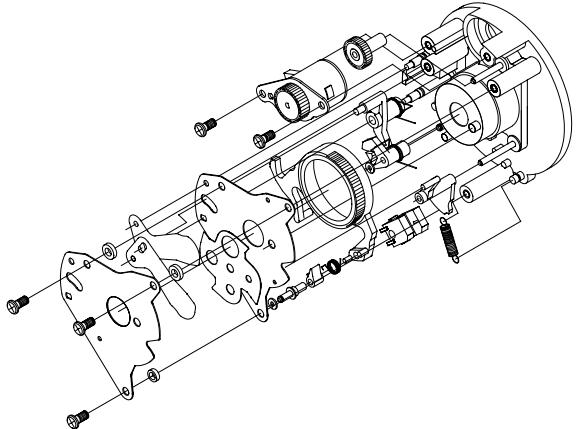


Fig.8 Squint-eyed Drawing of shutter section.

技術的特徴として、モーターからギヤ連結された回転リミングの往復動作で、シャッター開、絞り設定、シャッター閉動作を行い、またシャッター基板がレンズ系セルの基準となって光学系全体の精度を出すように構成されている。

4. 今後の展望

RDC-5000では、高画質化とアプライアンス性の向上という目標は達成できた。今後のデジタルカメラは、更に、高画質に対する要求から、高画素化が進み、同時に、小型化・ズーム比の高倍率化という方向に進むことが予測される。

それに伴い、高画質を得るためのアルゴリズム開発や小型軽量のズームレンズの開発等が、今後の課題となる。