

デジタルスチルカメラ向けシステム LSI : Millenniumシリーズ

Story of DSC System LSI

あらまし

富士通は、デジタルスチルカメラ向けに汎用システムLSI、Millenniaシリーズを開発した。Millenniaシリーズは、FR70E CPUを搭載し、高速・高画質の画像マクロや各種I/O、メモリカードなどの周辺リソースを1チップに集積したシステムLSIである。また、お客様により良いデジタルスチルカメラの開発環境を提供し、デジタルスチルカメラのノウハウをそれほど持っていないお客様でも、このチップを使うことにより容易に製品展開ができることを目標にしている。

本稿では、Millenniaシリーズのシステム構成、チップ構成、および今後のシリーズ展開について解説する。

Abstract

We have just developed the Millennium series of system LSIs for digital still cameras (DSCs). These LSIs are 1-chip devices that contain an FR70E CPU core, high-speed and high-quality picture processing macros, and interfaces for peripheral devices such as memory cards. This chip enables even customers with little skill in DSC design to develop original products easily. This paper describes the system configuration, chip organization, and road map of the Millennium series.



松井 聡 (まつい さとし)
第三システムLSI事業部マイコン
設計部 所属
現在、DSCチップの設計に従事。



萩原創一 (はぎわら そういち)
第三システムLSI事業部アプリケ
ーションエンジニアリング部 所属
現在、マイコンサポート業務に従事。



後藤恵之 (ごとう しげゆき)
システムLSIソフトウェア事業部
ミドルウェア開発部 所属
現在、組み込みソフトウェア開発
に従事。

ま え が き

近年、半導体プロセスの微細化に伴い、多くの機能をワンチップに収めたシステムLSIの需要が増加している。デジタルスチルカメラ（以下、DSC）向けのチップにおいてもCPUだけでなく様々な機能のマクロを搭載し、ワンチップでDSCのほとんどすべての機能を取り込んだものまで登場してきた。本稿で紹介するDSC向けシステムLSIであるMillennia-1（MB91183）は、FR70E CPU（富士通オリジナル32ビットRISCコア）に高速・高画質を誇る富士通の画像マクロや各種周辺機器に加え、専用SDRAMや各種FLASHメモリカードにも接続できる豊富な機能を搭載したシステムLSIである。また、Millenniaシリーズは、本チップを初めて扱うお客様にもすぐにDSCシステムの開発に取り組むことができるように開発支援のための評価キット、およびソフトウェアをパッケージにして販売している。この評価キットにはDSCの構成要素であるレンズ、CCDそしてアナログ処理、LCDをMillenniaチップと結線して搭載しており、評価キットを使用するだけでDSCの機能を評価することができるのが特徴である。Millenniaでは、今までソフトウェアで処理した複雑な静止画像の演算をハードウェアで行うことによって画期的なスピードで低消費電力処理を実現させることができた。

DSCシステム

DSCシステムは大きく分けるとアナログ信号処理とデジタル信号処理とに分けられる。アナログ信号処理部分はカメラの目と言える部分であり、レンズから入った光をCCD（Charge Coupled Device）に当てることでアナログ的な電荷に変換し出力する。このCCDの出力は色の3原色すべてを各画素で持っていないため各画素だけでも色が分かる画像への変換が必要となる。この変換としてはまずアナログ信号をデジタル信号に変換し、信号処理をデジタル信号に施して各画素の色の補間を行うことになる。この処理、すなわちCCDからの出力すべての画素のデータに対してほかの色の値を補間することがDSC画像処理エンジンのすべてと言っても過言ではない。この処理によっていい絵を出せるかどうかでチップの良し悪しは決まってしまう。Millenniaにおける画像処理アルゴリズムは従来のものとは違う方式を使い、より自然でよりきれいな画像を生成している。すなわち、各画素の補間において、回りの値の平均をとるだ

けでなく、回りの画素の傾向（例えば、その画素は左右の画素に対しては同傾向な色の傾向があるが、上下方向は影響が薄いなどの判断をして、画像の補間を行うと、均一に平均をとる方法より良好な画像を生成することができる）を見て処理を変えている。この一連の処理を行うことで、1画素1画素が3原色すべての情報を持った色を表現できる画像ができあがる。ここで生成された画像はいったんSDRAMなどのメモリに退避され、圧縮しカードに書き込んだり、USB経由でパソコンに表示させたりするなどの処理をされる。

Millenniaのチップ機能

Millenniaの構成としては、図-1に示すように大きく分けて画像処理部、CPU、カード、USB、そのほか周辺とに大別される。画像処理部は細かく分けると、露出やフォーカスの前処理を行うプリプロセス部とプリプロセス部の検波結果を使って前章で説明したような複雑な画像処理を用いて画像を補間するカラー処理部、画像の拡大縮小を精度よく行う解像度変換部、画像の圧縮・伸張を行うJPEG部、画像に文字を書き込むOSDC部、できあがった画像をテレビやLCDに出力するビデオエンコーダ部、SDRAM IF部、そして、これらのデータを転送するデータ転送部に分けられる。これらの各機能マクロによって静止画データが処理され、格納または出力される。また、CPU部は全体制御を行い、プログラムに従い各マクロに命令を与え、また画像変換のトリガを与える。そのほか、タイマは周期割りこみの制御、ADは外部から入ってくるアナログ信号の処理、PWMは外部モータの制御、DAはストロボやそのほかアナログ信号による処理を必要とする部分へのアナログ信号出力を行う。また、そのほかにも、CompactFlash、MemoryStickカードそれぞれに制御専用マクロ、そしてUSBの制御マクロがあり、DSCに必要なすべての機能を搭載していることが特徴である。

Millennia-1（MB91183）は0.18 μ m プロセスを使用し、チップサイズは6.58 mm $\times$ 6.25 mm、FBGA304ピンのパッケージに搭載し、電源電圧1.8 $\pm$ 1.5 V、消費電力230 mW（実測値）となった（図-2）。

Millennia-2

前章で説明したような、Millenniaシリーズにおいて更なる高画質と多くのメディア対応をしたMillennia-2（MB91184）について以下に説明する。Millennia-2に

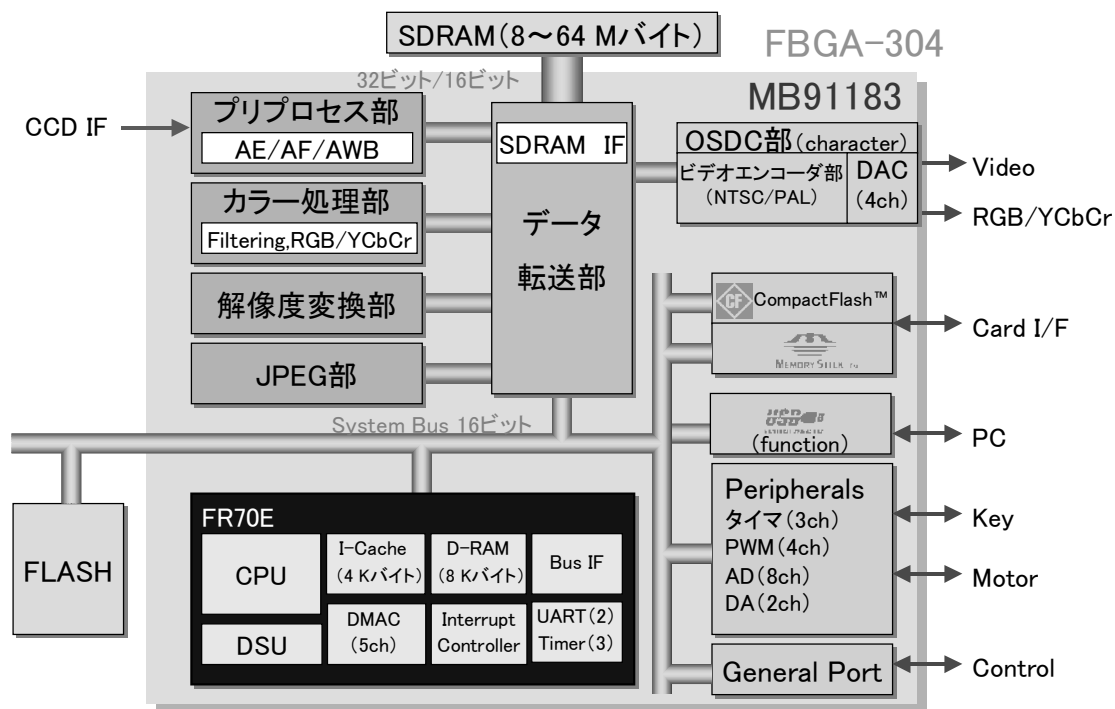


図-1 Millenniumの構成
Fig.1-Block diagram of Millennium.

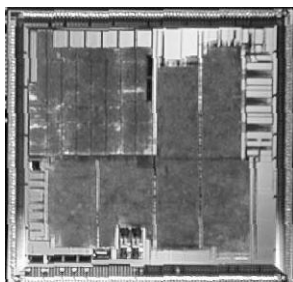


図-2 Millennium-1外観
Fig.2-Millennia-1 appearance.

においてはMillennia-1の画像処理に対し以下の改良が施されている。

- (1) ドラフトモード (LCDを表示させるモード) のVGAへの拡張
- (2) Millennium-1とのピンコンパチビリティ
- (3) Nand型Flashの接続

ドラフトモードは、DSCでスイッチをONにし、シャッターを押すためにCCDが捕らえている画像を表示するモードである。このときの画像サイズをQVGAサイズから4倍のVGAサイズに拡張した。このことにより、よりきれいな絵をドラフトモードで出力できるようになった。また、Millennia-1で開発実施しているお客様は、ボード作成後であってもチップを入れ替えるだけで、

さらにきれいな画像をお試しいただくことを可能とするため、Millennia-1とのピンコンパチビリティを実現した。さらにはCompactFlash、MemoryStickと2種類のカードに加えて、Nand型Flashにも対応し、より多くのカードインタフェースのご要望に応える仕様になっている。

ソフトウェア

Millenniaシリーズの開発環境を図-3に示す。この製品は主に以下の三つに大別される。

- (1) AE (Auto Exposure) /AWB (Auto White Balance) やファイルシステムのソフトウェアライブラリなどのチップ付属ソフトウェア
- (2) カメラサンプルプログラムなどの評価ボード付属ソフトウェア
- (3) 実績のある開発ツール (Softune, μ ITRON準拠のREALOS)

Millenniaシリーズのソフトウェア開発コンセプトは、「ハードウェア性能の最大限の発揮」、「お客様メーカーの短TAT開発の促進」である。MillenniaチップにはDSCに必要な様々な画像処理ハードウェアがマクロとして搭載されているが、ソフトウェアはそれらを効率的に操作することが重要であり、チップや評価ボードのハード

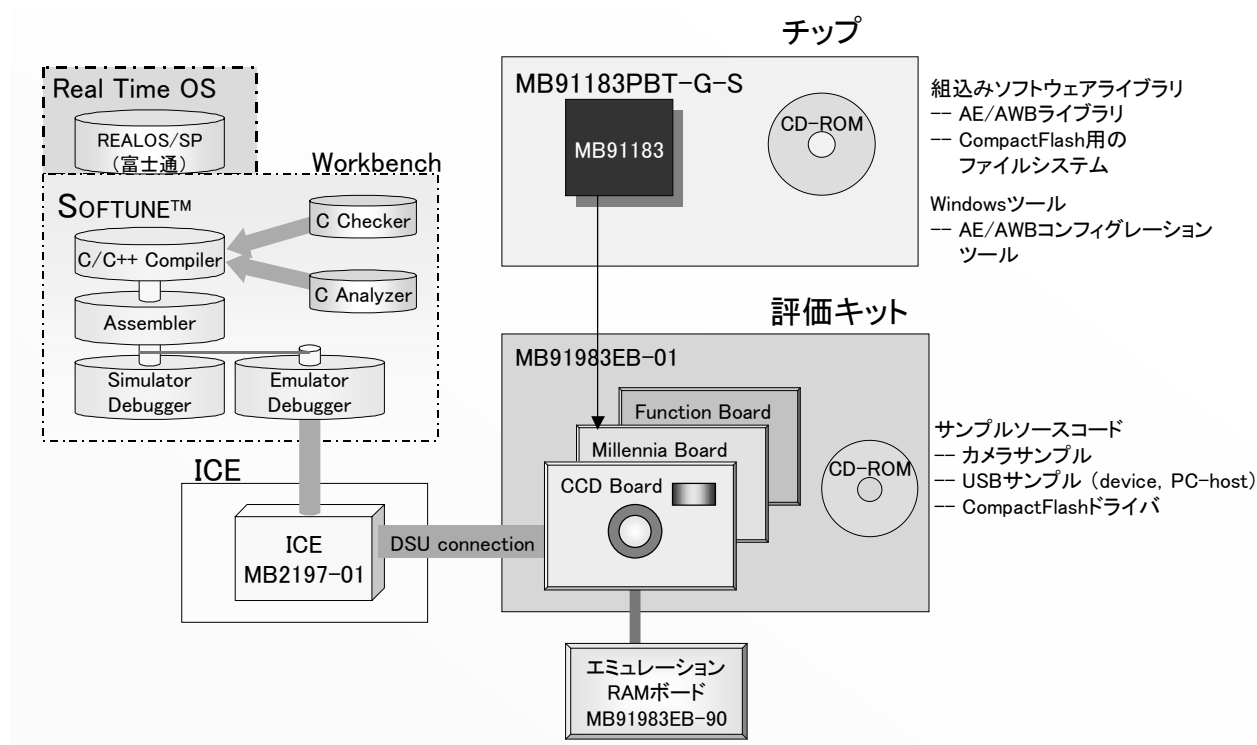


図-3 Millennium開発環境
Fig.3-System of Millennium development.

ウェアと一体化したソフトウェア製品を提供している。具体的には、チップが出力する評価値データと連動して効率的に動作する露出やホワイトバランスを制御するAE/AWBライブラリや、基本的なカメラ動作のドラフト・撮影（連写可）・再生などの各モードを実現したサンプルプログラムを提供している。

また、一般的にお客様メーカーごとに表示系や操作系などのユーザインタフェースは異なり、さらにはハードウェアシステム構成、そしてDSCを動作させるプログラムも大きく異なる。このような多様性にもかかわらず、お客様には常に短TATな開発が要求されている。Millenniaシリーズでは、DSCに特化したソフトウェア製品として提供されているファイルシステムライブラリ、Exifファイル形式対応、またUSBなど各種周辺系ドライバソフトウェアを適宜活用することで、お客様は本来の画像系開発に専念することが可能となる。さらにお客様のご要求やシステムに応じて、これらMillennia組込み系ソフトウェアのカスタマイズ開発作業も行っている。

Millennia-1では以上のようなDSCとしての基本的なソフトウェアの提供を行ってきた。今後はこれらの基本ソフトウェアをベースとして、USBストレージクラス対応、各種メディアドライバ対応やFAT32ファイルシ

ステムなどの応用的なソフトウェアを開発し、提供を行っていく予定である。

評価キット

Millennia評価キット（図-4）は、Millenniaのすべての機能の評価できるように開発された評価システムである。Millenniaは、DSCに必要なほぼすべてのデジタル回路を内蔵しているため、当評価キットも、機能的にほぼ実際のDSCと同じような造りになっている。形状は、実際のデジタルスチルカメラを意識し、垂直に立つ小さな3枚のボードから構成されている。この垂直に立ったボードの上に、光学3倍ズーム、211万画素CCD、1.8型TFT液晶パネル、CompactFlash、MemoryStickの2種類のフラッシュメディアインタフェース、ストロボなどを搭載している。さらに、この評価キットは、カメラの機能を充実させるだけでなく、インサーキットエミュレータの接続や、ソフトウェアの容易な書換えなど、評価用の機能も充実している。

また、添付されるサンプルソフトウェアは、単にボードが動作することを確認するものではなく、ユーザインタフェースも考慮に入れ、実際のDSCと同等の動作ができるように開発されている。このサンプルプログラム

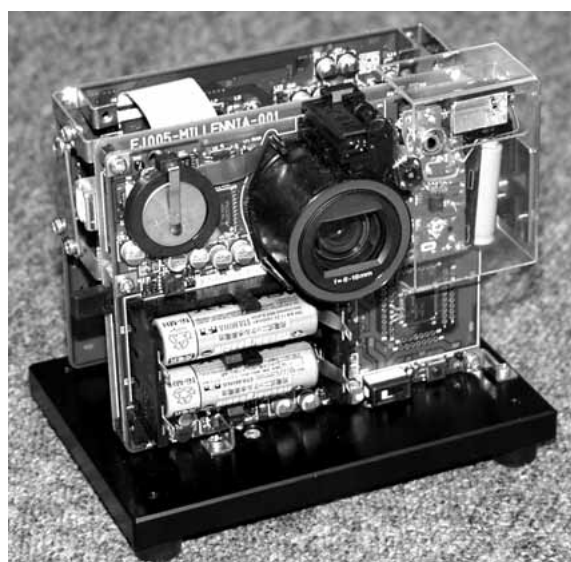


図-4 Millennium評価キット
Fig.4-Millennia reference kit.

は、Cソースも提供するので、ソースを参考にして、開発期間の短縮を図ることも可能である。ソースで提供されるサンプルソフトウェアに加え、露出やホワイトバランスのソフトウェアをライブラリとして提供している。このように、当キットは、Millenniaの性能測定、画像評価、初期段階のソフトウェア開発に役立てていただけるように開発されている。カメラとして動作するハードウェアだけではなく、サンプルソフトウェア、各種ライブラリなどのソフトウェアツールや評価キット回路図などにより、お客様の開発効率を最大限に上げることが可

能である。

次世代のMillennia-2シリーズ用の評価キットは、デモンストレーションや、画像評価の要素が強かったMillennia-1の評価キットと異なり、回路の変更や、ロジックアナライザやオシロスコープの接続に便利なよう、通常のボードの形状に変更した。形状についてはカメラと異なるが、実際に写真を撮影、メディアへのデータ格納などができるなど、Millennia-1の評価キット同様、カメラに必要なすべての機能を搭載している。

む す び

本稿では、DSC用システムLSIであるMillenniaの機能とそれを使ったシステム構築について説明した。今までのシステムLSIもどこまでの機能をチップに取り込めるかという観点で設計してきてはいたが、今回のチップでは更に1歩踏み出し、お客様にシステムの1形態を示し、方向性を提案することができ、大変好評を得ている。DSCシステムの分野においては、各お客様（メーカ）ともに独自の文化を持ち、それぞれに得意分野があり、富士通としてもここに踏み込むことは難しいと考えていたが、自由度が高くきれいな画像を生成するチップとそれを評価するキット、およびソフトウェアを提供することにより多くのお客様に支持されるシステムを構築できた。今後もこのアプローチを更に展開し、より良いシステムの提案ができるように考えていきたい。