



## 第4章 センサが出力する アナログ信号を整えるテクノロジー

# CCD イメージ・センサ出力の 信号処理技術

岩澤 高広  
Takahiro Iwasawa

CCDやCMOSに代表されるイメージ・センサが、デジタル・スチル・カメラや携帯電話に搭載されるようになり、いわゆる電子の目が広く活用されるようになってきました。特に年間4億台以上の生産数を誇る携帯電話にも、メガ・ピクセルのモバイル・カメラが搭載され、ますます私たちの生活の中に映像情報の活用を加速することになりました。

カメラは主にレンズ、イメージ・センサ、信号処理用DSPなどで構成されます。特にイメージ・センサは、カメラのフィルムに相当する機能を果たす、大変重要なデバイスです。

本章では、CCDカメラ・システムを代表例として、各構成要素とその役割を説明します。イメージ・センサから出力される信号をいかに処理し、表示媒体であるテレビや液晶ディスプレイが必要とするYUV信号になるかを説明していきます。

### CCDカメラ・システム全体の構成

図1にCCDカメラ・システムの応用例として、デジタル・スチル・カメラ(DSC)のブロック図を示します。近年、CCDイメージ・センサは微細化が進み、コンシューマ用途でも8Mピクセルを越える画素数をもつCCDイメージ・センサが登場し始めました。

信号処理を行うDSPも、半導体の微細化にともない100万ゲートを越えるシステムLSIで構成され、より高画質化を目指す技術の進化に寄与しています。

CCDイメージ・センサから出力された信号は、後述するCDS(相関2重サンプリング)、AGC(ゲイン・コントロール・アンプ回路)、A-Dコンバータ(以降、ADC)で構成されるアナログ・フロントエンド(以降、AFE)でデジタル化され、信号処理プロセッサ(DSP)にてYUV信号が生成されます。ここでは、AFEとDSPに注目します。

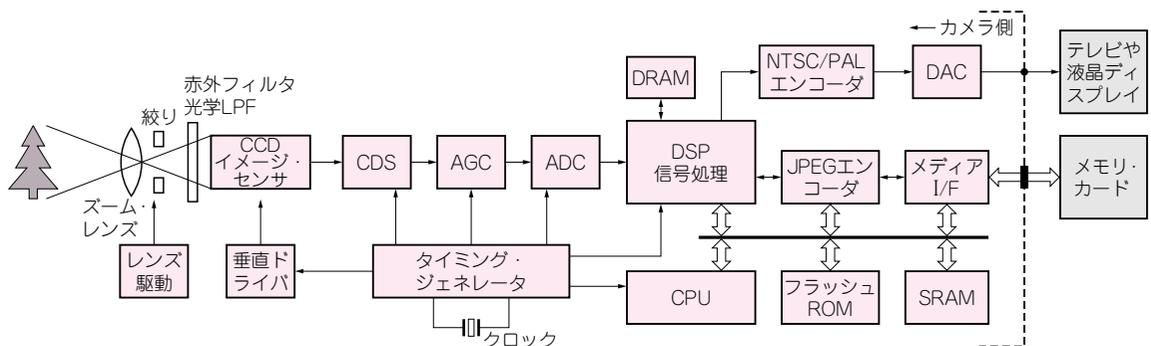


図1 CCDイメージ・センサを搭載したデジタル・スチル・カメラのブロック図

### Keywords

相関2重サンプリング, CDS, 色分離, アナログ・フロントエンド, OBクランプ, AGC, ADC, アンプ雑音, リセット雑音, 光ショット・ノイズ, 暗電流, 分解能, 補色フィルタ, 原色フィルタ, ガンマ補正, 光学ロー・パス・フィルタ, 反射型フィルタ, 吸収型フィルタ, 赤外カット・フィルタ

## アナログ・フロントエンドの信号処理

図2にAFEの構成を示します。主な構成要素は、OBクランプ回路<sup>1</sup>、CDS<sup>2</sup>、AGC<sup>3</sup>、ADC<sup>4</sup>です。それぞれの回路は、タイミング・ジェネレータからパルスを供給され動作します。

AGCはゲインをプログラマブルに変更でき、カメラ制御を行っているCPUから制御されます。通常はシリアル通信を介してゲイン量が設定されます。

AFE用のICとしては、OB(Optical Black)クランプ、CDS、AGC、ADC、シリアルI/Oを含んだものが多いです。現在はさらにタイミング・ジェネレータや垂直ドライバを取り込んだICも販売されています。

### 1 黒レベルの再生(OBクランプ)

AFEへは、容量接続された信号が入力されます。CCDイメージ・センサは、約20 pF程度の負荷しか駆動できないため、エミッタ・フォロワのバッファを挿入して容量を結合した後、AFEへ入力されます。そのため、直流成分はAFE側で再生しなければなりません。その際、CCDイメージ・センサのOB領域の信号を使用します。

CCDイメージ・センサのOB領域は、フォト・ダイオード上をALで遮光しています。OBクランプ回

路でOB領域をクランプすることで、黒レベルを再生します。CCDイメージ・センサから出力されるOB領域を使う理由は、温度上昇などによって発生する暗電流の増加分をキャンセルできるからです。

### 2 CDS回路の動作

#### ● アンブ雑音とリセット雑音を除去するCDS回路

CDS回路は、CCDイメージ・センサのアンブ雑音とリセット雑音を除去するための回路です。CDSは相関二重サンプリング法に基づいたもので、Correlated Double Samplingの略です。

図3にCDS回路の動作を説明する波形を示します。クランプ・パルスDS1を使ってCCD信号のフィード・スルー期間をクランプし、クランプ・パルスDS2を使ってCCDイメージ・センサ出力の信号期間をクランプします。

その後、差動アンプ(図4)にて、DS1でクランプされた電圧とDS2でクランプされた電圧の差分を取ります。このことで、アンブ雑音とリセット雑音を除去できるので、差動アンプの出力は信号が反転されるため、CCDイメージ・センサ信号の極性と変わります。

#### ▶ 設計のワンポイント・メモ

クランプ・パルスDS1、DS2によって、CCDイメージ・センサ出力がサンプリングされるため、クラン

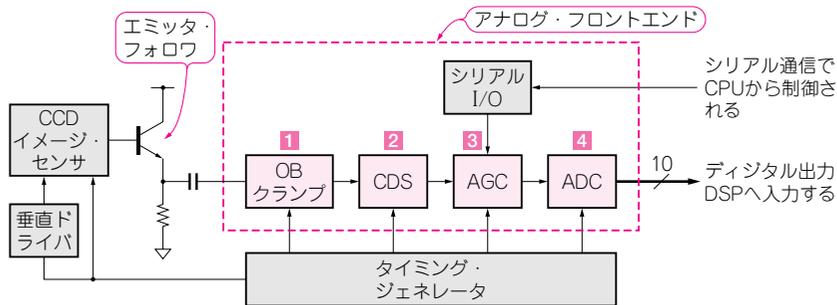


図2 アナログ・フロントエンドの構成

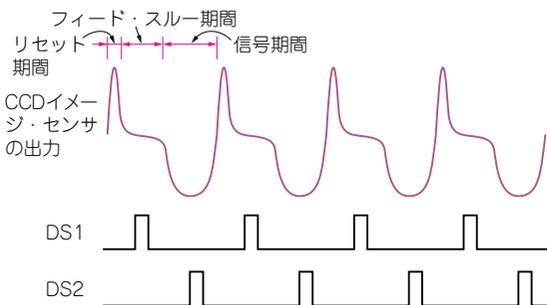


図3 CDS回路の動作波形

CDS回路はクランプ・パルスを使いCCDイメージ・センサの出力をクランプする

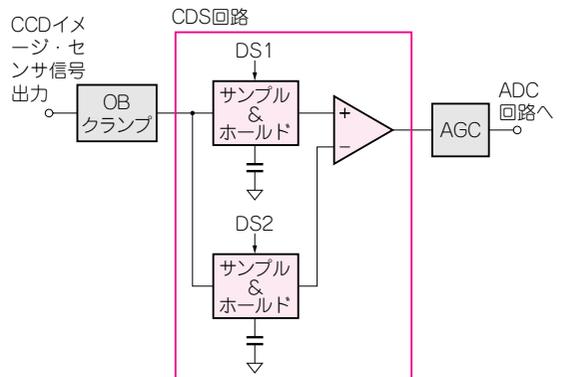


図4 CDS回路のブロック図