

イメージ・センサの世界へようこそ

村田 弘
Hiroshi Murata

イメージ・センサは、**図1**に示すようにデジタル・カメラやカメラ付き携帯電話などの家庭用製品だけでなく、体に入る内視鏡から地球を回る宇宙望遠鏡まで、さまざまな分野で使われています。イントロダクションでは、イメージ・センサの原理から応用まで使用上のポイントを中心に概略を説明します。

原理編

特集では、イメージ・センサ側で扱う画像の最小単位を「画素」、ディスプレイ上に表示する際の画像の最小単位を「ピクセル(pixel)」と呼びます。

● イメージ・センサにはCMOSとCCDがある

イメージ・センサとは2次元の光の像を電気信号に変換して取り出すデバイスを示しています。ファクシミリ、コピー機、スキャナに使われているリニア・センサ(1次元センサ)も広い意味ではイメージ・センサですが、ここでは2次元に画素を配置するセンサだけを扱います。

イメージ・センサには、特殊な用途を除けば、CCDイメージ・センサまたはCMOSイメージ・センサ(以下CCDおよびCMOS)が使われています。

● 読み出しの原理は共通

図2に両者の構成図を示しました。両者ともいくつかのバリエーションがあるので、これは代表例と考え

てください。CCDとCMOSは対比されることが多いのですが、実はよく似た構成になっています。

2次元に配置されたフォト・ダイオードに入射した光を信号電荷(電子)に換え、時間軸に沿って順番に信号電圧として読み出す、という原理は共通です。

● 異なるのは信号電荷を電圧に変える場所と、出力端子までの信号の運び方

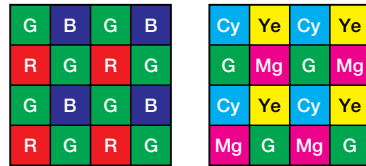
▶ CCDの場合

図2(a)に示すように信号電荷を垂直レジスタ、水平レジスタの順で転送し、出力端子の直前で電圧に変換します。CCD(Charge Coupled Device、電荷転送素子)という呼び名はこのような動作原理によるものです。

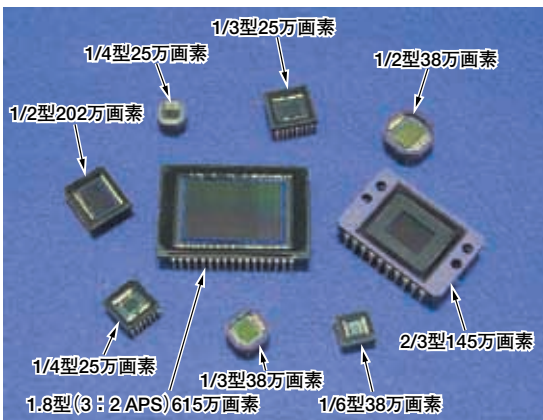
▶ CMOSの場合

図2(b)に示すように各画素で電荷→電圧の変換を行い、信号線(アルミ配線)へのスイッチングにより信号を出力しています。CMOSとはComplementary Metal Oxide Semiconductorの略語です。

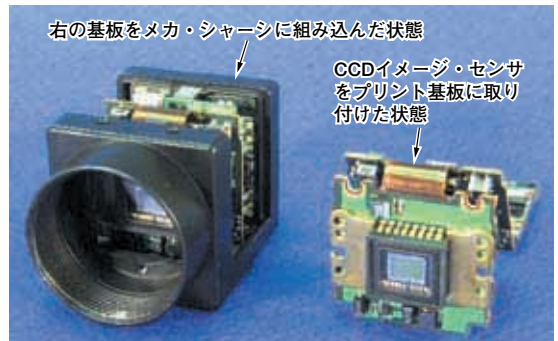
〈図3〉 カラー・フィルタのパターン



(a) G市松RB線 順次方式 (b) G-Mg-Ye-Cy色差線順次方式



〈写真1〉 CCDイメージ・センサ製品群 [ソニー(株)]



〈写真2〉 XC-ES30にICX408AL(1/3型)を実装したところ [ソニー(株)]

● CMOSの利点

▶ 読み出す画素の選択の自由度がある

CCDは電荷を転送する順序と方向が決まっているのに対し、CMOSではスイッチングのタイミングをコントロールすることにより、読み出す画素や順序を変えることができます。

▶ 低電圧で動作し、消費電力を小さくできる

CMOSはスイッチングだけなので、3.3V単一電源でも動作可能です。CCDは電荷を電位の差を利用して運ぶために、3.3V以外に+15Vや-5Vなど、多くのデバイスで3電源が必要です。

▶ カメラを小型化できる

同一チップ上にタイミング発生器や信号処理回路を

搭載することが容易です。この結果、より小型のカメラ・モジュールを実現可能となります。

● CCDの利点

▶ ノイズが少ない

CMOSは、電荷電圧変換効率やスイッチング素子のしきい値電圧のばらつきが固定パターン・ノイズとして現れます。ただし、最近は電荷→電圧変換を1か所で行うものや、しきい値のばらつきをキャンセルする回路を内蔵するものも開発され、CCDに近づいています。

▶ 単位画素を小さくできる

CMOSはノイズを改善してきた結果、単位画素の構成が複雑化し、大きくなっています。この点は半導

〈図1〉イメージ・センサの用途

