



第2章 光電変換から電荷転送, 電荷検出までを徹底解説!

CCD イメージ・センサの 動作原理

塩野 浩一
Koichi Shiono

本章では、CCD イメージ・センサ(以下 CCD)の、

- 動作原理
- FT, IT, FIT 方式による動作の違い
- IT 方式の読み出し方と画素セルの構造
- カメラとして動作するために付加された機能
- カラーとモノクロの違い
- 画素数による構造の違い

について解説します。

動作原理

■ CCD の素子構成と基本動作

CCD は、CPU や DRAM と同じようにシリコン・

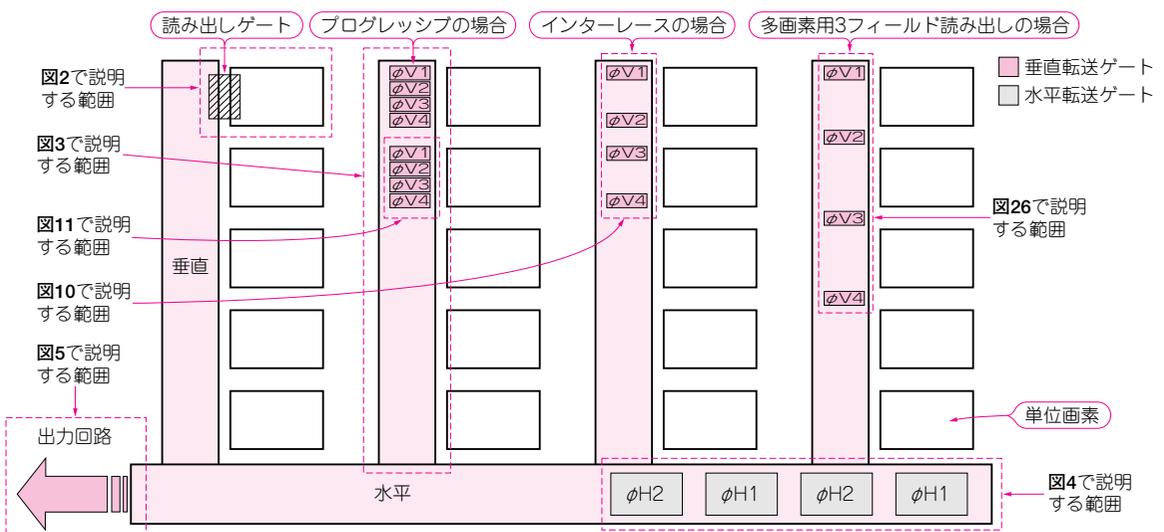
ウェハ上に形成されます。CCD はシリコン (Si) 半導体素子ですが、Charge Coupled Device という名のとおり、電荷をそのまま転送する構造をしているため、一般のロジック IC などとは異なります。図1に電荷を運ぶ転送ゲートの関係を示します。

● 光電変換、電荷蓄積

光を電気信号に変換する部分です。一般的に、半導体に光が当たるとその光子のエネルギー $h\nu$ により電子・正孔対が発生します。シリコンの場合は約 1.1 eV のバンド・ギャップ E_g が存在し、 $h\nu \geq E_g$ の入射光に対して価電子帯から伝導帯へ電子が励起され、電子・正孔対が発生します。

このように発生した電子や正孔を外部に取り出すことができれば、電気信号として使用できます。図2に

〈図1〉 イメージ・センサ上での転送ゲートの関係



Keywords

FT, IT, FIT, Charge Coupled Device, フォトン, $h\nu$, 空乏層, PN 接合ダイオード, フォト・ダイオード, 垂直転送ゲート, 水平レジスタ, IS-IT, PS-IT, プログレッシブ・スキャン, 全画素読み出し, オンチップ・マイクロレンズ, OCL, 電子シャッタ, 蓄積時間, フリッカ, アクティブ・プリズム, ダイナミック・レンジ, ドラフト・モード, 補色コーディング, 補色市松色差線順次方式, ベイヤ配列, プリズム.

光(フォトン)を電荷に変換する光電変換部を示します。

光電変換は図2(a)のMOSキャパシタか、図2(b)のPN接合ダイオードが使われます。最初に読み出しゲートにパルスを加えて、MOSキャパシタまたはPN接合ダイオード内の電荷を排出し、空乏層を形成します。光が入射するとシリコン中で電子・正孔対が発生

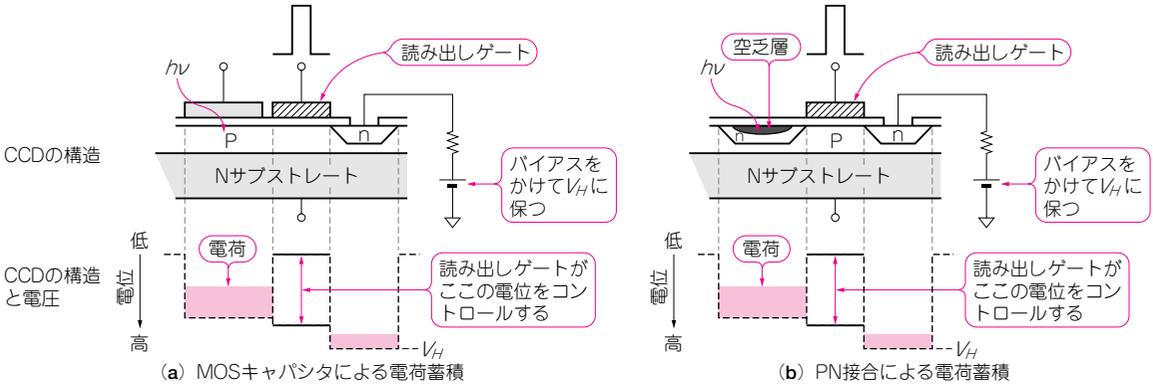
し、空乏層内に信号電荷として累積蓄積されます。

現在ではMOSキャパシタはほとんど使われておらず、PN接合ダイオード(フォト・ダイオード)が使用されています。

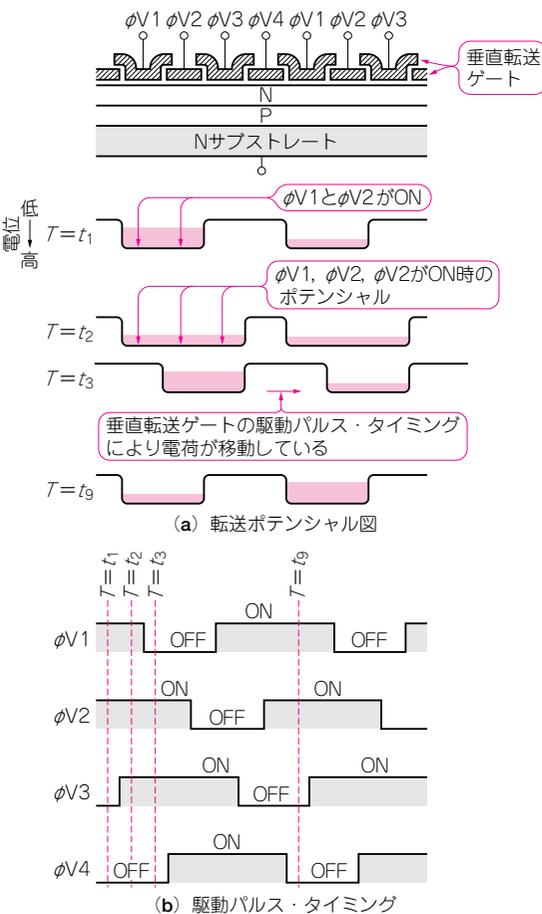
● 電荷転送

▶ 垂直レジスタ

〈図2〉 光電変換部の動作概要



〈図3〉 垂直レジスタの動作概要



〈図4〉 水平レジスタの動作概要

