

CCD 和 CMOS 传感器的区别

一、名词解释

CCD—英文全称：Charge-coupled Device，中文全称：电荷耦合原件，也可以成为 CCD 图像传感器。一种半导体器件，能够把光学影像转化为数字信号。

CMOS—英文全称：Complementary Metal Oxide Semiconductor，互补金属氧化物半导体。电压控制的一种放大器件，是组成 CMOS 数字集成电路的基本单元。

二、概况介绍

CCD 结构

CCD 结构包含感光二极管、并行信号寄存器、信号放大器、数模转换器

- i. 感光二极管 (photodiode)
- ii. 并行信号寄存器 (shift register): 用于暂时储存感光后产生的电荷。
- iii. 信号放大器: 用于放大微弱电信号。
- iv. 数模转换器: 将放大的电信号转换成数字信号。

CCD 的工作原理由微型镜头、分色滤色片、感光层等三层

1. 微型镜头

微型镜头为 CCD 的第一层，我们知道，数码相机成像的关键是在于其感光层，为了扩展 CCD 的采光率，必须扩展单一像素的受光面积。但是提高采光率的办法也容易使画质下降。这一层“微型镜头”就等于在感光层前面加上一副眼镜。因此感光面积不再因为传感器的开口面积而决定，而改由微型镜片的表面积来决定。

2. 分色滤色片

分色滤色片为 CCD 的第二层，目前有两种分色方式，一是 RGB 原色分色法，另一个则是 CMYK 补色分色法这两种方法各有优缺点。首先，我们先了解一下两种分色法的概念，RGB 即三原色分色法，几乎所有人类眼睛可以识别的颜色，都可以通过红、绿和蓝来组成，而 RGB 三个字母分别就是 Red, Green 和 Blue，这说明 RGB 分色法是通过这三个通道的颜色调节而成。再说 CMYK，这是由四个通道的颜色配合而成，他们分别是青 (C)、洋红 (M)、黄 (Y)、黑 (K)。在印刷业中，CMYK 更为适用，但其调节出来的颜色不及 RGB 的多。

原色 CCD 的优势在于画质锐利，色彩真实，但缺点则是噪声问题。因此，大家可以注意，一般采用原色 CCD 的数码相机，在 ISO 感光度上多半不会超过 400。相对的，补色 CCD 多了一个 Y 黄色滤色器，在色彩的分辨上比较仔细，但却牺牲了部分影像的分辨率，而在 ISO 值上，补色 CCD 可以容忍较高的感光度，一般都可设定在 800 以上

3. 感光层

感光层为 CCD 的第三层，这层主要是负责将穿过滤色层的光源转换成电子信号，并将信号传送到影像处理芯片，将影像还原。

加工工艺

CCD 和 CMOS 传感器在网络高清上的表现主要由他们不同的处理技术决定, CCD 采用全局曝光技术, 低照度下效果优势明显, 但工艺复杂, 成品率低, 价格居高不下; COMS 采用逐行曝光技术, 工艺简单, 可大批量生产, 具有较强的价格优势, 但低照度下的效果有待改善, 不过高端的 CMOS 传感器在低照度下的效果甚至好过 CCD。毋庸置疑, CMOS 传感器是 IP 高清的主流技术趋势。

CCD 的加工工艺有两种, 一种是 TTL 工艺, 一种是 CMOS 工艺, 现在市场上所说的 CCD 和 CMOS 其实都是 CCD, 只不过是加工工艺不同, 前者是毫安级的耗电量, 二后者是微安级的耗电量。TTL 工艺下的 CCD 成像质量要优于 CMOS 工艺下的 CCD。CCD 广泛用于工业, 民用产品。CMOS:

在计算机领域, CMOS 常指保存计算机基本启动信息(如日期、时间、启动设置等)的芯片。有时人们会把 CMOS 和 BIOS 混称, 其实 CMOS 是主板上的一块可读写的 RAM 芯片, 是用来保存 BIOS 的硬件配置和用户对某些参数的设定。CMOS 可由主板的电池供电, 即使系统掉电, 信息也不会丢失。CMOS RAM 本身只是一块存储器, 只有数据保存功能。而对 BIOS 中各项参数的设定要通过专门的程序。BIOS 设置程序一般都被厂商整合在芯片中, 在开机时通过特定的按键就可进入 BIOS 设置程序, 方便地对系统进行设置。因此 BIOS 设置有时也被叫做 CMOS 设置。

CMOS 制造工艺也被应用于制作数码影像器材的感光元件(常见的有 TTL 和 CMOS), 尤其是片幅规格较大的单反数码相机。虽然在用途上与过去 CMOS 电路主要作为固件或计算工具的用途非常不同, 但基本上它仍然是采取 CMOS 的工艺, 只是将纯粹逻辑运算的功能转变成接收外界光线后转化为电能, 再透过芯片上的模-数转换器(ADC)将获得的影像讯号转变为数字信号输出。

CMOS 与 CCD 的区别

CCD 与 CMOS 传感器是被普遍采用的两种图像传感器, 两者都是利用感光二极管(photodiode)进行光电转换, 将图像转换为数字数据, 而其主要差异是数字数据传送的方式不同。

CCD 传感器中每一行中每一个象素的电荷数据都会依次传送到下一个象素中, 由最底端部分输出, 再经由传感器边缘的放大器进行放大输出; 而在 CMOS 传感器中, 每个象素都会邻接一个放大器及 A/D 转换电路, 用类似内存电路的方式将数据输出。

造成这种差异的原因在于: CCD 的特殊工艺可保证数据在传送时不会失真, 因此各个象素的数据可汇聚至边缘再进行放大处理; 而 CMOS 工艺的数据在传送距离较长时会产生噪声, 因此, 必须先放大, 再整合各个象素的数据。

由于数据传送方式不同, 因此 CCD 与 CMOS 传感器在效能与应用上也有诸多差异, 这些差异包括:

1. 灵敏度差异:

由于 CMOS 传感器的每个像素由四个晶体管与一个感光二极管构成(含放大器与 A/D 转换电路),使得每个像素的感光区域远小于像素本身的表面积,因此在像素尺寸相同的情况下,CMOS 传感器的灵敏度要低于 CCD 传感器。

2. 成本差异:

由于 CMOS 传感器采用一般半导体电路最常用的 CMOS 工艺,可以轻易地将周边电路(如 AGC、CDS、Timing generator、或 DSP 等)集成到传感器芯片中,因此可以节省外围芯片的成本;除此之外,由于 CCD 采用电荷传递的方式传送数据,只要其中有一个像素不能运行,就会导致一整排的数据不能传送,因此控制 CCD 传感器的成品率比 CMOS 传感器困难许多,即使有经验的厂商也很难在产品问世的半年内突破 50%的水平,因此,CCD 传感器的成本会高于 CMOS 传感器。

3. 分辨率差异:

CMOS 传感器的每个像素都比 CCD 传感器复杂,其像素尺寸很难达到 CCD 传感器的水平,因此,当比较相同尺寸的 CCD 与 CMOS 传感器时,CCD 传感器的分辨率通常会优于 CMOS 传感器的水平。例如,市面上 CMOS 传感器最高可达到 210 万像素的水平(OmniVision 的 OV2610,2002 年 6 月推出),其尺寸为 1/2 英寸,像素尺寸为 4.25 μm ,但 Sony 在 2002 年 12 月推出了 ICX452,其尺寸与 OV2610 相差不多(1/1.8 英寸),但分辨率却能高达 513 万像素,像素尺寸也只有 2.78 μm 的水平。

4. 噪声差异:

由于 CMOS 传感器的每个感光二极管都需搭配一个放大器,而放大器属于模拟电路,很难让每个放大器所得到的结果保持一致,因此与只有一个放大器放在芯片边缘的 CCD 传感器相比,CMOS 传感器的噪声就会增加很多,影响图像品质。

5. 功耗差异:

CMOS 传感器的图像采集方式为主动式,感光二极管所产生的电荷会直接由晶体管放大输出,但 CCD 传感器为被动式采集,需外加电压让每个像素中的电荷移动,而此外加电压通常需要达到 12~18V;因此,CCD 传感器除了在电源管理电路设计上的难度更高之外(需外加 power IC),高驱动电压更使其功耗远高于 CMOS 传感器的水平。举例来说,OmniVision 推出的 OV7640(1/4 英寸、VGA),在 30 fps 的速度下运行,功耗仅为 40mW;而致力于低功耗 CCD 传感器的 Sanyo 公司推出的 1/7 英寸、CIF 等级的产品,其功耗却仍保持在 90mW 以上。因此 CCD 发热量比 CMOS 大,不能长时间在阳光下工作。

综上所述,CCD 传感器在灵敏度、分辨率、噪声控制等方面都优于 CMOS 传感器,而 CMOS 传感器则具有低成本、低功耗、以及高整合度的特点。不过,随着 CCD 与 CMOS 传感器技术的进步,两者的差异有逐渐缩小的态势,时至今日,CMOS 感应器的应用范围已经非常广泛,包括数码相机、电脑摄像头、可视电话、第三代手机、智能型安全系统、汽车倒车雷达、

玩具，以及工业、医疗等多种用途。由于使用范围广泛，这也非常有利于 CMOS 产品的普及。

发展前景

CMOS 影像感应器目前主要用以数码相机、摄像头等产品，在 130 万像素以下的 CMOS 品质已相当接近 CCD 感应器，而且体积比 CCD 更小。尤其是电脑摄像头在动态影像的撷取方面，对影像品质要求不比静态的数码相机高，48 万像素的画质就可以被用户所接受，目前生产企业采用 CMOS 的比例已开始大大增加。

但随着百万像素网络摄像机的出现，其主要采用高分辨率的逐行扫描方式，逐行扫描的 CMOS 传感器比隔行扫描 CCD 芯片更有优势，其依次扫描每条电视线，而不是将电视线分成奇数和偶数线条后再叠加成一副完整图像。采用隔行扫描，快速运动的物体在奇数场扫描和偶数场扫描中的位置存在较大差异，导致画面模糊不清，对于交通等领域而言，需要的是清晰、无锯齿的运动车辆图像，CMOS 在像素密度上的优势使其处于领先地位。目前，130 万网络摄像机沿袭模拟的优势，较多采用 CCD，而 200 万像素以上的网络摄像机则更多倾向于 CMOS。