

对比工业成像中的CCD及CMOS技术

— 安森美半导体 Michael DeLuca



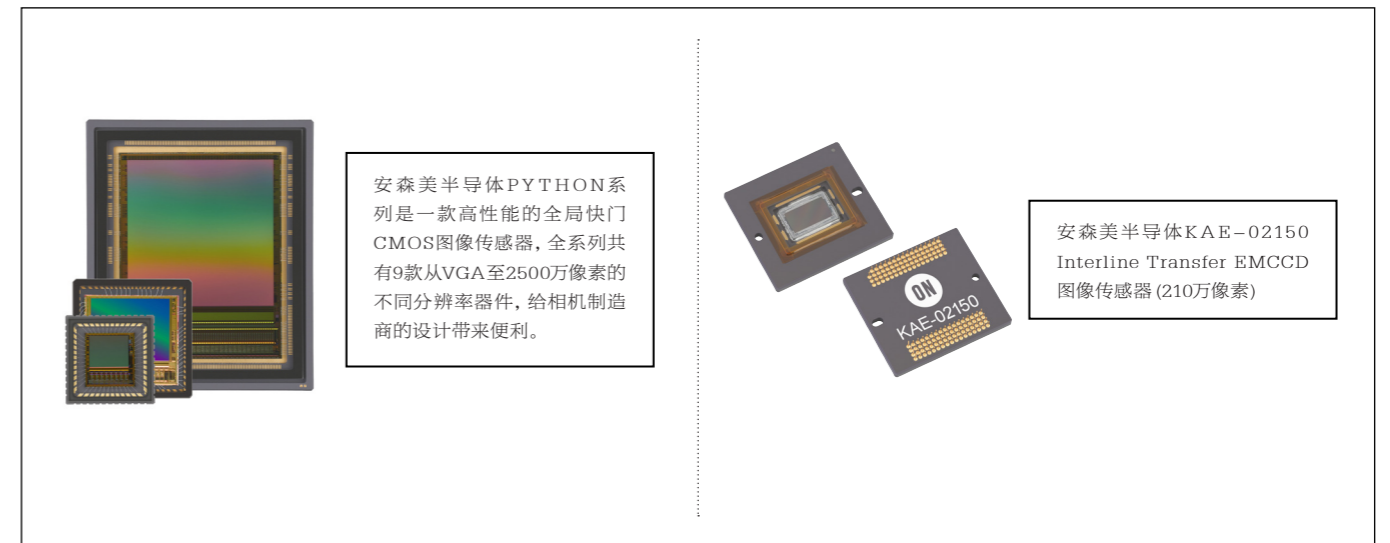
在工业应用中成像系统的广泛采用持续扩展，不仅由新的图像传感器技术和产品的开发所推动，还由支撑平台的进步所推动，如计算机功率和高速数据接口。今天，成像系统的使用在各种领域是常见的，如装配线检查、交通监测/执法、监控和医疗及科学成像，由于图像传感器技术的进步，使成像性能、读取速度和分辨率提高。随着图像传感器现在采用CCD和相辅相成的CMOS技术设计，审视这两大平台是有用的，以帮助指导选择最适合特定应用的图像传感器。

电子成像技术的发展始于上世纪60年代，诺贝尔奖得主Boyle和Smith开发出第一个CCD。这些器件是利用掺杂硅的固有能将光子转换成电子，使用得到的像素级电荷来测量光强度而工作。在架构上，这设计的最大优势是简单 - 整个像素区域可用来检测光子和存储电荷，提供最大信号级别，支持高动态范围。这相同的像素区域用于将电荷传送到有限的输出端，其中的电荷被转换为电压。随着时间的推移，这架构已细化到包括Interline Transfer CCD设计，其中包含像素级的一个电子快门，无需相机设计中的机械快门。今天，CCD是采用定制的半导体工艺生产，高度优化用于成像应用，并需要外部电路将模拟输出电压转换为数字信号用于后续处理。一般而言，CCD的典型特点是具

有高效的电子快门能力、宽动态范围和出色的图像均匀性。

相比之下，CMOS图像传感器设计最初是利用为半导体器件的制造而开发的工艺，如用于逻辑芯片、微处理器和存储器模块的工艺。这提供巨大的优势，如数字处理功能可直接纳入到芯片中，以增强图像传感器功能。CMOS图像传感器不像CCD将电荷传送到有限的输出端，而是放置晶体管在每一像素内(或每组像素)，来进行电荷-电压转换。这令电压(而不是电荷)在整个器件中传输，使更快和更灵活的图像读取成为可能。此外，高端处理可直接结合到芯片内，如果需要的话，图像传感器的输出可以是完全处理的JPEG图像，或甚至是H.264视频流。

虽然CCD图像传感器历来提供比CMOS器件更好的成像性能，但近年来这差距已大大缩小，CMOS图像传感器可提供的图像质量现在已足以用于多种应用。这可从用于工业成像的新一代CMOS器件看出，如安森美半导体的PYTHON CMOS图像传感器系列。尽管最好的CCD可提供的一些成像参数可能仍然超越这一系列，但这些PYTHON器件的图像质量使其适用于在线检测、交通监测/收费和运动分析。这令CMOS技术的其它性能优势走向前沿，如获得更快



的帧速率、更低的功耗、感兴趣区域(ROI)的成像 - 这每一性能对提升产量和在这些应用中的采用都至关重要。

如这些内在的优势，有人预计CCD图像传感器最终将消亡，因为CMOS技术不断进步且最终将在所有方面使CCD性能黯然失色。但是，以后CCD和CMOS技术无疑将继续发展，CCD的基础架构表明某些区域将继续保持特定的性能优势，使CCD成为要求最高成像性能的工业应用的首选技术。

虽然图像均匀性随着CMOS技术的进步不断改善，但最高的性能水平不断被发现于使用CCD图像传感器。这是这些技术架构的直接结果：虽然CMOS器件有数以千计的单放大器(每列一个，或甚至每像素一个)，CCD可将电荷从像素路由到单个放大器，无需任何放大器在传感器读取中来放大变化。高图像均匀性对应用如医疗和科学成像很重要，或甚至用于关键的成品检测，其中这些应用的定量性是提供清晰、未处理的图像的关键。此外，保持这均匀性在缩放至高分辨率和大光学格式时，使用CCD往往比CMOS器件更容易。

CCD设计的模拟性也令CCD相机能“微调”用于给定的终端应用，为给定的终端应用优化特定的成像特性。例如，对于应用如天文摄影，摄像机制造商可选择以优化传感器的充分能力(扩展动态范围)，以anti-blooming保护为代价(这可能对这应用不是那么重要)。其它科学成像应用也可得益于CCD可提供的极低暗电流，在这些应用中可能要求长达一个小时以上的曝光时间以检测极微弱的信号。

由于诸如此类的架构优势，安森美半导体如今继续选择投资于CCD技术和产品。可在最近宣告的新的CCD技术平台中找到一个重要的例子，这平台结合Interline Transfer CCD的成像性能和可从电子倍增(EMCCD)输出获取的极低光灵敏度。这Interline Transfer EMCCD的结合令单个摄像机能捕获一个图像，这图像场景的一部分(如一个小巷)在极微光照水平下(低至月光或甚至星光)，而另一部份处于明亮的光照下(路灯)。这能力使单个摄像机能捕获从白天到星光光照水平的图像，是CCD技术所独有的，因为它利用了EMCCD输出的电荷倍增性 - CMOS器件于工作电压范围无法提供的特性。结合这技术的第一个产品，工作达30fps的具备1080p分辨率的一个器件，针对极微光的应用如监控、科学成像和医疗成像。

尽管我们在比较CCD和CMOS技术时试图确定一个“赢家”，但这真的对两者都没有好处，因为每种技术都是独一无二的，提供不同的终端用户优势。虽然采用CMOS技术的产品显然正越来越广泛地被采用，但CCD图像传感器仍然存在优势，使其比CMOS器件更适合用于某些应用。因此，与其寻找最佳的技术，不如确定被考虑的特定终端应用情况的关键性能参数，然后根据这些关键需求应用不同产品可提供的特性和性能。虽然某些情况下，基于一种技术的产品可能提供最佳匹配，但在其它可能不是那么明确的情况下，与可提供两种技术的公司合作就显得重要了，以便获得客观的看法。通过获取基于CCD和CMOS两种技术的宽广产品阵容的信息，终端客户就可确定并选择真正最适合他们给定的终端应用的产品 - 使他们成为真正的赢家。