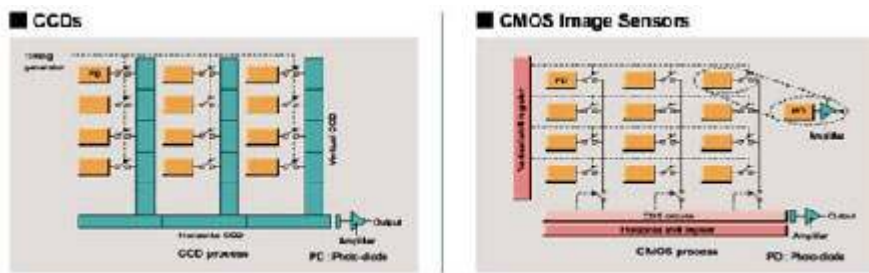


随着数码相机、手机相机的兴起，图像传感器正逐渐成为半导体产品中最耀眼的明星之一，而在图像传感器中，日商所独占的CCD传感器与百家争鸣的CMOS传感器都在尽力克服自身的缺点，希望成为市场上的主流技术。鉴于此，本文将首先简介CCD与CMOS传感器在原理方面的差异，再探讨领导厂商的技术发展蓝图，了解这些不同的图像传感器在应用市场上的发展趋势*。

图1 CCD传感器的结构 图2 CMOS传感器的结构



CCD与CMOS传感器技术简介

CCD与CMOS传感器是当前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。

如图1所示，CCD传感器中每一行中每一个像素的电荷数据都会依次传送到下一个像素中，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，每个像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，因此各个像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，再整合各个像素的数据。

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：如上所述，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，当我们比较相同尺寸的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，目前市面上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4.25μm，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2.78mm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近期推出的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公司去年推出了1/7英寸、CIF等级的产品，其功耗却仍保持在90mW以上，虽然该公司近期将推出35mW的新产品，但仍与CMOS

传感器存在差距，且仍处于样品阶段。

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，例如，CCD传感器一直在功耗上作改进，以应用于移动通信市场(这方面的代表业者为Sanyo)；CMOS传感器则在改善分辨率与灵敏度方面的不足，以应用于更高端的图像产品，我们可以从以下各主要厂商的产品规划来看出一些端倪。

主要商家产品蓝图分析

市场统计数据(日经BP、Mizuho证券)显示，2002年Sony、Matsushita、Sharp三家日商在全球CCD传感器市场的占有率达85%，其中Sony就占了45%；另据In-Stat、Dataquest等机构统计：Agilent、OmniVision这两家厂商在CMOS传感器上的市场占有率超过60%，但由于Agilent以光学鼠标的应用为主，与相机的关系不大，所以我们将着重介绍Sony与OmniVision这两家CCD/CMOS传感器领导厂商的技术蓝图。

Sony

Sony是全球CCD传感器第一大厂，也是第一家投入12英寸晶圆、推出600万像素CCD的公司，目前，Sony约有30~40%的CCD传感器供自有品牌产品使用，其它则卖给Canon、Sanyo、Casio、以及台湾的新虹、普利尔、詮讯(与台湾佳能合并)等厂商。

Sony的产品技术蓝图显示，2003年除了800万像素的ICX 456外，并无其它微缩工艺的产品问世。产品尺寸将大致保持现有水平，取而代之的是强化摄影功能与支持progressive scan(连续式扫描)，例如500万像素的ICX455/465、330万像素的ICX451/481、以及210万像素的ICX461等，令高端产品也能达到30fps以上的数据传送速率。

由于目前高端产品的大部分市场仍被Sony占据，再加上市场仍处于供不应求的局面，因此该公司并未急于做降低成本的动作，不过，一旦Sony最先进的工艺(像素尺寸2.6~2.8mm)达到成熟阶段(成品率超过50%)，该公司势必进一步将此工艺应用到其它产品上(目前仍只有1/1.8英寸、500万像素产品使用此工艺)，届时可能会有1/2.7英寸、400万像素产品问世。

OmniVision

OmniVision成立于1995年(以下简称OV)，2002年6月领先其它同业率先推出210万像素的OV2610震惊市场，虽然目前采用此传感器量产的产品并不多，但这已说明CMOS传感器可以开始进入原本属于CCD传感器的中高端数码相机市场；OV的数据显示，目前已有天瀚、明、鸿友等台湾商家开始采用该公司的OV2610。展望2003年，OV将在1季度~2季度之间推出330万像素、1/2英寸的产品，采TSMC 0.18mm工艺生产，再次拓展CMOS传感器的应用范围。

在低功耗产品方面，OV也在2002年12月推出V7640，可以在2.5V的环境下运行，为目前VGA产品中功耗最低的芯片。而在2003年新规划的产品方面，OV计划在下半年推出130万像素、1/4英寸，以及VGA、1/7英寸的产品，希望在CCD厂家推出低功耗的130万像素产品之前，先行抢占市场先机。

其它公司的发展计划

除了Sony与OmniVision外，其它商家在图像传感器产品方面的计划如表1所示。其中最具特色的是Sanyo，该公司致力于改善CCD传感器的功耗，以相机电话为主要应用目标，之前J-Phone率先推出的Sharp J-SHxx系列便是采用Sanyo的CIF级CCD传感器，Sharp、Toshiba等手机厂家也计划在02年4季度~03年1季度之间陆续引入Sanyo的VGA产品。Matsushita、Sharp的产品规划与Sony相差不多，主要差异在于Matsushita准备推出更小的400万像素(1/2.7英寸)与130万像素(1/4英寸)产品。

图像传感器的应用趋势分析

由于数码相机与相机电话是图像传感器的主要应用对象，故以下我们将分别从这两个领域分析图像传感器的应用趋势。

数码相机

数码相机通常被划分为高端(400万像素以上)、中端(330、210万像素)与低端(百万像素以下)三部分，根据IDC、Dataquest、中国台湾资策会MIC等研究机构预测，在2003年，中端相机将占市场销售量的65%；因此，我们认为在OV陆续推出210万、330万像素的产品

之后，CMOS图像传感器将在市场占有率最大的中端产品方面逐步成长，这无疑将对提高CMOS传感器的占有率发挥积极作用。

CCD传感器商家也了解这种状况，因此，为了应对CMOS传感器的挑战，2002年已有多家厂商推出500万像素以上产品，Sony计划在2003年推出800万像素的ICX 465，希望能够带动消费者升级到更高端的产品；不过，由于人眼很难分辨出400万像素与较低像素照片之间的差异，故消费者对高端产品的接受程度仍有待观察，再加上400万像素相片所占存储空间达2MB以上，而600万像素所占空间更为惊人，一张128MB的记忆卡只能存取几十张照片(相当于一卷底片的量)，因此，消费者持续往高端产品迈进的趋势可能会受到影响，而这也正是对CMOS传感器有利的一面。

但这并不表示CMOS传感器将肯定取代CCD传感器。CMOS传感器仍有以下问题需要解决：

1.成本问题：商家所规划的技术蓝图显示，计划于2003上半年推出330万像素的CMOS传感器芯片尺寸为1/2英寸左右，但与目前市面上可见的1/2英寸CCD传感器相比，其最高分辨率可达500万像素以上；再者，目前330万像素的CCD传感器的尺寸已可缩小到1/2.7英寸左右，理论上要推出1/3.2英寸的330万像素CCD也不是一件难事；因此，这些高端的CMOS传感器在量产初期仍难以在成本上与CCD传感器竞争。

2.图像品质与外围零部件的配合：根据下游商家对220万像素CMOS传感器评估的结果，目前CMOS传感器的图像品质仍与CCD有相当大的差距；除此之外，外围零部件(如镜头)是否能配合高端的CMOS传感器推出对应产品，也是影响CMOS传感器普及的重要因素之一。

相机电话

CMOS传感器被认为是相机电话的理想解决方案，不过CCD传感器在Sanyo的大力推广下，采用frame transmission的方式来降低其功耗，反而成为目前日本相机电话的主流选择。

展望2003年，随着Sanyo推出VGA低功耗CCD传感器，相机电话仍会以CCD传感器为大宗，CMOS传感器则以外挂式的相机模块作为其主要应用；不过，2004年以后，当相机电话用CMOS传感器迈入130万像素时代时，CCD传感器能否迎头赶上还是未知数；Sanyo的数据显示，目前该公司也没有把握将百万像素以上的CCD传感器的功耗降至手机可接受的80~100mW，因此，相机电话未来是否仍有CCD发展的空间，目前仍难以下定论。

目前看来，许多CMOS传感器商家计划在2003年2季度之前推出百万像素级、1/4英寸的相机电话用传感器，届时CIF等级的产品更可望缩小至1/14英寸，从而大幅降低成本。在越来越多的手机商家将相机模块导入低端手机后，CMOS传感器将有望超越CCD传感器成为市场上的主流产品。

* 本文所提及的CCD与CMOS传感器均为Array (或Area) image sensor(矩阵式图像传感器)，并不包含Linear image sensor(直线式图像传感器)。