

伴随着数码相机、带有摄像头的手机等电子设备风靡全球,人类已经进入了全民数码影像的时代,每一个人都可以随时、随地、随意地用影像记录每一瞬间。带领我们进入如此五彩斑斓世界的,就是美国科学家威拉德·博伊尔和乔治·史密斯在1969年发明的CCD(电荷耦合器件)图像传感器,而他俩,也正因此而获得了本年度的诺贝尔物理学奖。

诺贝尔物理学奖的评委手持一部数码相机,这样形容他们的成就——“数字摄影已成为许多研究领域不可替代的工具。电荷耦合器件使先前不可见的物体成像成为可能。它为我们提供了遥远的宇宙深空和海底深处的清晰图像。”

电荷耦合器件图像传感器CCD,听上去如此专业拗口,它究竟是一种什么东西呢?当诺贝尔获奖者创造了它之后,它给我们的生活带来了怎样的改变?



# 神奇物件改变看世界的方式

- ◎他们的发明怎样改变了我们的世界
- ◎神奇的CCD如何带来水晶般清晰的影像
- ◎除了做数码相机,CCD还能用来干什么

## 没有CCD前我们怎样用影像记录世界

“咔嚓”,在一声脆响声中,现代数码相机就将我们需要的优美画面真实定格并展示出来了,前后不到一秒钟的时间。而且拍摄完之后,摄影者可以立刻观看到自己的摄影作品。可是当我们沉醉在自己拍摄的各种优美画面之时,可曾想过,为什么在这一声短暂的“咔嚓”之后,原本流动的画面就可以定格在照相机中了?在这一秒背后,都发生了哪些事情呢?

为了能将画面定格,科学家为此付出了巨大的努力。说到今年诺贝尔物理学奖颁发给了发明CCD的两位科学家,南师大美术学院摄影与媒体技术系教授罗戟表示:“CCD确实是人类历史上一次伟大的发明创造。”

罗戟说,在CCD发明之前,人们都是用胶片来记录影像,胶片成像的技术应用了化学方法来成像,就是在胶片上涂了一种叫银盐的感光物质,这种物质在见到光后会变色,人们记录影像就是利用了它的这个特点。

用胶片拍摄照片时,胶片上的银盐感光后会发生一系列的化学反应,把感受到的光线记录到胶片上,拍摄完之后,胶片不能见光,否则整个胶片都会曝光,原有的图像也就没有了。这时再把胶片拿到冲洗房,也就是俗称的“暗房”,在这里,用特殊的药水浸泡胶片,使得胶片上记录的感光部分显现出来,然后再将显现的图像放大到相纸上。相纸的显像原理也跟胶片一样,上面也涂有特殊的银盐物质,感光后发生变化,然后再用软水冲洗相纸。

不难看出,这种技术在制作图像过程中比较麻烦,从胶卷到照片,中间要经过很多道工序,花费很长时间,而且拍完照片后,还不能马上查看拍摄的图像是否达到要求,一大意让胶片曝光就前功尽弃了。

而现在,有了配备CCD的数码相机,一切都不同了。拍照变得简单又快捷,在拍摄时不仅能从显示屏上看到要拍摄的画面,拍完后还可以立刻检验拍摄的效果。而且如果想立刻跟人分享,还可以马上传输到电脑或其他储存器上上网传给别人看。

为什么CCD有如此神奇的本领?

## 爱因斯坦为CCD的出现帮了大忙

罗戟告诉记者,CCD是一种能直接将光转变为数字电信号的装置,就跟电脑记录数据的方式一样,也是用“0”和“1”来记录信息,有了这种转换,一切摄影就变得简单了。

为了实现这一步,科学家们付出了很多努力。要知道,在过去,大家还都认为把光转换为电是“不可能完成的任务”。

幸好,出现了一个伟大的物理学家,他就是爱因斯坦,他成功解释了光电效应理论,这个理论就证实了光是能转换成电的。在爱因斯坦解释成功光电效应之前,已经有科学家在实验中发现了这一奇怪的现象。

首先发现这一现象的是赫兹。1887年,赫兹发现,两个锌质小球之一用紫外线照射,则在两个小球之间就非常容易跳出火花。

为了解释光电效应,1905年爱因斯坦在普朗克量子假说的基础上提出了光子假说,圆满地解释了光电效应。按照光子假说,光是由一个个光子组成的,光的能量是不连续的,每个光子的能量要达到一定数值,才

能从金属表面打出电子来。

这个伟大的发现,给CCD的发明作了很好的铺垫。

## 这两个美国人怎样发明了CCD

CCD图像传感器的发明,实际上就是应用了爱因斯坦有关光电效应理论的结果,即光照射到某些物质上,能够引起物质的电性质发生变化。但是从理论到实践,道路却并不平坦。科学家遇到的最大挑战,在于如何在很短的时间内,将每一个点上因为光照而产生改变的大量电信号采集并且辨别出来。

上世纪60年代,博伊尔和史密斯在著名的贝尔实验室工作,当时贝尔实验室正在发展影像电话和半导体气泡式内存。

利用这两种新技术,博伊尔和史密斯得出一种装置,他们命名为“电荷‘气泡’元件”。这种装置的特性就是,它能沿着一片半导体的表面传递电荷,于是他们便尝试用它来作为记忆电荷信号的装置,但此时的装置中的电荷不能长久保持,从而无法保存记录数据。

就在这时,博伊尔和史密斯想到光电效应能使此种元件表面自动产生电荷,从而组成数码影像。经过多次试验,博伊尔和史密斯终于解决了这个难题。他们采用一种高感光度的半导体材料,将光线照射导致的电信号变化转换成数字电信号,使得其高效存储、编辑、传输都成为可能。

## 神奇的CCD带来一个全新的世界

那么,CCD究竟是如何工作的呢?罗戟说,CCD是一种半导体器件,半导体物质一般是硅,也有可能用硫化镉等物质,它们都是感光物质,这些物质被植入光敏二极管里,然后一个个地排成一个方形阵列。其中一个微小的光敏物质就称作“像素”。

“像素”这个词对现代人来说肯定不陌生,去商场买手机或数码相机时,往往人们第一个问的就是像素多少。而且大家都知道,在同样的配置下,基本上像素越高,商品的价格也就越贵。这是因为一块CCD上包含的像素数越多,说明光敏度越好,画面分辨率也就越高。

通过这些光敏物质感光并产生光电效应后,CCD上装置的模数转换器芯片便会将感应到的电荷变化,转换成电脑中所用的“0”或“1”的数字信号,从而记录保存下来。

不过,仅仅只有感光的光敏物质还不够,要知道现代的数码相机大多是彩色的,但CCD半导体记录到的只是光的强弱,而光线的色彩还不能表达。所以彩色数码相机还需要在CCD前加装一个三原色滤镜。通过滤镜将不同颜色光线分解,再通过CCD半导体器件产生光电效应,一副色彩缤纷的画面就通过不同的信号呈现出来了。

## 除了数码相机它还可以窥视人体内部

如今,CCD图像传感器除了大规模应用于数码相机外,还广泛应用于摄像机、扫描仪、天文仪器等。此外,在医学上为诊断疾病或进行显微手术而对人体内部进行的拍摄中,也大量应用了CCD图像传感器及相关设备。

罗戟说,在CCD发明之前,我们看到的电视、电影都是用胶片录制的,电视机比CCD要早出现几十年,当时所看的电视节目,都是事先用胶片录制好,然后再转变为电视信号,传

输到千家万户的电视机里。直到CCD出现之后,才有了今天我们看到的各种摄像机。

一位做过胃镜的陈先生就非常好奇,为什么拿一根管子伸到自己的胃里,就可以把胃里的情况清清楚楚在旁边的电脑仪器中显示出来?

南京市中医院消化科主任金小晶告诉记者,现在最先进的胃镜技术就是电子胃镜,又叫光纤纤维胃镜,陈先生所好奇的管子就是用光纤制作的,在管子的头部有个镜头,管子连接到了CCD上,通过CCD就可以把胃里的画面呈现出来,道理和摄像机是一样的,只不过普通摄像机的镜头是固定安装在机身上,而胃镜的镜头是用管子连接的。而在没有CCD的时候,医生就只能通过镜头直接观看胃部情况,每次只能一个人看,就跟用显微镜或放大镜直接观察物体本身一样,而且看到的图像还不能转换到电脑上保存或记录下来。

## CCD更能看到人眼看不到的光线

而CCD最伟大的用处,莫过于引起了天文设备的一场大革命,使人们的视野不仅仅停留在地球上和可见光范围,而是超越了普通光学天文望远镜,伸向了太空的深远之处。

南大天文系教授严家荣说,CCD是现在天文观测中的重要装备。而天文上所使用的CCD,要比我们日常生活中使用的更精密复杂,因为地面上我们要拍摄的影像大多在可见光范围内,用普通的半导体材料就可以感光,而太空中大多是不可见光线,所以对CCD的感光材料要求更为复杂。所以判断现代天文观测设备的好坏,主要就是判断CCD的制作精密程度,谁家的CCD制作最好,谁就走在天文界前端。

## 中国的CCD研究发展到哪一步了

可惜的是,我国在CCD研制领域进入较晚,所以这项技术还比较滞后。特别是民用CCD方面,大多还是依靠进口,没有自己生产。

不过,南京大学微电子设计研究所的潘红兵副教授告诉记者,虽然我们在民用CCD制作方面不如国外,但我们在制作高端CCD方面也有一定的成就,一些高端CCD都是自己设计研发的。民用CCD技术也不是说研发不出来,只是生产成本较高,没有人家发展得早。如果潜心研究,也是能够研究好的。

## CCD的发展方向在哪里

CCD发展到今天,技术已经日臻完善,并且还出现了两个发展方向,一个是传统的CCD技术,还有一个是CMOS技术。罗戟说,这两个发展方向的工作原理其实都是一样的,都是将光转换成数字电信号,只是生产工艺上有所不同。CMOS使用的半导体材料跟CCD有所区别,CMOS的全称即“互补金属氧化物半导体”。此外,两者设计工艺也有所差别。

关于这两种技术哪个更好,罗戟说,一般来说,CCD的成像品质要比CMOS更好,所以在专业数码相机中,都是用的CCD技术。相比CCD而言,CMOS的制作成本要低一些,所以近几年,也有很多厂家开始研发CMOS技术。CMOS的成像技术虽然现在还赶不上顶尖的CCD,但对普通用户来说,已经足够了。

不管是CCD还是CMOS,电荷耦合器件图像传感器的发明都给人类的生活带来了巨大的变化。 本版主笔 快报记者 戎丹妍

## 链接

## 诺贝尔奖为何选择了他们

### 2008年诺贝尔奖

**物理学奖** 获奖者为美国籍科学家南部阳一郎和日本科学家小林诚、益川敏英。南部阳一郎的贡献是发现了亚原子物理学中的自发对称性破缺机制,而小林诚和益川敏英的贡献是发现了有关对称性破缺的起源。

**化学奖** 获奖者为日本科学家下村修、美国科学家马丁·沙尔菲和美籍华裔科学家钱永健。他们因在发现和研发绿色荧光蛋白方面作出贡献而获奖。

**生理学或医学奖** 获奖者为德国科学家哈拉尔德·楚尔·豪森及法国科学家弗朗索瓦丝·巴尔-西诺西和吕克·蒙塔尼。豪森发现了人乳头状瘤病毒,这种病毒是导致宫颈癌的罪魁祸首。巴尔-西诺西和蒙塔尼的获奖成就则是发现了艾滋病病毒。

### 2007年诺贝尔奖

**物理学奖** 获奖者为法国科学家阿尔贝·费尔和德国科学家彼得·格林贝格尔,他们因发现“巨磁电阻”效应而获奖。

**化学奖** 获奖者为德国科学家格哈德·埃特尔,他在表面化学研究领域作出开拓性贡献而获奖。

**生理学或医学奖** 获奖者为美国科学家马里奥·卡佩基、奥利弗·史密斯和英国科学家马丁·埃文斯,他们的一系列突破性发现为“基因靶向”技术的发展奠定了基础。

### 2006年诺贝尔奖

**物理学奖** 获奖者为美国科学家约翰·马瑟和乔治·斯穆特,他们发现了宇宙微波背景辐射的黑体形式和各向异性。

**化学奖** 获奖者为美国科学家罗杰·科恩伯格,他在“真核转录的分子基础”研究领域作出巨大贡献。

**生理学或医学奖** 获奖者为美国科学家安德鲁·法尔和克雷格·梅洛。他们发现了核糖核酸干扰机制,这一机制已被广泛用作研究基因功能的一种手段。

### 2005年诺贝尔奖

**物理学奖** 获奖者为美国科学家罗伊·格劳伯、约翰·霍尔和德国科学家特奥多尔·亨施,他们因为“对光学相干的量子理论的贡献”和对基于激光的精密光谱学发展而获奖。

**化学奖** 获奖者为法国科学家伊夫·肖万、美国科学家罗伯特·格拉布和理查德·施罗克,他们因在烯烃复分解反应研究领域作出贡献而获奖。

**生理学或医学奖** 获奖者为澳大利亚科学家巴里·马歇尔和罗宾·沃伦,他们发现了导致人类罹患胃炎、胃溃疡和十二指肠溃疡的罪魁祸首——幽门螺杆菌。



博伊尔(左)和史密斯在测试用最早的CCD元件组装的简易拍摄装置 资料图片