

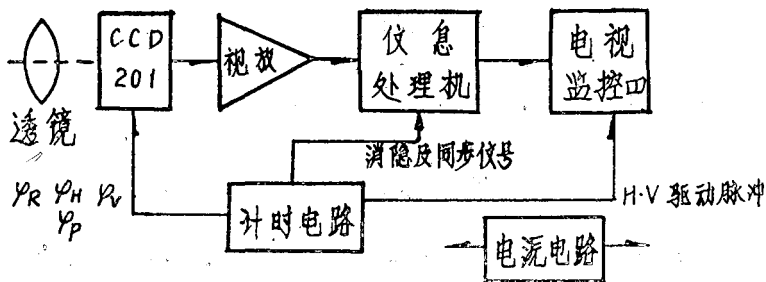
CCD及其在自动化领域中的应用

一 前 言

电荷耦合器件（简称CCD），是一种新型的半导体器件。它是一种用电荷来表示不同状态的动态移位寄存器，其电荷信息（少数载流子）的转移是以外加电压在热弛豫期间产生的表面势阱的变化而实现的。其制造工艺仍采用MOS半导体光刻技术，制成表面沟道或埋沟道的CCD器件（P型或N型）。CCD自1970年由美国贝尔电话实验室提出后，引起了一些国家半导体厂商和科研机关的注意。它的出现使半导体技术有了一个新的重大的发展。目前有些国家不仅在理论和工艺上有了很大的突破，而且生产出许多用于不同目的的CCD器件。由于CCD制造是基于MOS工艺，且没有PN结，因而结构简单新颖、工作原理清晰、成本低、具有多种应用潜力，目前CCD已成为许多民用和国防自动化应用中不可缺少和极为重要的半导体器件。如电视摄象机、图象和文字识别装置、计算机的存储器、快速动态尺寸检测以及盲人助视器等均得到广泛应用。本文概要地介绍一些国外CCD在自动化领域中的应用情况。

二 在电视摄象图象和文字识别等方面的应用

目前用于摄象机的CCD图象传感器，其分辨单元已从100发展到160,000分辨单元。其阵列方式分线型和面型两种。线型CCD用于摄象机时，为保证一定的分辨率需要500个以上的光敏元件。目前线型CCD已发展到1728个元件。美国仙童公司早期的CCD101是用于摄象的一个实例。近年又用线型CCD131（1024个元件）图象传感器制造了CCD1300摄象系统。面型CCD更多的用于电视摄象机，用CCD制造出的摄象机完全不同于光导摄象管的电视摄象机，用CCD可做到小型、轻量、低功耗、长寿命，而且不要偏转和高压。CCD图象传感器机械强度大，灵敏度高，动态范围比光导摄象管大一个数量级，



特别适用于做便携式摄像机。图1为电视摄像机的原理方框图。CCD电视摄像机已有市售，如美国仙童公司的MV100型摄像机，其外形尺寸仅有 $89 \times 38 \times 56$ （毫米），重170克。而其性能并不亚于现有的真空管式摄像机。

贝尔电话实验室正在研究用三个 128×106 单元的CCD图象传感器组成彩色电视摄像机，其外形尺寸为 $8 \times 9 \times 5$ （吋），芯片尺寸为 6.1×4.6 （毫米）。不仅体积小，而成本也低很多。

CCD做为理想的图象传感器，除了用于电视摄像机之外，它在传真、低速扫描电视、文字识别等方面也得到了广泛的应用。目前国外已用线型CCD做为传感器制作了传真、图片和文字阅读装置以及电视电话等等。

CCD做为图象传感器用于盲人助视方面也是有希望的，美国斯坦福研究所试验用多晶硅做透明电极制做 8×3 CCD图象传感器，用于盲人助视；设想将CCD图象传感器放入盲人眼窝内，它把摄取的图象送给盲人假眼镜架内的微型处理机进行处理，把处理结果再送入盲人头皮和脑壳之间的电极，产生光点群而使外界景象再现。目前美国斯坦福研究所和犹他大学正共同研究试制。

三 CCD传感器在计量中的应用

CCD另一个最有成效的应用是动态高速计量和检测。美国巴特勒（Battelle）西北实验室研究用CCD做为光电转换器，来实现物体的直径和长度的高速动态测量。尽管用于计量的固体成象器件有几种，然而Battelle西北实验室的研究表明，CCD线型器件是高速计量中的理想光电转换器和检测器。这是因为它有高精度的几何阵列，一般用于计量和检测的线型CCD的节距在 $0.0012 \sim 0.0025$ 吋（ $0.003 \sim 0.00625$ 毫米），而且扫描频率可高于10兆赫，目前美国Battelle实验室研制的弹壳自动检测装置就是用线型CCD做为光学传感器实现弹壳的尺寸和外观的高速检测，该装置每分钟可检验弹壳1200个。仙童公司生产的CCD1300摄像系统也能直接测出各种物体的直径和长度。不难看出CCD应用于高速计量和检测是有着广阔前景的。

三 CCD技术在大容量存储方面的应用

CCD技术的另一个重要应用是做为大容量存储器。CCD主要用做串行存储器。它之所以引起人们足够重视，不仅因为它制做成本很低（每位成本仅千分之一美分），而且其位密度很高。CCD存储器按照速度和位密度的要求可设计成快的或慢的存取方式，提供的存取时间范围从1到1000微秒，每位成本十万分之一到十万分之五美分，其成本显然比半导体随机存储器（RAM）的每位 $0.3 \sim 1$ 美分要低很多。CCD存储器填补了存储器的空白；它属于快速而昂贵的随机存储器和廉价低速的磁盘之间的中速低成本存储器范围。

近年来，CCD技术应用于存储器的工作有了很大的发展，已经由原来的在1—5兆赫数据速率下工作的 $16,000 \sim 64,000$ 位串行存储器，逐渐制成分组定位（block—Oriented）的盘状存储器和带型（tapetype）存储器。计算机制造者们已研制出10兆频率下具

有每秒3200万位的数据速率、存储时间为250微秒的迭式CCD存储器。CCD存储器对计算机存储器的制造和使用将产生重大的影响，因而有人提出用CCD存储器取代RAM存储器不是没有道理的。

国外已有许多公司研制了高密度、快速和低速CCD存储器。如国际商业机器公司(IBM)、仙童公司(Faireheid)、英特尔(Intel)公司、霍尼韦尔公司(Honeywell)、贝尔实验室(Bell)、美国无线电公司(RCA)、西格尼蒂克斯公司(Signetics)、贝尔北部实验室(Bell Northern)、得克萨斯仪器公司(Texas)和飞利浦公司(Philips)。贝尔北部实验室所研制的4096位和8192位的阵列，主要用于辅助存储器的计算系统，该存储器有1—2兆赫的数据速率和约100微秒的慢存取时间。这一存取时间是通过把每一阵列组成一再循环串行移位寄存器而获得的，它已实用于计算机的硬件。

四 CCD在模拟信号处理中的应用

模拟信号处理的基本功能是：模拟延时、多路调制和滤波，而这三种功能均可用CCD得以实现。

CCD用于模拟时间延迟的原理是在CCD输入端输入的模拟信号，一个一个的被转移到输出端，如果转移效率很高，信号在末端没有损失，那么输出信号就会在输出端再现，信号在两个单元之间转移所花的时间乘以单元数即是所要延迟的时间，而单元之间移动所花时间正比于用来驱动CCD延迟线的时钟频率。可见，一个固定数目的延迟线的延时仅仅取决于时钟频率。这便是CCD延迟线的一大优点，而其他种延迟技术均不能以如此简单的方式得到微秒到毫秒的跨过几个倍频程的延迟范围。当然，由于转移效率不是百分之百，所以对很长的延迟线其累计误差也能导致信号的失真。

CCD多路调制和滤波，国外也有很多报导，这里不再多叙。

结 语

从以上所谈CCD在自动化领域中的应用，不难看出它的出现开创了半导体技术的新局面，显示了无限的生命力。因而近年来许多国家的半导体厂家十分重视CCD的研制，使这项在70年代初期出现的半导体新技术、在几年的功夫即在许多重要的领域得到如此广泛的应用。可以预见，CCD的进一步研制必将使半导体技术出现一个新的更大的飞跃。

长春光学精密机械学院研究所

王维海