

# 液晶的数字显示和电视显示

渠基雷 刘子林

自从液晶被发现之后,便有众多的科学家对它展开了兴趣盎然和富有成效的研究,曾有过几十年的兴盛历史.可是,在二战以后,这种研究工作却几乎停止下来.究其原因,主要是人们认为液晶是个无用之物.到了60年代则又出现转机,这是因为人们发现液晶具有灵敏的显示功能,应用它可以制造各种显示器件.现在,由于技术上的需要,液晶研究工作正在全世界迅猛发展.

液晶显示与一般显示的主要区别在于:液晶本身不发光,而是利用它在电场作用下产生各种电光效应,以调制环境光,从而达到显示的目的.例如,常见的数字显示器,采用的是扭转向列相液晶——TN型液晶,利用它的旋光性,使线偏振光的振动方向发生旋转,再由电场进行调控,便可实现对数字的显示.

TN型液晶数字显示器的基本构造与显示原理如下:

使上下两块制有多段透明电极的玻璃板相距几微米,其间注入向列相液晶,随后使两板相

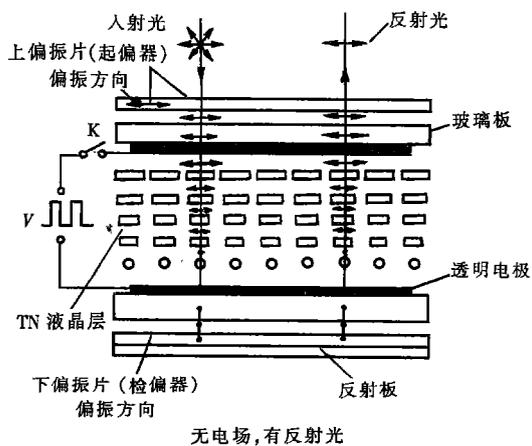


图 1

衡水师范专科学校物理系 河北 053000

12卷6期(总72期)

对扭转 $90^\circ$ ,在附着力和分子力的作用下,将向列相液晶变为扭转向列相液晶.最后将两玻璃板四周用胶框封接,这便形成了一个TN型液晶盒(液晶屏).

在这种液晶盒内,TN型液晶的棒状分子平行排列于上下电极之间,见图1所示.靠近上电极的分子平行纸面排列,用“ $\square$ ”表示,靠近下电极的分子则垂直纸面排列,用“ $\circ$ ”表示.而上下电极之间的分子被逐渐扭曲,用较短的“ $\square$ ”表示,其长度为分子在纸面上的投影,它反映了棒状分子被扭曲角度大小的变化.在液晶盒上还安有上下偏振片和反射板等.在图1中,上下偏振片的偏振方向是互相垂直的.

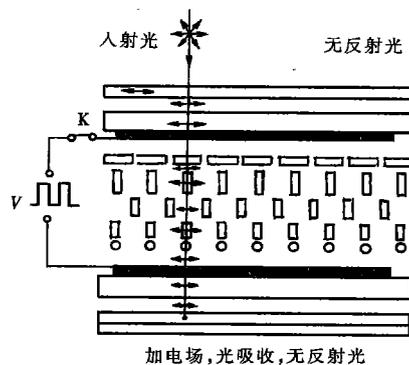


图 2

当无电场时,入射光通过上偏振片(起偏器),形成线偏振光.此光通过液晶层后偏振方向扭转了 $90^\circ$ ,正好和下偏振片(检偏器)的偏振方向一致,故能通过下偏振片并被其后的反射板反射回来,导致液晶盒呈透亮,因而我们可以看到反射板,即背景是白亮的.

当上下电极之间加上一定电压后,电极之间的液晶分子在电场作用下转变成与上下电极面垂直排列(贴近极板面的分子因附着力作用大而保持不动),见图2所示.这时液晶层失去旋光性,偏振光通过液晶层没有改变方向,与下

偏振片的偏振方向相差  $90^\circ$ ，光被吸收。因没有光被反射回来，也就看不到反射板，于是在电极部位出现黑色片段。

在实际中，为显示数字，常用的是七段数字显示方式。数字的笔画由相互分离的七段透明电极组成，将安有多组七段电极的基片和安有公共电极的基片相向放置，然后通过导线（或导电橡胶条）使液晶盒内的电极与外电路连接，如图 3 所示。当通过集成电路驱动，在其中某几段电极和公共电极间加上一定电压后，这几段电极就会变得不透明，从而会显示出一组白底黑字的数字。这种显示叫正显示，我们常用的液晶电子手表、袖珍计算器等均为正显示型数字显示器。

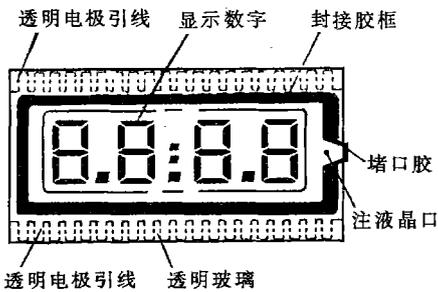


图 3

如果将两偏振片的偏振方向平行，则不加电压时，入射光不能通过液晶，我们得到的是黑暗背景。在需要显示数字的电极上加上电压，则线偏振光能够通过液晶，并被反射回来，于是我们可以看到白色的数字呈现在黑背景上，形成黑底白字的负显示型数字显示器。

同样，根据实际需要，精巧地制作各种各样的电极，还可实现对文字、符号以及图像的液晶显示。

因为液晶本身不发光，它是通过电场调控其分子排列来调制环境光而实现显示的，所以液晶显示器具有下列优点：

1. 工作电压低 ( $2V-6V$ )，微功耗 ( $1\mu W/cm^2$  以下)。
2. 显示柔和，字迹清晰，不怕强光冲刷，光照越强对比度越大，显示效果越好。
3. 体积小，重量轻，平板型。

4. 设计、生产工艺简单，尺寸可大可小。
5. 不仅可显示数字，也可显示文字、符号或图像。
6. 高可靠、长寿命，物美价廉。

当然，液晶显示器也有其缺点，这就是使用的环境温度必须在液晶温度范围内，且电光响应速度较低。

液晶电视机是由液晶屏显示图像的。一般液晶电视多采用 TN 型（扭曲向列型）液晶材料，将其注入液晶屏（液晶盒）内，同时在液晶屏前后分别放置起偏振片和检偏振片，并令二者的偏振光轴平行，如图 4 所示。这种液晶屏的显示原理如下：图 4(a) 为不施加电场的情况，入射光经起偏振片产生线偏振光，此光经过液晶层后偏振光轴旋转  $90^\circ$ ，恰好与检偏振片光轴垂直，故不能通过检偏片，液晶呈不透明状态，即背景是黑色的。图 4(b) 为施加电场的情况，当两偏振片间外加电压高于液晶特性的阈值时，液晶分子轴改扭转排列为平行电场方向排列，入射光的线偏振光通过液晶层后很少扭转，故能通过检偏片，液晶呈透明状态，于是可得黑背景下的白色图像。可见，液晶分子的透光率受外加电压的控制，这种电光效应为电视图像显示提供了可能。

TN 型液晶的电光响应速度为几十毫秒，这还不能很好地显示电视图像。为此，后来人们通过研究发现，若采用超扭曲向列相液晶或混合型液晶，其电光响应速度可大大提高。例如，胆甾相和正介电各向异性的向列相液晶混合物，其电光响应速度为几十微秒。另外，这些液

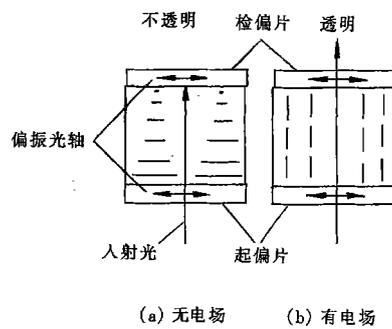


图 4

晶的透光率、对比度等项指标也远比常规的 TN 型液晶要高。

在实际中,与普通电视相似,利用液晶显示的每一幅图像都可看作由若干像素组成。若像素的坐标采用  $x$  与  $y$  轴表示,则液晶电视的液晶屏是一个由  $x, y$  轴组成的点阵屏,如图 5 所示。这种点阵屏由若干装在检偏片一侧的行电极(扫描电极)和装在起偏片一侧的列电极(信号电极)组成,这样行、列电极的交叉点就构成了像素。外加的图像信号和扫描信号通过数字控制式驱动电路加到列和行电极上而显示图像。如 TV—1000 型液晶电视的行电极是 108 个,列电极是 144 个,则像素为 15552 个。现在,已有超精细液晶点阵屏问世,其像素可高达十几万个,甚至上百万个。

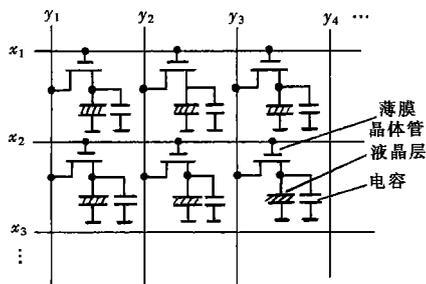


图 5

图 5 中的薄膜晶体管起开关作用,信号电压通过它加到液晶上。由于这种晶体管在开启时阻抗很低,关断时阻抗很高,故能使信号电压迅速加到相应电极上,并借助电容保持到下一场信号的到来。这样选择和不选择像素的电压差增大,从而提高了对比度。

若显示彩色图像,则还需添加彩色滤色片,如图 6 所示。液晶在电压的控制下犹如一个“光阀”,当像素对应三基色红、蓝、绿的哪个光阀打开时,就能显示哪种颜色。例如在图 6 中,若打开的是绿色所对应的光阀,则图像显示绿色;若打开两个以上的色彩光阀时,便可获得很好的“相加混色”效果,图像会呈现五颜六色。

作为新潮产品的液晶电视,以异军突起之势,发展甚为迅猛。这是因为液晶电视采用了

液晶屏和集成电路驱动,使它具有不同于传统电视机的许多独特的性能:

电压低、功耗小。液晶屏的驱动电压低且功耗小,如 TV—1000 型彩电的驱动电压为 7.5V,功率约 2.2W,采用一般电池就能工作。

体积小、使用方便。液晶屏可以做的很薄,即使家庭常用的 500mm 左右的中档尺寸的液晶电视,其厚度也可控制在 2.5mm 左右。

这样使用起来就十分方便,不但可以放在口袋里,而且可将其挂在墙上,犹如一幅美丽的壁画。

白天收看效果好。液晶屏是反射式透射外界光显象,白天光线强时显象效果更好,因此液晶电视特别适合于白天收看。同时因机内备有光源提供背景光,即使在夜间也能收看节目。

无失真和失聚问题。因液晶屏是采用行列电极加信号显示,又有工艺保证,加上集成电路驱动,故不存在因电子束偏转所产生的几何失真和三基色失聚问题,而且屏的中间和边缘特性相同。

功能易扩展。由于其控制电路简单,配置可作灵活变更,故能非常方便地扩展其使用功能。如可制成液晶电视手表,液晶电视电话,

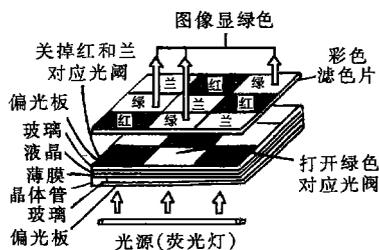


图 6

液晶电视收音机,液晶电视录像机等组合产品。

当然,液晶电视还存在一些缺点,如清晰度不高、对比度低、视角小等问题。不过,随着液晶技术和光电技术以及大规模集成电路技术的发展,人们所期待的屏幕尺寸更大、图像质量更好、厚度更薄的各类黑白或彩色液晶电视,一定会在不久的将来进入“寻常百姓家”。