



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101151574 B

(45) 授权公告日 2010.07.28

(21) 申请号 200580049338.5

G09G 3/20 (2006.01)

(22) 申请日 2005.03.28

G09G 3/26 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日
2007.09.28

审查员 刘锋

(86) PCT申请的申请数据
PCT/JP2005/005777 2005.03.28

(87) PCT申请的公布数据
W02006/103738 JA 2006.10.05

(73) 专利权人 富士通株式会社
地址 日本神奈川县

(72) 发明人 能势将树

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司
72003

代理人 张龙哺

(51) Int. Cl.
G02F 1/133 (2006.01)
G02F 1/137 (2006.01)

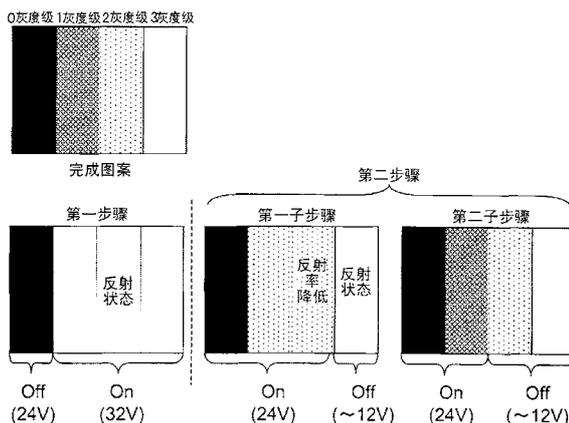
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 14 页

(54) 发明名称

液晶显示元件的驱动方法

(57) 摘要

使用低耐压且廉价的通用驱动器,为了实现液晶显示元件的均匀性优良的多灰度显示,而进行应用液晶的累积响应(重写)的多次脉冲施加,并且在每个步骤上将驱动电压和脉冲宽度设定为可变,进而从反射状态的初始状态利用范围大的区域而将液晶控制到规定的半色调状态。其结果,由于还能够回避驱动电压的上升,因此能够利用低耐压且廉价的二值输出的通用驱动器。而且,由于利用了范围大的区域的灰度变换,因此能够实现均匀性优良的灰度级(graylevel)显示。



1. 一种液晶显示元件的驱动方法,利用相互以对置状态交叉的多个扫描电极和多个数据电极,在按规定的顺序选择所述扫描电极的同时,对反射材料施加脉冲状的驱动电压,其特征在于,包括:

第一步骤,通过最初的扫描,将各像素设定为使入射光反射的反射状态和使入射光透过的非反射状态;

第二步骤,通过随后的扫描,选择反射状态的规定像素和非反射状态的像素,并且,使所述反射状态的规定像素的反射率降低,使所述非反射状态的像素的反射率进一步降低。

2. 如权利要求 1 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,所述第二步骤由一次以上的子步骤构成,所述一次以上的子步骤用于将所述各像素设定为分别与规定灰度级相当的反射率。

3. 如权利要求 2 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,在所述第二步骤中,对于在所述第一步骤或者先执行的子步骤中所选择的像素组和非选择的像素组,通过当前的子步骤来同时选择在各像素组中要降低反射率的像素群,并降低该像素群的反射率。

4. 一种液晶显示元件的驱动方法,利用相互以对置状态交叉的多个扫描电极和多个数据电极,在按规定的顺序选择所述扫描电极的同时,对形成胆甾相的液晶施加脉冲状的驱动电压,其特征在于,包括:

第一步骤,通过最初的扫描,将各像素设定为包括平面状态的反射状态和处于焦锥状态的非反射状态;

第二步骤,通过随后的扫描,选择反射状态的规定像素和非反射状态的像素,并且,使所述反射状态的规定像素的反射率降低,使所述非反射状态的像素的反射率进一步降低。

5. 如权利要求 4 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,所述第二步骤由一次以上的子步骤构成,所述一次以上的子步骤用于将所述各像素设定为分别与规定灰度级相当的反射率。

6. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,所述反射状态是指,平面状态,或者平面状态和焦锥状态同时存在的状态。

7. 如权利要求 6 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,所述第二步骤由一次以上的子步骤构成,所述一次以上的子步骤用于选择反射状态的规定像素和非反射状态的像素,并且,使所述反射状态的规定像素的反射率降低,使所述非反射状态的像素的反射率进一步降低,从而将所述各像素设定为分别与规定灰度级相当的反射率。

8. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,在所述第二步骤中,对于在所述第一步骤或者先执行的子步骤中所选择的像素组和非选择的像素组,通过当前的子步骤来同时选择在各像素组中要降低反射率的像素群,并降低该像素群的反射率。

9. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,所述第一步骤包括复位步骤,该复位步骤在形成图像之前使液晶复位到垂直排列状态或者焦锥状态。

10. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,所述液晶显示元件具有在施加 ON 信号脉冲的前后将电位设定为零电平的装置。

11. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,在所述第一步骤和所述第二步骤中,用于驱动所述形成胆甾相的液晶的电压电平不同。

12. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,在所述第二步骤的各

子步骤中,用于驱动所述形成胆甾相的液晶的脉冲宽度不同。

13. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,在扫描中的一条线内执行所述子步骤。

14. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,显示元件采用层叠多个元件的结构,而且,通过相互独立的电压脉冲来驱动所层叠的各层,所述多个元件具有在分别施加 ON 信号脉冲的前后将电压设定为零电平的装置,并且错开向所述所层叠的各层中的第一层所输入的 ON 信号脉冲的施加时机和向所述所层叠的各层中的第二层所输入的 ON 信号脉冲的施加时机。

15. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,在所述第一步骤中,利用二值输出的超扭转向列型液晶用驱动器 IC,在将所述各像素设定为反射状态时采用 ON 电平输出,而在将所述各像素设定为非反射状态时采用 OFF 电平输出。

16. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,在所述第二步骤中,利用二值输出的超扭转向列型液晶用驱动器 IC,在降低反射率时采用 ON 电平输出,而在保持状态时采用 OFF 电平输出。

17. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,各步骤中用于驱动的显示数据是对灰度变换过的原图像数据进行分割及变换而形成的。

18. 如权利要求 5 所述的液晶显示元件的驱动方法,其特征在于,驱动电压在 40V 以下。

19. 一种液晶显示元件,利用相互以对置状态交叉的多个扫描电极和多个数据电极,在按规定的顺序选择所述扫描电极的同时,对反射材料施加脉冲状的驱动电压,以此显示图像,其特征在于,具有:

第一单元,其通过最初的扫描,将各像素设定为使入射光反射的反射状态和使入射光透过的非反射状态;

第二单元,其通过随后的扫描,选择反射状态的规定像素和非反射状态的像素,并且,使所述反射状态的规定像素的反射率降低,使所述非反射状态的像素的反射率进一步降低。

20. 一种液晶显示元件,利用相互以对置状态交叉的多个扫描电极和多个数据电极,在按规定的顺序选择所述扫描电极的同时,对形成胆甾相的液晶施加脉冲状的驱动电压,以此显示图像,其特征在于,具有:

第一单元,其通过最初的扫描,将各像素设定为包括平面状态的反射状态和处于焦锥状态的非反射状态;

第二单元,其通过随后的扫描,选择反射状态的规定像素和非反射状态的像素,并且,使所述反射状态的规定像素的反射率降低,使所述非反射状态的像素的反射率进一步降低。

液晶显示元件的驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用胆甾相 (cholesteric) 液晶的显示元件的驱动方法, 特别涉及一种能够实现高品质的多灰度显示的显示元件的驱动方法。

背景技术

[0002] 近年来, 各企业和大学在大力推进电子纸张的开发。作为期望电子纸张的应用市场, 提出了将电子纸张应用到以电子书籍为代表的如移动终端的副屏 (Sub Display)、IC 卡的显示部件等多种便携设备当中的建议。

[0003] 作为电子纸张的有力方式中的一种而使用了胆甾相液晶。

[0004] 胆甾相液晶具有如半永久性的显示保持 (记忆特性)、鲜艳的彩色显示、高对比度以及高分辨率等优异的特性。胆甾相液晶也被称作手性向列相 (Chiral Nematic) 液晶, 是一种通过向列相液晶较多 (数十%) 地添加手性 (chiral) 添加剂 (也被称作手性材料), 向列相液晶的分子形成螺旋形状的胆甾相的液晶。

[0005] 下面, 对胆甾相液晶的显示及驱动原理进行说明。

[0006] 胆甾相液晶是利用该液晶分子的取向状态来控制显示的。如图 1A 的反射率曲线所示, 胆甾相液晶具有将入射光反射的平面状态 (P) 和将入射光透过的焦锥状态 (FC), 并且这些在无电场下也稳定存在。液晶在平面状态下反射对应液晶分子螺距 (pitch) 的波长的光。反射为最大时的波长 λ , 由液晶的平均折射率 n 、螺距 p , 通过下式来表示。

$$[0007] \quad \lambda = n \cdot p$$

[0008] 另一方面, 反射带宽 $\Delta \lambda$ 随液晶的折射率各向异性 Δn 变大。

[0009] 由此, 通过选择液晶的平均折射率 n 、螺距 p , 在平面状态下能够显示波长 λ 的颜色。

[0010] 而且, 通过除液晶层之外另外设置光吸收层, 从而能够在焦锥状态时显示黑色。

[0011] 接着, 下面对胆甾相液晶的驱动例进行说明。

[0012] 若对该液晶施加强电场, 那么液晶分子的螺旋构造会完全地被瓦解, 从而所有分子会处于沿着电场的方向的垂直排列 (homeotropic) 状态。然后, 从垂直排列状态急剧使电场变为零, 那么液晶的螺旋轴变得与电极垂直, 从而成为选择性地反射与螺距对应的光的平面状态。另一方面, 当形成了解除不了液晶分子的螺旋构造的弱电场后再除去电场时, 或者施加强电场并平稳地除去电场时, 液晶的螺旋轴会与电极平行, 从而成为透过入射光的焦锥状态。而且, 当施加中间强度的电场并急剧地除去时, 平面状态和焦锥状态的同时存在, 从而能够显示半色调 (halftone)。

[0013] 利用这种现象进行信息的显示。

[0014] 参照图 1A, 归纳上述电压响应特性则如下所述。

[0015] 若液晶的初始状态为平面状态 (P) (实线曲线), 且将脉冲电压提高到某个范围, 则变成焦锥 (focal conic) 状态 (FC) 的驱动频带, 若进一步提高脉冲电压时再度成为平面状态的驱动频带。

[0016] 若液晶的初始状态为焦锥状态（虚线曲线），则随脉冲电压的提高逐渐变成向平面状态的驱动频带。

[0017] 若施加作为半色调区域 A 以及半色调区域 B 的区域上的电压时，能够得到上述的平面状态和焦锥状态同时存在的半色调。

[0018] 此外，如图 1B 所示，针对胆甾相液晶，人们公知累积响应、即通过施加多次弱的脉冲，从平面状态转变为焦锥状态、或者从焦锥状态转变为平面状态的特性。

[0019] 例如，当初始状态为平面状态时，通过连续地施加在半色调区域 A 中的弱电压脉冲，如图 1B 所示，按照脉冲的施加次数依次转变为焦锥状态。另一方面，不管初始状态为何种状态，通过连续地施加半色调区域 B 中的弱电压脉冲，如图 1B 所示，按照脉冲的施加次数依次转变为平面状态。因此，可通过脉冲的施加次数来显示所期望的灰度级。而且，如图 1C 中放大所示，能够逐渐减少焦锥状态的散射反射，而且还能够变成更为良好的黑色状态。

[0020] 接着，参照图 1D，说明阵列型液晶显示元件的驱动液晶的电极的构成。通常，如图 1D 所示，液晶显示元件的液晶驱动电极是由相互以对置的状态交叉的多个扫描电极 16 和多个数据电极 18 构成的。并且，扫描电极 16 和数据电极 18 相互交叉的部分即为像素。通过扫描电极用驱动器 12 依次选择（通用模式：common mode）扫描电极 16 并施加脉冲状电压，而且对于数据电极 18，通过数据电极用驱动器 14 施加对应各自的像素显示状态的脉冲状电压（分段模式：segment mode），而驱动该像素的液晶。并且，施加到数据电极 18 上的电压和施加到扫描电极 16 上的电压之间的差值电压是施加到像素的液晶上的电压，并且是图 1A 所示的驱动液晶的电压。

[0021] 下面，介绍关于胆甾相液晶的多灰度显示的驱动法的主要的领先技术，但是存在各种问题。

[0022] 例如，存在如下述专利文件 1 以及专利文件 2 所述的方法，即在被分成准备区间（Preparation）、选择区间（Selection）、发展区间（Evolution）的三个步骤的驱动波形中，利用选择区间振幅、脉冲宽度以及位相差等来显示半色调的被称作动态驱动。然而，这些动态驱动虽为快速，但半色调的粒度高。而且，通常驱动电路需要能够较多输出电压的专用驱动器，所以，由于驱动器的制造以及驱动器的控制电路的复杂，其成本的提高便成了主要的问题所在。

[0023] 另一方面，在下述非专利文件 1 显示对该动态驱动进行改良，进而使其能够适用廉价的通用的 STN（Super Twisted Nematic：超扭转向列）驱动器，但是也无法期待其能解决作为动态驱动课题的高粒度问题。

[0024] 而且，作为其它的半色调驱动方法的领先技术，如下述专利文件 3 中记载的，即施加使液晶成垂直排列状态的第一脉冲之后，施加第二、第三脉冲，通过第二、第三脉冲的电位差可显示所期望的灰度，然而，该驱动法不但要担心半色调的粒度的以外，还由于驱动电压，所以存在难于提供廉价驱动器的问题。

[0025] 上述所介绍的驱动法都是利用不管其初始状态的半色调区域 B 的驱动，因此虽快速但粒度大，所以存在显示品质的问题。

[0026] 另一方面，利用半色调区域 A 的驱动法中具有下述的非专利文件 2 所述的内容，但是该方法也存在问题。

[0027] 非专利文件 2 所述的方法论述了以下情况，即利用液晶特有的累积响应，通过施

加短脉冲,逐渐地向平面状态→焦锥状态,或者向焦锥状态→平面状态,以准动画速率的高速度来进行驱动。

[0028] 但是,在此方法中,由于为了准动画速率的高速度驱动电压变高为 50 ~ 70V,因此成为成本提高的主要因素,并且利用其中记述的两个步骤累积驱动方法 (Two phase cumulative drive scheme) 是,利用准备步骤和选择步骤的两个步骤并利用向平面状态的累积响应和向焦锥状态的累积响应的两个方向 (即半色调区域 A 和半色调区域 B) 的累积响应,因此也残留有显示品质的问题。

[0029] 根据上述说明,利用现有的胆甾相液晶的电子纸张的多灰度显示,不但需要可以生成多级 (multilevel) 驱动波形的特殊规格的驱动器 IC,而且由于驱动电压是提高到 40 ~ 60V 的电压,因此需要高耐压性的 IC。因此,成为成本提高的重要原因之一。而且,现有技术虽然能够高速地进行改写,但是由于半色调的粒度高的原因,适用于求出高显示品质要求的电子纸张用途变得很困难。

[0030] 而且,在现有技术中,通过对每个选择像素切换 (switching) 电压脉冲的电压值或者脉冲宽度的方式,控制半色调的灰度级 (gray level)。因此,需要可任意转换电压值或者脉冲宽度这样的驱动器 IC 或者周边电路的构造,所以其成为成本提高的主要原因。而且,虽然也存在如专利文件 1 所述的利用输出数目少的驱动器的半色调驱动法,但是该情况也由不确定的初始状态来控制灰度级,因此虽能够进行高速改写,但是需要很高的驱动电压 (50 ~ 60V)。而且,对于半色调的驱动范围窄、且如玻璃元件的液晶盒间隙 (cell gap) 均匀性高的元件,其半色调的粒度 (granularity) 也高,所以实现高画质变得困难。

[0031] 专利文件 1 :JP 特开 2001-228459 号公报

[0032] 专利文件 2 :JP 特开 2003-228045 号公报

[0033] 专利文件 3 :JP 特开 2000-2869 号公报

[0034] 非专利文件 1 :Nam-Seok Lee, Hyun-Soo Shin, etc, A Novel Dynamic Drive Scheme for Reflective Cholesteric Displays, SID 02 DIGEST, pp546-549, 2002。

[0035] 非专利文件 2 :Y. -M. Zhu, D. -K. Yang, Cumulative Drive Schemes for Bistable Reflective Cholesteric LCDs, SID 98 DIGEST, pp798-801, 1998

发明内容

[0036] 本发明的目的在于,提供一种使用了低耐压且廉价的通用驱动器且用于实现均匀性优良的多灰度显示的液晶显示元件的驱动方法。为此,应用液晶的累积响应 (重写) 而多次施加脉冲,并且在每个步骤上使驱动电压和脉冲宽度变得可变,进而从反射状态的初期状态利用范围宽的区域而将液晶控制为规定的半色调状态。其结果,由于还能够回避驱动电压的上升,因此能够利用低耐压且廉价的二值输出的通用驱动器。而且,由于是利用了范围宽的区域灰度级 (gray level) 变换,所以即使对于如薄膜元件一样的液晶盒间隙精度差的元件,也能够实现均匀性优良的灰度显示。而且,根据本发明,即使灰度数增多了,也能够抑制重写次数的增加。

附图说明

[0037] 图 1A 是表示胆甾相液晶的电压响应特性的图。

- [0038] 图 1B 是表示胆甾相液晶的累积响应特性的图。
- [0039] 图 1C 是表示焦锥状态下的响应特性的图。
- [0040] 图 1D 是说明阵列型显示元件的驱动电极的结构图。
- [0041] 图 2 是说明第一实施例的显示元件驱动方法的图。
- [0042] 图 3 是说明第二实施例的显示元件驱动方法的图。
- [0043] 图 4A 是说明在改写显示画面时的显示元件的驱动方法的图。
- [0044] 图 4B 是表示在改写显示画面时对一条线上的像素所施加的电压的图。
- [0045] 图 4C 是说明改写显示画面的动作的图。
- [0046] 图 5A 是表示在第一步骤中施加到驱动电极上的电压的图。
- [0047] 图 5B 是表示在步骤 1 中施加到各个像素上的电压的图。
- [0048] 图 6 是表示将第二步骤中的显示元件的驱动与第一步骤的显示元件的驱动相比较的图。
- [0049] 图 7A 是表示驱动显示元件的通常的 ON 脉冲波形的图。
- [0050] 图 7B 是表示本发明实施例中的 ON 脉冲波形的图。
- [0051] 图 8 是表示在第一步骤和第二步骤之间电压切换的例子图。
- [0052] 图 9 是表示在第一步骤和第二步骤中施加到各个像素上的电压的图。
- [0053] 图 10 是表示第二步骤的各子步骤中的显示元件的驱动的图。
- [0054] 图 11 是对在一条线扫描之间实施多个子步骤的情况进行说明的图。
- [0055] 图 12 是对从多灰度的图像数据生成显示元件驱动用子图像数据的处理进行说明的图。
- [0056] 图 13 是表示用于全彩色显示的显示元件的层叠构造的图。
- [0057] 图 14 是说明用于全彩色显示的 ON 脉冲的驱动方法的图。
- [0058] 图 15 是表示本发明驱动电路的单元 (block) 构成例的图。
- [0059] 图 16 是表示显示元件中一例的剖面的图。
- [0060] 图 17 是表示通过本发明实施例得到的多灰度显示的图。

具体实施方式

[0061] 首先,参照图 2,将以 4 级灰度显示作为目标 (target) 的情况为例来说明本发明的第一实施例。现在,由于示例为 4 级灰度显示,因此对显示区域的各个像素进行驱动,以使得能够显示如图 2 的完成图形所示的 0 灰度级~3 灰度级中任意一个灰度。

[0062] 如图 2 所示,首先在第一步骤中,驱动各个像素使其成平面状态或者焦锥状态。而且,驱动成为焦锥状态的仅是 0 灰度级的像素。虽然在后面再详细地说明,但是,如图所示,在第一步骤中,将成为平面状态即反射状态的驱动作为 ON 电平用 32V 来驱动,而将成为焦锥状态即非反射状态的驱动作为 OFF 电平用 24V 来驱动。然后,第二步骤的第一子步骤中,选择设定为 3 灰度级的区域以外的区域,并施加使之转变到焦锥状态方向的 ON 脉冲 (24V)。这样,1 灰度级和 2 灰度级的全部区域都被驱动为 2 灰度级的灰度状态。作为施加了 OFF 脉冲 (~12V) 的 3 灰度级的显示区域限于平面状态。

[0063] 接着,在第二步骤的第二子步骤中,从在先前的第一子步骤所选择的区域中除去设定为 2 灰度级的区域,施加转变到焦锥状态方向的 ON 脉冲 (24V)。这样,在图 1A 所示的

半色调区域 A 中,按照像素的灰度,从平面状态逐步转变到焦锥状态的方向。

[0064] 如图 1B 所示,与焦锥状态→平面状态(图 1B 的区域 B)相比,平面状态→焦锥状态(图 1B 的区域 A)的响应性更不灵敏(因 γ 平稳),因而利用半色调区域 A 相比利用半色调区域 B,能够实现高均匀性(低粒度),并且能够带来更高的灰度值。

[0065] 而且,即使对于变为全黑状态(0 灰度级)的像素,因反复施加了多次脉冲,因此能够实现黑色浓度更好且高对比度的显示。这是因为,变为黑色状态的焦锥状态施加一次脉冲会残留微弱的散射反射,并且易于形成模糊的黑色。

[0066] 相对于此,如本发明这样即使在第二步骤中通过多次反复地施加脉冲,如图 1C 所示也能够逐渐降低焦锥状态下的散射反射,进而能够成为更好的黑色状态。而且,由于脉冲电压值也较小即可,因此非选择区域的串扰变得更加稳定并且可以避免。

[0067] 接着,针对减少了驱动次数的第二实施例,用图 3 的 8 级灰度显示为例来进行说明。

[0068] 在第一步骤中,到驱动到平面状态和焦锥状态为止的部分是与第一实施例相同的。在第二步骤中,对于进行驱动的 ON 组和不进行驱动的 OFF 组,选择 8 级灰度区域的每一个,例如一半灰度的区域,将所选择的灰度区域作为第二步骤中的第一子步骤的 ON 组,并同时对其施加 ON 脉冲。

[0069] 接着,在第一子步骤从作为 ON 组的区域和作为 OFF 组的区域之中,选择各自一半灰度值的区域,作为在第二子步骤中对 ON 组来施加 ON 脉冲。在第三子步骤中也按同样的规则,从第二子步骤的 ON 组和 OFF 组之中,选择各自一半灰度值的区域,将其作为在第三子步骤中的 ON 组来施加 ON 脉冲。

[0070] 通过这种方法,各区域,从在全部的第一、二、三子步骤中都施加了 ON 脉冲的区域(黑色区域)开始,到第一、二、三子步骤中的任意一个都没有被施加 ON 脉冲的区域(白色区域)为止,通过在各个子步骤中是否施加了 ON 脉冲而分为 8 个区域。因此,通过使各个子步骤中所施加的 ON 脉冲不同,能够形成灰度不同的 8 个区域,并且可将第二步骤中的驱动次数设定为 3 次。

[0071] 在如图 2 所示的第一实施例的驱动方法,中若是 8 级灰度,则进行全部需 8 次,而且在第二步骤中需 7 次驱动,但是根据第二实施例的驱动方法,可大幅度的减少驱动次数。

[0072] 此外,虽然图 3 的例子为 8 级灰度,但是在 16 级灰度及其以上的灰度数中也可以适用同样的规则是显而易见的。

[0073] 接着,下面对可共同应用于第一实施例及第二实施例的实施方式进行说明。

[0074] 图 4A~图 4C 所示的实施方式是涉及改写显示画面时的显示元件驱动方法的实施方式。

[0075] 到目前为止,当画面改写时,一般采用将先前的显示画面一次性复位的方式。但是,该方式在复位时会消耗至少数十 mW 的电力。

[0076] 因此,本实施方式是,在驱动显示元件的第一步骤中形成图像之前,按每次数条线的方式,将液晶依次复位成垂直排列状态或焦锥状态。如图 4A 所示,例如按每次 4 条线的方式进行复位,同时,将进行一条线的数据改写动作重复线的数目来对画面进行改写,因而可抑制耗电。

[0077] 图 4B 是表示在改写显示画面时的一条线上的像素中所施加的电压的图,且如图

5B 中以后要说明的一样,施加平均一次的正负交流脉冲。对一个像素中的液晶,如图 4B 所示地施加多次例如 4 次的复位脉冲,并且夹着休止区间,在写入区间上施加写入电压。

[0078] 通过利用该复位驱动法,可将第一步骤的反射状态和非反射状态以低耗电且高速的方式驱动。而且,作为复位用数据,例如不必使用如将全部的像素都设定成白色这样特别的复位数据,将写入数据本身用于复位。

[0079] 图 4A 中,画面的下半部分表示上次显示的画面,而上半部分表示新的显示画面。图 4A 所述的通用模式是指依次选择线的模式,而分段模式是指对每个电极可选择施加电压的模式。扫描侧是将线依次选择后,对其施加 ON 扫描脉冲,而数据侧是按照应显示的数据而施加 ON 数据或者 OFF 数据的脉冲。图 4A 表示的是,从最上方的线开始,写入起始线即表示上述的每次一条线的写入线到达了画面的大约中央附近的状态,并且进行该线上数据的写入的同时,复位线例如 4 条线中的利用写入数据的复位也在进行的状态。关于该工作利用图 4C 进一步进行说明。

[0080] 如图 4C 所示,首先进行设定作为复位线的 4 条线的工作。在该图中,当作为扫描侧的扫描开始信号的 Eio 信号、和用于赋予数据侧的闩锁 (latch) 和扫描侧的转换 (shift) 的时机的 Lp 信号被同时输入时,首先从图 4A 的画面上的上方起选择的第一条线,并成为能够对该线写入数据的状态。然后,当同时输入 Eio 和 Lp 信号的第二个脉冲时,最初选择的第一条线通过 Lp 信号而转换,并且在选择第二条线的时候,通过同时输入的 Eio 信号而将第一条线也同时选择,这样就变成选择了第一条线和第二条线两条线的状态。重复进行该操作从而在复位线设定区间中变成选择从第一条线到第四条线的状态,由此变成对该四条线都可写入数据的状态。

[0081] 接着,在休止线设定区间上仅输入 Lp 信号,并由该脉冲进行一条线的转移,从而变成选择从画面上的第二条线到第五条线的状态。

[0082] 在其后的写入区间的最初,同时输入 Eio 信号和 Lp 信号,进而此前所选择的第二条线到第五条线被每次转移一条线。其结果,变成选择了第三条线到第六条线的状态,与此同时通过输入 Eio 信号,变成画面上的最初的线,即第一条线也被选择的状态。通过这种状态赋予第一条线的数据,在第一条线上写入本该要写入的数据,同时为了复位而向第三条线到第六条线写入第一条线的数据,并且进行上次所显示的数据的复位。此时,第二条线变成休止线设定区间所设定的休止线,并且不进行数据的写入。

[0083] 对应于随后的 Lp 脉冲的输入,转移此前所选择的线,进而第二条线以及第四条线到第七条线都变成选择状态。以这种状态赋予第二条线的数据,在第二条线上写入本该要写入的数据,同时复位第四条线到第七条线的上次所显示的数据。

[0084] 进而,通过随后输入 Lp 脉冲,同样选择第三条线以及从第五条线到第八条线,并进行对第三条线的数据的写入。对第三条线虽在输入其前两个 Lp 脉冲时已写入有第一条线的数据,而且,胆甾相液晶的响应时间也会对应于材料的特性而不同,通常为数十 ms 数量级 (order)。在作为第二条线的数据的写入时机的 Lp 脉冲的输入时刻,第三条线处于休止区间,并且在该区间 (例如 50ms 以下) 中第三条线的像素处于向焦锥状态或者平面状态的转换中途的过渡状态,并且在实际地施加第三条线的数据的时刻,决定作为实际的写入状态的焦锥状态或者平面状态的其中任意一个。而且,反复进行这种动作直到写入数据进行到例如第 240 条线即画面的最下方的线条为止。

[0085] 接着,通过图 5A 及图 5B 来说明第一步骤的显示元件的驱动。对所选择的扫描电极和其它的扫描电极,分别施加如图 5A 所述的 ON 扫描电压和 OFF 扫描电压,并且在其线上,对需施加 ON 脉冲的像素的数据电极施加如图 5A 所述的 ON 数据电压,而对其它的数据电极施加 OFF 数据电压。

[0086] 在图 5A 的示例中,对 ON 数据,前半施加 32V 而后一半施加 0V 的电压,对 OFF 数据,前半施加 24V 而后一半施加 8V 的电压。对 ON 扫描,前半施加 0V 而后一半施加 32V 的电压,对 OFF 扫描,前半施加 28V 而后一半施加 4V 的电压。

[0087] 由于对各个像素施加,ON 数据或 OFF 数据的施加电压与 ON 扫描或 OFF 扫描的施加电压之差值,所以对所选择的扫描线的像素施加如图 5B 所示的 ON 电平(前半为 32V,后半为 -32V)或者 OFF 电平(前半 24V,后半 -24V)的电压波形,并对其之外的非选择像素在前后各一半的部分上施加正负 4V 的电压。通用驱动器通常二值输出 ON 波形和 OFF 波形。本发明的第一步骤如图 5A 所示,将 ON 波形例如设定为 32V,将 OFF 波形设定为 24V,并分别驱动成平面状态和焦锥状态。此外,在驱动液晶时,如上所述使用正负交流脉冲,且该方法是作为防止液晶的劣化等目的而普遍利用的。

[0088] 接下来,参照图 6 来说明第二步骤的显示元件的驱动。

[0089] 本发明的第二步骤,相比较于第一步骤能够高速地扫描,或缩短脉冲宽度。例如图 6 所述,若将第一步骤中的扫描速度设定为 2ms/line,则变成图 6 这样的响应特性,并且在 24V 成焦锥状态。另一方面,第二步骤中的 1ms/line 的响应特性转变成如图 6 一样,并且在 24V 成半色调区域 A 的状态。然而,相对速度(ms/line)的响应特性,随液晶材料或元件构造来变化,因此不仅仅局限于该例。

[0090] 通过第二步骤的 ON 波形 24V,使在第一步骤成为反射状态的部分的反射率降低(同时存在焦锥状态)。此时,OFF 波形例如设定为 12V 左右,从而成为即使将其施加到反射状态的液晶,也维持在原先的水准。

[0091] 接着,参照图 7A 及图 7B,说明施加 ON 信号脉冲时的显示元件的驱动法。图 7A 所述的 ON 脉冲为目前常用的波形,但相对于此,本实施方式的驱动方法,如图 7B 所示地使 ON 脉冲的前后强制变为电平。

[0092] 这样,本发明的发明者找出会产生如下的两个优点的原因。

[0093] (1) γ 特性的改善:相较于如图 7A 所示的常用波形,图 7B 所示的具有更高的电压以及更小的脉冲宽度的波形,使得 γ 特性变得更缓和,而且能够显示更多的灰度级。

[0094] (2) 串扰的改善:在如图 7A 所示的常用波形中,连接 ON 脉冲施加非选择脉冲。即,由于在液晶状态还未稳定的状况下施加非选择脉冲,因此尤其是半色调容易受到串扰。相对于此,如图 7B 所示,通过将 ON 脉冲的前后设定为 0 电平,能够使通过 ON 脉冲变化的液晶状态稳定直到施加非选择脉冲,从而使其不易受到串扰的影响。

[0095] 因此,在第二步骤中的各个子步骤最好采用上述驱动方法。

[0096] 接着,参照图 8 表示第一步骤和第二步骤之间的电压切换的例子。如上述,第一步骤和第二步骤的 ON 脉冲和 OFF 脉冲的电压值不同。对该电压的切换若使用模拟开关会变得更简易。

[0097] 图 8 中,在第一子步骤切换为 32V,第二子步骤可切换为 24V 的输出,作为通用模式和分段模式下的 ON 脉冲而被供给,且其波形由 ON 数据和 ON 扫描的波形所表示。同样的,

通用模式的 OFF 脉冲的波形表示 OFF 扫描波形,而分段模式的 OFF 脉冲的波形表示 OFF 数据波形。

[0098] 这样通过切换,对各个像素施加如图 9 的 ON 及 OFF 的各波形。例如对施加 ON 电平脉冲的像素,施加如图 8 所述的 ON 数据波形和 ON 扫描波形之差的电压,进而第一步骤上施加 $\pm 32V$,第二步骤上施加 $\pm 24V$ 。

[0099] 接着,参照图 10 来说明第二步骤的各个子步骤的显示元件的驱动。如先前在图 3 所示的第二实施例中所述,需要在各个子步骤中施加不同的 ON 脉冲。因此,如图 10 所举的例子那样,在第二步骤的各子步骤中,将脉冲宽度分别设定为合适的值。越往高的浓度驱动,就将扫描设定为低速,或者设定宽脉冲宽度。为使作为驱动器输出的 ON 脉冲的宽度变宽,可通过降低驱动该驱动器的时钟脉冲频率而使输出周期变长来实现,但是此脉冲宽度的切换与切换模拟的时钟脉冲频率自身相比,反而进行逻辑地改变向驱动器输出的时钟生成部的分频比而更加稳定。

[0100] 接着,参照图 11,说明即使在对同一个像素施加多次 ON 脉冲的情况下,也可减少扫描次数的驱动方法。

[0101] 图 11 是表示扫描用脉冲与数据侧门锁脉冲之间关系的图,且表示在扫描一条线内实施多个子步骤的情况。扫描一条线可以作为第一子步骤,但是在这样的方法当中,例如为 8 级灰度时,第一子步骤和第二子步骤加起来进行共 5 次扫描。然而,减少扫描次数,不但会减少写入时的闪烁 (flicker),并且观察者也能感觉效果好。因此,为减少该扫描次数,对一个扫描施加多个子步骤的门锁脉冲。由此减少扫描次数,从而能够实现闪烁少的写入。

[0102] 而且此时,最好使第一步骤和第二步骤独立。即,仅由第一步骤来进行全部一个画面的写入,而由第二步骤来进行剩下的写入。由此,使用者能够通过第一步骤的写入可尽早地掌握图像的整体感。

[0103] 图 12 是说明从多灰度的图像数据生成用于显示元件驱动的子图像数据的处理的图。利用图 12,例如通过误差扩散法,说明对分级 (gradation) 变换到 8 级灰度的图像数据处理。如前所述地,在第二实施例中,可通过第一步骤和第二步骤加在一起施加 4 次脉冲来显示 8 级灰度,但是作为图像数据的处理如图 12 所示,将 8 级灰度的像素分离成施加了脉冲的 4 个子图像。

[0104] 此时,当对应于第二步骤时,通过 ON 脉冲而降低反射率的部分,在子图像数据的概念中成为白色 (1),而施加 OFF 脉冲并保持反射率的部分,在子图像数据的概念中是黑色 (0)。即,在每个子图像上,生成显示了施加 ON 脉冲或者 OFF 脉冲的 0、1 的二值数据、即子图像数据。而且,作为灰度变换的算法在画质方面最好为误差扩散法 (误差扩散法) 或蓝噪声掩模 (BlueNoise Mask) 法。

[0105] 接着,参照图 13 及图 14 来说明全彩色 (Full Color) 显示的驱动方法。

[0106] 图 13 是表示用于全彩色显示的显示元件的层叠构造的图。如图 13 所示,在胆甾相液晶的全彩色显示中,一般例如层叠了 RGB 各要素的构造。而且,由分别对应于各层的控制电路来控制。而且,各层的显示元件是,由分别独立的电压波形来驱动,并且作为整体进行全彩色显示。

[0107] 图 14 是说明用于全彩色显示的 ON 脉冲的驱动方法的图。

[0108] 如图 7B 所示,本发明的实施方式将 ON 脉冲的前后强制地设置为 0 电平,同时以高

于作为 ON 脉冲的电压,采用小脉冲宽度的波形,但是,如图 14 所示,将 RGB 各像素的 ON 脉冲的位置,以不成为相同时机的方式错开。这是因为,若采用显示元件的层叠构造,并且以相同时机驱动 RGB 各像素,那么尖峰 (spike) 电流会增大,而且电源电压会不稳定,这样不仅显示品质会下降,而且有时还会进行错误动作。

[0109] 为了减少该尖峰电流,错开施加 DSPOF 信号的时机,使得在驱动 RGB 各元件时的 ON 脉冲的位置不重合,其中,该 DSPOF 信号表示将施加电压强制性地变成 0 的时机。

[0110] 由此,可确认驱动电路变得稳定,且能得到良好的显示品质。

[0111] 如上所说明的那样,若采用本发明的驱动方法,能够利用耐压 40V 以下的廉价的通用驱动器及部件来驱动。

[0112] 接着,通过图 15 来说明实施本发明的显示元件的驱动方法的驱动电路的单元构成例。驱动器 IC10 中包括扫描驱动器和数据驱动器。计算部 20 是将显示中被处理的图像数据,即由原图像所得到的第一步骤用二进制 (binary) 图像,和由原图像进行灰度变换,并且通过在图 12 中说明的处理而分离的第二步骤用二进制图像群,向驱动器 IC 输出,同时,将各种控制数据输出到驱动器 IC 中。

[0113] 数据转换及闩锁信号是,将扫描线转换到下一个线上的控制信号和控制数据信号的闩锁的信号。极性反转信号是,使作为单极性的驱动器 IC10 反转输出的信号。帧 (frame) 开始信号是开始写入相当于一个画面的显示画面的同步信号。驱动时钟 (clock) 是表示图像数据的提取定时信号。驱动器输出 OFF 信号是用于强制性地使驱动器输出变成 0 的信号。

[0114] 输入到驱动器 IC 上的驱动电压是,在升压部 40 中将 3~5V 的逻辑电压进行升压,并且在电压形成部 50 上形成各种电压输出。基于从计算部 20 输出的控制数据,电压选择部 60 是从在电压形成部 40 所形成的电压,选择要输入到驱动器 IC10 的电压,并且通过调压阀 40 (regulation) 进而输入到驱动器 IC10 内。

[0115] 接着,参照附图,说明本发明的反射型液晶显示元件的实施方式,进一步地,对本发明的液晶组成物具体地进行说明。

[0116] 图 16 是表示适用本发明的驱动方法的液晶显示元件的实施方式的剖面构造的图。该液晶显示元件具有记忆特性,且平面状态及焦锥状态在停止了施加脉冲电压之后也能够维持。液晶显示元件在电极之间具有液晶组成物 5。从与基板垂直方向上观察电极 3、4 以相互交叉的方式相对向。电极上最好是涂有绝缘性薄膜以及取向稳定膜。而且,在使光入射一侧的相反侧的基板的外表面 (里面) 设置可视光吸收层 8。

[0117] 在本发明的液晶显示元件中,5 是在室温下显示胆甾相的胆甾相液晶组成物,对于这些材料及其组合是通过下面的实施方式来具体说明的。

[0118] 6、7 是密封材料,用于将液晶组成物 5 密封到各基板 1、2 之间。9 是驱动电路,用于向上述电极施加脉冲状的规定电压。

[0119] 虽然基板 1、2 都具有透光性,但是能够用于本发明的液晶显示元件的一对基板中需要至少有一方具有透光性。作为具有透光性的基板有玻璃基板,但是在玻璃基板之外还可使用 PET (Polyethylene terephthalate: 聚对苯二甲酸乙二醇酯) 或者 PC (Polycarbonate: 聚碳酸酯) 等薄膜基板。

[0120] 作为电极 3、4,代表的材料例如为铟锡氧化物 (ITO: Indium Tin Oxide),但是除此之外,还可使用铟锌氧化物 (IZO: Indium Zinc Oxide) 等透明导电膜,铝、硅等金属电极,或

者是非晶硅、BSO(硅酸铋 :Bismuth Silicon Oxide) 等光导电性膜等。在如图 16 所示的液晶显示元件中,如上所述,在透明基板 1、2 的表面形成有互相平行的多个带状透明电极 3、4,而且在与基板垂直的方向上观察,这些电极以相互交叉的方式互相对向。

[0121] 接着,对于虽然在图 16 中未图示,但用于本发明的液晶显示元件合适的要素进行说明。

[0122] (绝缘性薄膜)可包括图 16 所示的液晶显示元件,并且本发明的液晶显示元件也可以形成有绝缘性薄膜,该绝缘性薄膜具有能够防止电极之间的短路的功能,或者作为阻气(gas barrier)层来提高液晶显示元件的可靠性的功能。

[0123] (取向稳定膜)作为取向稳定膜,举例说明了聚酰亚胺树脂、聚酰胺酰亚胺树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚乙烯醇缩丁醛树脂、丙烯酸树脂等有机膜,或者氧化硅、氧化铝等无机材料。本实施方式中,在电极 3、4 上涂有取向稳定膜。而且,也可以将取向稳定化膜与绝缘性薄膜共用。

[0124] (间隔物)可包括图 16 所示的液晶显示元件,并且本发明的液晶显示元件也可以在一对基板之间设置有用以均匀保持基板间的间隙的间隔物(spacer)。

[0125] 本实施方式的液晶显示元件中,在基板 1、2 之间插入有间隔物。作为该间隔物,可举例说明如树脂材料或者无机氧化物材料的球体。还有,也可适当应用在表面上涂有热可塑性树脂的粘合间隔物。

[0126] 接着,对液晶组成物进行说明。构成液晶层的液晶组成物是,往向列相液晶混合物中添加 10~40wt%的手性材料的胆甾相液晶。在此,手性材料的添加量是指以向列相液晶分子成分和手性材料的总和作为 100% wt 时的数值。

[0127] 作为向列相液晶可以利用到目前为止公知的各种材料,但是介质常数各向异性为 20 以上的材料,更合适于驱动电压的情况。如果介质常数各向异性为 20 以上,则驱动电压会变得较低。作为胆甾相液晶组成物的介质常数各向异性($\Delta \epsilon$)最好为 20~50。

[0128] 而且,折射率各向异性(Δn)最好为 0.18~0.24。若小于该范围,则平面状态的反射率会变低,而若大于该范围,则在焦锥状态下的散射反射会变大,而且粘度受影响会变高,并且响应速度也会变慢。

[0129] 而且,该液晶的厚度最好为 3~6 μm 的程度。若小于此则平面状态的反射率会变低,而若大于此则驱动电压会变得过高。

[0130] 接着,制作如上述所示的内容中的单色 8 级灰度、且分辨率为 Q-VGA 的显示元件,并且对利用了该显示元件的本发明的第一实施例进行说明。

[0131] 液晶在平面状态下呈现绿色,而在焦锥状态下呈现黑色。

[0132] 驱动器 IC 使用了作为通用 STN 驱动器的爱普生(EPSON)公司制的 2 个 SID17A03(160 条输出)和 1 个 SID17A04(240 条输出)。而且,将 320 条输出侧作为数据侧,将 240 条输出侧作为扫描侧来设定驱动电路是。此时,根据需要,为稳定输入到驱动器的电压,通过运算放大器的电压调节器(voltage follower)来稳定也可以。而且,明显地驱动器 IC 不仅限于此,若具有同样功能的也可以使用不同的设备。

[0133] 往该驱动器 IC 的输入电压是,(图 8 所示的)在第一步骤中为 32、28、24、8、4、0V,而在第二步骤中为 24、20、12、12、4、0V。对于该第一步骤和第二步骤的电压的切换使用模拟开关,并配置在运算放大器的前段上。对于该模拟开关,可使用例如美信(Maxim)公司制的

Max4535(耐压 36V) 等。

[0134] 由此,在第一步骤中,对 ON 像素稳定施加 $\pm 32\text{V}$ 的脉冲电压,对 OFF 像素稳定施加 $\pm 24\text{V}$ 的脉冲电压,而对非选择的像素施加 $\pm 4\text{V}$ 的脉冲电压。

[0135] 另一方面,在第二步骤中,对 ON 像素施加 $\pm 24\text{V}$ 的脉冲电压,对 OFF 像素施加 $\pm 12\text{V}$ 的脉冲电压,而对非选择的像素施加 $\pm 4\text{V}$ 或者 $\pm 8\text{V}$ 的脉冲电压。

[0136] 第一步骤是以 $2\text{ms}/\text{line}$ 的扫描速度进行的。在第二步骤中,第一子步骤的施加时间约 2ms ,第二子步骤约 1.5ms ,第三子步骤约 $1\text{ms}/\text{line}$,总计为 $4.5\text{ms}/\text{line}$ 的扫描速度进行。

[0137] 此时,图 7B 所示的电压零电平(DSPOF)的插入时间,在第一子步骤中估计为 0.8ms ,第二子步骤中为 0.6ms ,第三子步骤中为 0.4ms 。

[0138] 即,电压脉冲的有效时间,在第一子步骤中为 1.2ms ,在第二子步骤中为 0.9ms ,在第三子步骤中为 0.6ms 。

[0139] 往驱动器 IC 输入的图像数据是,通过误差扩散法将 256 值的原图像以灰度变换成 8 值。之后,通过图 12 的方法进一步变换成第一子步骤及第二子步骤中的图像数据。当按上述主要条件来进行驱动时,能够实现如图 17 一样的粒度小且高品质的显示。

[0140] 为了证实该显示品质的水平,而显示测试图像,并与现有的胆甾相液晶的显示装置进行粒度的比较。使在本发明的显示元件和现有的显示装置上,显示从白灰度到黑灰度的梯尺(step wedge),之后对其进行拍摄。分别拍摄后,当算出各浓度图形的像素值的反射率的标准离差(标准偏差)时,依照本发明的显示相比于现有的显示装置具有约一半的粒度,这样可确认本发明的显示品质的好坏。而且,该实施例是,在 8 级灰度显示的情况下进行的比较,但是即使是更多的灰度值,例如 16 级灰度中也能够实现相同的显示品质。

[0141] 进而,作为第二实验例,介绍彩色元件的 512 色显示的实施方式。

[0142] 将上述第一实施例所示内容的 Q-VGA 的显示元件制作成三种类型(红色、绿色、蓝色),并且按观察面依次层叠蓝色、绿色、红色。为了分别进行各种颜色的控制,设定驱动电路。对于该层叠的显示元件,当通过与第一实验例大致相同的驱动条件,将三层同时驱动时,能够实现良好的 512 色的显示。而且,此时,为减少尖峰(spike)电流,而将如图 14 所示的 DSPOF 的定时错开。

[0143] 如上述所说明的,通过本发明的驱动方法,驱动利用胆甾相液晶的显示元件时,即使通过廉价且二值输出的通用驱动器,也能够实现超越现有驱动法的高品质的多灰度显示,并且能够引出液晶的最大对比度。

[0144] 而且,通过本发明,即使灰度级增加也能够将重写次数抑制到最小限度。

[0145] 进而,由于分为第一步骤和第二步骤来进行驱动,因此顺序显示同样,能够尽早地知道基本的显示内容。

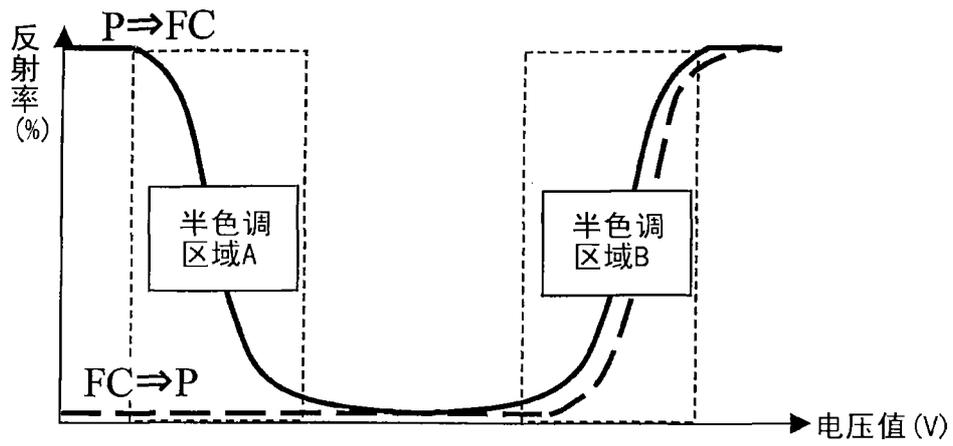


图1A

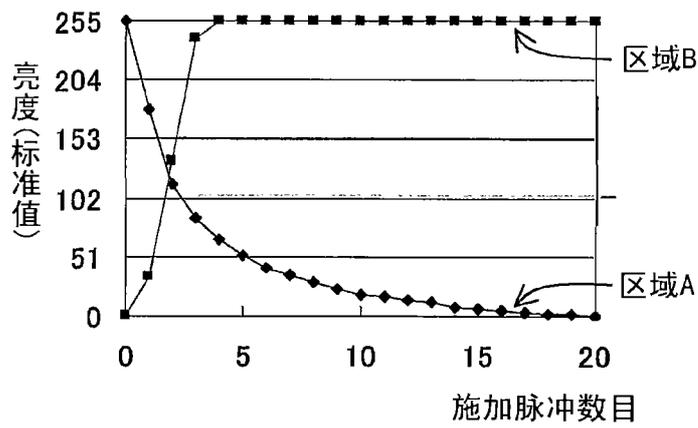


图1B

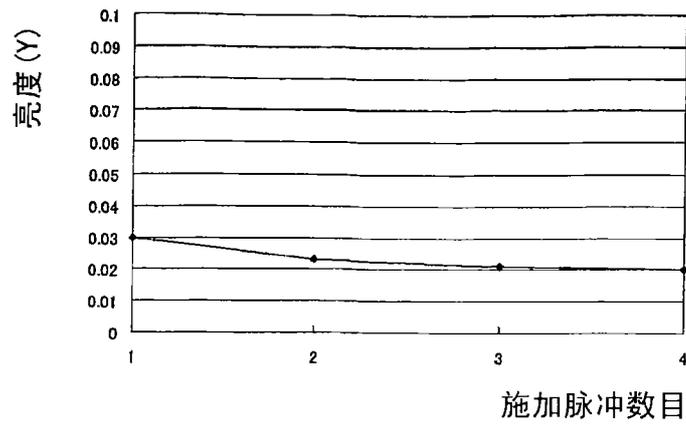


图1C

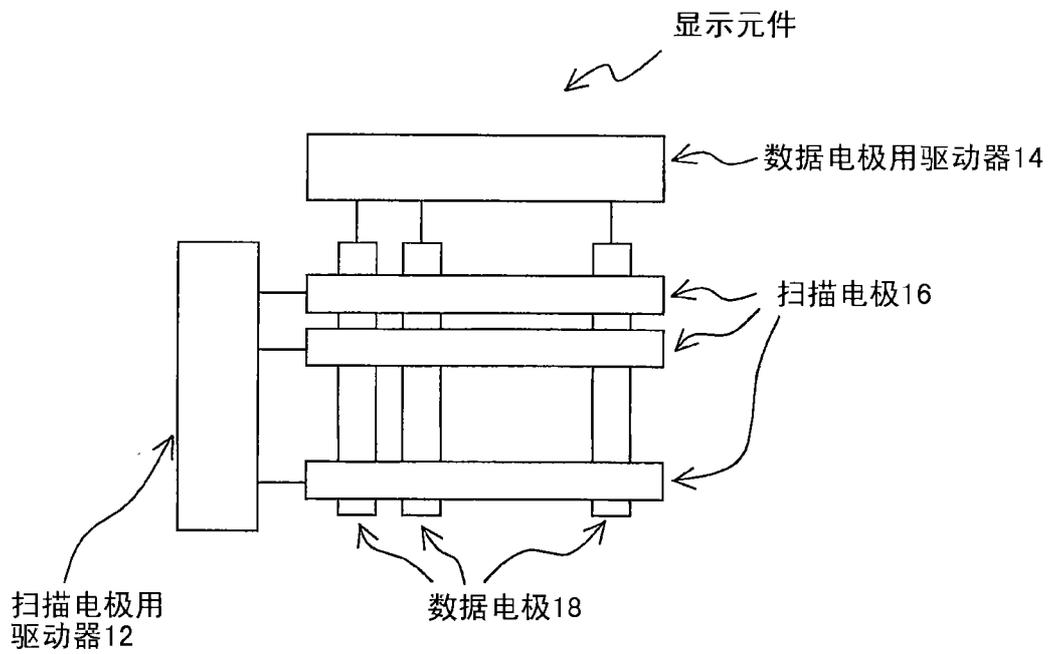


图1D

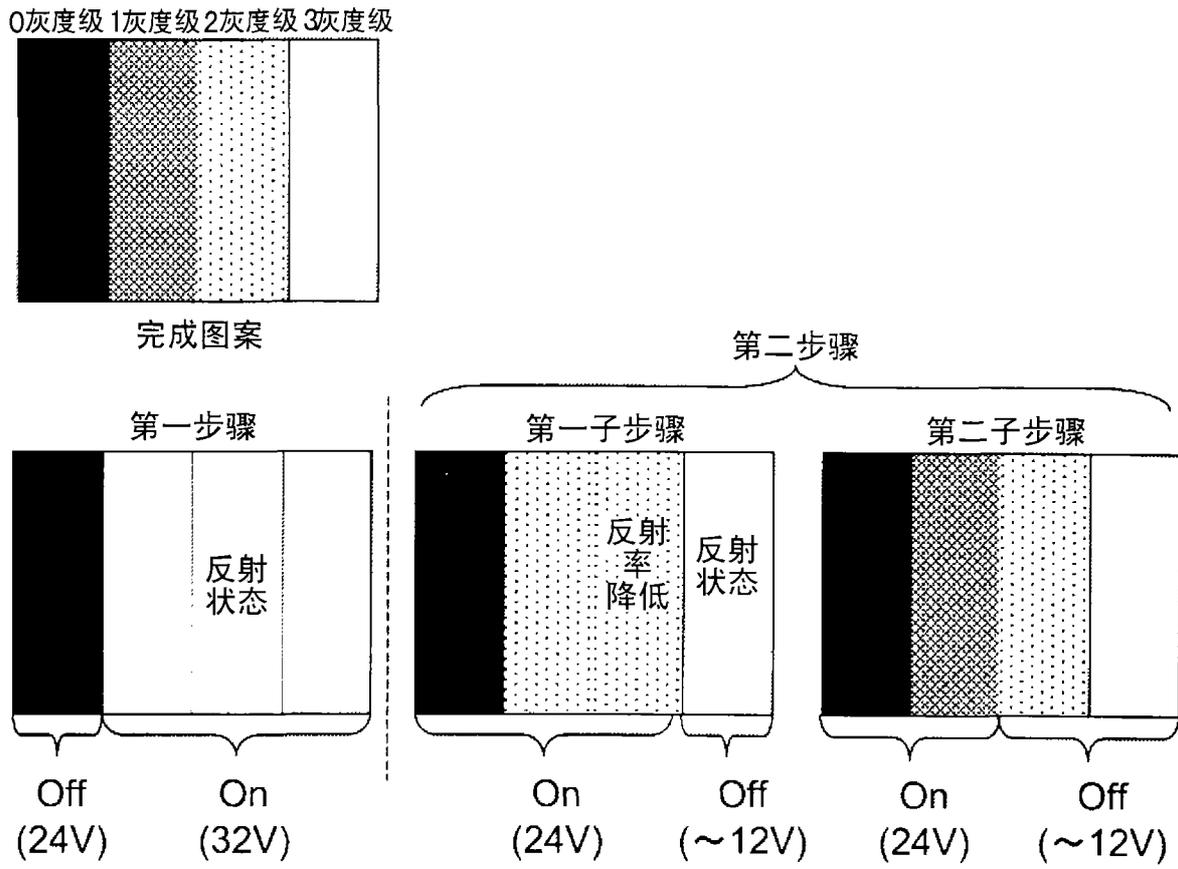


图2

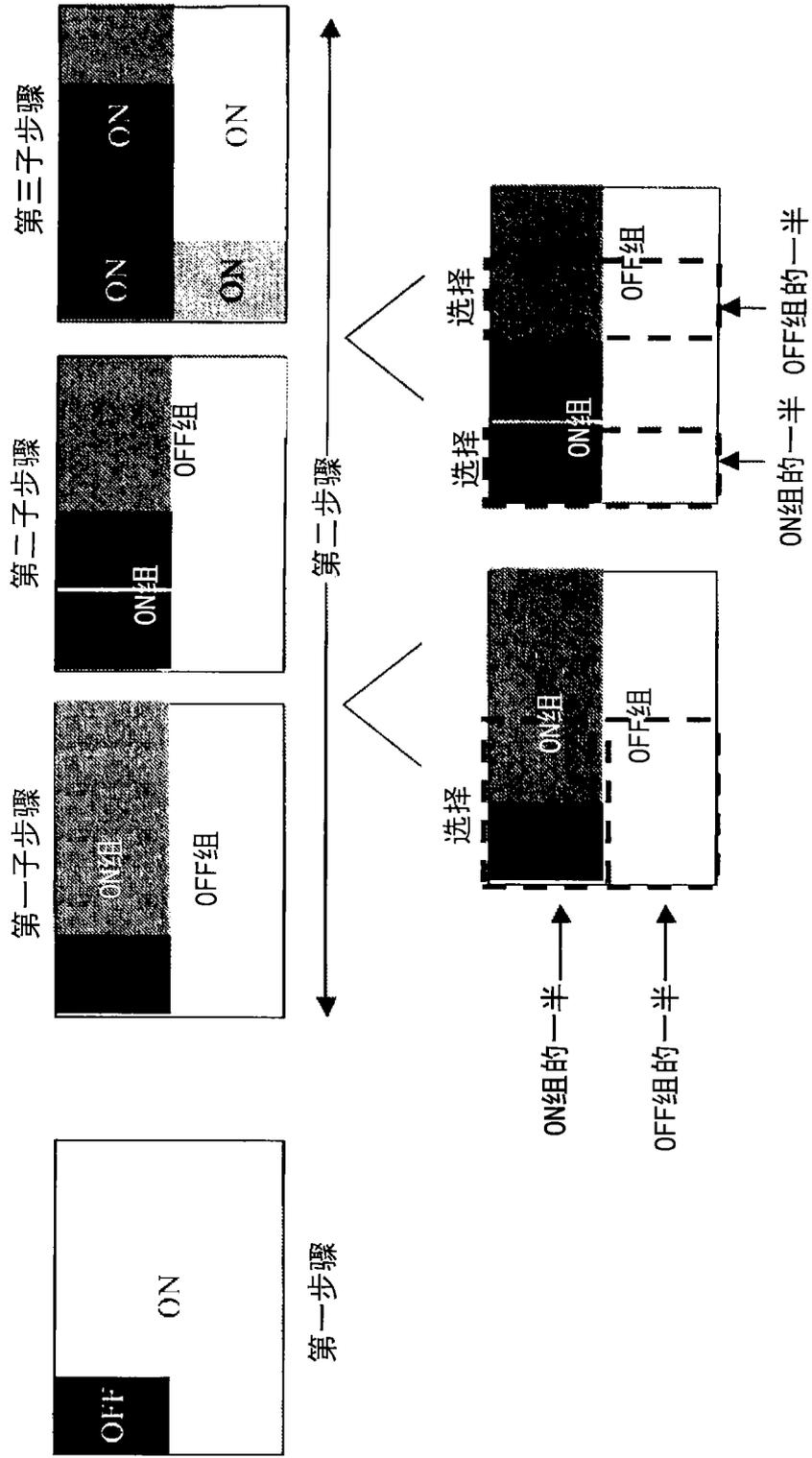


图3

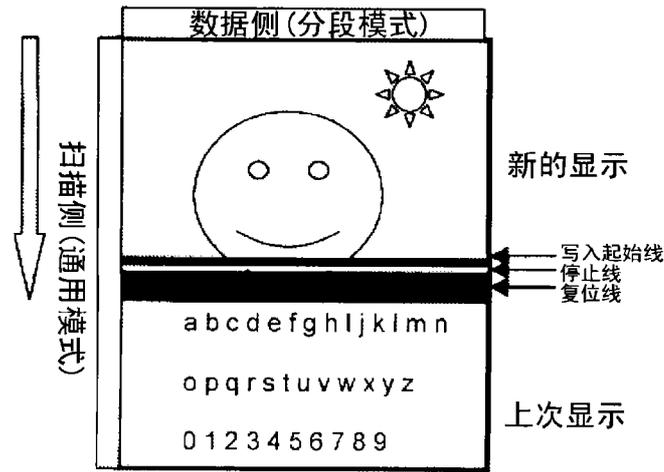


图4A

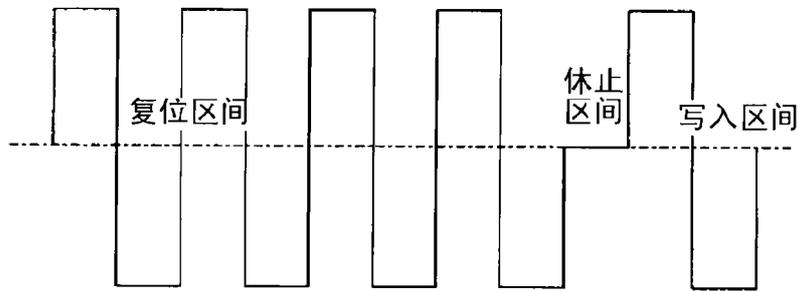


图4B

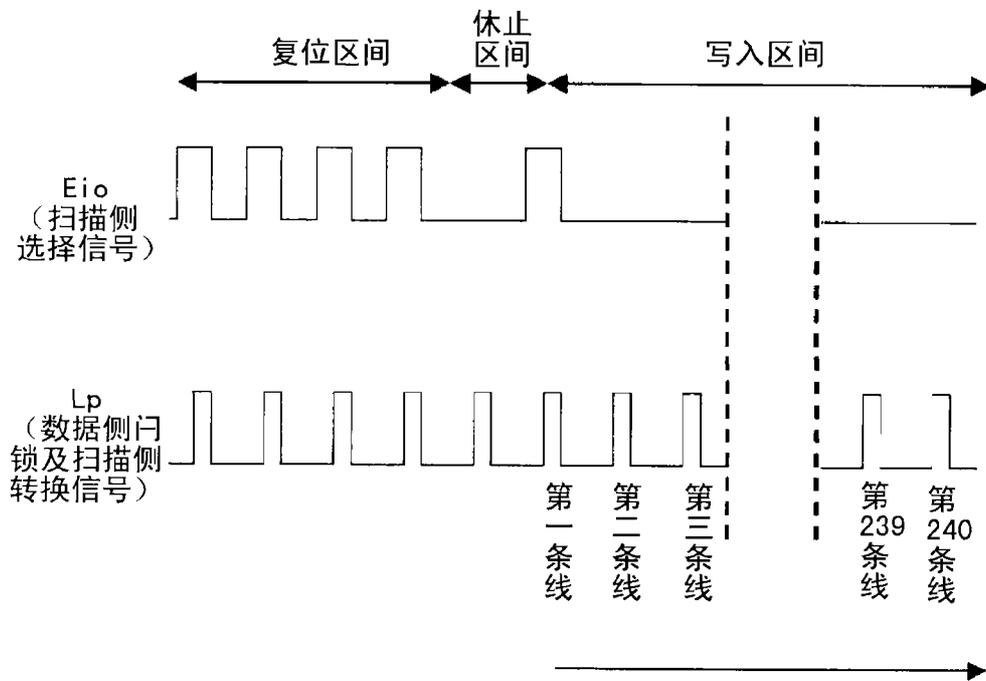


图4C

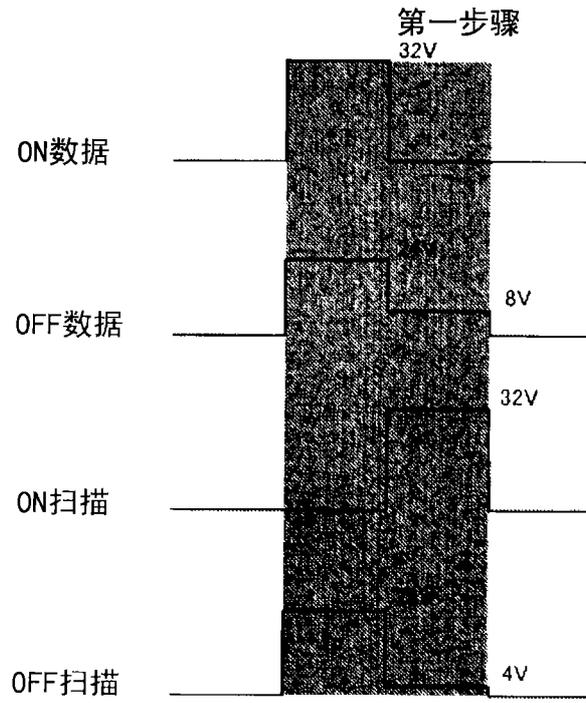


图5A

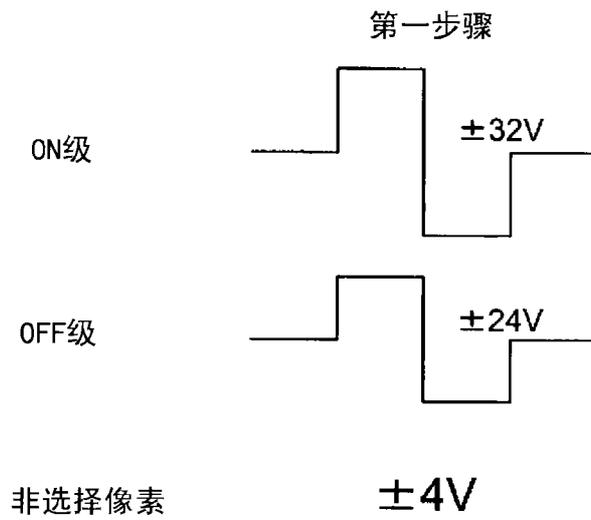


图5B

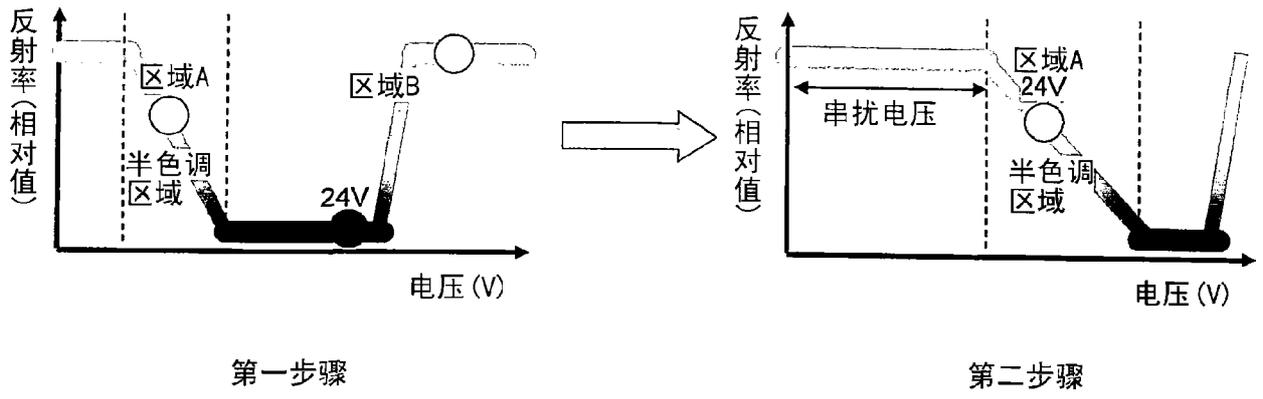


图6

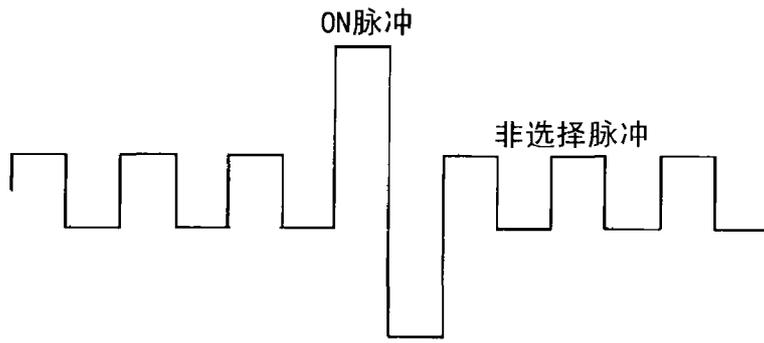


图7A

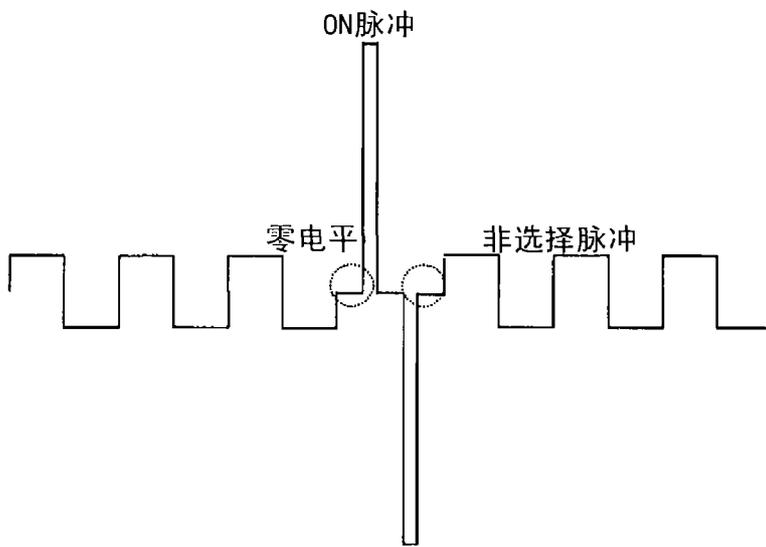


图7B

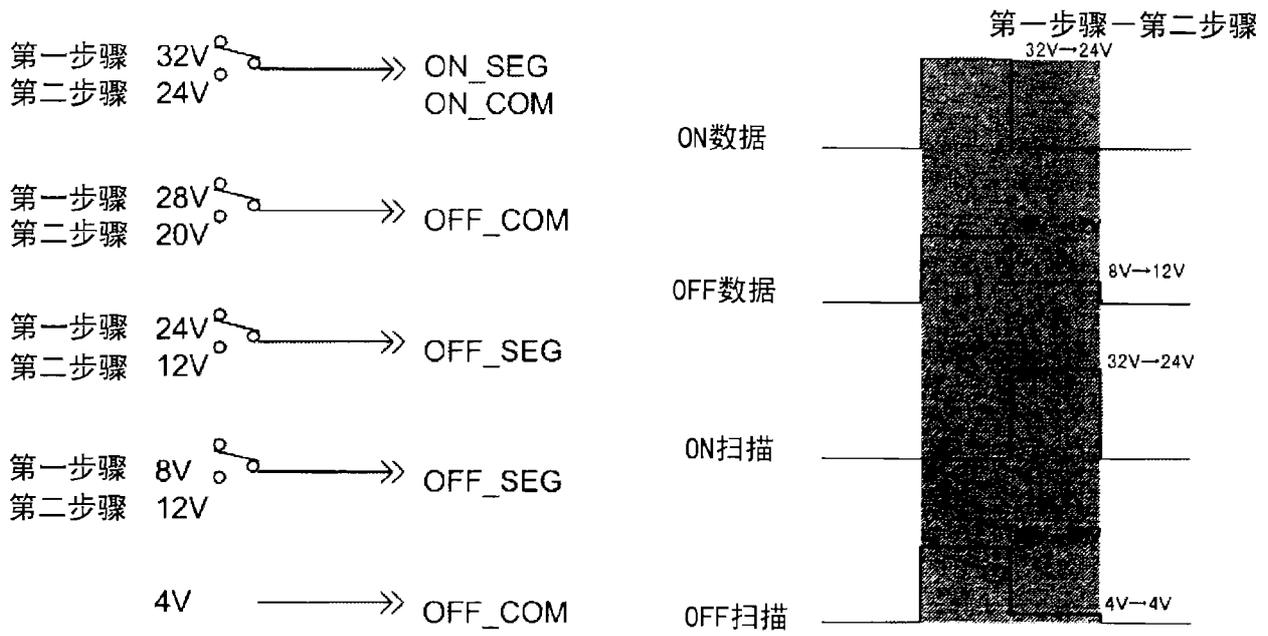


图8

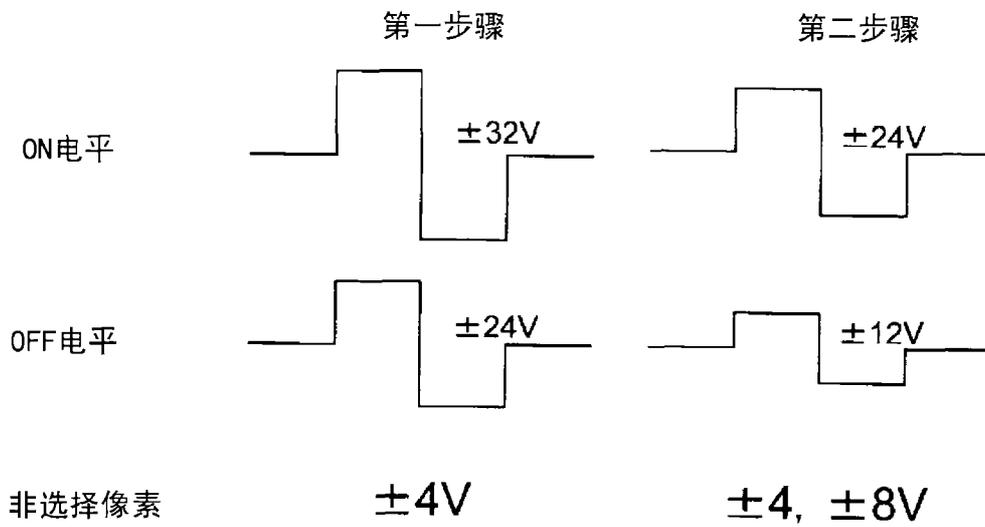


图9

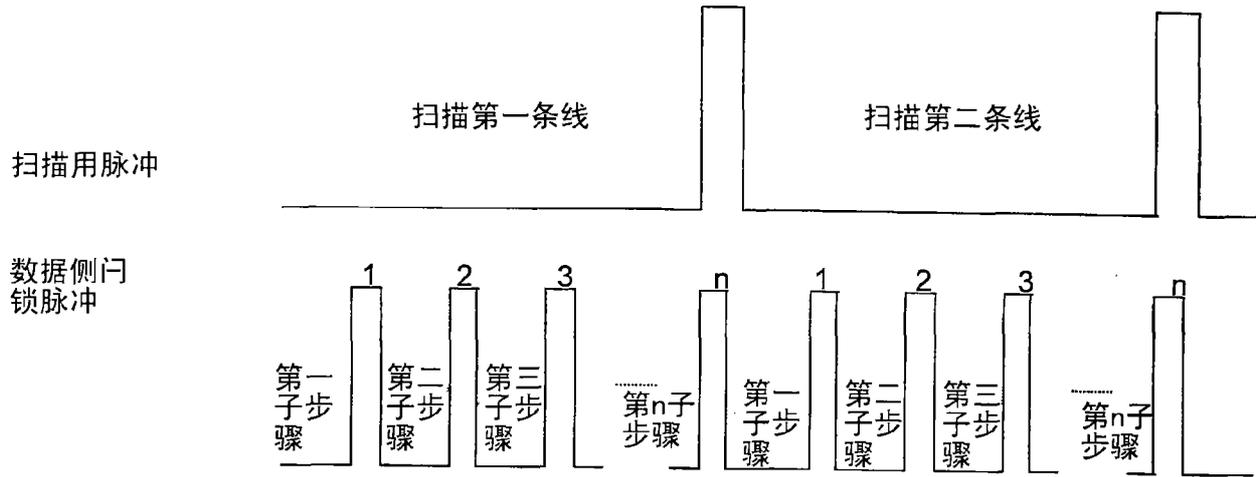


图11

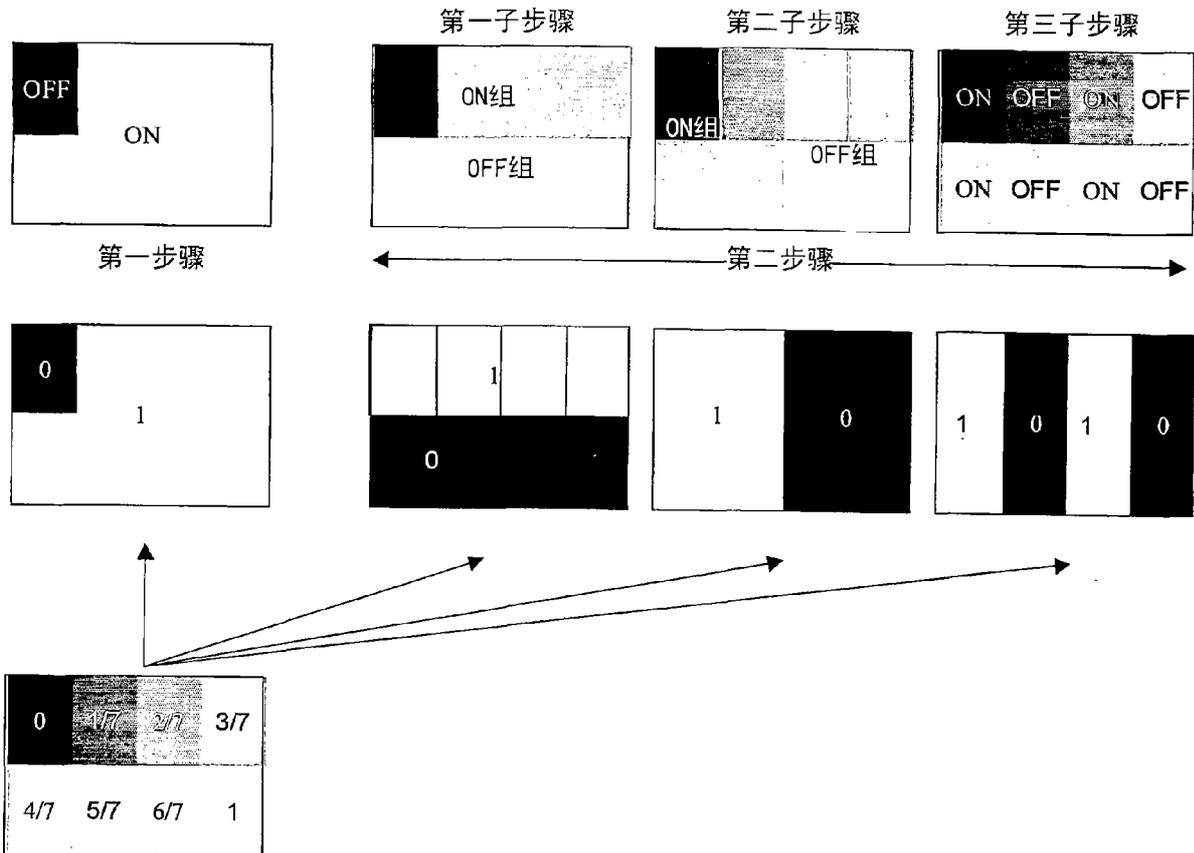


图12

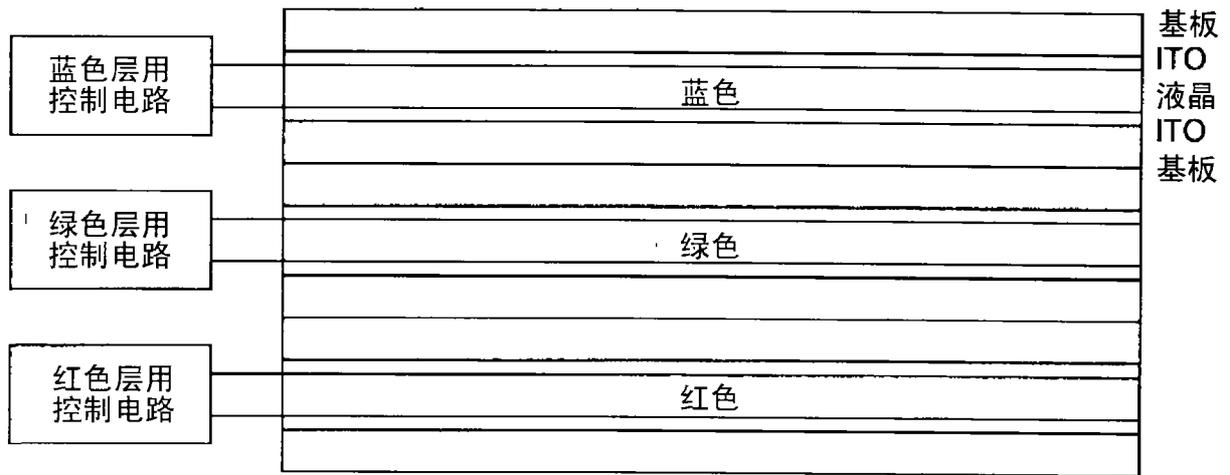


图13

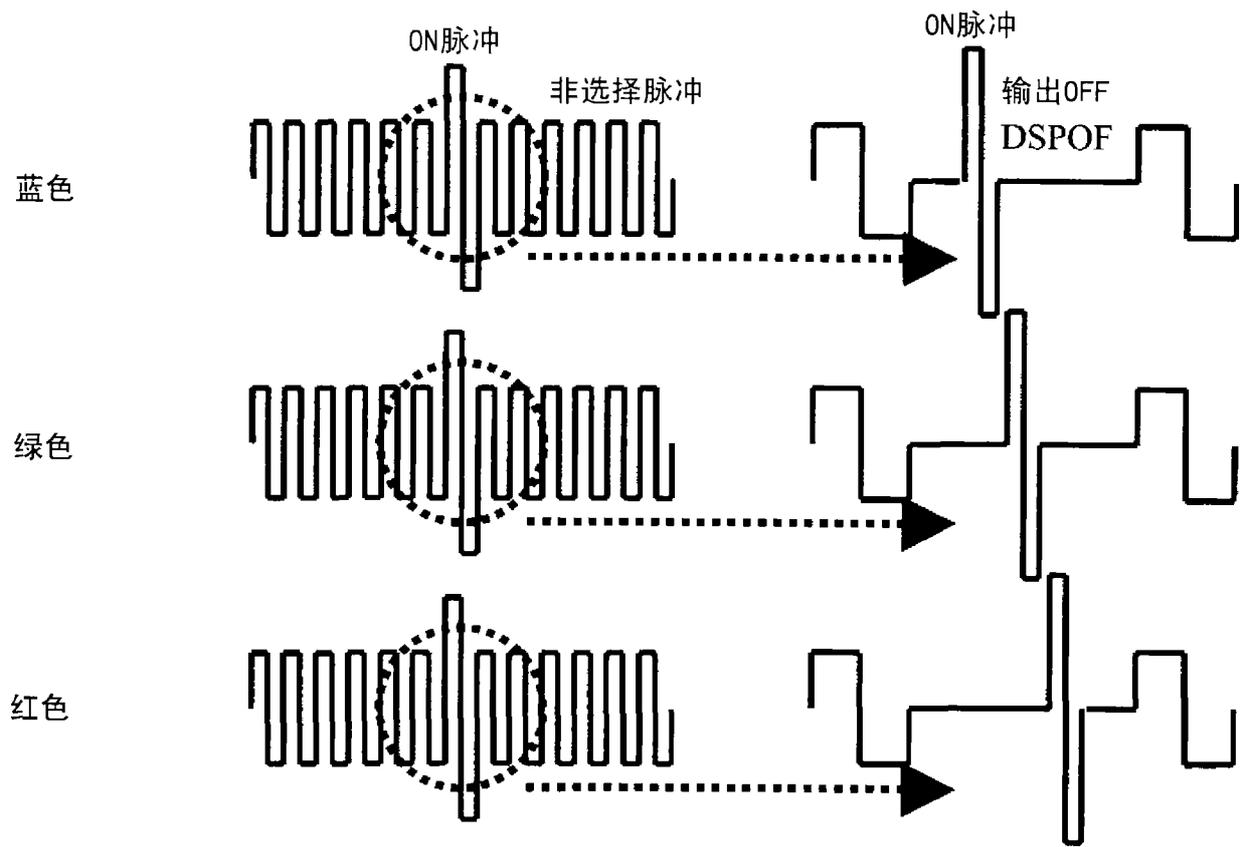


图14

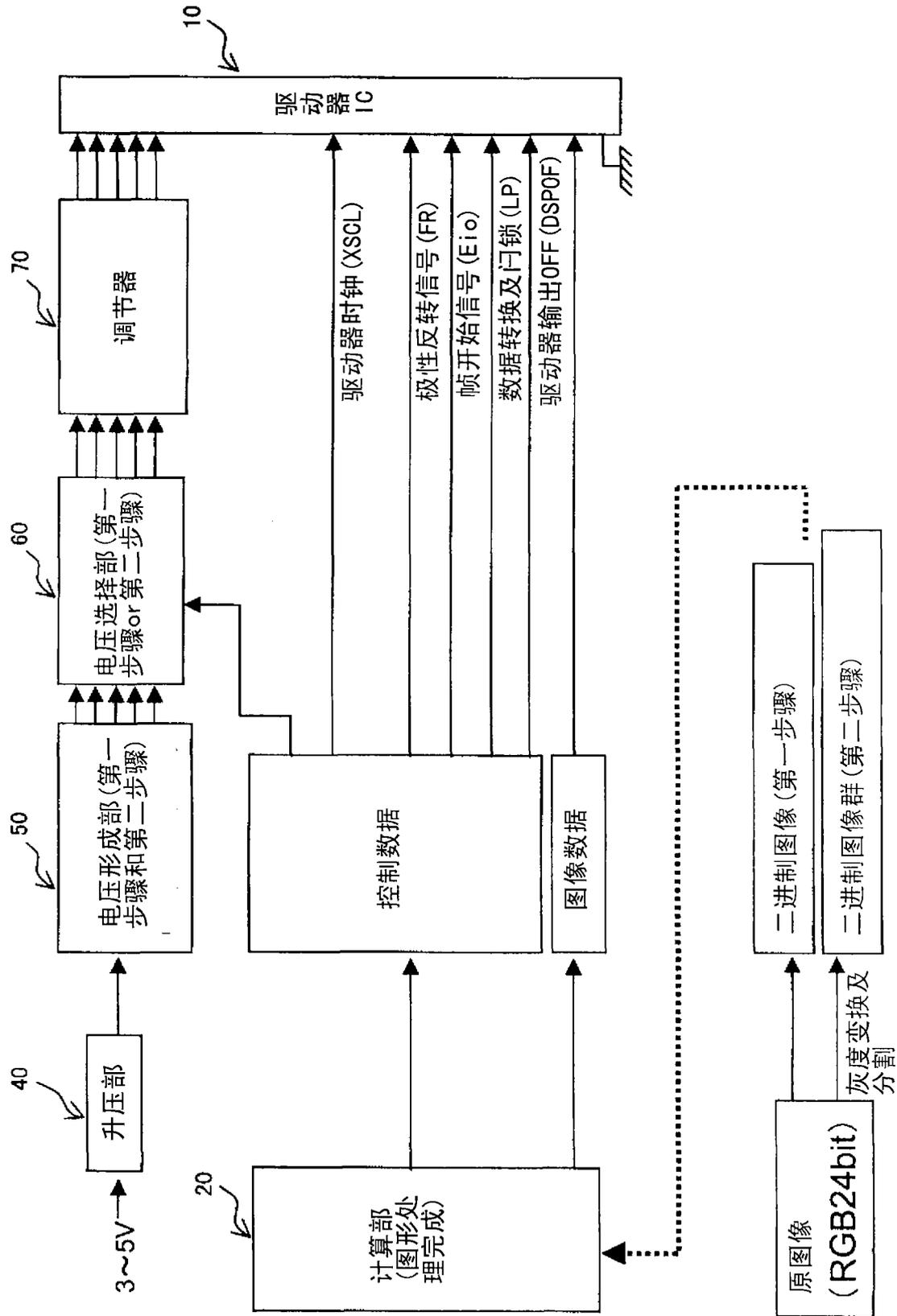


图15

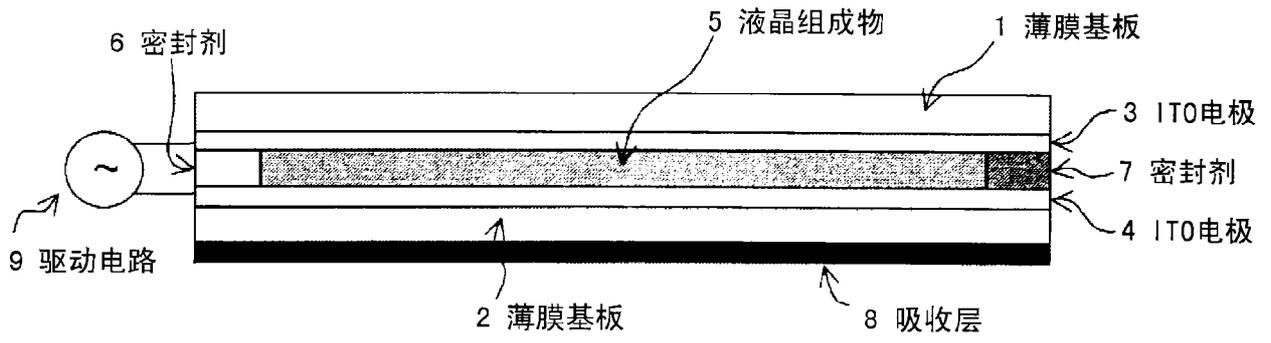


图16



图17

专利名称(译)	液晶显示元件的驱动方法		
公开(公告)号	CN101151574B	公开(公告)日	2010-07-28
申请号	CN200580049338.5	申请日	2005-03-28
[标]申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
[标]发明人	能势将树		
发明人	能势将树		
IPC分类号	G02F1/133 G02F1/137 G09G3/20 G09G3/26		
CPC分类号	G09G2300/0486 G09G2330/025 G09G2320/0238 G09G3/3607 G09G2300/0473 G09G3/3629 G09G2310/065 G09G3/2081 G09G2300/023 G09G3/2018 G09G2310/06 G09G2320/0209 G09G2310/062		
代理人(译)	张龙哺		
审查员(译)	刘锋		
其他公开文献	CN101151574A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

使用低耐压且廉价的通用驱动器，为了实现液晶显示元件的均匀性优良的多灰度显示，而进行应用液晶的累积响应(重写)的多次脉冲施加，并且在每个步骤上将驱动电压和脉冲宽度设定为可变，进而从反射状态的初始状态利用范围大的区域而将液晶控制到规定的半色调状态。其结果，由于还能够回避驱动电压的上升，因此能够利用低耐压且廉价的二值输出的通用驱动器。而且，由于利用了范围大的区域的灰度变换，因此能够实现均匀性优良的灰度级(graylevel)显示。

