

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94120184.8

[45]授权公告日 2001年3月7日

[11]授权公告号 CN 1062956C

[22]申请日 1994.11.30 [24]颁证日 2000.11.25

[21]申请号 94120184.8

[30]优先权

[32]1993.11.30 [33]JP [31]325850/1993

[73]专利权人 索尼公司

地址 日本东京

[72]发明人 仁藤敬一 高梨英彦

安田章夫 杨映保

审查员 焦丽宁

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

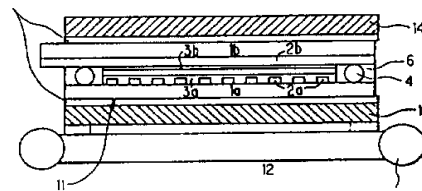
代理人 马铁良 萧掬昌

权利要求书 3 页 说明书 45 页 附图页数 29 页

[54]发明名称 驱动液晶器件的方法以及由所述方法驱动的液晶器件

[57]摘要

一种驱动液晶器件的方法,包括以矩阵寻址方式驱动一种液晶器件的步骤,所述液晶器件包括位于一对基片之间的液晶,特别是铁电性液晶,所述液晶中具有一些精细分布的小区,这些小区的用于转换所述液晶的阈值电压各不相同,所述的方法是包括:至少调制脉冲电压和脉冲宽度两者之一的脉冲调制方法、象素电极分割方法、或时间积分方法。还要求保护一种由所述方法中的任何一种驱动的液晶器件。





## 权利要求书

1. 一种驱动一种液晶器件的方法，包括以矩阵寻址的方式驱动一种液晶器件，所述的液晶器件具有位于一对基片之间的液晶，所述的液晶具有一些精细分布的区域，所述这些区域的用于转换所述液晶的阈值电压不同，

其特征在于，向数据电极施加调制过的数据信号的动作与向扫描电极施加寻址信号的动作同步，根据象素的灰度级对所述数据信号的脉冲电压或脉冲宽度或脉冲电压和脉冲宽度进行调制。

2. 如权利要求1所述的包括以矩阵寻址方式驱动一种液晶器件的驱动液晶器件方法，其特征在于，将构成一个象素的数据电极分成面积不等的几个部分，并且在向扫描电极施加寻址信号的同时，根据该象素的灰度级同步地向所述的数据电极的几个分割部分施加数据信号的集合。

3. 根据权利要求1所述的包括以矩阵寻址方式驱动一种液晶器件的驱动液晶器件方法，其特征在于，在一帧或一个场中，根据每个象素的灰度级，对该象素重复进行几次行寻址。

4. 如权利要求1所述的驱动一种液晶器件的方法，其特征在于，把权利要求2所述的方法与权利要求3所述的方法结合起来。

5. 如权利要求4所述的驱动一种液晶器件的方法，其特征在于，将所述的数据电极分割成面积比为 $1 : (m+1) : (m+1)^2 : \dots : (m+1)^{n-2} : (m+1)^{n-1}$ 的几个部分，其中 $n$ 代表通过分割一个象素获得的象素部分的个数， $m$ 代表在一帧或一个场中对每个象素重复行寻址的次数。

6. 如权利要求5所述的驱动一种液晶器件的方法，其特征在于，



最大整数  $n$  满足以下条件：使每个像素的线性灰阶数不小于  $[(m+1)^{n-1}+1]$ ，或者使每个像素的非线性灰阶数不小于  $n+1$ ，将这样的最大整数  $n$  与在每一帧或每个场中对每个像素重复进行行寻址的次数  $m$  结合起来，以便控制每个像素的透射率，使其产生  $1 : (m+1)^1 : (m+1)^2 : \dots : (m+1)^{n-2} : (m+1)^{n-1}$  的比例。

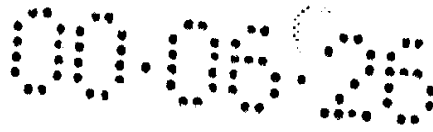
7. 如权利要求 1 所述的驱动一种液晶器件的方法，其特征在于，把由调制数据信号产生的每个像素的灰度阶数  $L$  和构成一个像素的数据电极被分割的部分数  $n$  组合起来，将数据电极分割成面积比为  $1 : L^1 : L^2 : \dots : L^{n-2} : L^{n-1}$  的  $n$  个部分。

8. 如权利要求 1 所述的驱动一种液晶器件的方法，其特征在于，将权利要求 2 和 3 所述的方法与权利要求 1 所述的方法结合起来。

9. 如权利要求 8 所述的驱动一种液晶器件的方法，其特征在于，将调制过的数据信号和构成一个像素的数据电极的分割数组合起来，使最大整数  $n$  满足以下关系：使每个像素的线性灰度级数不小于  $[(m+1)^{n-1}+1]$ ，或者使每个像素的非线性灰度级数不小于  $n+1$ ，将满足这样的条件的整数  $n$  与在每一帧或每一个场中对每个像素重复进行行寻址的次数  $m$  结合起来，借此控制每个像素的透射率，使其产生  $1 : (m+1)^1 : (m+1)^2 : \dots : (m+1)^{n-2} : (m+1)^{n-1}$  的比例。

10. 如权利要求 1 所述的驱动一种液晶器件的方法，其特征在于，将一彩色滤波器和一个通过无源矩阵寻址的液晶显示器的像素结合起来使用。

11. 如权利要求 1 所述的驱动一种液晶器件的方法，其特征在于，在一种无源矩阵寻址的液晶器件中，在一帧或一个场中对相当于各种颜色的每一种背光至少进行一次转换。



12. 如权利要求1所述的一种包括以矩阵寻址方式驱动一种液晶器件的驱动液晶器件的方法，其特征在于，所述的能够提供灰度级显示的所述液晶器件包括一对彼此相对设置的基片，在这对基片之间填有一种铁电性液晶，在所述这对基片的每一个之上依次具有一个电极和一片取向薄膜，如果需要这些相反的区域产生25%的透射率，则在所述液晶器件的每 $1\text{mm}^2$ 视区中要包含300个或更多的直径为 $2\mu\text{m}$ 或 $2\mu\text{m}$ 以上的区域，并且要使透射率从0变至90%，在一个区域中的阈值电压要改变2伏以上。

13. 如权利要求1所述的驱动一种液晶器件的方法，其特征在于，所述液晶器件可以采用其它的结构。

14. 一种液晶器件，其结构特征使其能够通过一种方法驱动，这种方法包括以矩阵寻址的方式驱动某种液晶器件的步骤，所述的某种液晶器件具有一对基片，基片之间填有液晶，液晶内包括许多精细分布的小区，这些小区彼此之间的用于转换液晶的阈值电压不同，其特征在于，在向扫描电极施加寻址信号的同时，同步地向数据电极施加数据信号，根据象素的灰度级对所述数据信号的脉冲电压或脉冲宽度或脉冲电压和脉冲宽度进行调制。

# 说明书

## 驱动液晶器件的方法以及由所述方法驱动的液晶器件

本发明涉及一种驱动液晶器件的方法，这种液晶器件具有一对彼此相对的基片，液晶材料位于这一对基片之间。本发明特别涉及一种驱动液晶器件的方法，这种液晶器件具有一对彼此相对的基片，一种铁电性液晶位于这一对基片之间，所述的基片彼此相距一段预定距离，每个基片上依次具有一个透明电极和一层取向薄膜。本发明还涉及一种由所述方法驱动的液晶器件。

目前可以购买到的一种扭曲排列的向列型(TN)液晶器件是由采用薄膜晶体管(TFTS)的有源矩阵寻址方式驱动的，并能产生灰度级图象。然而，TFTS的产量低和造价高仍然是开发大面积显示装置所要解决的重要问题。

与前面所述的TN液晶器件相反，那些采用表面稳定的双稳态(SSB)铁电性液晶(后面有时将其简称为“FLCs”)的器件免除了对TFTS一类的外部有源矩阵寻址驱动器的需要。这类器件有可能应用于生产低成本的大面积显示装置，因而引起了极大关注。

在最近十几年中一直有人致力于把FLCs应用于显示装置的研究和开发。FLC显示器优于其它的液晶显示器，其主要表现在以下几个方面：

(1) 速度高。FLC显示器的电光反应非常快，其速度是常规向列型液晶显示器的1,000倍；

(2) 视角宽。FLC显示器所产生的稳定图象较少受视角影响；

以及

(3) 存储效应。FLC器件的双稳定性使得不再需要用电子的或其它类型的存储器来保持图象。

Clark等人的第4,367,924号美国专利公开了一种采用铁电性液晶的常规显示技术,其中的表面稳定的FLC显示装置包括一个由两块平板构成的屏,液晶分子位于这个屏中,这两块平板经受过处理,迫使分子的排列平行于这两块板。这两块板之间的距离为 $2\mu\text{m}$ 或更小,以确保液晶材料形成校正场的两个稳态。这种显示器的微秒级快速反应和保持图象的存储效应已成为深入细致地研究和开发的课题。

如前所述,双稳态模式的FLC显示器的特征在于:(1)无闪烁。FLC的存储效应可以解决阴极射线管(CRTs)中的闪烁问题。(2)即使在一种直的X-Y矩阵驱动中采用1000条或更多条扫描线也具有优越的驱动能力;FLC显示器无需采用任何TFTs就可被驱动;(3)视角宽。由于分子排列均匀,并且采用了窄隙的液晶屏(相距的间隙相当于常规的向列型液晶屏间隙的一半或更小),所以同目前实际应用中普遍采用的向列型液晶显示器的窄视角问题相比,FLC显示器可以有较宽的视角范围。

下面将参照图28中的结构示意图描述FLC显示器。FLC显示器包括一个叠层A和一个叠层B。叠层A包含一块透明基片1a(如玻璃片),在透明片1a上依次排列着一个由ITO(铟锡氧化物,一种含有铟的掺锡导电氧化物)制成的透明电极层2a和一块由斜向汽相淀积的SiO层制成的液晶取向片3a;叠层B的结构与叠层A相似,包括一块基片1b,在基片1b上依次排列着一个透明电极层2b和一个斜向汽相淀积的SiO层3b。叠层A和叠层B彼此相对,

在它们之间装有隔离物4，用于维持预定的液晶盒间隙，并使液晶取向片（如斜向汽相淀积的SiO层3a和3b）彼此相对。将铁电性液晶5注入叠层A和B之间的液晶盒间隙中。

由于具有上述特征，以这种方式制造出来的FLC显示器自然是性能优越的。但是，要实现具有足够灰度级的显示，仍存在一个需要克服的严重问题，即，常规的双稳态FLC显示是通过在两个稳态之间的转换来实现的，因此不适合用于如视频显示一类的多阶灰度级显示。

具体地说，在如图29所示的常规FLC装置（如表面稳定的FLC装置）中，分子M的分子排列取向在存储如状态1和状态2这两个稳态之间转换，这种转换是通过改变外加电场E的极性来实现的。通过将液晶屏放置在两个交叉的偏振片之间，可以分辨出分子取向的变化，其表现为透射率的改变。图30的图表说明了这一问题，随着外加电场的加大，在阈值电压 $V_{th}$ 处出现了透射率从0%至100%的陡增。这一突变通常出现在1伏或1伏以内的电压变化范围内。另外的，阈值电压 $V_{th}$ 取决于液晶盒间隙的微小增减。因此，在常规液晶器件中，作为外加电压的函数的透射率曲线在一个预定的电压范围内不可能稳定的，并且凭着简单地控制外加电压极难甚至不可能实现灰度级显示。

因此，有人提出一种区域修正的多层次灰度级方法（后面简称为“区域多灰度级方法”），通过用负象素调节象素区域或通过将象素电极分成几个部分来设定灰度的级层次。还有人提出一种时间积分多灰度级方法，借助铁电性液晶的快速转换特性，在一个场中反复进行转换或线性寻址。但是，这些新提出的方法对于成功地实现多灰度级显

示仍然不能胜任。

具体地说，在区域多灰度级方法中，随着灰度级层次的增加，负像素的量也增加。很容易理解，这样的器件制造过程和驱动方法的价性能比很高，这是该方法的一个缺点。另一方面，时间积分方法单独采用时很难行得通，即使与区域多灰度级方法联合使用，实际效果也很差。

鉴于以上情况，又有人提出了一种方法，用像素来补充模拟多灰度级显示像素。这一过程通过局部产生一个电场强度的梯度得以实现；具体地讲，可以通过改变一个像素中相对的两个电极之间的距离或者通过改变在相对的两个电极之间形成的绝缘层的厚度来实现这一方法中的灰度级显示。另外，通过采用不同的材料制成相对的电极可获得电压梯度。

但是，具体地制作可以显示出模拟多层次灰度级图象的合适的液晶器件仍然要经过复杂的工序，并且需要对制作条件进行严格的控制，因此会极大地增加制作成本。

日本专利JP-A-3-276126（此处的“JP-A-”表示“未经审查的已公开日本专利申请”）公开了另一种用于灰度级显示的FLC显示器器件。这种FLC显示器器件包括一个取向片，有一种情况是，在该取向片上分布着由 $0.2\mu\text{m}$ 至 $2\mu\text{m}$ 的颗粒组成的精细的刚玉磨粒。通过调节施加到有精细颗粒的部分和无精细颗粒的部分上的电压来控制铁电性液晶的转换。以这种方式实现灰度级显示。

但是，上述已有技术不实用，其原因一是所采用的精细磨粒的尺寸太大，二是所分布的磨粒的量不明确。因此，实际上根据以下公开技术不能实现所设计的灰度级显示。



具体地讲，例如，在一个间隙为  $2\ \mu\text{m}$  的液晶盒中，仅仅通过分散尺寸为  $0.3$  至  $2\ \mu\text{m}$  的精细磨粒极难精确地改变在一个像素中的液晶分子。另外，由于 FLC 显示器本身采用的是液的双折射模式，因而极难控制 FLC 显示器中的液晶盒间隙。由于不能严格控制液晶盒的间隙，因而产生出不均匀的色彩。因此，对上述液晶盒的技术要求与对一种超扭曲排列的向列型 (STN) 显示器的技术要求大体相同，即必须将液晶盒间隙的变化幅度控制在  $500\text{\AA}$  之内。

鉴于以上情况，本发明的目的是要解决已有技术中的技术难题。因此，本发明的目的是提供一种液晶器件，特别是一种铁电性的液晶器件，用所述的器件能确保方便地实现无源矩阵寻址的模拟多层次灰度级显示，并且成本较低。

根据本发明的一个实施例，通过一种驱动液晶器件的方法实现了本发明的上述目的的一个方面，该方法是，以矩阵寻址的方式驱动（特别是直的 X-Y 矩阵寻址驱动）一种液晶器件，所述的液晶器件包括一种位于一对基片之间的液晶（特别是一种 FLC 液晶）和一些精密分布的区域，这些区域用于转换所述液晶的阈值电压不同，所述方法的特点是，对数据电极施加数据信号，与对扫描电极施加寻址信号同步，所述的数据信号的脉冲电压或脉冲宽度或者脉冲电压和脉冲宽度是根据像素的灰度级来调制的。

根据本发明的另一个实施例，提供了一种驱动液晶器件的方法，该方法包括矩阵寻址驱动（特别是直的 X-Y 矩阵寻址驱动）上述的一种液晶器件，其中构成一个像素的数据电极被分成几个部分，每个部分的面积都互不相同，并且使得向所述的被分割的几个数据电极部分施加相应于像素灰度级的数据信号（脉冲电压）集合这一动作与向

扫描电极施加寻址信号的动作同步。后面有时将这种驱动液晶器件的方法称作“象素电极分割方法”或“区域多灰度级方法”。

根据本发明的又一个实施例，提供了一种驱动液晶器件的方法，该方法包括以矩阵寻址的方法驱动上述液晶器件，其中，通过时间积分的方法实现对时间平均的灰度级显示，所述的时间积分方法包括根据象素的灰度级，在一帧或一个电场中对每个象素重复几次线性寻址。具体地说，是根据在一帧或一个电场中的闪烁频率对时间的平均值来获得灰度级显示。有必要的时，可以根据灰度级来调制脉冲电压和脉冲宽度两者之中的至少一个。

由于发明的方法驱动的液晶器件可以包括：一对彼此相对的基片，在这对基片之间填有一种铁电性液晶，在所述这对基片的每一个上顺次具有一个透明电极和一片取向薄膜。在描述液晶时所说的“液晶包包括一些阈值电压互不相同的精细分布区”指的是液晶包包括一些相反的区域（如黑矩阵中的白区或白矩阵中的黑区），在一个面积为 $1\text{mm}^2$ 的视区中，当分布着300或更多（较为可取的是600或更多）个直径为 $2\mu\text{m}$ 或 $2\mu\text{m}$ 以上的所述区域时，将产生25%的透射率，随着透射率从10%变化到90%，每个区域的阈值电压在2伏或2伏以上的范围内变化。

如图10所示，由本发明的方法驱动的液晶器件随着外加电压的增加并不产生透射率的剧变。这与图30所示的透射率—电压曲线的形成为鲜明对照，图30的曲线是一种典型的常规驱动液晶器件方法的曲线，在该曲线上，随着外加电压的增加，在阈值电压处可以看到透射率的剧增。从前面可知，本发明使得液晶器件的透射率逐渐改变的原因在于在一个象素中形成的具有不同阈值电压（ $V_{th}$ ）的每个精细区

域（微小区域）内透射率的变化。因此，用一些具有不同的阈值电压、尺寸为微米级的区域构成每个象素，再由这些象素构成液晶器件，并给每个区域配备具有存储功能因而能在该区域中产生无闪烁稳定图象的双稳态液晶分子，就能得到模拟多灰度级显示。

参照图10，把与10%的透射率对应的阈值电压称作 $V_{th1}$ ，与90%的透射率对应的阈值电压称作 $V_{th2}$ 。可见，阈值电压的差值（ $\Delta V_{th} = V_{th2} - V_{th1}$ ）为2伏或2伏以上。

参照图11（A），在透射率为25%时，在每 $1\text{mm}^2$ 的液晶中必须有300或更多个直径为 $2\mu\text{m}$ 或 $2\mu\text{m}$ 以上的微小区域MD。通过利用这些微小区域产生精细的透光部分可以获得具有中间灰度级（透射率）的显示。这些微小区域呈现出所谓的星空状结构特点。因此，后面把由这些微小区域形成的结构简称作“星光结构”。

在呈现出星光结构的液晶中，随着外加电压的增大或减小，相当于微小区域的透光部分MD可以扩展或缩小，如图11（A）中的虚线所示。这就是说，可以根据增大或减小透射率来增大或减小电压，可随意地改变透射率。和本发明的液晶器件相反，常规液晶器件的透射率在阈值电压的窄范围内发生剧变，如图11（B）所示。这意味着在常规液晶器件结构中的透光部分D随着外加电压的变化迅速增大或减小，这样的极难实现灰度级显示。

在本发明的液晶器件中，可以借助于在液晶当中分布一些超精细的颗粒来形成前面所述的微小区域。图10示出了一种包括分布于液晶材料中的超精细颗粒10的FLC显示器件，其基本结构与图28所示的相同。

下面参照图13解释通过掺入超精细颗粒10能引起阈值电压改

变的原因。从原理上讲，施加到这些超精细颗粒上的电场强度 $E_{\text{eff}}$ 可由下式表示：

$$E_{\text{eff}} = \left( \frac{\epsilon_2}{(\epsilon_1 a_2 + \epsilon_2 a_1)} \right) \times V_{\text{gap}}$$

其中， $a_2$ 和 $\epsilon_2$ 分别代表超精细颗粒10的颗粒直径和介电常数， $a_1$ 和 $\epsilon_1$ 分别代表除超精细颗粒10以外的液晶的厚度和介电常数。

由此可见，如果掺入液晶层中的超精细颗粒的介电常数低于液晶的介电常数（ $\epsilon_2 < \epsilon_1$ ），就会导致 $E_{\text{eff}}$ 小于 $E_{\text{gap}}$ ：

$$E_{\text{eff}} < E_{\text{gap}}$$

其中， $E_{\text{gap}}$ 代表没有掺入精细颗粒的液晶层的电场强度。这是由于掺入液晶层中的精细颗粒的直径 $a_2$ 小于液晶层的总厚度 $a_{\text{gap}}$ （ $= a_1 + a_2$ ）。反之，如果精细颗粒的介电常数高于液晶的介电常数（ $\epsilon_2 > \epsilon_1$ ），则作用到含精细颗粒的液晶层上的电场强度大于作用到不含精细颗粒的液晶层上的电场强度：

$$E_{\text{eff}} > E_{\text{gap}}$$

简单地讲，作用到液晶上的有效电场强度 $E_{\text{eff}}$ 随掺入到液晶层中的超精细颗粒的介电常数变化的情况如下：

(1) 由于 $E_{\text{gap}}$ 可由下式表示：

$$E_{\text{gap}} = V_{\text{gap}} / a_{\text{gap}} = V_{\text{gap}} / (a_1 + a_2) ;$$

所以当 $\epsilon_2$ 大于 $\epsilon_1$ （ $\epsilon_2 > \epsilon_1$ ）时， $E_{\text{eff}}$ 大于 $E_{\text{gap}}$ （ $E_{\text{eff}} > E_{\text{gap}}$ ）；

(2) 当 $\epsilon_2$ 等于 $\epsilon_1$ （ $\epsilon_2 = \epsilon_1$ ）时， $E_{\text{eff}}$ 也等于 $E_{\text{gap}}$ （ $E_{\text{eff}} = E_{\text{gap}}$ ）；

以及

(3) 当  $\epsilon_2$  小于  $\epsilon_1$  ( $\epsilon_2 < \epsilon_1$ ) 时,  $E_{eff}$  小于  $E_{gap}$  ( $E_{eff} < E_{gap}$ )。

总之, 施加到液晶上的有效电场强度  $E_{eff}$  本身由于掺入了超精细颗粒而改变。因此, 施加到掺入了超精细颗粒的部分上的有效电场强度与施加到不含超精细颗粒的部分上的有效电场强度不同。的确, 即使向液晶层施加的电场强度  $E_{gap}$  相同, 由于随着施加的电场会产生反区, 也会产生如图 11 (A) 所示的星光结构。

从前述内容可知, 具有本发明的星光结构的液晶器件可以有效地实现具有连续灰度级的显示。具体地讲, 通过控制外加电压的强度、脉冲宽度和其它特征值可以改变加了超精细颗粒的液晶的透射率。即, 通过施加两种或两种以上的电压可以获得两个以上的灰度级。与本发明具有的星光结构的液晶器件相反, 只是含有精细颗粒的常规液晶器件会产生如图 11 (B) 所示的结构。特别指出, 仅仅通过在一个大约  $2 \mu m$  的小间隙的液晶盒中分布直径为  $0.3$  至  $2 \mu m$  的精细颗粒显然得不到理想的显示效果。即使使液晶盒的间隙加大, 由于含精细颗粒部分的出现, 液晶盒也会出现不均匀的色彩。下面将对这一现象作进一步的详解。本发明的液晶器件绝对不会出现这种不理想的现象, 并具有令人满意的效果。

本发明提供了一种能够产生前面所述的星光结构的液晶器件。本发明特别是提供了一种适合于用无源寻址的方式驱动的液晶显示器, 能以低成本制造出大面积的显示器件, 并通过采用包括脉冲调制、象素电极分割和时间积分在内的前述驱动方法中的任何一种可以进一步改进多层次灰度级显示。并且, 本发明的液晶显示器件可以全色视觉驱动。

根据本发明的驱动液晶器件的方法, 通过根据象素的灰度级调制

数据信号并将这样调制好的信号加到数据电极上，绝对可以以多种方式实现如上所述的具有星光结构的液晶器件的模拟灰度级。具体地讲，可以通过将像素电极分割成一些面积互不相同的部分，并借此根据像素的灰度级施加数据信号，来实现本发明的驱动液晶器件的一个方面。

通过在一个帧或一个场中根据每个像素的灰度级对这每一个像素重复进行行寻址（写数据信号），可以实现本发明的驱动液晶器件方法的另一方面。

用于本发明的液晶器件不需要采用如 T F T s 一类的任何电子器件就能以无源矩阵寻址的方式驱动，并可用于以低成本制造出大面积的显示器件。

在如图 1 2 所示的用于本发明的液晶器件中，加入到液晶中的精细颗粒不必受特别限制，只要它们能够对施加到液晶 5 上的有效电场进行分配即可，所述的液晶 5 位于一对彼此相对的透明电极层 2 a 和 2 b 之间。例如，这些精细颗粒可以由各种材料和介电常数互不相同的颗粒混合而成。采用这种方式，可以在每一个像素中建立起介电常数的分布。因此，如前所述，即使在某一像素的两个透明电极层 2 a 和 2 b 之间施加均匀的外部电场，也能在位于像素内部的液晶中产生具有强度分布的有效电场。这样就能通过扩展用于使液晶（特别是 F L C ）在两个稳态之间转换的阈值电压的范围实现在一个像素中的模拟灰度级显示。

当这些精细颗粒是由具有相同介电常数的一种材料制成时，可使它们的尺寸具有一定分布。用尺寸不同的精细颗粒代替介电常数不同的精细颗粒，可以产生液晶层的厚度分布。与采用介电常数不同的精

颗粒的情况相似，即使在象素的两个相对的透明电极层 2 a 和 2 b 之间施加均匀的外部电场，也能在该象素中实现施加到液晶层上的有效电场的强度分布。可以以这种方式实现模拟多层次灰度级显示。精细颗粒的尺寸分布在一个较宽的范围内更适于获得高质量的模拟多层次灰度级显示。

较为可取的是，在本发明的液晶器件中，加入到液晶中的精细颗粒的表面 pH 值为 2.0 或 2.0 以上。精细颗粒的 pH 值低于 2.0 则酸性太强，它们的氢核会导致液晶的质量下降。

较为可取的是，加入到液晶中的精细颗粒的量占液晶重量的 0.1% 至 50%。如果精细颗粒加入得过多，它们会聚集在一起，从而破坏星光结构。这种聚集的形成还会妨碍液晶的注入。

可以用于本发明的液晶器件中的精细颗粒是从碳黑和氧化钛中选择出来的至少一种颗粒。经炉内处理制备出的碳黑尤为可取。同样，不定形的氧化钛也特别可取。经炉内处理制备出的碳黑精细颗粒特别不可取的原因在于它们的颗粒尺寸分布在一个相当的宽范围内。由不定形的氧化钛制成的精细颗粒比较坚固，并且具有优越的表面特性。

可使用的精细颗粒最好是尺寸等于或小于液晶盒内空间的一半的均匀分布的初级精细颗粒。具体地讲，颗粒尺寸为  $0.4 \mu\text{m}$  左右或  $0.4 \mu\text{m}$  以下的较为可取， $0.1 \mu\text{m}$  或  $0.1 \mu\text{m}$  以下特别可取。这些精细颗粒的颗粒尺寸分布的标准偏差最好为  $9.0 \text{ nm}$  或更大。通过这样控制颗粒尺寸分布，由于可以根据外加电压来设定透射率，因而能够更有效地控制灰度级显示的特性。这些精细颗粒的比重最好是液晶比重的 0.1 至 10 倍。通过采用比重控制在这一范围内的精细颗粒，可以使这些精细颗粒均匀地分布到液晶中而不

会沉淀。最好用硅烷耦合剂一类物质对精细颗粒进行表面处理，使它们非常均匀地扩散开。

本发明的液晶器件包括掺在两个相反电极之间的精细颗粒。但是，这些精细颗粒的位置不受特别限制。因此，可将这些精细颗粒掺入到液晶中或液晶取向片中，或将它们置于液晶取向片上。

本发明的一个实施例提出了一种结合了上述的几种方法的驱动液晶器件的方法。在采用将前面所述的方法结合起来的方法来驱动液晶器件的情况下，最好采用具有星光结构的液晶器件。但是，驱动液晶器件的方法并不仅限于此，不采用具有星光结构的液晶器件也能实现灰度级显示。

具体地讲，可以将时间积分的多层次灰度级方法与采用前面所述的区域多灰度级的驱动液晶器件的方法结合起来，前面所述的区域多灰度级方法包括将数据电极分成几个特定部分的步骤。在由结合前面所述的区域多灰度级驱动方法产生的多层次灰度级驱动方法中，最好将数据电极分成例如具有 $1 : (m+1) : (m+1)^2 : \dots : (m+1)^{n-2} : (m+1)^{n-1}$ 这样的面积比的多个部分，其中， $n$ 代表通过分割单个像素得到的像素部分的个数， $m$ 代表在一帧或一个场中对每个像素重复进行寻址的次数。根据上述的较佳实施例对数据电极进行分割，可以获得更为改进的多层次灰度级显示。

本发明的又一个驱动液晶器件的方法是，将前面所述的时间积分多层次灰度级驱动方法与在一个像素中产生灰度级的驱动方法结合起来，在后一个方法中，施加调制过的数据信号的动作与向扫描电极施加寻址信号的动作同步，所述的调制过的数据信号具有调制过的脉冲电压或脉冲宽度或两者兼有。



在结合上述的多灰度级驱动方法形成的多层次灰度级驱动方法中，整数  $n$  的最大值满足以下条件；或者每个象素的线性灰度级的数量不小于  $[(m+1)^{n-1}+1]$ ，或者每个象素的非线性灰度级的数量不小于  $n+1$ ，将满足这样条件的  $n$  与在一帧或一个场中对每个象素进行行寻址的重复次数  $m$  结合起来，以便控制每个象素的透射率，使其产生  $1 : (m+1)^1 : (m+1)^2 : \dots : (m+1)^{n-2} : (m+1)^{n-1}$  这样的比例。从而可以获得更先进的灰度级显示。

本发明的又一个驱动液晶器件的方法是，将前面所述的在一个象素中产生一个灰度级的方法与区域多灰度级驱动方法结合起来。具体地讲，通过使施加调制过的数据信号的动作与向扫描电极施加寻址信号的动作同步来实现一个象素中的灰度级，所述调制过的数据信号指的是脉冲电压或脉冲宽度或两者都被调制过的信号，进而通过改变构成一个象素的数据电极的面积比，再通过施加寻址信号的同时，同步地向同该象素的灰度级对应的数据电极的集合施加脉冲电压来实现区域多灰度级驱动。

在通过结合上述的多灰度级驱动方法产生的多层次灰度级驱动方法中，由调制过的数据信号产生的每个象素的灰度级的数量  $L$  和构成单个象素的数据电极被分割成的部分数  $n$  最好能够满足这样条件：使数据电极被分割成面积比为  $1 : L^1 : L^2 : \dots : L^{n-2} : L^{n-1}$  的多个部分。借此可以获得更为先进的灰度级显示。

本发明的又一个驱动一种液晶器件的方法是，将前面所述的在单个象素中产生灰度级的方法与上述的时间积分多灰度级驱动和区域多灰度级驱动相结合。具体地讲，通过在扫描电极施加寻址信号时同步地施加一个调制过的数据信号来实现在一个象素中的灰度级，所述

的调制过的数据信号指的是脉冲电压或脉冲宽度或两者都被调制过的信号；进而通过改变构成一个像素的数据电极的面积比，然后在施加寻址信号时同步地向与该像素的灰度级相应的数据电极的集合施加一个脉冲电压来实现区域多灰度级驱动。

在通过将上述的三种灰度级驱动方法结合起来产生的多灰度级驱动方法中，通过将调制过的数据信号与构成单个像素的数据电极被分割成的部分相结合，使得整数  $n$  的最大值满足以下条件：或者每个像素的线性灰度级的个数不小于  $[(m+1)^{n-1}+1]$ ，或者每个像素的非线性灰度级的个数不小于  $n+1$ 。将满足这样条件的整数  $n$  与在一帧或一个场中对每个像素重复进行寻址的次数  $m$  结合起来，其结合方式最好能够使得对每个像素的透射率的控制得以实现，使这些透射率的比例为  $1 : (m+1)^1 : (m+1)^2 : \dots : (m+1)^{n-2} : (m+1)^{n-1}$ 。从而可以获得更为先进的多灰度级显示。

根据本发明的一个实施例，通过将上述驱动方法中的任何一种与一个滤色器或一种色彩集合方法相结合，获得了全色显示。

具体地讲，可以把红 (R)、绿 (G)、兰 (B) 滤色器同由上述任何一种方法驱动的无源矩阵寻址液晶显示的像素结合起来。换句话说，结合由上述方法中的任何一种驱动的无源矩阵寻址液晶显示器的背光（不配备滤色器），在一帧或一个场中至少能对相应于每种色彩的灰度级，即红、绿、兰光进行一次转换。可以以这种方式选择相应于每种色彩的灰度级。

本发明还提供了一种可由上述驱动方法中的任何一种驱动的液晶器件。这种液晶器件可以有如图 1 2 或 2 8 所示的常规结构。但是，图 1 2 所示的结构更适合于实现能呈现星光结构的器件。

可以按照一般方法制造这种液晶器件。例如，该制造方法包括下列步骤：先以喷涂的方式在一块玻璃基片上沉积一层透明的ITO层，再用照相平版印刷的方法摹制该ITO层，最后将SiO斜向真空淀积在该基片上。在装配好一个液晶盒后，将含有均匀混合的精细颗粒的液晶注入到盒隙中。可以用经过摩擦处理的聚酰亚胺薄膜或斜向汽相淀积的SiO薄膜作为液晶取向片。

当采用汽相淀积的氧化硅薄膜作取向片时，该汽相淀积的薄膜在沉积后最好的再经过逐渐冷却的处理。从通过改善取向片的表面特性来获得液晶的星光结构的着眼点来看，这种处理是很可取的。

下面将参照图14描述制造液晶器件的详细过程。

首先描述制造液晶盒的过程。图14中的液晶盒的构成与图12和图28的一致。参照图14，在透明的玻璃基片1a和1b上形成了由ITO薄膜制成的电阻率为 $100\Omega/\square$ 的透明电极2a和2b。在透明电极上形成作为液晶取向片的斜向汽相淀积的SiO薄膜3a和3b。通过将一块基片放置在一个真空淀积装置中，使SiO蒸汽从SiO蒸汽淀积源蒸发出来时，竖直地入射到该基片中来获得斜向淀积的SiO薄膜。使基片的垂直线与铅垂线成 $85^\circ$ 角。当在 $170^\circ\text{C}$ 的温度下在该基片上汽相淀积了SiO后，把其上汽相淀积了SiO的基片在 $300^\circ\text{C}$ 的空气中存放1小时。除了斜向汽相淀积的SiO薄膜以外，还可以用经过摩擦处理的以聚酰亚胺和尼龙一类物质制成的有机薄膜作为取向薄膜。

将这样制造出来的上面各自具有取向片的两块基片彼此相对组装，以这样一种方式，使带有取向片的两个表面彼此相向，并使它们的取向处理的方向彼此相反。在两块基片之间塞入玻璃珠4（例如由

Catalysts & Chemicals Industries CO., Ltd. 生产的名称为

“Shinshi-Kyu”的产品，直径在  $0.8$  至  $3.0 \mu\text{m}$  之间) 作为隔离物，使液晶盒中具有尺寸合适的间隙。根据透明基片的尺寸来放置隔离珠。当采用了尺寸较小的基片时，将隔离珠分布到用于粘接基片周边的封接剂中。在这种情况下，可将隔离珠以大约  $0.3\%$  的重量百分比分布在例如一种可用紫外线 (UV) 清除的粘接剂 6 中，粘接剂 6 的商业名称叫 “Photorek” (Sekisui Chemical CO., Ltd. 的产品)，然后将这种粘接剂加入到两块基片的周围以便控制两块基片之间的间隙。当采用面积很大的基片时，将玻璃珠 (“Shinshi-Kyu”) 以  $100$  粒/ $\text{mm}^2$  的平均密度扩散到基片上以便在两块基片之间设置一个间隙，再用上述的粘接剂封接液晶盒的周围，但事先要在盒上留一个孔，以便于将液晶通过该孔注入盒中。

然后制备含有精细颗粒的液晶组合物。例如，可以将  $10 \text{mg}$  碳黑 “Mogul” (Chabot Inc. 生产) 加入到  $1 \text{g}$  铁电性液晶 “CS-1014” (Chisso Corporation 生产) 中，并用一个超声均化器在一个使液晶呈均质相的温度下将碳黑的精细颗粒均匀地扩散到液晶组合物中，这样制备出液晶组合物。其他可采用的铁电性液晶包括 Chisso Corporation、Merck & Co., Inc., 和 BDH Co., Ltd 的产品。其他已知的铁电性液晶化合物和含非手性液晶的液晶也可采用。这样，只要能在所采用的温度范围内呈现一种手性的层裂相，任何一种组合物都可以采用，而不必对组合物的类型和相列进行特殊限定。

接着将产生的液晶组合物注入液晶盒中。在一个使液晶能保持其均质相或手性层裂相并具有流动性的温度下，以减小的压力将含有掺了精细颗粒 (即碳黑的精细颗粒) 的铁电性液晶的组合物或者不

掺颗粒的铁电性液晶组合物填入液晶盒内部。使所得到的填充了液晶清  
除，然后用环氧树脂粘接剂封装液晶盒。以这种方式完成铁电性液晶  
器件的结构。

如前所述，本发明的特征在于，采用了一种液晶器件，这种器件  
包括一对基片，液晶夹在这对基片之间，所述的液晶包括一些精细分  
布的区域，这些区域用于转换所述液晶的阈值电压不同。这样，由电  
于随着外加电压的强度的变化，在一个像素中形成的具有不同阈值电  
压（ $V_{th}$ ）的每一个精细区域（微小区域）的透射率发生不同的变化，  
所以在所产生的液晶器件中，单个像素中的透射率变化得十分平缓。  
因此，具有双稳态液晶分子的单个区域呈现存储功能，从而获得了无  
闪烁的稳定图象。进一步，由于单个像素是由许多尺寸在微米级的区  
域形成的，因而可以获得具有高对比度的模拟连续灰度级显示。

通过将上述驱动方法中的任何一个，即调制脉冲电压或脉冲宽度  
或两者兼有的方法、分割像素电极的方法，以及时间积分的方法中的  
任何一个应用到上述液晶器件中，特别是应用到的能够以无源矩阵寻  
址方法驱动的液晶显示器中，可以获得质量更高的多层次灰度级显示。  
也可以以较低的成本制成能够以全色视频率驱动的大面积液晶器件。  
需要指出，仅将上述的驱动方法结合起来，而不采用具有不同阈  
值电压的微小区域的液晶器件，也是能实现灰度级显示。

图1（A）和图1（B）分别是本发明的一个实施例的液晶器件  
的平面示意图和横截面示意图；

图2是本发明的一个实施例的液晶器件在工作状态下的横截面示  
意图；

图 3 是在本发明的一个实施例的液晶器件的偏振片上的液晶分子的排列情况示意图；

图 4 是本发明的一个实施例的液晶器件的扫描波形和信号波形；

图 5 是本发明的一个实施例的液晶器件的透射率——外加电压的特性曲线图；

图 6 是本发明另一实施例的液晶器件的透射率——外加电压的特性曲线图；

图 7 显示了一种具体的扫描波形；

图 8 显示了一种具体的信号波形；

图 9 显示了通过施加图 7 所示的扫描波形和图 8 所示的信号波形产生的信号图形；

图 10 给出的透射率——外加电压曲线表明了本发明的一个实施例的液晶器件的阈值电压特征；

图 11 (A) 和 11 (B) 是为了解释透射率随转换而改变示意性地画出的液晶器件的组织结构图；其中，图 11 (A) 显示的是具有灰度级显示的图形，图 11 (B) 显示的是无灰度级显示的图形；

图 12 是具有本发明的基本结构的液晶器件的横截面示意图；

图 13 是在本发明的一个实施例的液晶器件的液晶中的有效电场示意图；

图 14 是本发明的一个实施例的液晶器件的横截面示意图，用于解释这种器件的基本结构；

图 15 是表明一个被分为几部分的像素电极的放大的平面示意图；

图 16 是根据本发明的一个具体实施方法，将一个像素电极分成

几部分后得到的一种灰度级的平面示意图；

图 17 是一个被分成几部分的像素电极的平面示意图；

图 18 是根据本发明的另一实施例，利用时间积分方法获得的一种灰度级的平面示意图；

图 19 是根据本发明的又一个实施例，将时间积分方法用于具有星光结构的液晶装置获得的一种灰度级的平面示意图；

图 20 是用于根据本发明的一个实施例的驱动一种液晶器件的方法中的具体扫描波形，所述的方法是将时间积分方法用于一种具有星光结构的液晶器件；

图 21 是用于根据本发明的一个实施例的驱动一种液晶器件的方法中的具体信号（数据电压）波形，所述的方法是将时间积分方法用于一种具有星光结构的液晶器件；

图 22 是通过根据本发明的一个实施例的驱动一种液晶器件的方法得出的显示图形，所述的方法是将时间积分方法用于一种具有星光结构的液晶器件；

图 23 是根据本发明的另一具体实施方法，将一个像素电极分成几个部分后得到的一种灰度级的示意图；

图 24 是根据本发明的另一具体实施方法，将一个像素电极分成几个部分后得到的一种灰度级的平面示意图；

图 25 是根据本发明的又一个具体实施方法，把将一个像素电极分面几个部分的方法与时间积分方法结合起来获得的一种灰度级的示意图；

图 26 是根据本发明的又一种具体实施方法，将对象素电极进行的像素调制（脉冲电压调制）的方法与把一个像素电极分成几个部分的

方法结合起来获得的灰度级的平面示意图；

图27是用于解释一种可作比较的液晶器件的光透射状态的示意图；

图28是一种常规液晶器件的横截面示意图；

图29是一种铁电性液晶的模型结构示意图；

图30给出了一条表明一种常规液晶显示器件的阈值电压特性的透射率—外加电压曲线。

下面将参照本发明的几个较佳实施例进一步详细阐述本发明。但是应该理解，本发明并不受以下实施例限制。

#### 实施例1

下面描述制作一种直的X-Y矩阵寻址面板的过程。

参照图1，利用一种电阻率为 $100\Omega/\square$ 的ITO，在厚度为0.7mm的透明Corning 7059玻璃片1a和1b上形成透明电极2a和2b。以蚀刻的方式将形成的透明电极分成许多条。这就形成了数据电极2a和扫描电极2b。

把经过斜向汽相淀积的SiO薄膜3a和3b制作在上面得到的结构上，起液晶取向片的作用。所述的斜向汽相淀积的SiO薄膜是通过将一块基片放置在一种真空淀积装置中，使SiO蒸汽在从SiO汽相淀积源蒸发出来时垂直地入射到该基片上而形成的。将所述基片设置成使其垂直线与铅垂线成85度角。当在170℃的温度下将SiO汽相淀积在基片上后，把上面带有经汽相淀积的SiO的基片在300℃的空气中放置1小时。

将这样制造出来的上面各自具有取向片的两块基片彼此相对组装，使带有取向片的两个表面彼此相向，并使它们的取向处理的方向彼此相反。此外，使数据电极阵列和扫描电极阵列彼此之间相交成直角。



在两块基片之间塞入一些玻璃珠4（由Catalysts & Chemicals Industries Co., Ltd. 生产的名称为“Shinshi-Kyu”的产品，它们的直径为0.8至3.0  $\mu\text{m}$ ）作为隔离物，使液晶盒中具有尺寸适宜的间隙。尽管在此处是将上面带有取向片的组装成彼此相对形式的两块基片设置成彼此的取向处理的方向相反，但还可以将它们设置成彼此的取向方向互相并行的形式。

当采用尺寸较小的基片时，将隔离珠分散到用于粘接垫片周边的封接剂中。在这种情况下，可将隔离珠以大约0.3%的重量百分比分散到名称为“Photorek”（Sekisui Chemical Co., Ltd.的产品）的一种可用紫外线（UV）清除的粘接剂6中，然后将这种粘接剂加入到两块基片的周围以便控制两块基片之间的间隙。当采用面积较大的基片时，将玻璃珠（“Shinshi-Kyu”）以100粒/ $\text{mm}^2$ 的平均密度扩散到基片上以便在基片之间设定一个间隙，再用上述的封接剂封接液晶盒的周围，但事先要在盒上留一个孔，以便将液晶通过该孔注入盒中。

然后制备含有精细颗粒的液晶组合物。例如，可以将10mg碳黑“Mogul”（Chabot Inc.的产品）加入到1g铁电性液晶“CS-104”（Chisso Corporation的产品）中，并用一个超声均化器在一个使液晶呈均质相的温度下将碳黑的精细颗粒均匀地分散到液晶组合物中，这样制备出液晶组合物。另一种方式是，仅采用铁电性液晶，而在其中加入精细颗粒。可根据需要改变加入的碳黑的量。

接着将产生的液晶组合物注入液晶盒中。在一个使液晶能保持其均质相或手性层裂相并具有流动性的温度下，以减小的压力将含有掺了精细颗粒（即碳黑的精细颗粒）的铁电性液晶的组合物或者不掺颗

粒的铁电性液晶组合物填入液晶盒内部。接着使所得到的填充了液晶的液晶盒逐渐冷却，并将围绕填充液晶的孔残留在玻璃片上的液晶清除，然后用环氧树脂粘接剂封装液晶盒。以这种方式完成液晶器件的结构。

如图 2 所示，通过将背光 1 2、偏振片 1 3、液晶面板和偏振片 1 4 依次叠合起来，就能使以上述方法制作出来的面板 1 1 作为显示器件使用。制作上述显示器件的关键是，由偏振片偏振的光的方向取向和液晶的光轴。最好将它们配置成满足这样的条件，即可以通过液晶的转换作用来切换来自背光的光，以便达到最高的对比度。

可以以下述方式实现较佳的配置。下面描述采用铁电性液晶时的情形。参照图 3，使由偏振片 1 3 偏振的光的方向平行于两个稳态之一的光程差的轴线，同时使由偏振片 1 4 偏振的光的方向与该光程差的轴线成直角。由于由偏振片 1 3 偏振的光平行于光程差的轴，由此可知由偏振片 1 3 线性偏振的光在透射过液晶面板时不受双折射的影响，并能对偏振片 1 4 产生光入射。由于偏振片 1 3 和偏振片 1 4 彼此成十字形排列，由偏振片 1 3 传出来的光成份将被偏振片 1 4 完全阻断。这种状态相当于黑电平。

当构成液晶的 CS-1014 型液晶分子转换成另一个双稳态时，光程差的轴旋转大约 45 度。由于透射过偏振片 1 3 的光的偏振方向与液晶的光程差轴线不一致，所以入射到液晶面板上的光由于受双折射的影响而使其偏振面旋转 90 度，其关系式如下：

$$I = I_0 \cdot \sin^2 (2\theta) \cdot \sin^2 \left( \pi \cdot \Delta n \cdot \frac{d}{\lambda} \right)$$

$$\Delta n = n_e - n_o$$

其中， $I_0$ 代表穿过偏振片13的光的强度； $I$ 代表穿过偏振片14的光的强度； $\theta$ 代表锥角（状态1的光程差轴与状态2的光程差轴之间的夹角）； $n_e$ 代表异常光的折射率； $n_o$ 代表正常光的折射率； $\Delta n$ 代表波长为 $\lambda$ 时的重折率； $d$ 代表液晶盒的间隙长度（液晶层的厚度）。

这样，偏振面旋转，顺序地从线性偏振光变成椭圆偏振光，再变成圆偏振光，最后由椭圆偏振光再变成线性偏振光。由于偏振光的方向最终与偏振片14中透射偏振光的轴向一致，所以最终光线穿过偏振片14和液晶池转入白色状态。

参照上面的关系式，可以通过连续地控制锥角 $\theta$ 来连续改变透射过偏振片14的光的强度 $I$ 。换句话说，可以实现灰度级显示。这一方法在单稳态铁电性液晶中属已有技术。但是，在Clark等人的第4,367,924号美国专利中公开的表面稳定的双稳态铁电性液晶器件（SSBFLC device）中，由于这种SSBFLC的双稳定性，角度 $\theta$ 只能有两个取值。因此，这种器件只能提供两阶灰度级的显示，即只能有黑白两种状态，不能实现多阶灰度级显示。

下面描述在一个像素中产生灰度级的方法（即脉冲电压调制方法）。

根据本实施例，制作出如图1（A）和1（B）或者图2所示结构的、填充了含前面所述的精细颗粒（碳黑）的铁电性液晶组合物的面板。以下述方式驱动这样制作出来的液晶面板。

参照图4，将用于选择像素显示的电信号施加到沿Y方向排列的透明电极2b上，将相当于白或黑或一中间阶灰度级显示信息的电信号施加到沿X方向排列的透明电极2a上。

沿Y方向施加的选择性电信号的波形具有以下特征：

(1) 选择脉冲由对称的正负两种脉冲组成。脉冲电压的强度和高度由如图 10 所示的液晶器件的阈值确定。脉冲宽度取决于液晶的响应速度。脉冲高度与在正常的黑色单区中产生星光结构时的电压一致。这一电压还与从  $T_r - V$  特征曲线得到的阈值电压  $V_{thlow}$  一致，其中， $T_r$  代表位于两个交叉的偏振片之间的液晶盒的透射率的变化， $V$  代表外加电压。

(2) 在选择性脉冲之前先设定一个对称的复位脉冲。复位脉冲的宽度是选择性脉冲的两倍，复位脉冲的高度被设置在一个能够完全转换液晶的电压值上。这一电压还等于  $V_{thhigh}$  和  $\Delta V$  之和，其中  $V_{thhigh}$  是从  $T_r - V$  特性曲线上获得的阈值电压， $\Delta V$  代表施加到沿基片 1b 的 X 方向放置的两个电极上的最大信号电压，后面将对此进行描述。

沿 Y 方向施加的作为数据的电信号的波形具有以下特征：

(1) 信号电脉冲由对称的正负两种脉冲组成。设置该脉冲的宽度与选择性信号的脉冲宽度相同。随着将要显示的灰度级不同，信号电压的高度  $V_s$  在 0 至  $V_{thhigh} - V_{thlow}$  范围内变化。

(2) 信号电压脉冲的极性与选择性脉冲的极性相反。于是，施加到位于显示的  $(n, m)$  点处的像素上的总电压为  $V_s + V_{thlow}$ ，这一电压的变化范围是  $V_{thhigh} - V_{thlow}$ 。

图 5 显示了在把上述的电压施加到一个液晶盒上时的透射率变化情况。此处采用的液晶盒具有  $1.6 \mu m$  的盒隙，并包括经斜向汽相淀积  $SiO_2$  获得的取向片，分别淀积在两块相对的基片上的两块取向片的汽相淀积方向互相平行。用由 Otsuka Denshi Co., Ltd 生产的 MS-200 型薄膜厚度测量装置测量液晶盒的间隙。将含有 1.3% 重量百分比的精细颗粒碳 “Moglu L” (Chabot Inc. 生产) 的液晶组合物

注入液晶盒中。将制成的液晶盒插在两块十字交叉的偏振片之间，将液晶盒的方向设置成满足这样的条件，即在无外加电压的存贮状态下具有最小的透射率。

将信号脉冲的宽度设定成  $350 \mu s$ ，复位脉冲的宽度设定成  $700 \mu s$ ，即是信号脉冲的两倍。因为该液晶盒的阈值电压是  $3.4 V$ ，所以将复位电压设定成  $3.5 V$ 。信号电压在  $1.8 V$  至  $30 V$  之间变化，在这个范围内可以观察液晶盒透射率的改变。从图 5 可明显看出，随着外加电压从  $1.8 V$  变为  $2.8 V$ ，液晶盒的透射率连续地改变。由此可见，通过控制外加电压的强度，可以控制液晶盒的透射率。

图 6 示出了另一种液晶盒的透射率随着外加电压的增加而改变的情况，所述的液晶盒的间隙为  $1.8 \mu m$ ，并且以与上述同样的方法制造，不同之处在于两块取向片的汽相淀积的淀积方向彼此相反。将液晶盒设置在两个十字交叉的偏振片之间，并要满足这样的条件，即在无外加电场施加到该液晶盒上的状态下，液晶盒具有最大的透射率。

将信号脉冲的宽度设定成  $350 \mu s$ ，将复位脉冲的宽度设定成  $700 \mu s$ ，即信号脉冲宽度的两倍。将复位电压设定为  $3.5 V$ 。信号电压的变化范围为  $2.5 V$  至  $3.0 V$ ，在这一范围内可以观察液晶盒透射率的变化。与上述情况相似，业已发现通过控制外加电压的强度可以控制液晶盒的透射率。

以上述观测结果为依据，用矩阵寻址驱动方法来驱动这种包括含精细碳颗粒的铁电性液晶的液晶盒，以便得到灰度级显示。

下面描述制造液晶盒的过程。将 ITO 电极用喷镀的方式淀积在一块  $52 \times 52 \times 0.7 mm^3$  的 Corning 7059 玻璃基片上，其形状如图 1 所

示。测得该ITO电极的电阻率为 $100\ \Omega/\text{cm}^2$ 。在放置两块玻璃基片时，使分别沉积在两块基片上的电极彼此以直角交叉，这样制得间隙为 $1.5\ \mu\text{m}$ 的液晶盒。在两块基片上分别以斜向汽相淀积的方式制作出SiO薄膜作为液晶取向片。汽相淀积的方向彼此相反。将包括含2%重量百分比的精细碳颗粒“Mogul L”（Chabot Inc. 生产）的液晶组合物注入液晶盒中。

图7和图8分别示出了沿基片1b的X方向施加到两个电极上的电压波形和沿基片1a的Y方向施加到两个电极上的电压波形。沿Y方向施加到电极上的信号包括24伏的复位电压和20V的选择性电压。信号脉冲的宽度为 $400\ \mu\text{s}$ ，将复位脉冲的宽度设为 $800\ \mu\text{s}$ ，即信号脉冲宽度的两倍，沿X方向施加到电极上的电压的脉冲宽度为 $300\ \mu\text{s}$ ，电压强度在2.5V至10V范围内变化，以及观察液晶盒透射率的变化。

图9示出了通过施加上述波形得到的显示图形。可见，所获得的灰度级显示是令人满意的。

## 实施例2

下面描述用包含了将一个像素电极分割成几小部分这一步骤的方法（像素电极分割方法或区域多灰度级方法）驱动一种液晶器件的方法。

下面参照图15描述将一个像素分成三个部分的情形。将一个像素分成面积比为1:2:4的三个部分，用三种像素电极构成一个单个像素。选用与上述相同的双稳态铁电性液晶。参照图16，获得了以下八种灰度级：

‘000’ :0, ‘001’ :1, ‘010’ :2, ‘011’ :3,

'100':4, '101':5, '110':6, '111':7,

其中, 1代表“亮”, “0”代表“暗”。

可以根据例如JP-A-229430公开的具体分割方法来分割像素电极。例如, 在驱动一个由一竖直扫描电极和一横向扫描电极限定的像素时, 在该初级像素的基础上将该横向扫描电极分割成面积比为 $1/2, 1/4, \dots, 1/2^n$ 的小电极, 其中的 $n$ 为整数。

在上述的像素电极分割方法中, 一些信号线(尽管图中未示出)分别与上述像素电极的每一个分割部分相连, 以便根据该像素的灰度级施加数据信号, 由此将预定的灰度信号提供给像素电极的每个被分割的部分。这些接受数据信号的电极部分根据外加电压提供透射率(由星光结构造成)。

由于在每一个被分割后的像素中都能得到灰度级显示, 并且这种显示取决于施加到像素电极的每一个被分割后的部分上的写电压的强度, 因而, 将区域多阶灰度级方法与呈现星光结构的液晶结合起来, 就能实现多阶灰度级显示。

下面描述选用图15中左侧那种电极结构时的具体实施例。参照图17, 采用电极 $D_{1-a}$ ,  $D_{1-b}$ 和 $D_{1-c}$ 作为数据电极, 这些电极是以将每个ITO透明数据电极分割成面积比为4:2:1的几个部分的方式得到的。以同实施例1相同的方法制造液晶盒。将含有2%重量百分比的精细碳颗粒“Mogul L”(Chabot Inc.生产)的液晶注入液晶盒。施加具有图7所示波形的扫描电压和本质上具有图8所示波形的数据电压。

在将波形如图8所示的电压施加到如此分割的数据电极上时, 由于不能将每个被分割的电极a、b、c彼此之间区分开来, 因此会获

得如图 9 所示的 16 个灰度级。可以根据灰度级选择性地将数据信号号施加到被分割的电极上，例如，仅选择被分割的电极 C。由于在没的分割像素的情况下，每种灰度级有 8 级灰度，因此，最小像素区域的灰度给出的分辨率最低。

具体地说，在上述的具体情况下得到的分辨率为  $(1/7) \times (1/15) = 1/105$ 。因此在一个像素中产生出 106 级灰度。但是，也可以对每一个彼此独立的被分割电极 a、b 和 c 施加电压，不难理解，由于每个被分割电极的分辨率相同，所以最大灰度数为 106。后面的实施例 6 将描述具有更多灰度级的显示。

### 实施例 3

下面描述用时间积分方法驱动一种液晶器件的过程。时间积分方法包括对一帧或一个场中的每个像素重复多次行的寻址的步骤。由此可以以时间平均的方式获得取决于一帧或一个场中的闪烁频率的灰度级显示。当重复 m 次行寻址时，根据亮暗比例可以确定  $(m + 1)$  个灰度级。

考虑到在扫描电极和数据电极的交叉部位夹在两个电极之间的单个像素中的液晶的转换，通过重复三次行寻址，可以获得如图 8 所示的 4 级灰度。通过采用呈现星光结构的液晶，可以根据外加电压进一步控制灰度级。

在如前面的实施例 1 中所述的呈现星光结构的  $16 \times 16$  矩阵面板中，在每个像素上通过单行寻址可以获得 16 个灰度级。这样，参照图 19，通过三次行寻址，可产生  $(1/15) \times (1/3) = 1/45$  的分辨率，或者说 46 级灰度。图 20 和 21 显示了在这种情况下采用的具体波形。图 22 示出了在该  $16 \times 16$  矩阵面板上采用上述波形获得的显



示。由此可见，通过本实施例获得了具有16个灰阶以上的多阶灰度级显示。

#### 实施例4

下面描述采用将上述的像素电极分割方法和时间积分方法结合起来的灰度级控制方法驱动一种液晶器件的步骤。

上述的区域多阶灰度级方法仍存在灰度级的阶数不够的问题。在时间积分方法中，由于该方法本身的时间平均特性，产生出的多重集成的灰阶彼此区分不开。所以，在这种显示中对于灰度级阶数的增加不能有效地利用。另外，时间积分方法所需采用的液晶必须具有快速反应特性，成本太高。

因此，本实施例提出一种驱动方法：以下面的方式将前面提到的区域多灰度级方法同时间积分方法结合起来。通过一种最优组合发现，可以将灰阶数增至27。

已经知道，通过将像素分为面积比为 $1:2:4:\dots:2^n$ 的多个部分，可以在对每个场进行一次寻址（写数据）时得到灰度级显示。但是，业已发现，当对每个场进行两次或多次寻址（写数据）时，不能有效地增加灰度级的阶数。具体地说，参照图23，亮度级的多重性增加，但得到的灰度级阶数仅为15。

但是，当把电极分为面积比为 $3^n$ 系列的多个部分时，可以获得8阶灰度级。尽管不能得到一种线性灰度级，但是可以通过减少以上所述的、如图23所示的多重性来获得一种例如 $3^n=27$ 的线性灰阶，如图25所示。可以通过采用时间积分方法和对每个场重写两次像素来实现这一目的。

一旦给定了电极分割数和时间积分方法的重复次数，就可将像素

电极分割成具有最佳面积比的多个部分。下面的表 1 给出了将像素电极分为多个区域的最佳比例。在该表中给出了对每个场或每一帧重复寻址的次数。

表 1: 包括区域和时间积分法的组合灰度级方法

象素电极分割数

寻址 次数	1		2		3		...		n	
	象素电极 面积比	灰阶数	象素电极 面积比	灰阶数	象素电极 面积比	灰阶数	象素电极 面积比	灰阶数	象素电极 面积比	灰阶数
1	1	2	1:2	4	1:2:4	8	1:2:4:...	$2^{n-1}$	$2^n$	
2	1	3	1:3	9	1:3:9	27	1:3:9:...	$3^{n-1}$	$3^n$	
3	1	4	1:4	16	1:4:16	64	1:4:16:...	$4^{n-1}$	$4^n$	
4	1	5	1:5	25	1:5:25	125	1:5:25:...	$5^{n-1}$	$5^n$	
...										
m	1	m+1	1:(m+1)	$(m+1)^2$	1:m+1 :(m+1) <sup>2</sup>	$(m+1)^3$	1:..:(m+1) <sup>n-1</sup>	$(m+1)^n$		

从上述表 1 中可以看出，通过把区域多灰度级方法与时间积分方法结合起来，可以获得最大的灰度级数。具体地说，在像素电极被分成几个部分的情况下，如果对每个场或每一帧进行  $m$  次寻址（写数据），就可以将像素电极分为面积比为  $1 : (m+1) : (m+1)^2 : \dots : (m+1)^{n-1}$  的  $n$  个部分。于是，通过将像素电极分割成面积比成  $(m+1)^{n-1}$  系列（其中的  $n$  为正整数）的  $n$  个部分，可以获得  $(m+1)^n$  个灰阶。可以参考后面描述的实施例 7。

#### 实施例 5

下面描述采用将上述的在一个像素中提供灰度级的方法和时间积分方法结合起来的灰度级控制方法来驱动液晶器件的过程。

在本实施例中，将前面所述的在一个像素中提供灰度级的方法（即脉冲电压调制方法）与时间积分方法结合起来了。本发明适用于那种可以通过采用电压调制精细地调节其黑白部分比例来控制其每个像素的透射率的液晶器件；具体地说，适用于呈现星光结构的液晶器件。这样，通过采用多个透射率等级可以实现如表 2 所示的多层次灰度级显示，这里的多个透射率等级相应于常规的区域多灰度级方法中的面积比。

具体地说，将表 1 中的每个像素电极被分割成的部分数理解成每个像素的灰阶数  $n$ ，将表 1 中像素电极的面积比看作是透射率之比。这样就能给本发明的给合方法下具体定义了。

换句话说，通过确定重复寻址的次数  $m$  和一个像素中的灰阶数  $n$ ，进而控制透射率产生  $1 : (m+1) : (m+1)^2 : \dots : (m+1)^{n-1}$  的比例，就能实现灰度级显示。

表 2(A) 包括电压调制和时间积分方法的组合灰度级方法

满足(每个象素的线性灰阶数)  $\geq (m+1)^{n-1}+1$  的条件的最大整数  $n$

或者满足(每个象素的非线性灰阶数)  $\geq n+1$  的条件的最大整数  $n$

寻址 次数	1			2			3			.....			n		
	透射率 之比	灰阶数	透射率 之比	灰阶数	透射率 之比	灰阶数	透射率 之比	灰阶数	透射率 之比	灰阶数	透射率 之比	灰阶数	透射率 之比	灰阶数	
1	1	2	1:2	4	1:2:4	8	1:2:4:...	$2^{n-1}$						$2^n$	
2	1	3	1:3	9	1:3:9	27	1:3:9:...	$3^{n-1}$						$3^n$	
3	1	4	1:4	16	1:4:16	64	1:4:16:...	$4^{n-1}$						$4^n$	
4	1	5	1:5	25	1:5:25	125	1:5:25:...	$5^{n-1}$						$5^n$	
5	1	6	1:6	36	1:6:36	216	1:6:36:...	$6^{n-1}$						$6^n$	
6	1	7	1:7	49	1:7:49	343	1:7:49:...	$7^{n-1}$						$7^n$	
7	1	8	1:8	64	1:8:64	512	1:8:64:...	$8^{n-1}$						$8^n$	
.	.	.													
m	1	m+1	1:(m+1)	$(m+1)^2$	1:m+1 :(m+1) <sup>2</sup>	$(m+1)^3$	1:..:(m+1) <sup>n-1</sup> :(m+1) <sup>n</sup>	$(m+1)^n$						$(m+1)^n$	

表 2(B) 包括电压调制和时间积分方法的组合灰度级方法  
 满足(每个象素的线性灰阶数) $\geq (m+1)^{n-1}+1$  的条件 的最大整数  $n$   
 或者满足(每个象素的非线性灰阶数) $\geq n+1$  的条件 的最大整数  $n$

寻址 次数	4		5		n	
	透射率 之比	灰阶数	透射率 之比	灰阶数	透射率 之比	灰阶数
1	1 : 2 : 4 : 8	16	1 : 2 : 4 : 8 : 16	36	1 : 2 : 4 : ... : $2^{n-1}$	$2^n$
2	1 : 3 : 9 : 27	81	1 : 3 : 9 : 27 : 81	243	1 : 3 : 9 : ... : $3^{n-1}$	$3^n$
3	1 : 4 : 16 : 64	256	1 : 4 : 16 : 64 : 256	1024	1 : 4 : 16 : ... : $4^{n-1}$	$4^n$
4	1 : 5 : 25 : 125	625	1 : 5 : 25 : 125 : 625	3125	1 : 5 : 25 : ... : $5^{n-1}$	$5^n$
5	1 : 6 : 36 : 216	1296	1 : 6 : 36 : 1216 : 1296	7776	1 : 6 : 36 : ... : $6^{n-1}$	$6^n$
6	1 : 7 : 49 : 343		1 : 7 : 49 : 343		1 : 7 : 49 : ... : $7^{n-1}$	$7^n$
7	1 : 8 : 64 : 512		1 : 8 : 64 : 512		1 : 8 : 64 : ... : $8^{n-1}$	$8^n$
.						
.						
.						
m	1 : (m+1) : ... : (m+1) <sup>0</sup>	(m+1) <sup>4</sup>	1 : (m+1) : ... : (m+1) <sup>4</sup>	(m+1) <sup>6</sup>	1 : ... : (m+1) <sup>n-1}</sup>	(m+1) <sup>n</sup>

如果在这个多灰度级显示的方法中采用一种常规的铁电性液晶材料，这种材料具有如图30所示的陡的透射率—电压特性曲线，则每个像素表现出一种两级灰度显示。于是得到了表2(A)中 $n=1$ 时的情况。但是，可以以一种恒定灰阶的显示；通过寻址一次产生两级灰阶，通过寻址两次可得到三级灰阶，通过寻址三次可以得到四级灰阶。

### 实施例6

下面描述用由上述的在一个像素中提供灰度级的方法和像素电极分割方法结合而成的灰度级控制方法驱动一种液晶器件的过程。本方法包括一些像素，这些像素被分割成面积不同的多个部分，每个部分具有在一个电极中通过电压调制产生的多个灰度级。

具体地说，只需将表1中的重复寻址次数变成在一个电极中的灰阶数，就能得到如表3所示的多灰阶显示。例如，如果在一种具有星状结构的液晶器件的每个像素中实行16级灰度控制，那么显然，通过将该像素分成两个部分，就能得到256个灰度级；通过将该像素分成三个部分，就能得到4096个灰度级。即使在需考虑驱动控制像素电极的极限的情况下，对于某一个像素的10级灰度控制，通过将该像素电极分成两个部分，可以得到100个灰度级，如果将该像素电极分成三个部分，可以得到1000个灰度级。

另外，在考虑到驱动极限的情况下，如果控制某一个像素有8个灰度级，那么通过将该像素的电极分成面积比为8:1的两个部分就能得到64个灰度级。甚至可以通过将该像素电极分成三个部分而得到512个灰度级。图26示出了在前一情况下获得的部分。在考虑到驱动极限的情况下，如果控制某一个像素有6

个灰度级，那么通过将该像素电极分成两个部分就能获得36级灰度，通过将该像素电极分成三个部分，就能获得216级灰度。

总之，通过将像素电极分成面积比为 $L^{n-1}$ 序列的 $n$ 个部分（其中的 $L$ 代表在一个像素中的灰阶数， $n$ 代表将一个电极分割成的部分数），即使只进行一次寻址，也能获得 $L^n$ 个灰度级。



表 3 包括区域和多灰度级(脉冲电压或脉冲宽度调制)的组合灰度级方法

象素电极的分割数

一个象素中 的灰度级数	1		2		3		.....		n	
	象素电极 面积比	灰阶数	象素电极 面积比	灰阶数	象素电极 面积比	灰阶数	象素电极 面积比	灰阶数	象素电极 面积比	灰阶数
2	1	2	1:2	4	1:2:4	8	1:2:4:...	$2^{n-1}$	$2^n$	
3	1	3	1:3	9	1:3:9	27	1:3:9:...	$3^{n-1}$	$3^n$	
4	1	4	1:4	16	1:4:16	64	1:4:16:...	$4^{n-1}$	$4^n$	
5	1	5	1:5	25	1:5:25	125	1:5:25:...	$5^{n-1}$	$5^n$	
6	1	6	1:6	36	1:6:36	216	1:6:36:...	$6^{n-1}$	$6^n$	
7	1	7	1:7	49	1:7:49	343	1:7:49:...	$7^{n-1}$	$7^n$	
8	1	8	1:8	64	1:8:64	512	1:8:64:...	$8^{n-1}$	$8^n$	
.										
.										
.										
16	1	16	1:16	256	1:16:256	4096	1:16:...:16 <sup>n-1</sup>	$16^n$		
1	1	1	1:1	1 <sup>2</sup>	1:1:1 <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>	1:1:1 <sup>2</sup> :...:1 <sup>n-1</sup>	1 <sup>n</sup>		

如果在多灰度级显示方法中采用一种常规的铁电性液晶材料，这种材料具有如图30所示的陡的透射率—电压特性曲线，由于采用常规铁电性液晶就意味着在一个像素中有 $L=2$ 个灰度级，因此，通过将这些像素分成2，3和4个部分，将分别产生4，8和16个预定灰度级。

### 实施例7

下面描述采用将上述的在一个像素中提供灰度级的方法和时间积分方法以及像素电极分割方法结合起来的灰度级控制方法来驱动一种液晶器件的过程。根据本方法可以从两方面得到灰度级阶数的增加，一方面是如实施例6所述的灰阶数增加，另一方面是如实施例4和5所述的由时间积分方法产生的灰阶数增加（可以参考下面的表4）。

具体地讲，通过将时间积分方法与在一个像素中提供多灰度级的方法以及像素电极分割方法结合起来，有希望实现一种灰度级显示的组合法。例如，通过给一个像素提供8级灰度，同时将该电极分成3个部分，从前面的表3可知，能够获得具有512级的线性灰度级。于是发现，能够满足（线性灰度级数） $\geq [(m+1)^{n-1}+1]$ 这一关系式的整数 $n$ 的最大值为6，因此，通过重复两次寻址，可以获得729（即 $3^6$ ）个灰阶。

从表3还可得知，通过将电极分为两个部分，并为每个像素设定8个灰度级，就能获得具有64个灰阶的线性灰度级显示。显然，满足（线性灰阶数） $\geq [(m+1)^{n-1}+1]$ 这一关系的最大整数 $n$ 是4。因此，通过重复两次寻址可以得到81（相当于 $3^4$ ）级灰阶，通过重复三次寻址可以得到256（相当于 $4^4$ ）级灰阶。

表 4 包括电压调制和时间积分法的组合灰度级方法  
 满足(每个象素的线性灰阶数) $\geq (m+1)^{n-1}-1$  的关系的最大整数  $n$   
 或者满足(每个象素的非线性灰阶数) $\geq n+1$  的关系的最大整数  $n$

寻址 次数	1	2	3	4	.....	$n$
	透射率 之比	透射率 之比	透射率 之比	透射率 之比	透射率 之比	透射率 之比
	灰阶数	灰阶数	灰阶数	灰阶数	灰阶数	灰阶数
1	1	1:2	1:2:4	1:2:4:8	1:2:4:..:2 <sup>n-1</sup>	2 <sup>n</sup>
2	1	1:3	1:3:9	1:3:9:27	1:3:9:..:3 <sup>n-1</sup>	3 <sup>n</sup>
3	1	1:4	1:4:16	1:4:16:64	1:4:16:..:4 <sup>n-1</sup>	4 <sup>n</sup>
4	1	1:5	1:5:25	1:5:25:125	1:5:25:..:5 <sup>n-1</sup>	5 <sup>n</sup>
.	.	.	.	.	.	.
$m$	1	1:(m+1)	1:m+1 :(m+1) <sup>2</sup>	(m+1) <sup>2</sup> :(m+1) <sup>3</sup>	1:(m+1) <sup>2</sup> :(m+1) <sup>3</sup>	1:..:(m+1) <sup>n-1</sup> (m+1) <sup>n</sup>

如果在多灰度级显示方法中采用一种常规的铁电性液晶材料，这种材料具有如图30所示的陡的透射率—电压特性曲线，那么由于这种陡的阈值特性，将产生一种具有黑白两个灰阶的像素。表4中的整数 $n$ 相当于每个像素电极被分割的部分数。这样，通过将像素电极分割成3个部分( $n=3$ )，可以获得固定的灰阶数；即，通过寻址一次、二次和三次，可分别得到8, 27和64个预定的灰度级。

#### 实施例8

把前面所述的按照组合的多灰度级方法驱动的非源矩阵液晶显示器的像素与红、绿、和兰彩色滤波器的每一个组合起来，可以获得一种彩色显示器件。

#### 实施例9

通过采用上述的按照前面提到过的组合的多灰度级方法驱动的非源矩阵寻址液晶显示器，可以容易地获得一种全色的显示器件。具体地说，在不带彩色滤波器的面板的一个场或一帧中，对红、绿和兰三种背光各进行至少一次转换，可以容易地获得一种全色显示器件。

#### 比较实施例

按照在前面引用过的日本专利JP-A-3-276126中公开的方法制作一种FLC显示器件。

在一块带有一个ITO透明电极的、厚度为3mm的 $40 \times 25 \text{mm}^2$ 玻璃板上，用旋涂法涂上一层厚度为 $500 \text{Å}$ 的聚酰亚胺JALS-246(由Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.生产)。所述ITO透明电极的面积电阻率为 $100 \Omega / \text{cm}^2$ ，厚度为 $500 \text{Å}$ 。在300 r p m的转数下旋涂3秒钟，再在3000 r p m的转数下旋涂30秒钟。用一种带有滚轮(滚轮上缠绕了人造纤维布)的摩擦装置对得到的涂有

聚酰亚胺的玻璃基片进行三次摩擦处理。摩擦的方式是，在涂有聚酰亚胺的玻璃基片上，用刷子将该基片压下 $0.15\text{mm}$ 深，再以 $94\text{rpm}$ 的速度转动该滚轮，同时以 $5\text{cm}/\text{min}$ 的速度进刀。

用Sonocom Co., Ltd.制造的隔离珠分布机将直径为 $0.15\mu\text{m}$ 的刚玉颗粒散布到基片上。使刚玉隔离珠以 $300\text{颗}/\text{mm}^2$ 的密度分布到该基片上。如果以更高的密度分布这些隔离珠，这些隔离珠就会聚结成块，产生不良效果。此外，可用同一机器以 $25\text{颗}/\text{mm}^2$ 的密度散布直径为 $2\mu\text{m}$ 的隔离珠。

然后将Structbond（由Mitsui Toatsu Chemicals, Inc.生产）作为封接剂施加到另一块玻璃基片周围。用网板印刷机进行涂敷。然后将得到的两块基片对齐，并均匀地施加 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 的压力，以便做出具有 $1.7\mu\text{m}$ 固定间隙的液晶盒。制备出两种液晶盒，一种是取向方向相互并行的液晶盒，另一种是取向方向彼此相反液晶盒。将这样组装好的液晶盒放入一个风扇式加热器中，以 $180^\circ\text{C}$ 的温度加热2小时，以便使所述封接剂固化。用Otsuka Denshi Co., Ltd.制造的盒隙测量装置测量该液晶盒的间隙，以便得知是否已将整个液晶盒的间隙控制在 $1.7\mu\text{m} \pm 0.1\mu\text{m}$ 范围内。

选用由Merck & Co., Inc.生产的铁电性液晶组合物ZLI-3775，在 $80^\circ\text{C}$ 下将其抽成真空，再将其加热到 $110^\circ\text{C}$ （均质温度范围内的温度），然后在真空条件下注入液晶盒中。处理铁电性液晶组合物的整个过程花费1.5小时。然后将所得到的液晶盒冷却至室温，再把它插在两个交叉的偏振片之间。在显微镜下观察液晶的分子取向，然后检测其光电特性。

在一个具有并行取向排列的液晶盒中发现，即使在把整个液晶盒

置于暗的状态，也会在隔离珠周围出现如图 2.7 所示的液晶的分子取向引起的漏光现象。漏光导致黑色电平的降低，因而影响了液晶盒的总对比度。

在把使用铁电性液晶的显示器用于双折射模式的情况下，必须严格控制液晶盒的间隙，使其保持均匀的最佳值。但是，在撒布了直径为  $0.5 \mu\text{m}$  的刚玉隔离珠的部位周围，隔离珠大量地占据了基片的位置，使液晶盒的间隙偏离了最佳值。因而观察到色彩不均。不用说，这种不均匀色彩导致显示质量低下。据信，出现不均匀色彩的原因在于隔离珠的尺寸明显大于可见光的波长。另外，就出现在隔离珠周围的漏光现象导致对比度下降而言，所散布的隔离珠的密度增加也是不可取的。

但是，正如前面所提到的，由于将精细颗粒散布在整个液晶盒上而获得了本发明的星光结构，于是，可以减少光泄漏，从而可在不影响液晶排列的前提下，借助于介电常数的分布来获得有效的电场分布。

与上述的彼此平行取向的情况相反，在具有彼此相反取向的液晶盒中沿着取向处理方向产生了一些微米级的细带。即使在正常的黑色状态下也能观察到出现在隔离珠周围的光泄漏。因而发现液晶盒产生了不良的黑色电平，而这是影响液晶盒对比度的主要原因。另外，在此隔离珠周围观察到大量缺陷，这大概是光泄漏的主要原因。

观察上面制作出的两种液晶盒的光电效应。对于具有互相平行取向的液晶盒，首先施加电压幅度为  $30 \text{ V}$ 、宽度为  $1 \text{ msec}$  的双向复位脉冲。然后，在施加宽度为  $1 \text{ msec}$  的信号脉冲时，在  $1 \text{ V}$  至  $30 \text{ V}$  的范围内改变电压，以便观察液晶盒透射率的变化。以这种方式来研究是否这种液晶盒的光电效应与常规的双稳态铁电性液晶有所不同。

随着电压的增高，在显微镜下没有观察到液晶分子开始从隔离珠的表层移开。业已发现，在隔离珠表层的液晶分子的取向一直不是均匀的，而是杂乱无序的。因此，在正常的黑色显示中会观察到亮点，在正常的白色显示中同样地会观察到黑点。总之，所得到的图象的对比度很差，如图 27 所示。

下面论及“转换”这一技术关键问题。有时在隔离珠部位（或其附近）观察到转换的出现，在别的时候又能从其它部位观察到转换的出现。简言之，转换不一定非得发生在隔离珠部位或其附近。

更重要的是，随着转换的出现，转换区域将扩大。如果这种扩大会产生某一特定范围内的阈值电压，转换电压也在一个特定幅度范围内变化。但事实上，同常规系统相比，并没有观察到阈值电压范围的显著扩大。即，已发现在本系统中的阈值电压的变化范围是 1 V。另外，为了研究转换区域的改变，以直流式方式改变电压。结果，观察到典型的船形区域，在液晶盒边缘偶尔出现锯齿形缺陷。因而断定该系统具有 V 形层状结构。这种转换特性与常规液晶盒相似，所不同之处在于有的时候是从隔离珠部位或其附近出现转换。因此，所得到的产品远非一种包括许多各自能够提供的灰度级显示的液晶盒。

同样，在一个具有彼此相反取向的液晶盒中，先施加一个幅度为 30 V、宽度为 1 msec 的双向复位脉冲，然后再施加宽度为 1 msec、幅度在 1 V 至 30 V 范围内改变的信号脉冲，以便观察液晶盒透射率的改变。以这样的方式来研究这种液晶盒的光电效应是否与常规的双稳态铁电性液晶有所不同。

在这种情况下，在显微镜下也没有观察到随着电压的增高液晶分子开始从隔离珠的表层部位移开的现象。已发现在沿着摩擦处理的方

向产生的微米级的细带上发生了转换，并观察到位于隔离珠表层部位的液晶分子取向一直不均匀，而是杂乱无序的。总之，所得到的显示的对比度很差，如图 27 所示。

改变隔离珠的散布密度以便研究其对液晶盒特性的影响。实验表明，在隔离珠的散布密度从 0 至  $500 \text{ 颗}/\text{mm}^2$  的范围内，转换特性始终与隔离珠的散布密度为  $300 \text{ 颗}/\text{mm}^2$  时的情况相同。

另外，在那些取向方向互相平行的液晶盒的情况下发现，间隙中心值为  $1.5 \mu\text{m}$  的液晶盒器件特征与间隙中心值为  $1.8 \mu\text{m}$  的液晶盒的器件特征完全相同。在这两种液晶盒中，都将盒隙控制在中心值  $\pm 0.1 \mu\text{m}$  的范围内。还对取向方向彼此相反并且盒隙中心值为  $1.5 \mu\text{m}$  和  $1.8 \mu\text{m}$  的液晶盒的器件特性进行了研究。获得的结果与取向方向彼此平行并行的液晶盒相同。

的确，业已发现，如果如实地遵照 JP-A-3-276126 的实施例所公开的方法来获得显示，不可能得到本文所述的多灰度级显示。因而发现，JP-A-3-276126 所述的技术没有实用价值。

上面已参照几个实施例详细地描述了本发明。然而上述实施例不是对本发明的限制，只要不背离本发明的精神和范围，可以对本发明进行各种改进。

例如，可以提出其它的驱动液晶器件的方法。用脉冲宽度调制代替脉冲电压调制，可以实现每一象素的灰度级显示。因此可以设计出以脉冲宽度调制方法为基础的各种组合方法。在时间积分方法情况下，可以象改变象素电极的分割数和分割形状一样，以多种方式改变寻址时间的分配。

另外，不但可以对液晶的类型进行各种改进，还可以对液晶器件



的材料、结构、形状、组合方法等进行改进。另外，为了改进液晶中的细致区域，可以以各种方式对超细颗粒的物理特性、类型等进行改进。还可以从同上述不同的方式加入超细颗粒，并且不但可以将超细颗粒分布到液晶中，还可以分布到取向薄膜上或取向薄膜中。另外，可以将如四硫富瓦烯——四氰醌二甲烷一类的电荷转移复合物制成薄层来形成微小区域。

由于本发明的液晶器件能提供多灰度级显示，因此参照适用于显示器件的液晶器件详细描述了本发明。但是，本发明的器件的应用领域并不局限于显示器件，该器件还可用于滤波器和光阀，办公室自动化设备的图象显示表面，屏幕，以及用于摆动设备的相位控制装置。本发明的液晶器件可随着外加电压产生可变的透射率或对比度系数，因而可以呈现出高性能。

尽管已参照具体实施例详细描述了本发明，本领域的普通技术人员应该明白，在不背离本发明的精神和范围的前提下，还可对本发明做各种改进。

说明书附图

图 1A

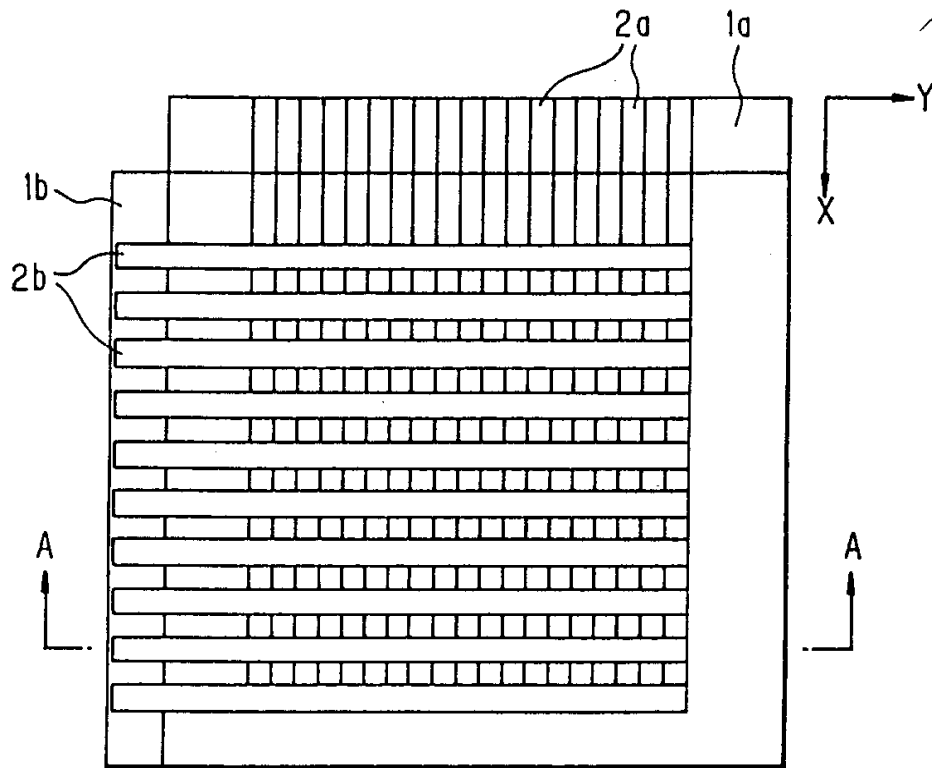


图 1B

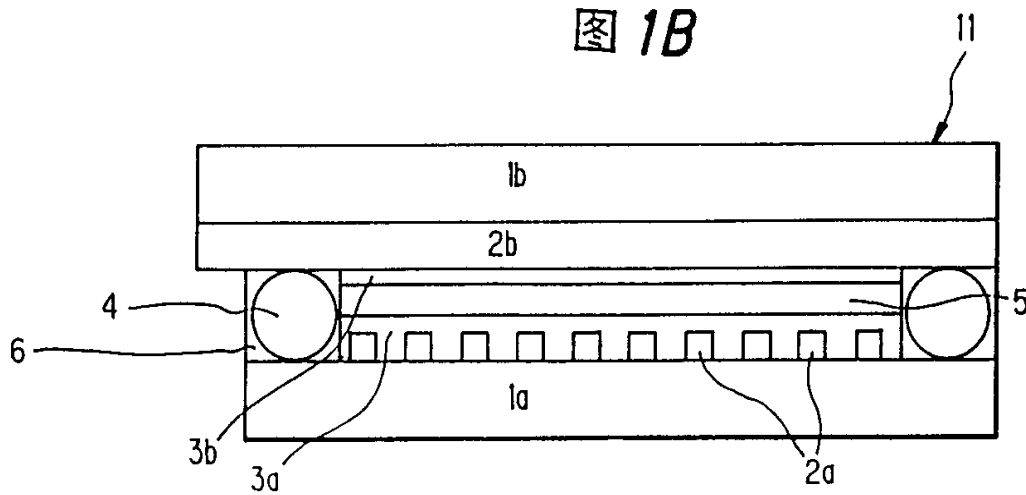


图 2

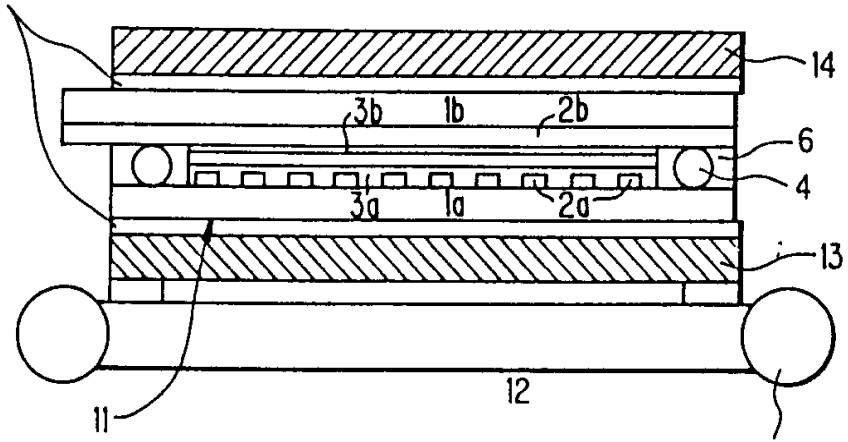


图 3

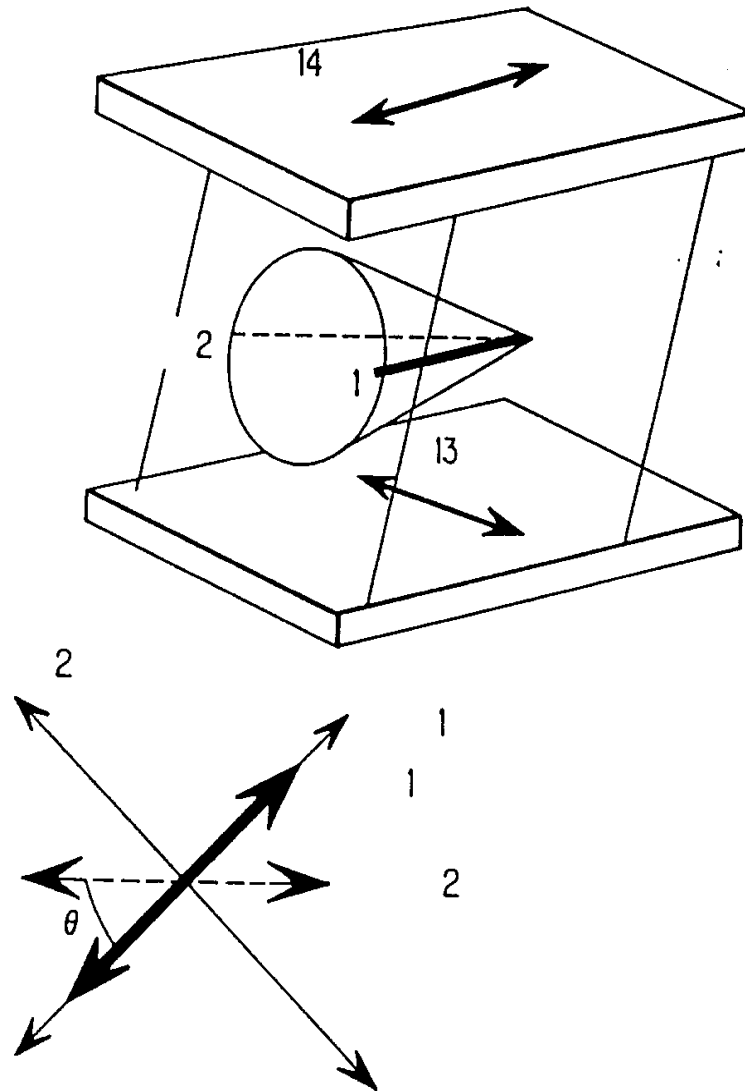


图 4

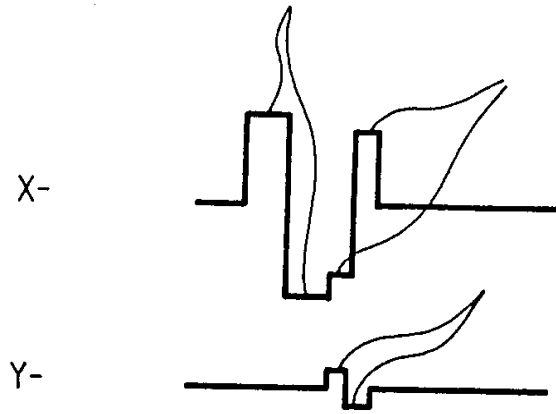


图 5

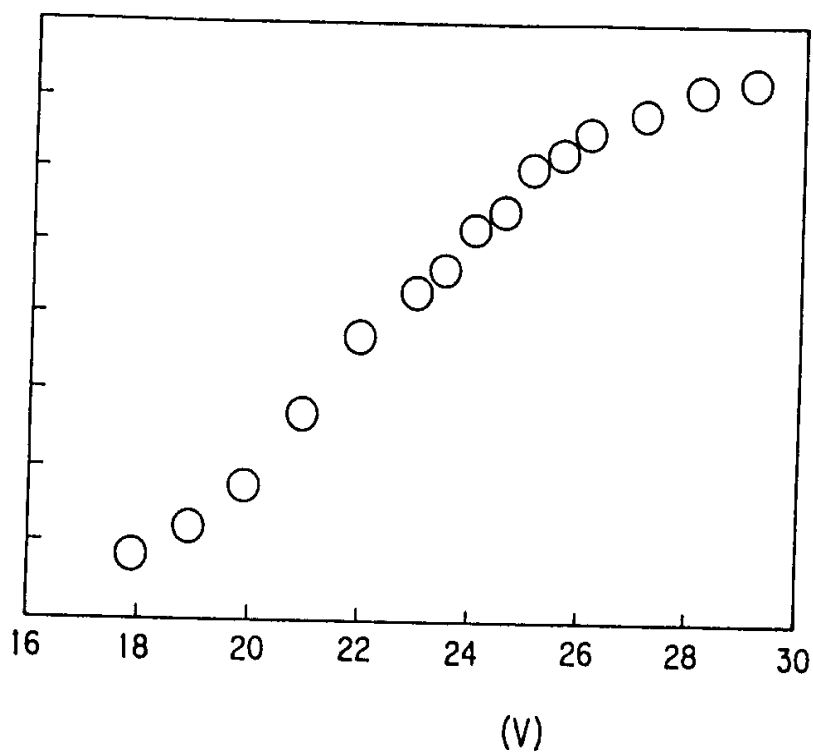


图 6

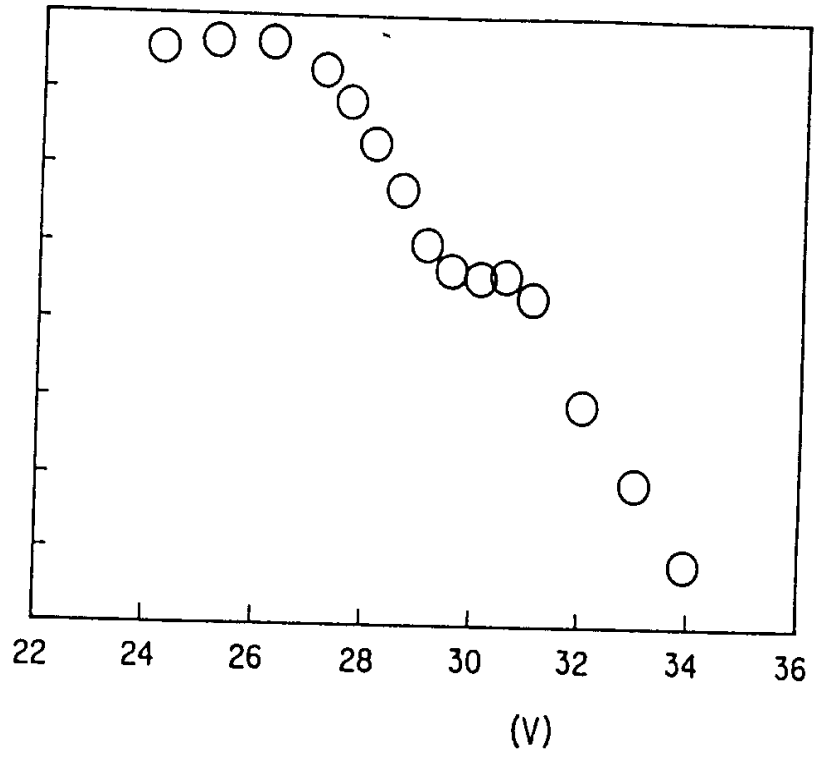


图 7

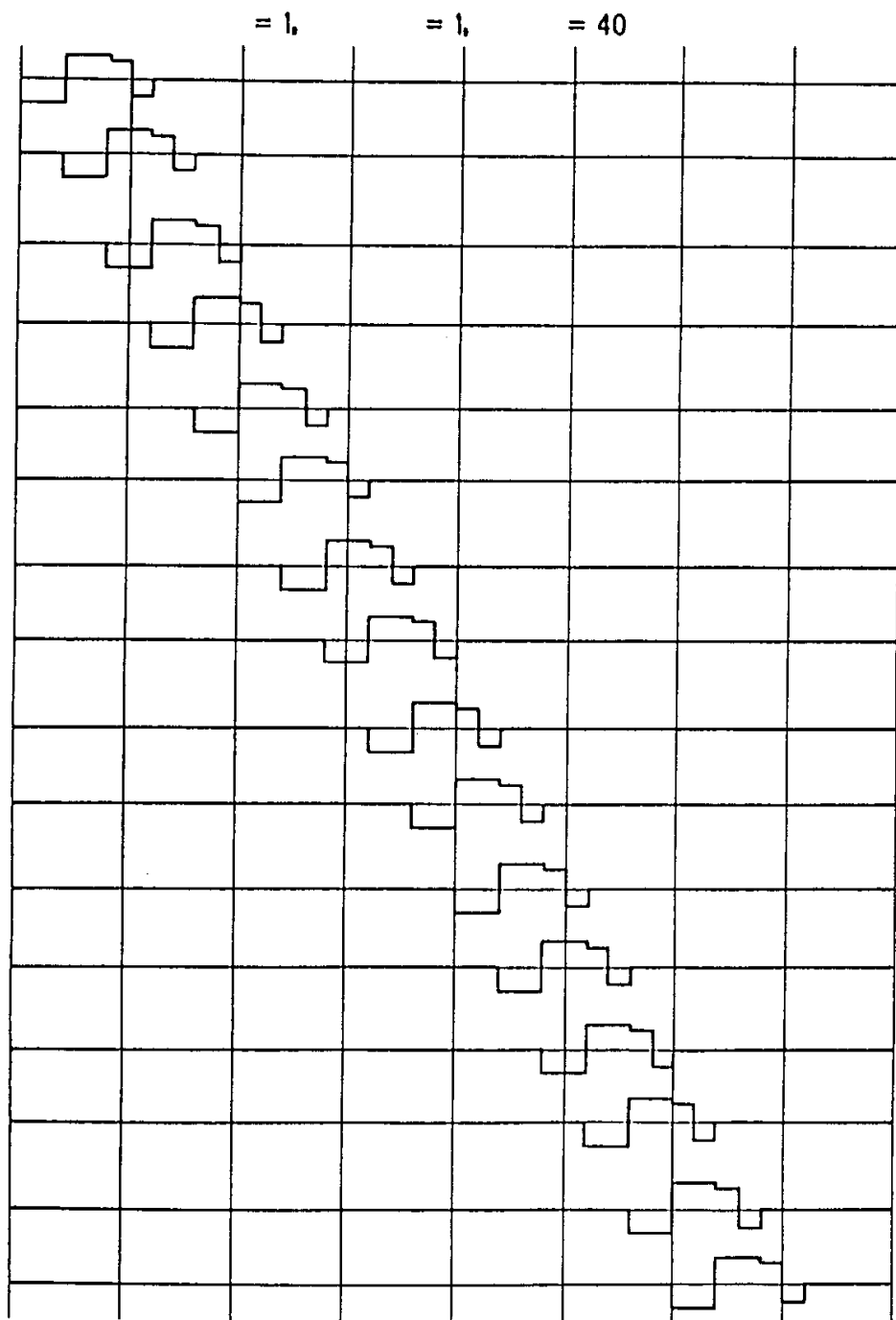




图 8

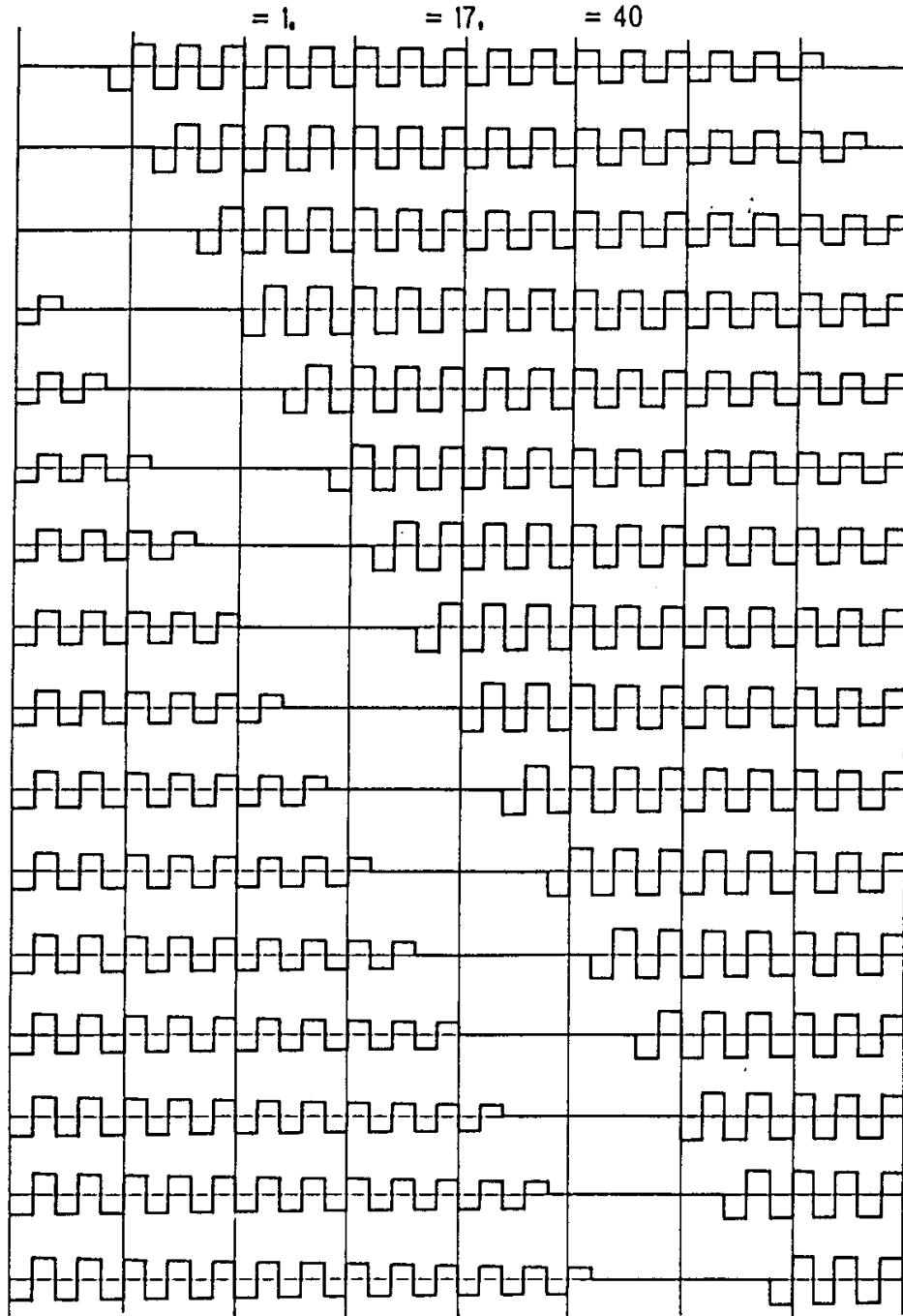


图 9

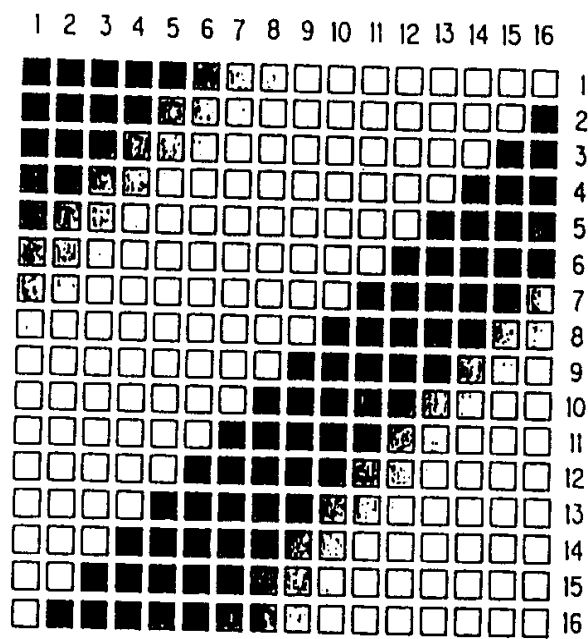


图 10

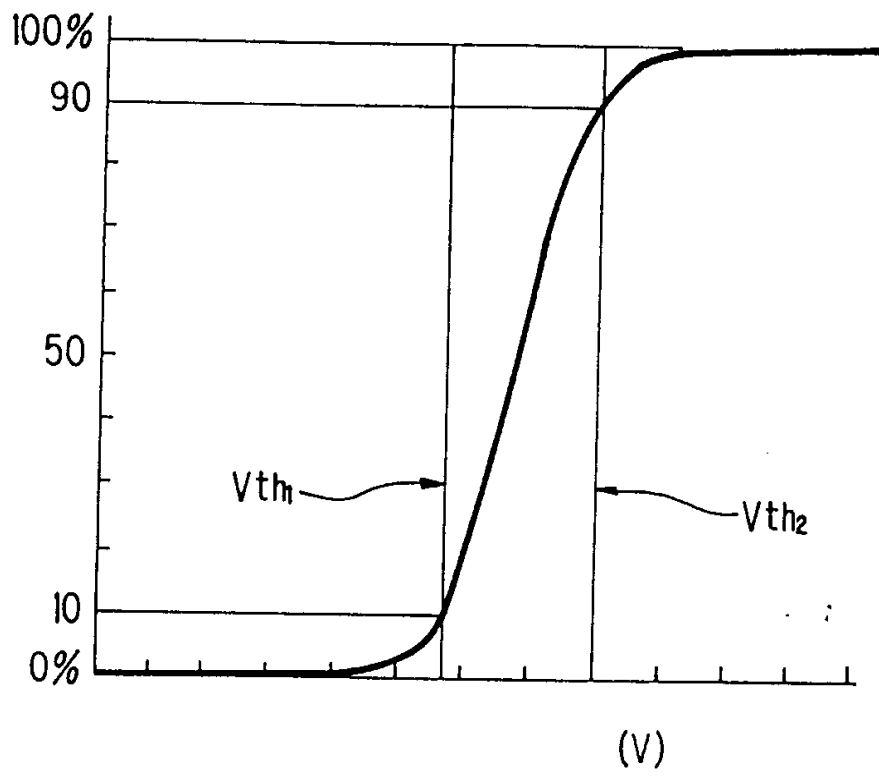


图 11A

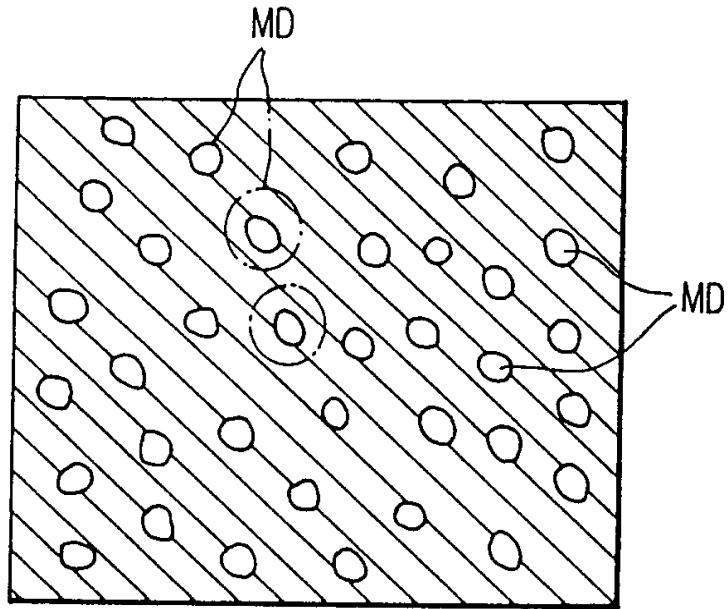


图 11B

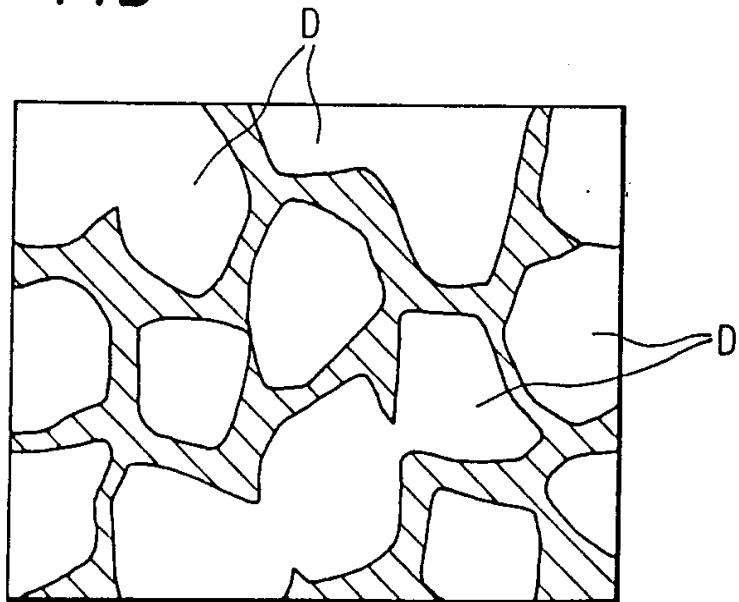


图 12

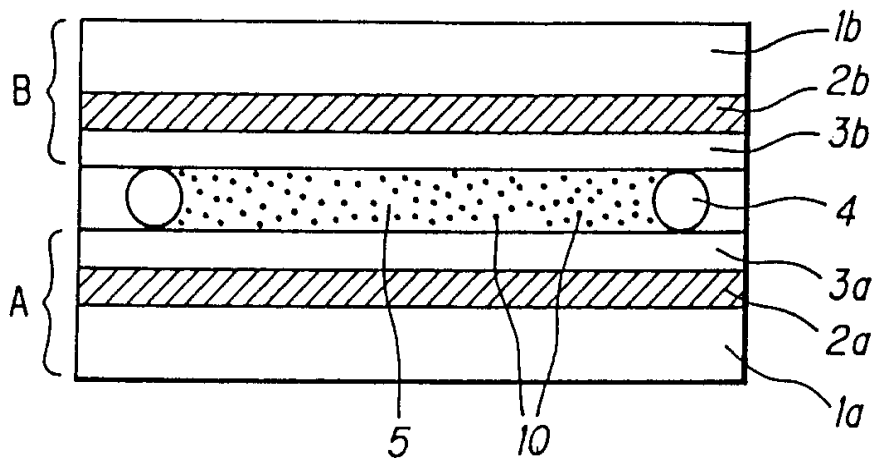
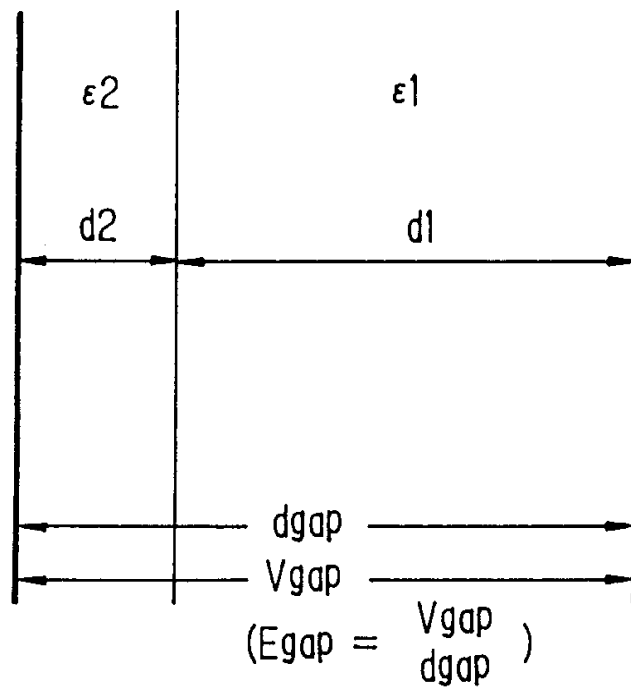


图 13



$$d1 + d2 = d_{gap}$$

$$E_{eff} = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1 d_2 + \epsilon_2 d_1} \times V_{gap} \text{ ----- (1)}$$

ε1 :

ε2 :

图 14

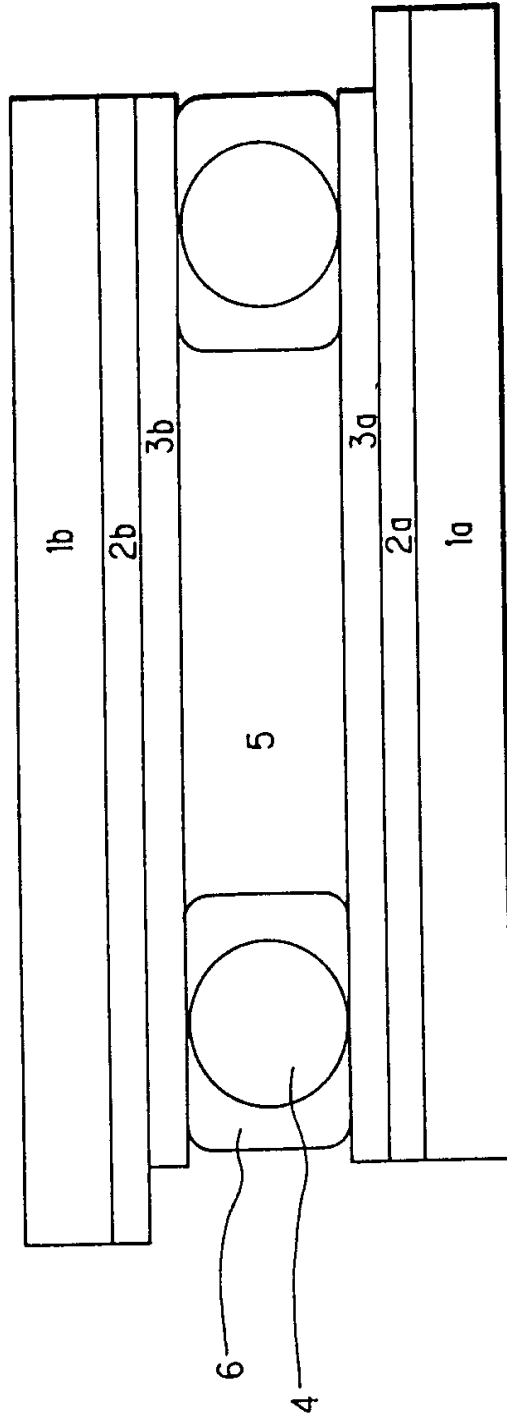


图 15

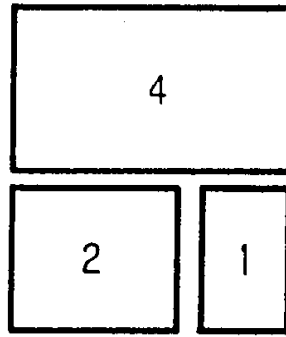
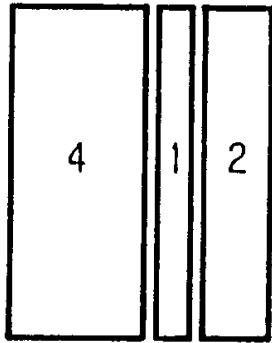




图 16

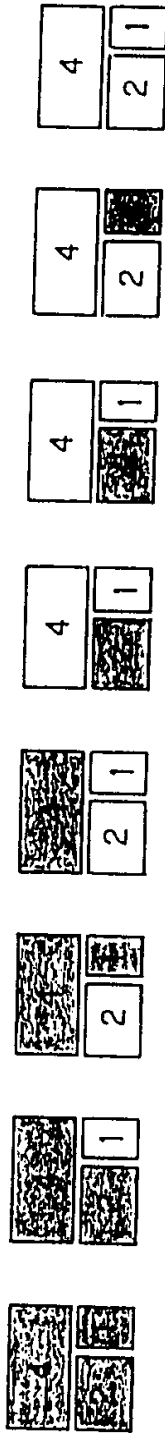


图 17

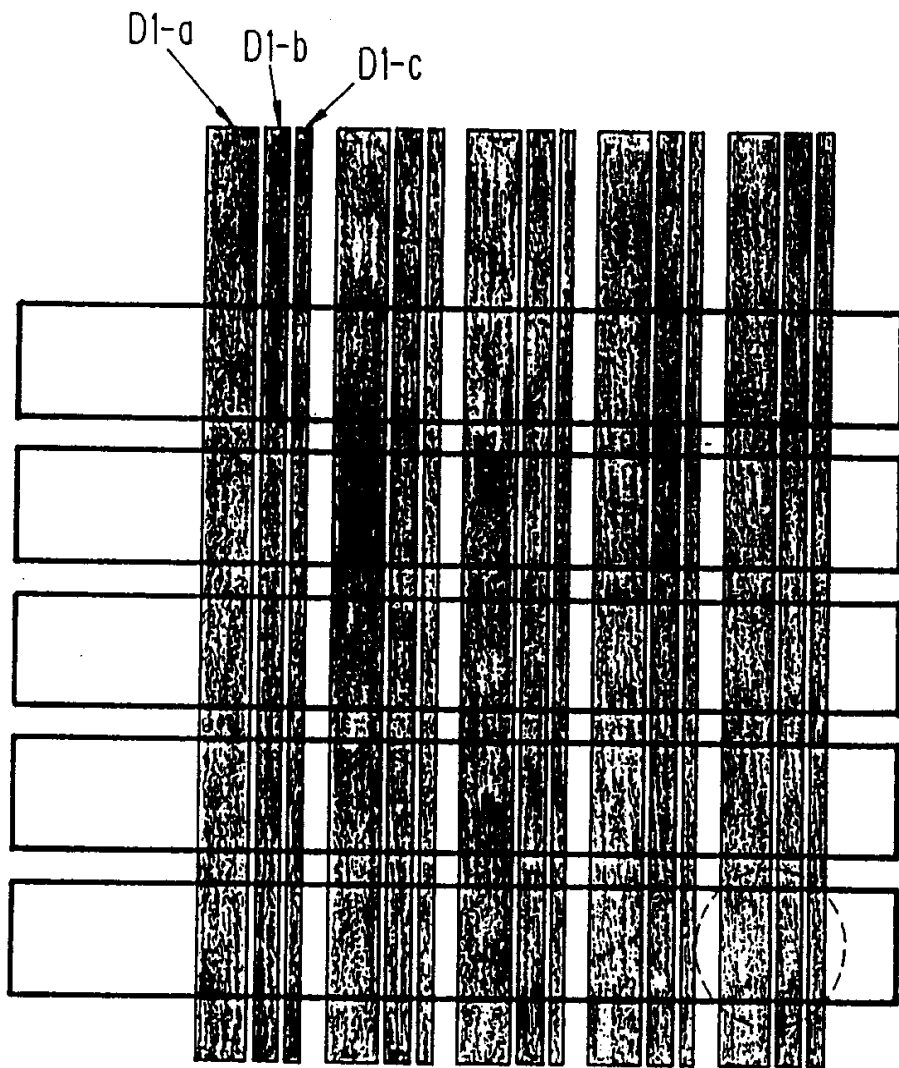


图 18

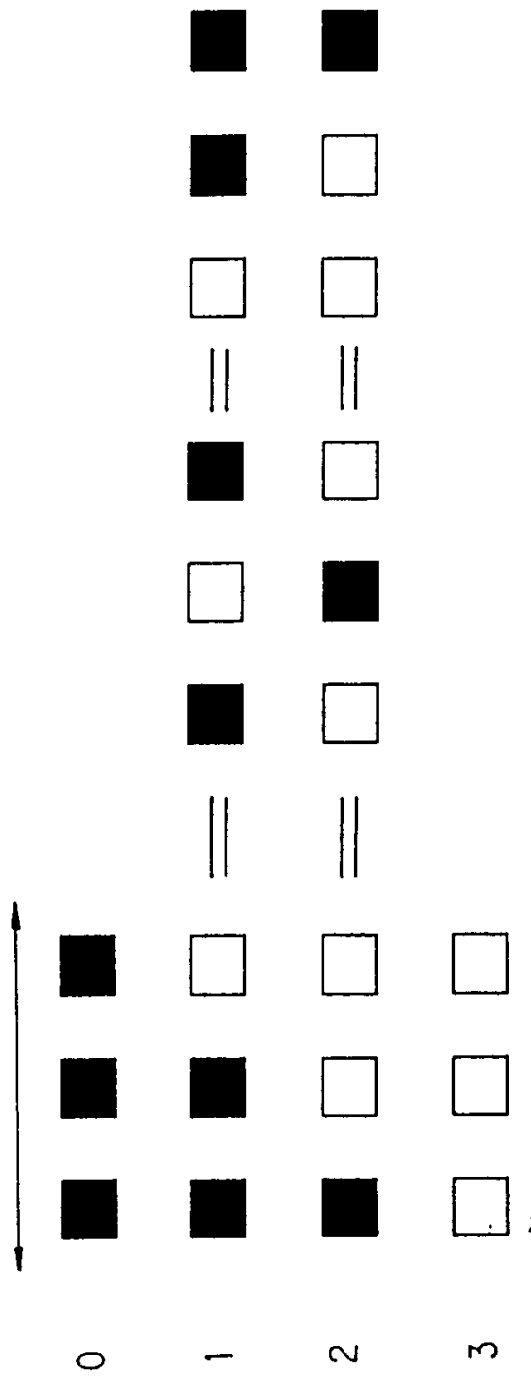


图 19

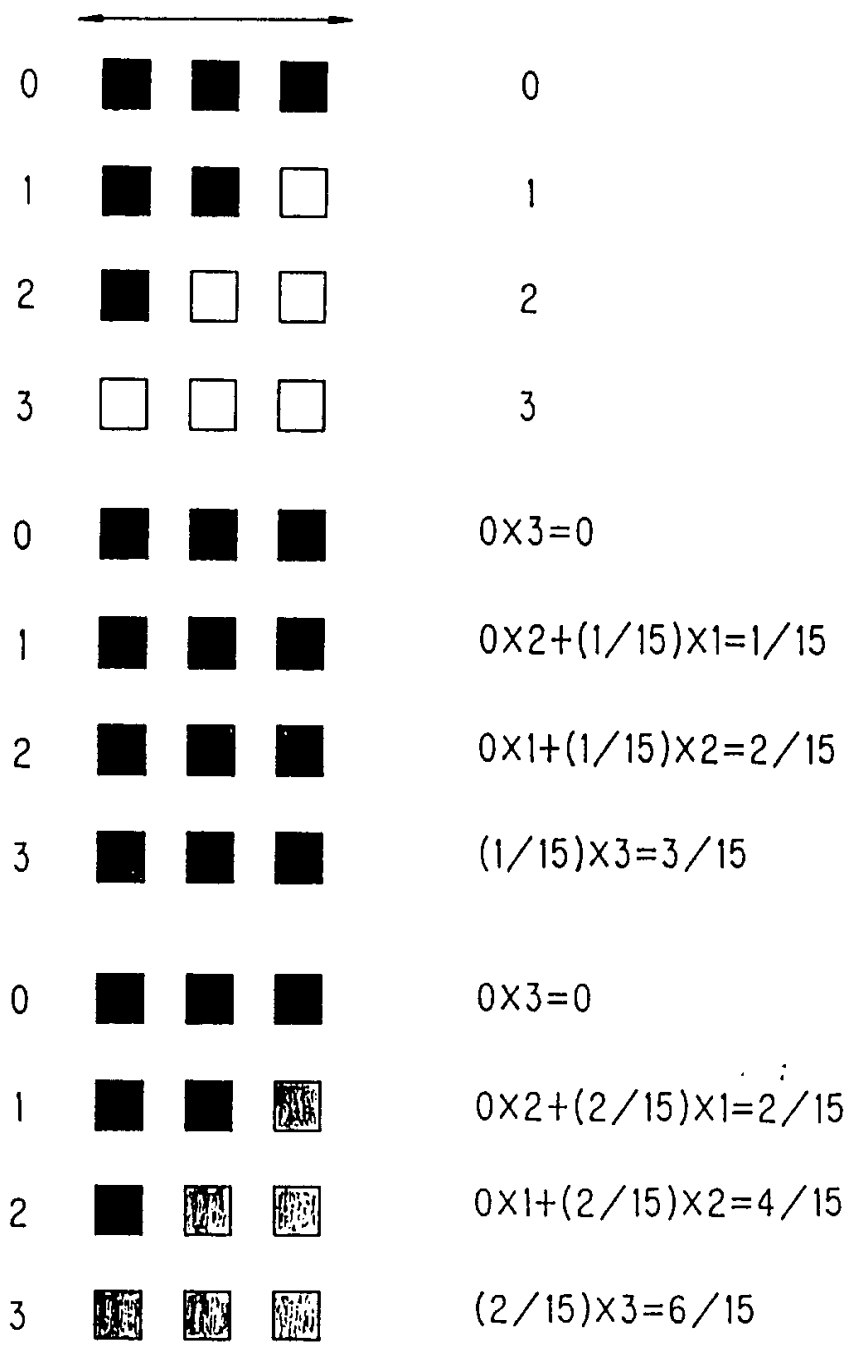


图 20

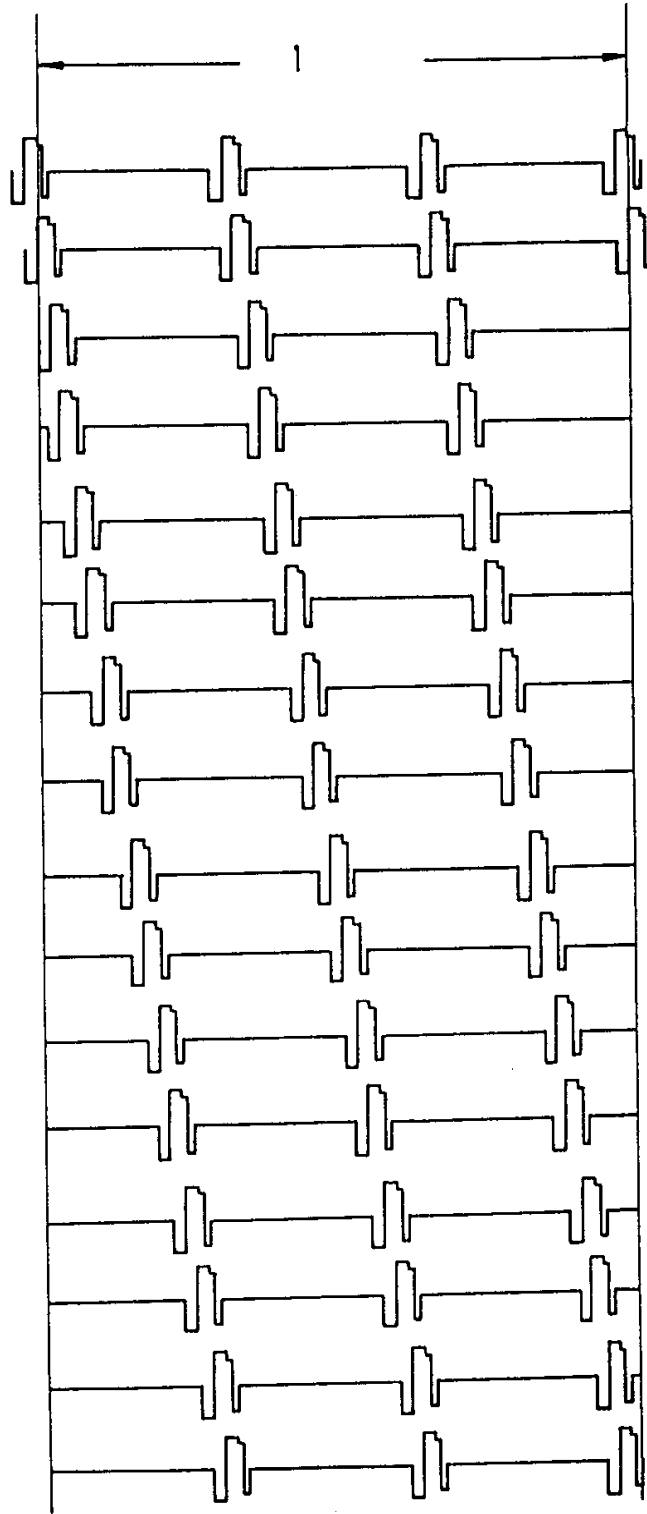


图 21

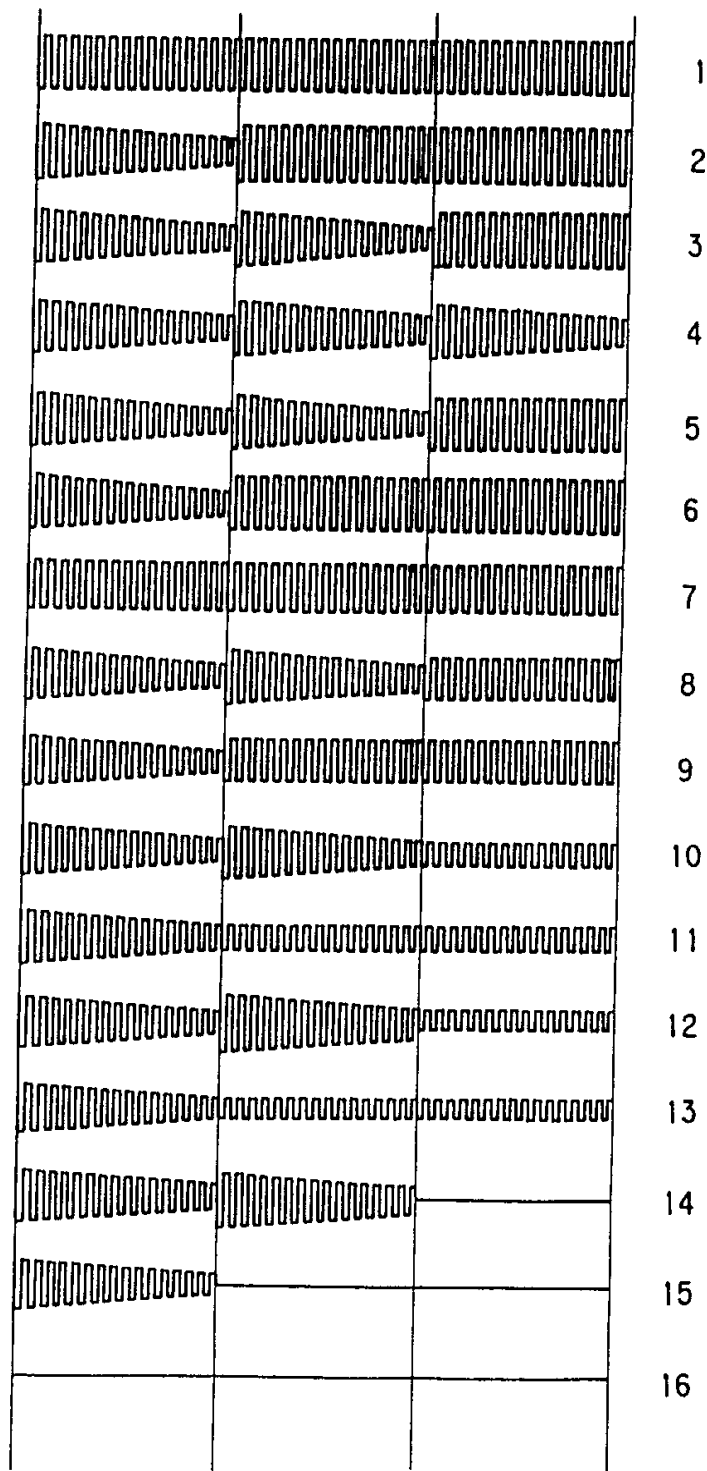


图 22

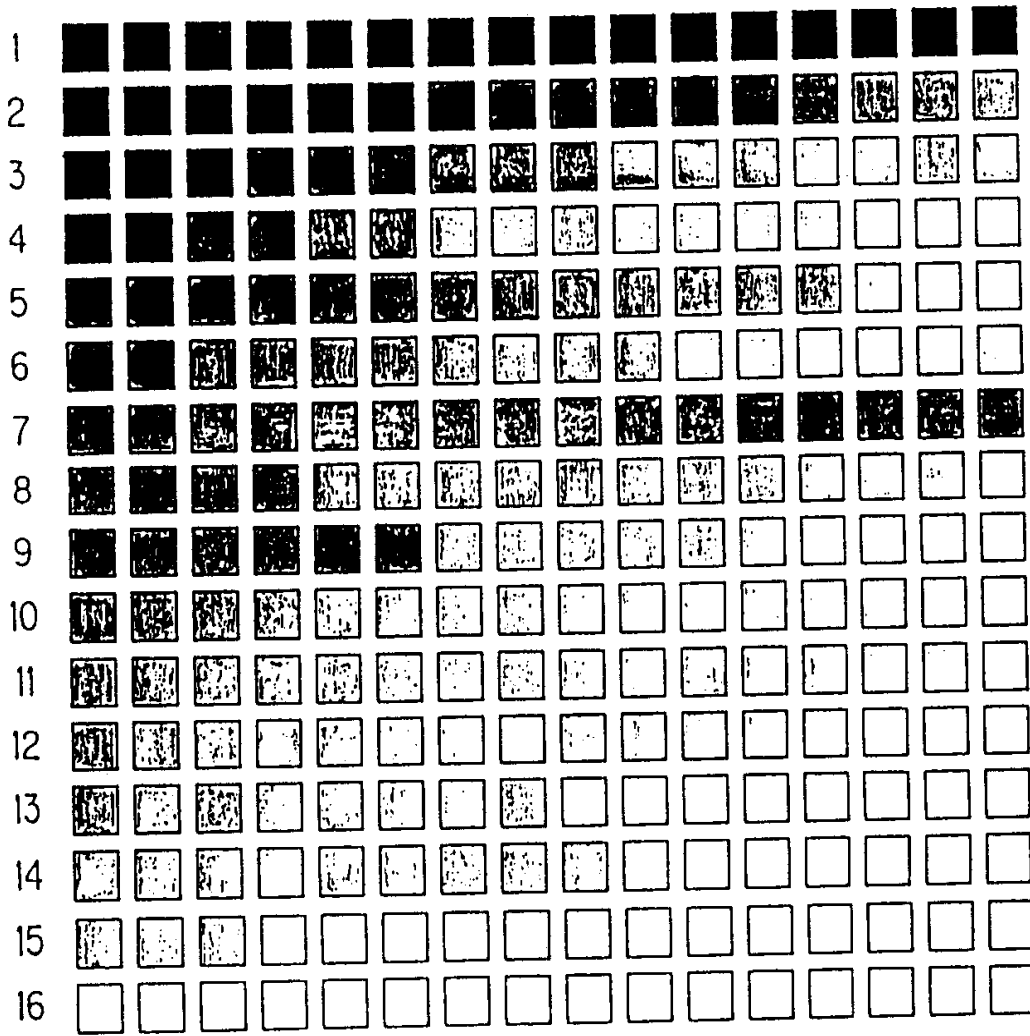


图 23

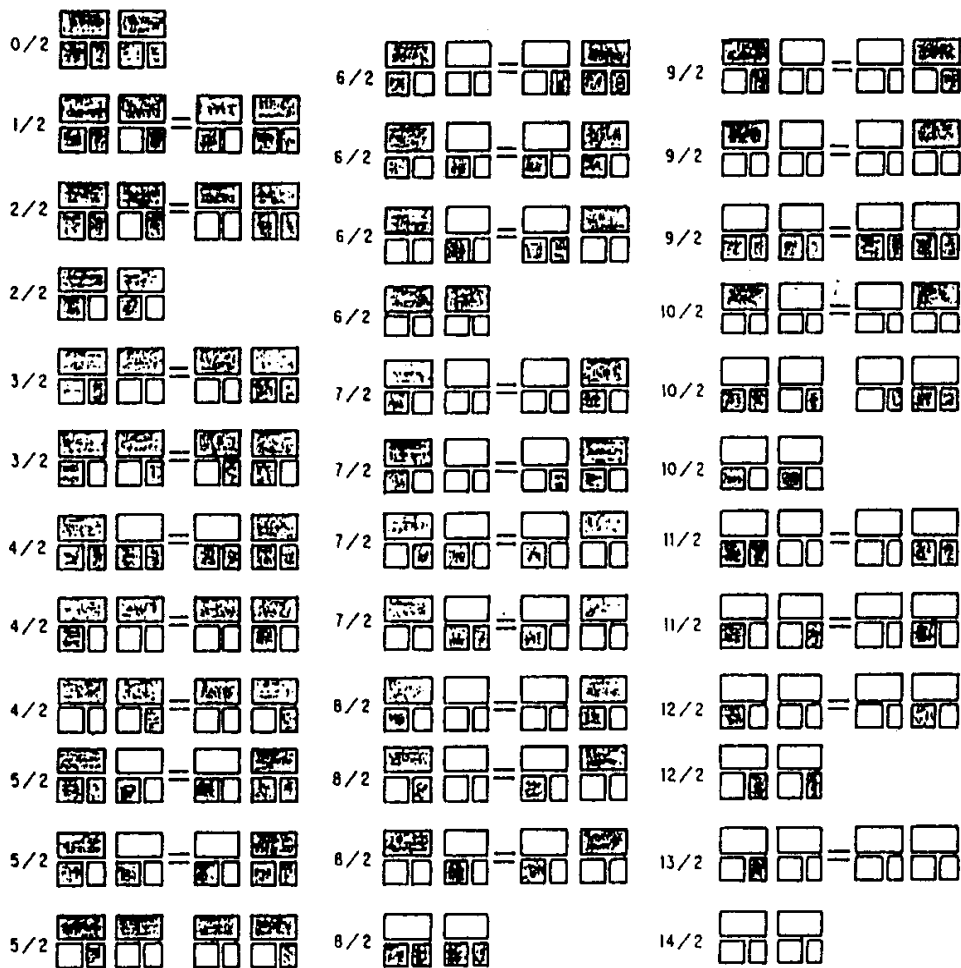
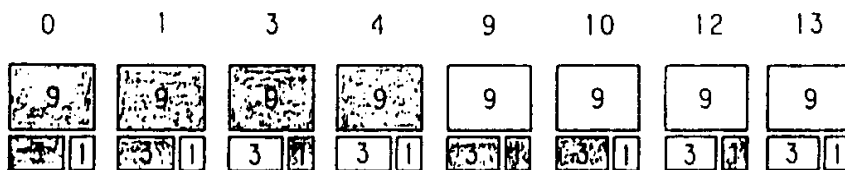


图 24





# 图 25

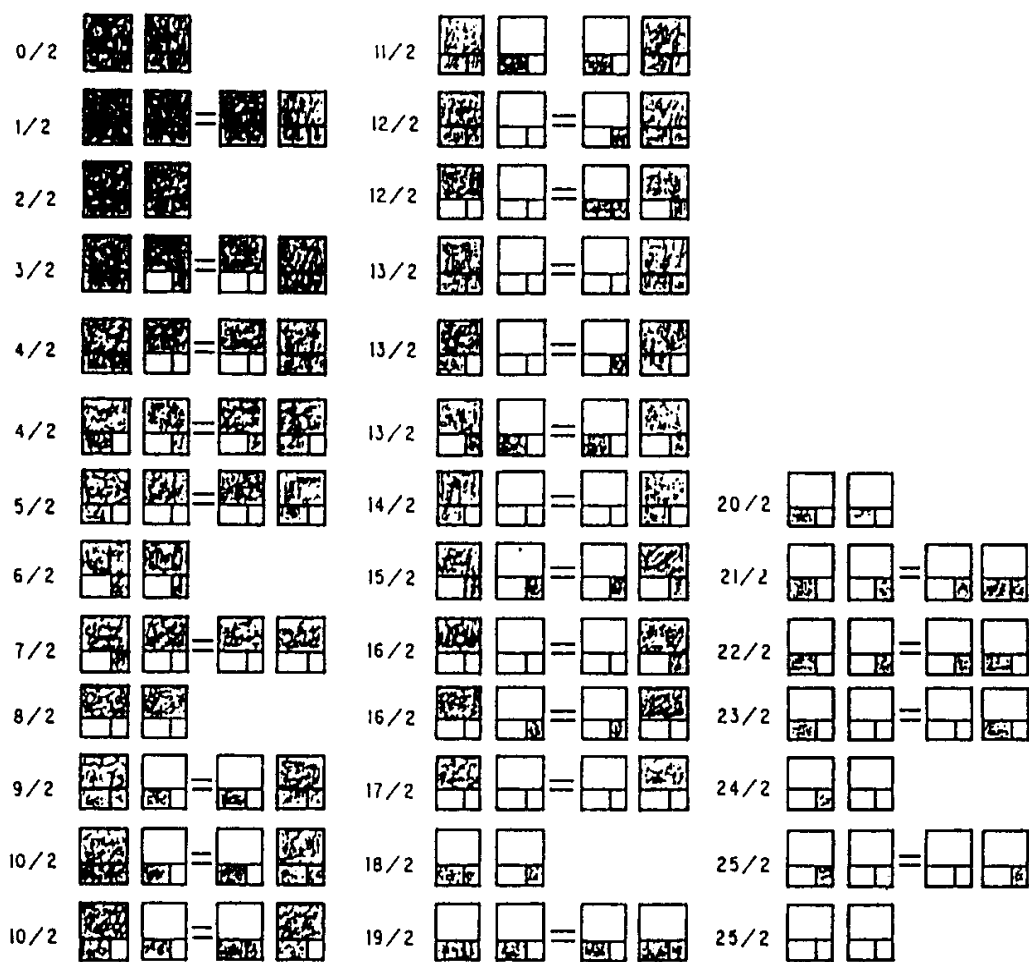


图 26

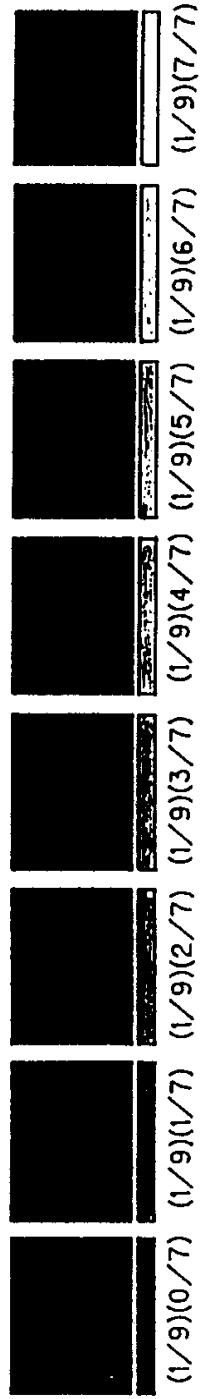


图 27A

200  $\mu\text{m}$

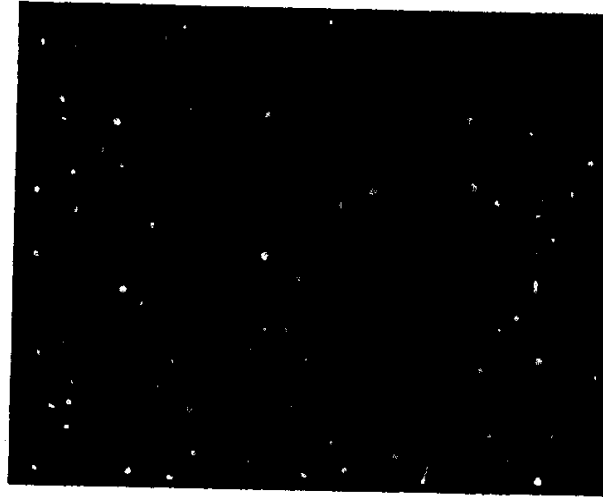


图 27B

50  $\mu\text{m}$

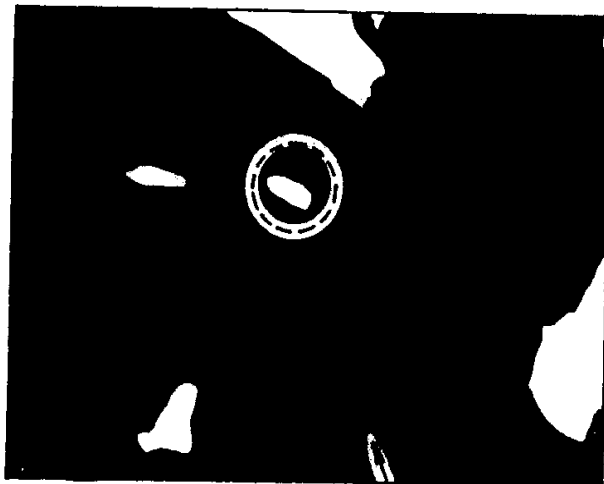


图 28

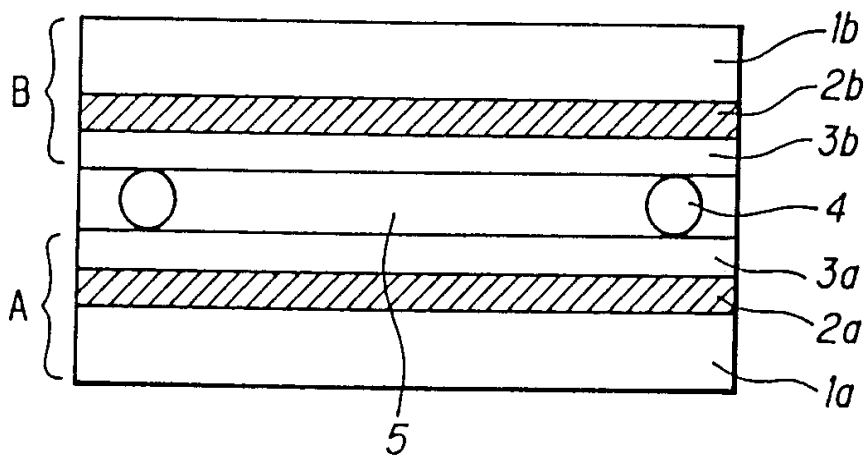


图 29

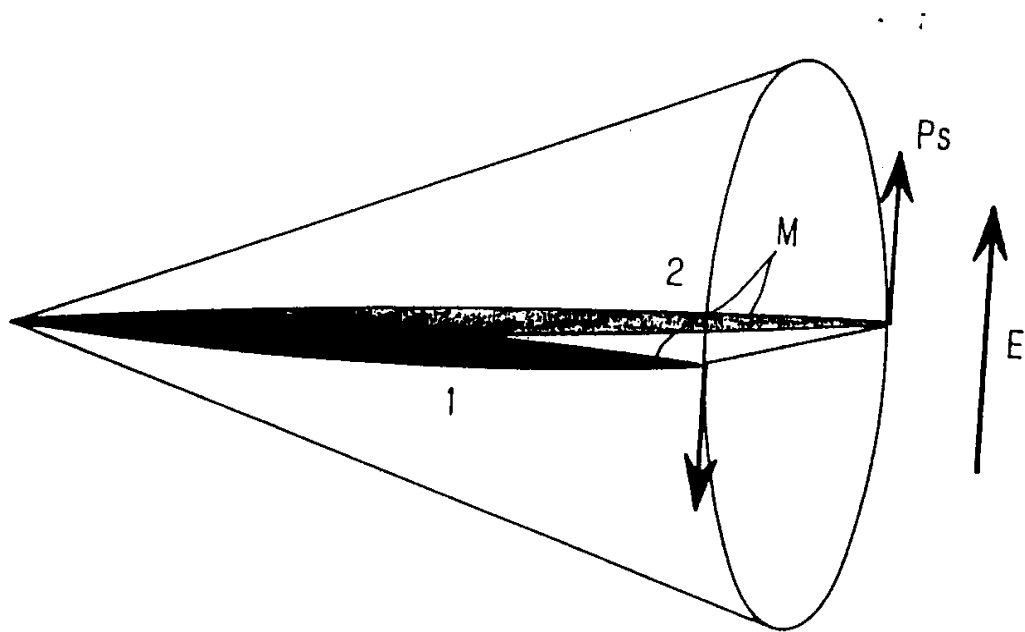


图 30

