[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
G06T 15/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01822295.1

[43] 公开日 2004年4月7日

[11] 公开号 CN 1488124A

[22] 申请日 2001.12.20 [21] 申请号 01822295.1
[30] 优先权
[32] 2001.1.26 [33] US [31] 09/771,323
[86] 国际申请 PCT/US01/49538 2001.12.20
[87] 国际公布 WO02/059685 英 2002.8.1
[85] 进入国家阶段日期 2003.7.25
[71] 申请人 国际商业机器公司
地址 美国纽约
[72] 发明人 保罗·F·格利伊尔
肯尼思·C·霍
理查德·I·考夫曼
史蒂文·E·米尔曼
格里哈德·R·汤普森
史蒂文·L·赖特 沙伊·W·吴

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 李德山

权利要求书7页 说明书28页 附图34页

[54] 发明名称 基于液晶显示器中子象素的光亮度特性调节子象素的亮度值

[57] 摘要

减少图像中具有中间色调光亮度的子象素数，改善液晶显示器(LCD)(112)的观察角特性。 在优选实施例中，第一表格的条目将LCD中至少一个观察角方向上的子象素亮度值和子象素光亮度值关联起来。 第二表格将目标亮度值与高于和低于目标值的亮度值关联起来。 根据第二表格来修正相邻子象素的亮度值，从而减少具有中间色调光亮度的子象素数。

ISSN 1008-4274

1. 一种在具有多个子象素的显示器上生成显示图像的方法，包括以下步骤：

提供数字形式的光亮度数据，在至少一个观察角方向，对于亮度值的一个范围，所述的光亮度数据将亮度值与表征所述子象素光亮度的相应光亮度值关联起来；

提供一组表示所述图像的一部分的色彩的子象素数据元素，其中每个所述的子象素数据元素都具有一个亮度值；

基于所述光亮度数据，修正所述组中的所述子象素数据元素的亮度值，以减小其光亮度值位于亮光亮度值与暗光亮度值之间的一个中间色调光亮度值范围内的子象素数；和

输出所述组中所述子象素数据元素的修正亮度值，以显示在所述显示器上。

2. 一种如权利要求 1 所述的方法，其中所述的修正步骤还包括以下子步骤：

在第一存储器中存储多个条目，所述的每个条目提供在至少一个观察角方向亮度值与表征所述子象素光亮度的相应光亮度值之间的关联；

在第二存储器中存储多个条目，所述的每个条目提供目标亮度值与高于和低于所述目标亮度值的相应亮度值组之间的关联；

确定存储在所述的第一存储器中，与所述组中的所述子象素数据元素的亮度值相对应的特定光亮度值；

基于存储在所述第一存储器中的所述特定光亮度而产生第一光亮度值；

确定存储在所述第一存储器中，与所述的第一光亮度值相对应的第一目标亮度值；

确定存储在所述的第二存储器中，与所述的第一目标亮度值相对应的特定亮度值组；

基于所述特定亮度值组而修改所述组中的所述子象素数据元素的亮度值。

3. 一种如权利要求 2 所述的方法，其中所述组中的所述子象素数据元素是在所述图像中相邻的全象素的元素。

4. 一种如权利要求 2 所述的方法，其中所述的修正步骤还包括以下步骤:

将所述组中的所述子象素数据元素的亮度值设置为所述的特定亮度值组;

5. 一种如权利要求 2 所述的方法，其中所述的第一光亮度值是通过计算存储在所述第一存储器中的所述特定光亮度值的平均光亮度值而得到的。

6. 一种如权利要求 1 所述的方法，其中所述的修正步骤还包括以下子步骤:

评价所述的子象素数据元素，看其是否满足一套预定的标准;

如果所述的标准不能得到满足，则修正所述的亮度值；和

如果所述的标准得以满足，则保持所述的亮度值。

7. 一种如权利要求 1 所述的方法，还包括以下步骤:

进行数模转换，将所述组中的所述子象素数据元素的修正亮度值从数字形式转换成模拟形式的数据信号;

将所述模拟形式的数据信号提供给显示器，以显示图像的由所述组中的子象素数据元素所表示的部分。

8. 一种如权利要求 7 所示的方法，其中与所述显示器成一体的电路执行所述的数模转换，并将所述模拟形式的数据信号提供给所述显示器的子象素。

9. 一种如权利要求 1 所述的方法，其中与所述显示器在操作上相连的显示子系统的显示逻辑线路:

提供所述数字形式的光亮度数据;

提供表示所述图像的一部分的颜色的所述子象素数据元素组;

基于所述的光亮度数据而修正所述组中的所述子象素数据元素

的所述亮度值；

把所述组的所述子象素数据元素的所述修正亮度值输出以显示在所述显示器上。

10. 一种如权利要求 1 所述的方法，其中的每一步骤都由在计算机系统上执行的应用软件执行。

11. 一种如权利要求 1 所述的方法，其中表示所述图像的所述子象素数据元素逻辑上被分成具有多行和多列的阵列。

12. 一种如权利要求 10 所述的方法，其中所述子象素数据元素组包括所述阵列中某一行内的一对数据元素。

13. 一种如权利要求 10 所述的方法，其中所述子象素数据元素组包括所述阵列中某一列内的一对数据元素。

14. 一种如权利要求 10 所述的方法，其中所述子象素数据元素组是所述阵列中包含一个 2×2 数据元素四联块的全象素的元素。

15. 一种如权利要求 1 所述的方法，其中所述的修正步骤还包括：减小所述图像显示中光亮度随观察角的不同而发生的可觉察到的变化。

16. 一种如权利要求 1 所述的方法，其中所述的修正步骤还包括：减小所述图像显示中颜色随观察角的不同而发生的可觉察到的变化。

17. 一种可编程的存储装置，其可由数字处理装置读取，且有形地包含一个可由所述数字处理装置执行的指令程序，以执行在具有多个子象素的显示器上产生显示图像的方法的步骤，所述方法的步骤包括：

提供数字形式的光亮度数据，在至少一个观察角方向，对于亮度值的一个范围，所述的光亮度数据将亮度值与表征所述子象素光亮度的相应光亮度值关联起来；

提供一组表示所述图像的一部分的色彩的子象素数据元素，其中每个所述子象素数据元素都具有一个亮度值；

基于所述光亮度数据，修正所述组中的所述子象素数据元素的

所述亮度值，以减小其光亮度值位于亮光亮度值与暗光亮度值之间的一个中间色调光亮度值范围内的子象素数；和

输出所述组中所述子象素数据元素的所述修正亮度值，以显示在所述显示器上。

18. 一种如权利要求 17 所述的可编程存储装置，其中所述的修正步骤还包括以下子步骤:

在第一存储器中存储多个条目，所述的每个条目提供在至少一个观察角方向亮度值与表征所述子象素光亮度的相应光亮度值之间的关联;

在第二存储器中存储多个条目，所述的每个条目提供目标亮度值与高于和低于所述目标亮度值的相应亮度值组之间的关联;

确定存储在所述的第一存储器中，与所述组中的所述子象素数据元素的亮度值相对应的特定光度值;

基于存储在所述第一存储器中的所述特定光亮度而产生第一光亮度值;

确定存储在所述第一存储器中，与所述的第一光亮度值相对应的第一目标亮度值;

确定存储在所述的第二存储器中，与所述的第一目标亮度值相对应的特定亮度值组;

基于所述特定亮度值组而修改所述组中的所述子象素数据元素的亮度值。

19. 一种如权利要求 18 所述的可编程存储装置，其中所述组中的所述子象素数据元素是在所述图像中相邻的全象素的元素。

20. 一种如权利要求 18 所述的可编程装置，其中所述的第一光亮度值是通过计算存储在所述第一存储器中的所述特定光亮度值的平均光亮度值而得到的。

21. 一种在具有多个子象素的显示器上产生显示图像的装置，包括:

第一存储器，其中存储数字形式的光亮度数据，在至少一个观

察角方向，对亮度值的一个范围，所述的光亮度数据将亮度值与表征所述子象素光亮度的相应光亮度值关联起来；

第二存储器，其中存储一组表示所述图像的一部分的颜色的子象素数据元素，所述的每个子象素数据元素都包含一个亮度值；

一个亮度控制器，它根据所述的光亮度数据而修正所述组中子象素数据元素的所述亮度值，以减少所具有的光亮度值处于亮光亮度值与暗光亮度值之间的一个中间色调光亮度值范围内的子象素数。

22. 一种计算机，包括：

一个显示图像的显示器；和

一个处理器，它为所述显示器提供数据，其中所述的数据配置为控制所述的显示器以显示所述图像，且所述的数据配置为使得所述图像以以下方式显示：

多个子象素逻辑上分成第一类和第二类，其中：

向第一类子象素提供第一极性的数据信号；

向第二类子象素提供具有与所述第一极性相反的第二极性的数据信号；和

划分所述子象素，以减小所述显示图像中可被觉察的闪烁；

其中：

所述的子象素与表示所述图像的至少一个部分的颜色的数据元素相应，所述的每个数据元素都含一个亮度值，且所述的亮度值已被修正，以便减少具有与中间色调光亮度值范围内的所述亮度值相应的光亮度值的数据元素数，所述的中间色调光亮度值范围介于亮光亮度值与暗光亮度值之间。

23. 一种如权利要求 22 所述的计算机，其中表示所述图像的所述数据元素被逻辑上分成多行和多列。

24. 一种如权利要求 23 所述的计算机，其中所述的每个子象素都与一个表示两色或多色组中的特定颜色的数据元素相对应，且一个全象素包括多个与所述组中的颜色相应的子象素。

25. 一种如权利要求 24 所述的计算机，其中与所述修正亮度值

相应的子象素排列成子象素对，且对于每对子象素，所述子象素对中第一子象素的光亮度比所述子象素对的平均光亮度亮，所述子象素对中第二子象素的光亮度比所述子象素对的平均光亮度暗。

26. 一种如权利要求 25 所述的计算机，其中所述图案具有的周期为：沿所述行 2 个全象素、沿所述列 2 个全象素，其中，所述的子象素对是所述图像中相邻的全象素的元素。

27. 一种如权利要求 26 所述的计算机，对于每个包含与所述修正亮度值相应的子象素的全象素来说，构成所述全象素的子象素是所述子象素对中的所述第二子象素与所述子象素对中的所述第一子象素之一。

28. 一种如权利要求 25 所述的计算机，其中所述图案具有的周期为：沿所述行 2 个全象素、沿所述列 4 个全象素，其中，所述的子象素对是所述图像中相邻的全象素的元素。

29. 一种如权利要求 28 所述的计算机，对于每个包含与所述修正亮度值相应的子象素的全象素来说，构成所述全象素的子象素是所述子象素对中的所述第二子象素与所述子象素对中的所述第一子象素之一。

30. 一种如权利要求 25 所述的计算机，其中所述图案具有的周期为：沿所述行 4 个全象素、沿所述列 2 个全象素，其中，所述的子象素对是所述图像中相邻的全象素的元素。

31. 一种如权利要求 30 所述的计算机，对于每个包含与所述修正亮度值相应的子象素的全象素来说，构成所述全象素的子象素是所述子象素对中的所述第二子象素与所述子象素对中的所述第一子象素之一。

32. 一种如权利要求 30 所述的计算机，其中与所述修正亮度值相应的子象素排成相邻对，所述相邻对由所述子象素对中的所述第二子象素和所述子象素对中的所述第一子象素之一组成。

33. 一种如权利要求 25 所述的计算机，其中所述图案具有的周期为：沿所述行 2 个全象素、沿所述列 2 个子象素，其中，所述子象

素被排列成交替的第一行和第二行，第一行为含所述子象素对的所述第一子象素的相邻对隔以所述子象素对中的所述第二子象素之一组成的行，第二行为含所述子象素对中的所述第二子象素的相邻对隔以所述子象素对中的所述第一子象素之一组成的行。

34. 一种如权利要求 33 所述的计算机，其中所述的第一和第二行具有由一个绿子象素隔开的蓝红子象素的相邻对。

35. 一种如权利要求 33 所述的计算机，其中所述的第一和第二行具有由一个红子象素隔开的蓝绿子象素的相邻对。

36. 一种如权利要求 33 所述的计算机，其中所述的第一和第二行具有由一个蓝子象素隔开的绿红子象素的相邻对。

基于液晶显示器中子象素的光亮度特性调节子象素的亮度值

技术领域

本发明涉及液晶显示器（LCD），尤其涉及液晶显示器观察角的改善。

背景技术

大多数现代液晶显示板在明暗态间的子象素亮度值范围上都会出现不好的观察角特性（作为观察角的函数的色移和级反转）。在这些显示器所用的各种液晶模式中，最常用的是扭转向列模式（TN 模式），它具有比其他模式更不好的观察角特性。一般地，采用常白模式（normally white mode），全亮态与所施加的低电压相应，全暗态与所施加的高电压相应。显示图像的元素通常被称为象素，其中的每个象素常常由三个子象素即红、绿、兰子象素构成。典型的 LCD 具有条形象素，其中所述的象素为正方形，且所有子象素的形状呈具有整个象素高和整个象素三分之一宽的纵条形。对于所述的常白模式，对每种颜色采用 8 比特驱动，其所施加的最高电压对应于零亮度值，所施加的最低电压对应于 255 亮度值。亮度值也被称为数字象素级或数模转换值（DAC 值）。

当在液晶单元间隙上施加电压时，光传输在不同角度上的这种变化导致所述的不好的观察角特性。在相对于显示器表面法线方向入射的观察角上，光亮度随着数字象素级增加，其基本上符合通常被称作伽马曲线的指数律。图 1 是一条理想的伽马曲线，表示法线入射时光亮度与数字象素级之间的关系。在偏离法线入射的观察角处，该伽马曲线发生变形。对于一个给定的数字象素级，光亮度随观察角发生很大的改变。图 2 表示在所有观察角上作为数字象素级的函数的相对

光亮度变化的一般趋势。光亮度的变化与象素值间的相关性是非单调的，其最大变化发生在暗亮态间某处的一个象素值范围内。

Ohi 等人的美国专利 No.5,847,688 中描述了一种给数据驱动器在每隔一帧时提供一套新的模拟参考电压的技术。这需要给显示板的驱动电子线路附加一个专门的电路。为使其正常工作，该方法要求在每两帧或更多帧时变换不同伽马曲线所对应的参考电压。这对于给象素连续提供正和负电压是必须的。当帧频为 60Hz 时，伽马曲线的转换频率将为小于或等于 30Hz。如果两条伽马曲线间的光亮度调制足够大（这是改善其观察角特性所要求的），则将发生闪烁。人对闪烁的视觉灵敏度在约 10Hz 达到峰值，在 30Hz 的灵敏度已经是很大了。另一方面，如果液晶的响应速度不足以在两帧时间内完全响应，那液晶取向矢（director）将在单元结构中保持一个平均位置，则光亮度将不会随时间而变。所得的光亮度将为两条伽马曲线的平均值，不会改善观察角特性。

Ikezaki 等人的美国专利 No.5,489,917 中描述了一种从通常状态变化出参考电压组的技术，使得最低参考电压增加以抑制级反转。对于具有一般摩擦和偏振器结构（rubbing and polarizer configuration）的 TN 模式的 LCD 来说，这种方法仅在上方（向下看）改善观察角特性。级反转条件在下方（向上看）更强，所以这种方法并没有考虑到纵向上观察角特性中最值得注意的缺陷。这种方法要求整个参考电压范围都降低，但这将大大减小显示板的动态范围和反差比。

G.S.Fawcett 和 G.F.Schrack 在“Halftoning Techniques Using Error Correction”，Proceedings of the SID, Vol.27/4, pp.305-8(1986) 中描述了在任何具有有限灰度级性能的设备、显示器或打印机上产生半色调象的通用算法。Feigenblatt 等人的美国专利 No.5,254,982 中描述了一种利用时变相移的半色调方法，用于具有相对较少强灰度级值的液晶显示器。Fawcett 等人和 Feigenblatt 等人的目的在于为具有有限灰度级的设备提供近乎连续的色调图象。本发明将用于具有全灰

度级性能的液晶显示器，且充分利用这种全灰度性能。最后，Fawcett 等人和 Feigenblatt 等人的技术没有提供利用半色调处理改善观察角特性的方法。

在 Honeywell 和 Hosiden 公司所作的工作中，一种分裂象素（split pixel）结构已被用于增加 TN 模式的薄膜晶体管液晶显示器（TFTL(D)）中可接受的观察角范围。这个工作已被多篇文章描述：Sarma 等人的“Active-Matrix LCDs Using Gray-Scale in Halftone Methods，SID Digest，pp.148-150（1989）”；Sarma 等人的“A Wide-Viewing-Angle 5-in.-Diagonal AMLCD Using Halftone Grayscale”，SID Digest，pp.555-557（1991）；Sunata 等人的“A Wide-Viewing-Angle 10-inch.-Diagonal Full-Color Active Matrix LCD Using a Halftone-Grayscale Method”，Int. Display Res. Conf. Record，pp.255-257（1991）；Ugai 等人的“Deployment of Wide-Viewing-Angle TFT-LCDs Using Halftone Gray-Scale Method”，Electronics and Communications in Japan, Pt.2, Vol. 80, No. 5, pp.89-98（1997）。Ohi 等人在其美国专利 No.5,847,688 中也给出了对这项工作的概述。在该项技术中，每个子象素都被分成两个更小的次级子象素。一个附加存储电容器与两个次级子象素的不同负载电容结合使用，以给所述的两次级子象素提供不同的象素电压。这样，对于施加给两个次级子象素的组合的特定子象素电压来说，次级子象素的传输是不同的。该项技术被其作者们描述为“半色调灰度级法”。这种方法中的半色调的含义在于：一个次级子象素比另一个次级子象素亮。由于施加给次级子象素的电压比随电容比而变，所以，对于所有子象素级来说电压比几乎相等。对于特定的子象素电压和不同次级子象素电压来说，这两个次级子象素的传输和观察角特性是不同的。通过把来自两个次级子象素的光混合在一起，则观察角特性也被混合，且相对于单一子象素而言其观察角特性也得以改善。这种方法的主要缺点在于：在玻璃板上的阵列中需要特殊的子象素结构。迄今为止，这种技术已成功用于飞机座舱中的娱乐显示器，其包

括 159×477 微米小尺寸的子象素。由于象素面积的减小，所以附加存储电容和次级子象素结构变得更难以实现。这就限制了这种方法在计算机信息显示器中的应用程度，在计算机信息显示器中需要大量的高密度的象素。例如：具有每英寸 200 象素的显示器需要约 42×126 微米尺寸的子象素。

Ogura 等人的 “A Wide-Viewing-Angle Gray-Scale TFT-LCD Using Additive Gray-Level Mixture Driving”，SID Digest，pp.593-596（1992）中描述了一种利用附加灰度级混合驱动法来改善 TFTLCDs 观察角特性的技术。在该技术中，施加给奇数列象素的象素电压与施加给偶数列象素的象素电压不同。列间的电压差保持恒量，其略小于液晶材料的阈值电压。这项技术需要一个双排（dual-bank）数据驱动器配置，其中，列交替地与阵列之上和之下的数据驱动器芯片相连。而且，必须给数据驱动器芯片的上排和下排施加不同的参考电压组。这种方法应用于常白扭曲向列 o 模式（o-mode）液晶显示器。已发现：其水平观察角范围被增加约 10 度。这份文献包含这样的理解，即：象素列对可以组合起来改善观察角特性。这项技术的一个缺点在于：需要一种特殊的玻璃上（on-glass）结构，即双排结构。还必须修改控制电子线路以提供一套额外的参考电压。另一个问题在于：象素列电压间的恒量差不会导致发光，对于所有的级来说，这是与两列都具有相同象素电压的情形是一致的。这是 S－型传输电压特性的结果，而 S－型传输电压特性是所有扭曲向列模式液晶显示器的典型特性。具有与输入象素数据无关的恒量电压差还会在精细的图象图案方面产生问题。它不适于呈现棋盘格或交错列这样的图像图案。对于象素数据与所述电压差相应的图案而言，这种图案可能亮度增倍，也可能完全消失。

其他用于改善液晶显示器观察角特性的技术涉及显示板阵列中的改进的或特殊的象素结构、液晶模式或布线。其他技术的例子包括双畴 TN 模式、多畴垂直取向（MVA，multidomain vertical dignment）和平面内切换（IPS，in-plane switching）。这些在玻璃

板内需要特殊结构的技术也因此而使其在开发和制作过程中比不需特殊结构的技术花费更多。工作过程中，IPS 模式适常比其他模式需要更多的指数。因此，这些技术更适用于台式监视器，而不是笔记本电脑显示器。而且，由于特殊象素结构要求整个可用区域中的大部分区域用于改善观察角，所以上述方法中的许多方法通常都不能扩展到高密度象素阵列。其余的区域限制了设计中可实现的孔径面积，因为象素面积缩小了。复杂的象素结构也会使得很难实现高产。

由此，现有技术中存在对提供一种高效廉价装置的需求，且这种装置能够改善现代液晶显示板尤其是笔记本电脑显示器的观察角特性。

发明内容

本发明的方法和装置在于提供一种用于改善液晶显示器观察角特性的非常廉价的途径。本发明提供一种有效的装置，它利用将显示板子象素的非理想光亮度特性考虑在内的混色技术来修正显示器中子象素的亮度值（数字形式），进而通过抑制或消除大范围的观察角上的级反转和色移来改善显示的图像。

根据本发明，改变施加给显示板的数据，从而不必变更或改变液晶元素、象素结构或玻璃板，因为这些改变花费很多且很难实现。本发明可在显示子系统、显示模块内控制电路的数据处理部分或操作系统或应用软件中实现。随着象素密度的增加，这项技术的整体性能和图像质量都会改善。与其他涉及物理象素结构改变的技术不同，本发明在象素密度增加时很容易实现。这项技术不需要在玻璃板内具有特殊结构，适用于具有全灰度级性能的液晶显示器，且充分利用这一性能和显示板的全动态范围。另外，可保持含文本、线条图形或其他信息的图象数据，以下将对其作更详细的描述。由于仅作数据变更，所以这种方法或装置可由使用者控制，可选择将其完全关闭或调节需使观察角特性改变的角度。本发明中，亮度和色彩随观察角的变化减小。

本发明不仅改善了观察角特性，它还可在不减少可呈现的颜色数量的条件下，通过把子象素颜色限定到一个具有良好性能状态的范围内来改善色彩管理和控制。

这项技术可用于任何具有观察角变化的液晶显示器，这些例子包括薄膜晶体管液晶显示器（TFTLCD）和其他已知的液晶显示器，例如有源矩阵液晶显示器（AMLCD）。对阵列内象素寻址的有源薄膜晶体管器件可由任何材料制成，例如无定形硅（a-Si）、多晶硅（poly-Si）、单晶硅或有机材料。本发明还可适用于其他种类的液晶显示装置，例如：无源矩阵液晶显示器和其他超扭曲向列相液晶显示器（STNLCD）和铁电型液晶显示器。

在本发明所述的产生改良图像的方法中，修改与图像的数据元素相关的亮度值，来减少亮暗值间的中间色调亮度值数量。亮度值的修改是根据子象素的光亮度与亮度和至少一个液晶显示器观察角的相关性而定。亮度值还根据对图象数据元素定义的其他条件来修改。例如，如果图像的一个区域的数据元素满足一定的标准，则将不需修改亮度值。

在一个优选实施例中，建立第一组条目，在至少一个观察角度方向上在液晶显示器的亮度值与子象素的光亮度值间建立关联。此外，设置第二组条目，在目标亮度值与中间色亮度范围外的亮度值间建立关联。通过以下方式修改亮度值来减少中间色调值数量：利用图像数据的所述第一组条目由子象素亮度值产生第一光亮度值，利用所述的第一组条目确定与所述光亮度相应的目标亮度，利用所述的第二组条目确定中间色范围之外的亮度。

本发明的优选装置是设置在显示控制器电子线路内的象素数据处理器，实现为包含在显示板模块中的特定用途集成电路（ASIC）的一部分。所述的象素数据处理器修改与图象数据元素相关的亮度值，以减少亮暗值间的中间色调亮度值的数量。亮度值根据子象素光亮度与液晶显示器亮度值和至少一个观察角或观察角范围的相关性来作修改。

本发明的上述特征和其他特征及优点将在以下结合附图而对优选实施例的描述中变得清晰。

附图说明

图 1 是表示法线入射观察角处光亮度与数字象素级亮度值之间的理想关系图；

图 2 是表示在一个观察角范围上，随着亮度值从亮态变到暗态发生的相对光亮度变化的曲线图；

图 3 是其中可实现本发明的电脑系统的功能方框图；

图 4 是图 3 所示显示子系统的功能方框图；

图 5 是图 4 所示显示控制器和显示阵列的功能方框图；

图 6 是光亮度与亮度级间详细的特性曲线图；

图 7 是亮度级为 255 时 TN 模式的 TFTLCD 的光亮度的极坐标图；

图 8 是亮度级为 0 时 TN 模式的 TFTLCD 的光亮度的极坐标图；

图 9 是表示垂直平面中 TN 模式的 TFTLCD 的光亮度的曲线图；

图 10 是表示在法线入射下方的 62 度纵向观察角处图 9 中光亮度与数字象素级的关系曲线图；

图 11 是示差反差比与纵向观察角的关系曲线图；

图 12 是表示对于 R=G=B 的均匀灰度，典型 TN 模式 TFTLCD 的黄－蓝色移曲线图；

图 13 是用于行反转中的象素极性示意图；

图 14 是用于点反转中的象素极性示意图；

图 15 是具有点反转的全象素 2×2 图案的示意图；

图 16 是全象素 2×4 图案的示意图；

图 17 是全象素 4×2 图案的示意图；

图 18 是 4×2 双子象素图案的示意图；

图 19 是具有绿/品红分布的 2×2 子象素图案的示意图;

图 20 是具有多数亮子象素的 14×14 的交错子象素图案的示意图;

图 21 是具有多数暗子象素的 14×14 的交错子象素图案的示意图;

图 22 是半色调象素处理过程的总流程图;

图 23 是为处理全象素 2×2 图案的流程图;

图 24 是为处理双子象素 4×2 图案的流程图;

图 25 是处理 2×2 子象素图案的流程图，其中处理同一列中的象素;

图 26 是表示对于理想伽马特性曲线，线性半色调关系的曲线图;

图 27 是表示对于理想伽马特性曲线，指数律半色调关系的曲线图;

图 28 是表示用于典型 TN 模式显示板传输特性查询表的改进的线性半色调关系的曲线图;

图 29 是表示对于不同线性半色调曲线，光亮度与观察角之间的关系曲线图;

图 30 是表示 2×2 四联象素处理的线性律算法的曲线图，其中亮暗分支间具有最大的间隔;

图 31 示意了采用四联象素处理，25%光亮度的 2×2 类子象素图案;

图 32 示意了采用四联象素处理，75%光亮度的 2×2 类子象素图案;

图 33 示意了采用四联象素处理，25%光亮度的 4×2 双类子象素图案;

图 34 示意了采用四联象素处理，25%光亮度的 4×2 双类子象素图案。

具体实施方式

图 3 表示出了能实现本发明的示范系统的整体结构。如图所示，计算机系统 100 包括一个经由系统总线 106 与系统存储器 104 及其他部件有效连接的处理器 102。如果需要的话，系统存储器 104 包括能存储该计算机系统 100 的操作系统和应用软件的随机存取存储器。为便于描述，系统总线 106 仅用单一总线表示，但是，本领域的普通技术人员显然知道：所述的系统总线可以包括一条或多条总线（它们可使用不同的总线协议），这取决于计算机系统 100 的结构和设计。例如：系统总线 106 可包括以分级方式组织起来的多条总线，现代的基于因特尔架构的系统一般就是这样。操作系统和应用软件通常可从永久存储器 109，例如固定的磁盘驱动或其他永存性存储器等，装入系统存储器 104，。而且，操作系统和应用软件还可以通过通信适配器（未示出）例如调制解调器、局域网适配器、广域网适配器或其他通信设备而从网络资源中下载到系统存储器 104。输入/输出（I/O）设备 108 经系统总线 106 与处理器 102 有效连接。I/O 设备 108 可包括：键盘、用于文本输入的板或触摸垫、指示设备例如鼠标、跟踪球或使用者用来进行输入的光笔等、和用于语音输入的语音识别。

操作系统控制该计算机系统 100 硬件资源的分配和使用，且是应用软件建立于其上的基础。应用软件与操作系统和使用者的输入一起工作，执行特定的任务。应用软件可包括：文字处理器、电子制表程序、网页浏览器、视频播放器、三维造型和导航软件、三维游戏软件等。

计算机系统 100 包括一个显示子系统 110，它经由系统总线与处理器 102 和系统存储器 104 接口。通常，显示子系统 110 基于处理器 102 产生并经系统总线 106 传送给该显示子系统 110 的指令而在显示器 112 上产生显示图像。

操作系统包括程序接口（以下称为“图形程序接口”）的实现，由操作系统的其它部分和应用软件用来将指令和数据传送给显示

子系统 110，以在显示器上产生显示图像。具体地，操作系统和/或应用软件与图形程序接口一起把数据（例如：文本数据、位图象素数据和三维图形数据）以适于显示子系统 110 的格式载入系统存储器 104。此外，操作系统和/或应用软件与图形程序接口一起，产生与适于显示子系统 110 使用的格式的数据相关的指令，并经系统总线 106 将该指令传送给显示子系统 110。显示子系统 110 在所述指令的指示下执行在显示器上产生显示图像数据的操作。传送给显示系统的指令例如可以是一个画线命令、一个画框命令、一个产生位图图像的命令、一个产生三维图像的命令、一个对视频流解码的命令，等。显示器 112 可利用光栅扫描技术（例如 CRT 显示器）或阵列切换技术（例如液晶/TFT 显示器）来显示这些象素。

如以下所述的本发明的显示子系统 110 可在硬件中实现为门阵列或一个芯片组，如果需要的话，它可包括至少一个可编程序列发生器、存储器、整数处理单元和浮点单元。另外，显示子系统 110 可包括一种并行和/或流水线型结构。或者，显示子系统 110 可由软件与处理器一起实现。处理器可以是传统的通用处理器、主机处理器 102 的一部分、或与主机处理器 102 集成在一起的协处理器的一部分。

图 4 示意了一种显示子系统 110 的例子。具体地，这种显示子系统 110 包括一个控制处理器 200（未示出），用于管理显示子系统 110 的其他部件所执行的操作。显示子系统 110 经主机接口 202 与系统总线 106 相连，利用系统总线 106 的通讯协议从系统总线 106 读取和写入信息。

显示子系统 110 包括显示逻辑线路 204，它在经由系统总线 106 接到的指令的指示下工作，而在显示器 112 上产生显示图像数据。显示逻辑线路 204 可包括微处理器或可包括用于执行特定种类操作的专用硬件。

显示逻辑线路 204 产生的图像数据在存储控制器 208 的控制下存储到帧缓存 206 中。而且，可以经由存储控制器 208 和主机接口 202 把帧缓存 206 中的内容读取和传送回系统控制处理器 102。

帧缓存 206 通常包含充足的内存来存储显示器 112 中每个象素的颜色数据（数字形式）。传统地，颜色数据由三组代表每个象素的红色、绿色和蓝色（r,g,b）的比特位（例如：3 个 8 比特整数）组成。传统地，帧缓存 206 设置成行列矩阵，行列各为 n 比特（each n bit deep），其中特定的行和列地址对应于显示器 112 上的相应象素位置。而且，显示子系统 110 可包括两个帧缓存。在传统的系统中，一个帧缓存充当当前（有效）显示区，而另一个帧缓存内容被更新为用于随后的显示。任一个帧缓存都可以根据系统 100 的要求而从有效变成无效；实现这种切换的特定方式与本发明无关。

显示子系统 110 还包括产生视频定时信号的视频定时逻辑线路 214，视频定时信号控制象素数据从帧缓存 206 传输到显示器 112。特别地，视频定时逻辑线路 214 产生一个象素时钟信号、一个水平同步信号（或 HSYNCH 信号）和垂直同步信号（或 VSYNCH）。象素时钟信号表示显示器中某条线上象素间的转换。HSYNCH 信号表示显示器中从一条线到另一条线的转换，VSYNCH 信号表示显示器中从一帧（即一帧的最后那条线）到另一帧（即下一帧的第一条线）的转换。

视频定时信号提供给存储控制器 208，后者在所提供的视频定时信号基础上产生一个寻址信号。把存储控制器 208 所产生的寻址信号提供给帧缓存 206，并在该帧缓存 206 的各象素位置中循环。在每一寻址循环中，一个或多个象素的象素数据从帧缓存 206 中读出，并传输给调色板 DAC 220。

调色板 DAC（数模转换器）220 将从帧缓存 206 输出的象素数据映射到显示器上所用的色空间（色空间例如可以是 24 比特整数值）。优选地，调色板 DAC 200 采用一个查询表，所述查询表与视频定时逻辑线路 214 产生的象素时钟信号同步工作。

在计算机系统（例如台式电脑系统）中，调色板 DAC 220 把转换过的象素数据传送给视频编码器 230，该视频编码器 230 将所述的转换过的象素数据编码成视频信号，例如 NTSC 信号、MPEG 视频

信号或 HDTV 信号，以输出到视频器件 112－1，例如 CRT 监视器。视频器件 112－1 包括解码器、显示控制器和显示器，所述的显示器对视频信号进行解码，并将由被解码的象素数据所代表的图像显示出来。

在一些计算机系统（例如笔记本电脑）中，调色板 DAC 220 通常以一次一象素的方式将转换后的象素数据传送给串行中继发送器 222。串行中继发送器 222 接收象素数据，将这些象素数据串行化，使之变成位流，并在一高速串行信道上将所述位流传送给显示模块 112－2。显示模块 112－2 包括一个用于接收位流的串行中继接收器 224。优选地，串行中继发送器 222 和接收器 224 与视频定时逻辑线路 214 产生的象素时钟信号同步工作。一种串行中继发送器 222 和接收器 224 是由松下半导体所（National Semiconductor）生产的 DS90CR383/DS90CR284 信道链（channel link）。另外，串行中继发送器 222 与接收器之间的通讯信号最好包括由串行中继发送器 222 产生的时钟信号，它来源于视频定时逻辑线路 214 产生的象素时钟信号。串行中继接收器 224 利用串行中继发送器 222 与接收器 224 间传输的时钟信号来重建象素时钟信号。例如：串行中继发送器 222 与接收器 224 之间传输的时钟信号可以是象素时钟信号下降到 2^N 分之一倍（其中 N 为大于或等于 0 的整数）。

串行中继接收器 224 从串行位流恢复象素数据，并将这些象素数据传送给显示控制器 226。而且，串行中继接收器 224 利用串行中继发送器 222 与接收器间传输的时钟信号重建象素时钟信号，并将该象素时钟信号传送给显示控制器 226。显示控制器 226 利用象素时钟信号和来自串行中继接收器 224 的象素信号产生信号，该信号施加给显示阵列，从而产生显示图象。

显示控制器 226 利用预定的驱动方案（例如：行反转、列反转或点反转）产生显示图象。图 5 示意了图 4 中所示的显示控制器 226 和显示阵列 228 的一种实例。特别地，显示控制器 226 包括用于存储串行中继接收器 224 所提供的象素数据的存储器 301。象素处理电路

303（它通常由一种控制器或门阵列实现）对存储器 301 中存储的象素数据进行转换，并将转换后的象素数据输送给显示阵列 228。显示阵列 228 包括一个液晶单元控制电路 310、一个液晶单元 318 和背光装置 324。液晶单元控制电路 310 包括作为显示板驱动部件的 LCD 控制器 LSI 312、源驱动器 316 和门驱动器 314。LCD 控制器 LSI 处理转换后的象素数据，这些数据包括由接收器 224 提供的象素数据时钟信号，是从显示控制器 226 接收的信号，LCD 控制器 LSI 并将这些信号输送给源驱动器 316 和门驱动器 314，这些信号包括从象素数据时钟信号产生的定时控制信号。源驱动器 316 产生与所提供象素数据相应的灰度级信号（以模拟信号形式），并在显示阵列的适当数据线上输出该灰度级信号（模拟信号形式）。一种源驱动器 316 的例子为 Texas Instruments 生产和销售的 MPT57481 型源驱动器。门线驱动器 314 产生寻址信号，以激励显示阵列中适当的子象素，从而将在数据线上提供的灰度级信号（模拟信号形式）提供给显示阵列的适当子象素。一种门线驱动器电路 309 的例子为 Texas Instruments 生产和销售的 MPT57604 型门驱动器。背光装置 324 从背面或侧面照亮液晶单元。背光 324 包括一个荧光管 320 和一个倒相器电源 322。显示控制器 226 还可以设置用户接口 305，使得用户可以调节观察角特性要改变的度数。

根据本发明，修改输入显示阵列的数据以提高液晶显示器的观察角特性。数据的修改可以通过显示子系统内的硬件来完成，或者，如优选方式那样，完全由显示模块中控制器电路的数据处理部分来完成，或者在操作系统或应用软件中来完成。软件可以存在于任何具显示器的计算机系统可读的介质，例如：磁盘，磁带、光盘等。

数据修改方案取决于液晶显示器的特性，例如它的光亮度特性和观察角特性。目前所用的液晶显示器在亮态（bright state）时具有很好的观察角特性，在暗态（dark state）时其观察角特性可能不好，但由于光亮度较小，这并不影响观看者的感觉。对于亮暗态间的某些光亮度级或范围，光亮度将随观察角的变化而从各向同性或

Lambertian 分布发生巨大的偏移，且在某些观察角时光亮度不会随象素级单调增加。这将引起色移和对比度的反转，从而对图像质量产生不利影响。通过抑制有问题的中间色调级而有利于较亮或较暗的级，本发明获得了令观看者满意的光亮度级，但是为获得这种效果是利用了具有好的观察角特性的显示元件。观察角特性的这种改善同时也损失了一些图像清晰度。

液晶显示器的子象素光亮度粗略地与数字象素级按指数律相关，该指数律有时称为伽马特性或伽马曲线。理想地，子象素光亮度与输入的数字子象素级间的关系遵循以下所给等式（1）中的简单关系。其中 Y_{max} 和 Y_{min} 是显示器法线方向光亮度的最大和最小值。n 是象素数字级或 DAC 级。对于具有 8-比特颜色的显示器，每个子象素具有 256 级，且级的范围为 0－255。图 6 中给出了该关系的曲线图，其中$\gamma=3.0$，$Y_{max}/Y_{min}=500$

$$Y=Y_{min}+(Y_{max}-Y_{min})\cdot(n/255)^{\gamma} \quad (1)$$

许多液晶显示器不严格遵循上述关系，而表现出具有 S 形曲线的伽马特性，其中最大光亮度发生在稍低于 255 级的象素级。图 6 还示出了笔记本电脑中通用的液晶显示器的一种 S 形伽马曲线的例子。通常的液晶单元的传输与单元电压特性曲线也是 S 形的。常常会错误地假定这种 S 形的传输特性曲线导致 S 形伽马曲线。伽马曲线的形状是由象素级与施加给液晶显示板的驱动电压间的关系的特定选择所决定的。

对于大多数液晶模式和用于 TFTLCD 中的象素单元结构来说，光亮度不会随着观察角的变化而保持不变。而且，随着象素级从亮态开始减小，在观察角范围上，光亮度随观察角的变化会增大。图 7 和图 8 示意了象素级为 255 和 0 时扭曲向列模式 TFTLCD 的光亮度与观察角的关系的极坐标图，其中所有的子象素都具有相同的值（R=G=B）即灰度条件。考虑整个象素级（0－255）范围内所表现出的特性范围，在特定观察角处，在象素级范围上，光亮度可能比法线入射处的伽马曲线亮很多，或者比伽马曲线暗很多。对于某些液晶

结构，在特定观察角处，光亮度与象素级间的关系可以颠倒，也就是说，较低象素值的光亮度可能比较高象素值的光亮度还亮。这种情形称为级反转，从这些观察角观看到的具有该范围内的像素值的图像表现出相反的对比度。对于扭曲向列模式为液晶显示器，所有这些效果都会发生。对于除扭曲向列之外具大观察角模式的液晶显示器来说，其光亮度（和颜色）随观察角的变化也发生变化，但通常不表现出级反转。

对于扭曲向列液晶显示器，光亮度最剧烈的变化发生在垂直方向（纵向），这是当入射观察角从法线入射下方向法线入射上方变化时。图 9 中示意了扭曲向列液晶显示器中光亮度特性与纵向观察角间的一种关系图，该图由与 90 度方位角处光亮度极坐标图中的垂直截面相应的一族曲线组成。观察角（θ）的正值对应于显示板法线的上方（即向下看），观察角负值对应于显示板法线的下方（即向上看）。由图可知：当象素级从 255 减小到 0 时，光亮度的峰值从纵向观察角θ的零度变到正θ角。当入射角现在零值以上增加时，光亮度曲线的间隔变得越来越紧密，趋近于最高象素级时变成一簇。在该区域内，光亮度特性变得极其亮。随着入射角在零值以下减小，光亮度曲线族保持它们大多数的相对间隔，但这些曲线的整体幅值会随着入射角的变化而比法线入射角的情形更为急剧地下降。这些区域内的光亮度性状变得极其的暗。对于最低的象素级，当观察角为更小的负值时，光亮度曲线会交叉，这与前面描述过的级反转条件相应。对于很高的法线入射观察角和象素级，也可能会出现级反转。

图 10 为图 9 所示的数据在负 62 度纵向观察角时光亮度与象素级之间的关系。在这个观察角，光亮度通常表现出一个局部最大值，且不遵循伽马关系。光亮度不是单调的，其峰值位于整个象素级范围中点以下的一个中间色调灰度级。这个光亮度可被看作误差函数，它具有中程象素级的最大误差。

为更加严格地研究级反转效应，可从图 9 示出的数据构建一族示差反差比（differential contrast ratio）曲线，如图 11 所示。示差

反差比是指所选象素级间的光亮度之比。图 11 中，示意了几种象素级之比。理想地，两个象素级 n_1 和 n_2 的示差反差比（CR'）遵循伽马关系：

$$CR' \approx (n_1/n_2)^{\gamma} \quad (2)$$

图 11 中，显然其示差反差比不遵循这一关系。对于 0 至 +35 度范围的入射观察角，示差反差比相对保持得较好，反应了一般 LCD 在近法线方向时的非理想伽马关系。对于 +35 至 +80 度范围的入射观察角，最高象素级的示差反差比降至 1 以下，表示发生级反转。对于 0 至 -80 度范围的入射观察角，成分对比度大大偏移了可接受的性能。对于 31 级以下的最低象素级，在约 -10 度的纵向观察角处，其最小示差反差比接近 1。随着象素级的增加，最小示差反差比将降到远低于 1，且最小反差比的位置移到更大的负入射观察角。最小示差反差比在约 -65 度入射观察角处出现在 223 级与 207 级之间。对于比这更高的级，对于 0 度与 -80 度间的所有纵向观察角，示差反差比将变得大于 1。由图可见，对于负纵向观察角，在约 31 级与 223 级间的大象素级范围内表现出不令人满意的级反转特性。

扭曲向列相液晶的类似传输特性在 Ikezaki 等的美国专利 No.5,489,917 中的图 2b 和图 3b 中示意出，其中，级反转现象表现在与确定的液晶模式相关的向上和向下方向。Ikezaki 的文献和图 11 所示特性的一般特征在于：对于象素级范围和给定的观察角条件，与级反转相关的光亮度误差的峰值位于中间色调灰度级区的某处，即最小与最大象素级间的某处。

大多数液晶显示模式的另一方面在于：随着象素级的变化而发生的颜色变化。图 12 中示意了扭曲向列相模式的典型特性，其中绘出了色度与灰度级间的关系，其条件为所有的三个子象素都具有相同的级，R=G=B。u'值表示人眼的红－绿响应，其中较大的 u'值对应较大的红色响应。v'值表示人眼的黄－蓝响应，其中较大的 v'值对应较大的黄色响应。在全亮（255 级）和全暗（0 级）间的整个范围内，v'值的变化大于 u'值的变化，这使得色度从 255 级的偏黄色变为

0 级的偏蓝色。这种黄蓝偏移是大多数液晶显示模式的典型特性。对于那些含有较多亮象素的图像来说，颜色的外观是相对于白状态的，白态作为参考照明（reference illuminant）。色彩方面的变化在象素级降低时可判断为向蓝色的色移。假设显示器具有大反差比，即亮态的光亮度远大于暗态的光亮度，则色移将在中间色调灰度级愈加显著。接近 0 级的全暗象素的偏蓝色状态不能从白色中辨出，由于它们的光亮度极低，所以它们看起来象黑色。但是，由于中间色调灰度级的光亮度可与全亮象素的光亮度相比，所以中间色调灰度级的偏蓝色状态可从白色中辨出。

本发明中，这些不利影响将通过减少具有中间色调级的图像象素值的数目来去除。这是通过处理象素数据值产生半色调图像而实现的，其中，使一组象素比输入的象素值亮，而使另一组象素比输入的象素值暗。这些象素数据值可以如下方式选择：保持图像中的局部光亮度。亮象素和暗象素都具有比图像中原本存在的中间色调灰度级象素更令人满意的观察角特性。观察角特性将主要取决于亮象素，因为它们比暗象素更容易被人看见。由此，可以认为：半色调图像的光亮度观察角特性与亮象素的接近，但被暗象素的存在遮盖了一下，其中暗象素相对于独立的亮象素的光亮度而言降低了整体光亮度。

对这些象素组的必要限制条件为：亮子象素组必须包含约为相同数量的正子象素和负子象素，由用于驱动显示板的反转方法所确定。为尽量减少闪烁和图像暂留现象，需要改变每下一帧的象素电压极性。而且，为进一步提高图像质量，包括抑制电容性串扰效应，使阵列内象素的极性交替变化是有益的。帧反转定义为这样的情形：阵列内的所有象素在同一帧内都具有相同的极性，而在下一帧中极性都改变。列反转定义为这样的情形：象素电压在阵列内的列间交替变化，且在帧间也变化。行反转是指这样的情形：象素电压在阵列内的行间交替变化，且在帧间也变化，如图 13 所示。点反转结合行与列以及帧间的象素电压极性的交替变化，如图 14 所示。一般来说，目前，可买到的笔记本电脑的 TFTLCD 都利用行反转驱动，而目前的

台式监视器的 TFTLCD 都利用点反转驱动。

为满足闪烁不被察觉的要求，亮子象素电压必须在正值和负值间大致均分。正负象素的平衡应当匹配，这与人的视觉系统对闪烁的觉察能力相一致。这种平衡必须在比人的视觉系统可感知闪烁的最小区域还小的区域内实现。图像暂留和串扰抑制的其他问题也要求象素电压的平衡。如果在几个百分比内正象素和负象素的数量达到平衡，且实现该平衡的的区域尺寸为 1 和 10 个象素之间，则上述所有的条件都将得以满足。通过几乎使亮正象素数与负象素数平衡，可以利用满足反转条件的许多半色调像素图案。这些图案可精确平衡亮象素和暗象素的数量，其中 50％的象素是亮象素，50％的象素是暗象素，或者亮暗象素之比为其他比例，例如 66％的暗象素和 33％的亮象素。最简单的图案在整个显示板图像上是一致的。图案也可以是随机的，随图像区域的不同而通过改变频率和图样来适应图像内容。

应当理解：不同区域中半色调图案的亮度取决于这些区域中的图像内容。只有当图像内容从在象素间逐渐变化时，所成的图案才会具有相同的整体外观。如果图像内容在象素间变化很大，则半色调图案将被破坏。为描述不同的图案，也为便于以下的论述，假定图像数据在从象素间是一致的，例如为中间级灰色。

现在描述均匀图案的例子。一种最简单的图案为一种 2×2 全象素棋盘格，如图 15 所示。在此图案中，每个全象素都包括三个子象素 R,G 和 B，且每个全象素可为暗象素或亮象素。全象素的暗与亮交错。对于行反转情形，每个亮象素中的所有子象素的极性相同，而行间的极性交错，且亮的正象素数量与亮的负象素数量完全匹配。这种图案适于行反转驱动下的显示板。但是，对于点反转，如果用如图 15 所示的极性，可见其亮的正象素数与亮的负象素数是不平衡的。

图 16、图 17、图 18 和图 19 示意了在行反转和点反转驱动下亮的正象素数与亮的负象素数完全平衡的图案。这些图中的所有图案还具有以下特性：一半象素为暗，另一半象素为亮。图 16 示意了一种全象素 2×4 图案，其周期为水平方向 2 个象素，垂直方向 4 个象素。

变亮或变暗的区域构成一个全象素。图 17 示意了一种全象素 4×2 的图案，其周期为水平方向 4 个象素，垂直方向 2 个象素。变亮或变暗的区域构成一个全象素。图 18 示意了一种双子象素 4×2 的图案，变亮或变暗的区域构成一对子象素。图 19 示意了一种子象素 2×2 的图案，其周期为水平和垂直方向上都分别为 2 个象素。变量或变暗的区域构成一个子象素或一对子象素。对于子象素 2×2 图案来说，由三种可能的颜色排布，即绿/品红、红/青和蓝/黄。图 19 中示意的是绿/品红方式的颜色排布。

图 20 和 21 示意了重复间距较大的图案的例子。这些图案可被描述为交错子象素 14×14 图案。这些图案在水平和垂直方向上都具有 14 个全象素的周期，每个重复图案总共具有 588 个子象素。图 20 中，在重复图案中，亮的子象素占所有子象素的 57.1%，不同极性的子象素数相等。暗的子象素占其总子象素的 42.9%，而且不同极性的子象素数相等。图 21 所示的图案与刚刚描述的相似，不同之处在于：其中的暗子象素与亮子象素占总子象素之比分别为 57.1%和 42.9%。

从对这些图案的描述中可清楚的知道：可以建立很多种均匀图案满足本发明所需的条件。

这些图案中多数都可通过以下方法在显示图像数据中建立：在图像数据的同一行中处理象素对；逐行处理象素数据。一些图案可能还要求同时处理相邻行中的象素。此时，整行象素值都必须存储在行缓存器中。如果少量的象素可以一起以组用较少的操作进行一并处理，可以很快处理象素数据，其速度与显示器的图像帧的刷新率相容。图 22 的流程图中示意了同一行内的成对像素处理流程。

图 23 示意了一种如何处理图 15 所示的 2×2 全象素棋盘格图案中的象素数据的流程图。第一步是：确定行中的第一象素是否被跳过。如果该象素行为偶数，则前三个子象素将被忽略，其起点将在该行内移动 1 个全象素。如果象素行为奇数，则起点将保持在该行内的第一象素。从指针位置开始且包括相邻子象素，存储该行中的子象素

级值对。然后，为保持含饱和色实心块的线条图形和文本，需要检测图像数据中是否存在这些东西。如果任一子象素是 0 级或 255 级，则该位置处的子象素值不被算法改变。或者，对于子象素还可采用阈值测试，以避免当输入子象素级值间的差值大于阈值级值时其象素级值发生变化。适宜的阈值差约为 100 级。再利用特性查询表（LUT）为象素级对确定两个象素光亮度值。特性 LUT 就是象素光亮度与象素级之间的校准曲线。如果显示板特性可由简单的数学关系表示，则 LUT#1 可以是公式。然后计算象素对的平均光亮度。再把 LUT＃1 反过来运用，将目标平均级确定为与该象素对的平均光亮度相应的象素级。最后，利用算法 LUT，为该象素对确定两个新的 DAC 级。所述的算法 LUT 是半色调算法曲线。最好的半色调算法曲线对于不同的校准曲线和不同的液晶显示技术是不同的。

图 24 示意了产生图 18 所示的双子象素 4×2 图案的不同流程。总的特性与图 23 所示的流程相同，但它具有不同的分支情况。图 23 和 24 的流程都涉及了图像中同一行内象素数据对的处理。图 25 示意了一种涉及同一列内但行不同的象素数据对处理的流程。该流程描述了图 19 所示 2×2 子象素图案的处理过程。

为进行更好的信息显示，等式（1）中所述的伽马型传输曲线是理想的。大部分商用阴极射线管具有 2.2－2.8 范围内的伽马曲线，且 2.2 的伽马曲线通常为理想的目标值。我们现在来考虑这样一种情形：显示器传输特性遵循伽马型曲线，且具有可忽略的最小光亮度 Y_{min}，则该传输特性为：

$$Y=Y_{max}\cdot(n/255)^{\gamma} \quad (3)$$

对于以下的论述，我们考虑这样一种图案，其中精确地为一半象素亮、一半象素暗。我们希望半色调图案中宏观光亮度与均匀图案的相匹配。对于其中所有象素都具有相同级的均匀图案，其微观象素光亮度与宏观象素光亮度相等。半色调图案的宏观光亮度可由以下等式给出：

$$Y_{ht}=\frac{1}{2}\ Y_{max}\cdot(n_d/255)^{\gamma}+\frac{1}{2}Y_{max}\cdot(n_b/255)^{\gamma} \quad (4)$$

其中 n_d 和 n_b 是半色调图案中的暗象素级和亮象素级。

我们首先认为暗象素尽可能地暗，$n_d=0$，其光亮度可忽略。当各个单独亮象素的微观光亮度精确地等于均匀图案象素光亮度的两倍时，半色调图案的宏观光亮度将与均匀图案的宏观光亮度相一致。对于均匀图案的特定目标级 n，有：

$$Y_{ht}=\frac{1}{2}\ Y_{max}\cdot(n_b/255)^{\gamma}=Y_{max}\cdot(n/255)^{\gamma} \tag{5}$$

解 n_b，我们得到：

$$n_b=n\cdot(2)^{1/\gamma} \tag{6}$$

在以上条件下，半色调亮象素级与目标象素级之间的关系是线性的。为了说明，在此给出以下实例。对于 $\gamma=2.2$，其 $n_b=1.37n$。而且，对于 $\gamma=2.2$，均匀图案的光亮度在 186 象素级处变成 1/2 Y_{max}。该光亮度可由在 255 级的全部亮象素数与 0 级的全部暗象素数相等的半色调图案获得。

对于大于 186 的目标象素级，半色调亮象素在 255 级处达到饱和，为了与目标级光亮度相匹配，则暗象素级必须增加到 0 以上。

$$Y_{max}\cdot(n/255)^{\gamma}=Y=Y_{ht}=\frac{1}{2}\ Y_{max}\cdot(n_d/255)^{\gamma}+\ \frac{1}{2}Y_{max}\cdot(255/255)^{\gamma} \tag{7}$$

暗象素级的解为：

$$n_d=255\cdot[2\cdot(n/255)^{\gamma}-1]^{(1/\gamma)} \tag{8}$$

图 26 示意了亮暗半色调象素值与目标象素级之间的关系，称为其线性算法。这种算法不好的方面在于：在亮暗象素值的曲线中存在锐角，其发生在接近 50％光亮度的点。用这种算法处理的液晶显示器上的图像通常会在接近最大光亮度的 50％处出现亮度条带效应（luminance banding）和剧烈的色移。通过对这种算法进行适当的函数修正，曲线中的锐角可变平滑。适当的函数的例子可包括指数律函数和互补误差函数。作为实验采用过指数律关系，发现它与线性算法相比能够减小亮度条带效应和色移。尽管输出 DAC 值在亮暗分支中的最大分布（spread）用线性算法也可实现，但是指数律算法可获得更好的结果。以下将描述该指数律关系。

我们再来考虑具有如等式 3 所示的理想的伽马律传输特性的显示板。对于指数律关系，确定半色调象素对的暗分支的方便的方法是：将暗象素 DAC 值 n_d 与目标 DAC 值 n 之间的关系确定为指数律关系，指数为 p：

$$n_d=255\cdot(n/255)^p \quad (9)$$

所以暗子象素的光亮度 Y_{dark} 为：

$$Y_{dark}= Y_{max}\cdot[255\cdot(n/255)^p/255]^{\gamma}=Y_{max}\cdot(n/255)^{p\gamma} \quad (10)$$

亮暗象素光亮度的总和须等于目标 DAC 值的光亮度，考虑到每个象素对占表面积的一半，进行归一化：

$$2Y = 2Y_{max}\cdot(n/255)^{\gamma}= Y_{dark}+ Y_{bright}=Y_{max}\cdot(n/255)^{p\gamma} + Y_{bright} \quad (11)$$

解 Y_{bright}：

$$Y_{bright}= Y_{max}\cdot[2(n/255)^{\gamma} - (n/255)^{p\gamma}]=Y_{max}\cdot(n_b/255)^{\gamma} \quad (12)$$

解 n_b：

$$n_b= 255\cdot[2(n/255)^{\gamma} - (n/255)^{p\gamma}]^{1/\gamma} \quad (13)$$

当指数 p = 1 时，亮暗子象素的光亮度相等，即没有中间色调。随着指数 p 的增加，暗子象素的光亮度将会降低，而亮子象素的光亮度将增加，且它们分别遵循被称为暗支和亮支的曲线。如果指数 p 太大，则对于接近 255 的目标 DAC 值，暗支的光亮度太小，这使得亮子象素所需的光亮度将超过全亮度，至少对于某些 n 值是这样的。在此情况下，DAC 值的最大误差出现在低于 255 级的某处。目前，还没有不会导致任何光亮度误差的最大 p 值的已知解析解，但这个 p 值可用数字表示出来。例如：当$\gamma = 2.2$ 时，最大 p 值为 2.01。进一步的数学研究表明：当 p 增加到大于 2.01 时，误差增加得很慢。由于随着亮暗分支间距的增加，观察角特性通常会改善，所以希望增加 p 值，只要其引入的光亮度误差可接受即可。

表 1 是对$\gamma = 2.2$ 时不同 p 值引入误差的一览表。其中示出了发生误差的范围，在该范围中的平均值，最大误差和发生最大误差处的 DAC 值。对于那些光非常接近的光斑（patches of light），人的视觉系统可觉察出约 0.5%－1.0％的光亮度差异。如果不并列比较，由于

伽马曲线传输特性的整体效果在图像中并不明显，所以百分之几以下的误差基本上是可被接受的。平均误差和最大误差在 p=2.4 时约为 1%，逐步上升到 p=3.0 时的 3%到 4%。图 27 示意了指数律算法的亮暗分支的例子。

指数	误差范围	平均误差	最大误差	最大误差位置
2.01	（无）	0	0	-
2.1	245-254	0.0007	0.0011	250
2.2	237-254	0.0026	0.0038	246
2.3	230-254	0.0051	0.0076	243
2.4	225-254	0.0083	0.0121	240
2.5	220-254	0.0115	0.0171	238
2.6	216-254	0.0149	0.0223	237
2.7	213-254	0.0187	0.0277	235
2.8	210-254	0.0223	0.0332	234
2.9	208-254	0.0262	0.0388	234
3	205-254	0.0294	0.0443	233

表 1：$\gamma = 2.2$ 时指数律误差一览表

误差可由线性算法与指数律算法 DAC 值的适当组合而抑制。特别地，暗分支的 DAC 级可以是：比发生误差的范围低的指数律值和按指数律算法通常会发生误差的范围内的线性算法值。

如图 4 所示，通常的液晶显示板不会表现出理想的伽马传输特性。先前描述的算法可用于非理想传输特性，这种非理想传输特性所引起的半色调图像特性也是不理想的。这可通过基于已知的显示板光亮度值而计算所有半色调象素级而完成，而不从理想特性的公式出发。图 28 中，示出了线性算法各象素级的一种实例，适用于具有如图 6 所示的非理想显示传输特性的一般显示板。

另一方法是：首先修正输入显示板中的象素数据，以改正其本

身的非理想传输特性，然后得到理想的伽马律传输特性。为此，先构建一个伽马矫正 LUT，以把输入象素级改为新的象素级，从而使输出特性遵循理想的伽马律特性。所述的伽马矫正 LUT 可与算法 LUT 相结合，使得伽马矫正与半色调算法在一个操作中完成。

对于宏观目标光亮度小于最大值的 50%的情形，很容易建立亮半色调象素的光亮度上限。假定暗态的光亮度可忽略，对于任意宏观目标光亮度，其亮象素的光亮度不会超过目标光亮度一倍。它得出一个简单的推论：暗半色调象素的光亮度不小于 0。考虑到暗态的非 0 光亮度，亮半色调象素的理论上限略小于目标光亮度的两倍。该条件确定了半色调象素级的亮暗分支间的最大允许间隔。

实验表明：当曲线亮暗分支间的差值略小于可允许的最大间隔时，就可获得最好的观察角特性。当两个分支间的间隔减小时，其颜色的改变和图案的可见度也会减小。也可采用半经验法来建立几条算法曲线，这些曲线可优化图像质量的某一方面或其他方面。这些曲线可以是用户可选的。一般来说，这些曲线将遵循图 26 或图 27 中所示的曲线形状，但其亮暗分支间的间隔度不同，且在接近 50%光亮度的转换区中角度的锐度不同。

图 29 示意了 TN 模式显示板中所测得的光亮度与纵向观察角特性之间的关系曲线，其图案为 2×4 双子象素半色调图案，并利用了具有亮暗分支最大间隔的线性算法曲线和成对象素处理。其中示出了不同目标光亮度值的特性曲线。当目标光亮度从 100%开始下降时，观察角特性便从白色态开始变劣，且光亮度峰值位置从法线入射偏离。在目标光亮度到达最大值的 50%时，观察角特性返回到白色态情形，简单地从 100%的状态除以 2。这是所期望的，因为 50%的光亮度状态对应于总象素数的一半保持为全亮状态，另一半保持为全暗。随着目标光亮度进一步降低到 50%以下，则光亮度峰值又开始偏离法线入射。

前面对算法细节的所有论述都可用于那些在半色调图像中精确地一半象素变暗、一半象素变亮的图案。对于亮暗象素比例与此不同

的图案，应当相应修改所述算法。前面的描述关注的是成对子象素，即暗子象素和亮子象素中的半色调子象素值的计算。被处理的子象素对可包含在同一行（一个 2×1 的块）或同一列（一个 1×2 的块）中。也讨论了半色调子象素块如何设置成可接受的图案。

如果阵列中的象素密度足够大，例如每英寸约 170 象素或更多，通过处理 2×2 象素块（在此称为四联象素处理），则观察角特性还可被进一步改善，且不会显著地降低图像的清晰度。由于四联块中含有 4 个象素，所以可以细化其亮暗子象素的光亮度分布。一个四联块的平均光亮度可利用校准 LUT、通过把 4 个子象素光亮度相加再除以 4 而计算出来。目标级也利用 LUT 反向确定。如果所有的 4 个子象素都保持在目标级上，则光亮度将与初始子象素块的平均光亮度相匹配。如果平均光亮度介于最大值的 75% 与 100% 中间，则该区域中 4 个子象素中的一个被变暗，而其余 3 个保持在或接近最大亮度。如果平均光亮度介于 50% 与 70% 之间，则其中的 1 个子象素全暗或近于全暗，1 个子象素居于中间态，其余 2 个象素保持在或近于最大亮度。如果平均光亮度介于 25% 与 50% 之间，则其中的 2 个象素全暗或近于全暗，1 个象素居于中间态，1 个象素保持在或近于最大亮度。如果平均光亮度介于 0% 与 25% 之间，则其中的 3 个象素为全暗或近于全暗，其余的 1 个象素居于中间态。

图 30 示意了一种四联象素处理算法的例子，其中四个象素中的每一个的亮暗分支之间的间隔被最大化。这些曲线与 5 列 LUT 相对应，其中对于每个目标级，规定了 2×2 块内四个象素中的每一个象素的数字象素级。这四个象素依次由亮变暗的顺序是由该算法的图案产生部分确定的。这可通过把每个 2×2 四联块中的四个象素位置定义为位置 A,B,C 和 D 来完成，如表 2 所示。

A	B
C	D

表 2：每个 2×2 四联块中的象素位置

通过给定开启四联块内子象素的顺序就可以产生不同的图案。随着目标象素级从 0 增加到 255，对于各个单独的红、绿或蓝子象素，表示开启各子象素的顺序的表格由表 3 和表 4 给出。这些开启序列使得图案不发生闪烁，其遵循前述的标准。表 3 说明了如何产生 2×2 子象素图案，表 4 说明了如何产生 4×2 双子象素图案。例如：对水平序列中的四联块，2×2 子象素图案的红色子象素的开启顺序交替为 D,C,B,A 和 C,D,A,B。对于水平序列中的四联块，4×2 双子象素图案中的红色子象素的开启顺序交替为 C,B,A ,D 和 A, D,C,B。

位置	A	B	C	D	A	B	C	D
红色	4	3	2	1	3	4	1	2
绿色	1	2	3	4	2	1	4	3
蓝色	4	3	2	1	3	4	1	2

表 3：产生 2×2 子象素图案的子象素开启顺序

位置	A	B	C	D	A	B	C	D
红色	3	2	1	4	1	4	3	2
绿色	4	3	2	1	2	1	4	3
蓝色	1	4	3	2	3	2	1	4

表 4：产生 4×2 双子象素图案的子象素开启顺序

利用这种方法产生的子象素图案在 50%的目标光亮度时与图 19 所示的 2×2 子象素图案和图 18 所示的 4×2 双子象素图案相对应。图 31 和图 32 示意了在 25%和 75%的目标光亮度时的 2×2 子象素图案。严格地说，25%和 75%光亮度时的图案不具有象 50%光亮度图案那样理想的 2×2 子象素对称性，但它们都保持该图案的同样的颜色特性。图 33 和图 34 示意了 25%和 75%光亮度时的 4×2 双子象素图案。同样，这些图案都不具有理想的 4×2 双子象素对称性，但它们都

保持该图案的同样的颜色特征。

对于用在 2×2 块中的技术，随着光亮度从最大变到最小，色移和观察角特性约为应用于象素对的技术所表现出的一半。这是将每个象素所跨越的目标光亮度范围减小一半的结果。对于成对象素处理，随着象素对中每个象素的光亮度从亮变暗，目标平均光亮度将随之变化 50%。对于四联象素处理，随着四联块中每个象素的光亮度从亮变暗，其目标平均光亮度将随之变化 25%。由此，光亮度峰值相对于法线入射的偏移（如图 29 所示）可约减小一半，从而相应地改善了观察角特性。

从前面对成对象素处理算法的细化的论述可知：通过适当地平滑或修改图 30 所示曲线，可以进一步改善四联象素处理所得到的图案外观。例如：随着目标光亮度的增加，不需要在另一象素被开启之前完全激活四联区中的一个象素。所以，图 30 所示的四条曲线可以交叠，这将改善在这四条曲线边缘附近可能出现的颜色和光亮度的突变。

对于图像数据所遇到的某些情况，有必要关闭半色调算法程序。例如，当图像的一个区域是白背景下的黑色文本时，可通过检测是否存在 255 级或 0 级子象素而关闭半色调算法。对于子象素对处理过程，当任一子象素具有 0 或 255 值时，则不需要修改该子象素数据。含有子象素完全达到饱和的图像的文本或其他区域不被半色调化，且子象素间的局部对比度将保持不变。还可通过检测是否有图形保真或字型平滑（font smoothing）而引入其他标准。这样，文字的高对比度得以保持，而且图形图像的那些含饱和色的区域也得以保持。

本发明可由硬件、软件或硬件与软件的组合来实现。本发明的一个优选实施例完全是通过显示模块内控制电子线路的数据处理部分中的硬件来实现的。但是，对于本领域中的普通技术人员来说，很显然，本发明可以由显示子系统硬件、操作系统软件或应用软件来实现。

本发明还可以在一个计算机系统中以集中式实现，或以分布式实现，其中不同部件分布于几个互连的计算机系统中。任何种类的计算机或其他适于实现此处所述的本发明的其他装置都是可以的。硬件与软件的典型结合可以是通用计算机系统与计算机程序的结合，即：当计算机程序加载于计算机中并运行时，控制该计算机系统使之完成在此所述的方法。本发明还可以嵌于计算机程序产品中，所述的计算机程序产品包括在此所述的能够实现上述方法的所有特征，而且当其加载于计算机系统时，能够完成这些方法。

本文中所述的计算机程序装置或计算机程序是指：一套指令的用任何语言、代码或符号的表达，这些指令用于使具有信息处理能力的系统执行特定的功能，这些指令可以直接或在执行完以下两种操作中的一种或两种后来执行上述的特定功能，所述的两种操作为：a)转换成另一种语言、代码或符号；b）以不同的材料形式再现（复制）。

虽然已经具体地示意并结合其举例性的优选实施例对本发明进行了描述，但是本领域中的普通技术人员应当知道：在不偏离本发明权利要求书所提出的精神和范围的情况下，可以对以上的内容在形式和细节上加以变化。

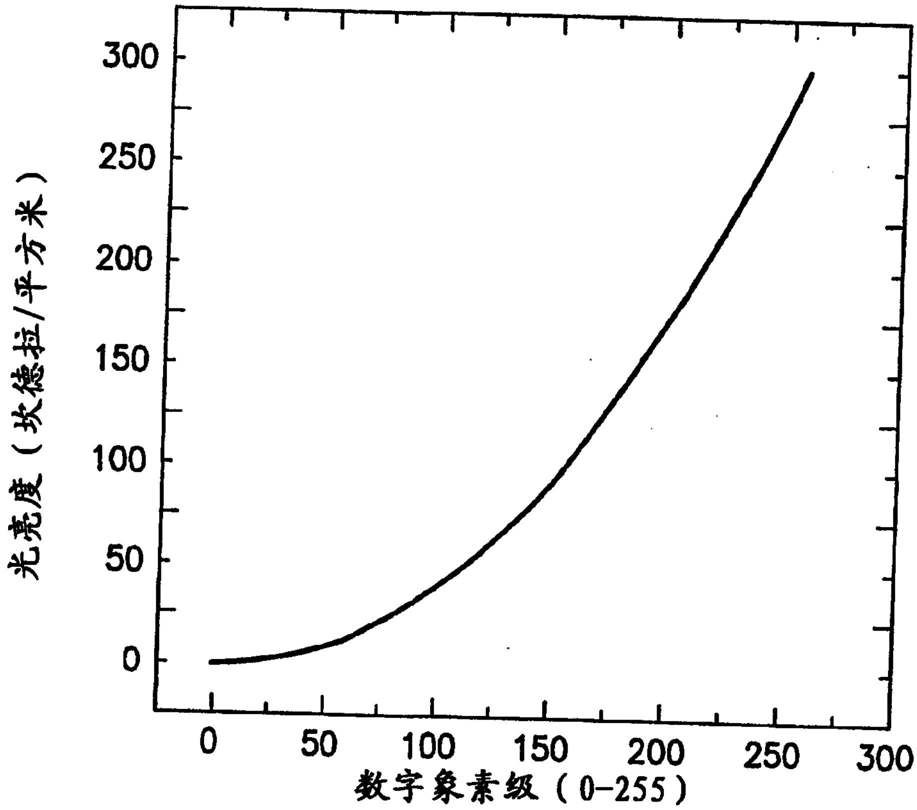

300
250
200
150
100
50
0
光亮度（坎德拉/平方米）
0
50
100
150
200
250
300
数字象素级（0-255）

图1

图2

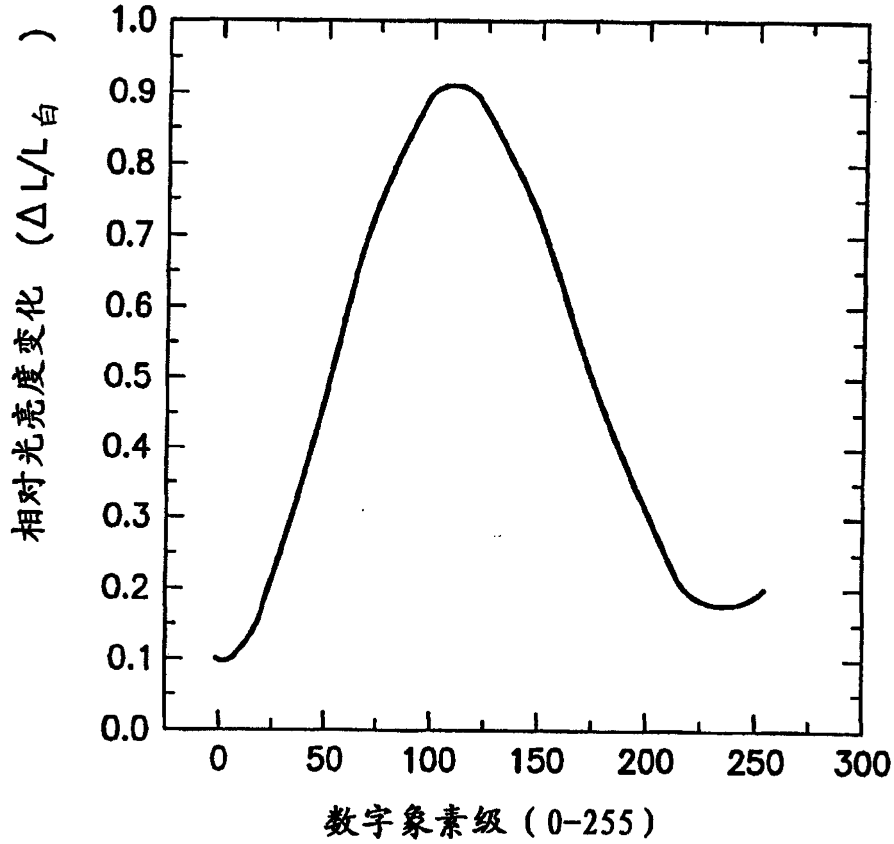

相对光亮度变化 (ΔL/L白)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
50
100
150
200
250
300
数字象素级(0-255)

图3

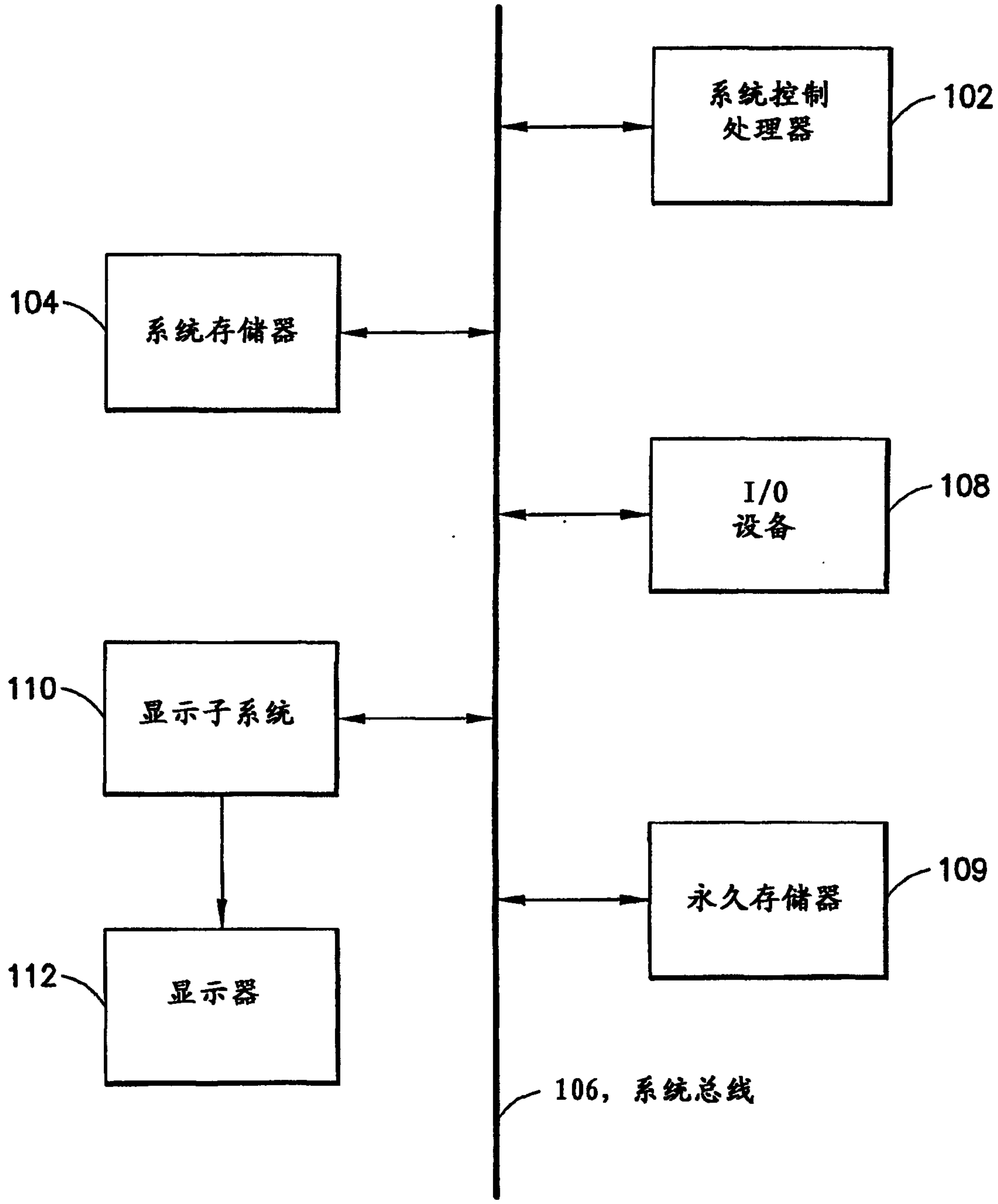
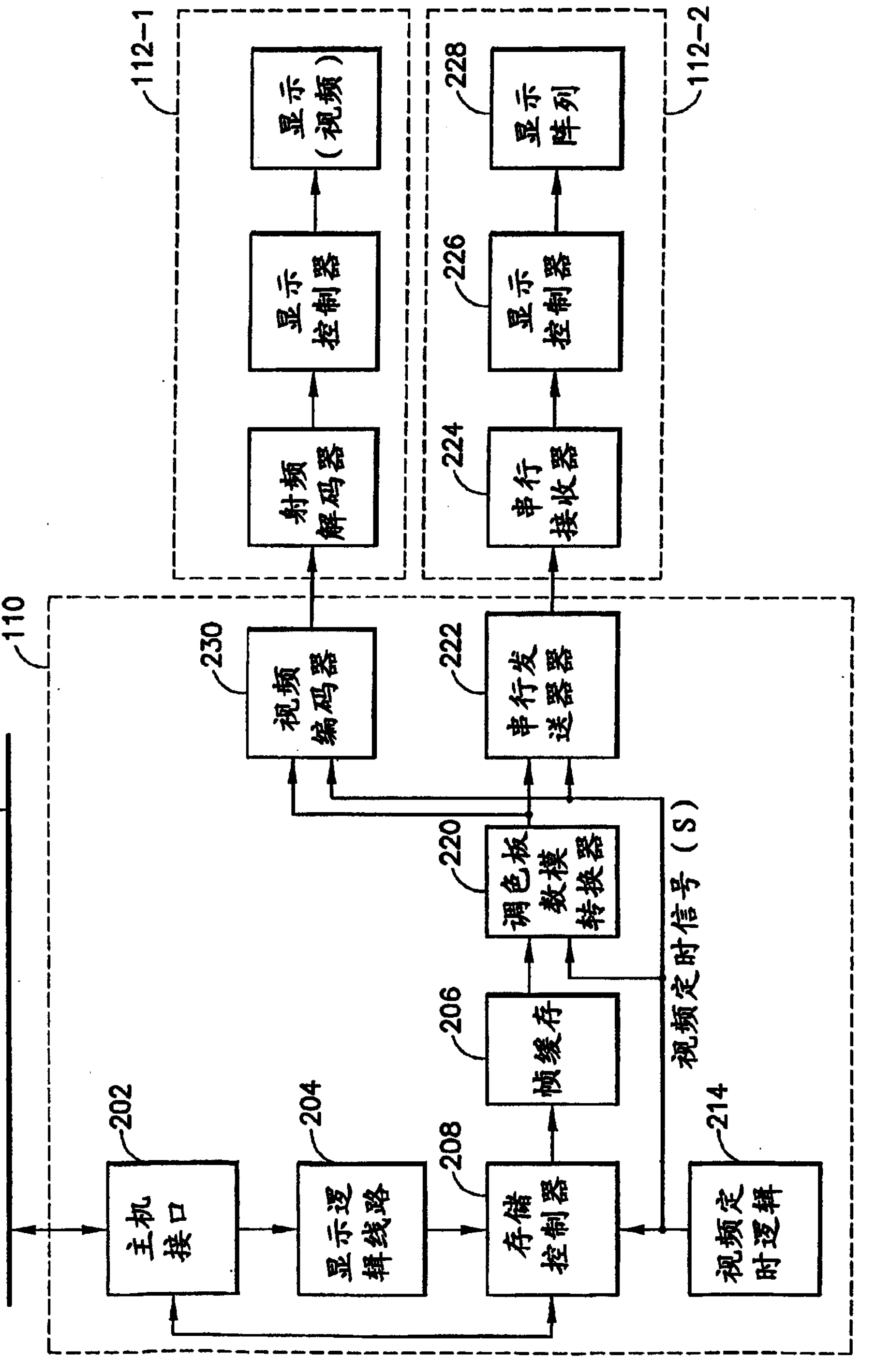

系统控制
处理器
102
104
系统存储器
I/O
设备
108
110
显示子系统
永久存储器
109
112
显示器
106，系统总线

图4


106
110
202
主机接口
204
显示逻辑线路
208
存储控制器
206
帧缓存
220
调色板数模转换器
230
视频编码器
222
串行发送器
214
视频定时逻辑
视频定时信号（S）
112-1
射频解码器
显示控制器
显示（视频）
112-2
224
串行接收器
226
显示控制器
228
显示阵列

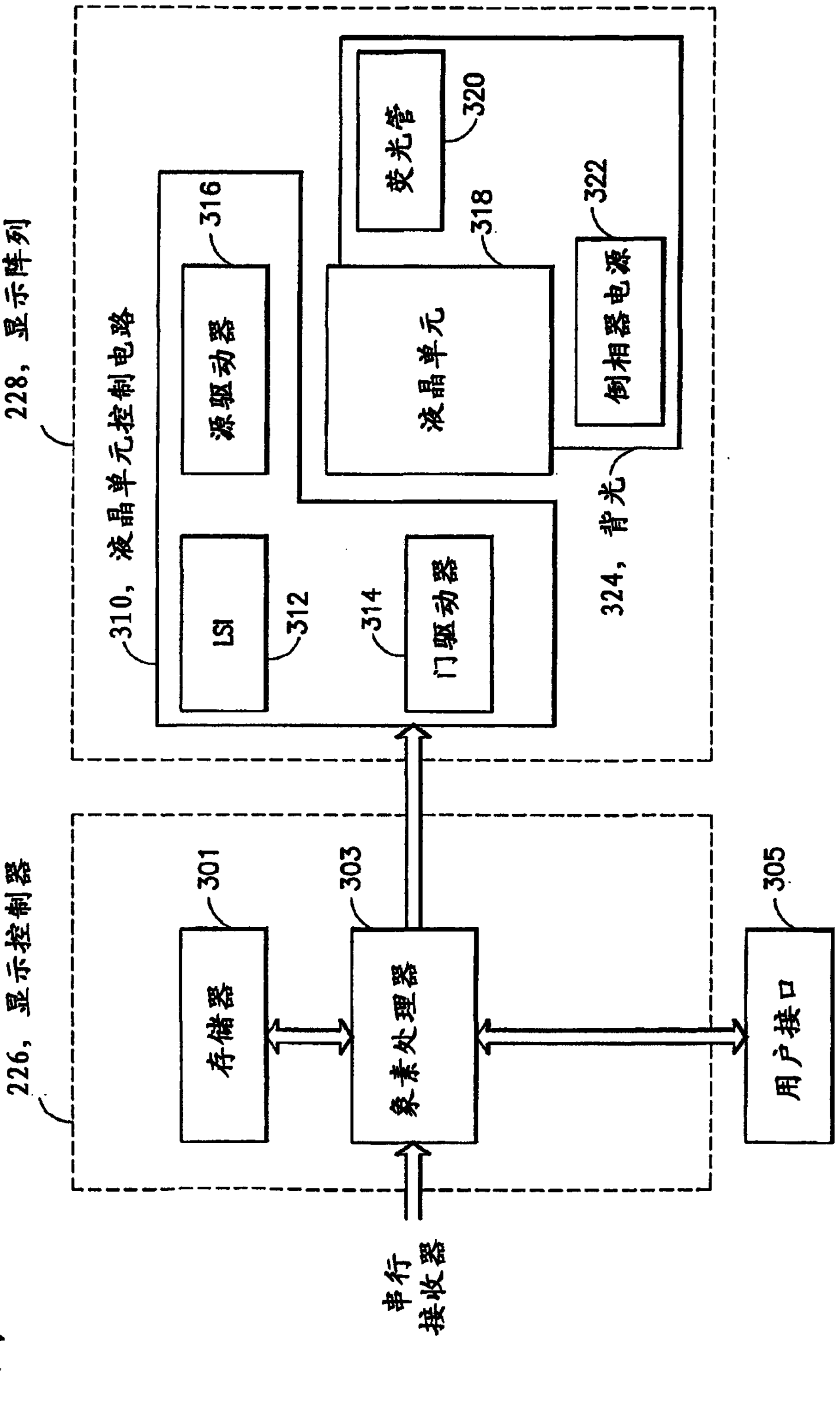

228，显示阵列
310，液晶单元控制电路
源驱动器
316
LSI
312
314
门驱动器
荧光管
320
318
液晶单元
322
倒相器电源
324，背光
226，显示控制器
存储器
301
303
像素处理器
305
用户接口
串行接收器

图5

图6

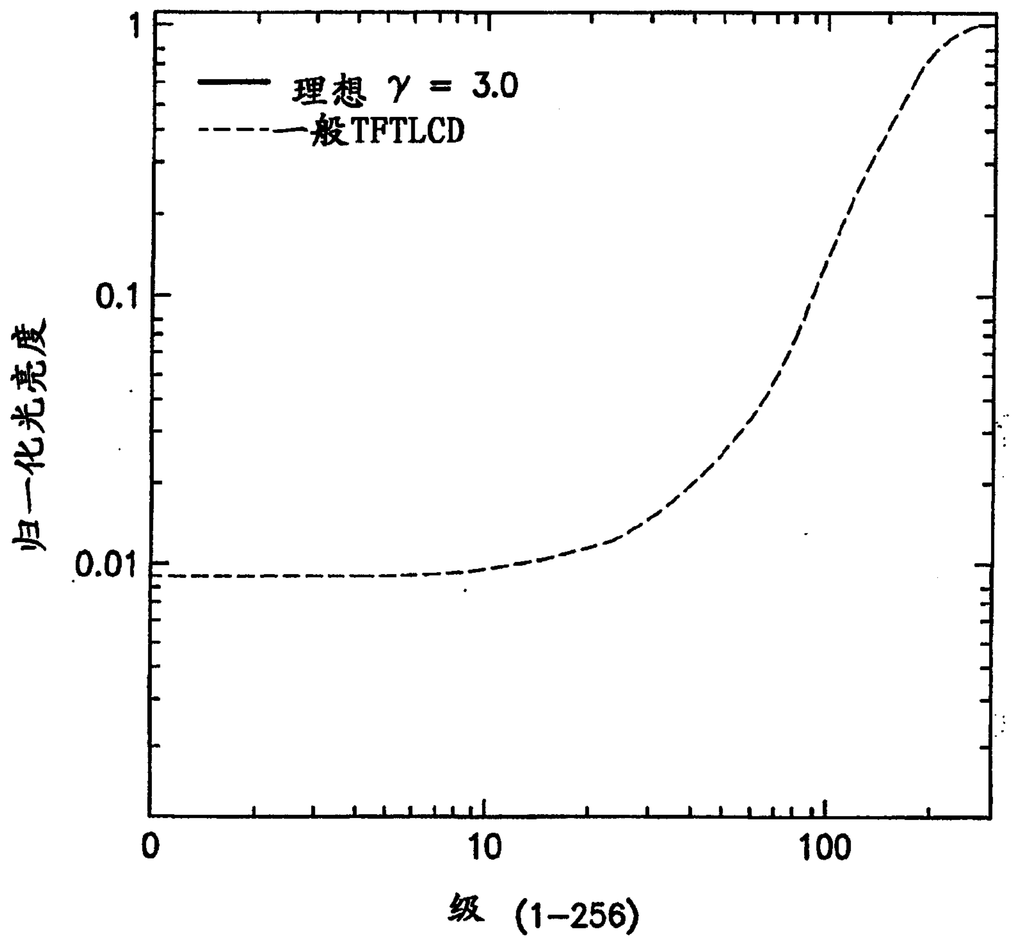
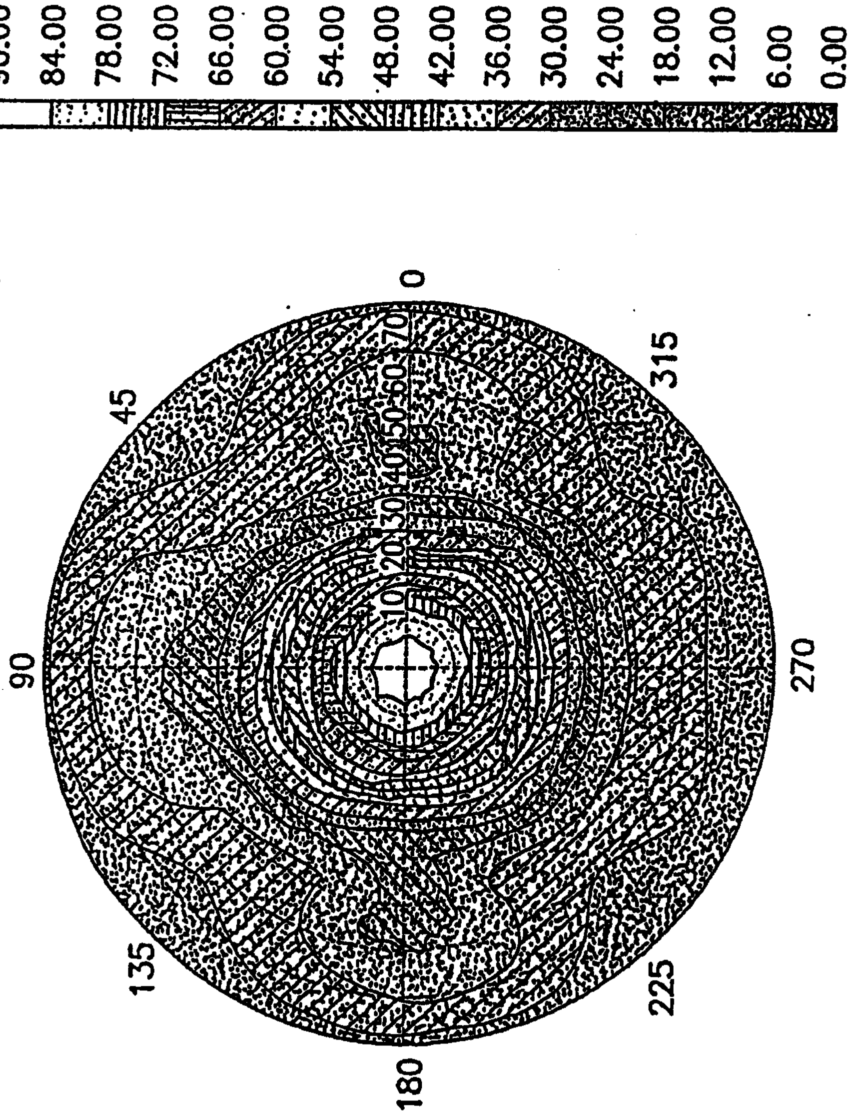


图7


90.00
84.00
78.00
72.00
66.00
60.00
54.00
48.00
42.00
36.00
30.00
24.00
18.00
12.00
6.00
0.00
0
45
90
135
180
225
270
315

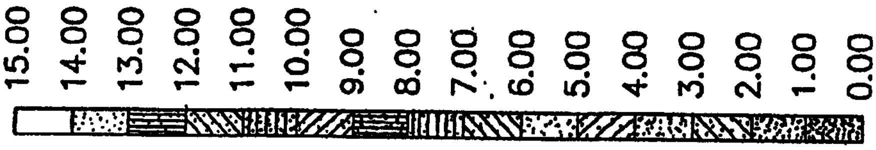

15.00
14.00
13.00
12.00
11.00
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00

图8

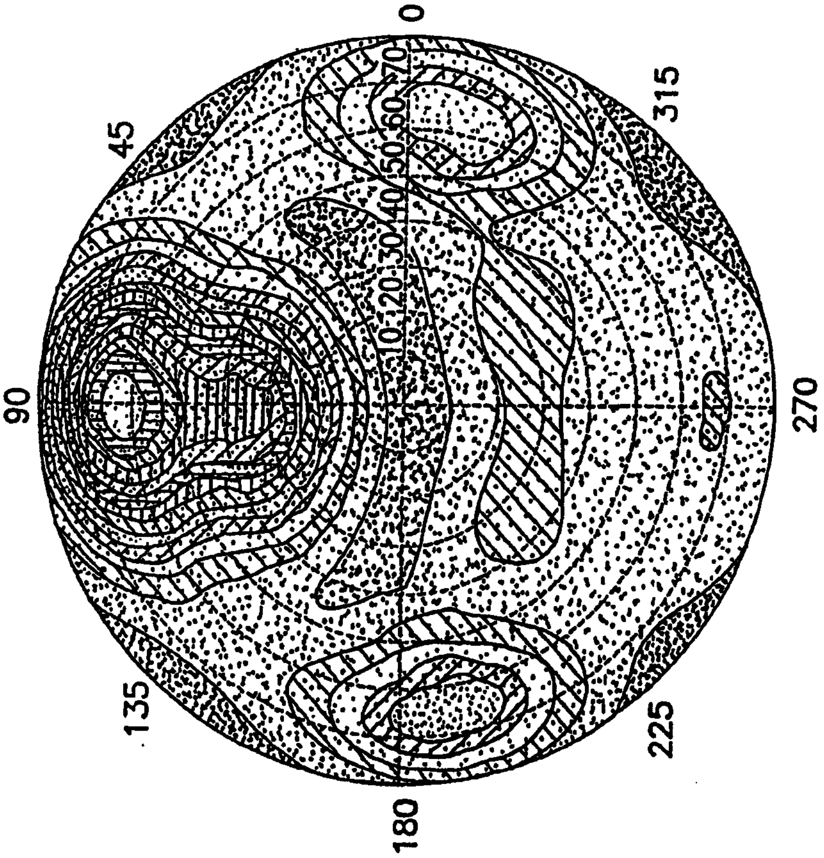

0
45
90
135
180
225
270
315

图9

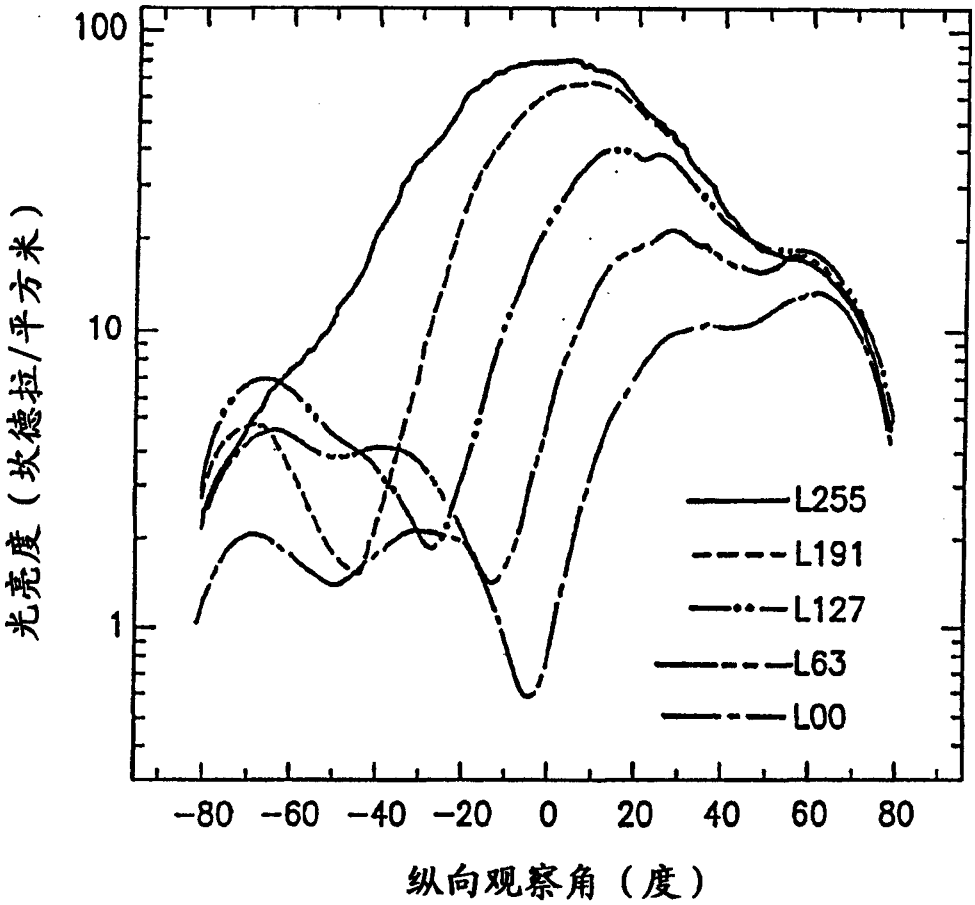

100
10
1
光亮度（坎德拉/平方米）
-80
-60
-40
-20
0
20
40
60
80
纵向观察角（度）
L255
L191
L127
L63
L00

图10

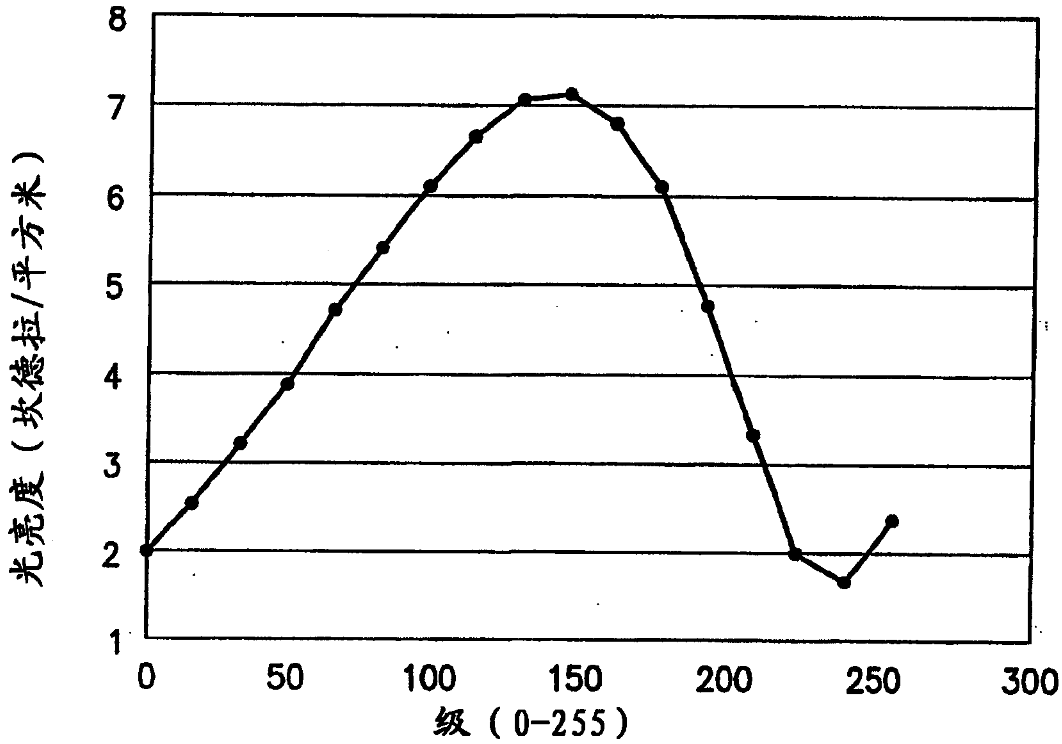


图11

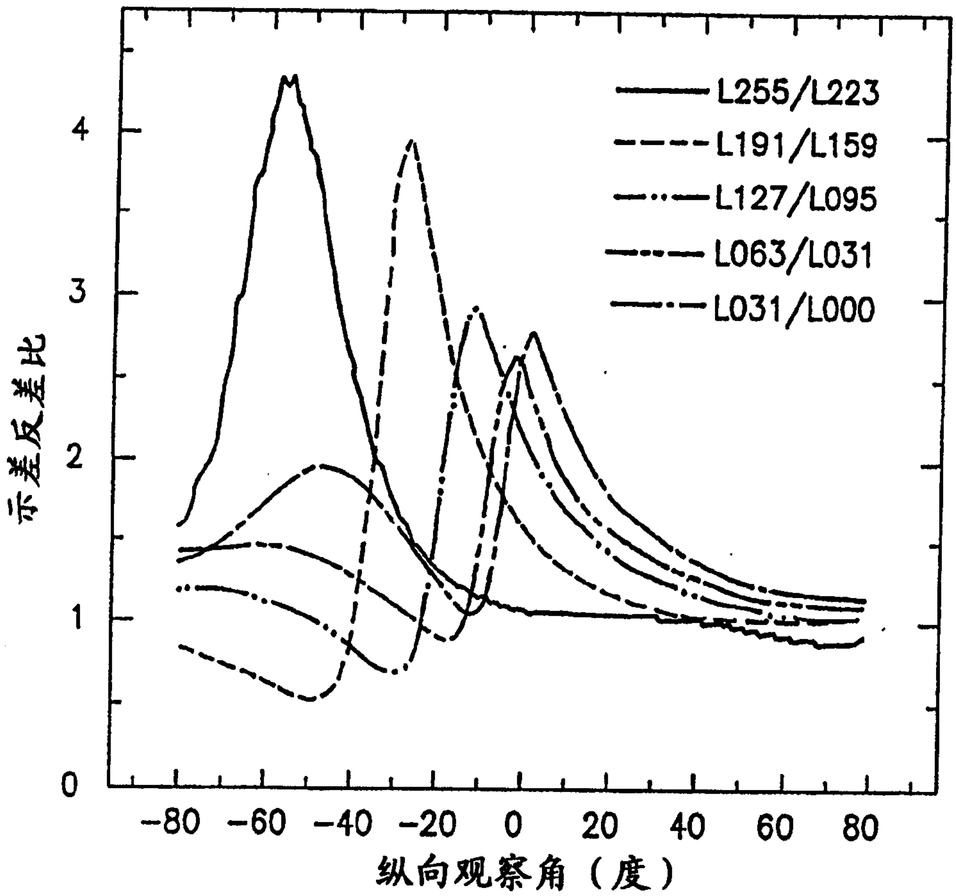
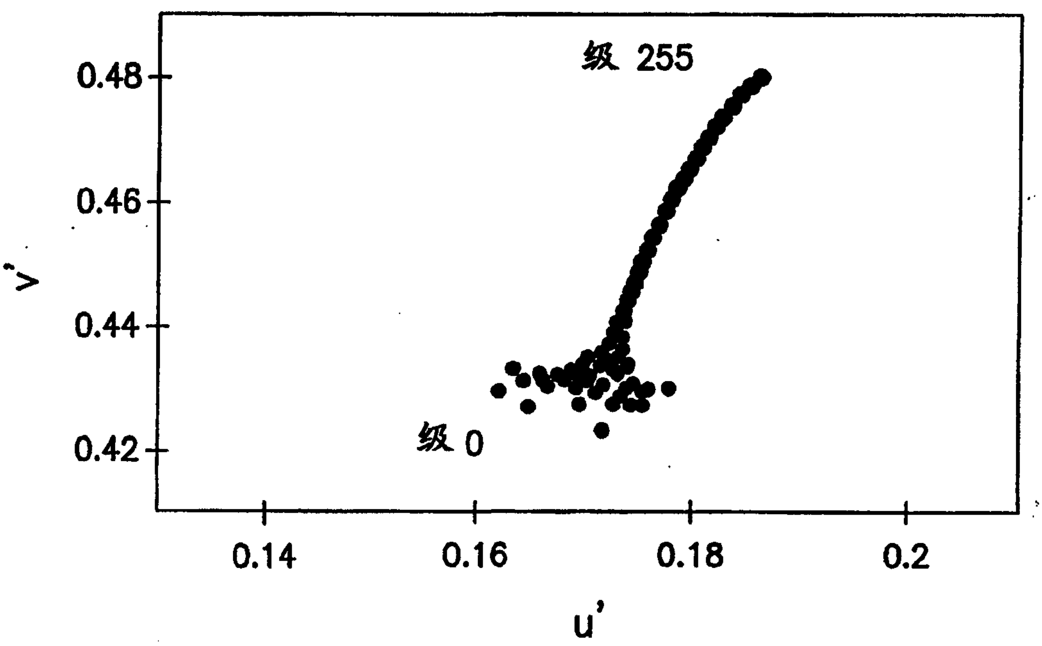

L255/L223
L191/L159
L127/L095
L063/L031
L031/L000
示差反差比
0
1
2
3
4
-80
-60
-40
-20
0
20
40
60
80
纵向观察角（度）

图12



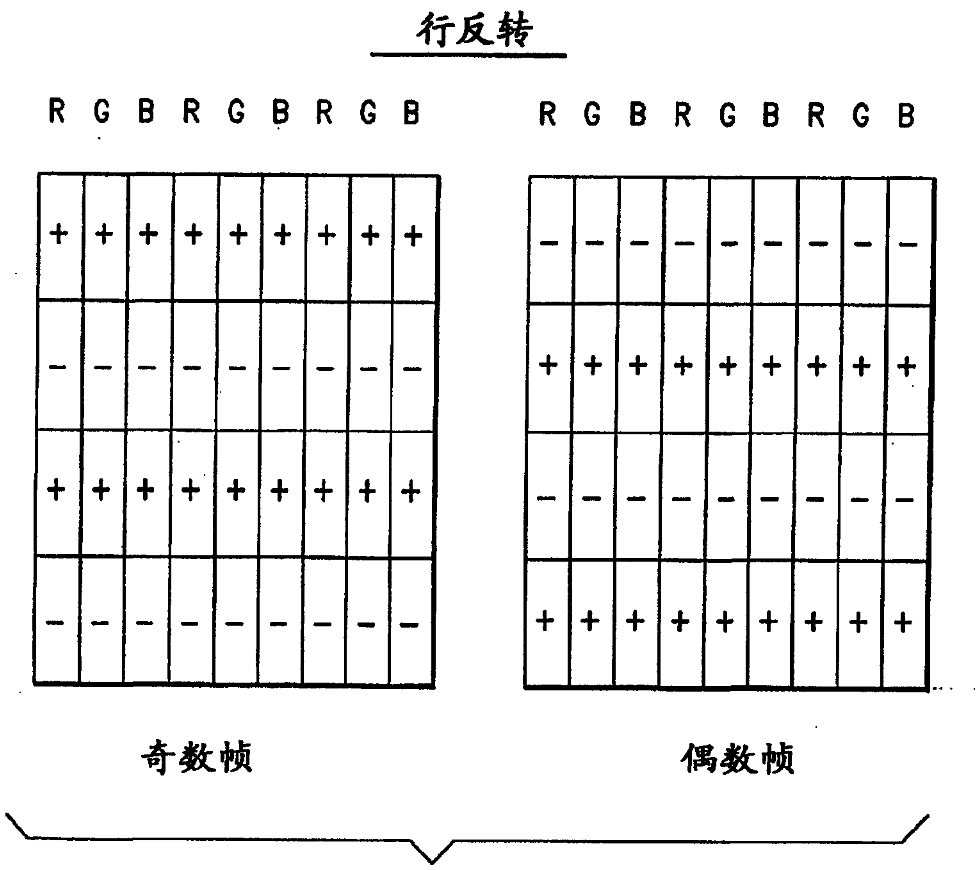


图13

点反转

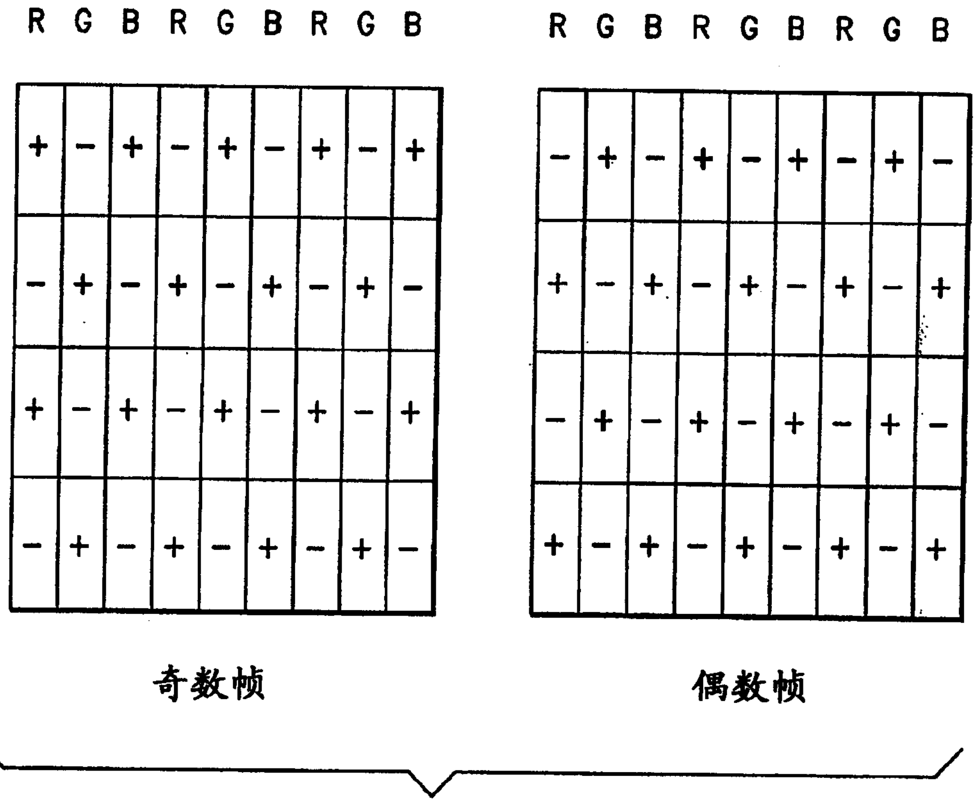


图14

2 x 2 全象素

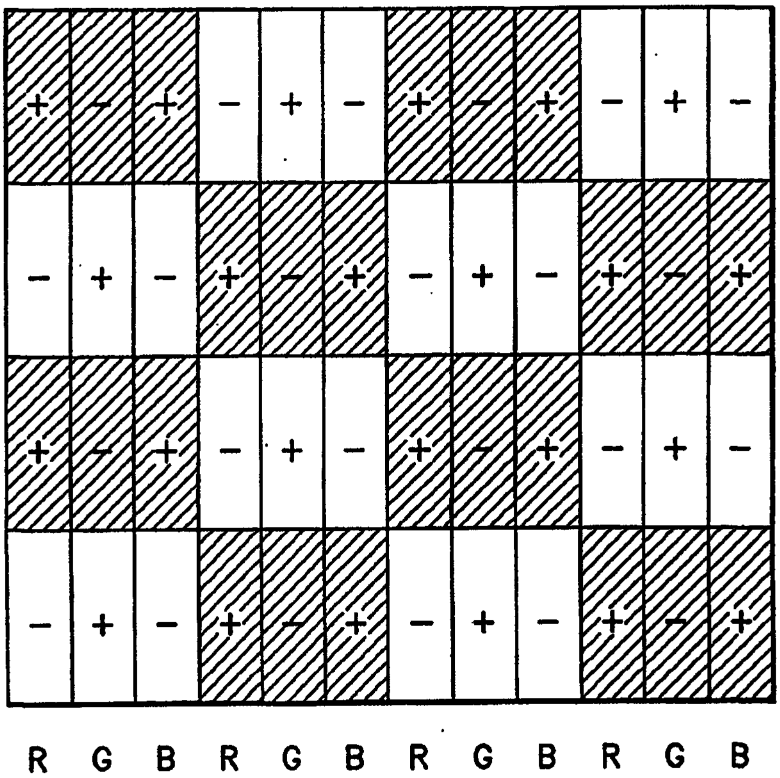


图15

2 x 4 全象素

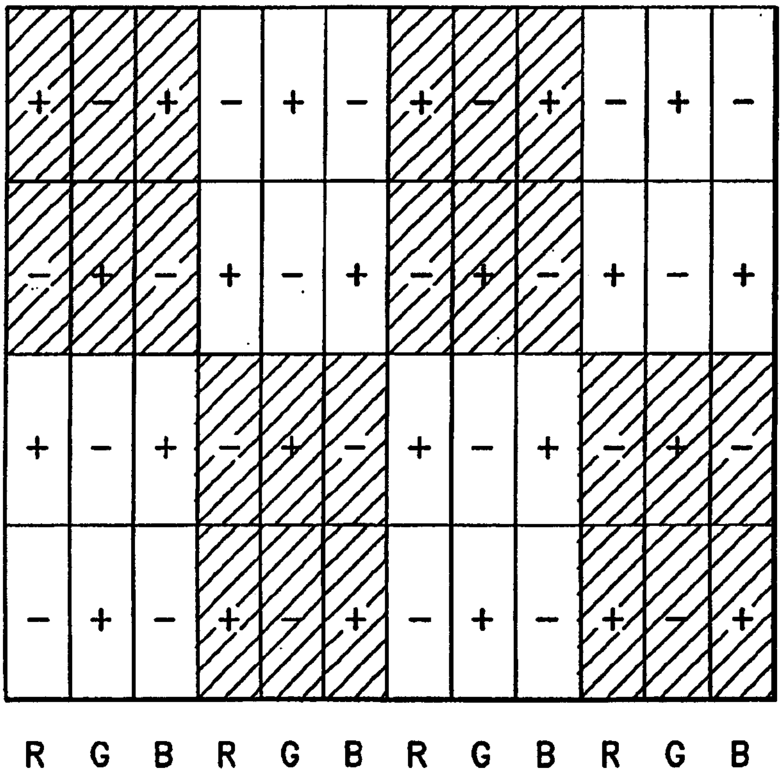


图16

4 x 2 全象素

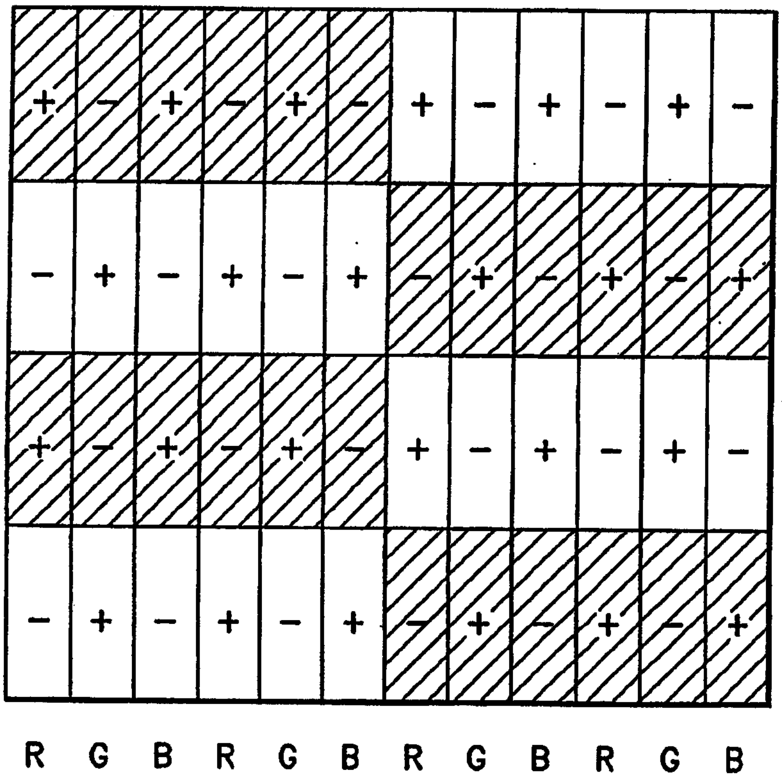


图17

4 x 2 双子象素

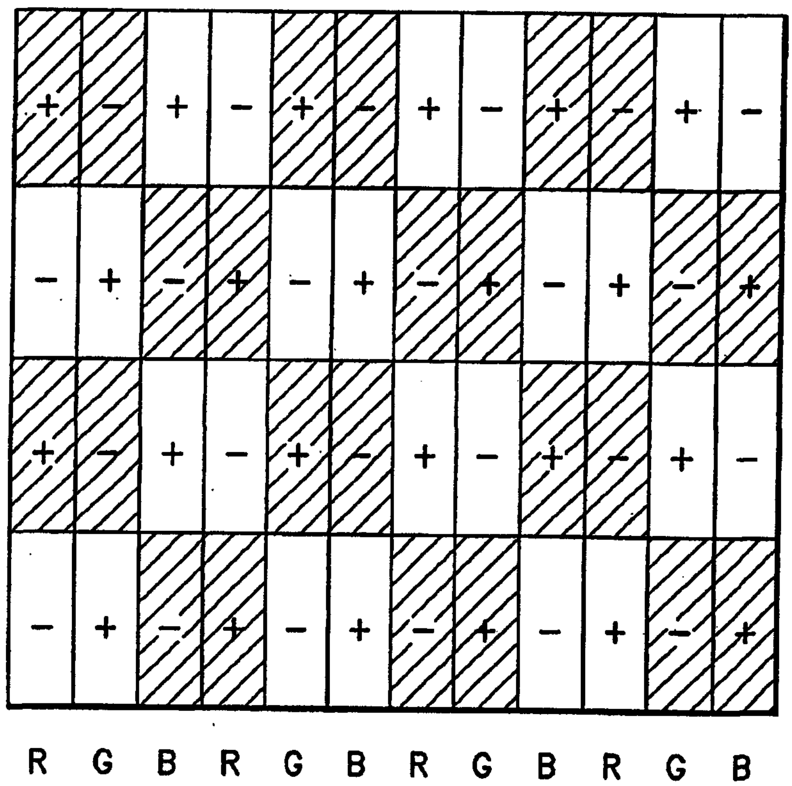


图18

2 x 2 子象素图案

（绿/品红）

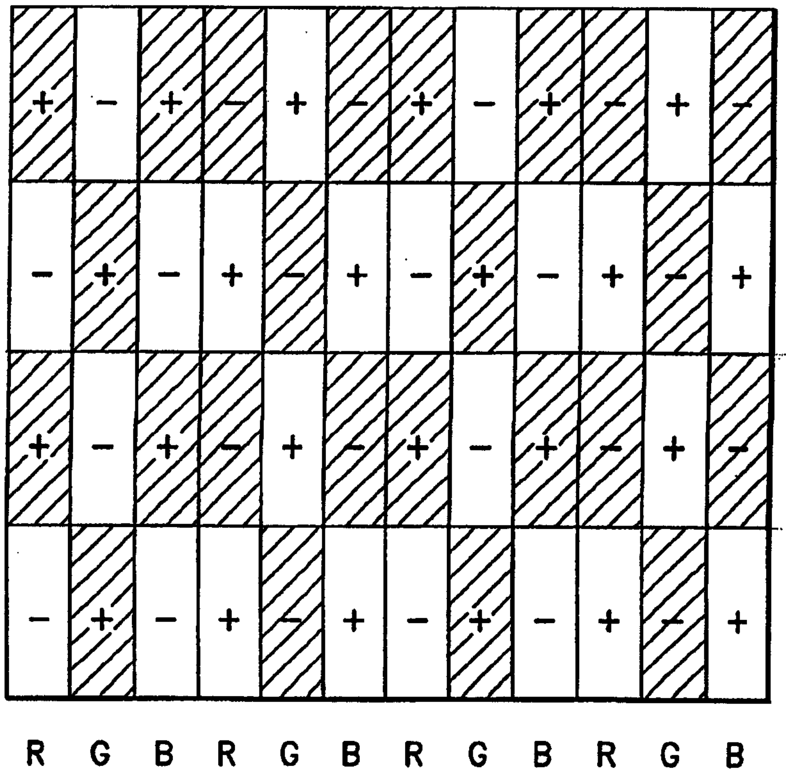


图19

14 x 14 图案(亮)

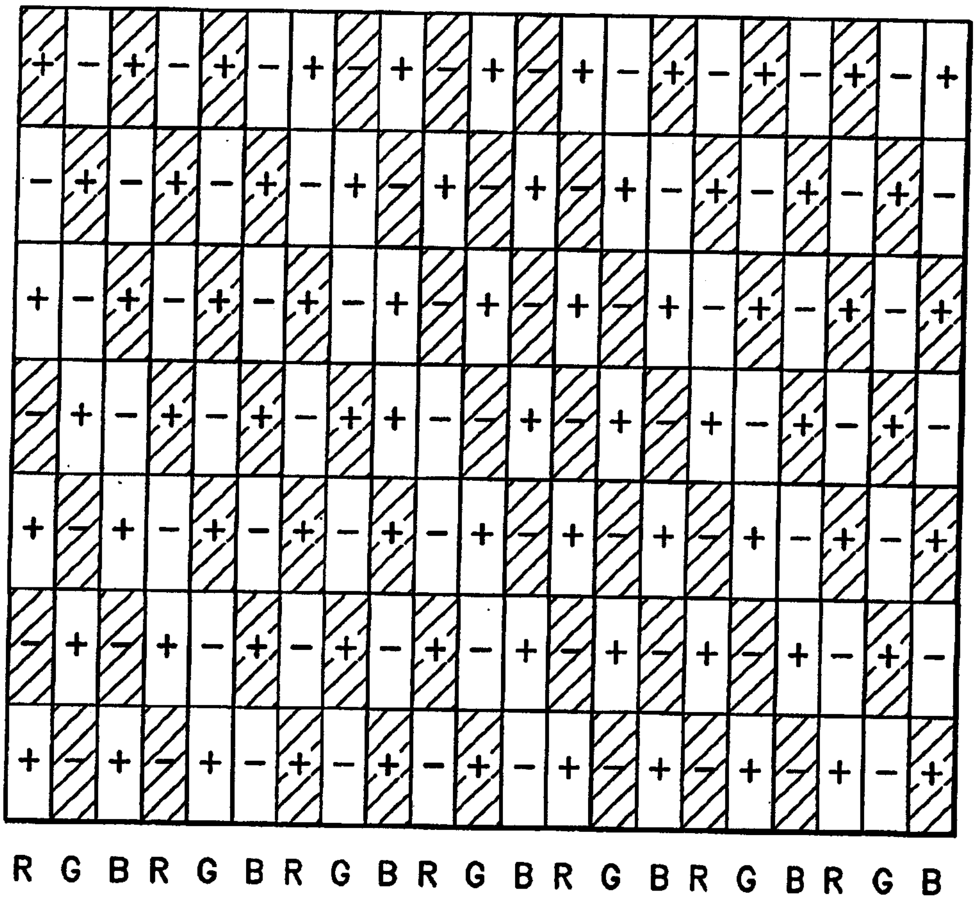
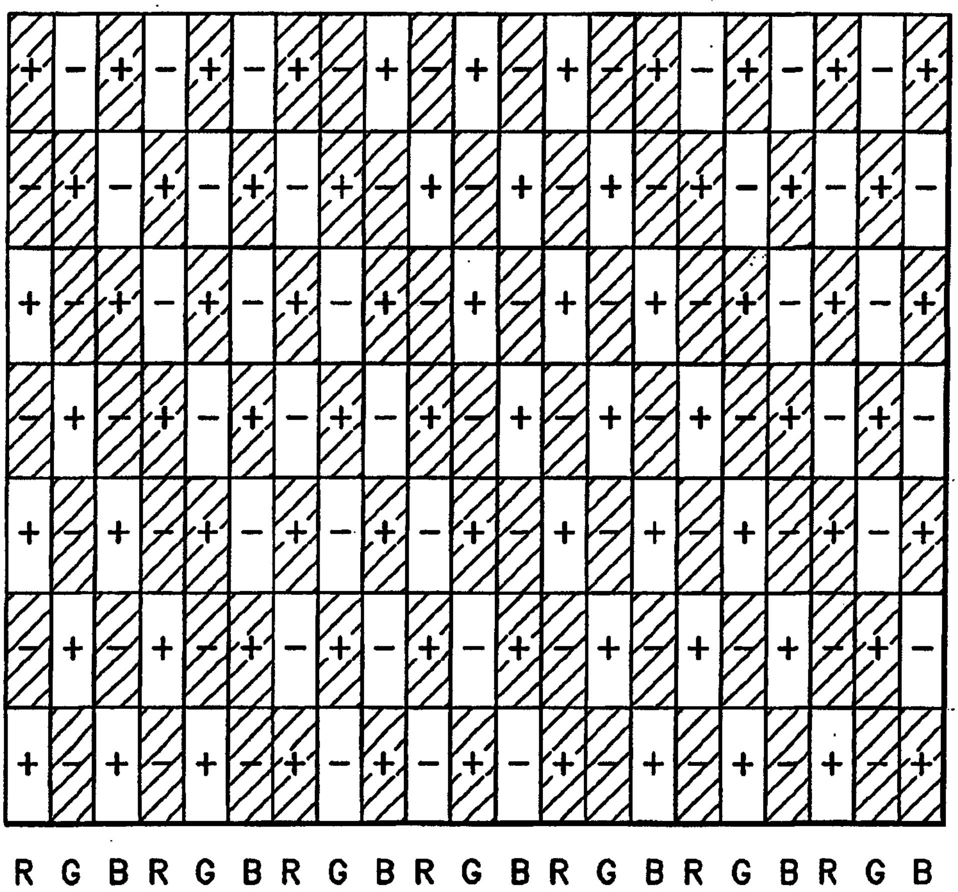


图20

14 x 14 图案（暗）



57.1%亮
42.9%暗

图21

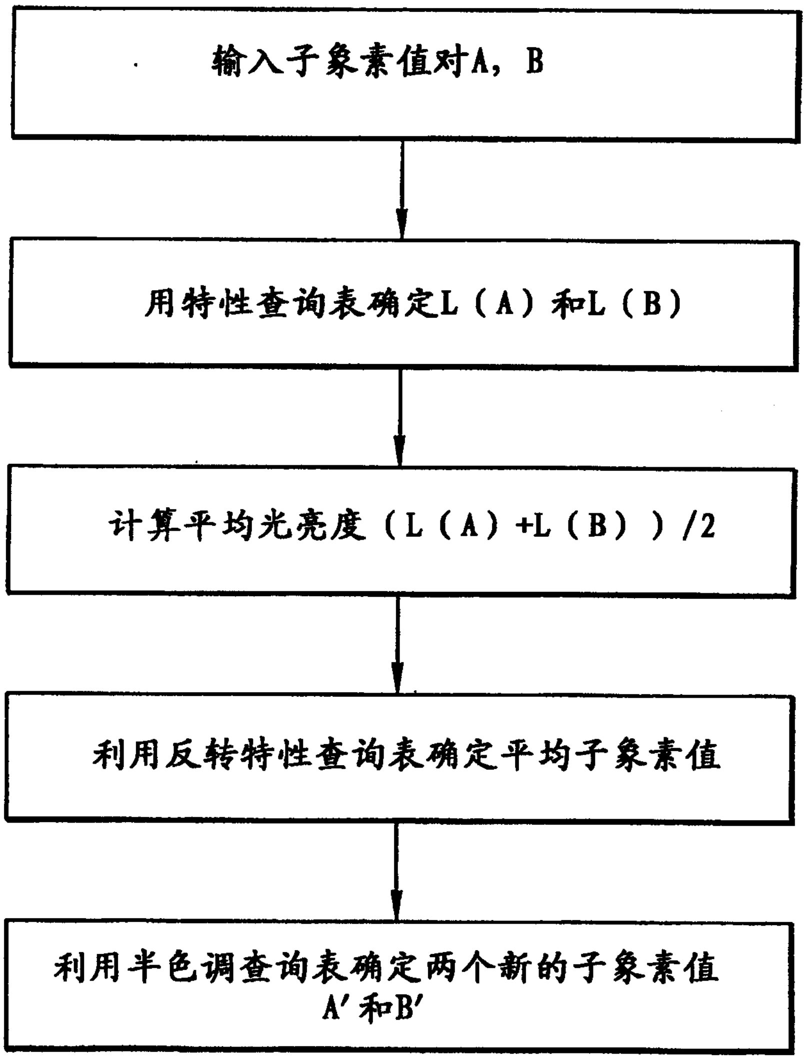

输入子象素值对A，B
用特性查询表确定L（A）和L（B）
计算平均光亮度（L（A）+L（B））/2
利用反转特性查询表确定平均子象素值
利用半色调查询表确定两个新的子象素值
A′和B′

图22

图23

2×2全棋盘图案
(仅用于行反转)

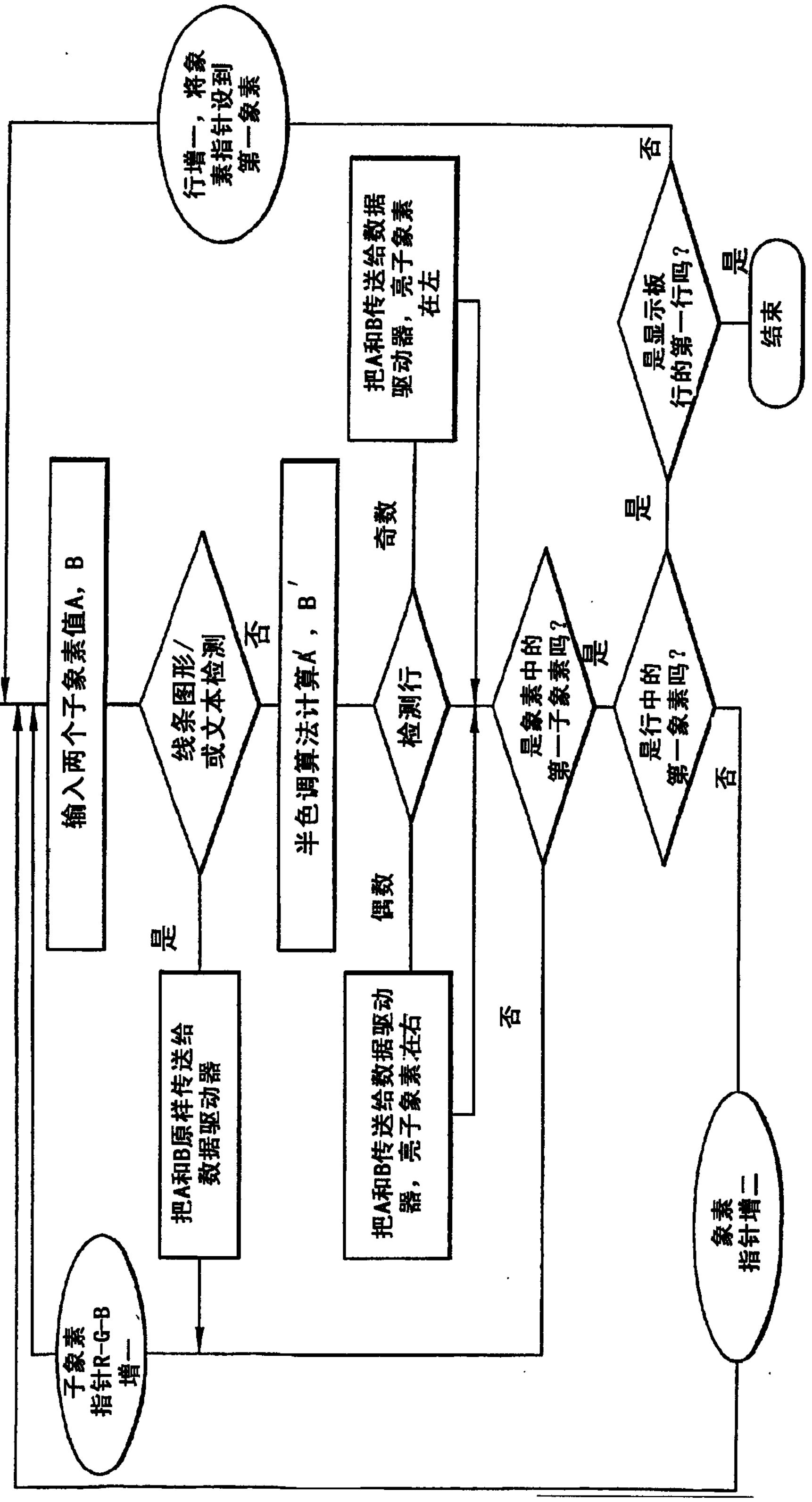


图24

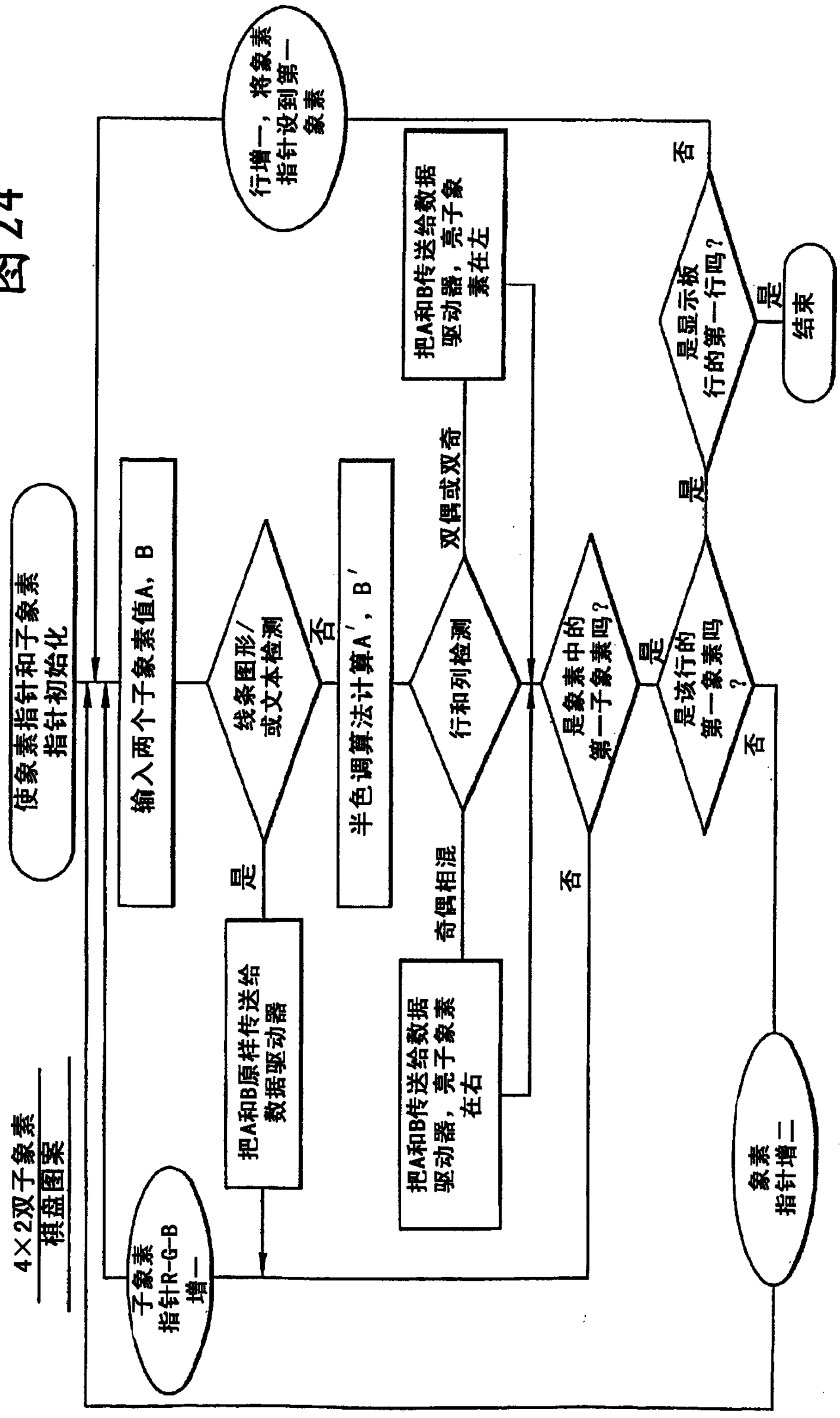

4×2双子象素
棋盘图案
使象素指针和子象素指针初始化
输入两个子象素值A，B
线条图形/或文本检测
是
否
把A和B原样传送给数据驱动器
半色调算法计算A′，B′
行和列检测
奇偶相混
双偶或双奇
把A和B传送给数据驱动器，亮子象素在右
把A和B传送给数据驱动器，亮子象素在左
是象素中的第一子象素吗？
是
否
是该行的第一象素吗？
是
否
是显示板行的第一行吗？
是
否
结束
行增一，将象素指针设到第一象素
子象素指针R-G-B增一
象素指针增二

图25

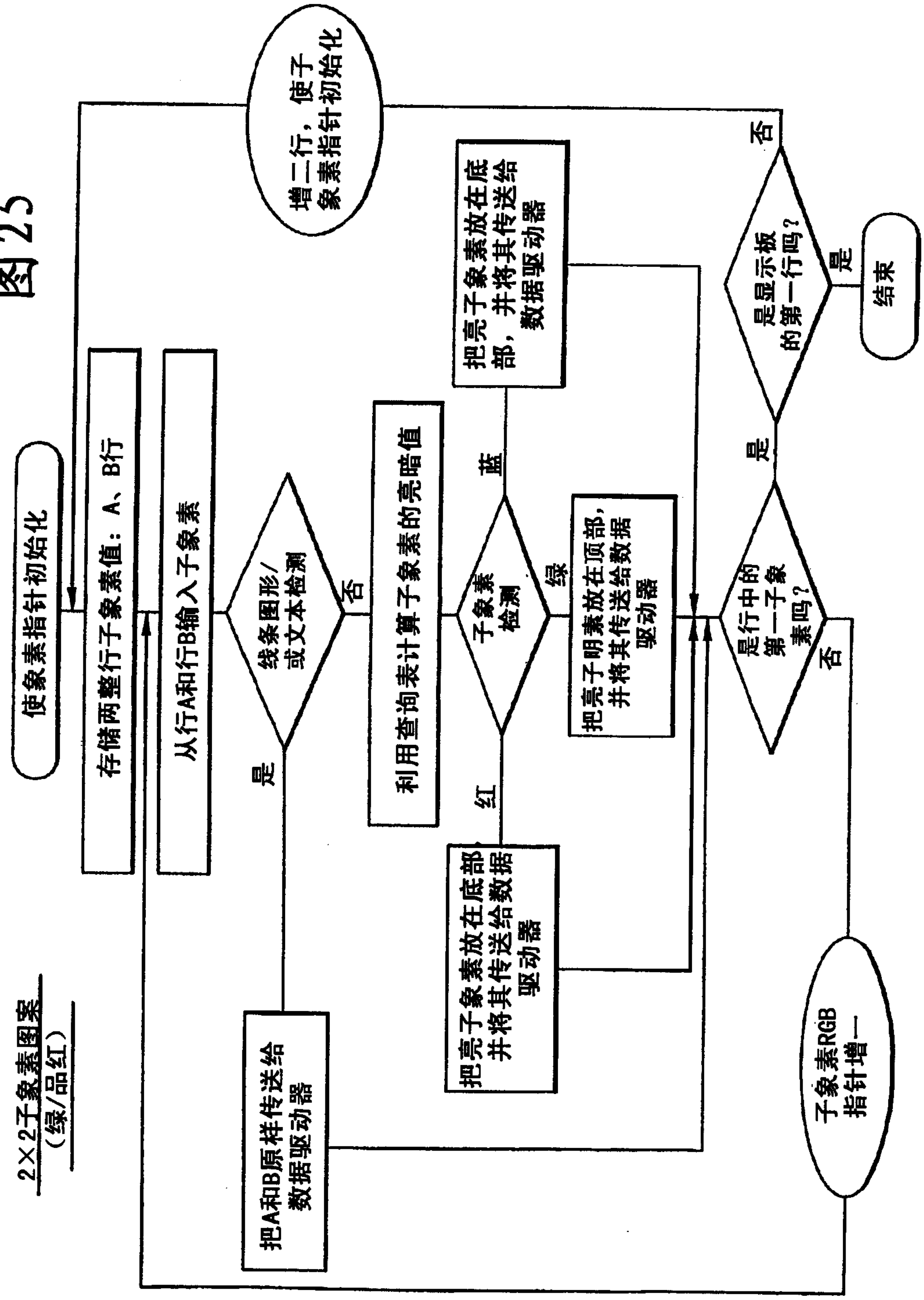

2×2子象素图案
（绿/品红）
使象素指针初始化
存储两整行子象素值：A、B行
从行A和行B输入子象素
线条图形/
或文本检测
是
否
把A和B原样传送给
数据驱动器
利用查询表计算子象素的亮暗值
子象素
检测
红
绿
蓝
把亮子象素放在底部
并将其传送给数据
驱动器
把亮子明素放在顶部，
并将其传送给数据
驱动器
把亮子象素放在底
部，并将其传送给
数据驱动器
是行中的
第一子象
素吗？
是
否
子象素RGB
指针增一
是显示板
的第一行吗？
是
否
结束
增二行，使子
象素指针初始化

图26

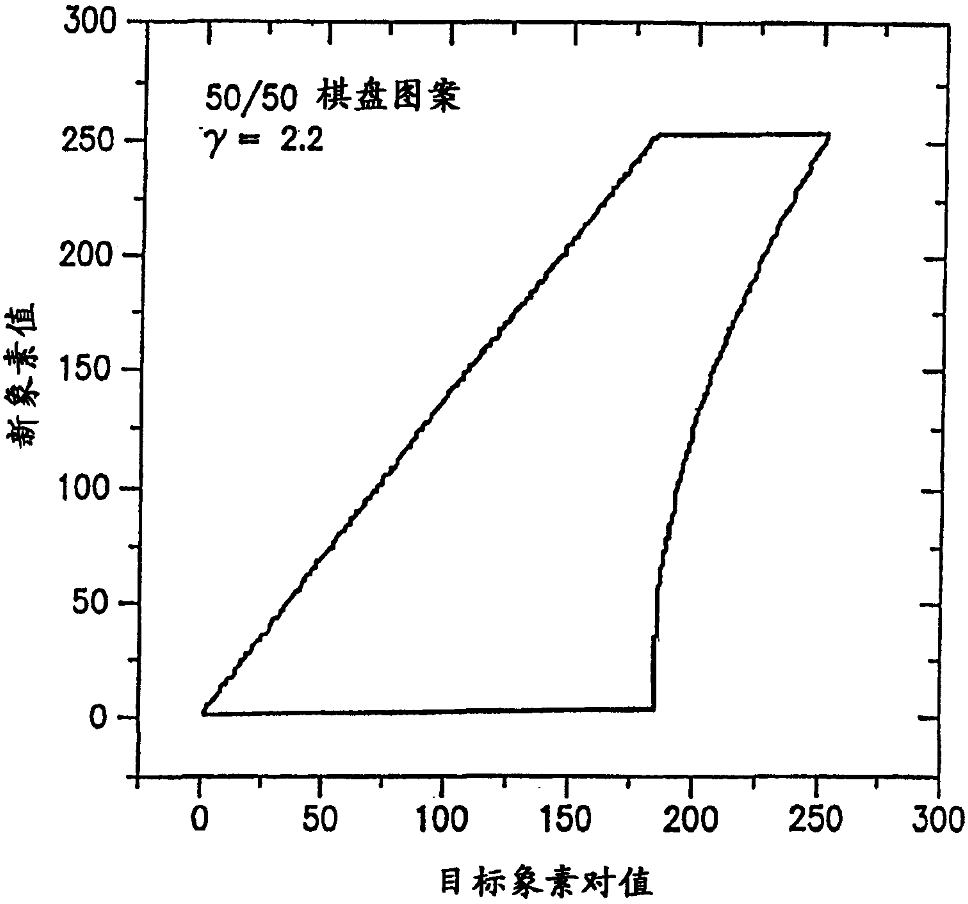

50/50 棋盘图案
γ= 2.2
300
250
200
150
100
50
0
新象素值
0
50
100
150
200
250
300
目标象素对值

图27

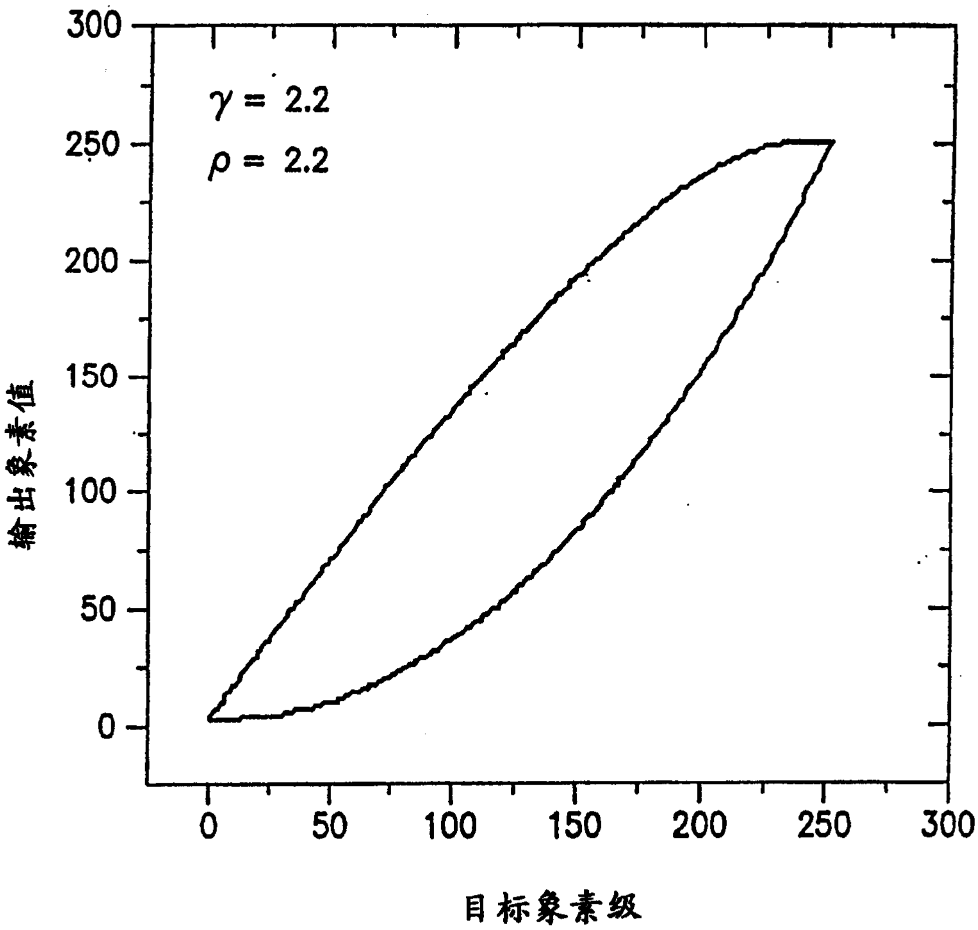
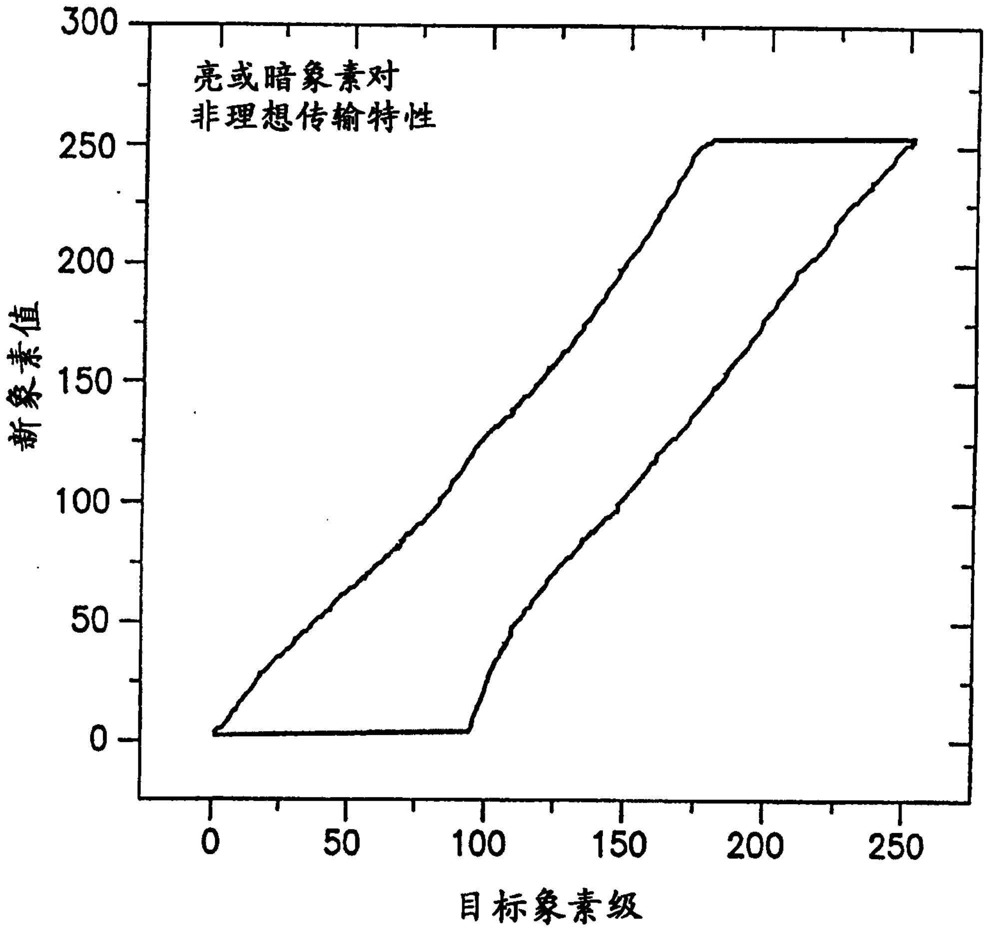

γ = 2.2
ρ = 2.2
300
250
200
150
100
50
0
0
50
100
150
200
250
300
输出象素值
目标象素级

图28



亮或暗象素对
非理想传输特性
新象素值
目标象素级
300
250
200
150
100
50
0
0
50
100
150
200
250

图29

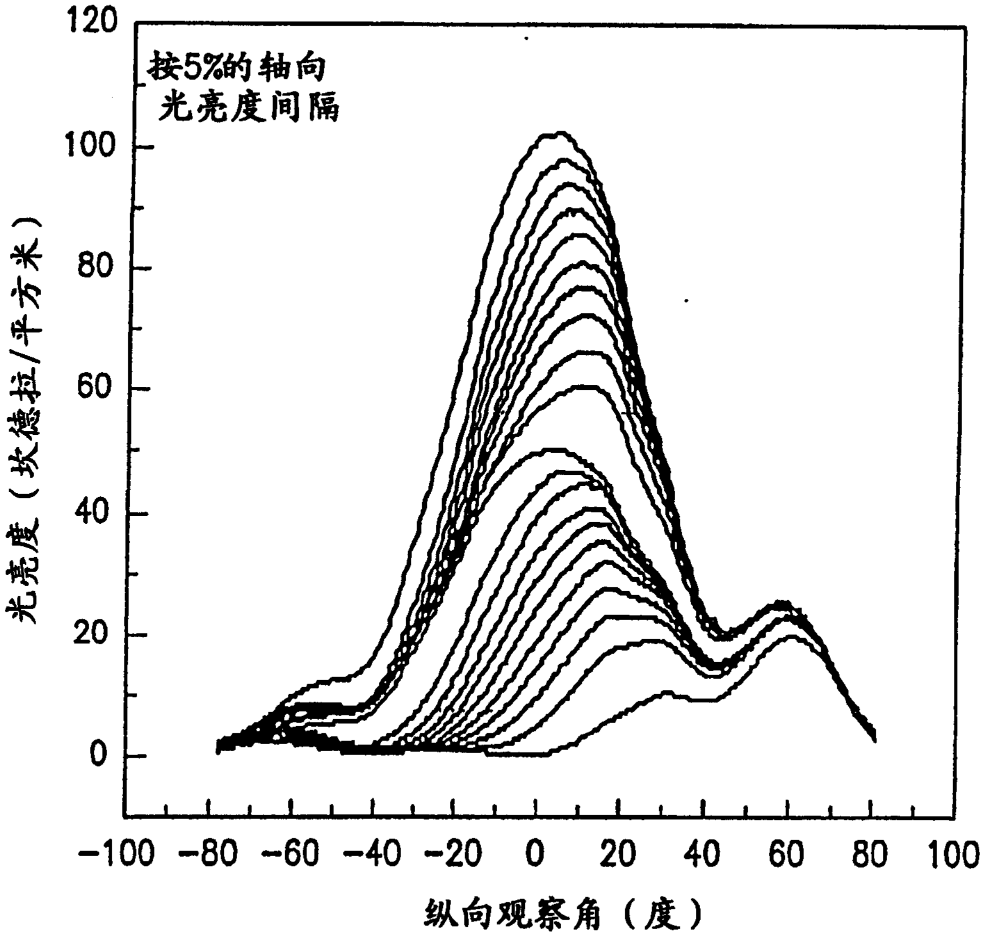

按5%的轴向
光亮度间隔
120
100
80
60
40
20
0
光亮度（坎德拉/平方米）
−100 −80 −60 −40 −20 0 20 40 60 80 100
纵向观察角（度）

图30

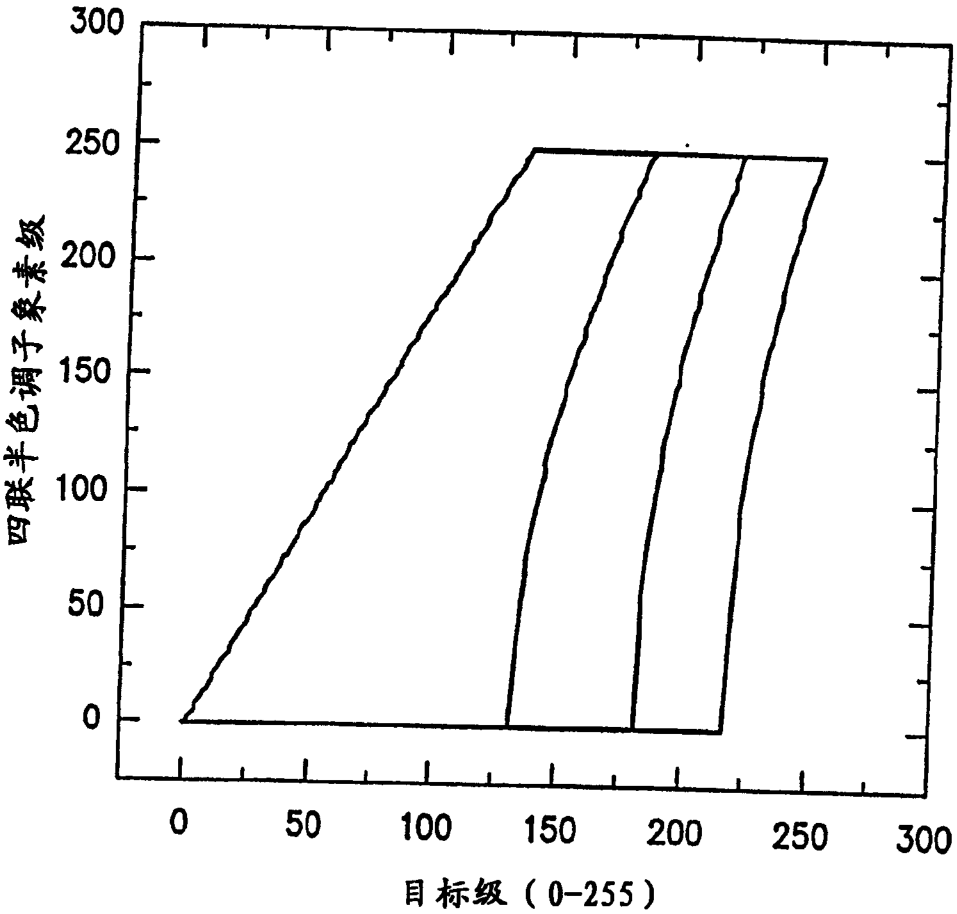

300
250
200
150
100
50
0
四联半色调子象素级
0
50
100
150
200
250
300
目标级（0-255）

图31

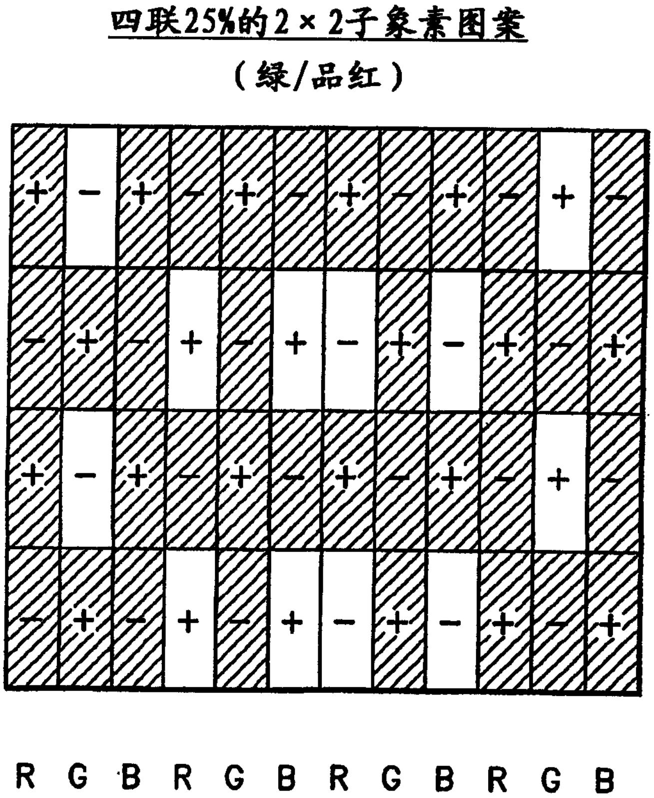


图32

四联75%的2×2子象素图案

（绿/品红）

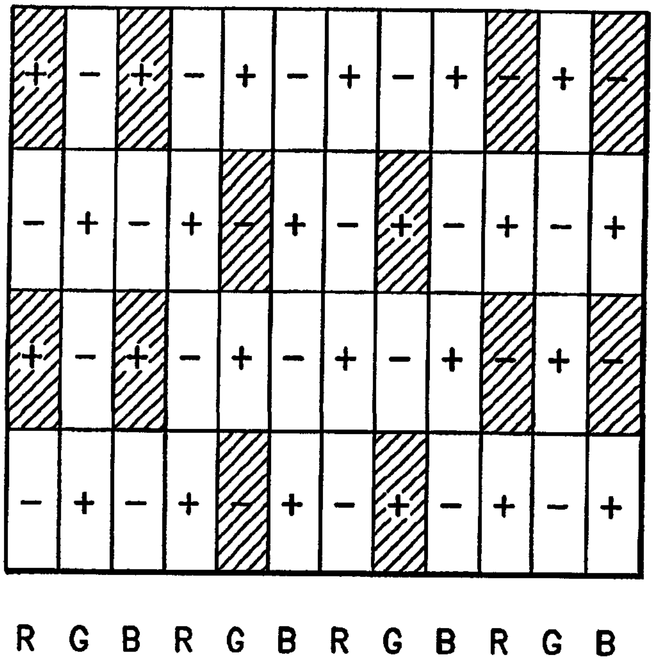


图33

四联25%的4×2双子象素图案

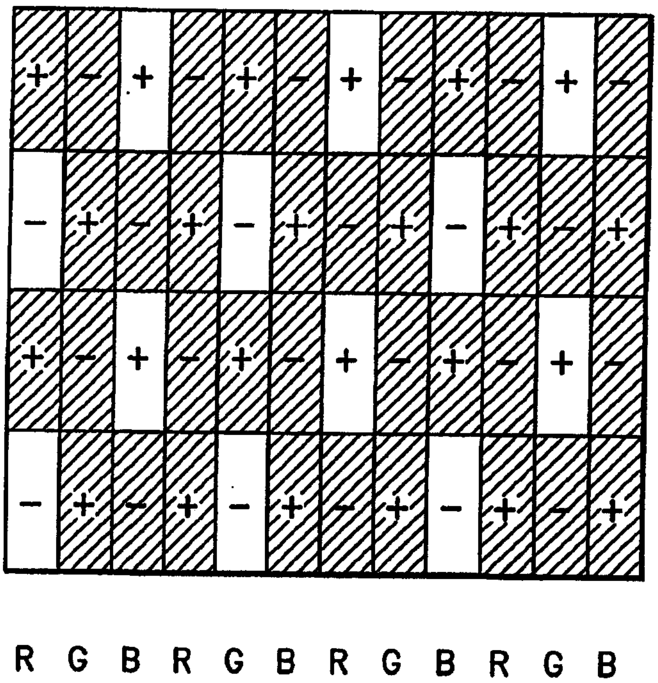
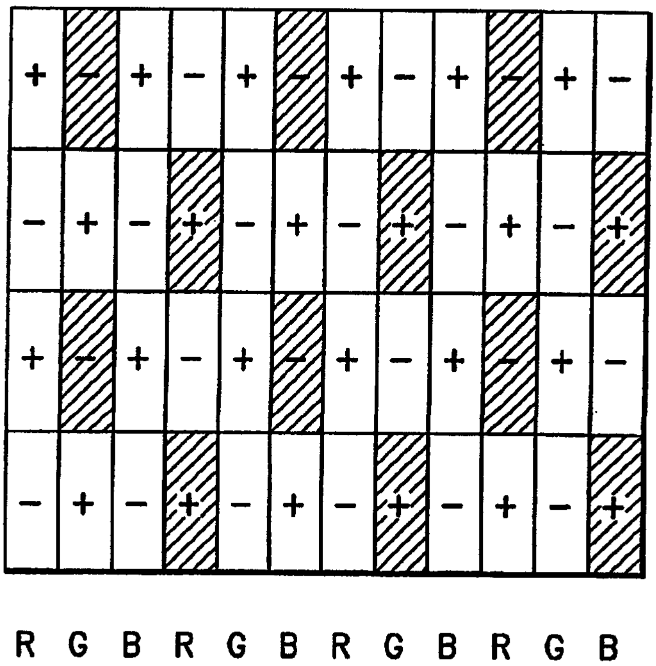


图34

四联75%的4×2双子象素图案



专利名称(译)	基于液晶显示器中子象素的光亮度特性调节子象素的亮度值		
公开(公告)号	CN1488124A	公开(公告)日	2004-04-07
申请号	CN01822295.1	申请日	2001-12-20
[标]申请(专利权)人(译)	国际商业机器公司		
申请(专利权)人(译)	国际商业机器公司		
当前申请(专利权)人(译)	国际商业机器公司		
[标]发明人	保罗F格利伊尔 肯尼思C霍 理查德I考夫曼 史蒂文E米尔曼 格里哈德R汤普森 史蒂文L赖特 沙伊W吴		
发明人	保罗· F· 格利伊尔 肯尼思· C· 霍 理查德· I· 考夫曼 史蒂文· E· 米尔曼 格里哈德· R· 汤普森 史蒂文· L· 赖特 沙伊· W· 吴		
IPC分类号	G02F1/133 G09G3/20 G09G3/36 G09G5/00 G06T15/00		
CPC分类号	G09G2300/0443 G09G5/006 G09G2320/028 G09G3/3611 G09G3/2051 G09G3/3614 G09G2300/0447 G09G2320/0276		
代理人(译)	李德山		
优先权	09/771323 2001-01-26 US		
其他公开文献	CN1258162C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

减少图像中具有中间色调光亮度的子象素数，改善液晶显示器(LCD)(112)的观察角特性。在优选实施例中，第一表格的条目将LCD中至少一个观察角方向上的子象素亮度值和子象素光亮度值关联起来。第二表格将目标亮度值与高于和低于目标值的亮度值关联起来。根据第二表格来修正相邻子象素的亮度值，从而减少具有中间色调光亮度的子象素数。