

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G09G 3/36 (2006.01)

G09G 3/20 (2006.01)

G02F 1/133 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510109141.8

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100437734C

[22] 申请日 2005.10.18

[21] 申请号 200510109141.8

[30] 优先权

[32] 2004.12.29 [33] KR [31] 10-2004-0115740

[73] 专利权人 乐金显示有限公司

地址 韩国首尔

[72] 发明人 洪熙政 权耕准

[56] 参考文献

CN1405745A 2003.3.26

JP2004-302311A 2004.10.28

WO2005057541A1 2005.6.23

JP2002244615A 2002.8.30

US2005104841A1 2005.5.19

CN1345024A 2002.4.17

US2003151565A1 2003.8.14

US2005140640A1 2005.6.30

审查员 邓薇

[74] 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司

代理人 徐金国 祁建国

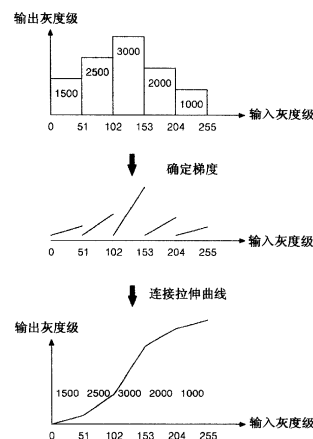
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 6 页

[54] 发明名称

液晶显示器件及其驱动方法

[57] 摘要

本发明涉及一种适用于提高图像质量以精细表达图像的液晶显示器件及其驱动方法。根据本发明实施方式的一种显示器件包括：用于计算输入图像的直方图的直方图计算器；以及数据拉伸曲线发生器，用于将直方图划分为 n 个灰度级区域，为各灰度级区域确定数据拉伸曲线，该数据拉伸曲线的梯度与为各灰度级区域累计的总像素数成比例，并且应用数据拉伸曲线对输入图像的数据进行调节，其中 n 是大于 2 的正整数，所述数据拉伸曲线发生器连接各灰度级区域的数据拉伸曲线，并且数据拉伸曲线发生器平移第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线，从而使得第 m 灰度级区域的数据拉伸曲线的终点连接到第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线的起点，其中 m 为从 1 到 $n-1$ 的整数。



1、一种显示器件，包括：

直方图计算器，用于为输入图像计算直方图；以及

数据拉伸曲线发生器，用于将直方图划分为 n 个灰度级区域，为各灰度级区域确定数据拉伸曲线，该数据拉伸曲线的梯度与为各灰度级区域计算出的总的像素数成比例，并且应用数据拉伸曲线对输入图像的数据进行调节，其中， n 是大于 2 的正整数，

其中，所述数据拉伸曲线发生器连接各灰度级区域的数据拉伸曲线，并且所述数据拉伸曲线发生器平移第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线，从而使得第 m 灰度级区域的数据拉伸曲线的终点连接到第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线的起点，其中 m 为从 1 到 $n-1$ 的整数。

2、根据权利要求 1 所述的显示器件，其特征在于，所述数据拉伸曲线的梯度限定在预置的最大梯度和最小梯度之间。

3、根据权利要求 2 所述的显示器件，其特征在于，所述最大梯度为 1.3 到 1.7，而所述最小梯度为从 0.55 到 0.95。

4. 根据权利要求 3 所述的显示器件，其特征在于，所述最大梯度为 1.5，而所述最小梯度为 0.75。

5、根据权利要求 1 所述的显示器件，其特征在于，还包括：

背光单元，用于向所述显示器件照射光；以及

背光控制单元，用于根据来自所述数据拉伸曲线发生器的控制信号控制所述背光单元；

其中，所述数据拉伸曲线发生器根据来自所述直方图计算器的计算数据产生控制信号。

6、一种液晶显示器件，包括：

液晶显示面板；

直方图计算器，用于为输入图像计算直方图；

数据拉伸曲线发生器，用于将直方图划分成 n 个灰度级区域，为各灰度级区域确定数据拉伸曲线，所述数据拉伸曲线的梯度与为各灰度级区域计算出的总的像素数成比例，并且应用数据拉伸曲线对输入图像的数据进行调节，其

中, n 为大于 2 的正整数;

数据驱动器, 将数据拉伸曲线发生器调节后的数据提供给液晶显示面板;
栅驱动器, 用于向液晶显示面板提供扫描脉冲; 以及

时序控制器, 用于将数据拉伸曲线发生器调节后的数据提供给数据驱动器, 并且控制数据驱动器和栅驱动器,

其中, 所述数据拉伸曲线发生器连接各灰度级区域的数据拉伸曲线, 并且所述数据拉伸曲线发生器平移第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线, 从而使得第 m 灰度级区域的数据拉伸曲线的终点连接到第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线的起点, 其中 m 为从 1 到 $n-1$ 的整数。

7、根据权利要求 6 所述的液晶显示器件, 其特征在于, 所述数据拉伸曲线发生器和时序控制器集成在一起。

8、根据权利要求 6 所述的液晶显示器件, 其特征在于, 还包括:

背光单元, 用于向所述液晶显示面板照射光; 以及

背光控制单元, 用于根据来自所述数据拉伸曲线发生器的控制信号控制所述背光单元;

其中, 所述数据拉伸曲线发生器根据来自所述直方图计算器的计算数据产生控制信号。

9、一种液晶显示器件的驱动方法, 包括步骤:

为输入数据计算直方图; 以及

将直方图划分为 n 个灰度级区域, 为各灰度级区域确定数据拉伸曲线, 所述数据拉伸曲线的梯度与各灰度级区域计算出的总的像素数成比例, 以及用数据拉伸曲线对输入图像的数据进行调节, 其中, n 为大于 2 的整数,

其中, 调节数据的步骤包括: 通过平移第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线, 从而使得第 m 灰度级区域的数据拉伸曲线的终点连接到第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线的起点, 由此连接各灰度级区域的数据拉伸曲线, 其中 m 为从 1 到 $n-1$ 的整数。

10、根据权利要求 9 所述的驱动方法, 其特征在于, 数据拉伸曲线的梯度限定在预置的最大梯度和最小梯度之间。

11、根据权利要求 10 所述的驱动方法, 其特征在于, 所述最大梯度为 1.3 到 1.7, 而所述最小梯度为从 0.55 到 0.95。

12、根据权利要求 11 所述的驱动方法,其特征在于,所述最大梯度为 1.5,而所述最小梯度为 0.75。

液晶显示器件及其驱动方法

本申请要求享有 2004 年 12 月 29 日在韩国递交的申请号为 P2004-115740 的申请的权益，在此引用其全部内容作为参考。

技术领域

本发明涉及一种液晶显示器件，特别是涉及一种适用于能够精细表达图像的液晶显示器件及其驱动方法。

背景技术

液晶显示器件根据视频信号控制液晶单元的透光率从而显示图像。

有源矩阵型液晶显示器件由于可以有源地驱动开关器件，因此具有可以实现运动图像的优点。薄膜晶体管主要用作有源矩阵型液晶显示器件的开关器件。

近来，液晶显示器件的应用从办公设备的显示器件和显示器扩展到电视。因此，液晶显示器件的制造已经主要投入到提高图像质量，使得液晶显示器件在图像质量方法可以仅次于现有的 CRT。作为其中一部分，已经提出了一种提高对比度和亮度的方法。

图 1 所示为现有技术的数据拉伸器件 (data stretching device)。

对照图 1，数据拉伸器件包括直方图分析部分 12，拉伸曲线选择部分 11 和 N 条数据拉伸曲线 13A 到 13N。

直方图分析部分 12 计算输入的数字视频数据 RGB (IN) 的直方图，即，按灰度级的频率分布函数，并将用户输入的 OSD 拉伸选择命令通过计算出的直方图结果或 OSD 提供给拉伸曲线选择部分 11。

拉伸曲线选择部分 11 根据来自 OSD 拉伸选择命令或直方图分析部分 12 的直方图结果，选择 N 条数据拉伸曲线 13A 到 13N 中的任意一条。

预置的彼此不同的拉伸曲线存储在数据拉伸曲线 13A 到 13N，并且由拉伸曲线选择部分 11 选择其中的任意一条。数据 RGB (IN) 按照拉伸曲线选择部

分 11 的选择出的拉伸曲线进行调节。各数据拉伸曲线 13A 到 13N 由存储在存储器中的查找表构成，并且采用来自拉伸曲线选择部分 11 的数据 RGB (IN) 作为地址输出与数据相对应的拉伸数据作为输出数据。

另一方面，在现有的数据拉伸器件中，图像质量可以根据图像变得更差，并且很难详细表示灰度级。

发明内容

因此，本发明涉及一种能够提高图像质量以精细表达图像的显示器件及其驱动方法。

为了实现这些和其它优点，根据本发明的一方面的一种显示器件包括：直方图计算器，用于计算输入图像的直方图；以及数据拉伸曲线发生器，用于将直方图划分为 n 个灰度级区域，为各灰度级区域确定数据拉伸曲线，该数据拉伸曲线的梯度与为各灰度级区域计算出的总的像素数成比例，并且应用数据拉伸曲线对输入图像的数据进行调节，其中， n 是大于 2 的正整数。

在显示器件中，数据拉伸曲线的梯度限定在预置的最大梯度和最小梯度之间。

在显示器件中，最大梯度为 1.3 到 1.7，而所述最小梯度为从 0.55 到 0.95。

在显示器件中，最大梯度为 1.5，而所述最小梯度为 0.75。

在显示器件中，数据拉伸曲线发生器连接各灰度级区域的数据拉伸曲线，其中所述数据拉伸曲线发生器平移第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线，从而使第 m 灰度级区域的数据拉伸曲线的终点连接到第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线的起点，其中 m 为从 1 到 $n-1$ 的整数。

在显示器件中，还包括用于向所述显示器件照射光的背光单元；以及用于根据来自所述数据拉伸曲线发生器的控制信号控制所述背光单元的背光控制单元，其中，所述数据拉伸曲线发生器根据来自所述直方图计算器的计算数据产生控制信号。

根据本发明另一方面的液晶显示器件包括液晶显示面板；直方图计算器，用于为输入图像计算直方图；数据拉伸曲线发生器，用于将直方图划分成 n 个灰度级区域，为各灰度级区域确定数据拉伸曲线，该数据拉伸曲线的梯度与为各灰度级区域计算出的总的像素数成比例，并且应用数据拉伸曲线对输入图

像的数据进行调节,其中, n 为大于2的正整数;数据驱动器,将数据拉伸曲线发生器调节后的数据提供给液晶显示面板;栅驱动器,用于向液晶显示面板提供扫描脉冲;以及时序控制器,用于将数据拉伸曲线发生器调节后的数据提供给数据驱动器,并且控制数据驱动器和栅驱动器。

在液晶显示器件中,所述数据拉伸曲线发生器和时序控制器可以集成在一起。

在液晶显示器件中,还包括用于向所述液晶显示面板照射光的背光单元;以及用于根据来自所述数据拉伸曲线发生器的控制信号控制所述背光单元的背光控制单元。

在液晶显示器件中,所述数据拉伸曲线发生器根据来自所述直方图计算器的计算数据产生控制信号。

根据本发明又一方面的液晶显示器件的驱动方法包括步骤:对输入数据计算直方图;以及将直方图划分为 n 个灰度级区域,为各灰度级区域确定数据拉伸曲线,所述数据拉伸曲线的梯度与为各灰度级区域计算出的总的像素数成比例,以及用数据拉伸曲线对输入图像的数据进行调节,其中, n 为大于2的整数。

调节数据的步骤包括:通过平移第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线,使得第 m 灰度级区域的数据拉伸曲线的终点连接到第 $m+1$ 灰度级区域的数据拉伸曲线的起点来连接各灰度级区域的数据拉伸曲线,其中 m 为从1到 $n-1$ 的整数。

附图说明

参照附图通过下面对本发明实施方式的详细描述可以使本发明的这些目的和其它目的变得清晰,其中:

图1所示为现有技术的数据拉伸器件的框图;

图2所示为根据本发明一实施方式的液晶显示器件的框图;

图3所示为图2中所示数据拉伸部分的详细框图;

图4所示为数据拉伸曲线的梯度图;

图5所示为分辨率为 100×100 的液晶显示面板的图;

图6所示为根据本发明的数据拉伸实施例的图;以及

图7所示为根据本发明的数据拉伸的另一实施例的图。

具体实施方式

现在要详细说明本发明的最佳实施方式, 所述实施方式的实施例示于附图中。

以下, 将参照图 2 至图 7 详细描述本发明的优选实施方式。

参照图 2, 根据本发明的液晶显示器包括液晶显示面板 27, 在该液晶显示面板 27 中数据线 25 和栅线 26 交叉并且驱动液晶单元的 TFT 位于交叉处; 用于向液晶显示面板 27 的数据线提供数据的数据驱动器 23; 用于向液晶显示器件 27 的栅线 26 提供扫描脉冲的栅驱动器 24; 为输入数据图像计算直方图的数据拉伸部分 22, 数据拉伸部分 22 在将直方图划分为 n (其中, n 是大于 2 的正整数) 个区域时, 为各区域执行对应于总像素数的数据拉伸; 背光控制器 28, 用于控制根据数据的直方图分析结果控制背光 29 的亮度; 以及时序控制器 21, 用于向数据驱动器 23 提供拉伸后的数字视频数据 $R' G' B'$ 并且控制数据驱动器 23 和栅驱动器 24。

在液晶显示面板 27 中, 液晶注入到两玻璃基板之间, 并且数据线 25 和栅线在下基板上彼此重直交叉形成。位于数据线和栅线交叉处的 TFT 响应来自栅线 26 的扫描脉冲将来自数据线 25 的数据提供给液晶单元 Clc 。为此, TFT 的栅极连接到栅线 26 而源极连接到数据线 25。并且, TFT 的漏极连接到液晶单元 Clc 的像素电极。此外, 形成存储电容 Cst 以维持下玻璃基板上液晶单元 Clc 的电压。存储电容 Cst 位于液晶单元 Clc 和前级栅线 26 之间或者形成在液晶单元 Clc 和单独的公共线之间。

背光 29 可以直下型背光或侧光型背光。发光二极管、冷阴极荧光灯 CCFL、外部电极荧光灯 EEFL 等可以用做背光 29 的光源。背光的光源具有能够按照由背光控制器 28 提供的驱动调光信号 $Sdimming$ 变化的亮度。

数据驱动器 23 包括用于暂存来自时序控制器 21 的拉伸后的数字视频数据 $R' G' B'$ 的寄存器; 用于响应来自移位寄存的时钟信号存储一条线上的数据并且同时输出一条线的存储后的数据的锁存器; 数/模转换器, 用于响应来自锁存器的数字数据值选择模拟正/负伽玛补偿电压; 多路复用器, 用于选择向其提供正/负伽玛补偿电压的数据线 25; 以及连接在多路复用器和数据线之间的输出缓冲器。数据驱动器 23 接收拉伸后的数字视频数据 $R' G' B'$, 并且

在时序控制器 21 的控制下与扫描脉冲同步地将数据 R' G' B' 提供液晶显示面板 27 的数据线 25。

栅驱动器 24 包括用于响应来自时序控制器 21 的栅控制信号 GDC 顺序产生扫描脉冲的移位寄存器；电平转换器，用于将扫描脉冲的摆幅宽度转换成适于驱动液晶单元 Clc 的适当的电平；以及输出缓冲器。栅驱动器 24 向栅线 26 提供扫描脉冲 26 以导通连接到栅线 26 的 TFT，从而选择向其施加数据像素电压，即模拟伽玛补偿电压的一条水平线上的液晶单元 Clc。由数据驱动器 23 产生的数据施加到被扫描脉冲选中的一条水平线上的液晶单元 Clc。

数据拉伸部分 22 为各屏计算直方图，即灰度级的像素分布。数据拉伸部分 22 为各预置区域选择其梯度与总像素数成比例增大的数据拉伸曲线。数据拉伸部分 22 将输入图像的数字视频数据调节到为各区域选择的数据拉伸曲线，从而扩展输入图像的动态范围和对比度。此外，数据拉伸部分 22 在直方图中像素数据数目小于最小关键值的区域选择预置最小梯度的数据拉伸曲线，而在直方图中像素数据数目大于最大关键值的区域选择预置最大梯度的数据拉伸曲线，从而能够在整个灰度范围内精细地灰度级表达。此外，数据拉伸部分 22 根据直方图产生用于控制背光亮度的控制信号，并且将控制信号提供给背光控制器 28。数据拉伸部分 22 可以嵌入到时序控制器 21 中。

背光控制器 28 包括多个利用电流或电压产生背光驱动电源的逆变器。背光控制器 28 响应来自数据拉伸部分 22 的控制信号控制逆变器的输出从而向背光 29 提供驱动调光信号 Sdimming，该调光信号在亮的图像中增加背光 29 的亮度，而在相对暗的图像中减小背光 29 的亮度。背光控制器 28 将一个屏幕划分成多个块，从而对于各块的光源可以根据对于各块图像的直方图分析结果按块控制背光的亮度。

图 3 所示为数据拉伸部分 22 的详细图。

参照图 3，数据拉伸部分 22 包括直方图计算器 31 和数据拉伸曲线产生器 32。

直方图计算器 31 为各屏的输入图像计算直方图并且将计算出的直方图提供数据拉伸曲线产生器 32 和背光控制器 28。

数据拉伸曲线产生器 32 将直方图划分为 n 个部分并且产生一梯度的数据拉伸曲线，该梯度与各划分后的灰度区域中总的像素数据数目成比例。这里，

如图 4 所示, 数据拉伸曲线的梯度为“输出灰度级 (y) / 输入灰度级 ($x1$)”, 并随着包括在各灰度级区域中的像素数据数目变大梯度变大以增加相应灰度级的表现力。各灰度级区域中的数据拉伸曲线的梯度限定在预置最小梯度 S_{min} 和预置最大梯度 S_{max} 之间。根据实验结果, 适用于最小灰度级表达的最小梯度 S_{min} 为从 0.55 到 0.95 的范围, 优选地为 0.75, 而最大梯度 S_{max} 为从 1.3 到 1.7 的范围, 优选地为 1.5。此外, 数据拉伸曲线产生器 32 连接到在直方图中划分的 n 个灰度级区域的每个所确定的数据拉伸曲线。连接方法为通过平移第 $m+1$ 个灰度级区域的数据拉伸曲线使第 m (其中, m 为小于 n 的整数) 个灰度级区域中所确定的数据拉伸曲线的终点连接到第 $(m+1)$ 个灰度级区域中所确定的数据拉伸曲线的起点。

如果确定了在直方图中所划分的各灰度级区域的数据拉伸曲线, 数据拉伸曲线产生器 32 通过将输入数字视频数据 GRB 映射到按上述方法在所有灰度级中确定的数据拉伸曲线上产生调节后的数据 $R' G' B'$, 并且将调节后的数据 $R' G' B'$ 提供给时序控制器 21。

下面结合图 5 和图 7 说明根据本发明的数据拉伸的实施例。

如图 5, 假设按 8 位数据显示 256 灰度级的图像的液晶显示面板的分辨率是 100×100 , 并且直方图被划分为 5 个灰度区域, 一屏的像素数据的数目为 10000。

如果对于输入到液晶显示面板的图像的一帧数据在直方图中各灰度区中计算出的累计像素数据数目的结果为图 6 中的上图。如图 6, 如果 1500 个像素数据位于 0~51 的第一灰度级区中, 2500 个像素数据位于 52~102 的第二灰度级区中, 3000 个像素数据位于 103~153 的第三灰度级区中, 2000 个像素数据位于 154~204 的第四灰度级区中, 1000 个像素数据位于 205~255 的第五灰度级区中, 数据拉伸部分 22 为了增加像素数据数目最大的第三灰度级区域中的灰度表达范围, 使数据拉伸曲线的梯度为下面最大梯度 S_{max} 。

数据拉伸部分 22 按照第三灰度区域、第二灰度区域、第四灰度区域、第一灰度区域和第五灰度区域的顺序与各灰度区域中累计的总像素数据数目成比例的确定数据拉伸曲线的梯度, 并且为整个灰度级范围完成数据拉伸曲线, 如图 6 中的下图, 即, 通过将前一灰度级区域的数据拉伸曲线的终点作为下一灰度级区域的数据拉伸曲线的起点完成 256 个灰度级。而且, 数据拉伸部分

22 将输入图像映射到图 6 中的数据拉伸曲线以调节数据并且将调节后的数据 $R'G'B'$ 提供给时序控制器 21。

图 7 表示数据集中在特定灰度级范围内的图像的直方图以及根据直方图计算结果选择出的数据拉伸曲线。

参照图 7，如上图所示，对于输入到图 5 中的液晶显示面板的图像的每帧数据的直方图计算结果，如果一屏总共 10000 个像素数据都位于 103~153 的第三灰度级区域，而在其它灰度级区域中不存在像素数据，那么如上图所示，数据拉伸部分 22 在像素数据数目最多的第三灰度级区域中将数据拉伸曲线的梯度设置为最大梯度 S_{max} 以增加灰度级表达范围，而在其它灰度级区域中将数据拉伸曲线的梯度设置为最小梯度 S_{min} ，但前一灰度级区域的数据拉伸曲线的终点连接到下一灰度级区域的数据拉伸曲线的起点。并且，数据拉伸部分 22 将输入图像映射到图 7 中的数据拉伸曲线以调节数据并且将调节后的数据 $R'G'B'$ 提供到时序控制器 21。

根据本发明的数据拉伸部分以及数据拉伸方法也可以用于其它显示器件，例如，等离子（PDP）显示器件、有机电致发光（OLED）显示器件和场发射（FED）显示器件等。

如上所述，根据本发明的液晶显示器件及其驱动方法设置数据拉伸曲线的最小梯度和最大梯度，并且设置直方图被划分成多个灰度级区域以确定数据拉伸曲线的梯度，以与各灰度级区域中累计的总像素数目成比例地调节数据，从而能够在任意图像中精确的灰度级表达。具体地说，根据本发明的液晶显示器件及其驱动方法根据图像的直方图分析结果调节数据并且通过优化数据拉伸曲线解决了当控制背光亮度时由于背光整个亮度增加使得图像不能精确表达的问题。

虽然通过上述附图中所示的实施方式说明了本发明，但是可以理解，对于熟悉本领域的普通技术人员来说，本发明并不限于这些实施方式，而是在不脱离本发明精神的情况下可以具有各种变型和改进。因而，本发明的范围仅有附权利要求书及其等效物所确定。

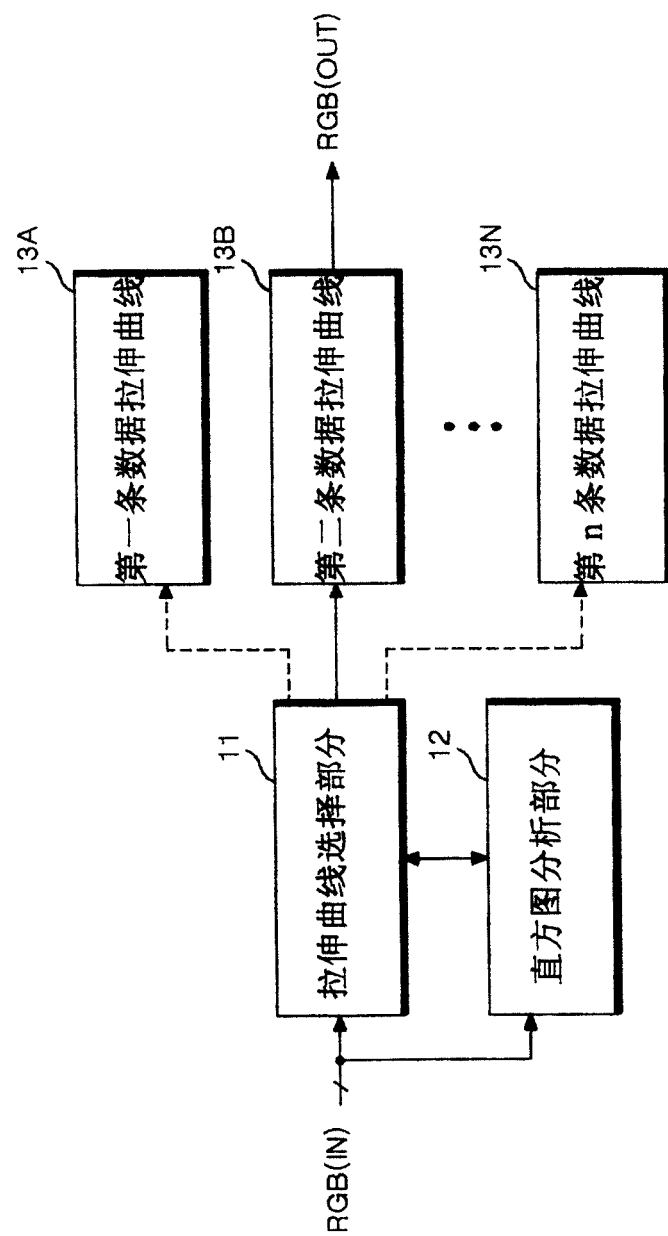


图 1

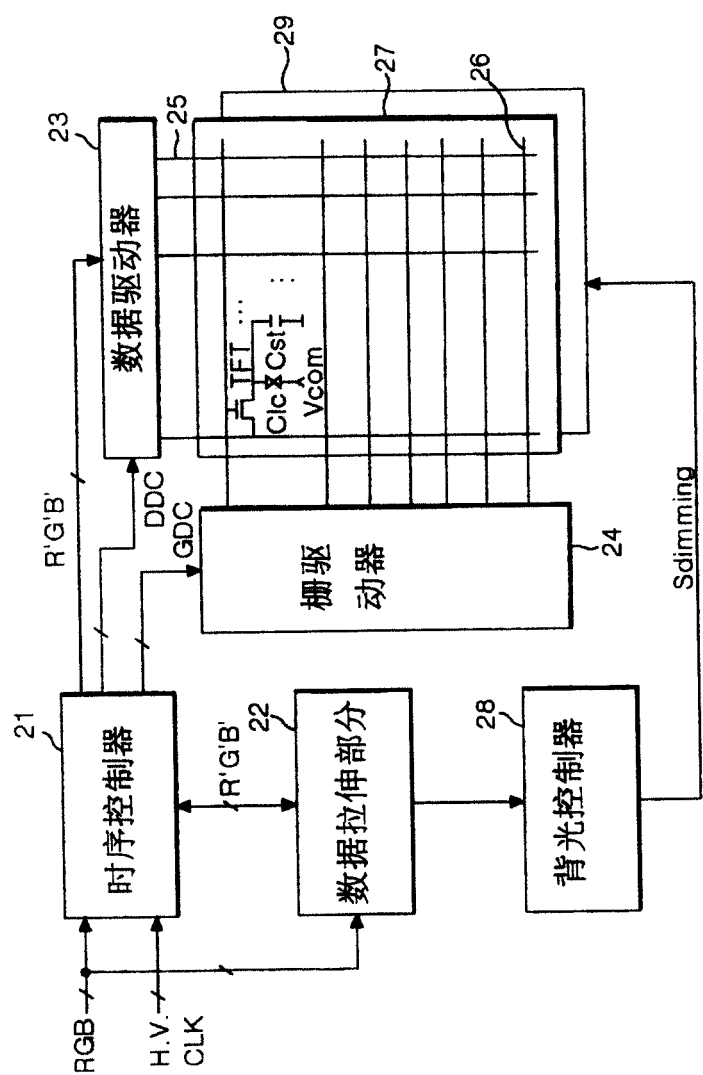


图 2

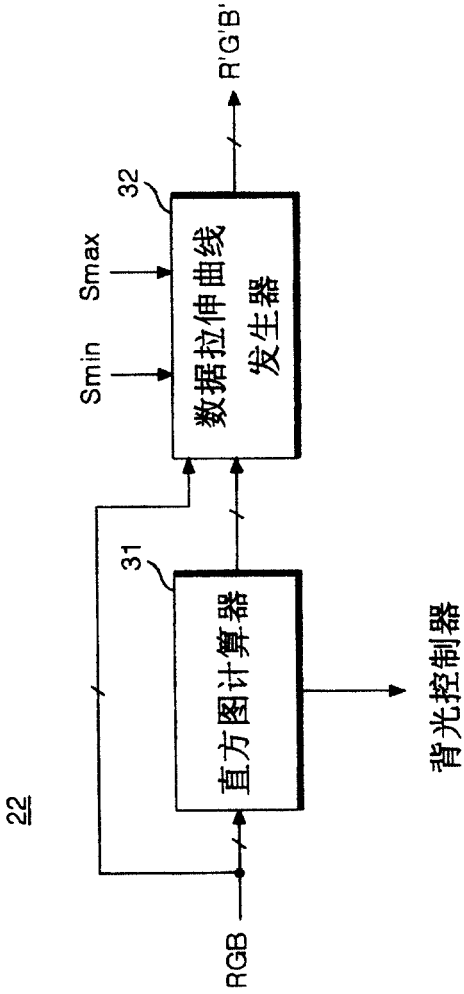


图 3

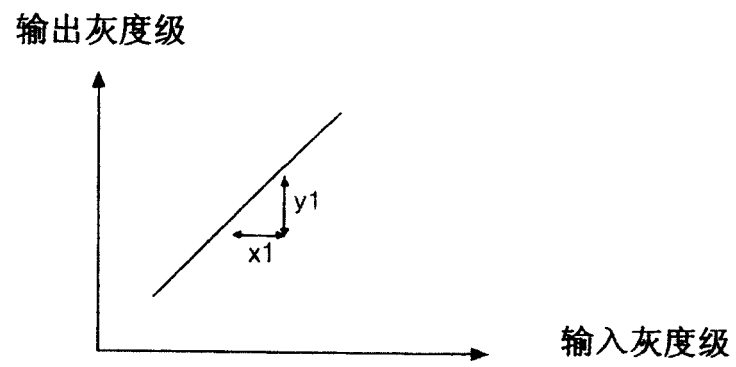


图 4

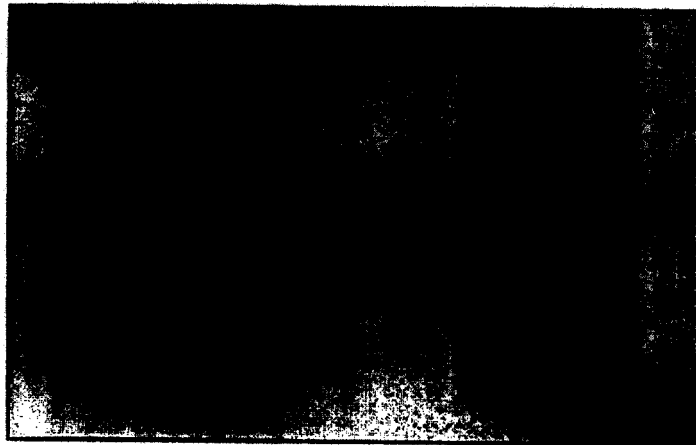


图 5

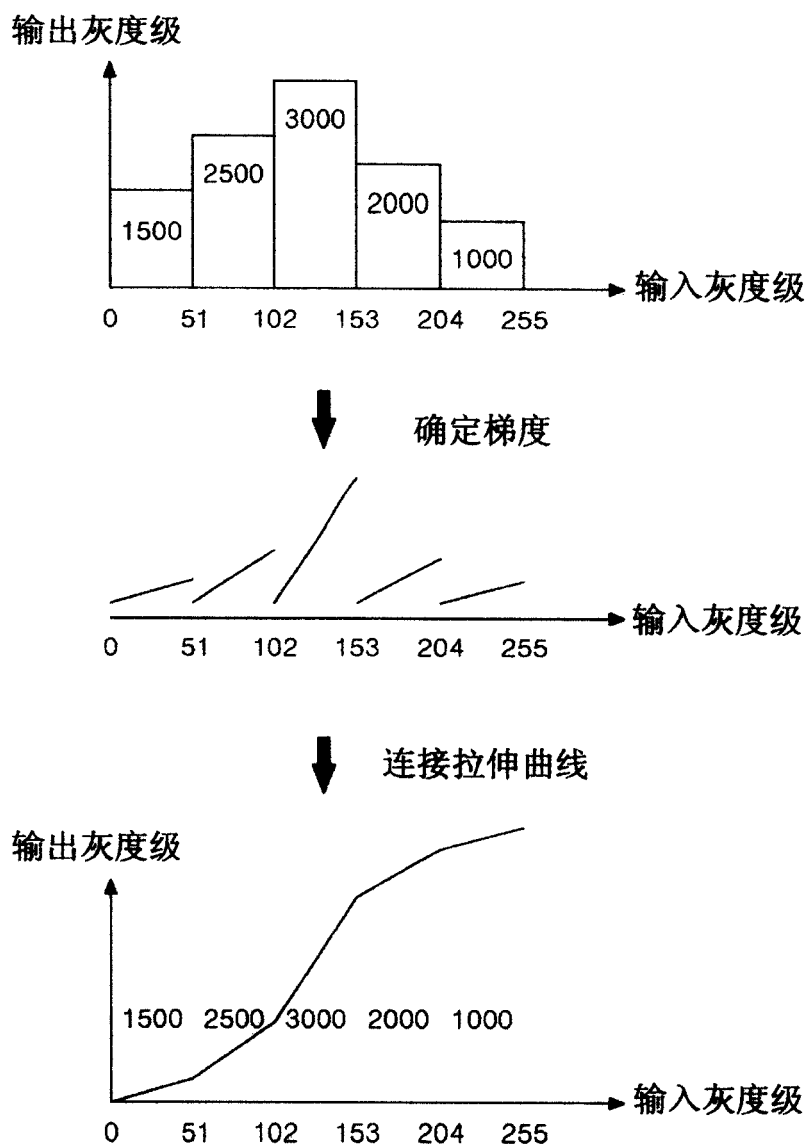


图 6

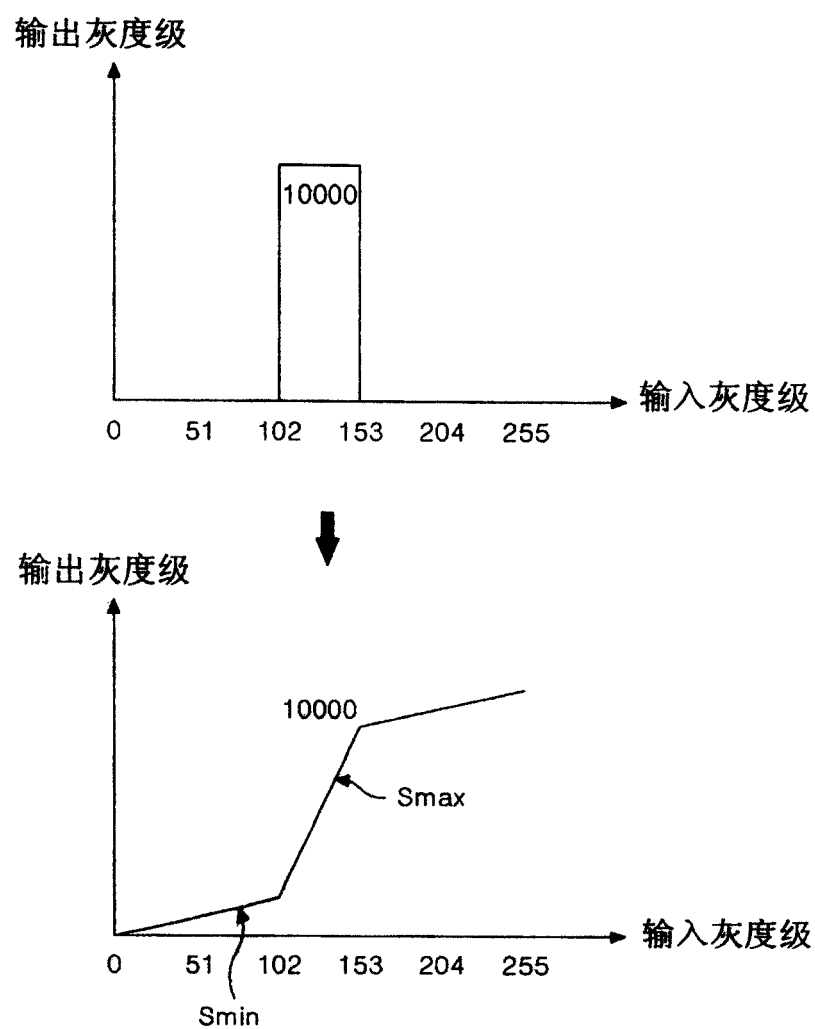


图 7

专利名称(译)	液晶显示器件及其驱动方法		
公开(公告)号	CN100437734C	公开(公告)日	2008-11-26
申请号	CN200510109141.8	申请日	2005-10-18
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG.菲利浦LCD株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
[标]发明人	洪熙政 权耕准		
发明人	洪熙政 权耕准		
IPC分类号	G09G3/36 G09G3/20 G02F1/133		
CPC分类号	G09G3/3648 G09G2320/066 G09G2360/16 G09G3/3406 G09G2320/0646 G09G2320/0271		
代理人(译)	徐金国		
审查员(译)	邓薇		
优先权	1020040115740 2004-12-29 KR		
其他公开文献	CN1797533A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种适用于提高图像质量以精细表达图像的液晶显示器件及其驱动方法。根据本发明实施方式的一种显示器件包括：用于计算输入图像的直方图的直方图计算器；以及数据拉伸曲线发生器，用于将直方图划分为n个灰度级区域，为各灰度级区域确定数据拉伸曲线，该数据拉伸曲线的梯度与为各灰度级区域累计的总像素数成比例，并且应用数据拉伸曲线对输入图像的数据进行调节，其中n是大于2的正整数，所述数据拉伸曲线发生器连接各灰度级区域的数据拉伸曲线，并且数据拉伸曲线发生器平移第m+1灰度级区域的数据拉伸曲线，从而使得第m灰度级区域的数据拉伸曲线的终点连接到第m+1灰度级区域的数据拉伸曲线的起点，其中m为从1到n-1的整数。

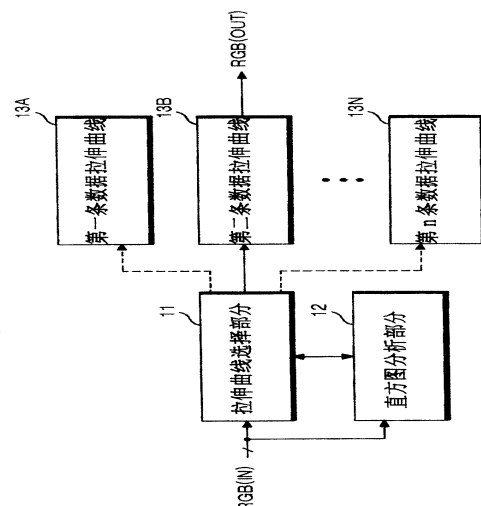


图 1