



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03812038.0

[43] 公开日 2005 年 8 月 17 日

[11] 公开号 CN 1656529A

[22] 申请日 2003.4.29 [21] 申请号 03812038.0

[30] 优先权

[32] 2002.5.27 [33] EP [31] 02077065.7

[86] 国际申请 PCT/IB2003/001871 2003.4.29

[87] 国际公布 WO2003/100756 英 2003.12.4

[85] 进入国家阶段日期 2004.11.26

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 G·J·赫克斯特拉

M·A·科洛姆彭豪维

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

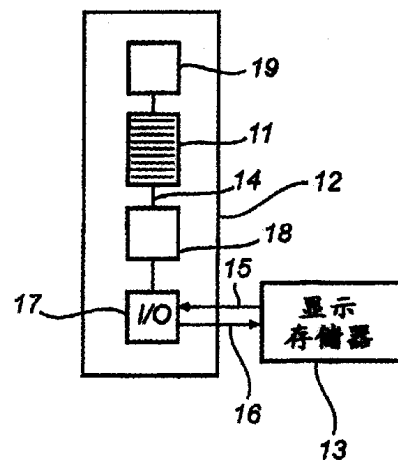
代理人 邹光新 王 勇

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 6 页

[54] 发明名称 像素故障掩蔽

[57] 摘要

一种在显示器中用于掩蔽故障子像素的方法，该显示器具有由多个子像素形成的多个像素，其中在所述显示器中至少一个像素是有故障的，并且该像素包括至少一个有缺陷的子像素。该方法包括：对于每一故障像素获得(S2)一组(15)子像素值(2、3、4)，以产生所述像素的理想感觉特征；和确定(S3)一组(16)修改的子像素值(2'、3'、4')，以产生所述像素修改后的感觉特征。该一组修改的子像素值是基于关于该子像素缺陷的信息(14)的，从而能够在显示器中实施，并且选择该值能够减少用户察觉到的误差。然后在显示器中实施(S4)该修改值。该显示器的类型优选是每一像素包括分别发射原色的一组原色子像素，和发射附加颜色的至少一个附加冗余子像素，诸如 RGBW 显示器。



1. 一种在显示器中用于掩蔽故障子像素的方法，该显示器具有由多个子像素形成的多个像素，其中在所述显示器中的至少一个像素是有故障，并且该像素包括至少一个有缺陷的子像素，所述方法的特征在于：
 - 5 对于每一个故障像素，获得所述缺陷子像素的信息；
 - 获得一组子像素值，以产生所述像素的理想感觉特征；
 - 确定一组修改的子像素值，以产生所述像素修改后的感觉特征，所述一组修改的子像素值是基于所述信息，以使其能够在显示器中实施，
 - 10 选择所述一组修改的子像素值，以减少用户由于所述理想感觉特征与所述修改的感觉特征之间的差别而察觉到的误差；和
 - 在显示器中实施所述修改的一组子像素值。
2. 根据权利要求1的方法，其中从存储每一故障像素的位置和细节的预定列表中获得所述信息。
- 15 3. 根据权利要求1或2的方法，进一步包括自动检测子像素缺陷。
4. 根据权利要求1-3的方法，其中从显示存储器中获得所述一组子像素值，并且将所述修改的一组子像素值返回到所述存储器。
5. 根据前述任一权利要求的方法，其中所述确定包括解算约束最小二乘方型的逼近问题。
- 20 6. 根据前述任一权利要求的方法，其中每一像素包括分别发射原色的一组原色子像素，和分别发射附加颜色的至少一个附加子像素。
7. 根据权利要求6的方法，其中所述附加子像素被多个像素共用。
8. 根据前述任一权利要求的方法，其中所述一组子像素值和所述一组修改的子像素值的每一个都包括与所述缺陷子像素相邻的子像素的
- 25 值。
9. 根据权利要求8的方法，其中所述一组子像素值包括像素的原色子像素的值。
10. 根据权利要求8的方法，其中所述一组修改后的子像素的值也包括该像素的任何附加子像素的值。
- 30 11. 根据前述任一权利要求的方法，进一步包括通过误差扩散补偿故障像素。
12. 根据前述任一权利要求的方法，其中该显示器是矩阵类型的。

13. 一种用于显示器的控制单元，该显示器具有由多个子像素形成的多个像素，其中在所述显示器中至少一个像素是有故障的，并且该像素包括至少一个有缺陷的子像素，

其特征在于：

5 装置，用于对每一故障像素获得所述缺陷子像素的信息；

 装置，用于获得一组子像素值，以产生所述故障像素的理想感觉特征；

 装置，用于确定一组修改的子像素值，以产生所述故障像素的实际感觉特征，所述一组修改的子像素值是基于所述信息，以使其能够在显示器中实施，所述一组修改的子像素值使得能够减少用户由于所述理想感觉特征与所述实际视觉特征之间的差别而察觉到的误差；和

 装置，用于在显示器中实施所述修改的一组子像素值。

14. 根据权利要求 13 的用于显示器的控制单元，进一步包括用于存储关于子像素缺陷的信息的存储器。

15 15. 根据权利要求 13 或 14 的用于显示器的控制单元，进一步包括用于自动检测子像素缺陷的装置。

16. 根据权利要求 13 - 15 的控制单元，所述控制单元用于控制显示器，其中每一像素包括分别发射原色的一组原色子像素，和分别发射附加颜色的至少一个附加子像素。

20 17. 根据权利要求 16 的控制单元，其中所述附加子像素被读个像素共用。

18. 一种显示器装置，包括根据权利要求 13 - 17 中的任一个的控制单元。

19. 根据权利要求 18 的显示器装置，所述装置是矩阵类型。

像素故障掩蔽

本发明涉及一种在具有由多个子像素形成的多个像素的显示器中进行像素故障掩蔽。本发明的方面包括方法、控制单元、显示装置。

在常规的显示系统中，一个像素通常由多个子像素组成，一般是三原色红、绿和蓝（RGB）。将每一原色进行适当水平的混合就可以得到所想要颜色和强度的像素。最近显示器除了使用原色之外，另外还使用冗余子像素，诸如白子像素（GRBW）。冗余子像素可以用来增强显示器的亮度，而且优选的一点也不会改变色度。在 W00137249 中描述了这样一个范例，其全部在这里引做参考。

当生产显示器的时候，诸如液晶显示器，确定单元成本的一个重要因素是成品率，即每一个功能显示单元所产生的缺陷显示的数目。如果一个显示器包含故障像素，即由于某种原因不能适当工作的像素，那么它就是有缺陷的，这典型的是由缺陷子像素引起的。

一般对于特定种类的显示器，一定数目的故障像素是可以接受的，并且当显示器的故障像素的数目超过这一数目就成了残次品。然而，即使一个故障子像素也很让人愤怒，特别是一旦它成为斑点。

如果完全有可能消除故障像素的出现，那么其成本非常高。而且，生产完美显示器的难度与像素的数目和显示器的大小相关，并且这种故障像素的问题从而有可能随着分辨率和面板大小的增加而增加。

因此，最好是能对这种故障像素的效果进行掩蔽，从而减少它们成为斑点的风险。这也会使得每显示器可接受的故障像素的数目增加，并且从而减少残次品显示器的数目。这就增加了成品率，并且产生许多方面的好处：可以销售的显示器更多，在生产过程中浪费的材料更少，并且降低了每个显示器的生产成本。

在相机系统中，早已存在故障掩蔽，并且其已经实施应用于在商用芯片中。根据该技术，使用缺陷子像素周围的子像素来计算其预期值，从而掩蔽该故障。然而该技术不适用于显示器。

另一种方式是误差扩散，即将接近某个值的误差分布在一组相邻像素上。这自身对故障掩蔽并不是一种适合的技术，这是由于要分布的误差通常太大，例如在零级的子像素暂留。事实上，由于出现在扩散中的

锐化效果，故障显露的可见性会增加。因此迄今为止，对于缺陷子像素的掩蔽还没有有效的技术。

本发明的一个目的是提供一种在显示器中对故障像素的适当掩蔽。

另一目的是提供用户所观察到的满意质量的显示图像特征。

5 根据本发明的第一方面，通过根据权利要求1的前序部分的方法可以实现这些目标，其进一步包括：对于每一故障像素，获得所述缺陷子像素的信息；获得一组子像素值，以产生所述像素的理想感觉特征；确定一组修改的子像素值，以产生所述像素修改后的感觉特征，所述一组修改的子像素值是基于所述信息的，使其能够在显示器中实施，所述一
10 组（16）修改的子像素值使得能够减少用户由于所述理想感觉特征与所述修改的感觉特征之间差别而察觉到的误差；和在显示器中实施所述修改的一组子像素值。

考虑到子像素缺陷，为了最小化用户所觉察的误差，重新运算该组子像素值得到修改的一组子像素值。典型的感覺特征包括亮度（白度）
15 和色度（颜色）。

重要的是要认识到这并不就一定意味着根据绝对子像素值的误差最小化了。将根据绝对子像素值的误差最小化就会将色度误差最小化，而不会考虑亮度。为了得到更小的感觉误差，需要做出调整，以更好的维持理想的亮度。

20 对于进行有效故障掩蔽的要求是预定的子像素值可以向上和向下调整，以得到实际的子像素值。在所有的子像素都用于普通操作的情况下，优选的保留了这些子像素的某些剩余容量，以使得能够根据本发明优化故障掩蔽。

通过这种方法，子像素缺陷实际上变得对人类的视觉系统并不可
25 见，并且因此不再让人烦恼。通过允许显示器中更多的缺陷，可以大大的提高成品率，并具有上面所提到的优势。

考虑到故障像素的数目相比于全部像素的数目比较少，该方法的成本较低，即使是当所实施的方法计算复杂的时候。如果能够让故障掩蔽相对比较简单，那么相比于普通的像素处理，这种开销就极其低了。

30 可以从存储有每一故障像素的位置和细节的预定列表中获得关于故障像素的信息。有利的可以自动检测子像素缺陷作为该列表的替换或与

其组合。这就不需要在生产的时候存储关于缺陷的信息，并且也使得该故障掩蔽也可以适用于新出现的故障。这就最终使得可以提高随时间而出现缺陷的显示器（例如 PLED、但是也可以是 LCD）的使用寿命。

5 可以从显示存储器中获得一组子像素值，并可以将修改的一组子像素值返回该存储器。这就提供了一种有效的与常规显示驱动器接口的方式。

该确定可以包括解算约束最小二乘方（CLS）型的逼近问题。

10 该显示器的类型优选的是每一像素包括一组分别发射原色的原色子像素，和至少一个发射附加颜色的附加冗余子像素。选择原色，使得通过将它们按照适当的比率组合能够产生任何给定颜色。最常规的原色组合当然是红绿蓝（RGB）。可以选择附加颜色，使得能够包括来自每一原色的成分。上面提到的范例是白色（RGBW），但是也可以是其它颜色，诸如可以使用青色、品红色或者黄色。使用超过三个子像素的时候，有可能使用完全不同组的颜色，使得将多余的划分成原色和非原色。

15 冗余子像素可以被多个像素共用，例如被两个像素共用。这就减少了附加子像素的整体数目，使得显示器成本更低。

该组子像素值和该修改后的一组子像素值可以分别包括邻近所述缺陷子像素的子像素值。这些组优选与特定像素的子像素相关，但是如果有利，其也可以与子像素的其它相邻子像素相关。

20 原始组的子像素优选包括像素的原色子像素的值。由于只包括这些值，在冗余子像素类型的显示器中，通过附加强度可以保证一定的“净空（headroom）”，该附加强度可以通过激活附加冗余彩色子像素提供。修改的一组子像素然后也可以包括任何这种像素的冗余子像素的值。

25 注意到最大亮度（没有保留净空）与最大故障掩蔽性能（有效净空）之间存在折衷。在根据故障的数目和它们的应用（监视器、TV、视频、静止图片等）以及市场（专业人员或消费者）对所生产的显示器进行分级的情况下，这种折衷是非常有用的。在昂贵的、基本上没有故障的显示器中，不需要保留净空，而在不太贵的故障显示器中，需要保留净空，以允许根据本发明的故障掩蔽。

30 在所描述的方法中根据缺陷/净空的数目对显示器分级也可以用于非冗余显示器（例如常规的 RGB）。

该方法可以进一步包括通过误差扩散对故障像素进行补偿。但是对

于大的误差就不太有效，诸如在零级的子像素暂留，对于在根据上述方法的故障掩蔽之后剩余的小误差，使用误差扩散就比较有效了。这在如上所述的有限净空的情况下可能会特别有效。

5 根据本发明的方法优选在可以准确寻址子像素的显示器（矩阵显示器）中实施。这种显示器的范例有有源矩阵 LCD 和 PLED。

10 根据本发明的第二方面，使用具有由多个子像素形成的像素的显示器的控制单元可以实现上述目标，该控制单元包括：装置，用于对每一故障像素获得所述缺陷子像素的信息；装置，用于获得一组子像素值以产生所述故障像素的理想感觉特征；装置，用于确定一组修改的子像素值以产生所述故障像素的实际感觉特征，所述一组修改的子像素值基于关于所述子像素缺陷的信息，使其能够在显示器中实施，所述一组修改的子像素值使得能够减少用户由于所述理想感觉特征与所述实际视觉特征之间差别而察觉到的误差，从而能够减少用户觉察到的误差；和装置，用于在显示器中实施所述修改的一组子像素值。

15 该控制单元可以进一步包括存储器，用于存储关于子像素缺陷的信息。这就为确定装置确定修改的一组值提供了必须的信息。

可替换的，或与该存储器组合，该控制单元包括用于自动检测子像素缺陷的装置。具有了上述提到的更高的成品率，可以在面板测试（当前为人工的）之前将控制单元安装到该面板上。自检可以与这些驱动器中缺陷的积极检测相结合一起进行，使得在测试、维修和分级中实现更高的自动化。

20 该控制单元当然可以在显示装置中实施，并且这种装置作为本发明的第三方面考虑。

25 通过对下面当前优选实施例的描述以及参照附图可以更好的理解本发明的这些方面和其它方面。

图 1 所示为从具有冗余子像素的像素产生相同感觉特征的替换方法。

图 2 所示为根据本发明的实施例对缺陷子像素进行掩蔽。

30 图 3 为根据本发明实施例的与显示驱动器通信的控制单元的示意方框图。

图 4 为根据本发明第一实施例的方法的流程图。

图 5 为根据本发明第二实施例的方法的流程图。

图 6a-6b 所示为掩蔽之后余下的误差。

图 7 为根据本发明第三实施例的方法的流程图。

图 8 所示为共用相同冗余子像素的几个像素。

5 图 9a-9b 所示为几个可替换的相邻像素。

下面的描述涉及一种具有多个像素的显示器，其中每一像素由多个可单独寻址的子像素组成。这种显示器的范例有有源矩阵液晶显示器和 PLED 显示器。

10 进一步，优选的实施例涉及一种像素的子像素是冗余子像素的显示器，即可以发射除了所要求的原色之外的至少一种附加颜色。如上所述，RGBW 像素结构是这种冗余像素组的一个范例，其除了原色红绿蓝子像素之外另外还有白色子像素。

使用冗余子像素，有多种方式驱动单个子像素以获得相同的色度和亮度。如图 1 中的图形示出了这样一种范例，其中在该图的两侧都具有相同的颜色和亮度。左侧所示为红 2、绿 3、蓝 4 和白色 5 的子像素值的组 1。白色子像素 5 设为零。右侧所示为不同的红 2'、绿 3'、蓝 4' 和白
15 色 5' 的子像素值的组 6。在这种情况下，白色级别 5' 如下取得的：RGB 级别 2、3、4 中的最小值是绿色级别 3。然后从所有的 RGB 级别 2、3、4 中减去该绿色级别，如右图所示，结果就是将绿色子像素 3' 设为零。

20 通过这种方式，组 1 和 6 的像素值都产生相同的颜色和强度。注意到，在该范例中，如果绿色子像素已经成为缺陷（暂留（stuck-at-off）），其就已经被补偿了而不会引入任何误差。

参照图 2，所示为本发明的原理，其中相同的对象使用与图 1 中相同的附图标记。在这种情况下，像素是有缺陷的，并且更准确的说是蓝原
25 色的子像素产生暂留。因此，图 2 左侧所示的理想子像素值 2、3、4 的组不能够通过显示器面板实施。根据本发明，修改余下的子像素（这种情况下是红、绿和白）的强度值，以补偿缺少的蓝色成分，使得感觉误差最小，或者至少减少了感觉误差。

30 作为范例，这种误差最小化可以包括误差的整体亮度接近零，而误差的色度尽可能的接近白色。优选逼近亮度比逼近色度更好，这是因为已知人类的视觉系统（HVS）对亮度差更敏感，并且具有较低分辨率的色

度。

返回到图 2，右侧所示为修改后的子像素 2'、3'、4'、5'以及误差 7、8、9。如图中可见，白色子像素 5'已经被激活，并且对缺少的蓝色成分的大多数进行补偿。与此同时，在红色和绿色区域中也有白色子像素 5'的成分，并且必须减少这些子像素值。由于理想的蓝色值 3 超过了理想的绿色值 2，在绿色中、或在蓝色中、或在二者中都会出现误差。在所示的这种情
5 况下，在绿色 8 中引入了误差，并且在蓝色中也留下较小的误差 9。

如果要最小化子像素值中的绝对误差，可以修改红色，以避免在红色中出现误差。然而，由于感觉特征的原因，其是由要被最小化的子像素值产生的，在红色中也引入了误差 8，以将亮度误差最小化。
10

在下面通过算术方式描述了该常规问题。

$\vec{m}$ 是在 n 维线性空间中定义的理想像素值的矢量，诸如 CIE 1931 XYZ 颜色空间或 Lu^*v^* 亮度/色度空间。 $\vec{p}$ 是 k 个子像素值（归一化的、和独立的显示灰度）的矢量，并且 M 是 $n \times k$ 阶矩阵，以将 k 维子像素空间中的点转换到 n 维感觉空间。 M 中的第 j 列是感觉空间中的第 j 个子像素的位置。
15

逼近问题可以通过下面的矩阵形式表示：

$$\vec{m} = M \cdot \vec{p} + \vec{\varepsilon}$$

20 其中 $\vec{\varepsilon}$ 是在感觉空间中定义的逼近中的误差。该等式完整地写出如下：

$$\begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \vdots \\ m_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & \cdots & M_{1k} \\ M_{21} & M_{22} & & M_{2k} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ M_{n1} & M_{n2} & \cdots & M_{nk} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

该逼近的任何解都必须满足下列限制：

$$0 \leq p_i \leq 1, \quad i \in G$$

$$p_i = f_i, \quad i \in F$$

其中 G 和 F 分别是给定像素中功能 (G) 和故障 (F) 子像素的指数组。

25 每一故障原色可以在给定的固定级别 f_i 暂留。我们的目标是最小化逼近

误差 $\vec{\varepsilon}$ ，为此我们提出最小化 $\vec{\varepsilon}$ 的 L_2 模，其可以表示如下：

$$\min \sum_i (\varepsilon_i)^2.$$

- 可以对逼近误差进行加权，使得 $\sum (w_i \varepsilon_i)^2$ 最小化。这使得对感觉测量进行优先顺序排列，诸如亮度优先于色度。加权是通过将等式中的所有项左乘加权矩阵 W 进行的，其中 W 如下：

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & & & \\ & w_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & w_n \end{bmatrix}.$$

该加权的问题如下：

$$W \cdot \vec{m} = W \cdot M \cdot \vec{p} + W \cdot \vec{\varepsilon}$$

- 可以使得逼近误差中的加权 w_i 适合于缺陷附近的图像内容。例如，
10 可以分析故障像素的周围，以检测平滑或织纹亮度、平滑或织纹色度、或边缘。根据这些，可以采用加权对给定的环境将感觉误差最小化。

- 如上所述的整个问题约是约束最小二乘方 (CLS) 问题，其可以很容易通过已知的技术解决，例如使用与 MathWorks 公司发布的 Matlab 一起使用的 Optimization Toolbox。由于矩阵 M 的维数非常小（典型的 $k=4$
15 并且 $n=2$ ），该问题解算的复杂度相对较低。而且，由于矩阵 M 是已知的，并且对于所有的像素都相同，因此可以开发专用的快速解算器。

- 典型的，在具有数百万子像素的显示器中有数十个缺陷。由于上述问题只需要用于解决缺陷像素，因此可以有相对非常多的时间解算该逼近问题。这使得有可能使用常规目的、低功率和低复杂性的硬件解算该
20 逼近问题。

所提出的方案已经被仿真，并且发现其工作异常出色。使用具有 500 个缺陷子像素的模拟 RGBW 显示器对多个静止图片进行了这些测试。

- 在图 3 的流程图中所示为控制单元 12 的示意描述，其连同显示系统
13 一起实施根据本发明的故障掩蔽程序。该控制单元 12 包括存储器 11，
25 其存储关于故障像素的信息列表。这里假定所讨论的显示器的关于位置

和类型的任何缺陷都是具体的。通常这可以通过使列表 11 包括故障像素的位置、该像素中的故障子像素、以及每一故障子像素的细节来得到。该子像素缺陷的细节可以由该子像素暂留的强度级别构成。该级别典型的为零，即该子像素不发任何光线（黑色）。优选的可以预先产生该故障列表，例如在生产显示器的期间。然而如果该显示器能够自动检测哪些子像素是缺陷的，以及该缺陷是什么特征，那么将非常有利。这就总是能够保证列表 11 是更新的和正确的。出于这个目的，该控制单元设有模块 19，用于自动检测显示器的子像素中的缺陷。这种模块 19 可以与存储器 11 连接，并且如果需要的话可以用来更新列表。

10 进一步，可以设置 I/O 模块 17 与显示系统 13 通信。为了简明，图 3 中的显示系统只是通过显示存储器 13 表示，而省去了其它组件。与存储器 11 和 I/O 模块连接的是用于解算上述逼近问题的模块 18。

这种控制单元 12 用于执行图 4、5 和 7 中的流程图中的步骤，其可以通过任何软件和/或硬件组件的组合实施，并可以包括在常规显示驱动器的电路中。

图 4 中所示为图 3 中的控制单元 12 执行的过程的流程图。

在步骤 S1，程序控制从缺陷像素列表 11 中获得缺陷 14 的位置和细节，即故障子像素和暂留级别。然后在步骤 S2，从显示存储器 13 中获得一组理想的子像素值 15，例如从帧存储器、像素流等等。在步骤 S3，该组理想的子像素值 15 和该子像素缺陷 14 用作优化的输入，其以修改后的一组子像素值 16 的形式提供给逼近。如上所述，该修改后的组可以包括附加子像素值，例如白色子像素。在步骤 S4 中，这一组修改后的子像素值 16 然后返回给显示存储器 13，或直接与显示驱动器（未示出）通信。对于列表 11 中的所有像素缺陷以及对于每一图片帧，通过步骤 S5 中执行的程序循环重复上述步骤 S1 - S4。

该故障掩蔽可以与常规的像素处理不同步，或可以是该相同处理流程的一部分。

在图 5 中给出了图 4 中的流程图的替换形式。在这种情况下，在步骤 S2 中已经获得了理想的子像素值之后，在步骤 S8 中分析故障像素的周围。这可以通过从显示存储器 13 中获得相邻像素的像素值来完成。然后在步骤 S9 值，计算加权，并且该加权然后用作步骤 S3 中的优化的输入。这种加权可以被用来偏爱所选择的的感觉特征。该加权可以改变，以

使得能够对改变的图像特征进行调整。

图 6a-6b 示出了在具有缺陷的图像 (图 6a) 中和具有故障掩蔽的图像 (图 6b) 中典型的误差分布。显然已经消除了大的误差, 并且只留有小的误差, 这使得逼近误差符合误差扩散。

5 这种方案是已知的, 并且由采用与故障像素相邻的像素强度组成, 从而对误差进行补偿。所有的已知方法对图像执行某些形式的 1-D 扫描, 得到定向误差扩散 (到右底侧)。如果根据所描述的方法, 在故障掩蔽之后实施误差扩散, 该误差可以均等地分布到所有可能的方向上。

10 因此, 提出一种新的环形扩散方案。首先在最接近的周围的所有的维数 (像素的第一环) 中分布任何残留误差。可以给出优先选择, 以校正整体亮度误差, 其代价可能是引入附加色度误差。如果在这之后还有亮度误差, 在合理的限制内, 则可以使用形成下一“环”的像素来校正该误差, 等等。通过给出首先校正亮度、然后校正色度误差的优先选择, 可以得到最小的可视性缺陷。

15 在图 7 中所示为包括该误差扩散的方法的流程图, 其在步骤 S3 中计算了修改后的值之后, 在步骤 S12 中执行误差扩散。

注意到不是每个像素都必须具有其自己的冗余子像素。为了限制冗余, 可以在一组周围像素中间共用一个冗余子像素 21, 如图 8 中所示为两个像素 22 和 23 共用一个白色子像素。然后通过控制单元 12 使用共用的冗余子像素 21 来掩蔽这些像素 22、23 中的任何一个中的缺陷。

20 进一步, 该优化并不需要将子像素限制在单个像素的紧密边界之中。如图 9a-b 中所示, 任何靠近相邻子像素的组都可以。在图 9a 中, 代替对包括缺陷子像素 26 的像素 25 的子像素值的修改, 定义一组子像素 27, 其包括来自四个相邻像素 25、28、29、30 中的每一个像素的一个子像素。在图 9b 中, 所选择的一组子像素 31 包括 9 个子像素, 其中包括两个白色 32、33。甚至可以优选测试几个不同的相邻 (子像素组), 以确定哪个提供了最佳掩蔽。例如, 如上所述, 如果缺陷子像素在该组中具有最低值 (见图 1), 那么可以完全校正在零级暂留的子像素。因此它可以用于检查是否可以定义一组子像素, 其中该缺陷子像素的值最
30 低。

理论上, 本发明也可以应用于非冗余子像素 (标准 RGB) 的显示器。反复试验表明还是有改进, 但是不如冗余子像素多。在优化中, 通过包

括多个周围子像素可以提高性能，如上所述。

在上述描述的一部分中，只是假定了一个故障子像素。为了获得满意的故障掩蔽效果，然后可以优选的具有多个冗余子像素。

在所附的权利要求的范围内，可以对所述实施例进行多个附加变化。例如，有可能使用其它计算方案，而不只是所提出的 CLS 优化，只要它们试图最小化亮度和色度中的感觉误差即可。该优选问题也可以扩展到包括到周围子像素的距离。这可以用来根据喜好选择空间上与该缺陷靠近的子像素，并从而最小化任何感觉空间误差。这种扩展的实现也可以通过添加距离 d_i 的单个矢量作为矩阵 M 的额外行。

10 而且在上述说明中，假定像素缺陷之间的距离足够大，并且只能够考虑独立的缺陷。然而，这不是对本发明的限制，本发明可以用来处理依靠的缺陷。

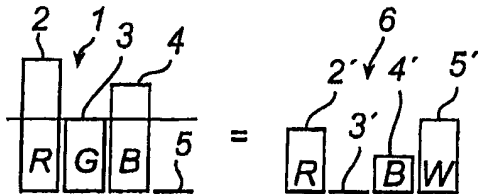


图 1

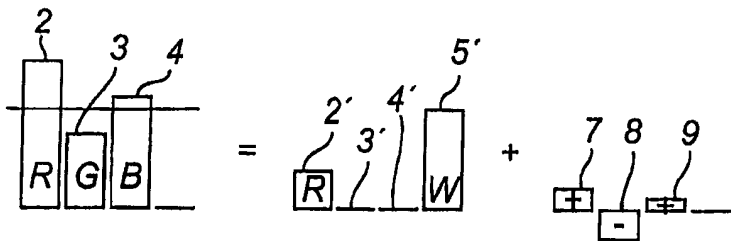


图 2

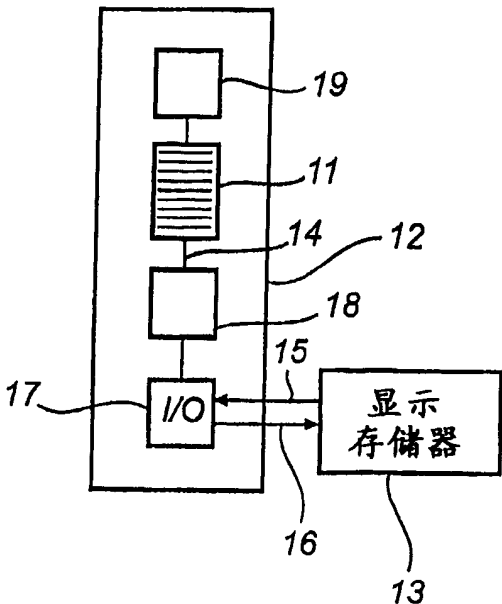


图 3

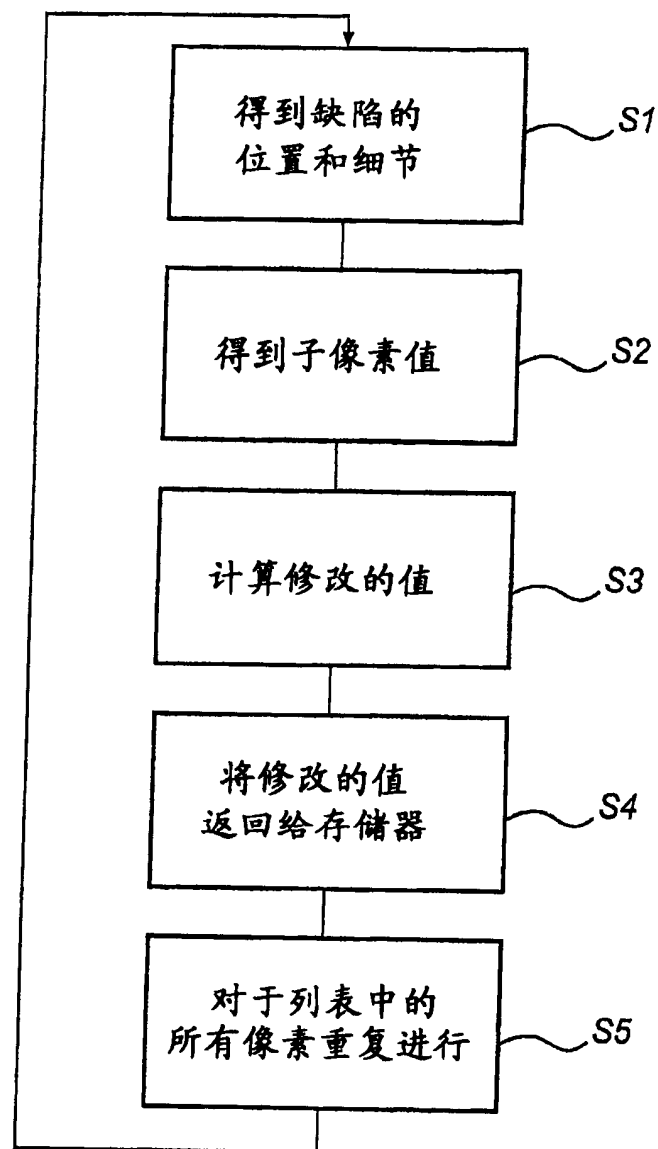


图 4

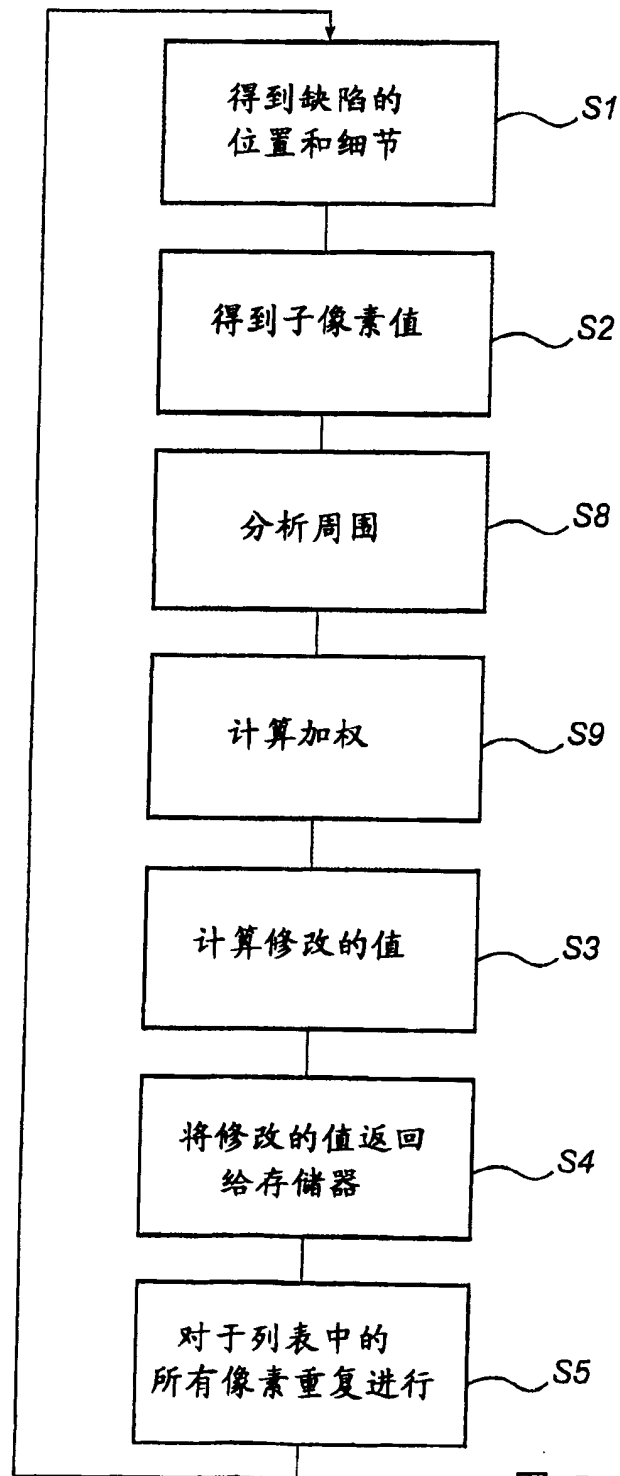


图 5

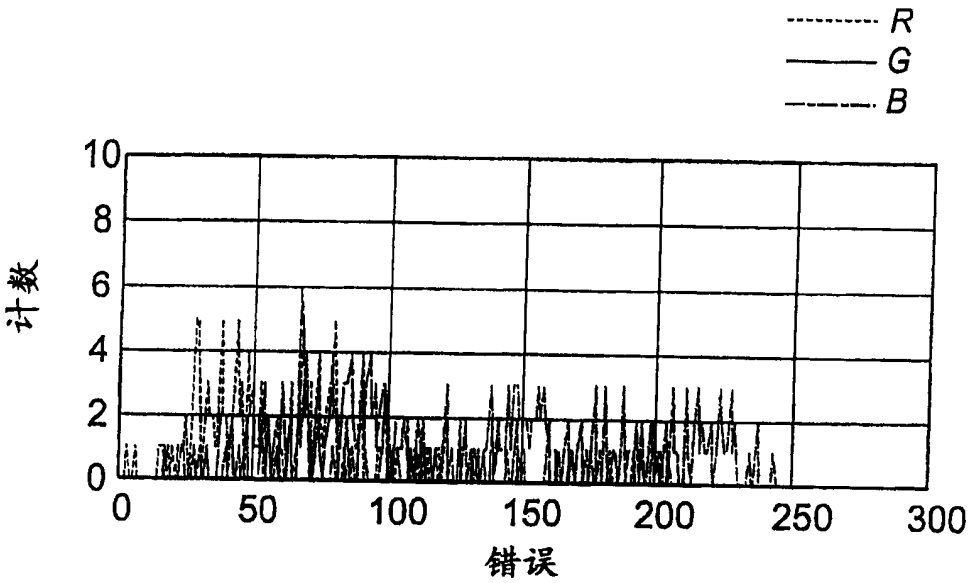


图 6a

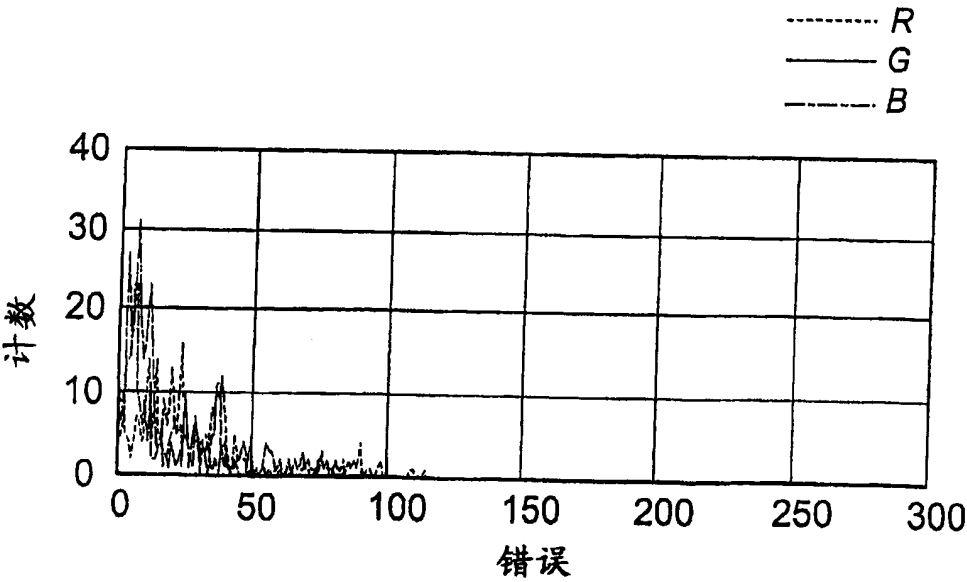


图 6b

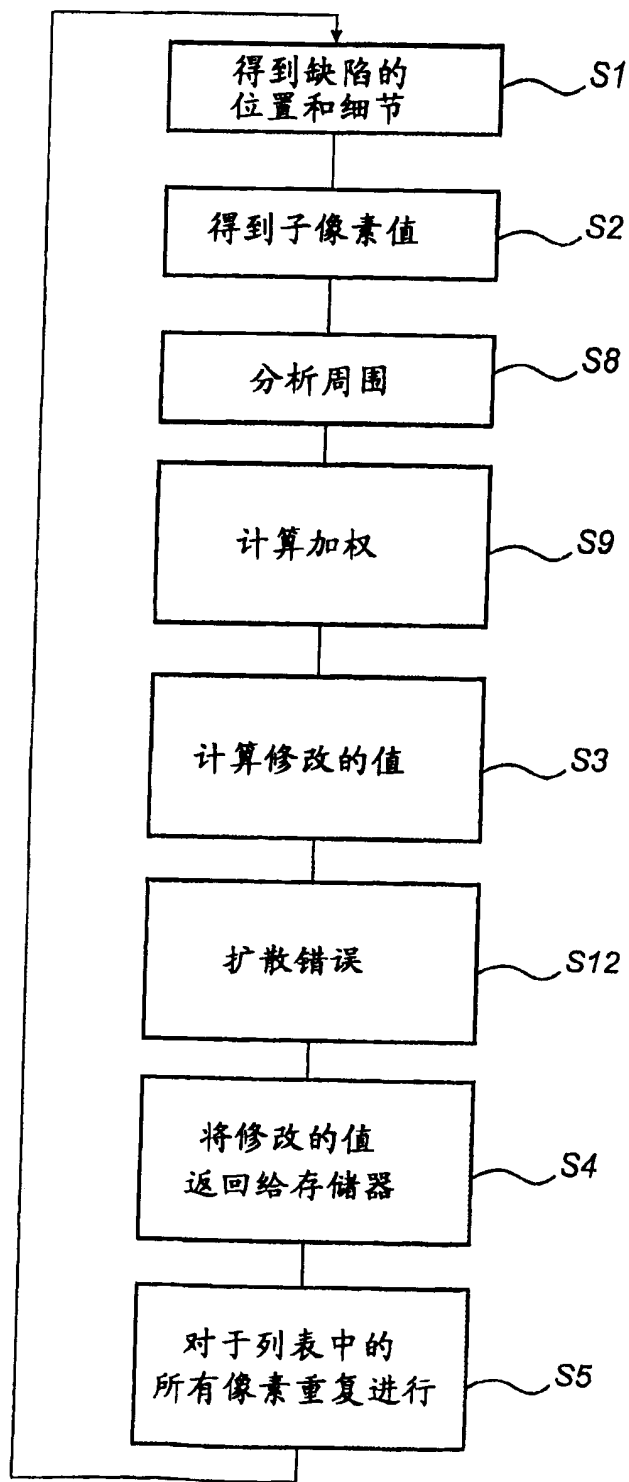


图 7

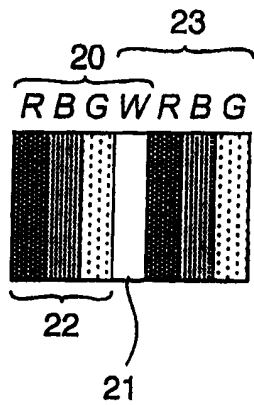


图 8

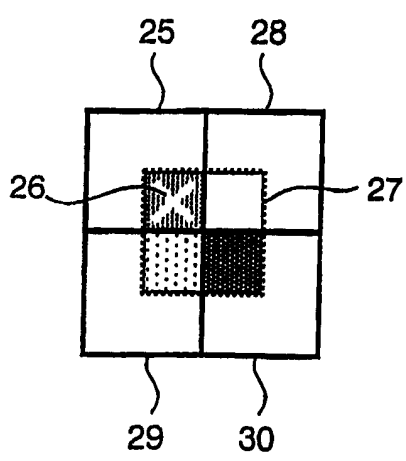


图 9a

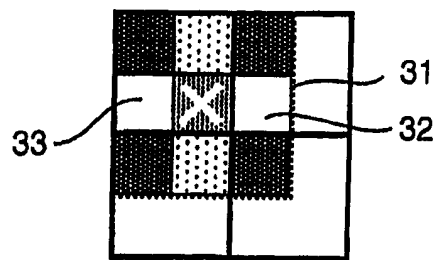


图 9b