

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 9/67 (2006.01)

G09G 5/02 (2006.01)

H04N 1/60 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780044143.0

[43] 公开日 2009年9月23日

[11] 公开号 CN 101543084A

[22] 申请日 2007.11.20

[21] 申请号 200780044143.0

[30] 优先权

[32] 2006.11.30 [33] EP [31] 06125110.4

[86] 国际申请 PCT/IB2007/054707 2007.11.20

[87] 国际公布 WO2008/065575 英 2008.6.5

[85] 进入国家阶段日期 2009.5.27

[71] 申请人 NXP 股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 马特乌斯·J·G·拉默斯

彼得鲁斯·M·德格雷夫

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 陈源 张天舒

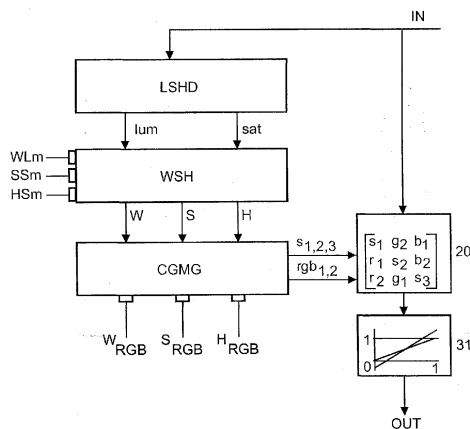
权利要求书 2 页 说明书 23 页 附图 14 页

[54] 发明名称

处理彩色图像数据的装置和方法

[57] 摘要

本发明涉及一种视频处理装置，其包括亮度和饱和度检测器 (LSHD) 以及白点、饱和度和色调调制器 (WSH)，所述亮度和饱和度检测器用于检测输入视频信号 (IN) 的亮度值 (lum) 和饱和度值 (sat)，所述白点、饱和度和色调调制器用于将输入视频信号 (IN) 的像素的亮度和饱和度属性 (lum, sat) 变换为白点、饱和度和色调校正因子 (W, Wc; S, Sc; H, Hc)。该视频装置还包括色域矩阵产生单元 (CGMG)、色域映射单元 (20) 以及削波单元 (31)，所述色域矩阵单元 (CGMG) 用来基于白点、饱和度和色调调制器 (WSH) 的白点、饱和度和色调校正因子 (Wc, Sc, Hc) 来产生感知域中的色域矩阵，所述色域映射单元 (20) 用来用色域矩阵产生单元 (CGMG) 所产生的色域矩阵乘以输入视频信号 (IN) 的像素，所述削波单元 (31) 用来对色域映射单元 (20) 中位于预定范围之外的结果进行削波。



1. 一种视频处理装置，其包括：

亮度和饱和度检测器（LSHD），其用于对输入视频信号（IN）的像素的亮度值（lum）和饱和度值（sat）进行检测；

白点、饱和度和色调调制器（WSH），其用于将输入视频信号（IN）的像素的亮度和饱和度属性（lum, sat）变换成白点、饱和度和色调校正因子（W, Wc; S, Sc; H, Hc）；

色域矩阵产生单元（CGMG），其用于基于白点、饱和度和色调调制器（WSH）的白点、饱和度和色调校正因子（Wc, Sc, Hc）来产生感知域中的色域矩阵；

色域映射单元（20），用来将色域矩阵产生单元（CGMG）所产生的色域矩阵和输入视频信号（IN）的像素进行相乘运算；以及

削波单元（31），其用于对色域映射单元（20）中位于预定范围之外的结果进行削波。

2. 根据权利要求1所述的视频处理装置，其中，所述亮度和饱和度检测器（LSHD）包括：

RGB平方单元（RGB_SQ），其用于对输入视频信号的子像素的幅值进行平方；

RGB移位单元（RGB_SH），其用于基于经过平方后的子像素的幅值对这些子像素进行排序；

亮度和饱和度计算单元（LSH），其用于计算亮度值（Ld）、内部饱和度（Si）和饱和度校正因子（Cs）；以及

饱和度校正单元（Sc），其用于输出已校正的饱和度值（Sd）。

3. 根据权利要求2所述的视频处理装置，其中，白点、饱和度和色调调制器（WSH）包括：

白点调制器（WPM），其用于根据来自亮度和饱和度计算单元（LSH）的亮度值（Ld）确定白点校正因子（Wc）；

饱和度调制器 (SM)，其用于基于来自亮度和饱和度计算单元 (LSH) 的饱和度值 (Sd) 确定饱和度校正因子 (Sc)；以及

色调调制器 (HM)，其用于基于来自亮度和饱和度计算单元 (LSH) 的饱和度值 (Sd) 确定色调校正因子 (Hc)。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的视频处理装置，其中，所述色域矩阵产生单元 (CGMG) 适于基于测得的显示模块的特征 (W_{RGB} 、 S_{RGB} 、 H_{RGB}) 来产生色域矩阵。

5. 根据权利要求 1 至 4 中的任何一项所述的视频处理装置，其还包括用于存储显示模块特定参数 (W_{RGB} 、 S_{RGB} 、 H_{RGB}) 的存储器。

6. 一种处理彩色图像数据的方法，其包括下列步骤：

通过亮度和饱和度检测器 (LSHD) 检测输入视频信号 (IN) 的像素的亮度值 (lum) 和饱和度值 (sat)；

通过白点、饱和度和色调调制器 (WSH) 将输入视频信号 (IN) 的像素的亮度和饱和度属性 (lum, sat) 变换成白点、饱和度和色调校正因子 (W , Wc ; S , Sc ; H , Hc)；

色域矩阵产生单元 (CGMG) 基于白点、饱和度和色调调制器 (WSH) 的白点、饱和度和色调校正因子 (Wc , Sc , Hc)，产生感知域中的色域矩阵；

色域映射单元 (20) 将色域矩阵产生单元 (CGMG) 产生的色域矩阵和视频输入信号 (IN) 的像素进行相乘运算；以及

削波单元 (31) 对色域映射单元 (20) 中在预定范围之外的结果进行削波。

7. 一种视频显示系统，其包括：

根据权利要求 1-5 中的一项所述的视频处理装置。

处理彩色图像数据的装置和方法

技术领域

本发明涉及一种视频处理装置和用于处理彩色图像数据的方法。

背景技术

人们设计出了越来越多的具有用来显示彩色图像的彩色显示器装置的移动电子装置。例如，这些彩色图像可以是通过相机或视频处理器产生的。所提供的彩色图像数据必须经过图像处理来改善图像在显示装置上的表现。现今，多媒体数据必须显示在移动电话、多媒体便携式播放器等装置上。通常，用于这些移动装置的显示技术有一些局限性，特别是在图像质量和色彩再现方面。通常根据现有的标准对所提供的图像数据的色彩进行编码。选择这些标准以有助于基于可用的材料来设计显示器。于是，只要相机或显示器与所选择的标准相匹配，就可以期望色彩或图像数据的合理再现。

另一方面，（尤其是）用于移动应用的 LCD 显示器可能不能满足这些标准的要求。这些标准中的一个 sRGB 标准，这种标准定义了与基准白点相关的红色、绿色和蓝色光源的 $x-y$ 坐标。sRGB 标准的基色 RGB 坐标定义了绘制在 $Y-xy$ 图中的三角形。 Y 分量表示像素的亮度（垂直于 $x-y$ 轴），而 $x-y$ 坐标涉及关于饱和度和色调的单纯颜色。优选地，每个编码像素的色彩坐标存在于这个三角形内或者这个三角形的边上。对于很多移动 LCD 显示器而言，它们的显示三角形要小于 sRGB 基准，这会产生一些伪像。这些伪像可能包括由于移动装置的显示器的较小的色域而产生的饱和度的缺失。由于彩色显示基色与 sRGB 标准基色值不匹配，另一个伪像可能关于色调误差。而且，基准白点可能出现了偏移，导致一个场景中的黑色和白色部分被表示为一种颜色。

为了解决这些问题，采用色域映射来处理输入像素，以便再现显示器上的具有较小色域的色彩来匹配基准显示。

WO 2005/109854 公开了一种用于处理要被显示在目标装置上的彩色图像数据的方法。接收源色域中的输入像素数据。将所述源色域中的输入像素数据映射到与目标装置相关的目标色域。根据输入像素数据的色彩饱和度值来控制这种映射。

图 1 示出了基本色域映射的框图。通过伽玛函数 10 处理输入图像数据 IN。通过用静态矩阵 (3×3) 处理输入像素数据，伽玛函数 10 的输出经过色域映射函数 20。硬削波函数 30 对色域映射函数 20 的输出进行处理。这里，R、G、B 的负值被削波为零，对于 36 位 RGB 像素数据而言，如果 RGB 值大于 2096，RGB 的值被设置为 2096。去伽玛函数 40 对硬削波函数 30 的输出进行处理，并将去伽玛函数 40 的输出 OUT 提供给目标装置的显示器。由于输入图像数据 IN 或像素涉及视频域，所以需要伽玛函数 10。现在，RGB 信号的值与三个基色光源的亮度成比例。通过执行色域映射，线性混合光源来获得想要的颜色。优选在光域中执行色域映射。在伽玛函数 10 中执行的伽玛变换对应于非线性操作，并可以增大数据域中的 RGB 信号的分辨率。选择色域映射函数 20 的色域映射矩阵的系数，以便输入的 RGB 亮度值可以直接被映射为用于新的移动应用的显示器的 RGB 亮度值。换句话说，设计这个矩阵，使之适应于 RGB 子像素之间的比率。色域映射矩阵的系数可以被计算为：

$$MTX_{cgm} = (MTX_{disp})^{-1} \cdot MTX_{SRGB}$$

其中，矩阵 MTX_{SRGB} 和 MTX_{disp} 被用来将 RGB 值转换到 XYZ 域。根据基色和基准白点来确定这些矩阵。

不过，上述色域映射可能导致位于范围外（正向或负向超出范围）的子像素。为了避免这些值，执行削波操作（硬、软或智能）。由于显示器（例如由于标准接口显示器驱动器硬件）通常不能直接处理亮度值，采用反向伽玛函数将这些像素转换回视频域。

图 2 示出了图示由色域映射而产生的问题的两幅图。在上图中，显示了输入图像数据和输出图像数据的色彩三角形。在下图中，示出

了从侧面观察的色彩三角形。在上图中，输入激励 I_s 表示扫描线，其中，对于每个扫描线，饱和度以 10% 的步幅增大。在下图中示出的 12 条线包含恒定色调。在同一幅图中绘出了色域映射的结果 MO 。以 30% 的恒定的感知亮度级别获取 $x-y$ 图，对大于或小于这个亮度的输出值进行色彩编码（红/蓝），直到超出了 5% 的阈值。用 UT 来标记该线上超出阈值的那些部分。于是，色域映射适用于那些与两个三角形重叠的像素。

在下面的图中，示出了从旁边观看蓝-黄色彩空间表面时垂直轴上的亮度。平坦线表示输入激励 I_s 。弯曲线示出了根本不执行色域映射时显示器的亮度。线 MO 示出了色域映射后的结果。于是，色域映射在亮度方向上适用于与两个三角形重叠的像素。

不过，会出现下列的色域映射问题。落在显示三角形外的那些像素会在映射后产生负值，即，需要负光以在该显示器上再现该特定颜色。由于这在物理上是不可行的，必须将这些负值削波至显示器可以表示的值。上图示出了在显示三角形的角落处的问题区域。而且，具有较高幅值的像素可能位于显示区域之外，从而不得被限制为一个可以在物理上表示的值。下面的 $Y-x-y$ 图描绘了右上方的问题区域，在这个区域，线 UMO 沿顶部削波。通常，亮度的一阶导数中的任何的突然不连续都会导致在形成的图像中的可视伪像。在亮度突然向上弯曲的地方的 $Y-x-y$ 图的右侧可以看到这个伪像。从而，需要在色域映射和（软）削波之间进行折中。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种视频处理装置和一种以减少的硬件资源来执行更有效的色域映射的方法。

通过根据本发明所述的视频处理装置和通过根据本发明所述的方法可以解决这个目的。

因此，提供了一种视频处理装置，其包括亮度和饱和度检测器以及白点、饱和度和色调调制器，所述亮度和饱和度检测器用来检测输入视频信号的像素的亮度值和饱和度值，所述白点、饱和度和色调

调制器用来将输入视频信号的像素的亮度和饱和度性质变换成白点、饱和度和色调校正因子。该视频装置还包括色域矩阵产生单元、色域映射单元以及削波单元，所述色域矩阵产生单元用来基于白点、饱和度和色调调制器的白点、饱和度和色调因子产生感知域中的色域矩阵，所述色域映射单元用来用色域矩阵产生单元所产生的色域矩阵乘以输入视频信号的像素，所述削波单元用来对色域映射单元中位于预定范围之外的结果进行削波。

根据本发明的一个方面，所述亮度和饱和度检测器包括 RGB 平方单元、RGB 移位单元、亮度和饱和度计算单元和饱和度校正单元，所述 RGB 平方单元用来对输入视频信号的子像素的幅值进行平方，所述 RGB 移位单元用来基于经过平方后的子像素的幅值对它们进行排序，所述亮度和饱和度计算单元用来计算亮度值、内部饱和度和饱和度校正因子，所述饱和度校正单元用来输出已校正的饱和度值。

根据本发明的另一个方面，白点、饱和度和色调调制器包括白点调制器、饱和度调制器和色调调制器，所述白点调制器用来根据来自亮度和饱和度计算单元的亮度值确定白点校正因子，所述饱和度调制器用来基于来自亮度和饱和度计算单元的饱和度值确定饱和度校正因子，所述色调调制器用来基于来自亮度和饱和度计算单元的饱和度值确定色调校正因子。

根据本发明的又一个方面，色域矩阵产生单元适于基于测得的显示模块的特征来产生色域矩阵，以便色域矩阵能适用于真实的显示模块。

本发明还涉及一种处理彩色图像数据的方法。通过亮度和饱和度检测器检测输入视频信号的像素的亮度值和饱和度值。通过白点、饱和度和色调调制器将输入视频信号的像素的亮度和饱和度属性变换成白点、饱和度和色调校正因子。基于白点、饱和度和色调调制器的白点、饱和度和色调校正因子，通过色域矩阵产生单元在感知域中产生色域矩阵。色域映射单元用色域矩阵产生单元产生的色域矩阵乘以视频输入信号的像素。削波单元对色域映射单元中在预定范围之外的结果进行削波。

本发明涉及色域映射算法采取措施来在一些点避免削波和保持对比度的实现，其中，可预料到功能的复制。饱和度相关的衰减出现在视频矩阵之前，而矩阵自身也可以执行饱和度相关的衰减。软削波器对低于和高于显示器工作范围的那些值进行调整。不过，如果可以检测到这些饱和度，那么，可以改变这些矩阵系数来避免严重的负值和正值，并且可以用更便宜的硬削波器来代替软削波器（用硬件资源的话）。而且，在线性光域中执行色域映射。然而，由于需要匹配的伽玛和去伽玛函数模块，这终究是不利的。这些操作是非线性的，使得它们需要硬件中的大量计算或相对较大的查找表。而且，必须以更高的分辨率（比如，线性 8 位输入增大到 12 位输出）或者以非线性表示（对数-尾数）表示伽玛运算产生的值，以避免量化噪声。另外，必须以所选择的表示伽玛运算的亮度值的数值表达式来执行矩阵运算。由于视频矩阵需要九个乘法运算和六个加法运算，所消耗的硬件资源和功耗的量是一个不利因素。

采用根据本发明的视频处理装置，以前所需的伽玛和去伽玛函数可以省略掉，即，在视频域（即，视频感知域）中直接执行色域映射。而且，所需的 8 位视频值可以被用来直接计算经色域映射的输出像素。对（根据 EBU 标准计算得到的）色域矩阵的系数以及线性光域中的显示数据进行校正，来处理缺少的伽玛模块，就像伽玛模块还在的那样对白点周围的像素颜色进行映射。由于可以改变色域矩阵的系数来避免严重的削波问题，所以可以用硬削波器来代替根据现有技术所采用的软削波器。通过根据本发明的视频处理装置中的自适应路径可以实现这种改变。在视频处理装置的自适应支路中，根据简单的亮度和饱和度值来确定用以减少白点、色调和饱和度校正的属性，并且为每个像素获得最优系数。当在该视频装置的视频支路中完全执行色域映射时，自适应支路仅仅被用来防止（例如通过削波而导致的）细节的丢失以及保持图像的对比度。由于映射算法可能不知道像素之间的空间和时间关系，因此针对伪像可能出现细节的丢失。由于色域矩阵系数和削波伪像之间存在直接关系，可以直接确定用于白点、饱和度和色调的参数减少。而且，减少了用来存储静态映射数据的 ROM

中的位数，例如，如果考虑 24 位像素应用，可以用 $9*5\text{bits}+3*4\text{bits}$ ROM 存储容量来表征显示。

附图说明

参照下文说明的实施例，本发明的这些以及其他方面将变得清楚并得到解释。

图 1 示出了基本色域映射的框图；

图 2 示出了用于图示由色域映射产生的问题的两幅图；

图 3 示出了根据现有技术的光域中的色域映射系统的框图；

图 4 示出了减少色调校正的图示；

图 5 示出了根据第一实施例在感知域中的色域映射系统的框图；

图 6 示出了视频矩阵关系的图示；

图 7 示出了亮度、饱和度和色调的模型的图示；

图 8 示出了色调经校正的饱和度模型的图示；

图 9 示出了根据第二实施例的 LSHD 检测器的框图；

图 10 示出了调制器的传递曲线的图示；

图 11 示出了根据第三实施例 WSH 调制器的框图；

图 12 示出了根据第四实施例的矩阵生成器的框图；

图 13 示出了根据第五实施例的色域映射单元的框图；

图 14 示出了计算 XYZ 矩阵的表示；

图 15 示出了计算静态矩阵系数的表示；

图 16 示出了色域映射和软削波之间的折中的图示；以及

图 17 示出了自适应矩阵系数的示例的表示。

具体实施方式

图 3 示出了光域中的色域映射系统的框图。通过视频路径，即，通过伽玛函数 10、自适应色域映射函数 20、软削波函数 30 和去伽玛函数 40（如根据图 1 所述），对输入视频信号 IN 进行处理。通过亮度单元 LU、饱和度单元 SU、RGB 单元 RGB、白点单元 WPU、三角单元 TU 和色彩矩阵单元 CMU 来执行这种自适应色域函数的自适应

处理。亮度单元 LU 测量输入信号 IN 的亮度，饱和度单元 SE 测量输入信号 IN 的饱和度。根据测得的亮度 lum 和饱和度 sat 来确定最佳系数。根据预定的系数（即，通过每个像素的移位和旋转值插入在色域矩阵生成器的参数）计算色域映射的映射系数。在必须以更少的色彩校正为代价来避免削波的情况下改变视频矩阵的系数修改。对于这些像素，更重要的是在产生的图像中保留细节和对比度。由于色域映射算法不能得到空间或时间像素信息，必须在色彩映射和防止削波之间小心地进行折中。

可以基于像素具有高亮度（即跳过了白点校正）的情况或基于像素具有高饱和度（即没有校正色调）的情况来判定，对于视频矩阵而言，是否需要像素进行色彩映射或像素是否需要一组已被修改的系数。

因此，如果像素具有高亮度，那么，跳过白点校正。于是，改变视频矩阵 20 中的对角线系数 s_1 至 s_3 ，以便这些行的和等于 1。白点校正意味着至少一个子像素具有高于 1 的增益，而且，如果子像素的幅值也高，那么将会出现削波。从而，由于不再对白点进行校正，任何具有高幅值的未饱和像素会得到背光的颜色。如果对背光的白点进行选择以使得它的颜色向蓝色偏移，则感应到的像素的亮度会显得更亮，这是很有利的。从而，具有低亮度幅值的像素将具有根据 sRGB 标准的校正白点，而具有高亮度的像素会得到背光的带蓝色的白点，从而这些像素显得更亮。

另一方面，如果像素具有高饱和度，不再对色调进行校正，即，对红色系数 r_1 、 r_2 、绿色系数 g_1 、 g_2 和蓝色系数 b_1 、 b_2 进行平均（ $r_1=r_2=\text{average}(r_1, r_2)$ 等）。根据图 4，产生的“虚拟的”显示三角形 VDT 顶点位于那些可以从输入标准的基色和白点之间绘制的线上。仍然通过视频矩阵对缺少饱和度进行校正。因此，如果，（例如）红色需要更大的增益（饱和度），则增大红色的幅值，来在显示器的基色中产生更红的光。那么，如果红色的颜色是错误的色调，不再对红色进行校正。这种削波方法背后的基本思想是，对于高饱和度，仍然完全驱动显示器，并获得最大的对比度。

在进入视频矩阵来减少高度饱和的颜色的幅值之前，需要进行饱和度相关的衰减。现在，在色域映射之后，这些色彩会产生更少的负值，从而很容易在软削波器中处理。仍然需要软削波器来确保出现在去伽玛模块中的这些值在范围内。通过将白色加到所有的三个子像素来去除负值。这会在不干扰像素色调的情况下降低饱和度。接下来，检测大于 1 的子像素幅值，在这种情况下，减小这些幅值，使得他们刚好在范围内。

根据上述的自适应色域映射，增强显示器的前屏性能，以便可以感受到的颜色与输入标准更加地匹配。不过，在这种色域映射过程中，必须采取措施来避免诸如细节和对比度丢失之类的伪像。

图 5 示出了根据第一实施例在感知域中的色域映射系统的框图。色域映射系统包括亮度和饱和度检测器 LSHD、白点、饱和度和色调调制器 WSH、色域矩阵生成器 CGMG、自适应色域映射单元 20 和硬削波器单元 31。

亮度和饱和度检测器 LSHD 接收输入信号 IN，并通过一个简化模块从像素中获得亮度 lum 和饱和度 sat。对于各个色彩矢量指向次级颜色的情况，为了补偿测得的饱和度，也采用了像素的色调。

白点、饱和度和色调调制器 WSH 实现了将像素的亮度 lum 和饱和度 sat 转换成白点 W 校正、饱和度 S 校正和色调 H 校正所需要的那些值的三个函数。该调制器的输出可以构成规一化的值，这些规一化的值指示最初测得的数据的量可能是视频矩阵的部分系数。调制器 WSH 还接收三个输入值，也就是 WLm、SSm、HSm。这三个值表示三个传递函数的特征。

色域矩阵生成器 CGMG 从白点、饱和度和色调调制器 WSH 接收三个输出信号 W、S、H，并输出要被映射的像素的最佳视频矩阵（即，矩阵系数 s_1 、 s_2 、 s_3 、 r_1 、 r_2 、 b_1 、 b_2 、 g_1 、 g_2 ）。以预定的白点 W_{RGB} 、饱和度 S_{RGB} 和色调 H_{RGB} 参数对视频矩阵的静态系数进行编码。这些参数确定了从输入 IN 到输出 OUT 的像素的色域映射。如果为了减少所需的白点、饱和度和色调校正的量而改变静态矩阵的系数，则会降低色域映射的质量。不过，由于防止了削波，所以将保

持一些细节和对比度。参数 W_{RGB} 、 S_{RGB} 、 H_{RGB} 以及 W_{Lm} 、 S_{Sm} 、 H_{Sm} 被用来表征将被视频处理系统驱动的显示器。

于是，根据图 5 的色彩映射系统可以直接在视频（感知）域中工作。色域映射单元 20 和硬削波器单元 31 构成了视频处理路径，而亮度和饱和度检测器 LSHD、白点、饱和度和色调调制器 WSH 和色域矩阵生成器 CGMG 涉及用来（例如）防止通过削波而导致的细节的丢失以及保持图像的对比度的自适应处理通路。来自输入基准系统 SRGB 的输入像素被映射到相应的显示基准系统。用输入像素矢量乘以色域映射单元 20 中的 3×3 矩阵来执行这个操作。如果这种处理的结果不在范围内，通过硬削波单元 31 对这些值进行硬削波。特别地，将大于 1 的值削波为 1，将小于零的值削波为 0。自适应处理（LSHD、WSH、CGMG）的这些单元被用来确保在不丢失细节或对比度的情况下对这些像素进行映射。自适应处理的这些单元还可以被用来实现软削波函数。因此，用于视频处理的单元执行色域映射，而用于自适应处理的单元改变视频矩阵的系数以执行各个映射和以避免严重的削波。

图 6 示出了视频矩阵关系的图示。特别地，描述了校正参数和矩阵系数之间的关系。被改变的矩阵系数构成了 Y-X-Y 域中的虚拟三角形。如果通过相应的校正改变矩阵系数，则图 6 中的箭头描述了该变换对虚拟三角形 V 的影响。

在最上面的图中，描述了色域矩阵生成器对白点参数的影响。偏移白点基准，并改变感知到的总的色调。在中间的图中，描述了色域矩阵生成器对饱和度参数的影响。这里，减小了虚拟三角形 V，增大感知到的饱和度，并独立地实现了 RGB 色彩的饱和度控制。在下面的图中，描述了色域矩阵生成器对色调参数的影响。旋转虚拟三角形，并感知到的色调已经发生变化。而且，可以实现 RGB 的独立色调控制。

白点、饱和度和色调校正与视频矩阵的系数之间的关系源于下述事实：通过矩阵系数来执行从 RGB 输入信号到 RGB 输出信号的映射。不过，如果执行不同种类的映射，关系也是不同的。

白点校正和矩阵系数之间的关系如下：

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}_{OUT} = \begin{pmatrix} s_1 + g_2 + b_1 \\ r_1 + s_2 + b_2 \\ r_2 + g_1 + s_3 \end{pmatrix} \cdot V_m$$

如果用视频矩阵乘以未饱和像素矢量 V_{in} ，那么可以通过这些行的和来确定 RGB 比率。这里，输入矢量 V_{in} 中的子像素将具有相同的幅值 V 。在显示器的白点不对应于输入标准白点时需要特定校正量将对应于行的和。通过将这些行的和改为 1，可以避免白点校正。在上述等式中，系数 s_1 、 s_2 、 s_3 是可以变化的。不过，由于其他的系数涉及饱和度和色调校正，不可能改变这些系数。

关于饱和度校正，对用于特定显示器所需的饱和度校正的量将对应于红色、绿色和蓝色系数的平均值： $(r_1+r_2)/2$ 、 $(g_1+g_2)/2$ 、 $(b_1+b_2)/2$ 。对于系数对应于一种颜色并等于这种颜色平均值的情况来讲，可以在根据输入标准的基准白点和基色之间的线上发现显示基色坐标。采用 Y-x-y 域中的这些系数的平均值可以得到虚拟的三角形。采用这个虚拟的三角形，那些负的平均值会产生较小的色域三角形尺寸，而那些正的平均值会产生较大的色域三角形尺寸。如果平均值为零，三角形尺寸会对应于输入的标准三角形尺寸。如果要避免饱和度校正，那么，不得不将红色、绿色和蓝色平均值改为等于零。由于虚拟三角形尺寸和系数的平均值之间的关系是非线性的，为了减少饱和度校正的量，可以将平均值减小为零。

关于色调校正，色调校正的量对应于颜色系数之间的差值 (r_1-r_2) 、 (g_1-g_2) 、 (b_1-b_2) 。对这些系数进行平均可以避免色调校正。

图 7 示出了亮度、饱和度和色调的模块的图示。亮度和饱和度检测器 LSHD 采用这些模块来确定像素的亮度和饱和度属性。根据第一个步骤，对子像素的幅值进行平方，以便这些值对应于线性光域中的值。如果采用了自适应支路，这个平方等于 2,2 伽玛因子的近似值。此后，对这些子像素进行移位。按照它们的幅度对这些子像素进行排序。具有最高幅度的值被称为“max”，接下来的值对应于“med”

(中间值)，最后的值对应于“min”。基于这些值，可以计算或导出亮度、饱和度和色调属性。

$$L = \frac{Max + Min}{2}$$

$$S = \frac{Max - Min}{Max + Min}$$

$$H = \frac{Max + Min - 2 \cdot Med}{Max - Min}$$

其中， $Min = L \cdot (1 - S)$ ， $Med = L \cdot (1 - S \cdot H)$ ， $Max = L \cdot (1 + S)$ 。

饱和度的值对应于子像素之间的调制深度。色调的值涉及矢量相对于基色或次级颜色 PC、SC 的方向。图 7 的下部描述了如果在同时考虑基色 PC 和次级颜色 SC 时的那些色调值。当确定色调 HU 时，产生规一化的值。于是，亮度和饱和度的 max、med、min 这些值将保持在 0 和 1 的范围内，而色调的值将处于在 -1 和 1 的范围内。饱和度和色调值与像素的平均亮度幅值无关。由于需要独立的亮度和饱和度值来控制色域映射过程，所以这是很重要的。

图 8 示出了色调校正饱和度的模块的图示。根据图 8，首先，基于没有色调校正的饱和度模型 SM1 和色调模型 HM，按照根据图 7 所示的那样计算根据饱和度模型 SM1 的饱和度以及根据色调模型 HM 的色调。此后，使测得的这些颜色的饱和度 S_i 减去“m”，这些颜色具有指向次级颜色的方向的矢量，其中“m”对应于所谓的调制索引。在图 8 的右上角，选择调制索引，使得检测到的饱和度 S_d 大约与像素颜色坐标和白点之间的距离成比例：

$$S_d = \left[1 - \frac{m \cdot S_i}{2} \cdot (1 - H) \right] S_i$$

其中， $m = 1 - S_{sd}$ 。

现在，更详细地说明色域系统的这些单元。

图 9 示出了根据第二实施例的 LSHD 检测器的框图。根据第二实施例的这个 LSHD 检测器可以被用在根据图 5 的色域映射系统中。该 LSHD 检测器包括 RGB 平方单元 RGB_SQ、RGB 移位单元 RGB_SH、LSH 单元和饱和度校正单元 SC。RGB 平方单元 RGB_SQ

对子像素 R_i 、 B_i 、 G_i 的幅值进行平方。优选地，用八位数乘以六位数的形式计算这个平方。其结果被描述为一个七位的值。RGB 移位单元 RGB_SH 在其输入端被耦接至 RGB 平方单元的输出端 R_s 、 G_s 、 B_s 。RGB 移位单元 RGB_SH 用来将子像素以它们幅值的顺序进行排序。RGB 移位单元输出最大值 MAX、中间值 MED 和最小值 MIN。基于这些值，LSH 单元 LSH 计算亮度 L_d 、内部饱和度 S_i 和用于饱和度的校正因子 C_s ，并输出这些值。饱和度校正单元 SC 接收内部饱和度 S_i 和校正因子 C_s ，并输出已校正的饱和度 S_d 。LSH 单元的输出值对应于亮度饱和度域中的最佳计算因素的最大值。

于是，在 RGB 平方单元 RGB_SQ 中，用下式计算平方值：

$$R_s = (R_i)^2, G_s = (G_i)^2, B_s = (B_i)^2,$$

其中， $R_i, G_i, B_i = 8, -8, U$ ， $R_s, G_s, B_s = 7, -7, U$ 。

可以用下式来描述 RGB 移位单元的运算：

$$Max = MAX(R_s, G_s, B_s), Med = MED(R_s, G_s, B_s), Min = MIN(R_s, G_s, B_s),$$

其中， $R_s, G_s, B_s = 7, -7, U$ ， $Max, Med, Min = 7, -7, U$ 。

用下式来描述 LSH 单元的运算：

$$L_d = Max, S_i = \frac{Max - Min}{Max + Min}, C_s = \frac{Med - Min}{Max + Min}$$

其中 $Max, Med, Min = 7, -7, U$ ， $L_d, S_i, C_s = 6, -6, U$ 。

用下式计算饱和度校正：

$$S_d = S_i \cdot \left(1 - \frac{C_s}{4}\right)$$

其中， $S_i, S_c = 6, -6, U$ ， $S_d = 6, -6, U$ 。

图 10 示出了调制器的传递曲线的图示。这里，通过斜率来改变传递曲线。输入系数和输出校正因子涉及规一化的值。绘出的水平线 HL 表示校正值被限制为 1。如果输入值比较大，斜率传递将决定输出。校正值 1 表示相应的属性完全是产生的视频矩阵的一部分。0 值表示在视频矩阵中略去了相应的校正属性。

图 11 示出了根据第三实施例的 WSH 调制器的框图。根据第三实施例的 WSH 调制器可以用于根据图 5 的色域映射系统中。根据图

11 的调制器包括白点调制器 WPM、饱和度调制器 SM 以及色调调制器 HM。通过这三个调制器，来自 LSH 检测器 LSHD 的亮度和饱和度属性 L_d 、 S_d 被变换成用于确定白点、饱和度和色调校正的校正因子 H_c 、 W_c 、 S_c 。为了便于处理这些函数并节约硬件资源，这些调制器的理想曲线对应于如图 11 所示的线性函数。参数 WL_m 、 SS_m 和 HS_m 对应于该线性函数，被并输入到 WSH 调制器。

可以用下式来说明白点调制器 WPM 的运算：

$$W_c = (1 - L_d) + (WL_m - WL_m \cdot L_d),$$

其中， $L_d = 6, -6, U$ ， $WL_m = 4, -3, U$ ， $W_c = 6, -6, U$ 。

可以用下式来说明饱和度调制器的运算：

$$S_c = (1 - S_d) + (SS_m - SS_m \cdot S_d),$$

其中， $S_d = 6, -6, U$ ， $SS_m = 4, -3, U$ ， $S_c = 6, -6, U$ 。

可以用下式来说明色调调制器 HM 的运算：

$$H_c = (1 - S_d) + (HS_m - HS_m \cdot S_d),$$

其中， $S_d = 6, -6, U$ ， $HS_m = 4, -3, U$ ， $H_c = 6, -6, U$ 。

图 12 示出了根据第四实施例的矩阵生成器的框图。根据第四实施例的矩阵生成器 CGMG 可以用于根据图 5 的映射系统中。色域矩阵生成器 CGMG 被用来产生九个系数，基于来自前一个模块的白点、饱和度和色调校正 W_c 、 S_c 、 H_c 的容许量，这些系数被用于色域映射。根据测得的显示模块的数据来计算这九个参数。优选地，当考虑所需的校正时，定义这九个系数来使这些系数的计算变得容易。这些系数和九个参数之间的关系如下：

$$\begin{aligned} W_R &= s_1 + g_2 + b_1 - 1 & S_R &= \frac{r_1 + r_2}{2} & H_R &= \frac{r_1 - r_2}{2} \\ W_G &= r_1 + s_2 + b_2 - 1 & S_G &= \frac{g_1 + g_2}{2} & H_G &= \frac{g_1 - g_2}{2} \\ W_B &= r_2 + g_1 + s_3 - 1 & S_B &= \frac{b_1 + b_2}{2} & H_B &= \frac{b_1 - b_2}{2} \end{aligned}$$

根据测得的数据在线性光域中计算视频矩阵 MTX_{CGM} 。此后，由于没有执行伽玛运算和去伽玛运算，所以对 these 系数进行补偿。于是，根据这些值，用下列等式来计算这九个参数：

$$K_{10} = S_r \cdot S_c + H_r \cdot H_c$$

$$K_{20} = S_r \cdot S_c - H_r \cdot H_c$$

$$K_{21} = S_g \cdot S_c + H_g \cdot H_c$$

$$K_{01} = S_g \cdot S_c - H_g \cdot H_c$$

$$K_{02} = S_b \cdot S_c + H_b \cdot H_c$$

$$K_{12} = S_b \cdot S_c - H_b \cdot H_c$$

$$K_{00} = W_r \cdot W_c - S_r \cdot W_c \cdot (1 - S_c)$$

$$K_{11} = W_g \cdot W_c - S_g \cdot W_c \cdot (1 - S_c)$$

$$K_{22} = W_b \cdot W_c - S_b \cdot W_c \cdot (1 - S_c)$$

其中， $W_c, S_c, H_c = 6, -6, U$ ； $W_r, W_g, W_b = 5, -5, S$ ； $S_r, S_g, S_b = 5, -5, S$ ， $H_r, H_g, H_b = 5, -5, S$ 。

图 13 示出了根据第五实施例的视频矩阵单元的框图。色域映射单元 20，即，根据第五实施例的视频矩阵单元 VM，可以被用于根据图 5 的映射系统中。视频矩阵单元 VM 20 用来执行视频处理的色域映射。用矩阵系数 $K_{00} \dots K_{22}$ 乘以输入像素矢量 (R_i, G_i, B_i) 来得到经色域映射的输出像素矢量 (R_o, G_o, B_o) 。优选地，这些系数的幅值接近单位矩阵，即，对角线上的系数大约为 1，其他系数大约为 0。从而，可以用下式来描述输出像素：

$$\begin{bmatrix} R_o \\ G_o \\ B_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{00} & c_{01} & c_{02} \\ c_{10} & c_{11} & c_{12} \\ c_{20} & c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R_i \\ G_i \\ B_i \end{bmatrix} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} 1 + K_{00} - K_{01} - K_{02} & K_{01} & K_{02} \\ K_{10} & 1 - K_{01} + K_{11} - K_{12} & K_{12} \\ K_{20} & K_{21} & 1 - K_{20} - K_{21} + K_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R_i \\ G_i \\ B_i \end{bmatrix}$$

可以用下式执行色域映射：

$$R_o = R_i + K_{00} \cdot R_i + K_{01} \cdot (G_i - R_i) + K_{02} (B_i - R_i)$$

$$G_o = G_i + K_{11} \cdot G_i + K_{12} \cdot (B_i - G_i) + K_{10} (R_i - G_i)$$

$$B_o = B_i + K_{22} \cdot B_i + K_{20} \cdot (R_i - B_i) + K_{21} (G_i - B_i)$$

其中, $R_I, G_I, B_I = 8, -8, U$, $K_{00}, \dots, K_{11} = 6, -6, S$, $R_O, G_O, B_O = 8, -8, U$ 。

图 14 示出了计算 XYZ 矩阵的表示。在图 14 中, OTP 参数的计算基于输入标准和测得的显示器数据。这里, 参数 W_{RGB} 、 S_{RGB} 和 H_{RGB} 定义了色域映射, 而参数 WL_M 、 SS_M 和 HS_M 定义了色域映射和软削波之间的折中。

$$x_w = \frac{\frac{x_r \cdot Y_R + \frac{x_g \cdot Y_G + \frac{x_b \cdot Y_B}{y_b}}{y_g}}{\frac{Y_R + Y_G + Y_B}{y_r + y_g + y_b}}}{\frac{Y_R + Y_G + Y_B}{y_r + y_g + y_b}}, y_w = \frac{Y_R + Y_G + Y_B}{\frac{Y_R + Y_G + Y_B}{y_r + y_g + y_b}}, Y_w = Y_R + Y_G + Y_B$$

k_1 和 k_2 的值被用来确定白点的 RGB 比率:

$$Y_R = \frac{1}{1+k_1+k_2} \cdot Y_w, Y_G = \frac{k_1}{1+k_1+k_2} \cdot Y_w, Y_B = \frac{k_2}{1+k_1+k_2} \cdot Y_w$$

$$k_1 = \frac{x_w \cdot y_r + x_b \cdot y_w + x_r \cdot y_b - x_w \cdot y_b - x_b \cdot y_r - x_r \cdot y_w}{x_w \cdot y_b + x_b \cdot y_g + x_g \cdot y_w - x_w \cdot y_g - x_b \cdot y_w - x_g \cdot y_b} \cdot \frac{y_g}{y_r}$$

$$k_2 = \frac{x_w \cdot y_r + x_g \cdot y_w + x_r \cdot y_g - x_w \cdot y_g - x_g \cdot y_r - x_r \cdot y_w}{x_w \cdot y_g + x_g \cdot y_b + x_b \cdot y_w - x_w \cdot y_b - x_g \cdot y_w - x_b \cdot y_g} \cdot \frac{y_b}{y_r}$$

于是, 首先计算 W_{RGB} 、 S_{RGB} 和 H_{RGB} 参数。通过基于期望的输入图像的色彩标准以及显示基色和显示白点的测量结果而计算 MTX_{SRGB} 和 MTX_{DISP} 矩阵, 来执行这个计算。按照下式计算 XYZ 矩阵:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{x_r}{y_r} \cdot \frac{1}{1+k_1+k_2} & \frac{x_g}{y_g} \cdot \frac{k_1}{1+k_1+k_2} & \frac{x_b}{y_b} \cdot \frac{k_2}{1+k_1+k_2} \\ \frac{1}{1+k_1+k_2} & \frac{k_1}{1+k_1+k_2} & \frac{k_2}{1+k_1+k_2} \\ \frac{1-x_r-y_r}{y_r} \cdot \frac{1}{1+k_1+k_2} & \frac{1-x_g-y_g}{y_g} \cdot \frac{k_1}{1+k_1+k_2} & \frac{1-x_b-y_b}{y_b} \cdot \frac{k_2}{1+k_1+k_2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

根据这个矩阵, 可以按照下式计算线性光域中的色域矩阵 MTX_{CGM} :

$$MTX_{cgm} = (MTX_{disp})^{-1} \cdot MTX_{EBU}。$$

图 15 示出了静态矩阵系数的计算的表达式。这里, 示出了将 MTX_{cgm} 矩阵的系数变换到感知域中。输入来自亮度域的九个系数, 并将这九个系数转换成视频域中的九个系数。线性系数被标示为 $K_{row,column}^L$,

感知的系数被标示为 $K_{row,column}^P$ 。在将来自感知域的系数转换到线性域的过程中，考虑大约 2,2 的伽玛值。由于线性域是唯一校正的域，感知域中的等式也是校正性的。从而，白点校正对于正在通过两个矩阵处理的像素矢量而言将是相同的。而且，白点周围的饱和度校正的一阶导数对于两个矩阵而言也是相同的。于是，饱和度从灰色上升至 30%到 40%的成比例增大是校正值的一个很好的近似值。而且，白点周围的色调校正的一阶导数对于这两个矩阵而言也是相同的。于是，从白点开始的像素矢量的角度构成了校正角度的一个很好的近似值。

可以按照下式计算感知系数：

$$\begin{aligned}
 K_{01}^P &= (K_{00}^L + K_{01}^L + K_{02}^L)^{\frac{1}{\gamma}-1} \cdot K_{01}^L \\
 K_{12}^P &= (K_{10}^L + K_{11}^L + K_{12}^L)^{\frac{1}{\gamma}-1} \cdot K_{12}^L \\
 K_{20}^P &= (K_{20}^L + K_{21}^L + K_{22}^L)^{\frac{1}{\gamma}-1} \cdot K_{20}^L \\
 K_{00}^P &= \frac{1}{2} (K_{00}^L + K_{01}^L + K_{02}^L)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left(1 + \frac{+K_{00}^L - K_{01}^L - K_{02}^L}{K_{00}^L + K_{01}^L + K_{02}^L} \right) \\
 K_{11}^P &= \frac{1}{2} (K_{10}^L + K_{11}^L + K_{12}^L)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left(1 + \frac{-K_{10}^L + K_{11}^L - K_{12}^L}{K_{10}^L + K_{11}^L + K_{12}^L} \right) \\
 K_{22}^P &= \frac{1}{2} (K_{20}^L + K_{21}^L + K_{22}^L)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left(1 + \frac{-K_{20}^L - K_{21}^L - K_{22}^L}{K_{20}^L + K_{21}^L + K_{22}^L} \right) \\
 K_{02}^P &= \frac{1}{2} (K_{00}^L + K_{01}^L + K_{02}^L)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left(1 + \frac{-K_{00}^L - K_{01}^L + K_{02}^L}{K_{00}^L + K_{01}^L + K_{02}^L} \right) \\
 K_{10}^P &= \frac{1}{2} (K_{10}^L + K_{11}^L + K_{12}^L)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left(1 + \frac{+K_{10}^L - K_{11}^L - K_{12}^L}{K_{10}^L + K_{11}^L + K_{12}^L} \right) \\
 K_{21}^P &= \frac{1}{2} (K_{20}^L + K_{21}^L + K_{22}^L)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left(1 + \frac{-K_{20}^L + K_{21}^L - K_{22}^L}{K_{20}^L + K_{21}^L + K_{22}^L} \right)
 \end{aligned}$$

此后，可以按照下式计算参数 W_{RGB} 、 S_{RGB} 和 H_{RGB} ：

$$W_R = K_{00}^P + K_{01}^P + K_{02}^P - 1 \quad S_R = \frac{K_{10}^P + K_{20}^P}{2} \quad H_R = \frac{K_{10}^P - K_{20}^P}{2}$$

$$W_G = K_{10}^P + K_{11}^P + K_{12}^P - 1 \quad S_G = \frac{K_{21}^P + K_{01}^P}{2} \quad H_G = \frac{K_{21}^P - K_{01}^P}{2}$$

$$W_B = K_{20}^P + K_{21}^P + K_{22}^P - 1 \quad S_B = \frac{K_{02}^P + K_{12}^P}{2} \quad H_B = \frac{K_{02}^P - K_{12}^P}{2}$$

图 16 示出了在色域映射和软削波之间进行折中的图示。确定每个输入像素的亮度和饱和度属性。这些属性对应于图 16 中的区域中的二维矢量点。要采取的校正动作取决于像素属性所寻址的区域。在图 16 中，限定了四个区域。如果一个像素的亮度和饱和度值低于某一阈值，则基于最初确定的矩阵系数来执行色域映射。这些阈值对应于参数 WL_M 和 HS_M 的值，参数 WL_M 和 HS_M 指定了校正变换的斜率。不过，如果亮度比较低，则首先通过去除色调校正，之后去除饱和度校正来调整矩阵系数。由于饱和度校正对于显示器而言非常重要，所以在增大对角线系数时用相同的量补偿任何与饱和度校正相关的系数的逐渐下降。虽然这是一个非常粗略的一阶近似，但对于这个算法已经足够了。具有较高饱和度和较低亮度的像素可能产生负的色域映射值。将负责这个处理的这些系数改变为接近零，并且将相同的量加到对角线上的值来补偿饱和度损失。具有高饱和度值的像素矢量被用作矩阵的掩蔽，以便在采用对角线系数时将选择一行作为这种颜色的增益因子。如果像素包含较高的亮度，可以去除白点校正来避免针对密封的削波。应当注意的是，具有较高亮度的像素不能同时具有较高的饱和度。

为了确定色调和饱和度斜率，基于产生小于 0 或者大于 1 的值的校正的像素矢量来计算参数 WL_M 、 SS_M 和 HS_M 。

可以按照下式来确定红色/青色方向上的负向削波：

$$\begin{aligned} R_i &= V \cdot (1 + \alpha) & R_o &= V \cdot \{(1 + \alpha) \cdot K_{00} + (1 - \alpha) \cdot (K_{01} + K_{02})\} \\ G_i &= V \cdot (1 - \alpha) & \Rightarrow G_o &= V \cdot \{(1 + \alpha) \cdot K_{10} + (1 - \alpha) \cdot (K_{11} + K_{12})\} \\ B_i &= V \cdot (1 - \alpha) & B_o &= V \cdot \{(1 + \alpha) \cdot K_{20} + (1 - \alpha) \cdot (K_{21} + K_{22})\} \end{aligned}$$

对于 $R_o = G_o = B_o = 0$ ：

$$(1 + \alpha) \cdot K_{00} + (1 - \alpha) \cdot (K_{01} + K_{02}) = 0$$

$$(1 + \alpha) \cdot K_{10} + (1 - \alpha) \cdot (K_{11} + K_{12}) = 0$$

$$(1 + \alpha) \cdot K_{20} + (1 - \alpha) \cdot (K_{21} + K_{22}) = 0$$

对于红色/青色，通过下式可以确定 α 的值：

$$\alpha_R = \frac{K_{00} + K_{01} + K_{02}}{K_{01} + K_{02} - K_{00}}$$

$$\alpha_G = \frac{K_{10} + K_{11} + K_{12}}{K_{11} + K_{12} - K_{10}}$$

$$\alpha_B = \frac{K_{20} + K_{21} + K_{22}}{K_{21} + K_{22} - K_{20}}$$

采用最接近 0 的值。

对于绿色/紫红色，可以通过下式确定 α 的值：

$$\alpha_R = \frac{K_{00} + K_{01} + K_{02}}{K_{00} + K_{02} - K_{01}}$$

$$\alpha_G = \frac{K_{10} + K_{11} + K_{12}}{K_{10} + K_{12} - K_{11}}$$

$$\alpha_B = \frac{K_{20} + K_{21} + K_{22}}{K_{20} + K_{22} - K_{21}}$$

采用最接近零的值，并使该值通过饱和度模型。

绿色/紫红色颜色方向和蓝色/黄色色彩方向涉及相同的计算。当计算对于红色/青色的 α 时，采用最接近 0 的值。首先计算对于红色/青色的 α ，接下来这些值通过饱和度模块，最后计算斜率。

对于蓝色/黄色，可以通过下式计算 α 的值：

$$\alpha_R = \frac{K_{00} + K_{01} + K_{02}}{K_{00} + K_{01} - K_{02}}$$

$$\alpha_G = \frac{K_{10} + K_{11} + K_{12}}{K_{10} + K_{11} - K_{12}}$$

$$\alpha_B = \frac{K_{20} + K_{21} + K_{22}}{K_{20} + K_{21} - K_{22}}$$

采用最接近 0 的值，并使这些值通过饱和度模块。

上述公式被用来确定控制视频矩阵中的色调校正量的 HS_M 参数。从灰度值开始，增大饱和度，直至得到负值。采用最接近 0 的 α 值来根据下列等式计算斜率 HS_M ：

$$S_L = \frac{2\alpha}{1+\alpha^2} \quad S_C = \left(1 - \frac{m}{2} S_L\right) S_L \quad HS_m = \frac{1}{1-S_L}$$

此后，执行 SS_M 的计算，这个计算只是在用于矩阵的系数上与计算斜率不同。在跳过饱和度校正之前已经从矩阵系数中去除了色调分量。因此，对负责色调校正的红色、绿色和蓝色系数 $(r_1, r_2, g_1, g_2, b_1, b_2)$ 进行平均，通过下列等式，采用最接近 0 的 α 值来计算斜率 SS_M ：

$$S_L = \frac{2\alpha}{1+\alpha^2} \quad S_C = \left(1 - \frac{m}{2} S_L\right) S_L \quad SS_m = \frac{1}{1-S_L}$$

通过确定红色/青色方向上的正向削波值来执行 WL_M 参数的计算:

$$\begin{aligned} R_i &= V \cdot (1+\alpha) & R_o &= V \cdot \{(1+\alpha) \cdot K_{00} + (1-\alpha) \cdot (K_{01} + K_{02})\} \\ G_i &= V \cdot (1-\alpha) & \Rightarrow G_o &= V \cdot \{(1+\alpha) \cdot K_{10} + (1-\alpha) \cdot (K_{11} + K_{12})\} \\ B_i &= V \cdot (1-\alpha) & B_o &= V \cdot \{(1+\alpha) \cdot K_{20} + (1-\alpha) \cdot (K_{21} + K_{22})\} \end{aligned}$$

对于 $R_o = G_o = B_o = 1$:

$$(1+\alpha) \cdot K_{00} + (1-\alpha) \cdot (K_{01} + K_{02}) = V^{-1}$$

$$(1+\alpha) \cdot K_{10} + (1-\alpha) \cdot (K_{11} + K_{12}) = V^{-1}$$

$$(1+\alpha) \cdot K_{20} + (1-\alpha) \cdot (K_{21} + K_{22}) = V^{-1}$$

对于红色/青色, 可以通过下式来确定 V 的值:

$$V_R = \frac{1}{(K_{00} + K_{01} + K_{02}) + \alpha \cdot (K_{00} - K_{01} - K_{02})}$$

$$V_G = \frac{1}{(K_{10} + K_{11} + K_{12}) + \alpha \cdot (K_{10} - K_{11} - K_{12})}$$

$$V_B = \frac{1}{(K_{20} + K_{21} + K_{22}) + \alpha \cdot (K_{20} - K_{21} - K_{22})}$$

此外, 对于绿色/紫红色, 通过下式确定 V :

$$V_R = \frac{1}{(K_{00} + K_{01} + K_{02}) + \alpha \cdot (K_{01} - K_{00} - K_{02})}$$

$$V_G = \frac{1}{(K_{10} + K_{11} + K_{12}) + \alpha \cdot (K_{11} - K_{10} - K_{12})}$$

$$V_B = \frac{1}{(K_{20} + K_{21} + K_{22}) + \alpha \cdot (K_{21} - K_{20} - K_{22})}$$

对于蓝色/黄色, 通过下式计算 V :

$$V_R = \frac{1}{(K_{00} + K_{01} + K_{02}) + \alpha \cdot (K_{02} - K_{00} - K_{01})}$$

$$V_G = \frac{1}{(K_{10} + K_{11} + K_{12}) + \alpha \cdot (K_{12} - K_{10} - K_{11})}$$

$$V_B = \frac{1}{(K_{20} + K_{21} + K_{22}) + \alpha \cdot (K_{22} - K_{20} - K_{21})}$$

采用最接近 0 的值，并使该值通过亮度模块。

于是，最接近 0 的 V_p 值被用来将 α 减小为 0。这是因为必须从具有较高亮度的像素中去除白点校正。 V_p 值可被用来计算 WL_M 斜率：

$$V_L = V_p^2 \quad WL_M = \frac{1}{1-V_p}$$

图 17 示出了自适应矩阵系数的示例的表示。如果亮度值低于 0.853，饱和度值低于 0.486（请注意，这些值只是用作说明目的，而不应当被认为是限制性的），则采用初始的色域矩阵系数。如果饱和度值位于 0.486 和 0.624 之间，则对红色、绿色和蓝色系数取平均，以减少色调校正。如果饱和度值高于 0.624，将红色、绿色和蓝色系数减小为 0，以减少饱和度校正。同时，将平均值加到对角线上的值上，以保持亮度。

作为说明性示例，图 17 右下方的矩阵中的值 1.288 是根据左下方的矩阵 $(1,202-0,231 +0,201=1,172)$ 中的原始行的和计算得到的。从那个矩阵 $(1,172-(-0,116))$ 减去红色的列的平均值 $=1,288$ 。于是，红色分量的白点和饱和度校正大致对应于一阶近似。如果亮度值大于 0.853，使这些行的和等于 1。优选通过对角线上的值进行调整来执行这个操作。然后，比较左边两个矩阵的对角线上的系数。底部矩阵的红色行的和对应于 1,172，而顶部矩阵中的同一行的和等于 1。然后，计算红色对角线上的系数为 $1-(-0,231)-0,201=1,030$ 。

这里，如左边三角形所示的线性域中的色域映射与在没有任何矩阵系数适配的情况下的直角所示的感知域中的色域映射进行了比较。如直角所示，白点周围的像素颜色接近理想的颜色。所绘出的以 10% 的增长步幅增大到 30% 至 40% 的饱和度值对应于很好的近似值。如果出现了高饱和度值，则由于根据第一实施例没有自适应处理，从而对于两个三角形而言都出现削波。

这里，采用了根据第一实施例的矩阵系数的适配。如果比较了较小的显示三角形的蓝色顶点的映射，则左边的三角形示出了针对三角形的边的削波，而右边的三角形示出了更平滑的从灰色到蓝色的轨迹。虽然这个差别显得很小，但对具有自然图像的前屏性能的影响却

很大。如果出现了像素之间的空间关系，就更是如此。

上述色彩映射可以被用来压缩用于移动显示的色域。而且，色域可以延伸，例如，宽色域 LCD TV。而且，对于多基色显示器而言，可以改变色彩空间。可以执行类似饱和度和色温的用户设置。可以执行通过蓝色拉伸或绿色拉伸的图像增强。

本发明的上述原理（即，自适应色域映射）可以被用来压缩用于移动显示器的色域。另一方面，对于白色域 LCD 电视制式而言，可以扩展色域。可以改变多基色显示器的色彩空间。而且，可以执行类似饱和度、色温等之类的用户设置。可以实现图像增强（例如蓝色拉伸或绿色拉伸）。

通过执行色域压缩，上述自适应色域映射可以被用来增强有限色彩能力的显示器的色彩设置。对于需要最小功耗的移动 LCD 显示器而言，提供了有限的色彩作为背光的色谱，并且存在滤色器的有限的厚度和传输。而且，移动 LCD 显示器只能使对比度和位深度方面的性能较差，使得在不采用自适应支路的情况下执行色域映射，这减少了所需的硬件，但引入了伪像。

由于具有理想基色的材料的品质下降，PLED/OLED 显示器具有有限的色彩。从而，优选的基色谱将换取更长的寿命。由于光源的色谱以及由于滤色器的有限厚度和传输，LCD 前投影显示器也具有有限的色彩。

亮显示的白点可以对应于 RGB 的最大输出，但可能不对应于 D65 白点。在像素非常亮的情况下，由于校正可能导致亮度下降，应当校正白点。不过，对于亮度较差的像素，可以在仍然保持校正的亮度的时候对白点进行校正。根据一个实施例，可以执行预定白点设置（例如，冷色温（8500K），正常色温（D65）和暖色温（5000K））之间的切换。对于色域扩展，即色域很宽而且很亮，自适应色域映射可以改善这种装置的色彩设置。由于背光的色谱与 LCD-TV 显示器的滤色器结合在一起，LCD-TV 显示器可以具有较宽色域的颜色。这些显示器还可以包括白色的子像素来增强亮度和效率。自适应色域映射可以被用来改造色彩空间，使其相应地支持亮色域的颜色。自适应

色域映射可以被用来防止在显示过程中对伪像进行削波。

在多基色显示器的情况下，由于这种显示器可能包括额外的基色来增强色域和支持背光光谱的有效利用，自适应色域映射可以被用来增强具有白色域颜色性能的显示器的色彩设置。自适应色域映射可以被用来改造色彩空间，以支持亮色域的颜色。自适应色域映射可以被用来防止在显示过程中对伪像进行削波。

另一方面，通过自适应色域映射可以实现用户设置，使得用户的个人偏好可以被用于显示器的设置。通过将 sRGB 输入色域的输入系数改变为用户指定系数可以实现这个操作，用户指定系数描述了在用于映射处理之前的已改变的色域。映射处理可以被用来将 3D 输入色域映射到 3D 输出色域，其中，出现了具有用户偏好的饱和度亮度、色调和白点设置的输入图像。

而且，通过自适应色域映射可以执行图像增强。通过附加的自适应处理、分析输入像素的属性并且取决于这些像素的色调、饱和度和亮度在 3D 色彩空间中的位置，这些像素被映射到具有不同色调、饱和度和亮度的不同位置。于是，由于（例如）一些绿颜色的饱和度变得更高，一些肤色颜色的色调变得更理想，亮白色变成接近蓝色的白点，暗色的亮度变低以及饱和度变高，则输入图像在显示器上显得不一样了。

可以在任何显示装置中采用上述色域映射来增强前屏性能。还可以在显示器驱动器或显示模块中实现自适应色域映射。另外或者可替换地，可以在配套芯片中实施上述自适应色域映射算法。由于只需要有限数量的其他硬件来执行各自的算法，这是很有利的。另外或者可替换地，还可以在可编程处理装置上的软件中执行这种自适应色域映射算法。可以在 ARM 平台上或者在类似于 Trimedia 之类的媒体处理器上运行这种软件算法。

应当注意的是，上述实施例是对本发明的说明，而不是对本发明的限制，而且，在不脱离所附权利要求的范围的情况下，本领域技术人员可以设计出很多替换实施例。在权利要求中，括号中的任何参考标号不应当被解释为对权利要求的限制。所用词“包括”并不排除没

有在权利要求中列出的其它元件或步骤的出现。在元件之前的词“一个”或“一种”并不排除多个这种元件的出现。在列举了多个装置的装置权利要求中，可以通过同一项硬件实施这些装置中的几个。事实仅仅在于在互相不同的从属权利要求中引用的特定措施并不表示不能利用这些措施的组合来取得优势。

而且，权利要求中的任何标号都不应当被解释为对权利要求范围的限制。

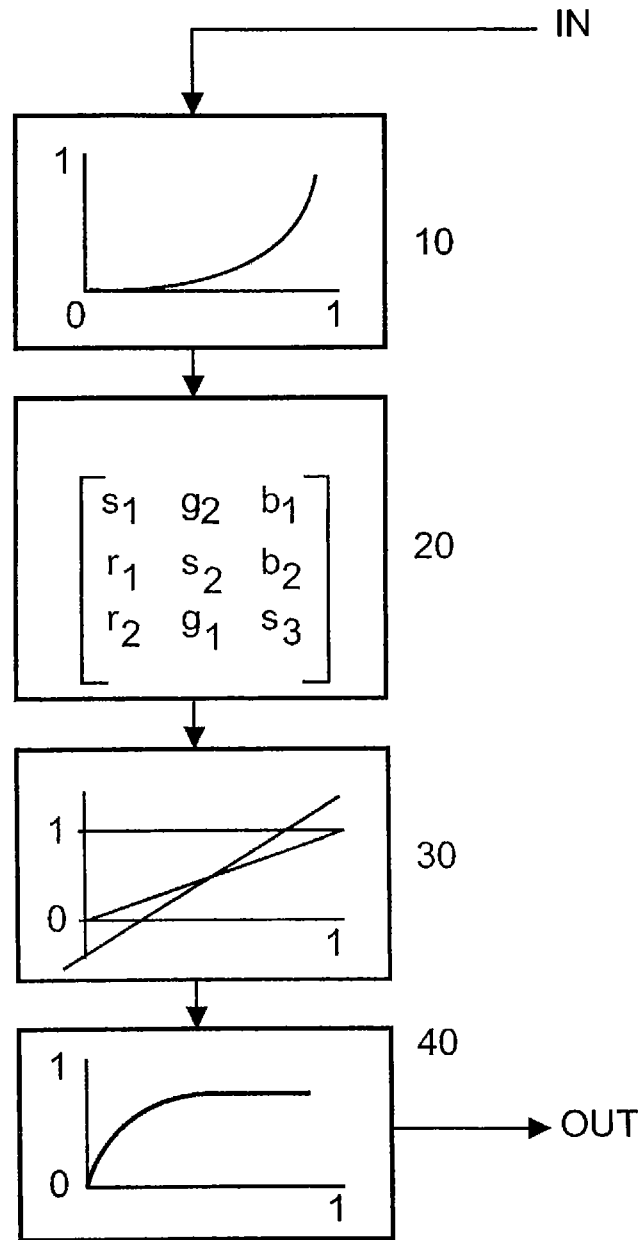


图 1

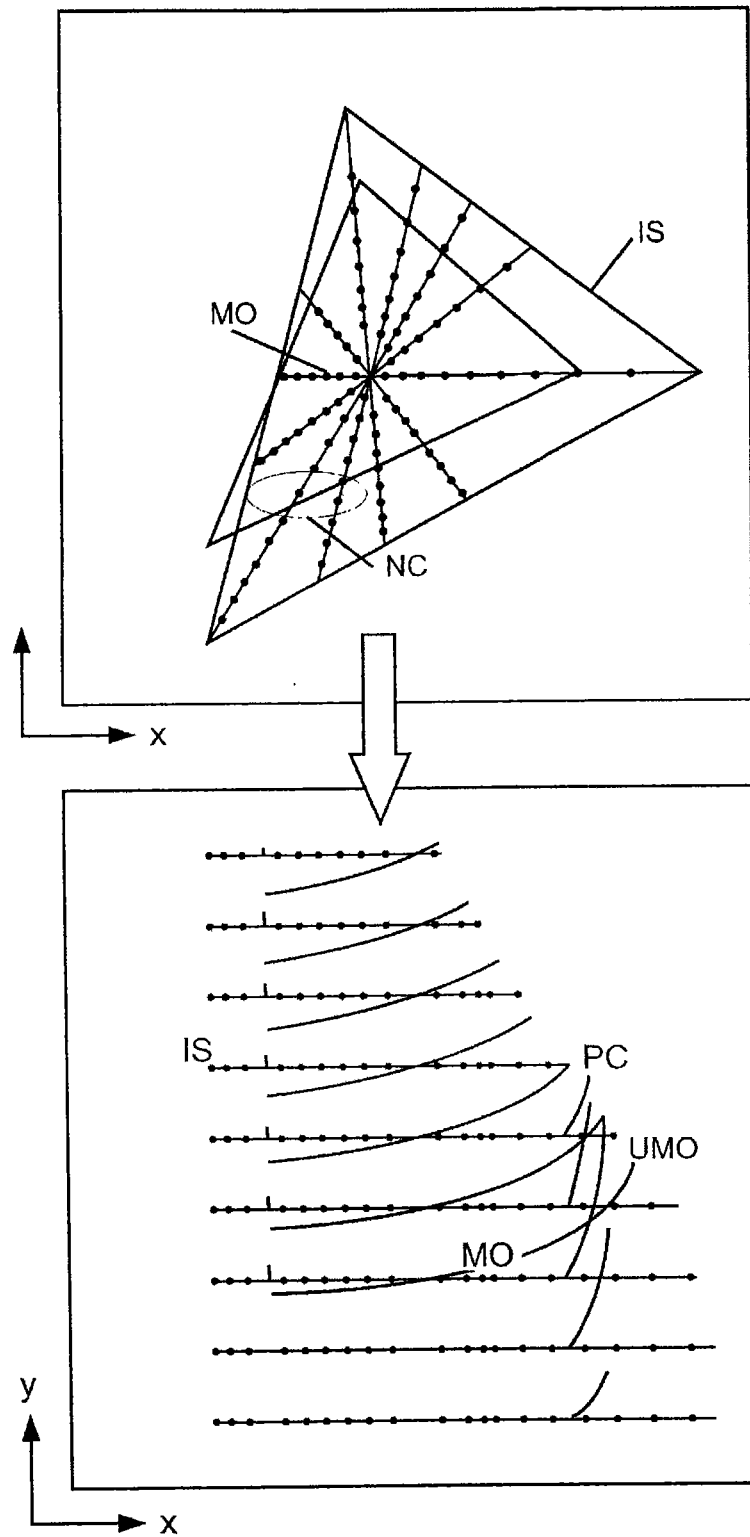


图 2

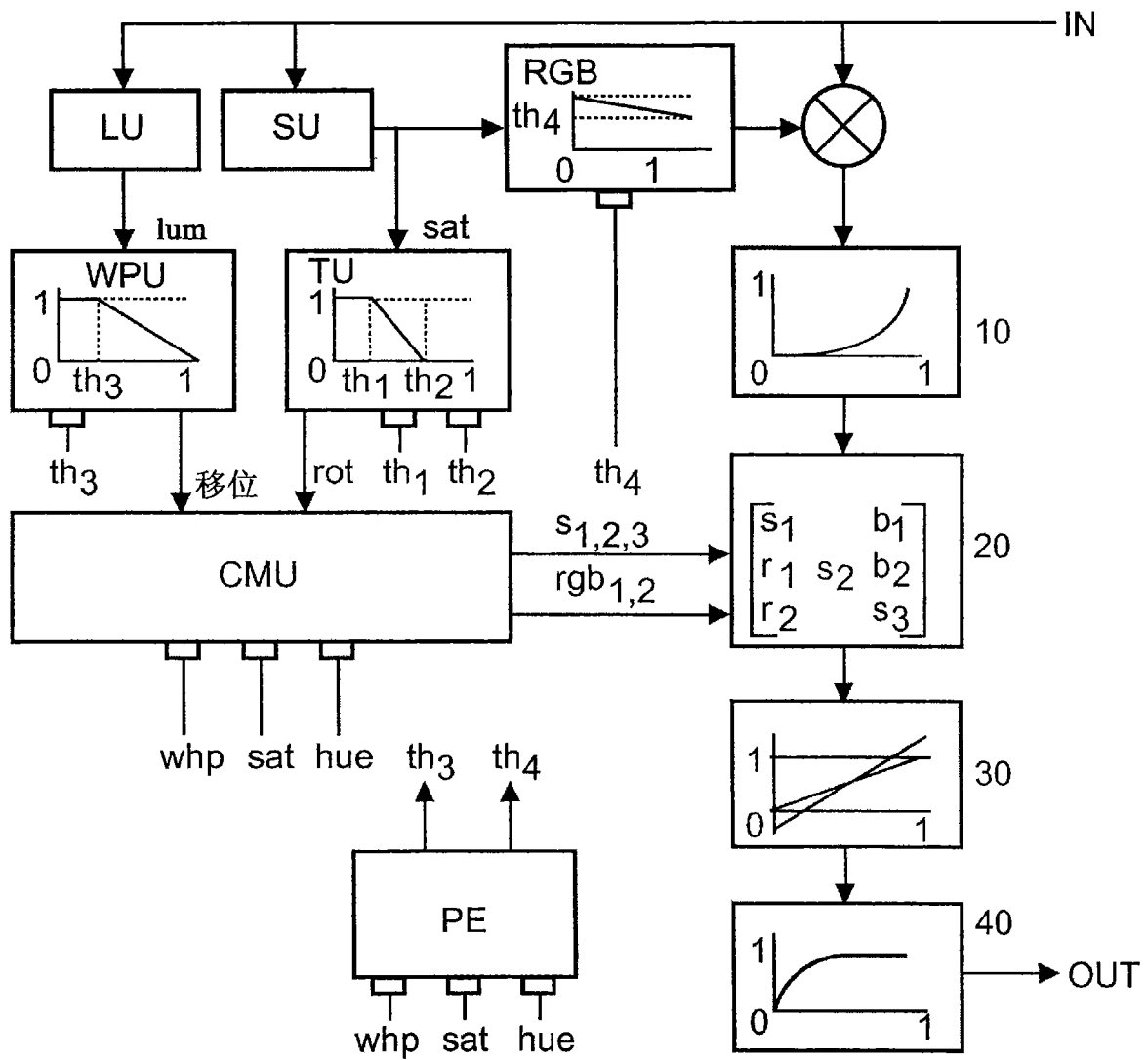


图 3

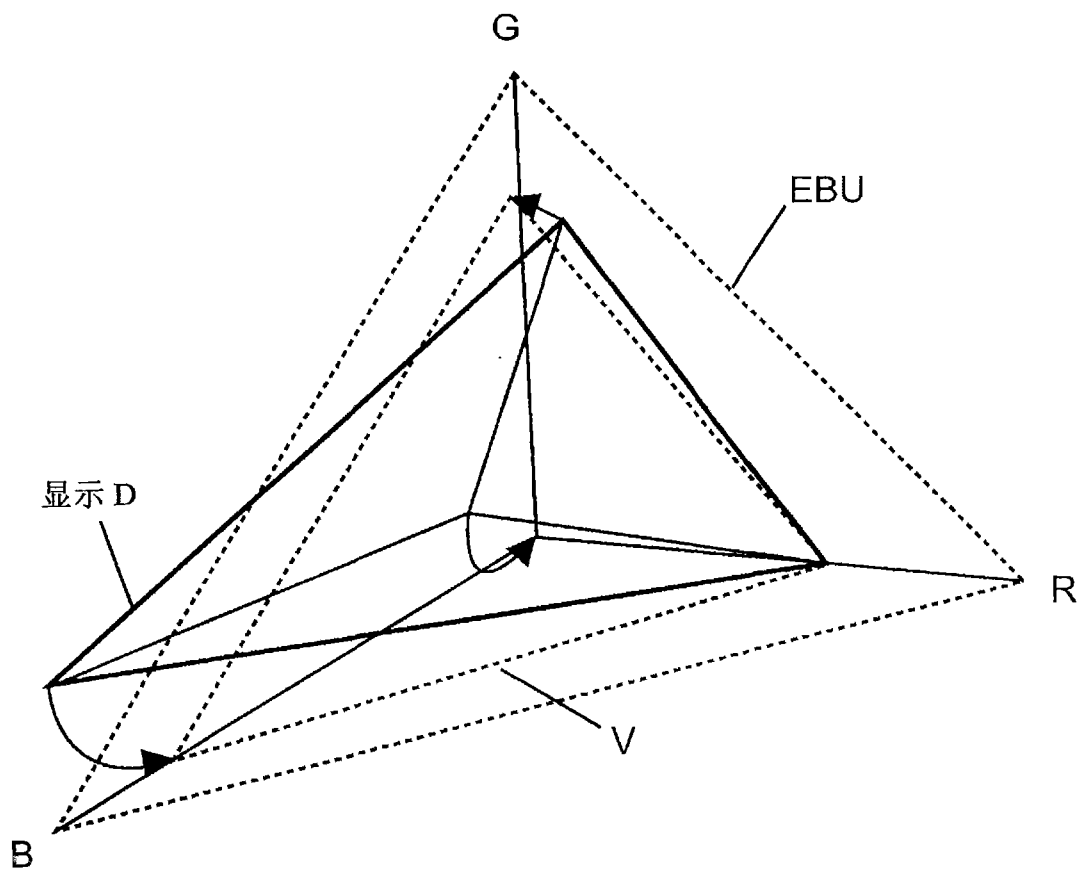


图 4

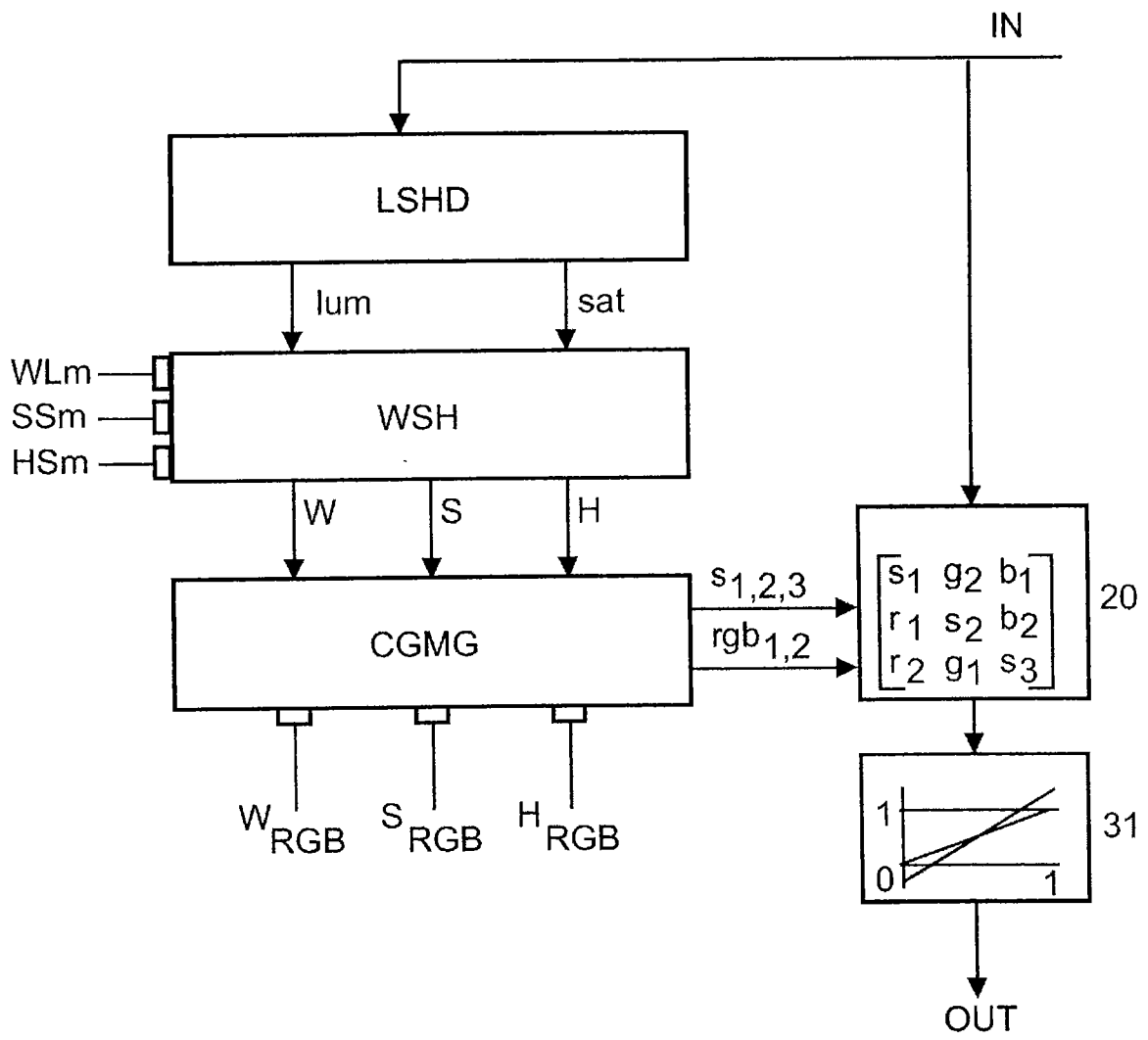


图 5

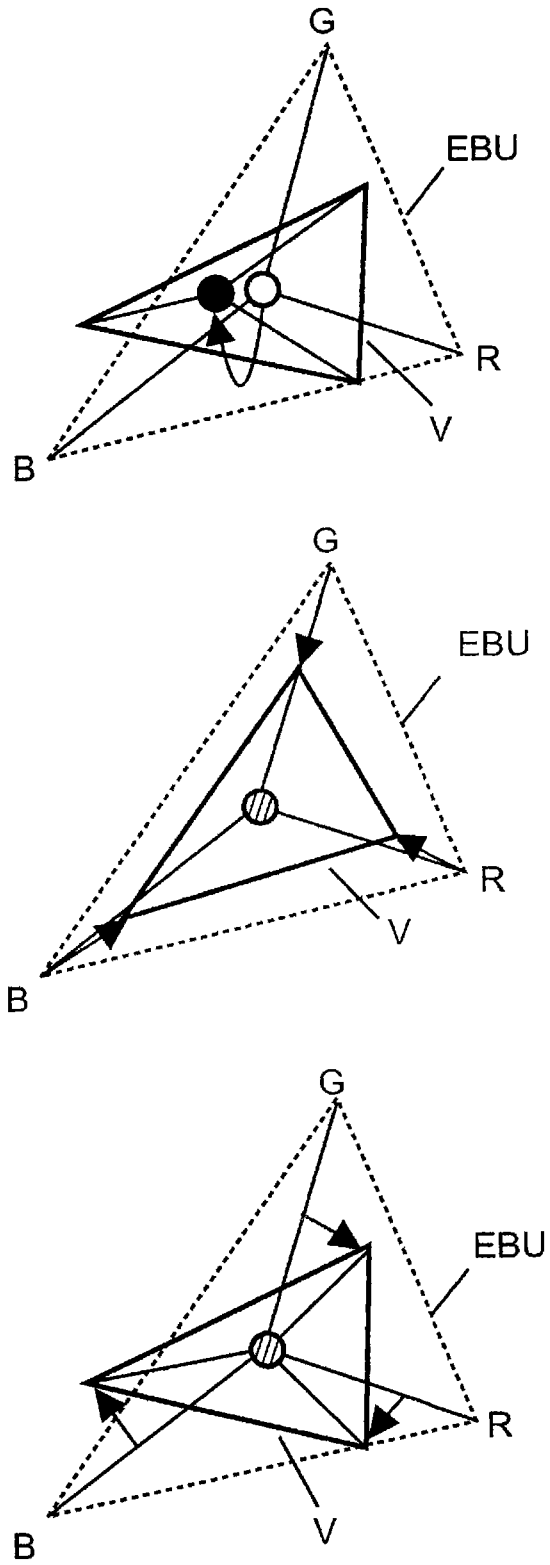


图 6

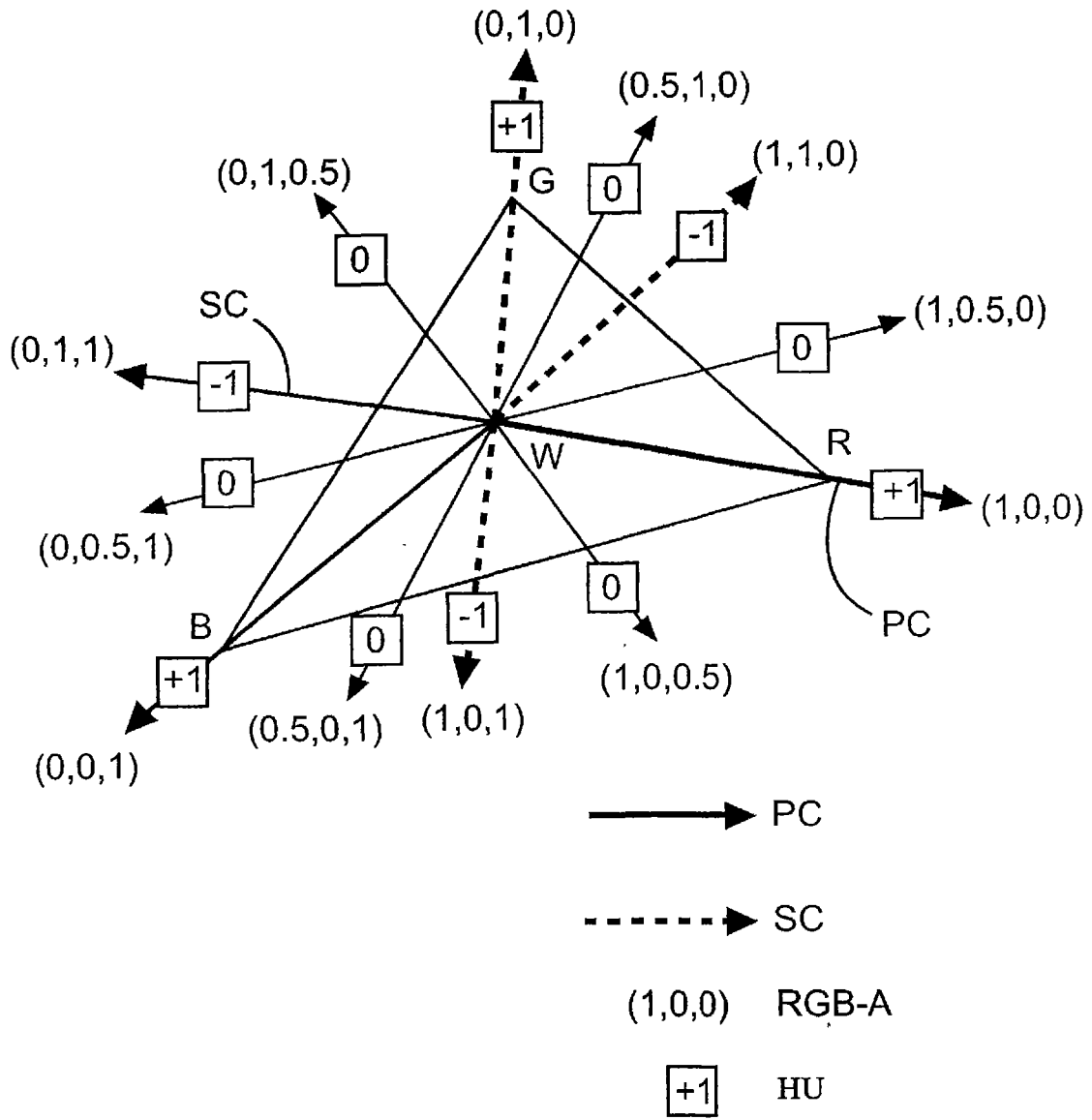


图 7

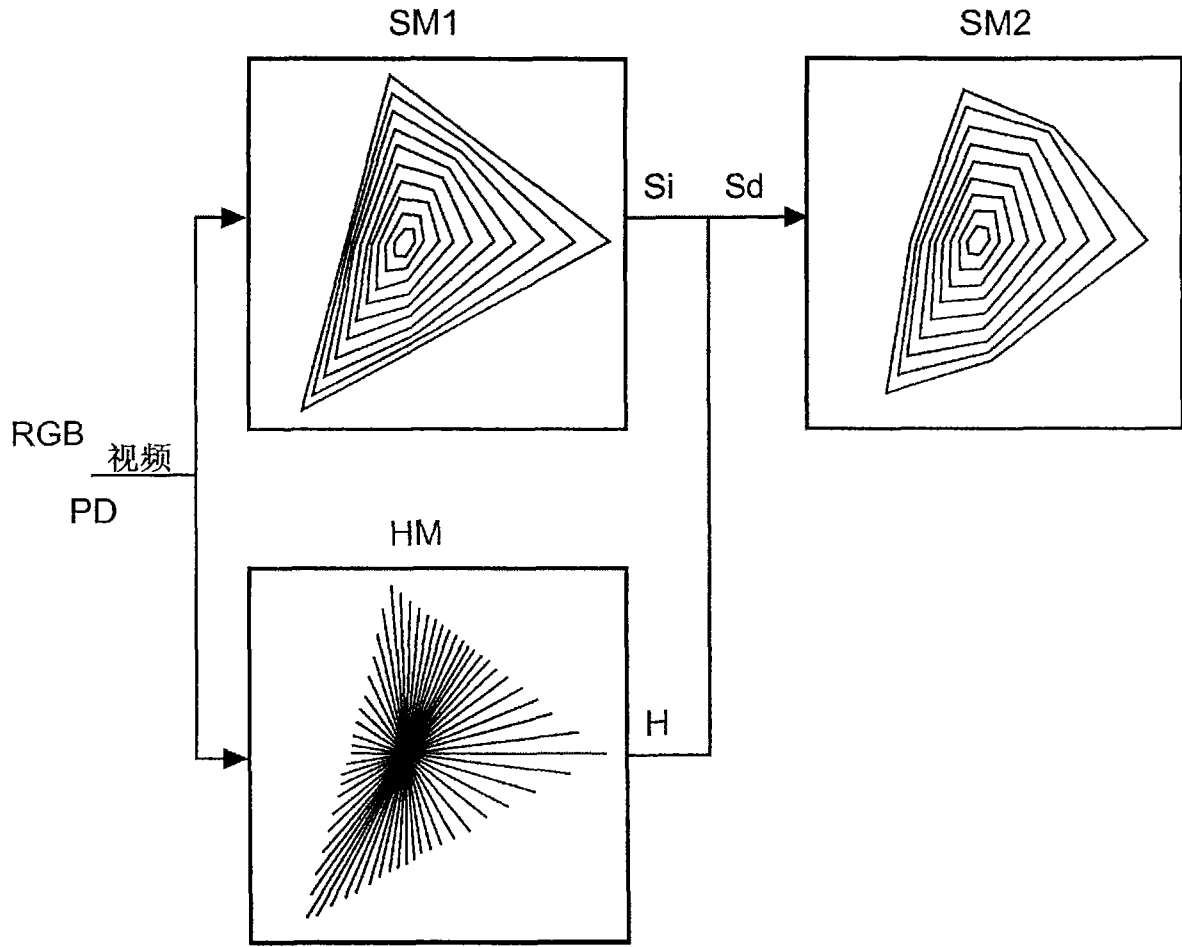


图 8

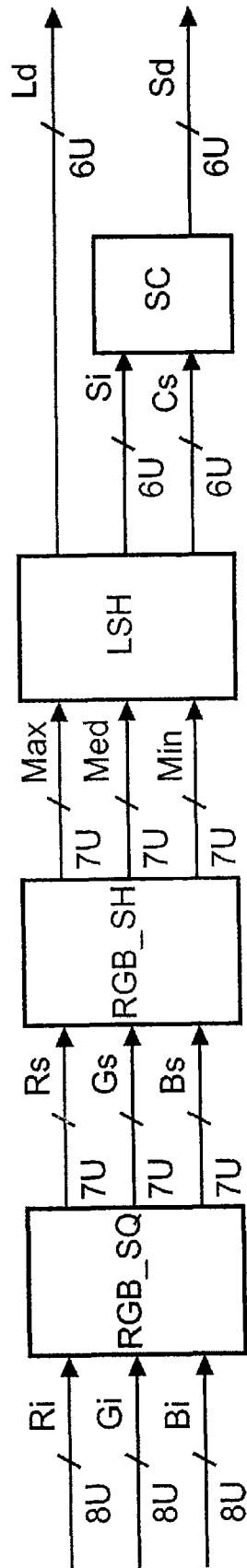


图 9

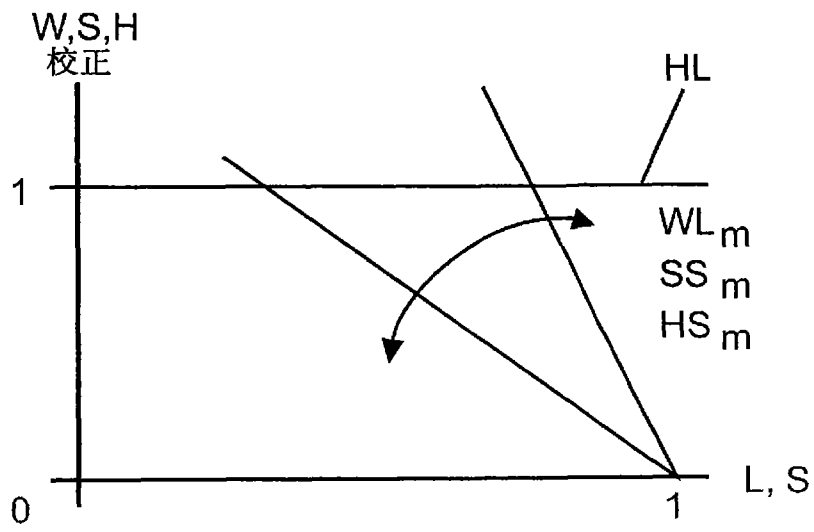


图 10

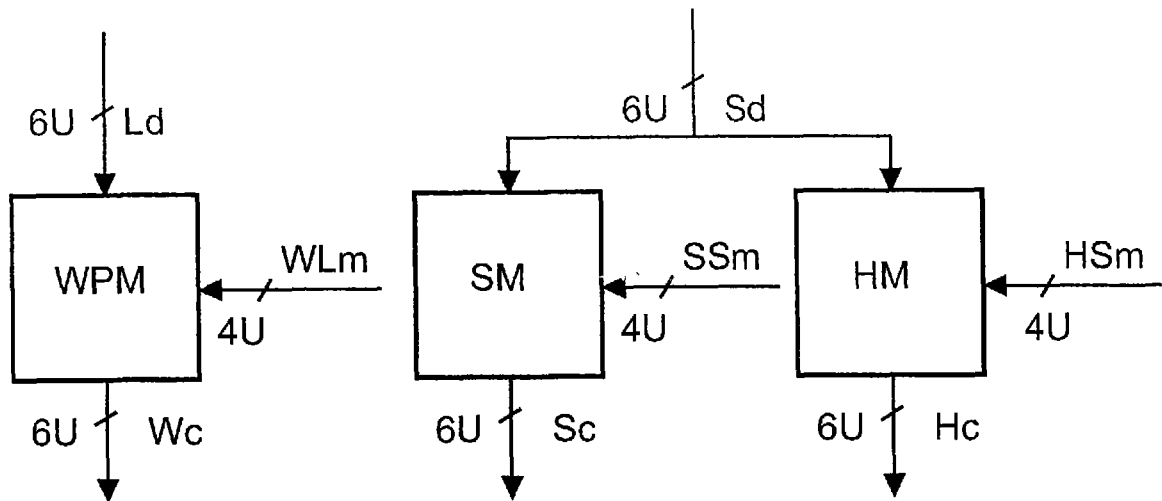


图 11

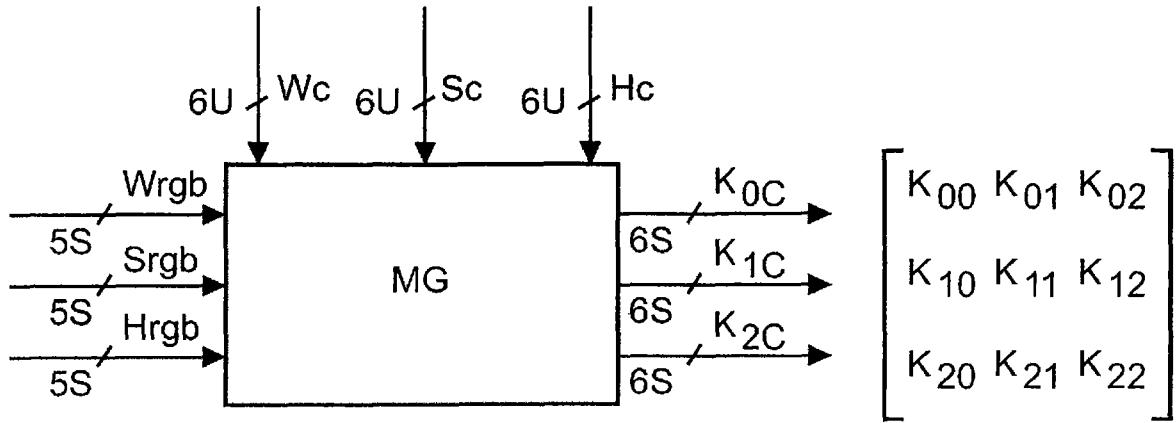


图 12

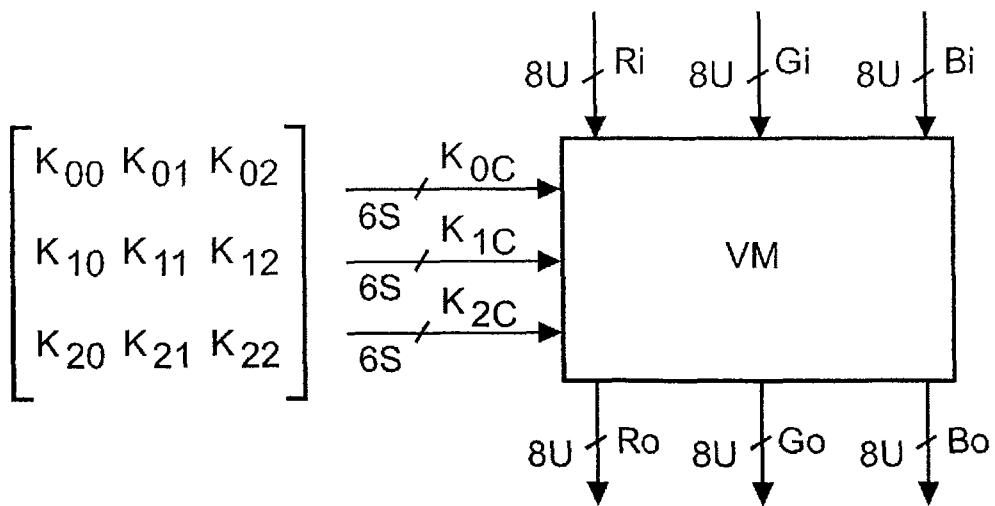


图 13

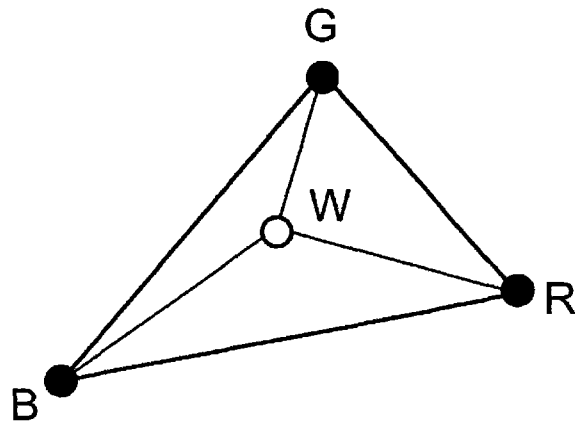


图 14

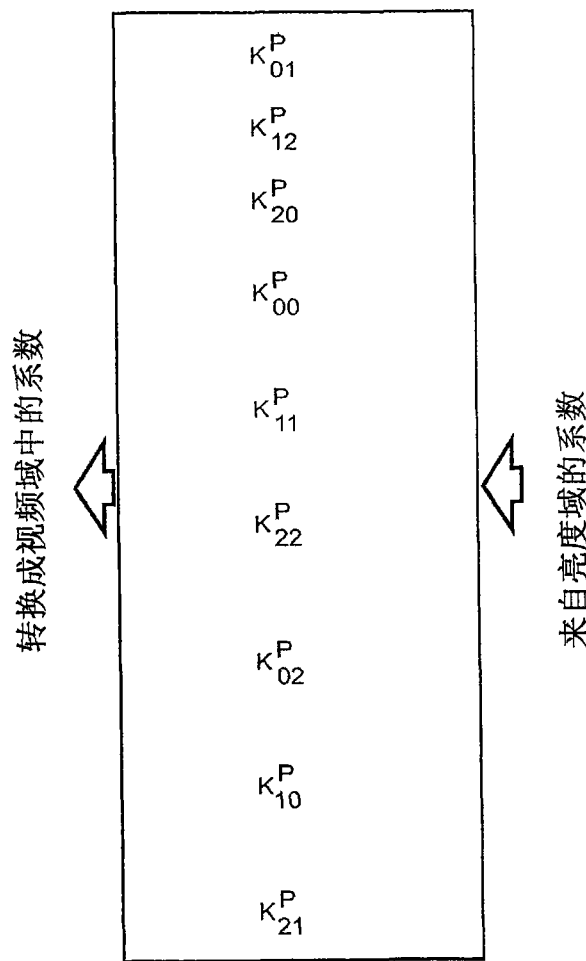


图 15

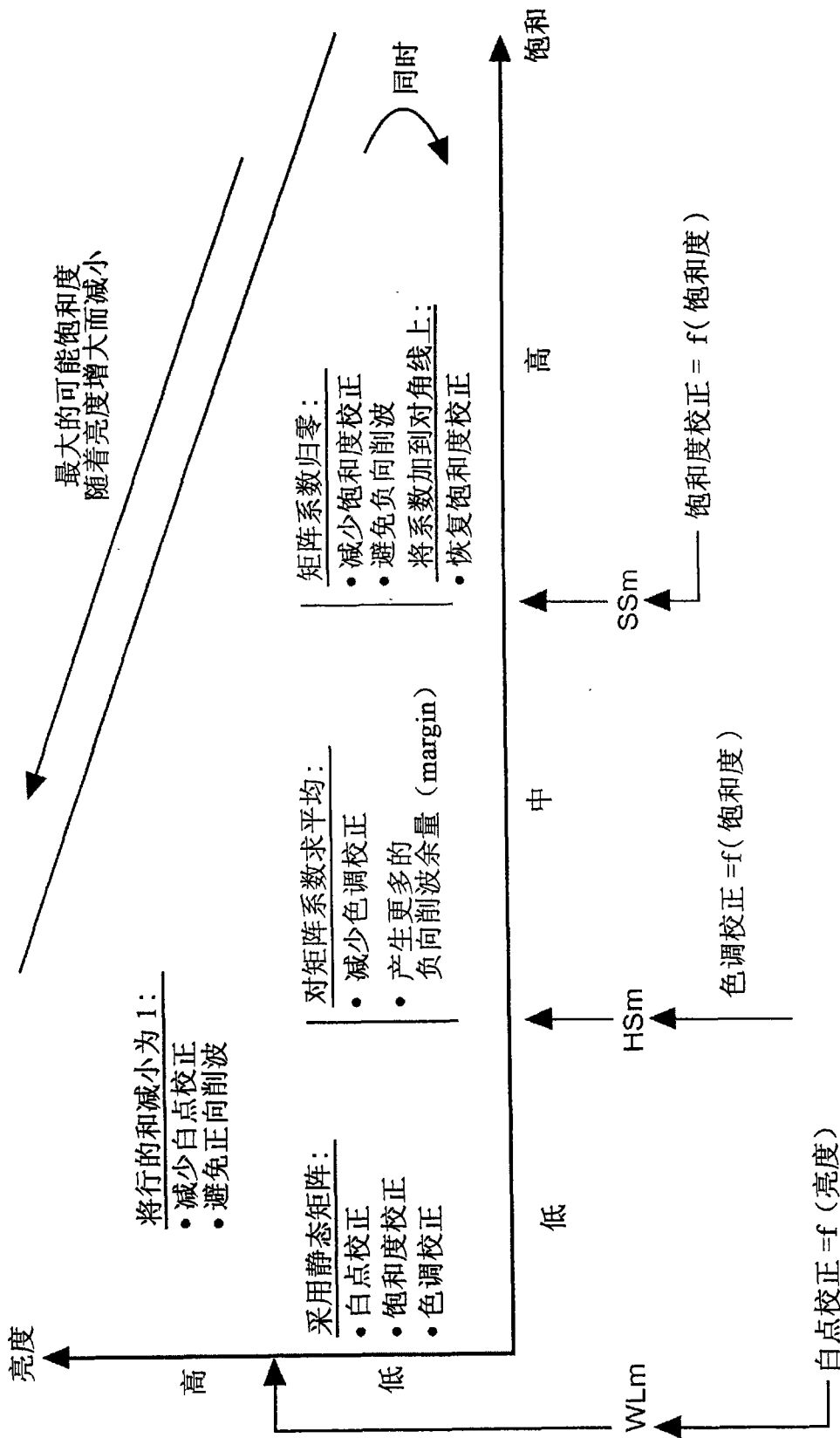


图 16

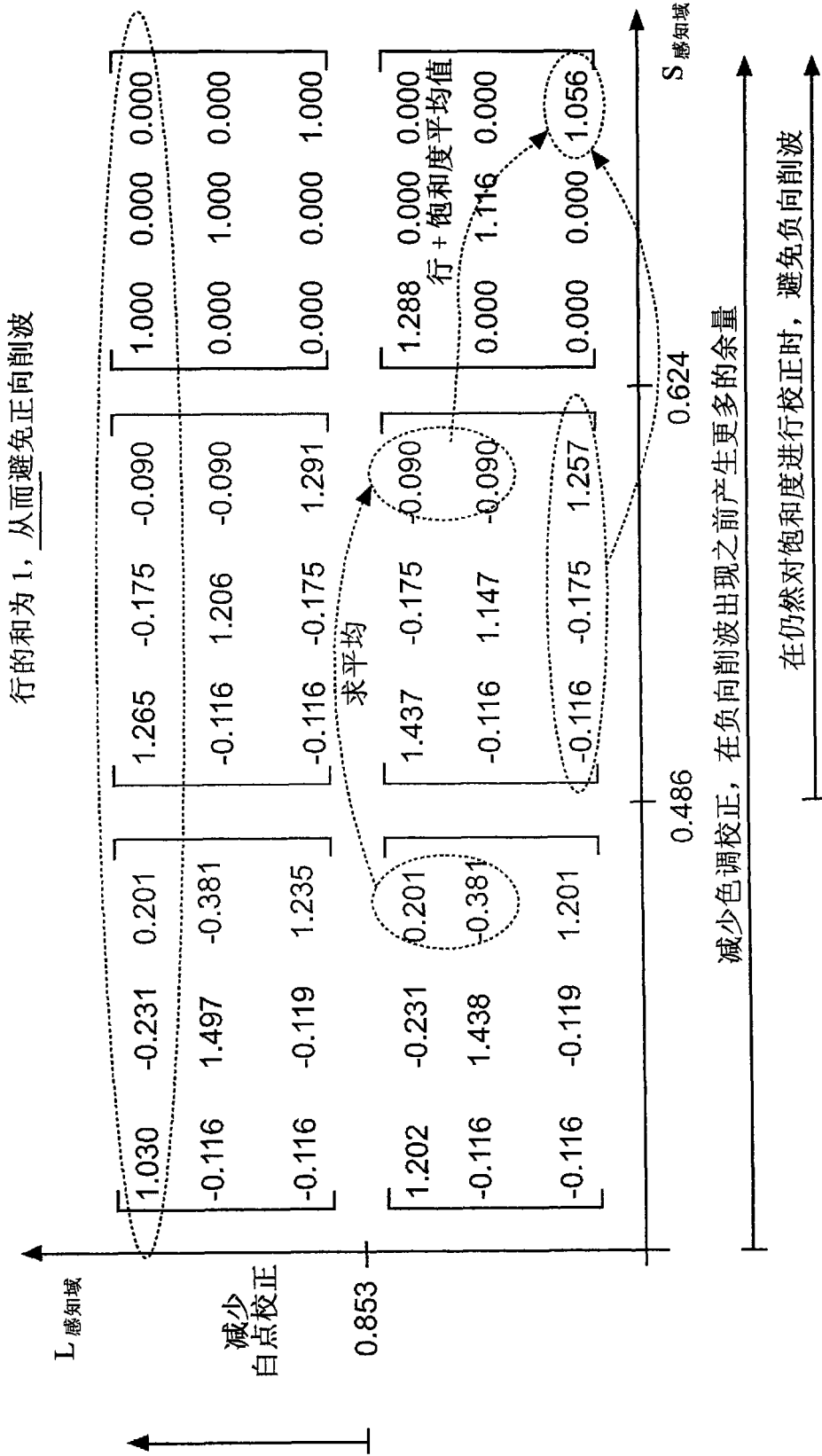


图 17