



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1992782 B

(45) 授权公告日 2011.08.17

(21) 申请号 200710003818.9

G06T 5/00(2006.01)

(22) 申请日 2003.02.12

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

W0 91/02425 A1, 1991.02.21, 全文.

2002-33658 2002.02.12 JP

审查员 夏刊

2002-198394 2002.07.08 JP

2002-239134 2002.08.20 JP

(62) 分案原申请数据

03802020.3 2003.02.12

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 渡边辰巳 小岛章夫 桑原康浩

物部祐亮 黑泽俊晴 奥博隆

(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 11038

代理人 李今子

(51) Int. Cl.

H04N 1/60(2006.01)

H04N 1/56(2006.01)

G06T 5/50(2006.01)

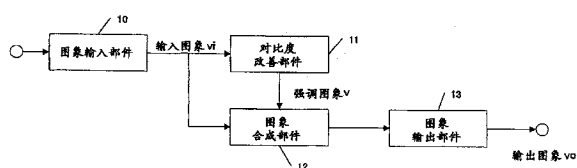
权利要求书 3 页 说明书 35 页 附图 63 页

(54) 发明名称

图象处理装置和图象处理方法

(57) 摘要

一种图象处理装置,用于自动改善由数字照相机取得的输入图象的对比度,取得更鲜明的图象。对比度改善部件(11)通过比较输入图象的对象像素和属于其周围区域的像素,进行对比度改善处理。图象合成部件(12)合成由该对比度改善处理取得的强调图象和输入图象。合成后的图象通过图象输出部件(13)向打印机等所需设备输出。



1. 一种图像处理装置,其特征在于包括:

取得输入图像的图像输入部件;

通过上述输入图像的对象像素与属于对象像素的周围区域的像素的比较,对输入图像进行对比度改善,输出强调图像的对比度改善部件;

将上述强调图像和上述输入图像进行合成的图像合成部件;以及

输出合成后的图像的图像输出部件,

上述对比度改善部件包括:

基于处理对象像素的像素值与属于上述周围区域内的像素值的加重平均值之比,得到上述处理对象像素的对比度改善量的修正信息导出部件;

从包含在规定区域内的各处理对象像素的对比度改善量的分布中,限定并抽出成为有效的范围的抽出部件;以及

将包含在上述抽出的范围内的各处理对象像素的对比度改善量变换为 0.0 ~ 1.0 范围内的变换值,根据该变换值得到强调图像的像素值,并输出强调图像的像素值的像素值变换部件。

2. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于,

上述图像合成部件计算输入图像中的对象像素的亮度,在对象像素的亮度大于预先准备的阈值 Th_h 的情况或者在对象像素的亮度小于预先准备的阈值 Th_l 的情况下,计算对象像素的周围区域的像素的平均亮度,在对象像素的周围区域的像素的平均亮度与对象像素的亮度之差的绝对值小于阈值 Th_{len} 的情况下,将输出图像的像素的加重平均值置换为输入图像的对象像素的值。

3. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述抽出部件针对各成分求出对比度改善量的平均值和标准偏差量,并使用该平均值和标准偏差量,从对比度改善量的分布中,导出最小值 e_{min} 和最大值 e_{max} 。

4. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述像素值变换部件包括:

计算出表示输入图像的对比度信息的亮度的边缘强度的基准强度计算部件;

根据上述计算出的边缘强度,推测像素值变换函数的曲线形状的变换曲线推测部件,其中,该像素值变换函数将针对各对象像素得到的对比度改善量变换为 0.0 ~ 1.0 范围内的值;以及

使用上述推测出的变换曲线,将各对象像素的对比度改善量变换为强调图像中的像素值的像素值推测部件。

5. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述对比度改善部件,

代替上述修正信息导出部件具备:

将输入图像内的像素值变换为作为对比度改善对象的由明亮度和色调构成的信号的信号变换部件;和

根据上述处理对象像素的明亮度与上述周围区域内的像素的明亮度的加重平均值之比,计算出上述处理对象像素的对比度改善量的对象修正信息导出部件,

代替上述像素值变换部件具备:

将包含在上述抽出的范围内的各处理对象像素的对比度改善量变换为 $0.0 \sim 1.0$ 范围内的变换值,根据该变换值得到强调图像的像素的明亮度,并输出强调图像的像素的明亮度的对象信号变换部件;和

对于由上述色调和从上述对象信号变换部件输出的明亮度构成的信号,进行逆变换的信号逆变换部件。

6. 根据权利要求 5 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述对象信号变换部件包括:

计算出表示输入图像的对比度信息的亮度的边缘强度的基准强度计算部件;

根据上述计算出的边缘强度,推测对象信号值变换函数的曲线形状的对象信号变换曲线推测部件,其中,该对象信号值变换函数将针对各对象像素得到的对比度改善量变换为 $0.0 \sim 1.0$ 范围内的值;以及

使用上述推测出的变换曲线,得到各对象像素的对比度改善量的变换值,根据该变换值得到强调图像的像素的明亮度,并输出该强调图像的像素的明亮度的对象信号推测部件。

7. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

上述图像合成部件包括:

基于输入图像的亮度,决定使输入图像和由上述对比度改善部件得到的强调图像的哪一个优先的选择基准值判断部件;

根据上述选择基准值判断部件的结果,决定输入像素值的结合系数和强调图像的像素值的结合系数的结合系数导出部件;以及

使用由上述结合系数导出部件决定的 2 个结合系数,求出输入图像的像素值和由对比度改善部件得到的强调图像的像素值的加重平均值并看作是合成图像的对象像素的像素值的加重平均合成部件。

8. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于:

还包括抽出上述输入图像的边缘信息的边缘信息检测部件,

上述图像合成部件基于由上述边缘信息检测部件得到的边缘信息,将由上述对比度改善部件得到的强调图像和上述输入图像进行合成。

9. 根据权利要求 8 所述的图像处理装置,其特征在于,上述对比度改善部件包括:

判定基于由上述边缘信息检测部件得到的处理对象像素的边缘信息和处理对象像素的亮度的处理对象像素所属的区域的区域判定部件;以及

根据上述区域判定部件的判定结果,决定处理对象像素的周围区域的尺寸的比较范围选择部件。

10. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于还包括:

按照输入图像的浓度分布修正由上述对比度改善部件得到的强调图像的浓度分布的浓度修正部件,

上述图像合成部件把由上述浓度修正部件得到的修正图像和上述输入图像进行合成。

11. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于还包括:

限制上述输入图像中的属于处理对象像素的周围区域的像素的浓度的修正信息导出浓度限制部件,

上述对比度改善部件通过抑制属于对象像素的周围区域的像素值的上下限来求出对比度改善量。

12. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置,其特征在于还包括:

对上述输入图像进行前处理的前处理部件;和

对由上述图像合成部件合成后的图像进行后处理的后处理部件,

上述对比度改善部件对上述前处理后的图像进行对比度改善处理。

13. 一种图像处理方法,其特征在于包括:

取得输入图像的图像输入步骤;

通过上述输入图像的对象像素与属于对象像素的周围区域的像素的比较,对输入图像进行对比度改善,并输出强调图像的对比度改善步骤;

将上述强调图像和上述输入图像进行合成的图像合成步骤;以及

输出所合成的图像的图像输出步骤,

上述对比度改善步骤包括:

基于处理对象像素的像素值与上述周围区域内的像素值的加重平均值之比,得到上述处理对象像素的对比度改善量的修正信息导出步骤;

从包含在规定区域内的各处理对象像素的对比度改善量的分布中,限定并抽出成为有效的范围的抽出步骤;以及,

将包含在上述抽出的范围内的各处理对象像素的对比度改善量变换为 0.0 ~ 1.0 范围内的变换值,根据该变换值得到强调图像的像素值,并输出强调图像的像素值的像素值变换步骤。

图象处理装置和图象处理方法

[0001] 本申请是申请号为 03802020.3、申请日为 2003 年 2 月 12 日、发明名称为“图象处理装置和图象处理方法”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及用于自动改善用数字照相机等取得的图象对比度的图象处理装置和图象处理方法。

背景技术

[0003] 数字照相机的动态范围由于把表示由摄像元件 CCD 元件取得的模拟值的噪声比率的 SN 水平或模拟值变换为数字值的精度等而受到很大限制。因此,在拍摄的数字图象中,在带影的细节的信息存在损失的倾向。特别是在明亮的区域和暗的区域混合存在的样品中,该倾向大。

[0004] 作为改善图象的质量的方法,能列举出进行对比度强调,从而使数字图象的亮度范围从亮度更高的部分扩展到亮度更低的部分的方法。

[0005] 在对比度强调的以往方法中有直方图均衡化方法。该方法是生成表示构成原图象的全像素的亮度分布状态的直方图,在亮度变换曲线中使用该直方图的累积曲线,把原图象中的像素的亮度变换为新值的方法。

[0006] 在该方法中,为了把原图象全部区域的像素的亮度用同一亮度变换曲线变换为新的亮度,有时局部对比度反而下降。

[0007] 为了避免它,可以进行与区域匹配的对比度强调处理。作为为此的方法,提出把图象分割为多个矩形区域,对各区域应用直方图均衡化方法的局部直方图均衡化方法。

[0008] 例如在特开 2000-285230 号公报中,如图 1 所示,记载着具有图象分割部 2001、直方图生成部 2002 和对比度伸长部 2003 的对比度修正部。

[0009] 图象分割部 2001 把输入的图象分割为矩形。直方图生成部 2002 为各矩形生成直方图。对比度伸长部 2003 对各矩形进行对比度的伸张。

[0010] 在该公报中记载的方法中,也被指出产生过度强调对比度的矩形区域,或在相邻的矩形区域间的边界,对比度变为不连续等问题。

[0011] 也提出不利用直方图解决问题的技术。例如特开平 6-141229 号公报所述,对各画面改变数字照相机的快门时间或光圈,分别拍摄明亮的部分和暗的部分。通过把取得的两方图象合成为一个图象,实现中间色调浓度。据此,能取得动态范围宽的图象。

[0012] 图 2 是表示特开平 6-141229 号公报中记载的图象处理装置的概略结构的框图。在该图象处理装置中,摄像元件 2101 对被拍摄体的光像进行光电变换。图象合成部 2102 按照摄像元件中的电荷积蓄期间不同的 2 以上图象的信号水平,进行加权合成。因此,在图象合成部 2102 中设置有存储器 2103、乘法部件 2104、水平加权部件 2105 和 2106、加法部件 2107。存储器 2103 记录图象信号。乘法部件 2104 把信号水平变为常数倍,水平加权部件 2105 和 2106 按照图象信号的水平加权,加法部件 2107 把信号相加。

[0013] 另外,速度变换部件 2108 变换图象信号的速度,水平压缩部件 2109 压缩图象信号的水平。而且,定时控制部件 2110 控制各块的定时。该装置涉及压缩为电视信号的基准水平的电视摄像装置,所以为了把取得的合成图象输出变换为标准电视信号的速度,设置速度变换部件、水平压缩部件。当把这样的技术应用于数字照相机时,速度变换部件或水平压缩部件没必要。

[0014] 如上所述,在基于在多个电荷积蓄期间中取得的图象合成的方法中,难以产生合成的图象的对比度的不连续性。但是,为了连续拍摄最少 2 个图象,这些图象在原理上不同。因此,如果合成图象,就会影响快门速度,但是有可能生成合成图象的细节模糊或错位的图象。另外,当用拍摄明亮的部分时的浓度范围和拍摄暗的部分时的浓度范围无法覆盖图象内具有的浓度范围的全部区域时,在中间的浓度范围也存在产生不连续性的危险。

[0015] 另外,在国际公开第 97/45809 号专题论文或特表 2000-511315 号公报中记载利用 Retinex(レティネックス)理论,改善数字图象的图象质量的方法。如果人进行观察,关于带影的区域中的细节和颜色,不发生所述问题。人能察觉图象本来具有的宽浓度的动态或颜色。在 Edwin Land 的“An Alternative Technique for the Computation of the Designator in the Retinex Theory of Color Vision”, National Academy of Science, 第 84 卷, pp. 3078 ~ pp. 3080 (1986) 中介绍了着眼于这样的人的视觉的中央视野/周边视野 Retinex 的概念。

[0016] 该文献说明了关于人的视觉,如果中央视野以具有 2 到 4 基础单位的直径的平方反比函数记述,周边视野以具有中央视野的约 200 到 250 倍的直径的平方反比函数记述,就说明 Retinex 的概念。另外,在中央视野、周边视野各自的视野内的信号强度在空间上的平均定义为与感觉的强度有关。上述的专题论文或公报中记载的是根据这样的原理,改善暗部的颜色和明亮度表现的手法之一。

[0017] 图 3 是说明专题论文和公报中记载的图象处理装置的框图。须指出的是,在此以灰色标度图象为例,说明该图象处理装置,但是该说明也能扩展到彩色图象。

[0018] 关于由数字摄像装置 2201 取得的图象的像素 (i, j) 的值 $I(i, j)$, 处理器 2202 和滤波器 2203 进行调整和滤波处理。

[0019] 处理器 2202 为每个像素计算由以下的数学式 1 提供的调整值 $I'(i, j)$ 。

[0020] $I'(i, j) = \log I(i, j) - \log [I(i, j) * F(i, j)] \quad \cdots (1)$

[0021] 在此, $F(x, y)$ 是表示周边视野的周边视野函数,“*”表示卷积演算处理。如果把正规化系数 K 决定为满足以下的数学式 2 的条件,则数学式 1 的第二项相当于属于相当于周边视野的区域的像素值的平均值。

[0022] $K \iint F(i, j) di dj = 1 \quad \cdots (2)$

[0023] 即数学式 1 相当于把各像素的值对于大的区域中的像素值的平均值的比率进行对数变换。因为与人的视觉模型的对应,所以周边视野函数 $F(i, j)$ 设计为越靠近对象像素,贡献的比例越高,应用以下的数学式 3 那样的高斯函数。

[0024]
$$\left. \begin{aligned} F(i, j) &= \exp(-r^2/c^2) \\ r &= (i^2 + j^2)^{1/2} \end{aligned} \right\} (3)$$

[0025] 在此, c 是用于控制各像素的值 $I(i, j)$ 的调整值 $I'(i, j)$ 的常数。

[0026] 如上所述,如果把对象像素的值和属于相当于周边视野的区域的像素值的平均值

的比作为调整值 $I'(i, j)$ 算出, 则滤波器 2203 对该值进行滤波处理, 生成 Retinex 输出 $R(i, j)$ 。该滤波处理是把对数区域的调整值 $I'(i, j)$ 变换为由显示器 2204 处理的区域中的值 $R(i, j)$ 的处理, 为了该处理的简化, 使用对全部像素应用同一偏移量和增益变换函数的处理。

[0027] 该方法中的问题之一是控制周边视野函数的常数 c 引起的影大。例如, 该常数 c 是大的值, 当有助于改善的相当于周边视野的区域增大时, 只有大的影的颜色补偿成为可能。而常数 c 为小值, 只有对象像素附近的像素值对改善产生影响时, 该改善局限于对于小影区域。这样, 就有必要按照处理图象考虑适当的常数 c 。为了缓和该依存性, 在同一文献中也提出准备多个尺寸的相当于周边视野的区域的方法。但是, 并未明确应准备几个区域的尺寸。为了提高改善精度, 如果准备多个大区域或小区域, 则处理时间变得庞大。

[0028] 另外, 在最佳偏移量和增益变换函数的设定中, 把需要经验见识的点也作为问题列举。

[0029] 在多个由常数 c 设定的区域中, 在最大区域中像素的值的变动非常小时, 即使准备多个区域, 调整值 $I'(i, j)$ 也与值 $I(i, j)$ 无关, 变为 1.0 附近。位于变动小的区域的对象像素的调整值 $I'(i, j)$ 常常位于输入图象全体的调整值 $I'(i, j)$ 的平均值附近。无论偏移量和增益变换函数如何, 调整值 $I'(i, j)$ 聚集在直方图的中央附近。因此, 特别是在具有高亮度的一样宽的区域中, 容易象亮度下降的方向调整, 在视觉上恶化。另外, 在夜景等亮度低的宽的区域中, 由于过度强调, 有时会表现拍摄时产生的色噪声或压缩噪声。

发明内容

[0030] 本发明是鉴于这样的现有技术中的课题而提出的, 其目的在于: 提供能简单地进行高质量的对比度改善的图象处理装置。

[0031] 为了实现上述目的, 在本发明的图象处理装置中, 对比度改善部件通过比较输入图象的对象像素和属于其周围区域的像素, 对输入图象进行对比度改善处理。图象合成部件把由对比度改善部件取得的强调图象和输入图象合成。把合成后的图象通过图象输出部件输出到打印机等设备。

[0032] 据此, 能改善对比度, 容易实现输出图象的高图象质量。

[0033] 在该图象处理装置的对比度改善部件中, 例如修正信息导出部件求出对于输入图象内的像素的对比度改善量。抽出部件从对比度改善量的分布抽出有效的范围。像素值变换部件根据抽出的范围, 把对象像素的对比度改善量变换为强调图象上的对应的像素的值。

[0034] 该修正信息导出部件通过比较对象像素和属于尺寸不同的多个周围区域的像素, 能求出对比度改善量。此时, 能减少输入图象的影响或表示周围区域的大小的常数的设定引起的影。

[0035] 另外, 在像素值变换部件中, 平均亮度计算部件计算输入图象内的像素的平均亮度。变换方式分类部件根据平均亮度选择把对比度改善量变换为强调图象中的像素的的方式。像素值推测部件根据选择的变换方式, 把对比度改善量变换为强调图象上的像素的值。

[0036] 据此, 能容易并且可靠地进行对比度的改善。

[0037] 另外,在像素值变换部件中可以设置基准强度计算部件、变换曲线推测部件和像素值推测部件。基准强度计算部件计算表示输入图象的对比度强度基准强度值。变换曲线推测部件根据基准强度值,推测用于把对比度改善量变换为强调图象中的值的变换曲线。像素值推测部件使用变换曲线,把对比度改善量变换为强调图象中的值。

[0038] 此时,使用自动推测的变换曲线,能容易地进行对比度改善。

[0039] 在该变换曲线推测部件中,初始候补设定部件设定表示变换曲线的探索向量的初始的集合。像素值变换候补计算部件使用与各探索向量对应的变换曲线的候补,从对比度改善量求出强调图象的候补中的变换值。评价值计算部件使用该基准强度值和变换值,计算用于评价各变换曲线的候补的评价值。适合度计算部件根据该评价值,计算各变换曲线的候补的适合度。改编操作部件根据各变换曲线的候补的适合度,关于选择的探索向量进行改编操作,生成下一世代的集合。推测结束部件判定是否为变换曲线的推测结束的世代。

[0040] 通过这样用遗传算法进行推测,能自动取得最佳的变换曲线,能简单进行质量好的对比度改善。

[0041] 另外,关于明亮度和亮度那样的信号,能求出对比度改善量。这样,在对比度改善部件中,信号变换部件对包含成为对比度改善对象的信号的多个信号变换输入图象内的像素的值。对象修正信息导出部件对于由信号变换部件取得的对象信号,求出对象像素的对比度改善量。抽出部件从对于对象信号的对比度改善量的分布抽出有效的范围。对象信号变换部件根据强调图象中的对象信号和由信号变换部件取得的对象信号以外的信号,求出强调图象上的像素值。

[0042] 该修正信息导出部件通过基于对象像素的对象信号的值和属于尺寸不同的多个周围区域的像素的对象信号的值的比较,能求出对比度改善量。据此,能进行高质量的对比度的改善。

[0043] 另外,在对象信号变换部件中可以设置平均对象信号计算部件、平均对象信号计算部件和对象信号推测部件。平均对象信号计算部件计算输入图象中的对象信号的平均值。平均对象信号计算部件根据该平均值,选择用于把对象信号中的对比度改善量变换为强调图象中的对象信号值的变换方式。对象信号推测部件根据选择的变换方式,把对象信号中的对比度改善量变换为强调图象中的对象信号的值。

[0044] 据此,能容易并且可靠地进行对比度改善。

[0045] 在所述对象信号变换部件中能设置基准强度计算部件、对象信号变换曲线推测部件和对象信号推测部件。基准强度计算部件对由信号变换部件取得的对象信号,计算表示输入图象的对比度强度的基准强度值。对象信号变换曲线推测部件根据所述基准强度值,推测用于把对象信号中的对比度改善量变换为强调图象中的值的变换曲线。对象信号推测部件使用推测的变换曲线,把对象信号中的对比度改善量变换为强调图象中的值。

[0046] 当这样关于对象信号进行处理时,在变换曲线的推测中能使用遗传算法。此时,在对象信号变换曲线推测部件中,初始候补设定部件设定表示变换曲线的探索向量的初始集合。对象信号变换候补计算部件使用与各探索向量对应的变换曲线的候补,从对象信号中的对比度改善量求出强调图象的候补的对象信号中的变换值。评价值计算部件使用该基准强度值和变换值,计算用于评价各变换曲线的候补的评价值。适合度计算部件根据该评价值,计算各变换曲线的候补的适合度。改编操作部件根据各变换曲线的候补的适合度,关于

选择的探索向量进行改编操作,进行下世代的集合的合成。推测结束判定部件判定是否为变换曲线的推测结束的世代。

[0047] 另外,在该图象处理装置的图象合成部件中,选择基准值判定部件决定把输入图象和强调图象的哪一方优先。结合系数导出部件根据选择基准值判定部件的决定,决定与输入图象以及强调图象有关的系数。加重平均合成部件使用决定的各图象的结合系数,生成输入图象和强调图象的加重平均图象。

[0048] 通过控制结合系数,能进行高质量的对比度改善。

[0049] 另外,在其他图象处理装置中,对比度改善部件通过比较输入图象的对象像素和属于其周围区域的像素,进行对比度改善处理。边缘信息检测部件抽出输入图象的边缘信息。图象合成部件根据由边缘信息检测部件取得的边缘信息,把由对比度改善部件取得的强调图象和输入图象合成。然后,由图象输出部件输出合成后的图象。

[0050] 据此,能抑制一样的高亮度部的浓度水平下降或阴影部的浓度水平的急剧上升,能改善对比度。颜色模糊的下降也成为可能。

[0051] 在该图象处理装置的对比度改善部件中,例如修正信息导出部件求出对于输入图象内的像素的对比度改善量。抽出部件从对比度改善量的分布抽出有效的范围。像素值变换部件根据抽出的范围,把对象像素的对比度改善量变换为强调图象上的对应的像素的值。

[0052] 该修正信息导出部件通过比较对象像素和属于尺寸不同的多个周围区域的像素,能求出对比度改善量。此时,能不影响输入图象的像素值的动态范围或阴影那样的暗部的尺寸,自动进行输入图象的对比度改善。

[0053] 另外,在图象合成部件中,结合系数导出部件根据从输入图象取得的边缘信息,导出与输入图象以及强调图象有关的结合系数。加重平均合成部件根据导出的各图象的结合系数,生成输入图象和强调图象的加重平均图象。

[0054] 如果根据边缘信息控制结合系数,就能抑制一样的高亮度部的浓度水平下降或阴影部的浓度水平的急剧上升,能改善对比度。颜色模糊的下降也成为可能。

[0055] 在其他图象处理装置中,对比度改善部件通过比较输入图象的对象像素和属于其周围区域的像素,对输入图象进行对比度改善处理。浓度修正部件按照输入图象的浓度分布修正由对比度改善部件取得的强调图象的浓度分布。图象合成部件把由浓度修正部件取得的修正图象和输入图象合成。然后,由图象输出部件输出合成后的图象。

[0056] 在该装置中,通过浓度修正能使如强调图象中产生的高亮度部的浓度下降或阴影部的过剩的浓度上升那样大幅度变化的部分与输入图象在某种程度上匹配。

[0057] 因此,在图象合成部件中,加重平均合成部件生成输入图象和修正图象的加重平均图象,输出值决定部件根据由加重平均合成部件取得的图象和输入图象,决定输出图象的像素的值。

[0058] 因为进行浓度的修正,所以在由加重平均合成部件取得的图象中,能抑制高亮度部的浓度下降或阴影部的过剩的浓度上升。

[0059] 另外,在其他图象处理装置中,边缘信息检测部件检测输入图象的边缘信息。对比度改善部件通过基于由边缘信息检测部件取得的对象像素的边缘信息和对象像素的亮度的对象像素所属区域的判定、对象像素和属于其周围区域的像素的比较,对输入图象进行

对比度改善处理。图象合成部件把由对比度改善部件取得的强调图象和输入图象合成。然后由图象输出部件输出合成后的图象。

[0060] 如果根据边缘信息,进行对象像素所属区域的判定,就能使边缘部鲜明化,另外能抑制一样的阴影部中存在的噪声的强调或高亮度部的浓度下降,能改善对比度。

[0061] 在该图象处理装置的图象合成部件中,加重平均合成部件生成输入图象和强调图象的加重平均图象,输出值决定部件根据由加重平均合成部件取得的图象和输入图象,决定输出图象的像素的值。

[0062] 另外,在其他图象处理装置中,边缘信息检测部件抽出输入图象的边缘信息。对比度改善部件通过基于由边缘信息检测部件取得的对象像素的边缘信息和对象像素的亮度的对象像素所属区域的判定、对象像素和属于其周围区域的像素的比较,对输入图象进行对比度改善处理。图象合成部件根据由边缘信息检测部件取得的边缘信息,把由对比度改善部件取得的强调图象和输入图象合成。然后由图象输出部件输出合成后的图象。

[0063] 如果这样利用边缘信息,就能使边缘部鲜明化,另外能抑制一样的阴影部中存在的噪声的强调或高亮度部的浓度下降,能改善对比度。根据边缘信息进行适当的合成,能减少颜色模糊。

[0064] 在该图象处理装置的对比度改善部件中,例如区域判定部件根据边缘信息判定对象像素所属的区域。比较范围设定部件根据由区域判定部件取得的区域,选择像素比较范围。修正信息导出部件根据由比较范围设定部件选择的像素比较范围,求出对象像素的改善量。调整系数导出部件根据由区域判定部件取得的区域,导出对比度改善量的调整系数。抽出部件从修正的对比度改善量的分布抽出有效的范围。像素值变换部件根据抽出的范围,把对象像素的对比度改善量变换为强调图象上的对应的像素的值。

[0065] 该修正信息导出部件通过比较对象像素和属于尺寸不同的多个周围区域的像素,能求出对比度改善量。据此,能抑制对区域尺寸的误判的影响。也能减少边缘附近的颜色跃变。

[0066] 另外,在其他图象处理装置中,对比度改善部件具有限制属于输入图象对象像素的周围区域的像素浓度的修正信息导出浓度限制部件。而且,在存在限制的状态下,通过比较输入图象的对象像素和属于其周围区域的像素,进行对比度改善处理。图象输出部件输出由对比度改善部件取得的强调图象。

[0067] 据此,能抑制一样宽的高亮度部的浓度下降或一样宽的阴影部的浓度的急剧上升,改善对比度。因为输出强调图象,所以能减少颜色模糊。

[0068] 在该图象处理装置中还可以具有图象合成部件。据此,能进一步抑制一样宽的高亮度部的浓度下降或一样宽的阴影部的浓度的急剧上升。

[0069] 在该图象处理装置的对比度改善部件中,修正信息导出部件求出对象像素的对比度改善量。抽出部件从对比度的分布抽出有效的范围。像素值变换部件根据抽出的范围,把对象像素的对比度改善量变换为强调图象上的对应的像素的值。

[0070] 该修正信息导出部件通过比较对象像素和属于尺寸不同的多个周围区域的像素,能求出改善量。此时,不影响输入图象的像素值的动态范围或影那样的暗部的尺寸,能自动进行输入图象的对比度改善。

[0071] 另外,在其他图象处理装置中,前处理部件对输入图象进行前处理。对比度改善部

件通过比较前处理的图象的对象像素和属于其周围区域的像素,对图象进行对比度改善处理。图象合成部件把由对比度改善部件取得的强调图象和输入图象合成。后处理部件对合成后的图象进行后处理。然后,由图象输出部件输出后处理的图象。

[0072] 据此,关于由数字照相机等预先进行灰度系数变换的输入图象,能抑制一样宽的高亮度部的浓度下降或一样宽的阴影部的浓度的急剧上升,能改善对比度。

[0073] 在该图象处理装置的对比度改善部件中,例如比较像素决定部件在属于对象像素的周围区域的像素中决定该比较中使用的比较像素。修正信息导出部件求出对象像素的对比度改善量。变换基准值计算部件求出用于把对比度改善量变换为强调图象上的像素的值的变换基准值。像素值变换部件根据变换基准值把对比度改善量变换为强调图象上的像素的值。

[0074] 通过根据变换基准值求出强调图象上的像素的值,能抑制输入图象和强调图象的合成图象中产生的图象的平坦化或轮廓部分的浓度差的减少,能简单地改善对比度。

[0075] 在该图象处理装置中,修正信息导出部件具有:求出比较像素的浓度加权平均的周围平均部件、从由周围平均部件取得的平均浓度和对象像素的浓度求出对比度改善量的改善量计算部件。

[0076] 另外,在修正信息导出部件中可以设置周围平均部件、边缘信息检测部件、修正系数计算部件、比较量修正部件和改善量计算部件。周围平均部件求出比较像素的浓度的加权平均。边缘信息检测部件检测对象像素的边缘信息。修正系数计算部件从由边缘信息检测部件取得的边缘信息,计算边缘信息的修正系数。比较量修正部件用该修正系数修正由周围平均部件取得的平均浓度。改善量计算部件从修正的平均浓度和对象像素的浓度求出对比度改善量。

[0077] 通过这样控制平均浓度,能强调对象像素的浓度和平均浓度的差,能改善输入图象和强调图象的合成图象中产生的图象的平坦化或轮廓部分的浓度差的减少。

[0078] 另外,在修正信息导出部件中可以设置周围平均部件、改善量计算部件、强调成分计算部件和改善量修正部件。周围平均部件求出比较像素的浓度的加权平均。改善量计算部件从由周围平均部件求出的平均浓度和对象像素的浓度求出对比度改善量。强调成分计算部件从比较像素和对象像素的浓度差分计算强调成分。改善量修正部件在对比度改善量中加上强调成分。

[0079] 这样也能改善输入图象和强调图象的合成图象中产生的图象的平坦化或轮廓部分的浓度差的减少。

[0080] 另外,在图象处理装置中,通过在与对象像素的比较中使用属于对象像素的周围区域的像素中的一部分像素,简化处理。此时,在对比度改善部件中,比较像素决定部件决定属于对象像素的周围区域的像素中在所述比较中使用的像素的垂直方向位置。垂直方向加法部件进行对由该决定取得的像素的垂直方向位置的加权。简易周围平均部件从由垂直方向加法部件取得的所述周围区域的各水平像素位置的值计算对于对象像素的比较浓度。改善量计算部件从比较浓度和对象像素求出对比度改善量。变换基准值计算部件求出用于该对比度改善量变换为强调图象上的像素的值的变换基准值。像素值变换部件根据变换基准值,把对比度改善量变换为强调图象上的像素值。

[0081] 这样不仅在周围区域的垂直方向减少像素,在水平方向也减少,能进一步简化处

理。此时,在对比度改善部件中,比较象素决定部件决定属于对象象素的周围区域的象素中在所述比较中使用的象素的垂直方向位置和水平方向位置。减少垂直方向加法部件进行对由该决定取得的比较象素的浓度的垂直方向的加权相加。简易周围平均部件从由减少垂直方向加法部件取得的加法值计算对于对象象素的比较浓度。改善量计算部件从比较浓度和对象象素的浓度求出对比度改善量。变换基准值计算部件求出用于把对比度改善量变换为强调图象上的象素的值的变换基准值。象素值变换部件根据变换基准值把对比度改善量变换为强调图象上的象素的值。

[0082] 另外,在图象处理装置中,前处理部件进行对输入图象预先进行的灰度系数变换的逆变换,后处理部件进行灰度系数变换。

[0083] 通过使用与输入图象的颜色成分成比例的值,能抑制合成图象的颜色偏移,能实现最终输出的图象的高图象质量。此时,在后处理部件中,输入亮度和颜色计算部件计算输入图象的亮度值和色差成分。亮度调整部件比较由输入亮度和颜色计算部件取得的输入图象的亮度成分和合成图象的亮度成分,调整合成图象的亮度成分。颜色成分修正部件根据由亮度调整部件取得的合成图象的亮度成分,修正由输入亮度和颜色计算部件取得的输入图象的颜色成分。图象再生成部件使用由亮度调整部件取得的合成图象的亮度成分和由颜色成分修正部件取得的修正后的颜色成分,再生成合成图象。灰度系数变换部件对由图象再生成部件取得的合成图象进行灰度系数变换。

[0084] 另外,在其他观点中,本发明提供与这样的图象处理装置对应的图象处理方法或图象处理程序。该图象处理程序可以通过因特网等电通信线路提供,也可以用记录在CD-ROM等计算机可读取记录媒体中的状态提供。

[0085] 下面,参照附图具体说明本发明的图象处理装置和图象处理方法。

附图说明

[0086] 下面简要说明附图。

[0087] 图1是表示利用局部均衡化方法的以往的图象处理装置的框图。

[0088] 图2是表示利用在多个电荷积蓄期间中取得的图象合成的方法的以往的图象处理装置的框图。

[0089] 图3是说明利用Retinex理论的以往的图象处理装置的框图。

[0090] 图4是表示实施例1的图象处理装置的基本结构的框图。

[0091] 图5是表示实施例1的对比度改善部件的框图。

[0092] 图6是表示实施例1的图象合成部件的框图。

[0093] 图7是模式地表示人的视觉的说明图。

[0094] 图8是说明实施例1的对比度改善处理的程序流程图。

[0095] 图9是说明实施例1的图象合成处理的程序流程图。

[0096] 图10是表示实施例2的对比度改善部件的框图。

[0097] 图11是模式地表示周边视野区域的说明图。

[0098] 图12是说明实施例2的对比度改善处理的程序流程图。

[0099] 图13是表示实施例3的对比度改善部件的框图。

[0100] 图14是说明实施例3的对比度改善处理的程序流程图。

- [0101] 图 15 是表示实施例 4 的对比度改善部件的框图。
- [0102] 图 16 是说明实施例 4 的对比度改善处理的程序流程图。
- [0103] 图 17 是表示实施例 5 的像素值变换部件的框图。
- [0104] 图 18 是说明实施例 5 的像素值变换处理的程序流程图。
- [0105] 图 19 是表示实施例 6 的对象信号变换部件的框图。
- [0106] 图 20 是表示实施例 7 的像素值变换部件的框图。
- [0107] 图 21 是表示实施例 7 的变换曲线推测部件的框图。
- [0108] 图 22 是说明实施例 7 的对比度改善处理的程序流程图。
- [0109] 图 23 是说明实施例 7 的变换曲线推测处理的程序流程图。
- [0110] 图 24A 和 B 是模式地表示遗传算法中使用的染色体构造的模式图。
- [0111] 图 25A 和 B 是模式地表示遗传算法的改编操作处理的模式图。
- [0112] 图 26 是表示实施例 8 的对象信号变换部件的框图。
- [0113] 图 27 是表示实施例 8 的对象信号变换曲线推测部件的框图。
- [0114] 图 28 是表示进行自动白平衡处理的图象处理装置的框图。
- [0115] 图 29 是表示实施例 9 的图象处理装置的全体结构的框图。
- [0116] 图 30 是表示实施例 9 的图象合成部件的结构的框图。
- [0117] 图 31 是说明实施例 9 的边缘信息导出处理的程序流程图。
- [0118] 图 32 是表示滤波器的系数的例子图。
- [0119] 图 33 是说明实施例 9 的图象合成处理的程序流程图。
- [0120] 图 34 是表示边缘信息和图象合成处理的关联的概念图。
- [0121] 图 35 是表示与输入图象和强调图象有关的加权系数的模糊规则的概念图。
- [0122] 图 36 是表示实施例 10 的图象处理装置的全体结构的框图。
- [0123] 图 37 是表示实施例 10 的图象处理部件的结构的框图。
- [0124] 图 38 是表示实施例 10 的强调图象的浓度修正处理的程序流程图。
- [0125] 图 39 是表示实施例 10 的强调图象的浓度修正处理概要的图。
- [0126] 图 40 是说明实施例 10 的图象合成处理的程序流程图。
- [0127] 图 41 是表示实施例 11 的图象处理装置的全体结构的框图。
- [0128] 图 42 是表示实施例 11 的对比度改善部件的结构的框图。
- [0129] 图 43 是说明实施例 11 的对比度改善处理的程序流程图。
- [0130] 图 44 是表示实施例 11 的对比度改善部件的其他例子的框图。
- [0131] 图 45 是表示实施例 12 的对比度改善部件的结构的框图。
- [0132] 图 46 是说明实施例 12 的对比度改善处理的程序流程图。
- [0133] 图 47 是表示限制处理的概要的说明图。
- [0134] 图 48 是表示实施例 12 的图象处理装置的全体结构一例的框图。
- [0135] 图 49 是表示实施例 12 的对比度改善部件的其他例子的框图。
- [0136] 图 50 是表示实施例 13 的图象处理装置的结构的框图。
- [0137] 图 51 是表示前处理一例的模式图。
- [0138] 图 52 是表示实施例 13 的对比度改善部件的结构的图。
- [0139] 图 53 是说明实施例 13 的对比度改善处理的程序流程图。

- [0140] 图 54 是表示实施例 13 的修正信息导出部件的结构的框图。
- [0141] 图 55 是表示实施例 13 的图象合成部件的结构的框图。
- [0142] 图 56 是表示后处理的一例的模式图。
- [0143] 图 57 是表示实施例 14 的修正信息导出部件的结构的框图。
- [0144] 图 58 是说明实施例 14 的对比度改善处理的程序流程图。
- [0145] 图 59 是表示实施例 15 的修正信息导出部件的结构的框图。
- [0146] 图 60 是说明实施例 15 的对比度改善处理的程序流程图。
- [0147] 图 61 是表示实施例 16 的对比度改善部件的结构的图。
- [0148] 图 62 是说明实施例 16 的对比度改善量的计算概要的模式图。
- [0149] 图 63 是表示实施例 17 的对比度改善部件的结构的框图。
- [0150] 图 64 是说明实施例 17 的对比度改善量的计算的概要的模式图。
- [0151] 图 65 是说明实施例 18 的对比度改善处理的程序流程图。
- [0152] 图 66A 和 B 是表示后处理的概要的图。
- [0153] 图 67 是表示实施例 18 的后处理部件的结构的图。
- [0154] 图 68 是说明实施例 18 的后处理的程序流程图。

具体实施方式

[0155] (实施例 1)

[0156] 图 4 是表示实施例 1 的图象处理装置的概略结构的框图。

[0157] 在该图象处理装置中, 图象输入部件 10 如果通过 CCD 摄像元件取得模拟图象信号, 就把它变换为数字图象。对比度改善部件 11 对来自图象输入部件 10 的输入图象 v_i 进行对比度改善处理。图象合成部件 12 把由对比度改善部件 11 取得的强调图象 v 和来自图象输入部件 11 的输入图象 v_i 合成。然后, 图象输出部件 13 把由图象合成部件 12 取得的合成图象作为最终的输出图象 (模拟图象信号) v_0 向打印机或显示器等设备输出。

[0158] 图 5 是表示对比度改善部件的概略结构的框图。

[0159] 在该对比度改善部件 11 中, 修正信息导出部件 100 从对象像素 $P_{ij}(i, j)$ 的颜色 3 成分值 $V_{P_{ij}}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$, 通过与位于对象像素 P_{ij} 周围的像素的比较, 计算对比度改善量 $VR_{P_{ij}}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ 。抽出部件 101 从由修正信息导出部件 100 取得的对比度改善量 $VR_{P_{ij}}$ 的分布抽出该值有效的范围。像素值变换部件 102 根据由抽出部件 101 抽出的范围, 把对比度改善量 $VR_{P_{ij}}$ 变换为强调图象 v 上的值。

[0160] 图 6 是表示图象合成部件的概略结构的框图。

[0161] 在图象合成部件 12 中, 选择基准值判定部件 200 根据输入图象 v_i 内的亮度, 决定把输入图象 v_i 和由对比度改善部件 11 取得的强调图象 v 的哪个优先。结合系数导出部件 201 根据选择基准值判定部件 200 的判定结果, 决定与输入图象 v_i 有关的结合系数 w_0 和与由对比度改善部件 11 取得的强调图象 v 有关的结合系数 w_1 。加重平均合成部件 202 使用由结合系数导出部件 122 取得的结合系数 w_0 和 w_1 , 生成输入图象 v_i 和由对比度改善部件 11 取得的强调图象 v 的加重平均图象。

[0162] 进一步具体说明这样的图象处理装置。在本例子中, 从图象输入部件 10 向对比度改善部件 11 输入彩色图象的数据。

[0163] 图象输入部件 10 并不原封不动地向对比度改善部件 11 输入把彩色图象的红 r、绿 g、蓝 b 各成分数字化的数据,在此,把该数据标准化后,输入。如果用 8 位进行数字化,则各成分的数据由 0 ~ 255 的值提供,但是图象输入部件 10 把该值变换为 0.0 ~ 1.0 的值。

[0164] 对比度改善部件 11 对该图象数据进行用于改善输入图象的暗部的对比度的对比度改善处理。图 7 是表示该对比度改善处理中使用的人的视觉模型的概念图。

[0165] 如图 7 模式所示,人不是只通过对象像素 P_{ij} 的像素值认识颜色、对比度等图象信息,而是根据对象像素 P_{ij} 的信息和位于其周围的像素信息的相对关系,调整对象像素 P_{ij} 的像素值,认识该图象信息。具有这样的视觉的人在只有一部分受到别的照明的存在不均匀照明光的景物或在强度中产生极端变化的景物中,也能以高精度感觉物体的颜色。在本实施例中,通过利用这样的 Retinex 概念,影那样的暗部的颜色或细节信息变得明确。

[0166] 图 8 是说明对比度改善处理的程序流程图。

[0167] 如果从图象输入部件 10 向对比度改善部件 11 输入图象数据,则修正信息导出部件 111 从输入图象 v_i 的各像素的值为每个成分计算最大值 $V_{\max}(r_x, g_x, b_x)$ 和最小值 $V_{\min}(r_n, g_n, b_n)$ (S1)。如果在输入图象 v_i 和输出图象 v_o 中,这些值大不相同,则在两图象间不协调感有可能增大。当要尽可能抑制不协调感时,为了进行使两图象的像素值的最小值和最大值匹配的处理,可以按照该捕捉,预先求出这些值。

[0168] 把对象像素 P_{ij} 作为人的视觉的中央视野处理,把位于对象像素 P_{ij} 周围的 c 像素尺寸的矩形区域作为周边视野处理。修正信息导出部件 100 求出属于与周边视野对应的区域的像素值的加重平均值 $VAP_{ij}(Ar(i, j), Ag(i, j), Ab(i, j))$ (S2)。修正信息导出部件 100 计算与加重平均值 VAP_{ij} 与对象像素 P_{ij} 的像素值 V_{pij} 之间的相对关系有关的对比度改善量 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ (S3)。

[0169] 该加重平均值 VAP_{ij} 相当于数学式 1 的第二项的值。与以往例同样,能用与周边视野对应的像素的值 $VP_{ij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ 和周边视野函数 $F(x, y)$ 的卷积积分定义该值。但是,在本实施例中,为了处理的简单化和高速化,按以下数学式 4 定义该值。

$$\begin{aligned}
 & Ar(i, j) = \sum_i \sum_j r(i, j) / C^2 \\
 & Ag(i, j) = \sum_i \sum_j g(i, j) / C^2 \\
 & Ab(i, j) = \sum_i \sum_j b(i, j) / C^2
 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} Ar(i, j) = \sum_i \sum_j r(i, j) / C^2 \\ Ag(i, j) = \sum_i \sum_j g(i, j) / C^2 \\ Ab(i, j) = \sum_i \sum_j b(i, j) / C^2 \end{aligned}} \right\} (4)$$

[0171] 如数学式 4 所述,值 VAP_{ij} 作为属于与周边视野对应的 c 像素尺寸的矩形区域的像素值的平均而提供。

[0172] 此时对比度改善量 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ 能由以下的数学式 5 提供。

$$\begin{aligned}
 & Rr(i, j) = r(i, j) / Ar(i, j) \\
 & Rg(i, j) = g(i, j) / Ag(i, j) \\
 & Rb(i, j) = b(i, j) / Ab(i, j)
 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} Rr(i, j) = r(i, j) / Ar(i, j) \\ Rg(i, j) = g(i, j) / Ag(i, j) \\ Rb(i, j) = b(i, j) / Ab(i, j) \end{aligned}} \right\} (5)$$

[0174] 没有象数学式 (1) 那样使用对数变换值的差分。对比度改善量 VRP_{ij} 如数学式 5 所述,由各成分对于对象像素 P_{ij} 的值 VP_{ij} 的加重平均值 VAP_{ij} 的比提供。

[0175] 修正信息导出部件 100 关于输入图象 v_i 内的全部像素求出以上的对比度改善量 VRP_{ij} 。(S4)

[0176] 抽出部件 101 为各成分求出对比度改善量 VRP_{ij} 的平均值 $VaR(aRr, aRg, aRb)$ 和标准偏差量 $VdR(dRr, dRg, dRb)$ (S5)。使用这些值, 抽出部件 101 从对比度改善量 VRP_{ij} 的分布导出最小值 e_{min} 和最大值 e_{max} (S6)。

[0177] 在此, 作为最大值 e_{max} 的候补, 求出 $aRr + \alpha \times dRr$ 、 $aRg + \alpha \times dRg$ 、 $aRb + \alpha \times dRb$, 把这 3 值内的最大值作为 e_{max} 。另外, 作为最小值 e_{min} 的候补, 求出 $aRr - \beta \times dRr$ 、 $aRg - \beta \times dRg$ 、 $aRb - \beta \times dRb$, 把这 3 值内的最小值作为 e_{min} 。通过其他方法, 能导出最大值 e_{max} 和最小值 e_{min} , 但是通过这样, 能不破坏对比度改善量 VRP_{ij} 的各成分的平衡地抽出必要的范围。

[0178] 接着, 像素值变换部件 102 使用该最大值 e_{max} 和最小值 e_{min} , 把 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ 的各成分的值变换为 $0.0 \sim 1.0$ 范围内的值 (S7)。像素值变换部件 102 从该变换值求出强调图象 v 上的像素的值。如上所述, 当预先求出输入图象的最大值 $V_{max}(rx, gx, bx)$ 和最小值 $V_{min}(rn, gn, bn)$ 时, 使用它们, 把强调图象 v 的像素值抑制在最大值 $V_{max}(rx, gx, bx)$ 和最小值 $V_{min}(rn, gn, bn)$ 内 (S8)。

[0179] 如果关于各对象像素 P_{ij} , 这样取得对比度的改善的值, 就根据像素值变换部件 102 的结束判定, 对比度改善处理结束。

[0180] 通过这样的一系列的处理, 对象像素的值和属于相当于周边视野的区域的像素的加重平均值的比的分布, 只取出中心附近部分, 强调从中心的变动量。具有大幅度偏离中心附近的比值的像素的对比度改善量 VRP_{ij} 变为 1.0 或 0.0 。因此, 相当于中央视野的对象像素 P_{ij} 和属于相当于周边视野的区域的像素的差稍微存在的区域也容易强调该差。即进行对比度强调, 能明确表现影内的细节或由于输入仪器的范围不足而埋没的颜色信息。

[0181] 如上所述, 用比以往的基于 Retinex 概念的手法更简易的形式进行各像素的对比度改善量的导出。另外, 在以往的基于 Retinex 概念的手法中, 问题在于: 在从各像素的对比度改善量变换为图象上的实际值时的滤波器处理 (偏移量、增益变换函数) 的设定中需要经验知识。在本实施例中, 不需要它。

[0182] 但是如果在对象像素的值和属于相当于周边视野的区域的像素值的加重平均值的比分部中, 只抽出中心附近部分, 使位于其前后的区域中的值在 0.0 或 1.0 饱和, 则有可能发生输出图象 v_o 的亮度水平全体集中在中心附近的问题。为了解决该问题, 进而解决在以往的技术中说明的具有一律的颜色的非常大的高亮度区域中的亮度水平下降的问题, 在本实施例中, 适当地把输入图象 v_i 和强调图象 v 合成。据此, 抑制输入图象 v_i 本来具有的亮度水平的下降或上升。

[0183] 如果收到由对比度改善处理取得的强调图象 v 和输入图象 v_i , 图象合成部件 12 就按照图 9 所示的步骤, 进行合成两图象, 生成输出图象 v_o 的处理。

[0184] 在图象合成部件 12 中, 选择基准值判定部件 200 计算输入图象的对象像素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$ (S11)。然后, 比较预先准备的阈值 Th_h 以及 Th_l 和对象像素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$ (S12)。

[0185] 当 $Th_l > y(i, j)$ 或 $y(i, j) > Th_h$ 时, 选择基准值判定部件 200 求出属于相当于对象像素 P_{ij} 的周边视野的区域中的像素的平均亮度 $Ay(i, j)$ (S13)。

[0186] 选择基准值判定部件 200 判定亮度 $y(i, j)$ 是否满足 $|A_y(i, j) - y(i, j)| < Th_len(S14)$ 。

[0187] 当亮度 $y(i, j)$ 满足该步骤 S14 的条件时, 或步骤 S12 的比较结果表示亮度 $y(i, j)$ 位于阈值 Th_l 和 Th_h 之间时, 结合系数导出部件 201 计算输入图象 v_i 中的对象像素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$ 和强调图象 v 的对应的像素中的亮度 $y_d(i, j)$ 的差 (S15)。通过两者的差的绝对值 $len = |y(i, j) - y_d(i, j)|$ 输入到准备的系数决定函数中, 决定与强调图象 v 有关的结合系数 w_1 (S16)。在此, 为了简易目的, 对该决定函数使用以下的数学式 6 的阈值函数 $g(X)$ 。

$$[0188] \quad \left. \begin{aligned} g(x) &= 0.0 \quad (x > 0.5) \\ g(x) &= 0.5 \quad (x \leq 0.5) \end{aligned} \right\} (6)$$

[0189] 从 $w_0 = 1.0 - w_1$ 决定与输入图象 v_i 有关的结合系数 w_0 。

[0190] 如果决定结合系数 w_0 和 w_1 , 就是用它们, 加重平均合成部件 202 求出对象像素 P_{ij} 的输入图象 v_i 的像素值 V_{Pij} 和强调图象 v 的像素值 VR_{Pij} 的加重平均值 $VWP_{ij}(WR_r(i, j), WR_g(i, j), WR_b(i, j))$ (S16)。加重平均合成部件 123 把求出的值设定为输出图象 v_o 的对应像素的值 (S17)。

[0191] 另外, 当亮度 $y(i, j)$ 满足步骤 S14 的条件时, 进行把输出图象 v_o 的像素 P_{ij} 的 $VWP_{ij}(WR_r(i, j), WR_g(i, j), WR_b(i, j))$ 置换为输入图象 v_i 的对象像素 P_{ij} 的值 $V_{Pij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ 的处理 (S18)。该处理是比相当于周边视野的尺寸 c 的矩形区域大的区域中, 变动非常小时, 像素 P_{ij} 的对比度改善量容易集中在 1.0 附近的处理。通过该处理把输入图象的一律的高亮度部 (白) 或黑部作为处理对象为除去。结果, 在对比度改善图象中, 能抑制所述的区域中容易发生的亮度水平的大的变动。

[0192] 通过对全体像素重复这样的一系列步骤 (S19), 能简易并且以高精度生成改善了对比度的输出图象 v_o 。

[0193] 所述图象处理如果根据本实施例的图象处理方法, 则通过使用计算机中使用的中央处理器 (CPU) 和数字信号处理器 (DSP) 的软件处理, 也能同样实现。

[0194] 须指出的是, 代替数学式 5, 对比度改善量 $VR_{Pij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ 也能由以下数学式 7 提供。

$$[0195] \quad \left. \begin{aligned} R_r(i, j) &= r(i, j) + r \times \left[\frac{r(i, j) - A_r(i, j) - 1.0}{A_r(i, j) - 1.0} \right] \\ R_g(i, j) &= g(i, j) + r \times \left[\frac{g(i, j) - A_g(i, j) - 1.0}{A_g(i, j) - 1.0} \right] \\ R_b(i, j) &= b(i, j) + r \times \left[\frac{b(i, j) - A_b(i, j) - 1.0}{A_b(i, j) - 1.0} \right] \end{aligned} \right\} (7)$$

[0196] 此时, 通过把对象像素 P_{ij} 的值 V_{Pij} 和加重平均值 VAP_{ij} 的比减去 1.0 的值与预先设定的正常数 r 相乘的值加上值 $V_{Pij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$, 求出对比度改善量 $VR_{Pij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ 。

[0197] 据此, 产生对于设定的常数 r 的依存性, 但是当属于相当于周边视野的区域的像素的值的变动非常小时, 对比度改善量 $VR_{Pij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ 的各成分与 $V_{Pij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ 无关, 能避免变为 1.0 附近的值。

[0198] (实施例 2)

[0199] 本实施例 2 的图象处理装置具有与实施例 1 的图象处理装置同样的结构,在该对比度改善部件 11 中,如图 10 所示,具有初始设定部件 103、结束判定部件 104、比较范围变更部件 105。

[0200] 初始设定部件 103 进行设定相当于周边视野的矩形区域的尺寸的处理。结束判定部件 104 判定预先准备的全部相当于周边视野的矩形区域中是否计算对比度改善量。比较范围变更部件 105 当未由结束判定部件 104 进行结束的判定时,把现在的区域的尺寸 c 变更为下一候补。

[0201] 如图 11 模式所示,对相当于中央视野的对象像素 P_{ij} ,根据使相当于周边视野的区域的尺寸 c 在尺寸 $c_0, c_1, \dots, c_k$ 中变化的结果,进行对比度改善,减少图象内存在的暗部(影)的大小引起的影。

[0202] 如图 12 所示,如果进行步骤 S1,则对比度改善部件 11 的初始设定部件 103 把相当于周边视野的区域的尺寸 c 设定为预先准备的多个尺寸 $c_k (k = 0, 1, \dots, Cnum-1)$ 中选择的尺寸。相当于周边视野的区域的尺寸可以从最小的尺寸开始按升序选择,可以从最大的尺寸开始按降序选择,但是尺寸的变更方向一致。在此,从最大的尺寸开始按降序选择,按顺序减小相当于周边视野的区域。

[0203] 修正信息导出部件 100 计算属于现在的区域 c_k 的像素的值的加重平均值 $VAP_{ij_k}(Ar_k(i, j), Ag_k(i, j), Ab_k(i, j))$ (S22)。

[0204] 结束判定部件 104 判定关于全部尺寸,加重平均值的计算是否结束。(S23)

[0205] 当判定为未结束时,比较范围变更部件 105 把现在设定的区域变更为下一候补。如果变更区域的尺寸,则修正信息导出部件 100 关于变更的区域的尺寸,计算加重平均值。

[0206] 这样重复加重平均值的计算,如果进行结束判定,则修正信息导出部件 100 求出关于各尺寸的区域 c_k 的加重平均值 $VAP_{ij_k}(Ar_k(i, j), Ag_k(i, j), Ab_k(i, j))$ 的加权平均值。然后,把该值设定为对象像素 P_{ij} 的加重平均值 $VAP_{ij}(Ar(i, j), Ag(i, j), Ab(i, j))$ (S24)。此时,也考虑进行与相当于周边视野的区域尺寸 c_k 相应的加权,但是,在此为了简化,把关于各尺寸 c_k 的加重平均值 VAP_{ij_k} 的平均值作为对象像素 P_{ij} 全加重平均值采用。

[0207] 如果求出全加重平均值 VAP_{ij} ,则修正信息导出部件 100 把对象像素 P_{ij} 的值 VP_{ij} 和全加重平均值 VAP_{ij} 的比作为对比度改善量 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ 计算 (S25)。

[0208] 通过重复这样的步骤,关于全体像素取得对比度改善量 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ 后的处理与实施例 1 同样。

[0209] 通过进行以上的处理,充分发挥实施例 1 的图象处理的特征,并且不会太影响动态范围或影的暗部尺寸,能自动改善输入图象的对比度,结果能提高对比度改善的效率。

[0210] 须指出的是,本实施例 2 的图像处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0211] (实施例 3)

[0212] 实施例 3 的图象处理装置关于对比度改善部件 11 的一部分,具有与实施例 1 的图象处理装置不同的结构。如图 13 所示,在该对比度改善部件 11 中,代替修正信息导出部件 100,具有信号变换部件 106 和对象修正信息导出部件 107。另外,代替像素值变换部件 102,具有对象信号变换部件 108 和信号逆变换部件 109。

[0213] 在此,信号变换部件 106 把彩色图象的像素 P_{ij} 的值 $V_{Pij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ 变换为其他一组信号。对象修正信息导出部件 107 把其中的一个信号作为对象,与实施例 1 同样,计算对比度改善量。信号逆变换部件 109 从由对象信号变换部件 108 取得的信号和由信号变换部件 106 取得的对象信号以外的信号进行基于信号变换部件 106 的变换处理的逆变换处理,从而求出强调图象 v 上的图象 P_{ij} 的值。

[0214] 彩色图象的像素 P_{ij} 的值 $V_{Pij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ 变换为例如明亮度 $L(i, j)$ 和色调 $a^*(i, j)$ 、 $b^*(i, j)$ 。该明亮度 $L(i, j)$ 是改善对比度的对象的信号。一边控制明亮度的水平,一边原封不动地保持输入图象的颜色信息。这意味着用由对比度改善部件 11 取得的强调图象 v ,原封不动地再现输入图象 v_i 的颜色平衡。

[0215] 更具体而言,对比度改善部件 11 按照图 14 所示的步骤,进行对比度改善处理。

[0216] 如果开始对比度改善处理,则信号变换部件 106 把输入图象 v_i 的像素 P_{ij} 的值 $V_{Pij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ 变换为 $L^*a^*b^*$ 空间上的值 $V_{PLij}(L(i, j), a^*(i, j), b^*(i, j))$ (S31)。

[0217] 对象修正信息导出部件 107、抽出部件 101 和对象信号变换部件 108 在对于像素 P_{ij} 的变换值的信号内,关于明亮度 $L(i, j)$ 进行处理。在处理期间,暂时保持色调 $a^*(i, j)$ 、 $b^*(i, j)$ 。另外,为了在强调图象 v 中以高精度保持输入图象 v_i 具有的颜色信息的平衡,希望明亮度 $L(i, j)$ 正规化为 $0.0 \sim 1.0$ 范围的值。

[0218] 对象修正信息导出部件 107 计算输入图象的像素 P_{ij} 的明亮度 $L(i, j)$ 的最大值 L_x 和最小值 L_n (S32)。对于对象像素 P_{ij} ,求出属于相当于周边视野的区域的像素的明亮度 $L(i, j)$ 的加重平均值 $AL(i, j)$ (S33)。然后,把明亮度 $L(i, j)$ 和加重平均值 $AL(i, j)$ 的比作为明亮度的对比度改善量 $RL(i, j)$ 计算 (S34)。

[0219] 如果对输入图象 v_i 内的全部像素重复计算对于对象像素 P_{ij} 的明亮度的对比度改善量 $RL(i, j)$,则抽出部件 101 求出明亮度的对比度改善量 $RL(i, j)$ 的平均值 a_{RL} 和标准偏差量 d_{RL} (S36)。根据该值,抽出部件 101 从明亮度的对比度改善量 $RL(i, j)$ 的分布决定最小值 e_{min} 和最大值 e_{max} (S37)。

[0220] 对象信号变换部件 108 使用最小值 e_{min} 和最大值 e_{max} ,把明亮度的对比度改善量 $RL(i, j)$ 变换为 $0.0 \sim 1.0$ 范围内的值 (S38)。对象信号变换部件 108 从该变换值求出图象 v 上的像素的明亮度 (S39)。该明亮度抑制在输入图象 v 中的最大值 L_x 和最小值 L_n 内。

[0221] 信号逆变换部件 109 使用这样取得的明亮度的对比度改善量 $RL(i, j)$ 和保持的色调 $a^*(i, j)$ 、 $b^*(i, j)$,通过信号变换部件 106 中使用的信号变换的逆变换,求出强调图象 v 的像素 P_{ij} 的值 $V_{RPij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ (S40)。然后为了生成强调图象 v ,对全部像素重复该计算 (S40a)。

[0222] 通过进行这样的一系列处理,与在彩色图象中,对 3 成分独立改善对比度时相比,能保持输入图象内的像素具有的色平衡,能进一步保持通过改善取得的图象的影那样的暗部的颜色稳定性。代替对 3 成分独立计算对比度改善量,只关于明亮度 1 成分进行计算,能大幅度缩短处理时间。

[0223] 须指出的是,在本实施例中,信号变换部件 106 把输入图象 v_i 的像素值 P_{ij} 的值 V_{Pij} 变换为 La^*b^* 空间上的值 V_{PLij} ,但是并不局限于此。可以把输入图象 v_i 的像素 P_{ij}

的值 VP_{ij} 变换为亮度 $y(i, j)$ 、色差 $u(i, j)$ 、 $v(i, j)$ 。通过在对象信号中使用其中的亮度 $y(i, j)$ ，同样能进行图象处理。

[0224] 另外，实施例 3 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0225] (实施例 4)

[0226] 本实施例 4 的图象处理装置关于对比度改善部件 11 的一部分，具有与实施例 1 的图象处理装置不同的结构。如图 15 所示，该对比度改善部件 11 具有组合实施例 2 的对比度改善部件 11 的结构和实施例 3 的对比度改善部件 11 的结构的结构。这意味着如图 16 所示，只关于实施例 3 的度对象信号进行实施例 2 中说明的对比度改善处理。

[0227] 与实施例 3 同样，信号变换部件 106 把输入图象 v_i 的像素 P_{ij} 的值 $VP_{ij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ 变换为 La^*b^* 空间上的值 $VPL_{ij}(L(i, j), a^*(i, j), b^*(i, j))$ (S31)。变换的信号中，色调 $a^*(i, j)$ 、 $b^*(i, j)$ 用于后面的处理，暂时保持。

[0228] 初始设定部件 103 计算输入图象的像素 P_{ij} 的明亮度 $L(i, j)$ 的最大值 L_x 和最小值 L_n (S42)。初始设定部件 103 把相当于周边视野的区域的尺寸 c 设定为多个尺寸 $c_k (k = 0, 1, \dots, Cnum-1)$ 中选择的尺寸。

[0229] 对象修正信息导出部件 107 求出属于现在的区域 c_k 的像素明亮度的加重平均值 $AL_k(i, j)$ (S43)。

[0230] 结束判定部件 104 判定关于全部尺寸，明亮度的加重平均值的计算是否结束。当判定为未结束时，比较范围变更部件 105 把现在设定的区域变更为下一候补。如果变更区域的尺寸，则对象修正信息导出部件 107 关于变更的区域的尺寸，计算明亮度的加重平均值。

[0231] 这样重复明亮度的加重平均值的计算，如果进行结束判定，则对象修正信息导出部件 107 求出关于各尺寸的区域 c_k 的加重平均值的加权平均值。然后，把该值设定为全加重平均亮度 $AL(i, j)$ 。对象修正信息导出部件 107 把对象像素 P_{ij} 的明亮度 $L(i, j)$ 和全加重平均亮度 $AL(i, j)$ 的比作为明亮度的对比度改善量 $RL(i, j)$ 计算 (S46)。

[0232] 通过重复这样的步骤，关于全部像素，取得对比度改善量 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ 后的处理与实施例 3 同样。

[0233] 如果进行这样的处理，就没必要与实施例 2 的处理同样，预先决定相当于周边视野的区域，象实施例 3 的处理那样，容易保持像素具有的色平衡，能更容易保持改善的图象的影那样的暗部的颜色稳定性。并且能简化处理，缩短处理时间。

[0234] 当然，实施例 4 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0235] (实施例 5)

[0236] 本实施例 5 的图象处理装置具有与实施例 1 的图象处理装置同样的结构，如图 17 所示，在像素值变换部件 102 中设置有平均亮度计算部件 1020、变换方式分类部件 1021 和像素值推测部件 1022。

[0237] 在像素值变换部件 102 中，平均亮度计算部件 1020 关于输入图象 v_i 内的像素，计算平均亮度。变换方式分类部件 1021 根据平均亮度，选择把由抽出部件 101 取得的对比度改善量变换为强调图象 v 上的值的方式。像素值推测部件 1022 根据由变换方式分类部件 1021 选择的变换方式，把由抽出部件 101 取得的对比度改善量变换为强调图象 v 上的值。

[0238] 在对比度改善部件 11 中，像素值变换部件 102 以外的修正信息导出部件 100 和抽

出部件 101 与实施例 1 同样进行处理。

[0239] 修正信息导出部件 100 关于输入图象 v_i 内的全部象素 P_{ij} , 求出对比度改善量。抽出部件 101 从关于对比度改善量的各成分的直方图分布抽出有效范围。如果这样通过抽出部件 101 抽出范围, 则象素值变换部件 102 如图 18 所示, 执行象素值变换处理。

[0240] 平均亮度计算部件 1020 计算输入图象 v_i 内的各象素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$, 求出平均值 ave_y (S61)。

[0241] 变换方式分类部件 1021 根据平均值 ave_y , 选择把对比度改善量变换为强调图象 v 上的实际象素值的方式。对于该选择方法, 考虑到很多手法, 但是在此设置低亮度阈值 Th_low 和高亮度阈值 Th_high , 如以下数学式 8 所示, 选择变换函数 $gg(x)$ (S62-S66)。

$$\begin{aligned}
 &ave_y < Th_low; gg(x) = k_l \cdot x^{g_l} (g_l > 1.0) & \cdots 8A \\
 &ave_y > Th_high; gg(x) = k_h \cdot x^{g_h} (g_h < 1.0) & \cdots 8B \\
 &Th_low \leq ave_y \leq Th_high; gg(x) = 1.0 / [1.0 + \exp(-g_n \cdot (x - 0.5))] & \cdots 8C
 \end{aligned}
 \quad \left. \begin{array}{l} \cdots 8A \\ \cdots 8B \\ \cdots 8C \end{array} \right\} (8)$$

[0243] 须指出的是, 数学式 8 中, k_l 、 g_l 、 g_n 、 k_h 、 g_h 是预先设定的常数, x 表示变换前的对比度改善量的对象成分值。

[0244] 该变换函数根据处理前的输入图象的平均亮度, 决定在图象质量上应该为重点的部分。例如当输入图象全体为低亮度时, 与全体急剧变明亮相比, 尽可能留下低亮度部分时, 从立体感的观点出发, 印象好。另外, 输入图象全体为高亮度时, 对高亮度部分的人的注目度高, 有必要尽可能保持该部分。象自然图象那样, 用打印机输出具有中间亮度的图象时, 通过灰度系数变换进行使比中心亮度低的部分稍暗, 使比中心亮度高的部分稍微明亮的处理。在此的变换方式是按照这样的知识, 如果是按照这样的知识的变换方式, 则在此表示的方式中不是一律决定的, 能同样使用。

[0245] 如果选择变换函数, 则象素值推测部件 1022 使用该函数, 求出对比度改善量 $VRP_{ij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ 的各成分的变换值 $VRP_{oij}(R_{ro}(i, j), R_{go}(i, j), R_{bo}(i, j))$ (S67, S68)。象素值推测部件 1022 从该变换值求出强调图象 v 上的象素 P_{ij} (S69)。该值抑制在输入图象 v_i 的象素 P_{ij} 的各成分的最大值 $V_{max}(r_x, g_x, b_x)$ 和最小值 $V_{min}(r_n, g_n, b_n)$ 之间。然后, 关于全部象素重复步骤 S68 和 S69 (S70), 取得强调图象 v (S70)。

[0246] 如上所述, 通过根据输入图象的平均亮度选择变换方式, 能进一步提高对比度改善的质量。

[0247] 须指出的是, 本实施例的图象处理也能与实施例 2 的图象处理组合。

[0248] 另外, 实施例 5 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0249] (实施例 6)

[0250] 本实施例 6 的图象处理装置具有与实施例 3 的图象处理装置同样的结构, 如图 19 所示, 在对象信号变换部件 108 中设置有平均对象信号计算部件 1080、变换方式分类部件 1081 和对象信号推测部件 1082。

[0251] 这样的对象信号变换部件 108 代替实施例 5 的象素值, 关于对象信号, 选择变换方式, 根据选择的方式, 求出由抽出部件 101 取得的对象信号的对比度改善量的变换值。

[0252] 如果从抽出部件 101 对对象信号变换部件 108 输入对象信号的对比度改善量, 则

平均对象信号计算部件 1080 计算从输入图象 v_i 内的象素值求出的对象信号的平均值。如果对对象信号是明亮度,则关于与它对应的色调,不计算平均值。在实施例 5 中,求出亮度的平均值,但是,在本实施例中,只关于具有与亮度相同意思的明亮度,计算平均值。

[0253] 变换方式分类部件 1081 根据由平均对象信号计算部件 1080 取得的对象信号的平均值,选择把由抽出部件 101 取得的对象信号的对比度改善量变换为强调图象 v 上的对象信号的的方式。如果除去平均值不是亮度,是关于明亮度取得的这一点,则选择的步骤与实施例 5 同样。

[0254] 对象信号推测部件 1082 根据由变换方式分类部件 1081 取得的变换方式,求出由抽出部件 101 取得的对象信号的对比度改善量的变换值。

[0255] 如果由对象信号推测部件 1082 求出变换值,则信号逆变换部件 109 与实施例 3 同样,从变换值和保持的色调生成强调图象 v 。

[0256] 如果这样关于对象信号选择变换方式,就不仅提高颜色的稳定,而且能进行精度更高的对比度改善。

[0257] 须指出的是,在实施例 4 的对象信号变换部件 108 中也能具有平均对象信号计算部件 1080、变换方式分类部件 1081 和对象信号推测部件 1082。

[0258] 另外,实施例 6 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0259] (实施例 7)

[0260] 本实施例 7 的图象处理装置关于象素值变换部件 102 的一部分,具有与实施例 5 的图象处理装置不同的结构。如图 20 所示,该象素值变换部件 102 代替平均亮度计算部件 1020 和变换方式分类部件 1021,具有基准强度计算部件 1023 和变换曲线推测部件 1024。

[0261] 在象素值变换部件 102 中,基准强度计算部件 1023 计算表示输入图象 v_i 的对比度信息的亮度的边缘强度。变换曲线推测部件 1024 用遗传算法推测把由抽出部件 101 取得的对比度改善量变换为强调图象 v 上的值的变换曲线。

[0262] 如果推测变换曲线,则象素值推测部件 1022 代替选择的变换方式,根据变换曲线,求出由抽出部件 101 取得的对比度改善量的变换值。

[0263] 图 21 是表示变换曲线推测部件的概略结构的框图。

[0264] 在变换曲线推测部件 1024 中,初始候补设定部件 240 准备表示多个变换曲线的染色体的初始集合。象素值变换候补计算部件 241 根据各染色体表示的变换曲线,求出强调图象 v 的候补上的象素值。评价值计算部件 242 从各候补上的象素值,关于与各候补对应的变换曲线,计算评价值。适合度计算部件 243 根据由评价值计算部件 242 取得的评价值,计算各染色体的适合度。改编操作部件 244 对于染色体集合中包含的染色体,进行有选择的淘汰、交叉或突然变异的改编操作,生成下一染色体集合。推测结束判定部件 245 判定变换曲线的最优化推测是否结束,把进行结束的判定的时刻的变换曲线提供给象素值推测部件 1022。

[0265] 在本实施例中,使用遗传算法,努力使强调图象 v 的边缘部分进一步明显。另外,因为自动推测适合的变换函数,所以没必要预先进行条件设定。

[0266] 图 22 是说明本实施例的对比度改善处理的程序流程图。

[0267] 与实施例 1 同样,抽出部件 101 如果把对比度改善量 $VRP_{ij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ 的各成分的值变换为 $0.0 \sim 1.0$ 范围内的值,则象素值变换部件 102 进行包含变

换曲线推测处理的象素值变换处理 S78 和 S79。图 23 是进一步详细说明该象素值变换处理的程序流程图。

[0268] 基准强度计算部件 1023 计算输入图象 v_i 的各象素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$ 、色差 $u(i, j)$ 、 $v(i, j)$ (S81)。从该亮度求出输入图象 v_i 的边缘强度 E_e (S82)。该边缘强度 E_e 能定义为以下的数学式 9。

$$\begin{aligned}
 E_e &= \sum \sum e_c(i, j) \\
 e_c(i, j) &= \{ \text{del } i(i, j)^2 + \text{del } j(i, j)^2 \}^{1/2} \\
 \text{del } j(i, j) &= -y(i-1, j-1) + y(i-1, j+1) \\
 &\quad -2.0 * y(i, j-1) + 2.0 * y(i, j+1) - y(i+1, j-1) \\
 &\quad + y(i+1, j+1) \\
 \text{del } i(i, j) &= -y(i-1, j-1) + y(i+1, j-1) \\
 &\quad -2.0 * y(i-1, j) + 2.0 * y(i+1, j) - y(i-1, j+1) \\
 &\quad + y(i+1, j+1)
 \end{aligned} \quad (9)$$

[0270] 在该数学式 9 中, 边缘强度 E_e 定义为由左贝尔滤波器计算的象素 P_{ij} 的边缘强度 $e_c(i, j)$ 的总和。

[0271] 如果通过基准强度计算部件 1023, 关于输入图象 v_i 求出边缘强度 E_e , 则变换曲线推测部件 1024 进行采用遗传算法的变换曲线推测处理。

[0272] 关于遗传算法, 在“Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning” (David E. Goldberg, Addison Wesley) 等的文献中有记载。遗传算法是在大区域的探索能力上优异, 即使无法取得作为最佳解探索问题的对象的评价函数的微分信息, 如果能取得评价自身, 就能进行探索的有用的方法。也能应用于只有人的主观评价是判断基准的对象问题。

[0273] 在变换曲线推测部件 1024 中, 初始候补设定部件 241 准备根据 N_{ch} 个探索向量 $V_{ch}[A]$ 的初始集合 G_v (S83)。在此, 探索向量 $V_{ch}[A]$ 由 n 个探索参数 $g_0 \sim g_{n-1}$ 构成。从与生物的关联, 把探索向量 $V_{ch}[A]$ 称作染色体, 而把探索向量 $V_{ch}[A]$ 的各要素 $g_k[A]$ ($k = 0, \dots, n-1$) 称作基因。

[0274] 对于来自抽出部件 101 的输入值, 在 0.0 到 1.0 的范围中, 使染色体与用于求出变换值的变换曲线对应。如图 24A 所示, 该变换曲线能由与输入值 i_k 和输出值 o_k 的组合对应的 n 个坐标 (i_k, o_k) 表现。此时, 使除去基因 g_0 的基因 g_k 与从原点到坐标 (i_k, o_k) 的向量 0_k 和从原点到坐标 (i_{k-1}, o_{k-1}) 的向量 0_{k-1} 的差对应。使基因 g_0 与从原点到坐标 (i_0, o_0) 的向量 0_0 对应。如图 24B 所示, 使用原封不动排列 n 个基因 $g_0, g_1, \dots, g_k, \dots, g_{n-1}$ 的实数编码手法, 能进行与变换曲线对应的探索向量的染色体记载。代替实数编码手法, 也可以使用由 2 进制记载各基因 g_k , 排列该 2 进制数的 2 进制编码手法。

[0275] 为了准备由这样的染色体构成的初始集合 G_v , 初始候补设定部件 240 在 $-1 \sim 1$ 的范围中, 选择 n 个由均匀随机数生成的实数, 设定一个初始探索向量 v 。通过准备预先设定它的染色体集合数 N_{ch} 个, 设定初始的集合 $G_v = \{V_{ch}[A]\}$ ($A = 0, \dots, N_{ch}-1$)。从该初始集合 G_v 开始最佳解的探索。

[0276] 象素值变换候补计算部件 241 使用与集合 G_v 的各染色体对应的变换曲线, 从来自抽出部件 101 的输入值 $VRP_{ij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ 求出变换值 $VRP_{oij}[A](R_{ro}(i, j, A), R_{go}(i, j, A), R_{bo}(i, j, A))$ 。通过该变换值, 构成强调图象 v 的候补。象素值变换候

补计算部件 241 关于变换值计算亮度 $y_o(i, j, A)$ 。

[0277] 评价值导出部件 242 从该亮度 y_o , 关于由各变换曲线取得的强调图象 v 的候补, 把边缘强度 $E[A]$ 作为评价值求出 (S84)。该评价值是按照预先设定的评价尺度评价作为与各变换曲线对应的探索向量 $V_{ch}[A]$ 的解的好坏的结果。把该评价尺度称作评价函数 (fitness)。在此, 评价函数由数学式 9 提供。这是因为在视觉上感觉良好的图象不仅明暗分明, 而且图象的边缘部分鲜明。

[0278] 适应度计算部件 243 求出由变换曲线取得的强调图象 v 的候补的各象素的亮度 $y_o(i, j, A)$ 的最大值 $y_{ox}[A]$ 和最小值 $y_{on}[A]$ (S85)。从由评价值导出部件 242 求出的评价值 $E[A]$ 计算用于观察与各变换曲线对应的探索向量的适合性的适合度 (S86)。作为导出适合度 $f[A]$ 的函数, 考虑到各种函数。在此, 由以下数学式 10 提供该函数。 φ 是常数。

$$[0279] \quad f[A] = \{E[A] + \varphi * (y_{ox}[a] - y_{on}[A])\} / E_c \quad \cdots (10)$$

[0280] 用由各变换曲线取得的强调图象 v 的候补的边缘强度 $E[A]$ 加上关于候补的最大值 $y_{ox}[A]$ 和最小值 $y_{on}[A]$ 间的距离的值除以输入图象 v_i 的边缘强度 E_c 的值提供适合度 $f[A]$ 。有关最大值 $y_{ox}[A]$ 与最小值 $y_{on}[A]$ 之间的距离的项, 设置为不仅边缘强度提高而且使之具有尽可能多的变换输出区域。

[0281] 该适合度 $f[A]$ 的值越大, 判断为越好的探索向量即变换曲线。

[0282] 改编操作部件 244 关于集合 G_v 的各染色体, 按照适合度 $f[A]$ 进行有选择的淘汰 (S87), 从集合 G_v 生成下世代的集合, 对选择的染色体实施交叉 (S88) 或突然变异 (S89) 等遗传上的改编操作。在此, 各世代的染色体个数 N_{ch} 一定, 但是可以增加、减少。

[0283] 通过用与适合度成比例的概率选择探索向量的转轮选择法进行有选择的淘汰。基于转轮选择法的处理的概要如以下的 (i) 到 (iii)。

[0284] (i) 从属于集合 G_v 的探索向量 $V_{ch}[A]$ ($A = 0, \dots, N_{ch}-1$) 的适合度 $f[A]$, 如以下数学式 11 所述, 求出全探索向量的适合度的总和 F 。

$$[0285] \quad F = \sum_{j=1}^n f[A] \quad (k=1, \dots, N_{ch}) \quad \cdots (11)$$

[0286] (ii) 根据以下的数学式 12, 决定把探索向量 $V_{ch}[A]$ 作为产生下世代的探索向量的母体而选择的选择概率 $h[k]$ 。

$$[0287] \quad h[A] = f[A] / F \quad \cdots (12)$$

[0288] (iii) 把各探索向量的选择范围 $I[A]$, 按以下的数学式 13 分配到 $[0, 1]$ 内的区间中。

$$[0289] \quad \left. \begin{aligned} Ih[0] &= 0 \\ Ih[A] &= \sum_{j=0}^A h[j] \\ I[A-1] &= [Ih[A-1], Ih[A]] \end{aligned} \right\} \quad (A=1, \dots, N_{ch}) \quad (13)$$

[0290] 另外, 在 $[0, 1]$ 内产生均匀随机数 $ra[A]$ 的组 $RR = (ra[0], ra[1], \dots, ra[N_{ch}-1])$ 。但是, $0 < ra[j] < 1$ 。

[0291] 而且, 对于组 RR 内的随机数 $ra[B]$, 求出满足以下的表达式 14 的 $num[B] = I[A]$ 的组 $Num = (num[0], num[1], \dots, num[N_{ch}-1])$ 。据此, 选择与该组 Num 对应的 N_{ch} 个探索向量的组。

[0292] $ra[B] \in I[A] (A \ B = 0, 1, \dots, Nch-1) \quad \dots (14)$

[0293] 通过这样的转轮选择法,从现在的探索向量集团 Gv 选择成为下世代的探索向量的母体的探索向量 $Vch[A]$ 。

[0294] 如果选择成为下世代的探索向量的母体的染色体,则如图 25A 和 B 所示,关于它,进行交叉处理和突然变异处理。交叉是通过彼此置换由有限的符号表现的 2 个染色体的一部分,生成新的探索向量的操作。该操作相当于远离现在的解向量的位置的探索。在图 25A 的例子中,位于染色体 $Vch[A]$ 和染色体 $Vch[B]$ 的交叉点 1 到交叉点 2 之间的符号彼此置换。在此的交叉可以是 1 点交叉,可以是 2 点交叉。

[0295] 另外,突然变异是以某低概率随机选择染色体的一部分的符号,把选择的符号变更为其他符号的操作。该操作相当于现在的探索向量附近的探索。在图 25B 的例子中,构成染色体的符号中,符号 $g4[A]$ 突然变异为 $f4[A]$ 。通过在集合的一半和剩下一半中改变进行突然变异的概率,能进一步维持探索向量的多样性。

[0296] 经过这样的交叉处理和突然处理,生成下世代的探索向量的集合。

[0297] 推测结束判定部件 245 如果判定为满足收敛条件,就重复上述的步骤 S84 ~ S89。该收敛条件是重复次数超过允许重复次数的条件。

[0298] 通过该重复,进行构成最佳变换曲线的探索参数的推测。如果这样在大区域中准备多个候补,重复进行难以陷入局部最佳解(局部最小值)的交叉或突然变异等记号的改编操作,就能以高精度并且自动推测最佳的变换曲线。

[0299] 如果取得最佳的变换曲线,则像素值推测部件 245 使用该变换曲线,求出 $0.0 \sim 1.0$ 范围的变换值,从该变换值求出强调图象 v 上的像素的值(S79)。该强调图象 v 上的像素的值抑制在输入图象 vi 的像素 Pij 的各成分最大值 $Vmax(rx, gx, bx)$ 和最小值 $Vmin(rn, gn, bn)$ 内。

[0300] 如上所述,在本实施例的图象处理中,推测变换函数时,通过把与细节的明了度关联的边缘强度的改善程度设置为评价值,能进一步提高对比度,能实现边缘的明显化。另外,通过在这样的最佳变换函数的推测中使用遗传算法,能不依存于输入图象,自动推测适当的变换函数。

[0301] 须指出的是,能把本实施例的图象处理与实施例 2 的图象处理组合。

[0302] 另外,本实施例 7 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0303] (实施例 8)

[0304] 本实施例 8 的图象处理装置关于对象信号变换部件 108 的一部分,具有与实施例 6 的图象处理装置不同的结构。如图 26 所示,对象信号变换部件 108 代替平均对象信号计算部件 1080 和交换方式分类部件 1081,具有基准强度计算部件 1083 和对象信号变换曲线推测部件 1084。

[0305] 如果从抽出部件 101 对该对象信号变换部件 108 输入对象信号的对比度改善量,则基准强度计算部件 1083 计算表示输入图象 vi 的对比度信息的对象信号的边缘强度。对象信号例如是明亮度。

[0306] 对象信号变换曲线推测部件 1084 用遗传算法推测用于把明亮度的对比度改善量变换为强调图象 v 的值的对象信号变换曲线。对象信号变换曲线推测部件 1084 如图 27 所示,除了代替像素值变换候补计算部件 241,具有对象信号变换候补计算部件 246,具有与

变换曲线推测部件 1024 同样的结构。

[0307] 在该对象信号变换曲线推测部件 1084 中,如果有初始候补设定部件 246 准备初始的集合,则初始候补设定部件 246 根据准备的染色体集合表示的对象信号变换曲线,求出强调图象 v 的候补的明亮度的值。评价值计算部件 242 从求出的各候补的明亮度的值,关于与各候补对应的对象信号变换曲线,计算评价值。适合度计算部件 243、改编操作部件 244 和推测结束判定部件 245 除了把推测结束判定部件 245 进行结束的判定的时刻的对象信号变换曲线提供给对象信号推测部件 1082,进行与实施例 7 同样的处理。

[0308] 如果推测对象信号变换曲线,则对象信号推测部件 1082 代替选择的变换方式,根据对象信号变换曲线,求出由抽出部件 101 取得的对象信号的对比度改善量的变换值。

[0309] 如上所述,在本实施例的图象处理中,通过关于对象信号即明亮度,进行与实施例 8 同样的处理,不仅提高对比度,实现边缘部的明显化,而且能提高影那样的暗部的象素的色稳定。

[0310] 须指出的是,也能把本实施例的图象处理与实施例 4 的图象处理组合。

[0311] 另外,本实施例 8 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0312] (实施例 9)

[0313] 但是,作为由数字照相机拍摄的图象的问题点,有时指出颜色模糊现象。这也根据摄影条件等,称作比恰当的状态过分显出特定颜色的现象。人能顺应光,所以由于光源不同,几乎不会观察到颜色不同,但是在由数字照相机拍摄的图象中,根据摄影时的光源,经常会微妙地产生颜色模糊。在朝阳或夕阳下,红色模糊,在荧光灯下,有拍成绿色的倾向。在池水的反射下,产生蓝色模糊,在草木颜色的反射下,产生绿色模糊,被拍摄体周围物体的颜色反射,产生颜色模糊。

[0314] 为了除去这样的颜色模糊,手动进行色调控制或浓度水平修正,例如当绿色 G 过分强时,减弱青色 C 和黄色 Y 的信号。

[0315] 另外,作为自动处理,有基于埃文斯原理的自动白平衡处理。埃文斯原理是基于如果把世间的被拍摄物全部相加,就变为无彩色的假说,该处理的基本在于调整各色的平衡,从而输入图象全体的平均变为灰色(无彩色)。

[0316] 图 28 是表示进行这样的自动处理的装置的概略结构的一例的框图。在该装置中,关于来自图象输入部件 2301 的输入图象的红、蓝、绿各信号,输入图象分布检测部件 2301 求出平均值。基准色设定部件 2303 关于输入图象,导出亮度的平均值,把该值设定为基准色。色平衡修正部件 2304 修正各信号,从而使由输入图象分布检测部件 2303 取得的红、蓝、绿各信号的平均值变为基准色。通过该修正,输入图象全体的平均色变为灰色,自动减轻颜色模糊。

[0317] 但是,当对输入图象使用这样的处理时,如果在输入图象中具有色彩鲜艳的颜色物体占有大的区域,则该色变为平均色的倾向增强,产生该颜色接近无彩色的问题。例如当草皮的绿色占图象的大半时,草皮的绿色变为无彩色(颜色破坏)。

[0318] 在实施例 9 中,说明为了改善对比度,进一步减少这样的颜色模糊,适当合成输入图象和强调图象的图象处理。

[0319] 实施例 9 的图象处理装置如图 29 所示,除了图象输入部件 10、对比度改善部件 11、图象合成部件 12、图象输出部件 13,还具有从输入图象 v_i 检测边缘信息的边缘信息检

测部件 14。

[0320] 另外,图象合成部件 12 如图 30 所示,除了结合系数导出部件 201、加重平均合成部件 202,还具有输出值决定部件 203,不具有选择基准值判定部件 200。在此,结合系数导出部件 200 不根据选择基准值判定部件 200 的判定结果,而根据由边缘信息检测部件 14 取得的边缘信息,决定结合系数 w_0 和 w_1 。输出值决定部件 203 比较由加重平均合成部件 202 取得的合成图象和输入图象 v_i ,决定输出图象 v_o 的像素的值。

[0321] 图 31 是说明边缘信息的检测处理的程序流程图。

[0322] 如果从图象输入部件 10 输入图象数据,边缘信息检测部件 14 把对象像素的位置初始化后,对输入图象 v_i 的像素 P_{ij} 计算亮度 $y(i, j)$ 。关于全部像素重复该计算,对于输入图象 v_i 的像素 P_{ij} ,取得亮度 $y(i, j)$ 。边缘信息检测部件 14 再初始化对象像素的位置后,根据计算的亮度,检测边缘信息。对于彩色 3 成分的值,可以检测边缘信息,但是能通过只对亮度,检测边缘信息,谋求处理的简化。作为边缘信息的检测,存在各种方法,但是在此,利用具有图 32 所示的 5 像素 $\times$ 5 像素的尺寸的滤波器。把以像素 P_{ij} 为中心,应用各滤波器而取得的 x 方向的成分量 $ex(i, j)$ 和 y 方向的成分量 $ey(i, j)$ 的平方和的平方根作为像素 P_{ij} 的边缘信息 $ed(i, j)$ 。滤波器的尺寸或种类并不局限于本例子,例如也能利用 3 像素 $\times$ 3 像素的左贝尔滤波器。

[0323] 边缘信息检测部件 14 对于输入图象 v_i 的全部像素重复上述的边缘信息的检测,据此,关于输入图象 v_i 的全部像素 P_{jj} ,取得边缘信息。边缘信息检测部件 14 根据各像素 P_{ij} 的亮度和边缘信息,求出亮度的平均值 ave_y 和边缘信息的平均值 ave_ed 。

[0324] 与输入到边缘信息检测部件 14 的数据相同的图象数据也输入到对比度改善部件 11 中。对比度改善部件 11 除了代替数学式 4 和 5,使用以下的数学式 15 和 16,与实施例 1 同样生成强调图象 v 。

$$[0325] \quad A_y(i, j) = \sum_i \sum_j y(i, j) / C^2 \quad \dots (15)$$

$$[0326] \quad \left. \begin{aligned} R_r(i, j) &= r(i, j) / A_y(i, j) \\ R_g(i, j) &= g(i, j) / A_y(i, j) \\ R_b(i, j) &= b(i, j) / A_y(i, j) \end{aligned} \right\} (16)$$

[0327] 在数学式 15 中,定义属于与周边视野对应的 c 像素尺寸的区域 of 的像素亮度 $y(i, j)$ 的平均值 $A_y(i, j)$ 。另外,在数学式 16 中,代替像素 P_{ij} 的各成分值和加重平均值 VAP_{ij} 的各成分值,用与平均值 $A_y(i, j)$ 定义对比度改善量 $VRP_{ij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ 。

[0328] 通过这样定义对比度改善量,比较各成分值的值变为相同的值。在此,如数学式 4 和 5 所述,能定义对比度改善量,但是与按各成分独立计算对比度改善量相比,使用公共的值计算时,能更好地保持取得的对比度改善量的平衡。

[0329] 通过对比度改善部件 11 生成强调图象 v ,如果把该强调图象 v 输入图象合成部件 12,则如图 33 所示,结合系数导出部件 201 把对象像素 P_{ij} 的位置初始化后,决定与两图象有关的结合系数 w_0 和 w_1 。在该实施例中,根据输入图象 v_i 的像素亮度和边缘信息,控制结合系数 w_0 和 w_1 ,从而适当合成输入图象 v_i 和强调图象 v 。按照以下的规则 1 和规则 2,决定结合系数。

[0330] 规则 1

[0331] if $y(i,j)$ is Low and $ed(i,j)$ is Low or $y(i,j)$ is High and

[0332] $ed(i,j)$ is Low then $VWP(i,j)$ is $VP(i,j)$

[0333] 规则 2

[0334] if $y(i,j)$ is High and $ed(i,j)$ is High or $y(i,j)$ is Middle and

[0335] $ed(i,j)$ is Middle then $VWP(i,j)$ is $VRP(i,j)$

[0336] 在图 34 所示的输入图象 vi 的例子中, 规则 1 是对应于区域 A1 或 A2 的规则。规则 2 是对应于区域 A3 或 A4 的规则。在象区域 A1 那样, 象素的亮度低, 其变化平缓的区域中, 或象区域 A2 那样, 象素的亮度高, 其变化平缓的区域中, 在强调图象 v 中, 有可能亮度下降, 或由于亮度的急剧上升, 表现出颜色噪声或压缩噪声。象区域 A3 和 A4 那样, 在上述区域以外的区域中, 在强调图象 v 不会那样, 在强调图象 v 中, 颜色模糊也减少。

[0337] 因此, 如果对于规则 1 的可靠度 $m1$ 大, 则与强调图象 v 相比, 输入图象 vi 的象素值对合成图象的象素值造成更强的影响, 抑制亮度的下降、颜色噪声或压缩噪声的表现。另外, 如果对于规则 2 的可靠度 $m2$ 大, 则与输入图象 vi 相比, 强调图象 v 的象素值对合成图象的象素值造成更强的影响, 改善对比度, 减少颜色模糊。

[0338] 如图 35 所示那样提供可靠度 $m1$ 和 $m2$ 。可靠度 $m1$ 能用边缘信息小, 在亮度高的点和低的点具有 2 个峰值的高斯函数那样的山形函数定义。另外, 可靠度 $m2$ 能由边缘信息、亮度都以输入图象的边缘信息的平均值 ave_ed 和亮度的平均值 ave_y 为中心的山形函数定义。

[0339] 结合系数导出部件 201 根据可靠度 $m1$ 和 $m2$, 按照 $w1 = m2/(m1+m2)$ 决定与强调图象 v 有关的结合系数 $w1$ 。另外, 按照 $w0 = 1.0-w1$, 决定与输入图象 vi 有关的结合系数 $w0$ 。

[0340] 加重平均合成部件 202 根据决定的结合系数 $w0$ 和 $w1$, 求出合成图象的对象象素 Pij 的象素值 $VWPij(Wr(i,j), Wg(i,j), Wb(i,j))$ 。

[0341] 这样控制结合系数, 不是边缘附近, 在亮度高或低的区域中, 把输入图象 vi 优先, 在位于边缘附近的该区域以外的区域中, 把强调图象 v 优先, 从而不仅改善对比度, 而且抑制颜色模糊。并且也抑制高亮度部的亮度下降或阴影部的颜色噪声或压缩噪声的表现, 能抑制合成图象中有可能产生的不连续部分。

[0342] 但是, 即使这样决定合成图象的象素值, 与输入图象的对应的象素值比较, 亮度有可能下降。

[0343] 因此, 输出值决定部件 203 比较输入图象 vi 的对象象素 p_{ij} 的值 $VPij(r(i,j), g(i,j), b(i,j))$ 和合成图象的对象象素的值 $VWPij(Wr(i,j), Wg(i,j), Wb(i,j))$ 。结果, 如果 $VWPij$ 比值 $VPij$ 小, 则输出值决定部件 203 把值 $VWPij$ 置换为值 $VPij$ 。值 $VWPij$ 如果为值 $VPij$ 以上, 就不进行该置换。

[0344] 须指出的是, 结合系数导出部件 201 比较输入图象 vi 的值 $VPij$ 和强调图象 v 的值 $VRPij$, 当值 $VPij$ 的 3 成分都比值 $VRPij$ 大时, 决定为 $w0 = 1.0, w1 = 0.0$ 。另外的时候, 决定为 $w1 = w3 = 0.5$ 。

[0345] 据此, 简化决定结合系数的处理。但是, 在不是边缘的部分中, 与上述的例子相比, 系数 $w0$ 的值增大, 在合成图象中, 输入图象 vi 占的比例增大。因此, 更受到输出图象具有的颜色模糊的影响。

[0346] 另外,本实施例 9 的图象处理能与本实施例 2 的图象处理组合。

[0347] 在实施例 2 中,作为对比度改善量,使用对象像素 P_{ij} 的值 VP_{ij} 和全加重平均值 VAP_{ij} 的比,例如能使用值 VP_{ij} 和加重平均值的最大值的比。通过按各成分比较各尺寸 ck 的加重平均值,求出加重平均值的最大值。比较处理的时间增大,但是强调图象 v 的像素值的变动变平缓,具有抑制值在边缘附近的急剧上升的优点。

[0348] 本实施例 9 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0349] (实施例 10)

[0350] 本实施例 10 的图象处理装置如图 36 所示,图象输入部件 10 除了对比度改善部件 11、图象合成部件 12、图象输出部件 13,还具有按照输入图象 vi 修正强调图象 v 的浓度分布的浓度修正部件 15。

[0351] 另外,图象合成部件 12 如图 37 所示,与实施例 9 同样具有加重平均合成部件 202 和输出值决定部件 203,但是不具有结合系数导出部件 201。该简易的图象合成部件 12 把由浓度修正部件 15 取得的修正图象和输入图象合成。

[0352] 图 38 是说明浓度修正处理的程序流程图。

[0353] 如果通过对比度改善部件 11 取得强调图象 v ,则浓度修正部件 15 把对象像素 P_{ij} 的位置初始化后,计算输入图象 vi 和强调图象 v 的对象像素 P_{ij} 的亮度 $Ry(i, j)$ 、色差 $Ru(i, j)$ 、 $Rv(i, j)$ 。

[0354] 如果关于输入图象 vi 和强调图象 v 的全部像素,重复该计算,浓度修正部件 15 从这些值计算输入图象 vi 的平均亮度 ave_y 和强调图象 v 的平均亮度 ave_Ry 。

[0355] 如果算出平均亮度 ave_y 和 ave_Ry ,浓度修正部件 15 就把强调图象 v 的对象像素 P_{ij} 的位置初始化,进行把强调图象 v 的对象像素 P_{ij} 的亮度 $Ry(i, j)$ 加上平均亮度的差分量 $ave_y - ave_Ry$ 的修正。

[0356] 如果修正亮度 $Ry(i, j)$,浓度修正部件 15 就从修正的亮度 $Ry(i, j)$ 、色差 $Ru(i, j)$ 、 $Rv(i, j)$ 计算强调图象 v 的对象像素 P_{ij} 的修正值 $VDP_{ij}(Dr(i, j), Dg(i, j), Db(i, j))$ 。

[0357] 关于强调图象 v 的各像素,计算该修正值,从而取得修正图象。之所以为了取得修正图象而计算平均亮度 ave_Ry 是因为通过对比度改善,有可能产生亮度的下降或过度上升的区域中,亮度的变动少,宽阔,所以对该值造成大的影响。因此,如图 39 所示,一边保存强调细节的图象的亮度分布,一边计算修正值,使关于强调图象 v 的平均亮度 ave_Ry 和关于输入图象 vi 的平均亮度 ave_y 一致。据此,在修正图象中,能抑制高亮度部的亮度下降或阴影部的过度的亮度上升。

[0358] 如果从浓度修正部件 15 向图象合成部件 12 输入修正图象,则如图 40 所示,加重平均合成部件 202 把对象像素 P_{ij} 的位置初始化后,使用结合系数 $w0$ 和 $w1$,从输入图象的值 VP_{ij} 和修正图象的值 VRP_{ij} 计算合成图象的值 VWP_{ij} 。

[0359] 如上所述,宽的高亮度部的亮度的下降等在修正图象中得到抑制,所以使用边缘信息,导出结合系数 $w0$ 和 $w1$ 的必要性减少。可以使用预先设定结合系数 $w0$ 和 $w1$ 的值,从而使修正图象的值比输入图象优先。例如预先将与输入图象有关的结合系数 $w0$ 设定为 0.3,将与修正图象有关的结合系数 $w1$ 设定为 0.7。

[0360] 然后,输出值决定部件 203 进行与实施例 9 同样的步骤。据此,取得合成图象。

[0361] 如上所述,通过代替强调图象,使用修正图象,能抑制高亮度部的亮度下降或阴影

部的过度的亮度上升,能更简易地区的改善对比度的合成图象。在输出图象中,输入图象占的比率减小,所以能抑制输入图象的颜色模糊的影响表现在输出图象中。

[0362] 须指出的是,本实施例 10 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0363] (实施例 11)

[0364] 本实施例 11 的图象处理装置如图 41 所示,与实施例 9 的图象处理装置同样,具有边缘信息检测部件 14,但是据此求出的边缘信息不是图象合成部件 12,而是对比度改善部件 11 利用。

[0365] 另外,对比度改善部件 11 如图 42 所示,与实施例 1 的图象处理装置同样,具有修正信息导出部件 100、抽出部件 101 和象素值变换部件 102,还具有区域判定部件 110、比较范围选择部件 111、调整系数导出部件 112 和调整部件 113。

[0366] 如果从边缘信息检测部件 14 输入边缘信息 $ed(i, j)$,对比度改善部件 11 就进行按照图 43 所示的步骤生成强调图象 v 的处理。

[0367] 在对比度改善部件 11 中,区域判定部件 110 初始化对象象素 P_{ij} 的位置后,根据对象象素 P_{ij} 的边缘信息 $ed(i, j)$ 和亮度 $y(i, j)$,判定象素所属的区域。该区域包含图 34 所示的区域 A1 那样的变化平缓并且亮度低的阴影部、或区域 A2 那样的变化平缓并且亮度高的高亮度部、区域 A3 和 A4 那样的边缘附近的区域。

[0368] 比较范围选择部件 111 按照判定结果,选择相当于周边视野的区域的尺寸。当判定为象素属于变化平缓并且亮度低的阴影部或变化平缓并且亮度高的高亮度部时,比较范围选择部件 111 为了抑制过剩强调或与输入图象相比的亮度下降,选择大的尺寸。当判断为象素属于边缘附近时,为了强调由输入图象埋没的变化,选择小的尺寸。象素所属的区域不明时,选择中间的尺寸。

[0369] 另外,调整系数导出部件 112 根据区域判定部件 110 的判定结果,决定用于调整由修正信息导出部件 100 取得的对比度改善量的调整系数。在上述区域中,关于平缓变化的亮度高的区域,预想到对比度改善量 VRP_{ij} 容易变为 1.0 附近,变为比输入图象还低的值,所以决定调整系数 $k(i, j)$,从而增大该值。在此,为了使对比度改善量增大 20%,把调整系数 $k(i, j)$ 设定为 1.2。关于平缓变化的亮度低的区域,预想到对比度改善量 VRP_{ij} 容易变为 1.0 附近,与输入图象相比,更急剧地变为高的值,所以决定调整系数 $k(i, j)$,从而减小该值。在此,为了使对比度改善量减小 20%,把调整系数 $k(i, j)$ 设定为 0.8。关于边缘附近的区域,可以把调整系数 $k(i, j)$ 设定为 1.0。

[0370] 如果通过调整系数导出部件 112 决定调整系数 $k(i, j)$,通过修正信息导出部件 100 求出对比度改善量 VRP_{ij} ,则调整部件 113 把对应的调整系数 $k(i, j)$ 与对比度改善量 VRP_{ij} 的各成分相乘,调整该对比度改善量 VRP_{ij} 。

[0371] 如果重复这样的一系列处理,调整各象素的对比度改善量 VRP_{ij} ,则抽出部件 101 和象素值变换部件 102 进行与实施例 1 同样的步骤。

[0372] 通过这样调整对比度改善量,能抑制在强调图象的高亮度部,比输入图象的亮度低,在阴影部进行过剩的强调。因此,与实施力 10 同样,能更简易地进行图象合成。因为输出图象中输入图象占的比例减小,所以能抑制输入图象的颜色模糊的影响出现在输出图象中。

[0373] 须指出的是,与实施例 9 同样进行图象合成时,不仅对比度改善部件 11,图象合成

部件 12 也利用由边缘信息检测部件 14 求出的边缘信息。

[0374] 另外,如图 44 所示,能把本实施例的图象处理装置的对比度改善部件 11 的结构与实施例 2 的对比度改善部件 11 的结构组合。

[0375] 此时,调整部件 113 调整使用对于多个尺寸的区域 ck 的加重平均值 VAP_{ij_k} 而计算的对比度改善量。

[0376] 据此,能减少尺寸选择错误的判定的影响。另外,对于边缘区域的象素,如果只在附近的值导出对比度改善量,则由于过剩强调,有时产生白色跳跃,但是能减少边缘附近的颜色跳跃。如果根据阴影尺寸选择的区域的尺寸过小,则在对象象素和周围的象素中该值接近,有可能变为强调不充分,但是也能减小该可能性。

[0377] 另外,本实施例 11 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0378] (实施例 12)

[0379] 实施例 12 的图象处理装置关于对比度改善部件 11 的一部分,具有与实施例 1 不同的结构。如图 45 所示,在该对比度改善部件 11 中除了修正信息导出部件 100、抽出部件 101 和象素值变换部件 102,还具有修正信息导出浓度限制部件 114。

[0380] 修正信息导出浓度限制部件 114 限制属于相当于对象象素的周围视野的区域的象素。而且,修正信息导出部件 100 使用限制的象素的值,求出该对象象素的对比度改善量。

[0381] 如图 46 所示,该对比度改善处理的步骤与实施例 9 中的步骤几乎相同,但是不同点在于:抑制属于相当于对象象素 P_{ij} 的周边视野的区域的象素值的上下限,并且求出对比度改善量。

[0382] 在此,考虑对比度改善量 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ 由数学式 15 和 16 计算的情形。此时,修正信息导出浓度限制部件 114 如图 47 所示,为属于相当于对象象素 P_{ij} 的周边视野的区域的象素的亮度 $y(i, j)$ 提供下限 $thLow_y$ 和上限 $thHigh_y$ 。在对比度改善量的计算上,超过上限的值作为与上限相同的值处理,低于下限的值作为与下限相同的值处理。

[0383] 通过这样抑制亮度 $y(i, j)$ 的上限,在对位于一样宽的高亮度部中的象素求对比度改善量时,平均值 $Ay(i, j)$ 比对象象素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$ 受到抑制。结果,对比度改善量 VRP_{ij} 变为比中心附近的 1.0 还小的值。因此,由象素值变换部件 102 取得的强调图象上的值变为高的值。

[0384] 另一方面,通过抑制亮度 $y(i, j)$ 的下限,在对位于一样宽的高亮度部中的象素求对比度改善量时,平均值 $Ay(i, j)$ 比对象象素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$ 还高。结果,对比度改善量 VRP_{ij} 变为比中心附近的 1.0 还小的值。因此,由象素值变换部件 102 取得的强调图象上的值变为低的值。

[0385] 这样,抑制或提高相当于求出对比度改善量时的分母的量,控制从该对比度改善量取得的象素的值。据此,能用非常单纯的处理抑制位于一样宽的区域中的高亮度部中的对比度改善量的下降、位于一样宽的区域中的阴影部的对比度改善量的急剧上升。

[0386] 因此,如图 48 所示,在图象处理装置中不设置图象合成部件 12,能把由对比度改善部件 11 取得的强调图象原封不动地输出。

[0387] 当然,当更可靠抑制高亮度部中的对比度改善量的下降、阴影部的对比度改善量

的急剧上升,设置图象合成部件 12,适当合成输入图象和强调图象。

[0388] 须指出的是,在本实施例中,说明使用数学式 15 和 16 的例子,但是可以使用数学式 4 和 5。此时,在 3 成分中,可以使上下限一致,但是希望在各成分中设定上下限,从而不破坏最终取得的输出图象的平衡。

[0389] 另外,如图 49 所示,本实施例的图象处理装置的对比度改善部件 11 的结构也能与实施例 2 的对比度改善部件 11 的结构组合。

[0390] 另外,本实施例 12 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0391] (实施例 13)

[0392] 本实施例 13 的图象处理装置如图 50 所示,除了图象输入部件 10、对比度改善部件 11、图象合成部件 12、图象输出部件 13,还具有前处理部件 15、后处理部件 16。

[0393] 前处理部件 15 对来自图象输入部件 10 的输入图象进行逆灰度系数变换那样的前处理。近年,在成为对比度改善处理对象的图象数据中增加由数字照相机 (DSC) 拍摄的图象数据。当用个人电脑等在显示器上显示由 DSC 拍摄的图象数据时,为了使输入图象更鲜明,如图 51 所示,通常进行使用上凸形状的灰度系数函数 $G1$ 的变换处理。在一般使用的 sRGB 空间中,对该灰度系数变换中的灰度系数值使用 2.2。当由打印机输出时,以把该灰度系数函数预先与输入图象相乘为前提,执行用于输出的图象处理。为了正确抽出由 CCD 等摄像元件取得的图象数据,基于用于回到 $r = 2.2$ 的效果的逆灰度系数函数的变换处理成为必要。此时,前处理部件 15 通过向下凸的形状的函数 $G2$,进行逆灰度系数变换。

[0394] 对比度改善部件 11 不是对来自图象输入部件 10 的图象,而对来自前处理部件 15 的图象进行对比度改善处理。

[0395] 在本实施例中,对比度改善部件 11 如图 52 所示,除了修正信息导出部件 100、象素值变换部件 102,还具有比较象素决定部件 115 和变换基准值计算部件 116,不具有抽出部件 101。

[0396] 如图 53 所示,比较象素决定部件 115 初始化对象象素 P_{ij} 的位置后,在属于相当于对象象素 P_{ij} 的周边视野的区域的象素中,选择对比度改善量 VRP_{ij} 的导出中使用的比较象素。

[0397] 修正信息导出部件 100 使用比较象素的值,求出对比度改善量 VRP_{ij} 。如图 54 所示,修正信息导出部件 100 具有周围平均部件 150、改善量计算部件 151。

[0398] 周围平均部件 150 求出比较象素的值的平均值。改善量计算部件 151 从求出的平均值和对象象素 P_{ij} 的值计算对比度改善量。但是,在此,代替数学式 4 和 5,使用数学式 15 和 16,计算对比度改善量。

[0399] 如果关于各象素,求出对比度改善量,则变换基准值计算部件 116 求出用于把对比度改善量 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ 变换为强调图象 v 上的象素的值的变换基准值 $VTc(trc(i, j), tgc(i, j), tbc(i, j))$ 。

[0400] 象素值变换部件 102 根据求出的变换基准值 VTc ,把对比度改善量 VRP_{ij} 变换为强调图象 v 上的象素的值。

[0401] 在本实施例中,把正规化到 $0.0 \sim 1.0$ 的范围中的对比度改善量 VRP_{ij} 乘以变换基准值 VTc ,变换为 $0.0 \sim 1.0$ 的范围中的实数数据。然后,把该实数数据变换为 $0 \sim 255$ 的由 8 位表示的整数数据。

[0402] 能使用前处理的输入图象 v_i 的对象像素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$, 象以下的数学式 17 那样, 提供变换基准值 VT_c 。

$$\left. \begin{aligned} [0403] \quad & \text{trc} = \text{Cen} + \text{Dev} \times (y(i, j) - Y_{\text{cen}}) \\ & \text{trc} = \text{Cen} + \text{Dev} \times (y(i, j) - Y_{\text{cen}}) \\ & \text{tro} = \text{Cen} + \text{Dev} \times (y(i, j) - Y_{\text{cen}}) \end{aligned} \right\} (17)$$

[0404] 在此, Cen 表示变换基准值 VT_c 的中心值, Dev 表示对于亮度的变位量, Y_{cen} 表示亮度的中心值。在此, $VT_c = 0.5$, $\text{Dev} = 0.2$, $Y_{\text{cen}} = 0.5$ 。须指出的是, Y_{cen} 可以是平均亮度。

[0405] 之所以象数学式 17 那样提供变换基准值 VT_c , 是因为亮度越高, 变换为越高, 越低, 就变换为越低。虽然, 把变换基准值 VT_c 设定为 $VT_c = (0.5, 0.5, 0.5)$, 与能取得的值的平均值一样, 但是如上所述, 通过控制变换基准值 VT_c , 抑制来自输入图象的急剧变化。能抑制阴影部的急剧的亮度上升。

[0406] 但是, 如果数学式 17 的斜率过大, 就会抑制暗部的对比度改善, 强调存在变动差的部分, 损害改善对比度的本来的特征。

[0407] 另外, 在本实施例, 变为 $0.0 \sim 1.0$ 范围的实数值数据后, 变换为所需的象素值。因此, 希望定义变换基准值 VT_c , 从而使变换基准值 VT_c 能取得的值变为 $0.0 \sim 1.0$ 范围。

[0408] 在本例子中, 使用数学式 17 提供变换基准值 VT_c , 但是并不局限于此。没必要是数学式 17 那样的线性函数, 也能使用非线性函数。须指出的是, 在此, 进行把正规化为 $0.0 \sim 1.0$ 的对比度改善量 VP_{rij} 乘以变换基准值 VT_c 的处理, 但是对比度改善量 VP_{rij} 也可以不正规化, 象 $\text{Cen} = 140$, $\text{Dev} = 0.2$, $Y_{\text{cen}} = 128$ 那样, 设定为变换基准值 VT_c 能取 $0 \sim 255$ 内的值。此时, 亮度 $y(i, j)$ 定义为能取 $0 \sim 255$ 内的值, 有必要进行把乘以变换基准值 VT_c 后取得的值抑制在 $0 \sim 255$ 内的处理。

[0409] 如果关于各象素, 求出强调图象上的值, 则图象合成部件 12 与实施例 1 或 9 同样, 适当合成取得的强调图象和输入图象。在此, 图象合成部件 12 如图 55 所示, 具有结合系数导出部件 201、加重平均合成部件 202 和输出值决定部件 203。

[0410] 使用阈值 TH 和 TH_{Comb} , 象数学式 18 那样提供与强调图象有关的结合系数 w_1 , 与输入图象有关的结合系数 w_0 由 $w_0 = 1.0 - w_1$ 提供。

$$[0411] \quad w_1(i, j) = \exp(-y(i, j)^2 / TH^2) \quad \dots (18)$$

[0412] 但是,

$$[0413] \quad \text{对于 } zz = wy(i, j) / y(i, j)$$

$$[0414] \quad ww = TH_{\text{Comb}} / (zz + TH_{\text{Comb}})$$

$$[0415] \quad \text{if}(w_1(i, j) > ww) w_1(i, j) = ww$$

[0416] 该数学式 18 在暗部中, 与输入图象相比, 把极力强调图象的值优先。根据输入图象的亮度和强调图象的亮度, 当改善急剧时, 通过抑制结合系数 w_1 , 抑制暗部的噪声强调。

[0417] 另外, $w_1(i, j)$ 也能按以下数学式 19 那样定义。

$$[0418] \quad w_1(i, j) = ww \times \exp(-y(i, j)^2 / TH^2) \quad \dots (19)$$

[0419] 此时, 存在抑制对暗部的强调图象 $w_1(i, j)$ 的可能性, 但是 $w_1(i, j)$ 连续变化, 所以能抑制急剧的变化。

[0420] 当用数学式 18 提供结合系数 w_1 时,考虑到基于 $\exp$ 函数的处理时间的消耗,但是,如果按照预先设定的精度,把 $\exp$ 函数表格化,则通过参照该表,就能抑制处理时间的消耗。

[0421] 如果使用结合系数 w_0 和 w_1 ,取得合成图象,则后处理部件 16 如图 56 所示,关于各合成图象,进行原来附加在输入图象上的灰度系数变换那样的后处理。

[0422] 如果通过后处理部件 16 进行后处理,则图象输出部件 13 从该图象生成输出到打印机或显示器等设备的最终输出图象。

[0423] 在这样的本实施例的图象处理中,能简易并且以高精度进行抑制对高亮度部的亮度下降和阴影部的亮度急剧上升的噪声强调的对比度改善。不需要基于抽出部件 101 的抽出处理,所以能谋求处理量的减少。

[0424] 须指出的是,本实施例的对比度改善部件 11 的结构也能与实施例 2 的对比度改善部件 11 的结构组合。

[0425] 另外,本实施例 13 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0426] (实施例 14)

[0427] 本实施例 14 的图象处理装置与实施例 13 的图象处理装置具有同样的结构,关于修正信息导出部件 100,如图 57 所示,除了周围平均部件 150、改善量计算部件 151,还具有边缘信息检测部件 152、修正系数计算部件 153 和比较量修正部件 154。

[0428] 在该图象处理装置中,如果前处理的输入图象输入到对比度改善部件 11,如图 58 所示,修正信息导出部件 100 的比较像素决定部件 115 初始化对象像素 P_{ij} 的位置后,选择比较像素。

[0429] 周围平均部件 150 与实施例 13 同样,计算比较像素的加权平均值 $VAP_{ij}(Ar(i, j), Ag(i, j), Ab(i, j))$ 。

[0430] 另外,边缘信息检测部件 152 求出对象像素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$ 的边缘信息 $ed(i, j)$ 。

[0431] 修正系数计算部件 153 根据边缘信息 $ed(i, j)$,求出修正平均值 VAP_{ij} 的修正系数 $VDAP_{ij}(dAr(i, j), dAg(i, j), dAb(i, j))$ 。

[0432] 比较量修正部件 154 根据修正系数 $VDAP_{ij}$ 修正平均值 VAP_{ij} 。在此,对各成分,把修正系数 $VDAP_{ij}$ 乘上平均值 VAP_{ij} 。然后,改善量计算部件 151 使用修正的平均值 VAP_{ij} 求出对比度改善量 VRP_{ij} 。

[0433] 使用前处理的输入图象的各像素的边缘信息 $ed(i, j)$ 的平均值 ave_ed ,根据以下的数学式 20 提供修正系数。

$$\begin{aligned}
 & dAr = dAg = dAb = dAcen - dAdev \times (ed(i, j) - ave_ed) \\
 & Rr(i, j) = r(i, j) / (dAr \times Ar(i, j)) \\
 & Rg(i, j) = g(i, j) / (dAg \times Ag(i, j)) \\
 & Rb(i, j) = b(i, j) / (dAb \times Ab(i, j))
 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} dAr = dAg = dAb = dAcen - dAdev \times (ed(i, j) - ave_ed) \\ Rr(i, j) = r(i, j) / (dAr \times Ar(i, j)) \\ Rg(i, j) = g(i, j) / (dAg \times Ag(i, j)) \\ Rb(i, j) = b(i, j) / (dAb \times Ab(i, j)) \end{aligned}} \right\} (20)$$

[0435] 在此, $dAcen$ 表示修正系数的基准值, $dAdev$ 表示修正系数的变化量,例如 $dAcen = 1.0$, $dAdev = 0.3$ 。有必需要注意 dAr 、 dAg 、 dAb 不要变为负。

[0436] 这样,在本实施例中,设置控制周围的平均值 VAP_{ij} 的修正系数。即在边缘附近,修正系数变为比 1.0 小的值,结果,周围的平均值 VAP_{ij} 受到该影响,减少。因此,用对象像素的各成分对于平均值 VAP_{ij} 的比计算的对比度改善量 VRP_{ij} 在边缘附近变为大的值,在与周边的平均亮度差以外,通过使用边缘信息,能提高合成图象中的抑扬感。而在平坦部,修正系数比 1.0 大,结果,周围的平均值 VAP_{ij} 增加,所以对比度改善量下降。

[0437] 为了简化处理,也能把数学式 20 的平均值 ave_ed 设定为 0.5。平均值 VAP_{ij} 的控制中使用的数学式并不局限于此。没必要是数学式 20 那样的线性函数,也能使用非线性函数。

[0438] 通过平均值 VAP_{ij} 的控制,消除平坦化,所以不控制变换基准值 VT_c ,可以设定为一律的中心值 Cen 。当配合平均值 VAP_{ij} 的控制,也控制控制变换基准值 VT_c 时,在边缘附近,存在过剩强调的可能性,所以按照亮度,减小 $dAdev$,按照亮度上升,抑制平均值 VAP_{ij} 的修正系数的上升。

[0439] 据此,在合成图象中,在某种程度上保存抑扬,并且改善暗部的对比度。

[0440] 须指出的是,本实施例的图象处理也能与实施例 2 的图象处理组合。

[0441] 另外,本实施例 14 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0442] 在此,用边缘量抑制平均值 VAP_{ij} ,但是也能象以下的数学式 21 那样,把对比度改善量 VRP_{ij} 乘以由边缘量定义的修正系数 ttt ,同样能提高合成图象中的抑扬。在此,例如能使 $tcen = 0.5$, $tdev = 0.3$ 。

$$\begin{aligned}
 & ttt = tcen + tdev \times (ed(i, j) - ave_ed) \\
 [0443] \quad & Rr'(i, j) = ttt \times Rr(i, j) \\
 & Rg'(i, j) = ttt \times Rg(i, j) \\
 & Rb'(i, j) = ttt \times Rb(i, j)
 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} Rr'(i, j) = ttt \times Rr(i, j) \\ Rg'(i, j) = ttt \times Rg(i, j) \\ Rb'(i, j) = ttt \times Rb(i, j) \end{aligned}} \right\} (21)$$

[0444] (实施例 15)

[0445] 本实施例 15 的图象处理装置关于修正信息导出部件 100,具有与实施例 13 的图象处理装置部分不同的结构。修正信息导出部件 100 如图 59 所示,除了周围平均部件 150、改善量计算部件 151,还具有亮度差分平均部件 155、强调成分计算部件 156、改善量修正部件 157。

[0446] 在该图象处理装置中,如果对对比度改善部件 11 输入前处理的输入图象,则如图 60 所示,比较像素决定部件 115 从属于相当于输入图象的对象像素 P_{ij} 的周边视野的区域的像素中,选择导出该对象像素 P_{ij} 的对比度改善量时使用的比较像素。

[0447] 如果由比较像素决定部件 16 选择比较像素,则修正信息导出部件 100 的周围平均部件 150 与实施例 13 同样,计算比较像素值的加权平均值 VAP_{ij} ,改善量计算部件 151 求出对比度改善量 VRP_{ij} 。

[0448] 另外,亮度差分平均部件 155 关于对象像素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$ 和比较像素 $Q(i, j)$ 的亮度 $y_s(i, j)$ 间的差分量,求出该绝对值的加权加重和 $Ady(i, i)$ 。

[0449] 强调成分计算部件 156 根据该 $Ady(i, j)$,计算强调对比度改善量 VRP_{ij} 的强调成分 $VBRP_{ij}(BRr(i, j), BRg(i, j), BRb(i, j))$ 。

[0450] 改善量修正部件 157 根据计算的强调成分 VBR_{pij} , 修正对比度改善量 VR_{pij} 。

[0451] 强调成分 VBR_{pij} 能由以下的数学式 22 提供。

[0452]

$$\left. \begin{aligned} \text{Ady}(i, j) &= \sum_u \sum_v |y(i, j) - y_s(u, v)| / \text{len}(u, v) / C^2 \\ \text{BRr}(i, j) &= (\text{Rr}(i, j) - 1.0) \times \text{CVal} \times \text{Ady}(i, j) \\ \text{BRg}(i, j) &= (\text{Rg}(i, j) - 1.0) \times \text{CVal} \times \text{Ady}(i, j) \\ \text{BRb}(i, j) &= (\text{Rb}(i, j) - 1.0) \times \text{CVal} \times \text{Ady}(i, j) \\ \text{ここで len}(u, v) &= \text{sqrt}((u-i) \times (u-i) + (v-j) \times (v-j)) \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

[0453] 在数学式 22 中, CVal 是正常数, 控制边缘量。

[0454] 须指出的是, $\text{BRr}(i, j)$ 、 $\text{BRg}(i, j)$ 、 $\text{BRb}(i, j)$ 能象数学式 23 那样, 定义为由对象像素的亮度控制。在此, C'val 是正常数。

$$\left. \begin{aligned} \text{BRr}(i, j) &= (\text{Rr}(i, j) - 1.0) \times \text{kkk} \times \text{C'val} \\ \text{BRg}(i, j) &= (\text{Rg}(i, j) - 1.0) \times \text{kkk} \times \text{C'val} \\ \text{BRb}(i, j) &= (\text{Rb}(i, j) - 1.0) \times \text{kkk} \times \text{C'val} \\ \text{kkk} &= y(i, j) \times \text{Ady}(i, j) \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

[0456] 数学式 22 把值 $\text{Ady}(i, j)$ 视为对象像素 P_{ij} 的变位强调量, 计算用值 $\text{Ady}(i, j)$ 和预先设定的强调系数强调对比度改善量 $VR_{pij}(\text{Rr}(i, j), \text{Rg}(i, j), \text{Rb}(i, j))$ 的从 1.0 的变位量的分量。

[0457] 例如, 在亮度不均匀变化的地方, 不产生强调成分。但是, 对于对比度改善量比 1.0 大的对象像素, 计算更强调强调图象的像素值的成分。相反, 对于对比度改善量比 1.0 小的对象像素, 取得抑制强调图象的像素值的成分。因此, 在强调图象中, 在边缘附近等像素值变化大的地方的抑扬感增加, 能实现最终取得的合成图象中的抑扬感的保存。

[0458] 如上所述, 在本实施例的图象处理中, 能进行暗部的对比度改善, 从而在某种程度上在合成图象中保存抑扬感。

[0459] 须指出的是, 也能把本实施例的图象处理与实施例 2 的图象处理组合。

[0460] 另外, 本实施例 15 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0461] (实施例 16)

[0462] 本实施例 16 的图象处理装置关于对比度改善部件 11, 具有与实施例 13 的图象处理装置一部分不同的结构。如图 61 所示, 该对比度改善部件 11 代替修正信息导出部件 100, 具有垂直方向加法部件 117、简易周围平均部件 118、比较量修正部件 119 和改善量计算部件 151。

[0463] 比较像素决定部件 115 从属于相当于对象像素 P_{ij} 的周边视野的矩形区域的像素中, 以某间隔在垂直方向去掉像素, 决定比较像素 Q_{ij} 。在图 62 的例子中, 在属于 7×7 像素尺寸的矩形区域 M_i 的像素中, 从开始计算, 在垂直方向, 去掉位于第偶数个的像素, 选择另外的像素。选择的像素数 m 是 28。矩形区域的尺寸或减少间隔并不局限于此。

[0464] 垂直方向加法部件 117 求出该矩形区域的各水平像素位置 i 的比较像素的亮度在垂直方向的相加值 $N[i]$ (在此, $i = 0, 1, \dots, 6$)。

[0465] 简易周围平均部件 118 求出对矩形区域的各水平像素位置 i 的相加值 $N[k]$ 的加重和 S 。然后,通过用该加重和 S 除以比较像素的数,计算平均比较对象亮度 $Asy(i, j)$ 。

[0466] 改善量计算部件 151 通过分别比较平均比较对象亮度 $Asy(i, j)$ 和对象像素 P_{ij} 的值 $VP_{ij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$, 求出对比度改善量 VRP_{ij} 。

[0467] 如果这样关于对象像素 P_{ij} , 求出对比度改善量 VRP_{ij} , 对象像素 P_{ij} 的水平像素位置从位置 i 向位置 $i+1$ 移动, 则周围的矩形区域也从区域 M_i 移动到区域 M_{i+1} 。

[0468] 如果对象像素移动, 则垂直方向加法部件 117 在属于新的区域 M_{i+1} 的像素中, 关于在水平方向位于最后尾的比较像素, 求出相加值 $N[7]$ 。

[0469] 简易周围平均部件 118 从以前的位置的加重和 S 减去关于属于区域 M_{i+1} 的像素中在水平方向位于开始的比较像素的相加值 N 。在图 62 的例子中, 从加重和 S 减去相加值 $N[0]$ 。然后, 在结果中加上新计算的相加值 $N[7]$, 关于区域 M_{i+1} , 取得亮度的总和 S 。

[0470] 通过把该值也同样除以比较像素的数 m , 取得平均比较对象亮度 $Asy(i+1, j)$ 。

[0471] 通过加减预先准备的垂直方向的相加值 $N[k]$, 能取得平均比较对象亮度。

[0472] 如上所述, 在本实施例的图象处理中, 通过对处理量最多的滤波处理的计算过程下功夫、简化, 能进行边缘的保存或对比度改善, 并且能缩短处理时间。

[0473] 须指出的是, 本实施例的图象处理也能与实施例 2 的图象处理组合。如实施例 2 那样, 进行多重析像度处理时, 处理量变得庞大, 但是通过象本实施例那样, 对加权加重和的计算以及步骤下功夫, 能大幅度改善处理量的问题。

[0474] 另外, 在本实施例的图象处理中, 也能加上实施例 14 的平均比较浓度 VAP_{ij} 的控制或实施例 15 的强调成分 $VBRP_{ij}$ 的控制。

[0475] 本实施例 16 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0476] (实施例 17)

[0477] 实施例 17 的的图象处理装置关于对比度改善部件 11, 具有与实施例 16 的图象处理装置一部分不同的结构。如图 63 所示, 该对比度改善部件 11 代替垂直方向加法部件 117, 具有减少垂直方向加法部件 120。

[0478] 比较像素决定部件 115 从属于相当于对象像素 P_{ij} 的周边视野的矩形区域的像素中, 以某间隔, 在垂直方向和水平方向去掉像素, 决定比较像素 Q_{ij} 。在图 64 例子中, 在属于 7×7 像素尺寸的矩形区域 M_i 的像素中, 在垂直方向和水平方向, 从开始计算, 去掉位于第偶数个的像素, 选择另外的像素。矩形区域的尺寸或在垂直方向和水平方向去掉的间隔并不局限于此。

[0479] 减少垂直方向加法部件 120 该矩形区域的各水平像素位置 i 中, 从开始计算, 求出位于第奇数个的比较像素位置的比较像素的亮度在垂直方向的相加值 $N[h]$ (在此, $h = 0, 2, 4, 6$)。

[0480] 各水平像素位置 i 中, 从开始计算, 位于第偶数个位置的比较像素的亮度在垂直方向的相加值 $N[h+1]$ 由 $N[h+1] = N[h]$ 提供。例如, 相加值 $N[1]$ 是与相加值 $N[0]$ 相同的值, 但是在相加值 $N[3]$ 中, 使用与相加值 $N[2]$ 相同的值。

[0481] 简易周围平均部件 118 求出对于矩形区域的各水平像素位置的相加值 $N[k]$ 的加重和 S 。然后, 与实施例 16 同样, 通过用该加重和 S 除以比较像素的数, 计算平均比较对象亮度 $Asy(i, j)$ 。

[0482] 改善量计算部件 151 通过分别比较平均比较对象亮度 $Asy(i, j)$ 和对象像素 P_{ij} 的值 $VP_{ij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$, 求出对比度改善量 VRP_{ij} 。

[0483] 如果对象像素 P_{ij} 水平像素位置从位置 i 向位置 $i+1$ 移动, 则减少垂直方向加法部件 120 在属于对应的区域 M_{i+1} 的像素中, 关于在水平方向最后尾的比较像素, 求出相加值 N 。但是, 如果该位置从开始计算, 位于第偶数个, 则位于该位置的像素变为去掉对象, 未被选择, 所以不另行求出相加值 N 。在图 64 的例子中, 不另行计算相加值 $N[7]$, 该值用与相加值 $N[6]$ 相同的值插补。

[0484] 简易周围平均部件 118 从以前的位置的加重和 S 减去关于属于区域 M_{i+1} 的像素中在水平方向位于开始的比较像素的相加值 N 。在图 64 的例子中, 从加重和 S 减去相加值 $N[0]$ 。然后, 在结果中加上相加值 $N[7]$, 关于区域 M_{i+1} , 取得亮度的总和 S 。

[0485] 通过把该值也同样除以比较像素的数 m , 取得平均比较对象亮度 $Asy(i+1, j)$ 。

[0486] 如上所述, 在本实施例的图象处理中, 通过对处理量最多的滤波处理的计算过程下功夫、简化, 能进行边缘的保存或对比度改善, 并且能缩短处理时间。

[0487] 须指出的是, 本实施例的图象处理也能与实施例 2 的图象处理组合。如实施例 2 那样, 进行多重析像度处理时, 处理量变得庞大, 但是通过象本实施例那样, 对加权加重和的计算以及步骤下功夫, 能大幅度改善处理量的问题。

[0488] 另外, 在本实施例的图象处理中, 也能加上实施例 14 的平均比较浓度 VAP_{ij} 的控制或实施例 15 的强调成分 $VBRP_{ij}$ 的控制。

[0489] 本实施例 17 的图象处理也能由使用 CPU 和 DSP 的软件处理实现。

[0490] (实施例 18)

[0491] 在上述实施例 13 中, 根据数学式 15 和 16, 为各成分计算对比度改善量 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ 。在实施例 18 中, 通过代替数学式 16, 按照数学式 22, 如图 65 所示, 以与实施例 13 同样的步骤, 计算亮度的对比度改善量 $yRP(i, j)$ 。

[0492] 从对象像素 P_{ij} 的亮度 $y(i, j)$ 和属于相当于周边视野的区域的像素的亮度的平均 $Ay(i, j)$ 的比, 计算对比度改善量 $yRP(i, j)$ 。另外, 在此, 变换基准值计算部件 116 求出用于把改善亮度 $yRP(i, j)$ 变换为强调图象 v 上的像素亮度的基准值 $yTc(i, j)$ 。像素值变换部件 102 根据求出的基准值 $yTc(i, j)$, 把改善亮度 $yRP(i, j)$ 变换为强调图象 v 上的像素亮度。

[0493] 图象合成部件 12 为了合成强调图象 v 和输入图象 vi , 不是关于两图象的像素值, 按各成分计算, 而是关于两图象的像素的亮度, 进行计算。

[0494] 这样, 在本实施例中, 只用亮度进行图象合成之前的处理。之所以不象实施例 13 那样对各成分进行处理, 是因为用强调图象可靠地保持输入图象的色平衡。如果象实施例 13 那样, 对各成分进行处理, 则如图 66A 所示, 在强调和修正处理中色平衡破坏, 在输入图象和合成图象中产生颜色偏移。而通过在输入图象的色差 $cr(i, j)$ 和 $cb(i, j)$ 中反映合成图象的亮度 $wy(i, j)$ 和亮度 $y(i, j)$ 间的比 $Ratio(i, j)$, 求出改善色差 $wcr(i, j)$ 和 $wcb(i, j)$, 如图 66B 所示, 在合成图象中也能保持输入图象的色平衡。

[0495] 在该实施例中, 后处理部件 16 求出改善色差 $wcr(i, j)$ 和 $wcb(i, j)$, 求出合成图象中的像素值。因此, 图象处理装置除了与实施例 13 的图象处理装置同样的结构, 而且, 如图 67 所示, 在后处理部件 16 上具有输入亮度和色差计算部件 160、亮度比计算部件 161、亮

度调整部件 162、色差成分修正部件 163、图象再现生成部件 164、灰度系数变换部件 165。

[0496] 如果通过图象合成部件 12 生成亮度的合成图象,则后处理部件 16 的输入亮度和色差计算部件 160 如图 68 所示,初始化对象像素 P_{ij} 的位置后,计算输入图象的对象像素的亮度 $y(i, j)$ 和色差 $cr(i, j)$ 和 $cb(i, j)$ 。

[0497] 亮度比计算部件 161 比较合成图象的对象像素 P_{ij} 的亮度 $wy(i, j)$ 和输入图象的对应的亮度 $y(i, j)$,计算其间的比 $Ratio(i, j)$ 。

[0498] 亮度调整部件 162 根据该亮度比,调整合成图象的亮度 $wy(i, j)$ 。把亮度比与输入图象的色差 $cr(i, j)$ 和 $cb(i, j)$ 相乘,合成图象的色差 $wcr(i, j)$ 和 $wcb(i, j)$ 有可能饱和。因此,亮度调整部件 162 判定由该相乘取得的合成图象的色差 $wcr(i, j)$ 或 $wcb(i, j)$ 是否饱和。当色差 $wcr(i, j)$ 饱和时,用对于饱和色差的比 $wcr(i, j)/cr(i, j)$ 修正 $Ratio(i, j)$ 。然后,根据该值,计算合成后的改善亮度 $dwy(i, j)$ 。

[0499] 色差成分修正部件 163 根据亮度 $wy(i, j)$ 和亮度 $y(i, j)$ 间的修正的比 $Ratio(i, j)$,修正输入图象的色差 $cr(i, j)$ 和 $cb(i, j)$,生成合成后的色差 $dwcr(i, j)$ 和 $dwc b(i, j)$ 。

[0500] 图象再生成部件 163 根据修正的色差成分和亮度,计算合成图象的像素值 $VWP_{ij}(wr(i, j), wg(i, j), wb(i, j))$ 。

[0501] 如果求出合成图象的像素值 VWP_{ij} ,则灰度系数变换部件 164 对于该合成图象进行本来加在输入图象上的灰度系数变换处理。据此,生成由图象输出部件 13 输出的输出图象。

[0502] 在本实施例的图象处理中,为了保持输入图象的色平衡,在对比度改善处理时,只对亮度进行处理。而且,根据改善比修正输入图象的色差,从而谋求合成图象的色平衡的改善。通过考虑修正后的色差的饱和状态,保持输入图象的色平衡,能改善对比度。因此,没必要另外设置用于改善色平衡的部件或结构。

[0503] 须指出的是,本实施例 18 的图象处理也能由使用了 CPU 和 DSP 等的软件处理实现。

图1

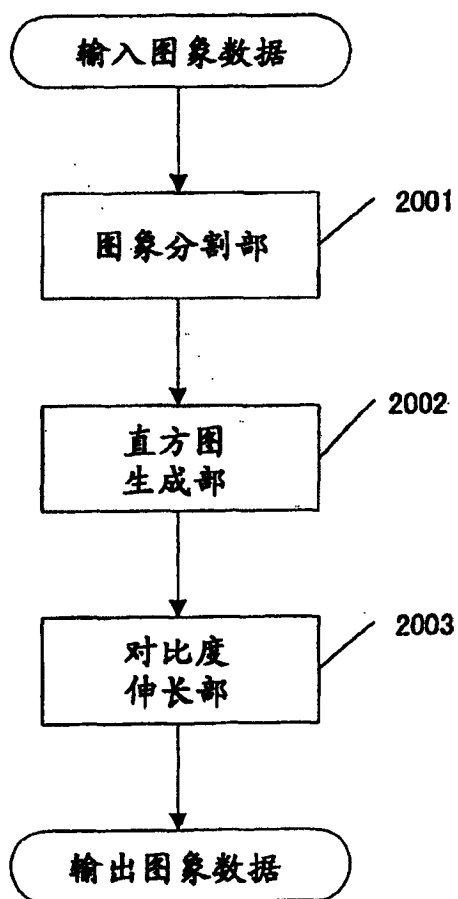


图2

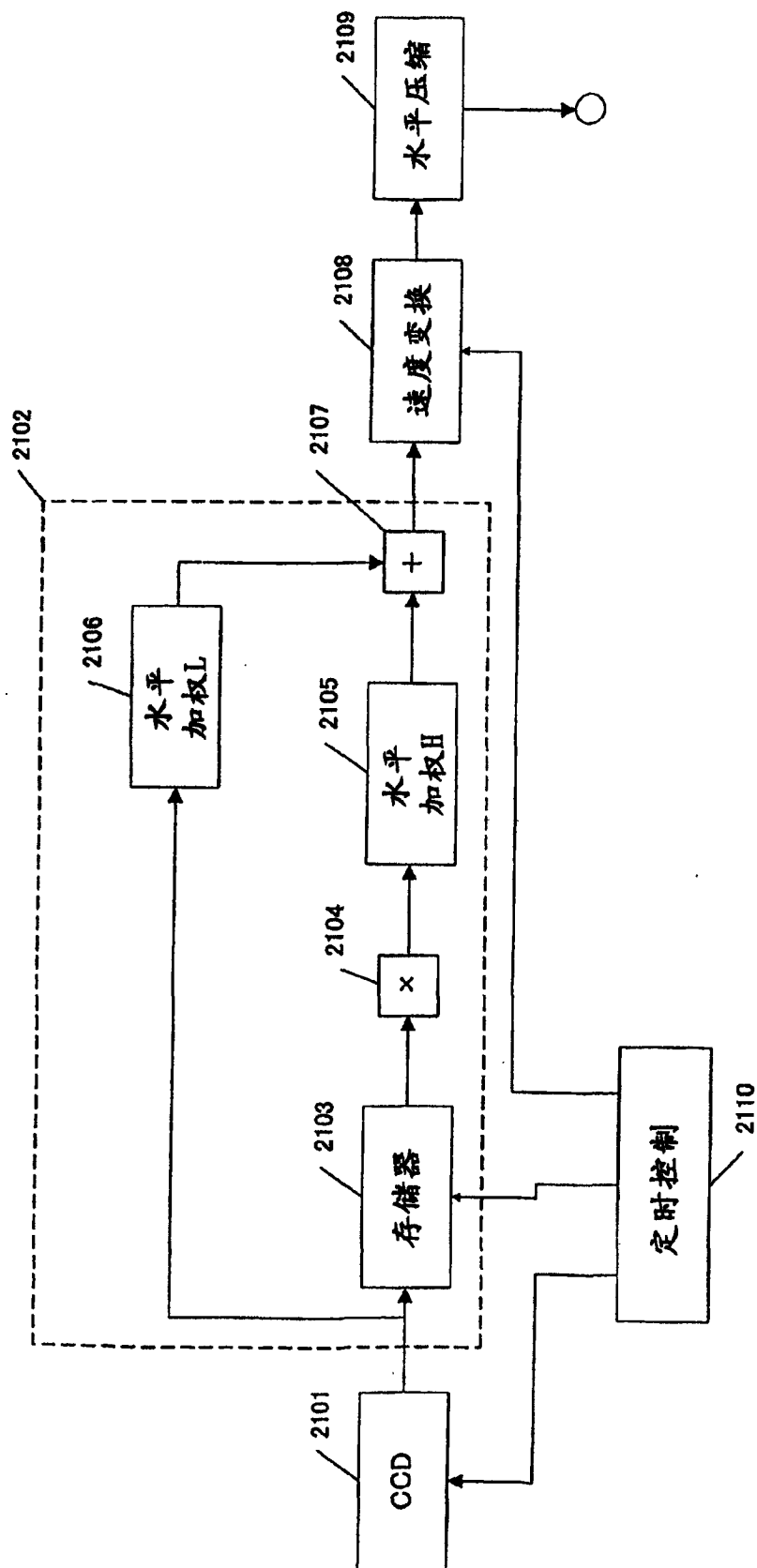


图 3

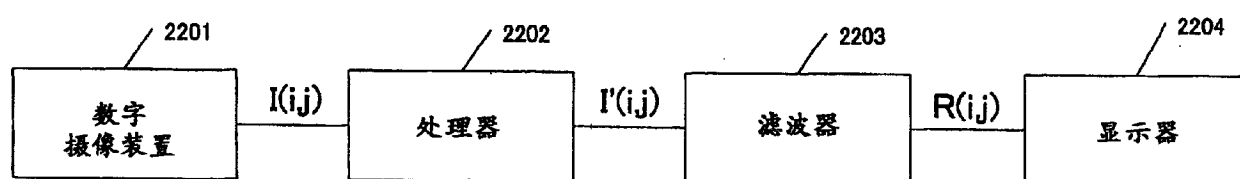


图 4

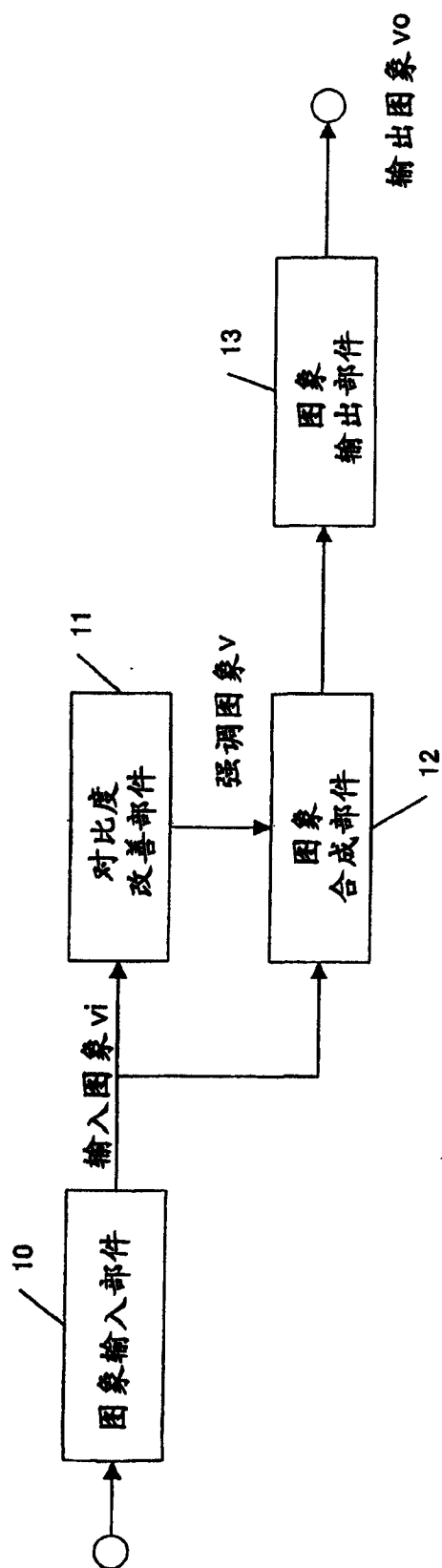


图5

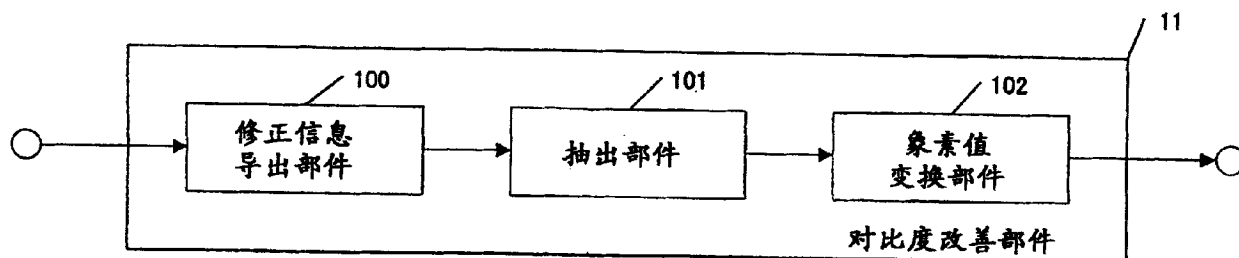


图6

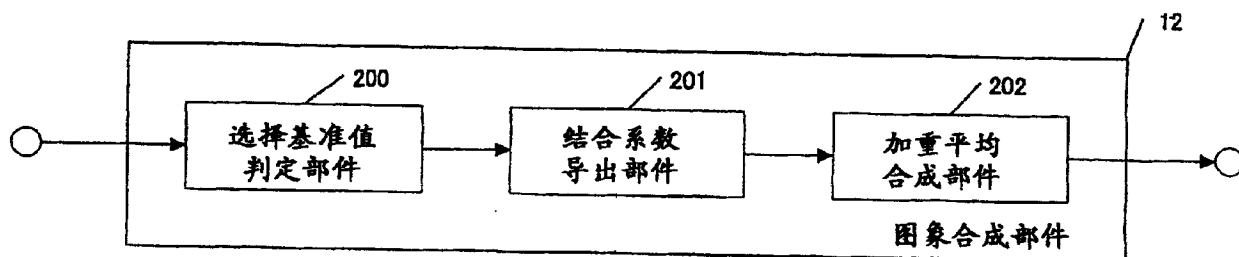


图7

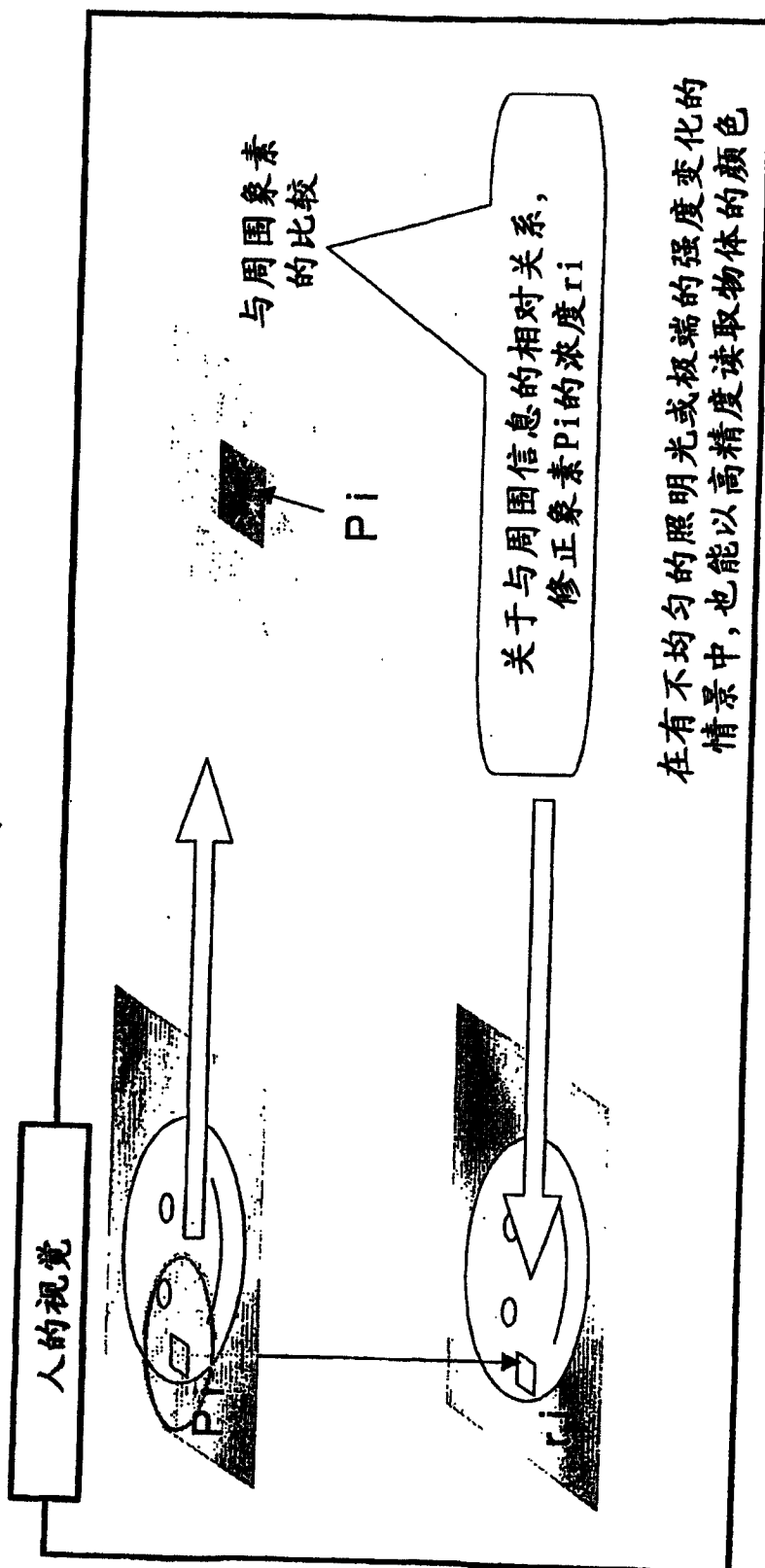


图8

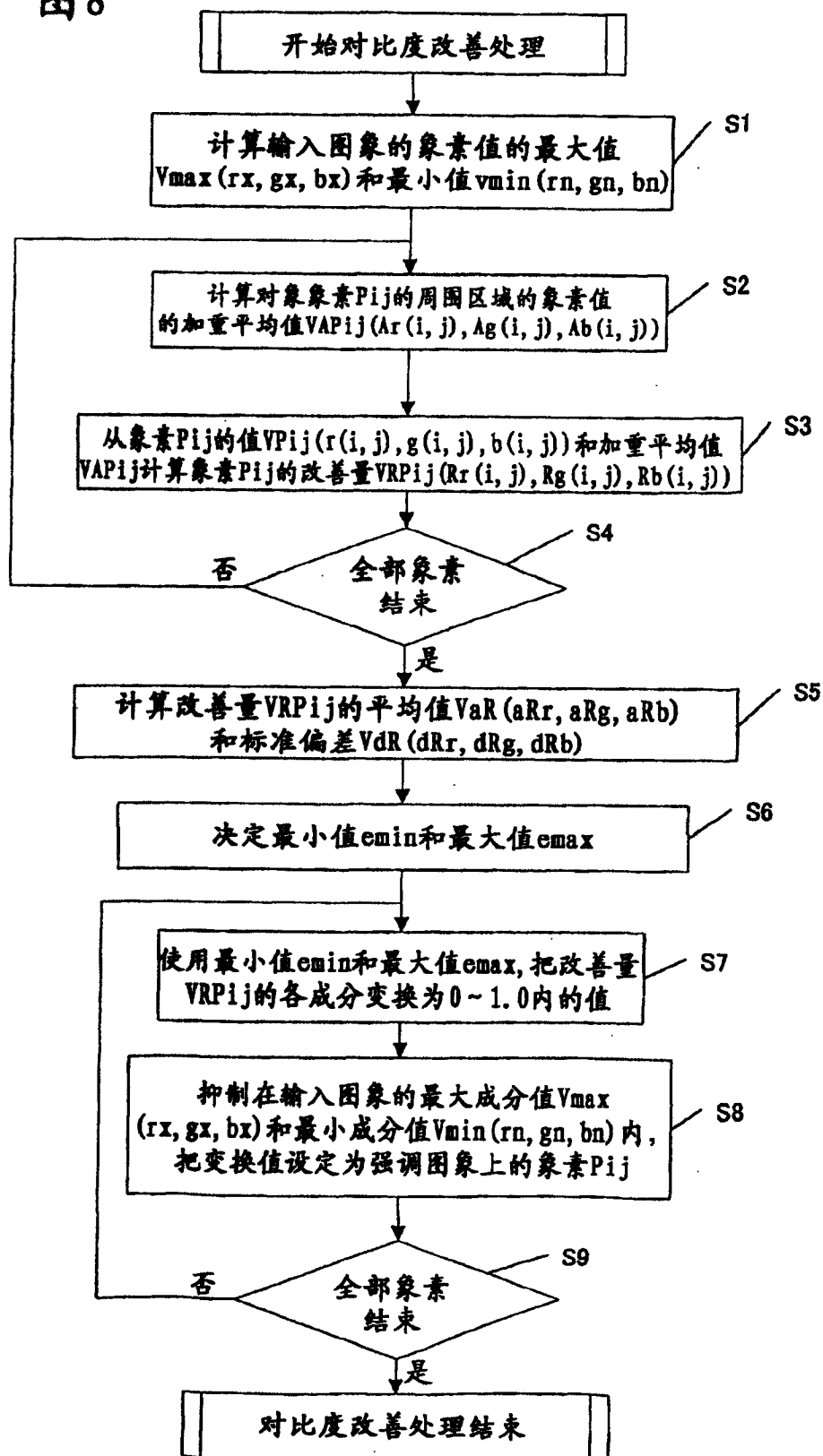


图9

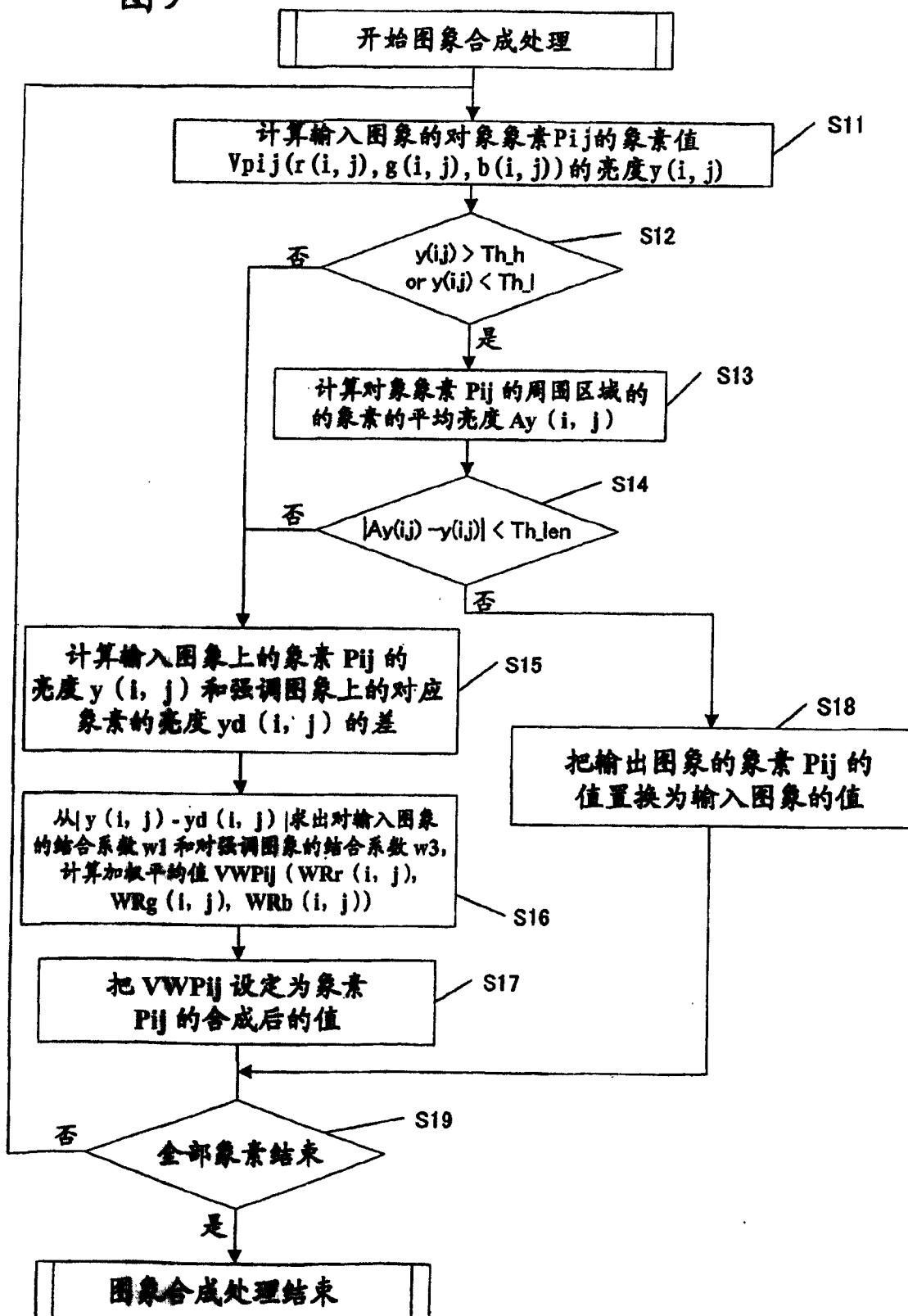


图10

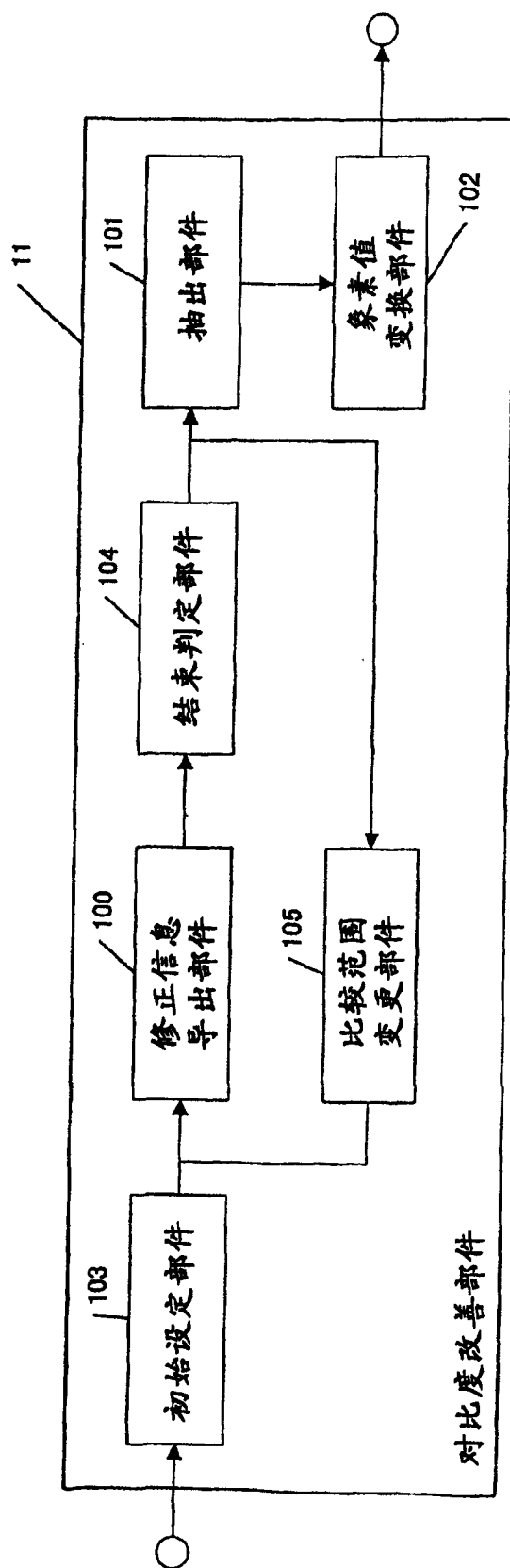


图11

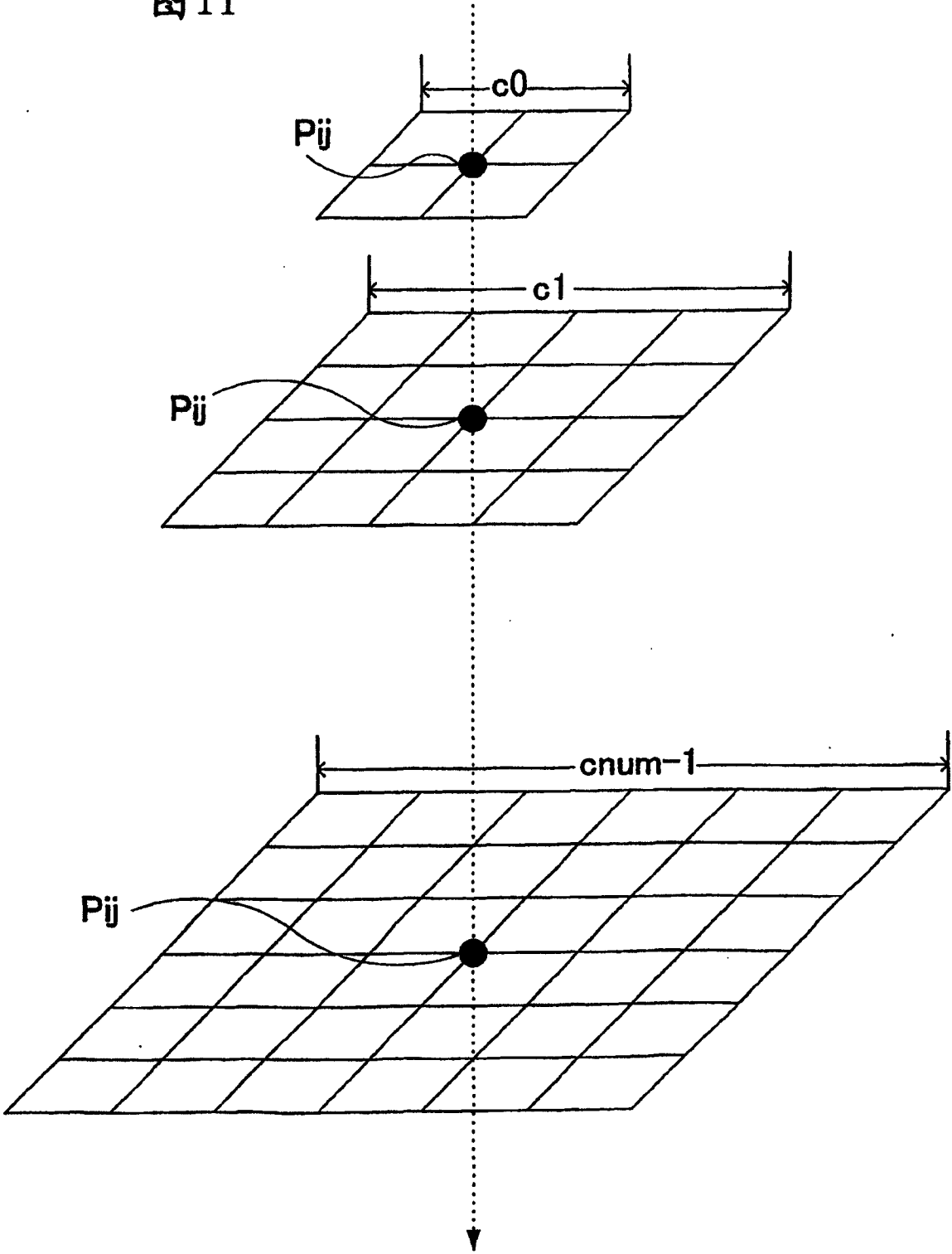


图 12

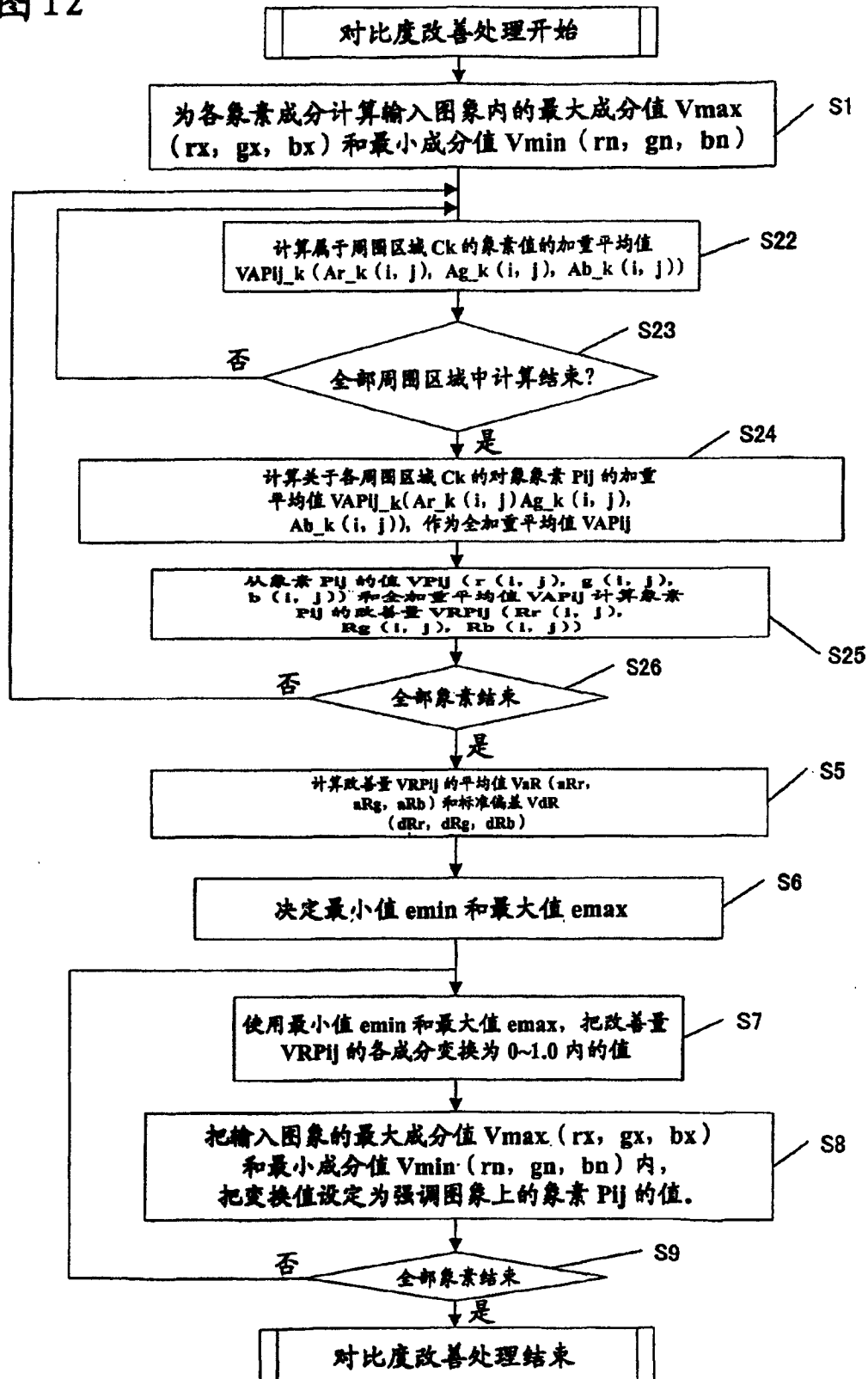


图13

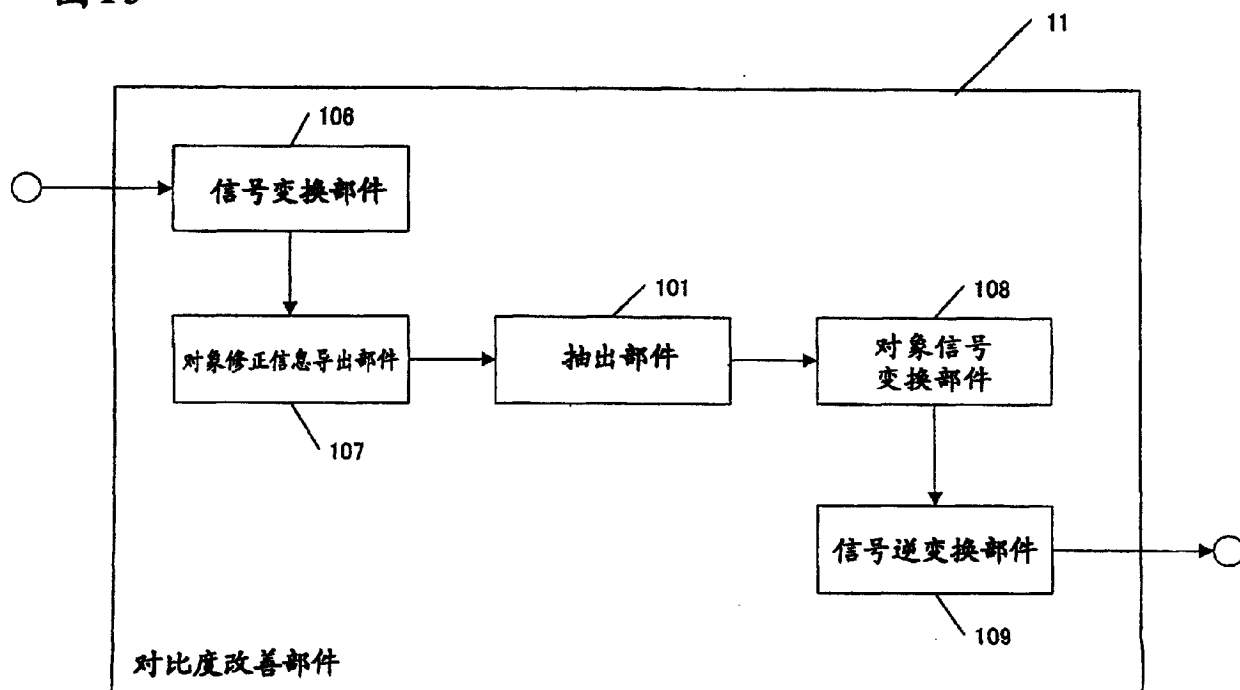


图14

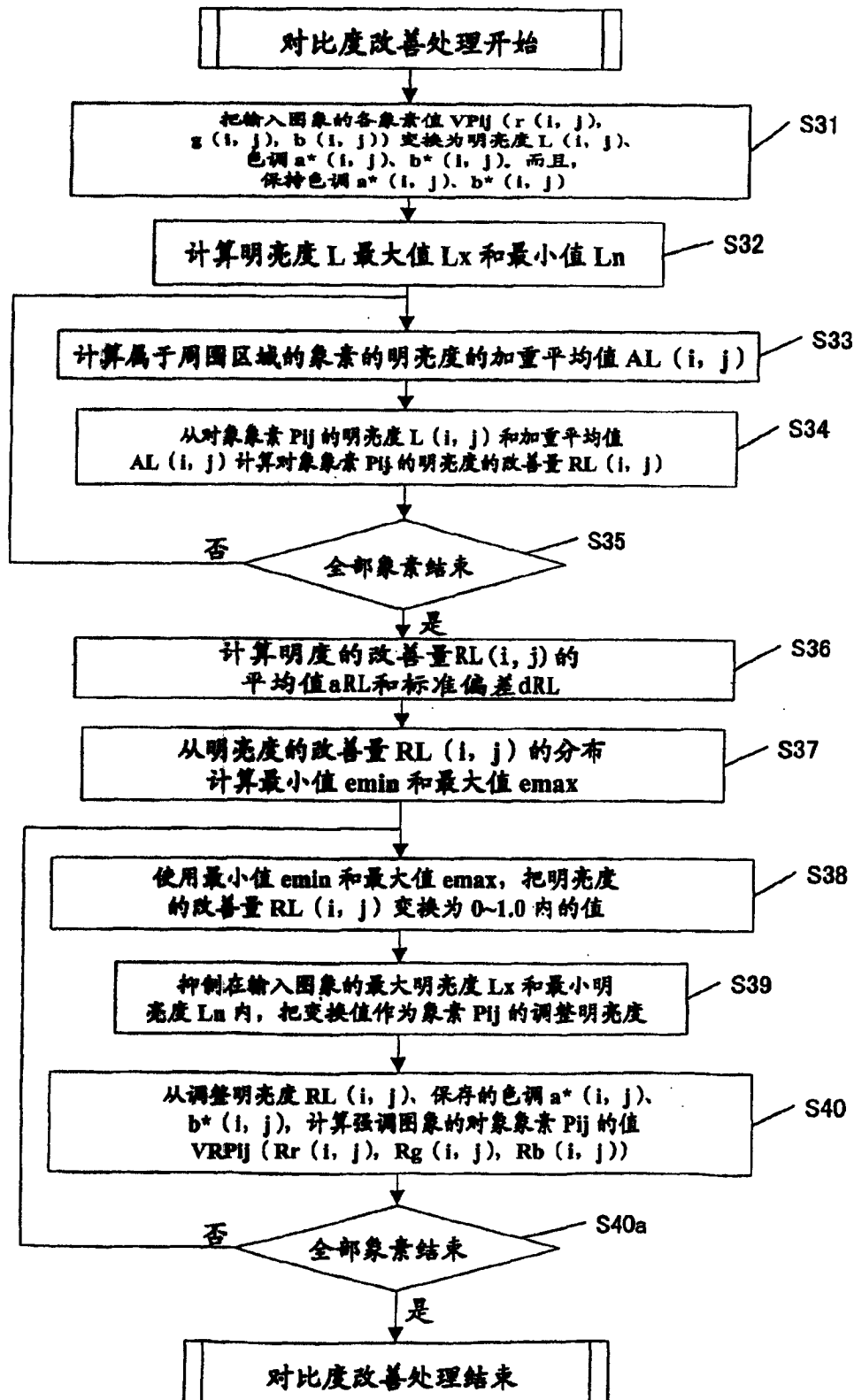


图15

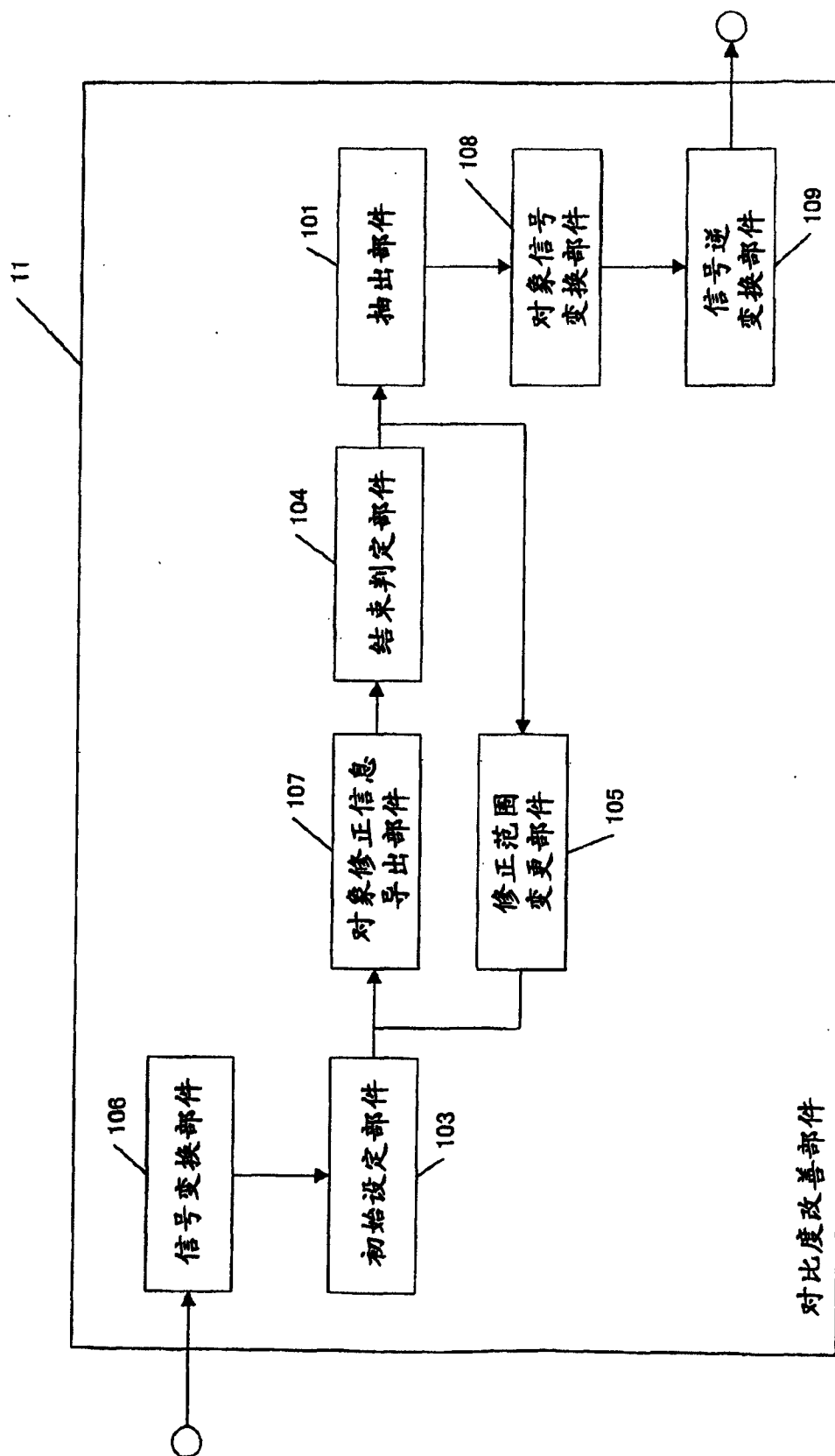


图 16

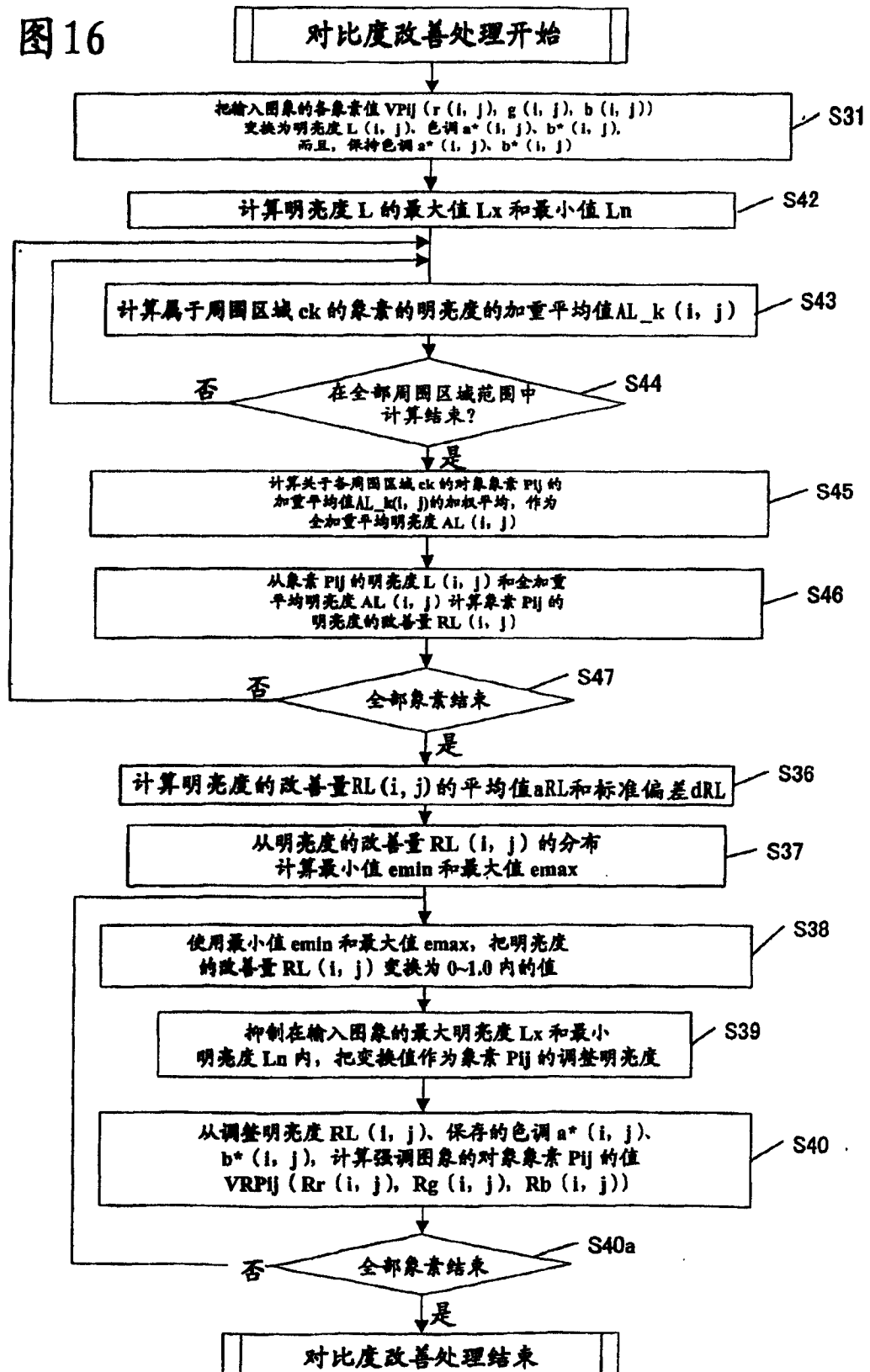


图17

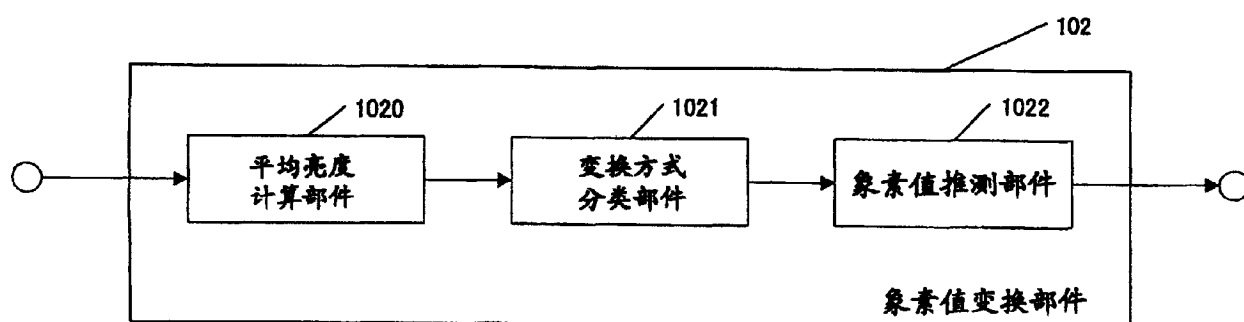


图18

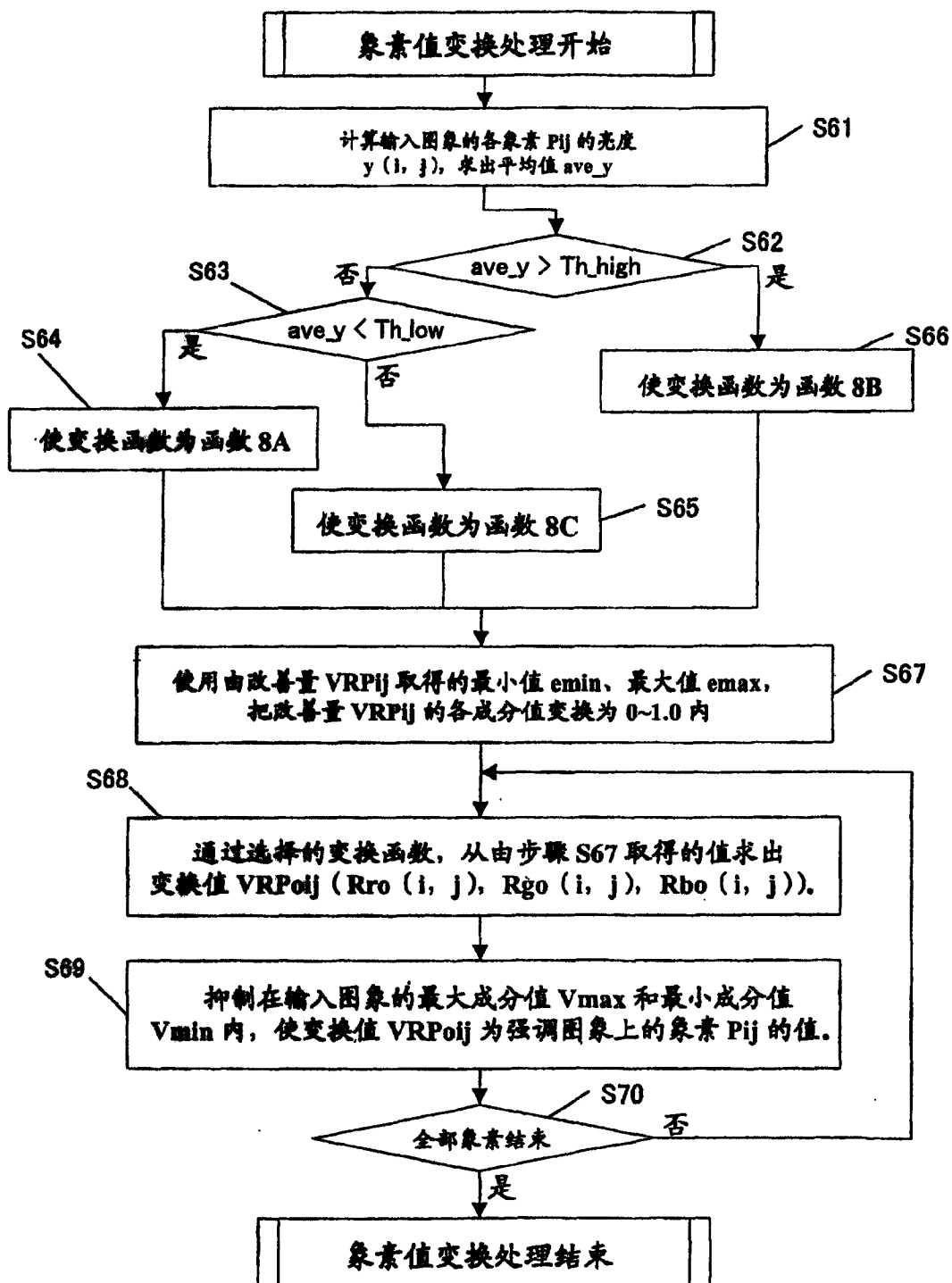


图19

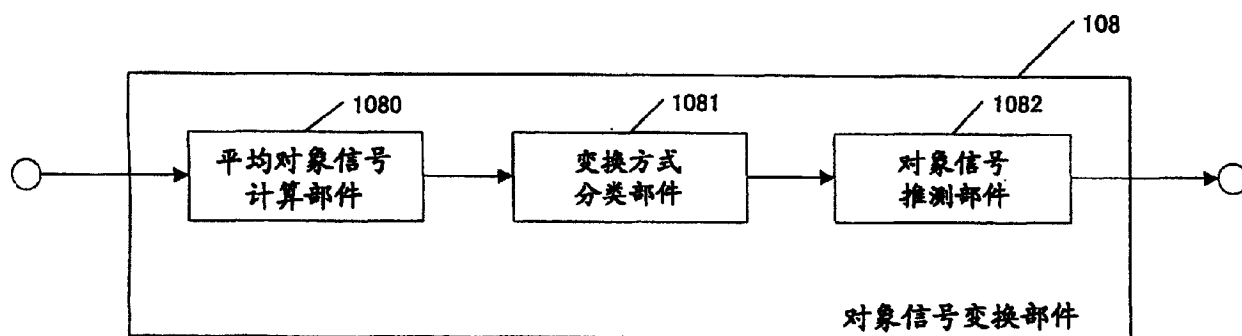


图20

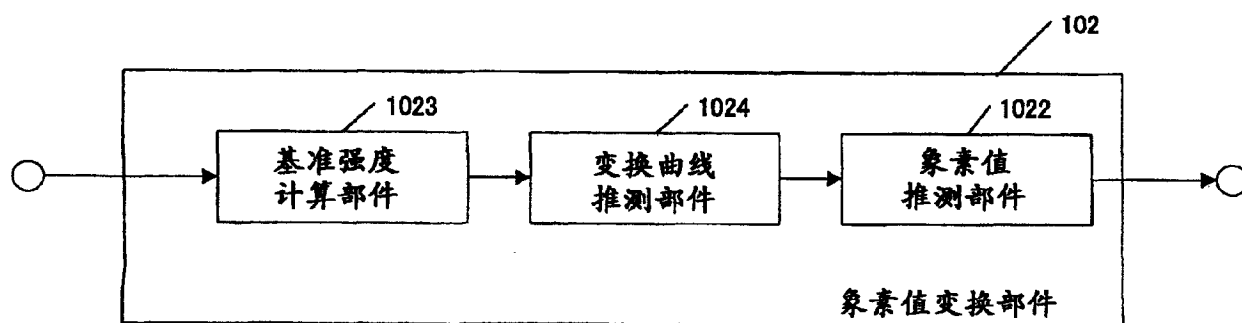


图 21

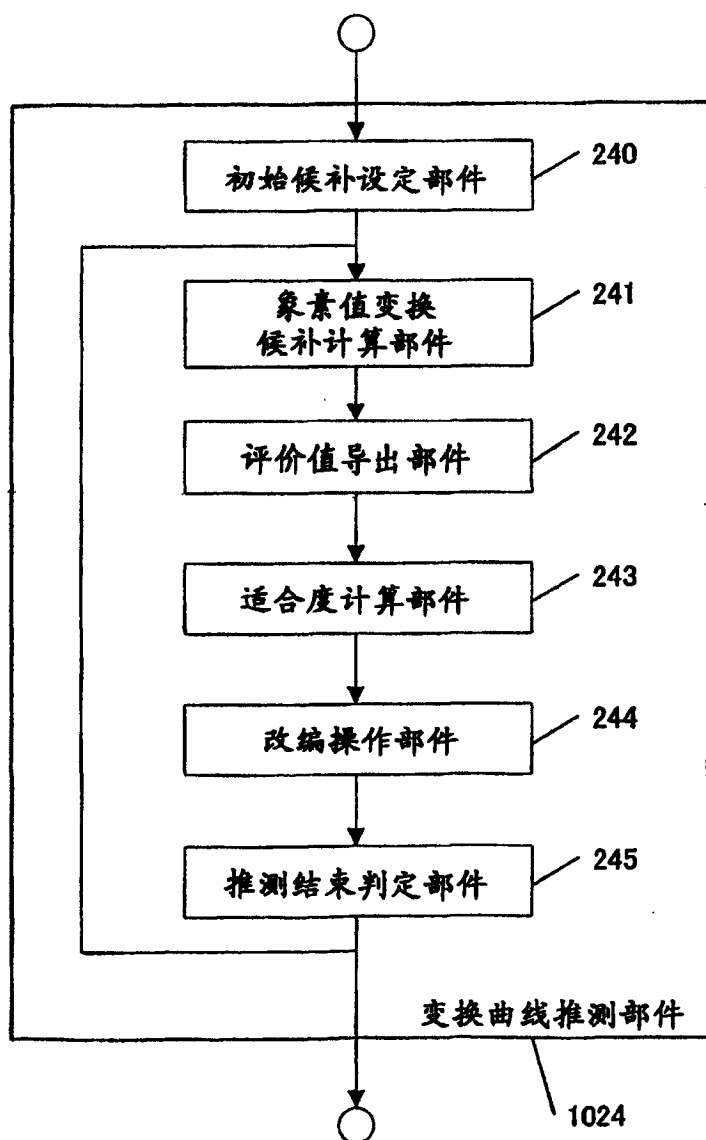


图 22

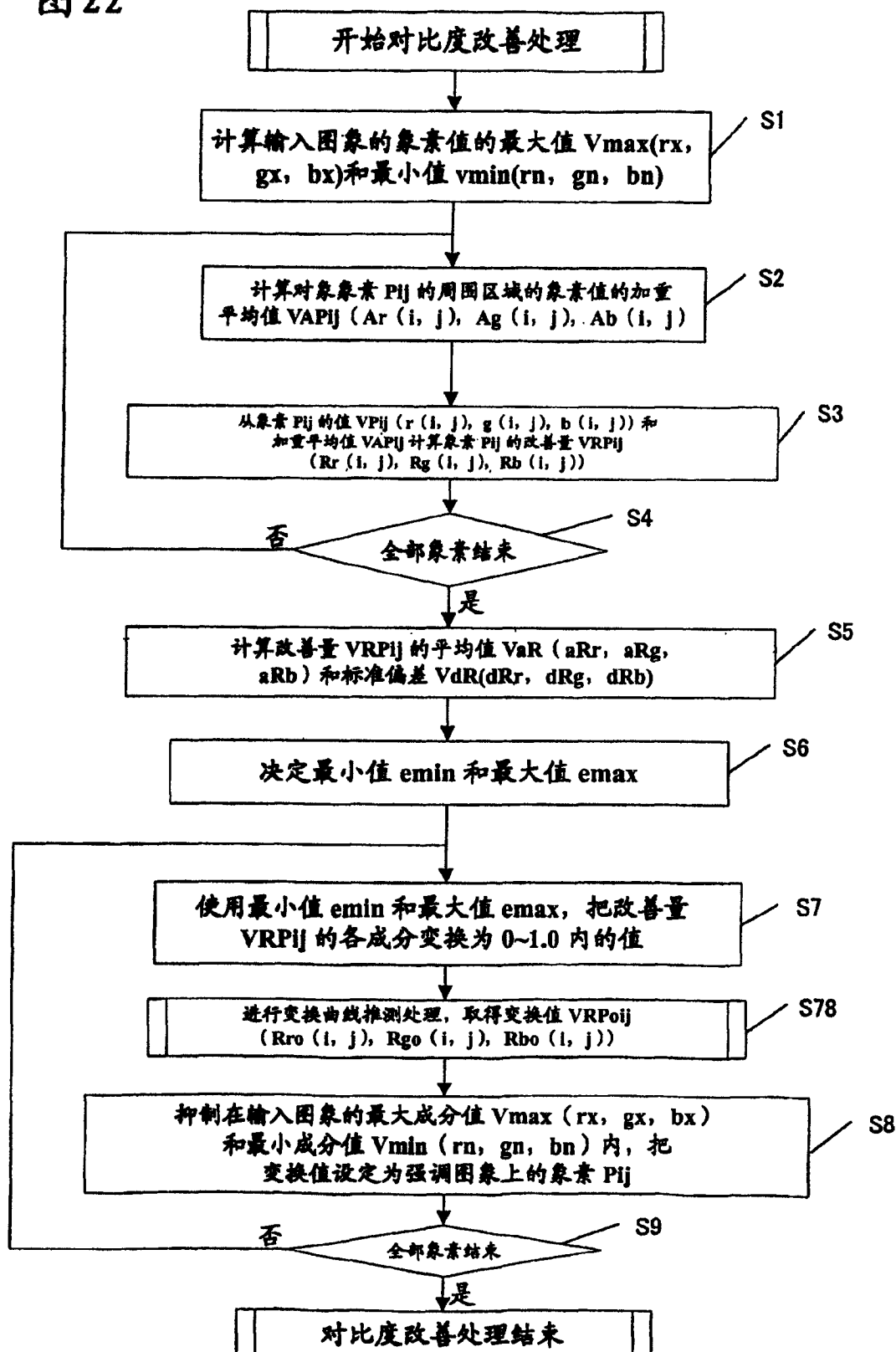
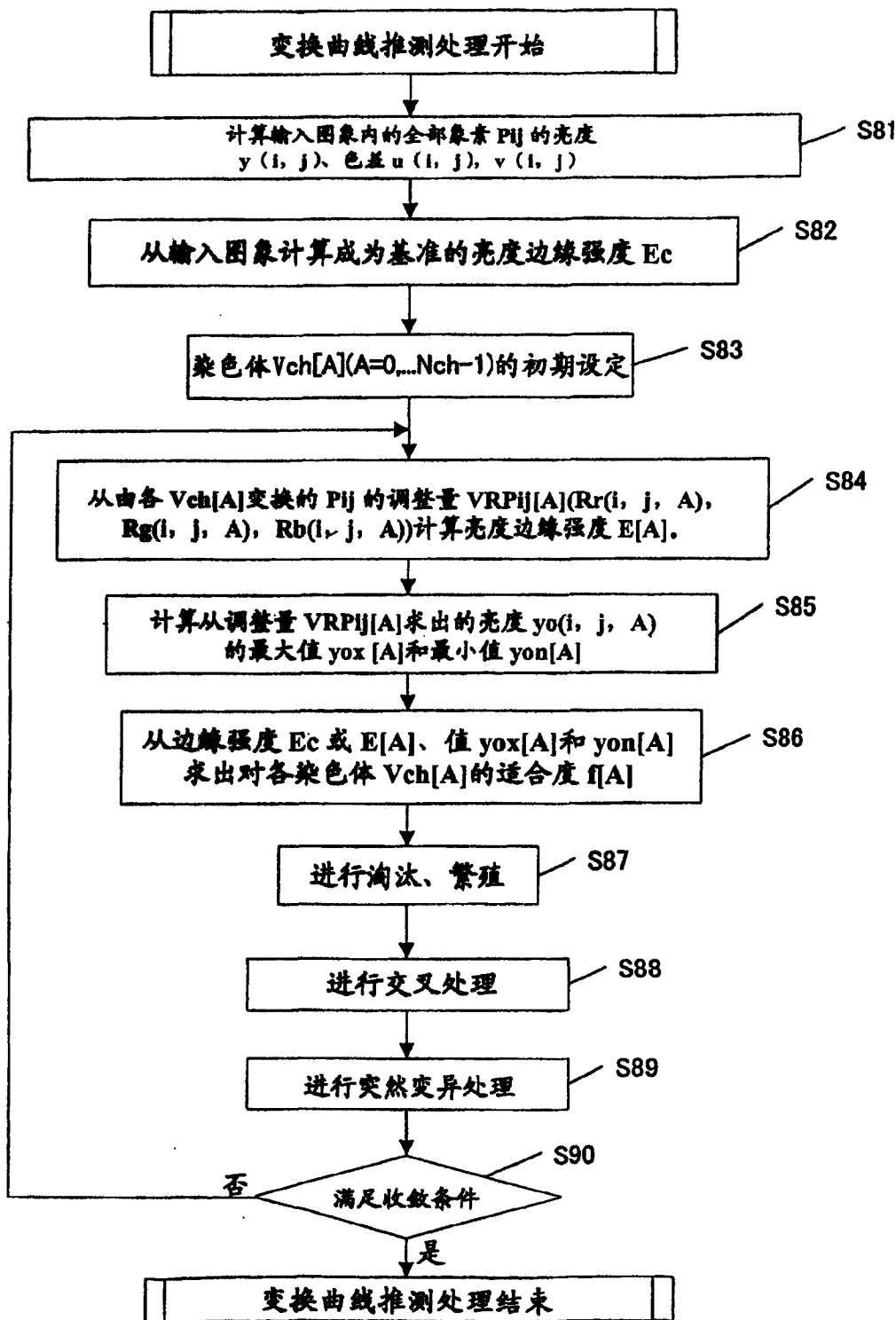


图 23



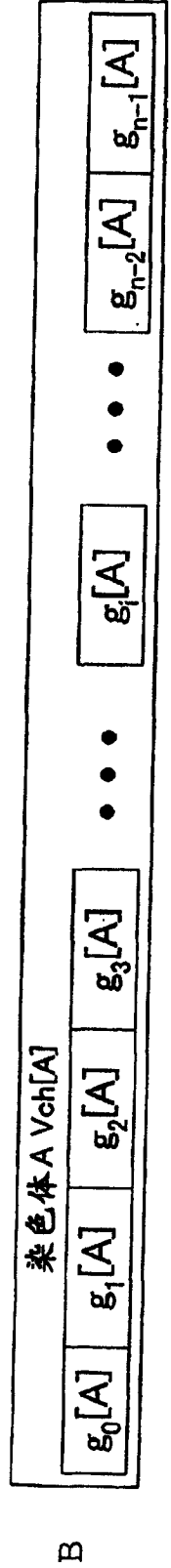
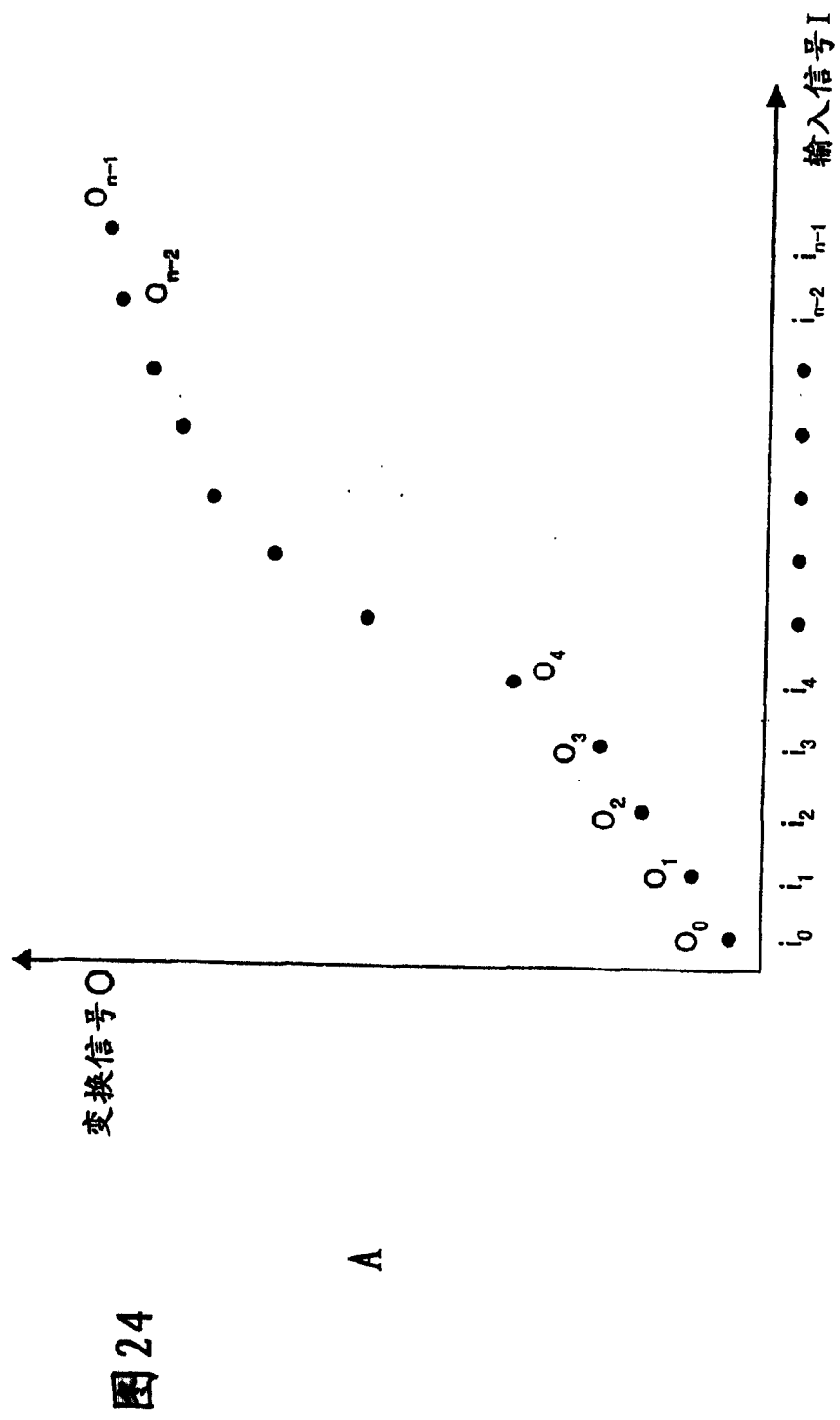
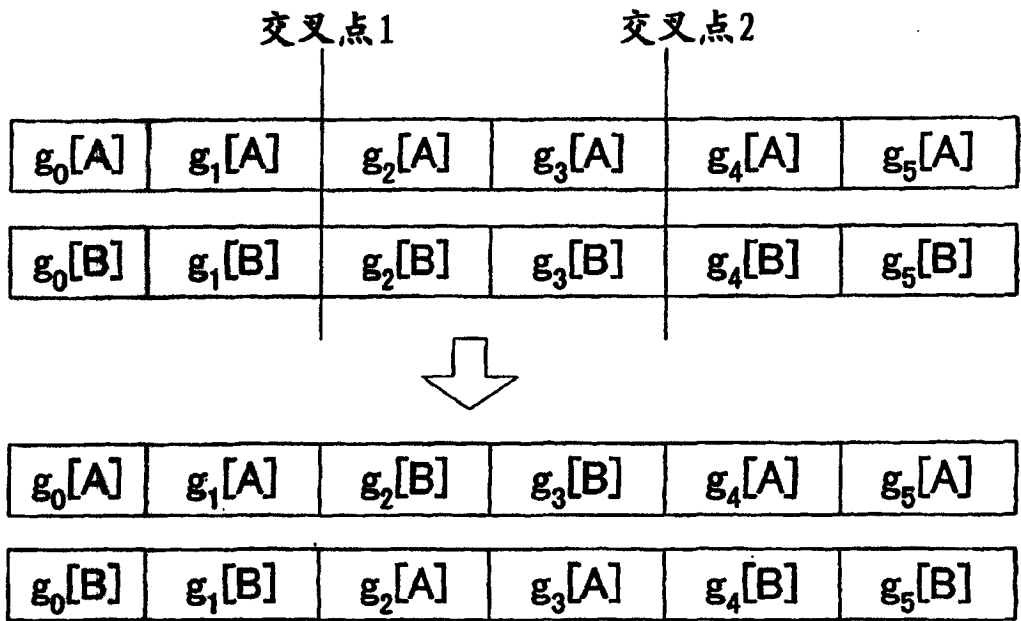
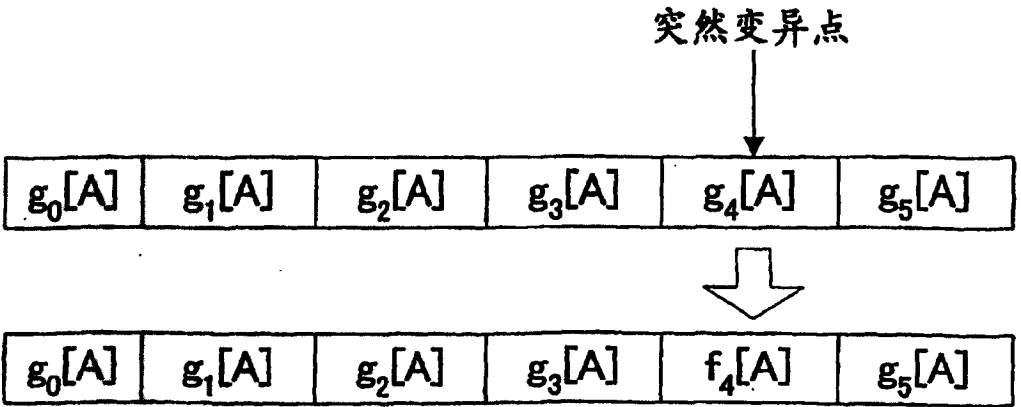


图 25



A



B

图 26

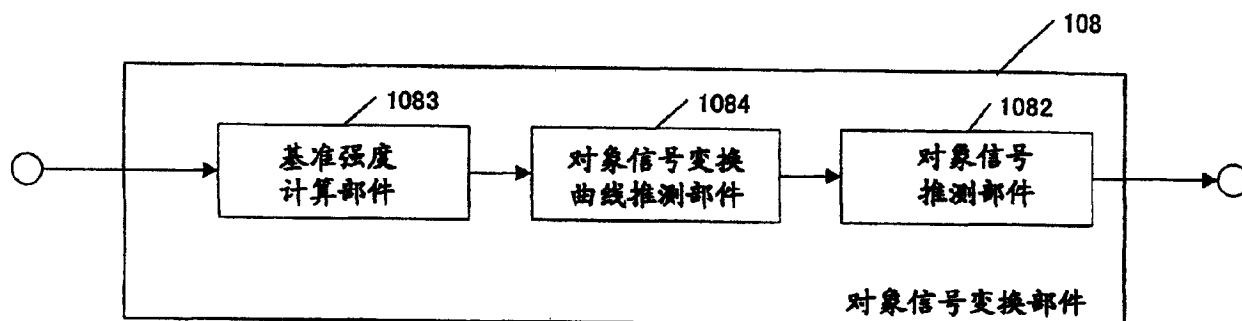


图27

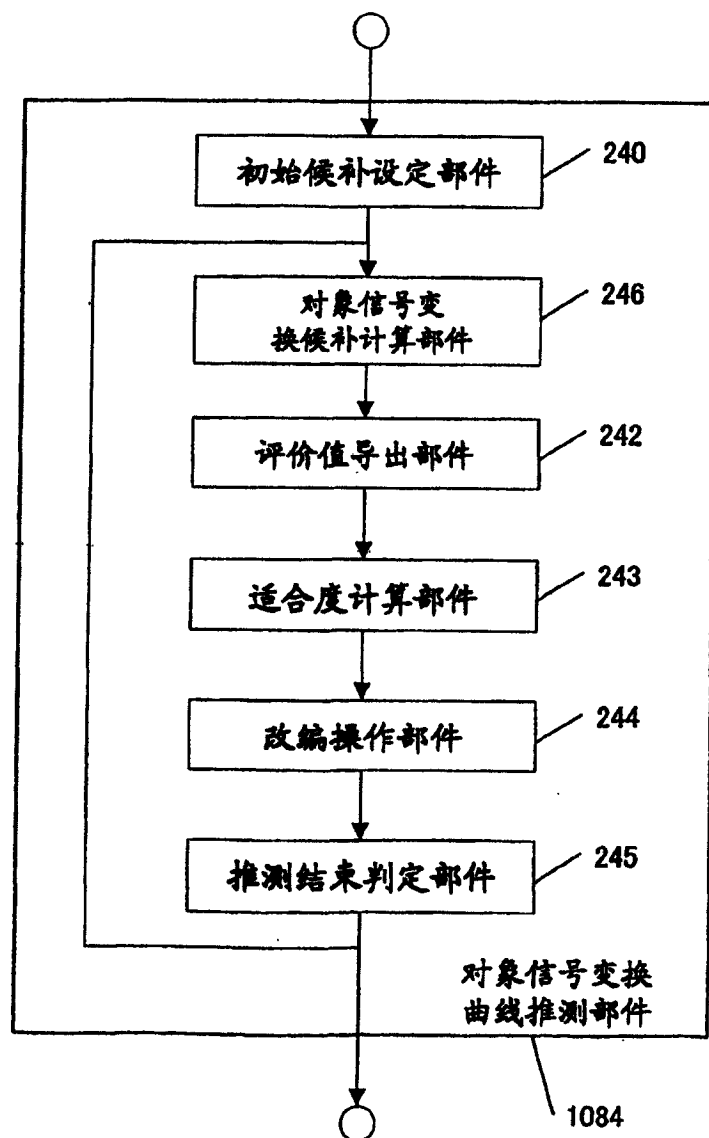


图 28

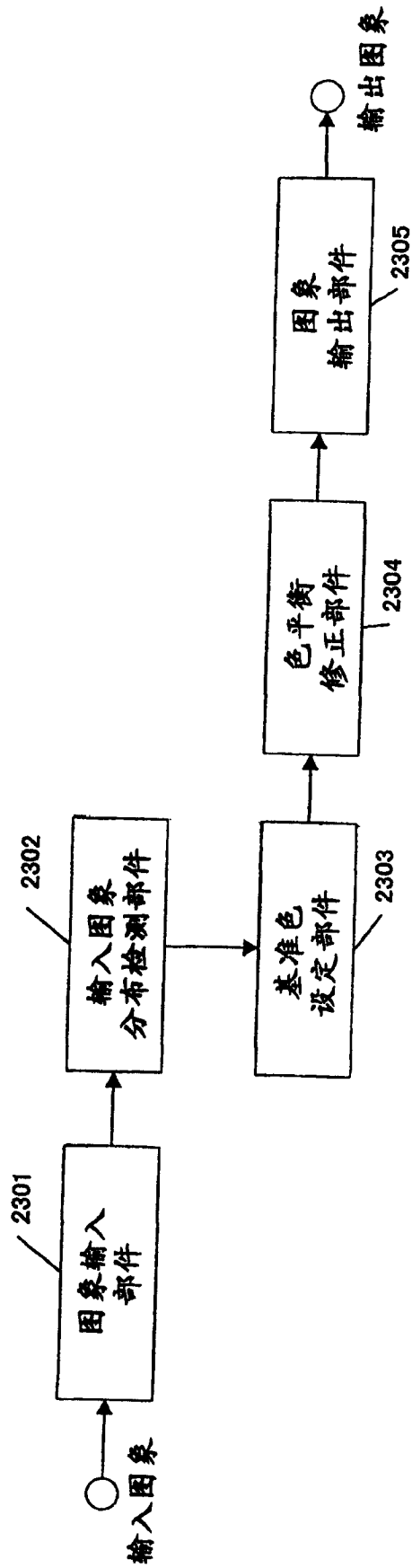


图 29

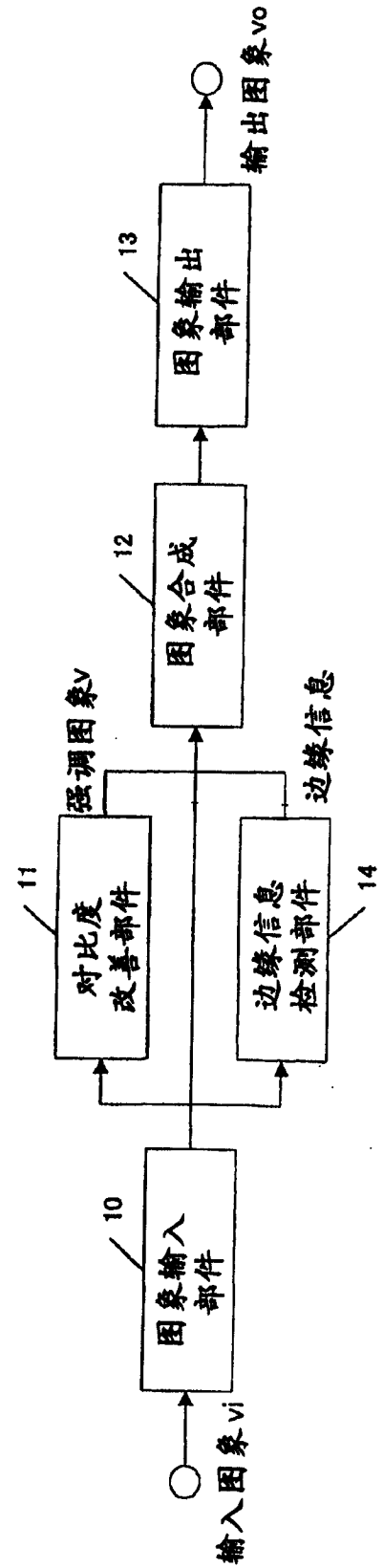


图 30

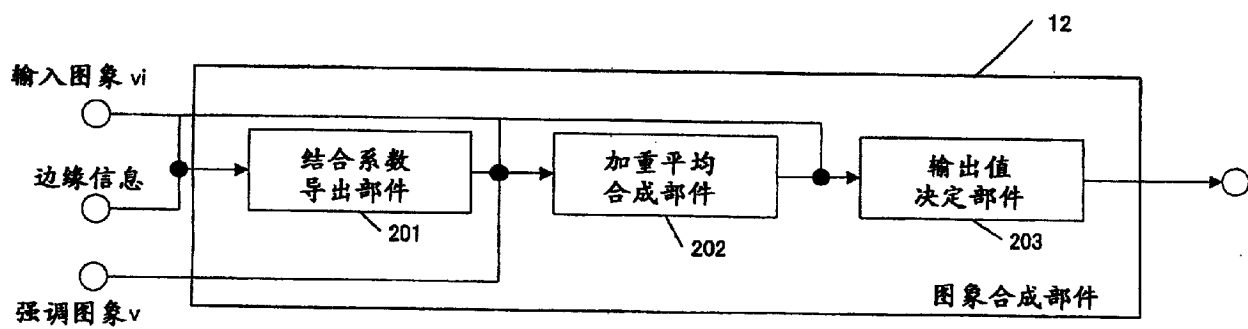


图 31

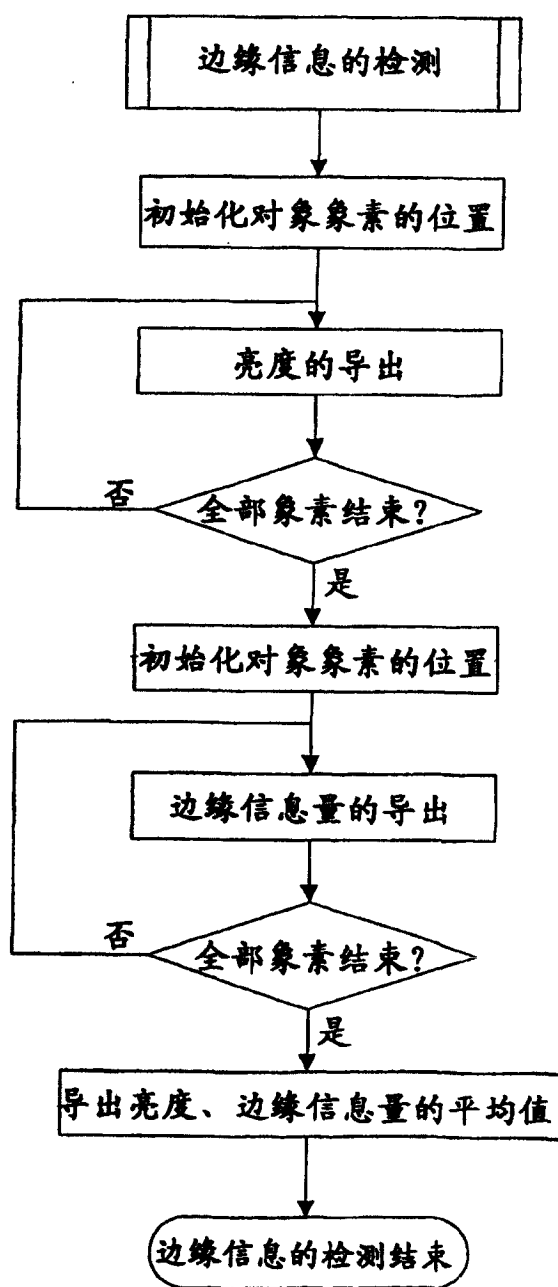


图 32

-1.0	-1.0	0.0	1.0	1.0
-1.0	-1.0	0.0	1.0	1.0
-1.0	-1.0	0.0	1.0	1.0
-1.0	-1.0	0.0	1.0	1.0
-1.0	-1.0	0.0	1.0	1.0

x方向

-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

y方向

图 33

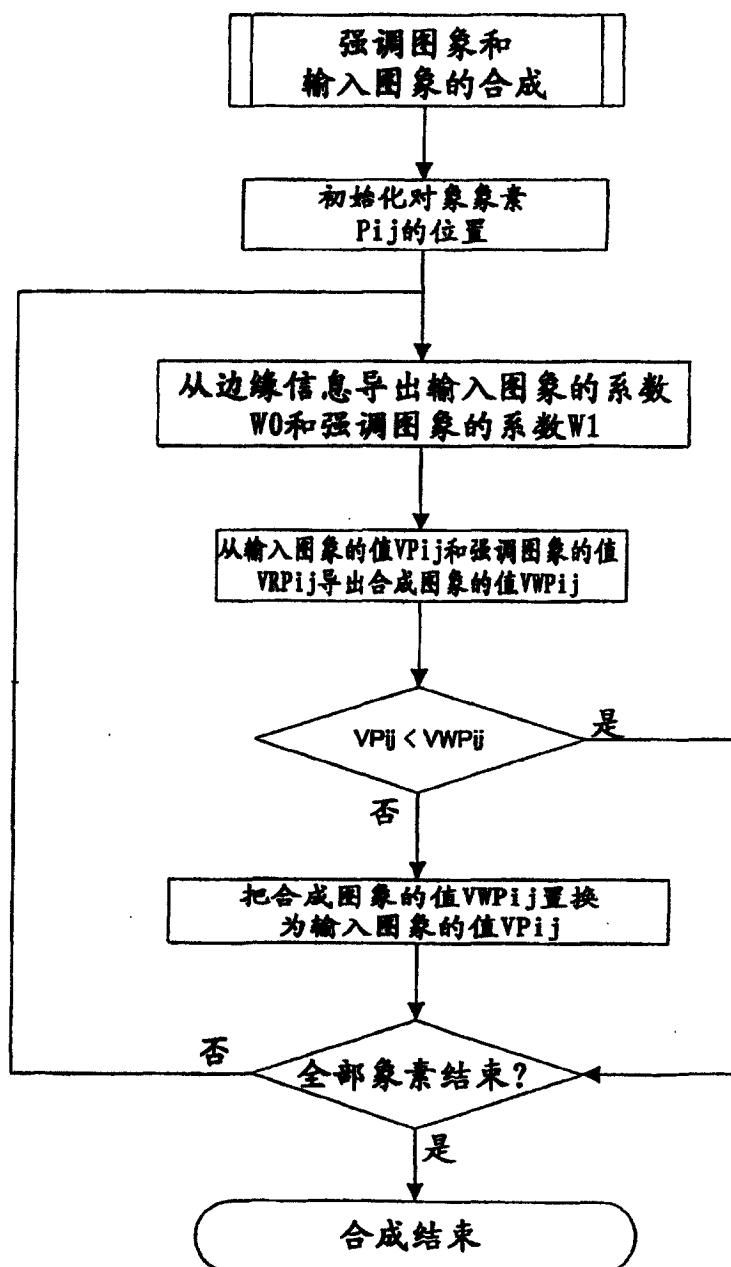


图 34

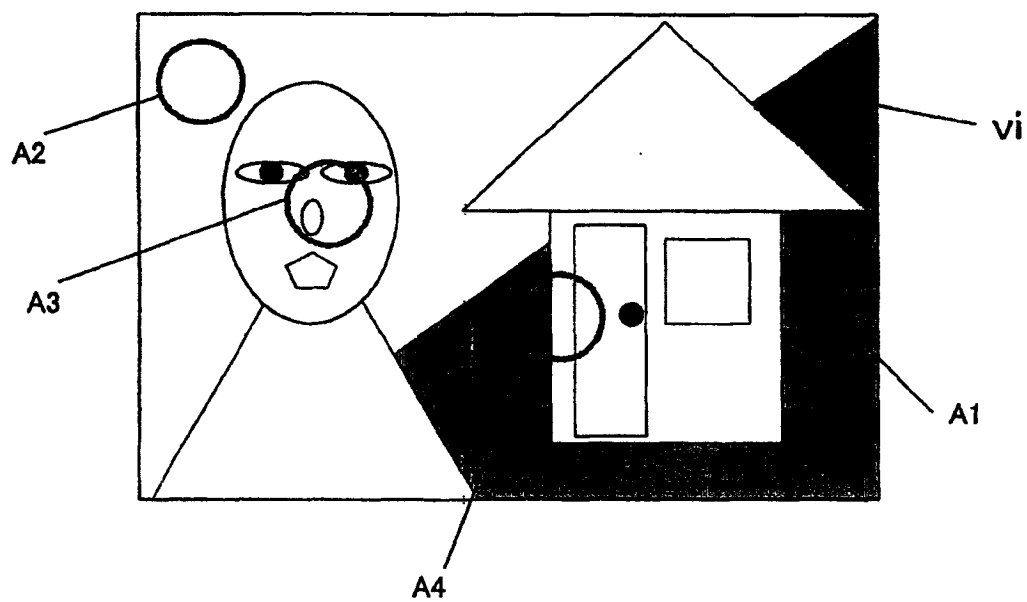


图 35

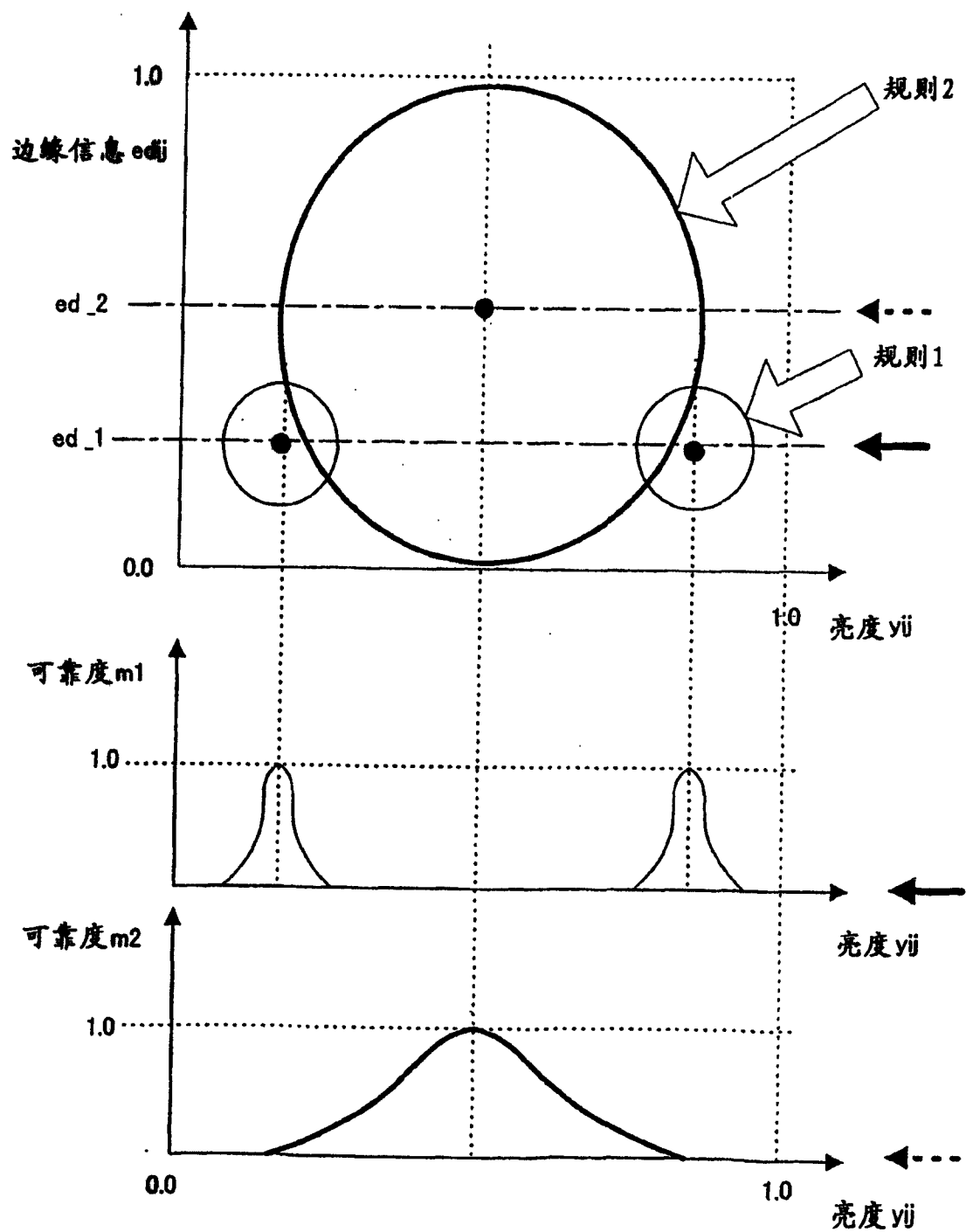


图 36

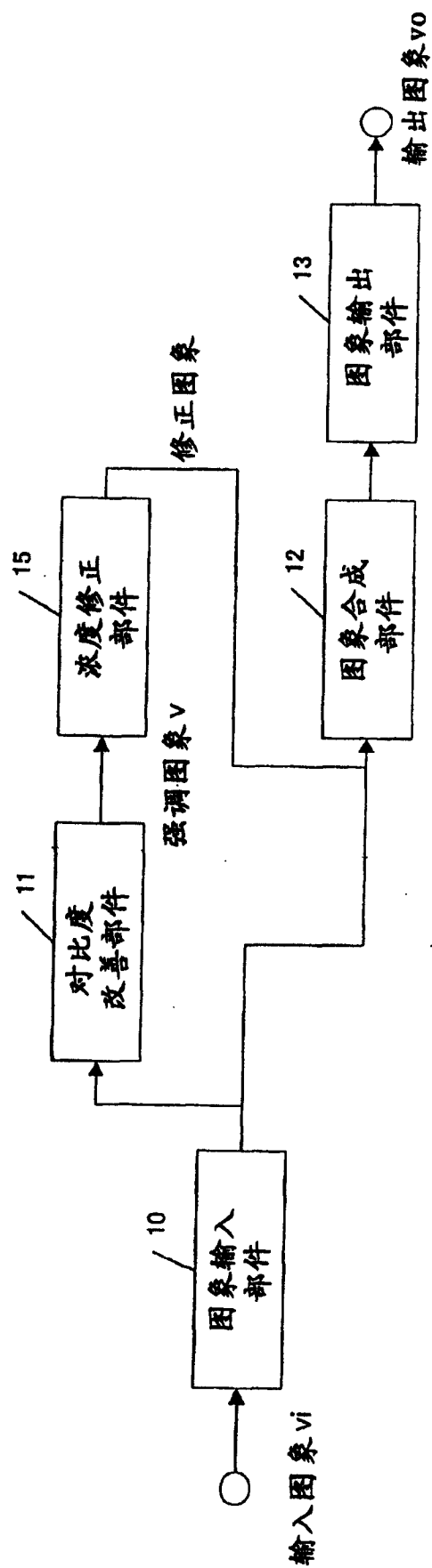


图 37

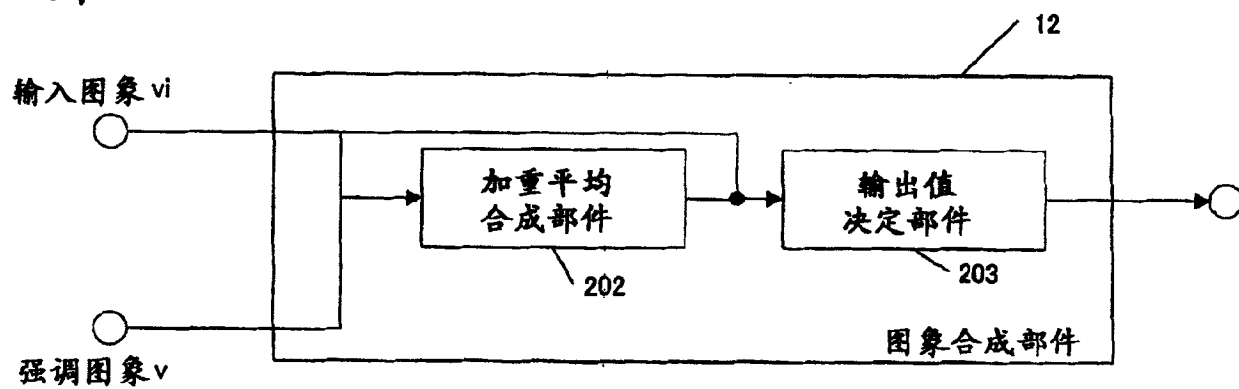


图 38

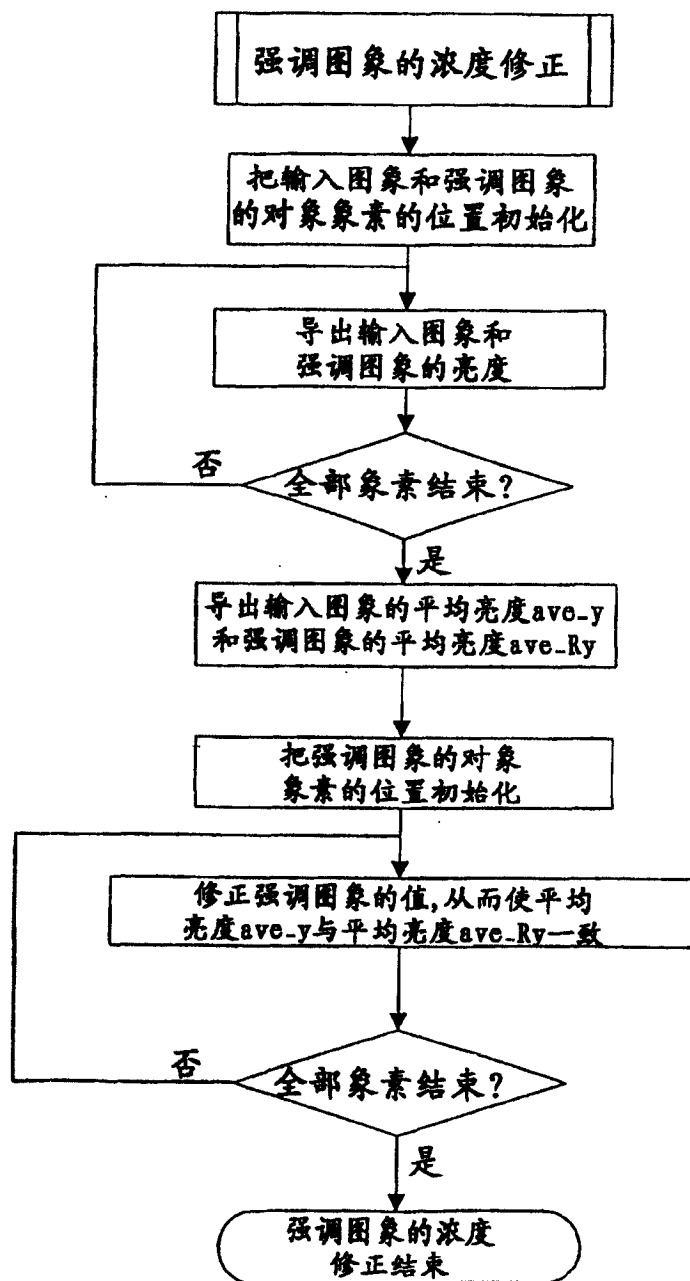


图 39

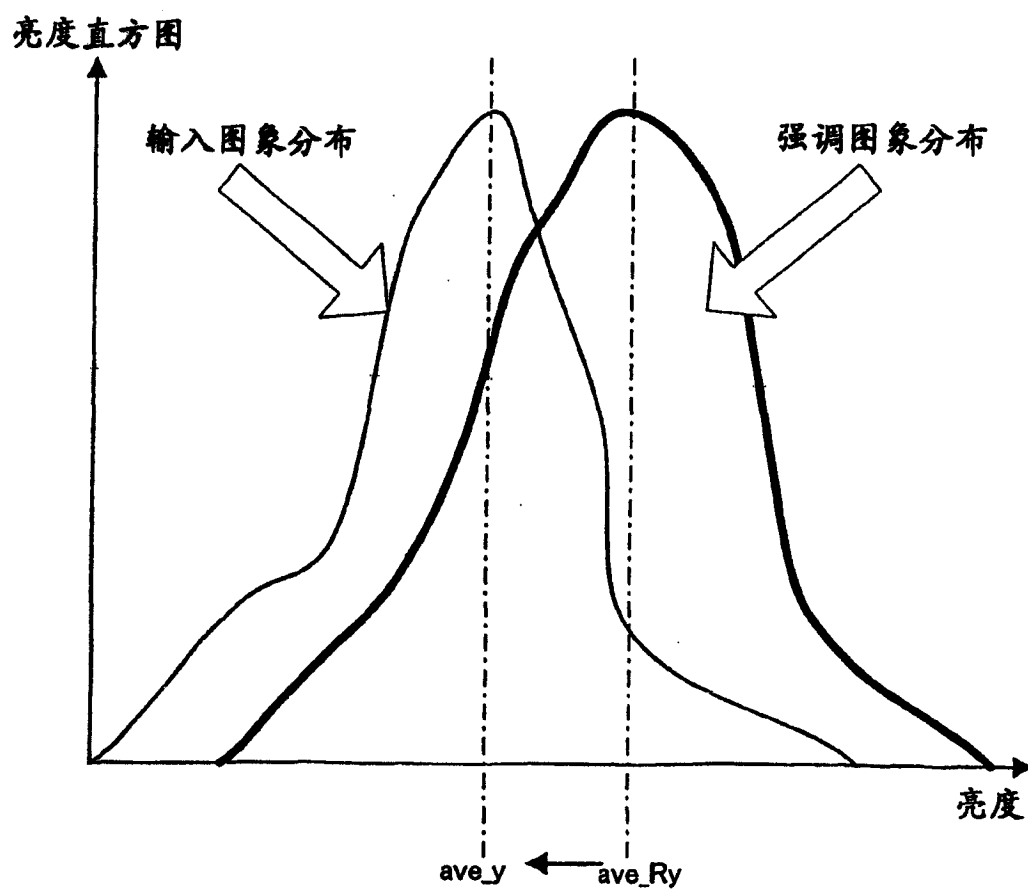


图 40

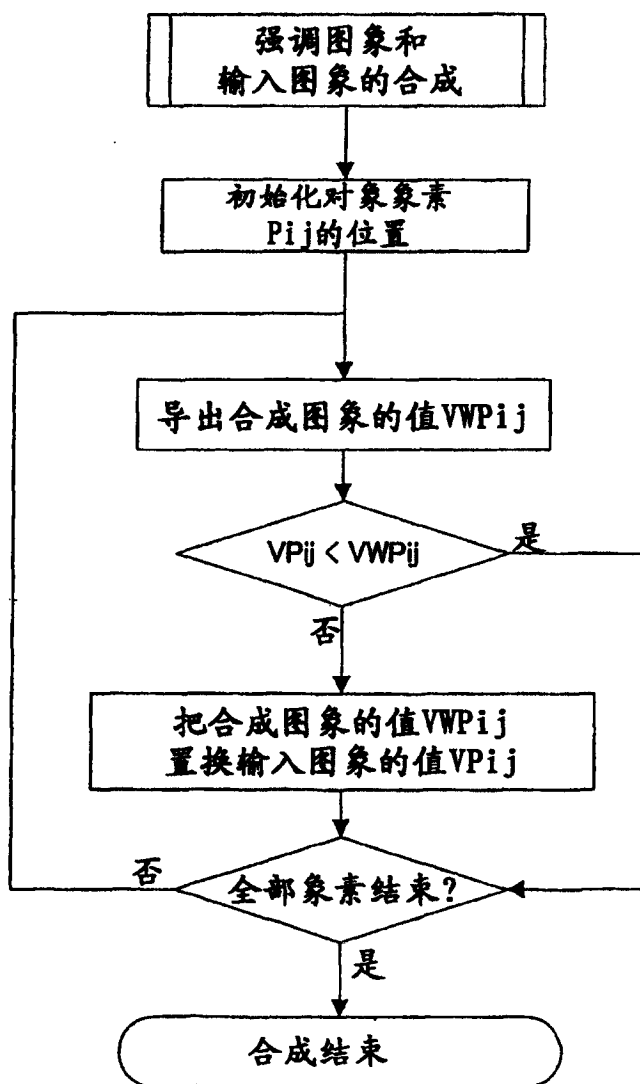


图 41

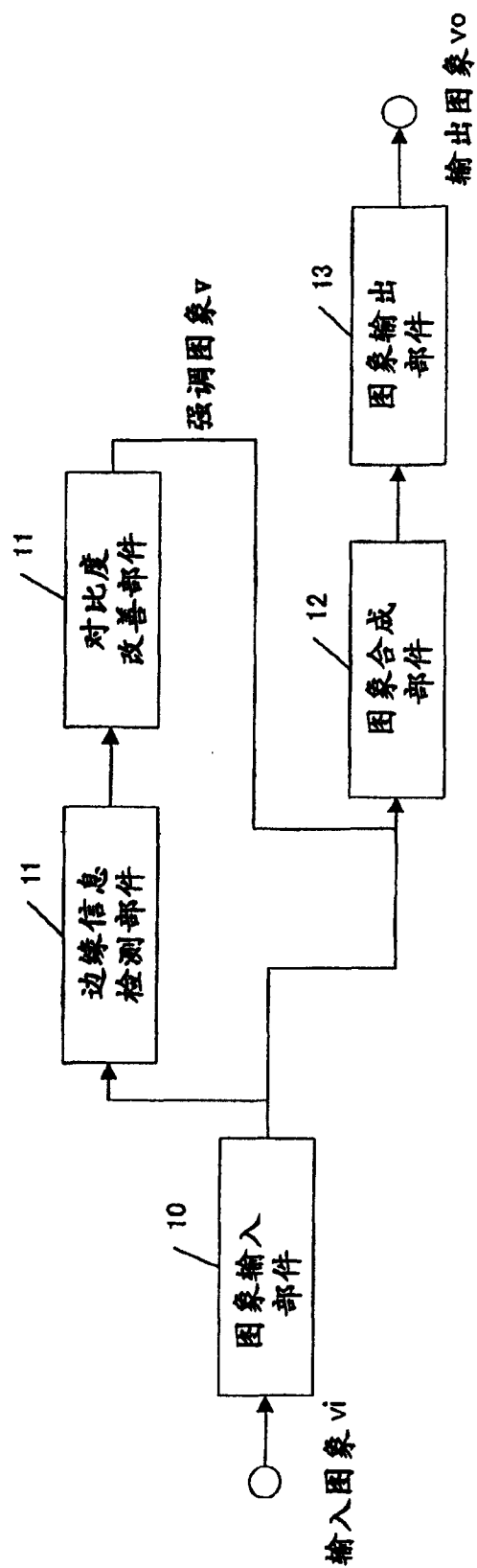


图 42

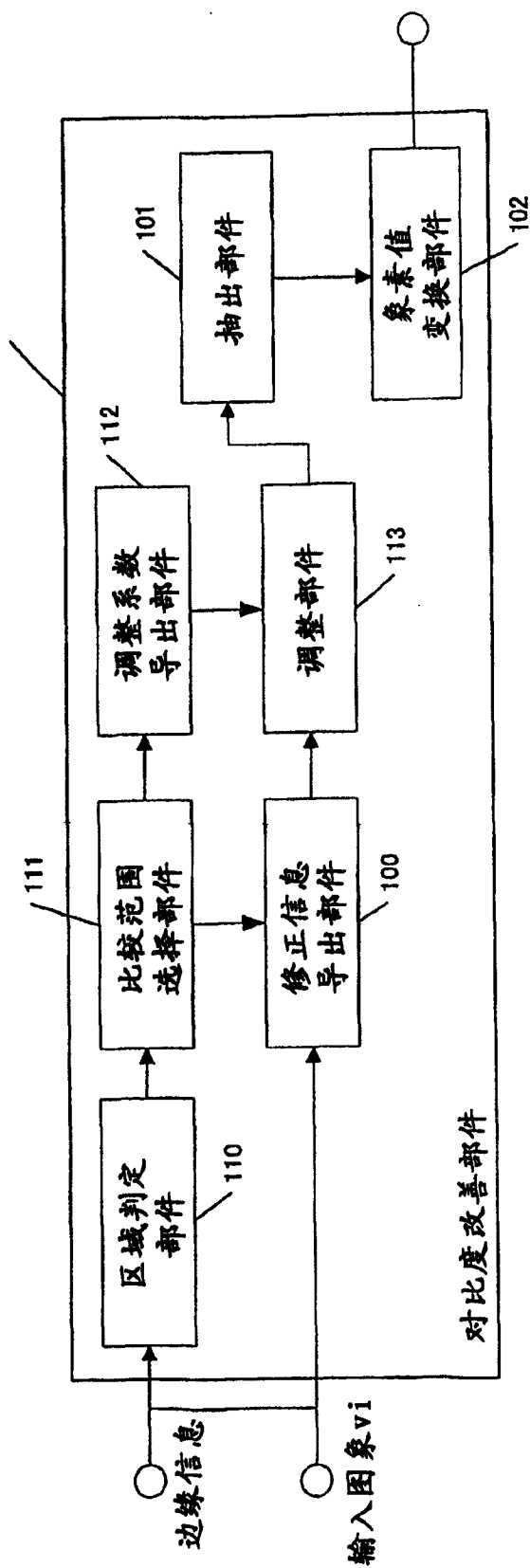
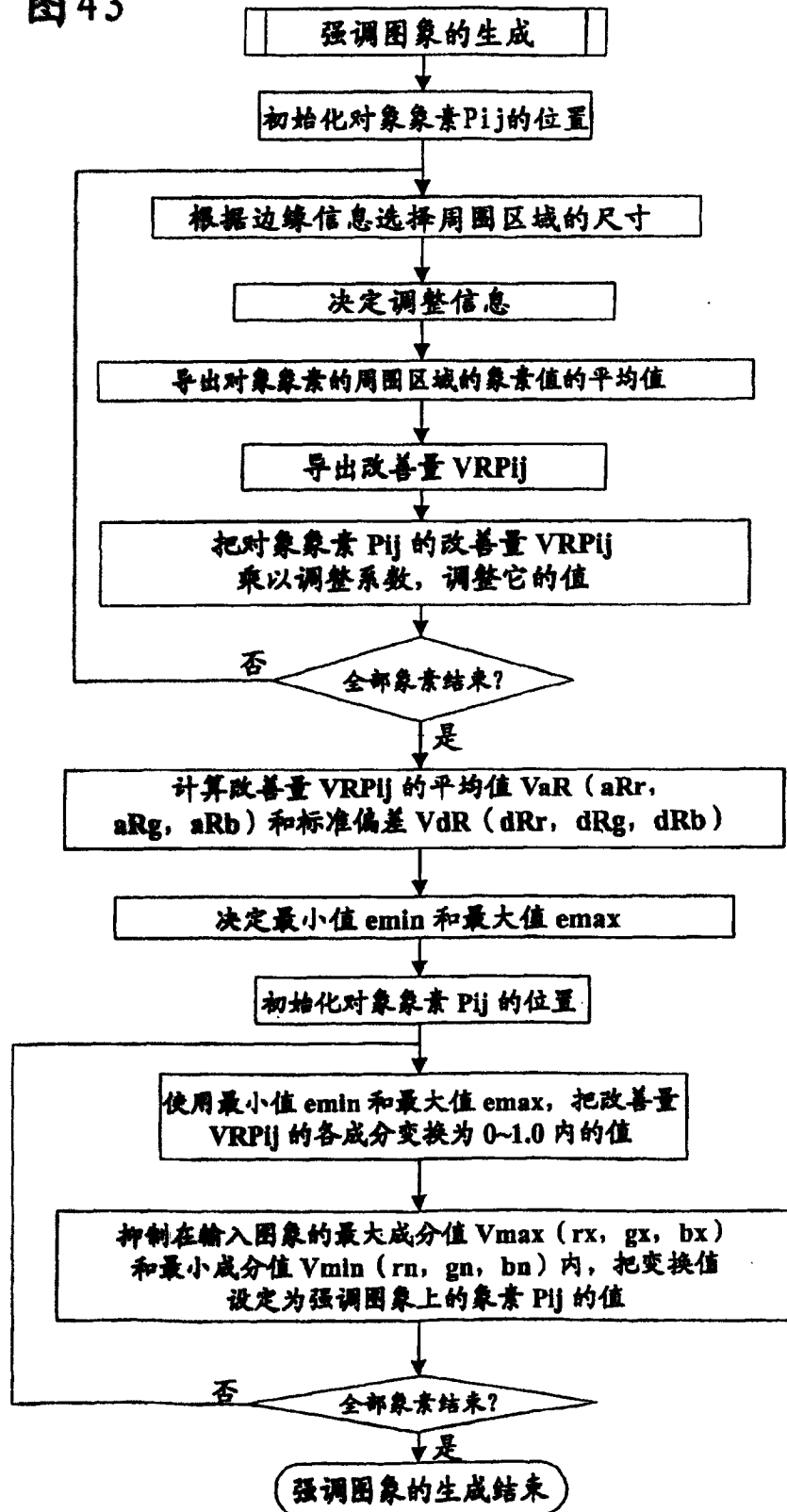


图 43



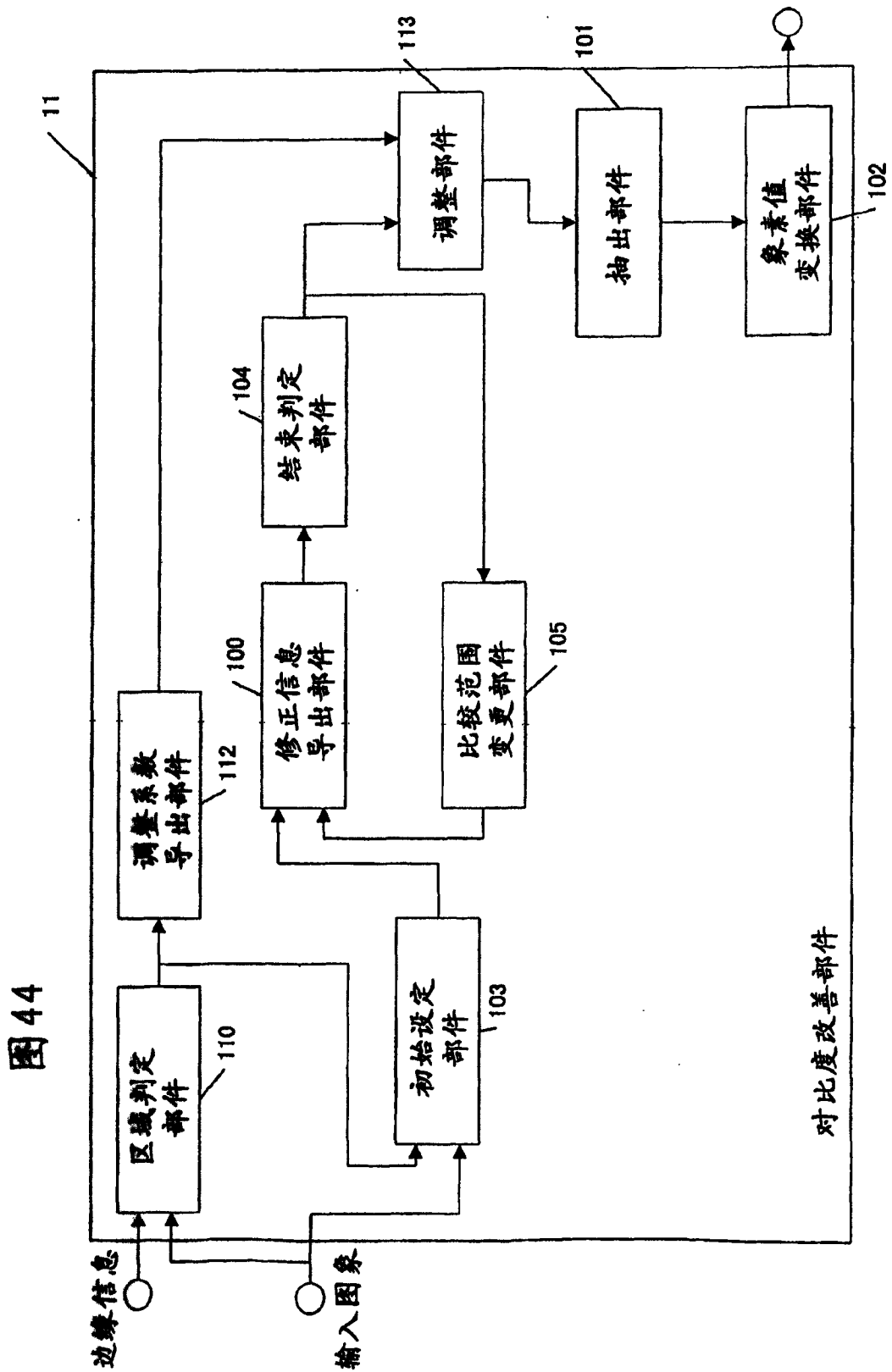


图 45

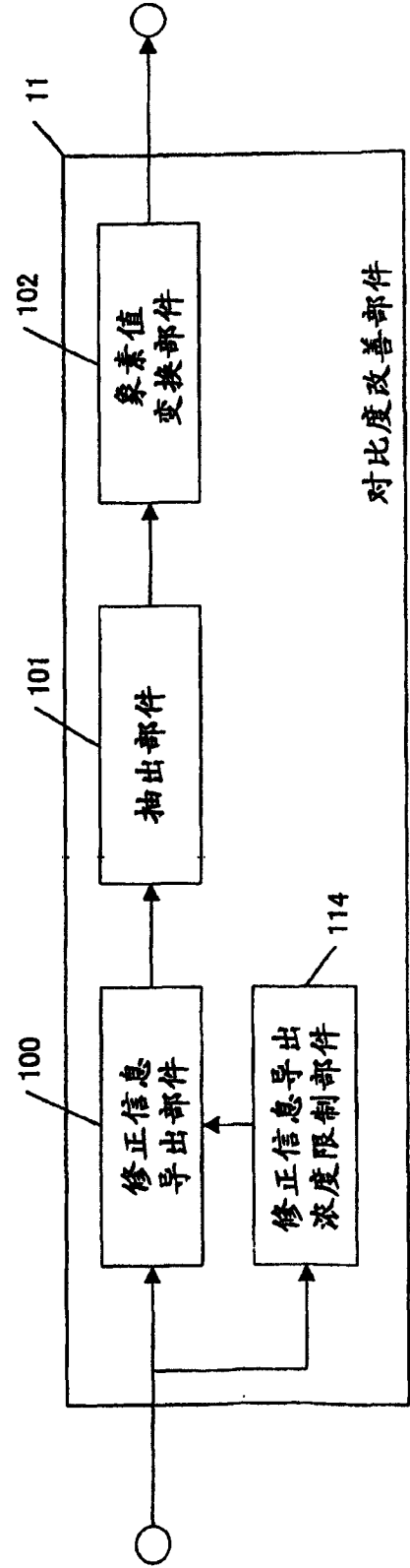
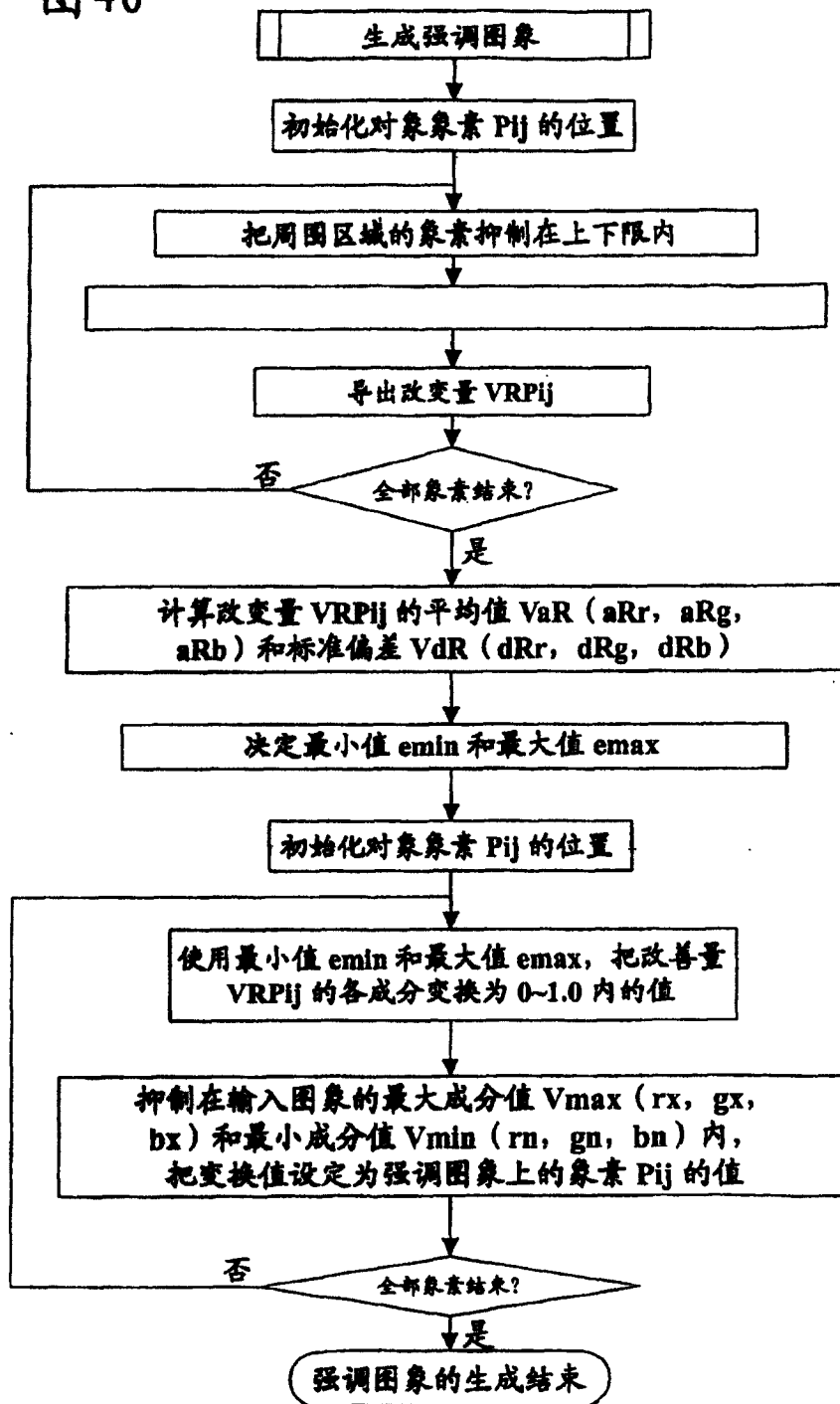


图 46



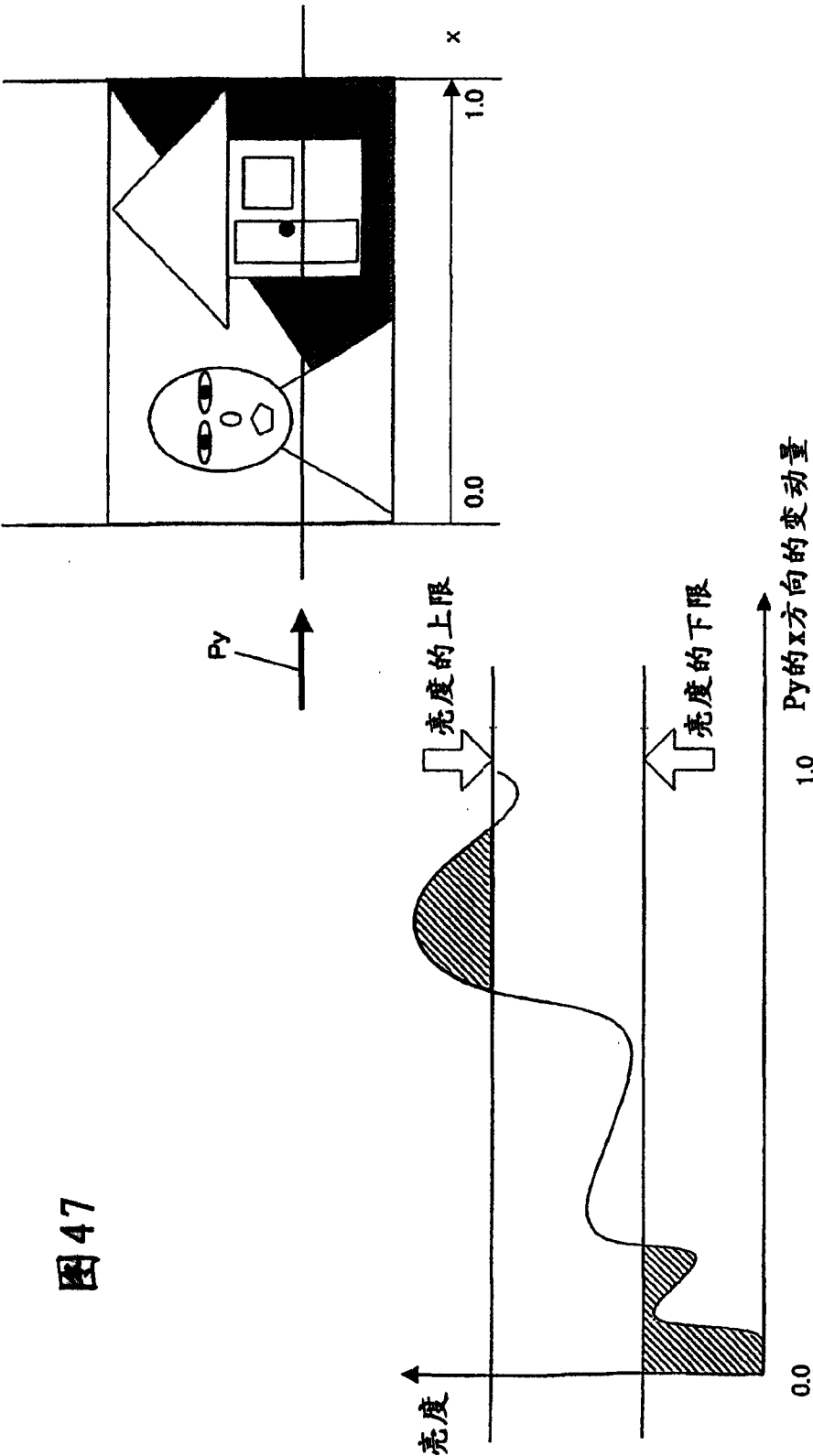


图 47

图 48

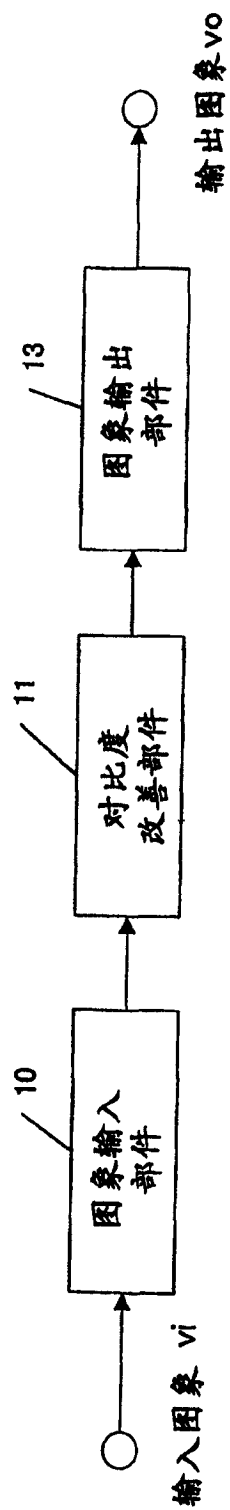


图49

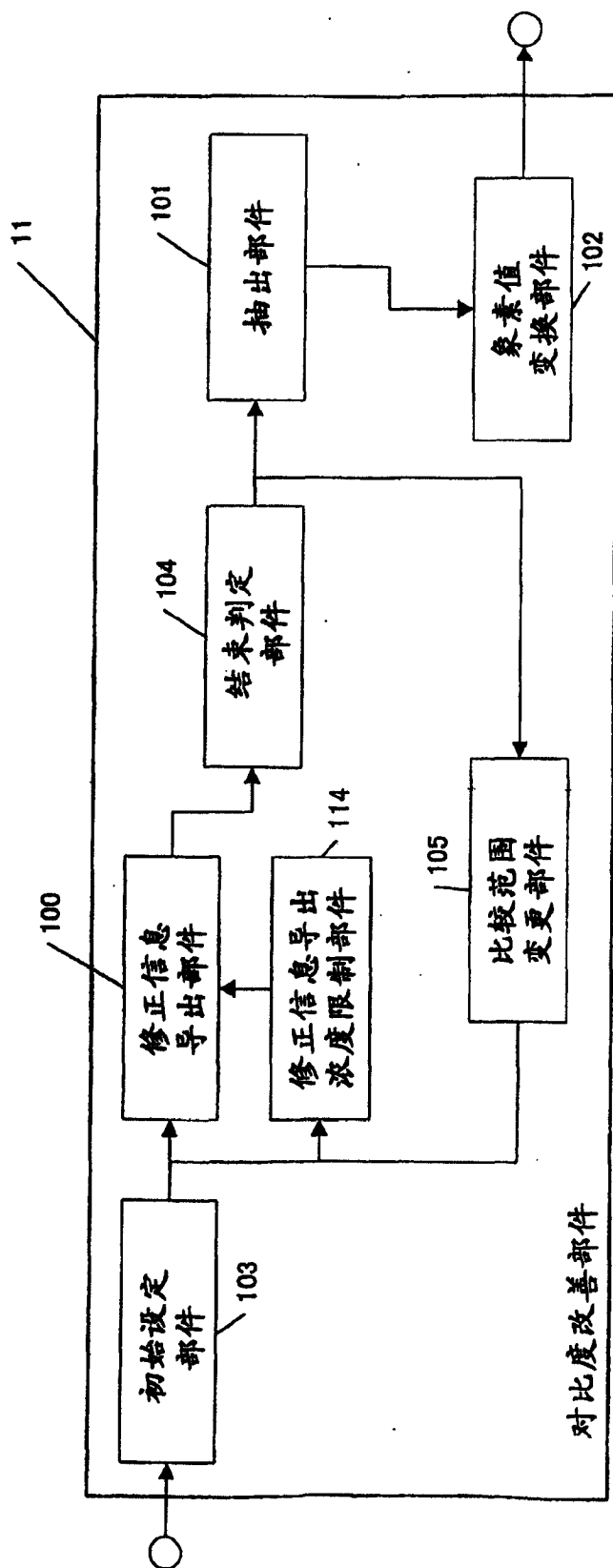


图 50

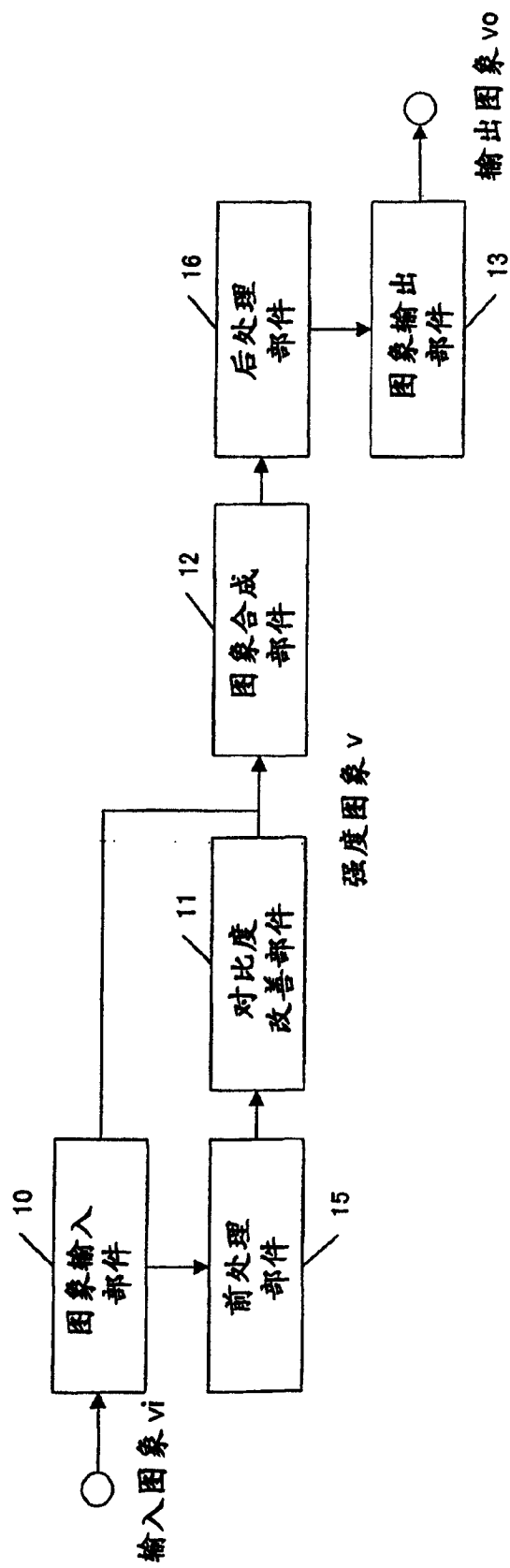


图51

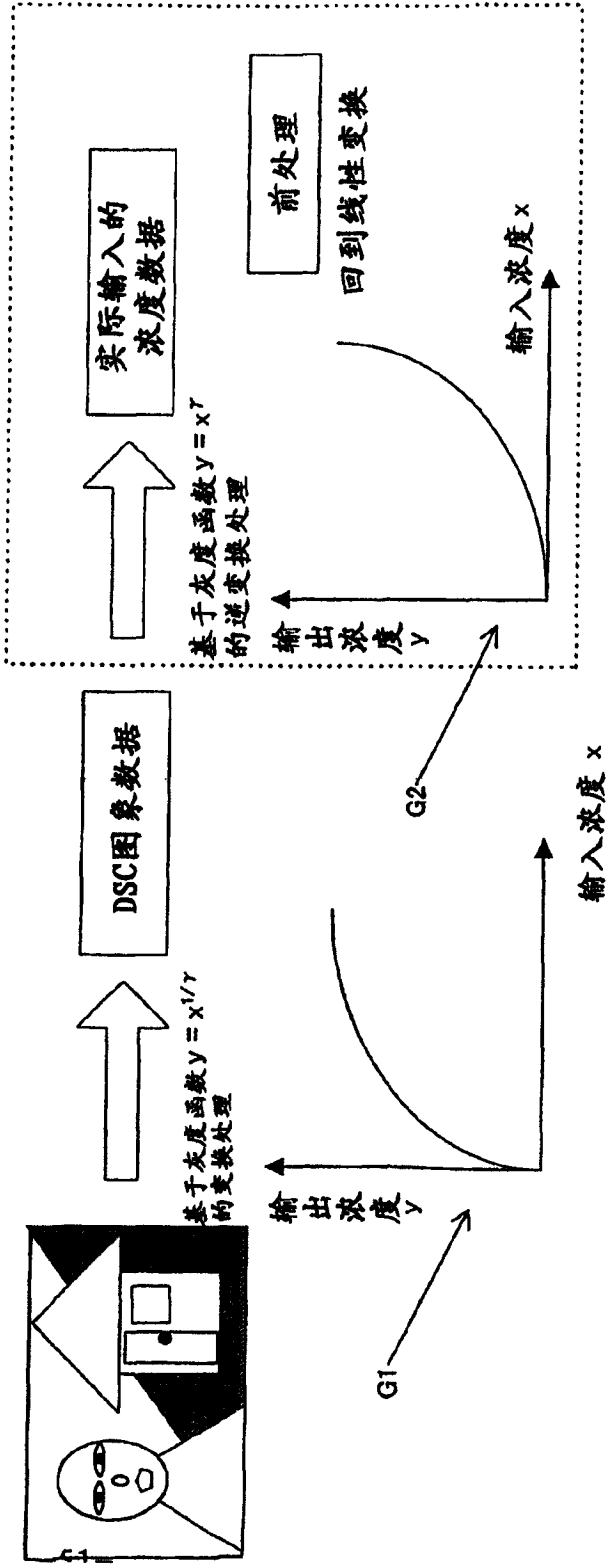


图 52

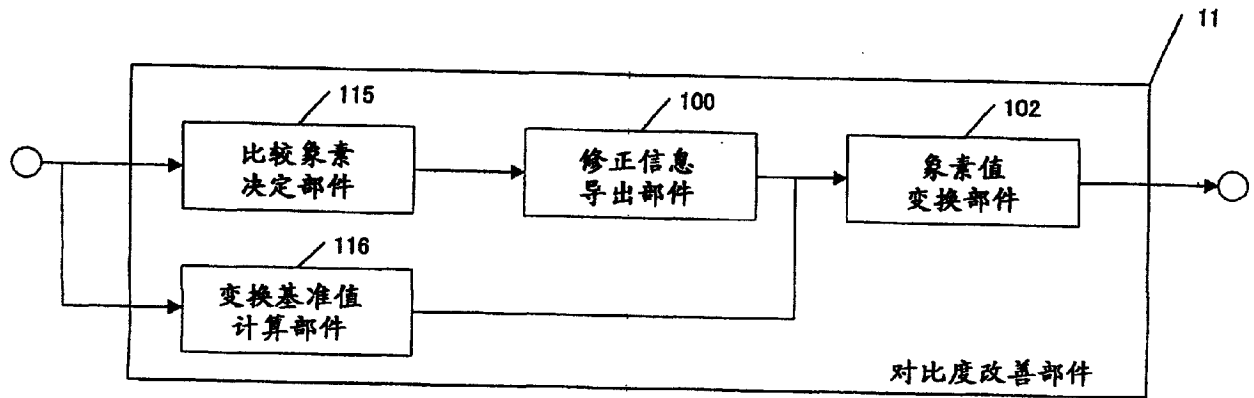


图 53

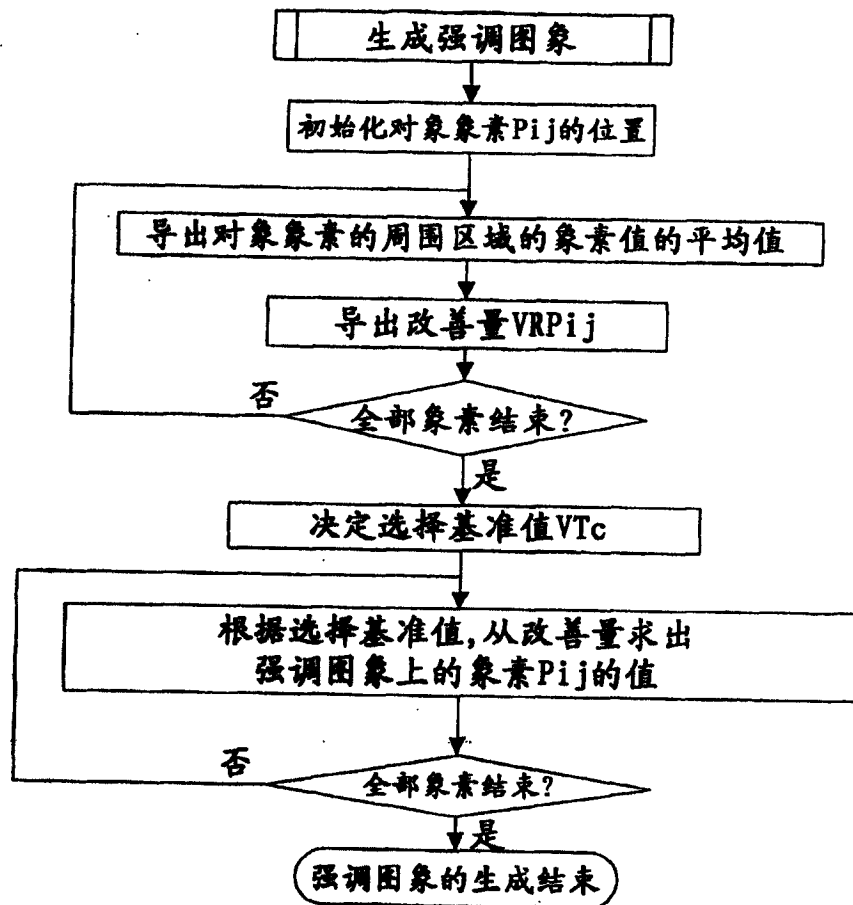


图 54

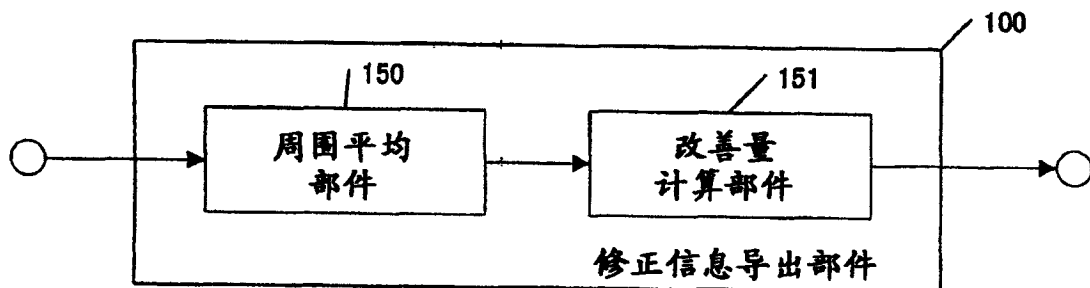


图 55

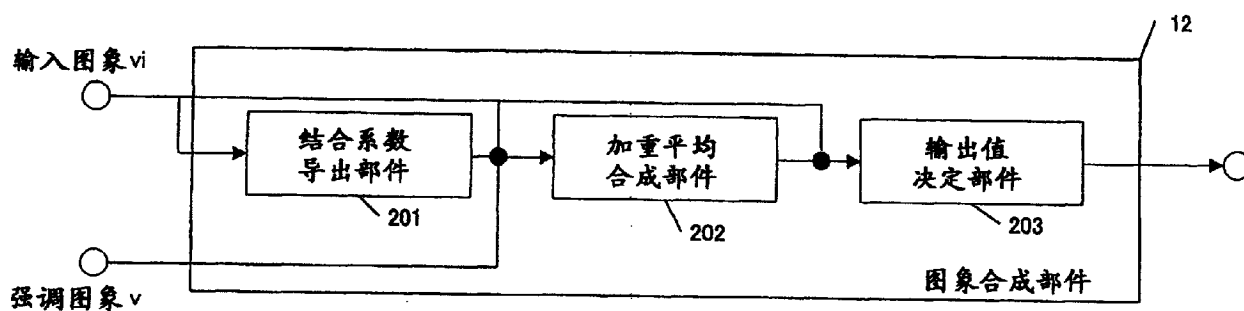


图 56

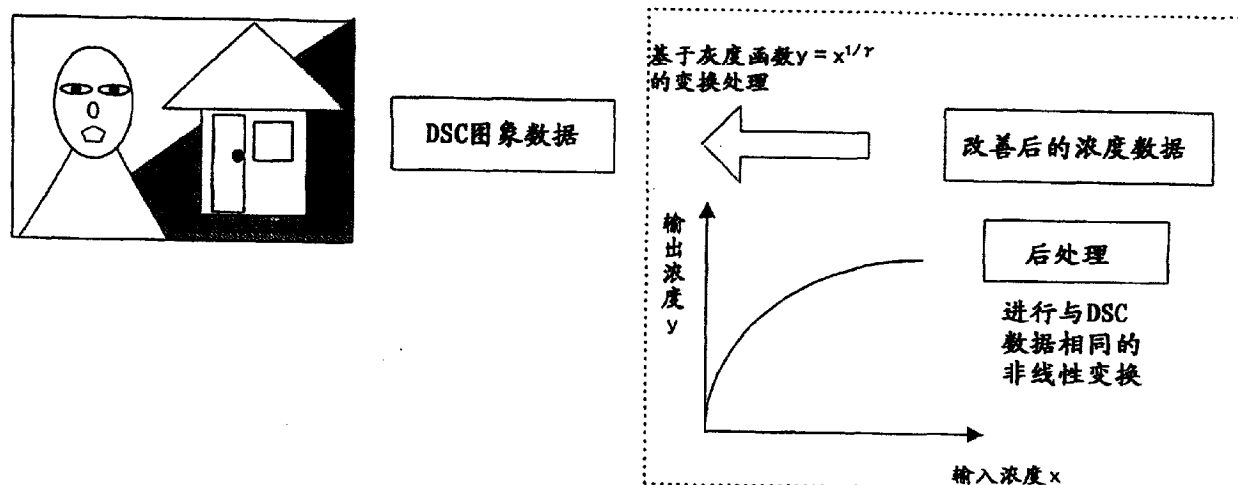


图 57

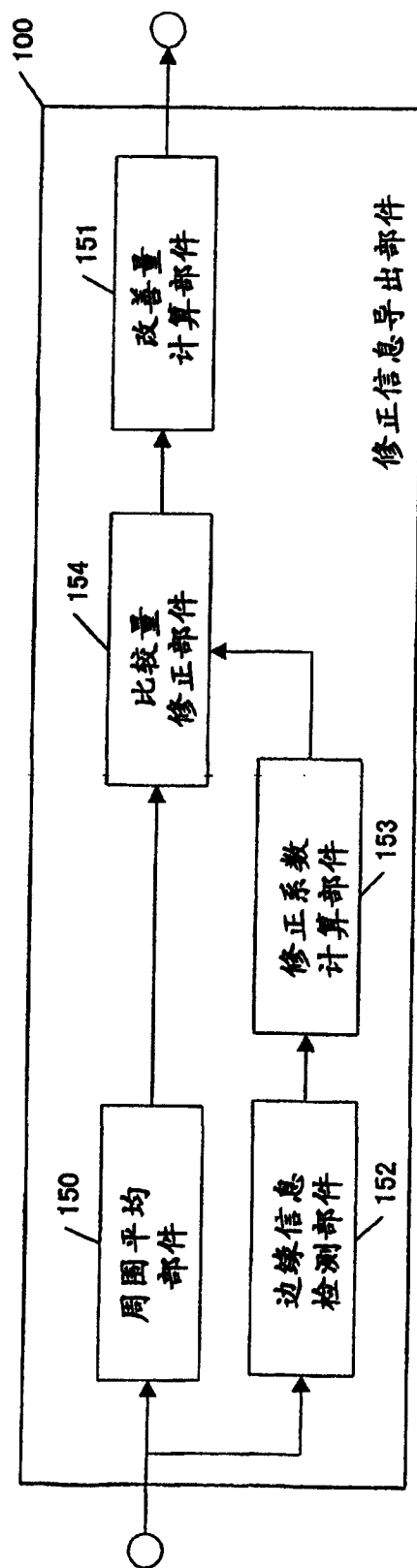


图 58

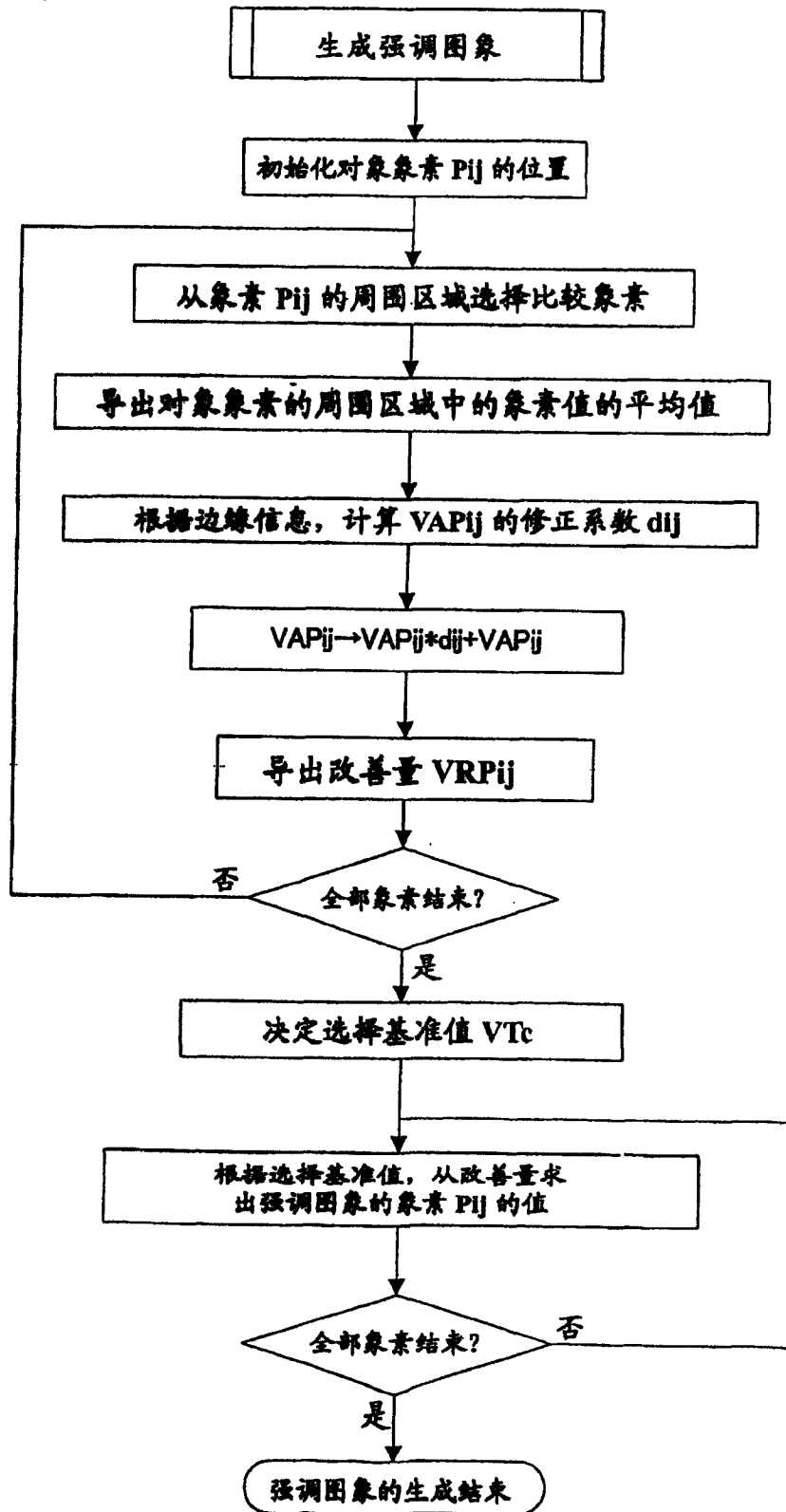


图 59

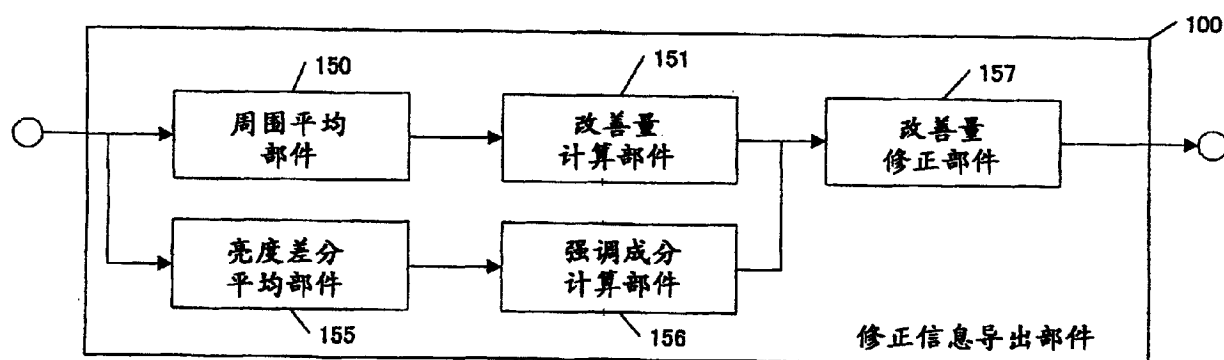


图 60

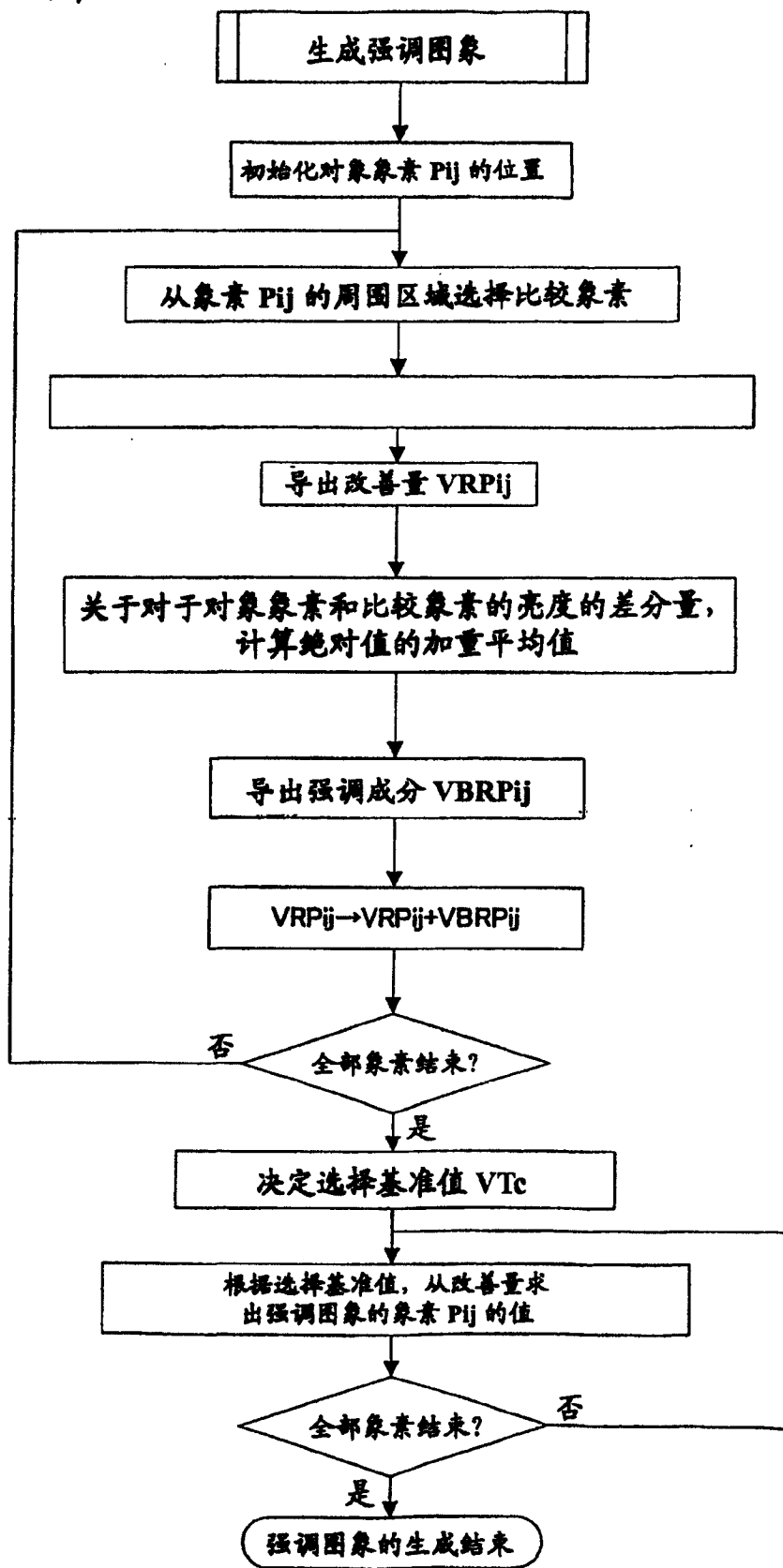


图61

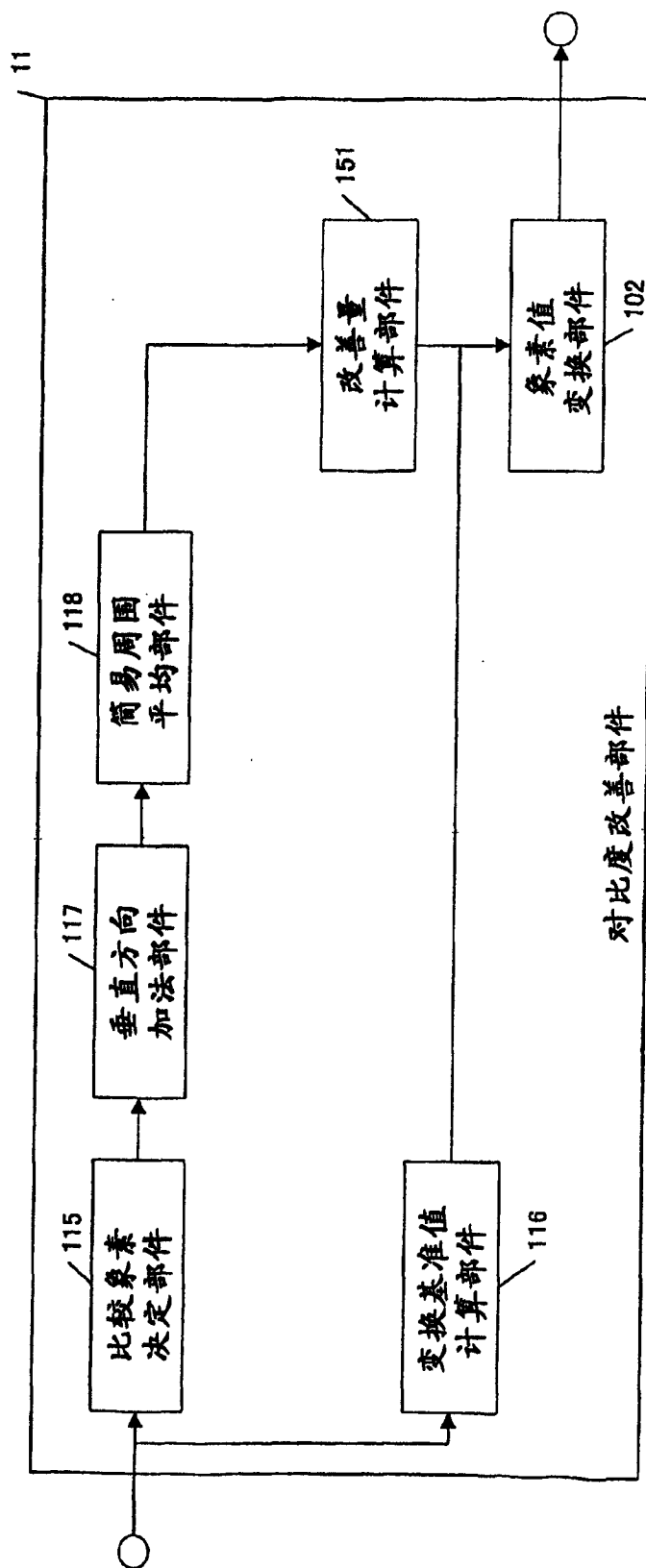


图 62

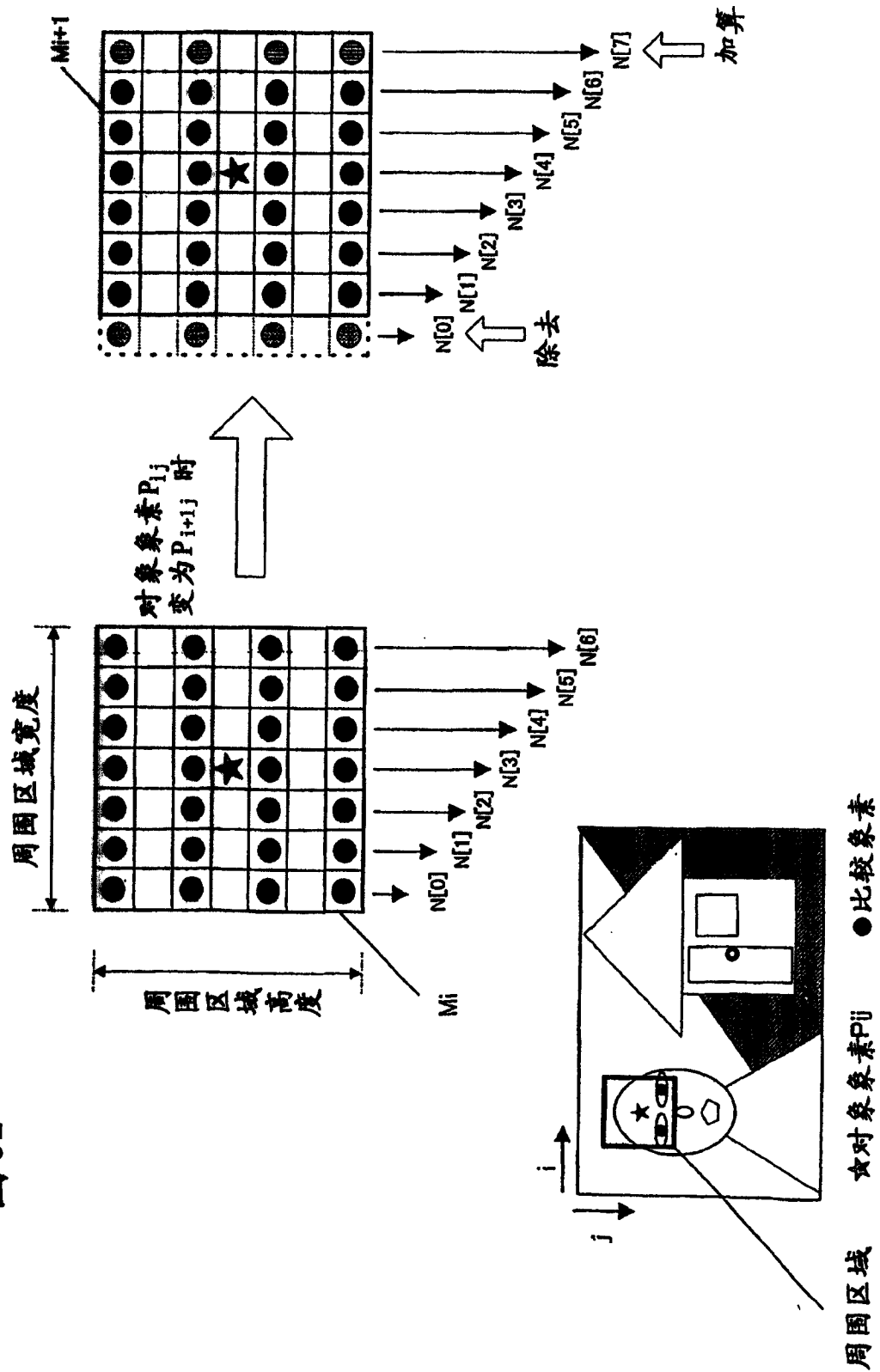


图63

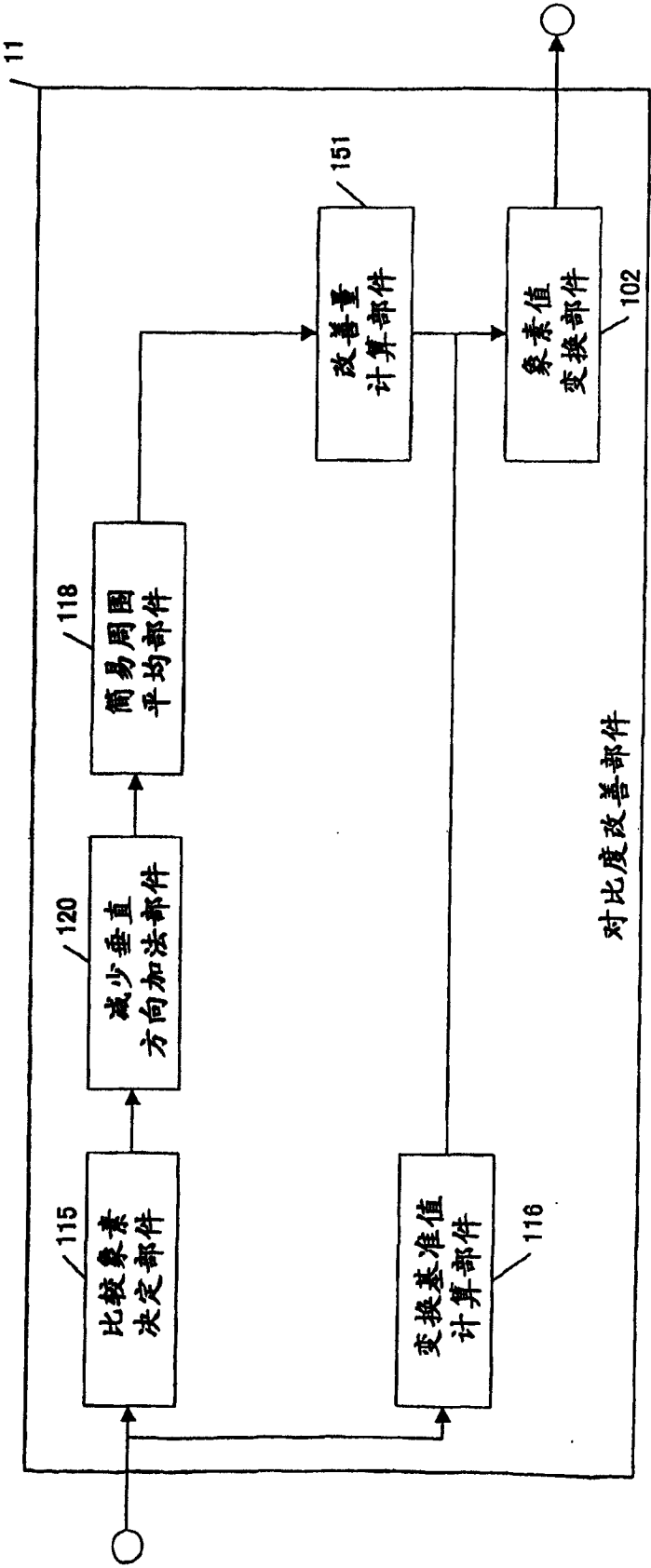


图 64

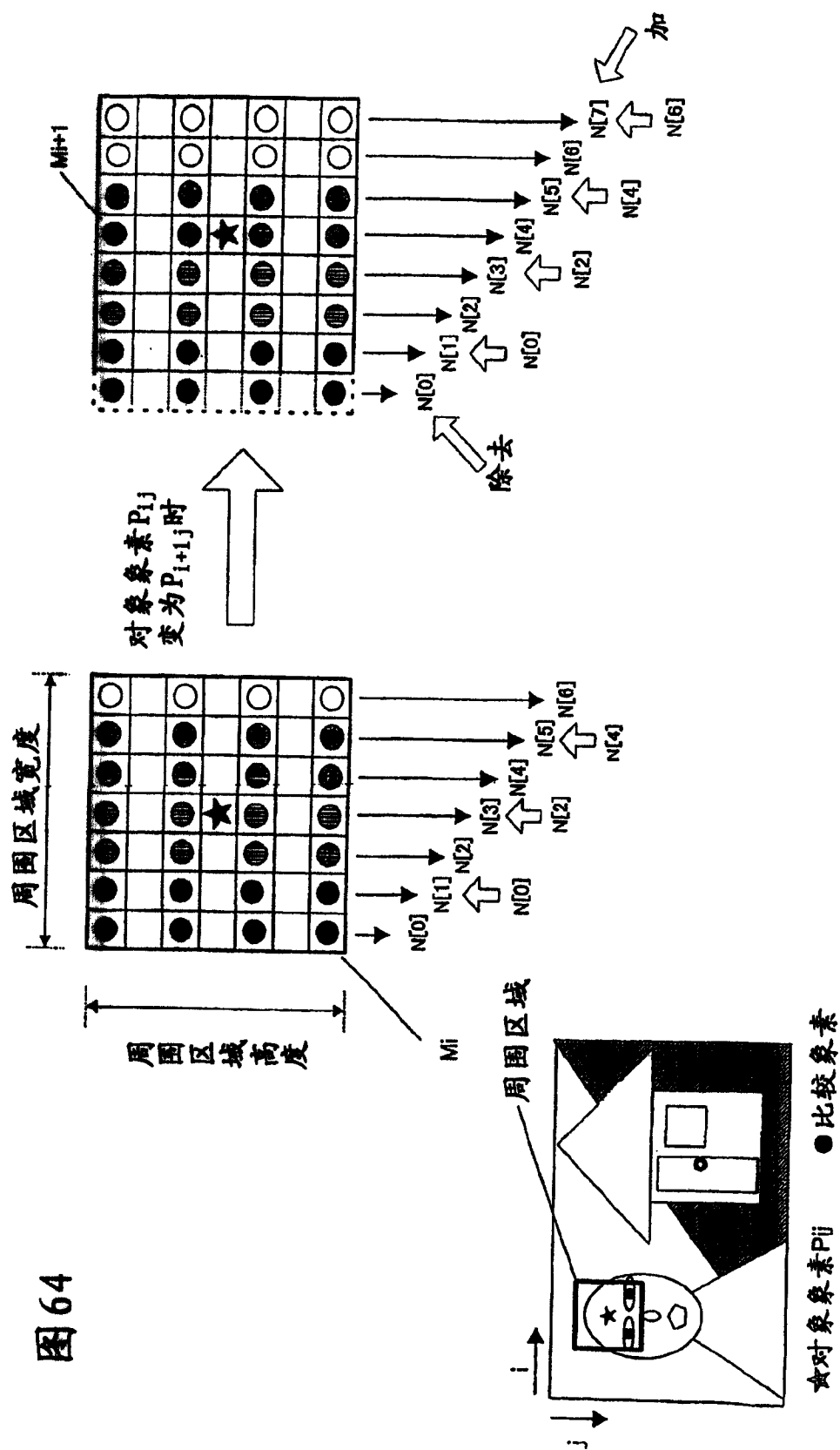
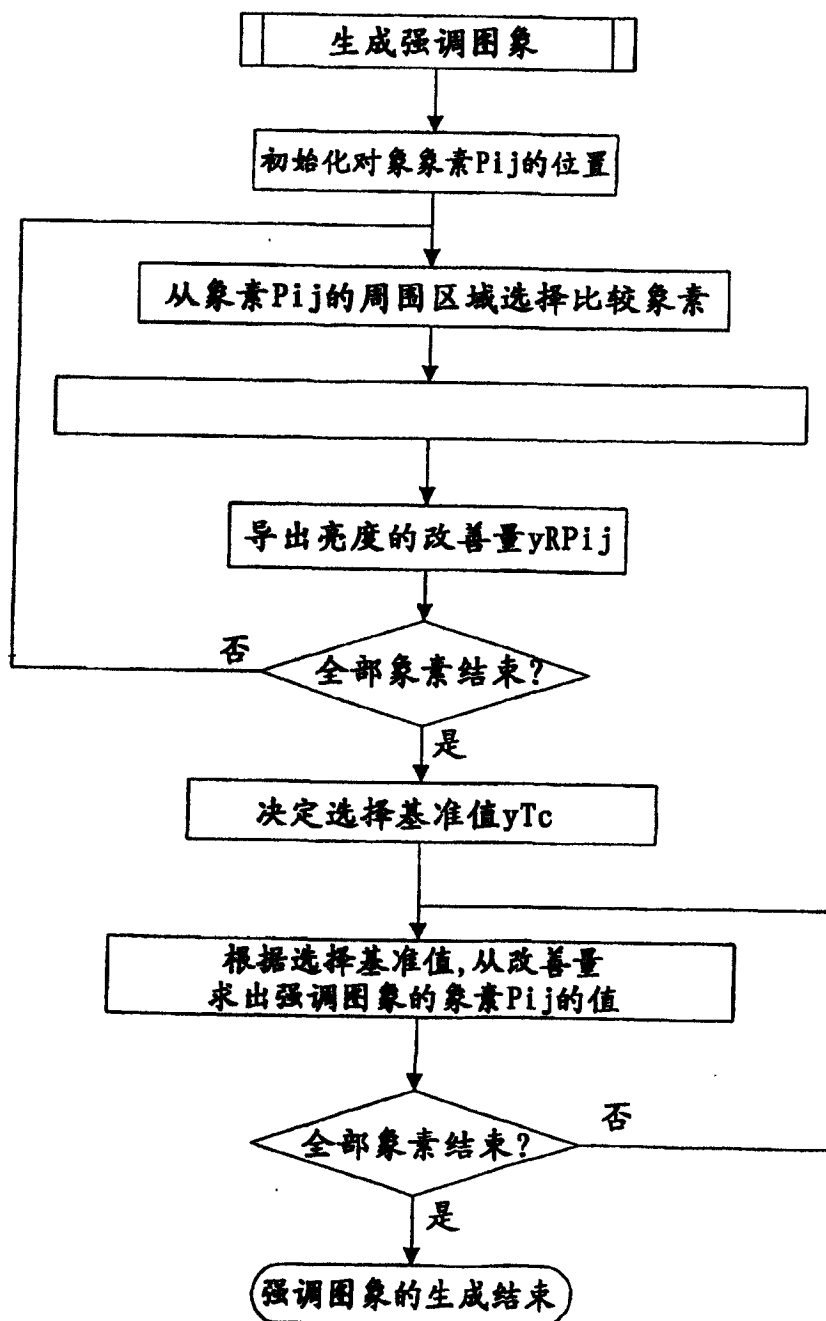


图 65



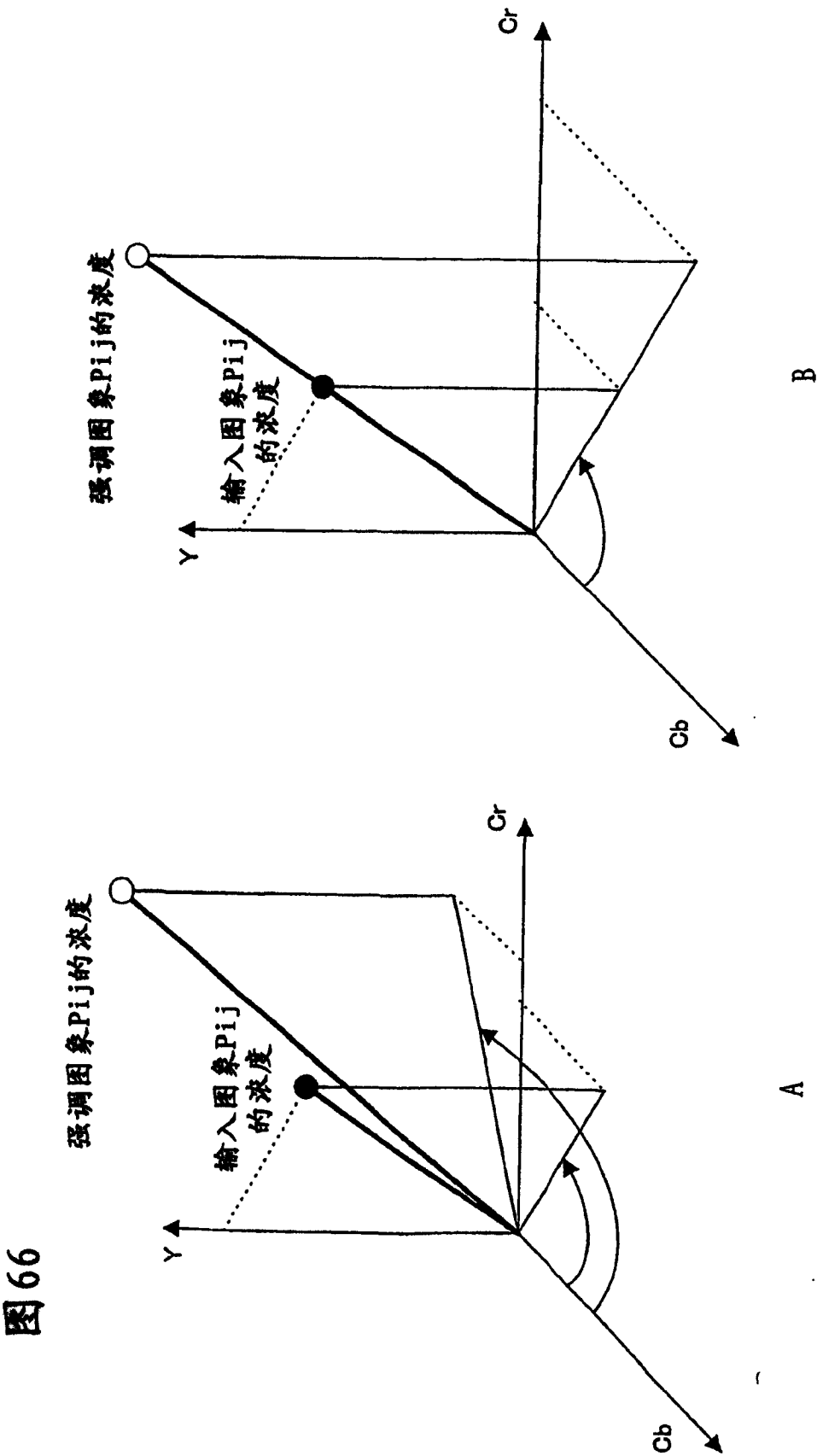


图67

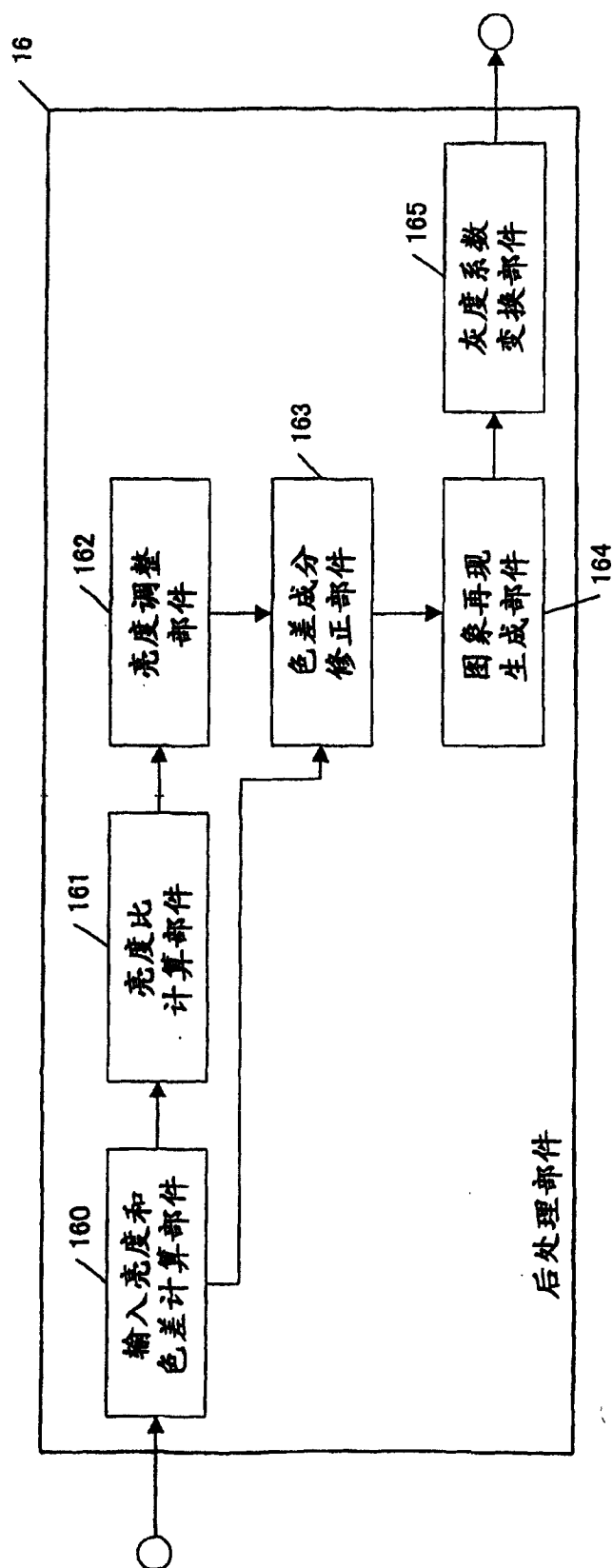


图 68

