



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510129485.5

[45] 授权公告日 2008年2月13日

[11] 授权公告号 CN 100369452C

[22] 申请日 2005.12.9

[21] 申请号 200510129485.5

[30] 优先权

[32] 2005.1.7 [33] JP [31] 2005-003016

[73] 专利权人 大日本网目版制造株式会社

地址 日本京都府

[72] 发明人 浅井浩 中野雅之 竹本康弘

[56] 参考文献

JP10-136205A 1998.5.22

CN1426018A 2003.6.25

JP2001-298616A 2001.10.26

JP2003-116000A 2003.4.18

审查员 梁军丽

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 王玉双 高龙鑫

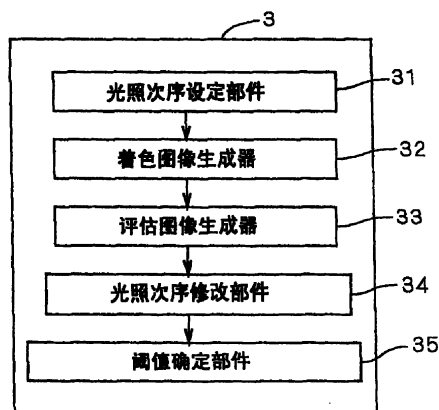
权利要求书4页 说明书18页 附图8页

[54] 发明名称

阈值矩阵生成方法、阈值矩阵生成设备以及记录介质

[57] 摘要

本发明提供阈值矩阵生成方法、阈值矩阵生成设备以及记录介质。在阈值矩阵生成部件中，依据矩阵区域中设定的临时光照次序生成指定灰度级的着色图像，并对着色图像执行平滑化操作，以生成灰度级评估图像。通过基于评估图像中对应像素的值，改变与着色图像中网点区域边界周围的区域对应的矩阵区域中指定区域包含的各位置的光照次序的序号，来修改光照次序。借此操作，当对根据修改后的光照次序生成的指定灰度级的着色图像执行平滑化操作时，指定区域中包含的像素值的变化小于在对根据未修改后的光照次序生成图像情况下像素值的变化。然后，通过反映出修改后的光照次序在矩阵区域中确定阈值，以生成能够抑制生成的网点图像中出现粒状物的阈值矩阵。



1、一种阈值矩阵生成方法，用于生成在生成网点图像的过程中与灰度级原始图像进行比较的阈值矩阵，其中该网点图像用于表示所述原始图像，该方法包括如下步骤：

a) 为其内生成有阈值矩阵的矩阵区域内的各位置设定光照次序的序号，从而随预定范围内的灰度级的增大随机地发生网点区域的点的连接，所述光照次序表示随灰度级的增大在所述网点区域中包含的像素的位置的序号；

b) 基于灰度级的所述预定范围内的指定灰度级，二分化所述矩阵区域中的所述序号以生成着色图像；

c) 通过在所述着色图像上执行平滑化操作，生成灰度级评估图像；

d) 通过基于所述评估图像中对应像素的值，改变至少指定区域中包含的位置的序号来修改所述光照次序，所述指定区域对应于所述着色图像中网点区域的边界周围的区域；以及

e) 通过反映出修改后的光照次序，确定所述矩阵区域中的阈值，其中按照所述修改后的光照次序的序号，执行步骤 b) 和 c) 而生成的灰度级图像中的所述指定区域中包含的像素值的变化，小于按照所述步骤 a) 中设定的所述光照次序的序号，执行步骤 b) 和 c) 而生成的灰度级图像中的所述指定区域中包含的像素值的变化。

2、如权利要求 1 所述的阈值矩阵生成方法，其中

在所述步骤 a) 中，在所述矩阵区域中设定多个半色调单元，并且在所述矩阵区域内的各位置中将光照次序的序号设定为使得网点区域根据所述多个半色调单元的形状而随灰度级的改变而变化。

3、如权利要求 2 所述的阈值矩阵生成方法，其中

在所述步骤 a) 中，将所述多个半色调单元以不规则的形状随机地设定在所述矩阵区域中。

4、如权利要求 2 所述的阈值矩阵生成方法，其中

在所述多个半色调单元中包含多个加亮侧半色调单元和多个阴暗侧半色调单元，每个所述加亮侧半色调单元的网点区域随着加亮侧灰度级的增大而从中心向外围部分生长，每个所述阴暗侧半色调单元的网点区域随着阴暗

侧灰度级的增大而从外围部分向中心生长。

5、如权利要求1所述的阈值矩阵生成方法，其中通过执行所述步骤c)中的所述平滑化操作，从所述着色图像中去除半色调结构，并且

所述步骤d)包括这样一种计算，即，所述矩阵区域中的至少所述指定区域中包含的每个位置的所述光照次序的序号除以所述评估图像中对应像素的值，或者这样一种计算，即，从所述序号中减去所述对应像素的所述值。

6、如权利要求1所述的阈值矩阵生成方法，其中在所述步骤d)中，通过利用一函数来放大所述指定区域中包含的每个位置的序号的改变程度，其中该函数的输出值随着输入的序号逐渐接近所述光照次序的中值而变大。

7、如权利要求1所述的阈值矩阵生成方法，其中所述平滑化操作中使用的过滤器是移动平均过滤器。

8、如权利要求1所述的阈值矩阵生成方法，其中所述平滑化操作中使用的过滤器是高斯过滤器。

9、如权利要求1至8中任一所述的阈值矩阵生成方法，其中所述平滑化操作中使用的过滤器的尺寸在相对于所述矩阵区域的行方向和列方向上，均不小于加亮侧灰度级的网点区域中生成的点的中心之间平均距离的一倍并且不大于该平均距离的4.25倍。

10、一种阈值矩阵生成设备，用于生成在生成网点图像的过程中与灰度级原始图像进行比较的阈值矩阵，其中该网点图像用于表示所述原始图像，该阈值矩阵生成设备包括：

光照次序设定部件，其为矩阵区域内的各位置设定光照次序的序号，从而随预定范围内的灰度级的增大随机地发生网点区域的点的连接，所述光照次序表示随灰度级的增大在所述网点区域中包含的像素的位置的序号，其中在所述矩阵区域中生成有阈值矩阵；

着色图像生成器，其基于灰度级的所述预定范围内的指定灰度级，二元化所述矩阵区域中的所述序号以生成着色图像；

评估图像生成器，其通过在所述着色图像上执行平滑化操作，生成灰度级评估图像；

光照次序修改部件，其通过基于所述评估图像中对应像素的值，改变至少指定区域中包含的位置的序号来修改所述光照次序，所述指定区域对应于所述着色图像中网点区域的边界周围的区域；以及

阈值确定部件，其通过反映出修改后的光照次序，确定所述矩阵区域中的阈值，其中

按照所述修改后的光照次序的序号，执行所述着色图像生成器和所述评估图像生成器中的操作而生成的灰度级图像中的所述指定区域中包含的像素值的变化，小于按照由所述光照次序设定部件设定的所述光照次序的序号，执行所述着色图像生成器和所述评估图像生成器中的操作而生成的灰度级图像中的所述指定区域中包含的像素值的变化。

11、如权利要求 10 所述的阈值矩阵生成设备，其中

所述光照次序设定部件在所述矩阵区域中设定多个半色调单元，并且在所述矩阵区域内的各位置中将光照次序的序号设定为使得网点区域根据所述多个半色调单元的形状而随灰度级的改变而变化。

12、如权利要求 11 所述的阈值矩阵生成设备，其中

所述光照次序设定部件将所述多个半色调单元以不规则的形状随机地设定在所述矩阵区域中。

13、如权利要求 11 所述的阈值矩阵生成设备，其中

在所述多个半色调单元中包含多个加亮侧半色调单元和多个阴暗侧半色调单元，每个所述加亮侧半色调单元的网点区域随着加亮侧灰度级的增大而从中心向外围部分生长，每个所述阴暗侧半色调单元的网点区域随着阴暗侧灰度级的增大而从外围部分向中心生长。

14、如权利要求 10 所述的阈值矩阵生成设备，其中

通过在所述评估图像生成器中执行所述平滑化操作，从所述着色图像中去除半色调结构，并且

所述光照次序修改部件执行这样一种计算，即，所述矩阵区域中的至少所述指定区域中包含的每个位置的所述光照次序的序号除以所述评估图像中对应像素的值，或者这样一种计算，即，从所述序号中减去所述对应像素的所述值。

15、如权利要求 10 所述的阈值矩阵生成设备，其中

所述光照次序修改部件通过利用一函数来放大所述指定区域中包含的每个位置的序号的改变程度，其中所述函数的输出值随着输入的序号逐渐接近所述光照次序的中值而变大。

16、如权利要求 10 至 15 中任一所述的阈值矩阵生成设备，其中所述平滑化操作中使用的过滤器的尺寸在相对于所述矩阵区域的行方向和列方向上，均不小于加亮侧灰度级的网点区域中生成的点的中心之间平均距离的一倍并且不大于该平均距离的 4.25 倍。

阈值矩阵生成方法、阈值矩阵生成设备以及记录介质

技术领域

本发明涉及一种阈值矩阵，在生成表示灰度级原始图像的网点图像的过程中将该阈值矩阵与灰度级原始图像进行比较。

背景技术

在从灰度级图像制作打印数据或者印刷板数据的许多情况下，使用网点图像的创建方法作为一种半色调法(halftoning method)。点形状的公知类型有方形、链状、椭圆形、圆形等。在通用的 AM（调幅）半色调法中，通过改变构成网点图像的点的尺寸而不是改变点的数量来进行灰度级显示。但是，由于这些点被有规则地排列，所以各个点几乎同时以指定的灰度级（指定色调值的灰度级）与相邻点连接，并且即使需要灰度级的变化是连续的，灰度级的变化看起来也是不连续的。这就是所谓的色调跳跃（tone jump）。并且，还存在一种在由周期图像生成的网点图像中出现波纹的问题。

日本特许公开 No. 3427026（文献 1）公开一种在不规则地排列半色调单元（halftone cell）的中心之后随机地执行点连接的方法，并且美国专利 No. 5,859,955（文献 2）公开一种在随机分布的同时排列多个加亮侧半色调单元中心和多个阴暗侧半色调单元中心的方法。在使用这些方法的情况下，抑制了波纹的出现，根据网点的生长方法在灰度级的较宽范围内（例如，在覆盖中灰度级周围的所有灰度级的约 20%到 30%的范围）发生点连接，因此减少了色调跳跃。

日本特许公开 No. 3481423（文献 3）的 0021 段中公开的技术为通过使用过滤器对着色（tint）图像执行平滑化操作，该过滤器的尺寸相对于每个行方向和列方向均为网点区域中的点的中心之间平均距离的 4.25 倍。

但是，在采用文献 1 和 2 的方法的情况下，在发生点连接的灰度级的范围内不规则地混合通过连接相邻点而形成的大簇和作为多个隔离的点的小簇，这样会造成生成的网点图像中出现粒状物（graininess）。

发明内容

本发明旨在提供一种阈值矩阵生成方法，其用于生成在生成表示灰度级原始图像的网点图像的过程中与灰度级原始图像进行比较的阈值矩阵。本发明的目的是生成能够抑制在生成的网点图像中出现粒状物的阈值矩阵。

该阈值矩阵生成方法包括如下步骤：a) 为其中生成有阈值矩阵的矩阵区域内的各位置设定光照次序的序号，从而随预定范围内的灰度级的增大随机地发生网点区域的点的连接，所述光照次序表示随灰度级的增大在所述网点区域中包含的像素的位置的序号；b) 基于灰度级的所述预定范围内的指定灰度级，二分化所述矩阵区域中的所述序号以生成着色图像；c) 通过在所述着色图像上执行平滑化操作而生成灰度级评估图像；d) 通过基于所述评估图像中对应的像素的值，改变至少指定区域中包含的位置的序号而修改所述光照次序，所述指定区域对应于所述着色图像中网点区域的边界周围的区域；以及e) 通过反映出修改后的光照次序来确定所述矩阵区域中的阈值，在该方法中，按照所述修改后的光照次序中的序号，执行步骤b)和c)而生成的灰度级图像中所述指定区域中包含的像素的值的变化的变化，小于按照所述步骤a)中设定的所述光照次序中的序号，执行步骤b)和c)而生成的灰度级图像中所述指定区域中包含的像素的值的变化的变化。

根据本发明，能够抑制通过使用阈值矩阵生成的网点图像中出现粒状物。

通常，在所述步骤a)中，在矩阵区域中设定多个半色调单元，并且在矩阵区域内的各位置中设定光照次序的序号，以使网点区域根据多个半色调单元的形状而随灰度级的改变而变化。并且，优选地，在所述步骤a)中，将多个半色调单元以不规则的形状随机地设定在矩阵区域中。

根据本发明的一个优选实施例，在步骤a)中设定多个半色调单元，其中包含多个加亮侧半色调单元和多个阴暗侧半色调单元，每个加亮侧半色调单元的网点区域根据加亮侧灰度级的增大而从中心向外围部分生长，每个阴暗侧半色调单元的网点区域根据阴暗侧灰度级的增大而从外围部分向中心生长，由此生成能够生成较佳网点的阈值矩阵。

根据本发明的另一优选实施例，通过执行步骤c)中的平滑化操作，从着色图像中去除半色调结构，并且所述步骤d)包括这样一种计算，即矩阵

区域中的至少指定区域中包含的每个位置的光照次序的序号除以评估图像中对应的像素的值，或者这样一种计算，即从序号中减去对应的像素的值，由此适当地改变指定区域中包含的每个位置的光照次序的序号。

根据本发明的又一优选实施例，在所述步骤 d) 中，通过使用随着输入的序号逐渐接近光照次序的中值、其输出值变大的函数，放大指定区域中包含的每个位置的序号的改变程度，由此适当地改变指定区域中包含的每个位置的光照次序的序号。

根据本发明的方案，使平滑化操作中使用的过滤器的尺寸相对于矩阵区域的行方向和列方向，均不小于加亮侧灰度级的网点区域中生成的点的中心之间平均距离的一倍并且不大于该平均距离的 4.25 倍。这样能够对着色图像适当地执行平滑化操作。

本发明还旨在提供一种阈值矩阵生成设备，用于生成在生成表示灰度级原始图像的网点图像的过程中与灰度级原始图像进行比较的阈值矩阵。

本发明还旨在提供一种记录阈值矩阵的数据的计算机可读记录介质。

从结合附图对本发明的下述详细说明中，本发明的这些以及其它目的、特点、方案和优点将变得更加清楚。

附图说明

图 1 是示出图像记录系统的结构的视图；

图 2 是示出信号发生电路的组成元件和记录机构的方框图；

图 3 是示出重复区域和阈值矩阵的视图；

图 4 是示出由计算机实现的功能的结构方框图；

图 5 是示出用于生成阈值矩阵的操作流程的流程图；

图 6 是示出参考点被叠加在矩阵区域中排列的单元中心上的状态的视图；

图 7 是示出设置半色调单元的状态的视图；

图 8 是表示矩阵区域中排列的各位置的光照次序的序号的图；

图 9 是示出灰度级图像的视图；

图 10 是示出由网点表示渐变图像的情况下网点图像的视图；

图 11 是示出着色图像的视图；

图 12 是示出评估图像的视图；
图 13 是示出着色图像的视图；以及
图 14 是示出灰度级图像的视图。

具体实施方式

图 1 是示出根据本发明第一优选实施例的图像记录系统 1 的结构视图。图像记录系统 1 包括计算机 11 和图像记录设备 12，并且图像记录设备 12 接收来自计算机 11 的信号并通过使用来自多路激光器等的光束而将网点记录在用作网点记录介质的印刷板上。图像记录设备 12 可以是诸如分别使用感光鼓或者打印纸作为网点记录介质的电子照相印刷设备或者喷墨打印机的另一种记录模式的印刷设备。

计算机 11 具有通用计算机系统的构造，其中用于执行各种计算的 CPU 101、用于存储基本程序的 ROM 102 和用于存储各种信息的 RAM 103 均与总线连接。在适当时通过接口 (I/F)，下述部件也与总线连接：图像存储器 104，用于存储待由网点（网屏）表示的灰度级图像（在下文中称为“原始图像”）的数据；硬盘 105，用于存储信息；显示器 106，用于显示各种信息；键盘 107a 和鼠标 107b，用于接收操作者的输入；读取器/记录器 108，用于读取诸如光盘、磁盘或者磁光盘的计算机可读记录介质 91a 中的信息，并且将信息写入至记录介质 91b；以及用于与图像记录设备 12 进行通信的通信部件 109。

图像记录设备 12 包括：鼓 121，在其端面上固定印刷板 8；记录头 122，用于朝印刷板 8 输出以多路调制的光束；信号发生电路 123，用于产生待发送至记录头 122 的网点图像的信号；驱动机构，用于通过相对于印刷板 8 旋转鼓 121 来扫描记录头 122，并且沿鼓 121 的旋转轴移动记录头 122；等等。在下面的说明中，“像素”是指用于记录（写入）到图像记录设备 12 中的一个单位，并且对应一束光束的一个点（spot）。

在计算机 11 中，通过读取器/记录器 108 从记录介质 91a 中预先读出程序 92，并将其存储在硬盘 105 中。然后，将程序 92 复制在 RAM 103 中，并且 CPU 101 根据 RAM 103 中的程序 92 执行计算（也就是说，计算机 11 运行程序），由此计算机 11 用于生成阈值矩阵（SPM（网点模型存储器）

数据) 710 的阈值矩阵生成部件, 所述阈值矩阵待用于形成网点, 随后将进行说明。稍后将对阈值矩阵生成部件进行说明。

通过通信部件 109 将阈值矩阵 710 和图像存储器 104 中存储的灰度级原始图像的数据发送至图像记录设备 12, 图像记录设备 12 中的信号发生电路 123 产生用于表示原始图像的网点的信号, 并且在相对于印刷板 8 扫描记录头 122 的同时, 基于网点信号将网点记录在印刷板 8 上。

在用于生成网点图像的图像记录系统 1 中, 在印刷板 8 上记录网点可被视为网点图像的(物理)形成, 而网点信号的产生可被视为网点图像的(非物理)形成。利用计算机 11 可由软件执行网点信号的产生, 在这种情况下, 计算机 11 是一种根据原始图像单独形成网点图像的设备。

图 2 是示出图像记录设备 12 中的信号发生电路 123 的组成元件和记录机构 120 的方框图。记录机构 120 对应于鼓 121、记录头 122、用于驱动这些元件的机构、用于控制这些元件的电路等。

信号发生电路 123 包括: 图像存储器 21, 用于存储灰度级原始图像的数据; X 地址发生器 22a 和 Y 地址发生器 22b, 分别用于生成原始图像中的副扫描地址(X 地址)和主扫描地址(Y 地址); SPM(网点模型存储器) 23, 用于存储由计算机 11 生成的阈值矩阵 710; x 地址发生器 24a 和 y 地址发生器 24b, 分别用于生成阈值矩阵 710 中的副扫描地址(x 地址)和主扫描地址(y 地址); 以及比较器 25。

如图 3 所示, 在创建原始图像的网点时, 原始图像 70 被分割成许多具有相同尺寸的区域以设定重复区域 71, 每个重复区域 71 均用作一个创建网点的单位。SPM 23 具有对应于一个重复区域 71 的存储区域, 并且为存储区域的每个地址(坐标)设定阈值以存储阈值矩阵 710。然后, 在概念上, 将原始图像 70 的每个重复区域 71 与阈值矩阵 710 叠加, 并且将重复区域 71 中每个像素的值与阈值矩阵 710 中对应的阈值进行比较, 由此确定是否应当在网点记录介质上的像素的位置上执行记录。因此, 如果原始图像 70 的像素的值是一致的, 则在具有某一地址的像素上执行记录, 在该地址, 小于像素的值的阈值被设定在阈值矩阵 710 中; 并且在宏观上, 生成均匀的网点。实际上, 由于原始图像 70 具有渐变性(即, 具有各种像素的值的部位), 因此网点在重复区域 71 中按照原始图像 70 的渐变性而变化。

下面将参照图 2 具体说明网点的创建。分别根据 X 地址发生器 22a 中的 X 地址和 Y 地址发生器 22b 中的 Y 地址，从图像存储器 21 中读出原始图像中一个像素的值。另一方面，分别通过 x 地址发生器 24a 和 y 地址发生器 24b 获得与原始图像中的 X 地址和 Y 地址对应的重复区域中的 x 地址和 y 地址，并且由此指定阈值矩阵 710 中的一个阈值，并且将其从 SPM 23 中读出。比较器 25 比较图像存储器 21 中的像素的值与 SPM 23 中的阈值，并且在像素的值大于阈值时，产生表示在像素的位置上应当执行记录的信号。

如果原始图像是多色图像，则将彩色分量指定信号 81 输入至图像存储器 21、SPM 23 和记录机构 120 的通道转换部件 120a，下面将说明在这种情况下记录机构 120 的运作。

下面将说明用于生成表示灰度级原始图像的网点图像的图像记录系统 1 的运作。在由图像记录系统 1 生成网点图像的过程中，首先，计算机 11 生成用于生成网点图像的阈值矩阵 710。

图 4 是示出在 CPU 101 根据程序 92 运行时由 CPU 101、ROM 102、RAM 103、硬盘 105 等实现的功能的结构方框图，图 5 是示出用于生成阈值矩阵 710 的计算机 11 的操作流程的流程图。在图 4 中，阈值矩阵生成部件 3（光照次序设定部件 31、着色图像（tint image）生成器 32、评估图像生成器 33、光照次序修改部件 34 和阈值确定部件 35）表示由 CPU 101 等实现的功能。阈值矩阵生成部件 3 的这些功能可由专用的电路实现，或者可由专用的电路实现一部分。

在阈值矩阵 710 的生成过程中，首先，阈值矩阵生成部件 3 的光照次序设定部件 31 设定用于存储阈值矩阵 710 的矩阵区域，并且规则地排列半色调单元的中心（每个半色调单元的中心大致对应于用于表示网点图像的网点区域的中心的位置，下文中称为“单元中心”）。每个半色调单元用作用于形成网点的区域的单位。在该优选实施例的情况下，提供了加亮侧点单元和阴暗侧点单元，在每个加亮侧点单元中，点状网点区域随原始图像的加亮侧灰度级的变化而变化，而在每个阴暗侧点单元中，环状网点区域随阴暗侧灰度级的变化而变化，并且如图 6 所示，多个加亮侧单元中心 731 和多个阴暗侧单元中心 741 在矩阵区域 720 中以相同的间距在行方向和列方向上规则地排列。

随后，通过预定的方法以随机方式将参考点 751 几乎均匀地排列在矩阵区域 720 中，所述参考点 751 的数量比单元中心 731 和 741 的数量少很多。此时，由于矩阵区域 720 对应于图 3 中所示的重复区域 71，所以每个参考点 751 被认为均在水平方向和垂直方向上重复。考虑到矩阵区域 720 的重复，所以将最近的参考点 751 指定用作多个加亮侧单元中心 731 和多个阴暗侧单元中心 741 中包含的每个单元中心。在图 6 中，对于由虚线划分的每个区域中包含的单元中心 731 和 741，将相同区域中包含的参考点 751 指定为最近的一个参考点，并且每个区域可被认为是该区域中包含的参考点 751 的领域。

(考虑到矩阵区域 720 的重复)计算机 11 计算每个单元中心 731 和 741 与最近的参考点 751 之间的距离。然后，通过预定的计算来获得相对于每个单元中心 731 和 741 的旋转角度，并且这些单元中心 731 和 741 在相同的旋转方向上绕最近的参考点 751 旋转。此时，随着单元中心 731 或 741 与最近的参考点 751 之间的距离变大，相对于每个单元中心 731 和 741 的旋转角度变小。在图 6 的左上方和左下方的区域中，距离参考点 751 较远的较短箭头 62 表示：随着单元中心与最近的参考点 751 之间的距离变大，相对于每个单元中心 731 和 741 的旋转角度变小。在右上方的区域中，箭头 63 在概念上表示：随着单元中心与参考点 751 之间的距离变大，每个单元中心的旋转角度变小。

随后，根据需要，通过使用 Voronoi 镶嵌法提高矩阵区域 720 中多个加亮侧单元中心 731 和多个阴暗侧单元中心 741 的分布均匀性。通过上述操作，完成对矩阵区域 720 中以随机方式几乎均匀地排列的单元中心 731 和 741 的设定（步骤 S11）。在设定几乎均匀分布的单元中心 731 和 741 之后，确定用于矩阵区域 720 的阈值。在确定阈值的过程中，首先，将均作为用于创建网点的单位的半色调单元设在每个单元中心 731 和 741 的周围（步骤 S12）。图 7 是示出分别在单元中心 731 和 741 的周围设置多边形半色调单元 73 和 74 的状态的视图，并且加亮侧半色调单元 73 对应于加亮侧单元中心 731，阴暗侧半色调单元 74 对应于阴暗侧单元中心 741。考虑到矩阵区域 720 在水平方向和垂直方向上均是重复的，所以将半色调单元 73 和 74 设置在矩阵区域 720 中。

例如以下述方式执行对半色调单元的设定。首先，为了确定矩阵区域 720

中的一个位置属于哪一个单元中心 731 和 741，求取该位置与每个单元中心 731 和 741 之间的距离的平方作为评估值。在计算用于一个单元中心 731 或者 741（下文中称为“指定单元中心”）的评估值的过程中，考虑到矩阵区域 720 在水平方向和垂直方向上均是重复的，所以选择多个指定点中心中最接近指定位置的一个指定点中心作为计算评估值的对象。然后，确定这个位置应当属于具有最小评估值的单元中心 731 或者 741。通过对所有位置执行上述计算，矩阵区域 720 被分割成围绕单元中心 731 和 741 的半色调单元 73 和 74，并且将多个半色调单元 73 和 74 以不规则的形状随机地设置在矩阵区域 720 中，如图 7 所示。

当完成对半色调单元 73 和 74 的设定时，接下来，为每个半色调单元 73 和 74 中所有位置的每个位置获得第一阶段评估值。例如，用作第一阶段评估值的是该位置与包含该位置的半色调单元 73 或 74 的单元中心 731 或 741 之间的距离。然后，将依次加 1 的整数的编号从具有最小的第一阶段评估值的位置起顺序地分配给每个半色调单元 73 或者 74 中的所有位置，并且将当前分配的编号除以组成半色调 73 或者 74 的位置的总数以获得由半色调单元的尺寸标准化的第二阶段评估值（范围从 0.0 至 1.0）。这样能够将较小的评估值分配给距离单元中心 731 或 741 较近的位置。

下一步，对于每个阴暗侧半色调单元 74，第二阶段评估值变为通过将 2 减去第二阶段评估值而获得的值。这样为阴暗侧半色调单元 74 的多个位置提供了每个值都在范围 2.0 至 1.0 的评估值，并且随着距离阴暗侧单元中心 741 的位置越近，第二阶段评估值变得越大。然后，将依次加 1 的整数的编号顺序地分配给矩阵区域 720 中的所有位置，由此为矩阵区域 720 中的各位置设定光照次序的序号（S13）。光照次序表示随着原始图像的灰度级的增大，包含网点区域中的网点图像的像素的次序。在设定光照次序的矩阵区域 720 中，当位置的总数为 N 时，将范围从 0 至 $(N-1)$ 的光照次序的序号分配给各位置，由图 8 的线 61 示出在矩阵区域 720 中某个方向上笔直排列的各位置的光照次序的序号。

示出矩阵区域 720 中的半色调单元 73 和 74 的图 7 还表示出随着原始图像的灰度级的变化在半色调单元 73 和 74 中待形成的各网点区域的尺寸变化。在如线 73a 至 73c 所示的加亮侧半色调单元 73 中，网点区域（点）随着

原始图像的加亮侧灰度级的增加而从中心向外围部分生长，并且在如线 74a 至 74c 所示的阴暗侧半色调单元 74 中，网点区域随着阴暗侧灰度级的增加（空白点紧缩）而从外围部分向中心生长。在图 7 中，由于获得的每个位置的第一阶段评估值是该位置与单元中心 731 或 741 之间的距离，所以每个网点区域的边界具有如线 73a 至 73c 或者 74a 至 74c 所示的（理想）圆环形。相对于各半色调单元 73 和 74，由于网点区域不会变得大于相应的半色调单元 73 和 74，所以矩阵区域 720 中的网点区域根据半色调单元 73 和 74 的形状随灰度级的变化而变化。

如果用随后将说明的方法，根据网屏（screening）中灰度级的编号（相当于在该优选实施例中原始图像中的灰度级的编号）（在生成阈值矩阵 710 的过程中）在设定给矩阵区域 720 的光照次序上执行灰度级的减小（即，序号的减小），则将阈值分配给每个位置，并且生成对应于矩阵区域 720 的阈值矩阵。当阈值矩阵中的每个位置被视为一个像素并且分配给该位置的阈值被视为该像素的值，则阈值矩阵被表示为图 9 中所示的灰度级图像。当利用待由网点表示的阈值矩阵来处理某一图像时，（在该图像中，列方向上的灰度级（像素值）不变而行方向上的灰度级呈线性变化例如从 0 至 255（所谓的渐变图像）），获得图 10 所示的网点图像。部分地参照图 10 的与灰度级一致的网点图像，可用看出：以某灰度级局部地开始连接加亮侧半色调单元中生成的网点区域中的多个点（一个点对应于图 10 中低灰度级范围内的一个实心区域），这种连接在所有的加亮侧半色调单元中逐渐地展开，而且在阴暗侧半色调单元中包含的网点区域中继续点的连接，最后在另一灰度级中完成点的连接（即，所有空白点被完全隔离，并且网点区域表示在这种状态下的网格状记录区域）。

如上所述，在图 5 的步骤 S13 中，为矩阵区域 720 中的各位置设定光照次序的序号，从而随着从一个灰度级到另一灰度级的预定范围（在该范围中，中心值几乎为其中色调值（单位区域中网点区域的比例）变成 50% 的中间灰度级，在下文中将这个范围称为“连接发生范围”）内的灰度级的增大，随机地发生网点区域的点的连接。

着色图像生成器 32 生成图 11 所示的二元着色图像（步骤 S14），其中，矩阵区域 720 中其光照次序的序号小于 $(N/2)$ （即，小于光照次序的中值）

的每个位置被视为值为“0”的像素，而其序号等于或者大于 $(N/2)$ 的每个位置被视为值为“255”的像素。这种处理相应于例如执行这样一种程序写入：如果序号 $< (N/2)$ ，则像素值=0；否则像素值=255。在图 11 中，黑色区域对应于值为“0”的像素，而白色区域对应于值为“255”的像素。步骤 S14 中着色图像的生成与一般的着色图像的生成略微不同之处在于使用了阈值矩阵。光照次序中的中值 $(N/2)$ 对应于网屏中的中间灰度级，并且图 11 中的着色图像的色调值为 50%，但是如果灰度级被包含在连接发生范围内，则用于生成着色图像的灰度级可以不是中间灰度级。换句话说，着色图像生成器 32 基于连接发生范围内的指定灰度级二元化矩阵区域 720 中的序号，以生成对应于矩阵区域 720 的着色图像。着色图像中的每个像素的值可以是除了 0 或者 255 之外的 0 或者 63、0 或者 4095 等等。

在生成着色图像之后，评估图像生成器 33 准备一移动平均过滤器，其使相对于矩阵区域 720 的各行方向和列方向上的尺寸等于加亮侧灰度级中网点区域中生成的点的中心之间的距离（即，在通过光照次序设定部件 31 操作之后加亮侧单元中心 731 之间的平均距离）。通过使用移动平均过滤器在着色图像上执行平滑化操作以生成图 12 中所示的灰度级图像（下文中称为“评估图像”）（步骤 S15）。在图 12 中所示的评估图像中，保留了与图 11 的着色图像中网点区域（图 11 的黑色区域）的分布具有相同特点的密度分布，也几乎保持了着色图像的半色调结构，并且还出现了表示网点区域的分布不均匀的分量。

在生成评估图像之后，光照次序修改部件 34 通过根据评估图像中对应像素的值改变矩阵区域 720 中各位置的序号来修改光照次序（步骤 S16）。具体地说，首先，根据像素的数量，将评估图像中每个像素的值（这里是范围从 0 至 255 的任意值）离散地换算为范围从 0 至 $(N-1)$ 的任意值，并将其扩大，并且换算的值被视为色调评估值。此时，评估图像中的色调评估值的平均值变成 $(N/2)$ ，图 12 所示的评估图像中具有相对较低密度的区域（宏观上的白色区域）包括许多具有大于平均值 $(N/2)$ 的色调评估值的像素，而具有相对较高密度的区域（宏观上的黑色区域）包括许多具有小于平均值 $(N/2)$ 的色调评估值的像素。随后，通过 Eq.1 的计算获得修改的评估值 C_i ，其中 A_i 是矩阵区域 720 中每个位置 i 的光照次序的序号， B_i 是评估图像中

对应的像素的色调评估值，并且 $(N/2)$ 是光照次序的中值。在 Eq.1 中， $(\text{abs}(\alpha))$ 表示 α 的绝对值，并且 D_i 表示灰度级依赖系数。

$$C_i = A_i - (B_i - N/2) \times D_i \dots \text{Eq.1}$$

$$\text{其中 } D_i = 1.0 - \text{abs}(A_i - N/2) / (N/2)$$

然后，将改变的序号（依次加 1 的整数的编号）从具有最小的修改评估值的位置起，顺序地分配给矩阵区域 720 中的各位置。从而，光照次序修改部件 34 将小于原始序号的修改评估值分配给矩阵区域 720 中与图 12 所示的评估图像中具有低密度的区域对应的多数位置，并且进行这样的改变，即使得这些位置的光照次序的序号变低。另一方面，光照次序修改部件 34 将大于原始序号的修改评估值分配给矩阵区域 720 中与评估图像中具有高密度的区域相对应的多数位置，并且进行这样的改变，即使得在这些位置的光照次序的序号变高。

下一步，对于矩阵区域 720 中与着色图像中网点区域的边界周围的区域对应的那些区域（例如，在连接发生范围内灰度级递增的网点区域中新包含的像素簇，此后，矩阵区域 720 中的这些区域被称为“指定区域”，并且在其它图像中对应的区域也被称为指定区域），由于 Eq.1 的灰度级依赖系数 D_i 是这样一个函数，其中随着输入的光照次序的序号 A_i 越接近光照次序的中值 $(N/2)$ ，输出值就变得越大，所以指定区域中包含的每个位置的序号的改变程度被增大。另一方面，由于灰度级依赖系数 D_i 在远离矩阵区域 720 中指定区域的位置中变小，所以序号的改变程度变得很小。也可以使用其它函数作为 Eq.1 的灰度级依赖系数，只要其随着输入的序号越接近光照次序的中值而输出更大的值（如下列说明）即可。替代灰度级依赖系数，可以例如使用这样的函数：在对应于色调值范围是 30% 至 70% 的光照次序的序号范围内，输出值变为“1”，在其它范围内，输出值变为“0”。

利用图 5 的步骤 S14 的操作，如果矩阵区域 720 中，光照次序的序号小于中值 $(N/2)$ 的每个位置被视为值为“0”的像素并且序号等于或者大于 $(N/2)$ 的每个位置被视为值为“255”的像素，则生成对应于具有修改光照次序的矩阵区域 720 的二元着色图像。图 13 是示出着色图像的视图。同样在图 13 中，黑色区域对应于值为“0”的像素。此外，当对图 13 的着色图像执行与步骤 S15 中的操作相同的平滑化操作时，生成图 14 所示的灰度级图像。然

后比较图 12 的评估图像（即，通过对根据修改前的光照次序产生的指定灰度级的着色图像执行平滑化操作而获得的图像）与图 14 的灰度级图像，至少在指定的区域中，在图 14 的图像中像素值的变化小于图 12 的评估图像中的像素值变化。根据需要改变执行平滑化操作中使用的过滤器的类型或者尺寸，对具有修改后的光照次序的矩阵区域 720 重复执行步骤 S14 至 S16 的操作，然后，可将矩阵区域 720 中各位置的光照次序的序号变成更优选的序号。

在获取修改后的光照次序之后，根据网屏中灰度级的编号（等于该优选实施例中原始图像中的灰度级的编号），阈值确定部件 35 缩小修改后的光照次序的灰度级（序号）。缩小灰度级的技术是：矩阵区域 720 中位置的总编号例如是 N ，原始图像中灰度级的编号是 M （这里， $256 (= 8\text{bit})$ ），分配给各位置的修改后的光照次序的序号（0 至 $(N-1)$ ）与 $((M-1)/(N-1))$ 相乘，并且将范围从 0 至 $(M-1)$ 的阈值分配给各位置。以这种方式，通过反映（reflect）出修改后的光照次序来确定最终的阈值，并且生成对应于矩阵区域 720 的阈值矩阵 710（参照图 1）（步骤 S17）。

当由计算机 11 完成阈值矩阵 710 的生成时，将阈值矩阵 710 和图像存储器 104 中存储的原始图像的数据通过通信部件 109 发送至图像记录设备 12，并分别存储在图 2 所示的 SPM 23 和图像存储器 21 中，如前所述。借此操作，将与半色调单元 73 的网点区域的生长对应的一组阈值设定在 SPM 23 中与矩阵区域 720 具有相同尺寸的存储区域中。然后，将图像存储器 21 中存储的原始图像中每个像素值和 SPM 23 中阈值矩阵 710 中对应的阈值输入至比较器 25，图像记录设备 12 中的信号发生电路 123 产生网点图像的信号，并且记录头 122 记录该网点图像。具体地，当原始图像的像素值大于阈值时，由记录机构 120 将光发射到对应于该像素的印刷板 8 的位置，由此进行记录。

虽然上面已经说明了用于生成网点图像的操作，但是在生成阈值矩阵 710 的过程中，光照次序修改部件 34 可通过计算 Eq.2 或者 3 替代计算 Eq.1 来获得修改评估值 C_i ，并且可获得修改后的光照次序。在 Eqs.2 或者 3 中， A_i 是矩阵区域 720 中每个位置 i 的光照次序的序号， B_i 是评估图像中对应像素的色调评估值， $(N/2)$ 是光照次序的中值， $(\text{abs}(\alpha))$ 表示 α 的绝对值， D_i 表示灰度级依赖系数，并且 E_i 表示色调修正系数。色调修正系数的平均值变为 1，评估图像中具有相对较低密度的区域（即，具有值大于 $(N/2)$ 的

区域)包括其中对应的色调修正系数大于1的许多像素,并且具有相对较高密度的区域包括其中对应的色调修正系数小于1的许多像素。利用这种操作,在对其执行平滑化操作的着色图像中,光照次序被修改,以使指定区域中密度的不均匀度被减小,和 Eq.1 一样。

$$C_i = A_i \times (1.0 - (E_i - 1.0) \times D_i) \quad \dots \text{Eq.2}$$

其中, $D_i = 1.0 - \text{abs}(A_i - N/2) / (N/2)$ 并且

$$E_i = B_i / (N/2)$$

$$C_i = A_i / (1.0 + (E_i - 1.0) \times D_i) \quad \dots \text{Eq.3}$$

其中, $D_i = 1.0 - \text{abs}(A_i - N/2) / (N/2)$ 并且

$$E_i = B_i / (N/2)$$

替代 Eqs.2 和 3 中使用的灰度级依赖系数,可以例如使用这样的函数:在对应于色调值范围是 40%至 60%的光照次序的序号范围内,输出值变为“1”,在其它范围内,输出值变为“0”。

如上所述,在计算机 11 中,从矩阵区域 720 中设定的临时光照次序生成指定灰度级的着色图像,并且通过使用预定过滤器对着色图像执行平滑化操作,以生成灰度级评估图像。然后,基于评估图像中对应的像素的值,通过预定的计算修改矩阵区域 720 中各位置的光照次序的序号。对修改后的光照次序的序号执行步骤 S14 和 S15 从而生成的灰度级图像中指定区域中包含的像素值的变化变得小于对步骤 S13 中设定的光照次序的序号执行步骤 S14 和 S15 从而生成的灰度级图像中指定区域中包含的像素值的变化(也就是说,对根据修改后的光照次序生成的指定灰度级的着色图像执行平滑化操作从而生成的图像中指定区域中包含的像素值的变化变得小于对根据光照次序设定部件 31 设定的光照次序生成的相同灰度级的着色图像执行相同的平滑化操作从而生成的图像中指定区域中包含的像素值的变化)。上述着色图像中不均匀度的减小相当于通过使用阈值矩阵 710 生成的实际网点图像中不均匀度的减小,从而通过上述操作,能够生成这样的阈值矩阵 710,即,其在抑制出现波纹或者色调跳跃的同时,能够减小中值周围灰度级中的不均匀度并且抑制生成的网点图像中出现粒状物。

在保持着色图像的半色调结构的情况下的评估图像中,期望与矩阵区域 720 中远离指定区域的那些位置对应的评估图像中的像素值是极高或者极低

的，并且最好不要过度地基于这些值修改光照次序。从抑制网点图像中出现粒状物的角度，基于评估图像中对应的像素值，仅改变矩阵区域 720 中至少指定区域中包含的位置的光照次序的序号就足够了。相反地，在光照次序修改部件 34 中，由于通过使用灰度级依赖系数 D_i 减小远离指定区域的位置的序号的改变程度，并且有效地修改指定区域中包含的各位置的序号，所以能够适当地改变矩阵区域 720 中各位置的光照次序的序号（即，能够适当地修改光照次序）。

同样在图 5 的处理中获得的阈值矩阵 710 中，等于或者小于最大灰度级的一半的阈值被分配给加亮侧半色调单元 73 中的大多数位置，而等于或者大于最大灰度级的一半的阈值被分配给阴暗侧半色调单元 74 中的大多数位置。这样，利用原始图像中 50% 的灰度级作为界线，随着灰度级的变化带来的加亮侧半色调单元中网点区域的变化与阴暗侧半色调单元中网点区域的变化被转换，这能够使根据原始图像的灰度级变化的网点的变化特性在加亮侧和阴暗侧上是几乎对称的，并且优选地，由此能够形成网点。

存在这样一种情况：由计算机 11 的读取器/记录器 108 将生成的阈值矩阵 710 的数据记录在记录介质 91b 中，记录介质 91b 被携带到其它地方，并且在其它图像记录系统中的计算机读取记录介质 91b 中存储的数据，以产生网点图像。此外，存储阈值矩阵 710 的数据的记录介质 91b 可被分发，这样就能够各个地方通过使用通用计算机来生成具有较少粒状物的网点图像。当然可以通过互联网上的其它记录介质分发阈值矩阵 710 的数据。

如果原始图像是灰度级彩色图像，则将原始图像存储在用于每个彩色分量的图像存储器 21 中并且将阈值矩阵存储在用于每个彩色分量的 SPM 23。然后，如图 2 所示，彩色分量指定信号 81 被输入到记录机构 120 的图像存储器 21、SPM 23 和通道转换部件 120a 中，并且响应彩色分量指定信号 81 的转换，将每个彩色分量（色彩分离）的网点图像记录在网点记录介质中。

为每个彩色分量准备不同的阈值矩阵。例如，通过转移最初以有规则的形式排列的单元中心 731 和 741 的位置或者改变由光照次序设定部件 31 最初设定的参考点的位置，可以使矩阵区域 720 中设定的半色调单元的形状对于每个彩色分量都不同，然后修改光照次序。通过为每个彩色分量任意改变阈值矩阵，能够抑制重叠波纹。

下面将说明作为第二优选实施例的阈值矩阵生成部件 3 中的另一处理。在这种处理中, 仅图 5 的步骤 S15 和 S16 中的操作与第一优选实施例的操作不同。在由着色图像生成器 32 生成指定灰度级的着色图像之后(图 5: 步骤 S14), 对着色图像进行平滑化操作, 直到去除半色调结构, 从而生成灰度级评估图像(步骤 S15)。

作为这里的平滑化操作, 可以采用上述文献 3(日本特许公开 No. 3481423)中公开的方法。具体地, 使用这样一种高斯过滤器, 相对于矩阵区域的每个行方向和列方向上, 该高斯过滤器的尺寸是加亮侧灰度级的网点区域中生成的点的中心之间平均距离的 4.25 倍, 并且对着色图像执行平滑化操作。这样能够去除着色图像的半色调结构, 并且提取到表示点分布中不均匀度的密度的微小差别。

然后, 根据像素的数量(矩阵区域中位置的总数), 将范围从 0 至 255 的每个值离散地换算为范围从 0 至 (N-1) 的任意值, 并且通过换算评估图像中的每个像素而获得到的变换值被视为色调评估值。此时, 评估图像中色调评估值的平均值变成 (N/2), 评估图像中具有相对较低密度的区域中包含的大多数像素的色调评估值略高于平均值 (N/2), 具有相对较高密度的区域中包含的大多数像素的色调评估值略低于平均值 (N/2), 并且色调评估值的最大值与最小值之差小于几乎保持半色调结构的上述评估图像中的差值。

随后, 在光照次序修改部件 34 中, 通过计算 Eq.4 获得修改评估值 C_i , 然后获得修改后的光照次序, 其中 A_i 是矩阵区域中每个位置 i 的光照次序的序号, B_i 是评估图像中对应的像素的色调评估值(步骤 S16)。

$$C_i = A_i - B_i \quad \dots \text{Eq.4}$$

在 Eq.4 中, 从矩阵区域中每个位置 i 的光照次序中的序号 A_i 中减去评估图像中对应像素的色调评估值 B_i , 获得修改的评估值 C_i , 这样很容易地修改光照次序。借此操作, 对根据修改后的光照次序生成的指定灰度级的着色图像执行平滑化操作从而生成的图像中包含的像素值的变化变得小于对根据由光照次序设定部件 31 设定的未修改后的光照次序(修改前的光照次序)生成的相同灰度级的着色图像执行相同的平滑化操作从而生成的图像中包含的像素值的变化。在此操作中, 由于在评估图像中着色图像的半色调结构被去除, 并且不会使与矩阵区域中远离指定区域的位置对应的像素值极高或

者极低，所以在 Eq.4 中省略灰度级依赖系数。然后，通过反映出修改后的光照次序来确定阈值，以生成阈值矩阵 710（步骤 S17）。

如上所述，在根据第二优选实施例的操作中，通过在着色图像生成器 32 中的平滑化操作而从着色图像中去除半色调结构，以生成灰度级评估图像。然后，通过预定的计算基于评估图像中对应的像素值来改变矩阵区域中各位置的序号，从而在矩阵区域中与评估图像中具有相对较低密度的区域对应的那些区域中包含的各位置的光照次序的序号变小，而在矩阵区域中与评估图像中具有相对较高密度的区域对应的那些区域中包含的各位置的光照次序的序号变大。这样能够生成能够抑制生成的网点图像中的粒状物（特别是中间灰度级）的阈值矩阵 710。同样在这种操作生成的阈值矩阵中，还可以出现这种情况：将生成的阈值矩阵 710 的数据记录到记录介质 91b 中，以在一些其它图像记录系统等中生成网点图像。

在根据这种操作来进行操作的光照次序修改部件 34 中，可以通过计算 Eq.5 或者 6 获得修改评估值 C_i ，其中 A_i 是矩阵区域中每个位置 i 的光照次序的序号， B_i 是评估图像中对应像素的色调评估值，并且 $(N/2)$ 是光照次序的中值。在 Eq.6 中， E_i 表示色调修正系数，并且利用光照次序中的序号 A_i 除以色调评估值 B_i 的计算。

$$C_i = A_i - (B_i - N/2) \quad \dots \text{Eq.5}$$

$$C_i = A_i / E_i \quad \dots \text{Eq.6}$$

$$\text{其中 } E_i = B_i / (N/2)$$

在改变矩阵区域中每个位置的序号的过程中使用任一 Eqs.4 至 6 的情况下，在换算评估图像中的对应像素之后，至少执行光照次序的序号除以色调评估值的计算或者从光照次序的序号中减去色调评估值的计算，这就能够适当地改变光照次序的序号（即，适当修改光照次序），其中对根据修改后的光照次序生成的指定灰度级的着色图像执行平滑化操作而生成的图像中包含的像素值的变化变得小于对根据修改前的光照次序生成的相同灰度级的着色图像执行相同的平滑化操作而生成的图像中包含的像素值的变化。在通过从着色图像中去除半色调结构而生成评估图像的过程中，从适当地改变矩阵区域中每个位置的序号的角度，无需通过换算评估图像中的像素值而获得色调评估值，并且矩阵区域中每个位置的光照次序的序号除以评估图像中对

应的像素值的计算或者从每个位置的序号中减去评估图像中对应的像素值的计算实质上仅包含在光照次序修改部件 34 的操作中。Eq.4 至 6 的计算实质上也包括矩阵区域中每个位置的序号除以评估图像中对应的像素值的计算或者从每个位置的序号中减去评估图像中对应的像素值的计算。

通过包含乘法的 Eq.7 的计算可以获得修改的评估值 C_i ，其中 A_i 是矩阵区域中每个位置 i 的光照次序的序号， B_i 是评估图像中对应的像素的色调评估值，并且 $(N/2)$ 是光照次序的中值。在 Eq.7 中， E_i 表示色调修正系数。

$$C_i = A_i \times (2.0 - E_i) \quad \dots \text{Eq.7}$$

$$\text{其中 } E_i = B_i / (N/2)$$

同样在从着色图像中去除半色调结构的这种操作中，通过使用灰度级依赖系数的计算例如上述 Eqs.1 至 3 可以获得修改的评估值，并且如上所述，替代灰度级依赖系数，可以使用这样的函数：在与预定范围的色调值对应的光照次序的序号范围内，输出值变为“1”，在其它范围内，输出值变为“0”。

尽管已经如上说明了本发明的优选实施例，但是本发明并不限于上述优选实施例，而是可以有多种变化。

在上述优选实施例中，在光照次序设定部件 31 中，在矩阵区域中设定了多个加亮侧半色调单元（每个加亮侧半色调单元的网点区域根据加亮侧灰度级的增大而生长）以及多个阴暗侧半色调单元（每个阴暗侧半色调单元的网点区域根据阴暗侧灰度级的增大而生长），并且设定了各位置的光照次序的序号。但是，在矩阵区域中设定了这样一种类型的多个半色调单元，每个半色调单元的一个或多个网点区域根据灰度级的整个范围的增大而生长，并且可以设定各位置的光照次序的序号，以使网点区域根据各半色调单元的形状而随灰度级的变化而变化，并且在连接发生范围内随机地发生网点区域的点的连接。在生成阈值矩阵的过程中，半色调单元不需清晰地存在，并且由于不使用半色调单元来设定阈值，所以可以呈现对应于半色调单元的区域。而且，如果将光照次序的序号设定为使得在灰度级的预定范围内随机地发生网点区域中的点的连接，则可以省略对半色调单元的设定。

在光照次序设定部件 31 中，可以通过使用不同于上述方法的其它方法在矩阵区域中设定未修改后的光照次序。例如，在矩阵区域中规则地排列多个加亮侧单元中心和多个阴暗侧单元中心的每一个，以使列方向上的间距大

于行方向上的间距，并且在设定参考点之后，绕最近的参考点旋转每个单元中心。然后，在矩阵区域的各位置中设定光照次序的序号，以使每个网点区域的边界呈现出其列方向的长度大于行方向的长度的形状，并且还确定各半色调单元中的序号，以使网点区域的边界在列方向上保持长椭圆形。

根据光照次序设定部件 31 中使用的另一方法，首先，在矩阵区域中任意排列多个加亮侧单元中心，在通过使用 Voronoi 镶嵌法改进加亮侧单元中心的分布不均匀度之后，将阴暗侧单元中心放置在指定方向上远离各加亮侧单元中心固定距离的位置上。之后，如图 7 的情况一样，执行对半色调单元的设定和对光照次序的设定。

在上述第一优选实施例中，通过使用移动平均过滤器对着色图像执行平滑化操作，并且在上述第二优选实施例中，通过使用高斯过滤器对着色图像执行平滑化操作，当然，通过使用大尺寸移动平均过滤器可以从着色图像中去除半色调结构，也可以在通过使用小尺寸高斯过滤器执行平滑化操作的图像上保持半色调结构。虽然在上述优选实施例中的平滑化操作中使用的过滤器无论其类型如何都可以是各种尺寸的，但是考虑到计算机 11 的计算量，优选地，相对于矩阵区域的每个行方向和列方向，过滤器的尺寸不超过加亮侧灰度级的网点区域中生成的点的中心之间平均距离的 4.25 倍。在减小计算量的过程中，从执行某种程度的优选平滑化操作的角度来看，优选地，过滤器的尺寸不小于网点区域中的点的中心之间的平均距离的一倍。

此外，在评估图像生成器 33 中执行平滑化操作之前，呈现出来自正在工作的记录头 122 的多个光束的密度分布的过滤器、呈现出在图像记录设备 12 是喷墨打印机的情况下网点记录介质上墨的分布的过滤器等等影响着色图像，然后可以生成考虑到这些影响的阈值矩阵。

在图像记录设备 12 中，如果在仅对一个像素执行记录而不对该像素周围的其它像素执行记录的情况下记录稳定性很低，则优选地应当将阈值矩阵 710 中加亮侧单元中心 731 附近的多个阈值修正为相等的值，以使最小点尺寸（最小簇尺寸）应当为 2×2 像素（或者 1×2 像素）。

尽管已经详细示出并描述了本发明，但是上述说明在所有方面都是示例性的，而非限制性的。因此应当理解，在不脱离本发明的范围内能够进行许多改型和变化。

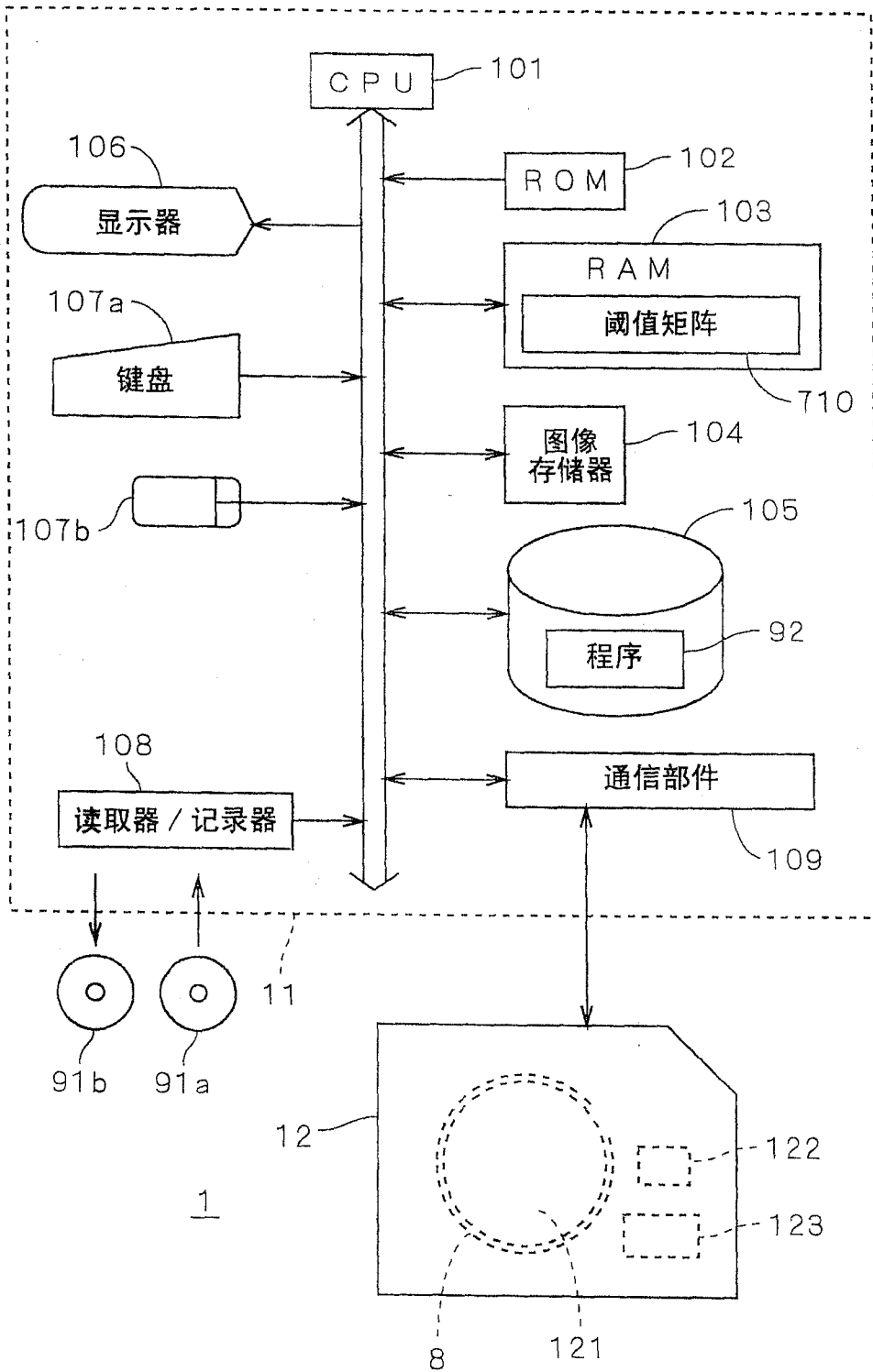


图 1

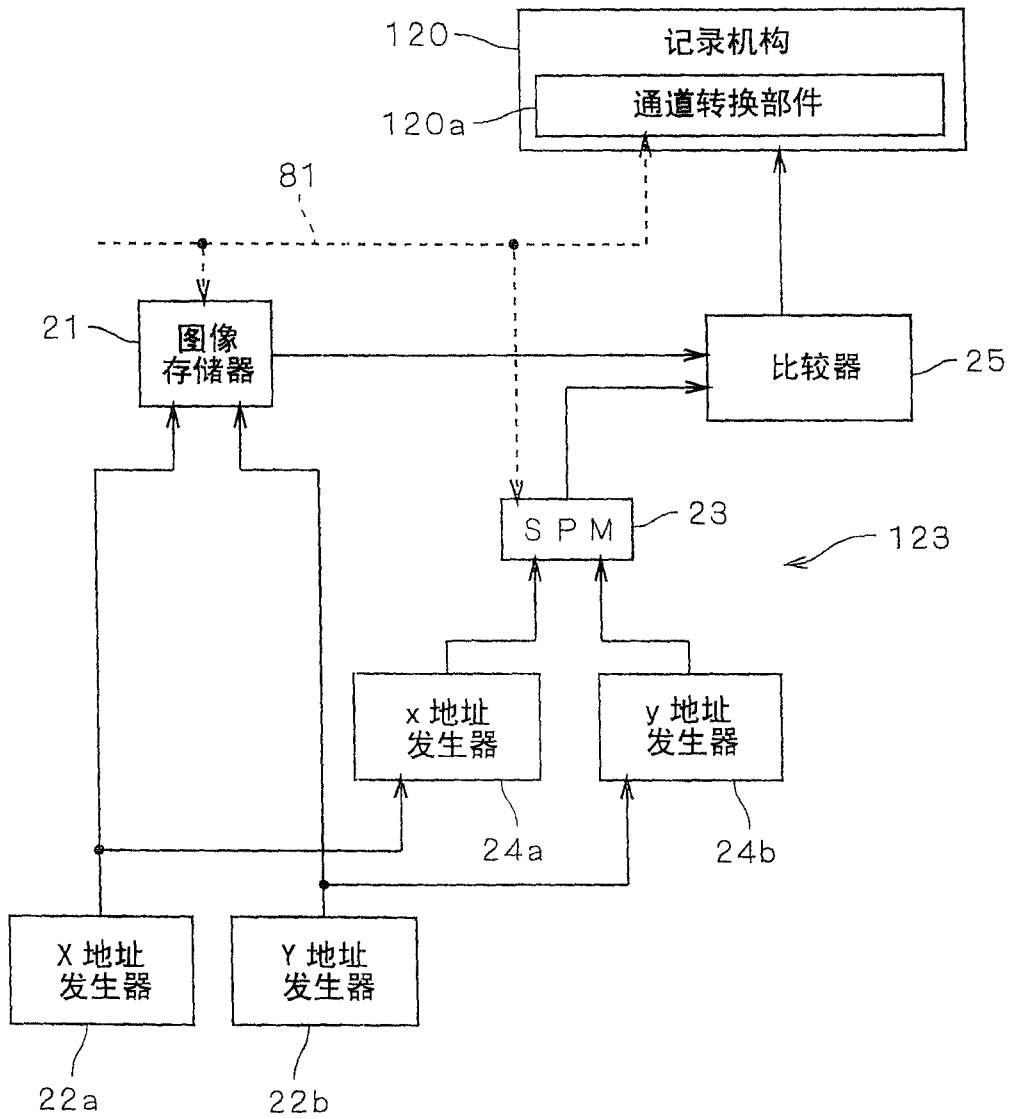


图 2

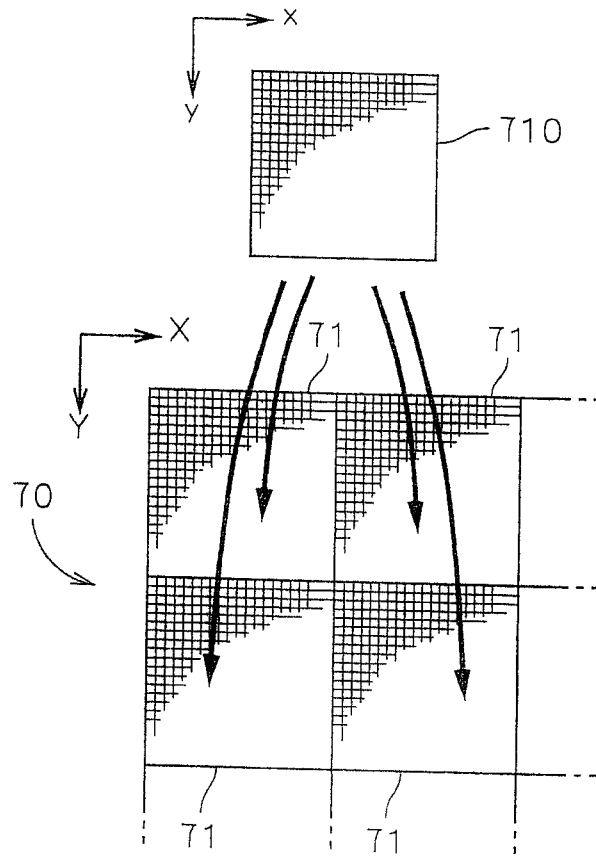


图 3

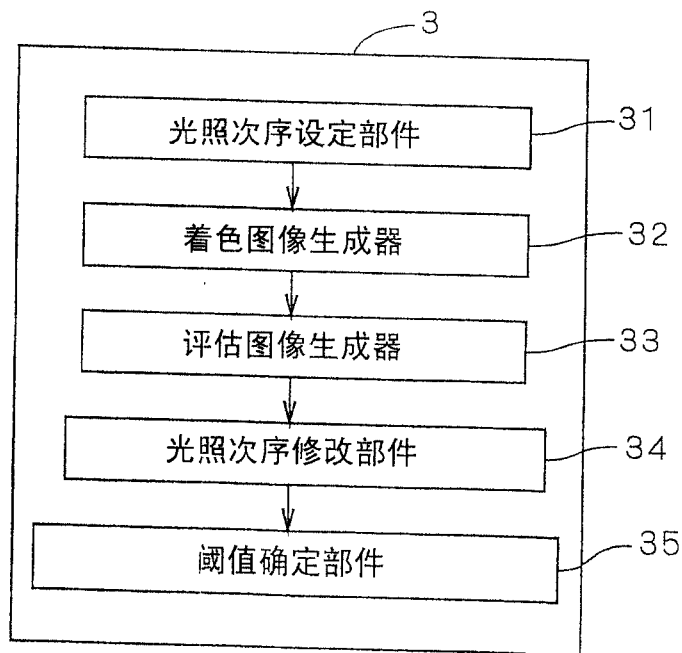


图 4

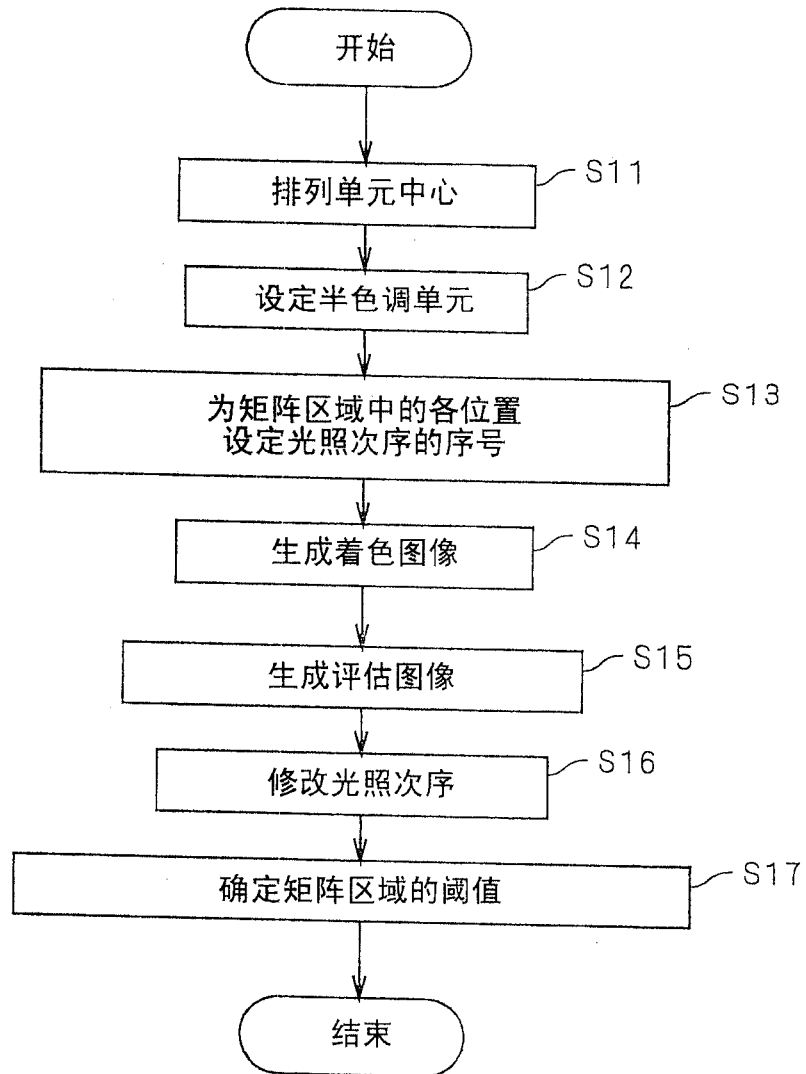


图 5

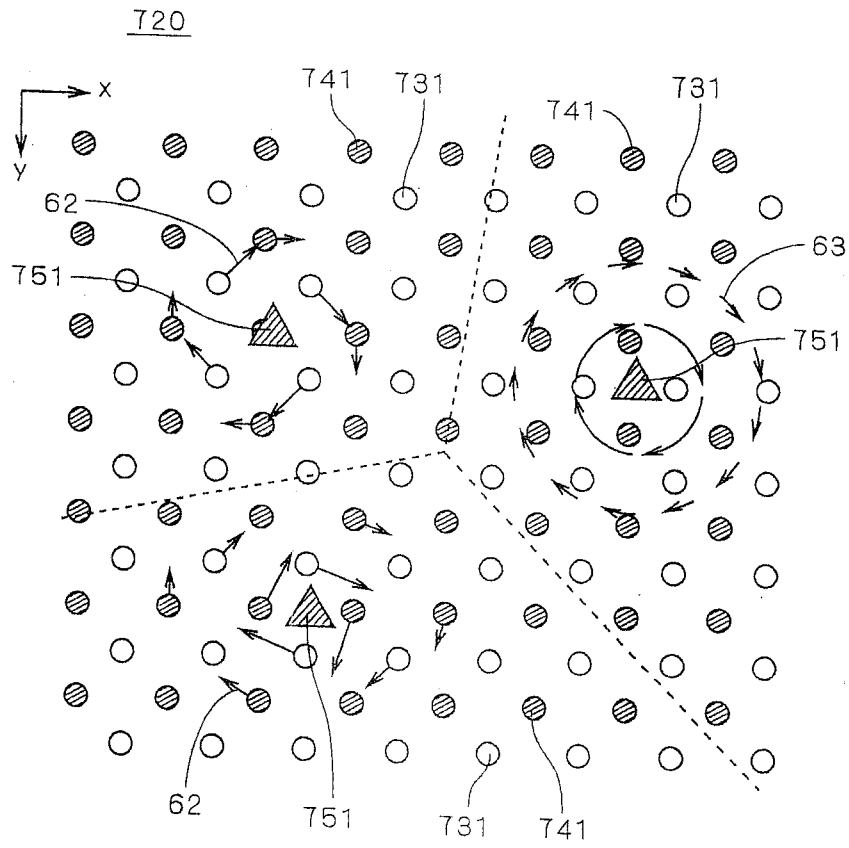


图 6

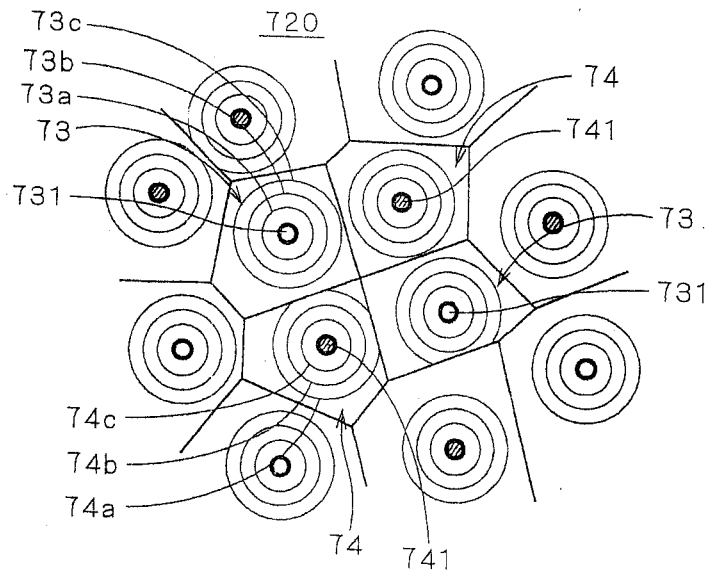


图 7

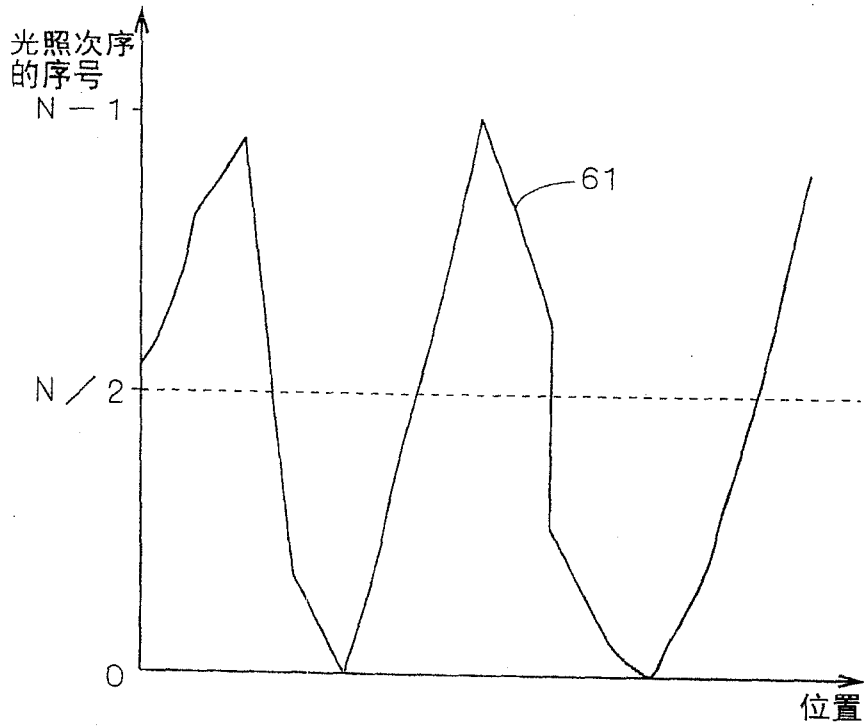


图 8

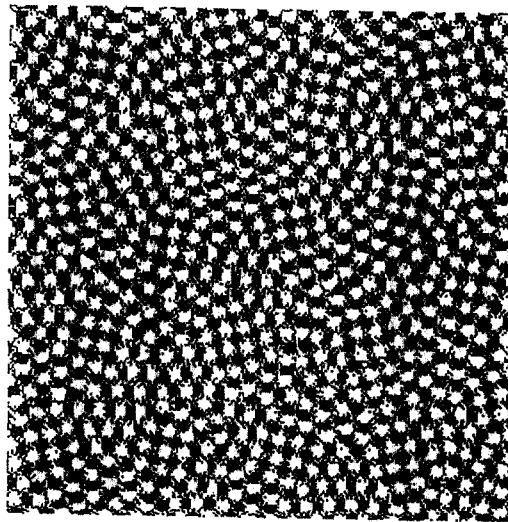


图 9

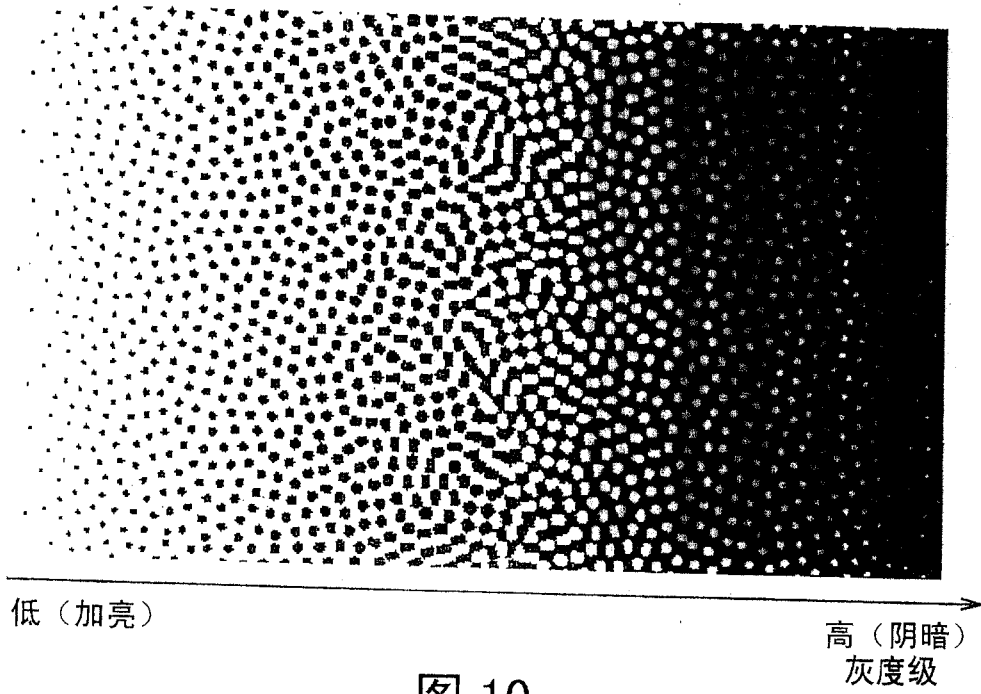


图 10

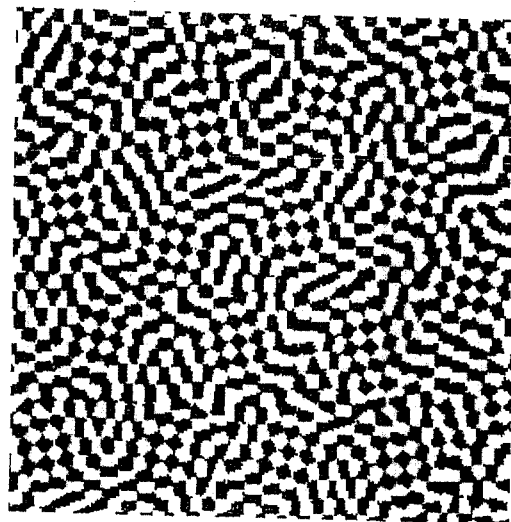


图 11

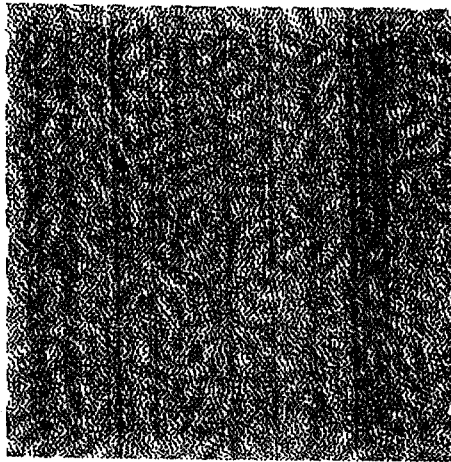


图 12

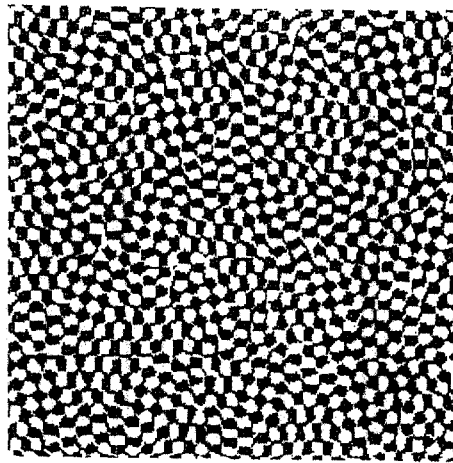


图 13

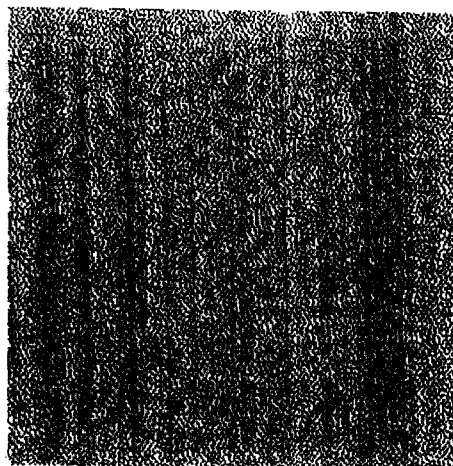


图 14