[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
H04N 1/40

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95100825.0

[45]授权公告日 2002 年 5 月 15 日

[11]授权公告号 CN 1085000C

[22]申请日 1995.2.27
[21]申请号 95100825.0
[30]优先权
[32]1994.3.2 [33]US [31]205215
[73]专利权人 惠普公司
地址 美国加利福尼亚州
[72]发明人 林 茜
[56]参考文献

EP 0382520	1990. 8.16	H04N1/40
US 5077615	1991.12.31	H04N1/23

审查员 孙履平

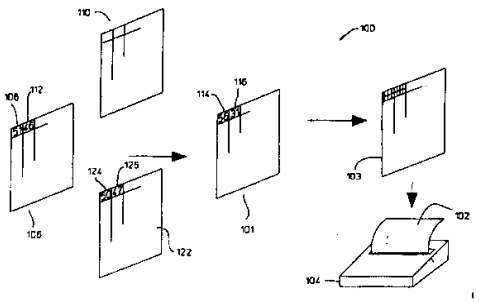
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 程天正 萧掬昌

权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图页数 20 页

[54]发明名称 用细微的点打印 N－色调图象

[57]摘要

以较低代价产生基本上察觉不到的小点组成的 N－色调图象。该方法由灰度等级图象产生 N－色调图象，这两者中都有许多象素，在前者中各象素有在最大和最小级别间的灰度级别，在后者中各象 素有一个 N 个级别中的某一级别，N 大于 2 而小于灰度等级图象中 可得的级别数。此方法包括根据灰度等级图象中相应象素的级别和 原始抖动显示阵或误差扩散技术以确定 N－色调图象中各相应象素 的级别所需的步骤。



ISSN1008-4274

权　利　要　求　书

1.一种根据一幅灰度等级图象产生一幅N－色调图象的方法，这两幅图象都有多个象素，在灰度等级图象中的每个象素都具有N个级别中的一个级别，其中N大于2而小于该灰度等级图象可得到的灰度级别数，包括下列步骤:

根据灰度等级图象中相应象素的级别，以及根据下列两种技术所选定的一种技术，即:（1）根据原始抖动显示阵的技术和（2）误差扩散技术，来确定N－色调图象中每个象素的级别;

通过对每个象素用多个点来取代、而对每个点用多个段来取代而对象素进行建模，其中每个段都有一个密度，其值取决于象素的级别，以及

根据建模步骤打印N－色调图象;

使得:

每个象素都可由其相应的段来产生N个实际上可再现的级别，其中每个段都具有自己的相应密度;

打印机产生脉冲，从而打印象素;

每个脉冲具有一个宽度;

该宽度受到控制，从而产生所述的段.

2.如权利要求1所叙述的方法，其特征在于，其中的N－色调图象具有基本上察觉不到的小点.

3.如权利要求1中所叙述的方法，其特征在于，其中代表相邻级别的一定密度的各个段的数目之差是不均匀的.

4.如权利要求1中叙述的方法，其特征在于，其中N－色调图象的分辨率大体上等于或高于每英寸300个象素或300点.

5.如权利要求1中所叙述的方法，其特征在于，其中:

每个象素由4个点表示;以及

每个点由8个段表示.

6.如权利要求1中所叙述的方法，其特征在于，其中确定级别的步

骤根据的是 Bayer 阵列.

7.如权利要求 1 所叙述的方法，其特征在于，其中:

N－色调图象是由激光打印机产生的；以及

建模的步骤包括对每个点使用一个脉冲，该脉冲有一个宽度，此宽度和与它相对应的点的每个段的密度有关.

8.如权利要求 1 中所叙述的方法，其特征在于，其中每个段的密度是从下列项目选定的:（1）一个高密度和（2）一个低密度，从而使得每个在高密度的段具有一个同样也处于高密度的相邻的段.

9.如权利要求 3 中所述的方法，其特征在于，其中每个段的密度是从下列项目选定的:（1）一个高密度和（2）一个低密度，从而使得每个在高密度的段具有一个同样也处于高密度的相邻的段.

说　明　书

用细微的点打印 N－色调图象

本发明涉及共同审请未决的其题目为“用多级别技术打印 N－色调图象的方法”的美国专利，其申请日为 1994 年 3 月 2 日，发明人为 Qian Lin (林前)。

本发明总体上涉及图象打印，更具体地说，涉及用 N－色调打印图象。

从一幅灰度等级图象打印成一幅半色调的图象有多种方法可以利用。这些方法一般都包括对灰度等级图象的每一个象素建立一个大致的灰度级别，然后，根据某些表示方案打印出若干点以表示灰度等级图象。

表示方案中的一种形式取决于抖动显示阵 (dither matrix)，它的象素的数目和灰度等级图象的象素数目是一样的。阵列中的每个象素有一个级别，将它和灰度等级图象中与它相对应的象素的级别相比较，以产生半色调图象中的某一象素的级别。关于用抖动显示阵以描绘图象的一般性的讨论可以在 R • Ulichney 的“数字半色调化” (1987) 一文中看到。另一种表示方案通常被称为误差扩散技术，有关它的一般性讨论可参见 Flyod 和 Steinberg 撰写的“空间灰度等级用的适应算法”，该文发表于 Proc. SID, 17 卷，第 75－77 页，1976 年。

在打印半色调图象时，最好在图象中只有极细微以至觉察不到的小点。用细微的点来产生图象是一个持续的要求。

产生这样一种悦目的图象的一种方法是显著地提高半色调图象的分辨率，使其达到很高的每英寸的点数(dpi)，例如2，400。要实现这样高分辨率的打印机械通常是极为昂贵的，因为产生每个点的微粒必须非常之小，这对于激光打印机所用的普通干式调色剂微粒来说是很难做到的。此外，每个点都必须非常精确地定位于所要求的位置上。

从上面所说的可以明显地知道，需要有一种方法，以便用不昂贵的方式来以极细微的点打印图象。

本发明是关于根据一幅有灰度级别的图象以并不昂贵的方式用基本上察觉不出的点来产生一幅图象的方法和设备。这个方法的根据是产生一幅N－色调的图象，而不是半色调图象。要产生这样一幅悦目的图象的以前的各种方法通常都需要一台分辨率极高的打印机，这种打印机是十分昂贵的。本发明依靠相对而言不那么昂贵的、分辨率较低的打印机，但所产生的图象却类似于一张相片，具有基本上察觉不出的极细微的点。

灰度等级图象和N－色调图象都有许多象素，在灰度等级图象中的每个象素都有一个级别，该级别是在最大和最小级别之间。N－色调的图象中的每个象素也有级别，其级别为N－个级别中的一个级别，这里的N大于而小于灰度等级图象中可用的级别数。

在一个优选实施例中，N－色调图象中的每个象素的级别是根据灰度等级图象中与它相对应的象素的级别和根据原始抖动显示阵或误差扩散技术而确定的。

N－色调图象中每个象素建立这样的模型，即把每个象素用一系列次象素来代替，而每个次象素则用一系列段来代替。每个段有一

个密度 (intensity)，它取决于相应象素的级别。当各个段组合在一起时它们的不同的密度就可以产生与它们相对应的象素有关的 N 个实际上能再现的级别。

根据这样的建模，可以用实际上觉察不到的小点来打印 N－色调图象。

本发明的其它方面和优点通过下面的详细说明将变得很明显，将这些说明和附图相结合起来，以举例子的方式说明本发明的原理。

图 1 表明了本发明的第一优选实施例的一种图示。

图 2 表明了为第一优选实施例产生 N－色调图象的灰度级别组的优选表。

图 3 表明了在本发明中形成多级　抖动显示阵的优选方法。

图 4 表明了由图 3 所说明的方法所形成的一个多级抖动显示阵。

图 5 表示在第一优选实施例中产生 N－色调图象的一种优选方法。

图 6 表示在第一优选实施例中产生次象素和段的一种优选方法。

图 7 表示在第一优选实施例中次象素的形成。

图 8 表示 4 个次象素的各个段的一种优选集合。

图 9 表示用图 8 中不同的段所打印的 16 种级别。

图 10 表示在第一优选实施例中的 N－色调图象的每个级别的密度和灰度级别之间的关系。

图 11 表示用第一优选实施例所打印出来的一幅图。

图 12 表示第二优选实施例的一个例子，其中用 16 个连续的次

象素形成一个象素。

图 13 表示用于第二优选实施例的次象素的接通顺序以产生 13 种不同的级别。

图 14 表示用于第二优选实施例的灰度级别组的一个表。

图 15 表示根据本发明的第二优选实施例而产生的灰度逐步增加的变化。

图 16 表示用 Bayer 阵列打印的已有技术的灰度逐步增加的变化。

图 17 表示本发明的第 4 优选实施例的一部分。

图 18 表示用于第 4 优选实施例的一种优选方法。

图 19 以图解方式表示在第 4 优选实施例中形成特殊抖动显示阵的一种优选方法。

图 20 表示形成图 19 中的特殊阵列的一组优选的步骤。

在所有插图中的相似元素都在图 1 到 20 中用相同的数字表明。本发明的各实施例在下面的讨论中要参考图 1 到 20。不过，那些熟悉本技术的人会很容易地了解，结合这些附图而在这里所作的详细说明只是作说明之用的，因为本发明的范围应延伸到这些有限的实施例之外。

图 1 表明了本发明的第一优选实施例 100 的示意图，它根据灰度等级图象 106 用一台打印机、绘图仪或别的打印设备 104 打印出 N－色调的图象 102。N－色调图象102 有两个中间形式，即第一中间 N－色调图象 101 及第二中间 N－色调图象 103。这些图象都有许多象素，例如，灰度等级图象 106 具有象素 108 及 112，而第一中间 N－色调图象 101 具有象素 114 及 116。

在灰度等级图象中的每个象素都有一个级别，它在最大和最小级别之间。例如，最大级别为255，最小级别为0；每一级别都表示灰度等级图象126中的一种灰度级别。

第一中间N－色调图象101有N个级别，此处N最好大于2。在第一中间N－色调图象101中的每个象素的级别是N个级别中的一个级别。这N个级别是从灰度等级图象102中的灰度级别中通过把灰度等级分成N个组而选出的。灰度级别的每一组有一个组内最大级，　这个最大级是组内的最大级别并且是N个级别中的一个级别。在N个级别中相邻级别间的分隔是不均匀的。规定不均匀性的方法将在以后的说明中详加叙述。

图2表示用于以16个级别产生N－色调图象的灰度级别组的优选表的一个例子。第16组202在组的最大级别为255的情况下包含了255到253之间的各级。每一个组都由该组的最大级别来表示。全部16个组产生了16个组的最大级别，它们代表了N－色调图象的16个级别。

第一优选实施例包括一系列多级抖动显示阵118，例如多级抖动显示阵122。每个多级抖动显示阵有许多象素，例如阵列122有象素124及126。

多级抖动显示阵是通过图2所示的各种级别的组和一个原始的抖动显示阵而形成的。图3表示一种优选的方法260以形成如图4中所示的一个多级抖动显示阵122。首先，形成如图2所示的N个不同级别的组（262）。然后按照级别分组把原始抖动显示阵进行定标（264）而形成各个阵列。原始抖动显示阵25 0可以是一个Bayer阵列或其它类型的抖动显示阵，其级别范围可以是例如从1到255；这

种阵列是已经广泛地用于描绘图象的那种类型，在本申请中将不再进一步说明。图 4 所示的多级抖动显示阵 122 相当于图 2 所示的灰度级别的第 4 组206，它包括从 56 到 31 的灰度级别。为了形成多级抖动显示阵 122，原始抖动显示阵的各个级别 (1 到 255) 将根据 206 组的各个级别定标 (分级)，其灰度级别的范围为 56 到 31；例如，使用下列直接定标计算，把分数部分四舍五入：

$$(((56-31)/255) * 167 + 31)$$

则原始抖动显示阵中第二个象素的级别 167 将成为多级抖动显示阵中第二个象素的级别 47。同样，原始抖动显示阵的象素 257 中的级别 40 将成为多级抖动显示阵的象素 259 中的级别 35。根据上述方法，就可形成多级抖动显示阵 122。利用原始抖动显示阵和图 2 所示的灰度级别的 16 个组，就可用直接定标计算而得到 16 个多级抖动显示阵。图 5 表示根据多级抖动显示阵来形成N-色调图象的一组优选的步骤。

为了产生第一中间 N－色调图象 101，灰度等级图象 106 中的每个象素都和多级抖动显示阵之一中的一个象素作比较并以该象素级别为阈值。例如，在灰度等级图象 106 中的第一象素 108 的灰度级别为 51。这个灰度级别处在图 2 所示的灰度级别的第 4 组内。这时就选择由灰度级别的第 4 组所产生的多级抖动显示阵 122 (275)。然后 (在 277) 把灰度等级图象的第一个象素和多级抖动显示阵 122的第一个象素相比较。在比较过程中，人们首先确定，在灰度等级图象中的象素的级别是否大于或等于在多级抖动显示阵中相应象素的级别；如果大于或等于，则产生该多级抖动显示阵的相应组别中的该组最大级别就被选定为第一个中间 N－色调图象；但是，如果在灰度等

级图象中的象素级别较小，则下一组的组内最大级别被选为第一个中间的N－色调图象。在本例中，51大于50，所以组内最大级别56被选为第一个中间的N－色调图象的第一个象素的级别。对于第二个象素，由于46小于47，所以下一个组的最大级别31被选为N－色调图象的级别。根据灰度等级图象的级别和多级抖动显示阵的级别，根据逐个象素比较的方法，如上面所述的那样，就可产生第一个中间N－色调图象101。

第二个中间N－色调图象103由二个步骤产生。首先，在第一个中间N－色调图象101的每个象素由一系列连续的次象素来表示或建模(279)，然后每个次象素由一系列的段来表示或建模。

虽然不想受到理论的约束，但据信本发明的一些有益的结果可通过对较为便宜的打印机的功能作一番了解而获得。为了要产生一张由基本上觉察不到的小点所组成的图象，每个象素要用，譬如说，其分辨率至少为每英寸600个象素或小点的激光打印机来打印。每个象素的特性最好通过有一定脉宽的脉冲来控制，脉冲宽度可以细分为若干个段。每个段可以处在一个高的或低的密度上，在高密度上时，意味着该段是黑的或该段为接通的，其脉宽延伸到该段，在低密度上时，意味着该段是浅色的，或该段为未接通，其脉宽没有延伸到该段。对于典型的一台目前出现的每英寸600点的激光打印机，如果脉冲是分成8个段的，那么最好有一段以上处于高密度上以产生一个可再现的输出。换句话说，处于高密度上的每一个段最好其相邻的段也应处在高密度上。根据这种表示法，图象的不同级别需要不同的脉冲宽度或需要选择不同数量的段。为了对输出图象产生更多的级别，N－色调图象中的每个象素都用多个象素表示或建模；这多个象

素数被指明为次象素。在一个优选实施例中，通过组合4个次象素以便对每个象素产生不同的级别，人们可以得到具有300点每英寸的分辨率的N－色调图象；所产生的N－色调图象对于具有20/20视力的常人在正常条件的裸眼情况下其成象的小点基本上是察觉不出的。上述理论也适用于其它较为廉价的打印机，例如喷墨型打印机，其方法是改变每个打印小点的密度，所用的办法类似于在激光打印机中改变每个象素的脉冲宽度。这样，使用本发明所发明的方法，人们可以产生基本上不可察觉的小点组成的图象。

使用次象素及段的一个例子示于图7和图8中，一组优选的步骤则示于图6中。这个例子的基础是一台每英寸600点或600个次象素的激光打印机。图7表示在第一中间的N－色调图象101中的每个象素被4个连续的次象素所取代(283)；例如，象素114被次象素302、304、306和308所取代。图8表示4个次象素，每个象素都被8个段所取代(285)。在每个段内有一个数；例如段310的数是15，而段312的数是1。段内部的数表示当段在接通状态或在高密度状态时象素的级别。例如，对于级别15，脉冲宽度延伸跨越3个段，即310、314和316段；对于级别1，即最黑的级别，脉冲宽度延伸跨越所有的段，而对于级别16，所有的段都不接通或所有的段都处于低密度状态。这样，每个象素的级别都可用段和次象素来表示(287)。

这16个级别具有可以看得出的不同的灰度等级。用于决定对哪个级别把哪个段接通的一个优选的方法则要根据人们的视力感受能力。在图8所示的具有32段的本实施例中，各个段是逐一接通的，所建立的级别用一个密度计测量，这个密度计测量各级的密度。从理论上说，从32个段可以得到33个级别，但许多级别从视觉上是不可分

辨的。这些不可分辨的级别被组合成为一个级，例如，许多级别被组合在一起而成为级别 1 和级别 2。在本实施例中选定了 16 个可分辨的级别。在使用每英寸 600 个次象素或 600 点的激光打印机的优选实施例中，另一个观察表明：最淡的级别 15 最好需要一个以上的段。只有一个本身被接通的段而没有相邻的段也被接通这种情况的效果很可能是不能再现的。因此，对最淡的段最好要求接通一个以上的段。但是，一旦有若干段已被接通，则以下的各段就可能只需接通另外的一个段就可以在视觉上有所不同。例如，和级别 15 相比，级别14只需要再接通一个段。在本实施例中，各级之间的段的数目是不均匀的，级别16 和 15 之间的差是 3 段，而级别 15 和 14 之间的差仅为 1 段。

决定对于哪个级别要接通哪一个段的另一种优选方法是对 32 个段保持 33 个级别。有一些级别可能在视觉上是分辨不清的，而且人们需要 6 个二进位才能表明所有这 32 个级别。如果二进位的位数是需要考虑的问题，那么可以取消一个二进位，这样就可以只用 5 位二进位来表明 32 个级别。

上面的例子是以每英寸 600 个次象素或 600 点的激光打印机为基础的。可以使用更高分辨率的激光打印机。每个象素的次象素不一定为 4 个。每个次象素的段数也不一定为 8 段，通过对段的数量、次象素的数量和点的大小进行实验，并根据这一说明中的技术，人们可以用不同的分辨率、不同数量的次象素和不同数量的段来产生基本上察觉不出的点所组成的图象。

图 9 表示用图 8 所示的不同脉冲宽度和不同的段所打印出来的 16 个级别。例如，第 4 个方块(325)是第 4 级。如图 8 所示，其中所有

其号数为 4 或更高的各段都被接通，这意味着对三个次象素 302、304 和 306 的脉动将被接通；换句话说，32 段中的 24 段要被接通。

图 9 所示的 16 个级别用密度计进行测量。N－色调图象的每一级别的密度都反过来和灰度等级图象的灰度级别相联系。在一个优选实施例中，这种关系被认为是线性的。图 10 表示灰度级别和 N－色调图象的每一级别的密度之间的关系。图 9 中的每个级别被映射到灰度级别的一个组或一个范围。例如，第 4 级的灰度级别约为 56，而第 3 级别为 31；所以级别的第 4 组包括的灰度级别为从 56 到 31。这是决定图 2 中所有灰度级别组的优选方法之一。

根据第二个中间 N－色调图象 103，可用打印机 104 打印出 N－色调图象 102 (281)。在本实施例中，表示被接通的段的一种方法是使用值 1，而对未被接通的段则使用值 0。在它们之中其值为 1 的各段将被打印。图 11 表示用第一种优选实施例所打印出来的图。这一图象的分辨率为每英寸 300 个点或象素。每一象素用 4个次象素表示，而每个次象素用 8 个段表示。每个象素共有 32 个段。在这个实施例中，每个象素只有 16 级，因此可用 4 位二进位来表示。因此，在对每个象素增加 4 个二进位的情况下，对于常人来说，所产生的图象基本上没有能察觉出来的点。该图中所有的点，例如在苹果上的点，都是在原始的灰度等级图象上所有的。

本发明的第二种优选实施例和第一个实施例相类似，不同点在于：对于在第二中间抖动显示阵 103 中的每个次象素，人们可以不一定改变脉冲宽度，或使用不同的段。例如，N－色调图象是通过一个原始的 8×8 个象素的 Bayer 阵列而产生的。

在第二实施例的一个例子中，每个象素都用 16 个连续的次象素

代表或建模，如图12所示。图13表示次象素的接通顺序以产生13种不同的级别。例如，如果人们需要第4级别，则标有4级或更高级的每个次象素都会被接通，或在该处打印一个点。这种接通顺序是根据经典的屏幕或45°模型的点簇而确定的；这种模型对那些熟悉本技术的人员来说是很清楚的，因而不在这里作进一步的说明。根据这13个级别，密度计按照类似于图10所示的图表产生13种级别分组。图14表示所找到的级别分组。同样，各级别组之间的分隔是不均匀的。

根据图14的13个级别分组，原始的Bayer阵列形成13个多级抖动显示阵。根据多级抖动显示阵产生第一个中间抖动显示阵101。根据图13所示的13个级别，第二个中间N－色调图象和N－色调图象就能像在第一优选实施例那样产生。

图15表示根据第二优选实施例用多级Bayer阵列和13个级别所产生的具有256个灰度级别的灰度变化。象素的分辨率为每英寸75个点，而次象素为每英寸300个点。图16表示用8×8个象素的Bayer阵列所打印的分辨率为每英寸300个点及256个级别的先有技术灰度变化。图15中的灰度变化与图16的灰度变化相比，具有更为明显的可分辨的灰度级别。而且图15中灰度级别间的过渡也要比图16中的更为平滑。如果这两幅图象放在相邻位置且从一定的距离(例如距观察者2英尺的距离)来观察，则这些效果对观察者来说将更为明显。

对于第三优选实施例，它和第一优选实施例的主要区别在于多级抖动显示阵被多种分级误差扩散技术所取代以产生第一个中间N－色调图象101。在正常的误差扩散技术中，每个象素的误差和灰

度等级图象的中间灰度等级的级别相比较，其误差扩散到周围的象素中。误差扩散技术对于一般熟悉这种技术的普通人员来说是熟知的，在本发明中将不作进一步的说明。对于本发明的优选的多级误差扩散技术，每个灰度等级图象象素的级别也映射到如图 2 所示的那种灰度级别的相应组中。灰度等级图象的每个象素的级别和它相应的级别组中的中间级别相比较，其误差也扩散到相应的象素中去以产生第一个中间 N－色调图象 101。例如，具有级别为 51 的第一个象素 101 和级别 43 相比较(43 是 56 和 31 的中间数)，其误差则扩散到邻近象素中去。

图 17 表示本发明的第 4 优选实施例 401 的一部分，图 18 表示了它的一组优选的步骤。第 1 和第 4 实施例的差别在于：第 4 实施例把许多步骤压缩到一个特殊的抖动显阵从而减少了第一实施例中的步骤数目。在这个实施例中，在第二个中间 N－色调图象 404 中的每一段的级别是通过对灰度等级图象 400 和特殊抖动显示阵 402 之间的各个象素进行逐一比较而确定的。根据这种比较，N－色调图象中每个象素的级别被确定 (375)。然后，根据第二个中间 N－色调图象 4 04 由打印机打印 N－色调图象。在另外一个实施例中，人们更愿意无需确定每个象素的级别(375)。在第二个中间 N－色调图象 404 中的所有的段都用位图 (bit map) 的形式送给打印机，而此位图则直接被打印。

在一个优选实施例中，如图 17 所示，灰度等级图象 400 的每个象素被再次分割成为一组连续的段以形成分辨率更高的灰度等级图象 406。每个象素中的所有的段可以具有在灰度等级图象 400 中与它相应的象素的同一个灰度级别；例如，其级别为 206 的第一象素

408 被再次划分为 32 个连续的段，如 410、41 2、414 和 416；所有的段的级别都是 206。在另一个实施例中，更细分辨率的灰度等级图象 406 确实比灰度等级图象 400 有更精细的分辨率；例如，其分辨率要高出 32 倍。在细分之后，更精细的分辨率的灰度等级图象中的每个段可与特殊抖动显示阵 402 中与它相对应的段作比较。

图 19 以图表形式表示形成特殊抖动显示阵 402 的一种优选方法，它的一组优选步骤则示于图 20。作为一个概述，许多标准的灰度等级图象（如 460、462和 464）首先和多级抖动显示阵（如 118 和 112）相比较 (500)，以产生许多中间输出阵列如 450、452 和 454。然后，中间输出阵列中的每个象素与在第一优选实施例中一样地被一组连续的次象素所取代以形成许多输出阵列(502)，如 470、472 和 474。所有的输出阵列加在一起(504)以形成特殊抖动显示阵 402。

更详细地说，在每个标准灰度等级图象中的每个象素都有同样的灰度级别。例如，在标准灰度等级图象 460 中所有象素的灰度级别都是 0。灰度等级图象可以有 256 个级别。为了覆盖所有的级别，最好要有 256 种标准灰度等级图象。

多级抖动显示阵的产生过程和第一优选实施例是相同的。对每个标准灰度等级图象，它的各象素与一个对应的多级抖动显示阵的象素相比较以产生它的中间输出阵列。这种比较和第一优选实施例中的比较相同。例如，标准灰度等级图象 46 2 的所有象素的级别都是 45。它的相应的多级抖动显示阵是 122，它覆盖的级别是从 56 到 31。这样，标准灰度等级图象 462 的每个象素都与多级抖动显示阵 122 的相对应的各个象素进行比较以产生中间输出阵列 452。

所有的中间输出阵列都通过把每个象素用一组连续的段来取代

而被转换成为它们相应的输出阵列。这种取代过程与第一实施例中根据第一个中间N－色调图象来产生第二个中间N－色调图象的取代过程是相似的。例如，中间输出阵列中的每个象素被32个段取代，其中它们的相应密度表示每个象素的级别；那些要接通的段内放一个1，而要关断的段内则放一个零。在经过取代以后，每个中间输出阵列就成为它相应的输出阵列。例如，在取代过程后中间输出阵列452成为输出阵列472。然后把所有输出阵列用矩阵加法加在一起以产生特殊的抖动显示阵402。

Bayer阵列可以用于第4优选实施例。其差别在于中间输出阵列的每个象素并不是用段而是只用次象素来取代，就象第二优选实施例那样。对于需要接通的次象素中放一个1在里面，而需要关断的次象素则放一个零。

从上面所述，可以理解到，本发明可用相对来说较为廉价的方式来产生悦目的N－色调图象。上述说明可以扩充到彩色图象。对于彩色的N－色调图象，本发明的方法至少还要再重复两次，每次对一种不同的颜色，以产生彩色的N－色调图象。本发明也可以扩展到在显示器上显示N－色调图象而不是在打印机上打印。实际上，本发明中的打印步骤包括显示，只是把本发明中的打印机改成显示器即可。

根据在这里所阐明的本发明的说明或实践所作的考虑，这一发明的其它实施例对于熟悉这一技术的人员来说也是很明显的。这里的意图是，说明和例子仅仅作为举例，本发明的真正的范围和精神将在权利要求书中给出。

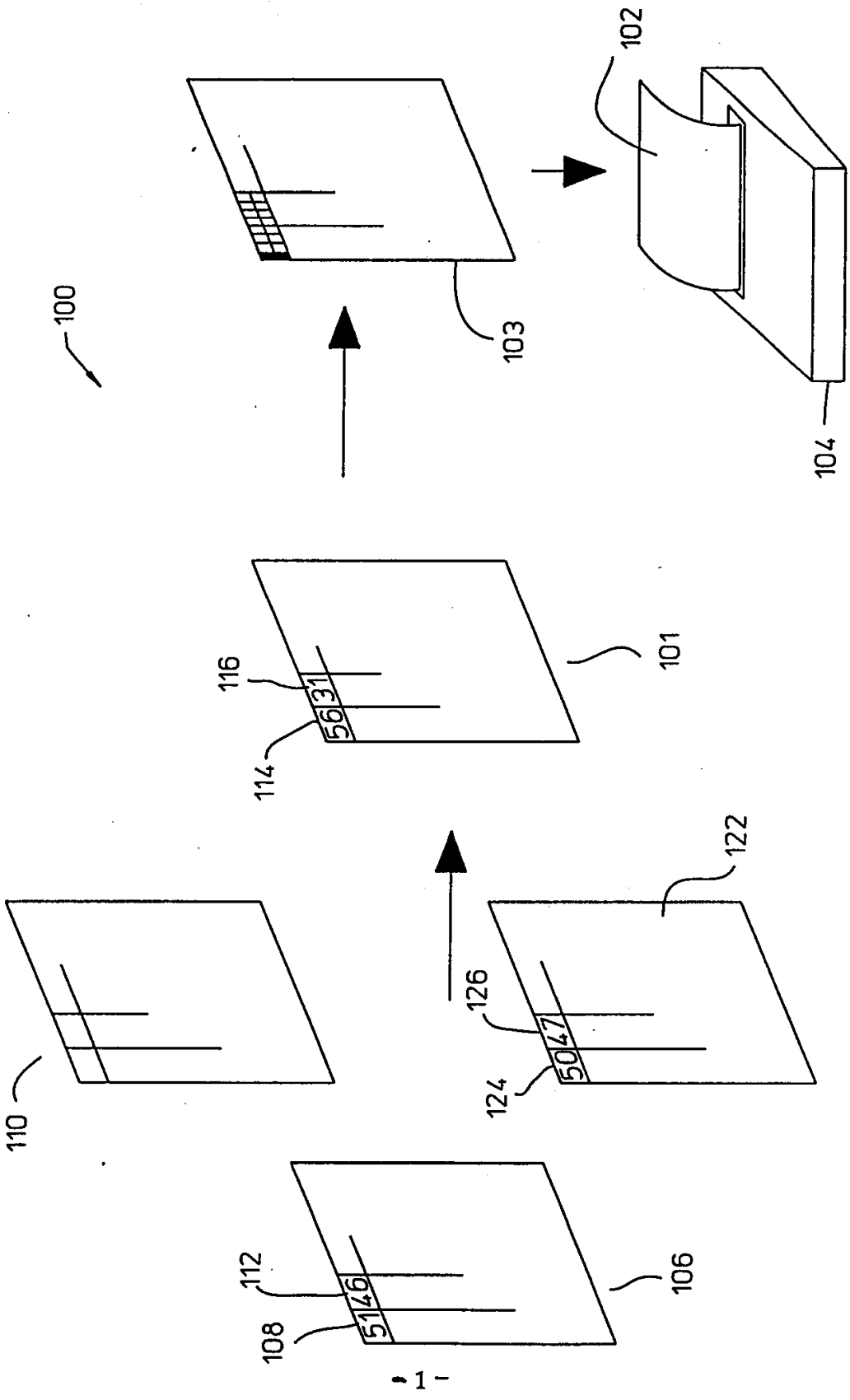

100
102
103
104
101
116
114
5631
110
122
126
124
5047
112
108
5146
106

图 1

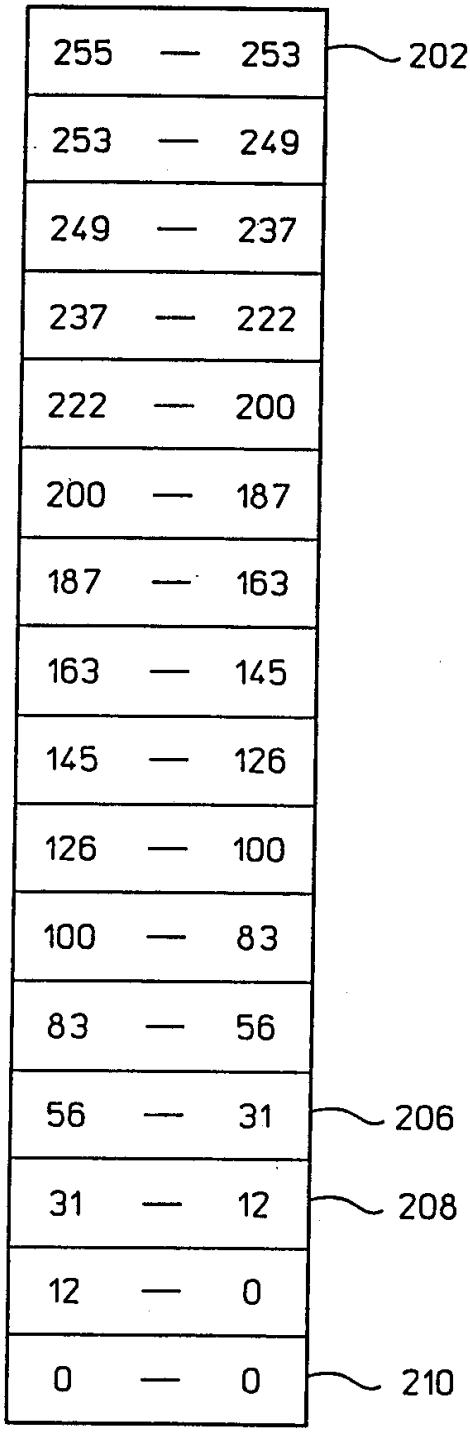

255 — 253
253 — 249
249 — 237
237 — 222
222 — 200
200 — 187
187 — 163
163 — 145
145 — 126
126 — 100
100 — 83
83 — 56
56 — 31
31 — 12
12 — 0
0 — 0
202
206
208
210

图 2

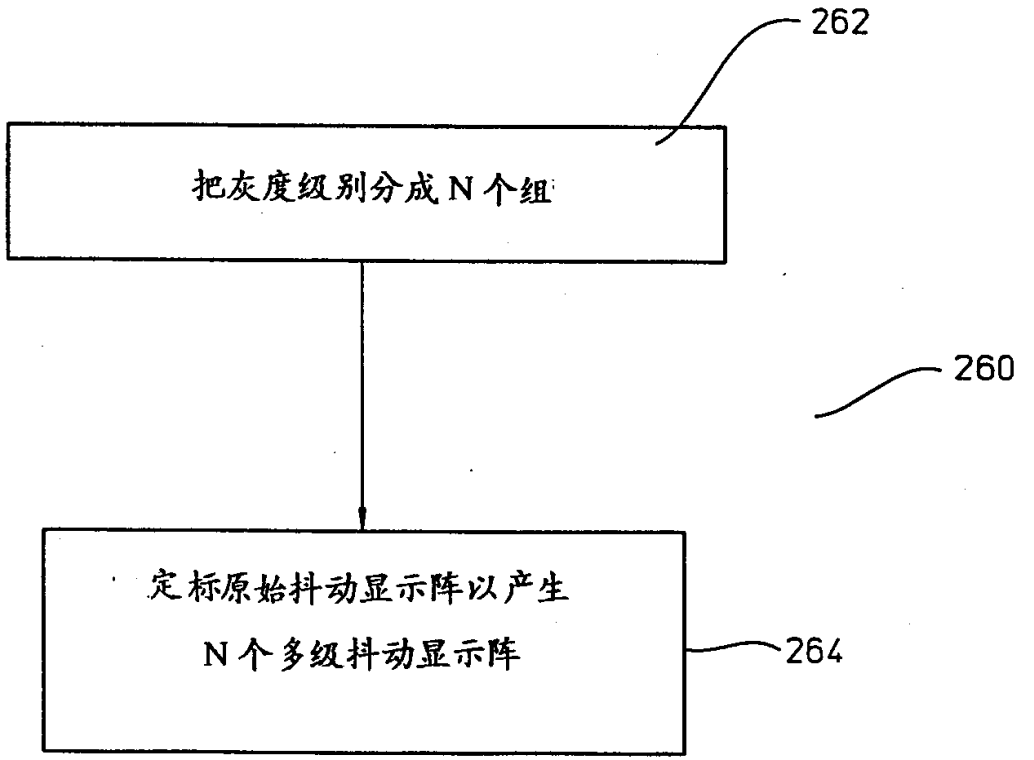


图 3

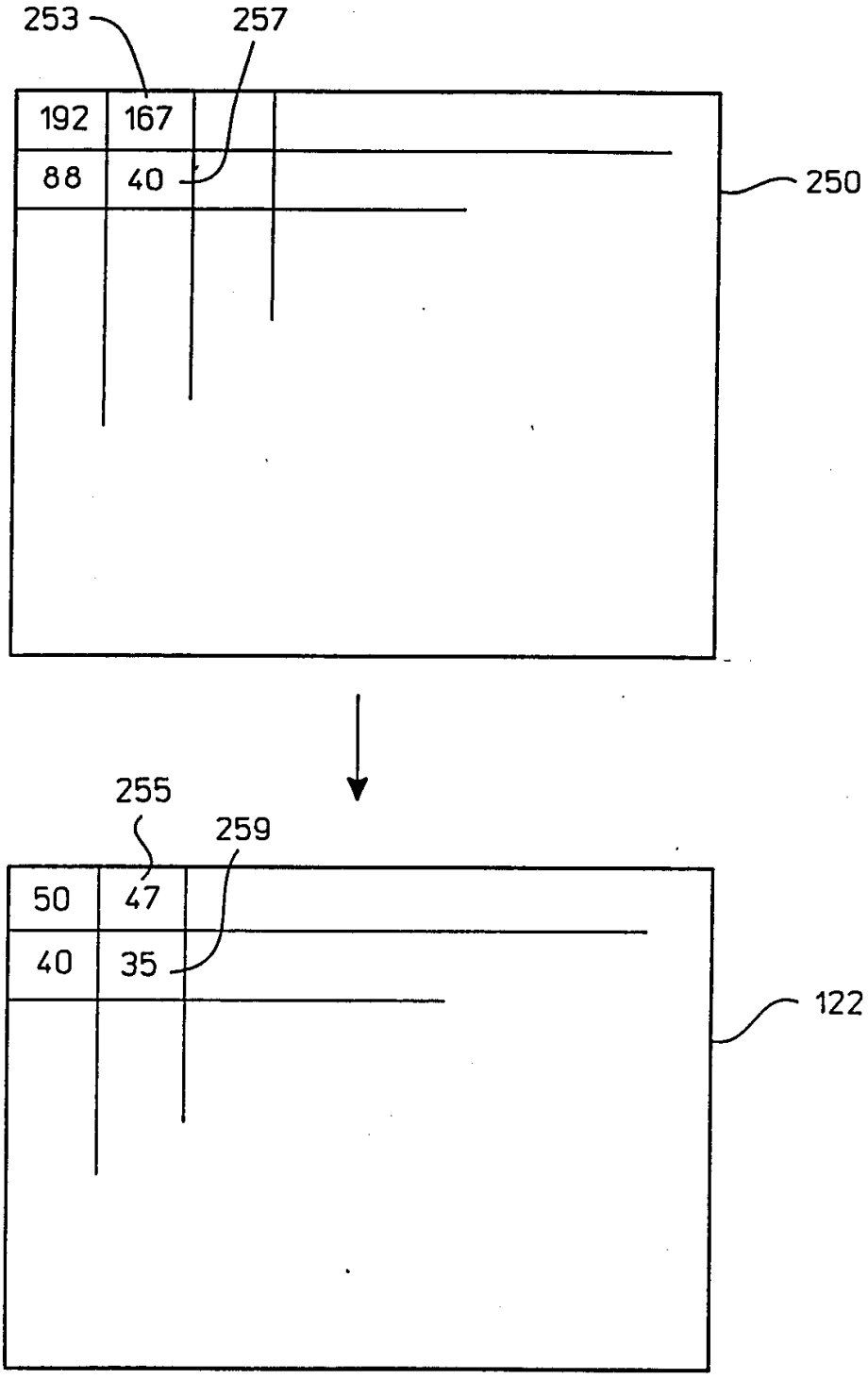


图 4

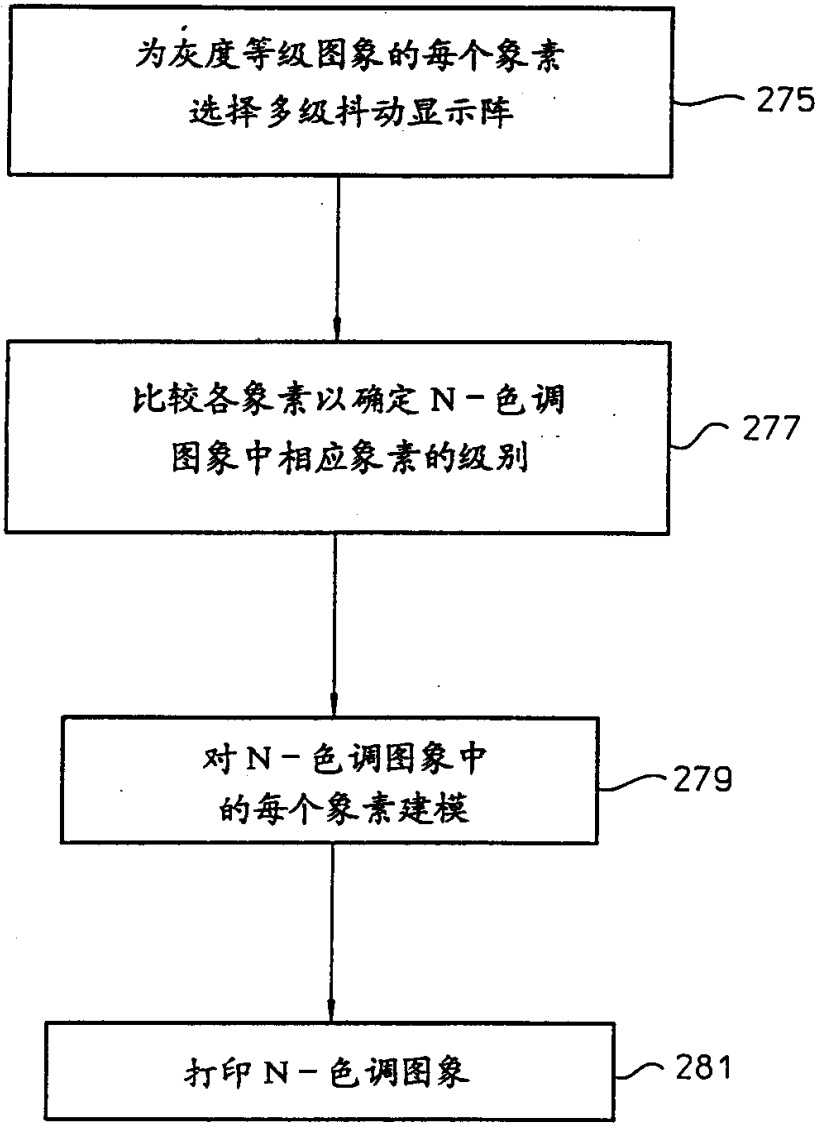

为灰度等级图象的每个象素
选择多级抖动显示阵
275
比较各象素以确定N－色调
图象中相应象素的级别
277
对N－色调图象中
的每个象素建模
279
打印N－色调图象
281

图 5

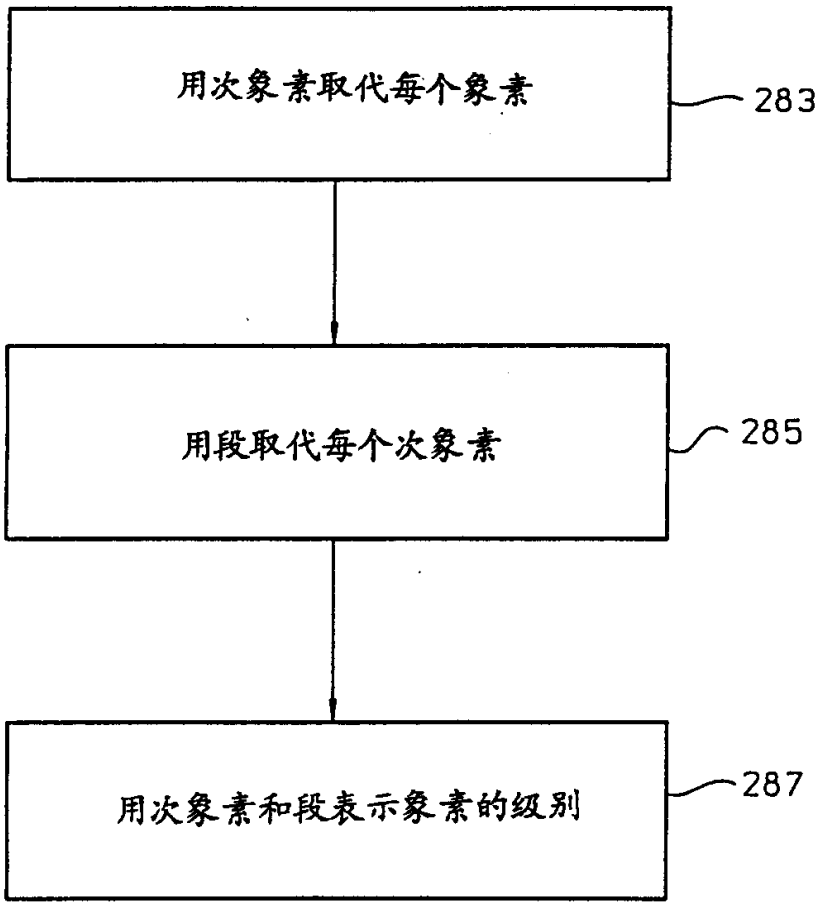


图 6

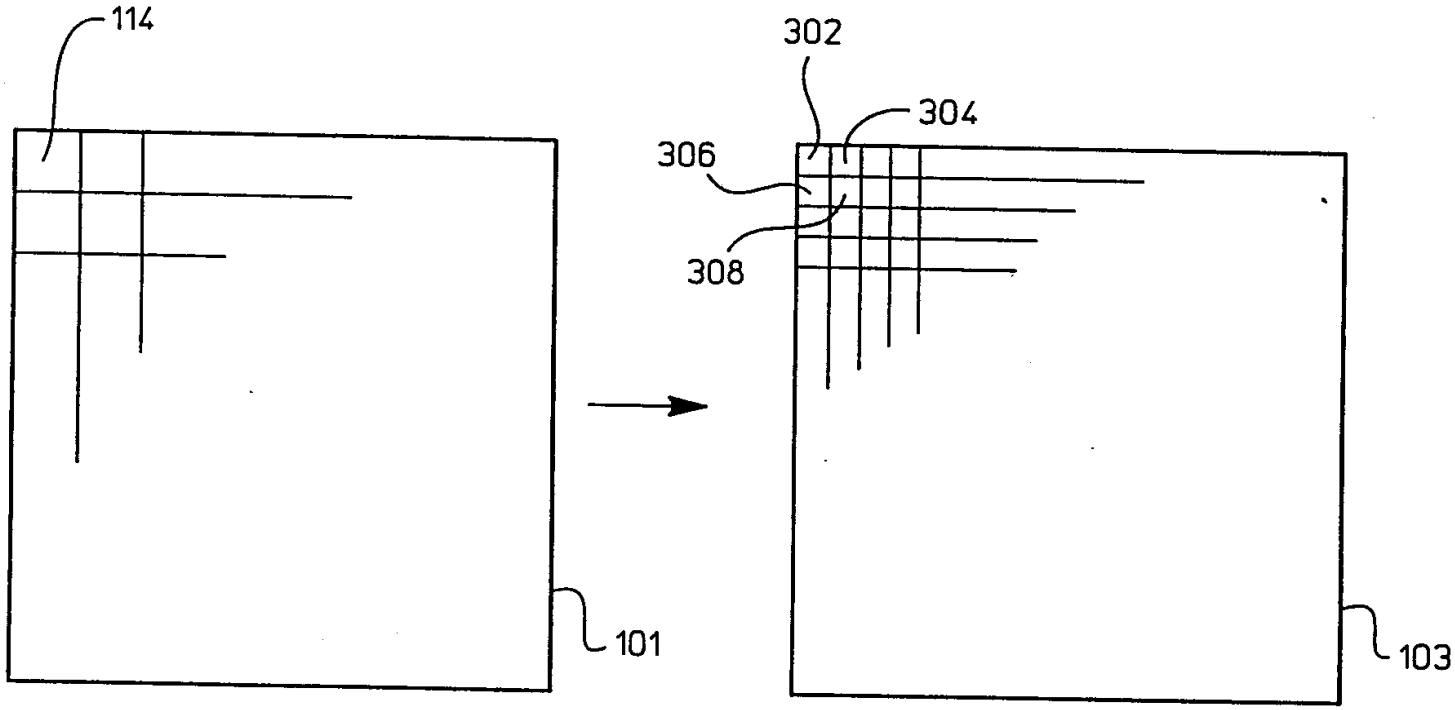
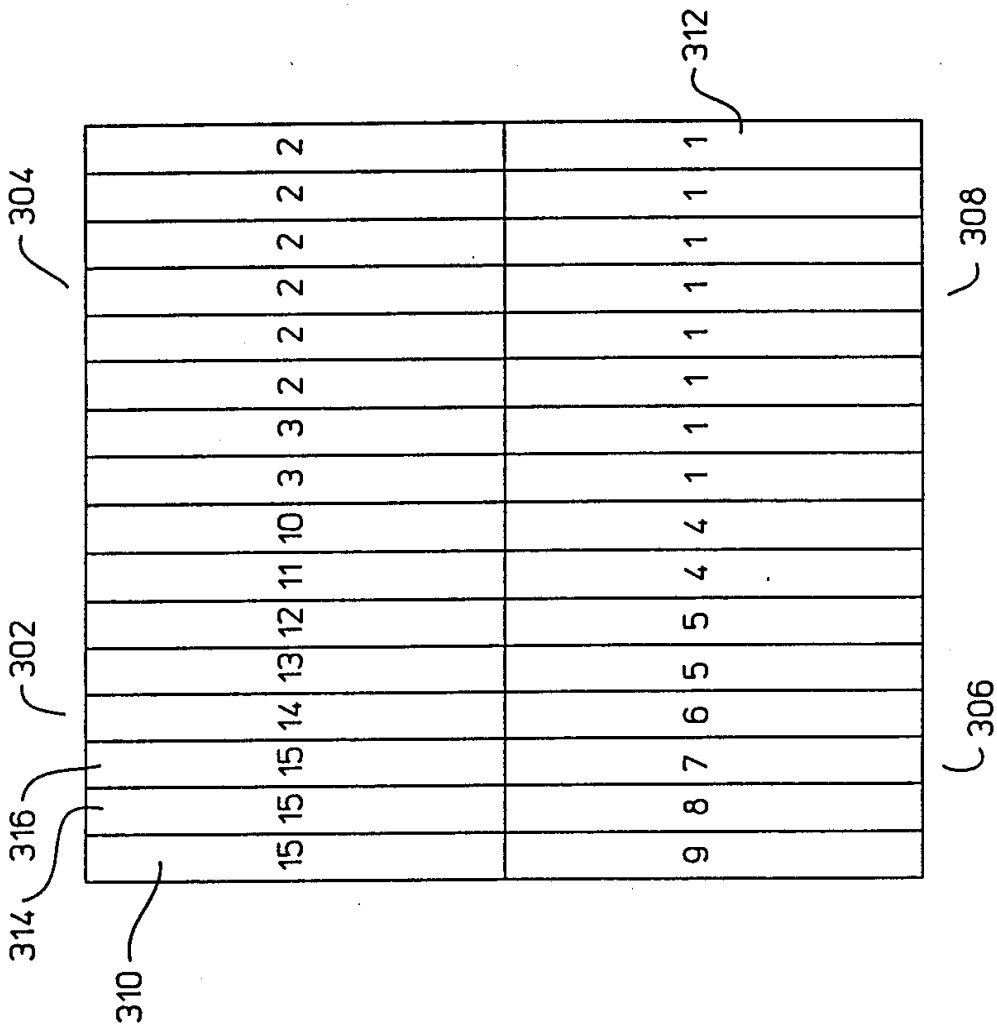


图 7

图 8


304
302
316
314
310
312
308
306
15 15 15 14 13 12 11 10 3 3 2 2 2 2 2 2
9 8 7 6 5 5 4 4 1 1 1 1 1 1 1 1

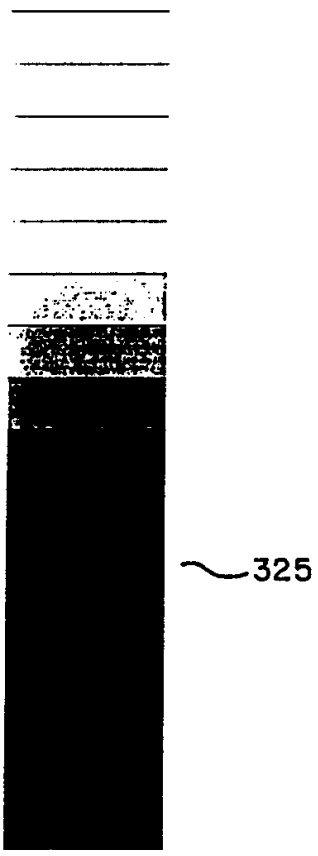


图 9

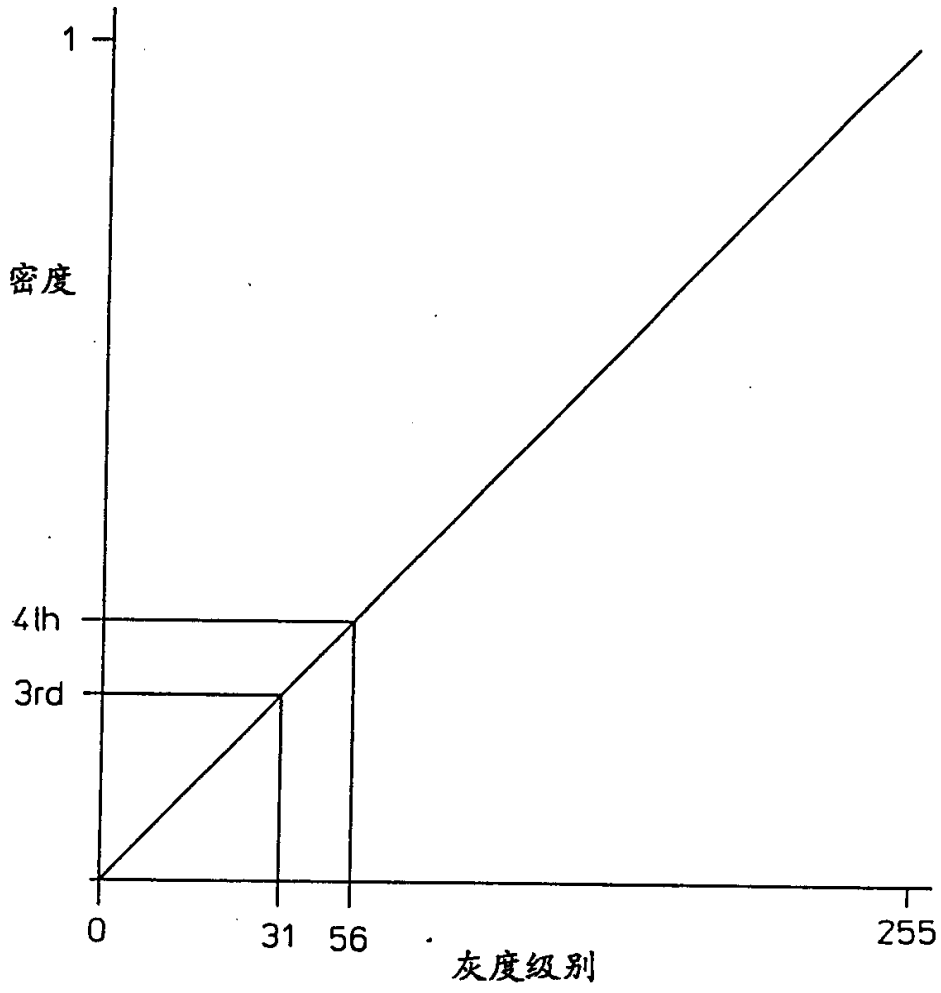


图 10

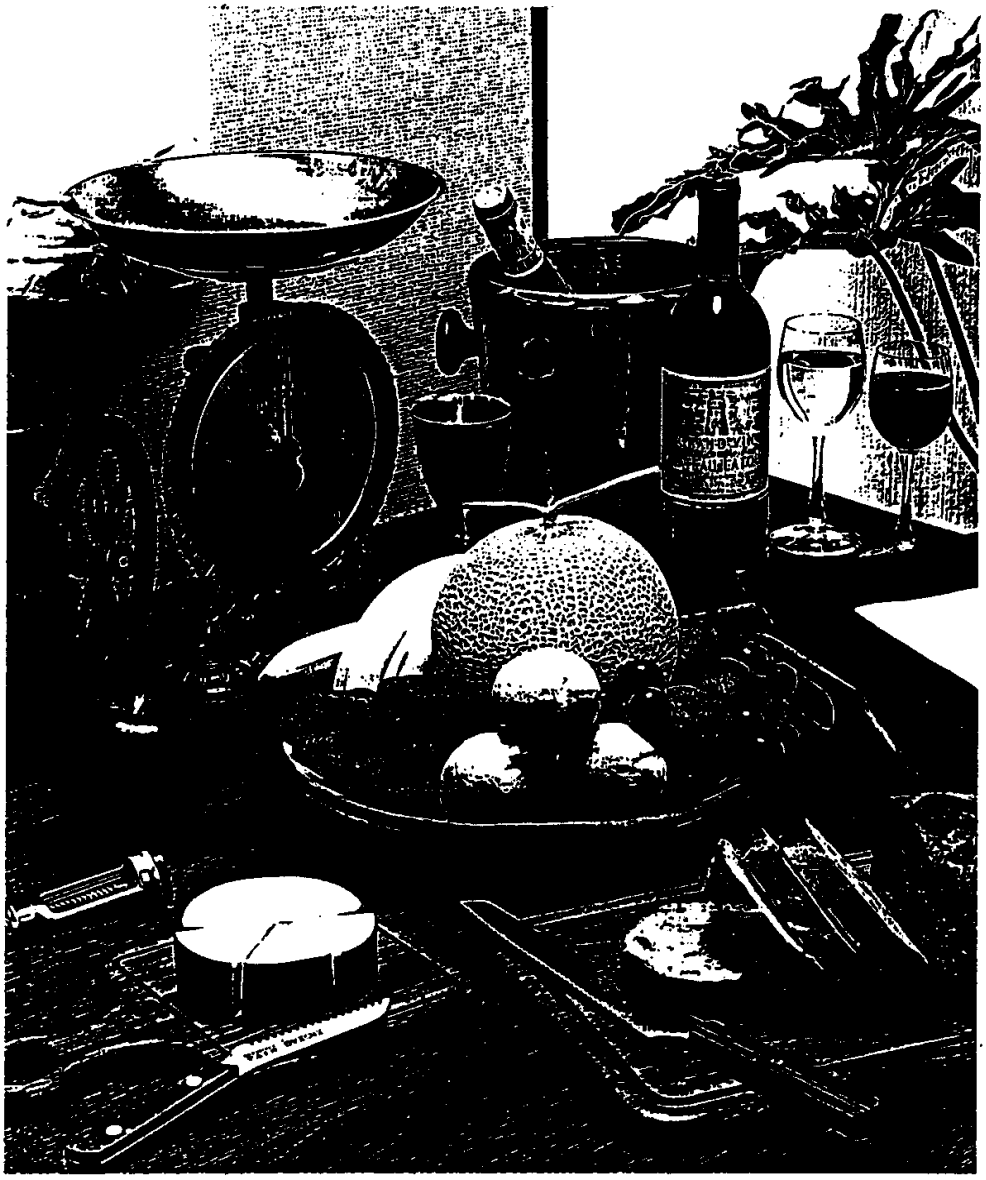


图 11

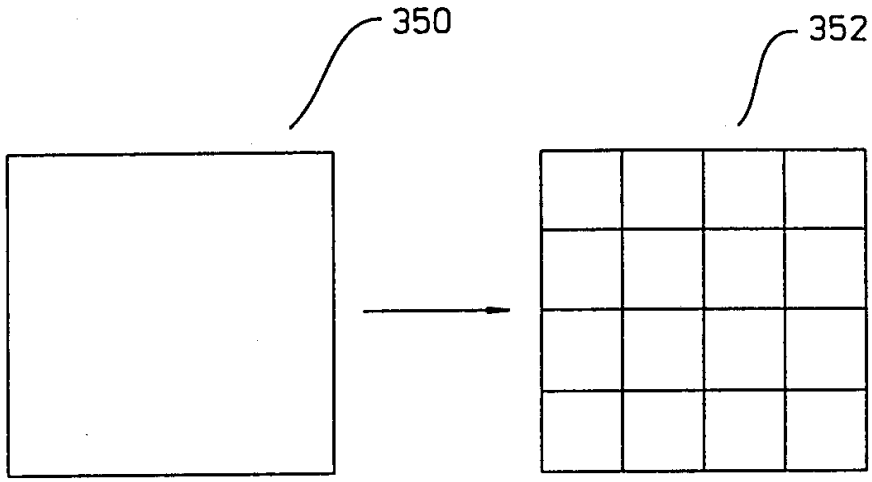


图 12

12	8	1	3
10	6	1	1
4	2	11	7
1	1	9	5

图 13

255	—	243
243	—	213
213	—	185
185	—	157
157	—	135
135	—	116
116	—	107
107	—	77
77	—	65
65	—	30
30	—	22
22	—	0
0	—	0

图 14

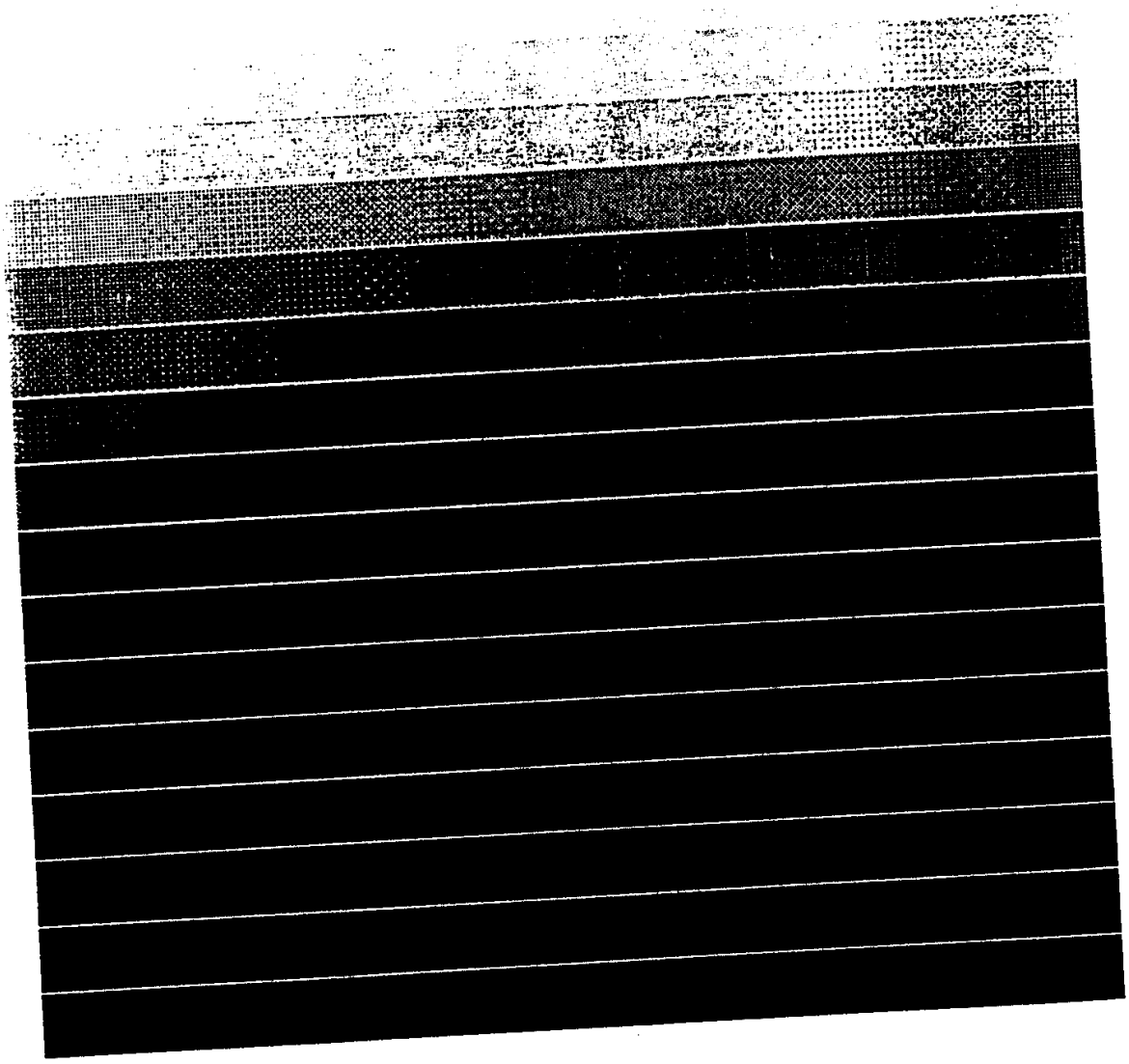


图 15

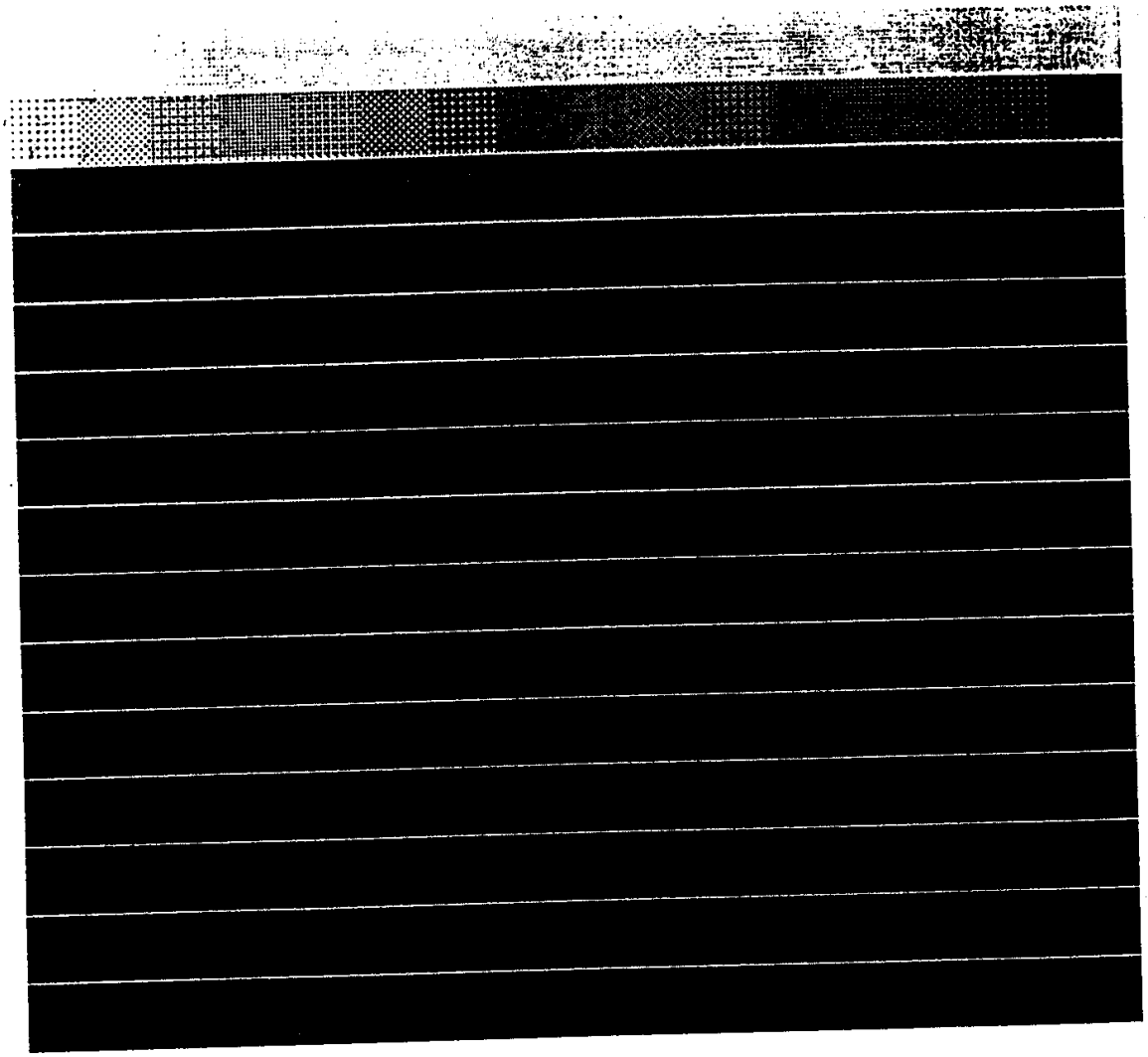


图 16

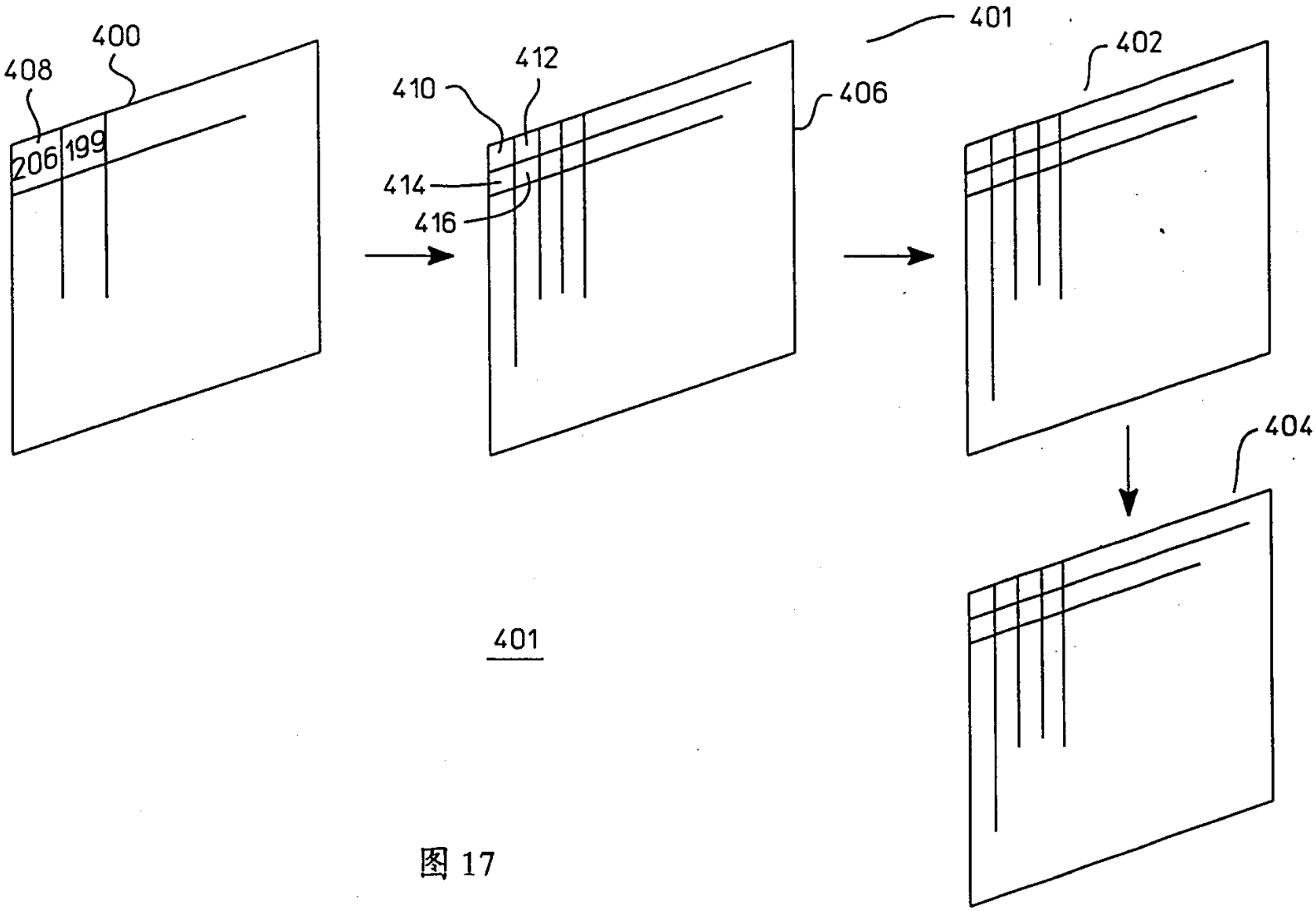


图 17

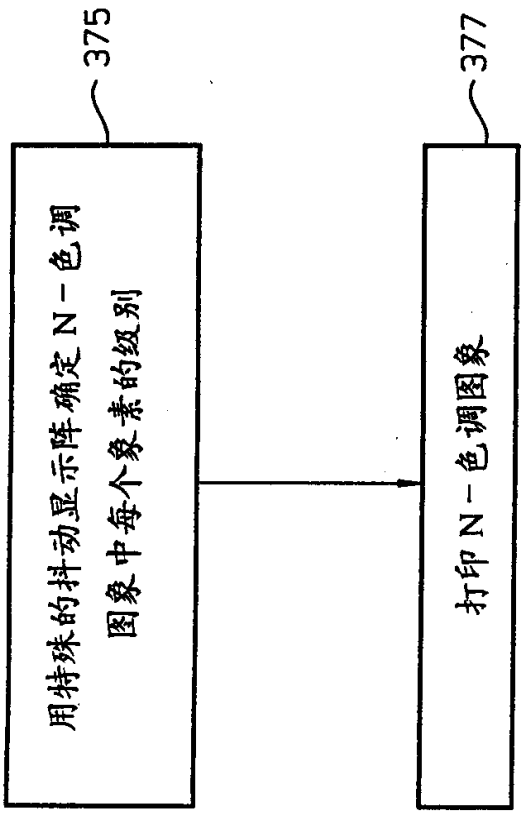


图 18

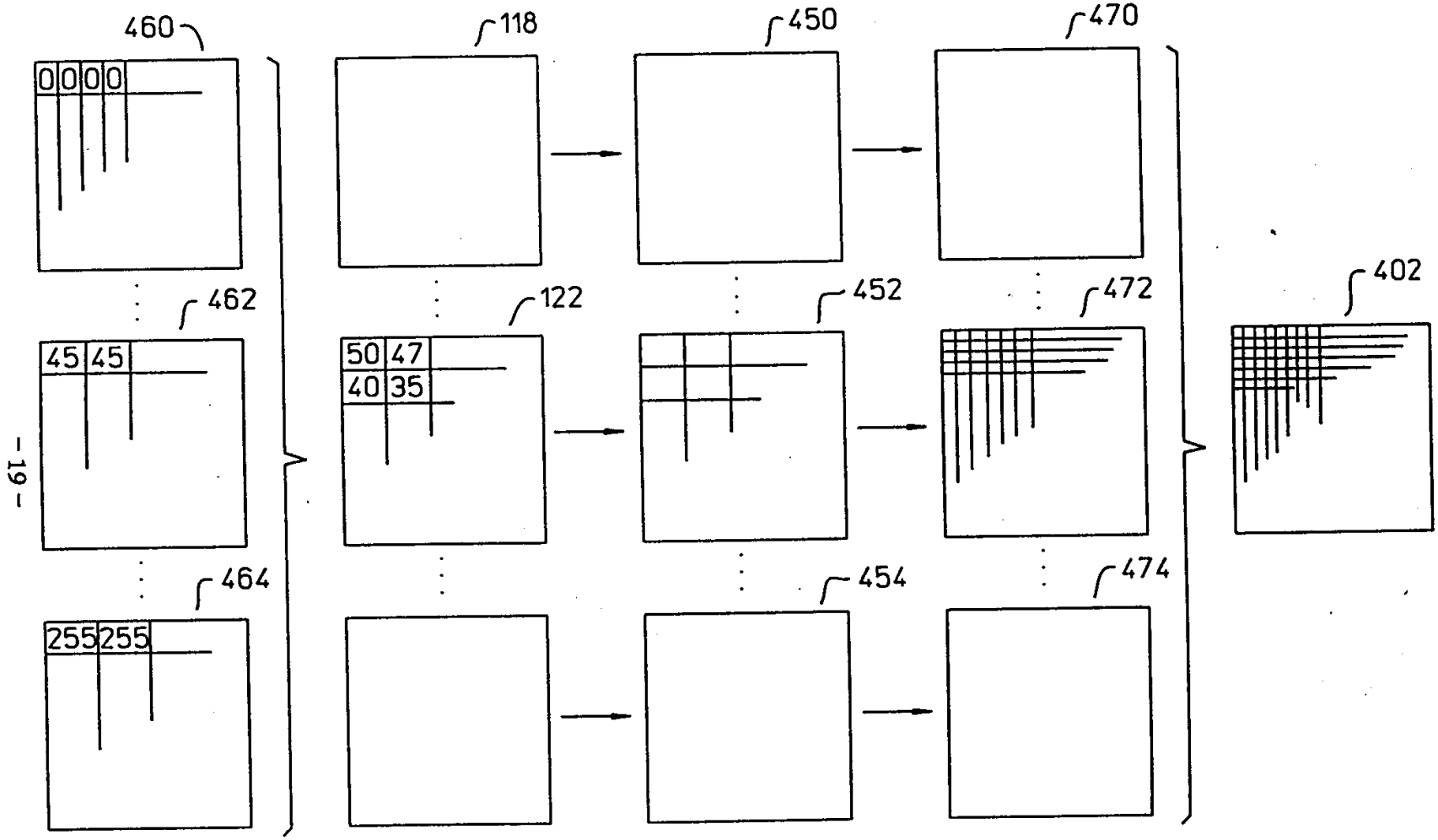

460
0 0 0 0
462
45 45
464
255 255
118
122
50 47
40 35
450
452
454
470
472
474
402

图 19

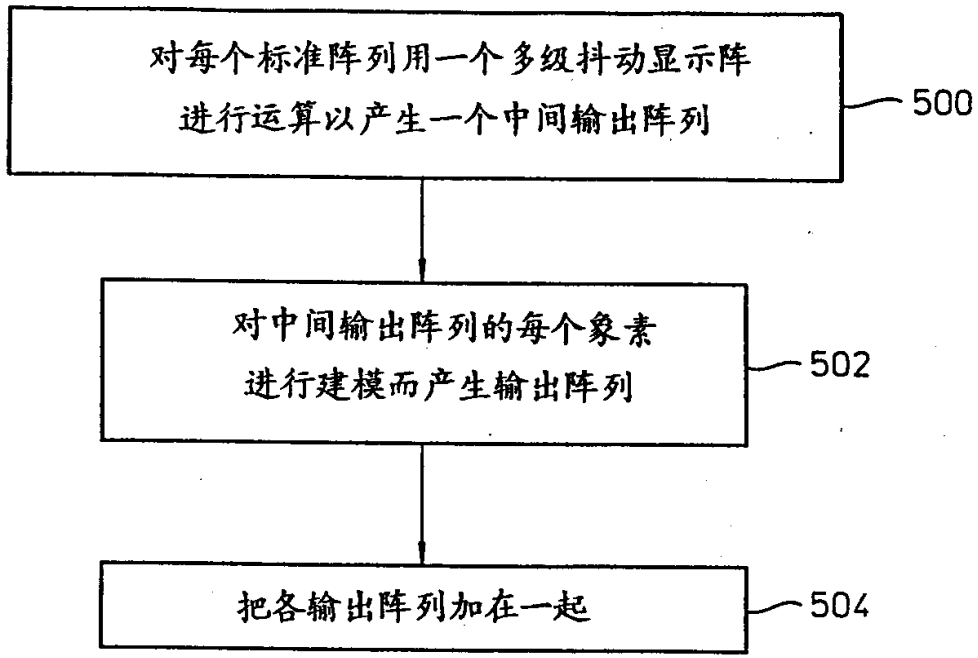

对每个标准阵列用一个多级抖动显示阵
进行运算以产生一个中间输出阵列
500
对中间输出阵列的每个象素
进行建模而产生输出阵列
502
把各输出阵列加在一起
504

图 20