

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710000439.4

[51] Int. Cl.

G02B 5/20 (2006.01)

B41J 2/01 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 9 月 5 日

[11] 公开号 CN 101029943A

[22] 申请日 2007.2.7

[21] 申请号 200710000439.4

[30] 优先权

[32] 2006. 2. 7 [33] US [31] 60/771,284

[71] 申请人 应用材料股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 栗田真一 巴撒姆莎芒

[74] 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司

代理人 徐金国 梁 挥

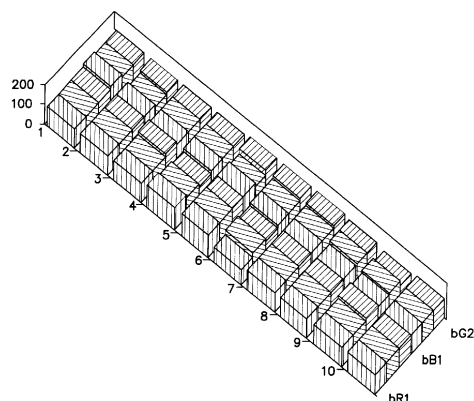
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 13 页

[54] 发明名称

用于减少滤色片不规则性的方法和装置

[57] 摘要

本发明公开了一种用于为平板显示器印刷滤色片并防止 mura 效应的方法、装置和系统，其通过在基板上的像素阵列内沉积多个墨滴并有意识地改变沉积在像素阱中的墨滴尺寸和/或相对横向位置而实现。同时还公开了多个方案。



1. 一种方法，包括：

在基板上的像素阵列内沉积多个墨滴；以及
有意识地改变沉积在该像素阵内的墨滴的尺寸。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，随机改变所述墨滴的尺寸以防止出现 mura 不规则现象。

3. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，增加所述墨滴尺寸的名义上的容限以防止出现 mura 不规则现象。

4. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，基于所述基板的位置函数而改变所述墨滴的尺寸。

5. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，基于时间函数而改变所述墨滴的尺寸。

6. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，还包括有意识地改变沉积在所述像素阵中的墨滴的相对横向位置。

7. 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述有意识地改变所述墨滴的相对横向位置包括在印刷期间改变印刷头的横向位置。

8. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在各墨滴之间改变所述墨滴的尺寸。

9. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在墨滴组之间改变所述墨滴的尺寸。

10. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在像素阵之间改变所述墨滴的尺寸。

11. 一种装置，该装置包括：

适用于在基板上的像素阵列内沉积多个墨滴的印刷头；以及
适用于改变通过印刷头沉积在像素阵中的墨滴尺寸的控制装置。

12. 根据权利要求11所述的装置，其特征在于，所述控制装置适用于随机改变所述墨滴的尺寸以防止出现 mura 不规则现象。

13. 根据权利要求11所述的装置，其特征在于，所述控制装置适用于增加所述墨滴尺寸的名义上的容限以防止出现 mura 不规则现象。

14. 根据权利要求 11 所述的装置, 其特征在于, 所述控制器适用于基于所述基板位置的函数而改变所述墨滴的尺寸。

15. 根据权利要求 11 所述的装置, 其特征在于, 所述控制器适用于基于时间的函数而改变所述墨滴的尺寸。

16. 根据权利要求 11 所述的装置, 其特征在于, 所述控制器适用于通过在印刷期间改变印刷头的横向位置而改变沉积在所述像素阱中的墨滴的相对横向位置。

17. 根据权利要求 11 所述的装置, 其特征在于, 所述控制器适用于在各墨滴之间改变所述墨滴的尺寸。

18. 根据权利要求 11 所述的装置, 其特征在于, 所述控制器适用于在墨滴组之间改变所述墨滴的尺寸。

19. 根据权利要求 11 所述的装置, 其特征在于, 所述控制器适用于在像素阱之间改变所述墨滴的尺寸。

20. 一种方法, 包括:

在基板上的像素阱列内沉积多个墨滴; 并且

有意识地改变沉积在像素阱中的墨滴的相对横向位置。

21. 根据权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 随机改变所述墨滴的相对横向位置以防止出现 mura 不规则现象。

22. 根据权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 增加所述墨滴的相对横向位置的名义上的容限以防止出现 mura 不规则现象。

23. 根据权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 基于所述基板的位置函数而改变所述墨滴的相对横向位置。

24. 根据权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 基于时间函数而改变所述墨滴的相对横向位置。

25. 根据权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 还包括有意识地改变沉积在像素阱中的所述墨滴的尺寸。

26. 根据权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 有意识地改变所述墨滴的尺寸包括在印刷期间改变印刷头的喷墨量。

27. 根据权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 在各墨滴之间改变所述墨滴的相对横向位置。

28、根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，在墨滴组之间改变所述墨滴的相对横向位置。

29、根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，在像素阱之间改变所述墨滴的相对横向位置。

30、一种装置，该装置包括：

适用于在基板上的像素阱列内沉积多个墨滴的印刷头；以及

适用于改变通过印刷头沉积在像素阱中的墨滴的相对横向位置的控制器。

31、根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述控制器适用于随机改变所述墨滴的相对横向位置以防止出现 mura 不规则现象。

32、根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述控制器适用于增加所述墨滴的相对横向位置的名义上的容限以防止出现 mura 不规则现象。

33、根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述控制器适用于基于所述基板位置的函数而改变所述墨滴的相对横向位置。

34、根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述控制器适用于基于时间的函数而改变所述墨滴的相对横向位置。

35、根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述控制器适用于通过在印刷期间改变印刷头的喷墨量而改变沉积在像素阱中的所述墨滴的尺寸。

36、根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述控制器适用于在各墨滴之间改变所述墨滴的相对横向位置。

37、根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述控制器适用于在墨滴组之间改变所述墨滴的相对横向位置。

38、根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述控制器适用于在像素阱之间改变所述墨滴的相对横向位置。

用于减少滤色片不规则性的方法和装置

本申请要求享有 2006 年 2 月 7 日提交的发明名称为“Methods and Apparatus For Reducing Irregularities In Color Filters（用于减少滤色片不规则性的方法和装置）”的美国临时专利申请 60/771,284 的优先权，在此引入其全部内容作为参考。

本申请与如下共同转让、共同待审的美国专利申请相关，在这里引入这些申请的全部内容作为参考：

2005 年 2 月 18 日提交的发明名称为“Methods and Apparatus For Precision Control Of Print Head Assemblies（用于精确控制印刷头组件的方法和装置）”的美国专利申请序列号 11/061,120（代理案号为 9769），以及

2005 年 9 月 29 日提交的发明名称为“Methods and Apparatus For Inkjet Printing Color Filters For Displays（用于显示器的喷墨打印滤色片的方法和装置）”的美国专利申请序列号 11/238,632（代理案号为 9521-5/P01）。

技术领域

本发明主要涉及电子器件制造方法，并且尤其涉及用于平板显示器的滤色片的制造。

背景技术

平板显示器产业一直倾向于采用喷墨印刷来制造显示器件，具体地说是制造滤色片。有效利用喷墨印刷的一个问题在于具有较高产量的同时在基板上精确而准确地喷射墨水或者其他材料的难度很大。因此，需要一种在基板上采用喷墨头有效地印刷的改进方法和装置。

发明内容

在本发明的一方面，提供了一种在基板上的像素阱内沉积墨滴且有意识地改变在该像素阱内沉积的连续墨滴尺寸的方法。随机选择该变化的尺寸从而防

止出现 mura 不规则现象。

在本发明的另一方面，提供了一种在基板上的像素阱内沉积墨滴且有意识地改变在该像素阱内沉积的连续墨滴的相对位置的方法。随机选择该变化的位置以防止出现 mura 不规则现象。

在本发明的再一方面，提供了一种在基板上的像素阱内沉积多个墨滴的方法，并可以有意识地改变沉积在像素阱中的墨滴尺寸。

在本发明的又一方面，提供了一种装置，该装置包括适用于在基板上的像素阱内沉积多个墨滴的印刷头以及适用于改变通过印刷头沉积在像素阱中的墨滴尺寸的控制器。

在本发明的又一方面，提供了一种方法，该方法包括在基板上的像素阱内沉积多个墨滴，并有意识地改变沉积在像素阱中的墨滴的相对横向位置。

在本发明的又一方面，提供了一种装置，该装置包括适用于在基板上的像素阱内沉积多个墨滴的印刷头以及适用于改变通过印刷头沉积在像素阱中的墨滴的相对横向位置的控制器。

通过对于以下示例性的实施方式、所附权利要求书和附图的详细描述，本发明的其他特征和方面将变得更加显而易见。

附图说明

图 1 为理想滤色片实施例的放大示图；

图 2 为具有表示 mura 不规则性的箭头的滤色片平面图实施例的放大示图；

图 3 为体现 mura 不规则性的平板显示器的输出的实施例示图；

图 4 为两列具有 mura 不规则性的像素的透视示意图；

图 5 为两列没有 mura 不规则性的像素的透视示意图；

图 6A、6B、7A 和 7B 包括描述用于分别创建图 4 和图 5 的实施例的实际值的表格；

图 8 为描述根据本发明通过改变墨滴尺寸而减少每个像素中墨量标准偏差的表格；

图 9 为描述根据本发明通过改变墨滴尺寸而减少每个像素中墨量标准偏差的图表；

图 10 为正在制造的放大滤色片示图；

图 11 为根据本发明的方法正在制造的放大滤色片示图；

图 12 为根据本发明的方法制造的滤色片实施例的放大示图。

具体实施方式

本发明提供了用于消除在制造平板显示器的滤色片过程中产生的误差条件的系统和方法。由于在采用喷墨印刷机在基板上精确沉积墨水或者其他材料以形成滤色片时发生的现象而导致该误差条件。由于机械以及电学准确性的限制，喷射到基板上的墨滴的量以及位置可能会与理想目标尺寸和/或位置一致地偏离，使得即使在容限范围内操作沉积墨水的印刷机，但是对每个墨滴重复同一微小误差的累计效应对于观看具有采用喷墨印刷机制造的滤色片的平板显示器的人类肉眼来说还是会出现视觉的不规则性。换句话说，即使一致地在容限内沉积墨滴使得各单独墨滴与理想情况仅存在极微细的差异，但是这里一致设置的一系列墨滴可能累积产生显而易见的的不规则性。人们将该误差称之为 mura 不规则性或者效应。Mura 为来自日本语中的术语并且没有明显的英文等效表达。

本发明提供了用于在不产生 mura 不规则性的情况下印刷滤色片的方法和装置。根据本发明，人为增加在基板上沉积墨滴时产生的变化量（例如，通过印刷机的最大精确度性能限定变化的最小量）从而在相邻像素或者像素组中避免了出现墨滴位置和/或尺寸的可辨别的重复一致性。

转到图 1，图中示出了理想滤色片 100 的实施例的放大示意图。该滤色片 100 包括具有通过黑矩阵材料 104 限定的像素阵列的基板 102。各像素 106 包括三个分别填充有一系列墨滴 110 的不同颜色（例如，红、绿和蓝）的子像素阱 108。在所示的实施例中，在各子像素阱 108 中成列沉积有四滴墨水 110。在制造期间，将基板 102 转移到通过 x-y 坐标台驱动的平台，使其位于设置在基板 102 上方的印刷头（未示出）下部。该印刷头在各子像素阱 108 中沉积四滴墨水。

图 1 中所示的滤色片 100 为理想滤色片的平面示意图，其中各子像素 108 包括相同尺寸的墨滴 110，在各子像素阱 108 的中心中以列状精确沉积所述相同尺寸的墨滴 110。很难实现墨滴的理想尺寸和位移。包括用于触发单个印刷头喷嘴以喷射墨水的信号之间电学干扰的各种因素都可能导致墨滴尺寸变化。

其中，在定位印刷头喷嘴以及 x-y 坐标台（平台）的过程中的机械误差可能导致定位误差。尽管可以在一定程度上校正所述类型的误差，然而对各喷嘴调整喷射脉冲电压信号（其控制墨滴尺寸）使其具有低于阈值百分比误差范围或者将墨滴着陆准确性改善为低于 $\pm$ 阈值距离是很困难的和/或受到成本限制的。例如，由应用材料公司制造的喷墨印刷机电流发生器能够将喷射脉冲电压控制在 1% 的容限范围内，该范围可以产生 $\pm$ 10% 的体积误差和在 $\pm$ 5 μm 范围内的滴落位置准确性。尽管这些阈值或者范围稳定地将适当尺寸的墨滴滴落到目标像素阱内，但是这些范围不足以避免产生 mura 不规则现象。

参照图 2，其示出了具有表示 mura 不规则性的箭头 202 的滤色片 200 平面图实施例的放大示图。注意，定位并设置墨滴 100 的尺寸使其适合他们各自的像素阱 106，换句话说，位于容限范围内。尽管处于容限范围内，但是还是可能发生 mura 不规则现象，例如，子像素阱内的几滴墨滴在他们各自的子像素阱内轻微偏离中心的情况。图 3 示出在显示固体白色区域的同时显示 mura 不规则性 302 的平板显示器的输出实施例示图。注意，在 mura 不规则性存在的情况这些线是可见的。

图 4 为两列像素的透视示意图，其中每列具有三个子像素。每个子像素的高度代表沉积在该子像素内的总墨水量。注意箭头表示 mura 不规则性，相邻列的子像素在两列之间的墨水量方面一直具有相对较大的差异，即，图中示出了标准墨滴在每条线之间具有 $\pm$ 10% 的体积误差。这是由于在与具有标准墨水量的列相邻的列中沉积了减少和/或增加的墨水量而导致该效应。在增加墨水量的列相邻设置减少墨水量的列加剧了该问题。因此，无论在图 2 的实施例中所示的一致偏移墨水滴还是在图 4 中示出的一致减少（或者增加）墨水量均会导致在图 3 中所示的可见 mura 效果。此外，即使在上述情况其中之一不会导致可见 mura 不规则性效应的情况下，一致偏移墨滴和一致减少或者增加墨水量的结合也可能产生累积可见的 mura 不规则性。

相反，本发明通过提高喷墨印刷机的名义上的（nominal）误差容限而解决 mura 不规则性的问题。换句话说，不是试图将误差容限减少到印刷机设计工作的阈值以下，本发明通过改变目标墨滴尺寸和/或墨滴位置而防止在一系列墨滴中出现的会使 mura 不规则性变为可见的相同小误差的重复。图 5 为两列像素的透视示意图，其中每列具有三个子像素。与图 4 所述相同，各子像素

的高度代表沉积在该各子像素内的总墨水量。注意，在不同子像素之间存在增加的墨水量变化，并且因此在任意列中不存在恒定系列的减少（或者增加）的墨水量，即，图中示出了 $\pm 10\%$ 随机墨滴在每一个像素之间 $\pm 20\%$ 的体积误差。因此采用墨滴尺寸的变化来防止产生与墨滴尺寸和/或墨滴位置相关的可视 mura 效应。

图 6A、6B、7A 和 7B 显示用于分别创建图 4 和图 5 的实施例的实际值的表格。该总表 600、700 包括分别在图 4 和图 5 中规划的总墨水量数值。采用在源表 602、604、702、704 中所示的随机产生的墨滴尺寸数据而计算这些值。在该实施例中，各像素（子像素）均由在表 602、604、702、704 中标题为“1”、“2”、“3”和“4”下列出的墨滴尺寸表示的四个墨滴填充。在像素识别标题（例如 aR1、aG1、aB1 等）下列出的值为沉积在各子像素中的四个墨滴尺寸的总和（例如，总量）。将该总量值填入总表 600、700 的各自位置。

在产生时，将图 6A 和 6B 中的示例随机墨滴尺寸数据限制在理想/目标值 $\pm 10\%$ 的范围内。因此，在目标值为 25pl 的情况下，单独墨滴的尺寸可以在 22.5pl 到 27.5pl 的范围内，但是在指定的子像素列中该范围是恒定的。该恒定的原因在于采用相同的印刷头喷嘴将墨水沉积到指定的子像素列中并且在相同尺寸的墨滴之间保持相同的误差。相反，对于具有 $\pm 10\%$ 体积误差的指定子像素列（例如对于指定的印刷头喷嘴），在图 7A 和 7B 中随机产生的墨滴尺寸数据可改变 $\pm 10\%$ 。这导致产生 $\pm 20\%$ 的名义上的误差，使得单独墨滴可以在 20pl 到 30pl 的范围内，但是他们在指定的子像素列内变化。注意，不用于重复相同墨滴尺寸的情况，在不同的墨滴尺寸下，误差量可以随着不同设计尺寸的墨滴而变化。进一步注意，所述的数值和范围仅仅作为实施例提供并且还可以采用许多不同的数值和范围。在以参考方式引入的以前文献中详细描述了改变墨滴尺寸和位置的各种方法。

与图 6A 中的总表 600 相比较，从图 7A 中的总表可以看出，通过增加名义上的误差，墨滴尺寸的变化量得到增加。如在总表 600 和 700 中的图形所示，在图 4 和图 5 中，该变化可以用于防止产生可见的 mura 效应。

参照图 8 和图 9，分别提供了根据本发明通过改变墨滴尺寸而减少各像素中墨水量的标准偏差的表格和曲线。在图 8 的表格 800 所示的实施例中，名义上的墨滴尺寸的直径为 $42\mu\text{m}$ 。误差为 3.5%并且因此墨滴尺寸的范围为从

41.265 μm 到 42.735 μm 。表格 800 显示了一个印刷头的喷嘴平均沉积 41.927 μm 的墨滴（例如，16 滴子像素），墨滴在不同列之间的标准偏差为 0.432（例如印刷口（print pass）到印刷口）。但是，通过有意识地改变要沉积在各像素中的 16 个墨滴的尺寸，平均墨滴尺寸为 42.009，其标准偏差为 0.092，该标准偏差低于一个印刷头结果的 1/4。在图 9 中通过基本上较为平坦的线绘图 902（代表有意识地改变经过喷嘴的墨滴尺寸）对相对锐利的线绘图 904（其代表一个印刷头的墨滴尺寸）以曲线形式示出了该结果。

参照图 10 和 11，其示出了避免 mura 效应的附加或者替代方法。所示为在制造过程中的放大滤色片 1000 的示意图。如图所示将印刷头 1002 设置在基板 1004 上方，使得印刷头 1002 的喷嘴 1006 对准以当基板沿通过 Y 参考轴表示的 Y 方向在印刷头 1002 下方移动时将墨水沉积到滤色片 1000 的子像素阱 1008 中。在各目标子像素阱 1008 内，通过互连点表示一系列的墨滴滴落位置 1010 和 1012。

采用沉积墨水的传统方法制造图 10 中的滤色片 1000，在该传统方法中，在给定精确度的情况下，尽可能地将墨水沉积在接近像素阱 1008 的中心。图 10 示出了标准墨滴具有 $\pm 10\mu\text{m}$ 滴落位置误差的放大滤色片。如墨滴滴落位置偏差 M 所示，可以预计在某些子像素阱 1008 列中的某些误差（例如， $\pm 10\mu\text{m}$ ，处于容限内的量），从而会导致产生可见的 mura 效应。

相反，图 11 的滤色片 1000 为根据本发明实施方式制造的滤色片。图 11 示出了随机墨滴具有 $\pm 10\mu\text{m}$ 附加滴落位置变化的放大滤色片。与试图在各子像素的绝对横向中心的直列沉积墨水不同，如图 11 的墨滴滴落位置 1012 所示，在像素阱 1008 内试图在改变的横向位置（例如，除了固有的 $\pm 10\mu\text{m}$ 以外的 $\pm 10\mu\text{m}$ ）沉积墨滴。

在某些实施方式中，在固定墨滴尺寸的情况下，可以随机改变墨滴的滴落位置或者基于诸如图 11 所示的正弦曲线函数而改变。通过在印刷期间改变印刷头的位置和/或在印刷期间横向（例如，垂直于印刷方向）改变基板的位置可以实现墨滴滴落位置 1012 的改变。在某些实施方式中，印刷头 1002 可以作为平台（支撑该基板的工作台）或者基板位置的函数、或者作为时间的函数移动。例如，随着通过平台沿印刷方向移动该基板，该印刷头可以根据平台位置或者某些预定的频率、常值或者变量而连续横向移动。例如，印刷头 1002 可

以沿 X 轴方向从名义上的目标位置在印刷滤色片 1000 的同时（沿 Y 方向）连续移动 $\pm 5\sim 20\mu\text{m}$ 。采用与印刷头定位机械装置连接的随机数产生器连续选择在预定范围内的 $\pm X$ 方向移动变量。在某些实施方式中，印刷头 1002 的位置可以随着每个墨滴（例如 20KHz）、墨滴组（例如， $\sim 800\text{Hz}$ 到 20KHz）、每个像素（例如 $\sim 500\text{Hz}$ 到 $\sim 800\text{Hz}$ ）和/或每个像素组（例如每 5-10 个像素、50 到 60Hz）变化。在以上以参考方式引入的文献中详细描述了采用喷墨印刷机改变墨滴尺寸和位置的各种方法。在某些实施方式中，在印刷期间可以采用伺服电机或者压电传动装置而准确产生印刷头和/或基板/平台的位置变化。在其他实施方式中，可以在高频和/或可变频率下振动印刷头 1002 从而相对随机地产生位置变化。

如图 12 所示，在某些实施方式中，可以同时采用本发明的墨滴尺寸变化和位置变化的方法。可以采用这两种方法的结合以找到墨滴尺寸和/或墨滴位置变化的优选量，从而最小化产生 mura 现象的可能性。

上述的说明书仅公开了本发明的具体实施方式，显然熟悉本领域的技术人员对于上述公开的方法和装置的修改均落入本发明的范围内。例如，应该理解还可以结合任意类型的墨水或者滤色片材料使用本发明制造任意类型或者尺寸的滤色片。因此，尽管已经结合其具体实施方式公开了本发明，但是，应该理解其他实施方式仍落入通过如下权利要求书所限定的本发明的精神和范围内。

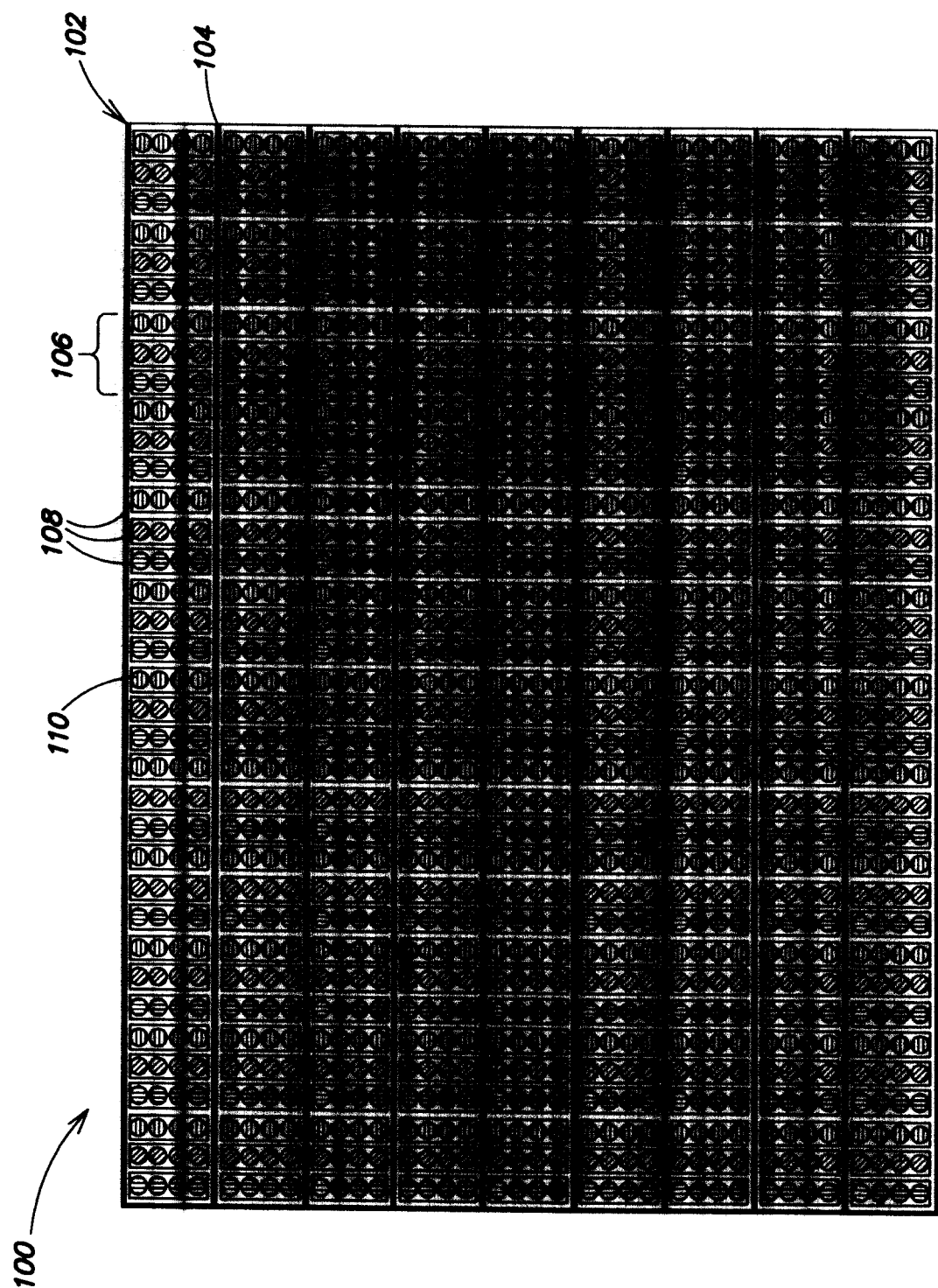


图1

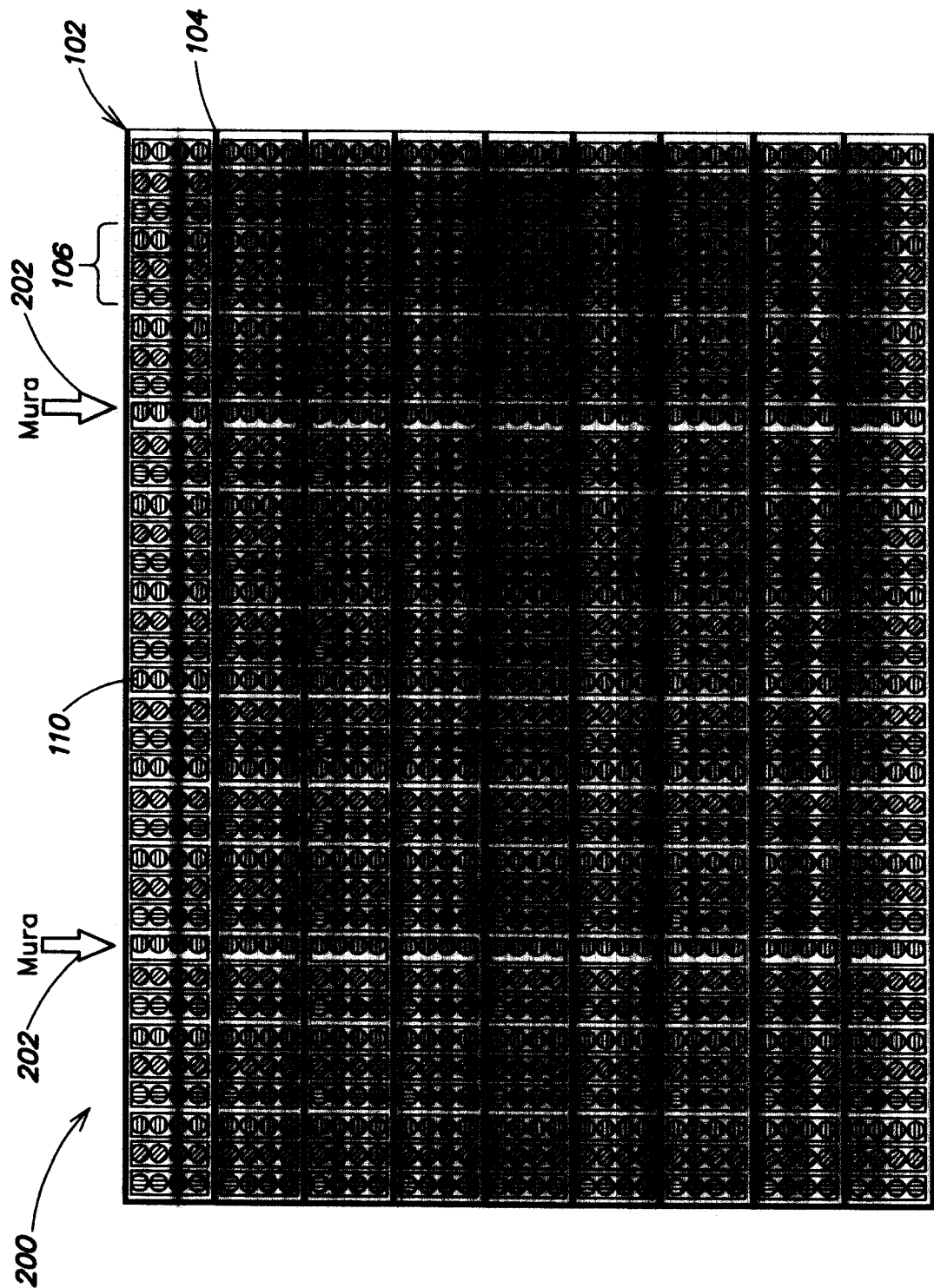


图2

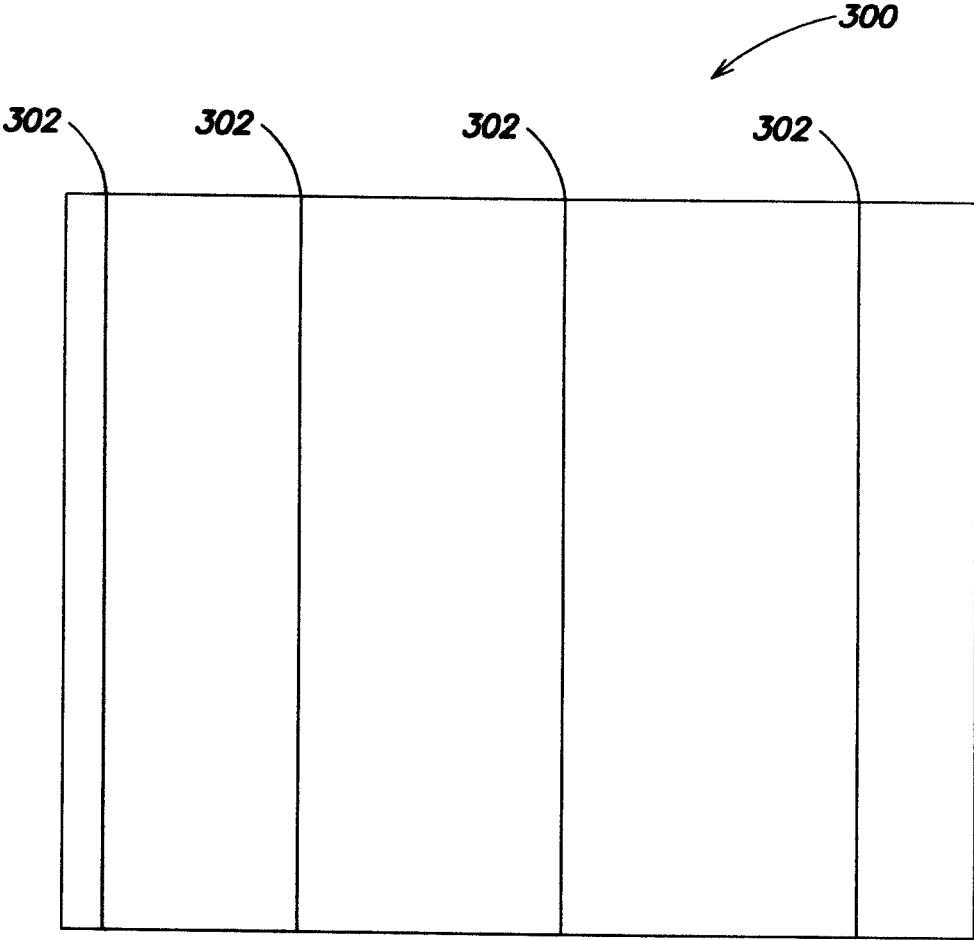


图3

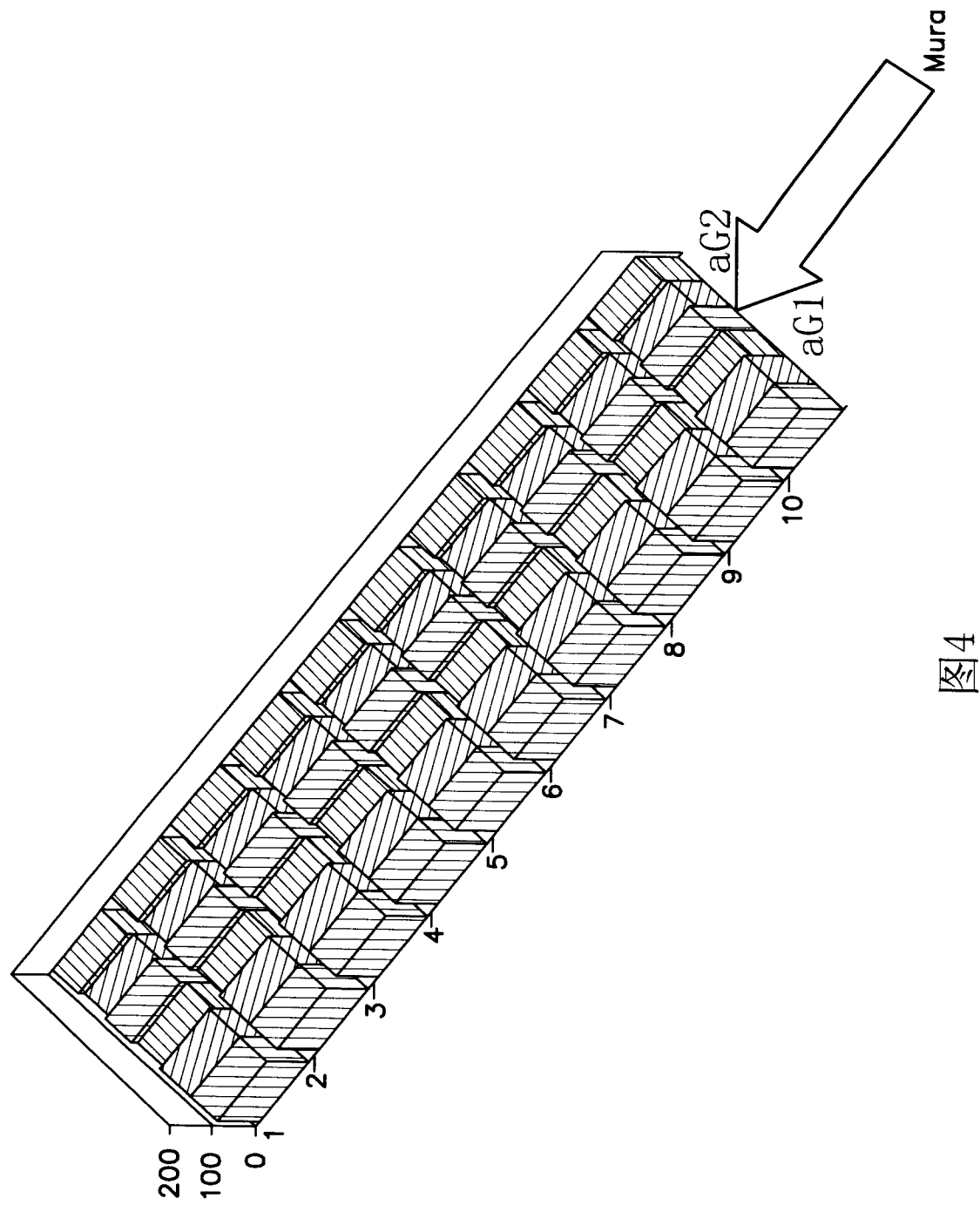
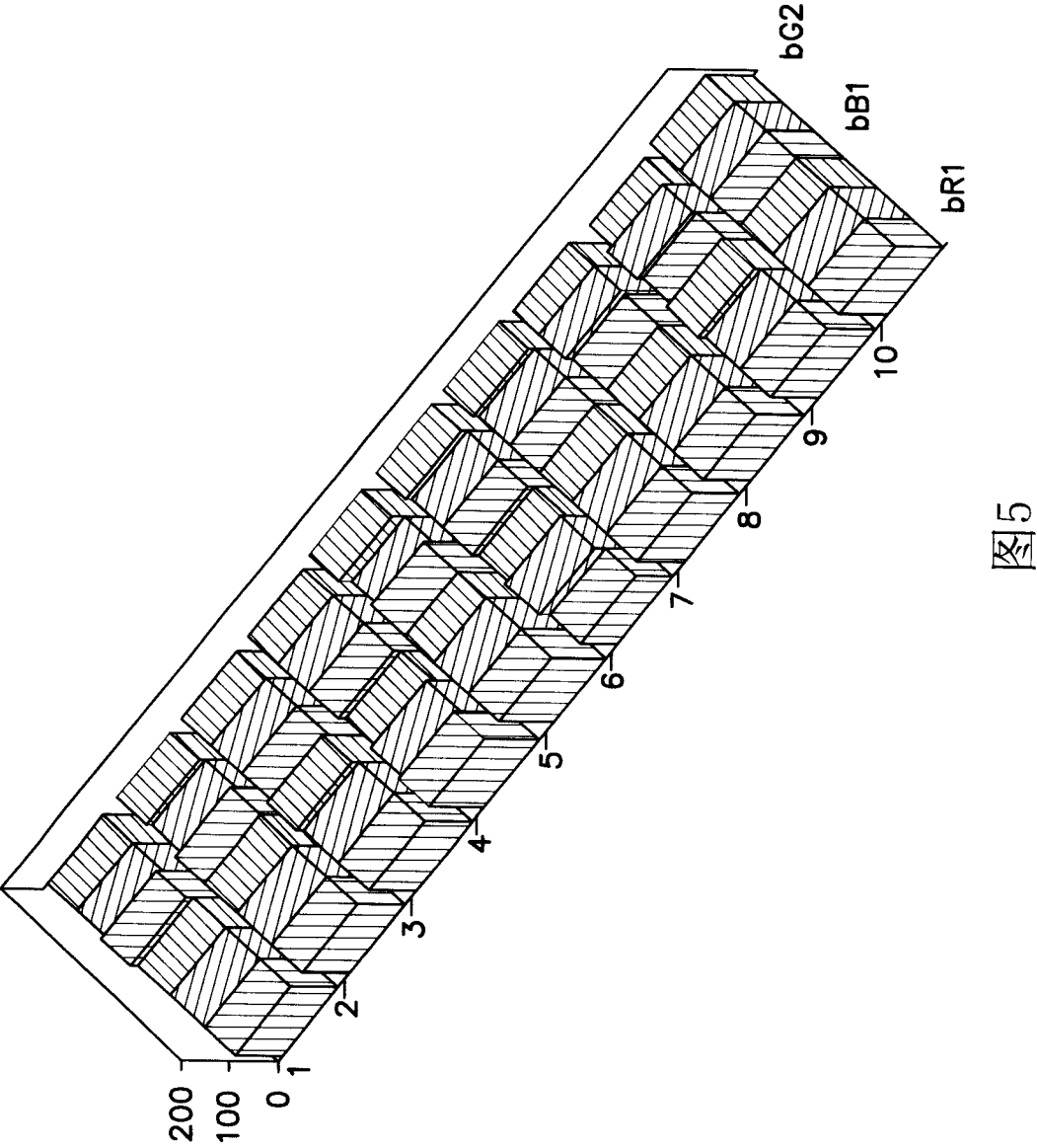


图4



600	像素	aR1	aG1	aB1	aR2	aG2	aB2																																
	1	96.0	100.0	90.0	110.0	90.0	104.0																																
	2	96.0	100.0	90.0	110.0	90.0	104.0																																
	3	96.0	100.0	90.0	110.0	90.0	104.0																																
	4	96.0	100.0	90.0	110.0	90.0	104.0																																
	5	96.0	100.0	90.0	110.0	90.0	104.0																																
	6	96.0	100.0	90.0	110.0	90.0	104.0																																
	7	96.0	100.0	90.0	110.0	90.0	104.0																																
	8	96.0	100.0	90.0	110.0	90.0	104.0																																
	9	96.0	100.0	90.0	110.0	90.0	104.0																																
602	10	96.0	100.0	90.0	110.0	90.0	104.0																																
	像素	1	2	3	4	aR1	像素	1	2	3	4	aG1	像素	1	2	3	4	aB1																					
	1	24	24	24	24	96.0	1	25	25	25	25	100.0	1	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0																					
	2	24	24	24	24	96.0	2	25	25	25	25	100.0	2	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0																					
	3	24	24	24	24	96.0	3	25	25	25	25	100.0	3	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0																					
	4	24	24	24	24	96.0	4	25	25	25	25	100.0	4	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0																					
	5	24	24	24	24	96.0	5	25	25	25	25	100.0	5	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0																					
	6	24	24	24	24	96.0	6	25	25	25	25	100.0	6	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0																					
	7	24	24	24	24	96.0	7	25	25	25	25	100.0	7	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0																					
	8	24	24	24	24	96.0	8	25	25	25	25	100.0	8	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0																					
A	9	24	24	24	24	96.0	9	25	25	25	25	100.0	9	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0																					
	10	24	24	24	24	96.0	10	25	25	25	25	100.0	10	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0																					
																				B																			
																				图6A																			
																				图6B																			
																				图6A																			

604

(A)

体积误差为 $\pm 10\%$ 的标准墨滴

(B)

像素	1	2	3	4	Ar2	像素	1	2	3	4	qG2	像素	1	2	3	4	qB2
1	27.5	.5	27.5	27.5	110.0	1	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0	1	26	26	26	26	104.0
2	27.5	27.5	27.5	27.5	110.0	2	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0	2	26	26	26	26	104.0
3	27.5	27.5	27.5	27.5	110.0	3	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0	3	26	26	26	26	104.0
4	27.5	27.5	27.5	27.5	110.0	4	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0	4	26	26	26	26	104.0
5	27.5	27.5	27.5	27.5	110.0	5	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0	5	26	26	26	26	104.0
6	27.5	27.5	27.5	27.5	110.0	6	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0	6	26	26	26	26	104.0
7	27.5	27.5	27.5	27.5	110.0	7	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0	7	26	26	26	26	104.0
8	27.5	27.5	27.5	27.5	110.0	8	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0	8	26	26	26	26	104.0
9	27.5	27.5	27.5	27.5	110.0	9	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0	9	26	26	26	26	104.0
10	27.5	27.5	27.5	27.5	110.0	10	22.5	22.5	22.5	22.5	90.0	10	26	26	26	26	104.0

图6B

[illegible]

7A	7B
----	----

7A

704

(A)

体积误差为+/-10%的+/-10%随机墨滴

(B)

像素	1	2	3	4	bR2	像素	1	2	3	4	bG2	像素	1	2	3	4	bB2
1	20.0	25.0	30.0	30.0	105.0	1	20.0	20.0	20.0	25.0	85.0	1	20.0	25.0	30.0	30.0	105.0
2	20.0	20.0	20.0	20.0	80.0	2	30.0	20.0	20.0	20.0	90.0	2	30.0	30.0	20.0	20.0	100.0
3	20.0	20.0	20.0	20.0	80.0	3	20.0	20.0	30.0	20.0	90.0	3	25.0	20.0	30.0	25.0	100.0
4	30.0	20.0	25.0	20.0	95.0	4	30.0	30.0	30.0	30.0	120.0	4	30.0	25.0	20.0	30.0	105.0
5	20.0	25.0	20.0	20.0	85.0	5	25.0	20.0	25.0	30.0	100.0	5	20.0	20.0	20.0	30.0	90.0
6	20.0	20.0	25.0	30.0	95.0	6	30.0	20.0	25.0	20.0	95.0	6	25.0	20.0	25.0	20.0	90.0
7	20.0	30.0	30.0	30.0	110.0	7	30.0	30.0	20.0	20.0	100.0	7	20.0	30.0	25.0	25.0	100.0
8	25.0	20.0	30.0	20.0	95.0	8	20.0	20.0	20.0	20.0	80.0	8	20.0	30.0	25.0	30.0	105.0
9	20.0	30.0	25.0	20.0	95.0	9	30.0	20.0	30.0	20.0	100.0	9	20.0	30.0	30.0	25.0	105.0
10	30.0	30.0	30.0	20.0	110.0	10	25.0	20.0	30.0	30.0	105.0	10	20.0	30.0	30.0	30.0	110.0

图7B

800
↙

	一个头	两个头	三个头	16液滴
		平均	平均	随机
尺寸 (μm)	42	42	42	42
误差	3.50%	3.50%	3.50%	3.50%
最大值	42.735	42.735	42.735	42.735
最小值	41.265	41.265	41.265	41.265
平均值	41.927	41.952	41.954	42.009
最大值	42.653	42.531	42.584	42.222
最小值	41.266	41.494	41.496	41.749
中间值	41.871	41.978	41.971	42.009
平均偏差	0.381	0.196	0.205	0.072
标准偏差	0.432	0.239	0.241	0.092

图8

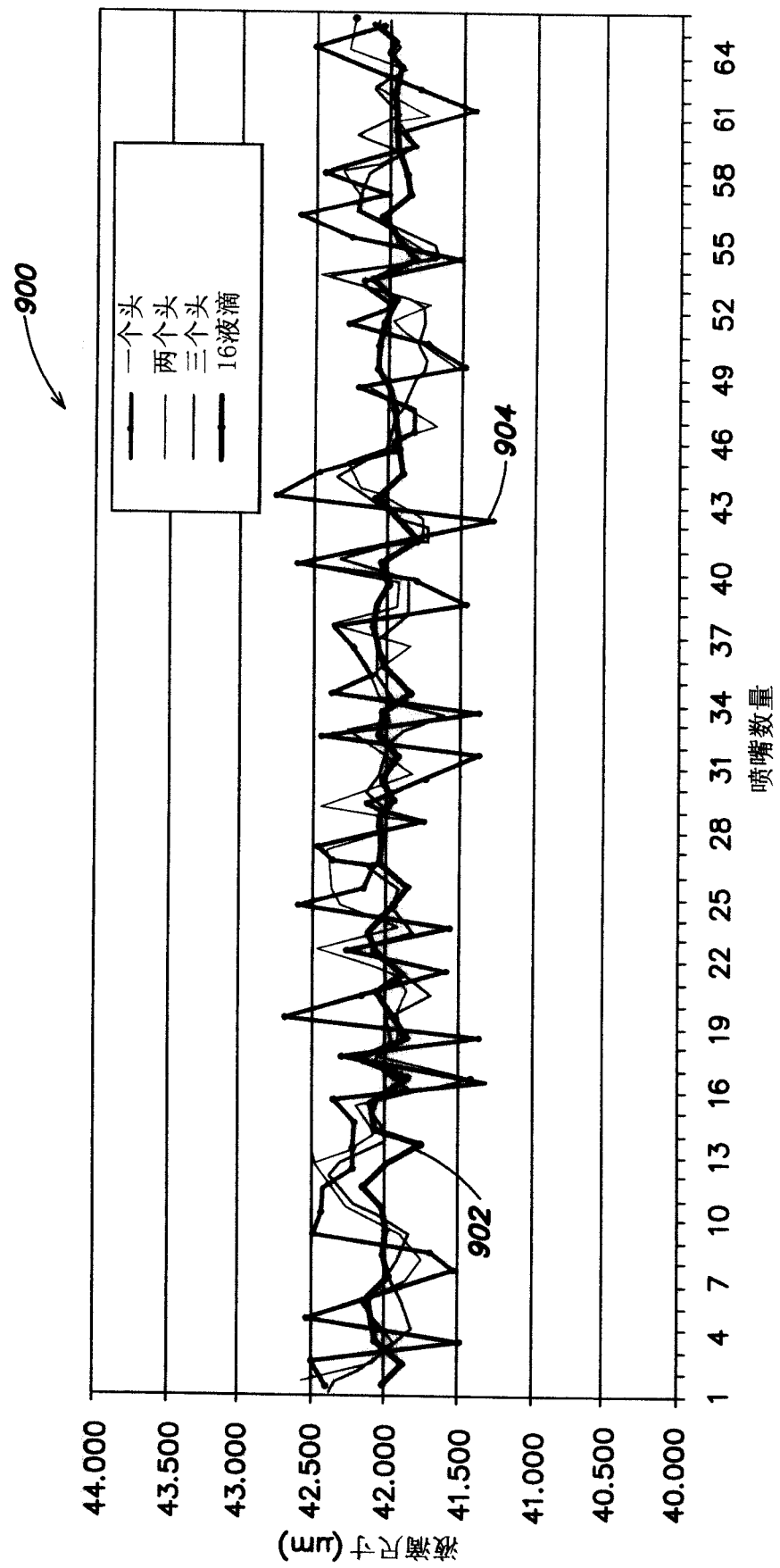


图9

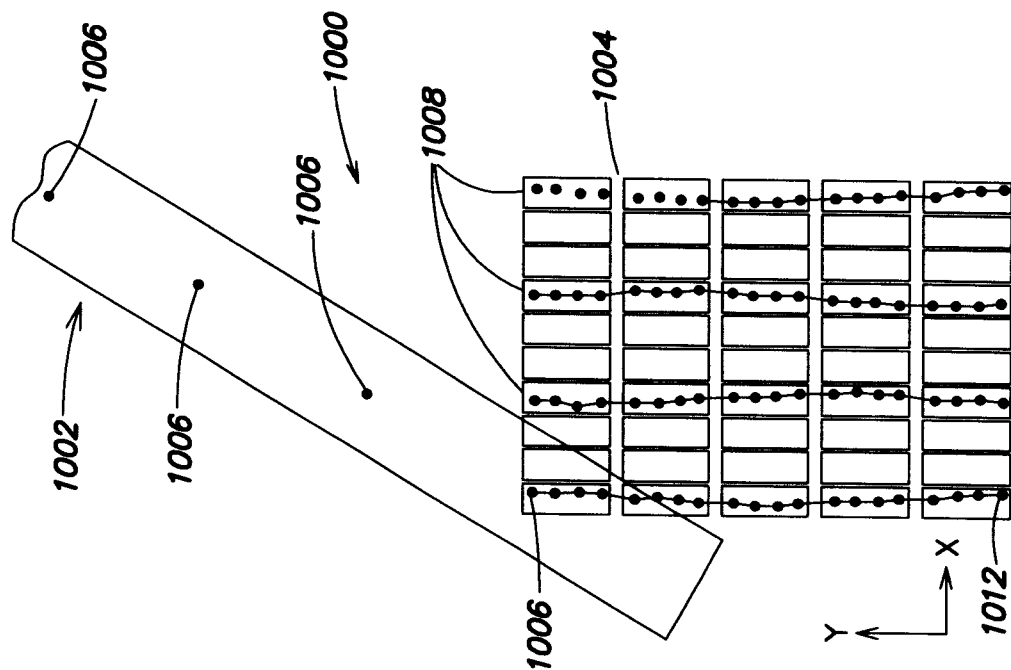


图10

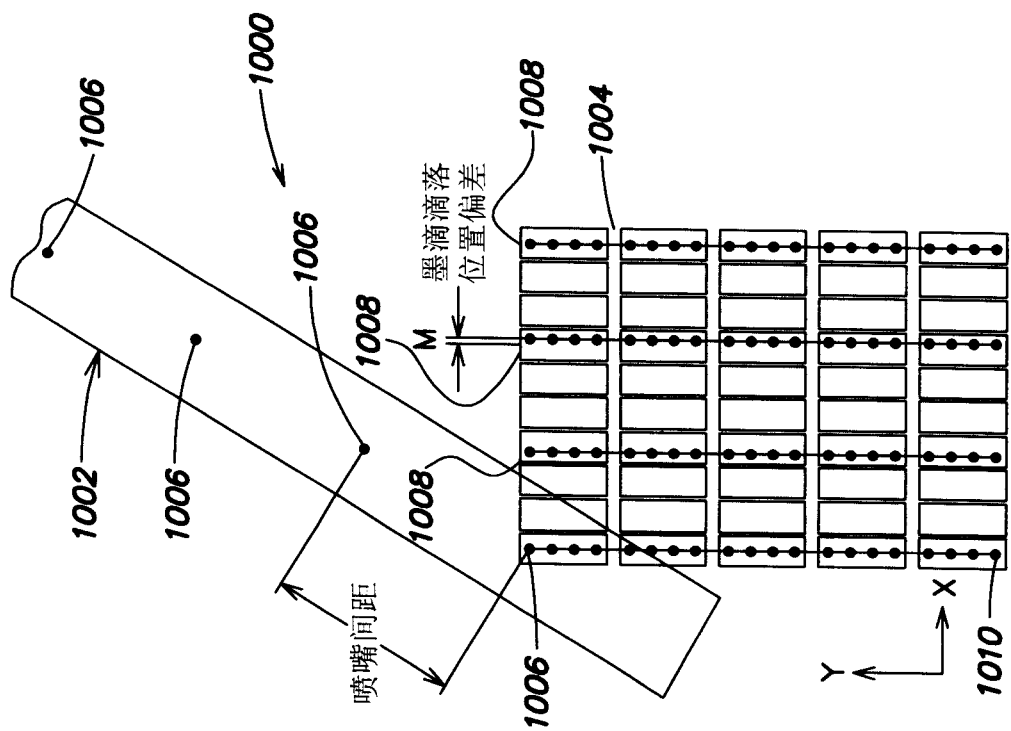


图11

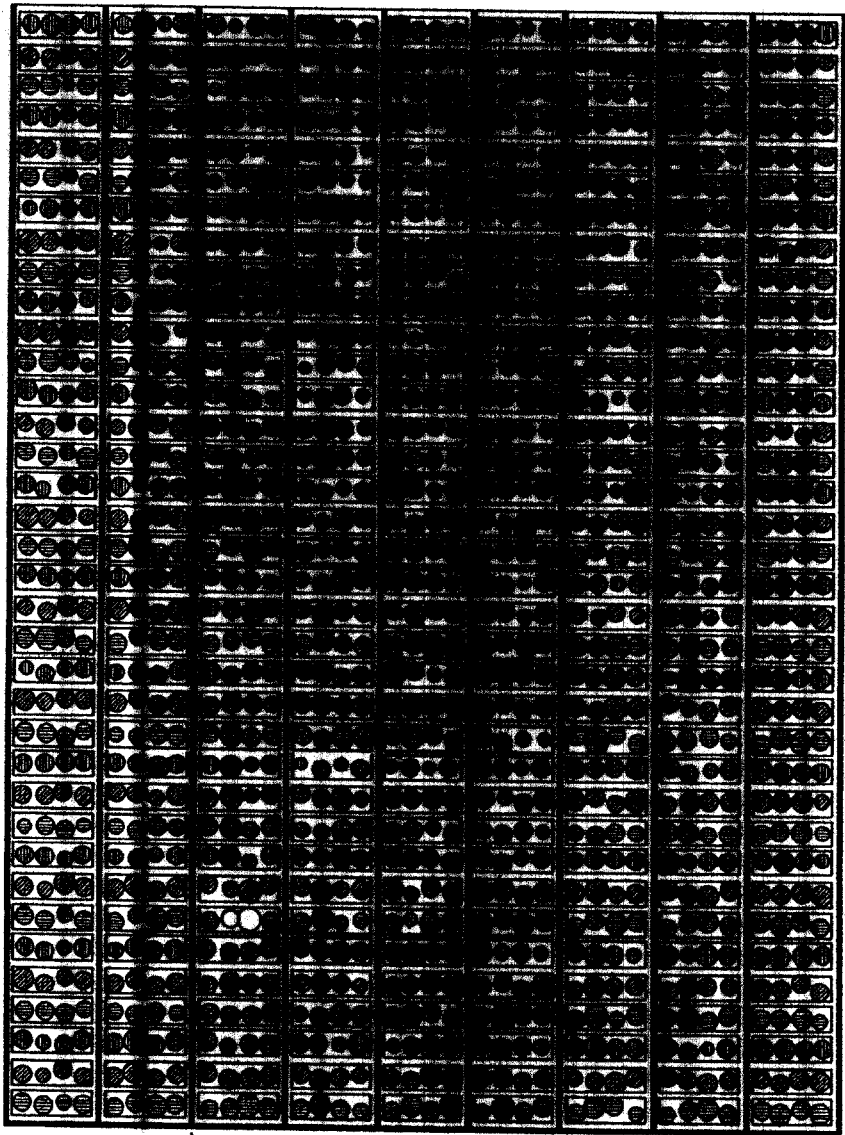


图12