

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B05C 11/10 (2006.01)



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 02814822.3

[45] 授权公告日 2007 年 8 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1329130C

[22] 申请日 2002.5.31 [21] 申请号 02814822.3

[30] 优先权

[32] 2001. 6. 1 [33] US [31] 60/295,100

[32] 2001. 6. 1 [33] US [31] 60/295,118

[86] 国际申请 PCT/US2002/017523 2002.5.31

[87] 国际公布 WO2002/098576 英 2002.12.12

「85」 进入国家阶段日期 2004.1.29

[73] 专利权人 利特斯公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 查尔斯·O·爱德华兹

戴维·阿尔伯特利

霍华德·W·比利奇

詹姆斯·米德利滕

斯科特·R·布鲁尼尔

[56] 参考文献

US5681757A 1997. 10. 28

US5932012A 1999.8.3

审查员 任淑华

[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

代理人 王永刚

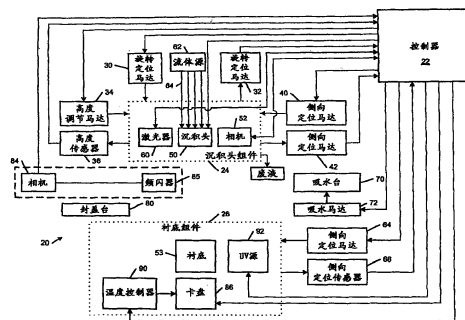
权利要求书 5 页 说明书 19 页 附图 23 页

[54] 发明名称

微沉积控制系统及方法

[57] 摘要

一种微沉积系统(20)和方法能够向衬底沉积精确量的流体材料。微沉积头(50)包括多个间隔的喷嘴。定位装置控制微沉积头相对于衬底的位置。控制器(22)包括定位模块,其与定位装置相联系并为定位装置产生定位控制信号。喷嘴发射模块与微沉积头(50)相联系并选择性产生喷嘴发射命令,从而限定电子器件至少一个层的特征,其中电子器件如电阻器、迹线和电容器位于印刷电路板、聚合物发光二极管和发光平板上。



1. 一种微沉积系统，包括：

微沉积头，其包括多个喷嘴，每个喷嘴用于沉积流体制造材料的液滴以在衬底上限定特征；

定位装置，其控制所述微沉积头相对于该衬底的位置；

控制器，其包括定位模块、喷嘴喷射模块和喷嘴波形模块，所述定位模块为所述定位装置产生位置控制信号，所述喷嘴喷射模块为每个所述喷嘴选择性产生喷嘴喷射命令，而所述喷嘴波形模块为每个所述喷嘴独立产生喷嘴喷射波形，其中当发出所述喷嘴喷射命令中的一个相应命令时，将所述喷嘴喷射波形中的一个相应波形施加到其中一个所述喷嘴。

2. 根据权利要求 1 的微沉积系统，其中每一个所述喷嘴喷射波形通过电压和持续时间值定义。

3. 根据权利要求 2 的微沉积系统，其中每一个所述喷嘴喷射波形进一步通过上升和下降时间定义。

4. 根据权利要求 2 的微沉积系统，其中每一个所述喷嘴喷射波形进一步通过单个上升时间和单个下降时间定义。

5. 根据权利要求 2 的微沉积系统，其中所述电压和持续时间值被指定为多组电压和持续时间对。

6. 根据权利要求 5 的微沉积系统，其中所述电压和持续时间值被指定为至少三组电压和持续时间对。

7. 根据权利要求 1 的微沉积系统，其中所述喷嘴波形模块为每个所述喷嘴产生多个波形中的一个，作为所述喷嘴喷射波形。

8. 根据权利要求 7 的微沉积系统，其中所述喷嘴波形模块为每个所述喷嘴独立地存储所述多个波形的规格。

9. 根据权利要求 8 的微沉积系统，其中所述喷嘴波形模块包括选择器，其为每个所述喷嘴选择所述存储的多个喷嘴喷射波形规格中的一个。

10. 根据权利要求 1 的微沉积系统, 其中所述喷嘴波形模块基于所述多个喷嘴中的一个相应喷嘴的不活跃时期选择所述多个波形中的一个。

11. 根据权利要求 1 的微沉积系统, 其中所述喷嘴波形模块在所述时期小于等于第一预定长度时选择标准波形, 而在所述时期大于所述第一预定长度时选择第二波形。

12. 根据权利要求 11 的微沉积系统, 其中所述第一预定长度大约为 5 毫秒。

13. 根据权利要求 11 的微沉积系统, 其中所述喷嘴波形模块在所述时期大于第二预定长度时选择第三波形。

14. 根据权利要求 10 的微沉积系统, 其中所述喷嘴波形模块在所述时期大于第三预定长度, 但所述相应的喷嘴不会沉积液滴时选择调节波形。

15. 根据权利要求 1 的微沉积系统, 其中所述喷嘴波形模块为一个所述喷嘴修正一个所述喷嘴喷射波形的波形参数, 以改变由所述其中一个所述喷嘴喷射的液滴的特性。

16. 根据权利要求 15 的微沉积系统, 进一步包括:

第一相机, 其捕获由所述一个所述喷嘴喷射的一个所述液滴的第一图像; 以及

液滴分析模块, 其利用光学识别分析所述图像内的所述一个所述液滴的形状、尺寸、位置和速度中的至少一种并选择性修正所述波形参数。

17. 根据权利要求 16 的微沉积系统, 其中所述形状包括卫星的拖尾量和存在量中的至少一个。

18. 根据权利要求 16 的微沉积系统, 进一步包括在所述第一相机捕获所述第一图像时闪光的频闪观测器。

19. 根据权利要求 16 的微沉积系统, 其中所述液滴分析模块迭代地调整所述波形参数。

20. 根据权利要求 16 的微沉积系统, 其中所述第一相机在所述一

个所述液滴接触所述衬底之前捕获所述第一图像。

21. 根据权利要求 16 的微沉积系统，其中所述液滴分析模块分析所述第一图像和一个第二图像，其中所述第二图像与所述第一图像正交。

22. 根据权利要求 21 的微沉积系统，进一步包括捕获所述液滴的所述第二图像的第二相机。

23. 根据权利要求 21 的微沉积系统，其中所述液滴分析模块在所述第一图像被捕获之后但在所述第二图像被捕获之前引导所述微沉积头旋转。

24. 根据权利要求 15 的微沉积系统，其中所述波形参数是延迟，且所述喷嘴波形模块改变所述延迟以控制所述液滴的布置。

25. 根据权利要求 15 的微沉积系统，其中所述波形参数是幅度，且所述喷嘴波形模块改变所述幅度以控制所述液滴的尺寸。

26. 根据权利要求 15 的微沉积系统，其中所述波形参数是脉冲形状，且所述喷嘴波形模块改变所述脉冲形状以控制所述液滴的形成。

27. 根据权利要求 26 的微沉积系统，其中所述喷嘴波形模块改变所述脉冲形状和脉冲宽度以控制所述液滴的形成。

28. 一种微沉积控制方法，包括：

从微沉积头中的多个喷嘴沉积流体制造材料的液滴以在衬底上限定特征；

控制所述微沉积头相对于该衬底的位置；

为每个所述喷嘴选择性产生喷嘴喷射命令；

为每个所述喷嘴独立产生喷嘴喷射波形；以及

利用所述喷嘴喷射波形在由所述喷嘴喷射命令指定的时间使所述喷嘴喷射。

29. 根据权利要求 28 的方法，其中每一个所述喷嘴喷射波形通过电压和持续时间值定义。

30. 根据权利要求 29 的方法，其中每一个所述喷嘴喷射波形进一步通过上升和下降时间定义。

31. 根据权利要求 29 的方法, 其中每一个所述喷嘴喷射波形进一步通过单个上升时间和单个下降时间定义。

32. 根据权利要求 29 的方法, 其中所述电压和持续时间值被指定为多组电压和持续时间对。

33. 根据权利要求 29 的方法, 其中所述电压和持续时间值被指定为至少三组电压和持续时间对。

34. 根据权利要求 28 的方法, 其中所述产生喷嘴喷射波形的步骤包括为每个所述喷嘴产生多个波形中的一个。

35. 根据权利要求 34 的方法, 进一步包括为每个所述喷嘴独立地存储所述多个波形的规格。

36. 根据权利要求 35 的方法, 其中所述产生喷嘴喷射波形的步骤包括为每个所述喷嘴选择所述存储的多个喷嘴喷射波形规格中的一个。

37. 根据权利要求 34 的方法, 其中所述产生多个波形中的一个的步骤包括基于所述多个喷嘴中的一个相应喷嘴的不活跃时期选择所述多个波形中的一个。

38. 根据权利要求 37 的方法, 其中所述选择步骤包括: 在所述时期小于等于第一预定长度时选择标准波形, 而在所述时期大于所述第一预定长度时选择第二波形。

39. 根据权利要求 38 的方法, 其中所述第一预定长度为大约 5 毫秒。

40. 根据权利要求 38 的方法, 其中所述选择步骤包括在所述时期大于第二预定长度时选择第三波形。

41. 根据权利要求 37 的方法, 其中所述选择步骤包括在所述时期大于第三预定长度, 但所述相应的喷嘴不会沉积液滴时选择调节波形。

42. 根据权利要求 28 的方法, 进一步包括为一个所述喷嘴修正一个所述喷嘴喷射波形的波形参数, 以改变由所述一个所述喷嘴喷射的液滴的特性。

43. 根据权利要求 42 的方法, 其中所述修正波形参数的步骤包括捕获由所述一个所述喷嘴喷射的一个所述液滴的第一图像, 分析所述图

像内的所述一个所述液滴的形状、尺寸、位置和速度中的至少一种，以及选择性修正所述波形参数。

44. 根据权利要求 43 的方法，其中所述形状包括卫星的拖尾量和存在量中的至少一个。

45. 根据权利要求 43 的方法，其中所述捕获第一图像的步骤包括在捕获所述第一图像时使一个频闪观测器闪光。

46. 根据权利要求 43 的方法，其中所述修正波形参数的步骤包括迭代地调整所述波形参数。

47. 根据权利要求 43 的方法，其中所述捕获第一图像的步骤在所述一个所述液滴接触所述衬底之前执行。

48. 根据权利要求 43 的方法，其中所述分析步骤包括分析所述第一图像和一个第二图像，其中所述第二图像与所述第一图像正交。

49. 根据权利要求 42 的方法，其中所述波形参数是延迟，且所述修正波形参数的步骤包括改变所述延迟以控制所述液滴的布置。

50. 根据权利要求 42 的方法，其中所述波形参数是幅度，且所述修正波形参数的步骤包括改变所述幅度以控制所述液滴的尺寸。

51. 根据权利要求 42 的方法，其中所述波形参数是脉冲形状，且所述修正波形参数的步骤包括改变所述脉冲形状以控制所述液滴的形成。

52. 根据权利要求 51 的方法，其中所述修正波形参数的步骤包括改变所述脉冲形状和脉冲宽度以控制所述液滴的形成。

微沉积控制系统及方法

相关申请的交叉参考

本申请要求下列申请的利益：美国临时专利申请序列号第 60/295,118，2001 年 6 月 1 日提出，题为“利用液体在衬底上的压电沉积形成微结构”；美国临时专利申请序列号第 60/295,100，2001 年 6 月 1 日提出，题为“利用液体在衬底上的压电沉积形成印刷电路板”。在此引入这两份申请作为参考。

发明领域

本发明涉及微沉积系统，更具体地，涉及用于制作印刷电路板、聚合物发光二极管（PLED）显示器和其它需要微沉积流体材料的器件的微沉积系统中的超频（over-clocking）。

发明背景

生产厂家已开发了各种用于制作衬底上有小特征尺寸的微结构的技术。通常，微结构形成电子电路的一层或多层。这些结构的实施例包括发光二极管（LED）显示器件，聚合物发光二极管（PLED）显示器件，液晶显示（LCD）器件，印刷电路板等。绝大多数这些制造技术实现起来相对较昂贵，并且需要高的产量来分摊制造设备的成本。

用于在衬底上形成微结构的一种技术包括丝网印刷。在丝网印刷过程中，在衬底上放置精细网孔。流体材料通过网屏按网屏确定的图形沉积到衬底上。丝网印刷需要网屏和衬底之间的接触。接触还发生在网屏和流体材料之间，这既污染了衬底，也污染了流体材料。

虽然丝网印刷适于形成一些微结构，但是很多制造工艺必须是无污染的，以生产可工作的器件。因此，对于某些微结构来说丝网印

刷并非可行的选择。例如，聚合物发光二极管（PLED）显示器件就需要无污染的制造工艺。

某些多聚物可用于二极管中以产生不同波长的可见光。利用这些材料，可制作具有红、绿和蓝部件组成的像素的显示器件。PLED 流体材料使得可以实现全光谱彩色显示，而且只需要很少的能量来发射足够量的光。可以预期，PLED 显示器将在将来用于各种应用，包括电视、计算机显示器、PDA、其它手持计算器件、移动电话，等等。还可以预期，PLED 技术将用于制造为办公室、储藏室和居住空间提供环境照明的发光板。PLED 显示器件广泛使用的一个障碍是制造 PLED 显示器件所遇到的困难。

光刻是用来在衬底上制造微结构的另一种制造技术。光刻与 PLED 显示器件也是不兼容的。使用光刻的制造工艺通常包括在衬底上沉积光刻胶材料。曝光使光刻胶材料固化。使用图形掩模版向光刻胶材料选择性曝光。曝光的光刻胶被固化，而未曝光的部分没有固化。未固化部分被从衬底上去除。

通过去除光刻胶层，下面的衬底表面暴露出来。光刻胶层未固化的部分残留在衬底上。然后通过光刻胶层上的开口图形向衬底上沉积另一种材料，随后去除光刻胶层的固化部分。

光刻已成功地用于制造多种微结构，例如印刷电路板上的迹线。然而，光刻污染了衬底和形成在衬底上的材料。光刻与 PLED 显示器的制造不兼容，因为光刻胶会污染 PLED 聚合物。另外，光刻包括许多用于施加并处理光刻胶材料的步骤。当要制作的器件数量相对较少时，光刻工艺的成本会变得过于高昂。

旋涂也用于形成微结构。旋涂包括在旋转衬底的同时在衬底中心沉积流体材料。衬底的旋转导致流体材料均匀地分布在衬底的表面。旋涂也是一种昂贵的工艺，因为流体材料中大部分流体材料没有留在衬底上。另外，旋涂工艺限制了衬底的尺寸必须小于大约 12”，这使得旋涂不适合于像 PLED 电视这样的大器件。

发明摘要

根据本发明的微沉积系统和方法能够在衬底上沉积精确量的流体材料。微沉积头含有多个间隔的喷嘴。定位装置控制微沉积头相对于衬底的位置。控制器包括定位模块，其与定位装置相联系并为定位装置产生位置控制信号。喷嘴发射（firing）模块与微沉积头相联系并选择性产生用于限定电子器件特征的喷嘴发射命令。

另一方面，电子器件是聚合物发光二极管、发光平板和印刷电路板中的一种。当流体材料在衬底上干燥时，干燥的流体材料形成发光器、电导线、电迹线、绝缘体、电容器和电阻器中的至少一种。

再一方面，头组件为头提供安装表面。头定位模块通过旋转头组件而调节步距。控制器产生用于提高特征分辨率的超频信号（over-clocking signal）。喷嘴发射模块利用超频信号调节喷嘴发射命令的时限以补偿步距的改变。

再一方面，第一照相机产生液滴的数字图象。液滴分析模块利用光学特征识别来分析液滴的形状、尺寸、位置和速度等特征中的至少一种，并根据液滴分析调节喷嘴的至少一种发射参数。喷嘴发射参数包括时限、振幅、持续时间、上升斜沿和下降斜沿中的至少一种。

再一方面，定位装置包括用于旋转头组件的旋转马达。旋转传感器与控制器相联系并根据微沉积头的旋转位置产生旋转位置信号。第一横向马达沿着第一轴线移动微沉积头组件。第一位置传感器与控制器相联系并根据微沉积头在第一轴线上的位置产生第一位置信号。第二横向马达沿着与第一轴线垂直的第二轴线移动衬底。第二位置传感器与控制器相联系并根据衬底在第二轴线上的位置产生第二位置信号。

再一方面，衬底定位装置在微沉积期间利用真空选择性衔接（engage）衬底。温度控制器可控地调节衬底温度。紫外光源产生并将紫外线导向到衬底上，从而硬化所沉积的流体材料。

再一方面，头组件包括具有第二组喷嘴的第二微沉积头。微沉积头的喷嘴形成均匀间隔的行。微沉积头的喷嘴包括隔膜和调制该隔

膜的的压力传感器。喷嘴盘 (nozzle plate) 含有喷嘴开口。流体通道在刚性壁、隔膜和喷嘴盘之间形成。在接到喷嘴发射命令时, 声波从喷嘴开口发射液滴。

再一方面, 第二微沉积头定位在头组件上。第一传动器调节微沉积头的位置。第二传动器调节第二微沉积头的位置。

再一方面, 波形发生器允许调节每个喷嘴的至少一个喷嘴发射波形。波形发生器包括选择器, 其根据喷嘴的工作条件为每个喷嘴从多个喷嘴发射波形中选择出一个。

再一方面, 激光器安装在头组件和激光头组件的其中一个上, 激光器用于提高特征分辨率。

本发明进一步的应用领域将从下文提供的详细说明中显而易见。应当理解, 细节描述和特殊实例仅代表本发明的优选实施例, 且只是出于例说的目的, 并不限制本发明的范围。

附图简述

从详细描述和附图中将可更完全地理解本发明, 其中:

图 1 为根据本发明的微沉积系统的原理框图;

图 2 为用于图 1 的微沉积系统的控制器的原理框图;

图 3 示出衬底上用于定位微沉积头的标记;

图 4 示出使用光学特性识别的沉积头与标记的对准;

图 5 示出示例性微沉积头的喷嘴;

图 6 示出图 5 的示例性微沉积头喷射时压电转换器的切变;

图 7 和 8 为单色和彩色聚合物发光二极管 (PLED) 的示例性剖面图;

图 9 示出沉积在衬底上的流体材料——例如 (PPV) 聚合物——的受控干燥;

图 10 示出根据现有技术的用于印刷电路板的制造工艺;

图 11 示出对印刷电路板使用微沉积系统在敷铜介电衬底上沉积抗蚀流体材料;

图 12 示出对印刷电路板使用微沉积系统在介电衬底上沉积导电流体材料以形成迹线;

图 13A 和 13B 示出电阻性流体材料在印刷电路板上的微沉积以形成电阻;

图 14 示出电容的微沉积;

图 15 示出根据本发明在微沉积迹线上使用叠层绝缘体的印刷电路板替换;

图 16 示出包括内部微沉积电阻、电容和/或迹线的多层印刷电路板;

图 17 示出一块发光板, 包括像素板上的微沉积像素和/或可选的熔丝板上的微沉积熔丝;

图 18 示出波形发生器, 能够为每个喷嘴产生不同喷射波形;

图 19 示出示例性喷嘴喷射波形的上升斜沿、持续时间、定时和下降斜沿;

图 20 示出使用图 18 的波形发生器对几个示例性喷嘴喷射波形的上升斜沿、持续时间、定时和/或下降斜沿进行的调整;

图 21 为根据现有技术的喷嘴驱动电路的原理框图;

图 22 为根据本发明的喷嘴驱动电路的原理框图;

图 23 为示例性波形发生器的原理框图;

图 24 示出包括一个或多个配置组 (configuration set) 的配置存储器 (configuration memory);

图 25 示出使用调整配置组的波形定时的步距定时调整器对波形定时进行的调整;

图 26 示出与示例性配置组相关的波形;

图 27 示出示例性配置组数据结构;

图 28A - 28D 示出与多个配置组相关的波形;

图 29A - 29C 示出液滴形成分析;

图 30 示出液滴对准;

图 31A 和 31B 示出微沉积头的步距调整;

图 32 示出示例性使用超频来调整以适应微沉积头的步距改变;

图 33 示出允许快速喷嘴喷射和所施加流体材料的重叠的超频的实施例;

图 34 示出重叠液滴;

图 35A 和 35B 示出提供均匀液滴的喷嘴调整;

图 36 示出无超频时形成的对角特征;

图 37 示出有超频时形成的对角特征;

图 38 示出连在一起以减少步距的多个微沉积头; 以及

图 39 示出连在一起以能调整步距的多个可调微沉积头。

优选实施方案详述

下面优选实施方案的描述实质上仅仅是示例性的, 决不是要限制本发明、其申请或使用。为清楚起见, 在附图中使用相同的标号来标识类似的元素。

现在参看图 1, 示出了微沉积系统 20, 该系统包括控制器 22、沉积头组件 24 和衬底组件 26。使用旋转定位马达 30 和旋转定位传感器 32 调整沉积头组件 24 的旋转定位或步距。类似地, 使用高度调整马达 34 和高度传感器 36 可调整沉积头组件 24 相对于衬底组件 26 的高度。使用侧向定位马达 40 和侧向定位传感器 42 调整沉积头组件 24 的侧向定位。

在沉积头组件 24 上安装了具有许多喷嘴的微沉积头 50。

在本发明中, 根据本发明的 PMD 工艺, 通过在衬底上构图流体制造材料, 喷嘴头能够在制造环境中沉积流体制造材料, 从而形成各种各样的结构, 在下列同时提交的申请中对此进行了很好地描述: PCT 专利申请号 US0217522, 2002 年 5 月 31 日提交, 题为“温度可控的真空卡盘”, 目前的专利申请公开号为 2004/0238522A1; PCT 专利申请号, 2002 年 5 月 31 日提交, 题为“微沉积设备”, 目前的专利申请公开号为 2004/0231594A1; PCT 专利申请号 US0217373, 2002 年 5 月 31 日提交, 题为“可互换的微沉积头设备和方法”, 目前的专利申请公开号为 2004/0016451A1; PCT 专利申请号 US0217375, 2002

年 5 月 31 日提交，题为“用于微沉积控制系统的波形发生器”；PCT 专利申请号 US0217521，2002 年 5 月 31 日提交，题为“微沉积控制系统中用来提高分辨率的超频”，目前的专利申请公开号为 2005/0000422A1；PCT 专利申请号 US0217369，题为，目前的专利申请公开号为 2004/0173144A1；以及 PCT 专利申请号 US0217370，2002 年 5 月 31 日提交，题为“用于微沉积多种流体材料的设备”，目前的专利申请公开号为 2004/0231593A1；它们中的每一个都在此引入作为参考。根据本发明，可以比使用常规技术更廉价、更有效和更准确地制造许多相同的结构。可以使用 PDM 工艺制造的其他结构不能够用常规方式制造。而且，本发明的 PMD 工艺兼容于超净室环境以及在制造工艺过程中和制造工艺后不能够被污染的流体制造材料。

在沉积头组件 24 上装有第一相机 52。第一相机 52 用于相对位于衬底组件 26 上的衬底 53 定位沉积头组件 24。更特定地，第一相机 52 用于利用沉积头 50 的一个或多个喷嘴作为参照来对准微沉积头 50。另外，第一相机 52 还用来进行衬底上的液滴分析，正如下面将要更完整描述的。

可使用激光器 60 来烧熔注入的流体材料以降低最小特征尺寸和/或形成通孔。虽然在图 1 中激光器 60 被安装在沉积头组件 24 上，但是激光器 60 可安装在相对沉积头组件 24 独立运动的激光器组件上。流体源 62 通过一个或多个导管 64 与微沉积头 50 项链。流体源 62 提供一种或多种不同类型的流体材料，例如用于红、绿和蓝像素的聚合物 PPV，溶剂，电阻性流体材料，导电流体材料，抗蚀流体材料，和/或绝缘流体材料。优选地，在切换新的流体材料之前，流体源 62 能够通过溶剂冲洗改变要施加的流体材料。

侧向定位马达 64 和侧向定位传感器 66 用于关于沉积头组件 24 定位衬底组件 26。在优选实施方案中，侧向定位马达 40 沿第一轴运动。侧向定位马达 64 沿垂直于第一轴的第二轴运动。正如本领域技术人员所能理解的，定位马达 30、34、40 和 64 或者与沉积头组件 24 相关，或者与沉积头组件 26 相关。换句话说，相对运动和旋转的程度可通过移动或旋转衬底组件 26 和/或沉积头组件 24 以及它们的

任意组合来实现。

吸水台 70 和吸水介质马达 72 优选地邻近衬底组件 26。为了防止微沉积头 50 的喷嘴堵塞，在使用过程中周期性清洗微沉积头 50。微沉积头 50 移到吸水台 70 上方的位置，在吸水台 70 上擦拭微沉积头的喷嘴盘（未示出）。吸水台 70 包括一滚筒的吸水材料。吸水马达 72 推动该筒吸水材料以提供清洁表面用于吸取微沉积头 50 的喷嘴盘。

封盖台 80 也邻近沉积头组件 24。在微沉积系统 20 没有使用时，微沉积头 50 停在封盖台 80 中。封盖台 80 包括盛有湿的流体材料和/或溶剂的杯子。封盖台 80 用于防止微沉积头 50 所传送的流体材料堵塞微沉积头 50 的喷嘴。第二相机 84 用于液滴分析，邻近封盖台 80。优选地，第一和第二相机 52 和 84 以及控制器 22 提供数字光学识别，下面将更完整地描述。可增加一个频闪观测器 85 来捕捉液滴。

衬底组件 26 包括卡盘 86，它与衬底 53 相连并定位衬底 53。衬底组件 26 优选地包括固化器件，例如温度控制器 90 和/或紫外（UV）源 92。温度控制器 90 控制卡盘 86 的温度。对于厚度在 0.3 到 1.2mm 之间的衬底来说通常大约 50℃ 的温度适合于减少干燥时间。卡盘 86 优选地包括真空电路，定位衬底 53 并与之相连。作为选择，卡盘 86 可包括其它类型的在微沉积过程中定位衬底 53 并与之相连的器件。例如，衬底的流体表面张力、磁力、物理连接或任何其它方法都可用于在微沉积过程中连接衬底 53。关于卡盘的其它细节可在“温度可控的真空卡盘”中找到，上面已经将其引入作为参考。

本领域技术人员将能理解，可使用人工调整器件——例如手动调整（例如，转动涡轮和任何其它机械调整的手柄）——来代替马达 30、34、40 和 64 中的一个或几个，以降低成本。可使用像标尺这样的可视器件来代替传感器 32、36、42 和 66 中的一个或几个，以降低成本。另外，如果需要，马达 30、34 和/或 40 的功能可组合在一个多轴马达中。在优选实施方案中，使用空气轴承和线性马达来作为一个或多个定位装置。马达和传感器所提供的功能类似于计算机数值控

制 (CNC) 铣床。优选地, 这些马达提供三个或多个轴上的调整。对于三维 (3D) 微沉积或具有复杂曲线形状的微沉积来说, 还可提供更大范围的移动。

微沉积头 50 优选地定位在衬底上方大约 0.5mm 至 2.0mm 的距离上。尽管可以使用其它高度, 但是在高度优选的实施方案中, 微沉积头定位在至少 5 倍于流体材料液滴尺寸的距离上。当需要更小的步进尺寸时, 旋转微沉积头 50 来减小步距。当需要更大的步距时, 旋转微沉积头 50 并且不使用某些喷嘴, 例如间隔的喷嘴不被使用。

现在参看图 2, 更详细地示出了控制器 22。控制器 22 包括一个或多个处理器 100, 存储器 102 (例如随机存取存储器 (RAM), 只读存储器 (ROM), 闪存, 和/或任何其它合适的电子存储媒介), 和输入/输出接口 104。正如所能理解的, 虽然示出了单个控制器 22, 但是可使用多个控制器。液滴分析模块 110 利用第一相机 52 和/或第二相机 84 进行液滴分析, 下面将更详细地描述。

对准模块 112 优选地使用利用第一相机 52 和/或第二相机 84 的光学特性识别对准衬底和沉积头 50 (在沉积流体材料之前)。喷嘴定位和喷射模块 114 关于衬底 53 调整沉积头组件 24 的定位并且产生喷嘴喷射波形以在衬底上形成特征。波形发生模块 116 于喷嘴定位和喷射模块 114 协同工作, 调整喷嘴喷射波形的定时、上升斜沿、下降斜沿和/或幅度, 下面将更完整地描述。波形发生模块 116 还可选地对沉积头步距的变化调整喷嘴喷射定时。

现在参看图 3 和 4, 衬底 53 优选地包括许多标记 117-1、117-2、117-3.....117-n, 在沉积流体材料之前, 第一相机 52 和/或第二相机 84 利用这些标记来对准衬底 53 和沉积头 50。如果需要, 可手动进行粗略的初始定位。作为选择, 对准模块 112 可使用光学特性识别, 利用标记 117 来进行粗略和/或精细对准。

现在参看图 5, 更详细地示出了示例性微沉积头 50。本发明将结合切变式压电转换器 (PZT) 微沉积头一起描述。本领域技术人员将能理解, 其它类型的微沉积头是可以预料的, 例如热或鼓泡 (bubble) 微沉积头, 连续滴落 (continuous drop) 微沉积头, PZT

阀和微电机阀。微沉积头 50 包括位于膜片 134 上的 PZT 130。虽然只示出了一个喷嘴，但是本领域技术人员能够理解，微沉积头 50 包括许多喷嘴。

流体源 62 通过一个和多个导管 138 向形成于膜片 134 和刚性墙 140 之间的流体沟道 139 提供一种或多种流体材料。喷嘴盘 142 包括形成于其中的喷嘴开口 144。电引线（未示出）将 PZT 130 与控制器 22 相连。控制器 22 发送喷嘴喷射波形产生声学脉冲 148。声学脉冲 148 传播经过流体沟道 139 中的流体，并喷射液滴 150。由喷嘴喷射波形来控制液滴的形状、体积和定时。

微沉积头 50 向衬底 53 上分配精确的液滴 150。更特定地，利用微沉积系统 20 的控制器 22 相对于衬底 53 精确定位微沉积头组件 24。结果，微沉积头 50 能够在衬底 53 的准确位置上放置液滴。

当控制器 22 出发喷嘴喷射波形时，切变式作用使液滴 150 分配。通常，微沉积头 50 将包括 64 至 256 盖喷嘴，尽管可使用更多或更少的喷嘴。微沉积头 50 的每个喷嘴 144 每秒能够分配 5000 - 20000 滴液滴，尽管可提供更高或更低的液滴分配速率。通常，取决于所使用的微沉积器件的类型，每个液滴含有 10 至 80 皮升流体材料，尽管可提供更大或更小的液滴体积。现在参看图 6，进一步示出了切变式 PZT 130。在施加电场时，PZT 130 切变响应，产生声波 148。

现在参看图 7 和 8，示出了使用微沉积系统 20 所能制作的示例性器件。在图 7 中，示出了单色 PLED 160，包括衬底 164，衬底 164 可包括一层或多层玻璃层 166 和/或硅层 168。在衬底 164 上利用任何合适的制造技术——例如光刻、腐蚀等——制作抗蚀剂 170。在抗蚀剂 170 之间形成阱 172。微沉积头 50 在阱 172 中沉积一种或多种流体材料。例如，第一层 176 为铟锡氧化物（ITO）。第二层 180 为聚苯胺（PANI）。第三层 182 为 PPC 聚合物。

现在参看图 8，示出彩色 PLED 190，包括具有一层或多层玻璃层 196 和/或硅层 198 的衬底 194。抗蚀剂 200 制作在衬底 194 上，形成阱 202。微沉积系统 20 用来形成阱 202 中的多层。例如，第一层

204 包括 ITO。第二层 206 包括 PPV 聚合物。第三层 208 包括 ITO。第四层 210 为盖帽层。

参看图 9，某些要由微沉积头 50 分配的流体材料随着流体材料变干会收缩很多。为此，固化器件优选地和衬底组件 26 一起给出，以控制固化和收缩。使用温度控制器 90 和/或紫外（UV）源 92 来促进沉积在阱中的流体材料的适当固化。例如，温度控制器 90 加热卡盘 86，后者通过接触加热衬底 53。作为选择，UV 源 92 产生紫外线，照射到沉积在衬底 53 的流体材料上以促进固化。另外，可使用外罩、风扇或其它合适的气流设备来控制（防止）环绕衬底组件周围的气流。可使用超净室中常用的设备。

当流体材料最初施加上时，它会形成 210 所示的球泡。如果在环境条件下干燥，干燥的流体材料会呈现 211、212 或 213 所示的形状。如果经过适当处理，干燥的流体材料会具有 214 所示的外观。能给出均匀表面 214 的气流、紫外线和/或温度的特定组合取决于所选择的流体材料。

现在参看图 10，示出了传统印刷电路板（PCB）的制造。对敷铜介电衬底 215 进行光刻。使用光源 216 和掩模版 217 来曝光光刻胶的选定部分。选定部分的曝光使光刻胶变硬。光刻胶未曝光部分被腐蚀掉，制成具有迹线的 PCB 218。

现在参看图 11，使用根据本发明的微沉积系统 20，腐蚀之前在敷铜介电材料 215 上微沉积抗蚀剂替代物 219——例如丙稀聚合物。结果，省略了掩模和曝光处理。

作为选择，使用微沉积系统 20 沉积金属油墨或另一含有金属粉末的金属导电流体 220，以在介电衬底 222 上形成迹线 221。介电衬底 222 上无须铜箔或包层，并且无须进行掩模和腐蚀步骤。金属油墨或金属导电流体 220 在介电材料 222 上形成导体通路或迹线。合适的金属流体包括铜、银和钨氧化物的溶液。取决于所用流体材料，优选地使用快速干燥工艺来固化迹线 221 并使之均匀。

另外，使用具有电阻特性的流体——例如电阻性油墨——来形成电阻和电容。例如，在图 13A 和 13B 中，使用许多电阻性流体材

料——例如电阻性油墨——来沉积电阻性液滴 223-1 和 223-2。这些液滴组合起来形成具有不同电阻值的电阻 223-3、223-4 和 223-5。例如，如果第一液滴 223-1 给出 $10\text{k}\Omega$ 的阻值，而第二液滴 223-2 给出 $1\text{k}\Omega$ 的阻值，那么电阻 223-5 即为一个 $5\text{k}\Omega$ 的电阻，电阻 223-4 即为一个 $6\text{k}\Omega$ 的电阻，而电阻 223-3 即为一个 $7\text{k}\Omega$ 的电阻。本领域技术人员能够理解，可形成液滴的其它电阻值和其它液滴组合。还可使用微沉积系统来沉积图例 (legend)、焊料掩模、焊膏和其它用于印刷电路板制造中的流体材料。优选地使用沉积液滴的激光微调来提高精确度。在图 14 中，通过微沉积形成电容 224，利用导电迹线 224-1 和 224-2 以及分隔的平板 224-3 和 224-4。

在图 15 的替代实施方案中，在空白衬底或显示器的背面（都用 227 标示）利用微沉积系统 20 沉积迹线 226。在迹线上利用具有绝缘特性的流体材料——例如丙稀聚合物——叠加绝缘层 228。如果需要，可加上更多的迹线和绝缘层。如果使用像 Kapton[®] 这样的聚酰亚胺膜作为叠层绝缘层 228，那么就使用激光器 60 在不同层上的迹线之间造成通孔。作为选择，绝缘层可直接沉积在衬底上，覆盖迹线 226 或整个表面。

现在参看图 16，利用微沉积在可包括分立电路元件的多层 PCB 的各层之间制作电阻 223 和电容 224。各层之间电阻的制作留出了有用的外表面区域，可供分立电路元件使用。更多细节可在“使用压电微沉积系统形成印刷电路板结构”中找到，上面已经将其引入作为参考。

现在参看 17，本发明的微沉积系统还可用于制作发光板 230 的像素板 229。发光板还包括像素扩散板 231 和可选的熔丝板 232。可选的熔丝板可包括微沉积制成的熔丝和迹线。

现在参看图 18 和 19，用于每个喷嘴 234-1、234-2、234-3.....234-n 的喷嘴喷射波形分别由控制器 22 控制。通过分别控制喷嘴喷射波形，显著改善了液滴 150 的均匀性。换句话说，如果来自某个特定喷嘴的液滴 150 具有不一致或不需要的形状，则调整响

应喷嘴的喷嘴喷射波形来提供具有一致或所需形状的液滴 150。波形发生模块 116、液滴分析模块 110 和/或定位和喷射模块 114 利用第一和/或第二相机 52 和 84 以及光学识别来收集数据。可利用软件和来自液滴分析的反馈自动进行调整。

更特定地，波形发生模块 116 与波形发生器 236-1、236-2、236-3.....236-n 相连，对每个喷嘴 234 分别调整喷嘴喷射波形的定时、持续时间、幅度、上升斜沿和/或下降斜沿。在图 19 中，示出示例性喷嘴喷射波形 240-1。示例性喷嘴喷射波形 240-1 具有持续时间 t_D 241-1，上升斜沿 242-1，下降斜沿 244-1 以及幅度 246-1。

现在参看图 20，可以多种不同方法调整示例性喷嘴喷射波形 240-1。例如，持续时间 241-2 如 240-2 那样增加。类似地，持续时间可以减少（未示出）。喷嘴喷射波形 240-3 的上升斜沿 243-3 和下降斜沿 244-3 减小，而喷嘴喷射波形 240-3 的持续时间 241-3 增加。作为选择，可如 240-4 所示那样调整喷嘴喷射波形的定时。对于本领域技术人员来说，显然还有其它变化。

现在参看图 21，示出根据现有技术的传统喷嘴驱动电路 250，包括固定电源 251、喷嘴 252 和开关 253。当开关 253 关闭以开启喷嘴 252 时，开关 253 向整个喷嘴 252 施加固定电压。接地 254 如图所示那样连接。在传统喷嘴驱动电路 250 中，在喷射时，设定沉积头 50 使电流从公共极进入，从尖端线流出，如箭头所示。

现在参看图 22，示出根据本发明的喷嘴驱动电路 255，包括与喷嘴 257 和地线 258 相连的波形发生器 256，如图所示。波形发生器 256 产生可调的电压波形。为了保持喷射的相同电流极性，喷嘴驱动电路 255 使公共线接地，尖端线为负。地线与大地相连或相对于系统电源地线为浮动正电压。

现在参看图 23，更详细地示出波形发生模块和波形发生器。控制器 22 通过总线 260 与 FIFO 寄存器 261 相连。FIFO 寄存器 261 与数据路径定序器 262 和移位寄存器 263 相连。数据路径定序器 262 与配置控制器 264 耦合，后者与配置锁存器 265、像素锁存器 266 以及

一个或多个数模转换器 (DAC) 定序器 267-1、267-2.....267-n (合起来用标号 267 表示) 耦合。配置锁存器 265 和像素锁存器 266 与移位寄存器 268 耦合。像素锁存器 266 与 DAC 定序器 267 耦合。配置锁存器 265 与一个或多个配置存储电路 269-1、269-2.....以及 269-n 相连, 配置存储电路为随机存取存储器 (RAM) 或任何其它合适的电子存储器。

DAC 定序器 267-1、267-2.....267-n 的输出耦合进加权电阻性梯形 DAC 电路 (RDAC) 270-1、270-2.....270-n (合起来用标号 270 表示)。RDAC 270-1、270-2.....270-n 的输出耦合进高电压运算放大器 (OpAmp) 271-1、271-2.....271-n, 后者产生驱动喷嘴 230 的输出电压。如果配置存储器 269 包括多于一个配置组, 则使用选择器 272-1、272-2.....272-n 来选择其中一个, 下面将更完整地描述。虽然对于每个配置存储器 269 示出选择器 272, 但是对所有配置存储器都使用一个选择器。公共选择器单独或共同切换所有配置组。

在优选实施方案中, 运算放大器 (opamp) 271 工作在 +150V 到 -15V 电源电压 (未示出) 下, 信号范围从 0V 到 +135V, 尽管也可使用其它电压范围。沉积头公共极与电源电压干线或电源电压干线之间的中点相连。运算放大器 271 输出的电压波形由一组或多组包括电压和持续时间对的配置组来确定。在优选实施方案中, 电压河持续时间对由储存在相应配置存储器 267 中的从 v0, t0 到 v7, t7 的八组电压和持续时间对来确定。

现在参看图 24, 配置存储器 269 可包括一组或多组配置组 276-1、276-2.....276-n。正如下面将更详细描述, 第一工作条件选择第一配置组 276-1, 第二工作条件选择第二配置组 276-2, 第 n 工作条件选择第 n 配置组 276-n。使用选择器 272 来在配置组 276 中进行选择。下面将进一步结合图 28A-28D 描述使用多个配置组的可能。使用配置锁存器 265 将配置组传送到配置存储器 269。使用像素锁存器将像素喷射数据传送到 DAC 序列 267。

现在参看图 25, 示出了对沉积头 50 步距变化进行调整的方法。步距定时调整器 277 从控制器 22 接收沉积头步距信号。步距定时调整器 277 使用步距角和喷嘴间隔来对每个喷嘴调整喷嘴喷射参数。产生定时偏移并用之调整电压和持续时间对。

现在参看图 26, 示出相应于示例性结构组 276 的电压波形。使用示例性配置组 276 中的第一电压和持续时间对 v_0, t_0 来存储上升斜沿和下降斜沿数据。序列中的最有一组电压和持续时间对 v_7, t_7 优选地具有 $t = 0$, 终止波形发生序列。输出电压优选地保持在先前电压和持续时间对所设定的水平上。例如, 如果 $t_7 = 0$, 则输出电压维持在 v_6 。当开始向 v_2, t_2 这样新的波形段时, 在下降或上升斜沿处, 如 v_0, t_0 所确定的那样, 电压从 v_1 跳变到 v_2 。电压跳变所需要的总时间是指定持续时间 t_2 的一部分。如果跳变所需时间小于该持续时间, 那么电压波形就会在目标电压上保持一段时间, 这段时间等于持续时间减去跳变时间。如果跳变时间长于持续时间, 那么目标电压将不能达到。

例如在图 26 中, 电压和持续时间对 v_1, t_1 的电压部分无须跳变, 因为该电压等于电压和持续时间对 v_4, t_4 的电压部分。电压 v_2 小于 v_1 。因此, 电压波形以 v_0, t_0 所确定的速率向下跳变, 直到该电压部分等于 v_2 。由于 $t_2 >$ 跳变时间, 所以电压波形在 t_2 的剩余时间内保持为 v_2 。

电压 v_3 大于 v_2 。因此, 电压波形向上跳变至 v_3 。由于 $t_3 >$ 跳变时间, 所以电压波形在 t_3 的剩余时间那保持为 v_3 。电压 v_4 小于 v_3 。因此, 电压波形从 v_3 向下跳变至 v_4 。剩下的电压和持续时间对 (t_5, t_6 和 t_7) 设置为等于 0, 以标识该序列的终止。现在参看图 27, 示出用于配置组 276 的示例性数据结构。

现在参看图 28A - 28D, 示出配置组 276 所产生的示例性电压波形。如果喷嘴最近——也就是说, 在预定时期内——喷射过, 那么使用第一电压波形 280。预定时期的选择取决于流体材料和喷嘴的特性。预定使其的典型值为 5 毫秒。

在 281 示出喷射阈值。在 282，电压波形 280 超过喷射阈值 281，从喷嘴中射出流体材料。当喷嘴在预定时期内没有喷射过，那么使用第二或第三电压波形 283 或 284 以改善液滴外形。电压波形 283 包括不超过喷射阈值 281 的正脉冲 285。正脉冲 285 先于并/或跟随超过喷射阈值 281 的那部分波形。类似地，电压波形 284 包括不超过喷射阈值 281 的负脉冲 286。负脉冲 286 先于并/或跟随超过喷射阈值 281 的那部分波形。第四电压波形 287 包括不超过喷射阈值 281 的正脉冲 288-1 和/或负脉冲 288-2。脉冲 288 用于将喷嘴分配的流体材料保持在液态和/或适于沉积的状态。应当理解，在超过喷射阈值的那部分电压波形之前，可有一个或多个相同和/或不同幅度的正和/或负脉冲。

当喷嘴最近没有喷射过时，可使用第四电压波形 287。从非喷射模式过渡到喷射模式时，运算放大器 271 从电压波形 287 过渡到电压波形 280、282 或 284。类似地，当喷嘴从更不活跃的状态过渡到更活跃的状态时，运算放大器从电压波形 282 或 284 过渡到电压波形 280。

使用选择器 272 在配置组间进行选择。例如，选择器 272 接收定序器 267 输出的喷射命令。选择器 272 包括定时器，当接收到喷射命令时被重置。如果定时器小于第一预定时期，那么选择器 272 选择第一配置组 276-1。如果定时器超过了第一预定时期，则选择器 272 选择不同的配置组，例如 276-2。作为选择，选择器 272 还接收来自检测流体材料温度的温度传感器的传感器输入，并根据该温度选择配置组 276 中的某一组。对于本领域技术人员来说，显然还有其它选择配置组 276 的方法。

现在参看图 5 和 29A-29C，使用第一和/或第二相机 52 和 84 来捕捉飞行中的液滴 150。液滴分析模块 110 利用光学识别来分析液滴 150 并调整喷射电压波形的幅度、定时、斜沿、形状等。相机优选地是具有频闪观测器的数码相机。例如在图 29A 中，示出了没有调整喷嘴喷射波形的第一液滴 300。进行喷嘴喷射波形调整之后，来自

同一喷嘴的第二液滴 304 具有所需的形状和尺寸。在图 29B 中，来自喷嘴的第一液滴 306 具有第一电压幅度。来自同一喷嘴的第二液滴 308 具有低于第一电压幅度的第二电压幅度。结果，第二液滴 308 的尺寸小于第一液滴 306 的尺寸。在图 29C 中，由于 310 处喷嘴堵塞，液滴分析模块 110 产生一个标记。

现在参看图 30，使用液滴分析模块 110 以及第一和/或第二相机 52 和 84 还可进行微沉积头 50 的精确对准。更特定地，将 312 所标识的预期液滴位置与 314 所标识的实际液滴位置相比较。进行调整将预期液滴位置与实际液滴位置相比较。利用液滴分析模块 110 进行了液滴对准校正。

由相机 52 和 84 中的一个或两个获取液滴数据。液滴分析模块 110 计算液滴体积/质量、下落速度、角度偏差、液滴品质和构造、液滴和喷嘴粘稠度，以及喷嘴盘 142 的湿润度。根据所收集的液滴数据进行喷嘴喷射波形调整。例如，延迟喷嘴喷射波形以控制液滴的放置位置。调整脉冲形状和宽度以改善液滴品质和体积。使用脉冲电压来调整某些情形中的体积和/或品质。如果在液滴分析过程中出现了其它问题，那么在再次使用微沉积头 50 之前可进行沉积头维护。另外，在进行其它微沉积之前，使用者可获得提醒。还可使用其它修改喷嘴喷射波形的方法来影响液滴的形状、定时和/或体积。

现在参看图 31A 和 31B，微沉积头 50 包括许多喷嘴 230，这些喷嘴优选地均匀间隔。然而，也可使用非均匀间隔。相对沉积头组件和/或衬底的侧向移动所确定的平面调整微沉积头 50 的角度取向。当微沉积头 50 的取向相对于衬底 53 的移动垂直（箭头 336 所示）时，步距最大，如 330 所示。类似地，沉积头 50 所扫过的面积也最大，如 332 所示。随着沉积头 50 的角度从垂直取向变小，步距也变小，如 340 所示。类似地，沉积头 50 所扫过的面积也减小，如 342 所示。

现在参看图 32，使用 350 所示的超频来提高分辨率并可选地对沉积头 50 的步距改变进行调整。此处，超频（over-clocking）指的

是相对于液滴宽度以及沉积头的侧向和纵向速率来说更高的时钟频率。在像喷墨这样的微沉积应用中，定义印刷网格，它包括以某一时钟频率出现的网格线。令时钟频率与沉积头的侧向和纵向速率同步，以在网格的每个矩形（或方形）中给出（或不给出）一个液滴。换句话说，液滴与网格矩形的比例为 1:1。在喷墨中可能发生液滴的一些局部重叠。在网格的每个矩形或方形中要么形成一个液滴，要么不形成液滴。

根据本发明的超频包括使用高得多的时钟频率。时钟频率比传统 1:1 比率至少提高 3 倍。在高度优选的实施方案中，时钟频率提高 10x。

现在参看图 31B 和 32，为了在垂直于沉积头 50 运动方向（例如，箭头 336）的两条相邻直线中添加流体材料，在第一和第二时间 354 和 355 喷射第一喷嘴 350-1。在分别晚于第一和第二时间 354 和 355 的第三和第四时间 356 和 357 喷射第二喷嘴 350-2。类似地，在晚于第二时间 356 的第五和第六时间 358 和 359 喷射第三喷嘴 350-3。相邻喷嘴的时间值之间的暂停时间由沉积头 50 的步距决定。随着步距降低，暂停时间增加。360 的虚线示出用于更小步距的喷嘴定时。

现在参看图 33，超频还使得流体材料能够从喷嘴中快速喷出。在相邻两个始终周期期间，在 362 和 364 处重复喷射某一个喷嘴。例如，在图 34 中，示出从某一个喷嘴喷射的液滴 366-1、366-2 和 366-3 以及 368-1、368-2 和 368-3 的重叠。重叠的总量和间隔由超频速率以及衬底 53 和/或沉积头组件 24 移动的速率决定。

现在参看图 35A，示出相应于液滴 374-1、374-2、374-3...374-8 的未校正喷嘴波形 370-1、370-2、370-3...370-8。液滴 374-1 稍大于所需尺寸。液滴 374-2 稍大且稍早。液滴 374-3、374-7 和 374-8 没问题。液滴 374-4 稍小且稍晚。液滴 374-5 稍晚且需要改进液滴品质。

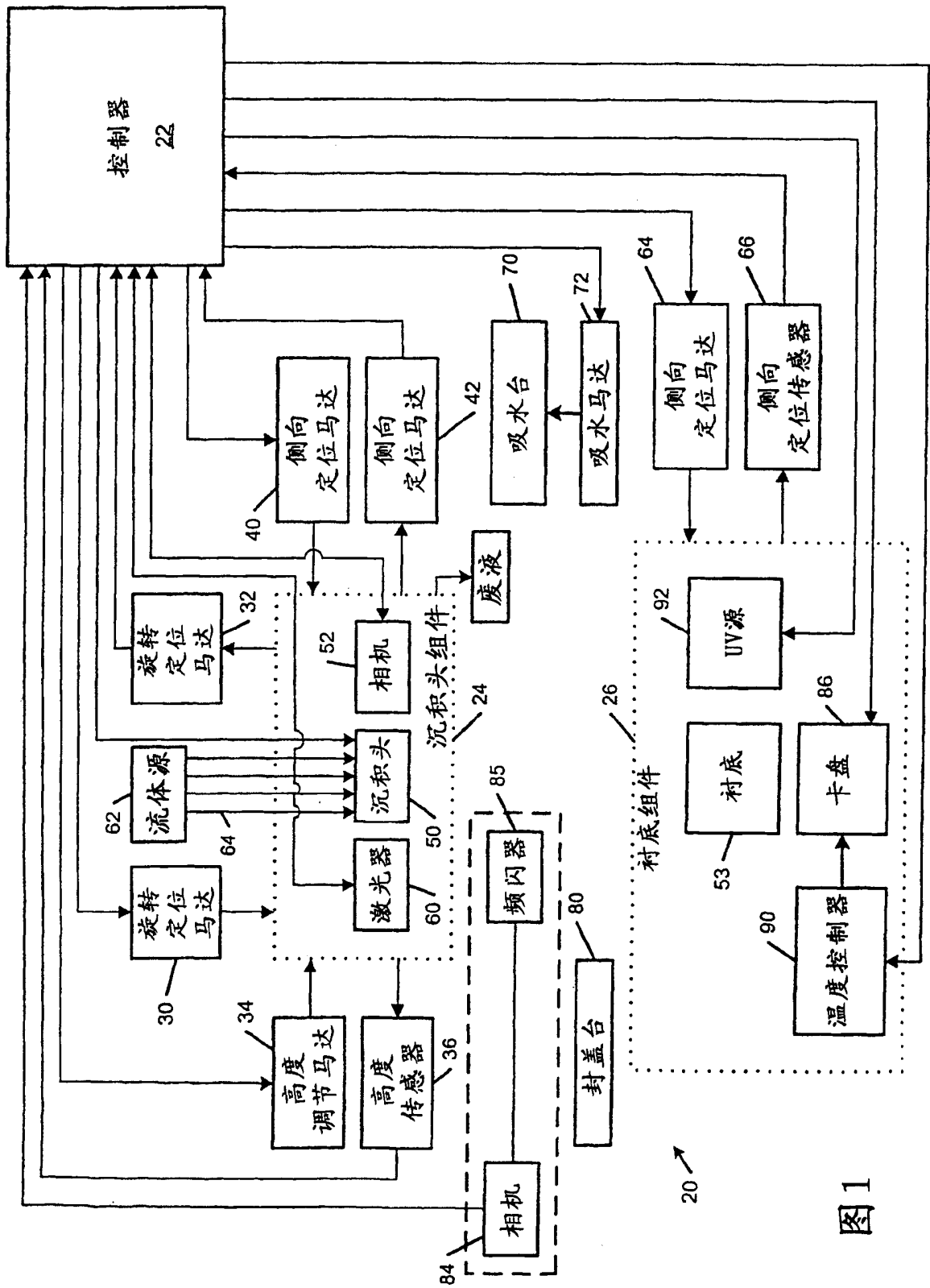
在图 35B 中，示出相应于液滴 384-1、384-2、384-3...384

- 8 的改进喷嘴波形 380-1、380-2、380-3...380-8。喷嘴喷射波形 381 具有调整了的幅度。喷嘴喷射波形 382 具有调整了的幅度和起始时间。喷嘴喷射波形 383 没有改变。喷嘴喷射波形 384 具有调整了的幅度和起始时间。喷嘴喷射波形 385 具有调整了的上升斜沿和起始时间。喷嘴喷射波形 386 具有调整了的幅度。喷嘴喷射波形 384-7 和 384-8 没有改变。应当理解，校正的喷嘴波形 380 具有均匀或所需的形状和正确的定时。

现在参看图 36 和 37，当使用微沉积来确定特征时，超频还提高了分辨率。例如，当未用超频来沉积对角特征线 390 时，会产生锯齿形特征线 392，因为锯齿形特征线 392 中的液滴必须以网格 394 对准。当在图 37 中使用超频时，液滴 396 置于网格 394 之间，于是形成了更精确的特征线。

现在参看图 38，第一改进微沉积头 400 包括多个微沉积头 402-1、402-2 和 402-3，它们彼此相连或安装在固定的相对位置上。应当理解，改进微沉积头 400 与单个微沉积头 402 相比步距更小。现在参看图 39，示出第二改进微沉积头 420。微沉积头 420 包括多个微沉积头 422-1、422-2 和 422-3，它们可沿箭头 426-1、426-2 和 426-3 所指示的方向运动，由传动器 424-1、424-2 和 424-3 驱动。由控制器 22 调整第二改进微沉积头 420 和传动器 422 的角度位置，以给出许多步距。

从前面的描述，本领域技术人员能够理解，关于本发明的所说的能以多种形式来实现。因此，虽然结合其特定实施方案描述了本发明，但是本发明的真实范围不应受到这样的限制，因为对于本领域技术人员来说，根据对附图、说明书和所附权利要求的研究，将能明显地看出其它修改。



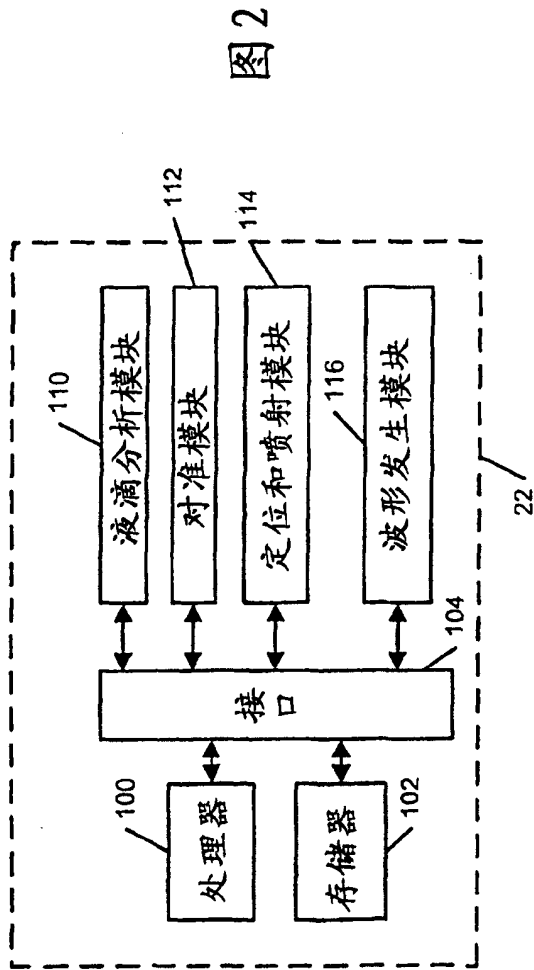


图3

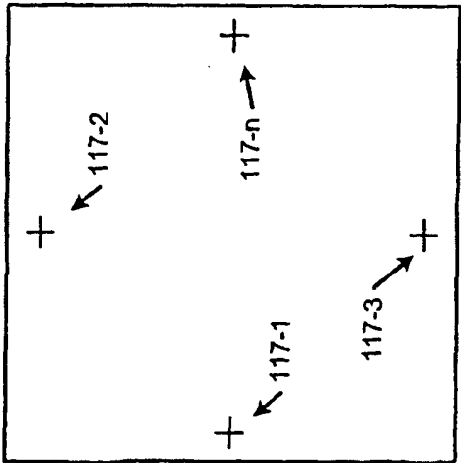
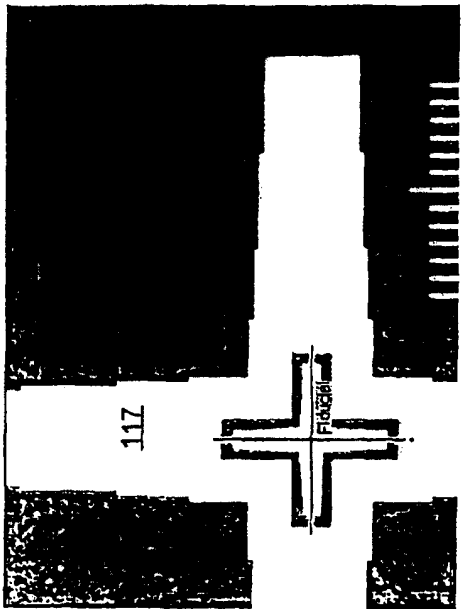


图4



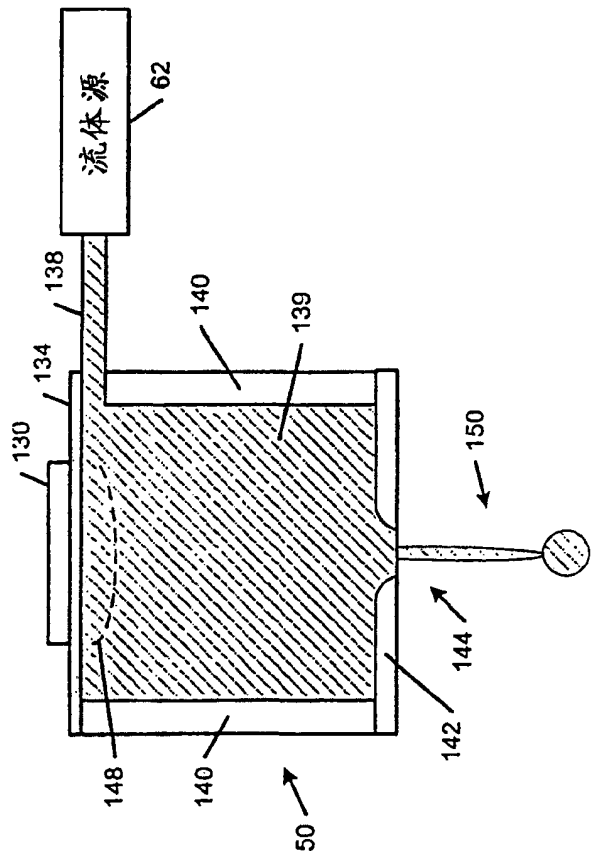


图5

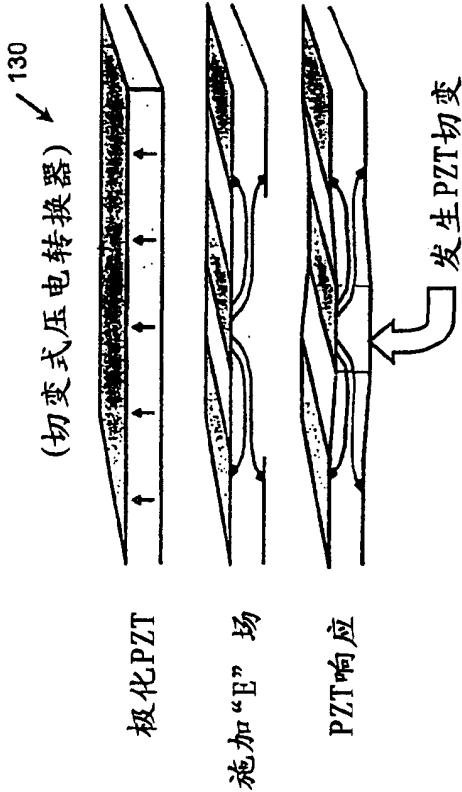


图6

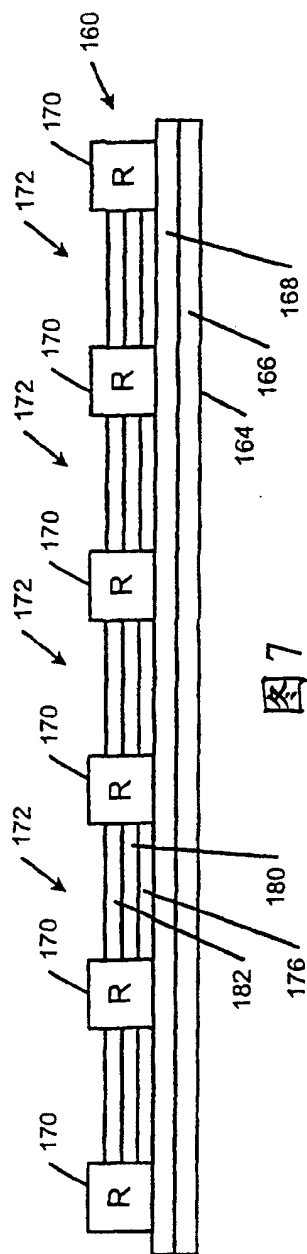


图 7

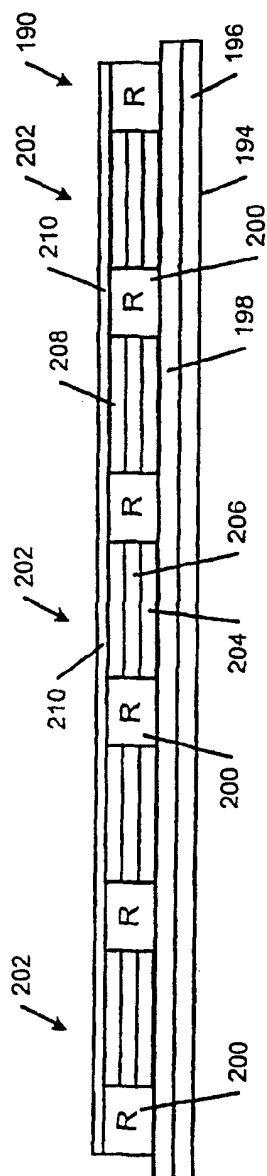


图 8

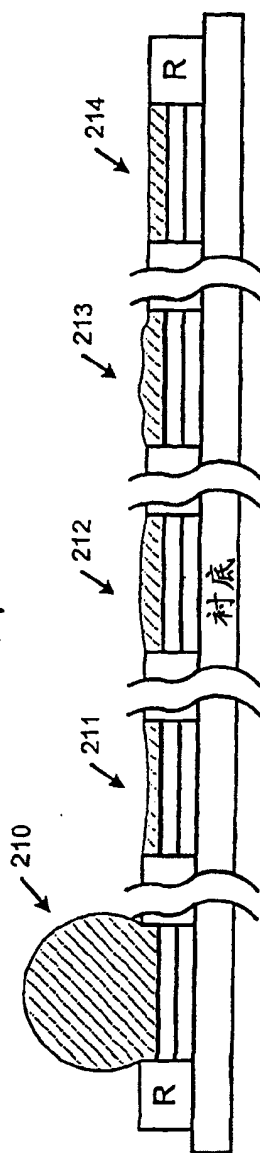
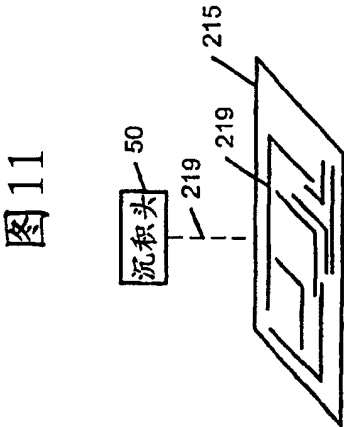
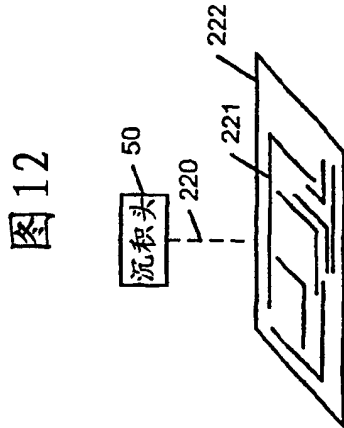
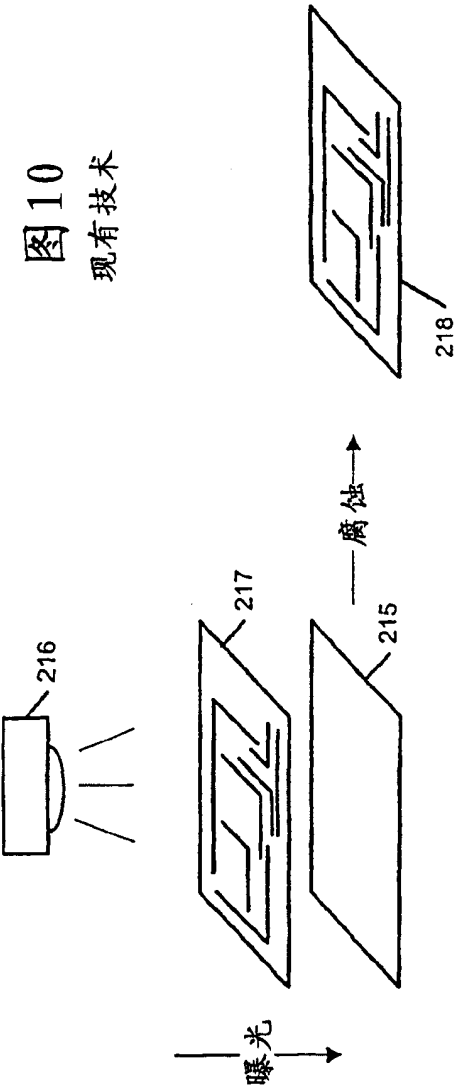


图 9



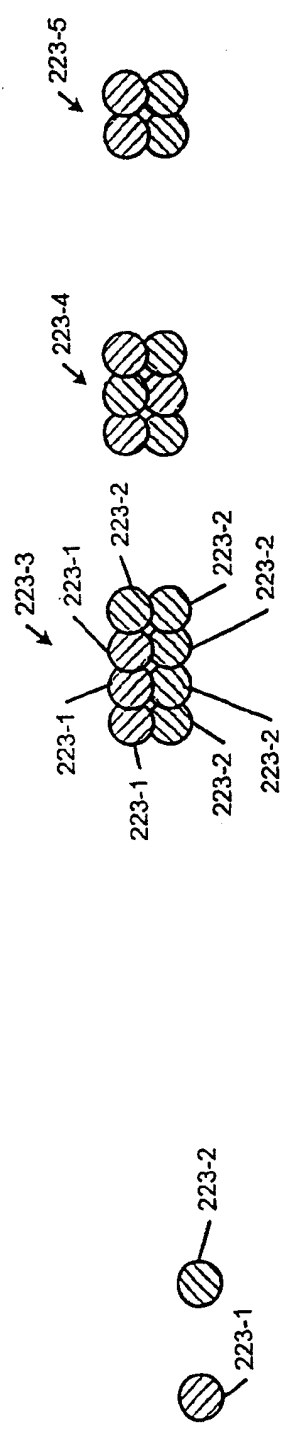


图 13A

图 13B

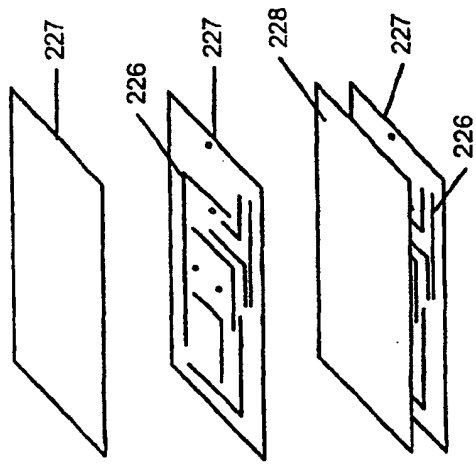


图 15

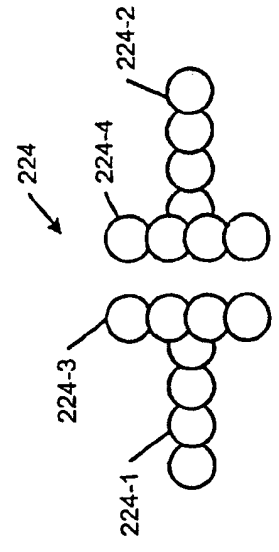


图 14

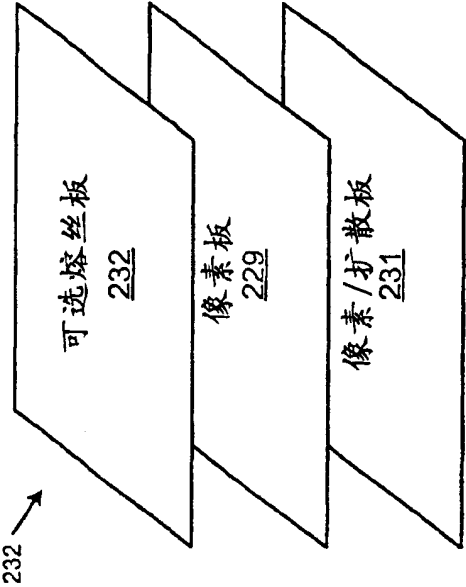


图17

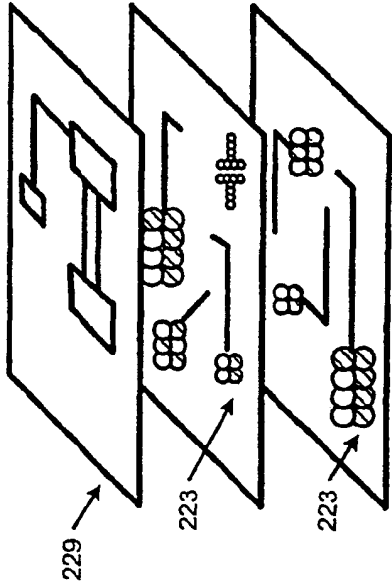
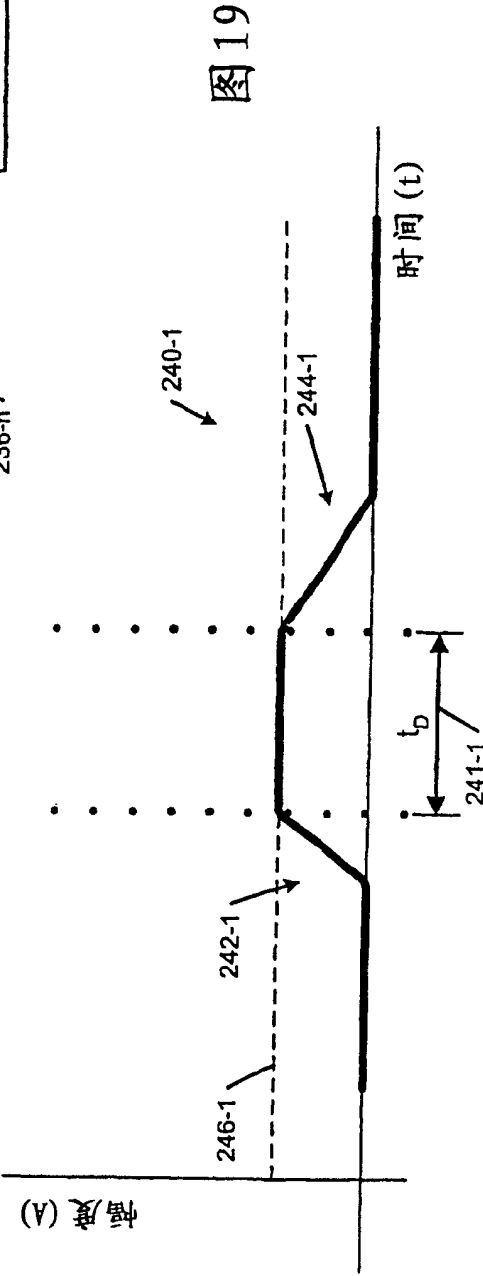
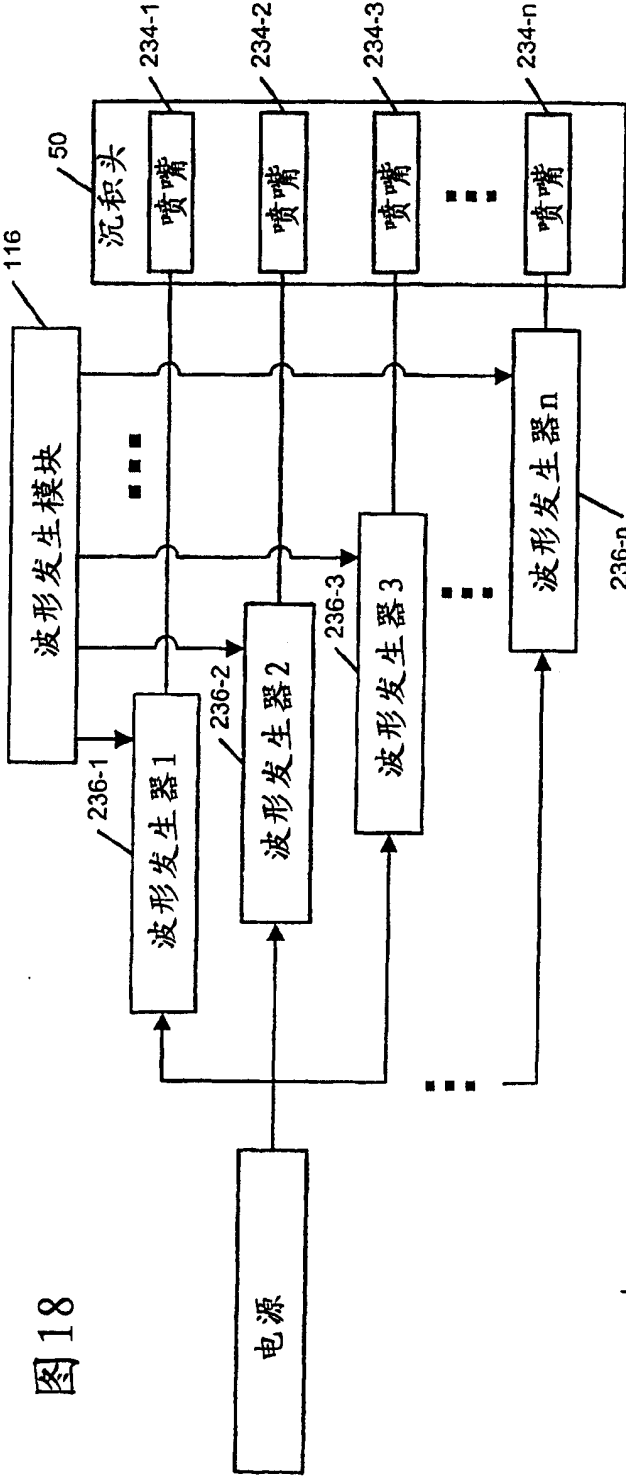


图16



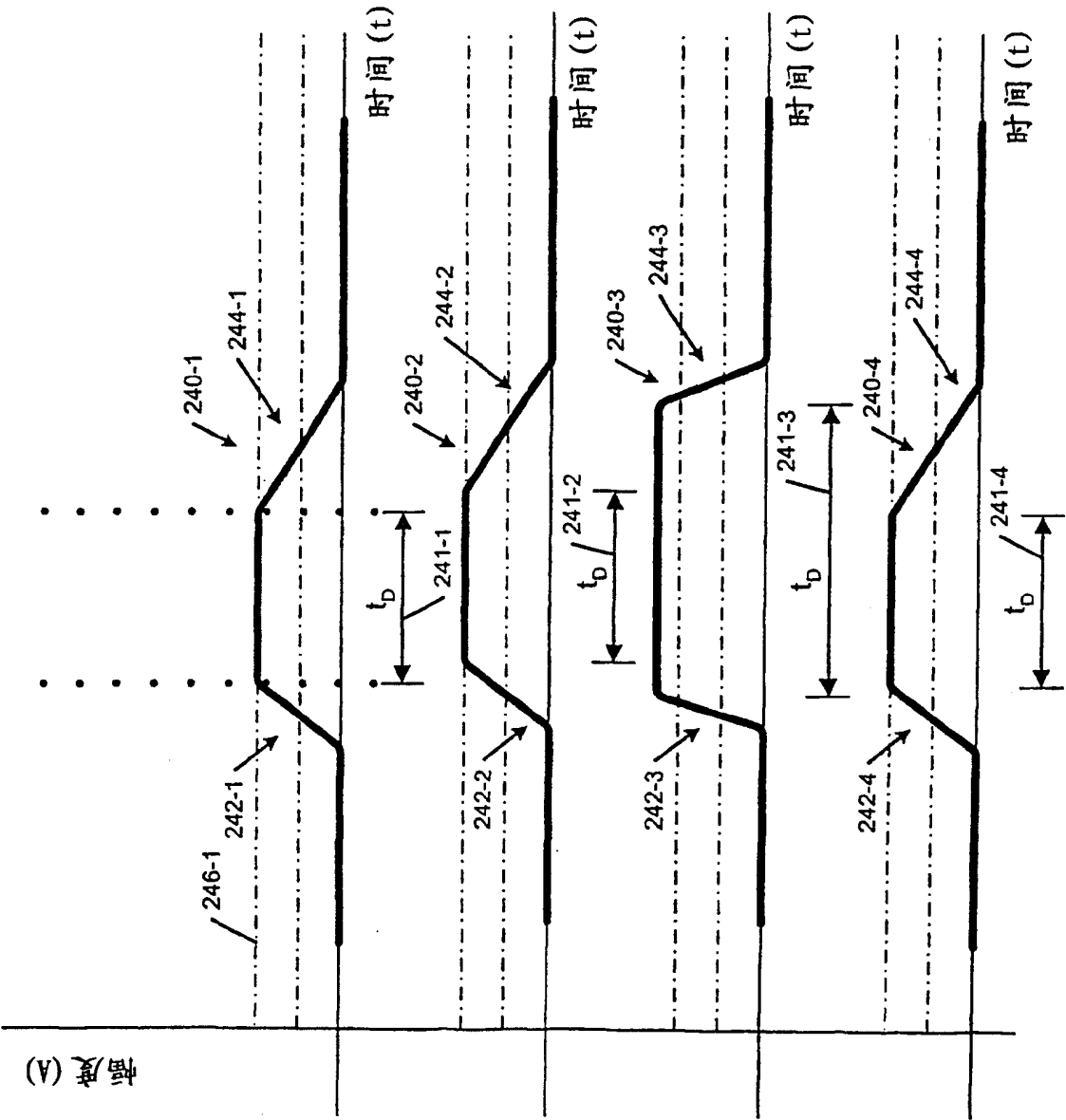


图 20

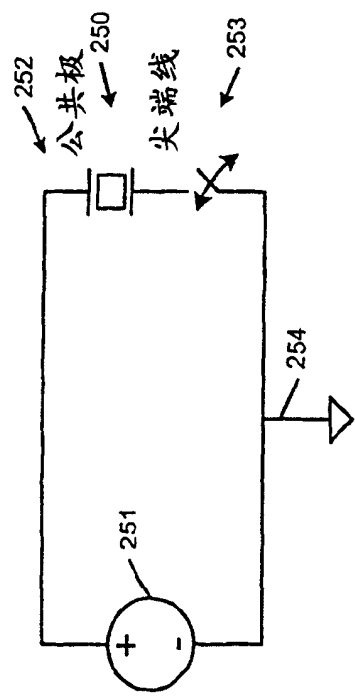


图 21
现有技术

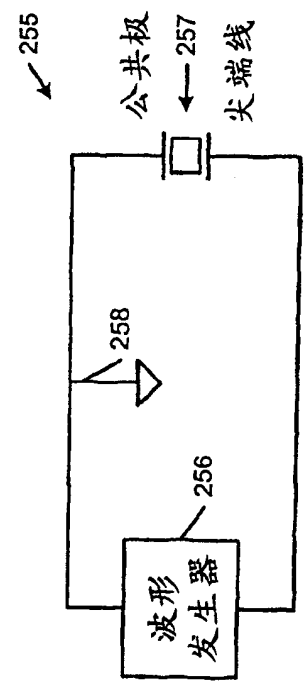
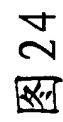
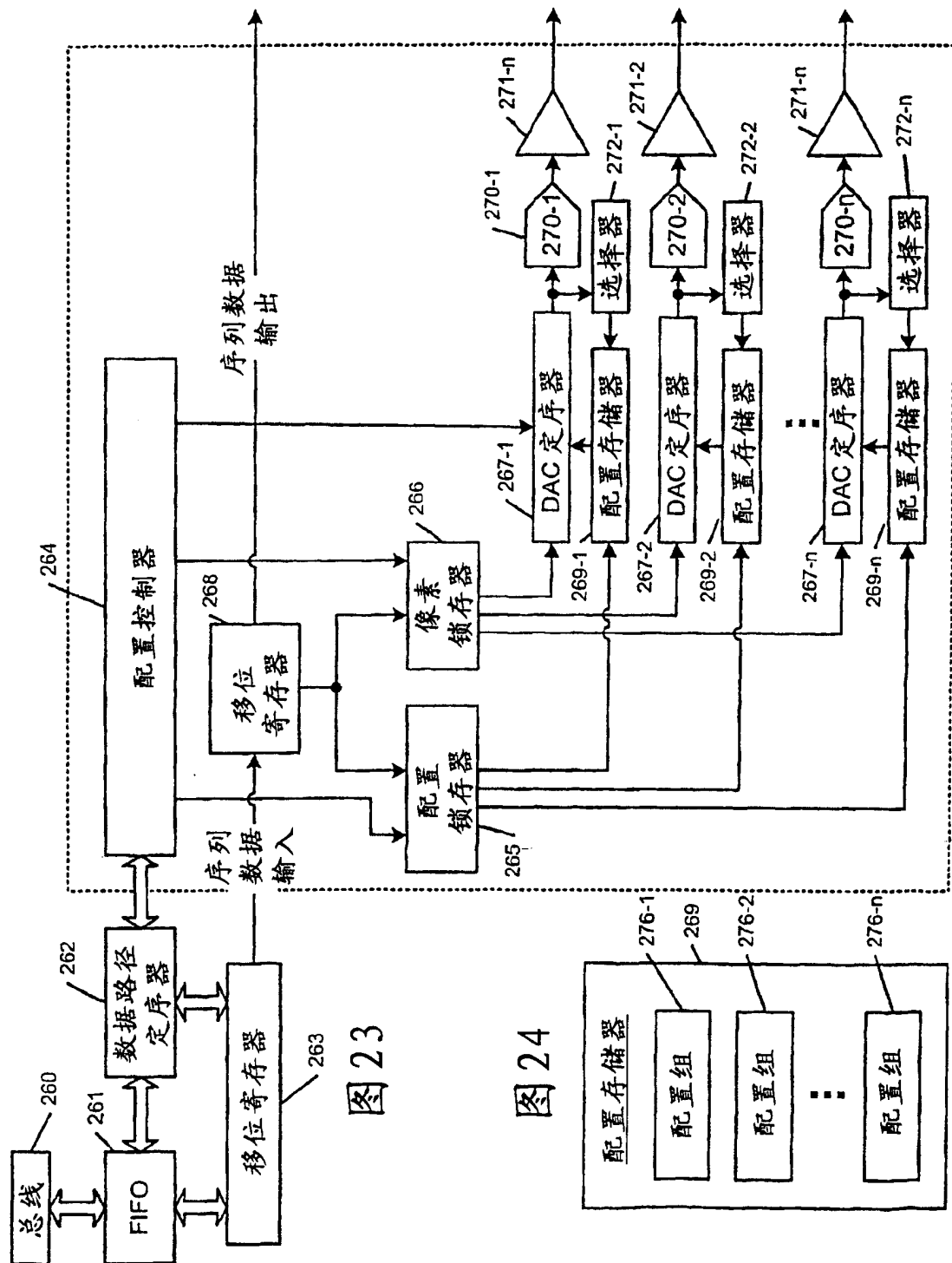
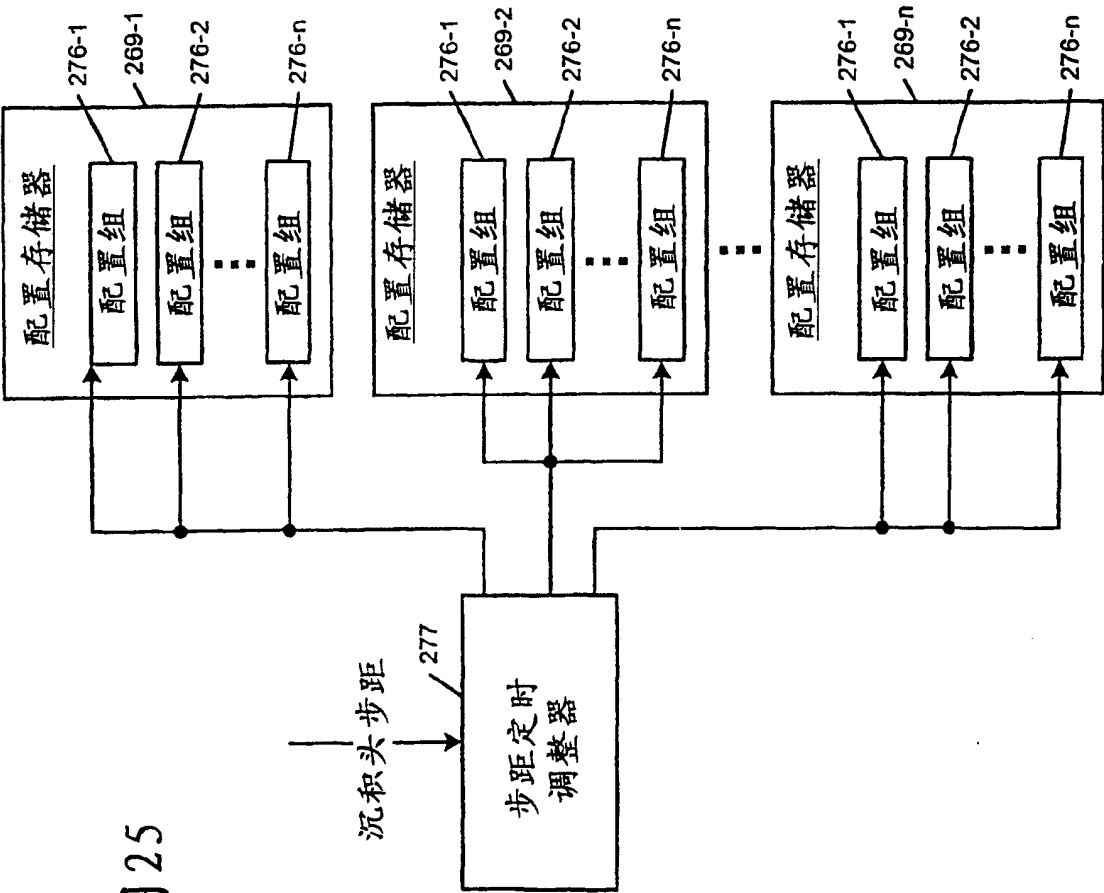


图 22





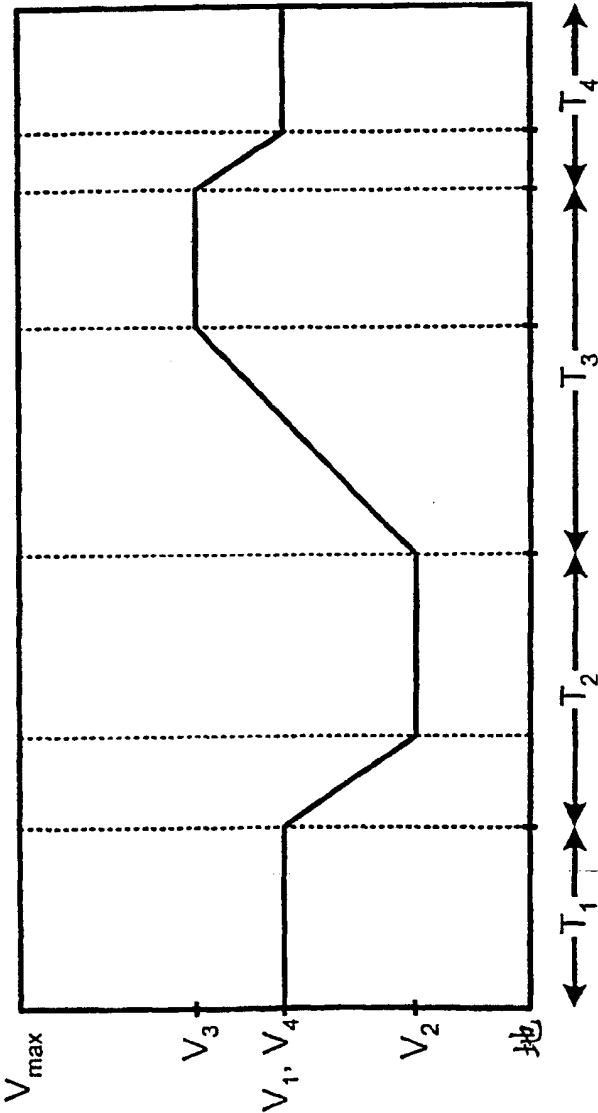


图 26

图27

276

地址偏移 [dec]	参数名称	取值范围 [dec]	单位
1	Pslope	1-15	5V/us
3	Nslope	1-15	5V/us

地址偏移 [dec]	参数名称	取值范围 [dec]	单位
5	V1	0-255	528mV
7	T1	0-255	0.1 μs
9	V2	0-255	528mV
11	T2	0-255	0.1 μs
13	V3	0-255	528mV
15	T3	0-255	0.1 μs
17	V4	0-255	528mV
19	T4	0-255	0.1 μs
21	V5	0-255	528mV
23	T5	0-255	0.1 μs
25	V6	0-255	528mV
27	T6	0-255	0.1 μs
29	V7	0-255	528mV
31	T7	0-255	0.1 μs

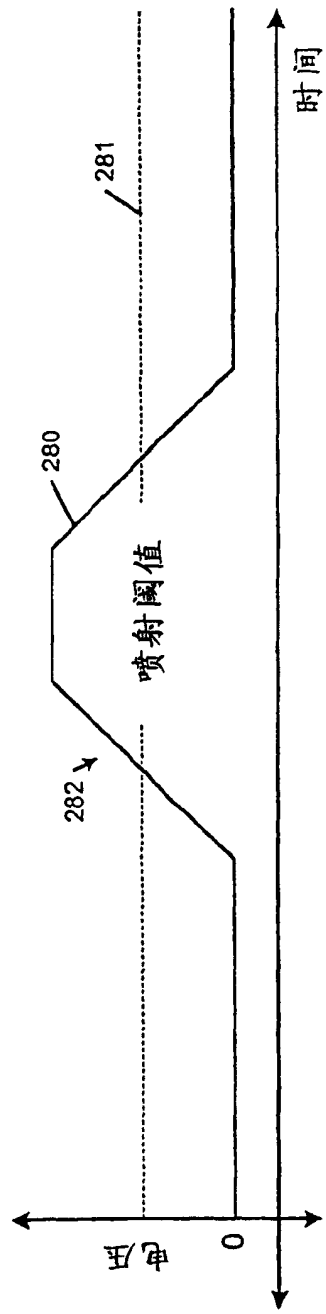


图 28A

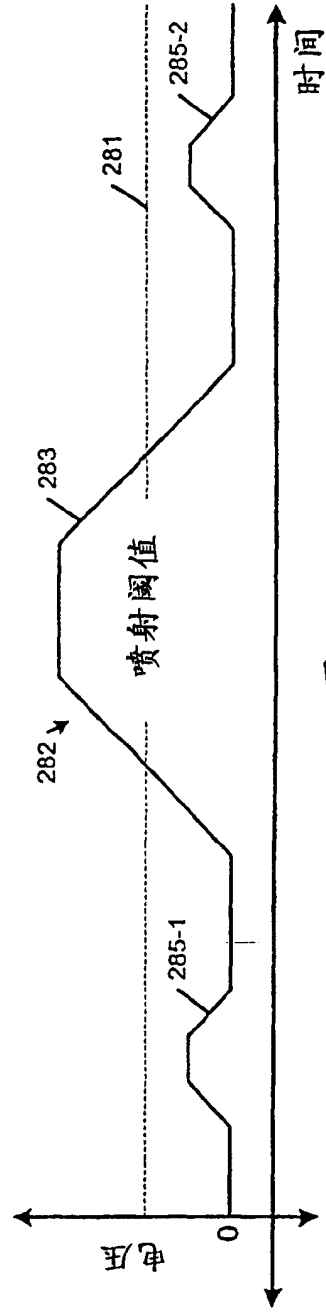
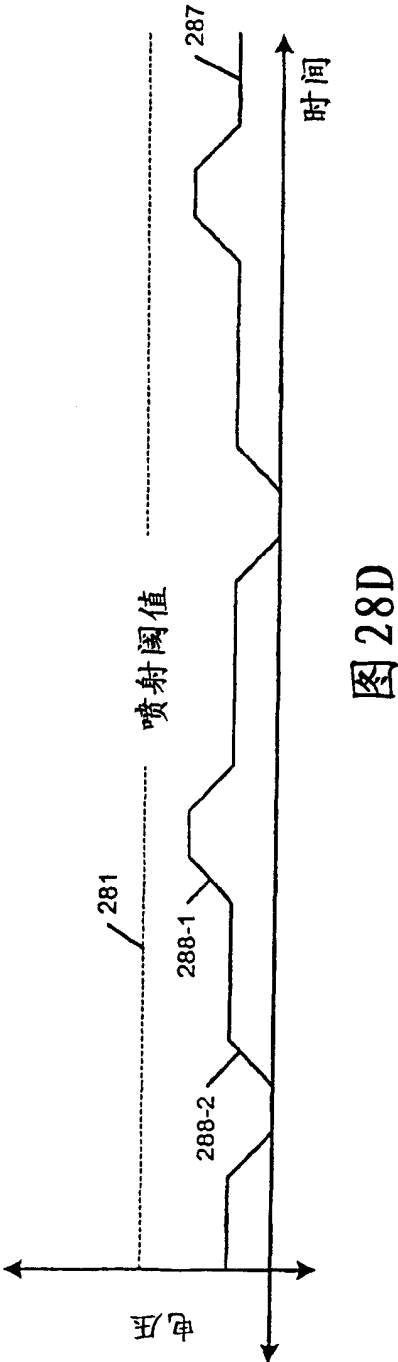
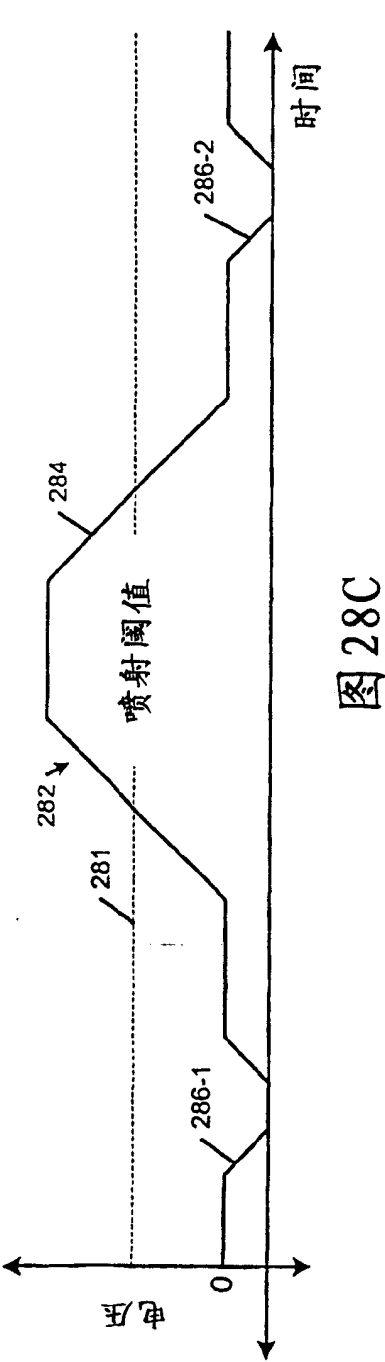


图 28B



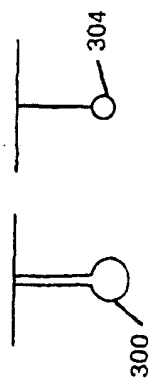


图 29A

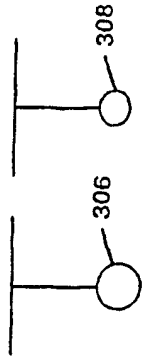


图 29B

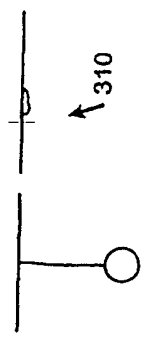


图 29C

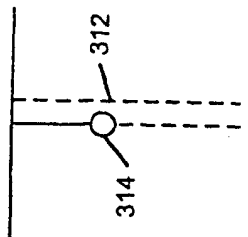


图 30

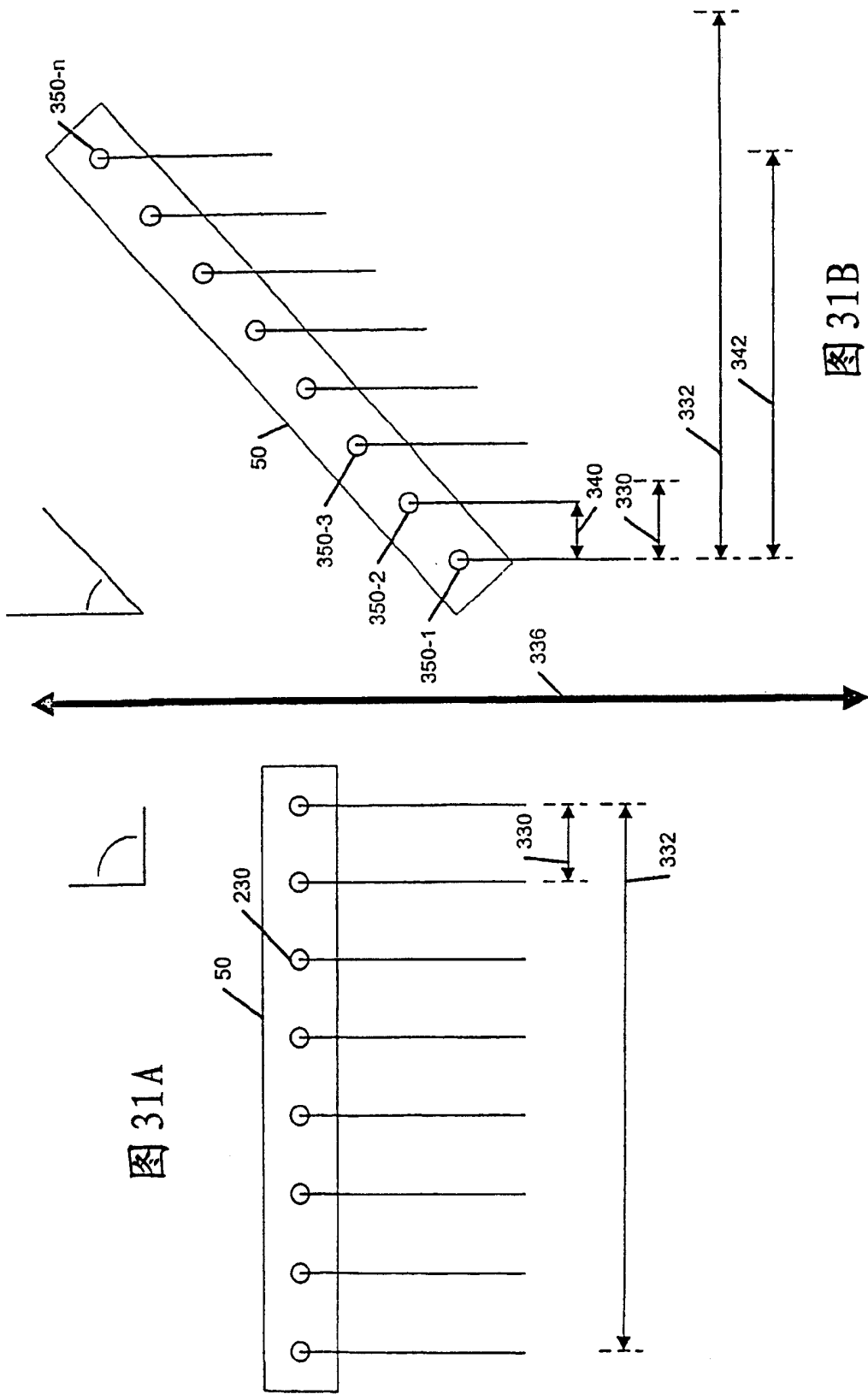


图 31B

图 31A

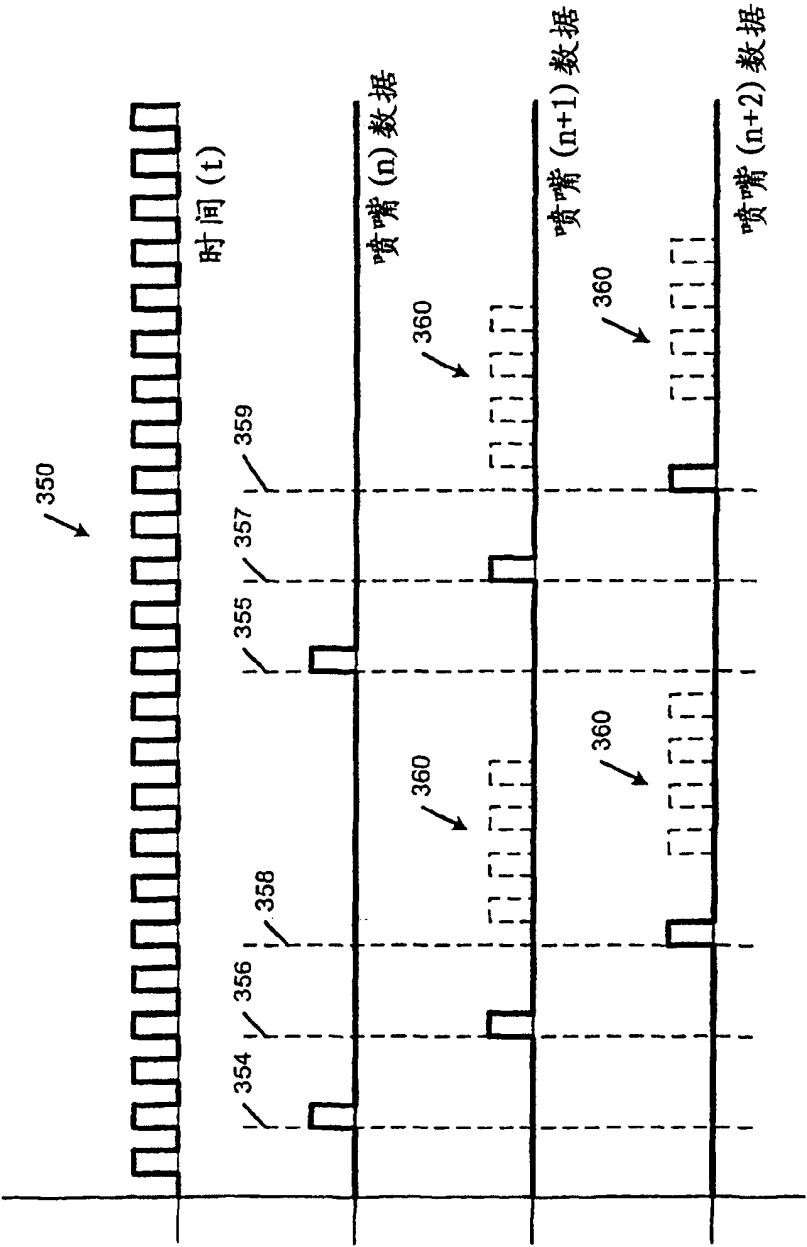


图 32

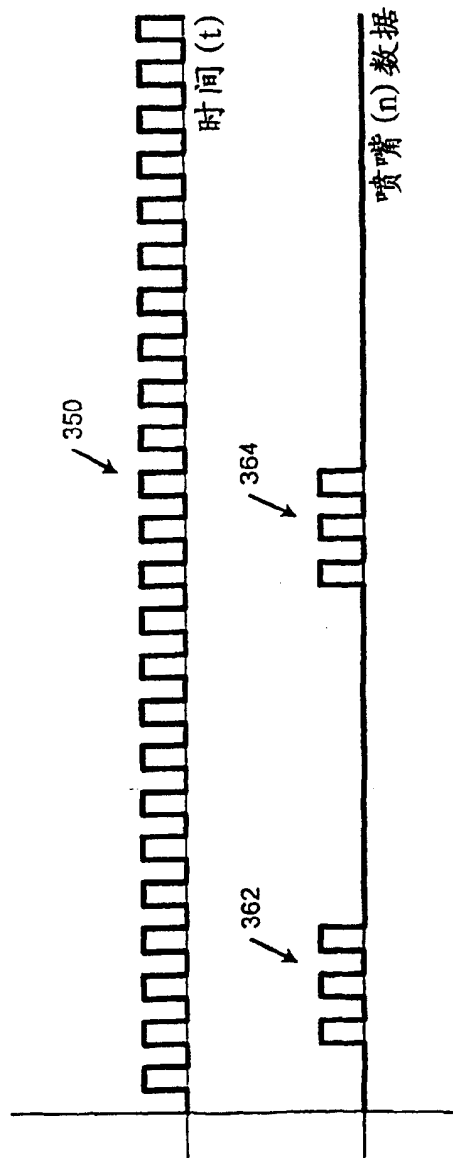


图 33



图 34

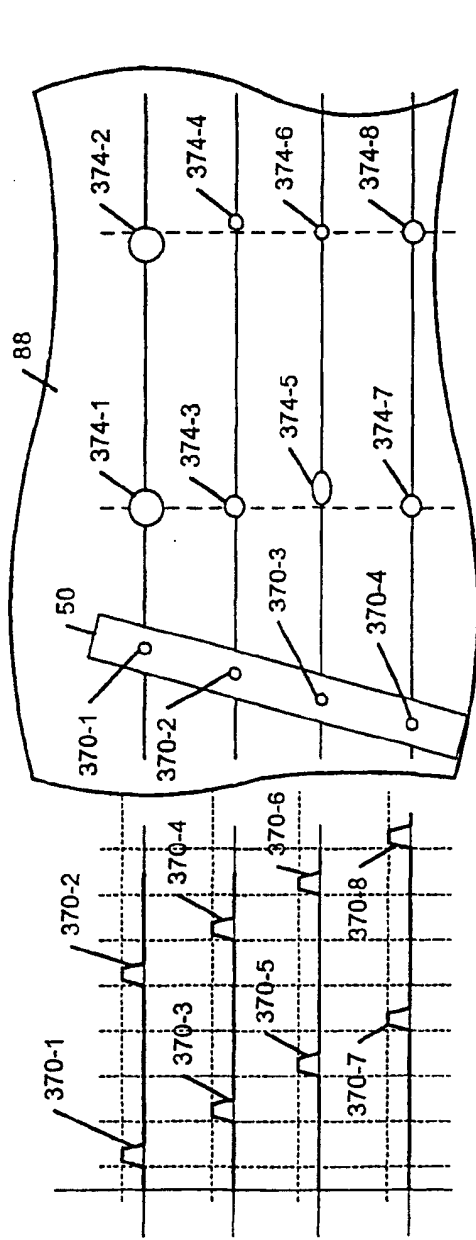


图 35A

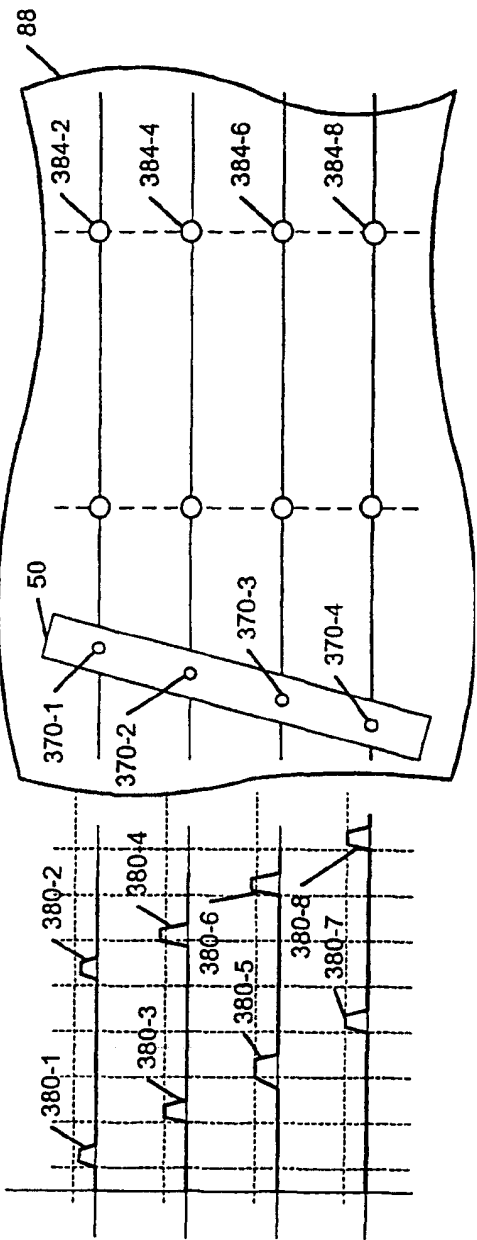


图 35B

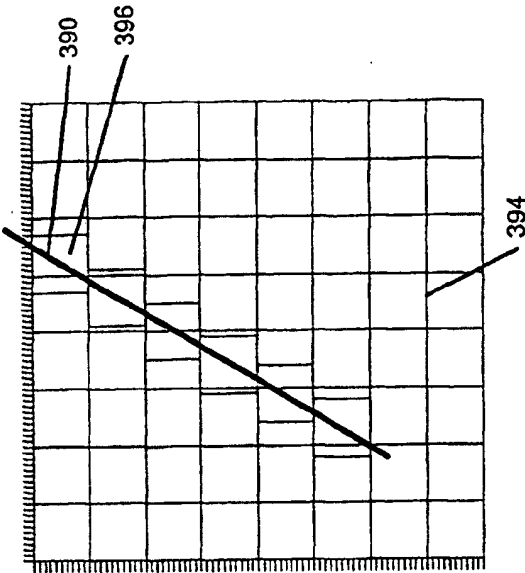


图 36

图 37

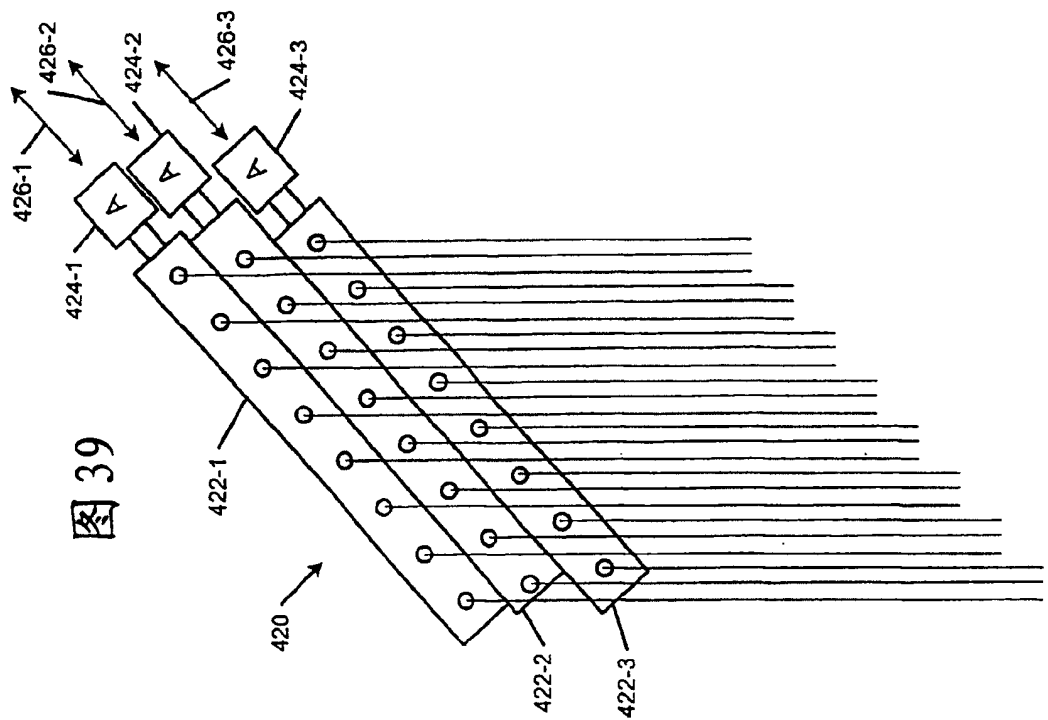


图 39

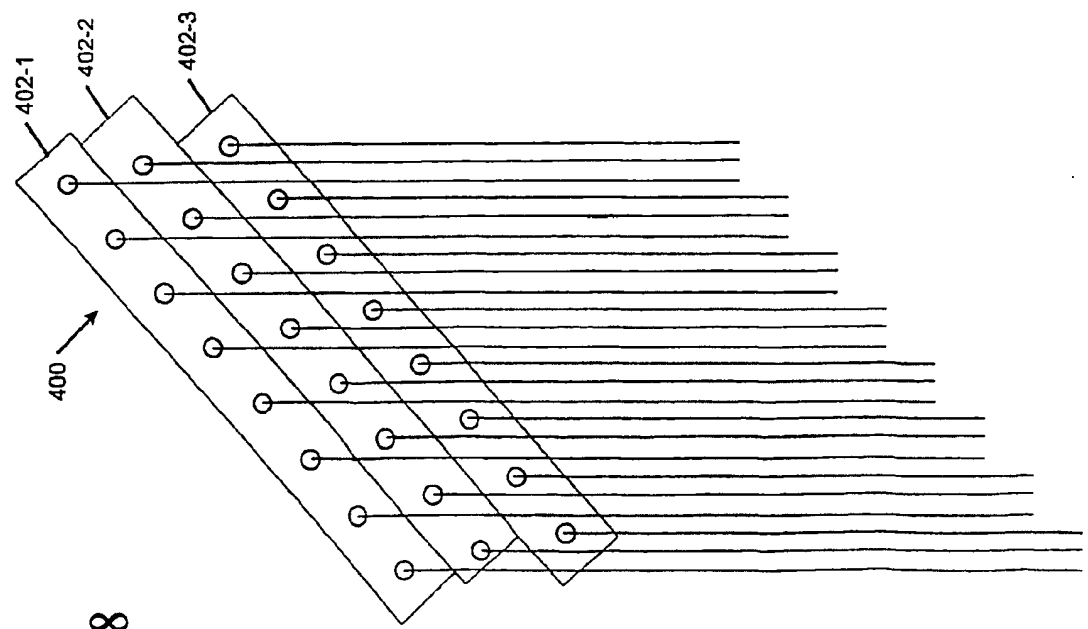


图 38