



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107825887 A

(43)申请公布日 2018.03.23

(21)申请号 201711129386.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.08.12

B41M 5/00(2006.01)

B41M 7/00(2006.01)

(30)优先权数据

B41J 3/407(2006.01)

61/915149 2013.12.12 US

B41J 11/00(2006.01)

61/977939 2014.04.10 US

B41J 29/393(2006.01)

62/005044 2014.05.30 US

B32B 33/00(2006.01)

62/019076 2014.06.30 US

B32B 37/00(2006.01)

(62)分案原申请数据

201480067970.1 2014.08.12

(71)申请人 科迪华公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 E.弗伦斯基 N.哈吉

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 郑冀之

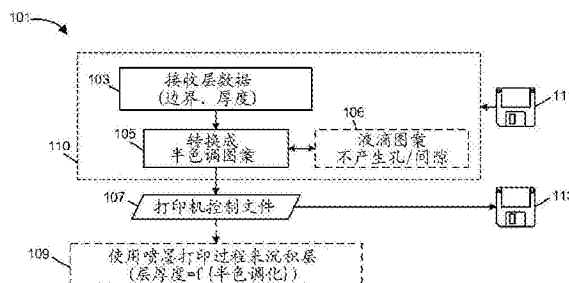
权利要求书4页 说明书29页 附图15页

(54)发明名称

制造电子设备的方法

(57)摘要

使用喷墨过程来将材料层沉积为期望厚度。布局数据被转换成每单元灰度值,每一个灰度值表示要局部输送的墨水体积。灰度值用于生成用于将可变墨水体积(和厚度)输送到衬底的半色调图案。半色调化提供相对连续的层(例如,没有非意图的间隙或孔),同时提供可变体积并因此贡献可变墨水/材料建立以达到期望厚度。墨水喷射为使用于形成材料层的材料悬浮的液体或气溶胶,所述材料例如是用于形成平板设备的封装层的有机材料。然后,所沉积的层被固化或以其他方式修整以完成该过程。



1. 一种制造电子产品层的方法,所述方法包括:

用处理器接纳用于衬底的相应空间区域的每个区域的参数的值,每个值代表所述层的期望厚度;

使用特定的喷墨打印机以这样的方式将特定液体的液滴打印到所述相应空间区域的每个空间区域上,即,取决于用于相应空间区域之一的参数的值将每单位面积体积的所述特定液体沉积在所述相应空间区域之一中;

其中所述特定喷墨打印机和所述特定液体的组合在先前已经经历了识别(a)所述参数的基准值和所述液体的相应的每单位面积的基准体积,以及(b)测量的层厚度之间的关系校准;

其中所述参数的每个值的调整提供了逐个空间区域的可控依据,以用于通过按比例缩放要根据所述关系局部输送的每单位面积的液体体积,按照跨相应空间区域的参数的值的变化来控制所述层的厚度;

其中所述特定液体的液滴聚结以在每个区域内形成连续液体涂层;以及

其中所述方法还包括使用固化机构来固化每个区域中的所述连续液体涂层以形成所述层。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述层包括封装层、或平面化层或屏障层中的至少一个。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述电子产品包括发光元件,并且其中所述至少一个层的每一层跨所述发光元件。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述发光元件是显示器的像素,并且其中所述显示器的像素包括至少100个像素。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述液体包括第一材料,其中所述固化机构包括辐射源,并且其中所述方法还包括将所述连续液体涂层暴露于所述辐射源以将所述第一材料转换成第二材料。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述第一材料是单体且所述第二材料是聚合物。

7. 根据权利要求5所述的方法,其中所述辐射源包括紫外光源。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中使用所述特定喷墨打印机将所述特定液体的液滴打印到所述相应空间区域中的每一个上包括取决于参数的值在相应空间区域中的不同空间区域上的变化改变打印到所述相应空间区域中的不同空间区域上的所述液滴的密度。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述喷墨打印机包括具有针对每个喷射液滴的喷嘴的打印头,并且其中使用所述特定喷墨打印机将所述特定液体的液滴打印到相应空间区域的每一个上包括改变用于所述喷嘴的给定的一个喷嘴的电子驱动波形,以取决于在所述相应空间区域中的不同空间区域上的参数的值的改变来改变由所述喷嘴的给定的一个喷嘴产生的液滴体积。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中所述方法进一步包括使用液滴测量设备测量由所述喷嘴的给定的一个喷嘴响应于所述电子驱动波形产生的第一液滴体积和由所述喷嘴的给定的一个喷嘴响应于改变的电子驱动波形产生的第二液滴体积这二者。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述液滴测量设备包括激光束,并且其中所述方法还包括使用干涉来测量所述第一液滴体积并且测量所述第二液滴体积。

12. 一种用于制造电子产品层的设备,所述设备包括:

处理器,用于接纳衬底的相应空间区域的每个区域的参数的值,每个值代表所述层的期望厚度;

特定喷墨打印机,用于以这样的方式将特定液体的液滴打印到所述相应空间区域的每个空间区域上,即,取决于用于相应空间区域之一的参数的值将每单位面积体积的所述特定液体沉积在所述相应空间区域之一中;

其中所述特定喷墨打印机和所述特定液体的组合在先前已经经历了识别(a)所述参数的基准值和所述液体的相应的每单位面积的基准体积,以及(b)测量的层厚度之间的关系的校准;

其中所述参数的每个值的调整提供了逐个空间区域的可控依据,以用于通过按比例缩放要根据所述关系局部输送的每单位面积的液体体积,按照跨相应空间区域的参数的值的变化来控制所述层的厚度;

其中所述特定液体的液滴聚结以在每个区域内形成连续液体涂层;和

固化机构,用于固化每个区域中的所述连续液体涂层以形成所述层。

13. 根据权利要求12所述的设备,其中所述层包括封装层、或平面化层或屏障层中的至少一个。

14. 根据权利要求12所述的设备,其中所述电子产品包括发光元件,并且其中所述至少一个中的每个层跨所述发光元件。

15. 根据权利要求14所述的设备,其中,所述发光元件是显示器的像素,并且其中所述显示器的像素包括至少100个像素。

16. 根据权利要求12所述的设备,其中所述液体包括第一材料,其中所述固化机构包括辐射源,并且其中所述固化机构将所述连续液体涂层暴露于所述辐射源以将所述第一材料转换成第二材料。

17. 根据权利要求16所述的设备,其中所述第一材料是单体且所述第二材料是聚合物。

18. 根据权利要求16所述的设备,其中所述辐射源包括紫外光源。

19. 根据权利要求12所述的装置,其中所述特定喷墨打印机用于通过取决于参数的值在相应空间区域中的不同空间区域上的变化改变打印到所述相应空间区域中的不同空间区域上的所述液滴的密度,将所述特定液体的液滴打印到所述相应空间区域中的每一个上。

20. 根据权利要求12所述的设备,其中所述喷墨打印机包括具有针对每个喷射液滴的喷嘴的打印头,其中所述特定喷墨打印机用于通过改变用于给定的喷嘴之一的电子驱动波形将所述特定液体的液滴打印到相应空间区域的每一个上,以取决于在所述相应空间区域中的不同空间区域上的参数的值的改变来改变由所述喷嘴的给定的一个喷嘴产生的液滴体积。

21. 根据权利要求20所述的设备,其中所述设备还包括液滴测量设备,用于测量由所述喷嘴的给定的一个喷嘴响应于所述电子驱动波形产生的第一液滴体积和由所述喷嘴的给定的一个喷嘴响应于改变的电子驱动波形产生的第二液滴体积这二者。

22. 根据权利要求21所述的设备,其中所述液滴测量设备包括激光束,并且其中所述液滴测量设备用于使用干涉来测量所述第一液滴体积并且测量所述第二液滴体积。

23. 一种制造电子产品层的方法,所述方法包括:

接纳将每单位面积的基准体积与基准厚度等同的数据;

接纳标识所述层的期望厚度的信息;

利用处理器,通过按照期望厚度与基准厚度之间的关系按比例缩放每单位面积的基准体积,将信息转换为每单位面积的期望体积,并使用打印头的喷嘴将液滴沉积在衬底上,以便沉积所期望的每单位面积体积,并从所述液滴形成代表整个所述层的连续液体涂层;以及

用固化机构固化所述连续涂层,以形成所述层;

其中按比例缩放包括根据期望的厚度来选择由所述喷嘴中的至少一个喷嘴使用以产生液滴的电子驱动波形。

24. 根据权利要求23所述的方法,其中所述层包括封装层、或平面化层或屏障层中的至少一个。

25. 根据权利要求23所述的方法,其中,所述电子产品包括发光元件,并且其中所述至少一个中的每个层跨所述发光元件。

26. 根据权利要求23所述的方法,其中,所述发光元件是显示器的像素,并且其中所述显示器的像素包括至少100个像素。

27. 根据权利要求23所述的方法,其中所述液体包含第一材料,其中所述固化机构包含辐射源,且其中所述方法进一步包括将所述连续液体涂层暴露于所述辐射源以将所述第一材料转换成第二材料。

28. 根据权利要求27所述的方法,其中所述第一材料是单体且所述第二材料是聚合物。

29. 根据权利要求27所述的方法,其中所述辐射源包括紫外光源。

30. 根据权利要求23所述的方法,其中所述方法进一步包括在衬底的相应区域中接纳标识所述层的第一期望厚度的第一信息,并接纳标识所述层的第二期望厚度的第二信息,且其中转换包括:通过按照所述第一期望厚度与所述基准厚度之间的第一关系按比例缩放每单位基准体积,以及通过按照所述第二期望厚度与所述基准厚度之间的第二关系按比例缩放每单位基准体积,将所述第一信息和第二信息转换成相应的每单位面积的第一和第二期望体积,并且其中使用所述打印头的所述喷嘴包括根据所述每单位面积的第一和第二期望体积打印到相应区域中。

31. 根据权利要求23所述的方法,其中按比例缩放包括根据所述关系改变要由所述喷嘴打印的所述液滴的密度。

32. 根据权利要求23所述的方法,其中,所述方法进一步包括使用液滴测量设备测量由所述喷嘴的给定的一个喷嘴响应于第一电子驱动波形产生的第一液滴体积和由所述喷嘴的给定的一个喷嘴响应于第二电子驱动波形产生的第二液滴体积这二者。

33. 根据权利要求32所述的方法,其中所述液滴测量设备包括激光束,并且其中所述方法还包括使用干涉测量所述第一液滴体积以及测量所述第二液滴体积。

34. 一种用于制造电子产品层的设备,所述设备包括:

存储器,用于接纳将每单位面积的基准体积与基准厚度等同的数据,以及标识所述层的期望厚度的信息;

处理器,用于通过按照期望厚度与基准厚度之间的关系按比例缩放每单位面积的基准

体积,将信息转换为每单位面积的期望体积;

具有喷嘴的打印头,用于将液滴沉积在衬底上,从而沉积所期望的每单位面积体积,并从所述液滴形成代表整个层的连续液滴涂层;以及

固化机构,用于固化所述连续涂层以形成所述层;

其中所述处理器用于通过根据所述期望的厚度来选择由所述喷嘴中的至少一个所使用的电子驱动波形来执行所述缩放以产生所述液滴。

35. 根据权利要求34所述的设备,其中所述层包括封装层、或平面化层或屏障层中的至少之一。

36. 根据权利要求34所述的设备,其中,所述电子产品包括发光元件,并且其中,所述至少一个层中的每个层跨所述发光元件。

37. 根据权利要求36所述的设备,其中,所述发光元件是显示器的像素,并且其中,所述显示器的像素包括至少100个像素。

38. 根据权利要求34所述的设备,其中所述液体包括第一材料,其中所述固化机构包括辐射源,并且其中所述固化机构将所述连续液体涂层暴露于所述辐射源,以将所述第一材料转换成第二材料。

39. 根据权利要求38所述的设备,其中所述第一材料是单体且所述第二材料是聚合物。

40. 根据权利要求38所述的设备,其中所述辐射源包括紫外光源。

41. 根据权利要求34所述的设备,其中所述存储器用于接收标识所述层的第一期望厚度的第一信息并且接收标识所述层的第二期望厚度的第二信息,并且其中所述处理器用于通过按照所述第一期望厚度与所述基准厚度之间的第一关系按比例缩放每单位基准体积,以及通过按照所述第二期望厚度与所述基准厚度之间的第二关系按比例缩放每单位基准体积,将所述第一信息和第二信息转换成相应的每单位面积的第一和第二期望体积,并且其中所述打印头的所述喷嘴用于根据所述每单位面积的第一和第二期望体积打印到相应区域中。

42. 根据权利要求34所述的设备,其中,所述处理器用于通过根据所述关系改变要由所述喷嘴打印的所述液滴的密度来执行所述按比例缩放。

43. 根据权利要求34所述的设备,还包括液滴测量设备,用于测量由所述喷嘴的给定的一个喷嘴响应于第一电子驱动波形产生的第一液滴体积和由所述喷嘴的给定的一个喷嘴响应于第二电子驱动波形产生的第二液滴体积这二者。

44. 根据权利要求43所述的设备,其中所述液滴测量设备包括激光束,并且其中所述液滴测量设备用于使用干涉来测量所述第一液滴体积和测量所述第二液滴体积。

制造电子设备的方法

[0001] 本公开要求代表第一指定的发明人Eliyahu Vronsky于2014年6月30号提交的美国临时申请No.62/019076“*Ink-Based Layer Fabrication Using Halftoning to Control Thickness*”、代表第一指定的发明人Eliyahu Vronsky于2014年5月30号提交的美国临时申请No.62/005044“*Ink-Based Layer Fabrication Using Halftoning to Control Thickness*”、代表第一指定的发明人Eliyahu Vronsky于2014年4月10号提交的美国临时申请No.61/977939“*Ink-Based Layer Fabrication Using Halftoning to Control Thickness*”以及代表第一指定的发明人Eliyahu Vronsky于2013年12月12号提交的美国临时申请No.61/915,149“*Ink-Based Layer Fabrication Using Halftone Variation*”中的每一个的优先权。特此通过引用并入前述申请。

背景技术

[0002] 各种化学和物理过程可以用于将材料沉积在衬底上。一些沉积过程依赖于图案化沉积,其中掩模或其他机制用于在精确的容差内创建纳米级特征,例如匹配诸如晶体管路径宽度的电子纳米级结构的尺寸,而其他沉积过程提供相对无特征的、大尺度沉积,诸如横跨几十微米距离或更大距离的基于覆盖层 (blanket) 的涂敷或沉积。

[0003] 存在对于其而言现有过程是次优的一类建造应用。更具体地,对于其中人们期望将层形成在相对于纳米级特征的衬底的大区上的应用,尤其是对于有机材料沉积,可能难以控制沉积的层的均匀性。

附图说明

[0004] 图1A是示出公开的技术的实施例的图,其中用于期望层的厚度数据被转换成对于建造期望层有用的半色调图案。

[0005] 图1B是其中描述期望层的布局数据被生成或接收、转换成半色调图案以及用于沉积将成为期望层的墨水的过程的说明性图。

[0006] 图1C是详细实施例的框图,其中厚度数据用于获得用于相应“打印单元”的灰度 (grayscale) 值,并且其中灰度值然后用于生成半色调图案。

[0007] 图2A提供了示出均可以独立地体现本文引入的技术的一系列可选层级、产品或服务的说明性视图。

[0008] 图2B提供了可以用于在存在受控大气环境的情况下建造例如平板设备的部件的建造机构的平面视图。

[0009] 图2C是示出在图2B的建造机构内的打印机的布局的平面视图;更具体地,图2C示出了如何相对于衬底253移动打印头259。

[0010] 图2D是在图2A的打印模块内相关联的各种子系统的框图。

[0011] 图3A示出了根据离散波形段来定义用于创建个体墨滴的波形的方式。

[0012] 图3B示出了其中可以基于不同喷嘴触发 (firing) 波形来创建具有不同参数的液滴的实施例。

[0013] 图3C示出了与在编程的时间(或位置)处生成期望波形并将期望波形应用于打印头的喷嘴相关联的电路;该电路提供例如来自图3B的电路343/351、344/352和345/353中的每一个的一种可能实现。

[0014] 图4A提供了用于描述表示期望层的厚度的数据到半色调图像的转换的流程图。

[0015] 图4B提供了用于描述表示期望层的厚度的数据到半色调图像的转换的另一流程图。

[0016] 图4C是与半色调化校准相关联的流程图。

[0017] 图4D是与液滴测量和鉴定相关联的流程图。

[0018] 图5A示出了表示打印单元的特定墨水体积的一个半色调图案。

[0019] 图5B示出了表示特定墨水体积的另一半色调图案;更具体地,图5B相对于图5A的半色调图案用于讨论调频(“FM”)半色调化。

[0020] 图5C示出了表示特定墨水体积的另一半色调图案。更具体地,图5C相对于图5A的半色调图案用于讨论调幅(“AM”)半色调化。

[0021] 图5D示出了用于相邻图块(tile)的互补(或“缝合(stitched)”)半色调图案的可选使用。

[0022] 图5E示出了其中液滴大小(或形状)已经被改变以补偿误触发的相邻喷嘴的半色调图案。

[0023] 图5F示出了其中液滴已经被一个喷嘴“借用”以补偿误触发的相邻喷嘴的半色调图案。

[0024] 图6A是示出取决于厚度数据而指派给不同打印单元的灰度值的图表。

[0025] 图6B是示出取决于厚度数据而指派给不同打印单元的灰度值的另一图表,但是其中添加灰度纠正以平滑或者纠正作为结果的膜厚度的误差。

[0026] 图7A提供了用于解释不同的半色调液滴密度如何与不同的灰度值相关联以产生期望层厚度的图。

[0027] 图7B示意性描绘了衬底的一个或多个边界区,以及半色调化和/或灰度选择可以如何在边界区中改变以减轻边缘建立。

[0028] 图7C示出了用于在边界区附近半色调化、更具体地用于在沉积的层的拐角处使用的一种可能方案。

[0029] 图7D示出了打印单元的边缘增强以提供一致的层边缘。

[0030] 图7E示出了用于避免边缘建立的边界相邻半色调变化和用于改进边缘线性度的“封围”二者的使用。

[0031] 图8A示出了将排列到多个平板中的衬底801,所述多个平板例如多个有机发光二极管(“OLED”)显示面板、太阳能面板或其他类型面板。

[0032] 图8B示出了在已经将有源元件和电极添加到图8A的衬底后的图8A的衬底。

[0033] 图8C提供了从图8B的线C-C截取的图8B的衬底的横截面视图。

[0034] 图8D示出了在已经添加了封装(840)之后的图8C的衬底;图8D还提供了闭合,所述闭合示出封装(840)可以由诸如交替的有机和无机层的许多个体层形成。

[0035] 图8E以平面视图(即,从与图8B相同的视角)示出了图8D的衬底。

[0036] 图9是用于沉积有机封装层的一个过程的框图。

[0037] 通过参考应当结合附图阅读的以下详细描述,所列举的权利要求限定的本主题可以被更好地理解。下文陈述以使得人们能够建立和使用权利要求所阐述的技术的各种实现的一个或多个特定实施例的该描述,并不意图限制所列举的权利要求而是例示它们的应用。在不限制前述内容的情况下,本公开提供了用于这样的技术的若干不同示例,所述技术用于以将产生期望厚度的沉积的层的方式使用半色调化以控制墨滴密度来建造材料层。这些技术可以体现为用于执行这些技术的软件,以计算机、打印机或运行这样的软件的其他设备的形式来体现,以用于形成材料层的控制数据(例如,打印图像)的形式来体现,体现为沉积机制,或者以使用这些技术建造的电子或其他设备(例如,平板设备或其他消费者端产品)的形式来体现。尽管给出了具体示例,但是本文描述的原理也可以应用于其他方法、设备和系统。

具体实施方式

[0038] 本公开提供了用于使用打印过程来建造衬底上的层的技术。更具体地,使用半色调化来接收和翻译表示层厚度的数据以产生喷墨液滴图案。墨水是粘性材料,使得液滴在有限程度散布,并因此,每单位面积(即,每单元位置)沉积的液滴越多,作为结果的层的厚度越大。

[0039] 在一些实施例中,层厚度首先被转换成多个“打印单元”的每一个的灰度值,其中每一个打印单元表示衬底的具有共同厚度值的单位面积。例如,每一个打印单元可以是可由专用厚度值表示的最小单位面积。然后,灰度值用于以将导致墨滴密度的方式生成半色调化,所述墨滴密度产生期望厚度。应注意的是,使用打印单元以局部地表示厚度的中间步骤是可选的。

[0040] 在其他实施例中,这些处理用于产生封装层,所述封装层将提供屏障以防止衬底暴露于诸如氧气和水的材料。半色调化可以被选择以产生连续层(即,在滴剂散布之后,所讨论的沉积区域完全被墨水覆盖,没有孔或空隙)但是具有可变的墨水体积(和相关联的作为结果的可变厚度)。应注意的是,可以用多种方式、使用单次打印头经过、多次打印头经过和/或在各个液滴位置使用多个液滴来控制沉积的墨水的聚集体积的任何其他技术来表达或应用半色调化。

[0041] 多个进一步的可选实现变型可以应用于上文引入的技术。首先,校准过程可以被使用(例如,给定墨水粘性或其他因素的变型)来将不同层厚度映射到不同灰度值。为了提供介绍示例,如果期望沉积5.0微米均匀厚度的层,则该厚度数据可以首先被转换成灰度值(例如,在范围0-255内的数字,诸如数字“103”),其中数字“103”与给定半色调液滴密度预先相关联,其(给定所讨论的墨水和其他过程细节)将在打印和任何相关联的固化过程后产生5.0微米厚的层。一般而言,将半色调化执行为用于所讨论的整个衬底区域的单个操作,但是该过程也可以可选地被分离地执行用于沉积的层的各个“图块”,其中以使得图块具有互补液滴图案的方式针对每一个图块执行半色调选择以便允许相邻液滴图案“无缝”缝合在一起(即,避免Mura(不均匀、有斑点)效应)。第二,多个误差纠正过程中的任何一个可以应用来帮助确保沉积的层的均匀性。这些变型将在下文进一步讨论。

[0042] 因此,在一个实施例中,期望层厚度被首先指定为输入。该厚度可以可选地首先被转换成灰度值,例如,诸如百分比的值(例如“50%”)或另一相对墨水体积测量。例如,在一

种设想的实现中,施加的墨水的体积与期望厚度之间的互相关系将已经预先通过经验确定,并且因此,选择这样的值导致将建立期望厚度的墨水体积的有效选择;还有可能使用具有反馈的周期校准或动态测量,以获得在任何期望厚度和将最终产生期望厚度的墨水体积之间的链接。转换步骤可以针对将形成沉积区域的部分的多个打印单元位置的每一个被执行,以可选地发展表示各个打印单元的灰度值的聚集的灰度图像(例如,参见下文对图6A和6B的讨论)。基于这些值,然后选择或生成半色调图案,其中半色调图案将导致在用于沉积的材料任何固化过程之后作为结果的期望层厚度。应注意的是,相对于与特定实现有关的半色调网格,打印单元可以具有任何大小。例如,在一个实施例中,打印单元是小的,每个半色调网格点(即,每个可能的半色调液滴)具有一个或多个打印单元。在另一实施例中,打印单元相对大,即每个打印单元具有许多半色调网格点。可以调用半色调化算法来生成将产生期望厚度的液滴图案,例如,具有带有相对大的网点扩大(dot gain)的液滴但是具有相对稀疏的跨半色调网格点的液滴喷射;因此,即使每个打印单元可以具有“103”的灰度值(例如,对应于5.0微米的假设期望层厚度),也不是每个相关联的半色调网格点将一定表征液滴喷射。

[0043] 下文分别讨论的两个具体的非限制性应用使用这些技术来调节用于有机发光二极管设备(“OLED”)和太阳能面板的封装层的厚度。在这些应用中,典型地期望封装层应当对于氧气和水是不能渗透的。因此,刚刚讨论的技术可以可选地用于建造封装层以便提供该不能渗透性。应注意的是,这些一般技术还可以应用于其他类型的材料(有机和无机)的沉积,以及用于其他类型的层(例如不同于封装层)和其他类型的设备的建造。所公开的技术对于要通过液体或其他流体沉积过程(例如,流体墨水的形式,无论是液体还是蒸汽)沉积的材料沉积尤其有用;例如,这些技术可以容易地应用于在液体介质中悬浮的有机材料的沉积。还应注意的是,典型的沉积过程仅沉积一种墨水以建立每一个层(例如,该层是有效单色的);然而,这不是对所有实施例都是必需的,并且还有可能使用多种墨水(例如,所提及的过程可以用于在三个分别的流体隔离的“像素阱”中沉积不同的光生成材料,所述三个分别的流体隔离的“像素阱”与用于诸如在一些电视中使用的OLED显示面板的每一个图像像素的红色、绿色和蓝色分量光的生成相关联)。还应注意的是,术语“层”用在多个场景中,例如,封装层典型地包括一个或多个构成的膜层,其具有个体的膜层以及聚集,所述聚集的每一个是封装“层”。

[0044] 如本文所使用的,术语“半色调化”是指生成或选择多个液滴的图案以响应于单位面积(例如,每个打印单元、每个衬底或每单位衬底面积)的期望层厚度而施加可变量的墨水,其中“半色调图案”是通过该过程创建的图案。在本文讨论的典型实施例中,基于一个或多个灰度值执行半色调化以产生半色调图案,所述半色调图案使用可变液滴密度的液滴图案(即,取决于局部灰度值或灰度值的局部加权函数)来局部地表示层厚度,其中半色调网格中的每一个液滴位置表达为布尔值(即,1比特);每一个布尔值(比特)指明喷嘴是否要在该位置喷射液滴。“半色调打印图像”表示半色调图案,所述半色调图案表示整个打印区域。“灰度值”不指代颜色(例如,白色相比灰色相比黑色),而是指代表示要接收打印的单位衬底面积的可变层厚度测量;例如,在一个实施例中,“小”灰度值暗指给定打印单元将接收对应于由给定打印单元表示的区域的相对薄的层厚度的相对小体积的墨水(例如,低液滴密度),而“大”灰度值暗指给定打印单元将接收对应于较厚层的较大体积的墨水(相对高的液

滴密度)。因为层厚度等于每单位面积的墨水体积,所以灰度值在本文的许多实施例中用于指定给定单位面积的层厚度。每一个灰度值典型地是多比特值,例如8或16比特,但是对于所有实施例不需要都是这种情况。“灰度图案”是任何一个或多个灰度值的图案,而“灰度打印图像”或“灰度图像”是表示例如衬底的打印区域的灰度图案。灰度打印图像典型地表征均是多比特(即,灰度值)的值的阵列,其中每一个值表示每个对应单位面积的层厚度;相反,半色调打印图像典型地表征单比特值的阵列,单比特值均表示个体液滴是否将在特定位置喷射。对于下文讨论的许多实施例,尤其是适合于产生不能渗透层或具有均匀厚度的层的那些,用于打印的半色调图案典型地被选择(给定网点扩大/墨水散布)来产生连续层,而没有孔或空隙,尽管具有不同墨水体积。应注意的是,在这样的应用中,所讨论的墨水典型地包括单体、聚合物或者使材料悬浮的溶剂,其中墨水在沉积之后被干燥、固化或以其他方式处理以便形成期望层厚度作为永久层。

[0045] 图1A-1C用于引入以上引入的技术的若干实施例。

[0046] 图1A图示了第一实施例101。接收表示要沉积在衬底上的层的数据,如数字103所指示的。衬底可以是任何底层材料或支持表面,例如玻璃或另一表面,有或者没有之前沉积的结构(例如,诸如电极、通路或其他层或元件);不要求底层结构是平的。应注意的是,接收到的数据将典型地给出为表示要建造的电路或结构的电子文件的部分,并且对于要沉积的层,典型地包括定义层的x-y平面边界的数据和表示在跨期望层或在这样的层的结构内(例如在像素阱中)的各个点处的厚度的数据。为了提供非限制性示例,底层衬底可以是在建造的中间状态的有机设备,诸如有机发光设备或有机发光二极管(“OLED”)显示面板,并且接收到的数据可以指示层是OLED显示器的有源区的封装的部分,其将密封该区以免受氧气和水。在这样的封装示例中的接收到的数据将典型地指示特定封装层在何处开始和停止(例如,x和y边缘坐标)以及作为高度的其厚度(例如,“5.0微米”的z轴厚度),其中该高度表达为一个或多个各个点的厚度。在一个示例中,该层数据包括在x-y网格系统上的每一个点的厚度值,尽管这不是对于所有实现都是需要的(例如,可以使用其他坐标系,并且厚度例如可以表达为单个均匀值,表达为梯度或者使用其他手段来表达)。如数字105所指示的,接收到的数据使用本文描述的过程被转换成半色调图案,所述半色调图案将用于使用打印过程(例如,喷墨打印过程)来影响层材料的沉积,以产生期望层厚度。无论是否逐点地提供期望层厚度,都针对将被打印过程寻址的每一个打印单元导出厚度数据,并且然后厚度数据用于选择特定半色调图案,其的作为结果的液滴“建立”所讨论的层。应注意的是,打印单元与半色调网格(即,液滴密度)之间的关系是任意的。在一个实施例中,每一个打印单元等同特定网格点,即存在一对一关系。在第二实施例中,每一个打印单元对应于多于一个的网格点(即,整数或非整数数目的网格点)。又在第三实施例中,每一个网格点对应于多于一个的打印单元(即,整数或非整数数目的打印单元)。按照虚线框106并且如已经提及的,在一个实施例中,半色调图案可选地被约束为总是产生局部连续膜,尽管取决于期望层厚度而具有可变墨水体积。半色调图案可以例如可选地预先确定(例如,具有每个灰度值或者灰度值的平均值可以使用的一个到许多半色调图案),以便提供改变图案选择的能力;在另一实施例中,液滴密度根据平均灰度值被校准并且被使用以“即时地(on the fly)”确定表示灰度值集合的半色调图案。在一个实施例中,灰度值集合(每一个是多比特)提供输入到半色调选择软件,所述半色调选择软件然后返回输出半色调图案(例如,具有相对于半色调网格定

位的液滴,并且具有在表达为单个比特的给定网格点处触发或者不触发液滴的决定)。半色调图案可以表达为打印机指令(例如,用于控制打印机在特定位置处打印液滴的打印图像)。这些指令包含将作为响应地使得喷墨打印过程以如下每单位面积的体积来沉积墨水的信息,每单位面积的体积根据由半色调图案表示的信息被局部改变,其具有对于较厚层的较大聚集打印单元墨水体积,以及对于较薄层的较少地聚集打印单元墨水体积。

[0047] 表示在一个实施例中刚刚引入的步骤的框110和介质图形111可以体现为存储在非瞬态机器可读介质上的指令,例如体现为软件。“非瞬态机器可读介质”意指任何有形(即,物理)存储介质,而无论是如何在该介质上存储数据,其包括而不限于:随机存取存储器、硬盘存储器、光学存储器、软盘或CD、服务器存储部、易失性存储器以及其中指令可以被机器随后找回的其他有形机构。机器可读介质可以是独立形式(例如,程序盘)或者体现为较大机构的部分,所述较大机构例如膝上型计算机、便携式设备、服务器、网络、打印机或一个或多个设备的其他集合。指令可以用不同格式来实现,例如,实现为当被调入时有效地调用某个动作的元数据、Java代码或脚本、用特定编程语言编写的代码(例如,实现为C++代码)或处理器特定指令集、或者以某种其他形式来实现;指令还可以取决于实施例而由相同处理器或不同处理器来执行。例如,在一种实现中,非瞬态机器可读介质上的指令可以由单个计算机执行,并且在如注意到的其他情况中,可以在分布式基础上例如使用一个或多个服务器、web客户端或专用设备来存储和/或执行。

[0048] 通过框110的过程产生的半色调化可以被立即采用和/或被存储以供之后使用。为此目的,图1A示出半色调化可以存储为打印机控制文件107(例如,打印机控制指令),例如,也存储在非瞬态机器可读介质113上。该介质可以是与介质图形111表示的相同的介质,或者不同的介质,例如台式计算机或打印机的RAM或硬盘、盘或闪存卡。作为非限制性示例,可以使这样的打印机控制指令作为网络存储的参考设计可用,该参考设计适于下载或传输到电子目的地。对于大多数应用,如可选处理块109所指示的,所应用的半色调化将最终用于使用提及的喷墨打印过程来沉积层。一旦层沉积步骤(以及任何沉积后的固化或其他修整步骤)完成,在沉积区中所沉积的层将具有根据半色调化的对应于意图的层厚度的厚度。

[0049] 图1B是示出用于建造诸如刚刚参考图1A讨论的层的层的过程和硬件的说明性图。该过程和硬件一般地通过数字151表示并且视为包括能够接收用于一个或多个材料层的布局数据(例如作为设计文件的部分)的一个或多个计算机153。该布局数据和任何相关联的设计文件由计算机155生成并且从计算机155接收,计算机155例如是用于计算机辅助设计(“CAD”)的计算机。接收到的布局数据(包括任何设计文件)可以是存储在机器可读介质上的指令或数据的部分,其中所述数据或指令可以用于建造期望部件,例如,消费者电子产品或另一产品。布局数据可选地通过网络157来接收,网络157例如局域网(“LAN”)或广域网(“WAN”,诸如因特网或公司的私有网络)。在一些实施例中,计算机155可选地本身是一个或多个计算机153之一,即,层的设计和打印机控制指令的生成可以可选地在计算机上或在单个局部网络内执行。一个或多个计算机153应用如上文引入的处理,即,以将用于层的厚度数据转换成至少一个半色调图案。半色调化的结果存储在本地存储器159中,并且可选地经由网络163传输到喷墨打印机构161。应注意的是,一个或多个计算机153还可以与喷墨打印机构组合,例如,这些元件可以体现为用于建造机构的控制端子,所述建造机构包括将形成期望层的喷墨打印机,例如体现为打印层的一个或多个扫描(每一个扫描作为衬底区

域上的单次经过),以例如在任何固化或修整程序之后沉积期望层厚度。喷墨打印机构所喷射的墨水典型地包括喷射为流体的材料(例如,有机材料),如所提及的。如上文引入的并且如下文进一步描述的,在一些实施例中,对应于衬底的单位可打印面积的每一个打印单元被指派离散墨水体积(例如,以灰度值的形式)。打印单元的大小是任意的并且典型地表示可以或将被指派离散厚度(即,灰度值)的最小单位衬底面积。每一个打印单元又典型地与网格上的一个或多个点相关联,其中网格的点均表示可能的相应墨滴位置。响应于应用的半色调化而控制每一个可能液滴的触发。在一个实施例中,使用“调频”半色调化,意味着来自各个打印头喷嘴(或位置)的液滴的触发在特定空间频率处执行,根据期望层厚度而改变(例如,参见图5)。在另一实施例中,使用“调幅”半色调化,即,其中液滴触发在空间上分离的簇中,其中每簇的液滴数目根据期望厚度而改变;因此与较薄层相比,通过较大明显滴剂来表示较暗图像(即,较厚层),再在该实施例中,其具有足以达到局部连续膜的网点扩大,尽管具有其中液滴未被触发的网格点(例如,参见图5C)。还在其他实施例中,可以通过改变用于触发一个或多个喷墨喷嘴的电图案来(例如从圆形或椭圆形或某种其他形状)改变液滴大小和/或形状;可替换地或者附加地,半色调图案和/或打印机指令可以通过喷墨打印头来命令特定扫描位置的多次经过。最后,也可以单独或者与上文提及的技术组合地使用其他技术。这些可选特征通过可选处理块165来表示。

[0050] 输入的布局数据的处理导致如下的层厚度数据,所述层厚度数据针对每一个打印单元被标识并然后被转换成表示特定打印单元的灰度值。例如,在一个实施例中,灰度值是具有256个可能值的八比特字段;如果层厚度在一微米与十一微米之间变动,则表示六微米的厚度测量(即,确切来说,该范围中的中间厚度)可以转换成灰度值“128”。按照数字167,半色调图案(例如,表示局部连续膜)然后取决于指派的灰度值中的一个或多个被选择。应再次注意的是,期望层厚度与灰度值之间的关系不需要是线性的。例如,如果对于特定实施例需要例如“67”的最小八比特值来达到连续膜,则指派的厚度可以由0,67-255的范围中的数字来表示。

[0051] 图1B还引入涉及误差纠正数据(或其他数据)的使用以影响半色调化的可选(虚线)过程169。这可以用多种方式来应用,但是提供一个介绍示例,如果在实践中针对特定打印机构确定墨水喷嘴的子集是不起作用的,则可以可选地调整半色调图案以提供补偿(例如,图案可以被改变,或者可以应用AM半色调化而非FM半色调化,或者可以使用另一方案),或者可以命令打印头使用不同喷嘴(例如,具有扫描路径的可选偏移);因而,误差数据将假设影响附属的打印头(subject-print head)在衬底上的每一次经过,可以至少针对附属的打印头可选地更新半色调化算法,以使用修改后的参数来执行将来的打印或打印计划。在其他实施例中,可以改变或调谐用于特定墨水喷嘴的驱动波形。例如,对每一个喷嘴的处理改变(以及诸如喷嘴寿命/年限的其他因素和诸如粘性、表面张力和温度的墨水参数)可能影响每喷嘴液滴体积;为了减轻该影响,可以改变用于喷嘴的驱动波形,以便调整对指派或期望的半色调图案有贡献的喷射的液滴的体积、轨迹或速率。可以取决于沉积机器细节、墨水质量及其他因素来供应类似的纠正/更新。应注意的是,误差纠正还可以采取其他形式,例如,改变液滴大小或形状,或者改变打印单元内的液滴的空间定位。申请人的代表第一指定发明人Nahid Harjee于2014年4月23号提交的共同未决的PCT专利申请No. PCT/US14/35193“Techniques for Print Ink Droplet Measurement and Control to Deposit

Fluids within Precise Tolerances” (KT 13-0616CP) 公开了用于个体化液滴体积、轨迹和速率测量、如对于应当在其处排除喷嘴使用的点可用或异常的液滴的验证、围绕这样的问题的打印头扫描路径的计划以及喷嘴驱动波形的调整(和替换的规定)以及用在纠正这样的行为中的其它补偿的技术;特此通过引用并入该提及的申请,如同在本文中阐述了一样。用于误差纠正的各种技术将在下文讨论,但是如可选过程169所表示的,如果被应用,则这样的技术可以用于调整如何创建个体图案,以纠正沉积的层中的异常。前述共同未决PCT专利申请(KT13-0616CP)中描述的任何技术或过程可以应用于调整液滴生成以促进均匀液滴生成和/或误差补偿。

[0052] 图1C提供了用于引入上文讨论的过程的又一流程图。实现这些过程的方法通常使用数字181来标识。首先,接收层数据(183),例如,标识期望层的大小和形状以及期望层的厚度。在一个实施例中,期望层将是完成的平板显示器(例如,电视或其他显示设备)的一部分,并且在另一实施例中,期望层将是太阳能面板的部分。可选地,在一些实现中,期望层是封装层,封装层将保护这样的设备的有源元件免受氧气和/或水。如虚线框184所例示的,可以可选地以宽度、长度和高度(例如,x微米乘y微米乘z微米,如所描绘的)的形式来表达层数据。按照框185,然后可选地根据映射(186)将厚度数据(例如,在该示例中的“z微米”)转换成灰度值,一个灰度值用于多个打印单元中的每一个。例如,如果确定5.0微米的层厚度(即,z=5.0)对应于通过每某个单位面积触发M个液滴来达到的特定墨水体积,则与该墨滴密度相关的灰度值(即,按照映射186)被指派给每一个打印单元,如在示例框187中所描绘的。在该假设中,框187示出值“203”的网格,值“203”的网格(在该示例中)已经已知为提供在应用墨水之后获得5.0微米厚的层所需的期望墨水密度。按照数字189,可以可选地调整灰度值或网格值。例如,在一个设想的实施例中,可以调整表示边界(例如,要沉积的层的外围)的灰度值,以避免在层边缘处的建立(参见下文对图7A-7E的讨论)。可替换地,如果沉积的墨水具有可以链接到特定喷嘴或打印单元的非均匀性,则可以调整灰度值以便减轻这样的非均匀性。在其中衬底具有底层结构(使得沉积的墨水的均匀厚度由于底层有源元件而导致非均匀表面)的实施例中,则可以调整灰度值以便将新层的沉积后表面弄平。可以在灰度值到半色调图案的转换之前或之后应用这样的调整,按照过程191(或者以其他方式可选地被考虑到半色调化过程中)。半色调化过程导致其中每一个网格交叉点与可能的液滴相关联并且其中在网格交叉点处的个体网格值(例如,单个比特值)指示是否要在对应网格交叉点处触发液滴的位图,如在示例框192中所例示的。该过程的结果也是打印机控制指令的集合,可修改以供在打印期望层中使用,以供存储用于之后下载、传送、使用或操纵,或者以供预期地控制打印机。在图1C中由数字193标明最后打印操作。

[0053] 利用由此引入的若干实施例的原理部分,该描述现在将提供涉及某些建造技术的附加细节。图2A-D将首先用于解释一种可能的沉积环境的细节,沉积环境例如工业建造机器,工业建造机器使用喷墨打印来沉积将直接形成平板设备的一个或多个永久层。图3A-6B然后将用于解释半色调化可以如何用于控制层厚度。图7A-7E将用于讨论边缘建立和边界控制。图8A-8E将用于叙述假设建造过程。最后,图9将用于讨论在制造OLED显示设备时的一些建造选项。这些图和相关联的文本应当理解为仅提供示例,并且其他类似技术和实现无疑将被本领域技术人员想到。使用描述的技术和设备,打印过程并且更具体地喷墨打印过程可以用于使用流体墨水沉积几乎任何期望层,其中通过半色调图案的使用和调整来提供

层厚度上的均匀控制。描述的技术对于“覆盖层”沉积(即,其中沉积的层的特征大小相对于任何底层纳米级结构为大)尤其有用,但是上文描述的技术不受此限制。

[0054] 图2A表示共同地由附图标记201标明的多个不同实现层级;这些层级中的每一个表示本文引入的技术的可能的分立实现。首先,如在本公开中所引入的半色调化技术可以采取存储在非瞬态机器可读介质上的指令的形式,如通过图形203所表示的(例如,用于控制计算机或打印机的可执行指令或软件)。第二,按照计算机图标205,这些技术也可以可选地实现为例如设计或制造用于售卖或者在其他产品中使用的部件的公司内的计算机或网络的部分。第三,如使用存储介质图形207所例示的,早前引入的技术可以采取例如作为半色调打印图像的存储的打印机控制指令的形式,所述指令当起作用时将使得打印机取决于表示不同墨水体积的一个或多个半色调图案的使用而建造部件的一个或多个层,按照上文的讨论那样。应注意的是,打印机指令可以例如通过LAN直接传输到打印机;在该上下文中,存储介质图形可以表示(而不限于)在计算机或打印机内部或者计算机或打印机可访问的RAM,或者诸如闪速驱动的便携式介质。第四,如建造设备图标209所表示的,上文引入的技术可以实现为建造装置或机器的部分,或者以在这样的装置或机器内的打印机的形式来实现。应注意的是,对建造设备209的特定描绘表示下文将结合图2B讨论的一个示例性打印机设备。上文引入的技术还可以体现为制造的部件的组件;例如,在图2A中,以半加工的平板设备的阵列211的形式描绘了若干这样的部件,这些部件将被分离且售卖以用于并入消费者端产品中。例如,所描绘的设备可以具有取决于上文引入的方法而建造的一个或多个封装层或其他层。上文引入的技术还可以以如所引用的消费者端产品的形式(例如,以便携式数字设备213(例如,诸如电子板或智能电话)的形式)来体现,体现为电视显示屏215(例如,OLED TV)、太阳能面板217或其他类型的设备。

[0055] 图2B示出了可以用于应用本文公开的技术的一个设想的多腔室的建造装置221。一般而言,描绘的装置221包括若干一般模块或子系统,包括传送模块223、打印模块225和处理模块227。每一个模块维持受控环境,使得打印例如可以由打印模块225在第一受控气氛中执行,并且例如诸如有机封装层沉积的另一沉积过程或固化过程(例如,用于打印的材料)的其他处理可以在第二受控气氛中执行。装置221使用一个或多个机械处置器在模块之间移动衬底,而不将衬底暴露于未受控气氛。在任何给定模块内,有可能使用适于要针对该模块执行的处理的其他衬底处置系统和/或特定设备以及控制系统。

[0056] 传送模块223的各种实施例可以包括输入负载锁229(即,在不同环境之间提供缓冲同时维持受控气氛的腔室)、传送腔室231(也具有用于运送衬底的处置器)以及气氛缓冲腔室233。在打印模块225内,有可能使用其他衬底处置机构,诸如用于在打印过程期间衬底的稳定支持的浮台。另外,诸如分裂轴或门架运动系统的xyz-运动系统可以用于相对于衬底精确定位至少一个打印头,以及提供用于衬底通过打印模块225的运送的y轴运输系统。还有可能在打印腔室内使用多种墨水用于打印,例如,使用分别的打印头组件,使得例如可以在打印模块内在受控气氛中执行两种不同类型的沉积过程。打印模块225可以包括容纳喷墨打印系统的气体围隔235,其具有用于引入惰性气氛(例如,氮)以及以其他方式控制用于环境调节(例如,温度和压力)、气体选区和微粒存在的气氛的装置。

[0057] 处理模块227的各种实施例可以包括例如传送腔室236;该传送腔室还具有包括用于运送衬底的处置器。另外,处理模块还可以包括输出负载锁237、氮堆叠缓冲器239和固化

腔室241。在一些应用中,固化腔室可以用于例如使用热或UV辐射固化过程来将单体膜固化到均匀聚合物膜中。

[0058] 在一个应用中,装置221适于液晶显示屏或OLED显示屏的批量生产,例如,在单个大衬底上一次建造八个屏幕的阵列。这些屏幕可以用于电视和作为用于其他形式的电子设备的显示屏。在第二应用中,装置可以以几乎相同的方式用于太阳能面板的批量生产。

[0059] 应用于上文讨论的封装示例并且适于使用上文描述的基于半色调的打印技术,打印模块225可以有利地在这样的应用中用于沉积有机封装层,所述有机封装层有助于保护这样的设备的感测元件。例如,描绘的装置221可以与衬底一起加载并且可以被控制来以不被在封装过程期间暴露于非受控气氛中断的方式在各个腔室之间来回地移动衬底。衬底可以经由输入负载锁229被加载。定位在传送模块223中的处置器可以将衬底从输入负载锁229移动到处理模块225,并且在打印过程完成之后,可以将衬底移动到处理模块227以供固化。通过相继层的重复沉积(每一个层有受控厚度),聚集封装可以建立以适合任何期望应用。应再一次注意的是,上文描述的技术不限于封装过程,并且还应注意的,可以使用许多不同类型的工具。例如,可以改变装置221的配置,以按不同并置来放置各个模块223、225和227;而且,也可以使用附加的、更少的或者不同的模块。

[0060] 尽管图2B提供了链接的腔室或建造部件的集合的一个示例,但是清楚地,存在许多其他可能性。上文引入的半色调化技术可以与图2B中描绘的设备一起使用,或者实际上,用于控制任何其他类型的沉积装备执行的建造过程。

[0061] 图2C提供了当衬底和打印机可能在沉积过程期间出现时它们的平面视图。打印腔室通常由参考标记251来标明,要在其上打印的衬底通常由数字253来标明,以及用于运送衬底的支持台通常由数字255来标明。一般而言,衬底的任何x-y坐标通过移动的组合来到达,包括通过支持台的衬底的x和y维移动(例如,使用浮支持,如数字257所指明的)并且使用一个或多个打印头259沿着滑环(traveler)261的“慢轴”x维移动,如由箭头263通常所表示的。如所提及的,浮台和衬底处置基础结构用于在必要时移动衬底并且有利地提供沿一个或多个“快轴”的抗扭斜控制。打印头被视为具有多个喷嘴265,其中的每一个通过从半色调打印图像导出的触发图案来分离地控制(例如,以当打印头沿“慢轴”从左到右以及反过来移动时实行打印单元的列的打印)。应注意的,尽管在图2C中仅描绘了5个喷嘴,但是可以使用任何数目的喷嘴;例如,在典型的工业打印实现中,可以有存在有数千个喷嘴的多个打印头。利用在快轴(即,y轴)方向上提供的一个或多个打印头与衬底之间的相对运动,打印描述跟随打印单元的个体行的狭长条(swath)。打印头也可以有利地调整为改变有效喷嘴间距(例如,通过旋转一个或多个打印头,按照数字267那样)。应注意的,可以一起使用多个这样的打印头,以按照期望的相对于彼此的x维、y维和/或z维偏移来取向多个这样的打印头(参见图2C中的轴图例269)。打印操作继续直到已经按照期望用墨水打印了整个目标区(以及任何边界区)为止。在沉积必要量墨水之后,完成衬底,通过蒸发溶剂以干燥墨水(例如,使用热过程)或者通过使用诸如UV固化过程的固化过程。

[0062] 图2D提供了示出可以用于建造具有如本文所指定的一个或多个层的设备的一个装置(271)的各个子系统的框图。通过在软件(在图2D中未示出)提供的指令下动作的处理器273提供在各个子系统上的协调。在建造过程期间,处理器将数据馈送到打印头275,以使得打印头取决于半色调打印图像提供的触发指令来喷射各种体积的墨水。打印头275典型

地具有以行或阵列布置的多个喷墨喷嘴,和允许响应于压电换能器或其他换能器的激活而喷墨的相关联的贮液器;这样的换能器使得以通过施加于对应压电换能器的电子触发波形信号掌控的量来喷射受控量的墨水。也可以使用其他触发机制。打印头在对应于各个打印单元内如半色调打印图像所表示的网格坐标的各个x-y位置处将墨水施加于衬底277。位置的变化由打印头运动系统279和衬底处置系统281二者来实行(例如,其使得打印描述跨衬底的一个或多个狭长条)。在一个实施例中,打印头运动系统279沿滑环来回地移动打印头,同时衬底处置系统提供稳定的衬底支持以及衬底的“x”和“y”维运送(和旋转)二者,例如用于对准和抗扭斜;在打印期间,衬底处置系统在一维(例如,相对于图2C的“y”维)提供相对快的运送,而打印头运动系统279在另一维(例如,相对于图2C的“x”维)提供相对慢的运送,例如用于打印头偏移。在另一实施例中,可以使用多个打印头,其中主要运送通过衬底处置系统281来处置。可以使用图像捕获设备283来定位任何基准并辅助对准和/或误差检测。

[0063] 所述装置还包括墨水递送系统285和打印头维护系统287,以辅助打印操作。打印头可以被周期地校准或经受维持过程;为此,在维护序列期间,如对特定过程合适的,打印头维护系统287用于执行合适的涂底、墨水或气体的净化、测试和校准以及其他操作。这样的过程还可以包括对诸如液滴体积、速率和轨迹的参数的个体测量,例如如在早前引用的申请人的共同未决PCT专利申请(KAT-13-616CP)中所讨论的,并且如数字291和292所引用的。

[0064] 如之前所引入的,可以在受控环境中、即以呈现减少的污染风险的方式来执行打印过程,所述污染可能使沉积的层的有效性降级。为此目的,装置包括腔室控制子系统289,其控制腔室内的气氛,如功能框290所指明的。如所提及的,可选处理变化可以包括在存在周围氮气的气氛(或者具有专门选择的气体和/或被控制来排除不想要的微粒的另一惰性环境)的情况下执行沉积材料的喷射。最后,如数字293所指明的,装置还包括存储器子系统,其可以用于存储半色调图案信息或半色调图案生成软件,即,装置应当直接执行布局数据的渲染以根据上文引入的技术获得半色调打印图像,以在内部生成掌控每一个液滴的触发(和定时)的打印机控制指令。如果这样的渲染在其他位置执行并且装置的任务是根据接收到的打印机指令来建造设备层,则可以在存储器子系统293中存储半色调打印图像以供在打印过程期间使用。如数字294所注解的,在一个可选实施例中,可以通过用于任何给定喷嘴的触发波形的变化来改变个体液滴细节(例如,以纠正喷嘴异常)。在一个实施例中,可以在共享或专用的基础上,预先选择替换触发波形的集合并使得该集合对于每一个喷嘴可用。在另一实施例中,单个波形被预先决定(例如,相对于替代物而选择)并且被编程以供结合特定喷嘴的不确定的使用。

[0065] 参照图3A-3C解释用于修改或调谐喷嘴触发细节的结构和技术。在一个实施例中,可以将波形预先定义为离散信号电平的序列,例如通过数字数据来定义,其中驱动波形由数模转换器(DAC)生成。在图3A中的数字301标识波形303的图,其具有离散信号电平304、305、306、307、308、309和310。在一个实施例中,每一个喷嘴驱动器可以包括接收多个波形(例如,高达十六个或另一数目)的电路,其中每一个波形被定义为可变电压和持续期的一系列信号电平。每一个波形可以表达为高达十六个这样的信号电平的序列,每一个信号电平表达为多比特电压和多比特持续期。也就是说,在这样的实施例中,可以通过定义一个或多个信号电平的不同持续期来有效地改变脉冲宽度,并且驱动电压可以是以选择来提供精

细液滴大小、速率或轨迹变化的方式成形的波形,例如,其中判定液滴体积来提供诸如以0.01pL为单位的特定体积渐变增量。因此,利用这样的实施例,波形成形提供裁剪液滴体积和飞行参数以接近理想值的能力。这些波形成形技术还促进用于减小或消除Mura的策略;例如,在一个可选实施例中,针对每一个喷嘴预先裁剪单个指派的喷嘴驱动波形,使得所有喷嘴提供均匀液滴体积(例如,尽可能靠近10.00pL)。在另一实施例中,可选地使替代的预先确定的波形对每一个喷嘴可用,其中动态校准(或另一过程)用于选择短期内要应用的替代的预先确定的波形“之一”(例如,进行编程)。也存在其他可能性。

[0066] 典型地,预先测量不同驱动波形和作为结果的液滴体积的效果。在一个实施例中,对于每一个喷嘴,可以在喷嘴特定的专用1k静态随机存取存储器(SRAM)中存储高达十六个不同驱动波形以供之后在提供如由软件所选的离散体积变化中选择性使用。利用在手头的不同驱动波形,然后经由对实行特定驱动波形的数据的编程来关于哪个波形要应用逐液滴地命令每一个喷嘴。

[0067] 图3B是示出可以用于这样的实施例的电路的图解,其通常由数字321标明。具体地,处理器323用于接收定义要打印的材料特定层的数据。如数字325所表示的,该数据可以是定义每网格点或位置地址的期望厚度的布局文件或位图文件。一系列压电换能器327、328和329生成相关联的相应液滴体积331、332和333,这些体积均取决于许多因素,包括喷嘴驱动波形、喷嘴到喷嘴和打印头到打印头制造变化。在校准操作期间,变化的集合中的每一个变化可以针对其对液滴体积的影响被测试(包括喷嘴到喷嘴变化),以在给定将被使用的特定墨水的情况下确定用于各个喷嘴的一个或多个驱动波形;如果期望的话,例如可以使该校准操作是动态的,以对温度、喷嘴堵塞、打印头年限或其他参数的变化做出响应。该校准通过液滴测量设备335来表示,液滴测量设备335向处理器323提供测量的数据以供在管理打印计划和确保打印时使用。在一个实施例中,在操作期间计算该测量数据,所述操作花费数分钟,例如,对于数千个喷嘴不多于三十分钟并且优选地少得多的时间(例如,对于数千个打印头喷嘴,并且潜在地,对于每一个喷嘴有几十个可能的喷嘴触发波形)。在另一实施例中,可以迭代地执行这样的测量,即在不同时间点更新喷嘴的不同子集。非成像(例如,干涉)技术可以可选地用于测量,例如,如在前述共同未决的、共同转让的PCT专利申请中所描述的;这潜在地导致每喷嘴几十个液滴测量,每秒覆盖几十到几百个喷嘴。该数据和任何相关联的统计模型(和手段)可以存储在存储器337中以供在当接收布局或位图数据325时处理布局或位图数据325中使用。在一种实现中,处理器323是位于实际打印机远程位置的计算机的部分,而在第二种实现中,处理器323与建造机构(例如,用于建造显示器的系统)或与打印机集成在一起。

[0068] 为了执行液滴的触发,接收一个或多个定时或同步信号339的集合以用作参考,并且这些通过时钟树341被传递以分发给每一个喷嘴驱动器343、344和345,以生成用于特定压电换能器(分别是327、328和329)的驱动波形,即,每喷嘴具有专用压电换能器(并且典型地存在有数千个喷嘴,尽管在图3B中仅图示了三个)。每一个喷嘴驱动器分别具有一个或多个寄存器351、352和353,其从处理器323接收多比特编程数据和定时信息。出于分别对寄存器351、352和353编程的目的,每一个喷嘴驱动器及其相关联的寄存器接收一个或多个专用写使能信号(w_{en})。在一个实施例中,寄存器中的每一个包括相当量的存储器,包括用于存储多个预先确定的波形的1k SRAM,和用于在那些波形之间进行选择并且以其他方式控制

波形生成的可编程寄存器。在图3B中描绘了来自处理器的数据和定时信息作为多比特信息,尽管替代地可以经由至每一个喷嘴的串联连接提供该信息(如将在下文讨论的图3C中所看到的)。

[0069] 对于给定沉积、打印头或墨水,处理器针对每一个喷嘴选择可以选择性地(即,“随意地”)应用以生成液滴的十六个预先布置的驱动波形的集合;应注意的是,该数目是任意的,例如,在一种设计中,可以使用四个波形,而在另一种设计中,可以使用四千个。这些波形被有利地选择来提供用于每一个喷嘴的输出液滴体积的期望变化,例如,以使得每一个喷嘴具有产生近似理想的液滴体积(例如,10.00pL的平均液滴体积)的至少一个波形选择,并且以适应可以用于产生理想液滴大小、喷射速率和飞行轨迹的用于每一个喷嘴的故意体积变化的范围。在各种实施例中,十六个驱动波形的相同集合用于所有喷嘴,尽管在所描绘的实施例中,十六个可能独特的波形均针对每一个喷嘴被预先分离地定义,每一个波形赋予相应的液滴体积(和速率及轨迹)特性。

[0070] 在打印期间,为了控制每一个液滴的沉积,然后在逐喷嘴基础上将选择预先定义的波形之一的数据编程到每一个喷嘴的各自寄存器351、352或353中。例如,给定10.00pL的目标液滴体积,喷嘴驱动器343可以通过数据到寄存器351中的写入来配置为设置对应于十六个不同液滴体积之一的十六个波形之一。每一个喷嘴所产生的体积将已经通过液滴测量设备335来测量,其中逐喷嘴的(和逐波形的)液滴体积和相关联分发被处理器323登记且存储在存储器中。通过对寄存器351编程,处理器可以定义其是否它想要特定喷嘴驱动器343输出十六个波形中处理器所选的一个波形。另外,处理器可以对寄存器编程以具有用于针对给定扫描行触发喷嘴的每喷嘴延迟或偏移(例如,以可选地纠正衬底扭斜,以纠正包括速率或轨迹误差的误差,以及用于其他目的);该偏移通过计数器来实行,所述计数器针对每一个扫描将特定喷嘴的触发延迟可编程数目的定时脉冲。为了提供示例,如果液滴测量的结果指示一个特定喷嘴的液滴趋向于具有比预期速率低的速率,则可以较早引发对应喷嘴波形(例如,通过减少在用于压电致动的活动信号电平之前的死时间来在时间上提前);相反,如果液滴测量的结果指示一个特定的喷嘴的液滴具有相对高的速率,则波形可以之后引发,等等。清楚地,其他示例是可能的——例如,在一些实施例中可以通过增加驱动强度(即,用于驱动给定喷嘴的压电致动器的信号电平和相关联的电压)来抵消慢液滴速率。在一个实施例中,分发到所有喷嘴的同步信号以定义的时间间隔(例如,一微秒)发生以用于同步的目的,并且在另一实施例中,相对于打印机运动和衬底地形来调整同步信号,例如以触发打印头与衬底之间的每微米的递增相对运动。高速时钟(ϕ_{ns})比同步信号快数千倍地运行,例如,以100兆赫、33兆赫等运行;在一个实施例中,可以组合地使用多个不同时钟或其他定时信号(例如,选通信号)。处理器还可选地对定义或调整打印网格间距(或等同地,定时)的值进行编程;在一种实现中,打印网格间距对于整池可用喷嘴是共同的,并且等于半色调网格间距,尽管这不需要对于每一个实现都是这种情况。例如,在一些情况中,可以以调整每一个喷嘴的液滴图案的定时(例如,相位)的方式来定义打印机网格,以便补偿衬底扭斜或其他因素。因此,在一个可选实施例中,可以改变喷嘴触发图案以有效地变换半色调网格以匹配非先验已知的衬底地形(例如,其中在必要时,软件旋转或调整打印机指令以用于合适打印)。清楚地,许多设计替代是可能的。应注意的是,在所描绘的实施例中,处理器323还可以在操作期间对每一个喷嘴的寄存器动态地重新编程,即,同步脉冲被应用为

引发以启动在其寄存器中设置的任何编程的波形脉冲；如果在下一同步脉冲（例如，用于调整液滴波形和潜在地液滴定时、轨迹和/或体积）之前所描绘的电路异步地接收新数据，则新数据将与下一同步脉冲一起被应用。除了设置用于同步脉冲生成（356）的参数之外，处理器323还控制扫描（355）的发起和速度。另外，出于上文描述的各种目的，处理器控制打印头的可选旋转（357）。以该方式，每一个喷嘴可以在任何时间（即，利用任何“下一”同步脉冲）针对每一个喷嘴使用十六个不同波形中的任一个来并发地（或同时地）触发，并且在触发之间、在单个扫描期间，可以利用十六个不同波形中的任何其他波形来动态地切换所选触发波形。

[0071] 图3C示出了可以在这样的实施例中用于生成针对每一个喷嘴的输出喷嘴驱动波形的电路（361）的附加细节；输出波形在图3C中表示为“nzz1-drv.wvfm”。更具体地，电路361接收同步信号的输入、单端或差分线携带系列数据（“数据”）、专用写使能信号（we）和高速时钟（ ϕ_{hs} ）。寄存器文件363提供用于至少三个寄存器的数据，其分别运输初始偏移、网格定义值和驱动波形ID。初始偏移是调整每一个喷嘴以与打印网格的开始对准的可编程值。例如，给定诸如多个打印头、多个喷嘴行、不同打印头旋转、喷嘴触发速率及图案以及其他因素的实现变量，初始偏移可以用于将每一个喷嘴的液滴图案与打印网格的开始对准，以计及延迟、扭斜和其他因素。可以跨多个喷嘴不同地应用偏移，例如以相对于衬底地形旋转网格或半色调图案，或者以纠正衬底未对准；有利地，这些功能可以由软件执行，即，由存储在非瞬态机器可读介质上的指令执行。类似地，偏移也可以用于纠正异常速率或其他影响。网格定义值是表示在引发编程的波形之前“计数的”同步脉冲的数目（例如，表示触发频率）的数目；在打印平板显示器（例如，OLED面板）的实现的情况下，半色调网格触发点假设具有相对于不同打印头喷嘴、对应于规则（恒定间距）或非规则（多个间距）网格的一个或多个规则间距。因此，如果网格间距值被设置为二（例如，每二微米），则可以以该间隔触发每一个喷嘴。驱动波形ID表示用于每一个喷嘴的预先存储的驱动波形之一的选择，并且可以取决于实施例而以许多方式被编程和存储。在一个实施例中，驱动波形ID是四比特选择值，并且每一个喷嘴具有其自己的专用1k字节SRAM，以存储高达十六个预先确定的喷嘴驱动波形，存储为16x16x4B条目。简言之，用于每一个波形的十六个条目中的每一个包含表示可编程信号电平的四个字节，其中这四个字节表示两字节分辨率电压电平和两字节可编程持续期，用于对高速时钟的脉冲的数目进行计数。每一个可编程波形因此可以由以下构成：持续期（例如，等于0-255个33兆赫时钟的脉冲的持续期）和可编程电压中的每一个的零到高达十六个离散脉冲。

[0072] 数字365、366和367标明示出可以如何针对给定喷嘴生成指定波形的电路的一个实施例。第一计数器365接收同步脉冲，以发起由新行扫描的开始引发的初始偏移的倒数计数；第一计数器365以微米增量进行倒数计数，并且当到达零时，引发信号从第一计数器365输出到第二计数器366。该引发信号本质上开始针对每一个扫描行的每一个喷嘴的触发过程。然后，第二计数器366以微米的增量实现可编程网格间距。结合新扫描行重置第一计数器365，而第二计数器366在其输出引发之后使用高速时钟的下一边缘来重置。第二计数器366当引发时激活波形电路生成器367，波形电路生成器367生成用于特定喷嘴的所选驱动波形形状。如虚线框368-370所指明的，在生成器电路下方看到，该后一电路基于根据高速

时钟(ϕ_{ns})定时的高速数模转换器368、计数器369和高电压放大器370。当接收到来自第二计数器366的引发时,波形生成器电路找回由驱动波形ID值表示的数对(信号电平和持续期),并且根据信号电平值来生成给定模拟输出电压,其中计数器369根据计数器在持续期内有效地保持DAC输出。然后将相关输出电压电平施加于高电压放大器370,并且相关输出电压电平输出为喷嘴驱动波形。然后从寄存器363锁存出(latch out)下一数对,以定义下一信号电平值/持续期,等等。

[0073] 所描绘的电路提供了根据来自图3B的处理器323提供的数据定义任何期望波形的有效手段。软件在必要时接收打印指令并调整那些指令或与那些指令交互作用,以便符合或纠正网格几何形状或具有异常速率或飞行角度的喷嘴。为此,可以调整与任何特定信号电平相关联的电压电平(包括零伏的第一“延迟”信号电平,其有效地定义相对于同步的偏移)和/或持续期。如所提到的,在一个实施例中,处理器预先决定波形集合(例如,每喷嘴十六个可能波形),并且其然后将用于这些所选波形中的每一个的定义写入用于每一个喷嘴的驱动器电路的SRAM中,其中可编程波形的“触发时间”决定然后受将四比特驱动波形ID写入每一个喷嘴的寄存器的影响。

[0074] 利用由此描述的用于生成个体液滴(即,每喷嘴液滴)的可选电路,本公开现在将进一步讨论半色调生成技术和相关联的误差纠正技术。如应当意识到的,对每喷嘴液滴体积的精确控制允许使用上文描述的技术的非常精确墨滴的沉积,所述精确控制例如利用对每喷嘴液滴平均体积(和预期的体积分布)的良好形成的理解和对液滴飞行和轨迹的类似理解,以及利用用于改变每喷嘴波形、液滴定时、液滴体积和其他细节的可选电路。

[0075] 图4A提供了用于使用半色调化来控制层厚度的方法图解401。这些技术可以可选地与上文描述的波形调谐技术和电路一起使用。更具体地,如数字403所描绘的,布局数据403首先被接收并用于定义期望网格(405)。该网格将承载与打印机使用的喷嘴间距的关系(407),并且相应地,软件确定该关系并使用该关系来计划半色调化和诸如扫描路径的打印参数,以开发打印机控制指令。软件还接收墨水体积数据(409),其例如标识达到期望层厚度所需的每单位面积的墨水量。应注意的是,在一个实施例中,在测试层形成之后(例如,在固化或干燥之后)测量体积与厚度之间的相关性。在变型中,基于在一个或多个打印头经过之后的湿墨水的厚度来测量相关性。在一个实施例中,软件然后例如使用以下方程将液滴密度映射到网格节距(411)

$$\text{期望厚度} = h \times \left\{ \frac{\text{体积}_{409}}{\text{节距}_{407} \times \text{节距}_{407}} \right\}$$

如也在虚线框412内看到的。扫描中节距表示在打印头与衬底之间的相对运动的第一方向上的滴下时机之间的间距,跨扫描节距表示在通常垂直于(或以其他方式独立于)该第一方向的方向上的滴下时机之间的间距,并且参数h(乘以100)是按百分比的灰度值。在一个实施例中,该关系可以随时间改变,并因此可以被重新测量以针对诸如过程或温度的动态因素、针对特定机器或墨水细节、针对喷嘴年限或者其他因素来开发经验数据(413)。

[0076] 利用标识的期望液滴密度,软件然后调用如由数字415所表示的半色调图案生成子例程(或者分离的软件计划过程)。在一个实施例中,该计划可以由远程计算机执行,而在

另一实施例中,该过程与打印机集成。半色调图案生成功能计划液滴沉积图案,以便根据半色调网格上点的选择产生液滴图案,其中每一个液滴具有基本上均匀的体积。在另一实施例中,液滴变化不一定是均匀的,而相反,液滴测量被考虑到半色调图案生成中,即,使得用于液滴触发的所选网格点设想与那些点处的喷嘴触发相关联、与容纳(和包括到)喷嘴到喷嘴变化的半色调化生成相关联的特定液滴体积(或轨迹或速率)。理想地,定义图案使得墨水的散布产生均一厚度的材料的局部连续层。计划为覆盖整个层的区域(要沉积在衬底上)的单个过程,并且根据横跨感兴趣沉积区域的单个半色调网格,以无缝(416)方式理想地沉积墨水,即避免Mura。如较早前提及的,在一个实施例中,期望层厚度分摊到不同“打印单元”,所述不同“打印单元”具有应用于每一个打印单元的厚度或灰度值,并且具有接收灰度图像(即,灰度值的阵列)并基于该灰度图像开发半色调图案(例如,具有由个体打印单元值控制的局部墨水体积变化并且具有合适时达到期望均一性所依赖的误差扩散)的半色调生成软件。如所提到的,在另一实施例中,可以针对邻近沉积区域的多个“图块”中的每一个分离地(独立地)计划半色调图案(417),所述半色调区域具有针对每一个计划的图块的半色调液滴图案,但是以互补方式执行半色调化(418),使得液滴图案在共同网格上“缝合在一起”,从而再次避免Mura。这在下文结合图5D来讨论。应注意的是,可以通过连续网格(420)的使用来增强无缝图案接口(例如,“缝合”)。在这样的实施例中,一个或多个打印单元(例如,“m”个打印单元)的组可以等同于一个或多个图块(例如,“n”个图块)的组并用于生成用于每个图块的半色调图案,按照过程419那样。

[0077] 图4B提供了与这些过程相关联的另一个流程图421,如同较早的示例一样,首先接收表示期望层的布局的数据,按照数字423那样。该数据指定要沉积的层的边界并且提供足以定义遍及该层的厚度的信息。该数据可以在其上执行过程421的相同的机器或设备上生成,或者它可以由不同机器生成。在一个实施例中,所接收的数据根据x-y坐标系来定义,并且所提供的信息足以计算在任何所表示的x-y坐标点的期望层厚度,例如,可选地指定要遍及该层应用的单个高度或厚度,与较早引入的x微米乘y微米乘z微米示例一致。按照数字425,该数据可以被转换成在将接收该层的沉积区域中的每一个打印单元的灰度值。如果打印单元区域不固有地对应于匹配布局数据的x-y坐标系,则布局数据被转换(例如,通过平均用于多个坐标点的厚度数据和/或使用插值法)以获得用于每一个打印单元的灰度值。该转换可以基于预先确定的映射信息,例如,使用诸如上文讨论的那些的关系或等式产生的映射信息。按照数字427,在该阶段可以可选地对灰度值执行纠正,以便最终产生均一层(或用于其他期望效果)。为了提供一个示例(其就在下文进一步讨论),如果期望补偿将位于期望层下面的微结构的变化高度,则可选的技术添加偏移以选择灰度值来“提高”在特定位置的感兴趣的层,从而有效地平面化所沉积的层的顶表面;例如,在致力于产生封装层的齐平顶表面中,期望的5.0微米厚封装层跨沉积区被期望,并且定义底层衬底的结构在厚度方面变化例如一微米,则可以操纵灰度值以在一些区域沉积6.0微米厚的封装。其它技术也是有可能的。在一个实施例中,这样的灰度值操纵也可以用于纠正喷嘴触发异常(例如,在扫描中方向上)以沉积更多墨水(例如,如果特定喷嘴或喷嘴的集合产生不足的墨水体积)或更少墨水(例如,特定喷嘴或喷嘴的集合产生过多的墨水体积)。这样的可选过程可以关于校准过程和/或经验确定的数据来论断,按照功能块434那样。然后,按照数字429,将灰度值转换为半色调图案,其具有用来帮助确保局部的层均一性所依赖的跨半色调网格的误差扩

散。基于该半色调化过程,然后按照数字430生成打印图像(或其他打印机控制指令)。

[0078] 图4B还示出了应用来帮助确保沉积的层的均匀性的多个可选误差纠正过程433的使用。这样的均匀性对于设备质量、对于是否确保充分封装以产生水/氧气屏障的开发、或者对于提供显示面板的高质量光生成或光导元件或者其他目的或影响可能是重要的。如上文所提到的,校准过程或经验确定的(推算定位的)数据可以用于纠正对喷嘴液滴变化或其他因素有贡献的灰度值,按照数字434那样。可替换地,可以计划或者调整个体喷嘴驱动波形以纠正误差,如数字435所表示的。在又另一实施例中,喷嘴可以被验证或证明合格(439),其中每一个喷嘴被确定为满足最小液滴生成阈值或未证明合格使用。如果特定喷嘴未证明合格,则为了生成期望的半色调图案,不同的喷嘴(或可接受喷嘴的重复经过)可以用于沉积否则将由未证明合格的喷嘴打印的(一个或多个)液滴,按照数字436那样。例如,在一个实施例中,打印头具有布置在行和列二者中的喷嘴,使得如果一个喷嘴异常,则可以使用不同的冗余的喷嘴来沉积对于特定网格点所期望的液滴。还可选地,这样的问题可以被考虑并用于调整扫描路径,例如,从而以使得可以使用不同喷嘴沉积(一个或多个)期望液滴的方式来使打印头偏移(具有在适当的位置调整的打印头以便允许此)。这通过图4B中的数字437来表示。可替换地,误差可能生成(438)并用于促使软件选择不同的半色调图案(例如,其依赖于不同喷嘴)。许多这样的替代方案是可能的。在一个实施例中,如数字440和441所表示的,使用重复测量液滴参数(以开发出每喷嘴或每驱动波形分布的测量)的液滴测量设备来预先校准每一个喷嘴(440),其中然后软件利用对用于体积、速率和轨迹的喷嘴液滴手段的理解以及对这些参数中的每一个的预期每喷嘴方差的理解来建立针对每一个喷嘴的统计模型(441)。如提及的,该数据可以用于如所提及的证明合格/验证特定喷嘴(和/或液滴),或者用于将用于产生每一个个体液滴的喷嘴或喷嘴波形。每一个这样的测量/误差纠正过程可以在打印计划(431)(包括扫描路径计划)中考虑,即,使得打印机数据(或打印控制指令)被生成和/或更新以便最优化打印过程,同时确保期望的层性质。最后,按照数字445那样,最后的打印机数据(例如,最后的打印图像或其他打印机控制指令)然后被生成以在建造时发送到打印机。

[0079] 如所提到的,为了评估对误差纠正的需要,可以执行特定于墨水、机器以及将用于形成材料的期望层的过程的校准过程。因此,在一个实施例中,本文引入的技术可以应用于测试液滴和/或半色调参数并且提供最终影响半色调图案或最后打印图像的输入。例如,这样的校准可以用于计量灰度值(例如,为了确定哪些灰度值应用于特定期望厚度)或者用于校准半色调生成使得生成的半色调图案可靠地将指派的灰度值映射到期望厚度。其他替代方案也是可能的。基于图案的示例性技术通常由图4C中的数字451指明,而基于个体液滴测量和喷嘴证明合格的示例性技术参照图4D来解释。

[0080] 作为校准过程的部分,半色调图案(或相关联的半色调化参数)可以指派给厚度数据(452)以生成表示层的打印图像453。层可以是测试运行的部分,例如,被选择来提供在平衬底顶部的均匀层厚度,但是可替换地,可以是预先与预期结果相关的数据。在一个实施例中,数据可以表示在“现场(live)”打印过程或产品运行中应用的标准。如之前那样,通过将多个打印单元中的每一个的期望层厚度翻译成相关联的灰度值(即,利用针对每一个打印单元的灰度值)来形成打印图像。每一个打印单元灰度值用于选择半色调图案。而且在该实施例中,半色调图案可选地选择来产生宏观连续膜(例如,以便产生层的不渗透性或者对水

或氧气的渗透的抵抗)。如通过替换流路径455和457所表示的,在给定任何其他相关过程参数(例如,针对特定墨水配方的网点扩大、测量的液滴体积等等)的情况下,半色调打印图像可以用于在实际沉积过程中控制打印机或者可以应用于仿真过程(即,通过软件程序)来仿真/估计完成后的层的质量。例如,利用测试沉积,作为结果的设备可以利用触针轮廓曲线仪、光学干涉仪或摄像机来测量,其中结果用于评估层质量。例如参见下文对图7A和7D的讨论。然后,分析任何结果(按照数字459那样)以评估均匀性和缺陷、孔或空隙的存在。更一般地,通过误差过程(461)将结果与预期结果(462)进行比较以确定偏差。例如,建造或仿真的层在一些区域中可以比在其他区域中更薄,如果预期均匀平层,则这可能表示喷嘴触发图案中的失效。误差过程461检测这样的偏差并将偏差与特定类型的误差相关。如果没有检测到偏差并且层精确地具有正确厚度,则该过程暂时地将所选灰度值与特定厚度相关联,并且适当时更新存储的数据或其他设定,按照数字463和465那样。应注意的是,该关联可以在之后必要时经由配置方法451的另一循环或经过被调整/更新。方法451然后可以针对其他期望层厚度和/或梯度而重复(466),以便完全开发出不同的可选灰度值与期望厚度之间的全面映射。按照数字467,如果检测到仿真的或物理层与预期数据之间的偏差,则作为响应调整相关联的过程参数。如数字468-472所反映的,可以被调整的参数中的一些包括所选灰度值(例如,如果测试层太厚或太薄,则改变灰度值与厚度的关系)、影响网点扩大的因素(例如,墨水粘性、表面张力或其他因素)或滴剂覆盖(例如,液滴形状、大小、驱动器波形等)、网格间距或映射或者任何其他期望参数。该过程可以增量地调整(例如,递增或递减)每一个设定、适当时存储更新的调整数据(473),以及可选地重复方法451来测试新的设定。一旦任何调整后的设定被确定为是正确的(即,当误差过程461没有检测到误差时),存储设定和任何调整数据,按照附图标记465那样。应注意的是,在一些应用(不一定是所有应用)中,将灰度值按比例缩放到期望厚度将是线性的,使得该校准过程可以使用仅少量(例如,2)数据点来执行。一旦该过程完成,则完整的映射就应当是可用的,该完整的映射将每一个可允许的灰度值链接到特定层厚度。此时,方法结束。应注意的是,方法451可以执行多次,例如以获得要应用于多个特定机器或打印头中的每一个、供一般地跨多个机器或打印头使用、用于每一个不同类型的墨水或层材料或者用于针对影响沉积过程的任何变量定制过程的半色调图案。

[0081] 在一些应用中,可能期望的是将材料的层沉积在诸如电路径、晶体管及其他设备的底层结构上。这可能是这样的情况,其中,作为非限制性示例,期望应用是太阳能面板或OLED建造,并且其中材料层要“覆盖”这些结构。例如,上文讨论的技术可以应用于沉积一个或多个有机屏障或封装层,例如作为包括交替的有机/无机屏障层对的封装层堆叠的部分。在这样的实例中,可能期望的是使这样的封装导致相对平的沉积后表面,尽管改变底层结构创建的地貌。为此目的,方法451还可以可选地针对给定设计执行,如过程框475所表示的,以开发出打印单元级(例如,灰度值)纠正数据,该纠正数据将用于逐打印单元地调整封装层的厚度,以调整喷射的墨水来计及底层结构的高度的变化。这样的纠正数据可选地用于开发出纠正图像,该纠正图像可以用于调整针对特定设计的期望层厚度,或者可替换地,用于通过修改沉积前的灰度值或者通过执行第二沉积来更新/覆写原始厚度数据。作为替代,在许多实施例中,也可以在使用常规技术进行封装之前沉积平滑或屏障层,以便有效地在接收感兴趣的层之前平面化衬底。例如,沉积过程可以用于“填充”并且有效地平面化衬

底的顶表面层,并且后续地,可以使用本文讨论的打印过程和相关数据转换来添加封装。在又另一变型中,在一个误差过程中,如果确定某些喷嘴集合或灰度值产生偏离目标的体积,则也可以在灰度打印图像级调整原始灰度值以纠正该误差。在另一实施例中,可以在位图(即,打印图像)级应用纠正。这些过程通常在图4C中经由衬底级“映射”或纠正值的集合的应用以例如平面化沉积的层的表面中的任何偏差来表示。无论是何种动机,数字475都表示纠正可以被应用于用于沉积墨水的指令,或者经由附加沉积后过程以调整(即,规格化)数据以便获得层均一性。

[0082] 图4D提供了涉及液滴测量和喷嘴证明合格的流程图481。在一个实施例中,使用液滴测量设备在打印机内执行液滴测量,以获得针对每一个喷嘴和针对应用于任何给定喷嘴的每一个波形、针对液滴体积、速率和轨迹中的每一个的统计模型(例如,分布和平均数)。即,如较早前提到的,液滴体积和其他液滴参数可能不仅在喷嘴之间改变而且可能随时间改变,其中每一个液滴根据统计参数改变。因此,为了对液滴建模并且计及统计变化,重复的测量被采取并用于开发出对每一个喷嘴的这些参数中的每一个的平均数(μ)和标准差(σ)的理解。例如,在校准操作(例如,维护操作)期间,可以对来自给定喷嘴的液滴采取多个测量(例如,6、12、18或24个测量),并且多个测量用于获得液滴预期体积、速率和轨迹的可靠指示符。这样的测量可以可选地动态执行,例如每小时、每天或在另一间歇或周期过程上执行。应注意的是,如上文所引用的,一些实施例可以指派不同波形以供在生成来自每一个喷嘴的稍不同参数的液滴中使用(参见上文讨论的图3A-3C)。因此,例如,如果对于十二个喷嘴中的每一个存在三个波形选择,则存在多达36种波形-喷嘴组合或配对,或者存在可以从给定喷嘴集合获得的36个不同预期液滴特性的集合;在一个实施例中,对每一个波形-喷嘴配对的每一个参数采取测量,所述测量足以为每一个配对开发出鲁棒的统计模型并且足以具有液滴值的高置信度的窄分布。应注意的是,尽管进行计划,但是在概念上有可能的是,给定喷嘴或喷嘴-波形配对可以产生异常宽的分佈,或者应当专门对待的足够异常的平均数。在一个实施例中应用的这样的对待由图4D在概念上表示。

[0083] 更具体地,使用附图标记481来指明一般方法。液滴测量设备483存储的数据存储在存储器484中以供之后使用。在方法481的应用期间,该数据可以从存储器被再调用,并且用于每一个喷嘴或喷嘴-波形配对的数据可以被提取并个体地处理(485)。在一个实施例中,针对每一个变量建立正态随机分布,其由平均数、标准差以及测量的液滴的数目(n)或者使用等同测量来描述。应注意的是,可以使用其他分布格式(例如,学生-T、泊松等)。测量的参数与一个或多个范围进行比较(487)以确定在实践中是否可以使用相关液滴。在一个实施例中,至少一个范围被应用于对液滴证明未合格使用(例如,如果液滴相对于期望目标具有足够大或小的体积,则喷嘴或喷嘴-波形配对可以被排除短期使用)。为了提供示例,如果期望或预期10.00pL液滴,则链接到比例如离该目标1.5%大(例如, $<9.85\text{pL}$ 或者 $>10.15\text{pL}$)的液滴平均数的喷嘴或喷嘴-波形可以被排除使用。也可以或者可以替代地使用范围、标准差、方差或另一散布测量。例如,如果期望有具有窄分布(例如, $3\sigma < \text{平均数的} \pm 0.5\%$)的液滴统计模型,则可以排除来自具有不满足该准则的测量的特定喷嘴或喷嘴-波形配对的液滴。还有可能使用考虑了多个因素的精密/复杂的准则集合。例如,与非常窄的分布组合的异常平均数可能是可以的,例如,如果期望使用具有在 $10.00\text{pL} \pm 0.1\text{pL}$ 内的 3σ 体积的液滴,则可以排除产生具有 $\pm 0.08\text{pL}$ 3σ 值的 9.96pL 平均数的喷嘴-波形配对,但是

产生具有 $\pm 0.03\text{pL}$ 3σ 值的 9.93pL 平均数的喷嘴-波形配对可以是可接受的。清楚地,根据任何期望拒绝/异常准则(489),存在许多可能性。应注意的是,该相同类型的处理可以应用于每液滴飞行角度和速率,即,预期每喷嘴-波形配对的飞行角度和速率将展现出统计分布,并且取决于从液滴测量设备导出的测量和统计模型,可以排除一些液滴。例如,具有在常态5%以外的平均数速率或飞行轨迹或者在特定目标以外的速率的方差的液滴可以假设为排除使用。不同的范围和/或评价准则可以应用于所测量的且由存储部484所提供的每一个液滴参数。

[0084] 取决于拒绝/异常准则489,液滴(和喷嘴-波形组合)可以以不同方式被处理和/或对待。例如,可以拒绝不满足期望规范的特定液滴(491),如所提及的。可替换地,有可能针对特定喷嘴-波形配对的下一测量迭代选择性地执行附加测量(492);作为示例,如果统计分布根据测量误差太宽,则有可能针对特定喷嘴-波形采取附加测量,以便改进平均值的置信度(例如,方差和标准差取决于测量的数据点的数目)。按照数字493,还有可能调整喷嘴驱动波形,以例如使用较高或较低电压电平(例如,以提供较大或较小速率或更一致的飞行角度),或者重新成形波形以便产生满足指定规范的调整后的喷嘴-波形配对。按照数字494,还可以调整波形的定时(例如,以补偿与特定喷嘴-波形配对相关联的异常平均数速率或液滴体积)。作为示例,如较早前提到的,慢液滴可以相对于其他喷嘴在较早时间被触发,并且快液滴可以在时间上较晚被触发以补偿较快飞行时间。许多这样的替代方案是可能的。按照数字496,任何调整后的参数(例如,触发时间、波形电压电平或形状)可以被存储以供在打印扫描计划期间使用。可选地,如果期望的话,则调整后的参数可以应用于重新测量(例如,验证)一个或多个相关联的液滴。在对每一个喷嘴-波形配对(修改后的或以其他方式的)证明合格(通过或拒绝)之后,该方法然后前进到下一喷嘴-波形配对,按照数字497那样。

[0085] 图5A示出了半色调图案和相关联的假设网格的第一示例509。在图5A中,看到网格具有五个垂直分离的或“y”坐标(例如由轴511表示)和五个水平分离的或“x”坐标(例如由轴513表示)。应注意的是,典型地,网格大得多,并且出于说明的目的,简单地描绘网格相交的五乘五阵列。在垂直轴与水平轴之间的每一个相交部定义了网格点,诸如点515。因此,每一个点因此具有与其相关联设置的坐标集,在图5A中表达为 $p(x, y, n)$ 。在该示例中的值“n”指代打印头的第n次经过,即网格点可以可选地在打印过程期间重复或者针对不同打印头或打印头经过分别制作网格点。给定该坐标系,在该示例中的网格的顶部线上看到的点具有坐标 $p(x, y, n)$ 、 $p(x+1, y, n)$ 、 $p(x+2, y, n)$ 、 $p(x+3, y, n)$ 和 $p(x+4, y, n)$;在该示例中每一个描绘的点因此是与单个打印头的一次经过相关联的可能液滴坐标。当然,该坐标系仅仅是示例性的,并且可以使用任何类型的坐标系。在图5A中,在特定网格点处(诸如在点515处)的实点指示:根据所选的或所计算的半色调图案,喷墨液滴要在该点处分配,同时在网格点处(诸如在点517处)的中空圆圈指示没有墨滴要在该点处分配。例如,对于图5A表示的半色调图案,墨水将在点515处分配但不在点517处分配。如所提及的,在一个实施例中,诸如点515的每一个网格点对应于个体打印单元;在其他实施例中,这不需是这种情况。所描绘的网格坐标和“网点”系统不应当与来自衬底的可打印表面上的墨水的区域覆盖的最终延伸混淆。即,作为流体的墨水将散布并覆盖比在图5A中看到的由网点515和517表示的更大的表面区域,结果称为“网点扩大”。网点扩大越大,每一个墨滴的散布越大。在图5A给出的

示例中,假设一致网格间距,最小网点扩大应当至少足以允许最小半色调液滴密度(例如,给定墨水粘性,制造商网格规定和其他细节)以产生连续膜。在实践中,在期望连续膜的情况下,网点扩大将典型地比最接近的网格点之间的距离大得多,例如,足以计及没有在基本上大多数打印单元处的打印的墨水,并且具有用来提供修整的层中的均一性所依赖于的误差扩散(给定墨水粘性)。例如,在每个网格点精确地对应于相应打印单元的假设情况中,如果每个打印单元被指派相同灰度值(例如,“50%”),则打印单元的一半将接收打印的墨水并且一半将不接收,其中误差扩散(以及墨滴散布)导致均一层厚度。

[0086] 通过比较图5A的半色调图案509与图5B中看到的半色调图案519,人们可以观察FM半色调化的相对效果。在这些图的情况中,喷射的液滴全部描绘为相同大小,因此对于较厚层,使用较密的液滴图案(例如,在网格相交处的更实的网点),并且对于较薄层,使用较不密的液滴图案(例如,在网格相交处较不实的网点)。图5A示出了将达到该效果的大约50%密度的液滴,而图5B示出了所有网格坐标(诸如在点515处)具有实圆圈,指示液滴在特定网格坐标处触发。因此,图5A和5B中的描绘可以分别对应于127和255的相应灰度值(在具有256个可能值的系统中),或者50%和100%的相应灰度值(在基于百分比的系统中)。再次,其他编号的方案也是可能的,并且应当理解的是,层厚度与液滴密度之间的对应可以取决于网点扩大和/或可以是非线性的;例如,在获得连续覆盖所需的描绘的25个网格点的液滴的最小数目是“5”的情况下,图5A的半色调图案可以对应于40%的灰度值($(13-5)/20$)。

[0087] 应当注意的是,“网格”典型地表示喷墨喷嘴的组的所有可能触发位置,并且半色调打印图像中的每一个网格点精确地使用1比特,指明是否要喷射液滴;因此,取决于实施例,不同的“x”分离将表示不同的喷嘴触发次数和/或来自不同打印头的触发和/或不同的打印头经过。喷嘴误差(例如,未能触发)将表现为规则图案,并且可以通过沉积的层中的误差来检测。反映回到较早前的关于误差纠正的讨论,如果在实践中确定特定喷嘴没有操作,则描绘的网格可能被打印有将被观察为沉积的层中的厚度变化的误差。为了减轻该误差,(一个或多个)半色调图案(或(一个或多个)灰度值)可以被调整,以便增加相邻网格位置的喷射的墨水体积,或者以其他方式改变滴剂形状、频率或触发时间。例如在图5E中看到减轻,其中应注意到液滴535(来自相邻工作喷嘴)有意地较大以计及应当已经被有缺陷喷嘴打印的错过的液滴533。可替换地,按照图5F,如果应用相对稀疏的液滴图案(例如,按照图5A的示例)但是喷嘴正误触发并因此不能在位置537处喷射液滴,可以将液滴移动到通过正在工作的喷嘴打印的相邻线中(539/541)中以维持局部液滴密度。其他示例也是可能的。可以使用提及的技术(例如,增加或减小液滴大小、在局部区域中移动液滴、调整用于喷嘴的电气触发图案、添加打印头经过、增加所选液滴的大小或形状等等)中的任何一个可选地应用纠正。

[0088] 图5C提供第三示例的半色调图案示例,521。与图5A、图5C中看到的图案509一起采取提供了调幅(“AM”)半色调化的示例,其中取决于(一个或多个)灰度值,通过提供液滴的可变集中(或簇)来改变明显液滴的大小。例如,在点525处居中的网点的集中表示与来自图5A的图案相同的墨水体积,其中基于二进制决定来再次触发个体液滴,但是其中区域性地改变液滴的相对集中。因此,也可以可选地使用AM半色调化,以改变衬底的区域上的层厚度。如同之前的示例一样,可以将期望层的厚度数据转换成灰度值,并且然后可以将灰度值映射到半色调图案;其中使用AM半色调化,较大灰度值导致接收较大明显液滴的衬底的通

常对应区域。

[0089] 图5D提供了用于图示可选半色调图案的变化的网格描绘,以将衬底的相邻图块“缝合”在一起,以避免Mura效应。在这样的可选实施例中,可以取决于针对相邻图块选择的图案制作多个“图块”中的每一个的半色调图案,以提供跨图块的无缝液滴密度。例如,图5D示出了假设液滴沉积图案541,其中看到第一区543对应于图5A的图案(大约50%半色调化)并且其中第二区545具有类似半色调图案,也提供了50%密度。一般而言,该图表示这样的情形,在该情形中,衬底的不同区接收独立地生成的半色调图案,并且在该情形中,期望以互补方式将相邻图案“缝合”在一起,即避免Mura。对于区或“图块”545,因此看到半色调图案,该半色调图案要被改变(例如,在该情况中反转)并被选择使得在图块543和545之间的无缝混合发生。为了提供示例,如果针对两个打印区或图块(即,543和545)选择了来自图5A的图案,则将使用后向填充的圆圈表示相邻网格坐标对 $p(x+4, y, n)$ 和 $p(x+5, y, n)$ 、 $p(x+4, y+3, n)$ 和 $p(x+5, y+3, n)$ 以及 $p(x+4, y+5, n)$ 、 $p(x+5, y+5, n)$ 中的每一个,对应于液滴密度的局部增加。通过以取决于针对图块543选择的图案的方式来选择用于图块545的半色调图案,可以选择合适的图案,所述合适的图案提供图块之间的液滴图案的无缝过渡。还存在用于达到变化的其他技术,诸如半色调图案的旋转(例如,使用上文结合图3A-C讨论的技术)等等。应注意的是,如图5D中所描绘的,两个图块均使用公共网格,诸如由公共水平轴51所表示的;这促进无缝缝合以便避免图块之间的缺陷的存在。图块(即,针对不同的毗邻衬底区的独立半色调图案选择)可以在一个实施例中使用,但是一般而言,不要求实现本文描述的技术。

[0090] 上文针对图5A-5F引入的各种半色调图案仅提供为半色调图案化的说明性示例。可以针对给定灰度值(或墨水体积)设想许多附加图案。任何特定半色调图案(或者用于相应图块的多个图案)可以被调整以纠正误差并且以其他方式促进建造的层中的均匀性。

[0091] 图6A提供了表601,表601例示了多个打印单元,诸如打印单元603。应注意的是,每一个单元包含“灰度”值,诸如在打印单元603内描绘的值“203”。具有非零值的所有打印单元表示用于接收要喷射的层材料的沉积区域,即,每一个数字值表示用于对应于对应打印单元的x-y位置的衬底区的层厚度,其中厚度已经转换成灰度值。该值可以预先根据经验映射到期望厚度(例如,作为假设示例,1.0微米厚度到10%或“25.5”灰度值),其中这样的映射可能取决于墨水、打印机、温度、工艺以及其他参数而改变。可替换地,当最终目标是指派的半色调图案应当提供将对应于期望厚度的墨水体积时,可以在指派的灰度值与半色调图案选择之间提供可变映射。因此,在一个实施例中,指派给各种厚度的灰度值是固定的(例如,每微米厚度最大值的10%,遵循刚刚呈现的假设),但是具有在每一个灰度值与半色调图案选择之间的可变映射。其他变型也是可能的。

[0092] 应注意的是,如较早前暗示的,存在替换的误差纠正技术(即,除了个体喷嘴细节的调整之外)。因此,图6B示出了类似于图6A的灰度图像611,但是其中最后一行(即,由打印单元603表示的)已经使其灰度值增加,即该假设示例中增加“5”。假设相对于图6B的取向的从左到右扫描运动,如果确定(例如,经验上或自动地)对应于该最后一行的喷嘴趋向于产生低体积液滴,则可以针对受影响的打印单元增加灰度数据,使得当打印时,纠正层厚度中的任何异常。相反,如果打印单元的特定行表征高滴剂体积,则将有可能人为地降低与受影响打印单元相关的灰度值,以便平面化作为结果的层。在打印单元大小对应于半色调/打印

网格的每一个点的情况下,这样的技术特别有用。应注意的是,这样的调整不需要通过扫描路径或按行或列来完成,即,有可能基于表示打印衬底的全部或部分的映射来应用误差调整,以调整指派来选择打印单元的灰度值。如将在下文和本文其他地方讨论的,也可以采用这样的技术来改变边缘建立,即促进一直到沉积的层的边界或边缘的均匀性。

[0093] 图7A提供了通常由数字701标明的图,其示出了利用触针轮廓曲线仪获得的建造的膜的厚度轮廓,这结合图4C中看到的校准过程是有用的。在实际的测试材料层的产生或者那些层的仿真之后,对应于墨水体积的灰度值可以与层厚度的不同步阶相关。例如,表示1.0微米厚的层的第一曲线703与表示8%填充(或对于给定经过或操作的8%的最大打印单元墨水体积)的灰度值相关联。应注意的是,膜是连续的,即,在由曲线703表示的层的中央没有间隙,这被看到具有基本上均匀的厚度。对于后续建造过程,如果接收到的用于沉积的层的布局数据指派1.0微米的层厚度,则该1.0微米的数量将在适当时候转换成用于每一个打印单元的灰度值,并且局部性的用于打印单元的灰度值将然后应用于选择半色调图案,所述半色调图案将把液滴分布到与该局部性相关联的各个半色调网格点,以便达到均匀的沉积的层(在液滴散布之后)。类似地,看到第二曲线705表示均匀的2.0微米厚的层,对应于16%的填充。基于用于特定过程的这样的测试或校准数据,与特定衬底区的16%的墨水体积相关的半色调图案可以被生成以产生2.0微米厚的层。也可以使用该过程外推层厚度值和/或灰度值和/或半色调图案选择之间的映射;作为示例,如果针对1.5微米厚的封装层调入布局数据,则可以应用选择为对应于粗略地在这两个值之间的点的灰度值(12%)(例如,在8%与16%之间的半途)。分别对应于3.0、4.0、5.0和6.0微米厚的层的其他图示的曲线707、709、711和713分别与24%、32%、40%和50%的灰度值相关联。通过特别地将不同灰度值与相应层厚度相匹配并将用于运送对应量的墨水的半色调图案化与打印单元进行关联,设计者可以以将导致可预计结果的方式将墨水沉积定制为任何期望厚度;这提供了对经由流体墨水沉积的材料的高度控制。

[0094] 在许多应用中,还可能期望在边界区提供匀边(crisp)的直边缘。例如,如果针对边界区选择表示低液滴密度的半色调图案,则给定墨水和沉积性质,有可能的是沉积的层将具有锯齿的、锥形的或中断的边缘。为了减轻该可能性,在一个实施例中,软件检测打印单元,所述打印单元将产生这样的边缘并调整半色调化(即,根据灰度值梯度),以提供实际上塑造沉积的层的匀边的、直边缘。例如,图7B提供了表示沉积的层的拐角的框725,其中未示出网格点。为了产生薄膜,可以在区域727中相对稀疏地进行半色调图案化。如果在边界区729、731和733中使用,则该密度可以产生锯齿边缘。因此,区域729、731和733中的液滴的密度可以有目的地增加以提高边缘线性度。如果框725表示沿着沉积的层的中间、左边边缘的打印单元,则将足以增加区域729中的密度。

[0095] 应注意的是,除了调整用于边界区的灰度值之外,还有可能调整应用于这样的区的半色调化。例如,图7C示出了可以在区表示沉积的膜的拐角的情况下(如在图7B的框733的情况下)使用的示例性半色调图案741;应注意的是,在其使用网格和实填充圆圈指明液滴喷射点方面,图7C类似于图5A-5F。图7C中表示的特定半色调图案表示与在图5A中看到的图案相同的墨水体积(即,25个可能喷射的液滴中的13个)。然而,图7C中的图案表征沿衬底的顶部边缘743和膜的左边缘745的液滴的相对密集使用,同时使内部区747相对稀疏,即产生相对匀边的左和上边缘。

[0096] 应注意的是,这样的塑造或“封围”技术并不要求用于所有实施例,并且确定用于特定应用、墨水和工艺技术的最佳策略在本领域普通技术人员的能力内。

[0097] 图7D表示图示了如何使用灰度图像调整来成形层边缘的图751。更具体地,在图7D中给出三个曲线753、755和757,其使用对建造的6.0微米封装层的触针轮廓曲线仪测量来获得。通过改变应用于毗邻边缘的打印单元的灰度值来产生这些曲线之间的差异。相对于曲线753表示的基线,曲线755表示其中在逼近封装层中的边界时(例如,在封装层外围前)降低灰度值(及打印单元的相关联的墨水体积)的过程。作为对比,曲线757表示其中针对毗邻相同边界的打印单元增加灰度值的过程;应注意的是,层厚度实际上在稍微在边界紧前面增加,例如在2000 μ 和17000 μ 的x位置处增加。通过调整边界区的灰度值,设计者可以以期望方式(包括出于提供均匀层厚度或表面,或者平滑或增强过渡的目的)调整层边界处的边缘建立。应注意的是,与层边缘相邻的墨水建立的量将大大地取决于墨水性质,诸如表面张力(及其在温度上的依存度)。例如,一些链接可以自然形成凸缘或者所谓的毛细管脊(例如,诸如在曲线757的点759处表示的);在这样的情况中,刚刚描述的灰度调整过程可以被应用,使得移除该凸缘,以例如通过降低毗邻层边缘的打印单元的灰度值来帮助裁剪最终层的厚度,使得永久层的轮廓更接近地匹配曲线753。

[0098] 简要地回到对边缘增强的讨论(参见上文的图7C的讨论),还有可能采用多个过程来裁剪层的边缘轮廓。图7E示出了衬底761的要具有均匀层厚度的中央区763的一部分,“调整后的”液滴密度的边界区765(即,被选择使得避免边缘建立)以及选择来提供边缘均匀性的封围簇767的集合。可能另外陈述的,中央区763表示基本上均匀墨水体积密度的区域,边界区765表示相对于中央区的调整后的墨水密度(例如,减小的密度)的区域,以及封围簇767表示选择来提供尖锐、良好定义的层边缘的相对密集的墨水密度。在给出的示例中,可以基于中央区(例如,可能经受喷嘴误差纠正或底层衬底地形学纠正,这取决于实施例)中的均匀灰度值以及边界区(例如,选择来使得避免图7A中看到的边缘建立“角”715)中的调整后的灰度值来执行半色调化。半色调化可以基于整个纠正,或者例如,仅基于中央区和边界区(即,在半色调化过程之后施行封围,并且不管半色调化过程而施行封围)。如通过本示例应当意识到的,许多变型是可能的,这些变型依赖于灰度和/或半色调变化以便裁剪边缘建立和/或提供期望的边缘特性。

[0099] 当然,尽管已经在封装层方面讨论了本示例,但是这些相同的原理可以应用于任何期望层的形成。例如,特别设想的是,所描述的打印原理可以用于例如作为说明的利用相应打印阱或在另一图案化或未图案化的基础上来建造以下中的任何一个:OLED设备的HIL、HTL、EML、ETL或其他层。一些示例将在下文进一步讨论。

[0100] 图8A-8E用于叙述示例性建造过程。如图8A中所暗示的,对于该叙述应当假设期望建造平板设备的阵列。公共衬底用数字801来表示,并且诸如框803的虚线框的集合表示每一个平板设备的几何形状。优选地具有二维特性的基准形成在衬底上并且用于定位和对准各个建造过程。在这些过程最终完成之后,每一个面板(803)将使用切割或类似过程从公共衬底分离。在面板的阵列表示相应OLED显示器的情况中,公共衬底801将典型地是玻璃,具有沉积在玻璃顶部的结构,之后是一个或多个封装层。发光可以通过玻璃或封装层(取决于设计)来发生。对于一些应用,可以使用其他衬底材料,例如柔性材料、透明或不透明的。如所提到的,可以根据所描述的技术来制造许多其他类型的设备。

[0101] 图8B用于帮助图示OLED面板的建造。具体地,图8B示出了在结构已经被添加到衬底之后的在建造过程的较后阶段中的衬底。组件通常用数字811来表示,并且被看到仍然表征在公共衬底上的面板的阵列。特定于一个面板的特征将使用数字后跟着相应字母(例如,用于第一面板的“A”、用于第二面板的“B”等等)来标明。每一个面板具有衬底的相应部分,例如812A/812B,和包含发光层的有源区813A/813B。一般而言,相应有源区将包括对于提供动画和相关联的电信号(诸如用于控制和功率)的路由是必要的电极和荧光层。该路由在与端子块817A/817B相关联的相应端子(例如,815A/B、816A/B)与用于相应面板的有源区之间运送功率和控制信息。典型地,封装层必须仅在有源区上提供保护性“覆盖层”(即,以密封电致发光材料),同时允许对端子块817A/B的无阻的外部访问。因此,打印过程必须以可靠且均匀地覆盖有源区(813A/813B)而没有间隙、孔和其他缺陷的方式沉积液体墨水,而同时可靠且均匀地不覆盖端子块817A/817B。因此,有源区被称为形成将接收沉积的墨水以形成期望层的“目标区”,同时端子块形成将不接收墨水的“暴露区”的部分。注意在图8中使用数字818指明xyz坐标系,并且使用数字819引用相应的椭圆集合以指示在阵列的x和y维中复制的任何数目的面板的存在。

[0102] 图8C图示了沿来自图8B的线C-C截取的组件811的横截面。具体地,该视图示出了面板A的衬底812A、面板A的有源区813A以及用于实现到有源区的电子连接的面板A的导电端子(815A)。看到该视图的小椭圆区821在该图的右侧扩大以图示在衬底812A上方的有源区中的层。这些层分别包括阳极层829、空穴喷射层(“HIL”)831、空穴运输层(“HTL”)833、发射或发光层(EML)835、电子运输层(“ETL”)837以及阴极层838。也可以包括附加层,诸如极化器、屏障层、底料和其他材料。当最终在制造之后操作描绘的堆叠时,电流从EML移除电子,并且重新供应来自阴极的那些电子以引起光发射。阳极层829典型地包括若干颜色分量和/或像素共用的一个或多个透明电极,以吸引和移除电子;例如,阳极可以由铟锡氧化物(ITO)形成。HIL 831典型地是将形成对非意图漏电流的屏障的透明的、高功函数材料。HTL 833是将电子从EML传递到阳极同时在EML中留下电气“空穴”的另一透明层。OLED生成的光源自电子与EML材料835中的空穴的复合;典型地,对于显示器的每一个像素,EML由用于三原色红色、绿色和蓝色的每一个的分离受控的有源材料构成。继而,ETL 837将电子从阴极层供应到EML,从而至每一个有源元素(例如,每一个红色、绿色或蓝色部分)。最后,阴极层838典型地由图案化的电极构成,以向每一个像素的颜色部分提供选择性控制。在位于显示器的后部的情况下,该层典型地不是透明的,并且可以由任何合适的电极材料制成。

[0103] 如所提到的,在有源区中的层可能通过暴露于氧气和/或湿气而降级。因此,期望通过将把这些层封装在与衬底相对的那些层的面或侧(822)二者上以及由数字823标明的横向边缘上来增强OLED寿命。封装的目的是为了提供抗氧气和/或湿气的屏障,如所提及的那样。

[0104] 图8D示出了聚合结构839,其中封装840已经添加到衬底。应注意的是,封装840现在在封闭面822和相对于衬底812A的横向边缘823,并且封装横向延伸以占据比底层有源层大的沉积区域;在该区域的终点,封装形成梯度或边界区,以帮助封闭/密封有源区813A的横向边缘。这在图8D的左侧在扩大椭圆区841内被详细观察到。如在该扩展视图中看到的,封装包括提供抵抗湿气和氧气的屏障的多个薄层,例如,交替的有机和无机层。有机封装层可以有利地使用上文引入的技术来沉积,其中每一个个体层的厚度使用提及的技术来调节。

相对于特定的有机封装层842,第一区843覆盖底层结构,诸如提及的电极和上文讨论的其他OLED层。第二区845操作为缓冲区,即,以维持与第一区843共面的基本上均匀的表面846。可选地,沉积的厚度可以在区843和845二者中相同,但是这不需要对所有沉积过程都是这种情况。无论何种区,使用半色调化以翻译层厚度的喷墨打印过程都可以用于控制厚度并促进特定封装层842的均匀性。最后,第三梯度或边界区847表示到底层结构的暴露区域的过渡(例如,以提供有源区的电气端子)。数字849指示封装表面中的当相关联的锥过渡到暴露的表面时的相关联的锥。

[0105] 图8E用于帮助图示在OLED面板的上下文中调整层边缘处的材料厚度的处理的使用。这些过程通常结合图7B-7E在较早前引入。例如,在诸如所讨论的封装过程的封装过程中,可能期望一直确保一致的层厚度到计划的封装外围,以便提供对任何底层敏感材料层的可靠边缘密封。应注意的是,如在图7E中看到的“封围”的使用不是分离地在该图中看到的,而是可以在这里使用相同的封围过程。在图8E中,再次在平面视图中观察到衬底,即,从如在图8A和8B中所看到的相同视角(但是省略了对电气端子的描绘)。应注意将基准851用于对准过程,使得在底层结构上正确地打印有机封装层。看到目标区(表示其中要沉积封装层的区域)包括来自图8D的区843和845。不是具有不合乎期望的给定沉积的墨水的散布的边缘效应和该墨水的表面能量/张力的效应,而是(即,在打印前)可以调整灰度图像以便改变沿着层的边缘的个体打印单元的灰度值,并且在这样做时,改变层外围的边缘轮廓。例如,在区845内的灰度值可以如在图8E中描绘的那样增加,以便可选地增加接近边界的区域中的墨水体积。在此方面应注意的是,目标区可以初始地与特定厚度相关联,所述特定厚度例如在本示例中由假设灰度值“220”来表示。如果在经验上确定归因于墨水散布,(例如,在区845与847之间的边界处的)过渡提供不足的覆盖,则可以可选地增加在该区域中的灰度值,以例如通过增加表示层外围的打印单元的一个或多个行或列的灰度值(例如,在图8E中从“220”到“232”)来提供缓解。如较早前所引用的,纠正可以存储为纠正图像(例如,当纠正可以取决于应用而根据工艺、温度、墨水和其他因素来改变时),或者它们可以可选地并入布局数据、灰度图像或其他存储的数据中。应注意的是,在存在多个边界条件(例如,两个边界的相交)的情况下,可能期望提供进一步调整,诸如针对拐角打印单元863所描绘的灰度值“240”。清楚地,存在许多可能性。通过在这些边界区中调整液滴密度,上文引入的技术允许以适于在争论中的特定沉积过程的任何方式对层边缘的定制控制,例如以促进平板设备的边缘密封。应注意的是,还有可能的是,软件在软件检测到定义的距层边缘的距离内的打印单元的任何时间根据所选按比例缩放因子来自动提供调整后的打印单元填充(即,以调整灰度值)。可以在发送用于半色调生成的灰度图像之前或之后添加封围,这取决于期望的实施例或效果。

[0106] 图9给出了通常用数字901表示的方法。在该示例中,应当假设期望沉积层,作为诸如平板显示器或太阳能面板的设备的封装过程的部分。封装用于帮助保护设备的内部材料以免暴露于湿气或氧气,由此延长设备的预期寿命。本申请不仅仅是所公开的技术的一种应用,而且是几乎任何类型的层(有机或无机)的一种应用,因为要接收打印的材料层的几乎任何类型的设备可以受益于本文的教导。

[0107] 针对该讨论将假设的是,层将是沉积在衬底上的有机材料,作为重复交替的有机和无机材料层的堆叠的部分,因为建立许多这样的层的对,该堆叠将抵靠衬底的特定层来

封装敏感材料。例如,在OLED设备中,电极、一个或多个发射层、第二电极以及交替的有机/无机封装层对可以沉积在玻璃层上,其中封装(一旦完成)抵靠玻璃层来密封发射层(包括发射层的横向边缘)。典型地,期望的是,在建造过程期间最小化组件对于污染物的暴露,直到已经完成封装为止。为此目的,在下文描述的过程中,当添加各个层时,衬底被保持在一个或多个受控环境中,直到封装已经完成为止。可以使用多腔室过程来形成封装,在所述多腔室过程中,衬底经受交替的沉积过程以形成有机和无机层对。在该示例中,假设的是,上文引入的技术应用来在封装堆叠内沉积有机层,并且该层典型地以液体形式沉积并然后被硬化或以其他方式固化以在添加下一(无机)层之前形成永久层。喷墨打印过程可以有利地用于根据上文引入的原理来沉积该有机层。

[0108] 应注意的是,如本文使用的“受控气氛”或“受控环境”指代不同于周围空气的某事物,即,控制沉积气氛的成分或压力中的至少一个,以便禁止污染物的引入;“未受控环境”意指正常空气而没有排除不想要的微粒的手段。结合图9描绘的过程,气氛和压力二者都可以是受控的,使得沉积在存在惰性材料(诸如氮气)、在指定压力、没有不想要的微粒的情况下发生。在一个实施例中,多工具沉积机构可以用于例如使用不同过程交替地沉积敏感材料的封装的有机和无机层。在另一实施例中,使用多腔室建造机构,使得一些处理(例如,有源层或无机封装层沉积)在一个腔室中发生,而使用本文引入的原理的打印过程在不同腔室中应用;如下文将讨论的,可以使用机械手柄来使衬底从一个腔室到下一个腔室的运输自动化,而不将衬底暴露于非受控环境。在仍另一实施例中,中断受控环境的连续性,即,在其他地方建造其他层并且衬底加载到沉积腔室中,引入受控气氛,清洁或提纯衬底,以及然后添加期望层。其他替代方案也是可能的。这些不同实施例不同地由图9表示。图9清楚地示出了两种可选过程集成,包括有机封装层(和/或一个或多个其他层,诸如有源层)的建造与受保护环境(例如,未暴露于非受控气氛)中的有机封装层的沉积的集成(903)和/或有机封装层的沉积与衬底干燥、固化或其他过程的集成(904),以巩固有机封装层并以其他方式完成作为永久结构的层。对于每一个可选集成过程,可以在未受对非受控环境(例如,周围空气)的暴露干扰的一个或多个受控环境中执行所提及的步骤。例如,可以使用具有用于控制沉积环境的装置的多腔室建造设备,如所提及的那样。

[0109] 无论何种实施例,衬底在合适时被定位用于图案化和/或打印。相应地,首先使用基准(或可识别的图案)来执行登记(905)。典型地,基准将由一个或多个对准标记构成,所述一个或多个对准标记标识要打印的每一个区。作为示例,如较早前引入的(例如,参见来自图8A的元件805),若干平板可以一起建造并从一个管芯或公共衬底切割;在这样的情况中,可以存在针对每一个面板分离的基准,其被定位使得打印机构和相关联的过程可以精确地与用于每一个面板的任何预先图案化的结构对准。然而,应注意的是,甚至可以在要建造单个面板的情况下使用该基准。如下文将进一步讨论的,沉积系统可以包括具有相对于打印机构的已知位置关系的成像系统,其中衬底的数字图像馈送到处理器或CPU并且使用图像分析软件被分析以精确地标识基准。在一种可选变型中,没有添加到衬底的专门的标记,即,打印系统通过简单地标识任何现有结构(诸如任何之前沉积的一个或多个特定电极)来识别其目标并且对准到该图案。还应注意的是,有利地,每一个基准表示二维图案,从而允许在沉积之前纠正位置和任何衬底扭斜。

[0110] 然后将一个或多个层添加到衬底,其例如由一个或多个发射层、电极层、电荷运输

层、有机封装层、屏障层和/或其他层或材料构成(906)。如所提及的,在一个实施例中的沉积在受控环境中执行(907),可选地在诸如氮气或惰性气体的惰性气氛中执行。在该处理之后,有机封装层沉积为液体墨水,如数字911所表示的。与其他可能过程(例如用于添加掩模层)形成对比,在该实施例中的墨水直接提供在固化、硬化等之后将形成期望层的材料。还应注意的是,打印过程还有利地在受控环境(907)中(诸如在惰性气氛(909)中)执行,并且该过程可以如由以下事实指明的重复和替换:连接箭头是双向的,例如,无机和有机封装层对的堆叠可以如较早前引入的那样建立。

[0111] 图9还示出了对过程框911的各种过程选项。这些选项包括使用多气氛过程(913)、沉积作为液体墨水的有机封装层(915)、在非平面衬底顶部沉积有机封装层(917)、使用衬底的目标沉积区(其将接收封装层)和衬底的暴露区(其将不被封装层包围)(919)以及生成将密封任何底层的横向边缘的边界区(或梯度区)(例如,来自特定于边界区后梯度过滤的半色调化,921),如上文结合图7A-7E所讨论的。

[0112] 一旦已经沉积了每一个有机封装层,如上文所讨论的,该层被干燥或以其他方式固化(925)以使得该层永久。在一个实施例中,将有机封装层沉积为液体单体或聚合物,并且在沉积之后,紫外光被施加于沉积的墨水以固化材料并使其硬化并形成期望厚度的层。在另一可能过程中,衬底被加热以蒸发悬浮材料的任何溶剂或载体,这然后形成具有期望厚度的永久层。其他修整过程也是可能的。

[0113] 最后,一旦已经完成了所有封装过程(包括期望数目的有机和无机层对),整个衬底可以从受控环境移除,按照数字927那样。

[0114] 尽管可以使用描述的过程来沉积用于敏感材料的封装(如上文所讨论的),但是也可以使用相同过程来沉积许多不同和其他类型的层,包括无机层和用于非电子设备的层。

[0115] 如通过上文描述示出的,半色调化过程可以有利地用于使用对于墨水密度的打印单元到打印单元和/或喷嘴到喷嘴的控制来建造受控厚度的层。更具体地,所描述的技术在液体墨水用于沉积期望厚度的层材料的情况下特别有用。通过选择灰度值和生成提供完整覆盖(即,沉积充足密度的层以避免缺陷或孔)的半色调图案,层可以是低廉的并且有效地利用对厚度和均匀性的局部化控制来施加,例如,不管液体沉积介质和任何后续固化过程。所公开的技术对于均一层(诸如覆盖层涂层、封装层以及其中特征大小与任何底层电子路径的宽度和特征定义相比相对宽(例如,几十微米或更大)的其他层)的沉积特别有用。如上文还提到的,所公开的技术可以以不同形式体现,例如,体现为软件(存储在非瞬态机器可读介质上的指令),体现为计算机、打印机或建造机构,体现为在教导这样的层的建造中或在取决于所描述的技术的使用而制作的产品(例如平板)中的有用的信息文件(存储在非瞬态机器可读介质上)。还可选地,误差纠正技术可以用于纠正来自个体喷嘴的异常,混合相邻半色调图案(例如,用于相邻图块),纠正灰度值以平面化沉积的层,或者用于其他效果。若干实施例依赖于误差扩散以确保层均一性并以对相邻打印单元的灰度值进行平均的方式来分布液滴图案。再次,许多其他应用将被本领域技术人员想到。

[0116] 前面的描述并且在附图中,已经阐述了特定术语和附图符号以提供对所公开的实施例的透彻理解。在一些实例中,术语和符号可以暗指实践那些实施例不要求的特定细节。措辞“示例性”和“实施例”用于表达示例,而非优选或必需。应注意的是,上文描述的元件可以描述为“用于以下的装置”:执行特定功能。通常,这样的“装置”包括上文描述的结构,其

中并在适用时,包括存储在非瞬态机器可读介质上的指令(例如,软件或可执行指令),所述指令以在执行时将使得至少一个处理器执行特定功能的方式来编写。在非限制的情况下,也可以通过专用装备(诸如专用模拟或数字机器)来执行指定功能。

[0117] 如所指示的,各种修改和改变可以对本文给出的实施例做出,而不偏离本公开的宽泛精神和范围。例如,至少在实践的情况中,实施例中的任何一个的特征或方面可以与实施例中的任何其他实施例组合应用,或代替其相对特征或方面而应用。相应地,说明书和附图将被认为是说明性而非限制性意义的。

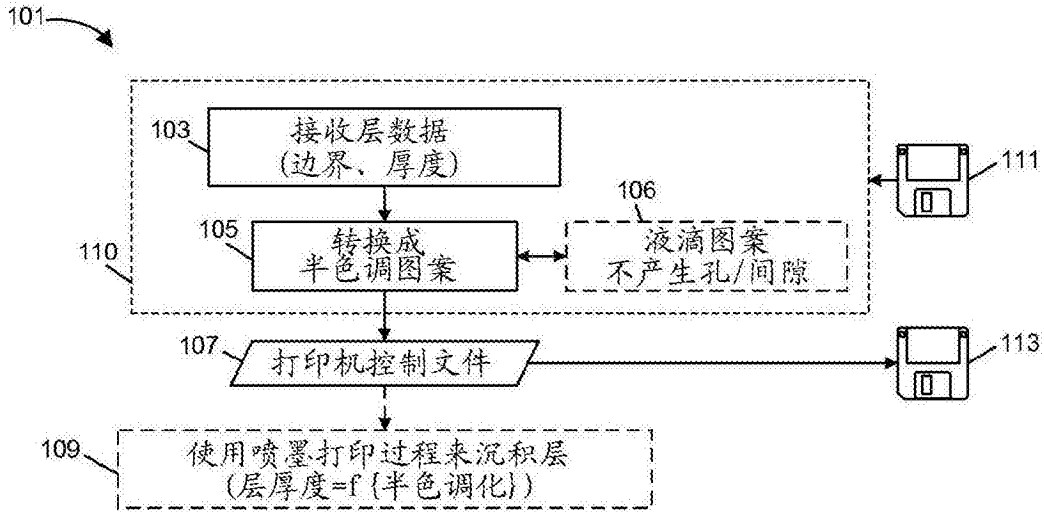


图1A

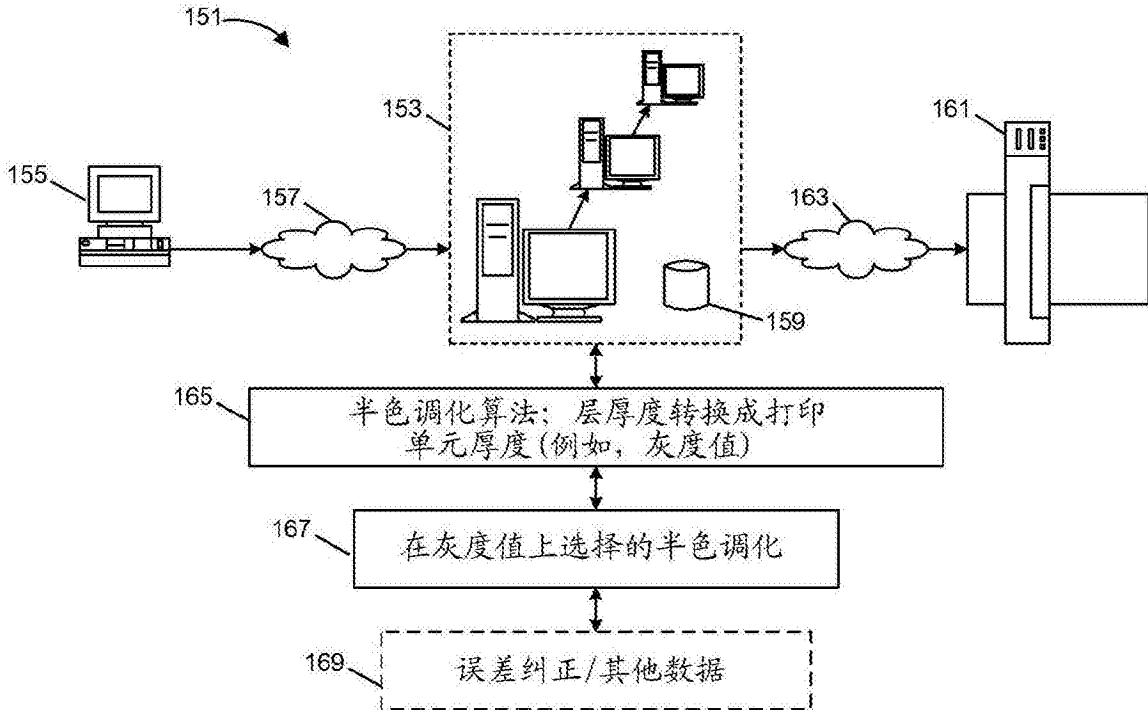


图1B

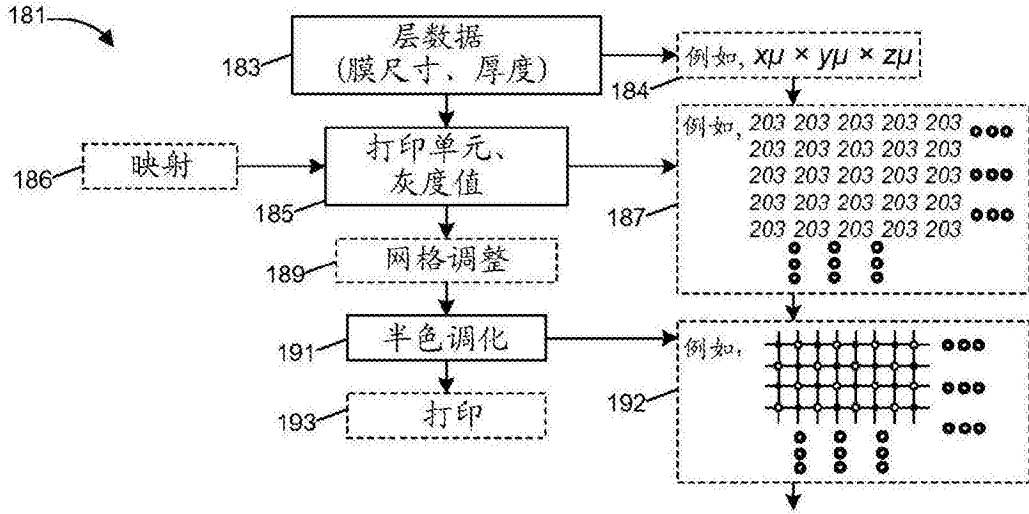


图1C

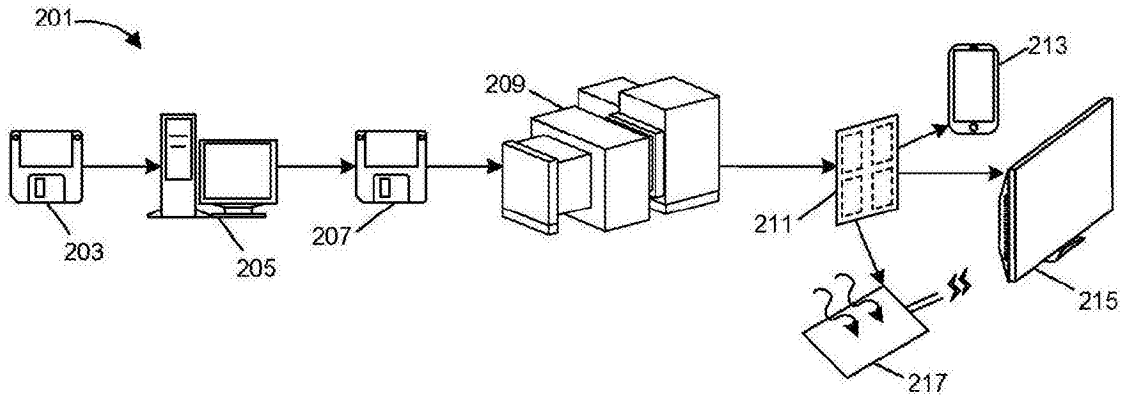


图2A

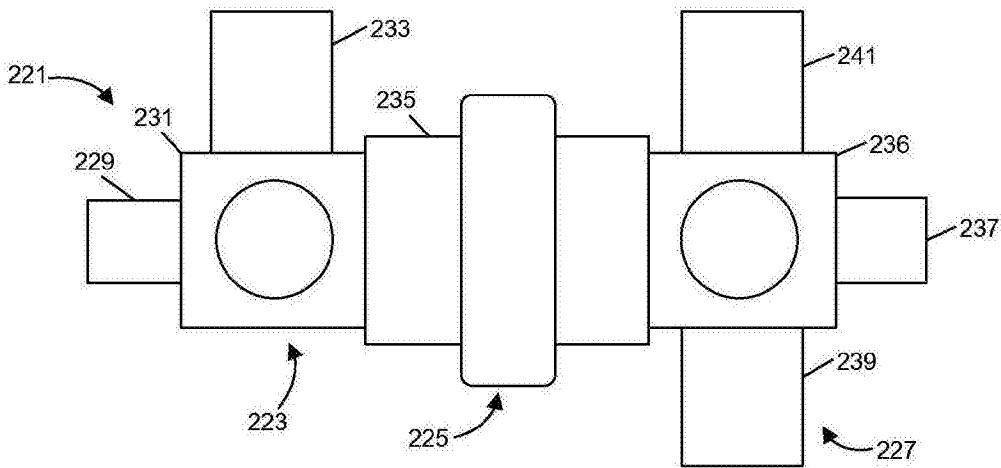


图2B

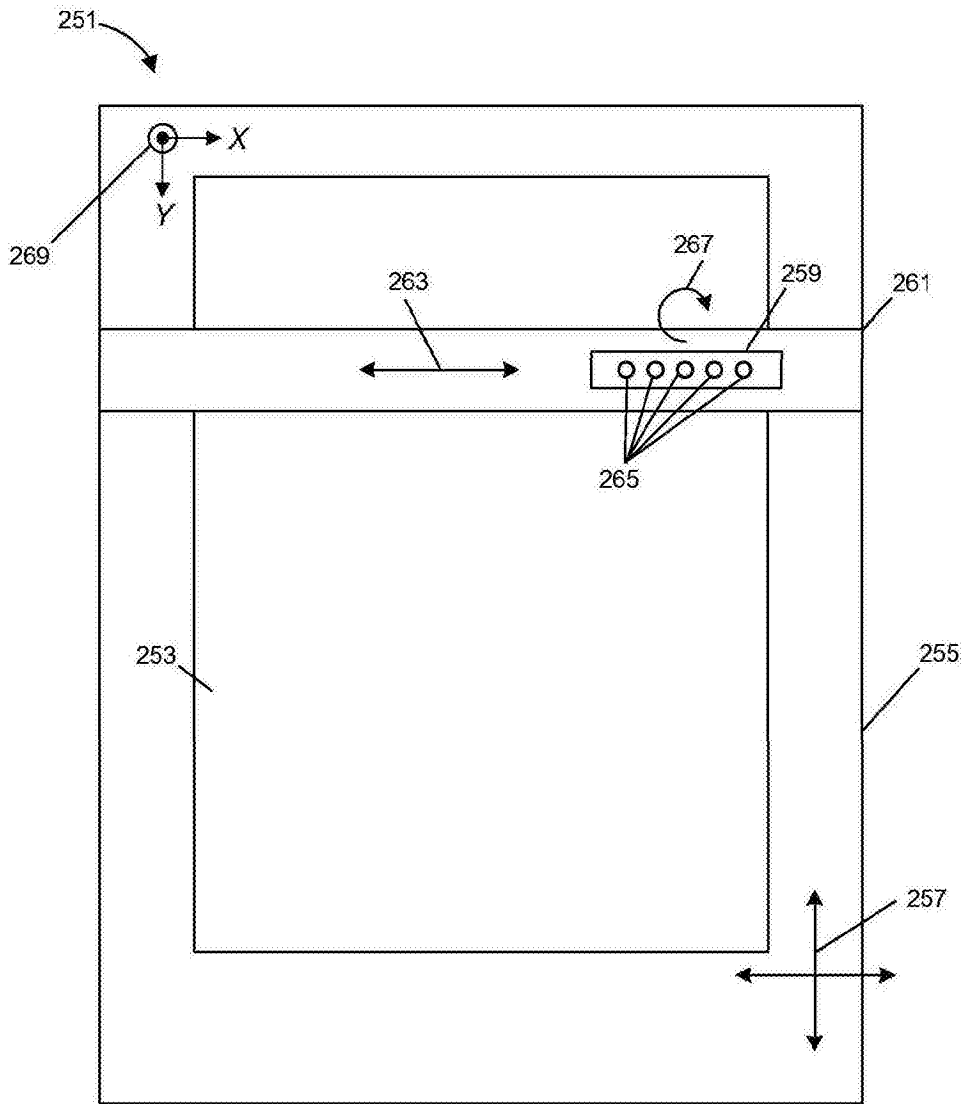


图2C

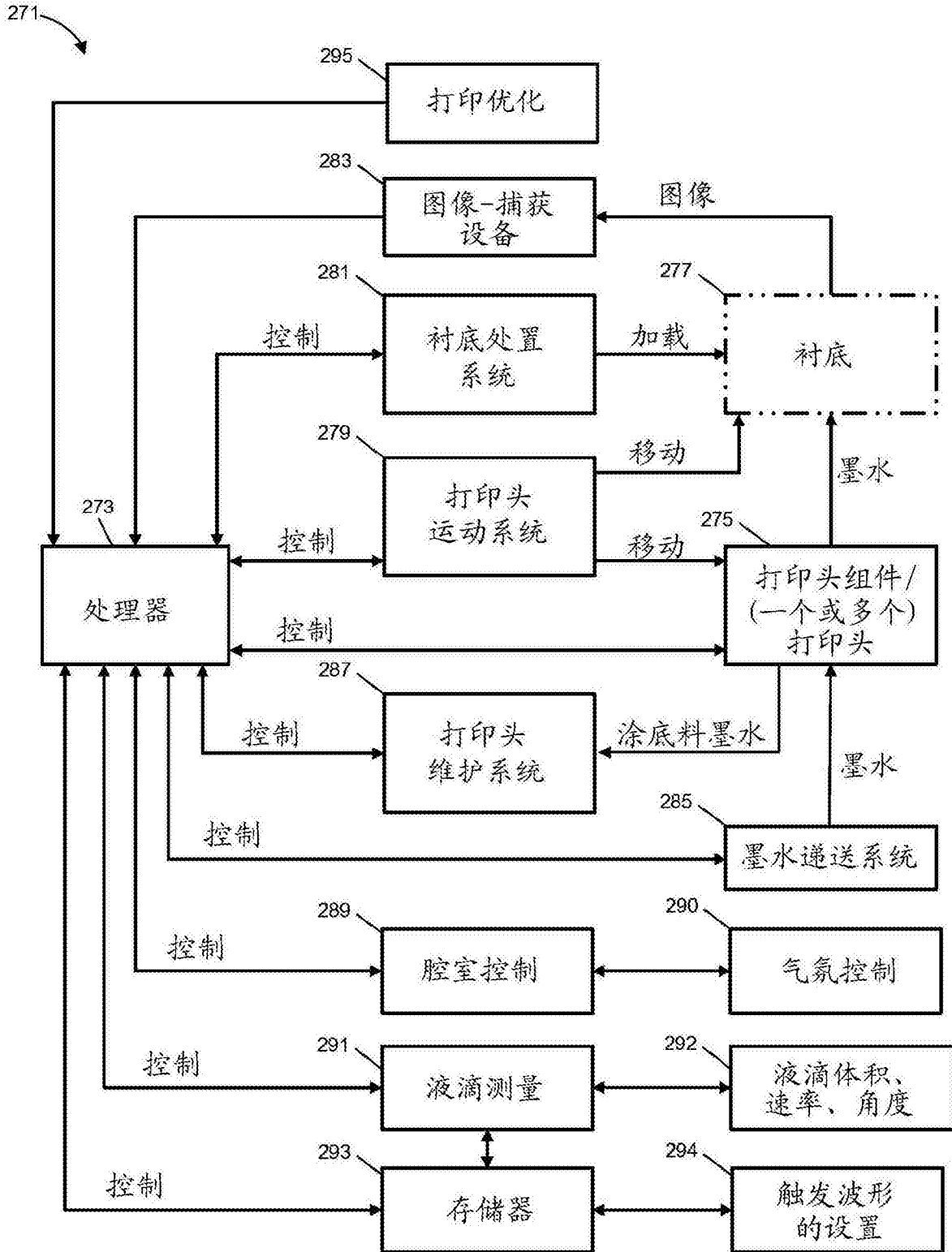


图2D

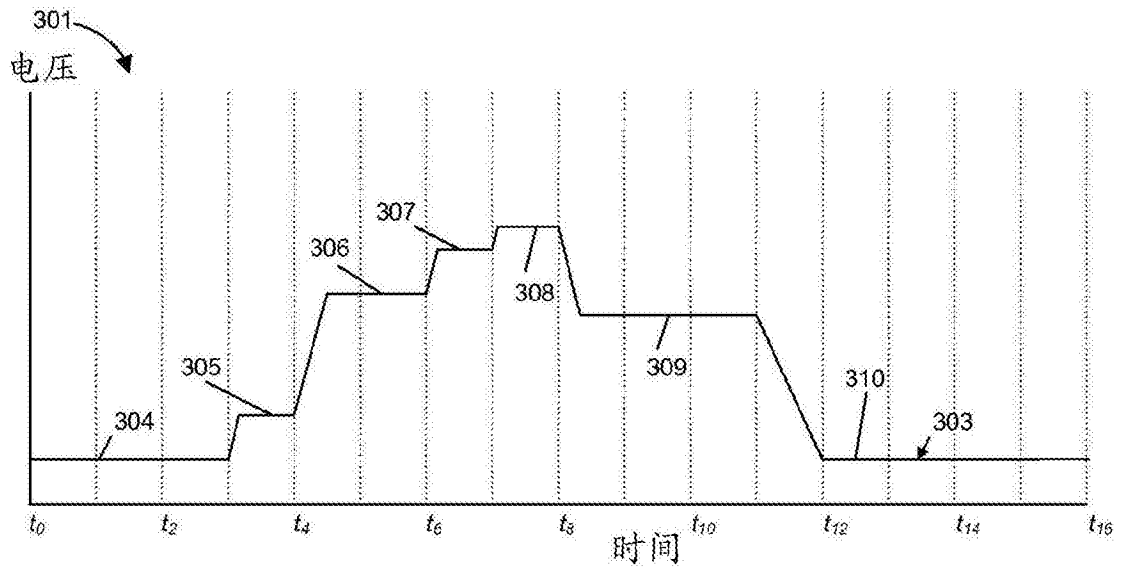


图3A

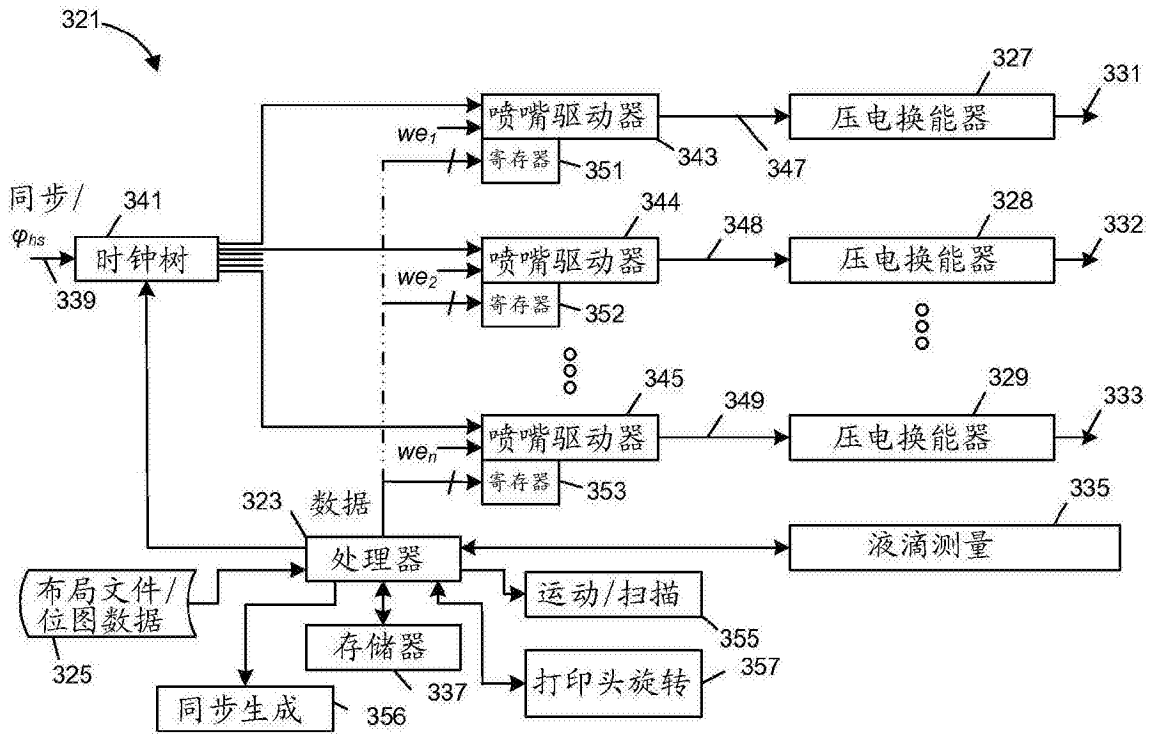


图3B

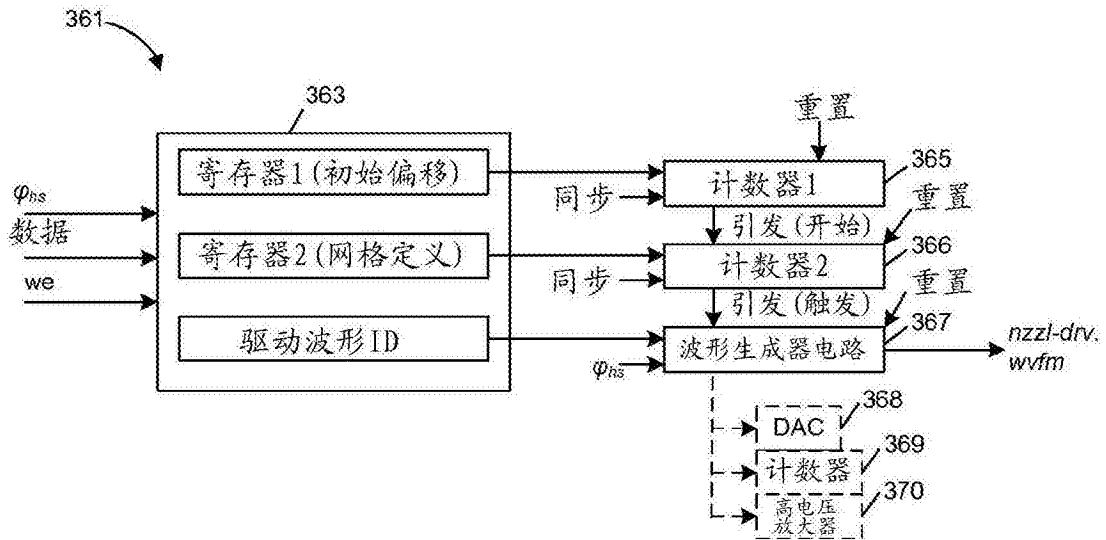


图3C

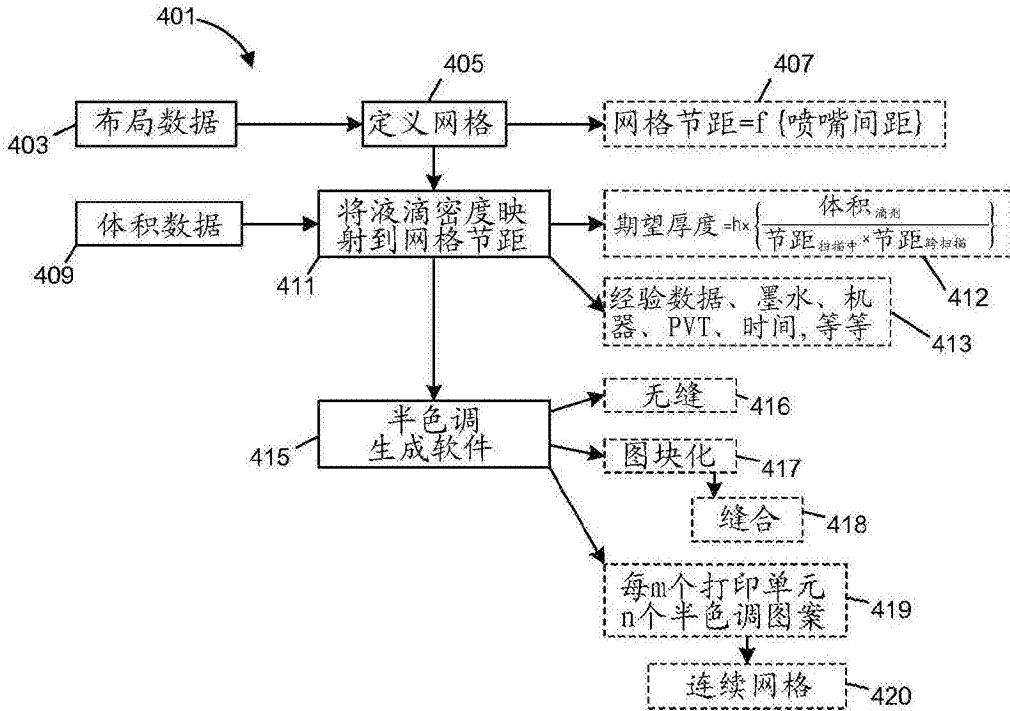


图4A

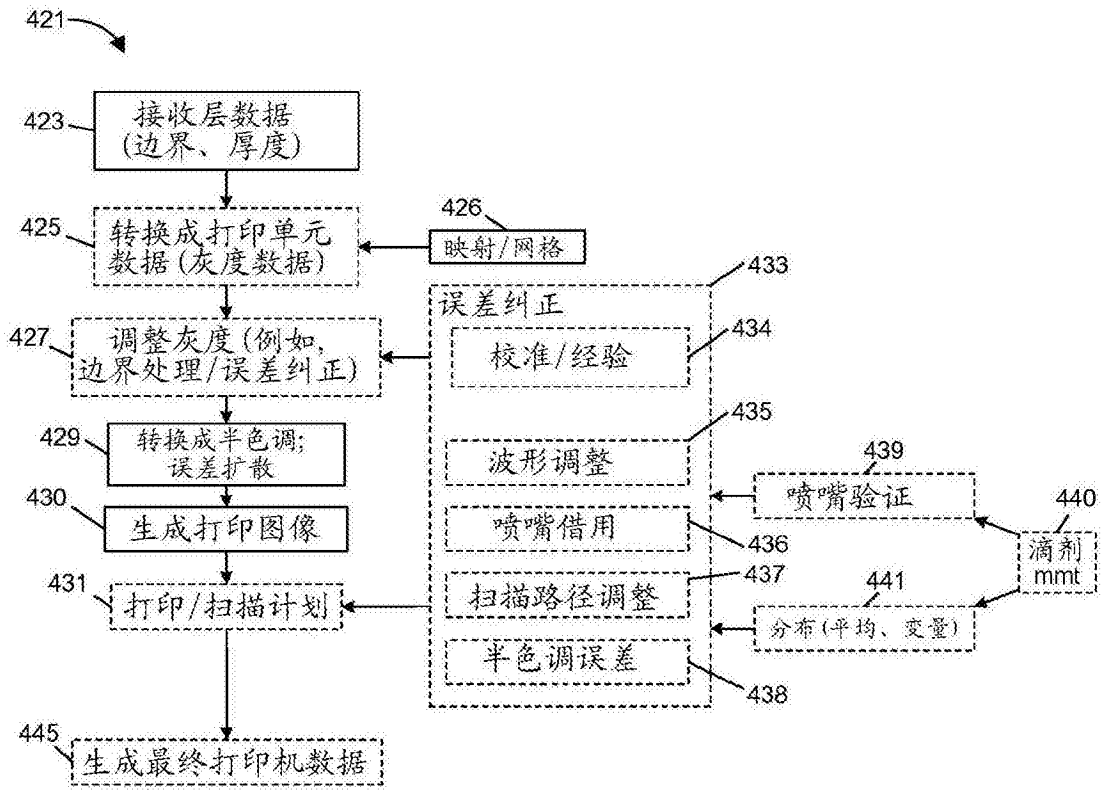


图4B

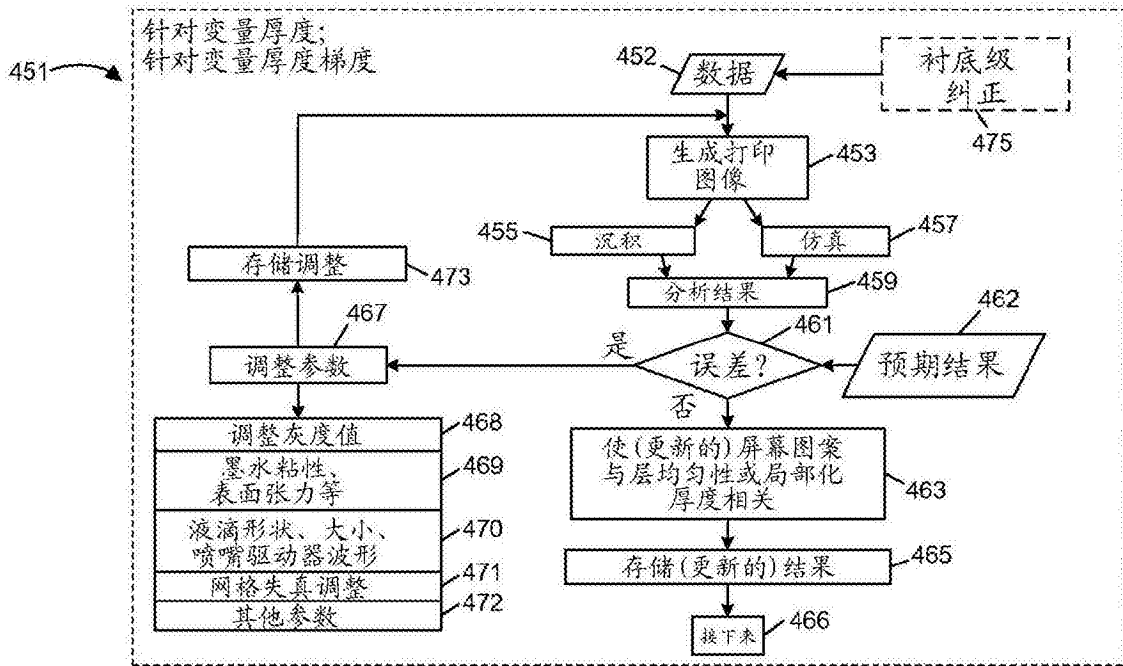


图4C

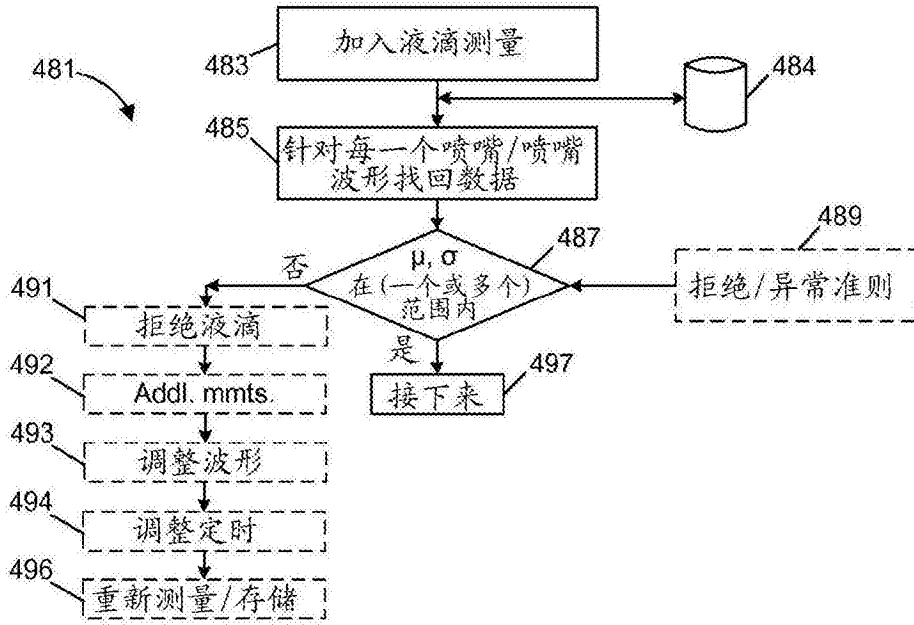


图4D

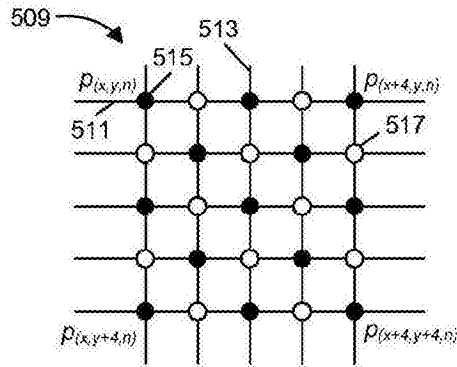


图5A

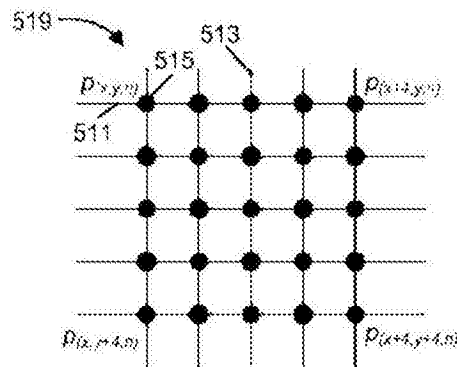


图5B

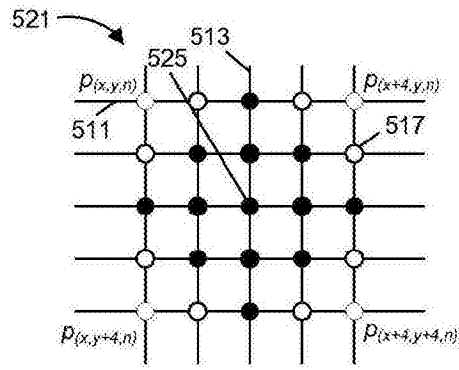


图5C

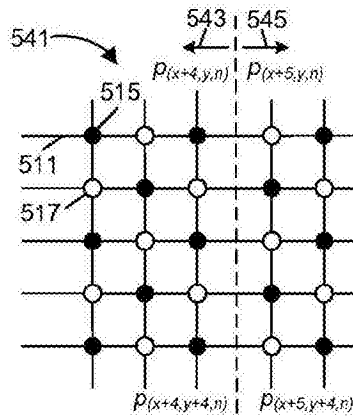


图5D

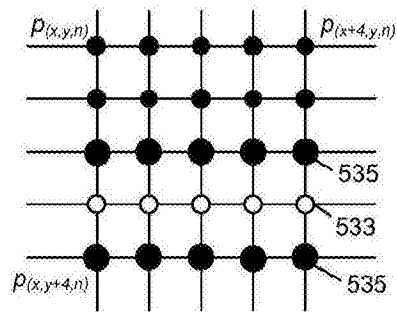


图5E

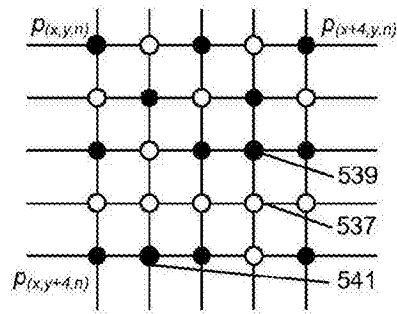


图5F

601

255	255	255	0	255	255	255	0
220	220	230	230	230	220	230	255
207	207	207	208	207	207	230	255
207	207	207	207	207	207	230	255
206	206	206	206	207	212	230	0
205	205	205	206	207	207	230	255
204	204	205	206	207	207	220	255
203	204	205	206	207	207	220	255

603

图6A

611

255	255	255	0	255	255	255	0
220	220	230	230	230	220	230	255
207	207	207	208	207	207	230	255
207	207	207	207	207	207	230	255
206	206	206	206	207	212	230	0
205	205	205	206	207	207	230	255
204	204	205	206	207	207	220	255
208	209	210	211	212	212	225	260

613

图6B

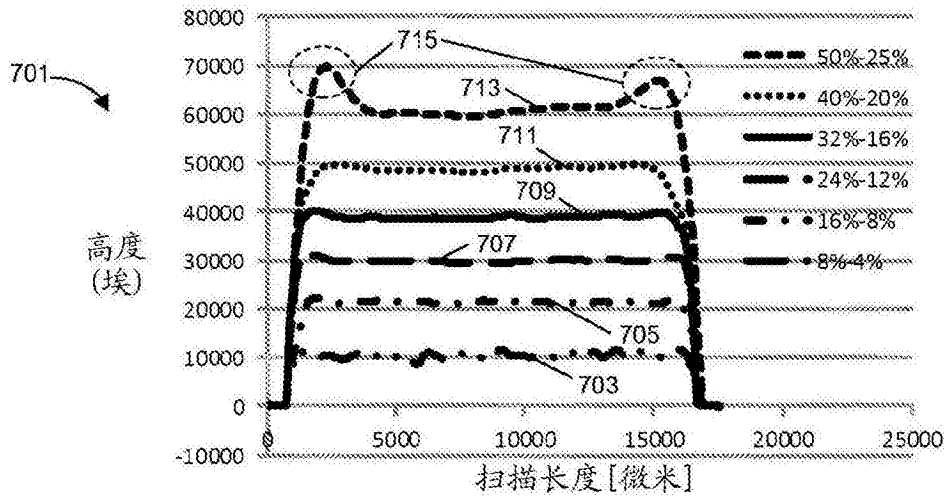


图7A

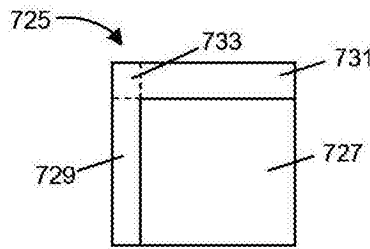


图7B

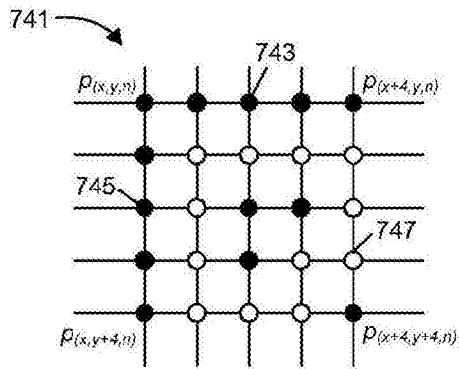


图7C

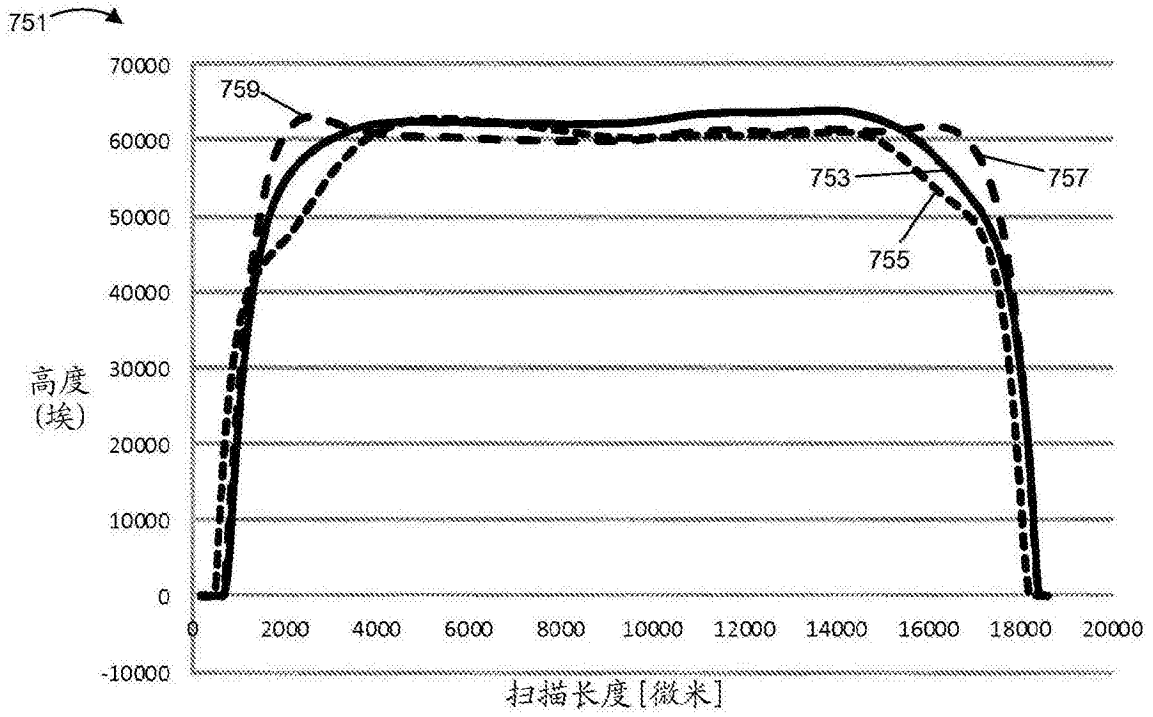


图7D

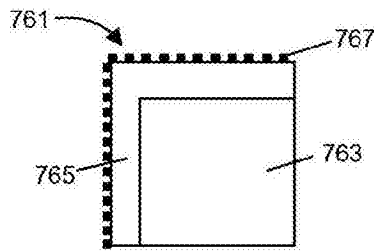


图7E

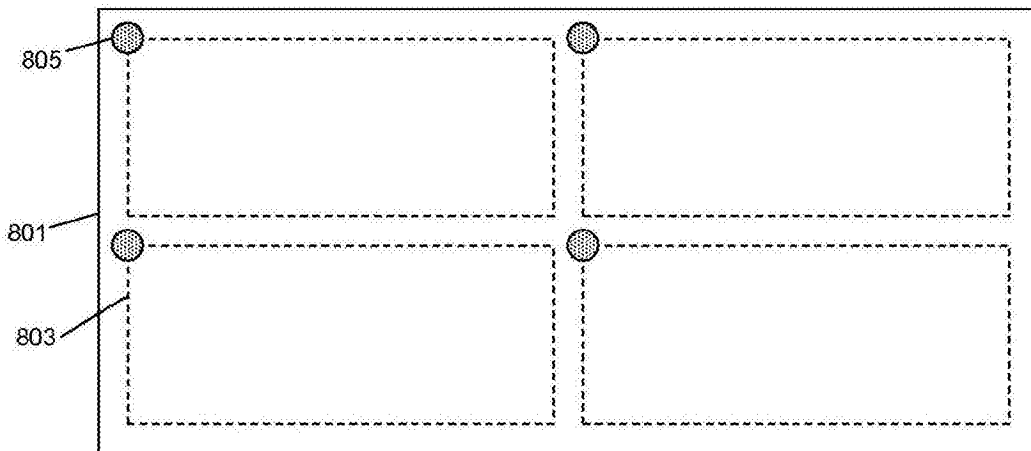


图8A

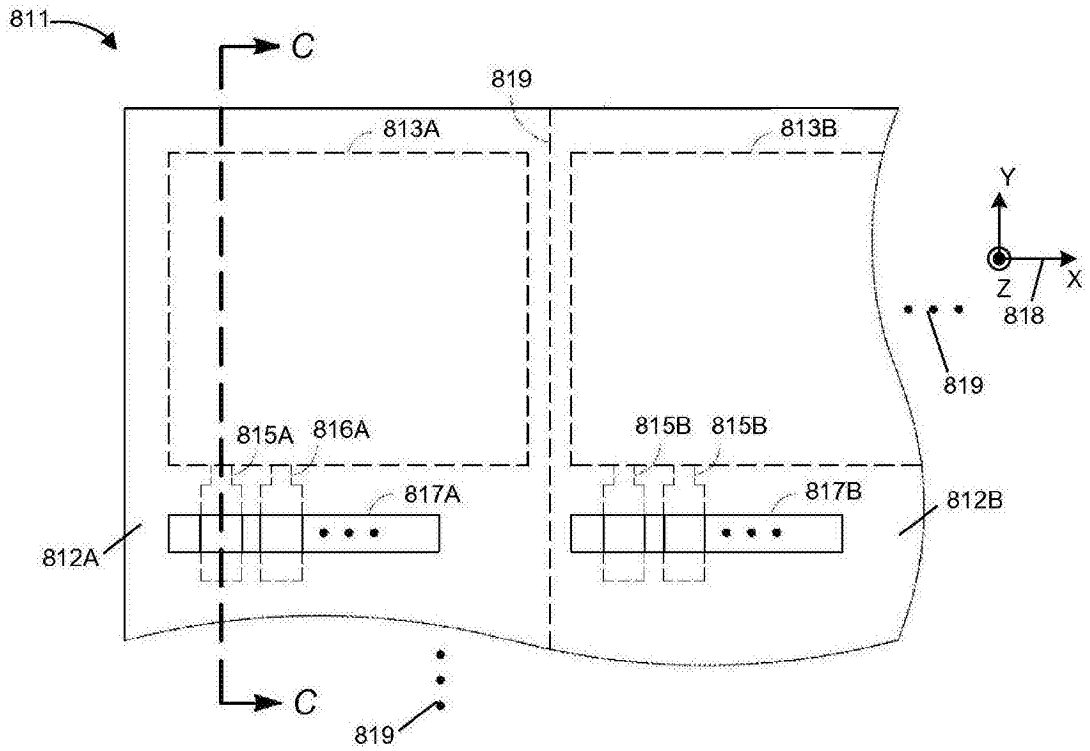


图8B

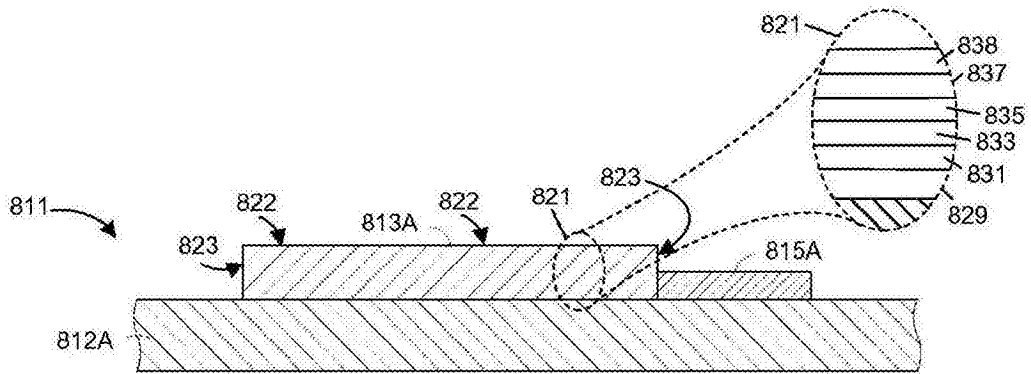


图8C

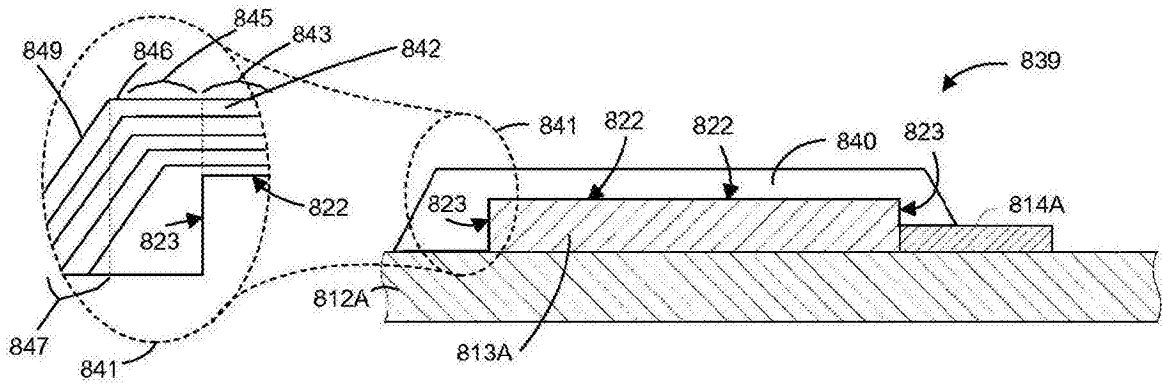


图8D

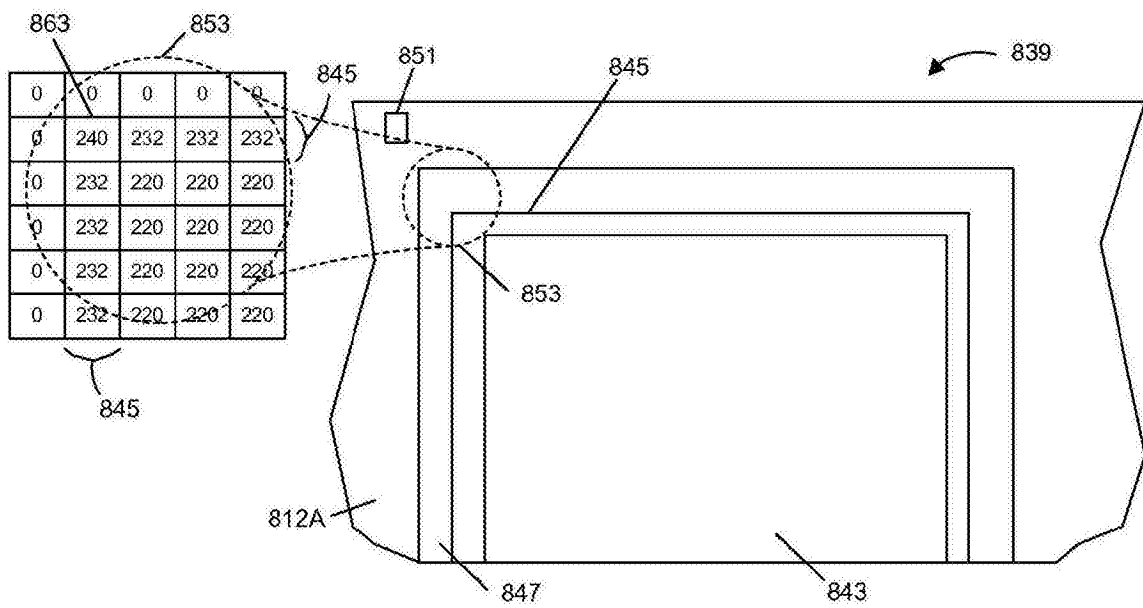


图8E

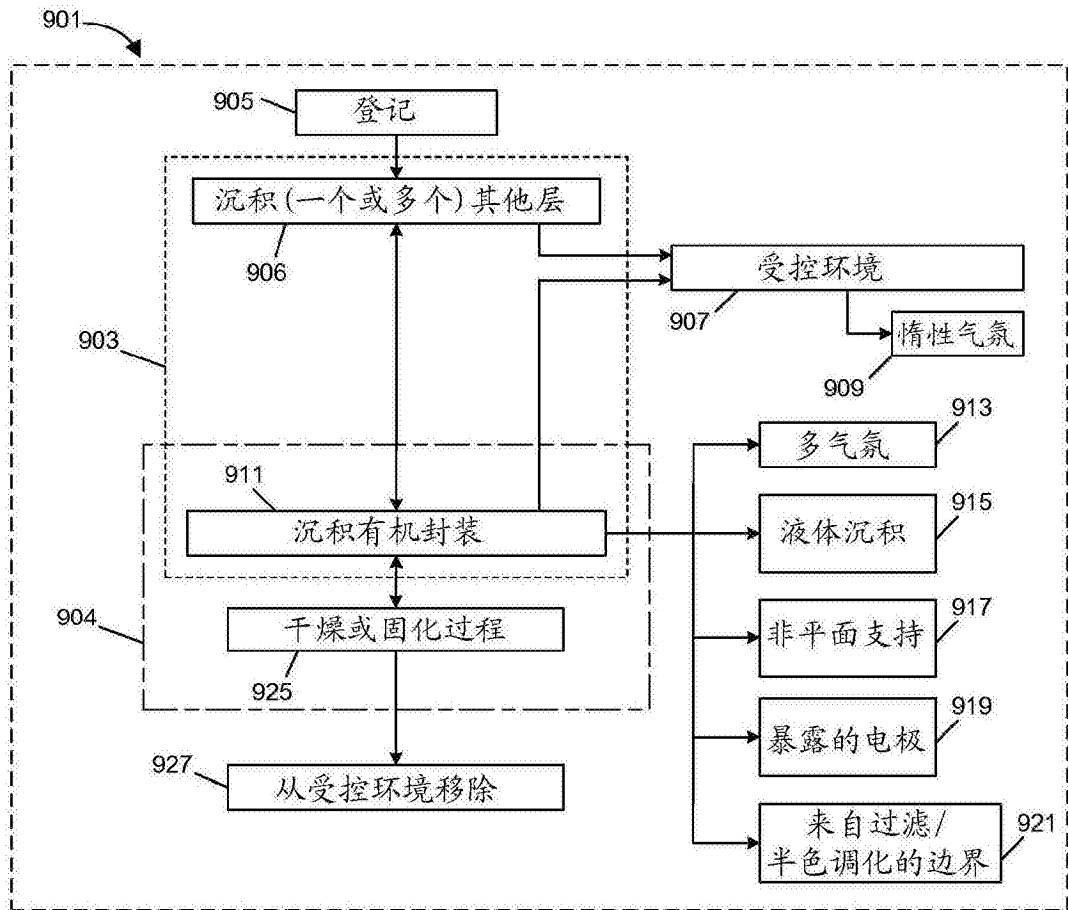


图9