



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113748025 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 22

(21) 申请号 202080031344.2

(22) 申请日 2020.05.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113748025 A

(43) 申请公布日 2021.12.03

(30) 优先权数据
1907185.1 2019.05.21 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.10.25

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2020/051234 2020.05.20

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/234592 EN 2020.11.26

(73) 专利权人 赛尔科技有限公司
地址 英国剑桥郡

(72) 发明人 尼古拉斯·马克·杰克逊
安格斯·康蒂 沃尔夫冈·沃特
安德鲁·科克斯 迈克尔·雷迪什

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262
专利代理师 李薇 杨明钊

(51) Int.Cl.
B41J 2/01 (2006.01)
B41J 29/393 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 101903181 A, 2010.12.01
EP 0163297 A2, 1985.12.04
JP 2000086956 A, 2000.03.28
US 2006152541 A1, 2006.07.13
US 2006221137 A1, 2006.10.05
US 4860027 A, 1989.08.22
CN 106956509 A, 2017.07.18
EP 3330329 A2, 2018.06.06
US 2010165020 A1, 2010.07.01
WO 2006075477 A1, 2006.07.20

审查员 刘献杰

权利要求书3页 说明书21页 附图7页

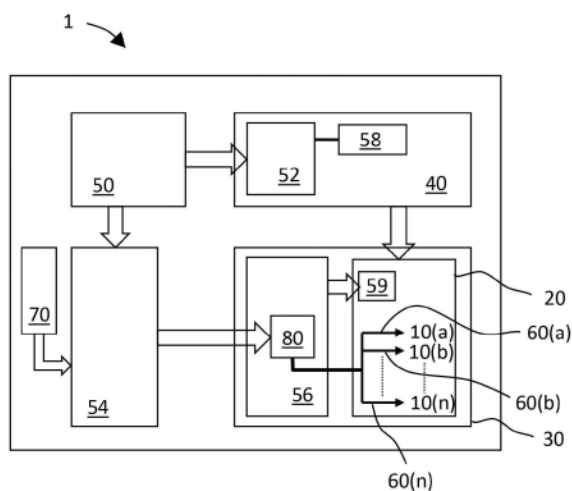
(54) 发明名称

为高粘度流体优化的压电微滴沉积设备及方法和控制系统

(57) 摘要

一种微滴沉积设备包括微滴沉积头、流体供应部和控制器,其中:微滴沉积头包括各自有喷嘴的一个或多个流体室、有进入头的流体入口且终于一个或多个喷嘴的流体入口路径及始于一个或多个喷嘴且终于头的流体返回部的流体返回路径;每个流体室包括两个相对室壁,其包括压电材料且在施加电驱动信号时可变形以从喷嘴喷射微滴;流体供应部被配置成以根据流体入口和流体返回部之间测量的压差向流体入口供应流体;且控制器被配置成向压电室壁施加驱动信号使得一个或多个喷嘴在20℃和90℃之间的喷出温度沉积具有在45mPa·s至130mPa·s范围内粘度的流体的微滴,且其中由

流体供应部施加的压差导致以50ml/min和200ml/min之间的流量进入流体返回部的流体返回流。还提供操作微滴沉积设备的方法及执行该方法的控制系统。



1. 一种微滴沉积设备,包括微滴沉积头、流体供应部、控制器和驱动信号生成电路,其中:

所述微滴沉积头包括各自具有喷嘴的一个或更多个流体室、具有进入所述微滴沉积头的流体入口并且终止于一个或更多个喷嘴的流体入口路径以及始于所述一个或更多个喷嘴并且终止于所述微滴沉积头的流体返回部的流体返回路径;

每个流体室包括两个相对的室壁,所述室壁包括压电材料并且在施加电驱动信号时是可变形的,以便在使用中从所述喷嘴中喷射流体微滴;以及

所述流体供应部被配置成,在使用中以根据在所述流体入口和所述流体返回部之间测量的压差向所述流体入口供应流体;

其中,所述控制器被配置成向所述室壁施加驱动信号,使得在使用中,所述一个或更多个喷嘴在20°C和90°C之间的预定义的喷出温度沉积具有在从45mPa·s至130mPa·s范围内的粘度的流体的微滴;

其中,所述驱动信号生成电路被配置成修改所述驱动信号,以在室壁致动率变化期间控制微滴速度,从而在使用中,保持所喷射的微滴的微滴速度基本上等于预定义微滴速度;并且

其中,在使用中由所述流体供应部施加的压差导致以在50ml/min和200ml/min之间的流量进入所述流体返回部中的流体返回流。

2. 根据权利要求1所述的微滴沉积设备,其中,在使用中,所述流体供应部被配置成将所述流体加热至在20°C至90°C的范围内的相应温度,并且以45mPa·s至130mPa·s的对应粘度将加热的流体提供至所述流体入口。

3. 根据权利要求1所述的微滴沉积设备,其中,所述微滴沉积头还包括加热器,所述加热器被配置成在使用中将所述流体加热至喷出温度。

4. 根据权利要求1所述的微滴沉积设备,其中,在30°C时具有在60mPa·s至660mPa·s的范围内的粘度的流体的微滴能够使用所述微滴沉积设备被沉积。

5. 根据权利要求1所述的微滴沉积设备,被配置使得在使用中,在所述流体入口和所述流体返回部之间的流体阻力等于或低于800毫巴/(ml·min)每流体室。

6. 根据权利要求1所述的微滴沉积设备,被配置使得在使用中,所述驱动信号的最大峰间电压小于或等于35V,从而以11m/s的微滴喷射速度喷射在7p1至120p1之间的体积的微滴。

7. 根据权利要求1所述的微滴沉积设备,被配置成在使用中,沉积具有大于1.5的奥内佐格数的流体。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的微滴沉积设备,其中,所述驱动信号根据第一、高沉淀的驱动模式被施加,并且所述微滴沉积设备被配置使得在使用中,所述流体室内的流体在20°C和90°C之间的喷出温度具有在45mPa·s到多达并且包括130mPa·s的范围内的粘度。

9. 根据权利要求1至7中任一项所述的微滴沉积设备,其中,所述驱动信号根据第二、三周期的驱动模式被施加,并且所述微滴沉积设备被配置使得在使用中,所述流体室内的流体在20°C和90°C之间的喷出温度具有在45mPa·s到多达并且包括65mPa·s的范围内的粘度值。

10. 根据权利要求9所述的微滴沉积设备,被配置成在使用中,沉积具有大于1且小于2的奥内佐格数的流体的微滴。

11. 根据权利要求10所述的微滴沉积设备,被配置成在使用中,沉积具有大于1.5的奥内佐格数的流体的微滴。

12. 根据权利要求8所述的微滴沉积设备,被配置成在使用中,沉积具有大于0.44且小于4的奥内佐格数的流体的微滴。

13. 根据权利要求12所述的微滴沉积设备,被配置成在使用中,沉积具有大于0.44且小于2.5的奥内佐格数的流体的微滴。

14. 根据权利要求12所述的微滴沉积设备,被配置成在使用中,沉积具有大于1.5的奥内佐格数的流体的微滴。

15. 根据权利要求1至7中任一项所述的微滴沉积设备,其中,所述微滴沉积头还包括所述驱动信号生成电路,其中所述控制器被配置成接收由所述驱动信号生成电路消耗的电流值,并且响应于所述电流值确定所述驱动信号的修改的峰间电压,以便在使用中修改所喷射的微滴的微滴速度。

16. 根据权利要求15所述的微滴沉积设备,其中,所述驱动信号生成电路被配置成从所述控制器接收所述修改的峰间电压,并且生成具有所述修改的峰间电压的驱动信号,以便在使用中修改所述喷射的微滴的微滴速度。

17. 根据权利要求1至7中任一项所述的微滴沉积设备,其中,第一驱动模式具有的最大峰间驱动电压低于第二驱动模式的最大峰间驱动电压,以在使用中喷射相同速度的微滴。

18. 一种用于操作权利要求1至17中任一项所述的微滴沉积设备的方法,所述方法包括以下步骤:

向所述微滴沉积头的所述流体室供应流体,以便导致以在50ml/min和200ml/min之间的流量通过每个流体室的流体的再循环流;

在向所述微滴沉积头的所述流体入口供应所述流体之前和/或之后,向所述流体提供加热,使得所述流体室中的所述流体处于在20°C和90°C之间的预定义的喷出温度,并且对应于在从45mPa·s至130mPa·s的范围内的粘度;以及

向所述流体室的一个或更多个流体室的压电壁施加驱动信号以便以一个或更多个微滴的形式喷射被供应到所述流体室的所述流体中的一些,所述一个或更多个微滴在20°C和90°C之间的喷出温度具有从45mPa·s至130mPa·s的范围内的粘度,并且以在50ml/min和200ml/min之间的流量将被供应到所述流体室但未被喷射的多余的流体返回到所述微滴沉积头的所述流体返回部;

其中,所述驱动信号生成电路被配置成修改所述驱动信号,以在室壁致动率变化期间控制微滴速度,从而保持所喷射的微滴的微滴速度基本上等于预定义微滴速度。

19. 根据权利要求18所述的方法,所述方法还包括所述驱动信号生成电路基于所述室壁的致动的占空比向所述控制器提供电流信号,其中所述控制器响应于电流值调节所述驱动信号的峰间电压,以便保持所喷射的微滴的微滴速度基本上等于所述预定义微滴速度。

20. 根据权利要求18所述的方法,所述方法还包括:加热所述流体供应部中的所述流体,使得到达所述流体室的加热的流体基本上处于所述预定义的喷出温度。

21. 根据权利要求18至20中任一项所述的方法,所述方法还包括在所述微滴沉积头上加热所述流体,使得到达所述流体室的加热的流体基本上处于所述预定义的喷出温度。

22. 一种用于执行根据权利要求18至21中任一项所述的方法的控制系统,所述控制系统包括所述控制器和所述驱动信号生成电路,其中所述控制器被配置成从所述驱动信号生成电路接收所述预定义的微滴速度和电流值,并且响应于所述电流值和所述预定义的微滴速度,基于存储的测试数据来确定修改的峰间电压;并且

其中,所述驱动信号生成电路被配置成接收所述修改的峰间电压,并且生成具有所述修改的峰间电压的驱动信号,使得在使用中所生成的驱动信号修改从所述微滴沉积头的所述一个或多个流体室的所述一个或多个喷嘴中喷射的微滴的微滴速度,从而保持所喷射的微滴的微滴速度基本上等于所述预定义的微滴速度;并且

其中,所述控制器还被配置成向所述室壁施加所述驱动信号,使得在使用中,所述喷嘴在20°C和90°C之间的所述预定义的喷出温度沉积具有在从45mPa·s至130mPa·s的范围内的粘度的流体的微滴。

23. 根据权利要求22所述的控制系统,还包括加热器和加热器控制器,其中所述加热器被配置成在使用中加热被提供至所述流体室的流体,并且所述加热器控制器被配置成从所述控制器接收操作数据,其中所述操作数据基于所述预定义的微滴速度和所述驱动信号生成电路的电流值,所述加热器控制器还被配置成基于所述操作数据控制所述加热器,以便在使用中将所述流体室中的流体加热至基本上所述预定义的喷出温度。

24. 根据权利要求22所述的控制系统,还包括用于控制流体供应部的流体供应控制器,所述流体供应部被配置成在使用中以根据在所述流体入口和所述流体返回部之间测量的压差向所述流体入口供应流体,其中所述流体入口路径开始于进入所述微滴沉积头的所述流体入口,并且终止于所述一个或多个喷嘴,并且其中所述流体返回路径开始于所述一个或多个喷嘴,并且终止于所述微滴沉积头的流体返回部,并且其中在使用中由所述流体供应部施加的压差导致以在50ml/min和200ml/min之间的流量进入所述流体返回部的流体返回流。

25. 根据权利要求22所述的控制系统,其中,所述驱动信号生成电路被包括在头控制电路内。

26. 根据权利要求25所述的控制系统,还包括加热器和加热器控制器,其中所述加热器被配置成在使用中加热被提供给所述流体室的流体,并且所述加热器控制器被配置成从所述控制器接收操作数据,

其中,所述操作数据基于所述预定义的微滴速度和所述驱动信号生成电路的电流值,所述加热器控制器还被配置成基于所述操作数据控制所述加热器,以便在使用中将所述流体室中的流体加热至基本上为所述预定义的喷出温度;

其中,所述加热器被定位在所述微滴沉积头上,并且所述加热器控制器被包括在所述微滴沉积头的所述头控制电路内。

27. 根据权利要求22至26中任一项所述的控制系统,其中,所述驱动信号生成电路被配置成生成具有修改的峰间电压的驱动信号,使得在使用中,所生成的驱动信号导致基本上等于所述预定义的微滴速度的微滴速度。

为高粘度流体优化的压电微滴沉积设备及方法和控制系统

发明领域

[0001] 本公开内容涉及一种适合于印刷高粘度流体的压电微滴沉积设备 (piezoelectric droplet deposition apparatus)、操作该设备的方法及用于其的控制系统。微滴沉积设备可以特别适用于需要高分子量聚合物组分流体的应用中, 诸如3D印刷和光聚合物喷出 (photopolymer jetting)。

[0002] 背景

[0003] 喷墨行业不断发展, 以满足需要诸如提高的生产率和降低的成本的新能力的、新且有挑战性的应用的需求。

[0004] 一个已经长期确立的原则是, 由于穿过喷嘴的流的流体阻力, 压电喷墨印刷头被限制为沉积具有低于 $30\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的粘度 (奥内佐格数 (Ohnesorge number) $Oh < 1$) 的流体的微滴, 该流体阻力导致过度的驱动电压要求或来自不能补充墨通道 (ink channel) 的墨不足 (ink starvation)。这限制了印刷机械上坚韧的和柔性的部件的能力, 这样的部件需要诸如树脂的流体, 该树脂包含高分子量聚合物链并且具有远高于常规喷墨流体的粘度。

[0005] 概述

[0006] 本发明的各方面在所附的独立权利要求中陈述, 而本发明的具体实施方式在所附的从属权利要求中陈述。

[0007] 在一个方面中, 以下公开内容描述了一种微滴沉积设备, 其包括微滴沉积头、流体供应部和控制器; 其中: 微滴沉积头包括各自具有喷嘴的一个或更多个流体室、具有进入头的流体入口并且终止于一个或更多个喷嘴的流体入口路径以及始于一个或更多个喷嘴并且终止于头的流体返回部的流体返回路径; 每个流体室包括两个相对的室壁, 室壁包括压电材料并且在施加电驱动信号时可变形, 以便从喷嘴中喷射流体微滴; 流体供应部被配置成以根据在流体入口和流体返回部之间测量的压差向流体入口供应流体; 并且控制器被配置成向压电室壁施加驱动信号, 使得一个或更多个喷嘴在 20°C 和 90°C 之间的喷出温度 (jetting temperature) 沉积具有在从 $45\text{mPa}\cdot\text{s}$ 至 $130\text{mPa}\cdot\text{s}$ 范围内的粘度的流体的微滴, 并且其中由流体供应部施加的压差导致流体返回流以在 $50\text{ml}/\text{min}$ 和 $200\text{ml}/\text{min}$ 之间的速率进入流体返回部。

[0008] 还提供了操作微滴沉积设备的方法以及用于执行该方法的控制系统。

[0009] 附图简述

[0010] 现在参照附图, 在附图中:

[0011] 图1是对于标准流体D和E、显影流体 (development fluid) A、B、C、F、G和K以及市售流体如H、L和M的粘度对温度的图;

[0012] 图2是图1的数据的粘度的变化率对温度的图;

[0013] 图3是对于流体A、B、C、D、E、F、G、H、K、L和M的韦伯数对雷诺数的图;

[0014] 图4是使用高粘度流体的对于第一驱动模式的在飞行中的微滴的图像;

[0015] 图5是用于测试流体的印刷头的低流体阻力再循环流动部件的示意性横截面;

[0016] 图6是沿着图5的截面D-D' 截取的示意性平面图;

[0017] 图7是具有根据图5和图6的原理的流动部件的低流体阻力压电印刷头的三维视图；

[0018] 图8(a) - 8(b) 是操作微滴沉积设备的第一模式的表示,其图示了产生第一图案的室壁移动；

[0019] 图9(a) 是包括适合于图8(a) - 8(b) 中图示的第一驱动模式的子微滴脉冲(sub droplet pulse)的驱动脉冲的图示；

[0020] 图9(b) 是被施加到图8(a) - 8(b) 的前五个室壁的驱动脉冲的图示；

[0021] 图10(a) - 10(b) 是根据与图8(a) - 8(b) 中所图示的相同实例但是使用不同的输入数据来操作微滴沉积设备的第一模式的图示；

[0022] 图11(a) - 11(c) 是操作微滴沉积设备的第二模式的表示,其图示了用于3周期印刷的室壁移动；

[0023] 图12是被施加到图11(a) - 11(c) 的每个周期的驱动脉冲的图示；

[0024] 图13是本文描述的微滴沉积设备的框图；以及

[0025] 图14是用于本文描述的微滴沉积设备的控制系统的框图。

[0026] 在附图中,相同的元件始终由相同的参考数字指示。

[0027] 详细描述

[0028] 现在将参照图1-图14描述实施方案及其多种实施方式的功能。

[0029] 出乎意料地,发明人已经意外地发现用某些类型的压电喷墨印刷头喷出高粘度流体是可能的,只要采用某些特定的条件和组合。这允许具有大于1的奥内佐格数的、高粘度的流体的稳定喷射。

[0030] 与预期相反地,发现印刷头可以被设计成具有经过喷嘴的流体再循环,该喷嘴在其流体入口和流体返回部之间具有压差,并且具有足够低的流体阻力以允许喷出高粘度流体。在这样的印刷头中,发现经过喷嘴的再循环允许足够高的流体流量,这确保了流体向压力室的恒定供应和连续的喷嘴补充,比单独的粘性流更快地重新填充喷嘴。测试的印刷头具有压力室,在压力室中,相对的室壁包含压电材料,并且这些活动壁(active wall)能够在施加电压信号时变形。每个壁对于相邻的室也是活动壁,这意味着每个壁在两个室之间共享。壁在V形剪切模式(chevron shear-mode)下最有效地操作,并且发现印刷头能够喷出具有大于1并且甚至大于2的奥内佐格数(Oh)的流体。在用于测试高粘度流体的印刷头中,压力室是长形的,并且在相对的端部处对墨歧管(ink manifold)开放,并且相对的侧壁变形以在声学模式下喷射微滴:两个压力脉冲从室的两端生成,并且它们加强位于在室的中心处的喷嘴处的微滴喷射脉冲。这种声学操作最大化流体向喷嘴的供应,并且最小化喷射微滴所需的能量。

[0031] 此外,发现第一驱动模式特别适合于喷出非常高粘度的流体。使用近共振的单周期操作“高沉淀(High Laydown) (HL)”模式允许喷出超过 $60\text{mPa} \cdot \text{s}$ 和多达约 $126\text{mPa} \cdot \text{s}$ 的流体,其中奥内佐格数 $Oh > 2$ 高达2.5,同时显示稳定的微滴形成,几乎没有飞墨或卫星式墨滴(satellite)。在其他实例中,“高沉淀(HL)”模式还允许喷出多达约 $130\text{mPa} \cdot \text{s}$ 的流体,其中奥内佐格数高达3或高达4。图4中示出了对于这种驱动模式在飞行中成像的微滴。此外,这种第一印刷模式使得用于本文描述的测试的压电印刷头能够以 423mm/s 的扫描速度在单次通过(single pass)中印刷多达 $80\mu\text{m}$ 的厚度的光聚合物的全部层。

[0032] 还另外地,通过提高喷出温度,即流体穿过流体室时该流体的温度,能够喷出具有在30℃时超过600mPa·s的粘度的流体。这使得特别配制的流体的印刷能够以高分辨率和高速度实现改善的机械韧性和柔性,以及潜在地使得一些现有的立体平版印刷3D印刷树脂能够用压电微滴沉积头来印刷。

[0033] 流体参数

[0034] 使用具有端部开放的再循环压力室的低流体阻力喷墨印刷头所测试的流体相对于它们对温度的性质进行了分析(以评估在潜在喷出温度处的性质),并且与如下的标准喷墨流体进行了比较。图1示出了对于被标记为A、B、C、D和E并且对应于表3中列出的流体的五种不同流体的粘度相对于温度的图。流体A和流体B是由BASF制造的高粘度显影流体,并且在30℃时,其粘度为293mPa·s(流体B)和656mPa·s(流体A)。同样由BASF制造的流体C、流体F、流体G、流体L和流体M具有在30℃时分别为74mPa·s、156mPa·s、108mPa·s、63mPa·s和119mPa·s的中等粘度。由DeIco制造的流体H具有在30℃时182mPa·s的中等粘度,而流体K具有在30℃时72mPa·s的中等粘度。流体D和流体E是标准喷墨流体,其具有在30℃时32mPa·s或更低的粘度。流体D(Sunjet ULX5832青色)是标准UV墨;流体E(Itaca MA5115)是标准陶瓷墨。表3中提供了流体的信息标号(key)。

[0035] 图1还示出了粘度极限(viscosity limit)L1、L2和L3。L1指示了约30mPa·s的“传统”极限,高于该极限,常规的喷墨头被认为不能提供稳定的、良好质量的微滴。发明人已经发现,与预期相反地,高于L1,可以喷出高得多粘度的流体:对于一种驱动模式(3周期模式),高达约L2(65mPa·s),并且对于另一种单周期的驱动模式,高达约L3(126mPa·s)。在其他实例中,L3可以是130mPa·s。图1中高于90℃的流体温度的灰色区域指示了最高温度,高于该最高温度,流体可能降解并且微滴无法喷射。这可能例如是由于UV固化的流体在印刷头内热固化。在表2中还列出了用于绘制图1的值,以便于在后面的描述中参照。降解的实际值取决于具体的流体和流体温度。

[0036] 从图1中可以看出,提高流体粘度的平台(plateau)不仅仅是将图1的图中的粘度曲线向上移动,它还将其移动到较高的温度,这意味着当平台处的粘度总体增加时,平台本身的开始被移动到较高的温度。

[0037] Xaar 1003系列的两种类型的流体再循环印刷头被用于测试高粘度流体,它们仅在喷嘴体积上不同,并且对于第一印刷模式(HL模式)喷射7.5p1子微滴(“GS6”)和15p1(“GS12”)子微滴,并且在第二印刷模式下喷射6p1子微滴(“GS6”)和12p1(“GS12”)子微滴(3周期模式)。另外,对于这两种印刷头的流体流动路径是相同的。每个印刷头具有1000个喷嘴,每个压力室一个喷嘴,该喷嘴排列成每排500个喷嘴的两个平行的排。压力室是长形的并且在压力室的相对的端部处对流体流开放,而压力室的横截面没有变化。每个压力室在相对的长形侧面处由包含压电材料的室壁界定。当由驱动信号的驱动脉冲致动时,这些壁变形导致微滴从喷嘴中的喷射。这种构造还被称为“共享壁”,其指的是每个压电壁在两个相邻的室之间被共享。压电材料在垂直于室的伸长方向和垂直于喷嘴的排方向的方向上被极化(poled),即在Xaar 1003头的情况下,在喷嘴轴的方向上被极化。这导致剪切模式变形。通过构建压电壁使得它们由在一个方向上被极化的上部部分和在相反方向上被极化的下部部分形成,使得当沿着垂直于伸长方向的室的横截面观察时,变形是“V形的”,从而使这种模式最有效。Xaar 1003印刷头系列能够以有效共享壁的“V形”剪切模式操作。现在将

参照图5、图6和图7更详细地描述Xaar 1003头的流动路径。

[0038] 再循环流动路径

[0039] 关于端部开放的压力室再循环,在W0 00/38928中示出并描述了这样的印刷头的实例。W0 00/38928教导了流体可以被注入到入口歧管中并且经由返回歧管返回,其中歧管是每个压力室所共用的并且经由每个压力室连接,以便在印刷头操作期间生成穿过每个室并且因此经过每个喷嘴的流体流。

[0040] 在图5和图6中示意性地图示了印刷头30(诸如Xaar 1003)的流体路径,其中图5是穿过流动部件20的横截面,该流动部件20沿着压力室10的伸长方向并且沿着图6中所示的截面E-E'将压力室10一分为二。对于如Xaar 1003的这种类型的印刷头,这是垂直于喷嘴6的排的方向。同时,图6是沿着图5的截面D-D'的流动部件的平面图,即,在喷嘴板16被移除的情况下向上看流动部件。

[0041] 流体经由设置在流动部件20的歧管部分19中的入口端口22进入印刷头的流动部件20。入口端口22是两排喷嘴6所共用的。在图5中,一排喷嘴6延伸到页面中(这里是方向y)。然后,流体作为入口流42行进穿过共用的入口12,并且分成两个流,这两个流以相反的方向(这里是沿着x)流过不同排的压力室10(图6中所指示的)。压力室被示出为在一个侧面上由壁8界定,并且在另一侧面上具有相同的壁。

[0042] 例如在W0 00/29217中详细地描述了用于形成压力室10和电极以及电极的触点的制造技术。简言之,室10在压电材料的基础部件(base component)中被加工,以便限定压电通道壁8。两排室在各自的压电材料的条中被形成,该压电材料的条被结合到基底15的平坦表面。为了寻址每个室壁,在室的壁上设置电极,从而由室壁8形成致动器,如例如从EP 0277703 A1中已知的,使得电信号可以选择性地被施加到壁。电极的断开允许每排的室壁借助于经由电输入(未示出)施加的电信号独立地操作。因此,室壁可以充当能够导致微滴喷射的致动器构件。基底15被形成有导电迹线(未示出),该导电迹线电连接到相应的室壁电极,并且延伸到基底15的边缘,其中对于每排室的相应的驱动电路(集成电路)位于所述边缘处。

[0043] 压力室10的排列在两排喷嘴之间是相同的。流体行进穿过每个压力室,并且离开压力室,以便一排作为返回流44a流入共用的返回部14a,并且另一排作为返回流44b流入共用的返回部14b。

[0044] 每个压力室10在其中心处或在其中心附近具有喷嘴6,喷嘴6设置在喷嘴板16中,喷嘴板16在一个侧面界定压力室。这在图6中更容易看到,图6示出了两排喷嘴的一部分,在Xaar 1003中,两排喷嘴各自延伸超过500个喷嘴。此外,图6以3周期模式图案示出了每排的喷嘴。三个相邻的喷嘴沿着压力室的伸长方向连续地偏移,对于后续的三个喷嘴的喷嘴组呈重复的图案。每组三个喷嘴中的喷嘴可以被称为A组、B组和C组喷嘴。下文将参照第二驱动模式(共享壁印刷头的3周期驱动模式)进一步描述这种分组。

[0045] 图6示出了在每个侧面上由室壁8界定的每个室10。入口12被示出为具有在微滴喷射方向上(沿着z)的共用流42的流动指示,然后该共用流42分开以流过每个室10。返回流离开每个室10,并且与来自同一排的其他返回流组合以形成返回流44。返回流44通过共用返回部14并且进入共用返回端口24。

[0046] 当室壁被提供有驱动信号时,壁8变形,并且微滴从喷嘴6喷射。经过喷嘴的、贡献

于返回流44的流量大于以微滴形式从喷嘴6喷射的流量,这允许印刷头以“再循环”模式操作。为此,对经由入口管23(在图7中示出)进入入口端口22的流体施加正压,并且对经由返回端口24和返回管25返回的流体施加负压。在Xaar 1003的情况下,两个返回端口24a、24b连接到下游以流入一个组合的返回管25。正压和负压可以例如由连接到印刷头30的入口管和返回管的外部流体供应部来提供。当穿过室10的流体流量高于来自室的墨喷射的流量,并且在一些情况下可以是该流量的五倍或十倍时,提供如本文提及的流体再循环。

[0047] 应当注意的是,(未致动的)压力室的横截面保持恒定,并且每个压力室10的每个“开放的端部”18a、18b提供进入压力室10的开口,该开口具有与压力室本身相同的横截面。对于Xaar 1003印刷头系列,该横截面对于1.8mm的室长度是 0.0225mm^2 。对于Xaar 1003印刷头GS6和GS12,具有其两个平行排的歧管的整个印刷头的所得流体阻力是约0.8毫巴/(ml·min)。这意味着每个歧管排的阻力是1.6毫巴/(ml·min),并且每个室具有800毫巴/(ml·min)的流体阻力。

[0048] 图7从下方以三维透视图示了印刷头30,使得可以看到具有两排喷嘴6的喷嘴板16,以及流动部件20的入口管23和组合的返回管25。管被示出为具有盖26、28,例如在运输期间使用的盖。

[0049] 接下来,将描述第一驱动模式和第二驱动模式,其被发现适合于从再循环头(诸如Xaar 1003)喷出高粘度流体。

[0050] 高沉淀/第一模式

[0051] 图8(a)和图8(b)示出了根据第一驱动模式的方法,该方法先前在W0 2018/224821和W0 2019/058143中被详细地描述。在这种模式下,子微滴从每个压力室10中被喷射,对于每个压力室10,两个壁在相同的驱动信号内以相对的方向(opposing sense)向内移动。结果,在驱动信号持续时间内喷射的微滴全部沿着介质上的同一像素线(pixel line)降落。如由图8(a)和图8(b)中加粗的水平线所指示的,基于输入数据,喷嘴排内的某些室在施加驱动信号期间被指定为激发室(firing chamber)(在所示的实例中,室10(b)、10(c)、10(d)、10(h)、10(i)、10(l)),并且将在施加驱动信号期间沉积微滴,而剩余的室(在所示的实例中,室10(a)、10(e)、10(f)、10(g)、10(j)、10(k)、10(m)、10(n))被指定为非激发室。如从附图中明显的是,这种指定产生由加粗的水平线指示的一个或多个邻接的激发室的带(band),该带由一个或多个邻接的非激发室的带分开持续驱动信号的一个周期。

[0052] 在已经完成这种指定的情况下,某些室的壁然后由驱动信号致动。图8(a)和图8(b)示出了在驱动信号的致动周期中的相应点处的头。更具体地,图8(a)示出了在其中壁处于其运动的一个极端的致动周期中的点,而图8(b)示出了当壁处于相对的极端时,后来的周期的一部分的点。图8(a)和图8(b)相应的驱动信号在图9(a)-9(b)中图示。

[0053] 图9(a)示出了由子微滴脉冲61组成的驱动信号60的特写。对于一个像素周期62,示出了四个子微滴脉冲,在该像素周期62内,四个子微滴形成滴以沿着像素线降落在像素中。对于第一模式或高沉淀模式,每个子微滴脉冲可以导致从相邻的室中的喷射。例如对于室10(b),对室10(b)的一个壁(例如在10(b)和10(c)之间的共享壁)和对另一个壁(即室10(b)和10(a)的共享壁)的子微滴脉冲63的第一部分导致室10(b)的壁向内移动,如图8(a)中所示,并且室10(b)喷射子微滴。对室10(b)的一个壁(例如在10(b)和10(c)之间的共享壁)的子微滴脉冲64的第二部分以及施加到在室10(c)和10(d)之间的共享壁的类似脉冲导致

在10 (b) 和10 (c) 之间的共享壁向室10 (b) 的外部移动,使得室10 (c) 的两个壁向内移动,如图8 (b) 中所示,并且室10 (c) 喷射子微滴,而室10 (b) 不喷射子微滴。下一个子微滴脉冲重复壁运动,直到总共四个子微滴被喷射,以形成被沉积到介质上的像素中的滴。图9 (b) 示出了对图8 (a) -8 (b) 的室10 (a) 至10 (e) 的示例驱动脉冲,其中激发室10 (b) 至10 (d) 接收驱动信号,而非激发室10 (a) 和10 (e) 不接收驱动信号。可以看出,对于室10 (c) 的驱动信号与对于室10 (b) 和10 (d) 的驱动信号是相反的,如图8 (a) 和图8 (b) 中所示。还图示了发送到每个室的驱动信号的时间。驱动信号由像素时钟触发器(pixel clock trigger)PCLK启动。像素时钟与印刷介质的移动机构的编码器相关,并且允许微滴沉积设备的控制器确定介质上像素线的位置,并且作为施加驱动信号的结果,协调从压力室的喷嘴中的微滴喷射。在接收像素时钟触发器时,向室发送驱动信号的控制器使室接收驱动信号。在从启动用于第一像素线的驱动信号起的预定时间之后,其中该预定时间与介质速度和室声学相关,驱动信号被再次发送以使喷嘴将微滴喷射到第二像素线中。

[0054] 如从比较图8 (a) -8 (b) 中的两个附图中明显的是,对于激发室10 (b) 、10 (c) 、10 (d) 、10 (h) 、10 (i) 、10 (l) 中的每一个,壁以相对的方向移动。

[0055] 关于非激发室,可以观察到它们的壁的两种不同类型的行为:对于一些非激发室,特别是那些邻近激发室的带的非激发室(在所示的实例中,室10 (a) 、10 (e) 、10 (g) 、10 (j) 、10 (k) 、10 (m)) ,一个壁被移动,而另一个保持静止;对于其他非激发室,特别是那些不邻近激发室的带的非激发室(在所示的实例中,室10 (f) 、10 (n)) ,两个壁都保持静止。

[0056] 接下来把注意力指向图10 (a) 和图10 (b) ,其示出了根据与图8 (a) 和图8 (b) 相同的实例的第一模式,此时,该第一模式根据不同的输入数据被用于沉积微滴。与图8 (a) 和图8 (b) 一样,图10 (a) 和图10 (b) 示出了在致动周期中各个点处的头。从图10 (a) 和图10 (b) 中可以看出,基于新的输入数据,不同的室10被指定为激发室和非激发室。更具体地,可以注意到,这种指定已经导致仅由单一非激发室(特别是室10 (e)) 组成的非激发室的带。

[0057] 如从比较两个附图明显的是,对于激发室10 (b) 、10 (c) 、10 (d) 、10 (f) 、10 (g) 、10 (h) 、10 (i) 、10 (l) 中的每一个,壁以相对的方向移动,如图8 (a) 和图8 (b) 中那样。

[0058] 然而,关于非激发室,可以识别它们的壁的三种(如与两种相对的)不同类型的行为:对于一些非激发室,特别是那些邻近激发室的带的非激发室(在所示实例中,室10 (a) 、10 (j) 、10 (k) 、10 (m)) ,一个壁被移动,而另一个保持静止;对于其他非激发室,特别是那些不邻近激发室的带的非激发室(在所示实例中,室10 (n)) ,两个壁都保持静止;对于另外其他的非激发室,特别是在非激发室的单室宽带中的室10 (e) ,壁以相同的方向移动。

[0059] 可以理解的是,如图8 (a) -8 (b) 和图10 (a) -10 (b) 中所示,移动每个激发室的壁导致在施加一个或更多个致动脉冲时一个或更多个微滴从所讨论的室中的释放。产生的微滴形成了设置在介质上的线上的流体的主体,其中该流体的主体在这条线上被分离了用于非激发室的带中每一个的相应间隙(至少在降落时被瞬时分离-流体主体可以在介质上合并)。应当理解的是,每个这样的间隙的尺寸将因此在尺寸上大致对应于非激发室的相应带的宽度。

[0060] 如从图8 (a) -8 (b) 和图10 (a) -10 (b) 中的致动序列可以看出,例如,如果图10 (a) -10 (b) 中施加的驱动信号直接跟随图8 (a) -8 (b) 中的驱动信号,则一些非激发室可以只需要小的壁移动来提供从非激发室到激发室的过渡。此外,非激发室的许多壁保持静止是可能

的。这可以通过减少由壁进行的壁移动的数目来提高头的寿命,以便在基底上实现微滴流体的一定的沉淀密度。

[0061] 在图8(a)-8(b)、图9(a)-9(b)和图10(a)-10(b)中图示的方法表示高沉淀驱动模式,提供了高速率的吞吐量。激发室可以在共振频率时或接近共振频率时致动,并且从而实现显著高于 $500\mu\text{l}/(\text{s}\cdot\text{英寸})$ 、在若干情况下高于 $750\mu\text{l}/(\text{s}\cdot\text{英寸})$ 、并且可能高达 $1000\mu\text{l}/(\text{s}\cdot\text{英寸})$ 的“泵送功率”(对于每英寸的头宽度每秒沉积的微滴流体的量)。驱动电压的降低和致动壁的更有效使用两者提高了头的寿命。

[0062] 印刷头具有最大可接受驱动电压,由此限制了能够被赋予到流体上的最大脉冲,并且因此限制了可能从喷嘴中喷射的最大粘度。由近共振的单周期高沉淀驱动模式(第一模式)产生的较低驱动电压意味着粘度可以在达到印刷头的电压极限之前被进一步增加。

[0063] 如图8(a)-8(b)和图10(a)-10(b)中所示,对每个激发室施加向内移动相对的壁的驱动信号导致一个或更多个子微滴从激发室中的释放。产生的子微滴形成了设置在介质上的像素线上的流体的主体,其中该流体的主体各自降落在像素线的它们的相应像素中,并且在这条线上被分离了非激发室的带的每个激发带(firing band)之间的相应间隙(至少在降落时被瞬时分离-流体主体可以在介质上合并)。应当理解的是,每个这样的间隙的尺寸将因此在尺寸上大致对应于非激发室的相应带的宽度。

[0064] 为了使如此沉积的流体主体位于介质上的线上,通常将方便的是激发室和非激发室的致动在时间上重叠。但是,这并不是必须的,例如在头的喷嘴以某种方式偏移的情况下,诸如图6中所指示的喷射组A、B、C。此外,在一些情况下,它们可以被同步,使得所有室的致动同时开始(尽管它们当然也可以同步为同时终止)。

[0065] 3周期模式/第二模式

[0066] 在第二驱动模式中,印刷头以3周期模式被驱动。每排的喷嘴被排列成三个一组。每组中的喷嘴在垂直于排方向的方向上偏移。相对于排方向具有相同偏移距离的不同组中的喷嘴处于相同的喷射组(循环组(cycle group))中,这提供了三个喷射组A、B和C,如在图6中由组A、B和C的喷嘴所指示的。在图6中,偏移沿着x。在印刷期间,当印刷头相对于介质在印刷方向(在图6中,这可以是沿着x方向)上移动时,喷嘴将微滴喷射到像素线中,使得相对于印刷方向位于最下游的组首先被致动,中间组其次被致动,并且位于印刷方向最上游的组最后被致动。对于每组的致动之间的时间与介质速度和压力室的声学性质有关。

[0067] 在第二驱动模式的3周期印刷中,当压力室的两个壁都向内移动以沿着室产生压力脉冲时,微滴被喷射。相邻的室经历低压,因为它们相对室壁保持静止。在图11(a)中,示出了第一周期的“组A”的室壁移动。对于室10(a)至10(n),每隔两个室被致动,并且其壁向内移动。这些是以粗体数字示出的室10(a)、10(d)、10(g)、10(j)和10(m)。这些室将微滴沉积到像素线的相应像素中。接着,第二周期(组B)被致动,如图11(b)中由室10(b)、10(e)、10(h)、10(k)和10(n)所示。现在,这些B组室将微滴沉积到同一像素线的相应像素中。同时,剩余的室经历低压(导致流体的吸入)。对于以粗体数字示出的致动的室10(c)、10(f)、10(i)和10(l),在图11(c)中示出了最终周期,C周期,在最终周期期间,这些室被致动以将微滴沉积到同一像素线的相应像素中。像素线现在被完全印刷。

[0068] 图12图示了发送到组A、组B和组C的每个室的驱动脉冲的时间。如前所述,在像素时段62内施加的驱动信号由像素时钟触发器PCLK来启动。在接收像素时钟触发器后,控制

器使组A的室接收子微滴脉冲61(对于组C示出,但是对于所有其他组形状相同)。在从启动组A子微滴脉冲起的预定时间之后,其中该预定时间与介质速度和室声学性质相关,子微滴脉冲被发送到组B。在从启动用于组B的子微滴脉冲起的预定时间进一步过去之后,子微滴脉冲被发送到组C。如果介质速度不变,则预定时间保持恒定。三个周期中的每一个导致每个室喷射一个子微滴。为了完成到像素线中的印刷,对用于该像素所需数量的子微滴重复该周期。

[0069] 喷出测试

[0070] Xaar 1003 GS6和GS12印刷头在第一模式和第二模式下被用于测试多种标准流体与具有高至非常高的喷出粘度的显影墨。穿过喷嘴的喷射流量由喷射的子微滴的数量来决定。

[0071] GS12印刷头可以在高沉淀(HL)或第一模式下喷射每个15p1的体积的子微滴,在采用该GS12印刷头的情况下,当所有喷嘴启动(或100%负荷(duty))时,以每像素4个子微滴(即,60p1的总滴体积)的全负荷的印刷以28kHz的像素时钟频率针对粘度为65mPa·s的流体提供约100ml/min的喷射流量(ejection rate)。

[0072] 在再循环体积流量(再循环流量(recirculation rate))与滴喷射体积流量(喷射流量)的1.5:1的低流量比下发现了可靠的印刷条件。这对应于150ml/min的再循环流量。Xaar 1003印刷头的低流体阻力路径需要约529毫巴的相对低的压差DP(DP是在到印刷头的入口管23和返回管25之间的压力差),以对于这种65mPa·s的流体实现150ml/min的再循环流量。对于97mPa·s的粘度和150ml/min的相同再循环流量,DP需要是790毫巴。待施加的压差的较高端(例如包括790毫巴)可能需要较高规格的流体供应部件,以降低所施加的压力的可变性,这样的流体供应部的设计在标准工程能力范围内。表1A中总结了对于流体A的值,这允许人们将标准喷墨流体(诸如,具有在30°C时32mPa·s的粘度的流体D(Sunjet ULX5832)与非传统的喷墨流体(诸如,流体A(BASF高粘度显影流体)、流体C(PEG 400)、流体K(高粘度显影流体)、流体H(Delo Katiobond OM6600)、流体L(BASF Ultracur3D WS07)和流体M(BASF Ultracur3D ST30 LV))进行比较。

[0073] 如表1A可以看到的,流体A、流体C、流体K、流体H、流体L和流体M具有高于传统喷墨流体的粘度。流体A具有在30°C时656mPa·s的最高粘度,后面是具有在30°C时182mPa·s的粘度的流体H。流体C、流体K、流体L和流体M具有在30°C时在63mPa·s至87mPa·s范围内的粘度。流体A被加热至60°C和70°C的不同喷出温度,以分别获得97mPa·s和65mPa·s的粘度。

[0074] 转到GS6,当以第一模式被驱动时,该头每喷嘴每像素沉积30p1的较低的总滴体积,其是由7.5p1的4个子微滴产生的,即,使用第一驱动模式是GS12的总滴体积的一半。因此,在28kHz的相同印刷频率下,与GS12相比,GS6在100%负荷下(当所有喷嘴都启动时)的喷射流量被减半至约50ml/min,并且类似地,1.5:1的流量比对应于约75ml/min的再循环流量。对于粘度为65mPa·s的流体,获得该流量所需的压差是约250毫巴。对于粘度为97mPa·s的流体,所需的DP是370毫巴,并且对于粘度为126mPa·s的流体,所需的DP是475毫巴。表1B中总结了对于流体A和流体B的这些值。如前所述,流体A在70°C和60°C的喷出温度分别提供65mPa·s和97mPa·s的粘度,并且流体B被用于在45°C的喷出温度提供126mPa·s的粘度(从30°C时293mPa·s的粘度被降低)。流体B也是高粘度显影流体。

[0075] 转到来自使用3周期模式或第二模式的结果,与第一模式相比,对于GS6头和GS12头的子微滴体积略微较低,并且与28kHz的第一模式相比,由于3周期驱动,印刷频率仅为6kHz。在3周期模式中,七个子微滴(比采用第一HL模式更多)被喷出以形成被沉积到像素中的总滴体积。

[0076] 对于GS12,子微滴各自具有12p1的体积,或84p1的总滴体积;对于GS6,子微滴具有6p1的体积,并且每像素的总滴体积为42p1。对于GS12的5:1再循环比和GS6的10:1再循环比,这同样等于150ml/min的再循环流量和约30ml/min的喷射流量。

[0077] 采用GS12测试了流体A、流体C、流体D、流体H、流体K、流体L和流体M。流体A和流体K是比如流体D的传统喷墨流体粘度高得多的显影流体:与流体D(Sunjet ULX5832青色)在30℃时32mPa·s的粘度相比,在30℃时,流体A提供了656mPa·s的粘度,而流体K提供了72mPa·s的粘度。不同的流体需要不同的压差DP,以将再循环流量保持在150ml/min。例如,流体A需要约494毫巴的压差DP,以便对于70℃的温度,在65mPa·s的流体粘度下供应150ml/min的再循环流量。在另一方面,对于35℃的温度,流体K在53mPa·s的流体粘度下具有约403毫巴的压差。

[0078] 另外的实例是:流体C(PEG400),对于25℃的温度,其在95mPa·s的流体粘度处具有774毫巴的压差;流体H(Delo Katiobond OM6600),对于45℃的温度,其在66mPa·s的流体粘度处具有502毫巴的压差;流体L(BASF Ultracur3D WS07),对于30℃的温度,其在63mPa·s的流体粘度处具有479毫巴的压差;以及流体M(BASF Ultracur3D ST30 LV),对于27℃的温度,其在91mPa·s流体粘度下具有742毫巴的压差。

[0079] 相比之下,流体D在45℃和17mPa·s的粘度下被喷出。在频率和每像素的子微滴数量的相同设定下,仅需要129毫巴的压差DP来提供150ml/min的再循环流量。

[0080] 对于第二模式的可喷出流体及其性质的总结,对于GS12印刷头在表1A中提供并且对于GS6印刷头在表1B提供。

[0081]

模式	流体	$\eta_{\text{喷出}}$, mPa·s	DP, 毫巴	流量 比	流量, ml/min	$T_{\text{喷出}}$, °C	$\eta_{30^\circ\text{C}}$, mPa·s	喷射 流量, ml/min	子微滴 体积, pl	总 滴体积, pl
2	D	17	129	5:1	150	45	32	30	12	84
2	A	65	494	5:1	150	70	656	30	12	84
2	H	66	502	5:1	150	45	182	30	12	84
2	K	53	403	5:1	150	35	72	30	12	84
2	L	63	479	5:1	150	30	63	30	12	84
1	A	65	529	1.5:1	150	70	656	100	15	60
1	A	97	790	1.5:1	150	60	656	100	15	60
1	C	95	774	1.5:1	150	25	74	100	15	60
1	K	88	717	1.5:1	150	27	72	100	15	60
1	L	63	513	1.5:1	150	30	63	100	15	60
1	M	91	742	1.5:1	150	27	87	100	15	60

[0082] 表1A:GS12

[0083]

模式	流体	$\eta_{\text{喷出}}$, mPa·s	DP, 毫巴	流量比	流量, ml/min	$T_{\text{喷出}}$, °C	$\eta_{30^\circ\text{C}}$, mPa·s	喷射流量, ml/min	子微滴体积, pl	总滴体积, pl
2	D	17	130	10:1	150	45	32	15	6	42
1	A	65	250	1.5:1	75	70	656	50	7.5	30
1	A	97	370	1.5:1	75	60	656	50	7.5	30
1	B	126	475	1.5:1	75	45	293	50	7.5	30

[0084] 表1B:GS6

[0085]

T, °C	0.6 Pa时的 η , mPa·s										
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M
10	3004	1052	225	96	45	485	327	738	292	207	477
15	2042	757	167	72	37	362	246	519	202	151	332
20	1392	548	126	55	30	272	185	365	142	111	234
25	952	399	95	42	25	205	141	258	100	83	165
30	656	293	74	32	21	156	108	182	72	63	119
35	455	217	58	26	18	119	83	129	53	48	87
40	320	164	47	21	16	93	65	92	45	38	65
45	229	126	39	17	14	73	52	66	32	30	51
50	167	98	33	15	12	58	42	48	26	25	40
55	125	79	28	13	11	48	34	35	22	21	34
60	97	65	25	12	10	40	29	26	19	18	29
65	78	55	23	11	9	34	25	20	17	17	26
70	65	48	21	10	9	29	22	15	16	15	23
75	56	43	20	9	8	26	20	12	15	14	22

[0086] 表2:图1数据

[0087]

流体	流体	在30°C时的 η , mPa·s
A	BASF高粘度显影流体	656
B	BASF高粘度显影流体	293
C	PEG400	74
D	Sunjet ULX5832青色	32
E	Itaca MA5115棕色	21
F	BASF高粘度显影流体	156
G	BASF高粘度显影流体	108
H	Delo Katiobond OM6600	182
K	高粘度显影流体	72
L	BASF Ultracur3D WS07	63
M	BASF Ultracur3D ST30 LV	119

[0088] 表3:流体信息标号

[0089] 因此,提供了一种微滴沉积设备1,其包括微滴沉积头30、流体供应部40和控制器;其中微滴沉积头包括各自具有喷嘴6的一个或更多个流体室10、具有进入头的流体入口23并且终止于一个或更多个喷嘴的流体入口路径以及始于一个或更多个喷嘴并且终止于头的流体返回部25的流体返回路径。每个流体室10包括两个相对的室壁8,室壁8包括压电材料并且在施加电驱动信号60时是可变形的,以便从喷嘴6中喷射流体微滴。流体供应部40被配置成以根据在流体入口23和流体返回部25之间测量的压差向流体入口23供应流体。控制器被配置成向压电室壁施加驱动信号,使得一个或更多个喷嘴在20°C和90°C之间的喷出温度沉积具有在从45mPa·s至130mPa·s范围内的粘度的流体的微滴,并且其中由流体供应部40施加的压差导致以在50ml/min和200ml/min之间的流量进入流体返回部中的流体返回流。

[0090] Xaar 1003印刷头已经利用在90°C的喷出温度处的流体(诸如热熔蜡)进行操作。如前所述,喷出温度的上限(超过该上限流体降解并且变得不可喷出或不可靠)取决于具体的流体性质。

[0091] 在微滴沉积设备的一些实施方式中,再循环体积流量(再循环流量)与滴喷射体积流率(喷射流量)的比可以是1.5:1,以确保可靠的印刷条件。此外,该1.5:1的比可以对应于150ml/min的再循环流量。

[0092] 在一些实施方式中,流体的粘度可以是65mPa·s,这需要约529毫巴的压差DP(DP是在到印刷头的入口管23和返回管25之间的压力差),以对于这种65mPa·s的流体实现150ml/min的再循环流量。在可选的实施方式中,流体的粘度可以是97mPa·s,这需要790毫巴的压差DP。

[0093] 可以通过向流体入口23施加正压和向返回部25施加负压来施加压差。对于两喷嘴行印刷头,两个返回端口24a、24b可以在下游组合,以流入一个组合的返回部25。

[0094] 在一些布置中,流体供应部40可以被配置成将流体加热至在20°C至90°C范围内的温度,并且以45mPa·s至130mPa·s的对应粘度将加热的流体提供至流体入口。当其进入压力室10时,提供至流体入口的对应粘度可以转而提供预定义的喷出粘度的流体。预定义的喷出粘度是先前被确定为适合于喷出的粘度。预定义的喷出粘度可以对应于预定义的喷出温度,例如根据从诸如表2中提供的测量值确定的喷出温度。表2的粗体值示出了流体喷出时的温度和对应的粘度。

[0095] 微滴沉积头还可以包括加热器58、59,加热器58、59被配置成将流体加热至喷出温度。这样的加热器(加热器58)可以被包含在流体供应部40内。另外或者替代地,可以在印刷头30内提供机载加热器(onboard heater)59,该机载加热器59优选地与压力室10紧密靠近并且热接触。

[0096] 从图1(和表1A-1B)中可以看出,高粘度流体在喷出温度时的粘度可以远高于多达30mPa·s和约30mPa·s的常规粘度范围。对于这些流体,在30°C时的粘度可以极高。因此,在一些情况下,流体在30°C时的粘度可以在60mPa·s至660mPa·s的范围内。通过加热流体可以获得合适的喷出粘度。流体A、流体B、流体F和流体G是由BASF配制的高粘度显影流体,并且预计常规实验可以确定能够以合适的喷出粘度喷出的合适的高粘度流体,诸如对于流体A,在30°C时656mPa·s的粘度降低至在70°C时的65mPa·s,并且变得可喷出。这样的流体

可以例如是高分子量的和/或标准流体和使用标准溶剂的颗粒负载变体。另一个实例由流体H示出,其具有在30℃时182mPa·s的相对高的粘度,其在50℃时降低至48mPa·s。因此,从实验中发现,对于具有在30℃时范围从60mPa·s至660mPa·s的粘度(或在20℃时范围从30mPa·s至1392mPa·s的粘度)的流体,每种流体具有在范围从20℃至90℃的温度时在45mPa·s(在90℃时的流体A,图1)至120mPa·s(在20℃时的流体C,图1)的范围内的对应粘度。类似地,从表1A-1B中的实验中,对于具有在20℃时范围从30mPa·s至1392mPa·s的粘度的流体,可以确定允许流体喷出的对应粘度的温度;在这种情况下,从20℃至90℃的喷出温度提供了在45mPa·s(流体D,在25℃时42mPa·s,并且其在20℃在55mPa·s的粘度下也是可喷出的)至120mPa·s(流体G,在30℃时108mPa·s,或流体F,在35℃时119mPa·s),或者多达130mPa·s(对于流体A(在55℃时125mPa·s)、流体B(在45℃时126mPa·s)、流体C(在20℃时126mPa·s)和流体H(在35℃时129mPa·s))的范围内的可喷出粘度的选择。

[0097] 关于头的流体路径,根据在流体入口和流体返回部之间测量的流体阻力可以等于或低于每流体室800毫巴/(ml·min)。用于端部开放设计的压力室在印刷头内引起最高的流体阻力。这样的流体阻力可以等于或低于由恒定横截面积为0.0225mm²(在未致动状态下)且具有1.8mm的室长度的压力室引起的流体阻力,其中室长度沿着垂直于横截面积的方向。

[0098] 此外,在头30的一些实施方式中,头的操作可以表示有效的操作模式,其中驱动信号的最大峰间电压小于或等于35V,以便以11m/s的微滴喷射速度喷射在7p1至120p1之间的体积的微滴。在一些实施方式中,峰间电压可以小于30V,以便以11m/s的微滴喷射速度喷射在7p1至120p1之间的体积的微滴。此外,在一些实施方式中,峰间电压可以小于20V,以便以11m/s的微滴喷射速度喷射在7p1至120p1之间的体积的微滴。

[0099] 粘度梯度

[0100] 还评估了粘度曲线的变化率。这些被绘制在图2中。可以看出,粘度梯度随着流体的温度的升高而降低,并且标准流体D、E在约35℃-40℃的温度降低至低于1的梯度。在约50℃或更高的温度,剩余的高粘度流体降低至低于1的梯度。特别地,高粘度流体A、B仅在流体的降解极限附近降低至低于或达到小于1的粘度梯度。

[0101] 奥内佐格数

[0102] 发明人已经发现了在可靠印刷和奥内佐格数Oh之间的非常强的关系。奥内佐格数被定义为:

$$[0103] \quad Oh = \frac{\eta}{\sqrt{\rho\sigma L}} = \frac{\sqrt{We}}{Re} \sim \frac{\text{粘性力}}{\sqrt{\text{惯性} \cdot \text{表面张力}}}$$

[0104] 其中

[0105] η 是液体粘度

[0106] ρ 是液体密度

[0107] σ 是表面张力

[0108] L是特征长度标度(通常为滴直径)

[0109] Re是雷诺数

[0110] We是韦伯数

[0111] 雷诺数被定义为流体密度 ρ 、流体速度 v (在这种情况下是喷射时的滴速度)和特征线性尺寸 L (在这种情况下是喷嘴直径)的乘积与流体的动态粘度 η 的比:

$$[0112] \quad Re = \frac{\rho v L}{\eta}$$

[0113] 韦伯数We是惯性力和由流体的表面张力 σ 产生的力的比。其被定义为

$$[0114] \quad We = \frac{\rho v^2 L}{\sigma}$$

[0115] 而上文的 ρ 是流体密度, v 是流体速度(在这种情况下是喷射时的滴速度),并且 L 是特征线性尺寸(在这种情况下是喷嘴直径)。

[0116] 因此,可以计算在不同温度时每种流体的奥内佐格数,并且输入和数值在表4中列出。这些值涉及11m/s的微滴喷射速度,以及对于GS12喷嘴直径,长度标度 $L=3.50E^{-05}m$ 。

[0117]

流体	T, °C	$\eta_{\text{喷射}}, \text{mpa} \cdot \text{s}$	$\rho, \text{g/cm}^3$	$\sigma, \text{mN/m}$	Oh	Re	We
A	60	97	1.1003	38.4	2.52	4.4	121.2
A	67	72	1.1042	37.0	1.90	5.9	126.3
A	70	65	1.1058	36.4	1.73	6.6	128.5
B	45	126	1.0816	41.4	3.67	2.5	81.9
B	56	76	1.0735	40.2	1.95	5.5	113.1
B	70	48	1.0623	38.5	1.28	8.5	116.9
C	25	95	1.0783	51.8	2.16	4.4	88.2
D	45	17	1.0725	21.9	0.61	23.8	207.5
E	43	15	1.3429	31.3	0.38	35.7	181.9
F	50	58	1.0781	40.7	1.49	7.1	112.1
F	55	48	1.0779	40.2	1.22	8.7	113.5
G	55	34	1.0752	40.5	0.88	12.0	112.5
H	45	66	1.0431	37.4	1.79	6.07	118.1
K	27	88	1.1479	33.8	2.38	5.03	144.0
K	35	53	1.1422	32.9	1.47	8.25	147.0
L	30	63	1.1131	28.5	1.88	6.86	165.3
M	33	98	1.0890	36.7	2.62	4.27	125.6

[0118] 表4:图3数据

[0119] 图3是对于流体A、流体B、流体C、流体D、流体E、流体F、流体G、流体H、流体K、流体L和流体M的韦伯数We相对于雷诺数Re的图。流体的信息标号在表3中找到。在传统“良好”区域(“可印刷流体”区域)中的三个数据点是标准喷墨油墨D、E(Itaca MA5115和Sunjet ULX5832)和接近标准粘度34mPa·s的显影流体G。对于这三种墨,奥内佐格数小于1, $Oh < 1$ 。

[0120] 来自其他成功喷出的流体的数据点位于 $Oh=1$ 的趋势线左侧的“太粘”区域,即对于其 $Oh > 1$,但全部位于由趋势线T1指示的线的上方,这表示“不足以用于滴形成的能量”区域。趋势线T2表示“喷溅”的开始,在该趋势线T2之上微滴分裂成喷雾。在趋势线 $Oh=0.1$ 右

侧,即 $0h < 0.1$,卫星式墨滴倾向于连同喷射的微滴一起形成,并且印刷质量变差。

[0121] 已经发现,使用第二驱动模式(3周期模式)结合低阻力头(诸如Xaar 1003印刷头),可以喷出具有 $0.25 < 0h < 1.75$ 的奥内佐格数的一系列流体。使用第一驱动模式,即高沉淀模式,可以喷出具有在 $0.44 < 0h < 4$ 的范围内的甚至更高的 $0h$ 值的流体。在其他实例中,可以使用第一驱动模式喷出具有在 $0.44 < 0h < 3$ 的范围内或 $0.44 < 0h < 2.5$ 的范围内的奥内佐格数的流体。

[0122] 因此,在微滴沉积设备的一些实施方式中,流体性质可以使得流体的奥内佐格数大于1.5。

[0123] 在微滴沉积设备根据如上文描述的第一驱动模式(或高沉淀模式)操作的情况下,室内的流体在 20°C 和 90°C 之间的喷出温度可以具有在 $45\text{mPa}\cdot\text{s}$ 到多达并且包括 $130\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的范围内的粘度。当使用第一驱动模式时,这样的流体可以具有大于0.44且小于2.5的奥内佐格数。在另外的实例中,流体可以具有大于0.44但小于4或小于3的奥内佐格数。此外,流体可以优选地具有大于1.5的奥内佐格数。

[0124] 可选择地,在微滴沉积设备1以第二、三周期驱动模式操作的情况下,室10内的流体在 20°C 和 90°C 之间的喷出温度可以具有在 $45\text{mPa}\cdot\text{s}$ 至多达并且包括 $65\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的范围内的粘度。对于这样的流体,奥内佐格数可以大于1且小于2,并且此外,流体可以优选地具有大于1.5且小于2的奥内佐格数。

[0125] 第一驱动模式具有的最大峰间驱动电压可以低于第二驱动模式的最大峰间驱动电压,以喷射相同速度的微滴。在一些实施方式中,对于以相同喷出粘度并且获得相同微滴速度的相同流体,在第一驱动模式和第二驱动模式之间的驱动信号60的峰间电压可以是10V。

[0126] 流体供应部和微滴速度

[0127] 流体可以经由图7中的入口管23和返回管25被供应到印刷头30和从印刷头30被供应。

[0128] 流体供应部40可以例如包括加热器58,加热器58可以将流体加热至喷出温度,该喷出温度足够高,以将粘度降低至合适的范围内,例如适合于所施加的驱动模式。另外或者替代地,机载加热器59可以被设置在包括流体室10的层附近或该层处的印刷头30上,以便提供和/或保持处于稳定的喷出温度的流体。

[0129] 已经发现,当使用诸如第一模式的驱动模式时,压电壁8的高致动率(actuation rate)可以导致壁的显著加热,并且从而导致室内流体的显著加热。致动率通常由占空比表示。占空比代表印刷头的每周期的喷嘴喷射的百分比。增加占空比以喷射更多微滴意味着向致动器发送更多数量的驱动信号。这增加了压电壁8内生成的热。这种生成的热散发到流体室中的流体中,从而加热流体并且改变其物理性质,诸如降低粘度,以及图1中粘度-温度曲线上的位置。

[0130] 从低占空比到高占空比通常意味着流体的粘度降低,这瞬时改变了流体的奥内佐格数,并且由于图3的韦伯数-雷诺数图上位置的移动,可以改变滴稳定性的位置。此外,粘度的降低增加微滴速度,并且从而可以影响微滴的降落位置,这导致印刷质量的下降。

[0131] 在不管理或散发由于室壁致动而生成的热的情况下,能够影响印刷可靠性。

[0132] 因此,期望的是在占空比变化期间动态地(即,在头的操作期间有规律地)控制微

滴速度,以确保可靠的印刷质量。这可以通过响应于流体温度的变化而改变驱动电压来实现,改变驱动电压改变了微滴速度。例如,较低的驱动电压降低微滴速度。此外,致动壁被驱动得力度较小,并且由致动壁生成的热也被减少。微滴速度可以通过使用在流体温度和驱动电压之间的反馈回路来动态地控制,滴速度以及在某种程度上流体温度和粘度可以在印刷头的操作期间被主动管理。

[0133] 为了生成用于致动室壁的驱动信号由驱动信号生成电路所消耗的功率可以被用作由致动室壁所生成的热的量度。例如,随着占空比增加,为了生成并增加驱动信号的数量而由驱动信号生成电路所汲取的电流增加。因此,对所汲取的电流的测量提供了对由致动壁对压力室10内的流体的加热效果的适当测量,并且因此提供了对当在施加较高占空比信号时室内的流体被瞬时加热时微滴速度的预期增加的适当测量。因此,由驱动信号生成电路80汲取的电流可以被周期性地测量并且被提供至控制器54。控制器从电流值中确定驱动信号的新的峰间电压,并且将新的值提供至驱动信号生成电路80。驱动信号生成电路80生成具有新的峰间电压的后续驱动信号(和子微滴信号),以便确保微滴速度随后保持基本上等于微滴速度的预定义值。

[0134] 微滴速度的预定义值是先前被确定为适合于微滴沉积设备的操作的值。优选地,喷射的微滴的速度被保持为接近或基本上等于预定的微滴速度,以便确保可靠的印刷质量。

[0135] 如果控制器确定了待施加的降低的峰间电压,则施加降低的峰间电压的所得驱动信号也将减少由致动壁生成的热,并在一定程度上改变室壁对流体的加热效果。

[0136] 因此,对响应于由驱动信号生成电路所汲取的电流的峰间电压的调节可以在某种程度上(尽管与对微滴速度的影响相比较小)被用于控制压力室10内的流体的温度。

[0137] 控制器54可以将由驱动信号生成电路80提供的电流值与例如先前被生成并以控制器54可访问的查找表的形式被存储的测试数据进行比较。从查找表中,控制器54选择对应于电流值和预定义微滴电压的降低的峰间电压值,其中该新的峰间电压先前已经在测试运行中被确定,以针对预期由测量的电流值产生的新的流体粘度来稳定微滴速度。以此方式,微滴速度保持稳定,这提供了可靠地操作的印刷头。

[0138] 在一些实施方式中,驱动信号生成电路80可以位于印刷头30的头控制电路56内。在这种情况下,可以由头控制电路在接收到由驱动信号生成电路80所汲取的电流的测量值时执行修改的峰间电压值的确定。头控制电路56选择对应于电流值和预定义微滴电压的修改的峰间电压值,并且将其提供至驱动信号生成电路80。

[0139] 在使用再循环印刷头的微滴沉积设备的一些实施方式中,墨的返回流可以被用于带走由致动壁生成的热。例如,反馈回路可以存在于提供流体的温度读数的印刷头和作为响应改变再循环流量的流体供应部之间。

[0140] 当用高粘度流体操作时,包括上文描述的低阻力印刷头的微滴沉积设备可以由该设备的控制系统的多种部件来控制。这些现在将参照图13和图14来描述,图13是微滴沉积设备1的框图,并且图14是用于微滴沉积设备的控制系统90的框图。

[0141] 微滴沉积设备1包括印刷头30、诸如PC的用户界面50、流体供应部40和控制器54。控制器54接收来自用户界面50的图像数据,并且为每个像素线确定像素时钟触发器和将从印刷头30内的流体部件20的室10被喷射的微滴的子微滴数据。控制器向包括在印刷头30的

头控制电路56内的驱动信号生成电路80提供像素时钟触发器和子微滴数据。驱动信号生成电路为每个压力室10生成驱动信号60,并且将它们提供至包括在印刷头30内的流体部件20的室10(a)至室10(n)。流体从流体供应部40被供应到流体部件20。流体供应部40包括流体供应控制器52,该流体供应控制器52被布置成调整通过头的流体的流量,例如以提供预定的再循环流量。流体供应控制器52被配置成控制流体供应部内的泵(未示出),以便在印刷头30的入口管和返回管之间施加所需的压差。所需的压差值可以由用户界面50提供至流体供应控制器52。

[0142] 更具体地,控制系统90可以包括用于控制流体供应部的流体供应控制器52,该流体供应部被配置成以根据在流体入口和流体返回部之间测量的压差向流体入口供应流体,其中流体入口路径开始于进入头的流体入口,并且终止于一个或更多个喷嘴,并且其中流体返回路径开始于一个或更多个喷嘴,并且终止于头的流体返回部,并且其中由流体供应部施加的压差导致以在50ml/min和200ml/min之间的流量进入流体返回部中的流体回流。

[0143] 流体供应部40还可以包括与流体热接触的加热器58,以使其能够将墨加热至预定温度。加热器可以由加热器控制器来控制,该加热器控制器被包括在流体供应部40内,例如在流体供应控制器52内。用户界面可以向加热器控制器提供预定义温度的值,该加热器控制器确定在流体供应部中的流体将被加热至的温度,以确保流体在其进入压力室10时的预定义温度。

[0144] 另外或者替代地,机载加热器59可以设置在印刷头内并且与压力室中的流体紧密靠近并且热接触,或者设置在压力室的入口附近的位置。加热器59可以由包括在头控制电路56内的加热器控制器来控制。用户界面50可以例如经由控制器54向机载加热器控制器提供预定义温度的值,该机载加热器控制器确定加热器将提供的热量,以确保在压力室10内的流体的预定义温度。在流体的流动路径内提供加热器支持高粘度流体的喷出,并且确保它们保持在流体的喷出温度或高于流体的喷出温度,以提供预定义喷出粘度的流体。

[0145] 图13还示出了包括在微滴沉积设备1内的介质编码器电路(media encoder circuitry)70。介质编码器电路70向控制器54提供像素时钟信号,以允许控制器以像素时钟触发器的形式确定微滴进入介质上的像素线的时间,并且因此确定微滴进入介质上的像素线的正确位置。像素时钟触发器被提供至驱动信号生成电路80,该驱动信号生成电路80响应于像素时钟触发器来控制驱动信号到致动壁的提供。

[0146] 为了在由占空比变化导致的流体温度变化期间稳定微滴速度,微滴沉积设备1因此可以包括驱动信号生成电路80,其中控制器54被配置成接收由驱动信号生成电路80消耗的电流值,并且响应于该电流值确定驱动信号60的修改的峰间电压,以便修改喷射的微滴的微滴速度。然后,修改的峰间电压可以被提供至驱动信号生成电路,该驱动信号生成电路生成具有修改的峰间电压的后续驱动信号。因此,驱动信号生成电路80可以被配置成从控制器54接收修改的峰间电压,并且生成具有修改的峰间电压的驱动信号60,以便修改从微滴沉积头的一个或更多个流体室的一个或更多个喷嘴中喷射的微滴的微滴速度。控制器还可以被配置成向压电室壁施加驱动信号,使得喷嘴在20°C和90°C之间的预定义的喷出温度沉积具有在从45mPa·s至130mPa·s范围内的粘度的流体的微滴。

[0147] 在一些实施方式中,驱动信号生成电路80可以包括在头控制电路56内。此外,代替

控制器54,头控制电路56可以被配置成接收由驱动信号生成电路80消耗的电流值,并且响应于该电流值确定驱动信号60的修改的峰间电压,以便修改喷射的微滴的微滴速度。修改的峰间电压然后可以被提供至波形生成电路80,其生成具有修改的峰间电压的后续驱动信号60。

[0148] 此外,提供了一种用于操作微滴沉积设备1的方法。该方法包括以下步骤:(i)向微滴沉积头30的流体室10供应流体,以产生以在50ml/min和200ml/min之间的流量通过每个室10的流体的再循环流;(ii)在将向头的流体入口23供应流体之前和/或之后,向流体提供加热,使得流体室10中的流体处于在20°C和90°C之间的预定义的喷出温度,并且对应于在从45mPa·s至130mPa·s范围内的粘度;以及(iii)向一个或更多个室的压电壁8施加驱动信号60以便以一个或更多个微滴的形式喷射被供应到室的流体中的一些,并且以在50ml/min和200ml/min之间的流量将被供应到室但未被喷射的多余的流体返回到头30的流体返回部25。

[0149] 该方法还可以包括基于室壁8的致动的占空比向微滴沉积设备1的控制器56提供电流信号的步骤,其中控制器54、56响应于电流值确定驱动信号60的修改的峰间电压,以便保持喷射的微滴的微滴速度基本上等于预定义微滴速度。为了避免印刷可靠性中的可见缺陷,微滴速度可以保持在预定义微滴速度的 $\pm 1V$ 内。

[0150] 该方法还可以包括加热流体供应部40中的流体的步骤,使得到达流体室10的加热的流体基本上等于预定义的喷出温度。

[0151] 可选择地或替代地,该方法还可以包括在微滴沉积头30上加热流体的步骤,使得到达流体室10的加热的流体基本上等于预定义的温度。

[0152] 为了避免印刷可靠性中的可见缺陷,喷出温度可以保持在预定义温度的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 内。在一些实施方式中,喷出温度可以保持在预定义温度的 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内。

[0153] 方法可以由微滴沉积设备1的控制系统90执行。控制系统的框图在图14中示出。控制系统90包括控制器54和驱动信号生成电路80。控制器54被配置成从驱动信号生成电路80接收预定义微滴速度和电流值92,并且响应于该电流值和预定义微滴速度,基于存储的测试数据来确定修改的峰间电压。驱动信号生成电路80被配置成接收修改的峰间电压并且生成具有修改的峰间电压94的驱动信号60,使得生成的驱动信号60修改喷射的微滴的微滴速度。生成的驱动信号60可以修改微滴速度,使得其基本上等于预定义微滴速度。为了避免印刷可靠性中的可见缺陷,微滴速度可以保持在预定义微滴速度的 $\pm 1V$ 内。

[0154] 在图14的框图中所示的实施方式中,驱动信号生成电路80可以在印刷头上,尽管这不是必需的。

[0155] 在控制系统的可选择实施方式中,上文描述的控制器54的功能可以由头控制电路56替代地执行,并且可以设想用控制器56代替控制器54的相同框图。

[0156] 在一些实施方式中,控制系统还可以包括加热器58、59和加热器控制器57,其中加热器被配置成加热被提供至室10的流体,并且加热器控制器57被配置成从控制器56接收操作数据96,其中操作数据基于预定义微滴速度和驱动信号生成电路80的电流值92,并且其中加热器控制器57还被配置成基于操作数据96控制加热器,以便将室中的流体加热至基本上预定义的喷出温度。加热器58可以位于流体供应部40内,并且加热器控制器57可以包括在流体供应部40内。另外或者替代地,加热器59可以位于印刷头30上,并且加热器控

制器57可以包括在印刷头的头控制电路56内。

[0157] 在一些实施方式中,驱动信号生成电路80可以包括在头控制电路56内。在其他实施方式中,驱动信号生成电路80可以包括在控制器54内。

[0158] 应当理解,上文和这里提及的微滴沉积设备包括喷墨印刷机,并且提及的微滴沉积头包括喷墨印刷头。为了避免印刷可靠性中的可见缺陷,微滴速度可以保持在预定义的微滴速度的 $\pm 1V$ 内。另外或者替代地,喷出温度可以保持在预定义温度的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 内,并且在一些实施方式中,喷出温度可以保持在预定义温度的 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内。

[0159] 在一些实施方式中,对于以相同喷出粘度并且获得相同微滴速度的相同流体,在第一驱动模式和第二驱动模式之间的驱动信号的峰间电压可以是10V。

[0160] 本公开内容还提供了一种微滴沉积设备,其包括微滴沉积头、流体供应部和控制器,其中:微滴沉积头包括各自具有喷嘴的一个或更多个流体室、具有进入头的流体入口并且终止于一个或更多个喷嘴的流体入口路径以及始于一个或更多个喷嘴并且终止于头的流体返回部的流体返回路径;每个流体室包括两个相对的室壁,室壁包括压电材料并且在施加电驱动信号时是可变形的,以便从喷嘴中喷射微滴;流体供应部被配置成以根据在流体入口和流体返回部之间测量的压差向流体入口供应流体;并且控制器被配置成向压电室壁施加驱动信号,使得一个或更多个喷嘴在 20°C 和 90°C 之间的喷出温度沉积具有在从 $45\text{mPa}\cdot\text{s}$ 至 $120\text{mPa}\cdot\text{s}$ 范围内的粘度的流体的微滴,并且其中由流体供应部施加的压差导致以在 $50\text{ml}/\text{min}$ 和 $200\text{ml}/\text{min}$ 之间的流量进入流体返回部中的流体返回流。这样的微滴沉积设备的任意的或优选的特征如关于上文的实施方案所描述。

[0161] 还提供了一种用于操作这样的微滴沉积设备的方法,该方法包括以下步骤:向微滴沉积头的流体室供应流体,以导致以大于喷射流量的流量通过每个室的流体的再循环流;在将向头的流体入口供应流体之前和/或之后,向流体提供加热,使得流体室中的流体处于预定义的喷出温度,并且对应于在从 $45\text{mPa}\cdot\text{s}$ 至 $120\text{mPa}\cdot\text{s}$ 范围内的粘度;以及向一个或更多个室的压电壁施加驱动信号以便以一个或更多个微滴的形式喷射被供应到室的流体中的一些,并且将被供应到室但未被喷射的多余的流体返回到头的流体返回部。这样的方法的任意的或优选的特征如关于上文的实施方案所描述。还提供了一种用于执行这样的方法的控制系统。

[0162] 在下文的一个或更多个实施例中可实现本公开的各方面:

[0163] 项目1):一种微滴沉积设备,包括微滴沉积头、流体供应部和控制器,其中:

[0164] 所述微滴沉积头包括各自具有喷嘴的一个或更多个流体室、具有进入所述头的流体入口并且终止于一个或更多个喷嘴的流体入口路径以及始于所述一个或更多个喷嘴并且终止于所述头的流体返回部的流体返回路径;

[0165] 每个流体室包括两个相对的室壁,所述室壁包括压电材料并且在施加电驱动信号时是可变形的,以便从所述喷嘴中喷射流体微滴;

[0166] 所述流体供应部被配置成以根据在所述流体入口和所述流体返回部之间测量的压差向所述流体入口供应流体;并且

[0167] 所述控制器被配置成向所述压电室壁施加驱动信号,使得所述一个或更多个喷嘴在 20°C 和 90°C 之间的喷出温度沉积具有在从 $45\text{mPa}\cdot\text{s}$ 至 $130\text{mPa}\cdot\text{s}$ 范围内的粘度的流体的微滴,

[0168] 并且其中,由所述流体供应部施加的压差导致以在50ml/min和200ml/min之间的流量进入所述流体返回部中的流体返回流。

[0169] 项目2):根据项目1)所述的微滴沉积设备,其中,所述流体供应部被配置成将所述流体加热至在20℃至90℃的范围内的相应温度,并且以45mPa·s至130mPa·s的对应粘度将加热的流体提供至所述流体入口。

[0170] 项目3):根据项目1)或项目2)所述的微滴沉积设备,其中,所述微滴沉积头还包括加热器,所述加热器被配置成将所述流体加热至喷出温度。

[0171] 项目4):根据项目1)至3)中任一项所述的微滴沉积设备,其中,所述流体在30℃时的粘度在60mPa·s至660mPa·s的范围内。

[0172] 项目5):根据项目1)至4)中任一项所述的微滴沉积设备,其中,在所述流体入口和所述流体返回部之间的流体阻力等于或低于800毫巴/(ml·min)每流体室。

[0173] 项目6):根据项目1)至5)中任一项所述的微滴沉积设备,其中,所述驱动信号的最大峰间电压小于或等于35V,从而以11m/s的微滴喷射速度喷射在7p1至120p1之间的体积的微滴。

[0174] 项目7):根据项目1)至6)中任一项所述的微滴沉积设备,其中,所述流体具有大于1.5的奥内佐格数。

[0175] 项目8):根据项目1)至7)中任一项所述的微滴沉积设备,其中,所述驱动信号根据第一、高沉淀的驱动模式被施加,并且其中所述室内的流体在20℃和90℃之间的喷出温度具有在45mPa·s到多达并且包括130mPa·s的范围内的粘度。

[0176] 项目9):根据项目1)至7)中任一项所述的微滴沉积设备,其中,所述驱动信号根据第二、三周期的驱动模式被施加,并且其中所述室内的流体在20℃和90℃之间的喷出温度具有在45mPa·s到多达并且包括65mPa·s的范围内的粘度值。

[0177] 项目10):根据项目9)所述的微滴沉积设备,其中,所述流体具有大于1且小于2的奥内佐格数。

[0178] 项目11):根据项目10)所述的微滴沉积设备,其中,所述流体具有大于1.5的奥内佐格数。

[0179] 项目12):根据项目8)所述的微滴沉积设备,其中,所述流体具有大于0.44且小于4的奥内佐格数。

[0180] 项目13):根据项目12)所述的微滴沉积设备,其中,所述流体具有大于0.44且小于2.5的奥内佐格数。

[0181] 项目14):根据项目12)或项目13)所述的微滴沉积设备,其中,所述流体具有大于1.5的奥内佐格数。

[0182] 项目15):根据项目1)至14)中任一项所述的微滴沉积设备,所述头还包括驱动信号生成电路,其中所述控制器被配置成接收由所述驱动信号生成电路消耗的电流值,并且响应于所述电流值确定所述驱动信号的修改的峰间电压,以便修改所喷射的微滴的微滴速度。

[0183] 项目16):根据项目15)所述的微滴沉积设备,其中,所述驱动信号生成电路被配置成从所述控制器接收所述修改的峰间电压,并且生成具有所述修改的峰间电压的驱动信号,以便修改所述喷射的微滴的微滴速度。

[0184] 项目17):根据项目1)至16)中任一项所述的微滴沉积设备,其中,第一驱动模式具有的最大峰间驱动电压低于第二驱动模式的最大峰间驱动电压,以喷射相同速度的微滴。

[0185] 项目18):一种用于操作项目1)至17)中任一项所述的微滴沉积设备的方法,所述方法包括以下步骤:

[0186] 向所述微滴沉积头的所述流体室供应流体,以便导致以在50ml/min和200ml/min之间的流量通过每个室的流体的再循环流;

[0187] 在向所述头的所述流体入口供应所述流体之前和/或之后,向所述流体提供加热,使得所述流体室中的所述流体处于在20°C和90°C之间的预定义的喷出温度,并且对应于在从45mPa·s至130mPa·s的范围内的粘度;以及

[0188] 向所述室的一个或更多个室的所述压电壁施加驱动信号以便以一个或更多个微滴的形式喷射被供应到所述室的所述流体中的一些,并且以在50ml/min和200ml/min之间的流量将被供应到所述室但未被喷射的多余的流体返回到所述头的流体返回部。

[0189] 项目19):根据项目18)所述的方法,所述方法还包括驱动信号生成电路基于所述室壁的致动的占空比向所述控制器提供电流信号,其中所述控制器响应于电流值调节所述驱动信号的峰间电压,以便保持所喷射的微滴的微滴速度基本上等于预定义的微滴速度。

[0190] 项目20):根据项目18)或项目19)所述的方法,所述方法还包括:加热所述流体供应部中的所述流体,使得到达所述流体室的加热的流体基本上处于所述预定义的喷出温度。

[0191] 项目21):根据项目18)至20)中任一项所述的方法,所述方法还包括在所述微滴沉积头上加热所述流体,使得到达所述流体室的加热的流体基本上处于所述预定义的温度。

[0192] 项目22):一种用于执行根据项目18)至21)中任一项所述的方法的控制系统,所述控制系统包括控制器和驱动信号生成电路,其中所述控制器被配置成从所述驱动信号生成电路接收所述预定义的微滴速度和电流值,并且响应于所述电流值和所述预定义的微滴速度,基于存储的测试数据来确定修改的峰间电压;并且其中所述驱动信号生成电路被配置成接收所述修改的峰间电压,并且生成具有所述修改的峰间电压的驱动信号,使得所生成的驱动信号修改从所述微滴沉积头的所述一个或更多个流体室的所述一个或更多个喷嘴中喷射的微滴的微滴速度,并且其中所述控制器还被配置成

[0193] 向所述压电室壁施加所述驱动信号,使得所述喷嘴在20°C和90°C之间的所述预定义的喷出温度沉积具有在从45mPa·s至130mPa·s的范围内的粘度的流体的微滴。

[0194] 项目23):根据项目22)所述的控制系统,还包括加热器和加热器控制器,其中所述加热器被配置成加热被提供至所述室的流体,并且所述加热器控制器被配置成从所述控制器接收操作数据,其中所述操作数据基于所述预定义的微滴速度和所述驱动信号生成电路的电流值,所述加热器控制器还被配置成基于所述操作数据控制所述加热器,以便将所述室中的流体加热至基本上所述预定义的喷出温度。

[0195] 项目24):根据项目22)或项目23)所述的控制系统,还包括用于控制流体供应部的流体供应控制器,所述流体供应部被配置成以根据在所述流体入口和所述流体返回部之间测量的压差向所述流体入口供应流体,其中所述流体入口路径开始于进入所述头的所述流体入口,并且终止于所述一个或更多个喷嘴,并且其中所述流体返回路径开始于所述一个或更多个喷嘴,并且终止于所述头的流体返回部,并且其中由所述流体供应部施加的所述

压差导致以在50ml/min和200ml/min之间的流量进入所述流体返回部的流体返回流。

[0196] 项目25):根据项目22)至24)中任一项所述的控制系统,其中,所述驱动信号生成电路被包括在头控制电路内。

[0197] 项目26):根据项目23)或从属于项目23)的项目25)所述的控制系统,其中,所述加热器被定位在印刷头上,并且所述加热器控制器被包括在所述印刷头的所述头控制电路内。

[0198] 项目27):根据项目22)至26)中任一项所述的控制系统,其中,所述驱动信号生成电路被配置成生成具有修改的峰间电压的驱动信号,使得所生成的驱动信号导致基本上等于所述预定义的微滴速度的微滴速度。

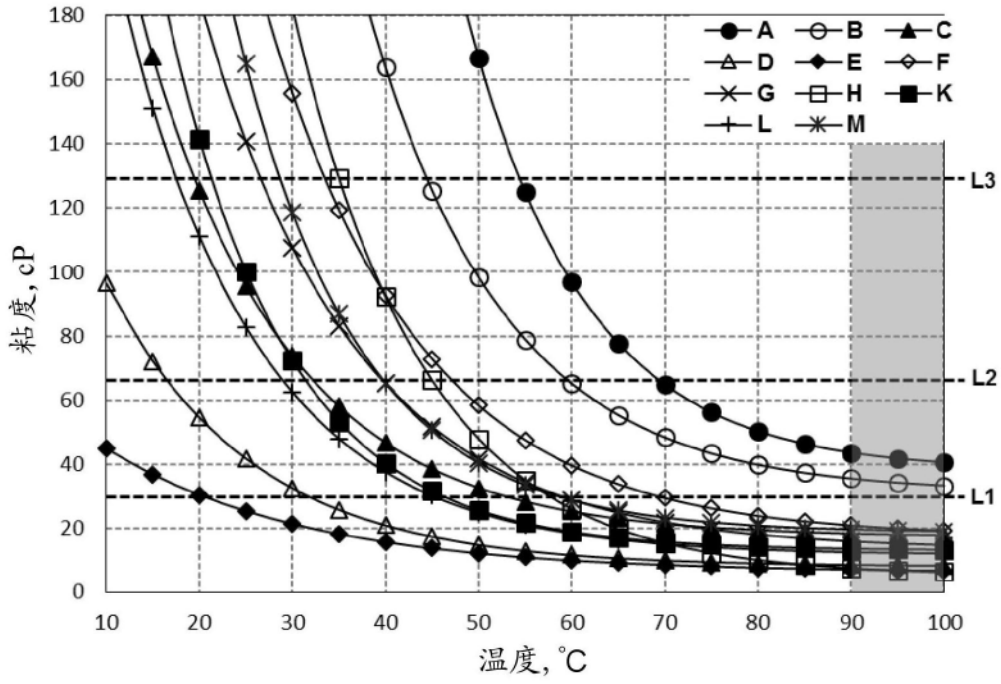


图1

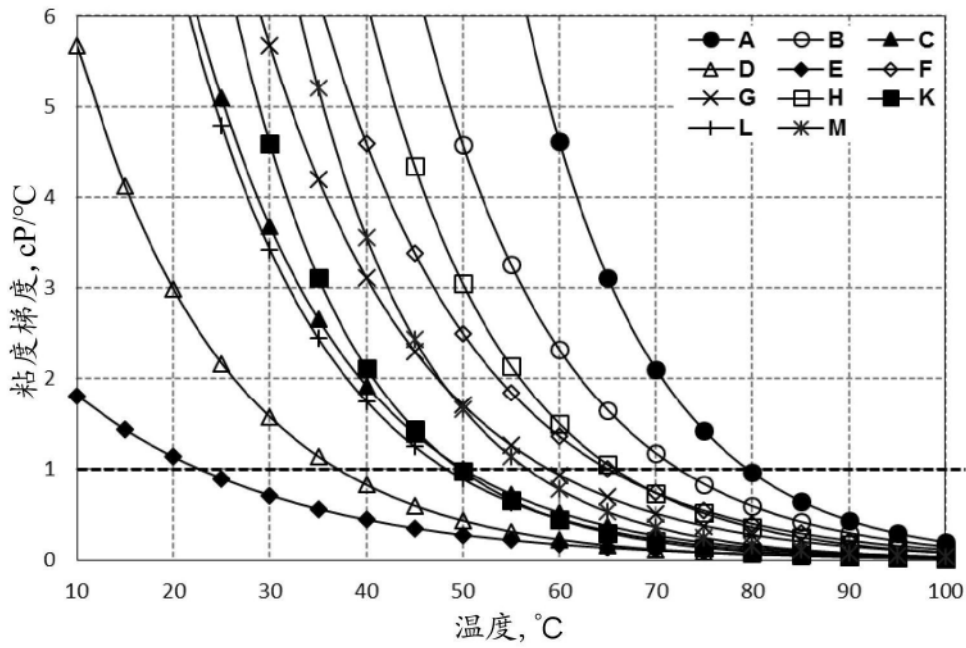


图2

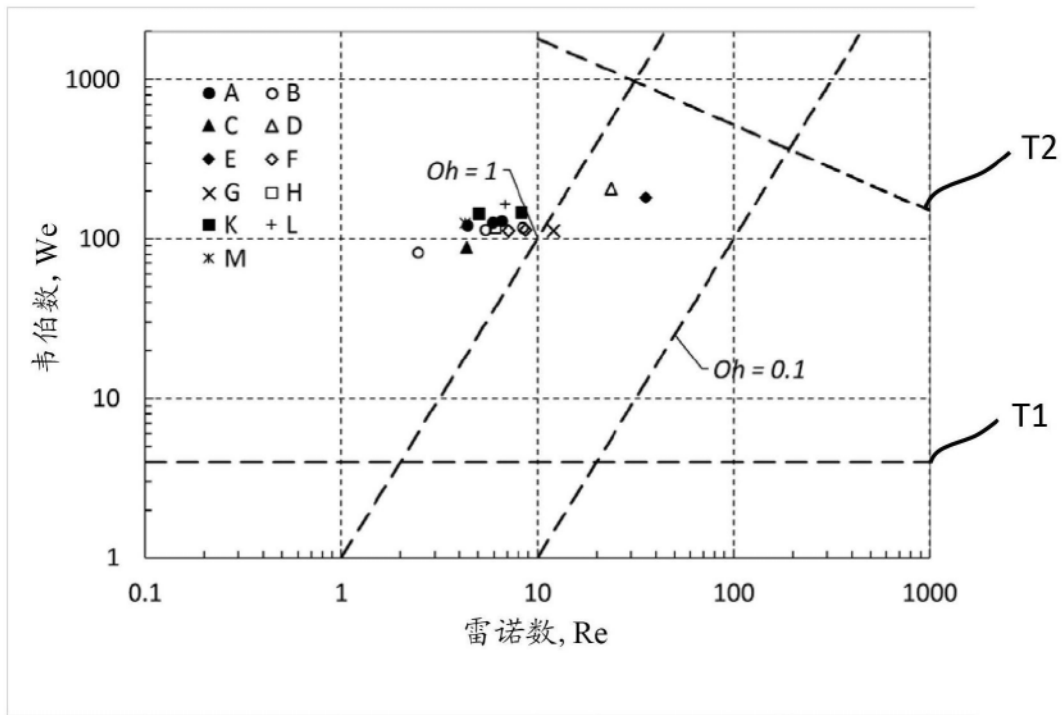


图3

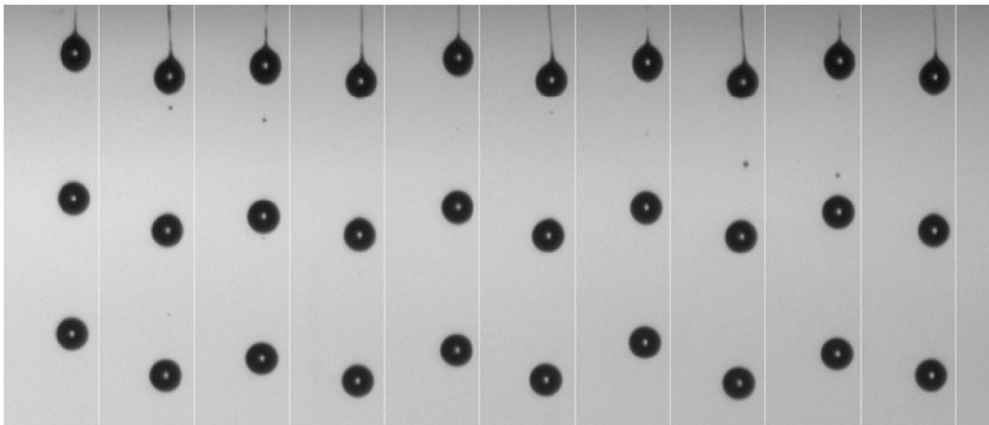


图4

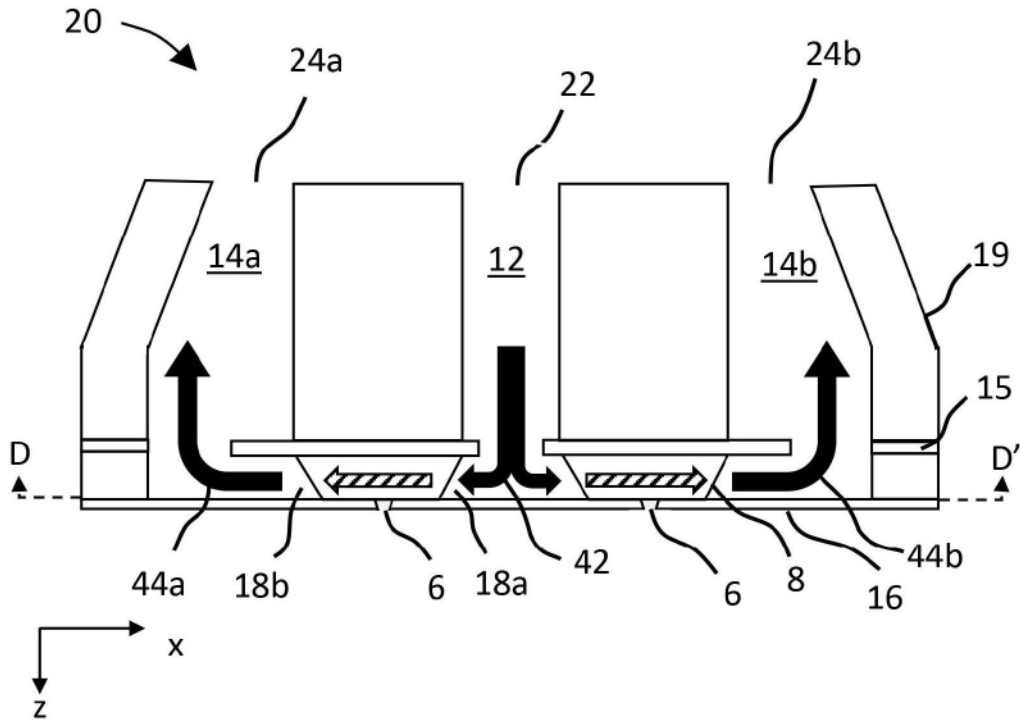


图5

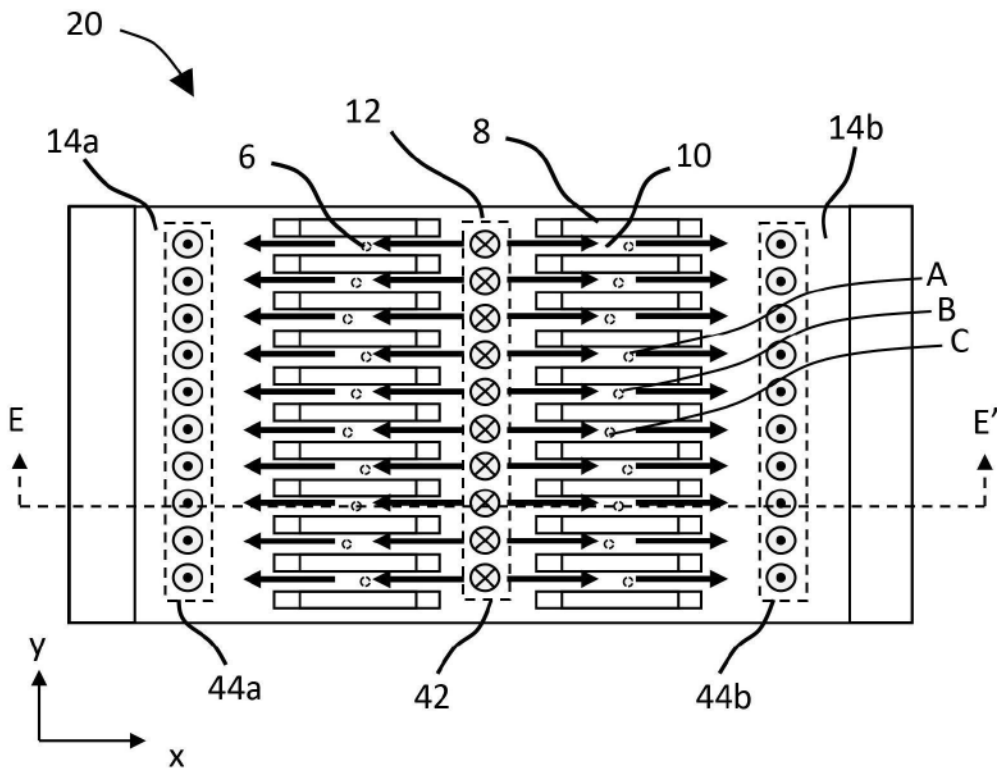


图6

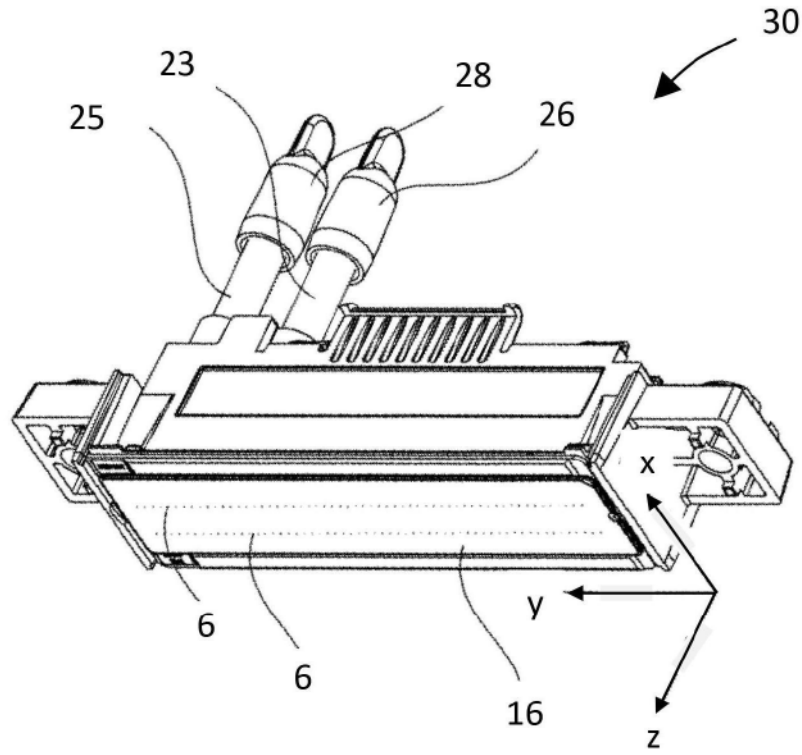


图7

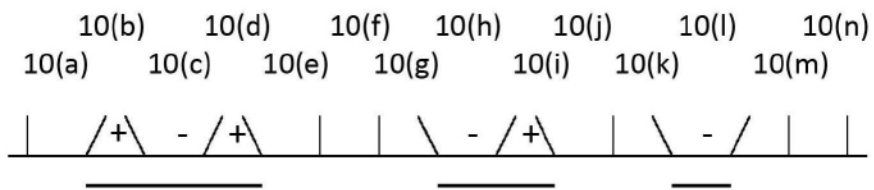


图8(a)

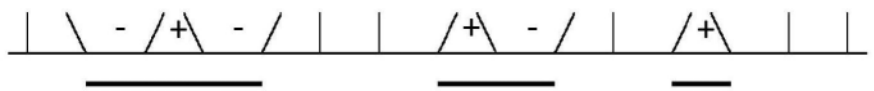


图8(b)

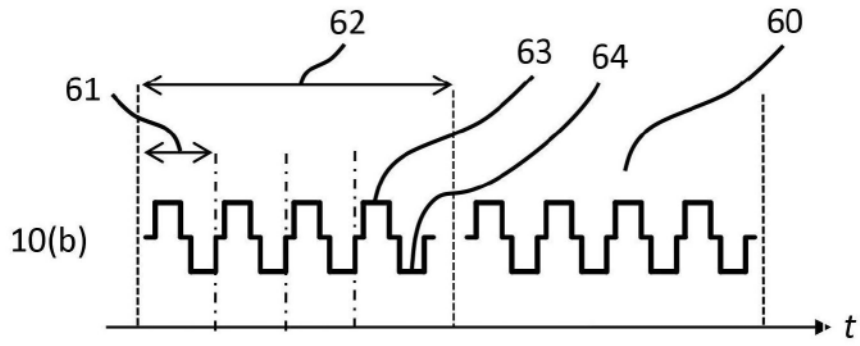


图9(a)

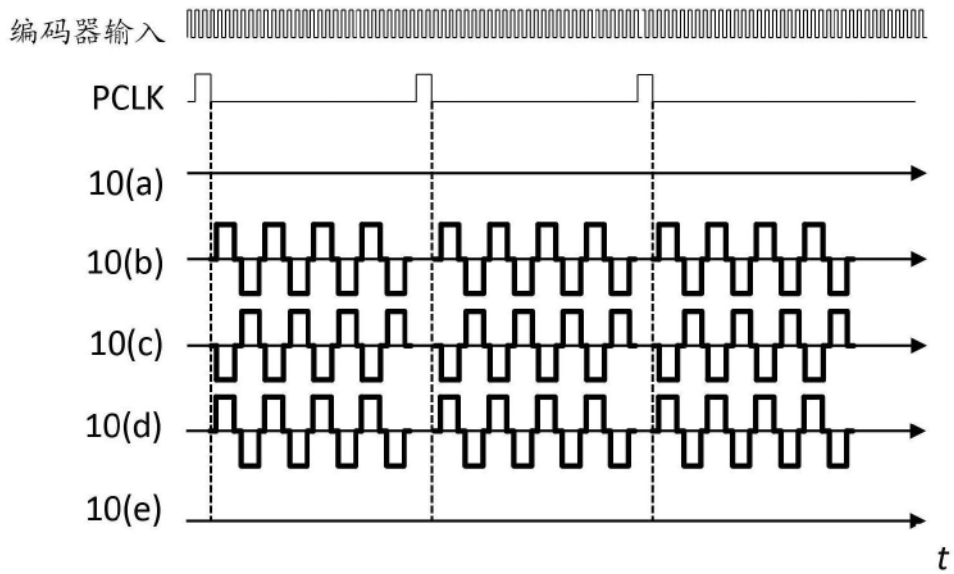


图9(b)

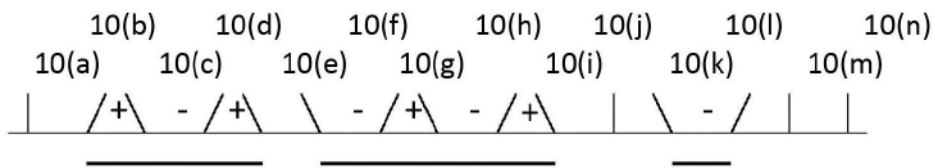


图10(a)

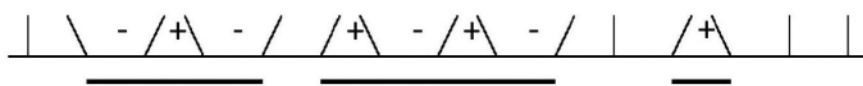


图10(b)

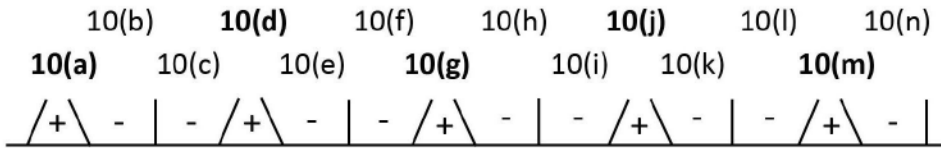


图11(a)

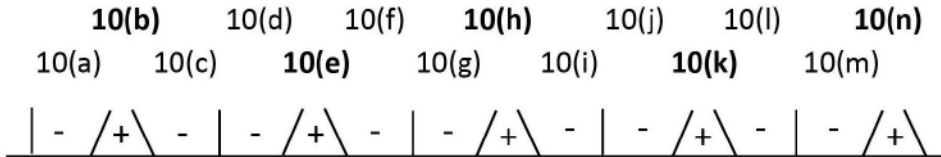


图11(b)

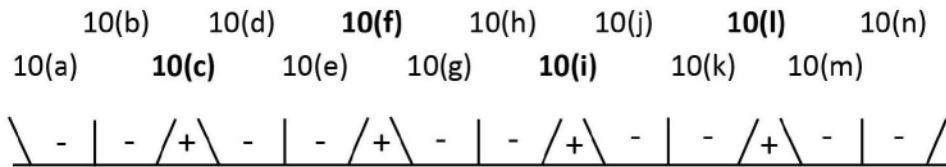


图11(c)

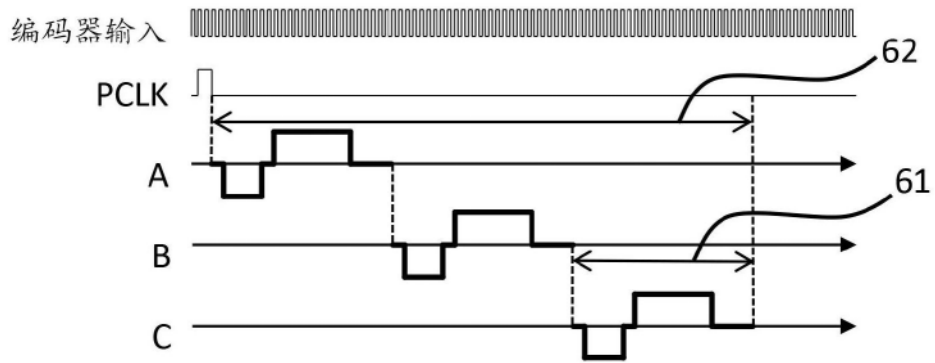


图12

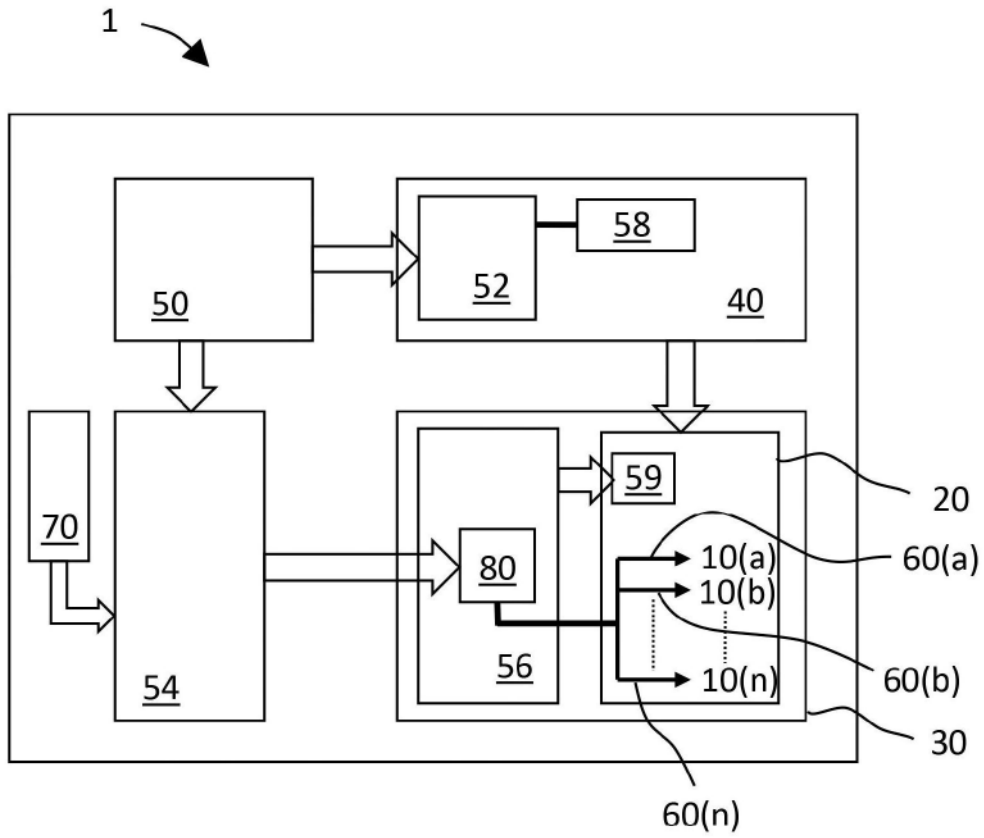


图13

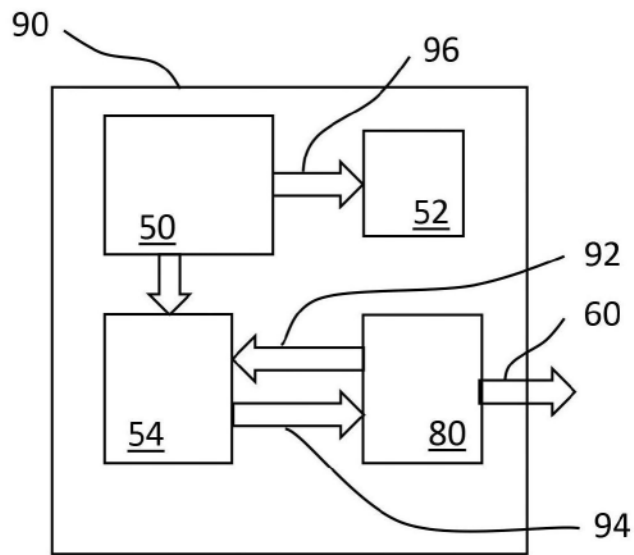


图14