



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104395086 A

(43) 申请公布日 2015.03.04

(21) 申请号 201380032919.2

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

(22) 申请日 2013.06.11

代理人 康建峰 杨华

(30) 优先权数据

13/530,171 2012.06.22 US

(51) Int. Cl.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

B41J 2/085(2006.01)

2014.12.22

B41J 2/09(2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/045120 2013.06.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/191959 EN 2013.12.27

(71) 申请人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 赫里希凯什·V·潘沙瓦格

迈克尔·艾伦·马库斯

沙希谢卡·P·阿迪加

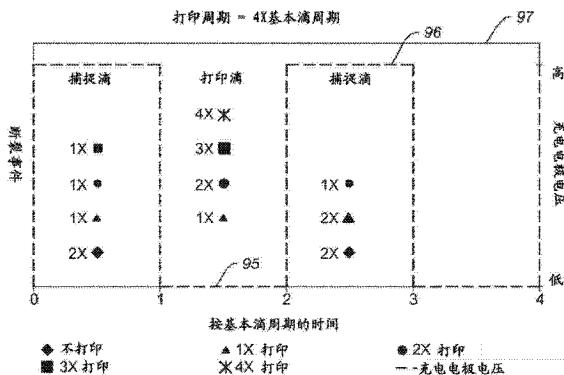
权利要求书2页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称

可变滴体积连续液体射流打印

(57) 摘要

液体射流包括射流断裂的基本周期。打印周期被定义为射流断裂的基本周期的N倍，其中N是大于1的整数。提供输入图像数据，输入图像数据的每个输入图像像素具有包括非打印水平的M个水平，其中M是整数且 $2 < M \leq N+1$ 。独立于输入图像数据的充电装置波形在打印周期期间重复并且包括打印滴电压状态和非打印滴电压状态。响应于输入图像数据而选择具有与打印周期相等的周期的滴形成装置波形，以从射流形成具有与输入图像像素水平对应的体积的打印滴。使充电装置和滴形成装置同步，以产生关于从射流断裂的滴的打印滴荷质比和非打印滴荷质比。



1. 一种喷射液体滴的方法,包括:

在足以喷射液体射流的压力下通过液体室的喷嘴提供液体,所述液体射流包括液体射流断裂的基本周期;

提供与所述液体射流相关联的滴形成装置;

提供打印周期,所述打印周期被定义为液体射流断裂的基本周期的N倍,其中N是大于1的整数;

提供输入图像数据,所述输入图像数据的每个输入图像像素具有包括非打印水平的M个水平,其中M是整数且 $2 \leq M \leq N+1$;

提供充电装置,所述充电装置包括:

与所述液体射流相关联的充电电极;以及

变化所述充电电极与所述液体射流之间的电势的源,所述变化电势的源向所述充电电极提供波形,所述波形在每个打印周期期间重复至少一次,所述波形包括一个或更多个打印滴电压状态和一个或更多个非打印滴电压状态,所述波形独立于所述输入图像数据;

通过向所述滴形成装置提供多个波形来使用所述滴形成装置调制所述液体射流,以选择性地使所述液体射流的多个部分断裂成沿初始路径行进的打印滴和非打印滴的序列,所述多个波形中的每一个具有与所述打印周期相等的周期,每个波形响应于所述输入图像数据而被选择以形成具有与所述输入图像像素的水平对应的体积的打印滴;

使所述充电装置和所述滴形成装置同步,以当打印滴从所述液体射流断裂时产生关于打印滴的打印滴荷质比、并且当非打印滴从所述液体射流断裂时产生关于非打印滴的非打印滴荷质比,所述打印滴荷质比不同于所述非打印滴荷质比;以及

使用偏转装置使所述打印滴和所述非打印滴中的至少一者偏离所述初始路径。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,调制所述液体射流包括:当所述输入图像数据水平是0时,使所述液体射流的多个部分断裂成一个或更多个非打印滴;并且对于所述输入图像数据像素水平1至M中的每一个,使所述液体射流的多个部分断裂成不同体积的打印滴。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,响应于输入图像像素数据水平X,其中 $1 \leq X \leq N$,所述打印滴的体积等于基本滴体积的X倍,所述基本滴体积与液体射流断裂的基本周期对应。

4. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:使用捕捉器来拦截沿非打印滴路径行进的滴。

5. 根据权利要求1所述的方法,所述喷嘴是多个喷嘴中的一个,所述充电装置的所述充电电极包括如下电极:该电极为从所述多个喷嘴中的喷嘴喷射的每个所述液体射流所共用并且与从所述多个喷嘴中的喷嘴喷射的每个所述液体射流相关联。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述多个喷嘴全部都具有相同的尺寸。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述滴形成装置进一步包括:

与所述液体室、所述喷嘴和所述液体射流中的一者相关联的滴形成换能器;以及向所述滴形成换能器提供所述多个波形的滴形成波形源。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述滴形成换能器是热装置、压电装置、MEMS致动器、电流体动力学装置、光学装置、电致伸缩装置和它们的组合中的一者。

9. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述打印滴基本上不带电。
10. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述充电电极与所述液体射流的断裂位置相邻地放置。
11. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述偏转装置进一步包括至少一个偏转电极以使带电滴偏转, 所述至少一个偏转电极与电势的源和地中的一者电连通。
12. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述偏转装置进一步包括与电势的源电连通的、产生滴偏转场以使带电滴偏转的偏转电极。
13. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述打印滴电压状态包括非零 DC 电平。
14. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 由所述变化电势的源提供的波形的所述一个或更多个打印滴电压状态是等同的。
15. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 由所述变化电势的源提供的波形的所述一个或更多个非打印滴电压状态是等同的。
16. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 向所述滴形成装置提供的所述多个波形选自于由至少 M 个波形构成的集合。
17. 根据权利要求 16 所述的方法, 其中, 所述多个波形每个都包括不同的脉冲序列。
18. 根据权利要求 16 所述的方法, 其中, 对于所述多个波形中的每一个, 在所述打印周期内施加于滴形成换能器的总能量是相同的。
19. 根据权利要求 5 所述的方法, 其中, 所述多个喷嘴被布置成两个或更多个组, 使得来自相邻喷嘴的打印滴不对准。

可变滴体积连续液体射流打印

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及数控打印系统领域，并且特别地涉及连续打印系统，其中液体流断裂成滴，所述滴中的一些被偏转。

背景技术

[0002] 由于例如墨射流打印的非击打式、低噪音特点、使用普通纸张和避免调色剂转印和定影，因此墨射流打印已被公认是数控电子打印界中的主要竞争者。依据技术墨射流打印机构可以分为按需墨射流 (DOD) 或连续墨射流 (CIJ)。

[0003] 第一种技术即“按需”墨射流打印使用增压致动器例如热、压电或静电致动器提供击打在记录表面的墨滴。一种常用的按需技术使用热致动从喷嘴喷射墨滴。位于喷嘴处或靠近喷嘴的加热器将墨充分加热至沸腾，形成产生足够内部压力以喷射墨滴的蒸汽泡。该墨射流形式通常被称为“热墨射流 (TIJ) ”。

[0004] 通常被称为“连续”墨射流 (CIJ) 打印的第二种技术通过在一定压力下迫使墨通过喷嘴来使用被增压的墨源产生连续液体射流墨流。对墨流进行扰动使得液体射流以能够预测的方式分裂成墨滴。通过使滴中的一些选择性地偏转并且捕捉并非意在撞击打印介质的墨滴来进行打印。已经开发了用于使墨滴选择性偏转的各种途径，包括静电偏转机构、气流偏转机构和热偏转机构。

[0005] 在第一基于静电偏转的 CIJ 方法中，以某种方式对液体射流进行扰动使该液体射流在距喷嘴的标称恒定距离即断裂长度处断裂成均匀尺寸的滴。将充电电极结构定位在标称恒定断裂点处以便在断裂时在滴上造成数据相关的电荷量。然后该带电滴被定向通过如下固定静电场区域：该固定静电场区域使每个微滴与其电荷成比例地偏转。在断裂点处建立的电荷水平从而使滴行进至记录介质上的特定位置或者行进至用于收集和回收的槽。R. Sweet 于 1971 年 7 月 27 日提交的美国专利 No. 3, 596, 275 公开了该方法，该美国专利 No. 3, 596, 275 在下文中被称为 Sweet' 275。由 Sweet' 275 公开的 CIJ 装置由单个射流即单个滴生成液体室和单个喷嘴结构组成。Sweet 等人于 1968 年 3 月 12 日提交的美国专利 No. 3, 373, 437 还公开了利用该方法的多喷嘴 CIJ 打印头版本，该美国专利 No. 3, 373, 437 在下文中被称为 Sweet' 437。Sweet' 437 公开了具有与一行（一排）滴喷射喷嘴连通的共用的滴生成腔室的 CIJ 打印头，其中滴喷射喷嘴每个都具有其自己的充电电极。该方法需要每个喷嘴具有其自己的充电电极，其中单独的电极中的每一个被提供有依赖于要被打印的图像数据的电波形。单独可寻址充电电极的该需求限制了基本喷嘴间距，从而限制了打印系统的分辨率。

[0006] 在传统 CIJ 打印机中，存在由如下静电场引起的在打印滴上的电荷变化：来自在射流断裂附近的邻近带电滴的依赖于图像数据的静电场和与邻近射流相关联的相邻电极的静电场。这些依赖于输入图像数据的变化被称为静电串扰。Katerberg 在美国专利 No. 4, 613, 871 中公开了如下方法：该方法通过在来自相同射流的相邻打印滴之间设置护槽来减少来自邻近带电滴的串扰相互作用。然而，来自邻近电极的静电串扰限制了相邻电

极之间的最小间距并且因此限制了被打印图像的分辨率。因此,对传统静电 CIJ 打印机中的单独可寻址充电电极的需要限制了基本喷嘴间距,并且从而限制了打印系统的分辨率。已经公开了如下许多替选方法:通过使用喷嘴阵列中的一排单独可寻址喷嘴和带恒定电势的一个或更多个共用的充电电极克服对喷嘴间距的限制。在 Vago 等人的美国专利 No. 6, 273, 559 以及 B. Barbet 和 B. Henon 的美国专利 No. 7, 712, 879 中描述的方法中,这个是通过控制射流断裂长度来实现的。B. Barbet 在美国专利 No. 7, 712, 879 公开了基于断裂长度和使用带恒定电势的共用的充电电极的滴尺寸的静电充电和偏转机构。

[0007] 任何类型的墨射流打印机——无论是滴按需墨射流还是连续墨射流——具有的一个公知问题涉及点定位的精确度。如在墨射流打印领域中公知的,通常期望一个或更多个滴被放置在接收器上的像素区域(像素)中,该像素区域与例如包括数字图像的信息的像素对应。通常,这些像素区域包括接收器上的一排真实或假设的正方形或长方形,并且意在将打印滴放置在每个像素内期望的位置,例如对于简单打印方案,放置在每个像素区域的中心,或者可替选地,放置在每个像素区域内的多个精确位置以实现半色调。如果滴的放置不正确和 / 或滴的放置无法被控制成实现在每个像素区域内的期望放置,则可能会出现图像伪影,特别是在距所期望位置的相似类型的偏差在相邻的像素区域上重复的情况下。

[0008] 高速并且高质量的墨射流打印需要相对小体积的间距较近的滴被准确地定向至接收介质。由于墨滴通常是带电的,所以在来自 CIJ 打印机中的相邻喷嘴的相邻滴之间存在滴与滴的相互作用。这些相互作用可能对滴放置和打印质量产生不利影响。在使用高密度喷嘴阵列的、基于静电的打印系统中,接收器上的滴放置误差的主要源是由相邻带电打印滴之间的静电相互作用引起的。

[0009] 由于滴的图案从打印头通过静电偏转区遍历至接收介质(投影距离),所以滴之间的相对间距取决于打印滴图案而逐渐改变。当来自相邻喷嘴的间距较近的打印滴在空气中行进时被相似地充电时,静电相互作用将会使这些相邻的邻近打印滴的间距随着打印滴朝向接收介质行进而增加。这导致了打印误差,该打印误差被视为意在被打印的液体图案沿向外方向的传播,并且在本文中,该打印误差被称为“喷射”误差或跨轨迹的滴放置误差。由于喷射误差随着投射距离的增加而增加,所以需要投射距离尽可能短,这对被定义为打印滴与槽滴之间的间距的打印边距产生不利影响。

[0010] 在墨射流打印中,有时期望使用半色调来提高产生用于中间色调阴影的各种灰度水平的能力。半色调为通过使用在尺寸、形状或间距方面变化的点来模拟连续色调图像的复印技术。作为示例,黑白连续色调照片包含数百万个灰阶。当被打印时,这些灰阶被转换成模拟原始图像的连续色调的黑点的图案。较浅的灰阶由间距较远的较少和较小的黑点组成。暗色的灰阶包含更多或更大的具有较近间距的黑点。由 M. Serra 等人申请的美国专利 No. 7, 637, 585 描述了如下半色调打印按需墨射流打印机:该打印机通过沉积结合成不同尺寸的点的相邻滴的不同图案来在介质上形成不同尺寸的点。

[0011] 在 CIJ 打印机中,难以同时利用不同尺寸的滴来打印以产生多色调的图像。因此,一直存在对提供如下高打印分辨率连续墨射流打印系统的需求:该高打印分辨率连续墨射流打印系统可以使用具有相同尺寸的喷嘴孔口的单个喷嘴阵列在记录介质上产生不同尺寸的滴。还存在对提供如下这样的打印系统的需求:该打印系统具有静电偏转机构以使用单独可寻址的喷嘴阵列和共用的充电电极来使所选择的打印滴偏转,以便提供简化的设

计、改进的打印图像质量和改进的打印边距。

发明内容

[0012] 根据本发明的方面，喷射液体滴的方法包括在足以喷射液体射流的压力通过液体室的喷嘴提供液体，其中液体射流包括液体射流断裂的基本周期。滴形成装置与液体射流相关联。打印周期被定义为液体射流断裂的基本周期的 N 倍，其中 N 是大于 1 的整数。提供输入图像数据，输入图像数据的每个输入图像像素具有包括非打印水平的 M 个水平，其中 M 是整数且 $2 \leq M \leq N+1$ 。提供充电装置，该充电装置包括与液体射流相关联的充电电极以及变化充电电极与液体射流之间的电势的源。该变化电势的源向充电电极提供波形。该波形在每个打印周期期间重复至少一次。该波形包括一个或更多个打印滴电压状态和一个或更多个非打印滴电压状态。该波形独立于输入图像数据。

[0013] 通过向滴形成装置提供多个波形来使用滴形成装置调制液体射流，以选择性地使液体射流的多个部分断裂成沿初始路径行进的打印滴和非打印滴的序列。该多个波形中的每一个具有与打印周期相等的周期。每个波形响应于输入图像数据而被选择以形成具有与输入图像像素的水平对应的体积的打印滴。例如，可以在打印周期期间响应于输入图像数据而选择波形以控制射流破裂的时序以及打印滴和非打印滴的形成。使充电装置和滴形成装置同步，以当打印滴从液体射流断裂时产生关于打印滴的打印滴荷质比、并且当非打印滴从液体射流断裂时产生关于非打印滴的非打印滴荷质比。在相互比较时，打印滴荷质比不同于非打印滴荷质比。使用偏转装置使打印滴和非打印滴中的至少一者偏离初始路径。

附图说明

[0014] 在下面参照附图给出本发明的示例性实施方式的详细描述，其中：

[0015] 图 1 是根据本发明的示例性连续墨射流系统的简化原理框图；

[0016] 图 2 示出了正在从滴生成器喷射液体射流以及该液体射流随后以基本周期 τ_0 断裂成具有滴间距 λ 的滴的图像；

[0017] 图 3A 示出了 4 像素乘 4 像素输入图像数据（图 3A）的示例以及相应的输入像素水平（图 3B）；

[0018] 图 3B 示出了与图 3A 所示的 4 像素乘 4 像素输入图像数据对应的输入像素水平；

[0019] 图 4A 示出了用于图 3A 所示的 4 乘 4 像素图案的、在空气中行进的打印滴；

[0020] 图 4B 示出了图 3A 所示的 4 乘 4 像素图案正在被打印在记录介质上的打印滴；

[0021] 图 5 示出了各种尺寸的打印滴和非打印滴的断裂时序以及以基本滴周期示出的根据时间变化的充电电极电压波形状态；

[0022] 图 6 示出了用根据时间变化的用于生成图 5 所示的断裂时序的示例性滴形成波形；

[0023] 图 7A 至图 7E 示出了通过根据本发明的连续液体喷射系统的实施方式的液体射流的截面视点，其中图 7A 示出了不打印情况；图 7B 示出了打印 1X 尺寸滴；图 7C 示出了打印 2X 尺寸滴；图 7D 示出了打印 3X 尺寸滴并且图 7E 示出了打印 4X 尺寸滴；

[0024] 图 8A 至图 8C 示出了在记录介质上打印各种尺寸的滴的示例，其中图 8A 示出了 1X

和 3X 滴 ; 图 8B 示出了 1X 和 2X 滴 ; 且图 8C 示出了 2X 和 3X 滴 ; 以及

[0025] 图 9 示出了根据本发明的示例性实施方式的可变尺寸的滴打印的方法的框图。

具体实施方式

[0026] 本说明书特别地涉及形成根据本发明的设备的一部分或者与根据本发明的设备更直接地协作的元件。要理解的是,未具体地示出或描述的元件可以采用对于本领域的技术人员来说公知的各种形式。在以下描述和附图中,在可能情况下,相同的附图标记用于指定相同的元件。

[0027] 为清楚起见,本发明的示例性实施方式被示意性地并且未按比例地示出。本领域普通技术人员将能够容易地确定本发明的示例性实施方式的元件的具体尺寸和互相连接。

[0028] 如本文所描述的,本发明的示例性实施方式提供了通常在墨射流打印系统中使用的打印头或打印头部件。在这样的系统中,液体为用于在记录介质上打印的墨。然而,使用墨射流打印头来喷射需要精确计量并且以较高空间分辨率沉积的液体(除了墨之外)的其他应用正在出现。因此,如本文所描述的,术语“液体”和“墨”是指可以通过下面描述的打印头或打印头部件喷射的任何材料。

[0029] 连续式墨射流 (CIJ) 滴生成器依靠 F. R. S. (Lord) Rayleigh 在 1878 年出版的 Proc. London Math. Soc 10(4) 中的 “Instability of jet” 中首次以两维来分析无约束的流体射流的物理性质。Lord Rayleigh 的分析表明在压力 P 下液体会从孔即喷嘴流出,形成以速度 v_j 移动的直径为 d_j 的液体射流。该射流直径 d_j 与有效喷嘴直径 d_n 近似相等,并且该射流速度 v_j 与贮器压力 P 的平方根成比例。Rayleigh 的分析表明射流会基于具有比 πd_j 长的波长 λ 即 $\lambda \geq \pi d_j$ 的表面波而自然地分裂成不同尺寸的滴。Rayleigh 的分析还表明特定的表面波长如果以足够大的幅度开始则会变成主导的,从而“刺激”射流产生单一尺寸的滴。连续墨射流 (CIJ) 滴生成器通常采用周期性的物理过程,即,具有在射流上建立特定主导表面波的作用的所谓的“扰动”或“刺激”。该刺激导致射流断裂成与扰动的基本频率同步的单一尺寸的滴。已经表明射流断裂的最大效率发生在引起最短断裂时间的最佳频率 F_{OPT} 处。在最佳频率 F_{OPT} (最佳瑞利频率) 处扰动波长 λ 近似等于 $4.5d_j$ 。将扰动波长 λ 等于 πd_j 时的频率称为瑞利截止频率 F_R ,原因是液体射流在比截止频率高的频率处的扰动不会增长以引起形成滴。

[0030] 在本文中,将因施加瑞利刺激而产生的滴流称为产生预定体积的滴流。而在现有技术的 CIJ 系统中,所关注的用于打印或图案化层沉积的滴总是单一体积的,要说明的是,对于本发明,可以对刺激信号进行操作以产生单一体积预定倍数的滴。因此,词组“预定体积的滴流”包括如下滴流:被分裂成全部都具有一个尺寸的滴的滴流或者被分裂成所计划的不同体积的滴的流。

[0031] 在 CIJ 系统中,在体积上比预定单位体积小得多的一些滴(通常被称为“附属物”)可以被形成为向下到流体的细系带中的流颈。这样的附属物可能不是完全能够预测的或者可能不总是以能够预测的方式与其它滴合并,从而略微地更改预期用于打印和图形化的滴的体积。然而,较小且不能够预测的附属物滴的存在对本发明是无关紧要的,并且不认为偏离如下事实:滴的尺寸已经由本发明中所使用的同步能量信号预先确定。预定体积的滴每个都具有如下滴的相关联部分:该部分形成负责产生滴的波形。附属物滴不具有负责产生

该附属物滴的波形的不同部分。因此,为了描述本发明所使用的词组“预定体积”应当被理解为包括由于不能够预测的附属物滴形成而可能出现的滴体积关于计划的目标值的一些小变化。

[0032] 图 1 示出了连续墨射流打印系统 10,并且图 2 示出了正在从打印头 12 的单个滴生成器喷射液体射流 43 以及该液体射流 43 随后以其基本周期 τ 。断裂成具有相邻的滴间距 λ 的滴 35 和 36 的图像。连续墨射流打印系统 10 包括贮墨器 11,该贮墨器 11 连续地将墨泵送到打印头 12(其也被称为液体喷射器或滴生成器)以产生连续的墨滴流。打印系统 10 从图像源 13 比如扫描仪、计算机或数字照相机或者其他源接收数字化的图像处理数据,其中该其他源提供光栅数字数据、页面描述语言的形式的概要图像数据或其他形式的数字图像数据。来自图像源 13 的图像数据被周期性地发送至图像处理器 16。图像处理器 16 对图像数据进行处理,并且该图像处理器 16 包括用于存储图像数据的存储器。图像处理器 16 通常为光栅图像处理器 (RIP),该光栅图像处理器 (RIP) 将所接收的图像数据转换成打印数据,即用于打印的像素位图。该打印数据被发送至刺激控制器 18,该刺激控制器 18 生成刺激波形 55;如将描述的,时变的电刺激脉冲的图案使在打印头 12 上的每个喷嘴的出口处形成滴的流。在适当的时间并且以适当的频率向与每个喷嘴 50 相关联的刺激装置 59 施加这些具有适当幅度、占空比和时序的刺激脉冲以使滴 35 和 36 从连续流 43 断裂。打印头 12 和偏转机构 14 协同工作以确定墨滴被打印在记录介质 19 上的由图像存储器中的数据指定的适当位置中或者被偏转并且经由墨循环单元 15 回收。记录介质 19 也被称为接收器,并且该记录介质 19 通常包括纸张、聚合物或一些其它透气承印物。墨循环单元 15 中的墨被定向回贮墨器 11。墨在压力下通过墨通道分布至打印头 12 的背面,该墨通道包括在通常由硅构成的衬底上所形成的腔室或气室。可替选地,可以在硅衬底所附接的的歧管件中形成腔室。墨优选地通过在打印头 12 的硅衬底中所刻蚀的槽和 / 或孔从腔室流至多个喷嘴和刺激装置所在的打印头 12 的前表面。适用于最佳操作的墨压力将取决于许多因素,包括喷嘴的几何形状和热特性以及墨的热特性和流体动力学特性。可以通过在墨压力调节器 20 的控制下向贮墨器 11 施加压力来实现恒定的墨压力。

[0033] RIP 或其他类型的处理器 16 将图像数据转换成像素映射的图像,即用于打印的页面图像。图像数据可以包括:原始图像数据;根据图像处理算法生成以改善被打印的图像的质量的附加图像数据;以及来自滴放置修正的数据,该数据可以从任何源(例如根据打印头特征和图像处理领域的技术人员所公知的、打印头 12 中的每个喷嘴的转向误差的测量)生成。图像处理器 16 中的信息因此可以被说成表示用于滴喷射的数据(诸如要被打印的墨滴的期望位置和要被收集以用于回收的那些墨滴的标识)的一般源。

[0034] 在打印期间,记录介质 19 借助于由介质输送控制器 21 电控制的多个输送辊 22 而相对于打印头 12 移动。逻辑控制器 17(优选地如所公知的基于微处理器且被适当编程的逻辑控制器 17) 提供控制信号以用于运输控制器 21 与墨压力调节器 20 和刺激控制器 18 的协作。刺激控制器 18 包括一个或更多个刺激波形源 56,该一个或更多个刺激波形源 56 响应于打印数据而生成滴形成波形,并且将该滴形成波形 55(其也被称为刺激波形) 提供或施加给与每个喷嘴 50 或液体射流 43 相关联的刺激装置 59,该刺激装置 59 也被称为滴形成装置 59。响应于所施加的刺激波形的能量脉冲,滴形成装置 59 对连续液体流 43(其也被称为液体射流 43) 进行扰动以使单独的液体滴从液体流断裂。滴在距喷嘴板 BL 处从液体

射流 43 断裂。因此,图像处理器 16 中的信息可以被说成表示用于滴形成的数据(诸如要被打印的墨滴的期望位置和要被收集以用于回收的那些墨滴的标识)的一般源。

[0035] 可以理解的是,可以使用用于接收器运输控制的不同的机构配置。例如,在页面宽度打印头的情况下,移动记录介质 19 经过固定的打印头 12 很方便。另一方面,在扫描型打印系统的情况下,以相对的光栅运动沿一个轴(即,主扫描方向)移动打印头并且沿正交轴(即,副扫描方向)移动记录介质更方便。

[0036] 滴形成脉冲由通常可以被称为滴控制器的刺激控制器 18 来提供,并且滴形成脉冲通常为通过如信号传输领域所公知的电连接器发送至打印头 12 的电压脉冲。然而,如墨射流打印领域所公知的,也可以向打印头 12 发送其他类型的脉冲诸如光脉冲以使在特定的喷嘴处形成打印滴和非打印滴。一旦形成,则打印滴通过空气行进至记录介质,并且稍后撞击在记录介质的特定像素区域上或者由将描述的捕捉器来收集。

[0037] 参照图 2,打印系统与打印头相关联,该打印头能够被操作成从全部都具有相同直径的一排喷嘴 50 产生一排液体射流 43。与液体射流 43 相关联的是滴形成装置 59 和滴形成波形源 56,其中该滴形成波形源 56 向滴形成换能器(transducer)提供刺激波形 55,该刺激波形 55 也被称为滴形成波形。通常被称为滴形成换能器或滴刺激换能器的滴形成装置 59 可以是适用于在液体射流上产生扰动的任何类型的装置,例如热装置、压电装置、MEMS 致动器、电流体动力学装置、光学装置、电致伸缩装置和它们的组合。基于所使用的换能器的类型,该换能器可以被定位在向喷嘴提供液体的液体室中或与该液体室相邻以对液体室中的液体起作用,该换能器可以被定位在喷嘴中或直接围绕喷嘴以在液体通过喷嘴时对该液体起作用,或者被定位成与液体射流相邻以在该液体射流通过喷嘴之后对该液体射流起作用。滴形成波形源 56 向滴形成换能器提供具有基本频率 f_0 和基本周期 $\tau_0 = 1/f_0$ 的滴形成波形,滴形成换能器在液体射流中产生具有波长 λ 的调制。该调制在幅度上增长以使液体射流的多个部分断裂成滴。通过滴形成装置的作用,以基本频率 f_0 与基本周期 $\tau_0 = 1/f_0$ 产生滴序列。通常用于打印头的基本频率 f_0 被选择成与最优瑞利频率 F_{opt} 近似相等。

[0038] 在图 2 中,液体射流 43 以固定周期在距喷嘴 50 距离 BL 的断裂位置 32 处断裂成滴。一对连续滴 35 和 36 之间的距离基本上与液体射流上的扰动的波长 λ 相等。从液体射流形成断裂的一对连续滴 35 和 36 被称为滴对 34,每个滴对具有第一滴和第二滴。因此,通常被称为滴对频率 f_p 的滴对 34 的形成频率通过 $f_p = f_0/2$ 给出,并且相应的滴对周期为 $\tau_p = 2\tau_0$ 。通常对于打印头 12 中的所有喷嘴,用于打印头中的整排喷嘴 50 的刺激换能器的滴刺激频率是相同的。

[0039] 图 2 还示出了包括充电电极 44 和充电电压源 51 的充电装置 83。充电电压源 51 提供变化充电电极与液体射流之间的电势的源。该变化电势的源向充电电极提供充电电极波形 97,其控制被施加于充电电极的电压信号。该充电电极波形在每个打印周期(参见下面的定义)期间重复至少一次,并且该波形包括一个或更多个打印滴电压状态和一个或更多个非打印滴电压状态。该充电电极波形还独立于输入图像数据。充电电极 44 与液体射流相关联并且被定位成与液体射流 43 的断裂点 32 相邻。当非零电压被施加于充电电极 44 时,在充电电极与电接地液体射流之间产生电场。充电电极与电接地液体射流之间的电容性耦合在导电液体射流的端部上感生净电荷。(液体射流通过与接地滴生成器的液体室接触的方式来接地。)如果在液体射流的端部上存在净电荷的同时液体射流的端部断裂以形

成滴，则液体射流的该端部的电荷被捕捉在新形成的滴上。当充电电极上的电压水平改变时，液体射流上所感生的电荷由于充电电极与液体射流之间的电容性耦合而改变。因此，可通过变化充电电极上的电势来控制新形成的滴上的电荷。

[0040] 为了使用本发明来打印多色调图像，需要将输入图像数据转换成与要被打印的水平的数目对应的多水平图像。使用 2 位编码允许三个不同的打印滴尺寸和一个非打印，其中 00 对应于白色，01 对应于第一灰度，10 对应于第二灰度以及 11 对应于黑色。使用 3 位编码允许 7 个不同的打印滴尺寸和不打印，其中 000 对应于白色，001 至 110 对应于 6 个不同的灰度密度以及 111 对应于黑色。通常，由于较大的滴的生成降低了最大打印速度，所以不必利用所有不同的水平。打印体积是基本打印滴体积的 N 倍的滴需要是基本打印滴周期的 N 倍的时间间隔来生成该尺寸的滴。在本发明的实践中，提供了持续时间是液体射流断裂的基本周期的 N 倍的打印周期，其中 N 是大于 1 的整数。

[0041] 当实践本发明时，提供输入图像数据，输入图像数据的每个输入图像像素具有 M 个水平，其中 M 是整数且 $2 \leq M \leq N+1$ 。该 M 个水平中的一个是非打印水平或白色水平。该 M 个水平在被打印在记录介质上时引起亮度和暗度或者多色调的不同阴影。图 3A 示出了 4 像素乘 4 像素输入图像数据的示例，其中该输入图像数据使用了共 5 个水平，该 5 个水平包括非打印（白色）（十进制 0）、3 个灰度水平（十进制 1、2 和 3）以及黑色（十进制 4）。图 3B 示出了以十进制记法示出的相应输入像素水平。为了产生 5 个水平图像需要 3 位编码。一般地，白色——即十进制 0——对应于二进制 000，并且十进制 4 或 3 位编码中的二进制 100 对应于黑色。

[0042] 图 4A 示出了用于图 3A 所示的 4 乘 4 像素图案在非打印滴被偏转并且由收集器捕捉之后的在空气中行进的打印滴，其中假设首先生成图像底部。液体射流流向由箭头 26 来表示。作为 1X、2X、3X 和 4X 的不同尺寸的打印滴分别以 35、37、30 和 31 示出。图 4B 示出了根据图 3 的输入图像数据由图 4A 中在空气中行进的滴产生的在记录介质上最终被打印的滴图案。在图 4B 中，像素边界由阴影线 62 来表示。非打印像素或白像素由 53 来表示。被打印的 1X 滴由 46 来表示。被打印的 2X 滴由 45 来表示。被打印的 3X 滴由 42 来表示。被打印的 4X 滴由 49 表示。随着 N 增加，当由观察者观察时被打印的滴的尺寸增加引起打印平均密度增加。

[0043] 可以通过更改施加于与特定喷嘴孔口相关联的相应滴形成换能器的波形来改变从墨射流喷嘴喷射的液体流形成的滴的滴形成动态。改变相对于波形或波形序列中的其他脉冲的幅度、占空比或时序中的至少一者可以更改特定喷嘴孔口的滴形成动态。为了实践本发明，期望的是所形成的各种体积的滴在距喷嘴阵列近似相同距离 BL 处断裂。图 5 和图 6 描述了形成处于基本滴体积的 1 至 4 倍范围内的各种体积的滴的滴形成波形和断裂时序。

[0044] 图 5 示出了在 4 个基本滴形成周期长的单个打印周期内各种尺寸的打印滴和非打印滴的断裂时序以及以基本滴形成周期测量的根据时间变化的充电电极电压波形状态的示例性时序图。所示的充电电极波形 97 为具有非打印滴电压状态 96 和打印滴电压状态 95 的 2 个状态的波形，其中非打印滴电压状态 96 也被称为捕捉滴电压状态 96，并且打印滴电压状态 95 被示出为在打印周期期间重复两次。在基本滴形成周期内，每个电压状态被示出成时有效的。图 5 还示出了在图 6 中所示的用于各种打印滴尺寸波形的滴的断裂时序。在充电电极处于产生关于打印滴的打印滴荷质比的打印滴电压状态 95 的情况下，当打

印滴邻近充电电极断裂时形成打印滴。在充电电极处于产生关于非打印滴的非打印滴荷质比的非打印滴电压状态 96 的情况下,当非打印滴邻近充电电极断裂时形成非打印滴,该非打印滴也被称为捕捉滴。打印滴荷质比不同于非打印滴荷质比。打印滴电压状态不必处于地电位处,并且有时对于打印滴电压状态有利的是使其处于非零 DC 电平。通过使在打印滴断裂期间具有合适的 DC 偏置,可以将打印滴上的电荷减少至接近零电荷。在一个实施方式中,调整并且选择 DC 偏置使得 1X 打印滴的电荷在近似零电荷处,而其他尺寸的打印滴可以与零电荷略有不同。由于 1X 滴具有最小的质量并且因此更易受静电滴与滴相互作用以及其他打印滴的影响,所以选择 1X 滴作为具有零电荷的滴。为了进一步减少可能的静电滴与滴相互作用,可以在施加于相邻喷嘴的滴形成波形之间施加相移。例如,可以将施加于与奇数喷嘴相关联的滴形成装置的滴形成波形相对于施加在与偶数喷嘴相关联的滴形成装置的滴形成波形延迟 1/2 个打印周期,或者等同地延迟两倍的基本滴形成周期。以此方式,可以增加来自相邻喷嘴的打印滴之间的间距,从而减小略微带电的打印滴之间的静电力。

[0045] 减小不同体积的打印滴的荷质比变化的另一种方法包括在打印滴之前使用预定尺寸的非打印滴。例如,在 4X 周期中,在 1X、2X 和 3X 尺寸的打印滴之前使用 1X 非打印滴。这减小了滴断裂区域中依赖于滴图案的电场的影响,并且有助于提高关于打印滴的荷质比的一致性。

[0046] 在使用非打印滴波形时形成的滴的断裂时序被示出为黑色菱形;在使用 1X 打印滴波形形成的滴的断裂时序被示出为黑色三角形,在使用 2X 打印滴波形时形成的滴的断裂时序被示出为黑色圆形;在使用 3X 打印滴波形时形成的滴的断裂时序被示出为黑色正方形以及在使用 4X 打印滴波形时形成的滴的断裂时序被示出为黑色十字。用于表示断裂事件的符号的相对尺寸与断裂的滴的尺寸有关。注意,图 5 所示的所有打印滴在打印周期中的第二基本周期期间断裂。通常,在施加于滴形成换能器的脉冲的时序与充电电极波形之间施加恒定的相位延迟以使时序或断裂事件适当地同步,使得期望尺寸的打印滴在充电电压波形的打印滴充电状态期间断裂并且非打印滴在充电电压波形的非打印滴充电状态期间断裂。

[0047] 图 6 示出了根据时间变化的用于生成图 5 所示的断裂时序事件的滴形成波形的示例。要被打印的滴形成波形基于输入图像数据。不打印滴波形 70 由在打印周期中的第一基本周期和第三基本周期期间出现的一对 2X 滴形成脉冲 92 组成。1X 打印滴波形 71 由在打印周期中的第一基本周期和第二基本周期期间出现的一对 1X 滴形成脉冲 91 以及第三基本周期期间出现的 2X 滴形成脉冲 92 组成。2X 打印滴波形 72 由打印周期中的第一基本周期期间的 1X 滴形成脉冲 91、第二基本周期期间的 2X 滴形成脉冲 92 以及第三基本周期期间的 1X 滴形成脉冲 91 组成。3X 打印滴波形 73 由打印周期中的第一基本周期期间的 1X 滴形成脉冲 91 和第二基本周期期间的 3X 滴形成脉冲 89 组成。4X 打印滴波形 74 由打印周期中的第二基本周期期间的 4X 滴形成脉冲 90 组成。图 6 所示的波形 71 至 74 响应于输入图像像素数据水平 X(其中 $1 \leq X \leq N$) 而产生基本体积的 X 倍的打印滴。也可使用时序图的其它集合来提供各种尺寸的打印滴。在所有情况下,当输入图像数据水平是 0 时,调制波形以使液体射流的多个部分断裂成一个或更多个非打印滴。在图 6 所示的各种滴形成波形 70、71、72、73 和 74 中,在打印周期内施加于滴形成换能器的总能量是相同的。

[0048] 图 7A 至图 7E 示出了通过根据本发明的连续液体喷射系统的实施方式的单个液体

射流的截面视点,其中使用四个基本周期长的打印周期并且图 5 和图 6 所示的滴波形和时序,在 A 中不打印,在 B 中打印 IX 滴,在 C 中打印 2X 滴,在 D 中打印 3X 滴,在 E 中打印 4X 滴。在本发明的各种实施方式中,连续液体喷射系统 40 包括打印头 12,该打印头 12 包括与用于喷射液体射流 43 的一排的一个或更多个喷嘴 50 流体连通的液体室 24。在足以喷射的液体射流的压力下通过液体室的喷嘴提供液体。液体射流具有液体射流断裂的基本周期。与每个液体射流相关联的是刺激换能器 59。在所示的实施方式中,刺激换能器 59 被形成在围绕喷嘴 50 的壁上。分开的刺激换能器 59 可以与多个喷嘴中的每个喷嘴集成。刺激换能器 59 由滴形成波形源 56 致动,该滴形成波形源 56 以在图 6 中以 70、71、72 和 73 示出的依赖于输入图像数据的滴刺激波形 55 的形式来提供液体射流 43 的周期性刺激。

[0049] 控制施加于液体射流的刺激波形的能量和时序,使得所有滴邻近在距喷嘴出口相同距离 32 处从的液流 43 断裂。当各种尺寸的滴从液体射流 43 断裂时,它们沿图 2 所示的初始路径 87 行进。贯穿图 7A 至图 7E,滴被表示成各种尺寸的圆以指示滴的相对尺寸。打印滴被示出为不具有任何电荷,而非打印滴被示出为具有负号。数字 35、37、30 和 31 分别表示 1X 打印滴、2X 打印滴、3X 打印滴和 4X 打印滴,并且数字 36 和 38 分别表示 1X 非打印滴和 2X 非打印滴。

[0050] 需要偏转机构 14 来使非打印滴偏转。偏转机构包括:由充电电极 44、充电电压源 51 和充电电极波形 97 组成的充电装置 83;具有捕捉表面的捕捉器 47;以及具有偏转电极电压源 67 的可选偏转电极 66。充电电极 44 为打印头 12 中的多个喷嘴中的所有喷嘴所共用。充电脉冲电压源 51 在充电电极 44 与通常接地的液体射流 43 之间提供时变电势(充电电极波形 97)。充电电极波形在每个打印周期期间重复至少一次,该波形包括一个或更多个打印滴电压状态以及一个或更多个非打印滴电压状态,并且充电电极波形独立于输入图像数据。在图 7 所示的示例中,充电电极波形在打印周期(其为 4 个基本周期长)期间重复两次,并且具有图 5 所示的打印滴电压状态和非打印滴电压状态。当向被定位在与断裂点相邻的液体射流的一侧的充电电极 44 施加电压电势时,充电电极 44 在滴断裂之前吸引射流的带电端部并且还在滴从液体射流断裂之后吸引带电滴 36 和 38。在 A. Katerberg,“Drop charging and deflection using a planar charge plate”,4th International Congress on Advances in Non-impact Printing Technologies(第四届无压印刷技术进展国际会议)中描述了该偏转机构。此外,捕捉器 47 构成偏转装置 14 的一部分。如在由 J. Robertson 申请的美国专利 No. 3,656,171 中所述,在导电捕捉器前方经过的带电滴使导电捕捉器面 52 上的表面电荷以将带电滴吸引至捕捉器面 52 上的方式重新分布。在图 7A 至图 7E 所示的实施方式中,滴 36 和 38 充有较高的负电荷,朝向捕捉器 47 偏转并由捕捉器 47 捕捉并且被回收,而打印滴 35、37、30 和 31 具有相对较低的电荷并且被示出为是相对不被偏转的。实际上,可以使打印滴稍微地偏转远离捕捉器并且使其能够击中记录介质 19。为了使图 7A 至图 7E 所示的打印头 12 正确操作,将捕捉器 47 和 / 或捕捉器底板 57 接地以使得被拦截的滴上的电荷能够当墨顺着捕捉器面 52 流动并且进入墨回收通道 58 时被消散。捕捉器 47 的捕捉器面 52 相对于图 2 所示的液体射流轴 87 形成角度 θ。带电滴 36 和 38 被吸引至接地的捕捉器 47 的捕捉器面 52 并且在带电滴捕捉器接触位置 27 处拦截捕捉面 52 以形成顺着捕捉器 47 的面行进的墨膜 48。捕捉器面的底部具有半径为 R 的曲面,墨可以围绕该曲面从捕捉器面 52 流到墨回收通道 58 中。墨回收通道 58 被形成在捕捉器本体

的底部与底部捕捉器板 57 之间,以用于捕捉墨膜 48 中的墨和使墨膜 48 中的墨回收。如果在邻近电极断裂的滴的断裂时从电极 44 至液体射流 4 存在正的电压电势差,则在所形成的滴上感生出在滴从液体射流断裂之后仍将保留的负电荷。

[0051] 图 7A 示出了相对于充电电极波形使用图 6 所示的不打印滴形成波形 70 的非打印模式,其中不打印滴形成波形 70 利用由图 5 中的黑色菱形示出的断裂时序使滴从射流 43 断裂。仅使 2X 带负电的滴 38 断裂,并将其吸引至捕捉器 47 并由捕捉器 47 捕捉,然后回收。这些 2X 非打印滴 38 遵循由虚线 39 示出的非打印滴轨迹或路径。如果使用可选的偏转电极 66,则由偏转电极电压源 67 向该可选的偏转电极 66 提供负的 DC 电压。

[0052] 图 7B 示出了使用图 6 所示的 1X 打印滴形成波形 71 的 1X 打印滴模式,其中该 1X 打印滴形成波形 71 利用由图 5 中的黑色三角形示出的断裂时序使滴从射流 43 断裂。在该情况下,单个滴 1X 被打印在每个像素中作为以速度 V_m 移动的记录介质 19 上的被打印的 1X 点。1X 打印滴 35 在其朝向记录介质 19 在空气中行进时相对未被偏转并且遵循由虚线 34 所示的打印滴轨迹或路径。1X 非打印滴 36 和 2X 非打印滴二者在其沿非打印滴路径 39 行进时被吸引至捕捉器 47 并且由捕捉器 47 捕捉,然后被回收。如由图 7B 中的记录介质 19 上的非交叠滴所表示的,被打印的 1X 滴 46 如图 4B 所示未填满像素区域。

[0053] 图 7C 示出了使用图 6 所示的 2X 打印滴形成波形 72 的 2X 打印滴模式,其中该 2X 打印滴形成波形 72 利用由图 5 中的黑色圆形示出的断裂时序使滴从射流 43 断裂。在该情况下,单个滴 2X 被打印在每个像素中作为以速度 V_m 移动的记录介质 19 上的被打印 2X 滴 45 打印。2X 打印滴 37 在其朝向记录介质 19 在空气中行进时相对未被偏转并且遵循打印滴轨迹 34。1X 非打印滴 36 在其沿非打印滴路径 39 行进时被吸引至捕捉器 47 并且由捕捉器 47 捕捉,然后被回收。被打印的 2X 滴 45 大于被打印的 1X 滴 46,然而如由图 7B 中的记录介质 19 上的非交叠滴所指示,该被打印的 2X 滴 45 如图 4B 所示仍未填满像素区域。

[0054] 图 7D 示出了使用图 6 所示的 3X 打印滴形成波形 73 的 3X 打印滴模式,其中该 3X 打印滴形成波形 73 利用由图 5 中的黑色正方形示出的断裂时序使滴从射流 43 断裂。在该情况下,3X 滴被打印在每个像素中作为在以速度 V_m 移动的记录介质 19 上的被打印的 3X 滴 42。3X 打印滴 30 在其朝向记录介质 19 在空气中行进时相对未被偏转并且遵照打印滴轨迹 34。1X 非打印滴 36 在其沿非打印滴路径 39 行进时被吸引至捕捉器 47 并且由捕捉器 47 捕捉,然后被回收。被打印的 3X 滴 42 大于被打印的 2X 滴 45,并且从相同喷嘴 50 形成的相邻滴的边接触滴之间的边界。如图 4B 所示,被打印的 3X 滴仍未填满像素区域。

[0055] 图 7E 示出了使用图 6 所示的 4X 打印滴形成波形 74 的 4X 打印滴模式,其中该 4X 打印滴形成波形 74 利用由图 5 中的十字示出的断裂时序使滴从射流 43 断裂。在该情况下,4X 滴 49 被打印在每个像素上作为在以速度 V_m 移动的记录介质 19 上的被打印 4X 滴。4X 打印滴 31 在其朝向记录介质 19 在空气中行进时相对未被偏转并且遵照打印滴轨迹 34。在该情况下,从射流 43 断裂的滴中没有一个被吸引至捕捉器 47 并且由捕捉器 47 捕捉,然后被回收。被打印的 4X 滴 31 大于被打印的 3X 滴 42。

[0056] 图 8 示出了使用图 6 所示的滴形成波形在记录介质上同时打印各种尺寸的滴的示例。在图 8 的部分 A 至部分 C 中,通过一排喷嘴来打印滴序列。滴被打印得很好地间隔开以使得单独的滴的尺寸能够被看到。在部分 A 中,在由若干个不打印滴波形分开的 1X 打印滴波形与 3X 打印滴波形之间交替的滴刺激波形被施加于滴形成装置以打印 1X 滴 46 和 3X

滴 42。在部分 B 中,在由若干个不打印滴波形分开的 1X 打印滴波形与 2X 打印滴波形之间交替的滴刺激波形被施加于滴形成装置以打印 1X 滴 46 和 2X 滴 45。在部分 C 中,在由若干个不打印滴波形分开的 2X 打印滴波形与 3X 打印滴波形之间交替的滴刺激波形被施加于滴形成装置以打印 2X 滴 45 和 3X 滴 42。可以观察到,被打印的 1X 滴 46 在直径上小于被打印的 2X 滴 45,该被打印的 2X 滴 45 在直径上小于被打印的 3X 滴 42。

[0057] 图 9 示出了概述实践根据本发明的各种实施打印的方法所需要的步骤的框图。参照图 9,打印的方法以步骤 150 开始。在步骤 150 中,在足以喷射液体射流的压力下通过喷嘴或线性排列的喷嘴提供受压液体。在步骤 150 之后是步骤 155。

[0058] 在步骤 155 中,提供多滴尺寸输入图像数据。选择被定义为液体射流断裂的基本周期的 N 倍的打印周期,其中 N 是大于 1 的整数。该输入图像数据的每个输入图像像素具有包括非打印水平的 M 个水平,其中 M 是整数且 $2 \leq M \leq N+1$ 。在步骤 155 之后是步骤 160。

[0059] 在步骤 160 中,选择性地调制液体射流,以使液体射流的多个部分断裂成沿依赖于输入图像数据的路径行进的各种尺寸的一个或更多个滴。通过向滴形成装置提供多个波形来使用滴形成装置调制液体射流,其选择性地使液体射流的多个部分断裂成沿初始路径行进的打印滴和非打印滴的序列。该多个波形中的每一个具有与打印周期相等的周期,并且每个波形响应于输入图像数据而被选择以形成具有与输入图像像素的水平对应的体积的打印滴。在步骤 160 之后是步骤 165。

[0060] 在步骤 165 中,提供充电装置,充电装置包括充电电极和时变电势的源。充电电极为每个液体射流所共用并且与每个液体射流相关联。该时变电势的源在充电电极与液体射流之间施加充电电极波形。充电电极波形在每个打印周期期间至少重复两次,并且包括一个或更多个打印滴电压状态和非打印滴电压状态。充电电极波形独立于施加于喷嘴的滴形成装置的输入图像数据。在步骤 165 之后是步骤 170。

[0061] 在步骤 170 中,使充电装置和滴形成装置同步,使得当各种尺寸的打印滴从射流断裂时打印滴电压状态是有效的,并且当各种尺寸的非打印滴从射流断裂时非打印滴电压状态是有效的。这当各种尺寸的打印滴从液体射流断裂时产生关于各种尺寸的打印滴的打印滴荷质比,并且当各种尺寸的非打印滴从液体射流断裂时产生关于各种尺寸的非打印滴的非打印滴荷质比,打印滴荷质比不同于非打印滴荷质比。在步骤 170 之后是步骤 175。

[0062] 在步骤 175 中,非打印滴是使用偏转机构使其沿不同轨迹行进的打印滴。偏转机构包括静电偏转装置,其使各种尺寸的非打印滴沿非打印滴轨迹行进并且使各种尺寸的打印滴沿不同的打印滴轨迹行进,打印滴轨迹与非打印滴轨迹是不同的。由此,使用偏转装置使打印滴和非打印滴中的至少一者偏离初始路径。在步骤 175 之后是步骤 180。

[0063] 在步骤 180 中,沿第一轨迹和第二轨迹中的一条并且仅一条行进的滴由捕捉器拦截以用于回收。这些滴为非打印滴,同时使得与由捕捉器拦截的滴相比沿其他轨迹行进的滴能够接触记录介质并且被打印。

[0064] 通常,可以实践本发明以依赖于被打印的图像的分辨率要求利用直径在 $5 \mu m$ 至 $50 \mu m$ 范围中的喷嘴来产生在 1p1 至 100p1 范围中的打印滴。射流速度优选地在 10m/s 至 30m/s 的范围内。基本滴生成频率优选地在 50kHz 至 1000kHz 的范围内。这些滴尺寸、滴速度、喷嘴尺寸和滴生成频率参数的具体选择取决于打印应用。

[0065] 本发明使得能够对于打印或非打印来选择滴,而无需如在传统的基于电磁偏转的

墨射流打印机中所发现的、对于一排液体射流中的每个液体射流来使用单独的充电电极。相反,可以使用单个共用的充电电极来对来自一排液体射流的滴进行充电。这消除了要将每个充电电极与喷嘴精密地对准的需要。借助于与不同液体射流相关联的充电电极来对来自同一液体射流的滴的串扰充电不再是问题。由于串扰充电不再是问题,所以不必如传统滴充电系统所需的那样使充电电极与液体射流之间的距离最小化。共用的充电电极还提高了改进的充电效率和偏转效率,从而允许在射流与电极之间存在更大的分开距离。处于 $25 \mu\text{m}$ 至 $300 \mu\text{m}$ 之间的、充电电极与射流轴线之间的距离是可用的。消除对于每个液体射流的单独的充电电极还允许比对于每个喷嘴需要单独的充电电极的传统静电偏转连续墨射流系统更高的喷嘴密度。喷嘴阵列密度可以在 75nip 至 1200nip 的范围内,其中 nip 指每英尺上的喷嘴数。

[0066] 在各种图的实施方式中,打印滴是相对不带电并且相对不偏转的,而非打印滴是带电的并且被偏转以撞击捕捉器。在其它实施方式中,打印滴剂可以是带电的并且被偏转,而非打印滴为相对不带电并且相对不被偏转,其中捕捉器被定位成拦截未被偏转的非打印滴的轨迹。

[0067] 以上参照图 1 至图 9 所讨论的示例性实施方式是使用滴充电结构、滴偏转结构、滴捕捉结构以及滴形成装置的特定组合来描述的。应当理解的是,存在许多公知的滴充电结构的配置、滴偏转结构的配置、滴捕捉结构的配置以及滴形成装置的配置,包括单个结构执行多个功能的一些结构(诸如用于对滴充电并且使其偏转的电极结构),并且可以采用这些结构的各种组合。

[0068] 部件列表

- [0069] 10 连续墨射流打印系统
- [0070] 11 贮墨器
- [0071] 12 打印头或液体喷射器
- [0072] 13 图像源
- [0073] 14 偏转机构
- [0074] 15 墨回收单元
- [0075] 16 图像处理器
- [0076] 17 逻辑控制器
- [0077] 18 刺激控制器
- [0078] 19 记录介质
- [0079] 20 墨压力调节器
- [0080] 21 介质输送控制器
- [0081] 22 输送辊
- [0082] 24 液体室
- [0083] 26 液体射流流向
- [0084] 27 带电滴捕捉器接触位置
- [0085] 30 3X 打印滴
- [0086] 31 4X 打印滴
- [0087] 32 断裂位置

- [0088] 34 打印滴轨迹
- [0089] 35 1X 打印滴
- [0090] 36 1X 非打印滴
- [0091] 37 2X 打印滴
- [0092] 38 2X 非打印滴
- [0093] 39 非打印滴轨迹
- [0094] 40 连续液体喷射系统
- [0095] 42 被打印的 3X 滴
- [0096] 43 液体射流
- [0097] 44 充电电极
- [0098] 45 被打印的 2X 滴
- [0099] 46 被打印的 1X 滴
- [0100] 47 捕捉器
- [0101] 48 墨膜
- [0102] 49 被打印的 4X 滴
- [0103] 50 喷嘴
- [0104] 51 充电电压源
- [0105] 52 捕捉器面
- [0106] 53 白像素
- [0107] 54 速度调制源
- [0108] 55 滴刺激波形
- [0109] 56 滴形成波形源
- [0110] 57 捕捉器底板
- [0111] 58 墨回收通道
- [0112] 59 滴形成装置
- [0113] 62 像素边界
- [0114] 65 箭头
- [0115] 66 偏转电极
- [0116] 67 偏转电极电压源
- [0117] 70 不打印滴波形
- [0118] 71 1X 打印滴波形
- [0119] 72 2X 打印滴波形
- [0120] 73 3X 打印滴波形
- [0121] 74 4X 打印滴波形
- [0122] 83 充电装置
- [0123] 87 液体射流中心轴
- [0124] 89 3X 滴形成脉冲
- [0125] 90 4X 滴形成脉冲
- [0126] 91 1X 滴形成脉冲

- [0127] 92 2X 滴形成脉冲
- [0128] 95 打印滴电压状态
- [0129] 96 非打印滴电压状态
- [0130] 97 充电电极波形
- [0131] 150 提供受压液体的步骤
- [0132] 155 提供输入图像数据的步骤
- [0133] 160 调制液体射流的步骤
- [0134] 165 提供充电装置的步骤
- [0135] 170 使同步的步骤
- [0136] 175 使滴对合并的步骤
- [0137] 180 使所选择的滴偏转的步骤
- [0138] 185 拦截所选择的滴的步骤

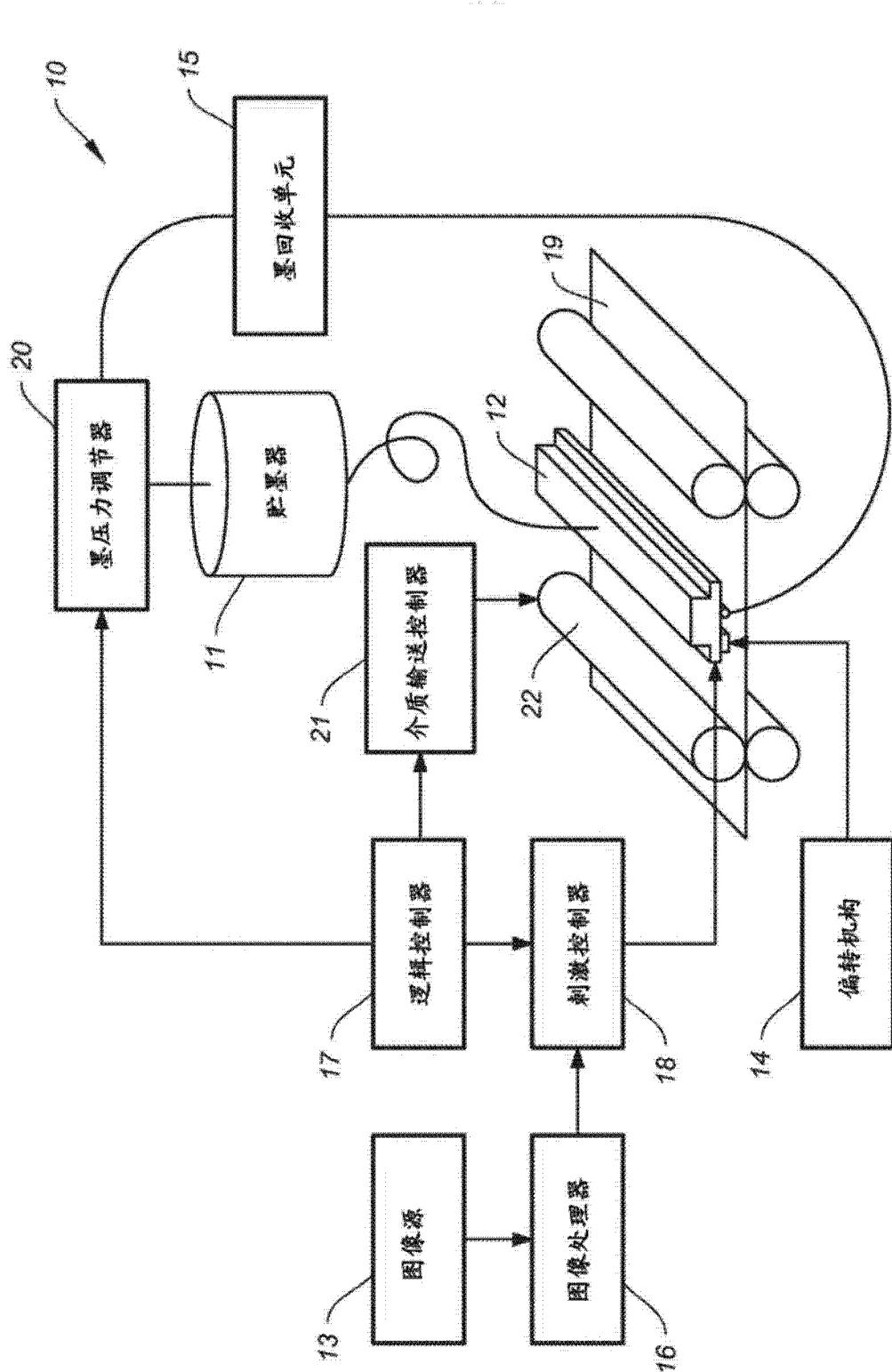


图 1

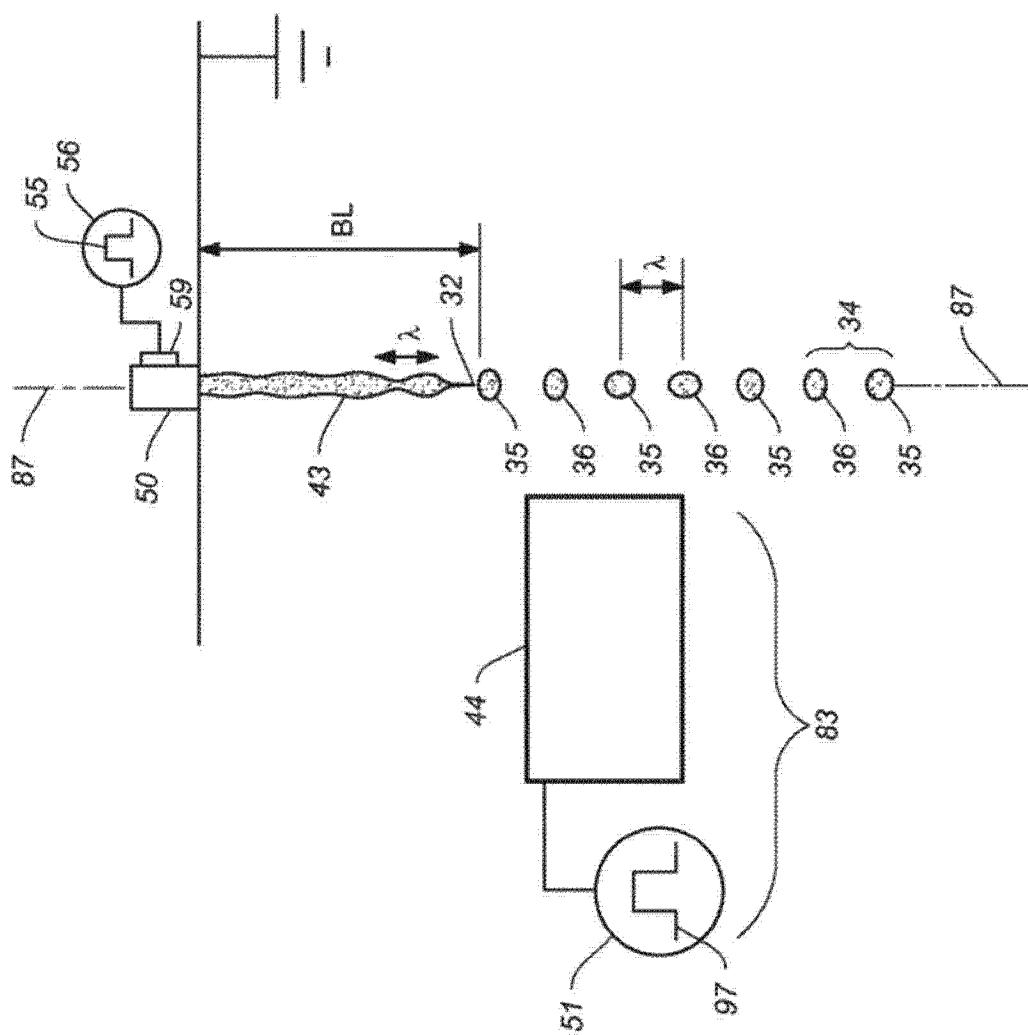


图 2

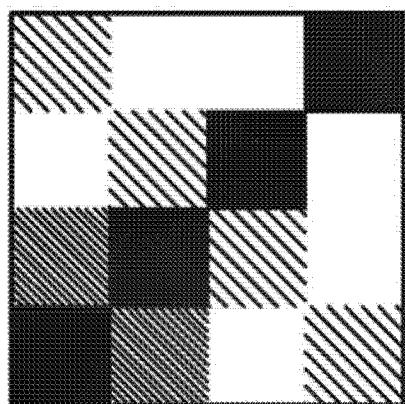


图 3A

4	3	0	1
3	4	2	0
0	2	4	0
1	0	0	4

图 3B

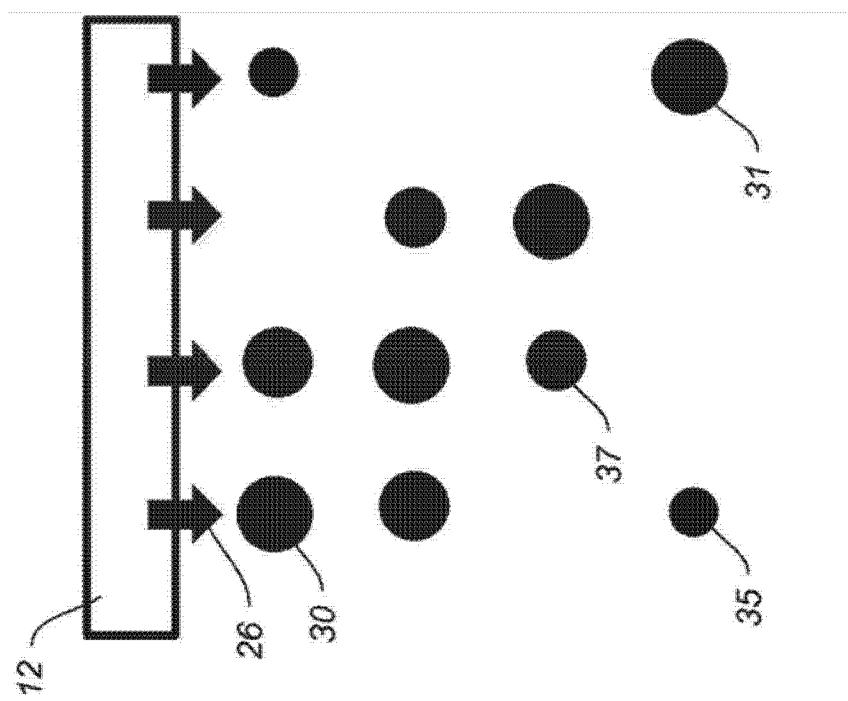


图 4A

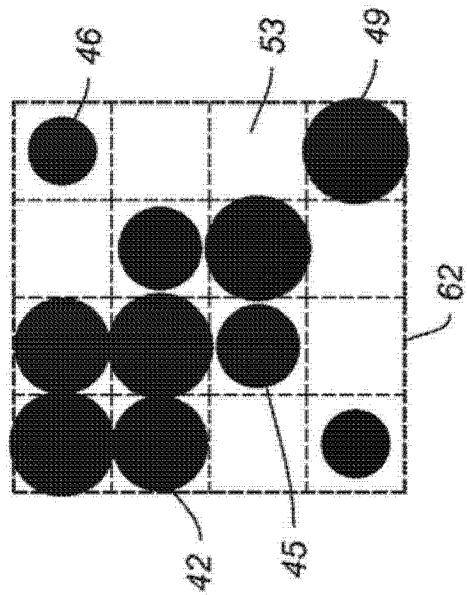
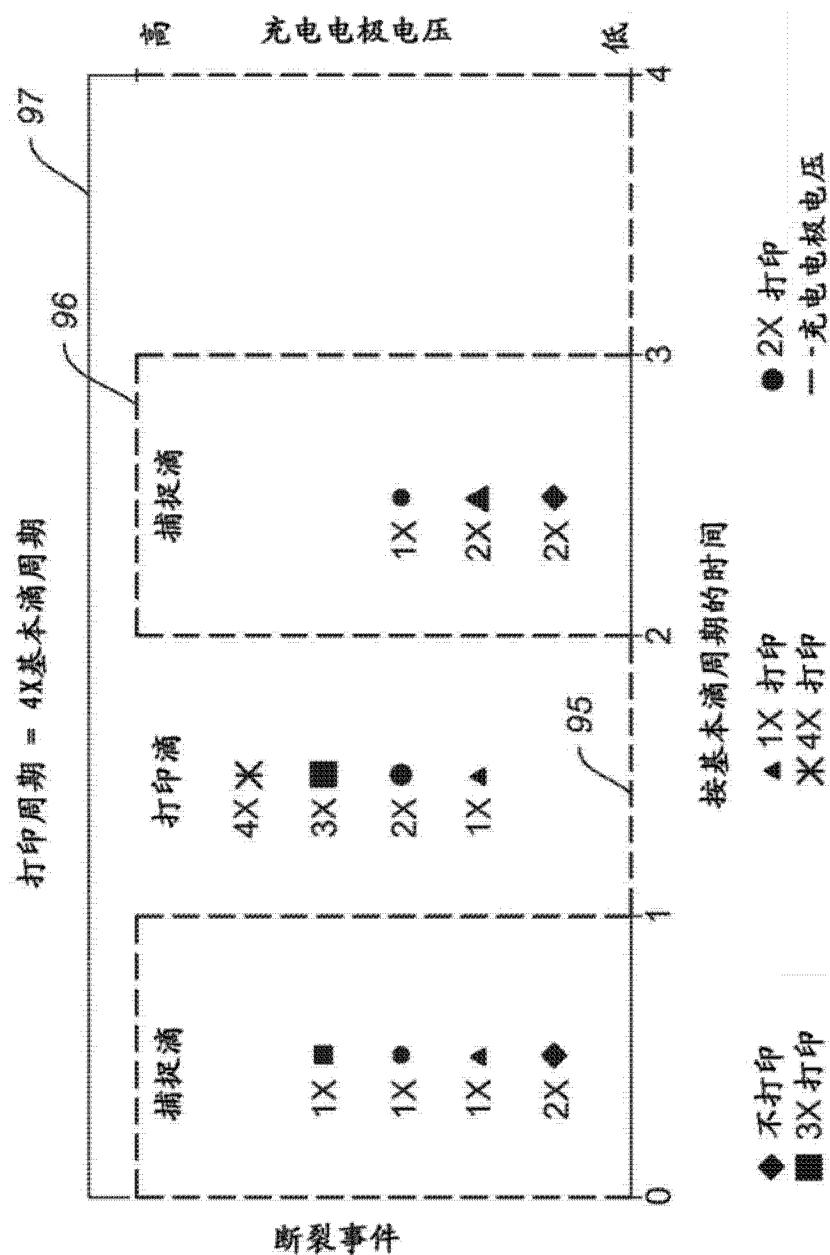


图 4B



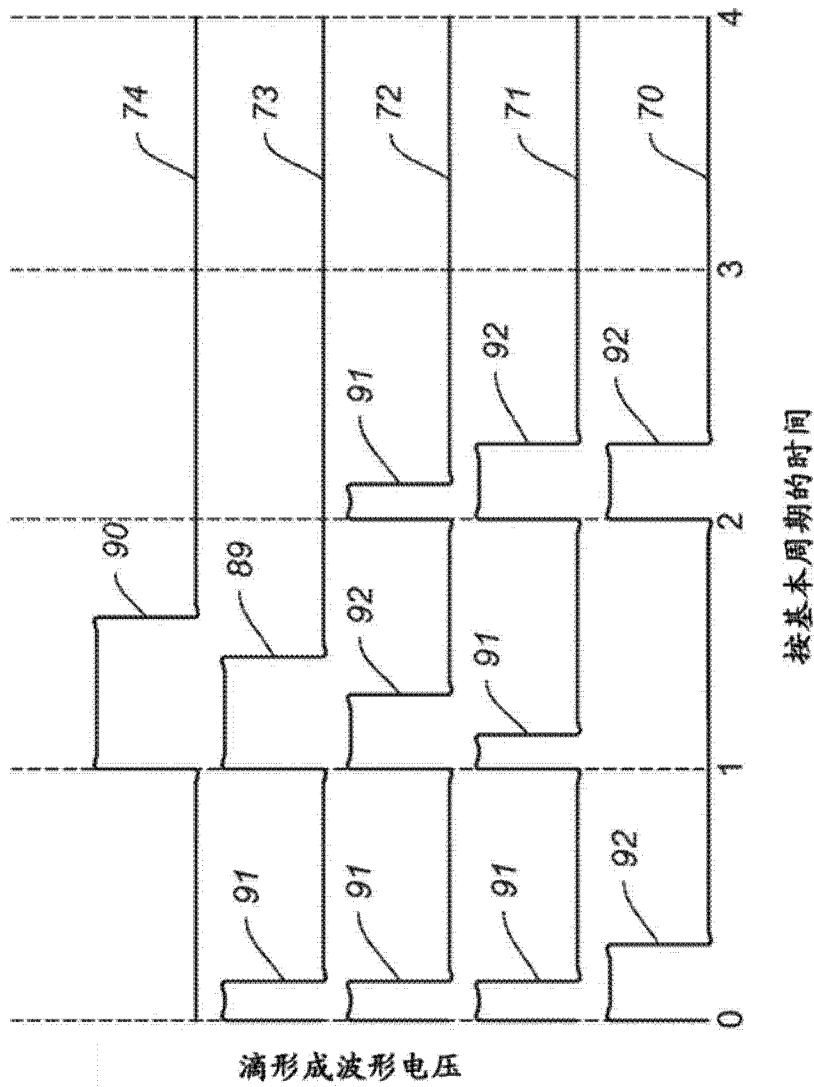


图 6

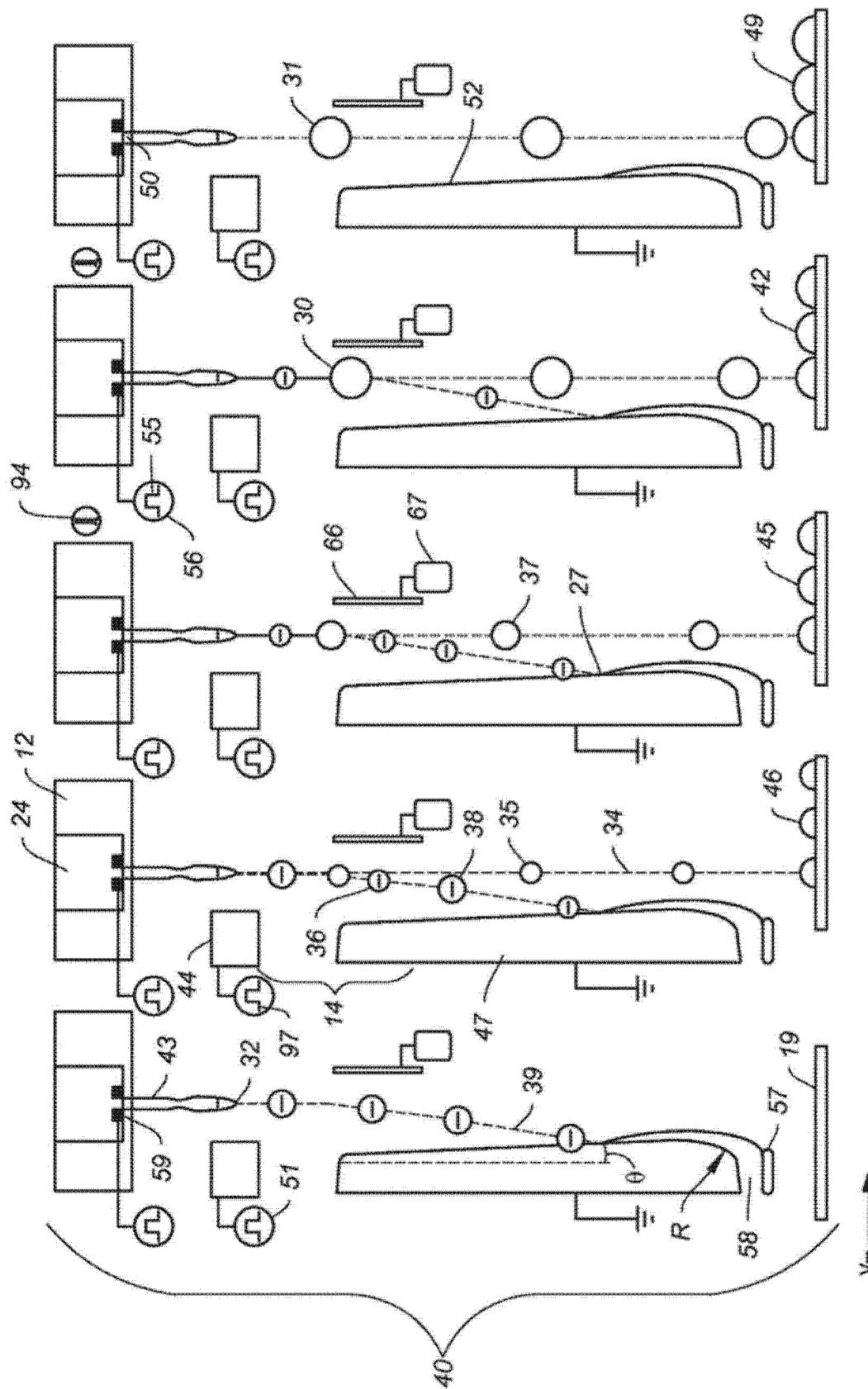


图7C

图7D

图7A

图7B

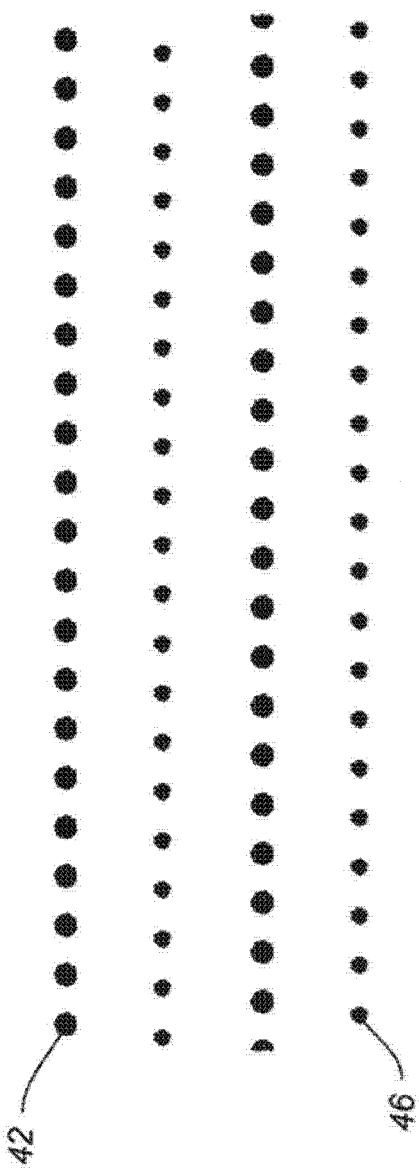


图 8A

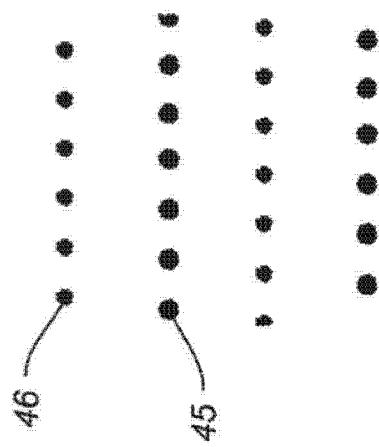


图 8B

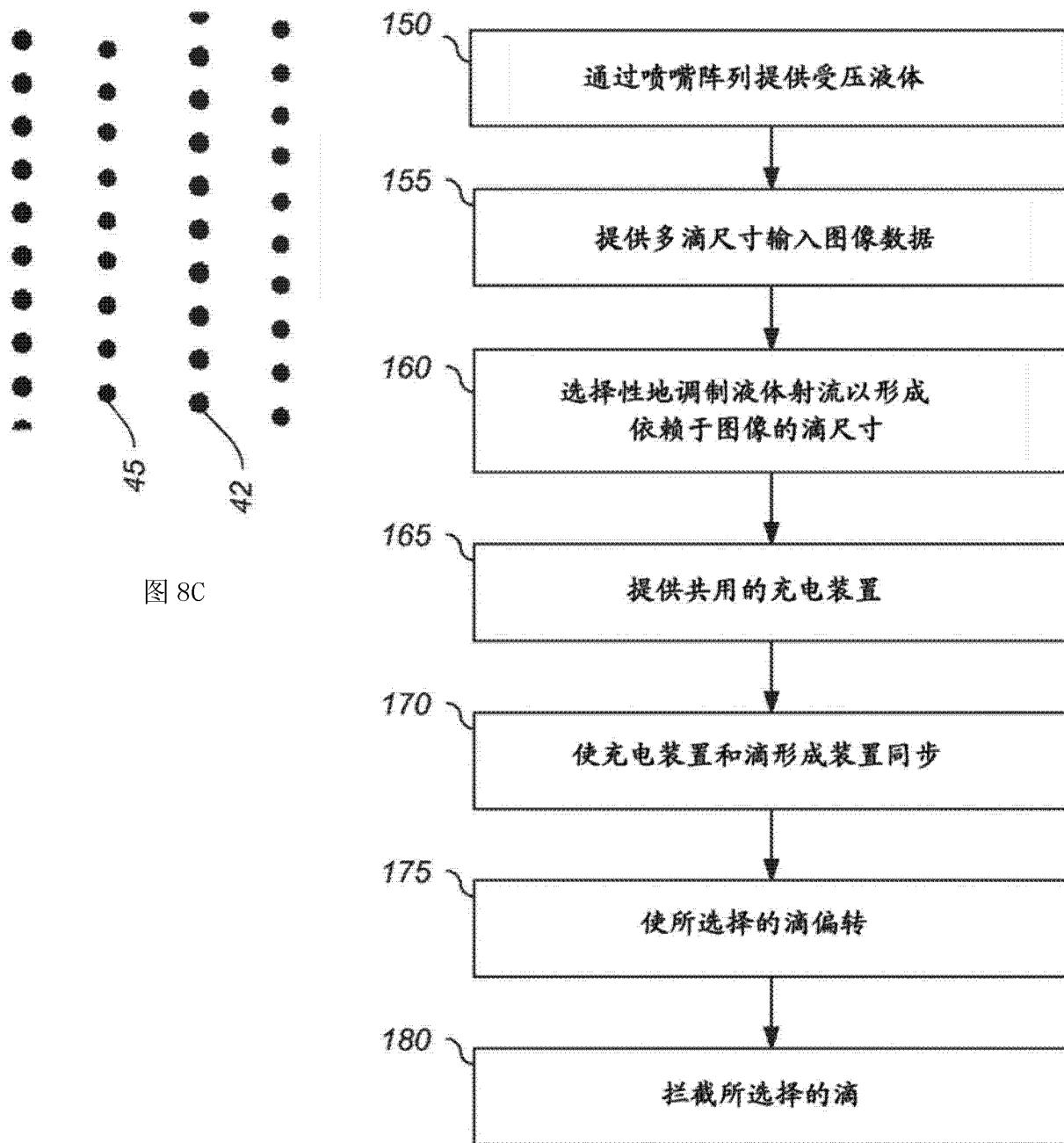


图 9