



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103502012 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201280020331. 0

代理人 蔡洪贵

(22) 申请日 2012. 04. 17

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

B41J 2/16(2006. 01)

11163885. 4 2011. 04. 27 EP

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 1608852 A, 2005. 04. 27, 全文.

2013. 10. 25

JP 2-281959 A, 1990. 11. 19, 全文.

(86) PCT国际申请的申请数据

JP 2002-144583 A, 2002. 05. 21, 全文.

PCT/IB2012/051905 2012. 04. 17

US 6022752 A, 2000. 02. 08, 全文.

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2009/0250162 A1, 2009. 10. 08, 全文.

W02012/147009 EN 2012. 11. 01

CN 101323206 A, 2008. 12. 17, 全文.

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

审查员 王恒印

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 P·范德斯路易斯

A·R·M·韦许尔雷恩

A·A·J·奥普特霍赫

J·H·拉莫斯

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

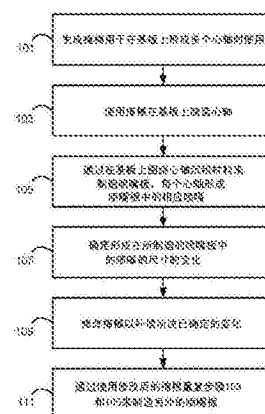
权利要求书1页 说明书9页 附图5页

## (54) 发明名称

喷嘴板制造

## (57) 摘要

提供了一种提高喷嘴板制造过程的成品率的方法,该方法包括:确定喷嘴板中的喷嘴的尺寸相对于喷嘴的预定尺寸或尺寸范围的变化,已经使用多个心轴来制造喷嘴板中的喷嘴,每个心轴限定喷嘴板中的相应喷嘴;以及确定对多个心轴中的一个或多个心轴的尺寸的修改,以补偿已确定的在喷嘴板中的喷嘴的尺寸的变化。还提供了一种制造喷嘴板的方法,该方法包括:使用在基板上的多个心轴来制造具有多个喷嘴的喷嘴板,每个心轴限定喷嘴板中的相应喷嘴,多个心轴中的心轴具有不同的尺寸以补偿制造过程中的局部变化,而该局部变化将导致喷嘴板中的喷嘴的尺寸相对于预定的尺寸或尺寸范围的局部变化。



1. 一种提高喷嘴板制造过程的成品率的方法,所述方法包括:

确定喷嘴板中的喷嘴的尺寸相对于所述喷嘴的预定的尺寸或尺寸范围的变化,所述喷嘴板中的喷嘴已经通过使用多个心轴来制造,每个心轴限定所述喷嘴板中的相应喷嘴;以及

确定对所述多个心轴中的一个或多个心轴的尺寸的修改,以补偿已确定的在所述喷嘴板中的喷嘴的尺寸的变化。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述确定对所述多个心轴中的一个或多个心轴的尺寸的修改的步骤包括:增大限定具有小于所述预定的尺寸或尺寸范围的尺寸的喷嘴的心轴的尺寸,以及减小限定具有大于所述预定的尺寸或尺寸范围的尺寸的喷嘴的心轴的尺寸。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述确定对所述多个心轴中的一个或多个心轴的尺寸的修改的步骤包括:将增大或减小所述心轴的尺寸的量确定为与所述喷嘴板中的相应喷嘴不同于所述喷嘴的预定的尺寸或尺寸范围的量相对应的量。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,在喷嘴板制造过程中,使用掩模在基板上形成所述心轴,并且所述确定对所述多个心轴中的一个或多个心轴的尺寸的修改的步骤包括:确定对用于形成所述心轴的掩模的修改。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述确定对所述多个心轴中的一个或多个心轴的尺寸的修改的步骤包括确定对所述掩模的与有关心轴相对应的区域的修改。

6. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述确定所述喷嘴板中的喷嘴的尺寸的变化的步骤包括:

用光照射所述喷嘴板;

检测穿过所述喷嘴板中的一个或多个喷嘴传输的光;以及

分析检测到的光以确定所述一个或多个喷嘴的尺寸。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述检测步骤包括:检测穿过所述喷嘴板中的多个喷嘴传输的光,所述多个喷嘴分布在喷嘴板上,并且

其中所述分析检测到的光的步骤包括:分析针对所述多个喷嘴中的每一个检测的光,以确定在喷嘴板上的多个喷嘴的尺寸的变化。

8. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括下述步骤:

使用在基板上的多个心轴来制造具有多个喷嘴的喷嘴板,所述多个心轴中的心轴具有在所述确定对所述多个心轴中的一个或多个心轴的尺寸的修改的步骤中确定的尺寸。

9. 一种用于提高喷嘴板制造过程的成品率的设备,所述设备包括:

用于确定所制造的喷嘴板中的喷嘴的尺寸相对于预定的尺寸或尺寸范围的变化量的装置,已经使用多个心轴来制造所述喷嘴板中的喷嘴,每个心轴限定所述喷嘴板中的相应喷嘴;以及

用于确定对多个心轴中的一个或多个心轴的尺寸的修改以补偿已确定的在所述喷嘴板中的喷嘴的尺寸的变化的装置。

## 喷嘴板制造

### 发明领域

[0001] 本发明涉及将存储在其中的液体雾化成细小微滴的雾化器的喷嘴板,特别是涉及改进喷嘴板制造过程的成品率的方法、实施该方法的设备、制造喷嘴板的方法以及根据该方法制造的喷嘴板。

### 背景技术

[0002] 雾化器(它们有时也被称为喷雾器)是从液体产生细小喷雾或气溶胶的装置。喷雾器特别有用的应用是提供含有溶解的或悬浮的微粒药物的细小喷雾以通过吸入来向患者给药。

[0003] 压网基雾化器常用于在这样的药物输送装置中产生气溶胶,由此压电元件使液体或网或喷嘴板振动产生细小的气溶胶喷雾。在后者的情况下,分配在喷嘴板上的微滴通过压电元件振动以生成喷雾。

[0004] 图1显示了一个示例性的雾化器2。雾化器2包括具有入口6和出口8的主体4,所述入口6和出口8配置成使得当雾化器2的使用者通过出口8吸气时,空气被经由入口6和出口8抽入并穿过雾化器2并进入使用者的身体。出口8典型地设置成吹嘴或者面罩或鼻罩的形式,或者设置成适于连接到单独的可更换吹嘴或者面罩或鼻罩的形式。

[0005] 雾化器2包括在入口6和出口8之间的储液腔10,用于存储将要被雾化(即变成细雾或喷雾)的液体12(例如药物或药品)。雾化器2被配置成使得,当使用者吸气以向使用者输送一定剂量的药物或药品时,雾化液体12的细小微滴与通过雾化器2抽入的空气相结合。

[0006] 设置用于搅拌或振动存储在储液腔10中的液体12的诸如压电元件的致动器14以及用于在液体12振动时雾化液体12的喷嘴板16。

[0007] 喷嘴板16通常是具有多个小孔的网或膜的形式或者少量的液体可通过其中的喷嘴的形式。

[0008] 为了使特定药物在吸入时治疗有效,药物的气溶胶微滴的尺寸必须在很窄的治疗范围内。这种窄的范围要求在喷嘴板16的表面上产生的微滴尺寸基本均匀。微滴的尺寸由在喷嘴板16中的喷嘴的尺寸决定。在理想的情况下,在喷嘴板16中的每个喷嘴应具有相同的尺寸。因此,喷嘴的尺寸具有非常细小的公差。通常情况下,对于喷嘴来说理想的是具有 $2.5\mu\text{m}$ 的直径,其中公差为 $\pm 0.25\mu\text{m}$ 。在典型的喷嘴板16中可以有大约5000个喷嘴。

[0009] 图2是示出根据传统的制造过程来制造喷嘴板16的图。通过使材料18(如金属)围绕多个心轴22(在图2中仅示出了其中的一个)沉积在基板20上或在基板20上生长来制造喷嘴板16。金属18被沉积在基板20上,直到它“溢过”每一心轴22'的顶部(“溢过”的部分被标记为18'和18")并形成大致在心轴22的中间的喷嘴24。将心轴22和基板20移除,从而留下喷嘴板16。

[0010] 可以看出,通过制造过程获得的喷嘴24的尺寸(直径d)取决于在心轴22的顶部

上方的金属 18 的厚度  $t$ , 因此, 金属层 18 的生长相对于希望的量的小的变化可能会导致喷嘴 24 的尺寸大的变化。此外, 金属层 18 在基板 20 上在喷嘴板 16 上以及还在多个喷嘴板 16 上的生长可能存在局部变化。

[0011] 例如, 如果金属层 18 在心轴 22 上的典型过度生长厚度  $t$  为  $30\text{ }\mu\text{m}$  并且喷嘴 24 的目标直径为  $2.5\text{ }\mu\text{m}$ , 则局部厚度的 2% 的误差将导致喷嘴直径变化  $30\text{ }\mu\text{m}$  的 2% 的两倍, 即  $1.2\text{ }\mu\text{m}$ 。这等同于喷嘴 24 的尺寸的相对误差为  $(1.2/2.5) = 48\%$ , 这是不能接受的。事实上, 在实践中很难实现局部厚度  $t$  仅仅 2% 的变化。

[0012] 为了减轻这些困难, 传统技术对加工条件施加精确的控制, 并且试图对形成在基板上的所有喷嘴平衡这些条件。然而, 即使使用这种精确的控制, 喷嘴板制造过程的产品成品率只有 10% 左右。

[0013] 因此, 需要一种用于提高喷嘴板制造过程的成品率的方法和实施该方法的设备。

## 发明内容

[0014] 根据本发明的第一方面, 提供一种提高喷嘴板制造过程的成品率的方法, 该方法包括: 确定喷嘴板中的喷嘴的尺寸相对于喷嘴的预定的尺寸或尺寸范围的变化, 已经使用多个心轴来制造喷嘴板中的喷嘴, 每个心轴限定喷嘴板中的相应喷嘴; 以及确定对多个心轴中的一个或多个心轴的尺寸的修改, 以补偿已确定的在喷嘴板中的喷嘴的尺寸的变化。

[0015] 在一个实施例中, 确定修改的步骤包括: 增大限定具有小于预定的尺寸或尺寸范围的尺寸的喷嘴的心轴的尺寸, 以及减小限定具有大于预定的尺寸或尺寸范围的尺寸的喷嘴的心轴的尺寸。

[0016] 在一个实施例中, 确定修改的步骤包括: 将增大或减小心轴的尺寸的量确定为与喷嘴板中的相应喷嘴不同于喷嘴的预定的尺寸或尺寸范围的量相对应的量。

[0017] 在一个实施例中, 在喷嘴板制造过程中, 使用掩模在基板上形成心轴, 并且确定修改的步骤包括: 确定对用于形成心轴的掩模的修改。

[0018] 在该实施例中, 确定修改的步骤可以包括确定对掩模的与有关心轴相对应的区域的修改。

[0019] 在一些实施例中, 确定喷嘴板中的喷嘴的尺寸的变化的步骤包括: 用光照射喷嘴板; 检测穿过喷嘴板中的一个或多个喷嘴传输的光; 以及分析检测到的光以确定一个或多个喷嘴的尺寸。

[0020] 在这些实施例中, 检测步骤可以包括检测穿过喷嘴板中的多个喷嘴传输的光, 所述多个喷嘴分布在喷嘴板上; 并且其中所述分析检测到的光的步骤包括: 分析针对多个喷嘴中的每一个检测的光, 以确定在喷嘴板上的多个喷嘴的尺寸的变化。

[0021] 优选地, 所述方法进一步包括使用在基板上的多个心轴来制造具有多个喷嘴的喷嘴板的步骤, 所述多个心轴中的心轴具有在确定修改的步骤中确定的尺寸。

[0022] 根据本发明的第二方面, 提供一种制造喷嘴板的方法, 该方法包括: 使用在基板上的多个心轴来制造具有多个喷嘴的喷嘴板, 每个心轴限定喷嘴板中的相应喷嘴, 多个心轴中的心轴具有不同的尺寸以补偿制造过程中的局部变化, 而该局部变化将导致喷嘴板中的喷嘴的尺寸相对于预定的尺寸或尺寸范围的局部变化。

[0023] 在一个实施例中, 心轴具有较大的尺寸, 以补偿制造过程中将导致由此限定的喷

嘴的尺寸小于预定的尺寸或尺寸范围的局部变化,并且心轴具有较小的尺寸,以补偿制造过程中将导致由此限定的喷嘴的尺寸大于预定的尺寸或尺寸范围的局部变化。

[0024] 在一个实施例中,根据由此限定的喷嘴板中的相应喷嘴将不同于喷嘴的预定的尺寸或尺寸范围的量来确定心轴的尺寸。

[0025] 优选地,制造喷嘴板的步骤包括围绕心轴在基板上沉积材料,并且其中制造过程中的局部变化包括心轴周围的材料的厚度的局部变化。

[0026] 根据本发明的第三方面,提供一种根据上述的任何方法制造的喷嘴板。

[0027] 根据本发明的第四方面,提供一种用于提高喷嘴板制造过程的成品率的设备,所述设备包括用于确定所制造的喷嘴板中的喷嘴的尺寸相对于预定的尺寸或尺寸范围的变化量的装置,已经使用多个心轴来制造喷嘴板中的喷嘴,每个心轴限定喷嘴板中的相应喷嘴;以及用于确定对多个心轴中的一个或多个心轴的尺寸的修改以补偿已确定的在喷嘴板中的喷嘴的尺寸的变化量的装置。

[0028] 根据本发明的设备的特定实施例提供用于实施上述的方法步骤的装置。

[0029] 本发明的第六方面提供了一种确定喷嘴板上的喷嘴尺寸的变化量的方法,该方法包括:用光照射喷嘴板;检测穿过喷嘴板中的多个喷嘴传输的光;以及分析检测到的光以确定喷嘴板上的喷嘴的尺寸的变化量。

## 附图说明

[0030] 现在将仅通过示例的方式参考以下附图描述本发明的示例性实施例,其中:

[0031] 图 1 是包括喷嘴板的示例性雾化器的框图;

[0032] 图 2 是通过心轴在喷嘴板中形成的喷嘴的横截面图;

[0033] 图 3 是示出根据本发明的一个实施例的方法中的步骤的流程图;

[0034] 图 4A、4B、4C、4D 和 4E 示出了制造喷嘴板的过程;

[0035] 图 5 示出了用于测量所制造的喷嘴板中的一个或多个喷嘴的尺寸的设备;

[0036] 图 6 是示出了用于测量所制造的喷嘴板中的一个或多个喷嘴的尺寸的方法的流程图;

[0037] 图 7 是示出了通过使用图 5 的设备来测量在基板上的三个相邻的喷嘴板上的喷嘴的尺寸而获得的结果;

[0038] 图 8A 是示出了在图 3 的步骤 105 中制造的喷嘴板的图;以及

[0039] 图 8B 是示出了在图 3 的步骤 111 中制造的根据本发明的喷嘴板的图。

## 具体实施方式

[0040] 如上所述,在传统的喷嘴板制造过程中,对加工条件施加精确控制,以便努力平衡形成在基板上的所有喷嘴的这些条件。然而,如上所示,即使是金属层 18 的厚度  $t$  相对于所希望的厚度的变化为 2% 或喷嘴板的厚度的变化为 2% (其在实践中本身是难以实现的) 也将导致喷嘴尺寸的不可接受的变化。在这些传统方法中,在单次过程中,用于形成每个喷嘴 24 的心轴 22 在制造于基板 20 上的喷嘴板 16 以及所有喷嘴板 16 上是尺寸均匀的。

[0041] 然而,本发明人已经认识到,调整或修改用于形成喷嘴 24 的心轴 22 的尺寸以说明金属层 18 生长或沉积时的局部变化是解决喷嘴板制造过程的低成品率的问题的更有效的

方式。特别地,在本发明的优选实施例中,使用光刻技术来形成心轴 22,这意味着对光刻掩模的多个部分进行微米级的修改并因此调整所得到的心轴 22 的尺寸以便产生在所需尺寸范围内的喷嘴 24 是相对容易的。

[0042] 现在将参照在图 3 中的流程图和图 4A-E 中的插图描述根据本发明的方法。

[0043] 在步骤 101 中,生成掩模用于在基板 20 上形成多个心轴 22 时使用。心轴 22 大致为圆形的(在基板 20 的平面内),因此,掩模包括以适当的图案布置以形成喷嘴板 16 的相应多个大致圆形的孔。在制造过程的这个阶段中,掩模中的所有孔优选是相同的尺寸,其中根据喷嘴 24 的希望的尺寸以及在喷嘴板制造过程中金属层 18 的过度生长的量来确定孔的尺寸。

[0044] 例如,当希望制造具有直径为  $2.5\ \mu\text{m}$  的喷嘴 24 的喷嘴板 16 且金属层 18 在心轴 22 上的过度生长的厚度  $t$  为  $30\ \mu\text{m}$  时,可以从图 2 看到,需要直径为  $62.5\ \mu\text{m}$  的心轴 22。因此,掩模在希望心轴 22 并因此喷嘴 24 在基板 20 上的位置的每一个点处限定直径为  $62.5\ \mu\text{m}$  的孔。

[0045] 掩模优选是光刻掩模,并且用于在光刻过程中为在特定的基板 20 上的单个或多个喷嘴板 16 制造心轴 22。通常情况下,喷嘴板 16 包括大约 5000 个单独的喷嘴 24,因此,掩模将包含限定每个喷嘴板 16 的相应数目的孔。掩模可以被定义为计算机文件,然后使用本领域中已知的技术进行制造。

[0046] 在步骤 103 中,掩模被用来在基板 20 上所希望的位置制造心轴 22。还在图 4A 中示出针对在基板上的单个心轴的此过程步骤。在掩模(在图 4A 中表示为 32)是光刻掩模时,步骤 103 包括将光致抗蚀剂层 30 施加到基板 20 上并使光穿过掩模 32 照到光致抗蚀剂层 30 上。然后使用显影剂流体去除光致抗蚀剂层 30 的一部分,心轴 22 是在施加显影剂流体之后光致抗蚀剂层 30 的残留在基板 20 上的多个部分。

[0047] 心轴制造步骤的结果示于图 4B。

[0048] 然后,在步骤 105 中,通过在基板上围绕心轴 22 以及随后在心轴 22 上沉积或生长材料而在基板 20 上制造喷嘴板 16。优选地,基板 20 是导电的或位于心轴 22 所位于的一侧上具有导电涂层,并且在电铸过程中在基板 20 的导电侧沉积材料(金属)。心轴 22 是非导电的,所以金属 18 不直接沉积到心轴 22 上。金属 18 可以是,例如,铂、金、镍、镍-钯(NiPd)合金,铁-钯(FePd)合金或钴-钯(CoPd)合金。

[0049] 图 4C 示出了在制造步骤 105 的过程中生长或沉积在基板 20 上的金属层 18。

[0050] 一旦在金属层 18 的厚度超过在基板 20 上的心轴 22 的高度,进一步沉积的金属 18 “溢过”心轴 22 的顶部,如图 4D 所示。通过金属 18 的继续生长或沉积,在心轴 22 的中间形成喷嘴 24,如图 4E 所示。金属板 18 形成喷嘴板 16 的结构。随后,使喷嘴板 16(金属层 18)与基板 20 和心轴 22 分离。

[0051] 返回到图 3,一旦已在步骤 105 中制造了喷嘴板 16(或在基板 20 上的多个喷嘴板),该方法来到测量在所制造的喷嘴板 16 上的喷嘴 24 的的尺寸的变化的步骤 107。

[0052] 在一个实施例中,通过测量各个喷嘴 24 的直径和彼此比较测量结果来确定多个喷嘴 24 的的尺寸的变化。测量结果也可以与参考值进行比较,以便使喷嘴 24 的的尺寸的变化与喷嘴 24 的希望的喷嘴的尺寸或尺寸范围建立联系。在另一个实施例中,通过测量至少一个喷嘴 24 的直径或尺寸并将测得的尺寸与喷嘴 24 的希望的尺寸或尺寸范围进行比较

来确定喷嘴 24 的尺寸的变化。例如,在喷嘴板 16 用于雾化用于吸入的液体时,希望的直径 / 尺寸可以是  $2.5\ \mu\text{m}$ , 和 / 或希望的直径 / 尺寸的范围可以是  $2.25\ \mu\text{m}$  至  $2.75\ \mu\text{m}$  (即  $2.5\ \mu\text{m} \pm 0.25\ \mu\text{m}$ )。

[0053] 在目前优选的实施例中,通过测量由喷嘴 24 传输光的量或强度(这取决于喷嘴 24 的面积)并比较测得的强度来确定多个喷嘴 24 的尺寸的变化。

[0054] 因为已经发现在喷嘴板和多个喷嘴板上的喷嘴尺寸通常是一个渐进的变化,所以测量喷嘴板 16 中的喷嘴 24 的一个子集是足够的,其中那些被测量的喷嘴 24 分布在喷嘴板 16 上,以提供喷嘴尺寸变化的趋势的指示。在这种情况下,步骤 107 的结果可以是在喷嘴板 16 上的喷嘴尺寸的变化指示,并且也可能是在同一制造批次的多个喷嘴板 16 上的喷嘴尺寸的变化指示。

[0055] 例如(以及如在下面参照图 7 进一步讨论的),喷嘴板制造工艺可生产具有朝向圆形喷嘴板 16 的中间尺寸减小的喷嘴 24 的喷嘴板 16。此外,在形成于基板 20 上的喷嘴板 16 上的喷嘴尺寸的变化可以具有一个总的趋势。因此,在优选的实施例中,对喷嘴板 16 中的喷嘴 24 的一个子集的尺寸进行测量,其中那些被测量的喷嘴 24 分布在喷嘴板 16 上,以给出喷嘴尺寸变化的趋势图。例如,可以在喷嘴板 16 的中间以及在喷嘴板 16 的外周周围的多个位置测量喷嘴 24 的尺寸。也可以对位于喷嘴板 16 的外周和中间之间的中间位置的喷嘴 24 进行测量。

[0056] 图 5 示出用于测量在根据本发明的优选实施例所制造的喷嘴板 16 中的一个或多个喷嘴 24 的尺寸的设备 40。在图 6 中示出了用于测量在一个或多个所制造的喷嘴板 16 上的喷嘴尺寸的变化相应方法。

[0057] 图 5 所示的喷嘴尺寸测量设备 40 包括朝向光检测器 44 发射光的光源 42。光源 42 可以使用冷阴极荧光灯通过扩散器产生平的漫射光,但是可以使用其它类型的光源。光检测器 44 可以是数字照相机或其它适当的装置,例如电荷耦合器件 (CCD)。

[0058] 喷嘴板 16 (或限定多个喷嘴板 16 的金属 18) 被放置在光源 42 和光检测器 44 之间,使得光检测器 44 可以测量通过喷嘴板 16 中的单个喷嘴 24 传输的光的量或强度。

[0059] 喷嘴板或多个喷嘴板 16 可以被放置在 x-y 工作台 46 上,所述 x-y 工作台是可控的以便在周围移动喷嘴板 16,以实现对在喷嘴板 16 的不同部分中的喷嘴 24 进行测量。已经发现,从喷嘴板 16 的出射侧(在制造过程中与心轴 22 和基板 20 接触的一侧)成像对灰尘较不敏感,对喷嘴 24 的精确形状较不敏感,并且允许光探测器 44 产生具有较高对比度的图像。

[0060] 设置控制器 48,其接收来自光检测器 44 的输出信号,并使用 x-y 工作台 46 控制喷嘴板 16 的位置。从光检测器 44 输出的信号例如可以是一个 8 位像素的亮度值。控制器 46 还分析来自光检测器 44 的信号以确定所测量的喷嘴 24 的尺寸或相对尺寸。可以理解的是,测量由喷嘴 24 传输的光的量提供了喷嘴 24 的面积指示,而不是其直径的直接测量结果。在一些实施例中,控制器 48 也可以负责创建代表掩模 32 的计算机文件。

[0061] 另外的光学元件可以存在于本设备 40 中(图 5 中未示出),例如可用于放大通过喷嘴板 16 传输的光的图像的放大元件(如显微镜)以及可以被用来限制由光源 42 发射的光仅仅到达处于测试的喷嘴板 16 的孔。

[0062] 现在转向图 6 中的流程图,示出了测量在一个或多个所制造的喷嘴板 16 上的喷嘴

尺寸的变化方法。该方法开始于步骤 121, 其中利用来自光源 42 的光照亮喷嘴板 16 或喷嘴板 16 的一部分。通过喷嘴板 16 中的喷嘴 24 传输的光被光检测器 44 接收并被转换成输出到控制器 48 的信号。对喷嘴板 16 的多个不同区域重复步骤 121 和 123。

[0063] 在步骤 125 中, 控制器 48 分析从光检测器 44 输出的信号, 以确定所测量的喷嘴 24 的尺寸或相对尺寸。

[0064] 为了识别由光检测器 44 输出的与喷嘴 24 对应的图像的区域, 控制器 48 分析信号以找出具有在预定范围内的亮度值 (例如在 8 位级别的 10 和 255 之间 (其中 0 代表最低亮度值, 而 255 代表最高亮度值)) 的像素 (或优选连续的像素区域)。每个检测到的像素或像素区域应该对应于单个的喷嘴 24。

[0065] 如果发现喷嘴 24 传递了出乎意料地低的光量 (精确的量被根据来自该光源 42 的光的放大水平和强度分类为 '低' 的), 则根据随后的分析可以丢弃与该喷嘴 24 有关的数据, 使得它们不影响由控制器 48 计算出的值。例如这些喷嘴可能被碎片阻挡或仅仅已部分成像。

[0066] 然后, 控制器 48 根据从光检测器 44 接收到的信号计算穿过在喷嘴板 16 的区域中的识别出的喷嘴 24 或多个喷嘴 24 传输的光的量或平均强度。

[0067] 可以通过对在喷嘴板 16 的不同区域中的喷嘴 24 或成组的喷嘴 24 的计算出的平均强度进行比较来识别在喷嘴板 16 上的喷嘴 24 的尺寸的任何变化。

[0068] 图 7 示出了通过使用图 5 的设备来测量基板 20 上的三个相邻的喷嘴板 16a、16b 和 16c 上的喷嘴的尺寸所获得的结果。喷嘴板 16a-c 上所显示的数字表示测得的位于喷嘴板 16a-c 的那部分中的喷嘴 24 的光强度 (即在喷嘴板 16 的中间的一个测量结果和在喷嘴板 16 的外周周围的四个测量结果)。相对小的数字代表相对较小的平均光强度以及因此相对小的喷嘴 24。

[0069] 因此, 在计算喷嘴板 16a 上的喷嘴 24 的平均强度之后, 控制器 48 将比较喷嘴板 16a 的不同区域的平均强度, 并识别出所传输的光的平均强度在喷嘴板 16a 的中间比在外周处要低得多。此外, 通过控制器 48 进行的比较表明, 在喷嘴板 16a 总体由左到右移动时, 传输的光的平均强度下降。该变化可以通过使喷嘴板 16 中的最高计算出的平均值除以最低计算出的平均值来给出。

[0070] 在识别出喷嘴板 16 中的喷嘴 24 的尺寸的任何变化之后, 控制器 48 可以对在步骤 105 的制造过程中在相同基板 20 上制造的另一喷嘴板 16, 例如对图 7 中的喷嘴板 16b 和 / 或 16c 重复步骤 121、123 和 125 (图 6 的步骤 127)。

[0071] 一旦已计算出多个喷嘴板 16 的光强度, 则控制器 48 可以分析平均光强度, 以确定在该批次的喷嘴板 16 上的喷嘴 24 的尺寸的变化。例如, 示出的对图 7 的喷嘴板 16a、16b 和 16c 的光强度的分析表明, 存在在基板 20 上自左向右移动 (即从喷嘴板 16a 至喷嘴板 16c) 时降低光的强度的总体趋势。通过对每个喷嘴板 16 取计算出的平均强度的平均值, 对每个喷嘴板 16 的平均值进行平均以得到该批次的平均值可以识别出该变化, 并且可以通过使特定喷嘴板 16 的平均值除以该批次的平均值来获得批次变化。可替换地, 批次变化可以通过使喷嘴板 16 的最高计算出的平均值除以喷嘴板 16 最低计算出的平均值来获得。

[0072] 将会注意到的是, 上述过程提供了对一个批次中的一个喷嘴板 16 和多个喷嘴板 16 上的喷嘴尺寸的相对变化的指示。为了使喷嘴 24 的实际尺寸的这种变化相对于所希望

的喷嘴 24 的尺寸相关,可在使用图 6 中的方法之前执行校准程序。该校准程序包括直接测量一个或多个喷嘴 24 的尺寸(面积或直径)(例如使用扫描电子显微镜)以及将这使用设备 40 测得的那些喷嘴 24 的光强度比较。

[0073] 在喷嘴板 16 中的喷嘴 24 的尺寸被直接测量的替代实施例中,该设备 40 可以简单地包括光学显微镜、扫描电子显微镜、干涉仪或其它表面拓扑测量装置。本领域技术人员将会理解,也可以通过测量在使用时由喷嘴板 16 产生的微滴的尺寸来测量喷嘴板 16 中的喷嘴 24 的尺寸。

[0074] 因此,图 5 的设备和图 6 的方法提供了一种分析一个喷嘴板 16 和 / 或一批喷嘴板 16 以确定喷嘴 24 的的尺寸的变化的快速和非破坏性的方法。

[0075] 现在回到图 3,在一个喷嘴板 16 和 / 或一批喷嘴板 16 上的喷嘴 24 的的尺寸的变化已被确定之后,心轴 22 的尺寸被恰当地修改补偿所确定的变化。在使用光刻技术制造心轴 22 时,通过对掩模 32 的用于制造那些心轴 22 的部分作相应的修改,可以修改心轴 22 的尺寸。

[0076] 特别是,特定的心轴 22 或一组心轴 22 的直径被调节了与一个喷嘴 24 或多个喷嘴 24 的直径不同于所希望的直径的量相等的量。特别是,如果作为在金属层 18 “溢过”的局部变化的结果,所制造的喷嘴 24 的直径小了一定的量  $x$ ,则相应的心轴 22 的直径可以增大该一定的量  $x$  以进行补偿。在相应的喷嘴 24 的直径过大时减小心轴 22 的直径。

[0077] 例如,如果在步骤 107 中变化的测量结果显示,一个特定的喷嘴 24 或喷嘴 24 的区域(例如,在图 7 中所示的喷嘴板 16 的中间)过小而小了 20%,即它们具有  $2\mu\text{m}$  的直径而不是  $2.5\mu\text{m}$  的直径,则这可以通过在喷嘴板制造过程中使用具有比标准尺寸的心轴 22 大  $0.5\mu\text{m}$  的直径的那些喷嘴 24 的心轴来对此进行修正。因此,当在预期  $30\mu\text{m}$  的过度生长的初始喷嘴板制造步骤(步骤 105)中,心轴 22 具有  $62.5\mu\text{m}$  的宽度并且制造了具有  $2\mu\text{m}$  的直径的喷嘴 24 时,对于随后的制造过程,心轴 22 的直径可增加到  $63\mu\text{m}$ ,以产生具有  $2.5\mu\text{m}$  的希望尺寸的喷嘴 24。

[0078] 将会理解的是,由于在一个批次中的喷嘴板 16 和多个喷嘴板 24 的喷嘴尺寸的变化,对心轴 22 的修改将导致在基板 20 上具有非均匀尺寸的心轴 22。

[0079] 将会理解的是,步骤 109 可以包括修改在步骤 103 中使用的实际掩模 32,或优选地,重复步骤 101 并创建一个用于制造具有希望尺寸的心轴 22 的新掩模 32。

[0080] 一旦已经对心轴 22(或更具体地是用于制造心轴 22 的掩模 32)的尺寸进行了修改,就使用修改后的心轴 22 制造另外的喷嘴板 16 或另外批次的喷嘴板 16(步骤 111)。

[0081] 假如在喷嘴板制造过程中使用的工艺条件与步骤 105 中所使用的工艺条件(即使用的材料、生长时间等)一致,则另外的喷嘴板 16 应当形成为基本上所有的喷嘴 24 都具有在所要求的公差范围内的尺寸。修改后的掩模 32 然后可以用于所有后续的喷嘴板的制造过程。

[0082] 如果希望的话,图 3 的步骤 107 可以在步骤 111 之后重复以检查在另外的喷嘴板 16 或另外批次的喷嘴板 16 中的喷嘴 24 是正确的尺寸。若不是,可以对心轴 22 作出进一步的修改。

[0083] 图 8A 和 8B 示出在图 3 的步骤 105 制造的喷嘴板和在步骤 111 中使用修改后的心轴 22/掩模 32 制造的喷嘴板之间的比较结果。

[0084] 图 8A 示出了制造后形成的具有相应的喷嘴 24a、24b 和 24c 的喷嘴板 16 的三个部分。每个喷嘴 24 采用具有相同的宽度 ( $W_a = W_b = W_c = W$ ) 的相应的心轴 22a、22b 和 22c 制造。然而,由于金属层 18 的厚度的局部变化(其在图中由左向右移动时厚度减小(即  $t_a > t_b > t_c$ )),喷嘴 24a、24b 和 24c 具有不同的直径,并且它们在图中自左向右移动时尺寸增大(即  $d_a < d_b < d_c$ )。

[0085] 在此示例中,假定第二喷嘴 24b 在希望的公差内,即  $d_b \approx d$ ,其中  $d$  是希望的喷嘴直径,并且第一喷嘴 24a 和第三喷嘴 24c 相对于希望的值变化了超过喷嘴的可接受公差的相应的量  $\Delta_a$  和  $\Delta_c$ 。

[0086] 因此,根据本发明,用于形成喷嘴 24a 和 24c 的心轴 22a 和 22c 的尺寸被相应地修改,以补偿制造过程中获得的金属层 18 的厚度的局部变化。特别是,心轴 22a 的宽度被修改为  $W_a = W + \Delta_a$ ,且心轴 22c 的宽度被修改为  $W_c = W - \Delta_c$ 。心轴 22b 的宽度  $W_b$  保持在  $W$ 。

[0087] 图 8B 显示了已使用修改后的掩模 32/ 心轴 22 制造的具有相应的喷嘴 24a'、24b' 和 24c' 的喷嘴板 16' 的三个部分。因此,可以看出,对心轴 22a 和 22c 的尺寸的修改对金属层 18 的局部变化进行了补偿,从而导致喷嘴 24a' 和 24c' 的尺寸很好地在所需的公差内(事实上  $d_a$  和  $d_c \approx d$ )。

[0088] 虽然本发明已在上面就增大或减小心轴 22 的宽度进行了描述和说明,但可以理解的是,所制造的喷嘴 24 的尺寸的类似改变可以通过修改基板 20 上的心轴 22 的高度来实现,同时保持制造过程的其它参数。特别是,增大心轴 22 的高度将意味着金属层 18 溢过心轴 22 一个较小的量,因此导致较大的喷嘴 24。同样,减小心轴 22 的高度意味着金属层 18 溢过心轴 22 较大的量,因此导致较小的喷嘴 24。那些本领域技术人员将知道可以用来修改如上文所述的心轴 22 的高度的技术。

[0089] 根据本发明制造的喷嘴板可以通过对喷嘴板 16 的出口侧(在制造过程中与心轴 22 和基板 20 接触的侧)的检查来识别,因为心轴 22 在喷嘴板 16 中留下一个“印记”。例如,作为根据本发明的心轴修改的结果,具有均匀尺寸的喷嘴 24 或在大致均匀的尺寸范围内的喷嘴 24 的喷嘴板 16 具有不同的尺寸的相应的心轴印记。

[0090] 虽然本文已经就包含多个喷嘴的喷嘴板描述了本发明,但是将会理解的是,喷嘴板也可以被称为“网”、“网板”或包括多个的喷嘴或孔的“雾化元件”。

[0091] 将会理解,本发明的上面的描述总体涉及在喷嘴板上制造大致相同尺寸的喷嘴。然而,也可以理解,本发明同样适用于在喷嘴板上的喷嘴的尺寸存在预期的变化的喷嘴板,例如,可以预期的是,在喷嘴板的外周处的喷嘴大于中心处的喷嘴。在这种情况下,制造过程中的局部变化仍导致喷嘴的尺寸不同于希望的值或值的范围,并且这可以通过如上所述地调整制造过程中使用的有关心轴的尺寸来修正。

[0092] 因此,提供了一种用于提高喷嘴板制造过程的成品率的方法和实施该方法的设备。

[0093] 尽管已经在附图和前面的描述中详细示出并描述了本发明,但是这样的图示和描述将被认为是说明性或示例性的,而不是限制性的;本发明并不限于所公开的实施例。

[0094] 通过对附图、公开内容和所附权利要求的学习,本领域技术人员在实践所要求保护的本发明时可以理解和实现所公开的实施例的变化。在权利要求书中,词语“包括”并不排除其它元件或步骤,并且不定冠词“一个”和“一”并不排除多个。单个处理器或其他单元

可以完成权利要求中记载的几个物品的功能。在相互不同的从属权利要求中描述某些措施并不表明这些措施不能够被有利地使用。计算机程序可以存储 / 分布在适当的介质上, 如存储 / 分布在与其他硬件一起提供或作为其他硬件的一部分提供的光存储介质或固态介质上, 但也可以以其他形式分布, 例如通过 Internet 或其他有线或无线通信系统分布。在权利要求中的任何附图标记不应当被解释为限制范围。

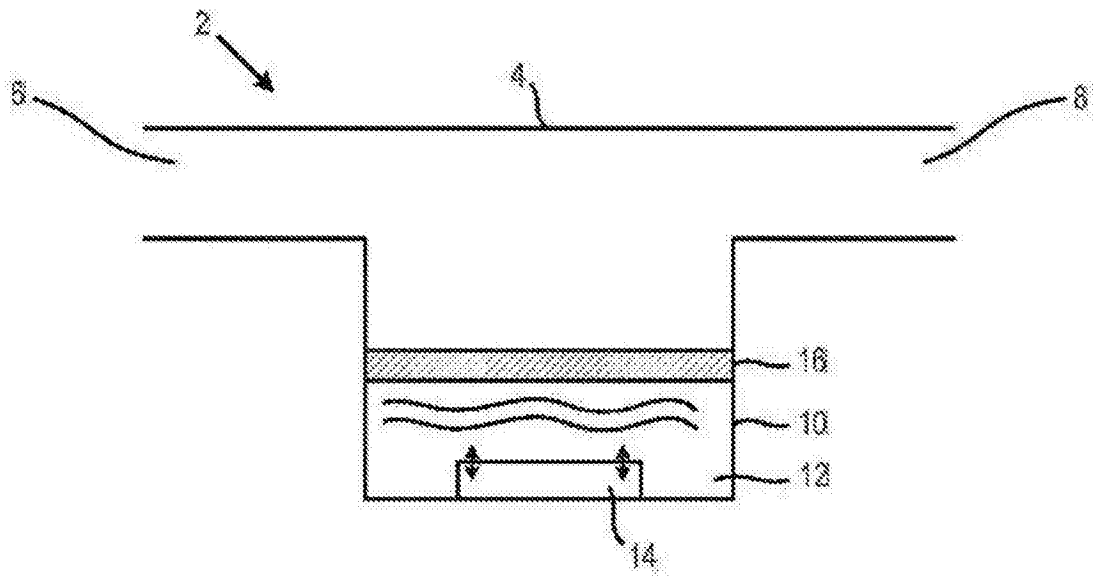


图 1

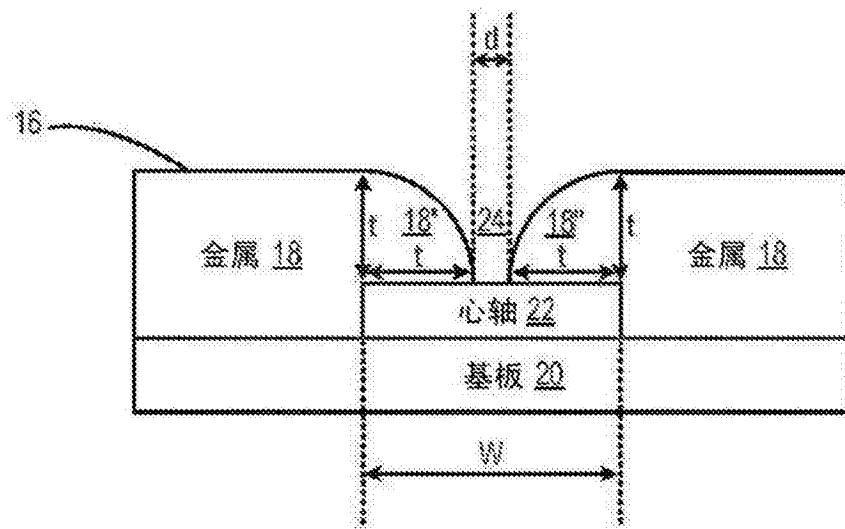


图 2

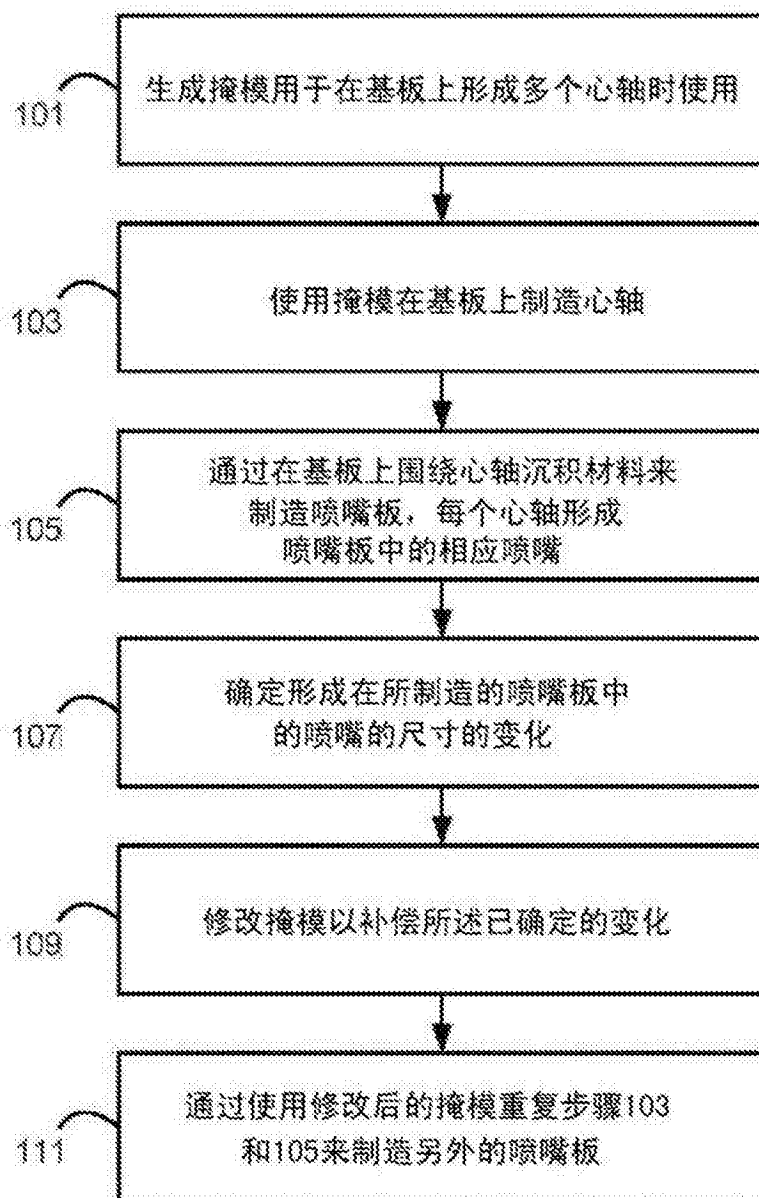


图 3

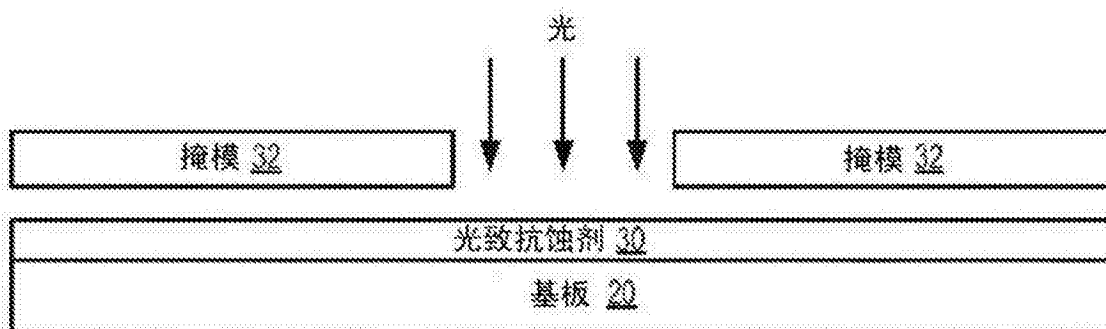


图 4A

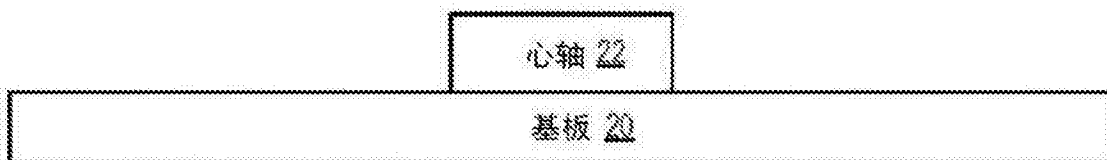


图 4B

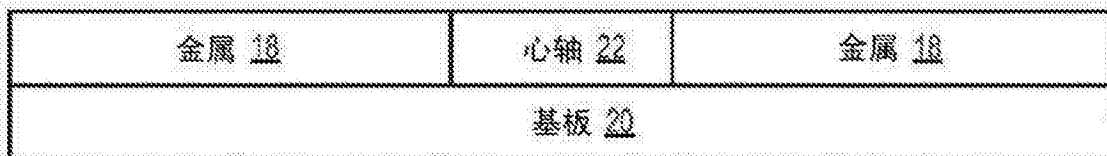


图 4C



图 4D

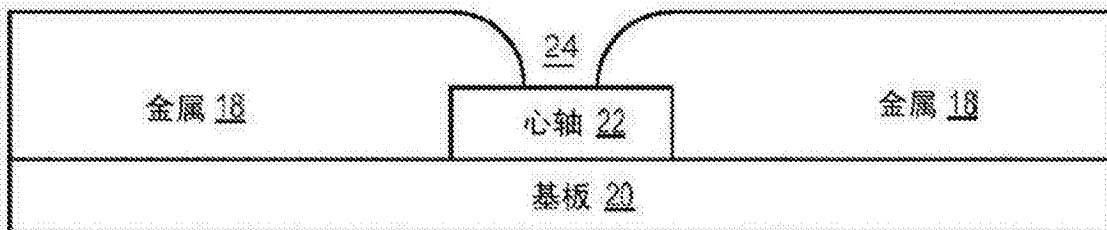


图 4E

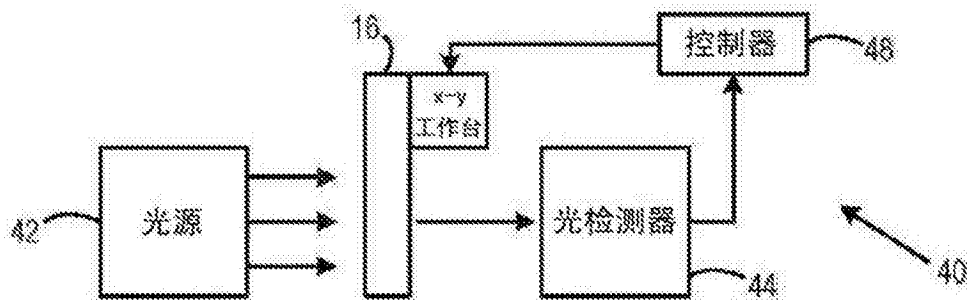


图 5

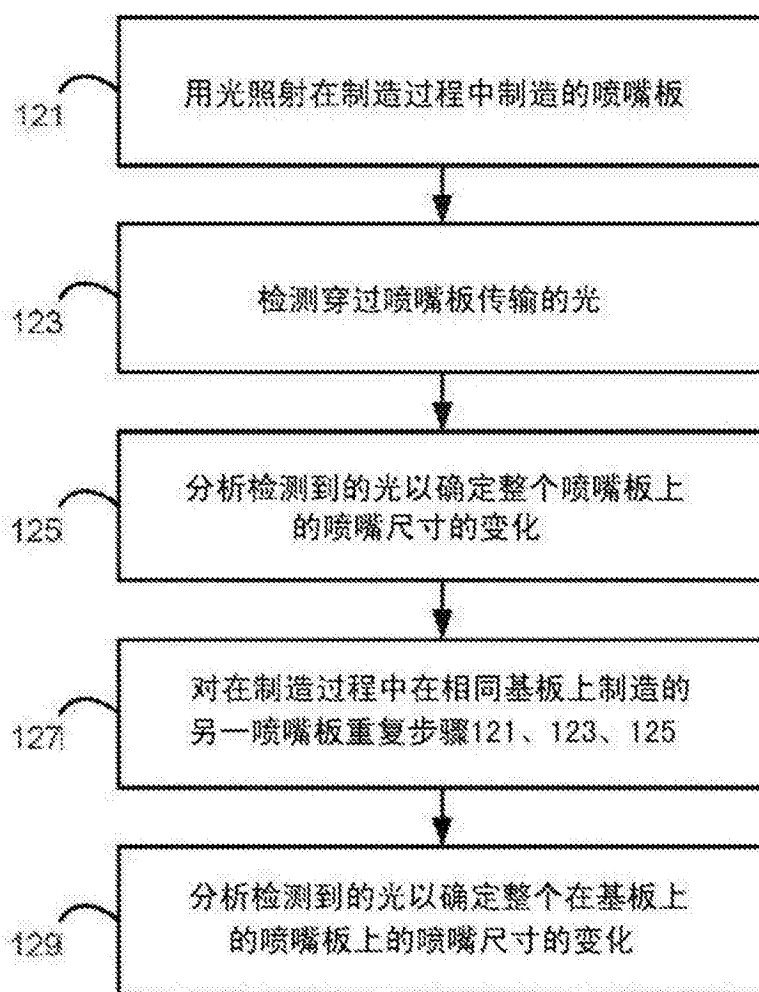


图 6

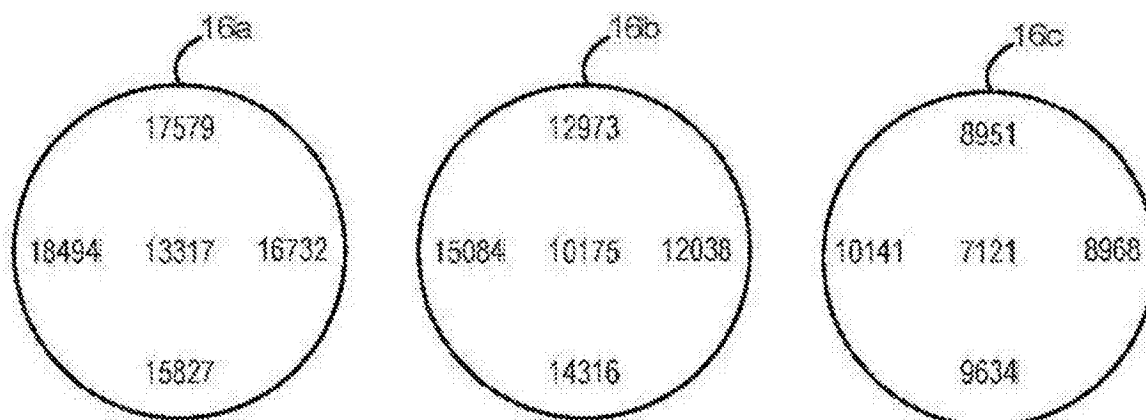


图 7

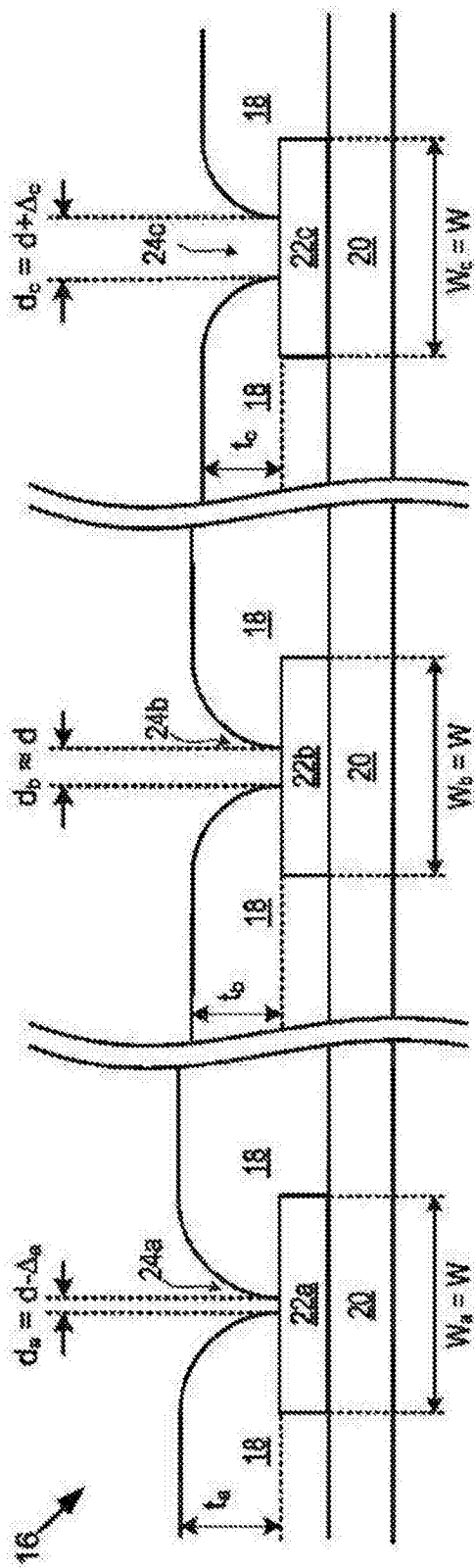


图 8A

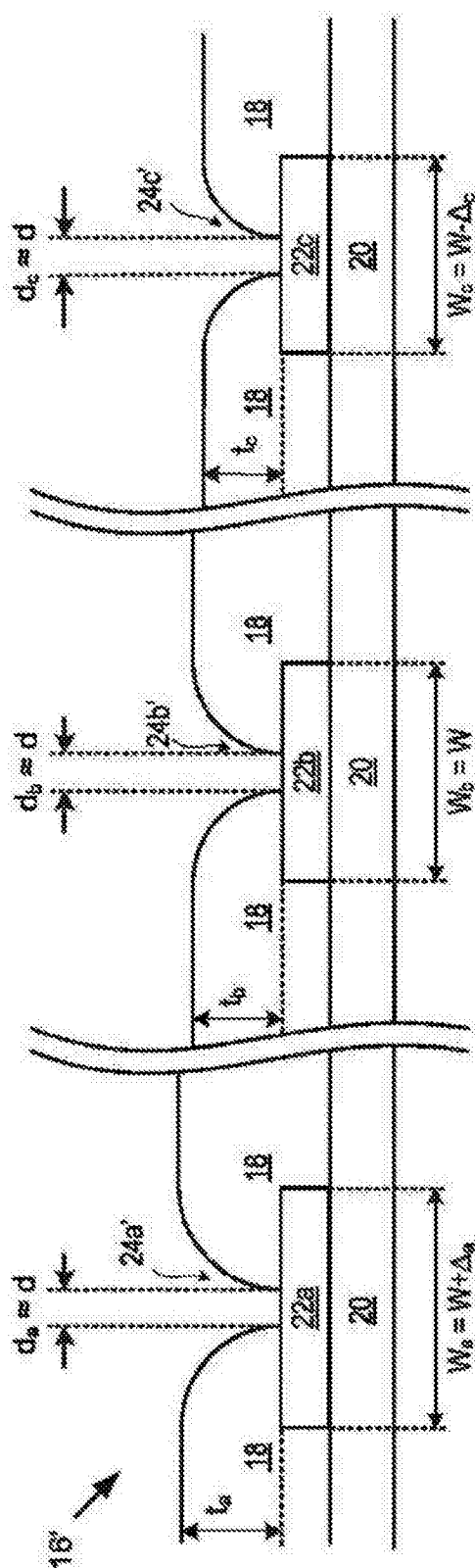


图 8B