



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107406970 A

(43)申请公布日 2017. 11. 28

(21)申请号 201680017703.2

(74)专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 11280

(22)申请日 2016.03.17

代理人 徐舒

(30)优先权数据

62/136831 2015.03.23 US

(51)Int.Cl.

G23C 14/24(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

G23C 14/56(2006.01)

2017.09.22

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/022989 2016.03.17

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/153941 EN 2016.09.29

(71)申请人 纽升股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 B·D·赫克特曼 K·R·B·波特

A·A·奎图瓜-弗洛里斯

A·C·沃尔

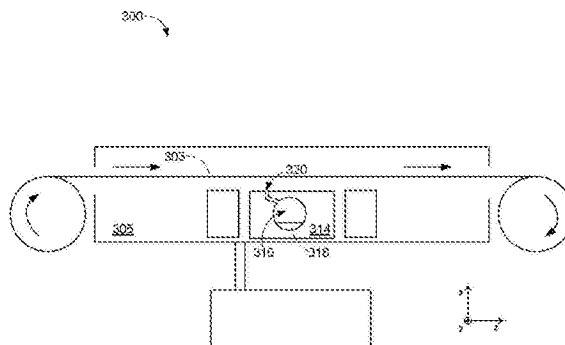
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

用于蒸发材料的设备

(57)摘要

用于沉积预定量的材料到衬底上的实例设备包括具有被配置成容纳材料的腔体的容器。容器和腔体沿着容器的第一轴伸长。设备另外包括一个或多个加热器,其(i)沿着第一轴伸长并且(ii)被配置成通过加热容器加热和蒸发材料。设备另外包括输送机,用于朝着基本上垂直于容器的第一轴和容器中沿着第一轴分布的一个或多个开口的方向移动衬底。一个或多个开口提供容器外部区域与腔体之间的流体连通。本文还公开了用于沉积预定量的材料到衬底上的方法。



1. 一种用于沉积预定量的材料到衬底上的方法,所述方法包含:

提供具有腔体的容器,其中所述容器和所述腔体沿着所述容器的第一轴伸长,其中所述容器位于真空腔室内,并且其中所述容器包含:

沿着所述第一轴分布的一个或多个开口,其中所述一个或多个开口提供所述腔体与所述容器外部真空腔室内的区域之间的流体连通;

将所述材料插入到所述容器的腔体中;

加热所述容器,借以使所述预定量的材料蒸发并经由所述一个或多个开口离开所述容器;以及

在所述一个或多个开口上方沿着所述容器的基本上垂直于所述第一轴的第二轴移动所述衬底,由此沉积所述预定量的材料到所述衬底上。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述材料包含钠或钾。

3. 根据权利要求1和2中任一项所述的方法,其中加热所述容器进一步使得至少一些所述材料在所述腔体的内部形成液相。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中加热所述容器包含用沿着所述容器的第一轴伸长的一个或多个加热器加热所述容器。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其中加热所述容器包含用位于所述容器外部的一个或多个加热器加热所述容器。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其中加热所述容器包含用邻近于所述容器的加热器加热所述容器,其中所述一个或多个开口包含在所述容器的外表面的相应汽门,并且其中所述加热器相比接近于所述腔体更接近于所述相应汽门。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其中所述一个或多个开口包含在所述容器的外表面的相应汽门,并且其中加热所述容器包含:

将所述容器接近于所述相应汽门的一部分加热到第一温度;以及

将所述容器接近于所述腔体的一部分加热到低于所述第一温度的第二温度。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的方法,其中所述容器包含石墨。

9. 一种用于沉积预定量的材料到衬底上的设备,所述设备包含:

具有被配置成容纳所述材料的腔体的容器,其中所述容器和所述腔体沿着所述容器的第一轴伸长;

一个或多个加热器,其(i)沿着所述第一轴伸长并且(ii)被配置成通过加热所述容器加热和蒸发所述材料;

输送机,用于朝着基本上垂直于所述容器的第一轴的方向移动所述衬底;以及

所述容器中沿着所述第一轴分布的一个或多个开口,其中所述一个或多个开口提供所述容器外部的区域与所述腔体之间的流体连通。

10. 根据权利要求9所述的设备,其中所述腔体包含在所述腔体末端的开口,所述设备另外包含被配置成密封所述开口的插塞。

11. 根据权利要求9至10中任一项所述的设备,其中所述一个或多个加热器位于所述容器的外部。

12. 根据权利要求9至11中任一项所述的设备,其中所述一个或多个加热器中的至少一个包含石墨加热元件。

13. 根据权利要求9至12中任一项所述的设备,其中所述一个或多个加热器包含邻近于所述容器的指定加热器,其中所述一个或多个开口包含在所述容器的外表面的相应汽门,并且其中所述指定加热器相比接近于所述腔体更接近于所述相应汽门。

14. 根据权利要求13所述的设备,其中所述指定加热器是邻近于所述容器安置在所述容器的第一侧的第一加热器,其中所述一个或多个加热器另外包含邻近于所述容器在与所述第一侧相对的所述容器的第二侧的第二加热器,并且其中所述第二加热器相比接近于所述相应汽门更接近于所述腔体。

15. 根据权利要求9至14中任一项所述的设备,其中所述容器包含石墨。

用于蒸发材料的设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2015年3月23日提交的美国临时申请第62/136831号的优先权,其公开内容以全文引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开涉及如为了在太阳能电池的制造中使用而用于蒸发材料的设备。

背景技术

[0004] 除非在此另有说明,否则这部分中所描述的材料不是本申请中的权利要求书的现有技术,并且并不因为包含在这部分中就被认可为现有技术。

[0005] 太阳能电池通常包括响应于光吸收而生成电荷载流子的材料。一种这类光吸收材料是Cu(In,Ga)Se₂(CIGS)。将受控量的钠引入到CIGS(或类似光吸收材料)中可钝化材料内的晶粒边界。这减少了材料内载流子复合中心的量,由于在复合之前汇集了更多生成的电荷载流子而使得太阳能电池效率提高。

[0006] 一种这类用于将钠引入到CIGS中的方法是将CIGS(和可能其它材料层)沉积到钠钙玻璃上以形成衬底,并且在所述方法期间,加热衬底以使得钠钙玻璃中所存在的钠扩散到CIGS层中。对于材料均一性和可重复性,这个方法可能不理想,因为其可能难以控制遍及金属层的材料扩散。出于这个原因,这个方法并未很好地扩大规模以用于制造大面积衬底。

[0007] 另一种用于将钠引入到CIGS中的方法是将含钠材料(例如NaF、Na₂Se或Na₂O)放置到容器中,并随后加热容器以使得材料蒸发或升华,使得含钠材料沉积到容器上方包括CIGS层的衬底上。这个方法由于蒸发和沉积均一量的含钠材料遍及大面积衬底的难度而也尚未很好地扩大规模用于处理大面积衬底。其它用于将钠引入到CIGS膜中的方法也遭遇将均一量的钠引入到大面积衬底中的困难。

发明内容

[0008] 实例实施例提供用于沉积预定量的材料到衬底上的设备和方法。另外,实施例允许在大面积衬底上沉积基本上均一厚度的材料。实施例涉及基本上封闭的容器,其具有被配置成容纳材料的腔体。基本上封闭的容器,当在真空条件下加热时,有助于在腔体与容器外部区域之间形成压差。根据压差,真空条件存在于容器外部区域,而足以使材料形成液相的压力存在于腔体内。腔体内的高压使得材料能够蒸发而非升华到容器上方的衬底上。

[0009] 在一个实例中,用于沉积预定量的材料到衬底上的方法包括提供具有腔体的容器。容器和腔体沿着容器的第一轴伸长并且容器位于真空腔室内。容器包括沿着第一轴分布的一个或多个开口,其中一个或多个开口提供腔体与容器外部真空腔室内的区域之间的流体连通。方法另外包括将材料插入到容器的腔体中并加热容器,借以使预定量的材料蒸发并经由一个或多个开口离开容器。方法另外包括在一个或多个开口上方沿着容器的基本上垂直于第一轴的第二轴移动衬底,由此沉积预定量的材料到衬底上。

[0010] 在另一方面,用于沉积预定量的材料到衬底上的实例设备包括具有被配置成容纳材料的腔体的容器。容器和腔体沿着容器的第一轴伸长。设备另外包括一个或多个加热器,其(i)沿着第一轴伸长并且(ii)被配置成通过加热容器加热和蒸发材料。设备另外包括输送机,用于朝着基本上垂直于容器的第一轴的方向移动衬底。设备另外包括容器中沿着第一轴分布的一个或多个开口,其中一个或多个开口提供容器外部区域与腔体之间的流体连通。

[0011] 所属领域的一般技术人员通过在适当时参考附图阅读以下详细描述将明白这些以及其它方面、优点和替代方案。

附图说明

[0012] 图1是实例衬底的截面视图。

[0013] 图2是用于沉积材料到衬底上的实例设备的简化截面视图。

[0014] 图3是用于沉积材料到衬底上的另一个实例设备的简化截面视图。

[0015] 图4是用于沉积材料到衬底上的实例容器和实例加热器的端视透视图。

[0016] 图5是用于沉积材料到衬底上的实例容器和实例加热器的端视透视图。

[0017] 图6是用于沉积材料到衬底上的实例容器和实例加热器的端视透视图。

[0018] 图7是用于沉积材料到衬底上的实例容器和实例加热器的端视透视图。

[0019] 图8是描绘实例方法的流程图。

具体实施方式

[0020] 本文中描述了实例方法和设备。本文中描述的任何实例实施例或特征未必应解释为比其它实施例或特征优选或有利。本文中描述的实例实施例不打算限制性的。应易于理解,所公开的设备和方法的某些方面可排列组合在广泛多种不同配置中,其全部涵盖在本文中。

[0021] 此外,图中所示的特定排列不应被视为限制性的。应理解,其它实施例可大体上包括给定图中示出的每一元件。另外,可组合或省略一些所说明的元件。又另外,实例实施例可包含图中未说明的元件。

[0022] 术语“基本上”意思指所列举的特征、参数或值无需精确地达到,但是可出现的偏差或变化(包括例如公差、测量误差、测量精度限制和所属领域的技术人员已知的其它因素)的量不妨碍特征希望提供的效应。

[0023] 如上文所指出,将掺杂材料(如钠)引入到光吸收材料(如CIGS)中可能是有用的,从而可使用掺杂的光吸收材料制造效率提高的太阳能电池。太阳能电池衬底的处理通常在真空条件下进行以防止大气中的污染物引入到衬底中。与熔融和蒸发相对,当充分加热时,真空条件使得许多材料(如NaF、Na₂Se和Na₂O)升华。然而,在一定面积的衬底上沉积均一厚度的材料更容易通过从材料来源蒸发材料而非使其升华来实现。本文所公开的基本上封闭的容器通过在充分加热容器内部的材料时维持容器内的高压而缓解了这一问题。压力相对于在处理期间容纳容器的真空腔室的压力而升高。压差能够使得材料蒸发以及容器或腔体内部的蒸汽平衡并且使得所蒸发的材料朝着上方衬底扩散。

[0024] 图1示出了实例衬底100。衬底100包括不锈钢层102、钼(Mo)层104、CIGS层106和铁

(Fe)阻挡层108。在一些实例中,将厚度大致50-1500nm的Mo层104沉积在厚度大致50-500nm的Fe阻挡层108上。可将Fe阻挡层108沉积在厚度大致20-250 μm 的不锈钢层102上。另外,可将厚度大致0.8-2.0 μm 的CIGS层106沉积在Mo层104上。Fe阻挡层108可由铬和/或钛(或其它合适金属)组成,有助于阻止来自不锈钢层102的Fe在高温处理期间扩散到Mo层104和/或CIGS层106中。衬底100可进行进一步处理和/或沉积额外材料层,如沉积硫化镉缓冲层、透明导电氧化物层(如掺杂铝的氧化锌)或金属接触网格层(如镍、铝、银或铜)。补充方法的一个实例包括将钠或含钠材料蒸发到衬底100的CIGS层106上。下文详细描述了这个方法的变化形式。

[0025] 上文仅出于说明性目的描述了衬底100。本文中描述的设备或方法可涉及将任何类型的材料沉积到任何类型的衬底上。

[0026] 在一个实例(未示出)中,CIGS层106最初可能不存在于衬底上。可使用本文所述的方法和将所蒸发的含钠材料直接沉积在Mo层104上。接着,可将CIGS层106沉积到含钠材料上,同时加热含钠材料,使得含钠材料扩散到CIGS层106中。

[0027] 在另一个实例(未示出)中,将CuInGa前体层沉积在Mo层104的顶部上。这一前体层可能含有或可能不含一定量的硒(Se)。随后,蒸发含钠材料并沉积在CuInGa前体层上。最后,通过CuInGa前体层的加热硒化形成CIGS层。在CIGS层形成时,加热硒化使得含钠材料扩散遍及CIGS层。

[0028] 图2示出了用于沉积材料218到衬底203上的设备200。设备200可包括容器214,其包括腔体216和一个或多个开口220。设备可另外包括加热器222和224,以及包含进料卷轴204和收集卷轴206的输送机。图2还示出了泵202和包括外部区域205、插入点208和移出点210的真空腔室201。

[0029] 在一些实例中,材料218包括具有钠或钾的混合物或化合物,如氟化钠(NaF)、氟化钾(KF)、硒化钠(Na_2Se)或氧化钠(Na_2O)。在一个特定实例中,材料218呈粉末形式。

[0030] 真空腔室201可包括适于维持真空腔室201内部的真空条件,而真空腔室201外以环境大气压条件为准的任何腔室或容器。举例来说,真空腔室201可被配置成在真空腔室201内维持小于 10^{-2} 托的压力,而在真空腔室201外的压力大致是760托。举例来说,真空腔室201是钢腔室或玻璃腔室。

[0031] 泵202可流体耦合到真空腔室201以抽空真空腔室201,使得真空腔室201内存在真空条件。泵202可包括一个或多个机械泵、涡轮分子泵、扩散泵、离子泵或低温泵以及其它可能性。

[0032] 真空腔室201的插入点208可包括适于将衬底203插入到真空腔室201中,同时维持真空腔室201内部的真空条件的馈通。类似地,真空腔室201的移出点210可包括适于从真空腔室201移出衬底203,同时维持真空腔室201内部的真空条件的馈通。(在一些实例中,真空腔室201可含有设备200整体,并且这类密封的馈通可能不是必需的。在其它实例中,进料卷轴204和/或收集卷轴206可位于相应的抽空到真空条件的加载-锁定腔室内。在这种情况下,插入点208和移出点210可各自包括用于将衬底203从一个抽空腔室转移到另一个的接口。)真空腔室201的外部区域205可包括在真空腔室201内而不是在容器214内的任何区域,如下文所指出。

[0033] 在一个实例中,衬底203与图1中所示的衬底100类似(或与参照图1论述的其它实

例衬底类似)。首先,可将衬底203的至少一部分卷绕在进料卷轴204上。衬底203可通过进料卷轴204展开并通过收集卷轴206前移,使得衬底203可馈入穿过插入点208并进入到真空腔室201中。进料卷轴204和收集卷轴206可用以在衬底203的CIGS表面面向下朝着容器214的情况下在容器214上方移动衬底203,使得材料218可在衬底203在容器214上方移动时蒸发到衬底203上。如图2所示,衬底203可通过收集卷轴206和进料卷轴204沿着容器214的‘z’轴移动。在本公开通篇,‘z’轴可称为容器214的第二轴,但这是任意的约定。

[0034] 在移动穿过真空腔室201时,可通过衬底加热器(未示出)加热衬底203。收集卷轴206和进料卷轴204可被配置成使衬底203以允许预定量的材料218蒸发到衬底203上的速率移动穿过真空腔室201。衬底203可在移出点210处从真空腔室201移出,移出点210可包括与插入点208类似的馈通。

[0035] 容器214可为机械加工成包括腔体216和一个或多个开口220的石墨块。在图2中,腔体216被描绘为圆柱形,但是腔体216也可具有其它形状。容器214和腔体216都沿着容器214的第一轴伸长。第一轴可在本文中称为‘y’轴,但是这是任意的约定。腔体216可被配置成容纳材料218,以使得当通过加热器222和224加热容器214时,也加热了材料218。一个或多个开口220可沿着容器的‘y’轴分布并提供外部区域205与腔体216之间的流体连通。如本公开中所用,“流体连通”可涵盖液体连通和/或蒸汽连通。

[0036] 加热器222和224也沿着‘y’轴伸长并且被配置成通过加热容器214加热和蒸发材料218。加热器222和224可各自包括一对机械加工成所需尺寸的石墨块。可使电流通过石墨块以生成热量,热量可随后朝着容器214辐射。如图2所示,加热器222和224位于容器214外部;然而,在其它实例中,加热器222和224与容器电隔离并随后嵌入在容器214内以经由热传导或辐射加热容器214。

[0037] 如果所加热的材料在外部区域205中,那么所加热的材料的蒸汽压可与外部区域205的环境压力快速达到平衡。在这种情形下,所加热的材料可从固相直接转变(即,升华)成气相以沉积在衬底203上。然而,所加热的材料的升华可导致衬底203上的材料厚度不均一。出于这个原因,材料的蒸发相对于升华是优选的。材料的蒸发可由容器214内适当的温度和压力控制以及对一个或多个开口220的总横截面积进行适当大小设定而引起。

[0038] 出于这个原因,容器214可为基本上封闭的,从而在加热材料218时,维持腔体216与外部区域205之间的压差。举例来说,可对一个或多个开口220进行大小设定,以使得当通过加热器222和224充分加热材料218时,材料218的至少一部分从固相熔融成液相。通过将外部区域205和腔体216与一个或多个开口220流体耦合,可维持足以蒸发材料218的材料218的蒸汽压。也就是说,可对一个或多个开口220进行大小设定以限制材料218的蒸汽流动,使得腔体216内的压力不会与抽真空的外部区域205达到平衡。

[0039] 图3示出了用于沉积材料318到衬底303上的另一个实例设备300。图3还示出了包括一个或多个开口320的容器314。除了一个或多个开口320在与图2的一个或多个开口220相比较时具有不同的形状和位置以外,容器314可与图2的容器214类似。举例来说,一个或多个开口320可包括提供腔体316与外部区域305之间的流体连通的弯头或弯管。一个或多个开口320还可相对于腔体316沿着‘z’轴偏移。下文参照图6和7进一步说明这些差异。

[0040] 图4示出了用于沉积材料418到容器414上方的衬底(未示出)上的实例容器414和实例加热器422和424。图4还示出了开口420A、420B、420C和420D,其提供腔体416与在真空

腔室(未示出)内但在容器414外部的的外部区域405之间的流体连通。

[0041] 如所示出,容器414沿着容器414的'y'轴伸长以有助于材料418均一沉积到衬底上。衬底可横跨'y'轴并沿着'z'轴输送。(关于实例衬底,参见图2和3。)

[0042] 在通过加热器422和424加热材料418时,材料418的至少一部分蒸发并经由开口420A-D扩散到外部区域405中并扩散到衬底上。开口420A-D可沿着'y'轴分布,以使得开口420A-D具有相应重叠的沉积轮廓。也就是说,蒸发并穿过开口420A的材料418可不时沉积在衬底上与蒸发并穿过开口420B的材料已在衬底上沉积的相同位置处。如图4所示,开口420A-D可包括在容器414的顶部外表面的相应汽门。在一些实例中,相应汽门可具有圆锥形状,但其它形状也是可能的。

[0043] 图5示出了用于沉积材料518到容器514上方的衬底(未示出)上的实例容器514和实例加热器522和524。图5还示出了开口520,其提供腔体516与在真空腔室(未示出)内但在容器514外部的的外部区域505之间的流体连通。

[0044] 容器514可不同于容器414,因为容器514包括与'y'轴对齐的单个开口520。开口520可类似矩形沟槽,其提供腔体516与外部区域505之间的流体连通;然而,其它形状也是可能的。可抽空真空腔室,以使得外部区域505中存在真空条件。在此情形中,维持腔体516内足以存在材料518的液相的蒸汽压可能需要类似于图4的开口420对开口520进行大小设定。这可能意味着例如对于具有类似大小的容器514和414,开口420的总横截面积可基本上等于开口520的总横截面积。在通过加热器522和524加热材料518时,材料518的至少一部分蒸发并经由开口520扩散并扩散到衬底上。

[0045] 图5中还描绘了插塞517。可对插塞517进行适当大小设定以在容器514的前端密封腔体516,并且类似插塞可在容器514的后端密封腔体516。插塞517可由石墨构成,其经机械加工以具有紧密配适或螺旋到腔体516中的圆柱形形状或被配置成经由任意数目的其它方法密封。通过相应插塞、封盖在前面和后端密封腔体516或其它密封方式可使得开口520提供腔体516与外部区域505之间仅有的流体连通。类似插塞还可用于密封图4腔体416以及图6腔体616和图7腔体716的前端和后端。

[0046] 图6示出了用于沉积材料618到容器614上方的衬底(未示出)上的实例容器614和实例加热器622和624。图6还示出了开口620A、620B、620C和620D,其提供腔体616与在真空腔室(未示出)内但在容器614外部的的外部区域605之间的流体连通。

[0047] 如图6所示,加热器622和加热器624在容器614的相对侧,邻近于容器614。当与腔体616相比较时,开口620A-D可沿着'z'轴偏移。开口620A-D可包括在容器614的顶部外表面的汽门。如所示出,加热器622相比接近于腔体616可更接近于相应汽门,并且加热器624相比接近于相应汽门可更接近于腔体616。在一些实例中,加热器622相比加热器624可辐射更多热量,从而使得当所蒸发的材料618从腔体616朝着容器614上方的衬底扩散时,所蒸发的材料618经历逐渐升高的温度梯度。这一逐渐升高的温度梯度有助于防止所蒸发的材料618凝结在开口620A-D的壁面上,否则可能中断所蒸发的材料618流动到外部区域605中并流向衬底。

[0048] 图7示出了用于沉积材料718到容器714上方的衬底(未示出)上的实例容器714和实例加热器722和724。图7还示出了开口720,其提供腔体716与在真空腔室(未示出)内但在容器714外部的的外部区域705之间的流体连通。

[0049] 如图7所示,加热器722和加热器724在容器714的相对侧,邻近于容器714。当与腔体716相比较时,开口720可沿着‘z’轴偏移。开口720可包括在容器714的顶部外表面的单个汽门。如所示出,加热器722相比接近于腔体716可更接近于汽门,并且加热器724相比接近于汽门可更接近于腔体716。在一些实例中,加热器722相比加热器724可辐射更多热量,从而使得当所蒸发的材料718从腔体716扩散到外部区域705中并朝着容器714上方的衬底扩散时,所蒸发的材料718经历逐渐升高的温度梯度。这一逐渐升高的温度梯度可有助于防止所蒸发的材料718凝结在开口720的壁面上,否则可能中断所蒸发的材料718流向衬底。

[0050] 图8是用于沉积预定量的材料到衬底上的实例方法800的框图。在一些实例中,材料包括具有钠或钾的混合物或化合物,如氟化钠(NaF)、氟化钾(KF)、硒化钠(Na₂Se)或氧化钠(Na₂O)。容器可完全或部分由石墨形成。举例来说,容器可为机械加工成具有如上文参照图2-7所述容器的那些特征的石墨块。

[0051] 在方框802,方法800涉及提供具有腔体的容器。容器和腔体沿着容器的第一轴伸长并且容器位于真空腔室内。容器包含沿着第一轴分布的一个或多个开口,其中一个或多个开口提供腔体与容器外部真空腔室内的区域之间的流体连通。

[0052] 参照例如图2,容器214位于真空腔室201内并且沿着‘y’轴伸长。容器包括沿着‘y’轴分布的一个或多个开口220。一个或多个开口220提供腔体216与外部区域205之间的流体连通。

[0053] 在方框804,方法800涉及将材料插入到容器的腔体中。在一些实例中,这包括了用匙将粉末状材料舀到容器的腔体中,并随后将容器放置到真空腔室中以便可抽空真空腔室。在其它实例中,将容器固定于真空腔室并在容器位于真空腔室内时,将材料插入到腔体中。

[0054] 在方框806,方法800涉及加热容器,借以使预定量的材料蒸发并经由一个或多个开口离开容器。举例来说,可通过加热器222和224加热容器214,从而使得预定量的材料218蒸发并经由一个或多个开口220离开容器214。

[0055] 如果对一个或多个开口进行适当大小设定并将容器放置在抽空的真空腔室内,那么加热容器使得至少一些材料在腔体内部形成液相。也就是说,可对一个或多个开口进行大小设定以限制材料的蒸汽流动,以便在腔体内维持升高的材料蒸汽压。

[0056] 在一些实例中,加热容器可涉及用沿着容器的第一轴伸长的一个或多个加热器加热容器,如上文参照图2-7所述。这类加热器位于容器外部。在其它实施例中,加热器嵌入在容器内。

[0057] 在其它实例中,加热容器可涉及用邻近于容器的加热器加热容器,其中一个或多个开口包含在容器外表面的相应汽门,并且加热器相比接近于腔体更接近于相应汽门。参照例如图6,邻近于容器614的加热器622和624可加热容器614。加热器622相比接近于腔体616可更接近于分别对应于开口620A-D的汽门。

[0058] 在此情形中,加热容器可涉及将容器接近于相应汽门的一部分加热到第一温度,并且将容器接近于腔体的一部分加热到低于第一温度的第二温度。

[0059] 容器614可包括一个或多个开口620A-D和位于容器614的顶部外表面的相应汽门。加热器622可设定成相比加热器624辐射更多热量,并且因此,容器614接近于相应汽门的区域可加热到比容器接近于腔体616的区域更高的温度。这可使得当所蒸发的材料618从腔体

616经由一个或多个开口620A-D扩散到外部区域605时,所蒸发的材料618经历逐渐升高的温度梯度。

[0060] 在另一个实例中,加热器622和624可设定成辐射大致等量的功率,但是加热器622与相应汽门分隔的距离可小于加热器624与腔体616分隔的距离。这也可使得当所蒸发的材料618从腔体616经由一个或多个开口620A-D扩散到外部区域605时,所蒸发的材料618经历逐渐升高的温度梯度。

[0061] 在方框808,方法800涉及在一个或多个开口上方沿着容器的基本上垂直于第一轴的第二轴移动衬底,由此沉积预定量的材料到衬底上。举例来说,衬底203可在一个或多个开口220上方沿着‘z’轴移动,‘z’轴垂直于腔体216和容器214伸长所沿的‘y’轴。

[0062] 以上详细描述参照附图描述所公开系统和方法的各种特征和功能。虽然本文中已公开了各个方面和实施例,但是所属领域的技术人员应清楚其它方面和实施例。除非上下文另外明确规定,否则可组合在本发明的不同方面内以及它们之间的所有实施例。本文所公开的各个方面和实施例是出于说明的目的并且不打算限制性的,其中真实的范围和精神是由所附权利要求书指示。

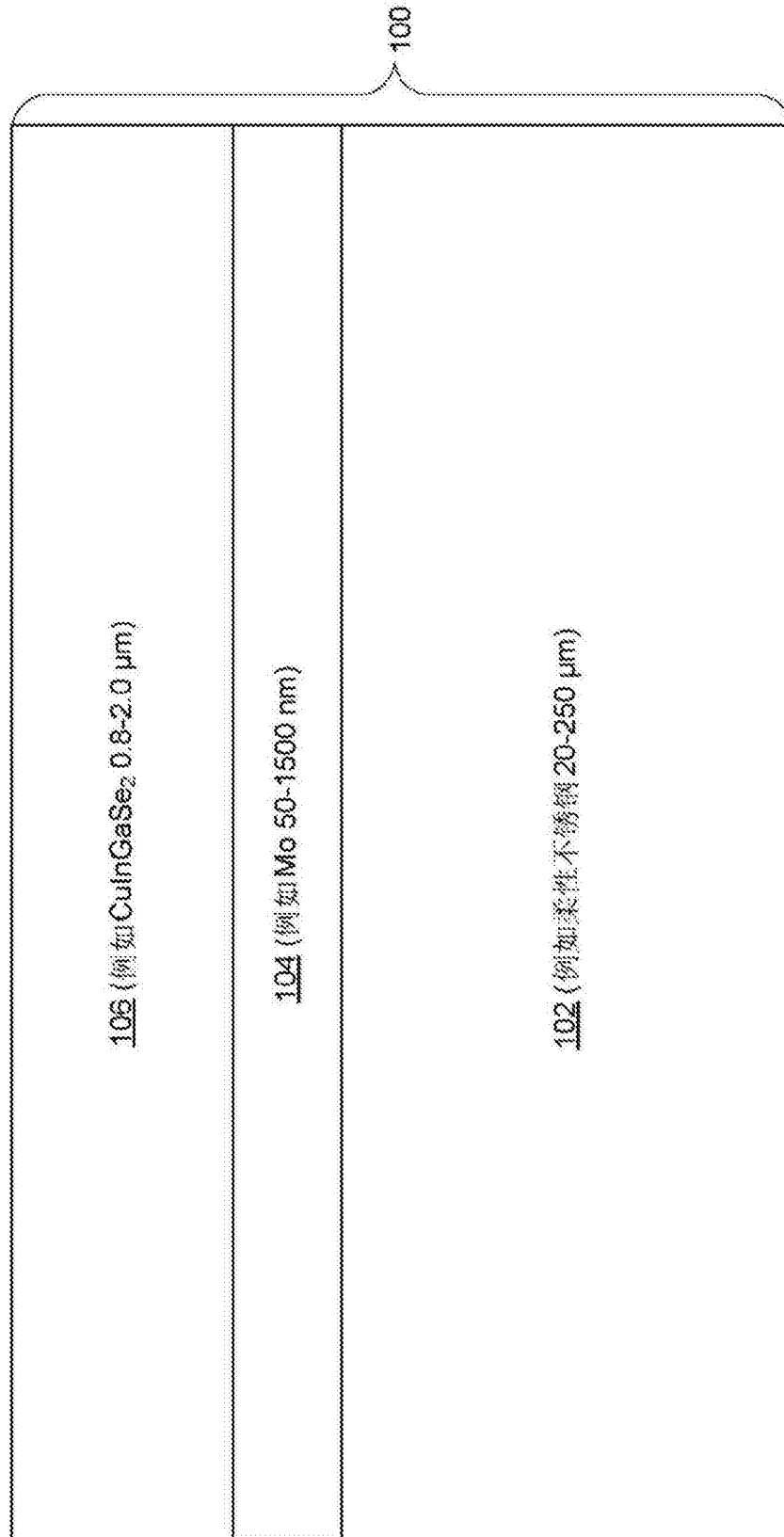


图1

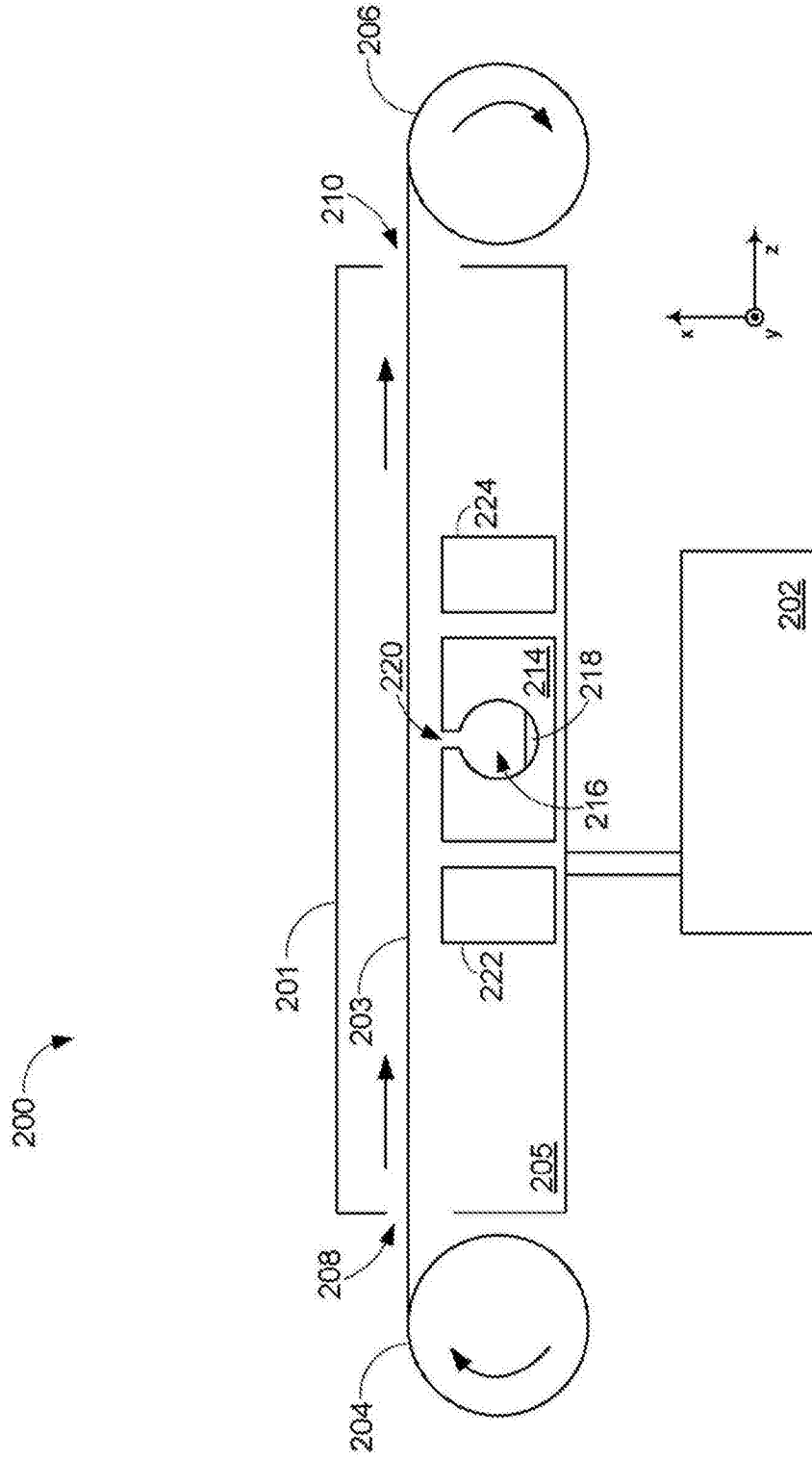


图2

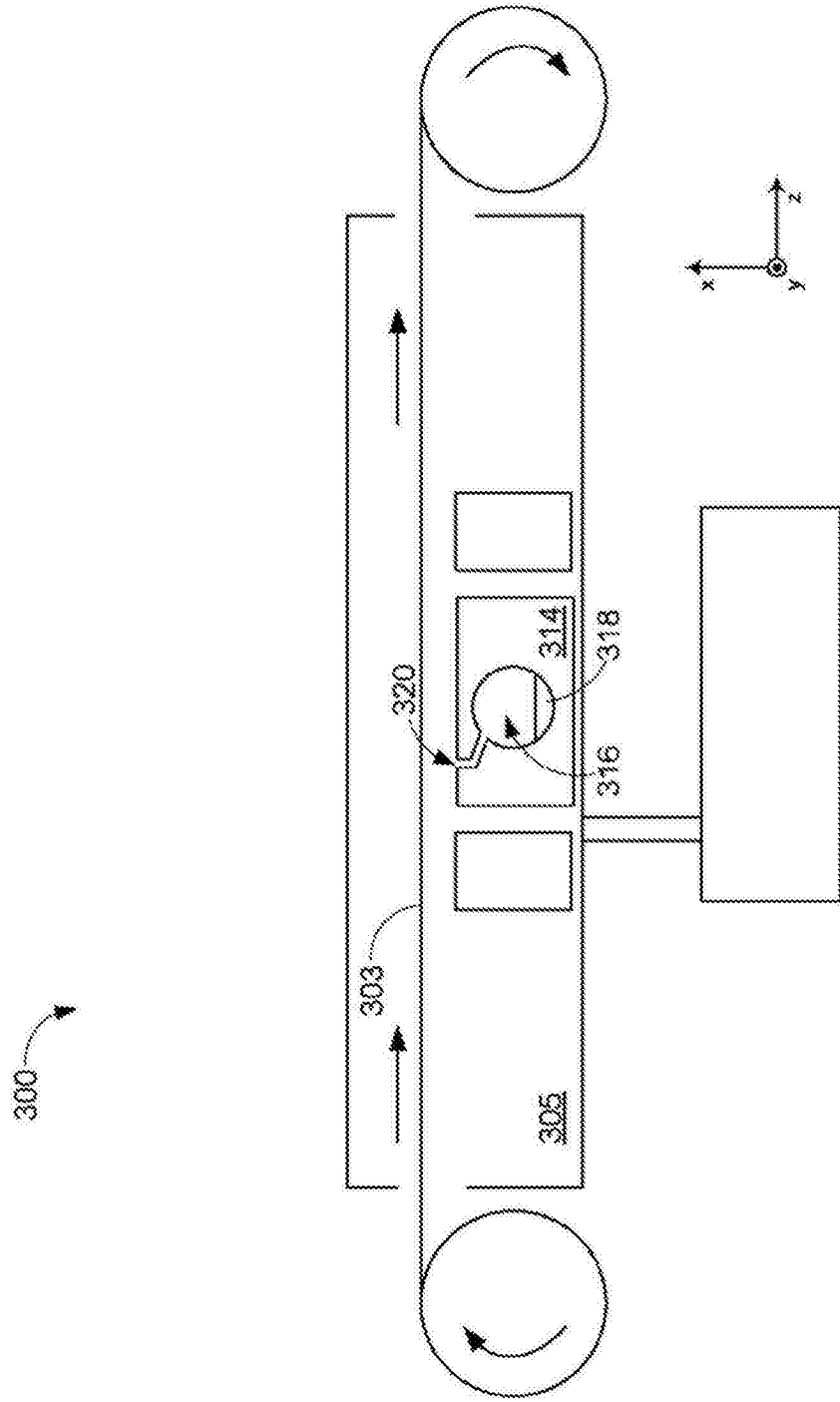


图3

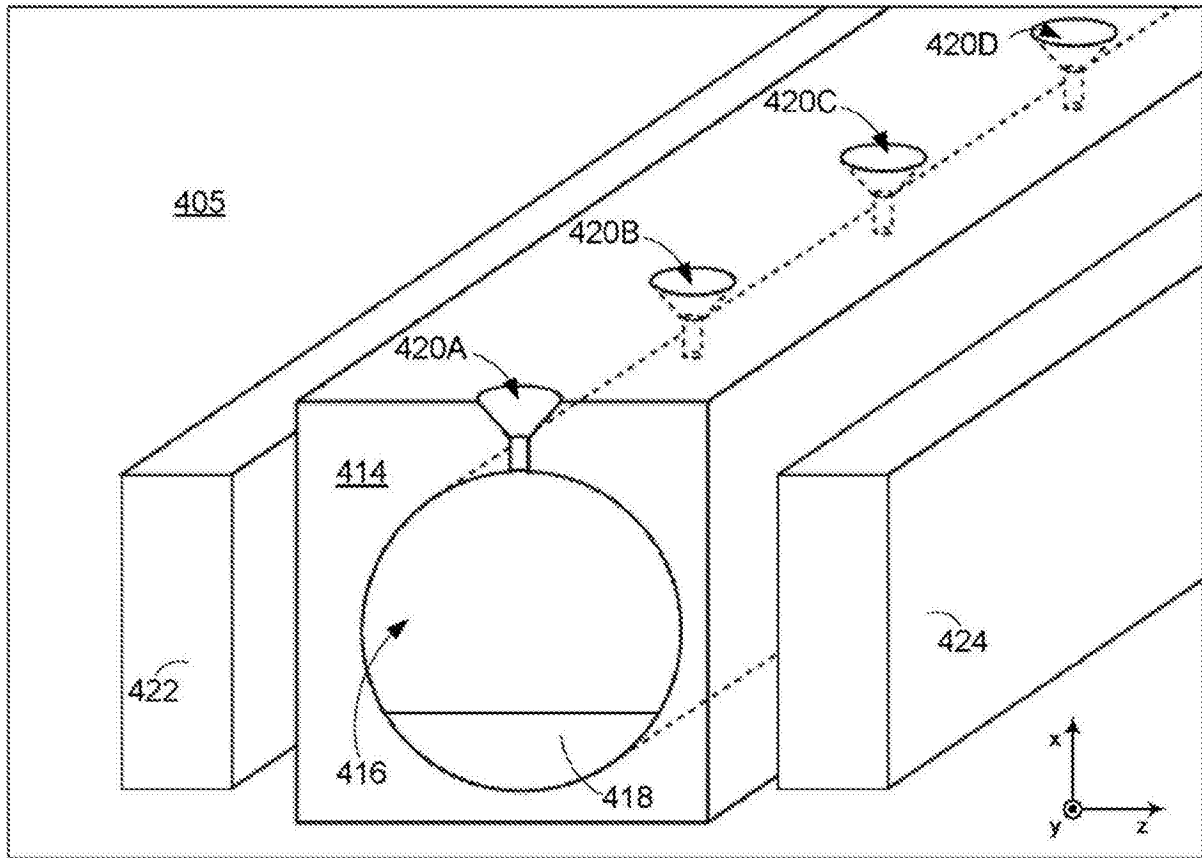


图4

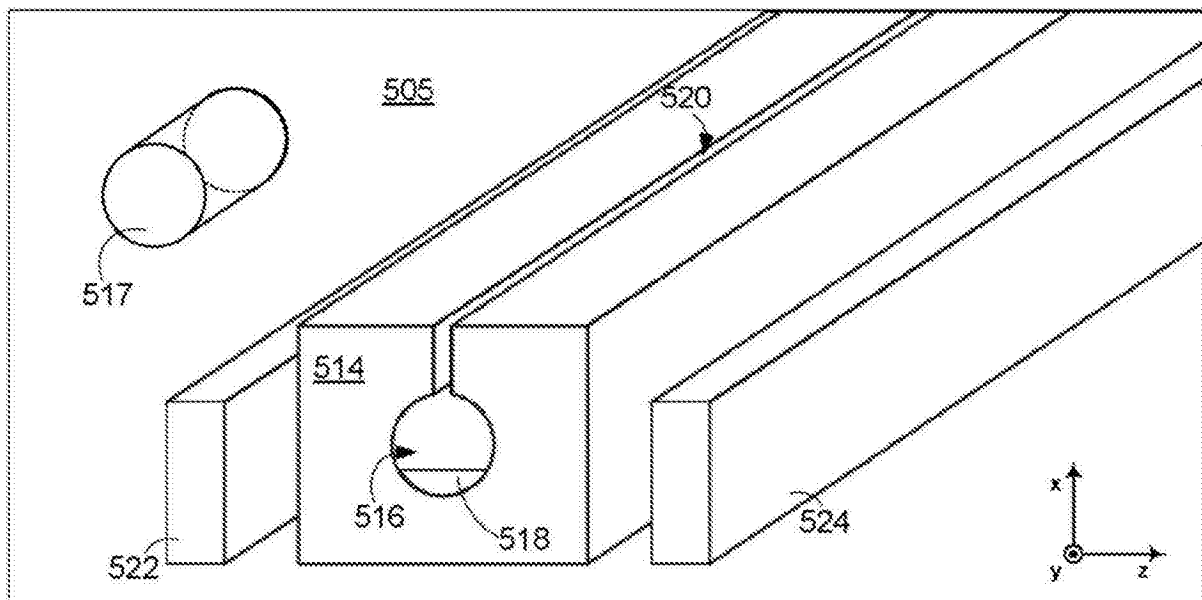


图5

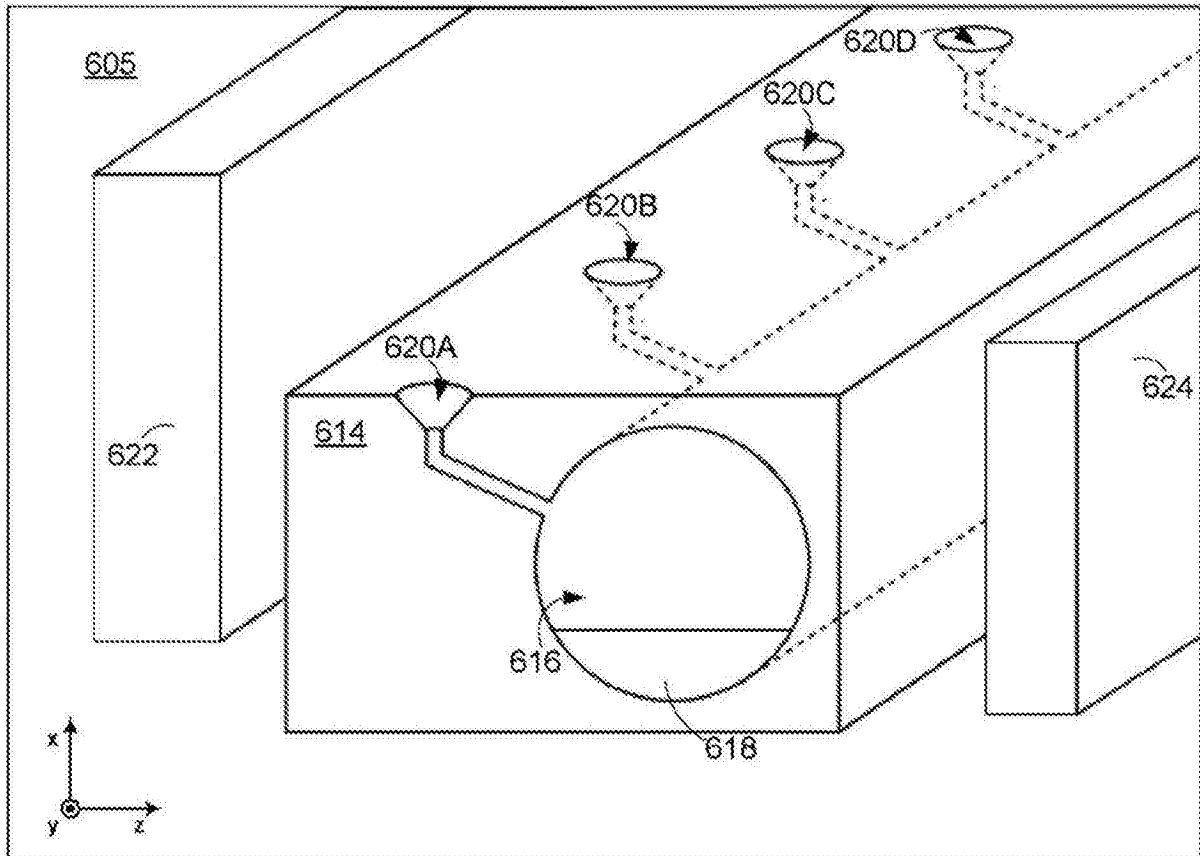


图6

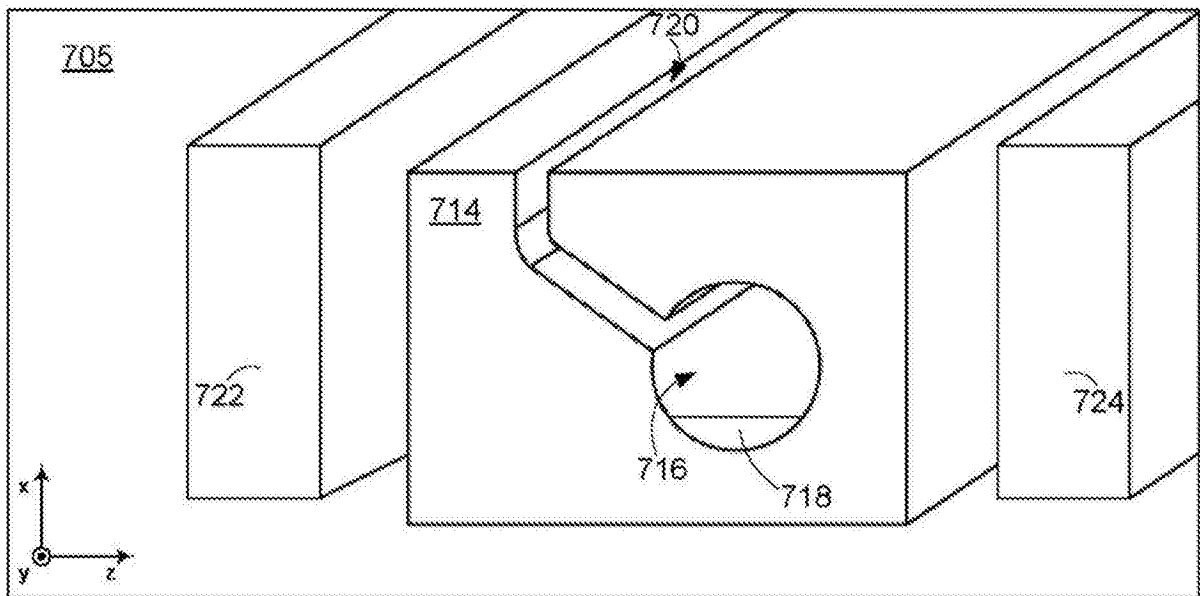


图7

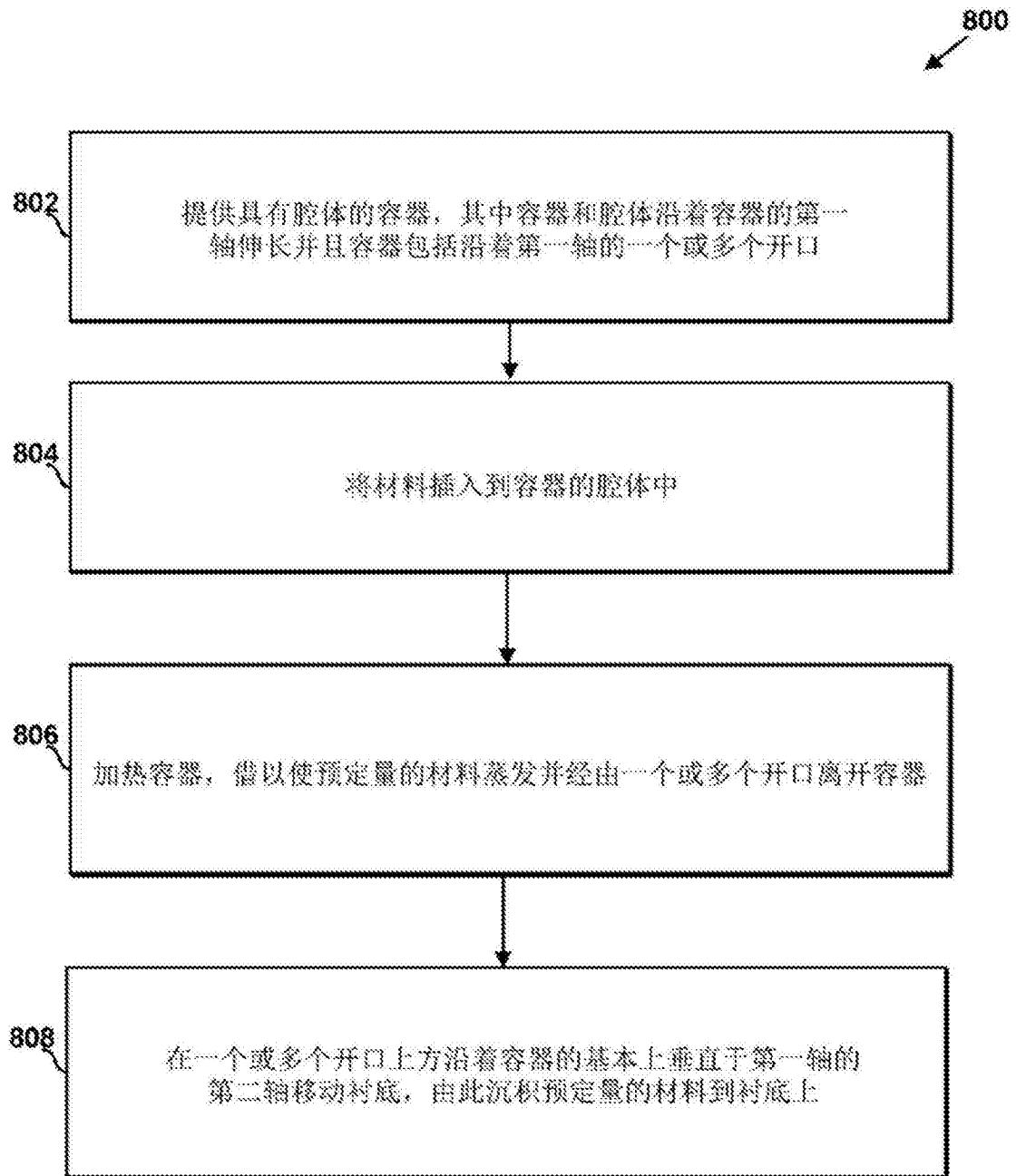


图8