(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107109647 A
(43)申请公布日 2017.08.29

(21)申请号 201580069868.X

(22)申请日 2015.11.25

(30)优先权数据
20140361 2014.12.22 FI

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.06.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FI2015/050819 2015.11.25

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/102748 EN 2016.06.30

(71)申请人 皮考逊公司
地址 芬兰埃斯波

(72)发明人 T·马利南 J·科斯塔莫
W-M·李 T·皮尔维

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
代理人 酆迅 吕世磊

(51)Int.Cl.
C23C 16/455(2006.01)
C23C 16/48(2006.01)
C23C 16/54(2006.01)

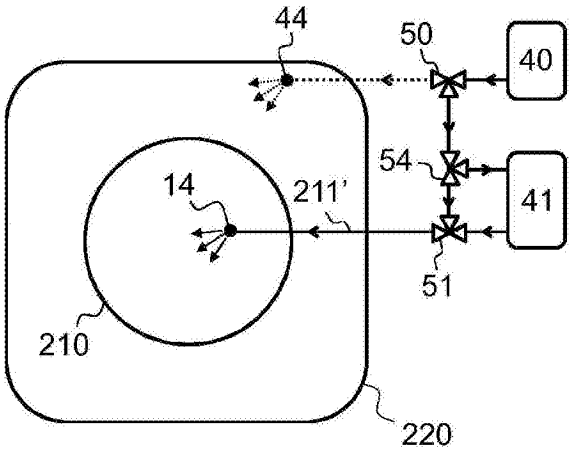
权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

ALD方法和设备

(57)摘要

一种方法，其包括执行包括至少一个沉积循环的原子层沉积序列，每个循环产生沉积材料的单层，沉积循环包括将至少第一前体物种和第二前体物种引入到反应室中的衬底表面，其中所述第一和第二前体物种两者同时以气相存在于所述反应室中。本发明还涉及一种具有反应室(210)、金属前体源(41)和处理气体源(40)的设备。本发明的目的是实现快速原子层沉积和降低的所需的处理温度。



CN 107109647 A

1.一种方法,包括:

执行包括至少一个沉积循环的原子层沉积序列,每个循环产生沉积材料的单层,所述沉积循环包括将至少第一前体物种和第二前体物种引入到反应室中的衬底表面,其中所述第一前体物种和所述第二前体物种两者同时以气相存在于所述反应室中。

2.根据权利要求1所述的方法,其中所述沉积循环包括激活时段和再生时段,并且在所述方法中:

在所述激活时段期间,所述第二前体物种与在之前的再生时段中被吸附至所述衬底表面的所述第一前体物种起反应;且

在随后的再生时段期间,所述第一前体物种与在所述激活时段期间被吸附至所述表面的所述第二前体物种起反应。

3.根据权利要求2所述的方法,其中所述第一前体物种或所述第二前体物种中的一个在所述激活时段期间通过光子能量激发。

4.根据权利要求3所述的方法,包括:

激发被吸附至所述衬底表面的所述第一前体物种,由此被吸附的所述第一前体物种与处于气相的所述第二前体物种在所述表面上起反应。

5.根据权利要求3所述的方法,包括:

激发处于气相的所述第二前体物种,由此被激发的所述第二前体物种与被吸附的所述第一前体物种在所述表面上起反应。

6.根据任一项前述权利要求2至5所述的方法,其中所述反应是顺次的自饱和表面反应。

7.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述第一前体是金属前体并且所述第二前体是非金属前体。

8.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述沉积循环在不执行清洁时段的情况下执行。

9.一种设备,包括:

反应室;

至少一个进料线;以及

控制系统,被配置成控制所述设备执行包括在所述反应室中的至少一个沉积循环的原子层沉积序列,每个循环产生沉积材料的单层,所述沉积循环包括经由所述至少一个进料线将至少第一前体物种和第二前体物种引入到所述反应室中的衬底表面,其中

所述控制系统进一步被配置成控制所述第一前体物种和所述第二前体物种两者的前体蒸气同时以气相存在于所述反应室中。

10.根据权利要求9所述的设备,其中所述沉积循环包括激活时段和再生时段,并且所述设备被配置成引起:

在所述激活时段期间,所述第二前体物种与在之前的再生时段中被吸附至所述衬底表面的所述第一前体物种起反应;且

在随后的再生时段期间,所述第一前体物种与在所述激活时段中被吸附至所述表面的所述第二前体物种起反应。

11.根据权利要求10所述的设备,其中所述设备包括光子源以在所述激活时段期间通

过光子能量激发所述第一前体物种或所述第二前体物种中的一个。

12.根据权利要求11所述的设备，其中所述设备被配置成引起：

激发被吸附至所述衬底表面的所述第一前体物种，由此被吸附的所述第一前体物种与处于气相的所述第二前体物种在所述表面上起反应。

13.根据权利要求11所述的设备，其中所述设备被配置成引起：

激发处于气相的所述第二前体物种，由此被激发的所述第二前体物种与被吸附的所述第一前体物种在所述表面上起反应。

14.根据前述权利要求10至13中任一项所述的设备，其中所述反应是顺次的自饱和表面反应。

15.根据前述权利要求9至14中任一项所述的设备，其中所述第一前体是金属前体并且所述第二前体是非金属前体。

16.根据前述权利要求9至15中任一项所述的设备，其中所述控制系统被配置成控制所述沉积循环在不执行清洁时段的情况下执行。

ALD方法和设备

技术领域

[0001] 本发明总体涉及原子层沉积(ALD)型技术。

背景技术

[0002] 本节说明了有用的背景信息，而不是承认本文所描述的任何技术代表了目前技术水平。

[0003] 原子层沉积(ALD)是基于将至少两个反应性前体物种顺次引入到反应空间中的至少一个衬底的特殊化学沉积方法。ALD的生长机制依赖于化学的吸附(化学吸附)与物理的吸附(物理吸附)之间的结合强度差异。ALD在沉积过程期间利用化学吸附并消除物理吸附。在化学吸附期间，在固相表面的原子与来自气相的分子之间形成强化学键。

[0004] ALD沉积循环由四个顺次的步骤组成：脉冲A、清洁A、脉冲B和清洁B。脉冲A由金属前体蒸气组成并且脉冲B由非金属前体蒸气组成。诸如氮气或氩气等的非活性气体和真空泵用于在清洁A和清洁B期间清洁来自反应空间的气态反应副产物和残余反应物分子。沉积序列包括至少一个沉积循环。重复沉积循环直到沉积序列已产生期望厚度的薄膜。

[0005] 前体物种通过化学吸附形成到衬底表面的反应部位的化学键。在一个前体脉冲期间，不超过分子单层的固体材料形成在表面上。生长过程因此自终止或饱和。例如，第一前体可以包括保持附着至所吸附的物种且使表面饱和的配体，这防止进一步的化学吸附。反应空间温度被维持高于所利用的前体的冷凝温度且低于热分解温度，使得前体分子物种实质上未受损地吸附在衬底上。实质上未受损意味着当前体分子物种化学吸附在表面上时挥发性配体可以离开前体分子。表面实质上变得用第一类型的反应部位(即第一前体分子的所吸附的物种)饱和。该化学吸附步骤随后是第一清洁步骤(清洁A)，其中将过量的第一前体和可能的反应副产物从反应空间中去除。接着将第二前体蒸气引入反应空间中。第二前体分子与第一前体分子的所吸附的物种起反应，由此形成期望的薄膜材料。一旦所吸附的第一前体的全部量已被消耗并且表面已实质上用第二类型的反应部位饱和，该生长就终止。接着通过第二清洁步骤(清洁B)将过量的第二前体蒸气和可能的反应副产物蒸气去除。接着重复该循环直到膜已生长至期望的厚度。

[0006] 通过ALD生长的薄膜是致密的、无针孔且具有均匀的厚度。例如，在实验中已通过ALD从三甲基铝$(CH_3)_3Al$(也称为TMA)和水生长出了氧化铝，在衬底晶片上面造成仅大约1％的不均匀性。

发明内容

[0007] 根据本发明的第一示例方面，提供了一种方法，包括：

[0008] 执行包括至少一个沉积循环的原子层沉积序列，每个循环产生沉积材料的单层，沉积循环包括将至少第一前体物种和第二前体物种引入到反应室中的衬底表面，其中所述第一和第二前体物种两者同时以气相存在于所述反应室中。

[0009] 在某些示例实施例中，沉积循环包括激活时段和再生时段，并且在方法中：

[0010] 在激活时段期间，第二前体物种与在之前的再生时段中被吸附至衬底表面的第一前体物种起反应；且

[0011] 在随后的再生时段期间，第一前体物种与在激活时段期间被吸附至表面的第二前体物种起反应。

[0012] 沉积循环可以被认为开始于再生时段或开始于激活时段。第一沉积循环可以开始于第一前体与衬底表面起反应所在的再生时段。激活时段接着紧跟再生时段。再生时段产生沉积材料的单层的一半。并且，激活时段产生沉积材料的单层的剩余一半。

[0013] 第一和第二前体物种可以被选择成使得它们在正常工艺条件下(即在没有激活的处理温度处)在气相中相对于彼此是惰性的。它们可以存在于反应室内的同一体积内(彼此混合)。在某些示例实施例中，第二前体物种在没有激活的情况下针对被吸附的第一前体物种是惰性的，而第一前体物种也在没有激活的情况下与被吸附至表面的第二前体物种是反应性的。

[0014] 在某些示例实施例中，第二前体物种与通过化学吸附被吸附的第一前体物种起反应和第一前体物种与通过化学吸附被吸附的第二前体物种起反应交替进行。

[0015] 反应可以是顺次的自饱和表面反应。

[0016] 在某示例实施例中，第一或第二前体物种中的一个在激活时段期间通过光子能量激发。在某些示例实施例中，激活时段和再生时段交替，其中激活(或激发)仅发生在激活时段期间。激活可以通过由诸如UV灯、LED灯、氙灯、X射线源、激光源或红外源等的光子源发射的光子来实现。

[0017] 在某些示例实施例中，方法包括激发被吸附至衬底表面的第一前体物种，由此被吸附的第一前体物种与处于气相的第二前体物种在表面上起反应。

[0018] 在某些示例实施例中，替代地，方法包括激发处于气相的第二前体物种，由此被激发的第二前体物种与被吸附的第一前体物种在表面上起反应。

[0019] 在某些示例实施例中，第一前体物种在再生时段期间在没有激活(即，没有激发)的情况下与被吸附至表面的第二前体物种起反应。

[0020] 第一前体可以是金属前体并且第二前体可以是非金属前体。

[0021] 那么，例如，处于气相的非金属前体可以通过在衬底表面附近的光子能量来激发，或者被吸附至表面的金属前体可以在激活时段期间被激发。

[0022] 在某些其他实施例中，两个前体物种都是非金属前体物种。涂层材料的示例是例如金属、氧化物和氮化物。

[0023] 在某些示例实施例中，沉积循环通过跳过清洁时段(即在不执行清洁时段的情况下)执行。

[0024] 在某些示例实施例中，前体物种的数目超过两个。在这些实施例中，前体中的一个可以在没有激发的情况下与表面是反应性的，另一前体在没有激发的情况下针对表面反应是惰性的。

[0025] 根据第一示例方面的方法及其实施例可以用于多个不同应用，例如，用于涂覆任何适用的静止或移动衬底。衬底可以是例如板状物体，诸如硅晶片、玻璃板、金属箔。衬底可以是衬底网、股或条带。衬底可以是薄的柔性玻璃衬底。它可以是聚合物。它可以是纸、板材或纳米纤维的纤维网。它可以是太阳能电池、OLED显示器、印刷电路板部件或总体上是电子

器件的部件。该方法可以用于热敏应用的低温钝化。

[0026] 根据本发明的第二示例方面，提供了一种设备，包括：

[0027] 反应室；

[0028] 至少一个进料线；以及

[0029] 控制系统，被配置成控制设备执行包括在反应室中的至少一个沉积循环的原子层沉积序列，每个循环产生沉积材料的单层，沉积循环包括经由所述至少一个进料线将至少第一前体物种和第二前体物种引入到反应室中的衬底表面，其中

[0030] 控制系统进一步被配置成控制所述第一和第二前体物种两者的前体蒸气同时以气相存在于所述反应室中。

[0031] 在某些示例实施例中，沉积循环包括激活时段和再生时段，并且设备被配置成引起：

[0032] 在激活时段期间，第二前体物种与在之前的再生时段中被吸附至衬底表面的第一前体物种起反应；且

[0033] 在随后的再生时段期间，第一前体物种与在激活时段中被吸附至表面的第二前体物种起反应。

[0034] 在某些示例实施例中，设备包括光子源以在激活时段期间通过光子能量激发第一或第二前体物种中的一个。

[0035] 在某些示例实施例中，设备被配置成引起：

[0036] 激发被吸附至衬底表面的第一前体物种，由此被吸附的第一前体物种与处于气相的第二前体物种在表面上起反应。

[0037] 在某些示例实施例中，设备被配置成引起：

[0038] 激发处于气相的第二前体物种，由此被激发的第二前体物种与被吸附的第一前体物种在表面上起反应。

[0039] 在某些示例实施例中，反应是顺次的自饱和表面反应。

[0040] 在某些示例实施例中，第一前体是金属前体并且第二前体是非金属前体。

[0041] 在某些示例实施例中，控制系统被配置成控制沉积循环在不执行清洁时段的情况下执行。

[0042] 在前面已说明了本发明的不同的非约束性示例方面和实施例。以上实施例仅仅用于解释可以在本发明的实施方式中利用的所选方面或步骤。一些实施例可以仅参照本发明的某些示例方面来呈现。应领会的是，对应的实施例也可以应用于其他示例方面。可以形成实施例的任何适当的组合。

附图说明

[0043] 现在将通过仅示例的方式参照附图来描述本发明，其中：

[0044] 图1示出根据示例实施例的示例定时图；

[0045] 图2示出根据另一示例实施例的示例定时图；

[0046] 图3示出根据示例实施例的示例设备的侧视图；

[0047] 图4示出图3的设备中的装载和卸载；

[0048] 图5示出图3和图4的设备的顶视图；

[0049] 图6示出沉积设备中的源和进料线的进一步示例；

[0050] 图7示出根据示例实施例的不同调制方法；

[0051] 图8示出进一步的示例实施例；

[0052] 图9示出根据示例实施例的示例遮蔽件；

[0053] 图10示出根据示例实施例的示例遮蔽件喷嘴；

[0054] 图11示出根据另一示例实施例的示例设备的侧视图；以及

[0055] 图12示出根据示例实施例的沉积设备控制系统的粗略框图。

具体实施方式

[0056] ALD生长机制的基础是本领域技术人员已知的。如本专利申请的介绍部分中所提到的，ALD是基于将至少两个反应性前体物种顺次引入到至少一个衬底的特殊化学沉积方法。基本的ALD沉积循环由四个顺次的步骤组成：脉冲A、清洁A、脉冲B和清洁B。脉冲A由第一前体蒸气组成并且脉冲B由另一前体蒸气组成。下面呈现对基本沉积循环想法的偏差。

[0057] 图1示出根据示例实施例的方法的示例定时图。执行包括至少一个沉积循环的原子层沉积序列，其中每个循环产生沉积材料的单层。沉积循环包括将第一前体物种和第二前体物种引入到反应室中的衬底表面，其中所述第一和第二前体物种两者同时以气相存在于所述反应室中。

[0058] 在该示例中，第一前体物种是金属前体并且第二前体物种是非金属前体。第一和第二前体物种在气相中相对于彼此是非活性的。

[0059] 方法包括使激活时段(从时刻t_1到t_2)和再生时段(从时刻t_2到t_3)交替。如图1中所展示的，在激活时段期间，到反应室的金属前体流关着。衬底表面已在先前的再生时段中由金属前体物种饱和。到反应室的非金属前体流开着。然而，非金属前体已被选择成使得它在没有附加激发(附加在本文中意味着对反应室中占主导的热能量附加的能量)的情况下不与衬底表面上的金属前体起反应。

[0060] 衬底表面附近的非金属前体物种通过使其在激活时段期间暴露于光子能量而被激发。这给予了非金属前体物种与被吸附至衬底表面的金属前体物种起反应所需的附加能量。作为结果，衬底表面变得由非金属前体物种饱和。

[0061] 替代地，衬底表面上的金属前体物种通过使其在激活时段期间暴露于光子能量而被激发。这给予了被吸附至衬底表面的金属前体物种与气相非金属前体物种之间的反应所需的附加能量。作为结果，衬底表面变得由非金属前体物种饱和。

[0062] 期望用于激发的替代方案可以通过调整光子(即，光/辐射)的波长来选择。

[0063] 在紧跟着的再生阶段期间，非金属前体流和金属前体流两者开着且光子暴露关着。第一前体蒸气(金属前体)和第二前体蒸气(非金属前体)两者同时以气相存在于反应室中。光子暴露可以通过遮蔽件关闭。

[0064] 金属前体物种与在激活时段中被吸附至表面的非金属前体物种起反应。尽管存在，但非金属前体物种不与衬底表面起反应，这是因为光子暴露关着。作为结果，衬底表面变得由金属前体物种饱和。

[0065] 重复这些沉积循环以获得期望的厚度。传统的清洁时段可以跳过，从而获得了更快的ALD生长速率。

[0066] 在再生时段期间，使用非活性气流作为用于金属前体的载气流。然而，到反应室的非活性气流也可以在激活时段期间开着。

[0067] 激活时段和再生时段两者期间的反应机制是化学吸附。反应可以是自饱和的表面反应。

[0068] 用作载气的非活性气体是与非金属前体源气体相同的气体或者不同的气体。在如图2所示的某些示例实施例中，使用相同的气体(本文表示为第二处理气体)作为载气和作为非金属前体源气体两者。第二处理气体到反应室中的流动在整个沉积循环期间被保持开着。在这些实施例中，第二处理气体在再生时段期间充当载气并且在激活时段期间充当非金属前体源气体。第一前体物种(金属前体)和第二前体物种(非金属前体)同时以气相存在于反应室中。在示例实施例中，使用三甲基铝(TMA，$(CH_3)_3Al$)作为金属前体并且使用氧气(O_2)作为第二处理气体。接着在激活时段期间，氧气被激发成氧自由基O^*，并且在O^*自由基与所吸附的TMA之间发生表面反应以形成期望的涂层材料，氧化铝(Al_2O_3)。在某些其他实施例中，两个前体物种都是非金属前体物种。涂层材料的示例是例如金属、氧化物和氮化物。

[0069] 图3示出根据示例实施例的示例设备的侧视图。设备可以是原子层沉积反应器。设备包括由外室220包围的反应室210。反应室210可以可选地具有限定了如图3所描绘的向下加宽的膨胀空间的壁。外室220与反应室210之间的中间空间通过将非活性气体输送至空间而被加压，使得与反应室210的内部相比存在有轻微的过压。

[0070] 衬底保持器202支撑反应室210中的衬底201。衬底201可以经由附接至外室220的衬底传送室230被装载到反应室210中或从其中卸载(如用箭头231所描绘的)。反应室210包括诸如门215等的可动结构，并且装载和卸载在门215处于如图4中所描绘的打开位置时执行。替代地，可动结构可以由装配到彼此内的两个(或更多)嵌套的子部件或环状构件形成，所述子部件或环状构件中的一个可竖直移动以使得能够经由如此形成的孔径装载和卸载。

[0071] 返回到图3，设备包括至少一个前体蒸气进料线211以将前体蒸气输送至反应室210。设备进一步包括在排气线212中的真空泵213，用于维持来自反应室210的输出流。

[0072] 设备包括在衬底表面上方的光子源240。光子源240可以是UV灯、LED灯或者例如X射线源、激光源或红外源。它通过发射光子241提供光子暴露。示例实施例中的光子源240以闪烁的方式操作。光子241在激活时段期间发射，并且光子241在再生时段期间不发射。作为结果，光子暴露在激活时段期间开着并且在再生时段期间关着。在替代实施例中，光子源240一直开着(并发射光子241)。在这样的实施例中，光子暴露可以通过在光子源240与衬底表面之间应用的遮蔽件(掩模)来控制。图4示出这样的示例遮蔽件250。光子暴露被提供到衬底表面上的看见在遮蔽件250后方的光子源240的区域。激活时段和所得到的沉积(材料生长)因此仅发生在这些区域上。遮蔽件250可以是固定的，导致仅在表面上的某些区域上的选择性沉积(如果遮蔽件250是固定的，则光子暴露可以例如通过使光子源240闪烁而接通和关闭)。或者，遮蔽件250可以是可动的(如用箭头251描绘的)以使衬底表面上的被暴露区域移位(或者在实施例中以在再生时段期间将衬底区域一起遮蔽)。

[0073] 图5示出可与图1中示出的方法兼容的图3和图4的设备的顶视图。非金属前体物种经由进料线211流动到反应室210中，并且金属前体物种与非活性载气一起经由进料线211'流动到反应室210中。

[0074] 设备包括非活性气体源40、金属前体源41和非金属前体源42。非活性气体源40与

非活性气体线阀50的输入流体连通。阀50的第一输出通向外室220与反应室210之间的中间空间，其中非活性气体经由气体释放点44被释放到中间空间。阀50的第二输出与载气输入阀54的输入流体连通。阀54的第一输出与金属前体源41的载气输入流体连通。阀54的第二输出与金属前体线阀51的第二输入流体连通。金属前体源41与阀51的第一输入流体连通。阀51的输出继续作为进料线211'。非金属前体源与非金属前体线阀52的输入流体连通。阀52的输出继续作为进料线211。

[0075] 在激活阶段期间，金属前体线阀51的第一输入关闭。相应地，金属前体物种不会流动到反应室210中。非金属前体线阀52打开，从而允许非金属前体物种经由进料线211流动到反应室210中。从非活性气体源40经由进料线211'到反应室210的线路取决于实施方式而保持打开或关闭。在看见光子源240的区域上(即，其不在遮蔽件250的遮蔽中)的衬底表面附近的非金属前体物种被激发。替代地，在衬底表面上的金属前体物种被激发。在两个替代方案中，激发使得能够实现所吸附的金属前体物种与气相非金属前体物种之间的反应。作为结果，在所述区域上的衬底表面变得由非金属前体物种饱和。如果期望的话，其可以通过遮蔽件250被布置成整个衬底表面或其仅一部分变得饱和。

[0076] 在再生阶段期间，金属前体线阀51的第一输入和输出打开，从而允许金属前体物种经由进料线211'流动到反应室210中。非金属前体线阀52打开，从而允许非金属前体物种经由进料线211流动到反应室210中。通过遮蔽件250或者在使用闪烁光子源的实施例中通过不发送光子来关闭光子暴露。金属前体物种与在激活时段中被吸附至表面的非金属前体物种起反应。作为结果，衬底表面变得在所吸附的非金属前体物种的区域上由金属前体物种饱和。

[0077] 由于反应室210中总是存在非金属前体物种，所以当光子暴露被再次接通时跟随的激活时段可以立即开始。在示例实施例中，光子源240总是开着并且仅仅通过使遮蔽件250移动来调整衬底表面上的光子暴露。

[0078] 图6示出在与图2中示出的方法兼容的沉积设备中的源和进料线的进一步示例。设备可以是图3和图4中示出的类型的。设备包括金属前体源41和第二处理气体源40。第二处理气体取决于沉积循环阶段而充当非活性(屏蔽)气体、载气和第二前体气体(这里：非金属前体)。

[0079] 第二处理气体源40与非活性气体线阀50的输入流体连通。阀50的第一输出作为屏蔽气体线通向设备的外室220与反应室210之间的中间空间。处于非活性屏蔽气体属性的第二处理气体经由气体释放点44被释放到中间空间。阀50的第二输出与载气输入阀54的输入流体连通。阀54的第一输出与金属前体源41的载气输入流体连通。阀54的第二输出与金属前体线阀51的第二输入流体连通。金属前体源41与阀51的第一输入流体连通。阀51的输出继续作为朝向反应室210的反应室进料线211'。在进料线211'中流动的气体/蒸气经由气体释放点14被释放到反应室210。

[0080] 在激活阶段期间，金属前体线阀51的第一输入关闭。相应地，金属前体物种不会流动到反应室210中。从第二处理气体源40经由进料线211'到反应室210的线路被保持打开，从而允许处于非金属前体属性的第二处理气体流动到反应室210中。线路可以经由阀50、54和51形成。在看见光子源240的区域上(即，其不在遮蔽件250的遮蔽中，如果应用了的话)的衬底表面附近的非金属前体物种被激发。替代地，在衬底表面上的金属前体物种被激发。在

两个替代方案中，激发使得能够实现所吸附的金属前体物种与气相非金属前体物种之间的反应。作为结果，在所述区域上的衬底表面变得由非金属前体物种饱和。如果期望的话，其可以通过遮蔽件250被布置成整个衬底表面或其仅一部分变得饱和。

[0081] 在再生阶段期间，金属前体线阀51的第一输入和输出打开，从而允许金属前体物种与处于载气属性的第二处理气体一起经由进料线211'流动到反应室210中。通过遮蔽件250或者在使用闪烁光子源的实施例中通过不发送光子来关闭光子暴露。金属前体物种与在激活时段中被吸附至表面的非金属前体物种起反应。作为结果，衬底表面变得在所吸附的非金属前体物种的区域上由金属前体物种饱和。

[0082] 屏蔽气体线取决于实施方式而保持打开或关闭。在某些示例实施例中，屏蔽气体线在整个沉积循环/序列期间被保持打开，从而允许处于非活性屏蔽气体属性的第二处理气体经由气体释放点44进入中间空间。

[0083] 衬底表面上的光子暴露和遮蔽的交替被限定为调制。调制可以以各种方式来实现。这图示在示出了不同调制方法的图7中。在第一方法中，使遮蔽件750如用箭头751所描绘地在衬底表面上方移动。在第二方法中，使光子源740如用箭头752所描绘地移动。在第三方法中，使衬底701如用箭头753所描绘地移动。倘若衬底在衬底保持器702上，那么可以使衬底保持器702移动。进一步的方法是第一、第二和第三调制方法的任何组合。在又进一步的实施例中，单独地或与其他方法组合地使用闪烁光/源。

[0084] 图8示出进一步的示例实施例。设备包括在与由衬底保持器802支撑的衬底801相距一定距离处的光子源840。设备包括图案化的遮蔽件/掩模850和在光子源840与衬底801之间的透镜855。如前面的实施例中那样执行激活和再生时段。生长仅发生在衬底表面上的由掩模850产生的图案被透镜855聚焦所在的区域处。以该方式，设备充当ALD打印机。在进一步的示例实施例中，使衬底801和/或掩模850移动以获得如在前面所描述的调制。

[0085] 在又进一步的实施例中，利用诸如激光源等的聚焦或良好限定的光源来获得选择性沉积。在这样的实施例中，遮蔽件/掩模250(750、850)如果期望的话可以省略，并且提供激光源以取代光子源240。在别的方面生长方法类似于在前面所描述的方法。相应地，激光源被配置成在(良好限定的)选定区域上提供光子暴露。激光源可以发射例如激光脉冲(激光束)。光子暴露被提供至衬底表面上的看见激光的选定区域，并且相应地在激活时段上仅在所述选定区域上发生生长。再生时段将跟随。如果在其他区域要求生长，则可以使激光束移位。当使激光束进一步移位时，生长于是将发生在看见光束的新区域上。实施例可以在具有或没有遮蔽件的情况下实施。

[0086] 图9示出根据示例实施例的示例遮蔽件(或遮蔽件格栅)。遮蔽件950包括遮蔽件框架951，其具有发射的光子不能透过的固体部分和发射的光子可以透过的窗口952。窗口952的形式取决于实施方式。窗口952可以由玻璃或光子可以透过的其他材料形成。

[0087] 图10进一步示出根据示例实施例的示例遮蔽件喷嘴。遮蔽件喷嘴1050在反应室中既可以用作遮蔽件也可以用作前体进料喷嘴。它可以在衬底与光子源之间放置在衬底上方。遮蔽件喷嘴1050包括遮蔽件框架1051，其具有发射的光子不能透过的固体部分和发射的光子可以透过的窗口1052。窗口1052的形式取决于实施方式。前体进料线1011'被附接至遮蔽件喷嘴1050。进料线1011'分支成沿着固体部分遍及遮蔽件框架1051延伸的单独的横向流动通道1071。流动通道1071在其下表面上具有多个孔径(未示出)，以将前体蒸气和/或

其他处理气体向下朝向衬底表面引导。

[0088] 图11示出根据另一实施例的示例设备的侧视图。设备是适于作为处理线的一部分的用于连续沉积的处理设备或原子层沉积模块。

[0089] 设备包括由外室1120包围的反应室1110。外室1120与反应室1110之间的中间空间通过将非活性屏蔽气体输送至空间而被加压，使得与反应室1110的内部相比存在有轻微的过压。

[0090] 第一传送室1130被附接至外室1120的一侧，并且第二传送室1130'被附接至外室1120的相反侧。被定位在外室内的反应室1110包括在其第一侧上的输入端口1161和在其相反侧上的输出端口1161'。输入端口1161和输出端口1161'可以形成为在相应的反应室壁中的狭缝。

[0091] 待涂覆的衬底网1101连续地被驱动通过第一传送室1130到外室1120中，从外室1120被驱动通过输入端口1161到反应室1110中用于沉积，并且从反应室1110被驱动通过输出端口1161'到外室1120的相反部分中，并且被驱动通过第二传送室1130'到处理线的随后阶段。在替代实施例中，衬底网1101是支撑在其上行进的一组衬底1101'(待涂覆)的网。在又一替代实施例中，衬底是股或条带。

[0092] 设备包括非金属前体进料线以将非金属前体蒸气输送至反应室1110。非金属前体蒸气的释放点1111布置在反应室的一侧。设备进一步包括金属前体进料线以将金属前体蒸气输送至反应室1110。在图11中，金属前体进料线被附接至在前面参照图10所描述的类型的遮蔽件喷嘴1150。遮蔽件喷嘴1150包括横向展开的流动通道1171，其在其下表面上具有多个孔径以将金属前体蒸气朝向衬底表面向下引导。

[0093] 设备包括在衬底表面上方的光子源1140以提供光子暴露。遮蔽件喷嘴1150应用在光子源1140与衬底表面之间。遮蔽件喷嘴1150包括发射的光子1141可以通过的一个或多个窗口。窗口的形式和大小取决于实施方式。光子暴露被提供至衬底表面上的看见在遮蔽件喷嘴1150后方的光子源1140的区域。遮蔽件喷嘴1150可以是可动的。

[0094] 设备进一步包括在排气线1112中的真空泵(未示出)，用于维持来自反应室1110的输出流。

[0095] 设备包括非活性气体源、金属前体源和非金属前体源。源在图9中未示出。然而，可以实施如在前面参照图5所描述的关于阀等等的对应布置。

[0096] 替代地，如果设备根据参照图2所描述的方法来操作，则设备包括金属前体源和第二处理气体源。可以实施如在前面参照图6所描述的关于阀等等的对应布置。气体释放点1111以及相关的进料线在该替代方案中可以省略，如果两个前体都经由遮蔽件喷嘴1150给送的话。

[0097] 当衬底1101或1101'向前移动时，衬底的不同区域看见光子源1140。执行在前面参照图1和图5(替代地，图2和图6)描述的原子层沉积。相应地，在激活阶段期间，金属前体物种被防止流动到反应室1110中。金属前体线阀的金属前体输入(图5和图6；阀51的第一输入)关闭。非金属前体物种被允许流动到反应室1110中。非金属前体线处于打开(图5；非金属前体线阀52打开)或者在替代实施例中的来自第二处理气体源的路线(图6；经由阀50、54和51的路线)打开。

[0098] 在看见光子源1140的区域上(即，其不在遮蔽件喷嘴1150的遮蔽中)的衬底表面附

近的非金属前体物种被激发。替代地，衬底表面上的金属前体物种被激发。在两个替代方案中，激发使得能够实现所吸附的金属前体物种与气相非金属前体物种之间的反应。作为结果，所述区域上的衬底表面变得由非金属前体物种饱和。

[0099] 在再生阶段期间，金属前体进料线打开，从而允许金属前体物种经由遮蔽件喷嘴1150流动到反应室中。此外，非金属前体也经由非金属前体进料阀(或者在替代实施例中经由遮蔽件喷嘴1150作为载气)被给送到反应室1110中。金属前体物种与在激活时段中被吸附至表面的非金属前体物种起反应。作为结果，衬底表面变得在所吸附的非金属前体物种的区域上由金属前体物种饱和。

[0100] 重复这些沉积循环以获得期望的厚度。传统的清洁时段可以跳过。

[0101] 参照图1至图10描述的实施例的特征可以应用于其中衬底或衬底网在其通过反应室的途中被涂覆的图11的连续沉积实施例。例如，代替使用遮蔽件喷嘴，可以使用没有气体进料功能的遮蔽件。在这些实施例中，到衬底上的气体进料可以来自侧面。此外，连续沉积实施例可以例如如在前面所描述的在没有任何遮蔽件的情况下使用闪烁光子源来执行，或者在具有遮蔽件和闪烁光子源的情况下执行。此外，连续沉积实施例的特征可以用在先前在描述中呈现的实施例中。例如，遮蔽件喷嘴可以用在其他呈现的实施例中。某些示例实施例在不包括用于装载和/或卸载的任何传送室的情况下实施。此外，某些示例实施例在不包括围绕反应室的外室的情况下实施。在连续沉积实施例中由衬底或支撑网形成的轨迹不需要是直的，而是可以实施以重复图案的形式形成的轨迹。网的传播的方向可以例如通过辊子转向多次，以形成所述重复的图案。此外，反应室形式可以从图中呈现的示例形式偏离。在一个连续沉积实施例中，网以恒定速度连续移动。在某些其他实施例中，网时段性地移动(例如，以停停走走的方式)通过反应室。

[0102] 根据某些示例实施例，在上文中描述的设备的前体蒸气和非活性气体进料线通过要求的管道及其控制元件来实施。

[0103] 进料线控制元件包括流量和定时控制元件。在示例实施例中，金属前体进料线中的金属前体进料阀和质量(或体积)流量控制器控制着金属前体蒸气到反应室中的定时和流量。对应地，非金属前体进料线中的非金属前体进料阀和质量(或体积)流量控制器控制着非金属前体蒸气到反应室中的定时和流量。最后，非活性气体线阀和质量(或体积)流量控制器控制着非活性气体的定时和流量。在其中非活性气体被用作载气的示例中，可以存在有如参照图6所示的不同的控制元件。

[0104] 在示例实施例中，进料线控制元件形成计算机控制系统的一部分。存储到系统的存储器中的计算机程序包括指令，其当由系统的至少一个处理器执行时引起涂覆设备或沉积反应器根据指示操作。指令可以呈计算机可读程序代码的形式。图12示出根据示例实施例的沉积设备控制系统1200的粗略框图。在基本的系统设置过程中，借助于软件对参数进行编程，并且利用人机接口(HMI)终端1206执行指令，并将有诸如以太网总线或类似物等通信总线1204将指令下载到控制箱1202(控制单元)。在实施例中，控制箱1202包括通用可编程逻辑控制(PLC)单元。控制箱1202包括用于执行包含了存储在存储器中的程序代码的控制箱软件的至少一个微处理器、动态和静态存储器、I/O模块、AD和DA转换器及功率继电器。控制箱1202将电功率发送至适当阀的气动控制器，并且控制设备的质量流量控制器。控制箱控制光子源的曹组和真空泵。控制箱进一步控制使或者衬底和/或任何可动的遮蔽件移

动所需的任何运动装置。控制箱1202接收来自适当传感器的信息，并且总体上控制设备的总体操作。在某些示例实施例中，控制箱1202控制前体物种到反应室中的进料，使得金属前体物种和非金属物种两者同时以气相存在于反应室中。控制箱1202可以测量来自设备的探针读数并将其中继至HMI终端1206。点划线1216指示了设备的反应器部件与控制箱1202之间的接口线。

[0105] 在不限制专利权利要求的范围和解释的情况下，本文所公开的示例实施例中的一个或多个的某些技术效果列在下面：技术效果是可以通过其获得更快的原子层沉积速率的新型沉积循环(快速原子层沉积)。另一技术效果是归因于光子暴露的较低的所需的处理温度。另一技术效果是通过使用第二处理气体作为前体和载气的简化了的化学品使用。

[0106] 应注意的是，在上文中所讨论的功能或方法步骤中的一些可以以不同的顺序和/或彼此同时地执行。此外，上面描述的功能或方法步骤中的一个或多个可以是可选的或可以被组合。

[0107] 在本申请的上下文中，术语ALD包括所有适用的基于ALD的技术和诸如例如MLD(分子层沉积)技术等的任何等效或密切相关的技术。

[0108] 前面的描述已通过本发明的特定实施实施方式和实施例的非限制性示例的方式提供了由本发明人当前预期用于执行本发明的最佳模式的完整且教导性的描述。然而，本领域技术人员显而易见的是，本发明不限于上面呈现的实施例的细节，而是可以在不脱离本发明的特性的情况下在其他实施例中使用等效手段来实施。需注意的是，金属前体物种已用作用于第一前体物种的示例，并且非金属前体物种用作用于第二前体物种的示例。然而，这不可认为是限制性的。第一前体可以替代地是非金属前体。两个前体可以例如都是非金属前体等等。前体的选取仅取决于特定实施方式和/或期望的涂层材料。

[0109] 此外，本发明的上面公开的实施例的特征中的一些可以在没有其他特征的对应使用的情况下有利地使用。正因为如此，前面的描述应该被认为仅仅说明了本发明的原理，并且不是其限制。因此，本发明的范围仅由所附专利权利要求来限制。

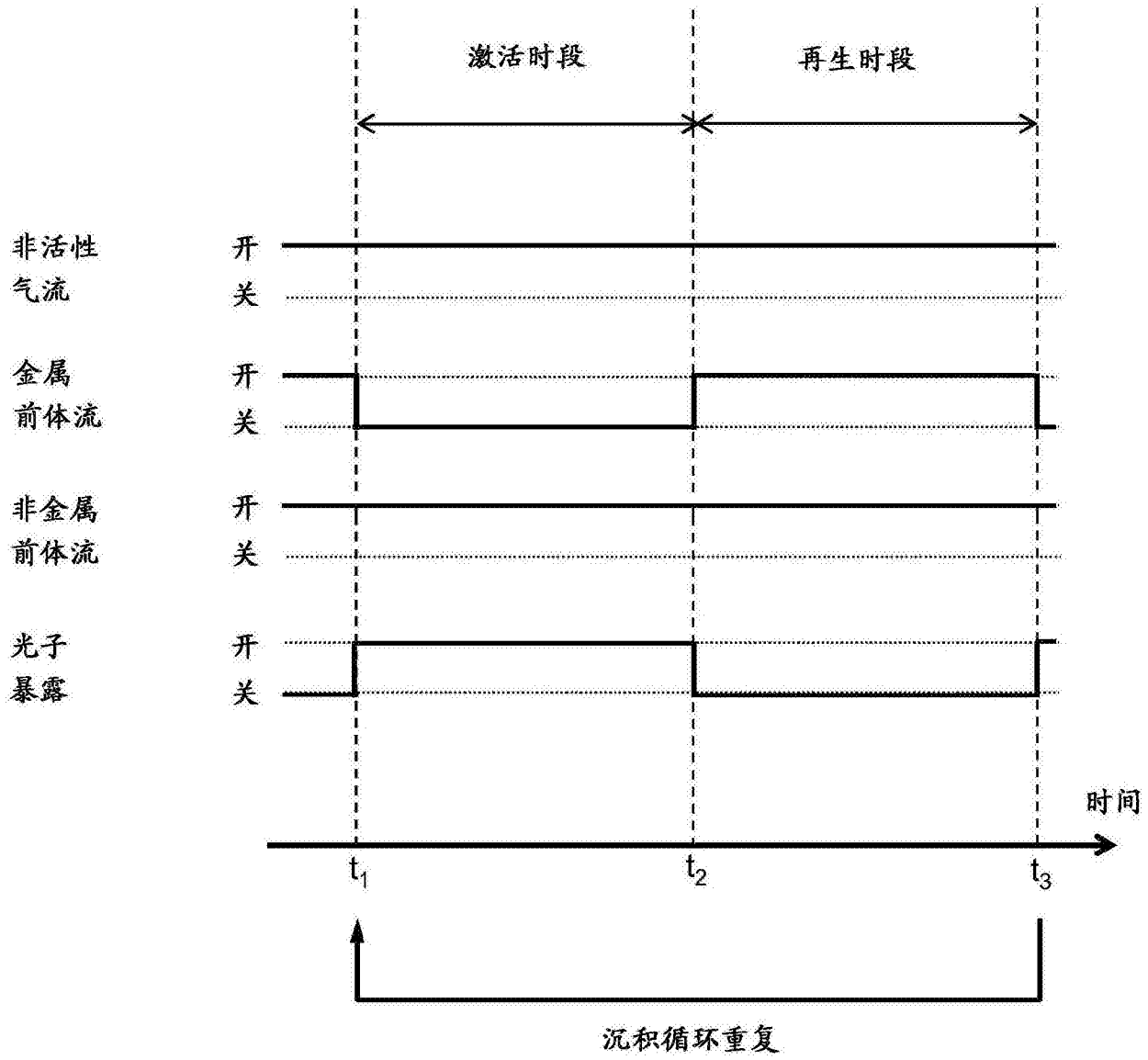

激活时段
再生时段
非活性
气流
开
关
金属
前体流
开
关
非金属
前体流
开
关
光子
暴露
开
关
时间
t1
t2
t3
沉积循环重复

图1

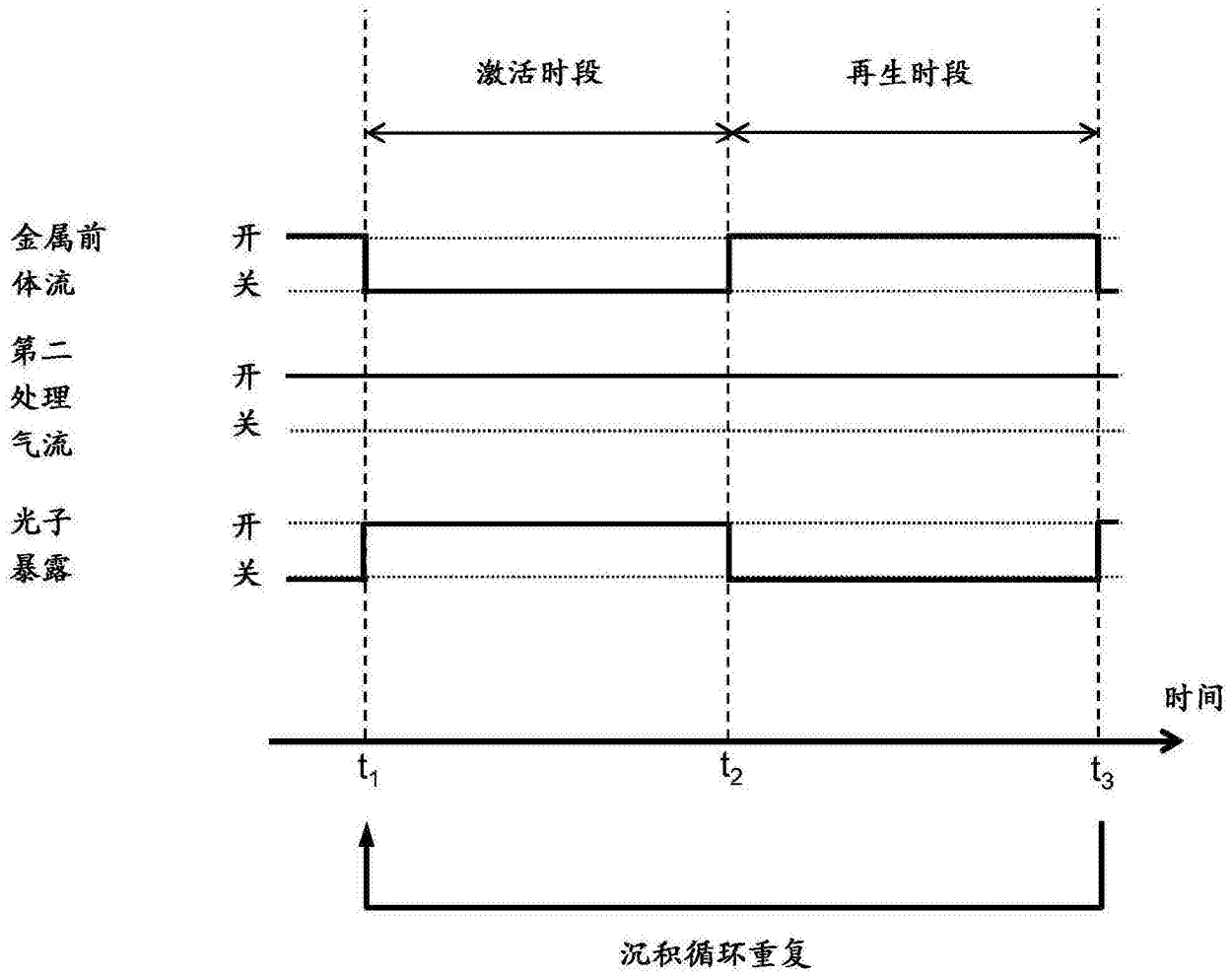


图2

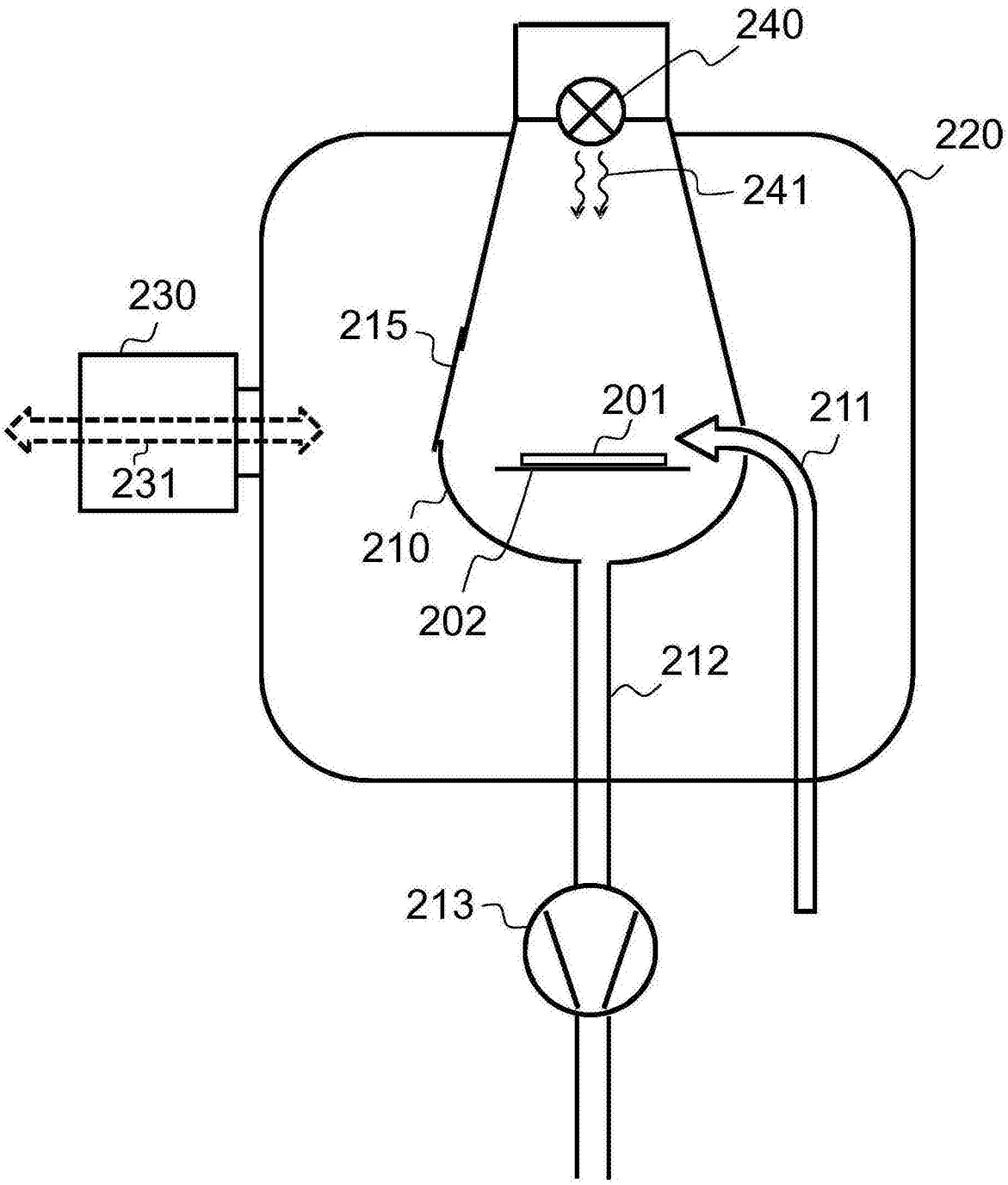


图3

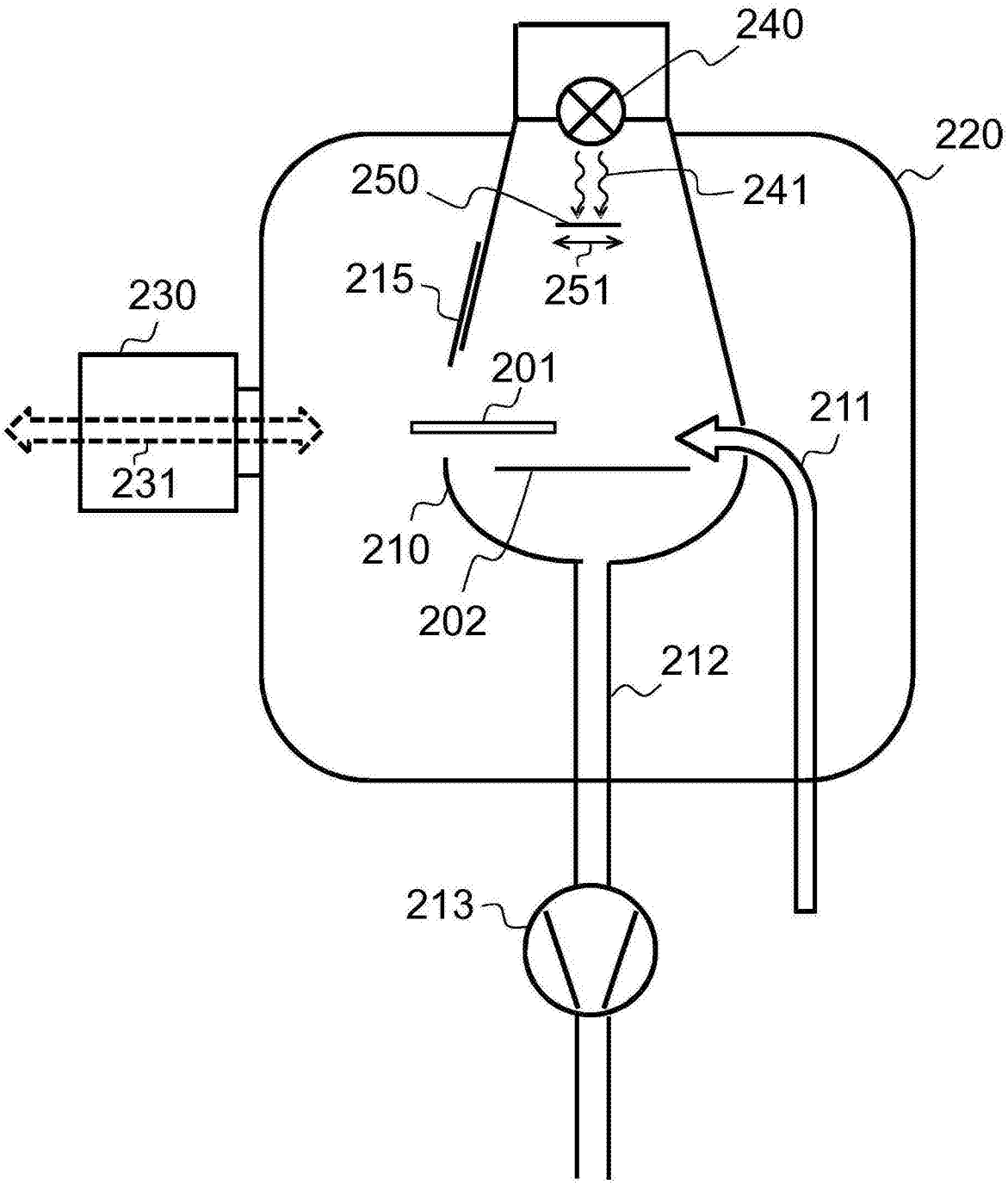


图4

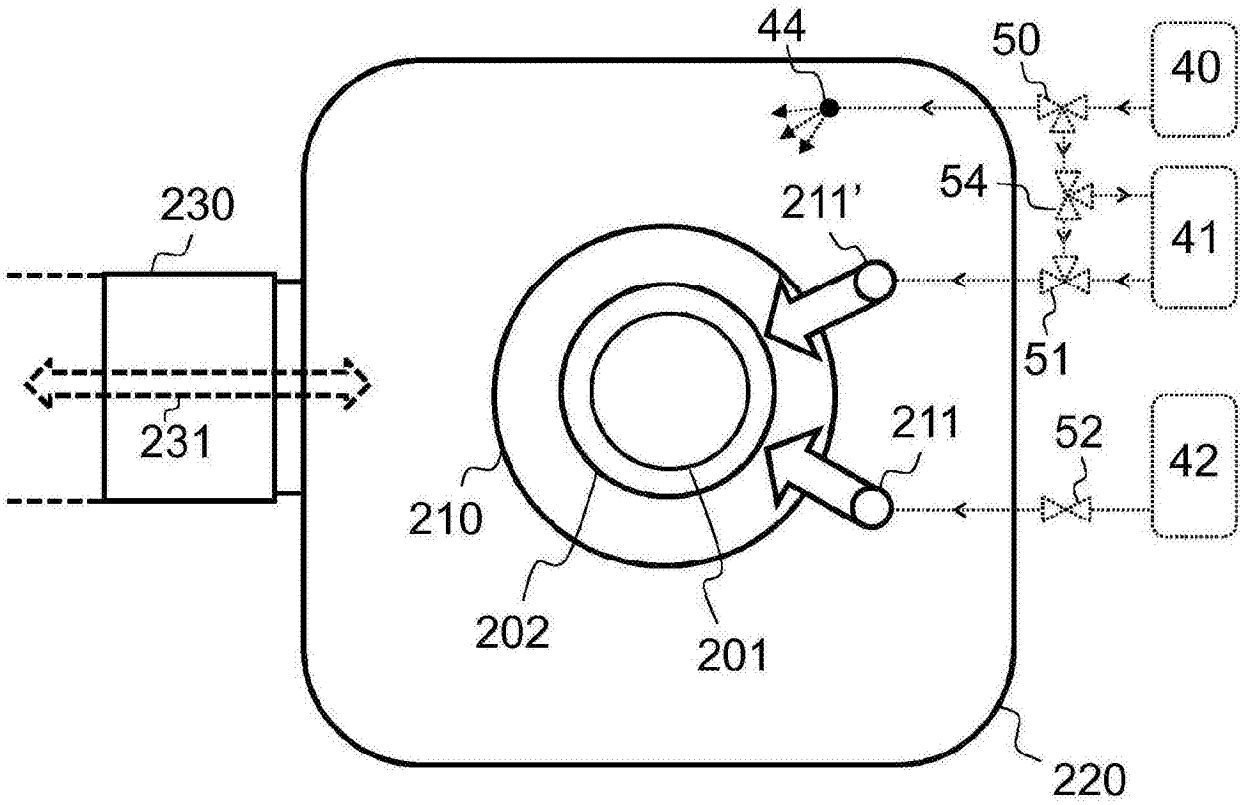

44
50
40
54
41
230
211'
51
231
211
52
42
210
202
201
220

图5

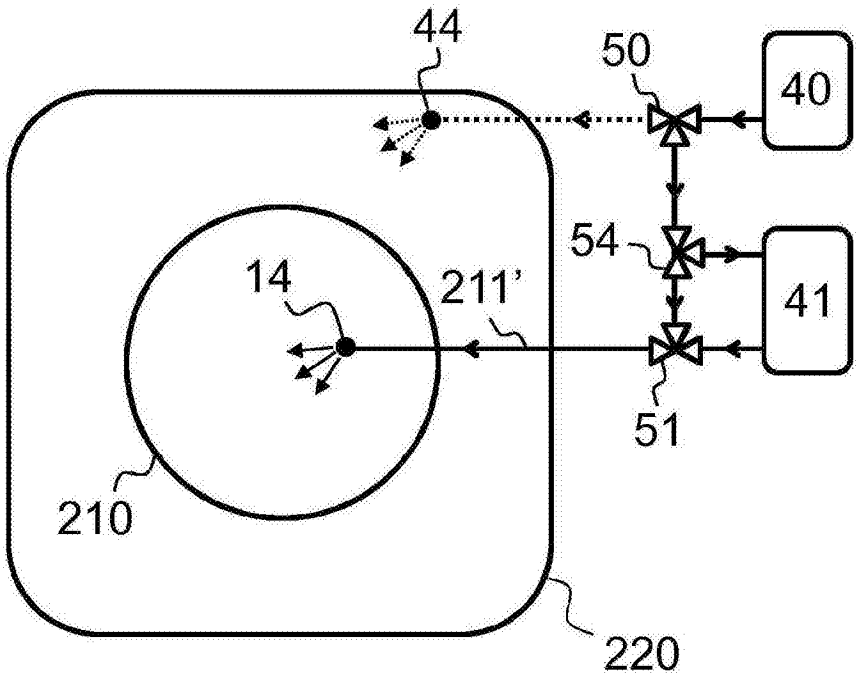

44
50
40
54
41
14
211'
51
210
220

图6

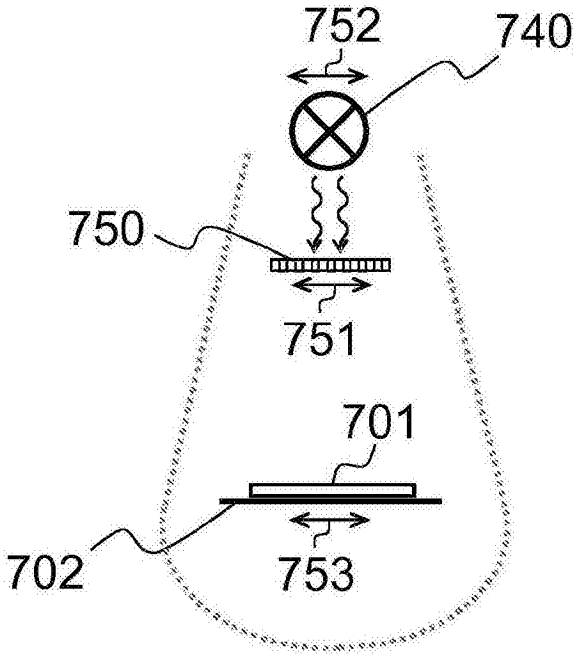


图7

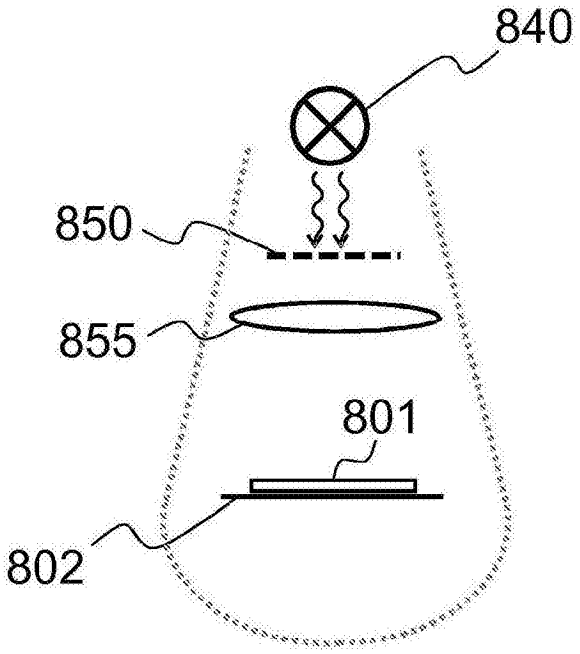


图8

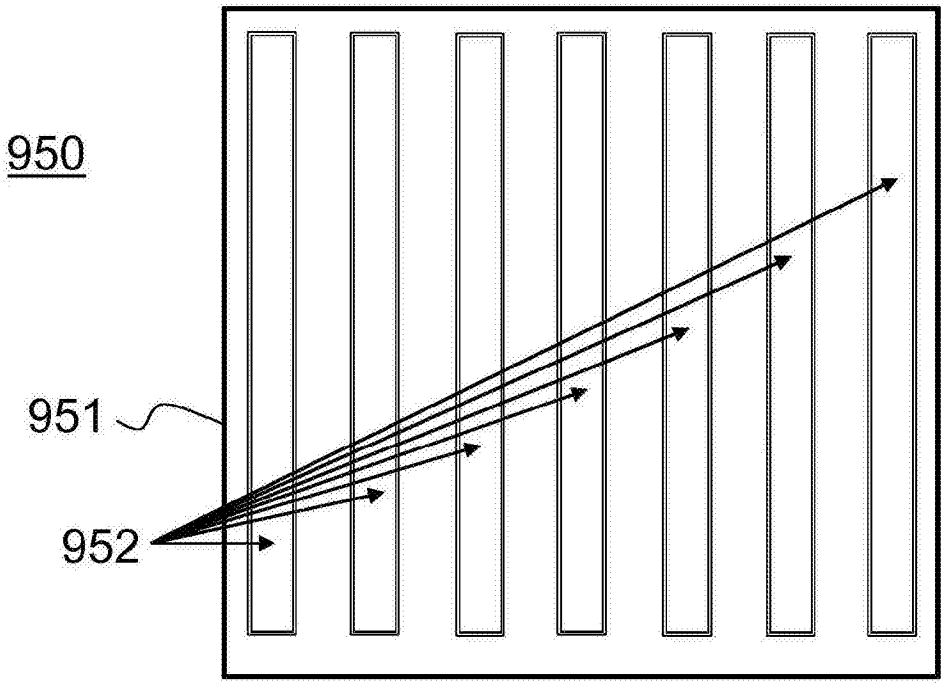


图9

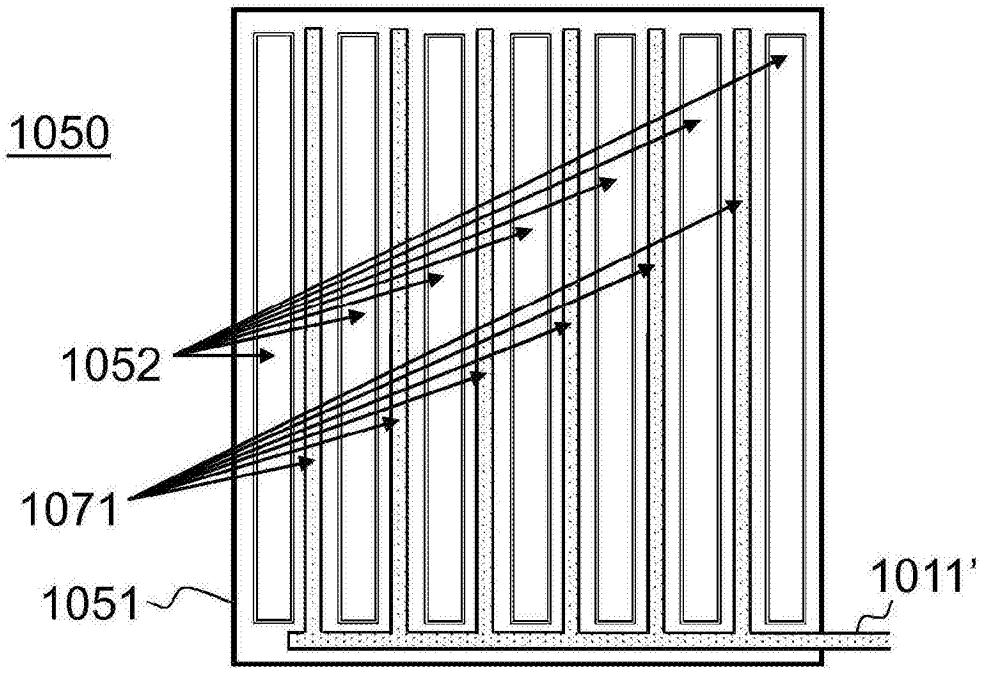


图10

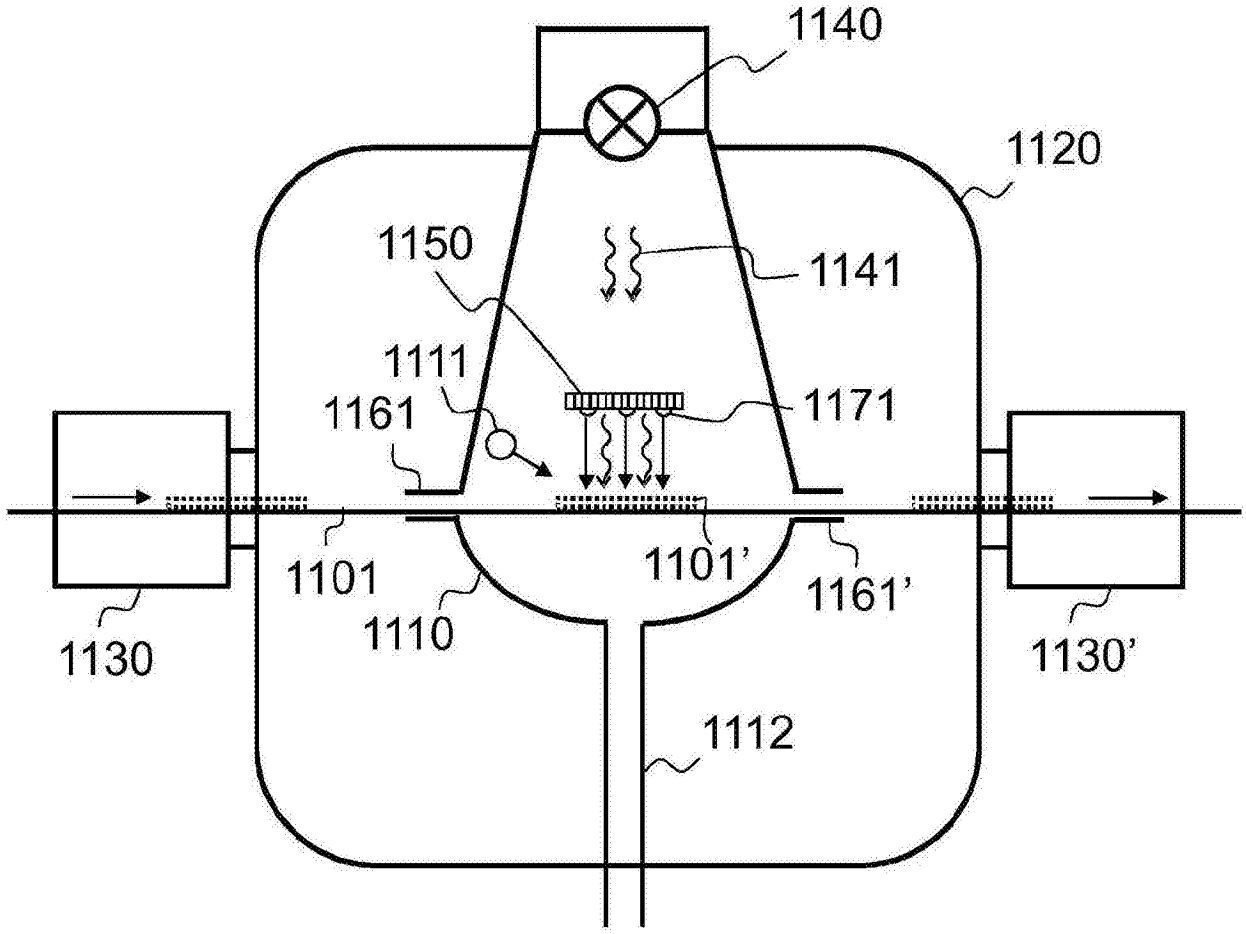

1140
1120
1150
1141
1111
1161
1171
1101
1101'
1161'
1110
1130
1130'
1112

图11

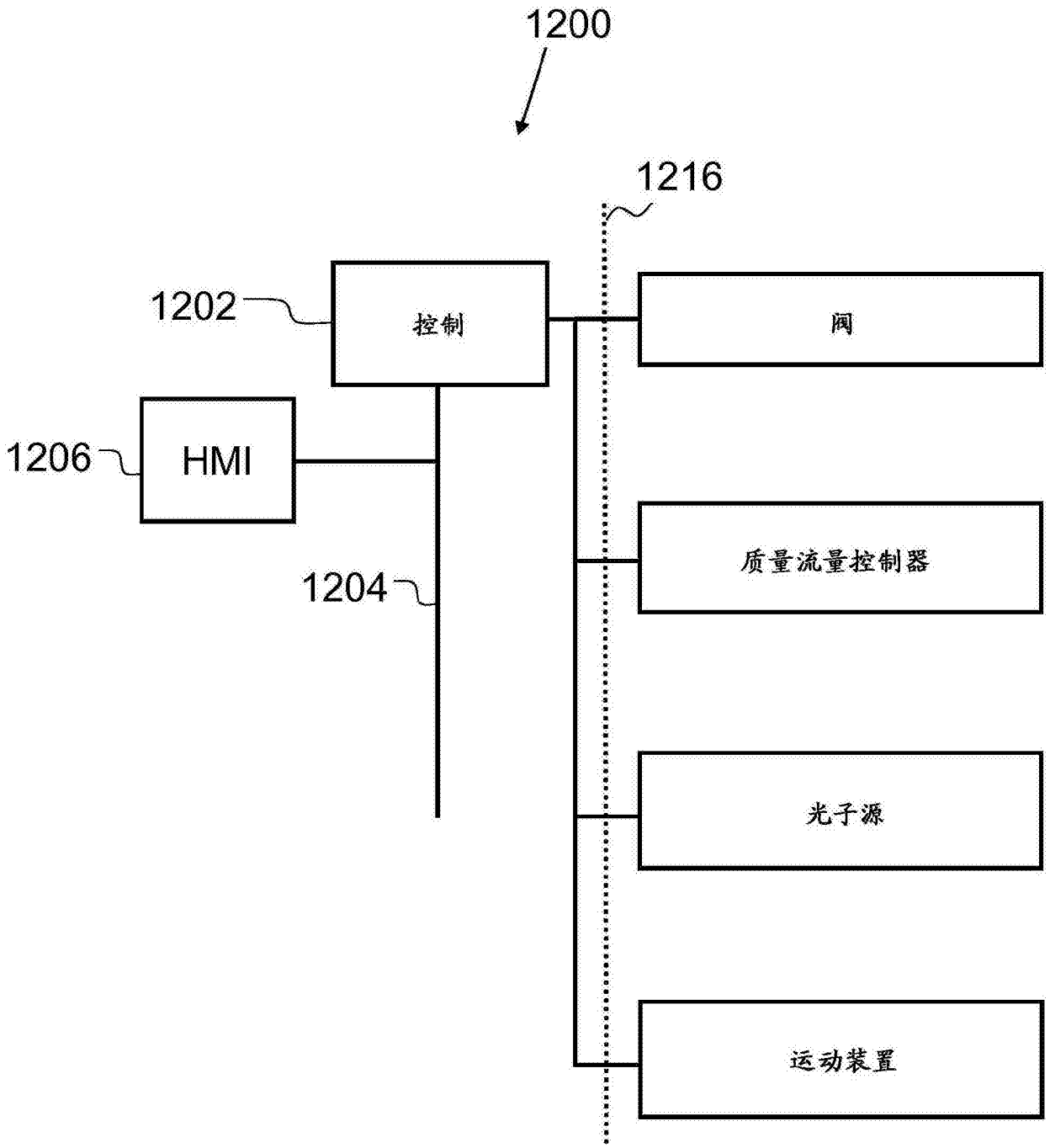


图12