



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116017794 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 25

(21) 申请号 202211299503.4

H05B 3/20 (2006.01)

(22) 申请日 2022.10.21

(30) 优先权数据

21204275.8 2021.10.22 EP

(71) 申请人 英飞凌科技股份有限公司

地址 德国诺伊比贝尔格

(72) 发明人 S·汉普 K·凯默 O·斯托贝克

I·尤里格

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 李兴斌 闫昊

(51) Int. Cl.

H05B 3/00 (2006.01)

H05B 3/10 (2006.01)

H05B 3/02 (2006.01)

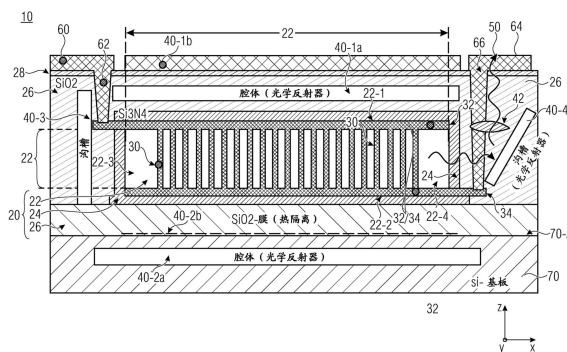
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

红外辐射源

(57) 摘要

本公开的实施例涉及IR(红外)辐射源。IR(红外)辐射源(10)包括:密封腔结构(20),包围具有低大气压力的真空室(22),其中密封腔结构(20)包括用于包围真空室(22)的热隔离和电隔离材料(24、26);多个加热丝(30),在真空室(22)中在真空室的相对壁区域(22-1、22-2)处的相对电极区域(32、24)之间延伸,其中加热丝(30)电并联连接,并且其中加热丝(30)和电极区域(32、24)具有高导电材料;光学隔离结构(40),与真空室相邻用于光学限制IR辐射(50),并提供IR辐射(50)的主要传播方向。



1. 一种红外IR辐射源(10),包括:

密封腔结构(20),包围具有低大气压力的真空室(22),其中所述密封腔结构(20)包括用于包围所述真空室(22)的热隔离材料(24)和电隔离材料(26),

多个加热丝(30),在所述真空室(22)中在所述真空室的相对壁区域(22-1、22-2)处的相对的电极区域(32、34)之间延伸,其中所述加热丝(30)电并联连接,并且其中所述加热丝(30)和所述电极区域(32、34)具有高导电材料,以及

与所述真空室(22)相邻的光学隔离结构(40),用于光学限制IR辐射(50)、并提供所述IR辐射(50)的主要传播方向。

2. 根据权利要求1所述的IR辐射源(10),其中所述加热丝(30)和所述电极区域(32、34)包括具有高于1000摄氏度的熔化温度的相同的所述高导电材料。

3. 根据权利要求1或2所述的IR辐射源(10),其中所述加热丝(30)的导电材料包括碳、石墨烯、多晶硅或钨。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述加热丝的相对的所述电极区域(32、34)形成为平面电极。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述加热丝(30)具有在0.1和80微米之间的长度、并且具有1:1到1:80的纵横比。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述密封腔结构(20)的所述隔离材料对所述IR辐射(50)是光学透明的。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述密封腔结构(20)的隔离材料包括第一隔离层(24),所述第一隔离层具有包围所述密封腔结构(20)的所述真空室(22)的氮化硅材料,以及

其中所述密封腔结构(20)的隔离材料还包括第二隔离层(26),所述第二隔离层包括用于包围第一层(24)的二氧化硅材料。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述密封腔结构(20)的所述隔离材料(24、26)还包括第三隔离层(28),所述第三隔离层包括氮化钛材料。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述真空室(22)中的所述低大气压力包括小于3mba(2.25Torr)或小于1mba(0.75Torr)的腔体压力。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述光学隔离结构(40)形成用于提供光路的光学波导结构,所述光路具有所述IR辐射(50)在所述密封腔结构(20)中的主要传播方向。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述光学隔离结构(40)包括用于为所述IR辐射(50)提供所述光路的光学反射器元件(40-#)。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述光学隔离结构(40)的所述光学反射器元件(40-#)包括与所述密封腔结构(40)的所述侧壁区域相邻的金属化层(20),或者

其中所述光学隔离结构(40)的所述光学反射器元件(40-#)包括基板中的腔体或所述隔离材料中的与所述密封腔结构(20)相邻的沟槽。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述密封腔结构(20)布置在基板(70)上,

其中所述光学隔离结构(40)形成为所述基板(70)的、与所述密封腔结构(20)的所述侧壁区域相邻的表面区域(70-A)上的金属化层,或者

其中所述光学隔离结构(40)形成为所述基板中的、与所述密封腔结构(20)的所述侧壁区域相邻的腔体。

14. 根据权利要求12或13中任一项所述的IR辐射源(10),其中所述光学隔离结构(40)的所述腔体包括大约 $0.3\mu\text{m}$ - $1\mu\text{m}$ 的厚度,和/或其中所述光学隔离结构(40)的所述沟槽包括约 $0.1\mu\text{m}$ - $0.5\mu\text{m}$ 的宽度。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的IR辐射源(10),还包括:

用于引导所述IR辐射(50)的光学元件(42),其中所述光学元件(42)包括在所述密封腔结构(20)的辐射输出区域处的透镜和/或棱镜元件。

红外辐射源

技术领域

[0001] 本公开的实施例涉及IR(红外)辐射源。更具体地,实施例涉及在腔体(真空室)中具有灯丝加热元件的红外辐射源,用于提供高效灯丝辐射加热器。此外,实施例涉及灯丝“微”IR加热器(辐射源)。

背景技术

[0002] 感测环境大气中环境参数(例如声音、噪音、温度、气体等)随着基于MENS的设备在移动设备、家庭自动化(例如智能家居)和汽车行业中适当传感器的实施中变得越来越重要。

[0003] 例如,在基于光声原理的气体传感器系统中,需要红外范围(例如 $1\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$)的宽带辐射器来激发不同类型的气体分子。在PAS传感器系统(PAS=光声光谱)中,平面非隔离辐射器通常用于生成所需的激发线。然而,只有少量的电能被转换成发射的光功率(光能)。

[0004] 另一个应用案例是用于在相变材料、例如GeSbTe(GST)中引发热相变的辐射加热器。为了在GST材料中产生相变,通常使用与材料直接接触的钨加热器。这对潜在可实现的冷却速率产生负面影响,因此对GST材料的非晶化产生负面影响。

[0005] 因此,在IR辐射源领域需要实现具有改进特性的IR辐射源,例如,与当前的红外辐射源相比,效率有所提高。

[0006] 这种需要可以通过根据本发明的IR辐射源来解决。

[0007] 此外,IR辐射源的具体实施方式在以下给出。

发明内容

[0008] 根据一个实施例,IR(红外)辐射源包括:密封腔结构,该密封腔结构包围具有低大气压力的真空室,其中密封腔结构包括用于包围真空室的热隔离和电隔离材料;多个加热丝,在真空室中在真空室的相对壁区域处的相对电极区域之间延伸,其中加热丝电并联连接,并且其中加热丝和电极区域具有高导电材料;以及光学隔离结构,与密封腔结构相邻用于光学限制红外辐射,并提供IR辐射的主要传播方向。

[0009] 根据在真空室中具有灯丝加热元件的IR辐射源,与当前IR辐射源相比可以实现提高效率,其中根据实施例的IR辐射源可以被制造为晶片、例如硅晶片上的集成应用,其中制造工艺原则上是CMOS兼容的。

[0010] 更具体地说,在PAS传感器系统(例如PAS)的情况下,建议的灯丝辐射加热器与所使用的电源相比具有高辐射产率,从而提高了效率。

[0011] 当在GST材料中产生相变时,由于热源和GST材料在空间上是分开(隔开)的,因此使用建议的灯丝辐射加热器可以加快材料的冷却速度。

附图说明

[0012] 下面结合附图对本发明的实施例进行更详细的描述,其中:

[0013] 图1示出了根据一个实施例的IR辐射源的示意性截面图；

[0014] 图2a-图2d示出了根据实施例的具有不同辐射发射方向的不同IR辐射源的示意性平面图；和

[0015] 图3a-图3d示出了根据IR辐射源的实施例的具有沟槽线细丝的真空室的进一步示意性截面图。

[0016] 在以下描述中，使用附图更详细地讨论实施例，其中在附图和说明书中相同的元件和具有相同功能和/或相同技术或物理效果的元件提供有相同的附图标记，或用相同的附图标记表示同名。因此，如在不同实施例中所示出的这些元件及其功能的描述是可相互交换的，或者可以在不同实施例中相互应用。

具体实施方式

[0017] 在以下描述中，详细讨论了实施例，然而，应当理解，实施例提供了可以在多种半导体器件中实施的许多适用概念。所讨论的具体实施例仅是对制造和使用本概念的具体方式的说明，并不限制实施例的范围。在以下对实施例的描述中，具有相同功能的相同或类似元件具有与之相关联的相同参考符号或相同名称，并且不会对每个实施例重复对这些元件的描述。此外，下文所述不同实施例的特征可以相互结合，除非另有特别说明。

[0018] 应当理解，当一个元件被称为“连接”或“耦合”到另一个元件时，其可以直接连接或耦合到另一个元件，或者可以存在中间元件。相反，当一个元件被称为“直接”连接到另一个元件时，“连接”或“耦合”，则不存在中间元件。用于描述元件之间关系的其他术语应以类似的方式进行解释（例如，“在……之间”对“直接在……之间”、“相邻”对“直接相邻”、“在……上”对“直接在……上”等）。

[0019] 为了便于描述不同的实施例，一些图包括笛卡尔坐标系统 x, y, z ，其中 $x-y$ 平面对应于，即平行于基板的第一主表面区域（=参考平面= $x-y$ 平面），其中参考平面（ $x-y$ 平面）垂直向上的方向对应于“ $+z$ ”方向，并且其中参考平面（ $x-y$ 平面）垂直向下的方向对应于“ $-z$ ”方向。在以下描述中，术语“横向”指平行于 x 和/或 y 方向的方向或平行于 $x-y$ 平面的方向，其中术语“垂直”指平行于 z 方向的方向。

[0020] 图1示出了根据实施例的IR（红外）辐射源10的示意性截面图。垂直截面示意图平行于 $x-z$ 平面（=垂直平面）。

[0021] IR辐射源10包括例如封装结构形式的密封腔结构20，该密封腔结构包围具有低大气压力的真空室22，例如低内部大气压（诸如接近真空的条件）。密封腔结构包括热隔离材料24和电隔离材料26或相应的材料组合，用于包围（诸如封装和密封）真空室22。

[0022] IR辐射源10还包括在真空室22中在真空室22的相对壁区域22-1、22-2处的相对电极区域32、34之间延伸的多个加热丝30。根据实施例，加热丝30电并联连接，其中加热丝30和电极区域32、34具有高导电材料。加热丝30和电极区域32、34的高导电材料包括的比电阻（=电阻率）可以低于 $5m\Omega\text{ cm}$ 、例如在 $5m\Omega\text{ cm}$ 和 $0.1m\Omega\text{ cm}$ 之间。

[0023] IR辐射源10还包括与真空室22（和密封腔结构20）相邻的光学隔离结构40，用于光学限制IR辐射并提供IR辐射50的主要传播方向。

[0024] 更具体而言，光学隔离结构40可与例如真空室22的至少一个、多个或所有侧壁区域22-1、……、22-6相邻（例如平行）地布置，用于将IR辐射源10产生的IR辐射50光学限制在

激活状态,即加热丝30的通电状态,并用于在密封腔结构20中提供IR辐射50的主要传播方向,并用于提供IR辐射50的主要发射方向来自密封腔结构20。

[0025] 在真空室22包括矩形覆盖区域的情况下,密封腔结构20和真空室22可以被视为例如具有三对相对侧面或侧壁区域22-1、……、22-6的长方体或长方体。相对的侧壁区域22-1、22-2平行于x-y平面延伸,相对的侧壁区域22-3、22-4平行于y-z平面延伸,并且相对的侧壁区域22-5、22-6平行于x-z平面延伸。然而,如下文在另外的实施例中所描述的,真空室22可以包括矩形、正方形、圆形、椭圆形等覆盖区域并且包括相应形状的侧壁区域,其中加热丝30被包围在密封腔结构22中。

[0026] 如图1示例性所示,IR辐射源10的光学隔离结构40可以包括至少一个反射器元件40-1a、……、40-6(=40-#),用于光学地限制IR辐射50并提供IR辐射50的主要传播方向。因此,如图1中可选地示出的另外的反射器元件40-1a、……、40-6仅被示出用于说明光学隔离结构40的不同实施选择,其中,光学隔离结构40-1a、……、40-6的不同隔离元件将在下文更详细地描述。根据一个实施例,光学隔离结构可以包括(至少)一个、多个或所有反射器元件40-1a、……、40-6(如图1所示),用于光学地限制和/或引导IR辐射50。

[0027] 反射器元件40-1a可以形成为隔离材料层24中的腔体(光学反射器),并且与真空室22的第一侧壁区域22-1相邻且平行地布置。反射器元件40-1b可以形成为隔离材料层24上的金属化层(光反射器),并与真空室22的第一侧壁区域22-1相邻且平行地布置。

[0028] 反射器元件40-2a可形成为基板70(或隔离材料层24)中的腔体(光学反射器),并与真空室22的第二侧壁区域22-2相邻且平行地布置。反射器元件40-2b可形成为基板70上或隔离材料层24中的金属化层(光学反射器),并与真空室22的第二侧壁区域22-2相邻且平行地布置。

[0029] 反射器元件40-3可以形成为隔离材料层24中的沟槽(光学反射器),并且与真空室22的第三侧壁区域22-3相邻且平行(或倾斜)地布置。反射器元件40-4可以形成为隔离材料层24中的沟槽(光反射器),并且与真空室22的第四侧壁区域22-4相邻且平行(或倾斜)地布置。

[0030] 反射器元件40-5(参见例如图2a-图2d)可以形成为隔离材料层24中的沟槽(光学反射器),并且与真空室22的第五侧壁区域22-5相邻且平行(或倾斜)地布置(平行于x-z平面,参见例如图2a-图2d)。反射器元件40-6(参见例如图2a-d)可以形成为隔离材料层24中的沟槽(光学反射器),并且与真空室22的第六侧壁区域22-6相邻且平行地布置(平行于x-z平面,参见例如图2a-图2d)。因此,光学隔离结构40可以包括以下项中的至少一个:腔体40-1a、40-2a,沟槽40-3、40-4、40-5、40-6,和/或金属膜40-1b、40-2b,用于限定光学产生的IR辐射的路径50。

[0031] 此外,IR辐射源10还包括用于电连接顶部电极区域32的接触焊盘60和通孔62,并且包括用于接触相对电极区域34(在真空室22的相对壁区域处)的接触焊盘64和通孔66。可以提供接触焊盘60、64用于IR辐射源10的外部连接。接触焊盘60、64可以布置在与金属化层40-1b相同的平面中。

[0032] 如图1进一步所示,IR辐射源10可以布置在基板70上,其中基板70可以包括诸如硅的半导体材料、玻璃材料等。

[0033] 用于实现IR辐射源10(辐射加热器)的本发明通过使用具有高熔点材料的加热丝

30产生高效辐射加热器10,其中该材料可以包括例如碳、石墨烯、多晶硅组成或钨,或由上述材料构成。加热丝30在密封腔结构20的真空室22中的布置提供加热丝30的热隔离。用于加热丝30和相对电极区域32、34(顶部和底部电极)的材料是具有高导电性,并且可以选择为在加热丝30的通电条件下对于所产生的IR辐射是透明的。

[0034] 使用多个加热丝30的IR辐射源10允许在相对的电极区域32、34之间使用不同的材料用于加热元件30、即加热丝30,从而优化IR辐射的特性。因此,IR辐射源10的发射光谱可以基于用于加热丝30和相对电极区域32、34的相同材料来优化。加热丝30的通电条件下的高工作温度,例如通过在真空室22中的良好真空水平(例如接近真空)下使用具有熔化温度 $T_M=4099^{\circ}\text{C}$ 的碳,导致所产生的IR辐射50的高光强度。

[0035] 加热丝30在真空室22的相对壁区域22-1、22-2处的相对电极区域32、34之间的垂直布置允许加热丝30的电并联连接,从而导致操作灯丝30、例如使灯丝30处于发光(=退火或红热)状态所需的相对低的操作电压。基于IR辐射源10的特定布置,与现有技术的IR加热器相比,IR辐射加热器10可以在芯片面积减小的状态下实现高光强度(IR辐射强度)。

[0036] 此外,根据实施例的IR辐射源10的模块化布局易于适应特定应用,例如适于PAS或GST应用。此外,IR辐射源10的制造工艺易于集成到CMOS制造工艺流程中。此外,当前的CMOS制造工艺允许实现IR辐射源10的高机械稳定性、高温均匀性和高真空稳定性。

[0037] 总之,根据实施例的IR辐射源10提供了具有高光效率的宽带IR源。此外,IR辐射源10的结构和设置允许实现与当前CMOS工艺流程兼容的制造工艺。

[0038] 垂直电流流过具有高纵横比并分别通过顶板电极32和底板电极34以电并联方式布置的加热丝30,从而在(相对)低工作电压下产生具有高辐射密度的紧凑装置10。

[0039] 此外,可以选择性地选择用于加热丝30的材料以包括高熔点、足够的导电性、CMOS工艺兼容性以及具有高纵横比沉积的可能性。用于加热丝30的示例性材料例如是碳、石墨烯、多晶硅或钨。上述材料因其高熔点、低膨胀系数和足够的(高)导电性以及高纵横比和不同/各种几何形状的技术可制造性而适用于该应用。

[0040] 为了提供密封腔结构20的真空室22(灯丝腔体)的热隔离和扩散隔离(屏障),例如可以使用隔离材料,诸如氮化硅(Si_3N_4)或氮化钛(TiN)。这些材料具有大带隙和低热导率。此外,这些材料具有高密度以(长期)防止氢或氧扩散到真空室22中。此外,这些材料具有低热膨胀系数并且与CMOS工艺流程兼容。

[0041] 光学隔离结构40(具有至少一个反射元件40-#)可以形成用于限制所产生的IR辐射50并提供所产生的IR辐射50的主要传播方向和发射方向的光管。因此,光学隔离结构40可以包括至少一个或多个沟槽、腔体和/或金属膜,用于限定所产生的IR辐射50的光路。

[0042] 根据不同实施例实现的IR辐射源10利用辐射产额增加 T^4 (玻尔兹曼定律)的事实,使得加热丝30的具有高熔点(破坏温度)的材料有助于高IR辐射产额。加热丝30的IR辐射发射是由通过加热丝30的电流(电子)和加热丝30的材料之间的相互作用产生的。因此,高电流和加热丝30形式的相应几何形状有利于并支持IR辐射源10的IR辐射发射。在连接区域中,即在相对的电极区域32、34处,相对较低的温度(即尽可能低的温度)可以通过利用高导电材料来实现,例如该材料的比电阻(电阻率)低于 $5\text{m}\Omega\text{ cm}$ 。

[0043] 电阻可以根据欧姆定律($R=\rho$)基于加热丝30的材料和几何形状进行调整。因此,用于并联连接加热丝30的相对电极区域32、34可以包括最高可能的电导率(由于与加热丝

30材料相同,电导率相同)和相对大的面积。

[0044] 此外,随着由于对相邻区域或环境的热传导和热对流非常低而使退火或发光区域、即真空室22损失非常少量的能量,IR辐射源10的效率进一步提高。因此,IR辐射源10由于其特定结构而允许基本上所有或至少绝大部分所产生的IR辐射被使用和消耗,以用于提供和发射IR辐射50的预期用途(并且不以未使用方式发射和辐射)。

[0045] 此外,IR辐射源10允许高热稳定性和可管理的技术可制造性。

[0046] 基于根据实施例的IR辐射源10的设计和结构,发射的辐射量(辐射部分)在高温下(红色至黄色发光加热元件30)非常高,并且通过光学隔离结构40、诸如凭借光学反射器40-#和可选的另外的光学元件、诸如透镜,可以引导和集束。因此,IR辐射源10的可用能量由于到相邻区域的对流和热传导减少而增加。此外,发射的辐射被预期能量流之外的材料(物质)最低程度地吸收,从而引起减少(低)对流损失。结果,IR辐射源10形式的本加热器系统实现了高系统惯性,这导致用于开启和关闭切换操作的高阈值频率(截止频率)。

[0047] 根据一个实施例,加热丝30和电极区域32、34包括具有高于1000°、2000°或3500°摄氏度的熔化温度或熔点的相同高导电材料。因此,加热丝的导电材料可以包括碳、石墨烯、多晶硅或钨以提供高退火(热炼)温度。

[0048] 根据一个实施例,加热丝30的相对电极区域32、34形成为平面电极或板电极。加热丝的长度(在相对电极区域之间)可以在0.1 μm 和80 μm 之间(或2 μm 和200 μm 之间)并且具有1:1至1:80的纵横比(直径与深度)。这对应于大约1nm到1 μm 的灯丝30的厚度。灯丝30之间的间距在10nm和1 μm 之间的范围内。

[0049] 根据IR辐射源10的实施例,IR辐射50在位于真空腔体(真空室)22中的灯丝30中或利用灯丝产生,其中灯丝30通过顶部电极32和底部电极34连接(=相对电极区域32、34)。此外,电极区域32、34连接到接触焊盘60、64和通孔62、66以用于外部连接。

[0050] 根据一个实施例,密封腔结构20的隔离体材料对于IR辐射50、即针对由加热丝30在真空室22中的激发条件下产生的辐射50是光学透明的。

[0051] 根据一个实施例,密封腔结构20的隔离材料24、26包括第一隔离层24,第一隔离层具有包围密封腔结构20的真空室22的氮化硅材料。第一层24的厚度可以为至少0.3 μm ,例如介于0.3 μm 和1 μm 之间。

[0052] 根据一个实施例,密封腔结构20的隔离材料24、26还包括第二隔离层26,该第二隔离层包括用于包围第一层24的二氧化硅材料。第二层26可以具有至少1 μm 的厚度,例如在1 μm 到3 μm 之间。

[0053] 根据一个实施例,密封腔结构20的隔离材料24、26还包括第三隔离层28、例如钝化层,包括氮化钛材料。第三层的厚度可以在0.1 μm 和0.3 μm 之间,例如约200纳米。

[0054] 因此,根据实施例,真空室22和布置在其中的加热丝30的热隔离通过具有至少1 μm 厚度的氧化硅壳体来实现。

[0055] 此外,根据一个实施例,真空室22中的低大气压力包括小于3mba(2.25Torr)或小于1mba(0.75Torr)的腔体压力。因此,真空室22中的真空度可以在1mbar或以下的范围内并且长期稳定。这可以通过SiN封装来实现,其中SiN材料(具有大约200nm的厚度)是扩散屏障,即使对于氢也是如此。

[0056] 因此,真空室可包括具有约或低于3mbar或1mbar的大气压力的降低的低大气压力

(真空或接近真空)。因此,腔体室中的内部大气压可以在3mba和0.1mba之间的范围内。真空室22中的降低的大气压力可以基于用于形成密封腔结构20以及密封真空室22的不同层的位置期间的工艺压力来实现,使得腔体室具有所述降低的大气压力。

[0057] 根据实施例,光学隔离结构40形成光波导结构,用于在密封腔结构20中提供具有IR辐射50的主要传播方向的光路。根据实施例,光学隔离结构可以包括光反射器元件40-#,用于为密封腔结构20中的IR辐射50提供光路。

[0058] 根据一个实施例,光学隔离结构40的光反射元件40-#包括与密封腔结构20的侧壁区域相邻的金属化层,和/或光学隔离结构40的光反射元件40-#可以包括基板70中的腔体、或密封腔结构20的隔离材料24、26中的或与密封腔结构20相邻的沟槽。

[0059] 根据一个实施例,密封腔结构40、即光学隔离结构40的至少一个光学反射器元件40-#布置在基板70上,其中光学隔离结构40可以形成为金属化层,位于基板70的与密封腔结构20的侧壁区域相邻的表面区域70-A上。另外或替代地,光学隔离结构40、即光学隔离结构40的至少一个光学反射器元件40-#可以形成为基板70中与密封腔结构20的侧壁区域相邻的腔体。根据实施例,凭借SON工艺(SON=无硅)、其也称为venezia工艺,腔体40-#可以形成在基板70(半导体基板或Si晶片)中与密封腔结构20的侧壁区域相邻。

[0060] 根据实施例,光学隔离结构40的腔体可以包括大约 $0.3\mu\text{m}$ - $1\mu\text{m}$ 的厚度,其中光学隔离结构40的沟槽包括大约 $0.1\mu\text{m}$ - $0.5\mu\text{m}$ 的宽度。

[0061] 根据一个实施例,IR辐射源10还可以包括用于引导IR辐射50的光学元件40-#,其中光学元件40-#包括在密封腔结构20的辐射输出区域(辐射出口)处的透镜和/或棱镜元件。

[0062] 根据IR辐射源10的实施例,防止IR辐射的不期望和非预期的发射,因为除了预期的辐射输出位置和辐射发射方向之外,辐射器腔体22(真空室)本身被光学隔离结构包围,例如在周围的氧化硅层26和/或在诸如半导体晶片的基板70中的腔体(具有 $0.1\mu\text{m}$ 到 $0.10\mu\text{m}$ 的厚度)和沟槽(具有 $0.1\mu\text{m}$ 到 $0.5\mu\text{m}$ 的宽度)。

[0063] 光学隔离结构40的具体布置形成一种光波导结构,用于提供具有IR辐射在密封腔结构中的主要传播方向和从IR辐射产生的IR辐射的主要发射方向的光路。因此,光学隔离结构40可以包括至少或多个沟槽、腔体和/或金属膜,用于限定所产生的IR辐射50的光路。

[0064] 因此,产生的IR辐射的光学隔离可以通过根据本文描述的实施例的IR辐射源来实现。

[0065] 在本实施例的描述中,具有相同结构和/或功能的相同或相似的元件被提供相同的附图标记或相同的名称,其中将不再对每个实施例重复对这些元件的详细描述。因此,以上关于图1的描述同样适用于如下所述的另外的实施例。在下面的描述中,本质上的差异,例如对图1所示实施例的附加、改变或替换元件以及由此产生的技术效果进行了详细讨论。

[0066] 关于真空室22中的加热丝30的布置和几何形状,现在参考图1和图2中的示例性示意平面图(平行于x-y平面)。图2a-图2d显示了根据一个实施例的具有环形加热丝30的真空室22。

[0067] 如图2a所示,加热丝30可以布置为在方形或矩形真空室22、即在具有平行于x-y平面的方形或矩形覆盖区域的真空室22中的矩形 $m \times n$ 阵列。加热丝阵列30可以具有若干 $m \times n$ 加热丝, m 为 ≥ 2 的整数($m=2,3,4,5,\dots$), n 为 ≥ 2 的整数($n=2,3,4,5,\dots$)。顶部电极

触点62和底部电极触点66布置在电极区域32、34的对角相对部分处。反射器元件40-3、40-4可以形成为与真空室22的第三侧壁区域22-3和第四侧壁区域22-4相邻并平行的光学反射器。反射器元件40-5、40-6可以形成为与真空室22的第五侧壁区域22-5和第六侧壁区域22-6相邻并平行的光学反射器。

[0068] 如图2b所示,加热丝30可以布置为在方形或矩形真空室22、即在具有平行于x-y平面的矩形覆盖区域的真空室22中的矩形 $2 \times n$ 阵列。加热丝阵列30可以具有若干 $2 \times n$ 加热丝,其中 $m=2$ 并且 n 是 ≥ 2 的整数($n=2,3,4,5 \dots$)。顶部电极触点62和底部电极触点66布置在电极区域32、34的相对部分处。反射器元件40-3、40-4可以形成为与真空室22的第三侧壁区域22-3和第四侧壁区域22-4相邻并平行的光学反射器。反射器元件40-5、40-6可以形成为与真空室22的第五侧壁区域22-5和第六侧壁区域22-6相邻并平行的光学反射器。

[0069] 如图2c所示,加热丝30可以在正方形或矩形真空室22,即在具有平行于x-y平面的正方形或矩形覆盖区域的真空室22中以直线排列布置。加热丝线30可以具有若干 n 个加热丝,其中 n 是 ≥ 2 的整数($n=2,3,4,5 \dots$)。顶部电极触点62和底部电极触点66布置在电极区域32、34的对角相对部分处。反射器元件40-3、40-4可以形成为与真空室22的第三侧壁区域22-3和第四侧壁区域22-4相邻并平行的光学反射器。反射器元件40-5、40-6可以形成为与真空室22的第五侧壁区域22-5和第六侧壁区域22-6相邻并平行的光学反射器。

[0070] 如图2d所示,加热丝30可以在环形真空室22、即在具有平行于x-y平面的环形覆盖区域的真空室22中以环形排列布置。加热丝线30可以具有若干 n 个加热丝,其中 n 是 ≥ 2 的整数($n=2,3,4,5 \dots$)。顶部电极触点62和底部电极触点66布置在电极区域32、34的相对部分处。反射器元件40-1、40-2可以形成为与真空室22的第一侧壁区域22-1和第二侧壁区域22-2相邻并平行的光学反射器。

[0071] 上述说明应明确:真腔体22的形状以及其中的加热丝30的几何布置或排列方式包括大量不同的实施方式,其中如图2a-图2d对于真空室22和加热丝30所示的实施方式不应被视为详尽无遗的。更具体而言,根据进一步的实施例,真空室22的形状(覆盖区域)还可以包括例如环形、正方形、橄榄形和椭圆形(或任何凸多边形)中的一种。

[0072] 图3a-图3d示出了IR辐射源10的不同示例性截面示意图(垂直=平行于x-z平面),具有用于提供来自IR辐射源10的横向和/或垂直发射方向的光学隔离结构的不同配置。

[0073] 如图3a所示,IR辐射源10可以包括(横向延伸的)光学反射器元件40-1a、40-2a,其中具有加热丝30的真空室22夹在光学反射器元件40-1a、40-2a之间,并且IR辐射源还可以包括(垂直延伸的)光学反射器元件(沟槽)40-3,其对于真空室22布置在侧面。IR辐射源10还可以包括(垂直延伸的)光学反射器元件40-5、40-6,其中具有加热丝30的真空室22夹在光学反射器元件40-5、40-6之间。因此,所产生的IR辐射的最终发射方向是IR辐射源10的横向(平行于x方向)。

[0074] 如图3b所示,IR辐射源10可以包括(横向延伸的)光学反射器元件40-2a,并且还包括对于真空室22布置在侧面的(垂直延伸的)光学反射器元件(沟槽)40-3、40-4,其中具有加热丝30的真空室22夹在光学反射器元件40-3、40-4之间。IR辐射源10还可包括(垂直延伸的)光学反射器元件40-5、40-6,其中具有加热丝30的真空室22夹在光学反射器元件40-5、40-6之间。因此,所产生的IR辐射的最终发射方向是IR辐射源10的垂直方向(平行于z方向)。

[0075] 如图3c所示,IR辐射源10可以包括(横向延伸的)光学反射器元件40-1、40-2,其中具有加热丝30的真空室22夹在光学反射器元件40-1、40-2之间,IR辐射源还包括对于真空室22布置在侧面的(垂直延伸的)光学反射器元件(沟槽)40-3、40-4。光学反射器元件(沟槽)40-3平行于y-z平面布置,其中光学反射器元件(沟槽)40-4以相对于x-y平面成倾斜角、例如45°(例如,在30和60°之间)地布置。IR辐射源10还可包括(垂直延伸的)光学反射器元件40-5、40-6,其中具有加热丝30的真空室22夹在光学反射器元件40-5、40-6之间。因此,所产生的IR辐射的最终发射方向是IR辐射源10的横向(平行于z方向)。

[0076] 如图3d所示,IR辐射源10可以包括(横向延伸的)光学反射器元件40-1、40-2,其中具有加热丝30的真空室22夹在光学反射器元件40-1、40-2之间,并且IR辐射源还包括光学反射器元件(沟槽)40-3、40-4,它们对于真空室22布置在侧面并且以相对于x-y平面成倾斜角、例如45°(例如,在30和60°之间)地布置。IR辐射源10还可包括(垂直延伸的)光学反射器元件40-5、40-6,其中具有加热丝30的真空室22夹在光学反射器元件40-5、40-6之间。因此,所产生的IR辐射的最终发射方向是IR辐射源10的横向(平行于z方向)。

[0077] 代替腔体形式的横向延伸的光学反射器元件和沟槽形式的垂直或倾斜延伸的光学反射器元件,需要指出的是,这些光学反射器元件中的至少一个、多个或所有这些光学反射器元件也可以通过反射金属层形成。

[0078] 在下文中,将提供根据上述实施例的IR辐射源10的一些实施方式以及由此产生的技术效果的总结。

[0079] 根据实施例,IR辐射源10包括布置并密封在真空室22中的加热丝30,其中加热丝30的材料至少包括高掺杂多晶硅的导电性。用于加热丝的材料可以例如包括碳、石墨烯、多晶硅或钨或其他合适的高导电性、CMOS工艺流程兼容的材料。

[0080] 加热丝30可以在大面积电极(具有加热丝狭窄排列的板电极)之间以高纵横比制造,其中电极和加热丝均匀连接。加热丝30的材料具有低膨胀系数支持IR辐射源10的机械稳定性,其中加热丝30包括在振动的情况下稳定的弹性材料。灯丝材料的高熔化温度提供高辐射产率,尤其是由于真空室中的低大气压力(接近真空)。真空室22中的低大气压力还提供了辐射源10的能量优化。根据实施例,具有低大气压力(良好真空)的真空室22(腔体)适合加热元件的制造,例如通过凭借HF(氢氟酸)蚀刻SiO₂牺牲层以及通过在真空下密封、例如作为溅射密封来制造。此外,碳对HF具有良好的蚀刻选择性。

[0081] 为了实现真空室22的可靠隔离以避免气体随后扩散到腔体中,真空室22的壳体包括阻挡H₂、O₂等的SiN/TiN...屏障。这种隔离体组合提供了具有最终炉内退火的装置钝化。真空室22的热隔离可以通过将真空室22容纳在厚SiO₂层中来实现。

[0082] 真空室22的光学隔离可以通过腔体和/或未填充的沟槽来实现,其最佳地提供低热传导损失。此外,用金属填充的金属层和沟槽可能用于至少部分地提供光学隔离。

[0083] 为了进一步增加(优化)辐射输出,光学隔离结构形成光波导结构,用于提供具有密封腔结构中的IR辐射的主要传播方向和来自IR辐射源的主要发射方向的光路。在这方面,波导材料和光学元件,例如透镜、棱镜等,可用于提供局部辐射输出。

[0084] 描述了可以单独使用或与本文描述的特征和功能组合使用的附加实施例和方面。

[0085] 根据一个实施例,一种IR(红外)辐射源包括:密封腔结构,包围具有低大气压力的真空室,其中密封腔结构包括用于包围真空室的热隔离和电隔离材料;多个加热丝,在真空

室中在真空室的相对壁区域处的相对电极区域之间延伸,其中加热丝电并联连接,并且其中加热丝和电极区域具有高导电材料;以及光学隔离结构,与真空室相邻用于光学限制IR辐射、并提供IR辐射的主要传播方向。

[0086] 根据一个实施例,所述加热丝和所述电极区域包括熔化温度高于1000摄氏度的相同的高导电材料。

[0087] 根据一个实施例,所述加热丝的导电材料包括碳、石墨烯、多晶硅或钨。

[0088] 根据一个实施例,所述加热丝的相对电极区域形成为平面电极。

[0089] 根据一个实施例,所述加热丝具有在0.1和80微米之间的长度、并且具有1:1到1:80的纵横比。

[0090] 根据一个实施例,所述密封腔结构的隔离材料对IR辐射是光学透明的。

[0091] 根据一个实施例,所述密封腔结构的隔离材料包括第一隔离层,所述第一隔离层具有包围所述密封腔结构的真空室的氮化硅材料,以及其中,密封腔结构的隔离材料还包括第二隔离层,该第二隔离层包括用于包围第一层的二氧化硅材料。

[0092] 根据一个实施例,所述密封腔结构的隔离材料还包括第三隔离层,所述第三隔离层包括氮化钛材料。

[0093] 根据一个实施例,所述真空室中的低大气压力包括小于3mba (2.25Torr) 或小于1mba (0.75Torr) 的腔体压力。

[0094] 根据一个实施例,所述光学隔离结构形成用于提供光路的光学波导结构,光路具有IR辐射在密封腔结构中的主要传播方向。

[0095] 根据一个实施例,所述光学隔离结构包括用于为IR辐射提供光路的光学反射器元件。

[0096] 根据一个实施例,所述光学隔离结构的所述光学反射器元件包括与所述密封腔结构的侧壁区域相邻的金属化层,或其中光学隔离结构的光学反射器元件包括基板中的腔体或隔离材料中的与密封腔结构相邻的沟槽。

[0097] 根据一个实施例,所述密封腔结构布置在基板上,其中光学隔离结构形成为与密封腔结构的侧壁区域相邻的基板表面区域上的金属化层,或者其中所述光学隔离结构形成为所述基板中与所述密封腔结构的侧壁区域相邻的腔体。

[0098] 根据一个实施例,所述光学隔离结构的所述腔体包括大约0.3 μm -1 μm 的厚度,和/或其中所述光学隔离结构的所述沟槽包括约0.1 μm -0.5 μm 的宽度。

[0099] 根据一个实施例,IR辐射源还包括:用于引导IR辐射的光学元件,其中光学元件包括在密封腔结构的辐射输出区域处的透镜和/或棱镜元件。

[0100] 描述了可以单独使用或与本文描述的特征和功能组合使用的附加实施例和方面。

[0101] 尽管一些方面已被描述为装置上下文中的特征,但显然这种描述也可被视为对方法的对应特征的描述。尽管某些方面已被描述为在方法的上下文中的特征,但显然这种描述也可被视为对与装置的功能相关的对应特征的描述。

[0102] 取决于某些实施要求,控制电路的实施例可以硬件或软件或至少部分硬件或至少部分软件实施。通常,控制电路的实施例可以实现为具有程序代码的计算机程序产品,当计算机程序产品在计算机上运行时,该程序代码可操作用于执行方法之一。程序代码可以例如存储在机器可读载体上。

[0103] 在前述详细描述中,可以看出,出于简化本公开的目的,各种特征在示例中被组合在一起。该披露方法不应被解释为反映了要求保护的示例需要比每个权利要求中明确陈述的更多特征的意图。相反,如以下权利要求所反映的,主题可能不在于单个公开示例的所有特征。因此,以下权利要求在此被纳入详细描述,其中每个权利要求可以单独作为单独的示例。虽然每个权利要求可以单独作为单独的示例,但是应当注意,尽管从属权利要求可以在权利要求中提及与一个或多个其他权利要求的特定组合,但是其他示例也可以包括从属权利要求与每个其他从属权利要求的主题的组合,或者每个特征与其他从属权利要求或独立权利要求的组合。除非声明不打算进行特定的组合,否则在此提出该等组合。此外,其还旨在包括任何其他独立权利要求的权利要求的特征,即使该权利要求不直接依赖于独立权利要求。

[0104] 尽管在此已经示出和描述了特定实施例,但是本领域普通技术人员应当理解,在不脱离本实施例范围的情况下,可以用各种替代和/或等同的实施方式来替代所示出和描述的特定实施例。本申请旨在涵盖本文所讨论的具体实施例的任何修改或变化。因此,实施例旨在仅受限于权利要求及其等同物。

10

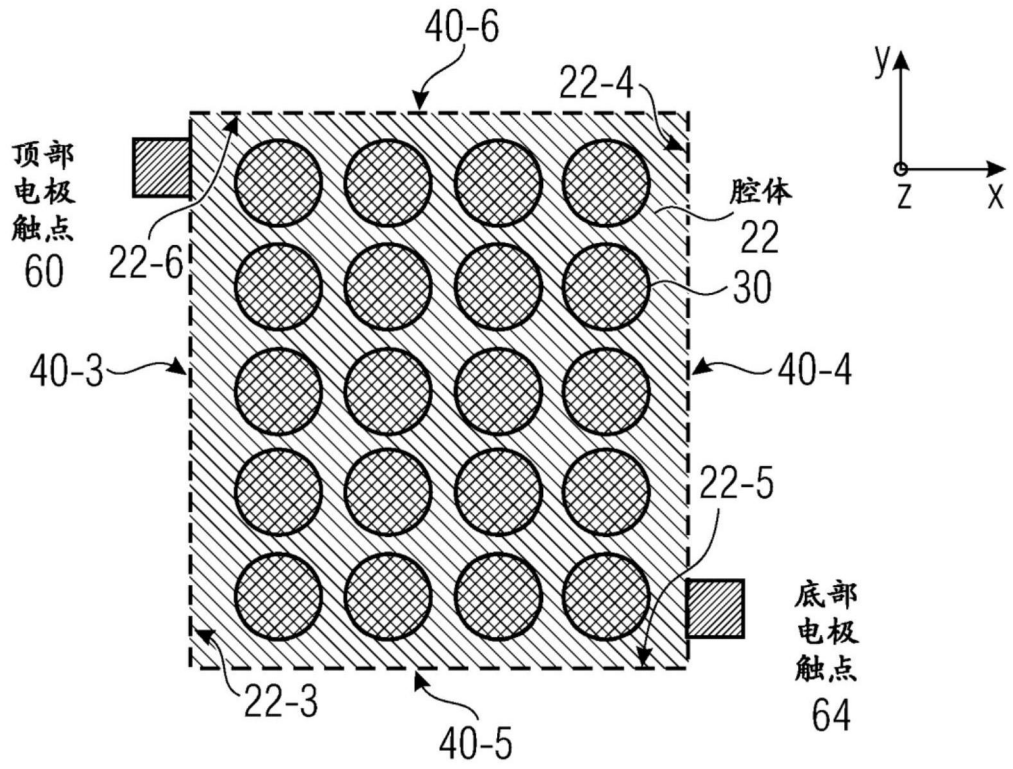


图2a

10

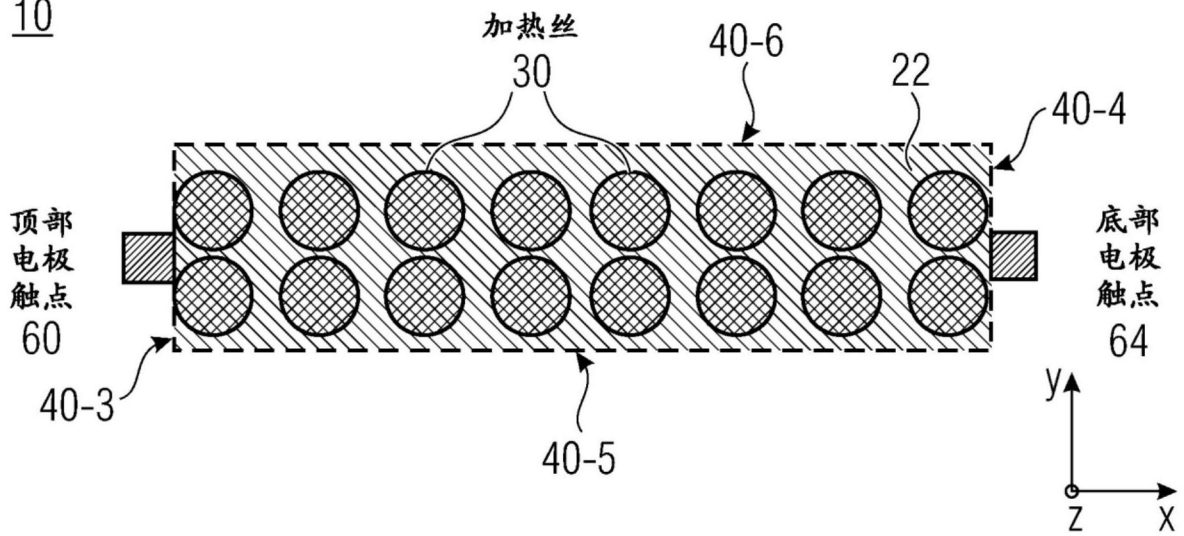


图2b

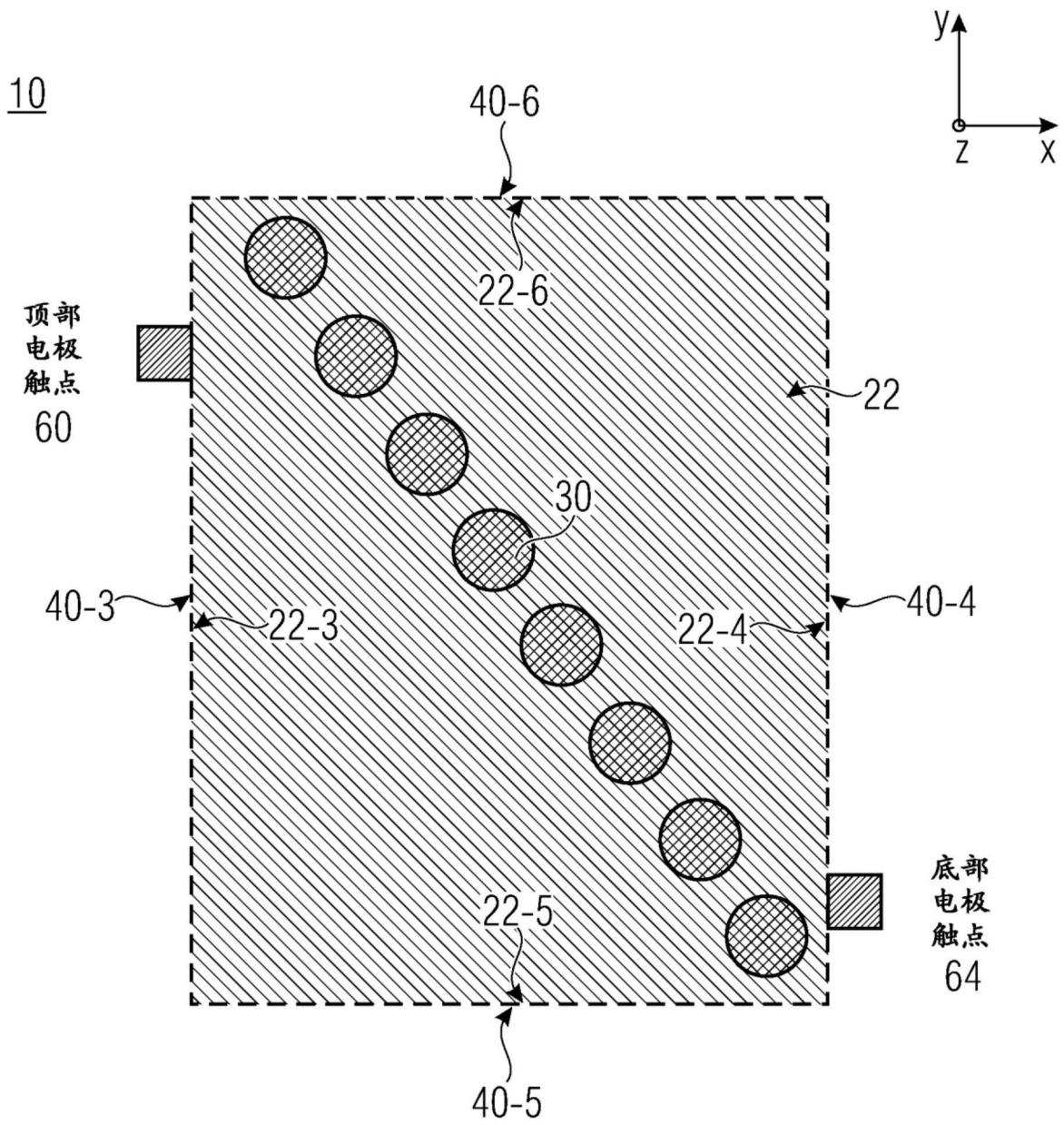


图2c

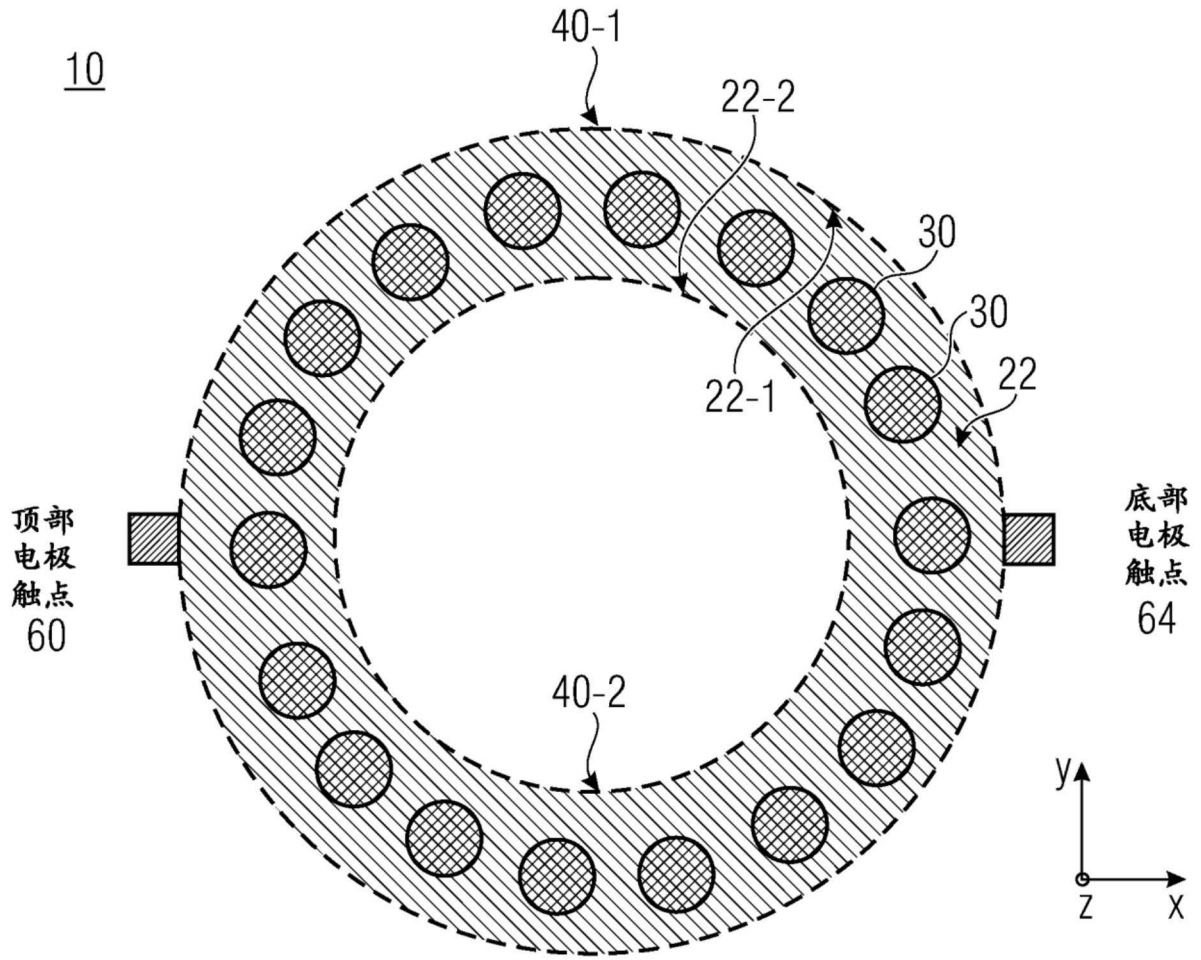


图2d

10

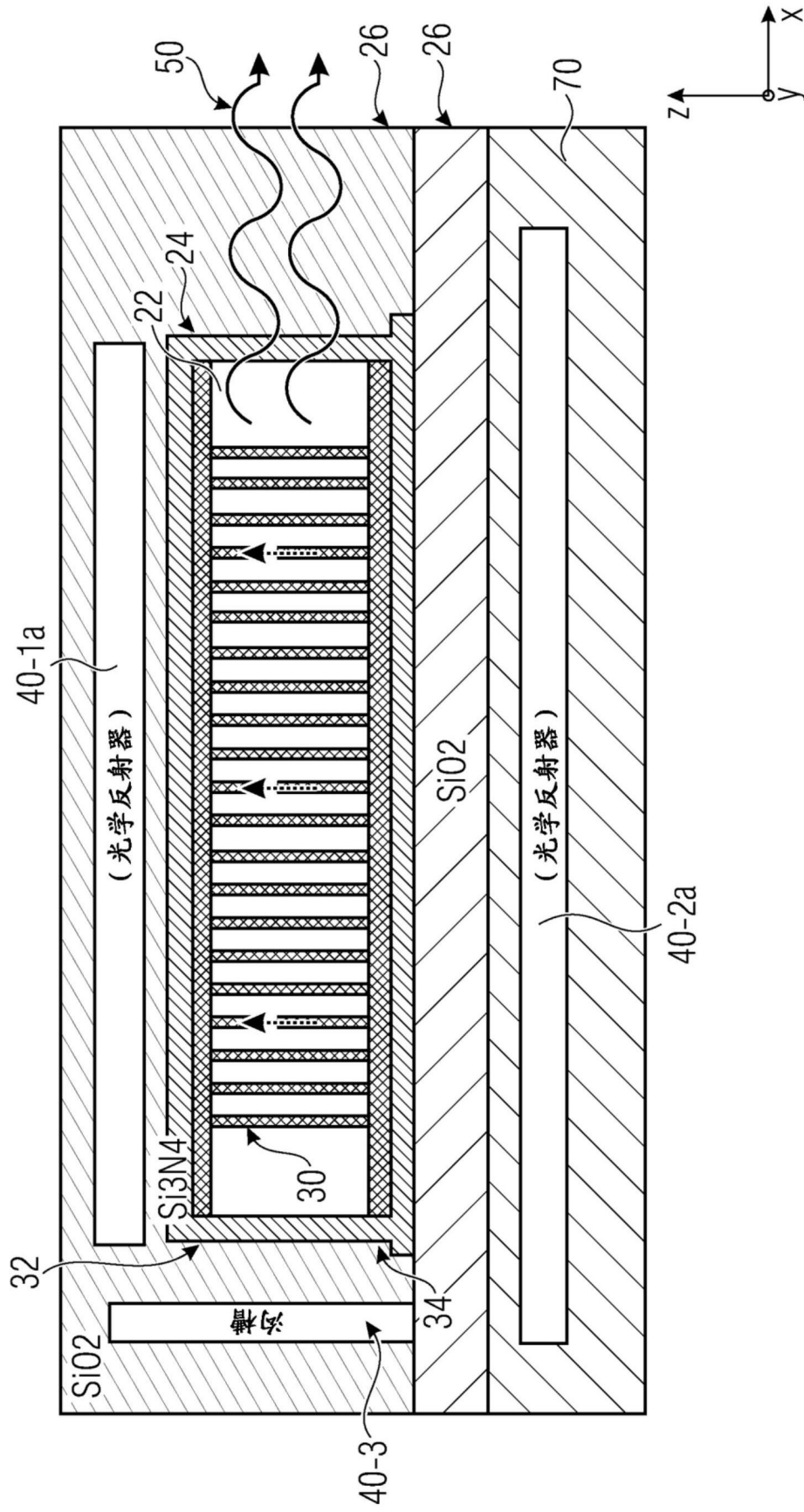


图3a

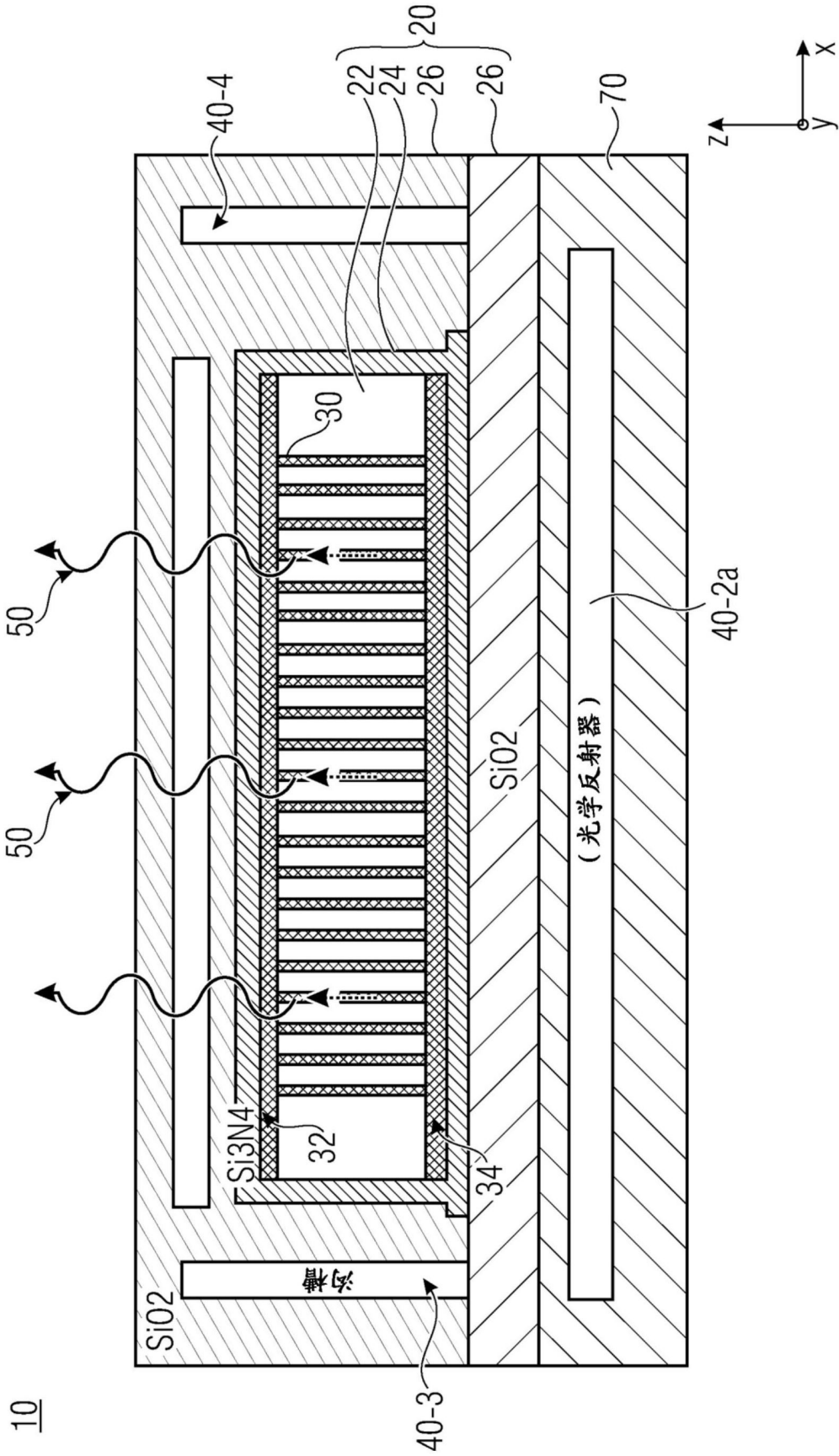
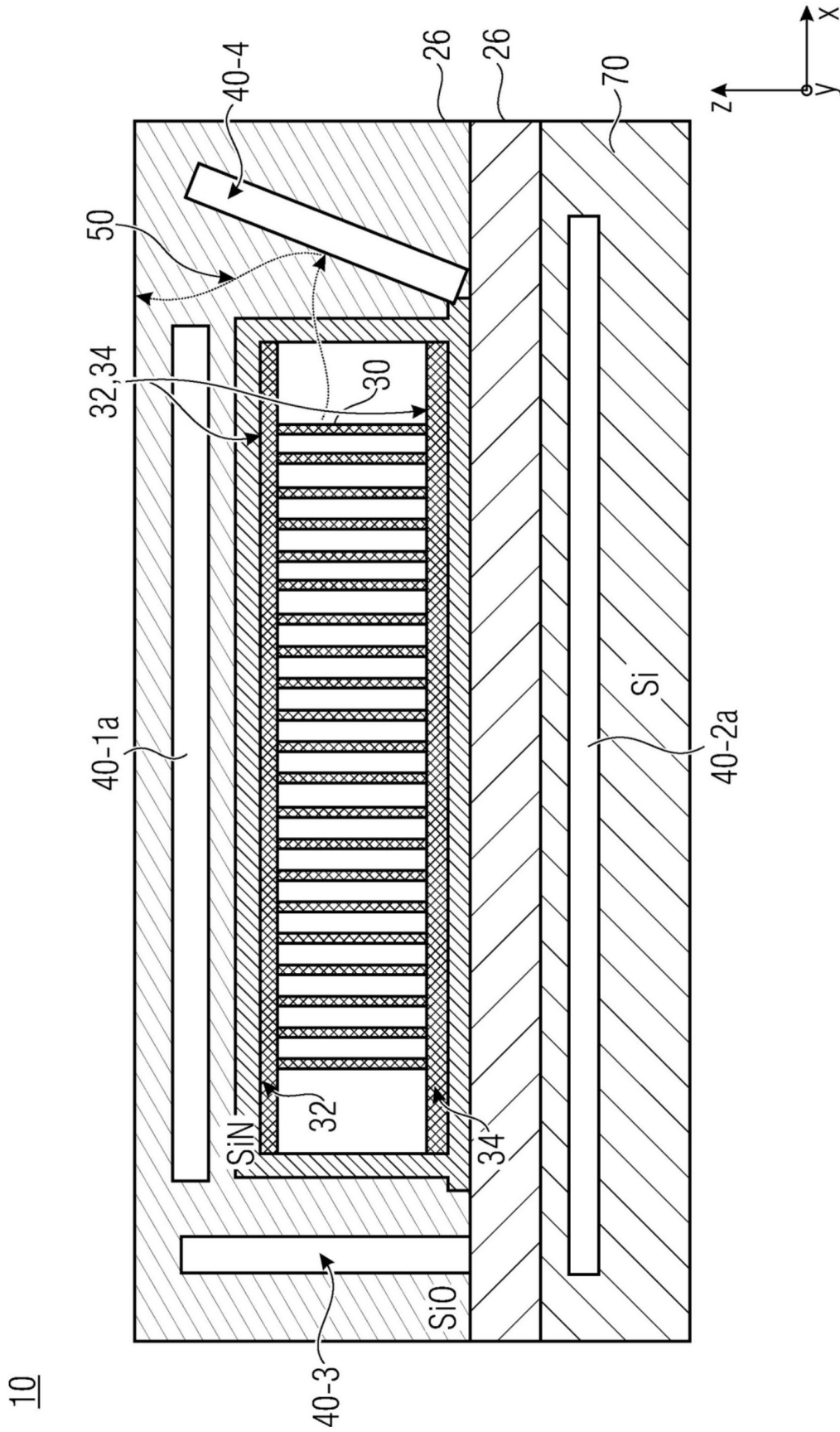


图3b



10

图3c

10

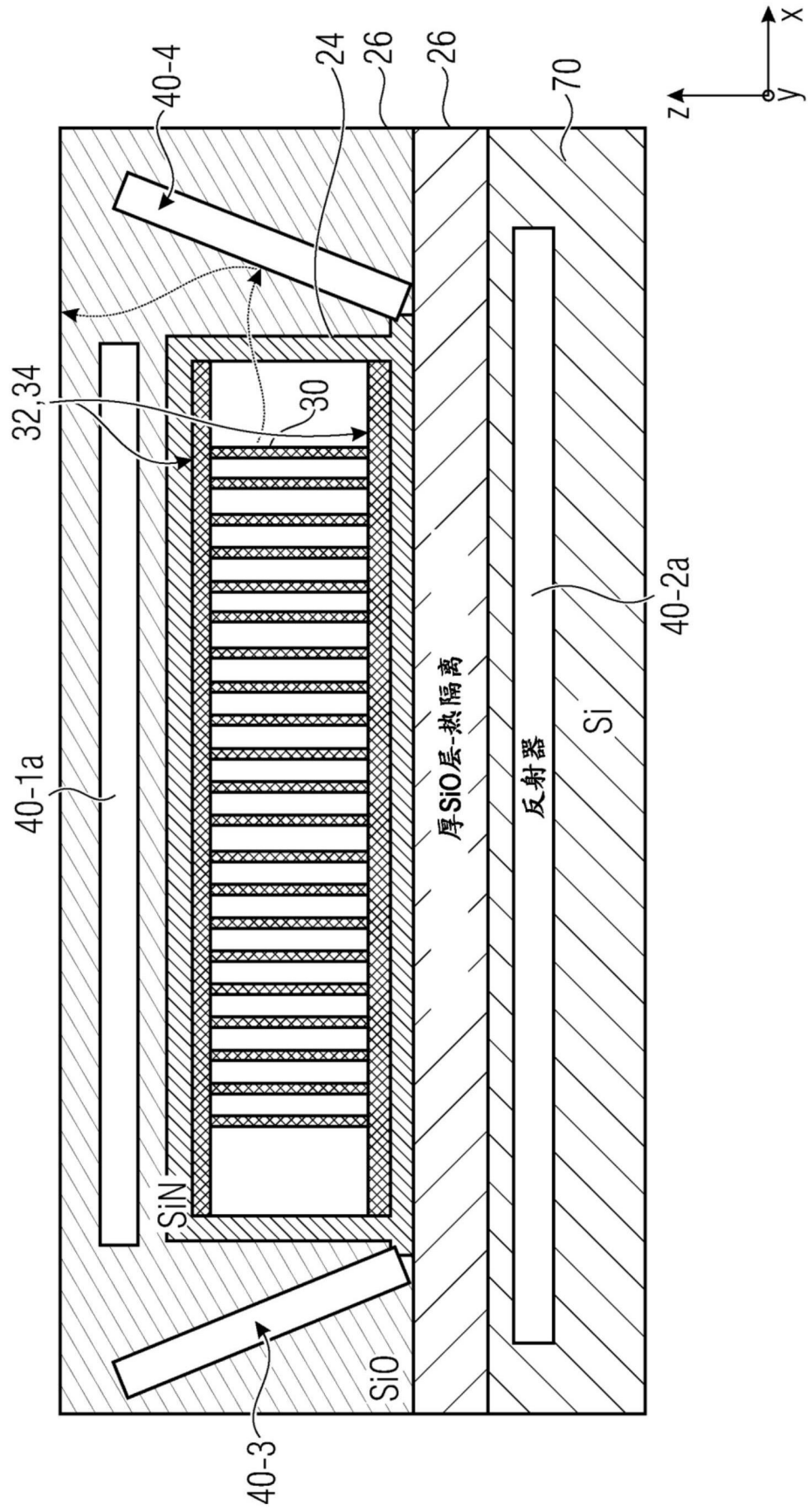


图3d