



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107408512 A

(43)申请公布日 2017. 11. 28

(21)申请号 201580073283.5

艾玛·帕索伦 于尔基·蒙托宁

(22)申请日 2015.12.30

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

(30)优先权数据

20155031 2015.01.15 FI

代理人 李兰 孙志湧

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.07.12

(51)Int. Cl.

H01L 21/48(2006.01)

H01L 23/473(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2015/050958 2015.12.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/113461 EN 2016.07.21

(71)申请人 拉普兰塔理工大学

地址 芬兰拉普兰塔

(72)发明人 米卡·洛坦德尔 李维·帕耶宁

塔帕尼·西沃 安蒂·约尔蒂卡

汉努·于利斯乌鲁阿

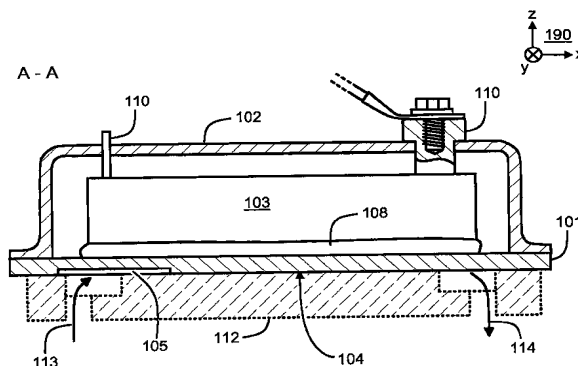
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

半导体模块

(57)摘要

一种半导体模块包括:基板(101);封盖元件(102),所述封盖元件(102)被附接至所述基板,使得从所述基板拆卸所述封盖元件要求材料变形;以及在由所述基板和所述封盖元件限定的空间内的半导体元件(103)。所述半导体元件与所述基板处于热传导关系,所述基板的外表面(104)设置有适于传导传热流体的激光加工的沟槽(105)。激光加工使得能够在半导体模块已经组装完成之后形成沟槽。因此,使用激光加工使常规商业可获得的半导体模块可以被修改为根据本发明的半导体模块。



1. 一种半导体模块,包括:
 - 基板 (101,201),
 - 封盖元件 (102),所述封盖元件被附接至所述基板,使得从所述基板拆卸所述封盖元件要求材料变形,以及
 - 在由所述基板和所述封盖元件限定的空间内的至少一个半导体元件 (103),所述半导体元件与所述基板处于热传导关系,
 - 其特征在于,所述基板的背离所述半导体元件的外表面 (104) 设置有适于传导传热流体的激光加工的沟槽 (105、205a、205b)。
2. 根据权利要求1所述的半导体模块,其中,沟槽具有成圆形的底部轮廓。
3. 根据权利要求1或2所述的半导体模块,其中,所述沟槽的宽度 (w) 在从 $25\mu\text{m}$ 至 $2000\mu\text{m}$ 的范围上,并且所述沟槽的深度 (d) 在从 $25\mu\text{m}$ 至 $2000\mu\text{m}$ 的范围上。
4. 根据权利要求1-3中的任一项所述的半导体模块,其中,所述沟槽 (105) 是分支 (109) 的,使得在每个分支中,所述沟槽的总截面面积之和增大。
5. 根据权利要求1-4中的任一项所述的半导体模块,其中,在所述基板的所述外表面上设置有所述沟槽的区域 (107) 具有基本上矩形的形状,并且所述沟槽与所述矩形区域的长边基本上平行。
6. 根据权利要求1-5中的任一项所述的半导体模块,其中,所述半导体模块包括导热并且电绝缘的结构 (108),所述结构 (108) 与所述基板 (101) 的面向所述半导体元件的内表面以及与所述半导体元件 (103) 具有机械接触。
7. 根据权利要求1-6中的任一项所述的半导体模块,其中,所述基板和所述封盖元件构成了用于所述至少一个半导体元件的气密封装。
8. 根据权利要求1-7中的任一项所述的半导体模块,其中,所述沟槽包括在所述沟槽的第一组 (205a) 和所述沟槽的第二组 (205b) 之间的过渡区域 (206),所述过渡区域被成形为使得从所述沟槽的所述第一组至所述沟槽的所述第二组的流阻小于相反方向的流阻,所述相反方向是从所述沟槽的所述第二组至所述沟槽的所述第一组。
9. 根据权利要求1-8中的任一项所述的半导体模块,其中,所述半导体元件包括以下之一:双极结型晶体管“BJT”、二极管、绝缘栅双极晶体管“IGBT”、晶闸管、门极可关断晶闸管“GTO”、金属氧化物半导体场效应晶体管“MOSFET”。
10. 一种用于制造半导体模块的方法,所述方法包括:
 - 获得 (301) 半导体模块,所述半导体模块包括:基板;封盖元件,所述封盖元件被附接至所述基板,使得从所述基板拆卸所述封盖元件要求材料变形;以及在由所述基板和所述封盖元件限定的空间中的半导体元件,所述半导体元件与所述基板处于热传导关系,以及随后
 - 在所述基板的背离所述半导体元件的外表面上,激光加工 (302) 适于传导传热流体的沟槽。

半导体模块

技术领域

[0001] 本公开一般涉及例如功率电子设备的电气设备的热管理。更特别地,本公开涉及一种适用于例如但是不一定是电气转换器的基本构造单元的半导体模块。进一步,本公开涉及一种用于制造半导体模块的方法。

背景技术

[0002] 包括基板、封盖元件、以及一个或多个半导体元件的半导体模块可以用作各种电气设备的主电路部件诸如例如频率转换器、整流器、和网络反相器。上述半导体元件可以例如是双极结型晶体管“BJT”、二极管、绝缘栅双极晶体管“IGBT”、晶闸管、门极可关断晶闸管“GTO”、金属-氧化物-半导体场效应晶体管“MOSFET”、或者任何其他类型的半导体元件。当上述类型的半导体元件导通电流时,由半导体元件的内部电阻产生热量。如果加热速率超过可用的散热,存在温度上升影响电气性能变化的风险,使得热损伤将出现在所考虑的半导体元件中。因此,重要的是为半导体元件提供足够的热管理,在该情形中是冷却。

[0003] 对于上述类型的半导体模块的热管理装置通常包括半导体模块附接抵靠的散热器元件,使得半导体模块的基板抵靠散热器元件的平坦表面。散热器元件可以包括用于传导热量至环境空气的冷却翅片和/或用于传导传热流体例如水的导管。然而,上述类型的热管理装置并未避免挑战。一个挑战涉及在半导体模块的基板与散热器元件之间的接合。为了提供足够和可靠的热管理,上述接合的热阻应该尽可能的小。进一步,单位面积的热导率 W/Km^2 可以不均匀地分布在基板与散热器元件之间的接合区域之上。热导率的分布可以具有随机的特性,并且当热导率的局部最小恰好在基板的热点时出现最坏情形。从基板至散热器元件的热传导可以至少在一些程度上通过在基板与散热器元件之间使用间隙填充材料例如硅树脂糊膏而改进,但是间隙填充材料的老化可能是有问题的。

发明内容

[0004] 以下展示简化的发明内容以便于提供对本发明各个实施例的一些特征方面的基本理解。发明内容并非是本发明的宽泛概述。并非意在标识本发明的关键或决定性要素,也并非描绘本发明的范围。以下发明内容仅以作为本发明示例性实施例的更详细描述的前叙的简化形式而展示本发明的一些概念。

[0005] 根据本发明提供了一种新型半导体模块,其可以用作各种电气设备的部件,诸如例如但是并非必需的,频率转换器、整流器、以及网络反相器。根据本发明的半导体模块包括:

[0006] -基板,

[0007] -封盖元件,所述封盖元件被附接至基板,使得从基板拆卸封盖元件要求材料变形,以及

[0008] -在由基板与封盖元件所限定的空间中的至少一个半导体元件,半导体元件与基板处于热传导关系。

[0009] 基板背离半导体元件的外表面设置有适于传导例如水的传热流体的激光加工的沟槽。因此,沟槽的表面构成了传导传热流体的通道的壁的一部分,并且因此传热流体直接接触基板。因此,在基板与抵靠基板、实际上抵靠沟槽之间的脊部、并且构成了上述通道的壁的另一部分的元件之间的热接触并未发挥如其中传热流体不与基板直接接触的情形中的作用。进一步,因为基板包括沟槽,基板的与传热流体接触的热传导表面大于其中基板表面是平坦的情形。进一步,可以设计沟槽,使得传热流体有效地被引导至基板的热点,也即最接近一个或多个热产生半导体元件的基板位置。值得注意的是,在大多数情形中上述半导体模块的热管理可以是单阶段热管理或双阶段热管理,其中在沟槽中蒸发传热流体。

[0010] 根据本发明,也提供了一种用于制造半导体模块的新方法。根据本发明的方法包括:

[0011] -获得半导体模块,所述半导体模块包括:基板;封盖元件,所述封盖元件被附接至基板,使得从基板拆卸封盖元件要求材料变形;以及在由基板与封盖元件所限定的空间中的半导体元件,半导体元件与基板处于热传导关系,以及随后

[0012] -在基板背离半导体元件的外表面上激光加工适于传导传热流体的沟槽。

[0013] 激光加工使得能够在已经组装了半导体模块之后形成沟槽。因此,激光加工使得能够将常规商业可获得的半导体模块修改为根据本发明的半导体模块。

[0014] 在所附从属权利要求中描述了本发明的许多示例性和非限定性实施例。

[0015] 当结合附图阅读时将从具体示例性和非限定性实施例的以下说明而最佳地理解关于构造和操作方法的本发明的各种示例性和非限定性实施例、以及额外的目的和优点。

[0016] 动词“包括”和“包含”在本文中用作开放式限定,并既不排除也不要求未引述特征的存在。在从属权利要求中引述的特征可相互自由组合,除非另外给出明确说明。进一步,应该理解的是,“一”或“一个”也即单数形式的使用遍及本文献并未排除复数形式。

附图说明

[0017] 以下就示例的意义而言并且参照附图更详细解释本发明的示例性和非限定性实施例及其优点,其中:

[0018] 图1a、图1b和图1c示出了根据本发明的示例性和非限定性实施例的半导体模块,

[0019] 图2示出了根据本发明的示例性和非限定性实施例的半导体模块的细节,以及

[0020] 图3示出了根据本发明的示例性和非限定性实施例的用于制造半导体模块的方法的流程图。

具体实施方式

[0021] 图1a示出了根据本发明的示例性和非限定性实施例的半导体模块的剖视图。图1b示出了半导体模块的底视图。图1a中所示的剖面沿着图1b中所示线A-A而获取。剖面平行于坐标系190的xz平面。图1c示出了沿着图1b中所示线B-B获取的剖面。涉及图1c的剖面与坐标系190的yz平面平行。半导体模块包括基板101,其有利地由包括例如铜和/或铝的金属制成以便于实现通过基板的良好热导率。半导体模块包括封盖元件102,所述封盖元件102永久地附接至基板,使得从基板拆卸封盖元件要求材料变形。半导体模块包括在由基板101和封盖元件102所限定的空间中的至少一个半导体元件103。至少一个半导体元件103与基板

101形成热传导关系。半导体模块可以是分立半导体部件,使得半导体模块仅包括一个半导体元件,或者半导体元件可以是包括两个或更多半导体元件的集成系统。半导体模块可以包括例如三个或六个半导体元件,包括反并联的二极管,使得半导体模块可以例如构成三相反相器电桥的上或下部分的主电路,或者整个三相反相器电桥的主电路。每个半导体元件可以是可控半导体元件诸如例如双极结型晶体管“BJT”、绝缘栅双极晶体管“IGBT”、晶闸管、门极可关断晶闸管“GTO”、或者金属-氧化物-半导体场效应晶体管“MOSFET”。进一步,每个半导体元件可以是可控半导体元件与反并联二极管的组合。也可能的是,半导体元件仅是二极管。基板101和封盖元件102有利地构成用于至少一个半导体元件的气密封装,也即包含至少一个半导体元件的空间有利地是密封的。进一步,半导体模块包括用于传导半导体模块的主电流或电流的电气主端子。半导体模块可以进一步包括用于控制可控半导体元件的一个或多个控制端子,例如在IGBT中。在图1a中,主端子的一个采用附图编号110加以标记,并且控制端子采用附图编号111加以标记。

[0022] 基板背离半导体元件103的外表面104设置有适于传导例如水的传热流体的激光加工的沟槽105。沟槽105的几何图形示出在图1b中。在该示例性情形中,在基板101的外表面上设置有沟槽的区域107具有基本上矩形的形状,并且沟槽与矩形区域的长边基本上平行。

[0023] 在图1a-图1c中所示的示例性半导体模块中,沟槽具有如图1c中所示的成圆形的底部轮廓。成圆形的底部轮廓在相互相邻沟槽之间的脊部沿坐标系190的负z方向锥形缩窄的意义上来说是有利的。因此,脊部的宽度W在脊部的底部区段处处于最大,其中沿朝向脊部顶部的负z方向每个脊部中的热流处于其最大值。当接近脊部顶部时沿负z方向的热流变小,因为热量通过沟槽的壁也即通过脊部的壁传导至在沟槽中流动的传热流体。因此,图1c中所示脊部的轮廓从将热量从基板101转移至传热流体的观点看是有利的。沟槽有利地是微沟槽,其宽度w在从25 μm 至2000 μm 的范围上,并且其深度d在从25 μm 至2000 μm 的范围上。从制造沟槽以及传热流体的流速的观点看,沟槽的宽度w在从100 μm 至800 μm 的范围上更有利,并且沟槽的深度d在从100 μm 至800 μm 的范围上更有利。沟槽的宽度w和深度d在图1c中示出。

[0024] 在图1a-图1c中所示的示例性半导体模块中,沟槽105分支,使得沟槽的总截面面积之和在每个分支中增大。分支区域的一个在图1b中采用附图编号109加以标记。以上述方式分支的沟槽是有利的,尤其是结合两阶段热管理,其中传热流体在沟槽中沿坐标系190的正x方向流动,并且传热流体在沟槽中被蒸发并且因此传热流体在沟槽中体积增大。图1a示出了引导元件112的虚线剖视图,其迫使传热流体在沟槽中流动。传热流体的到达采用箭头113加以标记,并且传热流体的离开采用箭头114加以标记。

[0025] 图1a-图1c中所示的示例性的半导体模块包括导热且电绝缘的结构108,具有与半导体元件103的机械接触以及具有与基板101的面朝半导体元件的内表面的机械接触。导热且电绝缘的结构108可以例如是硅或提供了从半导体元件103至基板101的足够热导率的其他合适的柔性材料。

[0026] 图2示出了根据本发明的示例性和非限定性实施例的半导体模块的细节。图2示出了半导体模块的基板的表面上的沟槽的一部分。在该示例性情形中,沟槽包括在沟槽的第一组205a与沟槽的第二组205b之间的过渡区域206,因此从沟槽的第一组至沟槽的第二组的流阻小于沿从沟槽的第二组至沟槽的第一组的相反方向的流阻。传热流体的流动在图2

中采用箭头示出。如从图2可见,过渡区域206成形为使得沿坐标系290的正x方向的流阻小于沿负x方向的流阻。该属性是有利的,尤其是结合两阶段热管理,因为该属性违反传热流体由于蒸发所引起的体积膨胀而在沟槽中回流的趋势。

[0027] 图3示出了根据本发明的示例性和非限定性实施例的用于制造半导体模块的方法的流程图。方法包括以下方法阶段:

[0028] 一方法阶段301:获得半导体模块,其包括:基板;封盖元件,所述封盖元件被附接至基板,使得从基板拆卸封盖元件要求材料变形;以及在由基板和封盖元件所限定的空间中的半导体元件,半导体元件与基板形成热传导关系,以及随后

[0029] 一方法阶段302:在基板背离半导体元件的外表面上激光加工适于传导传热流体的沟槽。

[0030] 沟槽有利地是微沟槽,其宽度在从25 μm 至2000 μm 的范围上,并且其深度在从25 μm 至2000 μm 的范围上。更有利地,宽度在范围从100 μm 至800 μm 的范围上,并且深度在从100 μm 至800 μm 的范围上。

[0031] 设计沟槽的指导方针包括有利地预校正,使得在指导方针中已经考虑了激光加工的非理想性。预校正基于假定激光加工的非理想性是已知的事实。

[0032] 在方法阶段301中获得的半导体模块可以是商业可用的半导体模块。

[0033] 在以上说明书中所提供的具体示例不应解释为限定所附权利要求的可应用性和/或解释。

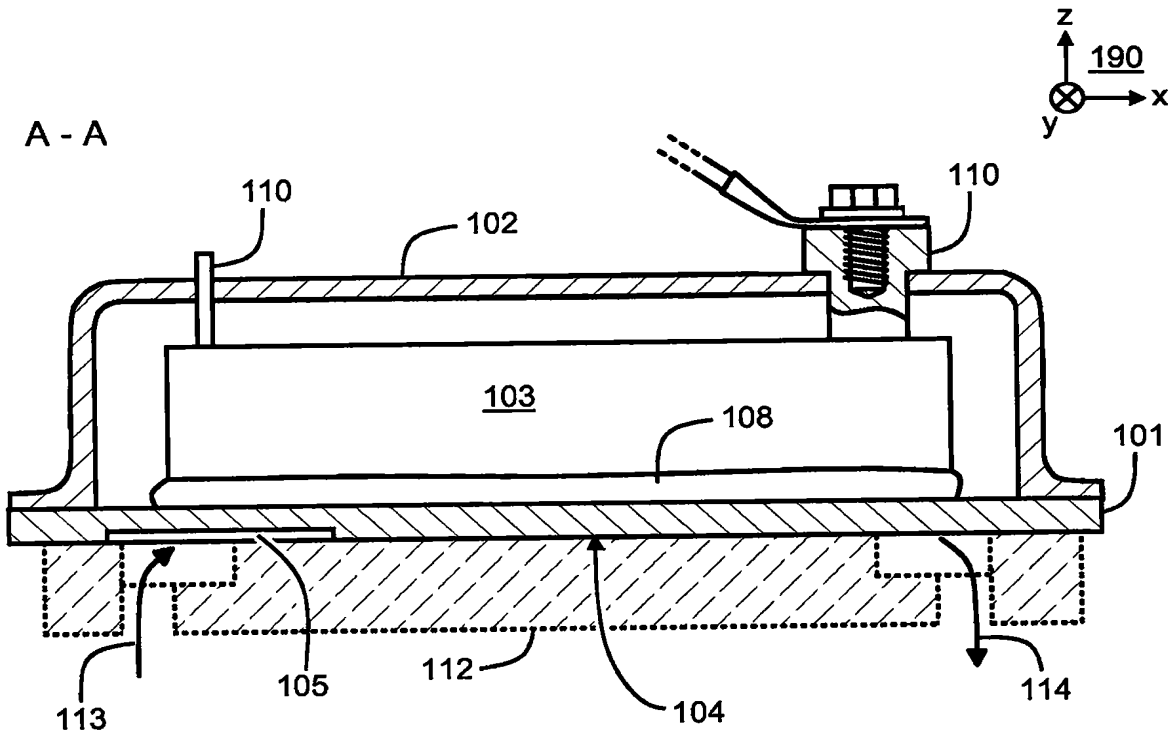


图1a

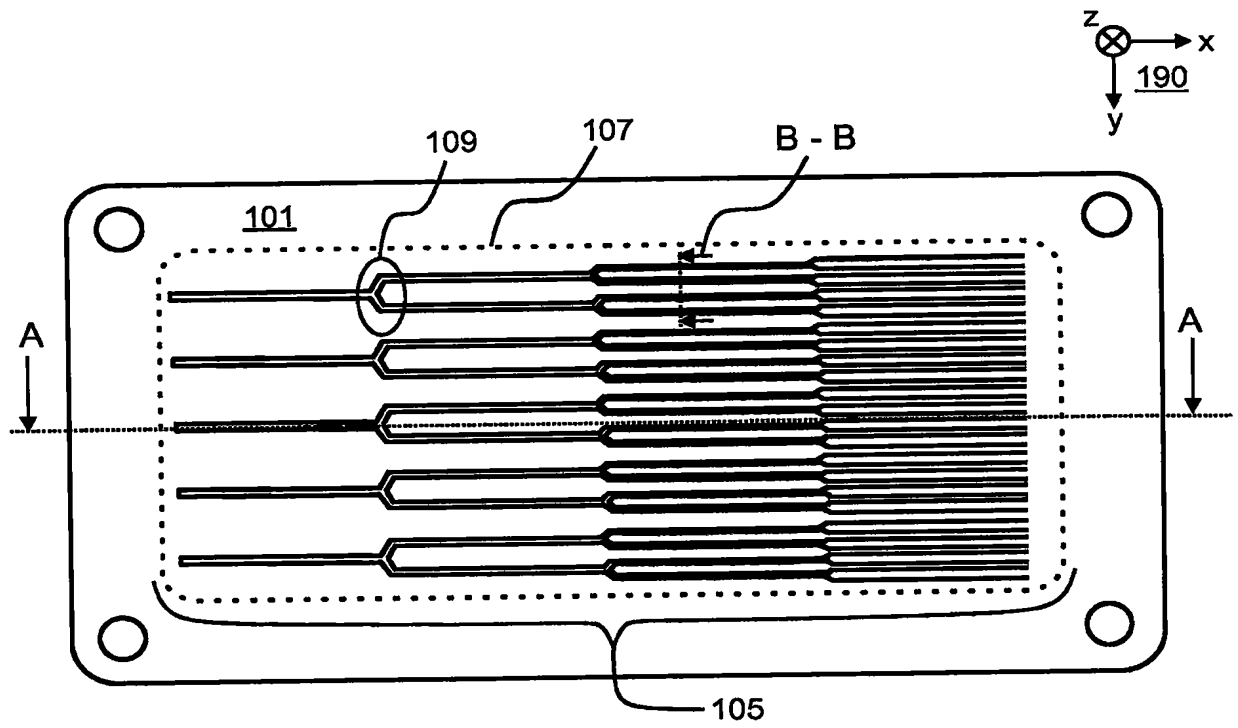


图1b

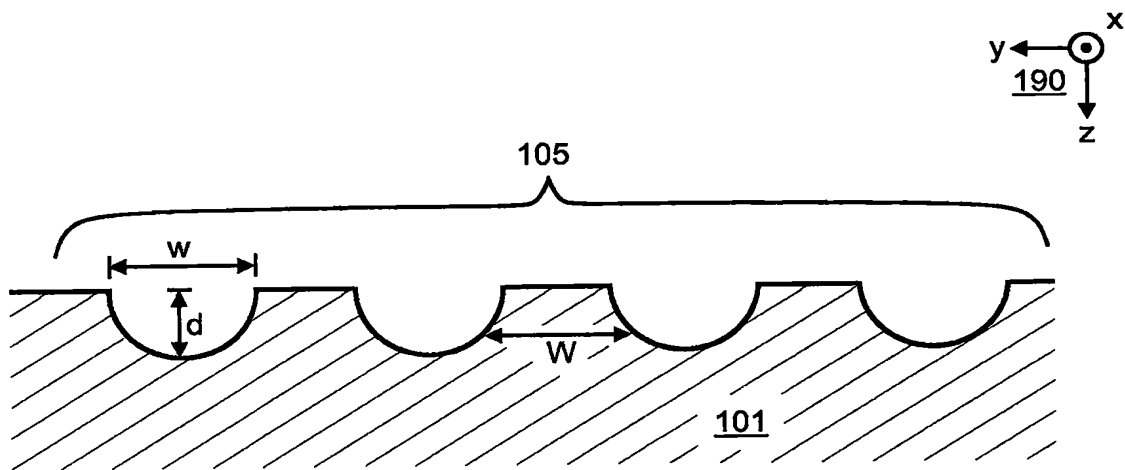


图1c

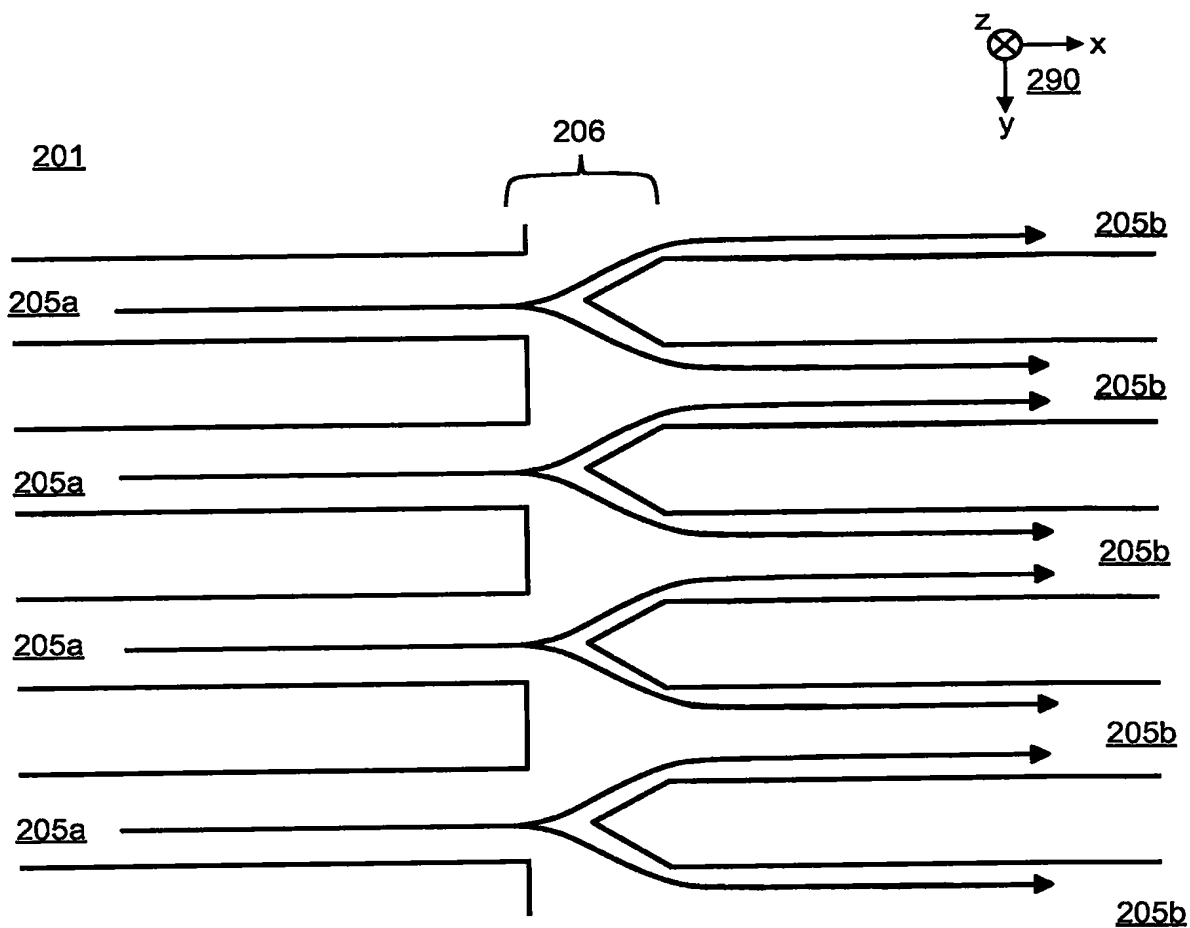


图2

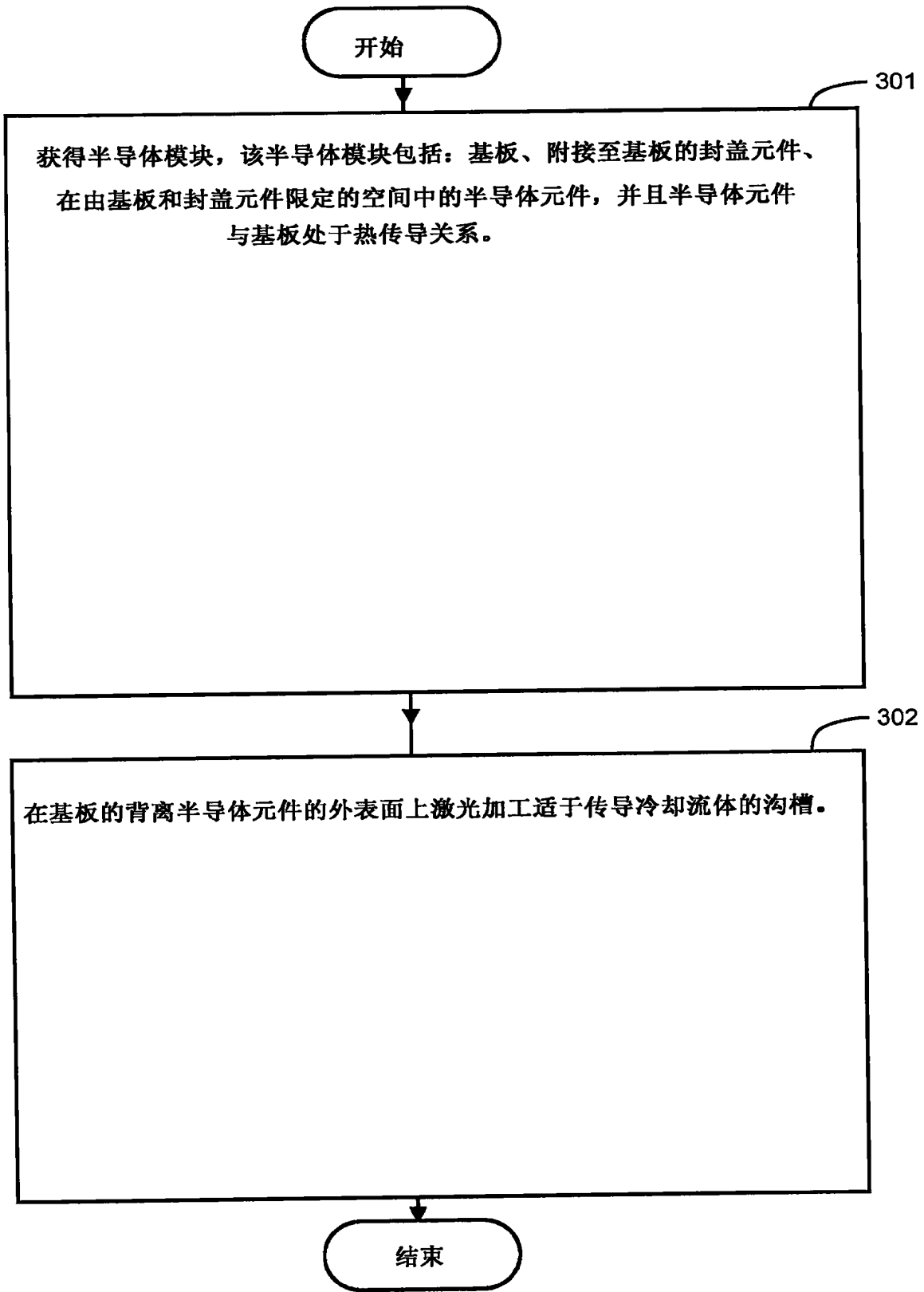


图3