



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109494161 A

(43)申请公布日 2019.03.19

(21)申请号 201811057095.5

(22)申请日 2018.09.11

(30)优先权数据

17190462.6 2017.09.11 EP

(71)申请人 诺基亚技术有限公司

地址 芬兰埃斯波

(72)发明人 R·M·欧莱利 A·阿加瓦尔

N·M·杰弗斯

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 沈锦华

(51)Int.Cl.

H01L 21/48(2006.01)

H01L 23/367(2006.01)

H01L 23/373(2006.01)

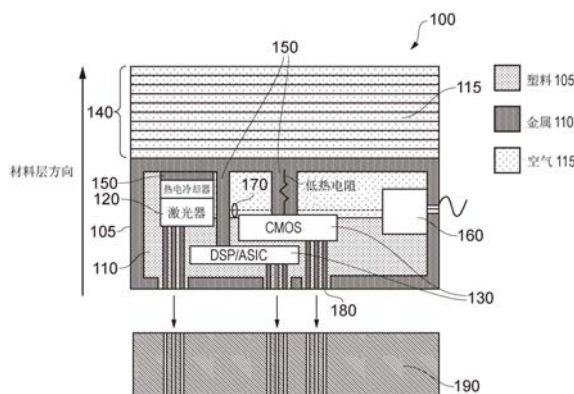
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

## (54)发明名称

封装和制造包括外壳和集成电路的封装的方法

## (57)摘要

公开一种制造用于集成电路的外壳的方法，所述集成电路具有至少一个光学组件和至少一个电子组件，所述方法包括以下步骤：提供连接到所述组件中的至少一个的至少一个热接触件，以及形成与所述外壳成一体的散热器，其中所述至少一个热接触件包括适合于将热量从所述至少一个组件传输到所述散热器的导电和导热金属。还公开一种包括外壳和集成电路的封装。



1. 一种制造用于集成电路的外壳的方法,所述集成电路具有至少一个光学组件和至少一个电子组件,所述方法包括以下步骤:  
提供连接到所述组件中的至少一个的至少一个热接触件;以及  
形成与所述外壳成一体的散热器,  
其中所述至少一个热接触件包括适合于将热量从所述至少一个组件传输到所述散热器的导电和导热金属。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中使用增材制造技术制造所述外壳。
3. 根据权利要求1或权利要求2所述的方法,其中组件、对应热接触件和所述散热器相对于彼此以三个维度或以堆叠配置定位。
4. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中所述方法包括以下步骤:  
沉积金属材料以及沉积塑料材料,其中所述金属材料和塑料材料沉积在相同层内。
5. 根据权利要求1到4中任一权利要求所述的方法,其中所述方法包括以下步骤中的一个:  
形成限定在所述外壳内且与所述外壳一体地形成的微通道;以及  
形成限定在所述外壳内且与所述外壳一体地形成的蒸气腔室。
6. 根据权利要求1到4中任一权利要求所述的方法,其中所述方法包括以下步骤:  
形成限定在所述外壳内且与所述外壳一体地形成的散热管。
7. 根据权利要求6所述的方法,其进一步包括将所述散热管的分支结构嵌入所述散热器内。
8. 根据权利要求1到7中任一权利要求所述的方法,其中所述方法包括以下步骤:  
在所述外壳的每个组件与外部区之间形成电连接。
9. 一种包括外壳和集成电路的封装,所述外壳围封所述集成电路中的至少部分,所述集成电路包括:  
至少一个光学组件,和至少一个电子组件;  
至少一个热接触件,其连接到所述组件中的至少一个;以及  
散热器,其与所述外壳一体地形成,  
其中所述至少一个热接触件包括适合于将热量从所述组件传输到所述散热器的导电和导热金属。
10. 根据权利要求9所述的封装,其中所述散热器与所述热接触件一体地形成。
11. 根据权利要求9所述的封装,其包括邻近所述至少一个热接触件的至少一个嵌入式液体微通道。
12. 根据权利要求11所述的封装,其进一步包括泵。
13. 根据权利要求9所述的封装,其包括将热接触件热连接到所述散热器的至少一个蒸气腔室。
14. 根据权利要求9所述的封装,其包括将热接触件热连接到所述散热器的至少一个散热管。
15. 根据权利要求14所述的封装,其中所述至少一个散热管具有嵌入于所述散热器内的分支结构。

## 封装和制造包括外壳和集成电路的封装的方法

### 技术领域

[0001] 各方面一般来说涉及封装和制造包括外壳和集成电路的封装的方法,且确切地说在热管理的光子集成电路领域。

### 背景技术

[0002] 热管理是光学和/或电子组件的可扩展三维封装的重要因素。确切地说,光学组件需要严格的热控制以防止波长漂移。光子集成电路并入有光子元件,其热通量超过 $>1\text{kW}/\text{cm}^2$ ,温度依赖性远大于基于CMOS的电子件。当组件密集封装时,必须将其维持在严格的温度限制以下,以确保可靠的操作。因此,当光学组件和电组件堆叠时,功率输送和冷却方面的挑战变得极大地加剧。由于光子集成电路的光输入和输出(I/O)是可插拔的,因此光子集成电路与其附接的散热器之间通常存在高热阻,这是由I/O封装与位于封装顶上的散热器之间的低接触压力引起的。这使得难以有效地从光子集成电路移除热量。热量可以从光子集成电路传输到周围环境中的散热器,在其中其可以通过自由对流和传导或机架级强制对流(例如,风扇辅助耗散)无源地耗散。

### 发明内容

[0003] 根据一方面,提供一种制造用于集成电路的外壳的方法,所述集成电路具有至少一个光学组件和至少一个电子组件,所述方法包括以下步骤:提供连接到组件中的至少一个的至少一个热接触件,以及形成与外壳成一体的散热器,其中至少一个热接触件包括适合于将热量从至少一个组件传输到散热器的导电和导热金属。

[0004] 可使用增材制造技术制造外壳。

[0005] 组件、对应热接触件和散热器可相对于彼此以三个维度或以堆叠配置定位。

[0006] 方法可包括沉积金属材料 and 沉积塑料材料的步骤,其中金属材料和塑料材料沉积在相同层内。

[0007] 方法可包括以下步骤中的一个:形成限定在外壳内且与外壳一体地形成的微通道,以及形成限定在外壳内且与外壳一体地形成的蒸气腔室。

[0008] 方法可包括形成限定在外壳内且与外壳一体地形成的散热管的步骤。散热管的分支结构可嵌入于散热器内。

[0009] 方法可包括在制造外壳期间使组件对准的步骤。

[0010] 方法可包括在外壳的每一组件与外部区之间形成电连接的步骤。

[0011] 根据一方面,提供包括外壳和集成电路的封装,外壳围封集成电路中的至少部分,集成电路包括至少一个光学组件,和至少一个电子组件,连接到组件中的至少一个的至少一个热接触件和与外壳一体地形成的散热器,其中至少一个热接触件包括适合于将热量从组件传输到散热器的导电和导热金属。

[0012] 散热器可与热接触件一体地形成。

[0013] 封装可包括邻近至少一个热接触件的至少一个嵌入式液体微通道。封装可进一步

包括泵。

[0014] 封装可包括将热接触件热连接到散热器的至少一个蒸气腔室。

[0015] 封装可包括将热接触件热连接到散热器的至少一个散热管。至少一个散热管可具有嵌入于散热器内的分支结构。

### 附图说明

[0016] 现将仅借助于实例参看附图描述实施例,附图中:

[0017] 图1是根据实例的用于基于热接触件经由传导进行热管理的光子集成电路的示意图;

[0018] 图2是根据实例的用于基于嵌入式液体通道经由对流进行热管理的光子集成电路的示意图;

[0019] 图3是根据实例的用于基于蒸气腔室进行热管理的光子集成电路的示意图;以及

[0020] 图4是根据实例的用于基于散热管进行热管理的光子集成电路的示意图。

### 具体实施方式

[0021] 下文足够详细地描述了实例,以使所属领域的技术人员能够实现和实现本文中所描述的系统 and 过程。重要的是,理解可以许多替代形式提供实例,且不应将其解释为限于本文中所阐述的实例。

[0022] 因此,虽然实例可以不同方式修改且呈现各种替代形式,但是其具体实例在图式中展示且作为实例在下文中详细描述。不意在限制于公开的特定形式。相反,应包含属于所附权利要求书的所有修改、等效物和替代物。在整个附图和适当的详细描述中,实例的元件始终由相同的附图标记表示。

[0023] 用以描述实例的本文所使用的术语并非意图限制范围。冠词“一”和“所述”是单数,因为它们具有单个提及物,然而在本文件中使用单数形式不应排除存在多于一个提及物。换句话说,除非上下文另有明确说明,否则以单数形式提及的元件的数目可以是一或多个。应进一步理解,术语“包括”、“包含”当在本文中使用指指定所述特征、项目、步骤、操作、元件和/或组件的存在,但是不排除存在或添加一或多个其它特征、项目、步骤、操作、元素、组件和/或其组。

[0024] 除非另外定义,否则本文所使用的术语(包含技术和科学术语)可以理解为在所属领域中惯用。应进一步理解,除非在本文中明确地如此定义,否则共同使用的术语也应被解释为相关领域中的惯例而非理想化或过于正式的含义。

[0025] 一般来说,光子集成电路将含有光学组件和电子组件两者。光学组件可包含激光器、半导体光放大器(SOA)和微环谐振器(MRR)。电子组件可包含例如CMOS芯片和控制器。可存在其它组件,例如光电组件、光学连接件或耦合器。“封装”并入有一些外壳内这些组件中的每一个的分层和接合且可包含用于母板印刷电路板(PCB)集成的电子连接。

[0026] 本文中所描述的实例涉及用于集成电路的三维热管理解决方案。实例提供三维封装解决方案,其并入有光学组件、电子组件和用于连接器的通孔的三维布置。这可通过提供用于有效地消除封装或外壳与散热器之间的热阻的热接触件来实现。这允许以提高效率且以降低成本提供堆叠光电架构。

[0027] 每一热接触件可由铜和/或铝组成。

[0028] 提供包覆至少一个光学组件和一个电子组件的光子集成电路封装。光子集成电路封装具有高组件密度,其可通过三维热管理解决方案实现。光子集成电路封装包含导电通孔以实现组件中的每一个之间的短路径。

[0029] 可使用增材制造技术制造外壳。增材制造技术的实例是三维打印。

[0030] 图1展示其中可从下到上打印整个封装或外壳100的实例。这使用增材制造技术来实现。可使用塑料105和金属110打印的组合将外壳构建成层。可并入气穴115以容纳其它组件,例如光耦合器。不同于塑料,增材制造金属是导电且导热的。塑料材料充当伴随的绝缘材料。打印材料的每一二维层可以是塑料和金属打印部分的组合,从而允许低导热性塑料和高导热性金属的组合。这允许低热阻的路径的创建。因此,封装或外壳是其自身的热管理解决方案。必要时有可能在这两个打印步骤之间切换。可以在不同阶段暂停分层,以允许光学组件120和电子组件130在外壳内的连接和/或对准。散热器140可经布置成形成光子集成电路外壳自身的部分。虽然图1中的散热器的形状展示为简单的几何形状,但是外壳可以是适合使用集成电路的整个产品或系统的体积内所需的任何形状。

[0031] 通过电层和塑料层的组合,有可能提供热接触件150或具有低热阻路径的电连接,以用于单个封装单元中的热管理。可以将组件嵌入外壳内,并以传统制造技术所不具备的密度对这些组件进行热管理。由于散热器可形成封装本身的一部分,因此消除了传统上通常存在于散热器与其封装之间的接触电阻。

[0032] 外壳的增材制造能够实现复杂的热管理和连接解决方案,其允许高密度组件集成。虽然使用传统制造技术难以实现三维热管理解决方案,但是本文所描述的方法不限于增材制造的光子集成电路。

[0033] 在图1的实例中,热量经由通过热接触件150或导热金属的传导而从温敏性组件传输到空气-金属 (AM) 散热器。散热器可作为封装的组成部分层叠。光子组件120 (在此状况下,激光器) 和电子组件130 (在此状况下,CMOS和数字信号处理器) 可使用上文所描述的 (金属-塑料) 复合分层过程集成在三个维度中。热接触件150包括金属打印的“热路径”,其通过传导将热量从源120、130 (即,热接触件邻近的组件) 传输到散热器140。接着,热量从机架级散热器耗散,这可以通过风扇阵列来辅助,以增强光子集成电路冷却。风扇可邻近散热器布置。

[0034] 散热器可层叠成封装或外壳100的部分,使得热量可直接从源传导到耗散散热器结构,而无需与现有封装相关联的接触电阻。举例来说,散热器可在增材制造期间嵌入,且可以是单相散热器,从而允许热量释放到周围环境中,这样可以提供风扇辅助的对流耗散。此方法将热量从组件移除到散热器以稳定组件。在实例中,可使用嵌入式热电冷却器进一步稳定光学组件 (在此状况下,激光器) 的温度。

[0035] 在实例中,微流体网络可嵌入于光子集成电路内,以用于光学组件和/或电组件的热管理。微流体具有以高效且可扩展方式将大量热通量从温敏性组件移除的能力。虽然微流体通道先前已建议用于光子集成电路级冷却应用,但是相关联的泵通常保持在封装外部。这需要到每一光子集成电路的流体馈通件和光子集成电路外部的辅助热交换器。通过利用基于增材制造技术的由上到下的方法,可以将三维微流体网络和泵集成到封装或外壳中,以便创建完全围封的热管理解决方案。可经由热接触件从每一组件移除热量,且可例如

使用强制对流(即风扇)从机架级空气-金属封装散热器消散热量。本文中所描述的方法免除了流体通孔的需要,这意味着不需要母板级流体通道。所描述的方法允许在增材制造过程期间层叠或填充微流体通道。

[0036] 可并入微流体网络内的多个并行流动回路,每个流动回路用于热管理不同组件。多个热接触件150可连接到相应多个组件。在微通道包括多个流动回路的情况下,每一流动回路可连接到相应多个组件。

[0037] 在实例中,光子集成电路可具有蒸气腔室。蒸气腔室可采用双相对流以将热量从组件传输到散热器。蒸气腔室可在不需要泵的情况下无源地传输极大的热通量。根据实例,定制形状的蒸气腔室在制造期间嵌入到封装或外壳中。蒸气腔室可具有塑料支持件350,以确保结构完整性。

[0038] 蒸气腔室可填充有与用于热接触件或三维打印金属的特定金属兼容的工作流体(即,流体将不致使金属腐蚀或分解)。一些合适的金属-流体组合包含例如铜-水和铝-丙酮。

[0039] 蒸气腔室可允许在无接触电阻的情况下将大量热量传输到空气-金属散热器。在热量已传输到散热器后,热量可例如通过机架级风扇无源或有源地耗散。

[0040] 在图2的实例中,展示封装或外壳200内的光子集成电路。可组合塑料和金属打印增材制造光子集成电路和/或外壳。热接触件150邻近光学和/或电子组件设置。图2的实例基于嵌入式液体微通道210提供对光子集成电路的电和热管理。在此实例中,热量通过热接触件150(经由传导)从温敏性组件传输到微通道中的液体220(经由对流)。微通道液体和组件和散热器140之间的热传递可经由单相对流实现。可嵌入泵230以通过微流体网络泵抽液体。将微通道中液体内部热量传输到空气-金属散热器。散热器将热量从液体耗散到周围环境中。外壳因此为集成电路提供完全围封、液体冷却的封装。

[0041] 在实例中,多个蒸气腔室并入在外壳中,每一蒸气腔室用于热管理一个或几个组件。多个热接触件150可连接到相应多个组件。在外壳包括多个蒸气腔室的情况下,每一蒸气腔室可热连接到相应多个组件。

[0042] 可使用增材制造技术形成外壳和/或电路和蒸气腔室。这允许构造具有高度设计自由度的架构,使得每一蒸气腔室可以是定制形状。因而,蒸气腔室不必如同现有蒸气腔室构造技术一样限制为仅长方体形状。

[0043] 图3展示包括蒸气腔室310的实例光子集成电路300。蒸气腔室可以是定制形状以配合在二维或三维布置内的组件周围。使用蒸气腔室从温敏性组件传输热量。热量可经由双相过程传输,其中设置在蒸气腔室内的工作流体320在组件级330处蒸发且在散热器侧340处冷凝。热接触件150与待冷却的每一组件一起布置成与蒸气腔室直接接触。

[0044] 在图3中所展示的实例中,组件经布置成邻近蒸气腔室。然而,组件可能未必经布置成邻近蒸气腔室,前提是与待冷却的每一组件一起延伸热接触件,使得其维持与蒸气腔室直接接触。

[0045] 在实例中,组合塑料和金属打印增材制造蒸气腔室,以提供对光子集成电路的电和热管理。

[0046] 在实例中,光子集成电路可具有散热管网络。散热管网络可经由双相热管理解决方案操作。散热管可无源地传输极大热通量。

[0047] 可使散热管网络支化或分叉,使得散热管的区部贯穿散热器在两个或三个维度中延伸。通过在三维布置中实施散热管网络,可将热量更高效地从组件传输到散热器,从而允许最大热耗散。

[0048] 在实例中,组合塑料和金属打印来增材制造散热管网络,以提供对光子集成电路的电和热管理。定制形状的散热管可在制造期间嵌入到封装中。增材制造技术的使用允许在光子集成电路的受限几何结构内实施散热管。因而,所描述的方法允许更大程度的设计自由度,使得散热管不限于作为二维物体的挤出物的简单形状。

[0049] 在图4的实例中,展示光子集成电路400,其可组合塑料和金属打印增材制造以提供对光子集成电路的电和热管理。使用可以是定制形状的一系列散热管网络410从温敏性组件传输热量。散热管网络包括将热量从组件传输到散热器140的蒸气通道420。散热管可具有穿透到散热器中的支化或分叉结构430。在蒸气中从组件传输到散热器的热量在散热器中冷凝,从而允许其经由散热管蒸气通道返回到组件。支化或分叉散热管结构允许极其有效地将热量散布到散热器,以最大程度地耗散。

[0050] 散热管可填充有适当或合适的工作流体440。工作流体可与如上文参看图3所描述的热接触件兼容。工作流体在组件级处蒸发,在此处其随后行进通过穿透散热器的散热管网络。每一散热管可包括对不同组件的隔热有用的蒸气通道。

[0051] 在图4的实例中,为了清楚起见,散热管以彼此相邻的布置展示。在其它实例中,散热管和组件可以三维布局堆叠。

[0052] 散热管网络可包括一或多个个别散热管。多个热接触件150可连接到相应多个组件。在散热管网络包括多个散热管的情况下,多个散热管可连接到相应多个组件。

[0053] 在实例中,集成电路可包括例如光连接器160和耦合器170的其它组件。

[0054] 在实例中,封装或外壳可包含电连接180,以用于与母板190印刷电路板(PCB)集成。电连接可在增材制造过程期间沉积。电连接提供将组件电连接到封装或外壳的外部区的通孔,以用于电路在母板上的集成。

[0055] 本文中所描述的封装、外壳和方法实现对集成电路的热控制或管理,其方式允许对光学和电子组件的简单、直接的集成。其允许提供具有提高的性能的光子集成电路,这允许更加可扩展、高效的网络,其可具有对组件的高密度堆叠。

[0056] 通过利用三维热管理网络,所描述的方法基于移除与光子集成电路散热器相关联的高接触热阻而改进超出现有架构的光子集成电路中的光电组件的密度。这允许以三维形式对光学和电组件的紧密堆叠,从而在较小外观尺寸下实现更高性能。

[0057] 本文中所描述的解决方案可更广泛地应用于需要紧密集成的任何电子封装。

[0058] 尽管可使用现有生产技术来采用本文中所描述的各种热管理解决方案,但是在不使用本文中所概述的增材制造技术的情况下,以三维形式实施它们将是极其困难和耗时的。

[0059] 本文所描述的方法通过将电连接件层叠为封装的一部分来简化在组件之间制备电连接件和馈通件(通孔)的过程。产生的电“通道”可经布置成形成三维集成电路。从所描述的方法中对设计架构的更广泛选择使得能够以三维形式高密度地堆叠光学和电子组件。

[0060] 所描述的方法可通过在制造时嵌入电连接来节省用于制备封装或外壳以便集成在主板上的时间资源。

[0061] 本文中所描述的实例允许装置和组件集成在光子集成电路内以与由于新的基于网络的应用程序的出现而对国际带宽要求的改变保持同步。举例来说,到2020年,国际带宽要求预计超过1Pbps。所描述的实例通过允许以三维形式集成光子集成电路内的光学和电子组件来改进带宽。

[0062] 所描述的实例允许相比于现有电路封装简单且容易的方法,以提供二维或三维架构。所描述的方法通过减少多个倒装芯片接合步骤和光学对准所需的步骤来克服巨大的技术挑战(甚至与二维架构有关)。所描述的解决方案允许更简单的方法来构建架构且安装电路组件作为封装构建过程的一部分。因此,组件可以相对于彼此和光子集成电路以三维布局布置,而非限于具有单通道或多通道光子集成电路模块的并排电子集成布置。

[0063] 由于能够将电路与制造的封装或外壳集成,因此本文中所描述的实例消除了并入热电冷却器(TEC)的需要。热电冷却器是大型组件,且从功率角度来看效率低下,且其中在热量从光子集成电路传输处于周围环境的散热器之前,热量以其它方式通过热散布材料(例如,铝)从热敏性组件传导到热电冷却器。根据本文中所描述的实例,将电路与制造的封装或外壳集成的能力降低了提供光子集成电路的成本,因为它消除了并入热电冷却器的需要。举例来说,用于光子集成电路的现有封装目前比电子封装贵几个数量级,且对于三维集成光子集成电路,预计成本甚至进一步增加。

[0064] 本文中所描述的实例提供对含有多个激光器的光子集成电路的足够紧密的温度控制。所描述的实例允许更简单的架构,因为它们消除了对每个激光器旁边使用的电阻加热器的需要,其具有几乎使热负载加倍的效果(因为宏观尺度的热电冷却器本身不能实现足够紧密的温度控制且多个热电冷却器甚至可能是维持性能所必需的)。因此,提供更简单的架构的能力降低了与用于集成电路的封装相关联的成本。

[0065] 在实例中,可邻近光学和/或电子组件中的一些或全部提供热接触件。

[0066] 包含本文中所描述的任何其它组件和热管理解决方案的形成封装或外壳的所有组件和电连接可与外壳一体地形成。

[0067] 微通道、蒸气腔室或散热管可在制造期间或之后填充有工作流体。当在制造之后填充时,可以在外壳中设置与微通道、蒸气腔室或散热管流体连通的填充孔,其中在填充之后密封孔。

[0068] 本文中所描述的特征可与所描述的实例中的任一个互换。举例来说,所描述的特征中的任一个可与参考其它实例描述的特征中的任一个组合或替换。

[0069] 实例可体现于其它特定设备和/或方法中。所描述实例应视为在所有方面均仅为说明性而非限制性的。确切地说,本发明的范围由所附权利要求书而非由本文中的描述和图式指示。在权利要求书等效物的含义和范围内的所有变化均涵盖在其范围内。



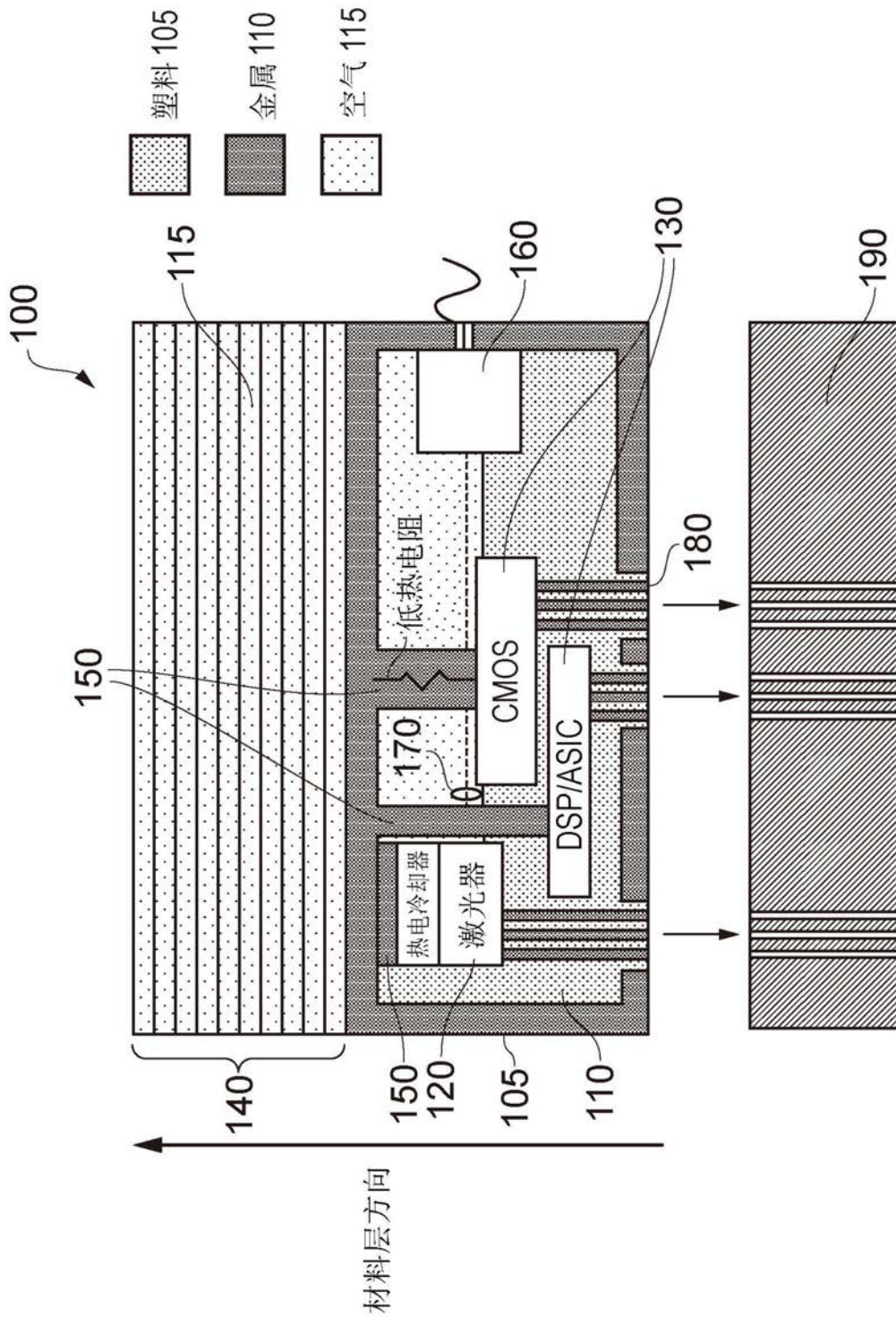


图1

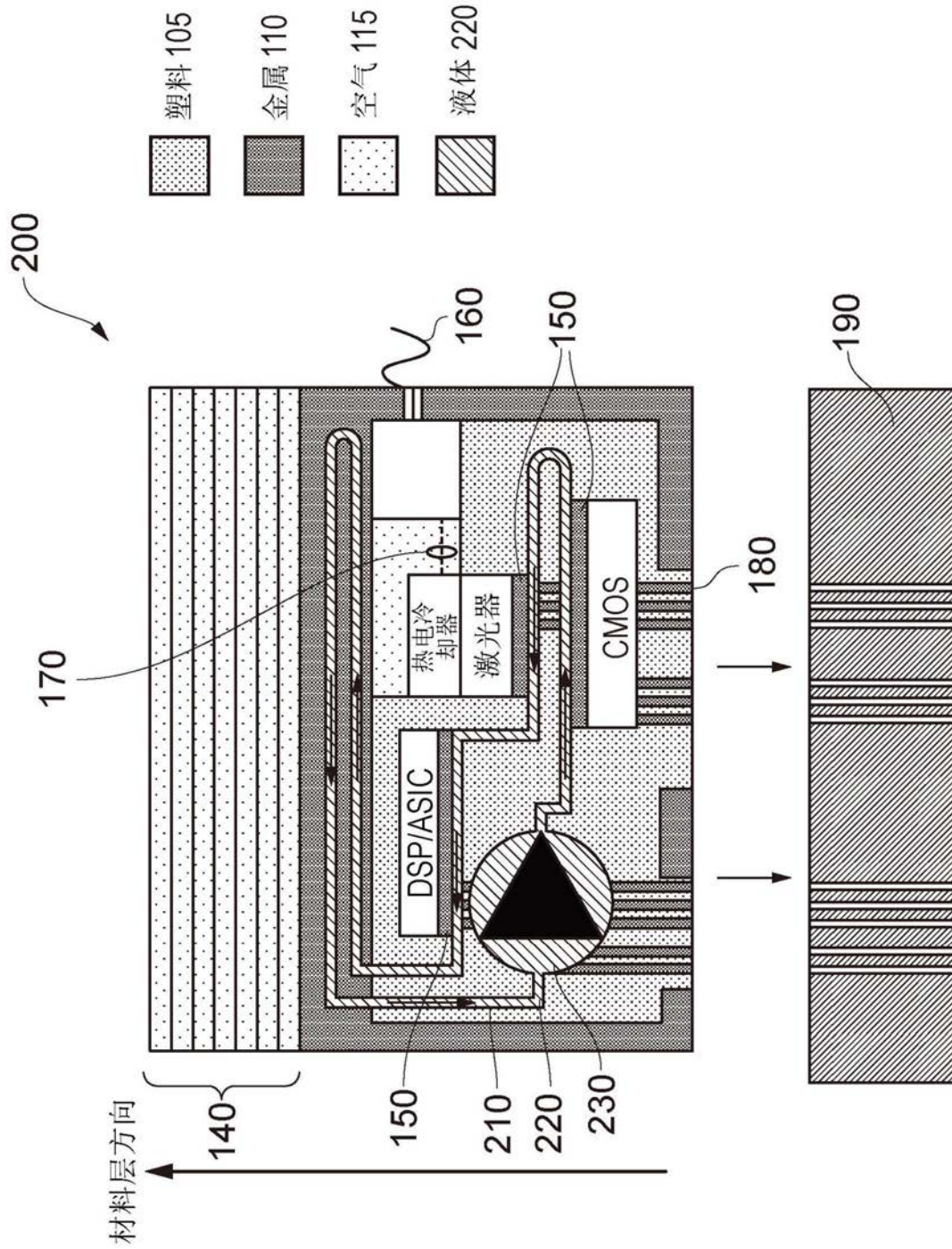


图2

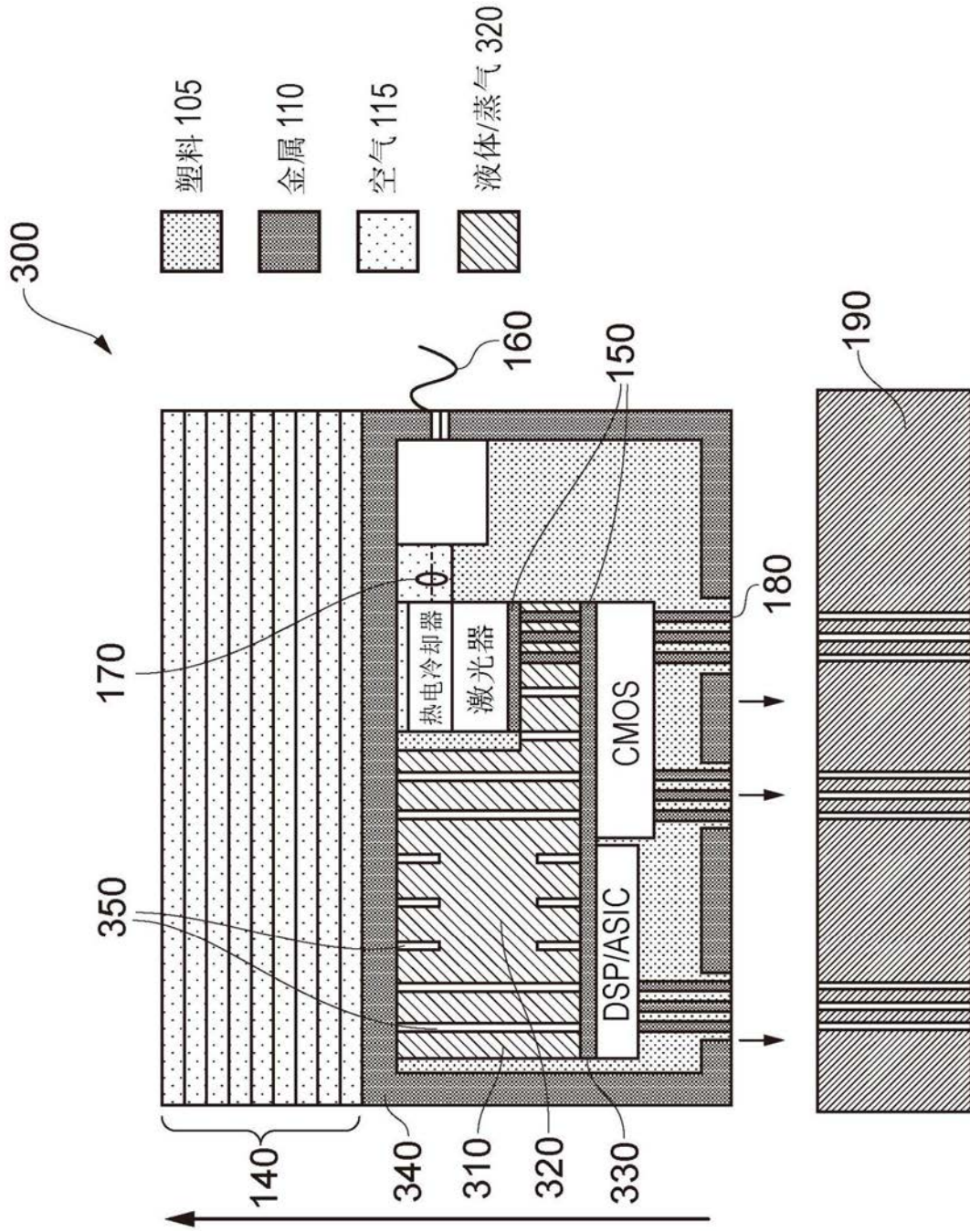


图3

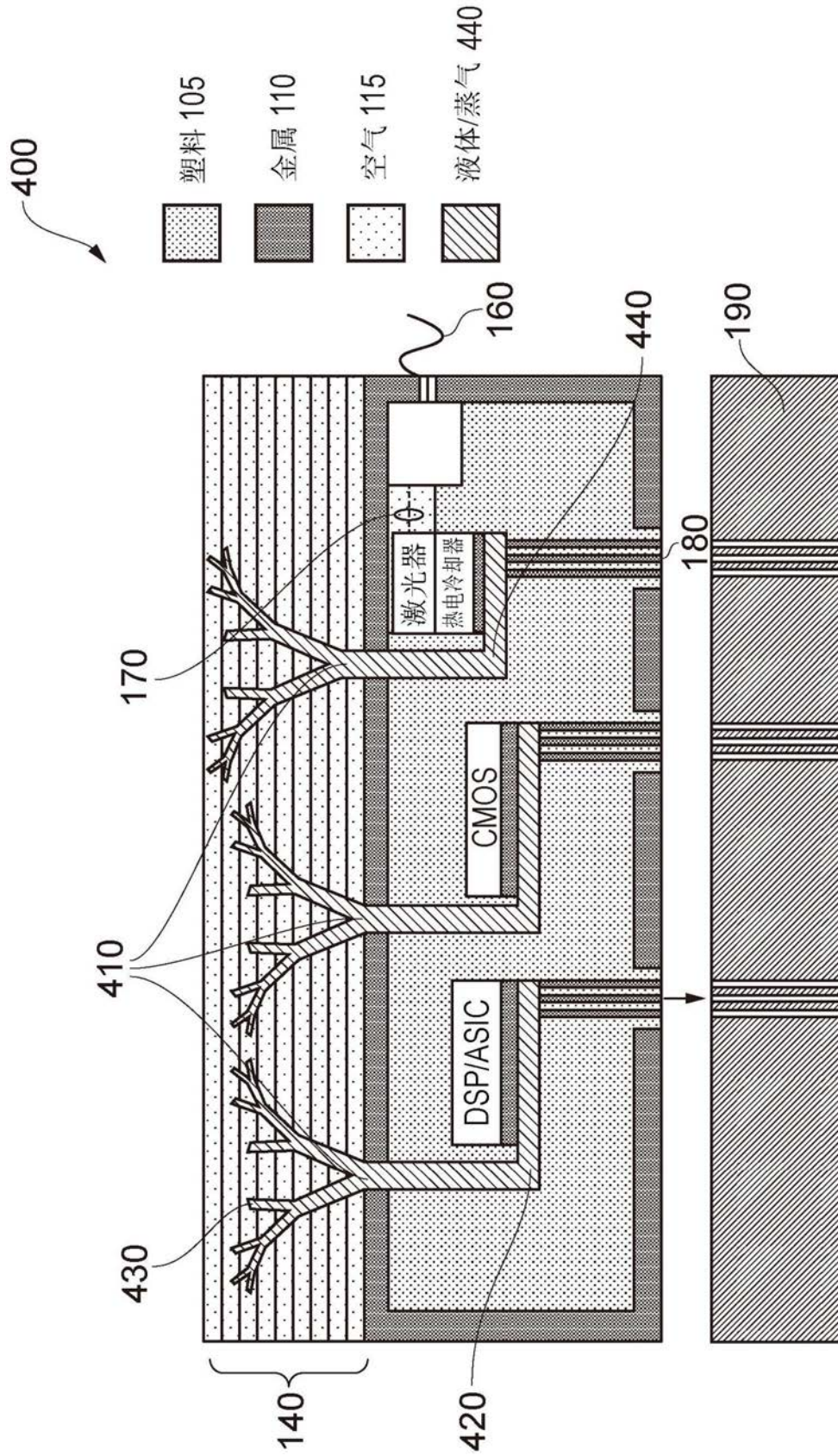


图4