



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110261974 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 10

(21) 申请号 201910603393.8

(22) 申请日 2019.07.05

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110261974 A

(43) 申请公布日 2019.09.20

(73) 专利权人 上海先方半导体有限公司
地址 200000 上海市浦东新区自由贸易试
验区创新西路778号

(72) 发明人 薛海韵 曹立强

(74) 专利代理机构 上海智晟知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 31313
专利代理师 张东梅

(51) Int. Cl.
G02B 6/42 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 103278894 A, 2013.09.04
- CN 104635308 A, 2015.05.20
- CN 104898215 A, 2015.09.09
- CN 105403963 A, 2016.03.16
- CN 1430732 A, 2003.07.16
- CN 209879081 U, 2019.12.31
- KR 20030071425 A, 2003.09.03
- US 2005224946 A1, 2005.10.13

审查员 黄白琳

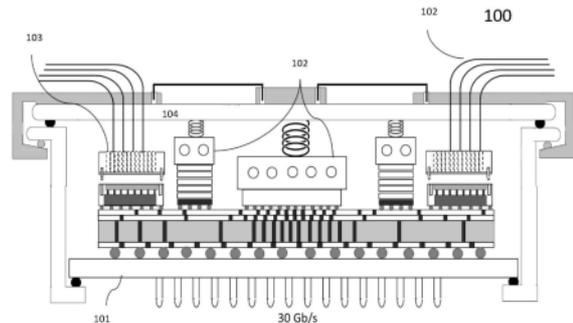
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种光互连模块以及包含光互连模块的系统

(57) 摘要

本发明公开了一种光互连模块,包括:可插拔光纤模组板,包括:光纤连接器,所述光纤连接器具有贯穿顶面和底面的第一通孔,用于容纳并精准定位光纤;多个对准插针,所述对准插针设置在光纤连接器的底部;以及光学输入输出转接板,所述光学输入输出转接板包括:多个插孔,每个插孔与对准插针对应,通过将对准插针插入插孔221实现光学输入输出转接板与可插拔光纤模组板的精确耦合;嵌入在光学输入输出转接板内的光芯片,所述光芯片的有源区与穿过光纤连接器的光纤耦合;设置在光芯片下方的电芯片,所述光芯片电连接到所述电芯片。



1. 一种光互连模块,包括:

可插拔光纤模组板,包括:光纤连接器,所述光纤连接器具有贯穿顶面和底面的第一通孔,用于容纳并精准定位光纤;多个对准插针,所述对准插针设置在光纤连接器的底部;以及

光学输入输出转接板,所述光学输入输出转接板包括:多个插孔,每个插孔与对准插针对应,通过将对准插针插入插孔实现光学输入输出转接板与可插拔光纤模组板的精确耦合;嵌入在光学输入输出转接板内的光芯片,所述光芯片的有源区与穿过光纤连接器的光纤耦合;设置在光芯片下方的电芯片,所述光芯片电连接到所述电芯片,

其中所述光学输入输出转接板还包括设置在顶层的多孔层,所述多孔层具有多个第二通孔,来自光纤连接器的光纤从多孔层顶面插入第二通孔,多孔层的底面具有重布线层,所述光芯片的有源区面向多孔层的底部,倒装焊接在重布线层上,

其中光学输入输出转接板还包括覆盖在光芯片的有源区上的玻璃基板,所述光芯片的有源区倒装焊接在所述玻璃基板上,所述玻璃基板带有外围再布线层和焊盘,电芯片的顶面具有聚合物再布线层,在外围再布线层和焊盘和聚合物再布线层之间具有电互连结构,用于光芯片与电芯片的电学互连。

2. 如权利要求1所述的光互连模块,其特征在于,所述可插拔光纤模组板还包括止动板,所述止动板紧邻光纤连接器底面,对准插针从光纤连接器的底面穿过止动板。

3. 如权利要求1所述的光互连模块,其特征在于,所述光芯片是多个光器件的阵列。

4. 如权利要求1所述的光互连模块,其特征在于,所述可插拔光纤模组板还包括临时终点挡板,所述临时终点挡板紧邻光纤连接器底面。

5. 如权利要求4所述的光互连模块,其特征在于,所述临时终点挡板是100微米厚的玻璃板,并且玻璃板上带有微透镜阵列。

6. 如权利要求1所述的光互连模块,其特征在于,所述可插拔光纤模组板和所述光学输入输出转接板之间具有接触停止点或垫片。

7. 如权利要求1所述的光互连模块,其特征在于,在所述光芯片的外围具有边缘电互连转接块,所述电芯片的顶面具有重布线层,边缘电互连转接块与重布线层形成电连接。

8. 一种包含如权利要求1至7中任一项所述的光互连模块的系统,包括:

插孔板;

设置在插孔板上的多层电路板,光学输入输出转接板电连接在所述多层电路板上;

光纤带,通过顶盖连接到可插拔光纤模组板;以及

冷却装置,用于对所述系统进行冷却。

一种光互连模块以及包含光互连模块的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光电混合封装技术领域,更具体而言,本发明涉及一种光互连模块以及包含光互连模块的系统。

背景技术

[0002] 随着计算机产业的快速发展,信息处理的速度与容量已成为该领域评估优劣的标准,尤其是传输速度的提高,计算机主机内的芯片得以配合周边设备不断扩充其功能。

[0003] 光耦合是限制光电转换实现高效解决的至关重要的关键技术点。光学耦合和封装是光电集成、光模块成本组成占比较大的部分。在光耦合中,较之单芯耦合技术,多芯器件和MCF之间的对准难度更大大,效率很低,限制集成度。

[0004] 目前针对超算的峰值计算速度、持续计算速度以及综合技术水平处于国际领先地位,例如超级计算机“天河二号”是中国超级计算技术发展取得的重大进展。双向的超高速光模块、甚至百Tbps高带宽容量的光互连成为需求。

[0005] 目前对于此类需求,目前只有极少数百Tbps传输的研究,且业内并没有完整的解决方案。即使是更低容量的光互连系统,也普遍存在耦合难度大,组装成本高,集成度不够等诸多难题。

发明内容

[0006] 本发明旨在解决大容量光互连传输,通过本发明的实施例公开的装配装置将大阵列多芯垂直腔面发射激光器(vcse1)和多芯PIN光电二极管(PD)贴装于其表面,最终可实现超级计算机互连、超大容量服务器机房内机柜和板卡之间的数据交换,便于集成组装。

[0007] 根据本发明的一个实施例,一种光互连模块,包括:

[0008] 可插拔光纤模组板,包括:光纤连接器,所述光纤连接器具有贯穿顶面和底面的第一通孔,用于容纳并精准定位光纤;多个对准插针,所述对准插针设置在光纤连接器的底部;以及

[0009] 光学输入输出转接板,所述光学输入输出转接板包括:多个插孔,每个插孔与对准插针对应,通过将对准插针插入插孔221实现光学输入输出转接板与可插拔光纤模组板的精确耦合;嵌入在光学输入输出转接板内的光芯片,所述光芯片的有源区与穿过光纤连接器的光纤耦合;设置在光芯片下方的电芯片,所述光芯片电连接到所述电芯片。

[0010] 在本发明的一个实施例中,所述可插拔光纤模组板还包括止动板,所述止动板紧邻光纤连接器底面,对准插针从光纤连接器的底面穿过止动板。

[0011] 在本发明的一个实施例中,所述光芯片是多个光器件的阵列。

[0012] 在本发明的一个实施例中,所述可插拔光纤模组板还包括临时终点挡板,所述临时终点挡板紧邻光纤连接器底面。

[0013] 在本发明的一个实施例中,所述临时终点挡板是100微米厚的玻璃板,并且玻璃板上带有微透镜阵列。

[0014] 在本发明的一个实施例中,光学输入输出转接板还包括覆盖在光芯片的有源区上的玻璃基板,所述光芯片的有源区倒装焊接在所述玻璃基板上,所述玻璃基板带有外围再布线层和焊盘,电芯片的顶面具有聚合物再布线层,在外围再布线层和焊盘和聚合物再布线层之间具有电互连结构,用于光芯片与电芯片的电学互连。

[0015] 在本发明的一个实施例中,所述可插拔光纤模组板和所述光学输入输出转接板之间具有接触停止点或垫片。

[0016] 在本发明的一个实施例中,所述光学输入输出转接板还包括设置在顶层的多孔层,所述多孔层具有多个第二通孔,来自光纤连接器的光纤从多孔层顶面插入第二通孔,多孔层的底面具有重布线层,所述光芯片的有源区面向多孔层的底部,倒装焊接在重布线层上。

[0017] 在本发明的一个实施例中,在所述光芯片的外围具有边缘电互连转接块,所述电芯片的顶面具有重布线层,边缘电互连转接块与重布线层形成电连接。

[0018] 根据本发明的另一个实施例,提供一种包含光互连模块的系统,包括:

[0019] 插孔板;

[0020] 设置在插孔板上的多层电路板,光学输入输出转接板电连接在所述多层电路板上;

[0021] 光纤带,通过顶盖连接到可插拔光纤模组板;以及

[0022] 冷却装置,用于对所述系统进行冷却。

[0023] 通过本发明公开的载板结构方案可以在单模块内实现不低于256Tbps的数据信号发射和256Tbps数据信号接收。该结构容许通过一次对准实现超大容量光互连,简单快速光学耦合,核心载板可以通过后道CMOS工艺实现加工制造。同时,使用该载板方案的光互连模块具有散热快、组装简单、稳定等优点。

附图说明

[0024] 为了进一步阐明本发明的各实施例的以上和其它优点和特征,将参考附图来呈现本发明的各实施例的更具体的描述。可以理解,这些附图只描绘本发明的典型实施例,因此将不被认为是对其范围的限制。在附图中,为了清楚明了,相同或相应的部件将用相同或类似的标记表示。

[0025] 图1示出根据本发明的一个实施例的超大容量光互连系统100的截面示意图。

[0026] 图2示出根据本发明的一个实施例的超大容量光互连模块200的截面示意图。

[0027] 图3示出根据本发明的6核VCSEL型光器件的示意图。

[0028] 图4示出根据本发明的一个实施例的超大容量光互连模块400的截面示意图。

[0029] 图5示出根据本发明的一个实施例的超大容量光互连模块500的截面示意图。

[0030] 图6示出根据本发明的一个实施例的超大容量光互连系统600的截面示意图。

具体实施方式

[0031] 在以下的描述中,参考各实施例对本发明进行描述。然而,本领域的技术人员将认识到可在没有或一个或多个特定细节的情况下或者与其它替换和/或附加方法、材料或组件一起实施各实施例。在其它情形中,未示出或未详细描述公知的结构、材料或操作以免使本

发明的各实施例的诸方面晦涩。类似地,为了解释的目的,阐述了特定数量、材料和配置,以便提供对本发明的实施例的全面理解。然而,本发明可在没有特定细节的情况下实施。此外,应理解附图中示出的各实施例是说明性表示且不一定按比例绘制。

[0032] 在本说明书中,对“一个实施例”或“该实施例”的引用意味着结合该实施例描述的特定特征、结构或特性被包括在本发明的至少一个实施例中。在本说明书各处中出现的短语“在一个实施例中”并不一定全部指代同一实施例。

[0033] 图1示出根据本发明的一个实施例的超大容量光互连系统100的截面示意图。超大容量光互连系统100包括插孔板101、设置在插孔板101上的多层电路板。多层电路板的表面和内部具有一层或多层电气互连的金属传输线,满足光器件和电芯片或者其余电学匹配电路的电气互连。多层电路板中的一层或多层金属导线通过导电金属通孔实现正反面电学互连。处理器、存储器等光芯片和/或电芯片焊接在电路板的金属焊盘上。光芯片和/或电芯片可通过芯片倒装焊工艺或引线键合工艺焊接在电路板的金属焊盘上。光纤带102通过顶盖104连接到可插拔光纤模组板103,可插拔光纤模组板103带有精准定位的光学通孔,可以满足(单)多核的面发射和面接收光器件和单(多)核光纤或者光栅等无源光耦合,可插拔光纤模组板103通过连接器固定在芯片上方,实现光纤与芯片的耦合。超大容量光互连系统100内还设置有接触冷却板105。接触冷却板105内设置有流体通道。

[0034] 图2示出根据本发明的一个实施例的超大容量光互连模块200的截面示意图。如图2所示,超大容量光互连模块200包括可插拔光纤模组板210和与可插拔光纤模组板210耦合的光学输入输出转接板220。

[0035] 可插拔光纤模组板210包括光纤连接器211、对准插针212、止动板213。光纤连接器211可以由模塑塑料制成。光纤连接器211具有贯穿顶面和底面的通孔214,用于容纳并精准定位光纤。在本发明的一个实施例中,通孔214的直径为250微米。对准插针212设置在光纤连接器211的底部。止动板213紧邻光纤连接器211底面。对准插针212从光纤连接器211的底面穿过止动板213。

[0036] 光学输入输出转接板220上具有多个插孔221,每个插孔221与对准插针212对应,通过将对准插针212插入插孔221实现光学输入输出转接板220与可插拔光纤模组板210的精确耦合。光芯片222设置在光学输入输出转接板220的顶层。

[0037] 光芯片222顶面具有感光区,感光区与可插拔光纤模组板210上的光纤耦合。光芯片222的顶面或底面具有焊盘或焊球,与下方的电芯片224形成电连接。

[0038] 图3示出根据本发明的6核VCSEL型光器件的示意图。如图3所示,6核光器件601均匀排布在第一圆圈603内。第一圆圈603的直径约为125微米。光器件601的直径约为26微米。外接焊球604分布在第二圆圈605内。外接焊球604的直径约为50微米。第二圆圈605的直径约为250微米。本领域的技术人员应该理解,图3仅仅是以示意的方式示出多核光器件的尺寸和排布方式。本发明的保护范围不限于此,本发明的多核光器件的尺寸和排布方式可根据实际的需要进行任意修改和设置。

[0039] 在本发明的具体实施例中,光芯片222可以是阵列型光芯片,例如,1×12阵列的VCSEL和1×12阵列的PIN。换言之,光芯片222包含1×12个图3所示的6核VCSEL型光器件所排列的阵列。每个光器件通道间距为250um,单个通道为一个6核器件。同样,电芯片224可以是相匹配的1×12VCSEL阵列驱动器和1×12光电二极管放大器/TIA阵列。光芯片222和电芯

片224可通过SOI CMOS工艺、埋入工艺或扇出工艺来制造。

[0040] 在本发明的具体实施例中,每个光器件可以是 1×12 阵列VCSEL和PD,搭配与之匹配的激光器驱动芯片和探测器放大电路芯片,实现光互连。按照目前器件常规规格,如果单核的传输速率为28Gbit/s (NRZ),需用所述光模块系统即可实现 $28\text{Gbit/s} \times 6 \times 12 = 2016\text{Gbit/s}$ 数据互连。更进一步地,本发明提供可插拔塑料光纤模板组,例如 4×12 的MT接头,更可以实现 $2016\text{Gbit/s} \times 4 = 8064\text{Gbit/s}$,除了可以通过增加通道数另一方面还可通过优化单核速率,实现总吞吐量的大幅扩展,为百T数据互连提供一种可能的解决方案。

[0041] 图4示出根据本发明的一个实施例的超大容量光互连模块400的截面示意图。如图4所示,超大容量光互连模块400包括可插拔光纤模组板410和与可插拔光纤模组板410耦合的光学输入输出转接板420。

[0042] 可插拔光纤模组板410包括光纤连接器411、对准插针412、临时终点挡板413。光纤连接器411可以由模塑塑料制成。光纤连接器411具有贯穿顶面和底面的通孔414,用于容纳并精准定位光纤。对准插针412设置在光纤连接器411的底部。临时终点挡板413紧邻光纤连接器411底面。临时终点挡板413可以是100微米的玻璃,可以带有微透镜阵列,以便在必要时实现多核光纤的良好匹配。

[0043] 光学输入输出转接板420上具有多个插孔421,每个插孔421与对准插针412对应,通过将对准插针412插入插孔421实现光学输入输出转接板420与可插拔光纤模组板410的精确耦合。光学输入输出转接板420与可插拔光纤模组板410耦合的面上具有停止点427。

[0044] 光芯片422设置在光学输入输出转接板420的顶层。光芯片422的有源区有源区面向光纤连接器411的底部。玻璃基板423覆盖在光芯片的有源区上,光芯片422的有源区倒装焊接在玻璃基板423上。玻璃基板423带有外围再布线层和焊盘426,电芯片的顶面具有聚合物再布线层427,保证光芯片与底端硅基集成电路芯片424的电学互连428。电芯片424通过焊球电连接到模块再布线层425,用于将电信号引出到外部装置。

[0045] 图5示出根据本发明的一个实施例的超大容量光互连模块500的截面示意图。如图5所示,超大容量光互连模块500包括可插拔光纤模组板510和与可插拔光纤模组板510耦合的光学输入输出转接板520。在本发明的上述以及后续实施例中所涉及的光纤可以是单芯或者多芯。

[0046] 可插拔光纤模组板510包括光纤连接器511、对准插针512。光纤连接器511可以由模塑塑料制成。光纤连接器511具有贯穿顶面和底面的通孔,用于容纳并精准定位光纤515。光纤515具有芯层、包层、涂覆层、和外围保护层。对准插针512设置在光纤连接器511的底部。

[0047] 光学输入输出转接板520上具有多个插孔521,每个插孔521与对准插针512对应,通过将对准插针512插入插孔521实现光学输入输出转接板520与可插拔光纤模组板510的精确耦合。光学输入输出转接板520与可插拔光纤模组板510耦合的面上具有垫片527。

[0048] 多孔层528设置在光学输入输出转接板520的顶层。多孔层528具有多个通孔,来自光纤连接器511的光纤从多孔层528顶面插入。多孔层528的底面具有重布线层,光芯片522的有源区面向多孔层528的底部,倒装焊接在重布线层上。在光芯片522的外围具有边缘电互连转接块529,连接在硅基集成电路芯片524顶面的重布线层524上,用于在光芯片与底端硅基集成电路芯片524之间形成电学互连。电芯片524通过焊球电连接到模块基板525,用于

将电信号引出到外部装置。

[0049] 图6示出根据本发明的一个实施例的超大容量光互连系统600的截面示意图。超大容量光互连系统600包括插孔板601、设置在插孔板601上的多层电路板。多层电路板的表面和内部具有一层或多层电气互连的金属传输线,满足光器件和电芯片或者其余电学匹配电路的电气互连。多层电路板中的一层或多层金属导线通过导电金属通孔实现正反面电学互连。处理器、存储器等光芯片和/或电芯片焊接在电路板的金属焊盘上。光芯片和/或电芯片可通过芯片倒装焊工艺或引线键合工艺焊接在电路板的金属焊盘上。光纤带602通过顶盖604连接到可插拔光纤模组板603,可插拔光纤模组板603带有精准定位的光学通孔,可以满足(单)多核的面发射和面接收光器件和单(多)核光纤或者光栅等无源光耦合,可插拔光纤模组板603通过连接器固定在芯片上方,实现光纤与芯片的耦合。超大容量光互连系统600内还设置有冷却流体出入口605,通过向系统内部排入冷却液体,实现两相流体浸泡冷却。

[0050] 尽管上文描述了本发明的各实施例,但是,应该理解,它们只是作为示例来呈现的,而不作为限制。对于相关领域的技术人员显而易见的是,可以对其做出各种组合、变型和改变而不背离本发明的精神和范围。因此,此处所公开的本发明的宽度和范围不应被上述所公开的示例性实施例所限制,而应当仅根据所附权利要求书及其等同替换来定义。

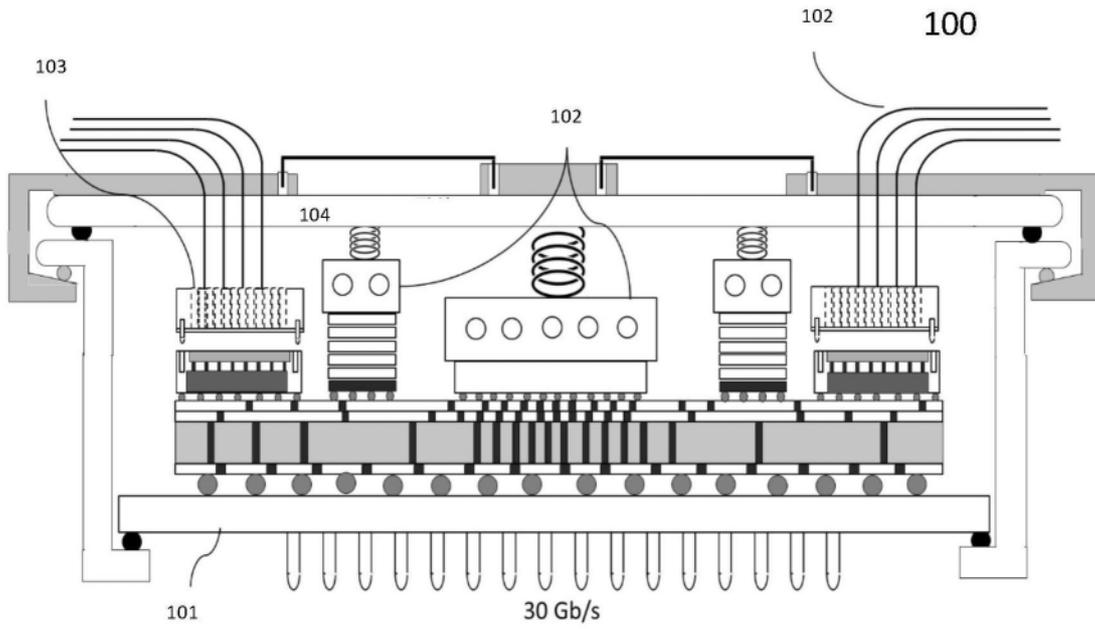


图1

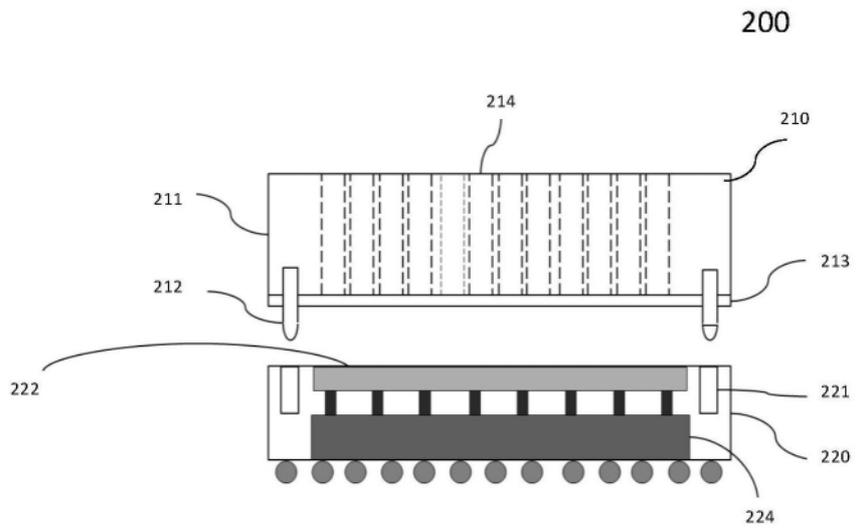


图2

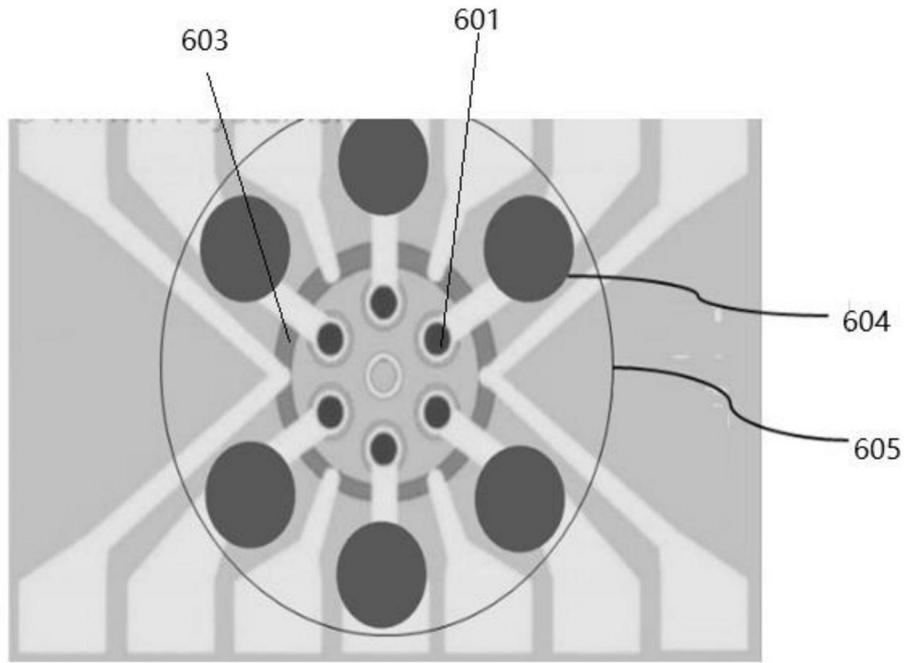


图3

400

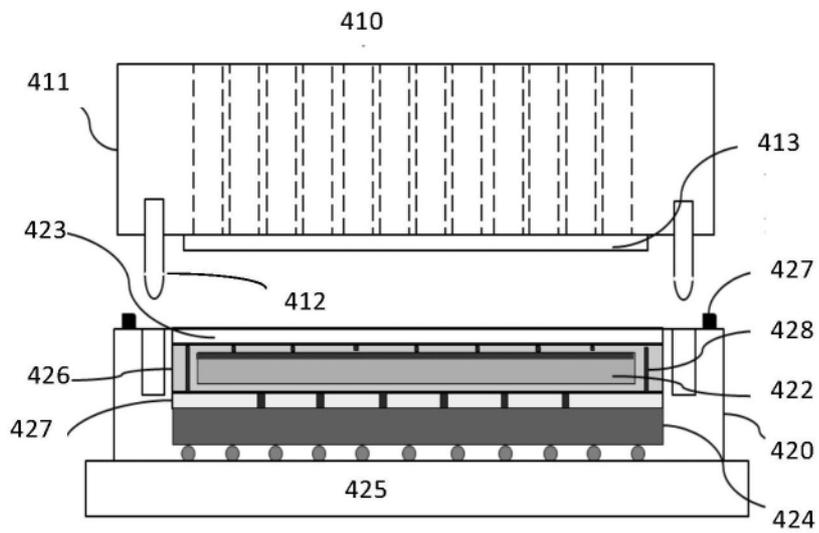


图4

500

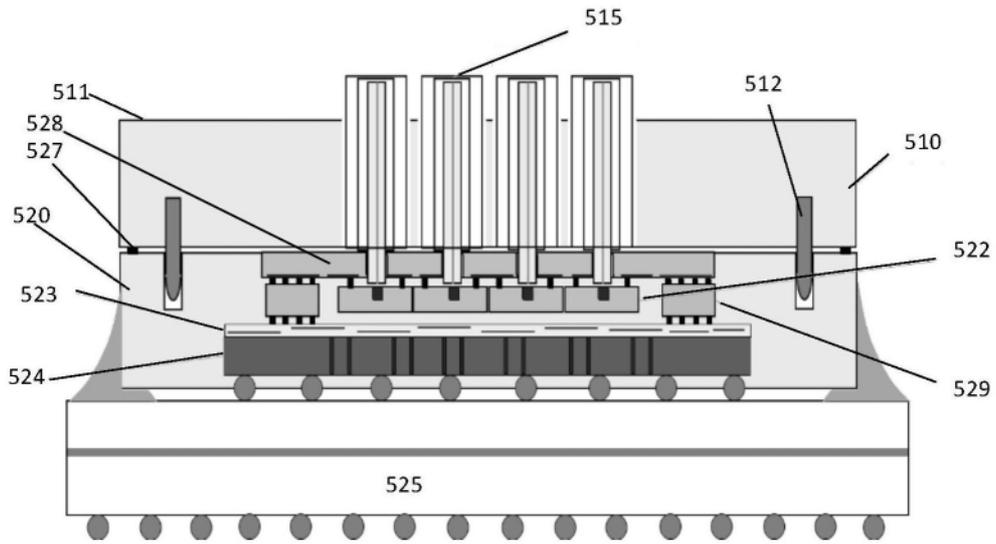


图5

600

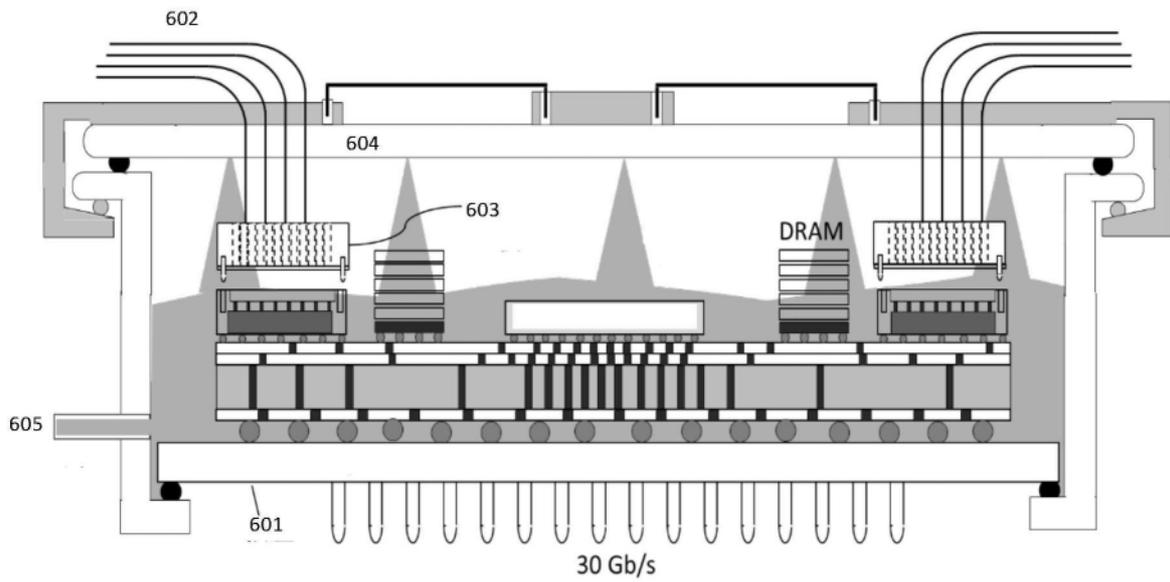


图6