

## 说明书

### 发明名称: 一种光模块

[0001] 本申请要求于2023年11月7日提交中国专利局、申请号为202322995951.4、发明名称为“一种光模块”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

[0002] 本申请涉及光通信设备技术领域，具体涉及一种光模块。

### 背景技术

[0003] 近年来，数据中心、高性能计算、5G通信等新兴技术的发展对信息传输速率提出了更高需求。因此，市场对作为通信系统重要器件的光收发模块（以下简称光模块）速率有更高的要求，导致光模块功耗大幅度提升。与此同时，国家“双碳”战略与国际对于节能减碳的追求使得降低数据中心的能耗势在必行。据2019年中国数据中心能耗统计，使用风冷技术的传统数据中心约43%的能耗用于散热，几乎与设备自身能耗持平。因此，通过提高散热效率来降低相关能耗、控制数据中心运营成本已势在必行。

[0004] 作为目前最具代表性的先进制冷方案，浸没式液冷是近期相关行业众所瞩目的焦点技术。为适应此形势，市场正迫切需求开发适用于浸没式液体制冷的光模块。现有的风冷光模块由于无法对光路进行有效密封，制冷剂液体以及制冷器蒸汽渗透容易对光学性能造成影响。

### 实用新型内容

[0005] 本申请提供一种光模块，能够对光学组件进行有效密封且具有良好的密封效果。

[0006] 本申请提供一种光模块。该光模块包括电路板。该光模块还包括光学组件，光学组件包括光学引擎以及光纤连接器，光学引擎设置于电路板，光纤连接器与光学引擎光学连通。该光模块还包括密封罩组件，密封罩组件设置于电路板，且密封罩组件罩设于光学引擎以及光纤连接器的外周。该光模块还包括灌封组

件，灌封组件设置于电路板，且灌封组件罩设于密封罩组件的外周，密封罩组件与灌封组件用于配合将光学引擎以及光纤连接器密封于电路板。

- [0007] 在本申请的一实施例中，密封罩组件包括：密封罩，包括第一罩体部以及第二罩体部，第一罩体部位于光学引擎以及光纤连接器背离电路板的一侧，第二罩体部围设于光学引擎以及光纤连接器的四周，第一罩体部通过第二罩体部与电路板连接。
- [0008] 在本申请的一实施例中，密封罩组件还包括：第一连接体，第二罩体部与电路板之间通过第一连接体固定连接。
- [0009] 在本申请的一实施例中，光学组件还包括：光纤，与光纤连接器连接；密封罩组件还包括：密封垫片，与第二罩体部连接；其中，第二罩体部具有第一出纤口，密封垫片密封第一出纤口；密封垫片上开设有第一出纤孔，第一出纤孔小于第一出纤口，光纤穿设于第一出纤孔且与密封垫片密封连接。
- [0010] 在本申请的一实施例中，第二罩体部还具有密封槽，第一出纤口连通至密封槽的槽底，密封垫片嵌设于密封槽中以密封第一出纤口。
- [0011] 在本申请的一实施例中，灌封组件包括：围栏，围设于密封罩组件的四周，以围出灌封腔；以及灌封体，容置于灌封腔中，且灌封体罩设于密封罩组件的外周。
- [0012] 在本申请的一实施例中，光学组件还包括：光纤，与光纤连接器连接；灌封组件还包括：密封衬套，与围栏连接；其中，围栏具有第二出纤口，密封衬套密封第二出纤口；密封衬套上开设有第二出纤孔，第二出纤孔小于第二出纤口，光纤穿设于第二出纤孔且与密封衬套密封连接。
- [0013] 在本申请的一实施例中，密封衬套包括主体部、第一密封部以及第二密封部，第一密封部以及第二密封部分别位于主体部的相对两侧，且第一密封部与第二密封部之间形成卡合槽，围栏上邻接第二出纤口的部分嵌设于卡合槽中以形成密封。
- [0014] 在本申请的一实施例中，围栏上邻接第二出纤口的部分过盈地嵌设于卡合槽中。
- [0015] 在本申请的一实施例中，密封衬套为柔性结构。

- [0016] 在本申请的一实施例中，灌封组件还包括：第二连接体，围栏与电路板之间通过第二连接体固定连接。
- [0017] 在本申请的一实施例中，光模块还包括：壳体，内部具有容置腔，电路板以及光学组件容置于容置腔中；其中，光学引擎包括透镜模组以及光发射芯片和/或光接收芯片，光发射芯片和/或光接收芯片设置于电路板，光发射芯片和/或光接收芯片通过透镜模组与光纤连接器光耦合。
- [0018] 本申请的有益效果是：区别于现有技术，本申请提供一种光模块。该光模块包括密封罩组件和灌封组件，密封罩组件罩设于光学组件的光学引擎以及光纤连接器的外周，灌封组件罩设于密封罩组件的外周，密封罩组件与灌封组件用于配合将光学引擎以及光纤连接器密封于电路板。换言之，本申请密封罩组件与灌封组件组成双层密封结构，能够对光学引擎以及光纤连接器进行有效密封，具有良好的密封效果，避免进入光模块的冷却液影响光学组件的光学性能，使得该光模块可适用于浸没式液冷环境中。

## 附图说明

- [0019] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0020] 图1是本申请光模块一实施例的结构示意图；
- [0021] 图2是本申请光模块一实施例的爆炸结构示意图；
- [0022] 图3是本申请密封罩组件一实施例的爆炸结构示意图；
- [0023] 图4是本申请围栏一实施例的结构示意图；
- [0024] 图5是本申请密封衬套一实施例的结构示意图；
- [0025] 图6a-6b是本申请光学组件的密封过程中各步骤的结构示意图。
- [0026] 附图标记说明：
- [0027] 10 光模块；12 电路板；13 光学组件；131 光学引擎；132 光纤连接器；133 光纤；14 密封罩组件；141 密封罩；1411 第一罩体部；1412 第二罩体部；1413 第一出纤口；1414 密封槽；142 密封垫片；1421 第一出纤孔；15 灌封组件；151

围栏；1511 第二出纤口；152 灌封腔；153 灌封体；154 密封衬套；1541 第二出纤孔；1542 主体部；1543 第一密封部；1544 第二密封部；1545 卡合槽。

## 具体实施方式

- [0028] 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本申请保护的范围。此外，应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本申请，并不用于限制本申请。在本申请中，在未作相反说明的情况下，使用的方位词如“上”、“下”、“左”、“右”通常是指装置实际使用或工作状态下的上、下、左和右，具体为附图中的图面方向。
- [0029] 在本申请中，除非另有明确的规定和限定，术语“相连”、“连接”、“层叠”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。
- [0030] 本申请提供一种光模块，以下分别进行详细说明。需要说明的是，以下实施例的描述顺序不作为对本申请实施例优选顺序的限定。且在以下实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中未详述的部分，可以参见其它实施例的相关描述。
- [0031] 请参阅图1和图2，图1是本申请光模块一实施例的结构示意图，图2是本申请光模块一实施例的爆炸结构示意图。其中，图1和图2省去了壳体。
- [0032] 在一实施例中，光模块10包括壳体。壳体为光模块10的基础载体，对光模块10的其余零部件至少起到承载及保护的作用。其中，壳体内部具有与外部连通的容置腔。
- [0033] 光模块10还包括电路板12。电路板12容置于容置腔中。电路板12集成有逻辑控制电路，电路板12用于与外部的通信设备连接，且电路板12还应用于实现光模块10的光电转换功能。需要说明的是，本实施例电路板12所处的容置腔与壳体的外

部连通，使得冷却液可进入容置腔并能够接触电路板12以进行散热，极大地提高电路板12上功耗器件的散热效率，即本实施例光模块10可应用浸没式液冷的散热方案，具有较高的散热效率。

[0034] 光模块10还包括光学组件13。光学组件13容置于容置腔中，且光学组件13设置于电路板12。光学组件13用于实现光电信号转换，外部光信号通过光学组件13转换成电信号并传输至电路板12，经电路板12上传给外部通信设备；电路板12从外部通信设备接收指令并处理为相应电信号发送给光学组件13，通过光学组件13转换为光信号并传输至外部光传输线缆。其中，光学组件13包括光学引擎131（Optical Engine，OE）、光纤连接器132以及光纤133。光学引擎131、光纤连接器132以及光纤133依次光学连通，且光纤133还用于与外部传输光纤/光缆光学连通，光纤133的端部通过光纤连接器132固定于光学引擎131。该实施例中，光学引擎131包括设置于电路板12上的光发射芯片和/或光接收芯片，以及罩设于光发射芯片和/或光接收芯片上的透镜模组，透镜模组朝向电路板12一侧具有用于避让光发射芯片和/或光接收芯片的避让腔，透镜模组朝向光纤连接器132的一侧具有与光纤连接器132对接的接口以及耦合透镜，光纤连接器132与透镜模组固定连接并相互光耦合连通。光学连通定义为建立光学连通关系的两者之间具有光信号传输通道，能够进行光信号交互。

[0035] 对于上述本实施例光模块10应用于浸没式液冷的散热方案的环境中时，考虑到进入容置腔的冷却液如若进入光路会造成光学性能衰减，因此本实施例需要对光学组件13进行有效密封。有鉴于此，光模块10还包括密封罩组件14和灌封组件。密封罩组件14设置于电路板12，且密封罩组件14罩设于光学引擎131以及光纤连接器132的外周，密封罩组件14用于对光学引擎131以及光纤连接器132进行保护。灌封组件15罩设于密封罩组件14的外周，对密封罩组件14及其内的光学引擎131以及光纤连接器132密封于电路板12上，即密封罩组件14与灌封组件15一起配合将光学引擎131以及光纤连接器132密封于电路板12，从而有效防止进入容置腔的冷却液或冷却液蒸汽渗入光学引擎131及光路内。上述灌封组件15，顾名思义，其包括通过灌封方式形成的胶体（即下文阐述的灌封体153），该胶体能够起到密封作用。灌封组件15设置于电路板12，且灌封组件15罩设于密封罩组件14

的外周，灌封组件15用于对密封罩组件14及其内的光学引擎131以及光纤连接器132进行密封。光纤连接器132所连接的光纤133从密封罩组件14与灌封组件15中伸出以与外部光纤或光缆光学连通。

[0036] 通过上述方式，本实施例密封罩组件14与灌封组件15组成双层密封结构，能够对光学引擎131以及光纤连接器132进行有效密封，避免进入容置腔的冷却液影响光学组件13的光学性能。并且，本申请密封罩组件14罩设于光学引擎131以及光纤连接器132的外周，意味着密封罩组件14对光学引擎131以及光纤连接器132的顶部以及四周均能够有效保护，具有良好的密封效果，这意味着本实施例光模块10通过密封罩组件14与灌封组件15组成双层密封结构即可满足密封要求，而现有技术中的光模块10则需要设置更多层数的密封结构以满足密封要求，因此本实施例密封罩组件14与灌封组件15组成的密封系统整体具有较小的体积，密封区域小，有利于提高光模块10内部空间的利用率。

[0037] 风冷光模块由于整体缺乏有效的密封手段，导致风冷光模块无法有效抵御冷却液渗入，特别是在双相液冷环境中，需要有效防止制冷剂液体和制冷剂蒸汽的侵入，一旦制冷剂液体和制冷剂蒸汽进入光路，势必会造成光学性能衰减。并且，光模块无法通过外壳密封的方式来密封光模块，这是因为外壳结构复杂且易变形，密封效果难以保障，并且外壳密封后制冷剂无法进入光模块以直接接触功耗芯片，散热效果也大打折扣。

[0038] 请一并参阅图3，图3是本申请密封罩组件一实施例的爆炸结构示意图。下文对本申请实施例的密封罩组件14进行阐述。

[0039] 在一实施例中，密封罩组件14包括密封罩141，密封罩141罩设于光学引擎131以及光纤连接器132的外周，以对光学引擎131以及光纤连接器132进行密封。具体地，密封罩141包括第一罩体部1411以及第二罩体部1412。第一罩体部1411通过第二罩体部1412与电路板12连接，第二罩体部1412围设于第一罩体部1411的四周。第一罩体部1411与第二罩体部1412可以为一体结构以形成密封连接，或者第一罩体部1411与第二罩体部1412是分体组装结构，二者通过密封胶或是焊接等方式形成密封连接。第一罩体部1411位于光学引擎131以及光纤连接器132背离电路板12的一侧，即第一罩体部1411用于对光学引擎131以及光纤连接器132的顶部进

行密封。第二罩体部1412围设于光学引擎131以及光纤连接器132的四周，第二罩体部1412用于对光学引擎131以及光纤连接器132的四周进行密封。

[0040] 进一步地，密封罩组件14还包括第一连接体，第二罩体部1412与电路板12之间通过第一连接体固定连接。第二罩体部1412与电路板12之间可以通过点胶或是焊接等方式进行连接，即第一连接体为点胶方式形成的胶体或是焊接方式形成的焊缝。本实施例在将密封罩141设置于电路板12后通过灌封胶体形成灌封组件15，因此第二罩体部1412与电路板12之间的连接方式可以具有密封效果，以在形成灌封组件15的过程中避免胶体渗入密封罩141的内部。当然，在本申请的其他实施例中，由于第二罩体部1412与电路板12之间的间隙较小，灌封胶体较难通过该间隙渗入，因此第二罩体部1412与电路板12之间也可以不采用密封连接，在此不做限定。

[0041] 进一步地，第二罩体部1412具有第一出纤口1413，光纤连接器132所连接的光纤133从第一出纤口1413伸出。密封罩组件14还包括密封垫片142，密封垫片142与第二罩体部1412连接，密封垫片142密封第一出纤口1413。密封垫片142与第二罩体部1412之间可以通过机械卡合结构连接，且密封垫片142与第二罩体部1412之间的连接方式具有一定的密封效果，使得密封垫片142密封第一出纤口1413。密封垫片142上开设有第一出纤孔1421。光纤133穿设于第一出纤孔1421且与密封垫片142密封连接。密封垫片142可以为柔性结构，密封垫片142与光纤133之间过盈配合，使得密封垫片142与光纤133密封连接。通过前述方式，能够降低灌封胶体以及冷却液渗入密封罩141内部的风险。该实施例中，密封垫片142可于光纤连接器132之前套设于光纤上；或者，密封垫片142设有连通第一出纤孔1421的光纤嵌入通道，用于在光纤连接器132与光纤连接后将光纤通过该光纤嵌入通道嵌入密封垫片142的第一出纤孔1421内。

[0042] 需要说明的是，第一出纤孔1421小于第一出纤口1413。换言之，第一出纤口1413较大，能够方便光纤133通过第一出纤口1413穿出，进而方便密封罩组件14的装配作业，而第一出纤孔1421较小，有利于保证密封垫片142与光纤133之间的密封效果。

- [0043] 更进一步地，第二罩体部1412还具有密封槽1414，第一出纤口1413连通至密封槽1414的槽底，密封垫片142嵌设于密封槽1414中以密封第一出纤口1413。如此一来，本实施例密封垫片142嵌设于密封槽1414中，能够尽可能避免密封垫片142对密封罩组件14的整体体积造成明显影响，有利于保证密封罩组件14整体具有较小的体积，进而有利于提高光模块10内部空间的利用率。
- [0044] 请一并参阅图4和图5，图4是本申请围栏一实施例的结构示意图，图5是本申请密封衬套一实施例的结构示意图。下文对本申请实施例的灌封组件15进行阐述。
- [0045] 在一实施例中，灌封组件15包括围栏151，围栏151围设于密封罩组件14的四周，以围出灌封腔152。灌封组件15还包括灌封体153，灌封体153容置于灌封腔152中，且灌封体153罩设于密封罩组件14的外周。本实施例通过围栏151在密封罩组件14的四周围出灌封腔152，围栏151的高度高于密封罩组件14的高度，之后将胶体灌入灌封腔152，使得胶体将密封罩组件14的顶部以及四周包裹住，之后胶体固化形成罩设于密封罩组件14外周的灌封体153。
- [0046] 进一步地，灌封组件15还包括第二连接体，围栏151与电路板12之间通过第二连接体固定连接。围栏151与电路板12之间可以通过点胶或是焊接等方式进行连接，即第二连接体为点胶方式形成的胶体或是焊接方式形成的焊缝。本实施例围栏151与电路板12之间的连接方式可以具有密封效果，以避免冷却液渗入围栏151的内部。当然，在本申请的其他实施例中，由于围栏151与电路板12之间的间隙较小，围栏151与电路板12之间也可以不采用密封连接，在此不做限定。
- [0047] 进一步地，围栏151具有第二出纤口1511，光纤连接器132所连接的光纤133从密封罩组件14伸出后再通过第二出纤口1511伸出。灌封组件15还包括密封衬套154，密封衬套154与围栏151连接，密封衬套154密封第二出纤口1511。本实施例围栏151与密封衬套154具有良好的密封效果，能够有效防止冷却液渗入以及防止灌封胶体外溢，并能够对光纤133起到保护作用。密封衬套154上开设有第二出纤孔1541，光纤133穿设于第二出纤孔1541且与密封衬套154密封连接。
- [0048] 需要说明的是，第二出纤孔1541小于第二出纤口1511。换言之，第二出纤口1511较大，能够方便光纤133通过第二出纤口1511穿出，进而方便围栏151的装配

作业，而第二出纤孔1541较小，有利于保证密封衬套154与光纤133之间的密封效果。

[0049] 具体地，密封衬套154包括主体部1542、第一密封部1543以及第二密封部1544。第一密封部1543以及第二密封部1544分别位于主体部1542的相对两侧，即密封衬套154整体呈哑铃状。第二出纤孔1541贯穿主体部1542、第一密封部1543以及第二密封部1544设置。第一密封部1543与第二密封部1544之间形成卡合槽1545，密封衬套154可以为柔性结构，围栏151上邻接第二出纤口1511的部分嵌设于卡合槽1545中以形成密封，具体可以是该部分过盈地嵌设于卡合槽1545中，如此能够保证密封衬套154与围栏151之间具有良好的密封效果，且密封衬套154便于与围栏151进行装配。

[0050] 需要说明的是，本申请实施例的连接位置较少，具体只需要将密封罩组件14胶粘或焊接固定于电路板12上，以及将围栏151胶粘或焊接固定于电路板12上，然后进行灌胶密封即可（即形成灌封体153），因此本申请实施例需要密封的缝隙较少，密封可靠性更高。

[0051] 并且，本申请实施例并不局限于密封罩组件14设置密封垫片142以及灌封组件15设置密封衬套154，在本申请的其他实施例中密封垫片142与密封衬套154的设置位置可以对调，即密封罩组件14设置密封衬套154以及灌封组件15设置密封垫片142，在此不做限定。当然，在本申请的其他实施例中，也可以省去密封垫片142以及密封衬套154，取而代之的是可以通过点胶等方式对光纤133的所处位置进行密封。

[0052] 请一并参阅图6a-6b，图6a-6b是本申请光学组件的密封过程中各步骤的结构示意图。下文对本申请实施例的光学组件13的密封过程进行阐述。

[0053] 如图6a所示。通过密封罩141将光学引擎131以及光纤连接器132罩设于电路板12。光纤连接器132所连接的光纤133从密封罩141上的第一出纤口1413伸出。之后，将密封垫片142安装于密封罩141上的密封槽1414，且光纤133从密封垫片142上的第一出纤孔1421伸出，且光纤133与密封垫片142过盈配合。如图6b所示。之后，将密封衬套154安装于围栏151，且将围栏151罩设于密封罩141的外周，光纤133从密封垫片142伸出后再通过围栏151上的第二出纤口1511以及密封衬套154上

的第二出纤孔1541伸出。之后，将灌封胶体灌封于围栏151围出的灌封腔152，最终形成灌封体153。至此，光学组件13的密封过程完成。

[0054] 综上所述，本申请提供一种光模块。该光模块包括密封罩组件和灌封组件，密封罩组件罩设于光学组件的光学引擎以及光纤连接器的外周，灌封组件罩设于密封罩组件的外周，密封罩组件与灌封组件用于配合将光学引擎以及光纤连接器密封于电路板。换言之，本申请密封罩组件与灌封组件组成双层密封结构，能够对光学引擎以及光纤连接器进行有效密封，具有良好的密封效果，避免进入光模块的冷却液影响光学组件的光学性能，使得该光模块可适用于浸没式液冷环境中。

[0055] 以上对本申请提供的光模块进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本申请的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

## 权利要求书

- [权利要求 1] 一种光模块，其特征在于，包括：
- 电路板；
- 光学组件，包括光学引擎以及光纤连接器，所述光学引擎设置于所述电路板，所述光纤连接器与所述光学引擎光学连通；
- 密封罩组件，设置于所述电路板，且所述密封罩组件罩设于所述光学引擎以及所述光纤连接器的外周；以及
- 灌封组件，设置于所述电路板，且所述灌封组件罩设于所述密封罩组件的外周，所述密封罩组件与所述灌封组件用于配合将所述光学引擎以及所述光纤连接器密封于所述电路板。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的光模块，其特征在于，
- 所述密封罩组件包括：
- 密封罩，包括第一罩体部以及第二罩体部，所述第一罩体部位于所述光学引擎以及所述光纤连接器背离所述电路板的一侧，所述第二罩体部围设于所述光学引擎以及所述光纤连接器的四周，所述第一罩体部通过所述第二罩体部与所述电路板连接。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的光模块，其特征在于，
- 所述密封罩组件还包括：
- 第一连接体，所述第二罩体部与所述电路板之间通过所述第一连接体固定连接。
- [权利要求 4] 根据权利要求2所述的光模块，其特征在于，
- 所述光学组件还包括：
- 光纤，与所述光纤连接器连接；
- 所述密封罩组件还包括：
- 密封垫片，与所述第二罩体部连接；
- 其中，所述第二罩体部具有第一出纤口，所述密封垫片密封所述第一出纤口；所述密封垫片上开设有第一出纤孔，所述第一出纤孔小

于所述第一出纤口，所述光纤穿设于所述第一出纤孔且与所述密封垫片密封连接。

[权利要求 5] 根据权利要求4所述的光模块，其特征在于，  
所述第二罩体部还具有密封槽，所述第一出纤口连通至所述密封槽的槽底，所述密封垫片嵌设于所述密封槽中以密封所述第一出纤口。

[权利要求 6] 根据权利要求1所述的光模块，其特征在于，  
所述灌封组件包括：  
围栏，围设于所述密封罩组件的四周，以围出灌封腔；以及  
灌封体，容置于所述灌封腔中，且所述灌封体罩设于所述密封罩组件的外周。

[权利要求 7] 根据权利要求6所述的光模块，其特征在于，  
所述光学组件还包括：  
光纤，与所述光纤连接器连接；  
所述灌封组件还包括：  
密封衬套，与所述围栏连接；  
其中，所述围栏具有第二出纤口，所述密封衬套密封所述第二出纤口；所述密封衬套上开设有第二出纤孔，所述第二出纤孔小于所述第二出纤口，所述光纤穿设于所述第二出纤孔且与所述密封衬套密封连接。

[权利要求 8] 根据权利要求7所述的光模块，其特征在于，  
所述密封衬套包括主体部、第一密封部以及第二密封部，所述第一密封部以及所述第二密封部分别位于所述主体部的相对两侧，且所述第一密封部与所述第二密封部之间形成卡合槽，所述围栏上邻接所述第二出纤口的部分嵌设于所述卡合槽中以形成密封。

[权利要求 9] 根据权利要求8所述的光模块，其特征在于，  
所述围栏上邻接所述第二出纤口的部分过盈地嵌设于所述卡合槽中。

- [权利要求 10]

根据权利要求8所述的光模块，其特征在于，  
所述密封衬套为柔性结构。
- [权利要求 11]

根据权利要求6所述的光模块，其特征在于，  
所述灌封组件还包括：  
第二连接体，所述围栏与所述电路板之间通过所述第二连接体固定连接。
- [权利要求 12]

根据权利要求1所述的光模块，其特征在于，  
所述光模块还包括：  
壳体，内部具有容置腔，所述电路板以及所述光学组件容置于所述容置腔中；  
其中，所述光学引擎包括透镜模组以及光发射芯片和/或光接收芯片，所述光发射芯片和/或光接收芯片设置于所述电路板，所述光发射芯片和/或光接收芯片通过所述透镜模组与所述光纤连接器光耦合。