

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 9 月 10 日 (10.09.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/177350 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02B 6/12 (2006.01) **G02B 6/42** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/114050
- (22) 国际申请日: 2019 年 10 月 29 日 (29.10.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910167089.3 2019年3月5日 (05.03.2019) CN
- (71) 申请人: 中国科学技术大学 (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。
- (72) 发明人: 廖胜凯 (LIAO, Shengkai); 中国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。李杨 (LI, Yang); 中国安徽省合肥市包河区金寨路

96 号, Anhui 230026 (CN)。徐凭 (XU, Ping); 中国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。印娟 (YIN, Juan); 中国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。任继刚 (REN, Jigang); 中国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。曹蕾 (CAO, Lei); 中国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。彭承志 (PENG, Chengzhi); 中国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。潘建伟 (PAN, Jianwei); 中国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。

(74) 代理人: 中科专利商标代理有限责任公司 (CHINA SCIENCE PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市海淀区西三环北路 87 号 4-1105 室, Beijing 100089 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) Title: MINIATURE FP CAVITY NARROWBAND FILTER

(54) 发明名称: 微型 FP 腔窄带滤波器

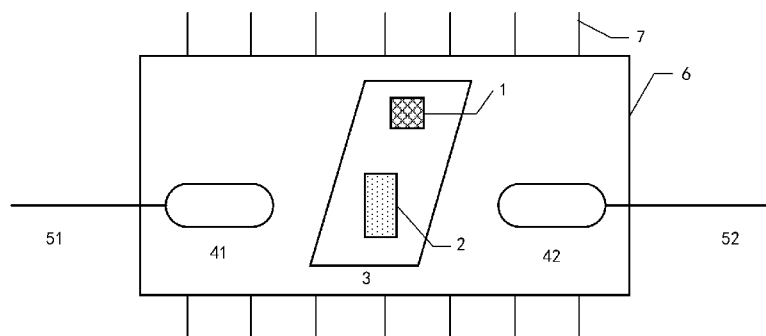


图 1

(57) Abstract: A miniature FP cavity narrowband filter, comprising a miniature package filter structure. Internal devices are integrated at an inner part of the same miniature package by means of an optical micromachining process. The internal devices comprise a semiconductor refrigerator, an FP cavity, a thermistor, an optical fiber and a collimator, and some embodiments comprise a mirror, wherein the FP cavity and the thermistor are integrated on the semiconductor refrigerator. The miniature package filter structure is a package filter structure that has a unidirectional input, a unidirectional output or a bidirectional input and output of a single port. By means of integrating the FP cavity, the thermistor, the semiconductor refrigerator and other devices in the same miniature package, high-efficiency optical coupling may be achieved. The packaged FP cavity is less affected by the external environment. At the same time, both the thermistor and the FP cavity are integrated on the semiconductor refrigerator to implement the stable control of the temperature of the FP cavity. The miniature FP cavity narrowband filter has the comprehensive performance of a narrow line width, high efficiency, a small volume, a high degree of integration, and better reliability and stability.

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种微型FP腔窄带滤波器, 包括一微型封装滤波结构, 通过光学微加工工艺将内部器件集成于同一微型封装体内部, 内部器件包括: 半导体制冷器、FP腔、热敏电阻、光纤和准直器, 有的实施例包括反射镜; 其中FP腔和热敏电阻集成于半导体制冷器上。该微型封装滤波结构为单向输入、单向输出或者单端口双向输入输出的封装滤波结构。通过将FP腔、热敏电阻、半导体制冷器等器件集成在同一个微型封装体内, 能够实现高效率的光学耦合, 封装后的FP腔受到外界环境的影响较小; 同时热敏电阻和FP腔均集成于半导体制冷器上, 实现对FP腔温度的稳定控制。微型FP腔窄带滤波器具有窄线宽、高效率、体积小、集成度高、较好的可靠性和稳定性的综合性能。

微型 FP 腔窄带滤波器

技术领域

本公开属于光学滤波领域，涉及一种微型 FP 腔窄带滤波器。

背景技术

法布里-珀罗腔 FP 腔，Fabry-Perot 腔滤波器是现代光纤通信和光纤传感等领域中的重要器件之一。FP 腔一般是由内表面镀高反射膜、外表面镀增透膜的玻璃板构成，入射光束在腔内可发生多光束干涉效应，满足相位匹配条件的光波产生相长干涉，形成滤波输出；而不满足相位条件的光波产生相消干涉，被 FP 腔一侧反射输出。通过优化 FP 腔的参数设计，可以实现高透过率、窄线宽的 FP 腔窄带滤波器。与其它基于原子滤波、相干滤波片、光栅滤波的滤波器等相比，FP 腔滤波器可以实现工作滤波段范围广、中心波长可调谐、滤波线宽较窄、光学效率较高等优点，具备广泛的应用场景。

但是现有的基于 FP 腔的窄带滤波器的体积、尺寸比较大，对应的性能较差，容易受到外界环境因素的影响，可靠性和稳定性较差。

发明内容

本公开提供了一种微型 FP 腔窄带滤波器，以至少部分解决以上所提出的技术问题。

根据本公开的一个方面，提供了一种微型 FP 腔窄带滤波器，包括一微型封装滤波结构，该微型封装滤波结构通过光学微加工工艺将内部器件集成于同一微型封装体 6 内部，所述内部器件包括：FP 腔 1，其用于对输入的光信号进行窄带滤波；半导体制冷器 3，该 FP 腔 1 集成于该半导体制冷器 3 上，该半导体制冷器 3 用于控制 FP 腔的环境温度；热敏电阻 2，集成于该半导体制冷器 3 上，用于采集该 FP 腔 1 的环境温度。

在本公开的一些实施例中，该微型封装滤波结构为单向输入、单向输出的封装滤波结构，所述内部器件还包括：第一光纤 51，其部分封装于微型封装体 6 内部；第一准直器 41，与第一光纤 51 连接；第二光纤 52，其

部分封装于微型封装体 6 内部; 以及第二准直器 42, 与第二光纤 52 连接;

其中, 外部光信号通过该第一光纤 51 输入至第一准直器 41, 第一准直器 41 将第一光纤 51 输入的光信号进行扩束后经自由空间传输至 FP 腔 1, FP 腔 1 对扩束后输入的光信号进行窄带滤波后经过自由空间传输, 第二准直器 42 接收 FP 腔 1 进行窄带滤波后传输过来的光信号, 并将其耦合进第二光纤 52 输出。

在本公开的一些实施例中, 该微型封装滤波结构为单端口双向输入输出的封装滤波结构, 所述内部器件还包括: 光纤 5, 其部分封装于微型封装体 6 内部; 准直器 4, 与光纤 5 连接; 以及反射镜 8, 设置于 FP 腔 1 所在光路;

其中, 外部光信号通过该光纤 5 输入至准直器 4, 准直器 4 将光纤 5 输入的光信号进行扩束后经自由空间传输至 FP 腔 1, FP 腔 1 对扩束后输入的光信号进行窄带滤波后经过自由空间传输至反射镜 8, 反射镜 8 将经过 FP 腔 1 进行窄带滤波后的光信号反射回 FP 腔 1 中再次经过该 FP 腔 1 进行二次滤波, 二次滤波后的光信号经过准直器 4 接收后耦合进光纤 5 输出。

在本公开的一些实施例中, 反射镜 8 上镀有高反膜; 和/或, 反射镜 8 为直角棱镜反射镜。

在本公开的一些实施例中, 第一准直器 41、第二准直器 42 和准直器 4 为 G-lens 光纤准直器; 和/或, 第一光纤 51、第二光纤 52 和光纤 5 为单模光纤。

在本公开的一些实施例中, 微型封装体 6 上设置有管脚 7。

在本公开的一些实施例中, 半导体制冷器 3 和热敏电阻 2 均与微型封装体 6 上的管脚 7 相连, 通过控制半导体制冷器 3 和热敏电阻 2 来对 FP 腔 1 的工作温度进行调节, 从而改变微型封装滤波结构的滤波中心波长, 实现调谐。

在本公开的一些实施例中, 半导体制冷器 3 为基于帕尔帖效应的半导体制冷器。

在本公开的一些实施例中, 热敏电阻 2 为负温度系数的热敏电阻。

在本公开的一些实施例中, 微型 FP 腔窄带滤波器的外形尺寸不大于

4cm*1.2cm*0.8cm。

从上述技术方案可以看出，本公开实施例提供的微型 FP 腔窄带滤波器，至少具有以下有益效果：

1、封装滤波结构由于将 FP 腔、热敏电阻、半导体制冷器等器件通过光学微加工工艺集成在同一个微型封装体内，能够实现高效率的光学耦合，体积小、集成度高，在此基础上，能够实现窄线宽、高效率的高性能 FP 腔滤波器。其中，封装后的微型 FP 腔受到外界环境的影响较小，同时热敏电阻和 FP 腔均集成于半导体制冷器上，能够实现对 FP 腔温度的稳定控制，更进一步的提高了基于 FP 腔的微型封装滤波结构的可靠性和稳定性，不易受到外界环境的影响。

2、微型封装体内部的热敏电阻和半导体制冷器都能通过管脚对外进行连接，通过控制半导体制冷器和热敏电阻来对 FP 腔的工作温度进行调节，从而改变微型封装滤波结构的滤波中心波长，实现对该微型 FP 腔窄带滤波器的调谐，便于集成控制。

3、在实施例中提出两种微型封装滤波结构，第一种为单向输入、单向输出的封装滤波结构，该结构的微型 FP 腔窄带滤波器最终能实现线宽为 10pm、效率优于 70%，典型地，在一实例中，微型 FP 腔窄带滤波器的外形尺寸为 4cm*1.2cm*0.8cm，体积和尺寸较小，可以适用于各种复杂的应用环境，具有体积小、集成度高、高效率、高稳定的优点；第二种为单端口双向输入输出的封装滤波结构，该结构的微型 FP 腔窄带滤波器能实现更窄线宽的滤波，但是效率会有一定程度的降低，例如最终能实现线宽为 7pm、效率优于 60%，典型地，在一实例中，微型 FP 腔窄带滤波器的外形尺寸为 2.5cm*1.2cm*0.8cm，实现对于尺寸和体积的进一步简化以及线宽的进一步压窄。

附图说明

图 1 为根据本公开第一实施例所示的微型 FP 腔窄带滤波器的结构示意图。

图 2 为根据本公开第二实施例所示的微型 FP 腔窄带滤波器的结构示意图。

【符号说明】

- | | |
|-----------|-----------|
| 1-FP 腔； | 2-热敏电阻； |
| 3-半导体制冷器； | 4-准直器； |
| 41-第一准直器； | 42-第二准直器； |
| 51-第一光纤； | 52-第二光纤； |
| 5-光纤； | 6-微型封装体； |
| 7-管脚； | 8-反射镜。 |

具体实施方式

目前，基于 FP 腔的窄带滤波器多采用分立器件的方案，使用光纤经过准直器扩束后，经过 FP 腔进行滤波，再经过准直器耦合后使用光纤输出。这种基于分立器件的 FP 腔滤波器，体积、尺寸比较大，导致其性能较差、集成度较低，同时容易受到外界环境因素的影响，可靠性和稳定性较差。

因此，本申请通过光学微加工工艺将光纤、准直器、FP 腔、热敏电阻、半导体制冷器等器件集成于同一个微型封装体内部，形成一微型封装滤波结构，其外形尺寸不大于 $4\text{cm} \times 1.2\text{cm} \times 0.8\text{cm}$ ，具有体积小、集成度高、稳定性强的优点，在此基础上，可以实现窄线宽、高效率的高性能 FP 腔滤波器。其中，通过集成使得各个器件之间具有更紧密的联系，有利于实现耦合效率的优化，微型化的设置也使得热敏电阻和半导体制冷器具有温度传感精度高的优势，从而改善了器件性能，使得器件能够实现高效率的光学耦合，封装后的微型 FP 腔受到外界环境的影响较小，同时热敏电阻和 FP 腔均集成于半导体制冷器上，能够实现对 FP 腔温度的稳定控制，更进一步的提高了基于 FP 腔的封装滤波结构的可靠性和稳定性，具有窄线宽、高效率、体积小、集成度高、较好的可靠性和稳定性的综合性能。

本公开的微型 FP 腔窄带滤波器，包括一微型封装滤波结构，该微型封装滤波结构通过光学微加工工艺将内部器件集成于同一微型封装体内部，该内部器件包括：FP 腔，用于对输入的光信号进行窄带滤波；半导体制冷器，FP 腔集成于该半导体制冷器上，该半导体制冷器用于控制 FP 腔的环境温度；热敏电阻，集成于该半导体制冷器上，用于采集该 FP 腔

的环境温度；对于单向输入、单向输出的封装滤波结构来说，该内部器件还包括：输入光纤（第一光纤）、输出光纤（第二光纤）、输入准直器（第一准直器）和输出准直器（第二准直器），对于单端口双向输入输出的封装滤波结构来说，该内部器件还包括：用于输入输出的光纤、用于输入输出的准直器和用于光路反向的反射镜。

在本公开的一些实施例中，微型封装体上设置有管脚。优选的，半导体制冷器和热敏电阻均与封装体上的管脚相连，通过控制半导体制冷器和热敏电阻来对 FP 腔的工作温度进行调节，从而改变封装滤波结构的滤波中心波长，实现调谐。

将微型封装滤波结构内部器件集成于同一个微型封装体内，能够实现高效率的光学耦合，体积小、集成度高，在此基础上，可以实现窄线宽、高效率的高性能 FP 腔滤波器。其中，封装后的微型 FP 腔受到外界环境的影响较小，同时热敏电阻和 FP 腔均集成于半导体制冷器上，能够实现对 FP 腔温度的稳定控制，更进一步的提高了基于 FP 腔的封装滤波结构的可靠性和稳定性。

此外，封装体内部的热敏电阻和半导体制冷器都能通过管脚对外进行连接，通过控制半导体制冷器和热敏电阻来对 FP 腔的工作温度进行调节，从而改变封装滤波结构的滤波中心波长，实现对该微型 FP 腔窄带滤波器的调谐，便于集成控制。

在本公开的一些实施例中，该微型封装滤波结构为单向输入、单向输出的封装滤波结构，例如第一实施例中所示。

在本公开的一些实施例中，该微型封装滤波结构为单端口双向输入输出的封装滤波结构，其输入输出端为同一端口，例如第二实施例所示。

为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本公开进一步详细说明。本公开中，术语“外部光信号”中的“外部”是相对于微型封装滤波结构内部而言的，该外部光信号通过光纤输入至微型封装滤波结构中后称为输入的光信号或者光信号，在光路中存在的表述“输入的光信号”、以及“光信号”均为本领域技术人员所能理解的常规概念。

第一实施例

在本公开的第一个示例性实施例中，提供了一种微型 FP 腔窄带滤波器。

图 1 为根据本公开第一实施例所示的微型 FP 腔窄带滤波器的结构示意图。

参照图 1 所示，本实施例的微型 FP 腔窄带滤波器，包括：一微型封装滤波结构，该微型封装滤波结构通过光学微加工工艺将内部器件集成于同一微型封装体 6 内部，该微型封装体 6 的内部封装有如下器件（即内部器件包括）：FP 腔 1、热敏电阻 2、半导体制冷器 3、第一准直器 41、第一光纤 51、第二准直器 42、以及第二光纤 52。该微型封装体 6 上设置有管脚 7。

本实施例对应的封装滤波结构为单向输入、单向输出的封装滤波结构，其输入端与第一光纤 51 相连，其输出端与第二光纤 52 相连。其中，第一光纤 51 和第二光纤 52 的部分封装于微型封装体 6 内部，剩下的部分位于微型封装体之外，用于接收外部光信号将之传输至微型封装滤波结构的内部。

下面结合附图对本实施例中微型 FP 腔窄带滤波器的各个部分进行详细介绍。

本实施例中，FP 腔 1，集成于半导体制冷器 3 上，用于对输入的光信号进行窄带滤波；热敏电阻 2，集成于半导体制冷器 3 上，用于采集 FP 腔 1 的环境温度。

本实施例中，第一准直器 41，与第一光纤 51 连接；第二准直器 42，与第二光纤 52 连接。其中，第一光纤 51 为输入光纤，用于将光信号输入到第一准直器 41 中进行输入；第二光纤 52 为输出光纤，用于将第二准直器 42 中输出的光信号进行耦合输出。

其中，第一光纤 51 用于将外部光信号输入到第一准直器 41。

第一准直器 41 用于将第一光纤 51 输入的光信号扩束后经自由空间传输。

FP 腔 1 用于将第一准直器 41 传输过来的光信号进行窄带滤波后经过自由空间传输。

第二准直器 42 用于接收 FP 腔 1 进行窄带滤波后传输过来的光信号，

并将其耦合进第二光纤 52。

第二光纤 52 用于将窄带滤波后的光信号耦合输出。

FP 腔 1 集成于半导体制冷器 3 (TEC) 上, TEC 3 用于对 FP 腔 1 的温度进行控制。

热敏电阻 2 集成于 TEC 3 上, 热敏电阻 2 用于采集 FP 腔 1 的环境温度。

微型封装体 6, 用于将第一光纤 (输入光纤) 51、第二光纤 (输出光纤) 52、TEC 3、热敏电阻 2、FP 腔 1、第一准直器 (输入准直器) 41 以及第二准直器 (输出准直器) 42 安装集成在一起, 起着安装、固定、密封、保护芯片及增强电热性能等方面的作用。

管脚 7, 用于将微型封装体 6 内的集成芯片的接点通过导线 (例如金线) 连接到封装的外壳上, 封装内部的 TEC 3 和热敏电阻 2 都可以通过管脚 7 对外进行连接, 实现集成控制, 具有控制方便的优点。

参照图 1 所示, 外部光信号 (图中并未示意光路) 通过该第一光纤 51 输入至第一准直器 41, 第一准直器 41 将第一光纤 51 输入的光信号进行扩束后经自由空间传输至 FP 腔 1, FP 腔 1 对扩束后输入的光信号进行窄带滤波后经过自由空间传输, 第二准直器 42 接收 FP 腔 1 进行窄带滤波后传输过来的光信号, 并将其耦合进第二光纤 52 输出。

其中, 半导体制冷器 3 和热敏电阻 2 均与微型封装体 6 上的管脚 7 相连, 通过控制半导体制冷器 3 和热敏电阻 2 来对 FP 腔 1 的工作温度进行调节, 从而改变微型封装滤波结构的滤波中心波长, 实现调谐。

优选的, 半导体制冷器 3 为基于帕尔帖效应的半导体制冷器。

优选的, 热敏电阻 2 为负温度系数的热敏电阻。

典型地, 光信号可以工作在 1550nm 波段, 输入光纤可以但不限于为 1550nm 的单模光纤。典型地, 第一准直器 41、第二准直器 42 可以但不限于是平面型 (G-lens) 光纤准直器。

本实施例中, 微型封装滤波结构通过光学微加工工艺将 FP 腔 1、热敏电阻 2、半导体制冷器 3、第一准直器 41、第一光纤 51、第二准直器 42、以及第二光纤 52 等内部器件集成封装在微型封装体 6 中。

在一实例中, 该微型 FP 腔窄带滤波器的优化设置过程如下: 对于单

独的 FP 腔来说，通过优化 FP 腔的参数设计，在 1550nm 波段，可以实现透过率大于 90%、线宽约 10pm 的 FP 腔产品，将该优化设置作为微型 FP 腔窄带滤波器中的 FP 腔的设置；通过光学微加工工艺，将第一光纤、第一准直器、第二准直器和第二光纤的参数进行优化设置，可以实现优于 80% 的耦合效率。在上述前两个优化基础上，通过将性能优化的 FP 腔与 TEC 集成，将热敏电阻与 TEC 集成，与光纤、准直器形成滤波光路，最终可以实现线宽约 10pm、效率优于 70% ($90\% \times 80\% = 72\%$) 的高性能 FP 腔窄带滤波器。典型地，该微型 FP 腔窄带滤波器的外形尺寸为 4cm*1.2cm*0.8cm，体积和尺寸较小，可以适用于各种复杂的应用环境中。

本实施例的微型 FP 腔窄带滤波器具有体积小、集成度高、高效率、高稳定的优点。

第二实施例

在本公开的第二个示例性实施例中，提供了一种微型 FP 腔窄带滤波器。

图 2 为根据本公开第二实施例所示的微型 FP 腔窄带滤波器的结构示意图。

参照图 2 所示，本实施例的微型 FP 腔窄带滤波器与第一个实施例相比，其他部件相同，区别之处在于：本实施例的微型封装滤波结构为单端口双向输入输出的封装滤波结构，其输入输出端为同一端口。

具体的，本实施例的微型 FP 腔窄带滤波器，包括：一微型封装滤波结构，该微型封装滤波结构通过光学微加工工艺将内部器件集成于同一微型封装体 6 内部，该微型封装体 6 的内部封装有如下器件（即内部器件包括）：FP 腔 1、热敏电阻 2、半导体制冷器 3、准直器 4、光纤 5、以及反射镜 8。该微型封装体 6 上设置有管脚 7。

热敏电阻 2、半导体制冷器 3、微型封装体 6、和管脚 7 的作用、设置方式、以及具体部件形式等与第一个实施例基本相同，这里不再赘述，其他部件详细说明如下。

本实施例中，准直器 4 和光纤 5 同时作为输入输出端口，光纤 5 用于将外部光信号输入到准直器 4（输入路径）或者用于将窄带滤波后的光信号进行输出（输出路径）；准直器 4 用于将光纤 5 输入的光信号进行扩束

后经自由空间传输（输入路径）或者用于接收 FP 腔 1 进行窄带滤波后（二次滤波）传输过来的光信号（输出路径），并将其耦合进光纤 5 进行输出。

本实施例中，反射镜 8 用于将经过 FP 腔 1 进行窄带滤波后的光信号反射回 FP 腔中再次经过该 FP 腔 1 进行二次滤波。

优选的，反射镜 8 选择具有高反射率的反射镜产品，例如，该反射镜 8 上镀有高反膜；和/或，该反射镜 8 选用直角棱镜反射镜。

典型地，光纤 5 可以但不限于为 1550nm 的单模光纤。典型地，准直器 4 可以但不限于是平面型（G-lens）光纤准直器。

参照图 2 所示，外部光信号通过光纤 5 输入至准直器 4，准直器 4 将光纤 5 输入的光信号进行扩束后经自由空间传输至 FP 腔 1，FP 腔 1 对扩束后输入的光信号进行窄带滤波后经过自由空间传输至反射镜 8，反射镜 8 将经过 FP 腔 1 进行窄带滤波后的光信号反射回 FP 腔 1 中再次经过该 FP 腔 1 进行二次滤波，二次滤波后的光信号经过准直器 4 接收后耦合进光纤 5 输出。

在本公开的一些实施例中，反射镜 8 选用直角棱镜反射镜；反射镜 8 上镀有高反膜。

在一实例中，该微型 FP 腔窄带滤波器的优化设置过程如下：对于单独的 FP 腔来说，通过优化 FP 腔的参数设计，在 1550nm 波段，可以实现透过率大于 90%、线宽约 10pm 的 FP 腔产品。通过光学微加工工艺，将光纤和准直器的参数进行优化设置，可以实现优于 80% 的耦合效率。由于光信号两次经过 FP 腔，实际的透过率优于 80%、线宽约 7pm。在上述前两个优化基础上，通过将性能优化的 FP 腔与 TEC 集成，将热敏电阻与 TEC 集成，与光纤、准直器形成滤波光路，最终可以实现线宽约 7pm、效率优于 60%（ $90\% \times 90\% \times 80\% = 64\%$ ）的高性能 FP 腔窄带滤波器。典型地，该微型 FP 腔窄带滤波器的外形尺寸为 2.5cm*1.2cm*0.8cm，体积和尺寸较小，可以适用于各种复杂的应用环境中。

与第一实施例相比，第二实施例的微型 FP 腔窄带滤波器中光信号两次通过 FP 腔，可以实现更窄线宽的滤波，同时，由于输入输出使用了同一根光纤和准直器，可以进一步简化该微型 FP 腔窄带滤波器的体积和尺寸，即能够实现对于尺寸和体积的进一步简化以及线宽的进一步压窄，但

是效率会有一定程度的降低。

综上所述，本公开提供了一种微型 FP 腔窄带滤波器，将 FP 腔、热敏电阻、半导体制冷器、准直器、光纤等器件通过例如光学微加工工艺集成在同一个微型封装体内，能够实现高效率的光学耦合，体积小、集成度高，在此基础上，可以实现窄线宽、高效率的高性能 FP 腔滤波器。其中，封装后的微型 FP 腔受到外界环境的影响较小，同时热敏电阻和 FP 腔均集成于半导体制冷器上，能够实现对 FP 腔温度的稳定控制，进一步的提高了基于 FP 腔的微型封装滤波结构的可靠性和稳定性，不易受到外界环境的影响，具有窄线宽、高效率、体积小、集成度高、较好的可靠性和稳定性的综合性能。

贯穿附图，相同的元素由相同或相近的附图标记来表示。在可能导致对本公开的理解造成混淆时，将省略常规结构或构造。并且图中各部件的形状和尺寸不反映真实大小和比例，而仅示意本公开实施例的内容。另外，在权利要求中，不应将位于括号之间的任何参考符号构造成对权利要求的限制。

另外，为实现图面整洁的目的，一些习知惯用的结构与组件在附图可能会以简单示意的方式绘示之。另外，本案的附图中部分的特征可能会略为放大或改变其比例或尺寸，以达到便于理解与观看本公开的技术特征的目的，但这并非用于限定本公开。依照本公开的内容所制造的产品的实际尺寸与规格应是可依据生产时的需求、产品本身的特性、及搭配本公开的内容据以调整，于此先进行声明。

除非有所知名为相反之意，本说明书及所附权利要求中的数值参数是近似值，能够根据通过本公开的内容所得的所需特性改变。具体而言，所有使用于说明书及权利要求中表示组成的含量、反应条件等等的数字，应理解为在所有情况中是受到“约”的用语所修饰。一般情况下，其表达的含义是指包含由特定数量在一些实施例中 $\pm 10\%$ 的变化、在一些实施例中 $\pm 5\%$ 的变化、在一些实施例中 $\pm 1\%$ 的变化、在一些实施例中 $\pm 0.5\%$ 的变化。

说明书与权利要求中所使用的序数例如“第一”、“第二”、“第三”等的用词，以修饰相应的元件，其本身并不意味着该元件有任何的序数，也

不代表某一元件与另一元件的顺序、或是制造方法上的顺序，该些序数的使用仅用来使具有某命名的一元件得以和另一具有相同命名的元件能做出清楚区分。

再者，单词“包含”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。

除非存在技术障碍或矛盾，本公开的上述各种实施方式可以自由组合以形成另外的实施例，这些另外的实施例均在本公开的保护范围中。

以上所述的具体实施例，对本公开的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本公开的具体实施例而已，并不用于限制本公开，凡在本公开的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种微型 FP 腔窄带滤波器，其特征在于，包括一微型封装滤波结构，该微型封装滤波结构通过光学微加工工艺将内部器件集成于同一微型封装体（6）内部，所述内部器件包括：

FP 腔（1），其用于对输入的光信号进行窄带滤波；

半导体制冷器（3），该 FP 腔（1）集成于该半导体制冷器（3）上，该半导体制冷器（3）用于控制该 FP 腔（1）的环境温度；

热敏电阻（2），集成于该半导体制冷器（3）上，用于采集该 FP 腔（1）的环境温度。

2、根据权利要求 1 所述的微型 FP 腔窄带滤波器，其特征在于，该微型封装滤波结构为单向输入、单向输出的封装滤波结构，所述内部器件还包括：第一光纤（51），其部分封装于微型封装体（6）内部；第一准直器（41），与第一光纤（51）连接；第二光纤（52），其部分封装于微型封装体（6）内部；以及第二准直器（42），与第二光纤（52）连接；

其中，外部光信号通过该第一光纤（51）输入至第一准直器（41），第一准直器（41）将第一光纤（51）输入的光信号进行扩束后经自由空间传输至 FP 腔（1），FP 腔（1）对扩束后输入的光信号进行窄带滤波后经过自由空间传输，第二准直器（42）接收 FP 腔（1）进行窄带滤波后传输过来的光信号，并将其耦合进第二光纤（52）输出。

3、根据权利要求 1 所述的微型 FP 腔窄带滤波器，其特征在于，该微型封装滤波结构为单端口双向输入输出的封装滤波结构，所述内部器件还包括：光纤（5），其部分封装于微型封装体（6）内部；准直器（4），与光纤（5）连接；以及反射镜（8），设置于 FP 腔（1）所在光路；

其中，外部光信号通过该光纤（5）输入至准直器（4），准直器（4）将光纤（5）输入的光信号进行扩束后经自由空间传输至 FP 腔（1），FP 腔（1）对扩束后输入的光信号进行窄带滤波后经过自由空间传输至反射镜（8），反射镜（8）将经过 FP 腔（1）进行窄带滤波后的光信号反射回 FP 腔（1）中再次经过该 FP 腔（1）进行二次滤波，二次滤波后的光信号经过准直器（4）接收后耦合进光纤（5）输出。

- 4、根据权利要求3所述的微型FP腔窄带滤波器，其特征在于，
所述反射镜（8）上镀有高反膜；和/或，
所述反射镜（8）为直角棱镜反射镜。
- 5、根据权利要求2或3所述的微型FP腔窄带滤波器，其特征在于，
所述第一准直器（41）、第二准直器（42）和准直器（4）为平面光纤准直器；和/或，
所述第一光纤（51）、第二光纤（52）和光纤（5）为单模光纤。
- 6、根据权利要求1至3中任一项所述的微型FP腔窄带滤波器，其特征在于，
所述微型封装体（6）上设置有管脚（7）。
- 7、根据权利要求6所述的微型FP腔窄带滤波器，其特征在于，
所述半导体制冷器（3）和热敏电阻（2）均与微型封装体（6）上的管脚（7）相连，通过控制半导体制冷器（3）和热敏电阻（2）来对FP腔（1）的工作温度进行调节，从而改变微型封装滤波结构的滤波中心波长，实现调谐。
- 8、根据权利要求1所述的微型FP腔窄带滤波器，其特征在于，所述半导体制冷器（3）为基于帕尔帖效应的半导体制冷器。
- 9、根据权利要求1所述的微型FP腔窄带滤波器，其特征在于，所述热敏电阻（2）为负温度系数的热敏电阻。
- 10、根据权利要求1所述的微型FP腔窄带滤波器，其特征在于，所述微型FP腔窄带滤波器的外形尺寸不大于4cm*1.2cm*0.8cm。

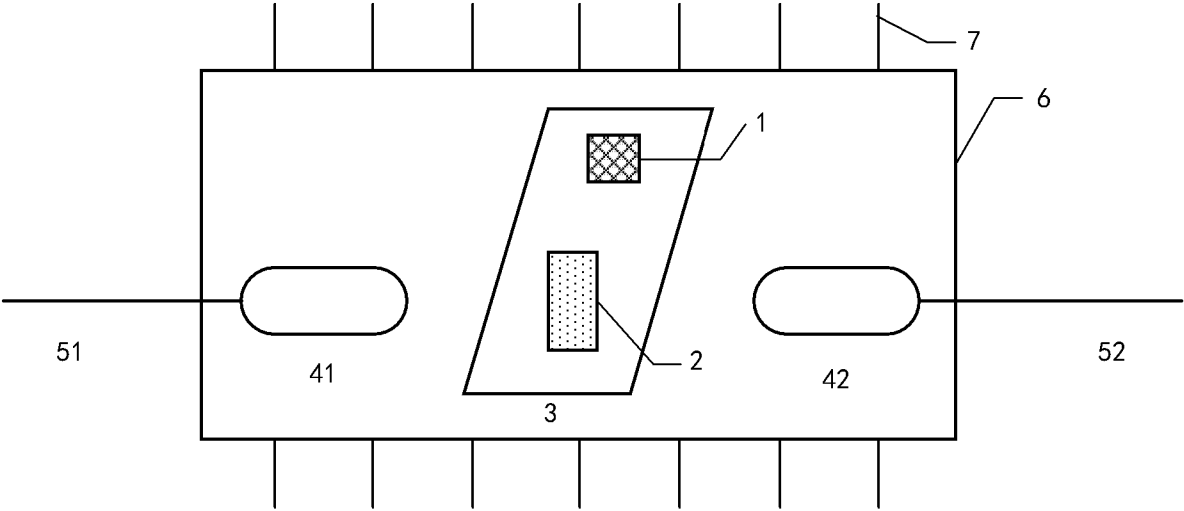


图 1

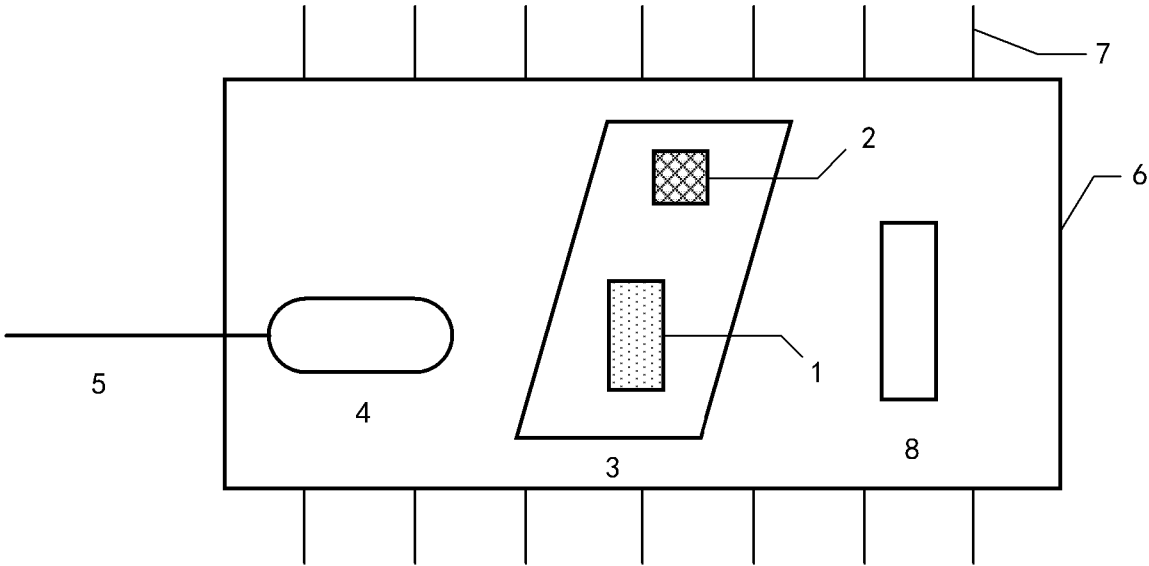


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/114050

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/12(2006.01)i; G02B 6/42(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, EPODOC, WPI, HSD: 滤波器, 滤波, FP腔, F-p, 法布里, 珀罗, 光纤, 制冷, 致冷, 帕尔贴, TEC, 热敏电阻, 集成, wave, filter, fabry, perot, fiber+, peltier, thermistor, integrat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109901264 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 18 June 2019 (2019-06-18) claims 1-10	1-10
Y	CN 203480076 U (GUIYANG HENGHAO ELECTRON SCIENCE AND TECHNOLOGY EMPOLDER CO., LTD.) 12 March 2014 (2014-03-12) description, paragraphs [0021]-[0087], and figure 1	1-10
Y	CN 106526751 A (XIDIAN UNIVERSITY) 22 March 2017 (2017-03-22) description, paragraph [0034]	1-10
A	CN 101576636 A (INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 11 November 2009 (2009-11-11) entire document	1-10
A	CN 203324572 U (FUZHOU PHOTOP TECHNOLOGIES, INC.) 04 December 2013 (2013-12-04) entire document	1-10
A	US 6142680 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 07 November 2000 (2000-11-07) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 January 2020

Date of mailing of the international search report

31 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/114050

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109901264	A	18 June 2019	None			
CN	203480076	U	12 March 2014	None			
CN	106526751	A	22 March 2017	CN	106526751	B	29 November 2019
CN	101576636	A	11 November 2009	CN	101576636	B	21 July 2010
CN	203324572	U	04 December 2013	None			
US	6142680	A	07 November 2000	EP	0890858	A1	13 January 1999
				JP	3701775	B2	05 October 2005
				JP	H1123916	A	29 January 1999

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/114050

A. 主题的分类

G02B 6/12(2006.01)i; G02B 6/42(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G02B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI, CNPAT, EPDOC, WPI, HSD, 滤波器, 滤波, FP腔, F-p, 法布里, 珀罗, 光纤, 制冷, 致冷, 帕尔贴, TEC, 热敏电阻, 集成, wave, filter, fabry, perot, fiber+, peltier, thermistor, integrat+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 109901264 A (中国科学技术大学) 2019年 6月 18日 (2019 - 06 - 18) 权利要求1-10	1-10
Y	CN 203480076 U (贵阳恒浩光电科技有限公司) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 说明书第[0021]-[0087]段、图1	1-10
Y	CN 106526751 A (西安电子科技大学) 2017年 3月 22日 (2017 - 03 - 22) 说明书第[0034]段	1-10
A	CN 101576636 A (中国科学院半导体研究所) 2009年 11月 11日 (2009 - 11 - 11) 全文	1-10
A	CN 203324572 U (福州高意通讯有限公司) 2013年 12月 4日 (2013 - 12 - 04) 全文	1-10
A	US 6142680 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 2000年 11月 7日 (2000 - 11 - 07) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 1月 15日

国际检索报告邮寄日期

2020年 1月 31日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

孙昕

电话号码 86-(10)-53962580

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/114050

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109901264	A	2019年 6月 18日	无			
CN	203480076	U	2014年 3月 12日	无			
CN	106526751	A	2017年 3月 22日	CN	106526751	B	2019年 11月 29日
CN	101576636	A	2009年 11月 11日	CN	101576636	B	2010年 7月 21日
CN	203324572	U	2013年 12月 4日	无			
US	6142680	A	2000年 11月 7日	EP	0890858	A1	1999年 1月 13日
				JP	3701775	B2	2005年 10月 5日
				JP	H1123916	A	1999年 1月 29日