

(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
2016 年 12 月 29 日 (29.12.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/206570 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01S 5/12 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/086143
- (22) 国际申请日: 2016 年 6 月 17 日 (17.06.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510354846.X 2015 年 6 月 24 日 (24.06.2015) CN
- (71) 申请人: 华中科技大学 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。
- (72) 发明人: 国伟华 (GUO, Weihua); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 赵龚媛 (ZHAO, Gongyuan); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 陆巧银 (LU, Qiaoyin); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

(74) 代理人: 北京华沛德权律师事务所 (BEIJING BRIGHT & RIGHT LAW FIRM); 中国北京市朝阳区朝外大街乙 12 号昆泰国际大厦 1008 室, Beijing 100020 (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, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

[见续页]

(54) Title: DISTRIBUTED FEEDBACK LASER WITH SHORT CAVITY LENGTH

(54) 发明名称: 一种短腔长的分布反馈激光器

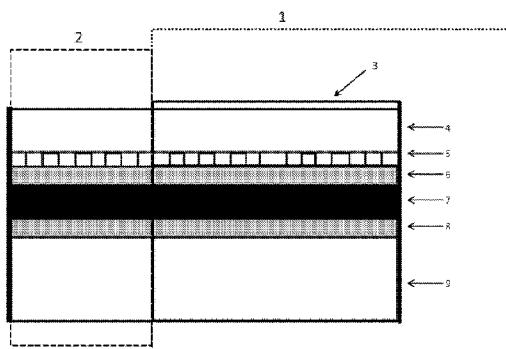


图 1

(57) Abstract: A distributed feedback laser with a short cavity length, comprising two parts: a gain region (1) and a reflection region (2). In the gain region is provided a metal electrode requiring an injection of current and providing gain to the laser. A grating layer (5) of the gain region comprises a phase region distributed feedback Bragg grating. At one end of the gain region is the reflection region. The reflection region comprises a core layer structure identical to the gain region; that is, a waveguide transmission layer is similarly an active quantum well material; however, the reflection region is not injected with current. The grating layer of the reflection region is a uniformly distributed Bragg grating. An outer end surface of the reflection region is coated with an antireflection film or adopts an antireflective structure so as to reduce reflections. Another end of the gain region is a laser output end surface. The output end surface is coated with an antireflection film so as to reduce reflections. The invention can enable a laser to have a low threshold gain and a good side mode suppression ratio while possessing a short cavity length; the invention is also easy to manufacture.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/206570 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

根据细则 4.17 的声明:

— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))

一种短腔长分布反馈激光器，包含有增益区（1）和反射区（2）两个部分：增益区上存在金属电极，需要注入电流，给激光器提供增益；增益区的光栅层（5）为含有相移区的分布反馈布拉格光栅；增益区的一端为反射区，反射区含有与增益区相同的芯层结构，即波导传输层同样为有源量子阱材料，但是反射区不注入电流；反射区的光栅层为均匀分布的布拉格光栅；反射区的外端面镀增透膜或采用抗反射的结构来降低反射；增益区的另外一端为激光器的输出端面，输出端面镀有增透膜以减小反射。这样，可以使得激光器在腔长短时仍然具有较低的阈值增益和好的边模抑制比，同时具有制作难度小的特点。

一种短腔长的分布反馈激光器

技术领域

本发明属于半导体激光器技术领域，涉及 $\lambda/4$ 相移的分布反馈激光器。

背景技术

随着大容量超高速光纤通信技术的发展，高直调制速率的半导体激光器成长为光纤通信系统和下一代光网络的关键器件之一。在密集波分复用（DWDM）系统中，25Gb/s 的高速直调制激光器可用于构成 100Gb/s 的下一代以太网的发射机。在局域网的发展中，25GHz 调制带宽的高速直调制激光器则是实现 40Gb/s 光纤通信的关键器件，其中分布反馈（Distributed Feedback, DFB）激光器由于其高功率和单纵模特性好而受到国内外的广泛关注和研究。

分布反馈激光器采用折射率周期性变化的结构实现谐振腔的反馈，由于采用了平面工艺，可以应用于集成光路中与其他器件进行耦合和集成，适用范围非常广泛。目前分布反馈激光器有多种实现方案，其中最主要的方案有两种：一种是 $\lambda/4$ 相移分布反馈激光器（Utaka K., Akiba S., Sakai K., et al., $\lambda/4$ -shifted InGaAsP/InP DFB lasers [J]. Quantum Electronics, IEEE Journal of, 1986, 22(7): 1042-1051.）；另一种是均匀光栅，两端面分别镀高反膜和增透膜的分布反馈激光器（Razeghi M., Blondeau R., Krakowski M., et al. Low-threshold distributed feedback lasers fabricated on material grown completely by LP-MOCVD [J]. Quantum Electronics, IEEE Journal of, 1985, 21(6): 507-511.）。

传统的 $\lambda/4$ 相移分布反馈激光器都是两端镀增透膜的，这样整个激光器的反馈来自于光栅。因为两个端面现在不提供有效的反馈，导致端面解理面位置相对于光栅的不确定性的影响被消除了。由于采用了 $\lambda/4$ 的相移，光栅的反

射峰值波长即光栅的布拉格波长，同时也是激光器腔的谐振波长，同时也将是激光器的激射波长。传统的 $\lambda/4$ 相移分布反馈激光器虽然采用了更复杂的光栅增加了光栅制作的复杂性，但它能实现精确的激射波长控制、高的边模抑制比和高的成品率，因此在需要高成品率和精确波长控制的情况下，比如说分布反馈激光器的阵列，都无一例外的采用了 $\lambda/4$ 相移的分布反馈激光器进行集成（Kobayashi W., Kanazawa S., Ohno T., et al., Monolithically integrated directly modulated DFB laser array with MMI coupler for 100 GBASE-LR4 application [C]//Optical Fiber Communication Conference. Optical Society of America, 2015: Tu3I. 2.）。由于两端镀了增透膜，所以激光器的输出在两个端面是等功率的，但通常只有一端的输出能耦合到光纤中成为外界可用的功率输出。这意味着激光器的输出功率损失了一半。

另外，如果需要提高激光器的直调制带宽，通常采用的方法是减小激光器的腔长。比如说为实现 30 GHz 以上的 3dB 直调制带宽，激光器的腔长需要减小到 200 微米以下。如果腔长减小到 200 微米或更短以后，传统的两端面镀增透膜的 $\lambda/4$ 相移分布反馈激光器的阈值增益就会变得非常高，激光器性能就会变差。如果采用一端镀高反膜、另一端镀增透膜的方法把阈值增益降低，在腔长为 150 微米的情况下可以实现超过 30 GHz 的带宽(Kobayashi W., Tadokoro T., Ito T., et al., High-speed operation at 50 Gb/s and 60-km SMF transmission with 1.3- μ m InGaAlAs-based DML[C]//Semiconductor Laser Conference (ISLC), 2012 23rd IEEE International. IEEE, 2012: 50-51.), 但激光器的边模抑制比和成品率就会大大降低，也就是说传统的 $\lambda/4$ 相移分布反馈激光器的一些优势比如说高边模抑制比、高成品率、以及激射波长精确可控的优点就都消失了。

为解决上面的困境，一种比较好的解决方案是在传统 $\lambda/4$ 相移分布反馈激光器的两端集成无源的分布布拉格反射区（如，Simoyama T., Matsuda M., Okumura S., et al., 50-Gbps direct modulation using 1.3- μ m AlGaInAs

MQW distribute-reflector lasers[C]//European Conference and Exhibition on Optical Communication. Optical Society of America, 2012: P2. 11.)。这两个反射区增强了整个激光器谐振腔的反馈因而能降低阈值增益，同时这两个反射区的反射也是基于光栅，其反射相位是可以通过无源波导区的材料生长以及后期的制作工艺精确控制的，所以不会降低激光器的边模抑制比与成品率，所以 $\lambda/4$ 相移分布反馈激光器的优点仍然能够保留。但这样制作工艺变得非常复杂，主要是两端无源波导的集成需要对接再生长技术，其技术难度大，工艺复杂。

发明内容

为了解决上述技术问题，本发明提出了一种新的实现短腔长（200 微米及以下）分布反馈激光器的方法。所述激光器分为两部分：有源区和反射区，两部分都含有光栅；有源区光栅存在 $\lambda/4$ 相移区，有源区长度小于等于 200 微米；反射区在激光器非输出的一端，反射区光栅为均匀周期的光栅；激光器输出的一端的端面镀有增透膜。

所述光栅为布拉格反射光栅，其周期 Λ 按照以下公式计算：

$$\Lambda = \frac{m\lambda}{2n_{eff}}$$

其中， m 是光栅级数， λ 是所述光栅所对应的布拉格波长，在该波长处光栅能产生最高的反射， n_{eff} 为波导的有效折射率。优选的，所述的光栅级数 $m=1$ 。

所述的分布反馈激光器，所述的反射区与有源区的波导采用相同的芯层结构，反射区的波导传输层同样为有源量子阱材料。反射区的量子阱材料可以被激光器自身的出光泵浦到透明状态，因而量子阱的吸收损耗可以减小到零，最后波导的损耗即为有源区波导的内部损耗，通常的损耗在 20 cm^{-1} 量级。

所述分布反馈激光器，其反射区的长度可以根据所需的反射率进行自定义，长度越长，反射率越高，最高反射率可达到 80%以上，主要受到波导内部损耗的限制。

所述分布反馈激光器，其反射区的光栅耦合系数可以根据所需的反射率进行自定义，并不一定需要与有源区的光栅相同，耦合系数越大，反射率越高，同样反射率可根据耦合系数调节到 80% 以上。

所述分布反馈激光器，反射区光栅可以采用与有源区光栅不一样的周期，这样即使当有源区和反射区的有效折射率不一样的时候，通过调整周期也可以使两者的布拉格波长一样，即反射峰的峰值波长一样。

所述分布反馈激光器，其反射区的外端面部分选择采用窗口区，或者带水平倾斜的端面，或者是镀增透膜，或者是上述多种方式的结合，来减小反射。

所述分布反馈激光器输出端镀增透膜，增透膜的反射率小于 1%，以减小反射。

与现有的分布反馈激光器相比，本发明在反射区引入了布拉格光栅，能提高激光器谐振腔的反馈，相当于在有源区端面镀增反膜，因此可以减小阈值增益，使得激光器可以实现短腔长（200 微米及以下）工作，这样可以提高激光器的直调制带宽；另外可以提高激光器输出的斜率效率，并且反射区光栅所产生的反射相位可控，因此不会导致边模抑制比的降低。同时激光器在有源区和反射区采用相同的波导芯层，反射区的形成不再需要复杂的对接再生长过程，因此具有制作难度小的特点。

附图说明

下面结合附图和具体实施方式对本发明的技术方案作进一步具体说明。

图 1 为本发明的分布反馈激光器的结构示意图。

图 2 为模拟得到的不同长度反射区的反射谱。

图 3A 为模拟得到的本发明激光器增益区和反射区等效折射率差与阈值增益的关系图。

图 3B 为模拟得到的本发明激光器增益区和反射区等效折射率差与主

模和边模阈值增益差的关系图。

具体实施方式

如图 1 所示, 本发明的短腔长的分布反馈激光器包括有源区 1, 又称为光增益区和反射区 2, 有源区 1 从上而下包括电极接触层 3、波导上盖层 4、光栅层 5、上光限制层 6、量子阱层 7、下光限制层 8, 波导下盖层 9。反射区 2 从上而下包括波导上盖层 4、光栅层 5、上光限制层 6、量子阱层 7、下光限制层 8、波导下盖层 9。有源区部分的光栅包含有 $\lambda/4$ 的相移区, 相移区的两边的光栅为同周期的均匀光栅。 $\lambda/4$ 的相移区的引入使得光栅的布拉格波长同时也是谐振腔的谐振波长, 同时也是激光器的激射波长。这使得可以通过精确控制光栅的布拉格波长来控制激光器的激射波长。同时由于光栅只能在布拉格波长处提供最有效的反射, 所以激光器的单模特性好。

在激光器的非输出的一端引入一段均匀分布布拉格光栅形成反射区, 反射区的额外反馈可以使得激光器的阈值增益降低, 因此能实现短腔长, 同时反射区的反馈使得激光器输出端的输出功率增加, 因此激光器的斜率效率可以得到提高。

布拉格反射光栅, 其周期 Λ 按照以下公式计算:

$$\Lambda = \frac{m\lambda}{2n_{eff}}$$

其中, m 是光栅级数, λ 是光栅所对应的布拉格波长, 在该波长处光栅能产生最高的反射, n_{eff} 为波导的有效折射率。

通过以下两种方法对反射区的反馈进行调节:

1. 调节该段光栅的长度, 在一定耦合系数的情况下, 长度越长, 反射区的等效反射率越大。

2. 调节该段光栅的耦合系数, 在光栅长度一定的情况下, 耦合系数越大, 反射区的等效反射率越大。

以上两种方法理论上可以提高反射区的反射率到接近于 1，但是由于波导本身存在的固有损耗会使得反射率小于 1，模拟设置波导的损耗为典型值 20 cm^{-1} ，得到的波长与等效反射率的关系如图 2 所示。可以看到在布拉格波长处反射率可以达到 85% 以上。由于光栅是通过高精度的制作方法加工而成比如说利用电子束曝光技术，反射区的光栅所提供反馈的相位可以精确控制，这样反射区所提供的反馈和增益区光栅提供的反馈可以保持同相位，这样保证了激光器能够在最大反馈波长处激射。这样有三个效果：第一是激光器的阈值可以维持在比较低的水准。当激光器的腔长减小的时候这一点就非常重要；第二是激光器的激射波长可以精确控制，就是控制光栅的布拉格波长；第三是激光器的单模成品率高，因为激射波长总是反馈最大的波长也就是光栅的布拉格波长，其他模式波长的反馈相比之下都要弱很多，因此阈值增益也要高很多。传统的镀高反射膜的解理面很容易提供高于 90% 的反射，可以降低激光器阈值，但由于激光器的解理面的位置不能足够精确的控制，因而该反射不能保证与增益区光栅的反射同相位，这导致激光器的激射波长不能精确控制，同时有很严重的单模成品率的问题。

该分布反馈激光器的反射区和增益区具有相同的波导结构，波导传输层都为有源层 7，区别在于反射区不存在金属电极 3，不注入电流，无法得到增益，对于激光器只是起到增大端面反射率的作用，因此在工艺上不需要额外的刻蚀和再生长技术，制作工艺简单。

该分布反馈激光器的有源区和反射区在不注入电流的情况下，其等效折射率应该是相同的。当有源区注入电流时，有源区的等效折射率与反射区会有些不同。如果反射区与有源区的光栅采用完全相同的周期，那么这两部分光栅的布拉格波长会有稍微的不同，这会造成反射区的等效反射降低。所以实际中可以适当调整反射区光栅的周期来补偿这部分差别以使得两部分光栅的布拉格波长继续保持一致。但即使不采取这样的补偿措施，

我们预计由于注入电流引起的等效折射率变化所造成的影响很小。我们做如下模拟：有源区由于注入电流会产生增益，当激光器激射以后这部分增益会被钳制在阈值增益附近，一般情况下阈值增益接近 40 cm^{-1} 。反射区会被激光器自身的光输出泵浦到透明状态，这种状态下波导芯区的量子阱既不产生增益也不产生吸收，这时候波导的净增益在 -20 cm^{-1} 。所以反射区与增益区的净增益的差在 60 cm^{-1} 左右。这部分增益差会产生相应的有效折射率差，它们之间是通过线宽增强因子联系起来的。由于高速直调的激光器通常采用 InGaAlAs 量子阱材料，线宽增强因子通常在 1 到 2。这意味着反射区和增益区的等效折射率差会小于 0.005。模拟有源增益区 150 微米，反射区长度分别为 75 微米时，等效折射率变化与阈值增益、主模和边模阈值增益差的关系，结果如图 3 所示。可以看出当等效折射率变化差 n 在 0.005 以内，其阈值增益一直在 40 cm^{-1} 以下，主模边模阈值增益差总是大于 5 cm^{-1} ，一般主模边模阈值增益差大于 5 cm^{-1} 的分布反馈激光器能得到一个好的单模特性。模拟表明即使增益区与反射区采用相同的光栅周期，激光的增益阈值和边模抑制比不会出现大的退化。

在激光器的反射区外端面部分，为减小解理面反射的影响，可以采用窗口区、或水平方向倾斜的解理面、或者镀增透膜等，使得最后得到解理面反射不影响激光器的性能。

分布反馈激光器的激光器输出端镀增透膜，增透膜的反射率可以小于 1%。

为进一步增加激光器谐振腔的反馈，还可以在激光器的输出端面加上一段和反射区相同的光栅，该光栅可以提供额外的反射，所以总体上可以降低激光器的激射阈值，使得激光器可以在有源区部分长度进一步减小的情况下工作。但这一部分光栅也会产生额外的损耗因而降低激光器的输出效率，所以相对于反射区部分的光栅，在输出端面添加的光栅不适合太长。

最后所应说明的是，以上具体实施方式仅用以说明本发明的技术方案

而非限制，尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

1、一种短腔长的分布反馈激光器，其特征在于，所述激光器分为两部分：有源区和反射区，两部分都含有光栅；有源区光栅存在 $\lambda/4$ 相移区，有源区长度小于等于 200 微米；反射区在激光器非输出的一端，反射区光栅为均匀周期的光栅；激光器输出的一端的端面镀有增透膜。

5 2、根据权利要求 1 所述的短腔长的分布反馈激光器，其特征在于，所述光栅为布拉格反射光栅，其周期 Λ 按照以下公式计算：

$$\Lambda = \frac{m\lambda}{2n_{eff}}$$

其中， m 是光栅级数， λ 是所述光栅所对应的布拉格波长，在该波长处光栅能产生最高的反射， n_{eff} 为波导的有效折射率。

10 3、根据权利要求 2 所述的短腔长的分布反馈式激光器，其特征在于，所述的光栅级数 $m=1$ 。

4、根据权利要求 1 所述的短腔长的分布反馈激光器，其特征在于，所述的反射区与有源区的波导采用相同的芯层结构，反射区的波导传输层同样为有源量子阱材料。

15 5、根据权利要求 1 或 2 所述的短腔长的分布反馈激光器，其特征在于，所述反射区的长度可以根据所需的反射率进行自定义调节，长度越长，反射率越高，所述反射区的最高反射率可达到 80%以上。

6、根据权利要求 1 或 2 所述的短腔长的分布反馈激光器，其特征在于，所述的反射区的光栅耦合系数可以根据所需的反射率进行自定义调节，耦合系数越大，反射率越高，调节耦合系数能够使反射率达到 80%以上。

20 7、根据权利要求 1 或 2 所述的短腔长的分布反馈激光器，其特征在于，反射区光栅可以采用与有源区光栅不一样的周期。

8、根据权利要求 1 或 2 所述的短腔长的分布反馈激光器，其特征在于，反射区后外端面部分选择采用窗口区，或者带水平倾斜的端面，或者是镀增透膜，或者是上述多种方式的结合。

25 9、根据权利要求 1 所述的短腔长的分布反馈激光器，其特征在于，所述激光器输出端的增透膜的反射率小于 1%。

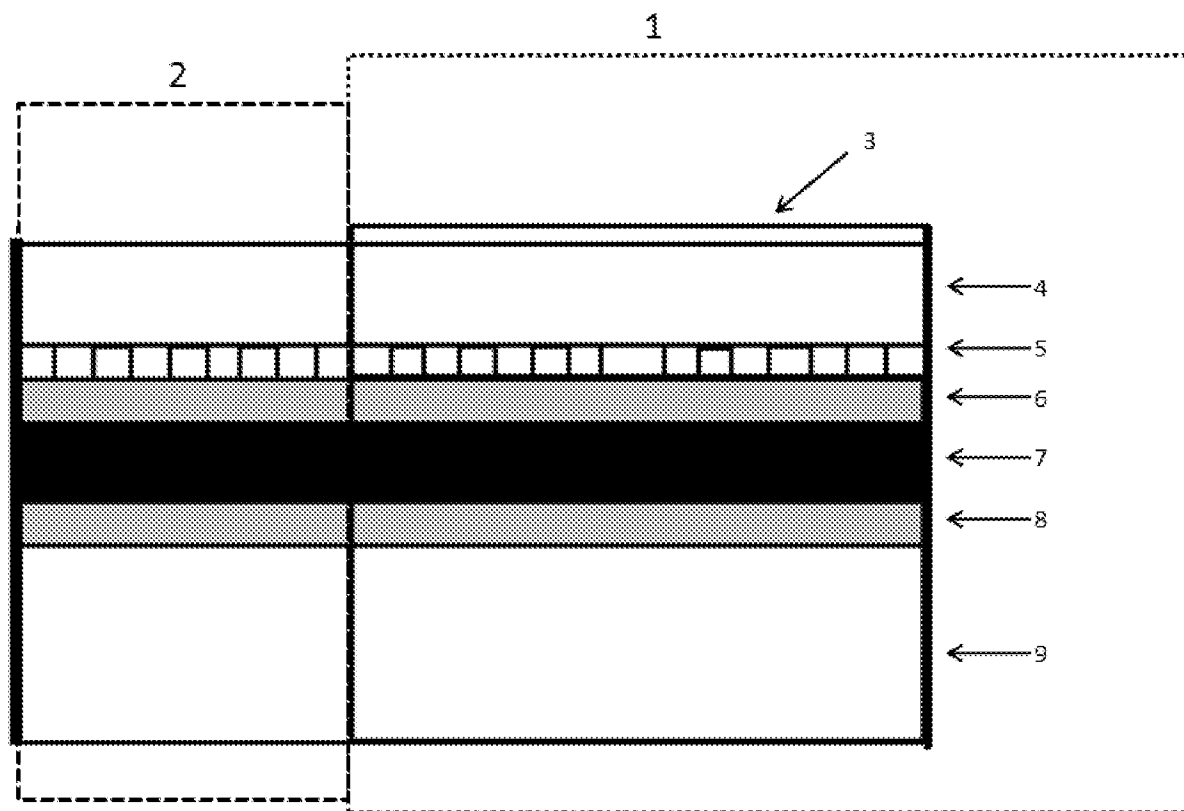


图 1

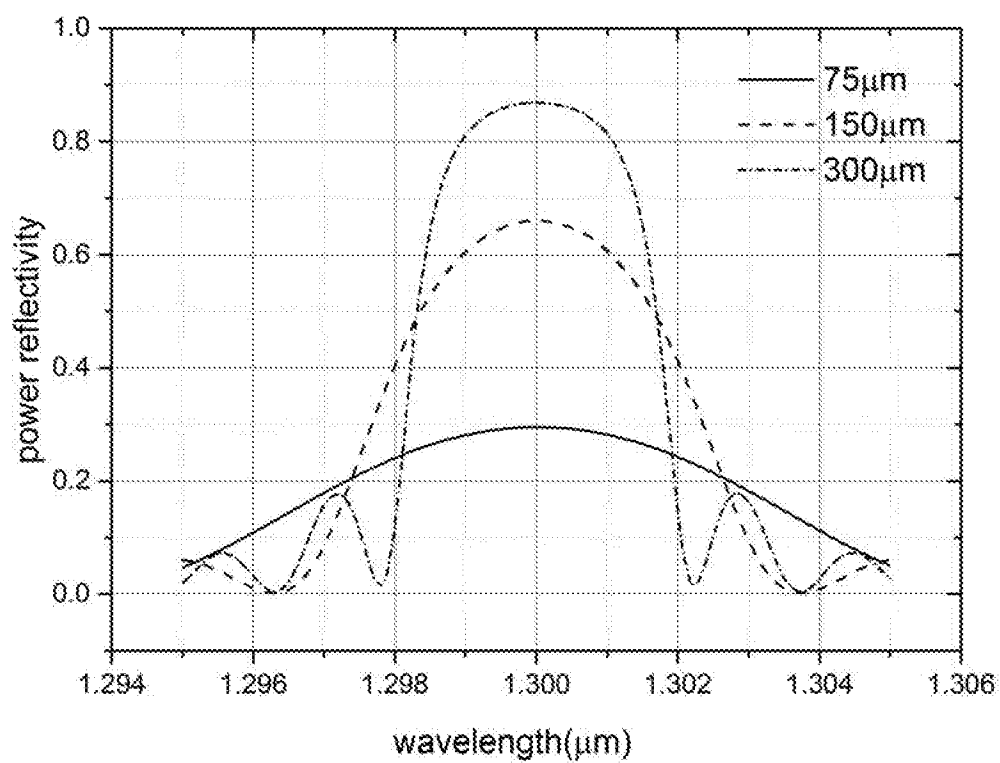


图 2

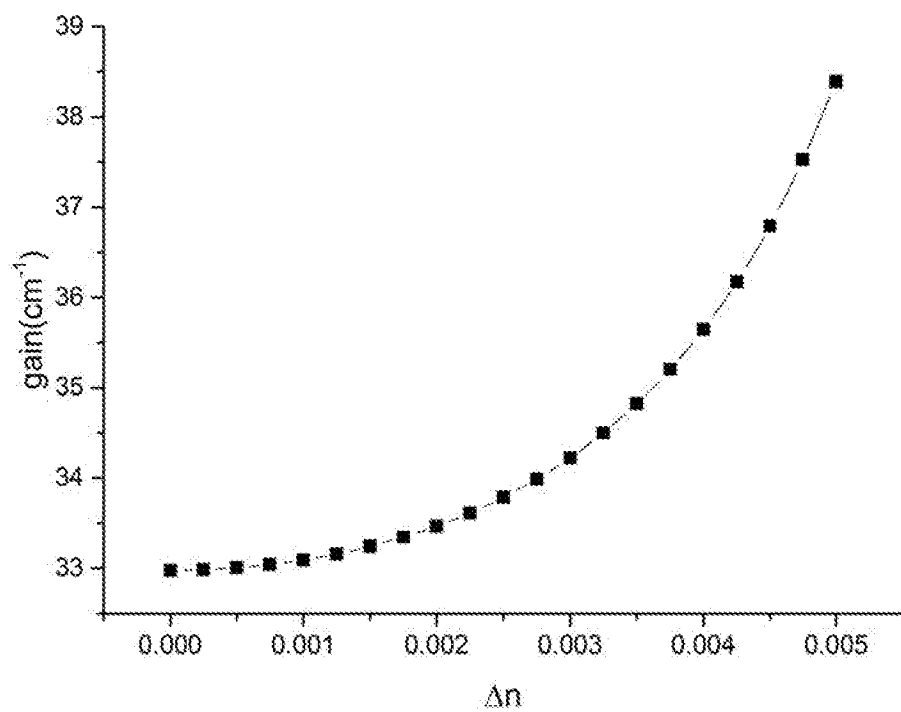


图 3A

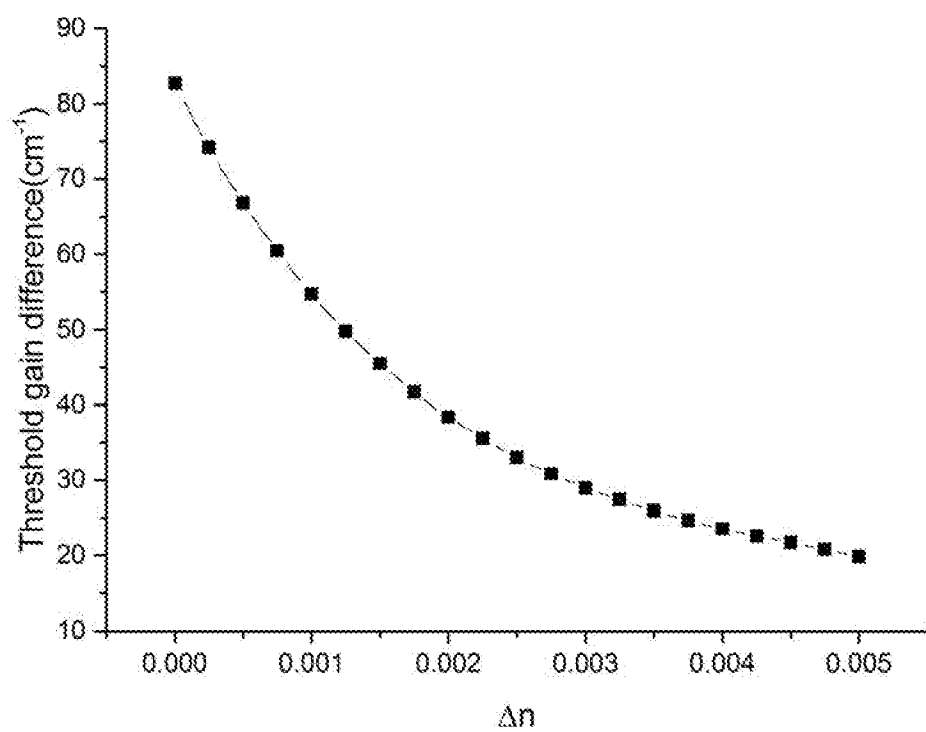


图 3B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/086143

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 5/12 (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)

H01S 5

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)

CNABS; VEN: phase shift, cavity length, side mode, phase, shift+, feedback, distribut+, grating?, reflect+, active, short, BRAGG, gain, side, mode?, suppres+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010265980 A1 (FUJITSU LTD.), 21 October 2010 (21.10.2010), description, paragraphs [0012] and [0057]-[0081], and figures 1 and 4A	1-9
X	US 2011299561 A1 (FUJITSU LIMITED), 08 December 2011 (08.12.2011), description, paragraphs [0025]-[0058], and figures 1-4	1-9
X	CN 103346475 A (INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 09 October 2013 (09.10.2013), description, paragraphs [0022]-[0030], and figure 1	1-9
PX	CN 104993375 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 21 October 2015 (21.10.2015), claims 1-9	1-9
A	US 2015093121 A1 (FUJITSU LTD.), 02 April 2015 (02.04.2015), the whole document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 04 August 2016 (04.08.2016)	Date of mailing of the international search report 08 September 2016 (08.09.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer BAI, Jianhui Telephone No.: (86-10) 62085855

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/086143

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2010265980 A1	21 October 2010	JP 5287460 B2	11 September 2013
		US 8705583 B2	22 April 2014
		JP 2010251609 A	04 November 2010
US 2011299561 A1	08 December 2011	WO 2010100738 A1	10 September 2010
		US 8472494 B2	25 June 2013
		JP 5387671 B2	15 January 2014
CN 103346475 A	09 October 2013	CN 103346475 B	15 July 2015
CN 104993375 A	21 October 2015	None	
US 2015093121 A1	02 April 2015	JP 2015072980 A	16 April 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/086143

A. 主题的分类

H01S 5/12(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)

H01S5

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))

CNABS;VEN:相移, 反馈, 分布, 光栅, 反射, 有源, 短, 腔长, 布拉格, 增益, 边模, 抑制, phase, shift+, feedback, distribut+, gratting?, reflect+, active, short, bragg, gain, side, mode?, supres+

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
X	US 2010265980 A1 (FUJITSU LTD) 2010年 10月 21日 (2010 - 10 - 21) 说明书第[0012], [0057]-[0081]段, 附图1, 4A	1-9
X	US 2011299561 A1 (FUJITSU LIMITED) 2011年 12月 8日 (2011 - 12 - 08) 说明书第[0025]-[0058]段, 附图1-4	1-9
X	CN 103346475 A (中国科学院半导体研究所) 2013年 10月 9日 (2013 - 10 - 09) 说明书第[0022]-[0030]段, 附图1	1-9
PX	CN 104993375 A (华中科技大学) 2015年 10月 21日 (2015 - 10 - 21) 权利要求1-9	1-9
A	US 2015093121 A1 (FUJITSU LTD) 2015年 4月 2日 (2015 - 04 - 02) 全文	1-9

☐ 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

2016年 8月 4日

国际检索报告邮寄日期

2016年 9月 8日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(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

授权官员

白建辉

电话号码 (86-10)62085855

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/086143

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)
US	2010265980	A1	2010年 10月 21日	JP	5287460	B2	2013年 9月 11日
				US	8705583	B2	2014年 4月 22日
				JP	2010251609	A	2010年 11月 4日
US	2011299561	A1	2011年 12月 8日	WO	2010100738	A1	2010年 9月 10日
				US	8472494	B2	2013年 6月 25日
				JP	5387671	B2	2014年 1月 15日
CN	103346475	A	2013年 10月 9日	CN	103346475	B	2015年 7月 15日
CN	104993375	A	2015年 10月 21日	无			
US	2015093121	A1	2015年 4月 2日	JP	2015072980	A	2015年 4月 16日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)