



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101895057 A

(43) 申请公布日 2010. 11. 24

(21) 申请号 201010179548. 9

H01S 5/187(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 05. 24

H01S 5/22(2006. 01)

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 叶淑娟 秦莉 胡永生 戚晓东
张楠

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 张伟

(51) Int. Cl.

H01S 5/04(2006. 01)

H01S 5/42(2006. 01)

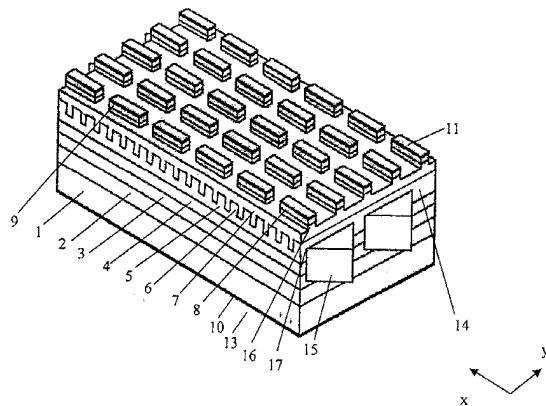
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种互注入锁定的二维表面发射激光器阵列

(57) 摘要

本发明涉及激光器装置，特别是一种互注入锁定的二维表面发射激光器阵列，该发明包括表面发射分布反馈半导体激光器阵列及固定在 x 方向上的外出光端面上的二次反射直角棱镜，该棱镜斜边平行于激光器阵列上的相邻两行的行首端或行尾端两个激光器的外出光端面，其中行平行 x 轴，列平行 y 轴，其斜边长度大于这两个激光器的前端面和后端面间的距离，其厚度大于多量子阱层厚度，表面发射分布反馈半导体激光器阵列内有二阶光栅，该光栅是部分刻槽的多量子阱层和上波导层或者是部分刻槽的上波导层和上包层契合组成的周期结构，或者是部分刻槽的接触层和镀在接触层上的上电极组成的金属光栅。本发明结构简单，性能稳定，成本低，得到高功率、高相干性激光。



1. 一种互注入锁定的二维表面发射激光器阵列装置,包括表面发射分布反馈半导体激光器阵列(14),表面发射分布反馈半导体激光器阵列(14)包括衬底(1)、缓冲层(2)、下波导层(3)、多量子阱层(4)、上波导层(5)、上包层(7)和接触层(8),衬底(1)上面依次长有缓冲层(2)、下波导层(3)、多量子阱层(4)、上波导层(5)、上包层(7)和接触层(8),其特征在于,该装置还包括二次反射直角棱镜(15),二次反射直角棱镜(15)固定在表面发射分布反馈半导体激光器阵列(14)的x方向上的外出光端面(17)上,二次反射直角棱镜(15)的斜边平行于表面发射分布反馈半导体激光器阵列(14)上的相邻两行的行首端或行尾端的两个激光器(16)的外出光端面(17),其中的行平行于x轴的方向,列平行于y轴的方向,其斜边的长度大于相邻两行的行首端或行尾端的两个激光器中的前激光器的前端面(18)和后激光器的后端面(19)之间的距离,二次反射直角棱镜(15)的厚度大于多量子阱层(4)的厚度,所说的表面发射分布反馈半导体激光器阵列(14)内长有二阶光栅(6),所说的二阶光栅(6)是部分刻槽的多量子阱层(4)和上波导层(5)契合组成的周期结构,或者是由部分刻槽的上波导层(5)和上包层(7)契合组成的周期结构,或者是由部分刻槽的接触层(8)和镀在接触层上的上电极(9)组成的金属光栅。

2. 根据权利要求1所述的互注入锁定的二维表面发射激光器阵列,其特征在于,所说的激光器(16)是由脊形波导(11)及其下面所对应的上波导层(5)、多量子阱层(4)、下波导层(3)、缓冲层(2)、衬底(1)、下电极(10)和光孔(13)构成。

3. 根据权利要求1所述的互注入锁定的二维表面发射激光器阵列,其特征在于,所说的激光器(16)是由脊形波导(11)及其下面所对应的二阶光栅(6)、上波导层(5)、多量子阱层(4)、下波导层(3)、缓冲层(2)、衬底(1)、下电极(10)和光孔(13)构成。

4. 根据权利要求1所述的互注入锁定的二维表面发射激光器阵列,其特征在于,所说的上包层(7)和接触层(8)被制作成 $n \times m$ 脊形波导阵列,每行相邻两个脊形波导(11)对应的端面平行。

5. 根据权利要求1所述的互注入锁定的二维表面发射激光器阵列,其特征在于,所说的衬底(1)下面镀有下电极(10),衬底(1)与下电极(10)在对应于谐振腔(12)的中间位置均开有光孔(13),光孔(13)与表面发射分布反馈半导体激光器阵列内部的谐振腔(12)连通。

一种互注入锁定的二维表面发射激光器阵列

技术领域

[0001] 本发明涉及激光器装置,特别是一种互注入锁定的二维表面发射激光器阵列。

背景技术

[0002] 高功率单模的激光可广泛应用于金属切割,泵浦固体激光器、光纤激光器,干涉计量,激光全息,激光雷达,光通信等领域,这些领域对高光束质量的激光器有很大的需求。

[0003] 传统的半导体激光器通过集成多个二极管条可以得到高的出光功率,但是光束质量较差,需要集成多个外部光学元件,改善光束质量,存在体积大,成本高等问题。垂直腔表面发射半导体激光器的光束质量较好,但是因腔长很短,出光功率很低。表面发射分布反馈半导体激光器(SE-DFB lasers)依靠二阶光栅的衍射作用,实现腔长方向的分布反馈和表面出光,具有高的光束质量、单纵模出光、高功率、便于二维集成、测试简单等优点,有广阔的应用前景。

[0004] 激光器阵列各个单元自由运行时,相干性差,限制了其在激光全息,激光雷达,光通信等领域的应用。人们就利用一些有效的方法来锁定各个发光单元光场间的相位关系,实现单元间的锁相运行。内部耦合锁相是靠相距很近的两个单元光的相互作用实现锁相,该技术单元间的相互作用复杂,间距很难控制,较难实现高功率输出;外腔锁相通常是在外腔中加滤波器,实现不同光束的相互作用,该技术对滤波器的要求高,光路复杂,能量损失大;而种子注入锁相需要一个额外的输出高质量激光的主激光器,以及昂贵的光隔离器。现有的注入锁定激光器装置基本上是边发射激光器靠镜子的反射,透射注入对方,实现锁相的单元较少,效率较低。因此,研制出一种高功率、高相干性的激光,性能稳定,制作简单,成本低的激光器装置势在必行。

发明内容

[0005] 针对上述情况,为解决现有技术的缺陷,本发明的目的就在于提出一种互注入锁定的二维表面发射激光器阵列,可以有效解决现有实现高功率相干光技术装置复杂、锁相单元较少的不足、光束质量差、功率低、成本高、结构复杂的问题。

[0006] 本发明解决技术问题所采用的技术方案是,互注入锁定的二维表面发射激光器阵列装置包括表面发射分布反馈半导体激光器阵列,表面发射分布反馈半导体激光器阵列包括衬底、缓冲层、下波导层、多量子阱层、上波导层、上包层和接触层,衬底上面依次长有缓冲层、下波导层、多量子阱层、上波导层、上包层和接触层,该装置还包括二次反射直角棱镜,二次反射直角棱镜固定在表面发射分布反馈半导体激光器阵列内x方向上的外出光端面上,二次反射直角棱镜的斜边平行于表面发射分布反馈半导体激光器阵列上的相邻两行的行首端或行尾端的两个激光器的外出光端面,其中的行平行于x轴的方向,列平行于y轴的方向,其斜边的长度大于相邻两行的行首端或行尾端的两个激光器中的前激光器的前端面和后激光器的后端面之间的距离,二次反射直角棱镜的厚度大于多量子阱层的厚度,所说的表面发射分布反馈半导体激光器阵列内长有二阶光栅,所说的二阶光栅是部分刻槽的

多量子阱层和上波导层契合组成的周期结构,或者是由部分刻槽的上波导层和上包层契合组成的周期结构,或者是由部分刻槽的接触层和镀在接触层上的上电极组成的金属光栅。

[0007] 本发明的有益效果:本发明利用表面发射分布反馈半导体激光器二阶光栅两个衍射级的优势,端面衍射出光,实现端面相对的单元间的互注入,表面衍射出光,便于单片二维阵列集成,得到高功率、单模,表面出光。此外,再利用二次反射直角棱镜的对光线进行转向和移位的特点,实现了二维阵列所有单元的互注入。提供了一种得到高功率、高相干性激光,性能稳定,制作简单,成本低的装置。

附图说明

[0008] 图1为本发明的互注入锁定的二维表面发射激光器阵列实施例的结构图。

[0009] 图2为本发明的互注入锁定的二维表面发射激光器阵列实施例的前视图。

[0010] 图3为本发明的互注入锁定的二维表面发射激光器阵列实施例的俯视图。

[0011] 图4为本发明的互注入锁定的二维表面发射激光器阵列实施例的仰视图。

[0012] 图5为本发明的二阶光栅的结构图。

[0013] 图中:1、衬底,2、缓冲层,3、下波导层,4、多量子阱层,5、上波导层,6、二阶光栅,7、上包层,8、接触层,9、上电极,10、下电极,11、脊形波导,12、谐振腔,13、光孔,14、表面发射分布反馈半导体激光器阵列,15、二次反射直角棱镜,16、激光器,17、外出光端面,18、前端面,19、后端面。

具体实施方式

[0014] 以下结合附图对本发明的具体实施方式做详细说明。

[0015] 由图1-4所示,本发明包括表面发射分布反馈半导体激光器阵列14和二次反射直角棱镜15,二次反射直角棱镜15固定在表面发射分布反馈半导体激光器阵列14内的x方向上的外出光端面17上,二次反射直角棱镜15的斜边平行于表面发射分布反馈半导体激光器阵列14上的相邻两行的行首端或行尾端的两个激光器16的外出光端面17,其中的行平行于x轴的方向,列式平行于y轴的方向,其斜边的长度大于相邻两行的行首端或行尾端的两个激光器中的前激光器的前端面18和后激光器的后端面19之间的距离,二次反射直角棱镜15的厚度大于多量子阱层4的厚度,表面发射分布反馈半导体激光器阵列14包括衬底1、缓冲层2、下波导层3、多量子阱层4、上波导层5、上包层7和接触层8,衬底1上面依次有缓冲层2、下波导层3、多量子阱层4、上波导层5、上包层7和接触层8,所说的表面发射分布反馈半导体激光器阵列14内长有二阶光栅6,所说的二阶光栅6是部分刻槽的多量子阱层4和上波导层5契合组成的周期结构,或者是由部分刻槽的上波导层5和上包层7契合组成的周期结构,或者是由部分刻槽的接触层8和镀在接触层上的上电极9组成的金属光栅。

[0016] 由图5所示,虚线所圈的部分为二阶光栅6。

[0017] 所说的激光器16是由脊形波导11及其下面所对应的上波导层5、多量子阱层4、下波导层3、缓冲层2、衬底1、下电极10和光孔13构成。

[0018] 所说的激光器16是由脊形波导11及其下面所对应的二阶光栅6、上波导层5、多量子阱层4、下波导层3、缓冲层2、衬底1、下电极10和光孔13构成。

[0019] 所说的上包层 7 和接触层 8 被制作成 $n \times m$ 脊形波导阵列, 每行相邻两个脊形波导 11 对应的端面平行。

[0020] 所说的衬底 1 下面镀有下电极 10, 衬底 1 与下电极 10 在对应于谐振腔 12 的中间位置均开有光孔 13, 光孔 13 与表面发射分布反馈半导体激光器阵列内部的谐振腔 12 连通。

[0021] 所说的二次反射直角棱镜 15 可以通过紫外胶固定于表面发射分布反馈半导体激光器阵列 14 的外出光端面。

[0022] 所述的表面发射分布反馈半导体激光器 (SE-DFB lasers) 阵列, 其每一行 SE-DFB lasers 中的每个脊形波导单元间相邻脊形波导单元端面相对应, 单元间的间隔为 50–100 μm , 端面出光注入对方, 实现每一行激光器中单元的互注入, 相邻行的间隔 100–200 μm , 没有光的相互注入。

[0023] 所述的 $n \times m$ 表面发射分布反馈半导体激光器 (SE-DFB lasers) 阵列, 其上包层和接触层制作成尺寸相同的 $n \times m$ 个脊形波导, 脊形宽度 2–3 μm , 脊形波导上镀电极 9 可实现激光的侧向单横模, 长度 500–1000 μm , 整个晶片下面镀电极 10, 只在每个腔的中间部位刻光孔 13, 大约 1–2 $\mu\text{m} \times 200–300 \mu\text{m}$, 使其底出光。

[0024] 二阶光栅提供二个衍射级, 二级衍射提供光反馈, 一级衍射提供表面出光, 得到单模的表面出射激光和两个端面的损耗出光。

[0025] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白, 以下结合实施例, 对本发明进行进一步详细说明, 应当理解, 此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明, 并不用于限定本发明。

[0026] 本实施例中, 整个装置的材料采用 InGaAs 和 InGaAsP, 出光波长 980nm, 表面发射分布反馈半导体激光器阵列为 5×6, 二次反射直角棱镜 4 个。

[0027] 表面发射分布反馈半导体激光器阵列的波导结构由二次材料外延生长完成。所说的衬底和缓冲层采用 GaAs, 下波导层采用 GaInP, 多量子阱层采用 InGaAs 和 InGaAsP, 上波导层采用 InGaAsP, 上述结构均由第一次外延生长完成。采用电子束或全息曝光和反应离子束刻蚀技术在整个上波导层上制作二阶光栅, 然后二次外延生长上包层、接触层, 接着采用光刻和刻蚀技术制作 5×6 脊形波导, 再经过衬底减薄, 在脊形波导上和背面镀电极, 背面开光孔, 整个器件制作完成。

[0028] 二阶光栅的周期为 297nm, 脊形波导的波导宽度 2 μm , 长度 600 μm , 光孔为 1.8 $\mu\text{m} \times 150 \mu\text{m}$, 同行单元间相邻单元端面相对应, 间隔 50 μm , 实现每一行激光器中单元的互注入, 相邻行的间隔 100 μm , 没有光的相互注入。

[0029] 二次反射直角棱镜的斜边平行于激光器外出光端面, 固定于第一行第一个激光器和第二行第一个激光器的外出光端面上, 使其外出光端面输出的光通过二次反射直角棱镜的两个直角边反射两次注入对方, 实现行间单元的互注入, 其它三个二次反射直角棱镜的原理类似, 从而实现所有行之间光的互注入, 光线传播方向如图 3 所示, 箭头所指的为光路。只需 4 个二次反射直角棱镜, 就可以实现 5 行激光器的互注入, 得到高功率的相干光束, 结构简单, 紧凑。

[0030] 本发明利用表面发射分布反馈半导体激光器二阶光栅两个衍射级的优势, 端面衍射出光, 实现端面相对的单元间的互注入, 表面衍射出光, 便于单片二维阵列集成, 得到高功率、单纵模, 表面出光。此外, 再利用二次反射直角棱镜的对光线进行转向和移位的特点,

实现了二维阵列所有单元的互注入,能得到高功率、高相干性激光,性能稳定,制作简单,成本低。

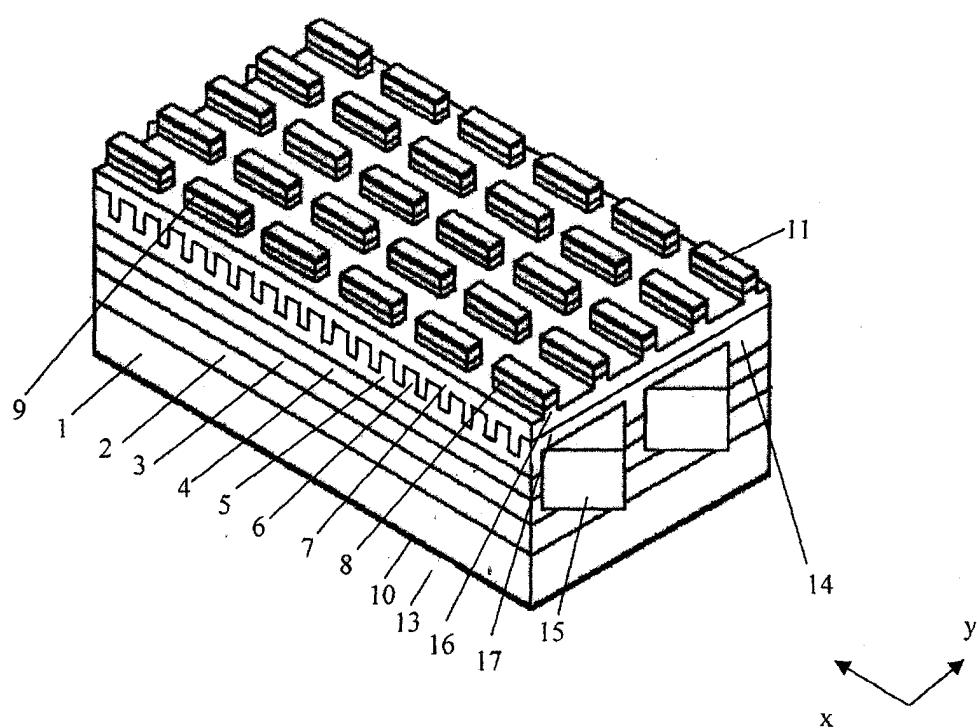


图 1

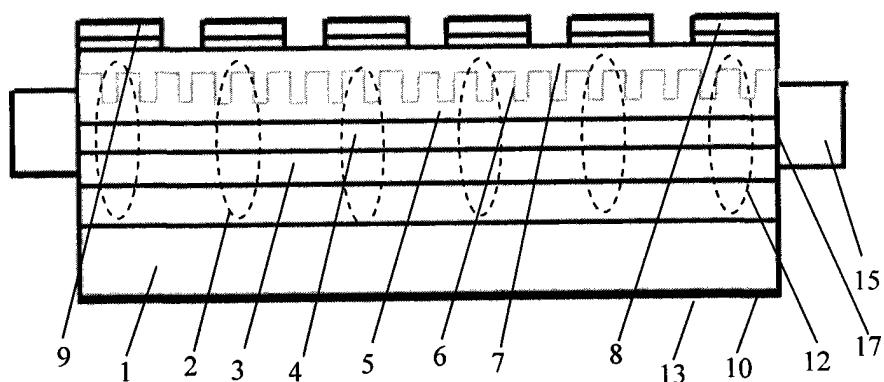


图 2

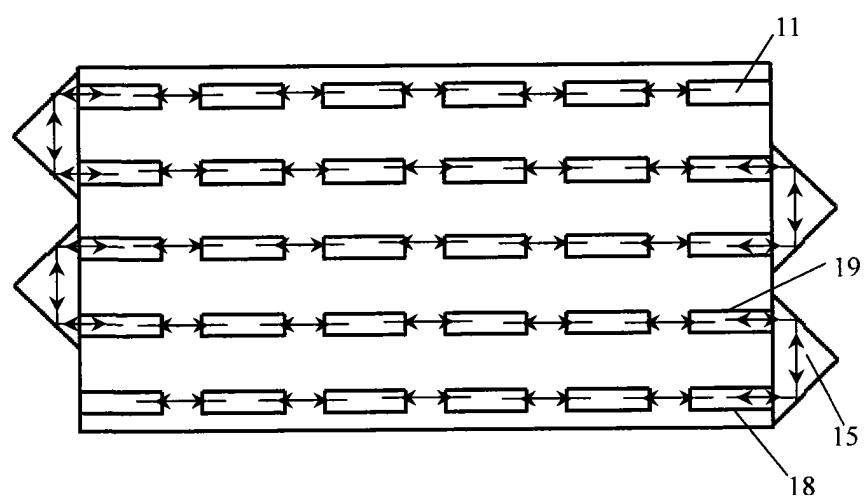


图 3

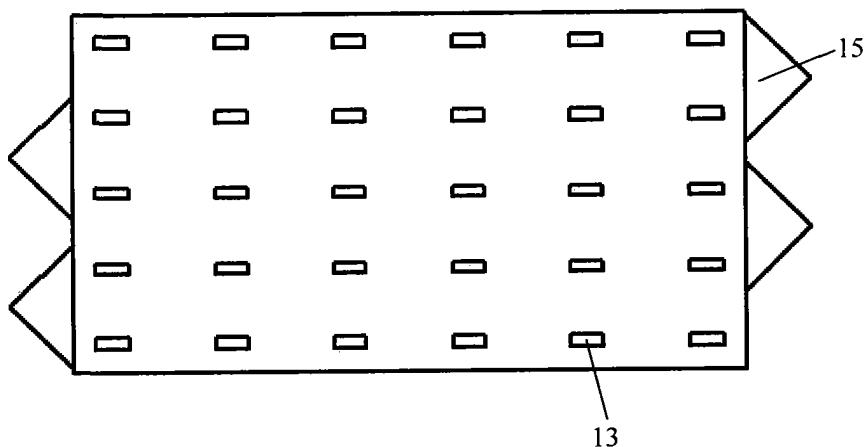


图 4

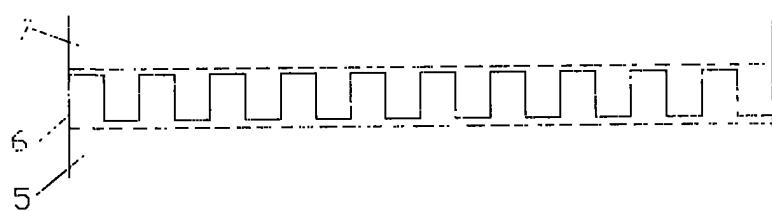


图 5