



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102347735 A

(43) 申请公布日 2012.02.08

(21) 申请号 201110129773.6

(22) 申请日 2011.05.19

(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 陈泳屹 秦莉 王立军 张金龙

(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.

H03F 3/21 (2006.01)

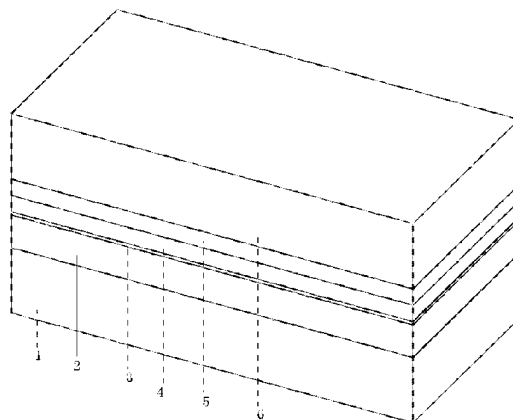
权利要求书 1 页 说明书 2 页 附图 2 页

(54) 发明名称

多层膜纳米微腔电流放大器

(57) 摘要

多层膜纳米微腔电流放大器属于电流放大器领域,该放大器包括发射极、电致发光材料、基极、p 型掺杂波导层、n 型掺杂波导层和集电极,在发射极的金属层上依次生长制备电致发光材料、基极、p 型掺杂波导层、n 型掺杂波导层和集电极的层状结构,每层结构的界面之间粗糙度小于 2 纳米,本发明提出了一种新型纳米微腔电流放大器的设计。在应用纳米微腔技术减小器件尺寸的基础上,通过电致发光材料供光子,光子被光电二极管结构吸收形成光电子,以电子跃迁和光子吸收的时间代替普通三极管的基区渡越时间、发射区渡越时间和发射区充电时间,在提供电流放大的基础上,将器件尺寸减少到纳米量级并大大提高器件响应速率和高频特性。



1. 多层膜纳米微腔电流放大器,其特征在于,该装置包括发射极 (1)、电致发光材料 (2)、基极 (3)、p 型掺杂波导层 (4)、n 型掺杂波导层 (5) 和集电极 (6),在发射极 (1) 的金属层上依次生长制备电致发光材料 (2)、基极 (3)、p 型掺杂波导层 (4)、n 型掺杂波导层 (5) 和集电极 (6) 的层状结构,每层结构的界面之间粗糙度小于 2 纳米,所述 p 型掺杂波导层 (4) 和 n 型掺杂波导层 (5) 组成光电二极管结构。

2. 根据权利要求 1 所述的多层膜纳米微腔电流放大器,其特征在于,所述电致发光材料 (2)、基极 (3)、p 型掺杂波导层 (4) 和 n 型掺杂波导层 (5) 的总厚度小于电致发光材料 (2) 在通电情况下发光波长的一半。

3. 根据权利要求 1 所述的多层膜纳米微腔电流放大器,其特征在于,所述基极 (3) 的厚度小于光子穿过的距离。

多层膜纳米微腔电流放大器

技术领域

[0001] 本发明属于电流放大器领域,特别涉及一种多层膜纳米微腔电流放大器。

背景技术

[0002] 随着纳米微加工技术的发展和成熟,激光器越来越向着小型化的方向发展,微米微腔、纳米微腔的激光器由于其灵敏度高、体积小、能量集中而被更多的应用于进行生物探测器、信息存储、光计算、近场光学成像、纳米光刻技术和分子操纵技术等领域;并且,随着科技发展,越来越多的领域对超小型光电子器件的需求不断增长。

[0003] 由于理论和工艺的限制,现在的电子器件正面临着巨大的挑战。

[0004] 由于理论的限制,由尺寸逐渐变小引发一系列量子现象、小尺寸效应等问题,已经成为制约光电子器件进一步发展的关键因素。

[0005] 而由于工艺的限制,使得现在的半导体器件面临着其反应速度和高频响应的极限。大多数半导体电子器件在高频区中会面临着无法工作的难题。

[0006] 在电子器件中,为了增强三极管的反应速率和高频特性,不得不把基区做的很薄,减少电子在基区渡越时间,但是这样的器件面临着基区宽度调变效应的理论极限和工艺制作上的困难。

[0007] 因此设计一种可以增强反应速度并拥有良好高频特性的小尺寸器件,用以突破目前理论和工艺上半导体器件的制作极限势在必行。

发明内容

[0008] 为了解决上述问题,本发明提出了多层膜纳米微腔电流放大器。在应用纳米微腔技术减小器件尺寸的基础上,通过电致发光材料提供光子,光子被光电二极管结构吸收形成光电子,以电子跃迁和光子吸收的时间代替普通三极管的基区渡越时间、发射区渡越时间和发射区充电时间,在提供电流放大的基础上,将器件尺寸减少到纳米量级并大大提高器件响应速率和高频特性。

[0009] 多层膜纳米微腔电流放大器,包括发射极、电致发光材料、基极、p 型掺杂波导层、n 型掺杂波导层和集电极,在发射极的金属层上依次生长制备电致发光材料、基极、p 型掺杂波导层、n 型掺杂波导层和集电极的层状结构,每层结构的界面之间粗糙度小于 2 纳米,p 型掺杂波导层和 n 型掺杂波导层组成光电二极管结构。

[0010] 与目前市面上的三极管器件相比,本发明的电流放大器具有尺寸小、反应速度快、高频特性好等优点;并且除了提供类似三极管的电流放大效果之外,还可以用作纳米微腔发光器件。其应用广泛,并不限于本身三极管的工作范围。

附图说明

[0011] 图 1 为本发明多层膜纳米微腔电流放大器的结构立体图。

[0012] 图 2 为本发明多层膜纳米微腔电流放大器的共基极电流放大接法。

[0013] 图 3 为本发明多层膜纳米微腔电流放大器的共发射极电流放大接法。

[0014] 图 4 为本发明多层膜纳米微腔电流放大器的正偏发光接法。

[0015] 图中：1、发射极、2、电致发光材料、3、基极、4、p 型掺杂波导层、5、n 型掺杂波导层、6、集电极。

具体实施方式

[0016] 以下结合附图对本发明的具体实施方式做详细说明。

[0017] 如图 1 所示，多层膜纳米微腔电流放大器，包括发射极 1、电致发光材料 2、基极 3、p 型掺杂波导层 4、n 型掺杂波导层 5 和集电极 6，在发射极 1 的金属层上依次生长制备电致发光材料 2、基极 3、p 型掺杂波导层 4、n 型掺杂波导层 5 和集电极 6 的层状结构，每层结构的界面之间粗糙度小于 2 纳米，p 型掺杂波导层 4 和 n 型掺杂波导层 5 组成光电二极管结构。

[0018] 所述电致发光材料 2、基极 3、p 型掺杂波导层 4 和 n 型掺杂波导层 5 这 4 层结构的厚度加起来，小于电致发光材料 2 在通电情况下发光波长的一半。

[0019] 所述基极 3 的厚度要很薄，不能阻挡光子穿过。

[0020] 发射极 1 和集电极 6 是 200nm 厚的金膜，基极 3 是 10nm 厚的金膜，金膜可以提供表面等离子体激元，同时用作电极。电致发光材料 2 是厚度为 50nm 的 Nd:YAG 固体发光材料，在通电情况下发出真空中波长为 1064nm 的光子。p 型掺杂波导层 4 采用材料为 P-InGaAs、n 型掺杂波导层 5 采用材料为 N-InGaAs/ N^{+} InP 材料，两者组成的光电二极管，其总厚度在 200nm 左右。

[0021] 在电流放大模式接法（图 2、图 3）中由 Nd:YAG 材料激发出来的光子，被 p 型掺杂波导层 4、n 型掺杂波导层 5 组成的光电二极管结构吸收，并且在光电二极管内激发出电子-空穴对。在反偏电场的作用下，电子被扫向集电极，空穴被扫向基极，与基极和发射极漂移过来的电子复合，从而减小基极电流。

[0022] 在 Nd:YAG 材料的量子效率达到 100%，p 型掺杂波导层 4、n 型掺杂波导层 5 组成的光电二极管的量子效率达到 98% 的时候，集电极电流是基极电流的 49 倍，实现了电流放大。

[0023] 在发光模式接法（图 4）中，由于 pn 结正偏，即便由 Nd:YAG 材料激发出来的光子，被 p 型掺杂波导层 4、n 型掺杂波导层 5 组成的光电二极管吸收，并且在光电二极管内激发出电子-空穴对，在正偏电场的作用下，电子仍向 Nd:YAG 材料注入，量子效率很小，此时激发出来的光子大多数耦合成为表面等离子体激元并在器件边界出射，实现电致发光的纳米光源。

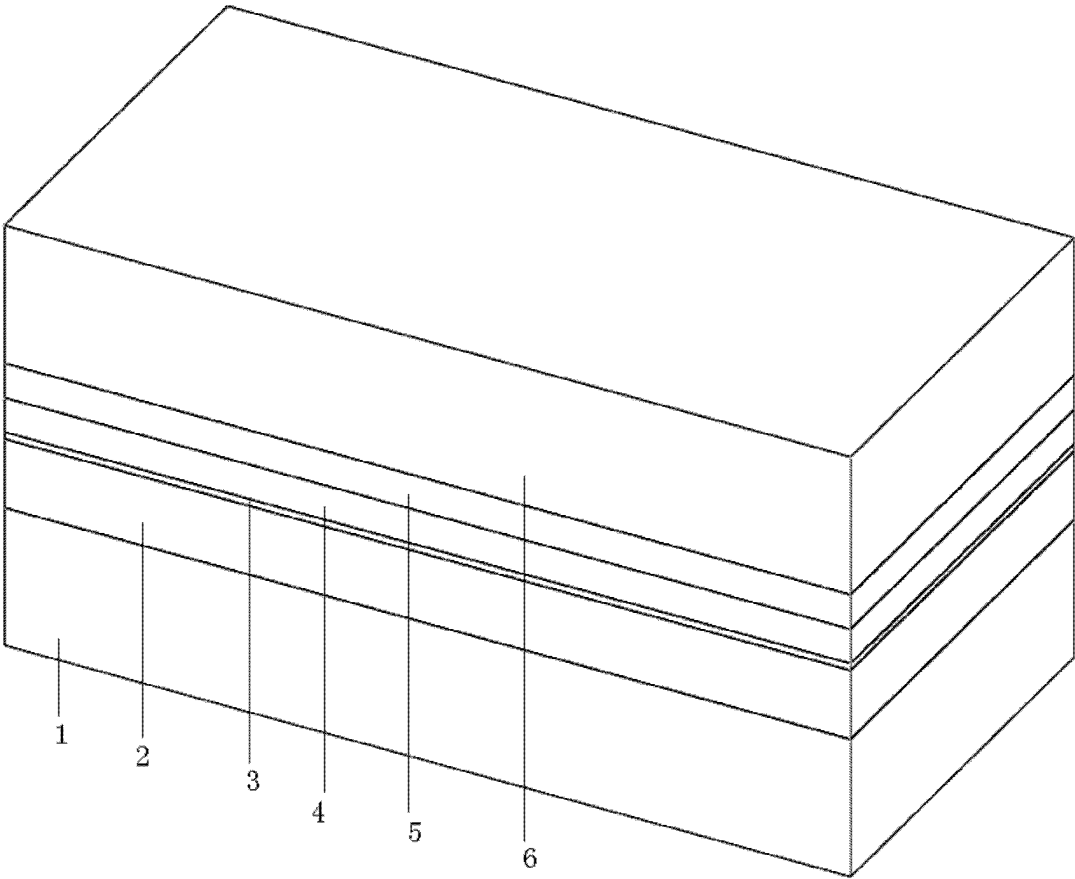


图 1

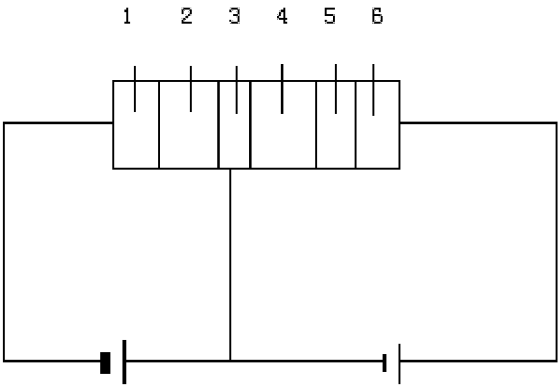


图 2

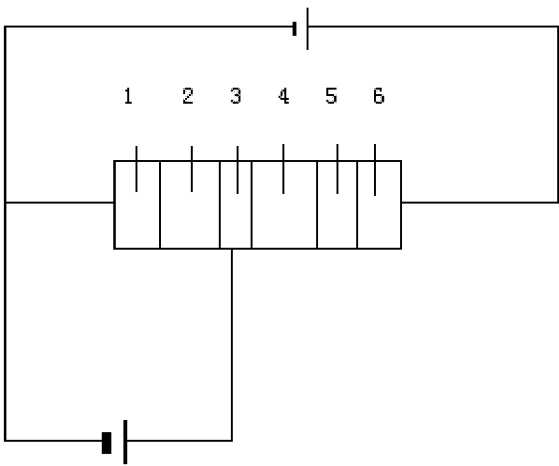


图 3

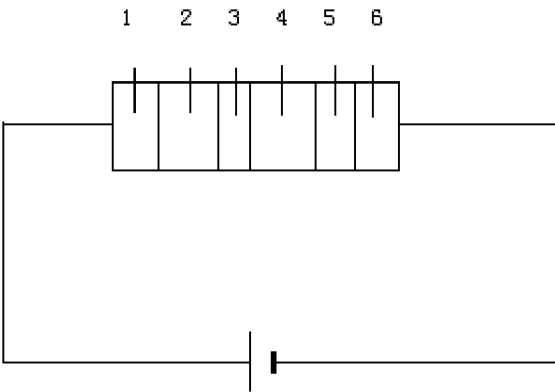


图 4