



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106772793 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(21)申请号 201710051851.2

(22)申请日 2017.01.20

(71)申请人 北京邮电大学

地址 100876 北京市海淀区西土城路10号

(72)发明人 杨大全 王波 陈鑫 纪越峰

(74)专利代理机构 北京永创新实专利事务所

11121

代理人 赵文利

(51)Int.Cl.

G02B 6/12(2006.01)

G02B 6/122(2006.01)

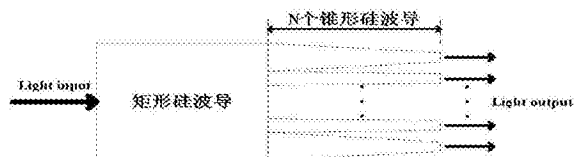
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器

(57)摘要

本发明公开了一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器,属于片上集成硅光子学技术领域;包括一个矩形硅波导和N个并行的锥形硅波导,两者无缝衔接串联在一起;矩形硅波导作为光的输入端口,N个锥形硅波导作为输出端口,且关于X轴对称;N个通道的长度和高度均相同,每个通道的宽度根据光场强度在横截面yz方向的比例分布分别确定,对称的两个通道尺寸相同;随着通道数的增加,仅沿硅波导宽度方向的纵向尺寸增加;沿硅波导长度方向的横向尺寸基本不变;根据光场分布,光场的强度分布比例就是N个硅波导的宽度比例尺寸。本发明结构紧凑,设计简单,在更小的尺寸上减小了器件的插入损耗,且实现了任意通道数的光等功率分配。



1. 一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器,其特征在于,包括一个矩形硅波导和8个并行的锥形硅波导,两者无缝衔接串联在一起;矩形硅波导作为光的输入端口;8个并行的锥形硅波导作为输出端口;

8个并行的锥形硅波导从上到下编号分别为通道1~通道8,整个锥形部分关于X轴对称,X轴方向与光的传播方向相同;

8个通道的长度相同,均为10um,高度也相同,均为0.22um,每个通道的宽度根据光场强度在横截面yz方向的比例分布分别确定,对称的两个通道尺寸相同,具体为:通道1和通道8的宽度从3.68um~0.5um过渡,通道2和通道7的宽度从0.92um~0.5um过渡,通道3和通道6的宽度从0.71um~0.5um过渡,通道4和通道5的宽度从0.69um~0.5um过渡。

2. 如权利要求1所述的一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器,其特征在于,所述的矩形硅波导和锥形硅波导选用的硅,折射率均为3.46。

3. 如权利要求1所述的一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器,其特征在于,所述的矩形硅波导的长*宽*高尺寸为:10um*12um*0.22um。

4. 如权利要求1所述的一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器,其特征在于,所述的锥形硅波导在xy平面是一个横置的梯形,梯形左边底的宽度根据光场强度确定,右边底的宽度为固定值。

5. 应用权利要求1所述的一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器对光进行等功率分配的过程如下:在均匀分布的光场中,一束入射光从矩形硅波导的中心输入,按照光在波导中的传输理论以及仿真的电场分布图,得知光在矩形硅波导中的强度分布为:中心的光场强度最大,然后向两边逐渐减小;根据分布图,获取每个锥形硅波导通道的宽度范围;并通过锥形硅波导的输出功率透射谱,微调每个通道的宽度尺寸,确定通道1到通道8不同比例的宽度,实现8通道光功率的平均分配。

6. 如权利要求1所述的一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器,其特征在于,所述的片上集成型光功率分束器能实现N个通道数的光等功率分配,N为整数;随着通道数的增加,仅沿硅波导宽度方向的纵向尺寸增加;沿硅波导长度方向的横向尺寸基本不变,不随通道数的增加而增加;根据光场分布,光场的强度分布比例就是N个硅波导的宽度比例尺寸。

一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器

技术领域

[0001] 本发明属于片上集成硅光子学技术领域,涉及光波导器件,具体指一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器。

背景技术

[0002] 近年来,各种互联网业务不断涌现,尤其是随着云存储,云计算和大数据等新型技术的不断兴起,全球的信息交流呈现爆炸性的增长。在信息交流越来越便利的同时,对通信系统高速率大容量的要求也越来越高。鉴于电子载体瓶颈效应的日益凸显,光互联技术逐渐成为克服通信网络传输瓶颈的主流技术。

[0003] 集成光电子芯片作为光互联技术的核心吸引了越来越多的关注,而硅基光学器件具有高度集成化以及能和CMOS平台兼容的特性,在片上集成领域将有广阔的应用前景。

[0004] 光波导器件是集成光电子芯片中的关键单元器件之一,采用不同的集成方式,包括单片集成和混合集成;可将各种不同有源器件和无源器件实现有效集成,由于其具有体积小,结构紧凑,性能稳定,损耗小和易于集成等优点,受到广泛的重视和研究。

[0005] 波导型光功率分束器作为集成光子系统中不可或缺的光波导器件,具有实现系统中光功率分配以及其它各种功能光子器件之间有效集成的功能,在系统中起着重要作用。

[0006] 目前,波导型光功率分束器的结构形式主要有基于Y分支波导级联的光功率分束器,基于多模干涉效应(MMI)的光功率分束器以及方向耦合器(DC)等。

[0007] 对于Y分支波导级联的光功率分束器而言,器件需要一段较长的模式扩展区,随着分数通道加倍,不断级联,器件的长度、损耗及非均匀性不断变大,工艺集成难度大,而且无法实现任意通道数的等功率分配;

[0008] 对于基于多模干涉效应(MMI)的光功率分束器而言,为了减小器件插入损耗,通常需要在其输入/输出端口插入一段波导,这相当于增加了器件尺寸,而且MMI多模区的宽度越宽,长度越长,不适合大通道数器件的设计;

[0009] 对于方向耦合器(DC)而言,由于其结构本身的特性,它的尺寸无法做到很小,并且波长无关性较差。

发明内容

[0010] 本发明针对上述现有波导型光功率分束器的缺陷及改进需求,提供了一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器。

[0011] 具体结构包括一个矩形硅波导和8个并行的锥形硅波导,两者无缝衔接串联在一起;矩形硅波导和锥形硅波导选用的硅,折射率均为3.46;矩形硅波导的长*宽*高尺寸为:10um*12um*0.22um,作为光的输入端口;8个并行的锥形硅波导作为输出端口。

[0012] 锥形硅波导在xy平面是一个横置的梯形,梯形左边底的宽度根据光场强度确定,右边底的宽度为500nm。8个并行的锥形硅波导从上到下编号分别为通道1~通道8,整个锥形部分关于X轴对称,X轴方向与光的传播方向相同;

[0013] 8个通道的长度相同,均为10um,高度也相同,均为0.22um,每个通道的宽度根据光场强度在横截面yz方向的比例分布分别确定,对称的两个通道尺寸相同,具体为:通道1和通道8的宽度从3.68um~0.5um过渡,通道2和通道7的宽度从0.92um~0.5um过渡,通道3和通道6的宽度从0.71um~0.5um过渡,通道4和通道5的宽度从0.69um~0.5um过渡。

[0014] 光在所述的片上集成型光功率分束器中进行传播,并实现对入射等功率分配的过程如下:

[0015] 在均匀分布的光场中,一束入射光从矩形硅波导的中心输入,按照光在波导中的传输理论以及仿真的电场分布图,得知光在矩形硅波导中的强度分布为:中心的光场强度最大,然后向两边逐渐减小;根据分布图,获取每个锥形硅波导通道的宽度范围;并通过锥形硅波导的输出功率透射谱,微调每个通道的宽度尺寸,确定通道1到通道8不同比例的宽度,实现8通道光功率的平均分配。

[0016] 本发明能实现N个通道数的光等功率分配,N为整数;随着通道数的增加,仅沿硅波导宽度方向的纵向尺寸增加;沿硅波导长度方向的横向尺寸基本不变,不随通道数的增加而增加;根据光场分布,光场的强度分布比例就是N个硅波导的宽度比例尺寸。

[0017] 本发明的优点在于:

[0018] 1)、一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器,结构非常紧凑,设计简单,整个片上集成型超多路光功率分束器的xy平面的面积尺寸大约为 $\sim N \times 20\text{um} \times 0.5\text{um}$,利于片上集成。

[0019] 2)、一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器,相比现有Y分支波导级联的光功率分束器,只能实现通道数目偶数倍的分束增加,器件的横向尺寸和纵向尺寸均成倍数的增加,本发明提供的等功率分束器可以在更小的尺寸上实现任意通道数的光等功率分配。

[0020] 3)、一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器,通过矩形硅波导进行输入,然后直接通过锥形硅波导作为输出端口,在更小的尺寸上减小了器件的插入损耗。

附图说明

[0021] 图1是本发明一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器的结构图。

[0022] 图2是本发明光在8通道的片上集成型光功率分束器进行传播的示意图。

[0023] 图3是本发明光在8通道的片上集成型光功率分束器输出端口的功率透射谱。

具体实施方式

[0024] 下面将结合附图和实施示例对本发明作进一步的详细说明。

[0025] 本发明一种基于硅基超材料的片上集成型光功率分束器,用于实现超多路光的等功率分束。如图1所示,包括一个矩形硅波导和8个并行的锥形硅波导,具体实现是将整段矩形硅波导后半部分按尺寸比例切割成8个不同宽度的锥形,整段硅的折射率为3.46;未切割的矩形硅波导的长*宽*高尺寸为:10um*12um*0.22um,作为输入端口,切割的8个并行的锥形硅波导作为输出端口。

[0026] 锥形硅波导在xy平面是一个横置的梯形,梯形左边底的宽度根据光场强度确定,右边底的宽度为500nm。8个并行的锥形硅波导如图2所示,从上到下编号分别为通道1~通

道8,整个锥形部分关于X轴对称,X轴方向与光的传播方向相同;

[0027] 8个通道的长度相同,均为10 μm ,高度也相同,均为0.22 μm ,每个通道的宽度根据光场强度在横截面yz方向的比例分布分别确定,对称的两个通道尺寸相同,具体为:通道1和通道8的宽度从3.68 μm ~0.5 μm 过渡,通道2和通道7的宽度从0.92 μm ~0.5 μm 过渡,通道3和通道6的宽度从0.71 μm ~0.5 μm 过渡,通道4和通道5的宽度从0.69 μm ~0.5 μm 过渡。

[0028] 光在所述的片上集成型光功率分束器中进行传播,并实现对入射等功率分配的过程如下:

[0029] 如图2所示,在均匀分布的光场中,一束入射光源从矩形硅波导的中心输入,利用三维有限时域差分法(3D-FDTD),通过商业软件Lumerical仿真模拟光场分布,按照光在波导中的传输理论以及仿真的光场分布图,得知光在矩形硅波导中的强度分布为:中心的光场强度最大,然后向两边逐渐减小;光在矩形硅波导中传输10 μm 左右后,进入8个并行的锥形硅波导中,根据模拟光场分布图,获取每个锥形硅波导通道的宽度范围;并通过8通道锥形硅波导的输出端口的功率透射谱,从而确定梯形左边底的宽度,如图3所示,其横坐标为波长,纵坐标为透射谱;微调每个通道的宽度尺寸确定合适的切分比例,根据通道1到通道8不同切分比例的宽度,实现8通道的光功率分束,从图中得到入射光功率的平均分配,然后从8个锥形硅波导等功率输出。

[0030] 本发明能实现N个对称通道数的光等功率分配,N为整数;随着通道数的增加,仅沿Y轴方向也就是硅波导宽度的方向纵向尺寸增加即可;沿X轴方向的横向尺寸基本不变,也就是N个锥形硅波导长度固定为10 μm ,厚度固定为220nm,均不随通道数的增加而增加,仅仅根据光场分布重新确定梯形左边底的宽度,宽度随着通道数的增加而增加;根据光场分布,光场的强度分布比例就是N个硅波导的宽度比例尺寸。

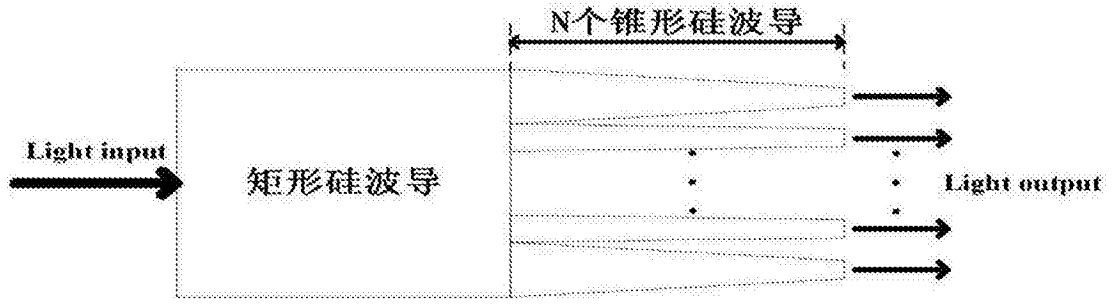


图1

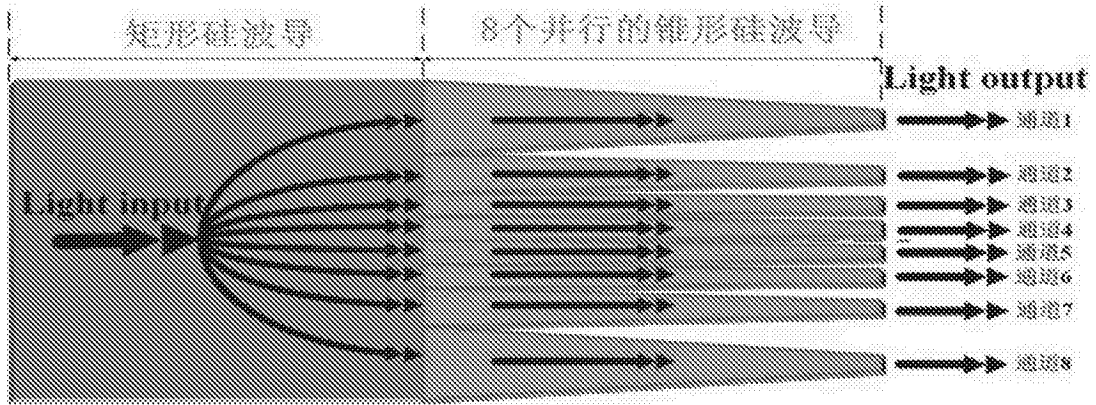


图2

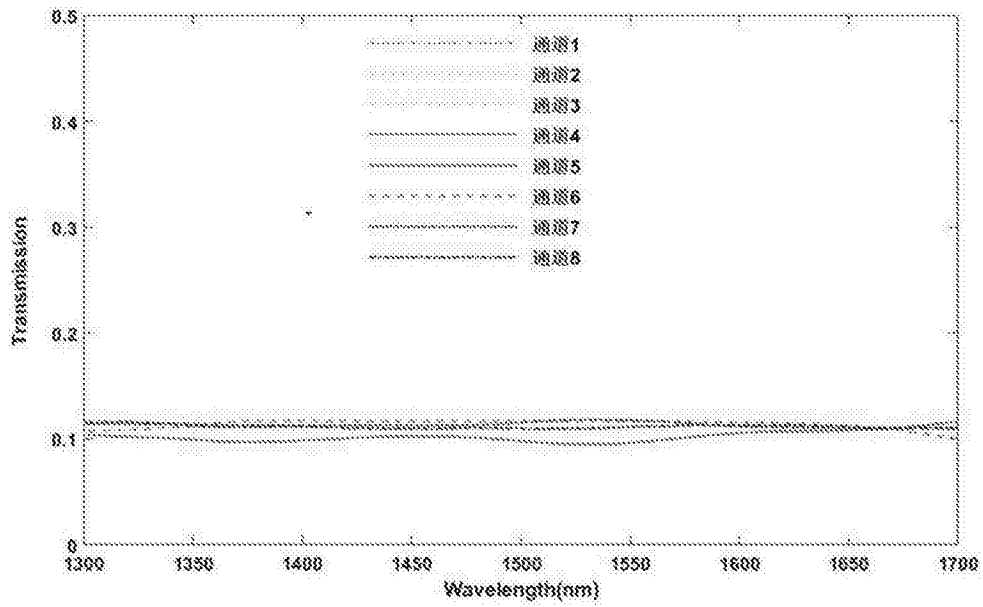


图3