



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102759370 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201110110547. 3

CN 1605835 A, 2005. 04. 13,

(22) 申请日 2011. 04. 29

CN 1862899 A, 2006. 11. 15,

US 7616850 B1, 2009. 11. 10,

(73) 专利权人 深圳光启高等理工研究院

地址 518000 广东省深圳市南山区高新区中
区高新中一道 9 号软件大厦

专利权人 深圳光启创新技术有限公司

审查员 张瀛

(72) 发明人 刘若鹏 孙豪文 栾琳

(74) 专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有
限公司 44223

代理人 江耀纯

(51) Int. Cl.

G01D 5/34(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0146431 A1, 2004. 07. 29,

US 2010/0258426 A1, 2010. 06. 24,

US 2009/0220184 A1, 2009. 09. 03,

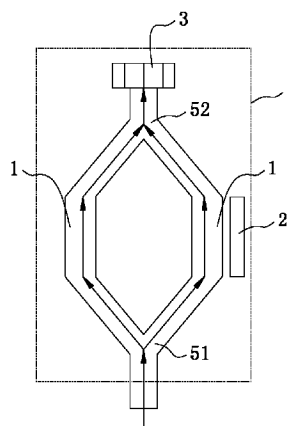
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于平面光波导的光传感系统

(57) 摘要

本发明提供一种基于平面光波导的光传感系统,包括集成设置在 CMOS 芯片上的光传感器和与
所述光传感器连接的运算电路,所述光传感器由
多个光传感单元阵列而成,所述光传感单元包括
波导元件、敏感元件、耦合光栅和 PN 结,所述敏感
元件位于所述波导元件所在平面的上方,所述波
导元件和敏感元件组成光波导传感器,所述耦合
光栅将所述光波导传感器输出的光信号耦合至所
述 PN 结,所述各光传感单元的 PN 结组成 PN 结阵
列,所述 PN 结阵列与所述运算电路连接。其有益
效果是,通过 CMOS 工艺将平面光波导与光传感器
集成在同一芯片上,具有结构简单,易于加工和大
规模生产的优点。



1. 一种基于平面光波导的光传感系统,其特征在于:所述光传感系统包括集成设置在CMOS 芯片上的光传感器和与所述光传感器连接的运算电路,所述光传感器由多个光传感单元阵列而成,所述光传感单元包括波导元件、敏感元件、耦合光栅和PN结,所述波导元件和敏感元件组成光波导传感器,所述耦合光栅将所述光波导传感器输出的光信号耦合至所述PN结,所述各光传感单元的PN结组成PN结阵列,所述PN结阵列与所述运算电路连接;

所述波导元件为直波导,或者由两个直波导和相对设置的两个Y分支器组成;

当所述波导元件为直波导时,所述直波导与所述敏感元件组成单臂式波导传感器,所述敏感元件对所述直波导内传播的光的相位产生影响;

当所述波导元件由两个直波导和相对设置的两个Y分支器组成时,第一Y分支器将输入光分配为两束相等的光束分别沿两个直波导传输,两个直波导在第二Y分支器处合束,所述两个直波导中的一个直波导靠近所述敏感元件,另一个直波导远离所述敏感元件,所述敏感元件对靠近所述敏感元件的直波导内传播的光的相位产生影响。

2. 根据权利要求1所述的一种基于平面光波导的光传感系统,其特征在于:所述PN结的最上层设置有一层绝缘层。

3. 根据权利要求2所述的一种基于平面光波导的光传感系统,其特征在于:所述绝缘层为二氧化硅材料。

4. 根据权利要求1所述的一种基于平面光波导的光传感系统,其特征在于:所述PN结阵列为光电二极管阵列或光晶体管阵列中的PN结阵列。

5. 根据权利要求1所述的一种基于平面光波导的光传感系统,其特征在于:所述耦合光栅由SOI材料制成。

6. 根据权利要求1所述的一种基于平面光波导的光传感系统,其特征在于:所述耦合光栅由高分子聚合物制成,所述高分子聚合物为聚甲基丙烯酸甲酯、苯并环乙烯或戊二烯共聚物。

7. 根据权利要求1所述的一种基于平面光波导的光传感系统,其特征在于:所述运算电路对所述PN结阵列输出的光信号进行计算以得到光的角度信息和强度信息。

一种基于平面光波导的光传感系统

【技术领域】

[0001] 本发明涉及光传感领域,具体地涉及一种基于平面光波导的光传感系统。

【背景技术】

[0002] 目前,光传感技术作为信息科学技术的一个重要分支,在光通信、工业过程控制、环境监测和国家安全等众多方面都有着十分重要的应用。光传感技术可以解决电传感技术存在的灵敏度低、易受干扰、感应时间较长、检测某些化学气体不安全等方面的问题;相比之下,光传感器具有灵敏度高、体积小、抗电磁干扰能力强、便于集成、可在线检测等众多优点。因此在传感领域中,光传感占有越来越重要的地位。

[0003] 近年来,作为传感器技术中十分重要的一员,光传感技术在许多应用领域得到了长足的发展,目前各种光传感器已广泛应用在各个行业。所谓光传感器就是以光为检测对象,将光信号转换成电信号的器件,通常是指紫外到红外波长范围的传感器,它是利用材料的光电效应制成的探测器,故也称为光电转换器。由于光传感技术具有灵敏度高、体积小、抗电磁干扰能力强、便于集成、可在线检测等众多优点,目前光传感器在光通信、环境监测等各个领域得到了广泛的应用和发展。

[0004] 现有技术中的平面光传感器一般由光学器件组合而成光传感器、用于检测的光感应器件以及与光感应器件相连的运算电路组成,光感应器件以及运算电路设置在同一芯片上,受光学器件尺寸和材料的限制,平面光传感器的结构设计和生产工艺等方面一直没有重大突破,一方面,光学器件的尺寸较大,给平面光传感器的应用带来了诸多不便,另一方面,其制备往往需要采用复杂的加工工艺流程(如光刻、电子束刻蚀或者纳米压印技术)且难以同时集成复杂的光电性能在单一芯片上。

【发明内容】

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种在单一芯片上同时集成了光电性能的基于平面光波导的光传感系统。

[0006] 本发明实现发明目的采用的技术方案是,一种基于平面光波导的光传感系统,所述光传感系统包括集成设置在 CMOS 芯片上的光传感器和与所述光传感器连接的运算电路,所述光传感器由多个光传感单元阵列而成,所述光传感单元包括波导元件、敏感元件、耦合光栅和 PN 结,所述敏感元件位于所述波导元件所在平面的上方,所述波导元件和敏感元件组成光波导传感器,所述耦合光栅将所述光波导传感器输出的光信号耦合至所述 PN 结,所述各光传感单元的 PN 结组成 PN 结阵列,所述 PN 结阵列与所述运算电路连接。

[0007] 作为具体实施方式,所述波导元件为直波导,所述直波导与所述敏感元件组成单臂式波导传感器。

[0008] 作为具体实施方式,所述波导元件由两个直波导和相对设置的两个 Y 分支器组成,第一 Y 分支器将输入光分配为两束相等的光束分别沿两个直波导传输,两个直波导在第二 Y 分束器处合束。更好地,所述两个直波导中的一个直波导靠近所述敏感元件,另一个

直波导远离所述敏感元件。

[0009] 更好地,所述 PN 结的最上层设置有一层绝缘层。

[0010] 更好地,所述绝缘层为二氧化硅材料。

[0011] 更好地,所述 PN 结阵列为光电二极管阵列或光晶体管阵列中的 PN 结阵列。

[0012] 更好地,所述耦合光栅由 SOI 材料制成。

[0013] 更好地,所述耦合光栅由高分子聚合物制成,所述高分子聚合物为聚甲基丙烯酸甲酯、苯并环乙烯或戊二烯共聚物。

[0014] 更好地,所述运算电路对所述 PN 结阵列输出的光信号进行计算以得到光的角度信息和强度信息。

[0015] 本发明的有益效果是:通过 COMS 工艺将平面光波导与光传感器集成在同一芯片上,具有结构简单,易于加工和大规模生产的优点。

【附图说明】

[0016] 图 1,实施例 1 光传感单元的平面示意图。

[0017] 图 2,实施例 1 耦合光栅和 PN 结的截面示意图。

[0018] 图 3,实施例 2 光传感单元的平面示意图。

[0019] 图 4,实施例 2 耦合光栅和 PN 结的截面示意图。

[0020] 图中,1 光传感单元、1 直波导、2 敏感元件、3 耦合光栅、4PN 结、51 第一 Y 分支器、52 第二 Y 分支器、6 二氧化硅绝缘层。

【具体实施方式】

[0021] 实施例 1

[0022] 一种基于平面光波导的光传感系统,包括集成设置在 CMOS 芯片上的光传感器和与光传感器连接的运算电路,光传感器由多个光传感单元 I 阵列而成,附图 1 为本实施例光传感单元的平面示意图,附图 2 为耦合光栅和 PN 结的截面示意图,光传感单元由直波导 1、敏感元件 2、耦合光栅 3 和 PN 结 4 组成,敏感元件 2 位于直波导 1 所在平面的上方,直波导 1 和敏感元件 2 组成光波导传感器,耦合光栅 3 将光波导传感器输出的光信号耦合至 PN 结 4。

[0023] 单个光传感单元 I 的工作原理是,输入光由直波导 1 进行传播,在经过敏感元件 2 时,由于敏感元件 2 对待测量敏感,能产生诸如热-光效应或电-光效应等变化,这些变化会对直波导 1 内传播的光的某些特征如折射率、相位、光强等产生影响,输入光经由直波导 1 和敏感元件 2 组成的光波导传感器后,形成附加了某些特征的输出光,耦合光栅 3 将该输出光耦合至 PN 结 4,通过 PN 结 4 将输出光转化为对应的电信号,以进行检测。

[0024] 各个光传感单元 I 的 PN 结 4 组成 PN 结阵列,PN 结阵列与运算电路连接,进而通过运算电路对各个 PN 结产生的电信号进行计算,并最终得到输入光中的光信息,如角度信息和强度信息等。

[0025] 实施例 2

[0026] 一种基于平面光波导的光传感系统,包括集成设置在 CMOS 芯片上的光传感器和与光传感器连接的运算电路,光传感器由多个光传感单元 I 阵列而成,附图 3 为本实施例光

传感单元的平面示意图,附图 4 为本实施例耦合光栅和 PN 结的截面示意图,光传感单元 I 由第一 Y 分支器 51、第二 Y 分支器 52、两个直波导 1、敏感元件 2、耦合光栅 3 和 PN 结 4 组成,敏感元件 2 位于两个直波导 1 所在平面的上方,第一 Y 分支器 51 将输入光分配为两束相等的光束分别沿两个直波导 1 传输,两个直波导 1 在第二 Y 分支器 52 处合束,其中的一个直波导 1 靠近敏感元件 2,另一个直波导 1 远离敏感元件 2,第一 Y 分支器 51、第二 Y 分支器 52、两个直波导 1 和敏感元件 2 组成光波导传感器,耦合光栅 3 将光波导传感器输出的光信号耦合至 PN 结 4,PN 结 4 的最上层设置有二氧化硅绝缘层 6,二氧化硅绝缘层 6 的作用为了更好地隔离和保护 PN 结 4。

[0027] 本实施例单个光传感单元 I 的工作原理是,输入光进入第一 Y 分支器 51 后,被第一 Y 分支器 51 分配为两束相等的光束并分别沿两个直波导 1 传输,两个直波导 1 完全相同,其中的一个直波导 1 靠近敏感元件 2,另一个直波导 1 远离敏感元件 2,这样,靠近敏感元件 2 的直波导 1 形成传感波导,远离敏感元件 2 的直波导 1 形成参考波导,传感波导经过敏感元件 2 时,由于敏感元件 2 对待测量敏感,能产生诸如热-光效应或电-光效应等变化,这些变化会对传感波导内传播的光的某些特征如折射率、相位、光强等产生影响,输入光经由传感波导后,形成附加了某些特征的光信号,该光信号与参考波导内的光信号在第二 Y 分支器 52 处合束并产生干涉,形成干涉输出光,耦合光栅 3 将该输出光耦合至 PN 结 4,通过 PN 结 4 将输出光转化为对应的电信号,以进行检测。

[0028] 各个光传感单元 I 的 PN 结 4 组成 PN 结阵列,PN 结阵列与运算电路连接,运算电路包括有 CMOS 加法器、减法器、除法和反正切运算电路,通过运算电路对各个 PN 结 4 产生的电信号进行计算,最终得到输入光中的光信息,如角度信息和强度信息等。

[0029] 应当理解,本发明中的光波导可以采用其他类型的波导结构,当外界的待测量作用于临近波导的敏感元件 2 时,敏感元件 2 的变化会通过某些效应使这些波导结构的特征发生改变,从而使波导中传输的光信号的某些性质发生变化。从数学角度来看,这些光波导结构相当于对入射的光信号进行了不同性质的调制。本发明通过设计 PN 结 4 作为光检测器,以感应调制后的光信号,并将之转换成便于运算分析的电信号,作为光检测器的光电二极管、光晶体管等均可以作为具体实施方式。最后,可以根据相关算法运用基本的运算模块搭建运算电路,对光检测器输出的电信号进行运算处理,从而得出待测量。

[0030] 由上述说明可知,使用根据本发明的解决方案可以将平面光波导和光电器件如光电二极管(photo diode)、光晶体管(photo transistor)等结合在一起,一方面,使得光传感系统能够探测更多人们感兴趣的信息;另一方面,实现了在单一芯片上集成更加复杂的光电性能。

[0031] 在上述实施例中,仅对本发明进行了示范性描述,但是本领域技术人员在阅读本专利申请后可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下对本发明进行各种修改。

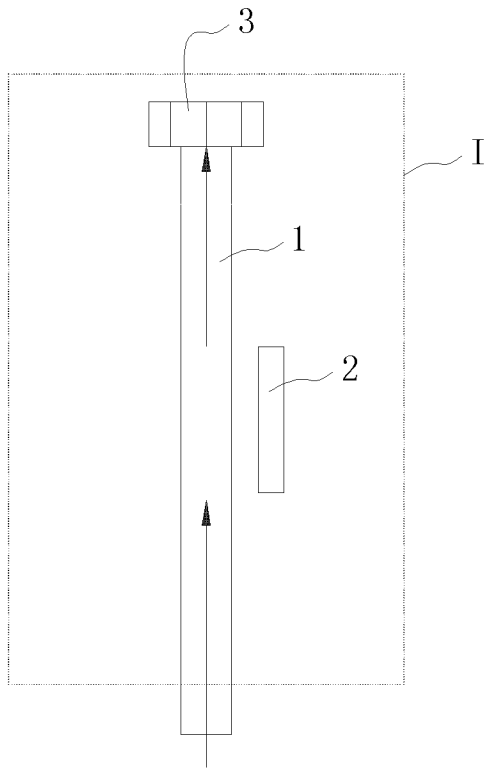


图 1

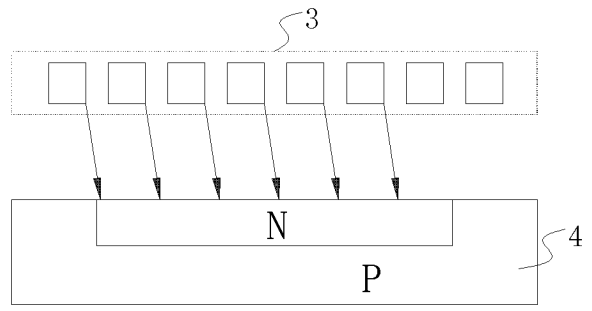


图 2

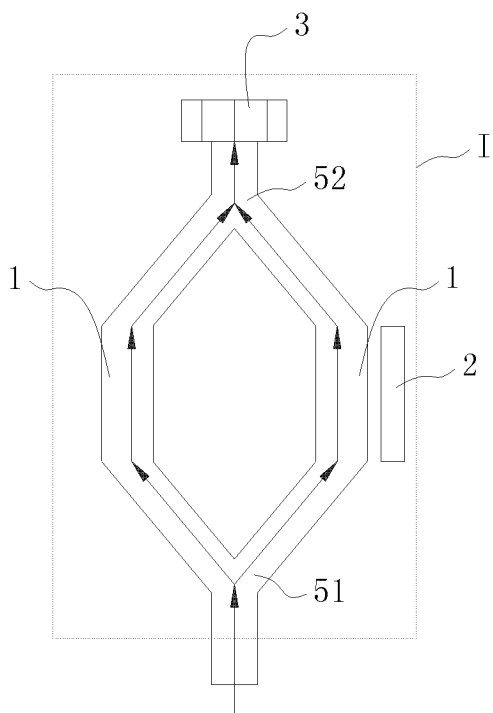


图 3

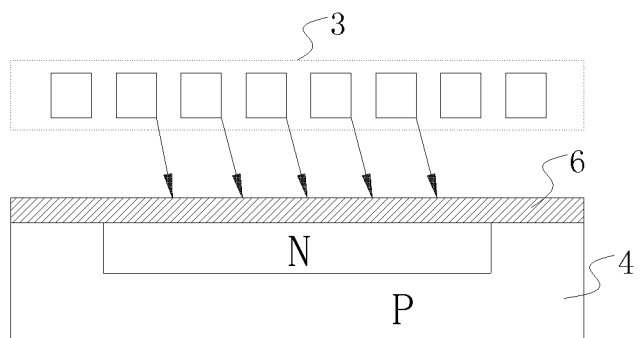


图 4