



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 205039168 U

(45) 授权公告日 2016. 02. 17

(21) 申请号 201520770161. 9

(22) 申请日 2015. 09. 30

(73) 专利权人 西交利物浦大学

地址 215123 江苏省苏州市工业园区独墅湖
高等教育区仁爱路 111 号

(72) 发明人 于昊

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有
限公司 32103

代理人 范晴

(51) Int. Cl.

H01L 31/08(2006. 01)

H01L 31/0256(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

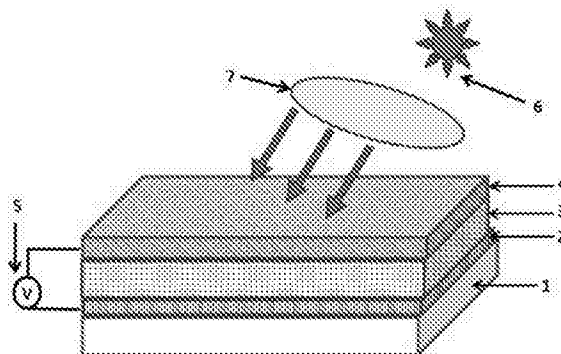
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 实用新型名称

基于铁酸铋的光电传感器元件

(57) 摘要

本实用新型公开了一种基于铁酸铋的光电传感器元件,它包括自下而上依次布置的 SrTiO₃衬底、作为下电极的 SrRuO₃外延膜、BiFeO₃外延膜和作为上电极的 ITO 透明膜,所述 SrRuO₃外延膜外延沉积在所述 SrTiO₃衬底上,所述 BiFeO₃外延膜外延沉积在所述 SrRuO₃外延膜上,所述 ITO 透明膜外延沉积在所述 BiFeO₃外延膜上,所述 SrRuO₃外延膜和 ITO 透明膜通过导线连接电压测量设备。本实用新型的光电传感器元件将能量大于铁酸铋带隙 (2.7 电子伏) 的光辐照在该光电传感器元件之上,可以产生开路光电压,该电压正比于铁酸铋薄膜厚度。该光 - 开路光电压关系可以作为光电传感的信号转换。感光波长为小于 430nm。



1. 一种基于铁酸铋的光电传感器元件,其特征在于它包括自下而上依次布置的 SrTiO_3 衬底 (1)、作为下电极的 SrRuO_3 外延膜 (2)、 BiFeO_3 外延膜 (3) 和作为上电极的 ITO 透明膜 (4),所述 SrRuO_3 外延膜 (2) 外延沉积在所述 SrTiO_3 衬底 (1) 上,所述 BiFeO_3 外延膜 (3) 外延沉积在所述 SrRuO_3 外延膜 (2) 上,所述 ITO 透明膜 (4) 外延沉积在所述 BiFeO_3 外延膜 (3) 上,所述 SrRuO_3 外延膜 (2) 和 ITO 透明膜 (4) 通过导线连接电压测量设备 (5)。

2. 根据权利要求 1 所述的基于铁酸铋的光电传感器元件,其特征在于:所述电压测量设备 (5) 为直流毫伏表。

3. 根据权利要求 1 所述的基于铁酸铋的光电传感器元件,其特征在于:所述 SrRuO_3 外延膜 (2) 的厚度为 50nm。

4. 根据权利要求 1 所述的基于铁酸铋的光电传感器元件,其特征在于:所述 BiFeO_3 外延膜 (3) 的厚度为 200nm。

5. 根据权利要求 1 所述的基于铁酸铋的光电传感器元件,其特征在于:所述 ITO 透明膜 (4) 的厚度为 150nm。

基于铁酸铋的光电传感器元件

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种基于铁酸铋的光电传感器元件。

背景技术

[0002] 光电传感器是采用光电元件作为检测元件的传感器。它借助光电元件将光信号转换成电信号。由光通量对光电元件的作用原理不同所制成的光学测控系统是多种多样的，按光电元件（光学测控系统）输出量性质可分二类，即模拟式光电传感器和脉冲（开关）式光电传感器。光敏二极管是最常见的光传感器。光敏二极管的外型与一般二极管一样，当无光照时，它与普通二极管一样，反向电流很小，称为光敏二极管的暗电流；当有光照时，载流子被激发，产生电子-空穴，称为光电载流子。在外电场的作用下，光电载流子参与导电，形成比暗电流大得多的反向电流，该反向电流称为光电流。光电流的大小与光照强度成正比，于是在负载电阻上就能得到随光照强度变化而变化的电信号。光敏三极管除了具有光敏二极管能将光信号转换成电信号的功能外，还有对电信号放大的功能。

[0003] 本实用新型采用采用另一种新颖的氧化物材料，铁酸铋（化学式 BiFeO_3 ）。基于和光电二极管（PN 结）完全不同的原理。 BiFeO_3 是单相多铁材料的典范（以下正文中 BiFeO_3 简写为 BFO）。它是目前唯一能同时在室温表现出铁电性和磁性的材料。BFO 的结构、磁学与铁电性质已经被广泛而深入的研究。最近几年，研究者发现了其光催化性能和太赫兹辐射等性质，这启发了人们探索其光电活性 [1-3]。BFO 带隙比传统铁电体窄（约 2.2eV-2.8eV，不同文献有差异）[4]，这在过去被认为是一个弊端，因为较窄的带隙会伴随绝缘性和铁电性的减弱。传统上，人们只关注如何减少 BFO 的漏电流以增强铁电性；而如今，其不甚宽的带隙以及特殊的电导性质引起了研究者的极大兴趣。

[0004] 2009 年，Ramesh 组报道了 BFO 的畴壁导电行为 [5]。Choi 等人研究了 BFO 块体的二极管效应 [6]，在他们的 Science 文章中指出，BFO 具有与电极化方向同向导通、异向截止的特性。目前对于 BFO 的光电性能并未有深刻的理解和机制上的解释。铁电体中的光伏性质机理本身就存在争议，而 BFO 中的光电性能比传统铁电体高两个数量级以上，其效应更需要重新认识。

[0005] 本实用新型利用 BFO 在可见光波段的光电性能，亦即在光照下产生开路电压或短路电流的特性，提出了其作为光电传感器的应用。

[0006] 参考文献

[0007] [1] F. Gao, X. Y. Chen, K. B. Yin, et al. Adv. Mater. 19, 2889 (2007).

[0008] [2] K. Takahashi, N. Kida, M. Tonouchi, Phys. Rev. Lett. 96, 117402 (2006).

[0009] [3] D. Talbayev, S. Lee, S. -W. Cheong, et al., Appl. Phys. Lett. 93, 212906 (2008).

[0010] [4] T. Kanai, S. Ohkoshi, and K. Hashimoto, J. Phys. Chem. Solides 64, 391 (2003).

[0011] [5] J. Seidel, L. W. Martin, Q. He, et al., Nature Mater. 8, 229 (2009).

[0012] [6]T. Choi, S. Lee, Y. J. Choi, et al. Science, 324, 63 (2009)。

实用新型内容

[0013] 本实用新型目的是：本实用新型提供一种基于铁酸铋的光电传感器元件，同时本实用新型还提供了该光电传感器元件的制作方法，将能量大于铁酸铋带隙（2.7 电子伏）的光辐照在该光电传感器元件之上，可以产生开路光电压，该电压正比于铁酸铋薄膜厚度。该光 - 开路光电压关系可以作为光电传感的信号转换。感光波长为小于 430nm。

[0014] 本实用新型的技术方案是：一种基于铁酸铋的光电传感器元件，其特征在于它包括自下而上依次布置的 SrTiO₃衬底、作为下电极的 SrRuO₃外延膜、BiFeO₃外延膜和作为上电极的 ITO 透明膜，所述 SrRuO₃外延膜外延沉积在所述 SrTiO₃衬底上，所述 BiFeO₃外延膜外延沉积在所述 SrRuO₃外延膜上，所述 ITO 透明膜外延沉积在所述 BiFeO₃外延膜上，所述 SrRuO₃外延膜和 ITO 透明膜通过导线连接电压测量设备。

[0015] 本实用新型在上述技术方案的基础上，还包括以下优选方案：

[0016] 所述电压测量设备为直流毫伏表。

[0017] 所述 SrRuO₃外延膜的厚度为 50nm。

[0018] 所述 BiFeO₃外延膜的厚度为 200nm。

[0019] 所述 ITO 透明膜的厚度为 150nm。

[0020] 本实用新型的优点是：本实用新型提出了一种新型结构的光电传感器元件，其原理不同于传统的 PN 结光电二极管。铁酸铋的带隙在可见光波段；并且作为铁电体的铁酸铋的自发电极化可产生一内电场（以分离电子、空穴），因此有吸收可见光、产生光电压、光电流的特点。利用该原理可制备基于铁酸铋的光电传感器。将能量大于铁酸铋带隙（2.7 电子伏）的光辐照在器件之上，可以产生开路光电压，该电压正比于铁酸铋薄膜厚度。该光 - 开路光电压关系可以作为光电传感的信号转换。该传感器的光敏波长为小于 430nm 之可见 - 紫外光。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本实用新型实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图 1 为本实用新型光电传感器元件的结构示意图，图中斜向的粗线箭头表示光照方向。

[0023] 其中：1-SrTiO₃衬底，2-SrRuO₃外延膜，3-BiFeO₃外延膜，4-ITO 透明膜，5- 电压测量设备，6- 氙气灯，7- 蓝色滤光片。

具体实施方式

[0024] 以下结合具体实施例对上述方案做进一步说明。应理解，这些实施例是用于说明本实用新型而并不限于限制本实用新型的范围。实施例中采用的实施条件可以根据具体厂家的条件做进一步调整，未注明的实施条件通常为常规实验中的条件。

[0025] 实施例：基于铁酸铋光电传感器元件的制作

[0026] 步骤一、采用激光脉冲沉积法将作为下电极的 50nm 厚 SrRuO_3 外延膜 2 (即钽酸铋外延膜) 沉积于 SrTiO_3 衬底 1 (即钛酸铋衬底) 上; SrTiO_3 衬底 1 和 SrRuO_3 外延膜 2 共同构成导电衬底。

[0027] 步骤二、采用金属-氧化物化学气相沉积法 (MOCVD) 将 200nm 厚 BiFeO_3 外延膜 3 (即铁酸铋外延膜) 沉积于所述 SrRuO_3 外延膜 2 上。通常我们也可以采用磁控溅射沉积法将 BiFeO_3 外延膜 3 沉积于 SrRuO_3 外延膜 2 上。

[0028] 步骤三、然后将由上述 SrTiO_3 衬底 1、 SrRuO_3 外延膜 2 和 BiFeO_3 外延膜 3 共同构成的薄膜 950 摄氏度退火 1.5 小时。

[0029] 步骤四、采用激光脉冲沉积法将作为上电极的 150nm 厚 ITO 透明膜 4 (ITO 为掺锡的氧化铟) 沉积于所述 BiFeO_3 外延膜 3 上。

[0030] 步骤五、最后将作为下电极的所述 SrRuO_3 外延膜 2 和作为上电极的所述 ITO 透明膜 4 分别用导线连接至一电压测量设备 5, 该电压测量设备 5 一般为直流毫伏表或其他较精密测量直流微电压的仪表, 即得到本实用新型的光电传感器元件, 其结构如图 1 所示: 它包括自下而上依次布置的 SrTiO_3 衬底 1、作为下电极的 SrRuO_3 外延膜 2、 BiFeO_3 外延膜 3 和作为上电极的 ITO 透明膜 4, 所述 SrRuO_3 外延膜 2 外延沉积在所述 SrTiO_3 衬底 1 上, 所述 BiFeO_3 外延膜 3 外延沉积在所述 SrRuO_3 外延膜 2 上, 所述 ITO 透明膜 4 外延沉积在所述 BiFeO_3 外延膜 3 上, 所述 SrRuO_3 外延膜 2 和 ITO 透明膜 4 通过导线连接电压测量设备 5。

[0031] 我们还对本实施例制得的光电传感器进行了光电传感测量, 具体为: 采用普通氙气灯 6 作为光源, 用蓝色滤光片 7 以产生小于 430nm 的光。对于该光电传感器, 可测得 0.5 伏特的开路电压。

[0032] 由上不难得知, 利用波长短于 430nm 的可见光 (能量大于带隙 2.7 电子伏) 照射该传感器元件。在该传感器元件开路状态下, 将产生开路电压, 该电压正比于铁酸铋薄膜厚度。例如, 在薄膜 200nm 厚度下, 可产生 0.5 伏特的开路电压。开路电压可作为光电传感器的输出信号。该传感器元件的敏感光波长为小于 430nm (蓝光) 的可见-紫外光。

[0033] 此外, 我们还对本实施例制得的光电传感器薄膜极化后进行了偏振光测量, 具体为: 如果将 BiFeO_3 薄膜在测量前, 置于高电压下 (百万伏每厘米) 极化, 则该薄膜具有明显的铁电特性。此时, 将氙气光源加一偏振片滤波, 得到偏振光。转动样品, 将会发现, 只有在偏振光与薄膜铁电极化方向一致时, 有明显电压响应。在该情形下, 该光电传感器元件可作为偏振光传感器或偏振信号转换器。亦可实现偏振光信号滤波功能。

[0034] 由上不难获知: 将该传感器元件上下电极间先加一极化电压以极化铁酸铋薄膜, 由于该材料本身是铁电体, 因此则薄膜具有自发极化的极性。利用偏振光照射该器件, 可发现当偏振光极化方向与薄膜极化相同时, 则有光吸收, 否则将没有。当不极化该薄膜是, 偏振吸收效应不明显。因此, 在极化薄膜的情形下, 该器件可同时作为一种偏振光传感器。

[0035] 当然, 上述实施例只为说明本实用新型的技术构思及特点, 其目的在于让人们能够了解本实用新型的内容并据以实施, 并不能以此限制本实用新型的保护范围。凡根据本实用新型主要技术方案的精神实质所做的等效变换或修饰, 都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。

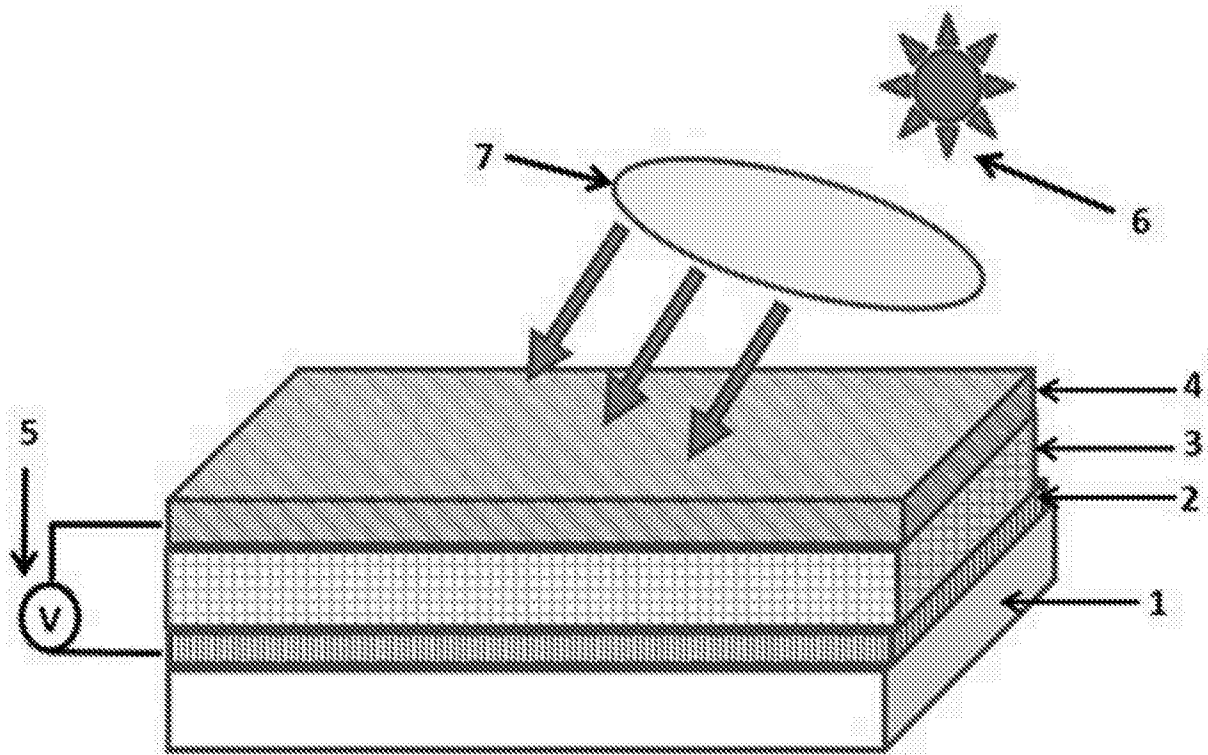


图 1