

[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 00237344.0

[45] 授权公告日 2001 年 4 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 2427825Y

[22] 申请日 2000.6.7 [24] 颁证日 2001.2.24

[73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号

[72] 设计人 邢汝冰 高福斌 张平

[21] 申请号 00237344.0

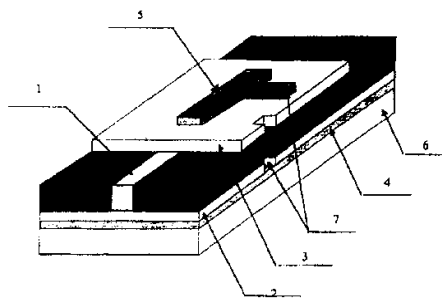
[74] 专利代理机构 中国科学院长春专利事务所
代理人 李恩庆

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图页数 1 页

[54] 实用新型名称 以导电聚合物为缓冲层的电光波导调制器

[57] 摘要

本实用新型属于一种通过改变器件的光学性质,控制光波传播特性的装置,涉及以导电聚合物为缓冲层材料的聚合物电光波导调制器。本实用新型采用五层平板结构,中间的有源层为光波的传播层,其上下两侧依次为缓冲层和金属电极。缓冲层为低阻的导电聚合物。由于以导电聚合物作缓冲层,可以将光波导相互作用距离长度由 1.5~3.0cm 减小到 3~5mm,使得本实用新型能与其它光电子器件集成并以大规模集成电路驱动。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1、一种以导电聚合物为缓冲层的聚合物电光波导调制器，包含有源层（1），缓冲层，金属电极，玻璃衬底（6）等，其特征是有源层（1）的上、下两面分别是由导电聚合物构成的上缓冲（3）、下缓冲层（2），上缓冲层（3）的上面为上金属电极（5），下缓冲（2）的下面为下金属电极（4），下金属电极（4）的下面为玻璃衬底（6）；光波导相互作用距离长度 L 为 $3\text{mm}\sim 5\text{mm}$ ，半波电压 V 为 3 伏 \sim 1 伏。

说 明 书

以导电聚合物为缓冲层的电光波导调制器

本实用新型是一种通过改变器件的介质光学性质,控制光波的传播特性装置,适用光通信,光信息处理和光计算等领域。

目前用无机晶体材料 LiNbO_3 制备的电光波导调制器,在实验室条件下其半波电压最低能达到 5 伏,且器件长度为 1.5cm。这么大的器件尺寸显然不适合与其它光电子器件的集成。聚合物电光波导调制器采用的是五层平板结构,中间的有源层为光波的传播层,通过施加调制电压可以改变其折射率,从而控制光波的传播特性。有源层两侧的缓冲层能有效降低金属层对有源层中光波的吸收,同时使得光波能够有效地限制在有源层中传播。上下金属层为驱动电源的电极。这种结构的电光调制器的半波电压(所谓半波电压是指它的大小代表器件的驱动电压的大小)可以表示为:

$$V_{\pi} = (\lambda d) / (n_o^3 \gamma_{33} L)$$

式中 λ 为调制光波波长, d 为两电极间距离, n_o 为有源层材料的非寻常光折射率, γ_{33} 为有源层材料的电光系数, L 为光波与电极的相互作用距离。其中, λ 由所用光波决定, n_o 和 γ_{33} 为有源层材料的特性所决定。因此若想获得低的器件驱动半波电压,一是减小电极间距 d ,二是增加光波与电极的相互作用距离 L 。减小电极间距 d 意味着减小有源层和缓冲层的厚度。对于不同的聚合物材料,从理论上可以计算出有源层的截止厚度和保持光波在有源层中传播所需要的缓冲层厚



度。可见，依靠减小 d 来降低器件的半波电压是行不通的。增加光波与电极的相互作用距离 L ，势必增大器件的尺寸及制备工艺的难度，况且，在目前用高电阻缓冲层材料的情况下， L 已经达到 $1.5\sim 3.0\text{cm}$ ，这么大的尺寸无法使其与其它光电子器件有效地集成起来。另外，集成电路的工作电压一般要求在 3V 以下，并且越低越好。工作电压过高，容易造成集成电路发热，直接影响其工作的稳定性。因此，减小电光调制器尺寸和降低器件的半波电压，使其能与其它光电子器件集成，是目前电光调制应用中的急需解决的问题。

本实用新型的目的是提供一种具有较低的驱动电压，易于同其它光电子器件集成的以导电聚合物为缓冲材料的聚合物电光波导调制器。

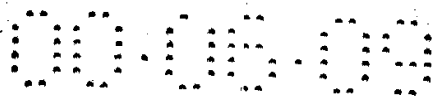
本实用新型采用五层平板结构，中间为有源层，有源层的两侧为缓冲层，缓冲层的另一侧为金属电极。

附图为本实用新型的结构图。图中 1 为有源层，2 下缓冲层，3 上缓冲层，4 下金属电极，5 上金属电极，6 玻璃衬底，7 电极引线位置。

在玻璃衬底 6 表面上制备下金属电极 4，在下金属电极 4 的表面是导电聚合物下缓冲层 2 薄膜，导电聚合物下缓冲层 2 上面是有源层 1。有源层 1 的上表面同下缓冲层 2 相对应的是上缓冲层 3，上缓冲层 3 上表面同下金属电极 4 相对应的是上金属电极 5。

本实用新型的上缓冲层 3 和下缓冲层 2 是一种导电聚合物，电阻率小于 $10^{12}\Omega\text{-cm}$ 。

以导电聚合物作缓冲层后，施加给器件的驱动电压可以简单表示



为如下形式:

$$V=I(R_{\text{有源层}}+R_{\text{上缓冲层}}+R_{\text{下缓冲层}}+R_{\text{上电极}}+R_{\text{下电极}})$$

其中 V 为驱动电压, I 为通过器件的电流, $R_{\text{有源层}}$ 为有源层电阻率,

$R_{\text{上缓冲层}}$ 、 $R_{\text{下缓冲层}}$ 分别为上下导电聚合物缓冲层的电阻率, $R_{\text{上电极}}$ 、 $R_{\text{下电极}}$ 分别为上下电极的电阻率。使用的导电聚合物为 PEDOT (polyethylene dioxythiophene)、PSS (polystyrene sulphonate)、PVA (polyvinyl alcohol), 它们的电阻率 $<10^{12} \Omega\text{-cm}$, 如果把它们按适当比例混合, 其电阻率还可以大幅降低, 如将 PEDOT 按 25% 的重量比混入 PSS/PVA 的混合物中时, 其电阻率减小到 $10^5 \Omega\text{-cm}$, 比有源层聚合物的电阻率整整低 10 个数量级。金属电极铝的电阻率为 $2.8 \times 10^{-6} \Omega\text{-cm}$, 有源层聚合物的电阻率为 $10^{15} \Omega\text{-cm}$ 。由于通过器件的电流 I 是一致的, 所以电阻大的材料其电压降就大。导电聚合物缓冲层和金属电极材料的电阻率比有源层聚合物的电阻率小很多, 因此施加在器件上的电压绝大部分都降落在有源层聚合物上, 而缓冲层的压降很小很小, 几乎到可以忽略的程度, 这样就大大降低了器件的驱动电压。正是由于驱动电压的大幅降低, 保证了可以大大缩小光波与电极的相互作用距离 L 。理论计算表明, 在大规模集成电路工作电压条件下 ($<3V$), L 可以减小到 2mm。从而使器件小型化并易与其它光电子器件集成。

本实用新型以导电聚合物作缓冲层后, 可以将聚合物电光波导调制器的光波导相互作用距离长度 L 由 1.5—3.0cm 减小到 3—5mm (理论计算表明可以减小到 2mm 以下), 同时其半波电压降低至 1V 左右。

由于器件尺寸的减小和半波电压的降低,使得本实用新型可以与其它光电子器件集成并以大规模集成电路驱动。

实施例:

- 1 选择表面光亮、无划痕的硅片或者玻璃片作为衬底;
- 2 依次用四氯化碳、丙酮、无水乙醇和去离子水分别超声清洗 10 分钟;
- 3 用真空蒸镀法在衬底表面制备铝下电极;
- 4 用旋转涂覆法在铝电极表面制备导电聚合物下缓冲层薄膜,之后在 60℃减压烘 24 小时;
- 5 用旋转涂覆法在导电聚合物缓冲层表面制备有源层聚合物薄膜,同样在 60℃减压烘 24 小时;
- 6 用旋转涂覆法在有源层聚合物薄膜表面制备导电聚合物上缓冲层薄膜,之后在 60℃减压烘 24 小时;
- 7 最后用真空蒸镀法在上缓冲层薄膜表面制备铝上电极,完成器件的整个工艺过程。

00000000

说明书附图

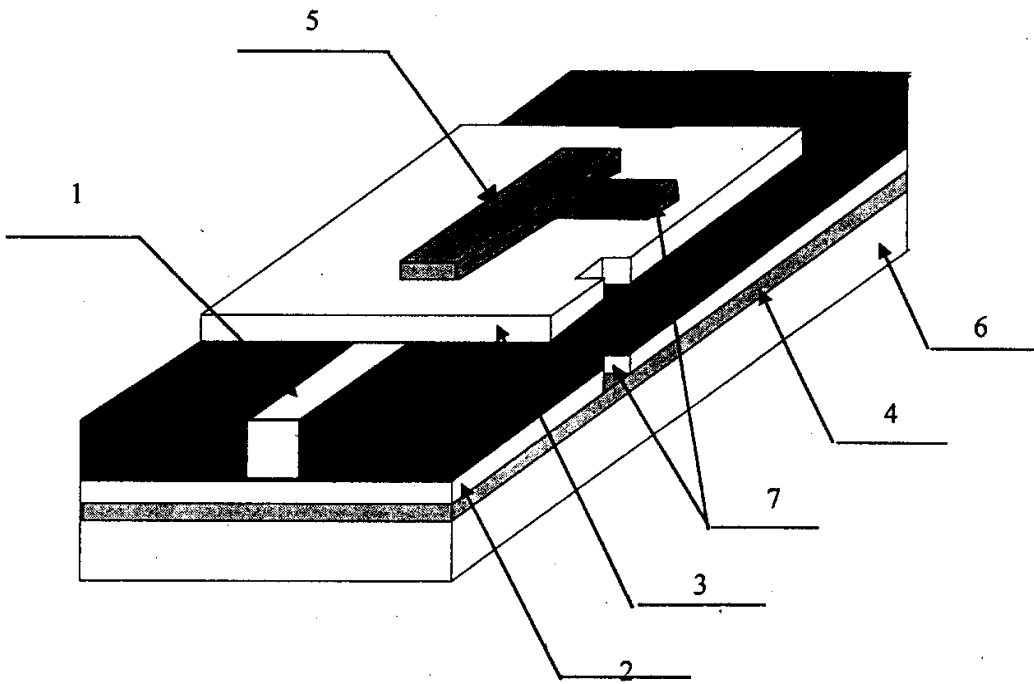


图 1