



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101521030 B

(45) 授权公告日 2011.02.16

(21) 申请号 200910038137.5

(22) 申请日 2009.03.24

(73) 专利权人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路
135 号

(72) 发明人 王彪 方园 滕东东 汪琨
王传志 黄卓垚

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 禹小明 邱奕才

(51) Int. Cl.

G11B 7/241 (2006.01)

C09K 19/12 (2006.01)

C09K 19/06 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5914802 A, 1999.06.22, 说明书全文.

CN 101041779 A, 2007.09.26, 说明书全文.

谢茹胜等. 新型聚偶氮苯取向增强光折变效应及全息存储. 《光学学报》. 2005, 第 25 卷 (第 7 期), 999 - 1004.

陆子凤. 手性偶氮苯衍生物的光致变色和全息存储特性. 《中国激光》. 2005, 第 32 卷 (第 2 期), 265 - 268.

梁忠诚等. 偶氮液晶聚合物中的非线性光致双折射. 《物理学报》. 2001, 第 50 卷 (第 12 期), 2482 - 2486.

审查员 高志纯

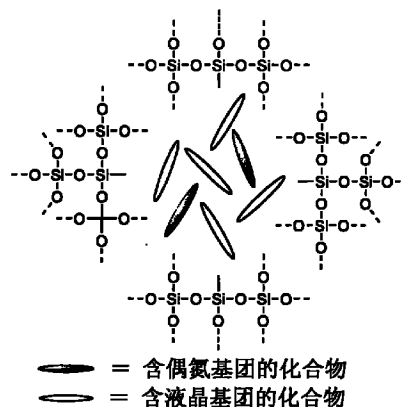
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

偶氮苯液晶光全息存储材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种偶氮苯液晶光全息存储材料及其制备方法,包括二氧化硅、含偶氮苯基团化合物和含液晶基团化合物,偶氮苯基团与液晶基团的摩尔比为 0.5 ~ 10 : 1。偶氮苯液晶光全息存储材料使用的基质材料为二氧化硅结构,具有良好的高透光和低散射率,基质的折射率较低,与有着较高折射率的光折变化合物匹配可获得高的折射率调制度。液晶基团的存在可以强化偶氮苯基团遇光所产生的光折变效应,提高材料的衍射效率,进而增加了信息存储容量;液晶基团的规则排列不会受到热运动和非信号光的影响,数据存储时间大大延长。偶氮苯基团的顺反式异构体可在信号光的照射下相互转变,并诱导液晶基团的排列,数据可以反复擦除和写入。



1. 一种偶氮苯液晶光全息存储材料,其特征在于包括二氧化硅、含偶氮苯基团化合物和含液晶基团化合物,偶氮苯基团与液晶基团的摩尔比为 $0.5 \sim 10 : 1$;所述含偶氮苯基团化合物为对丁氧基偶氮苯、4-甲氧基-4'-丁基偶氮苯、4,4'-双(4-羟基偶氮苯)联苯或对硝基偶氮苯酚;所述含液晶基团化合物为甲亚胺系液晶、苯甲酸酯系液晶、联苯系液晶、三联苯系液晶、环己酸苯酯系液晶、苯基环己烷系或联苯基环己烷系液晶中的一种或几种混合物。

2. 权利要求1所述偶氮苯液晶光全息存储材料的制备方法,其特征在于包括如下步骤:先将溶胶前驱体水解,然后向得到的溶胶中加入含偶氮苯基团化合物和含液晶基团化合物,混合均匀后在室温静置凝胶而后固化;所述溶胶前驱体为含有两个或多个甲氧基或乙氧基的硅烷化合物。

3. 如权利要求2所述的制备方法,其特征在于所述含有两个或多个甲氧基或乙氧基的硅烷化合物为正硅酸乙酯、 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、 γ -缩水甘油醚氧丙基三甲氧基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷或 γ -巯丙基三乙氧基硅烷中的一种或几种混合物。

偶氮苯液晶光全息存储材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明用于数据存储的新材料及其制备技术。

背景技术

[0002] 世界范围的存储需求以每年 75% 的速度递增,巨大的信息量使人们对高密度、高传输率的数据存储手段有着近乎无止境的追求。传统的存储技术,如磁存储、传统光盘存储、半导体存储等虽在不断改进,但这些存储手段正逐步接近其物理极限。永久记录的 CD 由一系列蚀刻在表面内的凹坑和凹槽组成,可重写 CD 采用薄的非晶形层的表面结晶化 / 非结晶化,其中的信息以数字编码并可光学读取。磁盘同样以在磁性介质表面上不同排列的磁畴的方式存储数字信息。基于二维 (2D) 存储器的数据存储如光学读 / 写凹坑、凹槽或磁畴正在达到给定材料的理论极限。首先,将凹坑和凹槽的尺寸减小到几个纳米可能会达到 10^{10} – 10^{12} bits/mm² 的极限。但是这样一种解决方案不可避免地受到成本高昂的精密机械的限制,需要特殊的环境 (高真空或纯液态),最重要的是由于 2D 技术的固有缺陷。连续阅读非常慢,导致存储数据的存取时间特别长。

[0003] 相对于上述的二维 (2D) 数据存储,作为三维 (3D) 数据存储的全息存储技术可以在同等体积的条件下得到极高的数据容量。全息光存储根据全息学的原理,利用两个相干激光束的叠加生成的干涉图案来存储数字数据。其中,第一个光束为“信息光束”,由空间光调制器调制且承载以数据页形式记录的信息。第二个光束为“参考光束”,并不加载信息,与第一个光束相交可形成干涉图案。产生的干涉图案会导致存储材料的特性发生变化,如亮区和暗区的折射率变得不相同等,并且该特性取决于干涉图案的局部强度。通过在与记录过程相同的条件下,用参考光束照射记录的材料可获得所记录全息图的再现,即对所记录数据的重现。这种对信息以全息照相的方式进行页面式存储的方式,充分利用光学的并行性。全息光存储凭借高冗余度、高存储容量、高数据传输速率和较短的存取时间、较低的信息位价格、可以进行并行内容寻址等其他存储方法无可替代的优点,因此引起了广泛关注。

[0004] 光全息存储技术的核心是存储介质,存储介质大体上分为可擦写和一次性写入两类。一次性写入存储介质有很多种,其中光致聚合物具有灵敏度高、存储容量高、信息保存时间长等优点,有着广泛的研究。光致聚合物一般由单体、光引发剂、光敏剂、基质等部分组成。在干涉光的照射下,通过基质中亮处单体的聚合和暗处单体向亮处的扩散从而形成折射率光栅,并记录信息。但光致聚合物的缺点之一是材料发生反应时会产生体积收缩,体积收缩将导致布拉格角失配,从而影响记录信息的质量。而且由于现有材料的制作工艺限制,材料厚度难于增加,信息存储容量受到限制。

[0005] 可擦写存储介质可以反复地删除和写入数据,多次使用,其分为无机材料和有机材料两大类。无机材料以铌酸锂晶体为代表。但铌酸锂生产成本很高,形状受到晶体尺寸限制,写入的数据等需要进行热固定等后期处理才能长期保存,影响了实用性。有机材料以含有偶氮苯基团的光折变化合物为代表。偶氮苯基团在特定波长光激发下会产生反 (trans-)–顺 (cis-) 光致异构化。当线偏振光作用于各向异性的偶氮苯基团时,分子会发

生反式-顺式-反式的光异构循环,线偏振光有选择地激发那些跃迁矩与偏振方向平行的分子,经过多次反式-顺式-反式的循环以后,分子趋向于垂直信号光的偏振方向排列,最终分子取向发生了改变,产生了光折变效应。其与未受到信号光照射的偶氮苯基团存在折射率差异,进而记录了数据。相反,用非偏振光或圆偏振光照射样品可擦除已存储的光信号。但是偶氮苯化合物由于存在破坏性读出、存储信息易丢失及折射率调制度低等问题,限制了其在光全息存储领域的应用。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于解决普通可擦写型光折变全息存储材料存在的不足,提供一种不会发生破坏性读出、存储信息不易丢失、存储容量大的偶氮苯液晶光全息存储材料。

[0007] 本发明的另一目的在于提供一种操作简单、成本低廉并在室温下可制备出不同形状厚度的偶氮苯液晶光全息存储材料的制备方法。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0009] 一种偶氮苯液晶光全息存储材料,包括二氧化硅、含偶氮苯基团化合物和含液晶基团化合物。其中,二氧化硅作为基质材料,其用量多少无需特别限定,本领域技术人员可以在适当范围内调整。偶氮苯化合物作为光折变物质,液晶基团作为光折变增强物质。材料中偶氮苯基团与液晶基团的摩尔比在 0.5 ~ 10 : 1 之间。

[0010] 上述偶氮苯液晶光全息存储材料的制备方法,包括如下步骤:先将溶胶前驱体水解,然后向得到的溶胶中加入含偶氮苯基团化合物和含液晶基团化合物,混合均匀后在室温静置凝胶而后固化。本发明的制备方法采用的是溶胶-凝胶法,可在室温条件下以温和反应的方式进行,并且由于固化的一致性可使功能基团均匀地分散在基质中,因此厚度的增加并不会影响材料的光学性能。该材料在光全息记录过程中,由于刚性二氧化硅基质的支撑,可将偶氮苯基团发生顺-反式构型变化所产生的表面浮雕光栅控制在合适的范围内。

[0011] 二氧化硅基质通过溶胶前驱体发生水解-凝胶-固化反应形成。所述溶胶前驱体为含有两个或多个甲氧基或乙氧基的硅烷化合物,优选为正硅酸乙酯、 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、 γ -缩水甘油醚氧丙基三甲氧基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷或 γ -巯丙基三乙氧基硅烷。

[0012] 基质中的含偶氮苯基团化合物中存在偶氮苯基团,该偶氮苯基团为偶氮苯基($-N=N-$)的两个单键各与一个苯环相连接而形成的官能团。所述偶氮苯基团化合物可以为小分子化合物、高分子聚合物、超支化化合物、树形分子等。其可以是以物理混合方式分散在基质中;也可以是通过与基质中的侧链发生化学反应,以接枝的方式分散在基质中。优选的偶氮苯化合物为对丁氧基偶氮苯、4-甲氧基-4'-丁基偶氮苯、4,4'-双(4-羟基偶氮苯)联苯、对硝基偶氮苯酚等。

[0013] 基质中的含液晶基团化合物可以是以物理混合方式分散在基质中;也可以是通过与基质中的侧链发生化学反应,以接枝的方式分散在基质中。基质中不仅限于含有一种液晶基团,也可以同时含有两种及两种不同的液晶基团。所述含液晶基团化合物为甲亚胺系液晶、苯甲酸酯系液晶、联苯系、三联苯系液晶、环己酸苯酯系液晶、苯基环己烷系或联苯基环己烷系液晶中的一种或几种混合物。

[0014] 本发明的偶氮苯液晶光全息存储材料含有高折射率的偶氮苯与液晶基团和低折射率二氧化硅基质。在光作用下,偶氮苯官能团可发生光致反式 $\rightarrow$ 顺式和顺式 $\rightarrow$ 反式异构以及热致顺式 $\rightarrow$ 反式异构循环。由于偶氮苯基团对偏振光的选择性吸收,原先杂乱无规则排列的偶氮苯化合物最终倾向于在垂直于抽运光电矢量的方向上完成取向,产生光折变效应。顺式的偶氮苯基团呈拐状结构,轴径比较小,不能作为介晶基元。反式的偶氮苯基团为具有较大轴径比的棒状结构,可以作为介晶基元,有着液晶基团的特性,因此将影响周围非偶氮苯液晶基团的排列。由于反式偶氮苯与液晶基团间存在很强分子间相互作用,液晶基团通过不断的扭转取向,最后与偶氮苯基团形成相同的取向。液晶基团存在双折射效应,将强化已存在的偶氮苯基团光折变效应,增大材料的折射率调制度,进而增加材料的存储容量。由于液晶基团发生规则的取向后,其排列将变得更加规整紧密,而不易受到热运动及杂质光的影响,因此数据保存将变得持久。如果需要擦除数据时,用非偏振光或圆偏振光照射材料,打乱偶氮苯和液晶基团的规则排列即可。该偶氮苯液晶光全息存储材料,可在同一点上存储多幅图像。用非偏振光或圆偏振光照射时,则可擦除数据。记录信息可以按上述方式反复擦除和写入,多次使用。

[0015] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0016] 1. 本发明的偶氮苯液晶光全息存储材料使用的基质材料为二氧化硅结构,具有良好的光学特性(高透光和低散射率)。基质的折射率较低,与有着较高折射率的光折变化合物匹配可获得高的折射率调制度。

[0017] 2. 液晶基团的存在可以强化偶氮苯基团遇光所产生的光折变效应,提高材料的衍射效率,进而增加了信息存储容量;液晶基团的规则排列不会受到热运动和非信号光的影响,数据存储时间大大延长。

[0018] 3. 由于偶氮苯基团的顺反式异构体可在信号光的照射下相互转变,并诱导液晶基团的排列,因此数据可以反复擦除和写入。

[0019] 4. 制备方法简单,将含有偶氮苯和液晶基团的溶胶于室温放置数天即可固化,材料形状可以根据需要选择合适的模具。

附图说明

[0020] 图 1a 为实施例 1 的材料存储图像实验测试结果图。

[0021] 图 1b 为实施例 1 的材料存储图像实验测试结果图。

[0022] 图 1c 为实施例 1 的材料存储图像实验测试结果图。

[0023] 图 2a 为实施例 1 的材料存储图像实验测试结果图。

[0024] 图 2b 为实施例 1 的材料存储图像实验测试结果图。

[0025] 图 2c 为实施例 1 的材料存储图像实验测试结果图。

[0026] 图 3 为偶氮苯基团光致异构过程。

[0027] 图 4 为未存储数据时材料中分子单元的排列状态示意图。

[0028] 图 5 干涉光记录数据时材料中分子单元的排列状态示意图。

[0029] 图 6 数据记录完毕后材料中分子单元的排列状态示意图。

具体实施方式

[0030] 实施例 1：

[0031] ①偶氮苯单元的合成

[0032] 对丁氧基苯胺 (7.8g, 0.05mol) 加入 17ml (0.2mol) 浓盐酸和 10ml 水的溶液中, 搅拌并混合均匀。用油浴加热, 使溶液变得清澈, 然后迅速放入冰盐浴中并搅拌得到良好的晶体。保持温度在 0-5℃, 逐滴滴加亚硝酸钠 (3.5g, 0.05mol) 和 20ml 水并搅拌。30min 后, 加入等量的尿素以中和剩余的亚硝酸钠, 反应进程通过淀粉-碘化钾试纸监控, 得到重氮盐溶液。苯酚 (4.9g, 0.05mol) 溶于 10% 的氢氧化钠 (4g, 0.05mol) 水溶液, 将混合液在冰浴中冷却到 10℃ 以下, 然后加入 20g 冰。将上述的重氮盐溶液缓慢滴入, 并快速搅拌 1h, 然后加入饱和的乙酸钠溶液调节 pH 值为 6-7。温度在 0-10℃ 保持 3h, 得到的混合物过滤并用大量蒸馏水清洗, 而后在室温下真空干燥, 得到化合物 1。

[0033] 化合物 1 (13.5g, 0.05mol)、1-溴丁烷 (6.9g, 0.05mol)、碳酸钾 (13.8g, 0.1mol) 加入 80ml 的 DMF 中, 于 80℃ 反应 20h, 然后将溶液倒入 250ml 水中, 有沉淀物析出, 过滤、用大量蒸馏水清洗并干燥。所得粗产物以氯仿/正己烷为洗脱剂, 在硅胶柱上进行分离, 得到化合物 2。

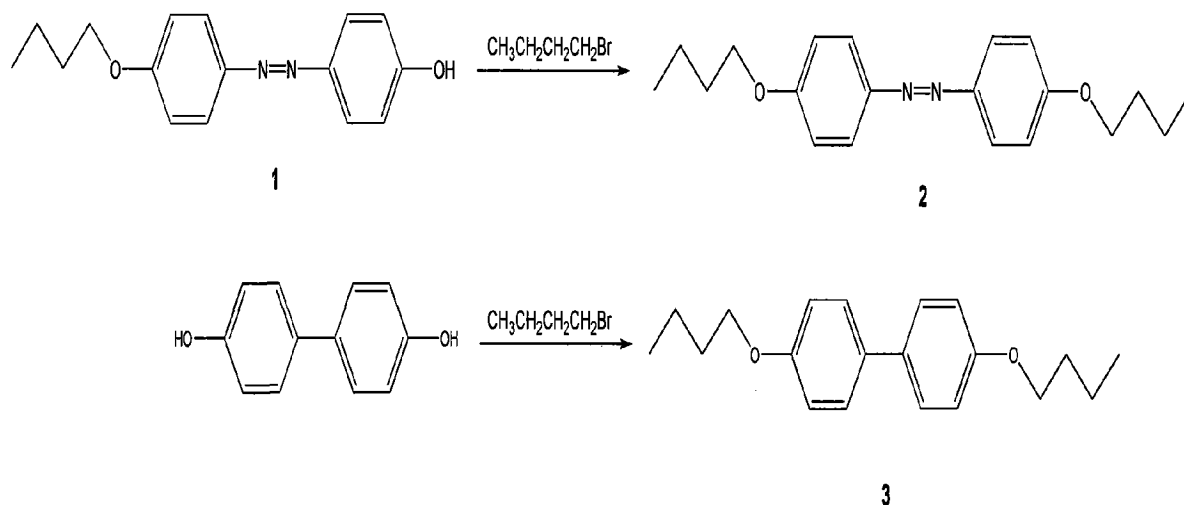
[0034] ②液晶单元的合成

[0035] 联苯二酚 (9.3g, 0.05mol) 和碳酸钾 (13.8g, 0.1mol) 加入 100ml 的 DMF 中, 搅拌 1h 后加入 1-溴丁烷 (6.9g, 0.05mol), 上述混合液于 80℃ 反应 20h, 然后将溶液倒入 250ml 水中, 过滤、用大量蒸馏水清洗并干燥。所得粗产物以氯仿/正己烷为洗脱剂, 在硅胶柱上进行分离, 得到化合物 3。

[0036] ③光全息材料的制备

[0037] 向 γ -缩水甘油醚氧丙基三甲氧基硅烷 (9.4g, 0.04mol) 和正硅酸乙酯 (2g, 0.01mol) 中加入 2.8ml 水, 并用盐酸调节 pH 为 3 左右。溶液于室温搅拌 3h 后得到清澈的溶胶, 然后加入化合物 2 (3.3g, 0.01mol) 和化合物 3 (6g, 0.02mol), 搅拌 1h。该溶胶用 0.45 μ m 聚四氟乙烯滤头过滤后倒入模具中, 室温放置 3 天后即得光全息存储材料。相关化合物合成路线如下：

[0038]



[0039] ④材料性能测试

[0040] 实验光路：

[0041] 采用 $\pm 45^\circ$ 偏振组合泵浦结构。泵浦光 Ar^+ 激光 (514.5nm) 作为写入光, 经过分束镜分成两束等光强的光束 (分别为信息光束和参考光束), 经过反射镜和起偏器后以一个可调节角度 θ 交叉入射在样品表面上同一区域形成全息光栅。信息光和参考光的光程相等, 光强同为 $200\text{mW}/\text{cm}^2$, 再通过调节起偏器使两束线偏振写入光的光场振动方向为互相垂直并与入射面法线成 $\pm 45^\circ$ 。探测光 He-Ne 激光 (632.8nm) 通过反射镜和起偏器及 $\lambda/4$ 波片调制为圆偏振光垂直入射到样品中具有光栅结构的区域。探测光通过样品后, 产生衍射, 以窄带滤光片滤去通过样品的 Ar^+ 激光 (包含透射光和散射光), 由连接数字示波器的光电探测器观测 He-Ne 光的一阶衍射光功率随时间的变化规律, 得到样品中光栅结构随时间变化的情况。

[0042] 性能测试结果:

[0043] 材料的衍射效率达到 2.1%, 即使放置两个星期后衍射效率仍有 2.0%。材料的最大折射率调制度 $\Delta n = 0.023$, 感光灵敏度为 $6.3 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{J}$ 。材料存储图像实验测试结果如下, 图 1a、1b、1c 为在全息存储材料同一区域存储的三幅图像。当用圆偏振照射擦除上述图像后, 又在同一区域存储了另外三幅图像 (图 2a、图 2b, 图 2c)。实现了材料的可擦写存储数据的目的, 并且材料放置 4 个星期后, 图像信息没有任何丢失。

[0044] 实施例 1 的偶氮苯液晶光全息存储材料由偶氮苯化合物、液晶化合物和二氧化硅基质组成。偶氮苯基团有反式/顺式两种异构体 (图 3)。由于偶氮苯基团对偏振光的选择性吸收, 原先杂乱无规则排列的偶氮苯化合物 (图 4) 在垂直于抽运光电矢量的方向上完成取向 (图 5)。通过反式偶氮苯与液晶基团间强的分子间相互作用, 液晶化合物不断的扭转取向, 最后与偶氮苯基团形成相同的取向, 如图 6 所示。该材料可在同一点上存储多幅图像并可反复擦除和写入, 多次使用。

[0045] 实施例 2:

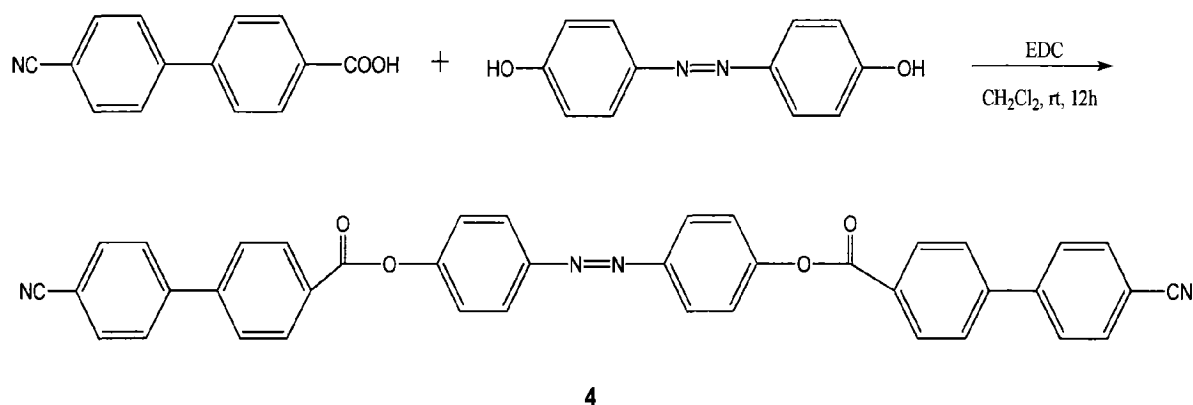
[0046] ①含偶氮苯和液晶基团化合物的合成

[0047] 向 100ml 二氯甲烷中加入 4-氰基-4'-羧基联苯 (8.3g, 0.037mmol)、4,4'-二羟基偶氮苯 (2.6g, 0.012mmol) 和 4-二甲氨基吡啶 (4.5g, 0.037mmol), 混合均匀后通氮气作为保护气体, 然后加入 1-乙基-(3-二甲氨基丙基)碳二亚胺盐酸盐 (EDC·HCl)。混合物于室温搅拌 12h 后, 加入二氯甲烷稀释, 再分别用饱和 NH_4Cl 水溶液和饱和氯化钠水溶液清洗。有机层用无水硫酸钠干燥、蒸干溶剂, 用硅胶色谱柱提纯得到化合物 4。

[0048] ②光全息材料的制备

[0049] 向 γ -缩水甘油醚氧丙基三甲氧基硅烷 (9.4g, 0.04mol) 和正硅酸乙酯 (2g, 0.01mol) 中加入 2.8ml 水, 并用盐酸调节 pH 为 3 左右。溶液于室温搅拌 3h 后得到清澈的溶胶, 然后加入化合物 4 (6.2g, 0.01mol), 搅拌 1h。该溶胶用 $0.45 \mu\text{m}$ 聚四氟乙烯滤头过滤后倒入模具中, 室温放置 3 天后即得光全息存储材料。相关化合物合成路线如下:

[0050]



[0051] ④材料性能测试

[0052] 实验光路与实施例 1 相同。材料的衍射效率为 1.2%。材料的最大折射率调制度 $\Delta n = 0.011$, 感光灵敏度为 $4.2 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{J}$ 。

[0053] 实施例 3：

[0054] ①偶氮苯单元的合成

[0055] 对甲氧基苯胺 (6.2g, 0.05mmol) 加入 17ml 浓盐酸 (0.2mol) 和 10ml 水的溶液中, 搅拌以混合均匀。用油浴加热, 使溶液变得清澈, 然后迅速放入冰盐浴中搅拌以得到良好的晶体。保持温度在 0-5℃, 逐滴滴加亚硝酸钠 (3.5g, 0.05mol) 和 20ml 水并搅拌。30min 后, 加入等量的尿素中和剩余的亚硝酸钠, 反应进程通过淀粉-碘化钾试纸监控, 得到重氮盐溶液。苯酚 (4.9g, 0.05mol) 溶于 10% 的氢氧化钠 (4g, 0.05mol) 水溶液, 将混合液用冰浴冷却到 10℃ 以下, 然后加入 20g 冰。将上述的重氮盐溶液缓慢滴入, 快速搅拌 1h, 然后加入饱和乙酸钠溶液调节 pH 值为 6-7。保持温度在 0-10℃ 间 3h, 得到的混合物过滤并用大量蒸馏水清洗, 而后在室温下真空干燥, 得到化合物 5。

[0056] 将化合物 5 (9.13g, 0.04mmol) 和烯丙基溴 (7.3g, 0.06mmol) 加入到 150ml 的无水 DMF 中, 加入碳酸钾 (13.8g, 0.1mmol), 于 60℃ 反应 20h 后冷却到室温, 然后加入 300ml 的蒸馏水, 过滤混合物并将所得固体真空干燥, 获得粗产物, 粗产物以氯仿为洗脱剂, 在硅胶柱上进行分离, 得到化合物 6。

[0057] ②液晶单元的合成

[0058] 在冰水浴中下向 400ml 的 10% 氢氧化钠的水溶液中加入联苯二酚 (75g, 0.40mol), 快速搅拌。硫酸二甲酯 (50g, 0.40mol) 在 1h 的时间中缓慢滴入溶液中, 快速搅拌。滴加完毕后, 过滤得到沉淀物并再溶于 400ml 的 10% 的氢氧化钠溶液中。溶液加热到沸腾后冷却到室温, 然后过滤。得到的固体物质加入 2000ml 的水中, 加热到沸腾, 然后过滤, 所得滤液加热到 70℃, 然后加入 20% 的浓盐酸调节溶液变成酸性。所得溶液放静止得到白色晶体, 并用乙醇重结晶 2 次, 得到化合物 7。产率 30%。

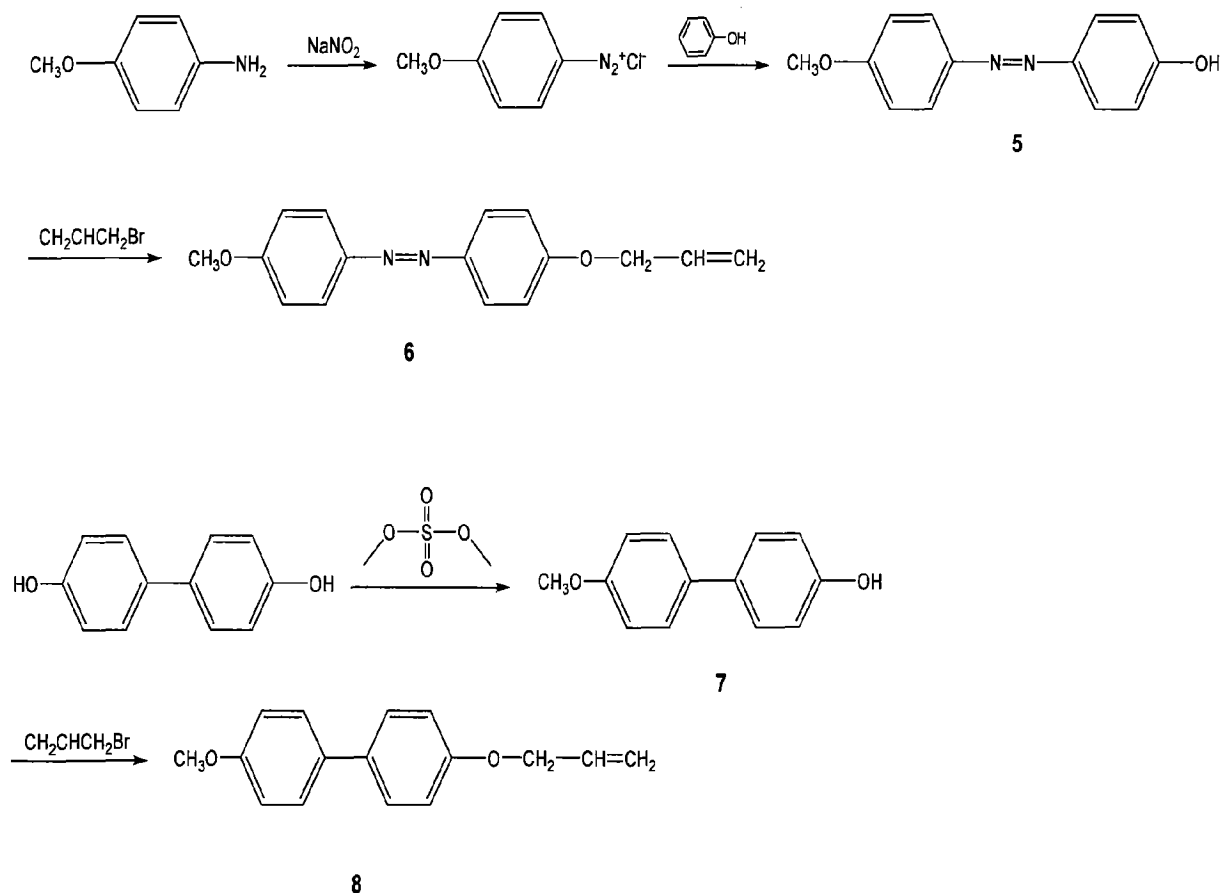
[0059] 将化合物 7 (4g, 0.02mmol) 和烯丙基溴 (3.6g, 0.03mmol) 加到 100ml 的无水 DMF 中, 再加入碳酸钾 (13.8g, 0.1mmol), 于 60℃ 反应 20h 后冷却到室温, 加入 200ml 的蒸馏水, 过滤混合物并将所得固体真空干燥, 过硅胶液相色谱柱, 得到化合物 8。

[0060] ③光全息材料的制备

[0061] 化合物 6 (2.7g, 0.01mmol) 和化合物 8 (7.2g, 0.03mmol) 溶于 100ml 的甲苯中,

加入 0.5g 偶氮二异丁腈,混合均匀后加入 γ -巯丙基三乙氧基硅烷 (9.5g,0.04mmol),于 60℃反应 10h,完毕后通入大量氮气吹干甲苯溶剂。向该混合物中加入正硅酸乙酯 (2g,0.01mol) 和水 (2.8g,0.16mol),用盐酸调节溶液 pH 为 3 左右,50℃下搅拌 5 小时,得到含有偶氮苯和液晶基团的溶胶。该溶胶用 0.45 μ m 聚四氟乙烯滤头过滤后倒入模具中,室温放置 3 天后即得光全息存储材料。相关化合物合成路线如下:

[0062]



[0063] ④材料性能测试

[0064] 实验光路与实施例 1 相同。材料的衍射效率为 2.6%。材料的最大折射率调制度 $\Delta n = 0.030$,感光灵敏度为 $4.9 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{J}$ 。

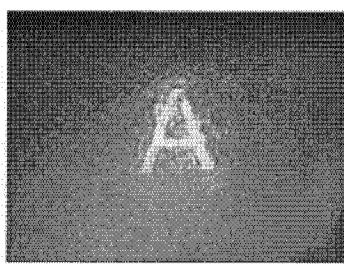


图 1a

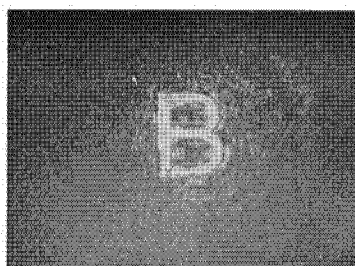


图 1b

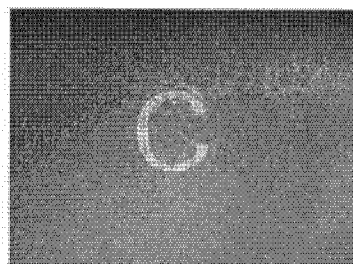


图 1c

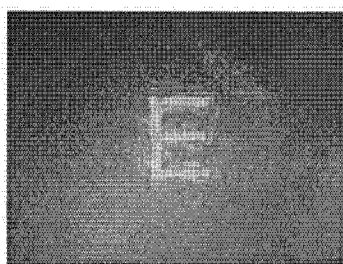


图 2a

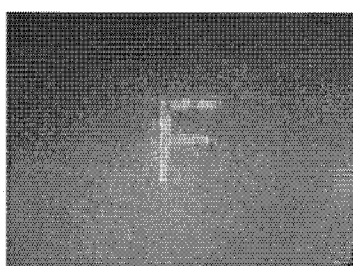


图 2b



图 2c

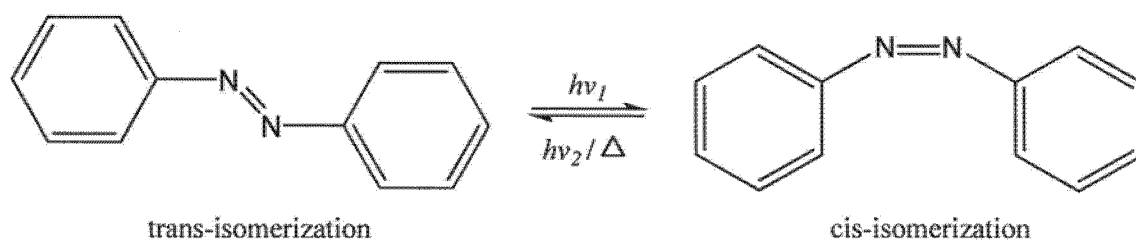


图 3

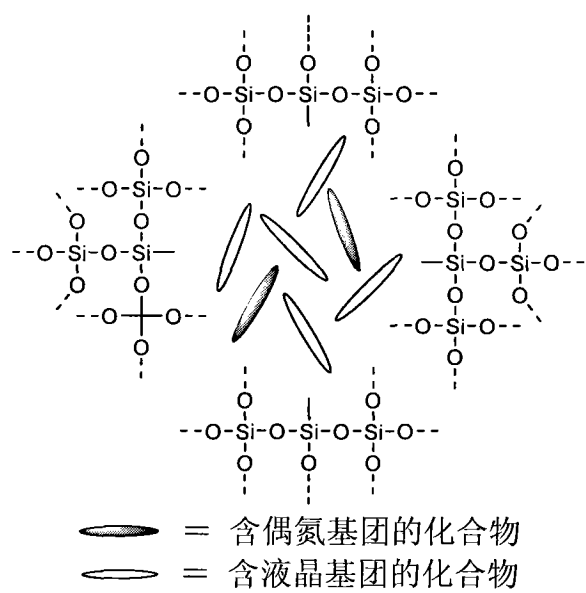


图 4

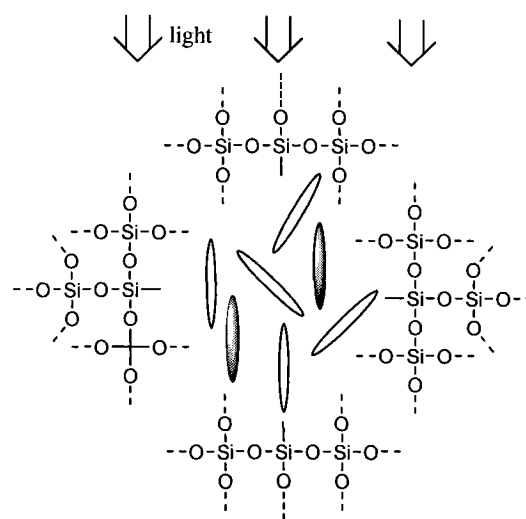


图 5

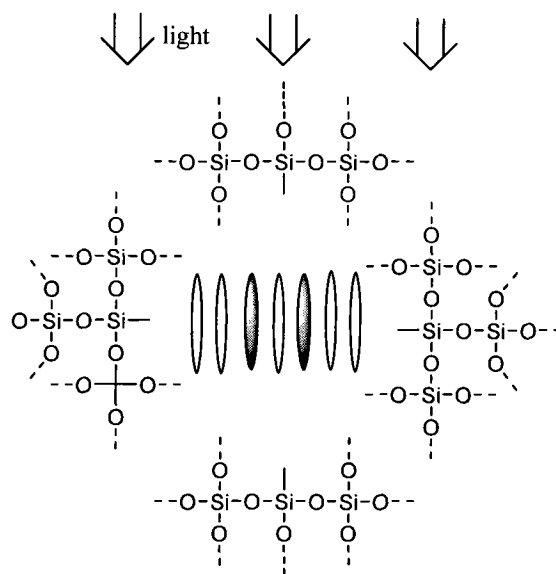


图 6