

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610030639.X

[51] Int. Cl.

G02B 3/00 (2006.01)

G02F 1/13 (2006.01)

G09G 3/00 (2006.01)

G03H 1/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007年2月21日

[11] 公开号 CN 1916668A

[22] 申请日 2006.8.31

[21] 申请号 200610030639.X

[71] 申请人 上海理工大学

地址 200093 上海市杨浦区军工路 516 号

[72] 发明人 郑继红 庄松林 钟阳万 顾玲娟

郑煜 卢荣文

[74] 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司

代理人 吴宝根

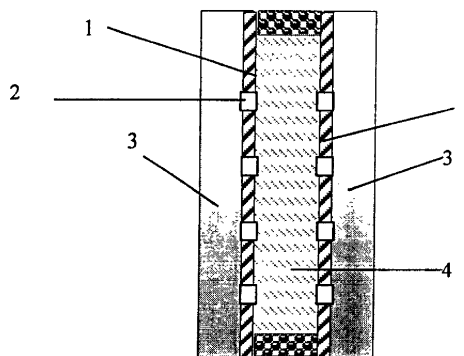
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种电控调维微透镜阵列制作方法

[57] 摘要

本发明公开了一种电控调维微透镜阵列制作方法，特点是，方法步骤为：制备电控聚合物分散液晶材料；制作电控透明 ITO 导电膜液晶盒玻璃片，加入掩模，将电控系统装置于玻璃片阵列中；在两玻璃片间涂布一层聚合物分散液晶材料；设计全息透镜记录光路，制作全息透镜；利用掩模技术，分别依次曝光，制作透镜阵列；通过电脑计算并控制单个变焦透镜的电场，调控组合和次序实现透镜阵列的光学互连及混洗功能，实现对传输光路的任意调控。本发明采用 PDLC 电控透镜为单元，结合光学阵列与电控的特性，扩展延伸了透镜阵列的应用范围，实现阵列维数的实时调控和任意的光路传输功能。该电控透镜阵列可在光互连，激光扫描，光束整形，光通信等技术中应用。



1. 一种电控调维微透镜阵列制作方法，其特征在于，具体步骤为：
 - (1) 制备由预聚物，液晶，光学性能添加剂物质构成的电控聚合物分散液晶材料，作为电控透镜阵列的记录材料；
 - (2) 制作电控透明 ITO 导电膜液晶盒玻璃片，在制作 ITO 导电膜过程中加入掩模，使得单个透镜间的导电相对绝缘，并将电控系统装置于玻璃片阵列当中，用于控制阵列单元的电控性质；
 - (3) 在两片导电膜片间均匀涂布一层 5—10 μm 的聚合物分散液晶材料；
 - (4) 设计全息透镜记录光路，利用球面波和平面波干涉，在记录层上制作全息透镜，单个透镜在 20V—50V 交流电场作用时透镜效应可擦除；
 - (5) 利用掩模技术，分别依次曝光，制作透镜阵列，使阵列内单个透镜的性质相同；
 - (6) 电脑程序计算并控制单个变焦透镜的电场，调控组合和次序实现透镜阵列的光学互连及混洗功能，实现对传输光路的任意调控。

2. 根据权利要求 1 所述的一种电控调维微透镜阵列制作方法，其特征在于，步骤 (1) 中所述的由预聚物，液晶物质构成的电控聚合物分散液晶材料为由聚合物，液晶，光引导剂，协同引发剂，交联剂等化学材料混合而成，在 He—Cd 激光或者 Ar 离子激光作用下发生光致

聚合反应，形成液晶微滴分散于聚合物基质中的 PDLC 材料。

3. 根据权利要求 1 所述的一种电控调维微透镜阵列制作方法，其特征在于，步骤（2）中所述的制作电控透明 ITO 导电膜液晶盒玻璃片，其制作方法为：在玻璃上镀氧化铟锡 ITO 导电膜，液晶盒玻璃片厚度在 2mm 以下，在镀膜同时按照透镜阵列要求加上掩模，掩模使得液晶盒玻璃片表面分成很多阵列小单元，每个独立小单元互相隔开并互相绝缘，用微光学加工方法，从每个独立的小单元内引出控制电路。

4. 根据权利要求 1 所述的一种电控调维微透镜阵列制作方法，其特征在于，步骤（3）中所述的在两片导电膜片间均匀涂布一层 5—10 μm 的聚合物分散液晶材料，其涂布方法为：使用电动小马达带动均匀涂布装置，将尚未聚合的 PDLC 材料均匀涂布在一片 ITO 导电玻璃片上，并控制好涂布厚度在 5—10 μm ，再将另外一片 ITO 导电玻璃片盖在涂布好 PDLC 材料的 ITO 导电玻璃片上，使得上下两片的透镜阵列小单元互相对齐，这样在电场作用时，能够使得阵列小单元的电控状态根据需要进行调节。

5. 根据权利要求 1 所述的一种电控调维微透镜阵列制作方法，其特征在于，步骤（4）中所述的设计全息透镜记录光路，其方法为：根据 PDLC 材料特点设计全息透镜记录光路，采用 30—60mw 功率的激光，经过小孔滤波器做空间滤波，准直整型成平面波，然后经过分光棱镜，分成光强比为一的两束平面波，在其中一束平面波传播过程中，加入傅立叶变换透镜，透镜焦距为 50mm，通光孔径为 50mm，调整透镜同

记录液晶盒位置处的距离使得发散球面波扩散面与平面波的面积相当，同时利用合光棱镜对球面波和平面波整合，产生发散球面波和平面波的同轴干涉，将 PDLC 的液晶盒放置于光路的曝光位置处，使得阵列中的某一单元正好位于记录位置，在记录层上制作全息透镜，记录全息信息，使得该阵列的单元产生同轴全息透镜，该阵列单元在外加交流电场在 20V-50V 左右时，全息透镜效应可以擦除。

6. 根据权利要求 1 所述的一种电控调维微透镜阵列制作方法，其特征在于，步骤（5）中所述的制作透镜阵列，其方法为：利用掩模技术，在曝光某阵列单元的同时，将阵列中其他单元位置遮掩，待该被曝光透镜写入完毕之后，再将其他透镜阵列单元分别依次曝光，制作透镜阵列，阵列内单个透镜的性质相同。

7. 根据权利要求 1 所述的一种电控调维微透镜阵列制作方法，其特征在于，步骤（6）中所述的设计变焦控制程序是对阵列单元或很多单元的电场控制，通过调控阵列单元组合和施加电场次序实现透镜阵列的光学互连及混洗功能，实现对传输光路和透镜阵列维数的任意调控。

一种电控调维微透镜阵列制作方法

技术领域

本发明涉及一种光学电控透镜阵列的制作方法，尤其涉及一种光学微透镜阵列中的单个透镜能够在电场调控下，具有开关功能的透镜阵列制作方法。

背景技术

单个透镜可对物体进行成像以及光束进行变换，透镜阵列则可以形成“复眼”的效果。传统光学透镜需要抛光，磨制等工序，同时体积较大，用传统透镜组制作透镜阵列非常不方便。但是，随着光电技术的发展，透镜阵列已经在光互连，激光扫描，光束整形，光通信，自适应光学，显示技术等领域得到积极的应用。

发明内容

本发明的目的是为了克服传统光学透镜需要抛光，磨制等工序，同时体积较大，用传统透镜组制作透镜阵列非常不方便的缺点，提供一种非机械式的、低功耗、快速度、可实现电场调控的光学全息微透镜阵列的制作方法，该透镜阵列可以通过外接的调控电路，对阵列中的任意单透镜的聚焦功能调控，对单透镜阵列的维数进行调控。

本发明的技术方案是这样来实现的，其具体步骤为：

1. 制备由预聚物，液晶，光学性能添加剂物质构成的电控聚合物分散液晶材料，作为电控透镜阵列的记录材料；
2. 制作电控透明 ITO 导电膜液晶盒玻璃片，在制作 ITO 导电膜过程中加入掩模，使得单个透镜间的导电相对绝缘，并将电控系统装置于玻璃片阵列当中，用于控制阵列单元的电控性质；
3. 在两片导电膜片间均匀涂布一层 5—10 μm 的聚合物分散液晶材料；
4. 设计全息透镜记录光路，利用球面波和平面波干涉，在记录层上制作全息透镜，单个透镜在 20V—50V 交流电场作用时透镜效应可擦除；
5. 利用掩模技术，分别依次曝光，制作透镜阵列，使阵列内单个透镜的性质相同；
6. 电脑程序计算并控制单个变焦透镜的电场，调控组合和次序实现透镜阵列的光学互连及混洗功能，实现对传输光路的任意调控。

本发明是基于制作具有电控开关功能的全息聚合物分散液晶透镜 (H-PDLC)，利用微光学全息制作技术，利用机械装置精确确定位置并曝光，结合集成电控技术，制作电控调维的微透镜阵列。本发明采用制作新型 PDLC 电控透镜为单元，结合光学阵列与电控的特性，扩展延伸了透镜阵列的应用范围，可以实现阵列维数的实时调控，和实现任意的光路传输功能。该电控透镜阵列可在光互连，激光扫描，

光束整形，光通信等技术中具有应用前景。

附图说明

图 1 是透镜阵列侧面剖面图；

图 2 是 3×3 阵列面氧化铟锡 (ITO) 导电基片的示意图；

图 3 是同轴式全息透镜阵列的光路图；

图 4 是单个电控透镜的开关；

图 5 是电控调维微透镜阵列。

具体实施方式

下面结合实施例和附图对本发明作进一步的说明。

本发明的实施步骤为：

1. 制备预聚物，液晶光学性能添加剂物质构成的电控聚合物分散液晶材料，该材料由聚合物，液晶，光引导剂，协同引发剂，交联剂等化学材料混合而成，在波长为 441.6nm 的 He—Cd 激光或者 514nmAr 离子激光作用下发生光致聚合反应，形成液晶微滴分散于聚合物基质中的 PDLC 材料。该材料在电场调控作用下，液晶分子的光轴方向随电场转动，液晶分子有效折射率从与聚合物不同转变为相同，材料表面从散射转变成清亮，这种具有电控开关特性的 PDLC 材料做为电控透镜阵列的记录材料。制作电控透镜阵列的材料通过配方优化，为液晶微滴纳米尺寸量级的纳米级聚合物分散液晶材料。纳米级聚合物分散液晶材料的配方为：聚合物 EB8301(UCB 公司生产)，占总质量 40%—60%，向列相液晶(TEB300，清华亚王液晶公司生产)，占总质量 40%—60%，Rose Bengal (RB，

孟加拉红), 占总质量 0.5%—1%, N-phenyl glycine (NPG), 占总质量的 5%—20%, 以及 N-vinyl pyrrolidone (NVP), 占总质量 1%—5%, (这三种物质均为 Aldrich 公司生产), 以及 S-271, 占总质量 0%—3% (Chem. Service 公司生产)。在预聚 PDLC 材料的制备过程中, 保证在恒温 20℃暗室, 准备好小容器, 按照设计好的配方比例, 按照液晶, 聚合物, RB, NPG, NVP 以及 S-271 的顺序, 用精密数字显示天平取药, 然后充分搅拌混合, 用加热仪器将混合物加热至液晶清亮点, 再次充分搅拌并混合, 采用超声波乳化混合设备, 保证各种化学成分之间混合均匀, 再将均匀混合物均匀涂布制作液晶盒。

2. 制作电控透明 ITO 导电膜液晶盒玻璃片, 在玻璃上镀氧化锡铟 ITO 导电膜, 液晶盒玻璃片厚度在 2mm 以下, 以减小光能损耗。在镀膜同时按照透镜阵列要求加上掩模, 掩模使得液晶盒玻璃片表面分成很多阵列小单元, 每个独立小单元互相隔开并互相绝缘, 这些独立小单元将被制作成电控的开关透镜, 如图 2 所示, 图中 5 为阵列单元导电面, 在制作过程中, 需要掩模工艺, 将 ITO 导电膜呈现出阵列状态, 阵列单元之间互相绝缘, 并且阵列单元能够用电控方式调控。此外, 用微光学加工方法, 从每个独立的小单元内引出控制电路。
3. 首先将带使用的 ITO 导电玻璃片充分清洗并擦除灰尘, 使用电动小马达带动均匀涂布装置, 将尚未聚合的 PDLC 材料均匀涂布在一片 ITO 导电玻璃片上, 通过控制小马达转速控制好涂布厚度在 5

— $10\ \mu\text{m}$ （所需要厚度根据所选用的向列相液晶种类和相关特性决定）。涂布时使用的 PDLC 材料比实际需要的略多，再将另外一片 ITO 导电玻璃片盖在涂布好 PDLC 材料的 ITO 导电玻璃片上，使得上下两片的透镜阵列小单元互相对齐，再对上下液晶盒玻璃表面施加均匀应力，保证 PDLC 层厚度，同时保证曝光材料涂布的均匀性，将多余的 PDLC 材料清除。这样在激光曝光过程中更容易得到更高衍射效率的透镜阵列单元，并且每个单元的衍射特性相同。同时，在电场作用时，阵列小单元的电控状态也能够根据需要进行调节。如图 1 所示，图 1 是透镜阵列侧面剖面图，两侧为玻璃基片 3，两玻璃基片 3 的内侧面镀有 ITO 导电膜 1，在阵列单元之间置有阵列单元绝缘区 2，在镀有 ITO 导电膜 1 的两玻璃基片 3 的内侧涂布有聚合物分散材料（PLDC）涂层 4。

4. 根据 PDLC 材料特点设计全息透镜记录光路,如图 3 所示,,采用 30-60mw 功率、波长为 514nm 的激光源 6,经过空间滤波器 7,准直整形成平面波,然后经过分光棱镜 8,分成光强比为 1、光程差为 0 的的两束平面波激光,其中一束平面波经反射镜 9,再经焦距为 50mm,通光孔径为 50mm 的傅立叶变换透镜 10,调整傅立叶变换透镜 10 同 PDLC 的液晶盒 12 位置处的距离使得发散球面波扩散面与平面波的面积相当,同时利用合光棱镜 11 对球面波和经反射镜 14、13 后的另一束平面波整合,产生发散球面波和平面波的同轴干涉,将 PDLC 的液晶盒 12 放置于光路的曝光位置即位于合光棱镜表面位置处,使得阵列中的某一单元正好位于记录位置,在

记录层上制作全息透镜，记录全息信息，使得该阵列的单元产生同轴全息透镜，该阵列单元在外加交流电场在 20V-50V 左右时，全息透镜效应可以擦除。

5. 利用掩模技术，在曝光某阵列单元的同时，将阵列中其他单元位置遮掩，待该被曝光透镜写入完毕之后，再将其他透镜阵列单元分别依次曝光，制作透镜阵列，阵列内单个透镜的性质相同。透镜单元曝光时间在 30s—90s 之间，带透镜单元曝光完成后，将液晶盒置于 UV 紫外光下加固，制作掩模，将阵列绝缘部分 PDLC 材料曝光并充分固化。如图 4 所示，图 4 是单个电控透镜的开关；它说明了这种纳米尺寸的新型 PDLC 变焦透镜，在外观看来是平板式设计，在电场作用下，能够实现全息信息的记录和擦除过程，在电场作用时能够将聚焦作用擦除，入射光线像穿过平板玻璃一样穿过 PDLC 液晶透镜。
6. 设计并制作电脑变焦控制程序，可以对阵列单元或很多单元的电场控制，对于透镜阵列控制电路采用各单元多路并联式设计，驱动电压为 1000HZ 左右高频交流电，将各路开关连通单片机控制系统，外接液晶显示屏，输入设备，通过调控阵列单元组合和施加电场次序实现透镜阵列的光学互连及混洗功能，实现对传输光路的任意调控。例如，制作成功 8×8 透镜阵列，输入指令，通过程序指令，调控电路，可以控制成 4×4，5×5 或者其他所需要的阵列大小，能够根据需要实现阵列维数的调节。如图 5 所示，为电控调维微透镜 3×3 阵列，该图说明在曝光制作透镜过程中，采用

了掩模版控制曝光次序，在统一制作光路中，依次制作透镜阵列单元，在液晶盒上制作透镜阵列。这种透镜阵列的单元具有电控开关效应，因此透镜阵列可以在控制电路设计的电场调控作用下，实现阵列维数的调节。

在实施制作过程中，液晶材料需要选用折射率调控程度大，寻常折射率低，异常折射率高，同时粘滞系数小的液晶牌号，这样，需要的驱动电压较低。在全息方法制备过程中，全息光路的调节需要注意光程差为 0，光强比为 1 的设计和制作，光学平台稳定性需要保证稳定。在电控计算电路设计过程中需要控制交流电压的调控频率和液晶所需要的频率特性匹配，高频的大调节范围电源。在阵列制作过程中，需要使得阵列单元之间的绝缘性好，同时两片玻璃片制作液晶盒过程中，液晶单元阵列需要对准中心，保证单元透镜上能够有电场作用。PDLC 电控透镜阵列的玻璃片厚度尽量做薄，以减小光能损耗。由于液晶微滴的有效折射率受到电场调控，在一定的交流电作用下，全息透镜单元聚焦作用消失，可以形成“0”和“1”式开关变焦的透镜。通过电控系统，根据需要将阵列中任意一个或者若干个透镜单元的透镜作用擦除或者恢复，可以实现变焦调节维数的透镜阵列。此外，将相同的阵列集成可制作封装阵列，可制作具有更多的调控维数的阵列。除了采用全息光路写入制作全息阵列的方法外，还可以利用阵列掩模版，计算全息方法设计并打印好掩模版，直接利用激光曝光掩模版和液晶盒的方法制作透镜可调阵列。

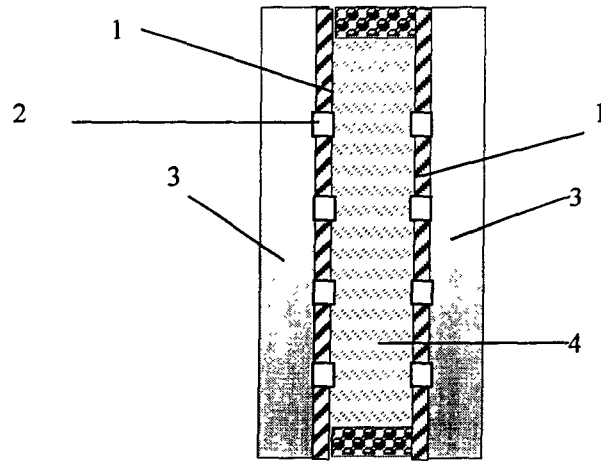


图 1

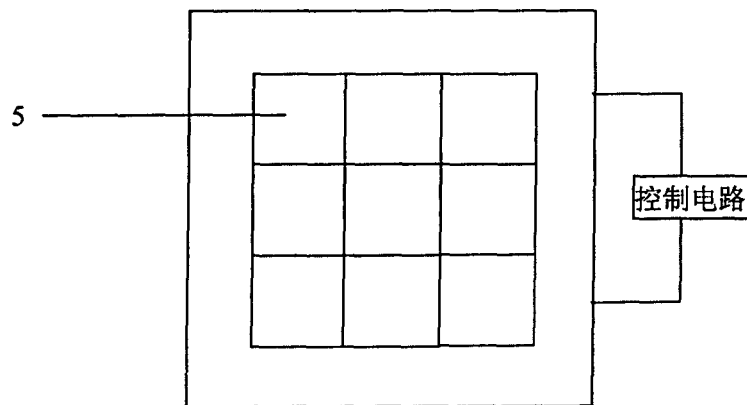


图 2

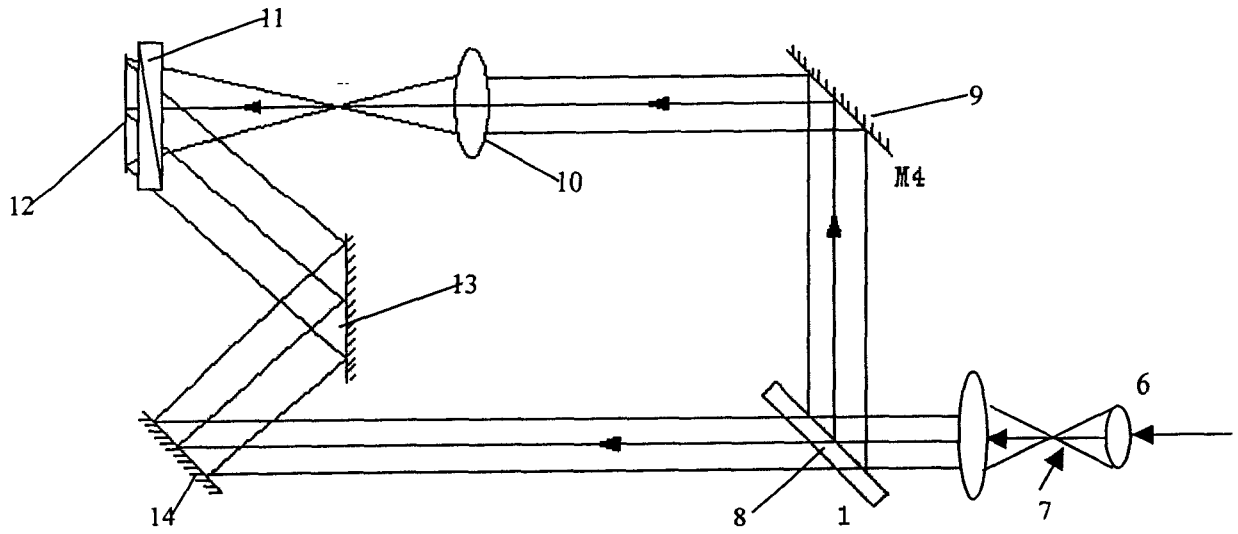


图 3

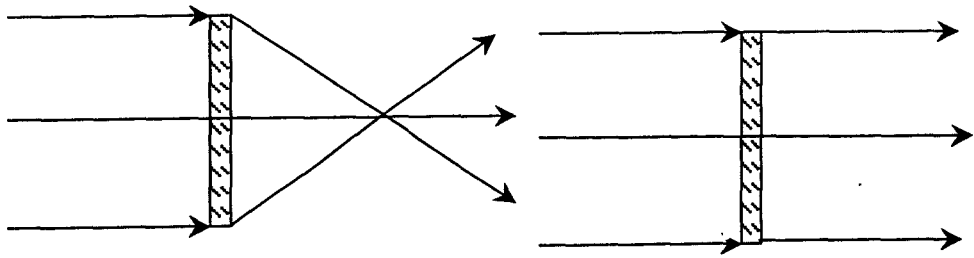


图 4

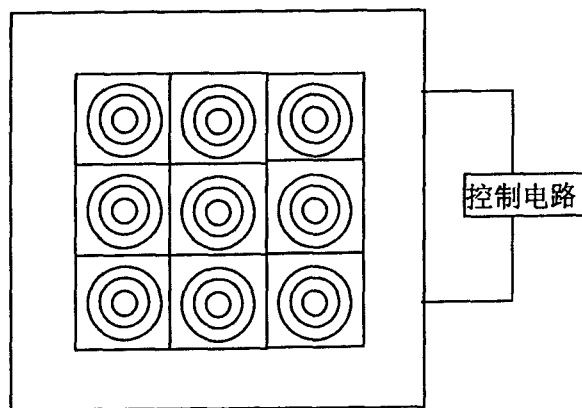


图 5