



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102901997 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 30

(21) 申请号 201210342194. 4

(22) 申请日 2012. 09. 14

(71) 申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037 号

(72) 发明人 罗欢 陈四海 周一帆 李凤

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 李智

(51) Int. Cl.

G02B 3/00 (2006. 01)

G03F 7/00 (2006. 01)

B81C 1/00 (2006. 01)

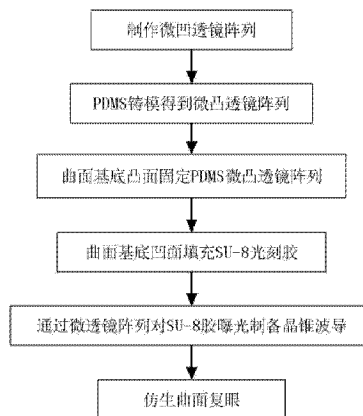
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种曲面复眼的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种曲面仿生复眼的制备方法,具体为:在衬底上制备微凹透镜阵列;在凹透镜阵列表面沉积聚二甲基硅氧烷,固化处理后将其与凹透镜阵列分离得到聚二甲基硅氧烷的微凸透镜阵列;将 SU-8 光刻胶滴在曲面基底的下表面,待 SU-8 冷却固化后,将聚二甲基硅氧烷微凸透镜阵列四周固定在曲面基底的上表面;对曲面基底上表面进行紫外曝光,再对 SU-8 胶后烘得到自对准的波导阵列。本发明放弃了直接在曲面基底上制作微凸透镜阵列的方法,先制作出平面微凸透镜阵列后再利用材料的弹性制作出曲面微透镜阵列,同时采用自对准方法制作晶锥波导,该方法能够制备出微米级的曲面透镜阵列,有效减少了透镜和波导对准时带来的误差,同时精确的控制曲面曲率,具有良好的可重复性。



1. 一种曲面仿生复眼的制备方法,具体为:

步骤 1 在衬底上制备微凹透镜阵列;

步骤 2 在凹透镜阵列表面沉积聚二甲基硅氧烷,固化处理后将其与凹透镜阵列分离得到聚二甲基硅氧烷的微凸透镜阵列;

步骤 3 将前烘过的 SU-8 光刻胶填充在预先定制的曲面基底的下表面,待 SU-8 冷却固化后,将聚二甲基硅氧烷微透凸镜阵列固定在曲面基底的上表面;

步骤 4 对曲面基底上表面进行紫外曝光,再对 SU-8 胶后烘得到自对准的波导阵列。

2. 根据权利要求 1 所述的曲面仿生复眼的制备方法,其特征在于,所述步骤 1 采用干法刻蚀、湿法腐蚀、铸模法中的任意一种。

3. 根据权利要求 1 所述的曲面仿生复眼的制备方法,其特征在于,所述步骤 1 的衬底采用硅、石英玻璃、金属材料中的任意一种。

4. 根据权利要求 1 所述的曲面仿生复眼的制备方法,其特征在于,所述曲面基底可采用采用光学玻璃或者高分子聚合物材料制作,基底材料的厚度与聚二甲基硅氧烷薄膜的厚度之和应小于聚二甲基硅氧烷薄膜上微透镜的焦距。

5. 按照权利要求 1 至 4 任意一种方法制备得到的曲面仿生复眼。

一种曲面复眼的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光学仿生领域,具体涉及一种曲面仿生复眼的制备方法。

背景技术

[0002] 仿生复眼具有体积小、视场角大、灵敏度高等优点,是探测器中极佳的模型,在军事、医学等领域有着重要的应用。由于仿生复眼的每个小眼包括聚光透镜和晶锥波导两个部分,因此仿生曲面复眼的制作主要包括曲面微透镜阵列的制作和对应的波导制作两部分。通常曲面复眼的制作方法是:采用曲面光刻技术或者滴液法在曲面基底上制作出微透镜阵列,再将其与光阑阵列或者波导阵列对准耦合。其中最关键的步骤就是曲面微透镜阵列的制作,以及微透镜与波导或光阑阵列的对准。

[0003] 目前国内微透镜阵列的制作工艺停留在平面阶段。曲面微透镜阵列的制作,一般采用滴液法或曲面光刻法。中国科学技术大学的王浩通过在曲面金属基底上逐点滴液制作出曲面微透镜阵列;该方法虽然可以制作出形貌良好的透镜阵列,但是由于滴液工艺精度的限制,单个透镜的尺寸很难达到 1 毫米以下。长春光机所张红鑫等正在尝试以曲面光栅作为掩模板,在曲面基底上进行两次正交的曝光显影,热熔后进行离子束刻蚀得到曲面微透镜阵列;该方法理论上可以制作出小尺寸透镜,但是其直接在曲面基底上光刻,同时涉及到曲面光栅掩模板的制作,对于设备要求高,投入成本大。此外,制作出的曲面微透镜阵列由于单个透镜尺寸小,在与相应波导阵列或者孔径光阑阵列耦合对准的时候精度要求高,也成为需要考虑的一个困难。

[0004] 美国 Ki-Hun Jeong 等人,以聚二甲基硅氧烷 (PDMS) 为模具材料,通过气压变化使平面 PDMS 微透镜阵列变为曲面微透镜阵列,铸模得到曲面 SU-8 胶微透镜阵列。再利用 SU-8 胶的自聚焦效应对其曝光制作出与透镜自对准的波导阵列。该方法同时克服了微透镜阵列的制作,以及微透镜与波导的耦合困难,但是制作过程复杂,周期长,且由气压控制曲面曲率,难以严格控制曲率的大小。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术存在的不足,提供一种曲面仿生复眼的制备方法,放弃了直接在曲面基底上制作微凸透镜阵列的方法,先制作出平面微凸透镜阵列后再利用材料的弹性制作出曲面微透镜阵列,同时采用自对准方法制作晶锥波导,该方法能够制备出微米级的曲面透镜阵列,有效减少了透镜和波导对准时带来的误差,同时可以精确的控制曲面曲率,具有良好的可重复性。

[0006] 一种曲面仿生复眼的制备方法,具体为:

[0007] 步骤 1 在衬底上制备微凹透镜阵列;

[0008] 步骤 2 在凹透镜阵列表面沉积聚二甲基硅氧烷,固化处理后将其与凹透镜阵列分离得到聚二甲基硅氧烷的微凸透镜阵列;

[0009] 步骤 3 将前烘过的 SU-8 光刻胶填充在预先定制的曲面基底的下表面,待 SU-8 冷

却固化后,将聚二甲基硅氧烷微透凸镜阵列固定在曲面基底的上表面;

[0010] 步骤 4 对曲面基底上表面进行紫外曝光,再对 SU-8 胶后烘得到自对准的波导阵列。

[0011] 本发明的技术效果体现在:

[0012] 通过本工艺方法制作出的曲面复眼体积小,重量轻,阵列均匀性好,重复性高。由于本制作工艺中,主要采用微纳制造技术,突破了滴液法等传统制备方法的技术局限,可以制作出微米级的曲面微透镜阵列,实现了仿生复眼体积小、重量轻的优势。由于本制作工艺中,以已经成熟的微凹透镜阵列制作工艺为基础,采用图形复制方法得到的微凸透镜阵列具有很好的均匀性;由于本制作工艺中,采用自对准技术直接透过微凸透镜阵列制作晶锥波导阵列,在消除了人工对准误差的同时保证了晶锥波导阵列的均匀性。由于本制作工艺中所采用的工艺步骤比较成熟,每一部分的可重复性都很高,所以整个复眼的制作工艺具有很好的重复性。

[0013] 通过本工艺方法制得的曲面复眼曲面基底的曲率半径可达 2 ~ 10 毫米,微透镜阵列中单个透镜孔径可达 300 ~ 600 微米,冠高可达 60 ~ 100 微米,制作出的波导长度可达 120 ~ 300 微米。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明制备方法流程图;

[0015] 图 2 为本发明方法制备得到的曲面复眼结构示意图;

[0016] 图 3 为本发明微凸透镜阵列示意图;

[0017] 图 4 为本发明晶锥示意图。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0019] 如图 1 所示,本发明曲面仿生复眼的制备方法,具体为:

[0020] 步骤 1 在衬底上制备微凹透镜阵列;

[0021] 步骤 2 在微凹透镜阵列表面沉积聚二甲基硅氧烷,固化处理后将其与微凹透镜阵列分离得到聚二甲基硅氧烷微凸透镜阵列;

[0022] 步骤 3 将前烘过的 SU-8 光刻胶填充在预先定制的曲面基底的下表面,待 SU-8 冷却固化后,将聚二甲基硅氧烷微凸透镜阵列固定于曲面基底的上表面;

[0023] 步骤 4 对曲面基底上表面进行紫外曝光,再对 SU-8 胶后烘得到自对准的波导阵列。

[0024] 所述步骤 1 采用干法刻蚀、湿法腐蚀、铸模法中的任意一种。

[0025] 所述步骤 1 的衬底采用硅、石英玻璃、金属材料中的任意一种。

[0026] 所述曲面基底可采用光学玻璃或者高分子聚合物材料制作,其需要达到的要求为对可见光有很好的透过性,具有一定的硬度,且基底材料的厚度与 PDMS 薄膜的厚度之和应小于 PDMS 薄膜上微透镜的焦距。

[0027] 所述对曲面基底上表面曝光,一般采用平行紫外光源,透过大透镜对曲面基底中心聚焦,使紫外光线垂直于曲面基底表面入射,通过 PDMS 微透镜聚焦后对 SU-8 胶曝光。

[0028] 下面给出一个实施例。

[0029] 本实施例包括：曲面基底曲率半径 5 毫米，厚度为 90 微米，微透镜曲率半径 350 微米，孔径 200 微米，波导长度为 150 微米，该实施例制备得到的仿生复眼结构如图 2 所示。

[0030] 本实施例通过以下步骤进行制备：

[0031] 第一步、在衬底上制备微凹透镜阵列。

[0032] 清洗硅衬底，在衬底上旋涂光刻胶，制成光刻胶掩模，所述的光刻胶胶厚为 1 微米；采用感应耦合等离子体刻蚀技术刻蚀硅衬底，刻到一定深度，形成凹陷阵列，所述的凹陷孔径为 80 微米，深度为 14 微米；用丙酮洗去第一步中的光刻胶，得到去除掩膜的硅凹陷阵列；采用感应耦合等离子体刻蚀技术刻蚀凹陷阵列，得到硅衬底上的凹透镜阵列 6，所述的凹透镜，孔径为 200 微米，深度为 14 微米。

[0033] 第二步、在凹透镜阵列表面沉积聚二甲基硅氧烷，固化处理后将其与凹透镜阵列分离得到聚二甲基硅氧烷微凸透镜阵列，如图 3 所示；所述的固化处理为在 70 摄氏度加热一个小时。

[0034] 第三步、将 SU-8 光刻胶 4 在 120 摄氏度加热 60 分钟后，填充入曲面基底 2 的凹面，再将 PDMS 薄膜 1 的不带微透镜阵列的一面固定在曲面基底的凸面，得到复眼初步模型；所述的曲面基底曲率半径为 5 毫米，厚度为 90 微米。

[0035] 第四步、透过大透镜 5，对复眼初步模型紫外曝光，使紫外光垂直入射曲面基底上表面，如图 4 所示；将复眼模型置于玻璃片上，65 摄氏度加热 20 分钟后，95 摄氏度加热 15 分钟，得到晶锥波导 3，完成曲面复眼的制备。所述的曝光参数为：曝光功率 2 毫瓦每平方厘米，曝光波长 365 纳米，曝光时间 30 秒。

[0036] 本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

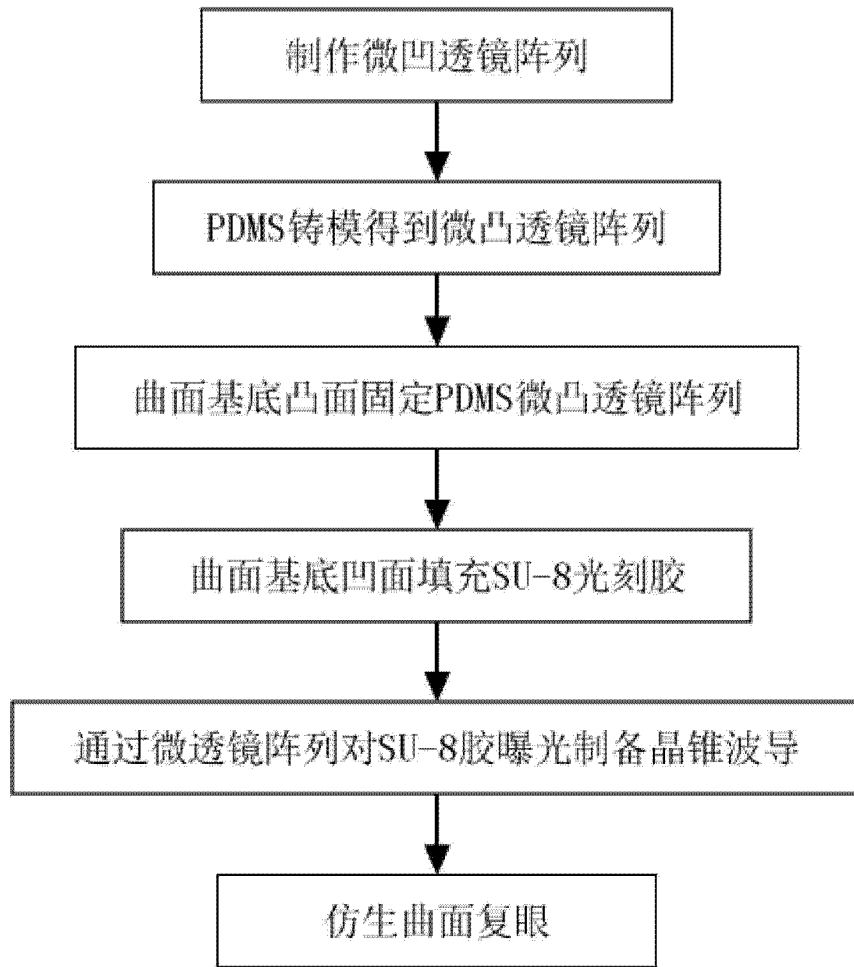


图 1

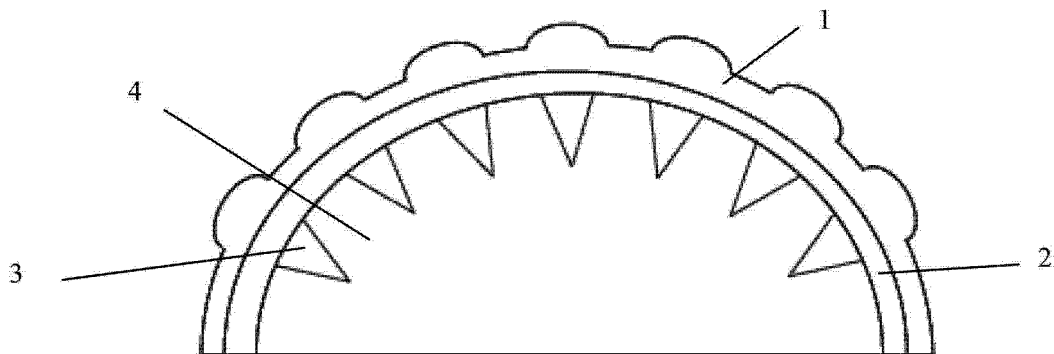


图 2

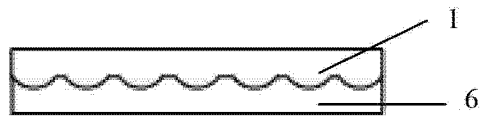


图 3

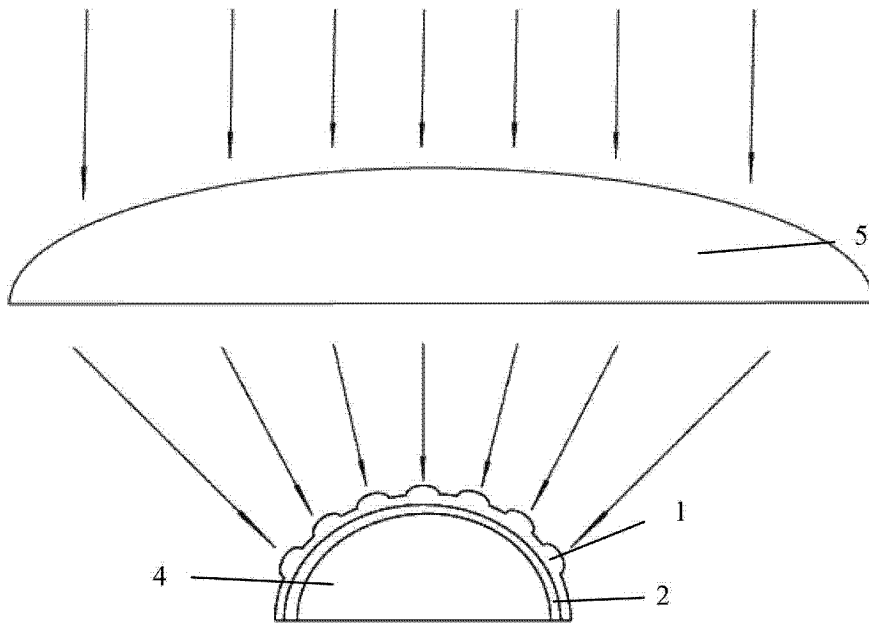


图 4