

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610017093.4

[43] 公开日 2007年1月31日

[11] 公开号 CN 1904648A

[22] 申请日 2006.8.11

[21] 申请号 200610017093.4

[71] 申请人 中国科学院长春应用化学研究所

地址 130022 吉林省长春市人民大街 5625 号

[72] 发明人 韩艳春 于新红 王 哲 邢汝博

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司

代理人 马守忠

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称

冰模板制作微透镜阵列的加工方法

[57] 摘要

本发明涉及一种冰模板制作微透镜阵列的加工方法。用水在带有正方形凹槽图案的弹性软模板表面的去润湿行为，将水滴限制在弹性软模板表面的凹槽内，用水与冰之间的可逆转变实现弹性软模板表面的水到基底的转移以及水滴的球面形貌在聚合物薄膜中的形成，利用复制模塑将聚合物薄膜表面的图案转移到其他聚合物表面，得到与液滴形貌一致的微透镜结构。与光刻技术相比，本发明只需要冰箱和干燥箱等简单的设备，不需要高温条件，工艺更简单。尤其是弹性软模板可重复利用，加工得到的带有图案的薄膜也可以多次复制，对目标图形的质量没有影响，成本更低。对基底表面性质的调控，实现不同曲率的微透镜阵列。

1、一种冰模板制作微透镜阵列的加工方法，其特征在于，步骤和条件如下：

①选择表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板（1），将表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板（1）在水溶液（2）中向上垂直提拉，水溶液（2）会由于去润湿填充到表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板（1）的表面的凹槽中；

将载有水溶液（2）的表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板（1）置于目标基底（4）上，将表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板（1）和目标基底（4）置于 $-25^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ 冰箱中，使水溶液（2）转变成冰，移去表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板（1），在目标基底（4）上得到冰模板（3），目标基底（4）为玻璃基底，其水接触角为 $5^{\circ}\sim 110^{\circ}$ ；

②将聚甲基丙烯酸甲酯氯仿溶液置于 $-25^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ 冰箱中降温，然后浇铸在带有冰模板（3）的目标基底（4）上，将浇铸后的目标基底（4）取出置于室温条件下，冰融化形成液滴模板（6），聚甲基丙烯酸甲酯氯仿溶液中的溶剂挥发后，得到按照液滴的形貌固定下来的聚甲基丙烯酸甲酯薄膜（5），将聚甲基丙烯酸甲酯薄膜（5）与目标基底（4）置于水溶液中实现聚甲基丙烯酸甲酯薄膜（5）与目标基底（4）的分离；

③将聚二甲基硅氧烷与交联剂混合并搅匀后浇铸在聚甲基丙烯酸甲酯薄膜（5）上，然后放置在 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 干燥箱中使聚二甲基硅氧烷固化，将固化的聚二甲基硅氧烷薄膜从聚甲基丙烯酸甲酯薄膜（5）表面剥离，在聚二甲基硅氧烷薄膜（7）表面得到具有目标图形的微透镜阵列。

2、如权利要求1所述的一种冰模板制作微透镜阵列的加工方法，其特征在于，步骤①中所述的表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板（1），可以选择聚二甲基硅氧烷弹性模板。

冰模板制作微透镜阵列的加工方法

技术领域

本发明涉及一种微透镜加工方法，特别是一种冰模板制作微透镜阵列的加工方法。

背景技术

微透镜阵列是现代光学系统的重要组成部分，在很多光学领域都有很广泛的应用。如光学通讯，光学信息储存，光学成相系统以及显示器等。与传统的透镜相比，微透镜不仅在体积方面占有优势，而且可以更清晰的成相，更准确的控制激光束，以及更准确的检测等等。在微透镜阵列加工方面，低成本、高效率、简便的加工方法成为人们普遍关注的焦点。

已有技术主要采用光刻方法制作光刻胶的图案，加热到光刻胶的玻璃化温度以上，实现光刻胶的熔融，利用流体的表面张力得到具有球面结构的微透镜阵列。但是该方法在材料方面具有一定的局限性，并且光刻工艺中存在着光刻设备昂贵、加工过程复杂，要求控制环境温度和洁净度、加工步骤复杂等缺点。

另外，美国 Xia Younan 等人发表了名为“自组装方法加工有机聚合物的图案化的二维微透镜阵列”的文章（2001年1月5日由 Wiley 出版社出版的《先进材料》第13卷第34页）。该文章中采用光刻得到的光刻胶的圆形孔洞结构限制聚苯乙烯小球在基底的排列，加热到聚苯乙烯的玻璃化温度以上实现聚苯乙烯小球的熔融，得到具有球面结构的微透镜阵列。虽然该方法

克服了光刻加工方法中对材料的限制，并且可以对微透镜的排列以及尺寸进行控制，但是作为限制聚苯乙烯小球在基底排列的光刻胶模板在加工过程中不能重复利用，因此仍然受光刻工艺的限制。

发明内容

为了克服已有技术的缺点，本发明提供了冰模板制作微透镜阵列的加工方法。通过对基底表面性质的调控，可以实现微透镜曲率的调节。

首先利用水在带有正方形凹槽图案的弹性软模板表面的去润湿行为，将水滴限制在弹性软模板表面的凹槽内，然后利用水与冰之间的可逆转变实现弹性软模板表面的水到基底的转移以及水滴的球面形貌在聚合物薄膜中的形成，最后，利用复制模塑将聚合物薄膜表面的图案转移到其他聚合物表面，得到与液滴形貌一致的微透镜结构。通过对基底润湿性的调控，可以调节所制备微透镜的曲率。

本发明方法的具体步骤和条件如下：

①如图1所示，选择表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板1，将表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板1在水溶液2中向上垂直提拉，水溶液2会由于去润湿填充到表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板1的表面的凹槽中。

将载有水溶液2的表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板1置于目标基底4上。将表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板1和目标基底4置于-25℃~-15℃冰箱中，使水溶液2转变成冰。移去表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板1，在目标基底4上得到冰模板3。目标基底4为玻璃基底，其水接触角为5°-110°。

所述的表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板1，可以选择聚二甲基硅

氧烷弹性模板。

②将聚甲基丙烯酸甲酯氯仿溶液置于 $-25^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ 冰箱中降温，然后浇铸在带有冰模板3的目标基底4上。将浇铸后的目标基底4取出置于室温条件下。冰融化形成液滴模板6，聚甲基丙烯酸甲酯氯仿溶液中的溶剂挥发后，得到按照液滴的形貌固定下来的聚甲基丙烯酸甲酯薄膜5。将聚甲基丙烯酸甲酯薄膜5与目标基底4置于水溶液中实现聚甲基丙烯酸甲酯薄膜5与目标基底4的分离。

③将聚二甲基硅氧烷与交联剂混合并搅匀后浇铸在聚甲基丙烯酸甲酯薄膜5上，然后放置在 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 干燥箱中使聚二甲基硅氧烷固化。将固化的聚二甲基硅氧烷薄膜从聚甲基丙烯酸甲酯薄膜5表面剥离，在聚二甲基硅氧烷薄膜7表面得到具有目标图形的微透镜阵列。

本发明的有益效果很明显：与光刻技术相比，本发明的方法使用的设备只需要冰箱和干燥箱等简单的设备，并且加工过程中不需要高温条件，因此加工工艺更简单。与利用光刻胶图案限制聚苯乙烯小球在基底排列制备微透镜的技术相比，本发明的方法中的所述的表面带有正方形凹槽图案的弹性软模板1，或选择聚二甲基硅氧烷弹性模板1。该模板1可以重复利用，加工得到的带有图案的聚甲基丙烯酸甲酯薄膜5也可以进行多次复制，对目标图形的质量没有影响。因此成本更低。并且通过对基底表面性质的调控，可以实现不同曲率的微透镜阵列的加工。

附图说明

图1 微透镜结构制作过程示意图。

图1的A为水溶液2在聚二甲基硅氧烷弹性模板1表面去润湿过程示意图。

图 1 的 B 为载有水溶液 2 的聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 与目标基底 4 接触，水溶液 2 冷冻成冰模板 3 过程示意图。

图 1 的 C 为在冰模板 3 上浇铸聚甲基丙烯酸甲酯溶液并将冰模板 3 融化成水模板 6 的过程示意图。

图 1 的 D 为在聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 上浇铸聚二甲基硅氧烷与交联剂并固化得到带有目标结构的聚二甲基硅氧烷薄膜 7 的示意图。

图 1 的 E 为最终得到的微透镜结构的示意图。

图 1 中，1-带有图案的聚二甲基硅氧烷弹性软模板，2-水溶液，3-冰模板，4-基底，5-聚甲基丙烯酸甲酯薄膜，6-冰融化得到的水模板，7-聚二甲基硅氧烷薄膜。

图 2 制备的微透镜结构的扫描电子显微镜照片。

具体实施方式

实施例 1

1) 选择表面带有正方形凹槽图案的聚二甲基硅氧烷弹性模板 1，将聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 在水溶液 2 中向上垂直提拉，水溶液 2 会由于去润湿填充到聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 表面的凹槽中。将载有水溶液 2 的聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 置于目标基底 4 上。目标基底 4 为水接触角为 5° 的玻璃基底。将聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 和目标基底 4 置于 -15°C 冰箱中，使水溶液转变成冰。移去聚二甲基硅氧烷弹性模板 1，在目标基底 4 上得到冰模板 3。

2) 将聚甲基丙烯酸甲酯氯仿溶液置于 -15°C 冰箱中降温，然后浇铸在带有冰模板 3 的目标基底 4 上。将浇铸后的目标基底 4 取出置于室温条件下。

冰融化形成液滴模板 6，聚甲基丙烯酸甲酯氯仿溶液中的溶剂挥发后，得到按照液滴的形貌固定下来的聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5。将聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 与目标基底 4 置于水溶液中实现聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 与目标基底 4 的分离。

3) 将聚二甲基硅氧烷与交联剂混合并搅匀后，浇铸在聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 上，然后放置在 30℃干燥箱中使聚二甲基硅氧烷固化。将固化的聚二甲基硅氧烷薄膜从聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 表面剥离，在聚二甲基硅氧烷薄膜 7 表面得到具有目标图形的微透镜阵列。

实施例 2

1) 选择表面带有正方形凹槽图案的聚二甲基硅氧烷弹性模板 1，将聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 在水溶液 2 中向上垂直提拉，水溶液 2 会由于去润湿填充到聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 表面的凹槽中。将载有水溶液 2 的聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 置于目标基底 4 上。目标基底 4 为水接触角为 60° 的玻璃基底。将聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 和目标基底 4 置于-20℃冰箱中，使水溶液转变成冰。移去聚二甲基硅氧烷弹性模板 1，在目标基底 4 上得到冰模板 3。

2) 将聚甲基丙烯酸甲酯氯仿溶液置于-20℃冰箱中降温，然后浇铸在带有冰模板 3 的目标基底 4 上。将浇铸后的目标基底 4 取出置于室温条件下。冰融化形成液滴模板 6，聚甲基丙烯酸甲酯氯仿溶液中的溶剂挥发后，得到按照液滴的形貌固定下来的聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5。将聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 与目标基底 4 置于水溶液中实现聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 与目标基底 4 的分离。

3) 将聚二甲基硅氧烷与交联剂混合并搅匀后, 浇铸在聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 上, 然后放置在 40℃干燥箱中使聚二甲基硅氧烷固化。将固化的聚二甲基硅氧烷薄膜从聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 表面剥离, 在聚二甲基硅氧烷薄膜 7 表面得到具有目标图形的微透镜阵列。

实施例 3

1) 选择表面带有正方形凹槽图案的聚二甲基硅氧烷弹性模板 1, 将聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 在水溶液 2 中向上垂直提拉, 水溶液 2 会由于去润湿填充到聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 表面的凹槽中。将载有水溶液 2 的聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 置于目标基底 4 上, 目标基底 4 为水接触角为 110° 的玻璃基底。将聚二甲基硅氧烷弹性模板 1 和目标基底 4 置于-25℃冰箱中, 使水溶液转变成冰。移去聚二甲基硅氧烷弹性模板 1, 在目标基底 4 上得到冰模板 3。

2) 将聚甲基丙烯酸甲酯氯仿溶液置于-25℃冰箱中降温, 然后浇铸在带有冰模板 3 的目标基底 4 上。将浇铸后的目标基底 4 取出置于室温条件下。冰融化形成液滴模板 6, 聚甲基丙烯酸甲酯氯仿溶液中的溶剂挥发后, 得到按照液滴的形貌固定下来的聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5。将聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 与目标基底 4 置于水溶液中实现聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 与目标基底 4 的分离。

3) 将聚二甲基硅氧烷与交联剂混合并搅匀后, 浇铸在聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 上, 然后放置在 50℃干燥箱中使聚二甲基硅氧烷固化。将固化的聚二甲基硅氧烷薄膜从聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 5 表面剥离, 在聚二甲基硅氧烷薄膜 7 表面得到具有目标图形的微透镜阵列。

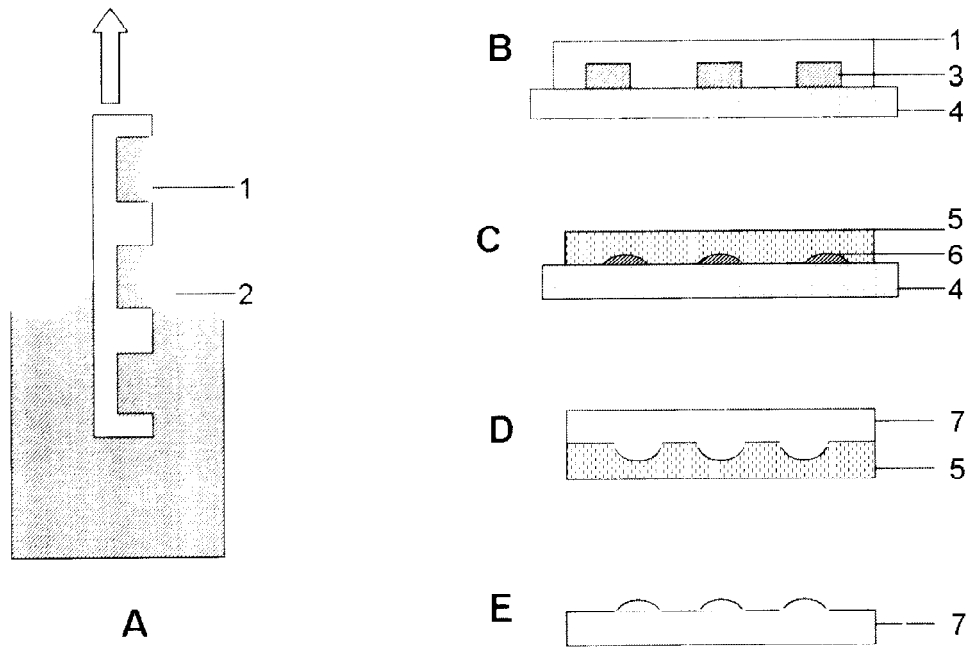


图 1

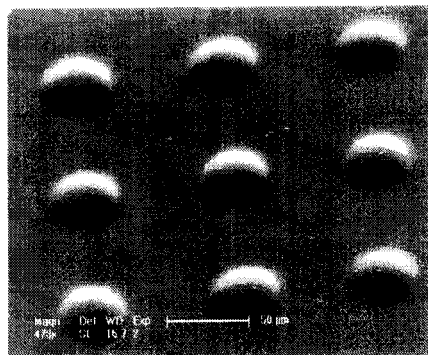


图 2