



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113687454 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 23

(21) 申请号 202111001139.4

(22) 申请日 2021.08.30

(71) 申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72) 发明人 周天丰 姚小强 许汝真 周佳  
刘朋 赵斌 梁志强 赵文祥  
王西彬

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569  
代理人 孙玲

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

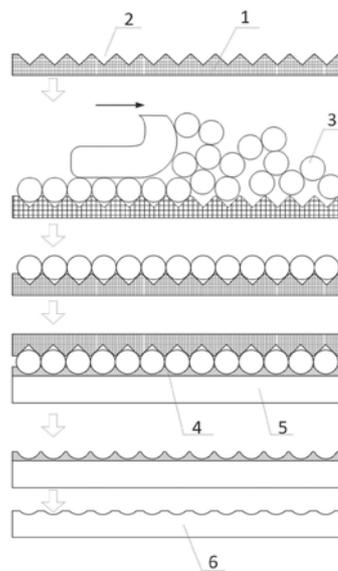
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种微透镜阵列加工方法

(57) 摘要

本发明公开一种微透镜阵列加工方法,包括如下步骤:步骤一、加工模板模具,模板模具上具有能够固定微球的凹坑;步骤二、在模板模具上自组装微球组成的阵列;步骤三、利用步骤二中所获得的微球组成的阵列,在一定温度下压印光刻胶,获得光刻胶表面微透镜阵列图案;步骤四、利用等离子体刻蚀实现步骤三中所获得的光刻胶上的微透镜阵列图案向基底模具转移;步骤五、去除基底模具上的残留光刻胶,得到微透镜阵列模具。本发明利用凹坑为微球自组装导向,通过调整凹坑的孔径、凹坑之间的间距、位置以及微球的大小以达到最终调控微透镜阵列的方式,从而实现位置可控的微透镜阵列模具的制造,进而实现微透镜阵列制造的可控性。



1. 一种微透镜阵列加工方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一、加工模板模具,所述模板模具上具有能够固定微球的凹坑,多个所述凹坑呈阵列状排布;

步骤二、在所述模板模具上自组装所述微球组成的阵列,所述微球组成的阵列的排布方式与所述凹坑组成的阵列的排布方式相同;

步骤三、利用步骤二中获得的所述微球组成的阵列,在一定温度下压印光刻胶,获得光刻胶表面微透镜阵列图案;

步骤四、利用等离子体刻蚀实现步骤三中所获得的光刻胶上的微透镜阵列图案向基底模具转移;

步骤五、去除所述基底模具上的残留光刻胶,得到微透镜阵列模具。

2. 根据权利要求1所述的微透镜阵列加工方法,其特征在于:步骤一中,所述凹坑为圆柱状。

3. 根据权利要求1所述的微透镜阵列加工方法,其特征在于:步骤一中,所述凹坑为倒置的棱锥柱状。

4. 根据权利要求1所述的微透镜阵列加工方法,其特征在于:步骤一中,利用激光加工或机械加工方式加工所述模板模具。

5. 根据权利要求1所述的微透镜阵列加工方法,其特征在于:所述凹坑的规格与所述微球的规格相匹配,所述微球的球心位于所述模板模具的顶部。

6. 根据权利要求1所述的微透镜阵列加工方法,其特征在于:步骤二中,所述微球由二氧化硅材质制成。

7. 根据权利要求1所述的微透镜阵列加工方法,其特征在于:所述模板模具为分体式结构。

8. 根据权利要求1所述的微透镜阵列加工方法,其特征在于:步骤五中,采用清洗的方式去除所述基底模具上的残留光刻胶。

## 一种微透镜阵列加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微透镜阵列技术领域,特别是涉及一种微透镜阵列加工方法。

### 背景技术

[0002] 微透镜阵列是由通光孔径及浮雕深度为微米级的透镜组成的阵列,它不仅具有传统透镜的聚焦、成像等基本功能,而且具有单元尺寸小、集成度高的特点,使得它能够完成传统光学元件无法完成的功能,并能构成许多新型的光学系统。

[0003] 微透镜阵列在匀光、扩散等方面有着独特优异性能,因此对微透镜阵列的制造有着巨大的需求。目前,利用微球自组装-刻蚀复合方法加工微透镜阵列的方法存在一定的局限性。

[0004] 现有微球自组装与刻蚀复合加工方法是利用微球在气-液界面上,在毛细作用力、范德华力等的作用下自发排列组装成密邻六边形的阵列结构,然后,以自组装完成后的微球单层膜为模板,直接旋涂光刻胶,光刻胶固化后,将微球剥离,即获得光刻胶凹的半球状阵列(或者,以自组装完成后的微球单层膜为模板,利用PDMS复制出凹的半球状阵列,然后再以PDMS为模板,再在光刻胶上复制出对应阵列);最后,利用刻蚀工艺将光刻胶上的阵列图案转移到基底材料上。这种利用毛细作用力、范德华力等驱动下所形成的规则阵列,所能获得的阵列形式多为密邻六边形阵列,难以获得方形邻接或邻接间距可控的微球阵列。

[0005] 因此,如何改变现有技术中,采用微球自组装与刻蚀复合加工方法制造微透镜阵列,微球排列方式单一且排列间距不可控的现状,成为了本领域技术人员亟待解决的问题。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种微透镜阵列加工方法,以解决上述现有技术存在的问题,实现位置可控的微透镜阵列的加工,提高微透镜阵列的适用性。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:本发明提供一种微透镜阵列加工方法,包括如下步骤:

[0008] 步骤一、加工模板模具,所述模板模具上具有能够固定微球的凹坑,多个所述凹坑呈阵列状排布;

[0009] 步骤二、在所述模板模具上自组装所述微球组成的阵列,所述微球组成的阵列的排布方式与所述凹坑组成的阵列的排布方式相同;

[0010] 步骤三、利用步骤二中获得的所述微球组成的阵列,在一定温度下压印光刻胶,获得光刻胶表面微透镜阵列图案;

[0011] 步骤四、利用等离子体刻蚀实现步骤三中所获得的光刻胶上的微透镜阵列图案向基底模具转移;

[0012] 步骤五、去除所述基底模具上的残留光刻胶,得到微透镜阵列模具。

[0013] 优选地,步骤一中,所述凹坑为圆柱状。

[0014] 优选地,步骤一中,所述凹坑为倒置的棱锥柱状。

- [0015] 优选地,步骤一中,利用激光加工或机械加工方式加工所述模板模具。
- [0016] 优选地,所述凹坑的规格与所述微球的规格相匹配,所述微球的球心位于所述模板模具的顶部。
- [0017] 优选地,步骤二中,所述微球由二氧化硅材质制成。
- [0018] 优选地,所述模板模具为分体式结构。
- [0019] 优选地,步骤五中,采用清洗的方式去除所述基底模具上的残留光刻胶。
- [0020] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:本发明的微透镜阵列加工方法,包括如下步骤:步骤一、加工模板模具,模板模具上具有能够固定微球的凹坑,多个凹坑呈阵列状排布;步骤二、在模板模具上自组装微球组成的阵列,微球组成的阵列的排布方式与凹坑组成的阵列的排布方式相同;步骤三、利用步骤二中获得的微球组成的阵列,在一定温度下压印光刻胶,获得光刻胶表面微透镜阵列图案;步骤四、利用等离子体刻蚀实现步骤三中所获得的光刻胶上的微透镜阵列图案向基底模具转移;步骤五、去除基底模具上的残留光刻胶,得到微透镜阵列模具。
- [0021] 本发明的微透镜阵列加工方法,在模板模具上加工能够固定微球的凹坑,利用凹坑为微球自组装导向,通过调整凹坑的孔径、凹坑之间的间距、位置以及微球的大小以达到最终调控微透镜阵列的方式,从而实现位置可控的微透镜阵列模具的制造,进而实现微透镜阵列制造的可控性,提高微透镜阵列的适用性。

## 附图说明

- [0022] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0023] 图1为本发明的微透镜阵列加工方法的示意图;
- [0024] 图2为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中的示意图;
- [0025] 图3为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中模板模具的示意图;
- [0026] 图4为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中能够形成邻接方形阵列的模板模具的示意图;
- [0027] 图5为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中形成邻接方形阵列的示意图;
- [0028] 图6为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中能够形成邻接六边形阵列的模板模具的示意图;
- [0029] 图7为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中形成邻接六边形阵列的示意图;
- [0030] 其中,1为模板模具,2为凹坑,3为微球,4为光刻胶,5为基底模具,6为微透镜阵列模具。

## 具体实施方式

- [0031] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他

实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 本发明的目的是提供一种微透镜阵列加工方法,以解决上述现有技术存在的问题,实现位置可控的微透镜阵列的加工,提高微透镜阵列的适用性。

[0033] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0034] 请参考图1-7,其中,图1为本发明的微透镜阵列加工方法的示意图,图2为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中的示意图;图3为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中模板模具的示意图,图4为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中能够形成邻接方形阵列的模板模具的示意图,图5为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中形成邻接方形阵列的示意图,图6为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中能够形成邻接六边形阵列的模板模具的示意图,图7为本发明的微透镜阵列加工方法的实施例中形成邻接六边形阵列的示意图。

[0035] 本发明提供一种微透镜阵列加工方法,包括如下步骤:

[0036] 步骤一、加工模板模具1,模板模具1上具有能够固定微球3的凹坑2,多个凹坑2呈阵列状排布;

[0037] 步骤二、在模板模具1上自组装微球3组成的阵列,微球3组成的阵列的排布方式与凹坑2组成的阵列的排布方式相同;

[0038] 步骤三、利用步骤二中获得的微球3组成的阵列,在一定温度下压印光刻胶4,获得光刻胶4表面微透镜阵列图案;

[0039] 步骤四、利用等离子体刻蚀实现步骤三中所获得的光刻胶4上的微透镜阵列图案向基底模具5转移;

[0040] 步骤五、去除基底模具5上的残留光刻胶4,得到微透镜阵列模具6。

[0041] 本发明的微透镜阵列加工方法,在模板模具1上加工能够固定微球3的凹坑2,利用凹坑2为微球3自组装导向,通过调整凹坑2的孔径、凹坑2之间的间距、位置以及微球3的大小以达到最终调控微透镜阵列的方式,从而实现位置可控的微透镜阵列模具6的制造,进而实现微透镜阵列制造的可控性,提高微透镜阵列的适用性。

[0042] 在本具体实施方式中,凹坑2为圆柱状,凹坑2的直径较微球3的直径小,避免微球3落入凹坑2内,确保后续微透镜阵列模具6制造的顺利进行。

[0043] 在本发明的其他具体实施方式中,凹坑2为倒置的棱锥柱状,即,模板模具1具有棱锥柱状的突起,突起类似金字塔形状,相邻的突起之间形成倒置的棱锥柱状的凹坑2,为微球3提供稳定支撑,提高微球3的受力均匀性,降低模板模具1加工难度的同时,为后续微透镜阵列生产提供便利。此处还需要说明的是,在实际生产中,还可以根据目标微透镜阵列选择其他形状的凹坑2,例如半球状、倒置的锥台状的凹坑2,提高微透镜阵列生产的灵活性。

[0044] 具体地,可利用激光加工模板模具1,激光加工后的凹坑2为微球3提供导向。实际操作中,还可以采用切削加工方式制造凸出的棱柱结构,并利用PDMS(聚二甲基硅氧烷)转印出相对应的具有凹坑2的模板模具1。

[0045] 需要强调的是,凹坑2的规格与微球3的规格相匹配,使得凹坑2能够为微球3提供导向并在生产过程中固定微球3,提高生产过程中微球3的稳定性,微球3的球心位于模板模具1的顶部。

[0046] 更具体地,微球3由二氧化硅材质制成,二氧化硅材质制成的微球3化学性质稳定,能够提高微透镜阵列的加工精度。模板导向有序自组装单层膜形成机理是,微球3在黏附力、滚动摩擦力以及重力等作用力的共同作用下,利用底层微球3以及上方多层微球3的推动力差异在模板模具1上形成排列紧密的二维有序单层膜。因此在自组装的环境中空气的相对湿度尽可能小,降低了球/球接触副的黏附力,从而增加上层和底层微球3的推动力差异。

[0047] 进一步地,模板模具1为分体式结构,根据需求拆分组装,可根据实际生产需求,调整模板模具1的加工参数,以实现微透镜阵列间距、角度的可控制造。在本发明的其他具体实施方式中,邻接四边形、邻接高度变化四边形(孔径大小变化而自组装小球直径不变)、邻接六边形和间隔变化邻接四面体组装得到的模板模具1,以完成区域自组装的图像,提高微透镜阵列的生产灵活性。如附图图5-7所示,分别列出了微球3自组装后呈邻接方形阵列和邻接六边形阵列两种形态,也列举了模板模具1的两种不同状态,模板模具1采用切削加工方式制成,以微球3自组装后呈邻接六边形阵列为例,微透镜阵列为密排六边形,采用单点金刚石飞切形式加工模板模具1,通过调整飞切切入深度、刀具角度、切削交错角度与切削周期,最终实现对微透镜阵列进行有效调控。

[0048] 还需要说明的是,可以采用清洗的方式去除基底模具5上的残留光刻胶4,以得到微透镜阵列模具6,方便进行后续的生产。

[0049] 本发明的微透镜阵列加工方法,利用凹坑2导向微球3自组装,并结合刻蚀方法制备微透镜阵列模具6,实现了利用孔径间距、位置和微球3大小来调控微透镜阵列,制备工艺简单,微透镜阵列排布方式可控,且得到的微透镜阵列模具6可反复使用,便于批量化生产,能够实现多种光学材料(玻璃、树脂等)微透镜阵列的加工。与此同时,采用本发明的微透镜阵列加工方法,还能够实现灵活分区域自组装,大大拓宽了微透镜阵列的应用场景,为提高微透镜阵列模具的灵活性和效率提供了一种新方法。

[0050] 术语解释:

[0051] 可控自组装技术:自组装是一个广义的概念,是一个从无序自发形成有序的过程,从微观延伸至宏观的尺度。自组装过程是指大量微小颗粒之间同时自发地发生关联并集合在一起形成一个紧密而有序的整体,自组装是一种整体的复杂的协同作用。这种整体的复杂作用包括颗粒之间的力作用类型,模板物理形貌,模板材料与颗粒之间的疏水性、静电力。功能性制造中要求自组装过程可控,通过控制物理条件来控制自组装导向。

[0052] 刻蚀加工:刻蚀是用化学或物理方法有选择地从目标表面去除不需要的材料的过程,其基本目标是待加工工件上去除掉未被保护的部分正确地复制掩模图形。随着微制造工艺的发展,广义上来讲,刻蚀成了通过溶液、反应离子或其它机械方式来剥离、去除材料的一种统称,成为微加工制造的一种普适叫法。

[0053] 本发明中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

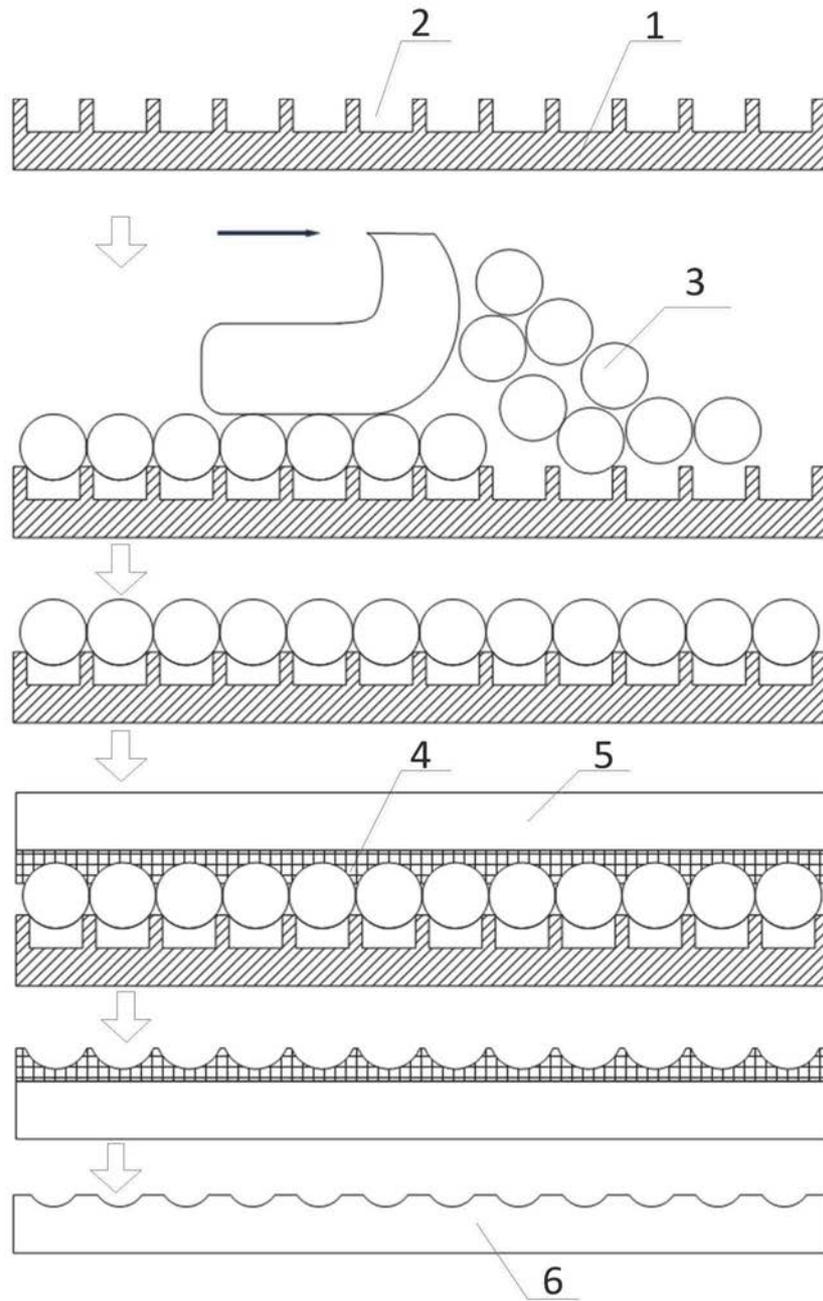


图1

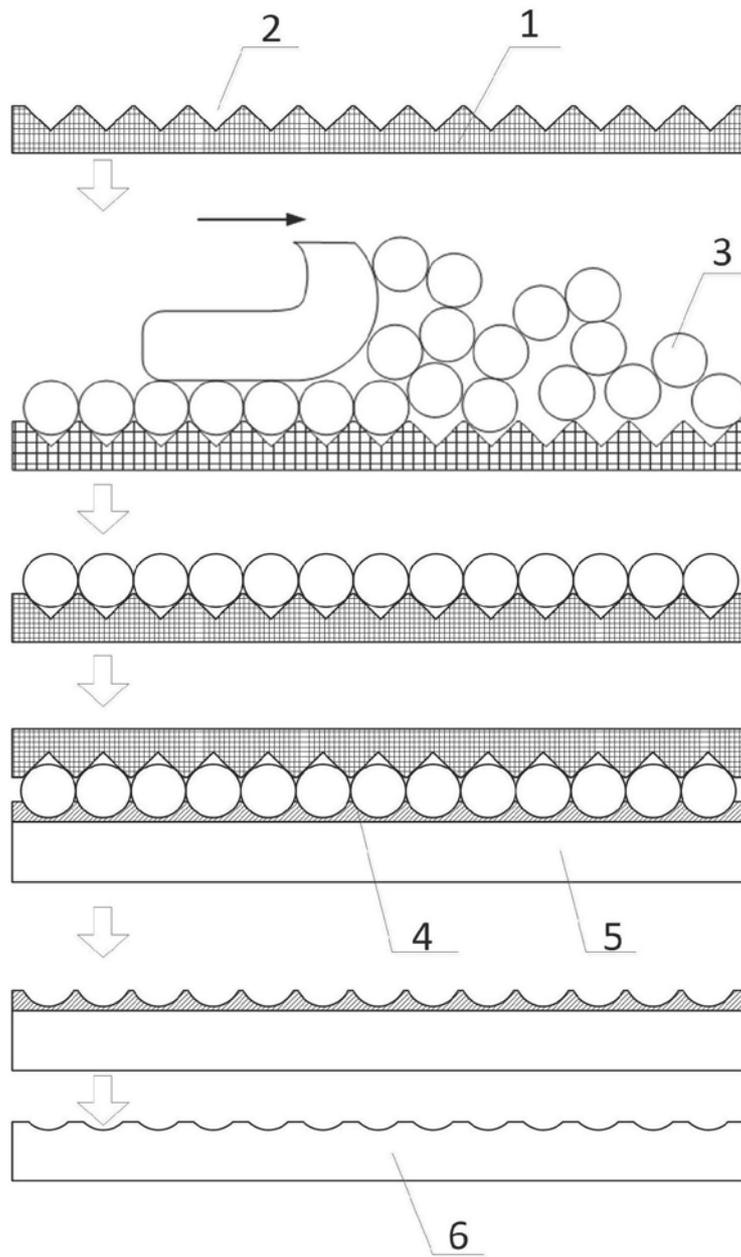


图2

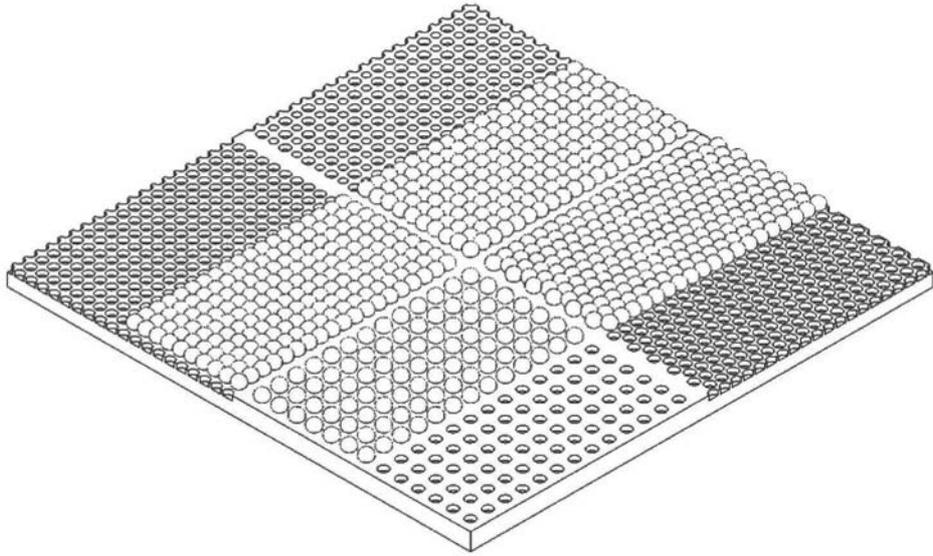


图3

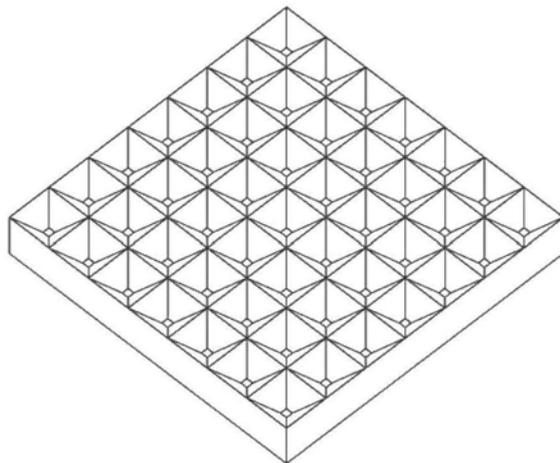


图4

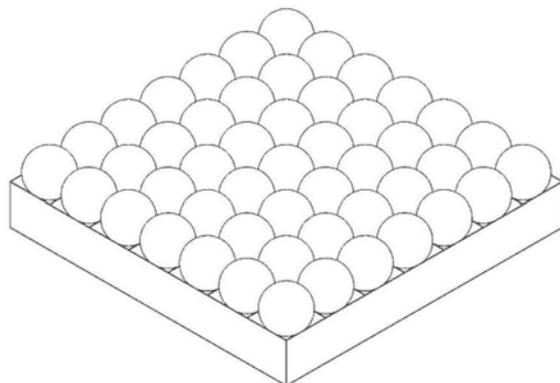


图5

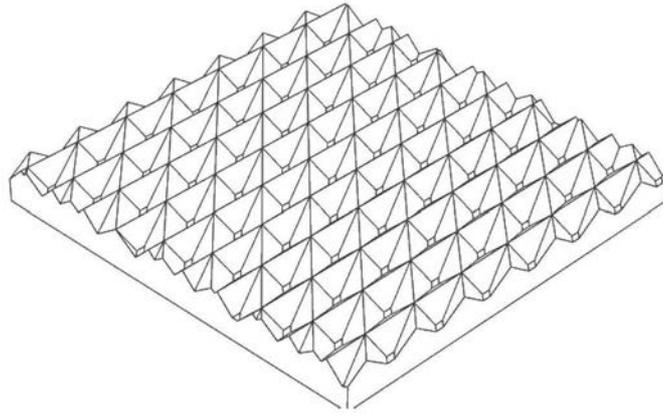


图6

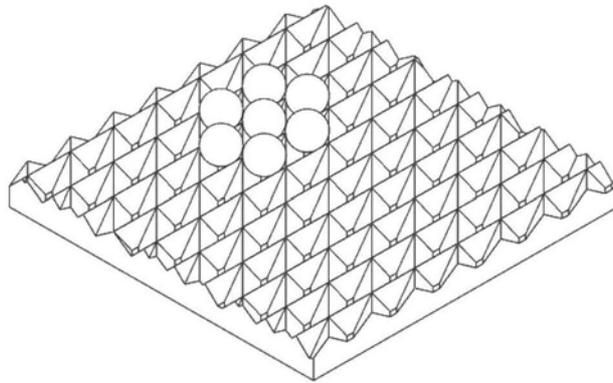


图7