



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 214591765 U

(45) 授权公告日 2021. 11. 02

(21) 申请号 202120249873.1

(22) 申请日 2021.01.28

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街  
道高新技术产业园南区粤兴一道18号  
香港理工大学产学研大楼205室

(72) 发明人 颜悦 陈沐谷 吴泳锋 蔡定平

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事  
务所(普通合伙) 44268

代理人 谢松

(51) Int.Cl.

H04N 13/204 (2018.01)

H04N 13/275 (2018.01)

H04N 5/225 (2006.01)

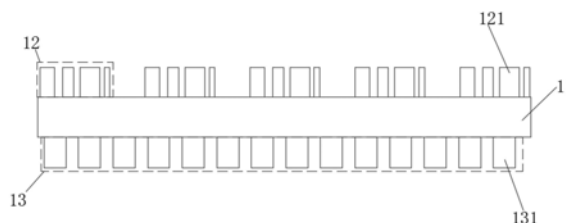
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

### (54) 实用新型名称

一种超构表面元件以及图像处理装置

### (57) 摘要

本实用新型公开了一种超构表面元件以及图像处理装置,其中,所述超构表面元件包括基底、第一微结构阵列和第二微结构阵列,所述第一微结构阵列设置于所述基底上,用于三维成像;所述第二微结构阵列设置于所述基底上背离所述第一微结构阵列的一侧,用于加强图像边缘信号。本申请的超构表面元件在图像处理过程中使用时,通过一次拍摄获取目标的强度和角度信息,进而可方便快速地对目标的三维成像及边缘检测。



1. 一种超构表面元件,其特征在于,所述超构表面元件包括:  
基底;  
第一微结构阵列,设置于所述基底上,用于三维成像;以及  
第二微结构阵列,设置于所述基底上背离所述第一微结构阵列的一侧,用于加强图像边缘信号。
2. 根据权利要求1所述的超构表面元件,其特征在于,所述第一微结构阵列设置有多  
个,多个所述第一微结构阵列间隔分布在所述基底上。
3. 根据权利要求1所述的超构表面元件,其特征在于,所述第一微结构阵列包括多个第  
一纳米柱,所述第一纳米柱包括氮化镓纳米柱、二氧化钛纳米柱、硅纳米柱中的一种或多  
种。
4. 根据权利要求1所述的超构表面元件,其特征在于,所述第二微结构阵列包括多个第  
二纳米柱,多个所述第二纳米柱均匀分布在所述基底上。
5. 根据权利要求4所述的超构表面元件,其特征在于,所述第二纳米柱包括氮化镓纳米  
柱、二氧化钛纳米柱、硅纳米柱中的一种或多种。
6. 根据权利要求4所述的超构表面元件,其特征在于,所述第二纳米柱的形状为圆柱  
形。
7. 根据权利要求6所述的超构表面元件,其特征在于,光线透过所述第二纳米柱的透过  
率随入射角度呈抛物线形变化。
8. 根据权利要求1所述的超构表面元件,其特征在于,所述第一微结构阵列包括多个第  
一纳米柱;所述第二微结构阵列包括多个第二纳米柱;所述第一纳米柱和所述第二纳米柱  
均为氮化镓纳米柱。
9. 根据权利要求1所述的超构表面元件,其特征在于,所述基底为蓝宝石基底。
10. 一种图像处理装置,其特征在于,包括如权利要求1至9任意一项所述的超构表面元  
件。

## 一种超构表面元件以及图像处理装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及光学设备技术领域,特别是涉及一种超构表面元件以及图像处理装置。

### 背景技术

[0002] 图像处理技术是用计算机对图像信息进行处理的技术,主要包括图像数字化、图像增强和复原、图像数据编码、图像分割和图像识别等。图像处理技术已广泛应用于科技和工业领域。目前,图像处理通常使用软件或者光学元件实现。

[0003] 但是,软件图像处理需要大量计算,耗时长,难以应付要求实时检测的应用,而光学元件的体积大,成本高,不利于器件集成;所以,现有的图像处理过程耗时长,无法同时满足低功耗实施快速检测与系统简化的市场要求。

[0004] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

### 实用新型内容

[0005] 鉴于上述现有技术的不足,本实用新型的目的在于提供一种超构表面元件以及图像处理装置,旨在解决图像处理过程无法同时满足低功耗实施快速检测与系统简化的问题。

[0006] 本实用新型的技术方案如下:

[0007] 一种超构表面元件,其中,所述超构表面元件包括基底、第一微结构阵列和第二微结构阵列,所述第一微结构阵列设置于所述基底上,用于三维成像;所述第二微结构阵列设置于所述基底上背离所述第一微结构阵列的一侧,用于加强图像边缘信号。

[0008] 所述的超构表面元件,其中,所述第一微结构阵列设置有多,多个所述第一微结构阵列间隔分布在所述基底上。

[0009] 所述的超构表面元件,其中,所述第一微结构阵列包括多个第一纳米柱,所述第一纳米柱包括氮化镓纳米柱、二氧化钛纳米柱、硅纳米柱中的一种或多种。

[0010] 所述的超构表面元件,其中,所述第二微结构阵列包括多个第二纳米柱,多个所述第二纳米柱均匀分布在所述基底上。

[0011] 所述的超构表面元件,其中,所述第二纳米柱包括氮化镓纳米柱、二氧化钛纳米柱、硅纳米柱中的一种或多种。

[0012] 所述的超构表面元件,其中,所述第二纳米柱的形状为圆柱形。

[0013] 所述的超构表面元件,其中,光线透过所述第二纳米柱的透过率随入射角度呈抛物线形变化。

[0014] 所述的超构表面元件,其中,所述第一微结构阵列包括多个第一纳米柱;所述第二微结构阵列包括多个第二纳米柱;所述第一纳米柱和所述第二纳米柱均为氮化镓纳米柱。

[0015] 所述的超构表面元件,其中,所述基底为蓝宝石基底。

[0016] 本申请还公开了一种图像处理装置,其中,包括如上任一所述的超构表面元件。

[0017] 与现有技术相比,本实用新型实施例具有以下优点:

[0018] 在图像处理过程中,本申请公开的超构表面元件集成在图像处理装置中,目标物表面的光线射到超构表面元件上,从设置第一微结构阵列的一侧射入,从设置第二微结构阵列的一侧射出,光线经过第一微结构阵列后,在传感器上成像,通过成像的位置和大小,可通过计算获取目标物的强度和角度信息,进而可反向推导,对目标物进行三维重建;并且,光线在穿过第一微结构阵列和基底之后,通过第二微结构阵列时,第二微结构阵列可加强边缘信号,使传感器上的成像更加清晰,并通过清晰程度以实现对目标进行深度估计,从而实时地、方便地、快速地实现对目标的三维成像及边缘检测;另外,仅在图像处理装置中增加了一个超构表面元件,对系统的改造少,易于集成,即同时满足了系统简化的要求和低功耗实施快速检测的要求。

## 附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述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实用新型中记载的一些实施例,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。

[0020] 图1为本实用新型中超构表面元件的侧视图;

[0021] 图2为本实用新型中图像处理装置的工作示意图;

[0022] 图3为本实用新型中超构表面元件的结构示意图;

[0023] 图4为本实用新型中超构表面元件的部分结构示意图。

[0024] 其中,10、超构表面元件;11、基底;12、第一微结构阵列;121、第一纳米柱;13、第二微结构阵列;131、第二纳米柱;20、透镜;30、传感器。

## 具体实施方式

[0025] 为了使本技术领域的人员更好地理解本实用新型方案,下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,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,都属于本实用新型保护的范围。

[0026] 21世纪是一个充满信息的时代,图像作为人类感知世界的视觉基础,是人类获取信息、表达信息和传递信息的重要手段。现有技术中图像处理技术已广泛应用于科技和工业领域。

[0027] 图像处理技术一般也分为两大类:模拟图像处理和数字图像处理。数字图像处理(Digital Image Processing)一般都用计算机处理或实时的硬件处理,因此也称之为计算机图像处理(Computer Image Processing)。其优点是处理精度高,处理内容丰富,可进行复杂的非线性处理,有灵活的变通能力,一般来说只要改变软件就可以改变处理内容。其缺点是计算量大,耗时长,功耗大,难以应付要求实时检测的应用,特别是进行复杂的处理更是如此。一般情况下处理静止画面居多,如果实时处理一般精度的数字图像需要具有100MIPS的处理能力,所以难做到实时处理,而且如果精度及分辨率升高,所需处理时间将

显著地增加;模拟图像处理 (Analog Image Processing) 包括光学处理和电子处理,如照相、遥感图像处理、电视信号处理等。模拟图像处理的特点是无功耗、速度快,通过在成像系统中插入光学元件图像处理模块即可省去数字图像后处理步骤。然而传统的光学元件图像处理模块通常由很多独立的光学器件构成,体积大,成本高,不利于器件集成。

[0028] 参阅图1和图2,本实用新型申请的一实施例中,公开了一种超构表面元件10,其中,所述超构表面元件10包括基底11、第一微结构阵列12和第二微结构阵列13,所述第一微结构阵列12设置于所述基底11上,用于三维成像;所述第二微结构阵列13设置于所述基底11上背离所述第一微结构阵列12的一侧,用于加强图像边缘信号。

[0029] 在图像处理过程中,本申请公开的超构表面元件10集成在图像处理装置中,超构表面元件10利用表面微纳米结构可灵活调控光学特性如光振幅,相位,偏振,等特性,且尺寸小,可设计实现成像和数学运算做图像处理并易于集成;目标物(图中用箭头表示)表面的光线射到超构表面元件10上,从设置第一微结构阵列12的一侧射入,从设置第二微结构阵列13的一侧射出,光线经过第一微结构阵列12后,在传感器30上成像,通过成像的位置和大小,可通过计算获取目标物的强度和角度信息,进而可反向推导,对目标物进行三维重建;并且,光线在穿过第一微结构阵列12和基底11之后,通过第二微结构阵列13时,第二微结构阵列13可加强边缘信号,使传感器30上的成像更加清晰,并通过清晰程度以实现对目标进行深度估计,从而实时地、方便地、快速地实现对目标的三维成像及边缘检测;另外,仅在图像处理装置中增加了一个超构表面元件10,对系统的改造少,而且超构表面元件10尺寸小,易于集成,即同时满足了系统简化的要求和低功耗实施快速检测的要求。

[0030] 参阅图1,在本实施例中,超构表面元件10设置于图像处理装置中,目标物进行图像处理时,使用可见光照射物体,物体表面反射的光线穿过一透镜20第一次成像,之后光线继续传输到超构表面元件10上,先穿透第一微结构阵列12,再穿过基底11和第二微结构阵列13,最后在CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) 传感器30上成像,即通过一次拍摄在传感器30上获得多个物象,完成光场成像,操作简单方便,速度快,无功耗。

[0031] 如图1所示,作为本实施例的一种实现方式,公开了所述第一微结构阵列12设置有多个,多个所述第一微结构阵列12间隔分布在所述基底11上。在图像处理过程中,在基底11上间隔设置多个第一微结构阵列12,光线照射到每个第一微结构阵列12上时的入射角不同,最后在传感器30上不同位置处成像的大小形状也不同,根据不同位置的多个成像结果可以更精准地计算出目标物的强度和角度信息,从而有利于提高三维重建的准确度,提高图像处理的精度;另外,基底11上设置了设置第一微结构阵列12时可实现无球差成像,减少球差影响传感器30上最后的成像,进一步的,防止影响到对目标物的强度和角度信息的计算。

[0032] 具体的,作为本实施例的一种实现方式,公开了所述第一微结构阵列12包括多个第一纳米柱121,所述第一纳米柱121包括氮化镓纳米柱、二氧化钛纳米柱、硅纳米柱中的一种或多种。首先,第一微结构阵列由多个超构透镜组成,使用纳米柱作为第一微结构阵列12的基本单元来设计第一微结构阵列12,阵列中的单个第一纳米柱121的相位( $\phi$ )调控遵循超构透镜设计原则如下公式:

$$[0033] \quad \phi = -\frac{2\pi}{\lambda}(\sqrt{f^2 + r^2} - f)$$

[0034] 其中, $f$ 为第一微结构阵列12中单个超构透镜的焦距, $r$ 为第一纳米柱121到对应的单个超构透镜中心的距离, $\lambda$ 为光的波长。

[0035] 其次,为使得设计的超构表面光学工作在可见光波段,方便拍摄,选用氮化镓(GaN)纳米柱作为超构表面元件10的基本单元。通常,找到连续谱中的束缚态(bound in continue)中的奇点,在这个奇点附近会更容易找到所需的透射率对角度的变化线型。

[0036] 如图3所示,作为本实施例的一种实现方式,公开了所述第二微结构阵列13包括多个第二纳米柱131,多个所述第二纳米柱131均匀分布在所述基底11上。因为光线穿过第一微结构阵列12后需要从第二微结构阵列13射出才能在传感器30上形成边缘清晰的图像,所以在超构表面元件10上整个出光面都设置第二纳米柱131,形成覆盖基底11整个表面的第二微结构阵列13,光线穿透第一微结构阵列12和基底11后必会经过第二微结构阵列13才能射出,保证在传感器30上形成的图像都是经过第一微结构阵列12和第二微结构阵列13的,可以实现对目标物的深度估计和三维重建。

[0037] 具体的,作为本实施例的一种实现方式,公开了所述第二纳米柱131包括氮化镓纳米柱、二氧化钛纳米柱、硅纳米柱中的一种或多种。同第一纳米柱121一样,第二纳米柱131设置为氮化镓纳米柱时超构表面元件10的工作波段在可见光波段,物体表面使用可见光照射,即透过超构表面元件10,最终在传感器30上成像;使用二氧化钛纳米柱或者硅纳米柱制成的超构表面元件10的工作频段可能不完全对应可见光波段,对应选择照射目标物的光线的波段与纳米柱的构成,以顺利完成成像过程,避免超构表面元件10阻碍光线成像。如图4所示,优选的所述第二纳米柱131采用圆柱形纳米柱,圆柱形的氮化镓纳米柱更方便控制其自身的透射率,通过改变GaN纳米柱的高度和直径,可设计使得其透射率随角度的变化呈现抛物线型变化。进一步的,第一纳米柱121和第二纳米柱131选择同样类型的纳米柱,比如,第一纳米柱121采用氮化镓纳米柱,则第二纳米柱131也采用氮化镓纳米柱,它们可能存在尺寸上的不同,但是使用同一种原料,节省原料种类,方便制备,而且适用同一可见光波段,进一步便于顺利成像。

[0038] 如图4所示,作为本实施例的一种实现方式,公开了所述第二纳米柱131的形状可以为圆柱形。同第一纳米柱121相同,设置第二纳米柱131的形状为圆柱形是为了方便准确控制单个纳米柱的透射率,进而获得更加清晰的图像边缘、纹理信息。

[0039] 具体的,作为本实施例的一种实现方式,公开了光线透过所述第二纳米柱131的透过率随入射角度呈抛物线形变化。在空间域上对输入做二阶微分,相当于在频率域上乘以一个随频率变化为二次方抛物线型的响应,而成像中物镜对光线的作用角度等效于空间频率信息,所以只要设计超构表面元件10,其透射率随入射光角度为抛物线形变化即可达到对输入光信号做二阶微分运算的效果;在本实施例中,通过选择特定的第二纳米柱131,使光线透过所述第二纳米柱131的透过率随入射角度呈抛物线形变化,以实现二阶微分运算,进而可以清洗地体现图像的边缘、纹理信息。

[0040] 具体的,作为本实施例的一种实现方式,公开了所述基底11为蓝宝石基底11。蓝宝石基底11为氧化铝( $Al_2O_3$ )玻璃基底11,首先蓝宝石基底11的生产技术成熟,产品质量较好,氮化镓基材料可以很好地生长在蓝宝石基底11上;其次,蓝宝石的稳定性很好,而且机械强度高,表面光滑,易于处理和清洗,便于制备第一微结构阵列12和第二微结构阵列13。

[0041] 作为本申请的另一实施例,还公开了一种图像处理装置,其中,包括如上任一所述

的超构表面元件10。

[0042] 应当理解的是,本实用新型并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构,并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本实用新型的范围仅由所附的权利要求来限制。

[0043] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

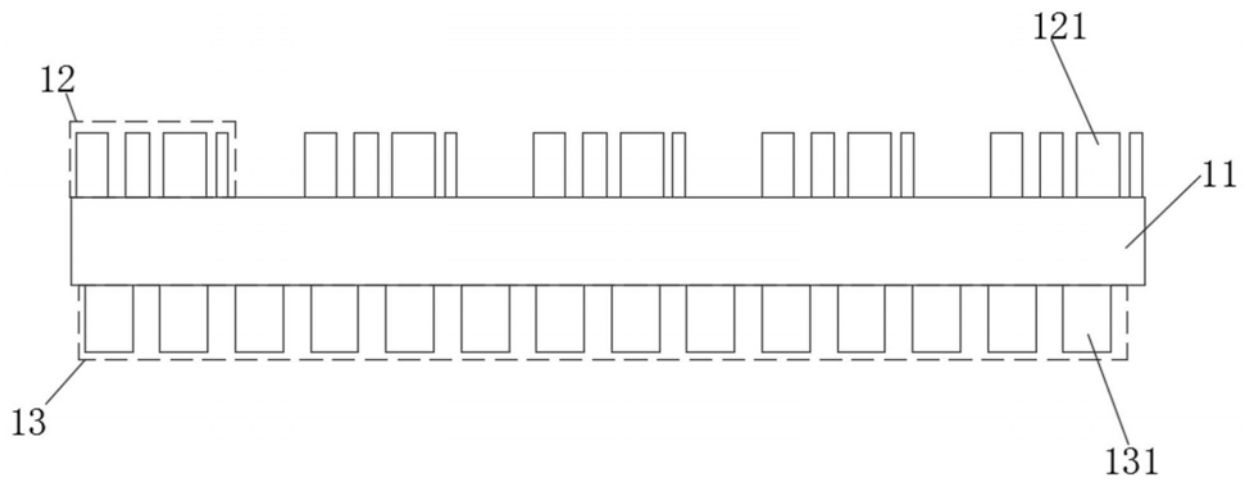


图1

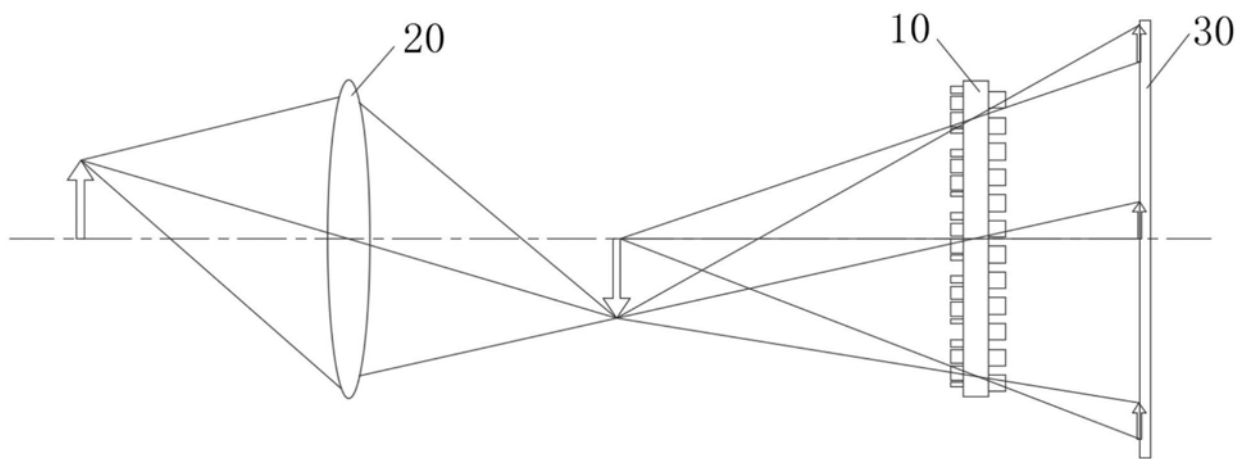


图2



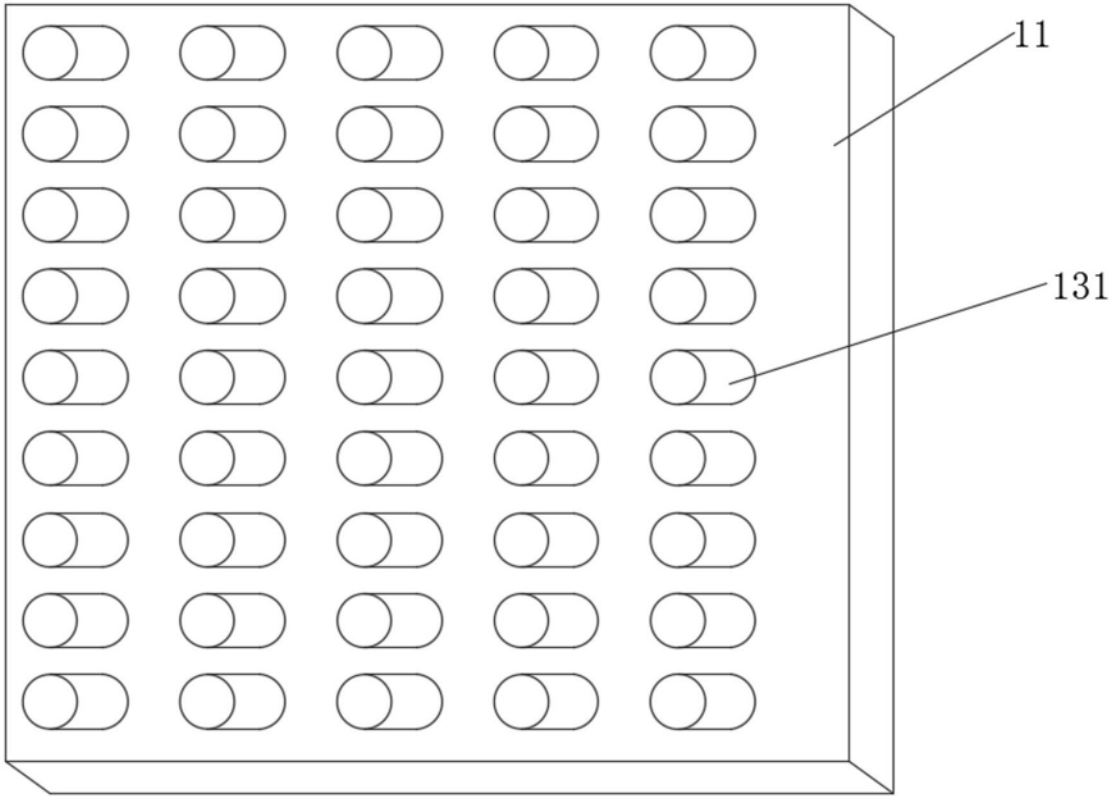


图3

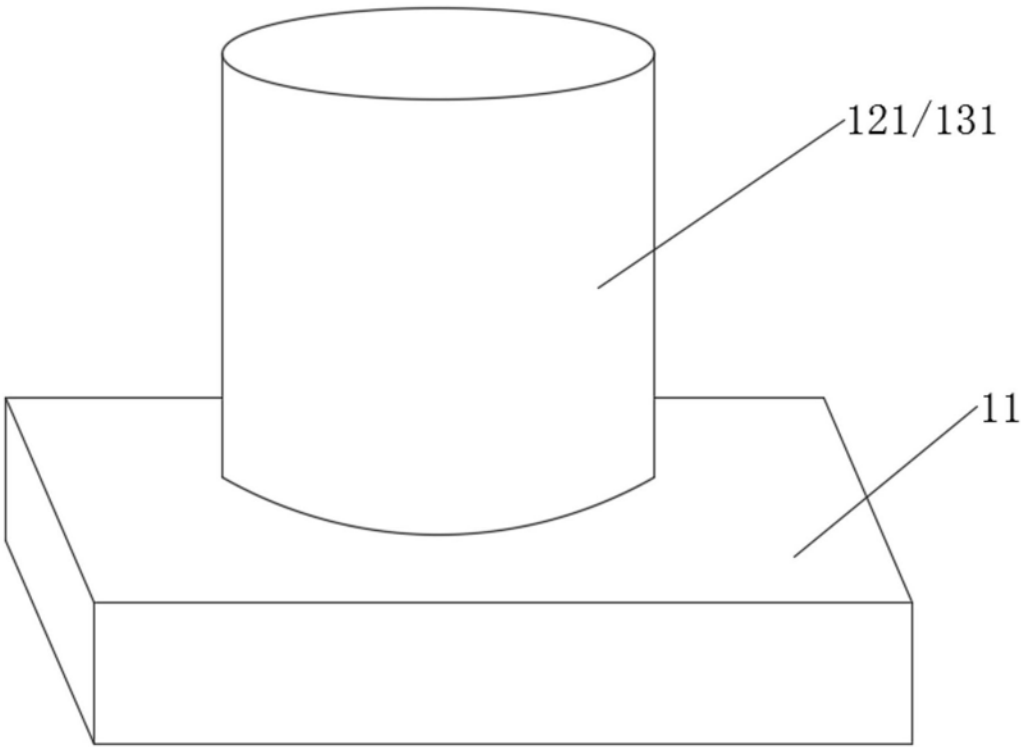


图4