



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110440760 B

(45) 授权公告日 2022. 05. 20

(21) 申请号 201910749901.3

(22) 申请日 2019.08.14

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110440760 A

(43) 申请公布日 2019.11.12

(73) 专利权人 散裂中子源科学中心  
地址 523808 广东省东莞市松山湖科技产  
业园区科学园生产力大厦

(72) 发明人 何振强 董岚 李波 王小龙  
门玲鸽 罗涛 王铜 梁静  
柯志勇 马娜 卢尚 韩圆颖  
闫路平 张晓辉 沈建新

(74) 专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有  
限公司 44281  
专利代理师 郭燕

(51) Int. Cl.

G01C 11/00 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 106500666 A, 2017.03.15
- CN 106500666 A, 2017.03.15
- CN 208780192 U, 2019.04.23
- CN 206192351 U, 2017.05.24
- CN 201787950 U, 2011.04.06
- CN 207113873 U, 2018.03.16
- JP 2010091300 A, 2010.04.22

审查员 胡瑞

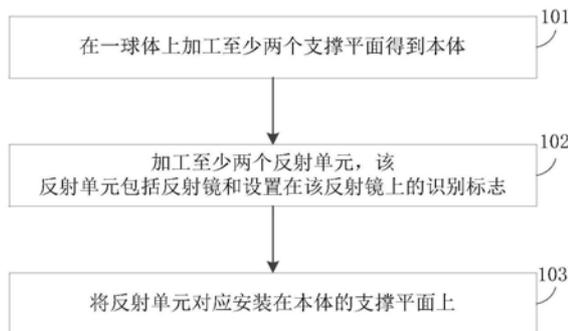
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

## (54) 发明名称

一种高精度摄影测量目标的制备方法

## (57) 摘要

本发明涉及摄影测量技术领域,特别涉及一种高精度摄影测量目标的制备方法,该方法包括:在一球体上加工至少两个支撑平面得到测量目标的本体;加工至少两个反射单元,该反射单元包括反射镜和设置在反射镜上的识别标志,将反射单元安装在支撑平面上。通过本申请的方法制得测量目标具有很强的回光反射效果,识别标志作为背景,具有明显的对比度,使得制成的测量目标在低强度曝光的情况下即可获得高对比度的标志图像,适用于高精度摄影测量领域。摄影测量时相机在不同站位成像时,在较大范围内都可以摄影测量目标进行精确测量,获取任意两个反射单元的圆心,根据其圆心与本体的体心的位置关系即可求得本体的圆心在空间中的位置。



1. 一种高精度摄影测量目标的制备方法,其特征在于,包括:  
在一球体上加工至少两个支撑平面得到测量目标的本体;所述支撑平面与所述球体的球心之间具有确定的空间位置关系;  
加工至少两个反射单元;所述反射单元包括反射镜和设置在所述反射镜上的识别标志;  
将所述反射单元安装在所述支撑平面上,一个所述支撑平面上安装一个反射单元;  
其中,加工所述反射单元包括:  
在玻璃片的一侧面上进行镀银处理形成反射增强膜;  
在所述反射增强膜上固定多个玻璃微珠形成反射层,制成所述反射镜;所述玻璃微珠的折射率 $n_d \geq 1.93$ ;  
在所述反射层的四周加工一层具有色彩的金属膜,作为所述识别标志;  
其中,所述玻璃片为梯形圆柱状,包括底面和顶面,所述顶面的半径小于底面的半径;  
所述反射增强膜为圆形,位于所述玻璃片的顶面;  
所述识别标志为黑色圆环状的金属膜,所述识别标志外圆的直径等于所述玻璃片顶面的直径。
2. 如权利要求1所述的测量目标的制备方法,其特征在于,所述支撑平面为圆形,两个相邻支撑平面互相垂直,所有的支撑平面的圆心到所述球体的球心距离均相同。
3. 如权利要求2所述的测量目标的制备方法,其特征在于,所述在一球体上加工至少两个支撑平面之后还包括:在所述支撑平面的四周均匀加工多个注胶孔;  
所述将所述反射单元安装在所述支撑平面上包括:将所述玻璃片的圆心与所述支撑平面的圆心对齐后向所述注胶孔内注入胶水,通过所述胶水将所述玻璃片粘结在所述支撑平面上。
4. 如权利要求3所述的测量目标的制备方法,其特征在于,所述在所述反射增强膜上固定多个玻璃微珠形成反射层包括:  
在所述反射增强膜表面上均匀涂覆一层透明树脂胶,将多个玻璃微珠均为涂覆在所述树脂胶上形成反射层;  
其中,所述树脂胶的厚度小于所述玻璃微珠的厚度。
5. 如权利要求1所述的测量目标的制备方法,其特征在于,所述球体的直径为 $38.1 \pm 0.003\text{mm}$ ,所述球体球心的对称性为 $0.004\text{mm}$ ,所述球体球心位置精度为 $\pm 0.003\text{mm}$ ;  
所述支撑平面的直径为 $27.85\text{mm}$ ,所述支撑平面的平面度为 $0.003\text{mm}$ ,粗糙度 $0.025\mu\text{m}$ ;  
所述在一球体上加工至少两个支撑平面之后还包括:对所述支撑平面进行研磨、抛光处理,使得所述支撑平面的形位精度为 $0.004\text{mm}$ ,光洁度为 $0.025\mu\text{m}$ 。
6. 如权利要求4所述的测量目标的制备方法,其特征在于,所述玻璃片的厚度为 $3 \pm 0.002\text{mm}$ ,其顶面直径为 $24\text{mm}$ ,底面直径为 $25\text{mm}$ ;  
所述识别标志的厚度为 $0.005\text{mm}$ ,其内圆的直径为 $20\text{mm}$ ,内圆的圆度精度为 $\pm 0.02\text{mm}$ 。
7. 如权利要求4所述的测量目标的制备方法,其特征在于,所述球体选用2Cr13或3Cr13制成,所述玻璃片选用K9材质制成;  
所述玻璃微珠的粒径为 $50 \pm 5$ 微米。
8. 如权利要求5所述的测量目标的制备方法,其特征在于,在所述球体上加工五个支撑

平面,五个支撑平面的圆心与所述球体的球心之间的连线距离均相等,且每两个相邻支撑平面的圆心与所述球心之间的连线相互垂直;每个支撑平面上分别设有一个所述反射单元。

## 一种高精度摄影测量目标的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及摄影测量技术领域,特别涉及一种高精度摄影测量目标的制备方法。

### 背景技术

[0002] 摄影测量在工艺领域是常用的技术,影响数字工业摄影测量精度有很多方面,比如高精度标志中心图像的获取与识别、高精度相机标定算法及标定装置、高精度标志的设计与实现、光束法统一平差等,其中高精度摄影测量标志是影响其精度的一个关键技术。

[0003] 目前,国内外使用的摄影测量目标可以分为平面型和立体型,平面型摄影测量标志的制备方法主要有粘贴回光反射薄膜,例如采用3M胶粘贴SCOTCHLITE薄膜的方法,采用这种方法制得的目标精度低,无法应用于高精度领域。立体型的目标的制备方法是通过在陶瓷球外粘涂覆玻璃微珠的方法制得,但球形目标对外部照明很敏感,标志边缘与背景之间的对比度不明显等,很难达到高精度。

### 发明内容

[0004] 为了解决现有技术中的摄影测量目标精度不高的技术问题,本申请提供一种高精度摄影测量目标的制备方法,其目的在于制备出一种可以适用于高精度摄影测量的测量目标。

[0005] 一种高精度摄影测量目标的制备方法,包括:

[0006] 在一球体上加工至少两个支撑平面得到测量目标的本体;所述支撑平面与所述球体的球心之间具有确定的空间位置关系;

[0007] 加工至少两个反射单元;所述反射单元包括反射镜和设置在所述反射镜上的识别标志;

[0008] 将所述反射单元对应安装在所述支撑平面上,一个所述支撑平面上安装一个反射单元。

[0009] 其中,所述反射单元还包括多个玻璃微珠;

[0010] 加工所述反射单元包括:

[0011] 在玻璃片的一侧面上进行镀银处理形成反射增强膜;

[0012] 在所述反射增强膜上固定多个玻璃微珠形成反射层,制成所述反射镜;所述玻璃微珠的折射率 $N_d \geq 1.93$ ;

[0013] 在所述反射层的四周加工一层具有色彩的金属膜,作为所述识别标志。

[0014] 其中,所述支撑平面为圆形,两个相邻支撑平面互相垂直,所有的支撑平面的圆心的到所述球体的球心距离均相同。

[0015] 其中,所述玻璃片为梯形圆柱状,包括底面和顶面,所述顶面的半径小于底面的半径;

[0016] 所述反射增强膜为圆形,位于所述玻璃片的顶面;

[0017] 所述识别标志为黑色圆环状的金属膜,所述识别标志外圆的直径等于所述玻璃片

顶面的直径。

[0018] 其中,所述在一球体上加工至少两个支撑平面之后还包括:在所述支撑平面的四周均匀加工多个注胶孔。

[0019] 所述将反射单元对应安装在所述支撑平面上包括:将所述玻璃片的圆心与所述支撑平面的圆心对齐后向所述注胶孔内注入胶水,通过所述胶水将所述玻璃片粘结在所述支撑平面上。

[0020] 其中,所述在所述反射增强膜上固定多个玻璃微珠形成反射层包括:

[0021] 在所述反射增强膜表面上均匀涂覆一层透明树脂胶,将多个玻璃微珠均为涂覆在所述树脂胶上形成反射层;

[0022] 其中,所述树脂胶的厚度小于所述玻璃微珠的厚度。

[0023] 其中,所述球体的直径为 $38.1 \pm 0.003\text{mm}$ ,所述球体球心的对称性为 $0.004\text{mm}$ ,所述球体球心位置精度为 $\pm 0.003\text{mm}$ ;

[0024] 所述支撑平面的直径为 $27.85\text{mm}$ ,所述支撑平面的平面度为 $0.003\text{mm}$ ,粗糙度 $0.025\mu\text{m}$ ;

[0025] 所述在一球体上加工至少两个支撑平面之后还包括:对所述支撑平面进行研磨、抛光处理,使得所述支撑平面的形位精度为 $0.004\text{mm}$ ,光洁度为 $0.025\mu\text{m}$ 。

[0026] 其中,所述玻璃片的厚度为 $3 \pm 0.002\text{mm}$ ,其顶面直径为 $24\text{mm}$ ,底面直径为 $25\text{mm}$ ;

[0027] 所述识别标志的厚度为 $0.005\text{mm}$ ,其内圆的直径为 $20\text{mm}$ ,内圆的圆度精度为 $\pm 0.02\text{mm}$ 。

[0028] 其中,所述球体选用2Cr13或3Cr13制成,所述玻璃片选用K9材质制成;

[0029] 所述玻璃微珠的粒径(即直径)为 $50 \pm 5$ 微米。

[0030] 其中,在所述球体上加工五个支撑平面,五个支撑平面的圆心与所述球体的球心之间的连线距离均相等,且每两个相邻支撑平面的圆心与所述球心之间的连线相互垂直;每个支撑平面上分别设有一个所述反射单元。

[0031] 依据上述实施例的高精度摄影测量目标的制备方法,通过在一球体上加工至少两个支撑平面,再加工至少两个反射单元,将该反射单元对应安装在所述支撑平面上,其中反射单元包括反射镜和设置在反射镜上的识别标志,其中反射镜具有很强的回光反射效果,识别标志作为背景,具有明显的对比度,使得制成的测量目标在低强度曝光的情况下即可获得高对比度的标志图像,适用于高精度摄影测量领域。

## 附图说明

[0032] 图1为本申请实施例测量目标制备方法流程图;

[0033] 图2为本申请实施例反射单元制备方法流程图;

[0034] 图3为本申请实施例的测量目标结构示意图;

[0035] 图4为本申请实施例的反射单元剖面示意图;

[0036] 图5为本申请实施例的反射单元工作状态示意图。

## 具体实施方式

[0037] 下面通过具体实施方式结合附图对本发明作进一步详细说明。其中不同实施方式

中类似元件采用了相关联的类似的元件标号。在以下的实施方式中,很多细节描述是为了使得本申请能被更好的理解。然而,本领域技术人员可以毫不费力的认识到,其中部分特征在不同情况下是可以省略的,或者可以由其他元件、材料、方法所替代。在某些情况下,本申请相关的一些操作并没有在说明书中显示或者描述,这是为了避免本申请的核心部分被过多的描述所淹没,而对于本领域技术人员而言,详细描述这些相关操作并不是必要的,他们根据说明书中的描述以及本领域的一般技术知识即可完整了解相关操作。

[0038] 另外,说明书中所描述的特点、操作或者特征可以以任意适当的方式结合形成各种实施方式。同时,方法描述中的各步骤或者动作也可以按照本领域技术人员所能显而易见的方式进行顺序调换或调整。因此,说明书和附图中的各种顺序只是为了清楚描述某一个实施例,并不意味着是必须的顺序,除非另有说明其中某个顺序是必须遵循的。

[0039] 本实施例提供一种高精度摄影测量目标的制备方法,和现有的方向相比,主要存在以下两个点的改进:

[0040] (1) 选用球体并在其上加工五个圆形的支撑平面支撑本体,该五个支撑平面的圆心和球体的体心具有一定的位置关系,在每个支撑平面上设有一个反射单元,用于对测量装置发出的光束进行反射,使得摄影测量相机在不同站位成像时,在较大范围内、甚至是360度范围内都可以摄影测量目标进行精确测量,获取任意两个反射单元的圆心,根据其圆心与本体的体心的位置关系即可求得本体的圆心在空间中的位置。同时,本实施例中为了方便在摄影测量过程中的计算本体的体心位置,本实施例中设置的五个支撑平面,每相邻两个互相垂直,即每相邻两个支撑平面的圆心与本体的体心之间的连线互相垂直且距离相同。

[0041] (2) 对反射单元结构进行了改进,具体的本实施例的反射单元包括反射镜和设置在反射镜上的识别标志,其中反射镜具有很强的回光反射效果,识别标志作为背景,具有明显的对比度,使得制成的测量目标在低强度曝光的情况下即可获得高对比度的标志图像,适用于高精度摄影测量领域。

[0042] 实施例一:

[0043] 请参考图1,本实施例提供一种高精度摄影测量目标的制备方法,制成的测量目标包括本体以及设置在本体上的五个反射单元,该制备方法包括:

[0044] 步骤101:在一球体上加工至少两个支撑平面得到本体。具体的,本实施例采用精加工的方法在球体上加工五个支撑平面,支撑平面与球体的体心之间具有确认的空间位置关系,本实施例中支撑平面为圆形,摄影测量时至少获取两个支撑平面的圆心的位置,再根据两个支撑平面的圆心与体心的位置关系即可求得体心的位置。

[0045] 步骤102:加工至少两个反射单元。其中,反射单元包括反射镜和设置在该反射镜上的识别标志,反射镜具有很强的回光反射效果,识别标志使得作为背景,具有明显的对比度,使得制成的测量目标在低强度曝光的情况下即可获得高对比度的标志图像,基于该标志图像可实现高精度摄影测量。

[0046] 步骤103:将反射单元对应安装在本体的支撑平面上,其中一个支撑平面上只安装一个反射单元。例如采用胶水粘结或者其他固定方式将反射单元固定在支撑平面上。

[0047] 具体的,本实施例的反射单元还包括多个玻璃微珠,如图2,加工反射单元的方法包括:

[0048] 步骤1021:在一玻璃片的表面上进行镀银处理形成一层反射增强膜。本实施例中采用真空镀银的方法在玻璃片的一侧面上镀上一层反射增强膜,由于银的反射效果较好,因此本实施例采用真空镀膜的方法在玻璃片上镀银,形成反射增强膜,得到镀银的光学玻璃片。

[0049] 步骤1022:在反射增强膜上固定多个玻璃微珠形成反射层,制成反射镜;其中,玻璃微珠选用采用回光反射材料制得具有高折射率的玻璃微珠,玻璃微珠折射率 $N_d \geq 1.93$ 。

[0050] 步骤1023:在反射层的四周加工一层具有色彩的金属膜,作为识别标志。本实施例中采用线切割方法在折射层的四周加工一黑色金属圆环,将该黑色金属圆环作为背景,在图像采集过程中,黑色金属圆环和反射镜具有明显的对比度,使得制成的测量目标在低强度曝光的情况下即可获得高对比度的标志图像,基于该高对比度的标志图像可实现高精度摄影测量。

[0051] 其中,在球体上加工好支撑平面之后还包括:在支撑平面的四周均匀加工8个注胶孔,安装反射单元时,将玻璃片的圆心与支撑平面的圆心对齐,使得玻璃片的圆心(即反射增强膜的圆心)和球体的体心位置安装精度达到 $\pm 0.003\text{mm}$ ,然后向注胶孔内注入环氧胶水,通过环氧胶水将玻璃片粘结在支撑平面上。

[0052] 其中,在反射增强膜上固定多个玻璃微珠形成折射层包括:首先在反射增强膜表面上均匀涂覆一层透明树脂胶,将多个玻璃微珠均为涂覆在树脂胶上形成折射层;其中,筛选的玻璃微珠的粒径(即直径)为 $50 \pm 5$ 微米,涂覆的树脂胶的厚度应小于玻璃微珠的厚度。

[0053] 其中,本实施例的玻璃片为梯形圆柱状,其包括底面和顶面,顶面的半径小于底面的半径,底面通过环氧胶水固定在本体上。玻璃片上的反射增强膜也为圆形,识别标志为黑色圆环状的金属膜,识别标志外圆的直径等于玻璃片顶面的直径。具体的,本实施例的球体选用2Cr13或3Cr13制成,玻璃片选用K9材质制成,为了保证测量的互换性,本体1的球径与激光跟踪仪1.5英寸反射镜的球径保持一致,本体的直径为 $38.1 \pm 0.003\text{mm}$ ,球体球心的对称性为 $0.004\text{mm}$ ,球体球心位置精度为 $\pm 0.003\text{mm}$ ;通过铣削加工的方法在球体上加工五个支撑平面,支撑平面的直径为 $27.85\text{mm}$ ,支撑平面的平面度为 $0.003\text{mm}$ ,粗糙度 $0.025\mu\text{m}$ 。每相邻两个支撑平面互相垂直,垂直度为 $0.004\text{mm}$ ,每个支撑平面的圆心到球体的体心的距离相等。

[0054] 其中,在一球体上加工支撑平面之后,还对支撑平面进行研磨、抛光处理,使得支撑平面的形位精度为 $0.004\text{mm}$ ,光洁度为 $0.025\mu\text{m}$ 。

[0055] 本实施例中,玻璃片为梯形圆柱状,采用K9材质制成,其厚度为 $3 \pm 0.002\text{mm}$ ,其顶面直径为 $24\text{mm}$ ,底面直径为 $25\text{mm}$ ;本实施例中的识别标志为黑色金属圆环,其厚度为 $0.005\text{mm}$ ,其内圆的直径为 $20\text{mm}$ ,外圆直径为 $24\text{mm}$ ,内圆的圆度精度为 $\pm 0.02\text{mm}$ ,将该识别标志粘结在高折射率的玻璃微珠上,形成直径为 $24\text{mm}$ 的回光反射圆,制得带有掩膜的回光反射镀银玻璃片作为反射单元。

[0056] 通过本实施例制备的测量目标具有明显的对比度,使得制成的测量目标在低强度曝光的情况下即可获得高对比度的标志图像,适用于高精度摄影测量领域;同时,在同一站位进行拍摄时,可以在较大范围内进行拍摄、甚至是 $360$ 度范围内都可以摄影测量目标进行精确测量,无须转动测量目标,提高了测量效率。

[0057] 实施例二:

[0058] 请参考图3和图4,本实施例提供一种适用于高精度摄影测量的测量目标,该测量目标通过实施例1的方法制得,其包括本体1以及设置在本体1上的五个反射单元,为了方便描述,以下将该五个反射单元分别称为第一反射单元10、第二反射单元20、第三反射单元30、第四反射单元和第五反射单元,其中第四反射单元和第五反射单元图中由于视角的关系未标出,五个反射单元结构完全相同,其中四个沿着本体1的一条纬线设置,另一个设置在顶端。实施例的本体1为球体,材料为不锈钢3Cr13或者2Cr13,硬度要求HRC40,本体1的形位精度要求0.004mm,光洁度要求0.025 $\mu\text{m}$ 。为了保证测量的互换性,本体1的球径与激光跟踪仪1.5英寸反射镜的球径保持一致,其球径(即直径)为 $38.1 \pm 0.003\text{mm}$ ,对球心的对称性为0.004mm。本体1上设有五个支撑平面,如图3,以第一反射单元10对应的支撑平面11为例进行说明,支撑平面11为圆形,其直径为27.85mm,相邻两个支撑平面相互垂直,垂直度0.004mm,支撑平面11平面度为0.003mm,粗糙度0.025 $\mu\text{m}$ ,保证每个支撑平面11的圆心与球心的距离精确为 $13\text{mm} \pm 0.003\text{mm}$ ,并且每个相邻两个支撑平面11圆心与球心的连线都相互垂直,这样通过至少三个支撑平面的圆心坐标即可得知球心的坐标。

[0059] 其中,为了提高回光反射效果,本实施例重点提供一种回光反射效果好的反射单元,如图4,本实施例以第一反射单元10为例进行说明,该第一反射单元10包括反射镜和设置在该反射镜表面的识别标志101,其中反射镜包括玻璃片104、镀在玻璃片104外表面的反射增强膜103以及固定在反射增强膜103上的反射层,该反射层由多个高折射率的玻璃微珠102紧密排列在一个平面上组成,其粒径为 $50 \pm 5\mu\text{m}$ 、折射率 $n_d \geq 1.93$ 。多个玻璃微珠102排列在反射增强层103的外表面上,该反射增强层103为镀银层,可以增强回光反射效果。识别标志101为黑色金属圆环,采用真空镀黑膜的方法获得,其厚度为0.005mm,内圆圆度要求 $\pm 0.02\mu\text{m}$ 。

[0060] 其中,为了将该玻璃片104固定在对应的支撑平面11上,在支撑平面11上设有8个锥形注胶孔105,用于注入胶水然后粘紧玻璃片。本实施例的玻璃微珠102选用回光反射强的材料制成。

[0061] 其中,玻璃片104为梯形圆台状的薄片,其厚度为 $3 \pm 0.002\text{mm}$ ,薄片上下具有两个大小不同的圆形截面,大圆直径为25mm,小圆直径为24mm,在小圆的表面镀银形成反射增强层103。为了便于注胶,光学玻璃片104的大圆的直径小于本体1上支撑平面11的直径,光学玻璃片104的材质为K9。识别标志101的内圆直径与玻璃片104的小圆的直径相等。玻璃片104、识别标志101以及支撑平面11的圆心和本体1的球心在一条直线上,位置精度要求达到 $\pm 0.003\text{mm}$ 。

[0062] 如图5,摄影装置发出的入射光线经过玻璃微珠102的折射后,再经过反射增强层103的反射后,沿着与入射光线平行的光路射出被摄影装置接收,本实施例的反射单元回光反射效果和现有的平面镜式的反射面相比更好,加上识别标志101作为背景,对比度大,使得制成的测量目标在低强度曝光的情况下即可获得高对比度的标志图像,适用于高精度摄影测量领域。

[0063] 本实施例每个反射单元的结构均相同,其余几个反射单元的结构都和第一反射单元10相同,此处不再赘述。

[0064] 本发明专利的有益效果是:这种摄影测量目标精度要远优于传统的单面回光反射贴片式目标,并且具有很强的回光发射效果,通过低强度曝光即可获得高对比度的标志图

像,特别适用于高精度摄影测量领域。此外,具有多回光反射面的目标使得摄影测量相机在不同站位成像时,在较大的范围内、甚至在360°范围内都可以对摄影测量目标进行精确测量,无需人工旋转摄影测量目标,大大提高了效率。

[0065] 以上应用了具体个例对本发明进行阐述,只是用于帮助理解本发明,并不用以限制本发明。对于本发明所属技术领域的技术人员,依据本发明的思想,还可以做出若干简单推演、变形或替换。

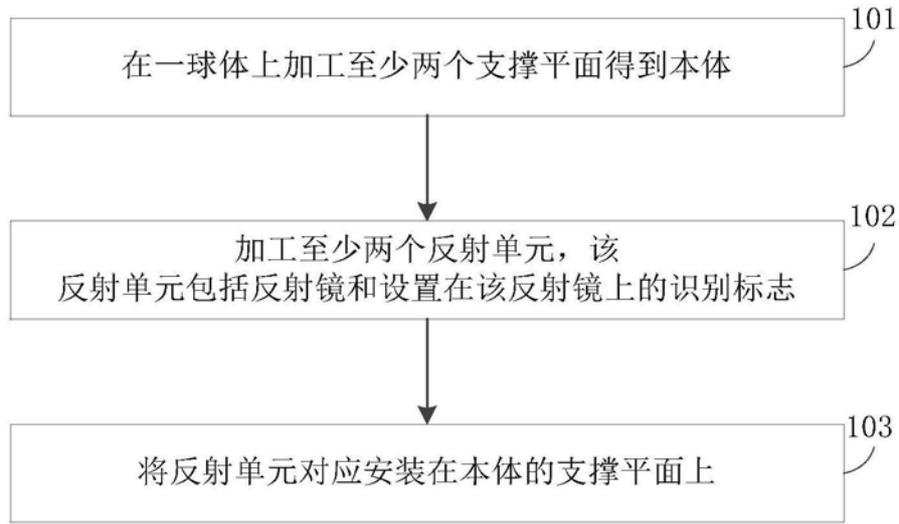


图1

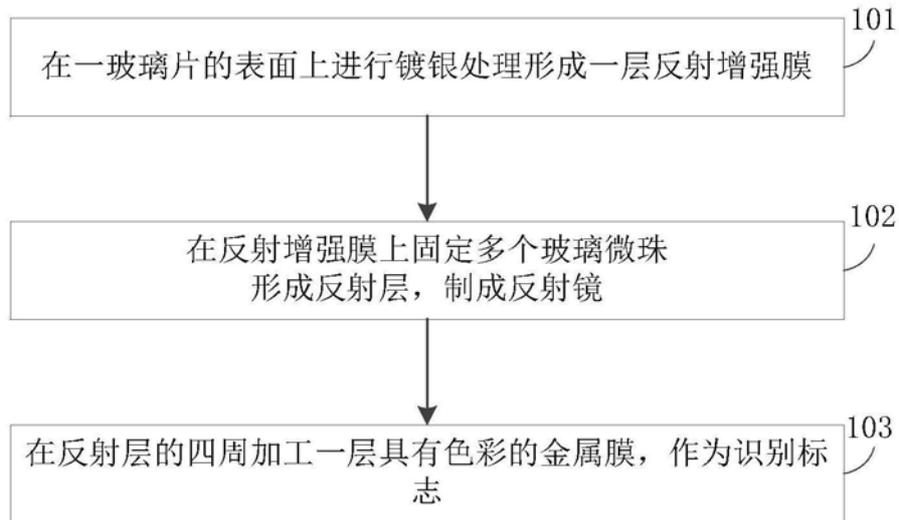


图2

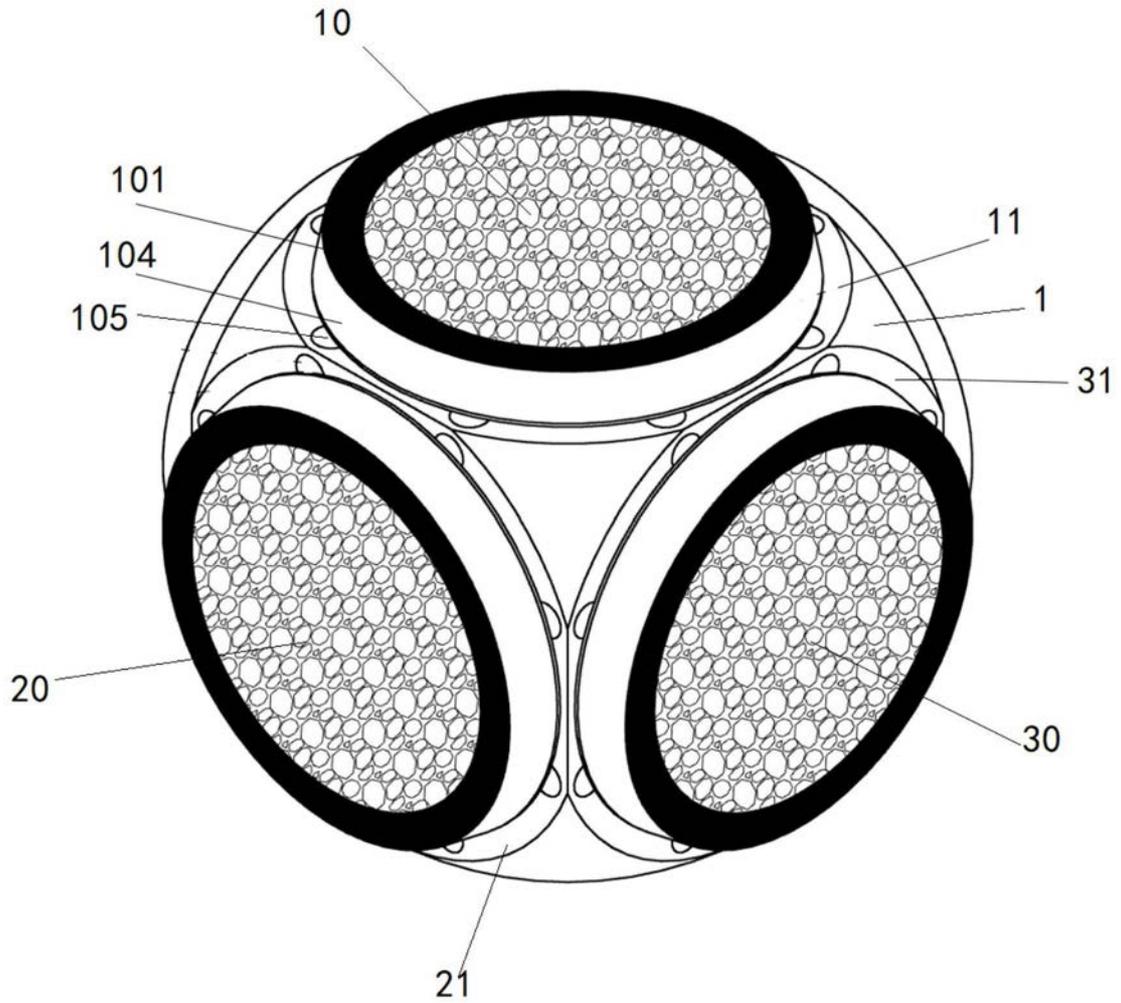


图3

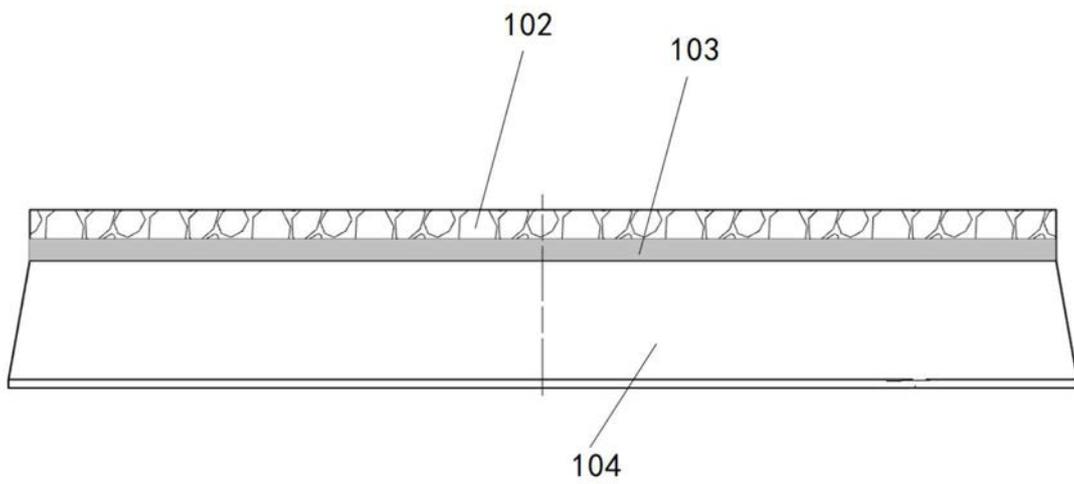


图4

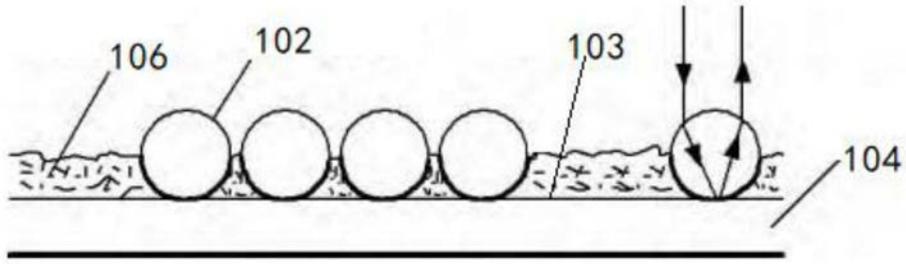


图5