



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 117886613 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 16

(21) 申请号 202410050408.3

B28B 11/24 (2006.01)

(22) 申请日 2024.01.12

(71) 申请人 衡阳凯新特种材料科技有限公司

地址 421200 湖南省衡阳市雁峰区白沙洲
工业园区工业大道46号(72) 发明人 谭庆文 朱福林 许滔 汤娜
姜杰英(74) 专利代理机构 北京睿博行远知识产权代理
有限公司 11297

专利代理师 孙孟清

(51) Int. Cl.

C04B 35/584 (2006.01)

C04B 35/622 (2006.01)

C04B 35/626 (2006.01)

C04B 35/64 (2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的
方法

(57) 摘要

本发明提供了一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,涉及激光加工和陶瓷制备技术领域,包括:将氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂按比例混合到搅拌装置中,得到氮化硅陶瓷浆料;将氮化硅陶瓷浆料涂抹在基材上,形成待烧结层,利用激光装置对待烧结层进行选区烧结;重复上述操作,直至得到所需形状与厚度的氮化硅陶瓷。通过设置利用激光装置,有效的改善了背景技术提出的:传统的氮化硅陶瓷制备方法,如热压烧结、无压烧结等,存在生产周期长、生产成本低、材料致密度低等的技术问题。

将氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂按比例混合
到搅拌装置中,得到氮化硅陶瓷浆料将氮化硅陶瓷浆料涂抹在基材上,形成待烧结
层,利用激光装置对待烧结层进行选区烧结重复步骤二的操作,直至得到所需形状与厚度
的氮化硅陶瓷

1. 一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,其特征在于,包括:

步骤一:将氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂按比例混合到搅拌装置中,得到氮化硅陶瓷浆料;

步骤二:将氮化硅陶瓷浆料涂抹在基材上,形成待烧结层,利用激光装置(1)对待烧结层进行选区烧结;

步骤三:重复步骤二的操作,直至得到所需形状与厚度的氮化硅陶瓷。

2. 根据权利要求1所述的一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,其特征在于,所述步骤一中的烧结助剂包括:氧化铝、氧化钇。

3. 根据权利要求1所述的一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,其特征在于,所述步骤一中的粘结剂为聚乙烯醇、聚丙烯酸酯。

4. 根据权利要求1所述的一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,其特征在于,所述步骤二中的激光装置(1)可选用二氧化碳激光器。

5. 根据权利要求1所述的一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,其特征在于,所述搅拌装置右侧固定安装在激光装置(1),皮带传送组件(2)贯穿所述搅拌装置和激光装置(1),且所述皮带传送组件(2)的传动方向为从左到右,所述皮带传送组件(2)底端固定安装在底座(21)上。

6. 根据权利要求5所述的一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,其特征在于,所述搅拌装置包括:搅拌箱(3),所述搅拌箱(3)顶端设置有进料口(4),且所述进料口(4)的输入端与搅拌腔(5)连通,所述搅拌腔(5)右侧设有驱动腔(6),驱动电机一(7)固定端固定安装在驱动腔(6)顶端内壁上,且所述驱动电机一(7)的输出端固定安装有蜗杆(8),所述蜗杆(8)另一端转动连接在驱动腔(6)底端内壁上,蜗杆(8)与两组蜗轮(9)配合连接,且所述蜗轮(9)固定安装在两组转轴一(10)上,且转轴一(10)一端转动连接在驱动腔(6)内壁上,且所述转轴一(10)另一端贯穿搅拌腔(5)并转动连接在其内壁上,且位于搅拌腔(5)所在转轴一(10)上固定安装有若干搅拌杆(11)。

7. 根据权利要求1所述的一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,其特征在于,所述步骤二中的氮化硅陶瓷浆料通过涂抹机构进行涂抹,所述涂抹机构设置有所述搅拌箱(3)内部底端,并与所述搅拌装置连接,所述涂抹机构包括:

腔体一(12),所述腔体一(12)顶端与所述搅拌腔(5)之间通过通孔一(14)连接,且所述通孔一(14)内设有电磁阀门(13),且所述腔体一(12)底端与若干连接软管(15)一端连通,且所述连接软管(15)另一端贯穿腔体一(12)与涂抹杆(16)连接,且连接软管(15)两侧对称设置有缓冲组件;

所述缓冲组件包括:滑块一(17),所述滑块一(17)前后滑动连接在搅拌箱(3)所设滑槽一(18)内,且所述滑块一(17)前后两端固定安装在复位弹簧一(19)一端,复位弹簧一(19)另一端固定安装在滑槽一(18)内壁上,短杆一(20)一段铰接在滑块一(17)上,滑块一(17)另一端铰接在涂抹杆(16)上。

8. 根据权利要求5所述的一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,其特征在于,所述激光装置(1)右侧还固定安装有陶瓷打磨装置,所述陶瓷打磨装置包括:

打磨箱(22),所述打磨箱(22)左端与所述激光装置(1)固定连接,双向驱动电机(23)固定安装在连接板(24)上,且所述连接板(24)前后两端固定安装在打磨箱(22)所设腔体二

(27) 内壁上,所述双向驱动电机(23)的前后两端输出轴固定安装有转轴二(25),所述转轴二(25)上固定安装有锥齿轮一(26),所述锥齿轮一(26)与锥齿轮二(28)啮合,且所述锥齿轮二(28)底端固定安装在螺纹杆(29)的一端,所述螺纹杆(29)的另一端贯穿连接板(24)并与腔体二(27)底端内壁转动连接,且所述螺纹杆(29)上螺纹连接有滑块二(30),所述滑块二(30)之间固定安装有连接杆一(31),且所述连接杆一(31)前后两端贯穿腔体二(27)与陶瓷固定机构连接,连接杆三(37)一端与连接杆一(31)固定连接,所述连接杆二(33)另一端贯穿储液箱(32)和腔体二(27)与打磨机(38)连接,所述打磨机(38)与陶瓷顶端接触,所述连接杆一(31)底端所述腔体二(27)内壁上还设置有打磨清洗机构。

一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及激光加工和陶瓷制备技术领域,具体为一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法。

背景技术

[0002] 激光选区熔化成形技术是一种先进的制造工艺用在金属材料上进行高精度、高效率且具有可重复性的加工过程,它的基本原理是利用激光束的高能量密度,将金属材料局部加热溶化,然后控制激光束的路径和强度,使其在特定区域内凝固成所需的形状;

[0003] 氮化硅陶瓷具有优异的耐高温、耐腐蚀、高强度和良好的导热性能,广泛应用于航空航天、汽车、电子、半导体等领域。

[0004] 传统的氮化硅陶瓷制备方法,如热压烧结、无压烧结等,存在生产周期长、生产成本低、材料致密度低等问题。因此,开发一种新型的氮化硅陶瓷制备方法具有重要意义。因此,针对以上现状,迫切需要开发一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,从而克服当前实际应用中的不足。

发明内容

[0005] 本发明提供一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,用以解决上述背景技术提出的技术问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明公开了一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,包括:

[0007] 步骤一:将氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂按比例混合到搅拌装置中,得到氮化硅陶瓷浆料;

[0008] 步骤二:将氮化硅陶瓷浆料涂抹在基材上,形成待烧结层,利用激光装置对待烧结层进行选区烧结;

[0009] 步骤三:重复步骤二的操作,直至得到所需形状与厚度的氮化硅陶瓷。

[0010] 优选的,所述步骤一中的烧结助剂包括:氧化铝、氧化钇。

[0011] 优选的,所述步骤一中的粘结剂为聚乙烯醇、聚丙烯酸酯。

[0012] 优选的,所述步骤二中的激光装置可选用二氧化碳激光器。

[0013] 优选的,所述搅拌装置右侧固定安装在激光装置,皮带传送组件贯穿所述搅拌装置和激光装置,且所述皮带传送组件的传动方向为从左到右,所述皮带传送组件底端固定安装在底座上。

[0014] 优选的,所述搅拌装置包括:搅拌箱,所述搅拌箱顶端设置有进料口,且所述进料口的输入端与搅拌腔连通,所述搅拌腔右侧设有驱动腔,驱动电机一固定端固定安装在驱动腔顶端内壁上,且所述驱动电机一的输出端固定安装有蜗杆,所述蜗杆另一端转动连接在驱动腔底端内壁上,蜗杆与两组蜗轮配合连接,且所述蜗轮固定安装在两组转轴一上,且转轴一端转动连接在驱动腔内壁上,且所述转轴一另一端贯穿搅拌腔并转动连接在其内

壁上,且位于搅拌腔所在转轴一上固定安装有若干搅拌杆。

[0015] 优选的,所述步骤二中的氮化硅陶瓷浆料通过涂抹机构进行涂抹,所述涂抹机构设置有所述搅拌箱内部底端,并与所述搅拌装置连接,所述涂抹机构包括:

[0016] 腔体一,所述腔体一顶端与所述搅拌腔之间通过通孔一连接,且所述通孔一内设有电磁阀门,且所述腔体一底端与若干连接软管一端连通,且所述连接软管另一端贯穿腔体一与涂抹杆连接,且连接软管两侧对称设置有缓冲组件;

[0017] 所述缓冲组件包括:滑块一,所述滑块一前后滑动连接在搅拌箱所设滑槽一内,且所述滑块一前后两端固定安装在复位弹簧一—端,复位弹簧一另一端固定安装在滑槽一内壁上,短杆一—段铰接在滑块一上,滑块一另一端铰接在涂抹杆上。

[0018] 优选的,所述激光装置右侧还固定安装有陶瓷打磨装置,所述陶瓷打磨装置包括:

[0019] 打磨箱,所述打磨箱左端与所述激光装置固定连接,双向驱动电机固定安装在连接板上,且所述连接板前后两端固定安装在打磨箱所设腔体二内壁上,所述双向驱动电机的前后两端输出轴固定安装有转轴二,所述转轴二上固定安装有锥齿轮一,所述锥齿轮一与锥齿轮二啮合,且所述锥齿轮二底端固定安装在螺纹杆的一端,所述螺纹杆的另一端贯穿连接板并与腔体二底端内壁转动连接,且所述螺纹杆上螺纹连接有滑块二,所述滑块二之间固定安装有连接杆一,且所述连接杆一前后两端贯穿腔体二与陶瓷固定机构连接,连接杆三一端与连接杆一固定连接,所述连接杆二另一端贯穿储液箱和腔体二与打磨机连接,所述打磨机与陶瓷顶端接触,所述连接杆一底端所述腔体二内壁上还设置有打磨清洗机构。

[0020] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0021] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明的实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中:

[0022] 图1为本发明的操作流程;

[0023] 图2为本发明的结构示意图;

[0024] 图3为本发明搅拌箱内部结构左视图;

[0025] 图4为本发明打磨箱内部结构左视图。

[0026] 图中:1、激光装置;2、皮带传送组件;3、搅拌箱;4、进料口;5、搅拌腔;6、驱动腔;7、驱动电机一;8、蜗杆;9、蜗轮;10、转轴一;11、搅拌杆;12、腔体一;13、电磁阀门;14、通孔一;15、连接软管;16、涂抹杆;17、滑块一;18、滑槽一;19、复位弹簧一;20、短杆一;21、底座;22、打磨箱;23、双向驱动电机;24、连接板;25、转轴二;26、锥齿轮一;27、腔体二;28、锥齿轮二;29、螺纹杆;30、滑块二;31、连接杆一;32、储液箱;33、连接杆二;34、活塞;35、连接管;36、喷嘴;37、连接杆三;38、打磨机;39、梯形块;40、滚轮;41、调节板;42、短杆二;43、腔体三;44、滑槽二;45、推杆;46、固定板。

具体实施方式

[0027] 以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0028] 另外,在本发明中如涉及“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的,并非特别指称次序或顺位的意思,亦非用以限定本发明,其仅仅是为了区别以相同技术用语描述的组件或操作而已,而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外,各个实施例之间的技术方案以及技术特征可以相互结合,但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础,当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在,也不在本发明要求的保护范围之内。

[0029] 本发明提供如下实施例

[0030] 实施例1

[0031] 本发明实施例提供了一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,如图1所示,包括:

[0032] 步骤一:将氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂按比例混合到搅拌装置中,得到氮化硅陶瓷浆料;

[0033] 步骤二:将氮化硅陶瓷浆料涂抹在基材上,形成待烧结层,利用激光装置1对待烧结层进行选区烧结;

[0034] 步骤三:重复步骤二的操作,直至得到所需形状与厚度的氮化硅陶瓷。

[0035] 可选的,所述步骤一中的烧结助剂包括:氧化铝、氧化钇。

[0036] 可选的,所述步骤一中的粘结剂为聚乙烯醇、聚丙烯酸酯。

[0037] 可选的,所述步骤二中的激光装置1可选用二氧化碳激光器(在激光烧结过程中,高功率气体激光器产生的光能被材料吸收,使其表面迅速加热并熔化。同时,外部的压强作用可以使材料表面产生一定的压缩应力,从而促进烧结过程的进行)。

[0038] 可选的,上述二氧化碳激光器激光烧结的温度范围为 $200^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$,压强范围为 $105 \sim 107$ 帕。

[0039] 上述技术方案的有益效果为:本发明通过将氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂按比例混合到搅拌装置中,通过设置搅拌装置,充分的将氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂进行混合,并通过将氮化硅陶瓷浆料涂抹在基材上,然后利用二氧化碳激光器对待烧结层进行选区烧结,从而有效的对氮化硅陶瓷进行制备。本发明通过利用激光装置1,有效的改善了背景技术提出的:传统的氮化硅陶瓷制备方法,如热压烧结、无压烧结等,存在生产周期长、生产成本低、材料致密度低等的技术问题。

[0040] 实施例2

[0041] 在实施例1的基础上,如图2-3所示,所述搅拌装置右侧固定安装在激光装置1,皮带传送组件2贯穿所述搅拌装置和激光装置1,且所述皮带传送组件2的传动方向为从左到右,所述皮带传送组件2底端固定安装在底座21上。

[0042] 可选的,所述搅拌装置包括:搅拌箱3,所述搅拌箱3顶端设置有进料口4,且所述进料口4的输入端与搅拌腔5连通,所述搅拌腔5右侧设有驱动腔6,驱动电机一7固定端固定安装在驱动腔6顶端内壁上,且所述驱动电机一7的输出端固定安装有蜗杆8,所述蜗杆8另一端转动连接在驱动腔6底端内壁上,蜗杆8与两组蜗轮9配合连接,且所述蜗轮9固定安装在两组转轴一10上,且转轴一10一端转动连接在驱动腔6内壁上,且所述转轴一10另一端贯穿搅拌腔5并转动连接在其内壁上,且位于搅拌腔5所在转轴一10上固定安装有若干搅拌杆

11。

[0043] 可选的,所述步骤二中的氮化硅陶瓷浆料通过涂抹机构进行涂抹,所述涂抹机构设置有所述搅拌箱3内部底端,并与所述搅拌装置连接,所述涂抹机构包括:

[0044] 腔体一12,所述腔体一12顶端与所述搅拌腔5之间通过通孔一14连接,且所述通孔一14内设有电磁阀门13,且所述腔体一12底端与若干连接软管15一端连通,且所述连接软管15另一端贯穿腔体一12与涂抹杆16连接,且连接软管15两侧对称设置有缓冲组件;

[0045] 所述缓冲组件包括:滑块一17,所述滑块一17前后滑动连接在搅拌箱3所设滑槽一18内,且所述滑块一17前后两端固定安装在复位弹簧一19一端,复位弹簧一19另一端固定安装在滑槽一18内壁上,短杆一20一段铰接在滑块一17上,滑块一17另一端铰接在涂抹杆16上。

[0046] 上述技术方案的工作原理为:首先将基板放置到皮带传送组件2上,然后通过皮带传送组件2的移动带动基板移动到搅拌箱3底端,然后将氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂按比例从进料口4中倒入,然后启动驱动电机一7,所述驱动电机一7带动蜗杆8转动,所述蜗杆8转动带动与其啮合的蜗轮9转动,蜗轮9转动带动与其固定连接的两根转轴一10转动,所述转轴一10转动带动若干搅拌杆11随之转动,所述搅拌杆11转动,从而使得搅拌腔5中的氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂混合液进行充分搅拌混合,打开电磁阀门13,从而使得氮化硅陶瓷浆料通过通孔一14输送到腔体一12中,然后腔体一12中的氮化硅陶瓷浆料通过重力作用通过连接软管15与涂抹杆16连接,使得氮化硅陶瓷浆料通过涂抹杆16对基板进行涂抹,然后将皮带传送组件2移动到激光装置1底端对其进行激光烧结,当烧结完毕后,控制皮带传送组件2反转,从而将基板再次移动到搅拌箱3底端,从而对其进行二次涂抹,并再次对其进行烧结,重复上述操作,直到陶瓷制备完毕为止。

[0047] 上述技术方案的有益效果为:通过设置皮带传送组件2,有利于带动基板左右移动,从而实现对基板的充分涂抹和烧结,通过自动控制移动,从而实现自动化运行,防止人为操作对陶瓷烧结产生影响;通过设置驱动电机一7,有利于通过搅拌作用实现对氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂的充分混合;通过设置若干搅拌杆11,有利于对氮化硅粉末、烧结助剂和粘结剂的混合浆料进行有效搅拌,并将浆料内的大颗粒物料进行充分破碎处理;通过设置电磁阀门13,有利于控制进入到腔体一12中浆料的量;通过设置涂抹机构,有利于通过皮带传送组件2的传动作用,实现对基板上浆料的涂抹,有利于对涂抹后的基板进行激光烧结;通过设置缓冲组件,有利于对不动厚度的基板进行上下位置的调节,而且通过设置若干复位弹簧一19,有利于实现对涂抹杆16的复位,非常的方便实用。

[0048] 实施例3

[0049] 在实施例1或2的基础上,如图4所示,一种基于激光选区烧结制备氮化硅陶瓷的方法,所述激光装置1右侧还固定安装有陶瓷打磨装置,所述陶瓷打磨装置包括:

[0050] 打磨箱22,所述打磨箱22左端与所述激光装置1固定连接,双向驱动电机23固定安装在连接板24上,且所述连接板24前后两端固定安装在打磨箱22所设腔体二27内壁上,所述双向驱动电机23的前后两端输出轴固定安装有转轴二25,所述转轴二25上固定安装有锥齿轮一26,所述锥齿轮一26与锥齿轮二28啮合,且所述锥齿轮二28底端固定安装在螺纹杆29的一端,所述螺纹杆29的另一端贯穿连接板24并与腔体二27底端内壁转动连接,且所述螺纹杆29上螺纹连接有滑块二30,所述滑块二30之间固定安装有连接杆一31,且所述连接

杆一31前后两端贯穿腔体二27与陶瓷固定机构连接,,连接杆三37一端与连接杆一31固定连接,所述连接杆二33另一端贯穿储液箱32和腔体二27与打磨机38(所述打磨机38可参考CN 106607728 A一种建筑用墙面施工打磨机)连接,所述打磨机38与陶瓷顶端接触,所述连接杆一31底端所述腔体二27内壁上还设置有打磨清洗机构。

[0051] 可选的,所述打磨清洗机构包括:储液箱32,所述储液箱32固定安装在所述腔体二27底端内壁上,若干连接杆二33一端固定安装在连接杆一31上,所述连接杆二33另一端贯穿储液箱32与活塞34固定连接,且所述储液箱32两侧底端与连接管35一端连通,连接管35另一端贯穿腔体二27与喷嘴36连接。

[0052] 可选的,所述陶瓷固定机构对称设置在所述连接杆一31的前后两端,所述陶瓷固定机构包括:

[0053] 梯形块39,所述梯形块39一端固定安装在所述连接杆一31上,所述梯形块39另一端所设斜面与滚轮40接触,且所述滚轮40活动连接在调节板41上,且所述调节板41铰接在短杆二42一端,所述短杆二42另一端固定安装在打磨箱22前后两端所设腔体三43内壁上,且所述调节板41设有滑槽二44,所述滑槽二44内活动连接有推杆45一端,所述推杆45另一端贯穿腔体三43与固定板46固定连接。

[0054] 上述技术方案的工作原理为:当陶瓷制备完毕后,通过皮带传送组件2运送到打磨箱22底端,然后启动双向驱动电机23,所述双向驱动电机23转动带动转轴二25转动,转轴二25转动带动与其固定连接的锥齿轮一26转动,锥齿轮一26转动带动与其啮合的锥齿轮二28随之转动,锥齿轮二28转动带动与其固定连接的螺纹杆29随之转动,螺纹杆29转动带动与其螺纹连接的滑块二30随之向下移动,滑块二30向下移动带动梯形块39随之向下移动,梯形块39向下移动带动与其接触的滚轮40和调节板41随之向外侧移动,调节板41另一端在短杆二42的作用下底端向内侧移动,从而将推杆45和与推杆45固定连接的固定板46向内侧移动,对而对皮带传送组件2上放置的陶瓷进行有效固定;

[0055] 当连接杆一31向下移动的同时带动与其固定连接的连接杆二33和连接杆三37随之向下移动(此时所述打磨机38为启动状态),所述连接杆三37向下移动带动打磨机38移动,从而将打磨机38移动到氮化硅陶瓷表面,从而对其进行打磨,此时所述连接杆二33向下移动带动活塞34随之移动,从而将储液箱32中储存的水进行加压,然后通过连接管35的作用,通过喷嘴36喷射到氮化硅陶瓷表面,从而辅助打磨机38对氮化硅陶瓷表面进行打磨。

[0056] 上述技术方案的有益效果为:通过设置双向驱动电机23,有利于在双向驱动电机23的作用下,实现对该装置的自动化运行,非常的方便实用;通过设置螺纹杆29和滑块二30,有利于在改变双向驱动电机23的驱动方向的同时,实现其上下移动;通过设置陶瓷固定机构,有利于在打磨过程中,对氮化硅陶瓷进行有效固定,防止其在打磨过程中,随着打磨机38进行旋转;通过设置储液箱32,有利于将储液箱32中的水通过连接管35和喷嘴36喷射到氮化硅陶瓷表面,从而不仅对打磨机38进行有效降温,而且可以在打磨过程中将打磨污垢进行有效的清理,非常的方便实用。

[0057] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

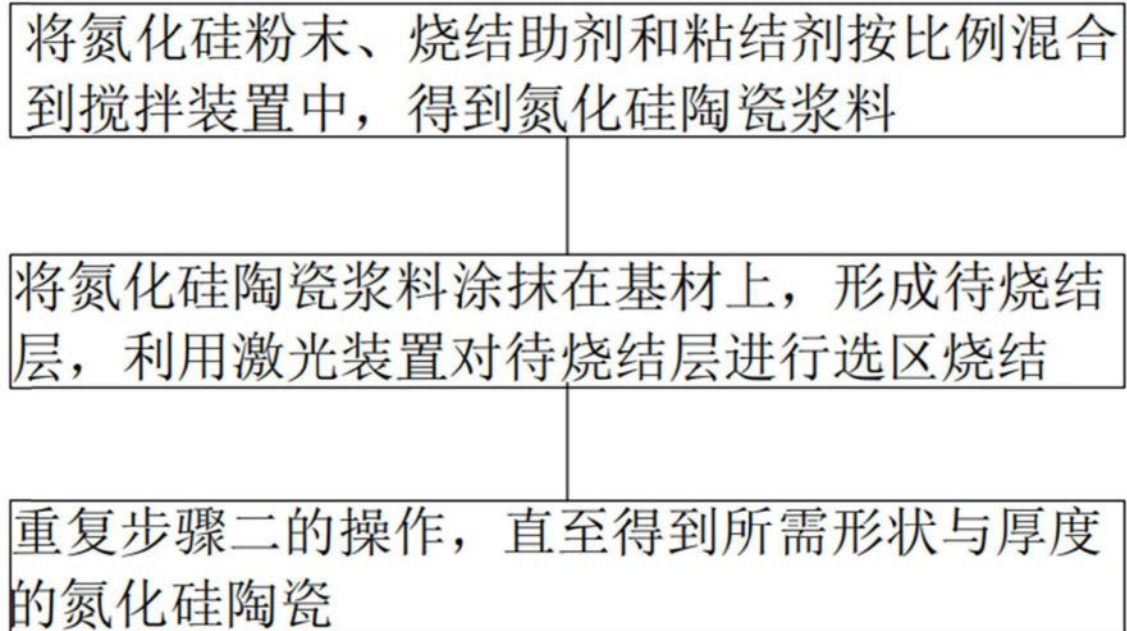


图1

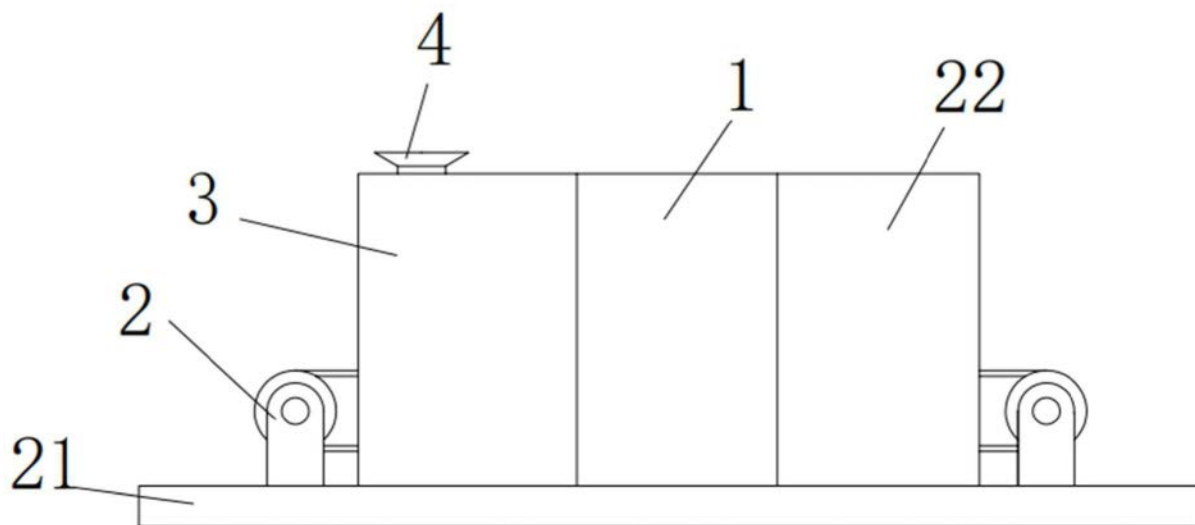


图2

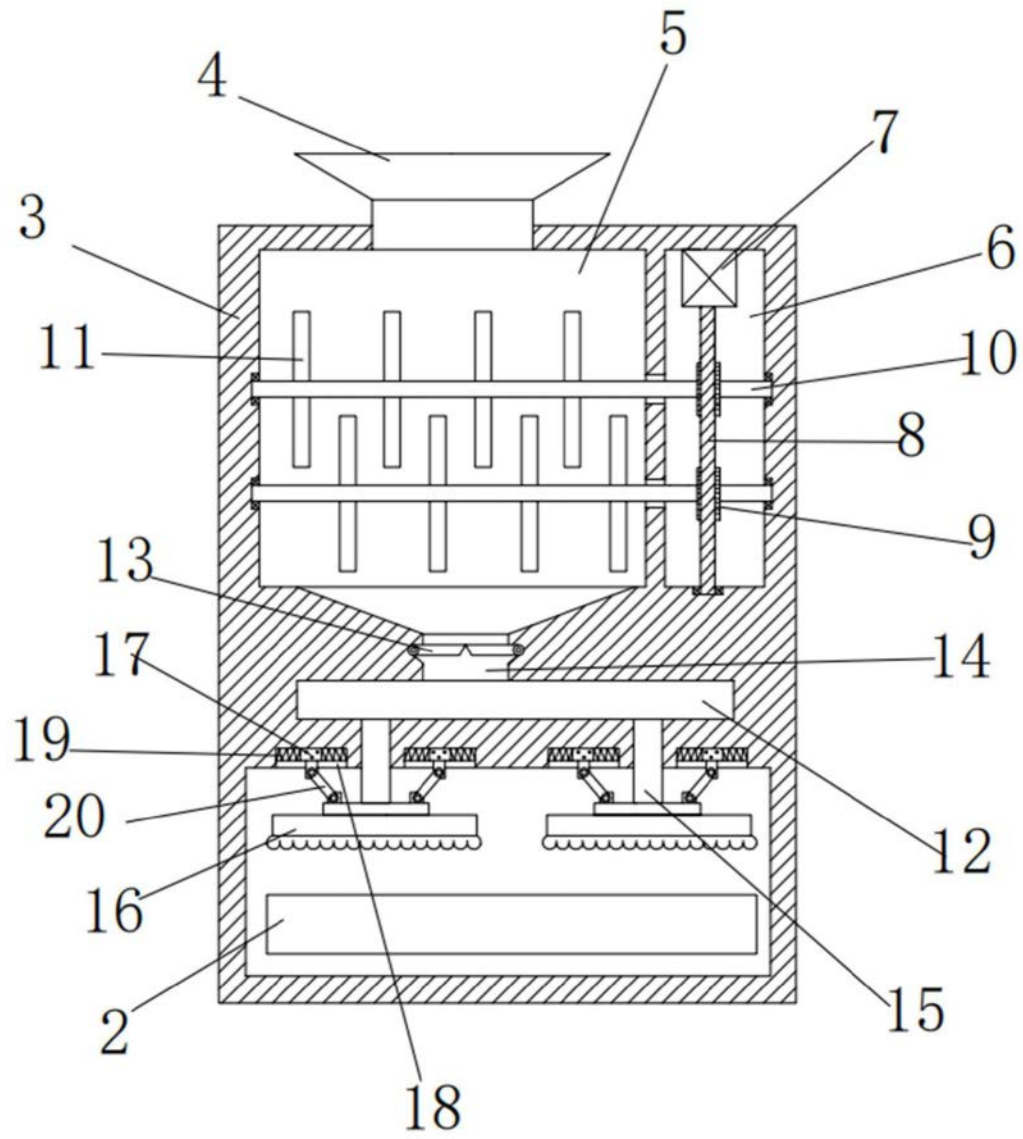


图3

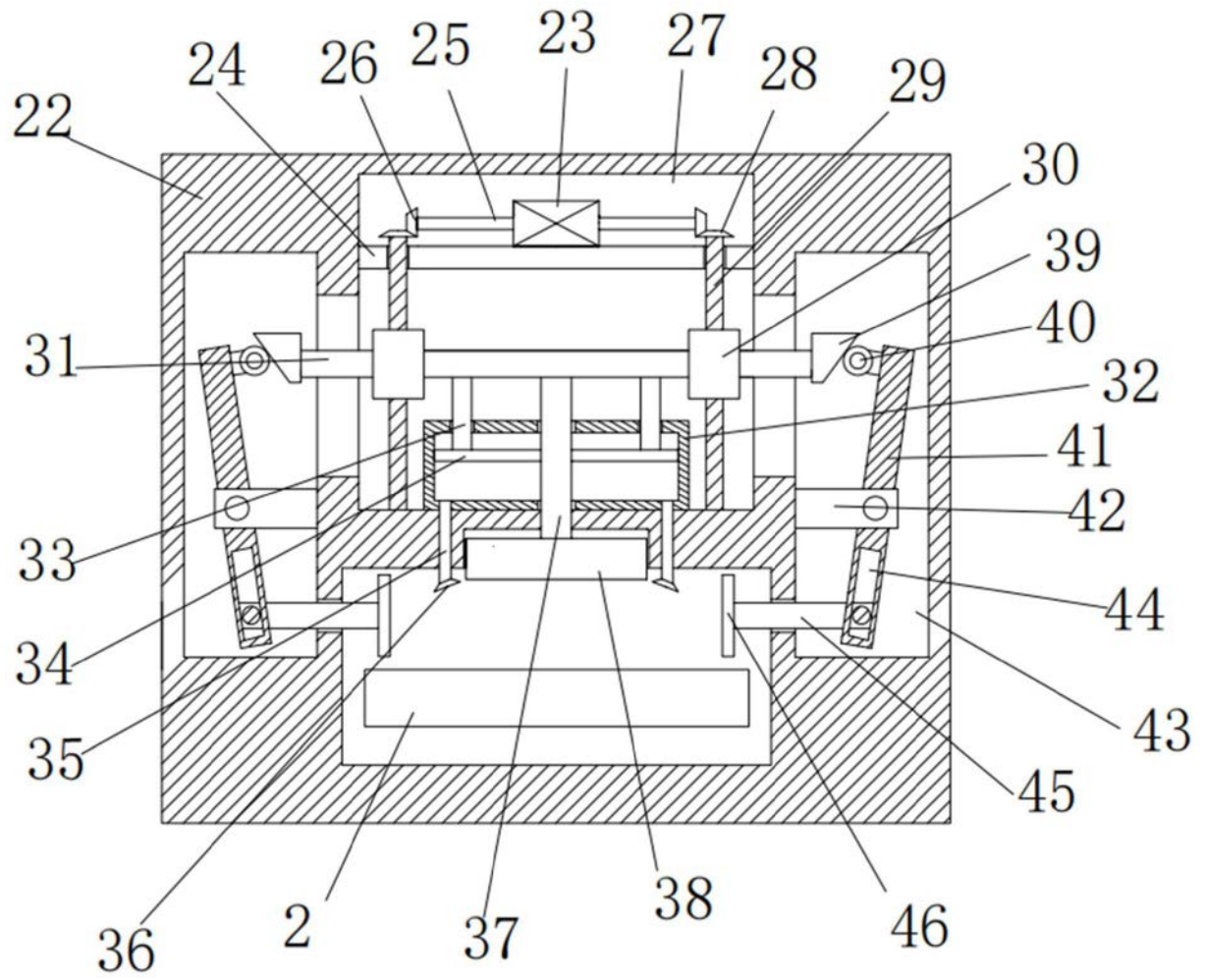


图4