(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110653366 A
(43)申请公布日 2020.01.07

(21)申请号 201911128434.9

(22)申请日 2019.11.18

(71)申请人 武汉科技大学
地址 430081 湖北省武汉市青山区和平大道947号

(72)发明人 金焱 刘子钰 杨符 林鹏 程常桂 王炜 向宇扬 井润东 曹扬

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104
代理人 朱盛华

(51)Int.Cl.
B22D 41/50(2006.01)
B22D 11/10(2006.01)

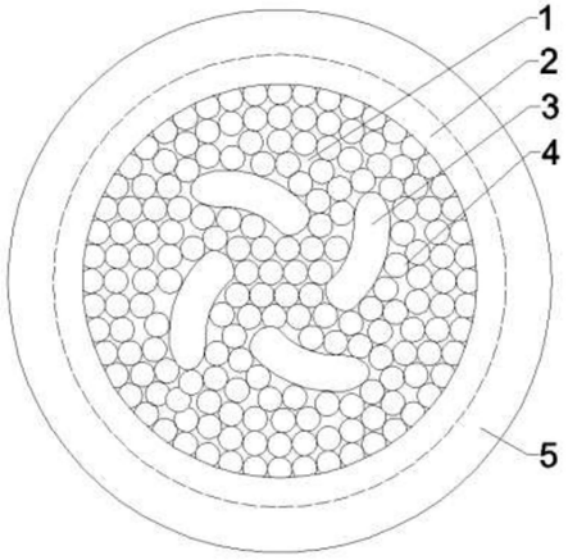
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

连铸中间包带缓冲球旋流式湍流抑制器

(57)摘要

本发明涉及一种连铸中间包带缓冲球旋流式湍流抑制器，抑制器本体上有开口与空腔连通，本体底部中心设有4个环形排列的浅弓形立体挡块，浅弓形立体挡块横截面由相互平行的圆弧A_1、A_2和在两端端点平滑连接的椭圆弧E_1、E_2组成；空腔纵向截面为六边形或八边形，横截面为圆形，空腔底面空间均匀填充有缓冲球。采用本发明，在连铸开浇时，环形布置的浅弓形立体挡块可使钢液形成逆地磁场方向旋流，有效减少钢流湍动能，有利于夹杂物中心聚集，保持液面平稳；挡块侧面弧形不易被钢液冲毁；缓冲球能缓冲钢液动能，减轻开浇阶段钢液对抑制器底部的冲刷，且能吸附开浇过程中各类夹杂物。在浅弓形立体挡块与缓冲球的共同作用下，钢液的净化程度高。



CN 110653366 A

1.连铸中间包带缓冲球旋流式湍流抑制器，抑制器本体内有空腔，空腔底面空间均匀填充有缓冲球，空腔上端的开口即为抑制器上部开口；抑制器本体内空腔底部中心设有4个环形排列的立体挡块，其特征在于：所述4个环形排列的立体挡块为浅弓形立体挡块；浅弓形立体挡块高20-50mm，浅弓形立体挡块横截面轮廓由相互平行的内、外圆弧A_1、A_2和在两端端点平滑连接的椭圆弧E_1、E_2组成；

所述空腔的纵向截面为六边形或八边形。

2.根据权利要求1所述连铸中间包带缓冲球旋流式湍流抑制器，其特征在于：所述浅弓形立体挡块内圆弧A_1的起点A到抑制器内底面中心O的长度等于$R+(0.2\sim1)R_1$，式中R为连铸中间包长水口内半径，R_1为缓冲球直径；

所述内圆弧A_1的圆心O_1在OA的垂线上，且O_1O与OA垂直，内圆弧A_1半径为(1.3～1.5)OA，圆心角为35°～45°；外圆弧A_2起点B在O_1A延长线上，外圆弧A_2圆心O_1，半径是(1.3～1.5)内圆弧A_1半径，圆心角等于内圆弧A_1圆心角；

所述椭圆弧E_1的起点和终点分别为A、B，椭圆弧E_1长轴为AB，短轴的长度为长轴的6/12～11/12；椭圆弧E_2的起点和终点分别为C、D，椭圆弧E_2短轴为CD，长轴长度为(1.3～3)短轴长度。

3.根据权利要求1所述连铸中间包带缓冲球旋流式湍流抑制器，其特征在于：抑制器本体为圆柱体，内部空腔横截面为圆形，抑制器上部开口为圆形开口，开口直径为长水口内径的3～6倍；抑制器空腔顶面和底面平行，直径等于上部开口的直径，且为空腔最小直径，空腔中部最大直径为空腔最小直径的1.1～1.2倍，抑制器本体外径是空腔最大直径的1.1倍；抑制器空腔高为长水口出口到中间包内底面高度的3/15～5/15，上端开口高度为空腔高度的1/5，抑制器本体底部厚度为空腔高度的3/15～5/15。

4.根据权利要求1所述连铸中间包带缓冲球旋流式湍流抑制器，其特征在于：抑制器本体内空腔底部和浅弓形立体挡块一体化成型，由耐火材料制成。

5.根据权利要求1所述连铸中间包带缓冲球旋流式湍流抑制器，其特征在于：缓冲球直径10～30mm，为CaO-MgO质耐火材料球。

连铸中间包带缓冲球旋流式湍流抑制器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种新型的湍流抑制器，特别适用于连铸中间包开浇过程的中间包注流区带缓冲球旋流式湍流抑制器。

背景技术

[0002] 近年来，我国高品质钢得到了迅猛发展，广泛应用于汽车、石化、机械、家电、海洋设备和电力行业，到2018年总产量可达到2.3亿吨。由于对高品质钢的质量要求越来越高，提高钢材质量的关键是进一步降低钢中非金属夹杂物水平，减少夹杂物水平的波动。

[0003] 随着连铸技术的发展，连铸中间包作为钢冶炼过程中最后一个反应器，起着储存和分配钢水、去除钢液夹杂物的作用，其提高钢水洁净度的能力尤为重要。通过对炼钢-精炼-连铸全过程取样调查，发现连铸开浇阶段的二次氧化和卷渣是高品质钢中夹杂物，特别是大型夹杂物的主要来源之一，敞开钢流及碰撞流产生的二次夹杂物和卷渣往往随冲入的钢液流股很快进入熔池深部，覆盖剂无法有效捕捉，造成开浇时钢液中夹杂物数量激增，大型夹杂的增加尤其明显，严重影响了高品质钢质量的稳定性。目前，国内应对开浇阶段钢液中夹杂物激增的问题，主要措施是将开浇前两块坯降级改钢，我国高品质钢一般连浇炉数为5炉左右，开浇前两块坯降级改钢，按此计算因开浇降级的钢坯量约占高品质钢产量的6‰左右，按全国高品质钢产量2.3亿吨计，则每年有138万吨开浇阶段的高品质钢被降级改钢，给钢厂带来极大的经济损失，同时浪费了大量人力和资源，社会损失也较大。

[0004] 本申请人有专利《连铸中间包月牙形挡块湍流抑制器》(公开号CN206578286U)，抑制器本体内有空腔，所述空腔上端设有出口；抑制器本体底部中心设有4个环形排列的月牙形立体挡块，月牙形立体挡块高度为空腔高度的1/3～4/5，横截面外沿由4段圆弧组成。

[0005] 该专利虽对长水口注流区钢液的缓冲和钢液的净化有明显效果，但因所设计不完全符合流体力学特征，月牙形挡块侧面有棱角，棱角处受到钢液加热后热应力集中，容易在热应力作用下破损；再加上钢流的冲刷，挡块更容易破损。开浇过程中湍流抑制器本体受到引流砂和钢液的冲刷，也导致湍流抑制器侵蚀破损产生夹杂物，加上开浇阶段钢液氧化产生的二次夹杂物和引流砂的卷入，导致连铸开浇阶段的夹杂物仍然较高。

[0006] 因此，有必要研究一种能捕捉开浇二次氧化物和外来夹杂物，削弱下冲钢流卷渣效应，同时能有效净化钢液的的新型湍流抑制器。

发明内容

[0007] 本发明的目的是克服现有的技术缺陷，旨在提供一种结构简单，能缓冲开浇钢液流和促进夹杂物上浮，减少开浇过程中的二次氧化和卷渣，提高钢材质量的连铸中间包带缓冲球旋流式湍流抑制器。

[0008] 本发明目的的实现方式为，连铸中间包带缓冲球旋流式湍流抑制器，抑制器本体内有空腔，空腔底面空间均匀填充有缓冲球，空腔上端的开口即为抑制器上部开口；抑制器本体内空腔底部中心设有4个环形排列的立体挡块；所述4个环形排列的立体挡块为浅弓形

立体挡块;浅弓形立体挡块高20-50mm,浅弓形立体挡块横截面轮廓由相互平行的内、外圆弧A_1、A_2和在两端端点平滑连接的椭圆弧E_1、E_2组成;

[0009] 所述空腔的纵向截面为六边形或八边形。

[0010] 本发明通过在空腔底部中心设置环形排列的浅弓形立体挡块,利用开浇钢流的下冲势能,导流形成逆地球自转方向的上升旋流,有利于钢流湍动能的减少和夹杂物的中心汇聚。空腔底面空间均匀填充的缓冲球能承受初始浇注钢流的冲刷,起到热缓冲和动能缓冲的作用,减少对空腔底部耐火材料的侵蚀,减少钢液飞溅,减少钢液的二次氧化和浇注初期抑制器耐火材料的破损;浇注钢液产生的旋流利用向心力将缓冲球限制在钢液注流区域,中心汇聚的大型夹杂物和二次氧化物等则被缓冲球捕捉。

[0011] 本发明结构简单,能缓冲开浇钢液流和促进夹杂物上浮,减少开浇过程中的二次氧化和卷渣,提高钢材质量。

[0012] 本发明与中间包月牙形挡块湍流抑制器相比,浅弓形立体挡块的弧形侧面更符合流体力学特征,热应力相对更均匀,不易被钢液冲毁,缓冲球的设计不仅能缓冲钢液的动能,减轻开浇阶段钢液对抑制器底部的冲刷,而且能吸附开浇过程中各类夹杂物,在浅弓形立体挡块与缓冲球的共同作用下,钢液的净化程度更高,特别是连铸开浇阶段,模拟得到的钢液夹杂物去除率较之提高了33%。

附图说明

[0013] 图1为本发明结构俯视图;

[0014] 图2为本发明结构纵向截面图;

[0015] 图3为本发明的浅弓形挡块结构示意图:

[0016] 图4为本发明使用状态图。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的技术方案进行详细说明。

[0018] 参照图1、2,本发明的抑制器本体5内有空腔2,所述空腔上端设有出口1;抑制器本体5内空腔底部中心设有4个环形排列的浅弓形挡块,挡块横截面轮廓为弧形。

[0019] 参照图3,本发明的4个环形排列的立体挡块为浅弓形立体挡块,浅弓形立体挡块3高20-50mm,浅弓形立体挡块横截面轮廓由相互平行的内、外圆弧A_1、A_2和在两端端点A、B、C、D平滑连接的椭圆弧E_1、E_2组成。所述内圆弧A_1起始点A到抑制器内底面中心O的长度等于R+(0.2～1)R_1,式中R为连铸中间包长水口内半径,R_1为缓冲球直径。

[0020] 所述内圆弧A_1的圆心O_1在OA的垂线上,且O_1O与OA垂直,内圆弧半径为(1.3～1.5)OA,圆心角为35°～45°。外圆弧A_2起点B在O_1A延长线上,外圆弧A_2圆心O_1,半径是(1.3～1.5)内圆弧A_1半径,圆心角等于内圆弧A_1圆心角。

[0021] 所述椭圆弧E_1的起点和终点分别为A、B,椭圆弧E_1长轴为AB,短轴的长度为长轴的6/12～11/12;椭圆弧E_2的起点和终点分别为C、D,椭圆弧E_2短轴为CD,长轴长度为短轴长度的1.3～3倍。

[0022] 参照图1、2,抑制器本体为圆柱体,内部空腔2的纵向截面为六边形或如图2所示的八边形,横截面为圆形。空腔纵向截面为六边形或八边形的结构,为上升旋流的形成提供条

件和空间，同时能将缓冲球限制在钢液注流区域。

[0023] 抑制器上部开口为圆形开口，开口直径为长水口内径的3～6倍，空腔与抑制器上部开口1连通。抑制器空腔顶面和底面平行，直径等于上部开口的直径，且为空腔最小直径，空腔中部最大直径为空腔最小直径的1.1～1.2倍，抑制器本体外径是空腔最大直径的1.1倍；抑制器空腔高为长水口出口到中间包内底面高度的3/15～5/15，上端开口高度为空腔高度的1/5，抑制器本体底部厚度为空腔高度的3/15～5/15。

[0024] 空腔底面空间均匀填充有缓冲球，缓冲球4直径10～30mm，为CaO-MgO质耐火材料球，缓冲球在受到钢液加热后将转变为塑性材料。

[0025] 抑制器本体5内空腔底部和浅弓形立体挡块3一体化成型，由耐火材料制成。

[0026] 参照图4，本发明安装在连铸中间包长水口7正下方，其轴心线与连铸中间包长水口7轴心线重合，抑制器本体5嵌入连铸中间包底6内，抑制器本体5内底面与中间包内底面在同一平面上。

[0027] 下面用具体实施详述本发明。

[0028] 实施例1：

[0029] 某钢厂中间钢液熔池深度为1200mm，长水口内径100mm，长水口插入深度500mm，长水口出口到中间包内底面的高度为700mm。

[0030] 设置的4个绕底面中心环状排列的浅弓形立体挡块3高20mm，空腔底面均匀填充有直径10mm的缓冲球。抑制器本体5嵌入安装在连铸中间包底6，位于中间包长水口7正下方，其轴心线与长水口7轴心线重合，抑制器本体5内底面与中间包内底面在同一平面上。

[0031] 抑制器本体5内的空腔高140mm，上部开口1直径300mm，高为28mm；开口以下的空腔2轴截面为六边形或八边形，横截面为圆形；空腔顶面和底面平行，直径为300mm，空腔中部最大直径为330mm；抑制器本体5外径363mm，底部厚度为28mm。

[0032] 4个环形排列的浅弓形立体挡块3横截面轮廓由相互平行的内、外圆弧A_1、A_2和在两端端点A、B、C、D平滑连接的椭圆弧E_1、E_2组成。所述内圆弧A_1起始点A到抑制器内底面中心O长52mm，圆心O_1在OA的垂线上，且O_1O与OA垂直，内圆弧半径为67.60mm，圆心角为35°；外圆弧A_2起始点B在O_1A的延长线上，外圆弧A_2半径87.88mm，圆心O_1，圆心角35°。

[0033] 所述椭圆弧E_1的起点和终点分别为圆弧A_1、A_2的起点A、B，椭圆弧E_1长轴AB长20.28mm，短轴长10.14mm；椭圆弧E_2的起点和终点分别为圆弧A_2、A_1的终点C、D，椭圆弧E_2的短轴CD长20.28mm，长轴长26.36mm。

[0034] 抑制器本体5和浅弓形立体挡块3由耐火材料一体化成型。缓冲球为CaO-MgO质耐火材料球，在受到钢液加热后将转变为塑性材料。

[0035] 实施例2：

[0036] 某钢厂中间钢液熔池深度为1200mm，长水口内径100mm，长水口插入深度500mm，长水口出口到中间包内底面的高度为700mm。

[0037] 设置的4个绕底面中心环状排列的浅弓形立体挡块3高50mm，空腔底面均匀填充有直径30mm的缓冲球。抑制器本体5嵌入安装在连铸中间包底6，位于中间包长水口7正下方，其轴心线与长水口7轴心线重合，抑制器本体5内底面与中间包内底面在同一平面上。

[0038] 抑制器本体5内的空腔高233.33mm，上部开口1直径600mm，高为46.67mm；开口以下的空腔2轴截面为六边形或八边形，横截面为圆形；空腔顶面和底面平行，直径为600mm，空

腔中部最大直径为720mm;抑制器本体5外径792mm,底部厚度为77.78mm。

[0039] 4个环形排列的浅弓形立体挡块3横截面轮廓由相互平行的内、外圆弧A_1、A_2和在两端端点A、B、C、D平滑连接的椭圆弧E_1、E_2组成。所述内圆弧A_1起始点A到抑制器内底面中心O长80mm,圆心O_1在OA的垂线上,且O_1O与OA垂直,内圆弧半径为120mm,圆心角为45°;外圆弧A_2起始点B在O_1A的延长线上,外圆弧A_2半径180mm,圆心O_1,圆心角45°。

[0040] 所述椭圆弧E_1的起点和终点分别为圆弧A_1、A_2的起点A、B,椭圆弧E_1长轴AB长60mm,短轴长55mm;椭圆弧E_2的起点和终点分别为圆弧A_2、A_1的终点C、D,椭圆弧E_2的短轴CD长60mm,长轴长180mm。

[0041] 抑制器本体5和浅弓形立体挡块3由耐火材料一体化成型。缓冲球为CaO-MgO质耐火材料球,在受到钢液加热后将转变为塑性材料。

[0042] 实施例3:

[0043] 某钢厂中间钢液熔池深度为1200mm,长水口内径100mm,长水口插入深度500mm,长水口出口到中间包内底面的高度为700mm。

[0044] 设置的4个绕底面中心环状排列的浅弓形立体挡块3高40mm,空腔底面均匀填充有直径24mm的缓冲球。抑制器本体5嵌入安装在连铸中间包底6,位于中间包长水口7正下方,其轴心线与长水口7轴心线重合,抑制器本体5内底面与中间包内底面在同一平面上。

[0045] 抑制器本体5内的空腔高200.67mm,上部开口1直径500mm,高为40.13mm;开口以下的空腔2轴截面为六边形或八边形,横截面为圆形;空腔顶面和底面平行,直径为500mm,空腔中部最大直径为585mm;抑制器本体5外径643.50mm,底部厚度为57.52mm。

[0046] 4个环形排列的浅弓形立体挡块3横截面轮廓由相互平行的内、外圆弧A_1、A_2和在两端端点A、B、C、D平滑连接的椭圆弧E_1、E_2组成。所述内圆弧A_1起始点A到抑制器内底面中心O长66.80mm,圆心O_1在OA的垂线上,且O_1O与OA垂直,内圆弧半径为95.52mm,圆心角为42°;外圆弧A_2起始点B在O_1A的延长线上,外圆弧A_2半径136.60mm,圆心O_1,圆心角42°。

[0047] 所述椭圆弧E_1的起点和终点分别为圆弧A_1、A_2的起点A、B,椭圆弧E_1长轴AB长41.08mm,短轴长31.94mm;椭圆弧E_2的起点和终点分别为圆弧A_2、A_1的终点C、D,椭圆弧E_2的短轴CD长41.08mm,长轴长98.59mm。

[0048] 抑制器本体5和浅弓形立体挡块3由耐火材料一体化成型。缓冲球为CaO-MgO质耐火材料球,在受到钢液加热后将转变为塑性材料。

[0049] 实施例4:

[0050] 某钢厂中间钢液熔池深度为1200mm,长水口内径100mm,长水口插入深度500mm,长水口出口到中间包内底面的高度为700mm。

[0051] 设置的4个绕底面中心环状排列的浅弓形立体挡块3高30mm,空腔底面均匀填充有直径16mm的缓冲球。抑制器本体5嵌入安装在连铸中间包底6,位于中间包长水口7正下方,其轴心线与长水口7轴心线重合,抑制器本体5内底面与中间包内底面在同一平面上。

[0052] 抑制器本体5内的空腔高172.67mm,上部开口1直径400mm,高为34.53mm;开口以下的空腔2轴截面为六边形或八边形,横截面为圆形;空腔顶面和底面平行,直径为400mm,空腔中部最大直径为452mm;抑制器本体5外径497.20mm,底部厚度为42.59mm。

[0053] 4个环形排列的浅弓形立体挡块3横截面轮廓由相互平行的内、外圆弧A_1、A_2和在两端端点A、B、C、D平滑连接的椭圆弧E_1、E_2组成。所述内圆弧A_1起始点A到抑制器内底面中心O

长58mm，圆心O_1在OA的垂线上，且O_1O与OA垂直，内圆弧半径为79.46mm，圆心角为38°；外圆弧A_2起始点B在O_1A的延长线上，外圆弧A_2半径108.86mm，圆心O_1，圆心角38°。

[0054] 所述椭圆弧E_1的起点和终点分别为圆弧A_1、A_2的起点A、B，椭圆弧E_1长轴AB长29.40mm，短轴长18.79mm；椭圆弧E_2的起点和终点分别为圆弧A_2、A_1的终点C、D，椭圆弧E_2的短轴CD长29.40mm，长轴长55.86mm。

[0055] 抑制器本体5和浅弓形立体挡块3由耐火材料一体化成型。缓冲球为CaO-MgO质耐火材料球，在受到钢液加热后将转变为塑性材料。

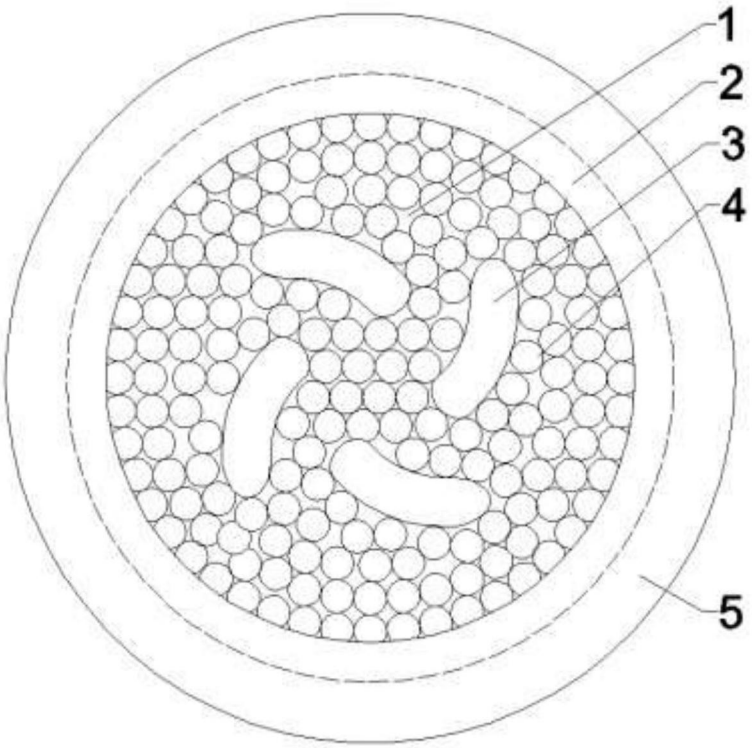


图1

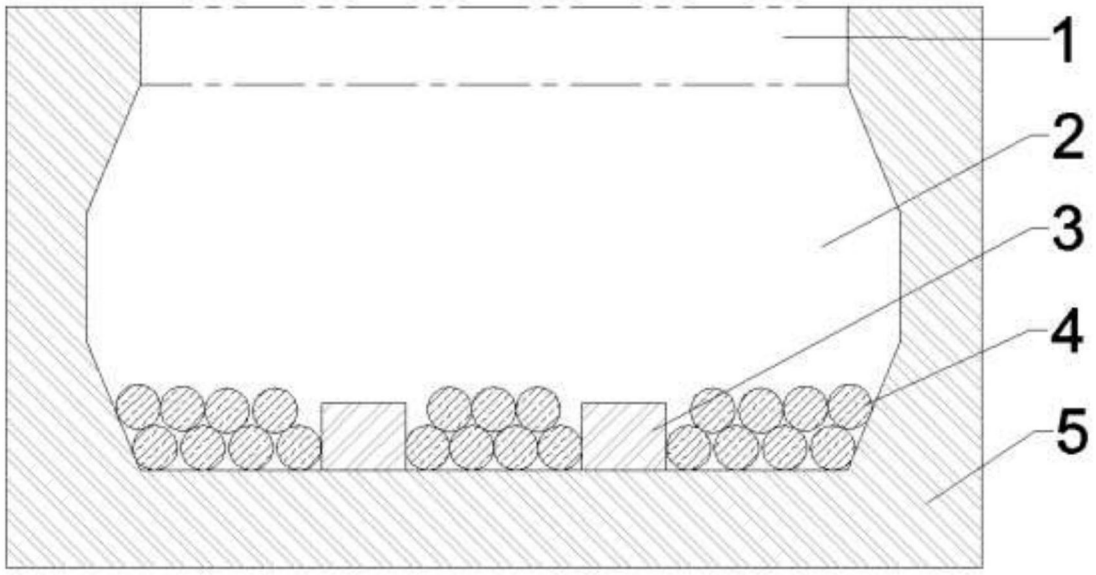


图2

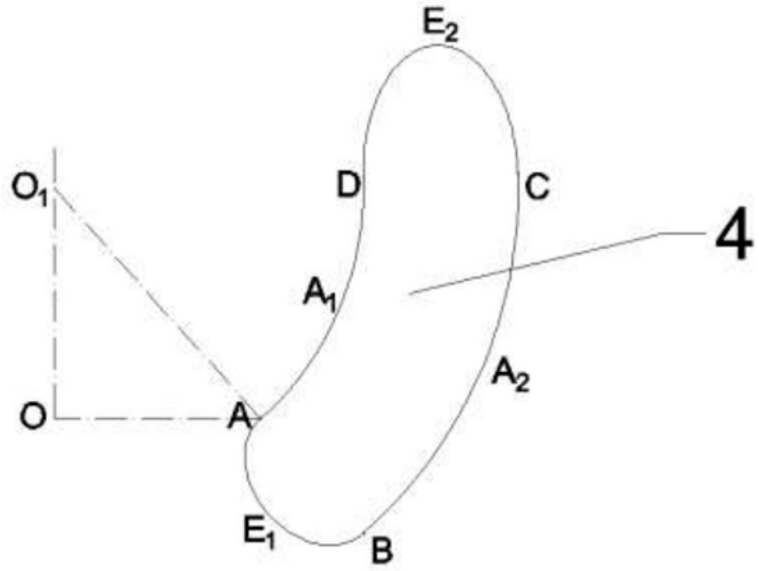


图3

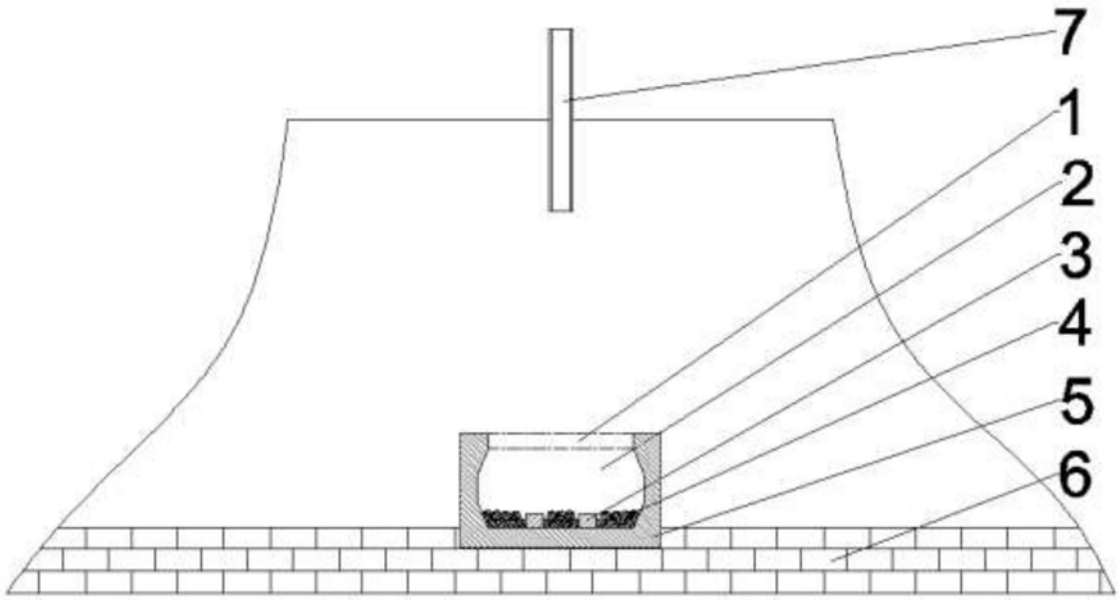


图4