

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H05B 7/02

H05B 7/12



[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 03230028.X

[45] 授权公告日 2004 年 4 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 2613123Y

[22] 申请日 2003.4.3 [21] 申请号 03230028.X

[73] 专利权人 宝山钢铁股份有限公司

地址 201900 上海市宝山区富锦路果园

[72] 设计人 刘 晓 周雅明 施华林 严永亮

周建平 胡安明 汪 勇 林闻维

王建跃 石洪志

[74] 专利代理机构 上海隆天新高专利商标代理有限公司

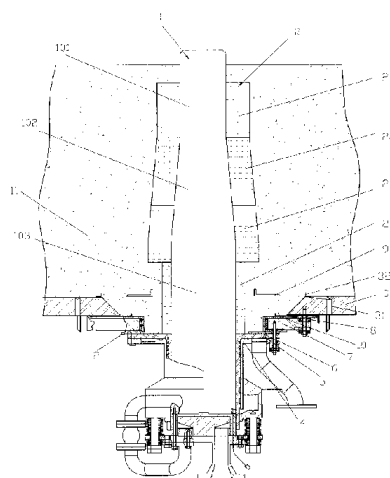
代理人 竺 明

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 实用新型名称 直流电弧炉底电极

[57] 摘要

直流电弧炉底电极，包括电极本体、袖砖、水套、水套法兰、连接法兰、导铅盘、高位浅盘、低位钢盘；其中，电极本体插入电弧炉炉底，袖砖包覆于电极本体；水套通过水套法兰、连接法兰与炉底相固定连接；导铅盘置于连接法兰与炉底之间；高位浅盘置于电弧炉炉体内，位于导铅盘上方；低位钢盘固定于水套法兰上端面，且在二者之结合面上开有供热电偶插入的沟槽；电极本体为变直径结构，由上到下直径逐渐变大。本实用新型可降低通电产生的焦耳热而使底电极温度降低，从而减少相关构件损坏的几率；可降低因铅液渗入炉底而引起短路起弧的几率；可使底电极孔穴内钢液的对流趋缓，从而降低袖砖的熔损速率而延长其使用寿命。



1. 直流电弧炉底电极，包括，
至少一电极本体，插入电弧炉炉底；
袖砖，包覆于电极本体；
- 5 水冷套，上开设有数个冷却水槽，包括内、外水套，通过水冷套法兰、连接法兰与电弧炉炉底相固定连接；
一导铅盘，设置于连接法兰与炉底之间，其一端伸出连接法兰外端；
其特征在于，还设有，
一高位浅盘，设置于电弧炉炉体内，位于导铅盘上方；
- 10 一低位钢盘，固定于水冷套法兰上端面；
所述的电极本体为变直径结构。
2. 如权利要求 1 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的高位浅盘有一内立面，其内径小于连接法兰内径，略大于所对应袖砖外径。
3. 如权利要求 1 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的导铅盘
- 15 的内径大于连接法兰的内径，但小于高位浅盘的外径。
4. 如权利要求 1 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的低位钢盘的内径略大于所对应袖砖的外径，其外径等于或略小于水冷套法兰直径。
5. 如权利要求 1 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的电极本
- 20 体由上到下直径逐渐变大，下部为等直径。
6. 如权利要求 1 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的电极本体也可上部为等直径，中部由上到下直径逐渐变大，下部亦为等直径。
7. 如权利要求 6 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的电极本体上部直径 $\phi 1$ 为 250~300mm，其高度 $h1$ 为 400~500mm；中部直径由
- 25 上到下逐渐变大，其顶部直径等于电极本体上部之直径，其底部直径等于电极本体下部的直径，其高度 $h2$ 为 500~700mm；下部直径 $\phi 3$ 为 300~350mm，其高度 $h3$ 为 950~1050mm。
8. 如权利要求 1 或 5 或 6 或 7 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的电极本体变直径部分的上下底内径之差的二分之一与其高度之比
- 30 小于 0.1。

9. 如权利要求 1 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的包覆电极本体的袖砖沿电极本体的内径不等。
10. 如权利要求 1 或 9 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的袖砖由四节组成，上部第一节袖砖从上到下为等内径的圆筒，其高度小于电极本体上部高度；第二节袖砖从上到下为变内径圆筒；第三节袖砖从上到下分为两个部分，上部为变内径圆筒，下部为等内径圆筒；下部第四节袖砖为等内径的圆筒。
11. 如权利要求 1 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，在所述的水冷套法兰与低位钢盘的结合面上开有至少一个供热电偶插入的沟槽。
- 10 12. 如权利要求 1 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的水冷套上的冷却水槽排列为上密下疏结构。
13. 如权利要求 1 或 12 所述的直流电弧炉底电极，其特征在于，所述的水冷套顶端角部设有一冷却水槽。

直流电弧炉底电极

技术领域

- 5 本实用新型涉及直流电弧炉炉底电极的改进。

背景技术

10 电弧炉是为人所熟知的金属熔炼设备。通常，以直流方式供电的电弧炉需在炉底设置一套电极装置（一般为阳极），用以形成通电回路，使得放置于炉内的金属与石墨顶电极之间产生电弧，从而达到熔炼该种金属之目的。现有的炉底电极通常被分为四类型式，即水冷钢棒式、导电炉底式、多棒针式和多钢片式。本实用新型涉及到水冷钢棒式底电极结构的改进。

15 水冷钢棒式炉底电极的现有技术中，基础性和代表性的设计是法国 CLECIM 公司于 1991 年申请的美国专利 5191592。如图 1、图 2 所示，其结构要点是：电弧炉底设置有一根或数根电极 10，该电极 10 通常和所要冶炼的金属为同种材质，如用于炼钢，则为钢棒。该电极 10 从上到下为等直径且典型直径为 250mm，电极 10 贯穿炉底 30，其上端与被熔炼金属接触，下端穿出炉底 30 进入一水冷套 40 内，并通过水冷套 40 与电源相
20 接。水冷套 40 包括内水套 41、外水套 42，水冷套法兰 44，内水套 41 与水冷套法兰 44 为一体结构，水冷套法兰 44 上端面通过螺栓与另一连接法兰 50 相连，连接法兰 50 通过螺栓与炉底 30 相连，而炉底 30 则通过插销与炉壳（图中未示）相连。通常，炉壳必须是接地的，而水冷套法兰 44 及连接法兰 50 之间、连接法兰 50 及炉底 30 之间均设有绝缘件 60，使得
25 电极 10 与炉壳绝缘。电极 10 外套有质地紧密的耐火材料袖砖 20，其典型设计为三节袖砖，如图 2 中袖砖 20。为安全起见，连接法兰 50 的内径需大于袖砖 20 的外径，其间形成一环状空间 100，该空间由不定型耐火材料 90 充填。

30 由于废钢中常常含有一定的重金属杂质，如铅，在炼钢过程中它们会逐渐穿过耐火材料而沉至炉底，长期积累后甚至会在底电极与炉壳之间造

成短路而引发事故。为此，在连接法兰 50 与炉底 30 之间设置了一导铅盘 70，导铅盘 70 与炉底 30 间设置有小的间隙以将铅液排除。同时，在炉底 30 上还开设有适当的排铅孔 301 以将炉壳附近的铅液排除，另外，还设有引导铅液的挡圈 80。然而，因导铅盘 70 并未完全遮盖环状空间 100，
5 铅液会进入此空间并到达水冷套法兰 44 上端面，这样，水冷套法兰 44 上端面、铅液、导铅盘 70、炉底 30 间便可能形成通路。换言之，导铅盘 70 虽然在一定程度上减轻了铅向炉底 30 底电极处的沉积，但却大大缩短了水冷套法兰 44 上端面与炉底 30 的距离，因而短路的几率会大大增加。在实际生产过程中，可经常发现水冷套法兰 44 上端面、导铅盘 70 内沿被
10 放电灼烧的痕迹，严重的还会将水冷套法兰 44 击穿导致漏水，并进而发生钢液穿出炉底 30 的恶性事故。

底电极的安全性还与电极 10 的热状态密切相关。底电极热状态的影响因素主要是水冷套的冷却状况，炉内钢液熔池向下的传热，以及底电极通电时产生的焦耳热。冷却结构方面，水冷套 40 由内水套铜套 41，外水
15 套钢套 42 组成，冷却水槽 43 为螺旋式等间距水槽，位于内水套铜套 401 背面，从上到下均匀排列，冷却是均匀的。通常，CLECIM 公司所设计的直流电弧炉在连续冶炼一定时间后底电极钢棒的熔化面会深入至水冷套内，因此水冷套法兰 44 上端面与底电极袖砖 20 的结合部即铜套角部会直接与钢液接触，而此处因铜壁最厚，其冷却条件是最差的，因此，若与之
20 接触的钢液温度过高，特别是若袖砖 20 底部产生熔损导致内水套铜套 41 角部两面均接触高温钢液，则可能使其产生局部熔化。实际生产过程中已观察到这一现象。而且，水冷套 40 内由上到下的热负荷显然是不均匀的，上部温度高，热负荷大，下部则相对小得多，因此，应使冷却集中在上部。底电极的热量来源方面，不仅有来自炉内钢水的热传导，最主要的是通电
25 时产生的焦耳热。计算表明，底电极内的温度分布极不均匀，若其下部温度过高，则会产生强烈的对流，这会大大加速袖砖下部的熔损，导致钢液渗出，并使炉底经常处于高热状态，增加了相关构件损坏的几率。

另外，热电偶 110 插入在水冷套法兰 44 内，由于该热电偶 110 所测点在水冷套 40 内水套铜套 41 内部，即已非常接近冷却水槽 43，故很难
30 灵敏反应水冷套法兰 44 上端面附近的热状态。

发明内容

本实用新型的目的在于提供一种直流电弧炉底电极的改进结构，以改善底电极的热状态及防止铅的危害，从而增加底电极的安全性，并使其服役寿命延长。

本实用新型的技术方案是：直流电弧炉底电极，包括至少一电极本体、袖砖、水冷套、导铅盘；其中，所述的电极本体插入电弧炉炉底；袖砖包覆于电极本体；水冷套上开设有数个冷却水槽，通过水冷套法兰、连接法兰与电弧炉炉底相固定连接；导铅盘设置于连接法兰与炉底之间，其一端伸出连接法兰外端；还设有高位浅盘、低位钢盘；所述的高位浅盘设置于电弧炉炉体内，位于导铅盘上方；所述的低位钢盘固定于水冷套法兰上端面；所述的电极本体为变直径结构。

进一步，所述的高位浅盘有一内立面，其外沿为一斜面，其内径小于连接法兰内径，略大于所对应袖砖外径，其外径大于导铅盘内径。

所述的导铅盘内径大于连接法兰内径，但小于高位浅盘外径，即导铅盘未伸出至袖砖外侧面与连接法兰内侧面所围成的空间内。

所述的低位钢盘的内径略大于所对应袖砖的外径，其外径等于或略小于水冷套法兰直径。

所述的电极本体由上到下直径逐渐变大，下部为等直径。

又，所述的电极本体也可上部为等直径，中部由上到下直径逐渐变大，下部亦为等直径。

所述的电极本体上部直径 $\phi 1$ 为 250~300mm，其高度 h_1 为 400~500mm；中部直径由上到下逐渐变大，其顶部直径等于电极本体上部之直径，其底部直径等于电极本体下部的直径，其高度 h_2 为 500~700mm；下部直径 $\phi 3$ 为 300~350mm，其高度 h_3 为 950~1050mm。

所述的电极本体变直径部分的上下底内径之差的二分之一与其高度之比小于 0.1。

采用此种结构的原因是，在冶炼时底电极通过有强大的电流，此时电极本体内会产生很大的焦耳热，将底电极电极本体下部直径增大，则可大幅度降低电极本体的电阻，从而有效降低电极本体下部产生的焦耳热而改

善其附近的热状态。改善热状态所带来的效果最主要有两个方面：其一，前已述及，CLECIM 底电极在连续冶炼数炉后液相面就会深入至铜套内部，此种情形的存在导致发生恶性事故的可能性大大增加，而采用本实用新型的结构，将使液相面维持在水冷套法兰上端面之上一定距离，因而可使安全性明显改善；其二，因温度的降低而使底电极孔穴内钢液的对流速度降低，可大大减缓袖砖下部的熔损速率，从而延长袖砖的使用寿命。而将上部设置为较小的直径，则是基于两方面的考虑，其一，避免上部炉内钢水向下大量传热；其二，因在冶炼过程中底电极处的耐火材料孔穴上部会逐渐熔损扩大，采用较小直径电极本体则不会使该孔穴上部很快扩展过大而带来其他害处。

所述的包覆于电极本体袖砖从上到下亦为变内径，以适应电极本体直径的变化。

所述的袖砖由四节组成，上部第一节袖砖从上到下为等内径的圆筒；中部第二节袖砖从上到下为变内径圆筒；中部第三节袖砖从上到下分为两个部分，上部为变内径圆筒，下部为等内径圆筒；下部第四节袖砖为等内径的圆筒。

所述的第二节袖砖的锥度，即其上下底内径之差的二分之一与高度之比，及第三节袖砖之上部的锥度，与电极本体变直径的中部的锥度，三者均为相同值，且该值不超过 0.1。

袖砖采用此种结构的原因是，当冶炼过程停止并有较长期的停炉时，底电极本体会由液相冷却为固相，此时电极本体会产生较大的收缩量；另一种情况是，当炉子从冷态开始通电冶炼时，电极本体又会产生较大的膨胀量。因本实用新型中电极本体为变直径型式，则上述两种情况均会对袖砖产生较大的压应力，该压应力有可能引起袖砖破损。因此，不同于一般的 CLECIM 底电极结构采用三节袖砖的方式，本实用新型采用了四节袖砖，此种结构的好处是：一、有助于在一定程度上松弛因电极本体热胀冷缩引起的压应力；二、若某节袖砖已产生裂纹，因袖砖高度较小，则其影响区域亦较小；另外，上述压应力的大小还与袖砖中变直径部分的锥度有关，锥度越小，则产生的压应力亦越小。

又，在所述的水冷套法兰与低位钢盘的结合面上开有至少一个供热电

偶插入的沟槽，该热电偶用于监视水冷套法兰上端面附近的热状态。

所述的水冷套上的冷却水槽排列为上密下疏结构；水冷套顶端角部设有一冷却水槽，以使冷却集中于上部及加强角部冷却。

本实用新型的优点在于：

5 1. 可大幅度降低通电产生的焦耳热而使底电极温度降低，从而减少相关构件损坏的几率。特别是可使液相面维持在水冷套法兰上端面之上，因而可使安全性明显改善；同时，可使底电极孔穴内钢液的对流速度降低，大大减缓袖砖的熔损速率，从而延长袖砖的使用寿命。

10 2. 可大大降低因铅液渗入炉底而引起短路起弧的几率，可有效保护水冷套法兰端面不至因起弧而受损坏。

3. 可改善底电极钢棒的冷却条件，特别是改善铜套角部的冷却条件，降低其局部熔化的几率。

4. 可有效监视水冷套法兰附近的热状态，便于在出现恶性事故之前采取措施。

15

附图说明

图 1 为 CLECIM 公司直流电弧炉底电极装置的结构示意图；

图 2 为本实用新型的结构示意图；

图 3 为图 2 的局部放大图；

20 图 4 为本实用新型高位浅盘的示意图；

图 5 为本实用新型低位钢盘的示意图；

图 6 为本实用新型电极本体及袖砖的尺寸关系示意图。

具体实施方式

25 如图 2 及图 3 所示，本实用新型的直流电弧炉底电极，包括数根电极本体 1、袖砖 2、水冷套 4、导铅盘 8、高位浅盘 9、低位钢盘 6；其中，所述的电极本体 1 插入电弧炉炉底 3，其上端与被熔炼金属接触，下端穿出炉底 3 钢壳进入水冷套 4 内，并通过水冷套 4 与电源相接；袖砖 2 包覆于电极本体 1；水冷套 4 包括内水套 401、外水套 402，上开设有数个冷却水槽 403，水冷套法兰 5，内水套 401 与水冷套法兰 5 为一体结构，水
30

冷套法兰 5 上端面通过螺栓与连接法兰 7 相连,连接法兰 7 通过螺栓与炉底 3 相连,水冷套法兰 5、连接法兰 7、电弧炉炉底 3 之间均设有绝缘件 10,使得电极本体 1 与炉底 3 绝缘;导铅盘 8 设置于连接法兰 7 与炉底 3 之间,其外端伸出连接法兰 7 外端,其内径大于连接法兰 7 内径,但小于高位浅盘 9 外径,导铅盘 8 与炉底 3 间设置有小的间隙以将铅液排除;同时在炉底 3 上还开设有适当的排铅孔 31 以将炉壳附近的铅液排除;另外还设有引导铅液的挡圈 32;所述的高位浅盘 9 设置于电弧炉炉体内,位于导铅盘 8 上方;所述的低位钢盘 6 固定于水冷套法兰 5 上端面;所述的电极本体 1 为变直径结构。

再请参阅图 6,所述的电极本体 1 为变直径结构,分为上、中、下三个部分,电极本体 1 上部 101 为等直径,其直径 $\phi 1$ 在 250~300mm 之间,其高度 $h1$ 在 400~500mm 之间;中部 102 由上到下直径渐变,其高度 $h2$ 在 500~700mm 之间;下部 103 为等直径,其直径 $\phi 3$ 在 300~350mm 之间,其超出水冷套法兰 5 上端面之高度在 500~600mm 之间,即高度 $h3$ 为 950~1050mm。

电极本体 1 外套有由致密耐火材质构成的袖砖 2,该袖砖 2 从上到下由四节组成。上部第一节袖砖 21 从上到下为等内径等壁厚的圆筒,壁厚在 125~150mm 之间,其高度 $h21$ 小于电极本体 1 上部 101 的高度 $h1$ 。第二节袖砖 22 从上到下为变内径等壁厚圆筒,其内径的变化与电极本体 1 中部 102 直径变化相适应,其间有适当的小的间隙,其壁厚在 125~150mm 之间,其高度 $h22$ 在 350~450mm 之间。第三节袖砖 22 从上到下分为两个部分,上部为变内径等壁厚圆筒,其内径的变化与电极本体 1 中部 102 直径变化相适应,其间有适当的小的间隙,其厚度在 125~150mm 之间,其高度与第二节袖砖 22 之高度相加正好等于电极本体 1 中部 102 的高度 $h2$;第三节袖砖 23 的下部为等内径等壁厚圆筒,其内径与电极本体 1 下部 103 之直径相当,其间有适当的小的间隙,其壁厚在 125~150mm 之间,其高度与第四节袖砖 24 的高度 $h24$ 相加正好等于电极本体 1 下部 103 超出水冷套法兰 5 上端面的高度。第二节袖砖 22 的锥度,即其上下底内径之差的二分之一与高度之比,及第三节袖砖 23 变内径之上部的锥度,与电极本体 1 变直径的中部的锥度,三者均为相同值,且该值不超过

0.1。下部第四节袖砖 24 从上到下为等内径等壁厚的圆筒，其内径与电极本体 1 下部 103 的直径相当，其间有适当的小的间隙，其壁厚在 50~80mm 之间，其高度 h_{24} 在 350~400mm 之间，组装时其底部座于水冷套法兰 5 上端面之上。

5 请参阅图 3 和图 4，设置有一个高位浅盘 9，位于导铅盘 8 上方 90~110mm 处。该高位浅盘 9 有一内立面 91，用以防止铅液向底电极钢棒方向流动；其外沿为一斜面，以利于铅液下流。高位浅盘 9、导铅盘 8、连接法兰 7 间的空间关系是，高位浅盘 9 内径小于连接法兰 7 内径但略大于袖砖 2 外径；导铅盘 8 内径大于连接法兰 7 内径；高位浅盘 9 外径大于导
10 铅盘 8 内径。设置高位浅盘 9 可使铅液流入水冷套法兰 5 上端面附近空间 13 的几率减小；同时，因有高位浅盘 9 的存在，故实现了将导铅盘 8 的内径扩大，使其不伸出至袖砖 2 外侧面与连接法兰 7 内侧面所围成的空间 13，这样，水冷套法兰 6 上端面与炉底 3 之间可能通过铅液连接的路径就被延长，从而有效降低发生短路的几率。另外，因高位浅盘 9 大部分时间
15 处于高温，为延长其使用寿命，其厚度应较大，如在 10~15mm 之间；其材质选择耐热不锈钢，要求是抗高温氧化性强、熔点较高，如奥氏体不锈钢 310。

请参阅图 3，在紧贴水冷套法兰 5 上端面处设置一低位钢盘 6，该低位钢盘 6 与水冷套法兰 5 上端面紧密接触，其内径略大于袖砖 24 外径，
20 其外径等于或略小于水冷套法兰 5 上端面直径，且其上开有与水冷套法兰 5 对应的连接孔，通过螺栓可将水冷套法兰 5、低位钢盘 6、绝缘件 10、连接法兰 7 连接起来。低位钢盘 6 的作用是，若仍有少量铅液进入空间 13 且使水冷套法兰 5 与炉底 3 间形成了短路，则可进一步防护因短路起弧导致的对水冷套法兰 5 上端面的损伤。

25 再请参阅图 5，所述的低位钢盘 6 上开有 3 个径向沟槽 61，对应地，在水冷套法兰 5 上端面亦开有适当深度和宽度的沟槽（图中未示），用于穿插热电偶 12，如图 2 所示，以监视水冷套法兰 5 上端面附近的热状态。此点与原 CLECIM 设计有所不同，如图 1 所示，其方案是将热电偶 110 插入在水冷套法兰 44 内，由于该热电偶 110 所测点在水冷套铜套内部，
30 即已非常接近冷却水槽 43，故很难灵敏反应水冷套法兰 44 上端面附近的

热状态。

本实用新型的水冷套 4 结构方面，将冷却水槽 403 设置为上密下疏的结构，以使冷却集中于上部；另外，在水冷套 4 角部设置相应的较深的冷却水槽 403，以加强角部冷却。

- 5 综上所述，本实用新型在保持结构的简单性，以及在保持新冷炉启动和日常维护方便性的前提下，于改善底电极的热状态及防止铅对绝缘的破坏两方面均具有比现有技术更好的效果，因此可使直流电弧炉生产过程更加安全可靠，有效避免恶性事故的发生；同时本实用新型的结构也有助于延长底电极的服役寿命，其节省更换炉底之费用、提高有效作业时间之效益均可予以预期。
- 10

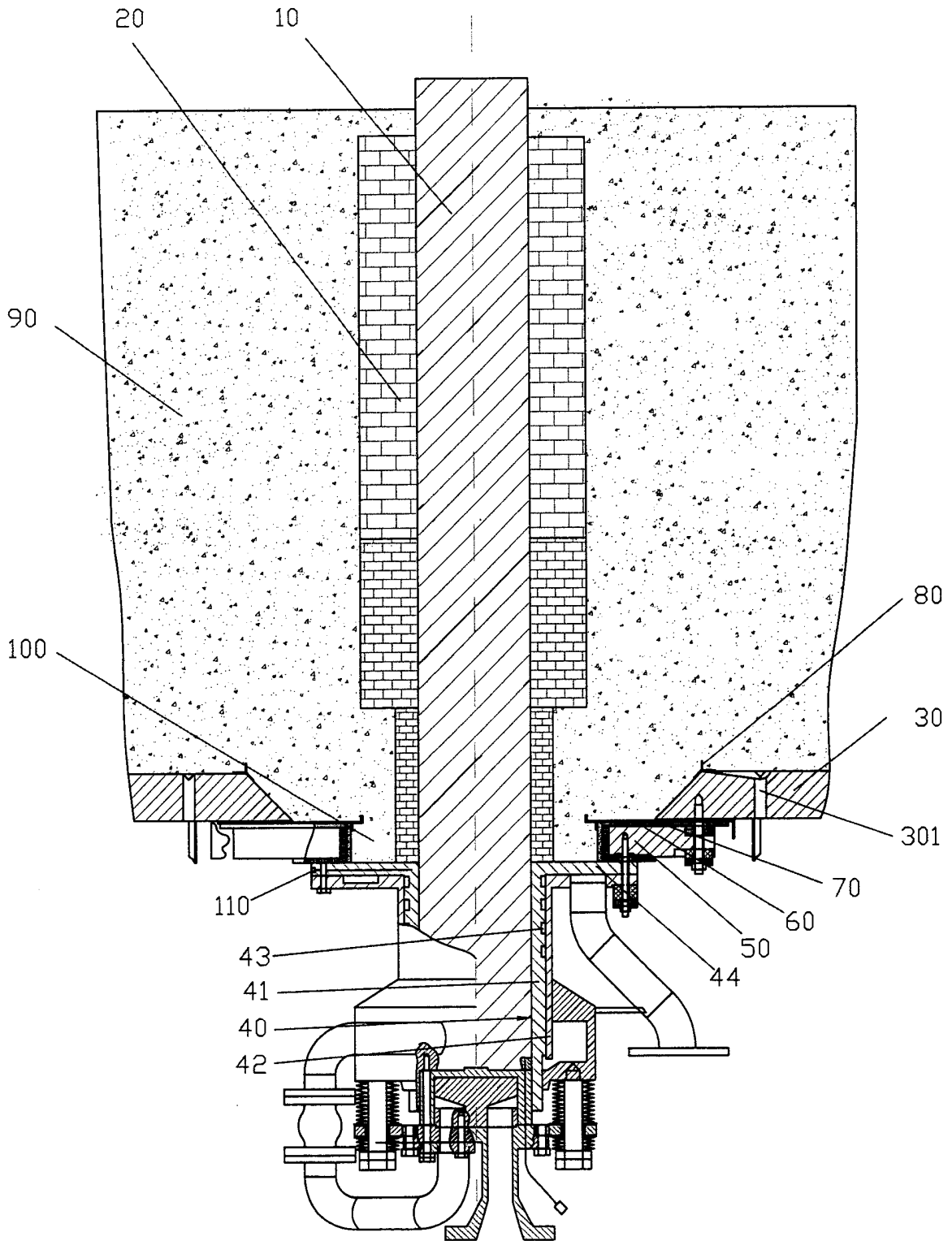


图1

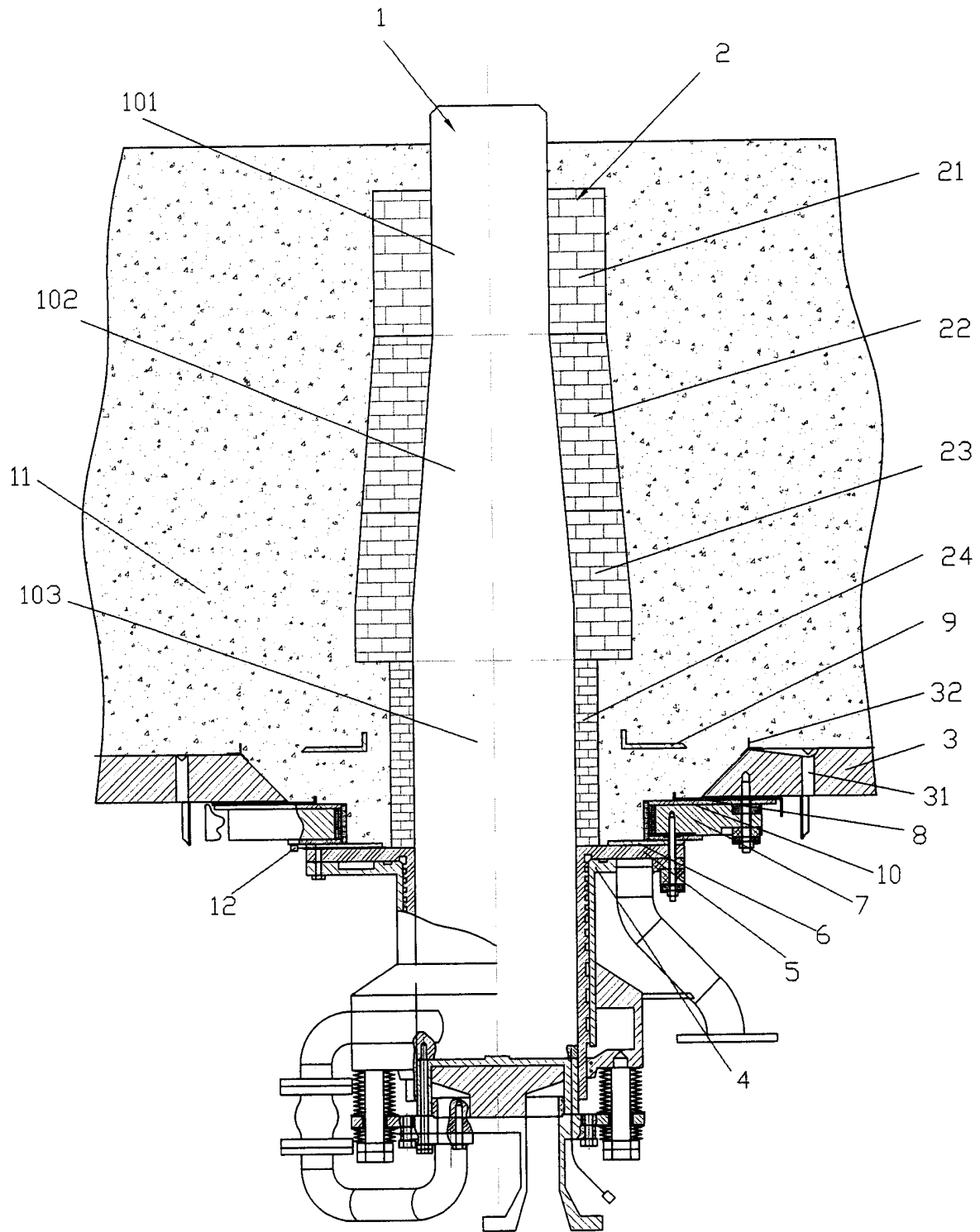


图2

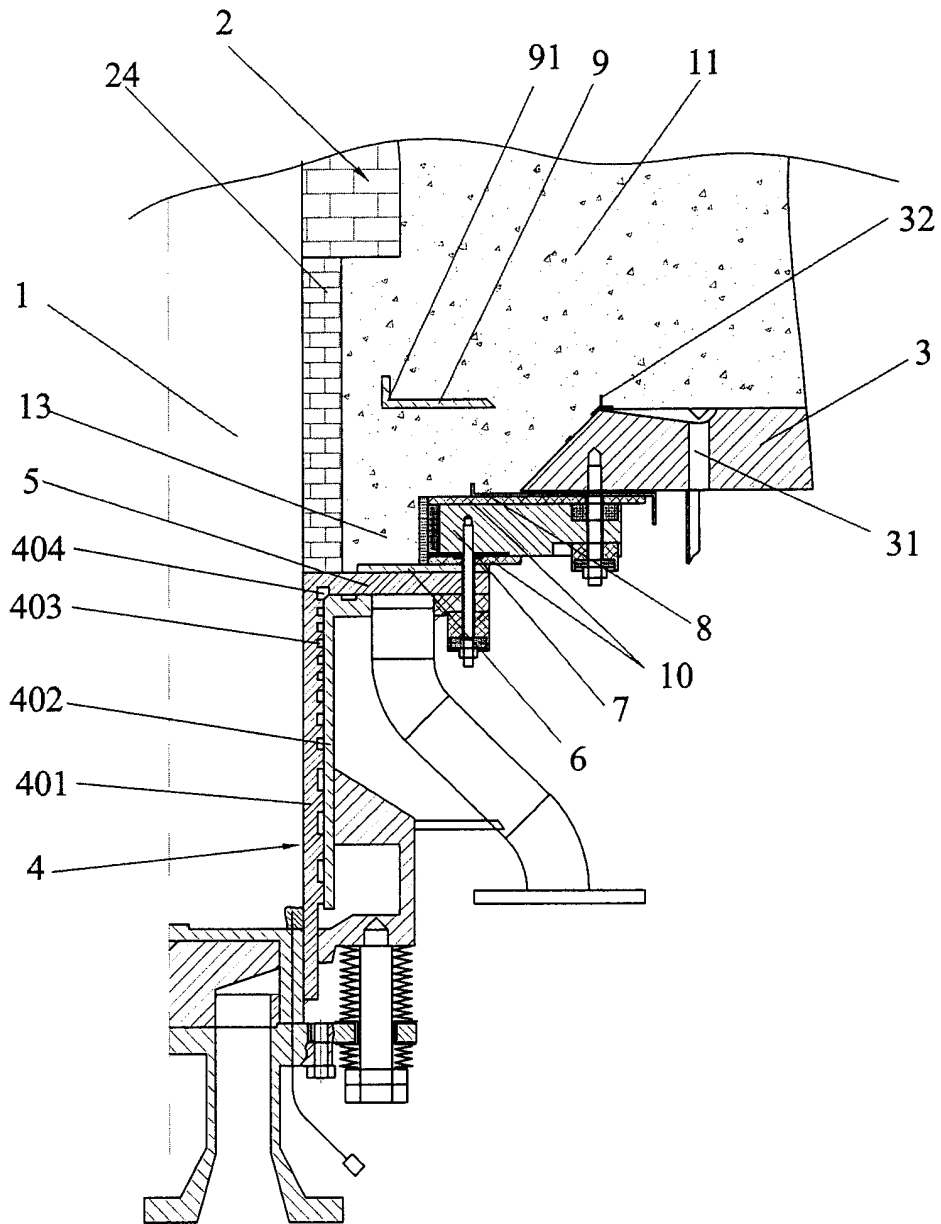


图3

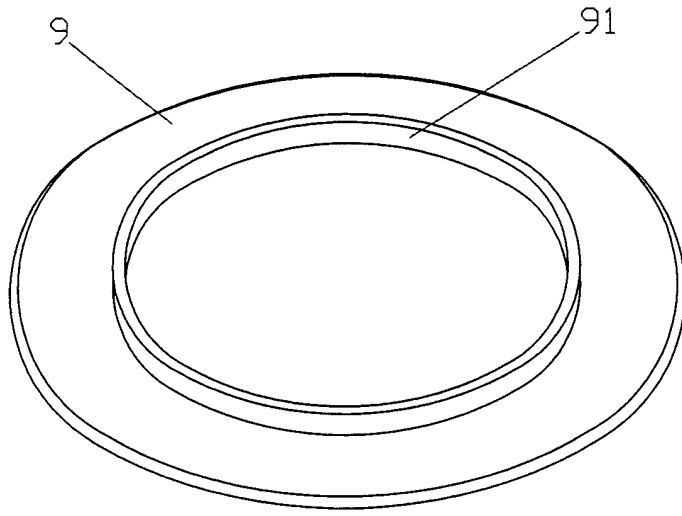


图4

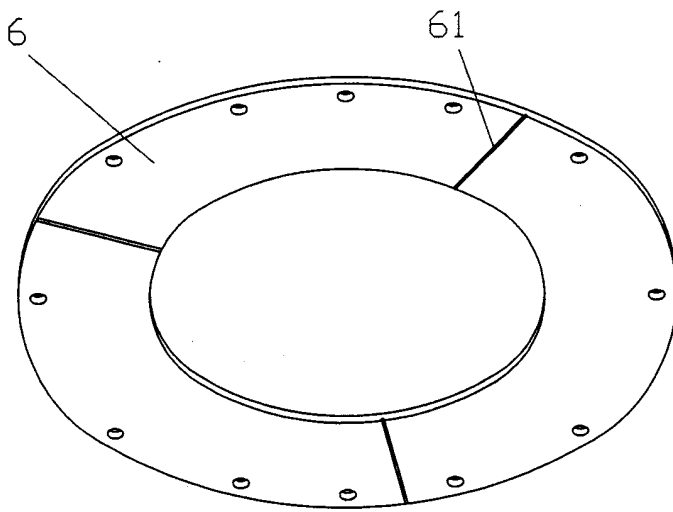


图5

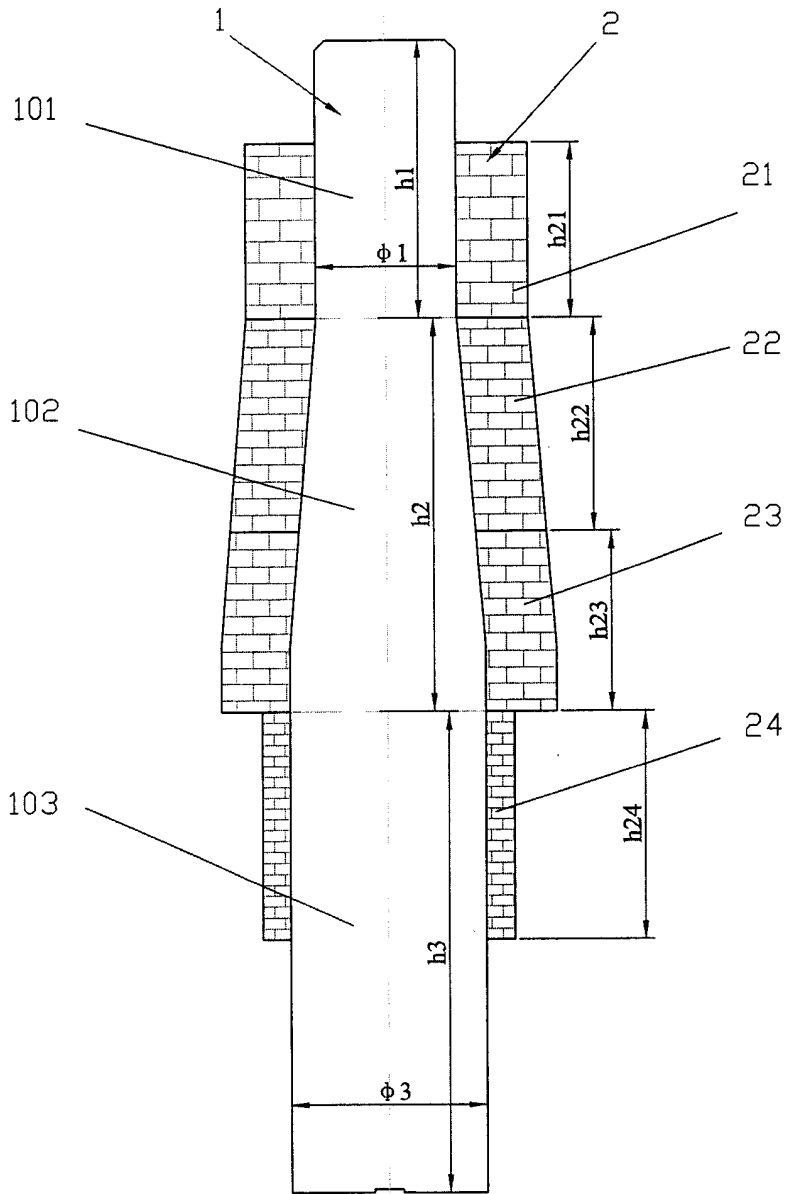


图6