

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

C02F 1/72

# [12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 00268712.7

[45] 授权公告日 2001 年 11 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 2461918Y

[22] 申请日 2000.12.29

[73] 专利权人 深圳市宝利达实业有限公司

地址 518040 广东省深圳市福田区车公庙天安  
数码城 F3.8 栋 6 楼 C 座

共同专利权人 郭捷

中国科学院地球化学研究所

[72] 设计人 郭捷 谢鸿森 杨国胜

李文蔚 刘永刚

[21] 申请号 00268712.7

[74] 专利代理机构 深圳市专利服务中心

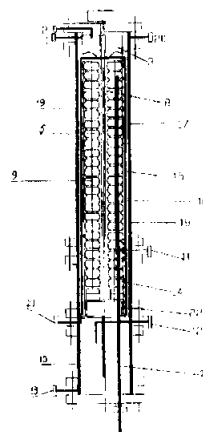
代理人 王雄杰

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图页数 3 页

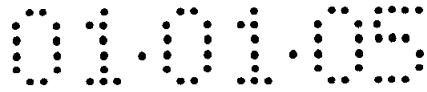
[54] 实用新型名称 采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器.

[57] 摘要

本实用新型涉及了一种超临界水氧化法污水处理反应器,本实用新型由承压部件、密封件、反应区、污水入口及洁净水出口等组成,其特征在于在反应器内部设置有超临界反应区,亚临界氧逸出区和固、液、气分离区;于超临界反应区设置数根用于承载超临界反应流体的波纹管,且在其外充满洁净水;在反应器的上端设有一内置式喷嘴。本实用新型具有制造成本低,拆装便捷,耐腐蚀、防垢,安全等优点。



ISSN 1008-4274

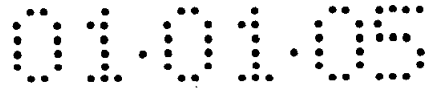


## 权 利 要 求 书

---

- 1、一种采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器，由承压部件、密封件、反应区、污水入口及洁净水出口等组成，其特征在于在反应器内部设置有超临界反应区，亚临界氧逸出区和固、液、气分离区；于超临界反应区设置数根用于承载超临界反应流体的波纹管，且在其外充满洁净水；在反应器的上端设有一内置式喷嘴。
- 2、根据权利要求 1 所述的采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器，其特征在于所述作为承载超临界反应流体的反应区套管的波纹管采用三根波纹管平行放置，波纹管两两相切，三根波纹管夹角互为  $120^\circ$  的波纹管，其波纹管采用较薄的特殊金属材料制造。
- 3、根据权利要求 1 或 2 所述的采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器，其特征在于作为加温用的三根中温热管，放置在任意两根波纹管和钛制隔离罩相切形成的空间内，在三根波纹管相切形成的中间区域内设置了热电偶测温装置。
- 4、根据权利要求 1 所述的采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器，其特征在于所述的喷嘴内部为双环状框体，并预留空间形成静压箱。
- 5、根据权利要求 1 或 4 所述的采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器，其特征在于喷嘴采用环状和多点状喷雾区开口结构。

- 6、根据权利要求 1 所述的采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器，其特征在于：在反应器上端法兰处，通过喷嘴中心位置设有一较细的承压热电偶套管，其内壁为钢材，外壁为钛材，热电偶插入其中。
- 7、根据权利要求 1 所述的采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器，其特征在于在反应器外壳和波纹管区之间设有  $Al_2O_3$  陶瓷管状隔热层，在陶瓷管内壁设有钛制隔离罩，并在  $Al_2O_3$  陶瓷管外壁，设置有间距以流通冷却水。
- 8、根据权利要求 7 所述的采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器，其特征在于  $Al_2O_3$  陶瓷管外壁和外壳承压钢管之间通入高压循环冷却水，由一管状金属隔层和反应出水隔开。
- 9、根据权利要求 1 所述的采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器，其特征在于的反应器用较细的、普通的不锈钢制厚壁铜管，用较薄的的钛制或镍基超合金耐腐蚀金属制作反应器内衬。



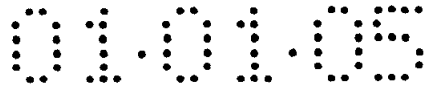
## 说 明 书

---

### 采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器

本实用新型涉及了一种超临界水氧化法污水处理反应器，特别适用于采用波纹管的超临界水氧化法污水处理反应器。

超临界水氧化法污水处理技术是近年来受到高度关注的一种处理有机废物和废水的极具优势的技术，具有反应速度快，反应完全和无二次污染等特点。几乎可用于处理各种浓度的有机废水。但其苛刻的反应条件（ $T > 374^{\circ}\text{C}$ ， $P > 22.1\text{Mpa}$ ），对金属具有较强的腐蚀性，对设备材质有较高要求，使得超临界水中材料的防腐技术成为该技术发展的一个关键问题。由于属于高温高压技术，如果设备的建造全部使用特殊材质金属，将引起投资成本的急剧上升，为降低本同时为满足超临界氧化反应的需求，反应器需要采用特殊的选材、设计和制作技术。为此研究和了解材料在该环境下的腐蚀行为成为工程设计的重要步骤。超临界水氧化反应处于特殊的高温高压和高氧浓度状态。当 $\text{Na}^+$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 等离子出现时腐蚀更为严重。一些国际研究机构针对可能用于反应器的材料，如：不锈钢、镍基超合金、钛及钛合金、铂及铂合金、陶瓷等做了大量相关的基础研究工作。当前，国际上投入了越来越多的人力和物力致力于本技术的发展，许多的科学研究和工程技术侧重于各种各样设计方式的超临界反应器的开发，以设法解决高温高压下设备材质的腐蚀和结垢问题以及其它工艺问题，但



其中有相当数量仅是一种设想，不仅难以加工、建造，而且也存在一定的科学问题。目前国际上发展得最成熟、考虑得最为周全的反应器设计方法是采用了所谓发散或发汗冷却技术形成保护性水膜，将反应容器的内壁与主反应区的高温腐蚀环境相隔离开，减轻超临界流体对高压容器管壁的腐蚀和结垢，实际上这是起源于一种燃气轮机燃烧室防高温腐蚀设计的技术，并已用在一些实际的中试设备中，但其需要高达7层具有一定分布规律的交错开孔结构的金属材料紧密偶合来满足水膜成型和压力平衡，以形成水冷壁，无疑增加了加工难度和制造成本，特别是如果发汗冷却孔分布规律和反应器内部流体力学特征不一致，或者加工造成偏差，或者反应区工况发生改变，将会在其水冷壁不同位置出现水膜断流或分布起伏，造成局部过热和结垢，形成恶性循环，很可能使外围承压部件温度过高而引起危险。

本实用新型为此提供了一种避免上述种种问题的用于超临界水氧化反应的反应器。

本实用新型的目的在于通过如下技术方案来实现的：本实用新型由承压部件、密封件、反应区、污水入口及洁净水出口等组成，其特征在于在反应器内部设置有超临界反应区，亚临界氧逸出区和固、液、气分离区；于超临界反应区设置数根用于承载超临界反应流体的波纹管，且在其外充满洁净水；在反应器的上端设有一内置式喷嘴。

本实用新型还可以把作为承载超临界反应流体的反应区套管的波纹管采用三根波纹管平行放置，波纹管两两相切，三根波纹管夹角互为 $120^\circ$ 的波纹管，其波纹管采用较薄的特殊金属材料制造。作为

加温用的三根中温热管，放置在任意两根波纹管 and 钛制隔离罩相切形成的空间内，在三根波纹管相切形成的中间区域内设置了热电偶测温装置。

本实用新型所述的喷嘴内部为双环状框体，并预留空间形成静压箱。喷嘴采用环状和多点状喷雾区开口结构。

本实用新型在反应器上端法兰处，通过喷嘴中心位置设有一较细的承压热电偶套管，其内壁为钢材，外壁为钛材，热电偶插入其中。

本实用新型反应器外壳和波纹管区之间设有  $Al_2O_3$  陶瓷管状隔热层，在陶瓷管内壁设有钛制隔离罩，并在  $Al_2O_3$  陶瓷管外壁，设置有间距以流通冷却水。 $Al_2O_3$  陶瓷管外壁和外壳承压钢管之间通入高压循环冷却水，由一管状金属隔层和反应出水隔开。数根波纹管之间形成的间隙，充满  $Al_2O_3$  陶瓷管内壁钛制隔离罩内的空间。

本实用新型反应器用较细的、普通的不锈钢制厚壁铜管，用较薄的钛制或镍基超合金耐腐蚀金属制作反应器内衬。反应后的处于亚临界的高温高压洁净水，从亚临界区底端返回。

本实用新型充分利用了波纹管的特点，即：1. 流体在其中形成紊流，阻碍边界层形成，使传热性能大大提高，一般传热系数比光管提高一倍以上；2. 由于两侧面形成紊流，不容易在表面上沉积污垢，具有一定的自清洁能力；3. 波纹管本身能承受热变形，吸收热应力。

本实用新型与现有技术相比具有制造成本低，拆装便捷，耐腐蚀、防垢，安全等优点。

本实用新型的附图说明如下：

图 1 为本实用新型超临界水反应器结构图。

图 2 为本实用新型的剖面结构图。

图 3 为本实用新型的内置式喷嘴结构图。

下面结合附图说明对本实用新型作进一步详细的描述：如图 1 所示，本实用新型的承压部件 18 选用普通不锈钢制厚壁铜管，密封件使用 4 组高压法兰。在反应器顶端设有污水入口 1、高压氧入口 2 和冷却水进口 20。在反应器内部设有超临界反应区 19，亚临界氧逸出区 14 和固、液、气分离区 10，并在反应器下端设有剩余氧出口 11、洁净水出口 12、冷却水出口 21 和浓渣排污口 13。在反应器上端设有一内置式喷嘴 3，喷嘴 3 内部为双环状框体，并预留足够的空间形成静压箱，使加至高压的污水和氧气在喷射过程中压力稳定，并使射流有一定的角度，互相碰撞雾化，喷嘴 3 底部的开孔 4 使形成的喷雾区正好落入下设的各波纹管 5 内，以进行超临界氧化反应。在反应器上端法兰处，通过喷嘴 3 中心位置设有一较细的复合材料制的承压热电偶套管，其内壁为钢材，外壁为钛材，可将热电偶 9 插入其中，上下移动，以测量各处温度。如图 2 所示，利用波纹管 5 具有传热系数高、换热量大、不易结垢等优点，使用三根平行放置、两两相切，夹角互为  $120^\circ$  的钛制波纹管 5 作为承载超临界反应流体的反应区，管程流通超临界反应流体。在反应器外壳 18 和波纹管 5 之间设有一  $Al_2O_3$  陶瓷管状隔热层 15，在陶瓷管内壁设有一钛制隔离罩 16，并在  $Al_2O_3$  陶瓷管 15 外壁和外层承压厚壁铜管 18 间，设置有适当间距以流通冷却水空间 17。并使冷却水的压力和波纹管 5 内的超临界流体压力保

持一致，使波纹管基本不承压。使用三根中温热管 7 作为加温用，放置在任意两根波纹管 5 和钛制隔离罩 16 相切行成的空间内，在机组启动前，在此空间内充满了纯净水 8 作为载热体，随后反应后的处于亚临界的高温高压洁净水，将会从亚临界区底端的开孔返回数根波纹管 5 之间形成的间隙，充满  $Al_2O_3$  陶瓷管 15 内壁钛制隔离罩 16 内的空间（这一开孔同时也使得波纹管内外压力平衡），热管 7 将外部加热能量以超音速传至此区域，水在热管 7 的加热下重新成为超临界水，利用超临界水良好的传热性质，将热管 7 传来的能量和波纹管 5 内的废水、氧的混合物进行强化换热，使污水和氧在临界温度以上进行反应。反应产物经一定管程，在冷却水 17 的热交换作用下，温度降至临界温度以下，水变为液态，一同进入反应器中的固、液、气分离区 10，在这里通过剩余氧出口 11，将氧分离出来供循环使用。反应后的高焓值高温高压水可通过洁净水出口 12 流出，而反应后沉降的无机盐可从浓渣排污口 13 排出。

本实用新型的工作过程，是经过反应器外部第一级加热至接近临界温度而在临界温度以下的高温高压污水和高压氧分别通过设在超临界反应器上端的污水入口 1 和氧入口 2 同时进入设置在反应器上端的一内置式喷嘴 3，并通过喷嘴内部下端设置的喷孔 4 形成喷射，射流设计有一定的角度，使污水和氧互相碰撞雾化后通过喷嘴底部的开孔形成的喷雾区正好落入下设的各波纹管 5 内的超临界水反应区 19。喷嘴内部设有一测温孔 6 用于插入热电偶以测量反应器内部的温度。此时从反应器下端插入的重力热管 7 的冷凝段将反应器外部的能量传



至波纹管 5 外部充满洁净水的区域 8，此区域的水在热管 7 的加热下重新成为超临界水，利用超临界水良好的传热性质，将热管 7 传来的能量和波纹管 5 内的废水、氧的混合物进行强化换热，使污水和氧在临界温度以上进行反应。反应产物经亚临界区 14 一定管程，在冷却水 17 的热交换作用下，温度降至临界温度以下，水变为液态，一同进入反应器中的固、液、气分离区 10，在这里通过剩余氧出口 11，将氧分离出来供循环使用。反应后的高焓值高温高压水通过洁净水出口 12 流出，而反应后沉降的无机盐从浓渣排污口 13 排出。在反应器外壳和波纹管之间设有一  $\text{Al}_2\text{O}_3$  陶瓷管状隔热层 15，在陶瓷管内壁设有一钛制隔离罩 16，并在  $\text{Al}_2\text{O}_3$  陶瓷管外壁和外层承压厚壁铜管 18 间，设置有适当间距 17 以流通冷却水。和高压污水同样压力的冷却水在污水和高压氧进入反应器的同时也通过冷却水入口 20 进入冷却水循环空间 17，通过一管状金属隔层 22 和反应出水进行一定的热交换，同时反应区热量也有少部分传至冷却水，使其成为一种超临界态，由于超临界水具有较高的定压比热容（在临界点附近趋近于无穷大），是一种极好的热载体和热缓冲介质，可保证承压钢管温度恒定，不超出承压等级要求，起到冷却和恒定外壳承压钢管温度，保证设备安全的作用，随后带走一部分热量，从冷却水出口 21 流出。

010105

说明书附图

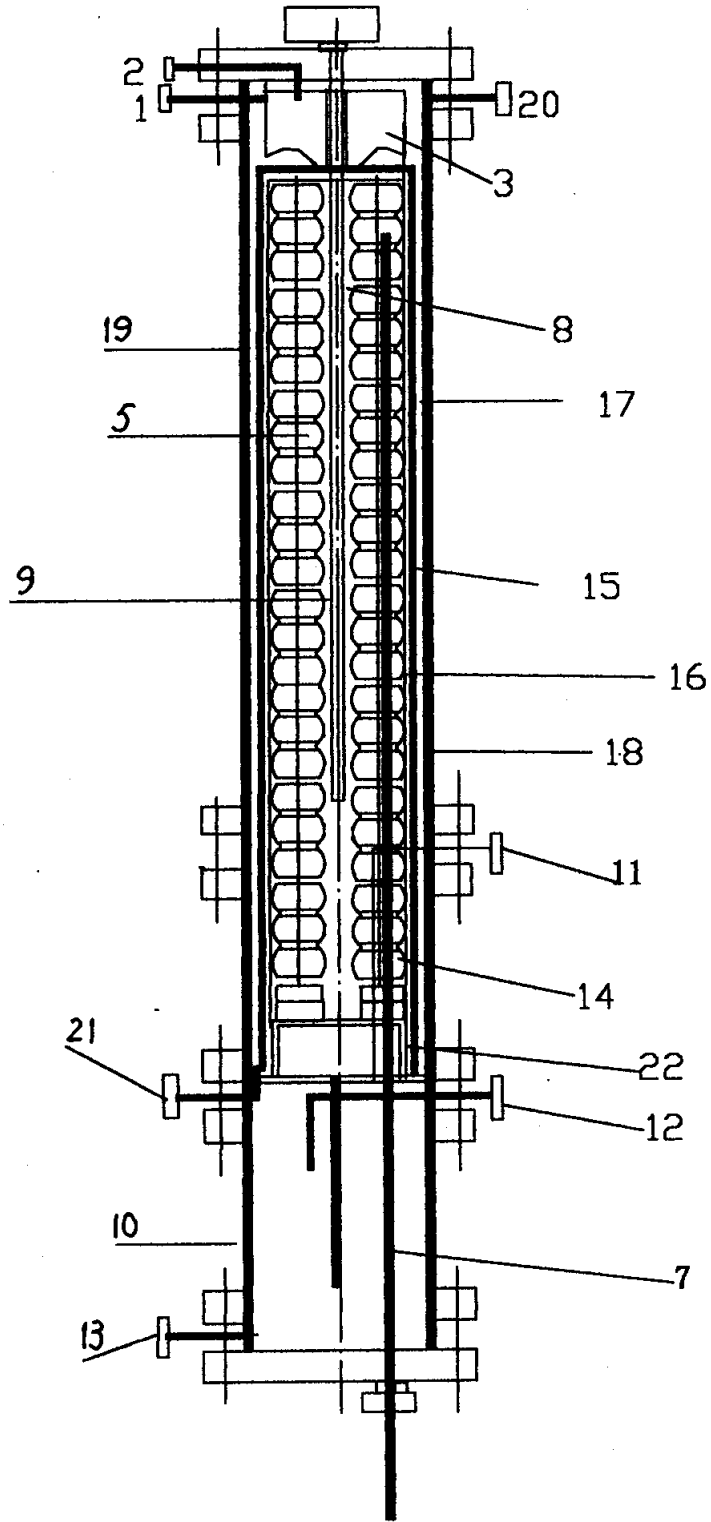
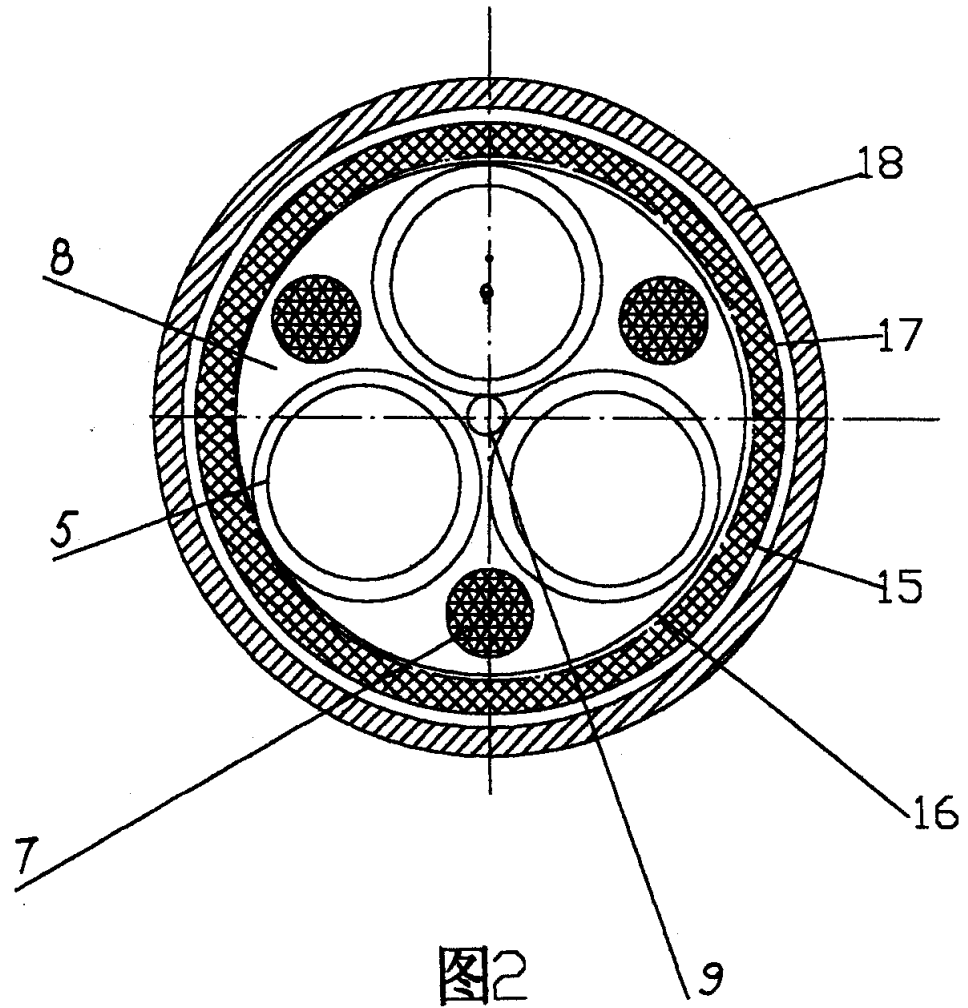


图1

01.01.05



01.01.05

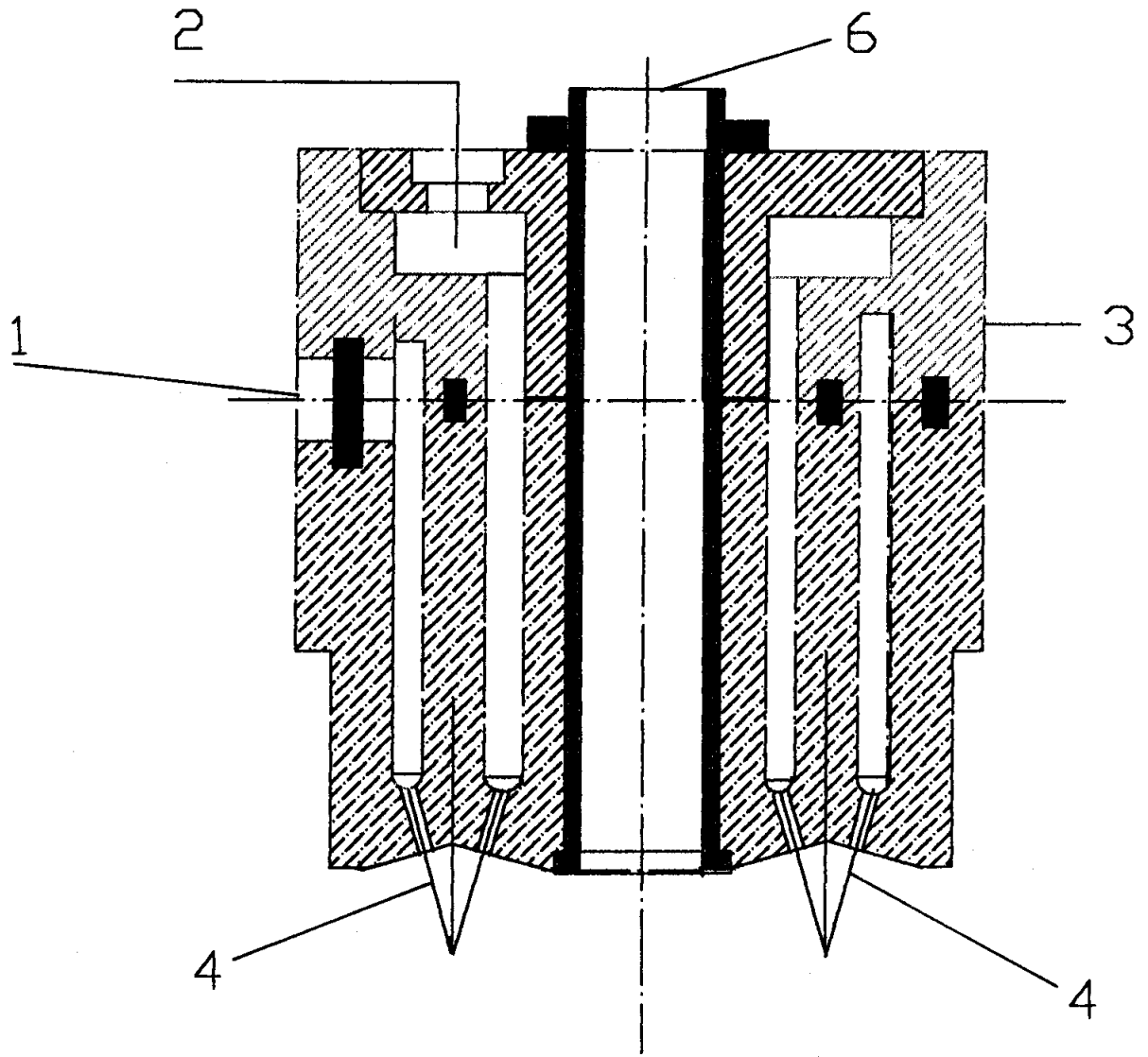


图3