

# [12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 96122727.3

[45]授权公告日 2001 年 5 月 23 日

[11]授权公告号 CN 1066202C

[22]申请日 1996.9.20 [24]颁证日 2001.1.27

[21]申请号 96122727.3

[30]优先权

[32]1995.9.21 [33]GB [31]9519303.3

[73]专利权人 英国氧气集团有限公司

地址 英国英格兰

[72]发明人 C·J·费尔德曼

[56]参考文献

CN1021389A 1988.10.12 C21C552

JP60174813A 1985.9.9 C21C552

SU1312104A 1987.5.23 C21C552

SU870448B 1981.10.7 C21C552

US4473350A 1984.9.25 C21C552

审查员 徐 川

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

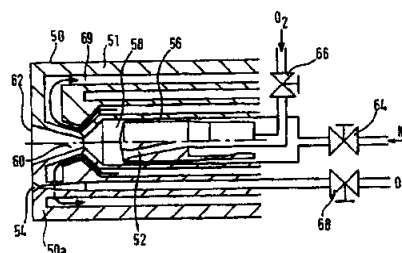
代理人 吴大建

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 燃烧器、包括燃烧器的金属熔化炉和加热  
熔化金属的方法

[57]摘要

一种熔化铁类碎块的燃烧器 50 和其类似装置,它包括与混合室 58 相通的一个燃料出口 56 和一个第一氧化剂(O<sub>2</sub>)供应出口 52。该燃烧器 50 还有一个主出口 62 和一个第二氧化剂供应出口 54。此外还有一个与混合室 58 相连的收缩—扩张型喷嘴。阀 64 控制送给出口 56 的气体燃料的流量,阀 66 和 58 分别控制送给出口 52 和 54 的第一和第二氧化剂的流量。在操作中,向出口 52 和 54 供应氧化剂,通过喷嘴 60 使热火焰或燃烧气体加速,使其达到音速或超音速。这种较高的速度易于使燃烧气体穿过渣层进入熔化的金属中。



## 权 利 要 求 书

1. 一种燃烧器，它包括：  
主体部分，其具有主出口；  
5       至少一个第一氧气供应出口和至少一个第二氧化剂供应出口，  
所述的第二出口位于可将氧化剂送至主出口下游的位置；  
一个燃料出口；  
一个混合室，它位于主体部分内并与所述燃料出口和所述第一  
氧化剂供应出口相通，以便使燃料与第一氧化剂混合；  
10       加速器，它位于接收室的下游，用于加速来自混合室的气体；  
以及  
氧化剂流量控制装置，它控制从所述第一和第二氧化剂出口排  
出的氧化剂的流量，从而可在不同的操作模式下使氧化剂从上述出  
口中的其中一个或两个出口以不同的速度射出。
- 15       2. 根据权利要求 1 所述的燃烧器，其特征在于第二氧化剂供应  
出口包括多个出口，该多个出口间隔地围绕着燃烧器端部，设置在  
主出口径向外侧的圆周上，并且这些出口还位于可将第二氧化剂送  
向主出口排出的气体中的位置。
- 20       3. 根据权利要求 1 或 2 所述的燃烧器，其特征在于所述加速器  
包括一个收缩——扩张型喷嘴。
4. 根据前述任何一项权利要求所述的燃烧器，其特征在于所述  
控制装置可有选择地操作，以便只将第二氧化剂出口或将第一及第  
二氧化剂出口与氧化剂源相通。
- 25       5. 根据前述任何一项权利要求所述的燃烧器，它还包括一个独  
立的点火器，该点火器可点燃燃料与上述第一及第二氧化剂中的一个  
或第一和第二氧化剂的两个的混合物。
6. 一种在包括炉壁和权利要求 1-5 所限定的任何一种燃烧器  
的炉中加热熔化金属的方法，该方法包括以下步骤：通过加速器使

燃烧器在火焰气体为音速或超音速的条件下操作，使从燃烧器排出的热气体进入熔化的金属中。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于燃烧器的头部位于熔化的金属和其上面渣层的表面上方，但靠近该表面。

5        8. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于燃烧器的头部位于渣层内。

9. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于燃烧器的头部位于熔化的金属中。

10       10. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于燃烧器的头部位于熔化金属和渣的交界面处。

11. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于燃烧器的头部位于多于一个的下述位置：熔化的金属和其上面渣层的表面上方，但靠近该表面；渣层内；熔化的金属中；和熔化金属和渣的交界在处。

15       12. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于当需要向熔化的金属供应氧化剂时，上述燃烧器在超化学计算量的氧化剂/燃料摩尔比的条件下操作。

13. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于当不需要向熔化的金属提供氧时，上述燃烧器在亚化学计算量或化学计算量的氧化剂/燃料摩尔比的条件下操作。

20       14. 根据权利要求 6-13 中任何一项所述的方法，其特征在于第一和第二氧化剂都是氧气。

15. 一种金属熔化炉，该炉包括至少一个如权利要求 1-5 中任何一项所限定的燃烧器。

## 说明书

燃烧器、包括燃烧器的金属熔化炉和  
加热熔化金属的方法

本发明涉及一种燃烧器，特别涉及熔化金属用的燃烧器，当然本发明并不仅限于此。

常规的熔化金属的装置包括具有辅助吹氧枪的公知电弧炉（如图1和图2所示）。该炉的操作包括：在电极之间电击形成电弧从而产生通过待熔化金属的热流，以及使用吹氧枪吹入附加氧气，该氧枪可在需要时任意地靠近或远离金属。一旦放电，电弧会将金属加热到大约 $1620^{\circ}\text{C}$ ~ $1700^{\circ}\text{C}$ 的最终出炉温度，同时氧气氧化金属中不需要的成份，并使该成份从金属中分离出来，形成隔绝渣层，该渣层浮于熔化的金属表面。该隔绝渣层可防止炉壁和电极遭受飞溅起来的熔化金属的破坏。在炉壁上经常设置辅助氧气/燃料燃烧器，以辅助电弧加热的效果。但很不幸，虽然在初始熔化阶段该燃烧器具有较突出的优点，但是它们经常无法在最后和关键的加热步骤中穿透渣层，因而在达到最终出炉温度时几乎不起作用。在熔化期间经常采用辅助气体风口将氧气和其它气体直接吹入熔化的金属体中。上述风口虽然可促进熔化金属的循环，从而有助于热量的重新分布，但是一般吹入的是较凉的气体，这样只会加剧达到最终出炉温度时所产生的问题。

本发明的目的在于减少并尽可能地消除上述结构所具有的问题。

因此，本发明提供了一种燃烧器，它包括：

主体部分，其具有主出口；

至少一个第一氧气供应出口和至少一个第二氧化剂供应出口，上述第二出口位于可将氧化剂送至所述主出口下游的位置；

燃料出口；

混合室，它位于主体内，与所述燃料出口和第一氧化剂供应出口连通，以便使燃料和第一氧化剂混合；

加速器，它位于接收室下游，以便加速从混合室排出的气体；

氧化剂流量控制装置，它控制从所述第一和第二氧化剂出口流出的氧化剂的流量，从而在不同的操作模式下氧化剂能以不同的流速从所述氧化剂出口中

的任意一个出口或两个出口同时射出。

在点燃燃料与第一和第二氧化剂中的一种或两种氧化剂的混合物时，燃烧器可按不同的模式有选择地操作，从而能够在加速器的下游侧或在加速器的上游、下游两侧燃烧，而且该燃烧器产生以亚音速、音速或超音速排出燃烧器的排出气体。

另一方面，本发明还提供了一种在下述炉中加热熔化金属的方法，该炉包括炉壁和上述燃烧器，其方法的步骤包括：通过加速器使燃烧器在火焰气体为音速或超音的条件下工作，并使从燃烧器排出的热气体进入熔化的金属中。

上述燃烧器可在亚音速以及无第一氧化剂的条件下工作。

在加热操作期间，上述燃烧器的头部可以位于下述的一个或多个位置中，此位置为：熔化的金属和其上面渣层表面的上方，但靠近该表面；渣层内；熔化的金属中；熔化的金属和渣的交界面处。当需要向熔化的金属供应氧化剂时，上述燃烧器按超化学计算量的氧化剂/燃料摩尔比操作，当不需要向熔化的金属供应氧化剂时，上述燃烧器按化学计算量的或亚化学计算量的氧化剂/燃料摩尔比操作。

上述燃烧器可包括：用来点燃燃料氧化剂混合物的独立点火器，如压电装置。作为替换方式，上述燃烧器可不设置该独立点火器，而是通过外部装置，如用炽热长蜡芯 (glowing taper) 进行点火。实际上，如果熔化炉已处于较高温度，则其本身可将燃烧器排出的燃料——氧化剂混合物点燃。

下面参照附图通过实例对本发明作进一步描述。

图1和2为已有电弧炉的剖面图；

图3 - 8 为带有本发明燃烧器的炉子的剖面图；

图9 为本发明燃烧器的端面图；

图10 为沿图9 中箭头A - - A 方向的燃烧器剖面图。

上述附图不是按比例绘制的。

参照图1 和2，电弧炉10 包括砖衬砌基础12，炉壁14 和贯穿有电极18、19、20 的顶部16。吹氧枪22 按下面将描述的方式设置，以便它可沿箭头I、O 的方向伸入炉内或从其中移出。在沿炉壁的许多点上可设置辅助燃烧器24，其位于可使加热火焰26 向下朝向待熔化金属28 的位置。气体风口30 以下面将要描述的方式位于可将气体直接引入熔化金属主体中的位

置。

在操作中，当电极移向金属碎块2 8 时，在电极之间产生电弧，这样该电弧以本领域普通技术人员公知的、故在这里不再描述的方式加热金属碎块2 8 并使其熔化。在金属碎块开始熔化时，电极进一步移向剩余的金属碎块，以确保有效的熔化，并减轻电极的损坏。一旦金属碎块完全熔化，若有氧枪则采用吹氧枪2 2 和风口3 0 向熔化的金属2 8 中喷射氧气，并氧化/ 去除不需要的杂质，之后这些杂质会升至表面并形成隔离渣层3 2 。这些渣可形成重要的防护层，该层可避免电极和炉壁遭受熔化金属的破坏，同时它还可起有效地防止燃烧器2 4 将熔化的金属加热至最终出炉温度的隔离层的作用。通过风口3 0 供应气体来冷却熔化的金属，从而使该金属更难于升至最终的出炉温度。

与上述已有技术形成明显的对照，图3 -1 0 所示的本发明提供了一种极简单且能高效地加热/喷射气体的装置，该装置可迅速地熔化金属碎块，有效地形成所需的渣层，并且易于达到最终的出炉温度。特别是，本发明提供了一种燃烧器/喷射气体组合式的装置，该装置可在渣层中及渣层的上、下方操作，从而无需电极1 8 、1 9 、2 0 以及辅助燃烧器2 4 和风口3 0 ，另外，在熔化的金属升至最终的出炉温度时，可直接向熔化的金属传递热量。

参照图3 -1 0 ，特别是图9 和图1 0 ，本发明提供了一种燃烧器5 0 ，它包括主体部分5 1 ，图1 0 中仅示出了该主体部分的末端或头部5 0 a ，另外燃烧器还包括第一、第二氧化剂出口5 2 、5 4 和燃料出口5 6 。头部5 0 a 一般由铜或铜合金制成。一个或许多第一氧化剂出口5 2 和燃料出口5 6 处在可将燃料/ 氧化剂排入整体地位于主体部分5 1 内部的混合室5 8 中的位置上，并且在收缩--扩张型喷嘴6 0 形成的加速器的上游。喷嘴6 0 的出口端形成燃烧器的主出口6 2 ，其作用将在下面进行描述。第二氧化剂出口5 4 由多个槽形出口形成，该多个槽形出口围绕着喷嘴中心线圆周地间隔布置，位于可将氧化剂引入出口6 2 下游区域的位置。如果需要，可设置图中所示的阀6 4 、6 6 和6 8 构成的流量控制装置，以便控制送至出口5 2 -5 6 的燃料和氧化剂的流量。在燃烧器的头部5 0 a 周围设有多个冷却通道6 9 ，它们是连通的以便冷却流体（如水）从中通过，这样可在操作期间对该头部进行冷却。

上述燃烧器可按多种不同的模式操作。比如，可向第一氧化剂通道提供氧气，这样燃料可在燃烧器主体部分5 1 内的混合室5 8 中与氧气相互混合。在

点燃时，燃烧发生在收缩——扩张型喷嘴60的前面。如果在喷嘴60前发生燃烧，热的火焰气体会膨胀通过喷嘴60从而形成可穿透钢液的音速或超音速高温气流。如果不向第一氧化剂出口提供氧气，燃烧器以火焰根部在主出口62下游的头部混合模式操作。这里的这种操作模式有时被叫作“管中管 (tube in tube)”模式。根据操作模式，氧气可以高(H)、中(M)或低(L)的流速从其中一个或从两个氧化剂出口供给，并且供给的氧化剂/燃料比大于、等于或小于2:1，从而提供富氧和缺氧燃烧。

与传统的头部混合燃烧器相对照，这里的气体在燃烧器主体外混合，并且氧与反应基出现在燃烧器外的一段距离后，本发明可基本达到完全燃烧。因此，本发明的燃烧器可避免下述问题，即与金属发生反应的反应物质量不确定，因此产量或产品质量发生不希望的变化。虽然在某些情况下最好采用该燃烧器向燃烧产物中喷入氧化剂，如 $O_2$ ，但同传统的既不知道也不易预计出上述物质的实际浓度的燃烧器相比，本发明的燃烧器能够控制喷射方式。

参照图3-8，可以知道采用本发明的燃烧器的炉子结构与图1和2所述的不同。特别应注意到图中没有电极18、19、20及辅助燃烧器24和风口30，另外吹氧枪22由一个或多个可伸缩的氧/燃料燃烧器50所代替，该燃烧器50的操作在表A中进行了详细描述并图示在附图3-附图7中。为了获得良好的热传递以及进行均匀地熔化，最好根据炉子的大小和条件设置3-6个燃烧器，可以发现，当燃烧器以相对金属表面很小的倾角 $\theta$ 操作时，可获得最佳性能，而该夹角 $\theta$ 小于 $30^\circ$ 时可避免直接与钢水接触。

在操作时，首先向炉子10内装入金属碎块28，之后在缩回的位置点燃燃烧器50，在该缩回位置燃烧器由炉子10的壁14（图3）保护。在此模式（模式A）中，向燃料出口56提供燃料，如天然气NG，同时以第一种较高（H）流速只向第二氧化剂出口54供应氧气。作为“管中管 (tube in tube)”式燃烧器，它可高效率地运行，火焰F一般直接通过金属碎块的上表面，从金属碎块堆中穿过，从而对金属碎块28进行预加热并使其熔化。燃烧器50保持在缩回的位置直至金属碎块的高度降低，在与金属碎块直接接触（模式B）而不对其造成损坏的情况下，上述燃烧器可更加靠近该碎块。

在上述第二模式中，分别从第一和第二氧化剂出口52、54以第三种较

低 (L) 流速和第二种中等 (M) 流速供给氧气, 此燃烧器是作为其氧化剂与燃料的 (摩尔) 比约为 2 : 1 但不发生氧化的一种“喷气 (r o c k e t)”式燃烧器运行的。当金属碎块减小时, 燃烧器 50 更加靠近熔化的金属 28, 上述氧化剂/燃料的比则大于 2 : 1。在该模式中 (模式 C 和图 4), 第二氧化剂出口 5 4 所排出的氧化剂的流速增加至高速 (H), 所形成的火焰 F 发生氧化。因此, 可形成高效强有力的、能够快速加热金属碎块的火焰, 由于火焰发生氧化, 所产生的热氧气会与燃烧气体, 如烃、一氧化碳和氢发生反应, 这样可进行二次 (或“后期”) 燃烧。所释放出的热量会促使金属碎块温度升高。该过程的下一步骤 (模式 D, 图 5) 为: 移动燃烧器, 使其进一步移向金属液, 并且按超化学当量的氧化剂与燃料比以较高的流速 (H) 从出口 5 2、5 4 供应氧化剂, 从而通过喷嘴 6 0 加速热的燃烧火焰气体, 并以超音速将其从排出口 6 2 排出。在金属精炼和成渣模式中, 将第二级氧气直接喷入熔化的金属中来运行上述燃烧器; 在这个模式中金属碎块中不需要的杂质被过量的氧氧化, 并升至表面形成渣层 3 2, 如图 6 所示。由于火焰 F 的作用, 二次氧气被加热, 从而消除了目前已知的氧气喷射系统的冷却作用。一旦排除了不需要的成份并形成了渣层, 燃烧器移至靠近金属/渣表面的位置 (模式 E, 图 6), 该燃烧器以一种超音速的模式继续运行, 在这种模式中氧化剂从出口 5 2、5 4 以较高 (H) 的流速流出, 但氧化剂与燃料的摩尔比小于 2 : 1 并形成起泡状的渣。燃烧气体  $CO_2$  以一种能避免传统的碳和氧吹入方法中存在的后期燃烧问题的方式使渣层起泡。一旦渣层形成足够的厚度, 便稍稍撤回燃烧器从而使它位于渣层中, 之后该燃烧器按两种不同的模式, 即音速和超音速模式操作, 上述两种模式在图 7 中示出, 并在表 A 中用步骤 F 表示。在该音速和超音速模式中, 气体的流速显然大于燃烧器按“喷气 (r o c k e t)”模式操作时的相应流速。

一般来说, 同时喷入碳和氧气或单独喷入氧气, 可在渣中形成气泡。任何喷入金属或溶解在金属中的碳会与氧发生反应生成一氧化碳, 该一氧化碳在一定的条件下为最佳产品。一氧化碳出现在渣中并产生气泡, 该气泡有助于形成覆盖于吹氧枪周围区域上的泡沫。为了起保护作用并延长寿命, 操作人员经常要将泡沫引入电极区域并靠近炉壁。上述传统的一氧化碳形成方法具有下述缺点, 即燃烧不完全, 排放量高, 同时降低了能量和材料的效率。通过采用处理

炉中排出的废气的最近研制的后期燃烧系统可解决上述问题，该系统通过附加的 $O_2$ 喷射将CO燃烧成 $CO_2$ 来完成燃烧反应，因此可收回一些化学能量，并减小排放量。很不幸，经证明独立的后期燃烧系统成本较高，结构复杂，因此人们找到了更好的解决方案。

本发明由于不需要气相中的上述独立后期燃烧，并且在形成泡沫状渣时不会产生大量的一氧化碳，从而可克服上述问题。本发明的燃烧器50按模式E喷射热的二氧化碳，按超化学计算量的模式D、F和G(看下文)将附加的氧气喷入渣或金属中。采用二氧化碳可直接使渣中产生气泡，金属中的碳会氧化生成一氧化碳，借助渣中所存在的氧气该一氧化碳接着燃烧生成二氧化碳，之后 $CO_2$ 进入渣层上方的气相中。因此，因从碳生成二氧化碳的反应中所释放的热量并不象一般情况那样在不同的反应中生成，故无需喷入碳，另外可更有效地利用能量。

可选择的加热过程的倒数第二步骤为：按图8所示的方式并以表A中详细列出的模式G操作燃烧器，在该模式G中，燃烧器头部插入熔化的金属中，头部的位置取决于超音速气流的压力，这样可防止燃烧器熄火或遭受熔化的金属的损坏。在该模式中，以较高的流速(H)向两个出口52、54供应氧气，氧气与燃料的比等于或大于2:1。包括二氧化碳的燃烧气体可起搅拌作用，该搅拌作用可有效地从熔化的金属中去除部分氮以及将热量直接引入熔化的金属中。

加热最后模式详见表A中的H，该模式为：将燃烧器50撤回到金属/渣接触面处，该燃烧器以音速或超音速以及氧与燃料的比小于或等于2:1的模式操作。这种直接的加热以及模式G中的加热会使熔化金属的温度达到最终的出炉温度并能够达到 $2700^{\circ}C$ 。在模式H中，火焰F不发生氧化并对金属的上表面直接加热，不受渣层32隔离性的影响。

表 A

| 模式   | NG | O <sub>2</sub> (1) | O <sub>2</sub> (2) | 模式                 | O <sub>2</sub> :FUEL | 燃烧器位置      |
|------|----|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------|
| 1. A | X  | -                  | X H                | 管中管 (tube-in-tube) |                      | 炉壁, 保护位置   |
| B    | X  | X L                | X M                | 喷气 (Rocket)        | 2:1                  | 炉壁, 开始伸入炉内 |
| C    | x  | X L                | X H                | 喷气 (Rocket)        | > 2:1                | 炉壁, 伸出位置   |
| 2. D | X  | X H                | X H                | 超音速                | > 2:1                | 靠近金属液      |
| E    | X  | X H                | X H                | 超音速                | ≤2:1                 | 金属/渣交界面    |
| F    | X  | X H/M              | X H/M              | 音速/超音速             | > 2:1                | 渣          |
| G    | X  | X H                | X H                | 超音速                | ≥2:1                 | 金属         |
| 3. H | X  | X H/M              | X H                | 音速/超音速             | ≤2:1                 | 金属/渣交界面    |

# 说明书附图

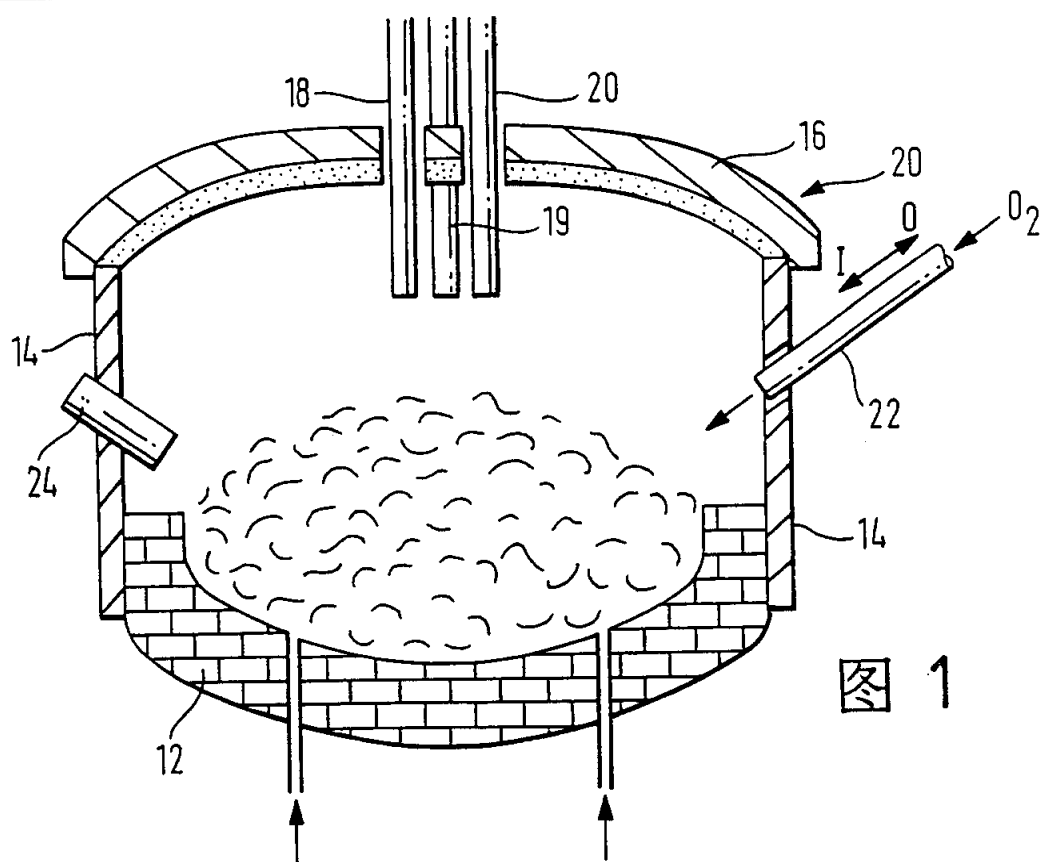


图 1

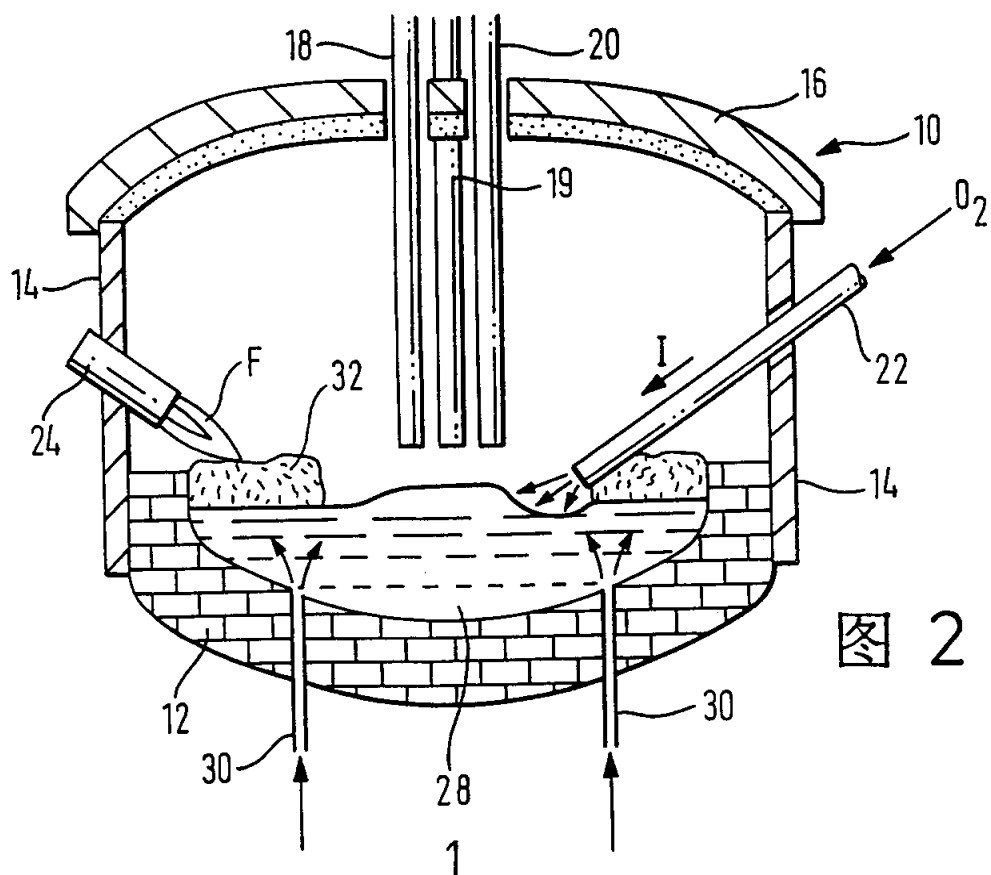


图 2

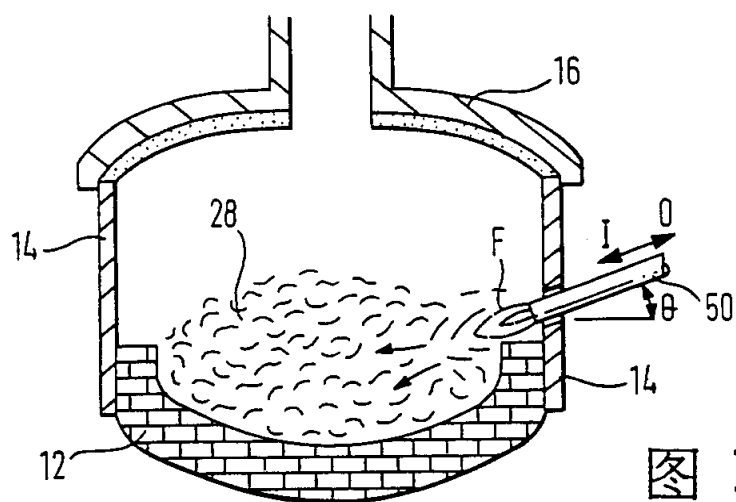


图 3

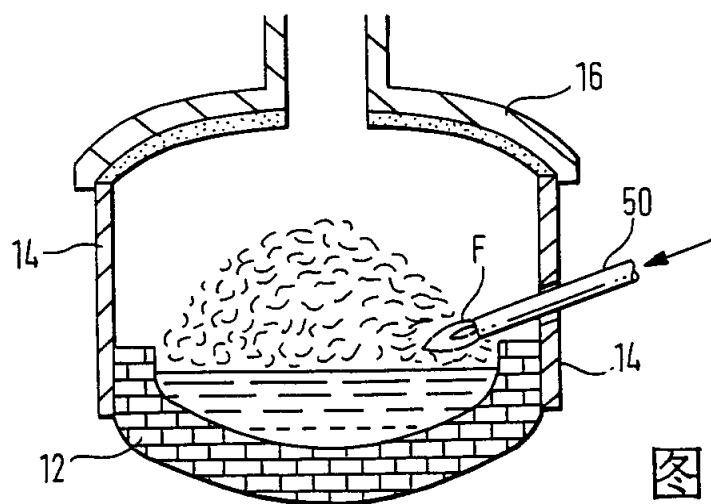


图 4

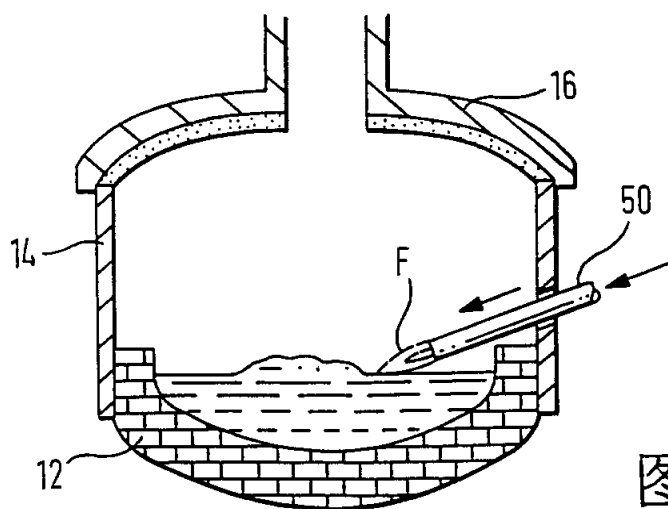


图 5

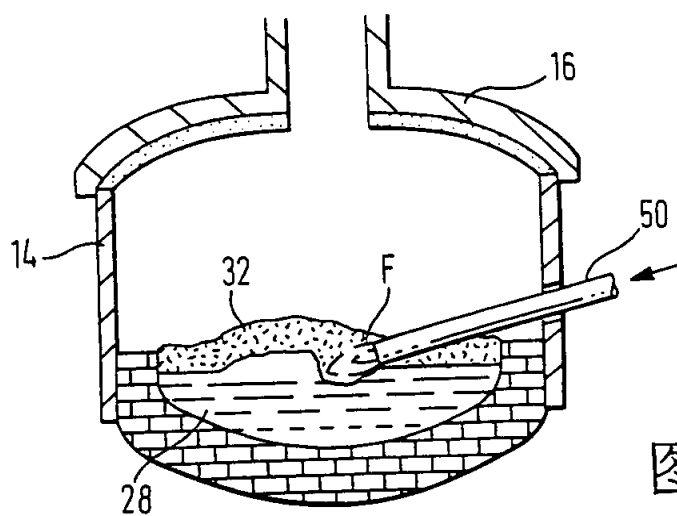


图 6

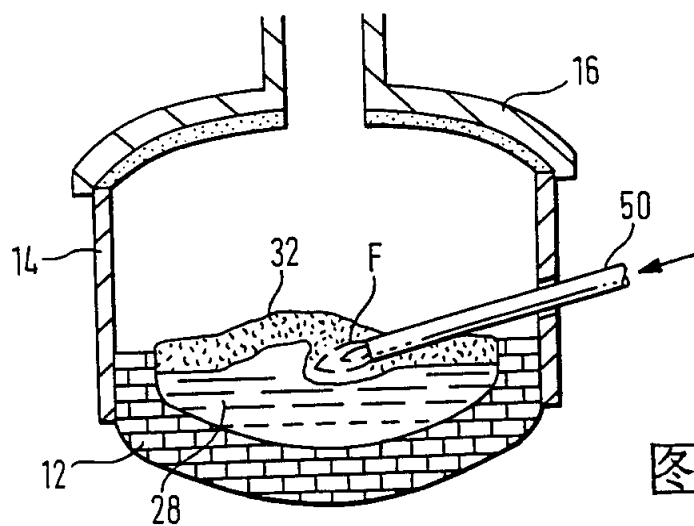


图 7

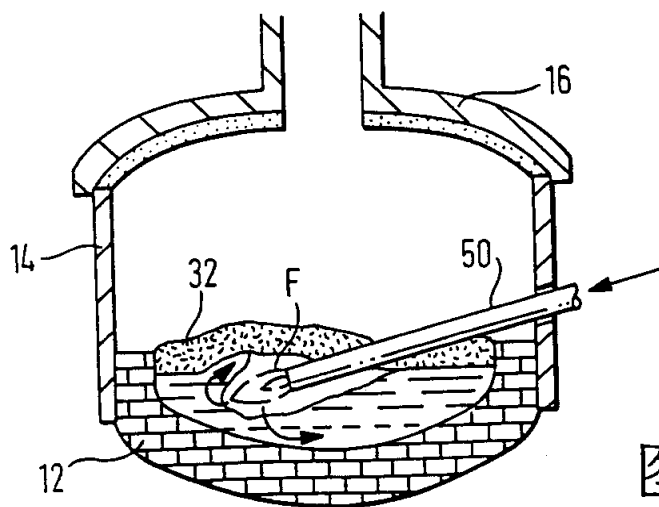


图 8

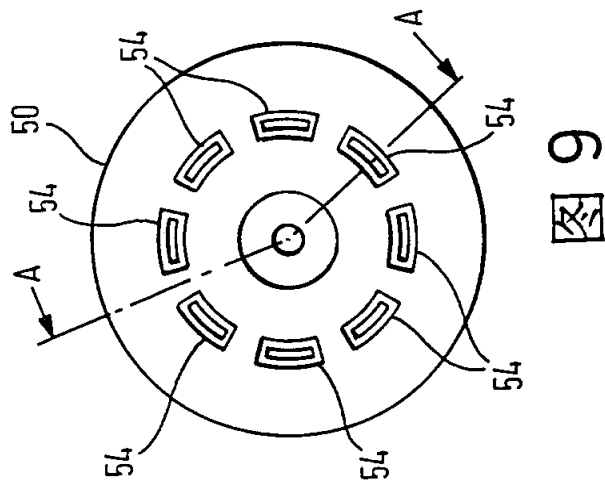


图 9

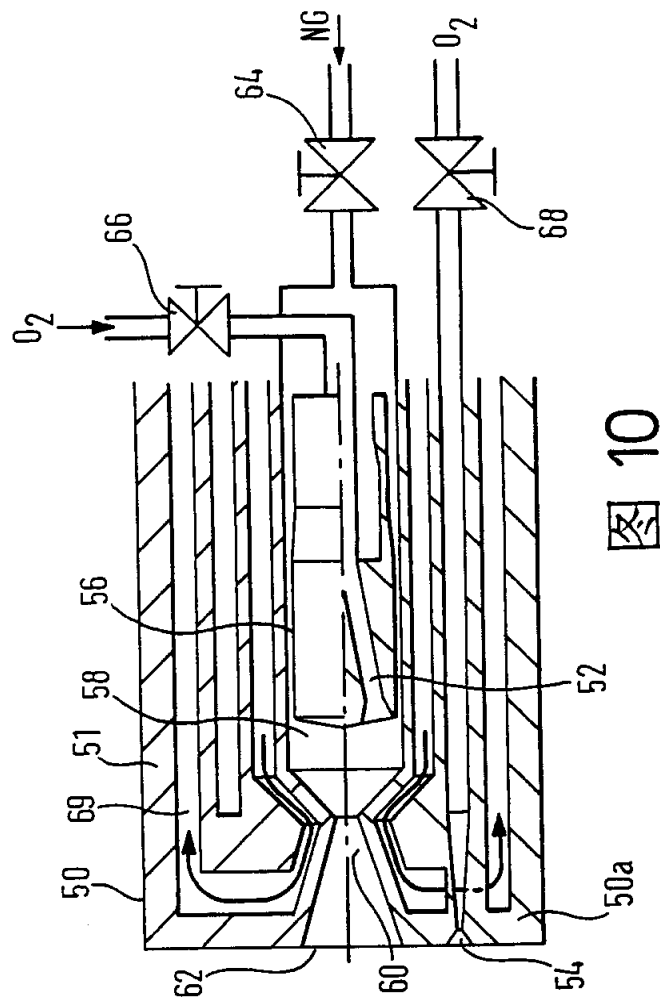


图 10