



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 00128985.3

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1197982C

[22] 申请日 2000.8.10 [21] 申请号 00128985.3

[30] 优先权

[32] 1999.8.10 [33] AU [31] PQ2130

[71] 专利权人 技术资源有限公司

地址 澳大利亚维多利亚

[72] 发明人 彼得·D·伯克

审查员 叶 楠

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

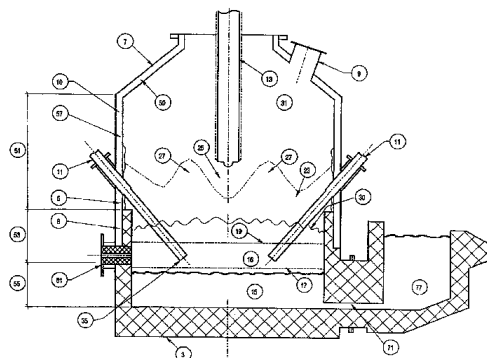
代理人 马高平

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称 压力控制

[57] 摘要

公开了由含金属的原料制造熔融铁和/或铁合金的直接熔炼方法。该方法是在直接熔炼容器中进行基于熔融液的方法。该方法包括将含金属原料、碳素材料和助熔剂送入容器中；在熔融液中将含金属原料熔炼成熔融铁；和将含氧气体喷入容器中，将在该方法中产生的气体后燃烧。该方法的特征是通过调节容器压力控制容器中熔融金属的液位。



1. 从含金属的原料制造熔融铁和/或铁合金的直接熔炼方法，包括以下步骤：

- 5 (a) 在直接熔炼容器中形成具有金属层和在金属层上的渣层的熔融液；
 (b) 将含金属的原料、碳素材料和助熔剂送入容器中；
 (c) 在熔融液中将含金属的原料熔炼成熔融铁；
 (d) 将含氧气体喷入容器，对该过程中产生的气体后燃烧；
 (e) 从容器中连续排出熔融金属；
10 (f) 从容器中周期性地排出熔融炉渣；

且其特征为，通过调节容器内压力控制容器内熔融金属的液位。

2. 如权利要求 1 的方法，其特征在于，包括通过以下步骤控制容器中熔融金属的液位：

- (i) 在排渣期间和完成排渣后 15 分钟内的任何时刻，将容器内的压力
15 升高到预定的压力 P1，以补偿容器排渣导致的金属高度的增加；和

 (ii) 容器压力达到 P1 后，调节压力，使压力在下一次排渣时达到较低的压力 P2，以补偿该阶段在金属高度上增加炉渣的总量带来的影响。

3. 如权利要求 2 的方法，其特征在于，步骤(i)中压力的升高至少为 5kPa。

- 20 4. 如权利要求 2 或 3 的方法，其特征在于，步骤(i)包括在排渣期间和完成排渣后 10 分钟内的任何时刻升高容器内的压力。

5. 如权利要求 2 或 3 的方法，其特征在于，步骤(i)包括仅在排渣期间升高容器内的压力。

- 25 6. 如权利要求 2 或 3 的方法，其特征在于，步骤(i)包括连续升高压力。

7. 如权利要求 2 或 3 的方法，其特征在于，步骤(i)包括以一系列步长升高压力。

8. 如权利要求 7 的方法，其特征在于，压力升高步长为 0.5-2kPa。

9. 如权利要求 8 的方法，其特征在于，压力升高步长为 0.5-1.5kPa。

- 30 10. 如权利要求 2 或 3 的方法，其特征在于，步骤(ii)包括连续降低压力。

11. 如权利要求 2 或 3 的方法, 其特征在于, 步骤(ii) 包括以一系列步长降低压力。
12. 如权利要求 11 的方法, 其特征在于, 压力降低步长为 0.5-2kPa。
13. 如权利要求 12 的方法, 其特征在于, 压力降低步长为 0.5-1.5kPa。
- 5 14. 如权利要求 11 的方法, 其特征在于, 压力降低步长之间的时间间隔为 20-30 分钟。
15. 如权利要求 2 或 3 的方法, 其特征在于, 步骤(ii) 包括到下次排渣前的整个时期内将压力调节到较低压力 P2。
16. 如权利要求 2 或 3 的方法, 其特征在于, 步骤(ii) 在下次排渣前
- 10 的一段时间完成, 且保持较低压力 P2 直到下次排渣。
17. 如权利要求 2 或 3 的方法, 其特征在于, 排渣之间的时间段为 2-3 小时。
18. 如权利要求 2 或 3 的方法, 其特征在于, 步骤(b) 包括将含金属的原料、固体碳素材料和助熔剂通过喷枪喷入金属层中。
- 15 19. 如权利要求 2 或 3 的方法, 其特征在于, 步骤(c) 包括在金属层中将含金属的原料熔炼为熔融金属。
20. 如权利要求 2 或 3 的方法, 其特征在于, 包括造成熔融材料以飞溅、液滴和液流的形式喷射到位于熔融液的名义静止表面上的空间中, 并形成过渡区。
- 20 21. 如权利要求 20 的方法, 其特征在于, 包括通过一个或多个喷枪/喷口将含氧气体喷入直接熔炼容器中, 对从熔融液中释放出的反应气体进行后燃烧, 因此在过渡区中上下翻腾的熔融材料的飞溅、液滴和液流促进了向熔融液的传热, 因而过渡区使得容器通过与过渡区接触的容器侧壁向外散热的热损失最小。
- 25 22. 如权利要求 21 的方法, 其特征在于, 含氧气体是空气或富氧空气。

压力控制

5 技术领域

本发明涉及在含有熔融液的冶金容器中，由含金属的原料，如矿石、部分提炼的矿石和含金属的废物流制造熔融铁和/或铁合金的方法。

本发明尤其涉及由含金属的原料制造熔融铁和/或铁合金的基于熔融液的直接熔炼的方法。

- 10 术语“直接熔炼方法”可理解为由含金属的原料制造熔融金属(该术语包括合金)，此处为铁和/或铁合金的方法。

本发明更特别地涉及基于熔融液的直接熔炼方法，该方法依赖熔融金属层作为熔炼介质，一般称为 HIs melt 方法。

15 背景技术

一般来说，HIs melt 方法包括以下步骤：

- (a) 在直接熔炼容器中形成具有金属层和在金属层上的渣层的熔融液；
- (b) 通过多个喷枪/喷口将含金属的原料和固体碳素物射入金属层中；
- (c) 在金属层中将含金属的原料熔炼为金属；
- 20 (d) 使熔融材料以飞溅、液滴和流体形式射入熔融液的名义静止表面之上的空间中，以形成过渡区；以及
- (e) 通过一个或多个喷枪/喷口将含氧气体喷入容器中，对从熔融液中释放出的气体后燃烧，因此在过渡区中上下翻腾的熔融材料的飞溅、液滴和流体促进了向熔融液传热，而且过渡区使容器通过与过渡区接触的侧壁
- 25 的热损失最小。

HIs melt 方法一个优选形式的特征为，通过斜向下穿过容器侧壁伸入容器的喷枪，将输运气体、含金属的原料、固体碳素物和任选的助熔剂喷入熔融液中形成过渡区，使得输运气体和固体材料穿过金属层，造成熔融材料从熔融液中射出。

- 30 这种形式的 HIs melt 方法是对先前形式方法的改进，后者通过喷口将输运气体和固体碳素物从底部喷入熔融液中，造成熔融材料的液滴、飞溅

和液流从熔融液中射出，以形成过渡区。

本申请人通过从直接熔炼容器中连续排放熔融铁和间歇排放熔融渣来操作 Hismelt 方法，进行了大量的试制工作，并取得了与该方法相关的一系列显著发现。

- 5 其中一个发现，也是本发明的主题，是直接熔炼容器中的压力是控制容器中熔融金属液位的有效手段。该发现尤其适用于，尽管决不仅仅适用于，连续排出熔融金属和间歇排出熔融渣的直接熔炼方法。

发明内容

- 10 在通常意义上，本发明是从含金属的原料制造熔融铁和/或铁合金的直接熔炼方法，包括以下步骤：

- (a) 在直接熔炼容器中形成具有金属层和在金属层上的渣层的熔融液；
- (b) 将含金属的原料、碳素材料和助熔剂送入容器中；
- (c) 在熔融液中将含金属的原料熔炼成熔融铁；
- 15 (d) 将含氧气体喷入容器，对该过程中生成的气体后燃烧；
- (e) 从容器中连续排出熔融金属；
- (f) 从容器中间歇排出熔融渣；

且其特征为通过调节容器内压力控制容器内熔融金属的液位。

该方法优选的包括通过以下步骤控制容器内熔融金属的液位：

- 20 (i) 在排渣期间和完成排渣后达 15 分钟内的任何时刻，将容器内的压力升高到预定的压力 P1，以补偿容器排渣导致的金属高度的增加；和
- (ii) 容器内压力达到 P1 后，调节压力，使压力在下一次排渣时达到较低的压力 P2，以补偿该阶段在金属高度上增加炉渣的总量带来的影响。

在步骤(i)中升高的压力优选的至少为 5kPa。

- 25 优选的步骤(i)包括在排渣期间和完成排渣后达 10 分钟内的任何时刻升高容器内的压力。

优选的步骤(i)包括仅仅在排渣期间升高容器内的压力。

可以在步骤(i)中分步或连续地升压。

优选的步骤(i)包括分步升高容器内的压力。

- 30 压力调节步骤(ii)可包括分步或连续地降压。

优选的调节步骤(ii)包括分步降压。

优选的降压步骤之间的时间间隔为 20-30 分钟。

可以注意到,在上述从压力 P1 到压力 P2 的降压范围内,可存在短期的压力波动,其中有一个或多个与已建立的降压到压力 P2 的趋势相反的压力变化。例如,在容器包括排出熔融金属的前炉室的情况下,在排渣之间
5 需要在短时间内将容器压力降到低于 P2 的压力,使容器中金属的液位充分升高,以便前炉室中的金属液位降到比前炉室出口处液位低,从而实现出渣槽和鱼雷形渣车的安全转换。转换完成后,压力可按要求升高。

压力调节步骤(ii)可包括到下次排渣前的整个时期内将压力调节到较低的压力 P2。可选的是,压力调节步骤可在下次排渣前的一段时间内完成,
10 然后将压力保持在较低压力 P2,直到下次排渣为止。

两次排渣间的间隔随下列因素的范围而不同,如容器的尺寸和原料的喷射速度及组成。

典型的两次排渣间的间隔为 2~3 小时。

步骤(i)和(ii)中优选的升压步长和降压步长为 0.5~2kPa。

15 步骤(i)和(ii)中更优选的升压步长和降压步长为 0.5~1.5kPa。

优选的步骤(b)包括通过多个喷枪/喷口将含金属的原料、固体碳素物和助熔剂喷入金属层中。

更优选的固体碳素物是煤。

优选的步骤(c)包括在金属层中将含金属的原料熔炼为熔融金属。

20 优选的直接熔炼方法包括造成熔融材料以飞溅、液滴和液流的形式喷射到位于熔融液的名义静止表面上的空间中,并形成过渡区。

更优选的方法包括通过一个或多个喷枪/喷口将含氧气体喷入直接熔炼容器中,对从熔融液中释放出的反应气体进行后燃烧,因此在过渡区中上下翻腾的熔融材料的飞溅、液滴和液流促进了向熔融液的传热,因而过
25 渡区使得容器通过与过渡区接触的容器侧壁的热损失最小。

本文熔融液中的术语“静止表面”可理解为在没有气体/固体喷射,从而没有熔融液搅动的处理条件下的熔融液表面。

优选的含氧气体是空气或富氧空气。

更优选的富氧空气含有少于 50% (体积)的氧气。

30 优选的该方法在高后燃烧水平下进行。

优选的后燃烧水平大于 60%。

含金属的原料可以是任何合适的含铁原料。优选的原料是铁矿。

铁矿可以预热。

铁矿可以部分还原。

5 附图说明

本发明将通过实施例参照以下附图进一步描述：

图 1 是本发明直接熔炼容器的优选形式的垂直剖面图，该容器正在进行将铁矿石直接熔炼成熔融铁的过程；

图 2 是该方法的一个优选的实施方案的容器压力与时间的曲线图；和

10 图 3 是该方法的另一个优选的实施方案的容器压力与时间的曲线图。

具体实施方式

图 1 中所示的容器有一个包括由耐火砖形成的底座 3 和侧壁 55 的炉床；从炉床的侧壁 55 向上伸出形成一般圆柱形桶，并包括上桶部分 51 和下桶部分 53 的侧墙 5；炉顶 7；排气出口 9；可连续排出熔融铁的前炉床 77；
15 连接炉床和前炉床 77 的前炉床连接 71；排出熔融渣的排渣孔 61。

在使用中，在稳态过程条件下，容器含有包括熔融铁层 15 和金属层 15 上的熔融渣层 16 的熔融铁水和炉渣的熔池。用数字 17 标记的箭头表示铁层 15 的名义静止表面的位置，用数字 19 标记的箭头表示渣层 16 的名义静止表面的位置。术语“静止表面”可理解为当没有向容器中喷射气体和固体时的表面。
20

容器还包括 2 个与垂直方向成 30-60° 角度、斜向下穿过侧墙 5 并插入渣层 16 的固体喷枪/喷口 11。喷枪/喷口 11 的位置选择使得在稳态处理条件下，出口端 35 处于铁层 15 的静止表面 17 之上。

25 在使用中，在稳态处理条件下，输运气体(典型的是氮气)中携带的铁矿石、固体碳素物(典型的是煤)和助熔剂(典型的是石灰和氧化镁)通过喷枪/喷口 11 喷射到金属层 15 中。固体材料/输运气体的冲力使得固体材料和气体穿过铁层 15。煤在铁层 15 中脱去挥发分并因此生成气体。碳部分溶解在金属中并部分保持为固体碳。铁矿石熔炼成金属，熔炼反应生成一氧化碳气体。送入金属层 15 中并通过脱去挥发分和熔炼生成的气体产生明显的浮力，使熔融金属、固体碳和渣(以固体/气体/喷射的顺序画在铁层 15
30

中)从铁层 15 向上提升,使熔融材料的飞溅、液滴和液流产生向上的运动,当这些飞溅、液滴和液流通过渣层 16 移动时就携带了炉渣。

向上提升熔融金属、固体碳和渣的浮力在铁层 15 和渣层 16 中产生显著的搅动,结果使渣层 16 的体积膨胀并产生箭头 30 指示的表面。搅动的程度使得在金属和渣区域存在合理的均匀温度 - 典型的是 $1450 \sim 1550^{\circ}\text{C}$, 在每个区域的温度差约为 30°C 左右。

另外,由熔融金属、固体碳和渣的上升浮力产生的熔融金属和渣的飞溅、液滴和液流的向上运动延伸到容器中熔融材料上面的顶部空间 31 中,和:

10 (a) 形成过渡区 23, 和

(b) 使某些熔融材料(主要是渣)抛到过渡区上,并抛到位于过渡区 23 之上的侧墙 5 的上桶部分 51 的一部分和炉顶 7 上。

在通常意义上,渣层 16 是液态连续容积,并含有气泡,而过渡区 23 是具有熔融金属和渣的飞溅、液滴和液流的气态连续容积。

15 该容器还包括位于容器中心并垂直向下插入容器中的喷射含氧气体(典型的是预热的富氧空气)的喷枪 13。选择喷枪 13 的位置和通过喷枪 13 的气体流速,使得在稳态过程条件下,含氧气体穿过过渡区 23 的中心区域,并在喷枪 13 端部周围保持明显没有金属/渣的空间 25。

在使用中,在稳态过程条件下,通过喷枪 13 的喷射的含氧气体将过渡区 23 和围绕喷枪 13 端部的自由空间 25 中的反应气体 CO 和 H_2 后燃烧,并在气体空间中产生约 2000°C 或更高的高温。热量传输给气体喷射区中上下翻腾的熔融材料碎片、液滴和液流,然后当金属/渣返回铁层 15 中时,热量又部分传输给铁层 15。

25 自由空间 25 对实现高水平的后燃烧很重要,因为该空间使得过渡区 23 上的空间中的气体能送入喷枪 13 的端部区域,从而增加有效反应气体的后燃烧。

30 喷枪 13 的位置、通过喷枪 13 的气体流速和熔融材料碎片、液滴和液流的向上运动的结合效果是形成围绕喷枪 13 较低区域的过渡区 23 - 一般用数字 27 表示。这样形成的区域对通过辐射向侧墙 5 的热传导提供了部分屏障。

而且,在稳态过程条件下,上下翻腾的熔融材料碎片、液滴和液流是

从过渡区 23 向熔融液传热的有效手段, 结果使得在侧墙 5 区域中的过渡区 23 的温度达到约 1450~1550℃。

容器的建造参照该工艺在稳态工艺条件下运行时容器中铁层 15、渣层 16 和过渡区 23 的料位, 并参照该工艺在稳态运行条件下运行时喷入过渡区 5 23 上的顶部空间 31 中的上下翻腾的熔融材料碎片、液滴和液流来进行, 使得:

(a) 接触金属/渣层 15/16 的炉床和侧墙 5 的下桶部分 53 用耐火材料砖建成(在图中用剖面线表示);

(b) 至少部分侧墙 5 的下桶部分 53 用水冷壁 8 衬托; 和

10 (c) 接触过渡区 23 和顶部空间 31 的侧墙 5 的上桶部分 51 和炉顶 7 用水冷壁 57、59 制成。

在侧墙 5 的上桶部分 51 中的每个水冷壁 8、57、59(未示出)具有平行的上边和下边, 以及平行的侧边, 并弯曲形成圆柱形桶部分。每个壁包括内水冷管和外水冷管。这些管制成具有由弯曲部分连接的水平部分的螺旋形。每根管还包括入水口和出水口。将管子在垂直方向偏移, 从而当从炉壁 15 的暴露面, 即暴露在容器内部的面看时, 外层管的水平段不是正处在内层管水平段的后面。每个炉壁还包括填充每根管相邻直段之间和各管之间的空间的填实的耐火材料。每个炉壁还包括形成炉壁外表面的支撑板。

管子的入水口和出水口与供水回路连接(未示出), 该回路使水以大流量 20 在管内循环。

参照上述方法的试制工作作为系列扩展的活动, 由本申请人在其位于西澳大利亚 Kwinana 的试制工厂中进行。

试制工作用图 1 所示和上面描述的容器, 根据上述稳态加工条件进行。特别的, 该加工过程通过前炉室 77 的连续排出熔融铁和通过排渣孔 61 的 25 周期性排出熔融炉渣来进行。

试制工作在下列不同因素的宽范围下评价容器和摸索方法:

- (a) 原料;
- (b) 固体和气体喷射速度;
- (c) 渣的总量 - 根据渣层的深度和渣与金属的比例来测量;
- 30 (d) 运行温度; 和
- (e) 装置的布置。

在本发明的范围内，在试制工作中发现，控制容器中熔融金属的液位很重要。如果铁的液位太接近前炉室连接部分 71，就会破坏金属密封，渣和气体就会进入前炉室 77，从而产生不良后果。另外，如果铁的液位太高，就有淹没固体喷射喷枪/喷口 11 的危险，从而产生不良后果。

- 5 容器中铁的液位是某些因素的函数，一个因素是铁层 15 上渣层 16 的厚度，即渣的总量。

特别的，当渣的总量增加时，铁就被铁层 15 上增加的重量向下推。当渣的重量减少时，铁层 15 的液位就升高。同样，在试制中周期性排渣和连续卸出熔融铁的操作方法意味着在排渣期间渣的总量将明显变化，容器中
10 熔融铁的液位也明显变化。

本申请人发现在试制工作中，调节容器中的压力是补偿渣的总量的变化和在排渣期间控制容器中熔融铁的液位在可接受的高度范围内的有效手段。

- 尤其是，本申请人发现根据图 2 中所示的曲线调节容器内的压力可有效控制容器中熔融铁的液位。
15

图 2 是对 2.5 小时的排渣周期的压力 - 时间曲线。可以欣喜地体会到，一般形式的曲线可应用于任何排渣周期。

- 参照图 2，完成一次排渣后，容器的压力立刻以 1kPa/分钟的速度从 70kPa 升高到 75kPa。这种在相对短时间周期内容器压力相对大的升高弥补了从容器排渣导致的铁液位的升高。压力的升高通过调节废气排气管 9 的控制阀(未示出)来实现。
20

通常建议理想的是在容器限制的范围内尽可能快地从排渣压力升高到目标压力。一种限制是，如果压力升高太快，就会产生穿过并来自前炉室 77 的熔融金属波动。

- 25 进一步参考图 2，达到目标压力 75kPa 后，压力以每 25 分钟降低 1kPa 的一系列步长降到 70kPa。在该阶段压力的降低补偿了此期间内容器中渣的增加导致的铁液位的降低。

图 3 表示另一个方案，当然不是唯一的其他方案，来调节容器内的压力，以补偿渣的总量的变化，并控制排渣期间容器内熔融铁的液位。

- 30 图 3 是对 2.5 小时的排渣周期的压力 - 时间曲线。

根据图 3 表示的压力调节方案，在 10 分钟的排渣期内，压力以 1kPa

的一系列步长从 70kPa 升高到 75kPa。这种在相对短时间周期内容器压力相对大的升高弥补了从容器排渣导致的铁液位的升高。正如图 2 中表示的压力调节方案一样，压力的升高通过调节废气排气管 9 的控制阀来实现。

对于上述本发明方法优选的实施方案可作出多个改进，而不背离本发
5 明的精神和范围。

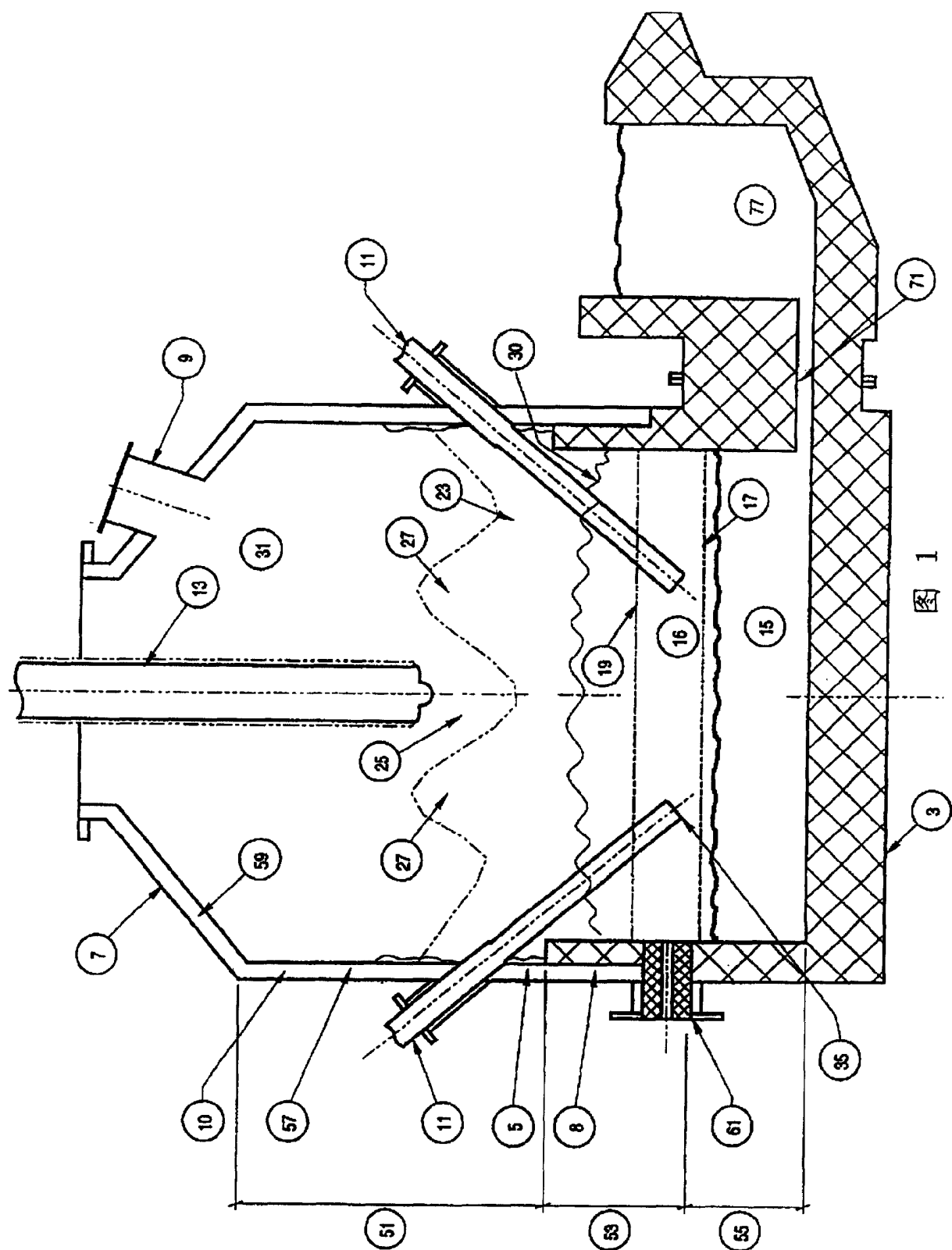


图 1

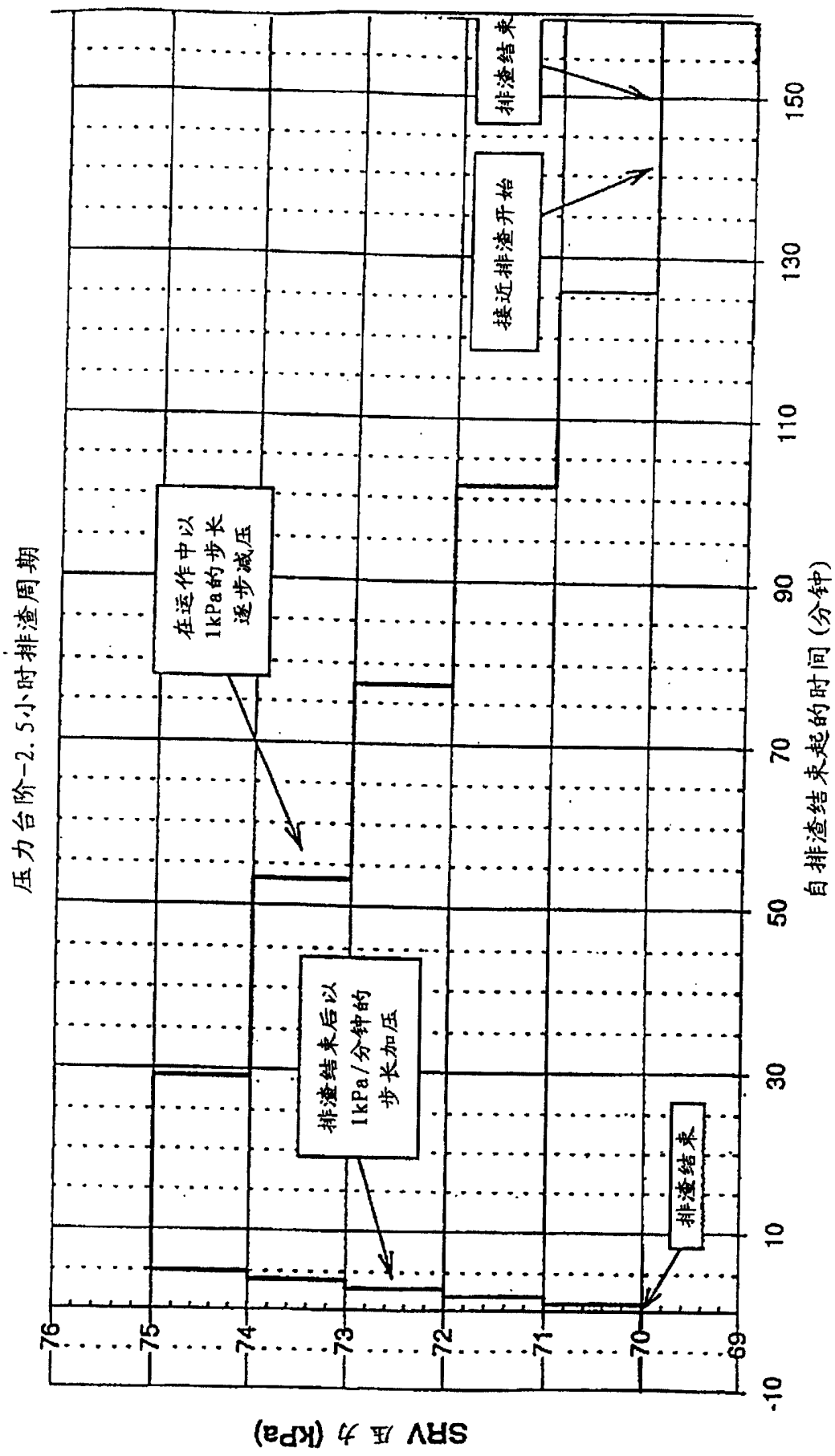


图 2

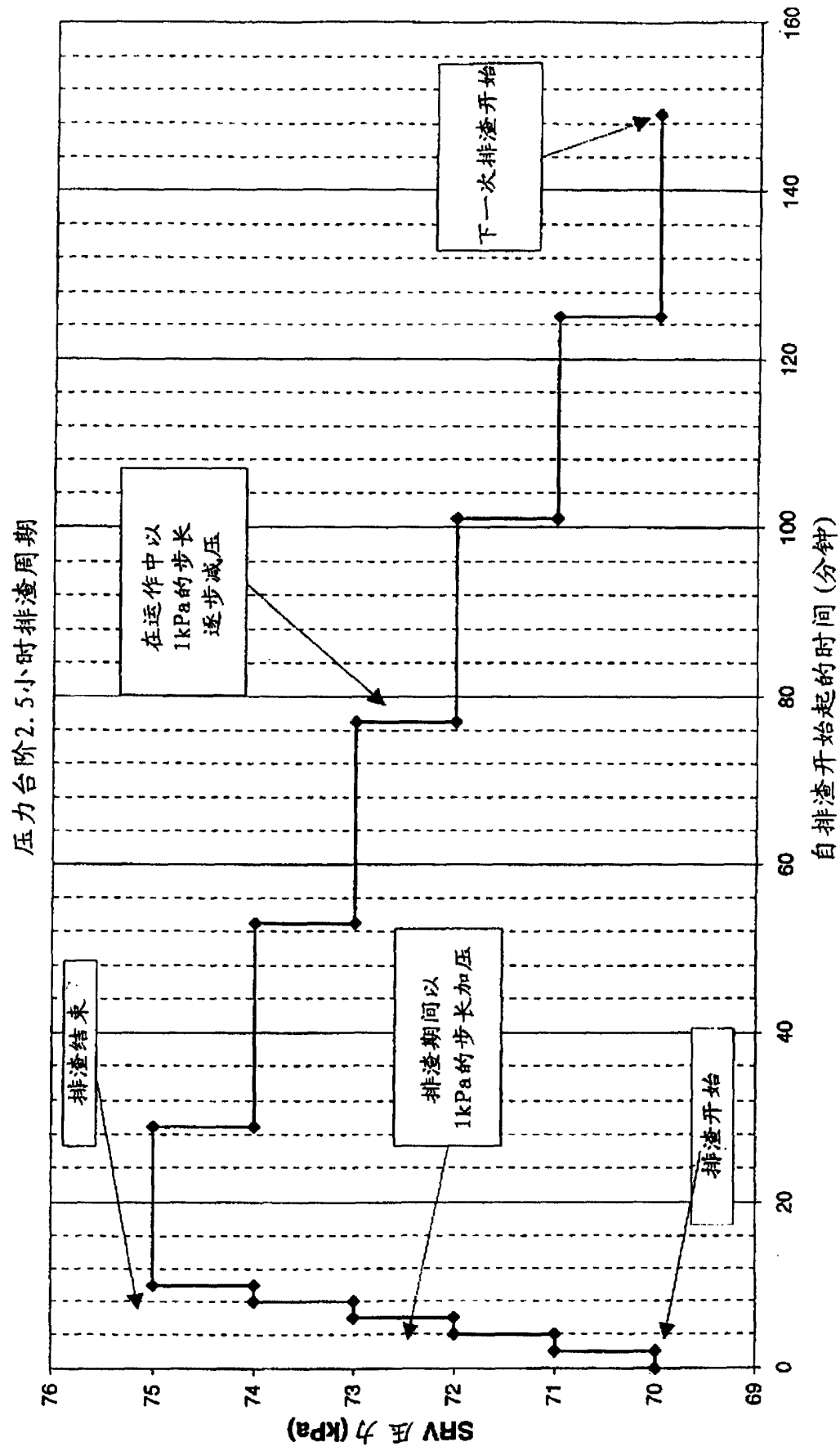


图 3