



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105612263 B

(45)授权公告日 2019.02.19

(21)申请号 201480055842.5

(22)申请日 2014.10.13

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105612263 A

(43)申请公布日 2016.05.25

(30)优先权数据  
2013903979 2013.10.16 AU

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.04.11

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/IB2014/065249 2014.10.13

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/056143 EN 2015.04.23

(73)专利权人 奥图泰(芬兰)公司

地址 芬兰埃斯波

(72)发明人 M·勒特尔 R·W·玛祖塞韦奇  
夏吉良 N·雅可布森

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专  
利商标事务所 11038

代理人 林振波

(51)Int.Cl.  
C21C 5/46(2006.01)  
F27B 3/22(2006.01)  
F27D 3/16(2006.01)

审查员 赵重阳

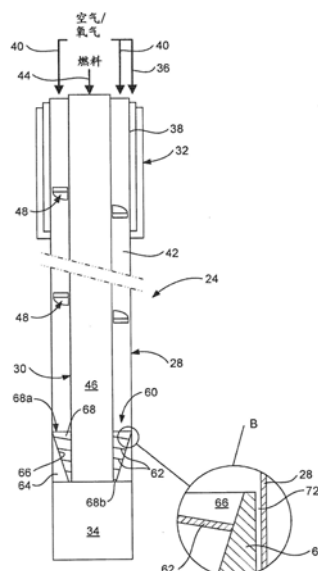
权利要求书1页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

用于增强浸没式燃烧的顶部浸没式喷射喷枪

(57)摘要

一种用于火法冶金操作(10)中顶部浸没式喷枪(TSL)喷射的喷枪(24),其中,该喷枪(24)具有至少两个基本上同心的管(28,30),在最外管(28)与紧邻管(30)之间限定出含氧气体环形通道(42)并且在最内管(30)内部限定出另一燃料通道(46);从喷枪(24)的可浸没式下出口端起,最外管(28)具有长度上的下部,借此,最外管(28)延伸超出其它管(30)的出口端,以在最外管(28)的出口端与其它管(30)的出口端之间限定出与含氧气体环形通道(42)连通的腔室(34);并且,喷枪(24)还包括气流更改装置(60),气流更改装置邻近腔室(34)设置在含氧气体环形通道(42)的下端部中,并且可用来使流入腔室(34)并且在腔室内纵向地流向喷枪(24)出口端的含氧气体产生离开最外管(28)内表面的向内流动分量,从而增强含氧气体与从燃料通道(46)流入腔室(34)的燃料的混合。



CN 105612263 B

1. 一种用于火法冶金操作中顶部浸没式喷枪喷射的喷枪,其中,该喷枪具有至少两个基本上同心的管,在最外管与紧邻管之间限定出含氧气体环形通道并且在最内管内部限定出另一燃料通道;从喷枪的可浸没式下出口端起,最外管具有长度上的下部,借此,最外管延伸超出其它管的出口端,以在最外管的出口端与其它管的出口端之间限定出与含氧气体环形通道连通的腔室;并且,喷枪还包括气流更改装置,气流更改装置邻近腔室设置在含氧气体环形通道的下端部中,并且可用来使流入腔室并且在腔室内纵向地流向喷枪出口端的含氧气体产生离开最外管内表面的向内流动分量,从而增强含氧气体与从燃料通道流入腔室的燃料的混合;气流更改装置具有螺旋形的至少一个内部构件和围绕所述至少一个内部构件延伸的外部构件,以使得气流更改装置约束流至环形通道下端部的气体流过螺旋流路,该螺旋流路由外部构件的内表面、内部构件、以及所述紧邻管的外表面限定而成,并且该螺旋流路围绕所述紧邻管的外表面且具有从上到下递减横截面;其中,气流更改装置适用于在所述螺旋流路中使沿含氧气体环形通道向下流动的大比例气体产生向内流动分量,但是气流更改装置在最外管的内表面与外部构件的外表面之间限定出环形间隙,小比例气体能够以环幕形式流过该环形间隙以在最外管的内表面上流动。

2. 如权利要求1所述的喷枪,其中,气流更改装置使经含氧气体环形通道的下端部朝向腔室纵向流动的气体产生离开最外管内表面的流动分量,该流动分量是稍微径向的或者是径向且纵向的。

3. 如权利要求1或2所述的喷枪,其中,内部构件是螺旋形的叶片,以使得气流更改装置是单头或者多头式螺旋配置。

4. 如权利要求3所述的喷枪,其中,内部构件的至少一个叶片沿着内螺旋边缘以一定间隔地或者连续地固定到紧邻的最内管的外表面上。

5. 如权利要求4所述的喷枪,其中,所述至少一个叶片的宽度在径向上相对于紧邻的最内管而言从叶片上端处或叶片上端附近的最大宽度开始减小。

6. 如权利要求5所述的喷枪,其中,外部构件围绕紧邻的最内管从外面封闭螺旋流路的外周边。

7. 如权利要求6所述的喷枪,其中,外部构件围绕各相继层级的叶片桥接叶片。

8. 如权利要求7所述的喷枪,其中,外部构件具有截头圆锥形的内表面,外表面也是截头圆锥形的或者是圆柱形。

9. 如权利要求4所述的喷枪,其中,气流更改装置的叶片通过焊接沿着每个叶片的长度连续地或者断续地固定到紧邻管的外表面上。

10. 如权利要求9所述的喷枪,其中,气流更改装置的外部构件包括套或者环形的外壳,叶片通过连续或者断续焊接而固定到套或者外壳的内表面上。

11. 如权利要求3所述的喷枪,其中,气流更改装置包括至少四个叶片。

12. 如权利要求11所述的喷枪,其中,气流更改装置包括七到十二个叶片。

## 用于增强浸没式燃烧的顶部浸没式喷射喷枪

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于熔池火法冶金操作的顶部浸没式喷射喷枪。

### 背景技术

[0002] 对发明背景的以下论述用来促进对本发明的理解。然而,应当知道,以下论述并不一定是承认提到的任何资料为截至本申请优先权日为止公开的、已知的或者公知常识的一部分。

[0003] 需要熔池与含氧气体源之间相互作用的熔池熔炼操作或者其它火法冶金操作采用几种不同的供气配置。通常,这些操作涉及直接喷入到熔融冰铜/金属中。这可以通过如Bessemer式炉中的底吹风口或者Peirce-Smith式转炉中的侧吹风口来进行。替代地,喷气可以借助于喷枪来提供顶吹或者浸没式喷射。顶吹喷枪喷射的实例是KALDO炼钢厂和BOP炼钢厂,其中,从熔池上方吹纯氧来由熔融铁生产钢。另一实例是三菱制铜法,其中,喷射喷枪使气体射流(例如空气或者富氧空气)冲击并且穿透熔池顶面,以分别生产冰铜和吹炼冰铜。在浸没式喷枪喷射的情况中,喷枪下端浸没,使得在熔池渣层内而不是从熔池渣层上方进行喷射,以提供顶部浸没式喷枪(TSL)喷射,公知实例是应用于各类金属加工的Outotec Ausmelt TSL技术。

[0004] 对于从上方喷射的两种形式,也就是说顶吹和TSL喷射两者,喷枪经受到极高的熔池温度。三菱制铜法中的顶吹使用了多个较小的钢喷枪,其具有大约50mm直径的内管和大约100mm直径的外管。内管大约终止于炉顶高度处,大大高于反应区。外管向下延伸到炉的气体空间中,以将其下端定位在熔池上表面上方大约500-800mm处,外管是可旋转的以防止其粘到炉顶处的水冷箍上。由空气携带的粒料吹过内管,而富氧空气吹过内外管之间的环形空间。尽管外管的下端在熔池液面上方间隔开且喷枪由流过的气体来冷却,但外管每日烧损大约400mm。因此,外管在操作期间慢慢地下降以补偿该烧损,并且当需要时将新的管段附连至该易耗式外管的顶部。

[0005] 用于TSL喷射的喷枪比用于顶吹(例如上述三菱法中)的喷枪大很多。如在下文中所假设的那样,TSL喷枪通常至少具有内管和外管,但是也可具有至少一个与内管和外管同心的其它管。典型的大型TSL喷枪具有200到500mm或更大的外管直径。此外,喷枪更长并且向下延伸穿过TSL反应器(大约10到15m高)的顶部,以使得外管下端浸没在熔池的溶渣相中大约300mm以上的深度处,但是由外管内部喷射气流的冷却作用所形成并保持在在外管外表面上的凝固渣覆层来保护。内管可与外管大约终止于相同高度处,或者内管终止于外管下端上方约达1000mm的更高处。因此,可以是仅外管的下端浸没。无论如何,螺旋形叶片或者其它整流装置可以安装在内管的外表面上,横跨内管与外管之间的环形空间。叶片使空气或者富氧风沿着该环形空间产生强烈涡旋,并且用来增强冷却效果,以及确保气体与经内管供应的燃料和进料的很好混合,混合基本上在由外管所限定出的在内管下端下面的混合室中进行,其中,内管终止于外管下端上方足够大的距离处。

[0006] TSL喷枪的外管在下端处磨损和烧损,但是与没有覆层的情况相比,通过凝固渣保

护覆层显著地减小了损耗速度。然而,这很大程度上是通过TSL技术的操作模式来控制的。该操作模式使得TSL技术是可行的,尽管喷枪下端是浸没在溶渣池的强反应性和强腐蚀性环境中。TSL喷枪的内管可以用来供应进料,例如待喷入熔池渣层中的精矿、助熔剂和还原剂,或者可以用于供应燃料。含氧气体(例如空气或者富氧空气)通过内外管之间的环形空间供应。在开始进行熔池渣层内的浸没式喷射之前,喷枪定位成其下端(也就是说外管下端)在渣面上方间隔开合适距离。含氧气体和燃料(例如燃料油、煤粉或者碳氢化合物气)供应至喷枪,并且把生成的氧气/燃料混合物点燃以产生冲击熔渣的喷射火焰。这促使熔渣飞溅而在喷枪外管上形成液态熔渣覆层,通过流过喷枪的气流使该液态熔渣覆层凝固以提供上述的固态熔渣覆层。当然后喷枪降下以在熔渣内进行喷射时,流过喷枪的含氧气体使喷枪下部维持在凝固熔渣覆层能够保持并且凝固熔渣覆层能够保护外管的温度。

[0007] 对于新的TSL喷枪,外管下端与内管下端的相对位置,也就是说内管下端从外管下端缩进的距离(如果有的话),是在设计期间所确定的特定火法冶金操作窗口的最佳长度。该最佳长度对于TSL技术的不同应用可以是不同的。因此,在氧经熔渣转至冰铜而把冰铜吹炼成粗铜的两步式批操作中、在使冰铜吹炼成粗铜的连续单步操作中、在用于还原含铅熔渣的工艺中、或者在用于熔炼氧化铁进料以生产生铁的工艺中,全都具有各自不同的最佳混合室长度。然而,在所有情况中,随着外管的下端慢慢地磨损和烧损,混合室的长度逐渐降到火法冶金操作的最佳长度之下。类似地,如果在外管端部与内管端部之间为零偏置,则内管下端会随着磨损和烧损而暴露于熔渣中。因此,需要定期切割至少外管的下端来提供整洁的边缘,以焊接一段合适直径的管段,从而重新建立内外管下端的最佳相对位置以优化熔炼条件。

[0008] 外管下端磨损和烧损的速率随所进行的熔池火法冶金操作而变化。决定上述速率的因素包括进料处理速率、操作温度、熔池流动性和化学成分、喷枪流速等。有时,腐蚀磨损和烧损的速率是比较高的,并且在最坏的情况中,由于需要中断处理以从操作中移除磨损了的喷枪并且用另一个来替换,同时修复取下的磨损喷枪,因此在一天中会失去好几个小时的操作时间。这种停工在一天中会出现若干次,每次停工都增加了非处理时间。虽然TSL技术相对于其它技术提供了显著好处(包括节省成本),但是更换喷枪所损失的操作时间带来了显著的成本代价。

[0009] 已经提出了一些方案用于顶吹喷枪和TSL喷枪的流体冷却,以使喷枪免受火法冶金工艺中高温的影响。在以下的美国专利中公开了用于顶吹的流体冷却喷枪实例:

[0010] Bertram等的US3,223,398,

[0011] Belkin的US3,269,829,

[0012] De Saint Martin的US3,321,139,

[0013] Zimmer的US3,338,570,

[0014] Stephan等的US3,411,716,

[0015] Shepherd的US3,488,044,

[0016] Ramacciotti等的US3,730,505,

[0017] Pfeifer的US3,802,681,

[0018] McMinn等的US3,828,850,

[0019] Johnstone等的US3,876,190,

[0020] Jaquay的US3,889,933,

[0021] Desaar的US4,097,030,

[0022] Schaffar等的US4,396,182,

[0023] Okane等的US4,541,617,以及

[0024] Dunne的US6,565,800。

[0025] 除了Bertram等的US3,223,398和Belkin的US3,269,829之外的全部上述参考文献采用了同心布置的最外管,设置成使流体能沿着供应通道流至喷枪出口端并且沿着返回通道从出口端流回,而Bertram等使用的变型中上述流体流动只限于喷枪的喷嘴部。虽然Belkin提供了冷却水,但冷却水沿着内管的长度穿过出口以与沿着内管与外管之间环形通道供应的氧气混合,从而以带有氧气的蒸汽喷射。水的加热和蒸发提供了Belkin喷枪的冷却,而所产生和喷射的流将热量返回至熔池。

[0026] Themelis的美国专利US3,521,872、Bennett等的US4,023,676和Hayden, Jr等的US4,326,701公开了用于浸没式喷射的喷枪。Themelis的方案类似于Belkin的US3,269,829。它们使用的喷枪均是通过将水加入到气流中并且依靠蒸发到喷射流中来冷却喷枪,这种配置不同于利用闭环系统中水通过热传递来冷却喷枪的配置。然而,Themelis的配置没有内管,并且沿着单个管来供应气体和水,水在该管中汽化。Bennett等的方案(虽然称为喷枪)更类似于风口,其中,它穿过容纳熔融金属的炉的周壁在熔融黑色金属表面下面进行喷射。在Bennett等的方案中,用于喷射的各同心管在陶瓷套管内部延伸,而冷却水经封装在陶瓷套管内的管循环。在Hayden, Jr等的专利中,仅在喷枪上部中提供冷却流体,而直至可浸没式出口端的下部包括封装在耐火水泥中的单个管。

[0027] Themelis突显了现有技术方案的局限。其论述涉及通过喷氧来精炼铜。虽然铜具有大约1085°C的熔点,但是Themelis指出,在大约1140°C到1195°C的过热温度下实施精炼。在此温度,最好的不锈钢或者合金钢的喷枪具有非常小的强度。因此,即使是顶吹式喷枪一般也采用环流式流体冷却,或者在Bennett和Hayden, Jr等的浸没式喷枪情况中采用耐火或者陶瓷覆层。Belkin的US3,269,829的进步以及由Themelis所提供的对Belkin的改进在于采用了能通过喷射气体内混合的水的蒸发来实现的强力冷却。在所有情况中,蒸发将在喷枪内实现并且冷却喷枪。Themelis对Belkin的改进是在冷却水供应至喷枪之前使冷却水雾化,避免了喷枪结构失效的风险和由熔融金属内的液态水喷射所引起的爆炸风险。

[0028] Dunne的美国专利US6,565,800公开了一种固体喷射式喷枪,用不发生反应的载体将固体颗粒物料喷射到熔融物料中。也就是说,该喷枪仅用于将颗粒物料输送到熔体中,而不是作为能够混合物料和燃料的装置。该喷枪具有:中心芯管,用于吹送颗粒物料;和双壁夹套,其与芯管外表面直接导热接触,可用来环流冷却液(例如水)。夹套沿着芯管的一部分长度延伸,以在喷枪出口端处留出芯管的突出长度。喷枪具有至少1.5米的长度,并且从实图中可看出夹套外径大约为12cm,芯管内径大约为4cm。夹套包括焊接到一起的各相继段,其中,主段是钢制成,靠近喷枪出口端的端部段则由铜或者铜合金制成。内管的突出出口端是不锈钢制成,通过螺纹接合而连接至内管的主段以便于更换。

[0029] Dunne的US6,565,800的喷枪适用于生产熔炼黑色金属的HiSmelt法,该喷枪能够喷射氧化铁进料和碳质还原剂。在此情况下,喷枪暴露于恶劣条件下,包括约1400°C的操作温度。然而,如以上参照Themelis所指出的,铜具有大约1085°C的熔点,并且甚至在大约

1140℃到1195℃的温度,因此不锈钢具有非常小的强度。Dunne的方案或许适用于HiSmelt法的情况下,冷却夹套的横截面与芯管的横截面之比高达约8:1,并且总横截面较小。Dunne的喷枪既不是TSL喷枪,也不适用于TSL技术。

[0030] Floyd的美国专利US4,251,271及US5,251,879和Floyd等的美国专利US5,308,043提供了基于TSL技术的用于火法冶金处理的喷枪实例。如以上详述的,最开始是通过使用在溶渣层上顶吹的喷枪来使溶渣溅起以获得喷枪上的溶渣保护层,其是通过产生飞溅的高速顶吹气体来凝固的。即使喷枪然后降下以使下出口端浸没在熔渣层中使得在熔渣内能够进行所需的顶部浸没式喷枪喷射,固体熔渣覆层也能维持。Floyd的美国专利US4,251,271和US5,251,879的喷枪按以下方式操作来冷却以维持固体熔渣层:在美国专利US4,251,271的情况中仅通过喷射气体,在美国专利US5,251,879的情况中通过喷射气体加上经护罩管吹出的气体。然而,对于Floyd等的美国专利US5,308,043,除了喷射气体和经护罩管吹出的气体提供的冷却以外,还通过在由喷枪的外侧三个管所限定出的环形通道中环流的冷却液来提供冷却。这是通过设置实心合金钢环形嘴来实现的,该环形嘴在喷枪出口端处围绕喷枪周边联接上述三个管的最外管和最内管。环形嘴由喷射气体以及流过环形嘴上端面的冷却液来冷却。环形嘴的实心形状及由合适合金钢制造导致了环形嘴具有良好耐磨性和耐烧损性。该配置可以使得在必须更换环形嘴(以便避免喷枪失效的风险,从而能够将冷却液排放到熔池内)之前喷枪达到实用的工作寿命。

[0031] 顶部浸没式喷枪(TSL)喷射因为优于顶吹式喷枪而已经广泛应用于火法冶金处理中。在例如TSL熔炼炉的火法冶金处理中,重要问题之一是喷枪的设计。由于实施浸没式喷射的高温渣相的侵蚀性以及通常存在由喷枪浸没端处或喷枪浸没端内燃料燃烧所产生的燃烧火焰,在两次环形嘴修理之间顶部浸没式喷枪的运行期会缩短。这些情况会在喷枪出口端处引起磨损和烧损,而磨损在某些TSL火法冶金操作中会因喷射精矿而进一步加剧。在以上提到的Floyd的美国专利US4,251,271和US5,251,879以及我们的待审批申请W02013/000017和W02013/029092中已经提出了用于顶部浸没式喷射的一些典型喷枪。一般地,这些喷枪包括螺旋形旋流器,用于将气体约束于喷枪长度上部的螺旋形流路中,以便促进在喷枪出口端部内或者至少部分地超出出口端部外的燃烧区域中喷射气体与燃料的混合。

[0032] 本发明涉及一种改进的用于TSL火法冶金操作的顶部浸没式喷射喷枪。本发明的喷枪对于Floyd等的美国专利US 5,308,043的喷枪提供了替代的选择,至少在优选形式中能够提供优于该专利喷枪的好处。

## 发明内容

[0033] 本发明提供了一种用于火法冶金操作中顶部浸没式喷枪(TSL)喷射的喷枪。该喷枪具有至少两个基本上同心的管,在最外管与紧邻管之间限定出含氧气体环形通道,并且在最内管内部限定出另一燃料通道。从喷枪的可浸没式下出口端起,最外管具有长度上的下部,借此,最外管延伸超出其它管的出口端,以在最外管的出口端与其它管的出口端之间限定出与含氧气体环形通道连通的腔室。喷枪还包括气流更改装置,气流更改装置邻近腔室设置在含氧气体环形通道的下端部中,并且可用来使流入腔室并且在腔室内纵向地流向喷枪出口端的含氧气体产生离开最外管内表面的向内流动分量,从而增强含氧气体与从燃料通道流入腔室的燃料的混合。气流更改装置具有至少一个螺旋形的内部构件和围绕所述

至少一个内部构件延伸的外部构件,使得气流更改装置约束流至环形通道下端部的气体流过螺旋流路,该螺旋流路围绕紧邻管的外表面且具有递减横截面。

[0034] 在本发明的TSL喷枪的使用中,含氧气体在压力下供应至喷枪上端处的第一连接器,以沿着在最外管与紧邻管之间限定出的含氧气体环形通道的长度纵向地向下流动。该含氧气体可以是氧气、空气或者富氧空气。此外,燃料在压力下供应至喷枪上端处的第二连接器,以沿着在最内管内部限定出的燃料通道或者在最内管与不是最外管的紧邻管之间限定出的通道纵向地向下流动,燃料可以是燃料油、液化天然气(LPG)、石油气或者是载气中的细粒燃料(例如是在空气或者氮气中携带的煤或者其它固体碳质燃料)。这种配置使得含氧气体和燃料能够在最外管的出口端与其它管的出口端之间限定出的腔室中混合,以提供能点火或者点燃的可燃混合物,以便产生伸出喷枪出口端之外的强烈燃烧火焰。

[0035] 从前面在发明背景部分的说明可知,喷枪最开始是悬挂在渣池上方,以使得由可燃混合物所产生的火焰冲击渣面,从而使喷枪的外部下端部被飞溅的熔渣液滴包覆。通过沿着含氧气体环形通道流动和在含氧气体环形通道外流动的含氧气体的冷却作用使熔渣凝固,以形成凝固熔渣覆层,甚至在喷枪降下以使喷枪下端浸没在熔渣内以使火焰能够在熔渣内产生燃烧区域之后,凝固熔渣覆层也能得以维持。该工序已经广泛地用于多种不同的火法冶金处理,但是在某些操作中遇到了困难。例如,含氧气体与燃料的混合会不足以实现燃料的高效燃烧,导致了难以通过浸没式燃烧和在熔池内分散燃料来维持熔池温度,其中,与意图相反,燃料起到还原剂的作用。此外,特别是在接近TSL技术所用温度范围上限的熔池温度,很难维持所需的固体熔渣覆层,并且一旦覆层消失,最外管会发生快速腐蚀。在该更高温度,由含氧气体提供的冷却作用不足以冷却最外管,同时燃烧火焰太靠近最外管的内表面并且这会更难以充分冷却最外管。根据本发明喷枪的气流更改装置能够促进含氧气体的混合从而提高了燃料燃烧的效率,以及能够集聚燃烧火焰从而增大火焰离最外管内表面的间距并从而有助于维持凝固熔渣覆层,这样就改进了操作。

[0036] 本发明的喷枪优选包括在含氧气体环形通道中的至少一个单头或者多头螺旋形叶片式旋流器。Floyd的美国专利US4,251,271提出的喷枪仅采用了一个用于含氧气体的旋流器,其在环形通道的大部分长度上延伸。然而,本发明的喷枪优选包括至少一个较短的旋流器,更优选是在优选的多头形式中有两个以上这种较短旋流器,也被称为组。这与现行做法一致,因为使用短旋流器或者组而不是US4,251,271中的长旋流器将导致喷枪上端与下端之间的气体压降较低,从而能够使用较低的气体供应压力。

[0037] 旋流器促使沿着环形通道喷入的含氧气体涡旋。结果,气体离心地甩靠在最外管的内表面上,相对于在没有旋流器的情况下可实现的冷却而言,提高了由气体提供的冷却效果。然而,旋流器的该作用与腔室中气体与燃料很好混合所需的作用是正相反的。也就是说,气体需要向内而不是向外移动,以便在腔室内获得高效混合,并且,本发明的气流更改装置是要抵消由旋流器作用所引起的任何不利。

[0038] 气流更改装置可以采用各种形式。然而,在每种形式中,气流更改装置都是要使经含氧气体环形通道下端部朝向腔室纵向流动的气体产生离开最外管内表面的流动分量。该流动分量实际上可以是略微径向的或者是径向且纵向的,但是在任何情况下,优选应在流入腔室中和在腔室内流动的含氧气体中产生大的湍流或者涡流,以便进一步增强气体与燃料的混合。

[0039] 气流更改装置具有至少一个螺旋形的内部构件和围绕所述至少一个内部构件延伸的外部构件。这种配置使得气流更改装置约束流至环形通道下端部的气体流过螺旋流路,该螺旋流路围绕紧邻管的外表面且具有递减横截面。内部构件优选是螺旋形的叶片,以使得气流更改装置是单头或者多头的螺旋形配置。内部构件的至少一个叶片可沿着内螺旋形边缘以一定间隔地或者连续地固定至紧邻的最内管的外表面。优选是,所述至少一个叶片的宽度在径向上相对于紧邻的最内管而言从叶片上端处或叶片上端附近的最大宽度开始减小。外部构件围绕紧邻的最内管从外面封闭螺旋流路的外周边。如果只有单个内部构件,则外部构件可以是这样的螺旋形,其中,外部构件的径向内表面围绕单个叶片的各相继层级在各层级之间桥接。然而,外部构件优选围绕叶片的各相继层级跨接。如果需要跨接各相继层级,则外部构件可以具有阶式或者渐缩式径向内表面。在一优选形式中,外部构件具有截头圆锥形内表面,而其外表面也可以是截头圆锥形的或者可以是例如圆柱形或者圆锥形的其它形状。

[0040] 构成了所述至少一个内部构件的叶片具有螺旋上表面,该上表面优选面向喷枪的上入口端并且在径向截面中基本上垂直于喷枪的纵轴线。然而,其它配置也是可以的,其中,该上表面可以是朝向喷枪纵轴线倾斜的或者弯曲的。

[0041] 最优选是,气流更改装置的叶片固定到例如紧邻管的外表面上。固定可以是沿着每个叶片的长度连续地或者断续地焊接。替代地,气流更改装置的外部构件可包括套或者环形外壳,叶片可通过连续的或者断续的焊接而固定到套或者外壳的内表面上。气流更改装置的构件可以是钢的,优选具有与制成喷枪管的钢类似的热膨胀特性,且优选是这些钢都具有相同成分或者成分接近。

[0042] 在本发明喷枪的气流更改装置包括至少一个螺旋形叶片的情况下,在气流更改装置与旋流器之间存在某种相似性。旋流器是螺旋形的并且可以是单头或者多头的螺旋形。然而,该螺旋形就是上述的相似性,因为旋流器和气流更改装置的叶片在整体形状和功能方面显著不同。实际上,旋流器沿着最外管的紧邻管的外表面固定或者安装到其上。此外,沿着旋流器的长度,旋流器具有基本上一致的宽度,以便基本上横跨含氧气体环形通道的径向宽度,从而旋流器基本上约束基本上所有气体成螺旋形地流动。然而,虽然气流更改装置的叶片也可沿着紧邻管的外表面固定或者安装到其上,但是叶片宽度仅需在叶片上端处或者靠近上端大体上横跨环形通道的径向宽度,叶片然后在宽度上减小。此外,叶片将与气流更改装置的外部构件合作来限定出递减横截面的流路。当然,另一主要差别是,旋流器使气体产生向外流动分量,而不是由叶片和气流更改装置的外部构件的组合所获得的向内流动分量。

[0043] 本发明提供了一种用于顶部浸没式喷射的喷枪,由于增强了流入和流过在外管长度下部中所限定出的混合室的气流,所以改善了气体与喷入燃料的混合、改善了混合物燃烧并且提供了离开外管内表面集聚的更强燃烧火焰。此外,这些改善能够即使是在更高的操作温度也能更好地维持凝固熔渣保护层,或者在给定温度使凝固熔渣保护层保持更长操作时间,从而减少了火法冶金操作的操作成本,其中,能够通过增加用于喷枪更换的各次相继停产之间的操作时间来使用喷枪。

## 附图说明

- [0044] 现在将参照附图来描述本发明,附图示出了本发明的具体优选实施例,其中:
- [0045] 图1是示出了顶部浸没式喷枪(TSL)喷射反应器的局部剖视示意立体图;
- [0046] 图2示出了根据本发明的TSL喷枪的一种形式,适用于例如图1中所示出的TSL反应器;
- [0047] 图3是类似于图2的那些构件的放大剖视图;以及
- [0048] 图4是沿对应于图3的线A-A的线所截取的图3中所示构件的改型构件的俯视图。

### 具体实施方式

[0049] 在直接阐述附图之前,应当注意,根据本发明的TSL喷枪(总称TSL喷枪)必定具有大尺寸。在远离出口端的位置处(例如靠近上端或者入口端),喷枪具有悬挂结构以便可竖直地悬垂在TSL反应器内。喷枪的长度可短至大约7.5米,例如用于小型的专用TSL反应器。对于专用的大型TSL反应器,喷枪长度上可达大约25米,或者甚至更长。更通常是,喷枪长度约为10米到20米。这些尺寸是指喷枪和最外管直到出口端的总长度。对于具有至少三个基本上同心管的喷枪来说下一相邻管、最内管及任何其它管可延伸至出口端,并且因此具有与最外管基本上相同的总长度。然而,除最外管之外的每个管可终止于离最外管出口端一短距离处,例如大约1000mm。喷枪一般具有大直径,例如设定为大约100到650mm、优选大约200到650mm的最外管内径,和150到700mm、优选大约250到550mm的总直径。

[0050] 现在看图1,示出了TSL反应器或者炉10,适用于使用根据本发明的TSL喷枪进行顶部浸没式喷枪(TSL)喷射来实施火法冶金操作。炉10以局部剖视画法示出,展现了内部,如同在实施火法冶金操作的过程中那样。炉10具有高的圆筒形基部12,用于容纳熔池14,其包括熔渣或具有熔渣顶层。炉10具有从基部12的上端延伸的不对称截头圆锥形炉顶16和在炉顶16上方的排烟烟道18。炉10的基部12和炉顶16一般具有衬有合适耐火物料22的钢外壳20。竖直悬挂的喷枪24(在图2中更详细地示出)穿过炉顶16并且靠近基部12的轴线地向下延伸入炉10的基部12中。喷枪24穿过炉顶16,并且能够通过滑车(未示出)来升降,喷枪24的上端适于连接到滑车。滑车可在导引结构(未示出)上竖直地移动。借助于喷枪24可以将含氧气体和合适的燃料喷入熔池14中。燃料可携带在载气中,并且一般固体燃料(例如细煤粉)是以此方式携带的。然而,燃料也可以是合适的碳氢化合物气体或者液体。此外,至少一部分待熔化的进料可经由入口26装入到炉10中,以落到熔池14中。附加地或者替代地,如果是颗粒粉末,则该进料可以经由喷枪24的合适通道喷射到熔池中。提供密封(未示出),以用于基本上密封喷枪24所穿过的炉顶16的开口和密封入口26。此外,炉10保持为低于大气压,以防止气体不是经由烟道18从炉10排出。

[0051] 图2的轴向剖视图中示出的喷枪24具有同心配置的外管28和内管30。喷枪24同心地延伸穿过护罩管32,护罩管32终止于喷枪24下末端上方相当大的高度处,从而在喷枪使用中护罩管32也终止于熔池14上方足够高度处。对于某些火法冶金操作来说,外管28和内管30可以是基本上相同长度。然而,对于许多火法冶金操作来说,如图2所示,内管30终止于喷枪下末端的上方处,以在内管30的端部下面提供了处于外管28内部的混合燃烧室34,这是根据本发明的喷枪所要求的。如外管28和内管30的中部断裂线所示,它们的长度可根据所应用的工艺要求而变。为外管28提供外部冷却的工艺气体经由管道36供应至护罩管32与喷枪24之间的环形空间38。此外,外管28的内部冷却是由含氧气体来实现的,含氧气体经由

用于含氧气体流动的管道40沿着在外管28与内管30之间所限定并且与混合燃烧室34连通的环形通道42向下供应。燃料可以经由管道44供应,以向下流入到通道46中,该通道46包括内管30的管腔。

[0052] 轴向地间隔开的旋流器48设置在外管28与内管30之间的通道中,位于喷枪24的内管30下端上方。每个旋流器48可以是如图所示的单头螺旋带,或者是多头螺旋带的系统。通过旋流器48使向下经过通道42的含氧气体产生涡动螺旋气流,并且这促使气体向外靠在外管28的内表面上并增强了外管28的冷却。涡动还实现了该气体与燃料在混合燃烧室34中一定程度的混合。旋流器48例如通过焊接而安装到内管30的外表面上,之后,沿着内管30和设置在内管30上的旋流器48来接收作为套管的外管28。旋流器48的宽度使得每个旋流器具有紧邻外管28内表面的外部螺旋边缘。因此,向下经过通道42的基本上所有气体在进入混合燃烧室34之前都约束在通道42中的螺旋流路,并且这能够实现来自通道42的气体与从通道46进入混合燃烧室34的燃料在混合燃烧室34中一定程度的混合。点燃所生成的气体/燃料混合物,以产生从混合燃烧室34发出的足以用于某些TSL火法冶金操作的燃烧火焰。不是所有包括燃料的物料都需要燃烧,这是因为需要在熔池中喷入一些物料来提供还原剂。当在熔池中需要还原剂时,通常将此物料称作“燃料/还原剂”,未作为燃料燃烧的那部分物料喷入熔池内并且能够起到还原剂的作用。

[0053] 虽然喷枪24仅具有两个管28和30,但是可以有两个以上的管。因此,在一种配置中,通道42和旋流器48可以设置在外管28与位于外管28与内管30之间的居间管之间。在这种配置中,将在居间管与内管30之间限定出用于颗粒进料的另一环形通道。

[0054] 在启动炉10时,喷枪24降下至这样的位置处,在该位置,喷枪的下末端处于最初是平静的熔池14上方。当经由管道40把含氧气体且经由管道44把燃料喷入喷枪24时,在从喷枪24的下末端处喷出之前,通过点燃在混合燃烧室34中所形成的含氧气体与燃料的合成混合物而使燃料燃烧。为了使燃料燃烧而经喷枪供应的物料以高速供应,导致产生了非常强烈的燃烧射流或者火焰,其冲击熔池14的渣面,从而引起了熔渣的强烈飞溅。外管28的在护罩管32下端下方的外表面被溶渣液滴覆盖,通过沿着通道42和在通道42之外向下经过外管28的气体的冷却效果使溶渣液滴凝固。聚积的熔渣在外管28的外表面上形成了保护覆层50(参见放大插图A)。如果并未预先开始,则开始使冷却气体经由管道38流动,该气体从护罩管32的下端流出以进一步冷却外管28。然后喷枪24降下使得下末端浸没在熔渣中,以提供浸没式喷射,并且通过在浸没式燃烧火焰中的燃料燃烧而在熔渣内形成燃烧区域。顶部浸没式喷射在熔渣中产生了相当大的湍流以使得熔渣持续飞溅,并且可以实现进料与熔渣的亲密混合。然后,炉10处于能够实施所需火法冶金工艺的状态。在工艺过程中,冷却气体可以经由管道36供应至护罩管32与喷枪24的外管28之间的通道38,以便流出到熔池14上方的气体空间52中。冷却气体进一步有助于冷却喷枪24的外管28的外表面,并且有助于维持凝固的熔渣覆层34。冷却气体可以是含氧气体(例如空气或者富氧空气),以便能够通过火法冶金操作期间从熔池14产生的气体(例如一氧化碳和氢气)的二次燃烧来把热量回收回到熔池14中。替代地,冷却气体可以是非氧化气体(例如氮气),或者是从烟道气回收的基本上非氧化的冷却过的工艺气体。

[0055] 对于图1和图2的喷枪24,在通道42长度的下部设有气流更改装置60。如图所示,气流更改装置60设置在混合燃烧室34上方,处于外管28与内管30之间。气流更改装置60可用

来使向下流过通道42的含氧气体在纵向地进入混合燃烧室34并且流向喷枪24的下出口端之前产生离开外管28内表面的向内流动分量。通过使气体产生这种分量,相对于仅由旋流器48(即没有气流更改装置60)所能实现的混合而言,气流更改装置能够增强气体与从内管30的通道46流入混合燃烧室34的燃料的混合。

[0056] 在图2中,气流更改装置60包括三头配置的周向间隔开的螺旋叶片62和截头圆锥形套或者锥环64,截头圆锥形套或者锥环64围绕每个叶片62的外周延伸并密封于其上。三个叶片62纵向地延伸至通道42与混合燃烧室34上端之间的结合部。除了纵向地延伸以外,叶片62还围绕内管30的外表面周向地延伸,以便具有螺旋形。每个叶片62具有窄带形,并且例如通过焊接而沿着叶片的一个侧边缘固定到管34的外表面上,使得叶片宽度从该外表面突出。虽然仅示意性地示出,但是每个叶片62的宽度从叶片上端处或叶片上端附近处的最大宽度开始沿着叶片长度方向逐渐变窄。另外,虽然所示的叶片62在横截面中是基本上平的并且垂直于喷枪24的纵轴线(这是优选的),但叶片在横截面中可以是倾斜的或者弯曲的以使叶片上表面朝向喷枪纵轴线。然而,在喷枪24的每种配置中,叶片62与套或者锥环64结合将有助于使流过通道42长度下部的气体产生离开外管28的向内流动分量,从而增强了气体与从通道46接收到混合燃烧室34中的燃料的混合、改善了燃料的燃烧并且增强了火焰强度。这些因素还导致火焰与外管28的内表面分开,从而减小了火焰对外管28的加热。

[0057] 在图2的配置中,气流更改装置60具有实心的环形锥环64,其具有截头圆锥形内表面66。对于内管30,该内表面66限定了环形通道68,该环形通道68的径向宽度从上端68a处的最大值至下端68b处的最小值递减。这种配置使得环64、叶片62和内管30一起限定出分别在每对相继叶片62之间的具有递减横截面的螺旋流路,每个流路不仅将气体约束于螺旋流路以产生离开外管28的流动分量,而且将气体流速增大至在下端68b处为最大值。

[0058] 在图2的配置中,实心锥环64具有基本上圆柱形的外表面70,该外表面70可接触或者紧邻外管28的内表面。然而,如图2中的放大插图B所示,环64的外表面70可与外管28的内表面充分地间隔开,以在二者之间限定出窄的环形间隙72。间隙72优选足以使向下经过通道42的小部分气体经过气流更改装置60与外管28之间,从而冷却外管28。为了基本上均匀地冷却外管28,间隙72最优选能够使气体环幕通过。由气流更改装置60的气体流路的递减横截面所导致的背压用来增大经过间隙72的气体的流速,进一步有助于冷却外管28。

[0059] 正如所示的,气流更改装置60的叶片62在内缘处固定到内管30上。此外,锥环64可在内表面66处例如通过焊接而固定到叶片62的径向外缘上。替代地或者附加地,环64可围绕其外表面70以一定间隔地固定到外管28上(例如通过紧固件),或者通过横跨通道42的紧固带而固定到气流更改装置60上方在内管30上的位置。

[0060] 在图3和图4的类似配置中,对应于图2的部分分别具有加上了100和200的相同附图标记。在图3中,气流更改装置160具有两头配置的两个叶片162,而图4的气流更改装置260具有八个叶片262。此外,代替如图2的气流更改装置60中的实心锥环64,气流更改装置160和260具有截头圆锥形套164、264。虽然套164、264均具有截头圆锥形内表面166、266,但是这些套是由金属板形成的,并且在气流更改装置160(但气流更改装置260中未示出)的情况中具有与内表面166、266相同形状的相应外表面170。

[0061] 在图3的气流更改装置160中,所示的配置是气流更改装置160安装在内径P1的外管128与外径P2的内管130之间的通道142中。气流更改装置160具有总高度H1,而套164具有

高度H2、上部直径D1和下部直径D2。套164的上部直径D1小于外管128的内径P1,以留出在套164的顶部处的小环形间隙G1和在套164上端与内管130之间的较大环形间隙W1。套164的截头圆锥形导致产生了套164下端与外管128内表面之间的更大环形间隙G2和套164下端与内管130外表面之间相应更小间隙W2。间隙G1的径向宽度能够使向下经过通道142的小部分气体在外管128的内表面上向下流并且冷却外管。大部分气体沿着每对相继叶片162之间的流路向下流过气流更改装置160。然而,气流更改装置160的向下渐缩构件导致流路横截面向气流更改装置160的下出口端递减,从而在内管130的下出口端下面使流入混合燃烧室134的气体以增大的流速并朝向喷枪124的轴线喷出。结果,实现了在从通道142和气流更改装置160进入混合燃烧室134的气体与从内管130进入混合燃烧室134的燃料之间的高效、基本上完全的混合。当点燃混合物时,该增强的混合能够使燃料更高效地基本上完全燃烧,以产生局限在内管130下面并且与外管128的表面横向地分隔开的强烈燃烧火焰。

[0062] 虽然图2的气流更改装置60和图3的气流更改装置160具有多头布置的叶片62、162,但是为了简明仅分别图示了三个和两个叶片。优选有至少四个叶片,例如七到十二个。

[0063] 本领域的技术人员将会明白,除了具体地描述的那些之外,所描述的本发明可以有各种变型和改型。应理解,本发明包括落入发明精神和范围内的所有变型和改型。

[0064] 在说明书和权利要求中,词语“包括”及其变体例如“包含”不是要排除其它添加物、构件、组成部分或者步骤。

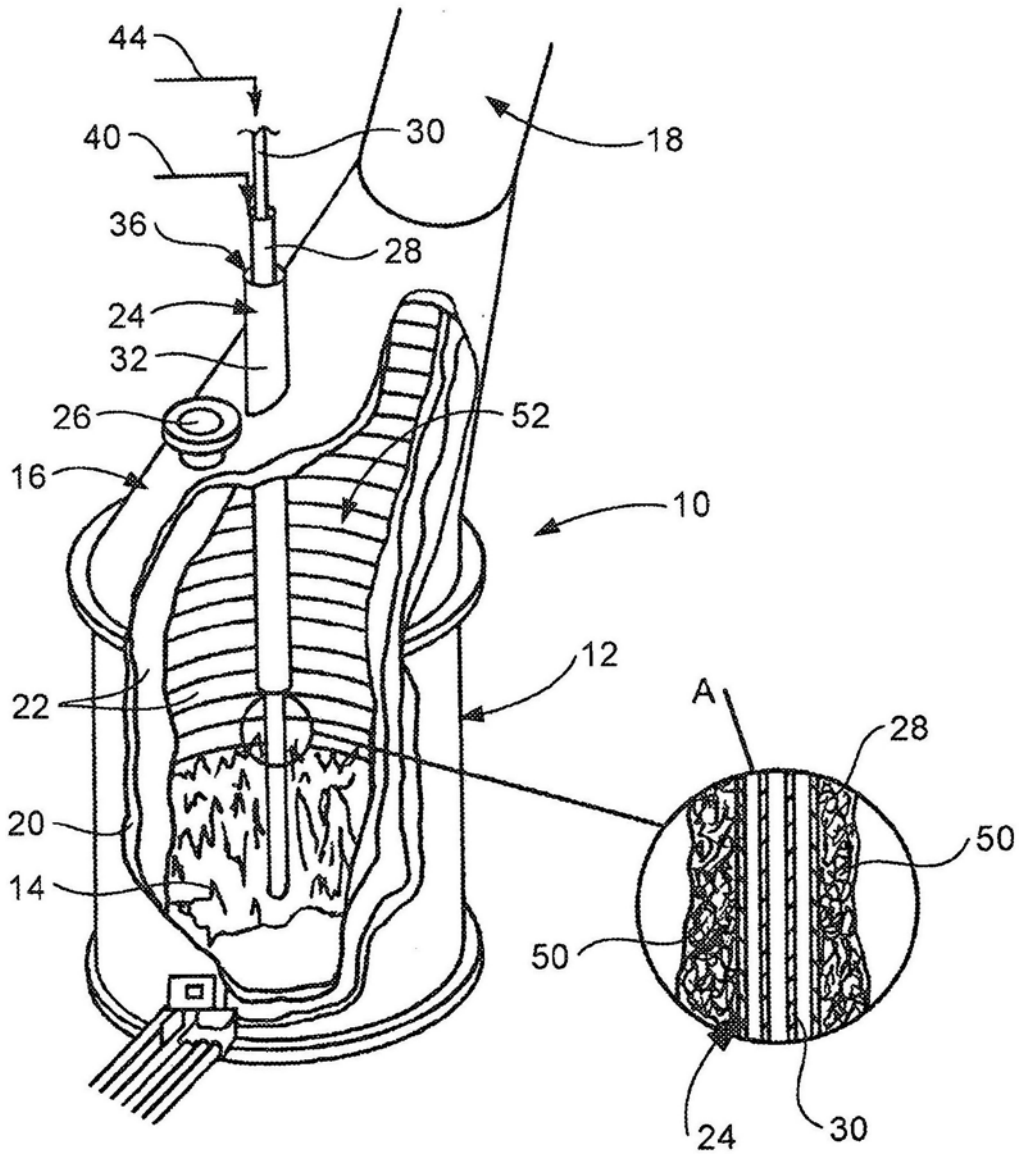


图1

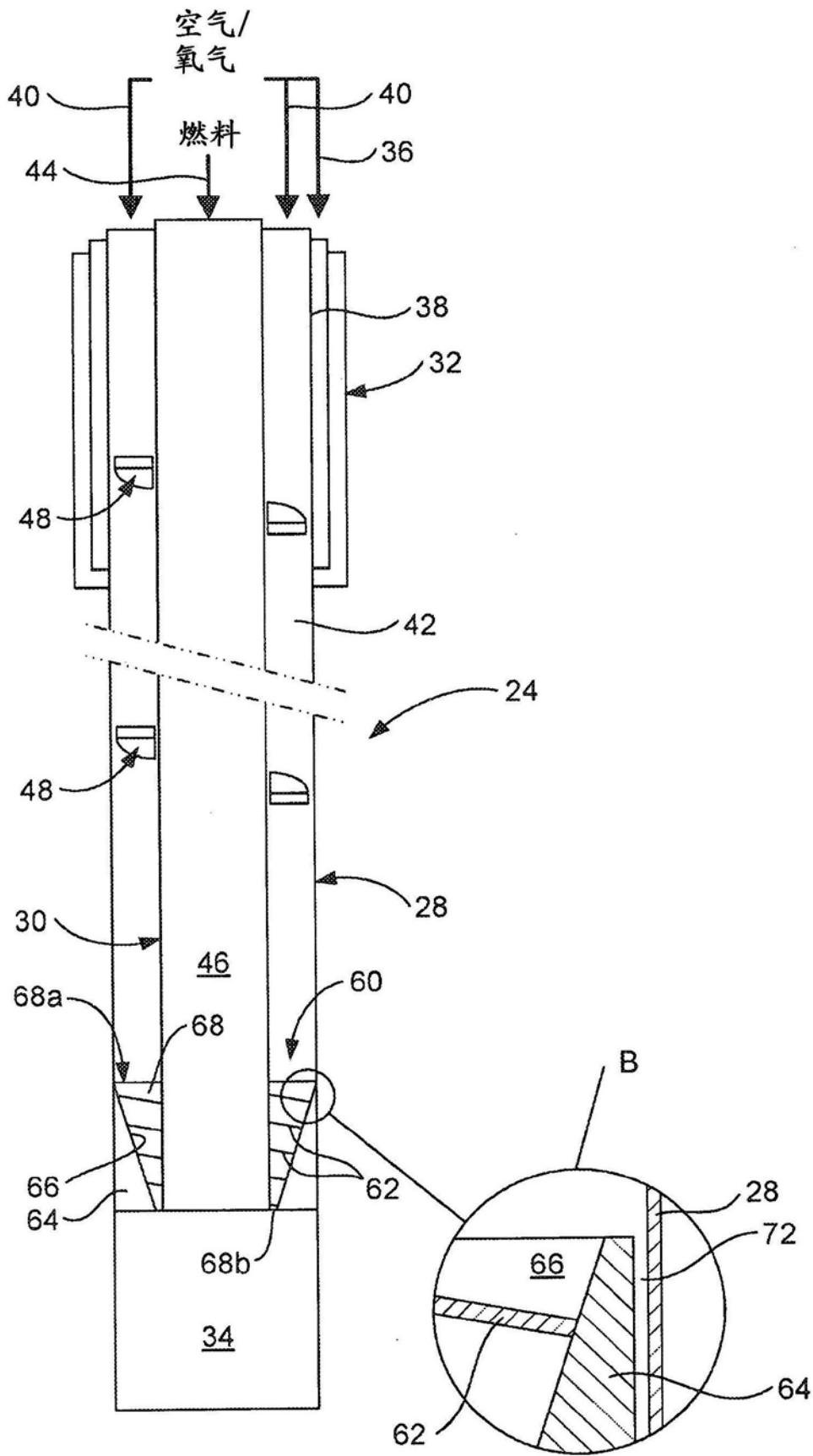


图2

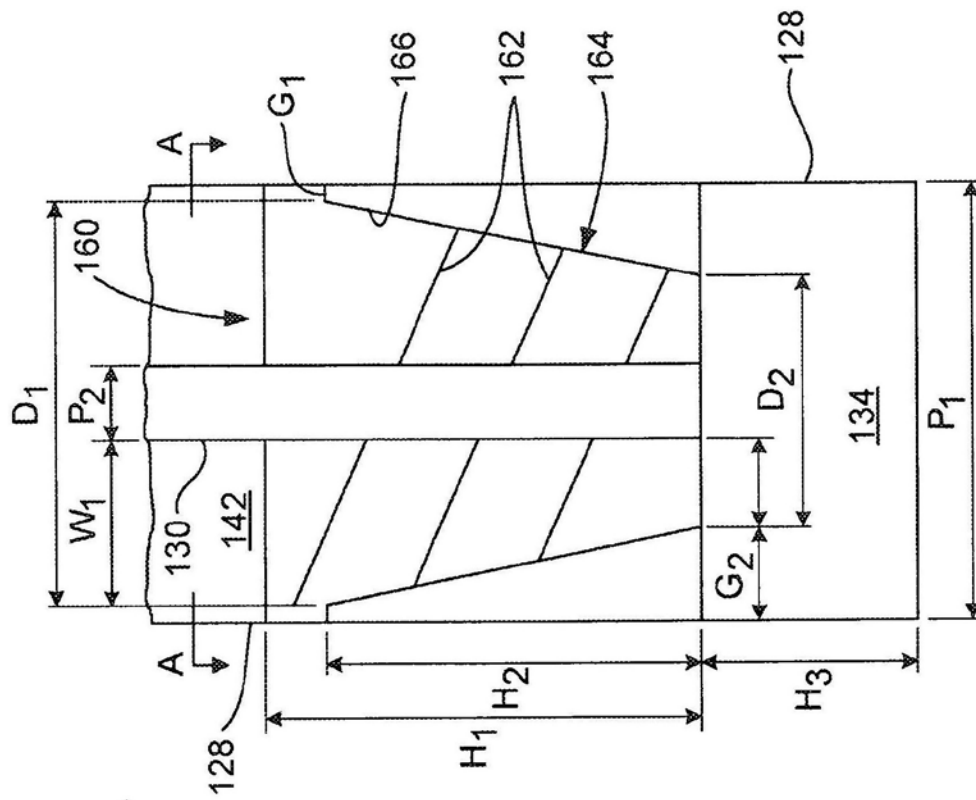


图3

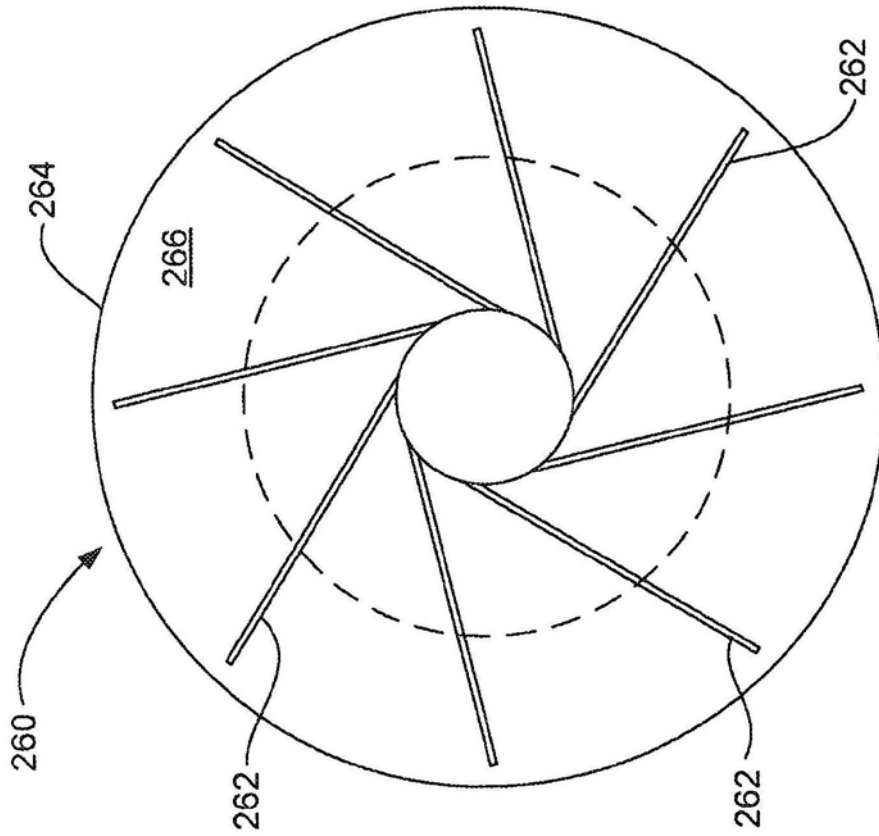


图4