



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111093858 B

(45) 授权公告日 2021.09.28

(21) 申请号 201880058914.X

迈克·安德森

(22) 申请日 2018.09.11

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

(65) 同一申请的已公布的文献号

责任公司 11240

申请公布号 CN 111093858 A

代理人 李佳佳

(43) 申请公布日 2020.05.01

(51) Int.CI.

B22D 11/049 (2006.01)

(30) 优先权数据

B22D 11/18 (2006.01)

15/701,536 2017.09.12 US

B22D 41/56 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2020.03.11

CN 1044911 A, 1990.08.29

(86) PCT国际申请的申请数据

KR 20060074399 A, 2006.07.03

PCT/IB2018/056947 2018.09.11

BE 1001804 A6, 1990.03.13

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 86104290 A, 1987.05.06

W02019/053596 EN 2019.03.21

CN 1872457 A, 2006.12.06

(73) 专利权人 瓦格斯塔夫公司

JP 2016185562 A, 2016.10.27

地址 美国华盛顿

US 3425482 A, 1969.02.04

(72) 发明人 张斌 克雷格·李·沙伯

审查员 常磊

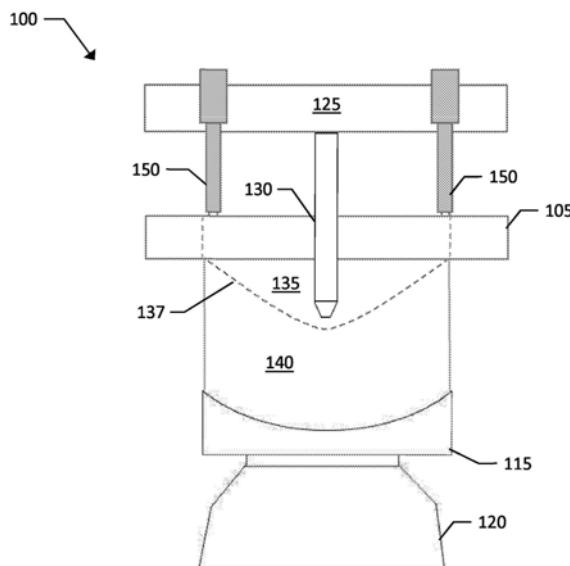
权利要求书2页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

用于在铸造操作过程中分配金属的动态定位的扩散器

(57) 摘要

本文提供了用于连续铸造金属的设备和方法,更具体地涉及通过在铸造过程中控制喷嘴尖端或扩散器的位置以保持喷嘴尖端或扩散器在凝固前沿附近(铸件中液态金属和固态金属之间的过渡位置)的机制来减少宏观偏析的设备和方法。设备可以包括:支撑模具的模具框架,该模具限定了模腔;液体扩散器;致动器,其配置成使所述模具框架和所述液体扩散器中的至少一个相对于彼此移动,其中所述致动器被配置成响应于来自至少一个传感器的信号而使所述模具框架和所述液体扩散器中的至少一个相对于彼此移动。



1. 用于将液体金属分配到连续铸造模腔中的设备,所述设备包括:  
连续铸造模具框架,其支撑限定连续铸造模腔的模具;  
液体扩散器,其包括尖端;  
至少一个传感器,和  
致动器,其配置成使所述连续铸造模具框架和所述液体扩散器中的至少一个相对于彼此移动,其中所述液体扩散器的所述尖端浸没在所述连续铸造模腔中的液体金属的池中,  
其中所述致动器配置成响应于来自所述至少一个传感器的信号而使所述连续铸造模具框架和所述液体扩散器中的至少一个相对于彼此移动,以在铸造操作期间将所述液体扩散器的尖端保持在所述液体金属的池的靠近金属内聚点的区域中,所述金属内聚点是通过晶体结构开始发生凝固、晶粒开始聚结以形成强度的点。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述液体扩散器限定通过其中的液体通道,并且其中所述至少一个传感器包括设置在接近所述液体扩散器的尖端的热电偶。
3. 根据权利要求2所述的设备,其中限定穿过所述模腔的轴线,沿着所述轴线拉伸铸件,其中所述致动器包括线性致动器,并且其中所述致动器被配置为沿所述轴线相对于彼此移动所述连续铸造模具框架和所述液体扩散器中的至少一个。
4. 根据权利要求3所述的设备,其中所述连续铸造模具框架和所述液体扩散器之间的相对运动导致所述液体扩散器在所述液体金属的池内移动。
5. 根据权利要求4所述的设备,其中响应于来自所述热电偶的信号,所述线性致动器被配置为将所述液体金属的池中的所述液体扩散器的尖端保持在对应于所述液体金属的预定温度范围的位置。
6. 根据权利要求2所述的设备,还包括控制器,其中所述控制器被配置为控制所述致动器以及所述模具框架和所述液体扩散器之间的相对位置,其中至少部分地基于来自所述热电偶的信号和所述液体扩散器分配的液体的至少一种性质,建立所述连续铸造模具框架和所述液体扩散器之间的位置。
7. 根据权利要求6所述的设备,其中所述液体的至少一种性质包括在给定压力下分配的所述液体的液相线温度。
8. 一种用于将液体金属分配到连续铸造模腔中的方法,包括:  
接收要在连续铸造模具的腔中铸造的材料的指示;  
从所述材料的指示类型建立所述材料的温度分布类型;  
通过液体扩散器将液体形式的所述材料分配到所述模具的腔中;  
检测所述连续铸造模具的腔内所述液体扩散器的尖端的温度;和  
响应于所述液体扩散器的尖端的温度,使所述液体扩散器或所述连续铸造模具中的至少一个相对于另一个移动,以基于与所述温度分布相关的预定温度范围将所述液体扩散器的尖端保持在液体形式的所述材料的池内。
9. 根据权利要求8所述的方法,还包括:  
响应于材料的池的一种或多种性质控制通过所述液体扩散器的所述材料的流动。
10. 根据权利要求8所述的方法,还包括:  
根据材料类型,确定所述液体扩散器相对于所述连续铸造模具的腔的初始位置;和  
在通过所述液体扩散器分配材料之前,将所述液体扩散器或所述连续铸造模具中的至

少一个相对于另一个移动到所述初始位置。

11. 根据权利要求10所述的方法,还包括:

在开始从所述液体扩散器分配材料并且在稳定状态进行铸造后,基于材料类型相关的算法,将所述液体扩散器或所述连续铸造模具中的至少一个相对于另一个从所述初始位置移动到第二位置。

12. 根据权利要求11所述的方法,还包括:

响应于铸造即将结束的指示,基于与材料类型相关的算法,将所述液体扩散器或所述连续铸造模具中的至少一个相对于另一个从所述第二位置移动到第三位置。

13. 根据权利要求8所述的方法,其中所述模具是直接冷却连续铸造模具,其包括起始块,所述方法还包括:

相对于所述连续铸造模腔和所述液体扩散器移动所述起始块。

14. 一种用于将液体金属分配到连续铸造模腔中的设备,所述设备包括:

框架;

连续铸造模具,其附接在所述框架上并且限定连续铸造模腔,所述连续铸造模腔限定轴线,在连续铸造过程中在所述连续铸造模具中铸造的材料沿着所述轴线离开所述连续铸造模具;

框架支架,其中所述框架通过致动器附接到所述框架支架,所述致动器配置成使所述框架和所述连续铸造模具沿着平行于由所述连续铸造模腔限定的轴线的轴线相对于支架臂移动;

铸造液体扩散器,其中所述铸造液体扩散器相对于所述框架支架保持固定,并且其中所述致动器配置成相对于所述铸造液体扩散器移动所述连续铸造模具;和

附接到所述铸造液体扩散器的热电偶,其中所述致动器响应于来自所述热电偶的信号而相对于所述铸造液体扩散器移动所述框架。

15. 根据权利要求14所述的设备,其中所述致动器包括蜗轮、液压活塞或滚珠丝杠中的至少一种。

16. 根据权利要求14所述的设备,其中所述致动器包括线性致动器。

17. 根据权利要求15所述的设备,还包括控制器,其中所述控制器被配置为根据从所述铸造液体扩散器分配的铸造液体的温度分布,响应于来自所述热电偶的信号使所述致动器相对于所述铸造液体扩散器移动所述框架。

18. 根据权利要求15所述的设备,进一步包括:

存储器,其被配置为存储多个轮廓,每个轮廓包括铸造材料和模具构造;和

控制器,其被配置为基于在铸造操作中至少两个不同位置之间的选定轮廓相对于所述支架臂移动所述框架和所述连续铸造模具。

19. 根据权利要求18所述的设备,其中所述控制器被配置为响应于从所述热电偶接收到的信号而调节所述选定轮廓并相对于所述支架臂改变所述框架和所述连续铸造模具的位置。

## 用于在铸造操作过程中分配金属的动态定位的扩散器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于连续铸造金属的系统、设备和方法,且具体地涉及通过在铸造过程中控制喷嘴尖端或扩散器的位置以保持喷嘴尖端或扩散器在凝固前沿附近(铸件中液体金属和固态金属之间的过渡位置)的机制来减少宏观偏析。

### 背景技术

[0002] 金属产品可以通过多种方式形成;然而,许多形成方法首先需要铸锭、坯件或其它铸件,这些铸锭、坯件或其它铸件可以用作可以从其制造金属最终产品的原材料。制造铸锭或坯件的一种方法是通过称为直接冷铸的半连续铸造过程,其中竖直定向的模腔位于平台上方,所述平台竖直地向下平移到铸造坑中。起始块可以至少在开始时位于平台上并形成模腔的底部,以开始铸造过程。将熔融金属倒入模腔中,之后,熔融金属通常使用冷却流体冷却。其上具有起始块的平台可以按预定义的速度下降到铸造坑中,以允许金属离开模腔并随起始块下降而凝固。随着更多的熔融金属进入模腔,平台继续降低,并且固体金属离开模腔。这种连续铸造过程允许根据模腔的轮廓来形成金属铸锭和坯件,并且金属铸锭和坯件的长度仅受铸造坑深度和在其中移动的液压致动平台的限制。

[0003] 在整个铸造过程中,随着温度分布和梯度的变化,金属在模腔内以及在离开模腔的铸件的熔融区中的金属分布很复杂。凝固物理学显示出宏观偏析的形成,由此铸件在整个铸件的尺寸上可能具有不均匀的化学组成。由铸造过程形成的宏观偏析在铸件的加工过程中是不可逆的,因此必须在铸造过程中使宏观偏析最小化。

### 发明内容

[0004] 本发明的实施例一般涉及用于连续铸造金属的设备和方法,且具体地涉及通过在铸造过程中控制喷嘴尖端或扩散器的位置以保持喷嘴尖端或扩散器在凝固前沿附近(铸件中液体金属和固态金属之间的过渡位置)的机制来减少宏观偏析。实施例可以提供用于将液体分配到模腔中的设备,该设备包括:支撑模具的模具框架,该模具限定了模腔;液体扩散器;致动器,其配置成使所述模具框架和所述液体扩散器中的至少一个相对于彼此移动,其中所述致动器被配置成响应于来自至少一个传感器的信号而使所述模具框架和所述液体扩散器中的至少一个相对于彼此移动。液体扩散器可包括尖端,并限定穿过其中的液体通道,其中至少一个传感器可包括紧邻扩散器的尖端布置的热电偶。

[0005] 根据一些实施例,致动器包括线性致动器,其中限定穿过模腔的轴线,沿着该轴线可以拉伸铸件,并且该致动器被配置为沿轴线相对于彼此移动模具框架和液体扩散器中的至少一个。液体可以包括金属,其中液体扩散器的尖端可以浸没在模腔中的液体金属池中,其中模具框架和液体扩散器之间的相对运动可以导致液体扩散器在液体金属池内移动。响应于来自热电偶的信号,线性致动器可以被配置为将液体金属池中的液体扩散器的尖端保持在对应于液体金属的预定温度范围的位置。

[0006] 响应于来自热电偶的信号,一些实施例的致动器可以被配置为在铸造操作期间将

液体扩散器的尖端保持在液体金属池的靠近金属内聚点的区域中。实施例可以包括控制器,其中控制器可以被配置为控制致动器以及模具框架和液体扩散器之间的相对位置,其中可以至少部分地基于来自热电偶的信号和扩散器分配的液体的至少一种特性,建立模具框架和液体扩散器之间的位置。液体的至少一种性质可以包括在给定压力下分配的液体的液相线温度。

[0007] 本发明的实施例可以提供一种方法,该方法包括:接收要在模腔中铸造的材料的指示;从材料的指示类型确定材料的温度分布类型;通过扩散器将液体形式的材料分配到模具的腔中;检测在模具的腔内的扩散器尖端的温度;和响应于扩散器的尖端,使扩散器或模具中的至少一个相对于另一个相对移动,以基于与温度分布相关的预定温度范围将扩散器的尖端保持在液体形式的材料的池内。实施例可以包括响应于材料池的一种或多种性质来控制通过扩散器的材料的流动。

[0008] 示例实施例的方法可以可选地包括:基于材料类型,确定扩散器相对于模具的腔的初始位置;以及在通过扩散器分配材料之前,将扩散器或模具中的至少一个相对于另一个移动到初始位置。方法可以包括在开始从扩散器分配材料并且在稳定状态进行铸造后,基于材料类型相关的算法,将扩散器或模具中的至少一个相对于另一个从初始位置移动到第二位置。方法可以可选地包括:响应于铸造即将结束的指示,基于与材料类型相关的算法,将扩散器或直接冷却模具中的至少一个相对于另一个从第二位置移动到第三位置。模具可以是包括起始块的直接冷却模具,其中该方法可以包括相对于模腔和扩散器移动所述起始块。

[0009] 本文描述的实施例可以提供一种设备,其包括:框架;至少一个附接到所述框架的模腔,所述模腔限定轴线,在连续铸造过程中,在模具中铸造的材料沿着所述轴线离开所述模具;和框架支架,其中所述框架通过致动器附接到所述框架支架,所述致动器配置成使框架和模腔沿着平行于由模腔限定的轴线的轴线相对于支架臂移动。致动器可包括蜗轮、线性致动器、液压活塞或滚珠丝杠中的至少一种。该设备可以包括铸造液体分配扩散器,其中所述铸造液体分配扩散器相对于框架支架保持固定,并且其中致动器配置成相对于铸造液体分配扩散器移动模腔。

[0010] 根据一些实施例,该设备可以包括附接到铸造液体分配扩散器的热电偶,其中致动器响应于来自热电偶的信号而相对于铸造液体分配扩散器移动所述框架。实施例可以包括控制器,其中控制器被配置为根据从铸造液体分配扩散器分配的铸造液体的温度分布,响应于来自热电偶的信号使致动器相对于铸造液体分配扩散器移动框架。

[0011] 装置的实施例可包括存储器,其被配置为存储多个轮廓(profile),每个轮廓包括铸造材料和模具构造;以及控制器,其被配置为基于在铸造操作中至少两个不同位置之间的选定轮廓相对于支架臂移动框架和模腔。实施例可以包括用于将液体分配到模腔中的扩散器,以及在扩散器上的热电偶,其中控制器被配置为响应于从热电偶接收到的信号而调节选定轮廓并相对于支架臂改变框架和模腔的位置。

## 附图说明

[0012] 如此概括地描述了本发明,现在将参考附图,所述附图不一定按比例绘制,并且其中:

- [0013] 图1示出了在根据现有技术的过程中的直接冷铸的截面图；
- [0014] 图2示出了根据本发明的示例实施方式的在铸造过程开始时使用可动态定位的扩散器进行铸造的截面图；
- [0015] 图3示出了根据本发明的示例实施方式的在铸造过程启动阶段期间使用可动态定位的扩散器进行铸造的截面图；
- [0016] 图4示出了根据本发明的示例实施方式的在铸造过程的稳态铸造期间使用可动态定位的扩散器进行铸造的截面图；
- [0017] 图5示出了根据本发明的示例实施方式的在铸造过程结束时使用可动态定位的扩散器进行铸造的截面图；
- [0018] 图6示出了根据本发明的示例实施例的在铸造过程期间的喷嘴或扩散器和贮槽位置的图；
- [0019] 图7示出了根据本发明的示例实施例的相对于所浇铸的铸锭的总铸造长度的缸和模具框架的调节速度的图；
- [0020] 图8示出了根据本发明示例实施例的三个扩散器，每个具有不同的形状；和
- [0021] 图9示出了根据本发明示例实施例的三个扩散器，每个具有不同的尺寸。

## 具体实施方式

[0022] 现将参考附图在下文中更加全面地描述本发明，在这些附图中示出了本发明的一些但非全部实施例。实际上，本发明可以许多不同形式体现并且不应理解为限于本文阐述的实施例；确切地说，提供这些实施例，使得本公开将满足适用的法律要求。相同的数字始终指代相同的元件。

[0023] 本发明的实施例一般涉及用于在连续铸造模腔中进行金属分配的方法、设备和系统。本文所述的实施例在垂直直接冷铸中可能是特别有益的；然而，实施例可以用于各种不同的铸造应用中。竖直直接冷铸是用于生产可能具有小或大横截面以适用于各种制造应用的铸锭或坯件的过程。竖直直接冷铸的过程从一个水平工作台开始，所述水平工作台包含设置在其中的一个或多个竖直定向的模腔。最初，模腔中的每一个在底部用起始块封闭以密封模腔。通过金属分布系统将熔融金属引入到每个模腔中以填充模腔。随着在模具底部附近且靠近起始块的熔融金属凝固，使起始块沿着线性路径竖直地向下移动。起始块的移动可能是由附接有起始块的液压降低平台引起的。起始块竖直向下的移动将凝固的金属从模腔中抽出，同时将另外的熔融金属引入到模腔中。一旦开始，此过程以相对稳定状态速度进行半连续铸造过程，所述铸造过程形成金属铸锭，所述金属铸锭的轮廓由模腔限定，且高度由平台和起始块移动的深度限定。

[0024] 在铸造过程中，可以在模腔出口附近喷射冷却剂，以在金属离开模腔且起始块向下推进时促进金属壳的凝固。冷却流体在铸造时从模腔附近引入金属表面，以从铸造的金属锭中吸取热量，并固化现已凝固的锭壳内的熔融金属。随着起始块向下推进，可将冷却流体直接喷在铸锭上以冷却。

[0025] 直接冷铸过程可以铸造各种大小和长度以及各种轮廓形状的铸锭。虽然圆形坯件和矩形铸锭最为常见，但其它轮廓形状也是可能的。

[0026] 在金属零件的铸造中，特别是在垂直直接冷却连续铸造中，存在各种复杂性，包括

金属在模腔内的分配方式。金属合金通常除了纯金属组分外还包括元素。理想情况下,这些元素应在溶液中均匀混合,以在整个金属物体(如铸锭或坯料)中提供一致的金属合金组成。当为固体形式时,元素处于固定浓度,其不会迁移。

[0027] 由于金属合金从液体凝固过程中溶质再分配和收缩的综合影响,热固溶对流、枝晶碎裂和沿凝固前沿(液体变成固体)的晶粒迁移可导致从锭或坯的外表面到锭或坯的中心的化学变化。化学上的这种变化称为宏观偏析。这种宏观偏析是不希望的,因为金属各部分之间的化学变化会导致不满意的性能,从而影响由铸锭或坯料生产的材料的质量。

[0028] 本发明的实施例提供了方法、设备和系统,以最小化宏观偏析并且提高例如铸锭或坯件的铸造金属物体的质量和一致性。本文所述的实施例提供了独特的金属分配系统,该系统被开发为允许在铸造物体时以及在整个铸造过程中将靠近金属内聚点的液体金属送到金属物体(例如铸锭或坯件)的固相线区域(俗称“糊状区”)。通常将100%液体与内聚点温度(通过晶体结构开始发生凝固、晶粒开始聚结以形成强度的点)之间的边界区域称为“浆料区”。本文所述的实施例通过在贮槽中的金属分配减少了铸锭中心处的碎裂颗粒的累积,以减少宏观偏析。自动化系统可以使模框架(包括一个或多个模腔)相对于金属分配喷嘴移动,以将喷嘴从铸造的开始阶段到铸造的结束阶段保持在正确的金属深度(在凝固前沿恒定)。可以与喷嘴成一体的靠近喷嘴的尖端布置的热电偶可以向控制器提供反馈以确定模腔和其中的熔融金属池相对于喷嘴尖端的适当位置。该适当位置可以根据所铸造的材料而变化,因为温度分布在不同的合金或金属之间可以显著变化。

[0029] 示例实施例的系统可以包括一系列独特的金属扩散器/分配器,下面进一步描述,以在贮槽中的分配期间提供最佳金属流量,并控制算法以创建用于操纵典型金属流场并减少宏观偏析的最佳流量条件。

[0030] 典型的铸造模具金属分配系统包括喷嘴和陶瓷布金属分配袋,由于铸造启动阶段所需的喷嘴和模具位置的典型固定限制,所述袋在直接冷却模具中将金属恰好送入液体金属表面下方。对于任何直接冷铸锭,无论其形状如何,与传统的喷嘴和陶瓷布分配袋系统一样,从靠近表面的位置(例如,距离表面约六英寸以内)送入熔融金属可导致一定程度的宏观偏析。进入的金属沿凝固前沿(例如,在内聚温度下)以最高速率扫向铸锭的中心,首先破碎形成的溶质贫晶粒,并将其倾倒在贮槽的底部。这导致在直接冷铸中在铸锭的中心形成负偏析。本文所述的实施例提供了一种具有自动控制的金属分配系统,用于将金属从贮槽底部区域内的分配器供给,以降低自然对流单元中的速度并减少溶质贫晶粒在贮槽位置处的积累,从而减少宏观偏析。

[0031] 图1描绘了在铸造过程期间直接冷铸造模具100的横截面的一般图示。例如,所示模具可以用于坯料或铸锭。如图所示,模具壁105形成模腔,从该模腔形成铸件110。铸造过程从起始块115开始,其将模腔底部密封在模具壁105上。当平台120沿着箭头145向下移动到铸造坑中并且铸件开始在其在模具壁105内的边缘处凝固时,铸件110离开模腔。金属从倾倒槽125流出,该倾倒槽可以是加热的容器,或例如从窑通过喷嘴130注入模腔中的容器。如图所示,喷嘴130部分浸没在金属熔池135中,以避免金属的氧化,如果从熔融金属池135上方进料会发生氧化。凝固的金属140构成成形的铸件,例如铸锭。通过喷嘴130的流量在倾倒槽125内被控制,例如通过装在将倾倒槽125的腔与流经喷嘴130的流动通道相连接的孔口内的锥形塞子。通常,从铸造操作开始到铸造操作结束,倾倒槽125、喷嘴130和模腔/模具

壁105保持固定的关系。随着平台120继续沿着箭头145下降到铸造坑中,金属通过喷嘴130的流动继续。当铸造操作将要结束时——要么平台处于其行程的底部,金属供应不足,要么铸件达到完整尺寸,通过喷嘴130的金属流动停止,并且从金属熔融池135中移出装在槽上的喷嘴,以使熔融池凝固并完成铸件。

[0032] 使用图1所示的方法,未控制宏观偏析的形成,并且通过图1的实施例形成的铸件在整个铸件的横截面上可能没有令人满意的组成一致性。本文所述的实施例使宏观偏析最小化,并有助于确保整个铸件的金属组成一致性。

[0033] 图2示出了本发明的示例实施例,其包括使用致动器150定位的模具105,该致动器可以是线性致动器、蜗轮、螺线管、梯形螺纹(acme thread)、滚珠丝杠、电缆、液压活塞或可以用于相对于槽125和喷嘴130移动和保持模具105的任何其他类型的机构。模具105可以由模具框架(未示出)支撑,其中致动器可以附接到模具或模具框架以用于控制模具的相对位置。诸如可编程逻辑控制器(PLC)的自动控制系统可以连接到致动器,以基于预编程的实践和/或基于铸件形成时对铸件的主动测量,相对于槽125和喷嘴130定位模具框架和模具105。这些测量可以是铸造温度,例如来自喷嘴130的金属温度或铸件离开铸模105时的温度、贮槽内喷嘴尖端周围的金属温度、平台120下降的速度、金属通过喷嘴130的流速、或影响铸造过程的任何其他参数。图2的所示实施例包括起始位置,在该起始位置,喷嘴130的尖端位于由平台120支撑的起始块115附近。致动器150确保在启动期间的位置,其中启动位置可以是喷嘴130相对于起始块115和模具105的预编程位置,其可以取决于待铸造的材料、起始块115轮廓、模具105轮廓等。

[0034] 根据示例实施例,喷嘴130可包括一个或多个热电偶,以确定沿其长度的一个或多个位置处的喷嘴130的温度,特别是在金属离开槽125的喷嘴130时喷嘴130的尖端处。热电偶可以确定在贮槽中的喷嘴130尖端的位置处的液体金属的温度。本文所述的实施例可在喷嘴130尖端处包括金属分配器或扩散器,其可配置为包括一个或多个热电偶,以提供流经扩散器/分配器的金属的温度和/或贮槽中扩散器/分配器周围的金属的温度。来自喷嘴130的尖端或附接的扩散器附近的温度反馈可以实现对熔融金属池内的喷嘴或扩散器的位置的主动控制,以适应金属温度的变化、氧化物的产生或可能需要模具105相对于喷嘴130的非计划移动的其他铸造条件,以将喷嘴尖端或扩散器适当地定位在贮槽内(例如,熔融金属和固态金属之间的过渡区域)。示例实施例的喷嘴130具有能够容纳熔融金属池内的这种位置变化的长度,以使得能够如所期望的将尖端定位在靠近贮槽的位置。

[0035] 示例实施例的喷嘴130可以在喷嘴的尖端配备有特别限定的扩散器,以减少铸造开始时的金属喷溅并在铸造过程中优化金属分配。这些扩散器可以是组装在喷嘴130上的独立零件。这种扩散器的几何形状可以是三角形、矩形或其他不规则形状,以适应不同尺寸的铸件以及熔融液体的供料方向和速度。这些扩散器可以由任何已知的耐火材料制成,例如玻璃纤维布、纤维增强陶瓷或各种类型的热陶瓷或高温超合金中的一种。这样的扩散器的示例实施例在下面示出和描述。

[0036] 根据本文所述的示例实施例,可将铸造规格输入可编程逻辑控制器以控制可将一个或多个模具附接至其的模具框架(也称为“模具台”的位置。根据示例实施例,使用可编程逻辑控制器来控制模具框架(以及保持在其中的模具)相对于喷嘴的位置。虽然图2的示例实施例是示出了线性致动器,其使模具105和模具框架相对于喷嘴130移动,但示例实施

例可以可选地使倾倒槽125和喷嘴130相对于模具105移动。更进一步，模具可以在模具框架内移动以通过模具105改变模具框架内的位置来获得模具105和喷嘴130之间的运动。无论如何实现运动，本文所述的实施例提供了一种使喷嘴130相对于模具105运动的方法，以实现本文所述的本发明的益处。

[0037] 在铸造开始时，可以将模具105和模具框架相对于喷嘴130定位得足够低，以清除金属分配器喷嘴130。图2示出了铸造开始的这种示例实施例。随着铸造开始，模具框架将上升，而铸件则从模具底部铸造出来。图3示出了这样的实施例，其中起始块115从模具105的模腔移动。模具框架将遵循特定的可编程运动，以将喷嘴130保持在相对于凝固熔池的期望位置。示例性实施例可以包括集成到铸造喷嘴中的热电偶，以提供主动反馈，使得可以执行喷嘴130相对于熔池的自动调节，例如当上游金属温度控制（槽125的上游）可变时（可导致喷嘴130尖端或分配器冻结到贮槽）或其他紧急情况下。图3可以在从铸造过程开始的过渡期间的铸造的启动阶段中，但是在稳态铸造之前，在稳态铸造中，熔融金属的温度分布和铸造速度变得稳定。

[0038] 图4示出了铸造过程的运行状态阶段，其中模具105被定位成靠近喷嘴130，以接合熔池135的贮槽中的喷嘴的尖端，其中虚线137限定了液体金属135和凝固金属140之间的过渡。在铸造结束时，如图5所示，致动器150使模具105相对于喷嘴130移动，以确保喷嘴/扩散器的尖端不会冻结到铸造金属中。可编程逻辑控制器根据编程规范控制系统，该规范定位模具105和铸件相对于喷嘴130的位置，以获得铸造的开始和运行部分所需的相对铸造速度，同时保持期望的喷嘴相对于液体池底部的位置。这种独特的平衡会对金属分配产生积极影响，并减少宏观偏析。

[0039] 图6示出了相对于贮槽位置的期望的喷嘴/扩散器位置的曲线图，在所述贮槽位置处，铸造材料从液体过渡到具有内聚的固体。贮槽位置示为线210，而喷嘴尖端位置示为线220。如图所示，在铸造开始时，在铸造长度接近零的情况下，相对于熔融金属池的顶部，贮槽的位置深约50毫米。在这个阶段，喷嘴/扩散器的尖端与熔融金属池的顶部大约在同一高度。随着铸造过程的开始以及铸件长度的增加（在x轴上显示），贮槽位置在铸件中变得更深，从开始时的约50毫米增加到铸件达到长度大约1,000毫米或1米后的约620毫米。根据图6所示的实施例，这是运行状态铸造开始的地方，并且是贮槽的深度在约620毫米处保持恒定或接近恒定的地方。在此深度处，期望的喷嘴尖端位置大约为580毫米，或悬停在液体金属凝固成内聚固体的贮槽位置上方40毫米处。常规的铸造方法无法在该深度分配液体金属，更不用说根据贮槽的位置移动模具以定位喷嘴尖端。

[0040] 随着铸造过程接近铸造运行的结束，贮槽变得更浅，并且模具向下移动，从而具有相对于模具提高喷嘴的相对效果。在铸造过程结束时，随着模具和缸体的下降，熔融池中的喷嘴尖端位置相对于贮槽明显上升。停止倾倒金属，并撤回喷嘴，以使熔融金属凝固。图6示出了相对于铸件上方的贮槽位置的喷嘴位置的一个示例实施例，并且其对于所铸造的合金、铸造速度和模具的尺寸和形状以及影响铸造过程的其他变量是唯一的。

[0041] 确定了一种特殊的控制算法，该算法对于每种合金和铸件尺寸组合是唯一的。该算法可以将典型的热平衡与喷嘴定位要求联系起来，以确保在铸造期间在铸造产品的贮槽底部，喷嘴/分配器保持在内聚点温度附近。在图7中示出了控制算法的示例说明，其将模具框架速度描绘为线230，以及通过液压缸在铸造坑中的运动产生的“缸速度”或平台下降速

度。如图所示,在该实例中,缸速度以指定的速率开始,然后减慢,然后加速,然后在稳态期间达到大约每分钟40毫米的稳态速度。模具框架速率,或喷嘴相对于模具移动的速率,无论提供相对运动的机构如何,最初与缸速度相似,但一旦达到稳态铸造,则变为零速度,因为图4所示的,在铸件的稳态铸造期间,喷嘴相对于模具保持在恒定位置。在铸造操作即将结束时,停止通过喷嘴注入熔融金属,并且降低模具,使喷嘴从熔融池中退出,同时提高缸速度,然后在铸造结束时两者都停止运动。在该方法的某些应用中,还可以在铸造结束时降低缸速度,以在达到铸造结束之前减小收缩腔。

[0042] 尽管可以针对每种合金和铸件尺寸开发控制算法,但喷嘴尖端/扩散器的热电偶可以提供标准或理想铸造操作过程中未预期的温度反馈,或确认操作正在按预期进行。在这样的实施例中,控制算法可以根据需要使用来自喷嘴尖端的温度反馈来调节喷嘴相对于贮槽的位置,并且在观察到温度异常的情况下适当地定位喷嘴尖端。即使在铸造条件不理想的情况下,或者在铸造过程中遇到的问题可以通过相对于喷嘴位置重新定位模具和贮槽来纠正,这也可以在材料的整个横截面上提供可靠的材料一致性。

[0043] 本文所述和上文所图解的喷嘴130和喷嘴尖端提供了没有特定几何特征的喷嘴,本文所述的实施例可在喷嘴的尖端处包括扩散器,以促进期望的在贮槽内的金属流动。不同的金属合金和不同的铸件尺寸可具有不同的性能,这得益于贮槽中不同的金属流动方式。图8示出了正方形或矩形的扩散器310、椭圆形或部分球形或贮槽形的扩散器320以及三角形的扩散器330。箭头表示与每个所示扩散器相关的潜在金属进给方向。除了各种其他扩散器之外,这些配置中的每一个都可以与本文描述的实例结合使用,以通过提供逆流来减轻宏观偏析。

[0044] 除了不同的形状外,可以根据需要更改扩散器的轮廓、扩散器孔(开口)和尺寸,以实现贮槽内金属的最佳流动。图9示出了三个不同长度的矩形扩散器,短扩散器410、中等长度扩散器420和长扩散器430。此外,图9的每个扩散器可以具有如图8所示的端部轮廓形状以根据需要促进流动。扩散器可以具有许多不同的孔,在铸造过程中金属流过这些孔。扩散器的尺寸以及开孔的数量和尺寸可以根据铸件尺寸和合金类型而变化。矩形金属扩散器的组件可以包括两个部分:可以是连接到喷嘴上的两块刚性陶瓷材料的顶部;和可以是具有局部开孔以优化金属流动的底部。可以使用用于底部的各种材料,例如玻璃纤维布、纤维增强陶瓷、热陶瓷或高温超合金。在玻璃纤维布的情况下,例如,可以使用耐火夹具和/或高温金属部件或金属丝将布固定在顶部的凹槽中。

[0045] 得益于前文描述和相关图式中呈现的教示内容,本文中阐述的发明所涉及领域的技术人员将想到这些发明的许多修改和其它实施例。因此,应理解,本发明不限于所公开的具体实施例并且希望修改和其它实施例包含在所附权利要求书的范围内。尽管本文采用了特定术语,但它们仅用于一般性和描述性意义,而不是用于限制的目的。

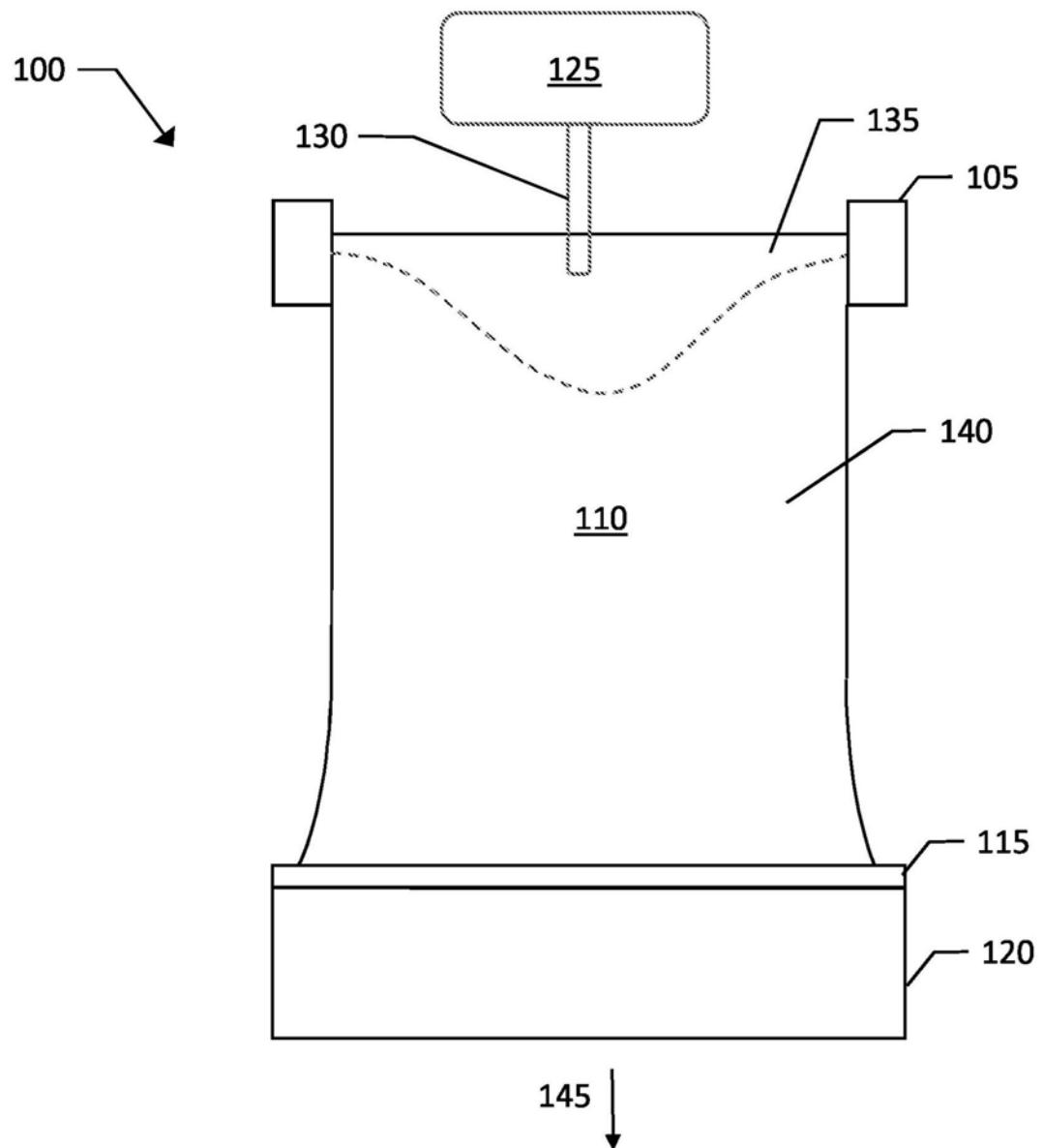


图1

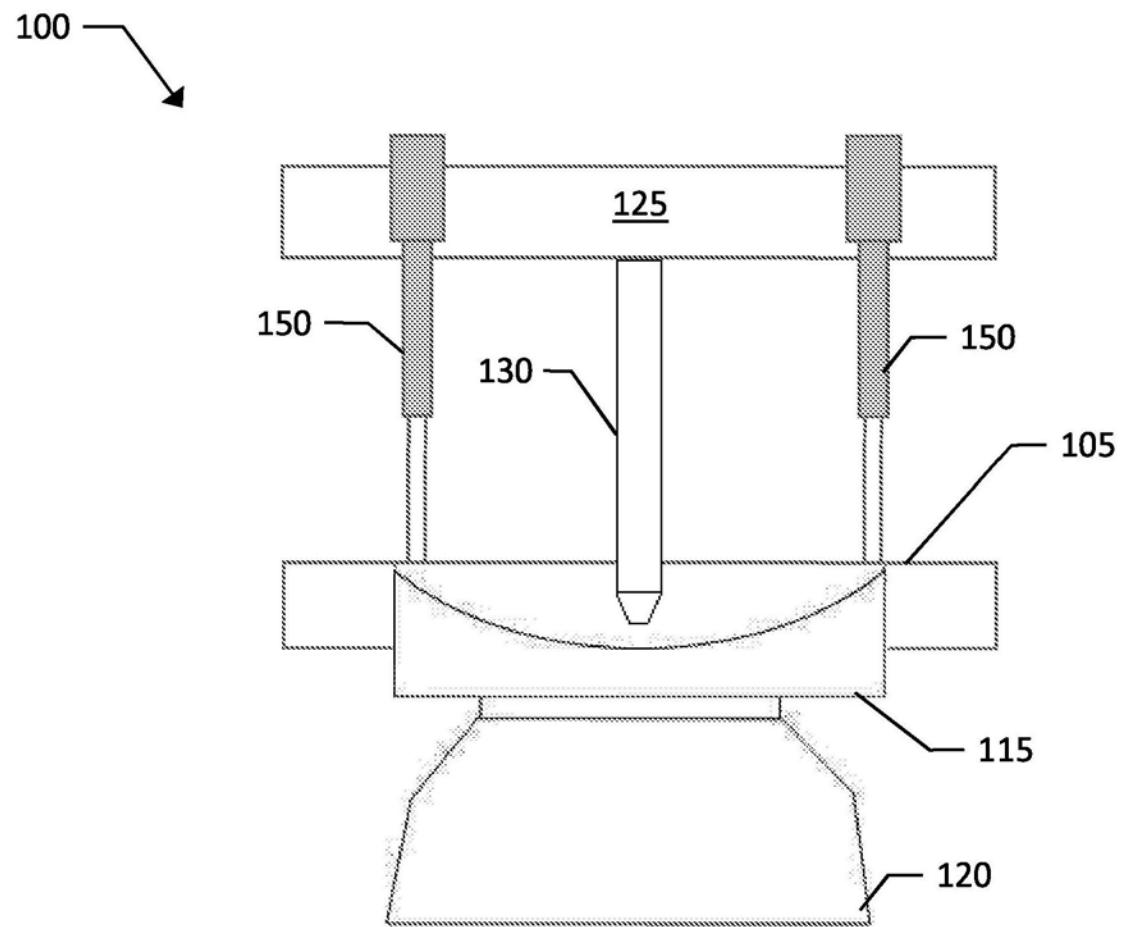


图2

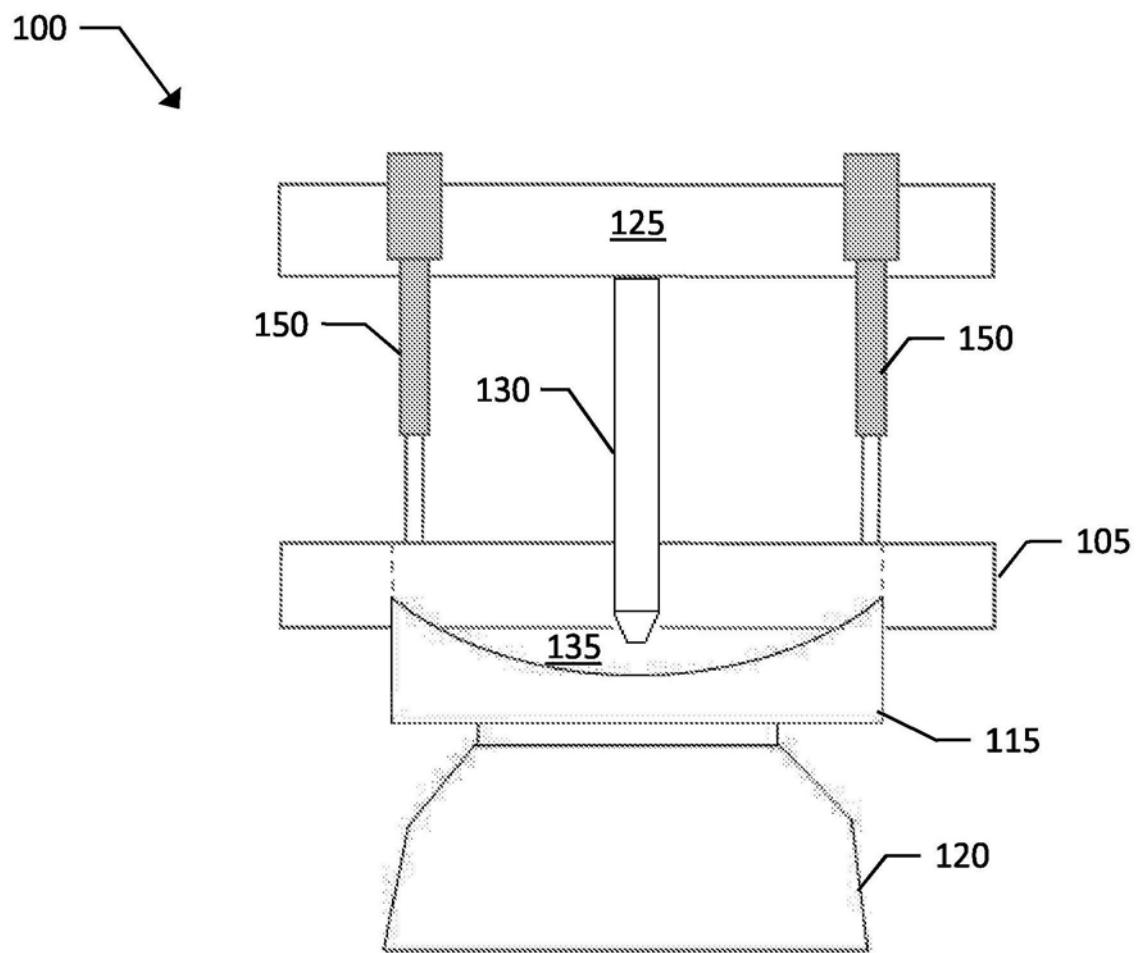


图3

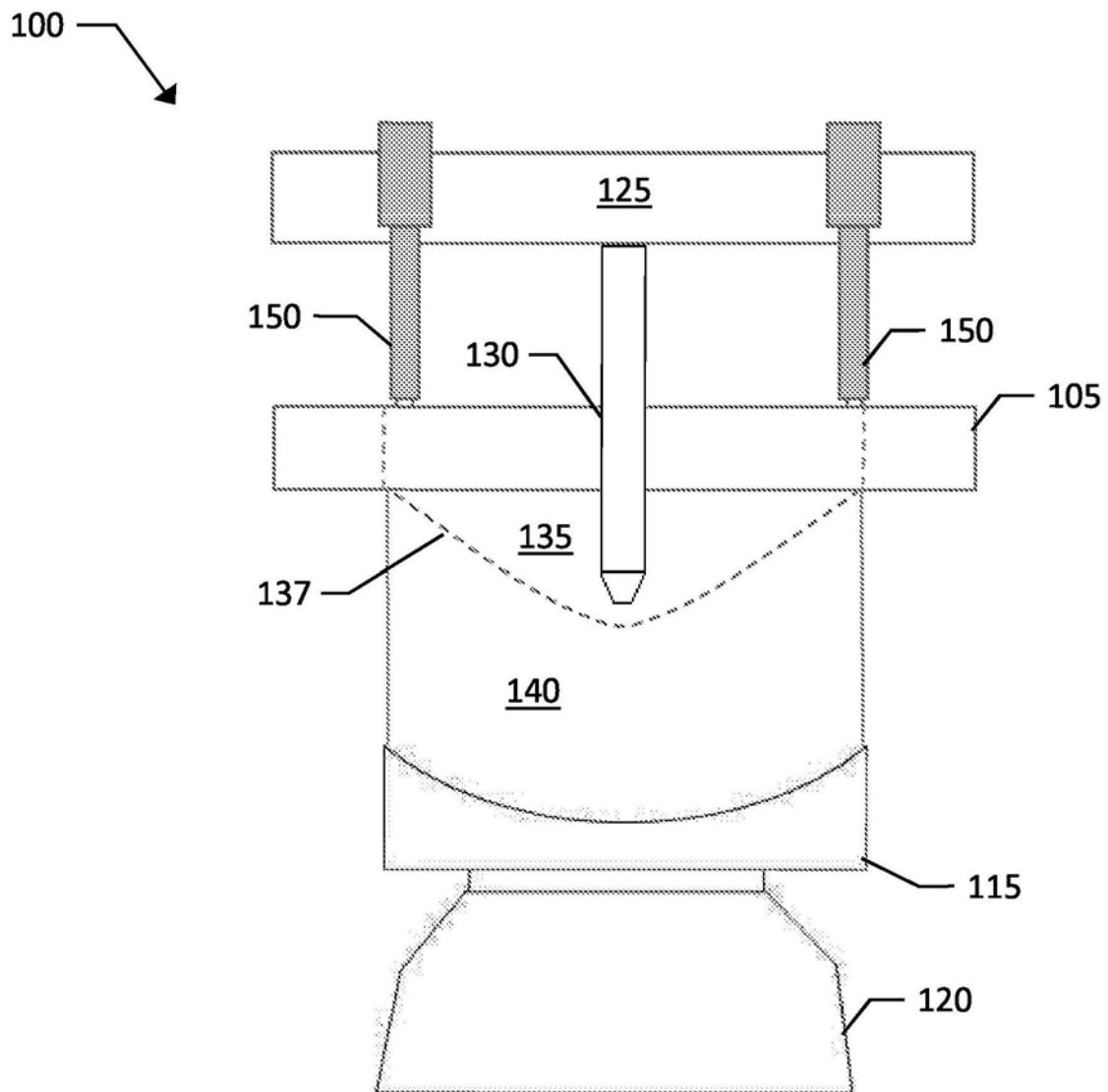


图4

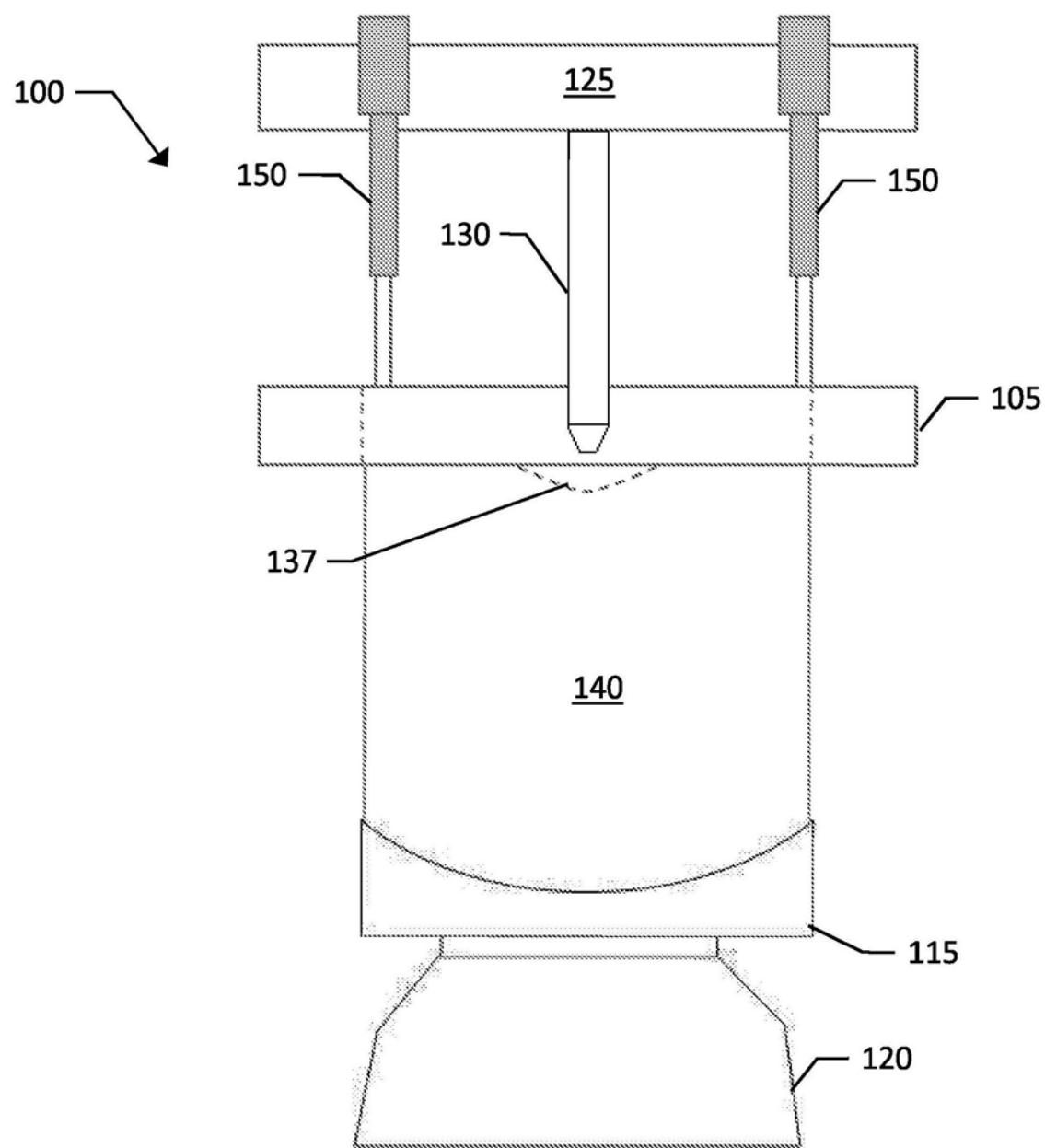


图5

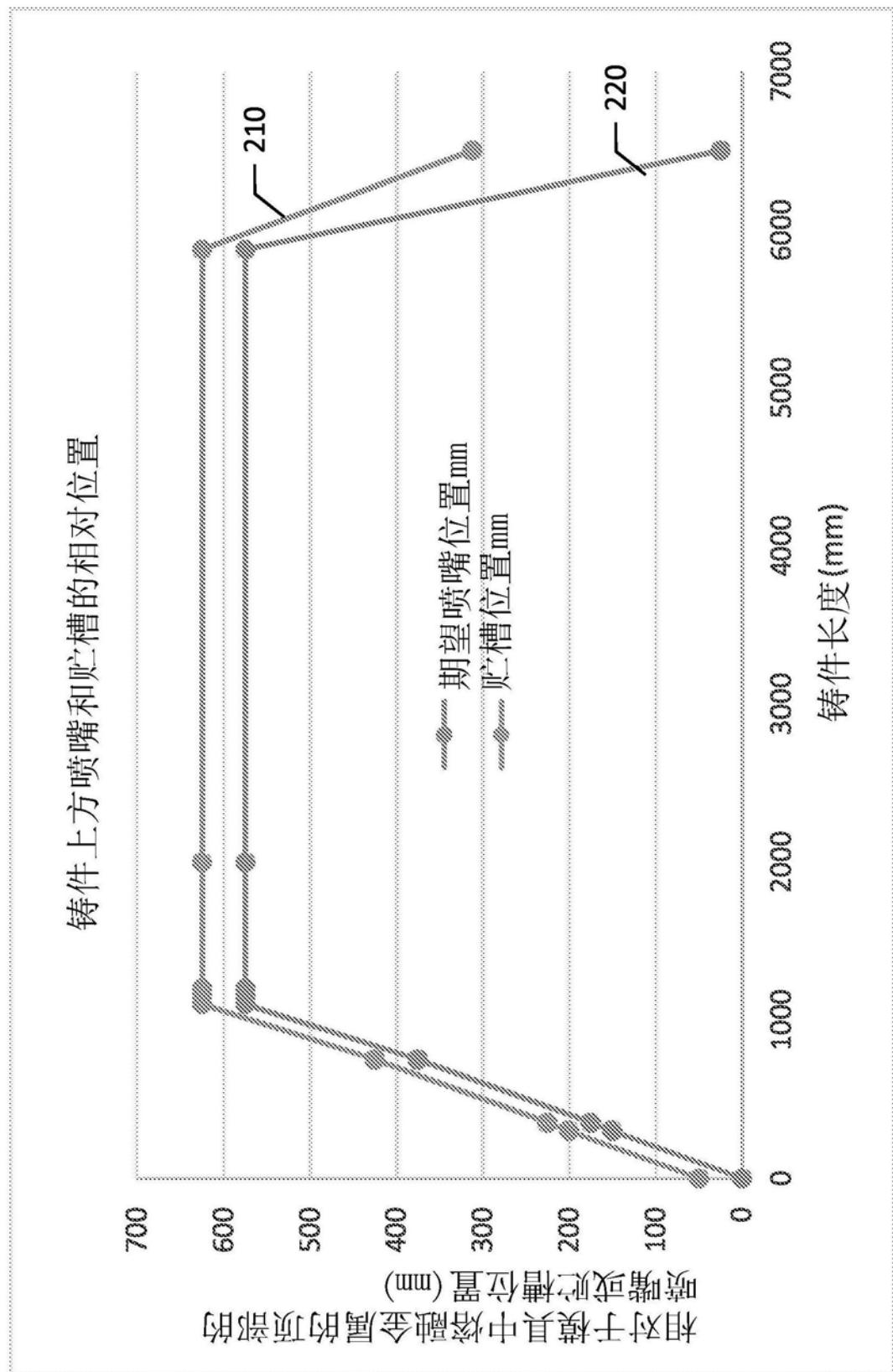


图6

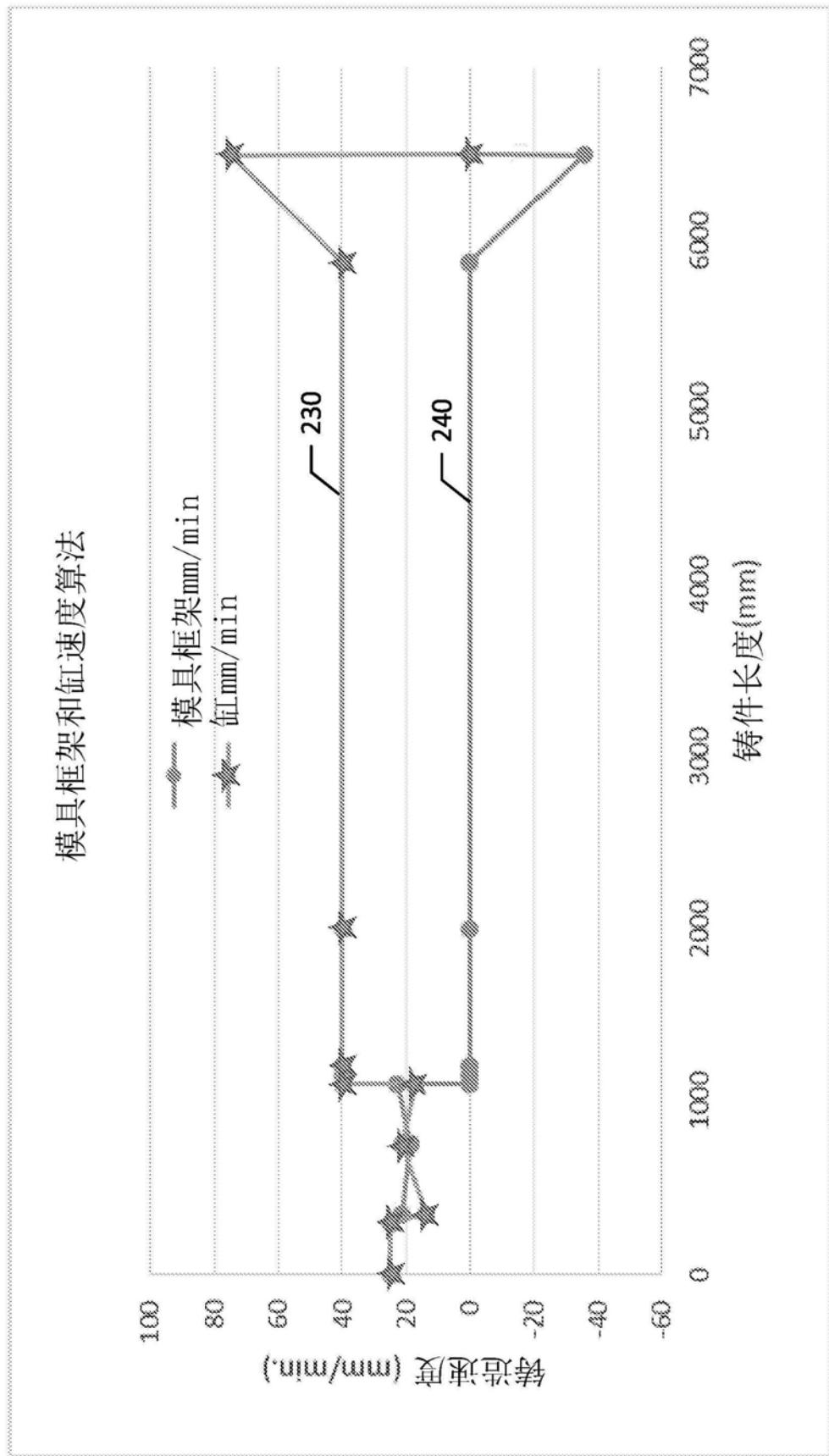


图7

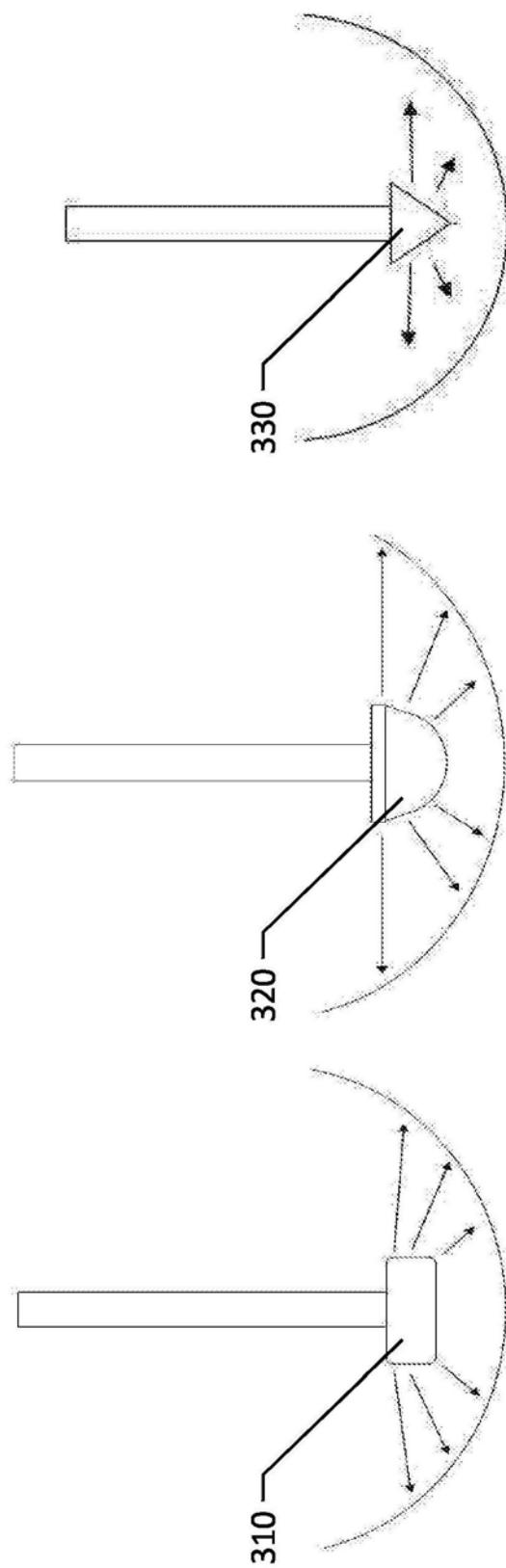


图8

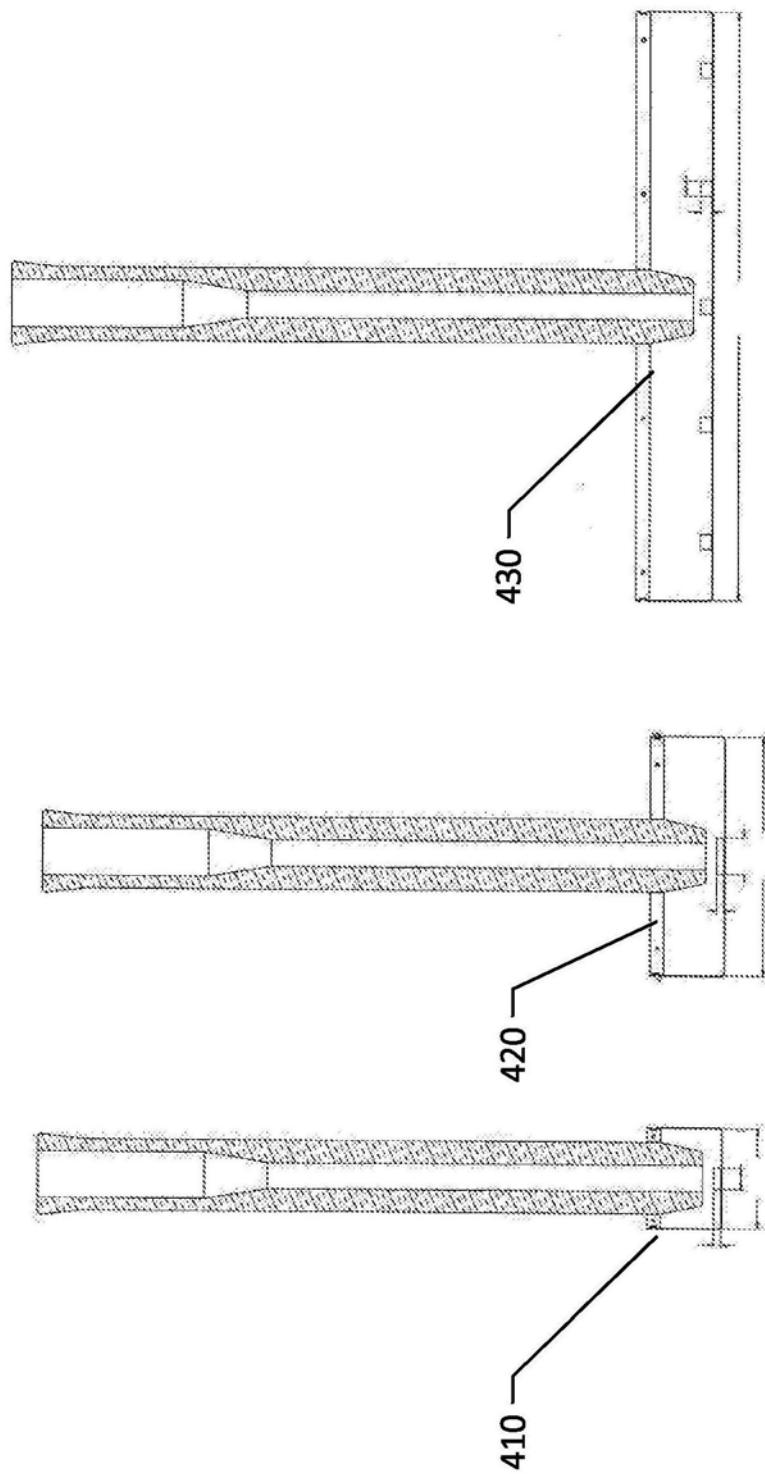


图9