



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111279018 A

(43)申请公布日 2020.06.12

(21)申请号 201880067354.4

(22)申请日 2018.09.17

(30)优先权数据

62/559,860 2017.09.18 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.04.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/051323 2018.09.17

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/055910 EN 2019.03.21

(71)申请人 波士顿电冶公司

地址 美国马萨诸塞

(72)发明人 R·海尔斯 G·兰伯特

M·亨伯特 R·布拉德肖

(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 王庆华

(51)Int.Cl.

G25C 7/02(2006.01)

G25C 7/06(2006.01)

G25C 3/08(2006.01)

G25C 3/16(2006.01)

G25C 3/24(2006.01)

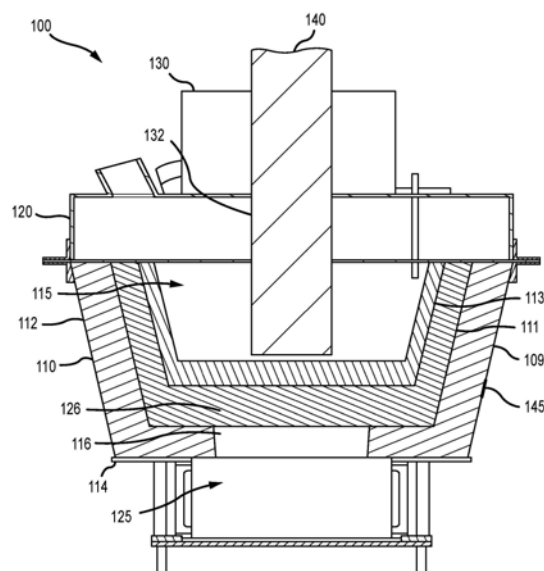
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

用于熔融氧化物电解的系统和方法

(57)摘要

根据本技术的冶金组件和系统可以包括耐火容器,该耐火容器包括侧部和基部。基部可以限定居中位于在基部内的多个孔。侧部和基部可以至少部分地限定耐火容器的内部容积。组件可以包括盖,所述盖与耐火容器可移除地联接并且构造成与耐火容器形成密封。盖可以限定贯穿盖的多个孔。组件还可以包括靠近耐火容器的基部的集电器。集电器可以包括设置在居中位于基部内的多个孔内的导电延伸部。



1. 一种冶金组件,包括:

耐火容器,所述耐火容器包括侧部和基部,其中,所述基部限定居中位于所述基部内的多个孔,并且其中,所述侧部和所述基部至少部分地限定所述耐火容器的内部容积;

盖,所述盖与所述耐火容器可移除地联接并且构造成与所述耐火容器形成密封,其中,所述盖限定了贯穿所述盖的多个孔;和

靠近所述耐火容器的所述基部的集电器,其中,所述集电器包括导电延伸部,所述导电延伸部设置在居中位于所述基部内的所述多个孔内。

2. 根据权利要求1所述的冶金组件,还包括气体密封件,所述气体密封件围绕贯穿所述盖限定的所述多个孔中的第一孔被联接,其中,所述气体密封件构造成接收可移动的阳极并使所述可移动的阳极穿过所述气体密封件和贯穿所述盖限定的第一孔。

3. 根据权利要求2所述的冶金组件,其中,所述气体密封件构造成限制气体从所述耐火容器通过贯穿所述盖限定的所述多个孔中的所述第一孔释放。

4. 根据权利要求1所述的冶金组件,其中,贯穿所述盖限定的所述多个孔包括排气孔和进料孔,所述排气孔的尺寸设计成分配来自所述耐火容器的气体,所述进料孔的尺寸设计成将材料分配至所述耐火容器中。

5. 根据权利要求1所述的冶金组件,其中,所述耐火容器包括至少部分地限定所述耐火容器的侧壁的粉末层以及限定所述耐火容器的基部的相容层,并且其中,所述相容层也至少部分地限定所述耐火容器的侧壁。

6. 根据权利要求1所述的冶金组件,其中,所述耐火容器包括至少两层材料,其中,外层包括隔热材料,并且其中,内层包括构造成与容纳在所述耐火容器的所述内部容积中的电解质化学相容的材料。

7. 根据权利要求6所述的冶金组件,其中,所述耐火容器还包括中间层材料,所述中间层材料定位成限定所述耐火容器的所述内部容积的至少一部分。

8. 根据权利要求6所述的冶金组件,其中,所述内层的特征在于其导热率低于或为约 $25\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

9. 根据权利要求6所述的冶金组件,其中,所述隔热材料的特征在于其导热率低于或为约 $5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

10. 一种冶金系统,包括:

耐火容器;和

电极支撑组件,其中,所述电极支撑组件包括可竖直平移的保持器,并且其中,所述可竖直平移的保持器构造成与电极联接并且使所述电极与电源电联接。

11. 根据权利要求10所述的冶金系统,还包括系统基部,所述系统基部包括平台,所述耐火容器被支撑在所述平台上。

12. 根据权利要求11所述的冶金系统,还包括位于所述平台和所述系统基部之间的集电器,其中,所述集电器与所述耐火容器机械地联接。

13. 根据权利要求10所述的冶金系统,其中,所述电极支撑组件还包括:

柱,其中所述柱包括竖直轨道;以及

台车,所述台车与所述竖直轨道可移动地联接。

14. 根据权利要求13所述的冶金系统,其中,所述电极支撑组件还包括将所述可竖直平

移的保持器与所述台车联接的桁架。

15. 根据权利要求14所述的冶金系统,其中,所述桁架包括弯曲的桁架,所述弯曲的桁架从所述台车处的第一端延伸到第二端,所述可竖直平移的保持器联接在所述第二端处。

16. 根据权利要求15所述的冶金系统,其中,所述弯曲的桁架的所述第二端将所述可竖直平移的保持器定位成围绕竖直轴线与盖的孔轴向对准,所述盖与所述耐火容器可移除地联接并且构造成与所述耐火容器形成密封,其中所述盖限定了贯穿所述盖的多个孔。

17. 根据权利要求13所述的冶金系统,还包括:第一电源,所述第一电源通过所述可竖直平移的保持器与所述电极电联接;以及第二电源,所述第二电源与所述台车电联接。

18. 根据权利要求10所述的冶金系统,其中,所述电极是阳极,其中所述阳极的第一端在由所述耐火容器限定的内部容积内延伸,并且其中所述阳极的远侧部分与所述可竖直平移的保持器联接。

19. 一种冶金系统,包括:

耐火容器;

盖,所述盖与所述耐火容器可移除地联接并且构造成与所述耐火容器形成密封,其中,所述盖限定了贯穿所述盖的多个孔,并且其中,所述多个孔中的第一孔包括排气端口;

电极支撑组件;和

排气系统,所述排气系统与所述盖的所述排气端口联接,其中,所述排气系统构造成氧化从所述耐火容器接收的流出物。

20. 根据权利要求19所述的冶金系统,其中,贯穿所述盖限定的所述多个孔中的第二孔包括进料端口,并且其中,所述冶金系统还包括与所述进料端口联接的进料系统,所述进料系统构造成向所述耐火容器中提供材料。

用于熔融氧化物电解的系统和方法

技术领域

[0001] 本技术涉及其中可以执行电解处理的系统和部件以及利用这些系统的方法。更特别地,本技术涉及用于执行熔融氧化物电解或其他冶金操作的处理系统。

背景技术

[0002] 冶金容器和系统用于各种各样的处理,包括金属熔炼和精炼操作,例如,所述金属熔炼和精炼操作可以包括熔炼和熔融氧化物电解。进行此类处理的容器和系统通常是围绕特定的处理原理、金属产品和金属原料设计并且不能用于多种金属或用于多种处理操作。另外,系统的操作可能会基于所使用的材料以及系统的固定尺寸和操作特性而受到限制。许多冶金操作局限于特定的温度或能源,因此可能不适合处理或精炼许多不同的有用金属和材料。这些系统的最终操作可能由于连续的停工以进行出炉或供给原料、电极更换操作或温度和/或生产率波动而效率低下。

[0003] 因此,存在对可用于以有效方式处理多种金属和材料的改进的容器和系统的需求。通过本技术解决这些和其他需求。

发明内容

[0004] 根据本技术的冶金组件和系统可以包括耐火容器,该耐火容器包括侧部和基部。基部可以限定在基部内居中定位的多个孔。侧部和基部可以至少部分地限定耐火容器的内部容积。组件可以包括盖,例如耐火盖,所述盖与耐火容器可移除地相联接并且构造成与耐火容器形成密封。盖可以限定贯穿盖的多个孔。组件还可以包括靠近耐火容器的基部的集电器。集电器可以包括位于在基部内居中定位的所述多个孔内的导电延伸部。

[0005] 在各实施例中,冶金组件可以包括联接在贯穿盖限定的多个孔中的第一孔周围的气体密封件。气体密封件可以构造成接收可移动的阳极并使该可移动的阳极穿过所述气体密封件和贯穿盖限定的第一孔。气体密封件可以构造成限制气体从耐火容器通过贯穿盖限定的多个孔中的第一孔释放。贯穿盖限定的多个孔可以包括:排气孔,所述排气孔的尺寸被设计成分配来自耐火容器的气体;以及进料孔,所述进料孔的尺寸被设计成将材料分配到耐火容器中。耐火容器可以包括至少部分地限定耐火容器的侧壁的粉末层。耐火容器还可以包括限定耐火容器的基部的相容层。相容层也可以至少部分地限定耐火容器的侧壁。

[0006] 耐火容器可以包括至少两层材料。外层可以包括隔热(insulating)材料。内层可以包括构造成与包含在耐火容器的内部容积内的电解质化学相容的材料。耐火容器还可以包括中间材料层,该中间材料层定位成限定耐火容器的内部容积的至少一部分。内层的特征可以在于其导热率低于或为约 $25\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。隔热层的特征可以在于其导热率低于或为约 $5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

[0007] 本技术还涵盖冶金系统。该系统可以包括耐火容器。该系统可以包括盖,所述盖与耐火容器可移除地联接并且构造成与耐火容器形成密封。盖可以限定贯穿盖的多个孔。所述系统还可以包括电极支撑组件。电极支撑组件可以包括可竖直平移的保持器。可竖直平

移的保持器可以构造成与电极联接并且将电极与电源电联接。

[0008] 冶金系统还可以包括系统基部,该系统基部包括平台,耐火容器可以被支撑在该平台上。该系统还可以包括位于平台和系统基部之间的集电器。集电器可以与耐火容器机械地联接。电极支撑组件还可以包括柱,所述柱可以包括垂直轨道。电极支撑组件还包括与轨道可移动地联接的台车。电极支撑组件还可以包括将可垂直平移的保持器与台车联接的桁架。桁架可以是或包括弯曲桁架,该弯曲桁架从台车处的第一端延伸到第二端,可垂直平移的保持器可以在该第二端处被联接。弯曲桁架的第二端可以使可垂直平移的保持器定位成围绕垂直轴线与盖的孔轴向对准。所述系统还可以包括通过可垂直平移的保持器与电极电联接的第一电源。该系统还可以包括与台车电联接的第二电源。在各实施例中,电极可以是阳极。阳极的第一端可以在由耐火容器限定的内部容积内延伸穿过气体密封件。阳极的远侧部分可以与可垂直平移的保持器联接。

[0009] 本技术还可以涵盖另外的冶金系统。该系统可以包括耐火容器。该系统还可以包括盖,所述盖与耐火容器可移除地联接并且构造成与耐火容器形成密封。盖可以限定贯穿盖的多个孔。多个孔中的第一孔可以包括排气端口。所述系统可以包括电极支撑组件。该系统还可以包括与盖的排气端口联接的排气系统。排气系统可以构造成氧化从耐火容器接收的流出物。贯穿盖限定的多个孔中的第二孔可以包括进料端口。冶金系统还可以包括与进料端口联接的进料系统。进料系统可以构造成将材料提供到耐火容器中。

[0010] 与常规技术相比,这种技术可以提供许多好处。例如,与常规系统相比,该技术可以产生可以在更宽的温度和能量范围内操作的冶金系统和组件。另外,与效率较低的分批处理相反,本技术可以以连续过程使用。结合以下描述和附图更详细地描述了这些和其他实施例以及它们的优点和特征中的许多优点和特征。

附图说明

[0011] 通过参照说明书的其余部分和附图,可以实现对所公开的实施例的性质和优点的进一步理解。

[0012] 图1示出了根据本技术的实施例的示例性冶金组件的示意性横截面图;

[0013] 图2示出了根据本技术的实施例的示例性冶金容器盖的示意性俯视图;

[0014] 图3示出了根据本技术的实施例的冶金容器的示意性横截面图;

[0015] 图4示出了根据本技术的实施例的集电器的示意性透视图;

[0016] 图5示出了根据本技术的实施例的示例性冶金系统的示意性透视图;

[0017] 图6示出了根据本技术的实施例的示例性冶金系统的示意性透视图;

[0018] 图7示出了利用根据本技术的冶金系统的示例性方法中的选定操作;

[0019] 这些图中的一些图作为示意图包含在内。应当理解的是附图仅用于说明目的,除非特别说明按比例绘制,否则不应视为按比例绘制。另外,作为示意图,提供附图以帮助理解并且与真实表示相比可能不包括所有方面或信息,并且出于说明目的,附图可以包括被放大的素材。

[0020] 在附图中,类似部件和/或特征可以具有相同的数字参考标记。此外,可以通过在参考标记之后加上区分类似部件和/或特征的字母来区分相同类型的各种部件。如果在说明书中仅使用第一数字参考标记,则该描述适用于具有相同第一数字参考标记的类似部件

和/或特征中的任何一个,而与字母后缀无关。

具体实施方式

[0021] 在冶金处理中,例如,可以使用来自热源或电源的高热量处理各种材料,包括金属和含金属的材料。这些材料的熔点可能远远超过1000℃,因此容器和与熔融材料接触的任何相关部件可能会传导异常高的温度。许多系统使用冷冻的电解质外壳运行,所述电解质外壳可以保护单元(cell)的壁免受最高温度的侵害以及保护内壁免受电解成分的化学侵蚀。

[0022] 常规单元可能受到容器或整个系统设置的限制。例如,许多设计需要完全停止才能提取固化的产品。另外,电极之一(例如,阳极)的消耗可能会停止操作以及停止系统内目标物质的完全还原,这可能需要执行额外的批次。常规系统已经通过大体接受系统本身的局限性或效率低下来解决这些问题。另一方面,本技术利用了系统构造和操作原理,该系统构造和操作原理允许单元连续操作以产生各种目标材料。

[0023] 转向图1A,示出了根据本技术的实施例的示例性冶金组件100的横截面图。组件及其组成部件可用于以多种方式产生热量以熔融容纳在其中的材料。可以通过对容器施加高温来产生热量,也可以通过电能获得或产生热量。组件100可以包括耐火容器110,所述耐火容器包括侧部112和基部114。侧部112和基部114可以至少部分地限定耐火容器110内的内部容积115。耐火容器110可以构造成容纳一种或多种用于处理的材料,例如含金属的材料,包括金属氧化物。所述容器可以以任何数量的处理构造使用,包括熔融氧化物电解,并且除了所处理的含金属的材料之外,所述容器还可以包括电解质材料。耐火容器110可以在基部114的中央区域中限定至少一个孔116,也可以限定多个孔。这些孔可以为与下面所述的集电器相关联的导电构件提供通路。

[0024] 冶金组件100还可以包括与耐火容器110结合使用的盖120。盖120可以与耐火容器110可移除地联接并且可以与耐火容器110直接联接、螺栓连接、紧固或结合在一起。在实施例中,盖120可以通过螺栓、紧固件或构造成联接两个结构的其他材料与耐火容器110可移除地联接。盖120和容器110均可以具有凸缘,该凸缘提供用于联接这两个部件的接触表面。在操作中,盖120可以与耐火容器110联接以便形成密封,该密封可以是液体密封或者可以是气密封。另外,在一些实施例中,盖120可以与耐火容器110联接,以有利于容纳和/或收集或移除所产生的包括气体副产物的流出物。在一些实施例中,盖120可以构造成与耐火容器110形成局部、大体或完全气密的密封。盖120可以限定贯穿盖120结构的多个孔,如下面利用图2更详细讨论的那样。

[0025] 冶金组件100还可以包括位于耐火容器110的基部114附近的集电器125。集电器125可以是与耐火容器110联接或位于耐火容器110内的导电条或导电材料。在一些实施例中,集电器125可以包括导电延伸部126,所述导电延伸部位于多个孔116内,该多个孔居中位于耐火容器110的基部114内。

[0026] 冶金组件100可以包括围绕贯穿盖120限定的第一孔132联接的气体密封件130。气体密封件130可以构造成接收可移动的阳极140并使该阳极穿过该气体密封件130和贯穿盖120限定的第一孔132。取决于在耐火容器110内执行的处理,阳极可以一种或多种方式移动。例如,在各实施例中,阳极140可以由碳或一些其他导电材料形成。处理本身可能在氧化

3000℃、高于或为约3500℃、高于或为约4000℃或更高的温度的情况下,可以使用附加材料。与许多常规容器不同,例如可能受限于低于或为约1000℃的温度的许多Hall Heroult容器,本发明的容器能够在高得多的温度下操作,从而有利于对熔点高于1500℃的许多另外的金属进行电化学处理。另外,这些材料不会与包含在容器内的材料发生反应。耐火容器110还可以包括构造成从耐火容器110输送精炼或加工材料的端口145。本领域技术人员将容易理解的是,端口可以定位于任何数量的位置中,并且不应视为局限于示出的示例性设计。

[0031] 耐火容器材料也可以形成或包括以特定热特性为特征的材料。例如,内层材料113的特征在于导热率可以高于外层材料109,该外层材料可以是隔热层。任何耐火容器材料的特征可以在于导热率低于或为约30W/(m·K),或者特征可以在于导热率低于或为约25W/(m·K),低于或为约20W/(m·K),低于或为约15W/(m·K),低于或为约10W/(m·K),低于或为约5W/(m·K),低于或为约3W/(m·K),低于或为约2W/(m·K),低于或为约1W/(m·K),低于或为约0.5W/(m·K)或更低。每层的导热率也可以在这些所述范围内的任何较小范围内,例如在约0.5W/(m·K)至约2W/(m·K)之间,或在该范围或其他所述范围内的较小范围内。

[0032] 转到图2,示出了根据本技术的实施例的示例性冶金容器盖120的示意性俯视图。如前所述,盖120可以限定贯穿该结构的多个孔。可以提供中央孔用于容置如前所述的阳极,该中央孔可以是第一孔132。盖120可以在第一孔132周围形成平台或凸缘,以容置和提供用于气体密封件的稳定或平坦的表面,从而限制或防止流体从穿过第一孔132定位的阳极或电极周围出来。盖120还可以限定排气孔210,所述排气孔的尺寸可以设计成分配来自耐火容器的气体。排气孔210还可以包括用以联接管道或其他设备的平台或凸缘,所述平台或凸缘可以围绕排气孔210实现流体密封。排气孔可以允许控制冶金系统内的压力,并且还可以允许回收所形成的蒸气用于多种用途。例如,可以清洁、洗涤或进一步处理所回收的蒸气以减少有害或不希望的性质。另外,所回收的蒸气可以用作其他操作的热源,并且蒸气可以被回收用于其他用途。例如,金属氧化物的某些处理操作可以在阳极处产生氧气,可以从系统中收集所述氧气并用于氧气有用的各种用途。

[0033] 盖120还可以限定一个或多个进料孔220,所述进料孔的尺寸可以设计成将一种或多种材料分配到耐火容器中。如图所示,相对于排气孔210,可以贯穿盖120限定进料孔220。例如,取决于与排气回收或处理以及材料进给相关的系统,进料孔220a可以形成在排气孔210的远侧,如图所示。盖120还可以限定贯穿盖的多个进料孔,所述多个进料孔可以用于提供进给类似材料的多个位置,或者可以提供用于将不同材料进给到耐火容器中的通路。例如,如图所示,盖120包括两个进料孔220,不过也可以包括更多或更少数量的进料孔。尽管进料孔220a可用于提供目标金属的氧化物,但是例如,进料孔220b可用于将另外的电解质材料、合金材料或其他添加剂或组分提供到耐火容器中。另外,进料孔220a可以被设计成有利于细颗粒材料的输送,例如经由筛子或漏斗状开口。许多常规系统涉及湍流操作,这可能导致所输送的材料的烧结或结块。本技术可以提供稳定得多的操作,从而允许将细颗粒材料输送到系统。

[0034] 与电弧熔炉不同,本技术中描述的系统的优点在于,它们可以促进连续材料处理。本系统可连续消耗电力以产生热量和产生最终材料。许多常规的高温反应器只能以分批处理操作。尽管某些Hall Heroult系统可能会以持续电力消耗来操作,但这些系统却以降低

得多的温度操作,从而减少了热量产生和辐射。由于这些优点,包括可以接收目标金属氧化物的受控流的一个进料端口可以促进连续处理。进料孔220还可以包括平台或凸缘,用于联接与材料的输送相关联的管道或其他部件,这可以允许在进料孔周围形成密封。因为相关的进料设备可以直接或间接地与盖120相联,所以移除设备以添加其他部件可能是困难的或效率低下。因此,对于多部件系统或为了协调电解质材料,可以限定贯穿盖120的多个进料孔220。

[0035] 盖120还可以限定孔230,孔可以包括注入孔以及感测孔。在操作期间,某些操作受益于气体的注入。气体进料孔可以允许将各种元素结合到耐火容器中。孔230中包括的气体进料孔可以包括可以联接气体管线的喷嘴或端口,或者可以包括可以插入气体管道的入口。孔230还可以包括用于感测设备的孔,包括温度、压力、电和其他感测操作。所利用的传感器和设备可以被特别地构造成在高达、高于或为约1000°C、高于或为约2000°C、高于或为约3000°C或更高的温度下操作。然而,从本技术的独特操作角度来看,可以利用许多标准传感器。所描述的系统可以在容器内产生局部热效应,该局部热效应可以在容器周围提供温度可能低于容器的中央部分数百度的各种位置。这可以允许结合一些历史上无法包括在某些常规系统(例如,电弧熔炉)中的传感器和其他设备,这是由于在超过2000°C的温度下可能进行热辐射传递。类似于盖120中限定的其他孔,孔230可以提供密封以限制或防止气体从耐火容器损失或喷出。

[0036] 盖120还可以包括进入端口240,所述进入端口可以从盖120沿着各种方向、在各种位置或以各种角度延伸。进入端口可以包括螺纹区域或其他垫圈或凸缘连接件,这可以允许在操作期间利用帽或其他封闭物密封进入端口,以限制或防止气体释放。通过提供至耐火容器的各区域的各个通路,进入端口可以促进视觉检查、测试或其他操作。如图所示,进入端口240可以围绕盖120分布,以在操作期间提供至耐火容器的不同区域的通路。盖120可以包括贯穿盖的任何数量的每种孔类型,并且所示的构造仅仅是本技术所涵盖的单个可行构造。应当理解的是,本技术类似地涵盖其他构造、孔数量和孔组合。

[0037] 图3示出了根据本技术的实施例的耐火容器300的另一示意性横截面图。耐火容器300可以包括附加的材料构造,该附加的材料构造可以包括粉末层310。粉末层310可以是或包括前面描述的材料中的任何材料,并且可以在可以升高到高于1000°C的操作温度下在结构上硬化。粉末层310可以至少部分地限定耐火容器300的侧壁。耐火容器300还可以包括相容层320。相容层320可以限定耐火容器300的内部基底并且可以限定孔,可以通过所述孔分布集电器的导电构件。如图所示,相容层320还可以与粉末层310一起至少部分地限定耐火容器的侧壁。相容层320可以构造成与耐火容器内包括的材料化学、热、或以其他方式相容。耐火容器300还可以包括隔热材料330,该隔热材料330包括在耐火容器300周围的外部区域中。

[0038] 耐火容器300的特性可以部分地基于在容器的形成中使用的材料。例如,氧化铝、氧化镁、氧化锆或其他材料可以对耐火容器的特性起到贡献。例如,耐火材料的电阻率的范围可以为在低于约500°C的温度下大于或为约 $1.0E24 \Omega \cdot m$ 到在高于1000°C的温度下小于或为约 $1.0E9 \Omega \cdot m$,并且可以包括该范围内的任何值。此外,在高于500°C的温度下离子电导率百分比可能会因材料不同而变化。当使用离子迁移率较低的材料时,离子电导率可能会降低到0%,而结合使用离子迁移率较高的材料时,电导率可能会高达100%,并且可以

包含该范围内的任何值。

[0039] 耐火容器的特性可以在于,热膨胀系数也是基于容器中使用的材料。例如,耐火材料的热膨胀系数可以在约 $2\mu\text{m}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$ 至约 $18\mu\text{m}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$ 或更高之间,并且可以包括该范围内的任何值。该值可以基于操作温度进行调节,并且其特征在于,在不同的材料和操作温度的情况下,基于温度的变化为从约-1到约+1。耐火容器的特性还可以在于,孔隙率部分地基于容器的材料和形成。在各实施例中,耐火材料的特性可以在于,孔隙率小于或为约10%直至大于或为约80%,并且可以包括该范围内的任何特定孔隙率。孔隙率可以提高耐火材料的隔热能力,并且在一些实施例中,孔隙率可以大于或为约50%。

[0040] 转向图4,示出了根据本技术的实施例的集电器400的示意性透视图。如图所示,集电器400可以包括块体420,所述块体可以包括一个或多个母线条430以提供来自冶金组件的电连通。集电器400还可以包括从块体420突出的多个导电延伸部425。导电延伸部425可以被包括在如图所示的模式中,但是可以为特定的冶金容器预先确定数量和模式。

[0041] 导电延伸部425的数量和位置可以影响通过容器的热流和热功率,因此通过调节导电元件的数量和位置,可以以多种方式来调节系统以获得容器内的稳定性或平衡性。因此,对于本技术的示例性冶金组件和容器,导电元件可以根据构造成在操作期间在整个耐火容器中提供热平衡和流体平衡的模式沿着集电器块体420定位。基于容器的尺寸和形状,该模式可以采取各种几何形状,并且导电延伸部的数量和间距也可以进行类似地修改。

[0042] 在一些实施例中,集电器和/或阳极可以不与容器电连接。这些部件也可以与盖电隔离。可以允许容器电浮置(electrically float),这可以限制或防止电化学单元电接地。以此方式,在杂散电流从内部内容物至容器或盖短路的操作事件期间,不一定存在接地短路。

[0043] 通过影响流过电池的热流和功率流,导电延伸部也可以用于控制位于冶金组件内的含金属的材料的形状和位置。例如,工业电解单元可以利用或形成由被精炼的金属制成的垫,以便通过耐火容器产生分层的材料层,所述材料层沿着耐火容器的基部具有更致密、更精炼的金属。然而,该垫可以相对较厚以便在耐火材料内保持平坦的轮廓。导电延伸部的构造可以影响通过系统的电流,该电流可以构造成使熔化垫平放在耐火材料内。

[0044] 在本技术的许多构造中,沿耐火容器的基部形成的熔融金属可以在操作中用作阴极。导电延伸部或销425可以基于它们的导电性能而被包括,并且在各实施例中可以包括金属。例如,在各实施例中,导电延伸部425可以是或包括银、铜、金、铝、锌、镍、黄铜、青铜、铁、铂、含碳材料、铅或钢。在一个实施例中,导电延伸部425可以包括铜,所述铜的熔点低于 1100°C 。但是,如果被精炼的金属例如是铁,则液态铁的温度可能超过 1500°C 。因此,熔融金属可能会熔化导电延伸部425以产生导电元件和被精炼的金属的熔融混合物。

[0045] 导电延伸部可以是熔点低于在容器内被精炼的材料的熔融温度的金属。在这种情况下,导电延伸部425的与容器内材料接触的部分也可以被熔化。由于相对稳定的温度超过了容器内材料的熔点,可以在一定程度上通过耐火基部114和导电延伸部425来传递热量。这可能导致导电延伸部425的至少一部分熔化。同样可以包括被精炼的材料的混合物的这种液态材料可以随着金属进一步远离热中心而在销孔或孔116内重新固化之前填充在导电延伸部和孔之间的任何间隙空间中。在操作中,这可以防止熔融材料通过孔出去到达收集器,如果不进行调节,则可能导致系统故障。因此,材料能够在结构内自我修复。在各实施例

中,还可以向导电元件提供额外的冷却,例如通过向空气、水或可以从导电元件传递热量的一些其他流体的流体传递。

[0046] 每个孔的特征可以在于,其容积构造成在多个孔中的每个孔内容置处于熔融状态的导电元件中的每个导电元件的至少一部分。这可以包括导电延伸部和被精炼的材料的熔融混合物。在各实施例中,导电延伸部的长度可以保持在或低于等于耐火基部114的厚度的水平。这样做,耐火材料内的材料可以保持在基本上更纯净的状态,并且当该材料移除或出炉时,也不太可能从导电元件中拉出材料。

[0047] 图5示出了根据本技术的实施例的示例性冶金系统500的示意性透视图。冶金系统500可以包括前面所述的冶金组件100的一些或全部部件。例如,冶金系统500可以包括耐火容器110。耐火容器110可以包括端口502,以提供用于使耐火容器110进行出炉的通路。在各实施例中,端口502可以包括唇缘或连接器,用于联接用于从耐火容器110输送精炼材料的通道。冶金系统500还可以包括盖120,该盖可以构造成与耐火容器110形成基本上气密的密封,如前所述。盖120还可以限定多个孔,如上文有关图2所述的那样。

[0048] 冶金系统500还可以包括电极支撑组件510。电极支撑组件可以包括多个部件以控制电极与系统一起使用和电极移动,该电极在各实施例中可以是阳极。电极支撑组件510可以包括可竖直平移的保持器515。保持器515可以构造成与电极520联接,该电极可以类似于前面所述的阳极140。保持器515还可以使电极520与电源电联接以用于冶金系统的操作。冶金系统500的某些构造或操作用途可能会消耗或损坏电极520,电极可能需要更换。因此,保持器515的尺寸可以设计成同时容置第一电极的至少一部分和第二电极的至少一部分,从而允许连续使用电极,而系统无需因部件转移而停机。在操作中,可以是阳极的电极520可以在前面所述的耐火容器110的内部容积内延伸通过与盖120联接的气体密封件130。然后,电极520的远侧部分可以与可竖直平移的保持器515相联接,所述保持器可以与用于在冶金系统500的操作期间平移阳极的机器相联接。

[0049] 电极支撑组件510和耐火容器110在一些实施例中可以是独立的部件,这取决于系统的尺寸或体积要求。另外,如图所示,电极支撑组件510和耐火容器110中的一者或两者可以与系统基部525相结合,该系统基部构造成支撑这些部件并相对于彼此间隔开这些部件以进行处理。如前所述,集电器125可位于耐火容器110的下方,因此系统基部525可以构造成容置集电器125。如图所示,系统基部525可以包括平台527,耐火容器110可以支撑在该平台上。平台527可以具有框架形状,以提供用于集电器125的导电延伸部延伸到耐火容器110中并且与耐火容器110电联接的通路。集电器125可以位于平台527和系统基部525之间。在各实施例中,集电器可以与系统基部525或平台527联接,而在其他实施例中,集电器可以不与两者任一结构联接,并且可以由耐火容器110联接和保持。平台527也可以提供针对集电器125的母线条连接件的保护,在这里可以进行电连接。

[0050] 电极支撑组件510可以包括多个部件,以实现电极520的微调移动。由于电极520可以居中位于耐火容器110上方,因此电极支撑组件510可以位于耐火容器110的侧面,同时至少部分延伸横跨耐火容器110以与电极520相联接。电极支撑组件510可以包括至少一个固定结构和至少一种可平移结构,所述固定结构和可平移结构可结合操作以控制电极520的移动。例如,电极支撑组件510可以包括柱530,所述柱在各实施例中可以是固定不动的。例如,柱530可以与系统基部525或其上设置冶金系统500的某一其他结构固定地联接。柱530

可以包括台车535可在其上延伸的轨道或其他特征。台车535可以与柱530的任何部件、例如所示的轨道540可移动地联接。

[0051] 台车535或电极柱530均可以包括用于使台车535在柱530上竖直移动的机动控制器。例如,台车535可以包括使得台车能够沿着轨道540在任意数量的位置处移动和停止的机动控制器。轨道540还可以操作来引导台车535,而诸如引导件545之类的附加结构可以允许台车535竖直移动。引导件和/或台车可以包括链条或螺杆引导件,从而允许台车535沿着柱530作精细(minute)运动。另外,柱530可以包括机动控制器,该机动控制器可以转动或以其他方式启用引导件545,该引导件可以调节台车535沿着轨道540的高度。应当理解的是,这些实施例仅是示例,并且用于提供台车535的竖直平移的许多其他设施也被本技术类似地涵盖。

[0052] 电极支撑组件510还可以包括与台车535联接的桁架550。桁架550可以包括与台车535联接的至少一个、两个或更多个臂。如图所示,桁架550包括两个臂,所述臂围绕电极柱530与台车535的相对两侧相联。桁架550可以将可竖直平移的保持器515与台车535相联。由于耐火容器110的尺寸以及阳极520的位置,桁架550可以以一种或多种方式从柱530横向延伸至与盖120的中心部分相对对齐的位置。例如,如图所示,桁架550可以是或包括弯曲的设计或弯曲的部件,该弯曲的设计或弯曲的部件从桁架550的第一端延伸到第二端,该第一端与台车535相联接,可竖直平移的保持器515与该第二端相联接。桁架550的第二端可以弯曲到这样的位置,该位置将可竖直平移的保持器515定位成与一孔(例如,盖120的中心孔)对齐。在其他示例中,桁架550可以包括多个零件,例如L形或其他多件式构件,所述L形或其他多件式构件包括竖直部件和侧向部件。例如,桁架550可将保持器定位成围绕竖直轴线与盖120的孔(例如,前面所述的中心孔132)轴向对准。

[0053] 尽管在本公开整篇中被称为桁架,但应理解的是,对于桁架550的术语桁架旨在覆盖或被定义为任何支撑构件,例如可以与各实施例中的柱和阳极相联接的扶壁、托梁、托架、撑杆、梁、臂、支柱或任何支撑或结构性构件或多个构件。尽管示出了特定的桁架,但是应当理解的是,可以使用不同的机械支撑件达到相同的效果并且也由本技术类似地涵盖。

[0054] 冶金系统500还可以包括电气系统。阴极母线555可以定位在系统基部525上,所述阴极母线可以提供来自电源(未示出)的电联接位置。类似地,阳极母线560可以定位在柱530上,所述阳极母线可以提供来自电源(未示出)的电联接位置。这两个母线连接器可以允许冶金系统500与电源联接,作为一单元,从而根据特定的连接方案允许任一电极用作系统的阳极或阴极。可以提供单独的电源来操作或向台车535提供运动动力。因此,在各实施例中,电极支撑组件510可以与两个电源联接,其中第一电源通过可竖直平移的保持器或桁架电联接到电极520,第二电源与台车电联接。

[0055] 图6示出了根据本技术的实施例的示例性冶金系统600的示意性透视图。冶金系统600可以包括前面所述的冶金组件100的一些或全部部件,并且可以包括前面所述的冶金系统500中的一些或全部部件。例如,冶金系统600可以包括耐火容器110。冶金系统600还可以包括盖120,该盖可以构造成与耐火容器110形成基本上气密的密封,如前所述。盖120还可以限定多个孔,如前面关于图2所讨论的那样。例如,盖120可以包括至少一个排气端口210并且可以包括至少一个进料端口220。冶金系统600还可以包括前面所述的电极支撑组件510。

[0056] 冶金系统600还可以包括用于从耐火容器输送和移除材料的相关系统。例如,冶金系统600可以包括排气系统610,该排气系统构造成从耐火容器110接收或移除材料。排气系统610可以包括在排气端口210处与盖120联接的管道。如前所述,盖120可以提供与耐火容器110的气密密封以容纳所产生的蒸气,例如在阳极处形成的含氧材料。可以通过与排气端口210相联接的管道从耐火容器110移除这些气体物质。在各实施例中,管道可以包括一个或多个阀,以允许从耐火容器受控地移除气体物质。例如,尽管在一些实施例中,流出蒸气可以通过与排气端口210相联接的管道从耐火容器110自由地流动,但是在一些实施例中,可以控制通过排气端口210的通路以设定的间隔发生,例如当一定量的气体物质在耐火容器内积累时。例如,传感器可以检测耐火容器110内的压力的积累以及气体从容器到排气系统610的释放,所述传感器可以自动地或以其他方式接合。

[0057] 排气系统610可以包括任何数量的过滤器、洗涤器或处理装置,以有利于从冶金系统600收集和/或处理气体物质。例如,一些运行副产物可以包括氧气,当氧气离开耐火容器110时可以进行过滤然后收集。排气系统610可以包括沉降柜612,所述沉降柜构造成允许特别移除排气物质的颗粒。由于在操作期间可能会形成电解质冷冻外壳,因此可以提供附加通路以穿透该外壳以访问其中包含的气体物质。该移除可能携带来自外壳的颗粒物质,也可以携带来自内部材料的颗粒物质,当气体物质通过排气系统610输送时,这些颗粒物质可以沉降在柜612中。在其它实施例中,流出气体物质可以包括可以因环境原因或为了收集更有价值的产品而处理的气体。因为气体物质可能在数百度或数千度的温度下离开耐火容器,所以可以利用热量来引发处理。例如,可以包括催化转化器,其带有空气夹带系统,该空气夹带系统可以允许离开的流出物质转化,例如从一氧化碳转化为二氧化碳。排气系统610还可以包括用于收集一氧化碳的设备。另外,可以包括燃烧器614,其带有空气或氧气源,以将流出物氧化成替代物质。排气系统610还可以包括机壳616,所述机壳可以包括用于在排气收集和/或处理中使用的控制器和流体输送系统。

[0058] 冶金系统600还可以包括与一个或多个进料口220可操作地联接的进料系统620。再次,进料系统620可以与盖120联接以保持与系统的气密密封。进料系统可以允许将起始材料输送至耐火容器110以产生目标材料。例如,可以通过进料系统620将目标金属的氧化物输送到耐火容器110中。进料系统可以连续地输送材料,或者可以围绕目标材料的生产 and 移除构造输送,例如材料的定期或分批输送,这可以使得耐火容器110和冶金系统600能够连续操作。进料系统620还可以包括在将材料输送到耐火容器中之前刺穿电解质外壳的工具。在各实施例中,盖中可以包括多个进料端口,并且可以利用附加的进料系统来输送多种材料,或输送到容器的不同区域。

[0059] 可以在多种处理材料的方法中利用前面所述的系统和设备。图7示出了利用根据本技术的冶金系统的示例性方法700中的选定操作。所述方法可以在从精炼金属到从各种原材料处理和生产合金及其他产品的各种操作中利用前面所述的装置或系统中的任何或所有装置或系统。

[0060] 在操作710中,可以将一定量的初始材料沉积到耐火容器110中。该材料可以包括金属或含金属的材料中的至少一些,例如矿石、电解质、矿渣、焦炭或其他耐火材料或炉料。取决于熔炉的类型或操作方法,电极140可以是与多个导电元件连通的阳极或阴极,并且在操作中可以是任一极性。例如,在熔融氧化物电解中,电极140可以是阳极,并且电流可以通

过阳极传递到容纳在容器内的材料中并且通过导电延伸部425传递到集电器125。在操作720处,所传递的电流可以在耐火容器内产生焦耳热,该焦耳热可以开始材料的处理。可能数十百、数千或数十万安培的高电流可以输送通过系统以产生热量。例如,在各实施例中,电流可以在约1000安培到约5000安培之间,或者可以在约5000安培到约10000安培之间。电流可以是在这些范围内的任何单个量,例如4000安培,或者可以高于或低于任何所述数字。所产生的热量可能会获得足以熔化容器内的材料的容器温度。

[0061] 当材料熔化时,可能会发生还原氧化处理以分离材料。例如,如果金属氧化物包括在待精炼的材料中,例如氧化铁、氧化铝等等,则含氧离子可以流向阳极140并被氧化,而金属离子流向集电器125并被还原。可以在内部区域115内的耐火基底114处形成的金属可以是带负电的熔融金属,从而充当该处理的阴极,同时从集电器125的导电延伸部接收电子。在操作730处,可通过该处理精炼这种带负电的熔融金属并通过一个或多个端口502从容器中提取或回收所述熔融金属。氧离子可以在阳极140处形成氧气,并且氧气、二氧化碳、一氧化碳或其他气体物质的气泡可以形成并从容器释放。在操作730处从系统回收所产生的熔融金属的同时,耐火容器110内的材料的体积可以减小。如果不调节系统的部件,则阳极140会失去与电解质材料的接触。因此,在操作期间以及在提取期间,可以在操作740处竖直调整阳极140以保持与耐火容器110内的材料接触。类似地,当将额外的材料输送到耐火容器110中时,容器内的材料水平可以上升并且阳极140可以被升高。

[0062] 可以基于所生产的材料来选择在处理操作中使用的电解质材料。在各实施例中,用于相对更多反应性金属的金属氧化物电解生产的电解质族可以包括金属氧化物以及氧化物物质的混合物。示例性金属氧化物可以包括BeO、CaO、MgO、SrO和BaO。另外,Al、Si、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、或Yb的氧化物可以包括在任何其他氧化物物质中。本系统还可以与放射性金属和可以促进根据本技术的处理的任何其他材料一起使用。可以选择电解质混合物中所包括的氧化物的比例,以匹配用于通过熔融氧化物电解提取目标金属所需的物理性质和化学性质。物理性质可以包括当目标金属被还原成主体合金时电解质的密度小于目标金属或目标合金。在一些实施例中,密度差可以为至少约0.2g/cm³,不过在一些实施例中,密度差可以更多或更少,尽管较大的值可以促进分离。另外,电解质材料的特征可以在于与目标材料相比密度增加,这例如可能发生在合金处理中。

[0063] 根据本技术的系统的操作可以在一定范围的值上发生,该值可以部分地基于被处理的材料。例如,阳极电流密度和阴极电流密度可以包括在一数值范围内的平均值。阴极电流密度可以在小于或为约0.3A/cm²至约10A/cm²或更高的范围内。阳极电流密度的范围可以部分地基于所使用的阳极材料。例如,与石墨或其他阳极材料相比,惰性阳极可以在减小的电流密度范围内操作。根据本技术,惰性阳极材料可以在小于或为约2A/cm²至约10A/cm²或更高的电流密度下操作。另外,石墨阳极材料可以在小于或为约0.5A/cm²至约40A/cm²或更高的电流密度下操作。阳极材料和阴极材料之间的电压差可以类似地基于用于阳极的材料而变化,其中惰性材料形成较窄的操作窗口。例如,在利用惰性阳极材料的组合中,阳极与阴极之间的电压差可以在约1V至约110V或更高的范围内。另外,在利用石墨或其他阳极材料的组合中,阳极和阴极之间的电压差可以在约1V至约130V或更高之间的范围内。

[0064] 在前文的描述中,出于解释的目的,已经阐述了许多细节以便提供对本技术的各个实施例的理解。然而,对于本领域技术人员而言将显然的是,可以在没有这些细节中的一

些或具有附加细节的情况下实践某些实施例。

[0065] 虽然已经公开了几个实施例,但是本领域技术人员将认识到,在不脱离实施例的精神的情况下,可以使用各种修改、替代构造和等同物。另外,为了避免不必要地混淆本技术,没有描述许多公知的工序和元件。因此,以上描述不应被视为限制本技术的范围。

[0066] 在提供数值范围的情况下,应理解的是,也具体公开了该范围的上限和下限之间的每个中间值,至下限单位的最小分数,除非上下文另有明确指出。在所述范围内的任何陈述值或未陈述中间值与该陈述范围内的任何其他陈述值或中间值之间的任何较窄范围被涵盖。这些较小范围的上限和下限可以独立地包含在该范围中或被排除在该范围外,在本技术内还涵盖了其中包括这些较小范围中的任一极限或两个极限或不包括任一极限的每个范围,所述每个范围都受到在所述范围内任何特定排除的限制。在所述范围包括极限中的一个或两个的情况下,还包括排除那些包括的极限中的任一个或两个的范围。在列表中提供多个值的情况下,类似地特别公开了涵盖或基于那些值中的任何一个的任何范围。

[0067] 如本文和所附权利要求书中所使用的单数形式“一”和“该”包括复数引述,除非上下文另有明确指出。因此,例如,对“一材料”的引述包括多种这样的材料,而对“单元”的引述包括对一个或多个单元以及本领域技术人员已知的等同物的引述,诸如此类。

[0068] 此外,当在本说明书和以下权利要求中使用,词语“包括”、“包含”、“具有”、“和”、“带有”旨在叙述所述的特征、整体、部件或操作的存在,但是它们并不排除一个或多个其他特征、整体、部件、操作、动作或组的存在或添加。

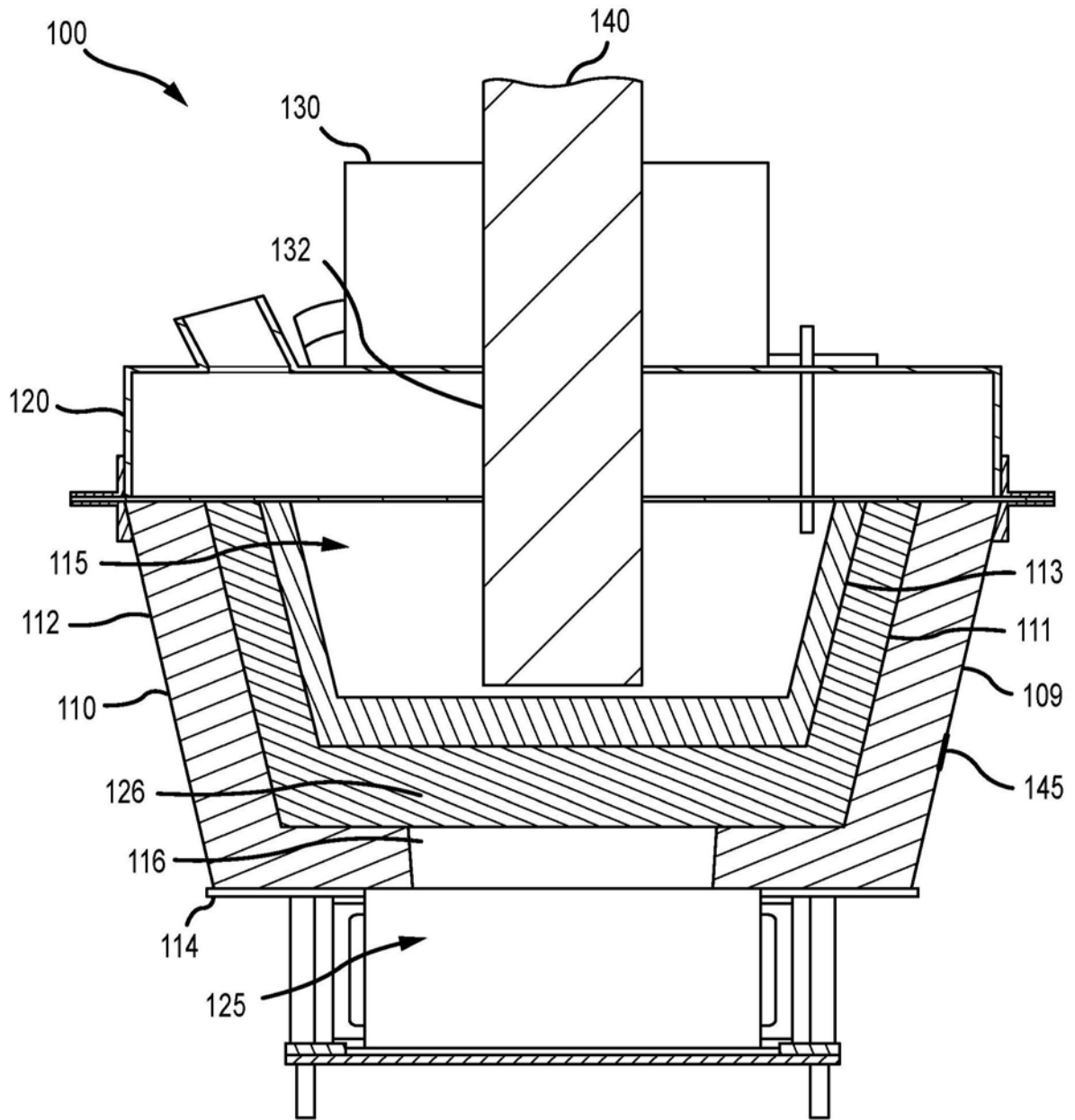


图1

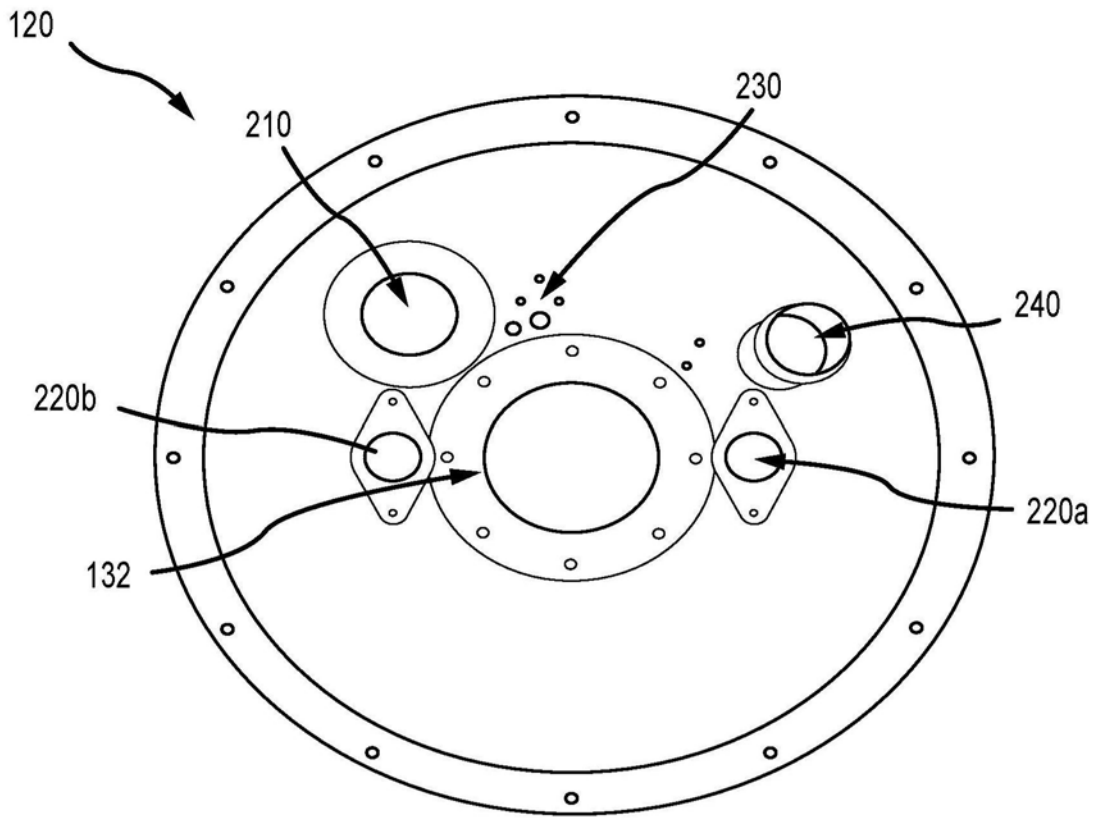


图2

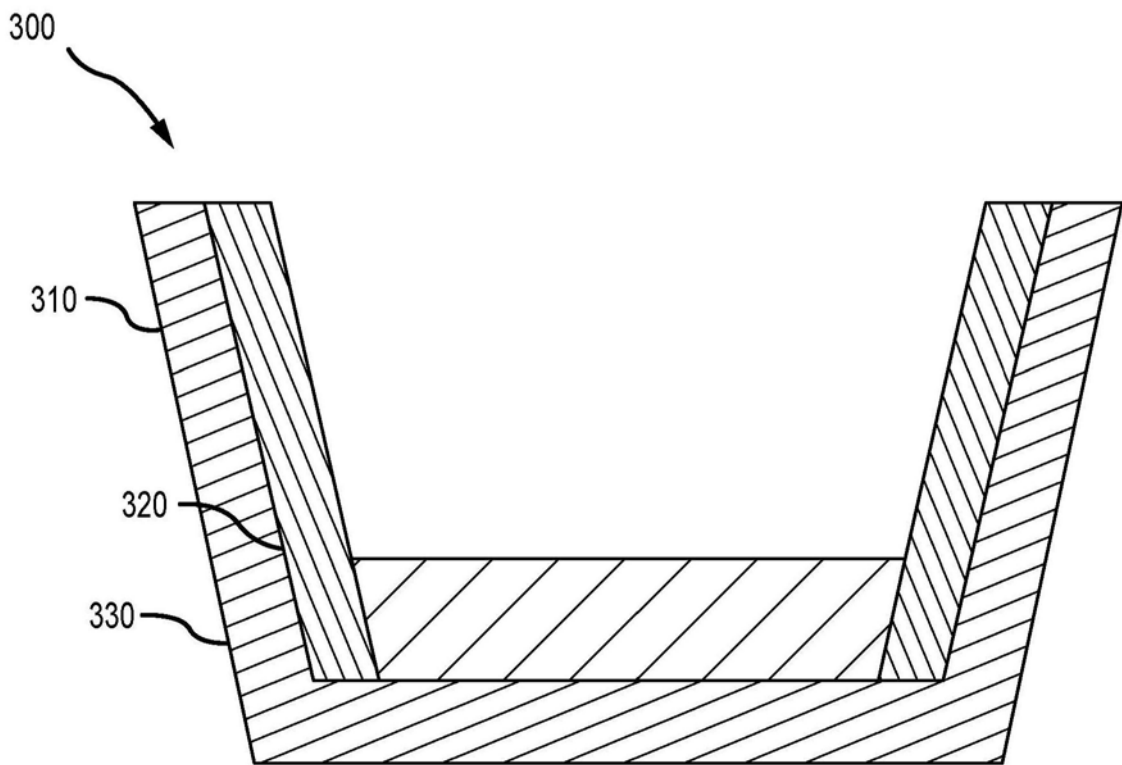


图3

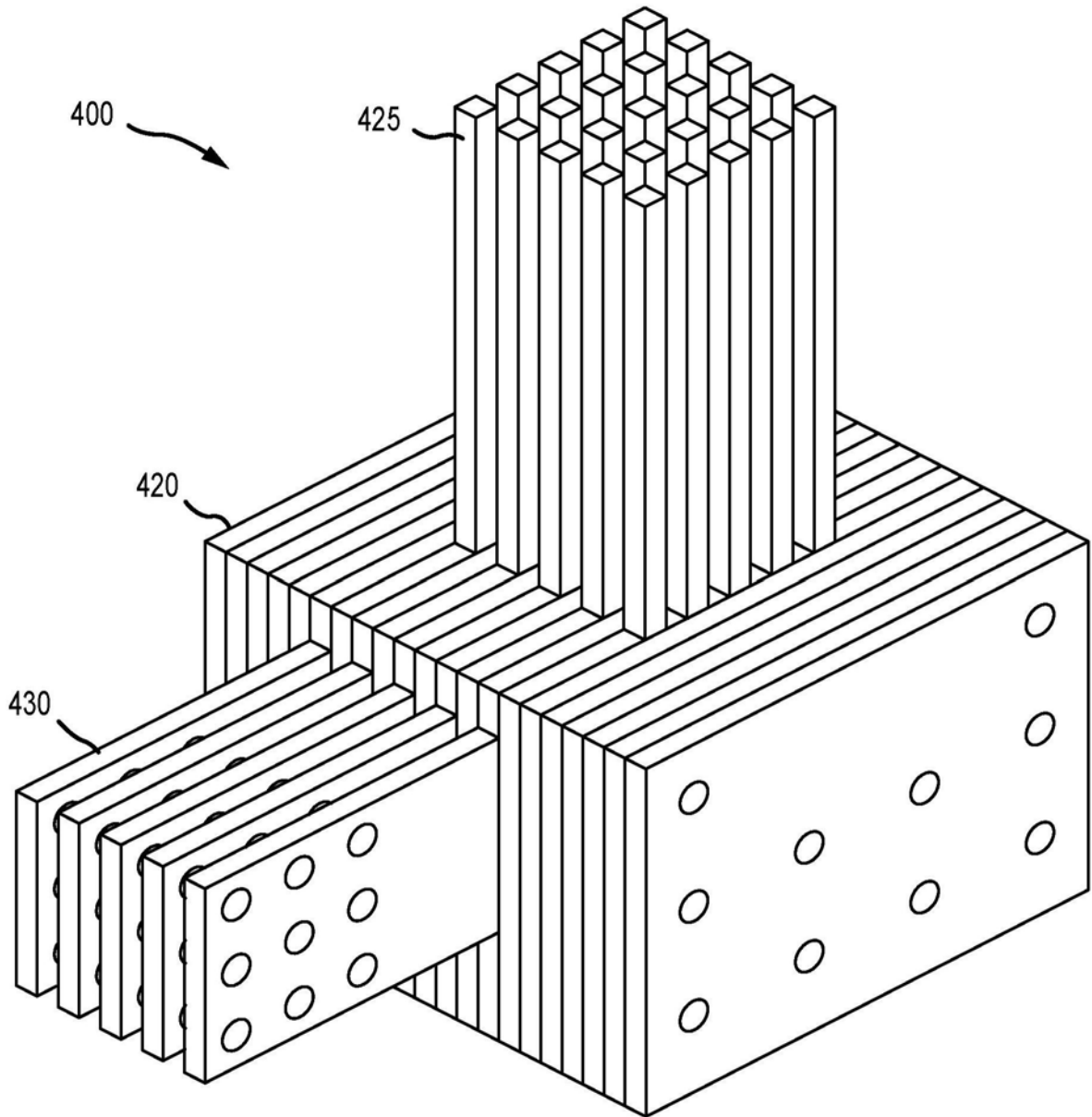


图4

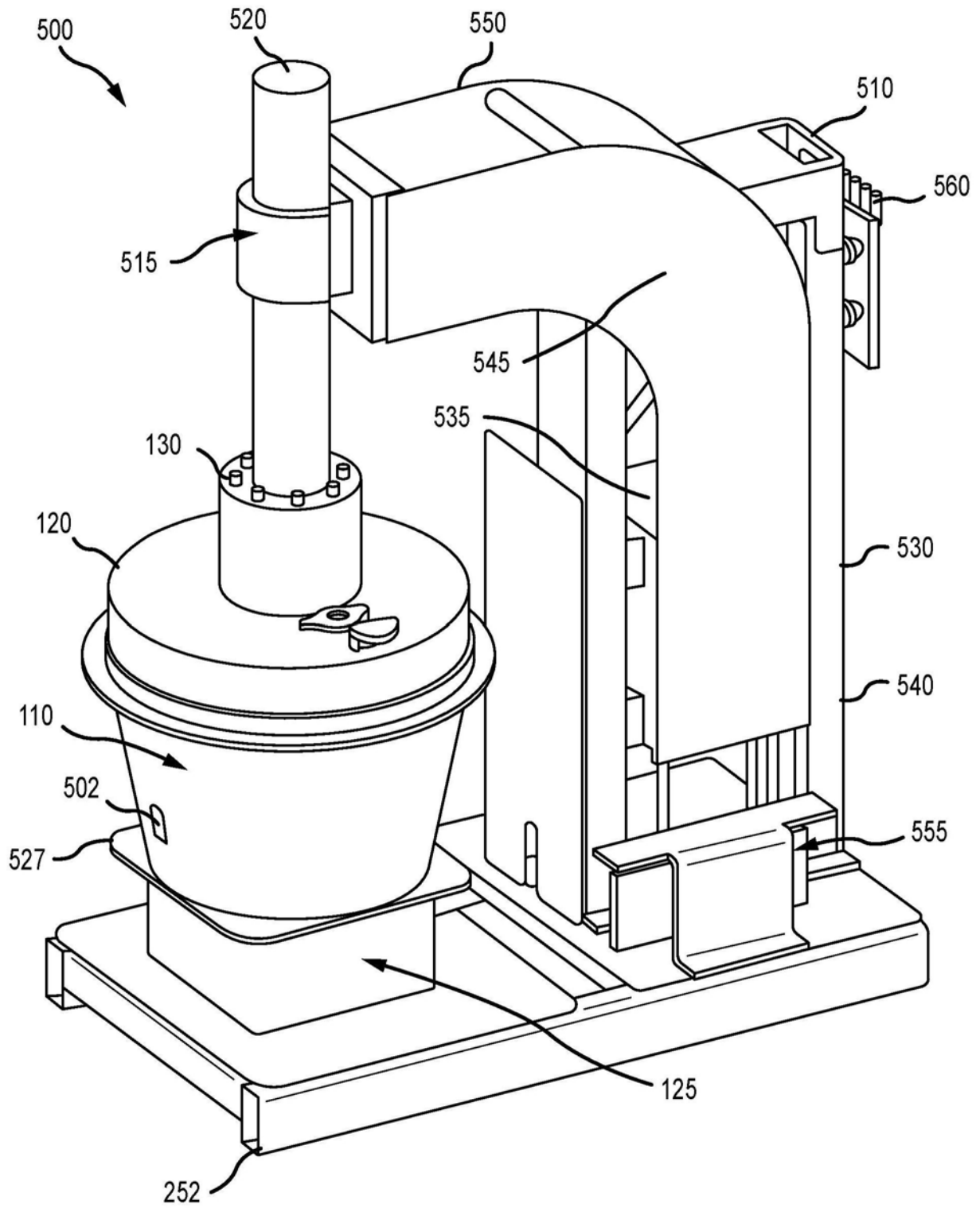


图5

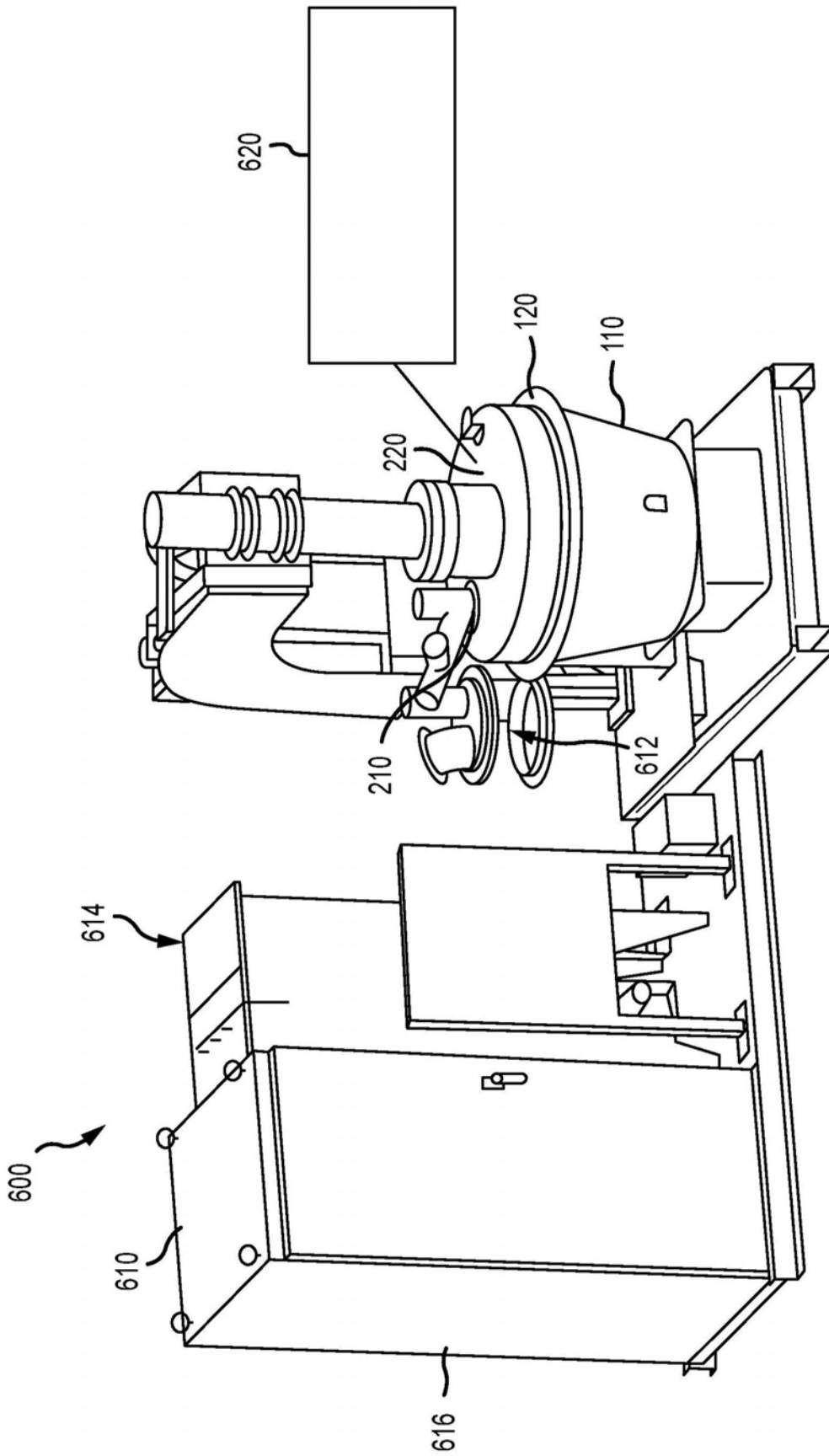


图6

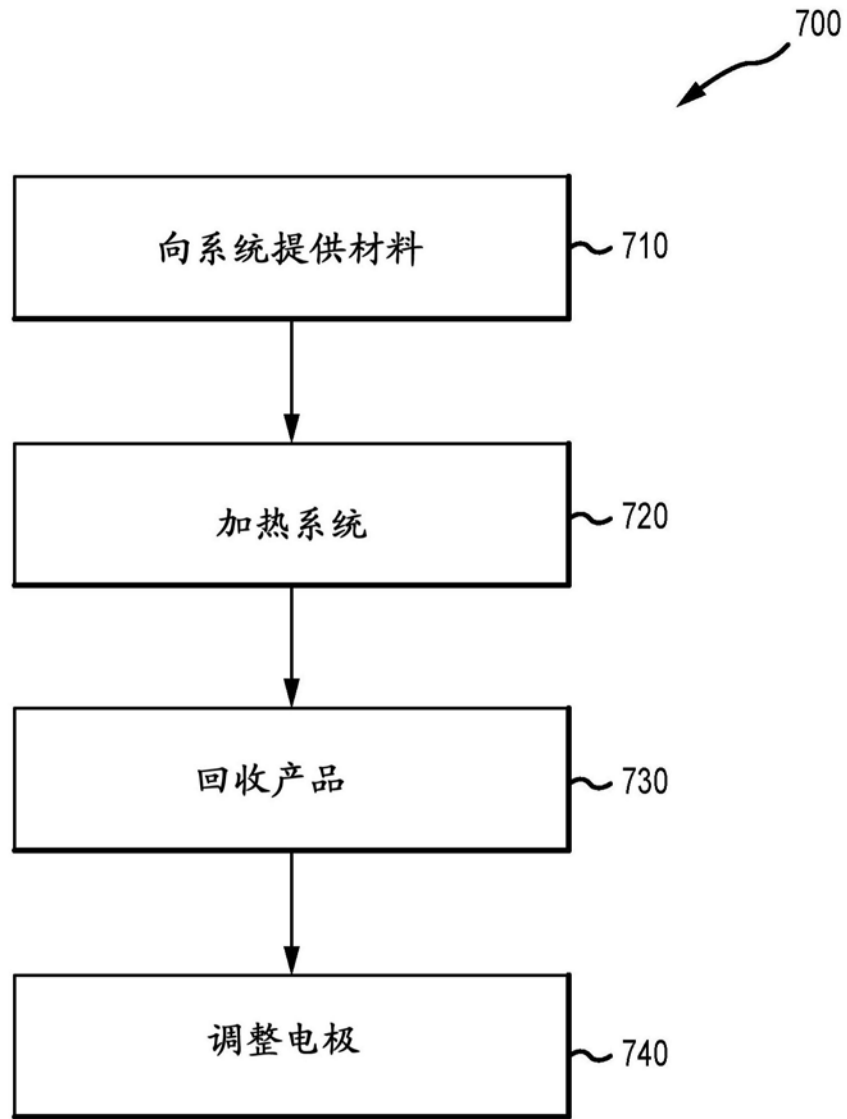


图7