



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107414036 B

(45)授权公告日 2019.05.31

(21)申请号 201610908620.4

(22)申请日 2014.01.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107414036 A

(43)申请公布日 2017.12.01

(30)优先权数据
13/759,370 2013.02.05 US

(62)分案原申请数据
201480002830.6 2014.01.06

(73)专利权人 冶联科技地产有限责任公司
地址 美国特拉华州

(72)发明人 埃文·H·科普兰
马修·J·阿诺德
拉梅什·S·米尼桑德拉姆

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287
代理人 林斯凯

(51)Int.Cl.

B22D 11/04(2006.01)
B22D 11/103(2006.01)
B22D 11/116(2006.01)
B22D 35/04(2006.01)
B22D 41/00(2006.01)
F27B 3/10(2006.01)
F27B 3/12(2006.01)
F27B 3/18(2006.01)
F27B 3/19(2006.01)
F27B 3/24(2006.01)
F27D 3/14(2006.01)
F27D 9/00(2006.01)

(56)对比文件

JP 2003290909 A, 2003.10.14,
JP 2001132933 A, 2001.05.18,
CN 1938113 A, 2007.03.28,
CN 201361703 Y, 2009.12.16,
CN 101405099 A, 2009.04.08,

审查员 李星星

权利要求书4页 说明书15页 附图15页

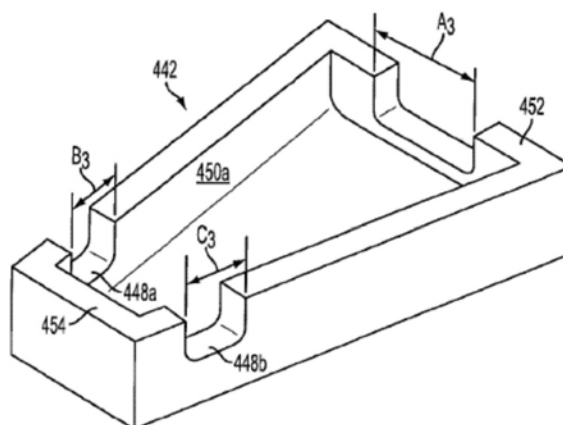
(54)发明名称

一种浇铸系统以及与其结合使用的炉床和装置

(57)摘要

本发明涉及一种浇铸系统以及与其结合使用的炉床和装置。所述浇铸系统可包括能量源和炉床,所述炉床可具有锥形腔。所述锥形腔可具有第一端部和第二端部,且所述锥形腔可在所述第一端部与所述第二端部之间变窄。此外,所述锥形腔可在所述第一端部上具有界定进口容量的进口,和在所述第二端部上界定出口容量的一个或多个出口。在所述腔具有单个出口的情况下,所述出口容量可小于所述进口容量。在所述腔具有多个出口的情况下,所述组合的出口容量可匹配所述进口容量。此外,所述锥形腔靠近所述进口的横截面积可类似于所述进口的横截面

积。



1. 一种浇铸系统,其包括:
炉床,其包括:
进口,其界定进口横截面积;
多个出口,其中每个出口界定出口横截面积;和
腔,其介于所述进口与所述多个出口之间,其中所述腔从所述进口朝向所述多个出口渐变;和
多个模具,其中模具与所述炉床的每个出口对准。
2. 根据权利要求1所述的浇铸系统,其中所述出口横截面积的总和大体上匹配所述进口横截面积。
3. 根据权利要求1所述的浇铸系统,其中所述炉床包括:
第一侧壁;和
第二侧壁,其中所述腔界定于所述第一侧壁与所述第二侧壁之间,且其中所述第一侧壁不平行于所述第二侧壁。
4. 根据权利要求3所述的浇铸系统,其中所述第一侧壁相对于所述第二侧壁成角度定向为大约1度至大约10度。
5. 根据权利要求3所述的浇铸系统,其中所述多个出口包括第一出口和第二出口,其中所述第一出口延伸穿过所述第一侧壁,且其中所述第二出口延伸穿过所述第二侧壁。
6. 根据权利要求5所述的浇铸系统,其中所述第一出口界定第一出口横截面积,其中所述第二出口界定第二出口横截面积,且其中所述第二出口横截面积大体上匹配所述第一出口横截面积。
7. 根据权利要求1所述的浇铸系统,其中所述腔界定纵轴,且其中所述出口相对于所述纵轴对称配置。
8. 根据权利要求1所述的浇铸系统,其中所述模具是开放底部模具。
9. 根据权利要求1所述的浇铸系统,其包括能量源,其中所述能量源被结构化来对所述炉床中的材料施加能量,且其中所述材料的一部分形成固化壳体,其界定所述炉床中的所述腔。
10. 根据权利要求1所述的浇铸系统,其中每个出口包括浇铸嘴,且其中每个浇铸嘴与所述浇铸系统的模具对准。
11. 根据权利要求1所述的浇铸系统,其中所述炉床包括基于流体的冷却系统。
12. 根据权利要求1所述的浇铸系统,其中所述多个模具被配置用于并行浇铸。
13. 一种结合浇铸系统使用的炉床,其中所述炉床包括:
腔,其包括:
第一端部;和
第二端部,其中所述腔在所述第一端部与所述第二端部之间变窄;
所述第一端部上的进口,其中所述进口界定进口容量;和
所述第二端部上的第一出口,其中所述第一出口界定出口容量;和
第二出口,其中所述第二出口界定出口容量,
其中所述第一出口和所述第二出口的所述出口容量的总和大体上匹配所述进口容量。
14. 根据权利要求13所述的炉床,其包括:

第一侧壁;和

第二侧壁,其中所述腔界定于所述第一侧壁与所述第二侧壁之间,且其中所述第一侧壁相对于所述第二侧壁成角度定向。

15.根据权利要求13所述的炉床,其中所述腔在所述第一端部与所述第二端部之间从大约1度渐变至大约10度。

16.根据权利要求15所述的炉床,其中所述腔从所述第一端部至所述第二端部渐变大约4度。

17.根据权利要求13所述的炉床,其中所述腔包括材料壳体,且其中所述材料壳体界定所述第一端部与所述第二端部之间的变窄几何形状。

18.根据权利要求13所述的炉床,其中所述腔界定纵轴,且其中所述第一出口和所述第二出口相对于所述纵轴对称配置。

19.根据权利要求13所述的炉床,其中所述进口包括下边缘,其中所述出口包括下边缘,且其中所述出口的所述下边缘比所述进口的所述下边缘高。

20.一种浇铸系统,其包括:

炉床,其包括:

进口,其界定进口横截面积;

多个出口,其中每个出口界定所述出口的出口横截面积,所述出口横截面积小于所述进口横截面积;和

腔,其介于所述进口与所述多个出口之间,其中所述腔界定腔横截面积,所述腔横截面积从所述进口向所述多个出口逐渐减小;和

多个模具,其中模具与所述炉床的每个出口对准。

21.根据权利要求20所述的浇铸系统,其中多个所述出口的所述出口横截面积的总和大体上匹配所述进口横截面积。

22.根据权利要求20所述的浇铸系统,其中所述炉床包括:

第一壁;和

第二壁,其中所述腔至少部分界定于所述第一壁与所述第二壁之间,且其中所述第一壁不平行于所述第二壁。

23.根据权利要求22所述的浇铸系统,其中所述第一壁相对于所述第二壁成角度定向为大约1度至大约10度。

24.根据权利要求22所述的浇铸系统,其中所述多个出口包括第一出口和第二出口,所述第一出口延伸穿过所述第一壁,且所述第二出口延伸穿过所述第二壁。

25.根据权利要求24所述的浇铸系统,其中所述第一出口界定第一出口横截面积,所述第二出口界定第二出口横截面积,且所述第二出口横截面积大体上匹配所述第一出口横截面积。

26.根据权利要求20所述的浇铸系统,其中所述腔界定纵轴,且其中所述出口相对于所述纵轴对称配置。

27.根据权利要求20所述的浇铸系统,其中所述模具是开放底部模具。

28.根据权利要求20所述的浇铸系统,其包括能量源,其中所述能量源被结构化来对所述炉床中的材料施加能量,且其中所述材料的一部分形成固化壳体,其至少部分界定所述

炉床中的所述腔。

29. 根据权利要求20所述的浇铸系统, 其中每个出口包括浇铸嘴, 且其中每个浇铸嘴与所述浇铸系统的模具对准。

30. 根据权利要求20所述的浇铸系统, 其中所述炉床包括基于流体的冷却系统。

31. 根据权利要求20所述的浇铸系统, 其中所述多个模具被配置用于并行浇铸。

32. 根据权利要求20所述的浇铸系统, 其中所述进口包括进口下边缘, 其中所述出口包括出口下边缘, 且其中所述出口下边缘比所述进口下边缘高。

33. 一种结合浇铸系统使用的炉床, 其中所述炉床包括:

腔, 其包括:

第一端部; 和

第二端部, 其中所述腔界定腔横截面积, 所述腔横截面积从所述第一端部向所述第二端部逐渐减小;

所述第一端部上的进口, 其中所述进口界定进口容量;

所述第二端部上的第一出口, 其中所述第一出口界定出口容量; 和

第二出口, 所述第二出口界定出口容量, 且所述第一出口和所述第二出口的所述出口容量的总和大体上匹配所述进口容量。

34. 根据权利要求33所述的炉床, 其包括:

第一壁; 和

第二壁, 其中所述腔界定于所述第一壁与所述第二壁之间, 且其中所述第一壁相对于所述第二壁成角度定向。

35. 根据权利要求33所述的炉床, 其中所述腔包括材料壳体, 且其中所述材料壳体界定所述第一端部与所述第二端部之间的成角度几何形状。

36. 根据权利要求33所述的炉床, 其中所述腔界定纵轴, 且其中所述第一出口和所述第二出口相对于所述纵轴对称配置。

37. 根据权利要求33所述的炉床, 其中所述进口包括进口下边缘, 所述出口包括出口下边缘, 且所述出口下边缘比所述进口下边缘高。

38. 一种浇铸系统, 其包括:

能量源, 和

炉床, 其包括侧壁和完整地在所述炉床中形成的材料壳体, 其中所述材料壳体包括:

进口, 其界定进口横截面积, 所述进口经界定穿过所述侧壁;

出口, 其界定出口横截面积, 所述出口经界定穿过所述侧壁; 和腔, 其介于所述进口与所述出口之间, 其中所述腔界定腔横截面积, 所述腔横截面积从所述进口朝向所述出口逐渐减小。

39. 根据权利要求38所述的浇铸系统, 其中所述进口界定进口横截面积, 且其中所述出口界定出口横截面积, 所述出口横截面积小于所述进口横截面积。

40. 根据权利要求38所述的浇铸系统, 其中所述进口包括进口下边缘, 所述出口包括出口下边缘, 且其中所述出口下边缘比所述进口下边缘高。

41. 根据权利要求38所述的浇铸系统, 其中所述壳体包括多个出口, 且其中出口横截面积的总和大体上匹配所述进口横截面积。

42. 一种结合浇铸系统使用的装置,其中所述装置包括:
炉床,其包括侧壁;和
材料壳体,其完整地在所述炉床中形成,其中所述材料壳体包括:
进口,其界定进口横截面积,所述进口经界定穿过所述侧壁;
出口,其界定出口横截面积,所述出口经界定穿过所述侧壁;和
腔,其介于所述进口与所述出口之间,其中所述腔界定腔横截面积,所述腔横截面积从所述进口朝向所述出口逐渐减小。
43. 根据权利要求42所述的装置,其中所述进口界定进口横截面积,且其中所述出口界定出口横截面积,所述出口横截面积小于所述进口横截面积。
44. 根据权利要求42所述的装置,其中所述进口包括进口下边缘,所述出口包括出口下边缘,且其中所述出口下边缘比所述进口下边缘高。
45. 根据权利要求42所述的装置,其中所述壳体包括多个出口,且其中出口横截面积的总和大体上匹配所述进口横截面积。

一种浇铸系统以及与其结合使用的炉床和装置

[0001] 本申请为申请日2014年1月6日,申请号201480002830.6,名称为“具有锥形炉床的浇铸系统”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本公开大致涉及用于浇铸熔融材料的系统、方法、工具、技术和策略。

背景技术

[0003] 例如,钛合金和某些其它高性能合金的某些铸锭的浇铸鉴于在生产期间存在的极端条件和合金中包括的材料的性质可能是昂贵的且在程序上是困难的。例如,在许多目前可购得的冷床浇铸系统中,诸如在惰性气氛中的等离子弧熔融和在真空熔融室内的电子束熔融,浇铸系统可用于熔融及混合各种再利用废料、母合金和各种其它起始材料来生产所要的合金。浇铸系统利用可含有高密度和/或低密度夹杂物的起始材料,其接着可能导致较低质量和可能无法使用的热或铸锭。被视为无法使用的浇铸材料通常可熔融并且再使用,但是这种材料通常将被视为较低质量且在市场上的价格较低。在浇铸操作期间,生产商通常期望在将熔融材料引导至铸模前将夹杂物从熔融材料中移除。

[0004] 为了蒸发、溶解或熔融熔融材料中的夹杂物,浇铸系统中的能量源(例如,电子束枪或等离子炬)可施加能量至浇铸系统的炉床中的熔融材料的表面。能量源产生的能量可足以蒸发或熔融夹杂物。但是,在浇铸操作期间,动态流径可出现在浇铸系统的炉床中,且动态程度较低的区域(即滞留区或滞留池)可邻近、围绕和/或靠近动态流径形成。在未充分混合的情况下,熔融材料可静置在滞留区中且因此保留在炉床中达比熔融材料沿着动态流径流动长的时间段。换句话说,熔融材料在炉床中的驻留时间可依据熔融材料是沿着动态流径流动或静置在滞留区中且因此熔融材料在炉床中的驻留时间可能不一致。此外,滞留区中的熔融材料可遭受由能量源产生的能量达比熔融材料在动态流径中长的时间段。因此,在炉床中具有较长驻留时间的熔融材料(即,静置在滞留区中的熔融材料)的元素消耗可比在炉床中具有较短驻留时间的熔融材料(即,沿着动态流径流动的熔融材料)的元素消耗大。当炉床中的熔融材料内具有不同的化学组成时,所得浇铸合金可具有组成变化。

[0005] 此外,在利用从单个炉床延伸的多个铸模的浇铸系统中,滞留区的形成可将预期熔融材料流转向和/或改变至铸模中。换句话说,浇铸速率可能在浇铸系统的铸模之间变化。

[0006] 因此,将有利地提供一种浇铸系统,其较不易受其炉床中滞留区的形成的影响。此外,将有利地提供一种浇铸系统,其产生组成更均匀的铸造合金。此外,将有利地提供一种浇铸系统,其促进跨多个铸模的相同或类似浇铸速率。更一般地,将有利地提供一种改进的浇铸系统,其可用于钛、其它高性能合金以及一般的金属和金属合金。

发明内容

[0007] 本公开的一个方面涉及浇铸系统的非限制性实施方案,其可包括炉床和多个模

具。炉床可包括界定进口横截面积的进口和多个出口,其中每个出口界定出口横截面积。炉床还可包括进口与多个出口之间的腔,其中腔从进口朝向多个出口渐变。模具可与炉床的每个出口对准。

[0008] 本公开的另一个方面涉及结合浇铸系统使用的炉床的非限制性实施方案,其中炉床可包括腔,所述腔包括第一端部和第二端部,其中腔在第一端部与第二端部之间变窄。炉床可进一步包括第一端部上的进口,其中进口界定进口容量。炉床还可包括第二端部上的出口,其中出口界定出口容量。

[0009] 本公开的另一个方面涉及结合浇铸系统使用的炉床的非限制性实施方案,其中炉床可包括用于运载熔融材料的运载构件。运载构件可包括用于接收熔融材料的接收构件,其中接收构件包括接收容量。此外,运载构件可包括用于递送熔融材料的递送构件,其中递送构件包括递送容量,且其中递送容量大体上等于接收容量。炉床还可包括在接收构件与递送构件之间收窄运载构件的收窄构件。

[0010] 本公开的又一个方面涉及浇铸系统的非限制性实施方案,其可包括:炉床,其被结构化来接收材料;和能量源,其被结构化来给炉床中的材料施加能量,其中材料的一部分可在炉床中形成材料壳体。材料壳体可包括界定进口横截面积的进口、界定出口横截面积的出口和进口与出口之间的腔,其中腔从进口朝向出口渐变。

[0011] 本公开的另一个方面涉及用于浇铸材料的方法的非限制性实施方案。方法可包括使熔融材料穿过炉床的进口,其中进口包括进口容量;使熔融材料穿过炉床的锥形腔;使熔融材料穿过炉床的多个出口,其中每个出口包括出口容量,且其中出口容量的总和大体上匹配进口容量;及使熔融材料进入多个模具。

[0012] 本公开的又一个方面涉及用于浇铸材料的方法的非限制性实施方案。方法可包括使熔融材料通过进口进入炉床;选择性地施加能量至炉床中的熔融材料以在炉床中形成材料壳体,其中材料壳体界定腔;使熔融材料穿过炉床的出口,其中腔从进口至出口渐变;及使熔融材料进入模具。

附图说明

[0013] 可参考附图更好地了解本发明的特征和优点,其中:

[0014] 图1是根据本公开的至少一个非限制性实施方案的浇铸系统的示意图;

[0015] 图2是根据本公开的至少一个非限制性实施方案的图1所示的浇铸系统的示意图,其中浇铸室的壁已移离浇铸室以暴露浇铸室的内部;

[0016] 图3是根据本公开的至少一个非限制性实施方案的炉床和并列模具的透视图;

[0017] 图4是根据本公开的至少一个非限制性实施方案的炉床的透视图;

[0018] 图5是图4的炉床的平面图;

[0019] 图6是根据本公开的至少一个非限制性实施方案的炉床的透视图;

[0020] 图7是图6的炉床的平面图;

[0021] 图8是根据本公开的至少一个非限制性实施方案的炉床的透视图;

[0022] 图9是图8的炉床的平面图;

[0023] 图10是根据本公开的至少一个非限制性实施方案的具有定位其中的材料的炉床的透视图;

- [0024] 图11是图10的炉床的正视图；
- [0025] 图12是沿着图11中所示的平面取得的图10的炉床的平面横截面图；
- [0026] 图13是根据本公开的至少一个非限制性实施方案的具有定位其中的材料的炉床的透视图；
- [0027] 图14是图13的炉床和材料的正视图；
- [0028] 图15是沿着图14中所示的平面取得的图13的炉床和材料的平面图；
- [0029] 图16是根据本公开的至少一个非限制性实施方案的具有定位其中的材料的炉床的透视图；
- [0030] 图17是图16的炉床和材料的正视图；
- [0031] 图18是沿着图17中所示的平面取得的图16的炉床和材料的平面图；
- [0032] 图19是根据本公开的至少一个非限制性实施方案的具有定位其中的材料的炉床的透视图；
- [0033] 图20是图19的炉床和材料的正视图；和
- [0034] 图21是沿着图20中所示的平面取得的图19的炉床和材料的平面图。

具体实施方式

[0035] 下文描述和特定附图中图示的根据本公开的浇铸系统的下列非限制性实施方案并入一个或更多个电子束枪；但是应了解其它熔融电源可在浇铸系统中用作材料加热装置。例如，本公开还设想使用一个或更多个等离子产生装置的浇铸系统，所述等离子产生装置产生能量等离子并且通过使材料接触所产生的等离子而加热浇铸系统内的金属材料。

[0036] 冷床浇铸系统（诸如真空熔融室内的电子束熔融）通常利用铜炉床，其并入基于流体的冷却系统以将炉床的温度限制为低于铜材料的熔融温度的温度。虽然基于水的冷却系统最常见，但是其它系统（诸如基于氩气或熔盐冷却系统）可被并入冷床。冷床系统至少部分使用重力以通过将夹杂物从驻留在炉床内的熔融材料中移除而精炼熔融金属材料。当材料被混合且在冷床内流动时，相对较低密度的夹杂物在熔融材料的顶部漂浮一定时间，且暴露的夹杂物可被浇铸系统的一个或更多个电子束枪再熔融或蒸发。相对较高密度的夹杂物沉入熔融材料的底部并且紧贴铜炉床沉积。当与冷床接触的熔融材料通过炉床的基于流体的冷却系统的作用冷却时，材料凝固以在炉床的底部和/或侧表面上形成固体涂层或“壳体”。壳体保护炉床的表面不受炉床内熔融材料的影响。夹杂物在壳体内部的截留将夹杂物从熔融材料移除，得到较高纯度的浇铸。

[0037] 电子束浇铸系统的熔融炉床可经由熔融材料流径与浇铸系统的精炼炉床流体连通。起始材料可被引入熔融室和其中的熔融炉床中，且一个或更多个电子束射至材料并且将材料加热至其熔点。为了允许一个或更多个电子束枪的适当操作，至少一个真空产生器可与熔融室关联并且可在室内提供真空条件。在特定非限制性实施方案中，进料区域也可与熔融室关联，起始材料可通过所述进料区域被引入熔融室并且可在熔融炉床内熔融并且初步安置。进料区域可包括例如用于将材料运送至熔融炉床的传送系统。被引入浇铸系统的熔融室的起始材料可为多种形式，例如松散颗粒材料（例如，海绵体、碎屑和母合金）、团块形式的压实材料（例如，压实海绵体、碎屑和母合金）或已被焊接成条或其它适当形状的大块固体。因此，进料区域可被设计来处理预期由浇铸系统利用的特定起始材料。

[0038] 一旦起始材料在熔融炉床中被熔融,熔融材料就可在熔融炉床中保留一段时间以更好地确保完全熔融和均匀性。熔融材料可经由熔融材料路径从熔融炉床移动至精炼炉床。在各种非限制性实施方案中,熔融材料可例如流动穿过熔融炉床与精炼炉床之间的各种中间炉床。精炼炉床可在熔融室或另一个真空围封体内且可通过真空系统维持在真空条件下以允许与精炼炉床相关的一个或更多个电子束枪的适当操作。虽然可使用基于重力的移动机构,但是机械移动机构也可用于协助将熔融材料从熔融炉床运送至精炼炉床。一旦熔融材料被安置在精炼炉床中,材料可遭受通过至少一个电子束枪的适当高温下的连续加热达足够时间以可接受地精炼材料。一个或更多个电子束枪再次可为足够功率以使材料在精炼炉床中维持为熔融状态,并且还可为足够功率以蒸发或熔融出现在熔融材料表面上的夹杂物。此外,在特定非限制性实施方案中,浇铸系统可包括多个精炼炉床,熔融材料可流动穿过所述精炼炉床。

[0039] 熔融材料可保留在精炼炉床中达足够时间以将夹杂物从中移除并且以其它方式精炼材料。精炼炉床内的相对较长或较短驻留时间可依据例如熔融材料中夹杂物的组成和主要成分而选择。一般技术人员可易于确定适当的驻留时间以在浇铸操作期间提供熔融材料的适当精炼。优选地,精炼炉床可为冷床,且熔融材料中的夹杂物可通过以下方式移除:通过包括溶解在熔融材料中的过程,通过落入炉床的底部及变为截留在壳体中,和/或通过由聚焦在熔融材料的表面上的电子束的作用而蒸发。在特定实施方案中,被导向精炼炉床的电子束可以预定图案跨熔融材料的表面栅格化以形成混合作用。一个或更多个机械移动装置可被提供来提供混合作用或补充通过电子束的栅格化而产生的混合作用。

[0040] 一旦被适当精炼,熔融材料就可经由重力和/或通过机械构件沿着熔融材料路径从精炼炉床进入铸模。熔融材料可流动穿过浇铸室中的浇铸口以进入铸模。在各种非限制性实施方案中,熔融材料可例如流动穿过精炼炉床与铸模之间的各种中间炉床。熔融材料可保留在铸模中直至熔融材料被大体上冷却以保持其形状。在至少一个非限制性实施方案中,模具可为开放底部模具,使得浇铸材料可在浇铸操作期间离开模具的底部。例如,浇铸系统可为如美国专利申请案第13/629,696号中描述的连续浇铸系统,或如Moxley等人的美国专利申请公开案第2012/0255701号中描述的半连续浇铸系统,其完整公开以引用的方式并入本文中。例如,连续浇铸系统可提供取锭机构,其通过铸模的开放底部连续取回浇铸材料。此外,在各种非限制性实施方案中,精炼炉床可同时将熔融材料馈送至多个铸模中。例如,精炼炉床可将熔融材料馈送至两个或更多个并行填充的相同铸模中。

[0041] 上述元件的配置可通过参考图1和图2而更好地理解,所述图示意描绘根据本公开的浇铸系统10的非限制性实施方案。参考图1,浇铸系统10包括熔融室14,其可在其中接收材料用于熔融。多个熔融电源(例如,电子束枪16)延伸至熔融室14中并且可操作地提供能量至定位其中的起始材料。例如,熔融电源可跨起始材料的表面产生高密度电子束以熔融熔融室14中的材料。真空产生器18与熔融室14相关联。起始材料(其可为例如废料、大块固体、母合金和粉末形式)可通过提供进出熔融室14内部的一个或更多个进料区域被引入熔融室14。例如,如图1和图2中所示,进料室20和21的每一个包括进出孔,其与熔融室14的内部连通。在浇铸系统10的特定非限制性实施方案中,进料室20可例如被适当调适来允许将颗粒和粉末起始材料引入熔融室14,且进料室21可例如被适当调适来允许将条状和其它大块固体起始材料引入熔融室14。

[0042] 仍参考图1和图2,在各种非限制性实施方案中,浇铸室28定位为邻近熔融室14。数个电源(诸如额外电子束枪30)延伸至浇铸室28中并且可操作地将能量引导至浇铸室28的内部以将材料维持在熔融状态和/或纯化其中的熔融材料。如图2中所示,浇铸室28的可平移侧壁32可从浇铸室28脱离并且移离浇铸系统10,暴露浇铸室28的内部。熔融炉床40、精炼炉床42和接收容器44可连接至可平移侧壁32且因此可平移侧壁32、熔融炉床40、精炼炉床42和接收容器44的整个组合可移离浇铸系统10,暴露浇铸室28的内部。可平移侧壁32可移离浇铸室28以允许进出例如熔融炉床40、精炼炉床42和接收容器44的任意一个并且进出浇铸室28的内部。此外,在各种非限制性实施方案中,在一轮或更多轮浇铸之后,可平移侧壁、熔融炉床、精炼炉床和接收容器的特定组合可用所述元件的不同组合取代。熔融材料可从接收容器44流动至一个或更多个铸模中。例如,如Moxley等人的美国专利申请公开案第2012/0255701号中描述,其完整公开以引用的方式并入本文中,熔融材料可流动至定位在接收容器44的相对侧上两个铸模的一个或另一个中。如Moxley等人的美国专利第2012/0255701号中描述,浇铸系统10可被构造,使得熔融材料一次仅沿着一个预期流经流动至一个或另一个铸模中并且可在铸模之间交替或切换。此外,在各种非限制性实施方案中,能量源(诸如电子束枪)的配置和使用可控制熔融材料沿着预期流经并且进入预期铸模的流动。此外,在特定非限制性实施方案中,浇铸系统可包括额外炉床和/或接收容器。在各种非限制性实施方案中,取代移动穿过接收容器44,熔融材料可直接从精炼炉床42移动至铸模中。

[0043] 现参考图3,精炼炉床142可安置在浇铸室28(图1和图2)内。在各种非限制性实施方案中,精炼炉床142可定位为邻近铸模144a、144b且精炼炉床142可将熔融材料引导至模具144a、144b中。在特定非限制性实施方案中,浇铸室28可包括多个模具144a、144b,其例如可对称地配置在精炼炉床142的任一侧上,且精炼炉床142可将熔融材料引导至模具144a、144b中。例如,精炼炉床142可具有多个出口148a、148b和/或多个浇铸嘴149a、149b,且每个出口148a、148b可与模具144a、144b和/或模具进口对准。在特定非限制性实施方案中,熔融材料可流动至精炼炉床142中且可通过出口148a、148b离开以流动至模具144a、144b中。换句话说,模具144a、144b可同时填充熔融材料。

[0044] 在各种非限制性实施方案中,在浇铸系统10(图1和图2)被构造用于连续或半连续浇铸的情况下,浇铸材料可在熔融材料被引导至模具144a、144b中时,同时通过模具144a、144b的开放底部145a、145b取回。例如,铸锭可以与熔融材料从精炼炉床142的相应出口148a、148b进入模具144a、144b的速率相关的速率从开放底部模具144a、144b取回。例如,铸锭可以每个模具144a、144b中的熔融材料保持在相应出口148a、148b的浇铸嘴149a、149b下方的这样一种速率取回。在各种非限制性实施方案中,铸模144a、144b的开放底部145a、145b可与浇铸室28(图1和图2)的浇铸口58对准,且浇铸材料可通过浇铸口58离开浇铸室28。在特定非限制性实施方案中,浇铸系统10可包括额外模具和/或精炼炉床142可包括额外出口。例如,浇铸系统10可包括四个模具且精炼炉床可包括四个出口。在特定非限制性实施方案中,例如,浇铸系统10可包括三个或更多个模具且精炼炉床可包括三个或更多个出口。在各种非限制性实施方案中,浇铸系统的模具的数量可对应于精炼炉床出口的数量,且在至少一个实施方案中,多个模具可相对于精炼炉床对称配置。在特定非限制性实施方案中,单个模具可从精炼炉床延伸。

[0045] 如本文中所述,例如,模具144a、144b可为开放底部模具,使得浇铸材料可在连续

浇铸操作期间离开模具144a、144b的开放底部145a、145b。此外,模具144a、144b可具有内周边,其对应于浇铸材料的预期形状。圆形内周边可例如产生圆柱体且矩形内周边可例如产生矩形棱柱。在各种非限制性实施方案中,模具144a、144b可具有圆形内周边,其具有例如大约6英寸至大约32英寸的直径。此外,在特定非限制性实施方案中,模具144a、144b可具有矩形内周边,其例如是大约36英寸×大约54英寸。在至少一个非限制性实施方案中,模具144a、144b可具有例如小于大约28平方英寸或大于大约2,000平方英寸的横截面积。

[0046] 如本文中所述,精炼炉床142中熔融材料中的夹杂物可通过以下方式移除:通过包括例如溶解在熔融材料中的过程,通过落入炉床142的底部及变为截留在壳体中和/或通过由聚焦在熔融材料的表面上的电子束枪30(图1和图2)产生的电子束的作用而蒸发。在精炼炉床142中,动态流径可出现且动态程度较低区域(即滞留区或池)可邻近、靠近和/或围绕动态流径出现。在未充分混合的情况下,熔融材料可静置在精炼炉床142中的滞留区达长的时间段且因此保留在精炼炉床中达相对较长的时间段,而动态流径中的熔融材料可更快速地移动穿过精炼炉床142。如本文中所述,保留在滞留区中的熔融材料可比动态流径中的熔融材料遭受电子束照射达更长时间段,其可能导致滞留区中的相对更大元素消耗及动态流径中的相对较小元素消耗。如上所述,设想各种熔融电源(例如,电子束枪30(图1和图2)和/或等离子产生装置)可用在浇铸系统10中作为材料加热装置以加热和/或精炼金属材料。

[0047] 根据本公开,精炼炉床142的几何形状可被设计和/或选择来减小其中滞留区的形成,且因此改进穿过其中的熔融材料的化学均匀度。例如,参考图3,精炼炉床142可在其进口146和出口148a、148b之间渐变和/或变窄。换句话说,精炼炉床142的横截面积(横向于炉床142的流动轴,即横向于熔融材料流的方向取得的横截面)可沿着炉床142的流动轴减小。换句话说,精炼炉床142可在进口146上和/或附近较宽且在出口148a、148b上和/或附近较窄。例如,为了维持穿过锥形炉床142的恒定或大体上恒定质量流,流动穿过其中的熔融材料的速度可在其进口146与出口148a、148b之间增大。

[0048] 精炼炉床142的改进几何形状可增大流动穿过其中的熔融材料的速度且可减小熔融材料中的压力。换句话说,例如,为了维持穿过锥形炉床142的恒定或大体上恒定质量流,熔融材料的速度可从进口146至出口148增大,且熔融材料中的压力可相应地从进口146至出口148减小。此外,精炼炉床142的改进几何形状可为熔融材料提供更直接流径,其可减小和/或限制熔融材料中滞留区的形成。具有减小的滞留区的改进熔融材料流径可促进炉床中的更均匀驻留时间。定义的驻留时间可被控制来充分蒸发熔融材料中的夹杂物,同时限制和/或防止其中的过度元素消耗。此外,在多个模具的连续浇铸操作期间,改进熔融材料流径可促进不同铸模中的相同或类似浇铸速率。

[0049] 此外或替代地,在各种实施方案中,精炼炉床142的进口146可包括进口横截面积(横向于炉床142的流动轴取得的横截面),且出口148a、148b可包括出口横截面积(横向于炉床142的流动轴取得的横截面),其可被加总以提供组合的出口横截面积。组合的出口横截面积可例如匹配或类似于进口横截面积。在特定非限制性实施方案中,组合的出口横截面积可例如小于进口横截面积。在其它非限制性实施方案中,组合的出口横截面积可大于进口横截面积。此外或替代地,在各种实施方案中,例如,至精炼炉床142的进口146的横截面积可在进口146上、在靠近和/或邻近进口146处匹配或类似于精炼炉床142的横截面积。在这些实施方案中,在进入精炼炉床142时,熔融材料可维持其进口速度,且此外其速度随

后可沿着精炼炉床142的渐变长度增大。

[0050] 现参考图4和图5,示出具有改进几何形状的精炼炉床242。精炼炉床242可在第一末端252上或附近包括进口246且在第二末端254上或附近包括出口248。在各种非限制性实施方案中,出口248可具有用于将熔融材料引导至邻近模具中的浇铸嘴。穿过精炼炉床242的熔融材料可经由进口246进入精炼炉床242且经由出口248离开精炼炉床242。换句话说,熔融材料流可从进口246导向出口248。此外,精炼炉床242可包括侧壁250a、250b,其例如可在第一末端252与第二末端254之间延伸。主要参考图5,精炼炉床242可界定轴 X_1 且在特定非限制性实施方案中,精炼炉床242可相对于轴 X_1 对称。在各种非限制性实施方案中,侧壁250a、250b可相对于轴 X_1 成角度定向且角度 θ_1 可界定于每个侧壁250a、250b与轴 X_1 之间。在各种非限制性实施方案中, θ_1 可例如为大约4度。在特定非限制性实施方案中,角度 θ_1 可例如为大约1度至大约10度,且在至少一个非限制性实施方案中,角度 θ_1 可例如小于1度和/或例如大于10度。换句话说,精炼炉床242的侧壁250a、250b可在第一末端252上或附近的进口246与第二末端254上或附近的出口248之间渐变和/或变窄。在各种非限制性实施方案中,侧壁250a、250b可在进口146与出口248之间持续渐变。此外,侧壁250a、250b在进口246与出口248之间可为弯曲和/或笔直的且锥度可沿着其长度变化。例如,侧壁250a、250b的一部分可为弯曲的和/或侧壁250a、250b的一部分可为成角度的。此外,曲线或多个曲线例如可具有各种曲率半径,且成角度部分可例如成角度为各种度数。如本文中所述,例如,为了维持穿过精炼炉床242的锥形腔的恒定或大体上恒定质量流,流动穿过其中的熔融材料的速度可在进口246与出口248之间增大。

[0051] 仍参考图4和图5,进口246可界定进口横截面积且出口248可界定出口横截面积,其小于进口横截面积。例如,出口横截面积可比进口横截面积小大约10%至大约50%。在特定非限制性实施方案中,差异可例如小于大约10%或例如大于大约50%。在各种非限制性实施方案中,进口246可具有进口宽度或直径 A_1 且出口248可具有出口宽度或直径 B_1 。在特定非限制性实施方案中,出口宽度 B_1 可小于进口宽度 A_1 。在各种非限制性实施方案中,例如,进口宽度 A_1 可为大约12.5英寸且出口宽度 B_1 可为大约8.4英寸。在特定非限制性实施方案中,例如,进口宽度 A_1 可为大约10.5英寸至大约14.5英寸,且出口宽度 B_1 可为大约6.4英寸至大约10.4英寸。在至少一个非限制性实施方案中,进口宽度 A_1 可例如大于大约14.5英寸或小于大约10.5英寸,且出口宽度 B_1 可例如大于大约10.4英寸或小于大约6英寸。进口宽度 A_1 与出口宽度 B_1 之间的差异可例如依据精炼炉床242的长度和/或角度 θ_1 。在各种非限制性实施方案中,额外或替代尺寸可在进口246与出口248之间变化和/或匹配,使得进口横截面积大于出口横截面积。例如,进口246可具有进口高度且出口248可具有小于进口高度的出口高度。替代地,进口242和出口248可具有匹配或类似高度。例如,在各种非限制性实施方案中,进口246的高度和出口248的高度可为大约2英寸。在特定非限制性实施方案中,进口246和出口248的高度可例如为大约1英寸至大约3英寸,且在至少一个非限制性实施方案中,进口246和出口248的高度可例如小于大约1英寸或大于大约3英寸。在各种非限制性实施方案中,进口横截面积可对应于进口容量且出口横截面积可对应于出口容量。在特定非限制性实施方案中,出口容量可例如小于进口容量。

[0052] 在各种实施方案中,在选择进口246和/或出口248的尺寸时,可考虑出口248下边缘和进口246下边缘的位置。例如,在特定非限制性实施方案中,出口248的下边缘可比进口

246的下边缘高。在这些非限制性实施方案中,出口的较高下边缘可阻止已朝向精炼炉床242的底部和/或朝向壳体掉落的夹杂物穿过出口248。在特定非限制性实施方案中,出口248的下边缘可与进口246的下边缘大体上处于相同水平。

[0053] 在特定非限制性实施方案中,进口横截面积可例如在进口242上、靠近或邻近进口242处匹配或大体上匹配精炼炉床242的横截面积。出口横截面积可例如与进口横截面积相差大约1%至大约5%。在特定非限制性实施方案中,出口横截面积可例如与进口横截面积相差小于大约1%。在其它非限制性实施方案中,出口横截面积可与进口横截面积相差大于大约5%且例如可与进口横截面积相差大约10%。在各种非限制性实施方案中,出口横截面积可大于进口横截面积。

[0054] 在各种非限制性实施方案中,精炼炉床242在第一末端252与第二末端254之间的长度可例如为大约30英寸。在特定非限制性实施方案中,精炼炉床242的长度可例如为大约20英寸至大约40英寸,且在至少一个非限制性实施方案中,精炼炉床的长度可例如小于大约20英寸或大于大约40英寸。在各种非限制性实施方案中,精炼炉床的深度可为大约6英寸。在特定非限制性实施方案中,精炼炉床242的深度可例如为大约4英寸至大约8英寸,且在至少一个非限制性实施方案中,精炼炉床242的深度可例如小于大约4英寸和/或大于大约8英寸。精炼炉床242中壳体的深度可沿着精炼炉床242的长度和宽度变化。精炼炉床242中固体材料壳体可填充精炼炉床的一部分。例如,壳体沿着精炼炉床242的长度的一部分可为大约4英寸深。在特定非限制性实施方案中,壳体的深度可例如为大约2英寸至大约6英寸,且在至少一个非限制性实施方案中,壳体的深度可例如小于大约2英寸或大于大约6英寸。如本文中所述,壳体的形状和大小可通过施加能量至精炼炉床242而设计和控制。

[0055] 在各种非限制性实施方案中,仍参考图4和图5,进口宽度 A_1 可小于界定于精炼炉床242邻近进口246的侧壁250a与250b之间的腔的宽度。此外,进口横截面积可小于邻近进口246的精炼炉床242腔的横截面积。在这些实施方案中,在进入精炼炉床242时,熔融材料的速度可初步减小。但是,当熔融材料朝向出口248行进穿过精炼炉床242的锥形腔时,熔融材料的速度可增大。

[0056] 现参考图6和图7,具有改进几何形状的精炼炉床342可类似于本文中描述的精炼炉床242(图4和图5)。例如,精炼炉床342可在第一末端352上或附近包括进口346且在第二末端354上或附近包括出口348。穿过精炼炉床342的熔融材料可经由进口346进入精炼炉床342且经由出口348离开精炼炉床342。换句话说,熔融材料流可从进口346导向出口348。此外,精炼炉床342可包括侧壁350a、350b,其可例如在第一末端352与第二末端354之间延伸。在各种非限制性实施方案中,出口348可穿过精炼炉床242的侧壁350a、350b界定。

[0057] 主要参考图7,精炼炉床342可界定轴 X_2 ,其可平行于侧壁350a、350b。在特定非限制性实施方案中,精炼炉床342可相对于轴 X_2 不对称且侧壁350a、350b例如可能不平行。在各种非限制性实施方案中,侧壁350a、350b的至少一个可相对于轴 X_2 成角度定向,且角度 θ_2 可界定于精炼炉床342的侧壁350a与350b之间。例如,侧壁350a可相对于轴成角度定向且侧壁350b可平行于轴 X_2 。在各种非限制性实施方案中,角度 θ_2 可例如为大约8度。在特定非限制性实施方案中,角度 θ_2 可例如为大约2度至大约30度。在至少一个非限制性实施方案中,角度 θ_2 可例如小于大约2度和/或例如大于大约30度。换句话说,精炼炉床342的侧壁350a、350b可在第一末端352上或附近的进口346与第二末端354上或附近的出口348之间渐变和/

或变窄。在各种非限制性实施方案中,侧壁350a、350b可在进口346与出口348之间持续渐变。此外,侧壁350a、350b在进口346与出口348之间可为弯曲和/或笔直的且锥度可沿着其长度变化。例如,侧壁350a、350b的一部分可为弯曲的和/或侧壁350a、350b的一部分可为成角度的。此外,曲线或多个曲线可例如具有各种曲率半径,且成角度部分可例如成角度为各种度数。如本文中所述,例如,为了维持穿过锥形炉床342的恒定或大体上恒定质量流,流动穿过其中的熔融材料的速度可在进口346与出口348之间增大。

[0058] 仍参考图6和图7,进口346可界定进口横截面积且出口348可界定小于进口横截面积的出口横截面积。例如,出口横截面积可比进口横截面积小大约10%至大约50%。在特定非限制性实施方案中,差异可例如小于大约10%或例如大于大约50%。在各种实施方案中,进口346可具有进口宽度或直径 A_2 且出口348可具有出口宽度或直径 B_2 。在各种非限制性实施方案中,进口宽度 A_2 可在进口346上、在靠近和/或邻近进口346处匹配或大体上匹配界定于精炼炉床342的侧壁350a与350b之间的腔的宽度。此外,进口横截面积可例如在进口346上、在靠近和/或邻近进口346处匹配或大体上匹配精炼炉床342的腔的横截面积。在进口346的横截面积匹配或大体上匹配精炼炉床342邻近进口346的横截面积的情况下,可维持或大体上维持熔融材料经由进口346进入精炼炉床342的速度。换句话说,熔融材料在进入精炼炉床342时的速度不会减小或大体上不会减小。在各种非限制性实施方案中,类似于本文中描述的精炼炉床242的进口宽度 A_1 和出口宽度 B_1 ,出口宽度 B_2 可小于进口宽度 A_2 。在各种非限制性实施方案中,额外或替代尺寸可在进口346与出口348之间变化和/或匹配,使得进口横截面积大于出口横截面积。在特定非限制性实施方案中,进口横截面积可匹配或大体上匹配出口横截面积,且在其它非限制性实施方案中,进口横截面积可小于出口横截面积。

[0059] 现参考图8和图9,类似于本文中描述的精炼炉床142(图3),精炼炉床442可包括靠近第一末端452的进口446和靠近第二末端454的一对出口448a、448b。穿过精炼炉床442的熔融材料可经由进口446进入精炼炉床442且可经由出口448a、448b离开精炼炉床442。换句话说,熔融材料流可从进口446导向出口448a、448b。此外,精炼炉床442可包括侧壁450a、450b,其可例如在第一末端452与第二末端454之间延伸。出口448a、448b可界定为穿过侧壁450a、450b。在各种非限制性实施方案中,熔融材料流可分叉或分离以流动至精炼炉床452的相对侧壁450a、450b上的出口448a、448b中。参考图9,精炼炉床442可界定轴 X_3 且在特定非限制性实施方案中,精炼炉床442可相对于轴 X_3 对称。在这些实施方案中,出口448a、448b可为对称的。在各种非限制性实施方案中,各侧壁450a、450b可相对于轴 X_3 成角度定向,且角度 θ_3 可界定于每个侧壁450a、450b与轴 X_3 之间。在各种非限制性实施方案中,角度 θ_3 可例如为大约4度。在特定非限制性实施方案中,角度 θ_3 可例如为大约1度至大约30度,且在至少一个非限制性实施方案中,角度 θ_3 可例如小于大约1度和/或例如大于大约30度。换句话说,精炼炉床442的侧壁450a、450b可在靠近第一末端452的进口446与靠近第二末端454的出口448a、448b之间渐变和/或变窄。在各种非限制性实施方案中,侧壁450a、450b可在进口446与出口448a、448b之间持续渐变。此外,侧壁450a、450b在进口446与出口448a、448b之间可为弯曲和/或笔直的且锥度可沿着其长度变化。例如,侧壁450a、450b的一部分可为弯曲的和/或侧壁450a、450b的一部分可为成角度的。此外,曲线或多个曲线可例如具有不同的曲率半径,且成角度部分或多个成角度部分可例如成角度为各种度数。如本文中所述,例如,

为了维持穿过锥形炉床442的恒定或大体上恒定质量流,流动穿过其中的熔融材料的速度可在进口446与出口448a、448b之间增大。

[0060] 仍参考图8和图9,进口446可界定进口横截面积且出口448a、448b可界定出口横截面积。出口横截面积的总数或总和,即组合的出口横截面积可匹配或类似于进口横截面积。在各种非限制性实施方案中,组合的出口横截面积可与进口横截面积相差大约1%至大约5%。在特定非限制性实施方案中,组合的出口横截面积可与进口横截面积相差小于大约1%。在其它非限制性实施方案中,组合的出口横截面积可与进口横截面积相差大于大约5%,且例如可与进口横截面积相差大约10%。在各种非限制性实施方案中,进口446可具有进口宽度或直径 A_3 ,第一出口448a可具有出口宽度或直径 B_3 ,且第二出口448b可具有出口宽度或直径 C_3 。在特定非限制性实施方案中,出口宽度 B_3 和 C_3 的总和可等于或大体上等于进口宽度 A_3 。例如,出口宽度 B_3 和 C_3 可相等且每个这种出口可为进口宽度 A_3 长度的50%。在各种非限制性实施方案中,额外或替代尺寸可在进口446与出口448a、448b之间变化和/或匹配,使得组合的出口横截面积匹配进口横截面积。在各种非限制性实施方案中,进口横截面积可对应于进口容量且组合的出口横截面积可对应于组合的出口容量。在特定非限制性实施方案中,组合的出口容量可例如匹配进口容量。在各种非限制性实施方案中,进口横截面积可例如小于或大于组合的出口横截面积。

[0061] 在各种非限制性实施方案中,能量源(诸如电子束枪30(图1和图2)和/或等离子炬)可相对于精炼炉床配置以控制形成于炉床中的材料壳体的形状和大小。例如,能量源可相对于炉床控制和方向定向以操纵形成其中的壳体的形状。参考Harker的美国专利第4,961,776号,其完整公开以引用的方式并入本文中。导向和/或围绕预期壳体位置的能量源可被控制以允许壳体在所述预期位置固化和生长。在特定非限制性实施方案中,能量源可被导向精炼炉床且因此被控制以形成锥形壳体。锥形壳体可形成在非锥形炉床中,例如,在传统的正方形和/或矩形炉床中。类似于本文中描述的各种实施方案,精炼炉床中壳体的锥形几何形状可为熔融材料提供改进流径。

[0062] 精炼炉床中的改进流径可增大流动穿过其中的熔融材料的速度且可减小熔融材料中的压力。换句话说,例如,为了维持穿过锥形炉床的大体上恒定质量流,熔融材料的速度可从进口至出口增大,且熔融材料中的压力可相应从进口至出口减小。此外,改进的流径可为熔融材料提供更直接流径,其可减小和/或限制熔融材料中滞留区的形成。具有减小的滞留区的改进熔融材料流径可促进炉床中的更均匀驻留时间。定义的驻留时间可被控制来充分蒸发熔融材料中的夹杂物,同时限制和/或防止其中的过度元素消耗。此外,精炼炉床中的改进流径可为熔融材料提供更直接的路径,且在并列模具的连续浇铸操作期间可促进相同或类似浇铸速率。

[0063] 现参考图10至图12,精炼炉床542可在第一末端552上或附近包括进口546且在第二末端554上或附近包括出口548。穿过精炼炉床542的熔融材料570可经由进口546进入精炼炉床542且经由出口548离开精炼炉床542。换句话说,熔融材料570流可从进口546导向出口548。此外,在各种非限制性实施方案中,精炼炉床542可包括侧壁550a、550b,其可例如在第一末端552与第二末端554之间延伸。参考图10和图12,精炼炉床542可例如为矩形的且侧壁550a、550b可例如为平行的。此外,主要参考图12,精炼炉床542可界定轴 X_4 且在特定非限制性实施方案中,精炼炉床542可相对于轴 X_4 对称。

[0064] 仍参考图10至图12,能量源(诸如电子束枪30(图1和图2)和/或等离子炬)可相对于精炼炉床542控制和配置,使得锥形壳体560形成于其中。锥形壳体560的第一侧560a可形成在精炼炉床542的第一侧上且锥形壳体560的第二侧560b可形成在精炼炉床542的第二侧上。在各种实施方案中,壳体560可相对于轴 X_4 对称地形成。此外,主要参考图12,每个壳体侧560a、560b的边缘562a、562b可相对于轴 X_4 成角度定向,且角度 θ_4 可界定于每个壳体侧560a、560b的边缘562a、562b与轴 X_4 之间。在各种非限制性实施方案中,角度 θ_4 可例如为大约4度。在特定非限制性实施方案中,角度 θ_4 可例如为大约1度至大约30度,且在至少一个非限制性实施方案中,角度 θ_4 可例如小于1度和/或例如大于30度。换句话说,壳体侧560a、560b的边缘562a、562b可在靠近第一末端552的进口546与靠近第二末端554的出口548之间渐变和/或变窄。例如,在进口546上,在靠近和/或邻近进口546处由壳体560界定的流径的横截面积可比在出口548上,在靠近和/或邻近出口548处由壳体560界定的流径的横截面积大大约10%至大约50%。在特定非限制性实施方案中,差异可例如小于大约10%或例如大于大约50%。在各种非限制性实施方案中,边缘562a、562b可在进口546与出口548之间持续渐变。此外,边缘562a、562b在进口546与出口548之间可为弯曲的和/或笔直的且锥度可沿着其长度变化。例如,边缘562a、562b的一部分可为弯曲的和/或边缘562a、562b的一部分可为成角度的。此外,曲线或多个曲线可例如具有各种曲率半径,且成角度部分或多个成角度部分可例如成角度为各种度数。

[0065] 仍参考图10至图12,进口546可界定进口横截面积且出口548可界定出口横截面积,其小于进口横截面积,类似于精炼炉床242(图4和图5)。例如,进口546可具有进口宽度或直径 A_4 且出口548可具有出口宽度或直径 B_4 。在特定非限制性实施方案中,例如,出口宽度 B_4 可小于进口宽度 A_4 ,类似于精炼炉床542的进口宽度 A_1 和出口宽度 B_1 。在各种非限制性实施方案中,额外或替代尺寸可在进口546与出口548之间变化和/或匹配,使得进口横截面积大于出口横截面积。在各种非限制性实施方案中,壳体侧560a、560b的边缘562a、562b可在第一末端552上与进口546且在第二末端554上与出口548对准或大体上对准。换句话说,壳体侧560a的边缘562a可在精炼炉床542的第一侧上从进口546延伸至出口548,且壳体侧560b的边缘562b可在精炼炉床542的第二相对侧上从进口546延伸至出口548。在这些实施方案中,熔融材料570的流径的横截面积可匹配进口546上的进口横截面积,且可匹配出口548上的出口横截面积。在壳体侧560a、560b的边缘562a、562b与进口546对准的情况下,在进入由炉床542中的锥形壳体560界定的流径时,可维持或大体上维持熔融材料的速度。随后,当熔融材料570朝向出口548流动穿过锥形壳体560时,熔融材料570的速度可增大。在各种非限制性实施方案中,进口横截面积可对应于进口容量,且出口横截面积可对应于出口容量。在特定非限制性实施方案中,出口容量可例如小于进口容量。在各种非限制性实施方案中,进口横截面积匹配或大体上匹配出口横截面积,且在其它实施方案中,进口横截面积可小于出口横截面积。

[0066] 现参考图13至图15,精炼炉床642可大体上类似于精炼炉床542(图10至图12)。例如,熔融材料670可经由第一末端652上的进口646进入精炼炉床642且可经由第二末端654上的出口648离开精炼炉床642。此外,在各种非限制性实施方案中,精炼炉床642可例如为矩形的,且侧壁650a、650b可例如为平行的。参考图15,精炼炉床642可界定轴 X_5 且在特定非限制性实施方案中,精炼炉床642和形成其中的锥形壳体660可相对于轴 X_5 对称。

[0067] 仍参考图13至图15,进口646可界定进口横截面积且出口648可界定出口横截面积,其可等于进口横截面积。例如,至精炼炉床642的进口646可具有进口宽度或直径 A_5 且至精炼炉床642的出口648可具有出口宽度或直径 D_5 ,其可匹配或类似于进口宽度 A_5 。换句话说,例如, A_5 可等于 D_5 。虽然精炼炉床642的进口宽度 A_5 可匹配精炼炉床642的出口宽度 D_5 ,但是壳体660可界定精炼炉床642内熔融材料670的锥形流径。例如,为了维持穿过锥形壳体660的恒定或大体上恒定质量流,流动穿过其中的熔融材料的速度可在精炼炉床642的进口646与出口648之间增大。

[0068] 在特定非限制性实施方案中,壳体的第一侧660a可形成在精炼炉床642的第一侧上且壳体的第二侧660b可形成在精炼炉床642的第二侧上。例如,每个壳体侧660a、660b的边缘662a、662b可在第一末端652上与精炼炉床642的进口646对准或大体上对准,且可从进口646渐变以在精炼炉床642的第二末端654上且穿过出口648界定较窄流径宽度 B_5 。换句话说,在出口648上由壳体侧660a、660b界定的流径宽度 B_5 可小于出口宽度 D_5 。此外,在各种非限制性实施方案中,壳体660可界定进口容量和/或出口容量。例如,参考图13至图15,壳体660可界定出口648上的出口容量。此外,壳体660可例如界定进口646上的进口容量。在各种非限制性实施方案中,由壳体660界定的出口容量可小于在进口646上由壳体660界定的进口容量。此外,在进口646上,在靠近和/或邻近进口646处由壳体660界定的流径的横截面积可比在出口648上,在靠近和/或邻近出口648处由壳体660界定的流径的横截面积小大约10%至大约50%。在特定非限制性实施方案中,差异可例如小于大约10%或例如大于大约50%。

[0069] 现参考图16至图18,精炼炉床742可在第一末端752上或附近包括进口746且在第二末端754上或附近包括出口748。穿过精炼炉床742的熔融材料770可经由进口746进入精炼炉床742且经由出口748离开精炼炉床742。换句话说,熔融材料770流可从进口746导向出口748。此外,在各种非限制性实施方案中,精炼炉床742可包括侧壁750a、750b,其可例如在第一末端752与第二末端754之间延伸。精炼炉床742可例如为正方形的且侧壁750a、750b可为平行的。参考图16和图18,出口748可例如界定为穿过侧壁750b。在其它非限制性实施方案中,进口746和/或出口748可穿过精炼炉床742的侧壁750a、750b界定。主要参考图18,精炼炉床742可界定轴 X_6 且在特定非限制性实施方案中,精炼炉床742可相对于轴 X_6 不对称。

[0070] 在各种非限制性实施方案中,类似于本文中描述的各种实施方案,能量源(诸如电子束枪30(图1和图2)和/或等离子炬)可相对于精炼炉床742控制和配置,使得锥形壳体760形成于其中。在各种实施方案中,壳体760可不对称于轴 X_6 形成。例如,壳体760可形成熔融材料770的流径,其横向于轴 X_6 。在特定非限制性实施方案中,例如,熔融材料770的流径可从精炼炉床742的第一末端752延伸至第二末端754且可延伸至侧壁750a、750b中的出口748。壳体760的第一侧760a可形成在精炼炉床742的第一侧上且壳体760的第二侧760b可形成在精炼炉床742的第二侧上。此外,主要参考图18,壳体侧760a、760b的边缘762a、762b可相对于彼此成角度定向,且角度 θ_6 可界定于壳体侧760a、760b的边缘762a与762b之间。在各种非限制性实施方案中,角度 θ_6 可例如为大约8度。在特定非限制性实施方案中,角度 θ_6 可例如为大约2度至大约30度,且在至少一个非限制性实施方案中,角度 θ_6 可例如小于2度和/或例如大于30度。换句话说,壳体侧760a、760b的边缘762a、762b可在靠近第一末端752的进口746与靠近第二末端754的出口748之间渐变和/或变窄。在各种非限制性实施方案中,壳体

侧760a、760b的边缘762a、762b可在进口746与出口748之间持续渐变。此外,边缘762a、762b在进口746与出口748之间可为弯曲的和/或笔直的且锥度可沿着其长度变化。例如,边缘762a、762b的一部分可为弯曲的和/或边缘762a、762b的一部分可为成角度的。此外,曲线或多个曲线可例如具有不同的曲率半径,且成角度部分或多个成角度部分可例如成角度为各种度数。如本文中所述,例如,为了维持穿过锥形炉床760的恒定或大体上恒定质量流,流动穿过其中的熔融材料的速度可在精炼炉床642的进口746与出口748之间增大。

[0071] 仍参考图16至图18,进口746可界定进口横截面积且出口748可界定出口横截面积,其可匹配或类似于进口横截面积,类似于精炼炉床642(图13至图15)。在各种非限制性实施方案中,出口横截面积可与进口横截面积相差大约1%至大约5%。在特定非限制性实施方案中,出口横截面积可与进口横截面积相差小于大约1%。在其它非限制性实施方案中,出口横截面积可与进口横截面积相差大于大约5%,且例如可与进口横截面积相差大约10%。在各种实施方案中,进口746可具有进口宽度或直径 A_6 且出口748可具有出口宽度或直径 B_6 。在特定非限制性实施方案中,出口宽度 B_6 可等于进口宽度 A_6 。在各种非限制性实施方案中,额外或替代尺寸可在进口746与出口748之间匹配和/或变化,使得进口横截面积大体上等于出口横截面积。换句话说,进口746和出口758可界定相等或类似横截面积,但是进口746和出口748的横截面形状不同。

[0072] 在各种非限制性实施方案中,壳体760可界定熔融材料770的流径,其在进口746上比进口宽度 A_6 宽且变窄以匹配出口748上的出口宽度 B_6 。换句话说,由壳体760邻近进口746界定的熔融材料770的流径的横截面积可大于进口746的横截面积。此外,由壳体760邻近出口748界定的熔融材料770的流径可匹配出口748的横截面积。在这些实施方案中,熔融材料770在进入壳体760邻近进口746的较宽部分时的速度可减小。但是,当熔融材料770朝向出口748流动穿过锥形壳体760时,熔融材料770的速度可增大。

[0073] 现参考图19至图21,精炼炉床842可在第一末端852上或附近包括进口846且在第二末端854上或附近包括一对出口848a、848b。穿过精炼炉床842的熔融材料870可经由进口846进入精炼炉床842且经由出口848a、848b离开精炼炉床842。换句话说,熔融材料870流可从进口846导向出口848a、848b。如本文中所述,能量源(诸如电子束枪30(图1和图2))可相对于精炼炉床842控制和配置,使得锥形壳体860形成于其中。在特定非限制性实施方案中,锥形壳体860可将熔融材料870从进口846导向出口848a、848b。此外,精炼炉床852可具有在第一末端852与第二末端854之间延伸的侧壁850a、850b。在各种非限制性实施方案中,例如,精炼炉床842可为正方形的且侧壁850a、850b可为平行的。虽然精炼炉床842可为正方形的和/或矩形的,但是壳体860可在进口846与出口848a、848b之间渐变以形成熔融材料870的锥形流径。在各种实施方案中,壳体的第一侧860a可形成在精炼炉床842的第一侧上且壳体的第二侧860b可形成在精炼炉床842的第二侧上。此外,在特定非限制性实施方案中,壳体860可包括出口848a与848b之间和第一侧860a与第二侧860b之间的中心部分860a。中心部分860a可例如使熔融材料870的流径分叉以将熔融材料的第一部分870a导向出口848a及将熔融材料的第二部分870b导向出口848b。

[0074] 主要参考图21,精炼炉床842可界定轴 X_7 且在特定非限制性实施方案中,精炼炉床842可相对于轴 X_7 对称。在这些实施方案中,出口848a、848b可为对称的,且每个出口848a、848b可界定为靠近精炼炉床842的第二末端852穿过侧壁850a、850b。例如,出口848a可延伸

穿过第一侧壁850a,且出口858b可延伸穿过第二相对侧壁850b。在各种非限制性实施方案中,每个壳体侧860a、860b的边缘862a、862b可相对于中心部分860a的边缘862a、862b成角度定向。角度 θ_{7a} 、 θ_{7b} 可界定于壳体860的边缘762a与762b之间。例如,角度 θ_{7a} 可沿着壳体860的第一侧860a与壳体880的中间部分860c之间的第一部分870a界定,且角度 θ_{7b} 可沿着壳体880的第二侧860b与壳体880的中间部分860c之间的第二部分870b界定。在壳体860对称的情况下,例如,沿着轴 X_7 的选定位置上的角度 θ_{7a} 、 θ_{7b} 可能相同。在各种非限制性实施方案中,角度 θ_{7a} 、 θ_{7b} 可例如为大约8度。在各种非限制性实施方案中,角度 θ_{7a} 、 θ_{7b} 可例如为大约2度至大约30度。在至少一个非限制性实施方案中,角度 θ_{7a} 、 θ_{7b} 可例如小于2度和/或例如大于30度。换句话说,壳体860的边缘862a、862b、862c可沿着熔融材料870的流径的分叉部分870a、870b渐变和/或变窄。在各种非限制性实施方案中,壳体860的边缘862a、862b、862c可沿着熔融材料870的流径的分叉部分870a、870b持续渐变。此外,边缘862a、862b、862c在进口846与出口848a、848b之间可为弯曲和/或笔直的且锥度可沿着其长度变化。例如,边缘862a、862b、862c的一部分可为弯曲的和/或边缘862a、862b、862c的一部分可为成角度的。此外,曲线或多个曲线可例如具有各种曲率半径,且成角度部分或多个成角度部分可例如成角度为各种度数。如本文中所述,例如,为了维持穿过锥形壳体860的恒定或大体上恒定质量流,流动穿过其中的熔融材料的速度可在进口846与出口848a、848b之间增大。

[0075] 仍参考图19至图21,进口846可界定进口横截面积且出口848a、848b可界定出口横截面积。出口横截面积的总数或总和,即组合的出口横截面积可匹配或类似于进口横截面积,类似于精炼炉床442(图8和图9)。在各种非限制性实施方案中,组合的出口横截面积可与进口横截面积相差大约1%至大约5%。在特定非限制性实施方案中,组合的出口横截面积可与进口横截面积相差小于大约1%。在其它非限制性实施方案中,组合的出口横截面积可与进口横截面积相差大于大约5%,且例如可与进口横截面积相差大约10%。在各种非限制性实施方案中,进口846可具有进口宽度或直径 A_7 ,第一出口848a可具有出口宽度或直径 B_7 ,且第二出口848b可具有出口宽度或直径 C_7 。在特定非限制性实施方案中,出口宽度 B_7 和 C_7 的总和可等于或大体上等于进口宽度 A_7 。例如,出口宽度 B_7 和 C_7 可相等且可为进口宽度 A_7 长度的50%。在各种非限制性实施方案中,额外或替代尺寸可在进口846与出口848之间变化和/或匹配,使得进口横截面积匹配组合的出口横截面积。在各种非限制性实施方案中,进口横截面积可对应于进口容量,且出口横截面积可对应于出口容量。在特定非限制性实施方案中,例如,出口容量可匹配进口容量。在各种非限制性实施方案中,组合的出口横截面积可小于进口横截面积。例如,出口横截面积可比进口横截面积小大约10%至大约50%。在特定非限制性实施方案中,差异可例如小于大约10%或例如大于大约50%。在各种非限制性实施方案中,组合的出口容量可例如小于或大于进口容量。

[0076] 在本说明书中描述和说明各种实施方案以提供所公开装置和方法的元件、步骤和使用的总体理解。应了解,本说明书中描述和说明的各种实施方案是非限制性的且非详尽的。因此,本发明不限于本说明书中公开的各种非限制性和非详尽实施方案的描述。例如,虽然上文描述和特定附图中图示的非限制性实施方案并入一个或更多个电子束枪,但是应了解其它熔融电源可在浇铸系统中用作材料加热装置。例如,本公开还设想使用一个或更多个等离子产生装置的浇铸系统,所述等离子产生装置产生能量等离子并且通过使材料与所产生的等离子接触而加热浇铸系统内的金属材料。在适当情况下,结合各种实施方案描

述的特征和特性可结合其它实施方案的步骤、组件、元件、特征、方面、特性、限制和类似方面组合、修改或重组。这些修改和变化意在包括在本说明书的范围内。因而，权利要求可被修改来列举本说明书中明确或内在描述或另外明确或内在支持的任意元件、步骤、限制、特征和/或特性。此外，申请人保留修改权利要求以肯定地放弃现有技术中存在的元件、步骤、限制、特征和/或特性的权利，而不管这些特征是否在本文中明确描述。因此，任意这些修改符合35U.S.C. §112第一段和35U.S.C. §132(a)的规定。本说明书中公开和描述的各种实施方案可包括如本文中不同地描述的步骤、限制、特征和/或特性，由其组成或大体上由其组成。

[0077] 本文中注明的任意专利、公开案或其它公开材料以引用的方式完整并入本说明书，除非另有规定，但是仅在被并入材料不与本说明书中明确叙述的现有定义、声明或其它公开材料冲突的前提下。因而且在需要的前提下，如本说明书中叙述的明确公开取代本文中通过引用并入的任何冲突材料。通过引用的方式并入本说明书中但与本文中叙述的现有定义、声明或其它公开材料冲突的任何材料或其部分仅在被并入材料与现有公开材料之间未出现冲突的前提下并入。申请人保留修改本说明书以明确列举以引用的方式并入本文中的任何标的或其部分的权利。

[0078] 语法冠词“一 (one、a、an)”和“所述”若且如在本说明书中使用，意在包括“至少一个”或“一个或更多个”，除非另有规定。因此，冠词在本说明书中用于指冠词的一个或超过一个(即，“至少一个”)语法对象。举例来说，“组件”意指一个或更多个组件且因此，可行地，超过一个组件可被设想并且可被利用或使用于所描述的实施方案的实施。此外，单数名词的使用包括复数名词且复数名词的使用包括单数名词，除非使用背景另有要求。

[0079] 如本文中一般使用，术语“包括(including)”和“具有”意指“包括(comprising)”。如本文中一般使用，术语“大约”和“大体上”指鉴于测量的本质或精度，针对所测量数量的可接受误差程度。典型的示例性程度可在给定值或值范围的20%、10%或5%内。本文中陈述的所有数字数量应被理解为在所有实例中被术语“大约”修饰，除非另有规定。本文中公开的数字数量是约数且每个数值旨在意指所述值和围绕所述值的功能等效范围。最起码且非试图将等效法则的应用限制为权利要求的范围，每个数值应至少依据所报告有效位的数字及通过应用常规的四舍五入技术而解释。尽管近似本文中所述的数字数量，但是尽可能准确地报告实际测量值的具体实例中描述的数字数量。

[0080] 本文中所述的所有数字范围包括归入其中的所有子范围。例如，范围“1至10”旨在包括所述最小值1与所述最大值10之间的所有子范围且包括所述最小值1和所述最大值10。本文中所述的任意最大数字限制旨在包括所有数字下限。本文中的任意最小数字限制旨在包括所有数字上限。

[0081] 在上文描述中，陈述特定细节以提供本文中描述的物品和方法的各种实施方案的透彻理解。但是，本领域一般技术者应了解，在没有这些细节的情况下，本文中所述的实施方案也可实践。在其它实例中，与物品和方法相关的已知结构和方法可能未详细示出或描述以避免不必要地混淆本文中所述的实施方案的描述。此外，本公开描述物品和方法的各种实施方案的各种特征、方面和优点。但是，应了解本公开涵盖许多替代实施方案，其可通过以本领域一般技术人员觉得有用的任意组合或子组合组合本文中所述的各种实施方案的各种特征、方面和优点的任意一个而实现。

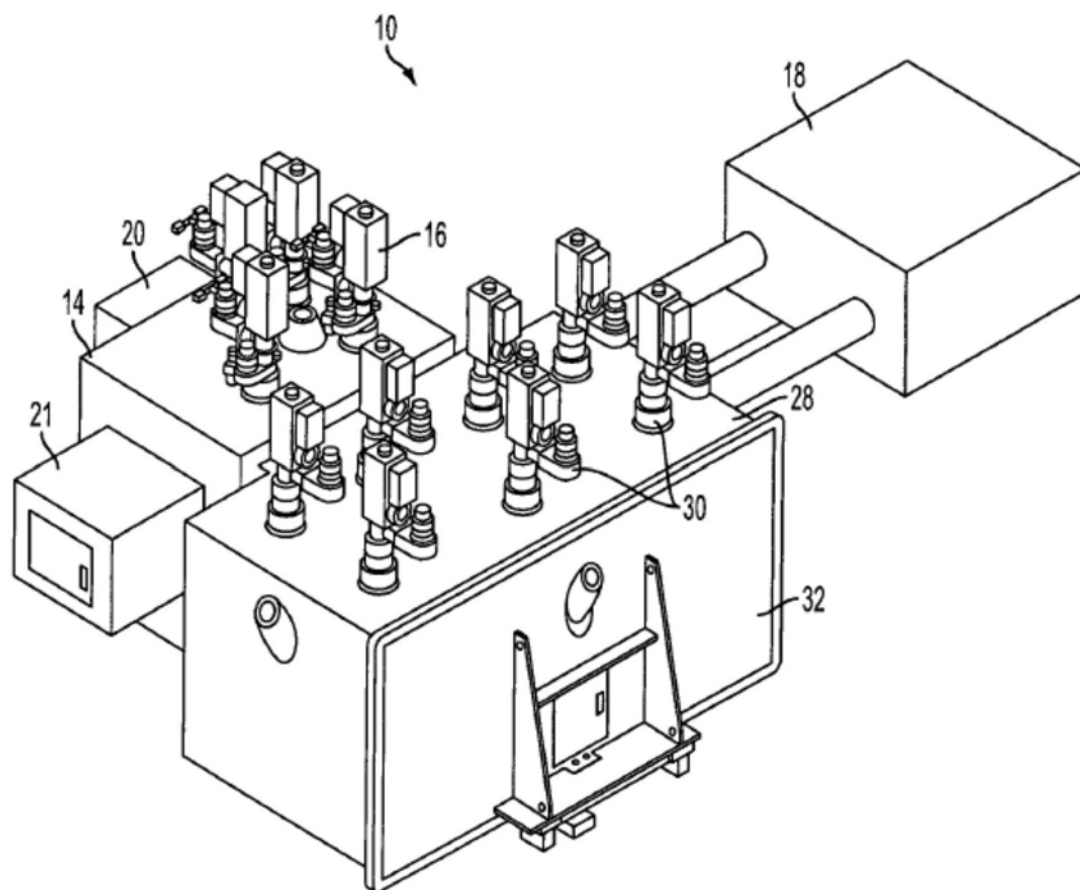


图1

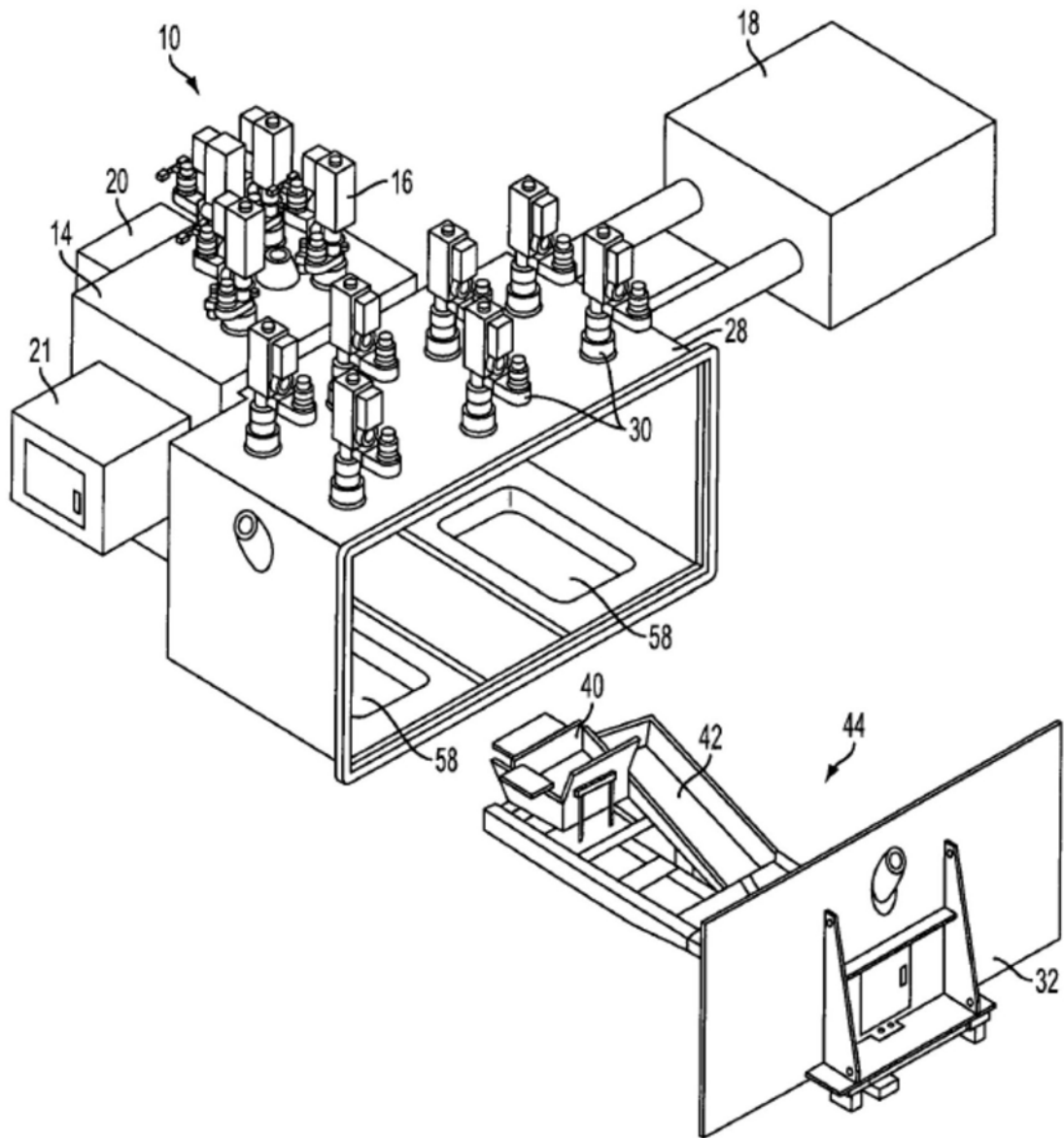


图2

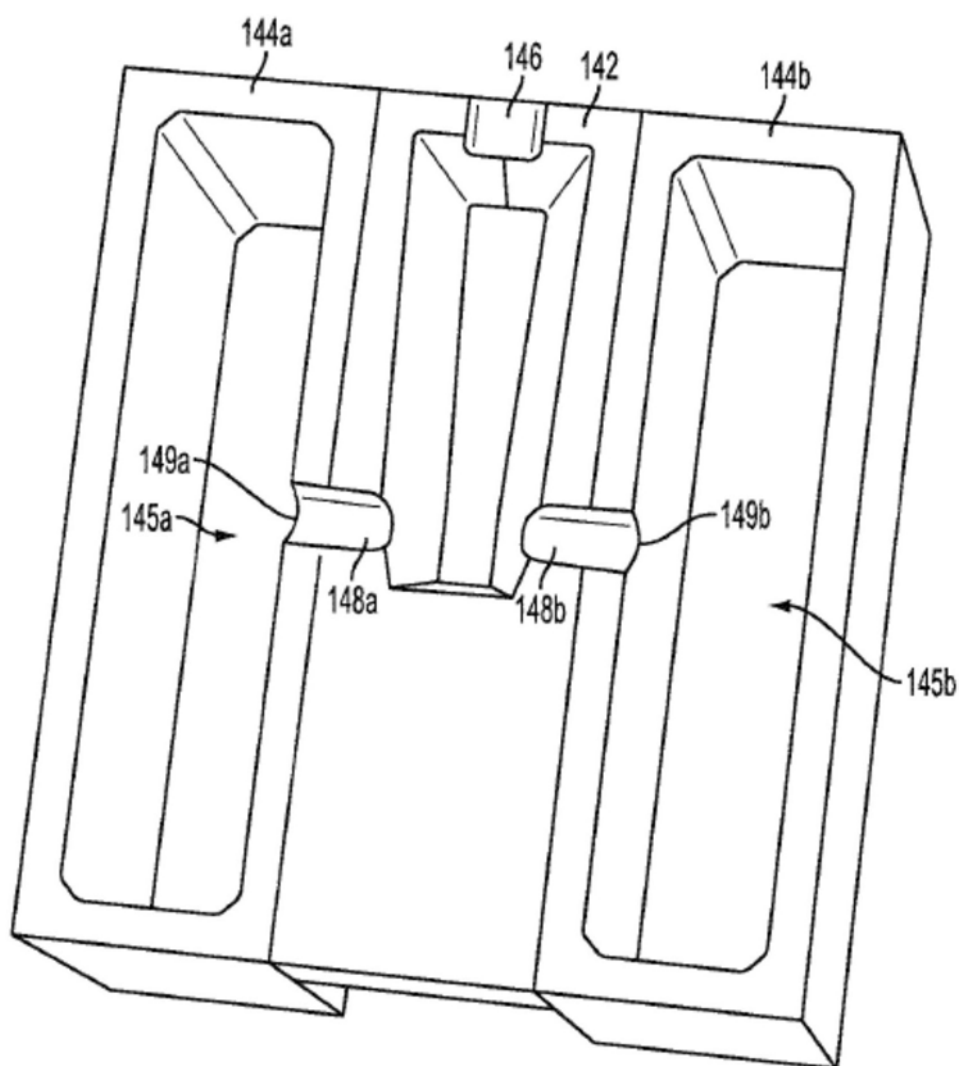


图3

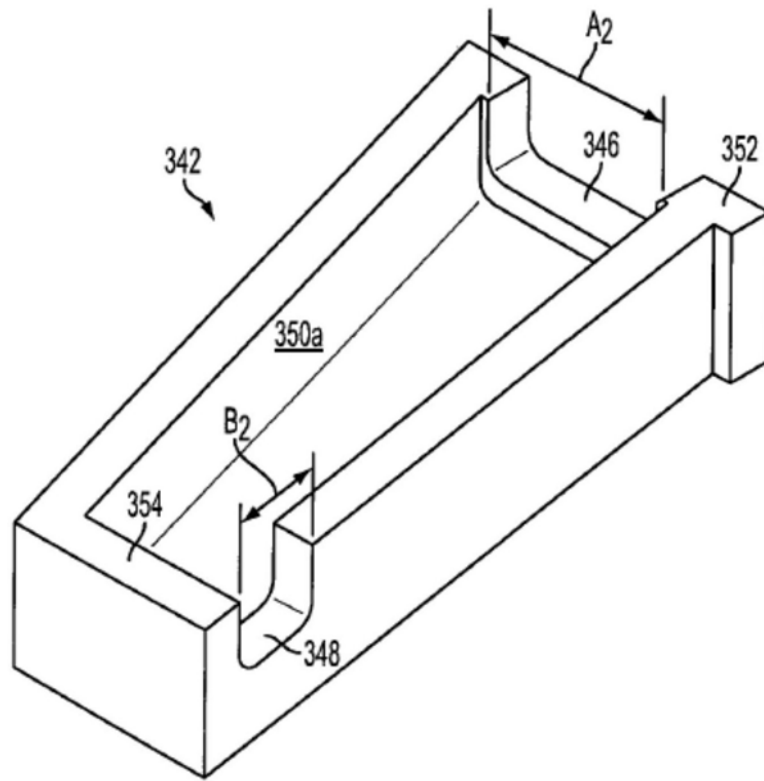


图6

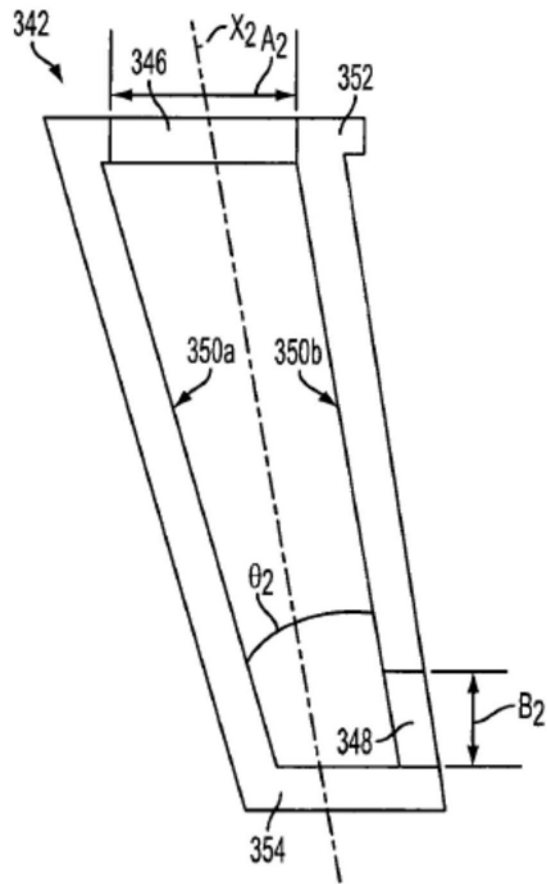


图7

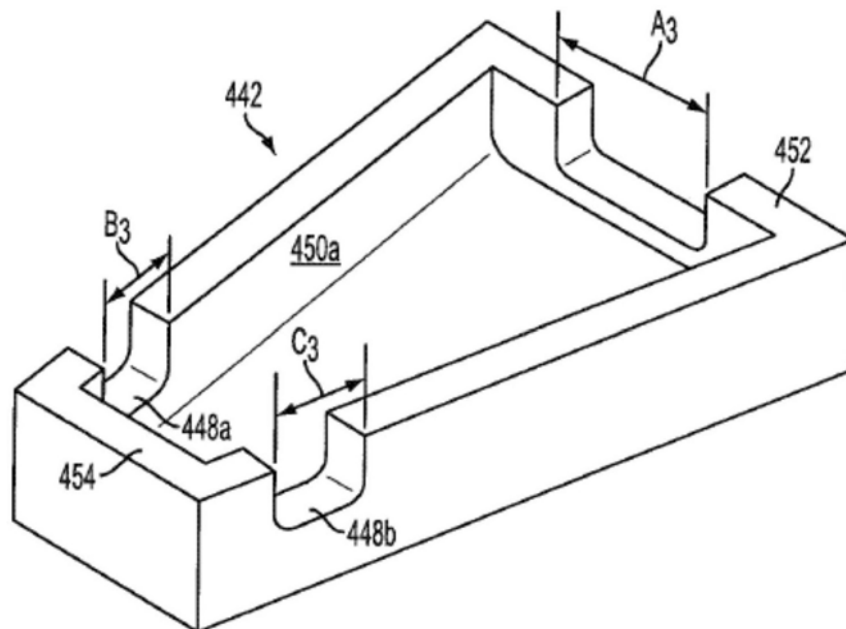


图8

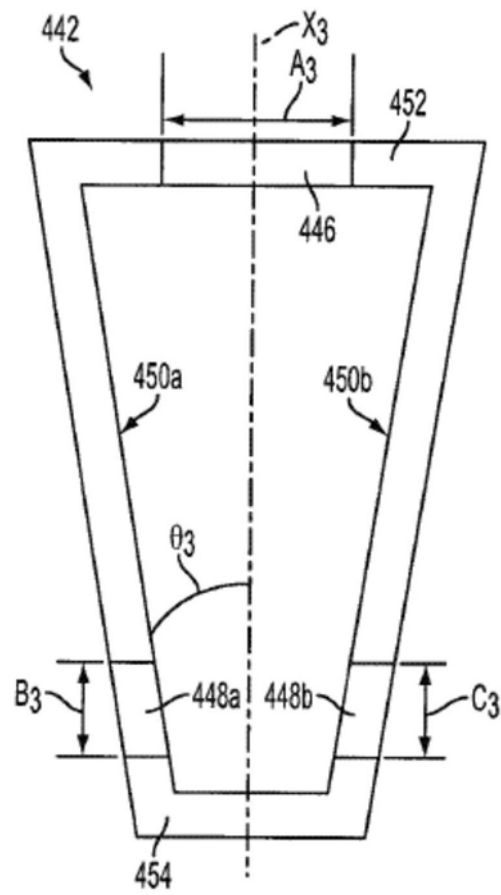


图9

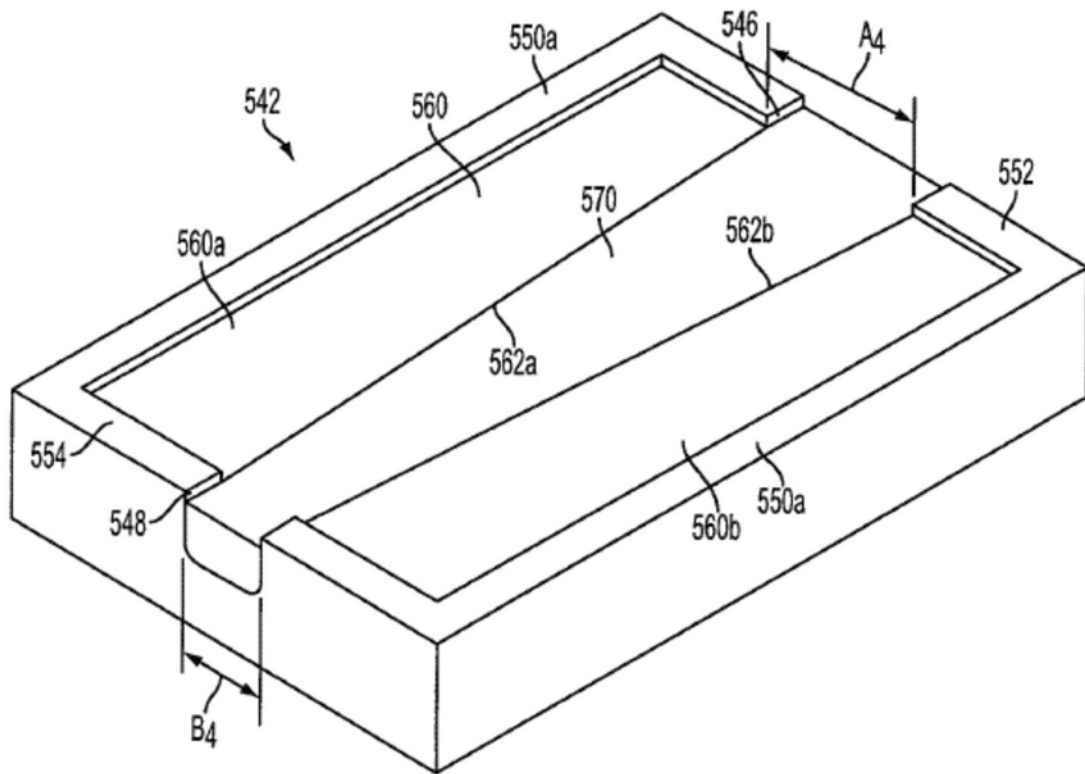


图10

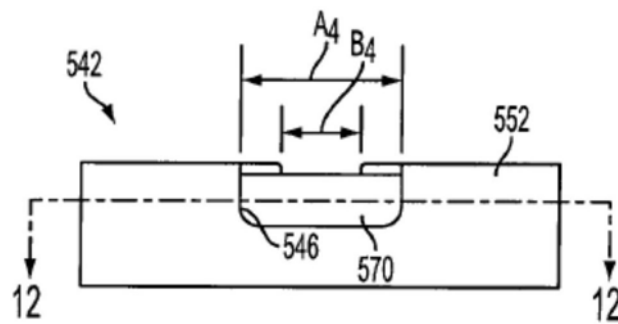


图11

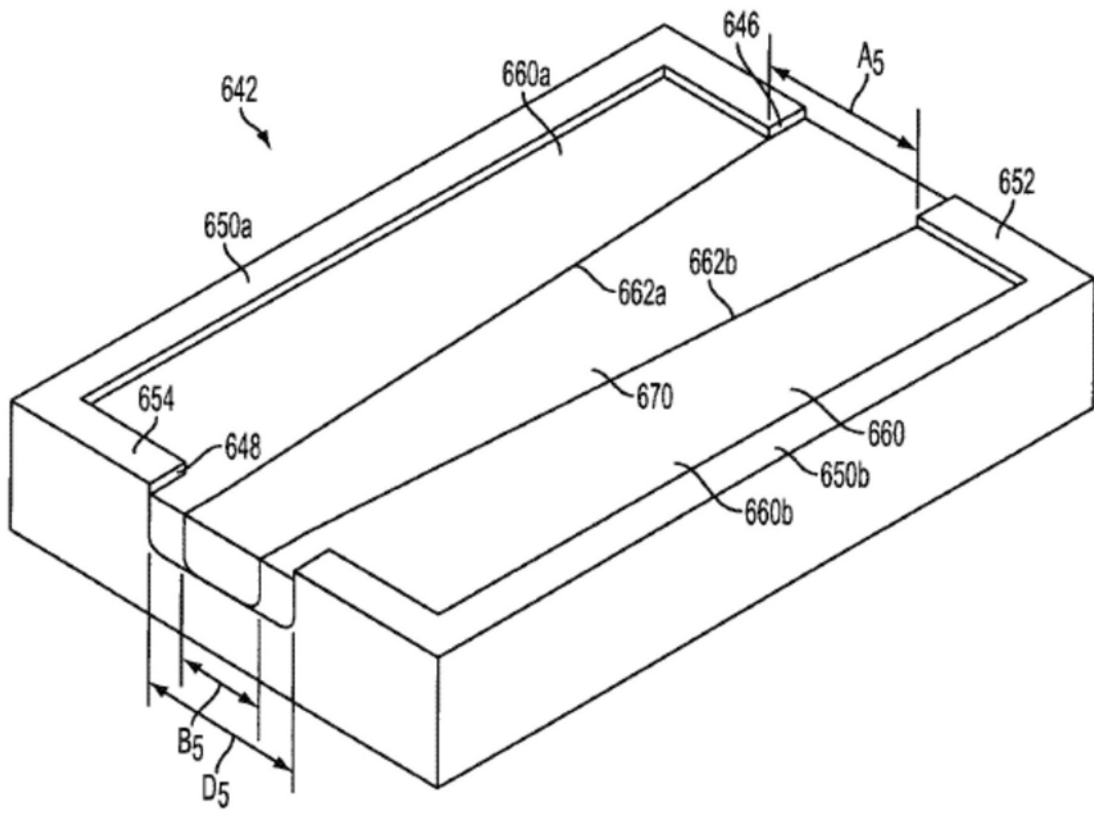


图13

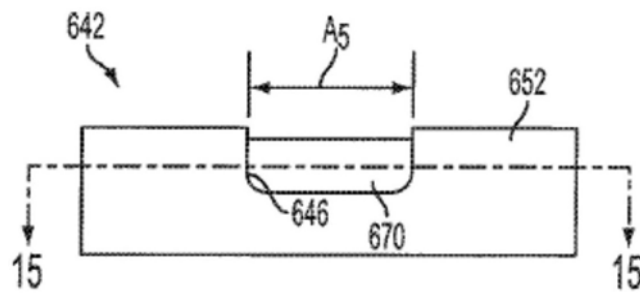


图14

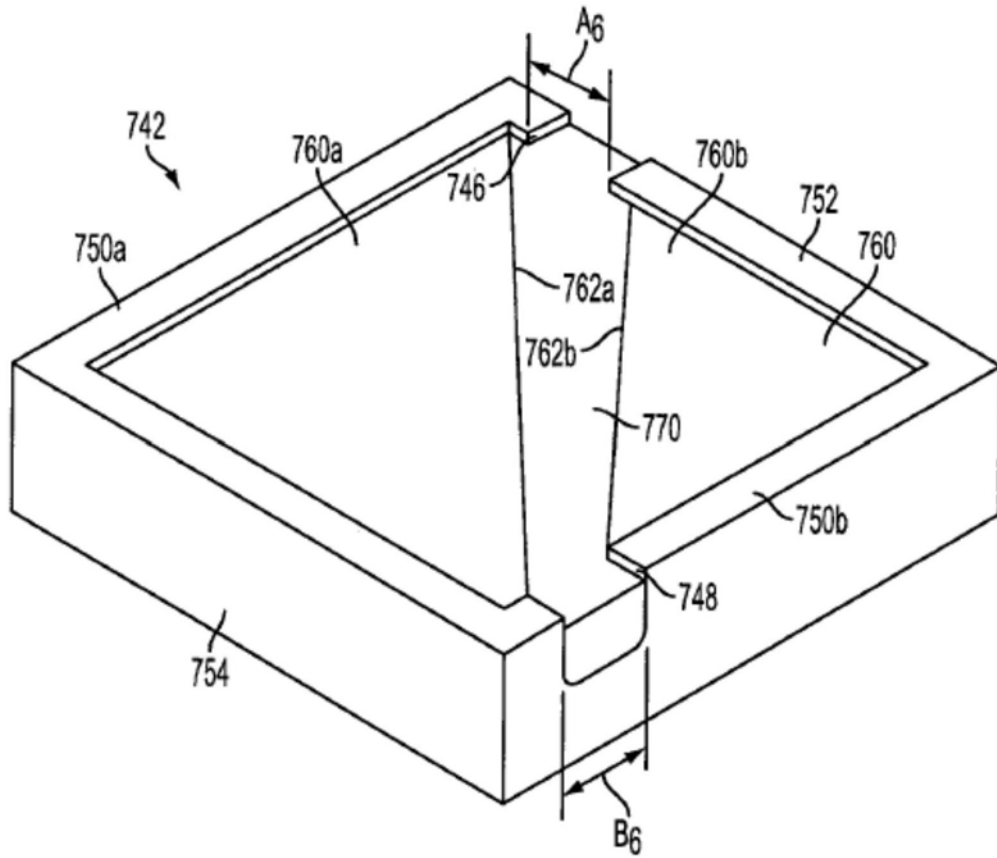


图16

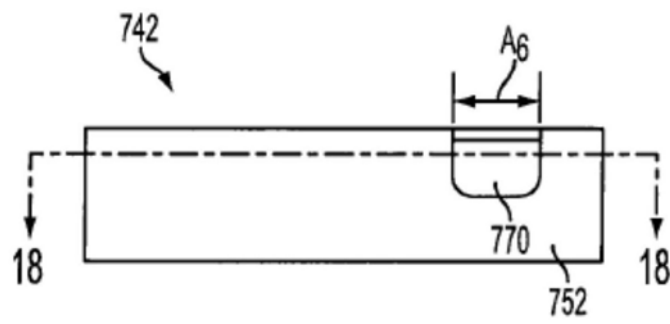


图17

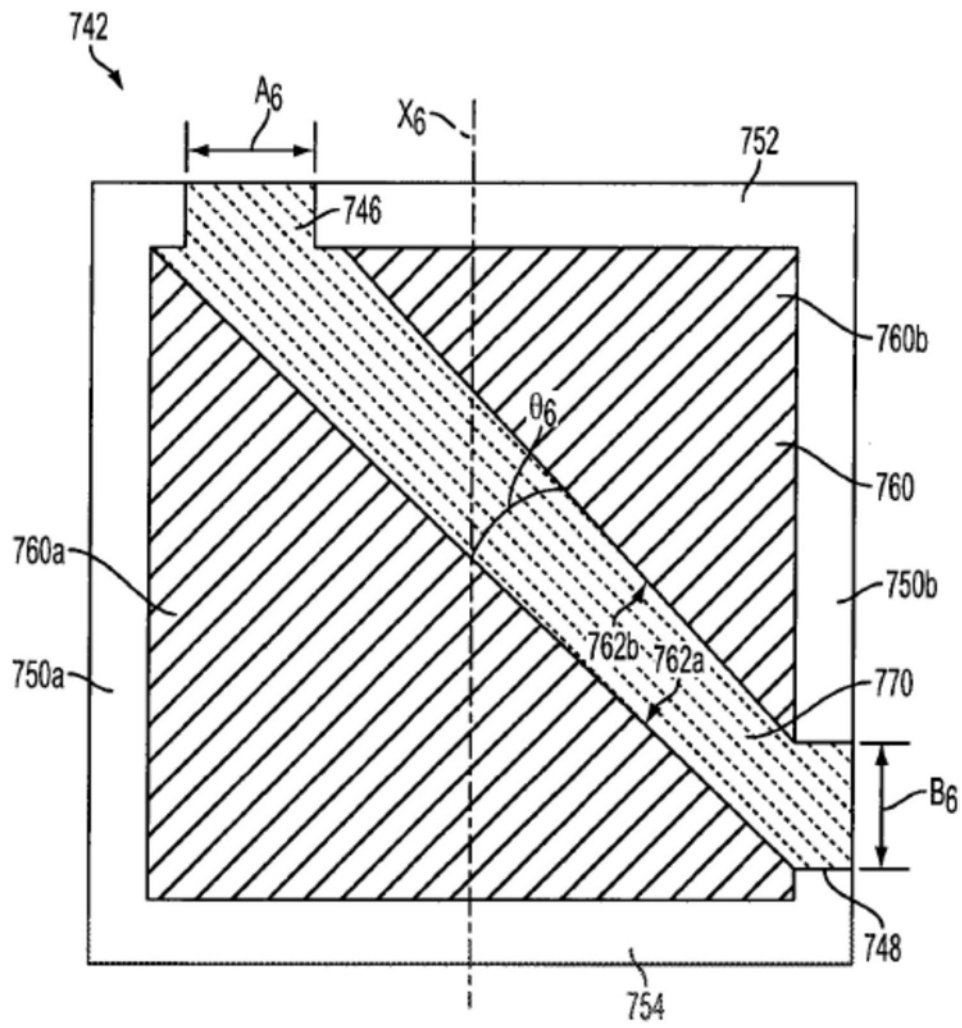


图18

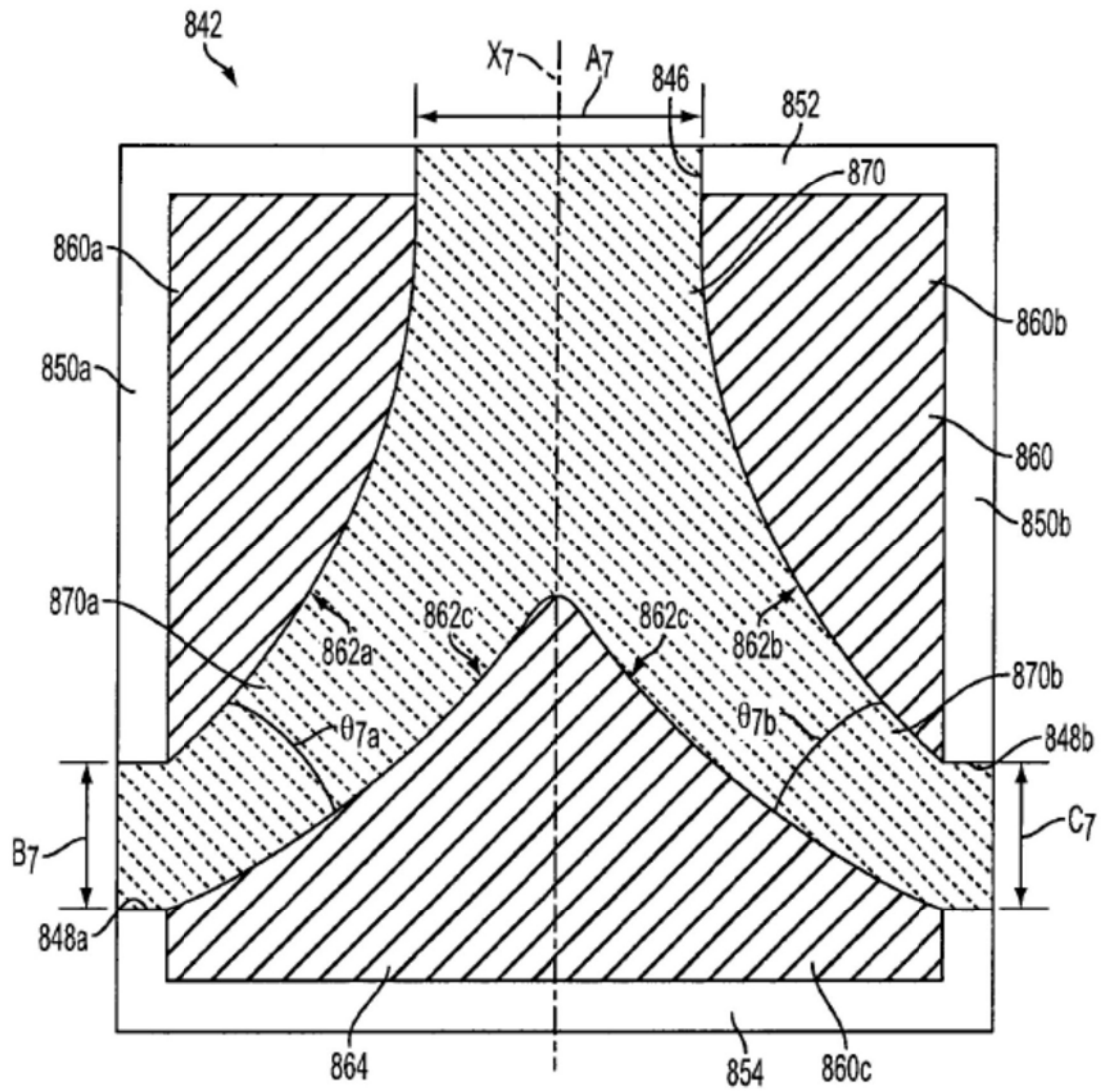


图21