



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116768456 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 19

(21) 申请号 202310253816.4

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2023.03.16

C03B 17/06 (2006.01)

(30) 优先权数据

63/320,330 2022.03.16 US

(71) 申请人 康宁公司

地址 美国纽约

(72) 发明人 常思远 吉尔伯特·德·安吉利斯

何春红 胡安·卡米洛·伊萨扎

布朗特科·卡图卢姆

蒂莫西·L·兰斯贝里 李庚珍

彭高柱 安德鲁·沃斯·威尔斯

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

专利代理师 徐金国 吴启超

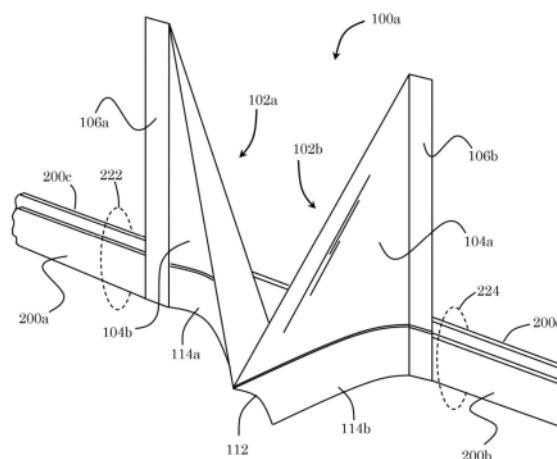
权利要求书3页 说明书16页 附图8页

(54) 发明名称

直热式边缘导向器组件

(57) 摘要

本发明涉及一种玻璃制造设备,其包括成型设备,所述成型设备包括成型体和附装到成型体的直接电加热式边缘导向器组件,所述边缘导向器组件配置为引导来自成型体的熔融玻璃的流动。所述边缘导向器组件包括与其连接并配置为接收电流的多个汇流排组件。电流可以是三相电流。汇流排组件由三轴支撑组件支撑,所述三轴支撑组件支撑汇流排组件沿着三个正交轴的移动。



1. 一种玻璃成型设备,包括:

成型体,所述成型体包括第一汇聚成型表面和第二汇聚成型表面,所述第一汇聚成型表面和所述第二汇聚成型表面沿所述成型体的底边缘结合;

边缘导向器组件,所述边缘导向器组件设置在所述成型体的第一端处,所述边缘导向器组件包括与所述第一汇聚成型表面接触的第一边缘导向器和与所述第二汇聚成型表面接触并且沿边缘部接头结合到所述第一边缘导向器的第二边缘导向器;

第一汇流排组件,所述第一汇流排组件结合到所述第一边缘导向器;

第二汇流排组件,所述第二汇流排组件结合到所述第二边缘导向器;

第三汇流排组件,所述第三汇流排组件在所述边缘部接头处结合到所述边缘导向器;

其中,所述第一汇流排组件、所述第二汇流排组件和所述第三汇流排组件电连接到配置为向所述边缘导向器组件提供交流电流的电源。

2. 根据权利要求1所述的玻璃成型设备,其中所述第一边缘导向器包括第一增厚的底边缘部,并且所述第二边缘导向器包括第二增厚的底边缘部,所述第一增厚的底边缘部在所述边缘部接头处结合到所述第二增厚的底边缘部。

3. 根据权利要求2所述的玻璃成型设备,其中所述第一汇流排组件包括结合到所述第一增厚的边缘部的由第一材料形成的第一汇流排和结合到所述第一汇流排的由不同于所述第一材料的第二材料形成的第二汇流排。

4. 根据权利要求3所述的玻璃成型设备,其中所述第二汇流排组件包括结合到所述第二增厚的边缘部的由第一材料形成的第三汇流排和结合到所述第三汇流排的由所述第二材料形成的第四汇流排。

5. 根据权利要求4所述的玻璃成型设备,其中所述第三汇流排组件包括结合到所述边缘部接头的由所述第一材料形成的中央汇流排、结合到所述中央汇流排的第一分支汇流排和结合到所述中央汇流排的第二分支汇流排,所述第一分支汇流排包括结合到所述中央汇流排的由所述第一材料形成的第一汇流排段和结合到所述第一汇流排段的由不同于所述第一材料的第二材料形成的第二汇流排段,并且所述第二分支汇流排包括结合到所述中央汇流排的由所述第一材料形成的第三汇流排段和结合到所述第三汇流排段的由所述第二材料形成的第四汇流排段。

6. 根据权利要求5所述的玻璃成型设备,其中所述第一汇流排组件、所述第二汇流排组件和所述第三汇流排组件的所述第一材料与所述第二材料之间的界面被定位于周围可变形耐火绝缘材料内。

7. 根据权利要求6所述的玻璃成型设备,其中所述第一边缘导向器和所述第二边缘导向器由所述第一材料形成。

8. 根据权利要求7所述的玻璃成型设备,其中所述第一材料包括铂。

9. 根据权利要求8所述的玻璃成型设备,其中所述第二材料包括镍。

10. 根据权利要求1所述的玻璃成型设备,其中所述边缘部接头位于所述成型体的底边缘下方。

11. 根据权利要求1所述的玻璃成型设备,其中所述第一汇流排组件和所述第二汇流排组件分别由第一三轴支撑组件和第二三轴支撑组件支撑,所述第一三轴支撑组件和所述第二三轴支撑组件每个配置为支撑各自的汇流排组件沿三个正交轴的运动。

12. 根据权利要求11所述的玻璃成型设备, 其中所述第一三轴支撑组件和所述第二三轴支撑组件中的每一个包括可倾斜的台面, 所述可倾斜的台面配置为顺应各自的第一汇流排组件和第二汇流排组件的倾斜。

13. 根据权利要求12所述的玻璃成型设备, 其中所述第一三轴支撑组件和所述第二三轴支撑组件中的每一个使用弹簧分别支撑所述第一汇流排组件和所述第二汇流排组件。

14. 根据权利要求11所述的玻璃成型设备, 其中所述第一三轴支撑组件支撑所述第三汇流排组件的第一部分, 并且所述第二三轴支撑组件支撑所述第三汇流排组件的第二部分。

15. 根据权利要求14所述的玻璃成型设备, 其中所述第一三轴支撑组件支撑所述第一分支汇流排, 并且所述第二三轴支撑组件支撑所述第二分支汇流排。

16. 根据权利要求1所述的玻璃成型设备, 其中所述边缘导向器组件包括结合到所述第一边缘导向器和所述第二边缘导向器的端盖, 并且所述端盖设置在所述成型体的所述第一端上方。

17. 根据权利要求1所述的玻璃成型设备, 其中所述第一汇流排组件、所述第二汇流排组件或所述第三汇流排组件中的至少一个包括配置为冷却通道, 经由所述冷却通道输送冷却流体。

18. 根据权利要求17所述的玻璃成型设备, 其中所述冷却通道包括与冷却流体源流体连通的中空管。

19. 根据权利要求18所述的玻璃成型设备, 其中所述中空管不与所述第一材料接触。

20. 根据权利要求1至19中任一项所述的玻璃成型设备, 其中所述电源配置为向所述边缘导向器组件提供三相幅值和相位可变电流。

21. 根据权利要求20所述的玻璃成型设备, 其中所述三相电源的第一相连接到所述第一汇流排组件, 所述三相电源的第二相连接到所述第二汇流排组件, 并且所述三相电源的第三相连接到所述第三汇流排组件。

22. 一种成型玻璃制品的方法, 包括:

向成型体提供熔融玻璃, 所述成型体包括第一汇聚成型表面和与所述第一汇聚成型表面相对的第二汇聚成型表面以及设置在所述成型体的第一端处的边缘导向器组件, 所述边缘导向器组件包括与所述第一汇聚成型表面接触的第一边缘导向器和与所述第二汇聚成型表面接触的第二边缘导向器, 所述第一边缘导向器和所述第二边缘导向器每个包括朝外表面;

使所述熔融玻璃流过所述成型体的所述汇聚成型表面以及所述第一边缘导向器和所述第二边缘导向器的所述朝外表面;

通过使电流流过所述边缘导向器组件来加热所述边缘导向器组件;

将所述熔融玻璃从所述成型体的底边缘拉出。

23. 根据权利要求22所述的方法, 其中所述电流包括三相电流。

24. 根据权利要求23所述的方法, 其中:

第一汇流排组件结合到所述第一边缘导向器;

第二汇流排组件结合到所述第二边缘导向器;

第三汇流排组件结合到将所述第一边缘导向器结合到所述第二边缘导向器的结合边

缘;以及

所述方法还包括向所述第一汇流排组件提供所述三相电流的第一相,向所述第二汇流排组件提供所述三相电流的第二相,以及向所述第三汇流排组件提供所述三相电流的第三相。

25.根据权利要求23所述的方法,其中还包括改变所述三相电流的至少一个相的幅值或相位角。

26.根据权利要求24所述的方法,其中所述第一相的幅值不同于所述第二相的幅值或所述第三相的幅值中的至少一个。

27.根据权利要求24所述的方法,其中所述电流的幅值和相位独立于所述电流的频率。

28.根据权利要求23至27中任一项所述的方法,还包括分别由第一三轴支撑组件和第二三轴支撑组件支撑所述第一汇流排组件和所述第二汇流排组件,所述第一三轴支撑组件和所述第二三轴支撑组件每个配置为支撑各自的汇流排组件沿三个正交轴的运动。

29.根据权利要求28所述的方法,其中所述第一三轴支撑组件支撑所述第三汇流排组件的第一部分,并且所述第二三轴支撑组件支撑所述第三汇流排组件的第二部分。

直热式边缘导向器组件

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于35U.S.C.§119条要求2022年3月16日申请的美国临时申请号63/320330的优先权,通过引用将其全文并入于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种玻璃制造设备,特别是一种成型设备,所述成型设备包括成型体和附装到成型体并配置为控制来自成型体的熔融玻璃的流动的电加热式边缘导向器。

背景技术

[0004] 玻璃制造工艺通常包括用于将熔融物质成型成有用的成品的设备,如玻璃板。玻璃板生产可以采取几种不同的形式,例如,浮法工艺、轧制工艺和熔合工艺,仅举几例。特别是在熔合工艺中,熔融材料,以下称为熔融玻璃,被提供给成型体,并由此作为熔融玻璃带状物被向下拉延。熔融玻璃带状物冷却后形成玻璃带状物,可以卷起来供将来使用,也可以分离成单独的玻璃板。在拉延过程中,表面张力导致熔融玻璃带状物的带横向收缩,从而减少了后续冷却玻璃带状物的宽度以及由此得到的玻璃制品的宽度。横向收缩导致熔融玻璃带状物的边缘变厚,产生所谓的“胎边”。为了减轻横向收缩和控制胎边的形成,在成型体上安装了在此称为“边缘导向器”的装置,有效地延长了成型体,并抵消了由带状物的横向收缩引起的宽度损失。

[0005] 虽然成型体可以由耐火陶瓷材料形成,但边缘导向器通常是金属并附装到成型体的两端。当熔融玻璃流过边缘导向器的表面时,熔融玻璃的温度可能会下降到熔融玻璃的液相线温度以下,并且熔融玻璃可能会沿着边缘导向器的边缘结晶。这种晶体生长,在这里称为析晶,或“析出”,可以导致玻璃带状物缺陷和破坏稳定的胎边的发展。需要一种有效的方法来减轻析出。

发明内容

[0006] 因此,在本发明的第一方面中,描述了一种玻璃成型设备,其包括成型体,所述成型体包括第一汇聚成型表面和第二汇聚成型表面,所述第一汇聚成型表面和第二汇聚成型表面沿成型体的底边缘结合。所述玻璃成型设备还包括设置在成型体的第一端处的边缘导向器组件,所述边缘导向器组件包括与第一汇聚成型表面接触的第一边缘导向器和与所述第二汇聚成型表面接触并且沿边缘部接头结合到第一边缘导向器的第二边缘导向器。所述玻璃成型装置还包括结合到第一边缘导向器的第一汇流排组件、结合到第二边缘导向器的第二汇流排组件、在边缘部接头处结合到边缘导向器的第三汇流排组件。第一汇流排组件、第二汇流排组件和第三汇流排组件电连接到配置为向边缘导向器组件提供交流电流的电源。

[0007] 在第二方面中,第一方面的第一边缘导向器可以包括第一增厚的底边缘部,并且第二边缘导向器包括第二增厚的底边缘部,第一增厚的底边缘部在边缘部接头处结合到第

二增厚的底边缘部。

[0008] 在第三方面中,第二方面的第一汇流排组件可以包括结合到第一增厚的边缘部的由第一材料形成的第一汇流排和结合到第一汇流排的由不同于第一材料的第二材料形成的第二汇流排。

[0009] 在第四方面中,第二方面或第三方面的第二汇流排组件可以包括结合到第二增厚的边缘部的由第一材料形成的第三汇流排和结合到第三汇流排的由第二材料形成的第四汇流排。

[0010] 在第五方面中,第三或第四方面中的第三汇流排组件可以包括结合到边缘部接头的由第一材料形成的中央汇流排、结合到中央汇流排的第一分支汇流排和结合到中央汇流排的第二分支汇流排,第一分支汇流排包括结合到中央汇流排的由第一材料形成的第一汇流排段和结合到第一汇流排段的由不同于第一材料的第二材料形成的第二汇流排段,第二分支汇流排包括结合到中央汇流排的由第一材料形成的第三汇流排段和结合到第三汇流排段的由第二材料形成的第四汇流排段。

[0011] 在第六方面中,第一汇流排组件、第二汇流排组件和第三汇流排组件的第一材料与第二材料之间的界面可以被定位于周围可变形耐火绝缘材料内。

[0012] 在第七方面中,第三到第六方面任一方面中的第一边缘导向器和第二边缘导向器可以由第一材料形成。

[0013] 在第八方面中,第三到第七方面中任一方面中的第一材料可以包括铂。

[0014] 在第九方面中,第三到第八方面中任一方面中的第二材料可以包括镍。

[0015] 在第十方面中,第一到第九方面中任一方面中的边缘部接头可以位于成型体的底边缘下方。

[0016] 在第十一方面中,第一到第十方面中任一方面中的第一汇流排组件和第二汇流排组件分别可由第一三轴支撑组件和第二三轴支撑组件支撑,第一三轴支撑组件和第二三轴支撑组件每个配置为支撑各自汇流排组件沿三个正交轴的运动。

[0017] 在第十二方面中,第十一方面的第一三轴支撑组件和第二三轴支撑组件中的每一个可以包括可倾斜的台面,其所述可倾斜的台面配置为顺应各自的第一汇流排组件和第二汇流排组件的倾斜。

[0018] 在第十三方面中,第十一方面或第十二方面的第一三轴支撑组件和第二三轴支撑组件中的每一个可以使用弹簧分别支撑第一汇流排组件和第二汇流排组件。

[0019] 在第十四方面中,第十一方面的第一三轴支撑组件可以支撑第三汇流排组件的第一部分,第二三轴支撑组件可以支撑第三汇流排组件的第二部分。

[0020] 在第十五方面中,第十四方面的第一三轴支撑组件可以支撑第一分支汇流排,并且第二三轴支撑组件可以支撑第二分支汇流排。

[0021] 在第十六方面中,第一到第十五方面中的任一方面的边缘导向器组件可以包括结合到第一边缘导向器和第二边缘导向器的端盖,并且所述端盖设置在成型体的第一端上方。

[0022] 在第十七方面中,第一到第十六方面中的任一方面的第一汇流排组件、第二汇流排组件或第三汇流排组件中的至少一个可以包括冷却通道,经由所述冷却通道输送冷却流体。

- [0023] 在第十八方面中,冷却通道可以包括与冷却流体源流体连通的中空管。
- [0024] 在第十九方面中,第十八方面的中空管可以不与第一材料接触。
- [0025] 在第二十方面中,第一到第十九方面中任一方面的电源可配置为向边缘导向器组件提供三相幅值和相位可变电流。
- [0026] 在第二十一方面中,第二十方面的三相电源的第一相可以连接到第一汇流排组件,第二十方面的三相电源的第二相可以连接到第二汇流排组件,第二十方面的三相电源的第三相可以连接到第三汇流排组件。
- [0027] 在第二十二方面中,公开了一种成型玻璃制品的方法,包括向成型体提供熔融玻璃,所述成型体包括第一汇聚成型表面和与第一汇聚成型表面相对的第二汇聚成型表面以及设置在成型体第一端处的边缘导向器组件,边缘导向器组件包括与第一汇聚成型表面接触的第一边缘导向器和与第二汇聚成型表面接触的第二边缘导向器,第一边缘导向器和第二边缘导向器每个包括朝外表面。所述方法还可以包括使熔融玻璃流过成型体的汇聚成型表面以及第一边缘导向器和第二边缘导向器的朝外表面,通过使电流流过边缘导向器组件来加热边缘导向器组件,以及将熔融玻璃从成型体的底边缘拉出。
- [0028] 在第二十三方面中,第二十二方面的电流可以包括三相电流。
- [0029] 在第二十四方面中,第一汇流排组件结合到第一边缘导向器,第二汇流排组件结合到第二边缘导向器,第三汇流排组件结合到将第一边缘导向器结合到第二边缘导向器的结合边缘,所述方法还可以包括向第一汇流排组件提供三相电流的第一相、向第二汇流排组件提供三相电流的第二相以及向第三汇流排组件提供三相电流的第三相。
- [0030] 在第二十五方面中,第二十三方面的方法还可以包括改变三相电流的至少一个相的幅值或相位角。
- [0031] 在第二十六方面中,第二十五方面的第二十四方面的第一相的幅值可以不同于第二相或第三相的至少一个的幅值。
- [0032] 在第二十七方面中,第二十四方面的电流的幅值和相位可以独立于电流的频率。
- [0033] 在第二十八方面中,第二十三到第二十七方面中的任一方面的方法还可以包括分别用第一三轴支撑组件和第二三轴支撑组件支撑第一汇流排组件和第二汇流排组件,第一三轴支撑组件和第二三轴支撑组件每个配置为支撑各自的汇流排组件沿三个正交轴的运动。
- [0034] 在第二十九方面中,第二十八方面的第一三轴支撑组件可以支撑第三汇流排组件的第一部分,第二十八方面的第二三轴支撑组件可以支撑第三汇流排组件的第二部分。
- [0035] 前面的一般描述和下面的详细描述提出了实施方式,旨在为理解在此公开的实施方式的性质和特征提供概述或框架。附图提供进一步的理解,并被纳入并构成本说明书的一部分。附图示出了本发明的各种实施方式,并与描述一起解释其原理和操作。

附图说明

- [0036] 图1是根据本发明的示例性玻璃制造设备的示意图;
- [0037] 图2是示出了边缘导向器组件和汇流排组件的一部分的示例性成型体的横截面的透视图;
- [0038] 图3是示例性边缘导向器组件和汇流排组件的透视图,没有示出成型体;

[0039] 图4是示例性边缘导向器组件和汇流排组件的另一透视图,示出了附装到汇流排组件的冷却装置;

[0040] 图5是示出了边缘导向器组件和汇流排组件的示例性成型设备的立面横截面视图;

[0041] 图6是用于支撑汇流排组件的三轴支撑组件的横截面视图;

[0042] 图7是图6的三轴支撑组件的局部横截面视图;

[0043] 图8是用于为边缘定向器组件供电的示例性电源电路的示意图;

[0044] 图9是图8所示电路的简化等效电路;

[0045] 图10是另一示例性边缘导向器组件和汇流排组件的透视图,没有示出成型体,且配置为由单电相加热。

具体实施方式

[0046] 现在将详细地参考本发明的实施方式,其示例在附图中示出。在可能的情况下,在图中使用相同的附图标记来表示相同或类似的部件。然而,本发明可以以许多不同的形式体现,并且不应被解释为局限于这里所述的实施方式。

[0047] 如在这里中使用的,术语“大约”是指数量、尺寸、配方、参数和其他数量和特征不是也不必是精确的,但可以根据需要近似和/或较大或较小,反映公差、转换因子、舍入、测量误差等,以及本领域技术人员已知的其他因素。

[0048] 这里的范围可以表示为从“大约”一个值,和/或到“大约”另一个值。当表达这样一个范围时,另一实施方式包括从一个特定值到另一个特定值。类似地,当值通过使用先行词“大约”表示为近似值时,可以理解为所述特定值形成了另一个实施方式。可以进一步理解,每个范围的端点都相对于另一个端点显著,并且独立于另一个端点。

[0049] 此处使用的方向术语-例如上、下、右、左、前、后、顶、底、向上、向下等-仅参考所绘制的图形而作,并不意味着绝对方向。

[0050] 除非另有明确说明,否则绝不打算将这里所述的任何方法解释为要求其步骤以特定顺序执行,也不要求使用任何设备,特定方向。因此,方法权利要求并不实际详述步骤应遵循的顺序,或任何设备权利要求实际上并不详述单个元件的顺序或取向,或者它不特别声明,声称或描述的步骤将被限制在一个特定的顺序,或者在权利要求或描述中不会特定叙述将步骤限定到特定的顺序,或者并不详述设备的元件的特定顺序或取向,这绝不是为了在任何方面推断顺序或取向。这适用于任何可能的非表达的解釋基础,包括:与步骤安排、操作流程、组件顺序或组件方向相关的逻辑问题;由语法组织或标点符号衍生的简单意思;说明书中描述的方面的数量或类型。

[0051] 此处使用的单数形式包括复数引用,除非上下文另有明确规定。因此,例如,对组件的引用包括具有两个或多个这样的组件的方面,除非上下文明确地另有指示。

[0052] “示例性”、“示例”或其各种形式在此用于表示作为示例、实例或说明。在此作为“示例性”或“示例”描述的任何方面或设计都不应被解释为优于或优于其他方面或设计。此外,提供示例仅为清晰和理解的目的,并不意味着以任何方式限制或限制所披露的主题或本发明的相关部分。可以理解的是,本可以提出无数范围不同的其他或替代例子,但为了简洁起见而省略了这些例子。

[0053] 如这里使用的,除非另有说明,术语“包括”和“包含”及其变型应被解释为同义的和开放式的。在包括或包含过渡短语之后的元件列表是非排他性列表,因此除了列表中具体列举的元件之外,还可以存在元件。

[0054] 术语“基本”、“基本上”及其在本文中使用的变型意在表示所描述的特征等于或近似等于一个值或描述。例如,“基本平面的”表面旨在表示平面或近似平面的表面。此外,“基本上”是指两个值相等或近似相等。术语“基本上”可表示彼此相差约10%以内的值,例如,彼此相差约5%以内,或彼此相差约2%以内。

[0055] 正如这里所使用的耐火材料是一种非金属无机材料,它是多晶、多相、无机、多孔、非均匀的,适合作为暴露在超过538℃的温度下的设备或系统的组件。例如,耐火材料可以包括但不限于铝、硅、镁、钙、钇和锆的氧化物。耐火材料可以包括粘结材料。

[0056] 正如这里所使用的电气汇流(例如汇流排(bus bar)、汇流排部、汇流排段等)是指设计用于在电源和负载之间传递电流的坚固刚性金属构件。相反,设计用于携带这里所述量级电流的电缆包括包含在电隔离护套材料内的多个缠绕(例如,螺旋缠绕)金属导体(电线)。

[0057] 图1所示的是一种示例性玻璃制造设备10。玻璃制造装置10包括具有熔化容器14的玻璃熔化炉12。除了熔化容器14之外,玻璃熔化炉12还可以可选地包括一个或多个附加组件,如加热元件(例如,燃烧器和/或电极),其配置为加热原料并将原料转化为熔融物质(以下简称熔融玻璃)。例如,熔化容器14可以是电助推熔化容器,其中能量通过燃烧器和直接加热添加到原料,其中电流通过原料,电流从而通过原料的焦耳加热添加能量。

[0058] 玻璃熔化炉12可以包括减少熔化容器热损失的其他热管理装置(例如,隔热组件)。玻璃熔化炉12可以包括电子和/或机电装置,以便于原料熔化成玻璃熔体。玻璃熔化炉12可以包括支撑结构(例如,支撑底盘、支撑构件等)或其他元件。

[0059] 熔化容器14可以由耐火材料形成,例如,由氧化铝或氧化锆组成的耐火陶瓷材料,尽管耐火陶瓷材料可以包括其他耐火材料,如钇(例如,钇、钇稳定氧化锆、磷酸钇)、锆石($ZrSiO_4$)或氧化铝-氧化锆-二氧化硅,甚至氧化铬,可以交替使用或以任何组合使用。在一些示例中,熔化容器14可由耐火陶瓷砖制成。

[0060] 玻璃熔化炉12可以作为玻璃制造设备的组成部分,配置为制造玻璃制品,例如玻璃带状物,不过所述玻璃制造设备可以不受限制地配置为制造其他玻璃制品,例如玻璃棒、玻璃管、玻璃罩(例如,用于照明设备的玻璃罩,例如灯泡)和玻璃透镜。在一些示例中,玻璃熔化炉12可以包括在玻璃制造设备中,所述玻璃制造设备包括槽拉设备、浮浴设备、下拉设备(例如,熔合下拉设备)、上拉设备、压紧设备、轧制设备、拉管设备或任何其他会受益于本发明的玻璃制造设备。作为示例,图1示意性地示出了玻璃熔化炉12作为熔合下拉玻璃制造设备10的元件,用于熔合拉出玻璃带状物以便后续加工成单个玻璃板或将玻璃带状物滚到线轴上。如这里所使用的,熔合拉延包括使熔融玻璃在倾斜的,例如,收敛的,成型体的侧面上流动,其中所产生的熔融物质流在成型体的底部结合,或“熔合”形成玻璃带状物。

[0061] 玻璃制造设备10可选地包括位于熔化容器14上游的上游玻璃制造设备16。在一些示例中,上游玻璃制造设备16的一部分或整个设备可以作为玻璃熔化炉12的一部分。

[0062] 如图1所示,上游玻璃制造设备16可以包括原料储存仓18、原料输送装置20和连接到原料输送装置20的电机22。原料储存仓18可配置为储存原料24,所述原料24可通过箭头

26所示的一个或多个进料端口进入玻璃熔化炉12的熔化容器14。原料24通常包括一种或多种玻璃形成金属氧化物和一种或多种改性剂。在一些示例中,原料输送装置20可以由电机22提供动力,将预定数量的原料24从原料储存仓18输送到熔化容器14。在进一步的示例中,电机22可以为原料输送装置20提供动力,以基于从熔化容器14下游感应到的相对于熔融玻璃的流动方向的熔融玻璃水平,以控制的速度引入原料24。随后,熔化容器内的原料被加热形成熔融玻璃。一般地,原料以颗粒的形式添加到熔化容器中,例如各种“砂”。原料24还可以包括以前熔化和/或成型作业中产生的废玻璃(即碎玻璃)。可以使用燃烧器来开始熔化过程。在电助推熔融过程中,一旦原料的电阻被燃烧器充分降低,电助推可以通过在与原料接触的电极之间产生电势开始,从而在原料中建立电流,原料通常进入或处于熔融状态。

[0063] 玻璃制造设备10还可以包括下游玻璃制造设备30,相对于熔融玻璃28的流动方向,所述下游玻璃制造设备位于玻璃熔化炉12的下游。在一些示例中,下游玻璃制造设备30的一部分可以作为玻璃熔化炉12的一部分并入。例如,下面讨论的第一连接管路32,或下游玻璃制造设备30的其他部分,可以作为玻璃熔化炉12的一部分并入。

[0064] 下游玻璃制造设备30可以包括第一调节室,如细化容器34,位于熔化容器14的下游,并通过上述第一连接管路32耦接到熔化容器14。在一些示例中,熔融玻璃28可以通过第一连接管路32从熔化容器14经由重力输送到细化容器34。因此,第一连接管路32为熔融玻璃28提供了从熔化容器14到细化容器34的流动路径。然而,其他的调节室可以位于熔化容器14的下游,例如在熔化容器14和细化容器34之间。在一些实施方式中,可以在熔化容器和细化室之间适用调节室。例如,在进入细化室之前,来自初级熔化容器的熔融玻璃可在次级熔化(调节)容器中进一步加热或在次级熔化容器中冷却至低于初级熔化容器中熔融玻璃的温度的温度。

[0065] 可以用各种技术从熔融玻璃中除去气泡。例如,原料24可以包括多价化合物(即细化剂),如氧化锡,当加热时,发生化学还原反应并释放氧气。其他合适的细化剂可以包括但不限于砷、锑、铁和/或铈,但由于砷和锑的毒性,在某些应用中可能出于环境原因而不鼓励使用。例如将细化容器34加热到温度大于熔化容器的内部温度,从而将细化剂加热到足以进行化学还原的反应温度。熔融玻璃中包括的一种或多种细化剂在温度诱导下化学还原所产生的氧气可以扩散到熔化过程中产生的气泡中。膨胀的气泡具有增加的浮力,然后上升到细化容器内熔融玻璃的自由表面,然后从细化容器排出,例如通过与自由表面以上的大气进行流体连通的通风管排出。

[0066] 下游玻璃制造设备30还可以包括另一个调节室,例如混合设备36,例如搅拌容器,用于混合从细化容器34流向下流的熔融玻璃。混合设备36可用于提供均匀的玻璃熔体组合物,从而减少在离开细化容器的熔融玻璃内可能存在的化学和/或热不均匀性。如图所示,细化容器34可通过第二连接管路38耦接到混合设备36。因此,熔融玻璃28可以通过第二连接管路38从细化容器34经由重力输送到混合设备36。通常,混合设备36内的熔融玻璃包括自由表面,在自由表面和混合设备的顶部之间延伸有自由(例如,气体)体积。虽然混合设备36相对于熔融玻璃28的流动方向显示在细化容器34的下游时,但是在其他实施方式中,混合设备36可以位于细化容器34的上游。下游玻璃制造设备30可以包括多个混合设备,例如,细化容器34上游的混合设备和细化容器34下游的混合设备。当使用时,多个混合设备可以具有相同的设计,也可以彼此具有不同的设计。此处公开的一个或多个容器和/或管路可以

包括放置在其中的静态混合叶片,以进一步促进熔融材料的混合和随后的均质化。

[0067] 下游玻璃制造设备30还可以包括另一个调节室,例如位于混合设备36下游的输送容器40。输送容器40可以作为蓄能器和/或流量控制器,通过出口管路44向成型体42提供熔融玻璃28的一致流动。在一些实施方式中,输送容器40内的熔融玻璃可以包括自由表面,其中自由体积从自由表面向上延伸到输送容器的顶部。如图所示,混合设备36可通过第三连接管路46耦接到输送容器40,其中熔融玻璃28可通过第三连接管路46从混合设备36经由重力输送到输送容器40。

[0068] 下游玻璃制造设备30还可以包括配置为成型玻璃制品(例如玻璃带状物)的成型设备48。因此,成型设备48可以包括下拉装置,例如溢流下拉装置,其中出口管路44定位成将熔融玻璃28从输送容器40输送到成型体42的进口管路50。熔合下拉玻璃制造设备中的成型体可以包括位于成型体上表面的槽52,以及沿成型体的底边缘(根部)58在拉延方向56上收敛的相对的收敛成型面54。通过输送容器40、出口管路44和进口管路50输送到成型体槽52的熔融玻璃溢出槽52的壁面,并作为熔融玻璃的分离流沿汇聚成型表面54下降。熔融玻璃的分离流在根部58下方并沿根部58结合以通过向熔融玻璃带状物施加向下的张力,如通过重力和相反的、反向旋转的拉辊62,产生从根部58向拉延方向56拉出的熔融玻璃带状物。因为熔融玻璃冷却和熔融玻璃的粘度增加,施加向下的张力和熔融玻璃的温度可以用来控制玻璃带状物的尺寸。因此,熔融玻璃带状物经历了从粘性状态到粘弹性状态再到弹性状态的粘度转变,并获得了赋予玻璃带状物60稳定尺寸特征的力学性能。然后可以对玻璃带状物60进行刻痕,然后将其分成较短的长度,例如分成玻璃板64。替代性地,玻璃带状物60也可以用线轴缠绕。玻璃带状物刻痕设备66可以包括刻痕工具68、位于玻璃带状物对面与刻痕工具相对的支撑杆70(例如,砧)以及一个或多个可应用于玻璃带状物表面以在刻痕操作期间控制玻璃带状物运动的缩口构件72。玻璃带刻痕设备80可以包括能够沿拉延方向以拉延速度垂直移动的龙门架(未示出)。玻璃板可由机器人从玻璃带状物上取下。例如,机器人74可在刻痕处弯曲玻璃带状物,使玻璃带状物沿刻痕分离,形成玻璃板。

[0069] 下游玻璃制造设备30的元件,包括连接管路32、38、46、细化容器34、混合设备36、输送容器40、出口管路44或进口管路50中的任何一个或多个,都可以由贵金属制成。适用的贵金属包括从铂、铱、铑、钌、钨和钽组成的铂族金属或其合金中选择的铂族金属。例如,玻璃制造设备的下游元件可以由铂铑合金形成,其中包括按重量计约70%至约90%的铂和按重量计约10%至约30%的铑。

[0070] 成型设备48还可以包括外罩80,其中成型体42设置在外罩内。外罩80配置为在玻璃带状物经历粘度转变时为玻璃带状物维持受控的热环境。外罩80可以是一个单独的外罩或者包括多个部分。例如,外罩80可以包括上部壳体成型体42和一个或多个下部。可以在上部和下部之间设置通常水平滑动(未示出)的门以减少上部环境的冷却,例如来自于加热空气产生的向上气流(例如,烟囱效应)或更冷的下游设备。

[0071] 外罩80可以由耐火材料形成,如碳化硅、氧化铝和锆石,但可以包括额外或替代的金属部件,例如各种钢梁、桁架、墙板等,以及配置为进一步控制外壳内热环境的耐火绝缘板。外罩80还可以包括多个热元件82,例如,加热和/或冷却元件,它们设置在外罩内,例如,沿着外壳的壁面,以加热成型体和其中的熔融玻璃,并冷却从成型体中拉出的玻璃带状物。加热元件可以是线圈和/或条(棒)形式的电阻加热元件。冷却元件可以包括冷却流体流经

的冷却管。将由成型体42形成的玻璃制品(例如,玻璃带状物)向下拉伸通过外罩80,并由多个热元件产生的预定和仔细控制的温度曲线进行调节,温度曲线选择成减少玻璃带状物中可能影响玻璃带状物形状的残余应力。

[0072] 当熔融玻璃28流过收敛的成型表面54,并从成型体42的根部58下降时,熔融玻璃在与拉伸方向56正交的方向上横向收缩。这种横向收缩减小了从成型体42拉出的玻璃带状物的宽度。为了减轻横向收缩,在成型体的第一端处,第一边缘导向器组件100a附装到成型体42,在成型体42的第二端,第二边缘导向器组件100b附装到成型体42。边缘导向器组件100a、100b增加了收敛成型表面54的表面积,有效地延长了根部58的长度,从而抵消了横向收缩。边缘导向器组件100a、100b各包括一对犁齿形部件,它们沿成型体长度的至少一部分延伸。边缘导向器组件100a、100b每个包括两个相对的边缘导向器,位于成型体的相对两侧,共有两个边缘导向器组件和四个边缘导向器。在成型体末端处的成型体相对两侧的一对相对的边缘导向器被附装在一起,形成边缘导向器组件。因此,一个边缘导向器组件100a定位在成型体的入口端(其中熔融玻璃从入口管路50进入成型体),第二边缘导向器组件100b定位在成型体的另一端。以下提供了位于成型体42的第一端处的单个边缘导向器组件100a的描述,可以理解位于成型体相对的第二端的第二边缘导向器组件可以基本上类似于第一边缘导向器组件。

[0073] 图2是成型体42的一端(例如,入口端)的透视图,示出了第一边缘导向器组件100a(只显示了边缘导向器组件的单个边缘导向器),而图3是边缘导向器组件100a的透视图,所述边缘导向器组件100a显示了一对相对的边缘导向器,但为清楚起见而移除了成型体。即,边缘导向器组件100a包括相对第一汇聚成型表面54a定位的第一边缘导向器102a和相对第二汇聚成型表面54b定位的第二边缘导向器102b。第一边缘导向器102a与第一汇聚成型表面54a接触,并且包括第一向外弯曲表面104a,而第二边缘导向器102b与第二汇聚成型表面54b接触,并且包括第二向外弯曲表面104b。第一边缘导向器102a和第二边缘导向器102b还可以分别包括坝形部106a、106b,其相对于成型体42(例如,聚合成型表面54)延伸约90度。坝形部106a、106b防止熔融玻璃溢出超过边缘导向器组件。如图2所示,坝形部106a、106b可以形成位于成型体42的进口端之上的端盖108的一部分。

[0074] 例如,第一向外弯曲表面104a和第二向外弯曲表面104b可以是锥面。例如,通过焊接,将面向内、朝向成型体中部的相对的第一边缘导向器102a和第二边缘导向器102b的边缘结合起来,从而形成位于根部58下方的结合边缘112。第一边缘导向器102a和第二边缘导向器102b的第一底边缘部114a和第二底边缘部114b可以增厚,例如,通过在边缘导向器上层压(例如,焊接)额外的材料,使每个边缘导向器的底边缘部比每个各自的边缘导向器的剩余上部更厚。结合边缘112可以包括第一增厚的底边缘部114a和第二增厚的底边缘部114b。即,结合边缘112可以由各边缘导向器的增厚的底边缘部的相交部形成。

[0075] 当熔融玻璃沿成型体42向下流动,并流过第一、第二边缘导向器102a、102b的朝外表面104a、104b时,熔融玻璃的温度降低,粘度增大。所有玻璃对于一种或多种晶体化合物都是不稳定的。只要有适当的温度转变,玻璃就会结晶。形核和晶体生长是必需的。形核动力学涉及玻璃小区域形成的自由能和原子进出所述区域的输运。超过一些临界尺寸,界面能变得不重要,晶体生长可以通过界面扩散过程进行。这两个过程的动力学取决于过冷程度($T_L - T$),其中 T_L 表示熔融玻璃的液相线温度, T 是当前熔融玻璃温度。液相线温度是熔体保

持液态的温度,代表晶体可以与熔体共存的最高温度。在这两种情况下,随着过冷度的增加而增加的热力学驱动力和随着过冷度的增加而减少的扩散项的相互竞争性质导致了在温度低于 T_L 时最大的形核和晶体生长速度。如果熔融玻璃的温度低于材料的液相线温度,并且熔融玻璃在所述温度下停留足够长的时间,就可能发生结晶。

[0076] 玻璃中偶然或不受控制地形成晶体被称为晶体析出,晶体的生长通常被称为“析出”。析出对玻璃的光学和机械性能是有害的。在某些玻璃中,形核和晶体生长速率曲线可能非常接近重合,导致在较宽的温度范围内均质形核和晶体生长。在更稳定的玻璃中,在液相温度下,高粘度和低扩散系数的结合消除了均匀形核的担忧。然而,非均相形核可能发生在杂质颗粒或其他不连续性存在的表面。因此,在熔融玻璃-边缘导向器界面的长时间停留和可能低于熔融玻璃的液相线温度的温度的组合可能导致析出积聚在边缘导向器上,特别是沿边缘导向器的底边缘(例如底部)和坝形部的下部。将析出物加热到高于液相线温度的温度可以使析出物回到熔融玻璃中的溶液中和/或阻止它形成。

[0077] 热元件82,例如电阻式加热元件,可沿成型体42的中间部分放置在成型体根部58附近,并布置对成型体42的根部58进行加热。这种加热元件已被证明可以有效地防止沿根部的析出。然而,边缘导向器组件放置在成型体最冷的部分附近,在成型体的末端,最靠近外罩80的端壁,虽然各种加热设备已经被用于通过辐射加热来加热边缘导向器,但这种加热设备具有局限性,其中最重要的是在成型体末端附近的其他成型设备的集中度,这可能会干扰加热元件的有效放置和辐射效应。这些其他的设备使得将热量引导到边缘导向器,尤其使引导到最容易形成析出的边缘导向器的底边缘,在防止析出方面很困难,也不是完全有效。析出会导致玻璃带状物缺陷,破坏稳定的带状物边缘(胎边)发展。析出还会干扰横向收缩减缓,从而导致带状物衰减增加,可用带状物宽度减少。此外,如果任由晶体生长继续下去,晶片会从边缘导向器脱落并夹带在玻璃带状物中,在其中形成缺陷。

[0078] 为了克服边缘导向器辐射加热造成的局限性,汇流排组件附装到边缘导向器组件,汇流排组件配置为引导电流通过边缘导向器组件,特别是通过增厚的底部边缘部分。第一汇流排组件200a附装到第一边缘导向器102a的第一增厚的底边缘部114a,第二汇流排组件200b附装到第二边缘导向器102b的第二增厚的底边缘部114b。第三汇流排组件200c附装在第一边缘导向器102a和第二边缘导向器102b之间的结合边缘112(例如,结合边缘112的背面)处,更具体地说,附装在两个相对的增厚的底边缘部114a、114b的交叉处。

[0079] 如图4中最佳看出的,第一汇流排组件200a包括由第一金属形成的第一汇流排202a和由第二金属形成的第二汇流排204a。第一汇流排202a的第一端206a可以通过比如焊接的方式结合到第一边缘导向器102a的第一增厚的底边缘部114a。第一汇流排202a可由与第一边缘导向器102a相同的金属构成。例如,第一金属可以包括铂。第一金属可由铂合金形成,如包括按重量计约70%至约90%的铂和按重量计约10%至约30%的铑的铂铑合金。但是,其他铂族金属,例如钌、钯、钨、铱或其合金(例如与铂或铑中的一种或两种进行合金)可以替代或添加使用。在此类应用中可能有用的其他高温金属可以包括钼、钛、钨或钽,通常作为合金金属。第一汇流排202a的第二端208a可以通过焊接等方式结合到第二汇流排204a的第一端210a。正如稍后会描述的与第一边缘导向器102a隔开的第二汇流排204a完全或主要位于外罩80之外,可以由与第一汇流排202a相比耐温度更低的第二金属(例如,与第一金属不同的金属)形成,例如镍、铜、银、其合金或适合所涉及的操作温度和预期的电流承载能

力的其他金属。除非另有说明,此处使用的第一金属和第二金属至少是指就第一汇流排202a和第二汇流排204a所述的第一和第二金属。第一汇流排202a与第二汇流排204a的结合在第一汇流排202a与第二汇流排204a之间形成第一边界212a,例如,在第一汇流排组件200a的第一金属与第二金属之间。

[0080] 类似地,第二汇流排组件200b包括由第一金属形成的第三汇流排202b和由第二金属形成的第四汇流排204b,其类似于第一汇流排组件200a布置。第三汇流排202b的第一端206b结合到第二边缘导向器102b,例如结合到第二增厚的底边缘部114b,第三汇流排202b的第二端208b结合到第四汇流排204b的第一端210b。第三汇流排202b与第四汇流排204b的结合在第三汇流排202b与第四汇流排204b之间形成第二边界212b,即第三汇流排202b的第一金属与第四汇流排204b的第二金属之间。第三汇流排202b可由与第二边缘导向器102b相同的金属构成,例如,与第一汇流排202a相同的第一金属构成,而与第二边缘导向器102b隔开的第四汇流排204b可由与第二汇流排204a相同的第二金属构成。

[0081] 第三汇流排组件200c包括结合到第一边缘导向器102a和第二边缘导向器102b之间的结合边缘112的中央汇流排214(例如,第一增厚的底边缘部114a和第二增厚的底边缘部114b的交点),例如通过焊接。第一分支汇流排216a和第二分支汇流排216b从中央汇流排214向外延伸,并通过焊接等方式结合。例如,第一分支汇流排216a和第二分支汇流排216b可以向相反的方向延伸,例如与中央汇流排214正交,不过也可以想到其他角度。即第一分支汇流排216a可与第二分支汇流排216b 180度布置。例如,中央汇流排214、第一分支汇流排216a和第二分支汇流排216b可以形成“T”形。中央汇流排214可由第一金属构成,例如,第一汇流排202a的第一金属。第一分支汇流排216a还可以包括第一汇流排段218a和第二汇流排段220a,第一汇流排段218a包括第一金属,第二汇流排段220a包括第二金属。第一汇流排段218a在一端处结合到中央汇流排段214,第二汇流排段220a在另一端处结合到中央汇流排段214,比如通过焊接等方式。第一汇流排段218a与第二汇流排段220a的结合在第一汇流排段218a与第二汇流排段220a之间形成第三边界212c,例如,在第一金属与第二金属之间。

[0082] 类似地,第二分支汇流排216b可以包括第三汇流排段218b,第三汇流排段218b包括第一金属,第四汇流排段220b包括第二金属,其中第三汇流排段218b在一端处结合到中央汇流排214,第四汇流排段220b在另一端处结合到中央汇流排214,比如通过焊接等方式。第三汇流排段218b与第四汇流排段220b的结合在第三汇流排段218b与第四汇流排段220b之间形成第四边界212d,例如,在第一金属与第二金属之间。

[0083] 因此,边缘导向器组件100a、第一汇流排组件200a、第二汇流排组件200b和第三汇流排组件200c可以通过焊接等方式结合在一起,以形成附装到成型体42上的单一直热组件300。虽然图中没有显示,但直热组件300可以包括端盖108。

[0084] 参考图5,当成型体42和边缘导向器组件100a(和边缘导向器组件100b)位于外罩80内时,第一汇流排组件200a、第二汇流排组件200b和第三汇流排组件200c可以从边缘导向器组件100a穿过外罩80的开口延伸,并从外罩80内部延伸到外罩80外部,以方便连接到电源。也就是说,第一汇流排组件200a、第二汇流排组件200b和第三汇流排组件200c中的每一个的至少一部分可以穿过外罩80的开口延伸到外罩外部的环境。第一汇流排组件200a和第三汇流排组件200c的第一分支汇流排216a的至少部分可以布置为从成型体42向外延伸的汇流排对222,例如,正交于各自的汇聚成型表面。类似地,第二汇流排组件200b和第三汇

流排组件200c的第二分支汇流排216b的至少部分可以布置为从成型体42向外延伸的汇流排对224,例如,在与第一汇流排组件200a和第一分支汇流排216a相反的方向上,例如,正交于相对的汇聚成型表面。因此,第一汇流排对222可以从第一边缘导向器102a延伸(例如,第一汇流排组件200a和第一分支汇流排216a的部分),第二汇流排对224可以从第二边缘导向器102b延伸。各汇流排对延伸所通过的开口的尺寸使汇流排对222、224能够例如沿三个正交轴移动。

[0085] 外罩80内的温度变化,例如在外罩80的内部加热期间,例如外罩80的上部和其中的成型体,可引起成型体42的尺寸变化。也就是说,无论是由于计划中的温度变化(例如,玻璃制造工艺的启动或关闭)还是计划外的温度变化(例如,电力损失),成型体可能由于外罩中的温度变化而经历热膨胀和/或收缩。由于边缘导向器组件附装到成型体,并且各自的边缘导向器可以结合在一起以形成单一结构,成型体的运动,例如由于热膨胀或收缩,将导致直热组件300的相关运动,特别是相关汇流排组件相对于外罩的相关运动。如果汇流排组件受到约束,不允许与成型体一起移动,则应力可能施加在成型体、边缘导向器组件和/或汇流排组件上。如果汇流排组件无法随成型体移动,则边缘导向器组件、汇流排组件或成型体中的任何一个或多个都可能损坏。因此,汇流排对延伸通过的开口可以填充可变形绝缘材料230,例如,可顺应汇流排的运动的耐火绝缘材料。如这里所使用的,可变形绝缘材料是一种绝缘材料,当被边缘导向器组件压紧时屈服,但当压力解除时弹回位置。例如,可变形绝缘材料可以包括插入汇流排组件延伸通过的外罩开口并在开口中围绕汇流排的耐火羊毛(例如,纤维耐火材料),不过可以使用其他形式的耐火绝缘材料,能够变形或以其他方式顺应放置绝缘材料的汇流排的水平和/或竖直运动。

[0086] 此外,每个汇流排对222、224可以由三轴支撑组件支撑,三轴支撑组件配置为顺应边缘导向器组件沿三个相互正交的轴中的任意一个的移动。例如,第一汇流排对222可由第一三轴支撑组件240a支撑,第二汇流排对224可由第二三轴支撑组件240b支撑。图6示出了第一三轴支撑组件240a,可以理解第二三轴支撑组件240b可以与第一三轴支撑组件240a相似或相同。每个三轴支撑组件可以配置为沿三个相互正交的轴(例如,X、Y和/或Z轴)移动,三轴支撑组件将汇流排组件耦接到合适的结构支撑,例如用于外罩80的建筑钢和/或支撑钢结构。例如,三轴支撑组件可以包括布置有台面的线性载玻片。例如,第一三轴支撑组件240a和第二三轴支撑组件240b的三个轴可以沿两个正交的水平轴(例如,X和Y)和与X轴和Y轴都正交的垂直轴(Z)布置。参照图6,第一三轴支撑组件240a可以包括底座242、第一轨道244、配置为沿轨道244在第一方向滑动的第一台面246,例如,在交叉点处由X用点表示的进出图6页面的方向上,并进一步表示为 $\pm Y$ 方向。第一三轴支撑组件240a还可以包括第二台面248,配置为在与第一方向正交的第二方向上沿第二轨道250滑动,并由标记为 $\pm X$ 的箭头表示。第一三轴支撑组件240a还可以进一步包括耦接到第二台面248的框架252,框架252支撑一对弹簧加载的支架(例如,轭架或其他耦接装置),配置为沿与 $\pm X$ 轴和 $\pm Y$ 轴正交的 $\pm Z$ 轴与第一汇流排对222接合并支撑。例如,如图6所示,第一三轴支撑组件240a的第一支架256a可以支撑第一汇流排组件200a,第二支架256b可以支撑第三汇流排组件200c的一部分。第一支架256a和第二支架256b然后可以由用于支撑和抵消耦接到支架上的各自汇流排的重量的第一弹簧258a和第二弹簧258b支撑。

[0087] 第一三轴支撑组件240a和第二三轴支撑组件240b可以包括倾斜功能。在操作期

间,可能需要不时倾斜成型体42,例如,围绕其纵(纵向)轴旋转成型体,以调整熔融玻璃在成型体的相对收敛成型表面上的流动。由于边缘导向器组件附装到成型体,汇流排组件从成型体向外延伸(例如与成型体的纵向旋转轴正交),当成型体旋转时汇流排组件必然倾斜。三轴支撑组件可以配置为顺应成型体施加在汇流排组件上的倾斜角度,而不施加在边缘导向器组件或成型体上的应力。因此,三轴支撑组件可以具有倾斜功能。例如,如图7所示,第一三轴支撑组件240a的第一弹簧258a和第二弹簧258b可以耦接到平台260,平台260通过铰链262耦接到框架252,以方便支架256a、256b的倾斜。但是,可以使用其他机构来提供倾斜功能。第一三轴支撑组件240a可设有螺纹调节螺钉264。调节螺钉可设有游标刻度,以提供平台260和支架256a、256b的精确和可重复的倾斜运动。汇流排组件与各自的三轴支撑总成电隔离。例如,支架256a和256b可以由电绝缘材料构成,和/或包括在支架和各自汇流排之间的非导电材料。

[0088] 如上所述,外罩80是温度受控外罩,设有多个热元件,以保持成型体42和内部的熔融玻璃在与所需的熔融玻璃成型粘度相称的温度下。在容纳成型体42的外罩的上部中,这些温度可以超过1000摄氏度。因此,暴露在这种高温下的汇流排组件200a、200b、200c的部分可以由耐高温材料制成,例如,含有铂的材料(例如,铂合金,如铂铑合金)。另一方面,配置在离所述温度较远的地方的汇流排组件200a、200b、200c的部分可以由不太耐高温(例如,较低的熔化温度)的材料制成,例如含有镍的材料。为了将这些耐温性较差的部件保持在安全的工作温度范围内,可以对这些部件进行主动冷却。因此,第二汇流排204a、第四汇流排204b、第二汇流排段220a和第四汇流排段220b可以包括与之耦接的冷却元件232。例如,所述冷却元件232可以包括冷却管,其配置为通过其输送冷却流体并降低第二汇流排204a、第四汇流排204b以及第二和第四汇流排段220a、220b的温度。合适的冷却液可以是水,但也可以使用其他冷却液。冷却元件232可以夹在各自的汇流排组件上,但通常是焊接到位,以在冷却管和各自的汇流排组件之间获得良好的热传导。

[0089] 汇流排组件可以设置成使得包括汇流排组件(例如,第二汇流排204a、第四汇流排204b,以及第一汇流排段218a和第二汇流排段220a)的第二材料不会暴露在成型外罩内的高温环境中。由于流入和流出成型体42的熔融玻璃处于较高的温度,熔融玻璃的成分,例如硼,可能从熔融玻璃蒸发到周围的环境中,其中挥发的成分可能冷凝到冷却表面上。为了防止挥发性材料在汇流排组件上冷凝,特别是在汇流排组件的冷却部分上冷凝,汇流排组件可以布置成使得汇流排组件的第一材料(例如,含铂材料)和冷却的第二材料(例如,含镍材料)之间的边界布置在外罩80内的内部环境80之外。例如,第一材料和第二材料之间的边界可以设置在绝缘耐火材料内,例如,可变形的耐火绝缘材料。冷却管232的部分可以延伸到可变形的绝缘材料中,但不能暴露在外罩内。

[0090] 如图3和4中所示,第一汇流排组件200a结合到第一边缘导向器102a的第一增厚的底边缘部114a,第二汇流排组件200b结合到第二边缘导向器102b的第二增厚的底边缘部114b,第三汇流排组件200c(例如,中央汇流排214)结合到第一边缘导向器102a和第二边缘导向器102b两个的第一增厚的底边缘部114a和第二增厚的底边缘部114b,此处两个边缘导向器结合在一起,即结合边缘112。即,向边缘导向器组件100提供通过四个电流路径的电流,包括第一汇流排组件200a和第二汇流排组件、200b的两条电流路径,以及包括第三汇流排组件200c的第一分支汇流排216a和第二分支汇流排216b的两条电流路径。

[0091] 第一汇流排组件200a和第二汇流排组件200b电连接到配置为向第一汇流排组件200a和第二汇流排组件200b供电,从而向边缘导向器组件100供电的电源。电源提供三相电流,在此将三相指定为相A、相B和相C。为第一汇流排组件200a提供第一电流相(例如,相A、相B或相C),为第二汇流排组件200b提供不同于提供给第一汇流排组件200a的第一电流相的第二电流相,为第三汇流排组件200c提供不同于提供给第一汇流排组件200a和第二汇流排组件200b的电流相的剩余电流相。为说明而非限制之目的,提供给第一汇流排组件200a的电流相指定为相A,提供给第二汇流排组件200b的电流相指定为相C,提供给第三汇流排组件200c的电流相指定为相B。

[0092] 电源250的相A经由连接在电源250和第二汇流排204a之间的第一电源线252为第一汇流排组件200a的第二汇流排204a供电。电源250的相C经由连接在电源250和第四汇流排204b之间的第二电源线254为第四汇流排204b供电。相B通过第三电源线256附装到第一分支汇流排216a,并且还经由第四电源线258附装到第二分支汇流排216b。例如,第三电源线256可以连接到第二汇流排段220a,第四电源线258可以连接到第四汇流排段220b。

[0093] 当提供电流时,通过焦耳加热将边缘导向器组件100加热。这样的加热方案被称为直接加热,因为通过边缘导向器组件的电流将边缘导向器组件本身加热,即电阻加热,而不是通过其中边缘导向器是由边缘导向器外部的一个或多个加热元件的辐射加热的方案。也就是说,由于电流通过边缘导向器的金属和所述金属的电阻而将边缘导向器组件加热。并且,由于第一、第二和第三汇流排组件200a、200b和200c连接到边缘导向器组件的第一增厚的底边缘部114a和第二增厚的底边缘部114b,这些底边缘部可能被加热到比边缘导向器组件的其他部分更高的温度,从而将热量引导到最可能积聚析出物的边缘导向器区域。

[0094] 边缘导向器组件100a可由合适的电力系统(例如电力系统400)提供交流电(AC)。例如,电力系统可以包括向变压器404的主侧供电的电源402,例如, $\Delta : \Delta$ (德尔塔:德尔塔)变压器。变压器404的二次侧连接到浮动Y负载,例如,显示为电阻的边缘导向器组件100a,如图8所示。电源和负载都不接地。

[0095] 电力系统可采用数字电源402,例如Pacific power Source AFX 3000系列电源。数字电源能够产生具有精确波形的高功率输出,并且可以包括多个并行模块,每个模块能够在宽电压范围内产生例如最大额定三相或单相电流输出,例如在约5伏至约120伏交流电(Vac)的范围内。对于120-300Vac之间的电压,输出可能是电流受限的。

[0096] 这里所述电源可提供正弦输出波形。此外,电源能够产生可由数字输入文件定义的波形。输出频率可以在约15赫兹(Hz)到约1200Hz的范围内(没有电压限制),而在一些电压限制下可高达约3000Hz。

[0097] 由于电力系统可以作为三相电阻加热器运行,其中边缘导向器组件本身作为加热元件,因此在相对两侧(例如,左右边缘导向器)耗散的实际功率可以相等或直接受控。然而,实际应用表明,通过三个汇流排组件的实际功率通常是不相等的。假设这些负载明显是实数(例如, $Z_{Pt} = R + j0$),那么电流条件可以从欧姆定律的电阻形式推导出来。

$$[0098] \quad P_{L-Pt} = P_{R-Pt} \quad (1)$$

$$[0099] \quad k^2 R_{L-Pt} i_a^2 = k_2 R_{R-Pt} i_c^2 \quad (2)$$

[0100] 如果 $R_{L-Pt} = R_{R-Pt}$,那么

$$[0101] \quad i_a = i_c \quad (3)$$

[0102] 其中下标L-Pt和R-Pt是指边缘导向器组件的左右边缘导向器, i_a 和 i_c 分别是指相A和相C的单独相电流。所述电路可以通过将负载阻抗反射到变压器的主侧来简化, 如图9所示。相阻抗用 Z_a , Z_b 和 Z_c 表示。

[0103] 由于假定电力系统是不平衡的, 因此可以使用网格分析找到由输入电压引起的电流。在节点n处应用基尔霍夫电流定律, 相电流 i_a 、 i_b 和 i_c 可以用网格电流 I_1 和 I_2 表示 (见图9)。

$$[0104] \quad i_a = I_1 \quad (4)$$

$$[0105] \quad i_b = I_2 - I_1 \quad (5)$$

$$[0106] \quad i_c = -I_2 \quad (6)$$

[0107] 将基尔霍夫电压定律应用于网格中的每个环, 得到 I_1 和 I_2 的矩阵方程。注意到 $i_a = I_1$ 和 $i_c = -I_2$ 是相互独立的, 所以电路可以设计成将要控制的负载分配到相A和相C, 如式3所示,

$$[0108] \quad \begin{bmatrix} (Z_a + Z_b) & -Z_b \\ -Z_b & (Z_b + Z_c) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{an} - V_{bn} \\ V_{bn} - V_{cn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

[0109] 其中Z为由电源、线路、负载等电路元件定义的阻抗矩阵, I为网格电流矢量, V为相位差电压, 即:

$$[0110] \quad ZI = V \quad (8)$$

[0111] 变量Z、I和V可以定义为相量变量。例如,

$$[0112] \quad V_{an} = V_{an} \angle \phi_{Van} \quad (9)$$

[0113] 其中 ϕ_{an} 是相位角, V_{an} 是相量大小。将 i_a 和 i_c 代入式7,

$$[0114] \quad \begin{bmatrix} (Z_a \angle \phi_{Za} + Z_b \angle \phi_{Zb}) & -Z_b \angle \phi_{Zb} \\ -Z_b \angle \phi_{Zb} & (Z_b \angle \phi_{Zb} + Z_c \angle \phi_{Zc}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \angle \phi_{ia} \\ -i_c \angle \phi_{ic} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{an} \angle \phi_{Van} - V_{bn} \angle \phi_{Vbn} \\ V_{bn} \angle \phi_{Vbn} - V_{cn} \angle \phi_{Vcn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

[0115] 在传统的三相电力系统中, 电压大小和相位角由电源 (通常是市政公用事业) 固定, 因此用户几乎无法改变它们。在平衡三相系统中, 电压输入、负载阻抗和相电流都是相同的, 使得分析简单明了。然而, 在目前的不平衡系统 (其中大小和相位角可能会变化) 中, 由于数字电源提供了控制相位电压大小 V_{an} 、 V_{bn} 和 V_{cn} 的能力, 以及相位角 ϕ_{an} 、 ϕ_{bn} 和 ϕ_{cn} , 这就成为一个具有两个方程和潜在的六个未知变量的未定问题。

[0116] 如果电压V和阻抗Z矩阵是完全定义的, 即所有的大小和相位都是已知的, 则网格电流 I_1 和 I_2 可以由下式确定:

$$[0117] \quad I = V/Z \quad (11)$$

[0118] 一旦网格电流已知, 相电流 i_a 、 i_b 和 i_c 也可以确定。由于电压可以任意指定, 因此可以实现一个控制系统, 通过调整电压输入定义来驱动相电流到所需的值, 从而实现独立于频率的系统变幅三相正弦波控制。

[0119] 电源402可以包括控制器406, 例如, 比例积分 (PI) 控制器。控制参数可以包括平衡控制参数。控制参数可以包括偏置控制参数。控制参数还可以包括电平控制参数。每个控制参数可以与一个误差函数相关联, 所述误差函数是用户定义的设定值与相应控制参数的现值之间的差值。相应的误差函数可用于调整与所述误差函数相关联的控制参数的值。

[0120] 示例性控制器406可以按如下方式布置。对于下面的控制器描述, 相A将被用作主要参考, 其他相相对于相A进行控制。

[0121] 参考图8-9,平衡控制的目标是管理左右电阻负载 R_{R-Pt} 和 R_{L-Pt} 之间的功率平衡(例如,边缘导向器组件的相对边缘导向器),这意味着 $|i_a| = |i_c|$ 。因此,平衡函数 Δi_{bal} 可以定义为相电流 i_a 和 i_c 之间的差值。

[0122] 给定用户定义的平衡控制设定值 $\Delta i_{bal, setpt}$,电力平衡的误差函数 ϵ_{bal} 可定义为平衡控制设定值与平衡函数 Δi_{bal} 之间的差值。

[0123] 使用比例积分(PI)控制方案,可以开发与误差函数成比例的电力平衡控制参数。对于网格电流与相电流的关系 $I_1 = i_a, I_2 = -i_c$,电力平衡控制参数 u_{bal} 可以反对称地应用于相电压。

[0124] 偏置函数 Δi_{bias} 可用于控制相电流 i_b 相对于相电流 i_a 的大小。也就是相A电流和B相电流的差值。

[0125] 与平衡控制的开发类似,可以引入误差函数 ϵ_{bias} 作为用户定义的偏差设定值与偏差函数之间的差值(例如,A,B相电流差值)。同样,使用比例积分(PI)控制方案,偏差控制参数 u_{bias} 可以通过二次增益函数 b_1 与平衡误差函数和偏差函数成比例发展。偏置控制可与平衡控制并行应用。

[0126] 在平衡和偏置控制的基础上,电平控制参数可用于调节相A中的电流大小 $|i_a|$ 。

[0127] 电平控制参数的开发过程类似于平衡和偏差控制。电平控制包括调节相A电流的大小,因为电力系统是三相连续传导系统,一个相位的变化会影响所有相位的电力分配。这里,电平误差函数 ϵ_{level} 是相A电流的大小 $|i_a|$ 与用户定义的电平设定点 L_{setpt} 之间的差值。

[0128] 相关的PI电平控制参数 u_{level} 然后通过第二个次级增益函数 b_2 与电平误差函数成比例。在这种情况下,电平控制 u_{level} 同时作用于所有相位,如果平衡和偏差控制参数已经收敛,则保持特定的功率比。因此,电平控制参数 u_{level} 可用于调谐主电压增益参数 k_v 。

[0129] 上述系统中使用的电源可用于产生稳态输出响应。这里所讨论的控制方案旨在将系统推向期望的操作条件,并在存在外部扰动时保持所述条件。与电力系统相关的动态可以在电力供应内部处理,只把输入命令留给用户。由于PI控制器仅提供局部稳定性,因此应手动指定初始电压条件,并在接合控制器之前合理地接近受控的平衡条件。

[0130] 电源可以包括可用于完成所述控制方案的内置功能,或者所述功能可应用于外部。在任何情况下,控制都可以由合适的控制器进行,控制参数通过软件实现。PI控制器可以包括特征、电路、逻辑、方法或指令,用于控制通过平衡、偏差和电平控制参数提供给汇流排组件的电流。控制器包括与存储计算机可读和可执行指令的非临时存储器通信耦合的处理器,所述存储器在由处理器执行时便于电源的操作。

[0131] 可为功率输出的每个相指定操作电压和电流限制。主要控制方法可以由输出与这些极限之一的接近性来确定。如果输入相位电压导致电流大于规定的操作极限,所述相位可以在电流控制模式下操作,其中相位电压可以在内部调节以产生规定的限制电流。

[0132] 为了实现这一点,可以在控制器开始调优之前明确定义相电流限制。然后,可以对每个相电压施加比例控制,直到达到电流极限。一旦每个相被驱动到其电流极限,新的电压可以被分配到电压设定点变量。控制器将增加电压,直到达到电流限制,如果产生的电流超过相电流限制,电源可以自动降低电压。

[0133] 虽然披露的内容强调了直接加热边缘导向器组件的三相实施方式,但还考虑了使用单一电相的直接加热。例如,图10示出了不含第三汇流排组件的边缘导向器组件100a的

实施方式。因此,在第一汇流排组件200a和第二汇流排组件200b之间可以通过第一边缘导向器102a和第二边缘导向器102b建立单相电流,更具体地说,通过第一底边缘部114a和第二底边缘部114b。

[0134] 对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明的精髓和范围的情况下对本发明的实施方式各种修改和变化是显而易见的。因此,本发明的目的是覆盖这些修改和变化,只要它们在所附权利要求书及其等同方式的范围内。

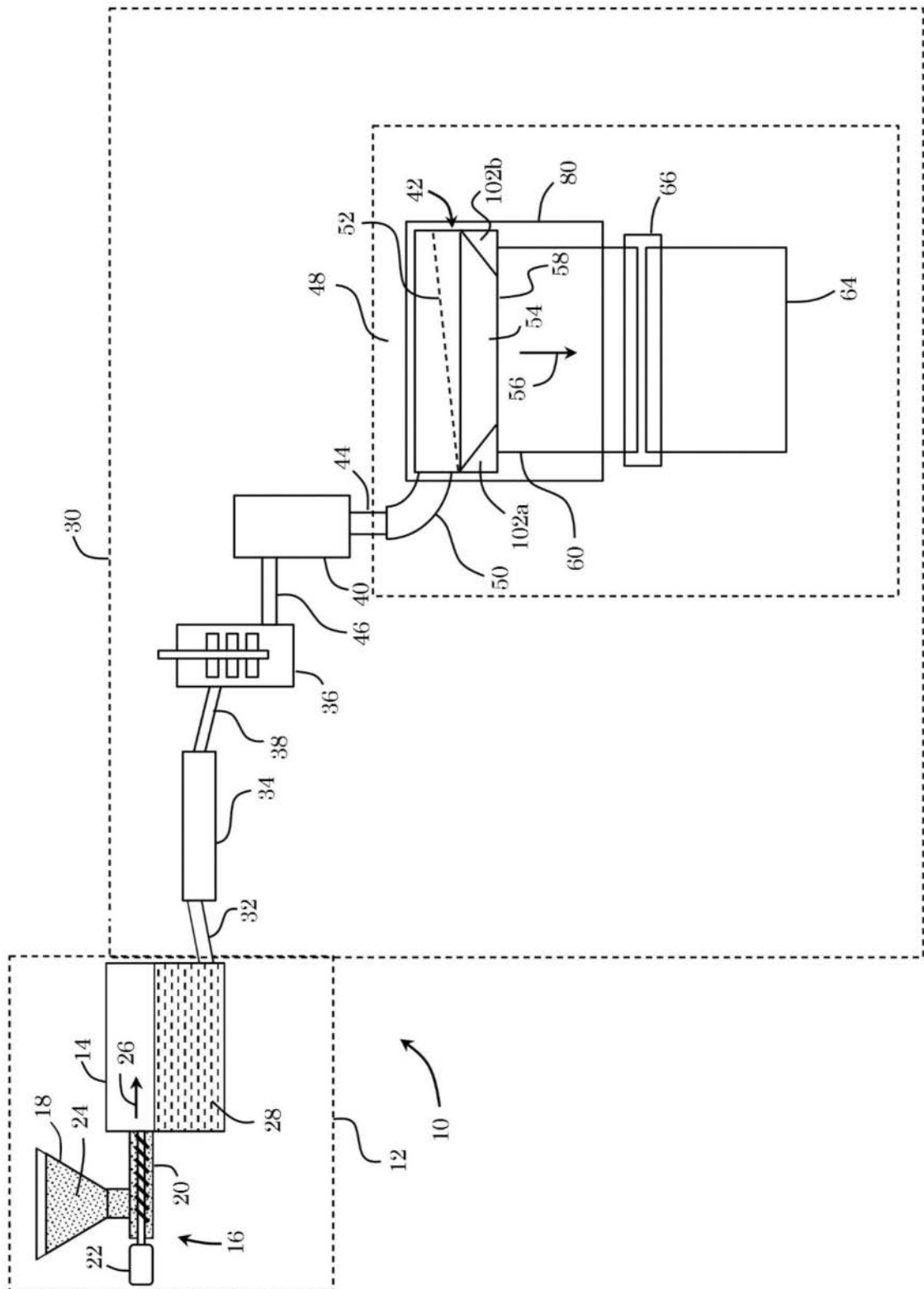


图1

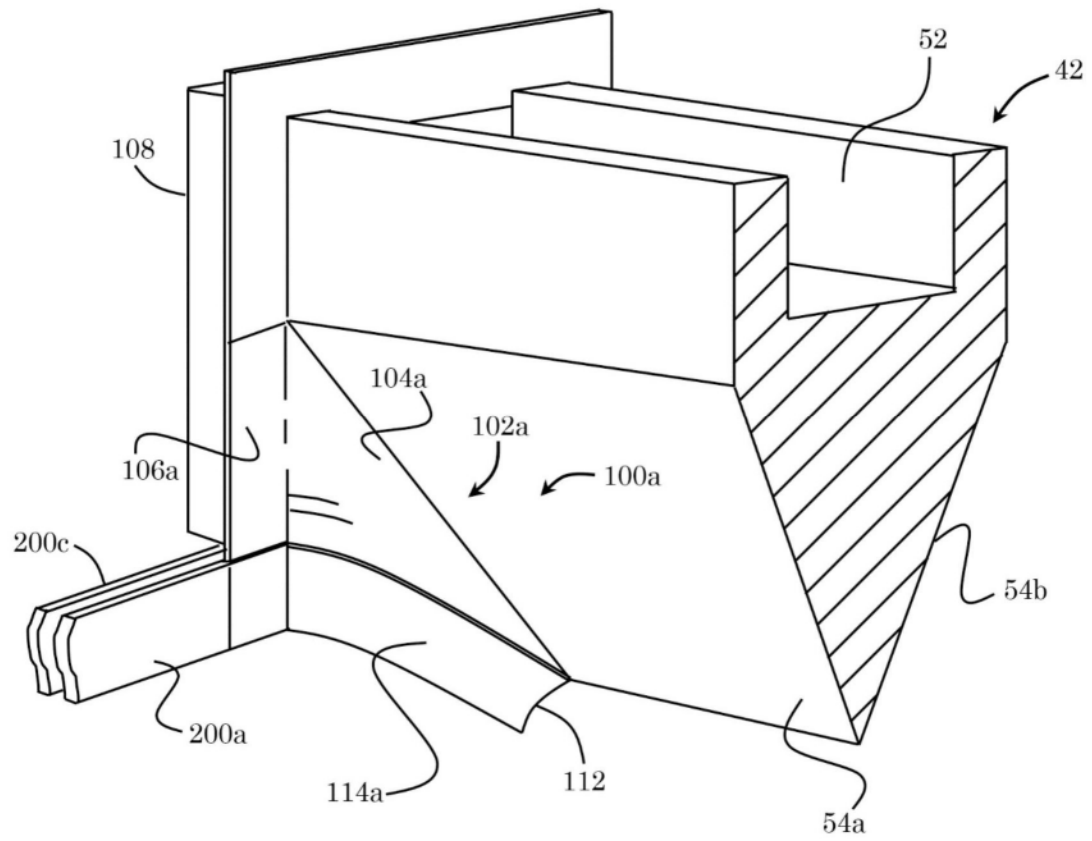


图2

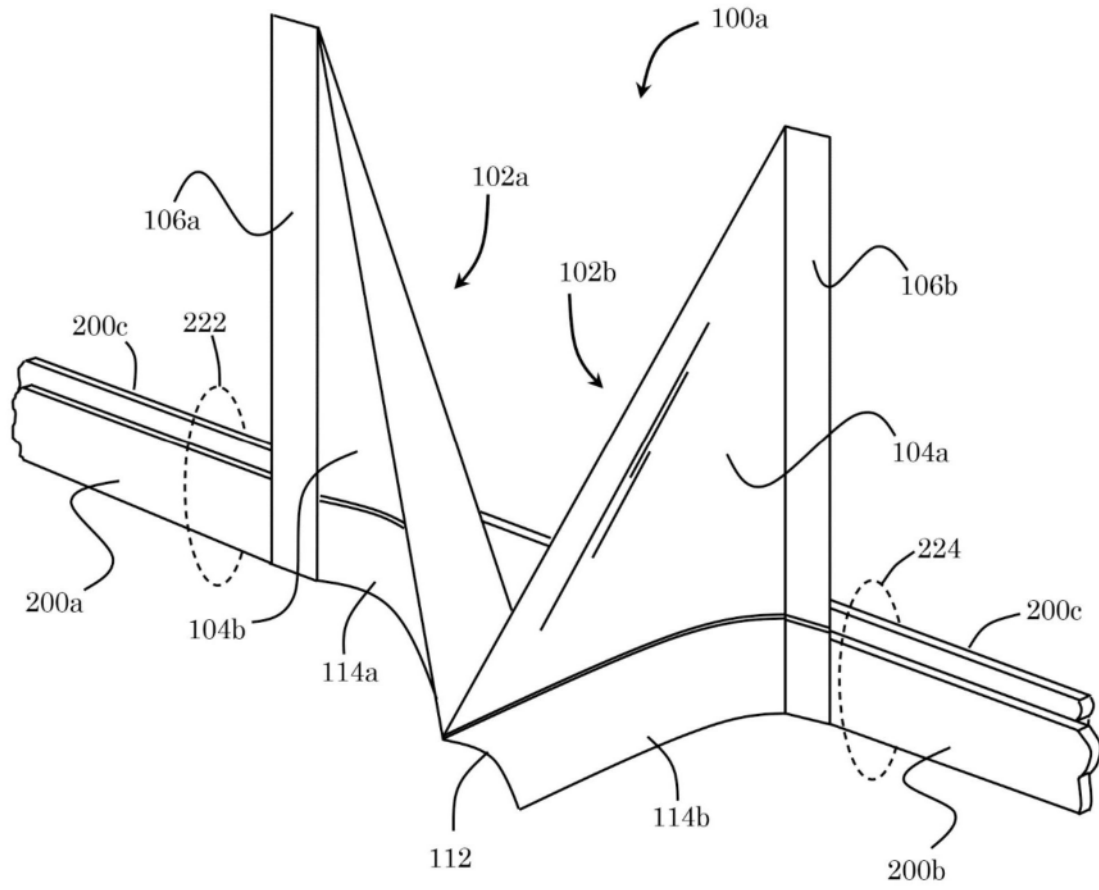


图3

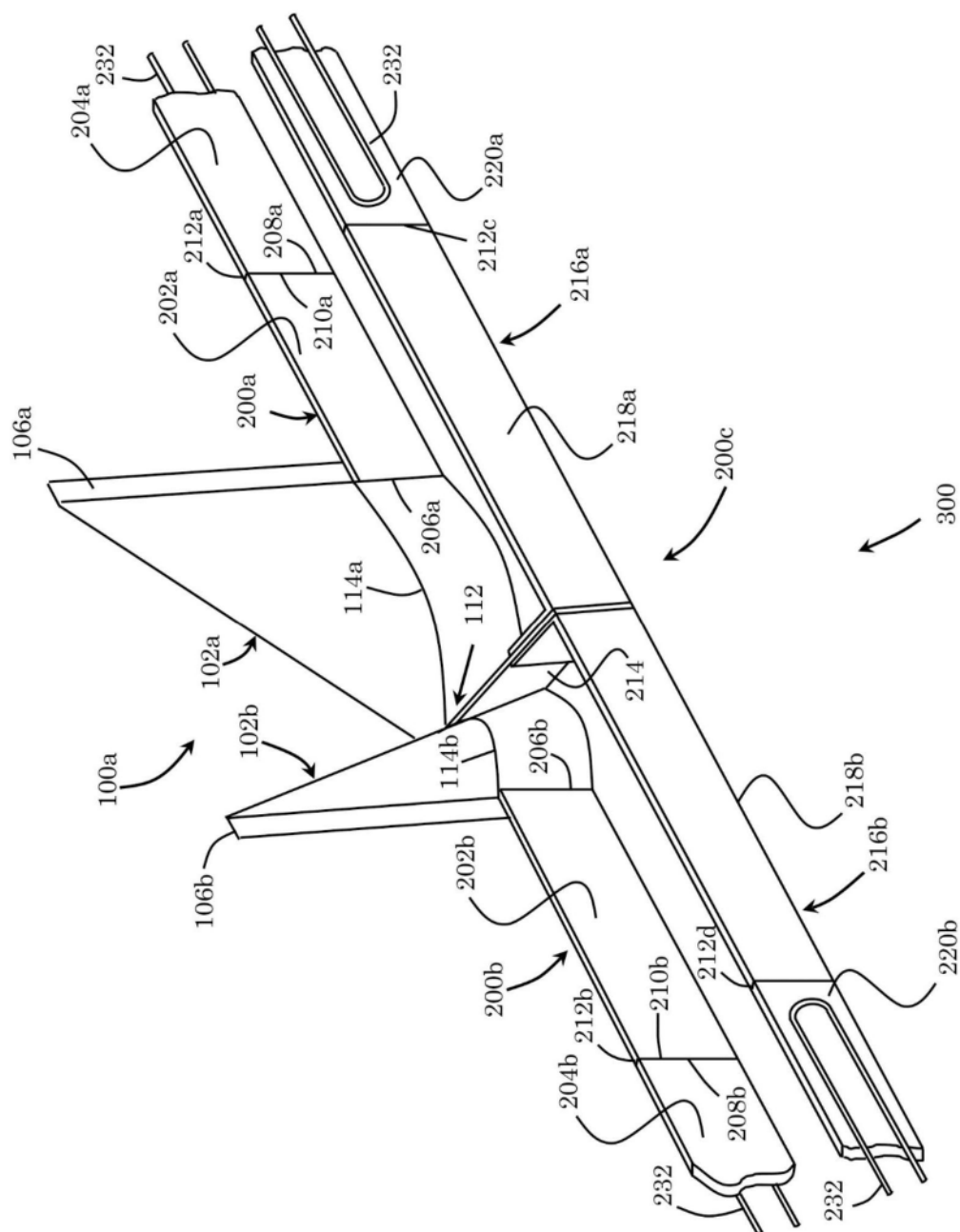


图4

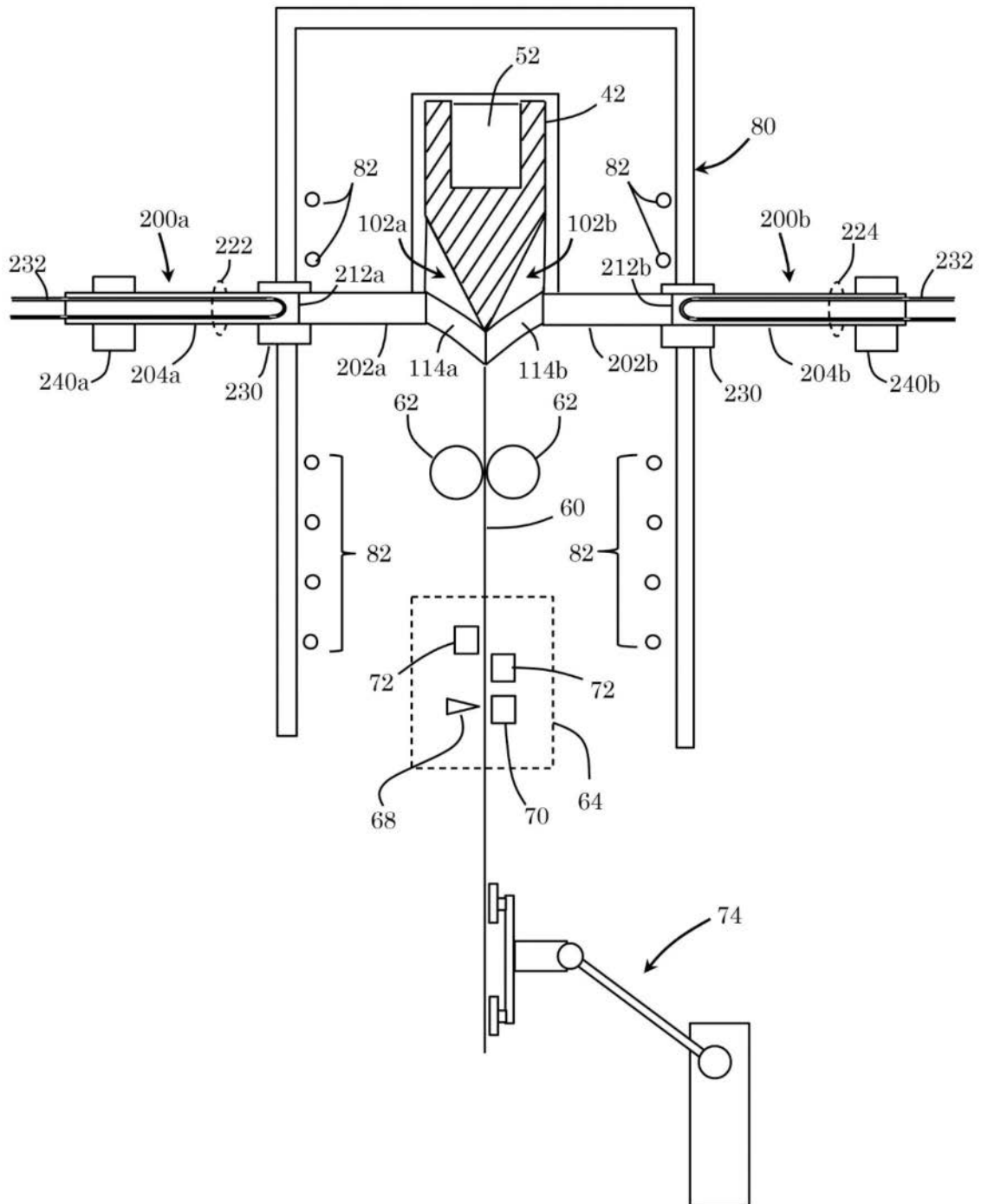


图5

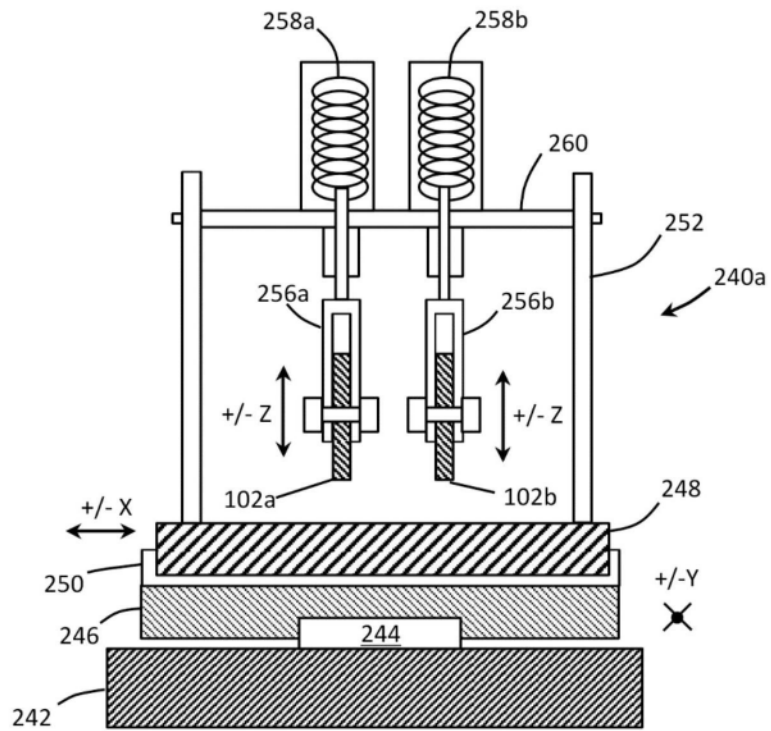


图6

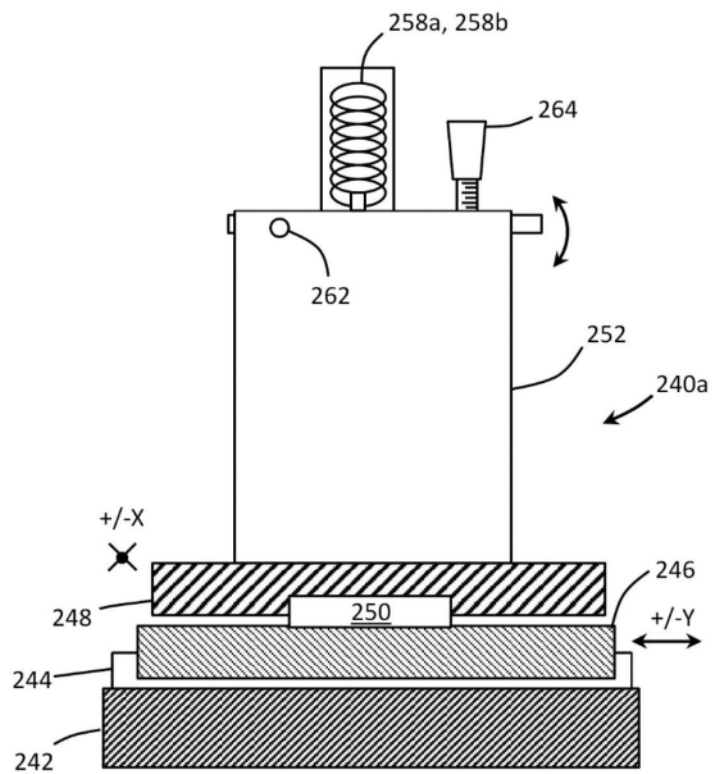


图7

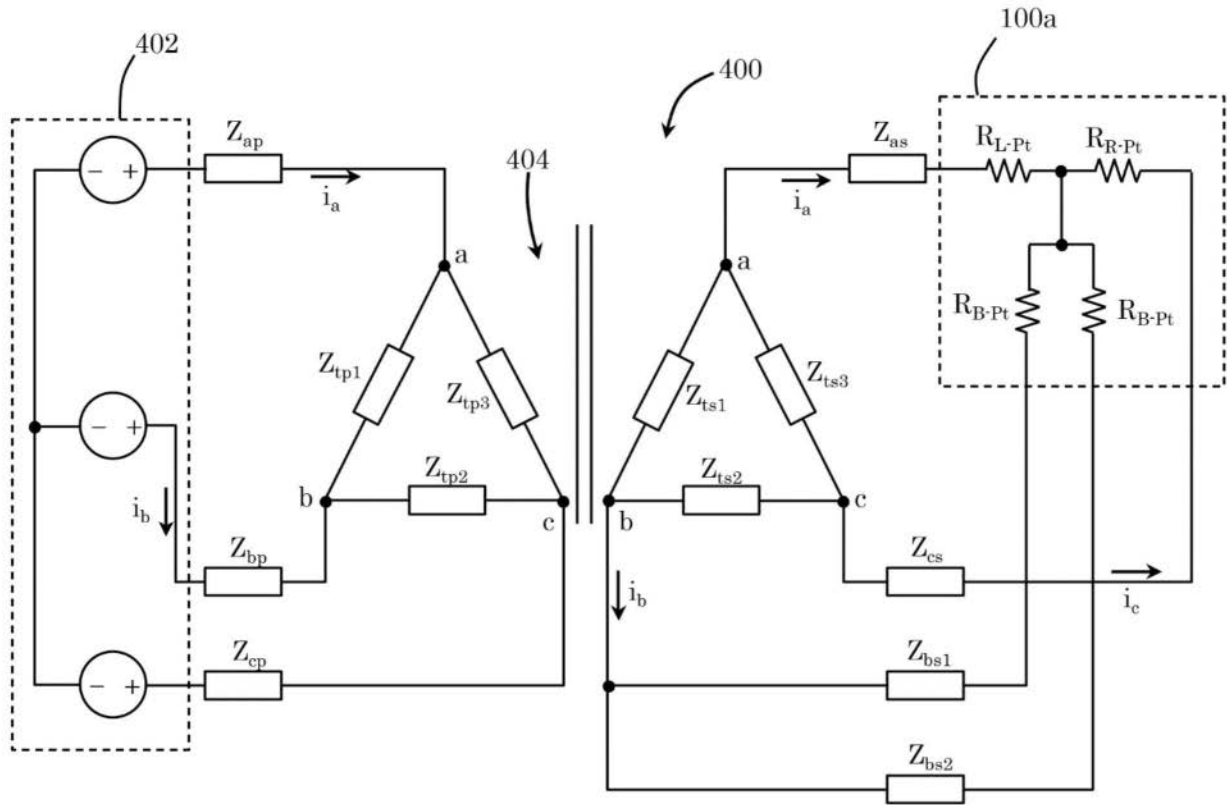


图8

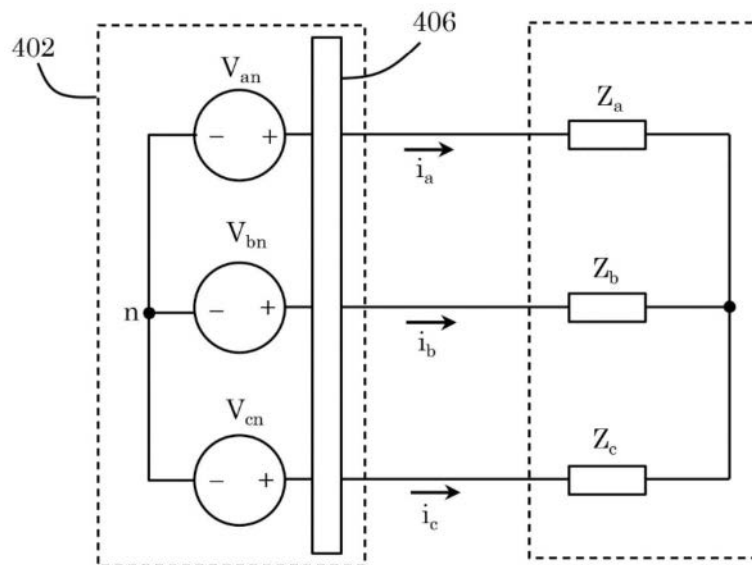


图9

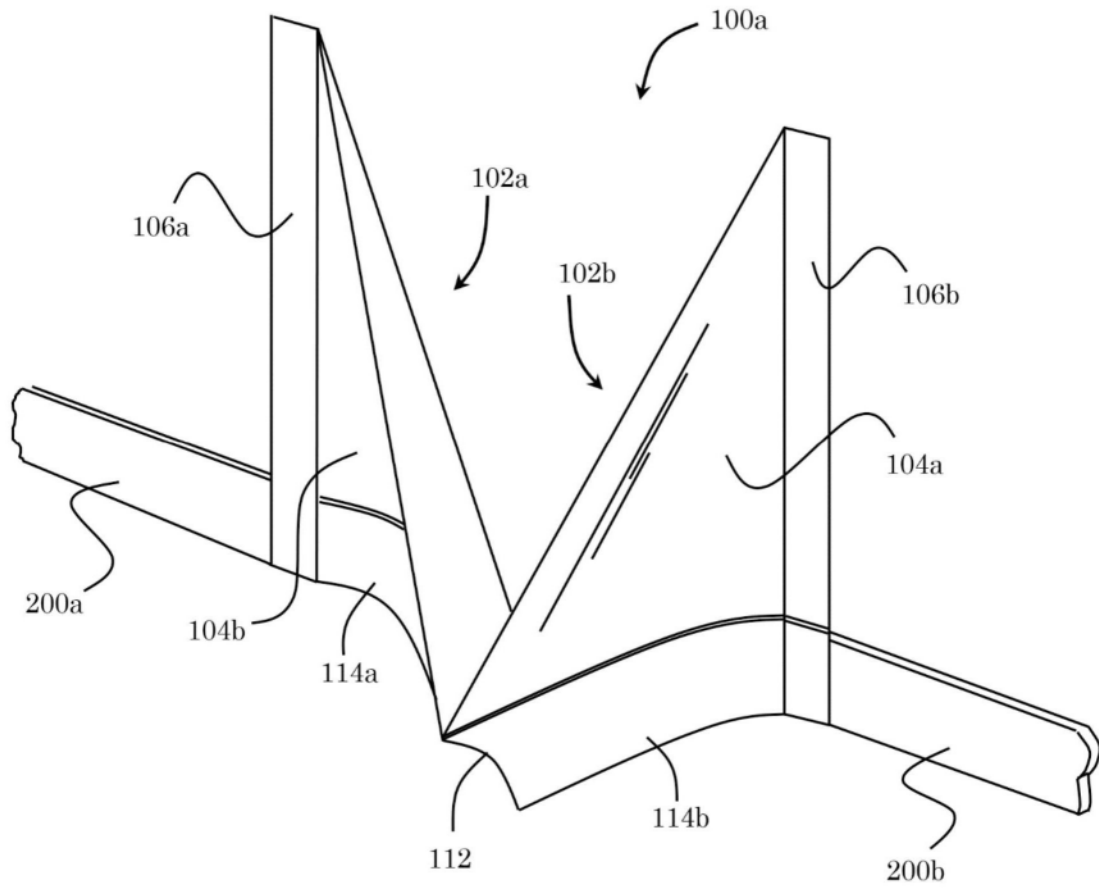


图10