(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103113018 B
(45)授权公告日 2016.06.15

(21)申请号 201210535746.3

(22)申请日 2012.10.08

(30)优先权数据
PCT/US2011/054525 2011.10.03 US

(73)专利权人 康宁股份有限公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 I·Z·阿赫梅德 G·B·库克
C·W·德鲁瑙斯基 M·T·加拉赫
R·A·朗根锡耶蓬 G·C·莎伊

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 丁晓峰

(51)Int.Cl.
C03B 17/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 1649800 A,2005.08.03,
CN 1871186 A,2006.11.29,
JP 特开平 10-291826 A,1998.11.04,
CN 1549795 A,2004.11.24,
CN 1550464 A,2004.12.01,

审查员 钱帅

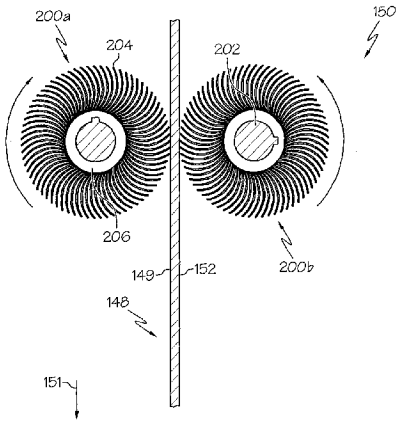
权利要求书2页 说明书8页 附图10页

(54)发明名称

玻璃制造过程中使用的牵拉辊与采用其的玻璃制造工艺

(57)摘要

在一个实施方式中，在向下拉引工艺中拉引玻璃板的牵拉辊包括轴构件与位于轴构件之上的顺应性包覆组件。顺应性包覆组件包括至少一个位于轴构件之上的牵引盘。所述至少一个牵引盘包括环形轮毂和多个与环形轮毂一体成形的弹性元件。弹性元件由环形轮毂向外伸出，使得每个弹性元件的自由端定位成从每个弹性元件的基部径向向外。每个所述弹性元件具有从约 21bf/mm 至约 20001bf/mm 范围的弹性系数。当顺应性包覆组件与玻璃板的平面相接合时，弹性元件径向地向内、朝环形轮毂的中心偏转，从而防止损坏玻璃板。



CN 103113018 B

1.一种在向下拉引工艺中拉引玻璃板的牵拉辊，该牵拉辊包括：

轴构件；和

位于轴构件之上的顺应性包覆组件，该顺应性包覆组件包括至少一个位于轴构件之上的牵引盘，所述至少一个牵引盘包括：

环形轮毂；和

多个与环形轮毂一体成形的弹性元件，该多个弹性元件由环形轮毂向外伸出，使得多个弹性元件中每个弹性元件的自由端定位成从多个弹性元件中每个弹性元件的基部径向向外，其中所述多个弹性元件中每个具有从2lbf/mm至2000lbf/mm范围的径向弹性系数，当顺应性包覆组件与玻璃板的平面相接合时，多个弹性元件的至少一部分径向地向内、朝环形轮毂的中心偏转，从而防止损坏玻璃板。

2.一种在向下拉引工艺中拉引玻璃板的牵拉辊，该牵拉辊包括：

轴构件；和

位于轴构件之上的顺应性包覆组件，该顺应性包覆组件包括多个位于轴构件之上的牵引盘，其中多个牵引盘中每个牵引盘与相邻的牵引盘旋转偏移，多个牵引盘中每个牵引盘包括：

环形轮毂；和

多个与环形轮毂一体成形的弹性元件，该多个弹性元件由环形轮毂向外伸出，使得多个弹性元件中每个弹性元件的自由端定位成从多个弹性元件中每个弹性元件的基部径向向外，其中：

所述多个弹性元件中每个弹性元件在自由端与基部间是沿牵拉辊向下拉引旋转方向的相反方向弯曲的；和

所述多个弹性元件中每个弹性元件具有从2lbf/mm至2000lbf/mm范围的径向弹性系数，其中，当顺应性包覆组件与玻璃板的平面相接合时，弹性元件径向地向内、朝环形轮毂的中心偏转，从而防止损坏玻璃板。

3.如权利要求1所述的牵拉辊，其特征在于，所述多个弹性元件中每个弹性元件在自由端与基部间是弯曲的。

4.如权利要求3所述的牵拉辊，其特征在于，每个弹性元件沿牵拉辊向下拉引旋转方向的相反方向弯曲。

5.如权利要求2或权利要求3所述的牵拉辊，其特征在于，所述多个弹性元件中每个弹性元件具有从10mm至80mm的曲率半径。

6.如权利要求2或权利要求3所述的牵拉辊，其特征在于，所述多个弹性元件中每个弹性元件具有恒定的曲率半径。

7.如权利要求3所述的牵拉辊，其特征在于，所述多个弹性元件中每个弹性元件具有复合的曲率半径。

8.如权利要求1或权利要求2所述的牵拉辊，其特征在于，环形轮毂具有外径d，使得18mm≤d≤75mm。

9.如权利要求1或权利要求2所述的牵拉辊，其特征在于，所述多个弹性元件中每个弹性元件在沿圆周方向具有厚度T，使得0.50mm≤T≤3.0mm。

10.如权利要求1所述的牵拉辊，其特征在于，至少一个牵引盘包括多个牵引盘。

11.如权利要求1所述的牵拉辊，其特征在于，至少一个牵引盘包括多个牵引盘并且每个牵引盘与相邻的牵引盘沿圆周方向旋转偏移。

12.如权利要求1或权利要求2所述的牵拉辊，其特征在于，进一步包括轮圈，所述轮圈将单一牵引盘中所述多个弹性元件中每个弹性元件的自由端与相邻弹性元件的自由端相连接。

13.如权利要求1或权利要求2所述的牵拉辊，其特征在于，多个弹性元件中每个弹性元件进一步包括与每一弹性元件自由端一体成形的接触脚。

14.如权利要求1所述的牵拉辊，其特征在于，多个弹性元件中每个弹性元件包括上部与下部，其中上部相对于下部成一定角度。

15.一种形成玻璃板的方法，所述方法包括：

熔融玻璃配料以形成熔融玻璃；

将熔融玻璃成形为玻璃板；

将玻璃板的第一表面与至少一个牵拉辊相接触，以向下游方向传送玻璃板，其中至少一个牵拉辊包括：

轴构件；和

位于轴构件之上的顺应性包覆组件，该顺应性包覆组件包括：

多个位于轴构件之上的牵引盘，多个牵引盘中每个包括与多个弹性元件一体成形的环形轮毂，该多个弹性元件从环形轮毂向外伸出，使得多个弹性元件中每个的自由端定位成从多个弹性元件中每个的基部径向向外，其中所述多个弹性元件中每个具有从2lbf/mm至2000lbf/mm范围的径向弹性系数，当顺应性包覆组件接触玻璃板的第一表面时，所述弹性元件径向地向内、朝环形轮毂的中心偏转，从而防止损坏玻璃板。

玻璃制造过程中使用的牵拉辊与采用其的玻璃制造工艺

技术领域

[0001] 根据35.U.S.C.§365本申请要求2011年10月3日提交的指定美国的国际专利申请号PCT/US11/54525的优先权，其内容相关且通过引用全文并入本文。

[0002] 本说明书总体上涉及玻璃板制造过程中使用的牵拉辊，更具体地涉及包含弹性元件以对玻璃板施加拉伸力的牵拉辊。

背景技术

[0003] 牵拉辊是在玻璃板制造过程中使用的，以向玻璃带或条施加拉伸力，从而形成单独的玻璃板。当玻璃由熔融玻璃拉出时，例如在溢流向下拉引熔融工艺中，如美国专利号3,338,696与3,682,609所描述，或在相似的玻璃制造过程中，牵拉辊对玻璃施加拉伸力的量用来控制玻璃的标称厚度。

[0004] 牵拉辊通常被设计为接触玻璃条的外边缘，通常仅在形成玻璃条极边缘的加厚凸缘的内侧区域。因为牵拉辊是直接接触玻璃条表面的，玻璃表面会由于牵拉辊材料的磨损特性而产生破坏。例如，玻璃颗粒会嵌入牵拉辊的表面从而在牵拉辊接触玻璃时引起玻璃的破坏。

[0005] 同样的，如果牵拉辊的材料在玻璃拉引过程的高温下使用时分解，牵拉辊会脱出颗粒物质。这种颗粒物质会嵌入软的玻璃从而在玻璃上形成缺陷。另外，产生于玻璃拉引过程中的颗粒物质(例如，碎屑，粉末，玻璃碎片诸如此类)会嵌入牵拉辊的表面从而在玻璃条上产生重复性的缺陷。任何这些机制所造成的对玻璃条的破坏可能导致在拉引过程中玻璃板不可控和/或过早的破损，从而降低了制造效率并增加成本。

[0006] 因此，在玻璃制造过程中所使用牵拉辊的另一种设计是需要的。

发明内容

[0007] 本文描述的实施方式涉及玻璃拉引过程中使用的牵拉辊，其减少用牵拉辊拉引时玻璃板过早和/或不可控的破损产生。也公开了利用牵拉辊形成玻璃板的方法，其减轻玻璃拉引过程中玻璃板过早和/或不可控的破损。

[0008] 根据一实施方式，一种用于减少玻璃板过早和/或不可控破损的牵拉辊可包括轴构件与位于轴构件之上的顺应性包覆组件。顺应性包覆组件可包括至少一个位于轴构件之上的牵引盘。所述至少一个牵引盘可包括环形轮毂和多个与环形轮毂一体成形的弹性元件。多个弹性元件可由环形轮毂向外伸出，使得多个弹性元件中每个弹性元件的自由端定位成从多个弹性元件中每个弹性元件的基部径向向外。所述多个弹性元件中每个可具有从约2lbf/mm至约2000lbf/mm(约8.9N/mm至约8896.4N/mm)范围的径向弹性系数。当顺应性包覆组件与玻璃板的平面相接合时，多个弹性元件的至少一部分径向地向内、朝环形轮毂的中心偏转，从而防止损坏玻璃板。

[0009] 在另一实施方式中，一种用于减少玻璃板过早和/或不可控破损的牵拉辊可包括轴构件与位于轴构件之上的顺应性包覆组件。顺应性包覆组件可包括多个位于轴构件之上

的牵引盘。多个牵引盘中每个牵引盘可与相邻的牵引盘旋转偏移，且多个牵引盘中每个牵引盘可包括环形轮毂和多个与环形轮毂一体成形的弹性元件。多个弹性元件可由环形轮毂向外伸出，使得多个弹性元件中每个弹性元件的自由端定位成从多个弹性元件中每个弹性元件的基部径向向外。所述多个弹性元件中每个弹性元件可在自由端与基部间沿牵拉辊向下拉引旋转方向的相反方向弯曲。所述多个弹性元件中每个弹性元件可具有从约2lbf/mm至约2000lbf/mm(约8.9N/mm至约8896.4N/mm)范围的径向弹性系数。当顺应性包覆组件与玻璃板的平面相接合时，所述弹性元件径向地向内、朝环形轮毂的中心偏转，从而防止损坏玻璃板。

[0010] 还有，在另外一个实施方式中，一种减少玻璃板过早和/或不可控破损的形成玻璃板的方法可包括熔融玻璃配料以形成熔融玻璃以及将熔融玻璃成形为玻璃板。其后，玻璃板至少第一表面可与至少一个牵拉辊相接触以向下游方向传送玻璃板。所述至少一个牵拉辊可包括轴构件和位于轴构件之上的顺应性包覆组件。顺应性包覆组件可包括多个位于轴构件之上的牵引盘。多个牵引盘中每个可包括与多个弹性元件一体成形的环形轮毂，该多个弹性元件从环形轮毂向外伸出，使得多个弹性元件中每个的自由端定位成从多个弹性元件中每个的基部径向向外。所述多个弹性元件中每个可具有从约2lbf/mm至约2000lbf/mm(约8.9N/mm至约8896.4N/mm)范围的径向弹性系数。当顺应性包覆组件接触玻璃板的至少第一表面时，所述弹性元件径向地向内、朝环形轮毂的中心偏转，从而防止损坏玻璃板。

[0011] 本发明的其他特征与优点将在下面的详细说明中阐述，以及本领域技术人员通过本文的描述显而易见的或实施本文所描述的实施例所认识到的部分，包括随后的详细说明，权利要求，以及附图。

[0012] 应当理解的是前面的一般说明与随后的详细说明描述了多种实施方式，旨在提供概述或框架用于理解所要求保护主题物的性质和特征。附图被包含以提供对多种实施方式进一步的理解，且被并入构成本说明书的一部分。附图展示了本文所描述的多种实施方式，并与说明书一同用来解释所要求保护主题物的原理和操作。

附图说明

[0013] 图1A示意性地表示了根据本文展示和描述的一个或多个实施方式的用于形成玻璃板的玻璃拉引装置；

[0014] 图1B示意性地表示了用于拉引玻璃板的包含一对相对牵拉辊的拉引组件的截面；

[0015] 图2示意性地表示了根据本文展示和描述的一个或多个实施方式的由多个牵引盘形成的牵拉辊的局部分解图；

[0016] 图3示意性地表示了根据本文展示和描述的一个或多个实施方式的图2牵拉辊的牵引盘；

[0017] 图4示意性地表示了用于说明目的的图3牵引盘的环形轮毂与单个弹性元件；

[0018] 图5示意性地表示了用于牵拉辊的牵引盘，其中牵引盘的弹性元件具有复合的曲率；

[0019] 图6示意性地表示了用于牵拉辊的牵引盘，其中牵引盘的弹性元件包括接触脚；

[0020] 图7示意性地表示了用于牵拉辊的牵引盘，其中牵引盘的弹性元件由轮圈连接；

[0021] 图8示意性地表示了用于牵拉辊的牵引盘，其中弹性元件具有相对于下部成一定

角度的上部；

[0022] 图9示意性地表示了用于说明目的的图8牵引盘的环形轮毂与单个弹性元件；

[0023] 图10示意性地表示了根据本文展示和描述的一个或多个实施方式的用于牵拉辊的牵引盘的另一个实施方式；和

[0024] 图11示意性地表示了牵拉辊的牵引盘的一部分与玻璃板表面接合。

具体实施方式

[0025] 现在将详细介绍用于制造玻璃板的牵拉辊与采用其的玻璃制造工艺的多种实施方式。只要可能的情况下，相同的附图标记在整个附图中用来表示相同或相类似的部件。图2示意性地表示了牵拉辊的一个实施方式。牵拉辊通常包含轴构件与位于轴构件之上的顺应性包覆组件。顺应性包覆组件由多个牵引盘形成，所述牵引盘具有自环形轮毂径向向外延伸的弹性元件。所述弹性元件通常具有从约21bf/mm至约20001bf/mm(约8.9N/mm至约8896.4N/mm)范围的弹性系数。所述牵拉辊与使用该牵拉辊拉引玻璃板的方法，本文将通过对附图的具体介绍进行更详细的描述。

[0026] 玻璃板材料通常可由熔融玻璃配料形成熔融玻璃其后将熔融玻璃成形为玻璃板得到。示例性的方法包括浮法玻璃工艺，狭缝拉制工艺和熔融下拉工艺。在这些工艺的每个中，一个或多个牵拉辊可用来接触玻璃板并向下游方向传送玻璃板。

[0027] 例如参照图1A，示意性地表示了一示例的用于由熔融玻璃形成玻璃板材料的玻璃制造装置100，其使用熔融拉引机来将熔融玻璃成形为玻璃板。所述玻璃制造装置100包括熔融容器101，精炼容器103，混合容器104，输送容器108与熔融拉引机(FDM)120。如箭头102所示，玻璃配料被引入熔融容器101。配料被熔融形成熔融玻璃106。精炼容器103具有接受来自于熔融容器101的熔融玻璃106的高温加工区，且在其中除去熔融玻璃106中的气泡。精炼容器103与混合容器104由连接管105相连。也就是说，从精炼容器103流向混合容器104的熔融玻璃流经连接管105。混合容器104与输送容器108按顺序由连接管107相连，使得从混合容器104流向输送容器108的熔融玻璃流经连接管107。

[0028] 输送容器108通过下导管109将熔融玻璃106供入FDM 120。FDM120包括外壳122，其内具有注入口110，成形容器111和至少一个拉引组件150。如图1A所示，熔融玻璃106由下导管109流入通向成形容器111的注入口110。成形容器111包括开口112，接收熔融玻璃106流入槽113，然后溢出并在熔融汇合于根部前沿两个汇聚的侧边114a与114b向下运行，根部为两侧边结合处，在被接触前用拉引组件150向下游方向151拉引以形成连续的玻璃板148。

[0029] 参照图1B，示意性地表示了拉引组件150的截面。如图1B所示，拉引组件150通常包括一对相对的牵拉辊200a，200b，其接触玻璃板148的相对两面。因此，应当理解玻璃板148在牵拉辊200a，200b之间受到冲击。牵拉辊200a，200b可以是主动的(即牵拉辊200a，200b主动旋转，因此给予拉引力以将玻璃板148向下游方向151传送)或者被动的(即牵拉辊200a，200b接触玻璃板148，使玻璃板由其他牵拉辊向下游方向151拉引时保持稳定)。

[0030] 虽然牵拉辊200a，200b如本文所述被结合于利用熔融拉引机形成玻璃板的装置，但应当理解牵拉辊可能以相似的工艺过程被应用，在该工艺过程中使玻璃配料熔融形成熔融玻璃，然后熔融玻璃形成玻璃板并由牵拉辊拉引。如实施方式的方式而非限定，本文描述的牵拉辊也可以被利用与向上拉引工艺，狭缝拉制工艺，浮法拉引工艺以及其他类似的玻

璃拉引工艺相结合。

[0031] 如上文的简要描述，上述工艺过程中的牵拉辊直接接触玻璃板，因此由于传统牵拉辊的磨损特性，可能产生对于玻璃表面的破坏。例如，玻璃颗粒可能嵌入传统牵拉辊的表面，在牵拉辊接触玻璃时引起玻璃的破坏。类似地，传统牵拉辊可在高温延长使用时分解并脱出颗粒物质。此颗粒物质可嵌入软的玻璃，从而在玻璃中形成缺陷。无论来源，这样的缺陷和/或破坏可能导致在玻璃拉引过程中玻璃板过早的和/或不可控的破损，从而降低制造效率并且增加成本。本文描述的牵拉辊利用弹性元件接触玻璃板。弹性元件由高温下稳定的材料形成，并且，因此牵拉辊在延长使用后不易分解或脱出颗粒物质。此外，牵拉辊在弹性元件间形成开放结构，使得颗粒物质容易被包裹在牵拉辊体内，而不是嵌入牵拉辊表面。

[0032] 现在参照图2，示意性地表示了用于玻璃制造工艺过程的示例牵拉辊200。牵拉辊200通常包括轴构件202和位于轴构件202之上的顺应性包覆组件208。顺应性包覆组件208包括多个位于轴构件202之上并形成顺应性包覆组件的接触表面209的牵引盘210。虽然图2表示的牵拉辊200的实施方式包括多个牵引盘，但应当理解顺应性包覆组件208可由单个牵引盘形成。

[0033] 轴构件202可包括一端的螺纹224，同时相反端形成台肩222。牵引盘210可抵靠台肩放置，并通过螺母或其他适宜的紧固件，如锥形销，固定于轴构件之上。台肩222也可促进牵拉辊200固定于主动旋转牵拉辊200的构架或机构。在本文描述的一些实施方式中，轴构件202进一步包括键225，用于啮合在顺应性包覆组件208的牵引盘210上形成的对应键槽250，如图2所示。在其他实施方式中(未展示)，轴构件形成键槽，用于与牵引盘上形成的相应键啮合。键与键槽间的相互作用防止在牵拉辊200旋转时牵引盘210随轴构件202转动。

[0034] 现在参照图3和4，示意性地表示了用于牵拉辊200顺应性包覆组件的牵引盘210。在本文描述的实施方式中，牵引盘210通常包括环形轮毂206与多个弹性元件204。多个弹性元件204与环形轮毂206一体成型并由环形轮毂206径向向外伸出，如图3所示。最佳地如图4所示，每个弹性元件204在基部214与自由端212间延伸。特别地，每个弹性元件204在基部214整体地附连于环形轮毂206，使得弹性元件的自由端212定位成从基部214与环形轮毂206径向向外。在图3所示牵引盘210的实施方式中，环形轮毂206与多个弹性元件204基本在同一平面。

[0035] 每个牵引盘210的弹性元件204被设计为相对于环形轮毂206弹性弯曲，使得当牵拉辊受压接触玻璃板表面以对玻璃板施加拉引力时，弹性元件204相对于环形轮毂206弹性地位移。由此，当对玻璃板施加拉引力时，弹性元件204不损坏玻璃板。

[0036] 更具体地，每个牵引盘的弹性元件204通常具有从约2lbf/mm至约2000lbf/mm(约8.9N/mm至约8896.4N/mm)、或乃至从约5lbf/mm至约1500lbf/mm(约22.2N/mm至约6672.3N/mm)范围的径向弹性系数(即沿自环形轮毂206的径向投影的弹性系数)。弹性系数落在这些范围可生产出足够顺应的牵拉辊，从而在不损坏玻璃板的同时，也足够牢固以向玻璃板表面提供足够的牵引力，促进牵拉辊对玻璃板的拉引。

[0037] 如上所述，碎屑，例如玻璃碎片或其他颗粒物质，在向下拉引过程中可接触牵拉辊。为了防止碎屑嵌入牵拉辊顺应性包覆组件的接触表面从而破坏牵拉辊拉引的玻璃板，牵引盘210的弹性元件204在轴向和切线方向是足够顺应的，使得当碎屑在顺应性包覆组件的接触表面之间被冲击时，弹性元件切向和/或轴向位移，使得碎屑通过允许碎屑完全通过

牵拉辊的弹性元件之间或包裹在顺应性包覆组件之中，远离顺应性包覆组件的表面，从而缓解对玻璃板的损坏。在本文所述的牵拉辊实施方式中，弹性元件204通常具有足够低的轴向弹性系数(即如图3所示在坐标轴+/-z方向上的弹性系数)以便于设定辊的倾角(即辊的长轴相对于水平面的角)。例如，轴向弹性系数可从约0.25lbf/mm至约150lbf/mm(约1.1N/mm至约667.2N/mm)、或乃至从约5lbf/mm至约75lbf/mm(约22.2N/mm至约333.6N/mm)。切向弹性系数(即在箭头240方向的弹性系数)应当足够高以防止弹性元件自由端的过度偏转以影响维持恒定的板移速。在本文所述的实施方式中，切向弹性系数可从约2lbf/mm至约75lbf/mm(约8.9N/mm至约333.6N/mm)、或乃至从约5lbf/mm至约50lbf/mm(约22.2N/mm至约222.4N/mm)。

[0038] 现在参照图2-4，在本文所述牵拉辊的实施方式中，牵引盘210的弹性元件204在环形轮毂上形成，使得沿圆周方向相邻弹性元件204的基部之间的间距G大于或等于约0.01mm。所述间距足以允许碎屑通过圆周方向上相邻的弹性元件204之间，而不是嵌入顺应性包覆组件208的接触表面209。在一些实施方式中，间距G可大于或等于约0.05mm。

[0039] 弹性元件204沿圆周方向的厚度T通常取决于形成牵引盘210的材料种类以及所需的弹性元件弹性系数。在本文所述的实施方式中，弹性元件204的厚度T通常在从约0.25mm至约3.00mm的范围。在一些实施方式中，弹性元件的厚度可从约0.25mm至约1.5mm。但是，应当理解弹性元件204依据制成牵引盘210的材料种类和/或所需的弹性元件弹性系数，可具有其他的厚度。此外，弹性元件204的厚度T在基部214与自由端间可不一致，如图4所示，而在其他实施方式中(未展示)，弹性元件204的厚度在基部214与自由端212间可以是一致的。

[0040] 仍参照图2-4，在本文所述牵拉辊200的实施方式中，牵引盘210的环形轮毂206通常具有在从约18mm至约75mm范围内的外径d，同时牵引盘210的外径D在从约60mm至约200mm范围内。因此，应当理解牵拉辊200的顺应性包覆组件也具有在从约60mm至约200mm范围内的外径。

[0041] 弹性元件204的轴向厚度t(即图3所示坐标轴的+/-Z方向的厚度)和环形轮毂206的厚度通常在从约0.50mm至约105mm的范围内。此外，对于给定材料，弹性元件204的轴向厚度t可增加或减少从而调整弹性元件204的轴向弹性系数。在一些实施方式中，环形轮毂206的轴向厚度可大于弹性元件204的轴向厚度。在这些实施方式中，当牵引盘210被固定于轴构件202之上时，环形轮毂206被用来获得轴向相邻的弹性元件204之间所需的间距。因此，应当理解牵引盘210可由具有不同厚度的环形轮毂形成，从而获得轴向相邻的弹性元件之间所需的间距。

[0042] 在本文所述牵拉辊200的实施方式中，当牵拉辊被压靠在玻璃基板的平面上时，弹性元件204可被成形为特定的曲面以实现所需的力学响应(即所需的弹性变形和压力)。例如，图2-4表示由带有自由端212与基部214之间弯曲的弹性元件的牵引盘210构成的牵拉辊200的实施方式，使得当弹性元件的自由端与玻璃板平面接合时，弹性元件朝环形轮毂的中心径向地向内弹性地弯曲。在一些实施方式中，弹性元件204的曲率半径R在自由端212与基部214之间是恒定的。在这些实施方式中，曲率半径R可以从约10mm至约80mm、乃至从约10mm至约40mm。在这些实施方式中，弹性元件204通常沿牵拉辊向下拉引旋转方向的相反方向弯曲，使得弹性元件204在接触玻璃板表面时易于弯曲。例如，当图1B的牵拉辊200a具有顺时针的向下拉引旋转方向时，弹性元件204向逆时针方向弯曲。

[0043] 在其他实施方式中，弹性元件204可具有复合的曲率。例如，在一些实施方式中，从弹性元件204的基部214到弹性元件204的自由端212，每个弹性元件的曲率半径可以增加。在其他实施方式中，从弹性元件的基部214到弹性元件204的自由端212，每个弹性元件的曲率半径可以减少。还有在其他的实施方式中，弹性元件204可由复合的曲率形成，其中弹性元件的不同节具有不同的半径和/或弯曲向不同的方向。例如，图5表示了牵引盘234的实施方式，其中弹性元件具有下部227(即弹性元件靠近环形轮毂206的部分)和上部226。在此实施方式中，每个弹性元件204的下部227具有第一曲率半径且向逆时针方向弯曲，与此同时弹性元件204的上部226具有第二、不同的曲率半径且向顺时针方向弯曲。在这些实施方式中，弹性元件的上部226通常沿牵拉辊向下拉引旋转方向的相反方向弯曲。因此，在图5所示的牵引盘234实施方式中，牵拉辊向下拉引的方向应为逆时针方向。

[0044] 现在参照图6，示意性地表示了牵引盘230的另一个实施方式。在此实施方式中，牵引盘230由包括在每个弹性元件204自由端212形成的接触脚216的弹性元件204所形成。接触脚216增加了弹性元件204与随牵引盘230拉引的玻璃板表面之间的接触面积。弹性元件204与玻璃板表面之间的接触面积的增加提高了牵引盘与玻璃板间的摩擦力，允许由轴构件给予玻璃板更大的扭矩，从而在不减少弹性元件204的弹性情况下，增加施加于玻璃板上的向下拉引力，从而减轻在向下拉引过程中玻璃板可能的损坏。

[0045] 如上文所述，牵引盘可形成防止牵引盘在轴构件上转动的键槽。在图6所示的牵引盘230实施方式中，键槽250是在环形轮毂206上形成的一个开口。键槽250被成型以容纳附连于轴构件之上的相应键(未展示)，从而防止牵引盘230在轴构件上转动。

[0046] 现在参照图7，示意性地表示了牵引盘232的另一个实施方式。在此实施方式中，牵引盘232包括轮圈218。轮圈218将多个弹性元件中每个弹性元件的自由端与同一牵引盘上的相邻弹性元件的自由端相连。在此实施方式中，轮圈218增加了弹性元件与随牵引盘232拉引的玻璃板表面之间的接触面积。轮圈218所带来的弹性元件204与玻璃板表面之间的接触面积的增加提高了牵引盘与玻璃板间的摩擦力，允许由轴构件给予玻璃板更大的扭矩，从而增加施加于玻璃板上的向下拉引力。此外，牵引盘232的弯曲弹性元件204允许轮圈相对于环形轮毂206位移，从而减轻在向下拉引过程中玻璃板可能的损坏。

[0047] 虽然本文已经描述了由具有弯曲弹性元件的牵引盘构成的牵拉辊，但应当理解牵引盘的其他实施方式也是可以预期的。例如，图8和9表示了由有角度的弹性元件204形成的牵引盘236。具体地，牵引盘236包括环形轮毂206，其与多个如上所述的由环形轮毂206向外径向延伸的弹性元件204一体成形。每个弹性元件包括上部226与下部227，弹性元件204的上部226相对于下部227成一定角度α。弹性元件204的上部226相对于下部227所成的角度在下部227与上部226的交点提供了弯曲点，促进了具有所需弹性系数的弹性元件的形成。具体地，弯曲点的位置和角α可以被选择以实现弹性元件所需的弹性系数。上部226与下部227之间的角α可以为，非限制性地，约10度或甚至约30度。在一些实施方式中，角α可以为约45度或甚至约60度。

[0048] 图3-9所示的牵引盘可由在遇到玻璃向下拉引过程中可高达约900℃的高温时能保持其力学特征的材料形成。适宜的材料包括，非限制性地，金属，陶瓷，金属基复合材料以及矿物基材料。例如，牵引盘可由镍基合金包括，非限制性地，Rene 41，Haynes 282，或类似的镍基合金所形成。适宜陶瓷材料的例子包括，非限制性地，氮化硅，碳化硅，氧化铝，碳化

硼，SIALON，或类似的陶瓷材料。适宜的矿物材料包括，非限制性地，块状云母材料，如金云母。如图3-9所示的牵引盘可采用传统的加工方法，例如放电加工(EDM)或水射流加工方法。

[0049] 图10示意性地表示了牵引盘238的一可选实施方式。牵引盘238包括环形轮毂206与多个弹性元件204。在此实施方式中，弹性元件204是被成形以实现所需弹性系数的短纤维(即在从60lbf/mm至2000lbf/mm范围内的弹性系数)。但是，在此实施方式中，弹性元件204可通过选择性地腐蚀掉轮毂材料而形成，从而形成独立的弹性元件。本实施方式的牵引盘238可由上文所述图3-9所示牵引盘的实施方式相同的材料形成。

[0050] 当牵引盘形成后，牵引盘可用改善抗氧化性能与耐磨性能的材料涂覆。例如，牵引盘可由Stellite 6，Stellite 12或其他类似的可改善牵引盘的抗氧化性能和/或耐磨性能的涂层材料涂覆。

[0051] 再次参照图2，单个的牵引盘210被组装到轴构件202上，使得每个牵引盘210的键槽250与轴构件202上形成的键225相啮合。在图2所示的牵拉辊200的实施方式中，牵引盘210定位成抵靠台肩222并由螺母(未展示)旋在轴构件的螺纹224上以将牵引盘固定在轴构件202上，从而形成牵拉辊的顺应性包覆组件208。在一些实施方式中，每个牵引盘位于轴构件之上，使得相邻牵引盘之间的轴向间距S(即图2所示坐标轴z方向上的间距)可从约大于0.0mm至约25mm、或甚至从约0.0mm至约25mm。在一些实施方式中，相邻牵引盘之间的轴向间距S可从约0.75mm至约6mm。相邻牵引盘之间的轴向间距S，连同在单个牵引盘上弹性元件之间的间距G(图3所示)，允许碎屑进入到顺应性包覆组件208并穿过顺应性包覆组件，而不是嵌入顺应性包覆组件的表面，从而防止在拉引过程中对玻璃板的损坏。

[0052] 在图2所示的牵拉辊200的实施方式中，当牵引盘位于键225上时，单个牵引盘210被键合使得每个牵引盘与相邻的牵引盘旋转偏离，因此轴向相邻牵引盘上的弹性元件不会彼此对准。但是，在其他实施方式中，单个牵引盘210可能被同样地键合，使得轴向相邻牵引盘上的弹性元件彼此对准。

[0053] 现在参照图1B和11，在向下拉引玻璃成形过程中，拉引组件150的牵拉辊200a，200b分别在第一平面149和第二平面152接触玻璃板148，使得至少弹性元件204的自由端212接触玻璃板。当每个弹性元件接触玻璃板的表面时，弹性元件径向向内、朝环形轮毂206的中心(即朝箭头350的方向)偏转，传送来自于轴构件的扭矩至玻璃板148，从而向下游方向151拉引玻璃板。例如，如图11所示，牵拉辊沿逆时针方向153旋转。弹性元件204a与204c没有接触玻璃板148的表面149，因此，弹性元件204a与204c没有偏转。但是，当弹性元件204b旋转至于玻璃板148的表面149相接触时，弹性元件径向向内、朝环形轮毂206的中心偏转，当旋转的轴构件通过牵拉辊施加扭矩于玻璃板之上时，从而向下游方向151拉引玻璃。

[0054] 仍参照图11，在碎屑或其他颗粒物质存在于玻璃板148表面149的情况下，例如颗粒300，当玻璃板148向下游方向151拉引时，接触颗粒300的弹性元件204由于颗粒300而轴向向内偏转，从而减少了颗粒300对于玻璃板148表面149的点载荷，因此缓解对于玻璃板的损坏。此外，颗粒300对于玻璃板148表面的任意点载荷，根据颗粒的尺寸仅限于单个弹性元件或局部的一组紧密相连的弹性元件。因此，其余的弹性元件可保持与玻璃板接触并持续给予玻璃板拉引力。

[0055] 应当理解本文所述的牵拉辊可用于玻璃制造过程以拉引和/或引导玻璃板。具体地，牵引盘的弹性元件提供了平滑的弹性接触表面，其不对玻璃板表面造成损坏地接触玻

璃板。由于牵拉辊由适于高温下使用的材料构成，牵拉辊在高温下延展使用时不易分解或脱出可污染玻璃拉引过程的颗粒物质和/或碎屑。进一步地，牵引盘的弹性元件在轴向、径向和切向是足够弹性的以促进将颗粒物质包裹进弹性元件之间，减少对玻璃板的损坏。

[0056] 本文所述牵拉辊的弹性元件增加了辊径向的顺应性，从而向玻璃板提供更均匀的力。此外，弹性元件也增加了辊表面的接触面积，同时减少了对于玻璃板的接触压力与剪切力。特别地，弹性元件缓解或除去了玻璃板表面颗粒引起的点载荷，相应地，减少玻璃板的开裂和/或严重损坏。

[0057] 本领域技术人员显而易见的本文所述实施方式的各种修改和变形都不背离所要保护主题的主旨和范围。因此，覆盖本文所述多种实施方式的修改和变形提供了应归入所附权利要求及其相等变形范围的修改和变形。

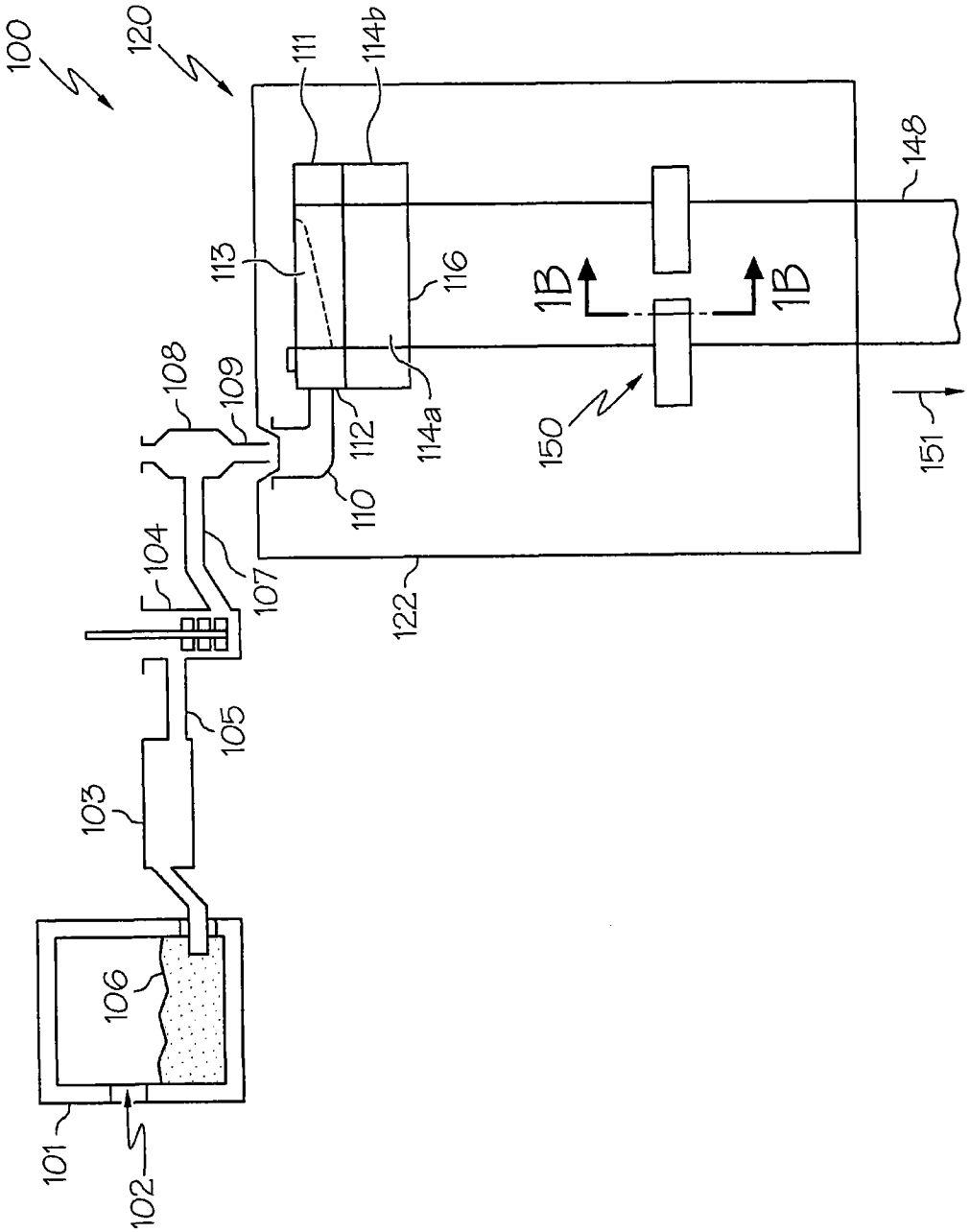

100
120
111
114b
148
113
116
1B
1B
108
109
112
114a
150
151
110
104
107
122
105
103
106
101
102

图1A

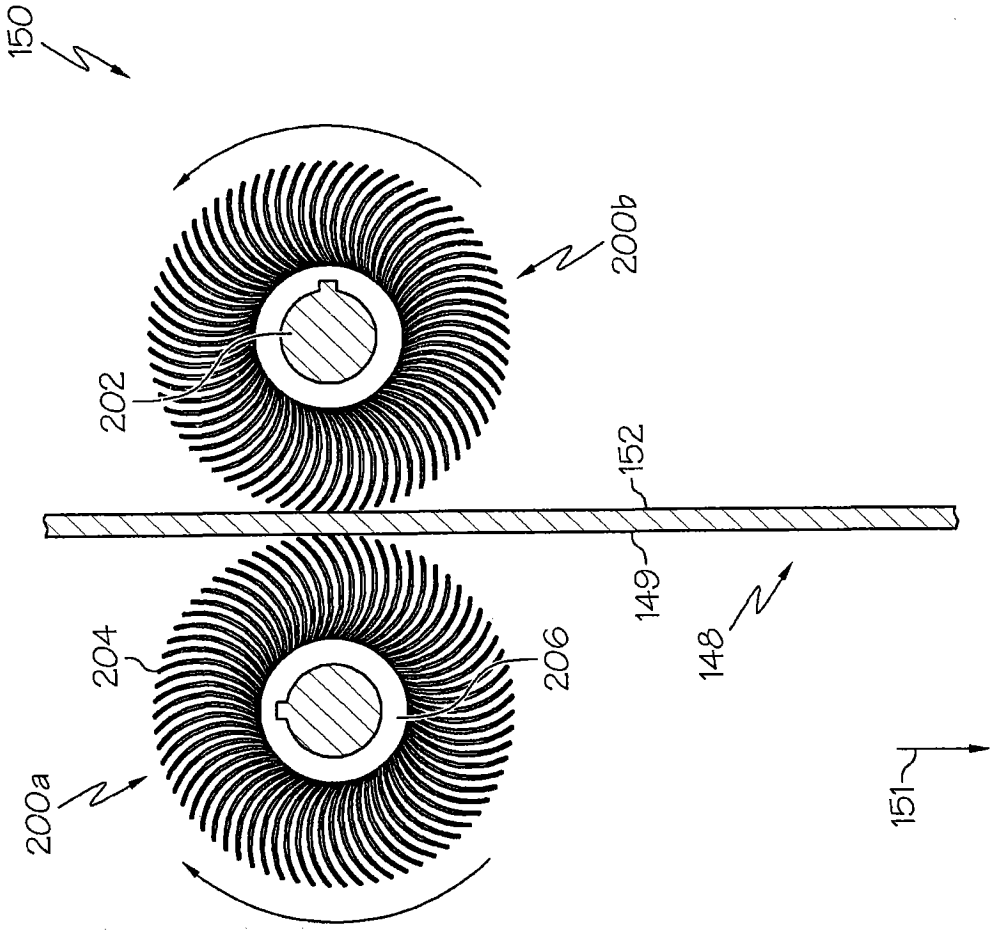


图1B

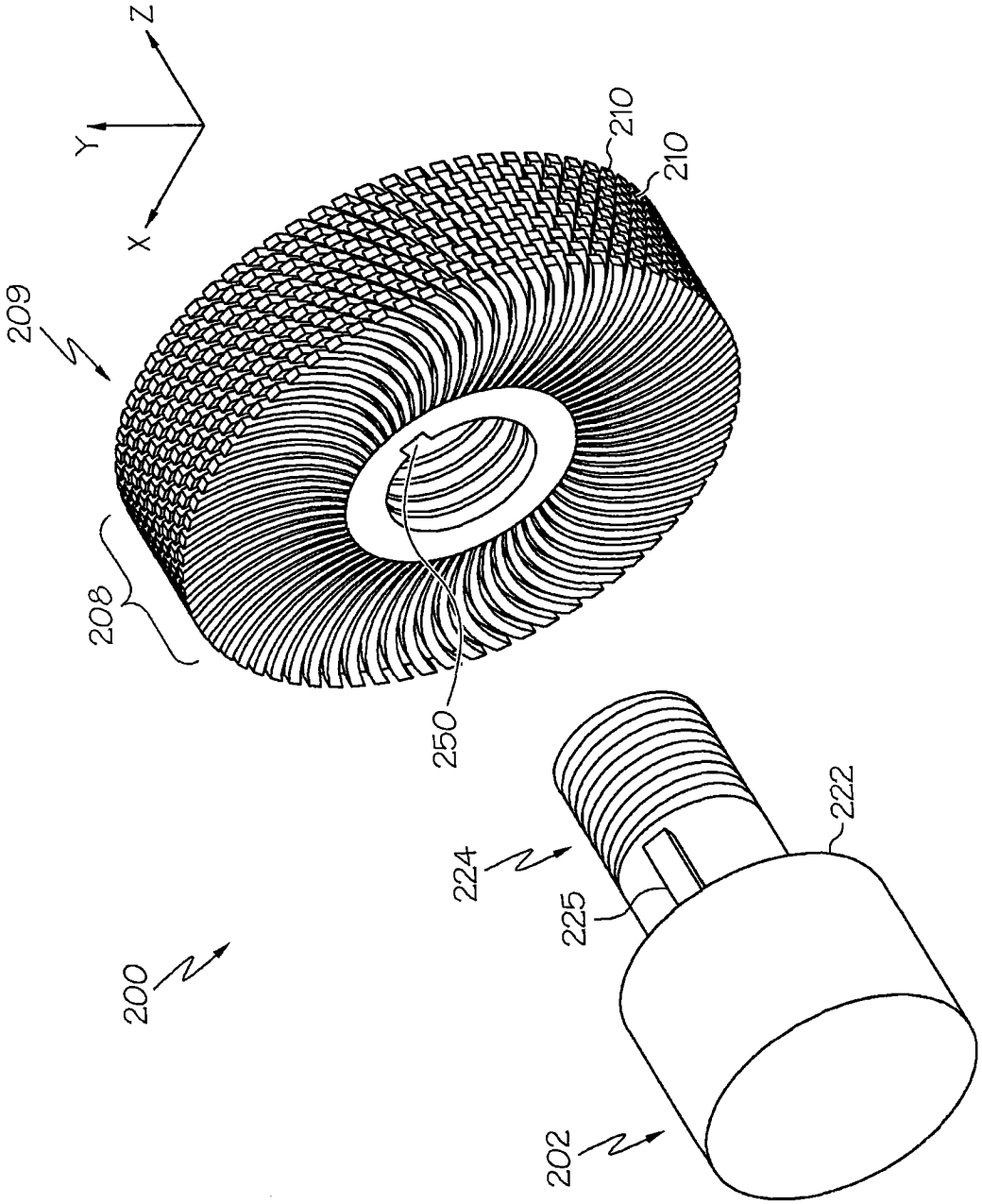


图2

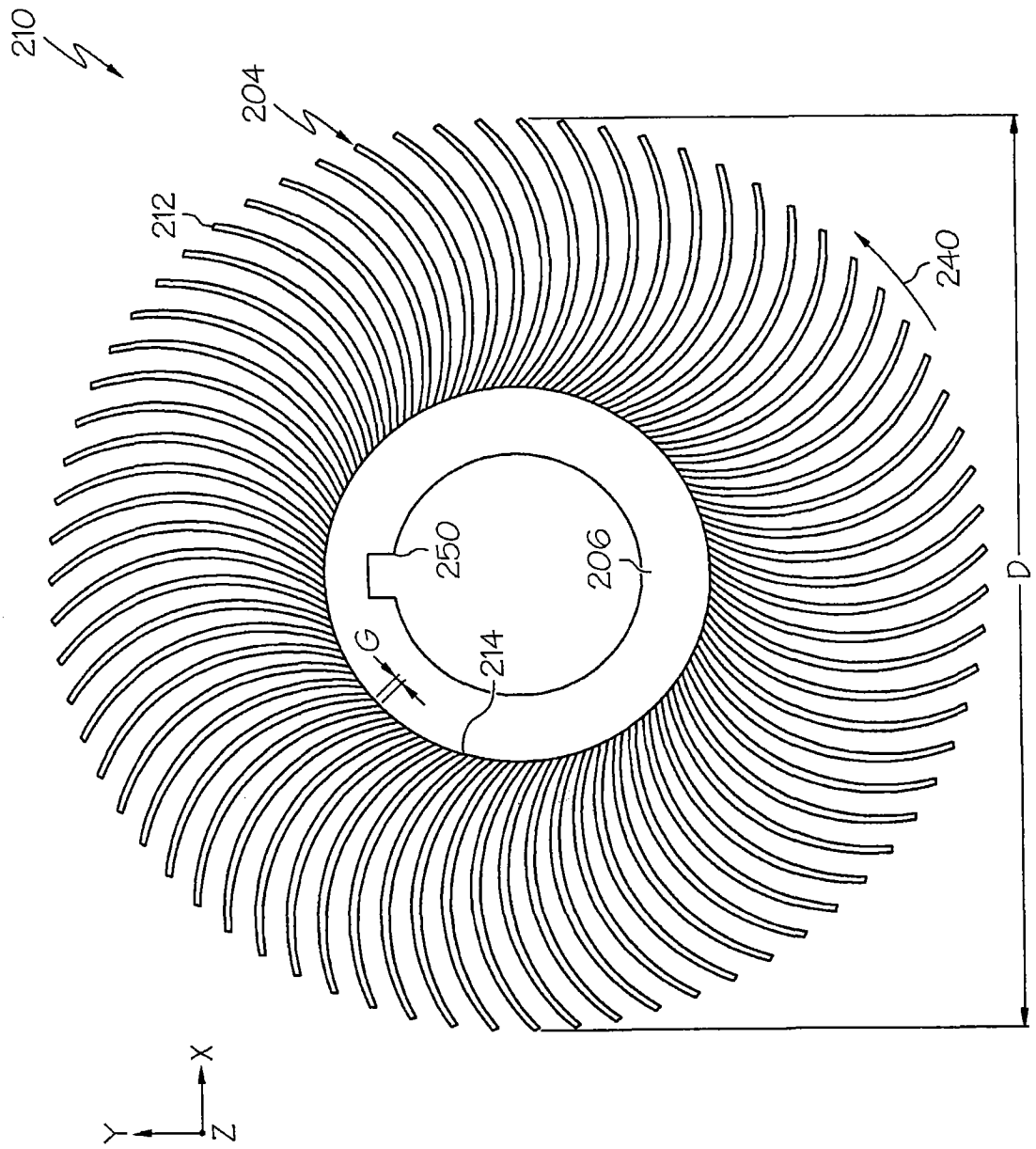


图3

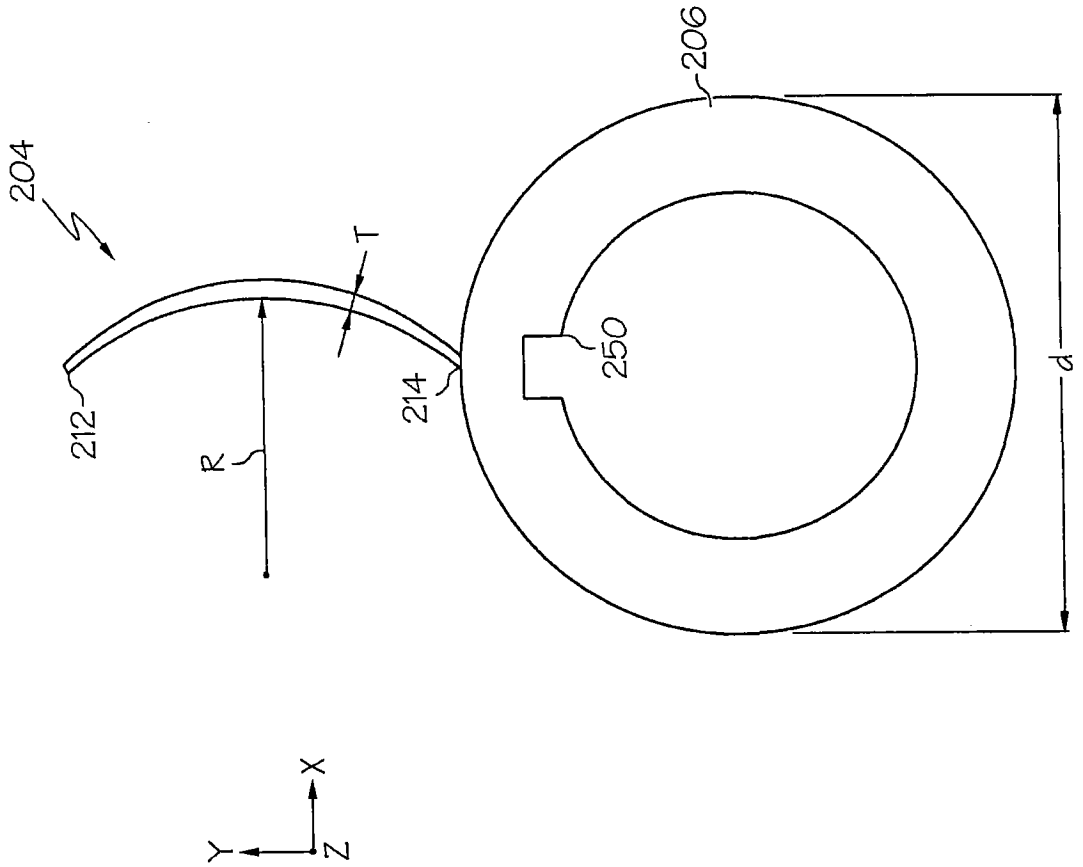


图4

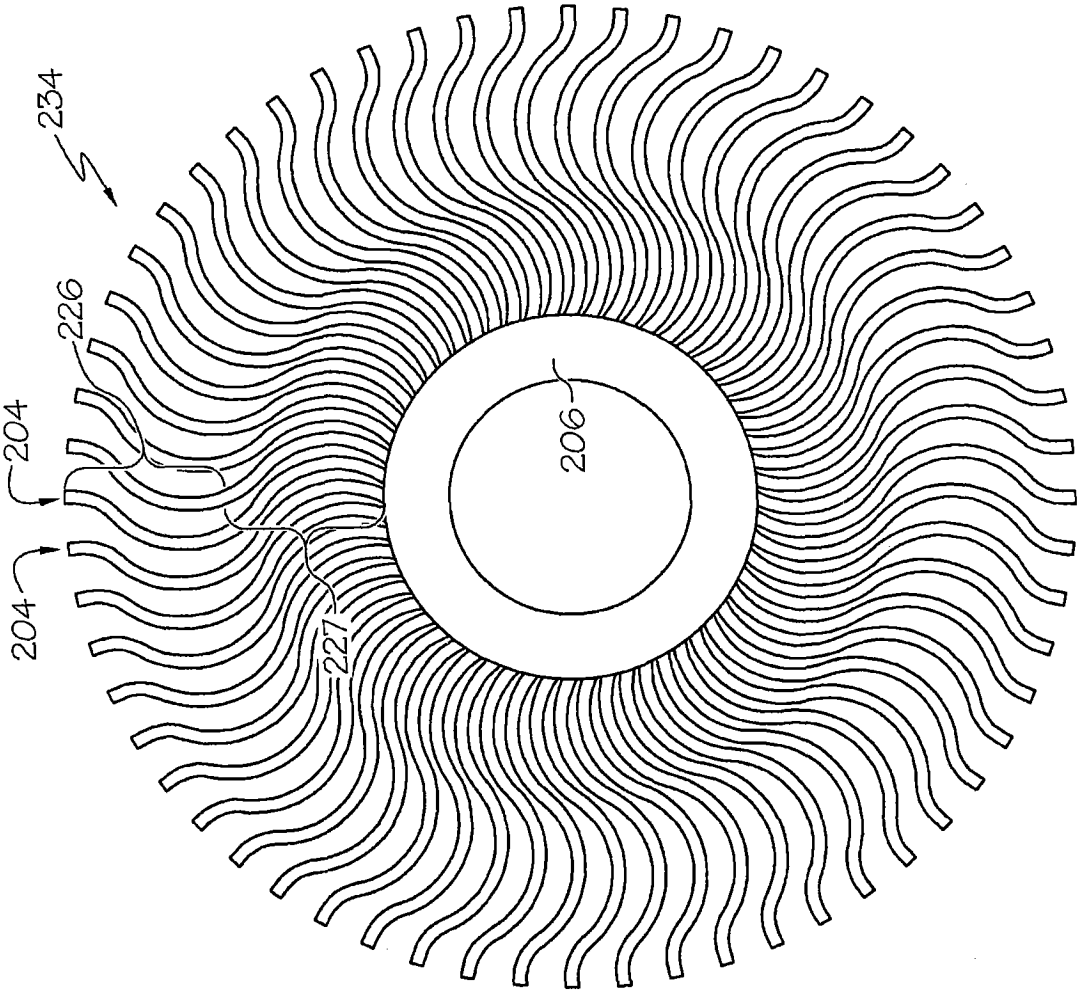


图5

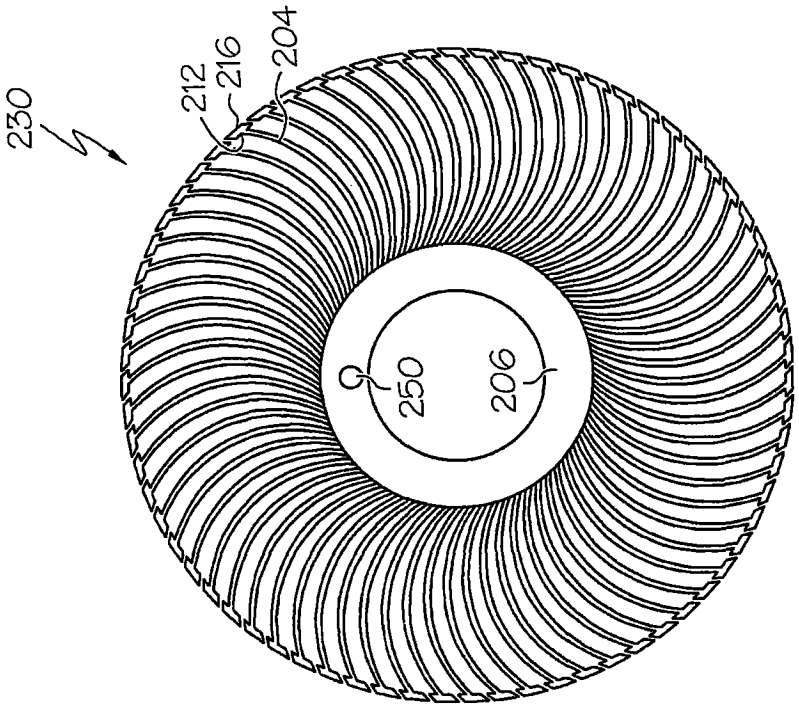


图6

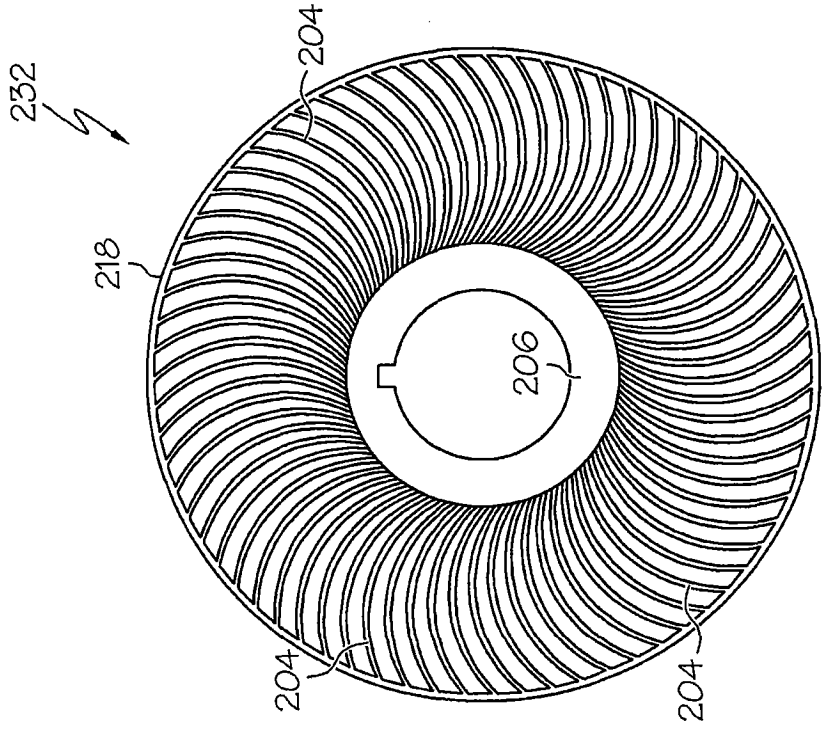


图7

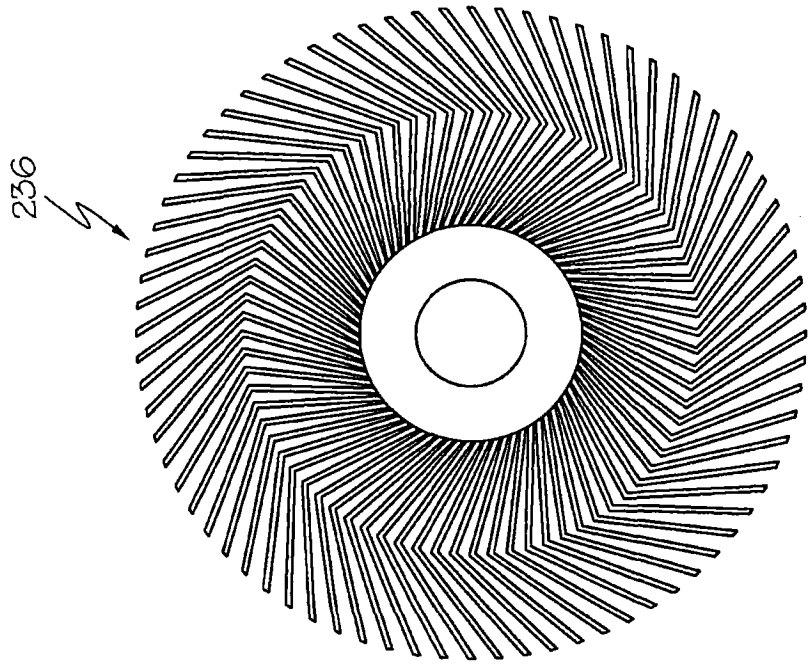


图8

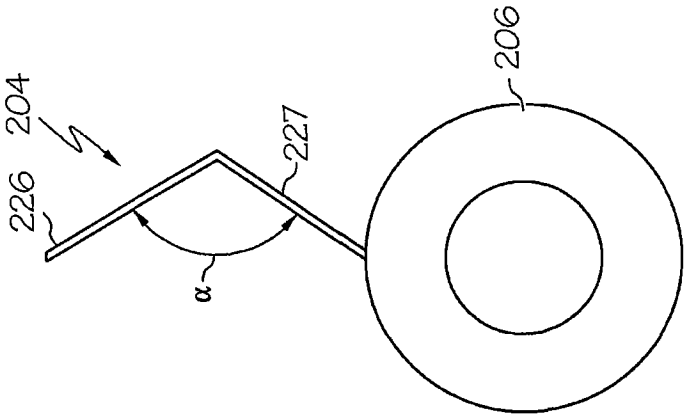


图9

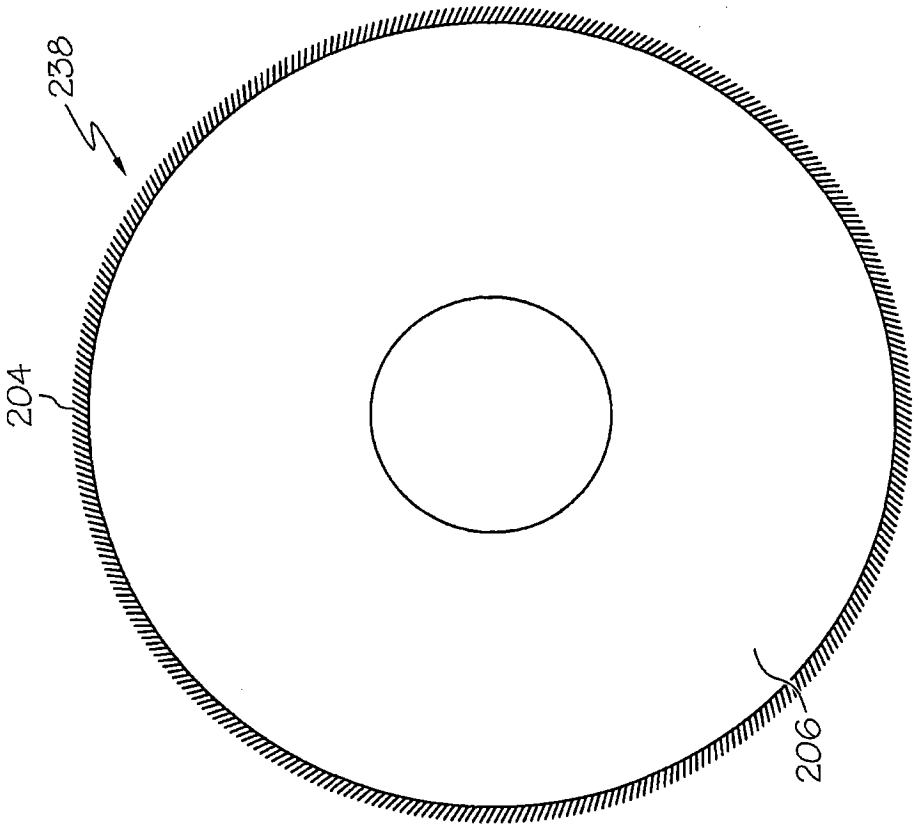


图10

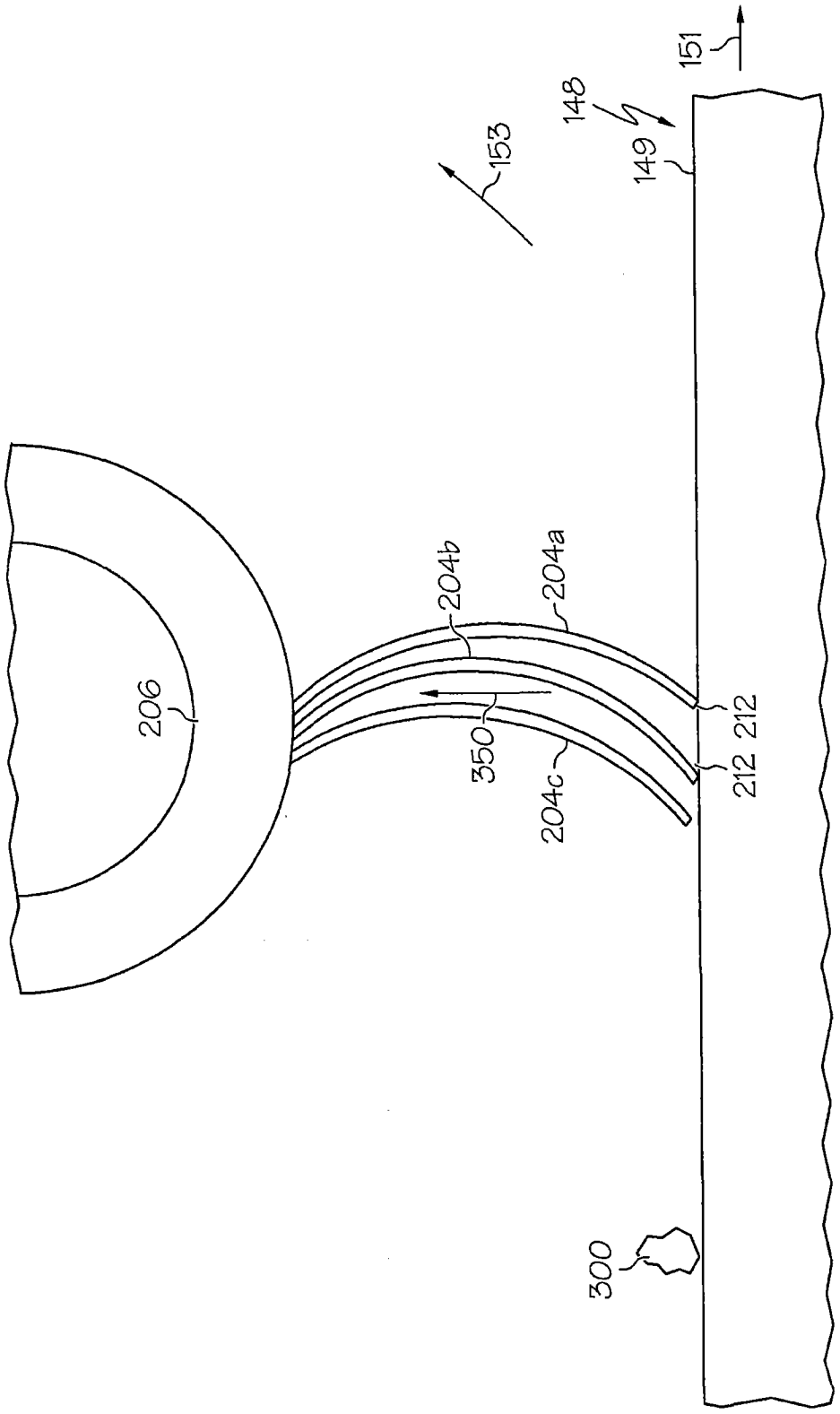


图11