



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202808599 U

(45) 授权公告日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201220421540. 3

G01B 21/06 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 08. 23

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(30) 优先权数据

61/526, 860 2011. 08. 24 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 R·哈根 M·A·约瑟夫二世

P·R·勒布朗

(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.

G03B 35/00 (2006. 01)

G01B 11/24 (2006. 01)

G01B 11/06 (2006. 01)

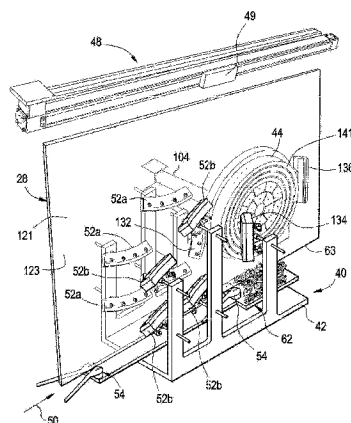
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 12 页

(54) 实用新型名称

用于表征玻璃板片特征的装置

(57) 摘要

本实用新型涉及一种用于表征玻璃板片特征的装置,该装置包括:环形的内多孔体部分,内多孔体部分包括位于内多孔体部分的表面内的圆形槽、以及多个与圆形槽相交的径向槽,内多孔体部分形成延伸通过环形的内多孔体部分的厚度的中心通道;围绕内多孔体部分设置的外多孔体部分,其中,外多孔体部分包括多个位于外多孔体部分的表面内的连续槽;以及其中,外多孔体部分的每个连续槽包括多个真空端口。该装置包括互补的机械材料操作技术,该技术渐进地稳定、定位、捕获、弄平和释放移动通过该装置的玻璃板片的下部,同时,对玻璃板片的顶部上施加最小的约束,玻璃板片本身受在各个制造工位之间移动玻璃板片的传输器约束。



1. 一种用于表征玻璃板片特征的装置,包括:

环形的内多孔体部分,所述内多孔体部分包括位于所述内多孔体部分的表面内的圆形槽、以及多个与所述圆形槽相交的径向槽,所述内多孔体部分形成延伸通过所述环形的内多孔体部分的厚度的中心通道;

围绕所述内多孔体部分设置的外多孔体部分,其中,所述外多孔体部分包括多个位于所述外多孔体部分的表面内的连续槽;以及

其中,所述外多孔体部分的每个连续槽包括多个真空端口。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述内多孔体部分的圆形槽和所述内多孔体部分的径向槽将所述内多孔体部分的表面分成为多个子表面,所述多个子表面中的子表面包括真空端口。

3. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述多个子表面中的每个子表面包括真空端口。

4. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述外多孔体部分包括弓形的外周界。

5. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述外多孔体部分包括圆形的外周界。

6. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述装置包括多个内多孔体部分。

7. 如权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述多个内多孔体部分中的每个内多孔体部分包括延伸通过其中的通道。

8. 一种在玻璃板片移动通过装置时用于表征该玻璃板片特征的装置,该装置包括:

空气轴承,所述空气轴承包括环形的内多孔体部分以及围绕所述内多孔体部分设置的外多孔体部分,所述内多孔体部分形成延伸通过所述空气轴承的厚度的中心通道;以及

多个稳定空气刀,所述多个稳定空气刀相对于玻璃板片移动方向定位在所述空气轴承的上游;以及

用以测量所述玻璃板片的至少一个属性的测量装置,所述测量装置与所述空气轴承的中心通道对齐。

9. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述内多孔体部分包括位于其表面内的圆形槽,多个径向槽相交于所述圆形槽。

10. 如权利要求 9 所述的装置,其特征在于,所述内多孔体部分的表面包括真空端口。

11. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述外多孔体部分包括多个连续槽,每个连续槽包括多个真空端口。

12. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述外多孔体部分的外周界是弓形的。

13. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述外多孔体部分的外周界是圆形的。

14. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述空气轴承包括多个内多孔体部分。

15. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述测量装置构造成通过所述中心通道测量所述至少一个属性。

16. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述稳定空气刀定向成使从所述稳定空气刀中流出的空气流相对于所述玻璃板片沿向下方向倾斜。

17. 如权利要求 16 所述的装置,其特征在于,所述空气流的方向相对于所述玻璃板片形成约 15 度至约 75 度的角度。

18. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,还包括边缘导向装置,所述边缘导向装置

包括导向臂,所述导向臂布置成在其间形成“V”形狭槽。

19. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述多个稳定空气刀是弓形的。

20. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,还包括定位在所述空气轴承下游的空气刀。

用于表征玻璃板片特征的装置

[0001] 相关申请的交互参照

[0002] 本申请根据 35U. S. C. § 119 要求对 2011 年 8 月 24 日提交的美国临时专利申请系列号 61/526860 的优先权益, 本文依赖于该专利的内容并以参见方式引入其全部内容。

技术领域

[0003] 本实用新型涉及用来表征玻璃板片特征的装置, 尤其是, 涉及适于在玻璃板片移动时测量玻璃板片一个或多个选定属性的装置。

背景技术

[0004] 本实用新型涉及用于控制正在沿着预定路径进行传输的玻璃板片的运动和姿态的装置, 以使诸如形貌检测(例如, 微观形貌, 或纳米级上的形貌)之类的在线测量能有高的分辨率。薄玻璃板片的精确在线测量, 尤其是, 纳米级特征的测量, 一贯地高度依赖于玻璃板片是否以预定的取向呈现在预定平面内, 玻璃板是否消除了绝大部分的振动和摆动。诸如对厚度、波度和波筋的高精度测量那样的挑战, 高度地依赖于玻璃表面是否给予测量仪以可重现的、高容差的材料处理。

[0005] 诸如对波筋和条纹的在线检测那样的在线过程的控制和质量测量遇到的问题是, 在非质量区域内只是简单地夹住玻璃之时进行检测时缺乏可重复性。材料提出挑战的很大部分是, 要保持玻璃板片沿着生产线移动, 同时悬空在高架传输器上的运载器上方。该种限制经常使得测量在生产处理线的单独分开的检测部分上进行, 即完全是离线的, 或者与粗糙的传统在线材料处理相容的测量技术就被局限在其特性上(例如, 分辨率)。

[0006] 在诸如硅晶片或纸和塑料幅材的其它行业内, 高分辨率的度量是在线进行的, 但在这些情形中, 产品是直接支承板接触的, 如与晶片或辊子接触, 与大多数的幅材相接触。适用于显示器应用的玻璃板片上的尺寸和接触限制对操作处理提出了困难挑战。

实用新型内容

[0007] 通常厚度等于或小于 1mm 的薄玻璃板片的测量会呈现出一定的曲率量或翘曲, 当测量玻璃的某些属性时, 特别是如果玻璃较大(例如, 大于约 4m²)的话, 曲率或翘曲会造成困难。为了克服该缺点, 首先必须弄平玻璃。过去, 弄平和稳定玻璃板片的操作涉及到从内联路径中取出玻璃板片, 将玻璃板片传送到精密的花岗岩底座, 然后, 将个别的玻璃板片抽真空到真空台, 作出所要的测量, 取出玻璃板片, 然后对另一玻璃板片进行相同的操作。如此逐个操作的方法增加了相当的时间, 并耗费了制造过程成本。如果需要在玻璃板片沿着制造生产线运输的同时来测量该玻璃板片, 则测量大而薄玻璃板片的挑战就会加剧。

[0008] 在某些制造过程中, 通过将玻璃板片夹紧到高架传输器内的移动构件上, 玻璃板片可从一个位置传送到另一位置。如果能够在玻璃板片运动时完成一个或多个上述特征表征, 且无需先拆卸玻璃板片和将玻璃板片定位在测量台上作为一个静止的物体, 那么, 这样会是有利的。

[0009] 为此目的,本实用新型披露了一种对移动的玻璃板片作精密测量的装置,移动的玻璃板片例如是适用于液晶显示器中的玻璃板片,通过约束玻璃板片,同时仍由传输器的承载器来保持住,由此来作精密的测量。装置的材料操作特征包括空气刀和压力-真空(PV)空气轴承,它们布置成线性的方式,使得进入装置玻璃板片经受非接触但逐渐增加的约束力,直到可进行测量的时刻。然后出现逐渐减小的约束力,直到玻璃板片从装置中释放出来为止。该逐渐变化力的技术沿着玻璃板片移动方向应用,并还沿着玻璃板片高度垂直向上施加,以便限制玻璃板片的运动,而不在靠近传输器承载器的捏合点处约束玻璃板片。

[0010] 因此,本实用新型披露了一种空气轴承,该空气轴承可用在当玻璃板片移动通过装置时用来表征该玻璃板片特征的装置,该空气轴承包括:环形的内多孔体部分,内多孔体部分包括位于内多孔体部分表面内的圆形槽,以及多个与圆形槽相交的径向槽,内多孔体部分形成延伸通过空气轴承厚度的中心通道;围绕内多孔体部分设置的外多孔体部分,其中,外多孔体部分包括多个位于外多孔体部分表面内的连续槽;以及其中,外多孔体部分的每个连续槽包括多个真空端口。内多孔体部分的圆形槽和内多孔体部分的径向槽将内多孔体部分的表面分成为多个子表面,以及多个子表面中的子表面包括真空端口。较佳地,多个子表面中的每个子表面包括真空端口。

[0011] 外多孔体部分较佳地包括弓形的外周界,较佳地,外多孔体部分包括外周界,以使空气轴承包括环形的内多孔体部分和围绕内多孔体部分设置并与内多孔体部分同心的环形的多孔体部分。在某些实施例中,空气轴承包括多个内多孔体部分。例如,多个内多孔体部分可沿着水平轴线对齐。

[0012] 在另一实施例中,本实用新型披露了当玻璃板片移动通过装置时来表征该玻璃板片特征的装置,该装置包括:空气轴承,该空气轴承包括环形的内多孔体部分以及围绕内多孔体部分设置的外多孔体部分,内多孔体部分形成延伸通过空气轴承厚度的中心通道;多个稳定空气刀,多个稳定空气刀相对于玻璃板片移动方向定位在空气轴承的上游;以及用以测量玻璃板片至少一个属性的测量装置,该测量装置与空气轴承的中心通道对齐。内多孔体部分包括位于其表面内的圆形槽。内多孔体部分还可包括与圆形槽相交的多个径向槽。内多孔体部分的表面包括真空端口。如果内多孔体部分包括圆形槽和多个径向槽,则圆形槽和径向槽在内多孔体部分上形成了多个子表面。较佳地,每个子表面包括真空端口。

[0013] 外多孔体部分包括多个连续的(即,闭合的)槽,每个连续槽包括多个真空端口。例如,每个连续槽可以是圆形的、卵形的、椭圆形的或任何其它闭合的连续的形状。较佳地,外多孔体部分的外周界是弓形的。例如,外多孔体部分的外周界可以是圆形的。在某些实施例中,空气轴承可包括多个内多孔体部分。

[0014] 测量装置较佳地通过由内多孔体部分形成的通道来测量至少一个属性。

[0015] 稳定空气刀定向成使从稳定空气刀中流出的空气流沿向下方向倾斜。即,从稳定空气刀中流出的空气流相对于水平平面较佳地朝向向下的方向,以使空气流与玻璃板片成锐角。例如,空气流的方向可相对于玻璃板片形成范围在约 15 度至约 75 度的角度。较佳地,稳定空气刀呈弓形形状。

[0016] 根据本实施例的装置还可包括定位在空气轴承下游的定位空气刀,以迫使玻璃板片处于远离空气轴承的方向。

[0017] 在下面的详细描述中,将阐述本实用新型其它的特征和优点,本技术领域内的技术人员从该描述中将会部分地容易明白到这些特征和优点,或通过实践这里所描述的实用新型来得以认识它们,这里描述的实用新型包括下面的详细描述、权利要求书以及附图。

[0018] 应该理解到,以上的一般性描述和下面的详细描述给出了本实用新型的实施例,这些实施例用来提供为理解本实用新型所主张的特性和特征之用的概述或框架。附图的纳入旨在提供对本实用新型的进一步理解,附图构成本说明书的一部分。附图示出了本实用新型各种实施例,连同描述一起用来解释本实用新型的原理和操作。

附图说明

[0019] 图 1 是示范的生产玻璃板片的熔融玻璃制造系统的示意图;

[0020] 图 2 是根据本实用新型一实施例的用来表征玻璃板片特征的装置的立体图;

[0021] 图 3 是图 2 装置的俯视图;

[0022] 图 4 是根据本实用新型一实施例的边缘导向装置的俯视图;

[0023] 图 5 是根据本实用新型一实施例的边缘约束装置的俯视图;

[0024] 图 6 是图 5 的边缘约束装置中辊子的侧视图,示出与旋转编码器相啮合的辊子;

[0025] 图 7 是根据本实用新型一实施例的空气轴承的简化前视图,显示内部多孔体部分和外部多孔体部分;

[0026] 图 8 是图 7 的空气轴承的侧视(边缘)图;

[0027] 图 9 是根据本实用新型一实施例的空气轴承的前视图,该图显示为空气轴承相对于玻璃板片的某一位置;

[0028] 图 10 是图 7 的空气轴承的详图;

[0029] 图 11 是空气轴承另一实施例的前视图,其中,空气轴承包括多个内部多孔体部分;

[0030] 图 12A 是图 10 的空气轴承的内部多孔体部分的一部分的剖视图;

[0031] 图 12B 是图 10 的空气轴承的外部多孔体部分的一部分的剖视图;

[0032] 图 13 是根据本实用新型的示范的线性稳定的空气轴承的立体图,示出以平面方式从细长喷嘴流出的空气流;

[0033] 图 14 是图 7 的空气轴承的前视图,示出示范稳定的空气刀的向下角;

[0034] 图 15 是图 7 的空气轴承的俯视图,示出示范稳定的空气刀的侧向角;

[0035] 图 16 是图 7 的空气轴承的侧视(边缘)图,示出从示范稳定的空气刀流出的向下的空气流;

[0036] 图 17 是图 7 的空气轴承的前视图,示出空气轴承相对于玻璃板片移动方向的前导边缘和尾部边缘;

[0037] 图 18 是图 2 装置的俯视图,示出该装置在玻璃板片产生的曲率;

[0038] 图 19 是图 17 的空气轴承一部分的侧视剖视图,示出邻近于空气轴承的玻璃板片的曲率的详图;

[0039] 图 20 是当玻璃板片以 100mm/s 速度移动时玻璃板片上两个部位的飞行高度对时间的曲线图,并示出玻璃板片位置的稳定性(即,飞行高度的一致性)。

具体实施方式

[0040] 在以下的详细描述中,为了解释的目的且不予限制,阐述了披露具体细节的示例的实施例,以提供对本实用新型的透彻理解。然而,本技术领域内的技术人员从对本实用新型的披露中获益后将会明白,本实用新型也可应用在其它与这里所披露的具体细节相偏离的实施例中。此外,对众所周知的装置、方法和材料的描述可予以省略,以使对本实用新型的描述更加清晰。最后,任何适用的情况下,相同的附图标记表示相同的元件。

[0041] 在下拉式的玻璃板片制造过程中,例如熔融式下拉过程中,在形成玻璃带的合适粘度和下拉速度的条件下,通过垂直地向下曳拉粘滞的玻璃材料,就可形成玻璃板片。当玻璃材料通过玻璃的转变温度范围时,玻璃带包括处于玻璃带最上极端位置处的粘滞液体和从粘滞液体到固体玻璃带的过渡区。当玻璃带的下降底部部分达到合适的温度和粘度时,从玻璃带上切割下玻璃板片,如此地继续该过程,从连续下降的玻璃带中切割下玻璃板片。

[0042] 图 1 中示出了一示范的下拉式熔融玻璃制造系统 6。根据图 1,配合料 8 加载到熔化炉 10 内,并加热而形成粘滞的熔融玻璃材料 12。熔融玻璃材料 12 被传输通过精炼炉 14,那里,从熔融玻璃材料中除去气泡,然后,在搅拌装置 16 中进行搅拌而使熔融玻璃材料变均匀。搅拌操作目的是消除熔融玻璃材料的化学一致性中的差异,由此避免成品玻璃的物理和光学特性的变化。一旦熔融玻璃材料搅拌后,它就流过接纳容器 18,然后流向成型体 20。通过抑制微小的流动波动,接纳容器 18 起作积聚器的作用。成型体 20 包括陶瓷体,该陶瓷体具有位于成型体上部内的敞开通道 22,以及一对会聚的外部成形表面 24,该对表面在成型体的底部连接起来。熔融玻璃材料溢流过成型体的敞开通道,并向下流过成型体的会聚的成形表面,成为两个分开的熔融玻璃材料流。分开的熔融玻璃材料流联合和形成单一的玻璃材料流或带 26,那里,会聚的成形表面会聚在一起。玻璃带在其下降通过玻璃的转变温度区域时冷却下来,从而形成固体的玻璃带,玻璃板片 28 沿着切割线 29 从玻璃带中切割下。

[0043] 熔化炉 10 通过熔化炉到精炼炉之间的连接管 30 连接到精炼炉 14,并与精炼炉 14 流体地连通,精炼炉 14 通过精炼炉到搅拌装置之间的连接管 32 连接到搅拌装置 16,并与搅拌装置 16 流体地连通。搅拌装置 16 通过搅拌器到接纳容器之间的管子 34 连接到接纳容器 18,并与接纳容器 18 流体地连通,接纳容器 18 通过下流管 36 和成型体入口 38 连接到成型体 20,并与成型体 20 流体地连通。当熔化炉 10 典型地由诸如陶瓷砖(例如,氧化铝或氧化锆)那样的陶瓷材料形成时,涉及到熔融玻璃材料运输和处理的那些部件典型地由铂或诸如铂铑合金那样的铂合金形成。因此,熔化炉到精炼炉之间的连接管 30、精炼炉 14、精炼炉到搅拌装置之间的连接管 32、搅拌装置 16、搅拌器到接纳容器之间的管子 34、接纳容器 18、下流管 36 和成型体入口 38 典型地包括铂或铂铑合金。

[0044] 由于玻璃板片从玻璃带 26 中取下时它们以垂直定向的板片开始,所以,如果玻璃板片被运输通过形成过程下游的制造过程的至少一部分时,玻璃板片仍可保持在垂直的定向,则减少操作就成为可能。因此,在某些制造过程中,玻璃板片从玻璃带中切割下并在垂直定向上移动通过至少一部分的过程生产线之后,玻璃板片附连并被提升的传输器支承。此外,更为有效的是,在玻璃板片移动时而不是卸下玻璃板片时就执行成形后的加工处理,置玻璃板片在夹具内,处理该玻璃板片,重安装该玻璃板并将其运输到其后的加工过程。为此目的,本文披露了一种装置,其在玻璃板片从玻璃带中切割下之后并在玻璃板片移动时

测量玻璃板片的特征。测量的特征可包括波筋、条纹或厚度等。波筋与玻璃体积中组成成分上的不均匀性相关。该成分上的不均匀性可导致周期性的纳米级的形貌偏差。在液晶显示器(LCD)领域内,这些偏差可导致显示器屏本身内周期性的元件间隙变化,这又会导致对比度条纹,人的感觉细微地对此进行协调。条纹可导致 LCD 屏内同样的畸变,但条纹是由用来形成玻璃板片的物体上的流动变形所造成。根据图 2,在进入装置 40 之前,将玻璃板片仅在玻璃板片的上边缘处固定,使得玻璃板片自由地悬挂在该支承上,由此可运输玻璃板片。

[0045] 尽管以上的简要描述集中在下拉式熔融玻璃板片的制造过程上,但本实用新型不局限于下拉的熔融过程,本实用新型也可应用在诸如狭缝曳拉工艺过程的其它玻璃板片制造过程中。

[0046] 图 2 和 3 示出用于测量玻璃板片特征的装置 40 的示范实施例。如图 2 和 3 所示,装置 40 包括框架 42,该框架支承处于直立垂直定向中的圆形空气轴承 44。空气轴承 44 是压力-真空装置,其设计成将诸如玻璃板片那样的基底保持在预定的距离处,在离空气轴承表面的最大偏差范围之内。该预定距离被称之为飞行高度。飞行高度代表该基底相对于空气轴承的平衡位置。当通过一个或多个真空端口从玻璃板片和空气轴承之间抽出空气时,周围的空气压力迫使基底朝向空气轴承。然而,当基底朝向空气轴承移动时,由从空气轴承的多孔表面中流出的空气产生的对着基底的力增加,直到基底到达诸力达到平衡的位置为止。因此,基底被空气轴承擒住和固定住。飞行高度显示出有关给定的正常飞行高度的某些偏差。如本文中所使用的,真空端口可以是与通道流体地连通的空气轴承 44 表面内的任何开口,所谓通道例如是管道、管子或用于传输气体的其它结构,其连接到或意欲连接到诸如真空泵那样的真空源。真空端口可以互连,例如,通过设置在空气轴承 44 内共用的腔室,通过空气轴承 44 外的共用腔室进行连接,或个别地供应真空。

[0047] 空气轴承 44 包括主表面 46,其是最靠近要测量的玻璃板片的那个表面,包括通道或凹槽和真空端口,这将在下文中详细地讨论。为了清晰起见,说到主表面 46 上的角度位置,将参照圆形空气轴承的外周界来作出,令 0 度位置位于空气轴承最顶上的点处,相对于圆形空气轴承的中心增加角度位置,顺时针方向转动增加角度通过 360 度。

[0048] 参照图 2,传输器 48 可用来沿着预定路径顺着移动方向 50 运输玻璃板片通过装置 40,以便可测量玻璃板片。例如,传输器 48 可包括装备有夹紧机构 49 的高架的轨道,该夹紧机构 49 沿着轨道移动,其还夹紧到待要测量的玻璃板片的顶部边缘上。较佳地,该夹紧机构造成沿着轨道滚动或滑动。此外,传输器 48 最好装备有沿着轨道组件移动该夹紧机构和玻璃板片的驱动机构。例如,轨道组件可配备连接到夹紧机构的从动链或皮带,其中,电动机或其它的驱动力用来移动链条或皮带,由此,致使夹紧机构和被夹紧机构 49 夹紧的玻璃板片沿着轨道组件移动通过装置 40。如文中所采用的,移动方向 50 代表玻璃板片通过装置 40 的向前运动。此外,术语“上游”和“下游”是相对于移动方向 50 而被采用的。即,上游被解释为大致与移动方向 50 相对的方向,而下游则被解释为大致与移动方向 50 同向的方向。然而,应该指出的是,上游和下游的表示不需要所指方向是相同的,或恰好完全与移动方向 50 相反。只需要所指方向在相对方向上没有矢量分量。例如,上游方向没有下游矢量分量。此外,上游和下游可用来指定相对于移动的玻璃板片的静止位置。在这一点上,上游是指相对于另一静止位置遇到移动的玻璃板片的某一位置。因此,沿移动方向 50 移动的玻璃板片在通过其后点或物体之前可通过一个固定点或物体。该第一通过点或物体被称之

为相对于其后点的上游点或物体,而其后点或物体是相对于第一通过点的下游点或物体。

[0049] 装置 40 还包括多个玻璃板片稳定空气刀,该空气刀包括第一稳定空气刀 52a 和第二稳定空气刀 52b,第一稳定空气刀 52a 定位成使得第一稳定空气刀将位于玻璃板片的第一主表面的对面(那里,玻璃板片的第一主表面是最靠近或邻近于空气轴承的玻璃表面),而第二稳定空气刀 52b 位于玻璃板片的第二主表面对面。更简单地说,一个空气刀邻近于玻璃板片的一侧定位,而另一个空气刀邻近于玻璃板片的另一侧或相对侧定位。附加的玻璃板片稳定空气刀 52a、52b 可这样进行定位,按照需要使它们与玻璃板片的第一或第二主表面相对。例如,图 2 和 3 示出四对呈行列排列的稳定空气刀。装置 40 还可包括另外的空气刀的定位,对定位在空气轴承 44 上游的空气刀、定位在空气轴承下游的空气刀进行定位,和 / 或相对于空气轴承进行定位,以有助于玻璃板片相对于空气轴承的定位,这将在下文中进一步详细描述。

[0050] 装置 40 还包括用来将玻璃板片引导到测量位置内的边缘导向装置 54。边缘导向装置 54 相对于玻璃板片的移动方向位于稳定空气刀的上游,起到减小或消除玻璃板片侧向摆动并在稳定空气刀之间导向玻璃板片的作用。在图 2 和 3 所示的实施例中,也许如图 4 中清楚地所示,边缘导向装置 54 包括一对导向臂 56a、56b,它们构造成形成导向狭槽 58,用来接纳玻璃板片的下边缘。较佳地,导向狭槽 58 呈楔形或 V 形,其中,在玻璃板片进入导向狭槽的导向狭槽 58 入口(上游)端(相对于玻璃板片移动方向 50 而言)处的导向臂之间的距离 d ,大于导向狭槽出口(下游)端处的导向臂 56a、56b 之间的距离 d' 。更简单地说,导向臂之间的距离沿着导向狭槽的长度和方向 50 变化,使得导向狭槽随着玻璃板片前进通过导向狭槽而逐渐地变窄,由此形成沿朝向空气轴承 44 的方向变窄的 V 形狭槽。较佳地,如图 4 中实施例所示,每个导向臂通过轴销或栓子可转动地安装在框架 42 上,轴销或栓子插入到各个导向臂内互补的孔 60 中并紧固在框架 42 上。替代地,每个导向臂可包括配装在框架 42 内的互补孔内的销子。因此,导向臂可以转动而改变导向狭槽 58 的形状。最好还设置用来锁定导向臂的装置,由此,使得每个导向臂在实现合适的狭槽形状时不动。例如,导向臂可配装有夹子或锁定螺钉。在某些实施例中,装置 40 可包括多个边缘导向装置 54。导向狭槽 58 的宽度 d 应足以容纳玻璃板片预计最大的侧向运动或摆动(此时,玻璃板片围绕夹紧机构 49 转动),以便于擒住玻璃板片。例如,如果距离 d 不是足够宽,那么,摆动的玻璃板片可能不被擒获在导向狭槽 58 内,而相反被传输到与装置 40 的元件相接触,由此,有可能损坏玻璃板片或装置。宽度 d 将取决于特殊工艺过程结构的参数。如上所述,宽度 d' 小于宽度 d ,宽度 d 应该足够大,以在玻璃板片移动通过导向狭槽 58 时防止玻璃板片卡住,但却又必须足够狭窄,以减小或消除侧向摆动。例如,宽度 d' 取决于玻璃板片的厚度以及玻璃板所呈现出的任何曲率幅度。替代地,边缘导向装置 54 可以是材料块体,其包括加工到块体上表面内的狭槽。

[0051] 装置 40 较佳地还包括边缘约束装置 62,其在图 5 中可清晰地看到,当玻璃板片邻近于空气轴承沿第一方向 50 移动时,边缘约束装置 62 用来保持住玻璃板片的下边缘 63。例如,边缘约束装置 62 可以是多个导向辊,导向辊包括一对或多对相对的辊子,当玻璃板片横向于装置 40 时,辊子沿着玻璃板片的路径定位。根据图 5 的实施例,每个辊子对包括一固定位置的辊子 64 和一相对的可动的辊子 66。辊子对的固定辊子构造成可转动,但不可其它方式的运动。即,当固定位置的辊子 64 可围绕辊子转动轴线转动时,它不适于平移或

摆动(描绘成弧形)。另一方面,辊子对中相对的可动的辊子 66 构造成既可转动又可移动(例如,平移),以使固定位置的辊子 64 和相对的可动的辊子 66 之间的距离可变化。较佳地,可动的辊子 66 被推向固定位置的辊子 64,就像用弹簧 68 那样。如图 5 所示,可动的辊子 66 偶联到枢轴臂 70 上,该枢轴臂可围绕枢轴点 72 枢转。弹簧 68 被压缩在枢轴臂 70 和弹簧止挡 74 之间,由此,可动的辊子 66 被推向固定位置的辊子 64。插入在固定位置的辊子 64 和可动的辊子 66 之间的玻璃板片 28 致使可动的辊子 66 围绕枢轴点 72 转动,并描绘出围绕枢轴点 72 对中的圆弧。枢轴臂 70 对着弹簧 68 的同时的运动进一步压缩了弹簧 68。即,可动的辊子 66 的转动轴线本身围绕枢轴点 72 转动。因此,远离固定位置的辊子 64 的可动的辊子 66 的运动,通过枢轴臂 70 受到弹簧 68 所施加力的阻碍,可动辊子 66 被推靠在玻璃板片 28 上,于是,玻璃板片 28 被夹捏在固定辊子和可动辊子之间。

[0052] 为了跟踪玻璃板片通过装置 40 的进程,约束装置 62 的至少一个辊子可包括旋转的编码器装置,以检测可转动辊子的旋转运动,并将转动运动转化为电信号。图 6 示出固定位置的辊子 64 的侧视图,固定位置的辊子 64 包括辊子轴 76 和通过辊子轴 76 和驱动皮带 80 偶联到辊子上的旋转编码器 78。正如行内所公知的,也可采用其它偶联旋转编码器 78 的方法。旋转编码器 78 按照辊子的转动比来转动,并形成或修正电信号 79。来自旋转编码器 78 的形成的或修正的电信号 79,然后可被传输到接收的计算装置(未示出),那里,使用来自旋转编码器的转动数据可计算玻璃板片的线性运动。如图 6 中清楚地所示,每个固定位置的辊子 64 和每个可动的辊子 66 都包括弹性表面 82,以防止辊子和玻璃板片之间的接触所造成的损坏。

[0053] 现参照图 7 和 8,空气轴承 44 包括多孔体 84,该多孔体包括大致平面的主表面 46。如文中所使用的,多孔意味着刚性但却海绵样的材料,该材料包括上百万个通过该材料厚度的微小而随机布置的狭槽,这些槽由材料外表面处许多孔的均匀分布造成的,每个孔本身几乎是微不足道的。然而,当加压的气体供应给多孔材料时,多孔就一起提供来自材料表面的基本上均匀的空气流动。与本定义保持一致的合适的多孔材料是石墨。也可采用其它材料,例如,烧结的金属粉末,但由于金属有硬的研磨特性,增加了对玻璃板片刮擦的风险因此还是赞成诸如石墨那样的软材料。如图 9 所示,多孔体 84 的总高度 D 通常不大于待要测量的玻璃板片 28 高度 H 的一半(这里,用虚线 88 代表 $H/2$),较佳地,多孔体 84 的高度不大于玻璃板片高度的三分之一,或更小些,其中,玻璃板片的高度是玻璃板片垂直地从传输器 48 中悬挂下来时玻璃板片沿垂直方向的尺寸。此外,还如图 9 中所示,较佳地是,在操作过程中,空气轴承最好仅邻近于玻璃板片底部部分定位。即,空气轴承较佳地定位成使多孔体 84 仅邻近于玻璃板片下半部或更小些定位,或是邻近于玻璃板片一部分定位。如果多孔体 84 高高定位在玻璃板片上(例如,在虚线 88 上方),则玻璃板片可能经受放置在玻璃板片上的约束造成的不合适的应力,约束可以是传输器夹紧机构和空气轴承施加的限制所造成。生成的应力可使玻璃板片碎裂。

[0054] 返回到图 7 来,多孔体 84 被进一步分为第一或内部多孔体部分 90 和围绕内部多孔体部分设置的第二或外部多孔体部分 92。因此,平面的主表面 46 被分为包括内部多孔体部分 90 的内平表面 94 以及包括外部多孔体部分 92 的外平表面 96。内平表面 94 和外平表面 96 可以是共平面的。

[0055] 空气轴承 44 的内部多孔体部分 90 呈环形,该环形具有圆形内周界 98 和外周界

100, 内周界 98 离内周界中心的半径为 r_1 , 而外周界 100 离内周界中心的半径为 r_2 。此外, 内周界 98 表明延伸通过空气轴承 44 的通道 102 的外周界。在一典型的实施例中, 通道 102 直径在大约 3cm 至大约 8cm 的范围内。然而, 通道 102 可以大些或小些, 取决于所要采取的测量需要和特性。测量装置 104 (见图 2) 定位成使空气轴承 44 定位在玻璃板片 28 和测量装置 104 之间, 于是, 测量装置的光轴 105 延伸通过该通道 102。如此的“贯通”测量是有利的, 有利之处在于, 检查平面(由测量装置 104 固定)和玻璃平面是共面的。例如, 如图 7 所示, 光轴 105 可与内周界 98 的中心相一致。在其它的实施例中, 测量装置 104 可定位成使玻璃板片 28 位于测量装置 104 和空气轴承 44 之间。然而, 测量装置 104 应仍定位成使测量装置的光轴 105 对齐而通过该通道 102。然而, 在某些实施例中, 如果从多孔体 84 反射出的光线不影响正在进行的特殊测量的质量或其它方式干扰测量, 则当测量是从面向多孔体 84 的玻璃板片 28 的侧面进行时, 就可去除通道 102。测量装置 104 的光轴 105 例如可以由测量装置朝向玻璃板片 28 发射的激光束。

[0056] 现参照图 10, 内部多孔体部分 90 包括至少一个与内周界 98 同心的圆形槽 106。内部多孔体部分 90 还包括多个槽 108, 它们径向地延伸在内平表面 94 上, 并与圆形槽 106 相交。径向槽 108 较佳地以辐条那样的方式布置在周期的角度位置上。圆形槽 106 和相交的径向槽 108 将内平表面 94 分成多个子表面 87。每个子表面 87 包括至少一个与真空源(未示出)流体地连通的真空端口 110, 就如先前所描述的。

[0057] 与内部多孔体部分 90 相同, 空气轴承 44 的外部多孔体部分 92 呈弓形, 但不需要通过外周界。例如, 外部多孔体部分可以是椭圆形或卵形。外部多孔体部分 92 围绕内部多孔体部分 90 设置, 并包括内周界 112, 其离如上所述的内部多孔体部分 90 的中心的半径为 r_3 。在外部多孔体部分 92 包括外周界(即, 如图 7 所示的周界 114)的实施例中, 外周界 114 定义为离内周界 98 的中心的半径为 r_4 。在某些实施例中, $r_2=r_3$, 因此, 外部多孔体部分 92 的内周界 112 与内部多孔体部分 90 的外周界 100 相同。

[0058] 仍然参照图 10, 外部多孔体部分 92 还包括多个形成在外平表面 96 内的连续槽 116。每个连续槽 116 包括多个延伸通过多孔体并连接到真空源的真空端口 118。较佳地, 该多个真空端口 118 周期地布置在每个连续槽 116 内, 以使设置在给定连续槽内的诸真空端口之间的角位移都相等。例如, 在给定的连续槽 116 之内, 真空端口 118 可围绕槽每隔 5 度、每隔 10 度或每隔 15 度定位。一个连续槽 116 的诸真空端口没有必要与另一连续槽 116 的真空端口角度地相一致。在某些情形中, 特别是当外部多孔体部分 92 的外周界为圆形时, 连续槽 116 最好是圆形和同心的。

[0059] 在某些实施例中, 诸如是如图 11 所示的实施例, 空气轴承 44 可包括多个定位在外部多孔体部分 92 内的内部多孔体部分 90, 每个内部多孔体部分形成一个通道 102。当为同时确定玻璃板片多个特征而进行多测量且不能纳入到单一测量装置内时, 这样做可以是特别有帮助的。

[0060] 借助于图 12A 和 12B, 其中, 图 12A 示出了内部多孔体部分 90 一部分的剖视图, 而图 12B 示出了外部多孔体部分 92 一部分的剖视图, 可以更清晰地看清槽和真空端口的结构布置。内部多孔体部分 90 和外部多孔体部分 92 都用诸如空气那样的加压气体供应, 如箭头 117 所示, 加压气体从每个多孔体部分的平表面中射出。如箭头 119 所示的真空端口处产生的真空和多孔体部分的平表面上产生的空气压力, 两者一起形成两个区域: 邻近于外

平表面 96 的低精度擒获区域和与内平表面 94 相一致的高精度擒获区域。在低精度擒获区域内,玻璃板片的飞行高度可大于邻近于高精度擒获区域的玻璃板片的飞行高度。邻近于低压擒获区域的玻璃板片飞行高度通常可在大约 $40\ \mu\text{m}$ 至 $60\ \mu\text{m}$ 的范围之内,而邻近于高压擒获区域的玻璃板片飞行高度通常可小于 $40\ \mu\text{m}$ 。

[0061] 如上所述,并根据图 2 和 3 的实施例,装置 40 包括多个稳定空气刀 52a、52b,它们相对于通过装置 40 的玻璃板片移动方向 50 定位在空气轴承 44 的上游。该多个稳定空气刀包括第一稳定空气刀 52a 和第二稳定空气刀 52b,第一稳定空气刀 52a 定位成使得第一稳定空气刀将位于玻璃板片 28 的第一主表面 121 的对面(见图 18),而第二稳定空气刀 52b 定位成使得第二稳定空气刀将位于玻璃板片 28 的第二主表面 123 的对面。玻璃板片 28 的第一主表面 121 是玻璃板片邻近于空气轴承时最靠近多孔体 84 的表面,而第二主表面 123 则是相同情况下最远离多孔体 84 的玻璃板片 28 的表面。当玻璃板片进入稳定空气刀之间的空间并帮助弄平玻璃板片时,从多个稳定空气刀的至少第一和第二稳定空气刀中流出的空气流,连同至少一个边缘导向装置 54,稳定了玻璃板片的侧向(侧到侧)运动。更简单的说,即使玻璃板片可能在玻璃板片的上和下边缘处,受到玻璃板片上边缘处的传输器夹紧机构 49 和玻璃板片下边缘处的边缘导向装置 54 的作用而阻碍侧向运动,玻璃板片也仍可沿垂直于玻璃板片大致平面的方向变形,很像布帆可在风中扬起那样。这是因为玻璃板片可以是非常大和非常薄,当与非常厚的玻璃板片相比较时,就给予玻璃板片增加的柔性。例如,玻璃板片的厚度可小于 1mm。

[0062] 每个稳定空气刀可这样进行定向,使从每个稳定空气刀流出的空气流沿向下方向朝向玻璃板片,通常朝向玻璃板片的底部,以在玻璃板片的主表面上形成更多的空气层流,并防止产生湍流和其后对玻璃板片的猛烈冲击。较佳地,尽管不是必要的,第一和第二稳定空气刀 52a、52b 横贯玻璃板片布置成彼此为镜面对称。例如,在诸如图 2 和 3 所示实施例的某些实施例中,多个稳定空气刀最好布置成多对部分地或基本上相对的空气刀。即,尽管空气刀可彼此直接相对,但这不是必要的,如此“成对”的空气刀之间可以有某些偏移。然而,在某些实施例中,该种偏移可以是很显著的。稳定空气刀的数量取决于工艺过程,例如,取决于玻璃板片的运输速度、玻璃板片的大小和重量、以及玻璃板片在特殊的制造工艺生产线上所呈现出的侧向摆动量。同样地,相比较于另一空气刀在玻璃板片另一侧上的放置,空气刀在玻璃板片一侧上的准确放置将取决于该安装的特殊工艺条件。

[0063] 图 13 示出示范的稳定空气刀(这里,通常用附图标记 120 表示),其包括具有细长孔 124 的大致细长体 122,空气流 126 从该细长孔中流出。为简化起见,空气刀用纵向延伸的矩形块体表示。每个细长孔 124 通过偶联与进入空气刀的加压气体源流体地连通。空气刀可包括与细长孔 124 流体地连通的内部腔室。由于空气数量既丰富又可自由获取,所以是相当满意的气体,剩下的描述将假定为是基于空气的空气刀。每个细长体 122 布置成使从每个细长体 124 射出的空气流的方向与参考的水平平面成向下的角度。如示范的稳定空气刀 120 所代表的每个稳定空气刀包括:相对于玻璃板片移动方向 50 的向前或前导端 L 和向后或尾部端 TR。即,空气刀的前导端比空气刀的尾部端更在上游处。当用加压空气提供给空气刀时,空气高速从细长孔 124 中射出。尽管从细长孔 124 中射出的空气在离开稳定空气刀之后最终可能开始发散,至少在短距离内为几十毫米的量级,但空气从空气刀中射出也可成为可用平面来近似的大致的层流 126。示范的稳定空气刀 120 还包括顶表面 T。

[0064] 在稳定空气刀布置成互补的相对关系的情形中(即,横贯平行于空气轴承主表面 46 的稳定空气刀之间的干预垂直平面成镜面对称),相对的稳定空气刀对的前导端之间的距离可大于相对的稳定空气刀对的尾部端之间的距离。即,随着玻璃板片在空气刀之间前进,相对的空气刀之间的距离以类似于导向狭槽 58 变窄的方式,变窄。

[0065] 在还有的其它可供选择的特征中,多个稳定空气刀中的每个稳定空气刀可定向成使每个稳定空气刀的尾部端高于(或低于)稳定空气刀的前导端。在某些实施例中,每个稳定空气刀可类似于示范的空气刀 120 那样是直的(即,矩形的)。然而,每个稳定空气刀最好是弓形的,并可包括圆弧。无论是直的(线性)品种还是弓形设计的合适稳定空气刀,都可例如通过位于美国俄亥俄州的辛辛那提市的依爱公司(Exair Corporation)来获得。

[0066] 根据下面的描述并借助于图 14-16,可更详细地想象出每个稳定空气刀可如何在空间上定向。物体在三维空间中的定向需要有参照系,以及将物体定向在该参照系内的方法。图 14 示出与多孔体 84 的主表面 46 共面的垂直 X-Y 平面。为进一步讨论的目的,该 X-Y 平面形成三维笛卡尔坐标系中的一个平面。该 X-Y 平面位于图 14 所示页面的平面内。从图 14 中边缘中可见的第二垂直平面形成了笛卡尔坐标系中的 Y-Z 平面,其中, Z 方向垂直于该页面延伸并因此延伸出该页面。Y-Z 平面垂直于 X-Y 平面。也可从图 14 中边缘中可见的第三 X-Z 平面布置成垂直于 X-Y 平面和 Y-Z 平面。为了进一步讨论的目的,并且除了另有描述之外,由以上描述的三个平面 X-Y、Y-Z 和 X-Z 所形成的笛卡尔坐标系的原点位于内部多孔体部分 90 的中心处,该笛卡尔坐标系将被用来描述空气刀在三维空间中的定向。

[0067] 图 14-16 示出示范的稳定空气刀 120 的三个可供选择的定向,因此通过延伸示出每个稳定空气刀的可供选择的空间定向,它们分别地显示以帮助想象该定向。图 14 示出空气轴承 44 的概貌,其观看在主表面 46 上并指示玻璃板片的移动方向 50。示范的稳定空气刀 120 显示出向下的倾度或斜度,稳定空气刀的前导端 L 相对于水平的 X-Z 平面低于稳定空气刀的尾部端 TR。即,代表从示范的稳定空气刀中流出的空气流的平面 128 形成与 X-Z 平面的角度 α 。

[0068] 图 15 示出向下观看在空气轴承 44 边缘上的第二视图,并示出 Y-Z 平面的边缘和 X-Y 平面的边缘。X-Z 平面垂直于 X-Y 平面和 Y-Z 平面。平面 130 是纵向地对分示范的稳定空气刀 120 的顶表面 T 的平面,平面 130 垂直于代表从空气刀中流出的空气流的平面 126。根据图 15,示范的稳定空气刀 120 可相对于垂直的 X-Y 平面倾斜,以使非零的角度 β 形成在平面 130 和 X-Y 平面之间。

[0069] 图 16 示出在空气轴承 44 边缘上向下观看的第三视图,并示出 X-Z 平面的边缘和 X-Y 平面的边缘。Y-Z 平面垂直于 X-Y 平面和 X-Z 平面。图 16 示出示范的稳定空气刀 120,其从一端定向,以使退出空气刀的空气流朝向下(从一参考的水平流,例如,平行于水平的 X-Z 平面),空气流的平面形成与 X-Y 平面的锐角 δ ,而不是朝向例如垂直于玻璃板片。较佳地, δ 在约 15 度至约 75 度的范围内,较佳地在约 25 度至约 65 度的范围内,更加较佳地在约 35 度至约 55 度的范围内。在一个实施例中,空气流相对于垂直的 X-Y 平面的角度约为 45 度。应该指出的是,空气流优选的方向是向下,因为空气轴承相对于玻璃板片低的定位,给予玻璃板片的下部更加大的刚度,以阻止玻璃板片由于空气流产生屈曲。然而,在某些实施例中,根据工艺条件和特殊的实施方式,例如空气轴承的定位,可首选向上的空气流。

[0070] 以上的描述提供了示范的稳定空气刀 120 的三种可供选择的定向。在代表性的示

范的稳定空气刀中,多个稳定空气刀中的每个稳定空气刀可呈现出三个上述可供选择的定向中的至少一个定向。例如,多个稳定空气刀中的每个稳定空气刀可排出空气,使得来自空气刀的空气流的方向大致向下(即,流动矢量包括垂直矢量分量)。因此,例如,两个稳定空气刀位于玻璃板片的相对两侧上,其中,稳定空气刀彼此成镜面对称像,并将形成大致 V 形的空气流,使“V”指向下。

[0071] 同样地,多个稳定空气刀中的每个稳定空气刀可定向成使各个稳定空气刀的前导端比尾部端更远离玻璃板片。因此,例如,两个稳定空气刀位于玻璃板片的相对两侧上,其中,稳定空气刀彼此成镜面对称像,并将形成大致 V 形的空气流,使“V”指向下而朝向空气轴承。当玻璃板片进入空气刀之间时,这就为呈现侧向运动的玻璃板片提供了更大的侧向间隙。这还保证更加逐渐地施加从稳定空气刀中流出的空气帘,因为来自各个稳定空气刀的前导端的空气流在玻璃板片上形成的压力,变得小于邻近于稳定空气刀尾部端的玻璃板片上的空气压力。

[0072] 同样地,多个稳定空气刀中的每个稳定空气刀可定向成使各个稳定空气刀的前导端相对于水平参考平面(例如,X-Z 平面)比尾部端更低。可以说,稳定空气刀向前纵倾或倾斜,以弄平玻璃板片内任何形状的变形(例如,弯曲)。

[0073] 多个稳定空气刀中的每个稳定空气刀可呈现上述一个或多个定向。在某些实施例中,一个或多个稳定空气刀可同时呈现所有三个定向。

[0074] 除了稳定空气刀之外,如图 3 中所示,例如,第一定位空气刀 132 可放置在稳定空气刀 52a、52b 和空气轴承 44 之间,以使从第一定位空气刀中流出的空气流 126 冲击在邻近于空气轴承前导边缘的玻璃板片的第一主表面 121 上。例如,第一定位空气刀 132 可位于空气轴承 44 上的大约 270 度的位置。当玻璃板片邻近于第一定位空气刀 132 通过时在玻璃板片上产生的压力迫使玻璃板片远离空气轴承。当玻璃板片接近空气轴承时,这防止在玻璃板片的前导或前边缘之间出现接触,直到玻璃板片可被空气轴承“擒住”为止。

[0075] 第二定位空气刀 134 可定位成使来自第二定位空气刀的空气冲击在玻璃板片的第二主表面 123 上。来自第二定位空气刀的空气的作用是强制玻璃板片朝向空气轴承的方向,因此,使玻璃板片更靠近空气轴承,并允许空气轴承擒住玻璃板片。通过组合压力和由外多孔体部分产生的真空,来实现玻璃板片的最初擒获。

[0076] 第三定位空气刀 136 可定位在空气轴承的下游,并定位成使由第三定位空气刀发出的空气朝向玻璃板片的第一主表面 121。由第三定位空气刀 136 产生的空气压力,迫使玻璃板片远离靠近空气轴承下游边缘的空气轴承表面,由此,当玻璃板片移动通过和脱离空气轴承时,防止玻璃板片和空气轴承之间的接触。每个定位空气刀 132、134 和 136 在设计上可类似于稳定空气刀。例如,每个稳定空气刀和每个定位空气刀可以是弓形的设计或是线性的设计。较佳地,从每个定位空气刀 132、134 和 136 中射出的空气朝向玻璃板片,以使每个定位空气刀生成的空气帘形成了相对于玻璃板片表面的小于 90 度但大于零度的角,例如,大于 25 度和小于 75 度,较佳地,大于 35 度和小于 65 度,较佳地,大于 35 度和小于 55 度。例如,一典型实施例可将每个定位空气刀定位成让空气流以大约 45 度的角度冲击到玻璃板片上。冲击角度小于 90 度的空气在玻璃板片的表面上产生的湍流要比垂直于玻璃板片的空气小。

[0077] 装置 40 的各种非接触玻璃板片的操作部件的总体作用,将要在玻璃板片上提供

逐渐增加的约束,以准备玻璃作测量。如上所述,在某些情形中,玻璃板片垂直地进行传输,仅用传输器夹具固定在玻璃板片的顶上。由于玻璃板片可能非常薄,等于或小于 1mm,且在某些情形中等于或小于 0.7mm,或在其它情形中会等于或小于 0.3mm,所以,玻璃由于侧向摆动会容易地显现出侧向运动(即,围绕固定的承载器接触点转动),或以各种弯曲模式发生变形(就如本文中所使用的,弯曲模式类似于振动模式)。玻璃还由于夹紧过程中承载器对承载器的差异和传输器上承载器的位置缘故而会出现偏移。同样,玻璃板会垂直地弯曲。

[0078] 装置 40 的各种玻璃板片的操作部件用来减小或消除这些运动以及诸如弯曲那样的固定形状。因此,装置 40 的操作可按照以下步骤进行。

[0079] 用一个或多个夹紧机构 49 将玻璃板片 28 附连到传输器 48,夹紧机构 49 沿着玻璃板片的顶部边缘夹紧玻璃板片,并将玻璃板片平移通过装置 40。玻璃板片 28 由此从一个或多个夹紧机构中悬挂下来,并仅由沿着玻璃板片顶部夹紧到玻璃板片上的一个或多个夹紧机构来支承。玻璃板片的下边缘 63 未被支承,在进入装置 40 之前,最初能够侧向运动,即,摆动运动。除了侧向运动之外,玻璃板片还可显现出挠曲或弯曲。例如,玻璃板片可以圆柱形或双曲线形地弯曲,或呈鞍座形、穹顶形,或显现其它弯曲模式,或这些形状的组合。

[0080] 当玻璃板片 28 接近装置 40 时,至少一个边缘导向装置 54 引导着玻璃板片,该边缘导向装置 54 与玻璃板片的下边缘 63 啮合,并在稳定空气刀 52a、52b 之间引导玻璃板片的前导边缘。下边缘 63 形成玻璃板片的“非质量”部分的一部分,以后可将该部分除去。至少一个边缘导向装置 54 尽可能减小或消除侧向的摆动。试验已经表明,本文所披露的边缘导向装置 54 的实施例可减小摆动的侧向运动,从 $\pm 75\text{mm}$ 的最大位移减小到小于 $\pm 10\text{mm}$ 。然而,尽管至少一个边缘导向装置 54 可对玻璃板片的下边缘的侧向运动提供极佳的控制,但玻璃板片基本上仅在顶部和底部边缘处受到约束,且仍然能够显现出玻璃板片体内的各种弯曲模式和固定形状。为了在玻璃板片移动邻近到多孔体 84 之前尽可能减小或消除玻璃板片的该附加运动或形状,可采用稳定空气刀。

[0081] 由相对的稳定空气刀射出的空气流最好沿向下方向,该空气流可进一步减小玻璃板片的侧向运动,以消除玻璃板片的侧到侧的摆动,尤其是,减小或消除弯曲模式。实际上,稳定空气刀由于至少减小了弯曲的幅度,并在某些情形中消除了一个或多个弯曲模式,因此有助于提高玻璃板片的刚度。稳定空气刀的数量和定位取决于以下因素:玻璃板片的大小、玻璃板片的厚度、玻璃的密度以及玻璃板片横向通过装置 40 的速度。

[0082] 当玻璃板片通过诸稳定空气刀之间时,玻璃板片的下边缘 63 可由一个或多个附加的边缘导向装置 54 导向,以便进一步导向和稳定该玻璃板片。例如,在某些实施例中,可采用多边缘导向装置;使第一边缘导向装置应用在稳定空气刀的上游,而第二边缘导向装置就定位在边缘约束装置 62 的前面。

[0083] 当玻璃板片接近空气轴承 44 时,可采用可供选择的的第一定位空气刀 132,在玻璃板片的第一主表面 121 处引导空气流。来自第一定位空气刀 132 并对着玻璃板片 28 第一主表面 121 的空气力,推动玻璃板片远离空气轴承 44 的前导边缘 140 (见图 17,特别是图 18 中的区域 A),并当玻璃板片受到空气轴承 44 的外多孔体部分 92 的影响时,防止在空气轴承的前导边缘 140 和玻璃板片 28 的前导边缘 141 之间出现接触。玻璃板片和空气轴承之间的接触可导致玻璃板片的损坏,在某些情形中造成灾难性的破坏。

[0084] 当玻璃板片继续沿着其移动方向 50 向前移动时,玻璃板片越过外多孔体部分 92

的第一真空端口 118。较佳地,空气轴承 44 这样进行定位:定位在外多孔体部分 92 的最外槽内的真空端口 118 定位成当玻璃板片前进时它首先移动靠近该单一的真空端口 118。参照图 10,该第一真空端口 118 是最远离左边并位于图 8 中最外连续槽 116 内且相交于虚线 119 的真空端口。玻璃板片与第一真空端口 118 的该初始相遇的效果在于,玻璃板片 28 的前导边缘 141 移近外多孔体部分 92。即,当邻近于空气轴承的前导边缘 141 的玻璃板片的区域被推离空气轴承的前导边缘时,迫使邻近于第一真空端口 118 的玻璃板片的区域朝向外多孔体部分 92 的方向。通过至少让邻近于第一真空端口 118 的玻璃板片的该部分靠近空气轴承,则玻璃板片的该部分就可被空气轴承 44 的外多孔体部分 92 擒获。玻璃板片继续向前运动使得玻璃板片邻近于外多孔体部分 92 的另外的真空端口 118。在玻璃板片 28 的前导边缘的短距离之内,玻璃板片通过邻近于另外的外多孔体部分的真空端口 118,由于外多孔体部分处的空气流,使足够的力作用在玻璃板片上,使得邻近于空气轴承 44 的玻璃板片的很大部分显现出相对于空气轴承的第一主表面有基本上均匀的飞行高度。

[0085] 还有,当玻璃板片继续向前移动邻近于内孔体部分 90 时,玻璃板片的平整度和刚度提高,尤其是,玻璃板片 28 直接邻近于内孔体部分 90 的那些部分,这样,测量装置 104 就可通过通道 102 进行测量。

[0086] 应该想到,为了确定玻璃板片 28 的表面形貌,可在玻璃板片 28 前行的运动(即,沿方向 50)中,同时进行诸如干涉仪测量那样的玻璃板片的测量。当玻璃板片尾部边缘通过内孔体部分 90,并然后通过外多孔体部分 92 时,空气轴承 44 的作用对玻璃板片施加的约束减小,来自可供选择的定位空气刀 136 的空气压力能够克服由空气轴承 44 施加的保持力,以推动玻璃板片的尾部边缘远离空气轴承,这样,玻璃板片和空气轴承之间的接触就不会发生。例如,施加到内孔体部分 90 上的加压空气以及真空可进行调整,这样,可保持玻璃板片的飞行高度,使偏差小于约 $30\text{ }\mu\text{m}$ ($\pm 15\text{ }\mu\text{m}$)。

[0087] 从前面所述可知,当玻璃板片移动通过空气轴承 44 时,玻璃板片的某一区域与通道 102 相对。因此,通道 102 在形成圆形测量区域时“扫过”如图 9 所示的玻璃板片的矩形测量区域 138。测量装置 104 在该矩形区域内连续地测量玻璃。例如,测量装置 104 可以是干涉仪,用来在矩形测量区域内对玻璃板片作表面形貌测量,或测量装置 104 可测量玻璃板片的厚度。

[0088] 最后,玻璃板片沿着移动方向 50 的连续向前移动,使玻璃板片的尾部边缘 142 通过空气轴承 44。从第三定位空气刀 136 中射出并冲击在玻璃板片第一主表面 121 上的空气,迫使靠近空气轴承 44 尾部边缘 142 的玻璃板片的区域远离空气轴承,由此,避免了玻璃板片和空气轴承表面之间的接触。当玻璃板片的表面面积在稳定空气刀和 / 或空气轴承的影响下减小时,这就变得特别地有利。

[0089] 定位空气刀 132、134 和 136 施加力的结果可借助于图 18 看清,该图示出装置 40 的俯视图,并示出玻璃板片 28。定位空气刀 132 和 136 的效果可在用虚线圈出的附图标记 A 和 B 所示的区域内看清。的确,从图 18 中可以看到,玻璃板片总体呈非平面的外貌,直到玻璃板片完全被空气轴承啮合为止,此时,邻近于空气轴承的玻璃板片完全为平的,但应该指出的是,仅是需要平面化的区域才是发生测量的区域,例如,在测量区域的中心内。

[0090] 图 19 示出从内孔体部分的中心延伸到空气轴承前导边缘的玻璃板片的边缘视图,该图较详细地示出空气轴承上方的玻璃板片形状。应该记住,图 19 的图示作了很大的

夸大,因为所涉及的挠曲仅在几十个微米的量级上。如图所示,玻璃板片可分为几个被同样独特的边界分隔开的独特区域,给予空气轴承上的玻璃板片的部分有一系列相对平坦台地 144 的外貌,该一系列的平坦台地被 S 形的边界特征 145 分隔开,其中,台地的飞行高度沿朝向内孔体部分的中心(例如,由通道 102 定义的区域)方向减小。

[0091] 图 20 是在玻璃板片两个不同部位处以测得的 100mm/s 移动速度通过装置 40 的实施例的玻璃板片的测得的飞行高度曲线图。垂直的“Y”轴代表飞行高度(微米单位),而水平的“X”轴代表时间。对于给定的部位,以预定频率(250 秒⁻¹)进行测量。因此,当玻璃板片邻近于空气轴承横过时,图 20 的曲线图可用来获得预定位置处随时间变化的飞行高度。玻璃板片具有偏离名义中心线位置为 $\pm 75\text{mm}$ 的初始侧向摆动。每个稳定空气刀对着玻璃板片以 45 度的向下角度引导空气。空气轴承的内孔体部分供应以 20psi 至 60psi 压力、流量为 $0.63 \pm 0.25\text{CFM}$ 的空气,同时外多孔体部分供应以 40psi 至 85psi 压力、流量为 $0.96 \pm 0.35\text{CFM}$ 的空气。玻璃板片在由通道 102 形成的圆形测量区域上的飞行高度,通常为 $28\mu\text{m}$,变化小于 $\pm 2.5\mu\text{m}$ 。图 20 的曲线 146 显示在内孔体部分 90 外周界处的玻璃板片以 100mm/s 速度移动玻璃板片时在约 210 度位置的飞行高度,而图 20 的曲线 148 显示在内孔体部分中心处(即,通道 102 的中心)的飞行高度。玻璃板片移动的曲线特别告诉我们并显示出玻璃板片两个部位处的飞行高度的稳定性—外孔体部分的外周界处的测量部位以及多孔体中心上的测量部位。尽管名义飞行高度在两个区域之间不同,但外孔体部分部位的飞行高度显著比多孔体中心部位的飞行高度大,两个部位处的飞行高度令人惊奇地稳定,显示飞行高度的变化小于约 ± 2.5 微米。

[0092] 本技术领域内的技术人员将会明白,对本实用新型还可作出各种修改和变化,而不会脱离本实用新型的精神和范围。因此,本实用新型意欲涵盖这些修改和变化,只要它们落入附后权利要求书和其等价物的范围之内。

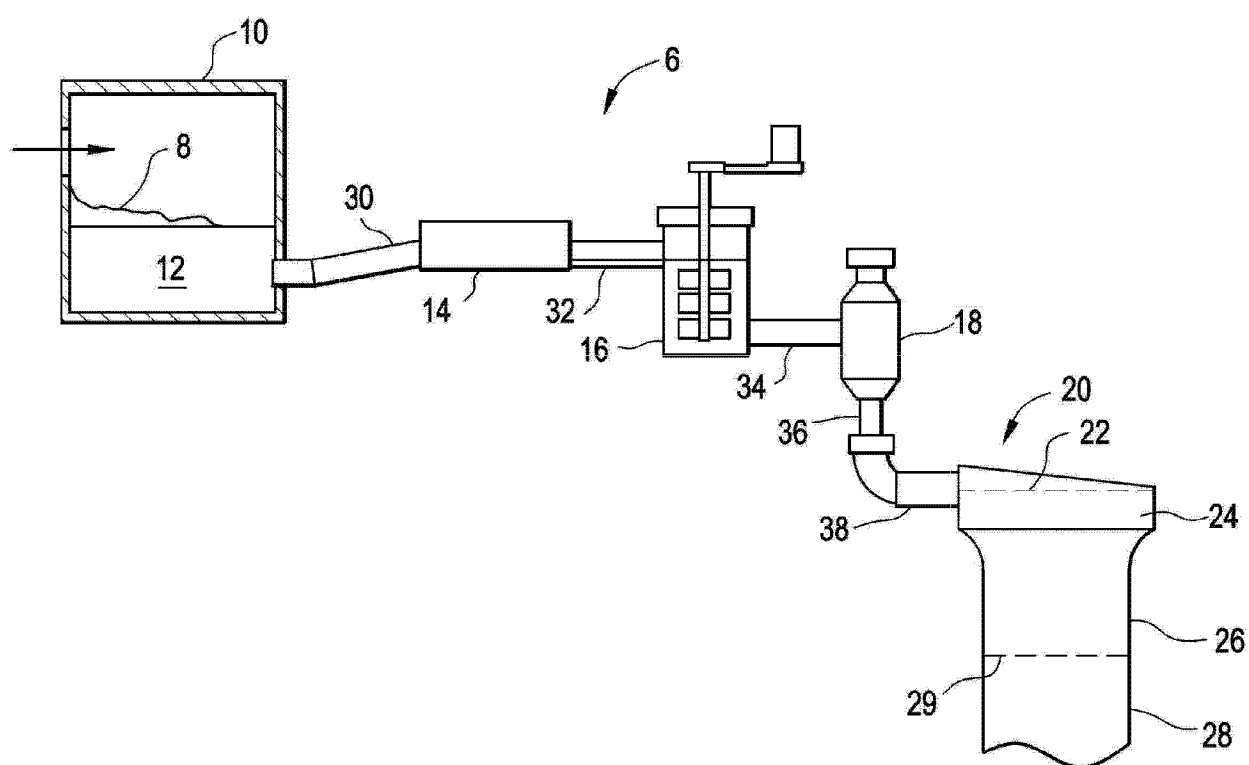


图 1

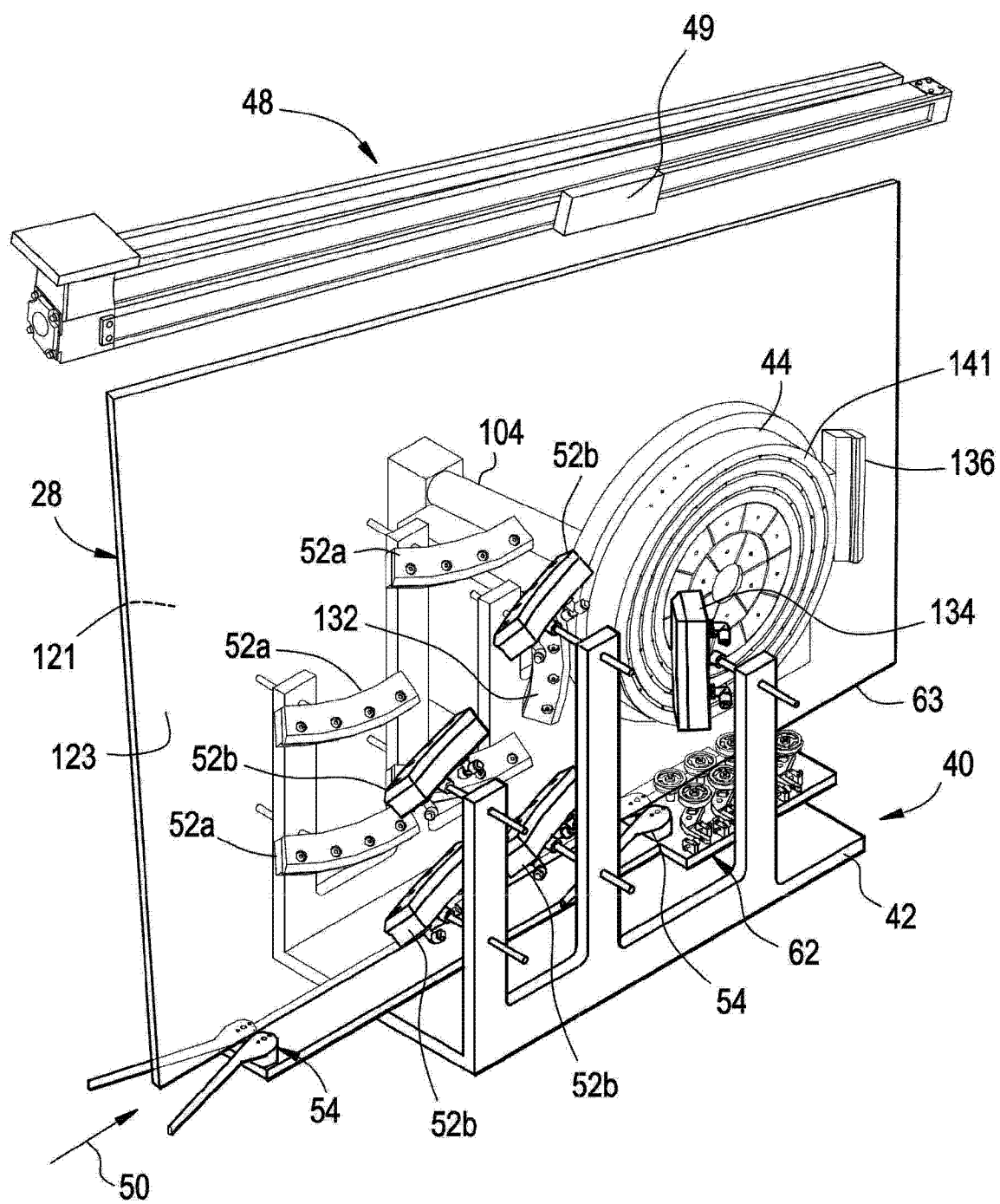


图 2

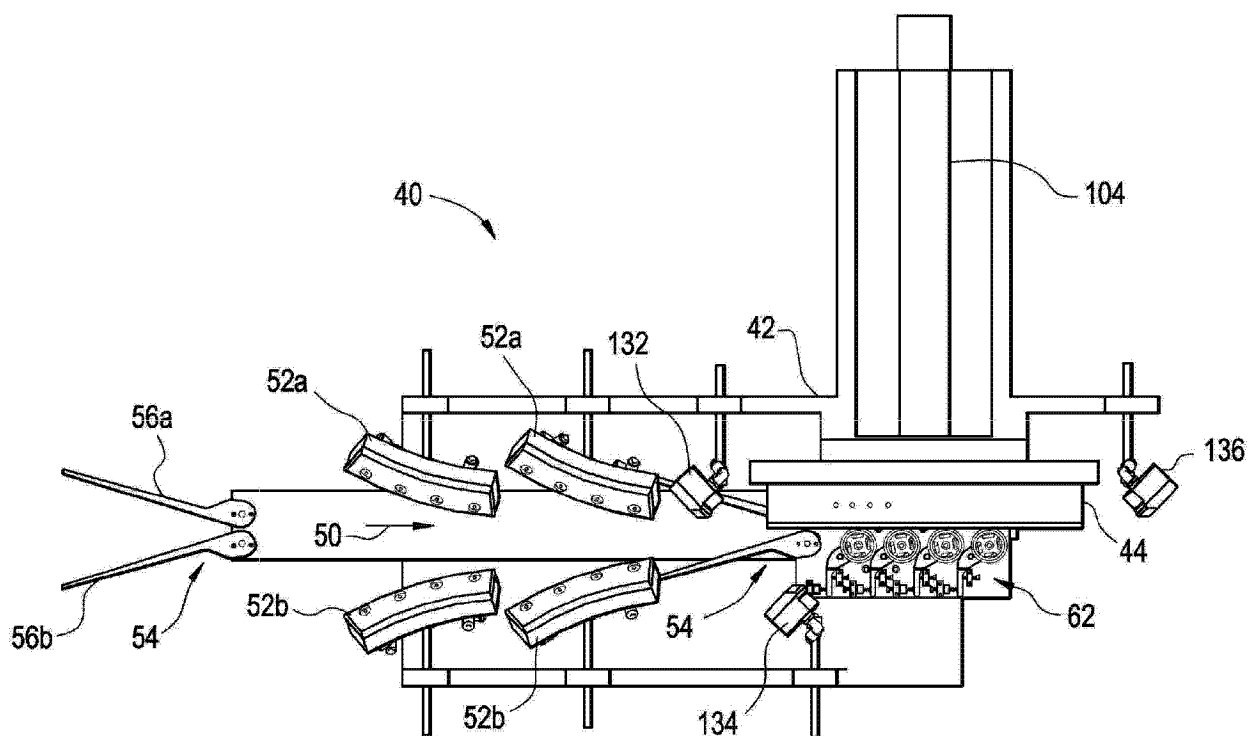


图 3

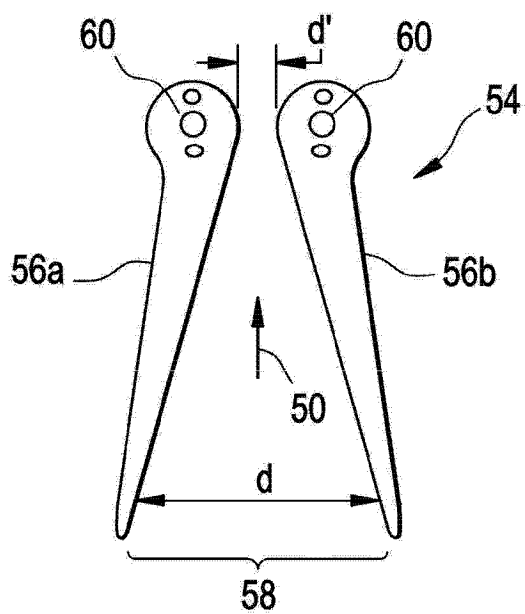


图 4

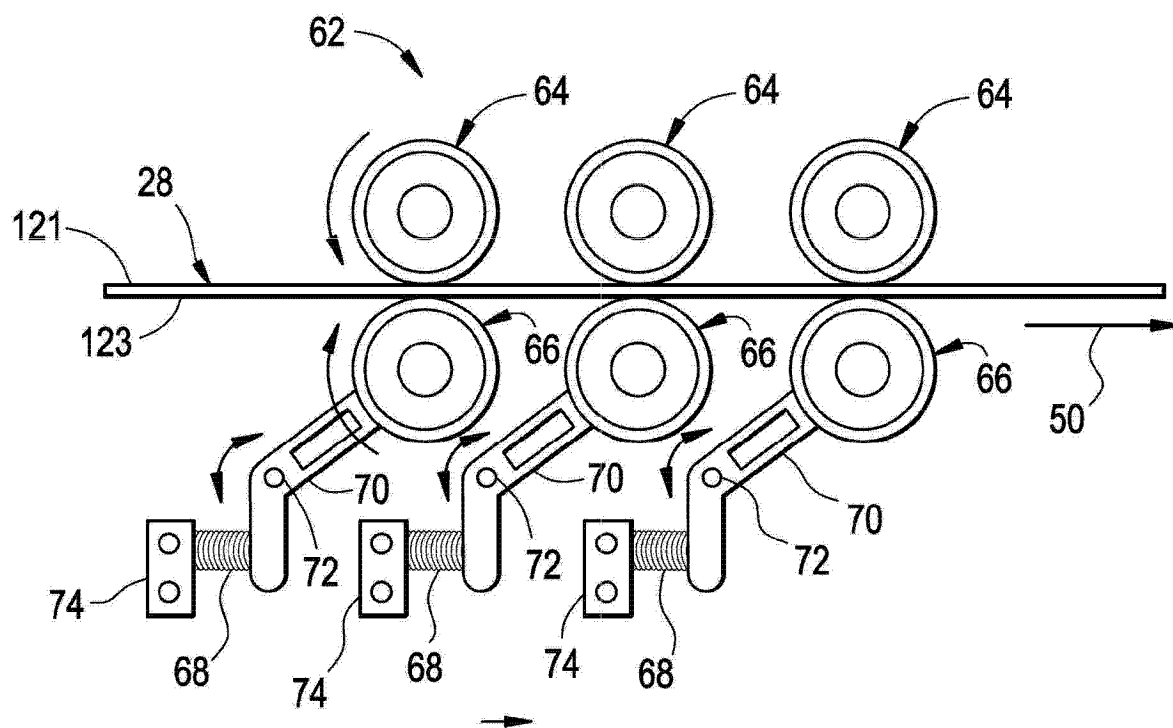


图 5

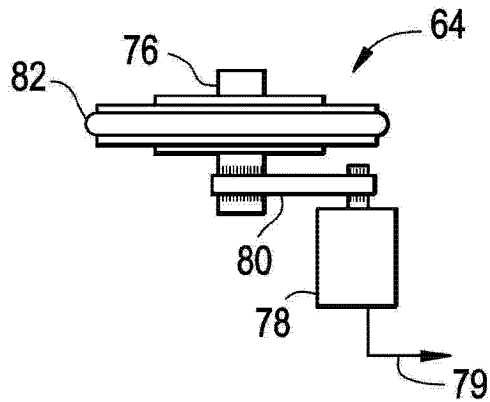


图 6

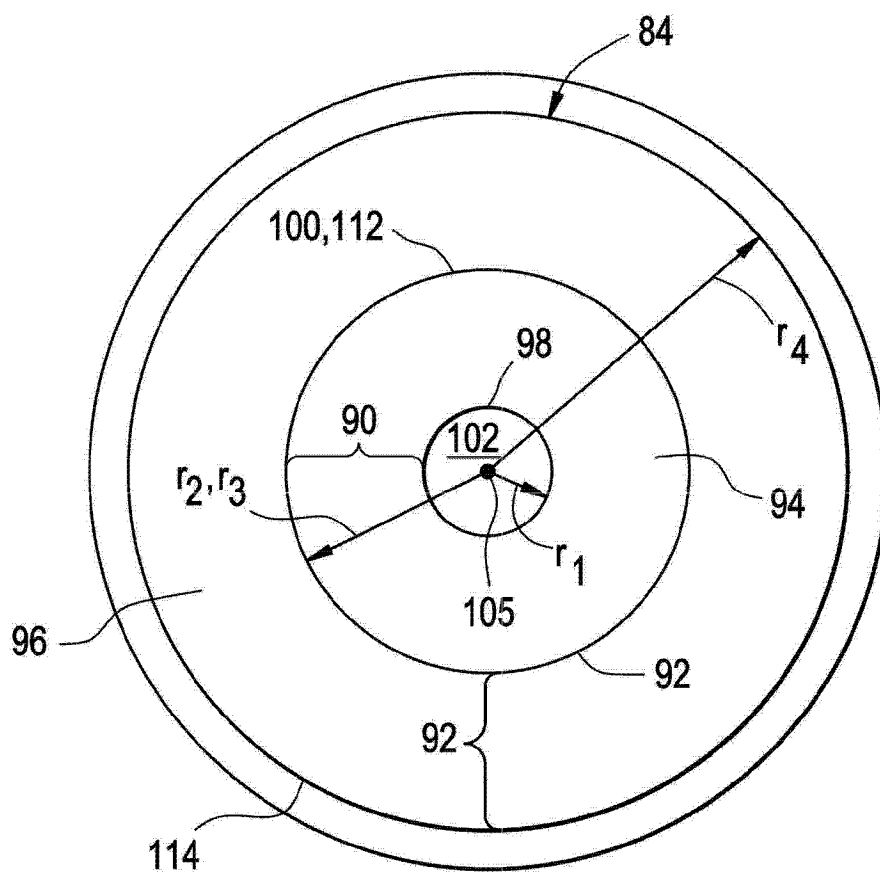


图 7

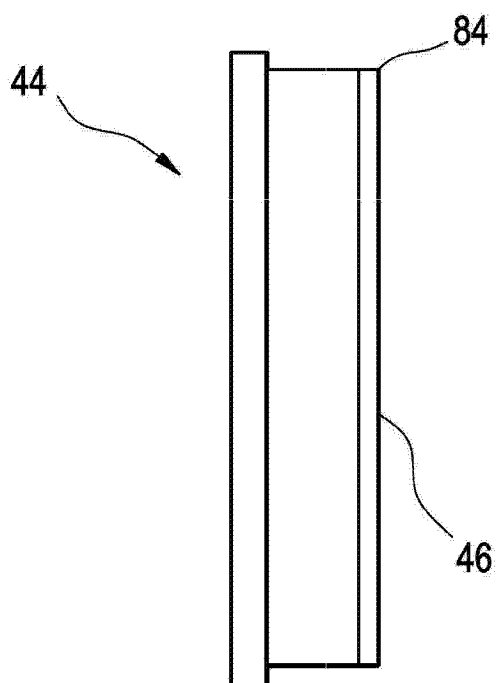


图 8

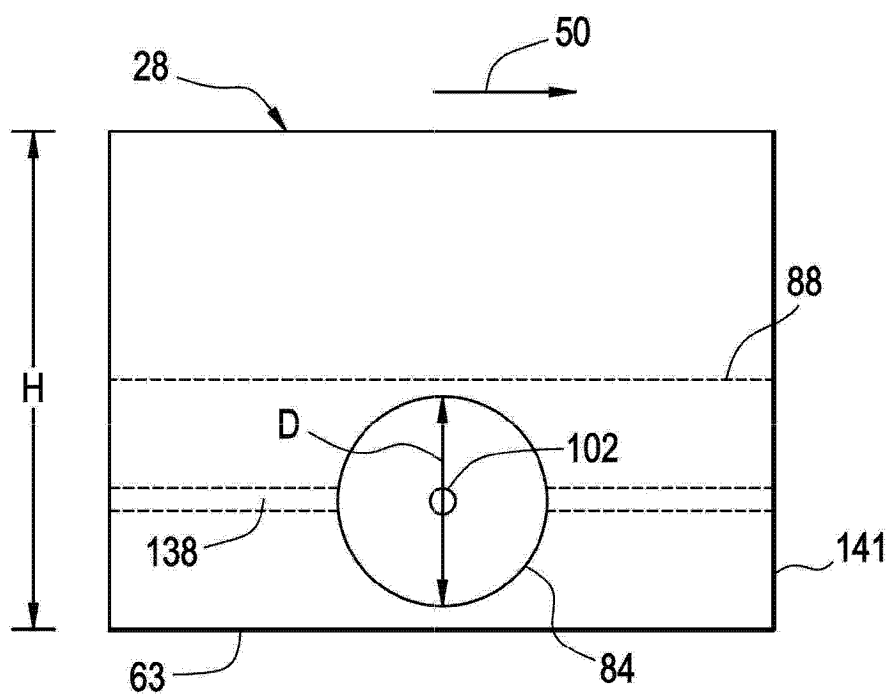


图 9

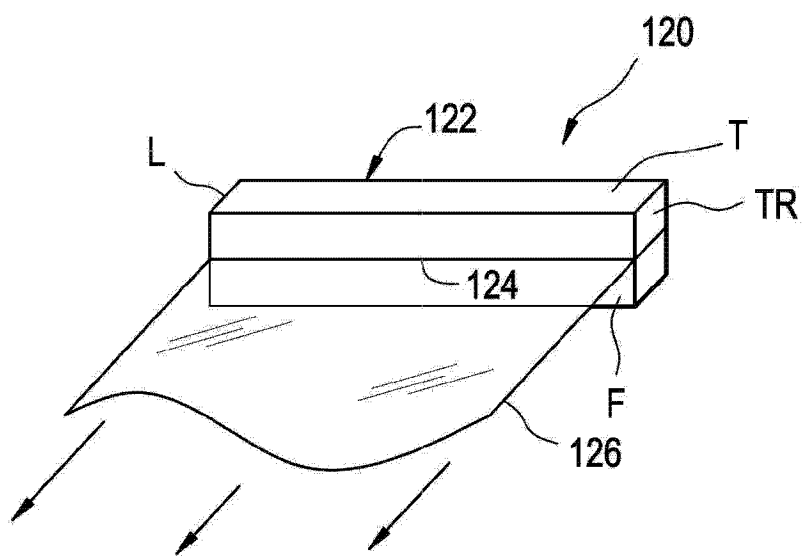


图 13

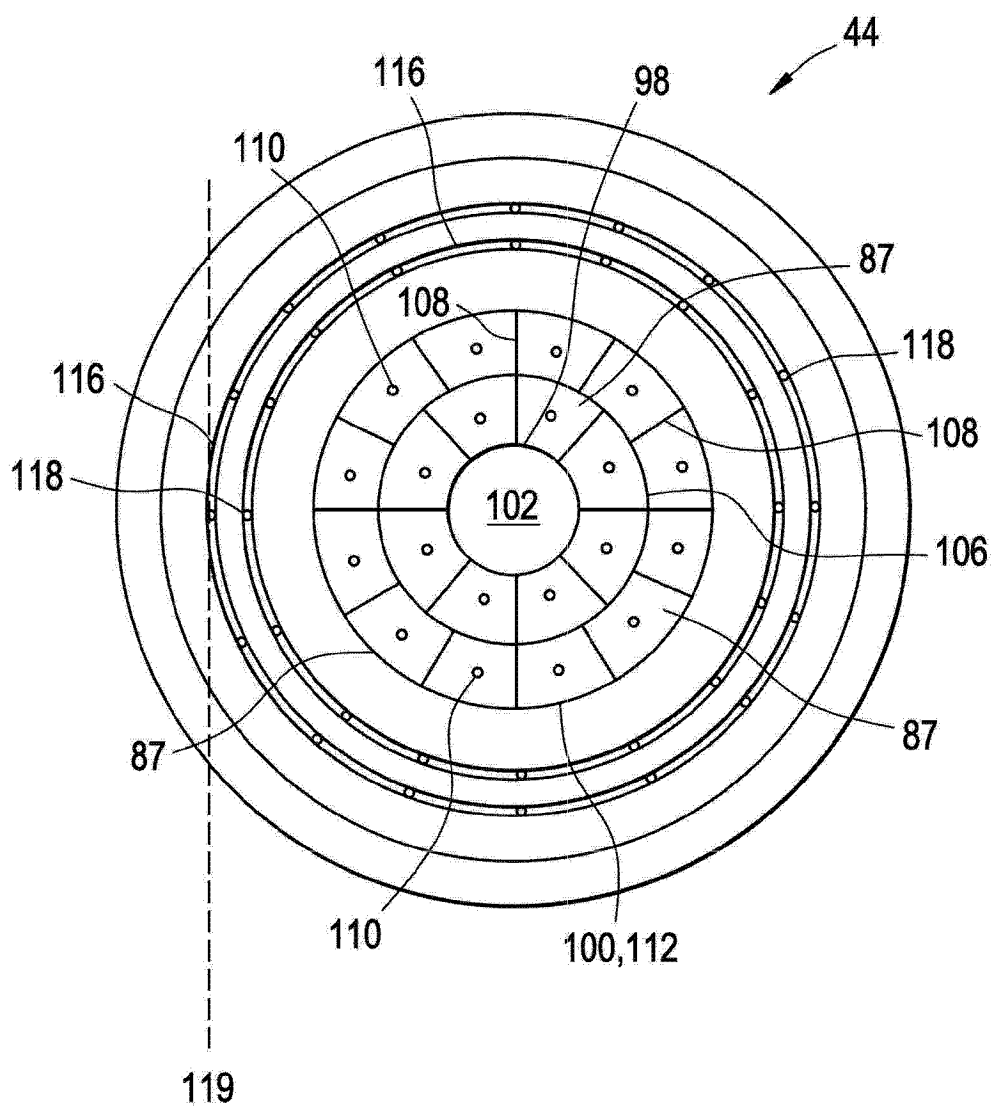


图 10

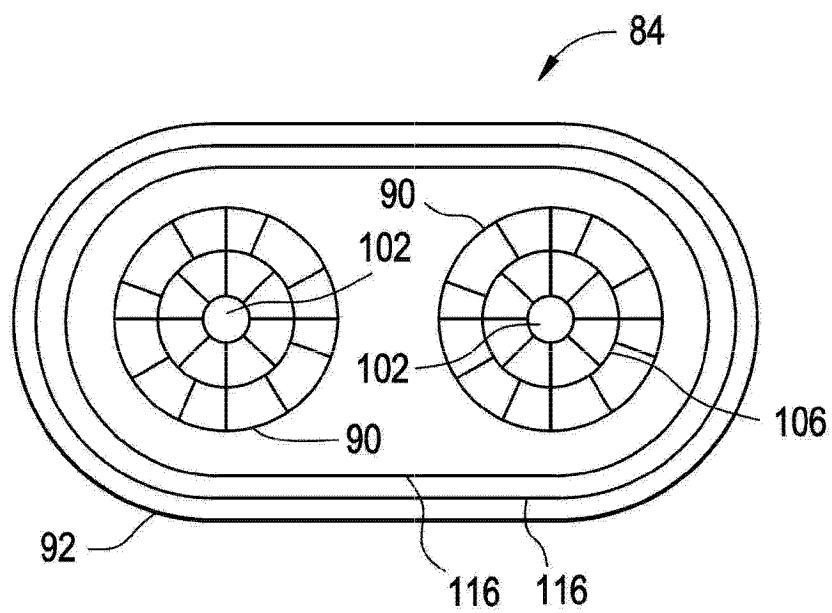


图 11

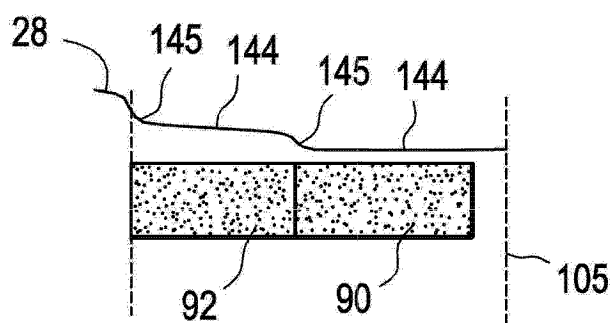


图 19

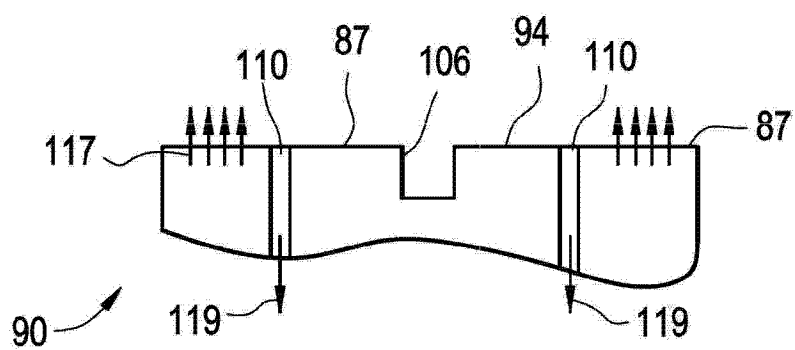


图 12A

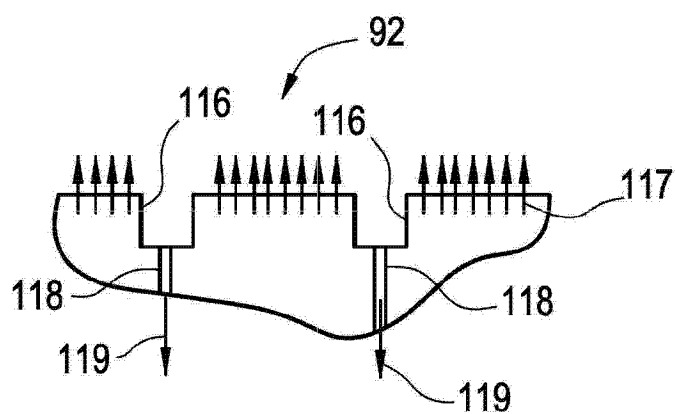


图 12B

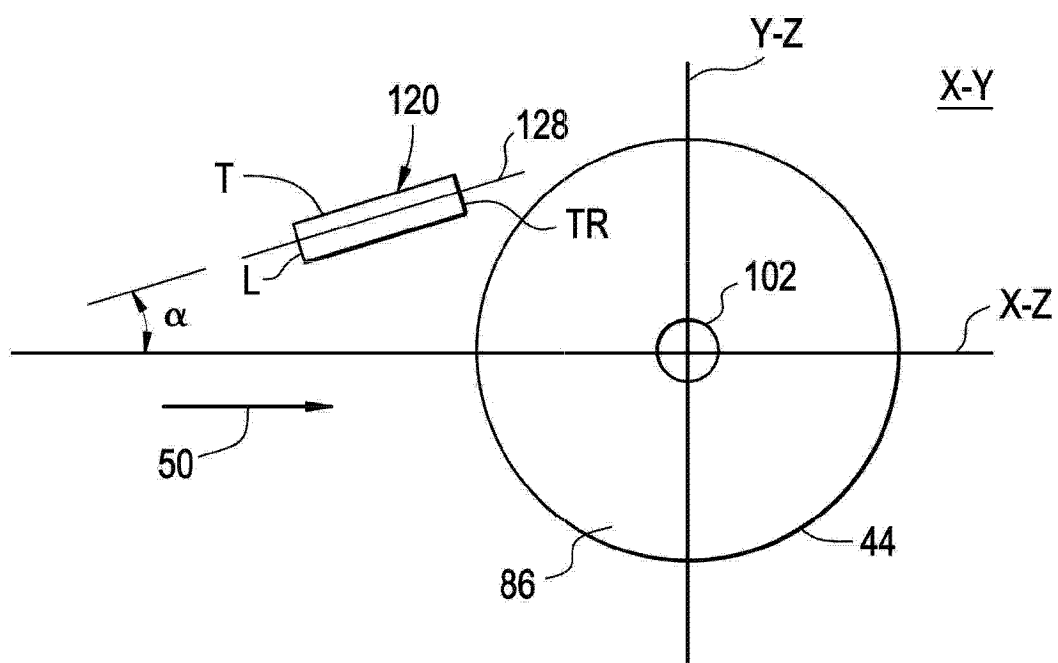


图 14

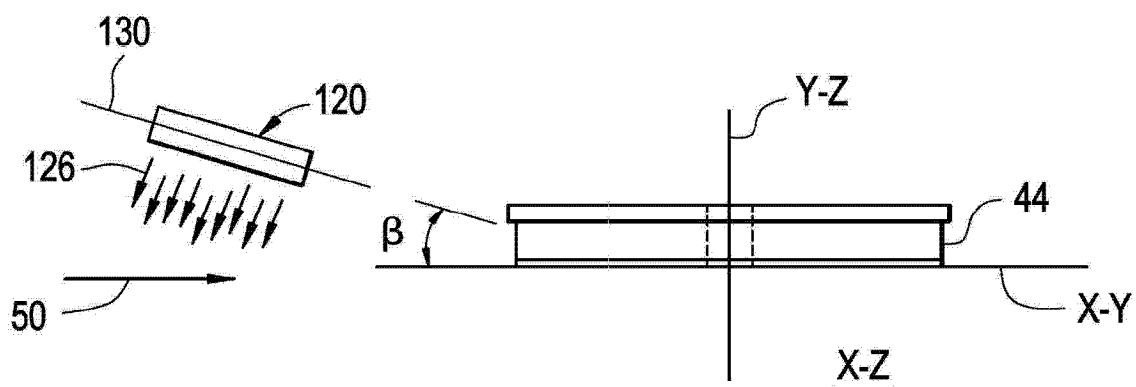


图 15

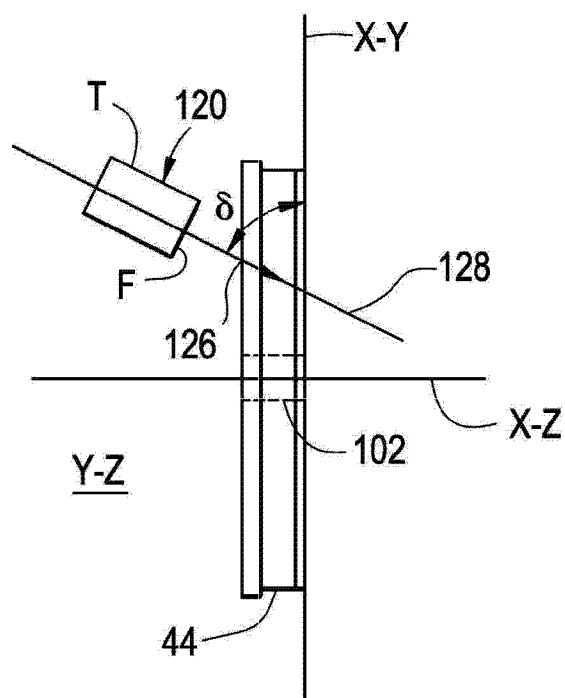


图 16

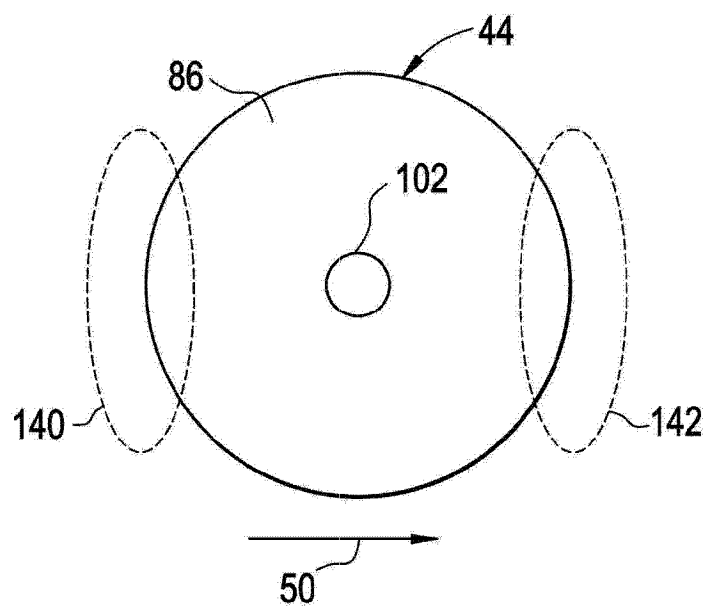


图 17

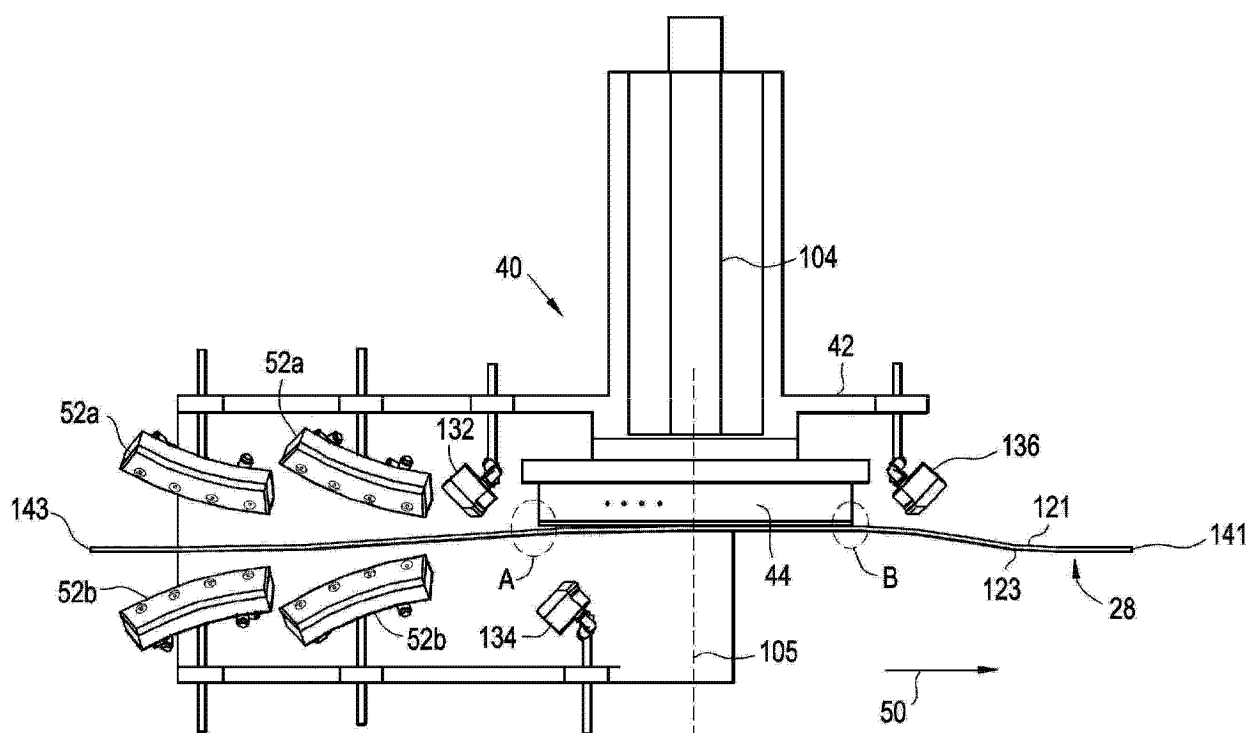


图 18

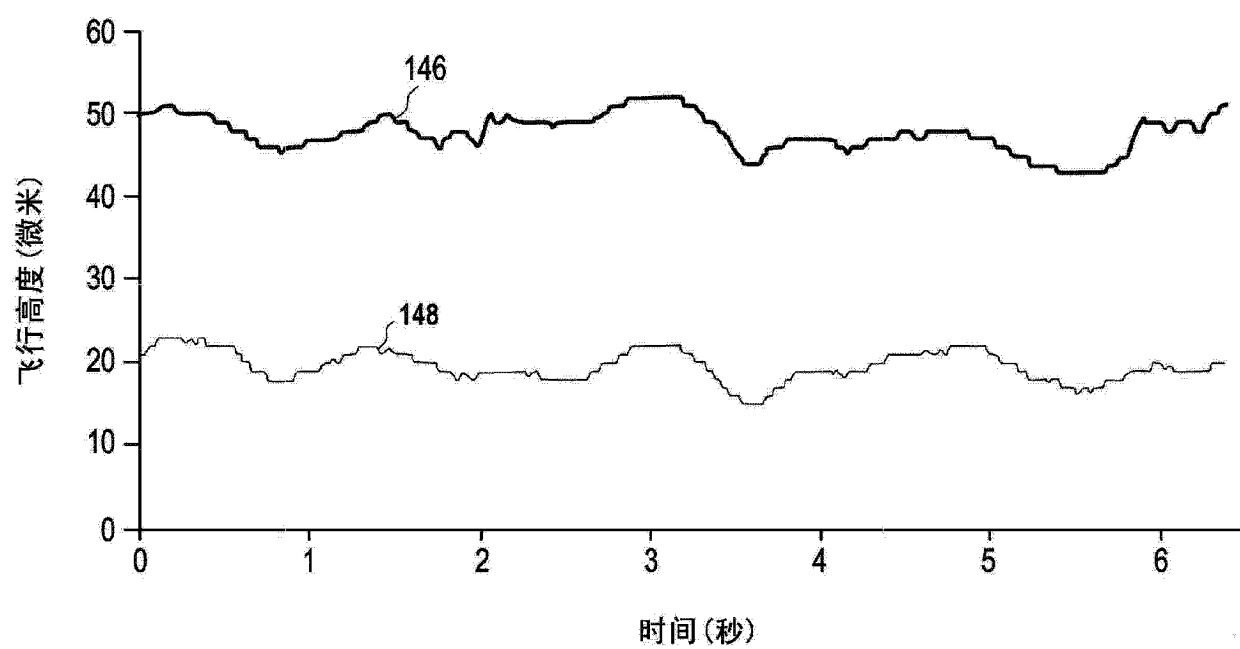


图 20