



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102725696 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201080052464. 7

(22) 申请日 2010. 11. 10

(30) 优先权数据

61/263, 178 2009. 11. 20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 05. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/056123 2010. 11. 10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/062812 EN 2011. 05. 26

(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·D·格雷伊达 P·F·米开罗斯基

(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.

G03F 7/20(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4676631 A, 1987. 06. 30, 说明书第 3 栏第

7 段 - 第 8 栏第 3 段及附图 2-3、5.

US 4676631 A, 1987. 06. 30, 说明书第 3 栏第  
7 段 - 第 8 栏第 3 段及附图 2-3、5.

CN 100526986 C, 2009. 08. 12, 说明书第 3 页  
第 5 段 - 第 9 页第 1 段及附图 1-5.

US 2002021424 A1, 2002. 02. 21, 说明书第  
[0062]-[0068] 段及附图 5B.

US 5557469 A, 1996. 09. 17, 全文.

EP 1835527 A1, 2007. 09. 19, 全文.

CN 100559274 C, 2009. 11. 11, 全文.

US 6295118 B1, 2001. 09. 25, 全文.

审查员 刘艳鑫

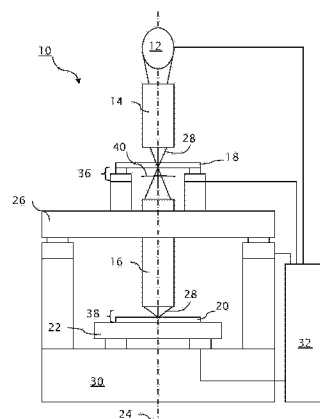
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

用于平版印刷成像系统的放大控制

(57) 摘要

在平版印刷投影系统中, 呈一个或多个可变形板形式的纠正光学器件安装在焦阑的像空间或物空间内, 以对放大作出一维或二维的调整。可变形板可在预加载影响下先实施弯曲, 该可变形板有利于弱的放大率, 其通过改变物空间或像空间内的有效焦距来影响投影系统的放大。致动器调整曲率量, 可变形板通过该调整而弯曲, 以调节由可变形板赋予的放大量。



1. 一种可调整放大的平版印刷投影系统,包括:  
焦阑成像系统,该焦阑成像系统具有焦阑的物空间或像空间,  
可变形板,该可变形板位于焦阑的物空间或像空间内,以为焦阑成像系统提供受限的放大率,该放大率是可变形板的曲率的函数,以及  
致动器,该致动器在曲率变化范围内调整可变形板的曲率,以调整成像系统的放大,  
可变形板具有初始弯曲条件,并在全部曲率变化范围内在全部加载方向上保持恒定。
2. 如权利要求 1 所述的投影系统,其特征在于,焦阑成像系统设计成名义状态,该状态包括由处于初始弯曲条件下的可变形板赋予的一定量的放大率。
3. 如权利要求 2 所述的投影系统,其特征在于,致动器确保可变形板相对于其在焦阑成像系统的名义状态中的初始弯曲条件来增加和减小曲率。
4. 如权利要求 1 所述的投影系统,其特征在于,致动器将可变形板预加载在初始弯曲条件下。
5. 如权利要求 1 所述的投影系统,其特征在于,致动器调整可变形板围绕基本上正交于焦阑成像系统光轴延伸的横向轴线的曲率,以作变形放大调整。
6. 如权利要求 1 所述的投影系统,其特征在于,
  - (a) 所述可变形板是可在曲率变化范围内变形的多个可变形板中的第一个可变形板,用于调整成像系统的放大,
  - (b) 该多个板中的所述第一个可变形板围绕基本上正交于焦阑成像系统光轴延伸的第一横向轴线进行调整,以及
  - (c) 该多个板中的第二个可变形板围绕基本上正交于焦阑成像系统光轴延伸的第二横向轴线进行调整。
7. 如权利要求 6 所述的投影系统,其特征在于,第一横向轴线和第二横向轴线平行地延伸,以提供累积的变形放大调整。
8. 如权利要求 6 所述的投影系统,其特征在于,第一横向轴线和第二横向轴线正交地延伸,以提供径向对称的放大调整。
9. 如权利要求 6 所述的投影系统,其特征在于,所述致动器是多个致动器中的一个致动器,所述多个致动器用来沿至少两个不同方向来弯曲可变形板,以实现沿至少两个方向的不同的放大率量。
10. 如权利要求 6 所述的投影系统,其特征在于,所述致动器使多个可变形板沿共同方向联合地变形。
11. 一种用于平版印刷投影系统的放大纠正器,包括:  
可变形板,所述可变形板在初始弯曲条件中预加载而具有名义曲率,  
致动器,所述致动器用来在曲率范围内相对于名义曲率增加和减小可变形板的曲率,以及  
所述可变形板在全部曲率范围内在全部加载方向上保持恒定。
12. 如权利要求 11 所述的纠正器,其特征在于,致动器将可变形板预加载在初始弯曲条件下。
13. 如权利要求 11 所述的纠正器,其特征在于,
  - (a) 可变形板具有前表面和后表面,它们围绕轴线弯曲,以使前表面和后表面中的一个

表面在初始弯曲条件下受压缩,而前表面和后表面中的另一个表面在初始弯曲条件下受拉伸,以及

(b) 在全部曲率变化的范围内,前表面和后表面中的一个表面保持受压缩,而前表面和后表面中的另一个表面保持受拉伸。

14. 如权利要求 11 所述的纠正器,其特征在于,可变形板的初始弯曲条件偏离名义的圆弧形,且板的光学厚度变化以补偿与名义的圆弧形偏离而避免在成像系统中产生畸变。

15. 如权利要求 11 所述的纠正器,其特征在于,可变形板与背衬板密封在一起,在可变形板和背衬板之间形成密封的腔室,致动器调节密封腔室内的压力以使可变形板在曲率变化范围内变形。

16. 如权利要求 11 所述的纠正器,其特征在于,

(a) 可变形板具有一定向,该定向使可变形板在重力作用下经受变形,以及

(b) 致动器可调整地支承可变形板通过不同的跨度,以使可变形板在曲率变化范围内变形。

17. 一种调整平版印刷投影系统放大的方法,包括:

将可变形板安装在平版印刷投影系统的焦阑物空间或像空间内,

监控投影系统的放大变化,以及

在预定的曲率变化范围内调整可变形板的曲率,以补偿监控的投影系统放大中的变化,包括对可变形板进行预加载的步骤,以对可变形板赋予初始的弯曲量,从而为投影系统提供受限的放大率,所述调整步骤包括在全部曲率变化范围内在全部加载方向上使可变形板保持恒定。

18. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,还包括设计投影系统的步骤,以包括由预加载条件下的可变形板赋予的受限的放大率。

## 用于平版印刷成像系统的放大控制

[0001] 相关申请的交互参照

[0002] 根据 35U. S. C. § 119 (e), 本申请要求对 2009 年 11 月 20 日提交的美国临时申请系列 No. 61/263178 的优先权益。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及用于制造半导体器件或包括平板显示器的集成电路将图形平版印刷(lithographic)投影到基底上, 特别涉及对投影图形放大的控制。

### 背景技术

[0004] 在微型电路和微型器件制造过程中, 微型平版印刷投影系统将图形投射到基底上, 以便在多个阶段中有选择地暴露光敏层。经常地, 多个图形必须拼合在一起以暴露延伸的面积, 或与下面的图形对齐以构成理想的电路或器件。投影图形的图像放大必须精确地加以控制, 以补偿操作条件中出现的诸如环境温度或压力变化的各种变化, 在连续的暴露过程中合适地使图形关联起来。步进式的平版印刷需要将相邻图形拼合在一起, 其通常需要在投影系统的像平面内的两个正交方向上进行放大控制。扫描的平版印刷术在扫描方向上调节曝光时间, 该平版印刷术通常需要仅在正交于扫描方向的一个方向上进行放大控制。

[0005] 放大控制通常通过相对地平移以下中的一个进行管理:(a) 物体共轭(例如, 标线片)来改变物距对像距之比, 或(b) 物场透镜以相对地改变对应的焦距之比。该两种方法需要投射器系统在物空间中是非焦阑的, 以使部件变换改变放大。然而, 同样的投影系统在像空间中需要是焦阑的, 以使焦点小的变化不影响投影图像的放大。在部分相干性的条件下组合的照明和投影系统使得在像空间中保持焦阑性所需要的物空间内的光线角度分布更加复杂。其结果, 除了改变放大之外, 物空间内的部件的变化还使投影到像空间中的图像畸变, 或产生波前像差。可要求对抗部件变化的组合来作出放大纠正, 使得畸变为最小。带有焦阑物空间的投影系统已经采用具有特殊形状表面的纠正光学器件、透镜部件之间的空气压力变化, 以及光束频率变化, 以调整放大和畸变的组合。

### 发明内容

[0006] 本发明特别适用于双倍焦阑的平版印刷投影, 本发明的特征在于呈一个或多个可变形板形式的纠正光学器件, 其对放大作出一维或二维的调整(例如, 变形放大调整或径向对称的放大调整)。可变形板有利于弱的放大率, 其通过改变物空间或像空间内的有效焦距来影响投影系统的放大。致动器调整曲率量, 可变形板通过该调整而弯曲, 以调节由可变形板赋予的放大量。

[0007] 较佳地, 可变形板在全部预定的曲率变化范围内在全部加载方向上保持恒定, 以使可变形板在全部范围内连续地进行调整。例如, 可变形板可先预加载, 其后施加在可变形板上的载荷可相对于初始的预加载增加或减小, 但仍在其优选操作的范围之内, 不允许板

转换通过松弛的状态。投影系统最好设计成适应预加载下的可变形板的初始弯曲条件,并适应其对投影系统放大率的相关贡献。

[0008] 间接地通过测量投影系统内或系统周围的温度或压力变化,或直接地通过测量投影图形的大小,可监控与投影系统操作相关的放大的变化。控制器控制致动器来改变可变形板的曲率,由此补偿所监控的放大的变化。

[0009] 本发明的一种型式是可调整放大的平版印刷投影系统,该系统包括焦阑成像系统和可变形板,该焦阑成像系统具有焦阑的物空间或像空间,而可变形板位于焦阑的物空间或像空间内,以为焦阑成像系统提供受限的放大率,该放大率是可变形板的曲率的函数。致动器在曲率变化范围内调整可变形板的曲率,以调整成像系统的放大。

[0010] 较佳地,致动器确保可变形板相对于其初始弯曲条件来增加和减小曲率。此外,可变形板较佳地在全部预定的曲率变化范围内在全部加载方向上保持恒定。致动器可布置成将可变形板预加载在初始弯曲条件下。焦阑成像系统可设计成名义状态,该状态包括由处于其初始弯曲状态中的可变形板赋予的一定量的放大率。

[0011] 可变形板较佳地具有与安装可变形板的成像系统的光轴相一致的光轴。为了作变形放大调整,可变形板较佳地围绕正交于可变形板和成像系统的公共光轴延伸的单一横向轴线弯曲。这样,可变形板可布置成有利于弱的圆柱形放大率。

[0012] 可变形板可以是可在预定曲率变化范围内变形的多个可变形板中的第一个可变形板,用于调整成像系统的放大。每个可变形板较佳地在全部预定的曲率变化范围内在全部加载方向上保持恒定。致动器可以是沿至少两个不同方向弯曲可变形板的多个致动器中的一个,或致动器可使多个可变形板沿相同或不同方向联合地变形。例如,一个可变形板可围绕第一横向轴线弯曲,而另一个可变形板可围绕第二横向轴线弯曲。为了增加放大率,可变形板的第一横向轴线和第二横向轴线可以平行地定向。为了提供径向对称的放大调整,可变形板的第一横向轴线和第二横向轴线可以正交地定向,两个可变形板可贡献相同的放大率。为了作变形放大调整,可变形板可贡献不同的放大率,或可围绕非正交轴线定向。

[0013] 本发明的另一型式包括用于平版印刷投影系统的放大纠正器。可变形板被预加载在初始弯曲条件下。致动器在曲率范围内相对于名义曲率相对地增加和减小可变形板的曲率。可变形板在全部预定的曲率变化范围内在全部加载方向上保持恒定。

[0014] 致动器较佳地将可变形板预加载在初始弯曲条件下。较佳的可变形板可具有大于 10 米的名义曲率半径,该较佳的可变形板具有前表面和后表面,它们围绕横向轴线弯曲,以使前表面和后表面中的一个表面在初始弯曲条件下受压缩,而前表面和后表面中的另一个表面在初始弯曲条件下受拉伸。此外,在全部的曲率变化的预定范围内,其中一个表面保持受压缩,而另一个表面保持受拉伸。

[0015] 如果可变形板的初始弯曲条件偏离名义的圆弧形,则板的光学厚度可变化以补偿与名义的圆弧形偏离而避免在成像系统中产生畸变。可变形板可包括光学区域和安装区域,光学区域用来传送光线通过投影系统,而安装区域与致动器接合,以对可变形板赋予弯曲载荷。致动器接合可变形板的安装区域,以对可变形板赋予弯曲载荷。例如,致动器可包括与安装区域相接合的转动元件,以对可变形板赋予弯曲力矩。

[0016] 替代地,可变形板可与背衬板密封在一起,在可变形板和背衬板之间形成密封的腔室,致动器调节密封腔室内的压力以在预定的曲率变化范围内使可变形板变形。还为可

能的是,可变形板可具有一定向,该定向使可变形板在重力作用下经受变形。致动器可调整地支承可变形板通过不同的跨度,以在预定的曲率变化范围内使可变形板变形。至少部分地根据可变形板支承件的定位,通过大致作用在可变形板的暴露表面上的力,可实现变形或径向对称的畸变。例如,平行支承可用来调整圆柱形放大率,而径向对称支承可用来调整球形放大率。

[0017] 本发明另一型式包括调整平版印刷投影系统放大的方法。可变形板安装在平版印刷投影系统的焦阑物空间或像空间内。投影系统的放大变化可进行监控,可变形板的曲率可在预定的曲率变化范围内进行调整,以补偿监控的投影系统放大中的变化。

[0018] 较佳地,可变形板进行预加载,以对可变形板赋予初始的弯曲量,从而为投影系统提供受限的放大率。在一个或多个变化形式中,(a) 本发明对两个正交方向的放大提供独立的控制,(b) 本发明对成像系统的像差具有最小的影响,(c) 本发明需要用于操作的相对简单的机构,(d) 本发明对于一个平版印刷工具和另一工具允许精密地匹配光学成像系统,以及(e) 本发明允许精密地匹配单一平版印刷工具内的多个光学系统。

[0019] 投影系统较佳地设计成包括由预加载条件下的可变形板赋予的受限的放大率。较佳地,可变形板在全部预定的曲率变化范围内在全部加载方向上保持恒定。

## 附图说明

[0020] 图 1 是平版印刷投影系统的示意图,该系统具有位于焦阑物空间内的可变形板,用于放大的调整。

[0021] 图 2 是出于预加载状况下可变形板的侧视图,示出预加载和其他方式弯曲该板的图示装置。

[0022] 图 3 是图示板的预加载和其他方式弯曲状况中可变形板的立体图,呈全圆柱形的形式。

[0023] 图 4 是两个交迭可变形板的立体图,各个板布置为沿不同的正交方向弯曲。

[0024] 图 5 是密封透镜圆筒的剖视立体图,该圆筒用于将可变形板安装在两个独立可控压力腔室之间,以使板球形变形。

[0025] 图 6 是显示可变形板的剖视图,该可变形板具有非球面的表面和变化的厚度,用以补偿弯曲力,弯曲力否则会使板畸变而失去诸如圆柱形或球形的要求形式。

[0026] 图 7 是可变形板的平面图,该板具有板的安装表面内的狭槽,以便于将板弯曲成球形形式。

[0027] 图 8 是一对可变形板的侧视图,两板由共同的致动器同时变形为理想的形状。

## 具体实施方式

[0028] 作为一个能够从本发明得益的投影系统的实例,微型平版印刷投影系统 10 包括光源 12、照明器 14 以及投影透镜 16,该透镜将标线片 18 的图像投影到基底 20 上。水平 X-Y 轴平台 22 沿垂直于照明器 14 和投影透镜 16 的公共光轴 24 的两个正交方向平移,该水平 X-Y 轴平台 22 确保基底 20 相对于投影透镜 16 作相对移动,以曝光基底 20 的连续的面积。垂直 Z 轴平台 26 确保投影透镜 16 沿着光轴 24 相对于基底 20 作相对平移,以确保将标线片 18 的图像合适地聚焦在基底 20 上。

[0029] 光源 12 以光束 28 的形式发出辐照,适于使光敏的基底 20 显影。各种已知的装置可用作光源 12,包括灯泡光源,例如,目标在于某些光谱线的高压水银弧灯,或激光器源,例如,受激准分子激光器,特别用于在深紫外光谱内操作。

[0030] 照明器 14 使光束 28 成形和在空间上分布光束,并对投影透镜的光瞳和像平面设定目标角度和空间辐照曲线,该像平面与基底 20 相一致。尽管未在图 1 中详细示出,但用于微型平版印刷操作的典型照明器包括用于收集和成形光束 28 的仿形器、将光线集成到均匀辐照场内的均匀器(例如,万花筒或蝇眼阵列),以及将均匀器的输出图像转接到标线片 18 的中继透镜,那里,照明器 14 的像平面与投影透镜 16 的物平面相一致。

[0031] 投影透镜 16 最好具有比照明器 14 的出口数值口径大的入口数值口径,以提供部分的相干成像,该投影透镜 16 将标线片 18 的图像投射到基底 20 上。即,投影透镜 16 的光瞳(未示出)通常与照明器 14 的光瞳(也未示出)共轭,投影透镜 16 的光瞳最好不被照明器光瞳的图像填满,但其大小适于收集来自标线片 18 照明特征的角度上发散的光线,以在基底 20 上产生高分辨率的标线片 18 的图像。标线片 18 的投射图像可按照需要被放大或缩小。投影透镜 16 可包括反射或衍射元件以及折射元件,或这些元件的组合,诸如兼反射光及折射光的光学器件。

[0032] 标线片 18 也被称之为“掩罩”,其包括一个或多个用来投射到基底 20 上的图形,并可将尺寸做成在投影透镜 16 所捕捉的场内或超出该场外。带有较大图形的标线片可相对于投影透镜相对地平移,以便连续地曝光标线片图形的不同部分。

[0033] 光敏基底 20 通常呈平板的形状,诸如用光阻材料处理过的半导体晶片或玻璃屏,以与曝光发生反应。经常地,全部基底 20 不能一下子就成像,于是,底座 30 上的水平 X-Y 轴平移平台 22 提供基底 20 平移通过一定范围的位置,以便联合地照明基底 20 要求的工作面积。投影透镜 16 支承在位于底座 30 上方的垂直 Z 轴平移平台 26 上,以调整沿光轴 24 投影透镜 16 离基底 20 的像距。控制器 32 协调投影透镜 16、标线片 18 和基底 20 中的相对运动,以及投影系统 10 的曝光。

[0034] 可变形板 40 邻近于标线片 18 位于投影透镜 16 的焦阑的物空间 36 内。可变形板 40 预加载到初始变形状态中,这有利于限制投影透镜 16 的放大倍率。这样,将包括其它部件规定的投影透镜 16 设计成:补偿可变形板在其初始变形(预加载)条件下对限制的放大率的贡献,以保留投影透镜 16 名义设计的放大。尽管显示在焦阑的物空间 36 内,但可变形板 40 也可位于邻近于基底 20 的焦阑的像空间 38 内。该选择很大程度上依据空间和进入条件来作出。在任一位置或两个位置中,可变形板可以控制像空间和物空间内都是焦阑的平版印刷系统中的放大。

[0035] 图 2 示出围绕单一横向轴线 60 弯曲的处于初始变形(预加载)条件下的可变形板 40。该预加载通常由致动器 50 产生,该致动器 50 通过一对支点支承 54 和 56 以及位于另一端 44 处的锚固器 52 作用在可变形板 40 的一端 42。该变形使可变形板 40 的前表面 46 受压缩,且使可变形板 40 的后表面 48 受压缩。

[0036] 预加载之前,可变形板 40 最好是薄的、平面平行的板,其具有平坦和平行的前表面 46 和后表面 48。可变形板 40 较佳地由光学玻璃制成,光学玻璃可以是无定形的或结晶形的,以确保光线透过,不产生不必要的波前像差或偏离均匀性。可变形板 40 还相对于端部 42 和 44 之间长度做得足够薄,以便实现要求的弯曲。例如,总长为 90 毫米的板的厚度

最好为 5 毫米或更小。

[0037] 在板的预加载条件下,可变形板 40 最好只是略微地弯曲,这样,任何诱发出来的波前像差可被忽略。较佳地,可变形板预加载到名义曲率小于 0.1 米的初始弯曲状态。然而,可变形板 40 在其预加载条件下充分地弯曲来补偿一定范围的弯曲,该弯曲范围包括部分地卸载和进一步加载该可变形板 40,以提供对应的从较小放大到较大放大的放大调整范围。因此,可变形板 40 不从卸载条件进行调节或调节到卸载条件,以避免与可变形板 40 的加载和卸载条件之间的过渡相关的不稳定性。

[0038] 图 3 示出正从初始弯曲(预加载)条件(虚线显示)到进一步弯曲条件 40A 的可变形板 40,后一弯曲条件由致动器 50 在各端 42 和 44 之间和相应的支点支承 54 和 56 产生的弯矩 62 和 64 所赋予。围绕横向轴线 60 进一步弯曲在基底 20 的像场的一个正交方向上产生放大的变形变化。弯矩 62 和 64 可由端部 42 和 44 的线性位移或角位移赋予。

[0039] 以下生成的表示出了不同厚度的可变形板的敏感度,所有板具有大约 90 毫米(mm)的长度。缩写“ $\mu\text{m}$ ”是指微米,缩写“mm”是指毫米,缩写“m”是指米,缩写“ppm”是指一百万分之一,缩写“deg”是指度数。“下垂”的测量图示在图 2 中。

[0040]

|                            |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| 弯曲板的厚度(mm)                 | 1.25  | 2.5   | 5     |
| 20ppm 的下垂( $\mu\text{m}$ ) | 29.4  | 14.7  | 7.3   |
| 曲率半径(m)                    | 20.0  | 39.9  | 79.9  |
| 板边缘处的最大斜率或倾斜(deg)          | 0.006 | 0.012 | 0.025 |

[0041] 如上表所示,弯曲板的弯曲范围和敏感度近似地随板的厚度线性地变化。在下表中,比较 2.5 毫米(mm)厚的板与 5.0 毫米(mm)厚的板,各个板由熔融石英制成并具有共同的目标放大,可作出更直接的比较。

[0042]

|      |                      |                     |
|------|----------------------|---------------------|
| 板厚度  | 2.5mm                | 5.0mm               |
| 下垂   | 14.683 $\mu\text{m}$ | 7.342 $\mu\text{m}$ |
| 圆柱半径 | 39945.7mm            | 79887.1mm           |

[0043] 为达到相同的放大调节范围,厚度增加的板需要较小的弯曲。然而,板越厚,特别是厚度显著大于 5.0mm 的板,则越难弯曲,并可产生其它不希望的效果。

[0044] 考虑倾斜板如何侧向地偏离焦阑光线,则可得出伴随有板圆柱形畸变的相对纯的放大变化。该种偏离是板的斜度、厚度和折射率的函数。焦阑光线是通过成像透镜的孔阻挡中心的光线并平行于焦阑像空间或物空间。圆柱形的板弯曲可在局部的水平上考虑为多个个别倾斜的板,板的斜度按离光轴的距离的正弦函数增加,光线偏离和离光轴距离之间的关系对于小弯曲来说是高度线性的。该线性意味着:(a)偏离正比于离光轴的距离,以及(b)偏离主要只改变沿弯曲方向的图像放大而不是畸变。

[0045] 作为实例,如果板圆柱形地弯曲,使得最大入射角在焦阑光线边缘处是 1 度,则畸



变(即,背离线性的偏离)近似为放大的 1 : 15,000。如果最大入射角在焦阑光线边缘处是 2 度,则畸变对放大之比的变化系数是 4 至 1 : 3,750。因此,焦阑板内的弯曲板的放大效果清楚地表明任何畸变的效果,特别是在板弯曲量较小时。

[0046] 图 4 示出一对可变形板 70 和 90,它们布置成沿两个正交方向的放大纠正。致动器 80 和 82 示意地显示为箭头,它们对着支点 76 和 78 作用在可变形板 70 的相对端 72 和 74,以产生相对的弯矩,导致可变形板 70 围绕横向轴线 84 弯曲。同样地,致动器 100 和 102 也示意地显示为箭头,它们对着支点 96 和 98 作用在可变形板 90 的相对端 92 和 94,以产生相对的弯矩,导致可变形板 90 围绕横向轴线 94 弯曲,横向轴线 94 正交于横向轴线 84 延伸。两个轴线 84 和 94 最好垂直于可变形板 70 和 90 的光轴 104 以及安装板 70 和 90 的成像系统的光轴 24。通过相对地调整各个板 70 和 90 贡献的相对调整数值,或通过调整轴线 84 和 94 的相对角位置,可变形板 70 和 90 可一起产生一定范围的变形放大调整。通过围绕正交轴线 84 和 94 对两个板 70 和 90 作相等的放大调整,就可在基底 20 处提供均匀的放大调整(即,径向对称的放大调整)。较佳地,进行放大控制的两个正交轴线 84 或 94 之一对应于横贯基底 20 步进或扫描投影透镜 16 的要求方向。

[0047] 图 5 示出密封透镜圆筒 110 的剖视图,该密封透镜圆筒用来将可变形板 120 安装在压力控制的环境内。可变形板 120 搁置在环形座 112 上,环形座的功能类似于前面所述板安装系统的支点,且当可变形板落座时,可变形板就将透镜圆筒 110 分为两个独立可控制的压力腔室 114 和 116。诸如氮气那样的惰性气体泵送通过相应的孔 126 和 128,以调整两个腔室 114 和 116 之间的压差。上部腔室 114 内较高的压力将可变形板 120 推靠在环形座 112 上,使可变形板 120 对称地变形以在基底 20 上产生均匀的放大调整。较佳地,对于投影透镜 16 来说,即使在名义运行条件下也要保持压差,以使可变形板 120 在全部的预期放大调整范围内保持沿给定方向的变形。

[0048] 前述实施例中的可变形板 40、70 和 90 最好弯曲成圆柱形的形式,而可变形板 120 最好弯曲成球形的形式,以在投影透镜 16 的焦阑物空间 36 或焦阑图空间 38 内调整放大,从而纠正或其它方式调整放大,同时限制不希望的波前像差或畸变。可通过调整弯曲力来最大程度地减小预测的或可测的与要求圆柱形或球形形式的偏离,或通过改变从可变形板中心到外围的厚度来进行补偿,或在板的光学区域外作其它的调整,以达到所要求的弯曲特性。此外,可变形板 40、70 和 90 可侧向地位移,使得板的曲率中心保持沿着投影透镜 16 的光轴 24 对中。

[0049] 可变形板 130 在图 6 中显示其厚度的径向变化,为了图示的需要该厚度作了很大的夸大。可变形板 130 的前表面 132 显示为平的,但可变形板 130 的后表面 134 显示为具有非球形的表面。尽管是关于可变形板的光轴 136 对称,但厚度的变化旨在补偿未分布的弯曲力,以便另外导致可变形板 130 的圆柱形或球形。具体来说,厚度的变化旨在可变形板要求的预加载条件下导致可变形板 130 更加接近圆柱形或球形。尽管只是可变形板 130 的后表面 134 具有非球形表面,但前表面 132 和后表面 134 中一个或两个可形成为非球形表面,以使两个表面 132 和 134 在预加载条件下呈更加接近于圆柱形或球形。

[0050] 在图 7 中,可变形板 140 显示有形成在可变形板 140 的安装区域 144 内的狭槽 142,该安装区域 144 位于板 140 的光学区域 146 外面,如光学边界线 148 所示。使可变形板 140 变形的弯曲载荷施加在安装区域 144 内和光学区域 146 外面,以避免与可变形板要求的光

学特性相干扰。由于安装区域 144 不是投影透镜 16 的光学系统的部分,所以,其它的修改可包括引入狭槽 142 或纳入用来接合或传递来自致动器(未示出)的力的结构,这些修改可提供到安装区域 144 内。

[0051] 为独立于其它光学上的考虑来调整放大,可变形板不仅开发了投影透镜内的焦阑空间,可变形板能使双倍焦阑的投影透镜得到调整,以在焦阑物空间内进行放大。包括标线片和透镜元件的投影透镜内的其它部件可保持固定,这些部件另外需要进行调整以实施放大调整。此外,双倍焦阑投影透镜,它们在像空间和物空间内同样是焦阑的,该双倍焦阑投影透镜可设计有更多对称部件以减少波前误差源。当然,与理论焦阑性的某些偏差在任何实际的光学设计中是明显的,焦阑性的允差较佳地设定成:伴随一定范围的放大调整的任何不希望畸变仍保持在设计限制之内。

[0052] 图 8 示出复合可变形板 150 和 160 的联合操作,它们可一起进行变形,以产生更大的放大调整量,或较薄的板有如此更大的放大调整量。尽管分别支承在相应的支座对 152、154 和 162、164 上,但致动器 166 和 168 确保两个板 150 和 160 一起变形。附加的可变形板可堆叠在一起,以在一个或两个正交方向上作出甚至更大的放大变化。对于以球形方式变形板 150 和 160 来说,各个支座对 152、154 和 162、164 可代表相应的用于支承板 150 和 160 的环形座,而致动器 166 和 168 可以是用于围绕相应圆周接合板 150 和 160 的公共环形压紧环。

[0053] 前述实施例中不同的致动器 50、52、80、82、100、102、114、116、166、168 可连接到控制器 32,以对与平版印刷投影系统 10 的操作相关的放大作连续的、间断的或其它方式自动的纠正。作自动放大调整的控制系统是众所周知的。例如,可布置传感器(未示出)来监控投影系统 10 或基底 20 的操作条件,以对控制器提供信息,预测需要放大调整的投影系统 10 或基底 20 的响应,或其它的指令可用来更加直接地监控投影透镜 16 的放大,例如通过测量成像规格特征的大小,以对控制器 32 提供用来控制致动器的信息。对于大部分平版印刷系统,连续闭环的放大调整是优选的。

[0054] 尽管是参照了设计成将标线片 18 的图像投射到基底 20 上的平版印刷投影系统进行了描述,但本发明还可直接应用于这样的平版印刷投影系统,其中,要进行投影的图形是由空间光调制器形成的。可变形板位于物共轭或像共轭附近,包括邻近于微透镜阵列输出的物空间内,以形成要投影到基底上的图形。

[0055] 焦阑的平版印刷投影系统的焦阑像空间和物空间逐渐地过渡到距离物和像共轭的光瞳空间内。较佳地,可变形板尽可能靠近像共轭中的一个或另一个共轭定位,以避免成像系统的像差,但通过将可变形板定位在主像空间或物空间内的任何地方可获得本发明的益处,在主像空间或物空间中,像场或物场内的瞬时光瞳点(即,从场点延伸出的光锥的孔)基本上小于净孔,较佳地为四分之一或更小。

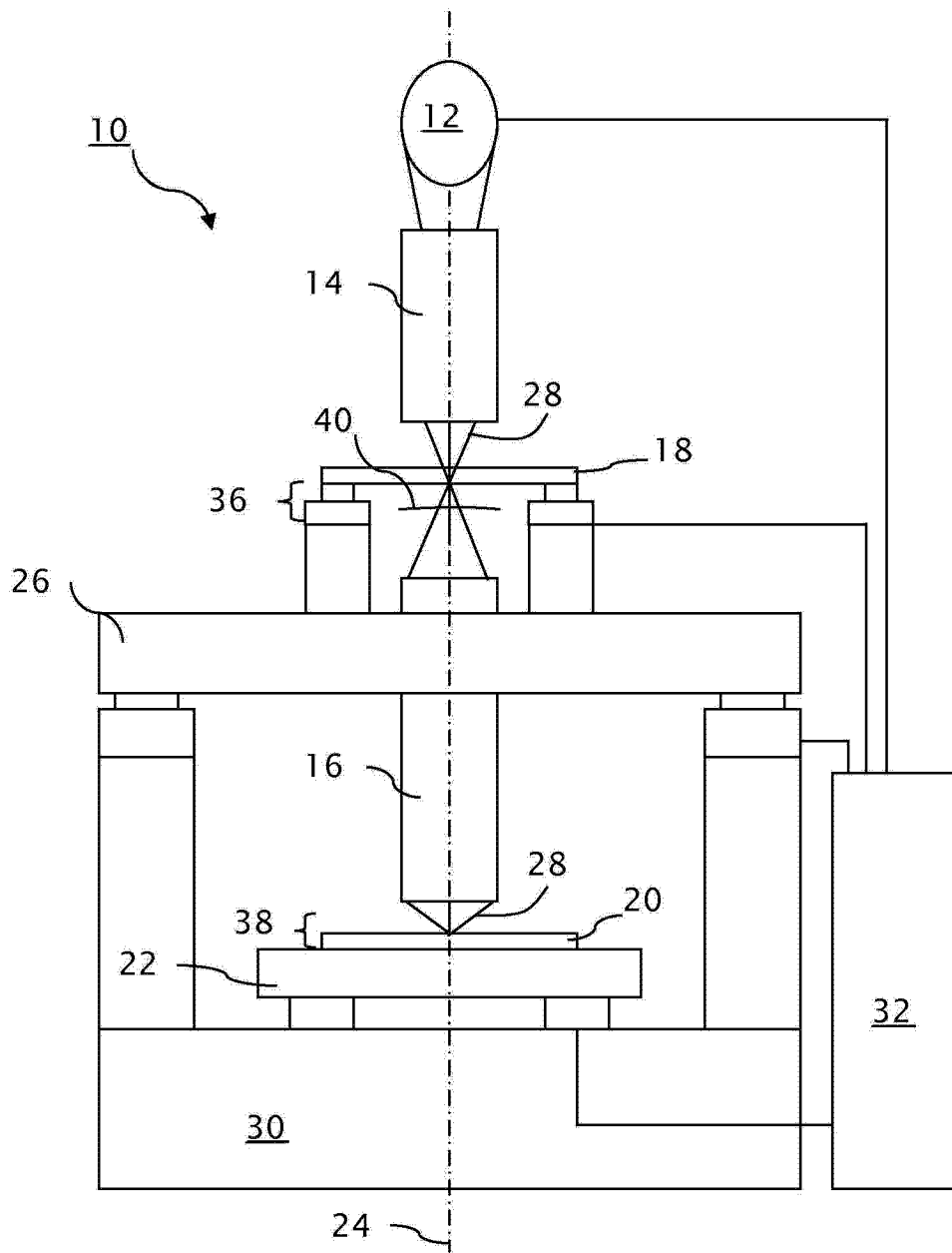


图 1

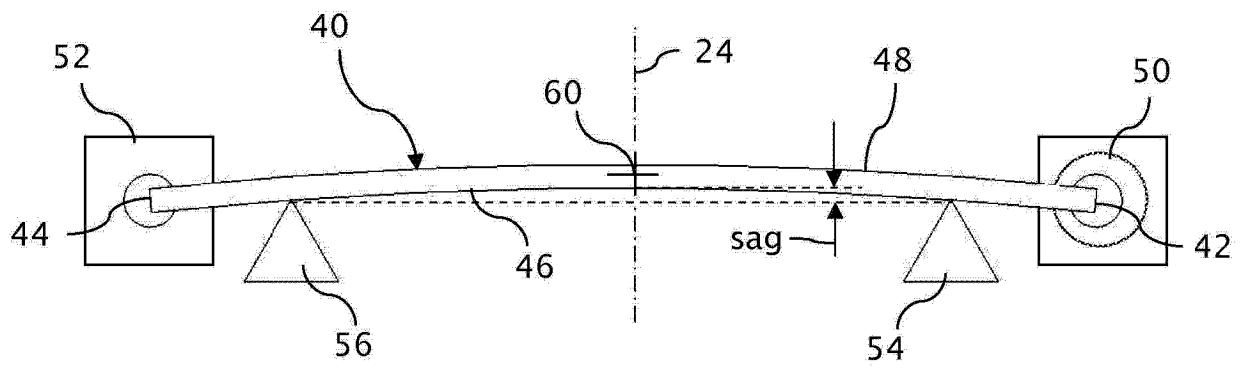


图 2

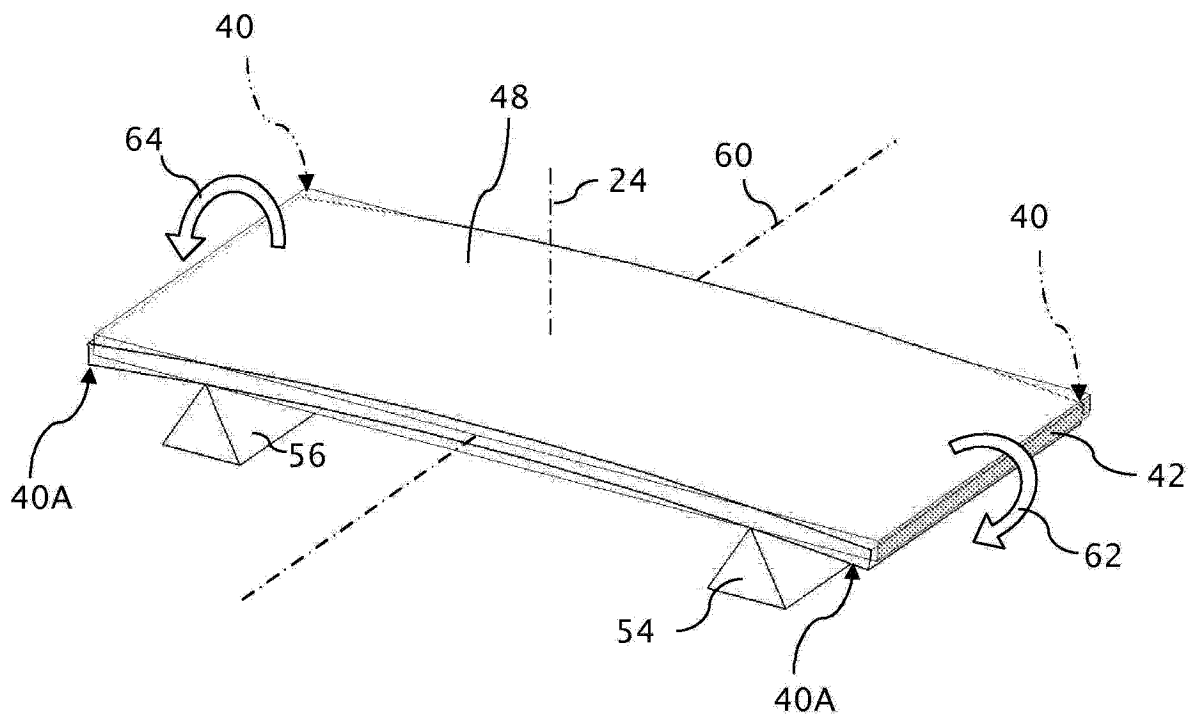


图 3

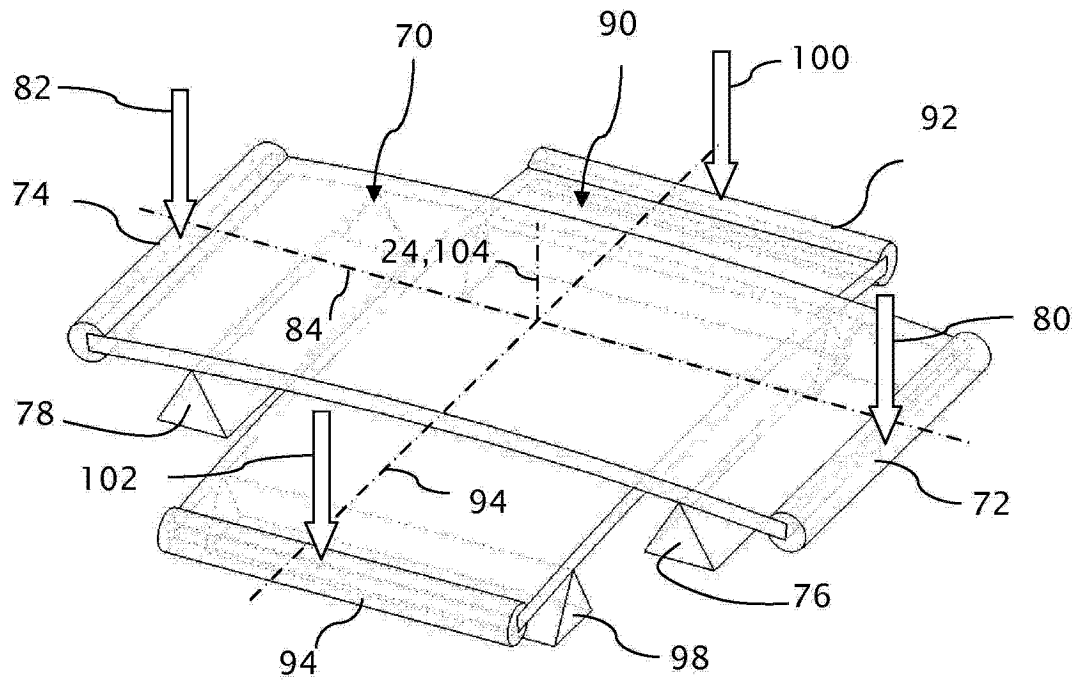


图 4

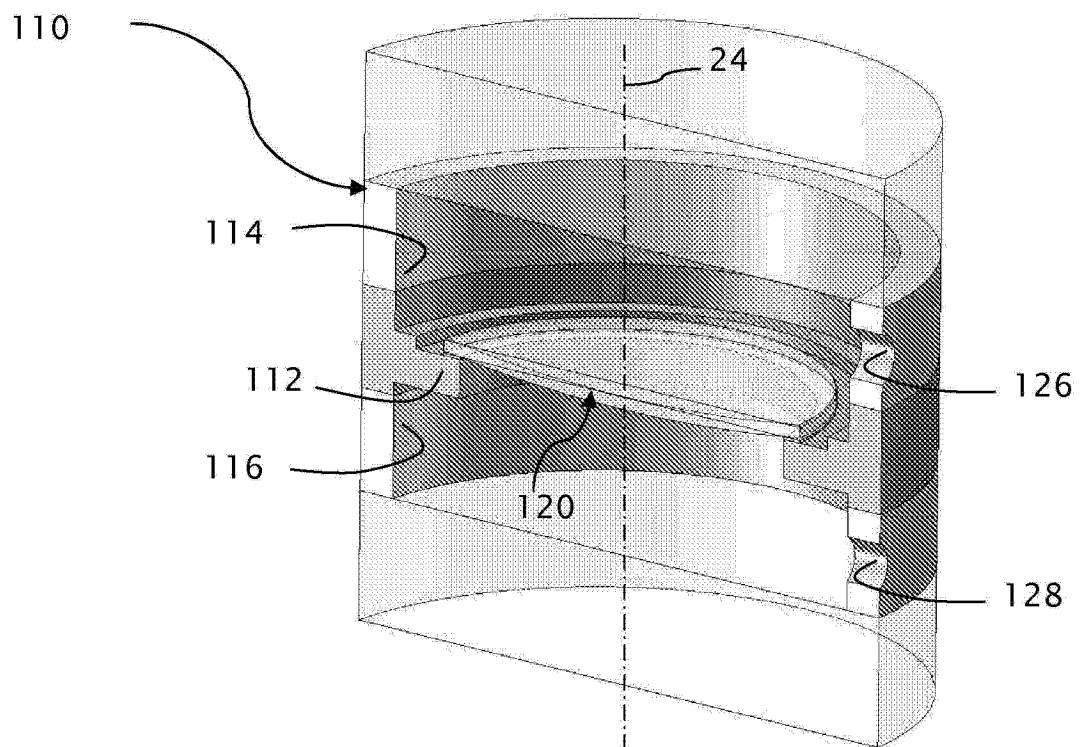


图 5

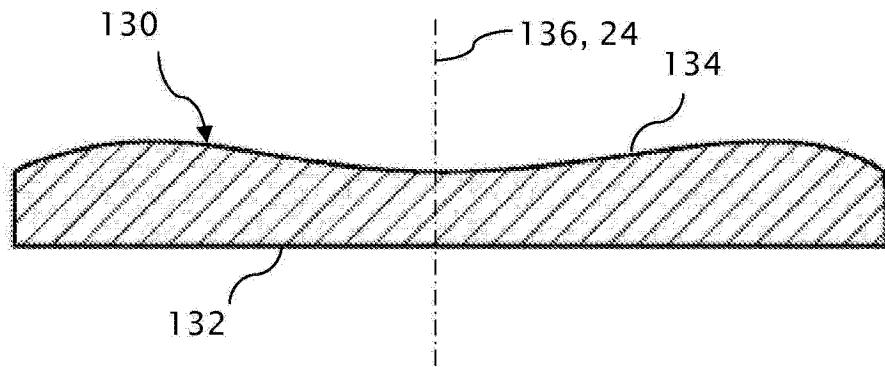


图 6

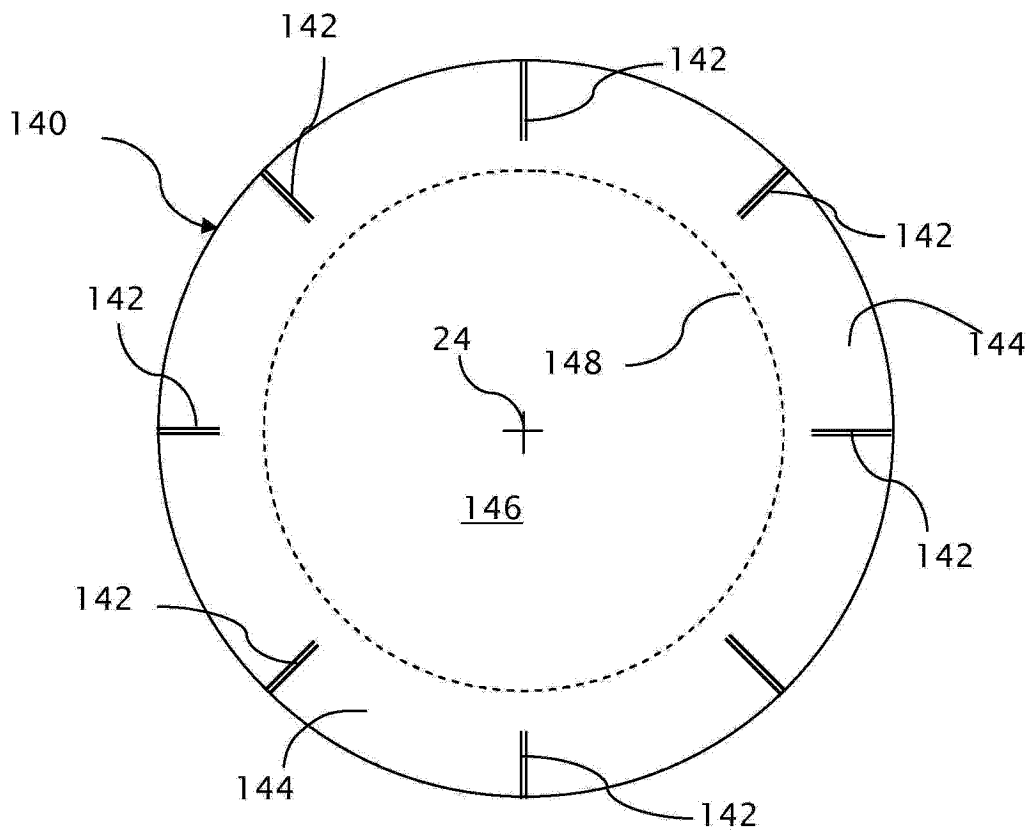


图 7

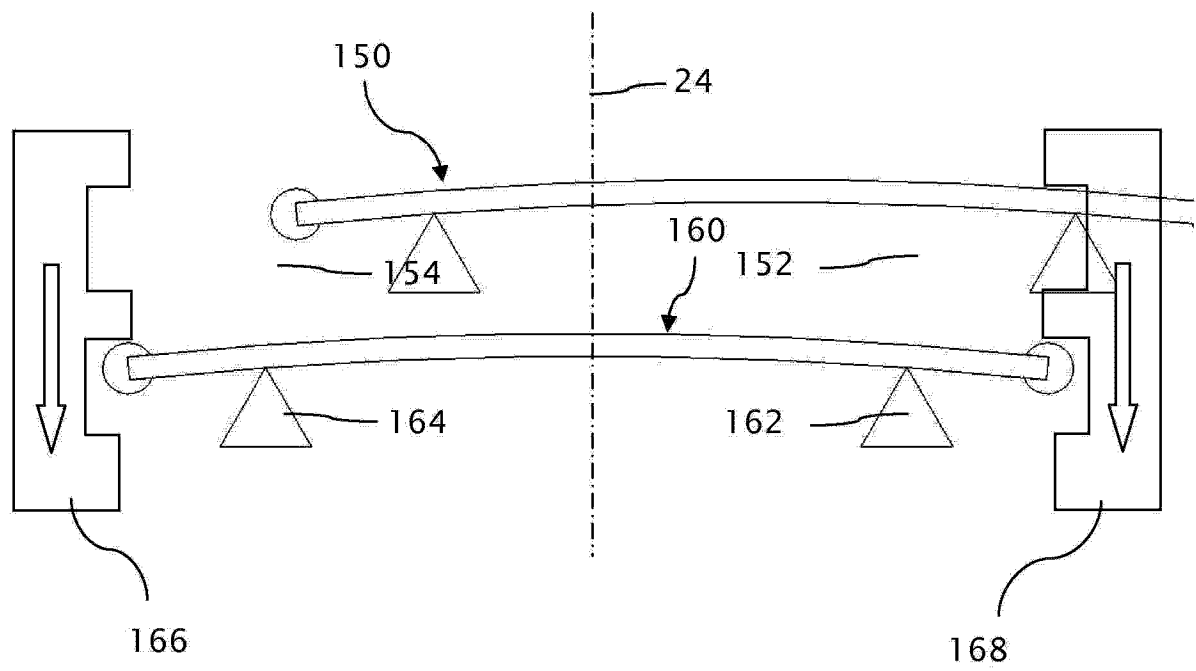


图 8