



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103511009 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201310248620. 2

(22) 申请日 2013. 06. 21

(30) 优先权数据

13/530355 2012. 06. 22 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 R. J. 勒库耶 A. K. H. 穆里格帕

J. H. 迪米克 G. 刘

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 肖日松 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F01D 25/00(2006. 01)

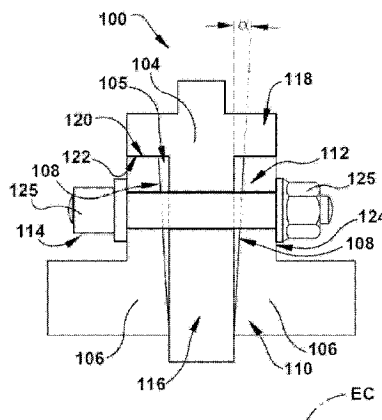
权利要求书2页 说明书4页 附图7页

(54) 发明名称

燃气轮机圆锥形法兰螺栓接头

(57) 摘要

一种燃气轮机圆锥形法兰螺栓接头。螺栓法兰接头组件包括两个旋转轮,每个轮具有朝向间隔件延伸的至少一个轮辐,间隔件部分地位于两个旋转轮之间,其中每个轮辐具有面向间隔件的法兰表面。每个法兰表面或者间隔件的表面是圆锥形,即不垂直于燃气轮机的中心线,以使得在无约束状态中,每个法兰表面的跟部端比每个法兰表面的趾部端更靠近间隔件;和螺栓,螺栓延伸穿过每个旋转轮的轮辐和间隔件。



1. 一种用于固定燃气轮机中的旋转部件的螺栓法兰组件,所述螺栓法兰组件包括:
两个旋转轮,每个轮具有朝向间隔件延伸的至少一个轮辐,所述间隔件部分地位于所述两个旋转轮之间,其中每个轮辐具有面向所述间隔件的法兰表面,每个法兰表面的至少一部分不垂直于所述燃气轮机的中心线,以使得在无约束状态中,每个法兰表面的跟部端比每个法兰表面的趾部端更靠近所述间隔件;和

螺栓,所述螺栓延伸穿过每个旋转轮的所述轮辐和所述间隔件。

2. 根据权利要求1所述的螺栓法兰组件,其特征在于,所述间隔件具有位于两个轮的所述轮辐之间的第一部分和基本垂直于所述第一部分的第二部分,所述第二部分与每个轮辐的表面具有槽口过盈配合。

3. 根据权利要求2所述的螺栓法兰组件,其特征在于,所述槽口过盈配合位于所述法兰表面的所述趾部端处。

4. 根据权利要求1所述的螺栓法兰组件,其特征在于,每个轮辐的所述法兰表面的至少一部分以约0.1度至约1.0度的角度相对于所述间隔件成角度倾斜。

5. 根据权利要求1所述的螺栓法兰组件,其特征在于,每个轮辐还包括与所述法兰表面相对的螺母面向表面,所述螺母面向表面的至少一部分不垂直于所述燃气轮机的中心线。

6. 根据权利要求5所述的螺栓法兰组件,其特征在于,每个轮辐的所述螺母面向表面以约0.1度至约1.0度的角度相对于所述间隔件成角度。

7. 根据权利要求1所述的螺栓法兰组件,其特征在于,每个轮辐为大致L形。

8. 根据权利要求1所述的螺栓法兰组件,其特征在于,在所述螺栓未紧固的情况下,在每个法兰表面的所述趾部端和所述间隔件之间存在间隙,在每个法兰表面的所述根部端和所述间隔件之间基本不存在间隙;并且在所述螺栓被紧固的情况下,在每个法兰表面和所述间隔件之间基本不存在间隙。

9. 一种用于固定燃气轮机中的旋转部件的螺栓法兰组件,所述螺栓法兰组件包括:
两个旋转轮,每个轮具有朝向圆锥形间隔件延伸的至少一个轮辐,所述圆锥形间隔件部分地位于所述两个旋转轮之间,其中每个轮辐具有面向所述圆锥形间隔件的表面的法兰表面,其中每个法兰表面垂直于所述燃气轮机的中心线,所述圆锥形间隔件的表面不垂直于所述燃气轮机的中心线,以使得在无约束状态中,每个法兰表面的跟部端比每个法兰表面的趾部端更靠近所述间隔件;和

螺栓,所述螺栓延伸穿过每个轮的所述轮辐和所述间隔件。

10. 根据权利要求9所述的螺栓法兰组件,其特征在于,所述间隔件具有位于两个轮的所述轮辐之间的第一部分和基本垂直于所述第一部分的第二部分,所述第二部分与每个轮辐的表面具有槽口过盈配合。

11. 根据权利要求10所述的螺栓法兰组件,其特征在于,所述槽口过盈配合位于所述法兰表面的所述趾部端处。

12. 根据权利要求9所述的螺栓法兰组件,其特征在于,所述圆锥形间隔件以约0.1度至约1度的角度相对于每个轮辐的每个法兰表面成角度倾斜。

13. 根据权利要求9所述的螺栓法兰组件,其特征在于,每个轮辐还包括与所述法兰表面相对的螺母面向表面,所述螺母面向表面的至少一部分不垂直于所述燃气轮机的中心

线。

14. 根据权利要求 13 所述的螺栓法兰组件,其特征在于,每个轮辐的圆锥形螺母面向表面以约 0.1 度至约 1.0 度的角度相对于所述轮辐的所述法兰表面成角度倾斜。

15. 根据权利要求 9 所述的螺栓法兰组件,其特征在于,每个轮辐为大致 L 形。

燃气轮机圆锥形法兰螺栓接头

技术领域

[0001] 本发明公开的主题涉及燃气涡轮发动机,更具体地涉及用于固定旋转部件的圆锥形法兰螺栓接头 (conical flange bolted joint)。

背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机中的常规螺栓接头是贯穿螺栓接头或法兰螺栓接头。在贯穿螺栓设计中,长螺栓穿过转子模块的所有部件。这意味着所有部件都具有打断主转子结构的孔。这些打断处经常是轮上的最高应力位置,并且将具有最低预期的低周疲劳 (LCF) 寿命。在法兰螺栓设计中,较短的螺栓穿过转子轮上带法兰的附属件,因此避免打断主轮结构。尽管这缓解由于存在孔而引起的 LCF 问题,但是这种构造会造成对于高周疲劳 (HCF) 的其他挑战。例如,在发动机操作期间,这种构造的螺栓接头会在法兰的根部处打开。由存在保持盘中心线对准的槽口过盈量和燃气轮机转子中的热梯度两者引起这种打开。燃气轮机转子非常重,重力使得转子在其自身重量作用下下垂,使得螺栓接头经历高周疲劳 (HCF)。如果法兰根部在发动机操作期间打开,则轮辐和螺栓会受到高水平的 HCF 应力。

发明内容

[0003] 本发明公开一种用于固定燃气轮机中的旋转部件的螺栓法兰组件。螺栓法兰组件包括两个旋转轮,每个轮具有朝向间隔件延伸的至少一个轮辐,间隔件部分地位于两个旋转轮之间,其中每个轮辐具有面向间隔件的法兰表面。每个法兰表面或者间隔件的表面是圆锥形,即不垂直于燃气轮机的中心线,以使得在无约束状态中(即,螺栓未紧固),每个法兰表面的跟部端比每个法兰表面的趾部端更靠近所述间隔件;和螺栓,螺栓延伸穿过每个旋转轮的轮辐和间隔件。螺栓法兰组件不需要螺栓穿过高应力的轮,因此解决 LCF 问题。此外,法兰圆锥界面防止法兰根部打开,法兰根部打开将导致高循环应力 (high cyclic stresses) 并最终导致螺栓的 HCF 疲劳。

[0004] 本发明的第一方面提供一种用于固定燃气轮机中的旋转部件的螺栓法兰组件,所述螺栓法兰组件包括:两个旋转轮,每个轮具有朝向间隔件延伸的至少一个轮辐,所述间隔件部分地位于两个旋转轮之间,其中每个轮辐具有面向间隔件的法兰表面,每个法兰表面的至少一部分不垂直于燃气轮机的中心线,以使得在无约束状态中,每个法兰表面的跟部端比每个法兰表面的趾部端更靠近间隔件;和螺栓,所述螺栓延伸穿过每个旋转轮的轮辐和间隔件。

[0005] 本发明的第二方面提供一种用于固定燃气轮机中的旋转部件的螺栓法兰组件,螺栓法兰组件包括:两个旋转轮,每个轮具有朝向圆锥形间隔件延伸的至少一个轮辐,所述圆锥形间隔件部分地位于两个旋转轮之间,其中每个轮辐具有面向所述圆锥形间隔件的表面的法兰表面,其中每个法兰表面垂直于燃气轮机的中心线,所述圆锥形间隔件的表面不垂直于燃气轮机的中心线,以使得在无约束状态中,每个法兰表面的跟部端比每个法兰表面的趾部端更靠近所述间隔件;和螺栓,所述螺栓延伸穿过每个轮的轮辐和间隔件。

[0006] 在螺栓未紧固的情况下,在每个法兰表面的所述趾部端和所述间隔件之间存在间隙,在每个法兰表面的所述根部端和所述间隔件之间基本不存在间隙;并且在所述螺栓被紧固的情况下,在每个法兰表面和所述间隔件之间基本不存在间隙。

附图说明

[0007] 从下文对本发明的各个方面的详细描述以及结合附图,本发明的这些和其他特征将更容易理解,附图描绘本发明的各种实施例,其中:

[0008] 图 1 示出包括根据本发明实施例的螺栓法兰组件的燃气轮机转子的一部分的剖视透视图;

[0009] 图 2 至图 6 示出根据本发明实施例的螺栓法兰组件的各种实施例的横截面图;和

[0010] 图 7 示出使用根据本发明实施例的螺栓法兰组件的方法。

[0011] 应注意本发明的附图不是按比例。附图旨在仅描绘本发明的典型方面,因此不应被认为限制本发明的范围。在附图中,相同的附图标记表示附图之间相同的元件。

具体实施方式

[0012] 常规燃气轮机螺栓接头具有法兰面(即,轮辐和间隔件之间的界面)和槽口,法兰面被机加工成与燃气轮机中心线垂直,槽口被机加工成与燃气轮机的中心线平行。通常的燃气轮机上的槽口表面位于内径(ID)上,并且在转子组装和操作期间使用过盈配合来保持转子的配合零件同心。在常规螺栓接头中,槽口过盈量易于引起法兰根部(在内径处)打开(pry open)。法兰根部在发动机环境中的热操作期间易于具有附加/额外打开。燃气轮机中使用的重的转子易于在其自身重量作用下下垂,并且会产生显著的高周疲劳应力。如果法兰根部打开,则由于重力下垂引起的大多数交替载荷(alternating load)不再由堆叠受压的法兰(the flange in stack compression)吸收,而是作为附加拉伸载荷(additional tensile load)由螺栓承受。常规螺栓连接组件的ID上的槽口过盈量可以向该重力下垂载荷提供冗余的载荷传递路径。由于对空间的考虑和转子/定子构造,并非所有的燃气轮机转子都可以利用在ID上的槽口,当槽口在外径(OD)上时,如果法兰根部打开,则这些燃气轮机转子对承受重力下垂载荷没有帮助。

[0013] 转至图 1,示出根据本发明的实施例的用于固定燃气轮机中的旋转部件的螺栓法兰组件 100。图 1 示出燃气轮机转子的一部分的剖视透视图,示出一部分旋转部件。具体地,示出多个旋转轮 102 和多个间隔件 104,每个间隔件 104 至少部分地位于轮 102 之间。

[0014] 从图 1 可以看出,每个旋转轮 102 具有从轮 102 的相对两侧延伸的一对轮辐 106。轮辐 106 可以为任意期望形状,例如图 1 中所示的 L 形。每个轮辐 106 朝向间隔件 104 延伸。如在图 2 的简化横截面图中所示,每个轮辐 106 具有面向间隔件 104 的法兰表面 108 和与法兰表面 108 相反的螺母面向表面 124。如图 2 所示,法兰表面 108 具有第一端部 110(也称作根部)和第二端部 112(也称作趾部)。

[0015] 根据本发明的一个实施例,如图 2 所示,法兰表面 108 和间隔件 104 之间的界面可以包括位于法兰表面 108 和间隔件 104 之间的成角度间隙 105。例如,每个轮辐 106 的每个法兰表面 108 可以机加工成圆锥形(即,不垂直于燃气轮机的中心线)(本说明书中称作并且在附图中示出为发动机中心线 EC),例如相对于轮辐 106 面向的间隔件 104 成角度 α 。

换言之,法兰表面 108 不平行于间隔件 104。以这种方式使法兰表面 108 成角度设置,将每个法兰表面 108 的根部 110 定位成比每个法兰表面 108 的趾部 112 更靠近间隔件 104。在一个实施例中,角度 α 可以为约 0.1 度至约 1.0 度。通过将轮辐 106 机加工成圆锥形、或者将相对于燃气轮机中心线产生非垂直角度的任意其他形状,来使法兰表面 108 成角度倾斜。

[0016] 从图 2 可以看出,间隔件 104 可以至少部分地位于轮辐 106 之间,例如每个间隔件 104 可以具有位于轮辐 106 的法兰表面 108 之间的内部 116 和大致垂直于内部 116 的外部 118。图 2 中最佳示出,外部 118 可以具有槽口 120,槽口 120 与每个轮辐 106 的表面 122 产生过盈配合。如上所述,槽口 120 位于趾部 112。在一个实施例中,槽口 120 位于外径 (OD) 上,即从螺栓 114 沿径向向外,在另一实施例中,槽口 120 位于内径 (ID) 上,即从螺栓 114 沿径向向内。

[0017] 如图 1 和图 2 所示,每个螺栓组件 100 包括螺栓 114,螺栓 114 延伸穿过每个旋转轮 102 的每个轮辐 106 和位于轮辐 106 之间的间隔件 104。组件 100 还包括至少一个螺母 125,螺母 125 构造成连接到螺栓 114 的每个端部,其中当装上(多个)螺母 125 时(多个)螺母 125 接触轮辐 106 的螺母面向表面 124。图 2 至图 6 示出无约束/限制状态的组件 100,即螺栓 114 还未被紧固。在无约束状态中,在每个法兰表面 108 的趾部 112 和间隔件 104 之间存在间隙 105(图 3 中夸大显示),在法兰表面 108 的根部 110 和间隔件 104 之间基本没有间隙。换言之,根部区域闭合,而趾部区域打开。一旦螺栓 114 被紧固,在每个法兰表面 108 和间隔件 104 之间基本没有间隙,即根部区域和趾部区域都闭合。

[0018] 在一个实施例中,如图 3 所示,除了非垂直的法兰表面 108 之外,轮辐 106 还包括不垂直于发动机中心线 EC 的螺母面向表面 124,例如,螺母面向表面 124 可以为圆锥形,即,远离垂直方向以角度 θ 倾斜。该圆锥形螺母面向表面 124 可以起到减小使用组件 100 时螺栓 114 易于产生的任何弯曲(bending)的作用。在一个实施例中,角度 θ 可以为约 0.1 度至约 1.0 度。

[0019] 在另一实施例中,如图 4 所示,间隔件 104 的表面不垂直于发动机中心线,而轮辐 106 的法兰表面 108 基本垂直于发动机中心线。例如,间隔件 104 可以机加工成圆锥形、或者将导致间隔件 104 的表面不垂直于发动机中心线的任意其他形状。以此方式,在每个法兰表面 108 的趾部 112 和间隔件 104 之间再次形成间隙 105,而在每个法兰表面 108 的根部 110 和间隔件 104 之间基本不存在间隙。

[0020] 在另一实施例中,如图 5 所示,如在图 4 中一样间隔件 104 成角度/倾斜而不垂直于发动机中心线,从而在间隔件 104 和轮辐 106 之间产生成角度间隙 105。但是,与图 4 不用,在图 5 中,在法兰表面 108 基本垂直于发动机中心线的同时,螺母面向表面 124 成角度倾斜,以使得螺母面向表面 124 不垂直于发动机中心线。

[0021] 还应当注意,尽管图 2 至图 5 示出成角度表面从内端到外端在整个界面上成角度,但是应当理解可以仅间隔件 104 和法兰表面 108 之间每个界面的一部分为非平行的。例如,如图 6 所示,法兰表面 108 之间的界面的一部分可以包括都为基本平坦的两个表面,即没有间隙,而一部分可以至少包括成角度/倾斜的表面(即不垂直于发动机中心线)。例如,间隔件 104 和轮辐 106 之间的界面的一部分(标记为距离 D)可以包括与发动机中心线垂直的两个表面 104、108。只要在趾部区域中存在间隙 105、并且在根部区域中基本没有间隙,

则当组件处于无约束状态时,组件 100 将起到期望的作用。

[0022] 图 7 中示出使用本说明书公开的本发明的实施例的方法。如在步骤 S1 中所示,间隔件 104 定位成至少部分地位于两个相邻轮 102 的两个轮辐 106 之间。法兰表面 108 和间隔件 104 中至少一者不垂直于发动机中心线。在图 7 所示的实施例中,示出与图 2 所示类似的构造,其中间隔件 104 具有基本竖直的外表面,即垂直于发动机中心线,并且法兰表面 108 为圆锥形,即不垂直于发动机中心线。但是应当理解,还可以使用图 3 至图 6 中所示的构造。如在步骤 S1 中所示,螺栓 114 插入穿过轮辐 106 和间隔件 104。

[0023] 在步骤 S2 中,间隔件 104 被加热以克服槽口 120 过盈量。在间隔件 104 被加热时,间隔件 104 将膨胀。如步骤 S2 中所示,因为法兰表面 108 和间隔件 104 中至少一者(在图 7 所示的示例中为法兰表面 108)不垂直于发动机中心线,所以在间隔件 104 和法兰表面 108 之间存在间隙 105。换言之,轮辐 106 和间隔件 104 之间的界面的根部闭合(即无间隙),但是在趾部存在间隙 105。在步骤 S3 中,使得间隔件 104 冷却,间隔件 104 和轮辐 106 之间的槽口 120 被接合。在步骤 S4,紧固螺栓 114,间隙 105 被闭合。如在步骤 S4 中所示,根部区域已经保持闭合,并且由于螺栓 114 已经被紧固并且部件已经被冷却,所以在趾部区域也不存在间隙。

[0024] 本发明的装置和方法不限于燃气涡轮机,而是可以用在具有需要被固定的旋转部件的任意装置中。

[0025] 本说明书使用的术语仅是用于描述具体实施例,而不是要限制本发明。如本说明书所使用的,单数形式“一”、“一个”和“该”意图包括同样包括复数形式,除非上下文中另有明确表示。还应当理解,术语“包括”和/或“包含”当在本说明书中使用,表明存在所述特征、整体、步骤、操作、元件和/或部件,但是不排除还存在或增加一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、部件和/或其组合。

[0026] 本说明书使用示例来公开本发明(包括最佳模式),还使得任意本领域技术人员可实践本发明(包括制造和使用任意装置或系统和执行任意结合的方法)。本发明的专利范围由权利要求书限定,并且可以包括本领域技术人员想到的其他示例。如果这样的其他示例具有与权利要求书的文字语言没有区别的结构元件、或者如果这样的其他示例包括与权利要求书的文字语言具有非实质性区别的等同结构元件,则这样的其他示例意欲落入权利要求书的范围内。

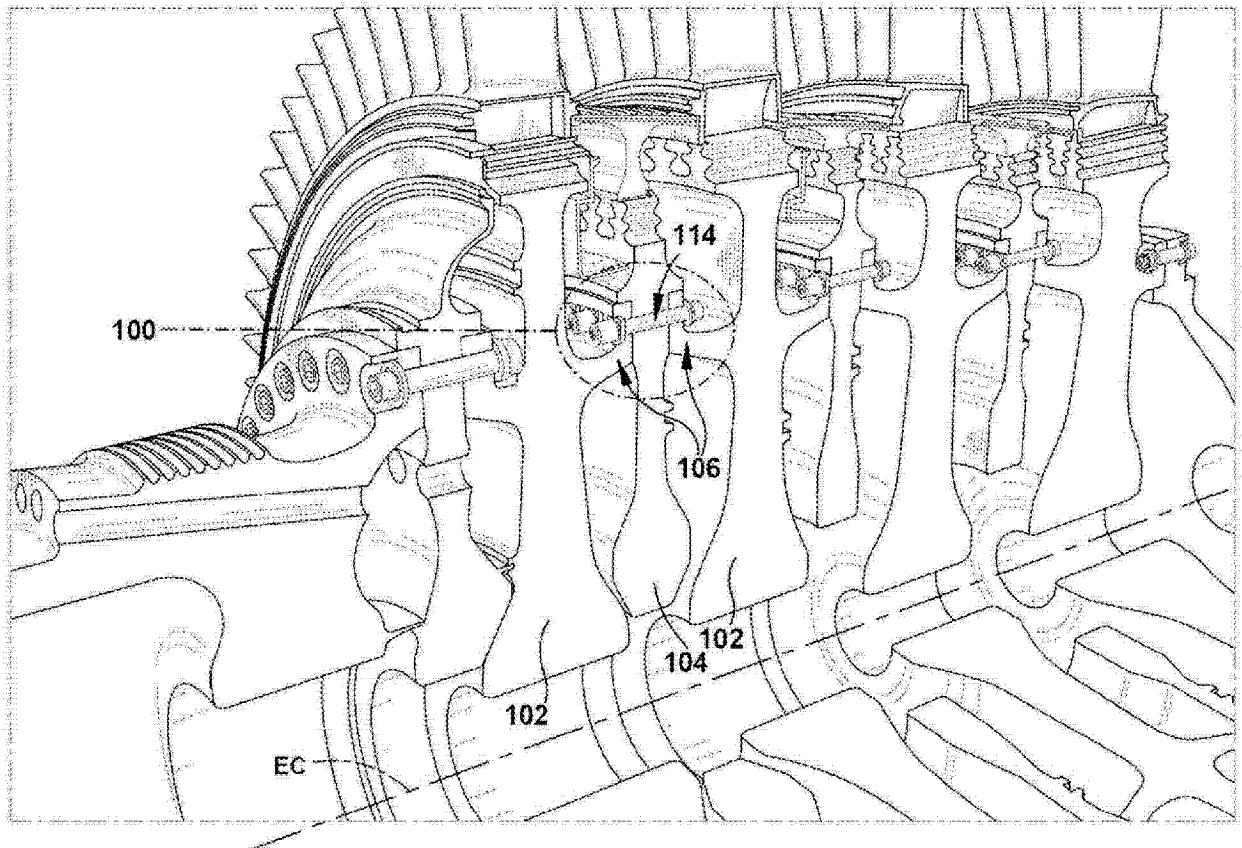


图 1

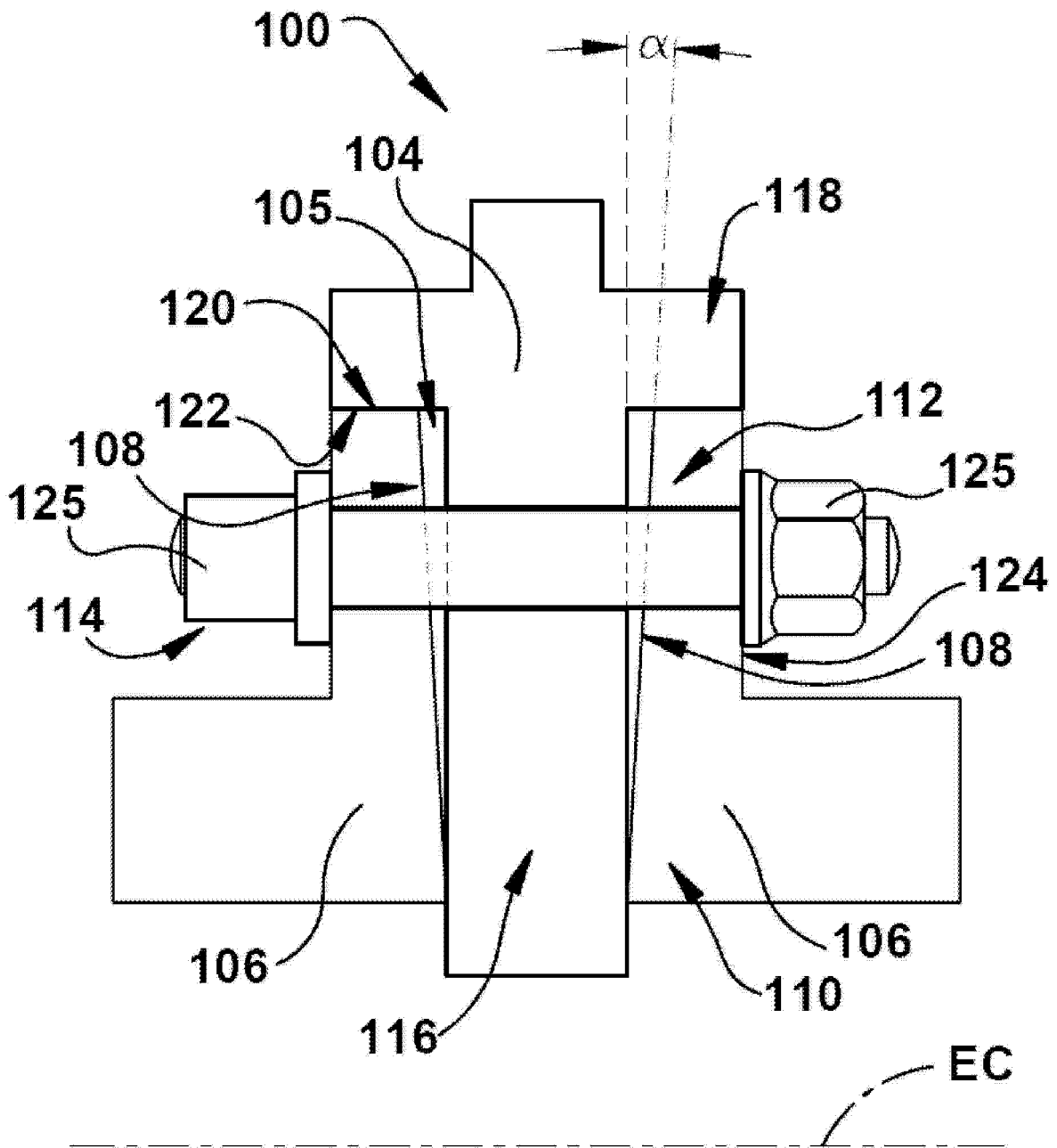


图 2

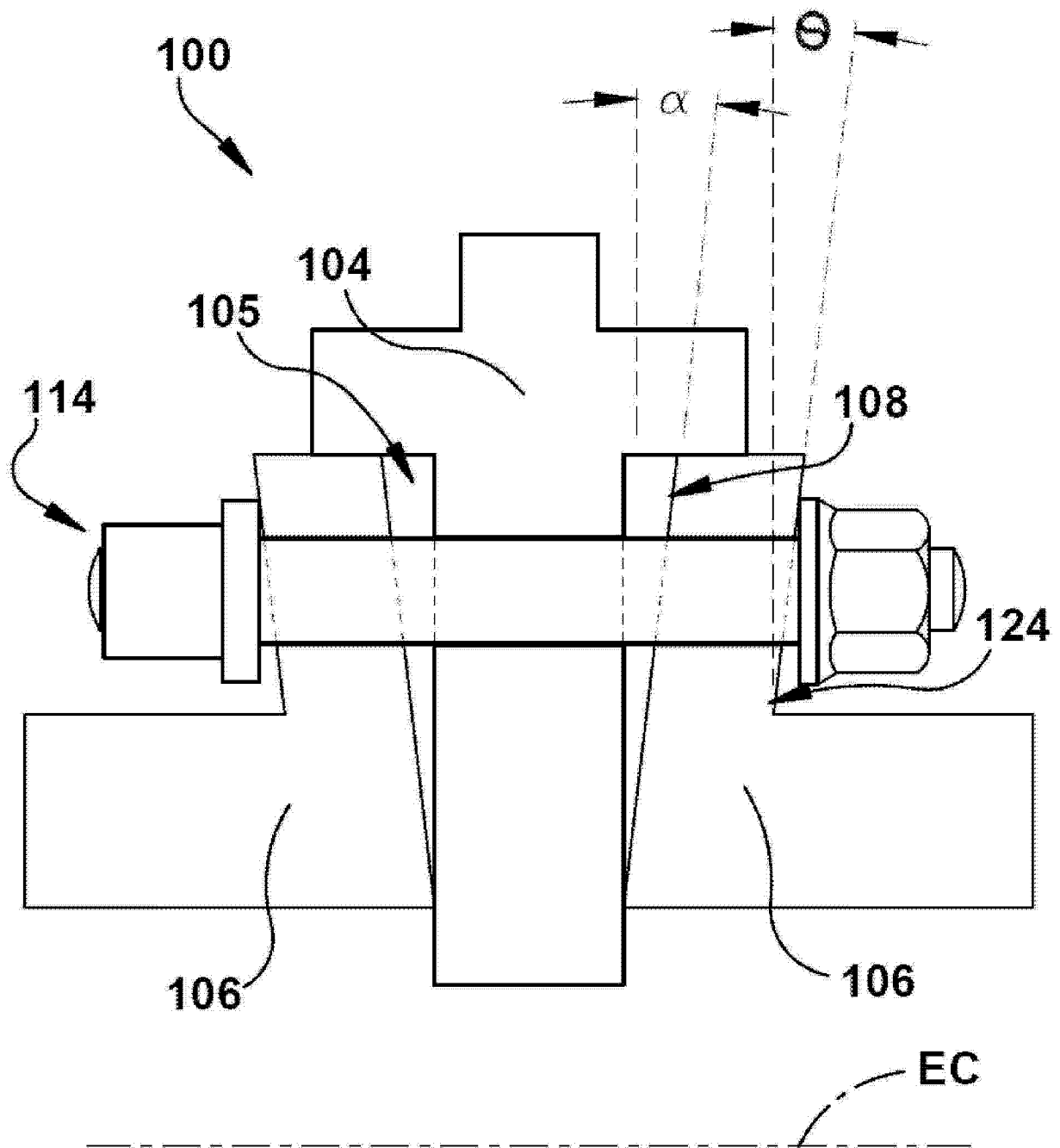


图 3

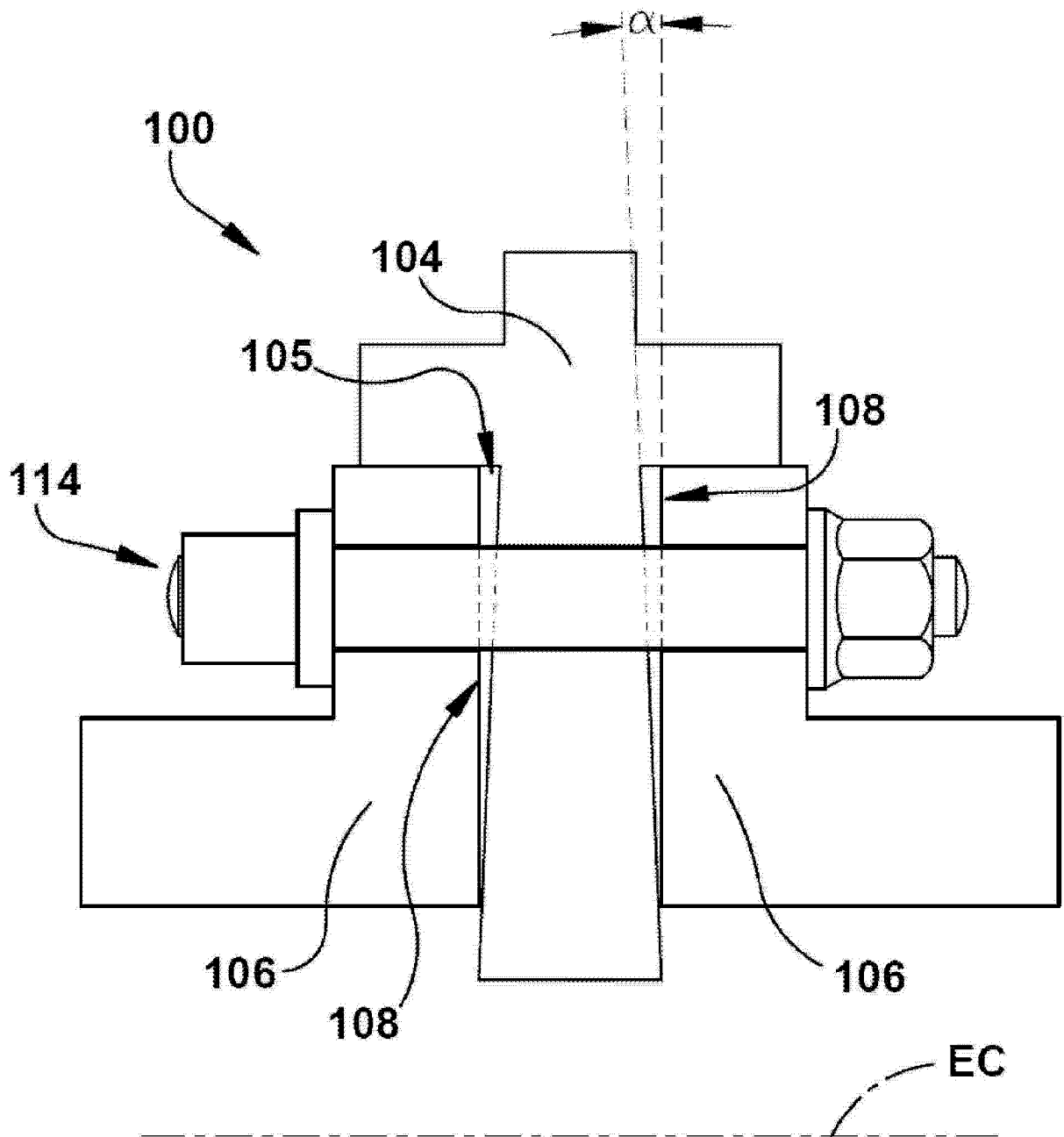


图 4

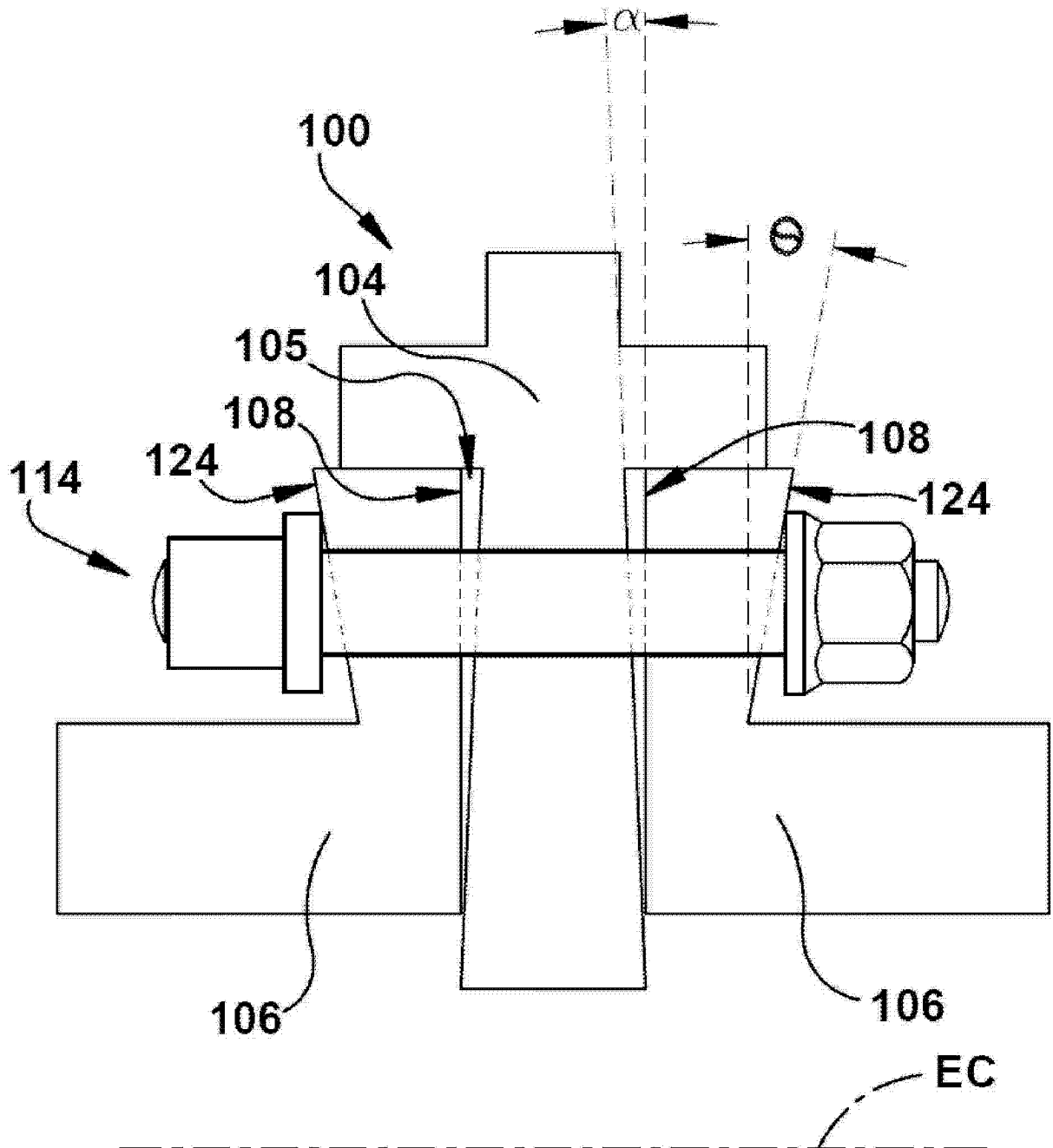


图 5

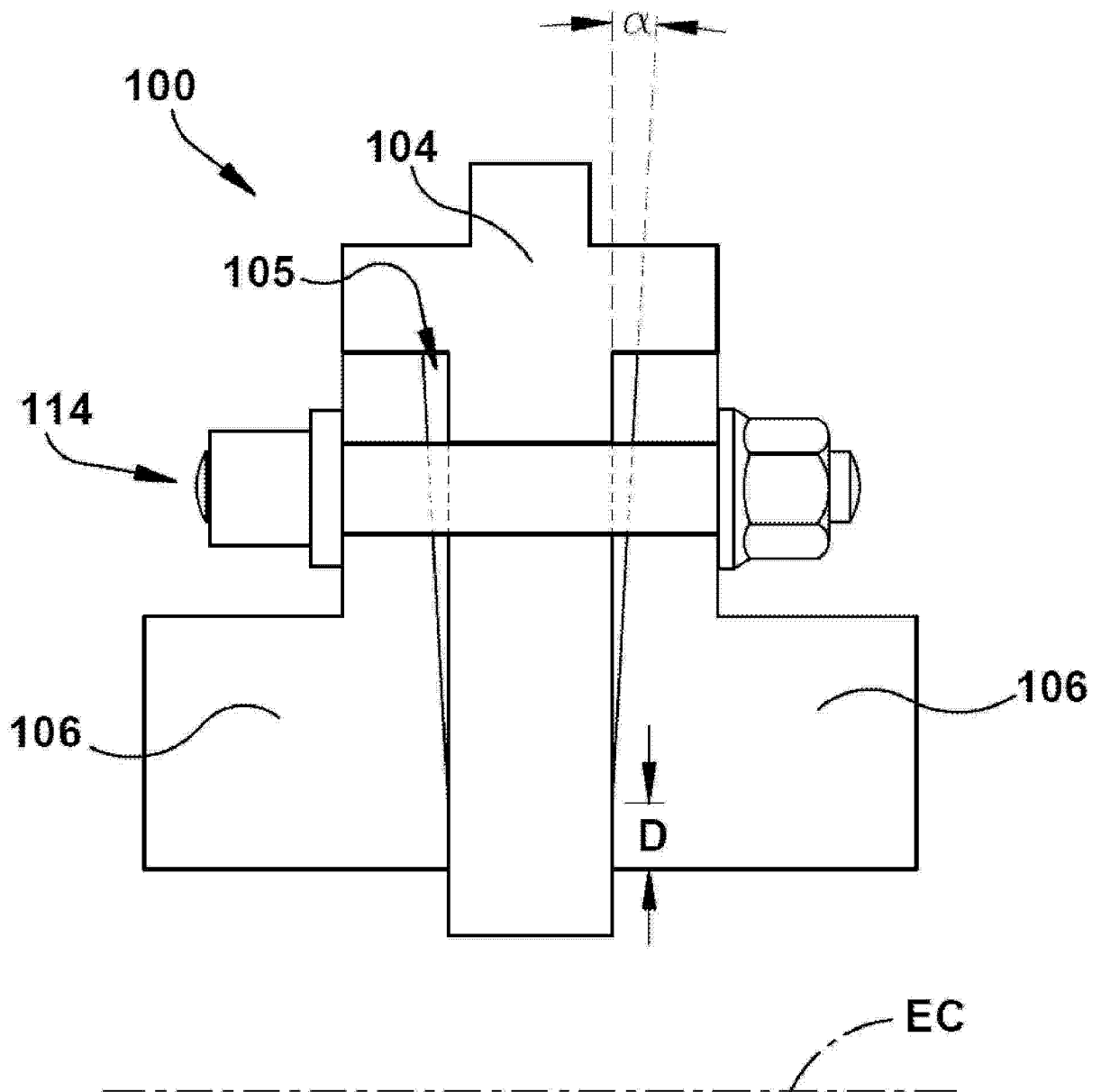


图 6

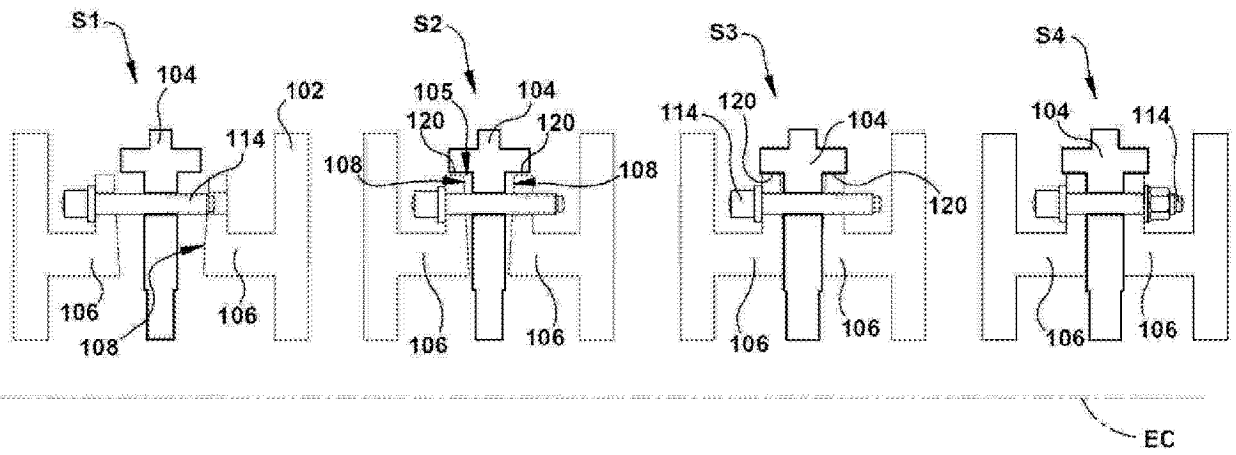


图 7