



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104454039 B

(45)授权公告日 2017.06.27

(21)申请号 201410466637.X

(22)申请日 2014.09.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104454039 A

(43)申请公布日 2015.03.25

(30)优先权数据

14/025179 2013.09.12 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 D.M.约翰逊 R.I.达内斯库

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 肖日松

(51)Int.Cl.

F01D 21/00(2006.01)

F01D 25/24(2006.01)

F04D 27/00(2006.01)

F04D 29/40(2006.01)

(56)对比文件

US 3867061, 1975.02.18,

DE 102007056895 A1, 2009.05.28,

US 7686569 B2, 2010.03.30,

US 6406256 B1, 2002.06.18,

审查员 姚放

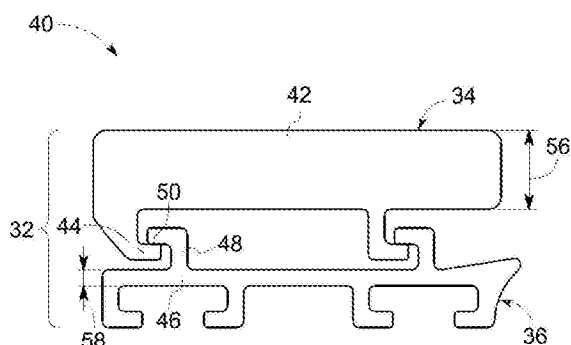
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

用于旋转机器的间隙控制系统以及控制间隙的方法

(57)摘要

本发明提供一种用于旋转机器的间隙控制系统以及控制间隙的方法,该间隙控制系统包括具有外部壳体主要部分的外部壳体和内部壳体,该外部壳体主要部分具有第一径向厚度,其中该外部壳体被构造成以第一热膨胀时间率膨胀。该内部壳体布置于外部壳体与旋转部分之间,该内部壳体包括具有第二径向厚度的内部壳体主要部分,该第二径向厚度小于第一径向厚度,其中内部壳体被构造成以第二热膨胀时间率膨胀,该第二热膨胀时间化率大于外部壳体的第一热膨胀时间率。还包括内部壳体腿部,该内部壳体腿部被构造成在内部壳体膨胀期间与外部壳体腿部分开并且被构造成在内部壳体收缩期间与外部壳体腿部接合。



1. 一种用于旋转机器(10)的间隙控制系统(40),所述间隙控制系统包括:

外部壳体(34),所述外部壳体(34)包括外部壳体主要部分(42),所述外部壳体主要部分(42)具有第一径向厚度(56),其中所述外部壳体被构造成以第一热膨胀时间率膨胀;

内部壳体(36),所述内部壳体(36)布置于所述外部壳体与旋转部分(26)之间,所述内部壳体包括内部壳体主要部分(46),所述内部壳体主要部分(46)具有第二径向厚度(58),所述第二径向厚度(58)小于所述第一径向厚度,其中所述内部壳体被构造成以第二热膨胀时间率膨胀,所述第二热膨胀时间率大于所述外部壳体的第一热膨胀时间率;以及

内部壳体腿部(48),所述内部壳体腿部(48)被构造成在所述内部壳体膨胀期间与外部壳体腿部(44)分开并且被构造成在所述内部壳体收缩期间与所述外部壳体腿部接合。

2. 根据权利要求1所述的间隙控制系统,其特征在于,所述外部壳体和所述内部壳体均能够在膨胀和收缩时沿径向方向移动。

3. 根据权利要求2所述的间隙控制系统,其特征在于,所述外部壳体和所述内部壳体在膨胀期间径向向外地移动并且在收缩期间径向向内地移动。

4. 根据权利要求1所述的间隙控制系统,其特征在于,所述外部壳体能够从第一外部壳体位置(74)移动至第二外部壳体位置(76),其中所述内部壳体能够从第一内部壳体位置(78)移动至第二内部壳体位置(80)。

5. 根据权利要求4所述的间隙控制系统,其特征在于,所述外部壳体在起动持续时间(54)期间从所述第一外部壳体位置朝向所述第二外部壳体位置移动,其中所述内部壳体在所述起动持续时间期间从所述第一内部壳体位置朝向所述第二内部壳体位置移动。

6. 根据权利要求5所述的间隙控制系统,其特征在于,所述外部壳体腿部和所述内部壳体腿部在所述起动持续时间的至少一部分中分开。

7. 根据权利要求4所述的间隙控制系统,其特征在于,所述外部壳体在稳态持续时间期间布置于所述第二外部壳体位置处,其中所述内部壳体在稳态持续时间期间布置于所述第二内部壳体位置处。

8. 根据权利要求4所述的间隙控制系统,其特征在于,所述外部壳体在停机持续时间(64)期间从所述第二外部壳体位置朝向所述第一外部壳体位置移动,其中所述内部壳体在所述停机持续时间期间从所述第二内部壳体位置朝向所述第一内部壳体位置移动。

9. 根据权利要求8所述的间隙控制系统,其特征在于,所述外部壳体腿部和所述内部壳体腿部在所述停机持续时间的被限制部分期间接合。

10. 一种用于旋转机器(10)的间隙控制系统(100),所述间隙控制系统包括:

内部壳体(36),所述内部壳体(36)操作性地联接到外部壳体(34),所述内部壳体被构造成以第一时间率径向地移动;以及

热质(104),所述热质(104)操作性地联接到所述外部壳体并且联接到所述内部壳体,其中所述热质被构造成接触所述内部壳体,所述内部壳体被构造成当所述内部壳体与所述热质相接触时以第二时间率径向地移动,所述第二时间率比所述第一时间率慢。

用于旋转机器的间隙控制系统以及控制间隙的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及旋转机器,并且更具体地,涉及用于调节旋转机器的静止部件与旋转部件之间的间隙的间隙控制系统以及调节间隙的方法。

背景技术

[0002] 在某些应用中,相对于彼此移动的部件之间可能存在间隙。例如,旋转机器(例如压缩机、涡轮等)中的旋转部件与静止部件之间可能存在间隙。在旋转机器操作期间,间隙可能由于温度改变以及其它因素而增大或减小。较小的间隙可以改进压缩机或涡轮的性能以及效率,原因是叶片与周围结构(例如护罩)之间的工作流体的泄漏较少。然而,较小的间隙还使旋转部件与静止部件之间的摩擦状况出现的可能性增大。例如,摩擦状况出现的可能性可以在瞬态状况期间增大并且在稳态状况期间减小。遗憾的是,现有的系统并不充分地控制旋转机器中的间隙。操纵周围结构的响应包括起动期间的快速响应以避免摩擦,然而,停机期间相关联的快速响应可能造成停机或者随后的重启期间的摩擦和/或箍缩。相反地,周围结构的慢速响应可能导致冷起动瞬态期间的摩擦和/或箍缩。

发明内容

[0003] 根据本发明的一个方面,一种用于旋转机器的间隙控制系统包括外部壳体,该外部壳体包括外部壳体主要部分,该外部壳体主要部分具有第一径向厚度,其中外部壳体被构造成以第一热膨胀时间率膨胀(first time rate of thermal expansion)。还包括内部壳体,该内部壳体布置于外部壳体与旋转部分之间,该内部壳体包括内部壳体主要部分,该内部壳体主要部分具有第二径向厚度,该第二径向厚度小于第一径向厚度,其中内部壳体被构造成以第二热膨胀时间率膨胀(second time rate of thermal expansion),该第二热膨胀时间率大于外部壳体的第一热膨胀时间率。还包括内部壳体腿部,该内部壳体腿部被构造成在内部壳体膨胀期间与外部壳体腿部分开、并且被构造成在内部壳体收缩期间与外部壳体腿部接合/配合(engage)。

[0004] 所述外部壳体能够从第一外部壳体位置(74)移动至第二外部壳体位置(76),其中所述内部壳体能够从第一内部壳体位置(78)移动至第二内部壳体位置(80)。所述外部壳体在停机持续时间(64)期间从所述第二外部壳体位置朝向所述第一外部壳体位置移动,其中所述内部壳体在所述停机持续时间期间从所述第二内部壳体位置朝向所述第一内部壳体位置移动。所述外部壳体腿部和所述内部壳体腿部在所述停机持续时间的被限制部分期间接合。所述所述停机持续时间的所述被限制部分减少了所述内部壳体移动的时间率。在所述外部壳体腿部和所述内部壳体腿部接合期间,在所述内部壳体上施加热限制和机械限制。

[0005] 根据本发明的另一个方面,一种用于旋转机器的间隙控制系统包括内部壳体,该内部壳体操作性地联接到外部壳体,该内部壳体被构造成以第一时间率(a first time rate)径向地移动。还包括热质(thermal mass),该热质操作性地联接到外部壳体并且联接

到内部壳体,其中热质被构造成接触内部壳体,该内部壳体被构造成当内部壳体与热质相接触时以第二时间率(a second time rate)径向地移动,第二时间率比第一时间率慢。

[0006] 所述内部壳体和所述热质均通过杠杆操作性地到所述外部壳体。所述内部壳体可以从第一内部壳体位置移动到第二内部壳体位置。所述热质构造成在所述内部壳体径向向外移动时径向向外地移动、而在所述内部壳体径向向内移动时径向向内地移动。所述杠杆构造成在停机持续时间期间的至少一部分中接合所述热质和所述内部壳体。所述热质由致动装置主动地控制,以选择性地将所述热质与所述内部壳体进行接合。所述致动装置包括螺线管装置,也可以是液压活塞。

[0007] 根据本发明的又一个方面,一种用于涡轮机系统的间隙控制系统包括外部壳体,该外部壳体包括外部壳体主要部分,该外部壳体主要部分被构造成以第一膨胀时间率膨胀(a first time rate of expansion)。还包括内部壳体,该内部壳体布置于外部壳体与涡轮机系统的旋转部件之间,该内部壳体被构造成以第二膨胀时间率(a second time rate of expansion)膨胀,该第二膨胀时间率大于外部壳体的第一热膨胀时间率。还包括内部壳体腿部,该内部壳体腿部被构造成在内部壳体膨胀期间与外部壳体腿部分开、并且被构造成在内部壳体收缩期间与外部壳体腿部接合/配合(engage)。

[0008] 通过下文结合附图的描述,这些和其它的优点以及特征将变得更加显而易见。

附图说明

[0009] 被认为是本发明的主题在说明书结尾处的权利要求书中特别指出并且明确要求保护。通过下文结合附图的详细描述,本发明的上述和其它的特征以及优点是显而易见的,在附图中:

[0010] 图1是旋转机器的示意图;

[0011] 图2是根据间隙控制系统的第一实施例的处于接合状况的壳体结构的第一部件和第二部件的示意图;

[0012] 图3是根据图2的第一实施例的处于分离状况的壳体结构的示意图;

[0013] 图4是旋转机器的起动期间的第一部件和第二部件的径向位置的曲线图;

[0014] 图5是旋转机器的停机期间第一部件和第二部件的径向位置的曲线图;

[0015] 图6是根据第二实施例的间隙控制系统的示意图;以及

[0016] 图7是根据第三实施例的间隙控制系统的示意图。

[0017] 参照附图通过例子的详细描述解释了本发明的实施例以及优点和特征。

具体实施方式

[0018] 参照图1,根据本发明的示例性实施例构造的旋转机器10被示意性地示出。本说明书中的公开涉及在旋转机器中实施的间隙控制技术。图示的旋转机器10包括例如飞机、机车、或发电系统中所采用的那些基于涡轮机的发动机。然而,应当领会,旋转机器10的备选实施例可以受益于本说明书中所描述的发明的实施例。具体而言,如将通过本说明书中的描述理解的,燃气涡轮发动机包括压缩机部段12和涡轮部段24,但是下文所描述的实施例例如可以仅仅与单独的压缩机一起使用。

[0019] 如本说明书中所使用的,术语“间隙”等将被理解成表示操作期间相对于彼此移动

的旋转机器10的两个或多个部件之间所存在的间距或缝隙。如本领域技术人员应当领会的,根据系统、移动类型、以及其它各种因素,间隙可以对应于环形缝隙、线性缝隙、矩形缝隙、或者任何其它的几何形状。在一个应用中,间隙指的是围绕压缩机、涡轮等的一个或多个旋转叶片的外壳部件之间的径向缝隙或空间。通过使用本说明书中的实施例控制间隙,旋转叶片与外壳之间的泄漏的量可以被主动减小以提高操作效率,同时降低摩擦的可能性(例如,外壳部件与旋转叶片之间的接触)。应当领会,泄漏可以对应于任何流体,例如空气、蒸汽、燃烧气体等。术语“率”、“膨胀率”、“收缩率”等指的是膨胀或收缩的时间变化率。

[0020] 旋转机器10的图示实施例包括压缩机部段12以及以筒环形阵列布置的多个燃烧器组件(其中的一个在14处表示)。应当领会,本发明独立于燃烧系统的细节,并且为了讨论的目的而参照筒环形系统。燃料和压缩空气通入燃烧部段18中并且点燃以形成高温高压的燃烧产物或空气流,所形成的高温高压的燃烧产物或空气流用于驱动涡轮部段24。压缩机部段12和涡轮部段24均包括由壳体结构32围绕的旋转部分26。涡轮部段24通过压缩机/涡轮轴30(也称为转子)操作地连接至压缩机部段12。旋转部分26包括操作性地联接到压缩机/涡轮轴30的多个转子叶片。

[0021] 参照图2和3,更详细地示出了壳体结构32。该壳体结构32大体指的是围绕并且至少部分地限定涡轮部段24和/或压缩机部段12的内部区域的结构。壳体结构32可以是一体结构或者可以由多段形成。在任一种情况下,壳体结构32都包括外部壳体34和内部壳体36。尽管未示出,但是应当领会,护罩结构可以操作性地联接到内部壳体36并且围绕旋转部分26周向地定位。采用间隙控制系统来避免旋转机器10操作期间转子叶片与护罩之间的潜在摩擦和过量的径向缝隙。在不存在间隙控制系统的情况下,转子叶片与护罩之间的径向缝隙可能由于温度改变或者其它的因素而增大或减小。例如,当旋转部分26在操作期间升温时,外部壳体34和内部壳体36的热膨胀可能造成护罩径向地移动离开旋转部分26的旋转轴线,因此使转子叶片与护罩之间的间隙增大。这种状况通常是不期望的,原因是通过径向缝隙绕过转子叶片的燃烧气体没有被叶片捕获,并且因此没有被转化成旋转能量。这使旋转机器10的效率和功率输出降低。

[0022] 如将通过下文的描述领会的,根据第一实施例的间隙控制系统40包括外部壳体34和内部壳体36并且涉及其间的相互作用。外部壳体34包括外部壳体主要部分42以及从外部壳体主要部分42径向向内地延伸的至少一个外部壳体腿部44。类似地,内部壳体36包括内部壳体主要部分46以及从内部壳体主要部分46径向向外地延伸的至少一个内部壳体腿部48。外部壳体34和内部壳体36被示为处于接合状况50(图2)和分开或分离状况52(图3)。外部壳体34和内部壳体36未牢固地联接的实际情况有利于分离状况52,由此允许外部壳体34与内部壳体36之间的相对径向移动。接合状况50由至少一个外部壳体腿部44与至少一个内部壳体腿部48的接触限定。

[0023] 如上所述,响应于旋转机器10的热状况,外部壳体34和内部壳体36易于受到热膨胀和收缩的影响。具体而言,当温度升高时,所述部件膨胀且径向向外地移动,并且当温度降低时,所述部件收缩且径向向内地移动。尽管期望壳体结构32并且特别是内部壳体36在起动持续时间期间相对较快地径向向外地移动以避免与转子叶片的摩擦状况,但是停机持续时间期间的快速收缩响应可能造成停机期间的摩擦、或者旋转机器10随后的重启时的“箍缩(pinch)”。如通过本说明书中的描述应当领会的,外部壳体34和内部壳体36的去耦合

构造通过提供相对较快的起动响应和相对较慢的停机响应而克服了上述的问题。

[0024] 参照图4和5,继续参照图2和3,示出了外壳壳体34和内部壳体36的相应响应。应当领会,并未示出每一个部件的径向位置,仅示出了作为时间的函数的每一个部件的径向响应。外部壳体34在第一外部壳体位置74与第二外部壳体位置76之间径向地移动,而内部壳体36在第一内部壳体位置78与第二内部壳体位置80之间径向地移动。在起动持续时间期间54(图4),内部壳体36膨胀并且因此以比外部壳体34快的时间率(time rate)径向向外地移动。该较快的膨胀时间率是由于内部壳体比外部壳体34薄而造成的。具体而言,外部壳体主要部分42包括第一径向厚度56,该第一径向厚度56大于内部壳体主要部分46的第二径向厚度58。较薄的内部壳体对旋转机器10的温度改变的响应更快,由此导致更快的响应。该较快的膨胀时间率造成图3中所示的分离状况52。由附图标记60来表示外部壳体34的膨胀时间率和径向移动,而由附图标记62来表示内部壳体36的膨胀时间率和径向移动。分离状况52在整个或一部分起动持续时间54中存在。尽管不是必需的,但是能够构想,外部壳体34和内部壳体36在一部分起动持续时间54期间、和/或旋转机器10的稳态操作期间彼此接合。

[0025] 如上所述,还期望在停机持续时间64期间减缓壳体结构32并且特别是内部壳体36的响应。如图5中所示,内部壳体36的响应在停机持续时间64期间由于不同的膨胀/收缩率而受到外壳壳体34的约束。具体而言,在停机持续时间64的至少一部分70中,膨胀时间变化率60、62合并成单个膨胀率68(在停机序列期间为负)。为了说明目的,通过虚线72示出了内部壳体36的假设不受约束的响应。由于不同的径向厚度,较薄的内部壳体对旋转机器10的温度改变的响应更快,并且外部壳体34的收缩率较慢。这在上文所讨论的停机持续时间64的部分70期间造成图2中所示的接合状况50。接合状况50在机械和热方面径向向内地限制内部壳体36的收缩和移动。至少一个外部壳体腿部44和至少一个内部壳体腿部48的接合提供机械约束,该机械约束阻碍内部壳体36的径向移动。此外,从外部壳体34向内部壳体36的传热减缓内部壳体36的冷却,由此降低内部壳体36的收缩率。约束的机械和热方面都减少了内部壳体36的径向向内移动,这在旋转机器10重启时降低了旋转部分26的转子叶片与周围结构(无论是护罩还是内部壳体36)之间的摩擦或箍缩的可能性。

[0026] 尽管上文所描述的实施例参照通过外部壳体34和内部壳体36的不同厚度来控制膨胀时间率,但是应当领会,可以通过各种备选方式来控制膨胀时间率。例如,部件中的一个或两个部件可以涂布或包裹由热环境操纵或包围的材料或物质,该热环境控制热膨胀时间率。然而,可以采用任何合适的控制技术来建立不同的膨胀率。

[0027] 参照图6,示出了根据第二实施例的间隙控制系统100。当适用时,采用与第一实施例相关联的相似的附图标记来描述第二实施例。在停机持续时间64期间,间隙控制系统100依赖内部壳体36的热约束。具体而言,采用杠杆装置102以操作性地联接内部壳体36、外部壳体34和热质(thermal mass)104。热质104包括被致动以与内部壳体36相接触的分段热质部件,如通过下文的描述将显而易见的。包括第一杠杆106以产生热质104与内部壳体36之间的相对移动。如图所示,第一联接件109定位成接近第一杠杆106的第一端部110,并且支承热质104。第二联接件112定位成接近第一杠杆106的第二端部114,并且将第一杠杆106联接到外部壳体34。第三联接件116在第一联接件109与第二联接件112之间的位置处沿第一杠杆106定位,但是更接近第二联接件112。上述的联接件的定位提供总体间隙控制系统100的期望运动学特性。

[0028] 如上文结合第一实施例描述的,内部壳体36比外部壳体34薄、并且对旋转机器10的热状况的响应更快。随着温度升高,内部壳体36以比外部壳体34更快的速率径向向外地移动,并且杠杆装置102被构造成在内部外壳36膨胀期间赋予热质104径向向外移动。相反地,当内部壳体36相对于外部壳体34收缩并且以更快的速率径向向内地移动时,内部壳体36拉动(pulls on)第一杠杆106并且迫使热质104与内部壳体36接触和热连通。在停机持续时间64的剩余部分期间,只要内部壳体36比外部壳体34冷,热质104就将保持与内部壳体36相接触。

[0029] 上文所描述的杠杆装置102代表热质104的被动致动,但是可以包括被动致动或主动致动的致动器。在备选实施例中,主动系统主动致动热质104以使之与内部壳体36相接触。可以采用围绕内部壳体36的圆周的受控致动装置,例如与单个致动器或与若干致动器成组(ganged with)的螺线管或者液压活塞。图7大体示出了具有多个热质段120的实施例,所述多个热质段120均被构造成与内部壳体36连通。

[0030] 如上所述,图6示出了用于将热质104放置成与内部壳体36相接触或分离的被动致动理念。热质104的致动能够通过其它的被动或主动手段完成,包括电子或液压的螺线管或者其它方法。此外,内部壳体36能够是单壁壳体(没有单独的外部壳体)。值得注意的是,壳体(即,形成或承载构成流动路径外壁的部件)包括储热元件,所述壳体可以与该储热元件分开或形成热连通(即,接触),以为了间隙控制目的而改变壳体的温度和热增长。

[0031] 尽管已经仅结合数量有限的实施例对本发明进行了详细描述,但是应当易于理解,本发明并不限于这种所公开的实施例。相反,能够将本发明修改成结合到目前为止并未进行描述但是与本发明的精神和范围相当的任何数量的改型、变型、替代或等同布置。此外,尽管已经对本发明的各个实施例进行了描述,但是应当理解,本发明的各个方面可以仅包括所描述的实施例中的一些。因此,本发明并不被视为受到以上描述的限制,而是仅仅通过所附权利要求的范围进行限定。

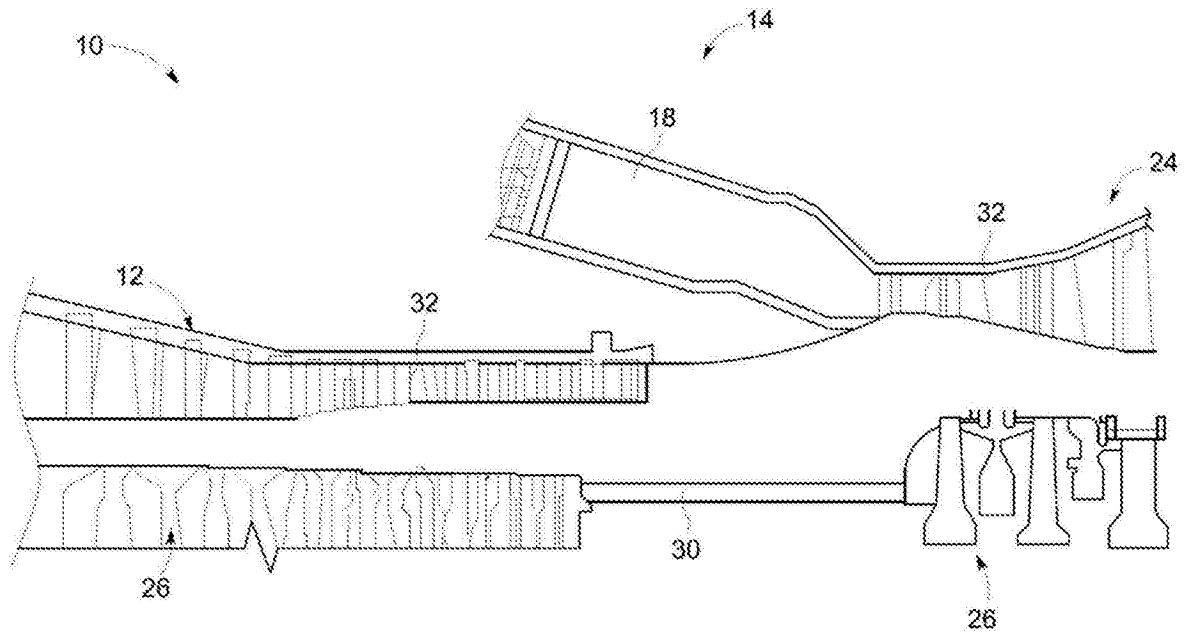


图1

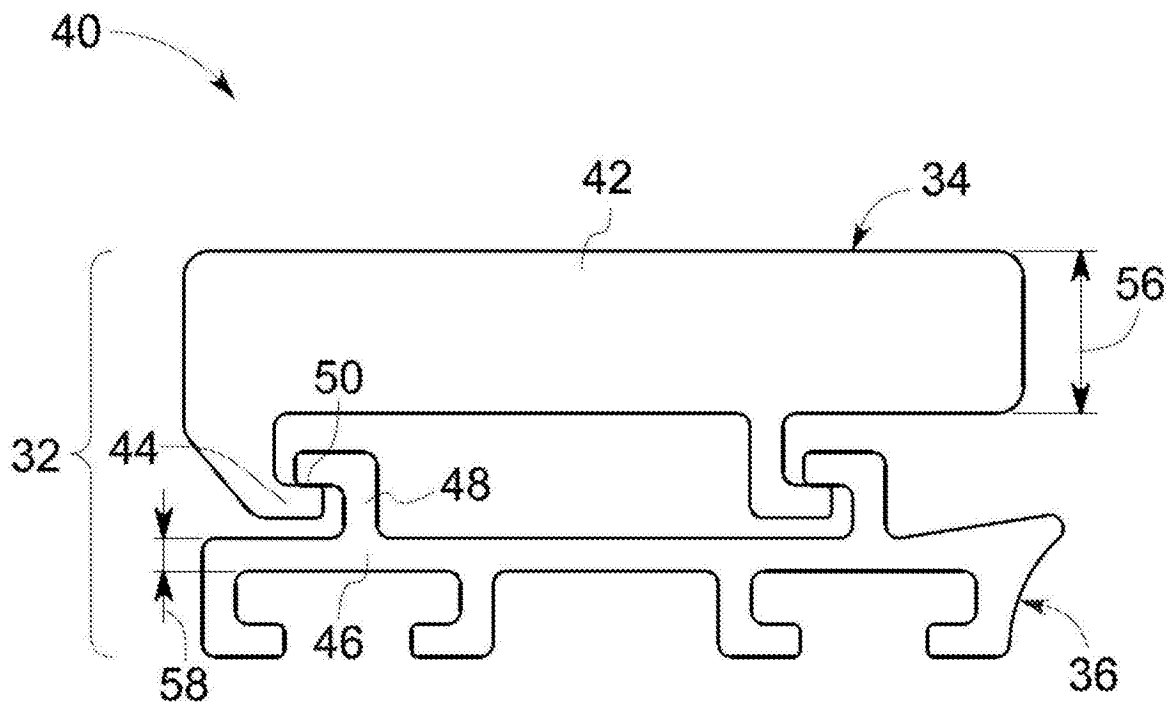


图2

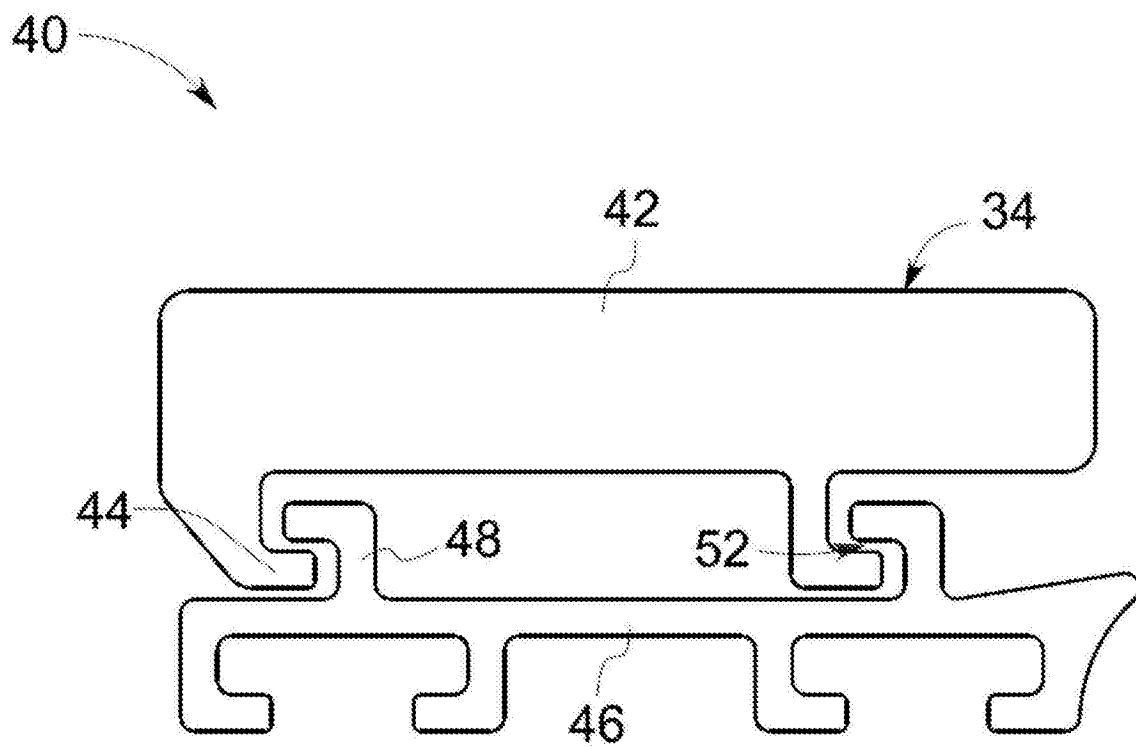


图3

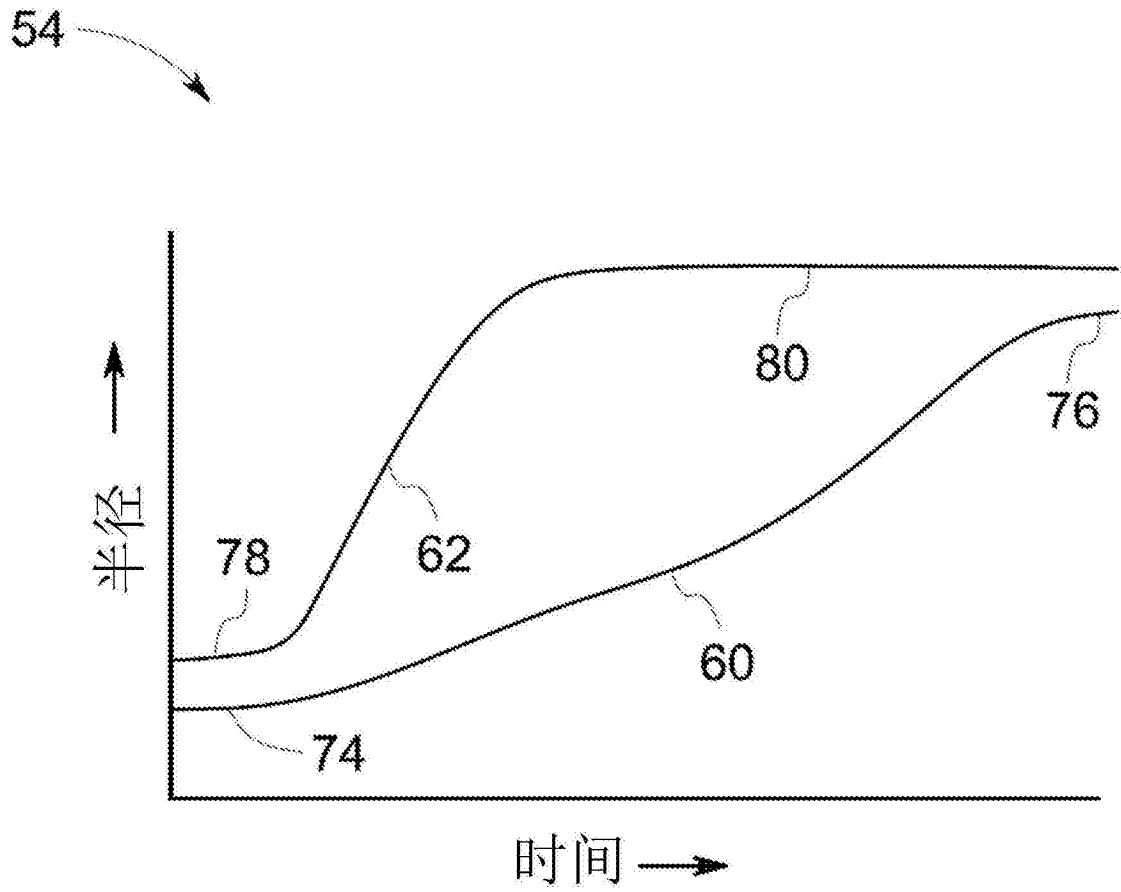


图4

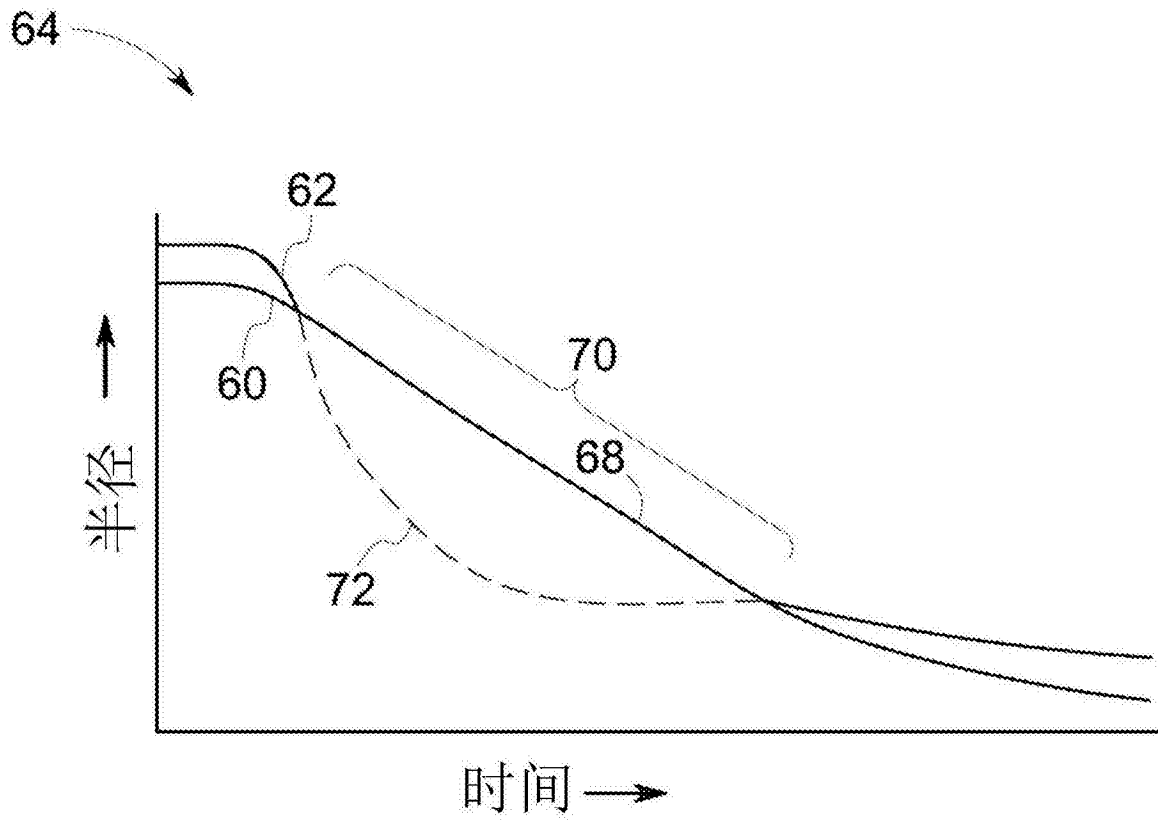


图5

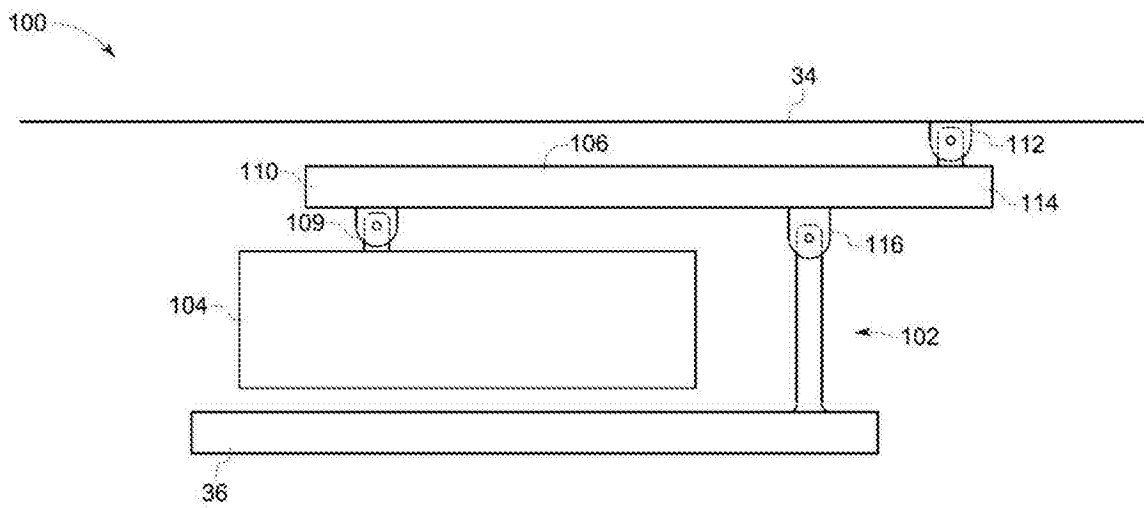


图6

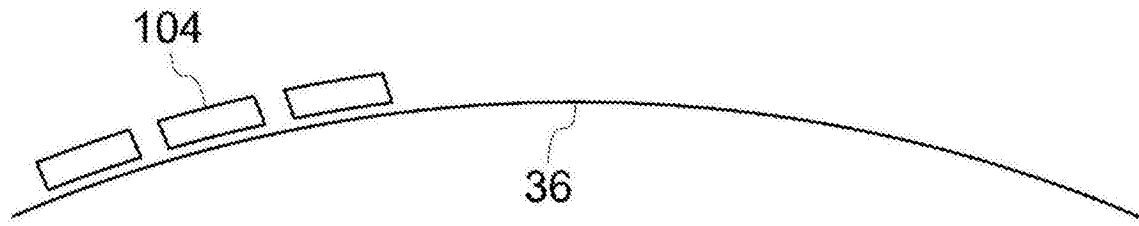


图7