



(10) 授权公告号 CN 114025896 B

(45) 授权公告日 2023.08.08

(21) 申请号 202080046670.0

(22) 申请日 2020.05.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114025896 A

(43) 申请公布日 2022.02.08

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.12.24

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/019498 2020.05.15

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/229808 JA 2021.11.18

(73) 专利权人 三菱制钢株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 佐山博信 广兼彻

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 金成哲 王莉莉

(51) Int.Cl.
B21F 3/02 (2006.01)
B21F 23/00 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2007127227 A, 2007.05.24
JP 2020038010 A, 2020.03.12
CN 106573285 A, 2017.04.19
CN 104619878 A, 2015.05.13
CN 103081447 A, 2013.05.01
CN 104094009 A, 2014.10.08
CN 106132577 A, 2016.11.16

审查员 郭守建

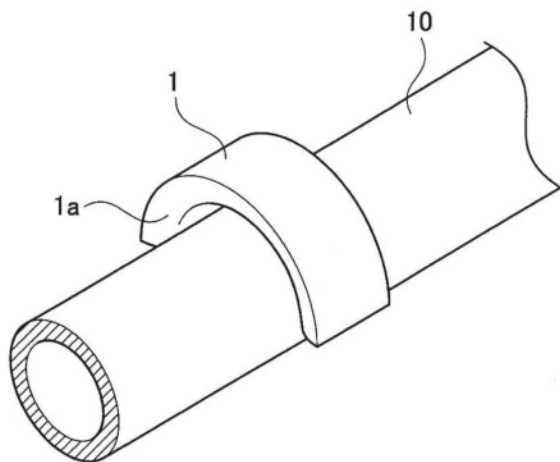
权利要求书1页 说明书6页 附图9页

(54) 发明名称

中空弹簧及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及中空弹簧及其制造方法,包括:提供用于中空弹簧的管状部件(10)的工序;以及从圆周方向对管状部件(10)的外表面的至少一部分施加压缩力来对所述钢管的内表面的至少一部分赋予压缩残余应力的工序,通过对管状部件(10)的内表面赋予压缩残余应力来提高管状部件(10)的疲劳寿命。对管状部件(10)的外表面施加力的工序包括利用压头(1)对管状部件(10)进行冲压的工序。压头(1)具有能够从圆周方向对管状部件(10)的外表面的至少一部分施加压缩力的形状的接压面(1a)。



1. 一种中空弹簧,由钢管构成,其特征在于,

为了减轻在对所述钢管施加负载时产生的朝向所述钢管的轴向的拉伸应力,从圆周方向对所述钢管的外表面的至少一部分施加压缩力来对所述钢管的内表面的至少一部分赋予朝向所述钢管的轴向的压缩残余应力,

所述至少一部分包括在对所述中空弹簧施加负载时拉伸应力集中的所述钢管的特定部位的内表面。

2. 根据权利要求1所述的中空弹簧,其特征在于,

所述中空弹簧是稳定器,所述至少一部分包括构成所述稳定器的钢管的弯曲部。

3. 一种方法,是中空弹簧的制造方法,其特征在于,包括:

提供用于中空弹簧的钢管的工序;以及

从圆周方向对上述钢管的外表面的至少一部分施加压缩力来对上述钢管的内表面的至少一部分赋予压缩残余应力的工序,

通过对所述钢管的内表面赋予压缩残余应力来提高所述钢管的疲劳寿命。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,

对所述钢管的外表面的至少一部分施加压缩力的工序包括利用压头对所述钢管进行冲压的工序。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,

所述压头具有能够从圆周方向对所述钢管的外表面的至少一部分施加压缩力的形状的按压面。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,

所述按压面沿所述钢管的外表面在圆周方向上延伸。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,

所述按压面在所述钢管的圆周方向上遍及半周地延伸。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的方法,其特征在于,

所述按压面具有在所述钢管的轴向上与所述钢管的外表面对置的圆弧形状。

9. 根据权利要求4至7中任一项所述的方法,其特征在于,

利用所述压头进行冲压的钢管支撑于平坦的面。

10. 根据权利要求3~7中任一项所述的方法,其特征在于,

所述钢管弯曲加工成规定的形状。

11. 根据权利要求3~7中任一项所述的方法,其特征在于,

所述钢管被热处理。

12. 一种中空弹簧,其由权利要求3~11中任一项所述的方法制造。

中空弹簧及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及提高疲劳寿命的中空弹簧及其制造方法。

背景技术

[0002] 在汽车等车辆中,从轻量化的要求出发,正在研究中空弹簧。例如,作为中空弹簧的一种,为了减少转弯时产生的车身的摇晃,提供了将钢管等弯曲加工成规定的形状而成的中空稳定器。近年来,从节省资源、节能等观点出发,有轻量化的要求进一步提高的倾向,从实心稳定器向中空稳定器转变的需求进一步提高(参照专利文献1)。

[0003] 在中空弹簧中,通常,管的内表面的应力比管的外表面的应力小,但若对外表面实施喷丸硬化而赋予压缩残余应力,则外表面的应力被缓和,外表面与内表面的应力差变小。若为了使中空弹簧轻量化而使壁厚变薄,则该倾向变得更显著,有时也会产生以内表面为起点的折损。

[0004] 一般而言,由于疲劳破坏自表面产生,因此通过对中空弹簧的内表面赋予压缩残余应力,能够缓和内表面的应力,能够提高中空弹簧的疲劳寿命。例如,在专利文献2中公开了如下技术:在管的孔中配置反射部件,利用反射部反射所投射的喷丸,对内表面实施喷丸硬化从而对内表面赋予压缩残余应力。在引用文献3中公开了如下技术:由引导部件相对于管的孔的内表面来支撑喷丸的反射部件,并由线材使其沿管的孔移动。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开平7-89325号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2009-107031号公报

[0009] 专利文献3:日本特开2009-125827号公报

发明内容

[0010] 但是,在专利文献2和3所公开的技术中,配置于管的孔的反射部件、引导部件、线材、以及用于回收喷丸的集尘器等设备需要一定的构成部件。另外,在管的弯曲部中,在利用线材使反射部件移动时,引导部件沿着内表面滑动,因此,存在在内表面产生擦伤的担忧。而且,由于在管的孔中配置反射部件等而使其移动,因此有时也不能完全应对更复杂的形状、细径的管。

[0011] 本实施方式是鉴于上述实际情况而提出的,其目的在于提供一种通过对内表面赋予压缩残余应力来提高疲劳寿命的中空弹簧及其制造方法。

[0012] 用于解决课题的方案

[0013] 为了解决上述课题,本申请所涉及的中空弹簧由钢管构成,为了减轻在对钢管施加负载时产生的朝向钢管的轴向的拉伸应力,对钢管的内表面的至少一部分赋予朝向钢管的轴向的压缩残余应力。

[0014] 上述至少一部分也可以包括在对中空弹簧施加负载时拉伸应力集中的钢管的特

定部位的内表面。中空弹簧是稳定器,上述至少一部分也可以包括构成稳定器的钢管的弯曲部。

[0015] 另外,本申请涉及的中空弹簧的制造方法包括:提供用于中空弹簧的钢管的工序;以及从圆周方向对钢管的外表面的至少一部分施加压缩力从而对钢管的内表面的至少一部分赋予压缩残余应力的工序,通过对钢管的内表面赋予压缩残余应力来提高钢管的疲劳寿命。

[0016] 对钢管的外表面施加压缩力的工序也可以包括利用压头对钢管进行冲压的工序。压头也可以具有能够从圆周方向对钢管的外表面的至少一部分施加压缩力的形状的按压面。按压面也可以沿着钢管的外表面在圆周方向上延伸。按压面也可以在钢管的圆周方向上达到半周。按压面也可以具有在钢管的轴向上与钢管的外表面对置的圆弧形状。利用压头进行冲压的钢管也可以支撑于平坦的面。

[0017] 也可以将钢管弯曲加工成规定的形状。也可以对钢管进行热处理。

[0018] 本申请涉及的中空弹簧是通过上述的中空弹簧的制造方法制造的。

[0019] 发明效果

[0020] 根据本发明,中空弹簧对钢管的内表面赋予压缩残余应力,能够提高疲劳寿命。

附图说明

[0021] 图1是表示制造中空弹簧的一系列工序的流程图。

[0022] 图2是表示管状部件的三视图。

[0023] 图3是表示适用于管状部件的直线部的中空弹簧的制造方法的立体图。

[0024] 图4是表示适用于管状部件的直线部的中空弹簧的制造方法的侧视图。

[0025] 图5是表示适用于管状部件的直线部的中空弹簧的制造方法的剖视图。

[0026] 图6是表示压缩加工后的管状部件的直线部的内表面的最小主应力的分布的立体图。

[0027] 图7是表示疲劳试验的结果的图表。

[0028] 图8是表示适用于管状部件的弯曲部的中空弹簧的制造方法的立体图。

[0029] 图9是表示适用于管状部件的弯曲部的中空弹簧的制造方法的俯视图。

[0030] 图10是表示适用于管状部件的弯曲部的中空弹簧的制造方法的剖视图。

[0031] 图11是表示压缩加工后的管状部件的弯曲部的内表面的最小主应力的分布的立体图。

[0032] 图12是表示对管状部件施加负载时产生的最大主应力的大小的分布的俯视图。

[0033] 图13是表示图12的管状部件的弯曲部的最大主应力的大小的分布的局部放大立体图。

[0034] 图14是表示图13的弯曲部的内表面的最大主应力的分布的立体图。

具体实施方式

[0035] 以下,参照附图对中空弹簧及其制造方法的实施方式进行详细说明。本实施方式的中空弹簧由钢管构成,通过从圆周方向对钢管的外表面施加压缩力而对钢管的内表面赋予压缩残余应力,从而提高了中空弹簧的疲劳强度。

[0036] 在本实施方式中,将中空稳定器假定为中空弹簧来进行说明。在中空稳定器中,除了与形成于端部的其他部件的连结部以外的中空稳定器的主体相当于本实施方式的中空弹簧。本实施方式的中空弹簧不限于中空稳定器,例如也能够应用于汽车的悬架用的中空螺旋弹簧等其他种类的中空弹簧。

[0037] 如图1的流程图所示,由原料的钢管的接受(步骤S1)、切断(步骤S2)、弯曲加工(步骤S3)、热处理(步骤S4)、压缩加工(步骤S5)、端部加工(步骤S6)、喷丸硬化(步骤S7)、涂装(步骤S8)这一系列工序制造中空稳定器。

[0038] 本实施方式的中空弹簧的制造方法相当于步骤S5的压缩加工的工序。在本实施方式的中空弹簧的制造方法中,提供经过原料的接受(步骤S1)、切断(步骤S2)、弯曲加工(步骤S3)、热处理(步骤S4)的工序后的钢管,对该钢管实施压缩加工(步骤S5)。压缩加工(步骤S5)也可以不在热处理(步骤S4)的工序刚结束后进行,而是在端部加工(步骤S6)的工序之后进行。

[0039] 另外,虽然与图1所示的顺序不同,但在中空稳定器的制造工序中,端部加工(步骤S6)也可以在热处理(步骤S4)之前进行。在该情况下,压缩加工(步骤S5)也接着继热处理(步骤S4)之后进行。

[0040] 在以下的说明中,为了方便,将经由图1的步骤S1至步骤S4的工序并应用相当于步骤S5的本实施方式的中空弹簧的制造方法的钢管称作管状部件。

[0041] 图2是表示管状部件10的三视图。图2的(a)是俯视图,图2的(b)是主视图,图2的(c)是侧视图。管状部件10通过弯曲加工形成为大致C字状,在第一端11的附近具有第一弯曲部13,在第二端12的附近具有第二弯曲部14,除了第一弯曲部13和第二弯曲部14之外形成直线部。

[0042] 作为本实施方式的中空弹簧的制造方法,说明对压头进行冲压而对管状部件10进行压缩加工的方法。在本实施方式中,将管状部件10分为直线部和弯曲部来分别进行说明。

[0043] 首先,对将本实施方式应用于管状部件10的直线部的情况进行说明。图3至图5是表示应用于管状部件10的直线部的本实施方式的中空弹簧的制造方法的图。图3是立体图,图4是侧视图,图5是图4的切断面V-V的剖视图。

[0044] 管状部件10的直线部支撑于未图示的台的大致水平地延伸的平坦的顶面。在管状部件10的轴向上规定的位置,以在轴向上以规定宽度覆盖管状部件10的上半部的方式配置有压头1。

[0045] 压头1具有能够从圆周方向对管状部件10的外表面的至少一部分施加压缩力的形状的按压面1a。详细而言,按压面1a沿着管状部件10的外表面在圆周方向上延伸,以覆盖管状部件10的上半部的方式在圆周方向上达到半周。另外,压头1具有在管状部件10的轴向上与管状部件10的外表面对置并接触的圆弧形状的按压面1a。压头1也可以由工具钢构成。

[0046] 通过对这样的压头1进行冲压,从圆周方向对管状部件10施加压缩力而对管状部件10进行压缩加工。如图5所示,具有圆弧形状的压头1的按压面1a在管状部件10的沿径向延伸的截面中在规定的范围内与管状部件10的外表面接触。按压面1a与管状部件10的外表面接触的范围在管状部件10的圆周方向上延伸于上半部,按压面1a与管状部件10的外表面接触的范围的整体形成在与管状部件10的轴正交的平面内沿着管状部件10的外表面延伸的上半圆。

[0047] 在这样的状态下对压头1进行冲压时,从圆周方向对管状部件10施加压缩力,在管状部件10的内表面,在压头1的按压面1a与外表面接触的范围的附近,欲在管状部件10的轴向上变形,但由周围的材料约束位移。因此,在除去压头1的冲压载荷时,对管状部件10的内表面赋予向轴向的压缩残余应力。

[0048] 图6是表示压缩加工后的管状部件10的直线部的内表面的最小主应力的分布的立体图。最小主应力的分布是通过有限元法计算出的。这里的最小主应力相当于作为负值的压缩应力。由于能够确认了:在除去了压头1的冲压载荷后残留有最小主应力,因此可明确:被赋予了压缩残余应力。如图中的箭头所示,可看到:最小主应力大致朝向管状部件10的轴向。

[0049] 通过实验确认了对管状部件10的直线部施加的压缩加工的效果。作为进行压缩加工的对象物,使用实施了热处理的钢管。钢管的尺寸为外径28.6mm、板厚4mm、长度300mm。在实验中,在钢管的内表面粘贴应变仪,根据在压缩加工的前后由钢管的内表面检测出的应变来计算残余应力。

[0050] 在表1中示出冲压的负载载荷与应变以及残余应力的关系的实验结果。在表1中,压缩时是指对冲压施加负载时的值,释放时是指从冲压中除去负载时的值。

[0051] [表1]

[0052]	负载载荷 (N)	应变 ($\mu \epsilon$)		应力 (MPa)	
		压缩时	释放时	压缩时	释放时
	101640	-925	-32	-190.55	-6.592
	127050	-1367	-257	-281.6	-52.942
	152460	-2314	-1222	-476.68	-251.73
[0053]	177870	-3261	-2187	-671.77	-450.52
	203280	-4208	-3152	-866.85	-649.31

[0054] 参照表1可知:在除去了冲压的负载的释放时,钢管的内表面的应力为负值,通过压缩加工对钢管的内表面赋予了压缩残余应力。另外,可知:负载载荷增加并且释放时的钢管的内表面的负值的应力减少,在压缩加工中施加的压缩力越大,压缩残余应力越增加。

[0055] 而且,关于赋予管状部件10的直线部的压缩残余应力的效果,实施4点弯曲疲劳试验进行了确认。对于疲劳试验的对象物,关于在压缩加工的实验中作为对象物的钢管,使用了在与压缩加工的实验相同的条件下在表1所示的负载载荷内由152460N的冲压进行压缩加工的钢管。

[0056] 关于实施了压缩加工的钢管和未实施压缩加工的钢管,表2表示分别对2个对象物实施了疲劳试验的结果。在图7中,对于表2所示的疲劳试验的结果,将横轴作为耐久次数,将纵轴作为负载应力表示在图表中。在图7中,数据点a为无压缩加工,数据点b为有压缩加工。

[0057] [表2]

	负载应力 (MPa)	耐久次数
[0058] 无压缩加工	720	551000
	684	848000
有压缩加工	792	126000
	756	616000

[0059] 在图7中,在实施了疲劳试验的耐久次数的附近,将无压缩加工的2个数据点a和有压缩加工的2个数据点b分别连结并延长,得到耐久次数与负载应力之间的线性关系。参照图表可知:在有压缩加工和无压缩加工的任一情况下,随着负载压力的增加,耐久次数减少。另一方面,可以看到:就与相同的负载应力对应的耐久次数而言,与没有压缩加工的钢管相比,有压缩加工的钢管飞跃性地增加。由此可明确:通过对管状部件实施压缩加工来对内表面赋予压缩残余应力,管状部件的疲劳寿命提高。

[0060] 接着,说明将本实施方式应用于管状部件10的弯曲部的情况。图8~图10是表示应用于管状部件10的弯曲部的本实施方式的中空弹簧的制造方法的图。图8是立体图,图9是俯视图,图10是图9的切断面X-X的剖视图。

[0061] 管状部件10的弯曲部支撑于未图示的台的大致水平地延伸的平坦的顶面。在管状部件10的轴向上的规定的位置,以在轴向上以规定范围覆盖管状部件10的上半部的方式配置有压头1。适用于管状部件10的弯曲部的压头1可以具有与应用于前述的管状部件10的直线部的压头不同的形状,但为了明确它们的对应关系,使用相同的附图标记进行说明。

[0062] 压头1具有能够从圆周方向对管状部件10的外表面的至少一部分施加压缩力的形状的按压面1a。详细而言,按压面1a沿着管状部件10的外表面在圆周方向上延伸,以覆盖管状部件10的上半部的方式在圆周方向上达到半周。另外,压头1具有在管状部件10的轴向上与管状部件10的外表面对置并接触的圆弧形状的按压面1a。压头1也可以由工具钢构成。

[0063] 通过对这样的压头1进行冲压,从圆周方向对管状部件10施加压缩力来对管状部件10进行压缩加工。在管状部件10的弯曲部的情况下,也与关于直线部示出的图5同样地,具有圆弧形状的压头1的按压面1a在管状部件10的沿径向延伸的切断面中,在规定的范围内与管状部件10的外表面接触。如图10所示,按压面1a与管状部件10的外表面接触的范围在管状部件10的圆周方向上延伸于上半部,按压面1a与管状部件10的外表面接触的整个范围形成在与管状部件10的轴正交的平面内沿着管状部件10的外表面延伸的上半圆。

[0064] 若在这样的状态下对压头1进行冲压,则从圆周方向对管状部件10施加压缩力,在管状部件10的内表面上,在压头1的按压面1a与外表面接触的范围的附近,欲在管状部件10的轴向上变形,但由周围的材料约束位移。因此,在除去压头1的冲压载荷时,对管状部件10的内表面赋予向轴向的压缩残余应力。

[0065] 图11是表示压缩加工后的管状部件10的弯曲部的内表面的最小主应力的分布的立体图。最小主应力的分布是通过有限元法计算出的。这里的最小主应力相当于作为负值的压缩应力。由于能够确认:在去除压头1的冲压载荷后残留有最小主应力,因此可明确施加了压缩残余应力。如图中的箭头所示,可看到:最小主应力大致朝向管状部件10的轴向。

[0066] 图12是表示对管状部件10施加负载时产生的最大主应力的大小的分布的俯视图。

图12是通过有限元法求出在管状部件10的第一端11与第二端12之间施加负载时产生的最大主应力的大小的分布的图。此处的最大主应力相当于作为正值的拉伸应力。图中表示,越是暗的区域,最大主应力越大,在黑色的区域中最大主应力最大,在白色的区域中最大主应力最小。在图12中可见:在接近第一端11的第一弯曲部13中,最大主应力最大。

[0067] 图13是表示图12的管状部件10的第一弯曲部13的最大主应力的大小的分布的局部放大立体图。在第一弯曲部13中,最大主应力大的区域大致沿着管状部件10的轴向延伸。

[0068] 图14是表示图13的第一弯曲部13中的最大主应力的分布的图。最大主应力的分布是通过有限元法计算出的。此处的最大主应力也相当于作为正值的拉伸应力。如图中的箭头所示可见:最大主应力的方向大致朝向管状部件10的轴向。

[0069] 在此,若参照图11所示的压缩加工后的管状部件10的弯曲部的内表面的最小主应力的分布,则在弯曲部,与通过压缩加工而赋予的压缩残余应力相当的最小主应力大致朝向管状部件10的轴向。与图13及图14所示的对管状部件施加负载时产生的管状部件10的拉伸应力相当的最大主应力的方向是与最小主应力的方向大致相同的轴向。因此,能够理由与最小主应力相当的负值的压缩残余应力来降低相当于最大主应力的正值的拉伸应力。

[0070] 因此,通过对管状部件10的第一弯曲部13那样的因负载而产生大的拉伸应力的部位进行压缩加工而赋予压缩残余应力,从而能够通过降低所产生的拉伸应力来缓和拉伸应力。由此,能够减轻由拉伸应力引起的管状部件10的内表面的负担,提高管状部件10的疲劳寿命。

[0071] 如上所述,根据本实施方式,在构成中空弹簧的管状部件10的内表面赋予压缩残余应力,能够提高疲劳寿命。详细而言,通过利用压头1进行冲压,无论管状部件10的直线部或弯曲部,都能够对所希望的内表面赋予压缩残余应力。压缩残余应力的赋予只要对压头进行压制就足够,因此不需要复杂的设备构成等。

[0072] 另外,能够对在对中空稳定器施加负载时拉伸应力集中而成为高应力的弯曲部这样的特定部位的内表面赋予压缩残余应力。由此,能够以压缩残余应力降低高应力的部位的拉伸应力而提高疲劳寿命。另外,在管状部件10的弯曲部,能够以与压缩残余应力相当的最小主应力的方向和与拉伸应力相当的最大主应力的方向一致的方式赋予压缩残余应力。

[0073] 产业上的可利用性

[0074] 本发明能够用于汽车等车辆所使用的中空弹簧及其制造方法。

[0075] 符号说明

[0076] 1—压头,1a—按压面,10—管状部件,11—第一端,12—第二端,13—第一弯曲部,14—第二弯曲部。

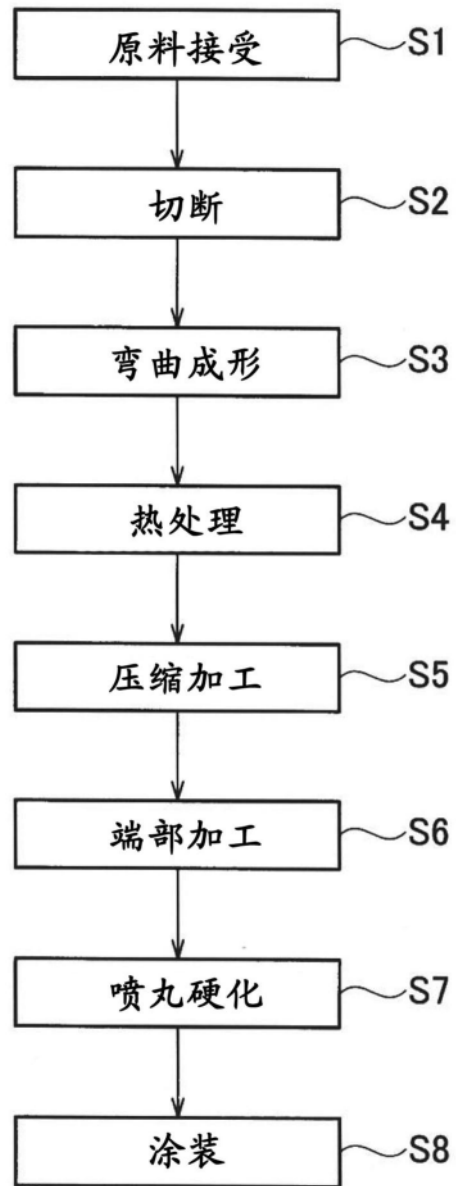


图1

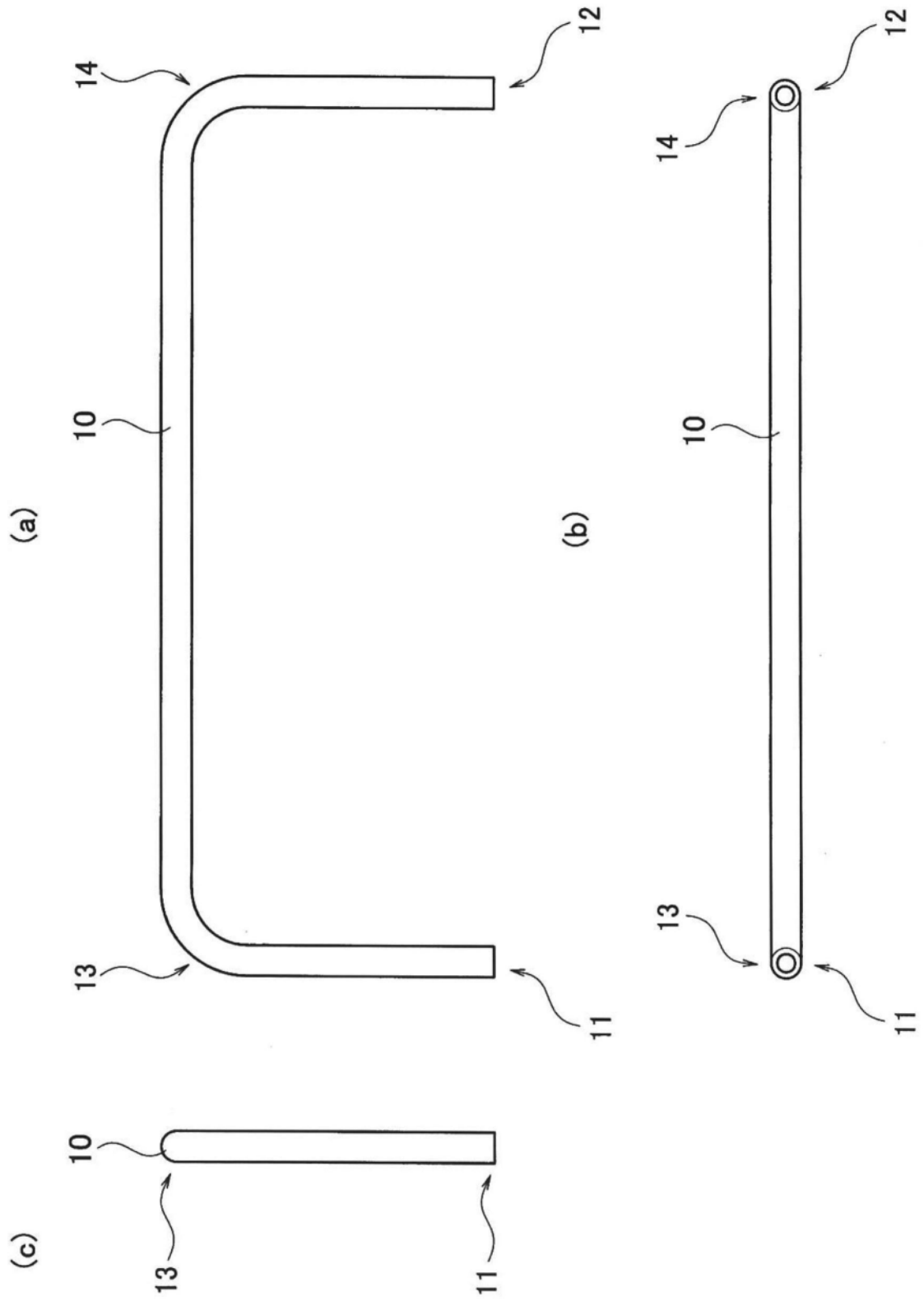


图2

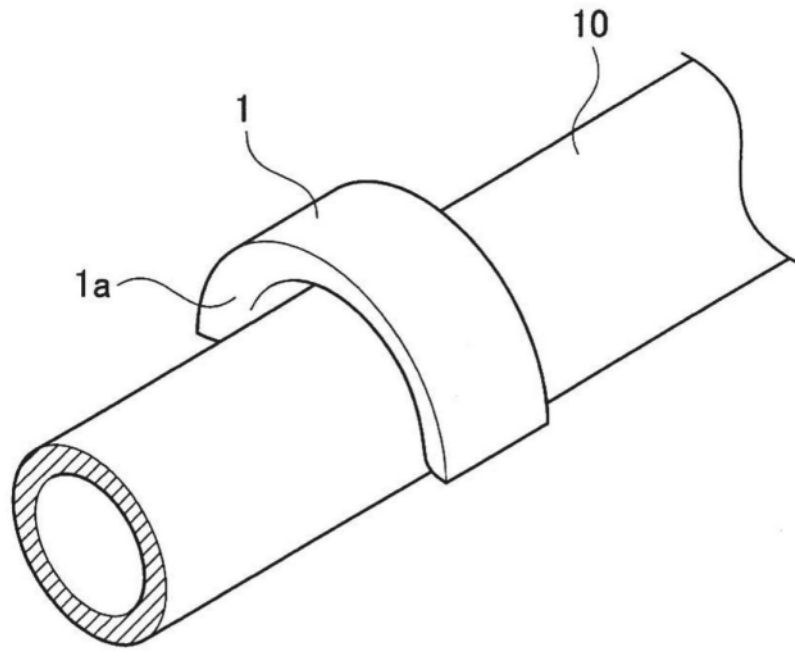


图3

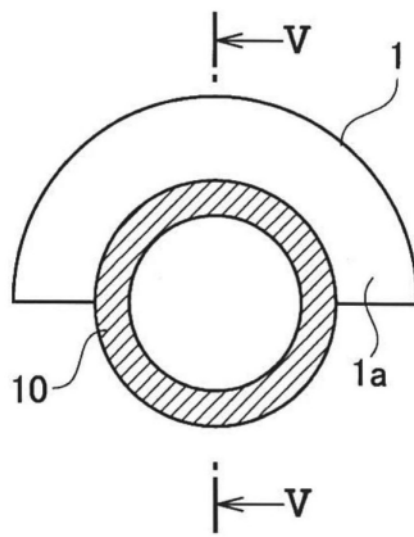


图4

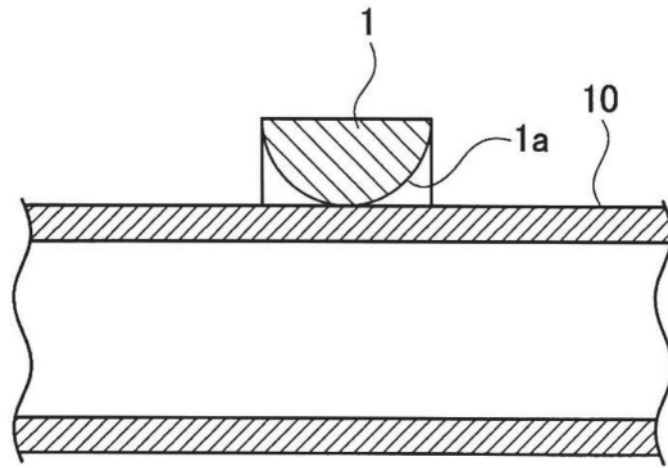


图5

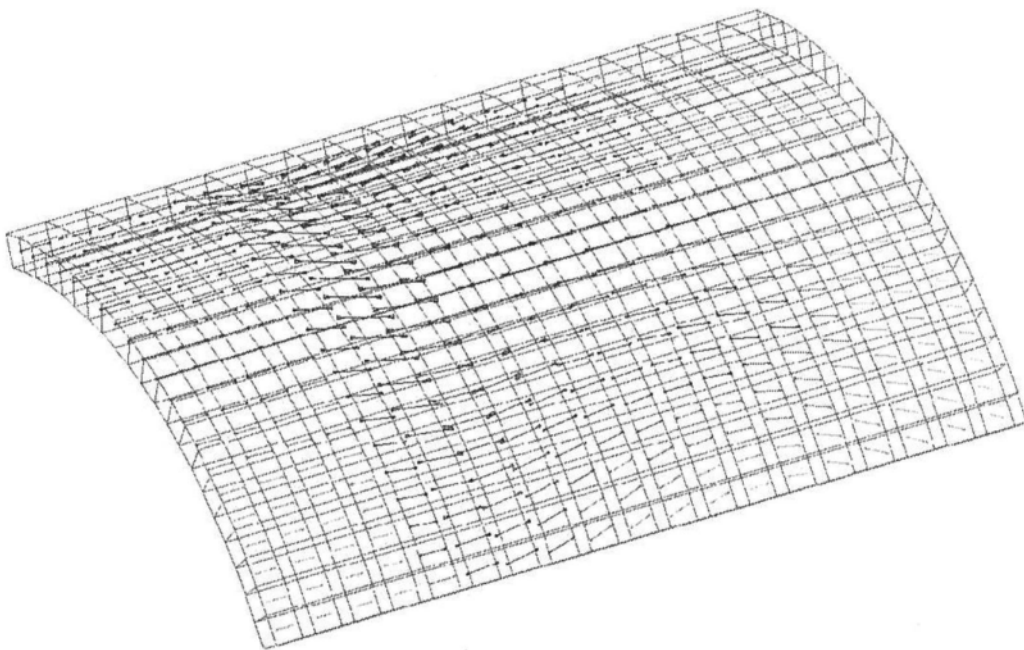


图6

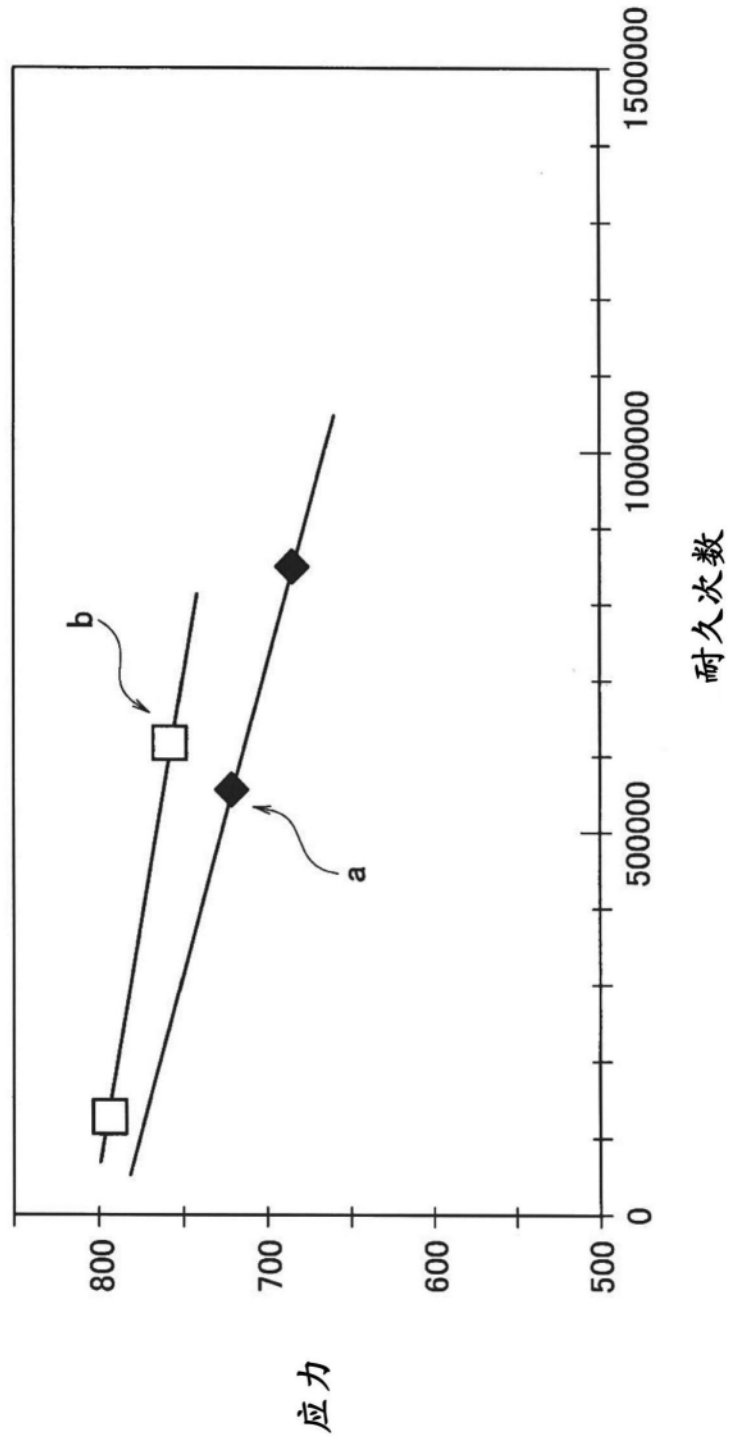


图7

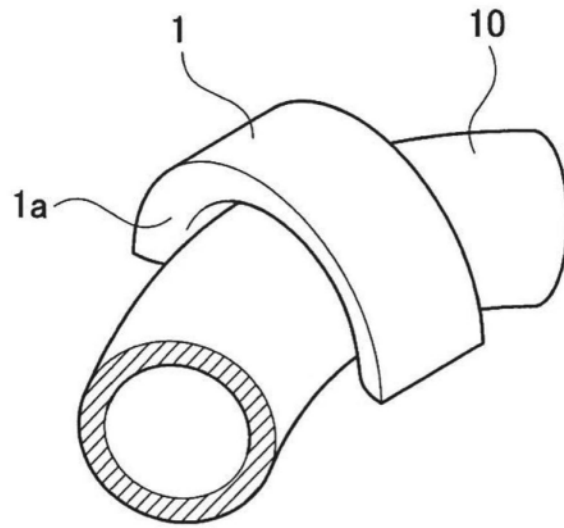


图8

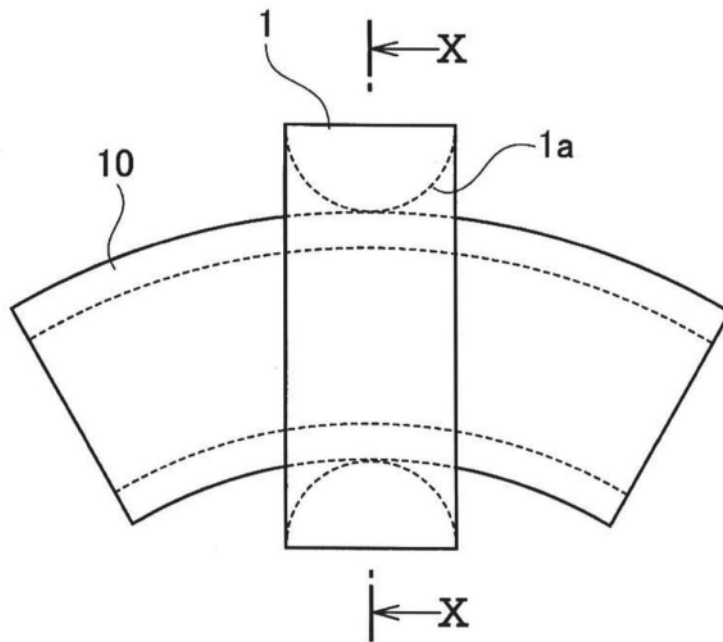


图9

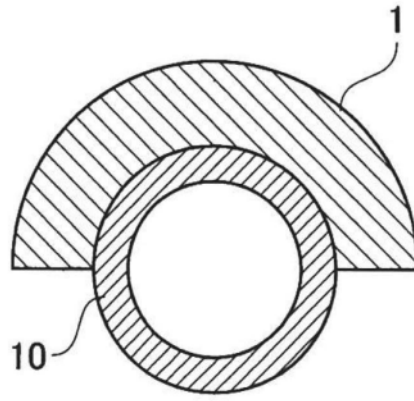


图10

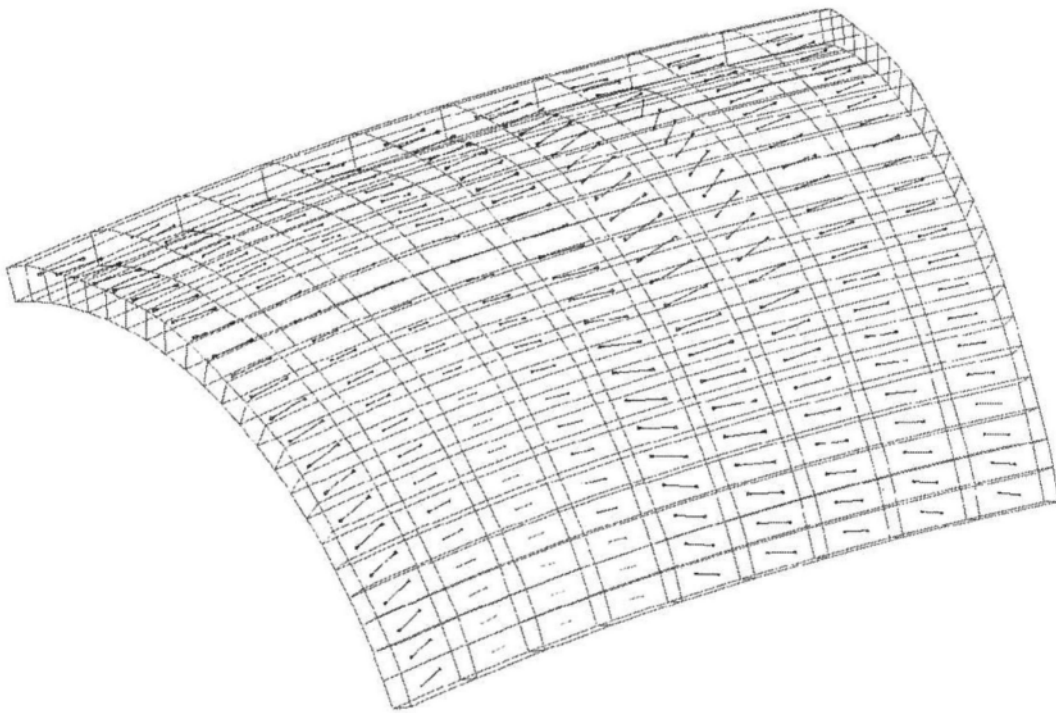


图11

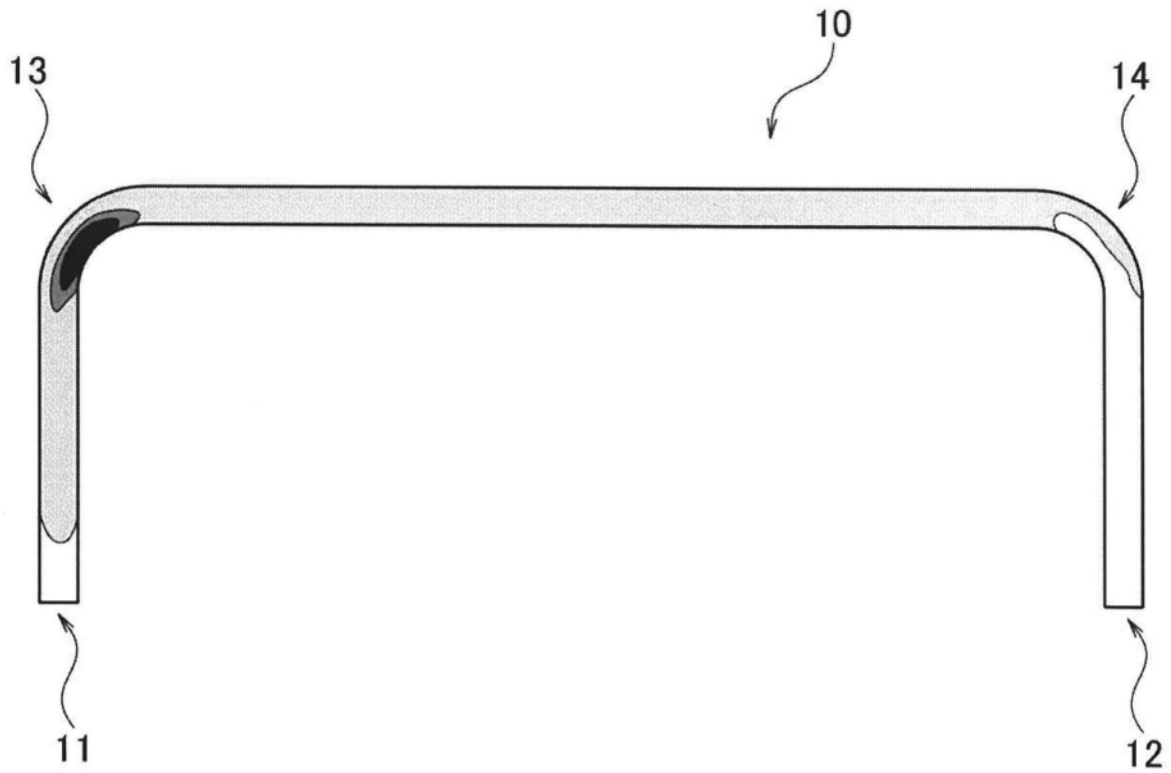


图12

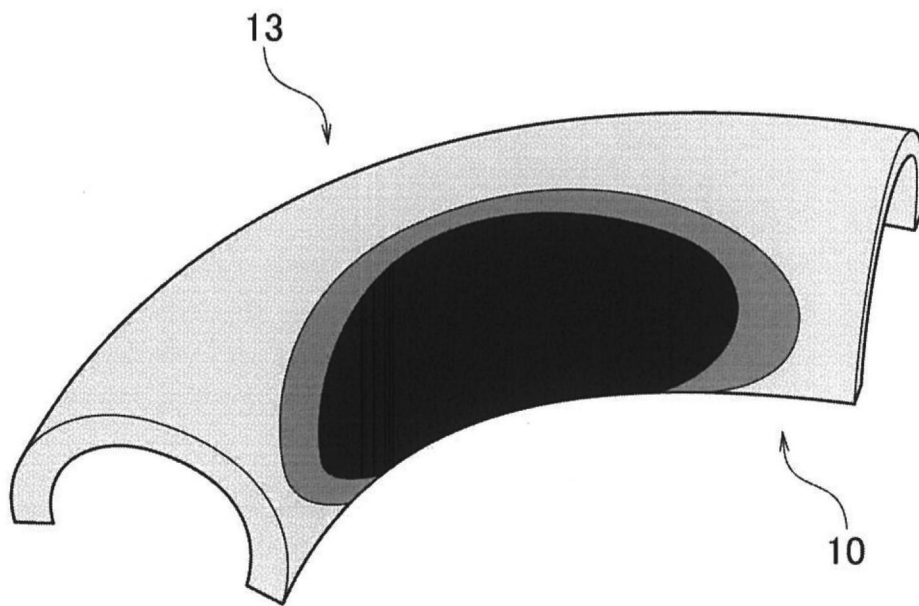


图13

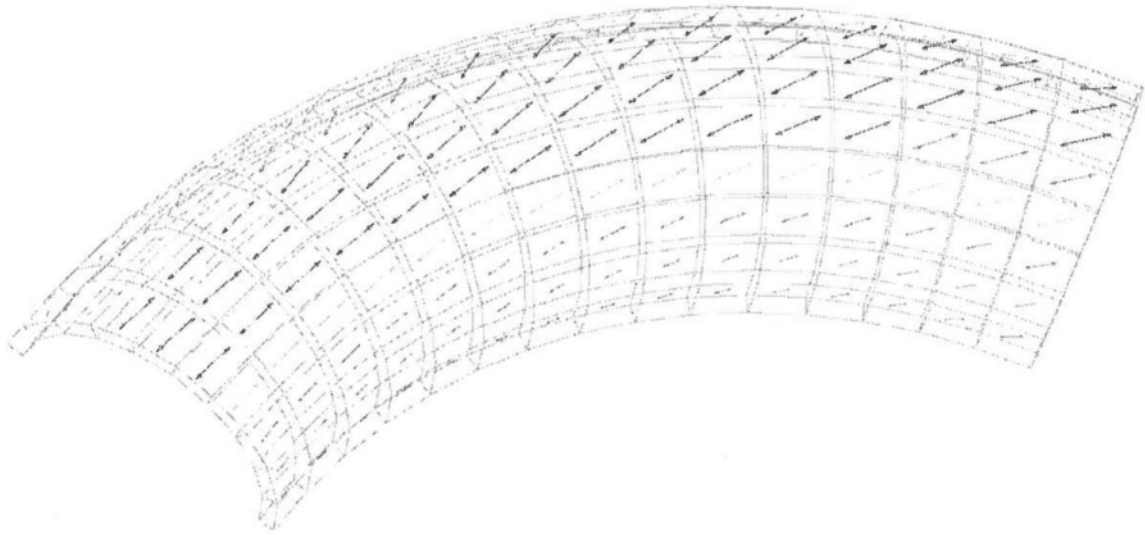


图14