



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104603365 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201280075626.8

(22)申请日 2012.09.04

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104603365 A

(43)申请公布日 2015.05.06

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.03.04

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2012/072416 2012.09.04

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/037987 JA 2014.03.13

(73)专利权人 寺田溥
地址 日本神奈川县
专利权人 寺田浩子

(72)发明人 寺田溥 寺田浩子 石户明
久木田祥子 寺田圭一 寺田容子

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219
代理人 高培培 车文

(51)Int.Cl.
E02B 7/40(2006.01)
E02B 7/20(2006.01)

审查员 张瑾

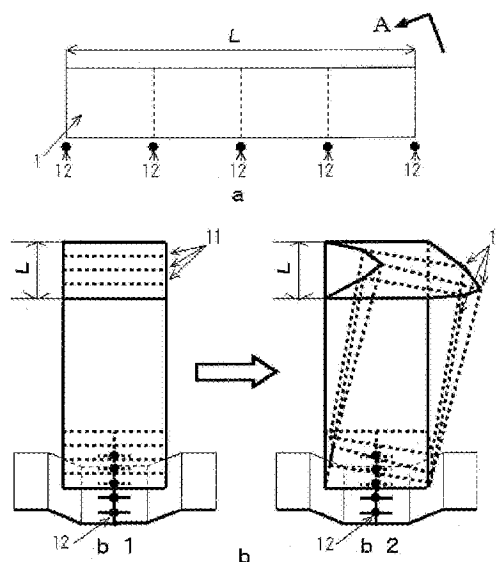
权利要求书2页 说明书9页 附图16页

(54)发明名称

水闸

(57)摘要

实现使用了成本方面优异的扭转结构体的横向移动方式的开闭式水闸。具备：扭转结构体，在横切水路的方向上设置，具有由薄壁形成的闭截面，以所述闭截面的限制点为中心而在所述闭截面的面内旋转，利用作用的载荷和所述限制点的反力而形成的扭转力矩以扭转刚性向所述结构体的末端传递；轨道，在横切水路的方向上设置；及多个轴式支承，作为限制点发挥作用，并按照轨道进行移动。



1. 一种水闸,在横切流水、船舶的水路的方向上设置,其特征在于,具备:

扭转结构体,在横切所述水路的方向上设置,具有由薄壁形成的闭截面,以所述闭截面的限制点为中心而在所述闭截面的面内旋转,利用作用的载荷和所述限制点的反力而形成的扭转力矩以扭转刚性向所述结构体的末端传递;

轨道,在横切所述水路的方向上设置;及

多个轴式支承,作为所述限制点发挥作用,并按照所述轨道进行移动,

所述轨道的头部的截面形状为 180° 以上的凸状圆弧,

所述轴式支承是使所述头部旋转而移动的辊,

所述辊的踏面的截面形状是与所述轨道的头部的所述凸状圆弧的半径对应的半径的大致 180° 的凹状圆弧。

2. 一种水闸,在横切流水、船舶的水路的方向上设置,其特征在于,具备:

扭转结构体,在横切所述水路的方向上设置,具有由薄壁形成的闭截面,以所述闭截面的限制点为中心而在所述闭截面的面内旋转,利用作用的载荷和所述限制点的反力而形成的扭转力矩以扭转刚性向所述结构体的末端传递;

轨道,在横切所述水路的方向上设置;及

多个轴式支承,作为所述限制点发挥作用,并按照所述轨道进行移动,

所述轨道的头部的截面形状为 180° 以上的凸状圆弧,

所述轴式支承是使所述头部旋转而移动的多个辊,

所述多个辊以夹入所述轨道的头部的的方式配置。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的水闸,其特征在于,

设定成,在所述扭转结构体的所述闭截面上的任意的点处,该点的板厚 t 与从所述闭截面的剪切中心向该点的切线引出的垂线的长度 r_s 之积成为一定值或预先确定的范围内。

4. 根据权利要求1或权利要求2所述的水闸,其特征在于,

所述扭转结构体的所述闭截面为箱型,

设所述箱型闭截面的凸缘半幅宽为 L_f 、腹板半幅宽为 L_w 、凸缘板厚为 t_f 、腹板板厚为 t_w ,

t_f 设定为比 $t_w \times L_f \div L_w$ 大且比 t_w 小。

5. 根据权利要求1或权利要求2所述的水闸,其特征在于,

所述扭转结构体的所述闭截面为凸透镜型,

在所述凸透镜型闭截面中,设所述凸透镜截面两面的薄壁的半径分别为 r ,设所述半径中心分别为 i 和 o ,设将所述 i 和 o 连结的线段为 $L(s, i)$,设将所述凸透镜截面的薄壁的任意的点和所述 i 或 o 连结的线段与所述线段 $L(s, i)$ 所成的角度为 α ,角度 α 所对应的板厚的比率 $\eta(\alpha)$ 由下式赋予,

$$\eta(\alpha) = (r - L(s, i)) \div (r - L(s, i) \times \cos(\alpha))$$

按照所述板厚的比率 $\eta(\alpha)$,所述凸透镜型闭截面的厚度设定为随着向端部行进而变薄。

6. 根据权利要求1或权利要求2所述的水闸,其特征在于,

所述扭转结构体被分割成将所述水路的一部分遮挡的第一部分和将所述水路的其他的部分的至少一部分遮挡的第二部分,

所述第一部分和所述第二部分由传递扭转力矩的接头连结。

水闸

技术领域

[0001] 本发明涉及在流水或船舶的水路设置的水闸。水闸应对满潮、海啸、洪水(从干流向支流的逆流)、波浪、漂流的木材流入等。所述水闸也包括陆地闸门。

背景技术

[0002] 用于应对满潮或海啸等的大型的水闸为公知。

[0003] 专利文献1的水闸是铰链式闸门,具备薄壁闭截面的门体(扭转结构)和对该门体进行支承的轴式支承。所述门体通过轴式支承而支承于地基,并以该轴为中心进行旋转运动。

[0004] 图1示出铰链式闸门的轴式支承的例子。图1a是侧视图,图1b是图1a的A-A向视剖视图。

[0005] 6为门体(实线、全闭状态),7为门体(虚线、全开状态),8为支承台,9为旋转轴,10为托架。

[0006] 门体6、7经由通过焊接等而刚性连接的托架10来连接于旋转轴9。支承台8由地基上的根基支承。

[0007] 在未使用水闸时,门体(全开状态)7如虚线所示以水平状态被收纳于水面下。使用时,门体(全开状态)7以旋转轴9为中心旋转而立起,来到实线的门体(全闭状态)6的位置。

[0008] 图2是扭转结构与弯曲结构的变形的特征的差异的说明图。图2a示出弯曲结构,图2b示出扭转结构。L表示跨距长。

[0009] 弯曲结构的变形的特征是截面的平行移动。相对于此,扭转结构的变形的特征是截面的面内旋转。该旋转中心是截面的移动限制点即轴式支承。通过限制点的有无,而将扭转结构与弯曲结构进行区别。

[0010] 在截面为薄壁闭截面结构的情况下,结构特性明显不同。即,扭转结构通过(1)薄壁闭截面和(2)截面限制而带有特征。

[0011] 扭转结构以闭截面面积的平方来抵抗载荷,但是弯曲结构和轴力结构分别以构件的截面二次力矩和轴力刚性来抵抗。

[0012] 扭转结构的作用载荷向截面限制点传递,由作用载荷和限制点反力形成的扭转力矩以扭转刚性向跨距末端传递,但是弯曲结构和轴力结构的作用载荷分别以剪切刚性和轴力刚性向跨距末端传递。

[0013] 弯曲结构和轴力结构为三维结构,但扭转结构可以称为2.5维结构。

[0014] 由于这样的结构上的差异而扭转结构具有各种优点,有利点随着跨距增加而变得明显。例如,在跨距400m级的超大型水闸的情况下,门体重量为其他的结构形式的1/2~1/3以下。低重量与低建设成本有关联。

[0015] 在先技术文献

[0016] 专利文献

[0017] 专利文献1:日本特开昭50-16334号公报

[0018] 非专利文献

[0019] 非专利文献1:寺田溥“扭转结构闸门的解析方法”堤坝工程学Vo1.7No.1 1997

[0020] 非专利文献2:关于水闸门的大型化和高压化的研究,寺田溥,学位论文,1996(东洋大学提出)

发明内容

[0021] 发明要解决的课题

[0022] 扭转结构在成本方面具有压倒性的优点,但是以往,向水闸的适用局限于通过轴式支承而固定于地基的铰链式闸门。本发明能够将扭转结构适用于横向移动式的防潮水闸。也可以适用于跨距200m~600m级的超大型防潮水闸。

[0023] 本发明关于下述的课题而公开了解决方案,欲有助于基于扭转结构的防潮水闸的实现。

[0024] 课题1:扭转结构防潮水闸的横向移动

[0025] 课题2:轨道根基的不等下沉

[0026] 课题3:弯曲扭转的缓和

[0027] 课题1:扭转结构防潮水闸的横向移动

[0028] 通过本发明而实现的功能是(1.1)自由的扭转变形、(1.2)全闭时的作用水压支承、(1.3)移动时的作用水压支承。以下说明各自的功能。

[0029] (1.1)自由的扭转变形

[0030] 扭转结构由于作用水压或自重等的作用载荷而产生扭转变形。当扭转中心线存在弯曲时,扭转结构受到附加的弯曲变形,因此能够维持中心线的直线性而进行自由的扭转变形。

[0031] (1.2)全闭时的作用水压支承

[0032] 在全闭时,最大水压起作用,在扭转结构产生扭转变形。在该状态下,使作用水压从辊向轨道可靠地传递。

[0033] (1.3)移动时的作用水压支承

[0034] 在与开闭操作条件相符的水压作用的状态下进行横向移动。没有辊的轨道上行地进行横向移动。

[0035] 课题2:轨道根基的不等下沉

[0036] 为了扭转结构防潮水闸的横向移动而使用轨道,但是在水闸的竣工后,由于地基的不等下沉而轨道的根基可能会变形。即使在该轨道根基的不等下沉发生时,也可进行横向移动。

[0037] 课题3:弯曲扭转的缓和

[0038] 结构物的扭转包括纯扭转和弯曲扭转。在纯扭转中,产生纯扭转力矩而在截面产生纯扭转剪切应力,但是在弯曲扭转中,产生弯曲扭转力矩而在纯扭转剪切应力上加上弯曲扭转剪切应力。虽然纯扭转剪切应力在截面内均匀分布,但是弯曲扭转剪切应力在截面内较大地波状起伏,因此将两者合计而得到的应力的最大值上升。

[0039] 扭转结构的水闸产生弯曲扭转而截面应力大幅上升。图3至图11是计算例。图3的闸门的纯扭转为图4,弯曲扭转为图5。图6的闸门的纯扭转为图7,弯曲扭转为图8。图9的闸

门的纯扭转为图10,弯曲扭转为图11。

[0040] 由于弯曲扭转力矩的绝对值小而扭转力矩传递的贡献度低,因此弯曲扭转的缓和有助于扭转结构的成本削减。

[0041] 用于解决课题的方案

[0042] 为了实现使用了成本方面优异的扭转结构体的横向移动方式的开闭式水闸,提供一种具备作为水闸门的扭转结构体、轨道、作为限制点发挥作用且按照轨道进行移动的多个轴式支承的水闸。轴式支承包括辊,轨道的头部的截面形状设为凸状圆弧,辊的踏面的截面形状设为与轨道的头部的凸状圆弧的半径对应的半径的凹状圆弧。通过嵌合而两者作为轴式支承发挥作用。

[0043] 或者,具备以夹入轨道的头部的配置方式的多个辊。

附图说明

[0044] 图1是铰链式闸门的轴式支承的例子。

[0045] 图2是扭转结构与弯曲结构的变形的特征的差异的说明图。

[0046] 图3是闸门的例子。

[0047] 图4是图3的例子的纯扭转。

[0048] 图5是图3的例子的弯曲扭转。

[0049] 图6是闸门的另一例。

[0050] 图7是图6的例子的纯扭转。

[0051] 图8是图6的例子的弯曲扭转。

[0052] 图9是闸门的另一例。

[0053] 图10是图9的例子的纯扭转。

[0054] 图11是图9的例子的弯曲扭转。

[0055] 图12是横向移动方式的开闭式防潮水闸。

[0056] 图13是扭转结构的说明图。

[0057] 图14是图13的薄壁闭截面和截面限制点的详情。

[0058] 图15是实施例1的轴式支承的说明图。

[0059] 图16是实施例1的轴式支承的说明图。

[0060] 图17是实施例1的轴式支承的说明图。

[0061] 图18是实施例2的轴式支承的说明图。

[0062] 图19是实施例3的轨道根基的不等下沉及扭转结构体分割的效果的说明图。

[0063] 图20是实施例3的接头的说明图。

[0064] 图21是翘曲的减少方法的效果说明所需的s坐标的说明图。

[0065] 图22是实施例4的箱型薄壁闭截面的说明图。

[0066] 图23是实施例4的翘曲函数 Ψ 和弯曲扭转剪切流的计算结果的说明图。

[0067] 图24是实施例4的翘曲函数 Ψ 和弯曲扭转剪切流的计算结果的说明图。

[0068] 图25是实施例4的翘曲函数 Ψ 和弯曲扭转剪切流的计算结果的说明图。

[0069] 图26是实施例4的翘曲函数 Ψ 和弯曲扭转剪切流的计算结果的说明图。

[0070] 图27是总结了图23至图26的结果的说明图。

- [0071] 图28是实施例4的透镜型薄壁闭截面的说明图。
- [0072] 图29是图28的透镜型薄壁截面的翘曲函数和弯曲扭转剪切流的说明图。
- [0073] 图30是图28的透镜型薄壁截面的板厚的说明图。

具体实施方式

- [0074] 实施例1
- [0075] 图12示出横向移动方式的开闭式防潮水闸。图12表示防潮水闸的从海洋侧观察到的水闸的左半部分。
- [0076] 图12a是俯视图。图12b是主视图。
- [0077] 1表示全闭状态的水闸门。2是全开状态的水闸门。图12的水闸取为1或2的任一状态。
- [0078] 3是收纳船坞,4是轨道根基,5是防潮水闸的中心线。100是作为水闸门1(以下有时记为“扭转结构体1”)的限制点发挥作用且随着后述的轨道而移动的轴式支承。轴式支承100在水闸门的下部设置多个。多个轴式支承100对应于轨道的配置而设置(例如直线状)。关于轴式支承的结构,要参照图15至图18及它们的说明。
- [0079] 全开状态的水闸门2收纳于收纳船坞3。在使用时,向全闭状态的水闸门1的位置横向移动。
- [0080] 图12的轨道根基4是混凝土与钢的合成结构,在造船船坞等处建造作为一体结构,在当地进行拖航并沉设。由于竣工后的地基的不等下沉而轨道根基4可能会变形。变形是(1)直线状态下的不等倾斜或者(2)凹凸变形。(1)通过收纳船坞3内的轨道调整来应对。由于(2)的影响而预想到辊的单侧接触引起的辊载荷的增加,但是需要避免辊功能的丧失(参照实施例3)。
- [0081] 对本实施例的扭转结构进行定义。
- [0082] 图13表示扭转结构。图13a表示主视图,图13b表示A向视图,图13b1表示变形前的扭转结构,图13b2表示变形后的扭转结构。
- [0083] L是扭转结构的跨距长。11为薄壁闭截面,12为截面限制点(轴式支承100的旋转轴)。主视图a的L两端的实直线和由这两条实直线夹着的虚线表示薄壁闭截面11的截面位置,截面限制点12表示最近截面的面内位移的限制点。
- [0084] 图13b1的虚线表示变形前的扭转结构的薄壁闭截面11的截面位置的截面形状。由于没有作用载荷引起的变形,因此各截面处于直立状态。
- [0085] 图13b2的虚线表示变形后的扭转结构的薄壁闭截面11的截面位置的截面形状。各截面以各自的截面限制点12为中心进行旋转,薄壁闭截面11处于扭转变形状态。扭转结构体1的两端被固定,因此未变形。
- [0086] 图14表示图13的薄壁闭截面11和截面限制点12的详情。对于与图13相同或相当部分,标注同一标号,省略其说明(以下同样)。
- [0087] 图14a是主视图,图14b是A向视剖视图。图14b1表示变形前,图14b2表示变形后。
- [0088] 13是构成扭转结构体1的构件的截面(以下有时记为“薄壁”)。
- [0089] 如图14b1那样,在没有作用载荷引起的变形的状态下,薄壁闭截面11处于直立状态。薄壁闭截面11由连续闭合的状态的薄壁13形成。

[0090] 在扭转结构体1作用有载荷时,如图14b2那样变形。薄壁闭截面11处于以截面限制点12为中心进行了旋转的状态。

[0091] 截面限制点12仅限制该图所示的截面的面内平行移动,不限制旋转位移。

[0092] 本说明书的“扭转结构”是在薄壁闭截面11和截面限制点12上具有特征的结构物,该薄壁闭截面11由连续闭合的状态的薄壁13构成,该截面限制点12限制该截面的面内平行移动。

[0093] 参照图15至图17,说明实施例1的轴式支承100。

[0094] 在图15及图16中,14是轨道,15是轨道头圆弧,16是轨道头中心,17是辊,18是辊中心线,19是辊的轴心,20是辊踏面圆弧。

[0095] 由轨道根基4支承的轨道14的头是以轨道头中心16为中心的圆弧15。辊17的踏面是适应于轨道头圆弧15的半径的圆弧20。辊17通过该轴心19而固定于水闸门1(扭转结构体1)。

[0096] 轨道头圆弧15和辊踏面圆弧20的公称半径相同,但是为了实现辊17的横向移动时的轨道14与辊17的顺畅的嵌合,需要对两半径设置适当的差异。“适合的半径”是指适当地设置差异的半径。

[0097] 图15a表示变形前,图15b表示变形后。在图15b中,表示水闸门1受到载荷而发生扭转变形,并以限制点16为中心进行了旋转的状态。21表示辊载荷,22表示辊17与轨道14的接触面。辊17与轨道14的接触部分发生弹性变形而形成接触面22。

[0098] 辊17以轨道头中心16为中心旋转,因此水闸门1维持扭转中心的直线性而不会受到附加的弯曲变形,能够进行自由的扭转变形(对应于前述的课题“(1.1)自由的扭转变形”)。

[0099] 辊载荷21由于其方向朝向轨道头中心16,因此通过辊17与轨道14的接触面22而可靠地向轨道14传递(对应于前述的课题“(1.2)全闭时的作用水压支承”)。

[0100] 关于水闸门1受到载荷而横向移动时的辊17的向轨道14的上行,参照图16及图17进行说明。

[0101] 在图16中,23是接触面22的切线。 θ 是辊中心线18与辊载荷21所成的角度。

[0102] 图16a表示 $\theta=0^\circ$ 的状态,图16b表示 $\theta=45^\circ$ 的状态,图16c表示 $\theta=90^\circ$ 的状态。

[0103] 包含接触面22的中心的辊17的旋转面与包含辊中心线18和轨道头中心16的截面平行。

[0104] 辊18的向轨道14的上行力是与辊17的旋转相伴的旋转面上的点移动的下方向分量产生的接触面22的摩擦力。该摩擦力由式(1)赋予。另一方面,上行防止力是辊载荷21的辊中心线18方向的分量,由式(2)赋予。

[0105] 摩擦力=辊载荷 $\times \cos(90-\theta) \times$ 接触面的摩擦系数 (1)

[0106] 上行防止力=辊载荷 $\times \sin(90-\theta)$ (2)

[0107] 图17是设辊载荷=1000tf,接触面的摩擦系数=1,关于图16a~图16c情况而通过式(1)及(2)估算了摩擦力和上行防止力的结果。

[0108] 根据该结果可知,若 θ 小于45度,则不会产生辊17的向轨道14的上行。

[0109] 在水中能够期待水润滑的接触面22的摩擦系数存在为估算的值的10%以下的可能性。辊载荷22的方向也存在远比 $\theta=45^\circ$ 更接近辊中心线18的可能性。因此,在符合开闭

操作条件的水压作用的状态下,辊不会向轨道上行而能够横向移动的可能性高(对应于前述的课题“(1.3)移动时的作用水压支承”)。

[0110] 实施例2

[0111] 关于实施例2,参照图18进行说明。25表示移动时载荷。

[0112] 如图18a所示,该实施例的辊17在一个部位设置多个(2个)。它们以将轨道14的头部15夹入的方式配置。这些辊17朝向互不相同的多个方向。这些辊17的全部轴心19固定于水闸门1。

[0113] 图18b表示移动时载荷25与多个方向的辊载荷21的力的平衡关系。

[0114] 在图18中,全部的辊17的辊载荷21朝向轨道头中心16,并且接触面的切线23与辊中心线18垂直地相交。因此,即使在移动时载荷25作用的状态下,辊17不会向轨道14上行而能够横向移动(对应于前述的课题“(1.3)移动时的作用水压支承”)。

[0115] 实施例3

[0116] 关于实施例3,参照图19及图20进行说明。

[0117] 图19a表示在轨道根基4没有不等下沉的状态,图19b表示因不等下沉而凹陷变形的状态。图19c表示向分割成两部分的水闸门1的不等下沉的应对的状况。

[0118] 多个辊17通常处于轨道14上,但是当产生不等下沉时,成为浮起状态。这些以露白的方式表示。

[0119] 在图19a的没有不等下沉的状态下,辊17全部处于轨道14上,分担大致相等的载荷。

[0120] 在图19b的因不等下沉而凹陷变形的状态下,仅水闸门1的两端的2个辊17处于轨道14上,其辊载荷比图19a增加。在图的例子中成为约5倍。

[0121] 因此,考虑了将水闸门1在其长度方向上进行分割而使向轨道的追随性良好的情况。在图19c的分割成两部分的状态下,在各分割块,辊17由于所述两端2个处于轨道14上,因此比因不等下沉而凹变形的图19b的状态减少(在图的例子中成为约2.5倍,成为图19b的一半)。

[0122] 分割数量根据预想的不等下沉量、辊个数、辊强度等的与辊的安全相关的条件而选择适当的数目。由此能够避免不等下沉引起的辊功能的丧失。由于门体分割成为结构成本的增加的主要原因,因此分割数量优选为最小限度。

[0123] 图20是对水闸门1进行分割的情况下,将分割的部分彼此连结而传递扭转力矩的接头的说明图。图20a是主视图,图20b是A向视剖视图,图20c是B向视剖视图。

[0124] 26是分割面,27是扭转力矩传递棒,28是扭转力矩承受孔,29是力偶。

[0125] 扭转力矩传递棒27固定于分割面26右侧的水闸门1R。其前端与分割面26的左侧的水闸门1L嵌合。分割面26的右侧的水闸门1R的扭转力矩通过扭转力矩传递棒27而向分割面26的左侧的水闸门1L传递。

[0126] 扭转力矩传递棒27的前端处于与扭转力矩承受孔28匹配的状态。扭转力矩以力偶29的方式从扭转力矩传递棒27的前端向扭转力矩承受孔28的侧壁传递。扭转力矩传递棒27和扭转力矩承受孔28为了追随轨道根基14的不等下沉而分别进行不同的动作。对应于此,力矩承受孔28为纵长。扭转力矩传递棒27前端与扭转力矩承受孔28的嵌合需要具有充分的长度的富余度。

[0127] 对分割面26的扭转力矩进行传递的接头结构存在多个选择项目,但是传递全部以力偶的方式进行。

[0128] 相对的分割面26的水密方法需要另行地想办法。

[0129] 在分割块的移动时、全闭时、收纳时,需要维持相对的分割面26的间隔。维持方法根据牵引方式、推压方式、自行式、其他等公知的横向移动方法而不同。分割的数目任意,但是越少而成本越有利。

[0130] 实施例4

[0131] 关于扭转结构的翘曲的减少手段,参照图21~图22进行说明。

[0132] 图21表示所述翘曲的减少方法的效果说明所需的s坐标。对于与已经表示的要素相同或相当的部分,标注同一标号,省略其说明。

[0133] 30是沿着薄壁闭截面11的中心线设定的s坐标。31表示s坐标30的正方向。32是薄壁闭截面11的剪切中心。

[0134] ds是s坐标30上的微小距离ds。t是ds的板厚。35是ds的切线。rs是从剪切中心32向切线35引出的垂线的长度。

[0135] 薄壁闭截面11的翘曲由式(3)的函数 Ψ 表示。式(3)包含的 A_s 是薄壁闭截面11的面积。 Ψ_0 是周积分的出发点的 Ψ 的值(翘曲常数),这可以由式(4)表示。式(3)和(4)的积分全部在s坐标30上进行。

[0136] [数学式1]

$$[0137] \quad \Psi = \Psi_0 - \int_0^s r_s ds + 2A_s \int_0^s \frac{1}{t} ds + \int_0^s \frac{ds}{t} \quad \dots\dots(3)$$

$$[0138] \quad \Psi_0 = \left(\oint t \left(\int_0^s r_s ds ds - 2A_s + \int_0^s \frac{ds}{t} \right) \oint t ds + \oint \frac{1}{t} ds ds \right) \div \oint t ds \quad \dots\dots(4)$$

[0139] t是“薄壁闭截面上的任意点的板厚”。rs是“从薄壁闭截面的剪切中心向该点的切线引出的垂线的长度”。

[0140] (薄壁闭截面上的任意点的板厚)×(从薄壁闭截面的剪切中心向该点的切线引出的垂线的长度)的值为一定值。

[0141] $t \times r_s = \text{每截面为一定值} = C \quad (5)$

[0142] 当将(5)向(3)和(4)代入而执行积分时, Ψ 和 Ψ_0 均成为零。若翘曲函数 Ψ 和翘曲常数 Ψ_0 为零,则截面的翘曲为零,因此与翘曲成比例的垂直应力也为零,与其平衡的弯曲扭转剪切应力也为零。即,实现弯曲扭转的缓和(课题3)。

[0143] 采纳具体的形状,说明该实施例的翘曲的减少手段的效果。

[0144] (1) 箱型形状

[0145] 图22的左侧表示箱型薄壁闭截面,其右侧表示其具体的尺寸。

[0146] 对于与已经表示的要素相同或相当的部分,标注同一标号,省略其说明。

[0147] Lf是凸缘半幅宽。Lw是腹板半幅宽。tf是凸缘板厚。tw是腹板板厚。

[0148] 剪切中心32与图心一致,因此翘曲0的条件式(5)如式(6)那样。

[0149] $tf = tw \times Lf \div Lw \quad (6)$

[0150] 基于图22的右侧的Lf、Lw、tw,通过式(6)求出tf时,tf算出为约12.4mm。

[0151] 图23~图26表示使tf的值从 $tf = 34\text{mm}$ 到12.4mm变化时的翘曲函数 Ψ 和弯曲扭转

剪切流的计算结果。

[0152] 在图23中, $t_f = 34\text{mm}$, 在图24中, $t_f = 16\text{mm}$, 在图25中, $t_f = 14\text{mm}$, 在图26中, $t_f = 12.4\text{mm}$ 。

[0153] 随着接近 $t_f = 12.4\text{mm}$, 弯曲扭转剪切流与翘曲函数 Ψ 一起接近于0。弯曲扭转剪切流表示因弯曲扭转力矩产生的剪切应力的分布。

[0154] 图27是表示使 t_f 的值从 34mm 到 12.4mm 而以 mm 单位减少的情况下, 以 $t_f = 34\text{mm}$ 的情况为100而以 % 表示翘曲常数 Ψ_0 、弯曲扭转剪切流常数 q_w0 、弯曲扭转截面系数 C_{bd} 及扭转截面系数 J_t 的计算结果的图。横轴是 t_f 。

[0155] 关于翘曲量和弯曲扭转剪切应力的的大小的 Ψ_0 和 q_w0 朝向翘曲0的点而急剧减少。 C_{bd} 和 J_t 也减少。 J_t 减少的影响重大。 J_t 是变形抑制的主角, 其减少导致变形的增加, 根据 (应力) = (形状系数) $\times$ (变形量) $\times$ (弹簧常数) 的关系, 很可能抵消翘曲 (形状系数) 的减少效果。 J_t 能够通过截面的形状变更而进行加强。

[0156] 例如, 通过 L_f 的增加能够实现自重减少。以翘曲 = 0 计, 理论自重变得极小, 但是最适设计的翘曲减少的目的是成本的削减。成本的构成主要因素是材料费、加工费、搬运费、现场建设费等各种费用, 未必自重最小就会导致成本最小。例如, 存在向应力增加部分嵌入特别定制板厚的高强度材料而维持最小重量的选择项目。然而, 由于材料费和加工费上升, 因此增加自重而维持材料强度的方案可能在成本上有利。

[0157] 作为截面应力, 以扭转、弯曲扭转、翘曲、弯曲等结构物的整体变形所产生的应力为对象。然而, 也需要应对作用水压引起的门板或防挠曲材料的弯曲、作用于支承部或支承端的支承反力引起的局部弯曲等局部应力。因此, 以翘曲0计划的结构没有最小自重的保证。现实的情况是, 从多个计划案中的最优方案选择是得到最适设计的常用手段, 因此最适设计的选择中, 通过向翘曲0条件的接近线和以 J_t 加强为目的的形状变更线所制成的面状范围成为对象。该考虑方法作为本发明, 背景是维持在根据最适设计而求出 (薄壁闭截面上的任意点的板厚) $\times$ (从薄壁闭截面的剪切中心向该点的切线引出的垂线的长度) 的值的范围的一定值附近的情况。最适设计是近似地满足翘曲0, 且主要在成本的方面有利的设计。

[0158] (2) 透镜型截面

[0159] 图28表示透镜型薄壁闭截面。

[0160] H_g 是透镜门高。 r 是薄壁半径。 β 是薄壁角度。 t 是薄壁板厚。 s 是剪切中心。 i 和 o 都是薄壁半径 r 的中心。

[0161] 由于剪切中心 s 与图心一致, 因此翘曲0的条件式 (5) 成为式 (7) 那样。

[0162]
$$\eta(\alpha) = (r - L(s, i)) \div (r - L(s, i) \times \cos(\alpha)) \quad (7)$$

[0163] $\eta(\alpha)$ 是翘曲0条件板厚相对于薄壁板厚 t 的比率。 α 是薄壁半径 r 与线段 oi 所成的角度, $0 \leq \alpha \leq \beta$ 。 $L(s, i)$ 是线段 si 。

[0164] 图29是图28的透镜型薄壁截面的翘曲函数和弯曲扭转剪切流。翘曲量和垂直应力的分布与翘曲函数成比例, 弯曲扭转剪切应力的分布与弯曲扭转剪切流的坐标图成比例。

[0165] 图30的右侧表示对于11部位 (11个 α), 通过式 (7) 算出的透镜型薄壁截面的板厚。若透镜型薄壁截面的板厚如图30那样, 则弯曲扭转被去除, 图29的剪切流和翘曲消失。(课题3)

[0166] 标号说明

- [0167] 1 水闸门 (扭转结构体)
- [0168] 1R 分割后的右侧水闸门 (第一部分)
- [0169] 1L 分割后的左侧水闸门 (第二部分)
- [0170] 14 轨道
- [0171] 15 轨道的头部 (凸状圆弧)
- [0172] 17 辊
- [0173] 20 辊的滑动部 (凹状圆弧)
- [0174] 27 扭转力矩传递棒 (接头)
- [0175] 28 扭转力矩承受孔 (接头)
- [0176] 100 轴式支承

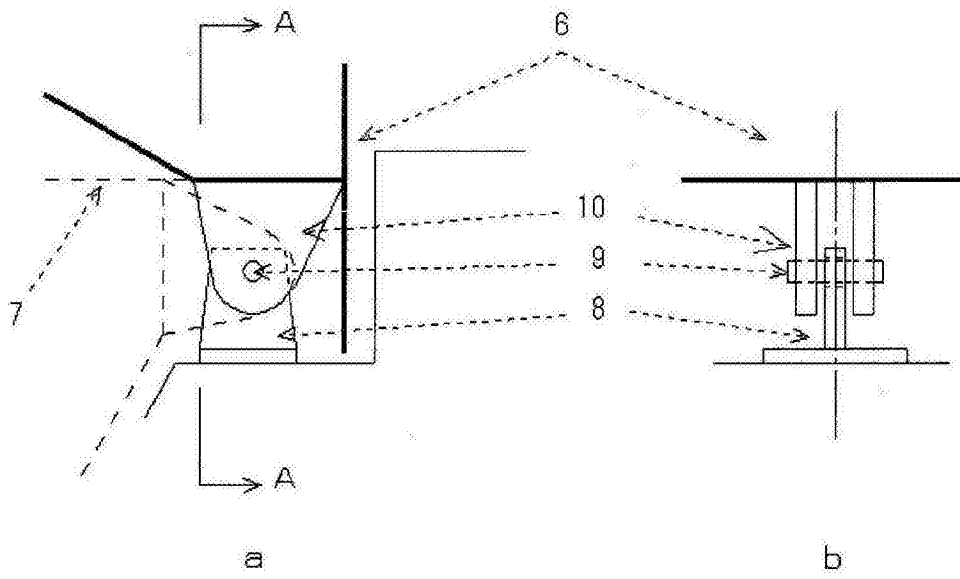


图1

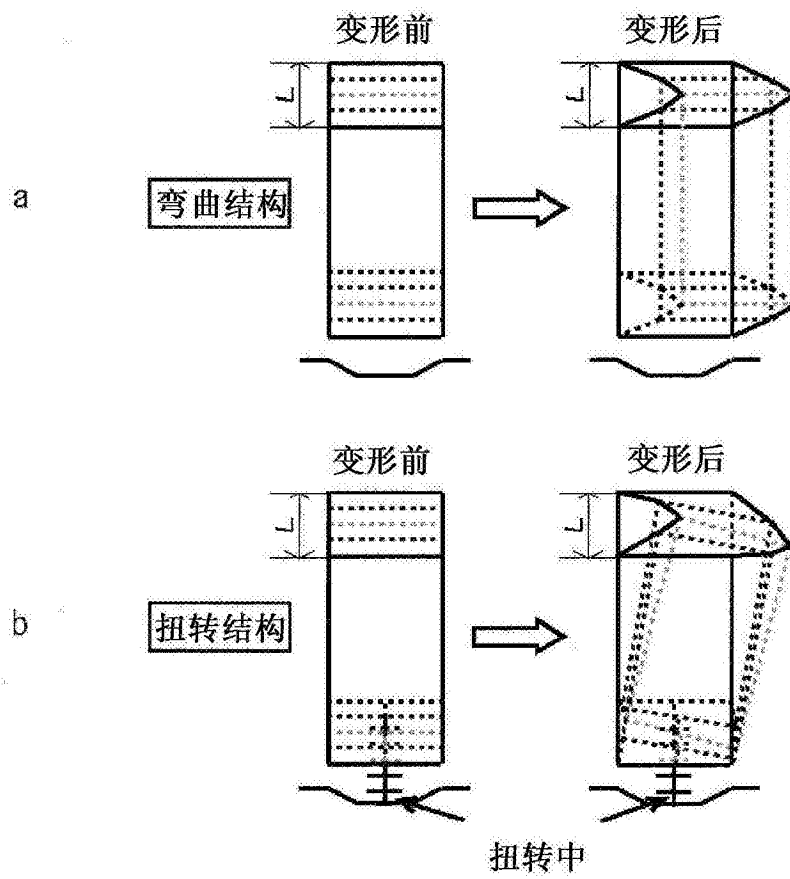


图2

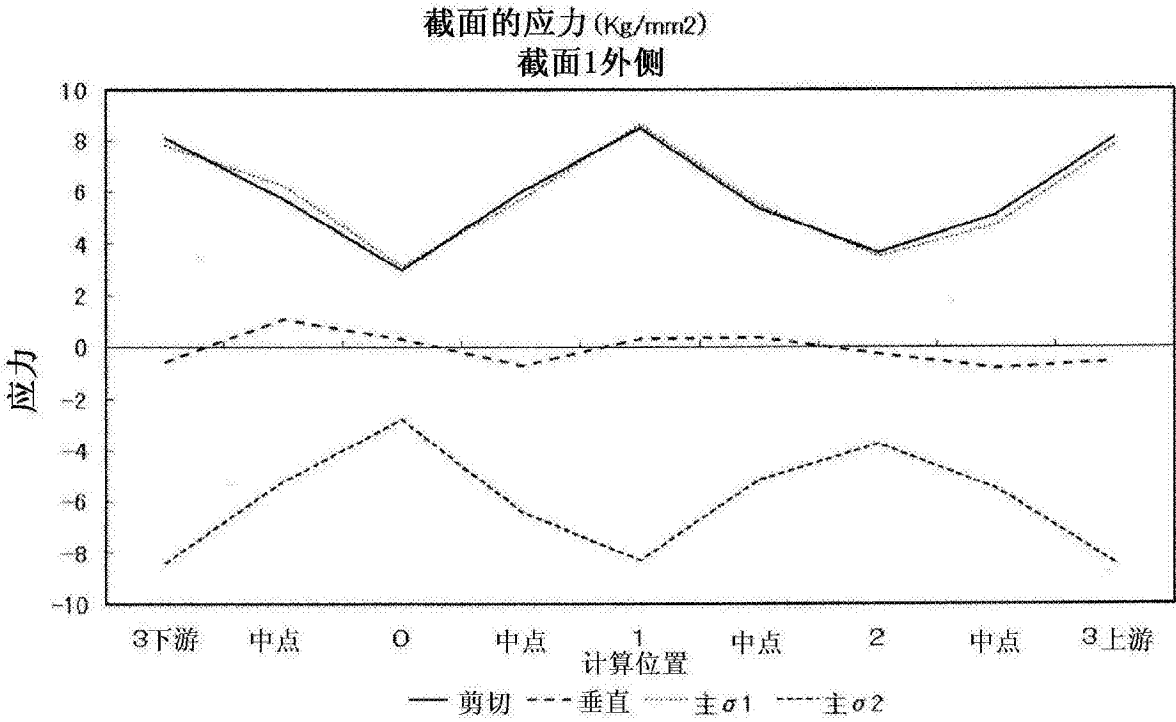


图5

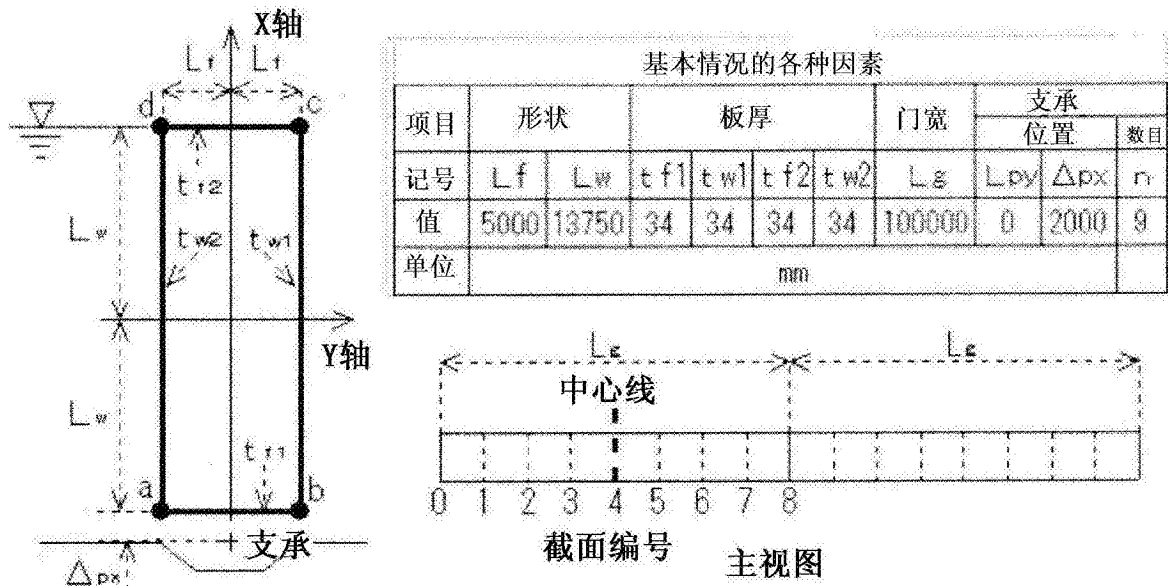


图6

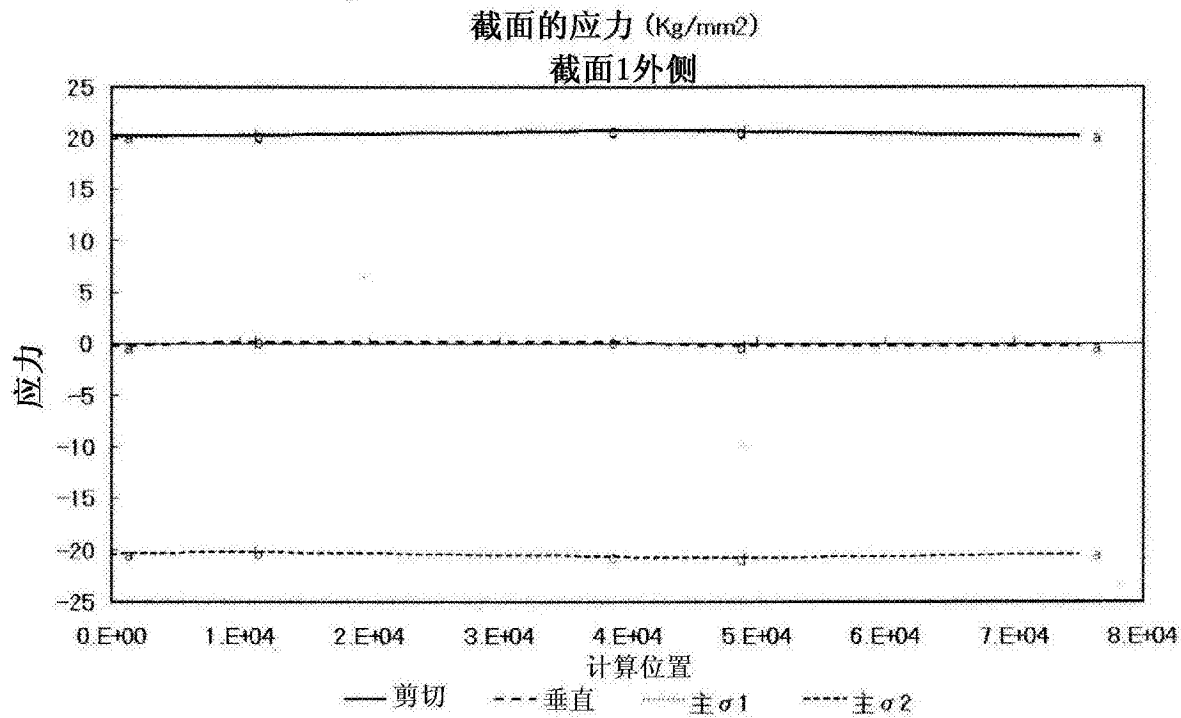


图7

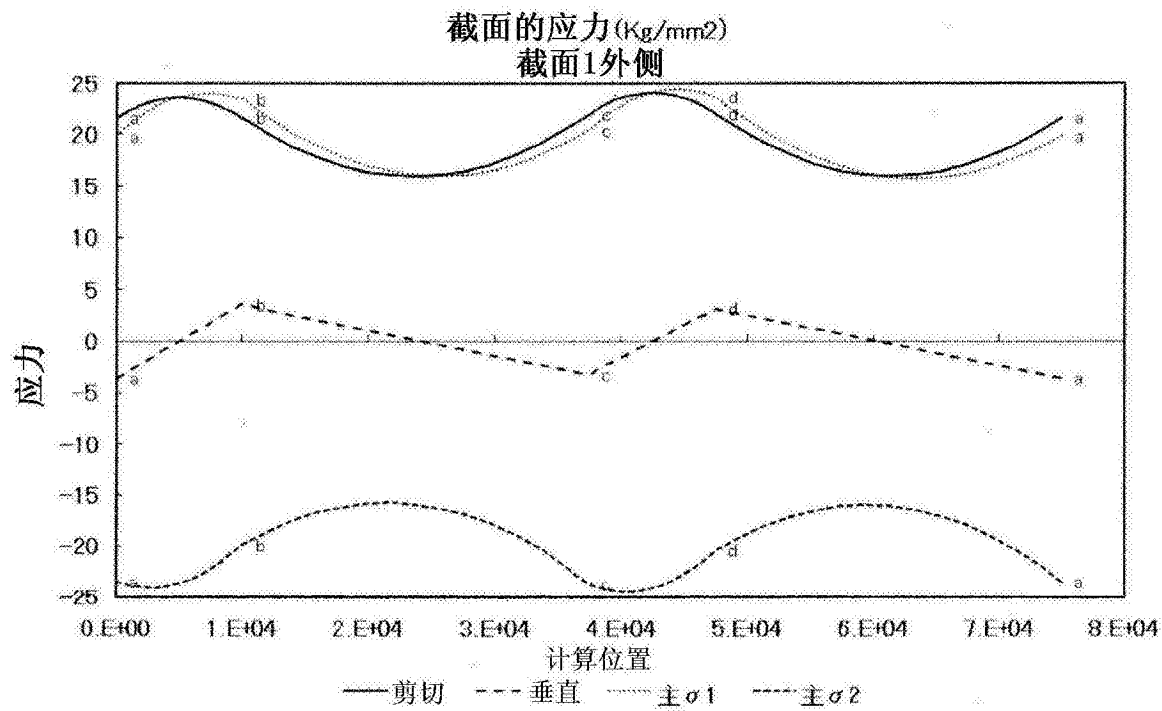


图8

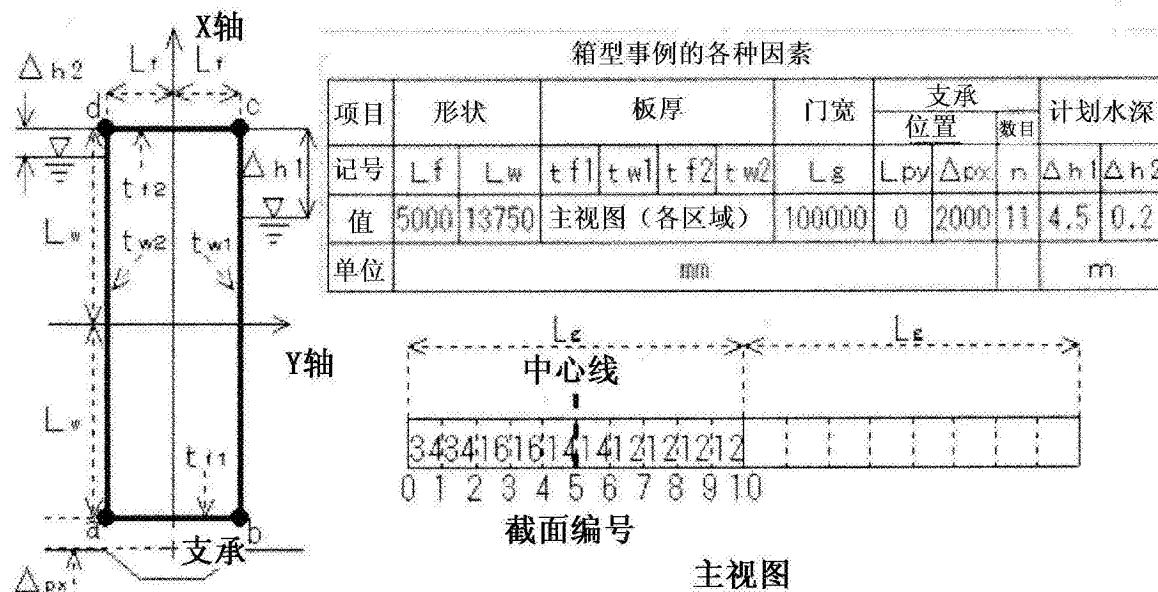


图9

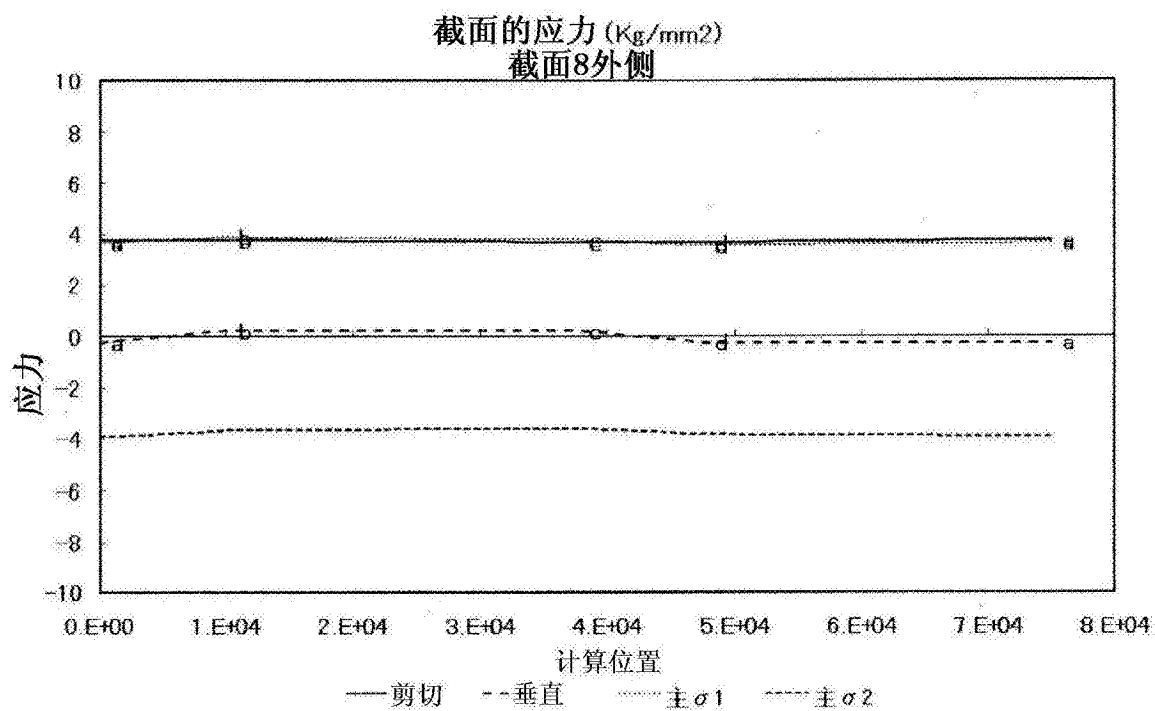


图10

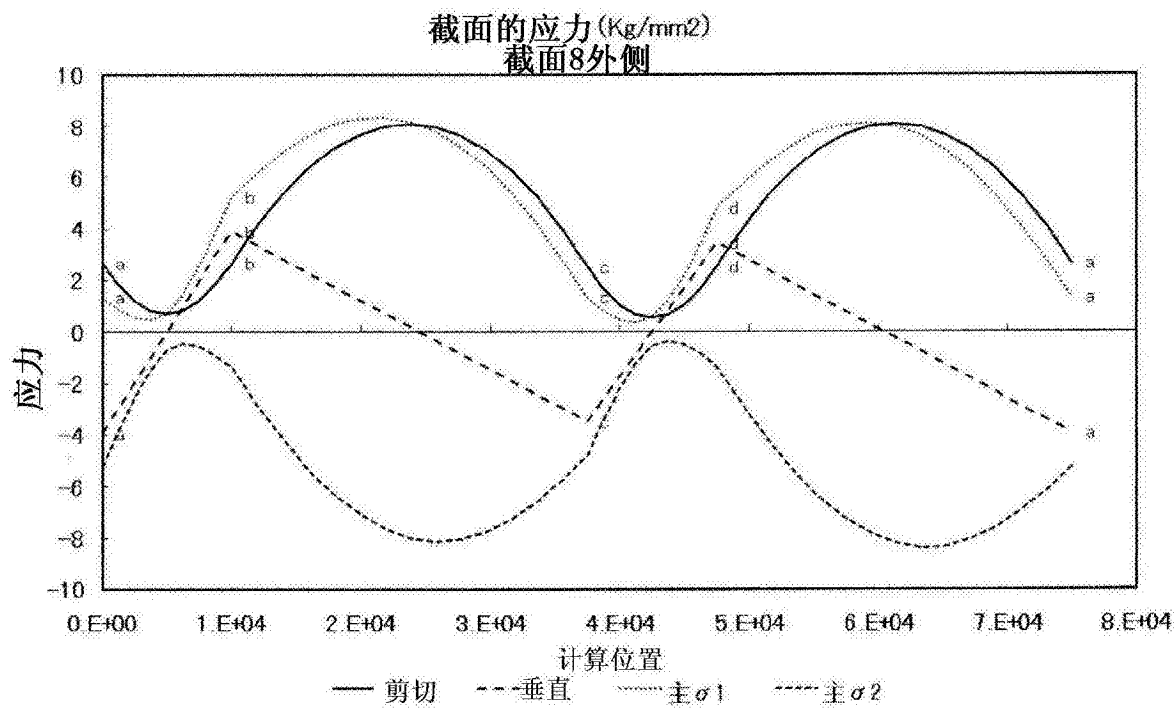


图11

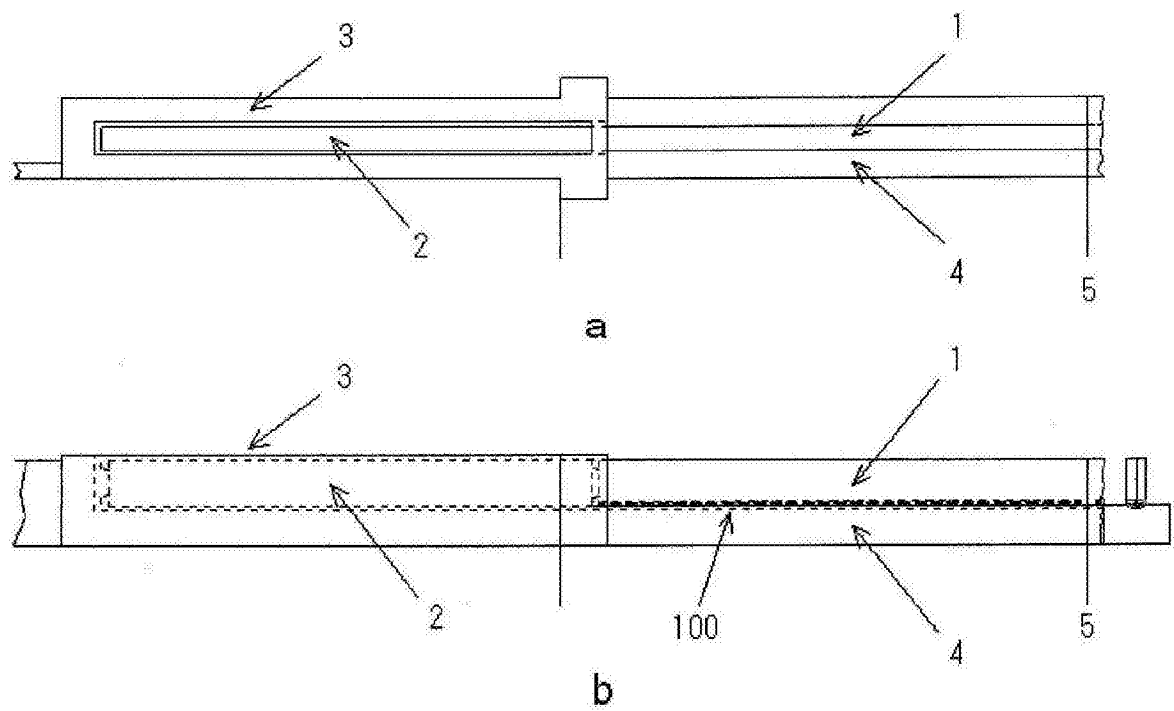


图12

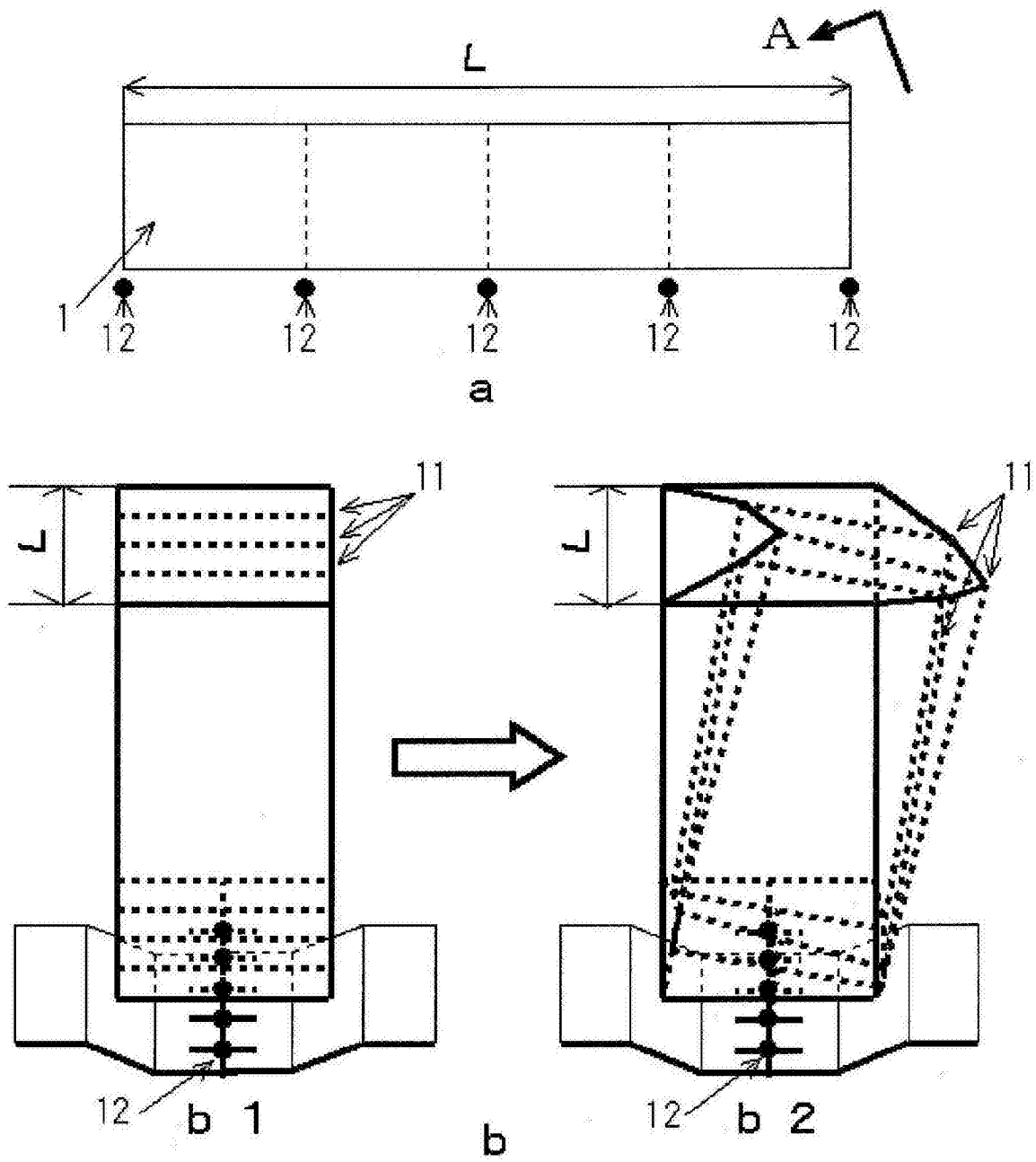


图13

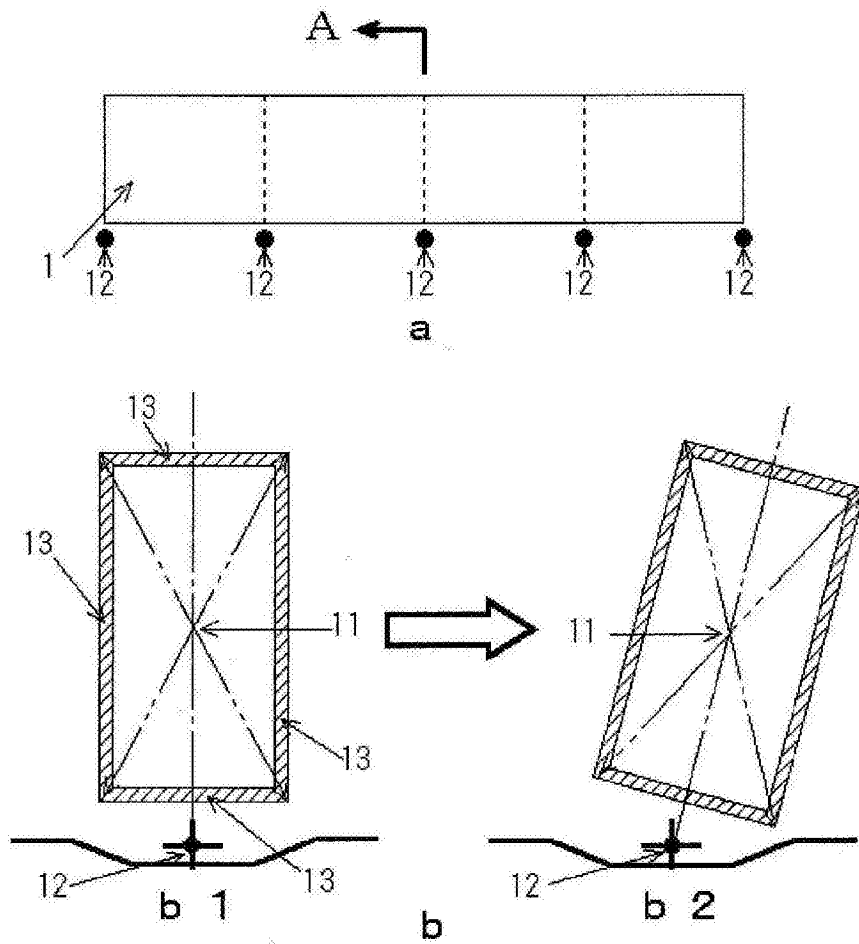


图14

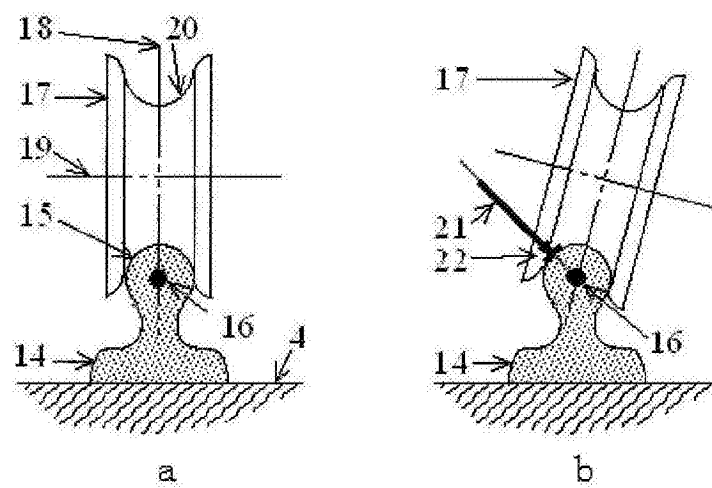


图15

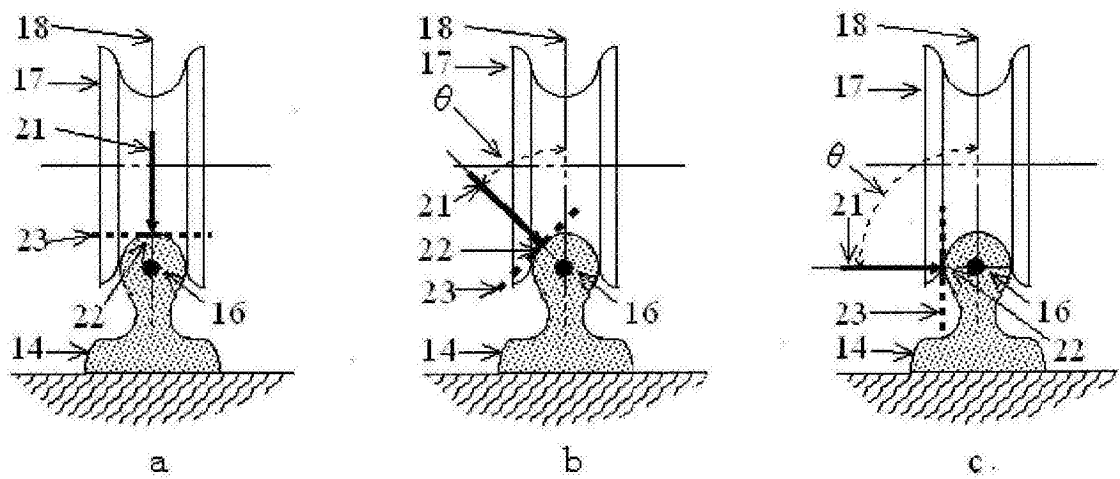


图16

θ (度)	$90 - \theta$ (度)	摩擦力 (tf)	上行防止力 (tf)
0	90	0	1000
45	45	707	707
90	0	1000	0

图17

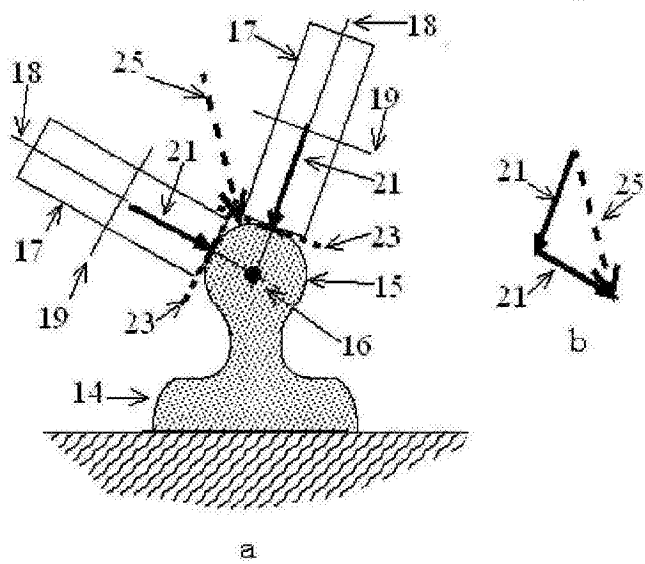


图18

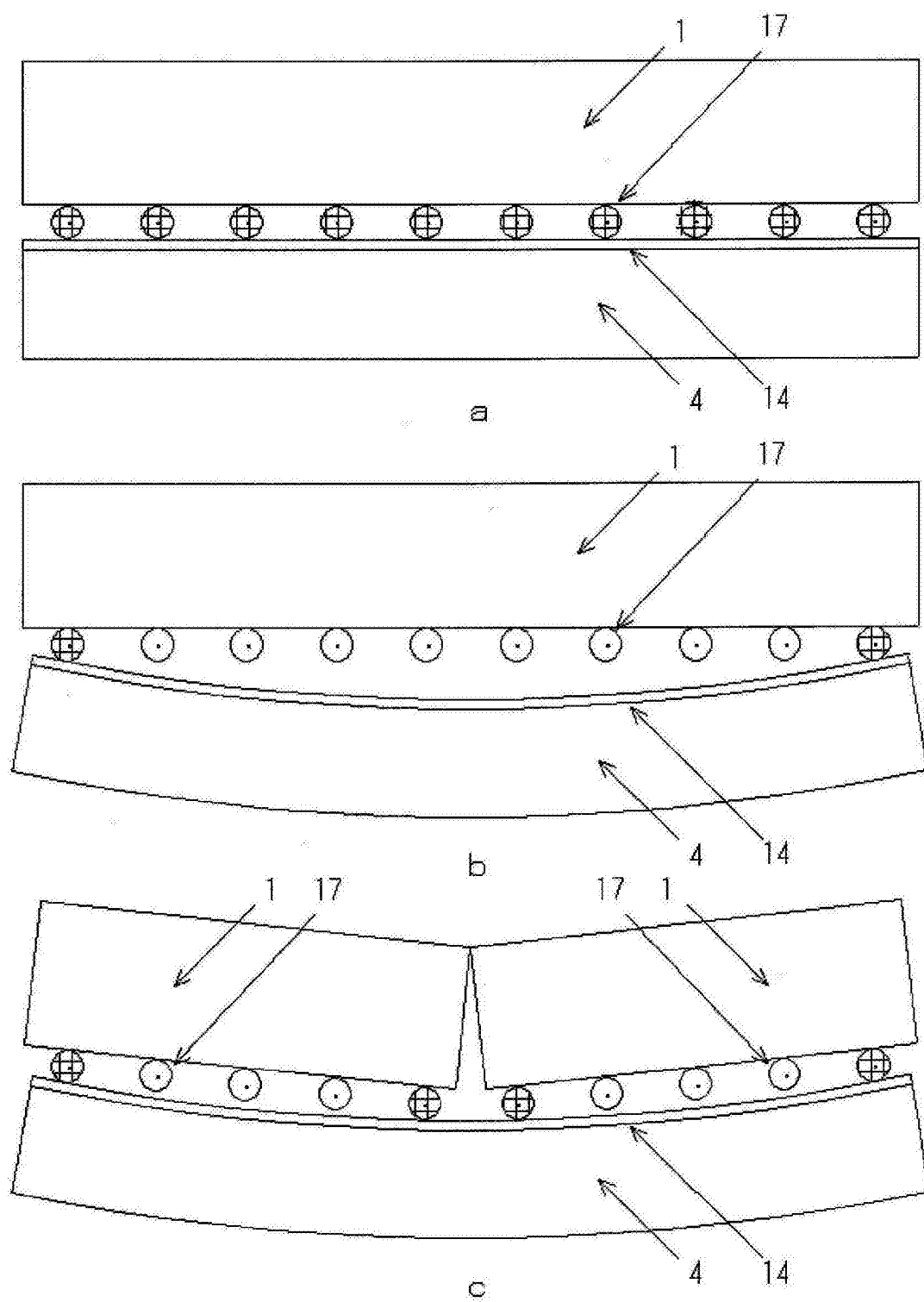


图19

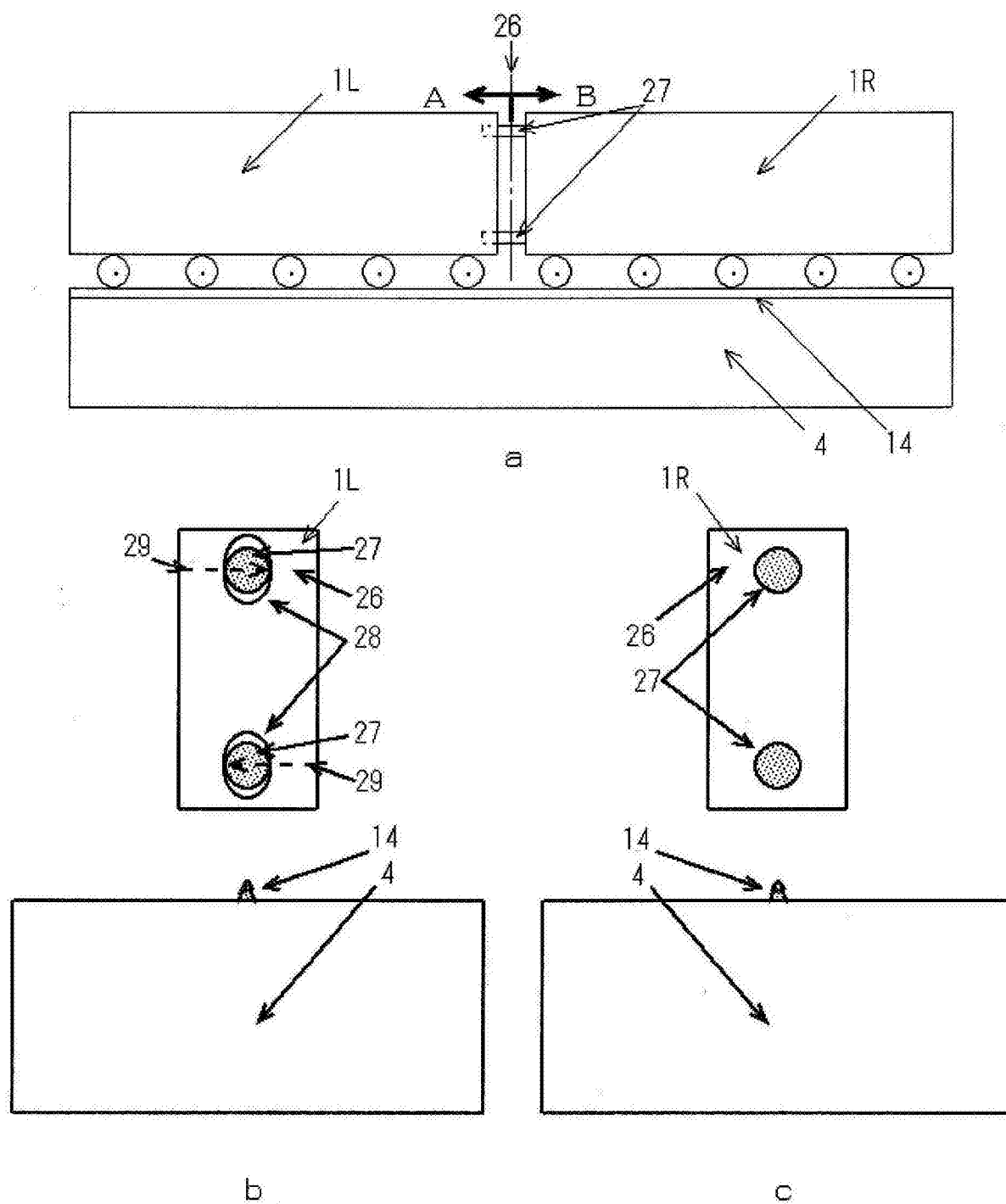


图20

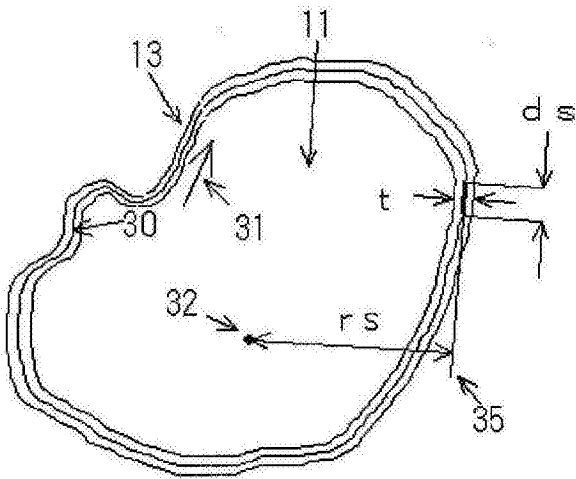
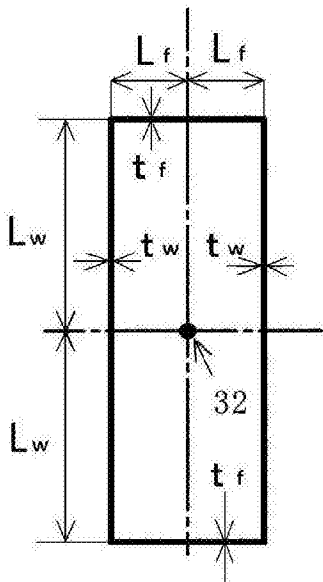


图21



箱型截面的尺寸		
记号	值	单位
Lf	5000	mm
Lw	13750	
tf	34	
tw	34	

图22

弯曲扭转剪切流和翘曲 (板面0, 外侧+)

lf=5m, lw=13.75m, tf1=tw1=tf2=tw2=34mm

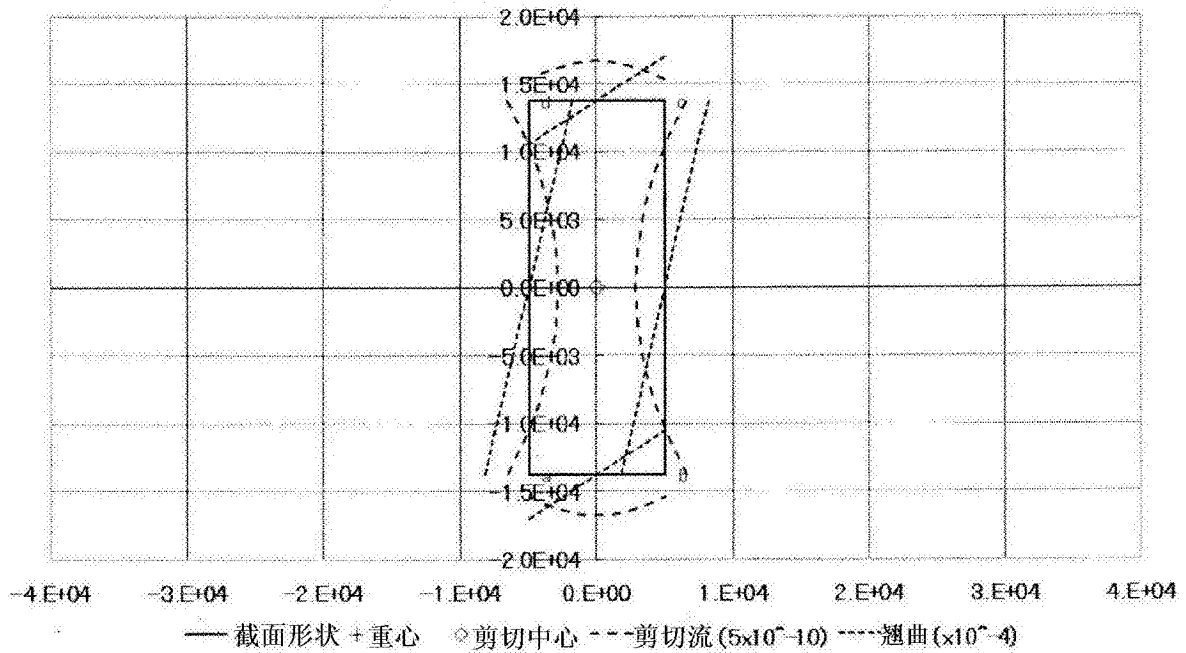


图23

弯曲扭转剪切流和翘曲 (板面0, 外侧+)

lf=5m, lw=13.75m, tf1=tf2=16, tw1=tw2=34mm

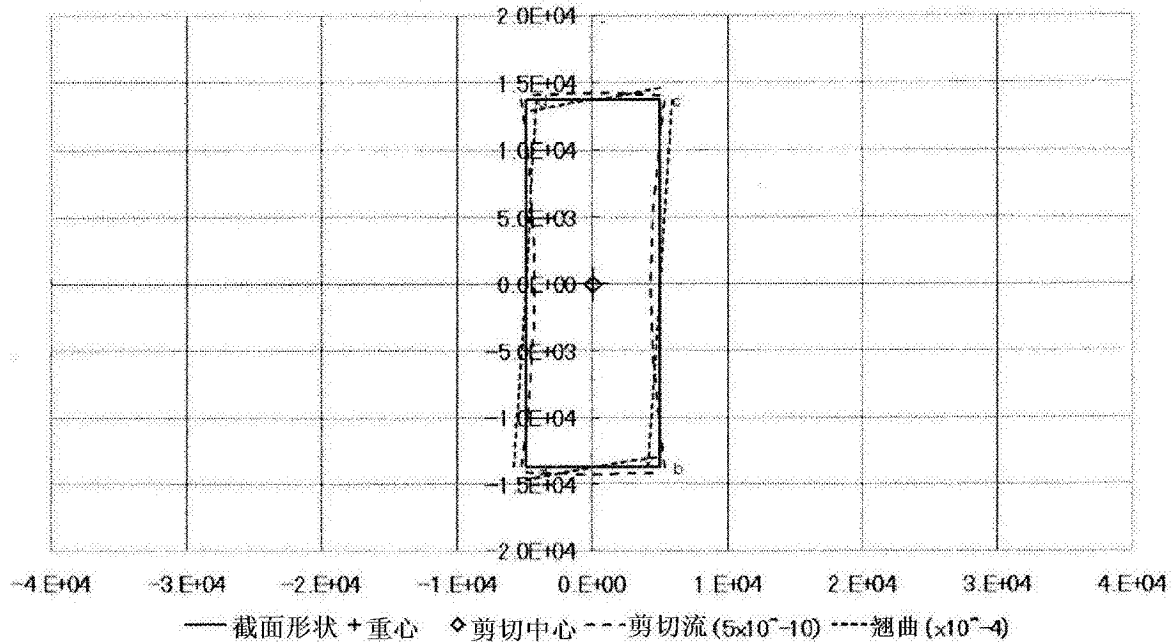


图24

弯曲扭转剪切流和翘曲 (板面0, 外侧+)

lf=5m, lw=13.75m, tf1=tf2=14, tw1=tw2=34mm

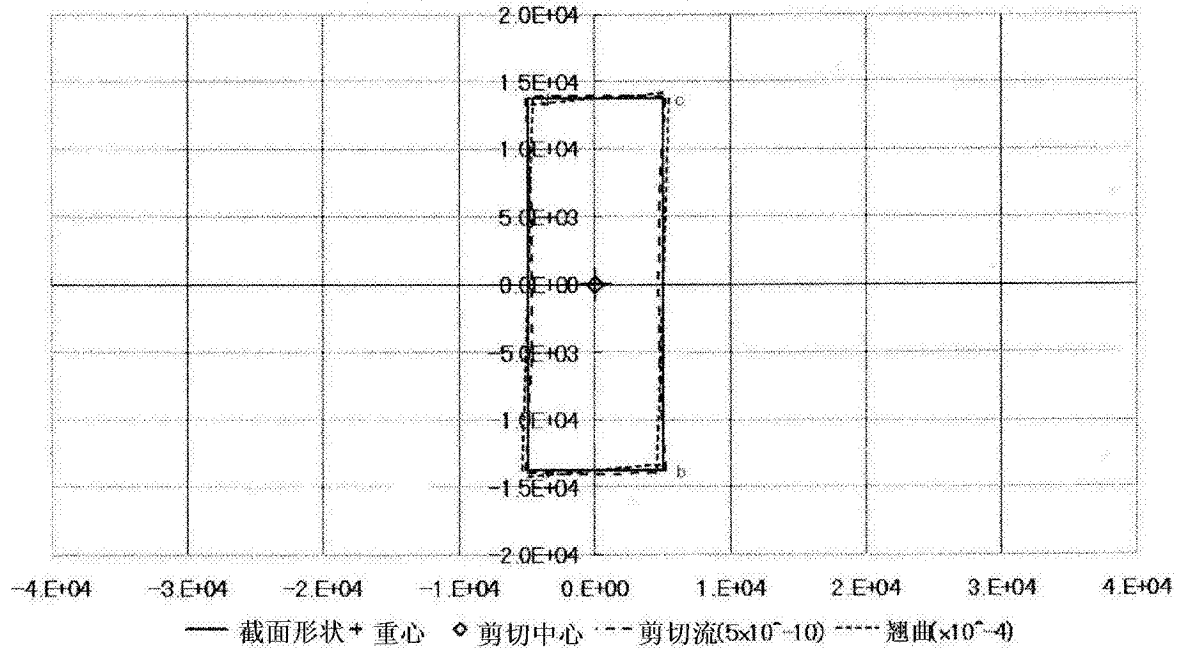


图25

弯曲扭转剪切流和翘曲 (板面0, 外侧+)

lf=5m, lw=13.75m, tf1=tf2=12.4mm, tw1=tw2=34mm

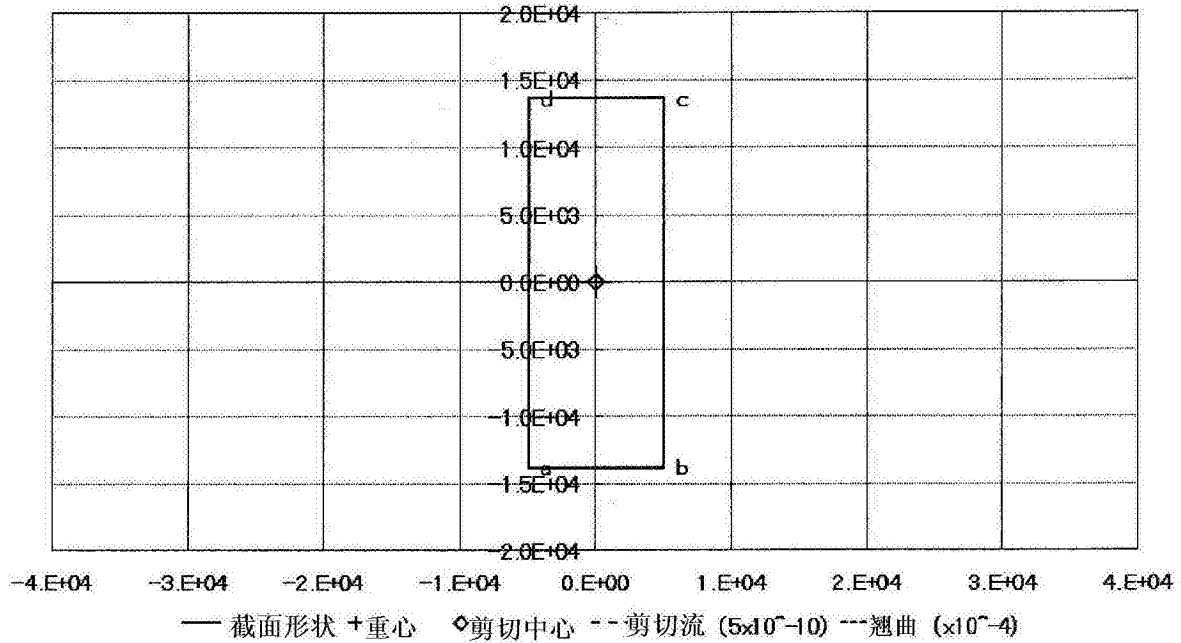


图26

形状系数和截面系数
(翘曲0条件)

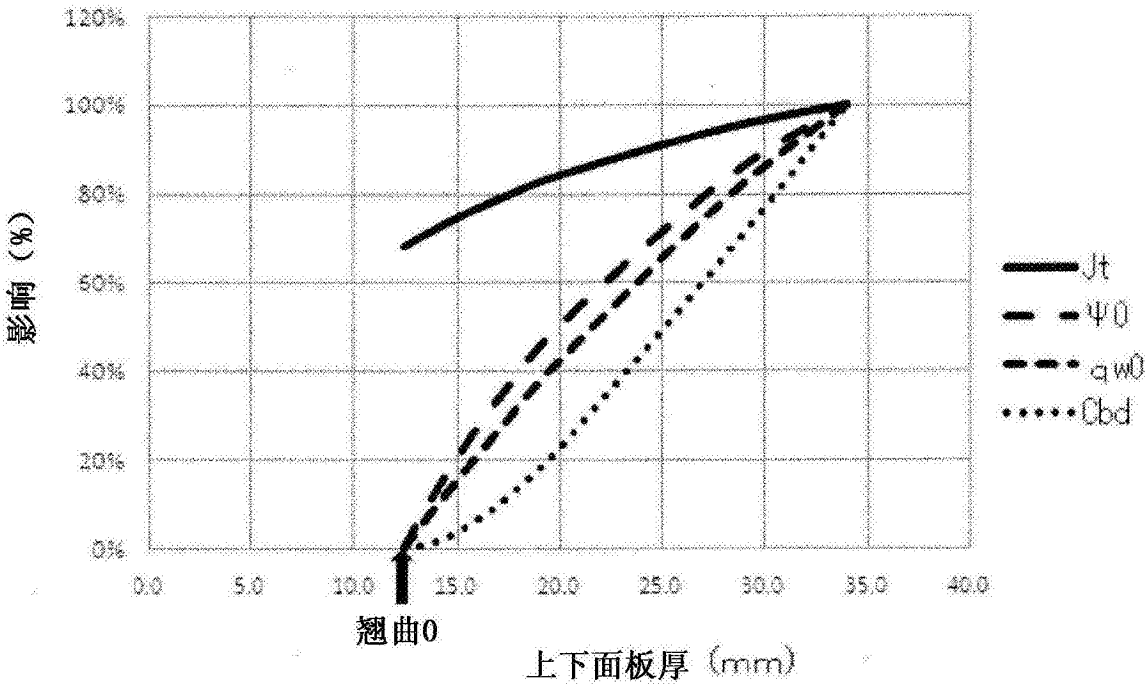


图27

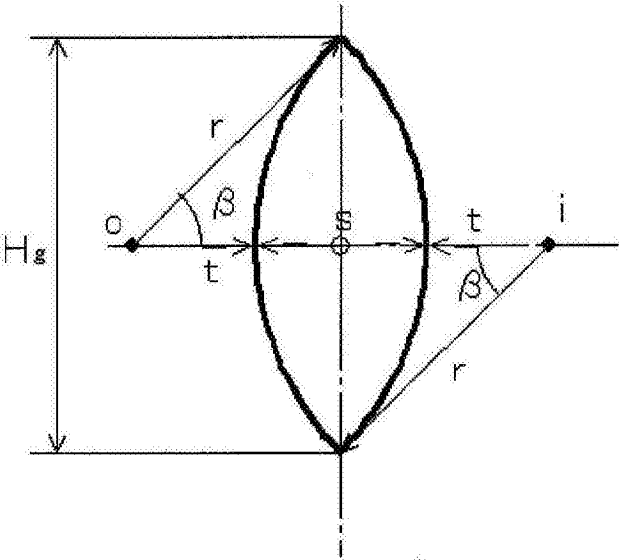


图28

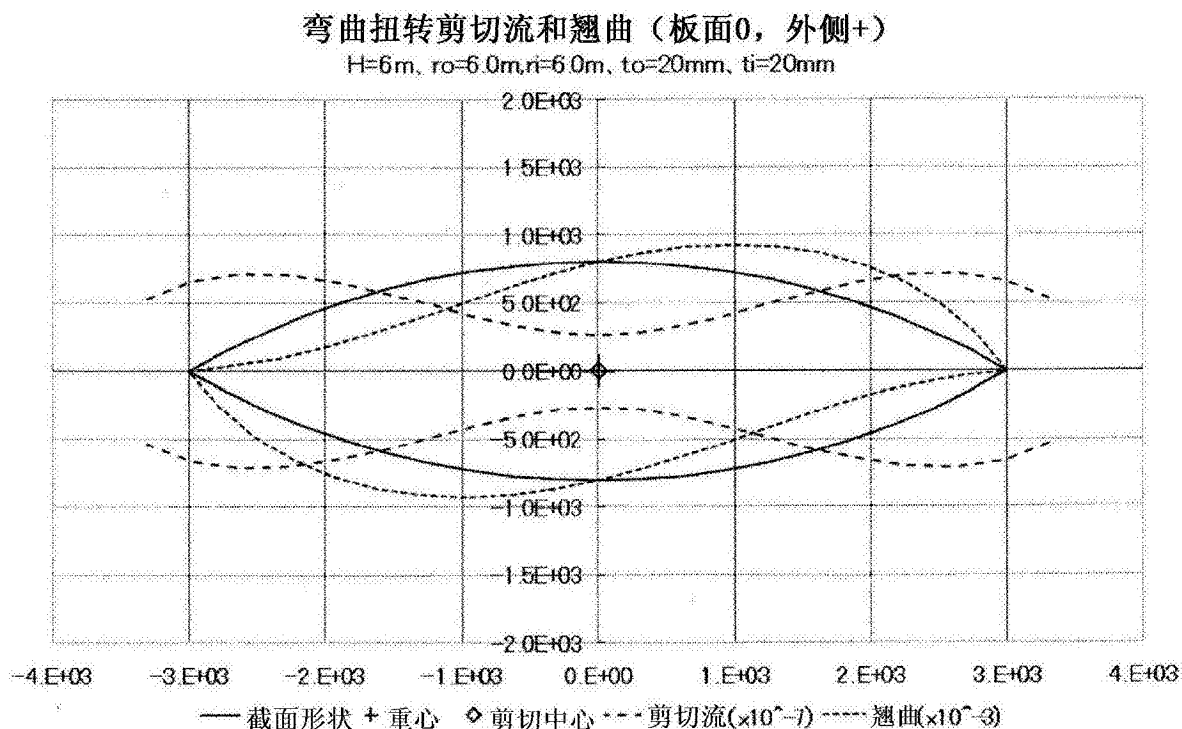
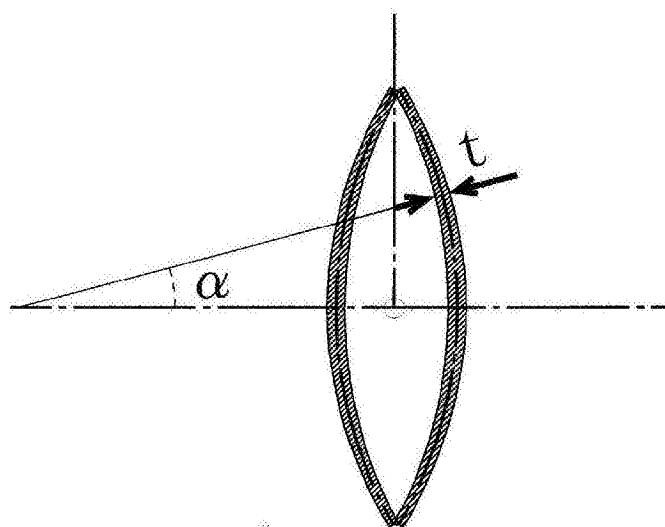


图29

**翘曲0板厚的计算结果
(透镜型截面)**



NO	α°	α	比率 η	t mm
0	0	0	1.000	20.0
1	3	0.052	0.991	19.8
2	6	0.105	0.966	19.3
3	9	0.157	0.926	18.5
4	12	0.209	0.876	17.5
5	15	0.262	0.819	16.4
6	18	0.314	0.760	15.2
7	21	0.367	0.700	14.0
8	24	0.419	0.641	12.8
9	27	0.471	0.587	11.7
10	30	0.524	0.536	10.7

图30