

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F01D 5/14 (2006.01)

F01D 5/20 (2006.01)

F01D 5/22 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580013870.1

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100404792C

[22] 申请日 2005.4.19

[21] 申请号 200580013870.1

[30] 优先权

[32] 2004.4.30 [33] EP [31] 04101875.5

[86] 国际申请 PCT/EP2005/051720 2005.4.19

[87] 国际公布 WO2005/106206 英 2005.11.10

[85] 进入国家阶段日期 2006.10.30

[73] 专利权人 阿尔斯通技术有限公司

地址 瑞士巴登

[72] 发明人 乔斯·玛·安圭索拉·麦克菲特

因戈尔夫·舒尔茨 迪尔克·威廉

[56] 参考文献

US5460486A 1995.10.24

DE10336863A1 2004.3.25

EP1413712A 2004.4.28

US6491498B1 2002.12.10

US5201850A 1993.4.13

审查员 吴 斐

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 琼

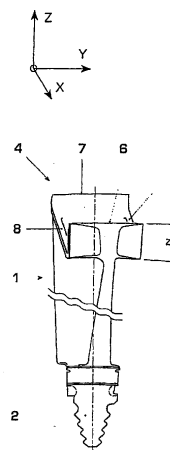
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

燃气轮机叶片叶冠

[57] 摘要

根据本发明，一种燃气轮机叶片叶冠(4)包括平台部(5)和一个或多个翼片(6, 7)以及侧向导轨(8)，翼片朝着定子延伸，侧向导轨(8)径向朝着定子并且沿着平台部(5)的边缘延伸。在叶片叶冠(4)的侧向区域中增加的壁厚实现了刚度的增加并且实现了在燃气轮机操作过程中变形的降低。由于壁厚的局部增加，叶片叶冠(4)的质量仍然被最小化，从而机械负荷没有显著增加。侧向导轨(8)另外提高了相邻叶片的对齐，并且减少了高温气体泄漏到叶片叶冠(4)和定子之间的腔室中的可能性。侧向导轨(8)具有这样的轮廓形状，该轮廓形状考虑到刚度和机械负荷被优化，并且适合于铸造。根据本发明具有侧向导轨(8)的叶片叶冠(4)具有更长的使用寿命。



1. 一种燃气轮机叶片叶冠(4)，包括平台部(5)和一个或多个翼片(6, 7)，所述翼片从平台部(5)径向向外延伸，

其特征在于，

侧向导轨(8)径向向外并且沿着平台部(5)的一个或两个边缘延伸，所述边缘与叶片排中相邻叶片(1')的平台部相对，并且侧向导轨(8)具有梯形轮廓形状，所述梯形轮廓形状具有上部宽度(c)和底部宽度(d)，其中底部宽度(d)与上部宽度(c)的比率 d/c 在从 0.2 到 5 的范围中，并且梯形侧向导轨(8)具有高度(h)，其中比率 $2h/(c+d)$ 在从 1 到 6 的范围中，并且其中平台部(5)的厚度(s)在 0.8 和 4 毫米之间的范围中。

2. 一种燃气轮机叶片叶冠(4)，包括平台部(5)和一个或多个翼片(6, 7)，所述翼片从平台部(5)径向向外延伸，

其特征在于，

侧向导轨(8)径向向外并且沿着平台部(5)的一个或两个边缘延伸，所述边缘与叶片排中相邻叶片(1')的平台部相对，并且侧向导轨(8)具有半圆形或者大约 1/4 圆形的轮廓，并且其中平台部(5)的厚度(s)在 0.8 和 4 毫米之间的范围中。

3. 一种燃气轮机叶片叶冠(4)，包括平台部(5)和一个或多个翼片(6, 7)，所述翼片从平台部(5)径向向外延伸，

其特征在于，

侧向导轨(8)径向向外并且沿着平台部(5)的一个或两个边缘延伸，所述边缘与叶片排中相邻叶片(1')的平台部相对，并

且侧向导轨（8）具有矩形轮廓，并且平台部（5）的厚度（s）在0.8和4毫米之间的范围中。

4. 如权利要求3所述的燃气轮机叶片叶冠（4）

其特征在于，

所述矩形侧向导轨（8）具有高度（H1，H2）和宽度（B1，B2），其中每个侧向导轨（8）的高度（H1，H2）与宽度（B1，B2）的比率在1-5的范围中。

5. 如权利要求2所述的燃气轮机叶片叶冠（4），

其特征在于，

具有半圆形轮廓的侧向导轨（8）具有高度（h）和曲率半径（R1），其中高度（h）与曲率半径（R1）的比率在从3到5的范围中，并且从侧向导轨（8）到平台部（5）具有弯曲的过渡部分，并且所述弯曲的过渡部分具有曲率半径（R2），其中过渡部分的曲率半径（R2）与侧向导轨轮廓的曲率半径（R1）的比率在从0.1到3.5的范围中。

6. 如权利要求2所述的燃气轮机叶片叶冠（4），

其特征在于，

大约1/4圆形的侧向导轨（8）具有宽度（m）和曲率半径（R1），其中宽度（m）与曲率半径（R1）的比率在从0.35到2的范围中。

7. 如权利要求1或2或3所述的燃气轮机叶片叶冠（4），

其特征在于，

翼片（6，7）具有高度（z），并且侧向导轨（8）具有高度（H，h），其中翼片（6，7）的高度（z）与侧向导轨（8）的高度（H，h）的比率（z/h，z/H）在从1.5到11的范围中。

8. 如权利要求 1 或 2 或 3 所述的燃气轮机叶片叶冠 (4),
其特征在于,

叶片叶冠 (4) 包括从翼片 (6, 7) 到侧向导轨 (8) 的弯曲的过渡部分 (Rf_1, Rf_2), 其中过渡部分 (Rf_1, Rf_2) 的曲率半径在从 1 毫米到翼片 (6, 7) 的高度 (z) 的数值的一半的范围中。

9. 如权利要求 1 或 2 或 3 所述的燃气轮机叶片叶冠 (4),
其特征在于,

翼片 (6, 7) 的末端和叶片叶冠 (4) 的联结面涂覆有磨损保护覆层。

10. 如权利要求 1 或 2 或 3 所述的燃气轮机叶片叶冠 (4),
其特征在于,

叶片叶冠 (4) 的高温气体侧涂覆有热保护覆层。

11. 如权利要求 1 或 2 或 3 所述的燃气轮机叶片叶冠 (4),
其特征在于,

叶片叶冠 (4) 的高温气体侧涂覆有氧化/腐蚀保护覆层和/或热障覆层。

12. 一种制造如权利要求 1 或 2 或 3 所述的燃气轮机叶片叶冠的方法, 其特征在于, 应用下列方法中的一种或多种: 焊接、铸造、钎焊、等离子喷涂、机加工、立体光刻、或者电镀方法。

燃气轮机叶片叶冠

技术领域

本发明涉及一种燃气轮机叶片叶冠，并且尤其涉及一种关于它的机械刚度和部件的使用寿命的改进。

背景技术

燃气轮机叶片包括叶片叶冠以控制叶片末端和定子之间的泄漏流动并且使其最小化，并且限制振动强度。叶片叶冠通常包括平台部以及一个或多个翼片，所述平台部在基本平行于与叶片末端相对的定子的平面中延伸，所述翼片沿圆周延伸并且径向向外朝着定子延伸。叶片叶冠的平台部的形状通常设计成它的边缘平行于相邻的叶片叶冠平台部的边缘。为了在燃气轮机操作过程中承受高的热负荷，叶片叶冠通过冷却液冷却，冷却液流经叶冠的平台部内的冷却系统，所述冷却系统与叶片内部的中空的冷却腔流体连通。这种类型的叶片叶冠例如在 EP 1083299 中公开。

叶片叶冠的设计目前适应于使叶冠使用寿命最大化，同时使成本最小化。叶冠的使用寿命被离心力造成的机械应力所限制。这种应力目前通过使平台部的壁厚最小化而被减小，所述平台部同样公知为叶冠腹板。然而由于制造和装配公差，具有薄的壁厚的叶片叶冠可能不会与相邻叶片的叶片叶冠对齐，即使所述公差被保持的极小，这也会发生。另外的配合不当是由在燃气轮机操作过程中由于热负荷以及机械负荷造成的叶冠平台部的变形造成。两个相邻的

叶片叶冠之间的配合不当允许高温气体进入定子和叶片叶冠之间的腔室。叶冠通常利用这样的材料设计，所述材料在直到低于高温气体的温度的温度的情况下具有抗蠕变性和防氧化能力。高温气体的进入因此使得叶冠、相邻的静止部件和运动部件过早失效。

发明内容

本发明的目的是设计一种燃气轮机叶片叶冠，所述叶冠解决了与相邻叶片叶冠的配合不当相联系的问题，并且具有提高的使用寿命。

燃气轮机叶片叶冠包括平台部，所述平台部例如在这样的平面中延伸，所述平面基本同与叶片末端相对的定子的轮廓相匹配，并且根据本发明，所述叶冠包括侧向导轨，所述侧向导轨径向地并且沿着平台部的一个或两个边缘延伸，所述边缘与燃气轮机的相邻的叶片叶冠的平台部相对。

壁厚的增加导致部件的刚度根据壁厚的三次方而增加。根据本发明的叶片叶冠具有限制到平台部的侧向区域的增加的壁厚。因此，实现了增加刚度的优点，并且导致在燃气轮机操作过程中沿着径向向外方向的变形和弯曲的降低。然而，壁厚的增加被局部化，从而它不会造成叶冠质量的显著增加，并且不会显著增加机械负荷。

相邻的叶片叶冠平台部的侧向导轨的充分的重叠具有另外的优点：与叶冠的高温气体侧上的压力相比，叶冠的径向外侧的压力保持为较高。这防止高温气体进入叶冠腔室中，并且因此提高了冷却效果。

虽然侧向区域中的壁厚增加了，但叶冠平台部的主体的壁厚

被保持的很小，因此使得需要最少的平台部冷却。

根据本发明的侧向导轨设计具有另外的优点：由于沿着径向方向的增加的尺寸，相邻叶片叶冠之间的配合不当发生的可能性较小。

侧向导轨的形状和轮廓根据下面的参数设计：直接影响刚度的径向高度，将保持为最小的质量，使得部件可以后续进行机加工的制造。

对于本发明的下面的实施例，给出了叶片叶冠的形状和尺寸。

叶片叶冠的第一实施例包括具有半圆形或者 $1/4$ 圆形的轮廓的侧向导轨。

第二实施例包括具有矩形轮廓形状的侧向导轨。

第三实施例包括具有梯形轮廓的侧向导轨。

在所有的实施例中，宽度与高度的比率以及曲率半径在从属权利要求中给定的范围内。

它们根据刚度的增加作为导轨的高度和宽度的函数进行选择。

在叶片叶冠的另一个实施例中，沿圆周延伸的翼片的轮廓形状使得从翼片到侧向导轨具有光滑的过渡部分。

附图说明

图 1 示出了根据本发明的具有叶片叶冠的燃气轮机叶片的透视图，所述叶片叶冠具有翼片和侧向导轨，

图 2 示出了叶片叶冠的俯视图，

图 3 示出了叶片叶冠根据图 2 中的 III-III 的横截面视图，

图 4 示出了根据本发明的具有侧向导轨的两个相邻叶片，

图 5a、b、c 示出了根据本发明的多个不同实施例的侧向导轨的详细的横截面视图，

图 6 示出了叶片叶冠的侧视图以及从翼片到侧向导轨的过渡部分。

具体实施方式

图 1 示出了燃气轮机叶片 1 的透视图，叶片 1 包括叶片根部 2、叶片叶冠 4，叶片从所述根部 2 延伸到叶片末端，叶冠 4 设置在所述末端上，所述叶冠具有平台部 5 并且基本平行于沿着径向方向 z 与叶片末端相对的部件延伸。叶冠包括第一和第二翼片 6 和 7，第一和第二翼片 6、7 相对于燃气轮机的转子（未示出）沿着径向方向 z 和切向方向 y 延伸。侧向导轨 8 基本轴向地沿着 x 方向在前部和后部翼片 6 和 7 之间延伸。侧向导轨 8 沿着切向方向 y 靠近相邻叶片的侧向导轨。由于侧向导轨沿着高度方向在高于平台部的平面上方延伸，因此相邻叶片叶冠的径向重叠相比没有侧向导轨的叶片叶冠的重叠更大。例如，平台部可具有数毫米的厚度。所制造的叶片的长度的公差连同将叶片安装在转子上的公差等于对于数毫米的叶片叶冠的径向位置的公差。因此，不具有侧向导轨以及最小化的公差的叶片叶冠不会与相邻的叶片叶冠对齐，从而在它们之间产生配合不当或者间隙，高温气体会穿过所述间隙泄漏到叶片叶冠外侧的腔室中。这种气体会使得叶片叶冠受到损坏，并且使用寿命缩短。在所述公差存在的情况下，具有给定高度的侧向导轨因此能够提供增大的重叠，并且确保不会发生气体泄漏。

翼片 6 和 7 具有给定的高度 z ，所述高度与侧向导轨的高度相比优选在给定的比率中，如图 2 所示。

图2示出了沿着朝着转子的径向向内的方向观察的叶片叶冠4的俯视图。其示出了根据本发明的叶片叶冠平台部5、翼片6和7以及侧向导轨8。

图3示出了根据本发明的第一实施例的叶片叶冠4在图2所示的III-III横截面中的剖视图以及均具有矩形轮廓的侧向导轨8，所述导轨8具有给定的宽度B1和B2以及给定的高度H1和H2。如上所述，平台部的厚度优选为数毫米，例如在0.8和4毫米之间，以使叶冠的质量以及产生的离心力最小化。对于给定的平台部厚度s，高度与宽度的比率例如H1/B1在1和5之间的范围中，优选为2。高度与宽度的优选比率可以随着s的不同值而改变。部件的刚度随着厚度的三次方而增加，或者在这种情况下随着侧向导轨的高度的三次方而增加。它还随着侧向导轨的宽度而线性增加。

比率2代表最优值，以防止侧向导轨沿着横向切向方向并且沿着径向向外方向的弯曲。翼片的高度z和侧向导轨的高度H1或H2的比率z/H1或z/H2在1.5和11之间的范围中，优选在3和8或6和8的范围中。这是对于图3和图5a-c中所示的任一种轮廓形状的情况。

图4示出了具有图3的叶片叶冠的叶片1以及相邻叶片1'的叶冠，图3的叶片叶冠具有侧向导轨8，叶片1'的叶冠具有侧向导轨8'，其中侧向导轨8和8'的径向位置微微地配合不当。由于侧向导轨8、8'的足够的高度，所述配合不当不会导致气体能够穿过的间隙。

图5a示出了根据本发明的第二实施例的侧向导轨在与图3相同的横截面中的剖视图。侧向导轨8的轮廓具有半圆形，所述半圆形具有半径R1。从侧向导轨到平台部5的过渡部分的形状被设计

成具有曲率半径 R_2 。两个半径的比率 R_2/R_1 在 0.1 和 3.5 之间的范围中。这个曲率对于机械强度来说是有利的，并且避免了尖角，在尖角处，会发生高强度的应力或者负荷，并且裂缝可能首先发生在尖角处。

图 5b 示出了根据本发明的第三实施例的轮廓，该轮廓具有半径为 R_1 的大约 1/4 圆形以及到平台部 5 的过渡部分中的曲率半径 R_2 。 R_2/R_1 的比率保持与根据图 5a 的轮廓所给定的比率相同。尺寸 m 被限定为在平台部边缘和从 R_1 到 R_2 的过渡部分之间的垂直于导轨侧面的距离。比率 m/R_1 在 0.35 到 2 的范围中。在图 5a 和 5b 的实施例中，侧向导轨具有整体高度 h ，其中对于上述给定的平台部的壁厚 s 来说， h/R_1 的比率优选在 3 和 5 之间的范围中。

图 5c 示出了根据本发明的另一个实施例。侧向导轨 8 具有梯形的轮廓。它的尺寸为：上部或者径向外表面的宽度为 c ，梯形底部的宽度为 d ，所述尺寸彼此相关：比率 d/c 在 0.2 和 5 之间的范围中。梯形具有高度 h ，所述高度与宽度 c 和 d 相关： $2h/(c+d)$ 具有在 1 和 6 之间的范围中的值。平台部厚度 s 再次在上面给定的范围中。这种形状特别适合，因为它铸造方便。

图 6 示出了具有翼片 6、7 以及侧向导轨 8 的叶片的侧视图。同样是因为机械强度的原因并且考虑避免从尖角产生破裂，从翼片到侧向导轨的过渡部分是圆形的。曲率半径 R_{f1} 和 R_{f2} 在从 1 毫米到翼片高度 z 的值的一半的范围中。

在所有实施例中，平台部的壁厚或者可以是在从 0.8 到 4 毫米的范围内的恒定值，或者可以在相同的数值范围内逐渐变小。

在上述任一个实施例中，翼片的末端以及在燃气轮机的操作过程中彼此接触的相邻叶冠的面（同样公知为联结面）可以利用摩

损保护面覆层涂覆，以提高侧向导轨的耐磨性能，所述覆层例如碳化铬 CrC 或者立方氮化硼 CBN。

叶片叶冠的高温气体侧适合地利用氧化/腐蚀保护覆层和/或热保护覆层涂覆，所述热保护覆层例如现有技术的热障覆层(TBC)。根据本发明的叶片叶冠可以通过任何适合的方法制造，例如通过铸造，可能需要后续加工。其它可行的制造方法是焊接、钎焊、铸造、等离子喷涂、机加工、立体光刻 (stereo lithographic)、以及电镀方法，可以利用其中一种或多种方法。

取决于叶片叶冠在燃气轮机内的位置，叶片叶冠另外可以不进行冷却，或者可以通过现有技术的方法进行冷却，例如薄膜冷却、对流冷却、来自叶冠本身、定子的冲击冷却、或者其它已知方法。

附图标记列表：

- 1 叶片
- 2 叶片根部
- 3
- 4 叶片叶冠
- 5 叶片叶冠平台部
- 6 第一翼片
- 7 第二翼片
- 8 侧向导轨
- H 矩形侧向导轨的高度
- B 矩形侧向导轨的宽度
- h 圆形侧向导轨的高度
- m 圆形侧向导轨的宽度
- s 平台部的壁厚

R1	圆形侧向导轨的曲率半径
R2	过渡部分的曲率半径
c, d	梯形侧向导轨的宽度
Rf ₁ , Rf ₂	从翼片到侧向导轨的过渡部分的曲率半径
z	翼片高度

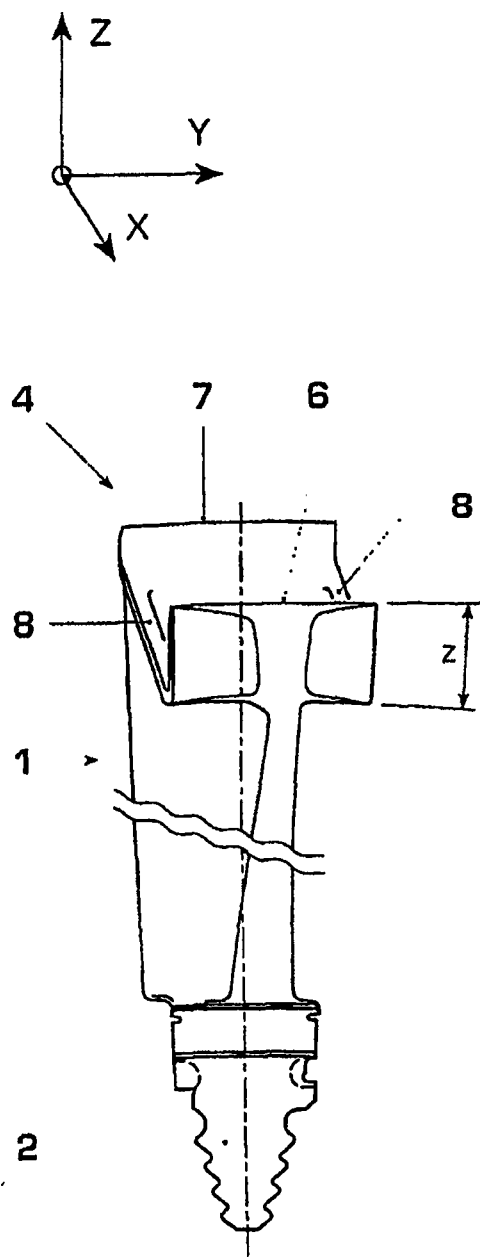


图1

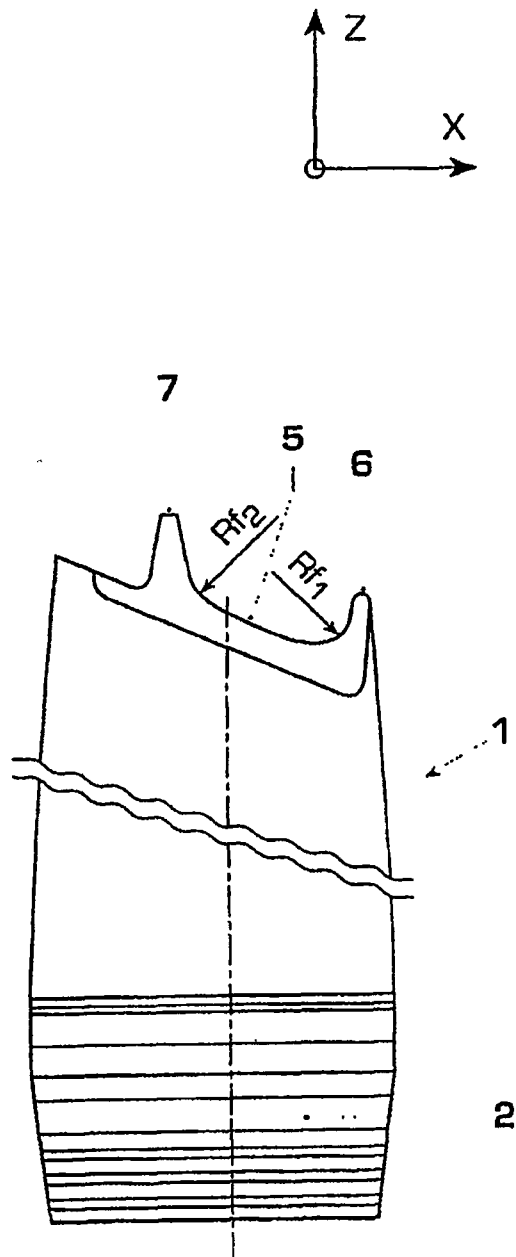
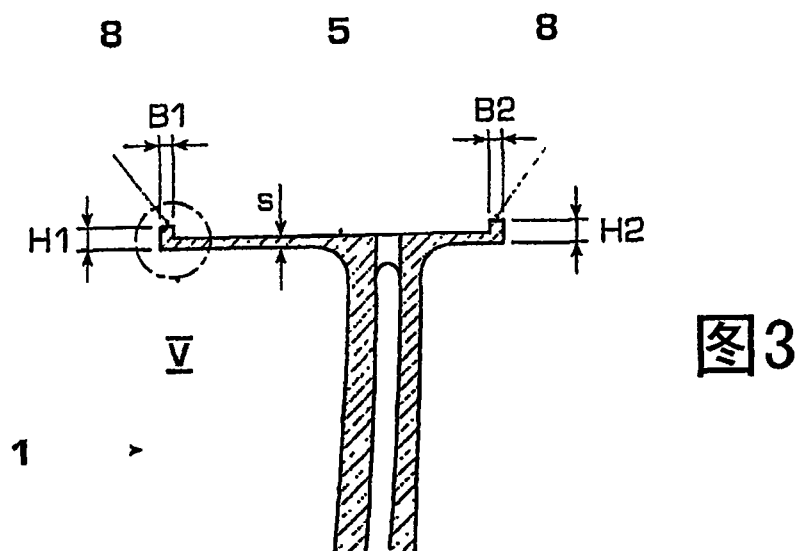
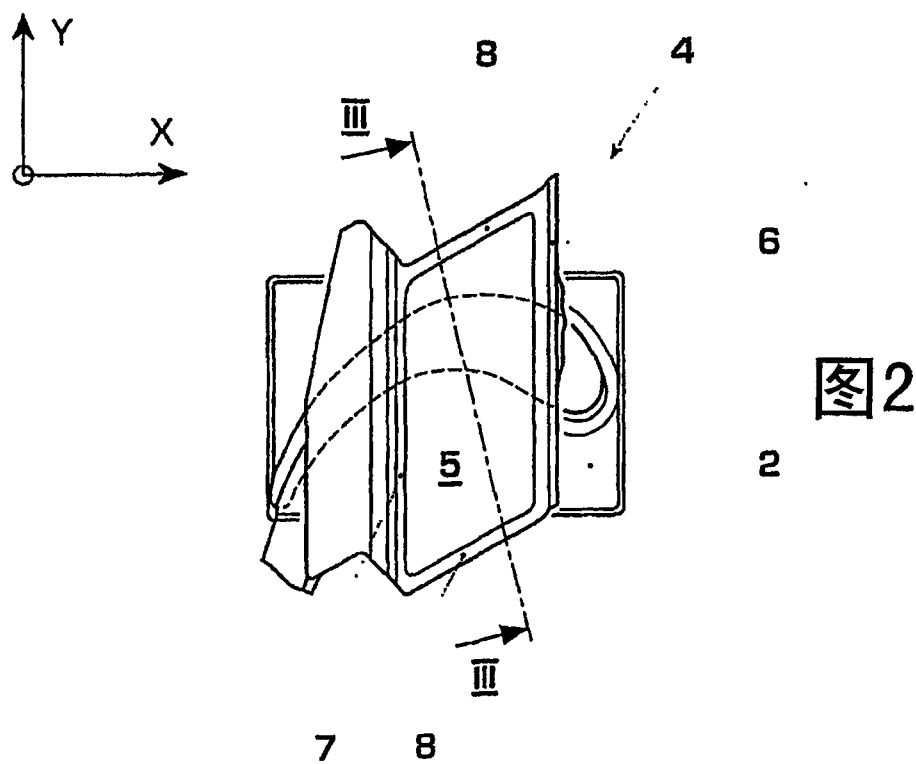


图6



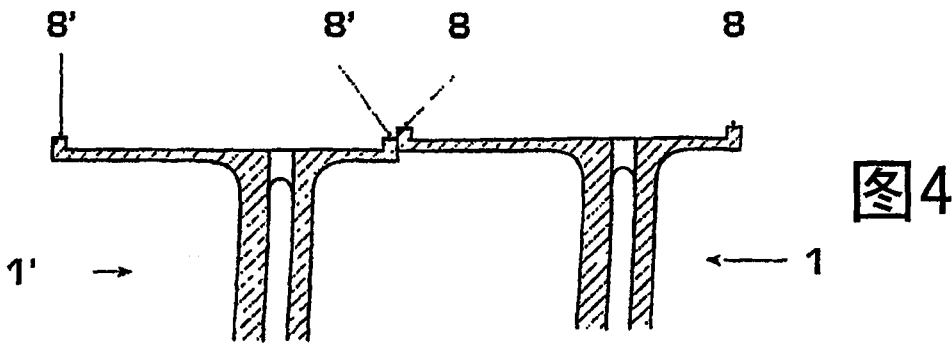


图4

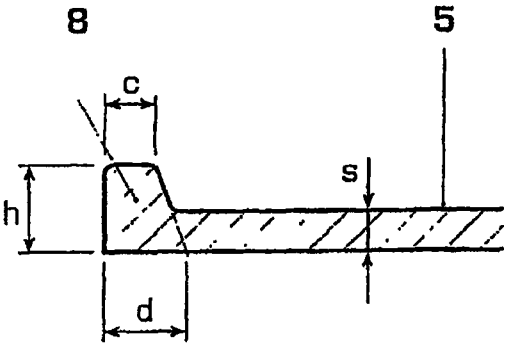


图5a

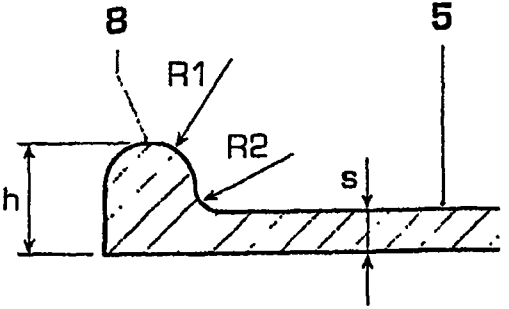


图5b

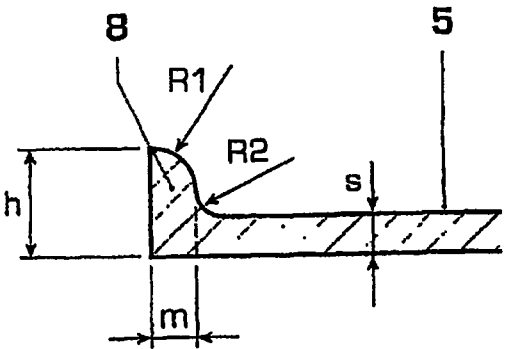


图5c