



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204476482 U

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201420807476. 1

(22) 申请日 2014. 12. 19

(30) 优先权数据

14/135884 2013. 12. 20 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 R. 舒罕 S. 索尼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李强 肖日松

(51) Int. Cl.

F01D 5/16(2006. 01)

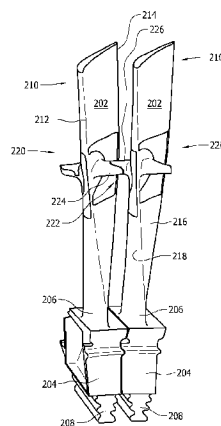
权利要求书2页 说明书9页 附图10页

(54) 实用新型名称

用于旋转机器的叶片和旋转机器

(57) 摘要

本实用新型涉及用于旋转机器的叶片和旋转机器。一种用于旋转机器的叶片包括翼型件,翼型件具有压力侧表面和相对的吸力侧表面。叶片还包括部分翼展式护罩的吸力侧区段,其联接到翼型件吸力侧表面上。当旋转机器运行时,限定在吸力侧区段的后缘与翼型件吸力侧表面相交处的第一点在限定在喉部与翼型件吸力侧表面相交处的第二点的上游。另外,限定在吸力侧区段的前缘与翼型件吸力侧表面相交处的第三点在限定在叶片的前缘处的第四点的下游。叶片进一步包括部分翼展式护罩的压力侧区段,其联接到翼型件压力侧表面上。限定在压力侧区段的后缘与翼型件压力侧表面相交处的第五点在第一点的下游。



1. 一种用于旋转机器的叶片,所述叶片包括:

翼型件,其包括压力侧表面和相对的吸力侧表面;

部分翼展式护罩的吸力侧区段,其联接到所述翼型件吸力侧表面上,使得:当所述旋转机器运行时,所述翼型件吸力侧表面的限定在所述吸力侧区段的后缘与所述翼型件吸力侧表面相交处的第一点在所述翼型件吸力侧表面的限定在喉部与所述翼型件吸力侧表面相交处的第二点的上游;以及使得所述翼型件吸力侧表面的限定在所述吸力侧区段的前缘与所述翼型件吸力侧表面相交处的第三点在所述翼型件吸力侧表面的限定在所述叶片的前缘处的第四点的下游;以及

所述部分翼展式护罩的压力侧区段,其联接到所述翼型件压力侧表面上,使得所述翼型件压力侧表面的限定在所述压力侧区段的后缘与所述翼型件压力侧表面相交处的第五点在所述第一点的下游。

2. 根据权利要求1所述的叶片,其特征在于,所述压力侧区段联接到所述翼型件压力侧表面上,使得限定在所述压力侧区段的前缘与所述翼型件压力侧表面相交处的第六点在所述第三点的下游。

3. 根据权利要求2所述的叶片,其特征在于,所述第五点和所述第六点之间的轴向距离大于或等于所述第一点和所述第三点之间的轴向距离。

4. 根据权利要求2所述的叶片,其特征在于,所述第五点和所述第六点之间的轴向距离小于所述第一点和所述第三点之间的轴向距离。

5. 根据权利要求1所述的叶片,其特征在于,所述吸力侧区段联接到所述翼型件吸力侧表面上,使得所述第三点在所述第四点的下游达大于或等于所述叶片的轴向弦长的5%的轴向距离。

6. 根据权利要求1所述的叶片,其特征在于,所述吸力侧区段包括吸力侧接口表面,并且所述压力侧区段包括压力侧接口表面,所述压力侧接口表面构造成与相邻叶片吸力侧接口表面在所述旋转机器运行时协作,以形成所述部分翼展式护罩。

7. 根据权利要求1所述的叶片,其特征在于,所述压力侧区段的最大厚度大于所述吸力侧区段的最大厚度。

8. 一种旋转机器,其包括:

联接到轴上的至少一个转子轮;以及

联接到所述至少一个转子轮上的多个叶片,所述叶片中的各个包括:

翼型件,其包括压力侧表面和相对的吸力侧表面;

部分翼展式护罩的吸力侧区段,其联接到所述翼型件吸力侧表面上,使得:当所述旋转机器运行时,所述翼型件吸力侧表面的限定在所述吸力侧区段的后缘与所述翼型件吸力侧表面相交处的第一点在所述翼型件吸力侧表面的限定在喉部与所述翼型件吸力侧表面相交处的第二点的上游;以及使得所述翼型件吸力侧表面的限定在所述吸力侧区段的前缘与所述翼型件吸力侧表面相交处的第三点在所述翼型件吸力侧表面的限定在所述叶片的前缘处的第四点的下游;以及

所述部分翼展式护罩的压力侧区段,其联接到所述翼型件压力侧表面上,使得所述翼型件压力侧表面的限定在所述压力侧区段的后缘与所述翼型件压力侧表面相交处的第五点在所述第一点的下游。

9. 根据权利要求 8 所述的旋转机器, 其特征在于, 所述压力侧区段联接到所述翼型件压力侧表面上, 使得限定在所述压力侧区段的前缘与所述翼型件压力侧表面相交处的第六点在所述第三点的下游。

10. 根据权利要求 9 所述的旋转机器, 其特征在于, 所述第五点和所述第六点之间的轴向距离大于或等于所述第一点和所述第三点之间的轴向距离。

11. 根据权利要求 9 所述的旋转机器, 其特征在于, 所述第五点和所述第六点之间的轴向距离小于所述第一点和所述第三点之间的轴向距离。

12. 根据权利要求 8 所述的旋转机器, 其特征在于, 所述吸力侧区段联接到所述翼型件吸力侧表面上, 使得所述第三点在所述第四点的下游达大于或等于所述叶片的轴向弦长的 5% 的轴向距离。

13. 根据权利要求 8 所述的旋转机器, 其特征在于, 所述吸力侧区段包括吸力侧接口表面, 并且所述压力侧区段包括压力侧接口表面, 所述压力侧接口表面构造成与相邻叶片吸力侧接口表面在所述旋转机器运行时协作, 以形成所述部分翼展式护罩。

14. 根据权利要求 8 所述的旋转机器, 其特征在于, 所述压力侧区段的最大厚度大于所述吸力侧区段的最大厚度。

用于旋转机器的叶片和旋转机器

技术领域

[0001] 本公开的领域大体涉及用于在旋转机器中使用的叶片或轮叶,并且更特别地涉及用于稳定这样的叶片的部分翼展式护罩。

背景技术

[0002] 至少一些已知的旋转机器(诸如蒸汽涡轮或燃气涡轮)包括大体限定在固定构件和旋转构件之间的流体流径。这样的已知旋转机器可包括固定导叶和旋转叶片,它们布置成交替的排,使得一排导叶和在下游不远处的一排叶片协作而形成“级”。各个级可包括多个固定导叶和多个旋转叶片,固定导叶联接到固定构件上成周向阵列,沿径向向内延伸到流体流径中,旋转叶片联接到旋转构件上成周向阵列,并且沿径向向外延伸到流体流径中。导叶定向成以期望的角度将流体流引导到下游不远处的一排叶片中。已知叶片包括翼型件,翼型件可从流体中提取能量,从而形成驱动旋转构件和附连的负载(例如发电机或泵)所需的功率。

[0003] 在至少一些已知旋转机器中,旋转构件的旋转速度例如可在旋转机器的低压级中引起不合需要的量的振动和/或轴向扭转。为了限制这种振动和/或轴向扭转,至少一些已知叶片包括部分翼展式护罩,部分翼展式护罩在各个叶片的尖部和根部区段之间的中间径向距离处从翼型件延伸。部分翼展式护罩典型地联接到各个叶片翼型件的各个压力侧(凹形)和吸力侧(凸形)上,使得在旋转机器的运行期间,在相邻叶片上的沿周向相邻的部分翼展式护罩在旋转构件的旋转期间彼此接触。

[0004] 典型地,部分翼展式护罩联接到各个叶片的吸力侧和各个相邻叶片的压力侧上,使得部分翼展式护罩的前缘和后缘基本平行于叶片的旋转方向。换句话说,如果沿着径向方向,从叶片尖部上方且朝叶片根部看相邻叶片,部分翼展式护罩前缘全部都大致在一条直线上,而且部分翼展式护罩后缘全部都大致在一条直线上。在这种定向中,这样的对称的部分翼展式护罩的后缘部分可至少部分地在相邻叶片之间的流径的喉部内延伸。也就是说,护罩可延伸到相邻叶片之间的最小横截面流径面积的位置,并且导致从流体中提取功的效率有损失。另外,因为使部分翼展式护罩进一步延伸到喉部区域中将是不合需要的,所以这样的对齐的部分翼展式护罩可对各个叶片的后缘提供非常小的结构支承。

[0005] 至少一些已知叶片已经试图通过联接部分翼展式护罩,使得其前缘从叶片的吸力侧的前缘延伸到沿着相邻叶片的压力侧的弦的中间位置,来克服这些缺点。在这种定向中,部分翼展式护罩在旋转方向上不是对齐的。这个定向有利于使部分翼展式护罩的后缘移离喉部区域,同时对叶片的后缘提供支承。但是,将部分翼展式护罩的前缘定位在叶片的吸力侧的前缘处可在叶片前缘处产生不合需要的流阻碍程度,从而导致效率降低。

实用新型内容

[0006] 一方面,提供一种制造叶片的方法,叶片具有用于旋转机器的部分翼展式护罩。方法包括将部分翼展式护罩的吸力侧区段联接到叶片的翼型件的吸力侧表面。吸力侧区段定

位成使得当旋转机器运行时,翼型件吸力侧表面的限定在吸力侧区段的后缘与翼型件吸力侧表面相交处的第一点在翼型件吸力侧表面的限定在喉部与翼型件吸力侧表面相交处的第二点的上游。吸力侧进一步定位成使得翼型件吸力侧表面的限定在吸力侧区段的前缘与翼型件吸力侧表面相交处的第三点在翼型件吸力侧表面的限定在叶片的前缘处的第四点的下游。方法还包括将部分翼展式护罩的压力侧区段联接到翼型件的压力侧表面上。压力侧区段定位成使得翼型件压力侧表面的限定在压力侧区段的后缘与翼型件压力侧表面相交处的第五点在第一点的下游。

[0007] 另一方面,提供一种用于旋转机器的叶片。叶片包括翼型件,翼型件具有压力侧表面和相对的吸力侧表面。叶片还包括部分翼展式护罩的吸力侧区段,其联接到翼型件吸力侧表面上。当旋转机器运行时,翼型件吸力侧表面的限定在吸力侧区段的后缘与翼型件吸力侧表面相交处的第一点在翼型件吸力侧表面的限定在喉部与翼型件吸力侧表面相交处的第二点的上游。另外,翼型件吸力侧表面的限定在吸力侧区段的前缘与翼型件吸力侧表面相交处的第三点在翼型件吸力侧表面的限定在叶片的前缘处的第四点的下游。叶片进一步包括部分翼展式护罩的压力侧区段,其联接到翼型件压力侧表面上。翼型件压力侧表面的限定在压力侧区段的后缘与翼型件压力侧表面相交处的第五点在第一点的下游。

[0008] 又一方面,提供一种旋转机器。旋转机器包括联接到轴上的至少一个转子轮,以及联接到至少一个转子轮上的多个叶片。各个叶片包括翼型件,翼型件具有压力侧表面和相对的吸力侧表面。各个叶片还包括部分翼展式护罩的吸力侧区段,其联接到翼型件吸力侧表面上。当旋转机器运行时,翼型件吸力侧表面的限定在吸力侧区段的后缘与翼型件吸力侧表面相交处的第一点在翼型件吸力侧表面的限定在喉部与翼型件吸力侧表面相交处的第二点的上游。另外,翼型件吸力侧表面的限定在吸力侧区段的前缘与翼型件吸力侧表面相交处的第三点在翼型件吸力侧表面的限定在叶片的前缘处的第四点的下游。各个叶片进一步包括部分翼展式护罩的压力侧区段,其联接到翼型件压力侧表面上。翼型件压力侧表面的限定在压力侧区段的后缘与翼型件压力侧表面相交处的第五点在第一点的下游。

[0009] 技术方案 1. 一种用于旋转机器的叶片,所述叶片包括:

[0010] 翼型件,其包括压力侧表面和相对的吸力侧表面;

[0011] 部分翼展式护罩的吸力侧区段,其联接到所述翼型件吸力侧表面上,使得:当所述旋转机器运行时,所述翼型件吸力侧表面的限定在所述吸力侧区段的后缘与所述翼型件吸力侧表面相交处的第一点在所述翼型件吸力侧表面的限定在喉部与所述翼型件吸力侧表面相交处的第二点的上游;以及使得所述翼型件吸力侧表面的限定在所述吸力侧区段的前缘与所述翼型件吸力侧表面相交处的第三点在所述翼型件吸力侧表面的限定在所述叶片的前缘处的第四点的下游;以及

[0012] 所述部分翼展式护罩的压力侧区段,其联接到所述翼型件压力侧表面上,使得所述翼型件压力侧表面的限定在所述压力侧区段的后缘与所述翼型件压力侧表面相交处的第五点在所述第一点的下游。

[0013] 技术方案 2. 根据技术方案 1 所述的叶片,其特征在于,所述压力侧区段联接到所述翼型件压力侧表面上,使得限定在所述压力侧区段的前缘与所述翼型件压力侧表面相交处的第六点在所述第三点的下游。

[0014] 技术方案 3. 根据技术方案 2 所述的叶片,其特征在于,所述第五点和所述第六点

之间的轴向距离大于或等于所述第一点和所述第三点之间的轴向距离。

[0015] 技术方案 4. 根据技术方案 2 所述的叶片,其特征在于,所述第五点和所述第六点之间的轴向距离小于所述第一点和所述第三点之间的轴向距离。

[0016] 技术方案 5. 根据技术方案 1 所述的叶片,其特征在于,所述吸力侧区段联接到所述翼型件吸力侧表面上,使得所述第三点在所述第四点的下游达大于或等于所述叶片轴向弦长的 5% 的轴向距离。

[0017] 技术方案 6. 根据技术方案 1 所述的叶片,其特征在于,所述吸力侧区段包括吸力侧接口表面,并且所述压力侧区段包括压力侧接口表面,所述压力侧接口表面构造成与相邻叶片吸力侧接口表面在所述旋转机器运行时协作,以形成所述部分翼展式护罩。

[0018] 技术方案 7. 根据技术方案 1 所述的叶片,其特征在于,所述压力侧区段的最大厚度大于所述吸力侧区段的最大厚度。

[0019] 技术方案 8. 一种旋转机器,其包括:

[0020] 联接到轴上的至少一个转子轮;以及

[0021] 联接到所述至少一个转子轮上的多个叶片,所述叶片中的各个包括:

[0022] 翼型件,其包括压力侧表面和相对的吸力侧表面;

[0023] 部分翼展式护罩的吸力侧区段,其联接到所述翼型件吸力侧表面上,使得:当所述旋转机器运行时,所述翼型件吸力侧表面的限定在所述吸力侧区段的后缘与所述翼型件吸力侧表面相交处的第一点在所述翼型件吸力侧表面的限定在喉部与所述翼型件吸力侧表面相交处的第二点的上游;以及使得所述翼型件吸力侧表面的限定在所述吸力侧区段的前缘与所述翼型件吸力侧表面相交处的第三点在所述翼型件吸力侧表面的限定在所述叶片的前缘处的第四点的下游;以及

[0024] 所述部分翼展式护罩的压力侧区段,其联接到所述翼型件压力侧表面上,使得所述翼型件压力侧表面的限定在所述压力侧区段的后缘与所述翼型件压力侧表面相交处的第五点在所述第一点的下游。

[0025] 技术方案 9. 根据技术方案 8 所述的旋转机器,其特征在于,所述压力侧区段联接到所述翼型件压力侧表面上,使得限定在所述压力侧区段的前缘与所述翼型件压力侧表面相交处的第六点在所述第三点的下游。

[0026] 技术方案 10. 根据技术方案 8 所述的旋转机器,其特征在于,所述吸力侧区段联接到所述翼型件吸力侧表面上,使得所述第三点在所述第四点的下游达大于或等于所述叶片的轴向弦长的 5% 的轴向距离。

附图说明

[0027] 图 1 是示例性蒸汽涡轮的透视局部剖面图;

[0028] 图 2 是示例性燃气涡轮的横截面示意图;

[0029] 图 3 是用于图 1 的示例性蒸汽涡轮或图 2 的示例性燃气涡轮的一对叶片的实施例的透视图;

[0030] 图 4 是可包括在图 3 中显示的叶片上的部分翼展式护罩的实施例的透视图;

[0031] 图 5 是图 4 中显示的部分翼展式护罩的实施例的横截面示意图;

[0032] 图 6 是部分翼展式护罩的另一个实施例的横截面示意图;

- [0033] 图 7 是部分翼展式护罩的又一个实施例的横截面示意图；
- [0034] 图 8 是部分翼展式护罩的另一个实施例的透视图；
- [0035] 图 9 是在图 5 中显示的部分翼展式护罩的实施例附近的叶片的马赫数加载量随沿着旋转机器的叶片的弦的位置改变的图表；以及
- [0036] 图 10 是示出制造叶片的方法的实施例的流程图，叶片包括用于旋转机器的部分翼展式护罩。
- [0037] 部件列表
- [0038] 1 点
- [0039] 2 点
- [0040] 3 点
- [0041] 4 点
- [0042] 5 点
- [0043] 6 点
- [0044] 10 蒸汽涡轮
- [0045] 12 转子轮
- [0046] 14 轴
- [0047] 16 壳体
- [0048] 20 叶片
- [0049] 22 导叶
- [0050] 24 蒸汽
- [0051] 26 入口
- [0052] 30 涡轮级
- [0053] 32 涡轮级
- [0054] 34 涡轮级
- [0055] 36 涡轮级
- [0056] 38 涡轮级
- [0057] 110 燃气涡轮
- [0058] 112 转子轮
- [0059] 114 轴
- [0060] 116 壳体
- [0061] 118 涡轮级
- [0062] 120 叶片
- [0063] 122 导叶
- [0064] 124 压缩机
- [0065] 126 燃烧器
- [0066] 202 翼型件
- [0067] 204 根部
- [0068] 206 第一端
- [0069] 208 叶片附连部件

- [0070] 210 尖部部分
- [0071] 212 叶片前缘
- [0072] 214 叶片后缘
- [0073] 216 叶片压力侧
- [0074] 218 叶片吸力侧
- [0075] 220 叶片
- [0076] 222 部分翼展式护罩
- [0077] 224 部分翼展式护罩前缘
- [0078] 226 部分翼展式护罩后缘
- [0079] 230 旋转方向
- [0080] 232 压力侧区段
- [0081] 234 吸力侧区段
- [0082] 236 压力侧接口表面
- [0083] 238 吸力侧接口表面
- [0084] 240 压力侧中间部分
- [0085] 242 吸力侧中间部分
- [0086] 244 间隙
- [0087] 246 喉部
- [0088] 252 点 3 在叶片前缘 212 的下游的距离
- [0089] 260 轴向弦长
- [0090] 262 轴向距离
- [0091] 264 压力侧区段 232 的最大厚度
- [0092] 266 吸力侧区段 234 的最大厚度
- [0093] 302 轴线
- [0094] 304 轴线
- [0095] 306 线
- [0096] 308 线
- [0097] 310 线
- [0098] 312 线
- [0099] 314 峰值马赫数
- [0100] 316 峰值马赫数
- [0101] 400 方法
- [0102] 402 联接
- [0103] 404 联接
- [0104] 406 联接
- [0105] 408 联接
- [0106] 410 联接。

具体实施方式

[0107] 本文描述的示例性方法和系统克服与已知部分翼展式护罩相关联的至少一些缺点。本文描述的实施例使部分翼展式护罩的后缘偏移离开喉部区域,并且对叶片的后缘提供更多支承,同时减小叶片前缘处的流阻碍。更特别地,与已知旋转叶片相比,本文描述的部分翼展式护罩的实施例将部分翼展式护罩的前缘定位在叶片的吸力侧的前缘的下游。

[0108] 图 1 和图 2 表示可适合本实用新型的部分翼展式护罩的实施例的两个示例性旋转机器环境。图 1 是示例性蒸汽涡轮 10 的透视局部剖面图。

[0109] 蒸汽涡轮 10 包括联接到可旋转轴 14 上的多个沿轴向隔开的转子轮 12。多个叶片 20 以机械的方式联接到各个转子轮 12 上,并且从各个转子轮 12 沿径向向外延伸。更特别地,叶片 20 布置成围绕各个转子轮 12 沿周向延伸的排。多个固定导叶 22 从壳体 16 沿径向向内、沿周向围绕轴 14 延伸。更特别地,一排固定导叶 22 沿轴向定位在各排叶片 20 的上游。各排固定导叶 22 与一排可旋转叶片 20 协作,以形成多个涡轮级中的一个,以及限定通过蒸汽涡轮 10 的蒸汽流径的一部分。

[0110] 在图 1 中显示的实施例中,蒸汽涡轮 10 包括五个级 30、32、34、36 和 38。级 30 是第一级,而且是五个级中最小的(在径向方向上)。级 32 是第二级,而且在轴向方向上是下一级。级 34 是第三级,并且被显示为在五个级的中间。级 36 是第四级,而且是倒数第二级。级 38 是最后一级,而且是最大的级(在径向方向上)。应当理解,在备选实施例中可存在比五个级更多或更少的级。

[0111] 在运行期间,高压和高温蒸汽 24 通过入口 26 从蒸汽源(诸如锅炉等(未显示))中引导出。蒸汽 24 从入口 26 向下游被引导通过壳体 16,在那里,蒸汽 24 遇到涡轮级 30、32、34、36 和 38。随着蒸汽冲击各个级中的多个叶片 20,蒸汽使轴 14 旋转。因而,蒸汽 24 的热能转换成机械旋转能。蒸汽 24 在排气口(未显示)处离开壳体 16。轴 14 可附连到负载或机器(未显示)上,诸如(但不限于)发电机和/或另一个涡轮。在一些实施例中,蒸汽涡轮 10 是全部都同轴地联接到同一轴 14 上的几个涡轮中的一个。蒸汽涡轮 10 例如可为联接在一起的高压涡轮、中压涡轮和低压涡轮中的一个。

[0112] 在图 2 中显示燃气涡轮 110 的横截面示意图。燃气涡轮 110 包括联接到轴 114 上的多个沿轴向隔开的转子轮 112。多个叶片 120 以机械的方式联接到各个转子轮 112 上,并且从各个转子轮 112 沿径向延伸。更特别地,叶片 120 布置成围绕各个转子轮 112 沿周向延伸的排。多个固定导叶 122 从壳体 116 沿径向向内、沿周向围绕轴 114 延伸。更特别地,一排固定导叶 122 沿轴向定位在各排叶片 120 的上游。各排固定导叶 122 与一排可旋转叶片 120 协作,以形成多个涡轮级 118 中的一个,以及限定通过燃气涡轮 110 的气体流径的一部分。

[0113] 在运行期间,处于大气压力的空气被压缩机 124 压缩,并且输送到一个或多个燃烧器 126。在各个燃烧器 126 中,通过对空气添加燃料,以及燃烧产生的空气/燃料混合物,来加热离开压缩机的空气。燃料燃烧所产生的气体流向下被引导通过壳体 116,在那里,气体流遇到多个涡轮级 118。随着气体冲击各个级中的多个叶片 120,气体使轴 114 旋转,从而产生机械旋转能。轴 114 可附连到负载或机器上。

[0114] 在图 3 中显示一对叶片 220 的实施例的透视图。叶片 220 可为叶片 20 或叶片 120,而且以下描述同样适用于叶片 20 和叶片 120。各个叶片 220 包括翼型件 202,以及固定到翼型件 202 的第一端 206 上的根部 204。当组装到转子轮上时,诸如图 1 中显示的转子轮 12

或图 2 中显示的转子轮 112,根部 204 设置在翼型件 202 的径向内部端处。叶片附连部件 208 从根部 204 凸出。在一些实施例中,叶片附连部件 208 为鸠尾榫,但备选实施例可包括本领域中已知的其它叶片附连部件形状和构造。翼型件 202 的尖部部分 210 与第一端 206 相对。当组装到转子轮上时,诸如图 1 中显示的转子轮 12 或图 2 中显示的转子轮 112,尖部部分 210 设置在叶片 220 的径向外端处。各个叶片 220 还具有前缘 212、后缘 214、大体凹形的压力侧 216 和大体凸形的吸力侧 218。

[0115] 部分翼展式护罩 222 在叶片 220 之间设置在沿着各个翼型件 202 的在第一端 206 和尖部部分 210 之间的翼展的中间位置处。在一些实施例中,部分翼展式护罩 222 具有翼型件形状,翼型件形状具有前缘 224 和后缘 226。部分翼展式护罩 222 的横截面形状和横截面积中的一个或两者可在沿着相邻叶片 220 之间的部分翼展式护罩 222 的不同位置处改变。

[0116] 在图 4 中显示部分翼展式护罩 222 的实施例的透视图。在图 4 的实施例中,各个部分翼展式护罩 222 包括联接到叶片压力侧 216 上的压力侧区段 232,以及联接到叶片吸力侧 218 上的吸力侧区段 234。各个压力侧区段 232 包括大体面向相邻吸力侧区段 234 的接口表面 236,而各个吸力侧区段 234 则包括大体面向相邻压力侧区段 232 的接口表面 238。

[0117] 接口表面 236 和 238 构造成彼此在叶片 220 旋转地运行时协作,以形成部分翼展式护罩 222。例如,在图 4 中显示的实施例中,接口表面 236 和 238 各自具有经改良的协作式“Z”形,其具有相应的中间部分 240 和 242。当叶片 220 固定时,间隙 244 可大体限定在一个叶片的压力侧接口表面 236 的至少一部分和相邻叶片的相邻吸力侧接口表面 238 之间。当叶片 220 旋转地运行时,叶片 220 大体经历扭转变化,使得压力侧中间部分 240 沿着相邻吸力侧中间部分 242 滑动,从而使压力侧接口表面 236 基本完全接触吸力侧接口表面 238,减小或消除间隙 244,并且从而对叶片 220 的尖部部分 210 提供减震和结构支承。在运行状态中,压力侧区段 232 的前缘和吸力侧区段 234 的前缘协作,以形成部分翼展式护罩前缘 224,并且压力侧区段 232 的后缘和吸力侧区段 234 的后缘协作,以形成部分翼展式护罩后缘 226,如图 3 中显示的那样。在备选实施例中,接口表面 236 和 238 不必具有所描述的经改良的“Z”形,而是可具有允许压力侧区段 232 和吸力侧区段 234 在叶片 220 旋转地运行时协作以形成部分翼展式护罩 222 的任何构造。

[0118] 在图 5 中显示从两个相邻叶片 220 的上方沿径向向内方向看的图 4 中显示的部分翼展式护罩 222 的实施例的横截面示意图。叶片 220 的旋转方向 230 大体由箭头指示。叶片前缘 212 和叶片后缘 214 之间的在垂直于旋转方向 230 的方向上的距离由各个叶片 220 的轴向弦长 260 限定。在各个叶片 220 上的任何点的位置可由其在叶片前缘 212 下游的轴向距离 262 限定。叶片 220 之间的流径的喉部 246 由虚线表示。

[0119] 可参照叶片 220 的吸力侧 218 的点 1、点 2、点 3 和点 4 与压力侧 216 的点 5 和点 6,来描述图 5 中显示的实施例的几何构造。更特别地,部分翼展式护罩后缘 226 在点 1 处与吸力侧 218 相交,并且喉部 246 在点 2 处与吸力侧 218 相交。部分翼展式护罩前缘 224 在点 3 处与吸力侧 218 相交,并且点 4 限定在叶片前缘 212 处。部分翼展式护罩后缘 226 在点 5 处与压力侧 216 相交,并且部分翼展式护罩前缘 224 在点 6 处与压力侧 216 相交。

[0120] 在一些实施例中,点 1 位于点 2 的上游,从而有利于避免部分翼展式护罩 222 干扰喉部 246 而引起的任何效率损失。另外,在一些实施例中,部分翼展式护罩前缘 224 和部分

翼展式护罩后缘 226 不平行于叶片旋转方向 230。实际上,部分翼展式护罩前缘 224 在比它与吸力侧 218 相交处的更下游处不对称地与压力侧 216 相交,而且部分翼展式护罩后缘 226 还在比它与吸力侧 218 相交处的更下游处不对称地与压力侧 216 相交。换句话说,点 6 位于点 3 的下游,并且点 5 位于点 1 的下游。因而,尽管部分翼展式护罩后缘 226 定位在沿着各个叶片 220 的吸力侧 218 的较上游的位置上以避免干扰喉部 246,部分翼展式护罩 222 仍然有利于对叶片 220 的较接近叶片后缘 214 的部分提供结构支承。

[0121] 另外,在某些实施例中,点 3 在点 4 的下游的距离 252 处。点 3 相对于叶片前缘 212 这样定位在下游会移除叶片前缘 212 处对进入热气流的阻碍。在某些实施例中,当距离 252 大于或等于轴向弦长 260 的 5% 时,有利于提高性能。

[0122] 应当注意,部分翼展式护罩 222 的备选实施例可具有变化非常大的几何构造。例如,在图 6 中显示的实施例中,点 5 和点 6 之间的轴向距离大于点 1 和点 3 之间的轴向距离。作为另一个示例,在图 7 中显示的实施例中,点 5 和点 6 之间的轴向距离小于点 1 和点 3 之间的轴向距离。在备选实施例中,部分翼展式护罩前缘 224 和部分翼展式护罩后缘 226 之间的距离可沿着部分翼展式护罩 222 的翼展不连续地改变。另外,在垂直于旋转方向 230 和轴向距离 262 的测量方向(两者都在图 5 中显示)的方向上测得的部分翼展式护罩 222 的厚度可在某些实施例中改变。作为示例,在图 8 中显示的实施例中,压力侧区段 232 的最大厚度 264 大于吸力侧区段 234 的最大厚度 266。但是,在这些备选实施例中的各个中,点 1 位于点 2 的上游,点 3 位于点 4 的下游,并且点 5 位于点 1 的下游,如上面描述的那样。

[0123] 在图 9 中显示在部分翼展式护罩 222 的叶片附近的马赫数加载量随沿着叶片 220 的轴向距离 262 改变的图表。特别地,轴线 302 对应于不断增加的马赫数,而轴线 304 则对应于在叶片前缘 212 下游的不断增大的轴向距离 262。对于传统的现有技术的部分翼展式护罩,线 306 表示沿着吸力侧 218 的马赫数,而线 308 则表示沿着压力侧 216 的马赫数。类似地,对于部分翼展式护罩 222 的实施例,线 310 表示沿着吸力侧 218 的马赫数,而线 312 则表示沿着压力侧 216 的马赫数。如可看到的那样,使用部分翼展式护罩 222 而产生的峰值马赫数 314 小于使用传统的现有技术的部分翼展式护罩所实现的峰值马赫数 316。在一些实施例中,这个峰值马赫数增加使得其中使用了具有部分翼展式护罩 222 的叶片 220 的旋转机器的级的效率提高。

[0124] 在图 10 中示出制造叶片的示例性方法 400,叶片包括用于旋转机器的部分翼展式护罩。还参照图 4 和图 5,示例性方法 400 包括将部分翼展式护罩 222 的吸力侧区段 234 联接 402 到翼型件 202 的吸力侧 218 上,使得:当旋转机器运行时,限定在吸力侧区段 234 的后缘 226 与吸力侧 218 相交处的点 1 在限定在喉部 246 与吸力侧 218 相交处的点 2 的上游;以及使得限定在吸力侧区段 234 的前缘 224 与吸力侧 218 相交处的点 3 在限定在叶片前缘 212 处的点 4 的下游。示例性方法 400 还包括将压力侧区段 232 联接 404 到翼型件 202 的压力侧 216 上,使得限定在压力侧区段 232 的后缘 226 与压力侧 216 相交处的点 5 在点 1 的下游。

[0125] 示例性方法 400 还包括将压力侧区段 232 联接 406 到压力侧 216 上,使得限定在压力侧区段 232 的前缘 224 与压力侧 216 相交处的点 6 在点 3 的下游。示例性方法 400 进一步包括将压力侧区段联接 408 到压力侧 216 上,使得点 5 和点 6 之间的轴向距离大于或备选地小于点 1 和点 3 之间的轴向距离。另外,方法 400 包括将吸力侧区段 234 联接 410

到吸力侧 218 上,使得点 3 在点 4 的下游达大于或等于叶片 220 的轴向弦长 260 的 5% 的轴向距离。示例性方法 400 进一步包括对压力侧区段 232 提供 412 比吸力侧区段 234 的最大厚度 266 更大的最大厚度 264。

[0126] 在上面详细描述了具有用于旋转机器的不对称的部分翼展式护罩的叶片的示例性实施例,以及制造这种叶片的方法。实施例提供这样的优点:使部分翼展式护罩转移远离相邻叶片之间的流径的喉部,以及对叶片后缘提供结构支承,同时减少叶片前缘处的流阻碍。实施例还有利于减小在叶片上在部分翼展式护罩附近的峰值马赫数加载量,并且因此有利于提高旋转机器的级的效率。

[0127] 本文描述的方法和系统不限于本文描述的具体实施例。例如,各个系统的构件和/或各种方法的步骤可与本文描述的其它构件和/或步骤独立地和分开来使用和/或实践。另外,各个构件和/或步骤也可与其它组件和方法一起使用和/或实践。

[0128] 虽然已经按照各种实施例来描述了本实用新型,但本领域技术人员将认识到,可用在权利要求的精神和范围内的修改来实践本实用新型。虽然可在一些图中显示本实用新型的各种实施例的具体特征,而在其它图中不显示,但这仅是为了方便。此外,在以上描述中参照“一个实施例”不意于被解释为排除也结合了所述特征的额外实施例的存在。根据本实用新型的原理,可参照图中的任何特征可与任何其它图的任何特征结合起来参照和/或声明。

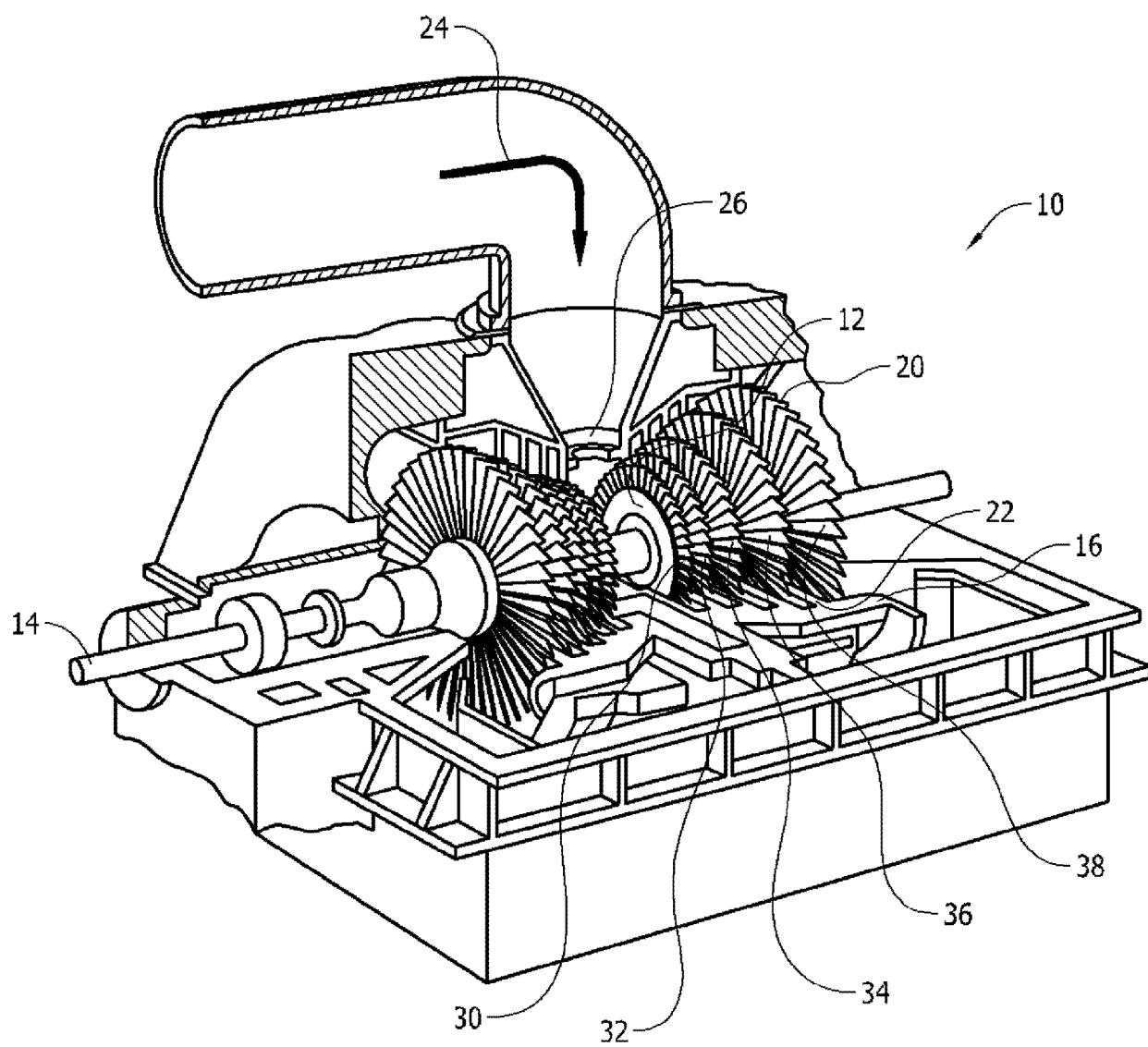


图 1

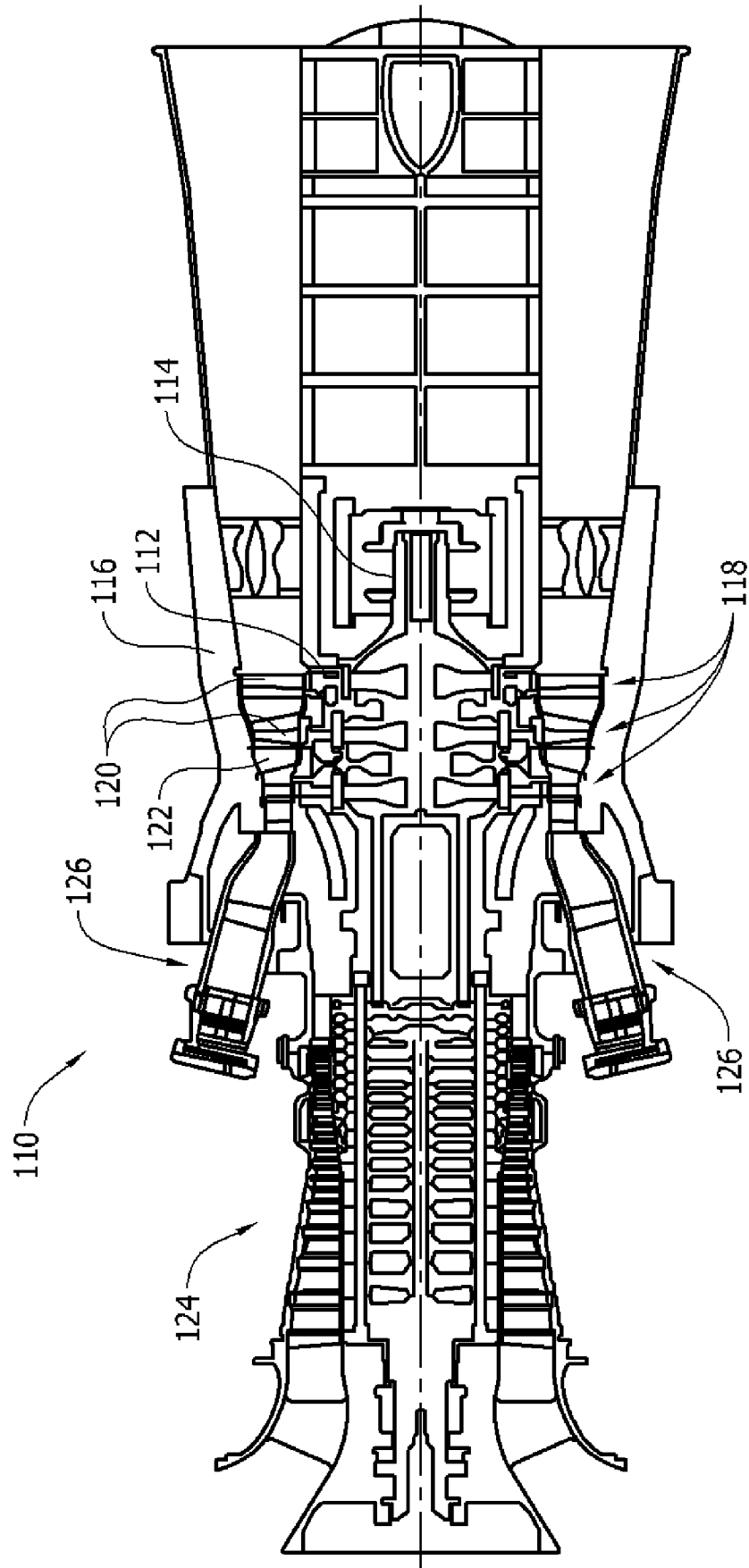


图 2

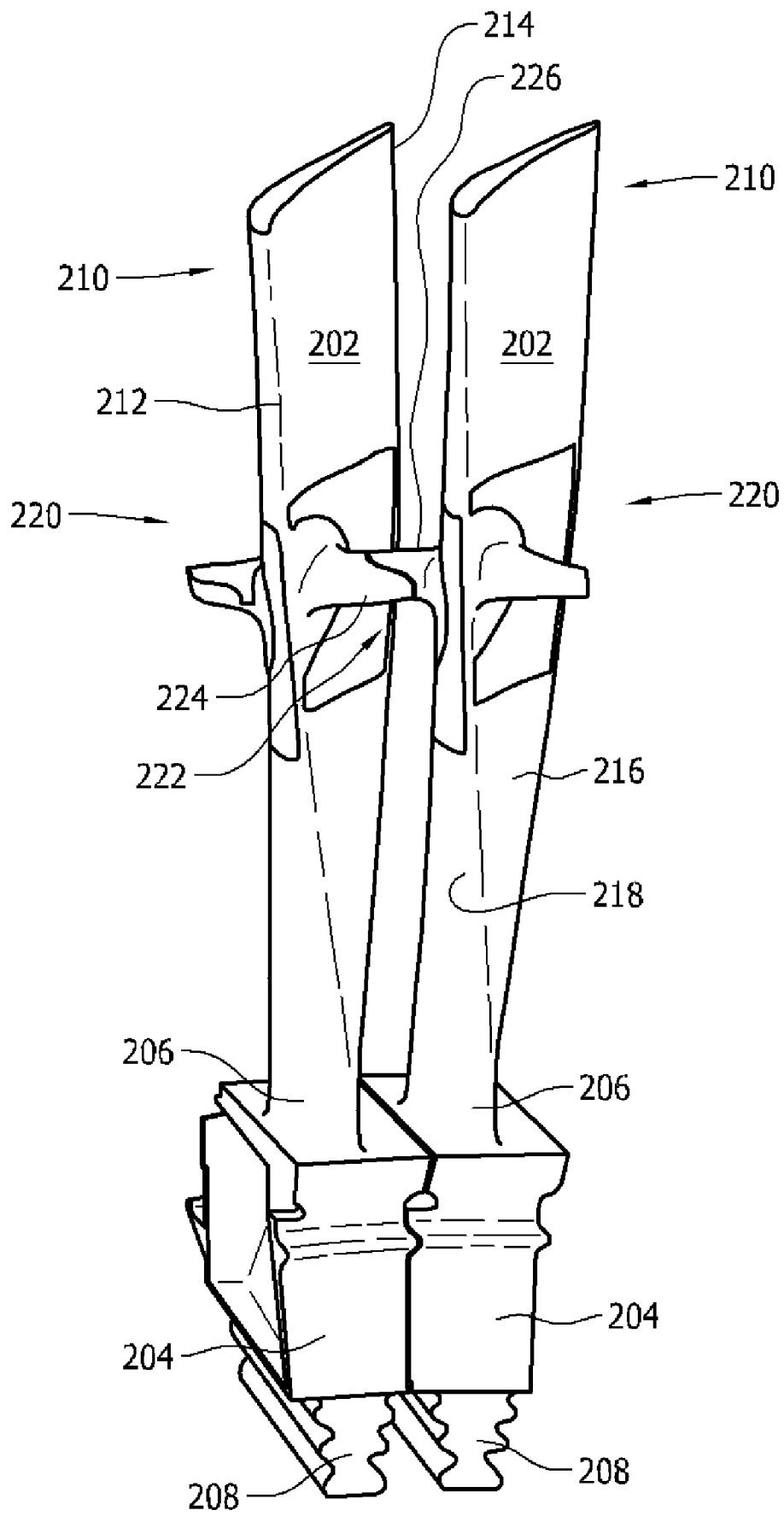


图 3

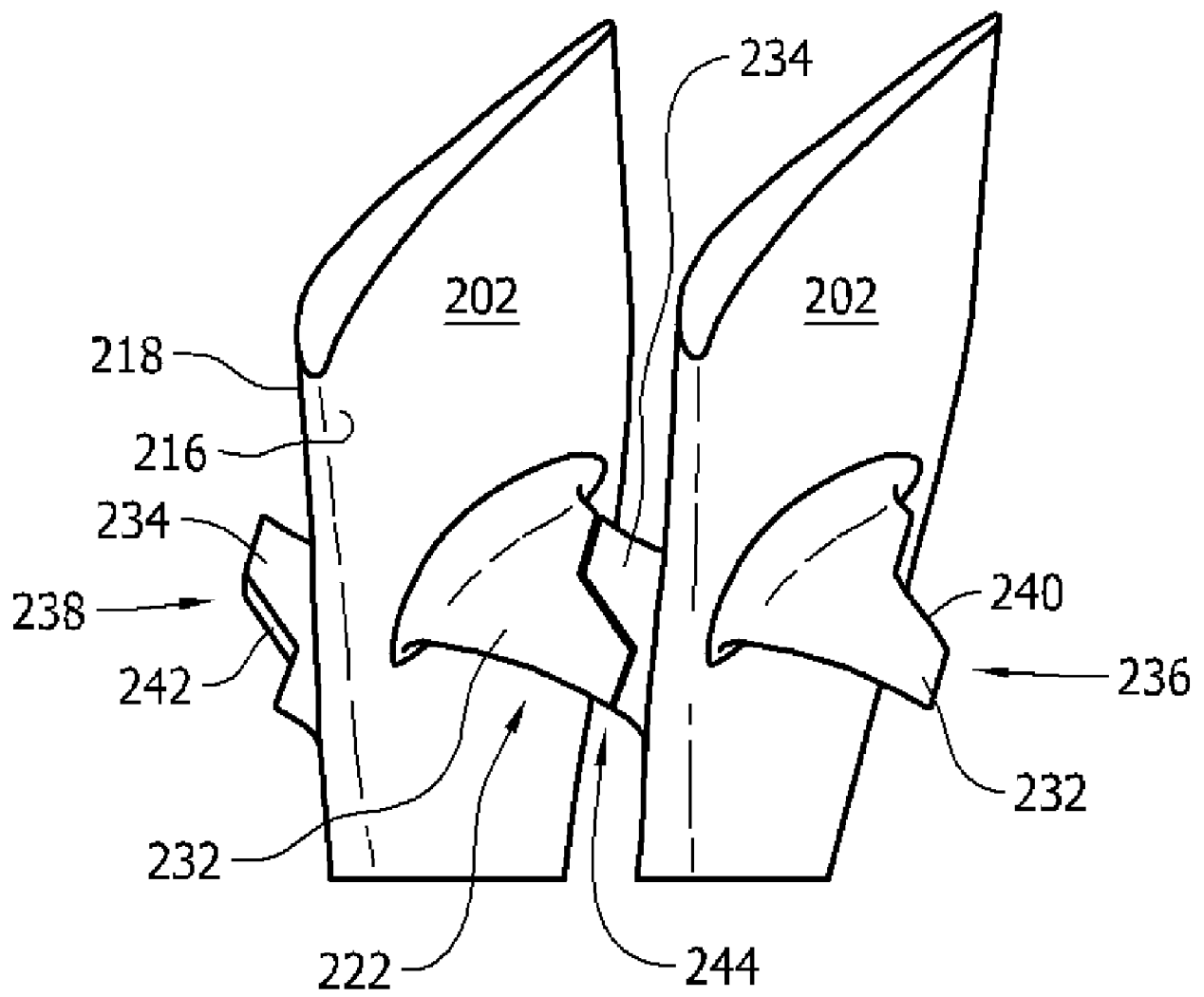


图 4

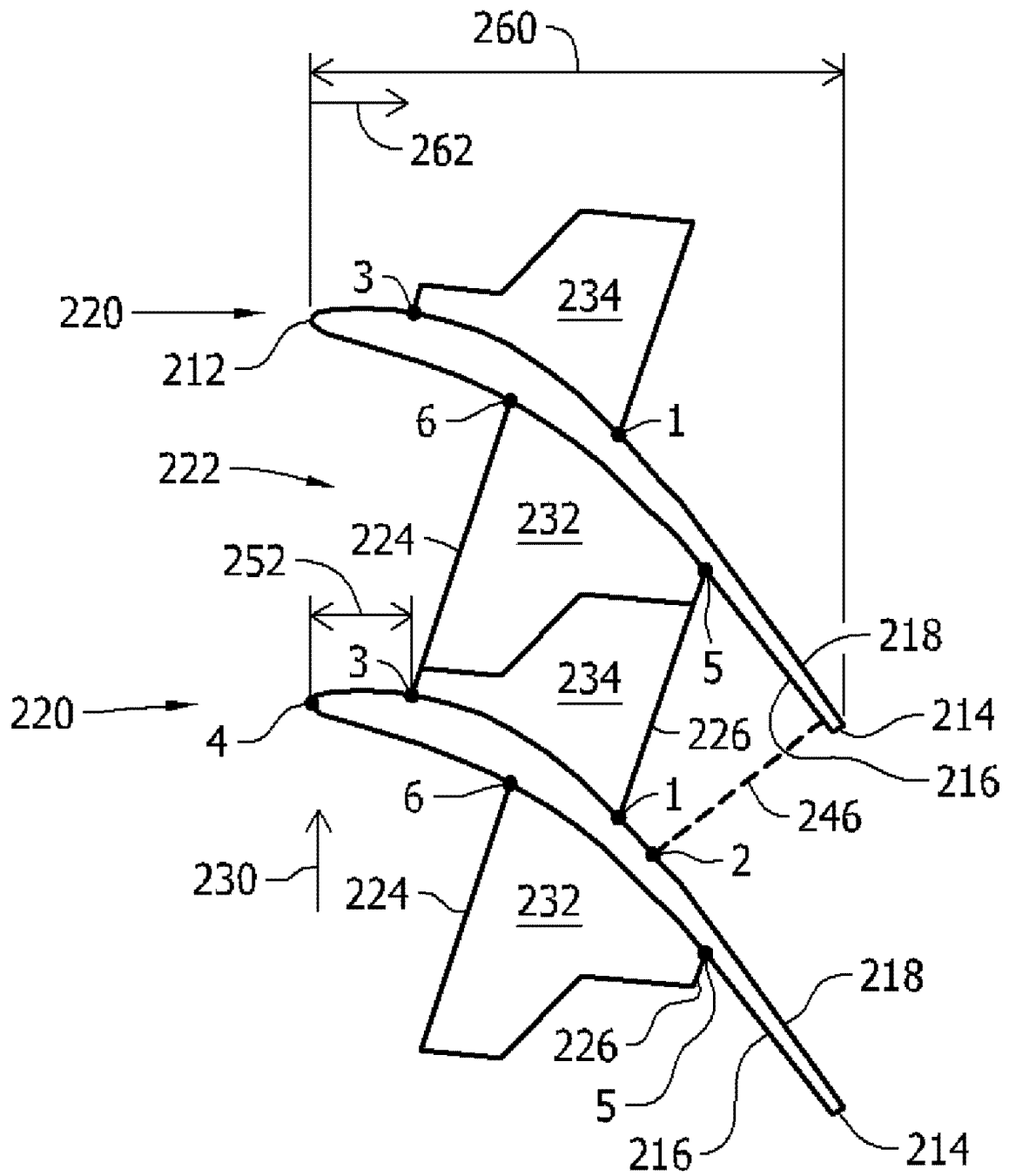


图 5

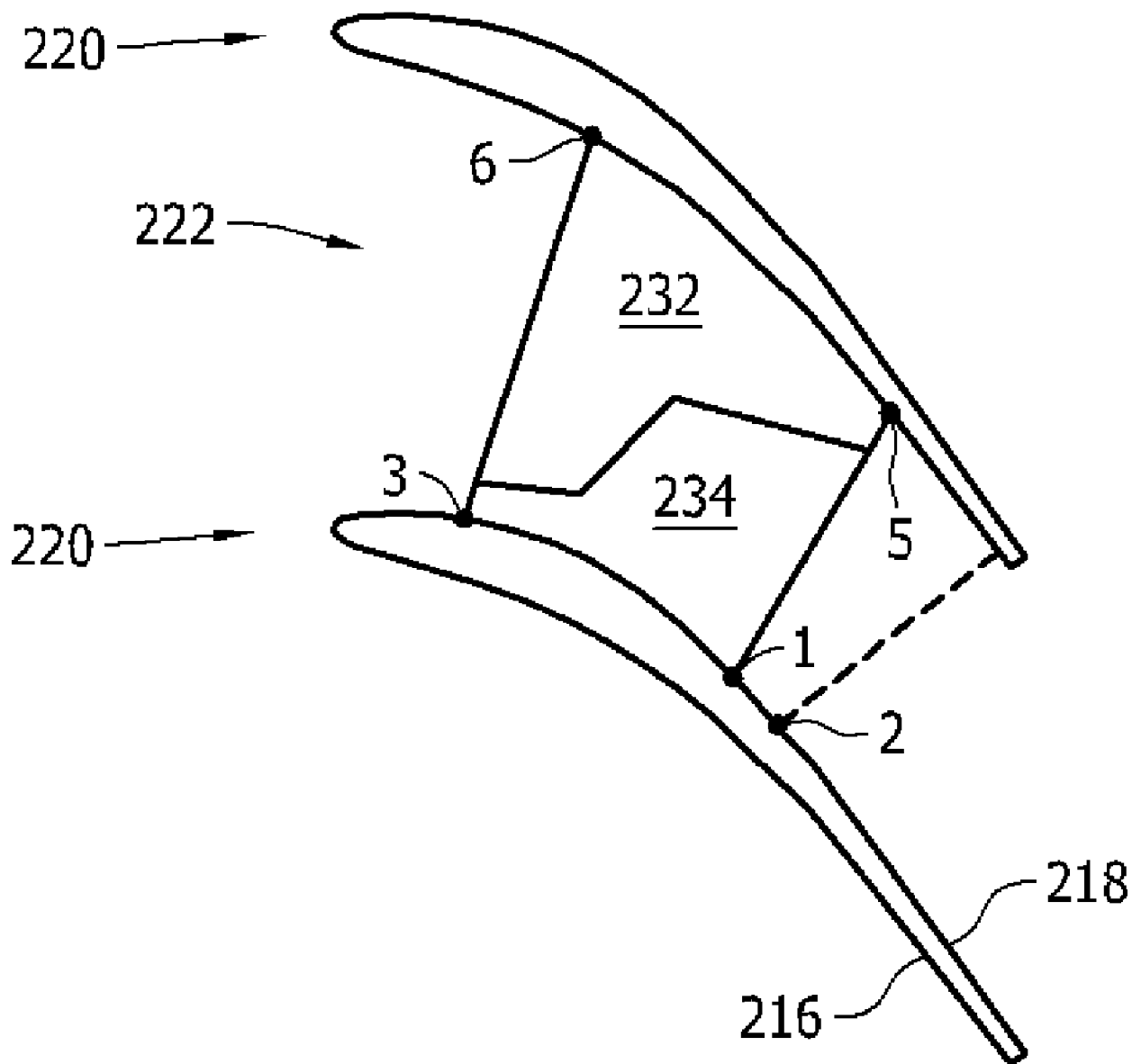


图 6

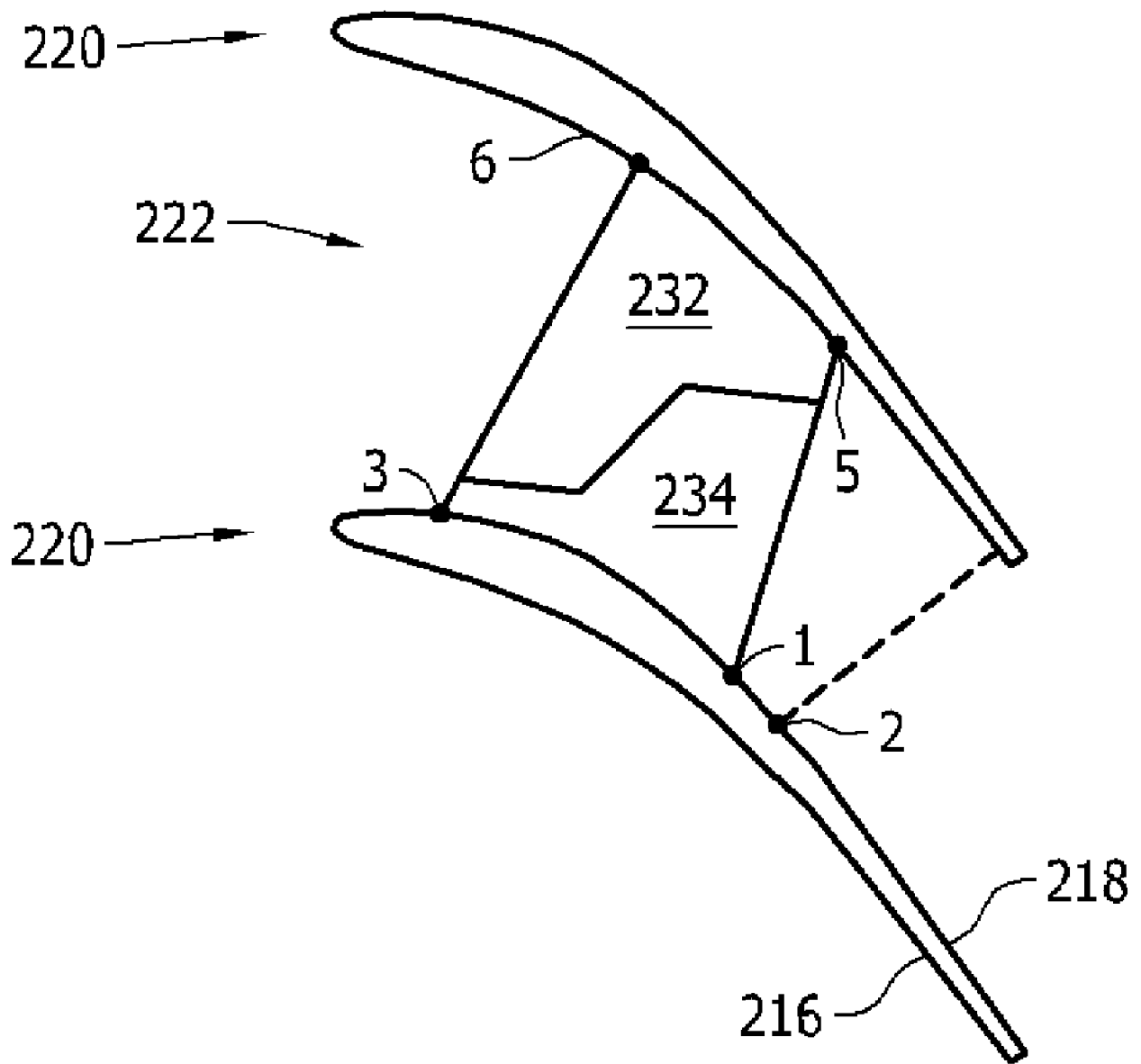


图 7

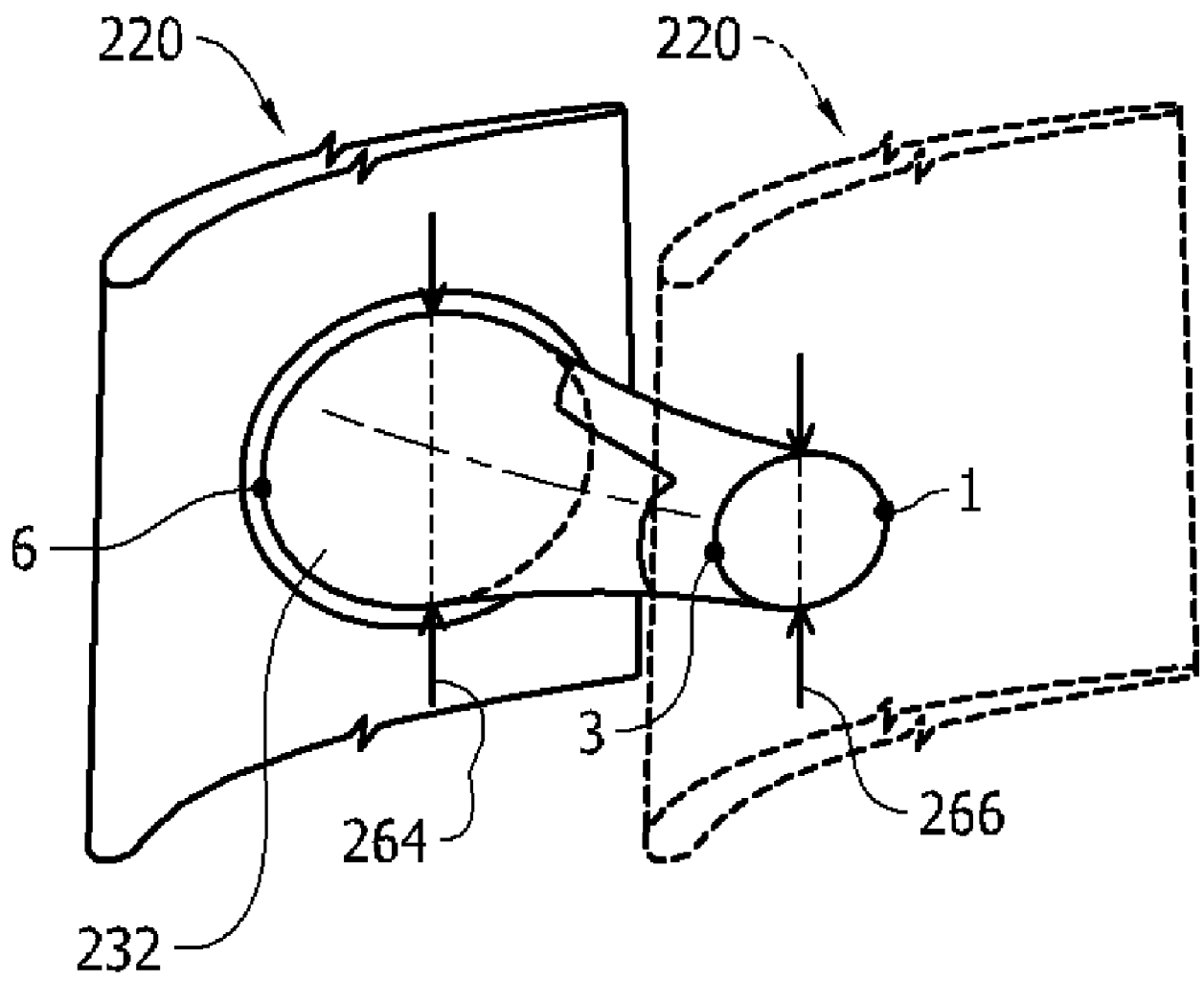


图 8

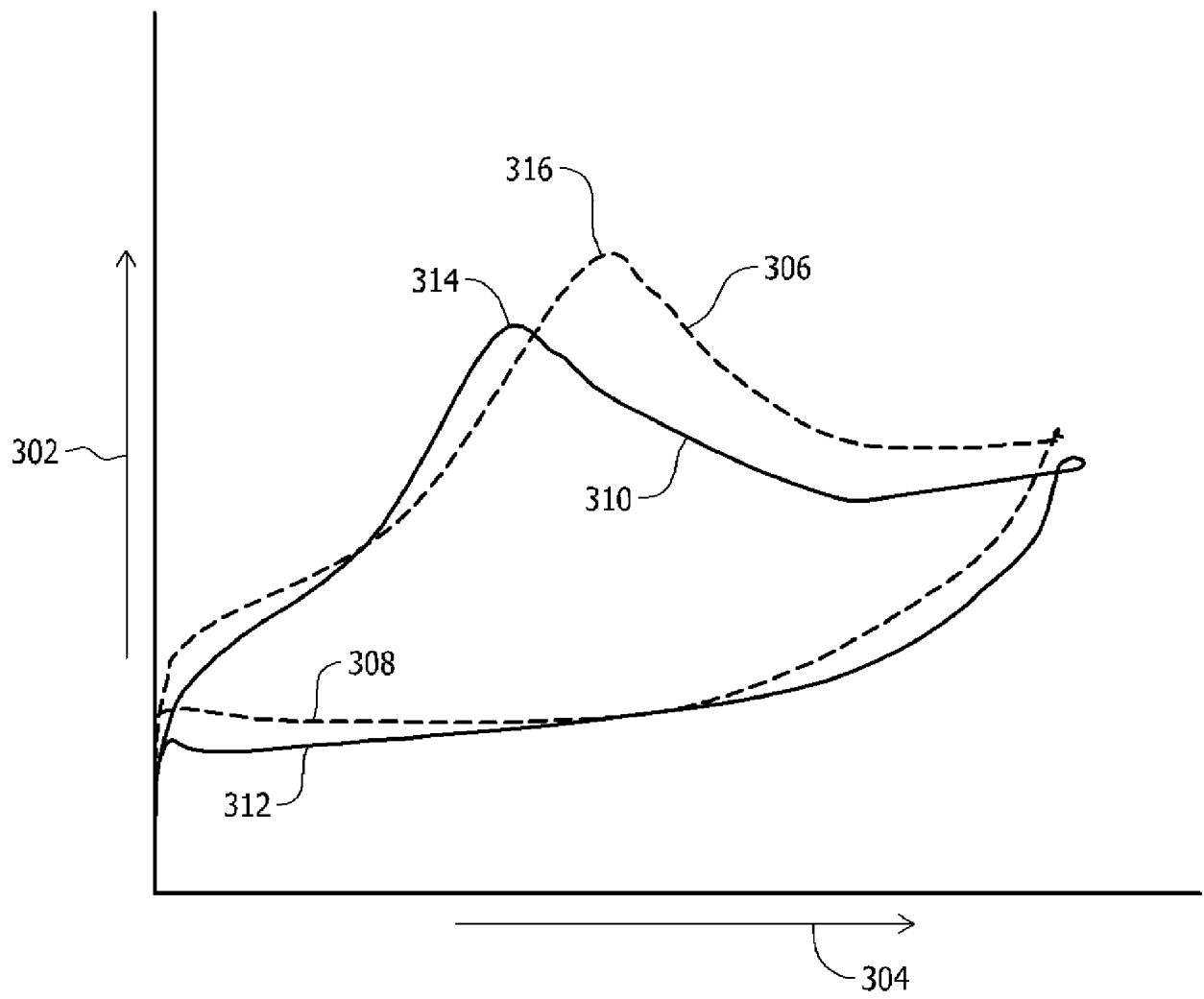


图 9

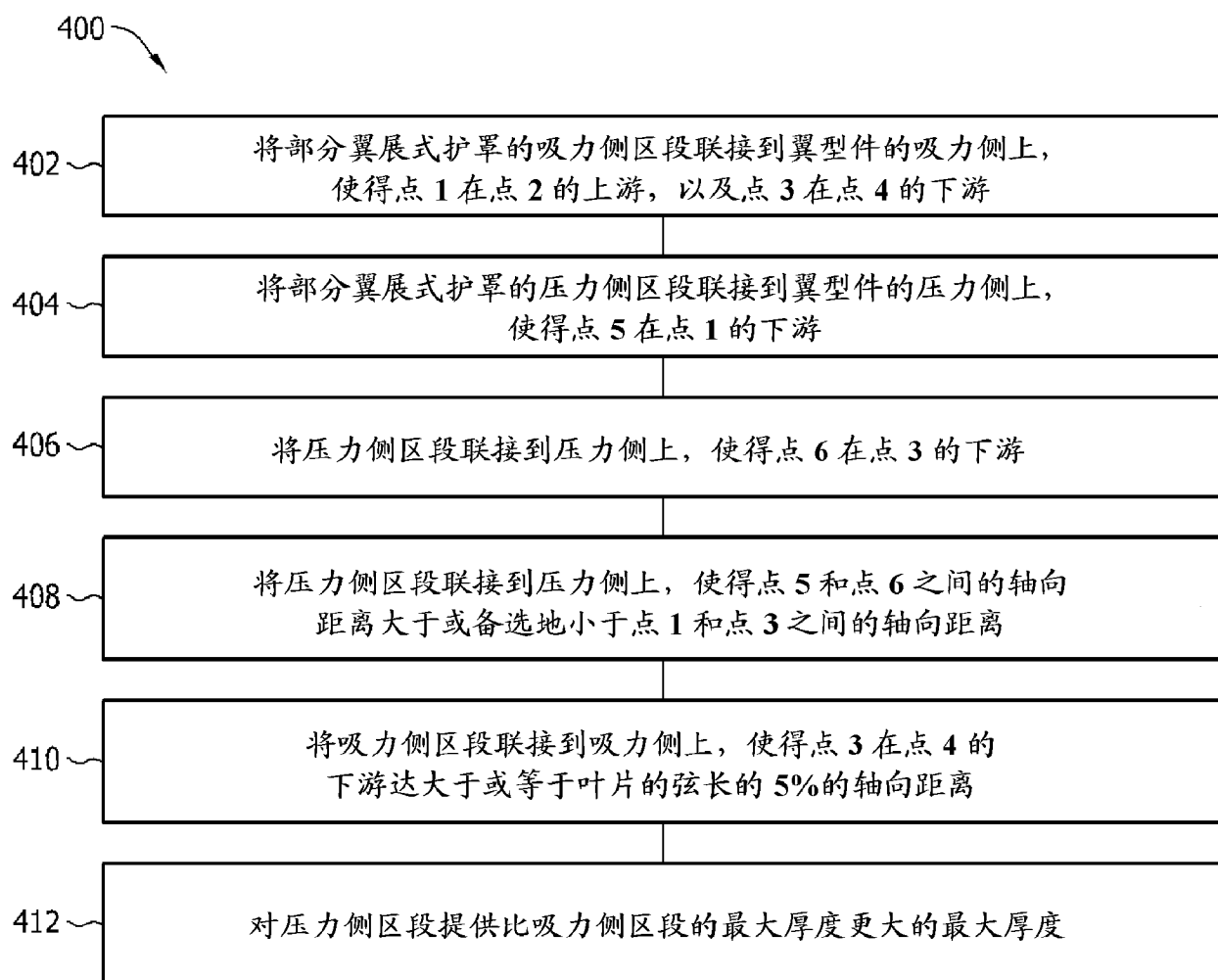


图 10