



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113062777 A

(43) 申请公布日 2021.07.02

(21) 申请号 202110616611.9

F02K 3/06 (2006.01)

(22) 申请日 2021.06.03

(71) 申请人 中国航发上海商用航空发动机制造  
有限责任公司

地址 201306 上海市浦东新区自由贸易试  
验区临港新片区鸿音路77号临港基地

申请人 中国航发商用航空发动机有限任  
公司

(72) 发明人 杨小贺 裴小萌 李妍 李艾挺

(74) 专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283  
代理人 杨东明 高晓莉

(51) Int. Cl.

F01D 5/14 (2006.01)

F01D 5/30 (2006.01)

F01D 9/02 (2006.01)

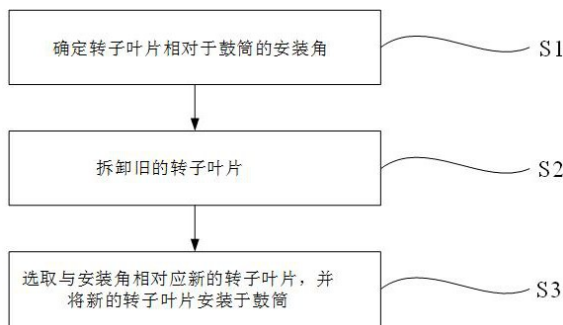
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

增压级的性能调试方法及涡扇发动机

(57) 摘要

本发明公开了一种增压级的性能调试方法及涡扇发动机,该增压级包括鼓筒和安装于鼓筒的转子叶片,增压级的性能调试方法包括以下步骤:S1、确定转子叶片相对于鼓筒的安装角;S2、拆卸旧的转子叶片;S3、选取与安装角相对应新的转子叶片,并将新的转子叶片安装于鼓筒。该增压级的性能调试方法用于涡扇发动机低压段的增压级调试,只需确定其中的转子叶片与鼓筒的安装角,并将相应的转子叶片安装至鼓筒上,从而完成增压级的调节,与原有的调试方法相比缩小了在增压级调试过程中的结构调整范围,仅对转子叶片的安装角进行调节,无需基于总体设计要求重新设计和试制增压级,相应地的缩短了试制和装配时间,提高了调试效率和经济效率。



1. 一种增压级的性能调试方法,所述增压级包括鼓筒和安装于所述鼓筒的转子叶片,其特征在于,所述增压级的性能调试方法包括以下步骤:

S1、确定转子叶片相对于所述鼓筒的安装角;

S2、拆卸旧的转子叶片;

S3、选取与所述安装角相对应新的转子叶片,并将新的转子叶片安装于所述鼓筒。

2. 如权利要求1所述的增压级的性能调试方法,其特征在于,新的转子叶片的安装位置为第一位置,旧的转子叶片的安装位置为第二位置,新的转子叶片以叶尖基元级与叶根基元级的重心连线为旋转轴,旋转预设角度从第一位置至第二位置,所述预设角度为新的转子叶片的安装角与旧的转子叶片的安装角的差值。

3. 如权利要求1所述的增压级的性能调试方法,其特征在于,所述安装角的调整范围为 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 。

4. 如权利要求1所述的增压级的性能调试方法,其特征在于,转子叶片包括叶身、缘板和榫头,所述榫头用于与所述鼓筒可拆卸连接。

5. 如权利要求4所述的增压级的性能调试方法,其特征在于,新的转子叶片的叶身和旧的转子叶片的叶身的形状相同;

新的转子叶片的榫头与叶身的夹角为第一角度,旧的转子叶片的榫头与叶身的夹角为第二角度,第一角度与第二角度的差值与新的转子叶片的安装角与旧的转子叶片的安装角的差值相等。

6. 如权利要求1所述的增压级的性能调试方法,其特征在于,所述增压级还包括静子叶片,静子叶片安装于所述鼓筒的外周面上,静子叶片的安装角不可调。

7. 如权利要求6所述的增压级的性能调试方法,其特征在于,所述增压级为3级或4级,每一级包括一排静子叶片和一排转子叶片,静子叶片和转子叶片沿所述鼓筒的轴向方向间隔设置于所述鼓筒。

8. 如权利要求7所述的增压级的性能调试方法,其特征在于,同级的转子叶片的安装角相同。

9. 如权利要求7所述的增压级的性能调试方法,其特征在于,不同级的转子叶片的安装角相同。

10. 一种涡扇发动机,其特征在于,所述涡扇发动机包括利用如权利要求1-9中任一项所述的增压级的性能调试方法调试的所述增压级。

## 增压级的性能调试方法及涡扇发动机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种增压级的性能调试方法及涡扇发动机。

### 背景技术

[0002] 增压级是涡扇发动机的重要部件之一,其位于风扇与高压压气机之间,用于风扇后进入内涵的气体进行增压。气体经增压级后,进入过渡段和高压压气机。增压级对涡扇发动机系列化发展具有重要意义,通过加级、减级、或重新设计增压级,可对内涵的物理流量进行调节,并配合风扇外涵的流量、压比调整,实现发动机的推力增大或降低。

[0003] 对涡扇发动机而言,内涵流量降低即涵道比增大,可以降低耗油率,但涡轮前温度升高;反之,内涵流量增大即涵道比降低,可以降低涡轮前温度,但耗油率升高。因此,在涡扇发动机性能调试过程中,经常需要在一定范围内调整内涵流量,以实现涡轮前温度和耗油率的折中平衡。在涡扇发动机系列化发展和性能调试中,需要多次调整增压级的压比、流量,以适应发动机性能调试需求,比如推力、耗油率、涡轮前温度的调试。

[0004] 通常典型的增压级为3-4级,共计6-8排叶片。若要对增压级的性能进行调整,一种方式为基于总体设计要求重新设计和试制增压级,例如重新设计静子叶片、转子叶片和鼓筒,这一过程还可能需重新设计风扇等其他结构件,设计周期长,成本高。并且,需要更换全部叶片排,装配复杂,效率低。另外一种方式是采用可调静子叶片,调节增压级流量、压比,但可调静子叶片结构复杂,并且需要额外引入可调机构及其重量,导致结构复杂,不利于性能调试。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是为了克服现有技术中的增压级的性能调试方法调试的周期长、不经济的缺陷,提供一种增压级的性能调试方法及涡扇发动机。

[0006] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题:

一种增压级的性能调试方法,所述增压级包括鼓筒和安装于所述鼓筒的转子叶片,所述增压级的性能调试方法包括以下步骤:

S1、确定转子叶片相对于所述鼓筒的安装角;

S2、拆卸旧的转子叶片;

S3、选取与所述安装角相对应新的转子叶片,并将新的转子叶片安装于所述鼓筒。

[0007] 在本方案中,该增压级的性能调试方法用于涡扇发动机低压段的增压级调试,只需确定其中的转子叶片与鼓筒的安装角,并将相应的转子叶片安装至鼓筒上,从而完成增压级的调节,与原有的调试方法相比缩小了在增压级调试过程中的结构调整范围,仅对转子叶片的安装角进行调节,无需基于总体设计要求重新设计和试制增压级,相应地缩短了试制和装配时间,提高了调试效率和经济效率。

[0008] 较佳地,新的转子叶片的安装位置为第一位置,旧的转子叶片的安装位置为第二位置,新的转子叶片以叶尖基元级与叶根基元级的重心连线为旋转轴,旋转预设角度从第

一位置至第二位置,所述预设角度为新的转子叶片的安装角与旧的转子叶片的安装角的差值。

[0009] 在本方案中,采用上述结构形式,新的转子叶片与旧的转子叶片的叶型相同。新的转子叶片是以叶尖基元级与叶根基元级的重心连线为旋转轴,新的转子叶片只需绕该旋转轴旋转预设角度就能够从第一位置至第二位置。在其他的方案中,也可以利用旧的转子叶片绕其他的旋转轴旋转,以获得新的转子叶片的安装角。新的转子叶片与旧的转子叶片相比只是旋转了一个预设角度,即安装角的差值。

[0010] 较佳地,所述安装角的调整范围为 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 。

[0011] 在本方案中,上述调整范围用于转子叶片小角度范围内的调整。

[0012] 较佳地,转子叶片包括叶身、缘板和榫头,所述榫头用于与所述鼓筒可拆卸连接。

[0013] 在本方案中,采用上述结构形式,便于更换转子叶片。

[0014] 较佳地,新的转子叶片的叶身和旧的转子叶片的叶身的形状相同;

新的转子叶片的榫头与叶身的夹角为第一角度,旧的转子叶片的榫头与叶身的夹角为第二角度,第一角度与第二角度的差值与新的转子叶片的安装角与旧的转子叶片的安装角的差值相等。

[0015] 在本方案中,新的转子叶片的叶身和旧的转子叶片的叶身的形状相同,可采用旧的转子叶片的模具或机加程序加工新的转子叶片的叶身,然后根据安装角转动的角度,加工新的转子叶片的榫头,有效降低了加工费用。

[0016] 较佳地,所述增压级还包括静子叶片,静子叶片安装于所述鼓筒的外周面上,静子叶片的安装角不可调。

[0017] 在本方案中,静子叶片不转动,静子叶片的作用是减小动能,增加压力势能。在调试转子叶片时,无需对静子叶片进行拆装,仅对转子叶片进行调整,提高调试效率。在其他的方案中,也可通过增设可调机构,实现静子叶片的安装角度可调。

[0018] 较佳地,所述增压级为3级或4级,每一级包括一排静子叶片和一排转子叶片,静子叶片和转子叶片沿所述鼓筒的轴向方向间隔设置于所述鼓筒。

[0019] 在本方案中,采用上述结构形式,便于涡扇发动机逐级加压。

[0020] 较佳地,同级的转子叶片的安装角相同。

[0021] 在本方案中,采用上述结构形式,便于转子叶片将风导向至同一方向。

[0022] 较佳地,不同级的转子叶片的安装角相同。

[0023] 在本方案中,采用上述结构形式,便于涡扇发动机逐级加压。当不同级的转子叶片的安装角相同时,可使静子叶片的气流角基本不变,相应的静子叶片可以保持不变,大大降低了增压级叶片调整的范围。在其他可替代的方案中,不同级的转子叶片的安装角也可以不相同。当不同级的转子叶片的安装角不不同时,可以在较宽的范围内调试涡扇发动机的性能。

[0024] 一种涡扇发动机,所述涡扇发动机包括利用如上所述的增压级的性能调试方法调试的所述增压级。

[0025] 在本方案中,该涡扇发动机可利用该增压级对涡扇发动机的性能进行调试,以适应发动机性能调试需求,比如推力、耗油率、涡轮前温度的调试。

[0026] 在符合本领域常识的基础上,上述各优选条件,可任意组合,即得本发明各较佳实

例。

[0027] 本发明的积极进步效果在于:该增压级的性能调试方法用于涡扇发动机低压段的增压级调试,只需确定其中的转子叶片与鼓筒的安装角,并将相应的转子叶片安装至鼓筒上,从而完成增压级的调节,与原有的调试方法相比缩小了在增压级调试过程中的结构调整范围,仅对转子叶片的安装角进行调节,无需基于总体设计要求重新设计和试制增压级,相应地缩短了试制和装配时间,提高了调试效率和经济效率。

### 附图说明

[0028] 图1为本发明较佳实施例的增压级的性能调试方法的流程图。

[0029] 图2为本发明较佳实施例的涡扇发动机中增压级的位置示意图。

[0030] 图3为本发明较佳实施例的增压级中的转动轴的位置示意图。

[0031] 图4为本发明较佳实施例的转子叶片的结构示意图。

[0032] 图5为本发明较佳实施例的转子叶片的安装角变化示意图。

[0033] 附图标记说明:

增压级10

鼓筒1

转子叶片2

叶身21

缘板22

榫头23

旋转轴24

出口导流叶片20

风扇30

安装角的调整范围40

步骤S1-S3。

### 具体实施方式

[0034] 下面通过实施例的方式并结合附图来更清楚完整地说明本发明,但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

[0035] 如图1所示,增压级10是涡扇发动机的重要部件之一,其位于风扇30与高压压气机之间,用于风扇30后进入内涵的气体进行增压。气流经过风扇30后,分为两个涵道,外涵经出口导流叶片20排出,内涵经增压级10进入过渡段和高压压气机。增压级10对涡扇发动机系列化发展具有重要意义,通过加级、减级、或重新设计增压级10,可对内涵的物理流量进行调节,并配合风扇30外涵的流量、压比调整,实现发动机的推力增大或降低。

[0036] 如图2-图5所示,本实施例公开了一种增压级的性能调试方法,增压级10包括鼓筒1和安装于鼓筒1的转子叶片2,增压级10的性能调试方法包括以下步骤:

S1、确定转子叶片2相对于鼓筒1的安装角;

S2、拆卸旧的转子叶片2;

S3、选取与安装角相对应新的转子叶片2,并将新的转子叶片2安装于鼓筒1。

[0037] 该增压级的性能调试方法用于涡扇发动机低压段的增压级10调试,只需确定其中的转子叶片2与鼓筒1的安装角,并将相应的转子叶片2安装至鼓筒1上,从而完成增压级10的调节,与原有的调试方法相比缩小了在增压级10调试过程中的结构调整范围,仅对转子叶片2的安装角进行调节,无需基于总体设计要求重新设计和试制增压级10,相应地缩短了试制和装配时间,提高了调试效率和经济效率。

[0038] 其中,安装角为转子叶片2基元级前缘、尾缘连线与轴向的夹角,用于表征转子叶片2打开、关闭的程度。

[0039] 转子叶片2包括叶身21、缘板22和榫头23,榫头23用于与鼓筒1可拆卸连接,便于更换转子叶片2。

[0040] 新的转子叶片2的叶身21和旧的转子叶片2的叶身21的形状相同,新的转子叶片2的榫头23与叶身21的夹角为第一角度,旧的转子叶片2的榫头23与叶身21的夹角为第二角度,第一角度与第二角度的差值与新的转子叶片2的安装角与旧的转子叶片2的安装角的差值相等。

[0041] 在本实施例中,新的转子叶片2的叶身21和旧的转子叶片2的叶身21的形状相同,可采用旧的转子叶片的模具或机加程序加工新的转子叶片2的叶身21,然后根据安装角转动的角度,加工新的转子叶片2的榫头23,有效降低了加工费用。

[0042] 新的转子叶片2的安装位置为第一位置,旧的转子叶片2的安装位置为第二位置,新的转子叶片2以叶尖基元级与叶根基元级的重心连线为旋转轴24,旋转预设角度从第一位置至第二位置,预设角度为新的转子叶片2的安装角与旧的转子叶片2的安装角的差值。由于新的转子叶片2与旧的转子叶片2的叶型相同,新的转子叶片2只需绕旋转轴24旋转预设角度就能够与旧的转子叶片2重合。在其他的实施例中,也可以利用旧的转子叶片2绕其他的旋转轴24旋转,以获得新的转子叶片2的安装角。

[0043] 增压级10还包括静子叶片,静子叶片安装于鼓筒1的外周面上,静子叶片的安装角不可调。静子叶片不转动,静子叶片的作用是减小动能,增加压力势能。在调试转子叶片时,无需对静子叶片进行拆装,仅对转子叶片2进行调整,提高调试效率。在其他的实施例中,也可通过增设可调机构,实现静子叶片的安装角度可调。

[0044] 在本实施例中,增压级10为3级,每一级包括一排静子叶片和一排转子叶片2,静子叶片和转子叶片2沿鼓筒1的轴向方向间隔设置于鼓筒1,便于涡扇发动机逐级加压。在其他的实施例中,增压级也可以为4级。

[0045] 其中,同级的转子叶片2的安装角相同,便于转子叶片2将风导向至同一方向。

[0046] 不同级的转子叶片2的安装角可以相同。当不同级的转子叶片2的安装角相同时,可使静子叶片的气流角基本不变,相应的静子叶片可以保持不变,大大降低了增压级10叶片调整的范围。

[0047] 不同级的转子叶片2的安装角可以不相同。当不同级的转子叶片2的安装角不相同,可以在较宽的范围内调试涡扇发动机的性能,提高调试的灵活性。

[0048] 在本实施例中,安装角的调整范围40为 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$ ,上述调整范围用于转子叶片2小角度范围内的调整。

[0049] 本实施例还公开了一种涡扇发动机,该涡扇发动机包括利用如上所述的增压级的性能调试方法调试的增压级10。该涡扇发动机可利用该增压级10对涡扇发动机的性能进行

调试,以适应发动机性能调试需求,比如推力、耗油率、涡轮前温度的调试。

[0050] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式,但是本领域的技术人员应当理解,这仅是举例说明,本发明的保护范围是由所附权利要求书限定的。本领域的技术人员在不背离本发明的原理和实质的前提下,可以对这些实施方式做出多种变更或修改,但这些变更和修改均落入本发明的保护范围。

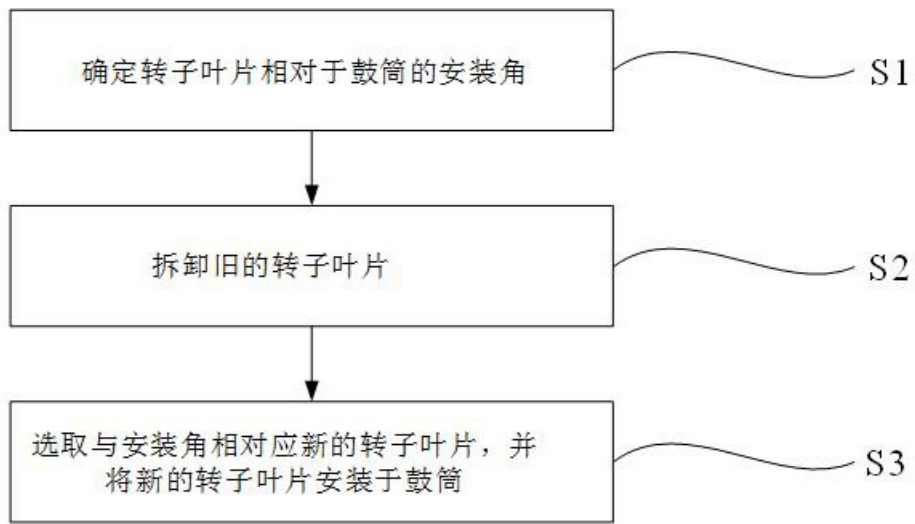


图1

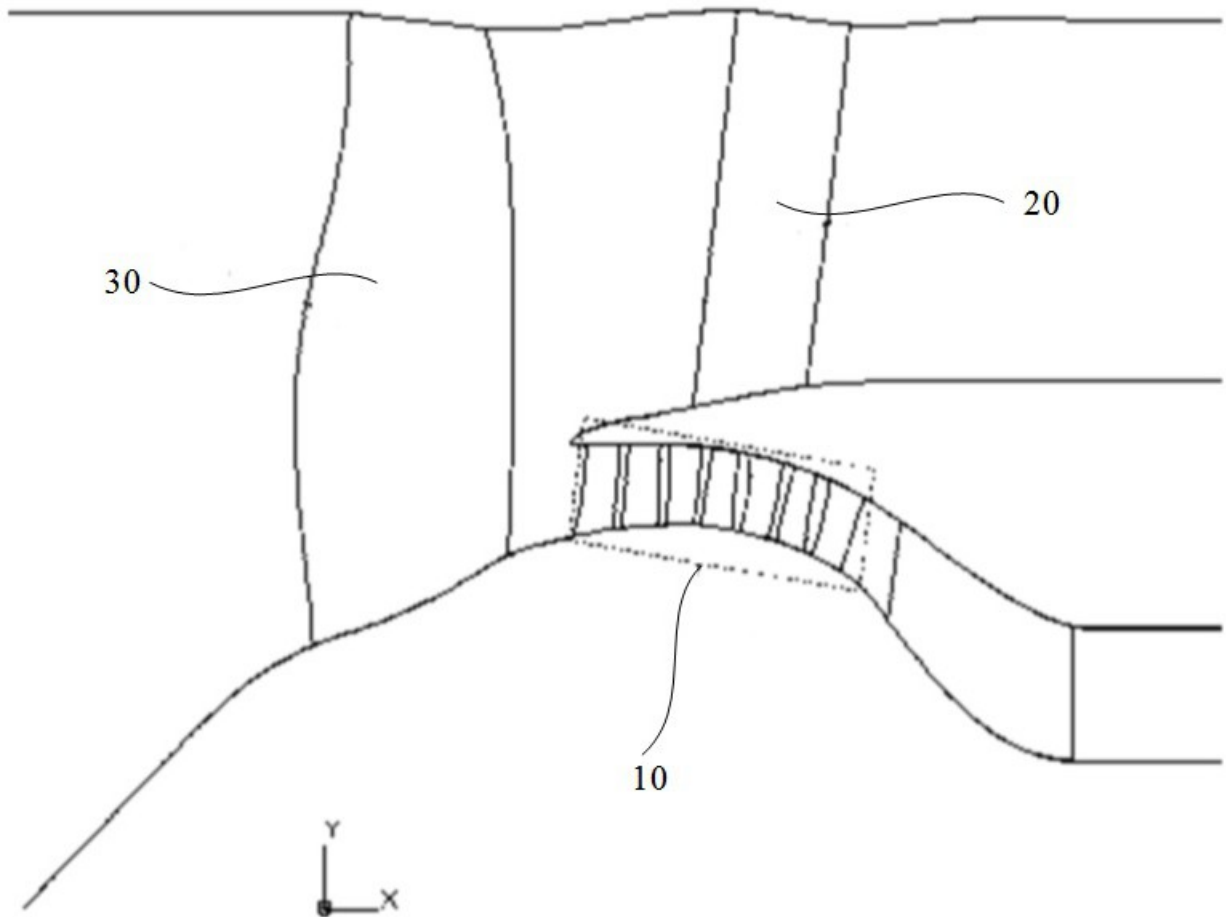


图2



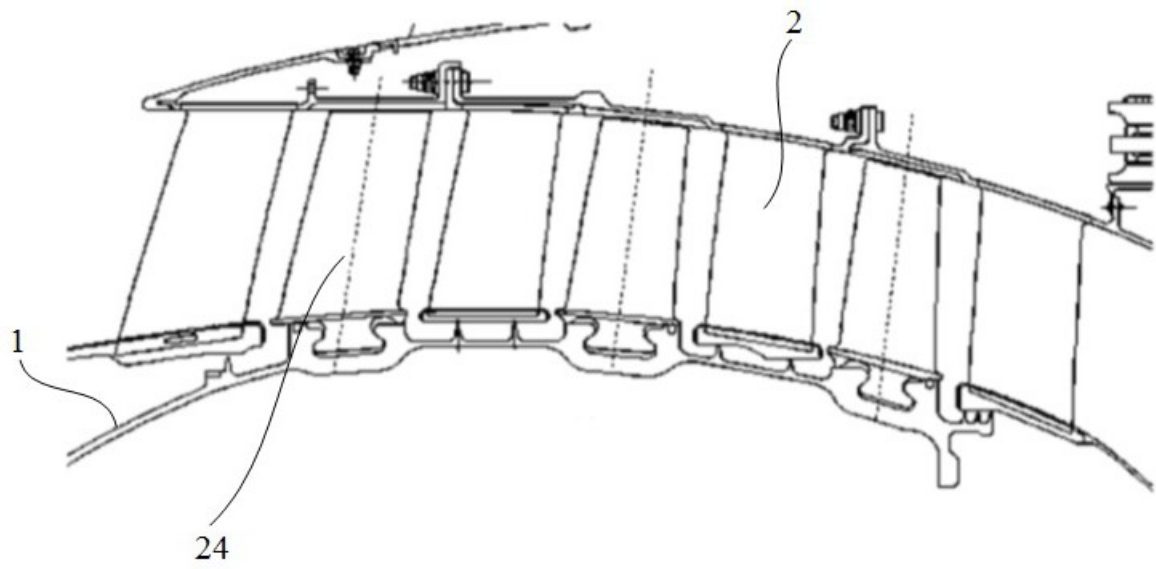


图3

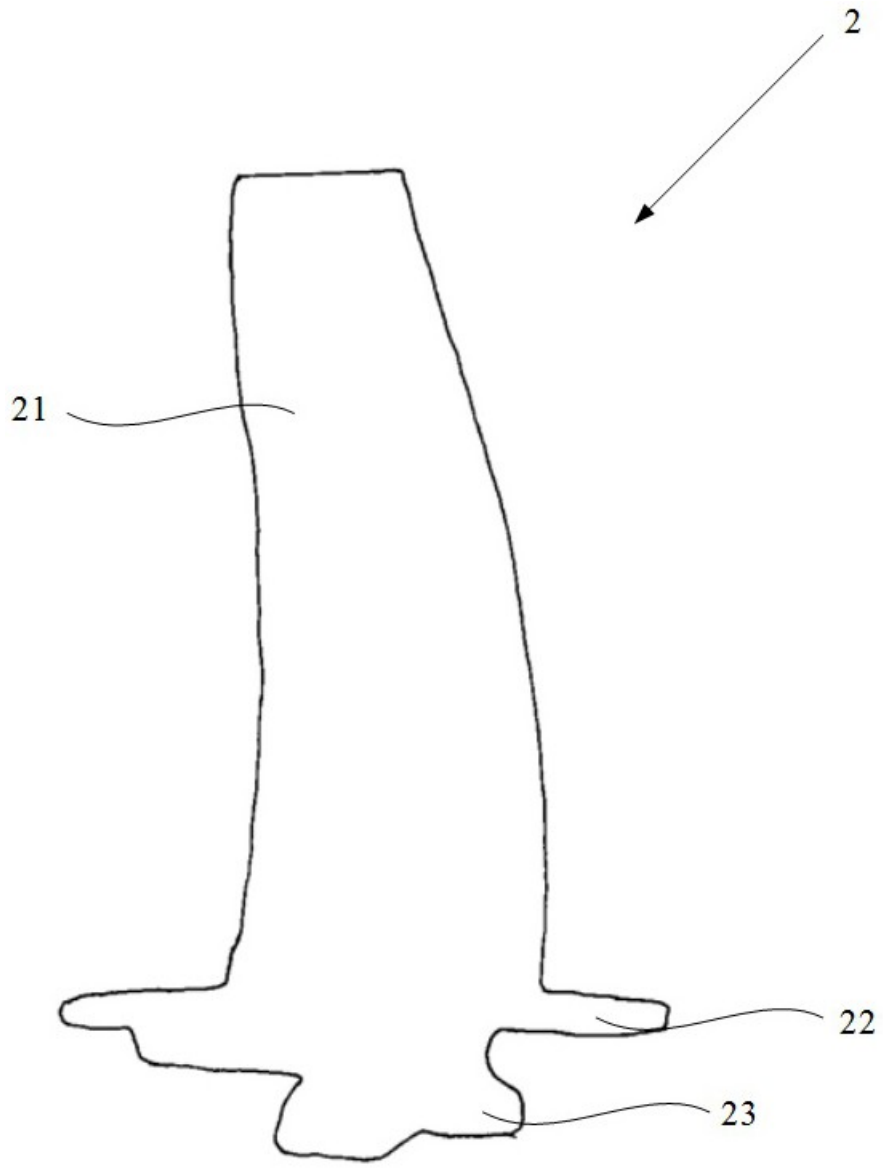


图4

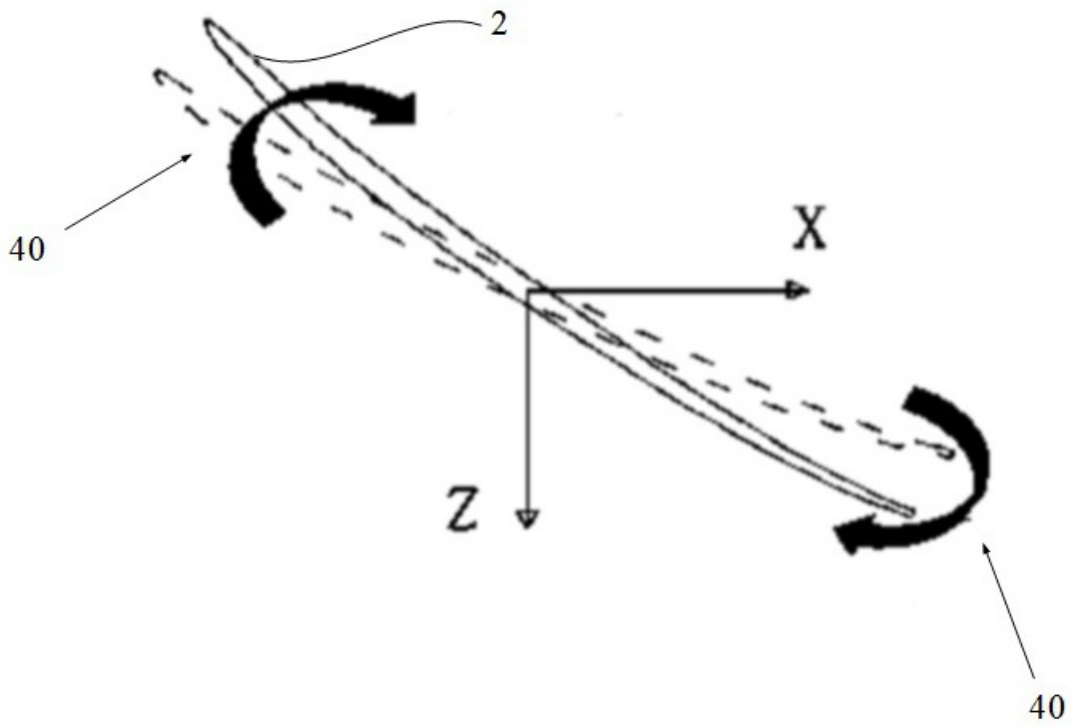


图5