

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

F01D 5/18

F02C 7/18



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410064465. X

[43] 公开日 2005年3月9日

[11] 公开号 CN 1590709A

[22] 申请日 2004. 8. 27

[21] 申请号 200410064465. X

[30] 优先权

[32] 2003. 8. 28 [33] US [31] 10/652913

[71] 申请人 联合工艺公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 E·A·赫德森

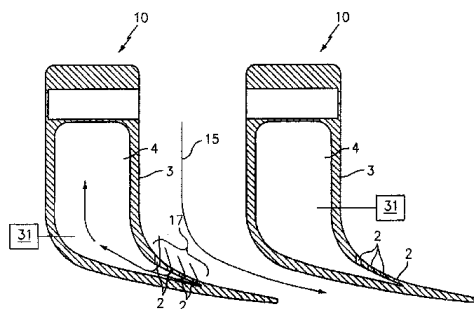
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 周备麟

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

[54] 发明名称 涡轮机翼面冷却气流微粒分离器

[57] 摘要

一种涡轮发动机用的叶片组件，包括多个叶片，每个叶片包括一压力侧，其中该多个叶片中的至少一个的该压力侧包括至少一个孔，该孔延伸通过该压力侧而进入该多个叶片的该至少一个的一内部部分。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种涡轮机发动机用的叶片组件，包括：  
多个叶片，每个叶片包括一压力侧，其中所述多个叶片中的至少一个的所述压力侧包括至少一个孔，该孔穿过所述压力侧而进入所述  
5 多个叶片中的所述至少一个的一内部部分。
2. 权利要求1的微粒分离器，其特征在于，所述至少一个孔的每个孔有一小于1.5毫米的直径。
3. 权利要求1的微粒分离器，其特征在于，所述压力侧的1%-25%被所述至少一个孔所覆盖。
- 10 4. 权利要求1的微粒分离器，其特征在于，所述至少一个孔的至少一个由一个槽形成。
5. 权利要求1的微粒分离器，其特征在于，所述多个叶片包括涡轮发动机弯曲叶片。
6. 一种用于从发动机气流除去微粒的方法，包括下列步骤：  
15 提供至少一个通过一叶片的压力侧的孔；  
使包含污染微粒的气流通过所述叶片的所述压力侧；以及  
收集通过所述至少一个孔的所述污染微粒。
7. 权利要求6的方法，其特征在于，收集所述污染微粒包括以下步骤：  
20 将所述污染微粒接收在一内腔内；以及  
使所述污染微粒从所述内腔移动到一个排泄位置。

## 涡轮机翼面冷却气流微粒分离器

## 美国政府权利

- 5 本发明根据由美国空军签订的合同 F33615-97-C-2779 而得到美国政府的支持。美国政府对本发明有某些权利。

## 发明领域

- 10 本发明涉及一种用于供给涡轮机叶片的冷却空气的惯性微粒分离器。

## 背景技术

- 燃气轮机的设计和构造要求越来越高的效率和性能。为了获得此种提高的效率和性能，常常改变发动机的燃烧部件以提高出口温度。  
15 但是，由于需要耐久性，在这样的情况下必须提高涡轮机翼面高温性能。为了响应这种需要，已引入各种方法来改进涡轮机叶片上所用的冷却工艺。这些冷却方案利用冷却气流的小孔和通道。最先进的冷却设计利用逐渐变小的冷却细部。不幸，这些小的细部易于被污浊微粒堵塞。此种污浊微粒可能来自发动机外部环境、燃料污染物、不完全  
20 燃烧的燃料微粒及其它各种微粒物质源。由于堵塞冷却细部，这些污浊微粒导致翼面的烧毁和氧化。

因此需要一种分离污染微粒以改进使用小的内部冷却细部的新工艺翼面冷却方案的耐久性。还需要改进和减少现有设计中存在的翼面冷却通道的堵塞的发生。

25

## 发明概要

因此，本发明的一个目的是提供一种用于供给涡轮机叶片的冷却空气的惯性微粒分离器。

- 30 本发明的另一目的是提供一种涡轮机发动机用的包括多个叶片的叶片组件，每个叶片包括一压力侧，其中该多个叶片的至少一个的压力侧包括至少一个孔，该孔通过该压力侧而进入该多个叶片的该至少一个的一内部部分。

本发明的又一目的是提供一种从发动机气流中除去微粒的方法，该方法包括以下步骤；制造至少一个使包含污染微粒的空气流横向流过该叶片压力侧的穿通叶片压力侧的孔，收集流过该至少一个孔的污染微粒。

5

#### 附图简述

图 1 是本发明的弯曲叶片的示意图；

图 2 是表示增大的转弯气流方向的本发明弯曲叶片的示意图；

图 3 是图示示例性大小微粒的路径的本发明弯曲叶片的示意图；

10

图 4 是图示作为微粒粒径函数的捕集概率的曲线图。

#### 详细描述

本发明的主要目的是提供一种用于供给涡轮机叶片的冷却空气的惯性微粒分离器。本发明的目的主要通过向现有的弯曲叶片加入一个或多个其尺寸和取向足以捕集和排泄存在于空气流中的微粒的槽或孔来达到。如下面更充分地描述的，存在于空气流中的微粒往往沿弯曲叶片的压力侧行进。取决于空气流中所含的微粒的粒径和质量，当微粒冲击弯曲叶片的压力侧时，可以利用微粒的惯性来捕集微粒。通过在翼面壁中包括一系列孔或槽，可以当空气流通过弯曲叶片移动时捕集相当百分率的微粒。

参照图 1，图中示出本发明的多个弯曲叶片 10。虽然图中参照 TOBI（机上切向注入）系统，但并不限于本发明的弯曲叶片。相反，本发明包括任何和所有用于减小压力损失的叶片并降低向发动机叶片供给的冷却空气的温度。如图中所见，弯曲叶片 10 包括内腔 4。每个弯曲叶片 10 的外缘对应于弯曲叶片的压力侧 3。图中指示气流 15 通常沿对应于压力侧 3 的方向流动。注意：在压力侧 3 中已制成多个孔 2 或槽，它们开始于叶片 10 的转弯区 17 的一个点或其后处。如此处所用，“转弯区”指叶片的置于其压力侧上的区域，在叶片压力侧上最大转弯点处或其附近开始，并沿气流 15 的方向延伸。包围在气流 15 中的微粒可以通过孔 2 并进入内腔 4。由于其质量较重，污浊的微粒不太能够与组成气流 15 的空气分子一起转弯而聚集在气流的压力侧 3 上。结果，能够通过孔 2 除去微粒。在通过孔 2 并进入内腔 4 后，包含污浊

微粒的污浊空气通过内腔，从而排出到不易污染的排入位置 31。排泄位置 31 最好保持比内腔 4 低的压力，以便提供一个足以抽引需要从主气流中引导污浊微粒的气流的抽吸力。

参照图 3，图示相对大微粒和相对小微粒两者的路径。小微粒路径 21 代表一种示例性小微粒所遵循的路径。大微粒路径 23 代表一种沿气流 15 的总方向行进的示例性大微粒所遵循的路径。注意：由于沿大微粒路径 23 行进的大微粒的增大的质量和惯性，大微粒冲击弯曲叶片 10 的压力侧 3 和当其沿气流 15 的总方向行进时跳动数次。相反，由于其较小的质量和较低的惯性，沿小微粒路径 21 行进的小微粒继续与气流 15 一起经过弯曲叶片 10。显然，由于大微粒当其与气流 15 一起移动时跳动数次的倾向，增加孔 2 的数目以形成进入内腔 4 的通道增大了捕集任何给定的大微粒的概率。为了增大捕集沿小微粒路径 21 行进的小微粒的概率，最好增大小微粒经历的转弯程度。参照图 2，图示从转动该多个弯曲叶片 10 中每个叶片而产生的增大的转弯气流方向 13，从而增大在最大转弯区 17 和沿增大的转弯气流方向 13 存在的最大转弯量。在一优选实施例中，当沿气流 15 方向测量时，该孔小于 1.5 毫米。最好是，压力侧 3 被这些孔 2 占去的总面积为 1%-25%。

上述见解用图形示于图 4。显然，作为微粒粒径函数的捕集概率或“POC”总体上形成一个高斯分布曲线。也就是说，当微粒粒径接近于零，即使有的话也是捕集到极少微粒，而另一方面，当微粒粒径接近一极大粒径，也捕集到极少大微粒。在高斯分布曲线的左侧，有两条示例性虚线例示由于如上所述地稳定地增大转弯气流方向 13 的转弯角而增大的捕集任何特定小粒径微粒的概率。同样，在曲线的右侧，有两条示例性虚线表示由于增多槽的数目而增大的捕集大微粒的概率。

显然，本发明提供的用于提供给涡轮机叶片的冷却空气的惯性微粒分离器完全满足此前提出的目的、机制和优点。虽然本发明描述了其特定实施例，但阅读了上列描述的该技术的专业人员显然能进行其它替代、修改和变化。因此，本发明预期包括落入附属的权利要求书的广泛范围内的所有替代、修改和变化。

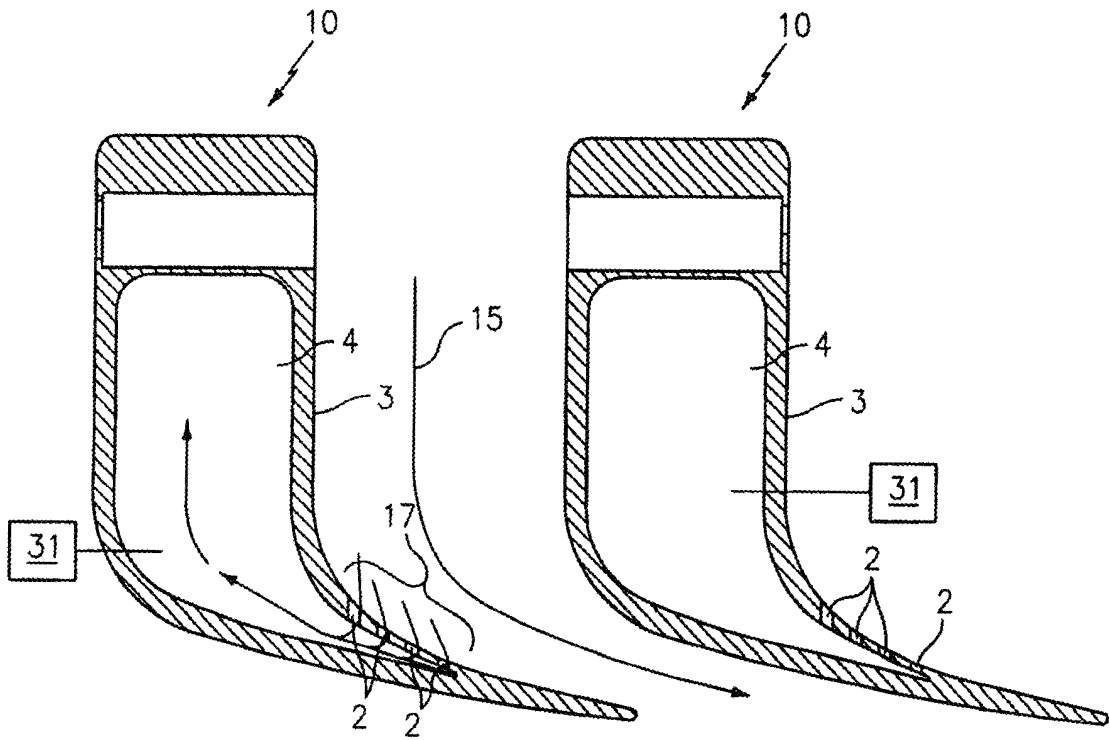


图 1

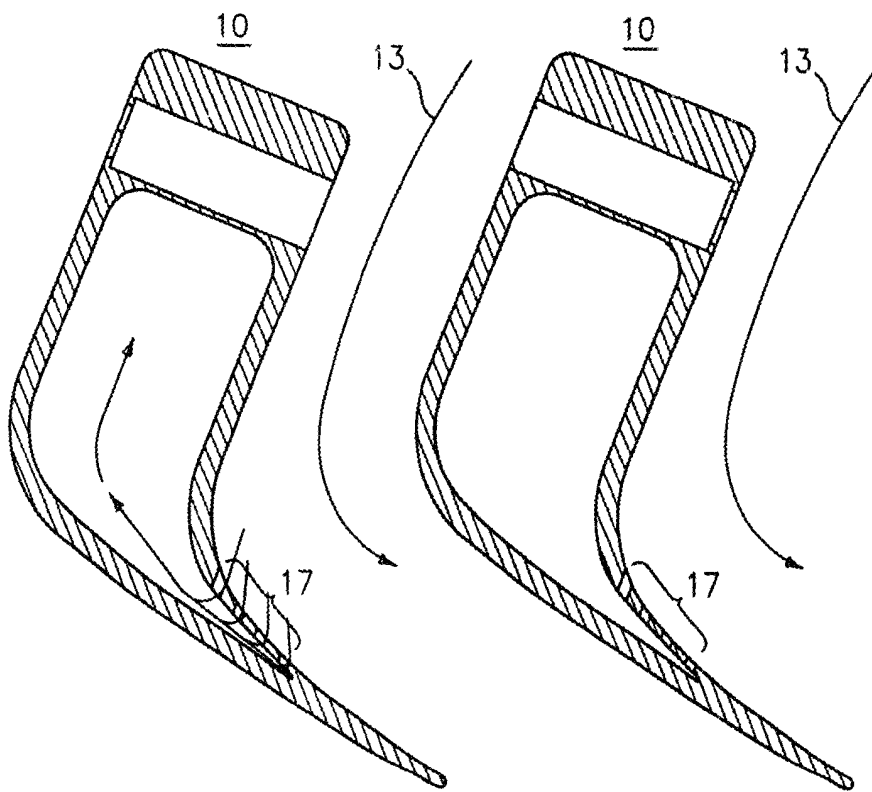


图 2

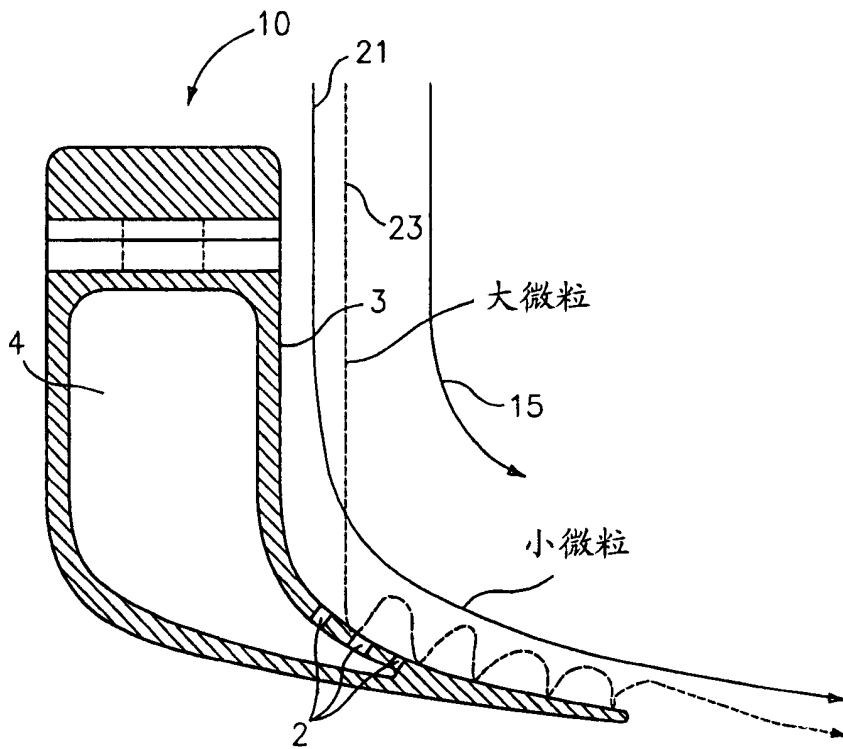


图 3

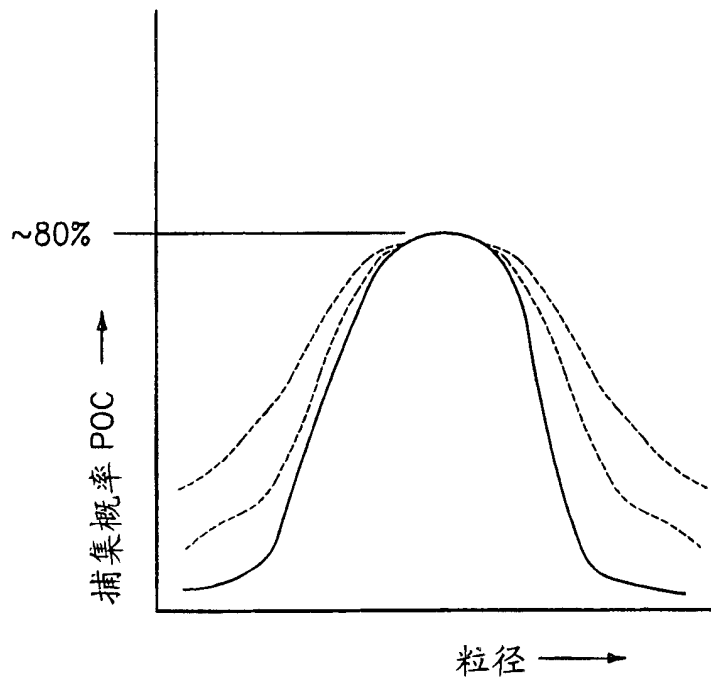


图 4