

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02C 7/18 (2006.01)

F01D 25/12 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510084437.9

[43] 公开日 2006 年 1 月 18 日

[11] 公开号 CN 1721670A

[22] 申请日 2005.7.15

[21] 申请号 200510084437.9

[30] 优先权

[32] 2004. 7. 15 [33] US [31] 10/891966

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 J·C·因蒂尔 T·R·法雷尔

[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

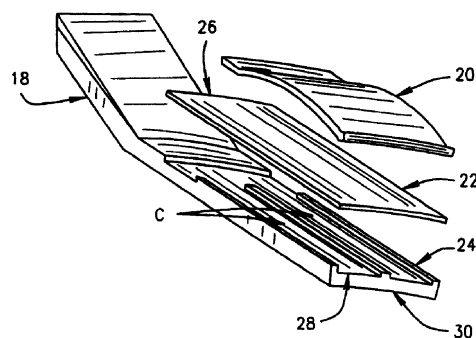
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

燃烧管路后端冷却的改善

[57] 摘要

一种安装在燃气涡轮发动机(10)的燃烧部分(12)和该涡轮的排出部分(14)之间的过渡区域(16)中的衬里(18)。该衬里具有使空气进入该衬里的一个空气入口(26)和使空气从该衬里排出的一个空气出口(28)。通过该衬里的空气流动用作流过该涡轮的燃烧部分和空气排出部分之间的过渡区域的冷却空气,以便将该衬里的金属温度22由燃烧反应产生的热气体温度降低至与零件使用寿命一致的金属温度。该衬里以作出多个使空气流过该衬里的轴向通道(C)。该通道的横截面沿着每一个通道的长度,从该通道的空气入口至其空气出口均匀地减小。这种衬里结构减小在该衬里后端产生的热应变,延长该衬里的使用寿命。同时减少为了使该过渡区域的冷却达到所希望的程度而需要流过该衬里的空气量。



1. 一种用于安装在发动机的燃烧部分(12)和空气排出部分(14)之间的一个过渡区域(16)中的衬里(18)，它包括：

多个轴向通道(C)；在该衬里的后端部分的一部分上互相平行地
5 延伸，每一个通道的横截面积沿着该通道的长度变化；和

使空气进入每一个通道的一个空气入口(26)，和使空气从该衬里排出的一个空气出口(28)；通过该通道的空气流用于冷却该发动机的燃烧部分和空气排出部分之间的过渡区域。

2. 如权利要求1所述的衬里，其特征为，每一个通道的横截面积，
10 均匀地沿着该衬里的长度，从该衬里的空气入口端至，其空气出口端减少。

3. 如权利要求2所述的衬里，其特征为，该通道的高度，沿着该衬里的长度，从该衬里的空气入口端至其空气出口端均匀地减小，从而减小在该衬里的后端产生的热应变，以延长该衬里的使用寿命，并
15 减少为使该过渡区域内的冷却达到所希望的程度而流经该衬里所需要的空气量。

4. 如权利要求3所述的衬里，其特征为，该通道的高度从该衬里的空气入口端至其空气出口端显著地减小。

5. 如权利要求4所述的衬里，其特征为，该通道的高度，从该衬里的空气入口端至其空气出口端减小至少40%。
20

6. 如权利要求1所述的衬里，其特征为，该衬里减小为将该过渡区域的温度降低至预定的温度范围所需的流经该衬里的空气流量，这可增加流至该发动机的燃烧部分的空气流量，以改善燃烧和减少排放。

25 7. 一种涡轮增压发动机(10)，包括：

一个燃烧部分(12)；

在该燃烧部分下游的一个空气排出部分(14)；

在该二个部分之间的一个过渡区域(16)；和

一个衬里(18)，该衬里具有使空气进入该衬里的一个空气入口
30 (26)，空气从该衬里藉其排出的一个空气出口(28)；通过该衬里的空气流作为流经该发动机的燃烧部分和空气排出部分之间的过渡区域的冷却空气；该衬里还具有多个沿其长度互相平行延伸的通道(C)；

供空气流流过该衬里之用，该通道的横截面积，沿着该衬里的长度，从该衬里的空气入口端至其空气出口端减小，从而减少在该衬里的后端产生的热应变，以延长该衬里的使用寿命并减少为使该过渡区域中的冷却达到所希望的程度而流经该衬里所需要的空气量。

- 5 8. 如权利要求 7 所述的发动机，其特征为，该通道的高度沿着该衬里通道的长度均匀地逐渐缩小。

9. 如权利要求 8 所述的发动机，其特征为，该通道的高度从该衬里的空气入口端至其空气出口端减少至少 40%。

- 10 10. 如权利要求 7 所述的发动机，其特征为，该发动机减小为将该过渡区域的温度降低至预定的温度范围所需的流经该衬里的空气流量的至少 30%，这可增加流至该涡轮的燃烧部分的空气流量，以改善燃烧和减少排放。

燃烧管路后端冷却的改善

相关申请的相互参考

5 无。

有关联邦政府赞助的研究或开发的声明

没有申请。

发明领域

10 本发明涉及燃气涡轮发动机内的内部冷却，更具体地说，涉及在涡轮的燃烧部分和排放部分之间的过渡区域中，提供更好和更均匀的冷却的装置。包括改进设计的一个衬里的该装置可减小在该区域中的热应力，同时提高在该区域的冷却效率，减小涡轮这部分需要的冷却空气量。这可使更多的空气引入该涡轮的燃烧部分，这样，可改善燃料的燃烧并减少排放（NO_x）。

15 背景技术

燃气涡轮发动机具有一个空气进入部分，一个燃料燃烧部分和一个后面排放部分。在涡轮的燃烧部分和排放部分之间有一个过渡区域。一个基本上为圆筒形的衬里安装在这个过渡区域中，其上作出孔，冷却空气通过该孔进入和流过该衬里，以控制该过渡区域中的温度。
20 在该衬里的上游入口部分处的热气体温度（该涡轮燃烧部分的出口）大约为 2800~3000°F。在该衬里的下游出口部分处，靶极金属温度大约为 1400~1550°F。

目前，该衬里的后端是利用多个几何形状均匀的冷端轴向通道冷却的，该通道使温度为该涡轮的压缩机排气温度的空气，在该衬里的
25 后端上流过。这产生对流冷却。这种几何形状的限制为，当该衬里的一个部分和另一个部分之间的金属温度梯度大时，所产生的冷却不均匀。以前，克服这个限制需要增加流入该衬里的冷却空气的量，以便达到适当的冷却程度。最后增加进入和通过该衬里的气流意味着不然可以导入该涡轮的燃烧部分，帮助燃烧和减小排放，特别是 NO_x 排放
30 的空气，必需改变方向，进入该涡轮的后端，以帮助将该衬里温度保持在允许范围内。

发明概述

简要地说,本发明的目的是要提供一种可加强在涡轮发动机的燃烧部分和排放部分之间的过渡区域中的冷却的改进的衬里结构。本发明的改进包括具有多个其横截面沿着该衬里的轴向长度变化的气流或冷却通道的一个衬里。即:该通道的高度,沿着该衬里的轴向长度,从该衬里的冷却通道的空气入口至空气出口减小。在本发明的一个实施例中,该通道的高度,从每一个轴向通道的入口端至出口端减小大约60%。用这种方法减小气流通道的高度,使通过该通道流动的空气的冷却效果改变,造成金属温度更均匀。重要的是,这可以减小在该衬里的后部空气出口端处的热应力。

优化该衬里后端的冷却对目前的衬里结构有很大的优点。一个具体的优点是,因为新的衬里冷却改善,为了达到希望的衬里金属温度所需要的流过该衬里的空气较少;并且该衬里通道中的空气的局部速度与空气的局部温度平衡。这可以产生沿着该衬里通道的固定不变的冷却热流量。结果,在该衬里内的热梯度和热应力减小。由于减小燃烧反应温度、冷却空气的需要减少也可帮助延长该衬里的寿命。最后,减少气流的需要可使更多的空气流入该涡轮的燃烧部分,以改善燃烧和减少涡轮的排放。

本发明的上述和其他目的,特点和优点在后面将分部分地清楚和分部分地指出。

附图简述

在构成说明书的一部分的附图中:

图1为表示涡轮的燃烧部分和压缩机空气排出部分之间的过渡区域的一个涡轮发动机的截面图;

图2为先前技术的衬里后部区域,和本发明的,用于使冷却空气流过该涡轮的过渡区域中的多个通道的衬里后部区域的正视图;

图3为本发明的衬里后端的分解视图;

图4为先前技术的衬里的和本发明的衬里的后端的平面图,它表示两种结构之间的传热系数的相对差别;和

图5为先前技术的衬里和本发明的衬里的后端的平面图,它表示两种结构之间的预测金属温度的相对差别。

在所有几个附图中,相应的标号表示相应的零件。

优选实施例说明

下面的详细说明利用例子来说明本发明，而不是限制。该说明清楚地可使技术熟练的人制造和使用本发明，说明几个实施例，其应用，变型，替换物和使用包括目前认为是实现本发明的最佳模式的本发明。

5 参见附图，在图 1 中，涡轮发动机用 10 表示。发动机 10 具有一个燃烧部分 12，吸入该发动机中的空气在该处与燃料燃烧。该发动机还包括一个排放部分 14。从燃烧部分 12 出来的热气体，从该部分 12 流入排放部分 14 中。在这两个部分之间有一个过渡区域 16。如先前指出的那样，在燃烧部分 12 的后端，区域 16 的入口部分处的热气体温度
10 度大约为 2800~3000°F。然而，在过渡区域 16 的下游，出口部分处的衬里金属温度最好大约为 1400~1500°F。为了帮助将该衬里冷却至这个较低的金屬温度范围，在热的气体通过区域 16 的过程中，设置冷却空气流过的衬里 18。该冷却空气可以抽走该衬里的热，从而大大降低相对于该热气体的温度的衬里金属温度。

15 衬里 18 具有一个通常称为呼拉密封的相应的压缩式密封 20。该密封安装在衬里的盖板 22（见图 3）和过渡区域 16 的一部分之间。该盖板安装在衬里上，形成该压缩密封的一个安装表面和形成轴向气流通道的 C 的一部分。如图 3 所示，衬里 18 上作出带有多个沿轴向升高的部分或肋 24 的多个轴向通道，所有这些肋都在衬里的后端的一部分上延伸。该盖板 22 和肋 24 一起构成相应的气流通道的 C。这些通道为
20 在衬里 18 的后端的一部分上延伸的平行通道。冷却空气通过在该通道前端的空气入口槽或孔 26，进入通道中。然后，空气流入和流过该通道 C，并通过在衬里后端 30 上的孔 28，从衬里流出。

根据本发明，该衬里 18 的设计可减小冷却空气的流量的需要，同时使衬里的后端能充分地传热，以便沿着衬里产生均匀的金属温度。技术经验丰富的人懂得，在该涡轮的燃烧部分 12 内产生的燃烧，造成热端的传热系数，和在衬里 18 的内表面上的气体温度。目前设计的衬里现在仍需要外表面（后端）冷却，以使金属温度和衬里的后端所受的热应力保持可接受的范围内。否则，由过大的应力，温度或
30 二者造成的衬里的损坏会大大缩短衬里的使用寿命。

本发明的衬里 18 使用在冷却剂外侧和衬里的热气体内侧之间产生的现有的静压力梯度，来影响衬里后端的冷却。这点可通过使在

衬里通道 C 中的气流速度与空气的温度平衡, 沿着该通道和该衬里的长度, 产生固定不变的冷却作用来达到。

如图 2 所示, 先前技术的衬里 100 有一个横穿该盖板的前端的流量计量孔 102。如在衬里 100 的长度上延伸的虚线所示, 由其高度确定的该通道的横截面, 沿着该通道的全长是固定不变的。这个厚度为 0.045 英寸 (0.11cm)。

相反, 本发明的衬里 18 的通道高度, 比在该通道的入口 26 处的衬里 100 的通道高度大很多 (大约 45%)。然而, 这个高度沿着通道 C 的长度稳定和均匀地减小, 使得在该通道的后端, 该通道高度比先前技术的衬里 100 的出口高度小很多 (大约 55%)。例如, 衬里 18 的入口通道的高度为 0.065 英寸 (0.16cm), 其出口高度为 0.025 英寸 (0.06cm), 因此, 该通道的高度从该通道的入口端至出口端减少略大于 60%。

在将先前技术的衬里 100 与本发明的衬里 18 的比较中发现, 为了与衬里 18 的冷却流量匹配, 减小衬里 100 的通道 (没有示出) 的高度不能提供足够的冷却, 使衬里 100 中产生可接受的金属温度, 也不能有效地改变, 即减小通过该衬里的冷却空气的流量需求。另外, 还发现, 在衬里 18 内冷却通道高度可变化, 可以优化该衬里的后端 28 的冷却。当通道高度变化时, 可达到最优的冷却, 因为在该通道中的局部空气速度现在与流过该通道的冷却空气的局部温度平衡。即: 因为该通道的高度沿着每一个通道的长度逐渐减小, 该通道的横截面积同样减小。这造成流过通道 C 的冷却空气的速度增加, 和可以沿着每一个通道的全长产生更固定不变的冷却热流量。因此, 衬里 18 的优点是, 可以产生更均匀的轴向热梯度, 和减小在该衬里内的热应力。这点又使该衬里的使用寿命增加。重要的是, 流过该衬里的冷却空气的需要大大减小, 并可将这个空气导入该涡轮的燃烧部分 12, 以改善燃烧和减少废气排出, 特别是 NOx 的排出。

在基本负荷条件下, 假设边界条件为 6FA+e 燃烧系统的边界条件, 利用衬里 18 的设计模型, 进行了一系列的 CFD 研究。研究表明, 在正常工作条件下, 衬里 18 的设计可对燃烧衬里的后端提供足够的冷却。在空气入口槽 26 下面的预测的金属温度显示, 金属温度的变化大大减小。该结果还表明, 为了保持后缘的等价寿命, 冷却气流的需要

可减少大约 50%。

图 4 为根据研究的结果, 先前技术的衬里 100 和本发明的衬里 18 的后端的相应的后端传热系数的比较。如图 4 所示, 通过均匀的减少沿着衬里长度的衬里 18 中的通道 C 的高度, 虽然相对的大小与衬里 100 相同, 但传热特性现在更均匀。另外, 减少衬里 18 所需要的强制通风 (plenum) 供给量可以最大限度地覆盖冷端, 并且没有冷却不好的区域。结果, 与衬里 100 的后端比较时, 衬里 18 的后端的热应变大大减小。

最后, 图 5 表示在先前技术的衬里 100 和本发明的衬里 18 内的金属温度。利用对于涡轮 10 的基本负荷下的边界条件, 每一个衬里的热端的气体温度为 2750°F。然而, 如图 5 所示, 衬里 18 的金属温度比衬里 100 的均匀。在衬里 18 的后端的金属温度的增加 (与衬里 100 后端的金属温度比较), 是对于该衬里的这个末端经受的典型的热应变的可接受的性能状态。如上所述, 为了减少通过该衬里的气流, 只减小衬里 100 中的通道高度不能在这些增加的金属温度下产生可接受的热应变。采用本发明的衬里高度均匀地沿着该衬里长度成一锥度的衬里 18, 在该衬里后端的热应变大小是可接受的。这不但可帮助提高该衬里的寿命, 而且可使以前必需通过该衬里的气流的一部分现在可以导入该涡轮的燃烧部分 12, 以改善燃烧和减少排放。

考虑以上说明, 可看出, 本发明的几个目的已达到, 其它有利的结果也得到。在不偏离本发明的范围的条件下, 可对以上结构作各种改变。上述说明或附图中所述的一切都是为了说明, 而不是限制性的。

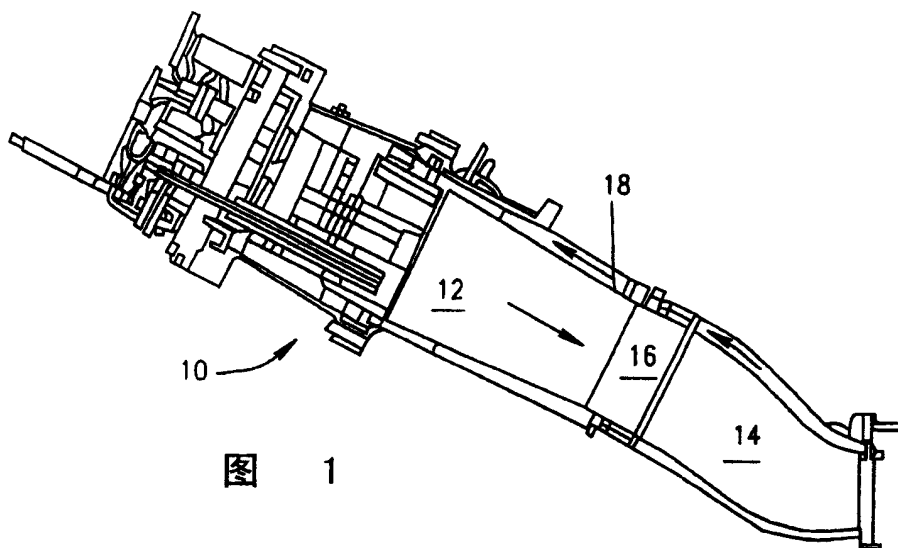


图 1

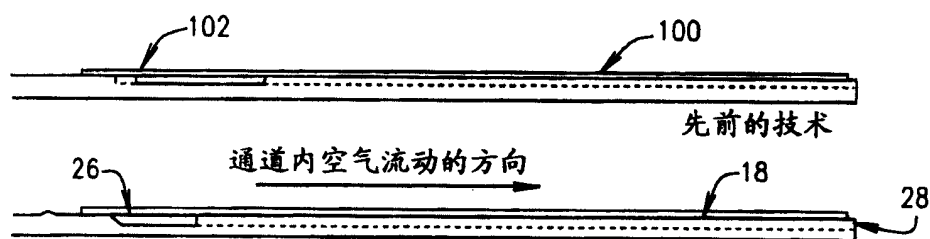


图 2

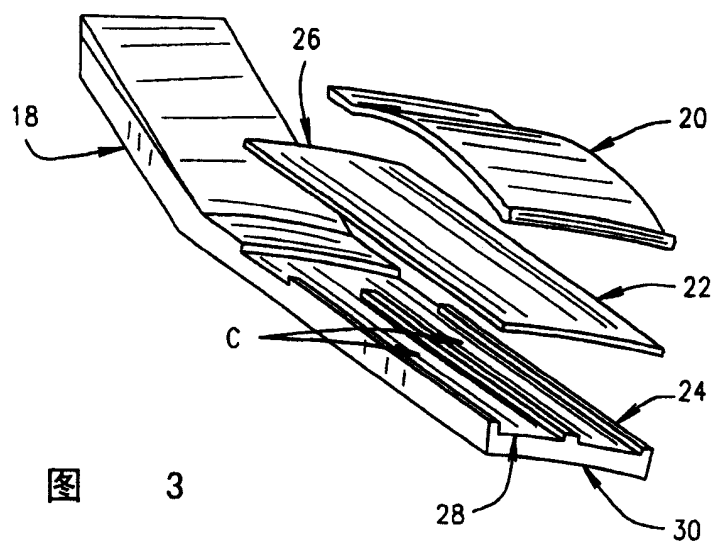


图 3

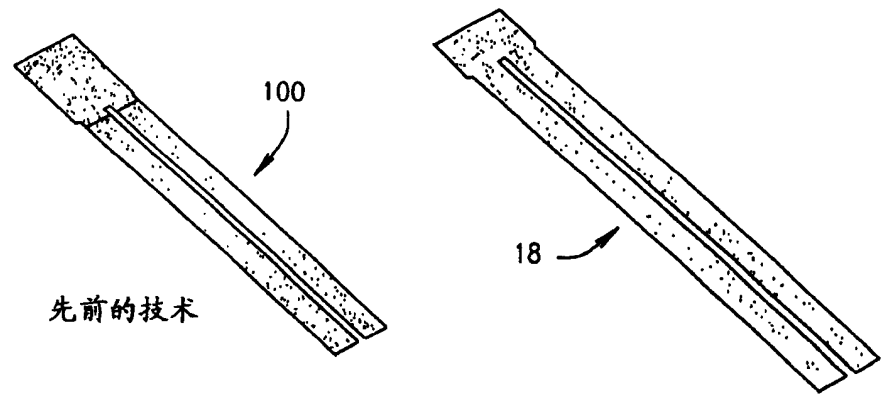


图 4

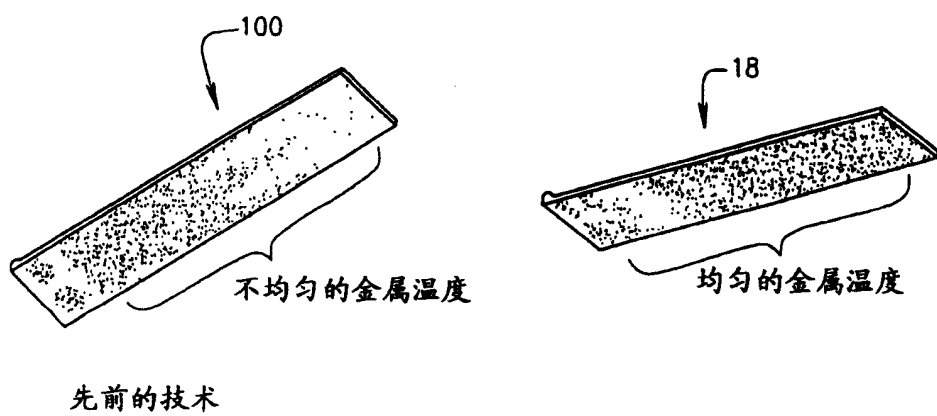


图 5