

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610162428.1

[51] Int. Cl.

F01D 5/18 (2006.01)

F01D 9/02 (2006.01)

F02C 7/18 (2006.01)

[43] 公开日 2007年5月30日

[11] 公开号 CN 1970998A

[22] 申请日 2006.11.22

[21] 申请号 200610162428.1

[30] 优先权

[32] 2005.11.23 [33] US [31] 11/286794

[71] 申请人 联合工艺公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 F·J·昆哈 M·T·达赫梅

[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 谭祐祥

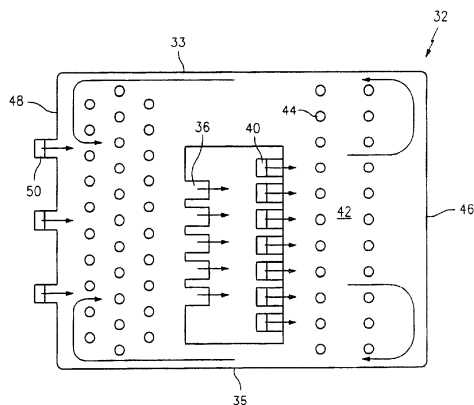
权利要求书4页 说明书6页 附图3页

[54] 发明名称

涡轮叶片的微回路冷却

[57] 摘要

一种涡轮发动机部件具有一个带有负压侧的翼面部分。上述部件具有一条埋设在构成负压侧的壁构件内的微型冷却回路，该微型冷却回路具有至少一个设置在计量基准点之前面的气膜冷却排出孔，以便使冷却流体流遍布负压侧的通过上述计量基准点的外表面。上述的微型冷却回路采用耐熔金属芯工艺来形成，本文叙述了形成上述微型冷却回路的方法。



1. 一种具有一个包含负压侧的翼面部分的涡轮发动机部件，该部件具有：

一条被埋设在构成上述负压侧的壁构件内的微型冷却回路；

上述微型冷却回路具有至少一个被设置在计量基准点的前面用来使冷却流体通过上述计量基准点流遍上述负压侧的外表面的气膜冷却排出孔。

2. 根据权利要求1的涡轮发动机部件，其特征在于，还具有至少一个用以接受来自上述冷却流体源的冷却流体的入口，每个上述入口都是弧形的，以便在该冷却流体流入上述微型冷却回路时加速该冷却流体。

3. 根据权利要求2的涡轮发动机部件，其特征在于，上述的微型冷却回路还具有一个第一横向边界壁和一个第二横向边界壁，上述的至少一个入口与该第一和第二横向边界壁相隔开。

4. 根据权利要求3的涡轮发动机部件，其特征在于，还具有多个与上述第一和第二横向边界壁间隔的冷却流体入口。

5. 根据权利要求2的涡轮发动机部件，其特征在于，还具有一条用以导引上述微型冷却回路内的冷却流体沿着朝向上述翼面部分的后缘的方向流动的第一横向延伸的流体流道，其中，上述的第一横向流体流道延伸到上述计量基准点之外，以便沿上述计量基准点之外的上述负压侧进行冷却。

6. 根据权利要求5的涡轮发动机部件，其特征在于，还具有多个在上述流道内的内部细节。

7. 根据权利要求6的涡轮发动机部件，其特征在于，每个上述的内部细节包含一种圆形的凸台。

8. 根据权利要求5的涡轮发动机部件，其特征在于，上述的冷却流体具有一定的流速，上述流体流道的长度足以尽可能长时间保持该冷却流体的流速，其中，上述微型冷却回路还具有一个第一端壁和至少一条第二流道，该第二流道用以使上述冷却流体转向流动，并向上述翼面部分的前缘流动。

9. 根据权利要求8的涡轮发动机部件，其特征在于，上述的微型冷却回路具有多条第二流道。

10. 根据权利要求 5 的涡轮发动机部件, 其特征在于, 还具有一个使上述冷却流体转向流动以便流过上述的至少一个气膜冷却排出孔的第二端壁。

11. 根据权利要求 10 的涡轮发动机部件, 其特征在于: 上述的第二端壁还具有多个更新上述冷却流体流的装置, 从而在上述冷却流体流过上述的至少一个气膜冷却排出孔时使该冷却流体加速, 其中, 上述的更新冷却流体流的装置包含至少一个在上述第二端壁上的再补给孔, 该至少一个再补给孔与一冷却流体源相连通。

12. 根据权利要求 11 的涡轮发动机部件, 其特征在于, 上述的更新冷却流体流的装置包含多个与上述冷却流体源相连通的再补给孔。

13. 根据权利要求 1 的涡轮发动机部件, 其特征在于, 还具有多个使冷却流体流遍上述的负压侧外表面的气膜冷却排孔孔。

14. 根据权利要求 1 的涡轮发动机部件, 其特征在于, 上述的涡轮发动机部件包含一种涡轮叶片。

15. 一种用于在涡轮发动机部件的翼面部分的外壁内形成微型冷却回路的耐熔金属片, 该耐熔金属片具有一第一端壁、一第二端壁、两个连接上述端壁的侧壁、至少一个沿第一方向弯曲并与上述侧壁和上述端壁隔开的第一弧形凸片和至少一个沿第二方向弯曲并与上述侧壁和上述端壁隔开的第二凸片。

16. 根据权利要求 15 的耐熔金属片, 其特征在于, 还具有多个第一凸片和多个第二凸片, 每个上述第一和第二凸片都与上述侧壁和上述端壁间隔。

17. 根据权利要求 16 的耐熔金属片, 其特征在于, 每个上述的第二凸片基本上是直的。

18. 根据权利要求 15 的耐熔金属片, 其特征在于, 还具有至少一个连接在上述耐熔金属片的上述第二端壁上的第三凸片。

19. 根据权利要求 18 的耐熔金属片, 其特征在于, 每个上述的第三凸片都是弧形的。

20. 根据权利要求 18 的耐熔金属片, 其特征在于, 还具有多个连接在上述第二端壁上的第三凸片, 这些第三凸片各自与上述的侧壁间隔。

21. 根据权利要求 15 的耐熔金属片, 其特征在于, 还具有至少一

排穿过该耐熔金属片的孔，上述的至少一排孔被设置在上述第一端壁与上述的至少一个第一凸片之间。

22. 根据权利要求 21 的耐熔金属片，其特征在于，还具有多排在上述第一端壁与上述至少一个第一凸片之间穿过上述耐熔金属片的孔。

23. 根据权利要求 21 的耐熔金属片，其特征在于，还具有至少一个穿过上述耐熔金属片的 L 形槽孔，该 L 形槽孔分别自大致邻近于上述的至少一个第二凸片的第一点延伸到与上述第一端壁间隔的第二点。

24. 根据权利要求 23 的耐熔金属片，其特征在于，还具有多个 L 形槽孔。

25. 根据权利要求 15 的耐熔金属片，其特征在于，还具有至少一排被设置在上述第二端壁与上述第二凸片之间的孔。

26. 根据权利要求 25 的耐熔金属片，其特征在于，还具有多排被设置在上述第二端壁与上述第二凸片之间的孔。

27. 根据权利要求 15 的耐熔金属片，其特征在于，还具有一个切入每个上述端壁的缺口和另一个切入上述耐熔金属片的中央部分的缺口。

28. 根据权利要求 15 的耐熔金属片，其特征在于，上述的耐熔金属片是用耐熔材料制成的。

29. 根据权利要求 15 的耐熔金属片，其特征在于，上述的耐熔金属片由选自钼和钼基合金组群的材料制造。

30. 一个形成具有翼面部分的涡轮发动机部件的方法，包含如下步骤：

按制造一种铸模；

在上述铸模内插入一种具有一第一端壁、一第二端壁、两个连接上述两端壁的侧壁、至少一个沿第一方向弯曲并与上述侧壁和上述端壁隔开的第一弧形凸片和至少一个沿第二方向弯曲且与上述侧壁和上述端壁隔开的第二凸片的耐熔金属片；

在上述铸模内插入至少一个型芯以形成至少一个中空部分；

将熔融金属浇入上述铸模内，并使上述熔融金属凝固以形成上述的涡轮发动机部件，并在该涡轮发动机部件的外壁内形成一条微型冷

却回路，该微型冷却回路具有至少一个冷却流体入口和至少一个冷却流体排出孔；和

将上述的耐熔金属片和上述的至少一个型芯去除。

31. 根据权利要求 30 的方法，其特征在于，上述的去除步骤包含按化学方法去除上述的耐熔金属片。

32. 根据权利要求 30 的方法，其特征在于，上述的插入耐熔金属片的步骤包含将上述耐熔金属片安置成使上述的至少一个冷却流体排出孔在上述翼面部分的负压侧上的计量基准点之前形成。

33. 根据权利要求 30 的方法，其特征在于，上述的插入耐熔金属片的步骤包含沿上述第二端壁插入一个具有至少一个第三凸片的耐熔金属片。

34. 根据权利要求 30 的方法，其特征在于，上述的插入耐熔金属片的步骤包含插入一种具有多个孔以便在上述微型冷却回路内形成一些内部细节的耐熔金属片。

35. 根据权利要求 30 的方法，其特征在于，上述的插入耐熔金属片的步骤包含插入一种具有至少一个 L 形槽孔的耐熔金属片。

36. 根据权利要求 30 的方法，其特征在于，上述的插入耐熔金属片的步骤包含插入一种具有一个切入上述第一端壁的第一缺口和一个切入上述第二端壁的第二缺口的耐熔金属片。

37. 根据权利要求 30 的方法，其特征在于，上述的插入型芯的步骤包含插入至少一个由选自氧化硅和氧化铝组群的材料制成的型芯。

涡轮叶片的微回路冷却

技术领域

本发明涉及一种解决涡轮发动机部件例如涡轮叶片翼面负压侧的高的热负荷的微型冷却回路。

背景技术

涡轮发动机部件例如涡轮叶片在高温环境下工作。为了避免这些发动机部件由于与高温接触而发生结构故障，需要在这类部件内设置冷却循环通路。而涡轮叶片翼面部分的负压侧尤其经受着高的热负荷。

除了热负荷问题之外，这类部件的气膜冷却排出孔还常常由于污染而堵塞。由于孔的堵塞就减小了遍布在负压侧外表面的冷却流体的流量，从而严重地降低了冷却效率。

本发明概述

按照本发明，提供一种可解决涡轮发动机部件尤其是涡轮叶片翼面的负压侧上所经受的高的热负荷的微型冷却回路，该微型冷却回路的最后排冷却孔处在翼面的计量基准点或者喷口点的前面，因此提高了微型冷却回路的效能。

按照本发明，提供的微型冷却回路可防止排气孔的堵塞。

按照本发明，提供一种涡轮发动机部件，该部件具有一个带有负压侧的翼面部分。上述涡轮发动机部件主要具有一条埋设在构成上述负压侧的壁构件内的微型冷却回路，该微型冷却回路具有至少一个设置在计量基准点之前面的气膜冷却排出孔，以便形成一种通过上述计量基准点的流遍及负压侧外表面的冷却流体流。

按照本发明，采用一种耐熔金属片在涡轮发动机部件的翼面部分的壁内部做出一条微型冷却回路。该耐熔金属片具有第一端壁、第二端壁和两个连接该两端壁的侧壁、至少一个沿第一方向弯曲并与上述侧壁和端壁隔开的第一弧形凸片和至少一个沿第二方向弯曲并与上述侧壁和端壁隔开的第二凸片。

按照本发明，一种制造带有翼面部分的涡轮发动机部件的方法主要包含下列步骤：按涡轮发动机部件的形状制备一种铸模；将一种具有第一端壁、第二端壁、和两个连接上述端壁的侧壁、至少一个沿第一方向弯曲并与上述侧壁和端壁隔开的第一弧形凸片和至少一个沿第二方向弯曲并与上述侧壁和端壁隔开的第二凸片的耐熔金属片插入上述铸模内；并将至少一个型芯插入上述铸模内以形成至少一个中空部分；将熔融金属浇入上述铸模内并使熔融金属凝固以制成涡轮发动机部件并形成涡轮发动机部件壁内的微型冷却回路，该微型冷却回路具有至少一个冷却流体入口和至少一个冷却流体排出孔；和将上述铸模内的至少一个型芯和耐熔金属片去除。

下面的详细说明和附图中将阐明本发明的叶片的微型冷却回路的其他细节以及所伴随的其他目的和优点，所述附图中同样的标号表示相同的部件。

附图的简单说明

图 1 示出一种涡轮发动机部件的翼面部分，该翼面部分具有一条埋设在其负压侧壁内的微型冷却回路；

图 2 是微型冷却回路的第一实施例的简单示意图；

图 3 示出可用来形成图 2 的微型冷却回路的耐熔金属片；

图 4 是用来在涡轮发动机部件内形成微型冷却回路的铸模的一部分的简单示意图；

图 5 是微型冷却回路的第二实施例的简单示意图；和

图 6 示出可用来形成图 5 的微型冷却回路的耐熔金属片。

优选实施例的详细说明

本发明涉及设置在一种涡轮发动机部件例如涡轮叶片的翼面内的内部微型冷却回路。

图 1 示出一种涡轮发动机部件例如涡轮叶片 12 的翼面部分 10，该翼面部分 10 具有负压侧 14 和压力侧 16，还具有一个或多个可让冷却流体流过的中空部分 20 和 20'，每个中空部分 20 和 20' 与冷却流体源例如发动机排放空气流（未示出）相连通。上述的翼面部分具有前缘 22 和后缘 24。

上述的翼面部分 10 具有多条用于冷却其外表面的各个部位的冷却流道，例如，它具有一条或多条与中空部分 20' 流通连接的前缘冷却流道 26 和 28，还具有一条可使冷却流体流遍压力侧 16 部分的冷却流道 30。

在上述翼面部分 10 的构成负压侧 14 的金属壁 34 内设置一条微型冷却回路，对涡轮发动机部件 12 进行对流冷却。上述微型冷却回路 32 具有一个或多个冷却流体排出孔 36，用来使冷却流体膜层流遍负压侧 14 的外表面。如图 1 所示，每个冷却流体排出孔 36 位于翼面的计量基准点或者喷口点 38 的前面，但是，微型冷却回路 32 在上述计量基准点或者喷口点 38 的范围之外延伸。

下面参看图 2，图中示出微型冷却回路 32 的第一实施例的流动模式。如图所示，微型冷却回路 32 具有一个或多个与流过中空部分 20 的冷却流体相连通的流体入口 40，每个入口 40 都是弧形的，以便在冷却流体进入微型冷却回路 32 时使之加速。微型冷却回路 32 具有一条横向延伸的较长流道 42，以使冷却流体尽可能长时间保持高的流速，该流道 42 的长度最好为翼面部分翼弦长度的 10%-40%。

沿着流道 42 的长度方向设置多个内部细节例如圆形凸台 44，以提高微型冷却回路的冷却效率并使该微型通路具有一定的强度。从入口 40 进入的冷却流体首先向着翼面部分 10 后缘 24 的方向流动，在微型冷却回路 32 的第一端壁 46 处冷却流体转向流动并向着翼面部分 10 的前缘 22 的方向流去，由于在第一端壁 46 处转向流动，使冷却流体流损失了动量。

当冷却流体流到微型冷却回路 32 的第二端壁 48 时，它再次返回流动而流过翼面部分 10 的负压侧 14 外表面上的一个或多个气膜冷却排出孔 36。如果是多个排气孔 36，便可按需要将这些孔排列成一排或多排。

微型冷却回路 32 具有连接上述端壁 46 和 48 的横向边界壁 33 和 35。

在第二端壁 48 上设置一个或多个再补给更新流体的孔 50，以便将新鲜冷却流体引入微型通路 32，并使冷却流体在流过排出孔 36 时加速。这样，由于通过排出孔 36 排出的冷却流体增加了动量，故可排斥任何来自流在翼面部分 10 上的外部流体的污染，从而避免排出孔 36

的堵塞。每个上述的新鲜流体再补给孔 50 可通过中空部分 20' 与冷却流体源（未示出）相连通。

更新的冷却流体通过负压侧 14 外表面上的气膜冷却排出孔 36 排出去。从图 1 可以看出，最后一排排出孔 36 设置在计量基准点或者喷口点 38 的前面。为了形成更有效的冷却流遍布负压侧 14 的外表面以改善冷却气膜的作用范围，上述排出孔 36 要与外表面成一个小的角度 α ，该 α 角的大小最好为 15-30°。

冷却流体在高速下拐弯流动这一点对于静止部件例如涡轮叶片是特别重要的，因为这对于部件的冷却产生了有益的二次流效应。本发明的微型冷却回路 32 具有设置在计量基准点或者喷口点 38 的前面的最后一排排出孔 36，而该微型通路 32 冷却翼面部分 10 的一个位于计量基准点或者喷口点 38 的后面或者范围之外的区域，这一切对气动性能都没有任何影响。

参看图 3，图中示出可用来形成微型冷却回路 32 的耐熔金属片 100，该耐熔金属片 100 可采用现有技术公知的任何合适的耐熔材料制成。在一个优选实施例中，耐熔金属片 100 选用钼或钼基合金来制造。这里所述的“钼基合金”是指含钼量高于 50%wt 的合金。

耐熔金属片 100 的形状要与翼面部分 10 的轮廓相一致。该耐熔金属片 100 具有第一端壁 106 和第二端壁 110，一对侧壁 107 和 109 将上述两个端壁 106 和 110 相连接。耐熔金属片 100 具有一个或多个沿第一方向向外弯曲成一定角度的实际上是用来形成气膜冷却排出孔 36 的凸片 102 和一个或多个沿第二方向向内弯曲并用于形成微型冷却回路 32 的入口 40 的凸片 104。该凸片 102 和 104 设置在中央，并与侧壁 107 和 109 以及端壁 106 和 110 相隔离。在一个优选实施例中，凸片 102 大致呈线性排列，并与耐熔金属片 100 的平面呈一个小的角度 α 。同理，凸片 104 最好是弧形的以便形成弯曲的入口孔 40。

上述的第一端壁 106 形成微型冷却回路 32 的第一端 46。在凸片 104 与第一端壁 106 之间有多个穿过芯片 100 的孔 108，该孔 108 最终形成微型冷却回路 32 内的内部细节 44，这些孔 108 可排列成一排或多排。上述的第二端壁 110 形成微型冷却回路 32 的第二端 48。多个附加的孔 108 设置在第二端壁 110 与凸片 102 之间，这些附加的孔 108 也排列成一排或多排，并且也用来形成多个内部细节。

耐熔金属片 100 的第二端壁 110 具有一个或多个可用来形成新鲜冷却流体再补给孔 50 的弧形凸片 112,所述的再补给孔 50 可用来使通过气膜冷却排出孔 36 排出的冷却流体加速。

下面参看图 4, 为了形成微冷却通路 32, 将上述耐熔金属片 100 安置在最好是分成两半拉 120'和 120''的铸模 120 内。芯片 100 安置在铸模 120 内要使得气膜冷却排出孔 36 将会位于翼面部分 10 的负压侧 14 上的计量基准点或者喷口点 38 的前面。可采用氧化硅或氧化铝型芯 122 来形成上述中空部分 20 和 20', 该型芯 122 也安置在铸模 120 内。当耐熔金属片 100 和型芯 122 都安置在铸模 120 内之后, 按现有技术公知的任何合适方式将熔融金属浇入该铸模 100 内, 该熔融金属冷却和凝固后便形成翼面部分 10 的各个壁。然后, 采用现有技术中公知的任何合适的脱芯技术(通常是化学法)将型芯 122 和耐熔金属片 100 去除。去除了耐熔金属片 100 后便在构成翼面部分 10 的负压侧 14 的壁 34 内留下了微型冷却回路 32。

下面参看图 5, 图中示出用于涡轮发动机部件 12 内的微型冷却回路 32'的另一个实施例。微型冷却回路 32'具有一个或多个可让冷却流体流过而进入微型冷却回路 32'的入口 40', 进入的冷却流体被导引流入横向延伸的流道 42'。正如图 5 所示, 上述流道 42'具有多个内部细节例如成排排列的圆形凸台 44。微型冷却回路 32'具有一个第一端壁 46', 它使冷却流体从沿第一方向流动转向而沿与第一方向相反的第二方向流动。在微型冷却回路 32'设置多个大致为 L 形的凸部 60'以形成一条转向流道 62'。上述微型冷却回路 32'具有一个第二端壁 48', 它使冷却流体返回流向排出孔 36'。在第二端壁 48'与冷却流体排出孔 36'之间设置有附加的内部细节 44'。

下面参看图 6, 图中示出用于形成微型冷却回路 32'的耐熔金属片 200, 该芯片 200 具有第一端壁 202、第二端壁 204 和连接第一和第二端壁 202 和 204 的侧壁 206 和 208, 还具有一个或多个用于形成流道入口 40'的弧形凸片 203, 该凸片 203 位于芯片 200 的中央, 并与侧壁 206 和 208 隔开。凸片 203 沿第一方向向内伸出。在凸片 203 与第一端壁 202 之间设置有多孔 210, 这些孔 210 呈一排或多排排列, 用来形成内部细节 44'。耐熔金属片 200 具有一对大致为 L 形的槽孔 212, 用来形成上述的 L 形凸部 60'。

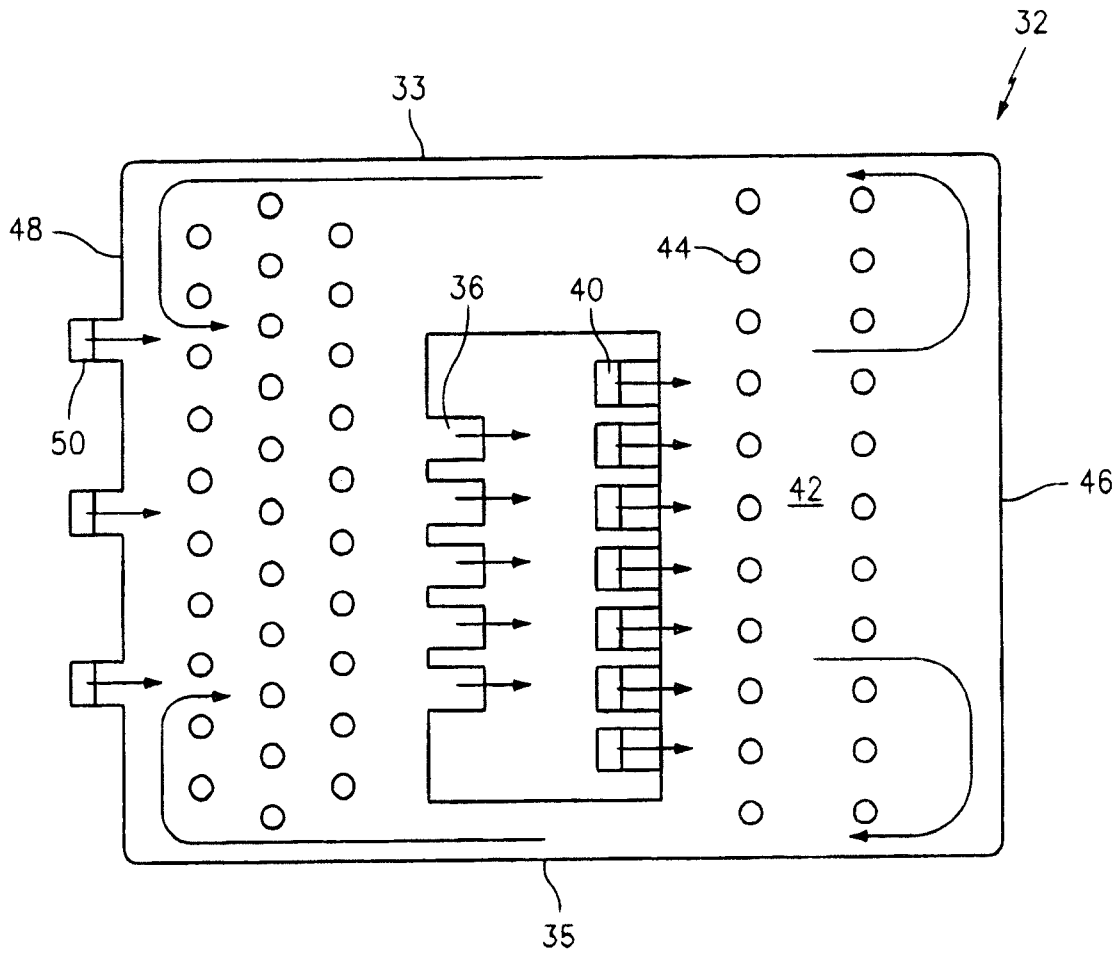
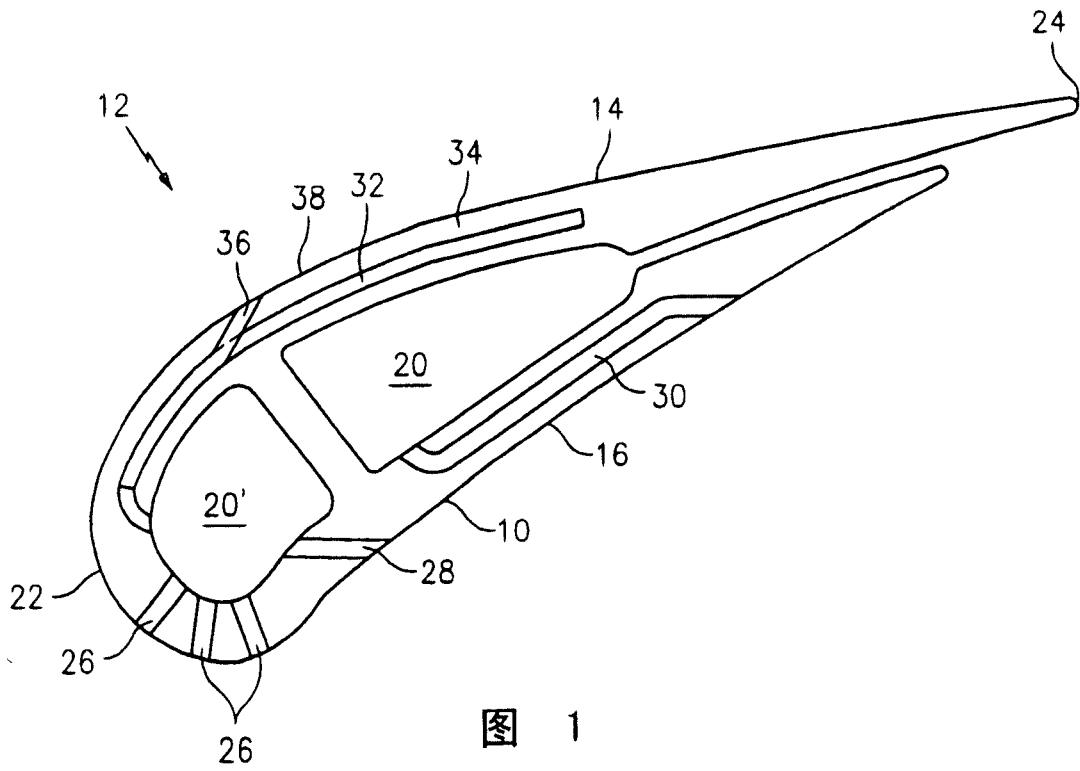
耐熔金属片 200 还具有一个或多个大致为直线的用来形成排出孔 36' 的凸片 214, 该直线凸片 214 位于芯片 200 的中央, 并与侧壁 206 和 208 隔开, 它沿第二方向向外伸出, 在该凸片 214 与第二端壁 204 之间设置有多个附加的孔 210, 这些孔 210 排列成一排或多排, 用来形成附加的内部细节 44'。

如图 6 所示, 耐熔金属片 200 具有一个从端壁 202 向内伸出的第一缺口 220 和一个从端壁 204 向内伸出的第二缺口 222, 此外, 耐熔金属片 210 还具有一个内部缺口 224, 上述这些缺口 220、222 和 224 用来形成微型冷却回路 32' 中的壁构件 70'、72' 和 74'。

如前所述, 耐熔金属片 200 可采用现有技术中公知的任何合适的耐熔金属制成, 最好选用钼或钼基合金来制造。

本发明的微型冷却回路提高了冷却效能和气膜冷却效率, 这就使总的冷却效率得以提高, 这是在现有的不大先进的冷却系统不可能达到的。本发明的微型冷却回路可冷却翼面计量基准点或者喷口点以外的翼面部分, 同时可防止排出孔堵塞。

本发明的微型冷却回路可用于除了涡轮叶片以外的其他涡轮发动机部件, 例如可用于密封件和转子叶片。



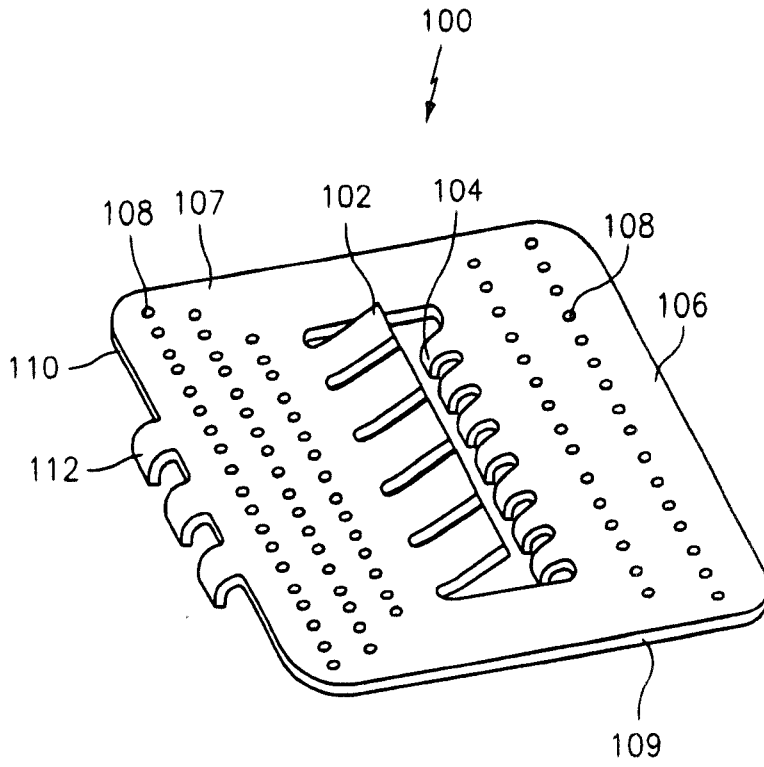


图 3

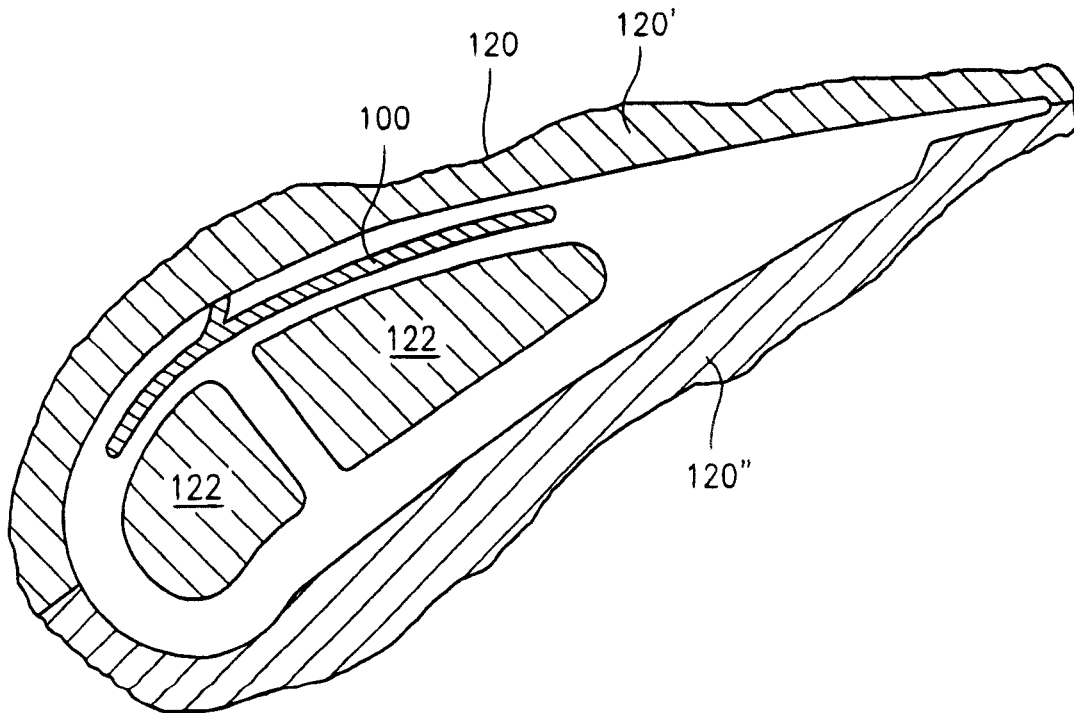


图 4

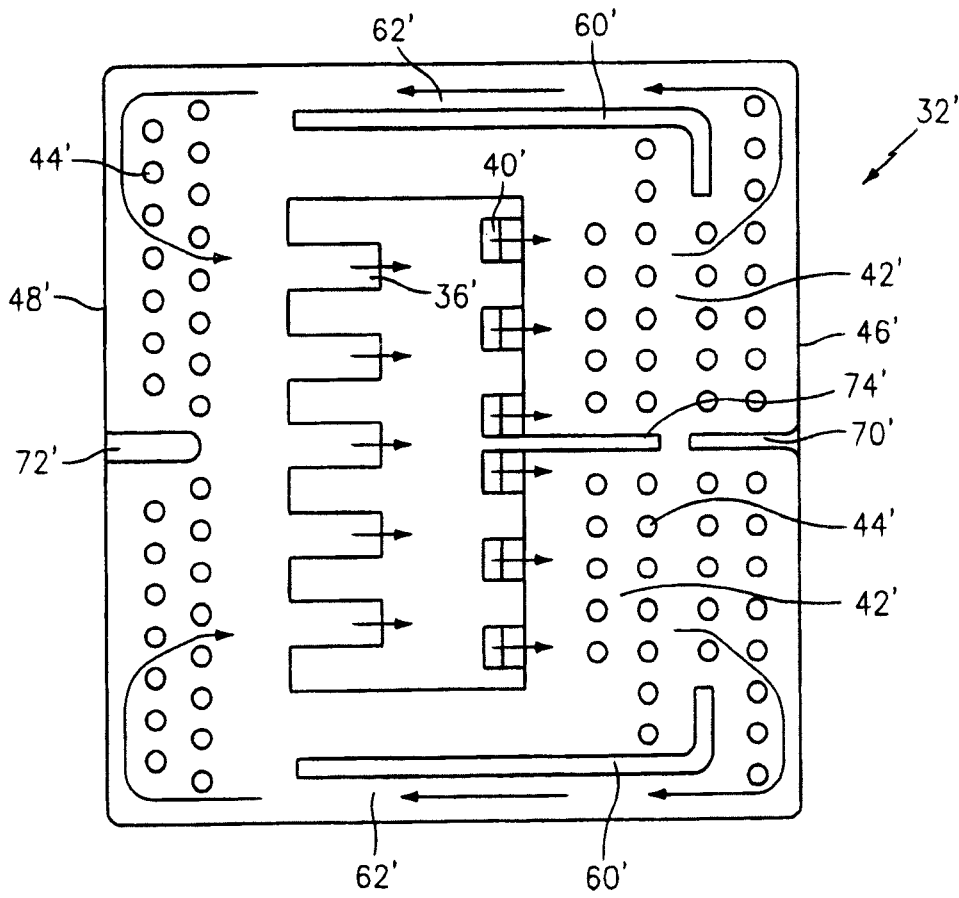


图 5

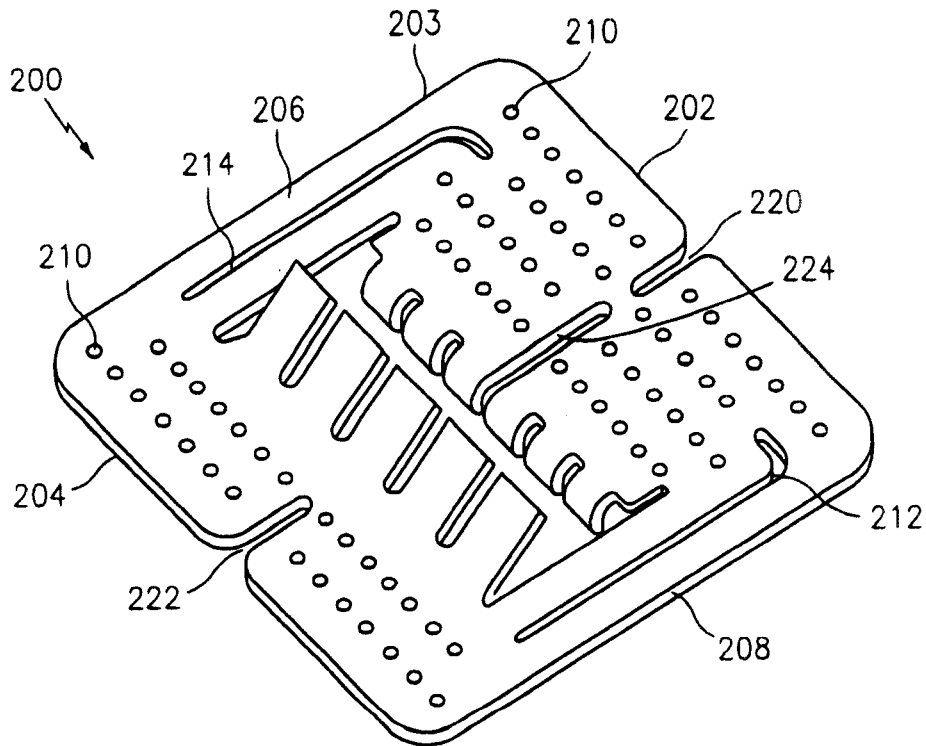


图 6