

[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 200610143993.3

[51] Int. Cl.

F01D 5/18 (2006.01)

B22C 9/10 (2006.01)

B22D 15/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 5 月 16 日

[11] 公开号 CN 1963157A

[22] 申请日 2006.11.7

[21] 申请号 200610143993.3

[30] 优先权

[32] 2005.11.8 [33] US [31] 11/269030

[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 W·阿德-梅斯塞

[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 杨松龄

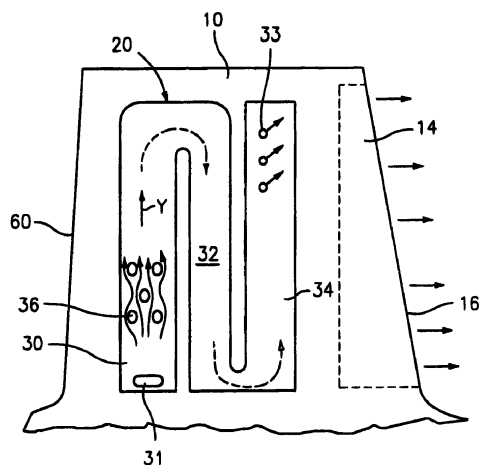
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

涡轮翼面周围盘旋的微回路冷却

[57] 摘要

一种涡轮发动机部件具有一个含有至少一个中空部分、一个压力侧壁和一个负压侧壁的翼面部分，该翼面部分还具有设置在上述两个壁中的至少一个壁内的盘旋的冷却通道。在优选的实施例中，上述翼面部分的压力侧壁和负压侧壁内都设置有盘旋的冷却通道。本文还说明了用于形成上述的盘旋的冷却通道的耐熔金属芯件。



1. 一种涡轮发动机部件，具有：

一个具有至少一个中空部分、一个压力侧壁和一个负压侧壁的翼面部分；和

一个在上述压力侧壁和上述负压侧壁中的至少一个壁内的盘旋的冷却通道。

2. 根据权利要求1的涡轮发动机部件，其特征在于，上述的盘旋的冷却通道具有一条带有至少一个用于向上述通路供给冷却流体的入口的入口支段，其中，上述的入口支路具有一个流动方向，每个上述入口的取向与上述的流动方向成一个角度。

3. 根据权利要求2的涡轮发动机部件，其特征在于，每个上述的入口的取向大致垂直于上述的流动方向。

4. 根据权利要求2的涡轮发动机部件，其特征在于，在上述的入口支路内具有至少一个内部细节。

5. 根据权利要求4的涡轮发动机部件，其特征在于，上述的至少一个内部细节包括至少一个圆形的凸台。

6. 根据权利要求2的涡轮发动机部件，其特征在于，上述的盘旋冷却通道还具有一条出口支段，该出口支路具有至少一个气膜冷却孔，以使上述的冷却流体流遍布上述翼面部分的上述两个壁中的一个壁的外表面，其中，上述的盘旋冷却通道具有至少一条中间支路。

7. 根据权利要求6的涡轮发动机部件，其特征在于，上述的翼面部分具有一个翼面外部计量基准点，上述的至少一个气膜冷却孔被设置在上述的翼面外部计量基准点的前面。

8. 根据权利要求7的涡轮发动机部件，其特征在于，上述的出口支路具有多个气膜冷却孔，该气膜冷却孔全部被设置在上述翼面外部计量基准点的前面。

9. 根据权利要求1的涡轮发动机部件，其特征在于，上述的压力侧壁具有一个第一盘旋冷却通道，而上述的负压侧壁具有一个第二盘旋冷却通道。

10. 根据权利要求9的涡轮发动机部件，其特征在于，上述的翼面具有多个独立的中空部分，上述的第一盘旋的冷却通道由上述一些中空部分中的一第一中空部分供给冷却流体，上述的第二盘旋的冷却

通道则由上述一些中空部分中的一第二中空部分供给冷却流体，因此上述的第一盘旋的冷却通道与上述的第二盘旋的冷却通道是不相关的。

11. 根据权利要求 10 的涡轮发动机部件，其特征在于，在上述的第一和第二盘旋的冷却通道内的上述冷却流体沿相同的方向流动。

12. 根据权利要求 10 的涡轮发动机部件，其特征在于，在上述的第一和第二盘旋的冷却通道内的上述冷却流体沿不同的方向流动。

13. 根据权利要求 1 的涡轮发动机部件，其特征在于，还包括具有一个前缘和至少一条设在该前缘内的冷却回路的所述翼面部分，该翼面部分具有一个后缘和一条后缘冷却微回路。

14. 一种用以形成涡轮发动机部件的翼面部分内的冷却通道的耐熔金属芯件，该耐熔金属芯件具有盘旋的构形。

15. 根据权利要求 14 的耐熔金属芯件，其特征在于，上述的盘旋构形具有一个用以形成上述冷却通道的入口支路的第一支段，该第一支段具有至少一个用以形成至少一个入口的凸片。

16. 根据权利要求 14 的耐熔金属芯件，其特征在于，上述的盘旋构形包括一个用以形成上述冷却通道的出口支路的第二支段，该第二支段具有至少一个用以形成气膜冷却孔的凸片。

17. 根据权利要求 14 的耐熔金属芯件，其特征在于，上述的耐熔金属芯件是由选自钼和钼合金组群中的一种金属制成的。

18. 一种形成涡轮发动机部件的翼面部分的工艺方法，包含如下步骤：

将至少一个用以形成一中空部分的氧化硅型芯安置在一铸模内；

将至少一个用以形成至少一个盘旋冷却通道的耐熔金属芯件安置在上述的铸模内；和

通过将一种金属材料浇入上述的铸模内，使上述金属材料流到上述的至少一个氧化硅型芯和上述的至少一个耐熔金属芯件的周围而形成一个具有一对壳壁和至少一个在上述壳壁内的盘旋冷却通道的翼面部分来形成该翼面部分。

19. 根据权利要求 18 的工艺方法，其特征在于，上述的安置氧化硅型芯的步骤包括将多个氧化硅型芯安置在上述铸模内，以形成多个中空部分。

20. 根据权利要求 18 的工艺方法, 其特征在于, 上述的安置至少一个耐熔金属芯件的步骤包含将至少一个具有盘旋构形的耐熔金属芯件安置在上述铸模内, 所述的盘旋构形含有一个第一支段、至少一个中间以段和一个排出支段。

21. 根据权利要求 20 的工艺方法, 其特征在于, 还包含如下步骤: 通过制备至少一个自上述排出支段向外弯曲的凸片来形成至少一个气膜冷却孔, 并通过制备至少一个自上述进入支段向内弯曲的凸片来形成至少一个入口。

22. 根据权利要求 18 的工艺方法, 其特征在于, 上述的安置至少一个耐熔金属芯件的步骤包括将具有盘旋的构形的第一耐熔金属芯件安置在上述的至少一个氧化硅型态的第一侧上, 并将具有盘旋的构形的第二耐熔金属芯件安置在上述的至少一个氧化硅型态的第二侧上。

23. 根据权利要求 18 的工艺方法, 其特征在于, 还包含如下步骤: 在上述的至少一条盘旋冷却通道的入口支路内形成多个内部细节。

涡轮翼面周围盘旋的微回路冷却

技术领域

本发明涉及用于涡轮发动机部件，尤其是高压涡轮叶片翼面部分的翼面部分周围盘旋的微回路冷却系统。

背景技术

燃气涡轮发动机通常用于小型军事装备和直升飞机。在这类用途中的燃气涡轮发动机具有高压涡轮叶片，由于发动机要在高温下运转，上述高压涡轮叶片的翼面部分必需采用冷却流体进行冷却。现时发动机的工作温度已提高到 3100°F 以上。因此翼面部分要求有更好的冷却措施。

本发明概述

按照本发明，涡轮发动机部件具有一个带有冷却系统的翼面部分，所述的冷却系统可使冷却流体量用得最少但冷却效率有所提高。

本发明的涡轮发动机部件主要具有一个翼面部分，该翼面部分具有至少一个中空部分、一个压力侧壁、和一个负压侧壁，并且至少在上述的压力侧壁或负压侧壁内具有一条盘旋的冷却通道。在本发明的优选实施例中，在上述的压力侧壁和负压侧壁内都设置有盘旋的冷却通道。

按照本发明，还提供一种用于形成涡轮发动机部件的翼面部分内的冷却通道的耐熔金属芯件，该耐熔金属芯件具有盘旋的构形。

另外，按照本发明还提供一种制造涡轮发动机部件的翼面部分的工艺方法，该工艺方法主要包含如下步骤：将至少一个用于形成中空部分的氧化硅型芯安置在一种铸模内；将至少一个用于形成至少一条盘旋的冷却通道的耐熔金属芯件安置在上述铸模内；和将熔融金属材料浇入上述铸模内，该金属材料流便包围住上述的至少一个氧化硅型芯和上述的至少一个耐熔金属芯件，从而形成一个具有一对外壳壁和至少一条位于一个外壳壁内的盘旋的冷却通道的翼面部分，这样，就制成了本发明的涡轮发动机部件。

在下面的详细说明和附图中将阐明本发明的涡轮叶片外壁内的盘旋的微型冷却回路的其他细节，以及与之伴随的其他目的和优点，在

所述附图中，同样的标号表示相同的部件。

附图简单说明

图 1 是一种涡轮发动机部件的翼面部分的剖视图；

图 2 是图 1 和翼面部分用的第一盘旋的冷却通道的剖视图；

图 3 是图 1 的翼面部分用的第二盘旋的冷却通道的剖视图；

图 4 是用于形成盘旋的冷却通道的耐熔金属芯件的透视图；和

图 5 示出用于制造上述翼面部分的铸模的一部分。

本发明的详细说明

下面参看附图，图 1 是涡轮发动机部件例如如高压涡轮叶片的翼面部分 10 的横剖视图。该翼面部分 10 具有一个前缘 60、一个后缘 16、一个压力侧 18 和一个负压侧 24。

如图 1 所示，翼面部分 10 具有 3 条微型冷却回路，第一条微型冷却回路 14 用于冷却带有一个或多个喷射口 17 的后缘 16，上述翼缝 17 设置在翼面部分 10 的压力侧 18 上。第二条微型冷却回路 20 设置在翼面部分 10 的压力侧 18 内。第三条微型冷却回路 22 则设置在翼面部分 10 的负压侧 24 内。

上述翼面部分 10 具有一个或多个中空部分 12，每个中空部分 12 通过入口（未示出）与冷却流体源（未示出）例如发动机排放的空气相连通。在中空部分 12 与形成压力侧 18 的外表面和形成负压侧 24 的外表面之间是外壳壁 13 和 15。第二和第三条微通路 20 和 22 分别设置在各自的外壳壁 13 和 15 内。

如图 2 和 3 所示，每条微型冷却回路 20 和 22 最好具有一种含有 3 条可让冷却流体流过的支路的盘旋的构形，微型回路 20 和 22 可分别具有任意数目的支路。在图 2 所示的压力侧的微型回路 20 中，冷却流体通过一个或多个入口 31 流入进入口支路 30，再流过中间支路 32，并经过一个或多个气膜冷却孔 33 从出口支路 34 向外排出。中间支路 32 必要时也可设置气膜冷却孔（未示出）。如有必要，入口支路 30 可设置一个或多个内部细节例如圆形凸台 36，以提高微型回路的传热性能。上述的内部细节 36 可采用现有技术中公知的任何合适的技术来制成，例如，可采用激光加工技术来制成上述内部细节 36。每个入口 31 最好设计成可迫使冷却空气沿小于 25° 角的方向（最好是沿大致垂直于入口支路 30 的主冷却流方向 Y 的方向）流入入口支路 30。每个入

口 31 与一个中空部分 12 流通连接。特别重要的是要使冷却流体的入口气流沿垂流方向 Y 的方向流动,以防止砂粒或外来物流入微型冷却回路 20。

下面参看图 3, 图中示出负压侧壁内的微型冷却回路 22。在该微型回路 22 中, 冷却流体通过一个或多个入口 41 流入入口支路 40, 再流过中间支路 42, 并从出口支路 44 经过气膜冷却孔 45 向外排出。上述气膜冷却孔 45 设置在翼面的外部计量基准点 47 的前面。业已发现, 在该位置设置气膜冷却孔 45, 可使冷却流体的膜层更好地紧贴在负压侧外表面上, 从而提高采用盘旋的微型冷却回路所带来的冷却效率。

必要时可在入口支路 40 内设置多个内部细节 46 (例如圆形的凸台) 以提高微型回路 22 的传热性能。上述的内部细节 46 可采用现有技术中任何公知的合适技术来制成, 例如, 可采用激光加工技术来制造上述的内部细节 46。每个入口 41 最好设计成可迫使冷却空气沿小于 25° 角的方向 (最好是沿大致垂直于入口支路 40 内的冷却气流方向 Y 的方向) 流入入口支路 40。如前所述, 这一点对于防止砂粒或外来物进入微型冷却回路 22 是特别重要的。每个入口 41 与来自一个中空部分 12 的冷却气流相连通, 并接纳这种冷却气流。供给入口 41 气流的中空部分 12 可以是与供给入口 31 气流的同一个中空部分 12。但在一个优选实施例中, 入口 31 和 41 分别由不同的中空部分 12 供给气流, 这样, 微型回路 20 和 22 便彼此不相关了。

叶片后缘的微型冷却回路 14 可具有它自己的由一个中空部分 12 供给的冷却流体, 或者也可与负压侧壁内的微型回路 22 共用一个供气腔例如一个中空部分 12。上述微型回路 14 可具有一个可使冷却流体回流到微型冷却回路的入口 (未示出), 这样, 砂粒和碎片将在中空部分 12 离心出去。

叶片的翼面部分 10 的前缘 60 设置一个具有多个气膜冷却孔 64 的微型冷却回路 62, 该微型回路 62 可具有由它自己的供气腔供给的自有冷却气流。

如有必要, 可使微型回路 20 内的冷却气流沿第一方向 (例如朝着翼面部分 10 的后缘 16 的方向) 流动, 而微型回路 22 内的冷却气流则沿朝向翼面部分的前缘 60 的第二方向流动。必要时, 也可使两条微型回路 20 和 22 内的冷却气流都沿一个方向流动。

每个微型回路 20 和 22 最好用如图 4 所示的盘旋的耐熔金属芯件 100 来制成。每个上述的耐熔金属芯件 100 可用现有技术中公知的任何合适的耐熔金属制成，所述的耐熔金属包括下列金属中的一种：钼、钽、钛、铌及它们的合金。每个耐熔金属芯件 100 是一种具有由耐熔金属片弯曲成可形成各个结构例如冷却流入口和气膜冷却孔的各个部分的耐熔金属片 101。当形成微型回路时，耐熔金属芯件 100 在负压侧的引出端必须设置在翼面的外部计量基准点 47 的前面，以便更好地形成微型回路。在压力侧方面，耐熔金属芯件 100 可靠近后缘 16 安置之，以保护后缘的微型回路。

每个用于形成微型回路 20 和 21 的耐熔金属芯件 100 具有一个用来形成微型回路的入口支路的第一段 102、一个用于形成微型回路的中间支路的第二段 104、和一个用于形成微型回路的出口支路的第三段 106。上述的第一段 102 具有一个或多个用于形成一个或多个入口的向内凸片 108，而第三段 106 则具有一个或多个用于形成气膜冷却孔的向外凸片 110。

参看图 5。为了制成涡轮发动机部件的翼面部分 10，将一个或多个氧化硅型芯 120 安置在一种铸模 122 内，再在该铸模 122 内安置耐熔金属芯件 100，其中一个置于氧化硅型芯 120 的负压侧上，另一个置于氧化硅型芯 120 的压力侧上。再用合适的芯件（未示出）分别形成前缘和后缘的微型回路 62 和 14。待各种芯件都安置在铸模 122 内之后，便将熔融的金属材料例如熔融的镍基高温合金浇入上述铸模 122 内，而形成带有各种将中空部分 12 和外壳壁 13 和 15 分隔开的肋 124 的翼面部分 10。从铸模 122 中取出铸造好的翼面部分 10 之后，可采用现有技术中公知的任何合适的方法除去上述的氧化硅型芯 120 和耐熔金属芯件 100，存留的翼面部分 10 便是图 1 所示的那种翼面部分 10。

最好用肋条将置于铸模 122 内的两个氧化硅型芯 120 分隔开，以使每个耐熔金属芯件回路可独立地避免耐火材料型芯与金属芯槽压力之间的压力偏差。另外，为了具有蠕动性能，还可用连通的肋条将氧化硅型芯 120 分割开。

微型冷却回路 20 和 22 最好做成具有横截面积最小的冷却流道支路。

本发明的冷却系统可降低冷却流体量 40%。就是说，对于这种用途

这而言，现有的冷却结构一般需要 5.5% 的流量，而采用本发明的冷却系统，所需冷却流体流量可降低至 3.3%。本发明的其他优点包括高的对流效率和大气膜作用范围，可使总的冷却效率提高到 75%。

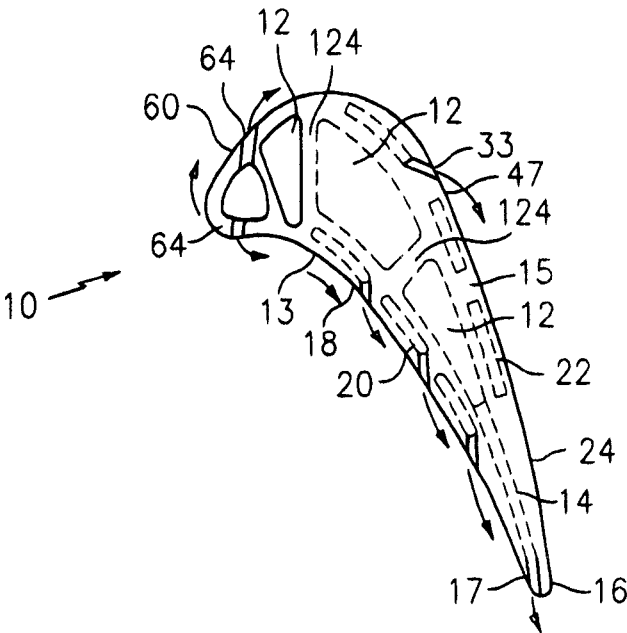


图 1

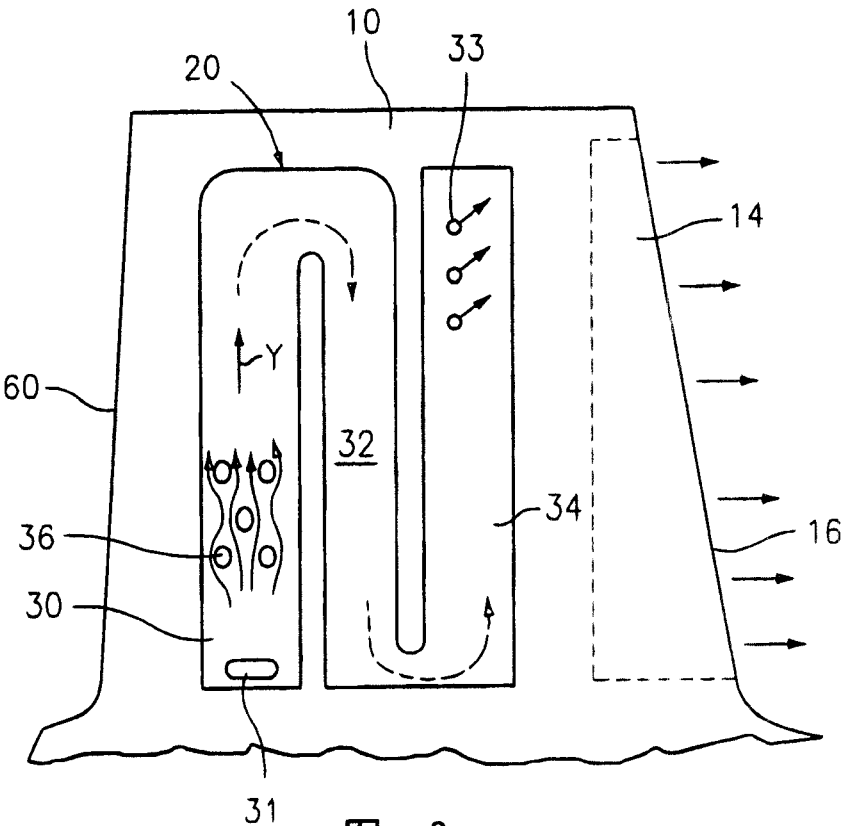


图 2

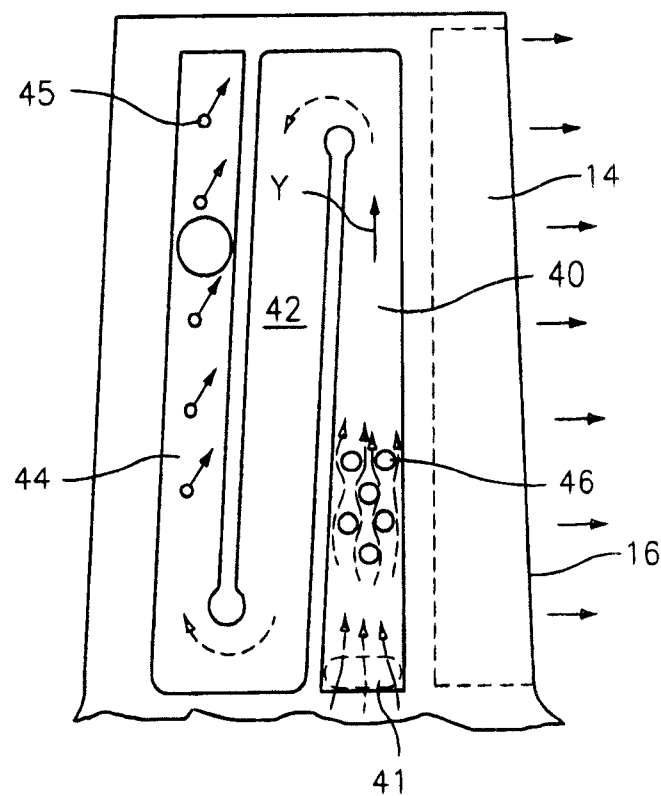


图 3

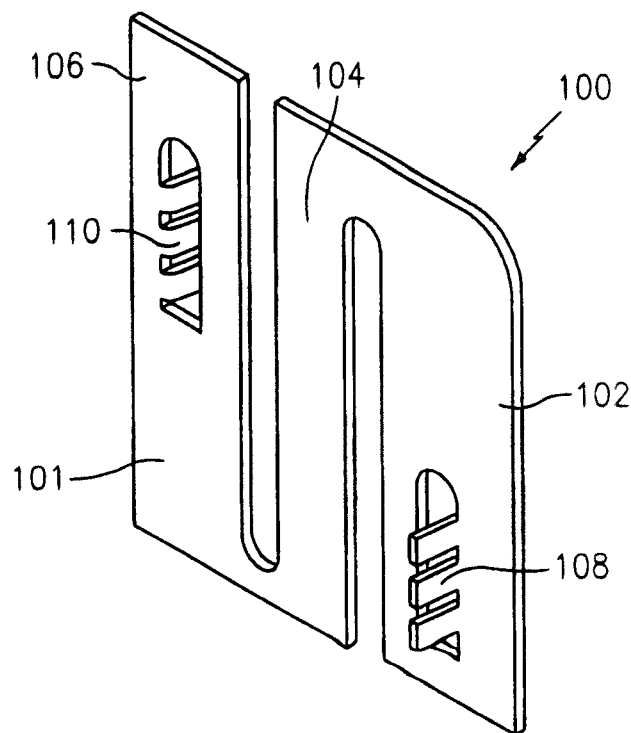


图 4

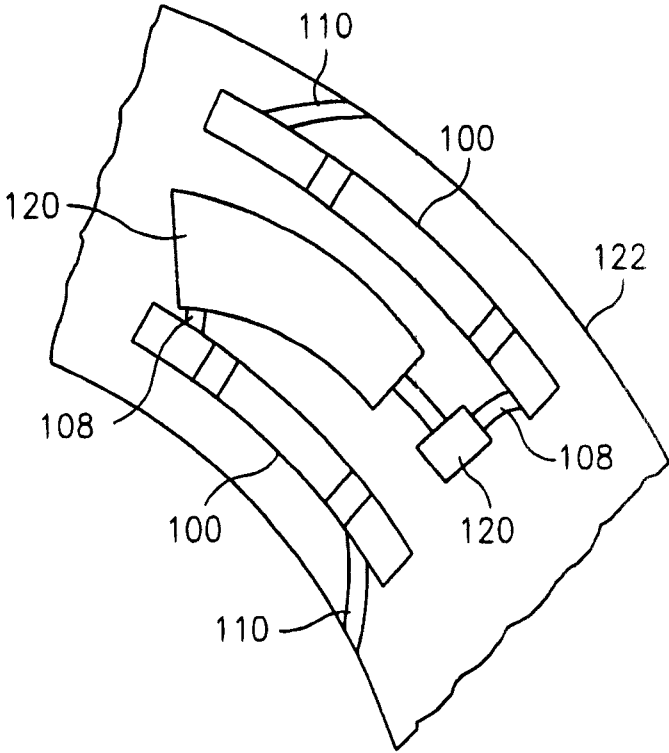


图 5