

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23H 9/14 (2006.01)

B23H 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810087366.1

[43] 公开日 2008 年 9 月 24 日

[11] 公开号 CN 101269429A

[22] 申请日 2008.3.20

[21] 申请号 200810087366.1

[30] 优先权

[32] 2007.3.22 [33] US [31] 11/726424

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 李经邦 魏 斌 C·-Y·J·仇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 曾祥交 杨松龄

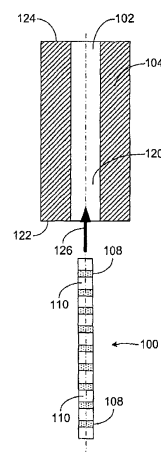
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于形成紊流冷却孔的方法及系统

[57] 摘要

本发明涉及用于形成紊流冷却孔的方法及系统，提供一种电化学加工(ECM)设备及用于在涡轮发动机构件内加工孔的系统。电化学加工(ECM)设备包括电极(100)，电极(100)包括至少一个未绝缘区段(110)、及大致围绕电极的至少一个区段的绝缘体。其中，电极插入到初始孔内，从而形成了由具有第一截面区域的至少一个第一区段(140)和具有第二截面区域(130)的至少一个第二区段(142)所限定的孔。



1. 一种电化学加工设备, 其包括:

电极(100), 其包括至少一个未绝缘区段(110); 及

大致围绕所述电极的至少一个区段的绝缘体, 其中所述电极插入到初始孔内, 从而形成由具有第一截面区域的至少一个第一区段(140)和具有第二截面区域(130)的至少一个第二区段(142)所限定的孔。

2. 如权利要求1所述的电化学加工电极(100), 其特征在于, 所述电极进一步包括多个大致围绕所述电极的绝缘区段(108), 其中所述电极的未绝缘区段(110)延伸于所述电极的每对相邻绝缘区段之间。

3. 如权利要求1所述的电化学加工电极(100), 其特征在于, 所述电极形成具有多个第一区段(140)和多个第二区段(142)的孔(106), 其中每个第一区段限定于一对相邻第二区段之间。

4. 如权利要求1所述的电化学加工电极(100), 其特征在于, 所述电极借助从所述电极的未绝缘区段(110)释放出的电流而形成所述孔(106)的每个第二区段(142)。

5. 如权利要求1所述的电化学加工电极(100), 其特征在于, 所述电极形成所述孔(106)的所述第二区段(142), 所述第二区段(142)具有截面区域(130), 所述截面区域(130)大于所述孔(102)的所述第一区段(140)的截面区域(120)。

6. 如权利要求1所述的电化学加工电极(100), 其特征在于, 所述电极使电解液流体穿过所述电极循环, 从而有助于将材料从所述初始孔(102)中除去。

7. 如权利要求1所述的电化学加工电极(100), 其特征在于, 所述电极配置为在涡轮发动机构件内形成冷却孔(106)。

8. 一种用于在涡轮发动机构件内加工孔的系统, 所述系统包括电化学加工设备, 所述设备包括:

电极(100), 其包括至少一个未绝缘区段(110); 及

大致围绕所述电极的至少一个区段的绝缘体,其中所述电极插入到初始孔(102)内,从而形成由具有第一截面区域(120)的至少一个第一区段(140)和具有第二截面区域(130)的至少一个第二区段(142)所限定的孔。

9. 如权利要求 8 所述的系统,其特征在于,所述电极(100)进一步包括多个大致围绕所述电极的绝缘区段(108),其中所述电极的未绝缘区段(110)延伸于所述电极的每对相邻绝缘区段之间。

10. 如权利要求 8 所述的系统,其特征在于,所述电极(100)形成了具有多个第一区段(140)与多个第二区段(142)的孔(106),其中每个第一区段限定于一对相邻的第二区段之间。

用于形成紊流冷却孔的方法及系统

技术领域

本发明大体上涉及一种电化学加工(ECM),尤其涉及一种用于在涡轮发动机翼型(airfoil)内形成冷却孔的方法与系统。

背景技术

至少一些已知的涡轮发机构件包括形成于其内的冷却孔。一般地,这种冷却孔允许发动机内的冷却空气流经发机构件,从而提供对流冷却。相应地,这种冷却孔可增加涡轮发动机的寿命及/或减小与涡轮发动机的维护相关的成本。

电化学加工及/或成型管电化学加工(STEM)通常用于在涡轮发机构件内形成冷却孔。在电化学加工过程中,被加工的工件配接到直流电源的正端子上,而电极则配接到直流电源的负端子上。电解液流体在电极与工件之间流动。比如,电解液流体可以为酸或水性盐溶液。在加工过程中,工件被受到控制的电化学反应溶解,从而形成冷却孔。一般地,这种加工过程形成了冷却孔,冷却孔具有大致为圆形的截面区域及大于5的长度-直径比值。此外,这些孔大体上均匀并且具有大致均匀的粗糙度。然而,这种冷却孔经常提供不充分的对流冷却,因为它们缺少足够程度的可增加与构件之间对流冷却的粗糙度或不连续性。

发明内容

在一个实施例中,提供一种在物体内部形成孔的方法。方法包括在物体内部形成初始孔,提供电化学加工电极,电化学加工电极具有至少一个大致围绕电极的绝缘区段及至少一个未绝缘区段,及将电极插入初始孔内,从而便于形成孔,孔被至少一个具有第一截面区域的第一

区段与至少一个具有第二截面区域的第二区段所限定。

在另一个实施例中，提供一种电化学加工设备。设备包括电极，电极包括至少一个未绝缘区段与绝缘区段，绝缘区段大致围绕电极的至少一个区段。电极插入到初始孔内，以便形成被至少一个具有第一截面区域的第一区段与至少一个具有第二截面区域的第二区段所限定的孔。

在又一个实施例中，提供一种用于在涡轮发机构件内加工孔的系统。系统包括电化学设备，电化学设备包括电极，电极包括至少一个未绝缘区段与绝缘区段，绝缘区段大致围绕电极的至少一个区段。电极插入到初始孔内，以便形成被至少一个具有第一截面区域的第一区段与至少一个具有第二截面区域的第二区段所限定的孔。

附图说明

图1为将要插入到涡轮发动机翼型内的初始孔内的示例性电化学加工(ECM)电极的截面图；

图2为图1所示且已插入到图1所示翼型内的电极的截面图；及

图3为图1所示且包括贯穿形成于其上的冷却孔的翼型的放大截面图。

部件列表

- 100 电化学加工(ECM)电极
- 102 初始孔
- 104 翼型
- 106 冷却孔
- 108 绝缘区段
- 110 未绝缘区段
- 120 第一截面区域
- 122 第一表面
- 124 第二表面

- 126 箭头
- 128 电流
- 130 第二截面区域
- 140 第一区段
- 142 第二区段
- 144 内表面

具体实施方式

本发明提供一种系统，该系统可用于在涡轮发动机翼型内加工薄的后缘冷却孔。系统使用中空的电化学加工电极，该电极具有流过其自身的电解液流体。比如，电解液流体可以为酸或水性盐溶液。在加工之前，翼型配接于直流电源的正端子上，而电极则配接于直流电源的负端子上。当电解液在电极与翼型之间流动时，翼型借助受控制的电化学反应而溶解，从而形成冷却孔。

在加工过程中，电解液流体流过空心电极，从而有助于释放将材料从翼型中除去的电流。在示例性实施例中，电极形成了冷却孔，冷却孔包括至少一个由第一截面区域限定的第一区段和至少一个由第二截面区域限定的第二区段。此外，在示例性实施例中，冷却孔的每个第一区段定向于冷却孔的相邻第二区段之间。

虽然本发明是以在涡轮翼型内形成冷却孔的形式描述的，如将被本领域的技术人员所理解的那样，本发明也可用来在发动机的其它构件内及/或在任何其它可能需要冷却孔的系统构件内，比如，但不限于涡轮壳体、排气管及管道内形成冷却孔。此外，虽然本发明是以电化学加工的形式描述的，如将被本领域的技术人员所理解的那样，本发明也可用于形成冷却孔的其它方法中。

图1展示了示例性电化学加工电极100的截面图，电极插入到形成于涡轮发动机翼型104内的初始孔102中。图2展示了已插入到初始孔102中的电极100。图3展示了加工过程结束之后，及冷却孔106

已形成于其内之后的翼型 104 的截面图。在示例性实施例中，电极 100 大致为圆柱形空心状，并且配置成将电解液流体携带于其上。正如业界所知，电解液流体作为电化学溶解的介质，用于将材料从被加工的工件中除去。电解液流体也将溶解后的材料从加工区域中除去。如将被本领域的技术人员所理解的那样，根据其专门功能及/或电极 100 运行的专门结果，电极 100 可具有任何适当的形状。

此外，在示例性实施例中，电极 100 包括多个由大致围绕电极 100 的绝缘体形成的绝缘区段 108。如下详述，绝缘区段 108 有助于将材料溶解限制于所需区域，以获得需要的冷却孔尺寸与形状。如将被本领域的技术人员所理解的那样，电极 100 可包括任何适当数量的绝缘区段 108，绝缘区段 108 使电极 100 能够发挥文中所述的功能。在示例性实施例中，电极 100 也包括多个未绝缘区段 110。如将被本领域的技术人员所理解的那样，电极 100 可包括任何适当数量的未绝缘区段 110，其使电极 100 能够发挥文中所述的功能。在示例性实施例中，未绝缘区段 110 定向于每个相邻的绝缘区段 108 之间。在备选实施例中，未绝缘区段 110 与绝缘区段 108 的配置基于电极 100 的专门功能及/或电极 100 运行的专门结果而不断地选择。

在加工过程中，并且特别地在电极 100 运行之前，初始孔 102 形成于翼型 104 中。在示例性实施例中，借助电化学加工电极、放电加工电极及/或激光中的至少一种而将初始孔 102 钻出。此外，在示例性实施例中，初始孔 102 形成于翼型后缘。另外，在示例性实施例中，初始孔 102 上形成有大致恒定地贯穿初始孔 102 的第一截面区域 120。比如，在示例性实施例中，截面区域 120 大致为圆形。如将被本领域的技术人员所理解的那样，在备选实施例中，第一截面区域 120 可形成有助于形成紊流(turbulated)冷却孔 106 的任何形状。而且，在示例性实施例中，初始孔 102 可形成于相对于翼型 104 的第一表面 122 测量的多种角度处，包括但不限于大约为 0 度，大约为 90 度或介于 0 度到 90 度之间的任何倾斜角度处。

在加工过程中，并且特别地在电极 100 运行过程中，电极 100 经由翼型 104 的第一表面 122 而插入到初始孔 102 中，并且朝着翼型 104 的相对第二表面 124 而导入，如图 1 中的箭头 126 所示。在运行过程中，电解液流体流经电极 100，从而将感应电流 128 导向至电极 100。在示例性实施例中，电流 128 从多个未绝缘区段 110 中释放，从而有助于将材料从初始孔 102 部分除去，进而形成冷却孔 106。在示例性实施例中，材料通过电化学溶解而从初始孔 102 中除去。在示例性实施例中，从电极的未绝缘区段 110 中释放出的电流 128 导致材料从初始孔 102 中除去，进而形成多个大于第一截面区域 120 的第二截面区域 130。比如，在示例性实施例中，第二截面区域 130 大致为圆形。如将被本领域的技术人员所理解的那样，在备选实施例中，第二截面区域 130 可形成为有助于形成紊流冷却孔 106 的任何形状。

在加工过程中，电流 128 未从电极 100 的绝缘区段 108 中释放。相应地，初始 102 的部分在加工过程中未暴露于电流 128 中。同样地，形成了紊流冷却孔 106，其具有多个未曾暴露于电流 128 中的第一区段 140 及多个曾暴露于从电极 100 的未绝缘区段 110 中释放出的电流 128 中的第二区段 142。在示例性实施例中，每个第一区段 140 上形成有第一截面区域 120，而每个第二区段 142 上则形成有第二截面区域 130。同时在示例性实施例中，每个冷却孔第一区段 140 延伸于一对相邻的冷却孔第二区段 142 之间。

相应地，电极 100 有助于形成紊流冷却孔 106，冷却孔 106 具有贯穿其自身的不同截面区域 120 和 130。特别地，当完全形成时，冷却孔 106 具有限于相应冷却孔区段 140 和 142 中的不同截面区域 120 和 130。在示例性实施例中，截面区域 120 和 130 上可形成光滑、粗糙及/或褶皱表面光洁度中的至少一种表面光洁度。

同样地，电极 100 有助于在冷却孔 106 内提供非连续及/或粗糙表面。相应地，经过冷却孔 106 的冷却空气流中断。结果，有助于使冷却空气具有增加的紊流及与冷却孔 106 的内表面 144 之间更大的接触

程度。相应地，有助于增加冷却孔 106 内的对流冷却程度。此外，紊流冷却孔 106 有助于改善冷却孔 106 下游的薄膜冷却。

在一个实施例中，提供一种用于在物体内形成紊流冷却孔的方法。方法包括在物体内形成初始孔。方法也包括提供电化学加工电极，电化学加工电极具有至少一个大致围绕电极的绝缘区段及至少一个未绝缘区段。在形成冷却孔的过程，电极插入初始孔内，从而有助于形成冷却孔，冷却孔包括由第一截面区域限定的至少一个第一区段和由第二截面区域限定的第二区段。在一个实施例中，方法包括形成多个具有第一截面区域的冷却孔第一区段及多个具有第二截面区域的冷却孔第二区段，从而使每个冷却孔第一区段延伸于一对相邻的冷却孔第二区段之间。

在另一个实施例中，方法包括提供具有多个大致围绕电极的绝缘区段的电化学加工电极，其中，电极的未绝缘区段定向于电极的每对相邻的绝缘区段之间。在又一个实施例中，方法包括借助从电极的未绝缘区段释放出的电流而形成冷却孔的每个第二区段。在一个实施例中，方法包括形成冷却孔的第二区段，第二区段的直径大于冷却孔第一区段的直径。在另一个实施例中，方法也包括使电解液流体在电极内循环，从而有助于将材料从初始孔中除去。在示例性实施例中，方法包括在涡轮发动机翼型内形成冷却孔。

上述系统与方法能使电极在涡轮发动机构件内形成紊流冷却孔。所形成的冷却孔阻断了冷却空气在冷却空中的流动，从而有助于增加冷却空气紊流，并增加冷却空气与冷却孔内表面之间的接触程度。同样地，冷却孔内的对流冷却程度得以增加。此外，紊流冷却孔有助于改善冷却孔下游的薄膜冷却。同样地，上述系统与方法有助于增加涡轮发动机的寿命及/或减小与涡轮发动机的维护相关的成本。

如文中所用，以跟有单词“一个”的单数表述的元件或步骤应当理解为没有排除多个该元件或步骤，除非明确地表述了这种排除。此外，对本发明“一个实施例”的引用并非旨在解释为将结合有所述特

征的其它实施例的存在排除在外。

以上详细地描述了用于在翼型内形成紊流冷却孔的系统与方法的示例性实施例。所展示的系统与方法并不局限于文中所述的特定实施例，相反，系统中的构件可与文中所述的其它构件相互独立并单独地使用。而且，方法中描述的步骤可与文中所述的其它步骤相互独立并单独地使用。

虽然以多种特定实施例的形式对发明进行了描述，那些熟悉本领域的技术人员应当认识到：在权利要求的本意与范围内，发明可以修改实施例的形式实施。

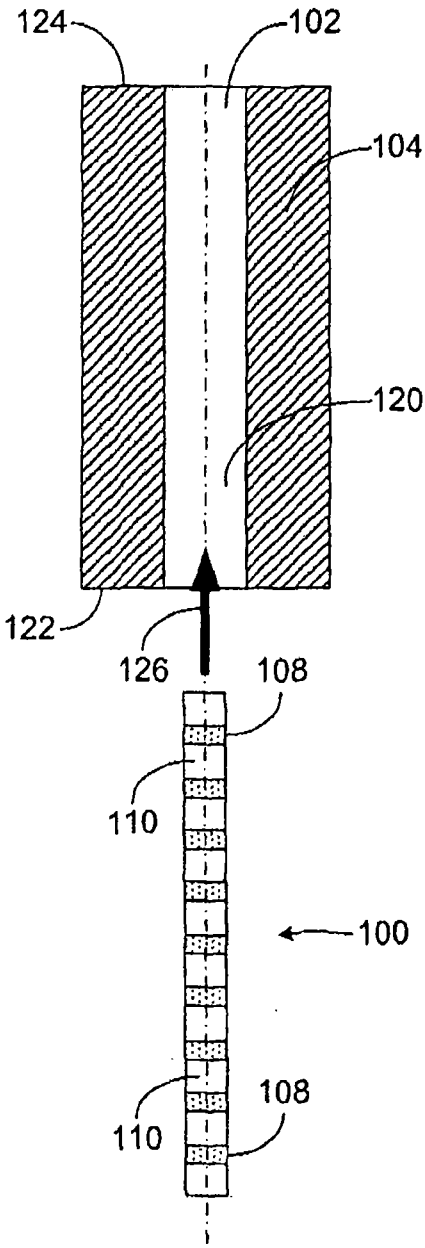


图 1

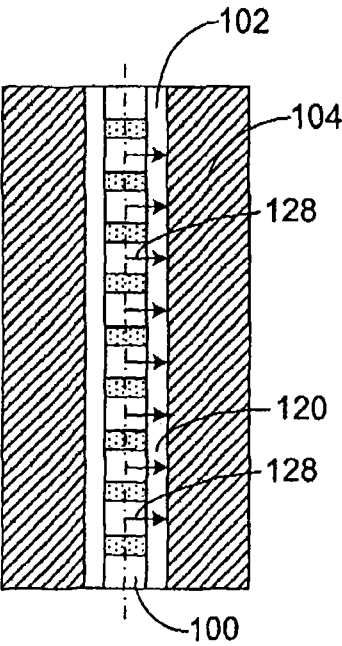


图 2

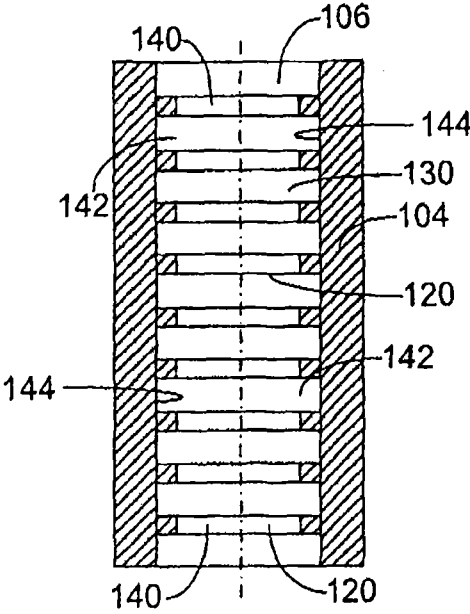


图 3