(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102678190 B
(45)授权公告日 2015.12.16

(21)申请号 201210040480.5
(22)申请日 2012.02.14
(30)优先权数据
13/026873 2011.02.14 US
(73)专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州
(72)发明人 A·L·吉格利奥
S·D·M·阿马拉尔 M·S·洪坎普
C·A·桑帕约
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 李强 谭祐祥
(51)Int.Cl.
F01D 5/18(2006.01)
(56)对比文件
US 2002/0141869 A1,2002.10.03, 说明书2-6、32-38段及附图1-5.
US 4872812 A,1989.10.10, 说明书第1-5栏及附图1-9.
US 2002/0127111 A1,2002.09.12, 全文.
CN 1936275 A,2007.03.28, 全文.
CN 1944959 A,2007.04.11, 全文.
US 006670046 B1,2003.12.30, 全文.
CN 1782331 A,2006.06.07, 全文.
EP 1878873 A2,2008.01.16, 全文.
CN 101109291 A,2008.01.23, 全文.
审查员 靳文强

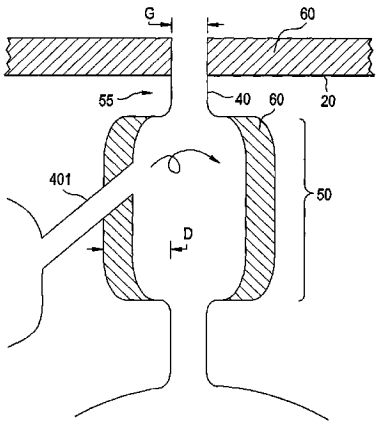
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

涡轮叶片平台的构件

(57)摘要

本发明涉及一种涡轮叶片平台的构件。提供了一种构件(10)且其包括:第一表面(20);第二表面(40),其邻近第一表面(20)且相对于第一表面(20)横向地定向,并且具有形成于其中的凹穴(50),从而限定了沿着凹穴(50)外围的肋(55);以及热障涂层(TBC)(60),其分别涂覆到第一表面(20)和在凹穴(50)处涂覆到第二表面(40),使得肋(55)置于第一表面(20)的TBC(60)与第二表面(40)的TBC(60)之间。



CN 102678190 B

1. 一种涡轮叶片平台构件 (10)，包括：

第一表面 (20)，其包括面向气体路径的涡轮叶片平台表面 (101)；

第二表面 (40)，其邻近所述第一表面 (20) 且相对于所述第一表面 (20) 横向地定向，并且具有形成于所述第二表面中的凹穴 (50)，从而限定沿着所述凹穴 (50) 的外围的肋 (55)；以及

热障涂层 TBC(60)，其分别涂覆到所述第一表面 (20) 和在所述凹穴 (50) 处涂覆到所述第二表面 (40)，使得所述肋 (55) 置于所述第一表面 (20) 的 TBC(60) 与所述第二表面 (40) 的 TBC(60) 之间且被所述第一表面 (20) 的 TBC(60) 与所述第二表面 (40) 的 TBC(60) 中每个所述 TBC(60) 暴露。

2. 根据权利要求 1 所述的构件 (10)，其特征在于，所述第一表面 (20) 和第二表面 (40) 各包括面向气体路径的表面，具有比较高的温度的流体沿着所述气体路径流动。

3. 根据权利要求 2 所述的构件 (10)，其特征在于，所述流体的温度超过所述构件 (10) 的内部温度。

4. 根据权利要求 1 所述的构件 (10)，其特征在于，所述第二表面 (40) 包括邻近所述涡轮叶片平台表面的斜面 (102) 表面。

5. 根据权利要求 4 所述的构件 (10)，其特征在于，所述第二表面 (40) 包括面向后沟槽腔的涡轮叶片平台表面 (104)。

6. 根据权利要求 4 所述的构件 (10)，其特征在于，所述斜面 (102) 的 TBC(60) 形成为单个连续涂层。

7. 根据权利要求 6 所述的构件 (10)，其特征在于，所述斜面 (102) 的 TBC(60) 形成为具有非连续部段 (601)、(602)，各个非连续部段具有相似或不同厚度。

8. 根据权利要求 4 所述的构件 (10)，其特征在于，所述第二表面 (40) 形成为限定靠近所述斜面的 TBC 的主动冷却部段。

9. 根据权利要求 4 所述的构件 (10)，其特征在于，所述第二表面 (40) 形成为限定靠近所述斜面 (102) 的 TBC(60) 的微通道 (402)。

10. 一种涡轮叶片平台，包括：

面向气体路径的涡轮叶片平台的第一表面 (20)；

邻近所述涡轮叶片平台表面的斜面 (102) 和面向后沟槽腔的所述涡轮叶片平台的表面中的至少一个的第二表面 (40)，所述第二表面 (40) 具有形成于其中的凹穴 (50)，从而限定了沿着所述凹穴 (50) 的外围的肋 (55)；以及

热障涂层 TBC(60)，其分别涂覆到所述第一表面 (20) 和在所述凹穴 (50) 处涂覆到所述第二表面 (40)，使得所述肋 (55) 置于所述第一表面 (20) 的 TBC(60) 和所述第二表面 (40) 的 TBC(60) 之间且被所述第一表面 (20) 的 TBC(60) 与所述第二表面 (40) 的 TBC(60) 中每个所述 TBC(60) 暴露。

涡轮叶片平台的构件

技术领域

[0001] 本文所公开的主题涉及涡轮叶片平台的构件，且更特定而言涉及在其上涂覆了热障涂层 (TBC) 的涡轮叶片平台的构件。

背景技术

[0002] 燃气轮机作为动力源已广泛地用于各种领域中，且包括压缩机、燃烧器和涡轮。在燃气轮机中，空气由压缩机压缩且然后与燃料一起由燃烧器燃烧以产生高能流体，高能流体由涡轮膨胀以获得动力。因此，高能流体的温度升高提高了动力生产。因此，为了致力于得到增加的动力生产，燃气轮机近来被设计成以便生成这种具有升高温度的高能流体。

[0003] 为了提供能承受和耐受高能流体升高的温度的涡轮构件，那些构件由耐热合金制成且涂覆有热障涂层 (TBC)。虽然 TBC 是完整的，但 TBC 通过约束进入经涂覆的构件内的热传导而操作，从而防止损坏且延长构件的寿命。但常常为下面这样的情况 :TBC 并不保持在这种条件下且实际上，TBC 可劣化和 / 或在多个位置处从构件上脱落。

发明内容

[0004] 根据本发明的一方面，提供一种构件且其包括 :第一表面 ;第二表面，其邻近第一表面且相对于第一表面横向地定向，并且具有形成于其中的凹穴，从而限定了沿着凹穴的外围的肋 ;以及热障涂层 (TBC)，其分别涂覆到第一表面和在凹穴处涂覆到第二表面，使得肋置于第一表面与第二表面的 TBC 之间。

[0005] 根据本发明的另一方面，提供了一种涡轮叶片平台且其包括 :面向气体路径的涡轮叶片平台的第一表面 ;邻近涡轮叶片平台表面的斜面和面向后沟槽腔的涡轮叶片平台表面中的至少一个的第二表面，第二表面具有形成于其中的凹穴，从而限定了沿着该凹穴的外围的肋 ;以及热障涂层 (TBC)，其分别涂覆到第一表面和在凹穴处涂覆到第二表面，使得肋置于第一表面的 TBC 与第二表面的 TBC 之间。

[0006] 根据本发明的又一方面，提供了一种方法且其包括 :向第一表面涂覆热障涂层 (TBC)，在邻近第一表面且相对于第一表面横向地定向的第二表面中形成凹穴以限定沿着该凹穴的外围的肋 ;以及在凹穴处将 TBC 涂覆到第二表面，使得肋置于第一表面的 TBC 与第二表面的 TBC 之间。

[0007] 通过结合附图得到的下文的描述，这些和其它优点和特点将变得更显然。

附图说明

[0008] 被认为是本发明的主题在说明书结论部分的权利要求书中特别地指出且明确地主张。通过结合附图得到的下文的详细描述，本发明的前述和其它特点和优点显然可见，其中 :

[0009] 图 1 为构件的侧视图 ;

[0010] 图 2 为图 1 的构件的透视图 ;

[0011] 图 3 为根据实施例的图 1 和图 2 的构件的凹穴的示意图；

[0012] 图 4 为根据备选实施例的图 1 和图 2 的构件的凹穴的示意图；

[0013] 图 5 为斜面边缘硬件接合部的放大示意图；以及

[0014] 图 6 为方法的流程图。

[0015] 详细描述参看附图以举例说明的方式解释本发明的实施例，以及优点和特点。

[0016] 部件清单

[0017] 构件 10

[0018] 第一表面 20

[0019] 第二表面 40

[0020] 膜孔 401

[0021] 微通道 402

[0022] 接合区 45

[0023] 凹穴 50

[0024] 肋 55

[0025] 多介肋 551

[0026] 远端边缘 555

[0027] TBC 60

[0028] 非连续部段 601，602

[0029] 涡轮叶片平台 100

[0030] 表面 101

[0031] 斜面 102

[0032] 面向后沟槽腔的表面 104

[0033] 后缘 200

[0034] 前缘 201

[0035] 涂覆操作 500

[0036] 形成凹穴 510

[0037] 涂覆 TBC 520

[0038] 测试材料 530

具体实施方式

[0039] 由于燃气轮机效率和排放水平的改进，燃烧排气流在径向上产生基本上更均匀的温度分布。这转变成涡轮端壁附近的气体温度的显著升高，在此处热气体路径表面与相邻构件表面会合。通过向这些表面涂覆热障涂层 (TBC) 来防止由于热气体沿着这些表面摄入造成的热通量而防止了热通量进入到该构件内，而这随后防止了金属温度升高且造成延长的构件寿命。TBC 的使用也减少了对主动冷却的需要。

[0040] 参看图 1 至图 5，提供了例如涡轮的涡轮叶片平台构件 10（在下文中被称作“构件 10”），且其包括第一表面 20、第二表面 40 和 TBC 60。第二表面 40 邻近第一表面 20 且相对于第一表面 20 横向地定向，使得形成于第一表面 20 与第二表面 40 会合处的接合区 45 为有角度的。更特定而言，接合区 45 可为直角或者在一些情况下为尖角或锐角。第二表面 40

具有形成于其中的凹穴50，以沿着其外围限定肋55。TBC60分别涂覆到第一表面20和在凹穴50处涂覆到第二表面40，使得少于100％的第二表面40被覆盖，且肋55置于第一表面20和第二表面40中的各个的TBC 60之间，且使得第一表面20和第二表面40中的各个的TBC 60的单独部分基本上彼此隔离。在第一表面20与第二表面40中的各个的TBC 60的单独部分之间的分隔提供热通量方向控制，否则该热通量方向控制是不可获得的。

[0041] 该构件10可为涡轮或燃气轮机或蒸汽涡轮的任何构件，其中高能流体膨胀以用于动力产生目的。因此，第一表面20和第二表面40可各自包括面向气体路径的表面，具有比较高的温度的流体沿着该气体路径流动。一般而言，在流体温度超过构件10内部的温度时出现这种比较高的流体温度，使得TBC 60防止来自该流体的热通量进入构件10内，且使得能维持构件10的内部温度低于预先限定的水平。作为实例，构件10可为燃气轮机发动机的涡轮叶片平台100。在此情况下，第一表面20包括面向热气体路径的涡轮叶片平台100的表面101。另外，第二表面40可包括邻近涡轮叶片平台100的表面101安置的斜面102的表面和涡轮叶片平台100的面向后沟槽腔的表面104中的至少一个。

[0042] 参看图3和图4，从肋55的远端边缘555的平面测量，凹穴50的深度可均匀、变化、渐增地可变或者持续地可变。即，如图3所示的那样，凹穴50的深度D可基本上均匀。相比而言，如图4所示的那样，凹穴50的深度D可在靠近第一表面20的前缘200和后缘201中的至少一个处最大或最深，在此处，流体温度可预期最高，且在此处，到构件10内的热通量可预期最大。类似地，凹穴50的深度D可在靠近凹穴50的中心处最浅，在此处，流体温度可预期最低，且在此处，到构件10内的热通量可预期最低。

[0043] 根据实施例，如图3所示，第二表面40的TBC 60可形成为单个连续涂层或者形成为非连续部段601和602。非连续部段601、602可全都具有相似厚度或者它们可具有不同厚度以控制空气流动、间隙大小（参看图5的配合面间隙G）或者到第二表面40的下面的部分内的热通量。而且，第二表面40可形成为限定主动冷却部段，诸如微通道402。此微通道402通向第二表面40的TBC 60的背侧，且由此向TBC60提供冷却流，其可提高绝热效果。

[0044] 肋55的暴露边缘或另一类似构件可作为牺牲性环境条件指示器而可用，由此边缘可用作调谐的实时健康监视差异，且校准与边缘和配合面间隙G尺寸有关。

[0045] 此外，如图5所示的那样，凹穴50的深度D可超过TBC 60的深度或高度。也就是说，凹穴50可与肋55的远端边缘555的平面齐平或凹陷以形成台肩边缘(land edge)。此台肩边缘可具有曲率以夹带、控制或截留经由例如配合面间隙G内的膜孔401提供的冷却流。即使无这种冷却流，仍可提供凹穴50以用于增强流动路径边缘耐用性。

[0046] 利用上文所讨论的构造，第二表面40的TBC 60为下列至少一种情况：与肋55的远端边缘555的平面共面和/或相对于肋55的远端边缘555的平面凹陷。因此，第二表面40的TBC 60与第一表面20的TBC 60隔离并分隔。因此，第一表面20的TBC 60和第二表面40的TBC 60无需由相同材料制成，无需同时形成且无需在接合区45上形成。因此TBC 60并不倾向于在接合区45处劣化、开裂或脱离并且暴露远端边缘555的材料。可测试远端边缘555的暴露材料的各种相关关注因素，诸如构件10的温度分布。这种测试可例如通过远端边缘555的红外(IR)成像来进行。

[0047] 备选地，如图3所示的那样，凹穴50的深度D可小于TBC 60的深度，使得第二表

面 40 的 TBC 60 从肋 55 的远端边缘 555 的平面突伸。在此情况下，能额外控制配合面间隙 G 的尺寸。

[0048] 而且，如图 3 所示的那样，肋 55 可限定为单个特征或多个肋 551。在肋 55 限定为多个肋 551 的情况下，多个肋 551 可被布置成限制热气体摄入，以限制不希望的气体流动方向和 / 或在配合面间隙 G 中引导所需气体流动方向。

[0049] 参看图 6，提供了一种方法且其包括 ：向第一表面 20 涂覆热障涂层 (TBC)60(操作 500) ；在邻近第一表面 20 且相对于第一表面 20 横向地定向的第二表面 40 中形成凹穴 50，以从而限定沿着凹穴 50 外围的肋 55(操作 510) ；以及在凹穴 50 处将 TBC 60 涂覆到第二表面 40，使得肋 55 置于第一表面 20 的 TBC 60 与第二表面 40 的 TBC 60 之间 (操作 520)。

[0050] 根据实施例，操作 510 的形成凹穴 50 可包括下列中的至少一个或多个 ：电动加工 (EDM)、铣削、浇注、研磨和 / 或另一类似工艺。操作 510 的形成凹穴 50 还可包括形成具有基本上均匀深度 D 的凹穴 50 或者根据构件 10 的热通量特征形成凹穴 50。如上文所提到的那样，在后一种情况下，凹穴 50 的深度 D 可为不均匀的，例如在靠近第一表面 20 的前缘 200 和后缘 201 中的至少一个处具有最大深度 D。

[0051] 根据另外的实施例，操作 520 的向第二表面 40 涂覆 TBC 60 可包括在过度填充凹穴 50 之前停止 TBC 60 涂覆。以此方式，第一表面 20 和第二表面 40 的 TBC 60 可彼此隔离和分隔，且肋 55 的远端边缘 555 能暴露而使得例如能测试肋 55 的材料 (操作 530)。

[0052] 虽然仅结合有限数量的实施例详细描述了本发明，但应易于了解本发明并不限于这些公开的实施例。而是，可修改本发明以合并之前未描述但与本发明的精神和范围相符的任意数量的变型、更改、替代或等效布置。此外，虽然描述了本发明的多种实施例，但要了解本发明的方面可仅包括所描述实施例中的某些。因此，本发明不应视作受前文的描述限制，而是仅受所附权利要求的范围限制。

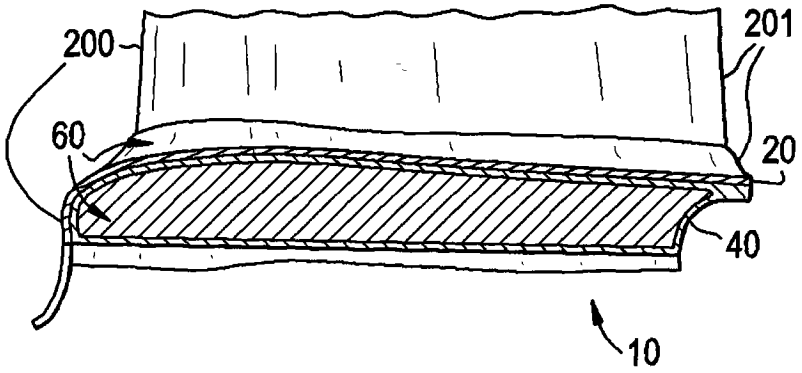

200
201
60
20
40
10

图 1

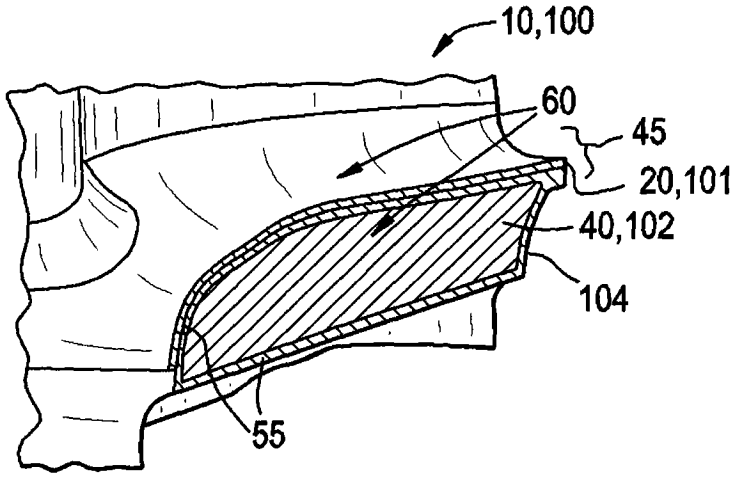

10,100
60
45
20,101
40,102
104
55

图 2

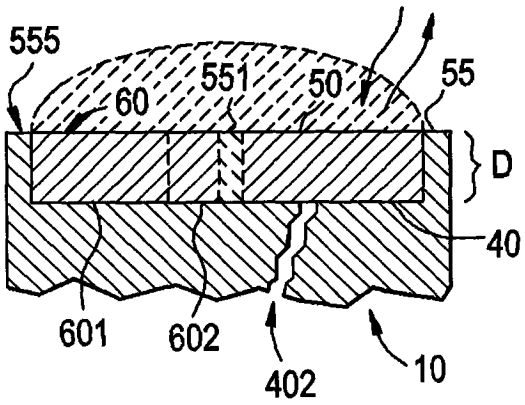

555
551
50
55
60
D
40
601
602
402
10

图 3

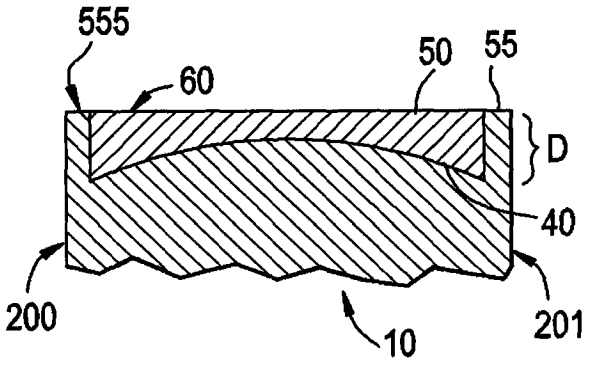

555
60
50
55
D
40
200
10
201

图 4

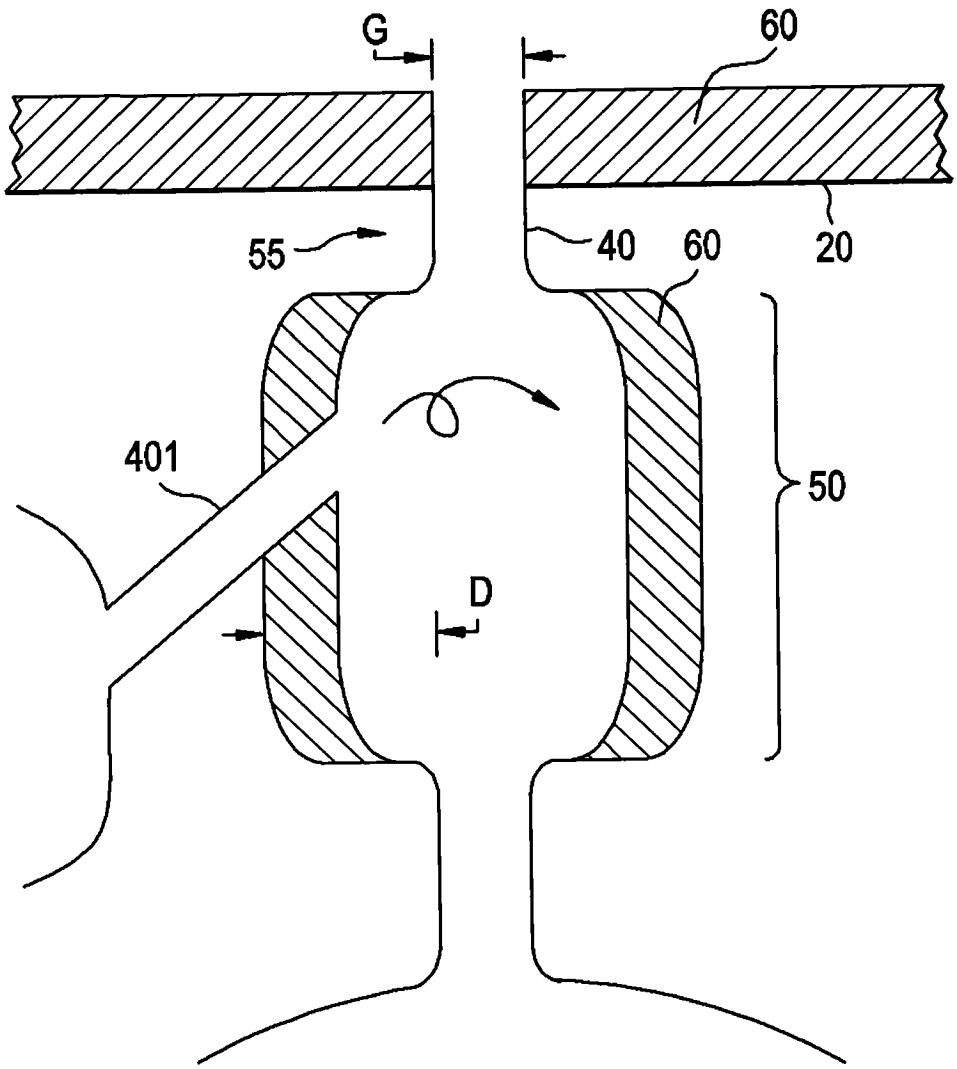


图 5

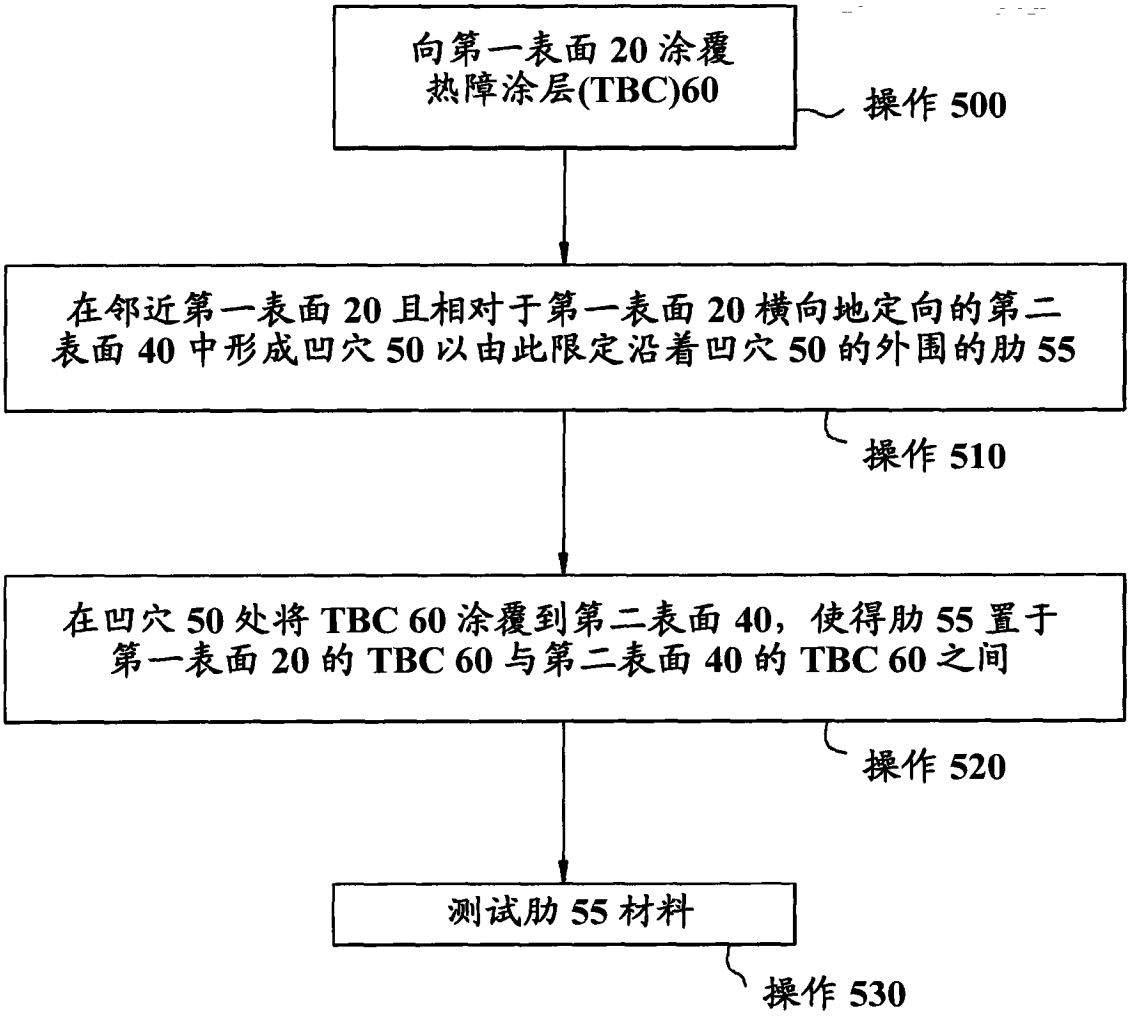

向第一表面 20 涂覆
热障涂层(TBC)60
操作 500
在邻近第一表面 20 且相对于第一表面 20 横向地定向的第二表面 40 中形成凹穴 50 以由此限定沿着凹穴 50 的外围的肋 55
操作 510
在凹穴 50 处将 TBC 60 涂覆到第二表面 40，使得肋 55 置于第一表面 20 的 TBC 60 与第二表面 40 的 TBC 60 之间
操作 520
测试肋 55 材料
操作 530

图 6