

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B24C 1/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710199556.8

[43] 公开日 2008年7月16日

[11] 公开号 CN 101219528A

[22] 申请日 2007.12.13

[21] 申请号 200710199556.8

[30] 优先权

[32] 2006.12.13 [33] US [31] 11/639065

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 C·E·汤普森

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 原绍辉 廖凌玲

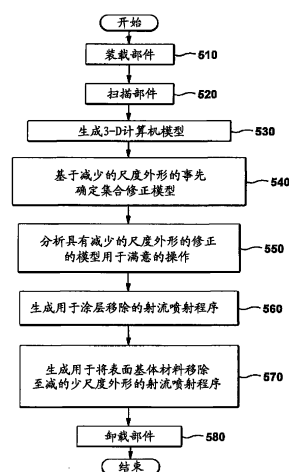
权利要求书3页 说明书11页 附图7页

[54] 发明名称

燃气轮机轮叶和叶片的水射流剥离和再定轮廓

[57] 摘要

本发明涉及一种燃气轮机轮叶和叶片的水射流剥离和再定轮廓。提供一种用于涂层的制造物品(40)的水射流剥离和再定轮廓方法。该方法包括在尺度上扫描(520)涂层的物品且建立(530)涂层的物品的三维模型。该方法进一步包括建立(540)用于再定轮廓的减少的尺度外形的集合且然后分析(550)减少的外形是否满足后续操作。建立(560)射流喷射程序以移除涂层且建立(560)射流喷射程序以移除表面基体材料至每个事先确定的减少的尺度外形。



1. 一种用于涂层的制造物品(40)的水射流剥离和再定轮廓的方法,该方法包括:

确定(625)物品的基体(60)表面上损伤的深度;

从物品的减少的轮廓外形的事先确定的集合选择(630)外形;

选择(635)用于物品上具体涂层的射流喷射程序;

选择用于物品的具体合金成分的射流喷射程序;和

应用(640)射流喷射程序以将物品的基体(60)表面上的具体涂层和损伤移除至选定的减少的轮廓外形。

2. 根据权利要求1所述的用于涂层的制造物品(40)的水射流剥离和再定轮廓的方法,其中制造物品(40)包括涂层的涡轮机部件(100)。

3. 根据权利要求1所述的用于涂层的制造物品(40)的水射流剥离和再定轮廓的方法,确定(625)物品的基体(60)表面上损伤的深度的步骤包括:

通过蠕虫跟踪测量损伤和持续地再定轮廓表面至逐渐更深的减少的轮廓外形直到损伤移除的至少一个。

4. 根据权利要求1所述的用于涂层的制造物品(40)的水射流剥离和再定轮廓的方法,应用(640)射流喷射程序的步骤包括:

应用射流喷射程序至足够深度的事先确定的减少的轮廓外形以移除由蠕虫跟踪确定的损伤,以及再定轮廓涂层的物品至第一事先确定的减少的轮廓外形;检查基体表面;和重复涂层的物品再定轮廓至更小的事先确定的减少的轮廓外形且检查基体表面直到损伤消除的至少一个。

5. 根据权利要求1所述的用于涂层的制造物品(40)的水射流剥离和再定轮廓的方法,应用(640)射流喷射程序的步骤进一步包括:

在尺度上检验制造物品(40)以顺应最小可接受尺度。

6. 一种用于涂层的制造物品(40)的水射流剥离和再定轮廓的方法,该方法包括:

在尺度上扫描(715)物品;

确定(725)扫描物品在离物品的标称设计形状的事先确定的偏差内;

确定 (730) 物品的基体 (60) 表面上损伤的深度;
选择 (740) 用于物品上具体涂层的射流喷射程序;
选择 (745) 用于物品的具体合金成分的射流喷射程序;
应用 (750) 射流喷射程序以移除具体涂层; 和
应用 (750) 射流喷射程序以移除物品的基体 (60) 表面的事先确定的深度。

7. 根据权利要求 6 所述的用于涂层的制造物品的水射流剥离和再定轮廓的方法, 确定 (730) 物品的基体表面上损伤的深度的步骤包括:
执行蠕虫跟踪。

8. 根据权利要求 6 所述的用于涂层的制造物品 (40) 的水射流剥离和再定轮廓的方法, 应用 (750) 射流喷射程序的步骤进一步包括:
在尺度上检验制造物品以顺应最小可接受尺度。

9. 一种生成用于涂层的制造物品 (40) 的水射流剥离和再定轮廓程序的方法, 该方法包括:

在尺度上扫描 (520) 涂层物品;
建立 (530) 涂层物品的三维模型;
建立 (540) 用于应用于扫描物品的再定轮廓的减少的尺度外形的事先确定的集合;
分析 (550) 减少的外形是否满足;
建立 (560) 射流喷射程序以移除涂层; 和
建立 (570) 射流喷射程序以移除表面基体材料 (60) 至每个事先确定的减少的尺度外形。

10. 根据权利要求 9 所述的生成用于涂层的制造物品 (40) 的水射流剥离和再定轮廓程序的方法, 建立 (540) 减少的尺度外形的事先确定的集合的步骤包括:

建立小于物品的标称尺度事先确定的厚度和事先确定的厚度的倍数的减少的尺度外形。

11. 根据权利要求 9 所述的生成用于涂层的制造物品 (40) 的水射流剥离和再定轮廓程序的方法, 分析 (550) 减少的外形是否满足的步骤包括:

分析目标外形的机械属性;
分析目标外形的热属性; 和

分析目标外形的空气动力学属性。

12. 根据权利要求 11 所述的生成用于涂层的制造物品的水射流剥离和再定轮廓程序的方法，分析减少的外形是否满足的步骤进一步包括：

检验与设计标准相符；和

如果设计标准满足则接受减少的外形的足够性。

13. 根据权利要求 1 所述的生成用于涂层的制造物品的水射流剥离和再定轮廓程序的方法，其中建立 (570) 射流喷射程序以移除具体涂层材料的步骤进一步包括对于用于具体涂层材料的给定的停留时间、研磨剂类型和浓度、射流压力和射流流量确定材料移除率，且建立射流喷射程序以移除物品的具体合金材料的步骤进一步包括对于用于合金材料的给定停留时间、研磨剂类型和浓度、射流压力和射流流量确定材料移除率。

14. 根据权利要求 1 所述的生成用于涂层的制造物品 (40) 的水射流剥离和再定轮廓程序的方法，其中涂层的制造物品 (40) 包括：燃气涡轮机的涂层的部件。

燃气轮机轮叶和叶片的水射流剥离和再定轮廓

技术领域

本发明一般地涉及用于涂层的制造物品的水射流剥离和再定轮廓方法，且更特定地涉及用于燃气涡轮机的涂层的轮叶和叶片的水射流剥离和再定轮廓方法。

背景技术

燃气轮机轮叶和叶片经常在部件表面遭受裂缝。这些裂缝可以延伸到“基体金属”或铸件内显著深度。经常，当裂缝在脆性或非延展涂层中开始出现且然后继续扩散到“基体金属”或铸件内显著深度，引起该裂缝。为了影响修复，在持续的发动机维护之前，通常需要移除裂缝。典型地，该修复包括通过化学或机械装置移除涂层且然后机械地移除材料，通常通过手工研磨或计算机数控（CNC）加工，直到裂缝已经被消除。然而，裂缝延伸通过外部涂层且进入基体金属的问题并不限于涡轮机轮叶和叶片，或者一般的涡轮机部件，而延伸到制造物品的广泛范围。

在发动机操作之后，燃气轮机硬件，尤其是轮叶的表面上发现的裂缝通常必须作为修复过程的部分移除。这些裂缝的移除典型地通过研磨（混合）掉部件表面的金属直到裂缝被移除完成。该材料移除典型地通过手工研磨完成，其劳动量非常大，或通过 CNC 加工，其非常耗时。用于缺陷移除的手工研磨可以导致非受控形状的生成，其与物品的最初设计外形不相符。

Miller 等（US 6,905,396）提供用增压研磨剂水射流从基底移除涂层同时相对彼此移动研磨剂水射流和/或元件以将涂层完全暴露到流体流的方法。Hashish 等（US 5,704,824）描述通过高速研磨剂水射流碾磨物体的方法和设备。提供控制装置，其允许复杂形状碾磨的均匀和可变深度及相对速度、相隔距离、角度和压力的自动变化。Miller 等和 Hashish 等没有解决用于从制造物品移除涂层和表面缺陷以及再定轮廓表面的一次设置过程。

因此，需要提供用于移除在这些具有外部涂层的制造物品的基体金属中的裂缝和表面缺陷，且以一次设置进行该过程的方法。进一步需要维持最初物品的轮廓形状而不使形状变形，如经常在手工修复中发生。更进一步，存在需要以快速而低成本地进行过程。

发明内容

本发明涉及用于移除在这些具有外部涂层的制造物品的基体金属中的裂缝和表面缺陷，且以一次设置（setup）进行该过程的方法。该方法维持最初物品的轮廓形状而不使形状变形，如经常在手工修复中发生，且可以快速而低成本地进行过程。

简要地，根据本发明的一个方面，提供生成用于涂层的制造物品的水射流剥离和再定轮廓程序的方法。该方法包括在尺度上扫描涂层物品且建立涂层物品的三维模型。该方法进一步包括建立用于移除具体涂层的射流喷射程序和用于移除表面基体材料的射流喷射程序。在三维模型建立之后，用于定轮廓的减少尺度的外形的事先确定的集合应用于模型以建立射流喷射程序。分析得到的用于定轮廓的最终尺度外形以确定减少的外形对持续操作是否满足。

根据本发明第二方面，提供用于涂层的制造物品的水射流剥离和再定轮廓方法。该方法包括首先确定物品的基体表面上的损伤深度，且然后从用于物品的减少的轮廓的外形的事先确定的集合选择再定轮廓外形以消除基体金属中的缺陷。选择用于物品上具体涂层的射流喷射程序且为用于物品具体合金成分的射流喷射程序进行另一选择。然后应用该射流喷射程序以移除具体涂层和物品基体表面上的损伤至减少的轮廓外形。

根据本发明第三方面，提供用于涂层的制造物品的水射流剥离和再定轮廓方法。该方法包括在尺度上扫描物品且然后确定扫描的物品在事先确定的物品标称设计形状的偏差内。该方法进一步包括确定物品基体表面上的损伤深度。取决于物品上涂层的类型，选择射流喷射程序以移除涂层。基于物品的具体合金成分，选择射流喷射程序以移除基体材料中的损伤。然后应用射流喷射程序以从物品基体表面移除事先确定的深度。

附图说明

当参见附图阅读以下详细说明时，本发明的这些和其他特征、方面和优势将更好理解，其中相同的附图标记贯穿附图表示相同的部件，其中：

图 1A 图示燃气轮机轮叶的翼片上的表面裂缝在白光下的照片；

图 1B 图示燃气轮机轮叶的翼片上的表面裂缝的照片；

图 2A 图示燃气轮机轮叶的翼片的前凹外部表面涂层中的裂缝的照片；

图 2B 图示燃气轮机轮叶的翼片的前凹外部表面涂层中扩散到基体金属内的裂缝的照片；

图 3 图示用水射流过程的涂层厚度移除和受控基体金属移除；

图 4 图示具有减少的尺度轮廓的翼片；

图 5 图示描述生成用于从制造物品缺陷移除的水射流喷射程序的方法的流程图；

图 6 图示描述执行用于从制造物品缺陷移除至事先确定的减少的尺度外形的水射流喷射程序的方法的流程图；

图 7 图示描述执行用于从制造物品表面移除事先确定的深度的材料的水射流喷射程序的方法的流程图。

具体实施方式

本发明的以下实施例具有许多优势，包括使用自适应计算机数控（CNC）的受控水射流程序以移除老表面涂层且移除材料至事先确定的轮廓，有效地使部件再定表面且从燃气轮机轮叶和叶片基体表面消除缺陷。该过程使用高压研磨剂水射流机器以移除裂缝。通过自动控制该过程，手工劳动和附加的修复步骤可以消除且可以实现最终混合尺度的更好控制。尽管以下描述关于燃气轮机轮叶修复的方法，本发明的方法并不限于涂层的涡轮机轮叶和叶片，或者其他涂层的涡轮机部件的修复，而可以应用于涂层的制造物品的广泛范围。

本发明的重要方面为通过使用水射流再定轮廓从燃气轮机轮叶或叶片移除裂缝、通过水射流从燃气轮机轮叶或叶片表面移除涂层和基体金属裂缝、以及一次设置过程，由此金属涂层从涡轮机元件移除且然后元件表面加工至希望的形状。该过程以单个设置步骤完成。通过方

法的用于不同涡轮机元件的具体几何形状在以下描述。

本发明的另一重要方面在于，与用手工过程生成的非受控形状相比，它允许在修复部件中实现精确的形状。通过控制轮叶的最终形状，质量修复能够确保其将经得起所有寿命要求。本发明通过自动化材料移除过程解决手工劳动问题。

图 1A 图示燃气涡轮机轮叶的翼片上的表面裂缝在白光下的照片。图 1B 图示燃气涡轮机轮叶的翼片上的表面裂缝的照片。图 2A 图示燃气涡轮机轮叶的翼片的前凹外部表面涂层中的裂缝的照片。图 2B 图示燃气涡轮机轮叶的翼片的前凹外部表面涂层中扩散到基体金属内的裂缝的照片。

通过努力使水射流“剥离”过程合格已经显示可行性。试验证明，不仅涂层材料移除率能够在部件的整个表面上 3D 受控，而且基体金属移除能够受控。此外，基体金属被移除的数量能够控制在小量内，使得允许移除表面缺陷而不过量移除基体金属，从而允许定轮廓到具体形状。生成具体形状的能力在某些制造物品中很重要，例如涡轮机轮叶，其中翼片的成形对于通过涡轮机的气体的空气动力学流动是必要的。图 3 图示用水射流过程的涂层厚度移除和受控基体金属移除。制造物品 40 显示为带有涂层 50 和基体金属 60。涂层 50 和基体金属 60 已经用射流喷射移除至再定轮廓的表面 70。

已经执行计算机建模，以生成部件具体的几何形状，其为用于几个不同 GE 部件的安全设计点。取决于看到的损伤水平，该建模给出能够应用的材料移除的不同表面外形。

部件首先装载到机器内且在尺度上被扫描。该扫描可以使用非接触的或接触的扫描工具完成。该工具应当能够捕获装载部件的几何形状且作为三维数据存储它。

为了达到希望的最终形状，一旦部件已经被扫描，可以进行计算以确定材料必须移除多少和从哪里移除。最终形状可以定义为希望的三维几何形状或从任何装载部件上给定表面待移除材料的数量。图 4 图示已经建立减少的尺度外形的示范性的涡轮机部件。描绘用于涡轮机叶片 100 的最初尺度框线 110。图示用于涡轮机叶片 100 的事先确定的减少的轮廓外形 120。

当最终形状定义为希望的三维几何形状时，最终形状可以为事先确

定的减少的外形的集合。例如，物品的最终形状可以为物品的最初标称设计形状减去多个固定厚度，得到逐渐小的事先确定的减少的外形。应当从由尺度扫描测量的几何形状减去希望的几何形状以生成待移除材料体积。可替换地，希望从尺度扫描测量的形状减去材料的差量。在此并没有建立新的目标外形，但材料差量从建造的或实际使用中的形状移除。在任一情况下，尺度扫描将提供过程从其开始的基础。

在方法期间，为每个具体合金或合金和涂层组合建立对于给定停留时间、研磨剂、压力和流量的材料移除率。这些材料移除率用于为将移除材料的希望体积的每个部件生成客户 CNC 程序。在不需要最终绝对形状仅从现有部件表面的差值的情况下，尺度扫描能用于确定空间中在哪材料应当被移除而不从另一几何形状减一个几何形状。

一旦部件已经被扫描且客户 CNC 程序已经生成，部件然后通过部件表面上以移除材料希望的体积的方式通过高压研磨剂水射流处理。整个过程中，水射流路径被控制且移动通过几个轴线以维持相对于表面合适的姿态。当高压研磨剂水射流通过部件表面上时，通过移除基底到或超过裂缝深度移除裂缝。除了移除部件中的裂缝，涂层也可以在相同的设置期间移除。

可以进行部件的间歇尺度扫描以检验实现最终希望的形状和尺度的过程的精确性。为了实现希望的最终尺度或形状，可以使用来自尺度扫描的反馈。

用于涂层的制造物品的水射流剥离和再定轮廓的具体本发明方法包括用于生成水射流喷射程序的广泛方法且然后用于将水射流喷射应用于具体制造物品的方法。

方法包括在尺度上扫描涂层的物品。从尺度上扫描的物品，使用计算机辅助设计 (CAD) /计算机辅助工程 (CAE) /和计算机辅助制造 (CAM) 工具，产生表示物品的三维模型。减少的尺度外形的事先确定的集合应用于模型以建立待移除的材料的希望的目标体积、以及物品的最终希望的尺度。目标体积通过从模型表面减去在不同位置处的移除深度产生。这些体积表示可以从物品移除的材料的不同数量，以实现最终希望的外形。一旦选择待移除的材料的目标体积，能够生成射流喷射程序以移除材料的希望的体积，以实现物品最终希望的外形。程序的参数应当通过执行对于每个具体涂层和基体材料的过程表征预先建立。

物品必须首先在尺度上被扫描以确定物品的精确三维布置。尺度扫描的步骤应当包括使用非接触扫描工具和接触扫描工具的至少一个。

为了剥离掉物品的表面缺陷，必须建立减少的尺度外形，使得物品的尺度比物品的标称尺度小事先确定的厚度和事先确定厚度的倍数。基于通常是涂层的燃气轮机轮叶和叶片遭受的表面缺陷，事先确定的减少的尺度外形减少表面倍数大约 5 - 6mil。然而，减少的外形的减少厚度将取决于具体的物品和具体的应用。

必须分析减少的尺度外形，以确认它们满足后续操作。分析包括分析目标外形的机械、热和空气动力学属性。分析减少的外形是否满足后续操作的步骤也包括检验相对于装备设计标准的一致性。设计标准可以包括计算机代码和设计手册。如果满足设计标准，目标外形然后可以接受为满足后续操作。

在制造物品涂层中可以采用的不同材料涂层和下面的基体材料具有不同的强度和刚性特性。在移除涂层且然后下面的基体材料时，射流喷射必须考虑不同的特性。该方法中确定的具体的因素为对给定停留时间、研磨剂类型和浓度、射流压力和射流流量的材料移除率。对于涂层和基体材料，这些参数可以分开建立。

然而，如果具体涂层和基体材料的试验数据支持，对涂层和基体材料采用相同的参数也是可取的。

尽管上述方法一般应用于涂层的制造物品，该方法具体地可应用于燃气轮机涂层的部件和燃气轮机的涂层的轮叶。

如上文所述，当用于具体部件的方法已经生成时，方法的应用在以下描述。首先，必须确定物品的下面的基体材料的损伤深度。当损伤深度已经确定时，方法提供用于从物品的减少的轮廓外形集合选择再定轮廓外形。必须选择射流喷射程序用于物品上具体的涂层。选择用于下面的基体材料的具体合金成分的射流喷射程序。然后将射流喷射程序应用于移除具体涂层和物品的基体表面上的损伤至减少的轮廓外形。

下面的基体材料的损伤深度可以通过蠕虫跟踪（worm trailing）过程确定。蠕虫跟踪为其中通过研磨缺陷的小样本区域直到没有进一步的表面缺陷存在来确定表面的损伤深度的过程。以该方式的缺陷深度的采样提供给调查者表面缺陷深度的估计而不需要研磨整个表面。

在通过蠕虫跟踪确定表面缺陷的深度之后，选择足够移除估计的缺

陷深度的减少的轮廓外形，且然后检查物品以确定缺陷是否完全移除，表面可以被再定轮廓。如果表面缺陷没有完全移除，然后进一步执行蠕虫跟踪以确定应当执行的进一步表面再定轮廓。

可替换地，通过再定轮廓到第一再定轮廓的表面且然后检查，表面缺陷可以移除至允许的程度。如果表面缺陷没有完全移除，那么表面可以再次再定轮廓到逐渐更深的减少的轮廓外形且被检查直到表面缺陷完全移除。

当通过射流剥离至事先确定的减少的轮廓表面缺陷已经被完全移除时，完成的物品在尺度上被检验以确认最终尺度在物品持续可操作性的可接受的尺度内。

进一步提供用于涂层的制作物品的水射流剥离和再定轮廓方法，使得物品的形状与可接受的设计外形相符，从而仅需要从实际物品形状移除差值。该方法首先在尺度上扫描物品。物品的尺度然后相对于物品的标称设计形状对比。如果物品确定为小于物品标称设计形状的事先确定的偏差，那么材料的差值可以从物品现有外形移除而不是水射流剥离和再定轮廓到事先确定的减少的外形形状。

物品基体表面的损伤深度基于蠕虫跟踪或本领域中其他已知试验方法确定。然后选择用于具体涂层材料和基体材料的具体合金成分的射流喷射程序。然后应用射流喷射程序以移除具体涂层且从物品现有基体表面移除掉事先确定的深度。从物品的基体表面待移除的事先确定的深度至少为由蠕虫跟踪或其他方法确定的损伤的深度。

图5图示描述用于生成为从制造物品缺陷移除的水射流剥离和再定轮廓程序的方法的流程图。在步骤510中，物品装载到装置中。在步骤520中，物品被扫描，其中扫描器可以为接触或非接触扫描工具。在步骤530中，基于使用本领域中已知的CAD/CAE/CAM工具的扫描生成制造物品的三维模型。在步骤540中，该三维模型基于减少的尺度外形的事先确定的集合修改，以限定可用于在物品上移除表面缺陷的逐渐更深的切割。在步骤550中，分析具有减少的尺度外形的模型以确认当加工至减少的外形时物品满足继续操作。在步骤560中，生成三维射流喷射程序以移除涂层。在步骤570中，生成三维射流喷射程序以移除表面基体材料至减少的尺度外形。在步骤580中，物品从装置移除。

图6图示描述执行用于从制造物品缺陷移除至事先确定的减少的尺

度外形的水射流剥离和再定轮廓程序的方法的流程图。在步骤 610 中,物品装载到水射流剥离和再定轮廓装置内。在步骤 615 中,物品被扫描,其中扫描器可以为接触或非接触扫描工具。在步骤 620 中,生成用于物品的三维模型。在步骤 625 中,首先确定基体表面上损伤深度。在已经确定损伤深度之后,在步骤 630 中,从用于物品的减少的轮廓外形集合中选择再定轮廓外形。

在步骤 635 中,选择射流喷射程序以移除物品上的具体涂层。在步骤 640 中,选择射流喷射程序以移除基体的具体的合金成分。在步骤 645 中,执行用于移除涂层和基体材料至减少的轮廓外形的射流喷射程序。在步骤 650 中,检查物品。如果在步骤 655 中确定涂层和裂缝已经被移除,那么在步骤 660 中物品可以被扫描以确认其落入未来使用可接受的尺度内。在步骤 665 的试验中,如果扫描器指示部件落入在可接受的尺度内,在步骤 670 中部件卸载以恢复使用。如果涂层和裂缝没有按步骤 655 中确定的被移除,那么物品在步骤 615 中再次扫描以进一步定轮廓。如果步骤 665 中的试验从扫描结果显示尺度低于可接受的最小值,那么部件不能再使用而在步骤 675 中必须废弃。

图 7 图示描述执行用于从制造物品表面移除材料事先确定的深度的水射流喷射程序的方法的流程图。在步骤 710 中,物品装载到水射流剥离和再定轮廓装置内。在步骤 715 中,物品被扫描,其中扫描器可以为接触或非接触扫描工具。在步骤 720 中,生成用于物品的三维模型。在步骤 725 中,确定物品形状是否在离物品标称尺度的事先确定的偏差内。如果物品形状是在离物品标称尺度的事先确定的偏差内,过程继续。否则,如果在步骤 725 中形状不在事先确定的偏差内,那么必须使用另一再定轮廓程序。

在步骤 730 中,确定在基体表面上损伤深度。在已经确定损伤深度之后,在步骤 735 中,从用于物品的减少的轮廓外形集合中选择再定轮廓外形。在步骤 740 中,选择射流喷射程序以移除物品上的具体涂层。在步骤 745 中,选择射流喷射程序以移除基体的具体的合金成分。在步骤 750 中,执行用于移除涂层和基体材料的射流喷射程序以减少物品形状至事先确定的深度。在步骤 755 中,检查物品。在步骤 760 中如果确定涂层和裂缝已经被移除,那么物品可以在步骤 765 中被扫描以确认其落入未来使用可接受的尺度内。在步骤 770 的试验中,如果扫描器指示

部件落入部件继续操作的可接受的尺度内，在步骤 775 中部件卸载以恢复使用。如果步骤 760 中确定涂层和裂缝没有被移除，那么物品在步骤 715 中再次扫描以进一步定轮廓。如果步骤 770 中的试验从扫描结果显示尺度低于可接受的最小值，那么部件不能再使用而在步骤 780 中必须废弃。

本发明将提供修复制造物品且更具体地带有涂层相关表面裂缝问题的燃气涡轮机轮叶和叶片的更快、更高质量、更成本有效的方式。该过程的一个优势在于，它以一个单一设置消除延伸到基底材料内的裂缝以及不可使用的涂层。该过程的可替代过程为机械地或化学地剥离涂层且然后通过手工混合过程或通过具有多个设置的自动加工过程分别移除裂缝。

尽管在此图示并描述了本发明的仅某些特征，本领域中技术人员将想到许多修改和变化。此外，尽管已经提供方法在用于涂层的燃气涡轮机元件示范性应用的应用，该方法具有对涂层的制造物品的通用应用。因此，应当理解的是，所附权利要求书想要覆盖落入本发明真实精神的所有这种修改和变化。

零件列表

制造物品 40

涂层 50

基体材料 60

再定轮廓的表面 70

涡轮机叶片 100

最初尺度框线 110

减少的尺度外形 120

装载部件 510

扫描部件 520

生成 3D 计算机模型 530

基于减少的尺度外形的事先确定的集合修改模型 540

分析具有减少的尺度外形修改的模型 550

生成用于涂层的射流喷射程序 560

生成用于表面基体材料移除至减少尺度的射流喷射程序 570

卸载部件 580

装载部件 610

扫描部件 615

生成 3D 模型 620

确定基体损伤深度 625

从集合选择再定轮廓外形 630

选择用于涂层的射流喷射程序 635

选择用于基体合金的射流喷射程序 640

执行射流喷射程序 645

检查部件 650

检验涂层和裂缝移除 655

扫描 660

检验可接受的尺度 665

卸载部件 670

废弃 675

装载部件 710

扫描部件 715
生成 3D 计算机模型 720
确定物品在离标称形状事先确定的偏差内 725
确定基体表面上的损伤深度 730
设定从基体表面移除材料的深度 735
选择用于具体涂层的射流喷射程序 740
选择用于具体基体合金的射流喷射程序 745
执行射流喷射程序 750
检查部件 755
检验涂层和裂缝移除 760
扫描 765
检验可接受的尺度 770
卸载部件 775
废弃 780。



图 1B

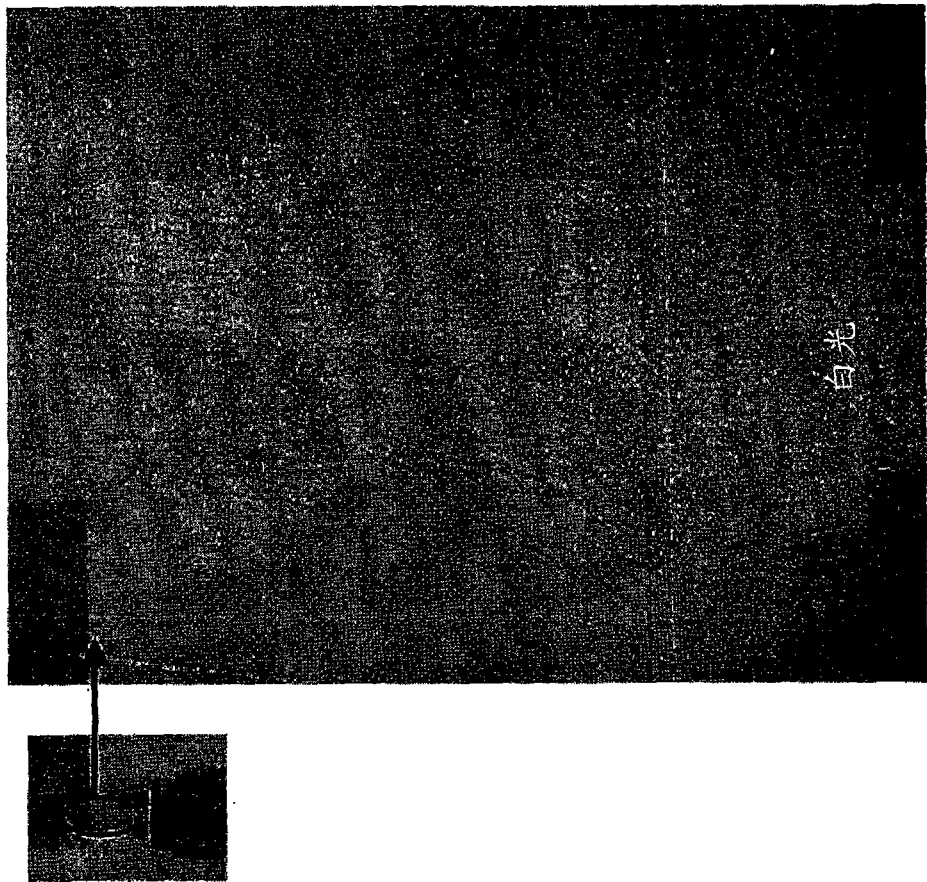


图 1A

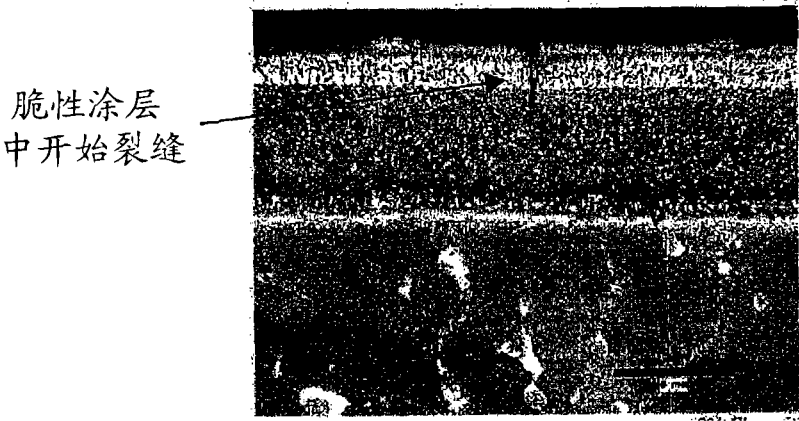


图 2A

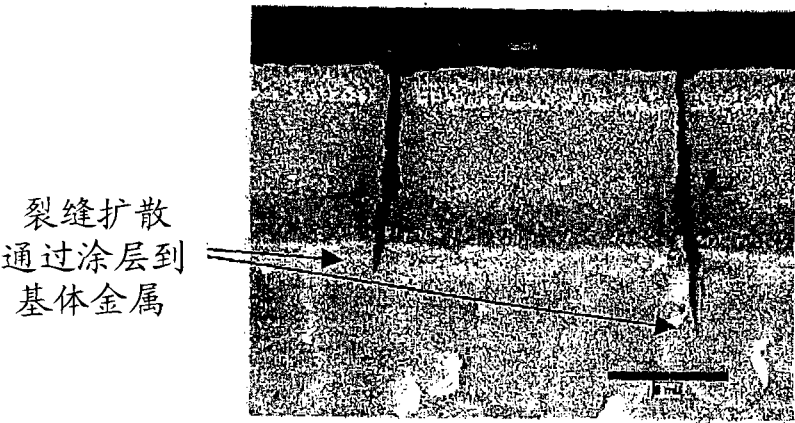


图 2B

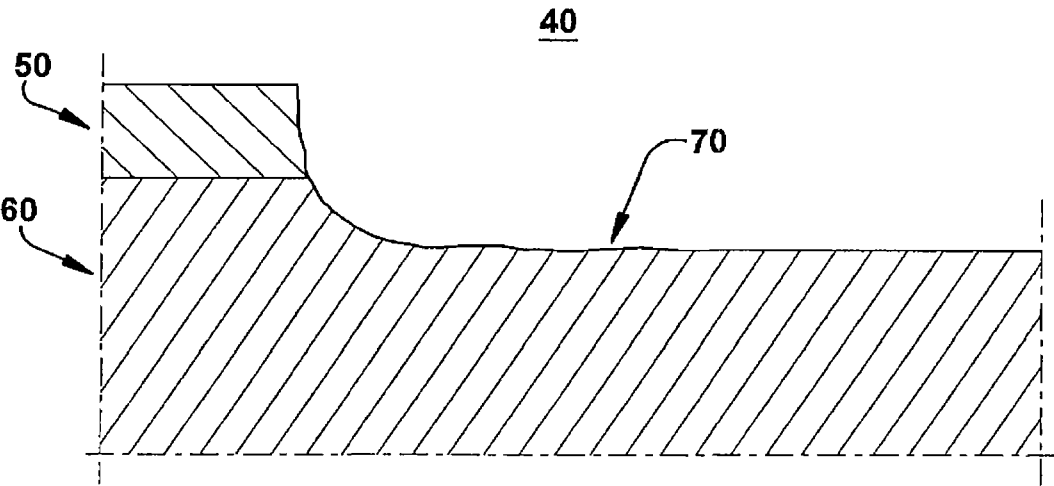


图 3

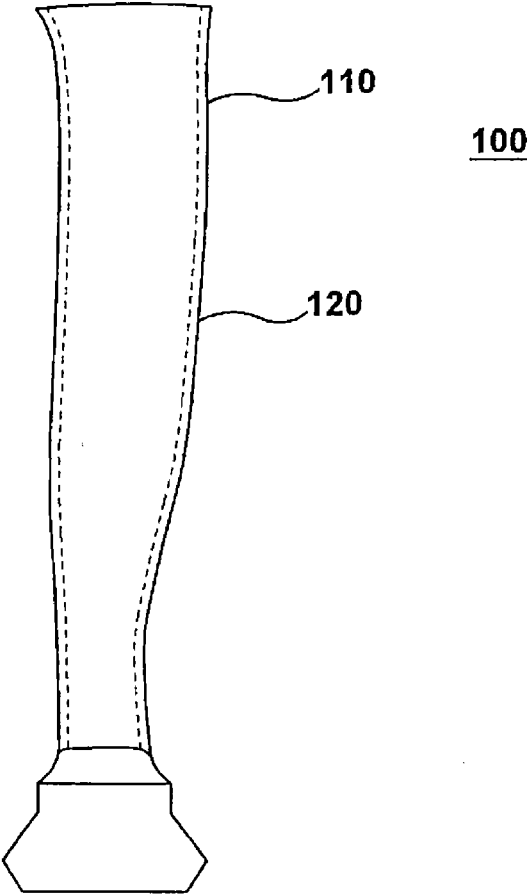


图 4

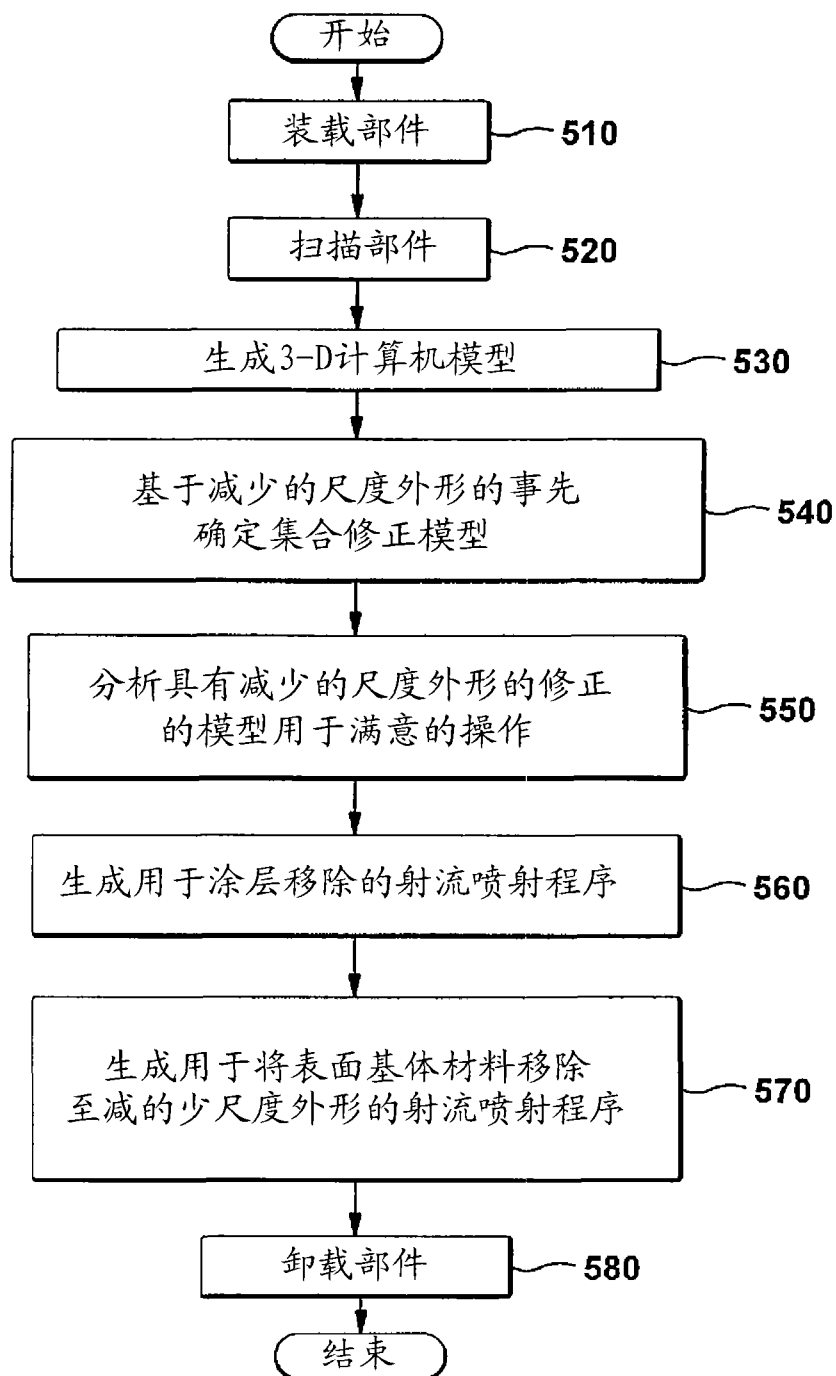


图 5

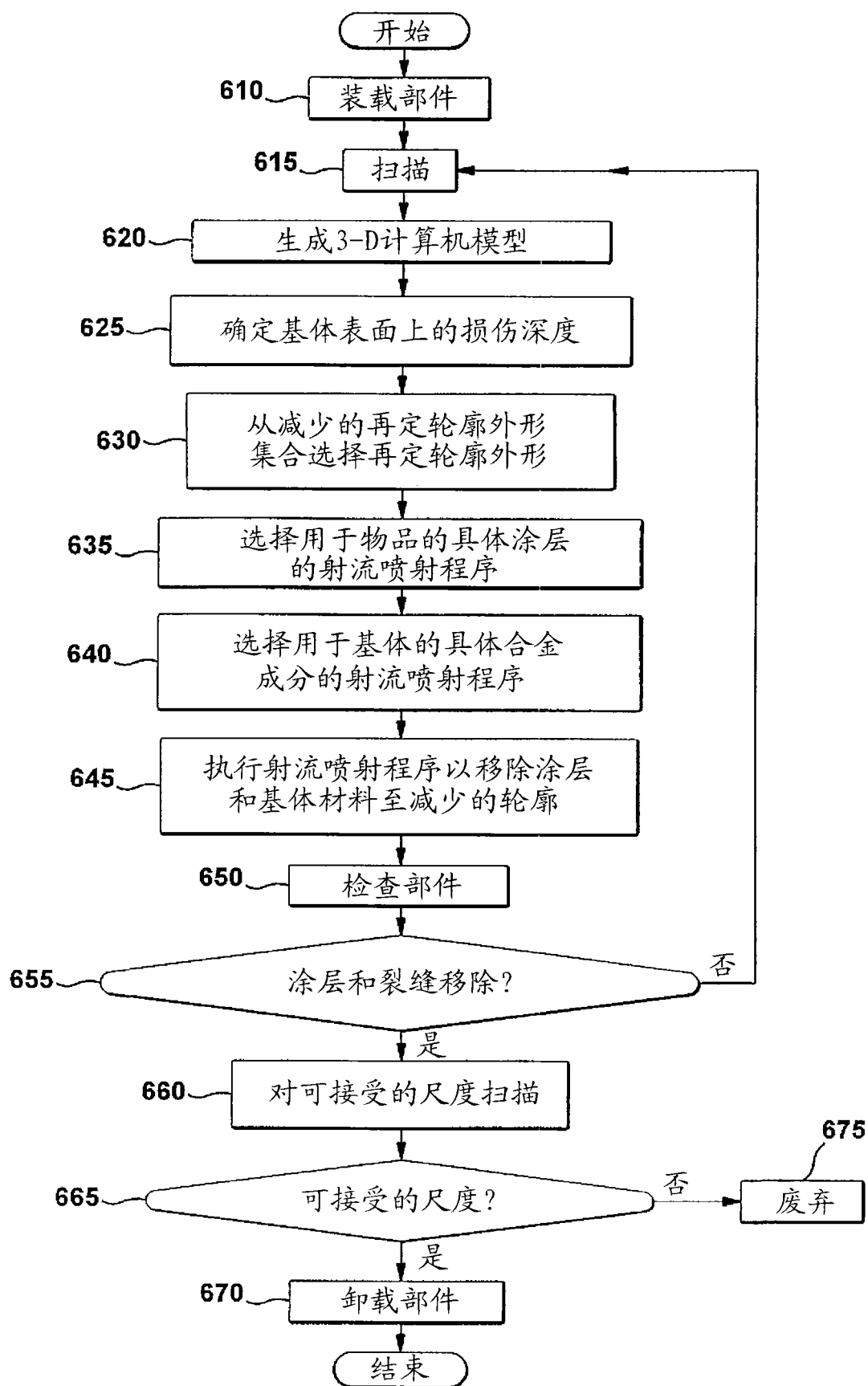


图 6

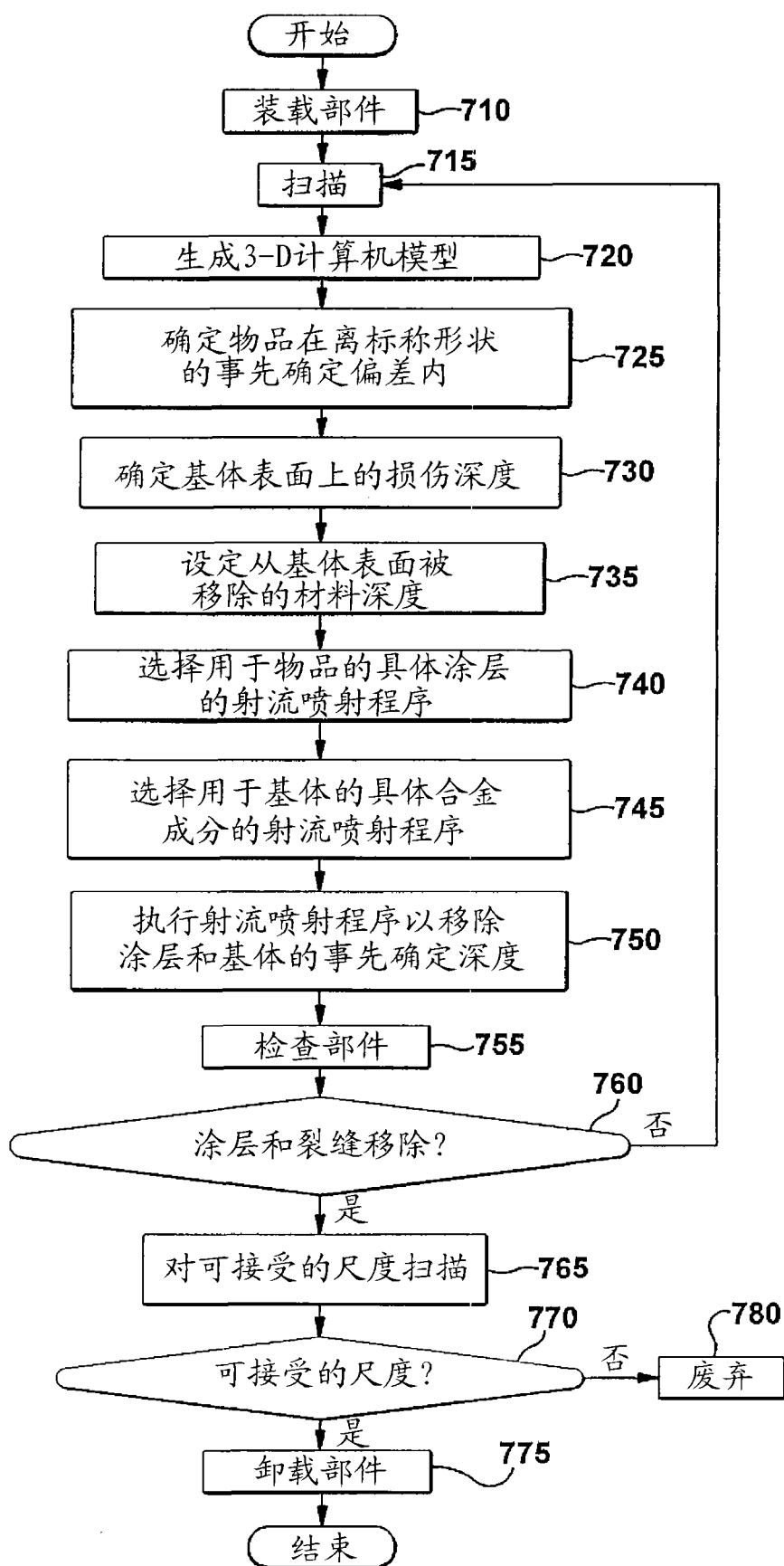


图 7