(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 106200550 B
(45)授权公告日 2021.06.04

(21)申请号 201610359361.4

(22)申请日 2016.05.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106200550 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(30)优先权数据
15169448.6 2015.05.27 EP

(73)专利权人 安萨尔多能源英国知识产权有限公司
地址 英国伦敦

(72)发明人 H.芬克 H.赫恩勒

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 李晨 张昱

(51)Int.Cl.
G05B 19/19(2006.01)

(56)对比文件
CN 101587074 A,2009.11.25
CN 1214000 A,1999.04.14
CN 103782459 A,2014.05.07
US 2007118366 A1,2007.05.24
US 2004176950 A1,2004.09.09
JP 2000115036 A,2000.04.21

审查员 尚伟昊

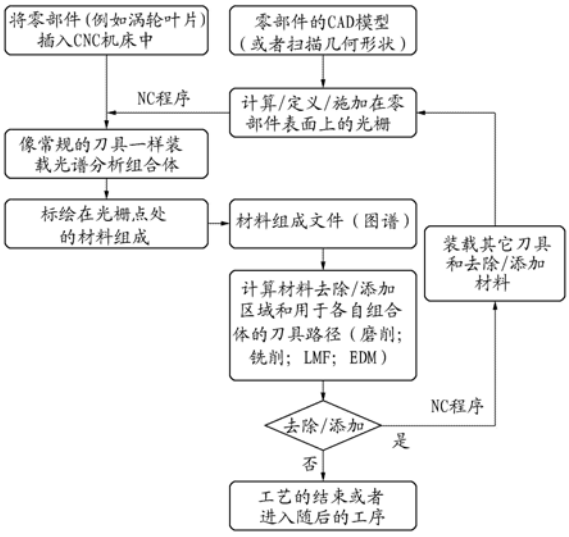
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

在多轴机床上对部件加工的方法及执行该方法的装置

(57)摘要

本发明涉及在多轴机床上对部件加工的方法及执行该方法的装置，更具体地涉及一种用于在机床上对部件进行加工的方法，该方法包括以下步骤：a)将所述部件插入所述机床；b)将所述部件固定在所述机床中，其中所述机床的刀具能够到达待加工表面；c)利用光谱分析工具标绘所述被插入且被固定的部件的所述表面上的材料组成；d)基于所述标绘的材料组成，而确定用于从所述部件中去除材料或者向所述部件添加材料的区域；e)确定用于从所述部件中去除材料或者向所述部件添加材料的刀具路径；和f)利用所述机床在所述确定的区域中沿所述确定的刀具路径，从所述部件中去除材料或者向所述部件添加材料。



CN 106200550 B

1.用于在由NC控制器所驱动的多轴机床(20)上对部件(19)进行加工的方法,所述方法包括以下步骤:

a)将所述部件(19)插入所述多轴机床(20)中;

b)将所述部件(19)固定在所述多轴机床(20)中,其中所述多轴机床(20)的刀具能够到达待加工的表面;

c)利用光谱分析工具(27)标绘所述被插入且被固定的部件(19)的所述表面上的材料组成;

d)基于所述标绘的材料组成而确定用于从所述部件(19)中去除材料或者向所述部件(19)添加材料的区域(16、17、18);

e)确定用于从所述部件(19)中去除材料或者向所述部件(19)添加材料的刀具路径;和

f)利用所述多轴机床(20)在所述确定的区域中沿所述确定的刀具路径,从所述部件(19)中去除材料或者向所述部件(19)添加材料;

其中将所述光谱分析工具(27)安装于在所述多轴机床(20)内部的固定位置。

2.如权利要求1所述的方法,其特征在于,为待加工的所述部件(19)的所述表面提供具有多个规定的或任意的光栅点(32)的光栅(31),以及在所述光栅(31)的所述光栅点(32)处标绘所述部件(19)的所述材料组成。

3.如权利要求1所述的方法,其特征在于,从所述部件(19)中去除材料包括磨削、铣削或电火花加工。

4.如权利要求1所述的方法,其特征在于,向所述部件(19)添加材料包括激光金属成形。

5.如权利要求2所述的方法,其特征在于,基于所述部件(19)的CAD模型而确定具有所述多个光栅点(32)的所述光栅(31)。

6.如权利要求2所述的方法,其特征在于,具有所述多个光栅点(32)的所述光栅(31)是基于对所述部件(19)的几何形状的扫描。

7.如权利要求1所述的方法,其特征在于,利用相同或不同的刀具重新执行步骤(c)至步骤(f)至少一次。

8.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述部件(19)是燃气轮机的零部件。

9.如权利要求8所述的方法,其特征在于,所述部件(19)是涡轮叶片(10)。

10.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述多轴机床(20)装备有刀具更换器(29),并且将所述光谱分析工具(27)设置在所述多轴机床(20)的所述刀具更换器(29)中。

11.一种用于执行如权利要求1至10中任一项所述的方法的装置,包括由NC控制器所驱动的多轴机床(20),所述多轴机床具有用于从被插入且被固定在所述多轴机床(20)中的部件(19)中去除材料或者向部件(19)添加材料的刀具(30);

其特征在于,将光谱分析工具(27)设置在所述多轴机床中,用于标绘在所述被插入且被固定的部件(19)的表面上的材料组成。

12.如权利要求11所述的装置,其特征在于,将所述光谱分析工具(27)安装于在所述多轴机床(20)内部的固定位置。

13.如权利要求11所述的装置,其特征在于,所述多轴机床(20)装备有刀具更换器(29),以及将所述光谱分析工具(27)设置在所述多轴机床(20)的所述刀具更换器(29)中。

在多轴机床上对部件加工的方法及执行该方法的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及对部件进行加工的工艺。本发明涉及在由NC控制器所驱动的多轴机床上对部件进行加工的方法。本发明还涉及用于一种执行该方法的装置。

背景技术

[0002] 现在，例如对涡轮叶片的加工(例如，在再处理期间，也用于随后加工步骤的准备)是利用关于标称几何形状(标准加工)的信息或者关于标称和实际几何形状(自适应加工)的信息而完成。

[0003] 就由梯度材料或不同材料的层(例如基底材料外加一层或多层的涂层)所制成的零部件或部件而言，对表面材料的检测(材料组成/化学元素)现在经常是通过目视而完成，有时也在需要采用破坏性方法或者非破坏性方法的特殊设备的分析步骤中完成。

[0004] 然而，关于实际层材料组成的信息对于材料去除(例如通过铣削、磨削、电火花加工(EDM)、激光烧蚀，等)和/或材料添加(例如通过激光熔覆、选择性激光熔化，等)的控制会是必不可少的。

[0005] 现有技术的自适应加工工艺利用几何信息(标称的和测量的)而生成用于加工刀具的刀具路径。这是利用市售的软件包(例如从DELCAM获得)而完成。

[0006] 自适应加工被描述于各种文件中。

[0007] 例如，文件US 8,578,579B2公开了一种修复的方法，该方法包括去除部件的变形部分从而确定原始部件部分、和将替换部分添加到原始部件部分。基于原始部件部分的一个或多个参数并且基于该部件的一个或多个原始设计参数，自适应地对该替换部分进行加工。

[0008] 文件US 8,442,665B2公开了一种系统，该系统包括具有不合格区的三维物体、和适合于对该三维物体进行扫描的摄影测量装置。该系统还包括光学参考目标、和构造成执行修复三维物体的功能的控制器。控制器命令摄影测量装置对三维物体进行扫描，并且计算三维物体的标称表面位置和轮廓。控制器还命令摄影测量装置对三维物体的不合格区进行扫描，并且计算出材料去除刀具路径，该路径包括适合于从位于超过标称表面位置和轮廓的物体中去除材料的路径。控制器基于标称表面位置和轮廓而生成该物体的受损区域的实体模型，并且根据该实体模型计算出材料添加刀具路径。

[0009] 文件US 2011276166A1公开了一种用于对基材(如薄膜、太阳能电池板等)进行修改、检测误差和/或变化、以及如果需要重新优化产品设计和/或锭壳(fly)上的工艺参数使得产品可以符合产品规格的方法和系统。这使可以实时地自适应地改变产品设计的用于工艺控制的方法和系统成为可能。

[0010] 文件US 2013158698A1涉及一种CIGS薄膜太阳能电池的制造加工系统，更具体地涉及一种CIGS薄膜太阳能电池的制造加工系统，该制造加工系统装备有利用激光诱导击穿光谱技术来描绘CIGS薄膜的基本部件的轮廓的实时分析设备。该系统提供用于通过在CIGS薄膜太阳能电池的连续生产加工线上实时地测量产品的物理和化学性质而判断是否存在

异常并且在此同时通过将反馈提供给CIGS制造工艺而实施生产和质量管理的工艺控制系统。

[0011] 然而,将会非常有利的是包含关于在该加工工艺中待加工部件的(变化的)局部材料组成的信息,以便优化在所述部件的某些表面区域中的材料去除和/或沉积。

[0012] 检测材料组成的一种手段是光谱分析。

[0013] 然而,现在所提供的这种光谱仪不是在机床的内部使用。

[0014] 一般来说,关于化学组成的信息(用光谱仪测量的)现在并不用于自适应制造工艺。

发明内容

[0015] 本发明的一个目的是将光谱分析装置整合入在由NC控制器所驱动多轴机床上的加工工艺中。

[0016] 本发明的另一个目的是提供一种材料数据采集和分析方法,并且将其反馈提供给自适应刀具路径生成。

[0017] 这些和其它的目的是通过根据权利要求1的方法和根据权利要求12的装置而实现。

[0018] 根据本发明,用于在由NC控制器所驱动的多轴机床上对部件进行加工的方法包括以下步骤:

[0019] a)将所述部件插入所述机床;

[0020] b)将所述部件固定在所述机床中,其中所述机床的刀具可到达待加工的表面;

[0021] c)利用光谱分析工具标绘(map)所述被插入且被固定部件的所述表面上的材料组成;

[0022] d)基于所述标绘的材料组成,而确定用于从所述部件中去除材料或者向所述部件添加材料的区域;

[0023] e)确定用于从所述部件中去除材料或者向所述部件添加材料的的刀具路径;和

[0024] f)利用所述机床沿所述确定的刀具路径在所述确定的区域中,从所述部件中去除材料或者向所述部件添加材料。

[0025] 本发明方法的一个实施例的特征在于,为待加工的所述部件的所述表面提供具有多个规定的或任意的光栅点的光栅,以及在所述光栅的所述光栅点处标绘所述部件的所述材料组成。

[0026] 本发明方法的另一个实施例的特征在于,从所述部件中去除材料的所述步骤包括磨削、铣削、电火花加工(EDM)、或其它材料去除工艺中的一种。

[0027] 本发明方法的又一个实施例的特征在于,向所述部件添加材料的所述步骤包括激光金属成形(LMF)、或者其它材料添加工艺。

[0028] 特别是,基于所述部件的CAD模型而确定具有所述多个光栅点的所述光栅。

[0029] 可替代地,具有所述多个光栅点的所述光栅是基于对所述部件的几何形状的扫描。

[0030] 本发明方法的再一个实施例的特征在于,利用相同或不同的刀具重新执行步骤(c)至(f)至少一次。

[0031] 本发明方法的又一个实施例的特征在于，所述部件是燃气轮机的零部件。

[0032] 特别是，所述部件是涡轮叶片。

[0033] 本发明方法的另一个实施例的特征在于，将所述光谱分析工具安装于在所述机床内部的固定位置。

[0034] 可替代地，所述机床装备有刀具更换器，并且将所述光谱分析工具设置在所述机床的所述刀具更换器中。

[0035] 根据本发明的用于执行本发明方法的装置包括由NC控制器所驱动的多轴机床，该机床具有用于从被插入且被固定在所述机床中的部件中去除材料或者向该部件添加材料的刀具。其特征在于，将光谱分析工具设置在所述机床中，用于标绘所述被插入且被固定的部件的表面的材料组成。

[0036] 根据本发明的装置的一个实施例的特征在于，将所述光谱分析工具安装于在所述机床内部的固定位置。

[0037] 可替代地，所述机床装备有刀具更换器，并且将所述光谱分析工具设置在所述机床的所述刀具更换器中。

附图说明

[0038] 现在通过不同的实施例并参照附图来更详细地说明本发明。

[0039] 图1示出了根据本发明一个实施例的加工工艺的各种步骤的流程图；

[0040] 图2示出了作为由本发明加工工艺所加工的示例性部件的、具有表面光栅的涡轮叶片；

[0041] 图3a-图3d示出了根据本发明一个实施例的在加工工艺期间的图2的涡轮叶片的各种状态；

[0042] 图4示出了根据本发明的具有光谱分析能力的装置的一个实施例。

具体实施方式

[0043] 本发明在自适应制造工艺中采用了在机床内部的材料识别。

[0044] 如图4中所示，光谱分析工具(或装置)27具体化为被并入由NC控制器所驱动的多轴机床20中的组合体，其中把待加工部件19插入并固定在工作台21上。由安装脚22支撑工作台21。刀具夹持器26可在竖直反向上在竖直滑架25上移动，该滑架25可以在第一水平方向上沿横梁24移动。横梁24可以在第二水平方向上在导轨23上移动。可提供另外的旋转轴。机床20还装备有容纳各种加工刀具30的刀具更换器29。

[0045] 图4中还示出了由刀具夹持器26所保持的光谱分析工具27，以便利用光谱束28来确定部件19的表面上的材料组成。该构造使自适应制造工艺成为可能，其中可对材料界面或材料组成进行检测，并且将此信息用于确定加工工艺和/或刀具路径。

[0046] 根据图1，利用这种构造可以实现加工工艺：

[0047] 首先，将待加工的零部件或部件19(例如，如图2中所示的涡轮叶片10)插入机床20(这里被称为“CNC机床”)并且固定在工作台21或等效的夹具上。图2的涡轮叶片10包括具有前缘14和后缘15的翼型件11。在一端，翼型件11终止于叶片尖端13，而将平台12设置在另一端。

[0048] 在下一步骤中，将光谱分析工具27用于部件19的表面的光谱检测。该光谱分析工具被固定地安装在所述机床20上或者如同常规刀具一样利用刀具夹持器26将其从刀具更换器29中取出。光谱分析工具27可通过无线或有线的方式与机床20的加工控制装置进行通信联系，从而将所收集的材料组成数据传输至中央计算机系统。

[0049] 然后，利用所述光谱分析工具27在光栅31(图2)的某些光栅点(图2中的32)处标绘部件19的表面的材料组成。计算机系统基于部件19的CAD模型或者所述零部件的几何形状扫描而对光栅31进行计算。

[0050] 将标绘工艺的结果示于图3a，其中对含有不同于在所述区域外部的材料的材料的区域16进行识别和计算。例如，区域16可含有涂层或被耗减的基层，其必须通过随后加工工艺加以去除，而在区域16外部的表面含有不需要任何去除的基底材料。

[0051] 在下一步骤中，通过如磨削或铣削或电火花加工(EDM)的第一材料去除工艺或步骤将区域16中的材料去除，在此基于所确定的区域16而计算出用于所使用的材料去除刀具的刀具具体路径。

[0052] 图3b示出了在该第一材料去除步骤之后的涡轮叶片10，其中较小的待去除材料的区域17仍然保留。

[0053] 在下一步骤中，可通过一个或多个另外的材料去除步骤，用相同或不同的刀具将区域17中的材料完全地去除。

[0054] 当材料去除结束时(图3c)，计算机系统仍然可利用各种区域边界16a、17a而获知材料去除的经历，因此可以根据该材料去除经历在一个或多个重复的附加步骤中添加新的材料，例如通过激光金属成形(LMF)等。涡轮叶片10最后包括被添加材料的区域18(图3d)。

[0055] 总之，本发明采用了在机床内部的材料检测和自适应刀具路径生成，从而实现基于材料的闭环制造工艺。该工艺使部件的精确、快速的重新加工(材料去除和添加)成为可能，该工艺是：

[0056] ●避免不必要的或者甚至不利的材料去除的先决条件(例如通过铣削等)

[0057] ●使材料添加中的优化的粘接质量成为可能(例如通过激光熔覆等)。

[0058] 附图标记的列表

[0059]	10	涡轮叶片
[0060]	11	翼型件
[0061]	12	平台
[0062]	13	叶片尖端
[0063]	14	前缘
[0064]	15	后缘
[0065]	16、17、18	材料区域
[0066]	16a，17a	区域边界
[0067]	19	部件(待加工，例如涡轮叶片)
[0068]	20	由NC控制器所驱动的多轴机床
[0069]	21	工作台
[0070]	22	安装脚
[0071]	23	导轨

[0072]	24	横梁
[0073]	25	竖直滑架
[0074]	26	刀具夹持器
[0075]	27	光谱分析工具
[0076]	28	光谱束
[0077]	29	刀具更换器
[0078]	30	加工刀具
[0079]	31	光栅
[0080]	32	光栅点。

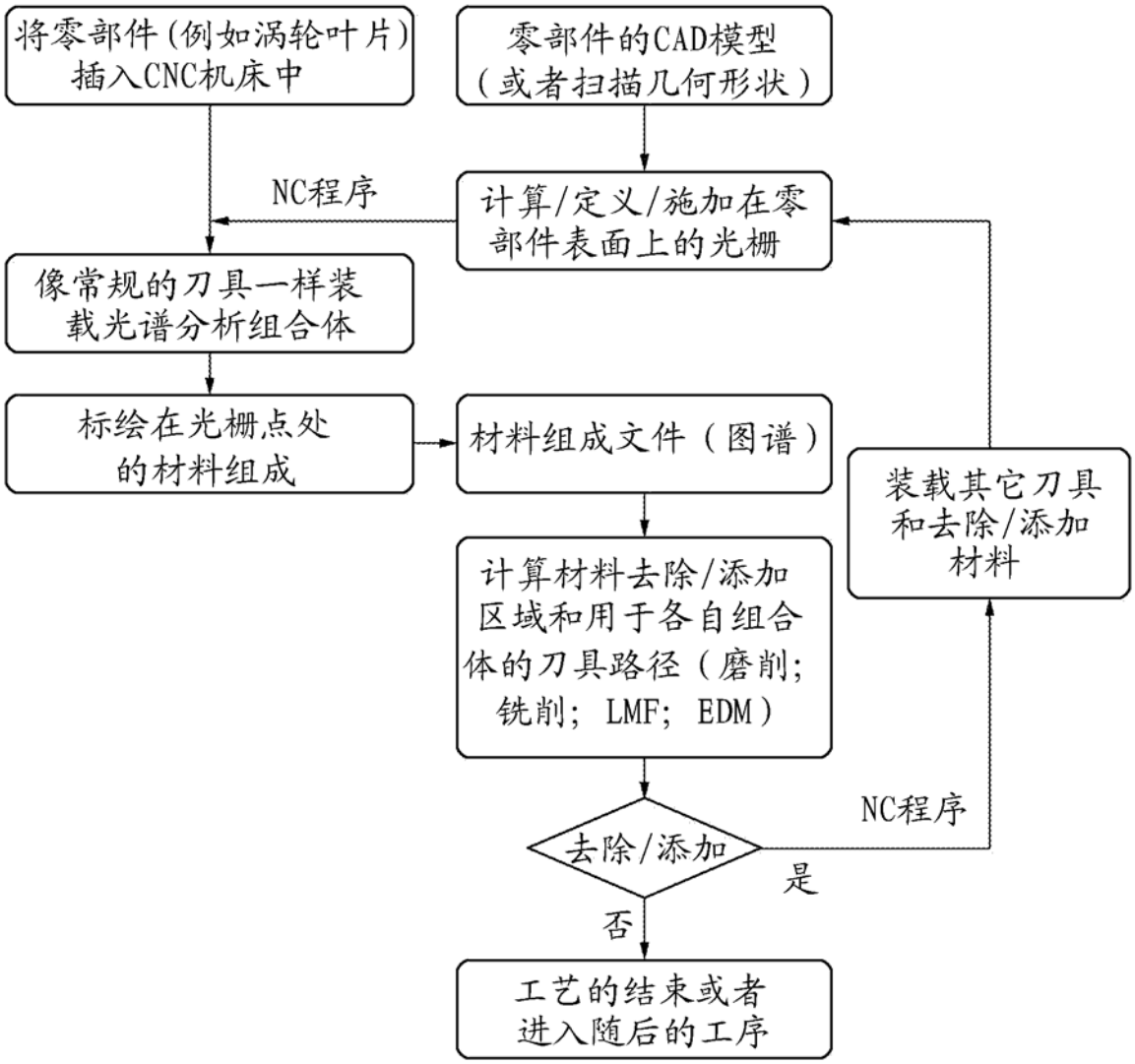

将零部件(例如涡轮叶片)插入CNC机床中
零部件的CAD模型(或者扫描几何形状)
NC程序
计算/定义/施加在零部件表面上的光栅
像常规的刀具一样装载光谱分析组合体
标绘在光栅点处的材料组成
材料组成文件(图谱)
装载其它刀具和去除/添加材料
计算材料去除/添加区域和用于各自组合体的刀具路径(磨削;铣削; LMF; EDM)
去除/添加
NC程序
是
否
工艺的结束或者进入随后的工序

图 1

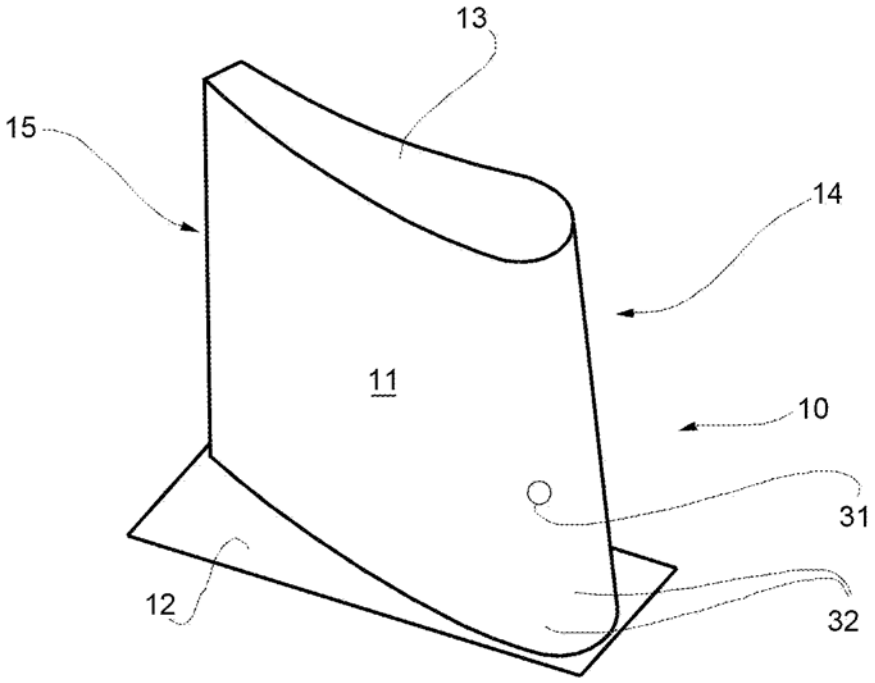


图 2

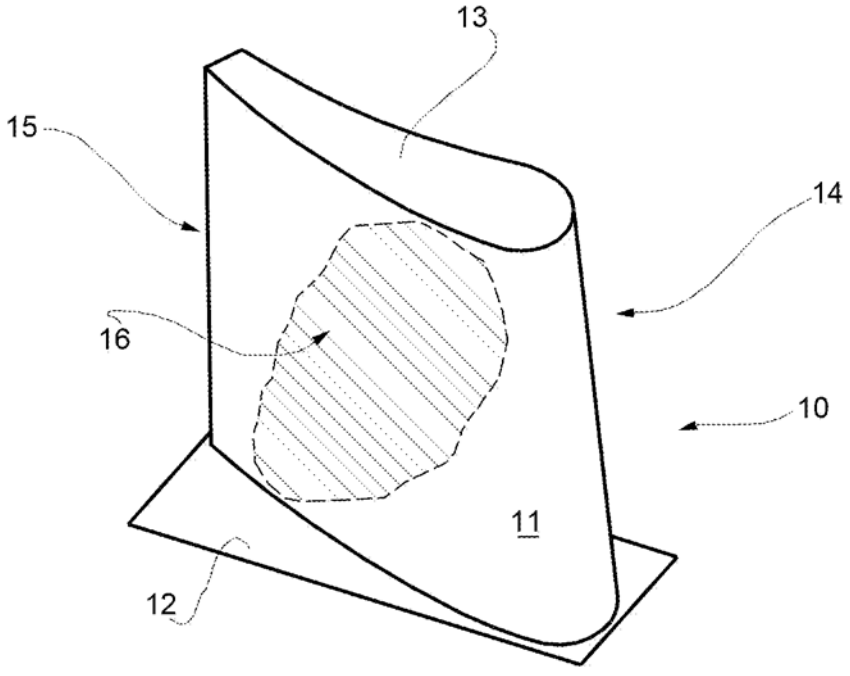


图 3a

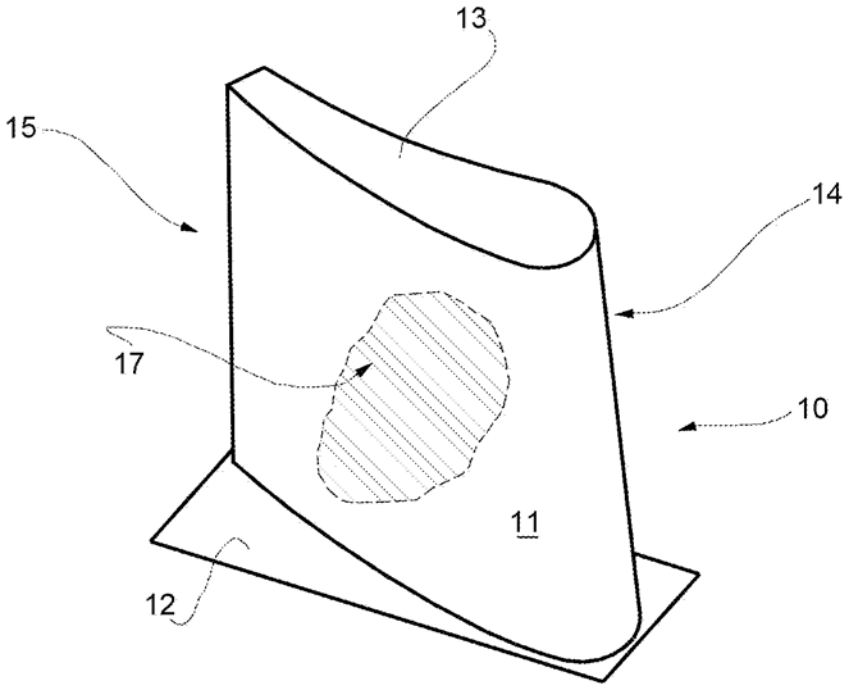


图 3b

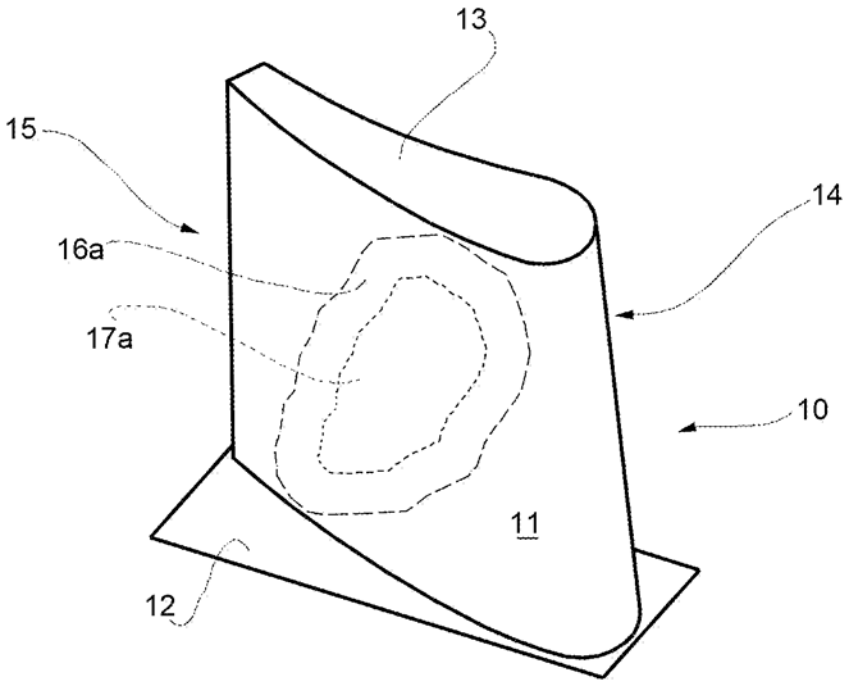


图 3c

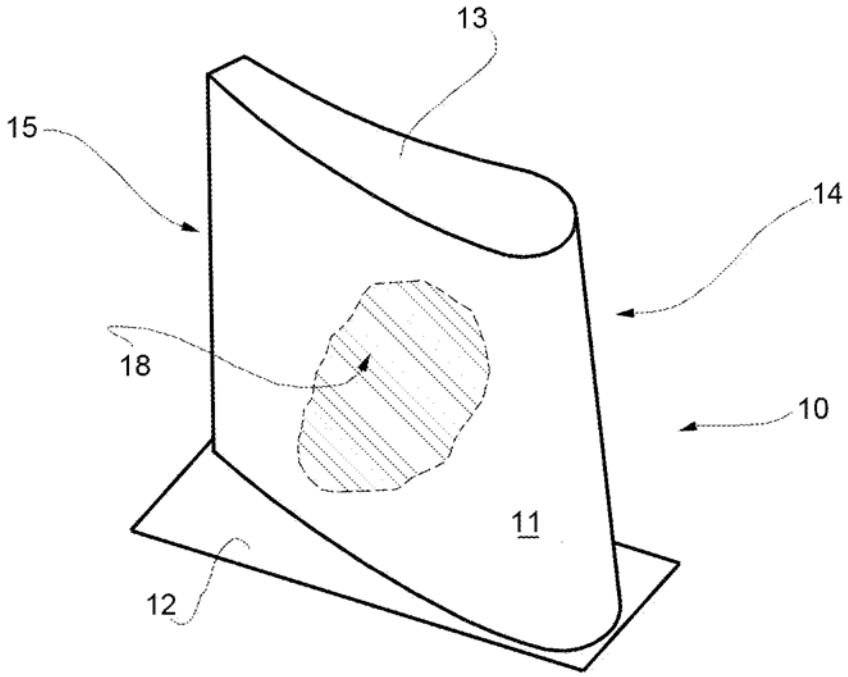


图 3d

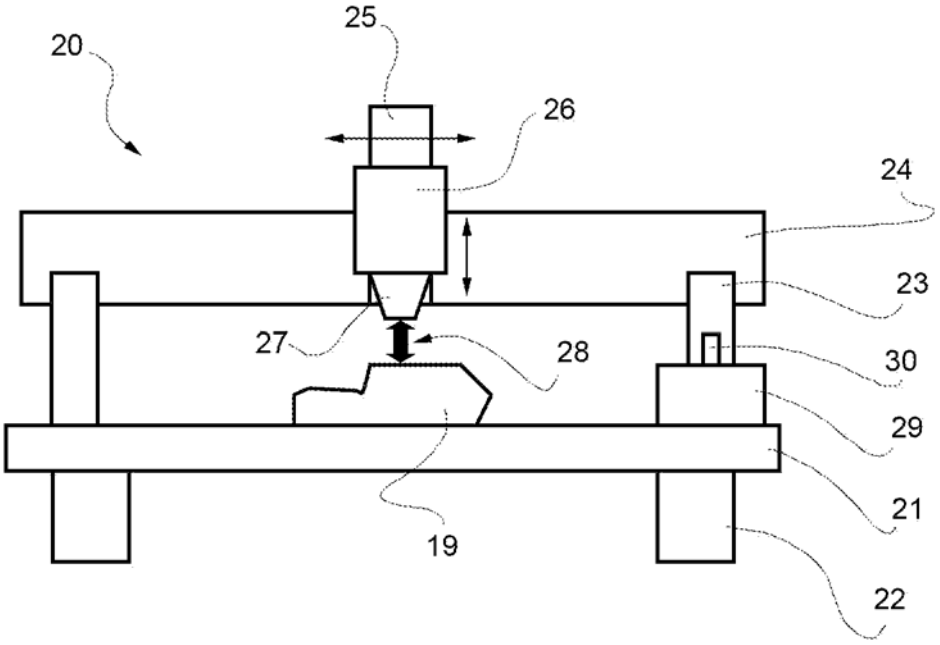


图 4