



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106460529 B

(45)授权公告日 2018.10.16

(21)申请号 201580012248.2

(22)申请日 2015.04.01

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106460529 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据

2014-078907 2014.04.07 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.09.06

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/060316 2015.04.01

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/156182 JA 2015.10.15

(73)专利权人 三菱日立电力系统株式会社

地址 日本神奈川县

(72)发明人 奥田刚久 町田元成 松波康朗

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司 11219

代理人 赵晶 高培培

(51)Int.Cl.

F01D 5/28(2006.01)

B23K 26/342(2006.01)

F01D 25/00(2006.01)

F02C 7/00(2006.01)

审查员 刘京

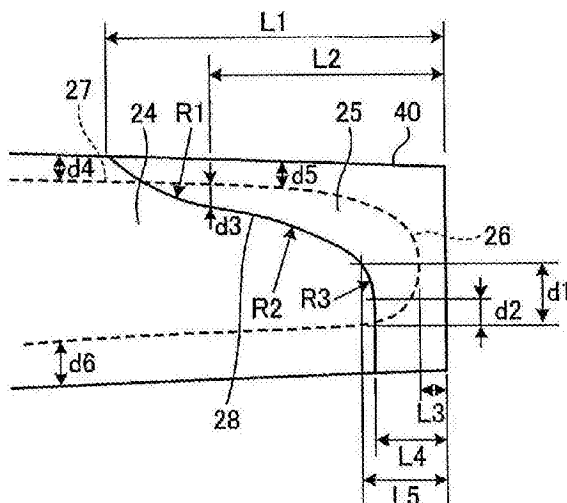
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

动叶片、腐蚀屏蔽件的形成方法及动叶片制造方法

(57)摘要

提供一种对于腐蚀的耐性高的动叶片、腐蚀屏蔽件的形成方法及动叶片制造方法。动叶片(15)具备：叶片主体(24)，具有前端(26)和叶片面(27)，该前端成为旋转方向的上游侧的端部，该叶片面与前端(26)相接且作为工作流体的流动方向的上游侧的面；及腐蚀屏蔽件(25)，通过使用激光焊接的堆焊而形成在叶片主体(24)在与延伸方向正交的截面中，与腐蚀屏蔽件的交界(28)是随着从叶片面(27)侧的端部朝向前端(26)而接近叶片面(27)的相反侧的面的形状，且所述交界包含第一圆弧(R1)和第二圆弧(R2)，该第一圆弧包含叶片面(27)侧的端部，该第二圆弧配置在比第一圆弧(R1)靠前端侧处，第一圆弧(R1)向叶片主体(24)的内侧凸出，第二圆弧(R2)向叶片主体(24)的外侧凸出。



1. 一种动叶片,是设置于涡轮的动叶片,所述动叶片的特征在于,具备:

叶片主体,具有前端和叶片面,该前端成为旋转方向的上游侧的端部,该叶片面与所述前端相接且作为工作流体的流动方向的上游侧的面;及

腐蚀屏蔽件,以一层的堆焊部形成在所述叶片主体的所述前端及所述叶片面的至少一部分而成,所述一层的堆焊部是使用激光焊接沿着从所述叶片面侧朝向与所述叶片面相反的一侧的方向依次堆焊而形成的,

所述叶片主体在与延伸方向正交的截面中,与所述腐蚀屏蔽件的交界是随着从所述叶片面侧的端部朝向所述前端而接近所述叶片面的相反侧的面的形状,且所述交界包含第一圆弧和第二圆弧及第三圆弧,该第一圆弧包含所述叶片面侧的端部,该第二圆弧配置在比所述第一圆弧靠所述前端侧处,所述第三圆弧配置在比所述第二圆弧靠所述前端侧处,

所述第一圆弧向所述叶片主体的内侧凸出,

所述第二圆弧向所述叶片主体的外侧凸出,

所述第三圆弧向所述叶片主体的外侧凸出,

对所述叶片主体和所述腐蚀屏蔽件实施精加工。

2. 根据权利要求1所述的动叶片,其特征在于,

所述交界将所述第一圆弧与所述第二圆弧平滑地连接。

3. 根据权利要求1或2所述的动叶片,其特征在于,

在所述交界中,所述第二圆弧的曲率半径比所述第一圆弧的曲率半径大。

4. 根据权利要求1或2所述的动叶片,其特征在于,

所述腐蚀屏蔽件的所述前端的厚度比所述第一圆弧与所述第二圆弧之间的厚度厚。

5. 一种腐蚀屏蔽件的形成方法,在叶片主体前端及叶片面的至少一部分形成腐蚀屏蔽件,所述腐蚀屏蔽件的形成方法的特征在于,具有如下工序:

将作为动叶片的基体的前端及端面的至少一部分除去而形成交界的工序;

利用激光焊接在所述交界沿着从所述叶片面侧朝向与所述叶片面相反的一侧的一方向依次形成一层的堆焊部的工序;及

进行将所述基体的余料及所述堆焊部的一部分除去的精加工的工序,

所述交界是随着从所述叶片面侧的端部朝向所述前端而接近所述叶片面的相反侧的面的形状,且所述交界包含第一圆弧和第二圆弧及第三圆弧,该第一圆弧包含所述叶片面侧的端部,该第二圆弧配置在比所述第一圆弧靠所述前端侧处,所述第三圆弧配置在比所述第二圆弧靠所述前端侧处,

所述第一圆弧向所述叶片主体的内侧凸出,

所述第二圆弧向所述叶片主体的外侧凸出,

所述第三圆弧向所述叶片主体的外侧凸出,

由进行所述精加工的工序除去的所述基体的所述叶片面的相反侧的余料的厚度为由进行所述精加工的工序除去的所述基体的所述叶片面侧的余料的厚度以上。

6. 根据权利要求5所述的腐蚀屏蔽件的形成方法,其特征在于,

所述基体的所述叶片面的余料部的厚度为0.5mm以上。

7. 根据权利要求5或6所述的腐蚀屏蔽件的形成方法,其特征在于,

所述基体的与所述叶片面相反的一侧的面的余料部的厚度为所述叶片面侧的余料部

的厚度以上。

8. 根据权利要求5或6所述的腐蚀屏蔽件的形成方法,其特征在于,
所述交界将所述第一圆弧与所述第二圆弧平滑地连接。

9. 根据权利要求5或6所述的腐蚀屏蔽件的形成方法,其特征在于,
在所述交界中,所述第二圆弧的曲率半径比所述第一圆弧的曲率半径大。

10. 根据权利要求5或6所述的腐蚀屏蔽件的形成方法,其特征在于,
所述腐蚀屏蔽件的所述前端的厚度比所述第一圆弧与所述第二圆弧之间的厚度厚。

11. 一种动叶片制造方法,其特征在于,包括:

在所述动叶片成型具有余料部的基体的基体制造工序;及

利用权利要求5或6所述的腐蚀屏蔽件的形成方法,在所述叶片主体形成腐蚀屏蔽件的
工序。

动叶片、腐蚀屏蔽件的形成方法及动叶片制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及具备腐蚀屏蔽件的动叶片、腐蚀屏蔽件的形成方法及动叶片制造方法。

背景技术

[0002] 通常的涡轮(例如,蒸汽涡轮)在壳体将作为旋转轴的转子支承为旋转自如,在该转子的外周部设置动叶片,并在壳体的内壁设置静叶片,该动叶片与静叶片在蒸汽通路交替地配置多个。并且,在蒸汽流过蒸汽通路的过程中,动叶片及转子进行旋转驱动。

[0003] 动叶片具有:固定在转子的转子盘上的叶片根部;在叶片根部一体形成的平台;基端部接合于该平台且向前端部侧延伸的叶片部。并且,动叶片以基端部在转子盘的外周部沿其周向并列设置多个的方式固定。

[0004] 例如,蒸汽涡轮的动叶片在蒸汽流动的路径内旋转。此时,低压蒸汽涡轮的最终级附近的蒸汽含有大量的微小水滴。因此,动叶片由于水滴的高速碰撞而叶片前端前缘部因腐蚀而壁厚变薄。

[0005] 作为针对这样的腐蚀的对策,存在例如专利文献1、专利文献2记载那样在动叶片的前端前缘部形成腐蚀屏蔽件的方法。在专利文献1中,通过等离子转移弧焊进行堆焊来形成腐蚀屏蔽件。而且,专利文献2记载了如下情况:通过高密度能量照射(激光或电子束)使硬质材料的粉末熔融并进行堆焊来形成硬质层,将构件的一部分局部性地置换为硬质层来设置浸蚀防止部(腐蚀屏蔽件)。

[0006] 在先技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开平10-280907号公报

[0009] 专利文献2:日本特开2012-86241号公报

发明内容

[0010] 发明要解决的课题

[0011] 如专利文献1记载那样通过弧焊形成腐蚀屏蔽件时,存在产生缺陷的情况、硬度不充分的情况。而且,如专利文献2记载那样通过基于激光焊接的堆焊加工来制成腐蚀屏蔽件,由此能够提高腐蚀屏蔽性能。然而,在专利文献2记载的加工中,存在腐蚀屏蔽件从叶片主体脱离或缺损的情况。

[0012] 本发明解决上述的课题,其目的在于提供一种具有对于腐蚀的耐性高的腐蚀屏蔽件的动叶片、腐蚀屏蔽件的形成方法及动叶片制造方法。

[0013] 用于解决课题的方案

[0014] 用于解决上述的课题的本发明涉及一种设置于涡轮的动叶片,其特征在于,具备:叶片主体,具有前端和叶片面,该前端成为旋转方向的上游侧的端部,该叶片面与所述前端相接且作为工作流体的流动方向的上游侧的面;及腐蚀屏蔽件,利用使用了激光焊接的堆

焊而形成在所述叶片主体的所述前端及所述叶片面的至少一部分,所述叶片主体在与延伸方向正交的截面中,与所述腐蚀屏蔽件的交界是随着从所述叶片面侧的端部朝向所述前端而接近所述叶片面的相反侧的面的形状,且所述交界包含第一圆弧和第二圆弧,该第一圆弧包含所述叶片面侧的端部,该第二圆弧配置在比所述第一圆弧靠所述前端侧处,所述第一圆弧向所述叶片主体的内侧凸出,所述第二圆弧向所述叶片主体的外侧凸出。

[0015] 另外,优选的是,所述交界将所述第一圆弧与所述第二圆弧平滑地连接。

[0016] 另外,优选的是,在所述交界中,所述第二圆弧的曲率比所述第一圆弧的曲率大。

[0017] 另外,优选的是,所述交界在比所述第二圆弧靠所述前端侧处配置至少一个以上的圆弧。

[0018] 另外,优选的是,所述腐蚀屏蔽件的所述前端的厚度比所述第一圆弧与所述第二圆弧之间的厚度厚。

[0019] 用于解决上述的课题的本发明涉及一种在叶片主体的前端及叶片面的至少一部分形成腐蚀屏蔽件的腐蚀屏蔽件的形成方法,其特征在于,具有如下工序:将作为动叶片的基体的前端及端面的至少一部分除去而形成交界的工序;利用激光焊接在所述交界形成堆焊部的工序;及进行将所述基体的余料及所述堆焊部的一部分除去的精加工的工序,所述交界是随着从所述叶片面侧的端部朝向所述前端而接近所述叶片面的相反侧的面的形状,且所述交界包含第一圆弧和第二圆弧,该第一圆弧包含所述叶片面侧的端部,该第二圆弧配置在比所述第一圆弧靠所述前端侧处,所述第一圆弧向所述叶片主体的内侧凸出,所述第二圆弧向所述叶片主体的外侧凸出。

[0020] 另外,优选的是,所述基体的所述叶片面的余料部的厚度为0.5mm以上。

[0021] 另外,优选的是,所述基体的与所述叶片面相反的一侧的面的余料部的厚度为所述叶片面侧的余料部的厚度以上。

[0022] 另外,优选的是,所述交界将所述第一圆弧与所述第二圆弧平滑地连接。

[0023] 另外,优选的是,在所述交界中,所述第二圆弧的曲率比所述第一圆弧的曲率大。

[0024] 另外,优选的是,所述交界在比所述第二圆弧靠所述前端侧处配置至少一个以上的圆弧。

[0025] 另外,优选的是,所述腐蚀屏蔽件的所述前端的厚度比所述第一圆弧与所述第二圆弧之间的厚度厚。

[0026] 用于解决上述的课题的本发明的动叶片制造方法的特征在于,包括:在所述动叶片成型具有余料部的基体的基体制造工序;及利用上述任一项记载的腐蚀屏蔽件的形成方法,在所述叶片主体形成腐蚀屏蔽件的工序。

[0027] 发明效果

[0028] 本发明通过将叶片主体与腐蚀屏蔽件的交界形成为上述的形状,能够形成为抑制缺陷的产生并维持硬度的腐蚀屏蔽件。由此,能够提高对于腐蚀的耐性。

附图说明

[0029] 图1是具备动叶片的蒸汽涡轮的概略构成图。

[0030] 图2是表示动叶片的一实施方式的概略结构的立体图。

[0031] 图3是图2的A-A面剖视图。

- [0032] 图4是用于说明腐蚀屏蔽件的形状及形成方法的说明图。
- [0033] 图5是表示动叶片制造方法的一例的流程图。
- [0034] 图6是表示动叶片制造方法的腐蚀屏蔽件的形成方法的一例的示意图。
- [0035] 图7A是表示堆焊装置的概略结构的示意图。
- [0036] 图7B是表示堆焊装置的概略结构的局部放大图。
- [0037] 图8是表示堆焊的处理动作的一例的流程图。

具体实施方式

[0038] 以下,参照附图,详细说明本发明的优选的实施方式。需要说明的是,没有通过本实施方式来限定本发明。而且,在实施方式存在多个的情况下,也包括将各实施方式组合而构成的结构。

[0039] 图1是具备本实施方式的动叶片的蒸汽涡轮的概略构成图。以下,参照图1,说明本实施方式的蒸汽涡轮1的构造的概略。

[0040] 如图1所示,在蒸汽涡轮1中,壳体11呈中空形状,作为旋转轴的转子12由多个轴承13支承为旋转自如。在壳体11内配置有动叶片15及静叶片16。动叶片15在形成于转子12的圆盘状的转子盘14的外周沿着其周向并列设置多个而固定。静叶片16在壳体11的内壁沿着其周向并列设置多个而固定。上述的动叶片15及静叶片16沿着转子12的轴向交替配置。

[0041] 另外,在壳体11内配置上述的动叶片15及静叶片16,形成供蒸汽通过的蒸汽通路17。在该蒸汽通路17形成蒸汽供给口18作为供给蒸汽的入口,并形成蒸汽排出口19作为将蒸汽向外部排出的出口。

[0042] 接下来,参照图1,说明蒸汽涡轮1的动作的概略。从蒸汽涡轮1的蒸汽供给口18向蒸汽通路17供给的蒸汽在通过静叶片16的过程中膨胀而成为高速的蒸汽流。通过了静叶片16的高速的蒸汽流被吹附于动叶片15,使多个动叶片15及安装有这多个动叶片15的转子12旋转。在转子12上连结例如发电机等,通过转子12旋转而驱动发电机来产生电力。通过了蒸汽通路17的配置有静叶片16及动叶片15的部分的蒸汽从蒸汽排出口19向外部排出。

[0043] 图2是表示本实施方式的动叶片的概略图。图3是图2的A-A面剖视图。参照图2及图3,说明本实施方式的动叶片15的构造。如图2所示,动叶片15包括叶片根部21、平台22、叶片部23。叶片根部21埋设于转子盘14,从而将动叶片15固定于转子盘14。平台22是与叶片根部21成为一体的弯曲的板形状物。叶片部23将基端部固定于平台22,前端部向壳体11的内壁面侧延伸。叶片部23也存在随着朝向叶片长度方向而扭转的情况。而且,动叶片15也可以具备在叶片部23的前端部固定的护罩。护罩是与相邻的动叶片15的护罩接触,来固定动叶片15或者抑制动叶片15的振动的构件。

[0044] 在此,如图2及图3所示,动叶片15在叶片主体24的表面的一部分形成有腐蚀屏蔽件25。当动叶片15旋转而蒸汽流流动时,腐蚀屏蔽件25形成在动叶片15中的作为蒸汽流的上游侧的前缘部,即前端26及叶片面27的前端26侧的一部分。叶片主体24与腐蚀屏蔽件25的分界成为交界28。腐蚀屏蔽件25也可以在动叶片15的延伸方向,即从叶片部23的平台22分离的方向上,设置在距平台22远的一侧的一定范围内。即,也可以仅形成于在旋转时成为径向外侧的一侧的一部分。腐蚀屏蔽件25可以使用例如以钴为主成分的司太立(注册商标)等的耐磨损性高的钴基合金。腐蚀屏蔽件25通过激光焊接的堆焊加工(堆焊)能够在叶片主

体24的表面形成对象的材料(例如,司太立(注册商标))。需要说明的是,叶片主体24由铬基合金等形成。

[0045] 接下来,使用图4至图8,说明腐蚀屏蔽件的更详细的形状、腐蚀屏蔽件的形成方法及包含该腐蚀屏蔽件的动叶片制造方法。图4是用于说明腐蚀屏蔽件的形状及形成方法的说明图。图5是表示动叶片制造方法的一例的流程图。图6是表示动叶片制造方法的腐蚀屏蔽件的形成方法的一例的示意图。图7A是表示堆焊装置的概略结构的示意图。图7B是表示堆焊装置的概略结构的局部放大图。图8是表示堆焊的处理动作的一例的流程图。

[0046] 如图4所示,动叶片15从成为叶片主体24的基体40形成坡口,该坡口用于形成腐蚀屏蔽件25,由此形成交界28。然后,在交界28通过堆焊加工形成成为腐蚀屏蔽件25的材料,然后,通过除去堆焊加工的部分的余料、基体40的余料,从而形成前端26、叶片面27、及与叶片面27相反的一侧的面。

[0047] 在此,交界28成为随着从叶片面27侧的端部朝向前端26的端部而接近与叶片面27相反的一侧的面的形状。而且,交界28由如下部分形成,即:叶片面27侧的端部向叶片主体24的内侧凸出的曲面(第一曲面)R1;配置在比第一曲面R1靠前端26侧处的向叶片主体24的外侧凸出的曲面(第二曲面)R2;配置在比第二曲面R2靠前端26侧处的向叶片主体24的外侧凸出的曲面(第三曲面)R3;及配置在第三曲面R3和与叶片面27相反的一侧的面之间的直线。本实施方式的交界28将第一曲面R1、第二曲面R2、第三曲面R3平滑地连接。而且,本实施方式的交界28的第一曲面R1的曲率半径比第二曲面R2的曲率半径小。而且,交界28的第三曲面R3的曲率半径比第一曲面R1的曲率半径小。

[0048] 作为本实施方式的动叶片15的各形状的一例,第一曲面R1的曲率半径为6.5mm,第二曲面R2的曲率半径为10.0mm,第三曲面R3的曲率半径为2.5mm。

[0049] 交界28中,第二曲面R2与第三曲面R3的接点和与叶片面27相反的一侧的面之间的距离d1为2.3mm,配置在第三曲面R3和与叶片面27相反的一侧的面之间的直线的距离d2为0.7mm。动叶片15中,第一曲面R1与第二曲面R2的接点和叶片面27之间的距离d3为0.8mm。基体40中,叶片面27侧的面与叶片面27之间的距离d4、d5为1.0mm。基体40中,与叶片面27侧相反的一侧的面和动叶片15的与叶片面27侧相反的一侧的面之间的距离d6为2.0mm。

[0050] 另外,基体40中,从前端26侧的端部至交界28的叶片面27侧的端部的距离L1为12.5mm,从前端26侧的端部至第一曲面R1与第二曲面R2的接点的距离L2为9.0mm。基体40中,从前端26侧的端部至腐蚀屏蔽件25的前端26侧的端部的距离L3为1.0mm。基体40中,从前端26侧的端部至第三曲面R3的前端26侧的端部的距离L4为2.7mm。基体40中,从前端26侧的端部至第二曲面R2与第三曲面R3的接点的距离L5为3.2mm。

[0051] 动叶片15中,叶片主体24与腐蚀屏蔽件25的交界28的形状设为随着从叶片面27侧的端部朝向前端26的端部而接近与叶片面27相反的一侧的面的形状,且设为包含第一曲面R1和第二曲面R2的形状,由此能够提高腐蚀屏蔽件25的腐蚀屏蔽性能。而且,能够抑制叶片主体24产生腐蚀屏蔽件25的缺陷,能够使腐蚀屏蔽件25的硬度升高(变硬)。即,通过设为利用激光焊接的堆焊加工形成的腐蚀屏蔽件25与叶片主体24的上述关系,利用母材成分(叶片主体24的成分)使熔敷金属(腐蚀屏蔽件25的金属)稀释,因此能够抑制腐蚀屏蔽件25的硬度不升高(变硬)而产生性能的劣化的情况。而且,利用母材成分使熔敷金属稀释,由此能够抑制腐蚀屏蔽件25的金属产生破裂的情况。而且,能够抑制腐蚀屏蔽件25与叶片主体24

的融合不良或气孔这样的焊接缺陷的发生。

[0052] 需要说明的是,本实施方式使第一曲面R1与第二曲面R2接触,但也可以在第一曲面R1与第二曲面R2之间设置直线部。而且,本实施方式也可以在第三曲面R3和与叶片面27相反的一侧的面之间设置曲面。在此,交界28优选将第一曲面R1、第二曲面R2、第三曲面R3平滑地连接且曲率半径变大。这样,通过增大交界28的各个曲面的曲率半径,能够使沿着交界28的方向上的腐蚀屏蔽件25的厚度的变动平缓,能够提高腐蚀屏蔽件25的性能。

[0053] 动叶片15中,距离d3比距离L4-距离L3的距离短。即,腐蚀屏蔽件25的前端26侧比叶片面27厚。由此,能够使腐蚀更容易发生且减壁量多的前端26侧的厚度变厚,并使减壁量少的叶片面27侧的厚度变薄。

[0054] 基体40将叶片面27侧的面与叶片面27的距离d4、d5,即,叶片面27侧的余料部的距离设为0.5mm以上。通过将叶片面27侧的余料部的距离设为0.5mm以上,能够抑制在加工时产生从表面的破裂的情况。基体40优选将叶片面27侧的余料部的距离设为1mm。通过将叶片面27侧的余料部的距离设为1mm,能够高效率地进行加工,但是只要为1mm以上即可,也可以较厚。

[0055] 基体40中,与叶片面27侧相反的一侧的面和动叶片15的与叶片面27侧相反的一侧的面之间的距离d6,即,与叶片面27侧相反的一侧的面侧的余料部的厚度优选成为叶片面27侧的余料部的厚度以上。这样,通过使与叶片面27侧相反的一侧的面侧的余料部的厚度为叶片面27侧的余料部的厚度以上,能够高效率地进行加工。而且,基体40中,与叶片面27侧相反的一侧的面侧的余料部的距离优选为2mm。需要说明的是,通过使与叶片面27侧相反的一侧的面侧的余料部的距离设为2mm,能够高效率地进行加工,但是只要为2mm以上即可,也可以较厚。

[0056] 接下来,使用图5及图6说明动叶片的制造方法。动叶片制造方法基于制造的涡轮叶片(动叶片)的形状,来决定涡轮叶片的基体40的形状和加工量(步骤S20)。即,决定上述的如图4所示设定的基体40的形状及各位置的距离等,而且,基于形状来决定加工量、加工次序。

[0057] 动叶片制造方法在决定了加工条件之后,基于决定了的条件,制造涡轮叶片的基体40(步骤S22)。即,动叶片制造方法制造图6所示的加工对象物82即基体40。基体40是形成交界28之前的形状,是残留有余料部或比交界28靠前端侧处的区域的形状。基体40利用锻造来制造。例如,在被加工成基体40的的形状的上下一组的模具内设置被加热成再结晶温度以上的高温的锻造原料(例如,不锈钢等),进行热锻。当热锻结束时,成型为基体40的形状的锻造物。所制造的基体40在对成型了的高温状态的锻造物进行了冷却之后,将不需要的部分(毛刺)除去,对于锻造物实施热处理,由此将在前工序(锻造工序)中在锻造物产生的残留应力及在冷却过程中在锻造物产生的热应力释放。由此,制造基体40。

[0058] 动叶片制造方法在制造了基体40之后,进行堆焊坡口加工(步骤S24)。即,对于图6的加工对象物82进行坡口加工,如加工对象物84那样除去基体42的一部分44。由此,基体42的前端侧的部分成为沿着交界28的曲面。

[0059] 动叶片制造方法在进行了堆焊坡口加工之后,利用激光焊接进行堆焊加工(步骤S26)。即,对于图6的加工对象物84进行堆焊,如加工对象物86那样在基体42形成堆焊部46。堆焊部46由成为腐蚀屏蔽件25的金属(熔敷金属)形成,在包含形成腐蚀屏蔽件25的区域50

的范围内形成。而且,堆焊加工以动叶片15的延伸方向即与图6的纸面垂直的方向为1焊道进行。而且,进行1焊道的堆焊加工,在进行下一焊道的堆焊加工的情况下,加工位置向箭头52的方向移动。即,堆焊加工从区域50的叶片面27侧的端部侧进行,向前端26侧逐渐移动,进行至与叶片面27相反的一侧的面。

[0060] 动叶片制造方法通过将基体42的形成堆焊部46的面设为沿着交界28的曲面,能够抑制区域50的厚度的增厚,能够在1焊道量的熔敷金属(1层)形成各位置。即,能够抑制由多层堆焊形成的情况,能够抑制在表面出现硬度下降区域的情况。在此,动叶片制造方法通过使区域50的厚度为2mm以下,能够在1层形成堆焊部46的各位置。硬度下降区域是母材向熔敷金属混入的区域,是利用熔敷金属得到的腐蚀屏蔽件25的性能(耐腐蚀性能)下降的区域。

[0061] 堆焊部46优选使基于母材(基体42的材料)的稀释成为10%以下。动叶片制造方法通过后述的使用了激光的堆焊加工形成堆焊部46,由此能够使基于母材(基体42的材料)的稀释为10%以下。动叶片制造方法通过将基体42的形成堆焊部46的面设为沿着交界28的曲面,能够抑制熔敷金属(堆焊部46的金属、成为腐蚀屏蔽件25的金属)的熔入,能够使基于母材(基体42的材料)的稀释更可靠地成为10%以下。而且,堆焊部46的由相邻的焊缝即相邻的焊道形成的部分重叠地形成。需要说明的是,焊缝优选形成为,在与基体42接触的情况下,与其他的焊缝接触的部分多于与基体42接触的部分。关于基于激光焊接的堆焊加工(堆焊),在后文叙述。

[0062] 动叶片制造方法在进行了堆焊加工之后,进行将余料部除去后的精加工(步骤S28)。即,对于图6的加工对象物86进行精加工,如加工对象物88所示,对叶片面27侧的余料部60、与叶片面27相反的一侧的面侧的余料部62、堆焊部46的余料部64进行切削。由此,形成具有叶片主体24和腐蚀屏蔽件25的动叶片15。然后,对动叶片15实施所需的热处理(例如,固溶化处理及时效处理)等,向动叶片15赋予所需的机械特性。

[0063] 接下来,使用图7A、7B及图8,更详细地说明步骤S26的基于激光焊接的堆焊加工。首先,使用图7A及图7B,说明进行基于激光焊接的堆焊加工的堆焊装置100的概略结构。如图7A所示,堆焊装置100具有激光照射装置102、粉末供给装置104。需要说明的是,堆焊装置100除了上述结构之外,还具备位置调整机构、使与基体42的相对位置移动的机构、进行施工位置的仿形处理的机构等。

[0064] 激光照射装置102具有光源112、光纤114、激光头116。光源112是输出激光的发光源。光纤114将从光源112输出的激光向激光头116引导。激光头116将引导到光纤114的激光输出。如图7B所示,激光头116面对基体42的施工位置,向施工位置照射激光202。

[0065] 粉末供给装置104具有粉末供给源120、粉末供给线122、空气供给源124、空气供给线126、粉末供给头128。粉末供给源120是供给熔敷金属的供给源。粉末供给源120将熔敷金属利用空气等形成混合流而进行搬运,由此向粉末供给线122供给。粉末供给线122将从粉末供给源120供给的熔敷金属与空气的混合流向粉末供给头128供给。空气供给源124供给成为施工位置的保护气体的惰性气体(例如,氮、氩),在本实施方式中供给99.999%的氮气。空气供给线126将从空气供给源124供给的保护气体向粉末供给头128供给。粉末供给头128是双层管的喷嘴,内周侧的管与配置在内周侧的管的外周的外周侧的管配置在同心圆上。粉末供给头128喷射从内周侧的管经由粉末供给线122供给的熔敷金属与空气的混合流

(粉末) 204, 从外周侧的管喷射由空气供给线126供给的保护空气206。粉末供给头128如图7B所示面对基体42的施工位置, 向施工位置喷射粉末204和保护空气206。

[0066] 堆焊装置100向基体42的施工位置照射激光202并供给粉末204, 由此能够将粉末204中包含的熔敷金属焊接于基体42。而且, 堆焊装置100通过将保护空气206向施工位置喷射, 能够使施工位置的气氛成为规定的气氛。具体而言, 能够控制施工位置的氧浓度。

[0067] 接下来, 使用图8, 说明基于激光焊接的堆焊加工的处理动作的一例。需要说明的是, 图8所示的处理可以使用程序等通过自动控制来执行。

[0068] 动叶片制造方法进行研磨处理(步骤S40), 对进行了坡口加工的区域的面进行处理。通过进行研磨处理, 能够使通过堆焊熔敷的熔敷金属成为容易熔敷于基体42的表面(交界)的状态。动叶片制造方法在进行了研磨处理后, 进行厚度计测(步骤S42)。即, 动叶片制造方法计测形成腐蚀屏蔽件25的区域的形状。

[0069] 动叶片制造方法在进行了厚度计测之后, 进行施工位置的仿形处理(步骤S44)。通过照射激光并喷射熔敷金属来确定设置焊缝的位置。由此, 调整使各头与基体42相对移动的路径。

[0070] 动叶片制造方法在进行了仿形处理之后, 进行预热及焊道间温度调整(步骤S46)。在本实施方式中, 以使基体42成为包含于50℃以上且100℃以下的规定的温度的方式主要进行加热或者根据需要进行冷却。动叶片制造方法在进行了预热及温度调整之后, 进行堆焊(步骤S48)。具体而言, 使用堆焊装置100, 进行1焊道的堆焊。

[0071] 动叶片制造方法在进行了堆焊之后, 进行焊道间/层间修整(步骤S50)。具体而言, 将在堆焊部46的表面等附着的焊剂、废物等除去。动叶片制造方法在进行了修整之后, 判定堆焊是否结束(步骤S52)。即, 进行所设定的全部的焊道的堆焊, 判定是否形成了堆焊部46。动叶片制造方法在判定为堆焊未结束(步骤S52为“否”)的情况下, 返回步骤S44, 进行仿形处理以后的处理, 进行下一焊道的堆焊。

[0072] 动叶片制造方法在判定为堆焊已结束(步骤S52为“是”)的情况下, 进行焊缝表面的修整(步骤S54)。具体而言, 将在堆焊部46的表面等附着的焊剂、废物等除去。动叶片制造方法然后进行厚度计测(步骤S56), 在计测了堆焊部46的形状之后, 结束本处理。

[0073] 动叶片制造方法通过以上的处理进行基于激光焊接的堆焊加工(堆焊), 由此能够高精度地进行加工, 也能够抑制缺陷等的产生。动叶片制造方法通过进行步骤S40、S46、S50、S54所示的处理, 能够提高加工精度, 能够抑制缺陷, 但未必非要进行。

[0074] 需要说明的是, 在本实施方式中, 按照各焊道进行了仿形处理, 但是仿形处理也可以仅在第一次的堆焊前进行。这种情况下, 通过计算来算出在各焊道形成的焊缝的形状, 基于该形状, 来决定仿形位置。而且, 此时, 优选通过计测器取得施工位置, 基于其结果进行反馈控制。由此, 能够抑制施工位置的位置错动的产生。计测的位置只要为施工位置的上游侧即可。

[0075] 另外, 堆焊装置100优选使激光相对于基体的施工位置的平面、将凸部与凸部连结的切线为约90度。通过使相对于基体的施工位置的平面或者将接近施工位置的凸部与凸部(例如焊缝的凸部与基体的凸部)连结的切线为约90度, 能够抑制熔敷不良, 能够抑制母材向熔敷金属的混入。

[0076] 另外, 堆焊装置100也可以向施工位置施加振荡。例如也可以一边将粉末向施工位

置呈带状地供给,一边使激光沿宽度方向(与焊道正交的方向)高速地摆动。在此,高速是使施工位置处的激光的能量密度分布不为山状而为矩形形状,并使母材混入的稀释部分变浅的速度。本实施方式的摆动以几十Hz至几百Hz的频率摆动。由此,能够实现能量密度分布的平坦化,能够使利用激光而熔融的部分变浅且变宽。

[0077] 另外,在上述实施方式中,将熔敷金属作为粉末进行供给,但也可以通过喷镀或冷喷涂等进行供给。

[0078] 需要说明的是,本实施方式以蒸汽涡轮的动叶片为对象进行了说明,但是没有限定于此,也可以应用于例如燃气涡轮等其他的旋转机械的动叶片的制造方法。

[0079] 标号说明

[0080] 1 蒸汽涡轮

[0081] 11 壳体

[0082] 12 转子

[0083] 13 轴承

[0084] 14 转子盘

[0085] 15 动叶片

[0086] 16 静叶片

[0087] 17 蒸汽通路

[0088] 18 蒸汽供给口

[0089] 19 蒸汽排出口

[0090] 21 叶片根部

[0091] 22 平台

[0092] 23 叶片部

[0093] 24 叶片主体

[0094] 25 腐蚀屏蔽件

[0095] 26 前端

[0096] 27 叶片面

[0097] 28 交界

[0098] 40、42 基体

[0099] 46 堆焊部

[0100] 60、62、64 余料部

[0101] 82、84、86、88 加工对象物

[0102] 100 堆焊装置

[0103] 102 激光照射装置

[0104] 104 粉末供给装置

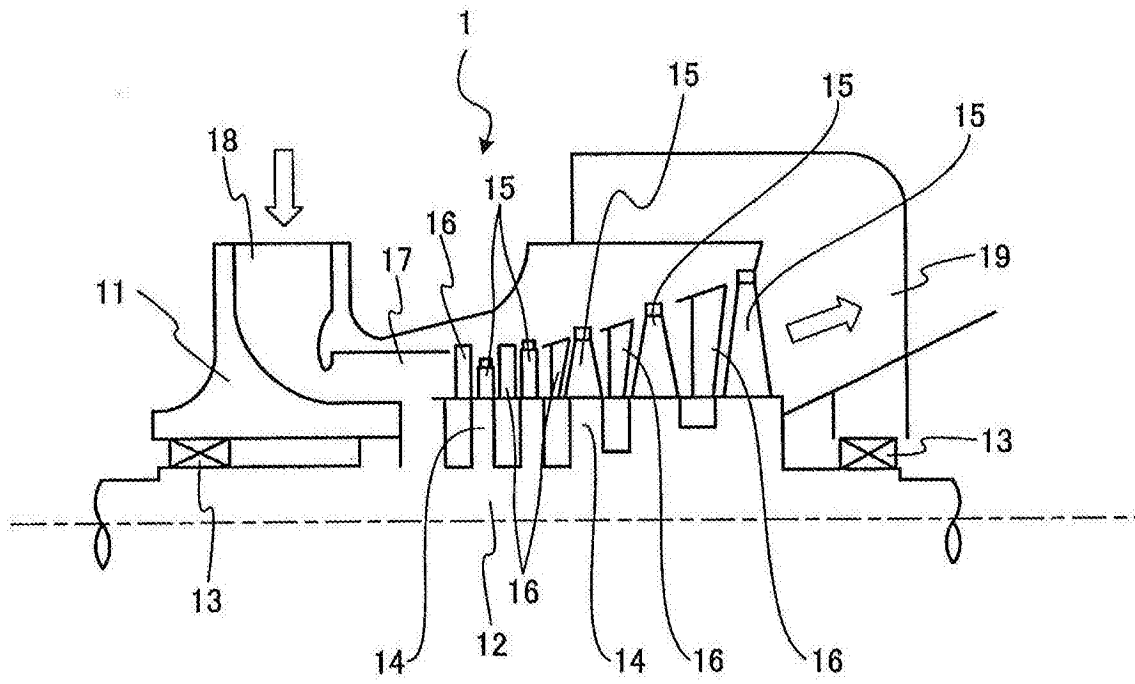


图1

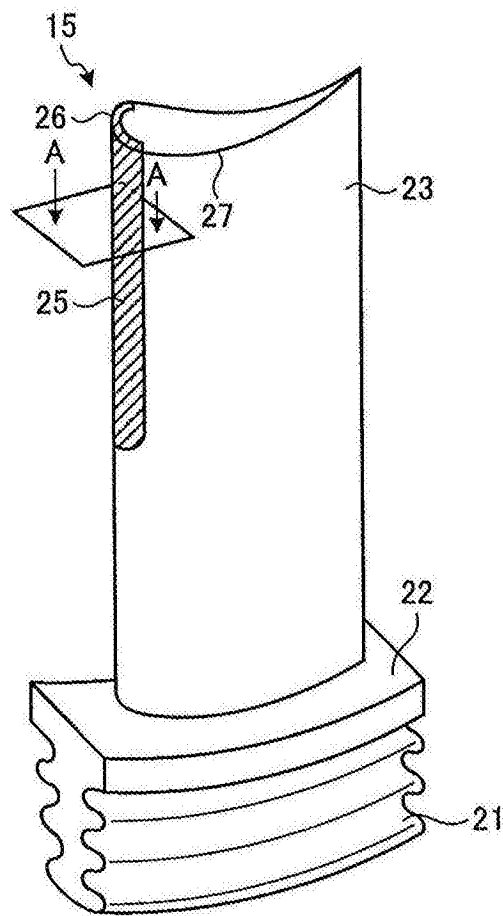


图2

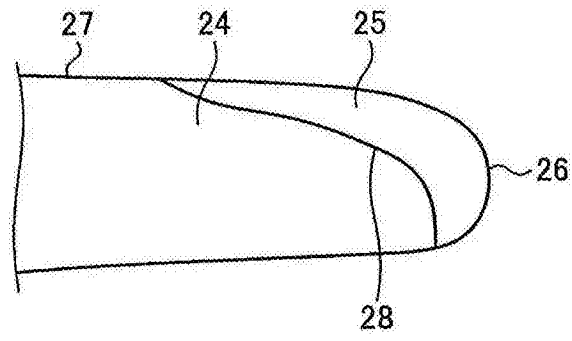


图3

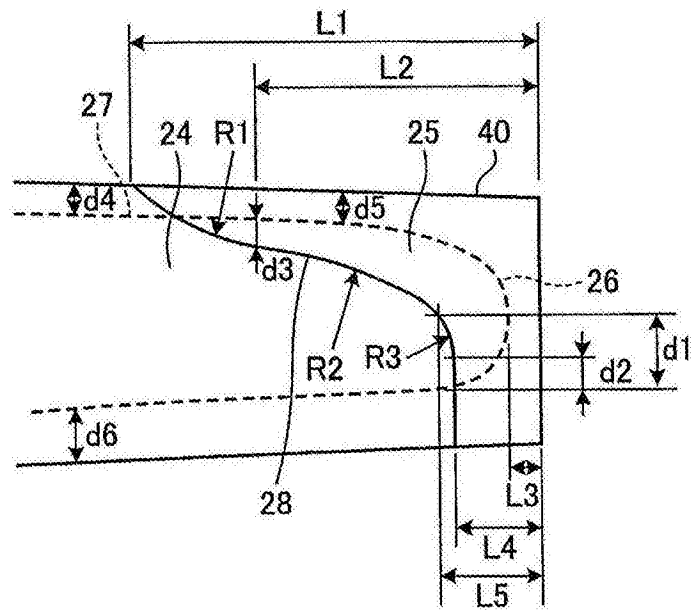


图4

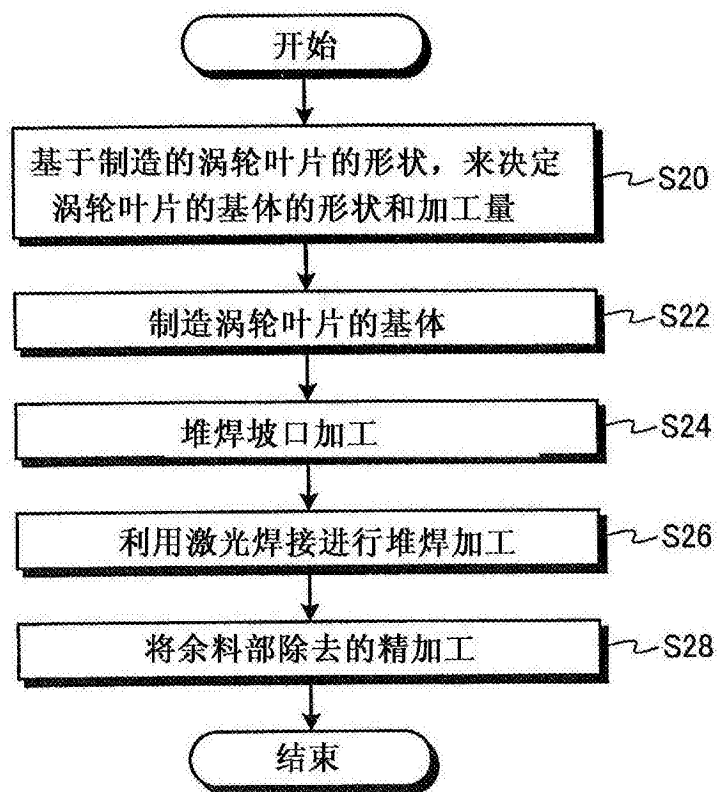


图5

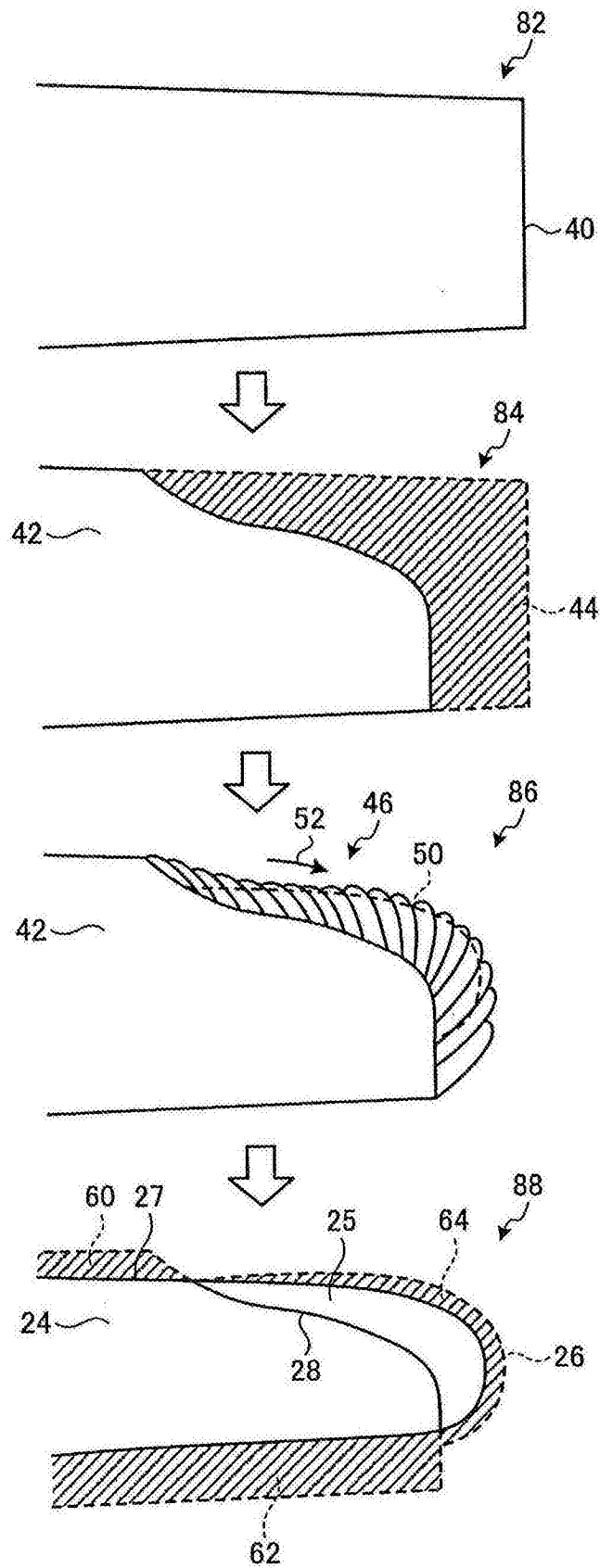


图6

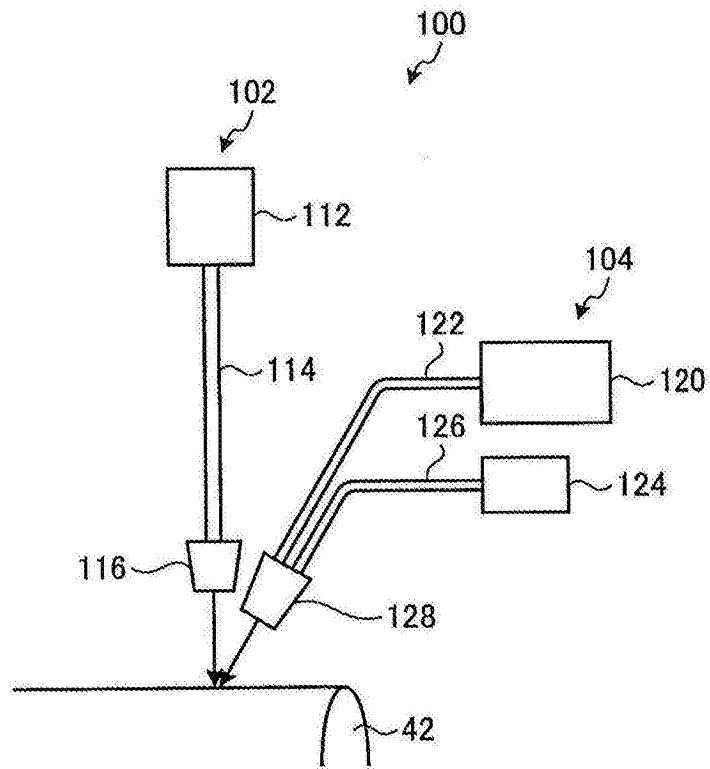


图7A

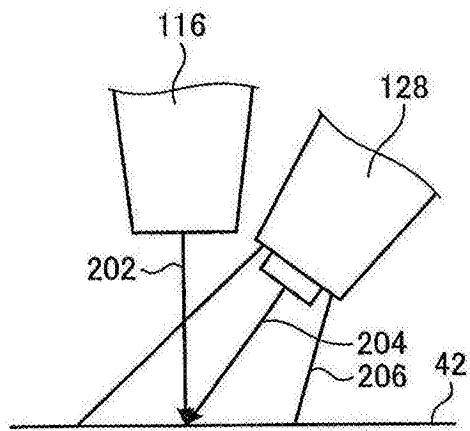


图7B

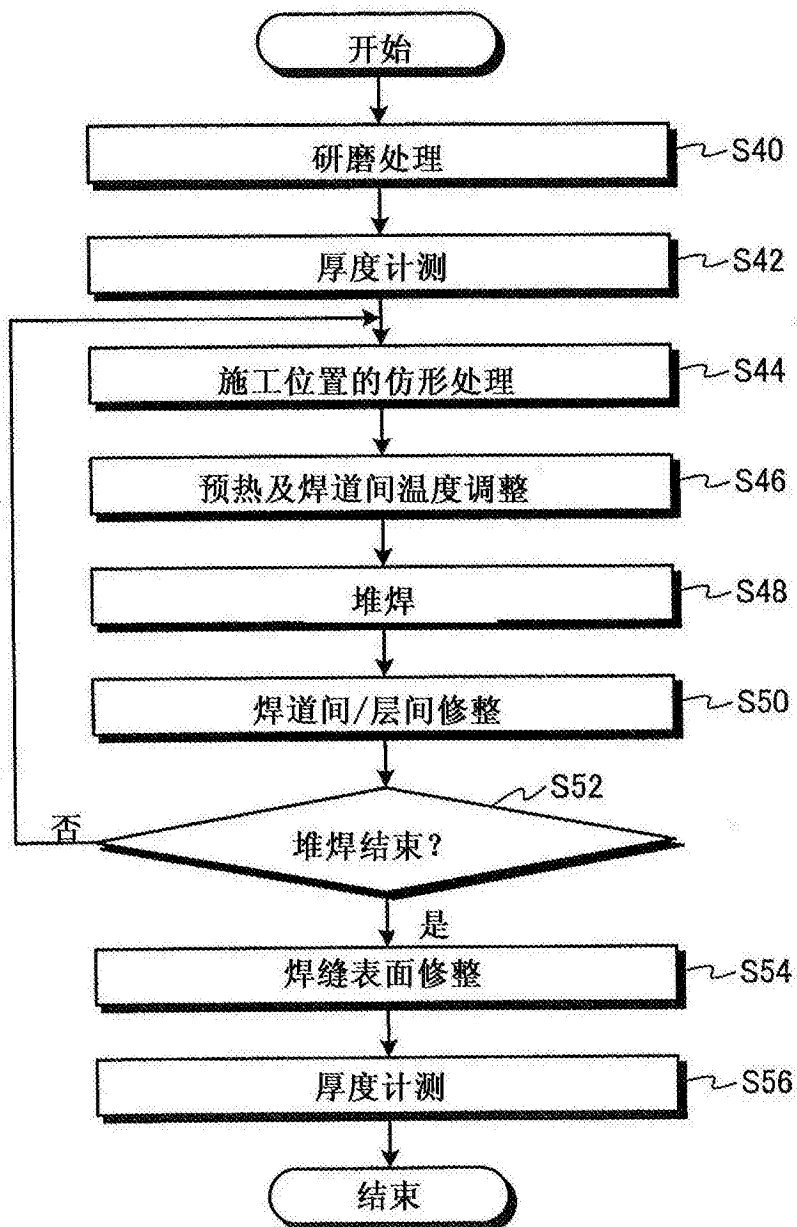


图8