

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101903836 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 01

(21) 申请号 200880112360. 3

代理人 温旭 郝传鑫

(22) 申请日 2008. 08. 19

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G05B 19/402 (2006. 01)

0716218. 3 2007. 08. 20 GB

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 04. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2008/002823 2008. 08. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02009/024783 EN 2009. 02. 26

(71) 申请人 瑞尼斯豪公司

地址 英国格洛斯特郡

(72) 发明人 斯蒂芬·詹姆斯·安德森

安德鲁·爱德华·史密斯

詹姆斯·斯蒂芬·爱德华·科德韦尔

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司

44202

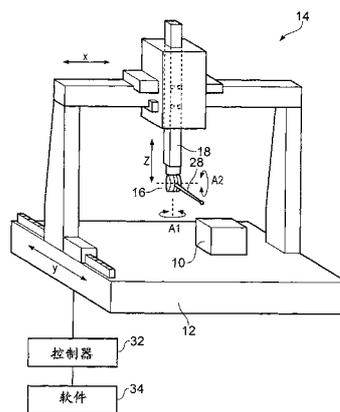
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 18 页

(54) 发明名称

运动路线的确定

(57) 摘要

一种计算机实施方法,用于确定制造品 (10) 和与所述制造品 (10) 相互作用的装置 (28) 之间的运动路线,所述制造品和所述装置可以相对于彼此以至少一个线性自由度 (X, Y, Z) 和一个旋转自由度 (A1, A2) 运动,所述方法包括:接收代表制造品 (10) 的几何数据;接收代表所述装置的几何数据;以及从所述几何数据确定所述装置 (28) 和所述制造品 (10) 如何相对于彼此沿着相互作用路径确定方位以便符合一个或多个优化标准。



1. 一种计算机实施方法,用于确定制造品以及与所述制造品相互作用的装置之间的运动路线,所述制造品和所述装置可以相对于彼此以至少一个线性自由度和一个旋转自由度运动,所述方法包括:

接收表示所述制造品的几何数据;

接收表示所述装置的几何数据;以及

从所述几何数据确定所述装置和所述制造品如何沿着一相互作用路径相对于彼此确定方位以便符合一个或多个优化标准。

2. 如权利要求 1 所述的方法,包括确定如何沿着所述相互作用路径操纵所述装置和所述制造品之间的相对方位以便符合所述一个或多个优化标准。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中所述优化标准包括无碰撞运动。

4. 如前面任何一项权利要求所述的方法,包括确定如何控制所述装置和所述制造品之间的相对方位以便满足一个或多个性能标准。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其中所述性能标准包括以下的至少一个:i) 装置加速度, ii) 相互作用速度, iii) 路径长度以及 iv) 所述装置的运动方向。

6. 如权利要求 4 或 5 所述的方法,其中所述性能标准包括在所述装置与所述制造品之间的优选相对方位。

7. 如前面任何一项权利要求所述的方法,包括对于沿着所述相互作用路径的多个点的每一个确定所述装置与所述制造品之间的多个相对方位。

8. 如权利要求 7 所述的方法,包括仅选择无碰撞方位。

9. 如权利要求 7 或 8 所述的方法,包括确定具有第一方位组合的一对点之间的运动费用以及具有第二方位组合的相同一对点之间的运动费用。

10. 如权利要求 9 所述的方法,包括对于沿着所述相互作用路径的多个点对重复权利要求 8 的所述步骤。

11. 如权利要求 10 所述的方法,包括选择那些方位,在所述方位沿着所述相互作用路径的总费用符合预定标准。

12. 如前面任何一项权利要求所述的方法,其中所述装置是接触探头。

13. 如前面任何一项权利要求所述的方法,其中所述装置是非接触探头。

14. 如前面任何一项权利要求所述的方法,包括从所述几何数据确定:在所述装置相对于所述制造品成相互作用关系的同时如何沿着所述相互作用路径确定所述装置的方位。

15. 如前面任何一项权利要求所述的方法,其中所述装置可以以至少三个正交线性自由度和至少两个正交旋转自由度运动。

16. 如前面任何一项权利要求所述的方法,包括接收与位于所述装置运动空间中的物体相关的几何数据。

17. 如前面任何一项权利要求所述的方法,进一步包括应用所述几何数据产生所述相互作用路径。

18. 如前面任何一项权利要求所述的方法,进一步包括控制一定位机器,根据所述运动路线数据移动安装在所述定位机器上的装置以便与一制造品相互作用。

19. 如前面任何一项权利要求所述的方法,其中所述定位机器是坐标测量机器。

20. 如权利要求 1 至 18 中任何一项所述的方法,其中所述定位机器是机床。

21. 包括指令的计算机程序代码,当由一计算机实施所述指令时使得所述计算机执行权利要求 1 至 20 中任何一项所述的方法。

22. 一种计算机可读介质,其承载如权利要求 21 所述的计算机程序代码。

23. 一种计算机,包括:

处理器 ;和

存储器,其中所述处理器和所述存储器的至少一个适于执行如权利要求 1 至 20 中任何一项所述的方法。

运动路线的确定

技术领域

[0001] 本发明涉及一种方法,其确定制造品和用于与制造品相互作用的装置之间的相对运动路线,诸如安装在定位设备上的用于测量制造品的测量装置的运动路线。尤其是,本发明涉及优化的运动路线产生方法。

背景技术

[0002] 尤其是,本发明适用于安装在坐标定位设备上的测量装置,所述坐标定位设备可以改变测量装置的位置和方位。所述坐标定位设备可以包括多个部件,例如安装在诸如坐标测量机器(CMM)等坐标定位设备上并且能够围绕一个或多个轴进行旋转运动的铰接探头头部、机床或类似物。所述坐标定位设备还可以包括单一部件,诸如手动坐标测量臂、检查机器人等。

[0003] 在已经生产工件之后,常规做法是在具有主轴的CMM或其他类型坐标定位设备上检查工件,测量探头被安装在所述主轴上,并且所述测量探头在机器的工作空间内沿X、Y、Z三个正交方向被驱动。

[0004] 美国专利 No. 5, 189, 806 描述了一种铰接探头头部,其能够以两个旋转自由度确定探头的方位,以便使得所述探头用在扫描工件表面的操作中。通常,这种探头头部包括两个旋转驱动机构,其使得探头围绕两个大致正交的旋转轴确定方位。这种铰接探头头部可以被安装在CMM的主轴上,以便使得所述探头的尖端以五个自由度定位(即,由CMM提供的3个线性自由度以及由所述铰接探头头部提供的2个旋转自由度)。

[0005] 当工件将要由探头测量时,必须规划测量路径,其中所述测量装置将沿所述测量路径移动。所述测量路径可以被人工设计,通常通过CAD图的解释,或者通过操作者使用软件以便将测量值应用到来自待测量工件的几何模型(例如CAD模型)的特征上。

[0006] 两种已知类型的CAD数据是边界表示(B-Rep)和多边形建模(还已知为网孔建模)。B-rep是使用其界限表示形状的方法。实线可以是相连的表面元素的集合,代表实线与非实线之间的边界。B-rep模型包括两部分:拓扑图和几何图。拓扑图通过项目的分类描述几何连通性。主要的拓扑图项目是描述为表面边界区域的面、描述为边界曲线段的边以及空间中的离散三维点。这种参数化模型格式的优点是通过参考该拓扑图,它们的表面描述能够被积极地应用在测量规划中。

[0007] 多边形或网孔建模是另一种方法,其通过使用多边形(例如三角形)表示或近似表示物体的表面而构建物体的模型。使用在多边形建模中的基本物体是顶点,其中多边形的顶点是两个多边形边的交叉点。通过一条直线相连的两个顶点成为一条边。通过三条边彼此相连的三个顶点限定一个三角形。多边形建模描述了作为多边形(例如多边形文件格式PLY)并且通常是三角形(例如STL,立体平版印刷格式,STL)集合的工件的表面。这些格式存在不能保持参数化信息的缺点。

发明内容

[0008] 本发明提供了一种方法,其通过制造品的几何模型以及与制造品相互作用的工具的几何模型,在所述制造品与所述工具装置之间沿着一相互作用路径产生相对运动路线,以便符合一个或多个最优化标准。

[0009] 根据本发明的第一方面,提供了一种计算机实施的方法,其用于确定制造品与用于和所述制造品相互作用的装置之间的运动路线,所述制造品和装置可以沿着至少一个线性自由度和一个旋转自由度相对运动,所述方法包括:接收代表所述制造品的几何数据;接收代表所述装置的几何数据;以及从所述几何数据确定所述装置和所述制造品如何能够沿着一条相互作用路径相对彼此确定方位以便符合一个或多个最优化标准。

[0010] 应用制造品和装置本身的几何数据自动地确定如何沿着相互作用路径以至少一个旋转自由度相对地确定所述装置和所述制造品的方位,能够改善操作性能。另外,因为计算机程序确定沿着相互作用路径的相对角度方位,所以无需来自用户的输入或指导。

[0011] 本发明的方法可以被用于评估在实际操作期间所述装置和/或所述制造品将采取的运动路线。所述评估可以发生在实际操作之前。

[0012] 优选地,所述装置可以相对于所述制造品运动。优选地,所述装置可以以至少一个线性自由度和至少一个旋转自由度运动。优选地,所述方法包括通过所述几何数据确定所述装置如何能够沿着一条相互作用路径以至少一个旋转自由度确定方位以便符合一个或多个最优化标准。

[0013] 可选地,所述方法可以包括产生运动路线数据,所述数据描述所述装置和制造品之间的相对方位。所述运动路线数据可以被用来例如在操作期间控制所述装置与制造品之间的相对方位,与此同时所述制造品正在与一制造品相互作用。优选地,所述数据被控制器使用,以便根据运动数据的控制自动地控制所述装置和所述制造品之间的相对方位。所述数据可以包括坐标位置信息。所述数据可以包括能够被控制器用来确定角度的数据,其中所述装置围绕至少一条旋转轴线在所述角度定位。

[0014] 正如将要理解的,确定装置和制造品如何沿着一条相互作用路径相对地确定方位以便符合一个或多个最优化标准可以发生在实际相互作用操作开始之前。因此,这可以作为操作的设计阶段的一部分而发生。选择地,这可以在实际操作期间被执行。因此,所述实际操作可以在确定整个运动路线之前开始。

[0015] 所述方法可以包括输出运动路线数据。所述运动路线数据可以被输出到定位设备的控制器,其中在所述定位设备上安装有装置或制造品。所述方法可以包括在存储装置中储存所述运动路线数据。所述方法可以进一步包括根据运动路线数据控制安装在定位设备上的装置和制造品的至少一个的运动。产生运动路线数据以及根据所述运动路线数据控制装置和制造品的至少一个的运动可以由相同的计算机装置执行。选择地,由不同的计算机装置执行它们。所述方法可以包括显示运动路线数据。例如,所述运动路线数据可以显示在视觉显示单元上。

[0016] 所述方法可以用来确定固定方位,它是沿着相互作用路径不改变的方位,以便符合一个或多个优化标准。优选地,所述方法包括在装置和制造品沿着相互作用路径相对运动时确定如何操纵装置和制造品之间的相对方位,以便符合一个或多个最优化标准。因此,所述方法可以用来在操作之前或操作期间、在装置和制造品沿着相互作用路径相对移动的

同时确定如何改变装置和制造品的相对方位。这在确定装置和制造品的运动路线时尤其有用,其中在沿着相互作用路径运动期间所述装置和所述制造品可以被积极地重新确定相对方位。例如,这在确定装置和制造品的运动路线时特别有用,其中无需与重新确定方位的装置相互作用就能相对地重新确定所述制造品和装置的方位。

[0017] 因此,优选地,所述装置和制造品的相对方位沿着相互作用路径不是固定的。相反,优选它们的相对方位沿着相互作用路径动态地改变。

[0018] 正如将要理解的,几何数据可以包括尺寸数据。几何数据可以包括形状数据。优选地,所述几何数据包括三维(3D)数据。因此,所述几何数据可以是制造品和装置的三维模型。几何数据可以包括位置数据。所述方法可以包括获取几何数据。例如,几何数据可以从存储装置中获得。所述几何数据可以从参照制造品的在先获得测量值获得。所述几何数据可以由使用者产生。例如,所述几何数据可以是计算机辅助设计(CAD)数据。例如,所述几何数据可以是制造品的边界描述。选择地,所述几何数据是制造品的多边形模型。正如将要理解的,所接收的制造品和装置的几何数据可以在公共坐标框架中结合起来。

[0019] 正如将要理解的,所述几何数据可以是正被描述的真实表示。选择地,所述几何数据可以是正被描述的抽象表示。对于描述所述装置的几何数据尤其是这种情况。例如,所述装置的几何数据可以是装置形状的抽象表示。例如,即使装置可能是不规则形状,所述几何数据也可以应用规则形状信息描述所述装置。例如,所述几何数据可以以一个或多个规则形状描述所述装置。例如,所述几何数据可以以至少一个球体描述所述装置。例如,所述几何形状可以以至少一个圆柱描述所述装置。利用接触测量探头作为特定例子,则探头头部和/或探头本体可以例如被表示为球体,触针为圆柱形并且尖端为球形。

[0020] 优选地,所述方法用于产生装置和制造品的运动路线,所述装置和制造品可以以至少两个线性自由度(更优选地是三个线性自由度)相对运动。优选地,所述线性自由度彼此垂直。优选地,所述方法用于产生装置和制造品的运动路线,所述装置和制造品以至少两个旋转自由度进行相对运动。优选地,所述至少两个旋转自由度围绕两个大致垂直的轴线。可以沿着三个自由度和两个旋转自由度运动的装置通常在计量学工业中被称作“五轴线”装置。因此,运动路线数据可以描述装置和制造品围绕至少两个轴线的相对方位。然而,正如将要理解的,本发明并不限制为这种系统,并且可以用来确定装置和制造品的运动路线,所述装置和制造品可以通过更多的自由度(例如通过三个、四个或者更多的旋转和/或线性自由度)作相对运动。

[0021] 所述装置可以是用于加工制造品的工具。例如,所述工具可以是钻、铣或磨具。

[0022] 所述装置可以是测量装置。所述测量装置可以是测量探头。所述测量探头可以用来测量制造品的尺寸。合适的测量探头包括接触探头。正如将要理解的,接触探头通常具有接触顶端,其用来与待测量制造品相互作用。尖端与制造品之间的接触可以由测量探头探测。合适的测量探头包括接触促发探头和扫描探头。合适的测量探头还包括非接触探头。例如,所述测量探头可以是电感型探头、电容型探头或者光学探头。特别地,所述测量探头可以是照相机探头。

[0023] 所述测量装置可以包括表面传感器。这可以是与制造品的表面相互作用以便测量制造品的部分。如下所述,所述表面传感器可以是接触表面传感器或者非接触表面传感器。所述测量装置可以包括与所述表面传感器附接的本体。所述表面传感器可以与所述本体间

隔开。例如,所述表面传感器可以朝着从所述本体延伸的触针的远端安装。所述本体可以是所述测量装置的一部分,其用于安装至定位设备,例如安装在定位设备的主轴上。所述本体可以提供所述至少一个旋转自由度。选择地,所述至少一个旋转自由度由所述定位设备提供。例如,所述至少一个旋转自由度可以由安装所述测量装置的头部提供。因此,围绕其提供所述至少一个自由度的轴线可以在所述表面传感器的远侧。

[0024] 正如将要理解的,所述相互作用路径可以包括在操作期间所述装置所采取的路径。所述相互作用路径可以包括在测量操作期间测量装置所采取的测量路径。选择地,所述相互作用路径可以包括在机加工操作期间工具所采取的机加工路径。所述相互作用路径可以是多个子路径中的一个子路径,当所述多个子路径被依次实施时就描述一个完整的相互作用操作。所述路径可以只包括位置信息。因此,所述路径可以不包括方位信息。

[0025] 所述相互作用路径可以包括在操作期间所述装置所采取的路径,同时所述装置相对于制造品处于相互作用关系。例如,所述相互作用路径可以包括在测量操作期间测量装置所采取的路径,同时测量装置相对于所述制造品成位置感测关系。选择地,所述相互作用路径可以包括在机加工操作期间工具所采取的路径,同时所述工具对制造品进行机加工(例如,切削、磨削或者铣削)。因此,所述方法可以包括确定如何定装置的方位,同时所述装置与制造品相互作用。例如,所述方法可以包括确定如何定所述装置的方位,同时获得关于制造品的测量数据。所述相互作用路径可以包括装置所采取的路径,同时装置更大体地围绕制造品运动。因此,所述相互作用路径可以包括在各位置之间所述装置所采取的路径,在所述位置中装置相对于制造品成相互作用关系。正如将要理解的,所述相互作用路径可以是制造品上的路径,所述制造品将要与所述装置相互作用。例如,所述相互作用路径可以是待测量的制造品上的路径。选择地,所述相互作用路径可以是制造品上的路径,所述制造品将要被机加工,例如切削和/或铣削。

[0026] 正如将要理解的,如果例如所述相互作用路径是制造品上的固定路径,则可能有必要以至少一个线性自由度相对地重新定位制造品和装置以便获得确定的方位。因此,确定如何相对于彼此定下装置和制造品的方位可以包括以所述至少一个线性自由度确定所述装置和所述制造品的相对位置。

[0027] 所述方法可以包括获得代表相互作用路径的数据。所述相互作用路径可以由使用者输入。因此,所述方法可以包括从用户界面装置接收相互作用路径。所述相互作用路径对于待测量制造品而言可以是预先确定的。也就是说,相互作用路径可以在实施本发明的方法之前被确定。因此,所述方法可以包括获取相互作用路径。所述相互作用路径可以从存储装置中获取。

[0028] 选择地,所述相互作用路径可以从几何数据中产生。所述方法可以包括从几何数据产生相互作用路径。

[0029] 所述相互作用路径数据可以包括多个点。例如,相互作用路径可以包括在将要被相互作用的制造品上的多个点。例如,测量路径可以包括在将要被测量的制造品上的多个点。所述点可以是离散点。选择地,所述相互作用路径数据可以包括线段、尺寸、自由度等。例如,所述测量路径数据可以包括线段、尺寸、自由度等,测量将要沿着它们进行。例如,所述相互作用路径可以包括矢量数据。选择地,所述相互作用路径可以被限定为两个点之间的曲线。

[0030] 与本发明一起使用的合适的优化标准可以包括与相互作用操作的性能相关的标

准。因此,所述方法可以包括确定在装置沿着相互作用路径运动期间如何操纵装置和制造品的相对方位以便满足一个或多个性能标准。所述性能标准可以包括相互作用速度。例如,所述性能标准可以包括测量速度或机加工速度。性能标准可以包括相互作用路径长度。性能标准可以包括预定的加速度水平。所述预定加速度水平可以涉及装置的加速度。所述预定加速度水平可以包括最大加速度。性能标准可以包括运动方向。性能标准可以包括确定定位设备的最少运动,所述定位设备控制装置和 / 或制造品通过测量空间的平移运动。性能标准可以包括维持装置和被测量制造品之间的预定相对方位。性能标准可以包括确保所述装置沿着相互作用路径被拖动。例如,性能标准可以包括确保测量装置沿着测量路径被拖动。这可以是例如当测量装置的表面传感器跟踪以下点的时候,测量装置在所述点被安装至定位设备。这可以与沿着测量路径被推动的测量装置相对比。

[0031] 与本发明一起使用的合适的优化标准可以选择地包括与运动边界相关的标准。例如,优化标准可以包括:运动路线确保无碰撞运动。这可以包括装置与制造品之间的无碰撞运动。因此,所述方法可以包括确定装置与制造品如何沿着相互作用路径相对于彼此确定方位,以便避免装置与制造品之间的碰撞。

[0032] 这还可以包括位于装置运动空间中的任何其他相对运动物体之间的无碰撞运动。例如,这可以包括实施装置和制造品的相对运动的部件的无碰撞运动。因此,所述方法可以进一步包括在操作期间接收与将要位于装置运动空间中的物体有关的几何数据。这种物体可以是用于储存装置的架子。这种物体可以是校准装置,诸如用于校准装置的物体。这种物体是用来重新确定装置方位的物体。这种物体可以包括用于定位制造品的固定装置。这种物体可以是另一制造品。这种物体可以是定位设备,诸如安装所述装置的定位设备。

[0033] 正如将要理解的,在装置可以移动的实施例中,碰撞可以包括装置和制造品或者位于装置运动空间中的任何其他物体之间的不必要接触。另外,在制造品可以运动的实施例中,碰撞可以包括在制造品与装置或者位于制造品运动空间中的任何其他物体之间的不必要接触。在所述装置是非接触测量装置的实施例中,碰撞可以包括非接触测量装置与制造品或任何其他物体之间的任何接触。

[0034] 在所述装置具有一接触部(所述接触部旨在用于在操作期间与制造品接触)的实施例中,碰撞可以包括装置的除接触部之外的任何部分和制造品之间的接触。这还可以包括所述接触部与所述制造品之间的非预计接触,例如在所述接触部与所述制造品的不被相互作用的一部分之间的接触。例如,在所述测量装置是具有感测尖端的接触探头的实施例中,碰撞可以包括测量装置的除感测尖端之外的任何部分和制造品之间的接触。这还可以包括所述感测尖端与正被测量的制造品之间的非预计接触,例如所述感测尖端与不被测量的制造品部分之间的接触。

[0035] 可以通过识别代表不同部件的几何数据之间的任何非期望相互作用而确定碰撞。例如,可以通过识别代表装置的几何数据与描述装置运动空间中的其他部件(例如制造品)的几何数据之间的任何非期望相互作用而确定碰撞。正如在装置包括制造品接触部件(诸如表面传感器)的实施例中将要理解的,可以允许一些相互作用。例如,可以允许代表制造品接触部件的几何数据与将要被相互作用的制造品上的点之间的相互作用。然而,所有其他相互作用是非期望的。

[0036] 对于沿着相互作用路径的多个点的每一个,所述方法可以包括确定装置与制造品

之间的多个相对方位。对于沿着相互作用路径的多个点的每一个,所述方法可以进一步包括仅选择无碰撞方位。所述方法可以进一步包括从无碰撞方位中选择那些符合一个或多个其它优化标准的方位。所述方法可以包括确定与沿着相互作用路径的一对点之间的运动相关联的费用。所述费用可以依赖于在所述一对点处所述装置与所述制造品的相对方位。因此,所述方法可以包括确定在具有第一方位组合的一对点之间的运动费用。所述方法可以进一步包括确定在具有第二方位组合的相同一对点之间的运动费用。正如将要理解的,一对点的所述方位组合描述了沿着相互作用路径在第一和第二点处装置与制造品的相对方位。在第一和第二点处所述装置与制造品的相对方位可以是相同的或不同的。优选地,在第一和第二点的至少一个处装置的方位在第二方位组合与第一方位组合是不同的。所述方法可以包括选择具有最低费用的方位组合。

[0037] 所述方法可以包括确定沿着相互作用路径多个点对的费用。所述方法可以包括选择那些方位,在所述方位沿着相互作用路径的总费用符合预定标准。所述预定标准可以是选择具有最少费用的相互作用路径。

[0038] 正如将要理解的,运动费用可以是代表两点之间的运动特性的值。例如,所述特性可以是速度。所述特性可以是时间。所述特性可以是距离。所述特性可以是加速度。所述费用可以是以上所述特性的两个或多个的结合。选择地,费用特性可以由使用者输入。

[0039] 所述方法可以包括确定多个不同的可能运动路线,每个均描述如何沿着所述相互作用路径控制测量装置的方位。所述方法可以包括从符合一个或多个优化标准的所述多个运动路线中选择至少一个运动路线。被选择的所述至少一个运动路线可以是符合优化标准的运动路线。选择地,被选择的至少一个运动路线可以是最符合所述一个或多个优化标准中的至少一个的运动路线。例如,被选择的所述至少一个运动路线可以是保证无碰撞运动的运动路线。被选择的至少一个运动路线可以是保证最小装置加速度的运动路线。被选择的至少一个运动路线可以是保证最少相互作用期间的运动路线。被选择的至少一个运动路线可以是符合上述标准的一个或多个的运动路线。

[0040] 所述方法可以包括接收优化标准。所述优化标准可以由使用者确定和输入。选择地,所述方法可以包括接收由使用者输入的规则,以及基于这些规则确定所述优化标准。所述方法可以包括通过将规则和逻辑应用于几何数据而确定优化标准。

[0041] 正如将要理解的,所述相互作用路径可以覆盖制造品的一部分。选择地,所述相互作用路径可以大致覆盖所述制造品的全部。在这种情况下,所述相互作用路径可以包括多个子路径。

[0042] 所述方法可以包括接收指令以便测量所述制造品的至少一部分。所述指令可以从用户界面装置接收。因此,所述指令可以由用户输入。这使得用户可以选择要测量制造品的哪部分。

[0043] 根据本发明的第二方面,提供了包括指令的计算机程序代码,当计算机执行所述指令时,使得计算机执行上述方法。

[0044] 根据本发明的第三方面,提供了计算机可读介质,其承载如上所述的计算机程序代码。

[0045] 根据本发明的第四方面,提供了一种计算机,其包括:处理器和存储器,其中所述处理器和存储器的至少一个适于执行上述方法。

[0046] 根据本发明的另一方面,提供了一种应用部件的几何模型产生路径的方法,当测量装置测量所述部件时其沿着所述路径移动,所述方法包括:(a) 在所述部件的几何模型的表面上产生多个点;(b) 产生所述测量装置的多个方位以便测量每个点;(c) 对于所述测量装置产生优化路径,确定位置和方位,以便测量所述多个点。优选地,所述几何模型是CAD模型,例如边界表示或多边形模型。在步骤(b)中产生的用于测量每个点的测量装置的多个方位可以是离散组或者从功能上获得。在一优选实施例中,所述部件的几何模型与测量装置和坐标定位设备的几何模型相结合。对于步骤(c)中测量装置的每个方位,确定是否在测量装置或坐标定位设备与部件之间存在碰撞。只有测量装置和坐标定位设备的那些无碰撞方位被用来产生优化路径。所述测量装置可以包括测量探头。测量探头可以包括具有触针的接触测量探头,所述触针具有工件接触尖端。测量探头可以包括非接触探头。例如光学、电感或电容探头。所述测量装置可以包括照相机。优选地,所述测量装置被安装在坐标定位设备上。所述坐标定位设备可以包括使得安装在其上的测量装置的位置和方位均变化的装置。所述坐标定位设备可以包括数个部件,例如铰接探头头部,其提供围绕安装在坐标定位设备(诸如坐标测量机(CMM))上的两个或多个轴的旋转运动。所述坐标定位设备可以包括单个部件,例如手动坐标测量臂、机器人臂或类似物。步骤(c)中的所述路径可以对于标准(诸如测量速度、路径长度、坐标定位设备的加速度约束等)被优化。

[0047] 本发明的又一方面提供一种用于产生路径的计算机程序,当测量装置测量部件时其沿着所述路径移动,所述计算机程序包括代码,当在计算机上实施所述代码时,适于执行以下步骤:(a) 输入部件的几何模型;(b) 在所述部件的几何模型的表面上产生多个点;(c) 产生用于测量每个点的测量装置的多个方位;(d) 为了测量所述多个点,产生用于测量装置的优化路径,确定位置和方位。优选地,所述计算机程序被设置在载体上,诸如CD、U盘或其它介质,当所述载体被安装在计算机中时实施本发明。所述计算机程序还可以直接从因特网上下载。所述计算机程序可以具有以下附加步骤:输出优化路径、显示所述优化路径或者在存储器中储存所述优化路径。

附图说明

[0048] 本发明的优选实施例将借助例子并参考附图描述,其中:

[0049] 图1示出了工件安装在其上的CMM;

[0050] 图2示出了用于安装在图1的CMM上的铰接扫描头部;

[0051] 图3是流程图,其大概示出了本发明的方法;

[0052] 图4是在选择表面上产生多个点的方法的流程图;

[0053] 图5示出了在周期表面上的螺旋测量轮廓;

[0054] 图6A-C示出了分别在NURBS表面上的基于正弦波的曲面测量轮廓、鲨鱼齿和方形波轮廓;

[0055] 图7示出了用于两个环形表面的曲面测量轮廓;

[0056] 图8A-8D示出了用于三个环形非周期表面的不同的曲面测量轮廓;

[0057] 图9是用于在平坦表面上产生测量轮廓的替代方法的流程图;

[0058] 图10示出了正弦波曲面测量轮廓,其平行于圆柱的平坦表面但是与之偏离;

[0059] 图11示出了图10的圆柱,其中所述测量轮廓投射在其平坦表面上;

- [0060] 图 12 是用于在圆柱表面上产生表面轮廓的流程图；
- [0061] 图 13A 显示了绘制在圆柱内腔内侧的螺旋测量轮廓；
- [0062] 图 13B 显示了投射在图 13A 的内腔表面上的螺旋测量轮廓；
- [0063] 图 14 是用于在一般表面上产生表面测量轮廓的流程图；
- [0064] 图 15 是一种方法的流程图,所述方法产生对于每个点产生测量装置的多个方位；
- [0065] 图 16 示出了 Dijkstra 算法应用于优化路径的产生；
- [0066] 图 17 示意性地示出了沿测量路径测量探头相对于待测量制造品的不同方位的计算；以及
- [0067] 图 18 示意性地示出了沿着测量路径测量探头相对于制造品的确定方位。

具体实施方式

[0068] 图 1 示出了测量装置,其形式为安装在坐标定位设备上的测量探头 28。在该实施例中,所述坐标定位设备包括安装在 CMM14 上的铰接探头头部 16。待测量工件 10 被安装在 CMM14 的工作台 12 上,并且铰接探头头部 16 被安装在 CMM14 的主轴 18 上。所述主轴可以以已知方式通过电机相对于工作台沿三个方向 X、Y、Z 被驱动。所述 CMM 由电机和传感器提供以便提供并测量沿每个轴线的运动。该布置在国际专利申请 No. W090/07097 中被进一步描述。所述铰接探头头部使得安装在其上的探头或触针围绕两个正交轴旋转。因此安装在铰接探头头部上的探头或触针可以关于这两个轴倾斜地定方位,同时所述铰接探头头部可以通过坐标定位机定位在机器工作空间内的任何位置。这种铰接探头头部给坐标定位机提供了更大的扫描自由度,原因是铰接探头头部可以沿许多不同方位定位所述探头或触针。

[0069] 如图 2 所示,所述铰接探头头部 16 包括由基部或壳体 20 形成的固定部,所述壳体 20 支撑作为轴 22 形式的可移动部,所述轴 22 可以通过电机 M1 相对于壳体 20 围绕轴线 A1 旋转。所述轴 22 被固定至另一壳体 24,所述另一壳体 24 进而支撑轴 26,所述轴 26 通过电机 M2 相对于壳体 24 围绕与轴线 A1 垂直的轴线 A2 旋转。

[0070] 具有触针 29 的探头 28 被安装在所述铰接探头头部上,所述触针具有工件接触尖端 30。这种布置使得铰接探头头部的电机 M1、M2 能够关于轴线 A1 或 A2 倾斜地定位所述工件接触尖端,并且 CMM 的电机能够将铰接探头头部线性地定位在 CMM 的三维坐标框架中的任何地方,以便使得触针尖端与被扫描的表面呈预定关系。

[0071] 在 CMM 上设置线性位置传感器(未示出),用于测量铰接探头头部的线性位移,并且角度位置传感器 T1 和 T2 被设置在铰接探头头部中,用于测量触针关于相应轴线 A1 和 A2 的角位移。

[0072] 测量控制器 32 将驱动信号发送给坐标定位设备(例如 CMM 和铰接探头头部)的电机以便控制它们的运动并且从坐标定位设备(例如 CMM 和铰接探头头部)和测量装置(例如测量探头)接收输入。所述控制器 32 可以是定制装置或计算机上的软件。

[0073] 所述测量装置可以是测量探头,诸如具有触针的接触探头,所述触针具有工件接触尖端。接触探头的已知类型包括接触促发探头,其中触针的偏离造成输出,所述输出将坐标定位设备的位置闭锁在发生促发的地方。已知接触探头的另一类型是扫描探头,其中探头中的传感器测量触针偏离的量。所述测量装置还可以包括非接触探头(例如,光学、电感和电容探头)以及诸如照相机等装置。

[0074] 当要测量工件时,必须规划测量装置将要遵循的运动路线。

[0075] 在与测量控制器 32 通信的软件 34 中设计运动路线。所述测量控制器和软件可以在相同装置(即,相同的 PC 机、机器控制器或定制装置)或不同装置上运行。

[0076] 将参考图 3 大体描述运动路线的设计方法。在第一步,工件的几何模型(诸如 CAD 模型)被装载在路径设计软件中 40。所述模型可以例如包括边界表示(B-Rep)或者多边形模型,正如在下面的实施例中更详细描述。对于几何模型产生部件坐标系统并且所述部件坐标系统与将来用来测量工件的坐标定位设备的坐标系统对齐 42。以这种方式,所述模型实际上被放置在坐标定位设备的工作台上。

[0077] 所述软件允许用户选择待测量几何模型的一个或多个表面 44。CAD 模型的使用使得可以显示模型的面列表,所述面列表可以被选择和/或排除以便包含在测量计划中。B-Rep 模型已经具有有限面,而这些面必须首先从非参数化模型(诸如多边形模型)中产生。

[0078] 一旦已经选择几何模型的表面,则在每个表面上产生多个点 46。这些点被设置在将使用测量装置进行测量的地方并且所述点是测量路径的一部分。所述多个点可以作为表面测量轮廓的一部分被接收,它们单独由用户选择,或者如下更详细描述基于表面的几何模型由软件 34 自动产生。

[0079] 对于每个表面点,所述软件 34 产生测量装置的多个可能的方位和/或位置 48,这使得可以测量表面点 48。

[0080] 所述软件然后产生供测量装置遵循的优化路径,从而允许每个表面点的测量 50。所述测量路径可以对于不同因素(例如速度、距离、加速度约束等)被优化。

[0081] 现在将参照图 4 的流程图更加详细地描述在选择表面上自动产生多个测量点的步骤,所述测量点组成测量路径。所述测量路径通常还称为测量轮廓。

[0082] 确定所选择表面的表面参数 54,其给出诸如表面是周期性的还是具有环形等信息。如果所述几何模型为 B-Rep 形式,则所述方法特别适用,因为表面参数被包括在模型中。

[0083] 一旦所选择表面的表面参数已经被确定,则所述表面可以被识别为特定表面类型,并且适用于所述表面类型的测量轮廓可以在所述表面上产生。

[0084] 图 4 的流程图显示了一种方法,其根据表面类型产生测量路径。

[0085] 从所选择的表面的表面参数确定所述表面是周期性的 56。如果所述表面是周期性的,则适用于所述周期表面的测量路径被选择 58,例如用于圆柱表面的螺旋图案。当多余一个的测量路径可获得时,对于表面可以应用缺省的测量路径或者可以允许用户选择他们自己喜欢的测量路径。

[0086] 图 5 显示了涡轮叶片 72,其在环形边界 74、76 之间具有周期表面。环形是确定面边界的边缘的线路。显示了螺旋形测量路径 78。

[0087] 如果表面是非周期的,就确定表面有多少面环形。环形是封闭边缘的 B-Rep 术语。根据有一个、两个或多个环形,可以产生不同的测量路径。图 4 显示了对于具有一个环形的表面 60,合适的测量路径被产生 62,例如基于正弦波的单个曲面测量路径。

[0088] 图 6A-C 显示了在典型 NURBS(非均匀旋转 B 样条曲线)表面 72(例如涡轮叶片的面)上的测量路径。所述表面具有带有环形边界 80 的单个环形。在图 6A 中,显示了基于

正弦曲线 82 的曲面测量路径。图 6B 显示了基于“鲨鱼齿”81 的曲面测量路径,图 6B 显示了基于方形波 83 的测量路径。也可以使用替代的曲面轮廓。

[0089] 图 4 显示了对于具有两个环形的面 64,在两个环形之间产生合适的测量路径 66。图 7 显示了具有两个环形边界 80、86 的典型 NURBS 表面 72(例如涡轮叶片的面)。在所述环形边界之间显示了曲面测量路径 88。

[0090] 如果有多于两个的环形,则所述表面可以被分隔成各个区域,使得每个环形具有它所属的相关区域 68。对于每个区域产生合适的表面测量路径 70。图 8A-8D 显示了具有三个环形边界 80、90、92 的典型 NURBS 表面 72(例如,涡轮叶片的面)。在图 8A 中,分隔线已经被产生 94 以便产生两个与图 7 所示相当的区域 96、98。区域 96、98 分别包含环形 90、92。在每个区域 96、98 中显示了曲面测量路径 99。可以应用其它替代策略产生其它测量路径,例如图 8B 显示了在整个表面上的“鲨鱼齿”曲面测量路径 101,图 8C 和 8D 显示了曲面测量路径 103 的不同布置。

[0091] 图 6、7 和 8 显示了基于正弦波的曲面测量路径。然而,可以使用其它测量路径。另外,对于每个表面或者区域可以产生一组离散的测量路径。

[0092] 一旦已经产生了所述测量路径,就可以按选择的频率沿着所述路径产生一组表面点。

[0093] 下面参考图 9-14 描述在每个表面上产生测量路径的替代方法。所述方法尤其适用于多边形模型,但是可以用于其它格式的一般几何模型,包括 B-Rep。因为多边形模型没有被参数化,所以模型的表面必须应用技术被识别,所述技术在这里不再进一步被描述。

[0094] 图 9 是在平坦表面上产生测量轮廓的方法的流程图。一旦已经选择平坦表面 123,则产生面对准边界盒 124。穿过所述边界盒的面产生一测量路径 126(在该例子中是基于正弦波的曲面路径),所述边界盒的面与所述平坦表面的面平行。应用边界盒的面的法线,测量路径的每个点被投射至平坦表面的平面 128。从所述测量路径移除与平坦表面的面不接触的点。所述软件确定点是否已经被移除 130。

[0095] 如果已经移除了点,那么对于测量路径的每段,就确定是否产生了无碰撞路径 134 以连接各段。所述轮廓段或者通过沿着所述表面的路径直接连接 136(如果可能的话),或者通过偏离表面的路径连接 138。从而产生合成的表面测量路径 132。

[0096] 图 10 和图 11 显示了以这种方式建立在圆柱的平坦表面上的测量路径。在图 10 中,显示了在与圆柱 144 的平坦表面 142 平行但是偏离的平面上绘制曲面轮廓 140。在图 11 中,曲面路径 145 被绘制在平坦表面 142 上。已经通过沿着所述表面的路径 148 和偏离表面路径 150 改变所述测量路径,所述路径 148 和 150 连接所述测量路径的各段。

[0097] 图 12 是流程图,其用于在诸如圆柱面的周期面上产生测量路径。首先选择所述周期面 150,并且产生周期性测量路径(诸如螺旋)152,对于外圆柱,所述螺旋比所述圆柱面更大,对于内圆柱,所述螺旋比所述圆柱面更小。与前面一样,螺旋的每个点被投射到所述圆柱上。从螺旋移除不与所述表面接触的点 154。所述软件确定是否已经移除了点 156。

[0098] 与前面一样,当移除点时,产生一条路径以便连接所述测量路径的各段。确定是否在测量轮廓的各段之间产生无碰撞线性路径 160。如果可以,则产生一条线性路径以便将各段连接在一起 162。否则,所述各段可以通过偏离表面路径被连接 164。从而产生合成表面测量路径 158。

[0099] 图 13A 和 13B 显示了在圆柱的内圆柱面上产生的测量路径。图 13A 显示了绘制在圆柱 144 的内腔 168 内部的螺旋路径 166。图 13B 显示了投射在腔表面上的螺旋 170, 其中路径改型 172 和偏离表面路径 174 越过表面断裂连接测量路径的各段。

[0100] 图 14 是用于在整体表面上设计路径的流程图。正如可以看见的, 图 14 的大部分步骤与图 9 和图 12 的相同, 显示了在平坦面和圆柱面上设计的路径。然而, 在步骤 176 中, 用户选择一未知事实, 在步骤 178 中, 用户选择测量路径, 而不是对于所述表面类型选择缺省路径。例如, 除了人工建立的轮廓之外, 可以选择直线、曲线和螺旋路径。步骤 180-190 与图 12 中的步骤 154-164 类似。

[0101] 正如参照图 4-8 所描述的方法, 所述测量路径可以被用来产生一系列表面点。

[0102] 一旦已经产生所述测量路径 (图 3 中的步骤 46), 则可以产生沿着所述测量路径的探头 28 的多个方位 (图 3 中的步骤 48)。下面参照图 15 描述对于每个点产生测量装置的多个方位的方法。

[0103] 在第一步, 产生一系列表面点 102, 例如与参照图 4-8 和图 9-14 描述的方法相同。

[0104] 检查每个表面点以便确保探头 28 的表面检测区被定位成与所述表面点成位置检测关系, 同时探头 28 与工件的其他面不碰撞 104。对于接触探头, 所述表面检测区是探头尖端, 并且当它与所述点接触时它与所述点成位置检测关系。对于非接触探头, 所述表面检测区可以包括与所述测量装置偏离的点或平面, 所述测量装置优选地定位在进行最佳测量的表面, 例如光学探头的焦点。

[0105] 在下一步, 在表面点之间产生所述表面检测区域的所需运动 106。所述表面检测区域的运动被检查以便确保在移动期间所述表面检测区域保持在工件的表面上 108, 并且没有发生与工件其它表面的碰撞 110。

[0106] 下一步, 计算坐标定位设备的位置以便将所述探头 28 的表面检测区域定位成与所述表面点成位置检测关系 112。对于每个表面点产生多个坐标定位装置位置, 对于每个位置表面检测区域在表面点, 但是探头 28 定位在不同的方位。在坐标定位设备包括安装在定位设备上的铰接探头头部的情况下, 计算不同的探头头部角度 (A1 和 A2 角) 以便提供不同的探头 28 方位。术语探头头部角度涉及探头头部围绕 A1 和 A2 轴保持测量装置的角度。

[0107] 不同探头 28 方位的产生可以受到部件参数的影响, 诸如表面的主轴线及其周期性。例如, 诸如腔的内圆柱表面沿着其中心具有主轴线并且是周期性的。所述主轴线确定了探头 28 的方位的优选轨迹。

[0108] 这等同于基于数学功能产生运动路线的方法。例如, 对于诸如腔的周期性表面, 可以通过围绕 A1 轴线振动铰接探头头部并同时沿着腔的主轴线移动铰接探头头部而产生运动路线。

[0109] 当应用这种功能性方法时, 探头 28 的可能方位可以是受限的, 例如在确定的平面或圆锥内。

[0110] 当诸如主轴线和周期性等工件参数得不到时, 则可以产生探头 28 的一组随机方位。与它们的产生方法无关, 探头的方位必须是“合法的”。当没有碰撞时可以认为方位是合法的。用于确定方位是否合法的其它因素也可以包括探头是否在机械约束 (诸如坐标定位设备的典型工作空间以及它的附带获得构造空间) 之内。用于确定方位是否合法的因素可以进一步包括所述方位是否违反任何构造约束, 诸如探头与表面法线之间的角度。

[0111] 检查测量装置的每个方位以便看它是否将探头或坐标定位设备放置成与工件或测量空间内的任何其他部件碰撞。无碰撞方位被保持并且被用来产生优化运动路线,同时拒绝其它方位。

[0112] 在已经通过沿着优选头部轨迹产生头部角度而初始约束探头头部运动的情况下,任何发现的碰撞均具有“松弛”所述路径的效果,因为会产生与那些优选头部角度偏离的其它探头构造。通过碰撞检查将类似地影响基于功能的方法。

[0113] 产生探头 28 的无碰撞方位,直至获得所需数目,或者直至达到产生重复的最大数目。前者具有在实际时间框架内实现广泛方位产生的优点。后者约束具有防止系统进入方位产生环的优点,所述方位产生环由不可到达(即,探头不能实际接近所述点)并因此不可测量表面点引起。

[0114] 参照图 17 示意性地显示了测量点处探头方位的计算,图 17 显示了将要由探头测量的制造品的 CAD 模型 33。已经例如应用上述方法计算了测量路径 35,制造品将要沿着所述测量路径 35 被测量。作为代表探头尖端的第一球 39、代表触针的圆柱 41 以及代表探头头部的第二球 43,用于测量制造品的探头被抽象地表示在 CAD 模型 37 中。对于沿着所述测量路径的多个点,所述软件相对于制造品的 CAD 模型 33 产生探头 28 的 CAD 模型 37 的多个不同方位。

[0115] 例如,对于第一测量点 A,在相对于制造品的 CAD 模型 35 的第一计算方位 37a、第二计算方位 37b 和第三计算方位 37c,显示探头的所述 CAD 模型 37。如图所示,对于三个方位的每一个,探头尖端 39 在制造品的 CAD 模型 33 的表面上处于相同的点。因此,通过有效地相对于制造品的模型 33 重新定位探头的头部 43 的模型来实现不同的方位。对于三个显示的方位,只有第一方位 37a 是合法的,因为在其它两个方位 37b 和 37c 探头的 CAD 模型 37 的至少一部分处于与制造品的 CAD 模型 33 碰撞的状态。处于碰撞的部分由虚线 45 显示。因此,在这种情况下,软件在三个确定方位中只能选择第一方位 37a。

[0116] 而且,对于第二测量点 B,探头的 CAD 模型 37 被显示相对于制造品的 CAD 模型 35 处于第一计算方位 37d、第二计算方位 37e 和第三计算方位 37f。如图所示,对于三个方位的每一个,探头尖端 39 位于制造品的 CAD 模型 33 的表面上相同点。因此,通过相对于制造品的模型 33 重新定位探头的头部 43 的模型而实现不同的方位。对于三个所示方位,第一方位 37d 和第二方位 37e 是合法的,但是第三方位 37f 不合法 - 在第三方位 37f 探头的 CAD 模型 37 的一部分处于与制造品的 CAD 模型 33 碰撞的状态(由虚线 45 显示)。因此,在这种情况下,所述软件可以在第一方位 37d 和第二方位 37e 之间选择以使用于最终运动路线。下面将更加详细地描述软件如何在这些方位之间选择的并且可以例如取决于性能因素。

[0117] 为了简单和清楚显示起见,结合图 7 仅仅显示了对于几个测量点的少数方位。然而,正如可以理解的,对于沿着路径的每个测量点,可以相对于制造品的 CAD 模型 33 计算探头 CAD 模型 37 的更少或更多方位。另外,可以对于沿着测量路径 35 的更多测量点确定方位。

[0118] 一旦已经产生探头 28 的足够数目的方位,则产生对于探头 28 的最佳运动路线(见图 3 的步骤 50)。对于每个表面点所述运动路线连接多个探头 28 方位的其中一个。对于不同标准(例如对于探头 28 的最短或最快路径)可以优化探头 28 的运动路线。

[0119] 尤其是,对于不同的轴线所述坐标定位设备可以具有不同的惯性偏斜特征,并且基于每个轴线的已知惯性偏斜特征所述路径可以被优化以便限制系统不同部分的加速度,从而对于给定的所需精度可以获得最佳速度。对于坐标定位设备包括安装在 CMM 上的铰接探头头部的情况,所述铰接探头头部可以比 CMM 更硬,从而在加速度下比 CMM 弯曲得更少。因此所述运动路线可以通过最小化 CMM 的加速度从而减少弯曲而被优化。

[0120] 可以使用不同方法来优化运动路线,例如 A* 检索、Floyd-Warshall 算法、Johnson 算法和 Bellman-Ford 算法以及 Genetic 算法。所有都是公知的并且不再进一步描述。

[0121] 在优选实施例中, Dijkstra 算法被使用,并且下面将更详细地描述它。这是公知的计算量复杂的算法,它能够通过采取源节点并且在源节点与所有其他节点之间计算边缘重量来确定最短路径。每个边缘的重量是描述应用它的期望度的值,其中最低值表示最期望的节点对连接。一旦发现最期望节点对连接,则从以第二节点等重复的组和过程中移除所述第一节点。

[0122] 下面参照图 16 描述 Dijkstra 算法应用于本发明的运动路线优化。

[0123] 图 16 显示了在表面测量路径上的四个表面点 200、202、204、206。对于每个表面点 202-206,已经产生了许多不同的合法探头方位,每个方位作为一个节点。图 16 显示了对于每个表面点代表探头方位组的一组节点。例如,表面点 202 具有三个探头方位 202A、202B、202C。对于不同的表面点,可能的探头方位的数目是不同的。所有可能的测量装置方位(节点)通过边缘(由连接节点的线条 208 表示)连接,并且每个边缘 208 上的重量 210 已经被计算作为节点对之间移动的成本。所述“成本”依赖于应用量度。

[0124] 根据支配路径优化的因素来选择用于分配期望重量的应用量度。可能量度的例子包括计算需要用来在开始点与结束点之间移动探头的时间以及计算为了定位测量装置由坐标定位设备移动的距离。通过这种方式,对于不同因素可以优化运动路线,诸如最短或最快运动路线。

[0125] 还可以使用其他成本量度,诸如重视运动路线以便减小坐标定位设备(诸如 CMM,此时所述坐标定位设备包括安装在 CMM 上的铰接探头头部)部件的加速度。

[0126] 每个节点下方的盒 212 中的数值是从前一节点移至那个节点的最少成本。因此,被选择的所述运动路线例如可以是这样的运动路线,其在最后点的任何节点上具有最少成本。这被显示为粗线路径 114。

[0127] 图 18 提供了在多个离散测量点处,沿着待测量制造品测量路径的一部分探头的确定运动路线的示意性 CAD 模型图。特别地,通过探头的 CAD 模型 37 显示了沿着制造品的 CAD 模型 33 的测量路径 35 在多个测量点的每一个处所选取的探头的方位。正如将要理解的,可以作为运动路线的一部分计算在比图示更少或更多测量点处探头的方位。

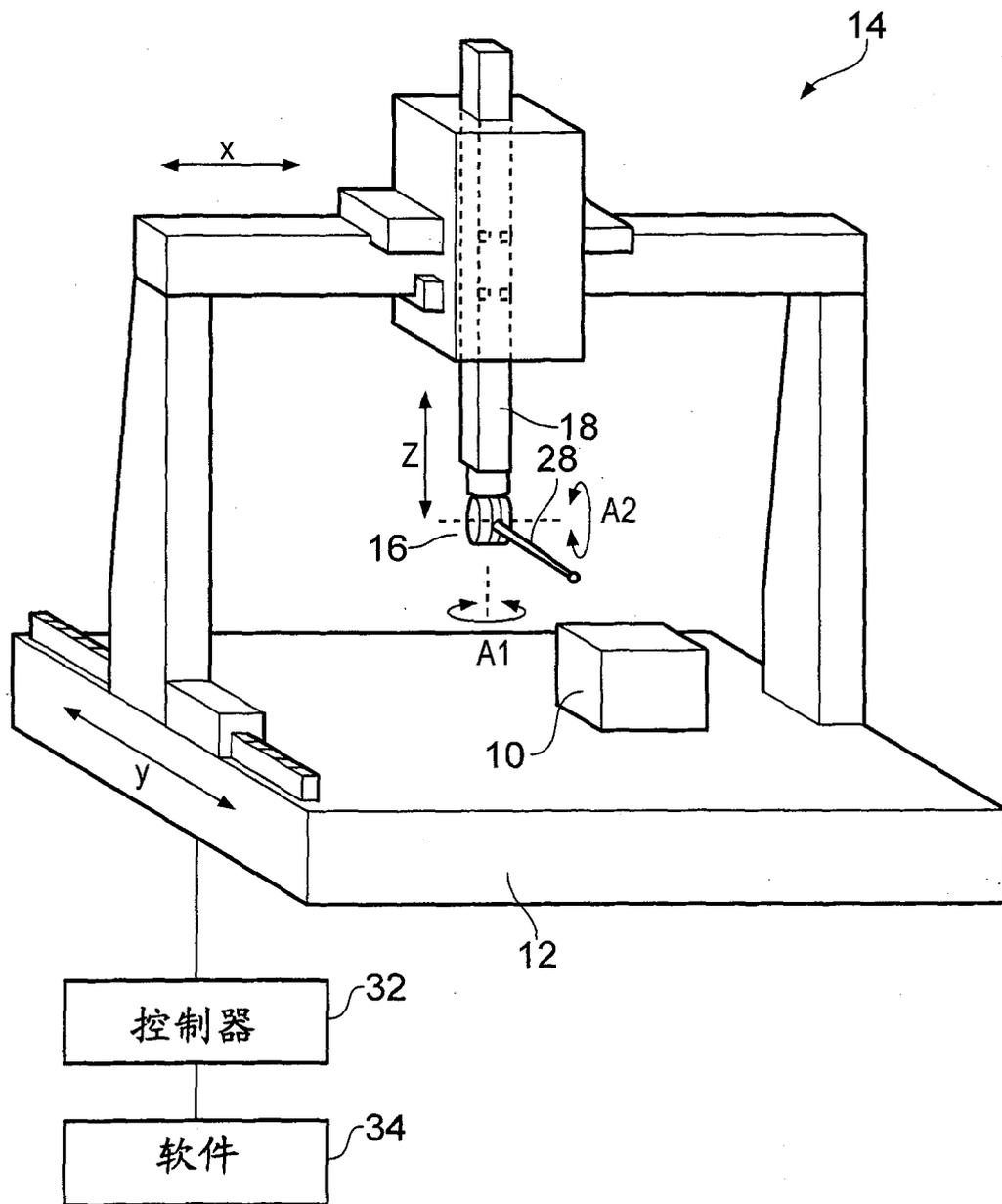
[0128] 正如将要理解的,本发明的方法产生直观 CAD 模型不是必须的,所述 CAD 模型显示了各种可能的方位(例如如图 17 所示)或者最后确定的运动路线(如图 18 所示)。相反,已经提供图 17 和 18 以便仅仅辅助描述如何在一个特定实施例中实施本发明的方法。然而,正如将要理解的,提供制造品的 CAD 模型与探头的 CAD 模型之间的直观关系表示可以是本发明的一个可选特征。这可以例如帮助用户评估确定的运动路线。

[0129] 在所描述的实施例中,所述探头被安装在与 CMM 主轴相当的安装结构上。本发明还适于用来设计安装在其他类型机器上的测量装置的运动路线。例如,所述探头可以被安

装在检查机器人的远端,所述检查机器人例如可以包括具有数个铰接关节的机器臂。

[0130] 在所描述的实施例中,假定移动探头。然而,正如将要理解的,本发明还可以应用于在移动探头的同时移动工件或者不移动探头只移动工件的实施例。例如,所述工件可以被安装在定位设备的可移动主轴上。可选地,所述工件可以被安装在能够旋转和 / 或相对于探头重新定方位的工作台上。

[0131] 而且,所描述的实施例涉及用于测量制造品的测量装置和操作。正如将要理解的,本发明还可以被用于为其他类型的装置产生运动路线数据,例如用于对制造品进行机加工的工具。例如,本发明可以被用于在铣削操作过程中确定铣削工具的运动路线。例如,可以接收表示越过制造品表面的路径的路径数据以及代表所述切削工具的几何数据,切削工具沿着所述路径切削特征(例如槽),并且所述方法可以被用来确定如何在切削工具沿着切削路径移动的同时定切削工具的方位。



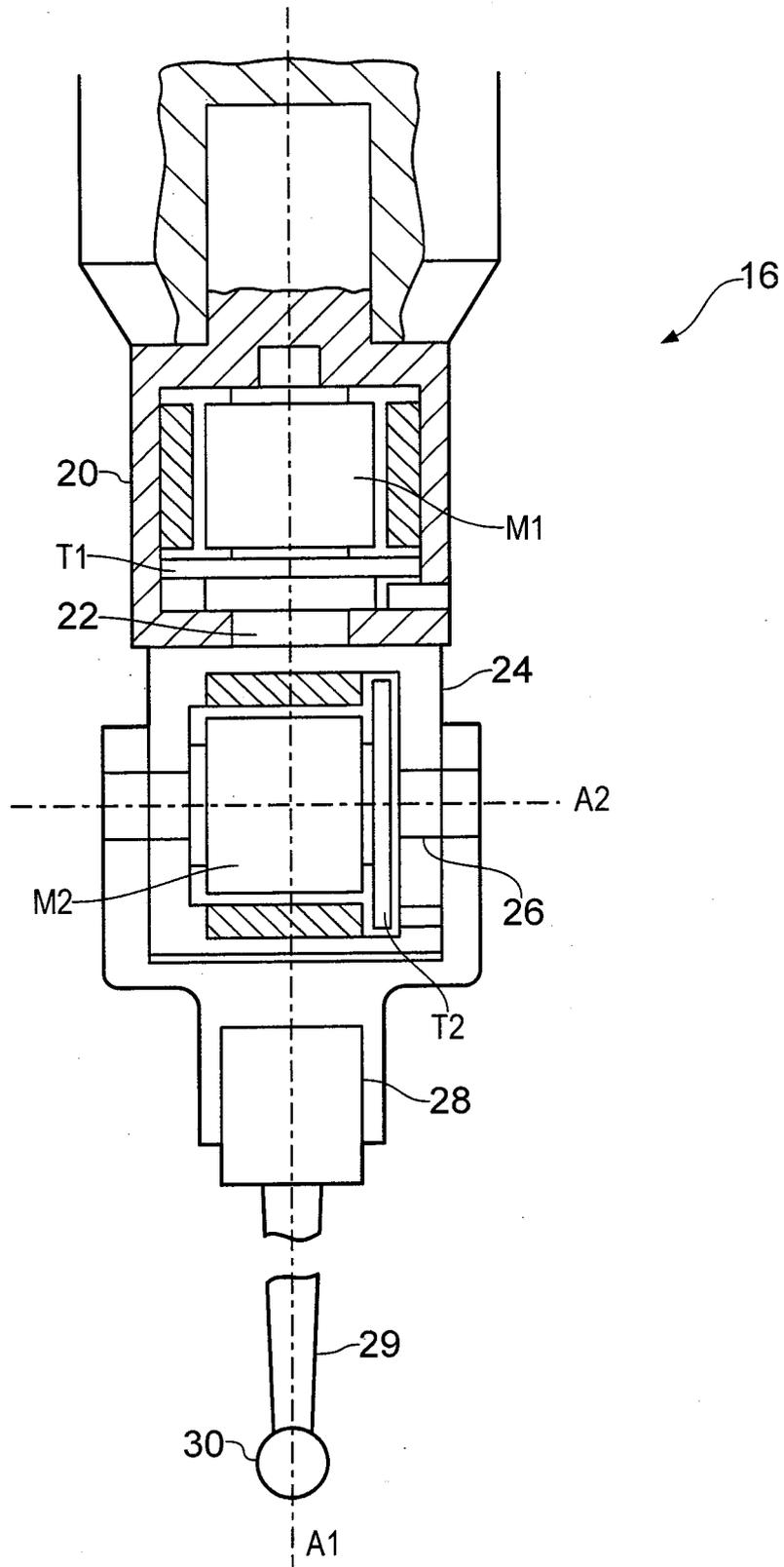


图 2

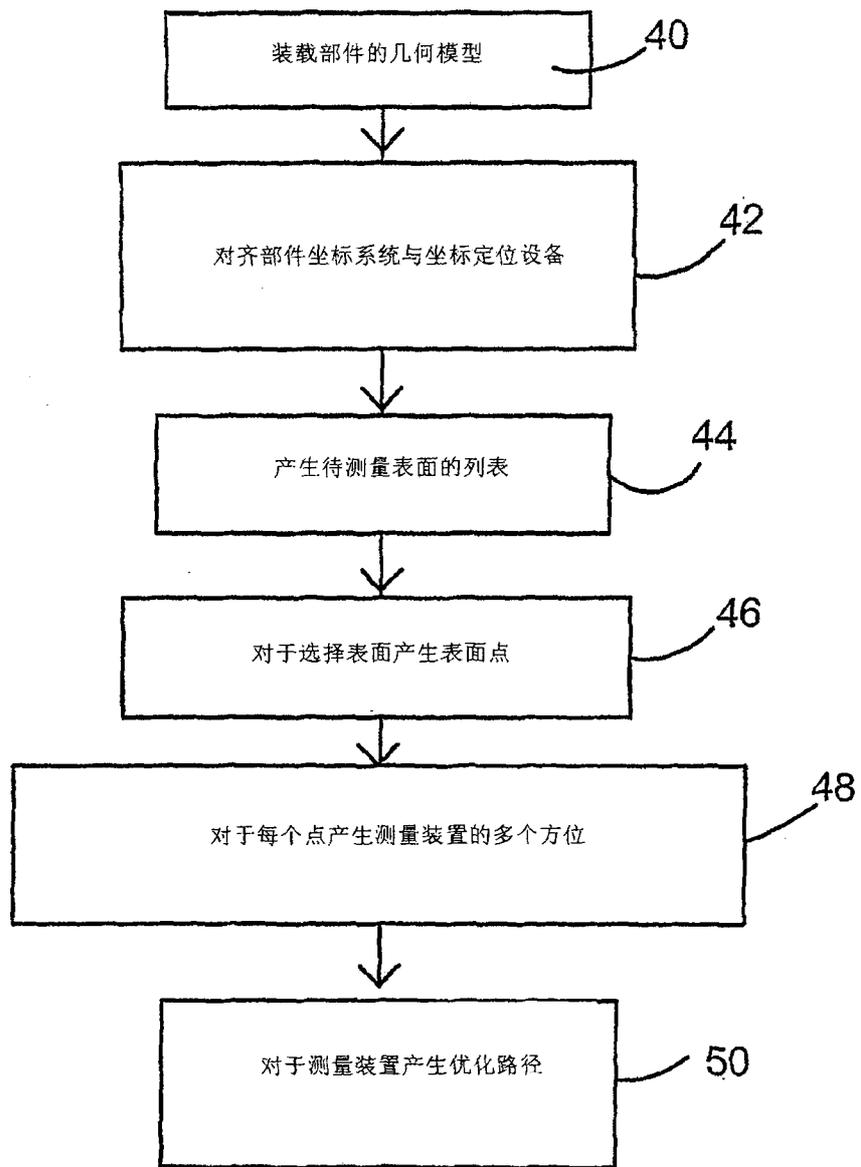


图 3

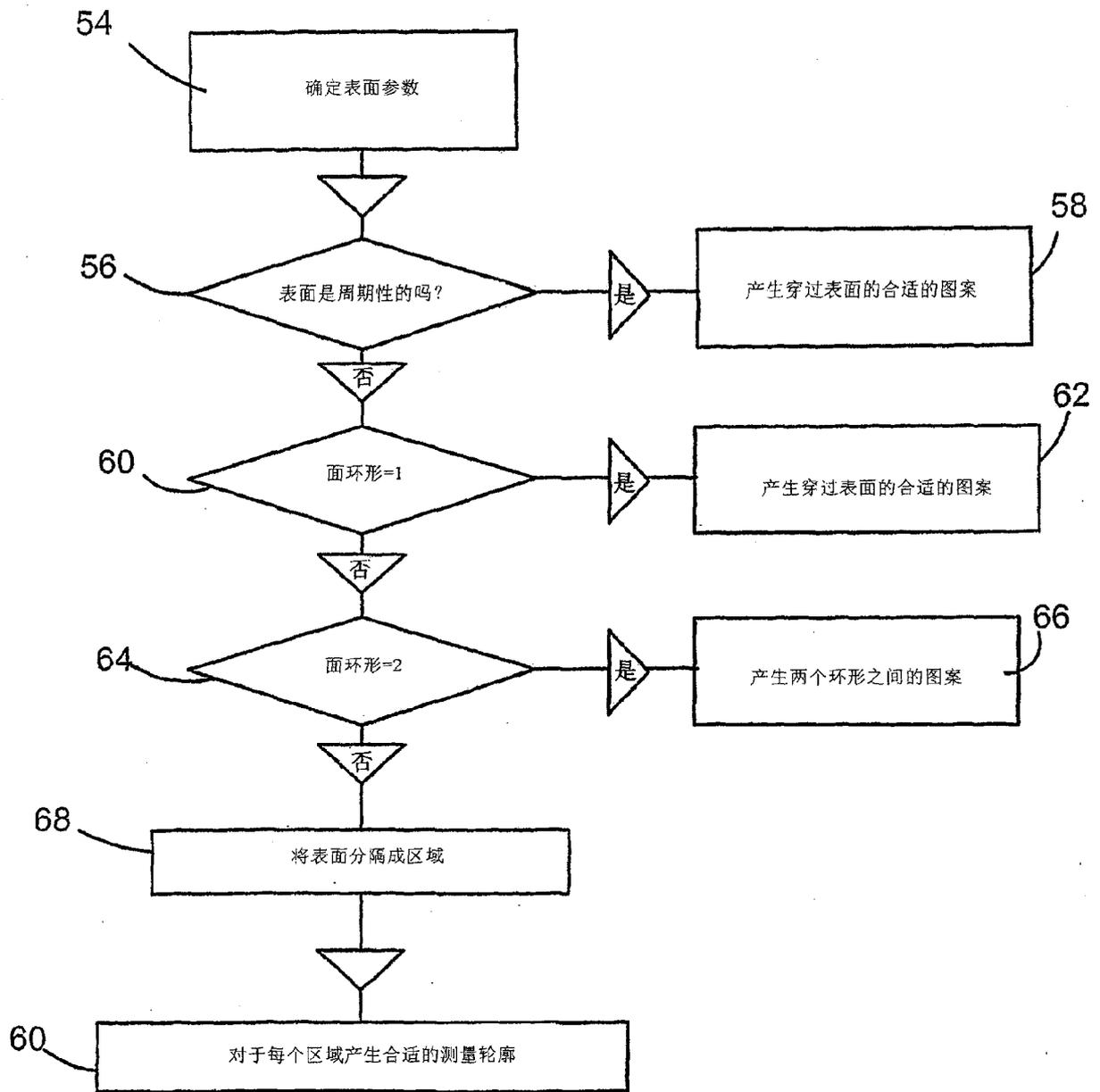


图 4

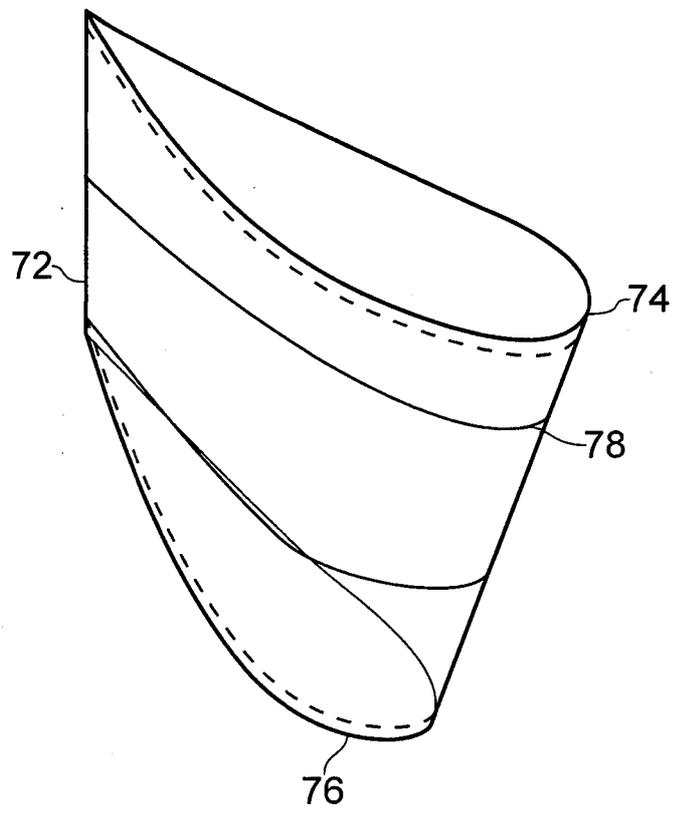


图 5

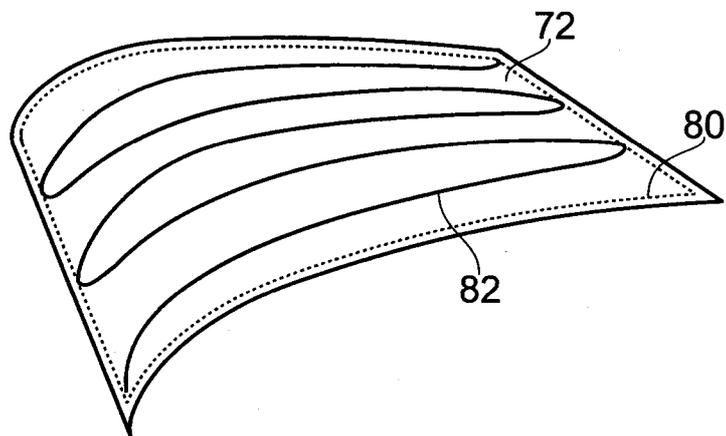


图 6A

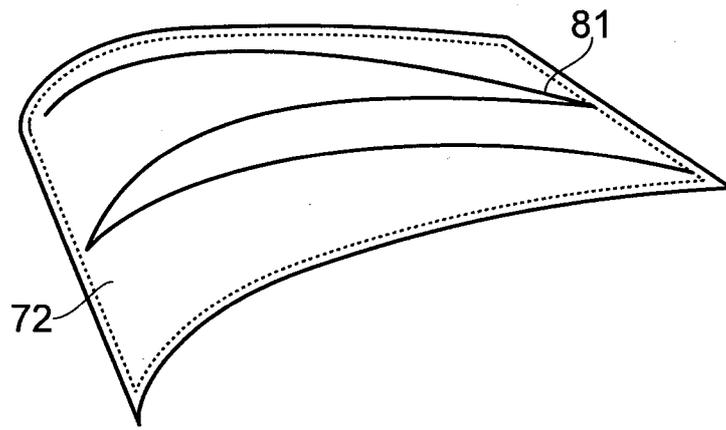


图 6B

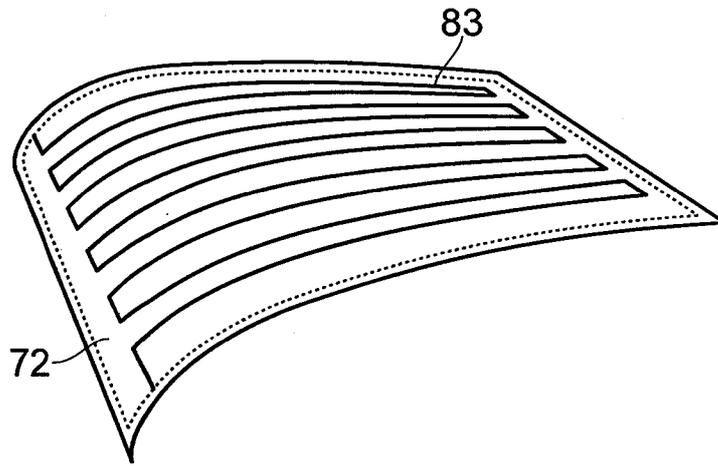


图 6C

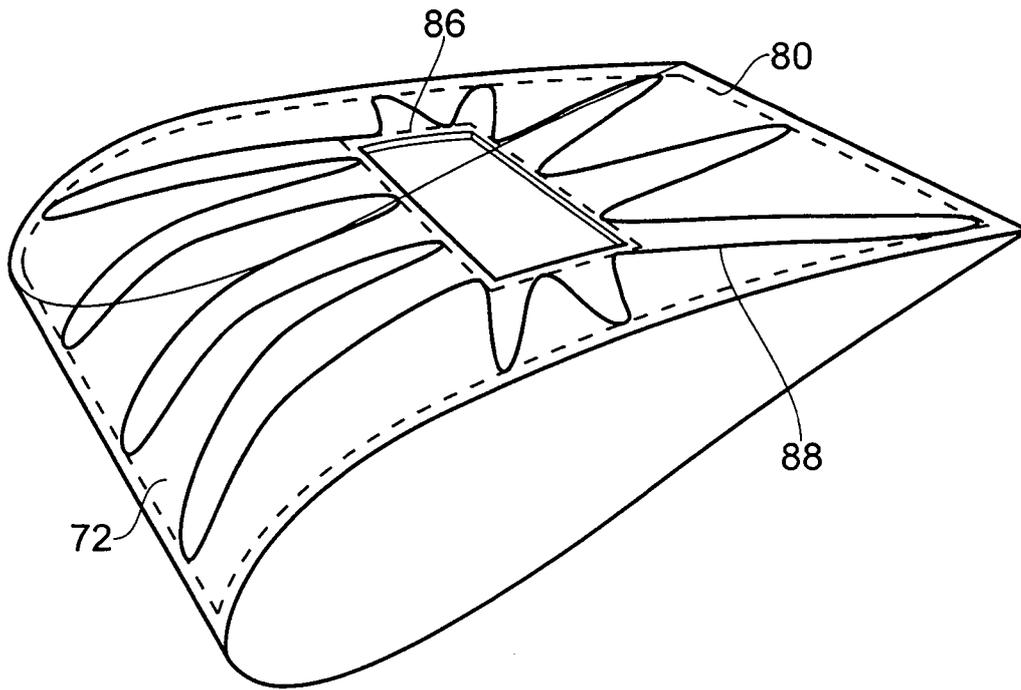


图 7

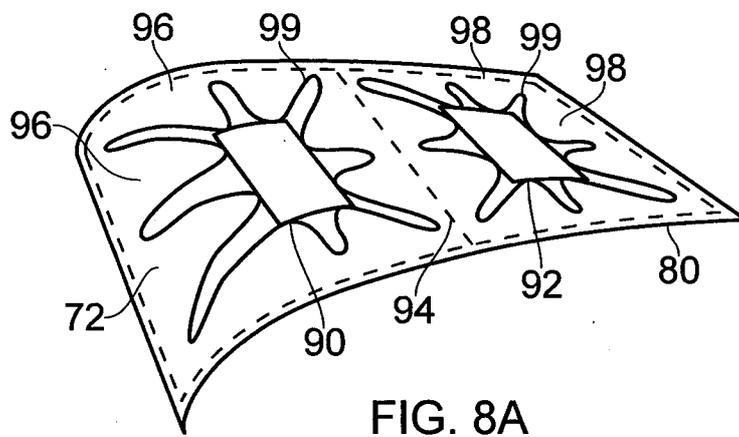


FIG. 8A

图 8A

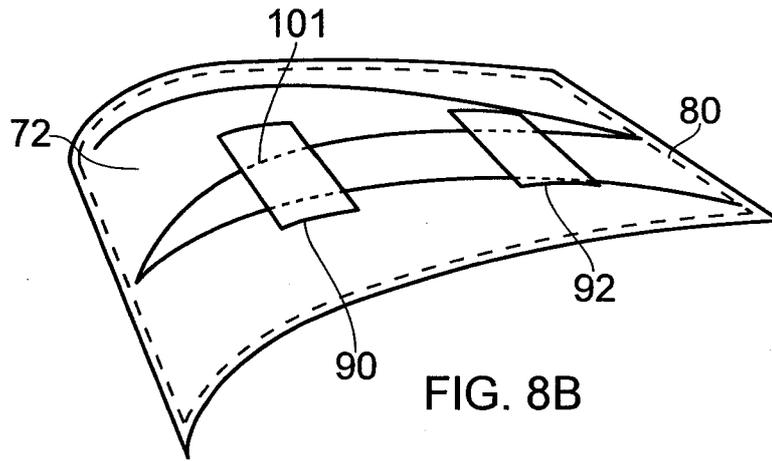


图 8B

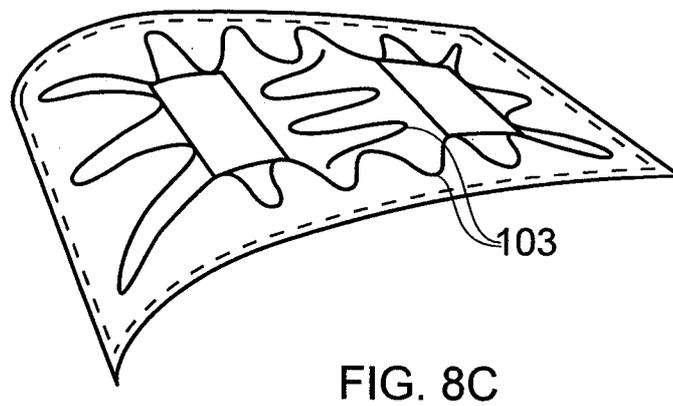


图 8C

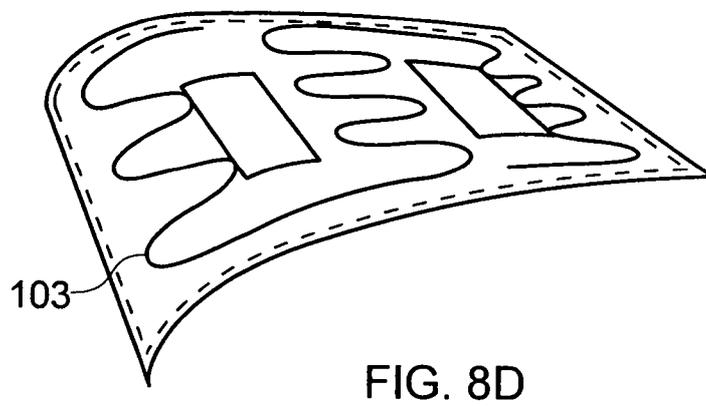


图 8D

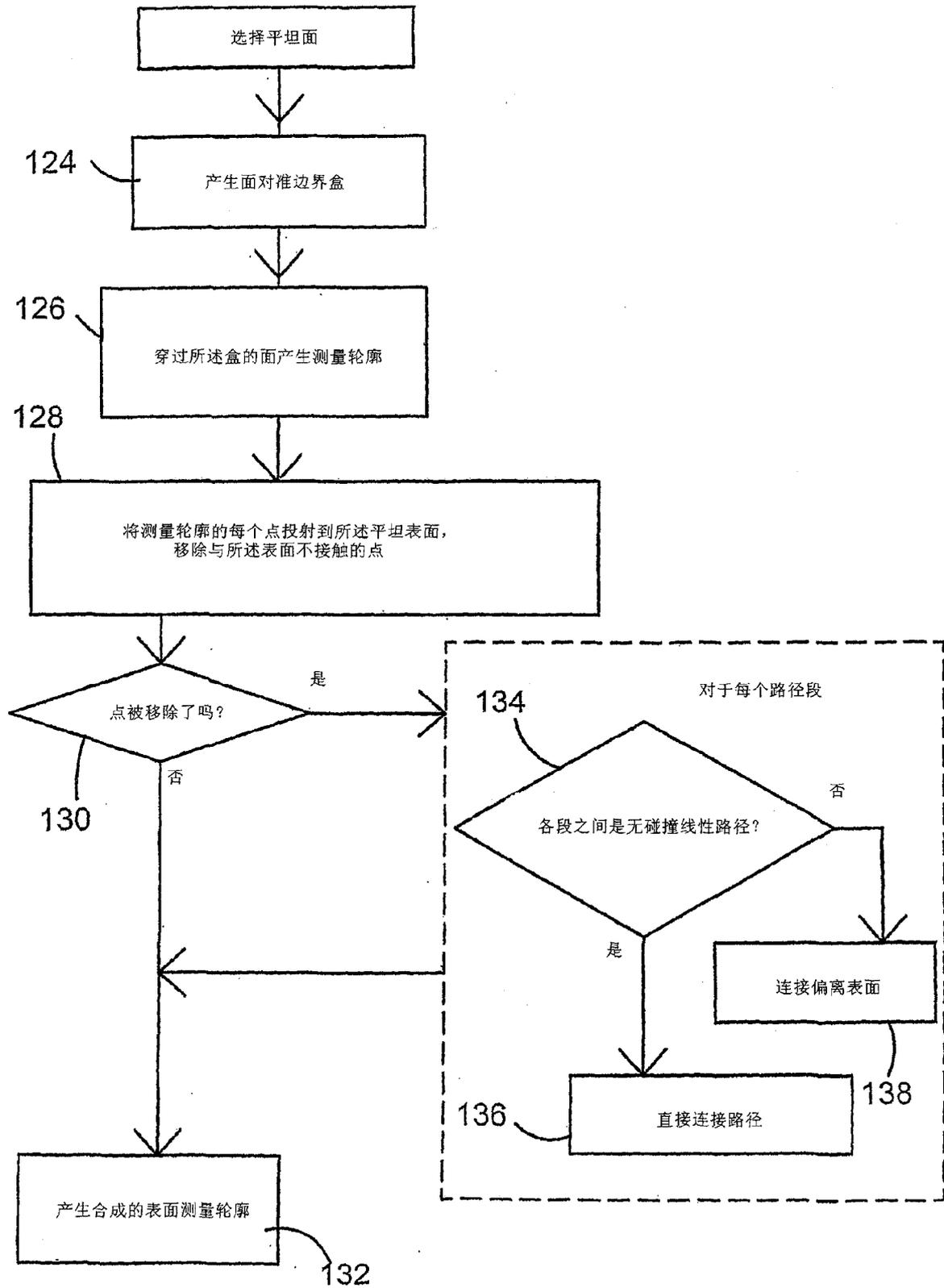


图 9

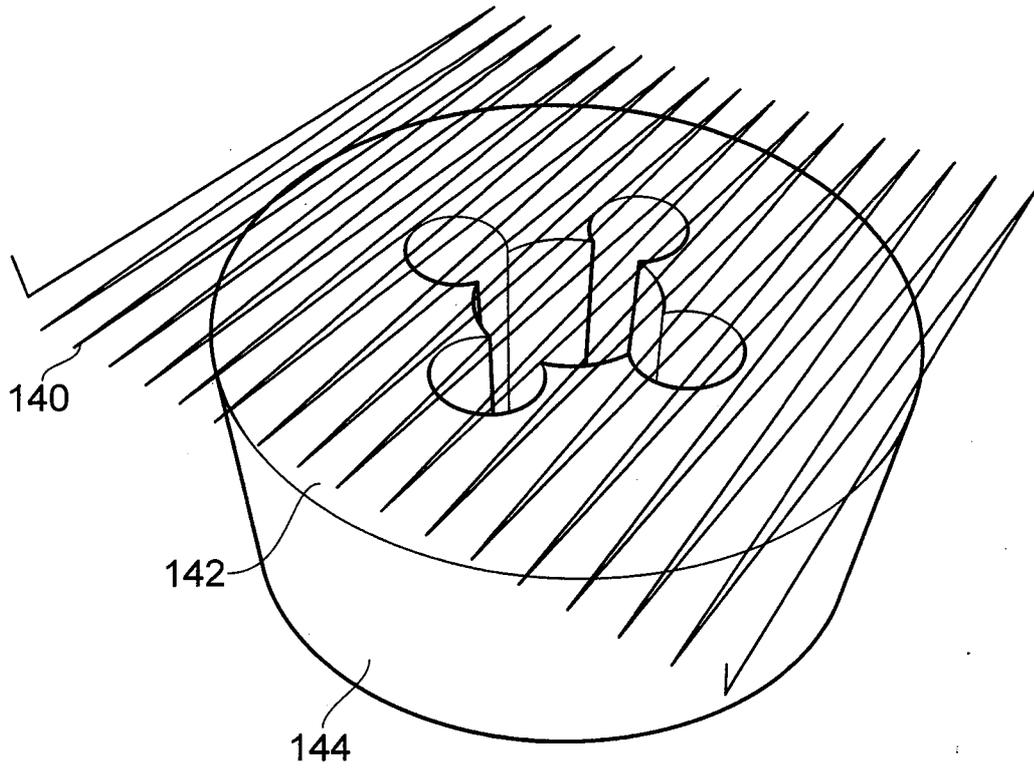


图 10

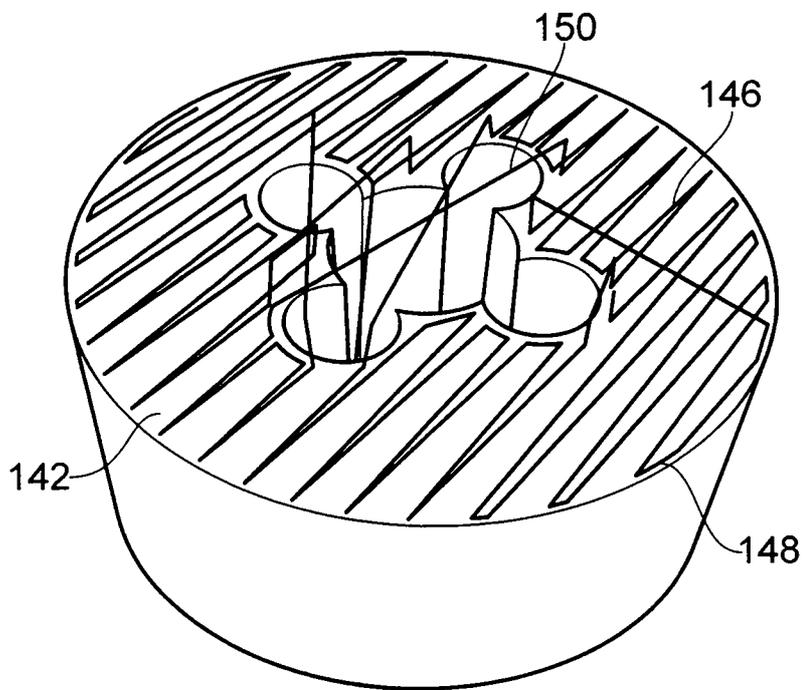


图 11

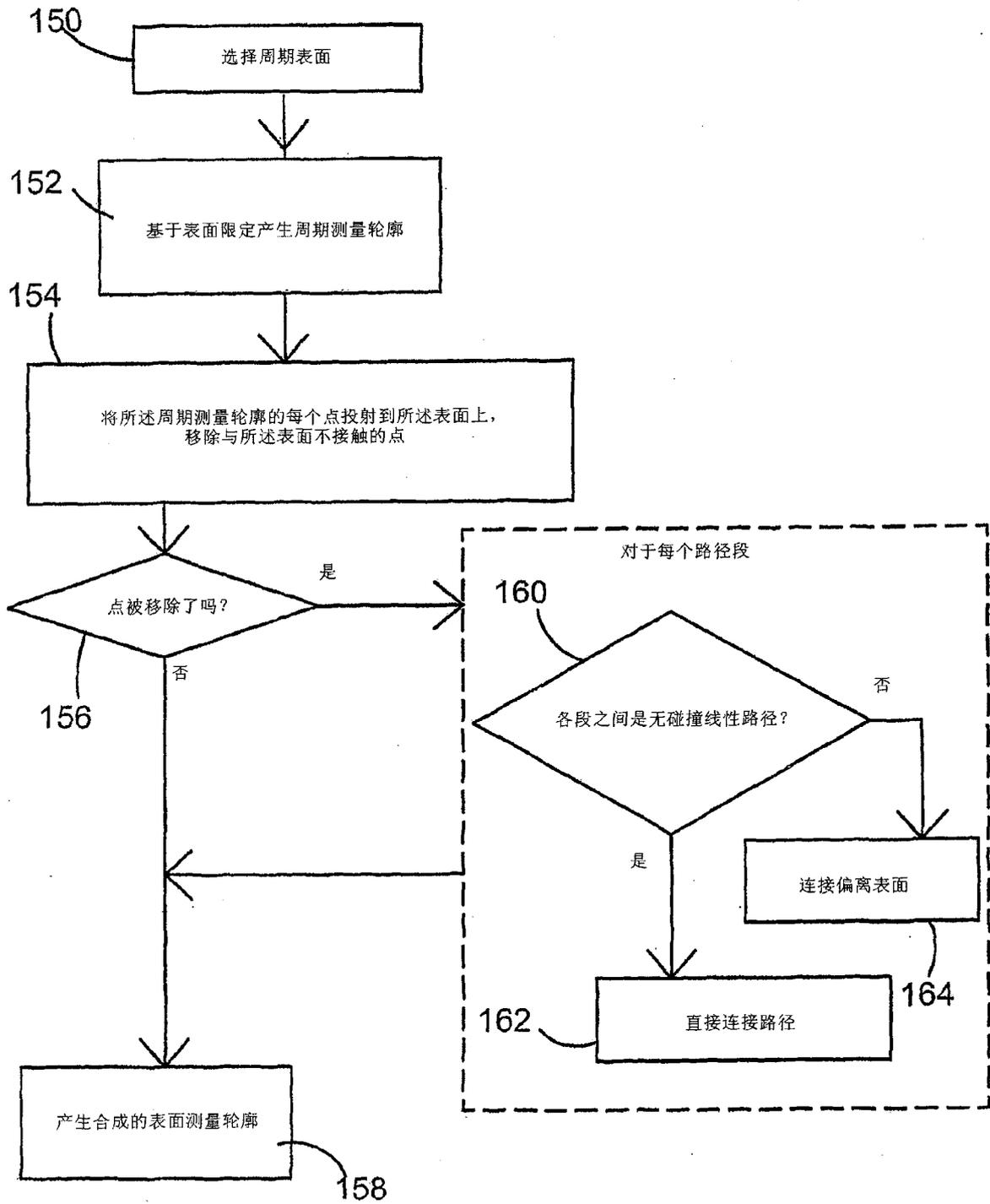


图 12

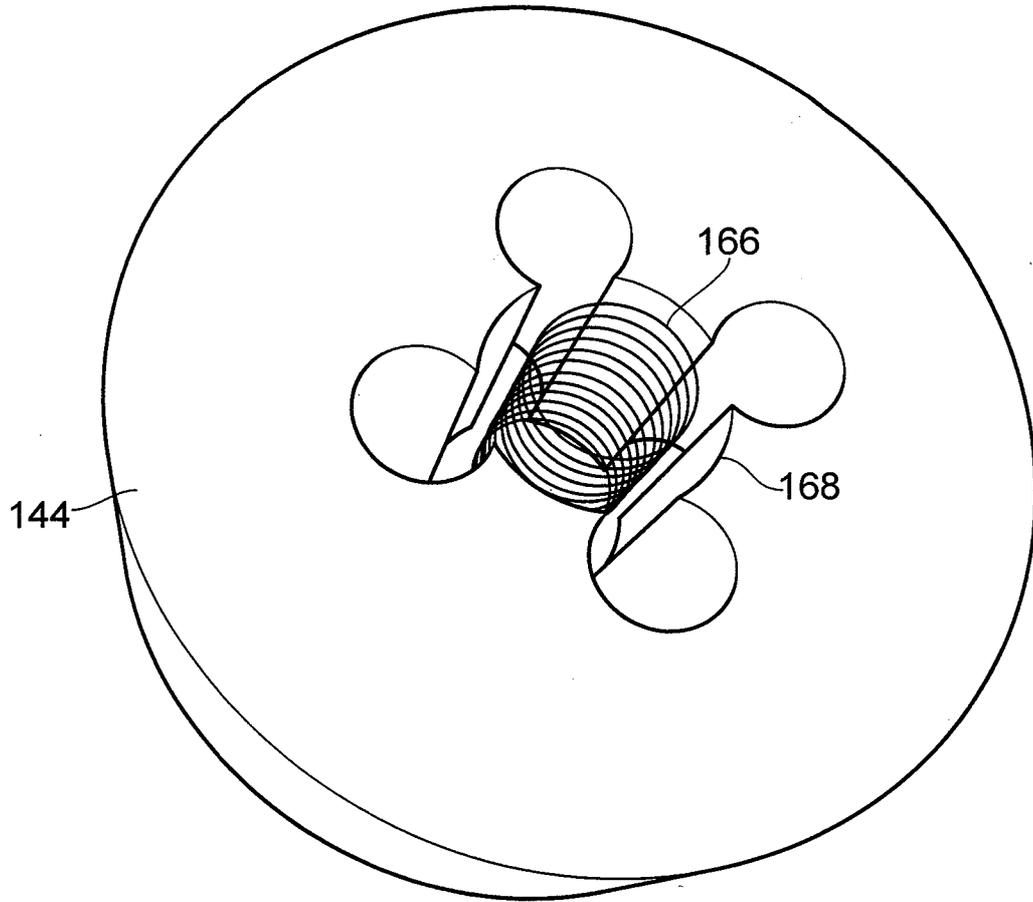


图 13A

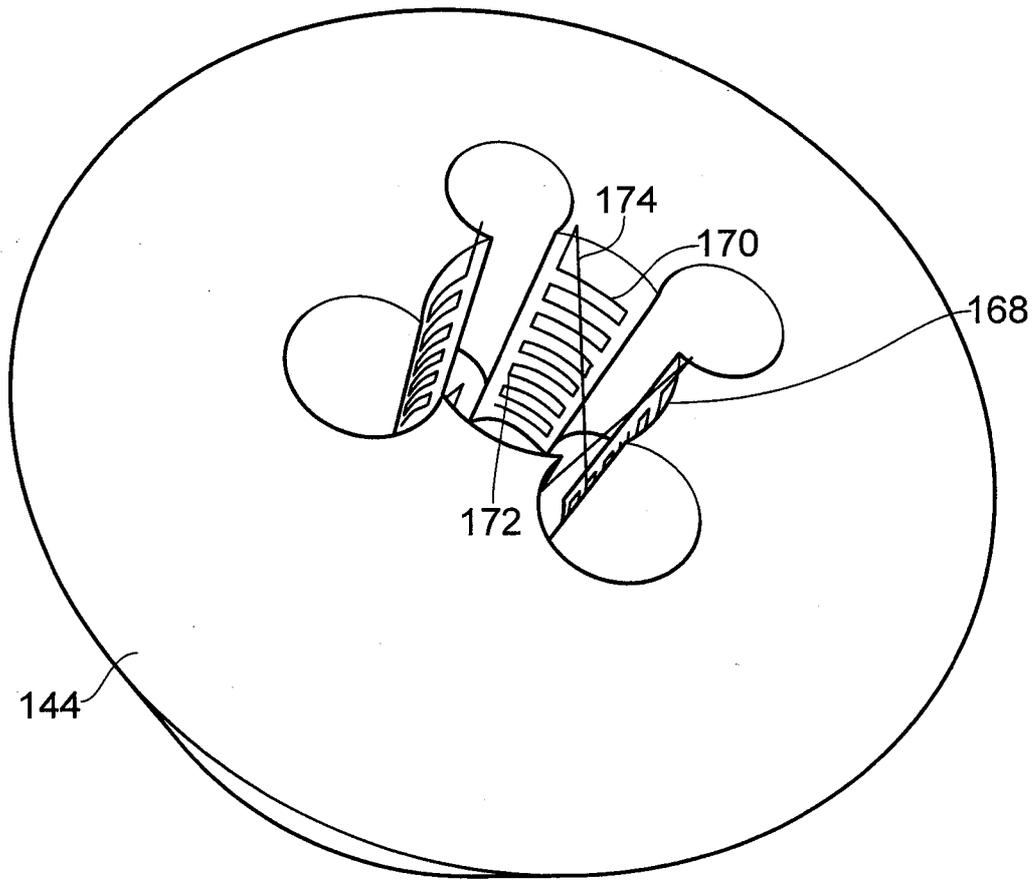


图 13B

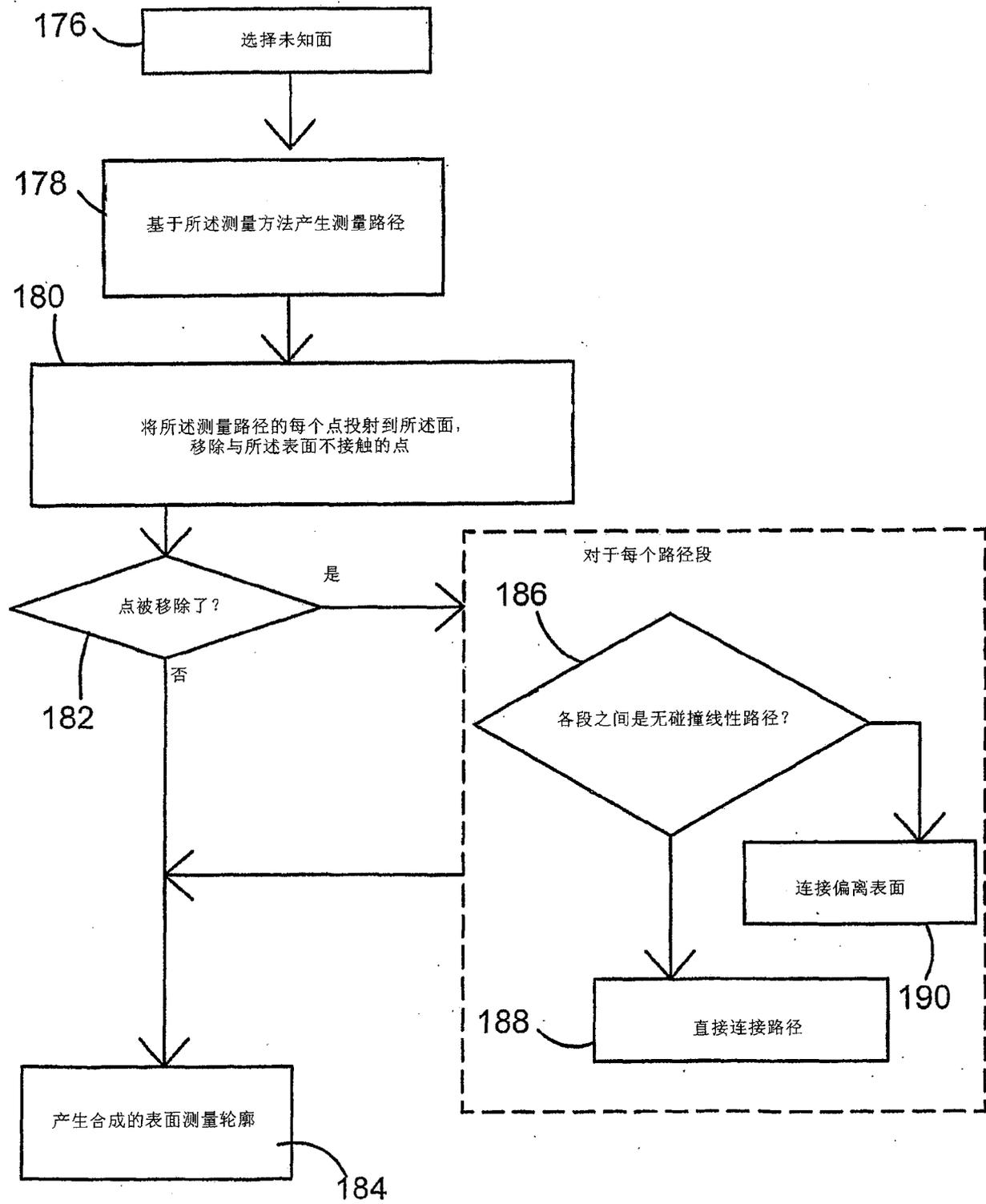


图 14

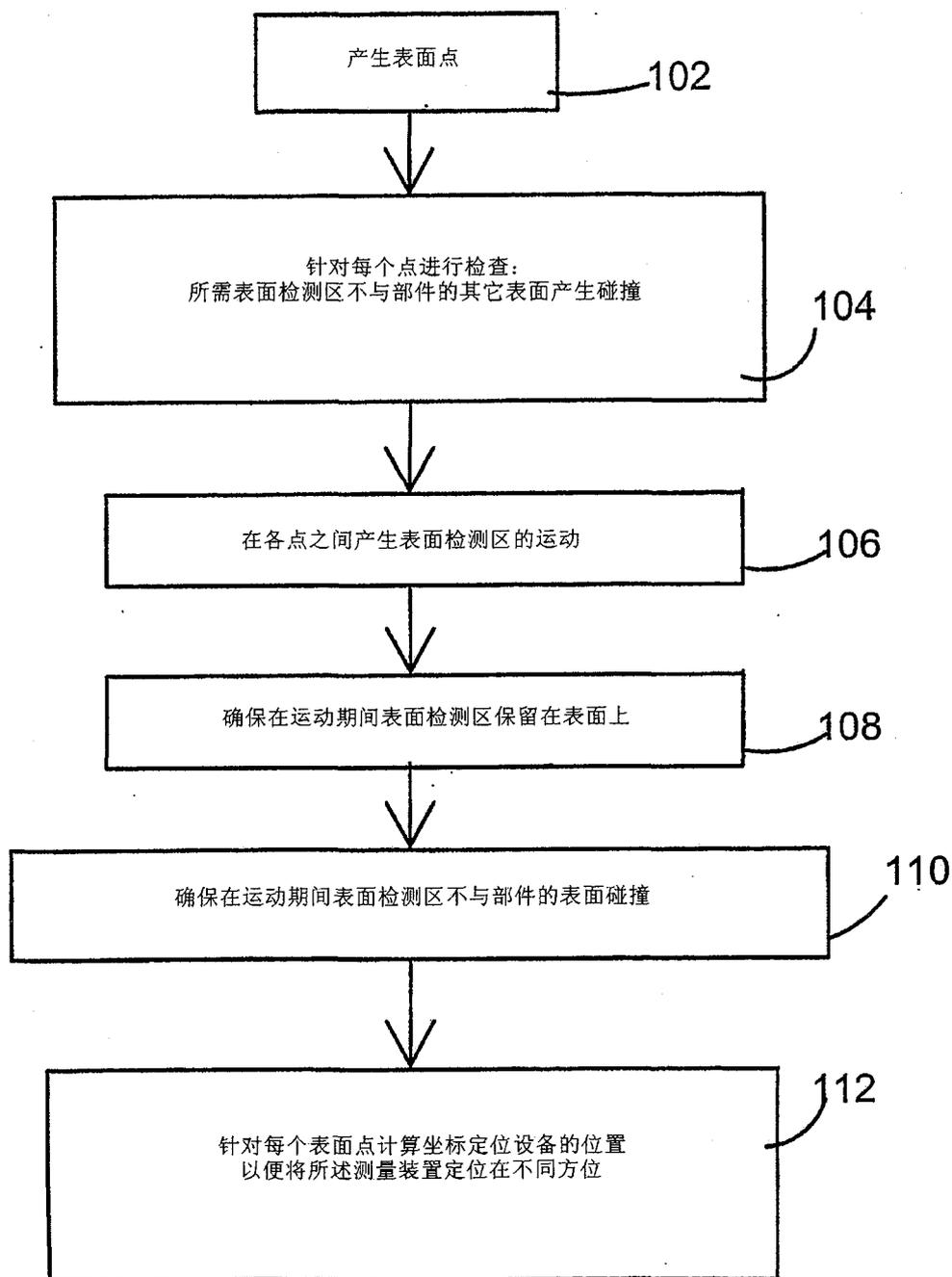


图 15

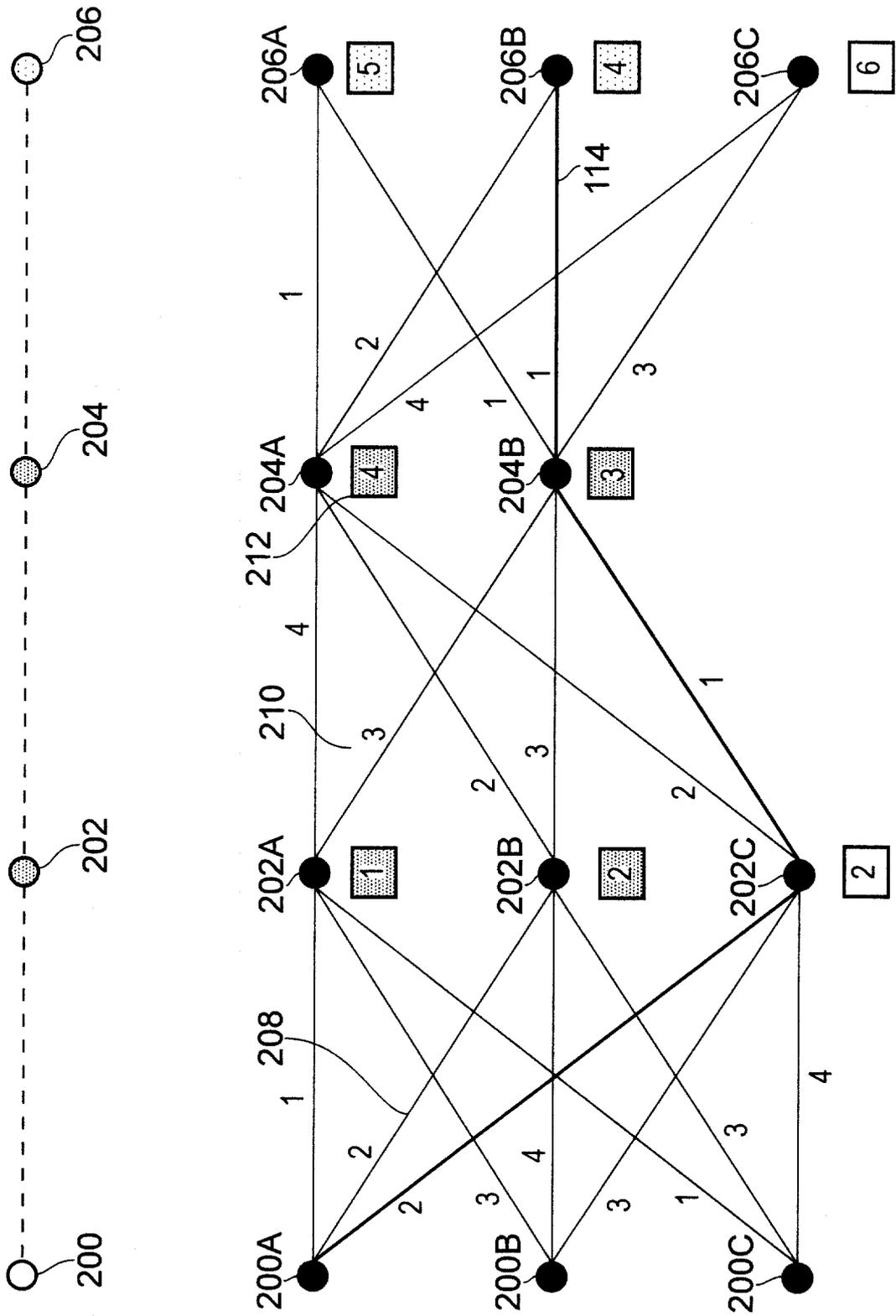


图 16

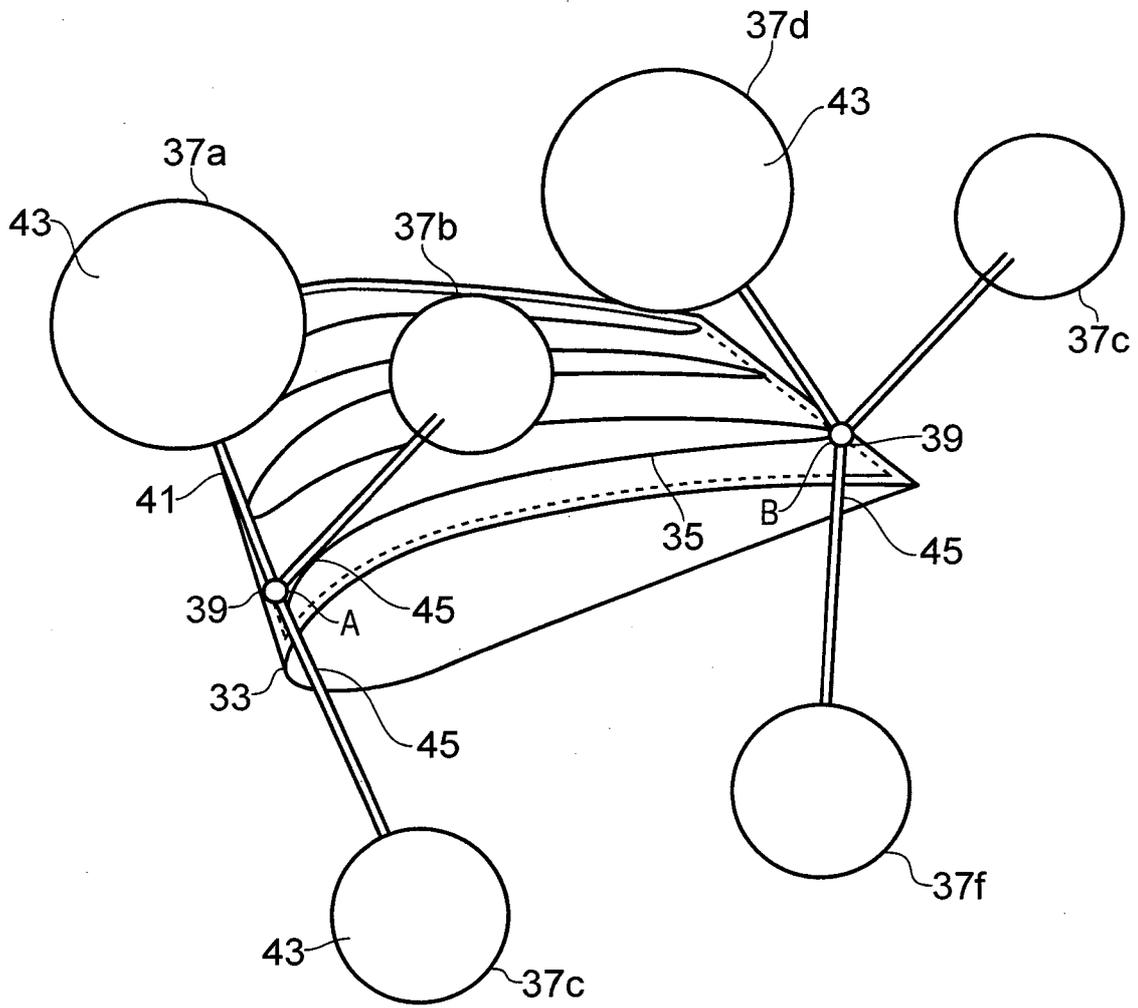


图 17

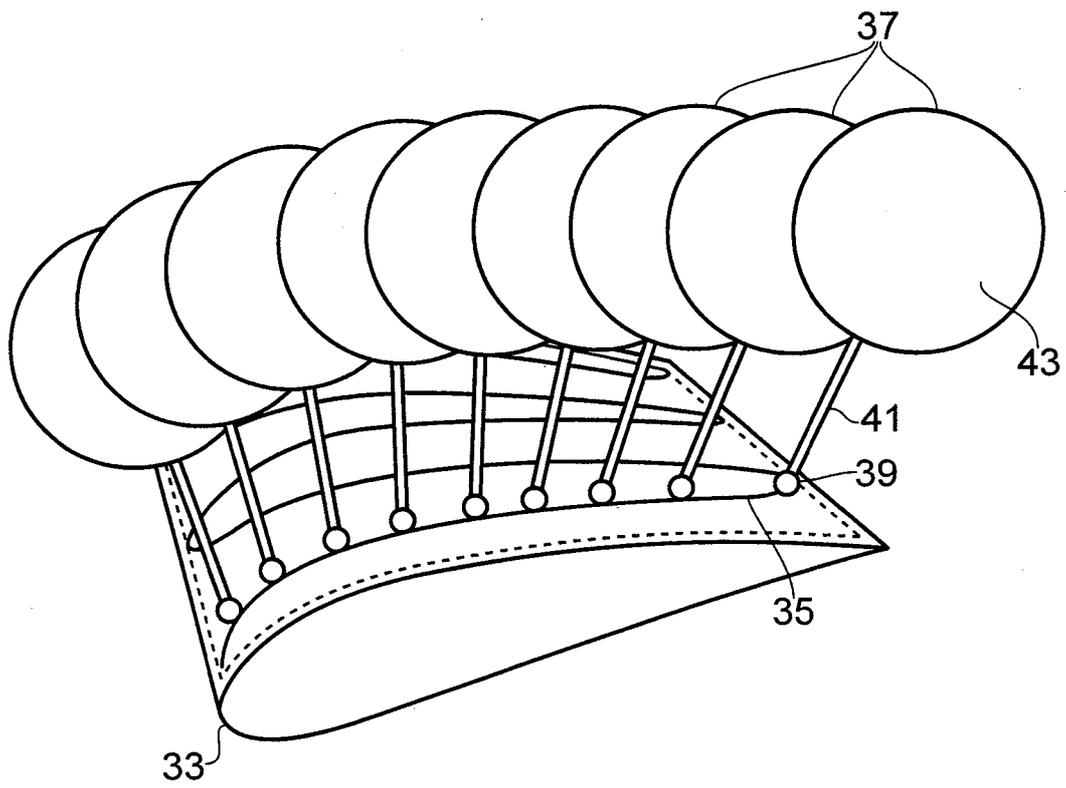


图 18