



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104422396 B

(45)授权公告日 2018.07.06

(21)申请号 201310385308.8

(22)申请日 2013.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104422396 A

(43)申请公布日 2015.03.18

(73)专利权人 鸿富锦精密工业(深圳)有限公司  
地址 518109 广东省深圳市宝安区龙华镇  
油松第十工业区东环二路2号  
专利权人 鸿海精密工业股份有限公司

(72)发明人 张旨光 吴新元

(74)专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代  
理有限公司 44334  
代理人 饶智彬 薛晓伟

(51)Int.Cl.  
G01B 11/14(2006.01)

(56)对比文件

- CN 103017676 A, 2013.04.03,
- CN 1996387 A, 2007.07.11,
- CN 102682136 A, 2012.09.19,
- CN 101387506 A, 2009.03.18,
- CN 103090816 A, 2013.05.08,
- CN 201666784 U, 2010.12.08,
- JP 特开2003-75145, 2003.03.12,
- US 5636013 A, 1997.06.03,

审查员 路晓明

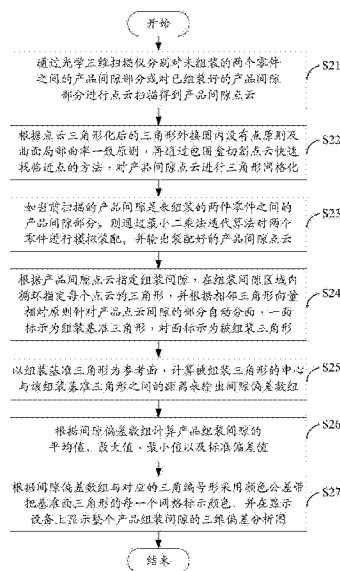
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

产品组装间隙三维分析系统及方法

(57)摘要

一种产品组装间隙三维分析系统及方法,应用于计算机中,该计算机连接有光学三维扫描仪。所述的产品组装间隙三维分析系统及方法能够利用光学三维扫描仪对未组装的零件与零件之间的产品间隙部分或对已组装好的产品间隙部分进行点云扫描得到产品间隙点云,根据扫描的产品间隙点云计算产品组装间隙的三维空间距离,采用颜色公差带将产品的组装零件与被组装零件的表面进行颜色标示来表示产品组装间隙,并产生整个产品组装间隙的三维色阶分析图。



1. 一种产品组装间隙三维分析系统,运行于计算机中,该计算机连接有光学三维扫描仪,其特征在于,该产品组装间隙三维分析系统包括:

点云扫描模块,用于通过光学三维扫描仪针对产品组装间隙部分进行点云扫描得到产品间隙点云;

点云三角化模块,用于根据点云三角形化后的三角形外接圆内没有点的原则以及曲面局部曲率一致原则,再通过包围盒切割点云快速找临近点的方法,对所述的产品间隙点云进行三角形网格化;

组装分面模块,用于根据产品间隙点云指定组装间隙,在组装间隙区域内循环指定每个点云的三角形,根据相邻三角形向量相对原则针对产品点云间隙的部分自动分面,以及将一面标示为组装基准三角形,将其对面标示为被组装三角形;

间隙计算模块,用于以组装基准三角形为参考面,计算被组装三角形的中心与该组装基准三角形之间的距离来输出间隙偏差数组;以及

色彩分析模块,用于根据所述间隙偏差数组与对应的三角形编号采用颜色公差带将基准面三角形的每一个网格标示颜色,以及在显示设备上显示产品组装间隙的三维偏差分析图。

2. 如权利要求1所述的产品组装间隙三维分析系统,其特征在于,所述的间隙计算模块还用于根据所述间隙偏差数组计算产品组装间隙的平均值、最大值、最小值以及标准偏差值。

3. 如权利要求1所述的产品组装间隙三维分析系统,其特征在于,所述的产品间隙部分是未组装的两个零件之间的产品间隙部分或者是已组装好的产品间隙部分。

4. 如权利要求3所述的产品组装间隙三维分析系统,其特征在于,该系统还包括组装模拟模块,如果当前扫描的产品间隙部分是所述未组装的两个零件之间的产品间隙部分,则所述组装模拟模块通过执行最小二乘法迭代算法对两个零件进行模拟装配,并输出装配好的产品间隙点云。

5. 一种产品组装间隙三维分析方法,应用于计算机中,该计算机连接有光学三维扫描仪,其特征在于,该方法包括步骤:

通过光学三维扫描仪针对产品组装间隙部分进行点云扫描得到产品间隙点云;

根据点云三角形化后的三角形外接圆内没有点的原则以及曲面局部曲率一致原则,再通过包围盒切割点云快速找临近点的方法,对所述的产品间隙点云进行三角形网格化;

根据产品间隙点云指定组装间隙,在组装间隙区域内循环指定每个点云的三角形,根据相邻三角形向量相对原则针对产品点云间隙的部分自动分面,并将一面标示为组装基准三角形,将其对面标示为被组装三角形;

以组装基准三角形为参考面,计算被组装三角形的中心与该组装基准三角形之间的距离来输出间隙偏差数组;以及

根据所述间隙偏差数组与对应的三角形编号采用颜色公差带将基准面三角形的每一个网格标示颜色,以及在显示设备上显示产品组装间隙的三维偏差分析图。

6. 如权利要求5所述的产品组装间隙三维分析方法,其特征在于,该方法还包括步骤:根据所述间隙偏差数组计算产品组装间隙的平均值、最大值、最小值以及标准偏差值。

7. 如权利要求5所述的产品组装间隙三维分析方法,其特征在于,所述的产品间隙部分

是未组装的两个零件之间的产品间隙部分或者是已组装好的产品间隙部分。

8. 如权利要求7所述的产品组装间隙三维分析方法,其特征在于,该方法还包括步骤:如果当前扫描的产品间隙部分是所述未组装的两个零件之间的产品间隙部分,则通过执行最小二乘法迭代算法对两个零件进行模拟装配,并输出装配好的产品间隙点云。

## 产品组装间隙三维分析系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种产品量测系统及方法,特别是关于一种产品组装间隙三维分析系统及方法。

### 背景技术

[0002] 产品组装是整个生产过程中最重要的环节之一,在产品组装时,零件与零件之间的产品组装间隙是衡量产品质量好坏的一个重要指标。传统测量产品组装间隙的方法是使用卡尺或三维坐标测量设备在组装产品间隙处打点或采集对应点测量,这种传统测量方法不能做到整个形面的三维测量,而且采集点量测速度非常慢。现在很多产品的组装采取卡勾、弹簧、胶水等无螺钉方式,一旦组装上就无法取下来,若取下来就会造成产品报废。

### 发明内容

[0003] 鉴于以上内容,有必要提供一种产品组装间隙三维分析系统及方法,能够利用光学三维扫描仪对未组装的零件与零件之间的产品间隙部分或对已组装好的产品间隙部分进行量测,对产品组装间隙部分进行颜色标示来产生整个产品组装间隙的三维色阶分析图。

[0004] 所述的产品组装间隙三维分析系统运行于计算机中,该计算机连接有光学三维扫描仪。该系统包括:点云扫描模块,用于通过光学三维扫描仪分别对未组装的两个零件之间的产品间隙部分或对已组装好的产品间隙部分行点云扫描得到产品间隙点云;点云三角化模块,用于根据点云三角形化后的三角形外接圆内没有点的原则以及曲面局部曲率一致原则,再通过包围盒切割点云快速找临近点的方法,对所述的产品间隙点云进行三角形网格化;组装模拟模块,用于如当前扫描的产品间隙部分是所述未组装的两个零件之间的产品间隙部分,则通过执行最小二乘法迭代算法对两个零件进行模拟装配,并输出装配好的产品间隙点云;组装分面模块,用于根据产品间隙点云指定组装间隙,在组装间隙区域内循环指定每个点云的三角形,根据相邻三角形向量相对原则针对产品点云间隙的部分自动分面,以及将一面标示为组装基准三角形,将其对面标示为被组装三角形;间隙计算模块,用于以组装基准三角形为参考面,计算被组装三角形的中心与该组装基准三角形之间的距离来输出间隙偏差数组;色彩分析模块,用于根据间隙偏差数组与对应的三角形编号采用颜色公差带将基准面三角形的每一个网格标示颜色,以及在显示设备上显示产品组装间隙的三维偏差分析图。

[0005] 所述的产品组装间隙三维分析方法应用于计算机中,该计算机连接有光学三维扫描仪。该方法包括步骤:通过光学三维扫描仪分别对未组装的两个零件之间的产品间隙部分或对已组装好的产品间隙部分行点云扫描得到产品间隙点云;根据点云三角形化后的三角形外接圆内没有点的原则以及曲面局部曲率一致原则,再通过包围盒切割点云快速找临近点的方法,对所述的产品间隙点云进行三角形网格化;如当前扫描的产品间隙部分是所述未组装的两个零件之间的产品间隙部分,则通过执行最小二乘法迭代算法对两个零件进行模拟装配,并输出装配好的产品间隙点云;根据产品间隙点云指定组装间隙,在组装间隙

区域内循环指定每个点云的三角形,根据相邻三角形向量相对原则针对产品点云间隙的部分自动分面,以及将一面标示为组装基准三角形,将其对面标示为被组装三角形;以组装基准三角形为参考面,计算被组装三角形的中心与该组装基准三角形之间的距离来输出间隙偏差数组;根据间隙偏差数组与对应的三角形编号采用颜色公差带将基准面三角形的每一个网格标示颜色,以及在显示设备上显示产品组装间隙的三维偏差分析图。

[0006] 相较于现有技术,本发明所述的产品组装间隙三维分析系统及方法,能够利用光学三维扫描仪对未组装的零件与零件之间的产品间隙部分或对已组装好的产品间隙部分进行点云扫描得到产品间隙点云,根据扫描的产品间隙点云计算产品组装间隙的三维空间距离,将产品的组装零件与被组装零件的表面进行颜色标示来表示产品组装间隙,并产生整个产品组装间隙的三维色阶分析图。

### 附图说明

[0007] 图1是本发明产品组装间隙三维分析系统较佳实施例的运行环境示意图。

[0008] 图2是本发明产品组装间隙三维分析方法较佳实施例的流程图。

[0009] 图3是模拟组装两个零件之间的产品间隙部分的示意图。

[0010] 图4是对扫描的产品间隙点云进行三角形网格化的示意图。

[0011] 图5是图2中步骤S23的细化流程图。

[0012] 图6是采用颜色公差带标示产品组装间隙的三维偏差分析图。

[0013] 主要元件符号说明

[0014]	计算机	1
[0015]	产品组装间隙三维分析系统	10
[0016]	点云扫描模块	101
[0017]	点云三角化模块	102
[0018]	组装模拟模块	103
[0019]	组装分面模块	104
[0020]	间隙计算模块	105
[0021]	色彩分析模块	106
[0022]	显示设备	11
[0023]	存储设备	12
[0024]	处理器	13
[0025]	光学三维扫描仪	2

### 具体实施方式

[0026] 参阅图1所示,是本发明产品组装间隙三维分析系统10较佳实施例的运行环境示意图。在本实施例中,所述的产品组装间隙三维分析系统10安装并运行于计算机1中,该计算机1还包括,但不限于,显示设备11、存储设备12以及处理器13。该计算机1连接有光学三维扫描仪2,该光学三维扫描仪2是一种双目光学点云三维检测设备(charge-coupled device, CCD),用于对未组装的两个零件之间的产品间隙部分或对已组装好的产品间隙部分进行点云扫描得到产品间隙点云。该产品组装间隙三维分析系统10根据光学三维扫描仪

2扫描的产品间隙点云计算产品组装间隙的三维空间距离,根据产品组装间隙的三维空间距离在产品的组装零件与被组装零件的表面进行颜色标示来表示产品组装间隙,产生整个产品组装间隙的三维色阶分析图,以及将该产品组装间隙的三维色阶分析图显示在显示设备11上。

[0027] 在本实施例中,所述的产品组装间隙三维分析系统10包括点云扫描模块101、点云三角化模块102、组装模拟模块103、组装分面模块104、间隙计算模块105以及色彩分析模块106。本发明所称的功能模块是指一种能够被计算机1的处理器13所执行并且能够完成固定功能的一系列程序指令段,其存储在计算机1的存储设备12中。关于各功能模块101-106将在图2的流程图中作具体描述。

[0028] 参阅图2所示,是本发明产品组装间隙三维分析方法较佳实施例的流程图。在本实施例中,该方法应用在计算机1中,能够利用光学三维扫描仪2对未组装的零件与零件之间的产品间隙部分或对已组装好的产品间隙部分进行点云扫描得到产品间隙点云,根据扫描的产品间隙点云计算产品组装间隙的三维空间距离,将产品的组装零件与被组装零件的表面进行颜色标示来表示产品组装间隙,并产生整个产品组装间隙的三维色阶分析图。

[0029] 步骤S21,点云扫描模块101通过光学三维扫描仪2分别对未组装的两个零件之间的产品间隙部分或对已组装好的产品间隙部分进行点云扫描得到产品间隙点云。参考图3所示,在将零件A与零件B组装成产品时,零件A与零件B之间有一个产品组装间隙,其是衡量产品质量好坏的一个重要指标。

[0030] 步骤S22,点云三角化模块102根据点云三角形化后的三角形外接圆内没有点的原则以及曲面局部曲率一致原则,再通过包围盒切割点云快速找临近点的方法,对扫描的产品间隙点云进行三角形网格化。在本实施例中,所述三角形外接圆内没有点的原则是指其中任意一个三角形的外接圆中均不包含点集中的其它点。所述曲面局部曲率一致原则是指通过三角形外接圆内没有点的原则连接的三角形计算三角形向量,与临近已连接好的三角形向量求角度,如角度太大,那该三角形连接错误,再重新找第三点,以此为逻辑,知道找到合适的临近点。参考图4所示,点云三角化模块102选取任意一点为基准(例如 $q_0$ 点),找距离最近的第二点(例如 $q_1$ 点),距离要小于用户给定的阈值(例如2cm),将第一点与第二点连成线,找临近第三点(例如 $q_2$ 点),三点( $q_0$ 、 $q_1$ 及 $q_2$ 点)连成的三角形外接圆中均不包含点集中的其它点。

[0031] 步骤S23,如当前扫描的产品间隙是未组装的两个零件之间的产品间隙部分,组装模拟模块103则通过最小二乘法迭代算法对两个零件进行模拟装配,并输出装配好的产品间隙点云。参考图3所示,是模拟组装两个零件之间的产品间隙部分示意图。组装模拟模块103将零件A与零件B进行通过最小二乘法迭代算法对其模拟装配,并输出装配好的产品间隙点云。其中,该步骤S23将在下图5中作详细描述。

[0032] 步骤S24,组装分面模块104根据产品间隙点云指定组装间隙,在组装间隙区域内循环指定每个点云的三角形,根据相邻三角形向量相对原则针对产品点云间隙的部分自动分面,并将一面标示为组装基准三角形,对面标示为被组装三角形。参考图3所示,零件A为组装面(即产品的正面),零件B为被组装面(即零件A的对面)。组装分面模块104将组装面(零件A对应的面)所有点云构成的三角形标示为组装基准三角形,将被组装面(零件A的对面,即零件B)所有点云构成的三角形标示为被组装三角形。

[0033] 步骤S25,间隙计算模块105以组装基准三角形为参考面,计算被组装三角形的中心与该组装基准三角形之间的距离来输出间隙偏差数组。在本实施例中,间隙计算模块105计算被组装面上的每一个被组装三角形的中心到其对应的组装基准三角形的距离,作为其间隙的距离偏差值,并将每一个距离值存入一个间隙偏差数组devs内。

[0034] 步骤S26,间隙计算模块105根据所述间隙偏差数组计算产品组装间隙的平均值、最大值、最小值以及标准偏差值。在本实施例中,所述的平均值等于距离偏差数组devs所有值的加总除以数组长度,最大值等于距离偏差数组devs内最大的一个值,最小值等于距离偏差数组devs内最小的一个值,标准偏差值 $=\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2/(n-1)}$ ,其中x为平均值,n为数组长度。

[0035] 步骤S27,色彩分析模块106根据所述间隙偏差数组与对应的三角形编号采用颜色公差带将基准面三角形的每一个网格标示颜色,并在显示设备11上显示产品组装间隙的三维偏差分析图。在本实施例中,所述的颜色公差带是客户定义的用于标示产品组装间隙公差的颜色指示标准。参考图6所示,是采用颜色公差带在基准面上标示产品组装间隙的三维偏差分析图。同理,色彩分析模块106也可以根据间隙偏差数组与对应的三角形编号采用颜色公差带将被组装三角形的每一个网格进行颜色标示。

[0036] 参考图5所示,是图2中步骤S23的细化流程图。在本实施例中,组装模拟模块103根据最小二乘法迭代当前组装面的点云相对于被组装面三角形的最佳位置,并采用拟牛顿解非线性方程式计算出当前组装面的所有点到被组装面三角形距离平方和的平均最小值。

[0037] 步骤S231,用户输入迭代初始参数,该迭代初始参数包括迭代公差FunX(例如公差设为0.2)和每次迭代时需移动的步长D(例如步长设为0.1)。

[0038] 步骤S232,组装模拟模块103计算迭代函数值 $f(x)$ 。在本实施例中,

$f(x)=\sqrt[n]{\sum(\sqrt{x_2-x_1})^2+(y_2-y_1)^2+(z_2-z_1)^2}$ ,其中, $(x_1,y_1,z_1)$ 为组装面上每个点的三维坐标, $(x_2,y_2,z_2)$ 为被组装面每个三角形的中心坐标。

[0039] 步骤S233,组装模拟模块103判断迭代函数值 $f(x)$ 是否小于迭代公差FunX。若迭代函数值 $f(x)$ 不小于迭代公差FunX,则流程执行步骤S234;若迭代函数值 $f(x)$ 小于迭代公差FunX,则结束执行迭代算法。

[0040] 步骤S234,组装模拟模块103计算迭代函数值 $f(x)$ 处向负方向递减的 $S^k$ 值。当迭代函数 $f(x)$ 处下降方向 $S^k$ 是指函数向负方向递减,此时迭代函数值 $f(x)$ 为负数,即为此处迭代函数值 $f(x)$ 为 $S^k$ 。

[0041] 步骤S235,组装模拟模块103判断迭代函数值 $f(x)$ 是否有 $S^k$ 值。若迭代函数值 $f(x)$ 有 $S^k$ 值,则流程执行步骤S236;若迭代函数值 $f(x)$ 没有 $S^k$ 值,则结束执行迭代算法。

[0042] 步骤S236,组装模拟模块103将迭代函数移一个步长D,即计算 $f(x+1)=f(x)+|D|$ 得到迭代函数下一个函数值 $f(x+1)$ 。

[0043] 步骤S237,组装模拟模块103判断函数值 $f(x+1)$ 是否小于函数值 $f(x)$ ;若函数值 $f(x+1)$ 是小于函数值 $f(x)$ ,则流程执行步骤S234;若函数值 $f(x+1)$ 是不小于函数值 $f(x)$ ,则流程返回步骤S236。

[0044] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照以上较佳实施例对

本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换都不应脱离本发明技术方案的精神和范围。



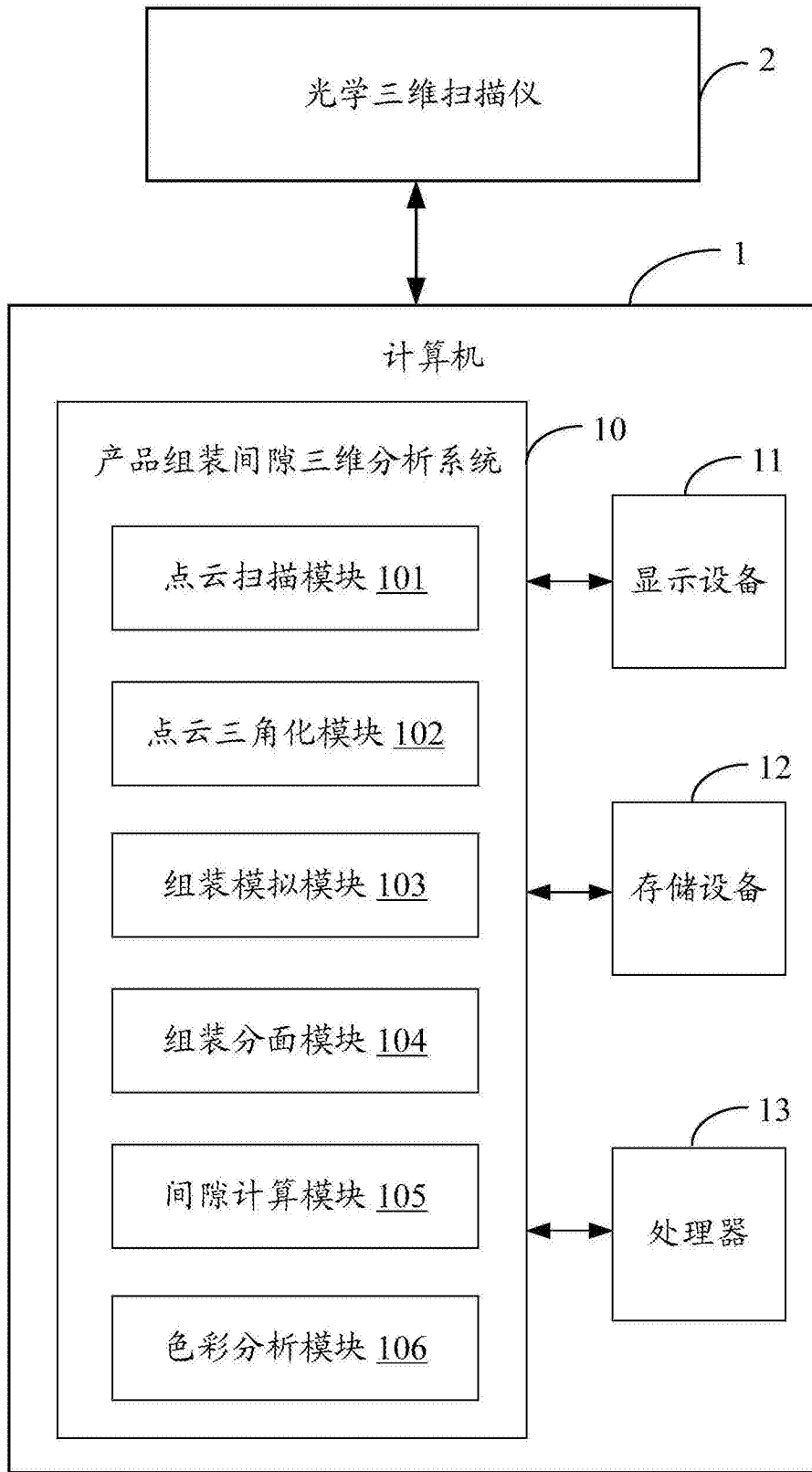


图1

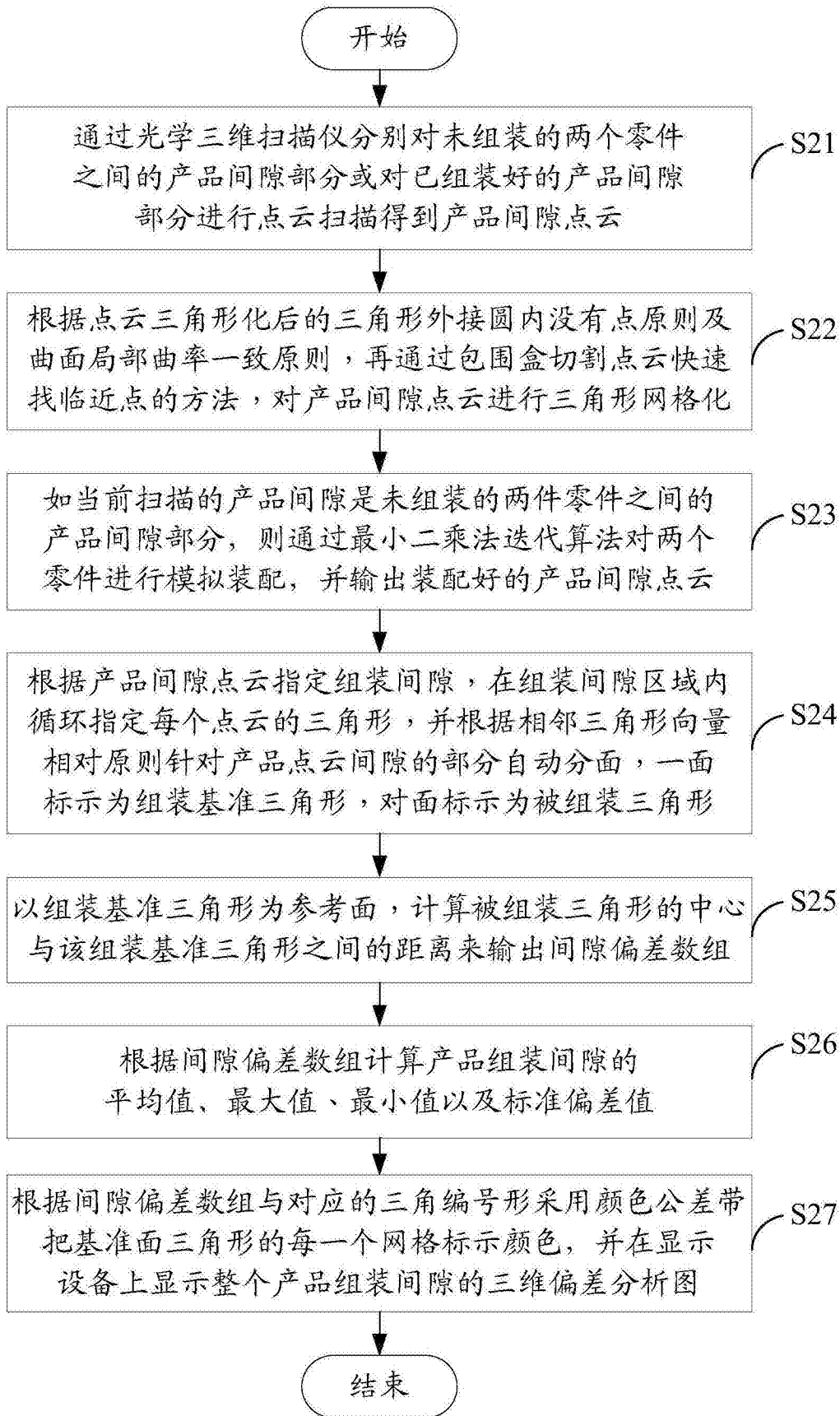


图2

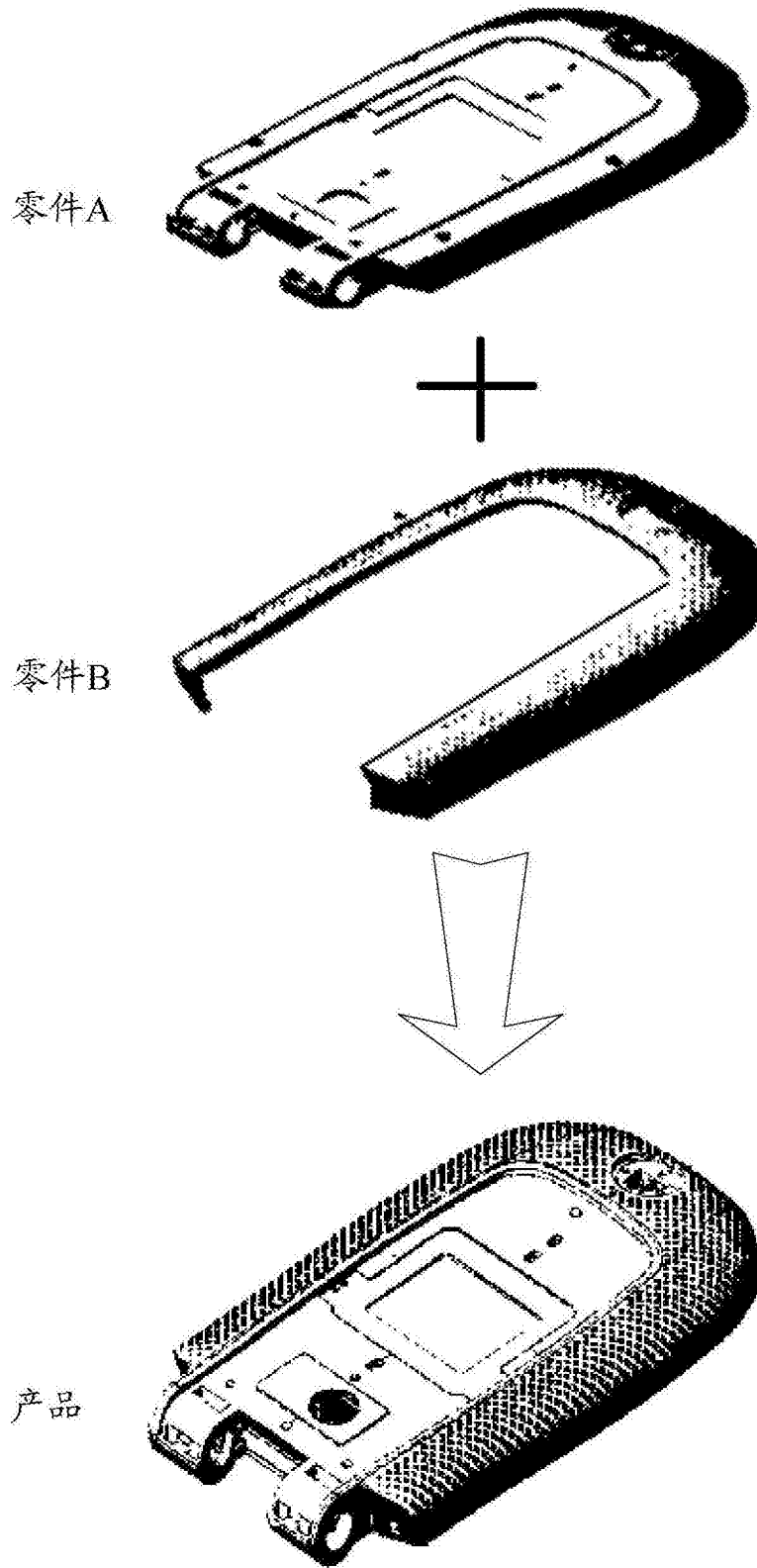


图3

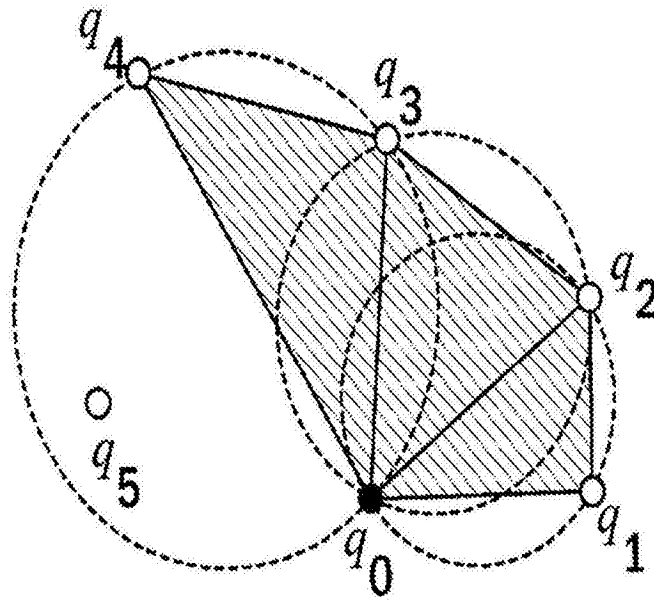


图4

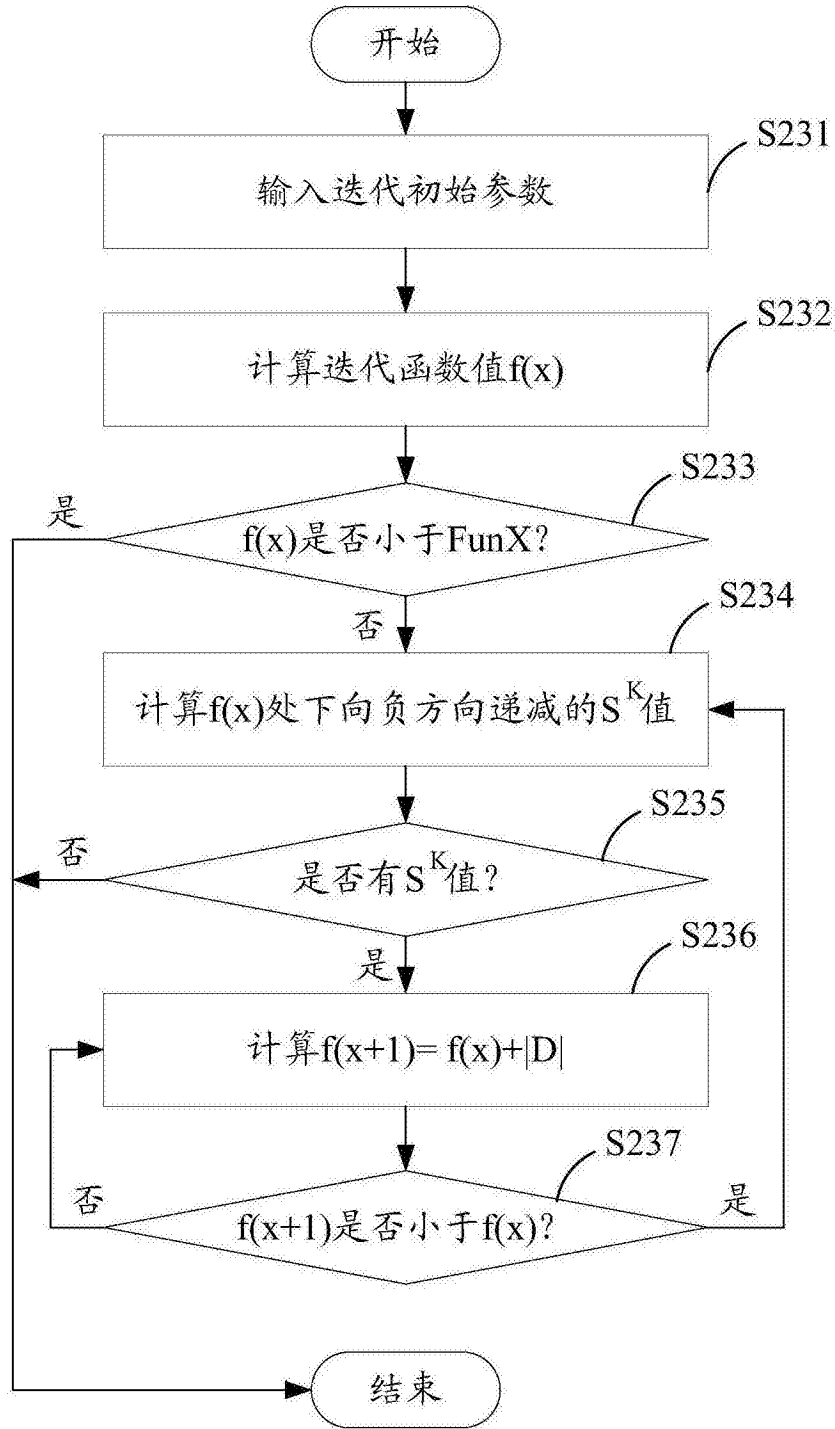


图5

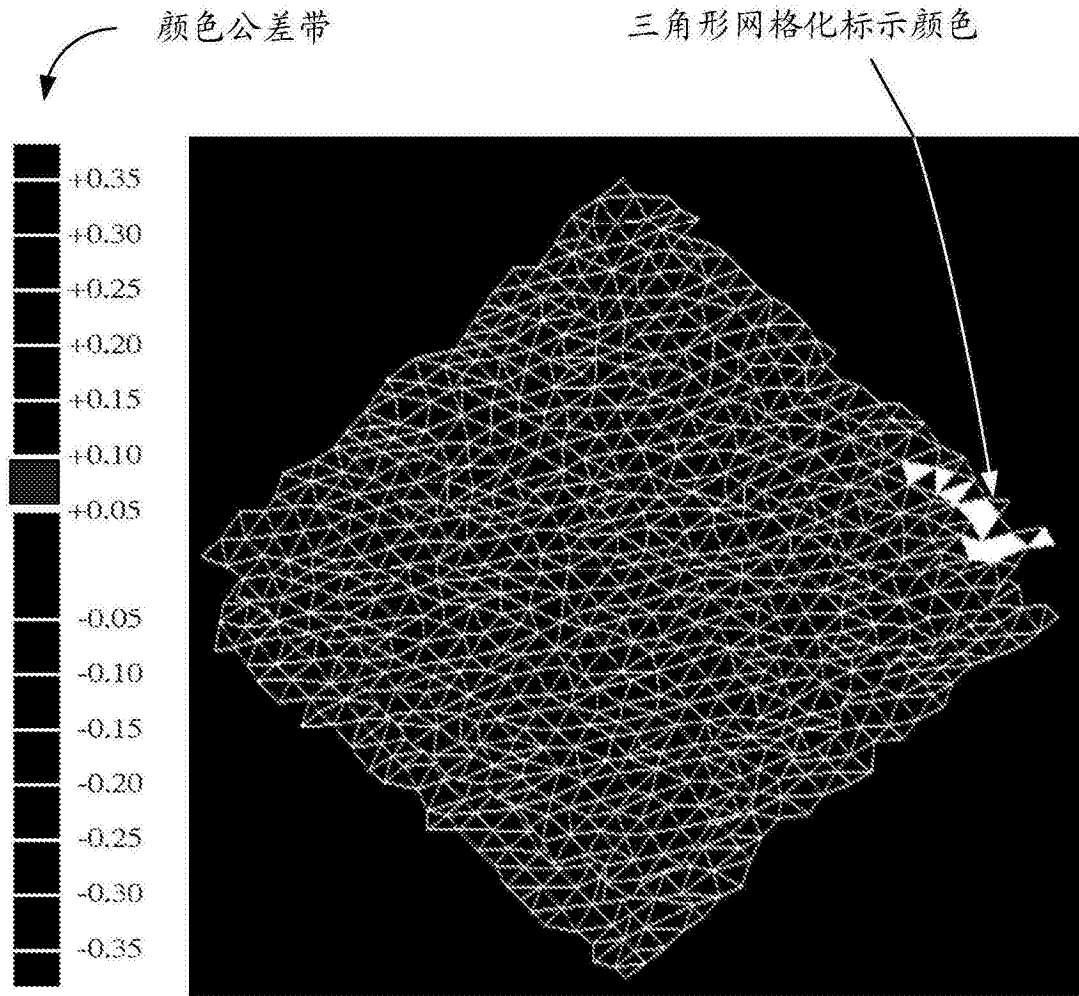


图6