(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 109567919 B
(45)授权公告日 2021.12.14

(21)申请号 201710898978.8
(22)申请日 2017.09.28
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109567919 A
(43)申请公布日 2019.04.05
(73)专利权人 林冠勳
地址 中国台湾台北市内湖区民权东路六段161号
(72)发明人 林冠勳 黄才旺 陈加恩 黄怡智
(74)专利代理机构 北京华夏博通专利事务所(普通合伙) 11264
代理人 刘俊
(51)Int.Cl.
A61B 17/80(2006.01)

(56)对比文件
Longhan Xie等.Development of a computer-aided design and finite-element analysis combined method for customized Nuss bar in pectus excavatum surgery.《Scientific Reports》.2017,
张云鹏.计算机辅助设计制作股骨远端个性化解剖型接骨板的基础理论研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库医药卫生科技辑》.2010,

审查员 文丽丽

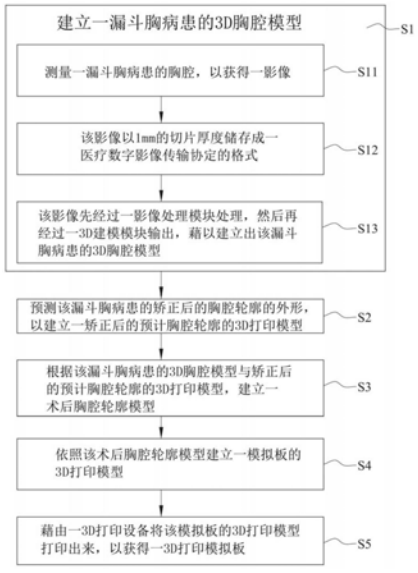
权利要求书2页 说明书10页 附图14页

(54)发明名称

应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法

(57)摘要

一种应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法,包括下列步骤:(a)建立漏斗胸病患的3D胸腔模型;(b)预测漏斗胸病患的矫正后的胸腔轮廓的外形,以建立矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型;(c)根据前述二种模型建立术后胸腔轮廓模型;(d)藉由术后胸腔轮廓模型找出漏斗胸矫正板的植入位置并建立模拟板的3D打印模型;(e)藉由3D打印设备将模拟板的3D打印模型打印出来,以获得针对个别病患胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做的3D打印模拟板,令医师能够以其为模板制作出针对个别病患胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做的漏斗胸矫正板,精准地植入在正确的位置,翻转一次到位,大幅缩短手术时间。



CN 109567919 B

1.一种应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法,针对个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做出该3D打印模拟板,其特征在于,包括下列步骤:

(a)藉由计算机断层扫描、磁振造影或者3D超音波测量一漏斗胸病患的胸腔,以获得一计算机断层扫描影像、一磁振造影影像或者一3D超音波影像;

该影像以1mm的切片厚度储存成一医疗数字影像传输协议的格式;以及

该影像先经过一图像处理模块处理,然后再经过一3D建模模块输出,藉以建立一漏斗胸病患的3D胸腔模型;

(b)预测该漏斗胸病患的矫正后的胸腔轮廓的外形,以建立一矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型;

(c)根据该漏斗胸病患的3D胸腔模型与该矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型,建立一术后胸腔轮廓模型;

(d)藉由该术后胸腔轮廓模型的第四对肋骨、第五对肋骨和第六对肋骨寻找出一适当的漏斗胸矫正板的植入位置,依照在该术后胸腔轮廓模型上的第四对肋骨、第五对肋骨和第六对肋骨所寻找出适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔形状,沿着一长度方向延伸的总长度为7～17英吋,宽度为1～1.5公分,厚度为0.3～0.4公分,该术后胸腔轮廓模型上所寻找出适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔两侧的弧度,其二端沿着该长度方向延伸的长度相等,其二端沿着一厚度方向弯曲的弧长相等,各端的弧长为2～3公分,以建立一模拟板的3D打印模型;以及

(e)藉由一3D打印设备将该模拟板的3D打印模型打印出来,以获得一应用于制造漏斗胸矫正板的该3D打印模拟板;

其中,该应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板,包括:

一本体,在一长度方向的二端分别界定为一第一端部及一第二端部,在一宽度方向的二侧边分别界定为一第一侧边及一第二侧边,并且在一厚度方向的二表面分别界定为一第一表面及一第二表面;以及

二弯曲部,分别一体成型地从该本体的第一端部及该本体的第二端部沿着该长度方向往远离该本体的方向延伸,沿着该厚度方向往远离该本体的方向弯曲,并且同时位在该本体的第二表面的一侧;

其中,该本体和该二弯曲部沿着该长度方向延伸的总长度为7～17英吋,该本体的宽度和该二弯曲部的宽度相等并且均为1～1.5公分,该本体的厚度和该二弯曲部的厚度相等并且均为0.3～0.4公分,该二弯曲部沿着该长度方向延伸的长度相等,该二弯曲部沿着该厚度方向弯曲的弧长相等,各弯曲部的弧长为2～3公分。

2.根据权利要求1所述的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法,其特征在于,该漏斗胸病患的3D胸腔模型包含脊椎、胸骨、锁骨、肋骨及软肋。

3.根据权利要求2所述的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法,其特征在于,该漏斗胸病患的3D胸腔模型中不包含软组织。

4.根据权利要求2所述的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法,其特征在于,在该步骤(b)中,预测该漏斗胸病患的矫正后的胸腔轮廓的外形,利用该3D建模模块,往该漏斗胸病患的3D胸腔模型的胸骨前的方向移动调整1.17～3.27cm,以建立该矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型。

5.根据权利要求1所述的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法，其特征在于，在该步骤(c)中，根据该漏斗胸病患的3D胸腔模型测量出一漏斗胸病患的原始胸骨和椎骨的距离，根据该矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型预测出一术后胸骨和椎骨的距离，该术后胸骨和椎骨的距离减去该漏斗胸病患的原始胸骨和椎骨的距离的一差值即为一漏斗胸病患的胸腔需要撑开的幅度；根据该漏斗胸病患的胸腔需要撑开的幅度，建立该术后胸腔轮廓模型。

6.根据权利要求1所述的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法，其特征在于，在该步骤(e)中，该3D打印设备使用的打印材料为聚乳酸，从而所获得的该应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的材质为聚乳酸。

应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法

技术领域

[0001] 本发明有关一种制造漏斗胸矫正板的模拟板的制造方法，特别是一种藉由3D打印技术为漏斗胸病患的胸腔形状量身订做的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法。

背景技术

[0002] 胸腔内凹的正式医学名称为Pectus excavatum，也就是俗称的漏斗胸(funnel chest)。漏斗胸为先天性疾病，发生机率为千分之八，中国台湾一年内约有六百多名新生儿会有漏斗胸，男女比例为4:1，发生原因可能为胸骨两侧软骨过度不正常增生，前胸壁肋软骨生长太快，造成挤压导致前胸骨向内凹陷，致使胸骨到脊椎骨的距离减少。漏斗胸症状轻则外观上与其他人不同，造成心理自卑与社交障碍，而严重则会胸闷、心悸、耐力差，甚至在激烈运动后突然晕倒，且随年龄增长症状会越明显。

[0003] 传统手术方式要将肋骨切断，伤口大而且手术时间长达3至6小时；对病患来说，大伤口复原较慢，留下的疤痕较大，身体负荷大，麻醉时数长，住院天数长；对医院来说，单一病患在开刀房以及住院天数的时间过长，影响到其他病患的开刀时程以及住院安排，增加医院的成本负担，降低医院的营运收益。

[0004] 再者，传统的手术无法控制以及预测漏斗胸病患的肋骨在手术后的矫正程度。因此，手术后的矫正程度只能凭病患运气；运气好的话，矫正成功；运气不好的话，矫正失败，并且需要到医院重新开刀治疗，无疑是增加病患的痛苦，并且对手术的信心大减。在手术后至确定矫正成功或者失败的期间，病患必须每日提心吊胆担心矫正会失败，对其内心无非是一大折磨。

[0005] 目前治疗胸腔凹陷的最新技术为纳氏手术(Nuss procedure)，其主要是藉由将一具有预定弧弯曲线之矫正用的漏斗胸矫正板(Nuss bar)穿置于胸腔中，来将凹陷的肋骨往前顶出，由于其所造成之伤口较小，所以已成为国际上最普遍采用的胸腔内凹矫正方式，并可解决传统手术的问题。

[0006] 因为每个病患的体形不同而使胸腔形状不尽相同，所以必须针对每个病患在术前制作出适用的漏斗胸矫正板。漏斗胸矫正板的制作方式通常是在手术前，医师从一整套有各式各样尺寸的模拟板中，选择数个模拟板先后放置在病患胸腔皮肤上，用以找出尺寸适合病患的模拟板；选择适当尺寸的金属制的水平漏斗胸矫正板；以所找出的尺寸适合病患的模拟板当作模板，利用特殊工具将漏斗胸矫正板弯折成如模拟板一样的外型；弯折完成的漏斗胸矫正板即为适用的漏斗胸矫正板。

[0007] 然而，市售的模拟板并非直接针对病患的胸腔形状量身订做的，因此与漏斗胸病患的胸腔形状多少有误差，无法提供给所有的漏斗胸病患尺寸完全百分之百适合的模拟板，使得医师可能会有误判的情况，导致选择到尺寸不适合漏斗胸病患的模拟板，进而制作出尺寸不适合漏斗胸病患的漏斗胸矫正板。

[0008] 再者，因为皮肤具有一定的厚度，所以模拟板放置在病患胸腔皮肤的时候，多少会

有误差，导致后续制作出的漏斗胸矫正板无法与肋骨紧贴密合，使得医师不容易将漏斗胸矫正板固定在漏斗胸病患的肋骨上。

[0009] 此外，市售的模拟板并非直接针对病患的胸腔两侧的弧度量身订做的，因此与漏斗胸病患的胸腔两侧的弧度多少有误差，导致后续制作出的漏斗胸矫正板无法与肋骨紧贴密合，使得医师不容易将漏斗胸矫正板固定在漏斗胸病患的肋骨上。

发明内容

[0010] 本发明的主要目的在于提供一种应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法，可直接针对个别漏斗胸病患的胸腔形状量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板，使医师能够以本发明的制造方法所制成的3D打印模拟板当作模板制作出尺寸适合个别漏斗胸病患的胸腔形状的漏斗胸矫正板，并且能够精准地植入在正确的位置，以及在手术的过程中翻转一次到位，大幅缩短手术时间，安全便利，经济实惠，令医师、漏斗胸病患及其家属十分满意。

[0011] 本发明的另一目的在于提供一种应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法，排除皮肤厚度的干扰，进一步减少误差，使本发明的制造方法所制成的3D打印模拟板能够与个别漏斗胸病患的肋骨紧贴密合，有助于医师将漏斗胸矫正板固定在个别漏斗胸病患的肋骨上。

[0012] 本发明的再一目的在于提供一种应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法，可直接针对个别漏斗胸病患的胸腔两侧的弧度量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板，使医师能够以本发明的制造方法所制成的3D打印模拟板当作模板制作出尺寸适合个别漏斗胸病患的胸腔两侧的弧度的漏斗胸矫正板。

[0013] 为了达成前述的目的，本发明将提供一种应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法，包括下列步骤：

[0014] (a)建立一漏斗胸病患的3D胸腔模型。

[0015] (b)预测漏斗胸病患的矫正后的胸腔轮廓的外形，以建立一矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型。

[0016] (c)根据漏斗胸病患的3D胸腔模型与矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型，建立一术后胸腔轮廓模型。

[0017] (d)藉由术后胸腔轮廓模型寻找出一适当的漏斗胸矫正板的植入位置，依照在术后胸腔轮廓模型上所寻找出适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔形状，建立一模拟板的3D打印模型。

[0018] (e)藉由一3D打印设备将模拟板的3D打印模型打印出来，以获得一应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板。

[0019] 较佳地，步骤(a)包含以下子步骤：测量一漏斗胸病患的胸腔，以获得一影像；影像以1mm的切片厚度储存成一医疗数字影像传输协议的格式；以及影像先经过一图像处理模块处理，然后再经过一3D建模模块输出，藉以建立出漏斗胸病患的3D胸腔模型。

[0020] 较佳地，漏斗胸病患的3D胸腔模型包含脊椎、胸骨、锁骨、肋骨及软肋。

[0021] 较佳地，漏斗胸病患的3D胸腔模型中不包含软组织。

[0022] 较佳地，在步骤(b)中，预测漏斗胸病患的矫正后的胸腔轮廓的外形，利用3D建模

模块，往漏斗胸病患的3D胸腔模型的胸骨前的方向移动调整1.17～3.27cm，以建立矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型。

[0023] 较佳地，在步骤(a)的子步骤中，藉由计算机断层扫描、磁振造影或者3D超音波测量该漏斗胸病患的胸腔，以获得一计算机断层扫描影像、一磁振造影影像或者一3D超音波影像。

[0024] 较佳地，在步骤(c)中，根据漏斗胸病患的3D胸腔模型测量出一漏斗胸病患的原始胸骨和椎骨的距离，根据矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型预测出一术后胸骨和椎骨的距离，术后胸骨和椎骨的距离减去漏斗胸病患的原始胸骨和椎骨的距离的一差值即为一漏斗胸病患的胸腔需要撑开的幅度；根据漏斗胸病患的胸腔需要撑开的幅度，建立术后胸腔轮廓模型。

[0025] 较佳地，在步骤(d)中，术后胸腔轮廓模型上所寻找出适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔形状，沿着一长度方向延伸的总长度为7～17英吋，宽度为1～1.5公分，厚度为0.3～0.4公分。

[0026] 较佳地，在步骤(d)中，术后胸腔轮廓模型上所寻找出适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔两侧的弧度，其二端沿着长度方向延伸的长度相等，其二端沿着一厚度方向弯曲的弧长相等，各端的弧长为2～3公分。

[0027] 较佳地，在步骤(e)中，3D打印设备使用的打印材料为聚乳酸，从而所获得的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的材质为聚乳酸。

[0028] 本发明的功效在于，可直接针对个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板，毫无误差，排除皮肤厚度的干扰，减少医师误判的风险，使医师能够以本发明的制造方法所制成的3D打印模拟板当作模板制作出尺寸适合个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度的漏斗胸矫正板，并且能够精准地植入在正确的位置，以及在手术的过程中翻转一次到位，大幅缩短手术时间。再者，没有任何一位漏斗胸病患在术后矫正的期间，发生血胸(即，胸腔积血)或者需要术后干预(即，再次开刀更换漏斗胸矫正板)，也没有任何一位漏斗胸病患有术后并发症发生，安全便利，经济实惠，令医师、漏斗胸病患及其家属十分满意。

附图说明

[0029] 图1是本发明的制造方法流程图。

[0030] 图2是本发明的制造方法藉由计算机断层扫描测量漏斗胸病患的胸腔的示意图。

[0031] 图3是本发明的制造方法所建立的矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型的示意图。

[0032] 图4A是本发明的制造方法所建立的术后胸腔轮廓模型及模拟板的3D打印模型的前视图。

[0033] 图4B是本发明的制造方法所建立的术后胸腔轮廓模型及模拟板的3D打印模型的侧视图。

[0034] 图5为本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的立体图。

[0035] 图6为本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的俯

视图。

[0036] 图7为本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的剖视图。

[0037] 图8为本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板在手术前放置在漏斗胸病患的胸腔上的示意图。

[0038] 图9为漏斗胸矫正板尚未被弯折的立体图。

[0039] 图10为以本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板当作模板将漏斗胸矫正板弯折的模拟板的外型的示意图。

[0040] 图11为利用纳氏手术将漏斗胸矫正板被牵引贯穿胸腔后的示意图。

[0041] 图12为利用纳氏手术将漏斗胸矫正板被翻转而将肋骨往外顶撑的示意图。

[0042] 图13为多个漏斗胸矫正板将第四对肋骨、第五对肋骨及第六对肋骨往外顶撑的示意图。

[0043] 其中,附图标记说明如下：

[0044] 1 应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板

[0045] 10 本体

[0046] 11 第一端部

[0047] 12 第二端部

[0048] 13 第一侧边

[0049] 14 第二侧边

[0050] 15 第一表面

[0051] 16 第二表面

[0052] 20、30 弯曲部

[0053] 2 胸腔

[0054] 3、3’ 漏斗胸矫正板

[0055] 100 影像

[0056] 200 矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型

[0057] 300 术后胸腔轮廓模型

[0058] 400 模拟板的3D打印模型 201 肋骨

[0059] 202 心脏

[0060] D1 胸腔断面最大直径

[0061] D2 在最后方的胸骨压缩胸骨和椎骨的距离

[0062] D3 漏斗胸病患的原始胸骨和椎骨的距离

[0063] D4 术后胸骨和椎骨的距离

[0064] L 总长度

[0065] L1 本体的长度

[0066] L2 弯曲部的长度

[0067] S1～S5 步骤

[0068] S11～S13 子步骤

[0069] T1 本体的厚度

[0070] T2 弯曲部的厚度

[0071] W1 本体的宽度

[0072] W2 弯曲部的宽度

具体实施方式

[0073] 以下配合图式及附图标记对本发明的实施方式做更详细的说明，使本领域技术人员在研读本说明书后能据以实施。

[0074] 请参阅图1至图5，图1是本发明的制造方法流程图，图2是本发明的制造方法藉由计算机断层扫描测量漏斗胸病患的胸腔的示意图，图3是本发明的制造方法所建立的矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型的示意图，图4A是本发明的制造方法所建立的术后胸腔轮廓模型及模拟板的3D打印模型的前视图，图4B是本发明的制造方法所建立的术后胸腔轮廓模型及模拟板的3D打印模型的侧视图，图5为本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的立体图，本发明提供一种应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的制造方法，包括下列步骤：

[0075] 步骤S1：建立一漏斗胸病患的3D胸腔模型。更明确地说，步骤S1包含以下子步骤：

[0076] 子步骤S11：测量一漏斗胸病患的胸腔，以获得一影像100。所测量的范围是从漏斗胸病患的胸腔的第一根肋骨的顶缘至第十二根肋骨的底缘。在较佳实施例中，藉由计算机断层扫描(CT，Computed Tomography)测量漏斗胸病患的胸腔，以获得一计算机断层扫描影像，如图2所示。其中，胸腔断面最大直径D1藉由在最后方的胸骨压缩胸骨和椎骨的距离(most-posterior sternal compression sternovertebral distance)D2所隔开。在其他实施例中，亦可藉由其他医学影像技术获得该影像，比方说，藉由磁振造影(Magnetic Resonance Imaging)测量漏斗胸病患的胸腔，以获得一磁振造影影像(图未示)；或者是，藉由一3D超音波(3D ultrasound)测量漏斗胸病患的胸腔，以获得一3D超音波影像(图未示)。

[0077] 子步骤S12：该影像100以1mm的切片厚度储存成一医疗数字影像传输协议(DICOM，Digital Imaging and Communications in Medicine)的格式。

[0078] 子步骤S13：该影像100先经过一图像处理模块处理(图未示)，然后再经过一3D建模模块(图未示)输出，藉以建立出漏斗胸病患的3D胸腔模型。在较佳实施例中，图像处理模块为3D重建软件(3D reconstruction software)OsiriXTM软件(瑞士日内瓦的Pixmeo公司所开发)，3D建模模块为3D混搭软件(3D mashups and remixes software)MeshmixerTM软件(美国圣拉斐尔的Autodesk公司所开发)，并且以STL(STereoLithography，立体光刻)档的格式输出。然不以此为限，任何具有相同或相似功能的软件皆可为所述图像处理模块以及所述3D建模模块，先予叙明。需要特别说明的是，因为漏斗胸病患的3D胸腔模型主要与脊椎、胸骨、锁骨、肋骨及软肋等组织有关，与软组织无关，所以图像处理模块会在处理该影像时，保留脊椎(spine)、胸骨(sternum)、锁骨(clavicle)、肋骨(ribs)及软肋(costal cartilages)等组织，删除软组织(soft tissue)，使得最终获得的漏斗胸病患的3D胸腔模型包含脊椎、胸骨、锁骨、肋骨及软肋，但不包含软组织。所述软组织指医学上所指的软组织，包括肌肉(Muscle)、肌腱(Tendon)、韧带(Ligament)及滑囊(Bursa)等非骨骼组织。

[0079] 步骤S2：预测漏斗胸病患的矫正后的胸腔轮廓的外形，以建立一矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型200，如图3所示。更明确地说，医师依凭其经验预测漏斗胸病患的矫正

后的胸腔轮廓的整体外形(包含骨骼、皮肤、肌肉等整体外观上的改变),然后利用3D建模模块,往漏斗胸病患的3D胸腔模型的胸骨前的方向移动调整1.17～3.27cm(即,2.22±1.05cm),以建立矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型200。值得一提的是,上述移动调整范围乃是本案申请人经过多年经验统计出的最佳范围,已经足够提供医师直接针对个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做出适合的矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型200。当然,在手术时,主治医师能够从上述移动调整范围,进一步依其经验判断个别漏斗胸病患的状况,更精准地判断出需要往漏斗胸病患的3D胸腔模型200的胸骨前的方向移动调整的距离,方能建立出更符合个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度的矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型200。

[0080] 步骤S3:根据漏斗胸病患的3D胸腔模型与矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型200,建立一术后胸腔轮廓模型300,如图4A及图4B所示。更清楚地说,根据漏斗胸病患的3D胸腔模型测量出一漏斗胸病患的原始胸骨和椎骨的距离D3;根据矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型200预测出一术后胸骨和椎骨的距离D4。术后胸骨和椎骨的距离D4减去漏斗胸病患的原始胸骨和椎骨的距离D3的一差值即为一漏斗胸病患的胸腔需要撑开的幅度;根据漏斗胸病患的胸腔需要撑开的幅度,建立术后胸腔轮廓模型300。换句话说,藉由了解漏斗胸病患的胸腔需要撑开的幅度,即可直接针对个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做出适合的术后胸腔轮廓模型300。

[0081] 步骤S4:藉由术后胸腔轮廓模型300寻找出一适当的漏斗胸矫正板的植入位置,依照在术后胸腔轮廓模型300上所寻找出的适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔形状,建立一模拟板的3D打印模型400,如图4A及图4B所示。

[0082] 较佳地,术后胸腔轮廓模型300上所寻找出的适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔形状,沿着一长度方向延伸的总长度为7～17英吋,宽度为1～1.5公分,厚度为0.3～0.4公分。依照统计数据可得知,漏斗胸病患通常是发生在第四对肋骨、第五对肋骨及第六对肋骨,上述技术特征恰好涵盖所有的漏斗胸病患(包含各年龄层和各种人种)的第四对肋骨、第五对肋骨及第六对肋骨所在之处的胸腔形状。

[0083] 较佳地,术后胸腔轮廓模型300上所寻找出的适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔两侧的弧度,其二端沿着长度方向延伸的长度相等,其二端沿着厚度方向弯曲的弧长相等,各端的弧长为2～3公分。此技术特征恰可涵盖所有的漏斗胸病患(包含各年龄层和各种人种)的胸腔两侧的弧度范围。

[0084] 较佳地,术后胸腔轮廓模型300上所寻找出的适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔形状,沿着长度方向延伸的总长度为11～13英吋,宽度为1.2公分,厚度为0.35公分。此技术特征为进一步限定在“成人”漏斗胸病患的第四对肋骨、第五对肋骨及第六对肋骨所在之处的胸腔形状。

[0085] 较佳地,术后胸腔轮廓模型300上所寻找出的适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔两侧的弧度,其二端沿着长度方向延伸的长度相等,其二端沿着厚度方向弯曲的弧长相等,各端的弧长为2.3公分。此技术特征进一步限定在“成人”漏斗胸病患的胸腔两侧的弧度范围。

[0086] 步骤S5:藉由一3D打印设备(图未示)将模拟板的3D打印模型400打印出来,以获得一应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1,如图5所示。在较佳实施例中,所使用的3D打

印设备为一般桌上型3D打印机，并且使用的打印材料为聚乳酸(PLA，poly lactic acid)，从而所获得的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1的材质为聚乳酸。然不以此为限，任何具有3D打印功能的3D打印设备以及任何3D打印常用材料均涵盖在本发明的范围之中，先予叙明。

[0087] 请参阅图5至图7，图5为本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的立体图，图6为本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的俯视图，图7为本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板的剖视图，该应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1包括一本体10及二弯曲部20、30。

[0088] 本体10在一长度方向的二端分别界定为一第一端部11及一第二端部12，在一宽度方向的二侧边分别界定为一第一侧边13及一第二侧边14，并且在一厚度方向的二表面分别界定为一第一表面15及一第二表面16。其中，本体10呈直线形或者弧形

[0089] 该二弯曲部20、30分别一体成型地从本体10的第一端部11及本体10的第二端部12沿着长度方向往远离本体10的方向延伸，沿着厚度方向往远离本体10的方向弯曲，并且同时位在本体10的第二表面16的一侧。其中，本体10沿着长度方向延伸的长度大于各弯曲部20、30沿着长度方向延伸的长度，并且本体10沿着长度方向延伸的长度大于该二弯曲部20、30沿着长度方向延伸的总长度。

[0090] 依照统计数据可得知，漏斗胸病患通常是发生在第四对肋骨、第五对肋骨及第六对肋骨。其中，本体10和该二弯曲部20、30沿着长度方向延伸的总长度L(即，本体10的长度L1和该二弯曲部的长度L2的总和)为7～17英吋，本体10的宽度W1和该二弯曲部20、30的宽度W2相等并且均为1～1.5公分，本体10的厚度T1和该二弯曲部20、30的厚度T2相等并且均为0.3～0.4公分。此技术特征恰好涵盖所有的漏斗胸病患(包含各年龄层和各种人种)的第四对肋骨、第五对肋骨及第六对肋骨所在之处的胸腔形状。藉此，本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1能够对应术后胸腔轮廓模型300上所寻找出的适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔形状。

[0091] 请参阅图8，图8为本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板在手术前放置在漏斗胸病患的胸腔上的示意图，在对个别漏斗胸病患进行手术之前，医师须先将针对个别漏斗胸病患的胸腔形状量身订做的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1放置在个别漏斗胸病患的胸腔2上，以确定尺寸无误，并且标示出漏斗胸矫正板的正确植入位置。

[0092] 请参阅图9及图10，图9为漏斗胸矫正板尚未被弯折成的立体图，图10为以本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板当作模板将漏斗胸矫正板弯折成模拟板的外型的示意图，医师能够以针对个别漏斗胸病患的胸腔形状量身订做的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1当作模板，直接选出尺寸相当的一金属制的漏斗胸矫正板(Nuss bar)3，并且藉由特殊工具将漏斗胸矫正板3弯折成如针对个别漏斗胸病患胸腔形状量身订做的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1一样的外型。弯折完成的漏斗胸矫正板即为适用的漏斗胸矫正板3’。

[0093] 请参阅图11及图12，图11为利用纳氏手术将漏斗胸矫正板被牵引贯穿胸腔后的示意图，图12为利用纳氏手术将漏斗胸矫正板被翻转而将肋骨往外顶撑的示意图，先将一弧

弯状的导引器械(图未示)自漏斗胸病患的右侧腋中线部位插入胸腔2中,并穿过肋骨201与心脏202之间的区域,而自左侧腋中线区域穿出,再于导引器械的末端和漏斗胸矫正板3'之间绑固一牵引绳(图未示)。接着,将导引器械回拉出胸腔2外,驱使牵引绳逐渐将漏斗胸矫正板3'拉引穿过肋骨201与心脏202之间的区域,使漏斗胸矫正板3'穿设于胸腔2中,而可被翻转并将肋骨201往外顶出。

[0094] 请参阅图13,图13为多个漏斗胸矫正板将第四对肋骨、第五对肋骨及第六对肋骨往外顶撑的示意图,一般来说,漏斗胸矫正板3'是设置在第五对肋骨,然而,有些漏斗胸病患的胸腔2凹陷程度较为严重,所以需要把多个漏斗胸矫正板3'设置在第四对肋骨、第五对肋骨及第六对肋骨。

[0095] 藉此,本发明的制造方法可直接针对个别漏斗胸病患的胸腔形状精准地模拟出漏斗胸矫正板的植入位置,以及量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1,毫无误差,减少医师误判的风险,排除皮肤厚度的干扰,使医师能够以本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1当作模板制作出尺寸适合个别漏斗胸病患的胸腔形状的漏斗胸矫正板3',而且该漏斗胸矫正板3'还能够与个别漏斗胸病患的肋骨紧贴密合,有助于医师将漏斗胸矫正板3'固定在个别漏斗胸病患的肋骨上。

[0096] 较佳地,该二弯曲部20、30沿着长度方向延伸的长度L2相等,该二弯曲部20、30沿着厚度方向弯曲的弧长相等,各弯曲部20、30的弧长为2～3公分。此技术特征恰可涵盖所有的漏斗胸病患(包含各年龄层和各种人种)的胸腔两侧的弧度范围。据此,本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1能够对应术后胸腔轮廓模型300上所寻找出的适当的漏斗胸矫正板的植入位置的胸腔两侧的弧度。是以,本发明的制造方法可直接针对个别漏斗胸病患的胸腔形状以及胸腔两侧的弧度量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1,使医师能够以本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1当作模板制作出尺寸适合个别漏斗胸病患的胸腔形状以及胸腔两侧的弧度的漏斗胸矫正板3',能够使得后续制成的漏斗胸矫正板3'与个别漏斗胸病患的肋骨紧贴密合,有助于医师将漏斗胸矫正板3'固定在个别漏斗胸病患的肋骨上。

[0097] 较佳地,本体10和该二弯曲部20、30沿着长度方向延伸的总长度L(即,本体10的长度L1和该二弯曲部的长度L2的总和)为11～13英吋,本体10的宽度W1和该二弯曲部20、30的宽度W2相等并且均为1.2公分,本体10的厚度T1和该二弯曲部20、30的厚度T2相等并且均为0.35公分。此技术特征为进一步限定在“成人”漏斗胸病患的第四对肋骨、第五对肋骨及第六对肋骨所在之处的胸腔形状。据此,本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1能够对应术后胸腔轮廓模型300上所寻找出的适当的漏斗胸矫正板的植入位置的“成人”胸腔形状。是以,本发明的制造方法直接针对个别“成人”漏斗胸病患的胸腔形状量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1,毫无误差,减少医师误判的风险,并可排除皮肤厚度的干扰,使医师能够以本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1当作模板制作出尺寸适合个别“成人”漏斗胸病患的胸腔形状的漏斗胸矫正板3',而且该漏斗胸矫正板3'还能够与个别“成人”漏斗胸病患的肋骨紧贴密合,有助于医师将漏斗胸矫正板3'固定在个别“成人”漏斗胸病患的肋骨上。

[0098] 较佳地,该二弯曲部20、30沿着长度方向延伸的长度L2相等,该二弯曲部20、30沿着厚度方向弯曲的弧长相等,各弯曲部20、30的弧长为2.3公分。此技术特征进一步限定在

“成人”漏斗胸病患的胸腔两侧的弧度范围。据此，本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1能够对应术后胸腔轮廓模型300上所寻找出的适当的漏斗胸矫正板的植入位置的“成人”胸腔两侧的弧度。是以，本发明的制造方法可直接针对个别“成人”漏斗胸病患的胸腔形状以及胸腔两侧的弧度量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1，使医师能够以本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1当作模板制作出尺寸适合个别“成人”漏斗胸病患的胸腔形状以及胸腔两侧的弧度的漏斗胸矫正板3’，能够使得后续制成的漏斗胸矫正板3’与个别“成人”漏斗胸病患的肋骨紧贴密合，有助于医师将漏斗胸矫正板3’固定在个别“成人”漏斗胸病患的肋骨上。

[0099] 实施例：

[0100] 本实施例以接受利用本发明的制造方法直接针对个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1矫正的十位漏斗胸病患为例，分析比较其术前的数据以及术后矫正的数据，数据分析使用的是SPSS 21.0(伊利诺伊州芝加哥市SPSS公司所开发)。其中，术前的情况包含漏斗胸病患的人口统计数据和基线特征整理于表一之中，术后矫正的情况则整理于表二之中。

[0101] 表一：

[0102]

平均年龄	19.80±4.73
年龄分布范围	12～26
性别	9男1女
平均身高(cm)	169.00±11.16
身高分布范围(cm)	143～183
平均体重(kg)	54.32±12.50
体重分布范围(kg)	28～70
平均BMI(kg/m2)	18.71±2.58
BMI分布范围(kg/m2)	13.6～22.05
术前胸腔断面最大直径	25.48±3.08
术前胸腔最窄AP长度	7.22±1.09
平均凹陷指数(HI,Haller Index)	3.55±0.35
凹陷指数分布范围	3.06～3.95
矫正板数量	1

[0103] 表二：

[0104]

主要结果	
术后胸腔断面最大直径	25.68±2.38
术后胸腔最窄 AP 长度	9.35±1.04
平均术后凹陷指数(HI，Haller Index)	2.75±0.30

[0105]

术后凹陷指数范围(HI，Haller Index)	2.37~3.24
平均手术时间(min)	52.7±17.2
手术时间范围(min)	32~84
凹陷指数的平均间隔变化(%)	22.08±7.43
术后胸腔引流天数(days)	4.2±0.63
术后胸腔引流天数范围(%)	13.8~39.3%
两侧总引流量	142.9±62.91
平均术后住院天数(days)	7.4±1.26
术后住院天数范围(days)	6~9
术后干预人数	0
再入住医院人数	0
次要结果	
术后并发症人数	0
打印时间(min)	118.1±11.2
打印模型后处理时间(min)	12.6±1.57

[0106] 从表一以及表二可知，虽然模拟板的3D打印模型400的打印时间长达118.1±11.2分钟以及打印模型后处理时间长达12.6±1.57分钟，但是利用本发明的制造方法直接针对个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1矫正的漏斗胸病患，平均手术时间只要52.7±17.2分钟，比传统手术时间更短，其原因在于：本发明的制造方法预先决定漏斗胸矫正板3'的曲度与矫正后的胸腔外观客制化的曲度，以制造出针对个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1，并且寻找出适当的漏斗胸矫正板3'的植入位置，所以能够进一步透过本发明的制造方法所制成的应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1制造出针对个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做的漏斗胸矫正板3'，并且能够精准地植入在正确的位置，使得针对个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做的漏斗胸矫正板3'能够在手术的过程中翻转一次到位，大幅缩短手术时间。

[0107] 再者，没有任何一位漏斗胸病患在术后矫正的期间，发生血胸(即，胸腔积血)或者需要术后干预(即，再次开刀更换漏斗胸矫正板)，也没有任何一位漏斗胸病患有术后并发症发生。由上可知，利用本发明的制造方法直接针对个别漏斗胸病患的胸腔形状及胸腔两侧的弧度量身订做出应用于制造漏斗胸矫正板的3D打印模拟板1，安全便利，经济实惠，令医师、漏斗胸病患及其家属十分满意。

[0108] 以上所述仅为用以解释本发明的较佳实施例，并非企图据以对本发明做任何形式上的限制，因此，凡有在相同的创作精神下所作有关本发明的任何修饰或变更，皆仍应包括在本发明意图保护的范畴。

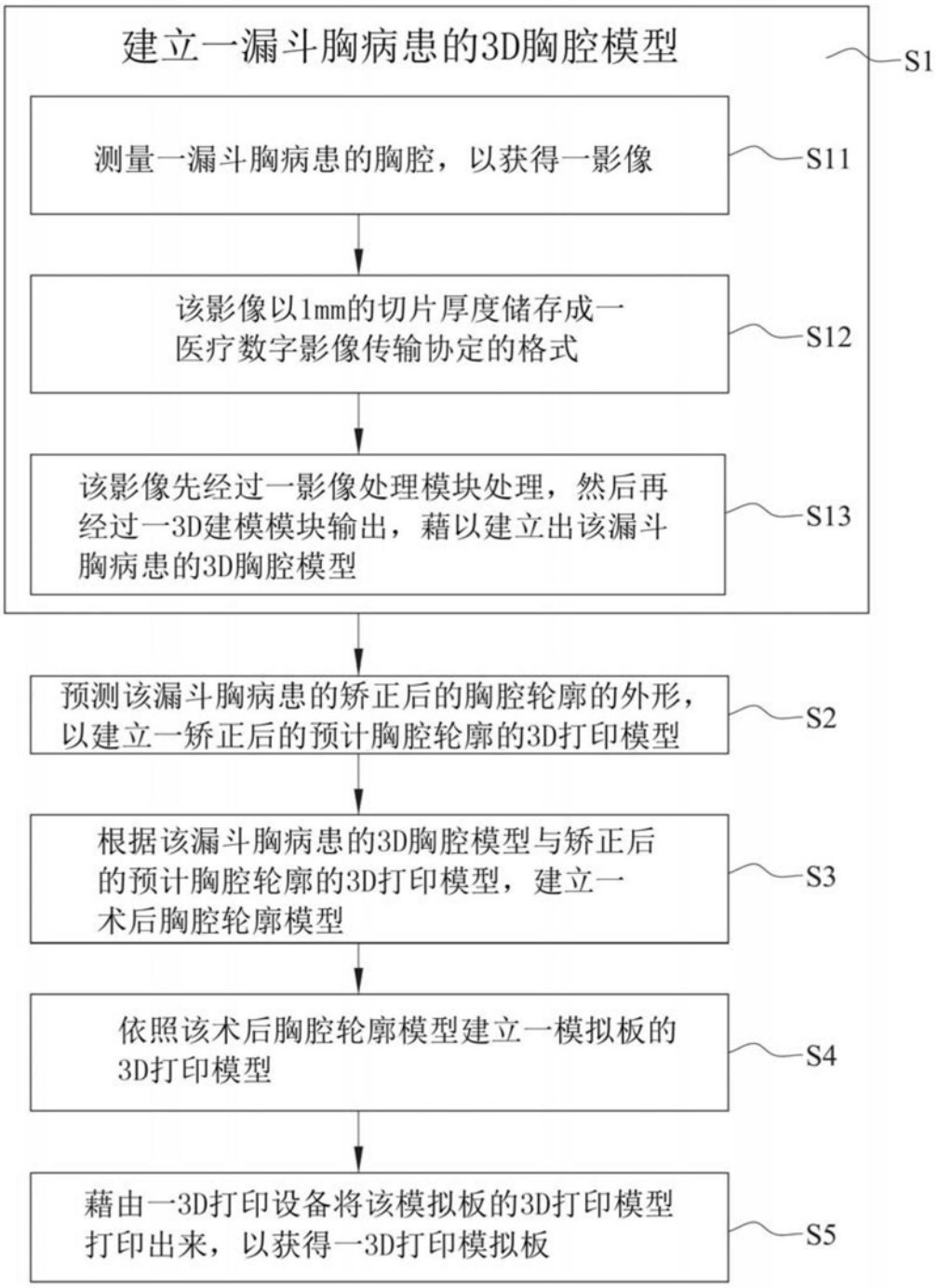

建立一漏斗胸病患的3D胸腔模型
S1
测量一漏斗胸病患的胸腔，以获得一影像
S11
该影像以1mm的切片厚度储存成一医疗数字影像传输协定的格式
S12
该影像先经过一影像处理模块处理，然后再经过一3D建模模块输出，藉以建立出该漏斗胸病患的3D胸腔模型
S13
预测该漏斗胸病患的矫正后的胸腔轮廓的外形，以建立一矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型
S2
根据该漏斗胸病患的3D胸腔模型与矫正后的预计胸腔轮廓的3D打印模型，建立一术后胸腔轮廓模型
S3
依照该术后胸腔轮廓模型建立一模拟板的3D打印模型
S4
藉由一3D打印设备将该模拟板的3D打印模型打印出来，以获得一3D打印模拟板
S5

图1

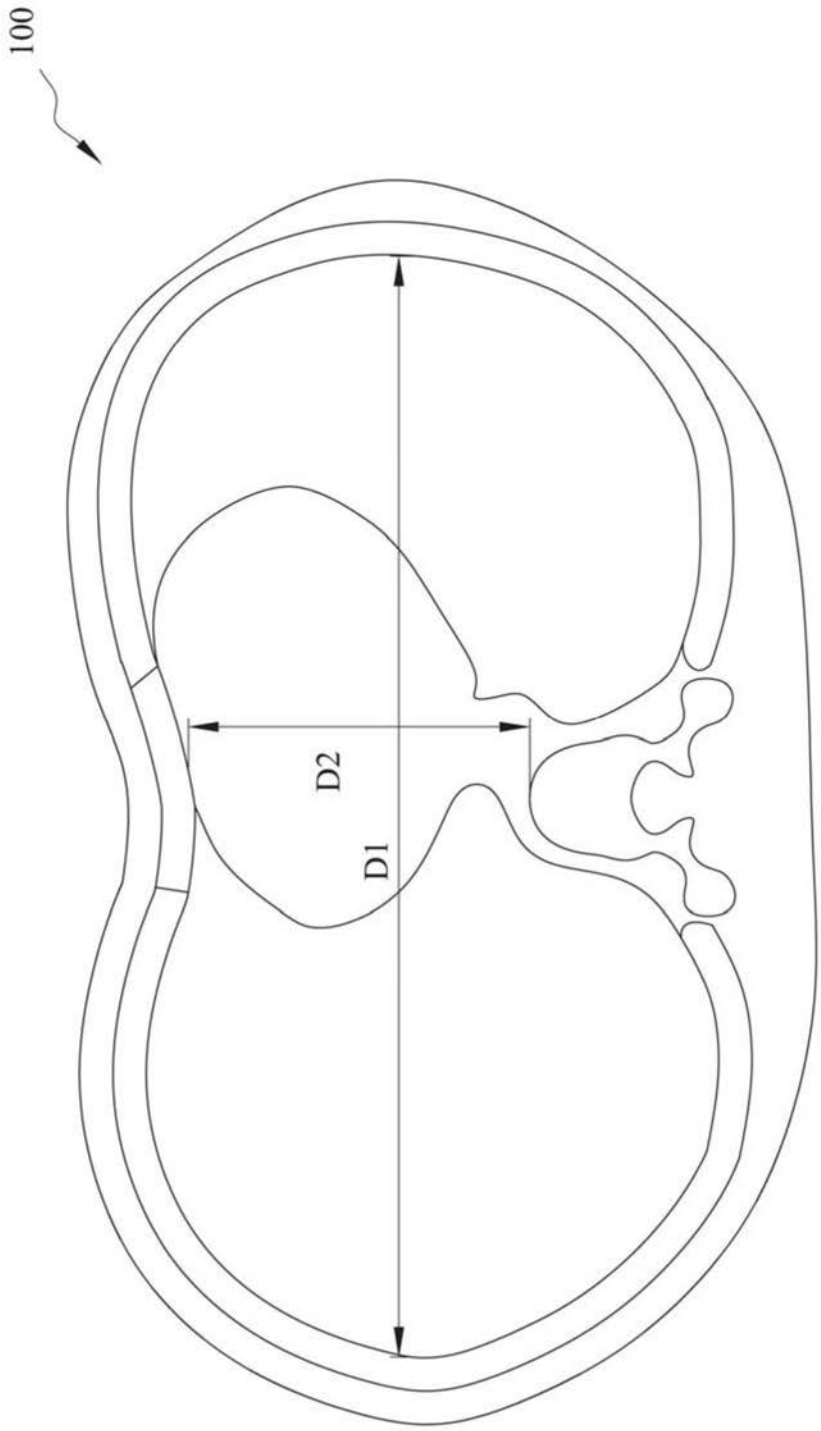


图2

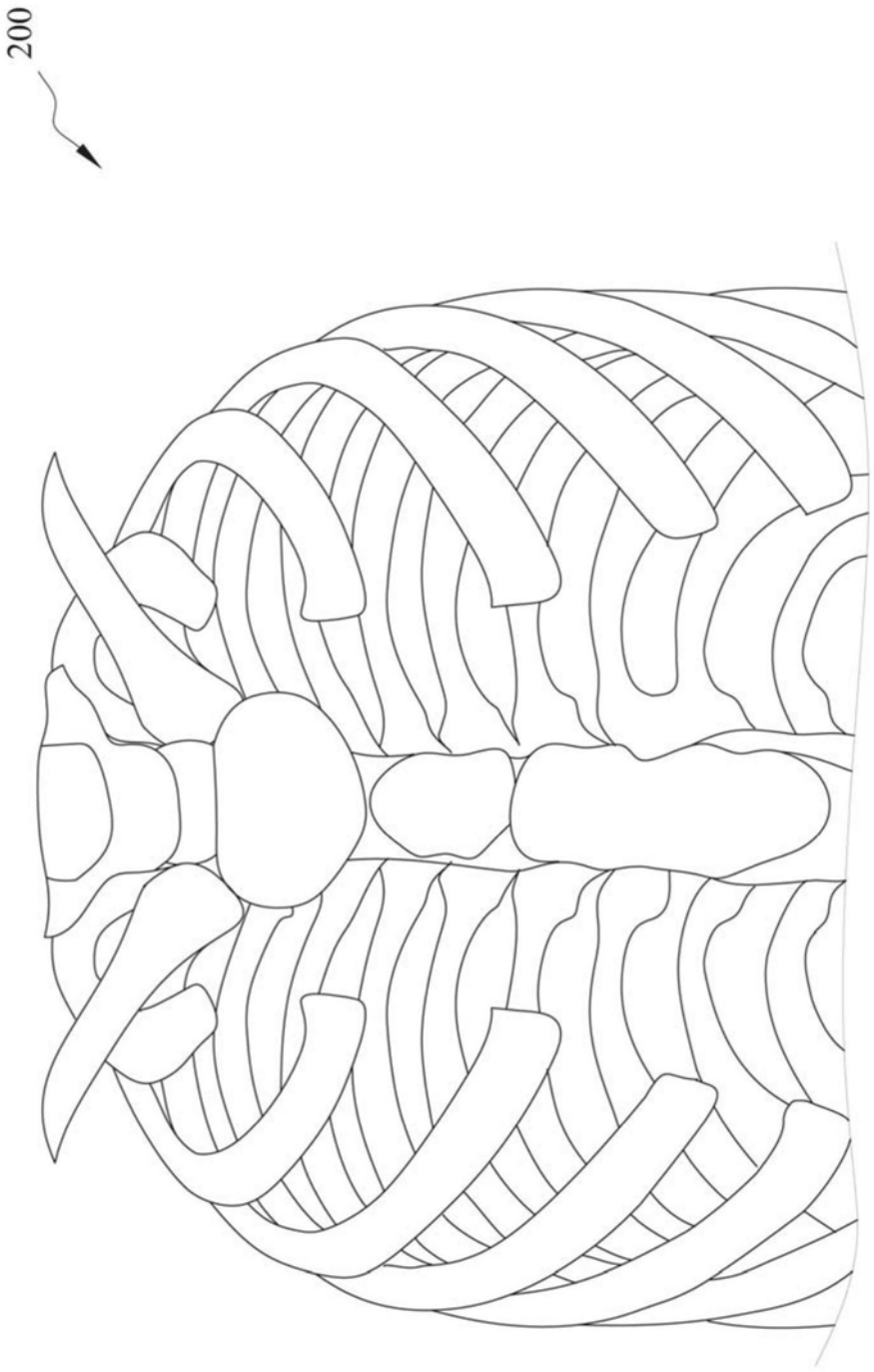


图3

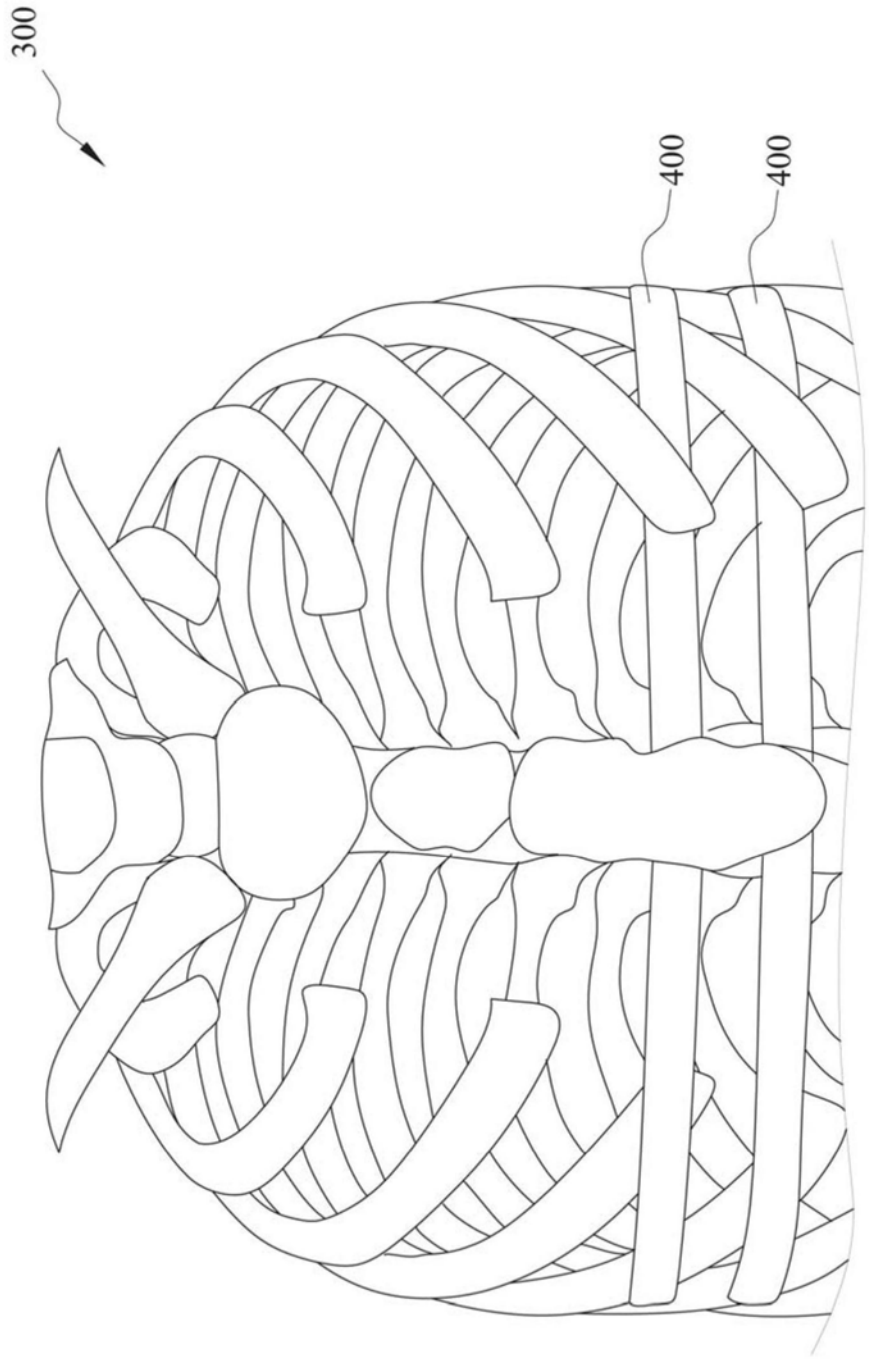


图4A

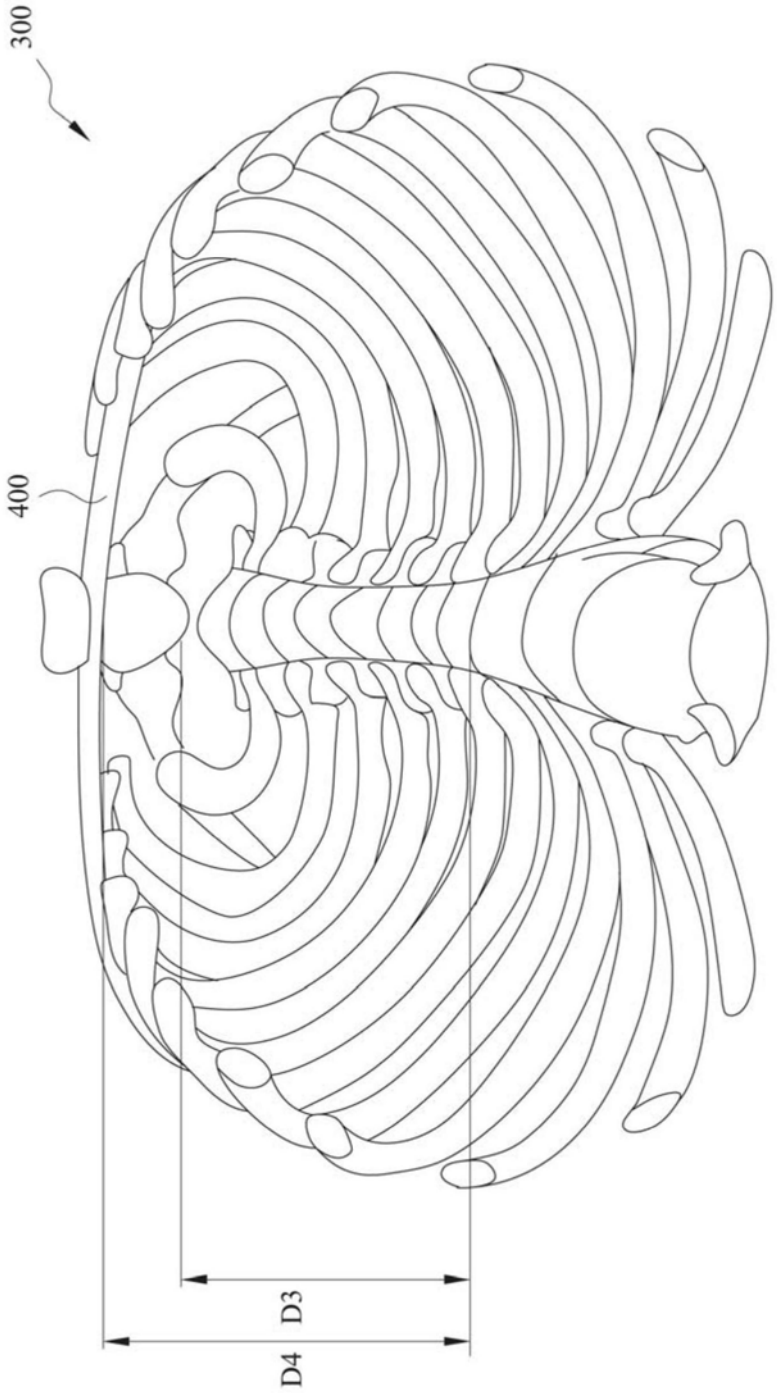


图4B

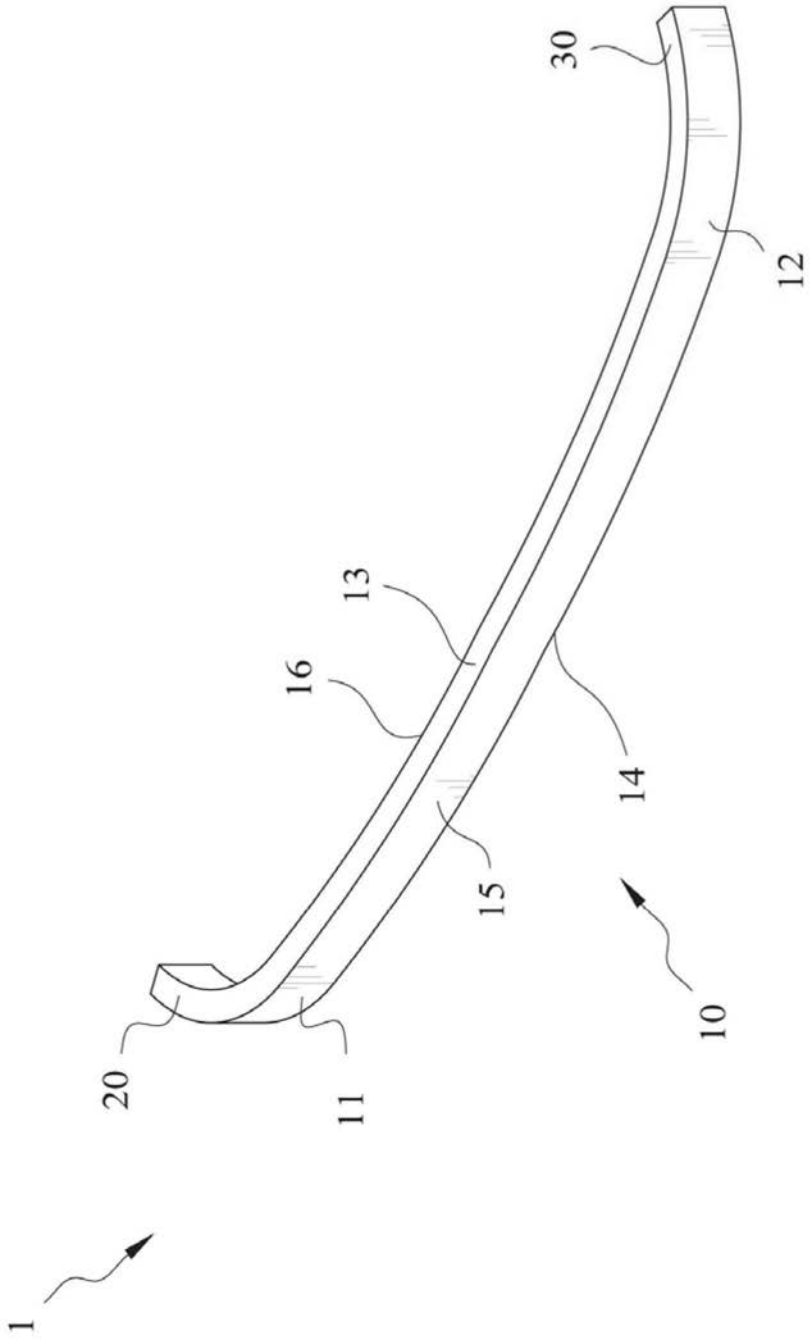


图5

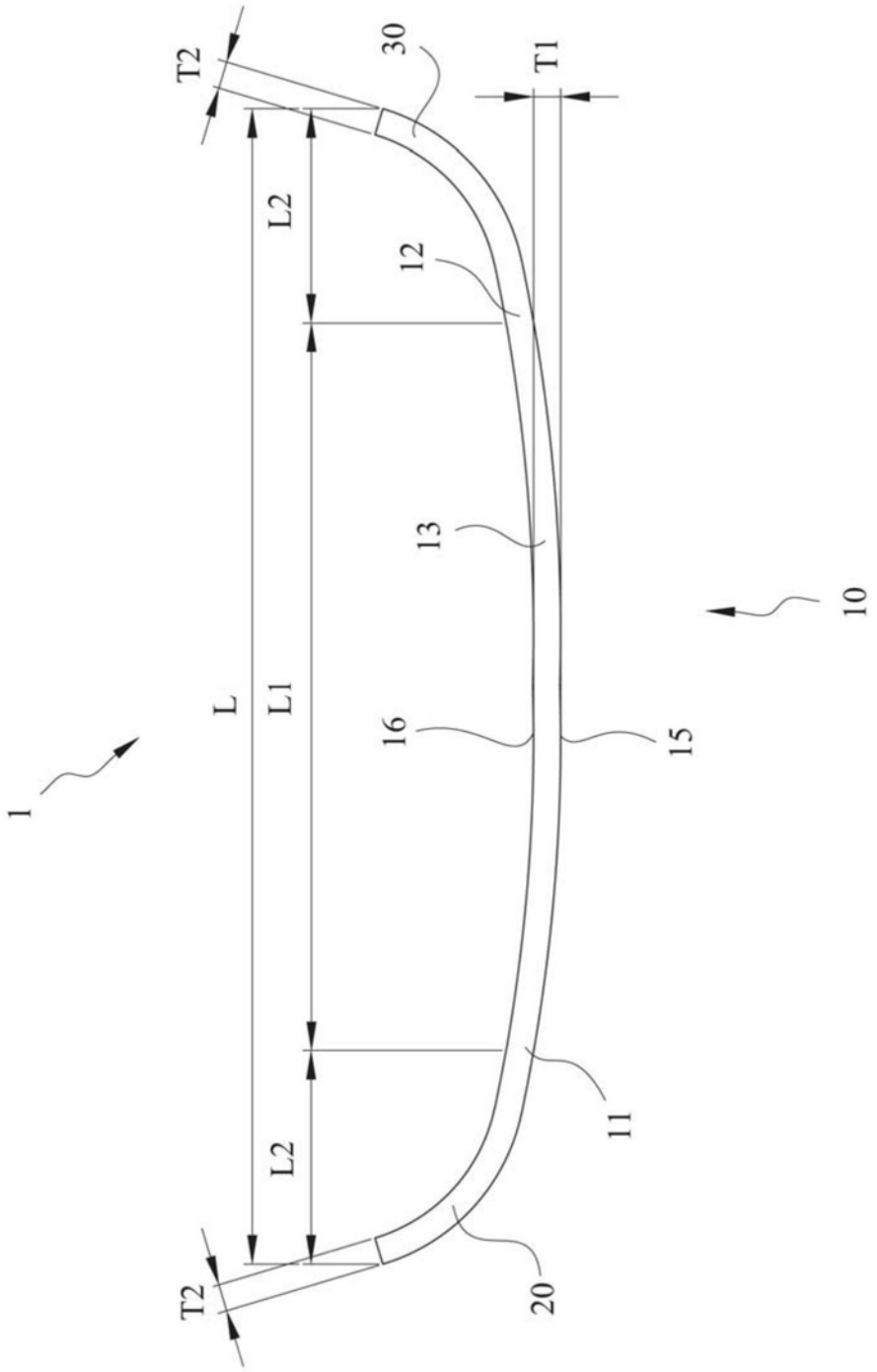


图6

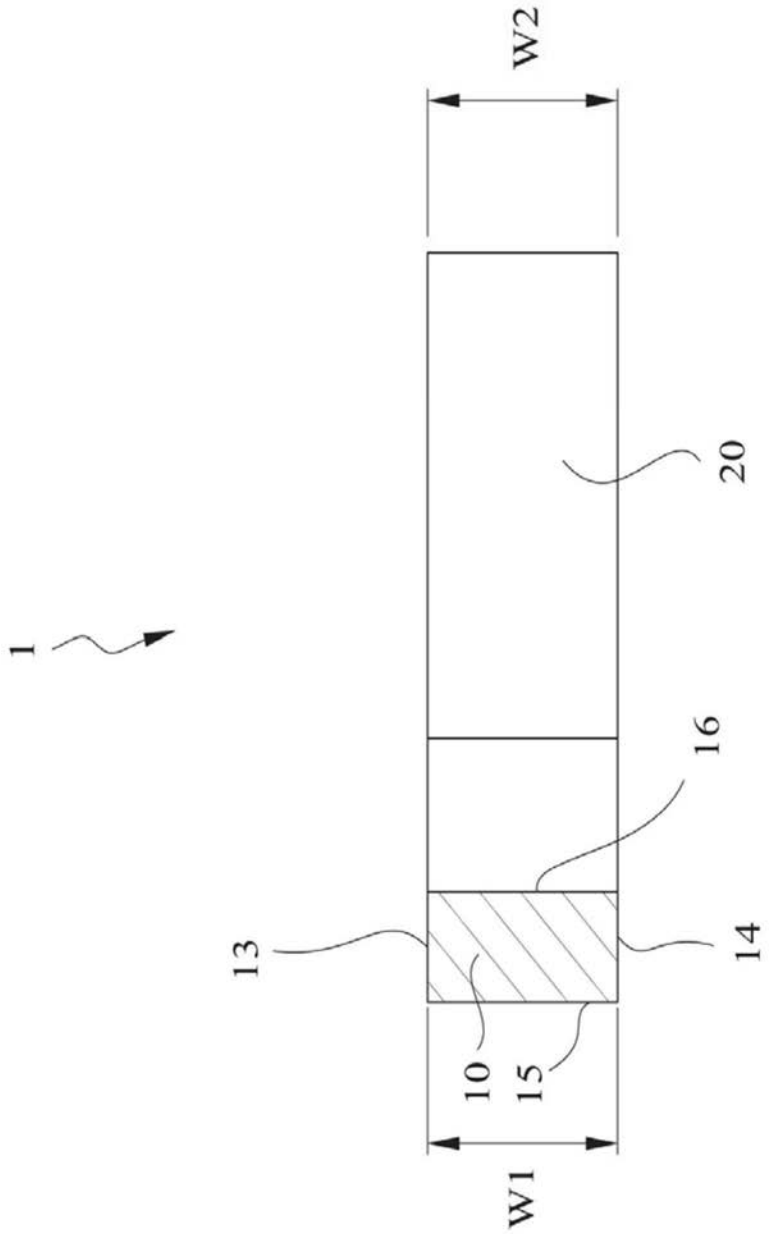


图7



图8

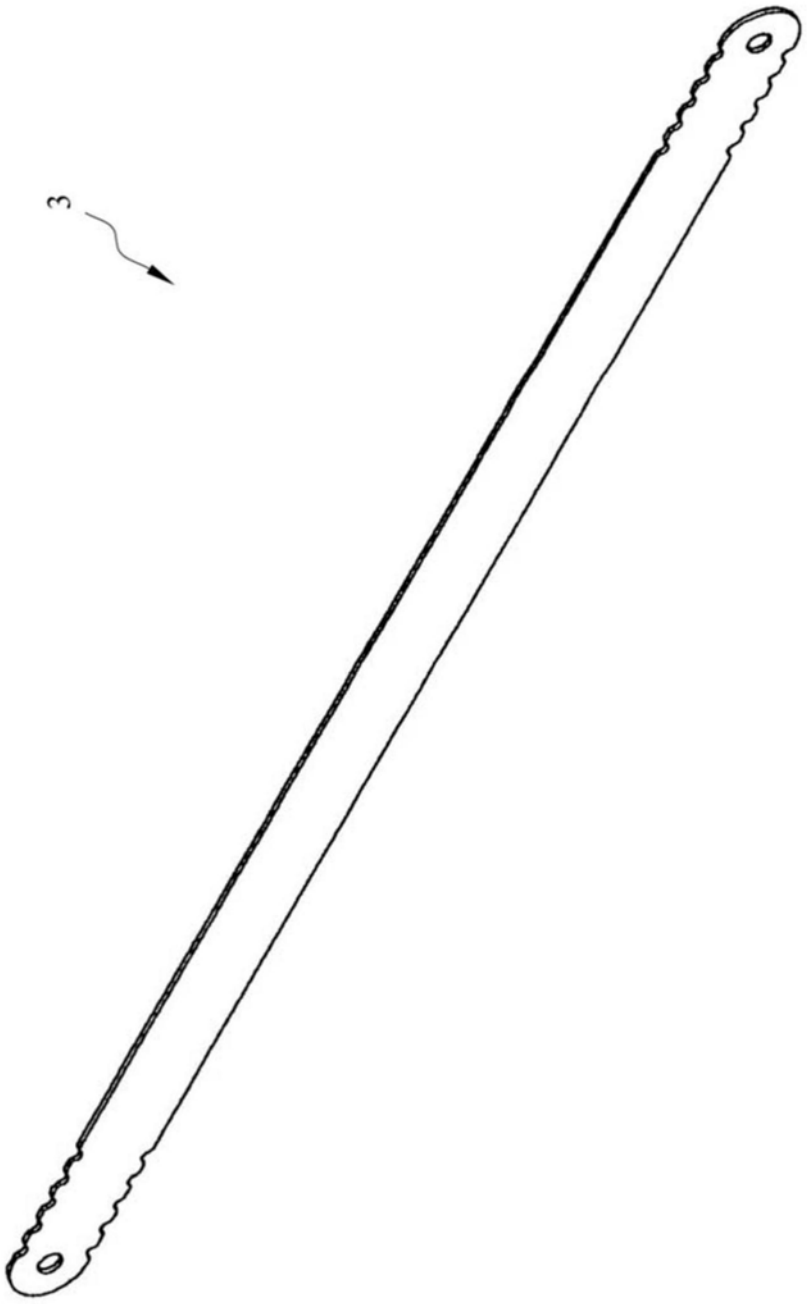


图9

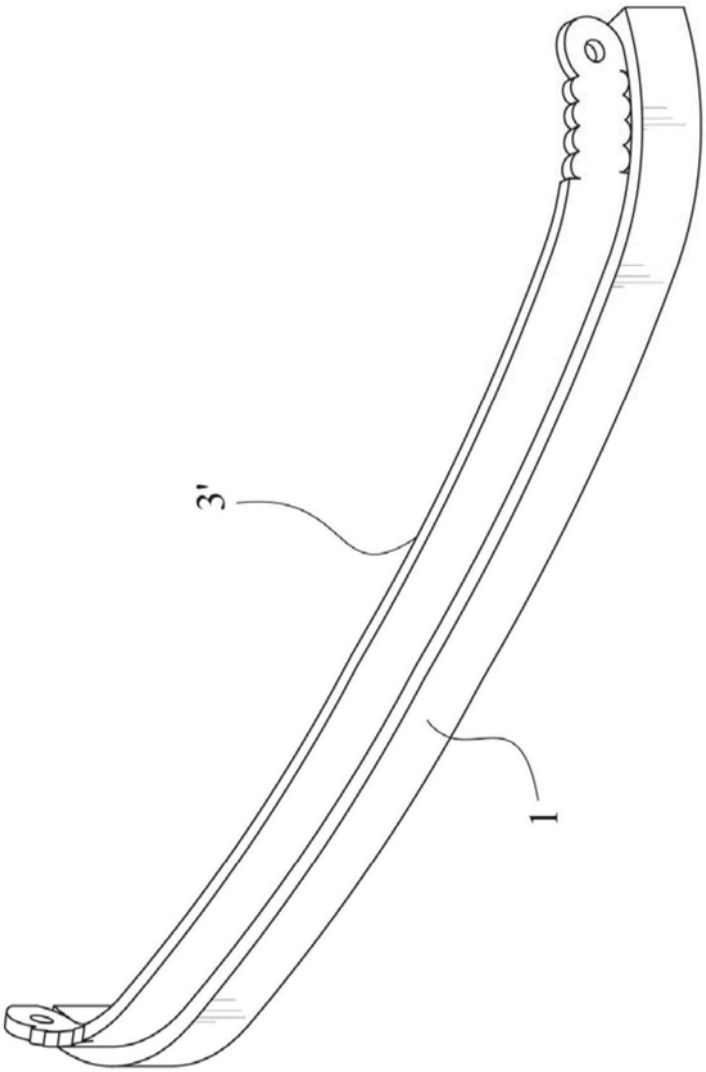


图10

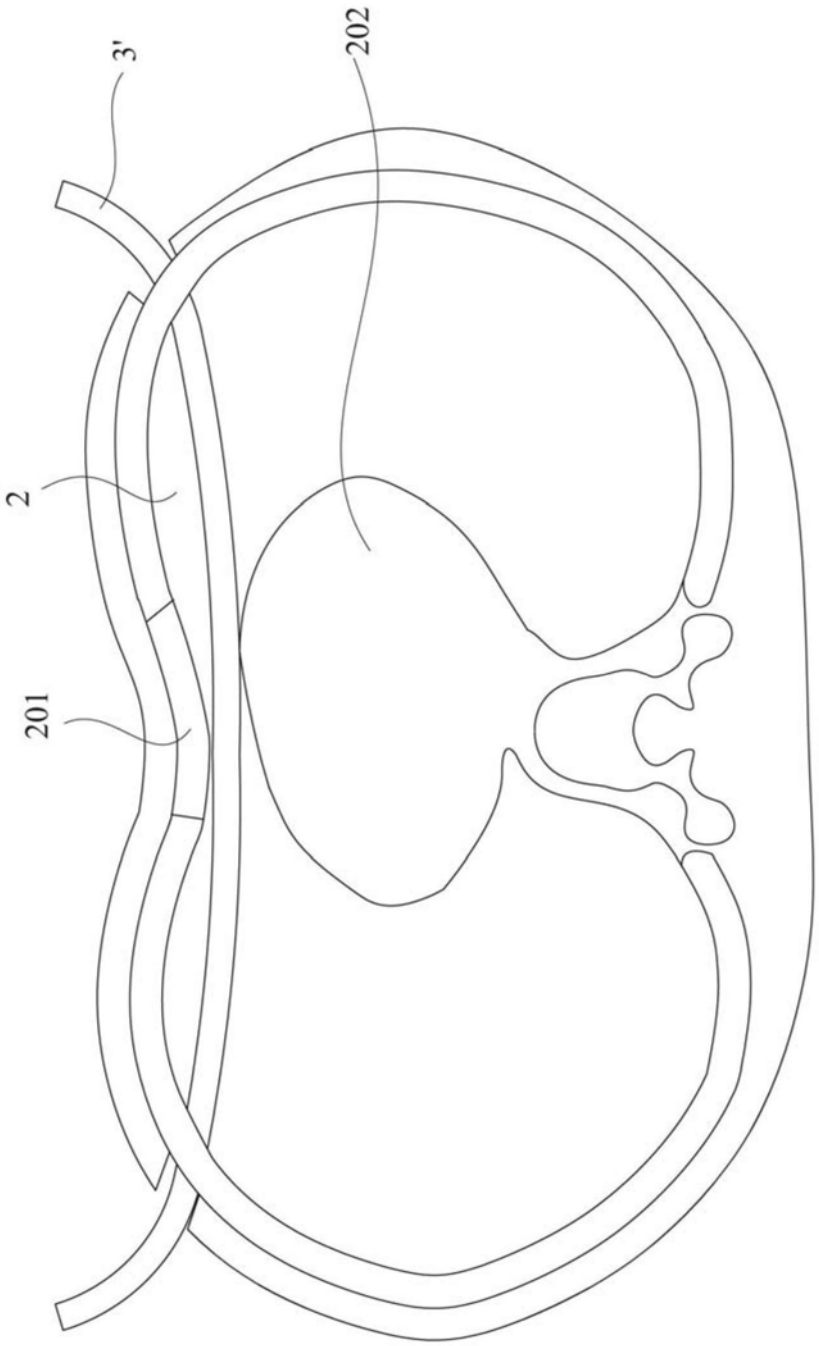


图11

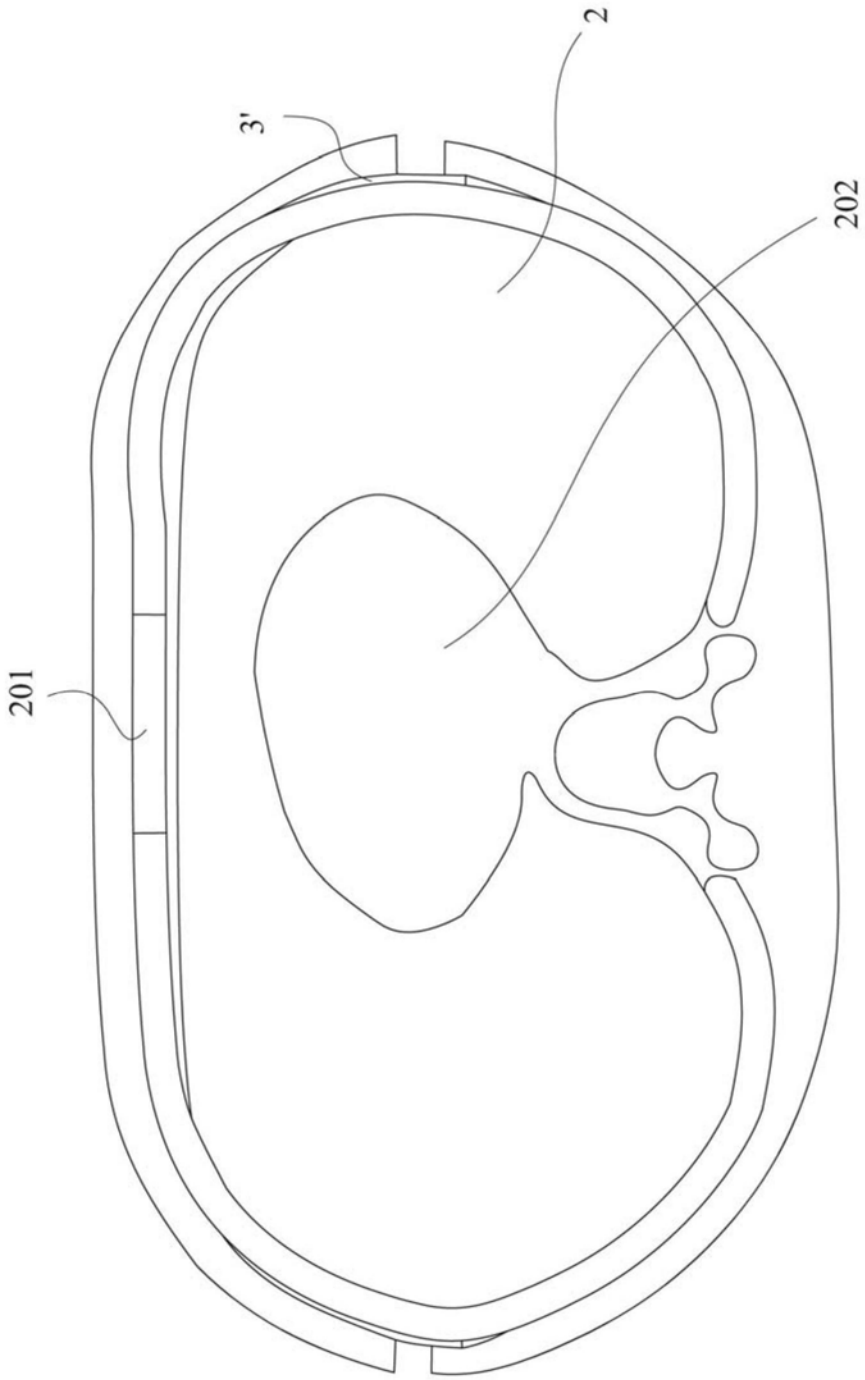


图12

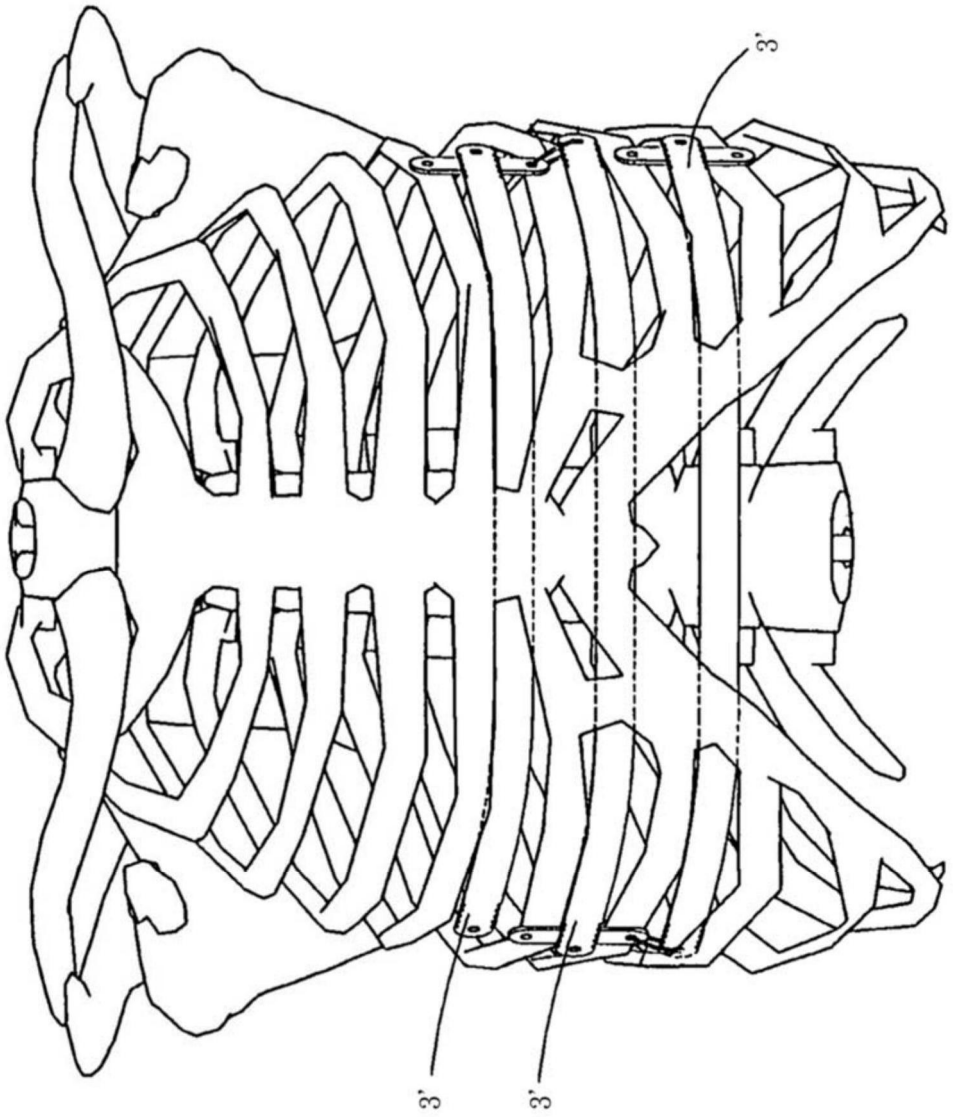


图13