



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105662584 B

(45)授权公告日 2019.06.04

(21)申请号 201510862849.4

(22)申请日 2015.12.01

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105662584 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(30)优先权数据  
14/558,255 2014.12.02 US

(73)专利权人 X-Nav技术有限责任公司  
地址 美国宾夕法尼亚州

(72)发明人 杰森·吉布斯  
斯科特·A·梅里特  
爱德华·J·马兰多拉  
克里斯托弗·W·沙夫  
格伦·A·施特劳  
罗伯特·W·埃默里三世

(74)专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225

代理人 黄威 王智

(51)Int.Cl.  
A61B 34/20(2016.01)  
A61B 6/03(2006.01)  
A61B 6/14(2006.01)

(56)对比文件  
EP 1571581 A1,2005.09.07,说明书第47-62,78-102段,图1-7.  
CN 1198918 A,1998.11.18,全文.  
CN 102429726 A,2012.05.02,全文.

审查员 何煦佳

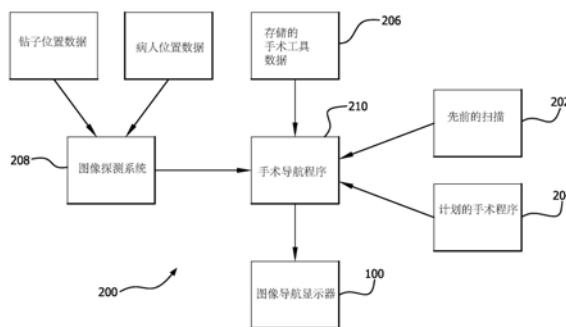
权利要求书2页 说明书8页 附图13页

(54)发明名称

用于手术程序的视觉导航显示

(57)摘要

用于手术程序的视觉导航系统。该系统包括图像处理单元,该图像处理单元被编程为接收手术区域的三维图像、程序中正被使用的仪器的信息以及手术计划,该手术计划包括该仪器应当遵循的计划轨迹。该图像处理单元生成描绘该仪器在该三维图像上的运动的该所述程序的派生表示。图形导航指示器位于该三维图像上,其中该图形导航指示器的中心点位于该计划轨迹上,该图形导航指示器显示为正交于该计划轨迹。该派生图像和该图形导航指示器描绘该仪器的运动的至少五个自由度。该图形导航指示器根据该手术计划基于该仪器的运动被改变。



1. 视觉导航系统,用于手术程序中,所述手术程序包括表示手术工具的运动和病人的手术区域的数据,以及用于显示所述手术区域的预存储的三维图像上的所述手术工具的表示的运动的显示器,所述导航系统包括:

图像处理单元,编程为接收所述手术区域的预存储的三维图像、用于所述手术程序的手术工具的尖端和操作轴的探测位置和方位、以及包括所述尖端和所述操作轴应遵循的计划轨迹的手术计划,所述计划轨迹包括纵轴,

所述图像处理单元被编程为利用所述手术区域的三维图像生成手术程序的派生表示,以及在与所述操作轴和所述尖端的探测位置和方位相关的所述手术区域的三维图像上的某个位置生成手术工具的一部分的数字表示,

所述图像处理单元被编程为在所述手术区域的三维图像上生成图形导航指示器,用于提供相对于所述计划轨迹的所述手术工具运动的五个自由度的视觉描述,其中包括相对于所述计划轨迹的所述手术工具的一部分的数字表示的方位,所述图形导航指示器显示为正交于所述计划轨迹的所述纵轴,所述图形导航指示器包括深度指示器,用于描述所述手术工具的尖端相对于计划深度的深度,从而所述图形导航指示器提供六自由度导航信息,

所述图像处理单元被编程为发送所述手术程序的所述派生表示至所述显示器,包括:所述手术区域的三维图像,所述图形导航指示器和深度指示器,用于提供所述手术工具相对于所述手术计划的运动的六个自由度的视觉描述,以及

所述图像处理单元被编程为根据所述手术计划基于所述手术工具的所述运动改变所述图形导航指示器和所述深度指示器。

2. 根据权利要求1所述的视觉导航系统,其中,所述手术程序是口腔手术钻孔程序,其中所述手术工具是具有钻头的钻子,所述操作轴是所述钻头的纵轴,并且所述尖端是所述钻头的尖端,并且其中所述手术计划包括在所述手术程序的部分期间所述钻头的尖端到达的深度。

3. 根据权利要求2所述的视觉导航系统,其中,所述手术工具的所述表示包括钻子头部的环形圆柱状外壳表示,以及位于所述外壳内并与其分隔开的钻头的同心的基本圆柱状表示。

4. 根据权利要求2所述的视觉导航系统,其中,所述图形导航指示器包括位于所述计划轨迹的纵轴周围并且中心位于所述计划轨迹上的瞄准环,所述瞄准环提供用于将所述钻头的所述表示定位在所述计划轨迹的纵轴上的视觉导航。

5. 根据权利要求2所述的视觉导航系统,其中,所述图形导航指示器包括:位于所述计划轨迹纵轴的周围并且中心位于其上的瞄准环,所述瞄准环提供用于定位所述钻头的数字表示的视觉导航,从而将所述尖端与所述计划轨迹的纵轴对齐;中心位于所述计划轨迹的纵轴上的X标记,所述X标记的方位与所述三维图像的方位相关联;位于所述计划轨迹纵轴的周围并且中心位于其上的目标环,所述目标环与所述瞄准环同心并位于所述瞄准环周围,所述目标环提供用于定位所述钻头的数字表示的视觉导航,从而将所述钻头与所述计划轨迹的纵轴对准。

6. 根据权利要求4所述的视觉导航系统,其中,所述图形导航指示器包括中心位于所述计划轨迹的纵轴上的标线,所述标线提供相对于所述图像显示的水平 and 垂直参考点。

7. 根据权利要求6所述的视觉导航系统,其中,所述标线包括分隔开的刻度标记,其表

示相对于所述三维图像的距离,并且其中所述图像处理单元被编程为根据所述三维图像的显示的缩放比例调节所述图像显示上的所述刻度标记的间隔。

8. 根据权利要求7所述的视觉导航系统,其中,所述图形导航指示器包括位于所述计划轨迹的周围并且中心位于所述计划轨迹上的目标环,所述目标环与所述瞄准环同心并位于其周围,所述目标环提供用于定位所述钻子头部的表示的视觉导航,从而将所述钻子头部与所述计划轨迹的纵轴对准。

9. 根据权利要求8所述的视觉导航系统,其中,所述图像处理单元接收表示所述三维图像中神经的位置的数据,所述图像处理单元编程为描绘所述神经相对于所述派生表示上的所述三维图像的位置的表示。

10. 根据权利要求8所述的视觉导航系统,其中,所述深度指示器是具有与所述目标环同心的中心的环的一部分,并且其中所述图像处理单元通过描绘与所述计划的深度相关的所述钻头的尖端的深度所相关联的所述环的较大部分来可视地改变所述深度指示器。

11. 根据权利要求10所述的视觉导航系统,其中,所述图像处理单元基于与所述计划的深度相关联的所述钻头尖端的深度可视地改变所述图像显示上所述深度指示器的阴影和颜色。

12. 根据权利要求10所述的视觉导航系统,其中,所述手术计划涉及使用不同直径的钻头,并且其中所述图形导航指示器可视地改变以指示何时需要不同的钻头。

13. 根据权利要求8所述的视觉导航系统,其中,当所述钻头的尖端沿所述计划轨迹朝所述计划的深度推进时,所述图像处理单元在选择深度处提供音频信号。

14. 用于手术程序的图像导航系统,包括:

根据权利要求1所述的视觉导航系统;以及

探测系统,用于探测和追踪手术工具的位置和方位以及追踪病人部分的位置和方位,所述探测系统将所述病人部分的位置和方位登记到所述病人部分的预存储的三维图像,所述探测系统确定所述手术工具的操作轴相对于所述三维图像的位置和方位。

## 用于手术程序的视觉导航显示

### 技术领域

[0001] 本发明涉及手术程序,并且更具体地涉及用于在具有利用导航进行手术计划的实时手术程序中提供统一视图的视觉显示系统。

### 背景技术

[0002] 近年来手术导航系统已有显著进步。目前的系统在计算机监控器上提供手术部位的可视化。传统系统通过首先创建感兴趣手术区域的高分辨率三维图像来运行。在牙科中,优选的成像模式是锥束计算机断层扫描成像,本文中称为“CT”。

[0003] 医生利用解剖部位的图像在手术区域创建术前计划,识别CT图像上预定的位置、深度和植入物的方位。

[0004] 在手术程序期间,包括追踪软件的系统调整或调节在具有术前计划的手术室(operating suite)中观察到的病人下巴的位置,该术前计划存储在计算机系统中。然后该系统探测手术工具(钻子)并确定手术工具相对于病人和术前计划的位置和方位。该信息随后作为表示(representation)被描绘在屏幕上。

[0005] 利用该信息,为了在下巴中放入植入物,手术将遵循以下步骤:

[0006] 发现病人下巴中需要钻入骨骼中的孔的位置。

[0007] 将钻子尖端放入需求位置的合适地点,将钻子绕尖端旋转至正确的角方位。

[0008] 钻入牙齿或骨骼,当钻头拧入骨骼中时抵消钻子从需求轨迹脱离的趋势。

[0009] 沿计划轨迹继续,直到钻子尖端进入骨骼内预先计划的深度。

[0010] 未能合适地将植入物放置在预先计划的位置会导致非最佳审美的结果,或者如果植入物撞在神经上或者如果驱动太深或在错的位置而爆发进入周围的解剖结构,那么可能会伤害病人。

[0011] 由于手术涉及在三维中的正确放置,最先进的导航系统从几个不同的视角同时描绘手术仪器相对于病人的解剖结构的瞬时位置。参考图1,示出了传统导航系统的显示器。显示器10包括在前期扫描中捕获的通常为整个下巴或至少上部或下部下巴部分的全景10。在该全景中描绘了钻子11的当前位置以及计划植入物12。可以包括手术套组的现场照相机视图13。可视地描绘了计算机生成的比较视图14,其描绘了相对于计划植入物12钻子11在口腔/舌与中间/远端方向的当前替换。可视地描绘了计算机生成的对比视图15,其描绘了相对于计划植入物12钻子11的角方位的当前替换。

[0012] 图1还包括绘示了具有计划植入物12和当前钻头尖端位置11的现有CT扫描的正视图16和侧视图17。这些视图还包括对附近神经18的描绘。绘示的计划植入物的长轴19描绘了每个平面中的位置不对齐。这些视图允许医生看到对钻子尖端11的当前深度的可视描绘。

[0013] 尽管传统系统提供了图像的组合,这些图像明确地示出了病人体内的手术仪器相对于计划的植入位置的方位、深度和轨迹,医生必须不断地理解的多个视图对医生来说是很疲劳的。医生必须不断地在不同的视图之间转移注意力,确保做出的校正一个视图中的

偏差的每个运动,不会不利地引入只有在不同的视图中才可以探测到的误差。注意力的转移导致用户有压力并可能潜在地导致非最佳结果。

[0014] 存在对改善的导航系统的需要,该改善的导航系统实时描绘手术工具相对于病人的身体和计划植入轨迹的位置和方位。当钻出用于植入物的孔时或当将植入物放入骨骼中时,系统应该清楚地指示是否医生正从计划轨迹偏离,以这种方式允许直接校正。此外,一旦钻子到达体内的计划位置,该事件对医生来说应该是相当明显的,因此进一步钻孔能够被停止。当钻入正确深度时,医生通过对齐计划轨迹来试图持续地维持下巴内的合适位置。因此,需要由医生同时消耗的适合的方式呈现所有相关的信息。当前最新的导航系统不能满足这些基本目标。

## 发明内容

[0015] 本发明涉及用于手术程序的视觉导航系统。该导航系统在显示器上显示手术程序的派生图像(derived image)。该导航系统包括用于探测和追踪仪器的位置和方位,以及追踪病人的部分的位置和方位的探测系统或程序。该探测系统将病人的部分的位置和方位登记(register)到病人的部分的预存储的三维图像。该探测系统确定仪器的操作轴相对于预存储的三维图像的位置和方位。

[0016] 提供用于显示手术程序的派生图像的显示器。

[0017] 包括图像处理单元,其被编程为接收预存储的三维图像、仪器的位置和方位以及预定手术计划,该预定手术计划包括表示利用仪器取得的需要的手术结果的数据,该数据用于描绘在预存储的三维图像上以及获取所述结果的计划轨迹上。

[0018] 图像处理单元被编程为生成手术程序的派生图像,该派生图像包括基于操作轴相对于计划轨迹的纵轴的位置和方位的预存储的三维图像上的仪器的部分的三维视觉表示。派生图像还包括预存储的三维图像上的计划轨迹的描绘。形成的派生图像正交于计划轨迹。

[0019] 图像处理单元被编程为在图像显示设备上生成图形导航指示器,图形导航指示器定向为使其被描述为正交于计划轨迹。

[0020] 图像处理单元还发送派生图像至显示器,派生图像和图形导航指示器提供仪器相对于手术计划的运动的至少五个自由度的视觉描绘。

[0021] 图像处理单元根据手术计划基于仪器的运动改变图形导航指示器在显示器上的描绘。

[0022] 在实施例中,手术结果是具有最终深度的钻孔,手术计划是钻孔的三维表示,系统允许用户选择三维钻孔的形状。

[0023] 在一个实施例中,仪器是具有钻头的钻子,并且操作轴是钻头的纵轴,在该实施例中,手术程序是涉及钻入牙齿骨骼的口腔手术程序。

[0024] 钻子的表示可以包括钻子头部的环形圆柱状外壳,以及位于外壳内并与外壳分隔开的钻头的同心的基本圆柱状表示。

[0025] 在实施例中,图形导航指示器包括位于计划轨迹的纵轴周围并且中心位于纵轴上的瞄准环,该瞄准环为医生提供用于将钻头的表示定位在计划轨迹的纵轴上的视觉导航。

[0026] 图形导航指示器可选地包括中心位于计划轨迹的纵轴上的X标记,该X标记的方位

与预存储的三维图像的方位相关。

[0027] 图形导航指示器可以包括中心位于计划轨迹的纵轴上的标线,该标线提供相对于图像显示的水平和垂直参考点。该标线可以包括表示相对于预存储的三维图像的分隔开的刻度标记,正因为如此,图像处理单元可以编程为根据预存储的三维图像的显示的缩放比例调节图像显示上的刻度标记的间隔。

[0028] 在一个实施例中,图形导航指示器包括位于计划轨迹的周围并且中心位于计划轨迹上的目标环。优选地,该目标环与该瞄准环同心并位于其周围,所述目标环为医生提供用于定位钻子头部的表示的视觉导航,从而将钻子头部与计划轨迹的纵轴对齐。

[0029] 可以设想,图像处理单元可以接收表示在预存储的三维图像中的神经的位置的数据,图像处理单元可以描绘神经相对于派生图像上的预存储的三维图像的位置表示。

[0030] 在实施例中,图形导航指示器包括与目标环相邻的深度指示器,深度指示器配置为基于钻头沿计划轨迹的运动被调节。该深度指示器可以形成为具有与目标环同心的中心的环的部分。图像处理单元通过描绘与钻头的深度相关的环的较大部分来改变深度指示器,钻头的深度与计划的钻孔深度相关。可替代地或附加地,图像处理单元基于与计划的钻孔深度相关的钻头深度可以可视地改变在图像显示上的深度指示器的阴影和颜色。

[0031] 在手术计划涉及不同直径的钻头的事件中,可以设想,图形导航指示器可以可视地该改变以指示什么时候需要不同的钻头。例如,瞄准环可以自动地调整大小以容纳新的钻子直径。

[0032] 可以设想,当钻头沿计划轨迹向需要的钻孔深度推进时,图像处理单元可以提供音频信号。

[0033] 还提供了用于为手术程序期间的手术仪器提供视觉导航的方法。

[0034] 根据以下如附图中绘示的优选实施例的详细描述,本发明的前述和其它特征以及本发明的优点将变得更明显。如将意识到的,本发明在各个方面修改,都不背离本发明。因此,将附图和描述视为本质性的绘示而不是限制。

## 附图说明

[0035] 出于绘示本发明的目的,附图示出了目前优选的本发明的形式。然而,应当理解,本发明并不限于图中展示的精确设置及工具。

[0036] 图1绘示了用于监控和追踪手术程序的现有技术的计算机显示。

[0037] 图2是根据本发明的用于显示和追踪手术程序的系统的示意图。

[0038] 图3是根据本发明的用于监视和追踪手术程序的计算机生成的显示的示意图。

[0039] 图4是用于图3的显示的图形界面的放大的绘示。

[0040] 图5是图4的图形界面的绘示,示出的手术工具的表示的部分靠近目标部位。

[0041] 图6是图4的图形界面的另一个绘示,示出的手术工具的部分。

[0042] 图7是图6的图形界面的放大绘示,示出的手术工具的部分靠近目标部位。

[0043] 图8绘示了图7的图形界面,手术工具对齐计划的钻孔部位。

[0044] 图8A绘示了图8的图形界面,描绘了沿计划的钻孔的钻子尖端的深度的改变。

[0045] 图8B绘示了图8的图形界面,描绘了沿计划的钻孔的钻子尖端的深度的进一步改变。

- [0046] 图8C绘示了图8的图形界面,描绘了到达需要的钻孔深度的钻子尖端。
- [0047] 图8D绘示了图8的图形界面,描绘了超过需要的钻孔深度的钻子尖端。
- [0048] 图9绘示了提供有图8的图形界面的不同的自由度。

### 具体实施方式

[0049] 参考图2-10,描绘了用于提供可视地显示图像导航手术程序的方法和系统的本发明的实施例。尽管图像中描绘的程序是牙科程序,很明显该系统和方法也可以应用于任何数量的不同的手术程序,在这些手术程序中插入探针、手术针或治疗设备至身体内的特定位置和深度,例如肿瘤活组织检查和矫形设备的放置。

[0050] 从精确导航获益的一个牙科程序是在下巴内放置牙科植入物。本发明有助于(i)定位和描绘钻子尖端进入骨骼的正确位置。(ii)描绘钻子尖端的方向和方位。(iii)提供钻子尖端在解剖结构内的位置信息,即使不直接地可视。如果钻子尖端的进入点与计划的程序一致并且钻子在正确的轨迹中进入骨骼,那么第三个物体很难知道钻子钻入骨骼中的精确深度。

[0051] 为了解决目前手术导航系统的缺点,发明人发展了视觉显示器和系统,该系统显示了需要在精确位置和方位调整手术仪器的所有信息,然后根据预定计划(例如遵循预设轨迹)将其投放到病人体内的明确位置。

[0052] 显示器100提供连续地更新的对感兴趣的手术区域中的三维物体的渲染,其中图形导航指示器102和手术工具(例如钻子)104的三维描绘重叠。选择三维图像场景100的有利位置,使得虚拟照相机的图像平面垂直于需要被钻的预先计划的孔的纵轴。如将变的很明显的,本发明可以与计划轨迹或纵轴是已知的任何程序一起工作。计划轨迹是使仪器到达计划的最终结果(最终位置)的手术路径。尽管在绘示的实施例中计划轨迹或手术路径示出为线性纵轴,很明显的是,根据进行的手术程序,该轨迹可以是涉及使用具有不同形状、尺寸和性能的多个仪器的复杂轨迹。优选地,该系统设计为使得可以平移、缩放和旋转场景(显示的图像)100,但是保持虚拟照相机(用户的视角)的方位使得图像平面垂直于或正交于计划纵轴(计划轨迹)。这允许直接钻植入孔。如果不使用垂直或正交视图,那么植入孔的尖端处的圆会看起来是椭圆的,混淆(confounding)了沿植入孔的纵轴调整钻子尖端的努力。

[0053] 导航视景100里有几个物体和描绘。手术计划并入导航指示器102中并描绘在绘示于实施例中的牙齿/骨骼上。为了这么做,系统200首先需要医生创建或输入手术计划,该手术计划包括手术区域的先前CT扫描图像202上的计划的植入位置。手术计划或植入位置(其包括相对于牙齿/骨骼的位置和进入牙齿/骨骼的深度)存储为三维表示204,优选地,存储为覆盖在CT扫描图像上的3D多边形网格。系统200可以包括绘制工具的软件,其允许医生绘制需要被钻的计划的孔的3D表示。可替换地,该系统可以包括存储预定植入孔配置的3D网格表示。然后医生可以选择需要的3D孔表示。可以设想,医生可以选择需要的植入物,并且系统可以自动选择需要为选择的植入物创建合适的孔的一个或多个3D网格表示。优选地,网格表示与之前的CT扫描图像分开存储。手术计划包括计划的植入孔的轨迹(例如纵轴)。

[0054] 同样,场景100使用了计算机生成的钻子104的表示。系统200可以包括表示多个钻子和钻头的存储数据的数据库206。基于正被使用的特定钻子和钻头(其可由人员在手术程

序期间输入,或由系统自动探测,诸如光学地探测手术工具上的码(例如条形码或2D图形码)或工具中的RFID芯片),系统200选择手术钻子的合适的图形表示,并且将其描绘在视觉显示100上。在绘示的实施例中,钻子可以描绘为具有空心头108的手机(hand piece)106和具有特定长度和直径的钻头110。钻头的110的表示反映当前附接至钻子的钻头的物理特征。如提到的,该数据可以从数据库206中提取。该数据还包括操作轴(对于钻头操作轴可以是钻头的纵轴或钻轴)。在手术过程中,医生可以利用几个钻头来形成植入孔。通过正确地描绘钻头的长度和直径,系统允许精确描绘钻入到颌骨中的深度。通过利用图像导航或追踪系统,诸如由X-Nav Technologies,LLC开发的并在未决美国专利申请14/487,987和14/488,004中描绘的光学图像导航系统,在此通过以全文的方式将其公开并入本文中,本发明可以提供表示钻子的方位和探测的手术区域位置(诸如颌骨的位置)的连续的实时数据208。本领域技术人员会很容易理解可以使用其它导航或追踪系统,包括电磁追踪系统或机械臂编码系统。实时数据208用于精确地将手术区域的在先CT扫描图像对齐至当前手术区域。所有相关数据由计算机程序210使用,其将数据转换成描绘在显示100中的表示图像。尽管优选的实施例利用为手术工具确定全6自由度刚体变换的追踪器,也可利用只提供沿工具的轴的工具的X、Y、Z位置的5自由度追踪器替换。

[0055] 参考图3和图4,优选地,系统200通过追踪钻子104的运动和病人的运动来控制用于调节计划的植入孔的位置的显示100的特征。当探测到钻子104进入大致的手术区域时,系统200在显示器上描绘相对于先前CT扫描图像的钻子104的表示、轨迹以及可选计划的植入孔。计划轨迹由几个视觉提示或指示器环绕,其配置为给医生提供相对于计划的植入孔的有关钻头位置、方位和深度的相关信息。如以下描述的,所有这些包含在一个组合的动态图形导航指示器102中。

[0056] 随着使手术工具朝向钻孔位置,最初目标是在钻孔位置定位钻子尖端108,其由中间目标环112(其可以是某种颜色或底纹,诸如蓝色)描绘。可选地,目标环112可选地环绕十字线114,一般形成绘示在实施例中的“X”或“+”(即X标记)。图形导航指示器102还可以包括固定标线116,其具有配置在计划轨迹上或计划的植入孔的纵轴上的中心。标线116提供相对于屏幕的水平和垂直参考点。因此,其不随着图像旋转而旋转。比较图5和图6,在另一方面,X标记114绑定到扫描的图像上,并且同时以计划轨迹或计划的植入孔的纵轴为中心,其将相对于标线116旋转。描绘X标记114相对于标线116的旋转的能力提供视觉旋转运动。标线116可以包括刻度线117(图7中示出的),其设置为描绘固定的距离,例如1mm。这给医生刻度感而不管系统的缩放比例(即刻度线117的间距会随着缩放比例的改变而改变)。某些程序中需要的精确度由医生做决定,因此,提供额外的视觉信息度使程序决定更精确。可选地,图形导航指示器102包括围绕目标环112放置的数字指示器120。

[0057] 如上讨论的,场景在正交投影中渲染,其中视平面垂直于计划的植入孔的计划轨迹或纵轴。在这样的渲染中,物体的相对尺寸维持不变而不管它们到照相机的距离。这与更传统的透视投影形成对照,在传统的透视投影中较近的物体看起较大。在导航视图中,相对运动是非常小的,因此,深度给出提示:透视投影提供极小的利益,并且当其靠近渲染照相机时只有助于淹没(overwhelm)场景(诸如在手术程序开始时,其中钻子可以潜在地填满整个视野)。

[0058] 也可以设想,系统会允许医生调节视图(诸如通过旋转)以便允许视图类似于医生

正观看实际下巴的方式。X标记114描绘应该钻孔的精确位置。因此,即使视图是旋转的(即X标记将随着下巴图像的旋转或视图中病人的运动而旋转),X标记114相对于下巴/骨骼/牙齿是固定的。为了容纳不是旋转对称的植入物,本发明允许将X标记114定向为具有6个运动自由度。X标记114和环绕目标环112提供关于计划的植入孔相对于周围的下巴结构的位置的视觉提示。当这些指示器位于下巴上方时,它们被渲染成纯的、不透明的颜色。当X标记114或目标环112的部分位于骨骼下方时,这些视觉指示器的部分渲染成半透明或虚元件(dashed element),从而当向下看时提供深度的视觉示意。例如,参见图6。如果用于计划的植入孔的开始点位于CT扫描图像中表面的下方,那么这就会发生,例如如果开始钻植入孔之前必须首先移除骨骼或牙龈线的部分。

[0059] 当手术工具104靠近手术部位(计划的植入孔)102时,系统允许缩放视图。这可以由用户选择放大/缩小特征来实现,或者也可能自动发生,例如,基于钻子头部108到手术部位102的距离。如图中示出的,优选地,钻子104和钻头110绘制为半透明,使得可以总是看到钻子104和钻头110下面的病人的解剖结构。可以设想,只有钻子头部108和钻头110是半透明的,手术工具的其余部分是不透明的。优选地,小直径或点描绘为钻头110的尖端122。在一个实施例中,尖端122具有大约0.35mm的直径。这通过为医生提供放置在X标记和标线116(即在计划轨迹上)的中心的导航而帮助医生,从而将钻头112与计划的植入孔的中心对齐。

[0060] 几个视觉提示或指示器是绘示的导航指示器102的部分,并且有助于沿计划的植入孔的正确的轨迹对齐钻头110。钻子头部108具有圆柱形外径,其尺寸设置为适于安装在目标环112的内径内。这为医生提供正确放置钻子头部108的初始目标。优选地,导航指示器102还包括瞄准环124,该瞄准环124具有与标线的中心和目标环112的中心重合的中心,使得瞄准环124与目标环112同心。优选地,瞄准环124具有内径,其尺寸设置为使得当对齐瞄准环124和钻头110时,钻头110的外径适于安装在瞄准环124的内径内。如将变的明显的,这允许将钻子头部108和钻头110与计划轨迹和计划被钻的植入孔对齐。这为医生提供视觉导航以便用于将钻头的表示定位在计划轨迹上。在可替换实施例中,瞄准环124描绘为具有与正交于纵轴的三维计划的孔的形状对应的尺寸和形状。因此,该实施例中的钻头会比描绘的瞄准环124小。

[0061] 参考图7,医生将钻子头部108朝瞄准环112移动。如所示的,钻子头部108的阴影部分描绘钻子头部的侧壁108s。类似地,钻头110的阴影部分描绘钻头的侧壁110s。由于图7中的视图是设置为直接向下看钻头的正交视图,因此,如果利用沿正在被钻的孔的轴线(即计划轨迹)的钻头的纵轴正确地定向钻子头部108,那么钻子头部的侧壁108s和110s以及钻头在该视图中应该是不可视的。因此,图7中的视图迅速告知医生需要旋转钻子头部108和钻头。现在参考图8,该视图绘示了被旋转的钻子头部108,从而侧壁108s和110s不再可视。钻子头部108也正确地放置在目标环112内侧。头110还位于目标环124内,因而为医生提供清楚的可视化,即钻头110正确地与用于计划的植入孔的计划轨迹对齐。

[0062] 一旦合适地对齐,医生可以开始钻入下巴。钻入下巴所需要的深度在术前计划期间确定,并且是提供给手术导航程序210的计划的植入孔数据204的一部分。优选地,本发明提供通知医生深度的导航指示器102的部分作为视觉提示。参考图8,优选地,深度指示器126描绘为环绕目标环的外侧并与其同心的环。图8绘示了钻入骨骼之前的深度指示器126。优选地,深度指示器126是没有填充的并且是有淡阴影的从而也是半透明的。一旦开始钻孔

并且钻头的尖端开始进入骨骼,那么随着深度增加进入骨骼,程序210就开始实时填充深度指示器126,优选地,利用初始颜色或阴影128,诸如黄色。参考图8A和图8B。这为医生提供钻子已经进入骨骼中多深的视觉导航。数字深度标记120圆周地围绕深度指示器126放置,示出了钻子已经进入骨骼中的深度。该系统可以编程为使得刻度数字和/或单元可以在计划阶段改变。例如,在绘示的实施例中,每个数字深度标记120指示进入骨骼的深度为3mm到12mm。对于不深的计划的孔,每个数字深度标记120可以只表示钻孔深度为1mm。优选地,计划的需要的深度在深度指示器(在绘示的实施例中,其是12mm)上示出。为了预计超钻,深度指示器126还可以包括附加数字深度标记,其描绘为不同的颜色并且可以指示深度超过计划的深度,例如-2mm。数字深度标记120可以规则地间隔开或与特定意义的测量相关联。例如,通常不会利用单个尺寸的钻头110钻植入孔。反之,会使用依次增大的钻头。因此,深度指示器上的标记可以表示每个状态110应该被插入的深度。钻头110的顺序和相关深度可由医生在计划阶段术前设定,或者顺序可由将选择的植入模型与手术工具顺序相关的数据库确定。

[0063] 图8B描绘了由医生引起的钻头直径的何种变化可以影响导航指示器。在该实施例中,较小的钻头110附接至钻子104。正因为如此,优选地,瞄准环124自动地更新到与较小的钻头110的直径相关联的较小的直径。示出的深度指示器126具有附加的阴影或颜色128以便描绘当前深度。随着钻孔的推进,优选地,深度指示器126的颜色对医生变成高亮,高亮部分的深度与计划的钻孔深度比较。例如,颜色可以这样的顺序变化:黄色(保持前进)(图8中斜影线)、绿色(钻子在预计划的深度)(图8C中的点阴影)以及红色(已经钻的太深)(图8D中的重阴影)。当然可以利用其它颜色和阴影。也可以提供音频指示器,诸如当超过计划的深度时报警。还可以设想,可以在钻子尖端进入骨骼中的预定深度时提供音频信号或语言信号。

[0064] 如图9中所示的,本发明提供的六位置/方向自由度描绘在单个视图中。X/Y坐标示出平面中的位置,其中图像形成在该平面中。正交的Z方向由深度指示器描绘。通过将视图内中空的钻子头部108对齐给出钻子104的方位/角度。该视图中可视的俯仰角和偏航角描绘钻子相对于计划的钻子路径的正确角度。钻子围绕钻子轴的转动给用户提供了钻子相对于其自身的方位,使得钻子头部108不会浮在空中。这有助于快速传达给医生如何校正钻子的方位/位置。如从以上讨论很明显的,本发明是追踪工具的x、y和z的俯仰角和滚转角。然而,在显示的上下文中,描绘的图像是x、y以及视图中手术工具的俯仰角和滚转角。工具的深度由深度指示器(可视地或可听见地)描绘。

[0065] 在一个实施例中,系统200允许修改手术区域(例如骨骼)周围以使其更透明并在场景内描绘障碍物,诸如神经。沿植入轨迹到神经的距离可由软件基于已知的距离添加到环绕的深度指示器上,或基于钻头110当前的投影轨迹以及已知的或探测的神经的位置被添加。这可以自动的方式完成。用于探测CT扫描图像中或病人体内的神经的任何传统方法都可以使用。

[0066] 系统200还配置为当医生距离正确的计划的钻孔角太远时,改变导航指示器102(例如标线或内瞄准环)的不同指示的颜色或阴影。

[0067] 应当很明显的是,环绕的深度指示器126只是可视地描绘钻头深度的一个实施例。例如,视图可以被修改使得其具有调整大小以示出深度的视觉指示器。例如,瞄准环124可

以开始时很大并在正确的深度缩小至钻头的直径。可替换地,随着深度的增加目标环可调节成变小,直到目标环覆盖瞄准环,从而指示已经获得需要的深度。

[0068] 显示的任何可视元件都可以利用本发明的范围内的不同的照明、阴影、颜色以及填充效果来渲染。

[0069] 本发明的一些独特特性是第三人导向的、对手术区域的现实观看,包括显示器中钻子和下巴的图形表示,被渲染为它们如何逐渐出现,为用户提供该显示是实际生活的描绘的感觉,这会使当用户看到正在发生的事情时感觉更舒适。同样,提供在特定方位向下看向植入孔的纵轴的这些目标也是独特的。系统提供手术区域之外的某点的视图,钻头的尖端位于该点上。优选地,系统还实时描绘钻子、钻头、下巴、神经以及在正交投影中测量(scale)、更新和渲染的其它元件。

[0070] 通过将深度指示器126包括为导航指示器102的部分允许医生将注意力保持在目标上(计划的植入孔),而不需要转移注意力来确定钻子的当前深度。

[0071] 本文中描绘的系统可由任何形式的计算机实现。本发明的系统可以包括存储在计算机和/或存储设备(例如介质)上的软件程序,和/或通过网络执行。方法可通过存储在存储介质上的程序代码或程序模块实现。

[0072] 为了促进理解本发明的原理的目的,对绘示在附图中的优选实施例做了标记,并且利用特定语言描绘这些实施例。然而,该特定语言不用于限定本发明的范围,并且本发明解释为包括本领域技术人员通常想到的所有实施例。

[0073] 本文中示出和描绘的特定实施例是本发明的绘示示例,然而并不用于以任何方式限制本发明的范围。出于简洁的目的,传统电子设备、控制系统、软件发展和系统的其它功能方面(以及系统的单个操作元件的元件)可能没有详细描述。

[0074] 最后,除非另作声明,本文提供的任何以及所有示例或示例性语言(例如“诸如”)的使用仅用于更好地阐明本发明,并不对本发明的范围做限制。很多修改和改变对本领域技术人员来说是很明显的,并不背离本发明的精神和范围。





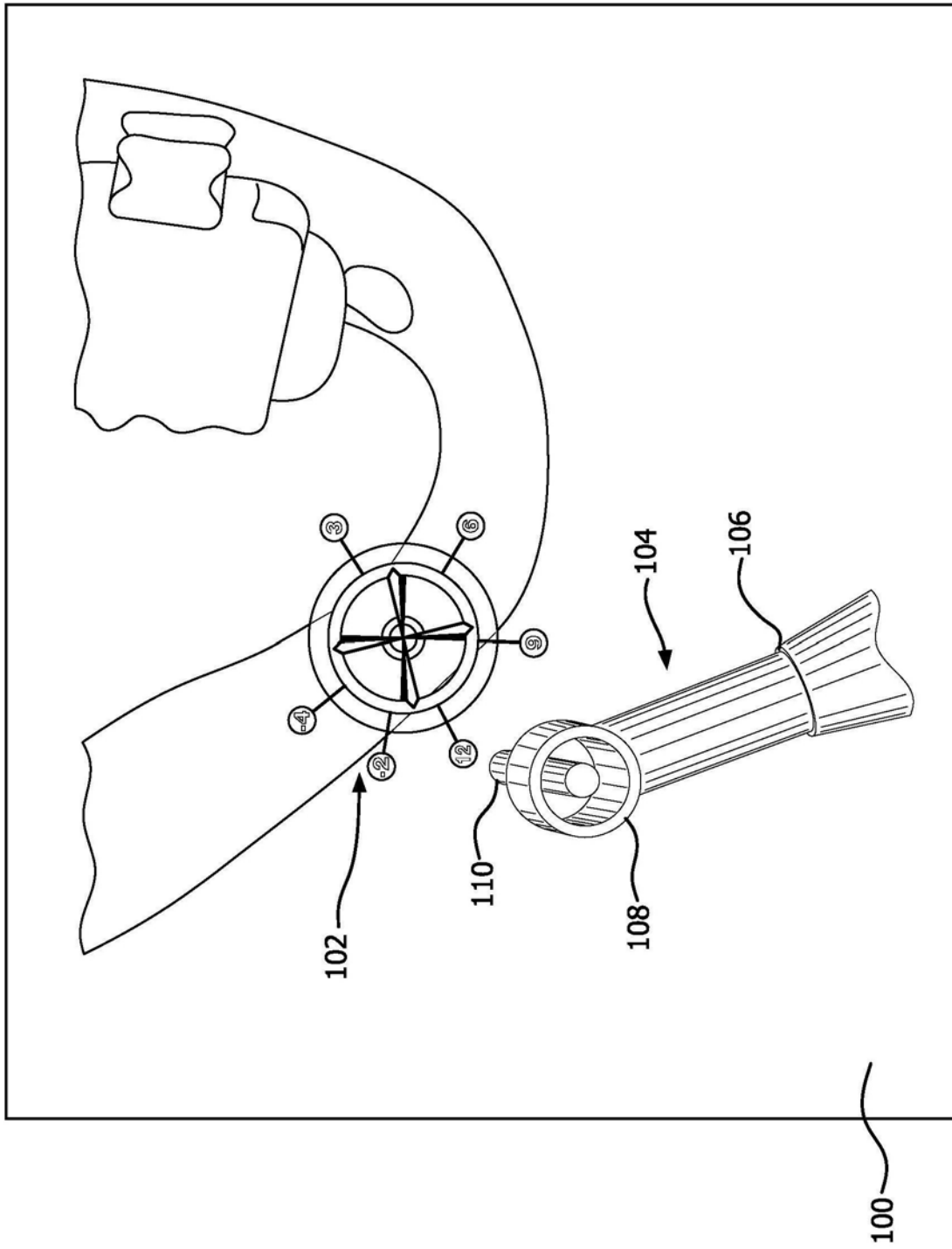


图3

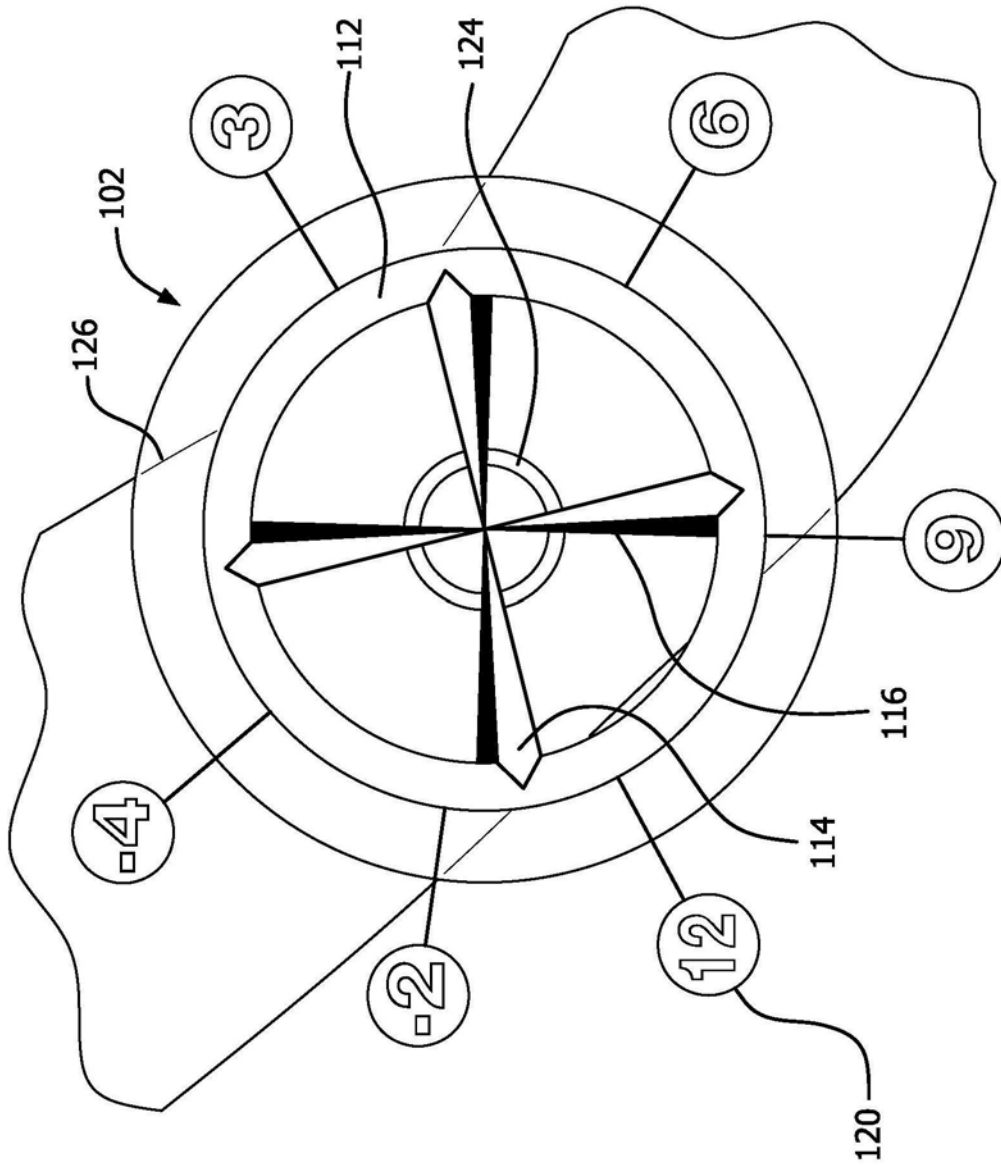


图4

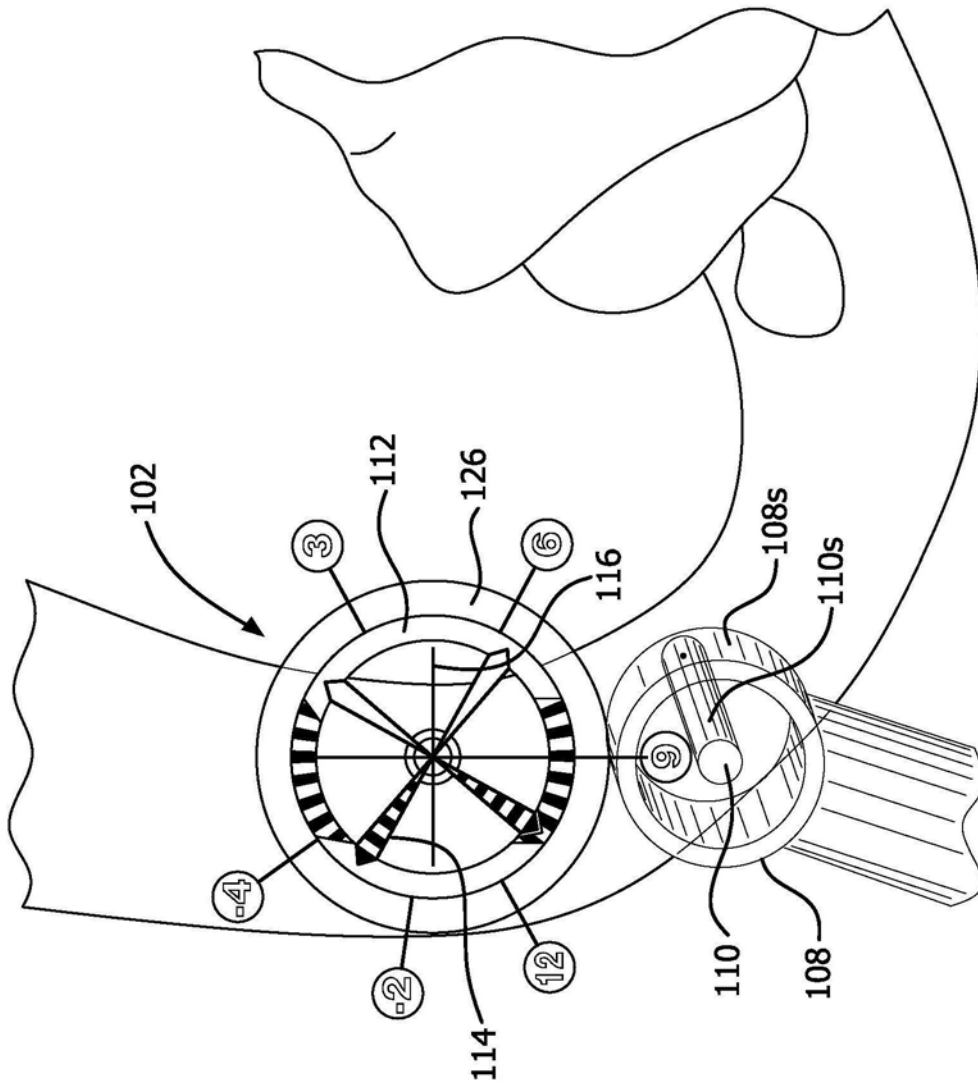


图5

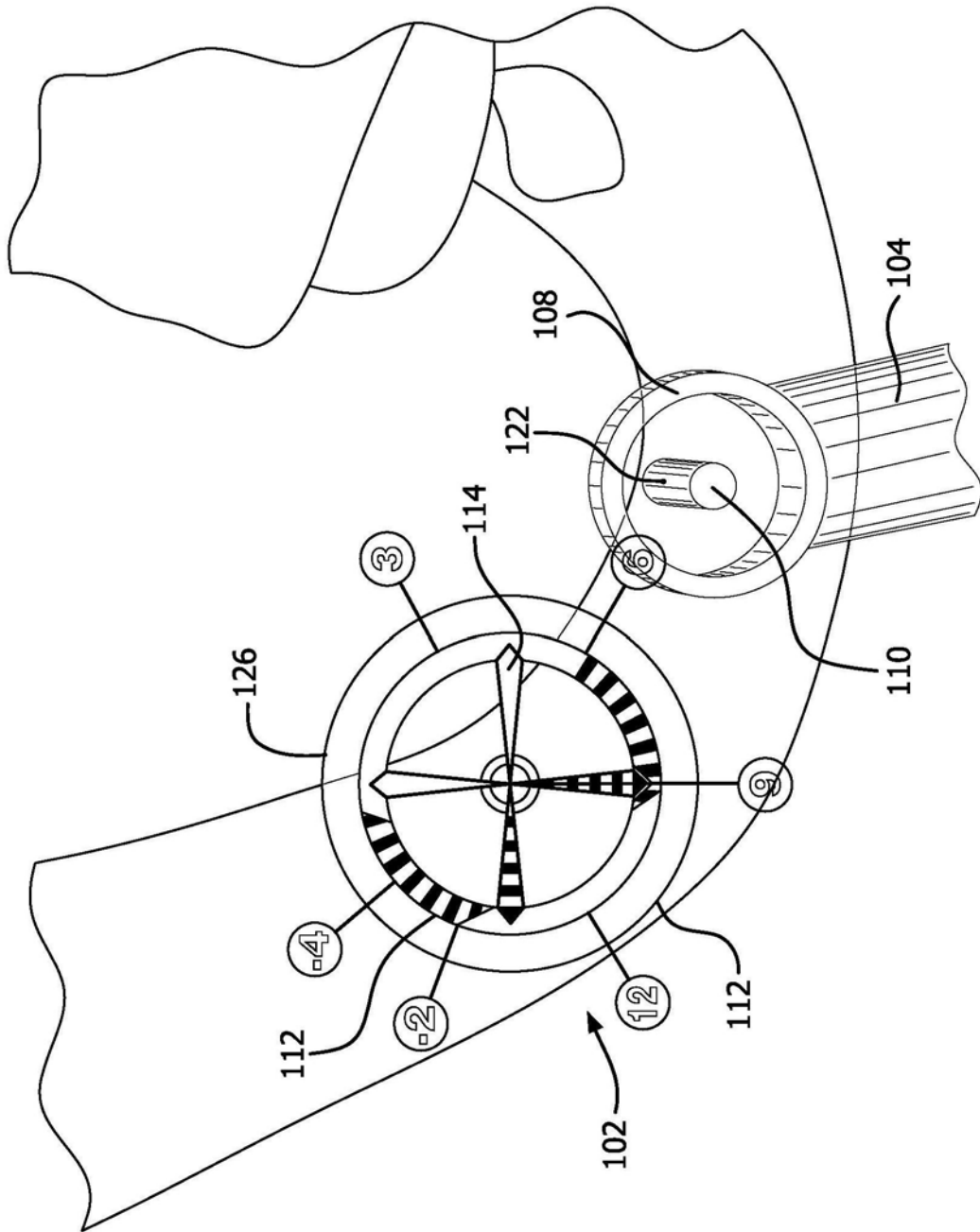


图6

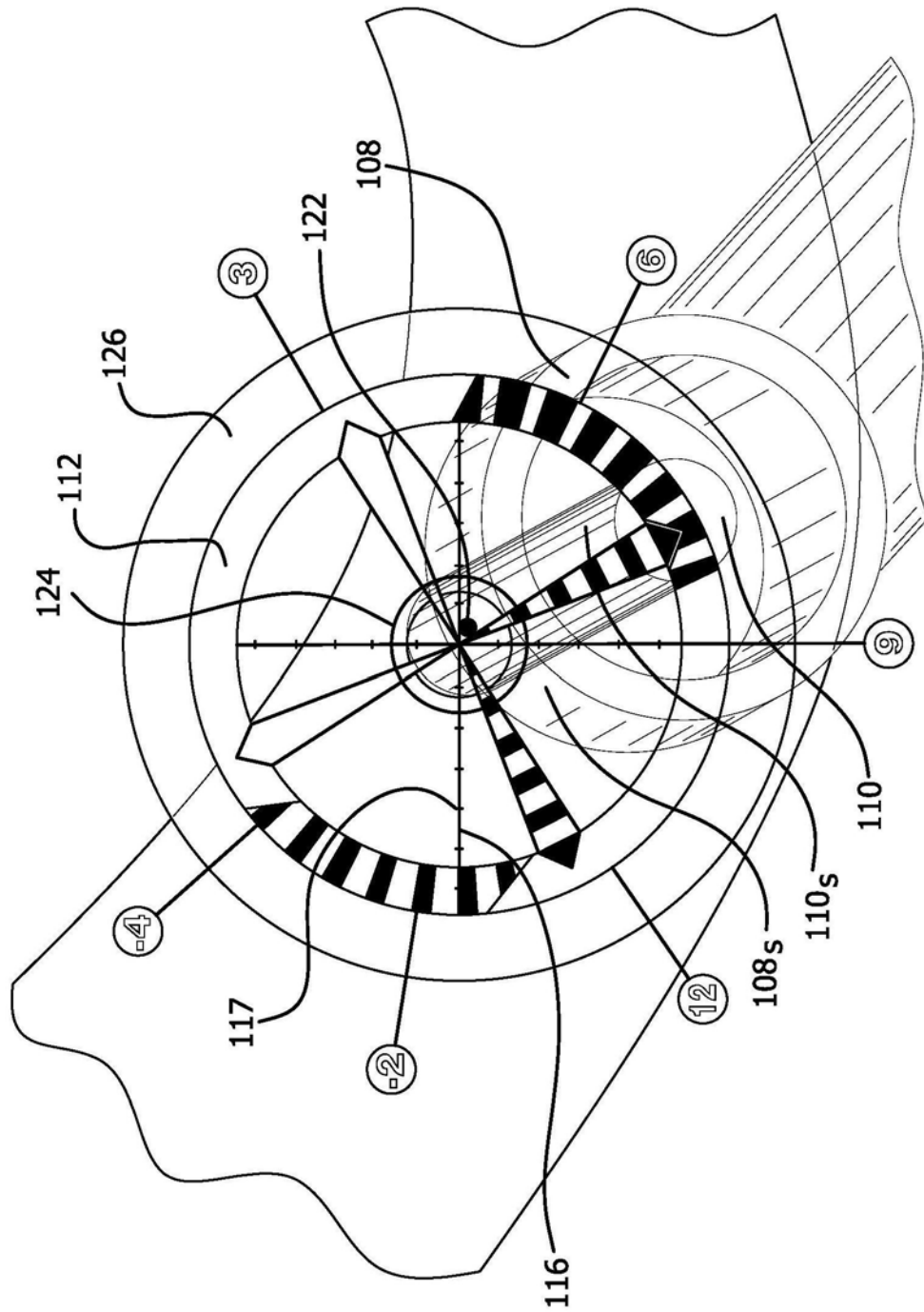


图7

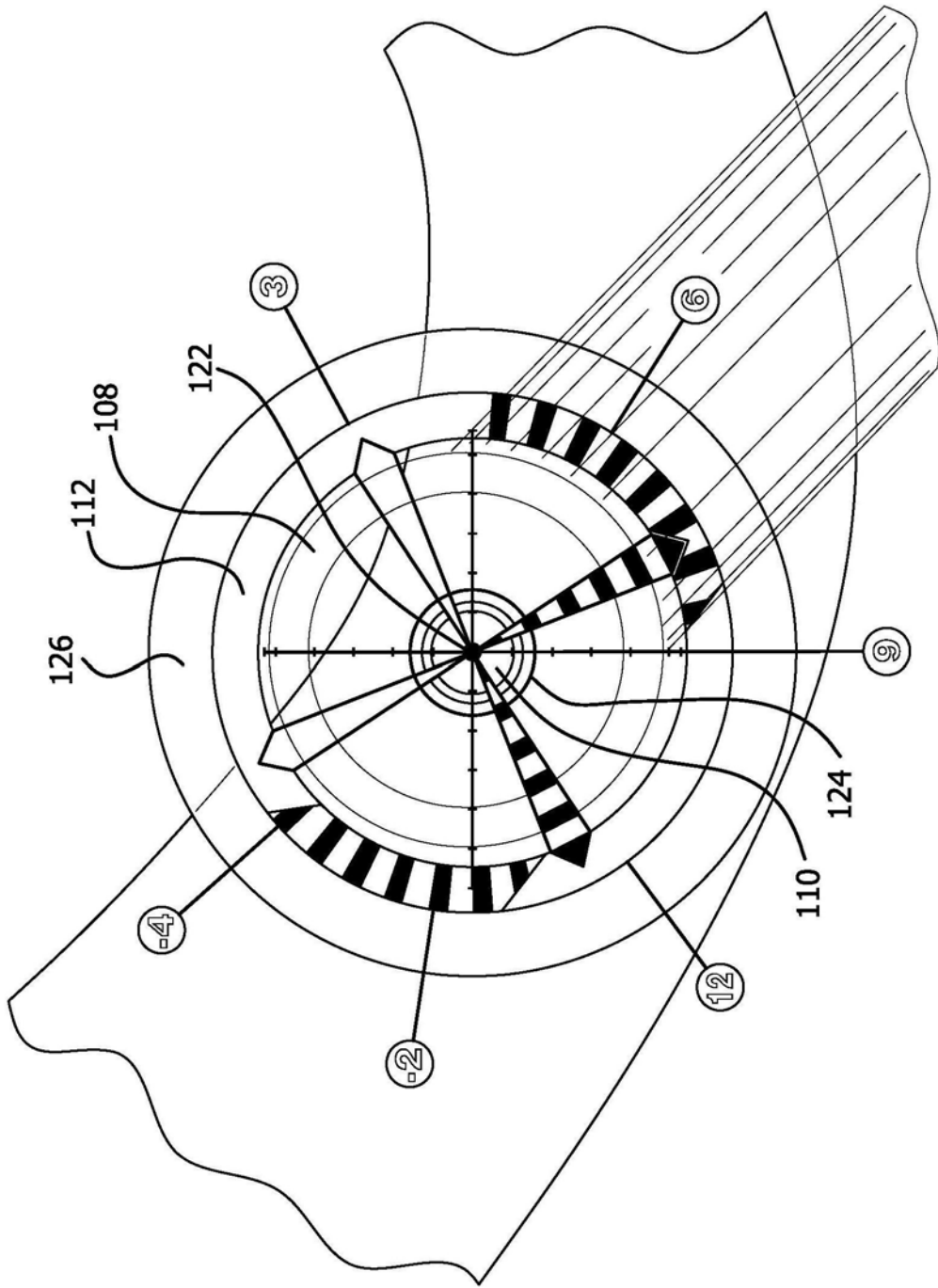


图8

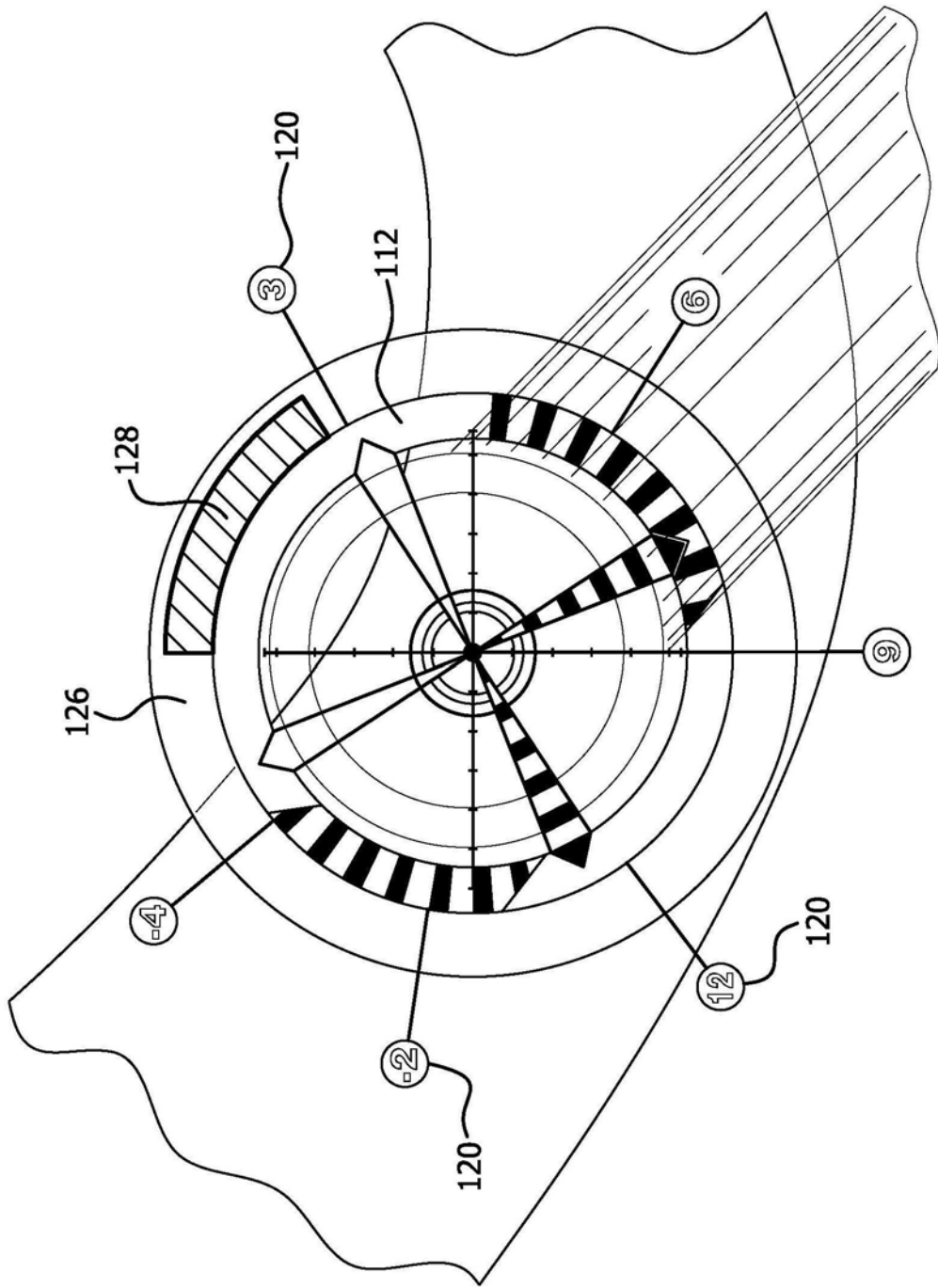


图8A

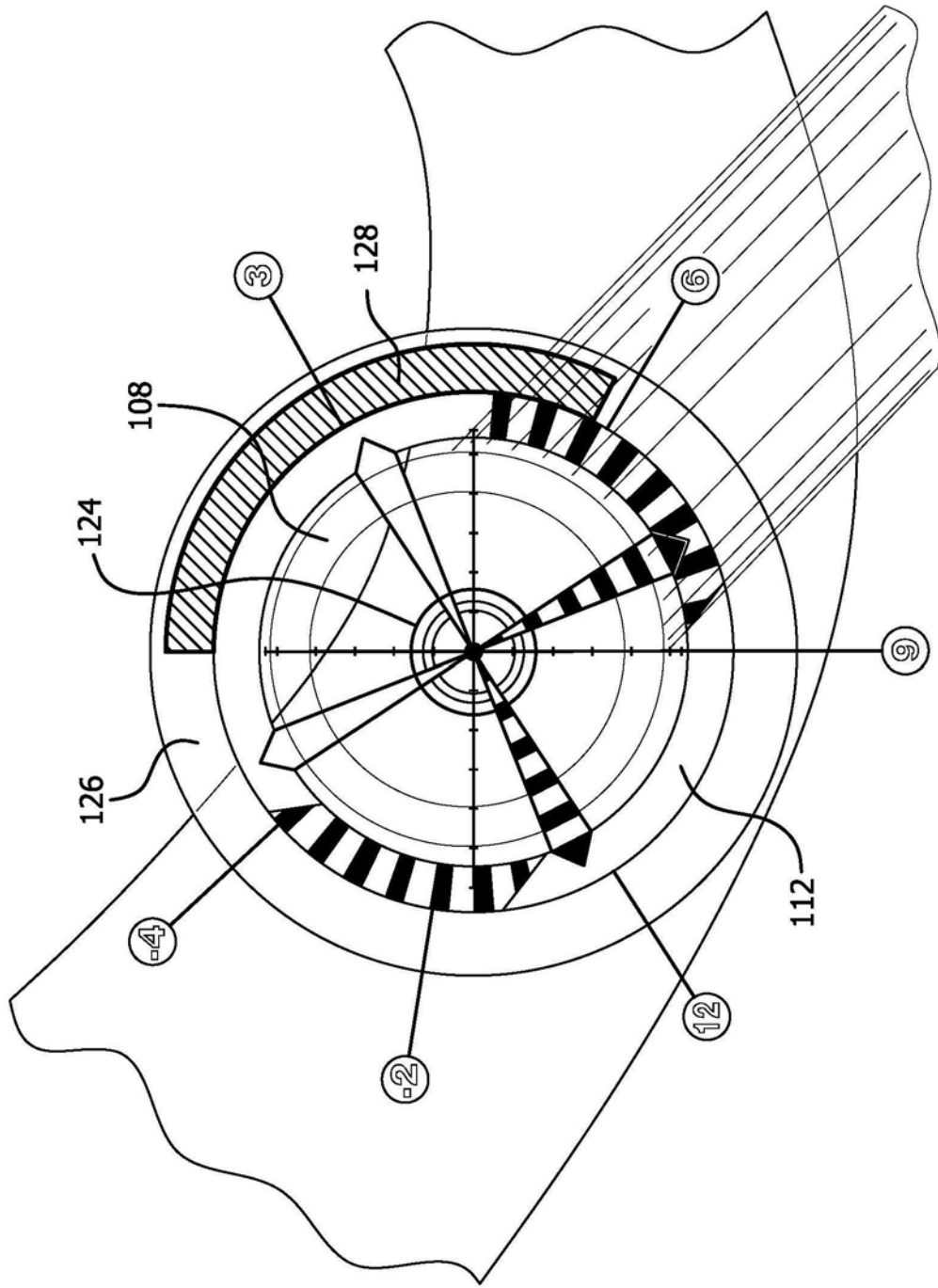


图8B

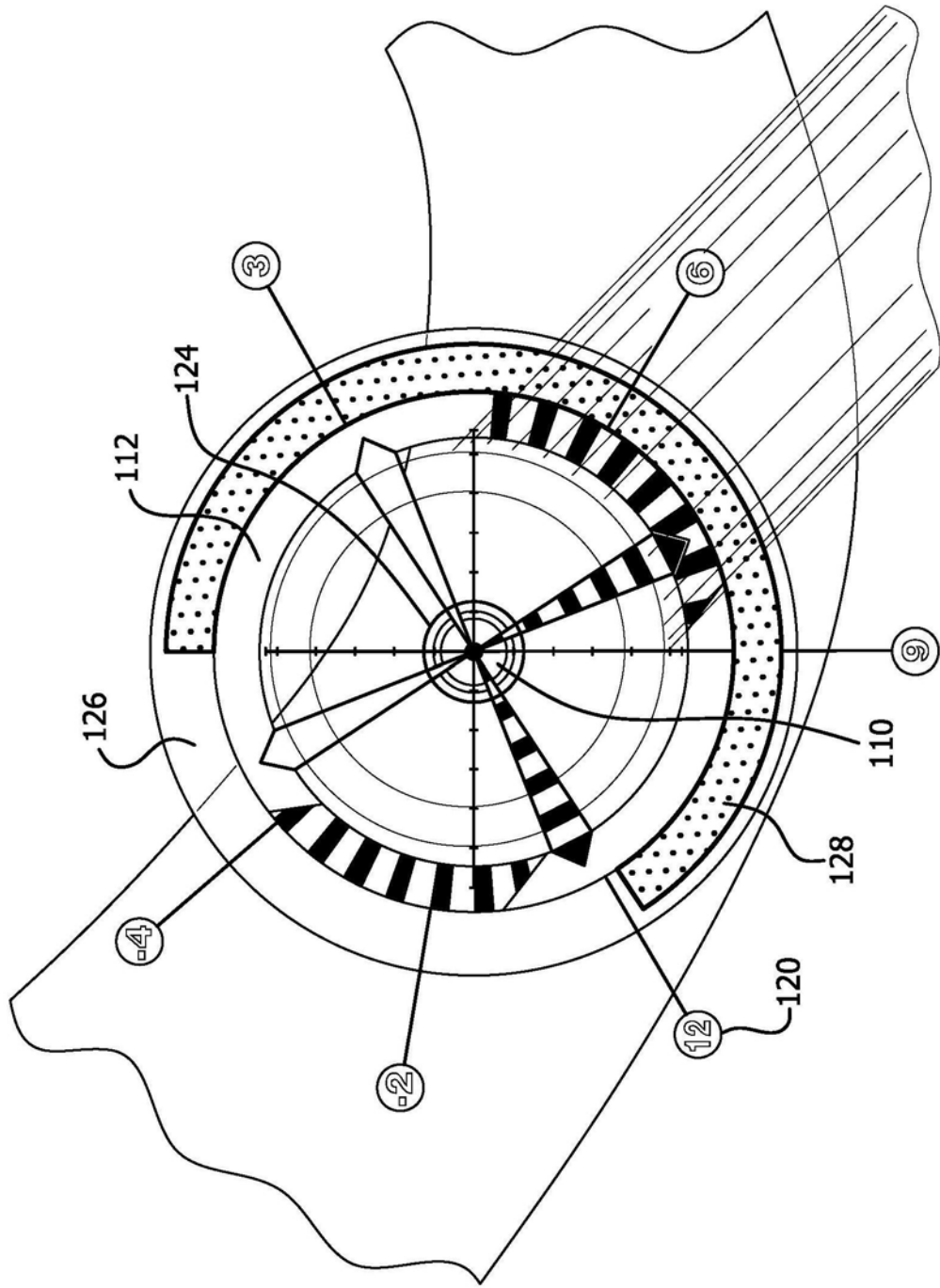


图8C

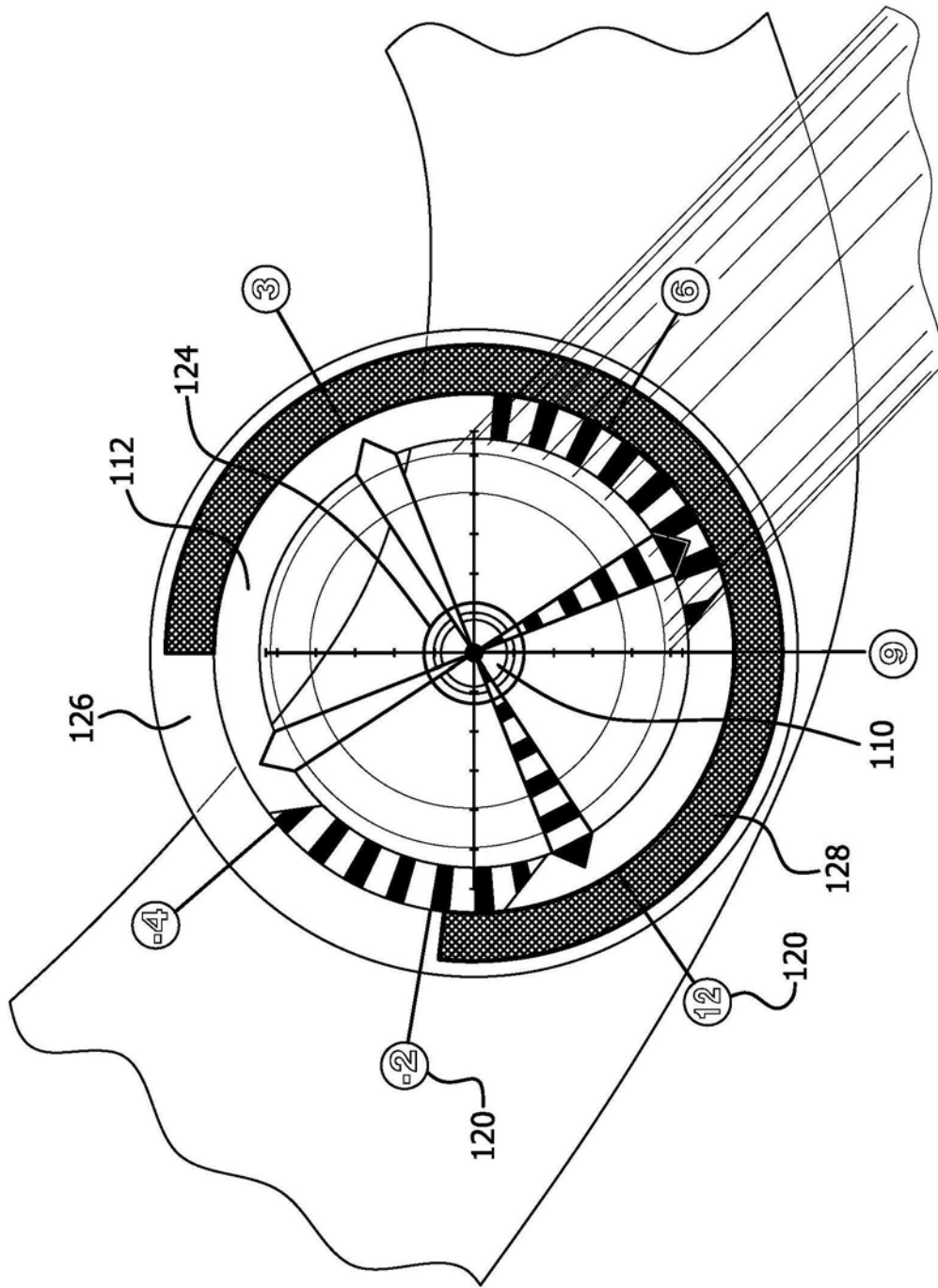


图8D

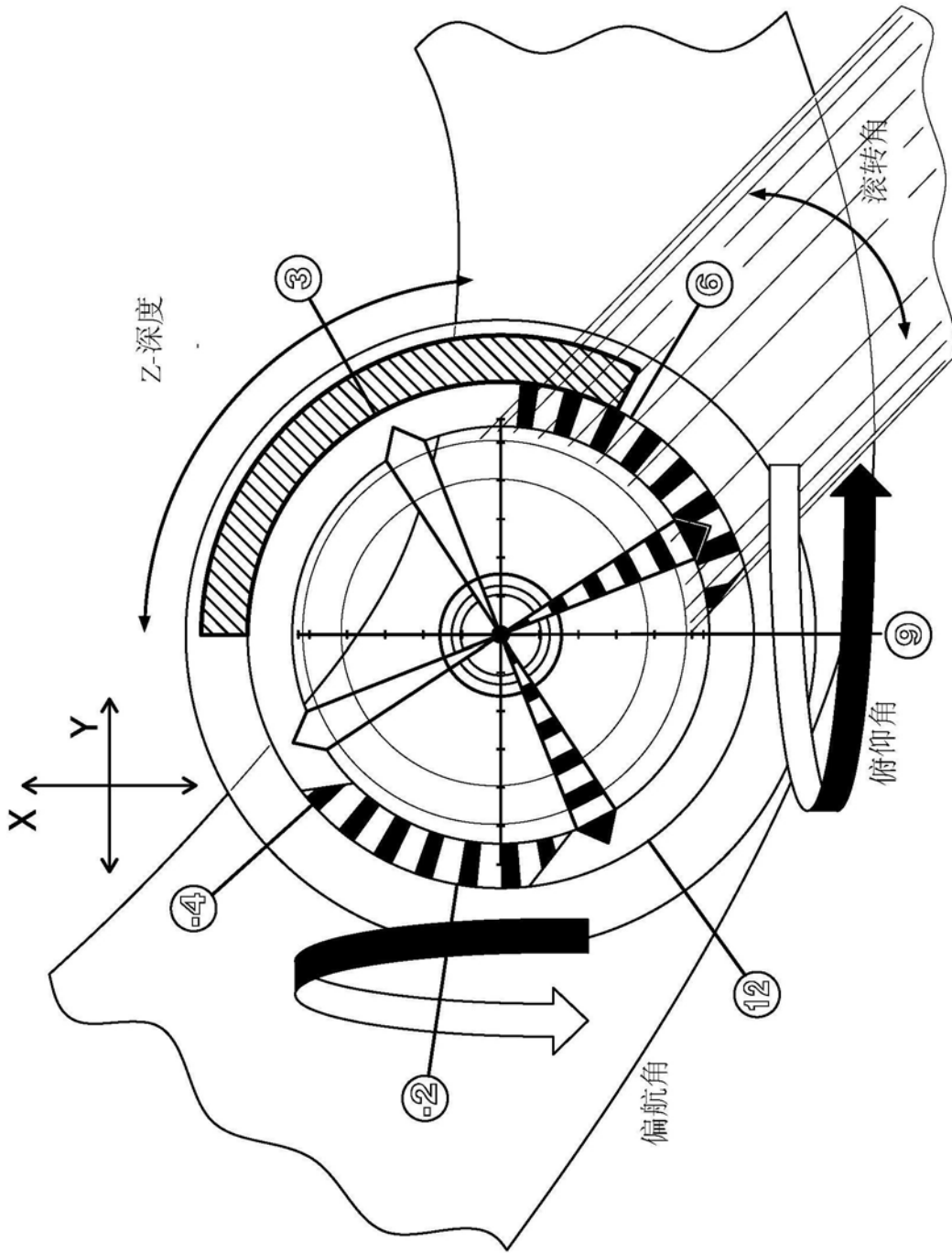


图9