



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111511265 A

(43)申请公布日 2020.08.07

(21)申请号 201980006220.6

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22)申请日 2019.01.15

代理人 曹凌 王丽辉

(30)优先权数据

62/617,951 2018.01.16 US

(51)Int.Cl.

A61B 1/227(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.06.04

A61B 1/00(2006.01)

A61B 1/018(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/013568 2019.01.15

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/143587 EN 2019.07.25

(71)申请人 塔斯克医药股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 埃里克·戈德法布

玛雅·Z·克曼尼

罗希特·吉罗特拉

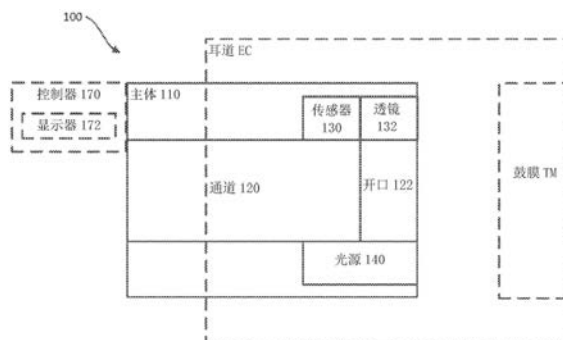
权利要求书2页 说明书13页 附图11页

(54)发明名称

用于耳科程序的可视化装置和方法

(57)摘要

本发明描述了用于在耳科程序之前、期间或之后提供受试者的耳部内的可视化的系统、设备和方法。设备(100)包括光源(140)、传感器(130)、处理器(152、170)和显示器(154、172、972)。光源(140)可以被配置成将入射光提供至目标区域(TM),并且传感器(130)可以被配置成捕获从目标区域(TM)反射的光以基于反射的光生成图像数据。处理器(152、170)可处理图像数据以产生目标区域(TM)的图像,并且显示器(154、172、972)可显示目标区域(TM)的图像。



1. 一种设备,包括:

窥镜,所述窥镜具有近端和远端并且限定管腔;

光源,所述光源被配置成将入射光提供至目标区域,所述目标区域设置在所述窥镜的远端的远侧;

传感器,所述传感器被配置成捕获从所述目标区域反射的光并且基于反射光生成图像数据;以及

显示器,所述显示器被配置成基于所述图像数据显示所述目标区域的图像,所述显示器联接到所述窥镜的近端,使得所述显示器在将器械定位通过所述窥镜的管腔的使用者的视场中,以使得所述使用者在定位所述器械时能够观察到延伸到所述目标区域中的所述器械的远端。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述传感器是互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器。

3. 根据权利要求1所述的设备,其中所述光源被配置成经由一个或多个光纤将所述入射光提供至所述目标区域。

4. 根据权利要求1所述的设备,还包括透镜,所述透镜与所述传感器集成在一起并且被构造成聚焦从所述目标区域反射的光。

5. 根据权利要求1所述的设备,还包括光纤,所述光纤被配置成将所述反射光从所述窥镜的远端传输到所述传感器。

6. 根据权利要求1所述的设备,其中所述光源是发光二极管。

7. 根据权利要求1所述的设备,还包括联接元件,所述联接元件将所述显示器联接到所述窥镜的近端并且使得所述显示器能够沿着或围绕至少一个轴线移动。

8. 根据权利要求7所述的设备,其中所述联接元件将所述显示器可旋转地联接到所述窥镜的近端,使得能够调整所述显示器相对于所述窥镜的角度。

9. 根据权利要求7所述的设备,其中所述联接元件将所述显示器联接到所述窥镜的近端,使得所述显示器与所述窥镜的纵向轴线径向偏移。

10. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器还被配置成过滤所述图像数据,使得能够在所述目标区域的图像中观察所述目标区域的物理状态。

11. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器还被配置成响应于检测到所述图像数据内的光饱和而减少由所述光源提供的入射光。

12. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器还被配置成使所述显示器在所述目标区域的图像上覆盖可视引导元件,所述可视引导元件识别一个或多个感兴趣区域。

13. 根据权利要求1所述的设备,其中所述传感器或所述光源中的至少一者被配置成旋转以调整所述目标区域的视图,并且所述处理器还被配置成基于至少一个传感器或所述光源的旋转而使所述显示器旋转所述目标区域的图像。

14. 一种系统,包括:

引导装置,所述引导装置具有近端和远端并且限定被构造成接收器械的管腔;

光源,所述光源被配置成将入射光提供至目标区域;

触针,所述触针包括传感器,所述传感器被配置成捕获从所述目标区域反射的光并且基于反射光生成图像数据,所述触针与所述引导装置可释放地接合;

处理器,所述处理器被配置成处理所述图像数据以产生所述目标区域的图像;以及显示器,所述显示器被配置成基于所述图像数据显示所述目标区域的图像。

15. 根据权利要求14所述的设备,其中所述传感器设置在所述触针的远端处。

16. 根据权利要求14所述的设备,其中所述传感器设置在所述触针的近端处,所述触针还包括光纤,所述光纤被配置成将从所述触针的远端反射的光传输到所述触针的近端。

17. 根据权利要求14所述的设备,其中所述触针被构造成以机械方式联接到所述引导装置。

18. 根据权利要求14所述的设备,其中所述触针至少具有直径近似1.5mm到3mm的远端。

19. 一种方法,包括:

将引导装置的远端定位在受试者的耳道中,所述引导装置限定管腔;

使用光源照射在所述引导装置的远端的远侧的目标区域;

将器械的远端通过所述管腔插入到所述目标区域中;

使用可释放地联接到所述引导装置的传感器捕获从所述目标区域反射的光;以及

使用联接到所述引导装置的近端的显示器显示包括所述器械的远侧尖端的所述目标区域的图像,使得在使用者已经通过所述引导装置的管腔插入器械时所述图像在所述使用者的视场内。

20. 根据权利要求19所述的方法,还包括将包括所述传感器的触针联接到所述引导装置,使得所述传感器在所述器械正被插入通过所述引导装置的管腔时能够捕获反射光。

## 用于耳科程序的可视化装置和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2018年1月16日提交的名称为“VISUALIZATION DEVICES AND METHODS FOR OTOLOGIC PROCEDURES”的待决美国临时专利申请号62/617,951的优先权,其公开内容以引用方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本公开大体上涉及用于在耳科或耳程序中可视化受试者的耳部的系统、设备和方法。更具体地,本公开涉及可视化装置,其包括一个或多个摄像头和光源以用于在鼓膜管(tympanostomy tube)放置程序期间可视化受试者的耳道的内部。

### 背景技术

[0004] 耳科程序或与耳部有关的程序通常涉及将医疗器械插入受试者的耳部中。例如,中耳炎是与炎症相关的中耳的常见疾病。由于人类儿童的解剖结构和免疫功能,中耳炎在人类儿童中是常见的。如果严重或未治疗,中耳炎可能导致个体的鼓膜撕裂、听力损失或颅内并发症。

[0005] 中耳炎的治疗可能涉及通过鼓膜放置均压管或鼓膜管,以通过提供中耳与外耳之间的流体连通给中耳提供足够排水。具体地,这种管可以提供通风路径,该通风路径促进通过咽鼓管从中耳排出流体,并且因此可减少从中耳内的压力施加在鼓膜上的压力。这可以进一步降低未来感染和压力引起的鼓膜撕裂的可能性。

[0006] 可以使用递送装置来执行均压管的插入,该递送装置可以接近鼓膜以执行鼓膜切开程序。递送装置可以包括可在鼓膜中创造开口或切口的切割元件。均压管然后可放置在开口内,以提供中耳与外耳之间的流体连通。在一些情况下,在执行鼓膜切开程序和管放置之前,可以使用离子导入,以向鼓膜和周围组织递送局部麻醉剂。离子导入涉及将低电平电流施加到带电的药液。电流排斥溶液中的类似带电的药物离子,并且将其跨越皮肤或其它膜输送。可使用可将带电药液密封在耳道内同时向溶液施加电流的装置来执行离子导入。

[0007] 在离子导入程序和/或管放置程序以及其它耳科程序期间,医生可能难以看到耳部内部。通常使用手术显微镜来执行耳科程序,所述手术显微镜提供耳部的可视化,但需要对目标治疗区域进行视线观察。然而,当在耳道内操作器械时,器械的进入路径通常覆盖或阻挡显微镜与目标治疗区域之间的视线。因此,医生可能在器械的操作中受到限制,或者必须在不完全看到目标治疗区域的情况下操作。为了避免观察干扰,医生已开发出了调整器械放置的技术,但这可能导致次优的器械定位,并增加执行程序的时间。因此,希望具有一种用于耳科程序的系统,其允许器械进入目标治疗区域同时提供目标治疗区域的清晰视图。

### 发明内容

[0008] 描述了用于在耳科程序期间可视化受试者的耳部内的系统、设备和方法。

[0009] 在一些实施例中,设备包括光源、传感器、处理器和显示器。光源可以被配置成将入射光提供至目标区域,并且传感器可以被配置成捕获从目标区域反射的光以基于该反射光生成图像数据。处理器可处理图像数据以产生目标区域的图像,且显示器可显示目标区域的图像。

[0010] 在一些实施例中,设备包括窥镜,其中传感器和/或光源设置在窥镜的远端处。在一些实施例中,设备包括具有传感器和/或光源的单独的触针。

[0011] 应当理解,前述概念和下面更详细讨论的附加概念的所有组合(假设这样的概念并不相互矛盾)被认为是本文公开的发明主题的一部分。特别地,出现在本公开的结尾处的要求保护的主题的所有组合被认为是本文公开的发明主题的一部分。还应理解,本文明确采用的,也可能出现在通过引用并入的任何公开中的术语应被赋予与本文公开的特定概念最一致的含义。

[0012] 通过查看以下附图和详细描述,其他系统,过程和特征对于本领域技术人员将变得显而易见。意图将所有这样的附加系统、过程和特征包括在本说明书内,在本发明的范围内,并由所附权利要求保护。

## 附图说明

[0013] 本领域技术人员将理解,附图主要是出于说明性目的,并且无意限制本文所述的发明主题的范围。附图不一定按比例绘制;在一些情况下,本文中公开的发明主题的各个方面可以在附图中被放大或扩大示出以促进对不同特征的理解。在附图中,相似的附图标记通常指代相似的特征(例如,功能上相似和/或结构上相似的元件)。

[0014] 图1是根据一些实施例的可视化系统的示意图。

[0015] 图2是根据一些实施例的图1所描绘的可视化系统连接到具有显示器的计算装置的示意图。

[0016] 图3是根据一些实施例的包括触针的可视化系统的示意图。

[0017] 图4是根据一些实施例的图3所描绘的可视化系统连接到计算装置和管递送装置的示意图。

[0018] 图5是根据一些实施例的可视化系统的示意图。

[0019] 图6是图示了根据一些实施例的使用可视化系统的方法的流程图。

[0020] 图7是图示根据一些实施例的由可视化系统执行的方法的流程图。

[0021] 图8是图示根据一些实施例的执行离子导入的方法的流程图。

[0022] 图9A和9B是根据一些实施例的在可视化系统中使用的窥镜的透视图。图9A提供了可视化系统的侧视图,图9B提供了可视化系统的远端的视图。

[0023] 图10A和10B是根据一些实施例的在可视化系统中使用的窥镜的透视图。图10A提供了可视化系统的侧视图,图10B提供了可视化系统的远端的视图。

[0024] 图11描绘了根据一些实施例的在可视化系统中使用的窥镜与附接的显示器。

[0025] 图12描绘了根据一些实施例的在具有窥镜和管递送装置的可视化系统中使用的触针。

[0026] 图13描绘了从图12描绘的触针的视点截取的受试者的耳道的视图。

[0027] 图14是根据一些实施例的医生(包括可视化系统)的视图的示意图。

## 具体实施方式

[0028] 本文描述了用于在耳科程序期间可视化受试者的耳部内的系统、设备和方法。在一些实施例中,本文所述的系统、设备和方法可以用于在均压或鼓膜管放置程序之前、期间或之后提供耳部内的可视化。

[0029] 如图1中示意性示出的,包括引导装置100的示例性可视化系统可定位在受试者的耳道EC中,并且提供诸如鼓膜TM的目标治疗区域的视图。引导装置100可被构造成将器械引导到耳道EC中。在实施例中,引导装置100可以与窥镜类似地成形和起作用。引导装置100包括主体110,其限定用于接收器械的通道或管腔120。通道120可以终止在位于耳道EC内的主体110的远端处的开口122中。诸如管递送装置的器械可通过通道120插入并通过开口122出来,进入耳道EC中。通道120可具有锥形形状,其直径从主体110的近端到远端(例如,如在窥镜中)逐渐减小或具有固定直径。

[0030] 引导装置100可以具有解剖结构尺寸以配合在耳道EC内。例如,引导装置100可以许多不同的尺寸获得,例如,其中引导装置100的开口122为4毫米(mm)、4.5mm、5mm、6mm、7mm或那些尺寸内的任何其它尺寸。引导装置100可设计成用于单次使用或可重复使用。

[0031] 引导装置100包括传感器130和光源140。传感器130可以是光传感器、压力传感器、温度传感器,或能够捕获关于目标治疗区域的信息的任何其它类型的传感器。在实施例中,传感器130是图像传感器,例如互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器或电荷耦合装置(CCD)传感器。传感器130的尺寸可以设计成使得其可嵌入到主体110的壁内。替代性地,传感器130可设置在主体110的外表面或内表面上。在实施例中,传感器130的宽度可以近似0.5mm到1mm,长度可以近似0.5mm到1mm。传感器130可提供高分辨率。例如,传感器130可具有40,000到160,000像素的像素分辨率。传感器130能够在低光条件下操作。在一些实施例中,传感器130可具有90到120度的视场。在一些实施例中,传感器130可具有5mm到30mm的焦深。在一些实施例中,传感器130可具有用于实现视频捕获的帧速率,例如,每秒至少16帧的帧速率。例如电池的低电平电源可用于给传感器130供电。

[0032] 传感器130可产生模拟输出,例如,传感器130可产生与由传感器130捕获的光量成比例的电荷。传感器130可将此模拟输出提供到单独的处理电路或计算装置,以进行额外处理。处理电路或计算装置可以通过电线、耦合器等耦合到传感器130。在此布置下,较少部件放置在主体110的远端处,从而减小需要放置在主体110的远端处和/或集成到主体110的壁中的部件的尺寸。尺寸的这种减小可为将器械通过开口122插入到耳道EC中提供更大的间隙。

[0033] 在一些实施例,例如图5中所示的实施例中,传感器130可以定位在主体110的近端处。通过将传感器130移动到主体110的近端,可进一步减少主体110远端处的部件的尺寸。在此类实施例中,光纤或另一传输元件(例如,电线或电缆)可用于将光或图像数据从主体110的远端传输到传感器130。多个光纤可以捆绑在一起以提高性能。但是,传输的图像的分辨率可受到可以捆绑在一起的光纤的数量的限制,所述光纤的数量可以由引导装置100的尺寸限制。一般来说,一小束光纤的数量可以在4,000至8,000根光纤的范围内。光纤还可能更需要大量的光,以便提供足够的图像传输。因此,在主体110的远端处设置传感器130可能是有利的。

[0034] 引导装置100还包括透镜132,其可用于聚焦由传感器130捕获的光。透镜132可与

传感器130集成在一起。在一些实施例中,具有集成的透镜132的传感器130可安装在集成电路或芯片上,所述集成电路或芯片可附接到主体110的远端。集成电路或芯片可以是柔性的,使得其可以容易地安装到主体110的远端。在一些实施例中,透镜132可以与传感器130单独组装,以提供额外的可视性能,例如,更高分辨率、不同视场或焦深等。在一些实施例中,可视化装置100可允许使用者调整透镜132的焦距以改变性能。在一些实施例中,透镜132还可被设计成用于对光的特定颜色进行滤波,例如,当可能需要识别敏感解剖区域(例如,较薄组织区域)和由于与药物相互作用而变白(例如,由于吸收肾上腺素而变白)的区域时。

[0035] 光源140可以将光递送到耳道EC和鼓膜TM。光源140可设置在主体110的远端处,例如,光源140可集成到主体110的远端中。光源140可以是小的高强度发光二极管(LED)。在一些实施例中,多个光源140可集成到主体110的远端中和/或安装到所述远端。

[0036] 替代地或另外,光可通过单独光源(未描绘)提供至耳道EC,所述单独光源例如手术室中的光源、来自移动装置或其它便携式装置的光源,或由医生佩戴的光源,例如头灯。光源可以利用光来注满耳部的开口附近的区域,并且光可以经由光缆、光管或其它传输元件传输到主体110的远端。在一些实施例中,一个或多个耦合器可用于将光源连接到传输元件,使得可以将来自光源100的光引导到传输元件中。图5中描绘了此类光布置的实例,并且下文参考图5提供该实例的另外的细节。

[0037] 引导装置100可以可选地联接到控制器170。控制器170可以可选地包括显示器172。控制器170可由电池或其它便携式电源供电。控制器170可以联接到主体110的一部分和/或一体地形成该主体的一部分。显示器172可显示包括鼓膜TM的目标治疗区域的图像。在一些实施例中,显示器172可显示目标治疗区域的实时视图。控制器170和显示器172可以邻近引导装置100设置,使得来自显示器172的耳内视图和医生看到的耳部的实际视图在相同的场中。来自传感器130的图像数据可经由电线(未描绘)或经由蓝牙、WiFi或其它无线传输手段无线地传输到控制器170,该控制器可处理图像数据以在显示器172上显示。

[0038] 在一些实施例中,控制器170可被配置成向离子导入装置(例如,图2中的离子导入装置180)供电。离子导入装置可集成到可视化系统中,和/或控制器170可联接到离子导入装置,使得控制器170可激活离子导入装置的电极以将电流供应到离子导入溶液。例如,离子导入装置的部件(例如,电极、用于控制离子导入的电路等)可以集成到可视化系统中,并且控制器170可以用于控制向离子导入装置的供电。替代性地,控制器170可经由电线或电缆可移除地联接到离子导入装置。控制器170可以包括按钮、开关或可被致动以激活电极的其它致动机构。在一些实施例中,显示器172可以是触敏显示器,其可以显示可由医生操纵以激活和控制电流的递送的一个或多个图形用户界面元件(例如,按钮、标尺、条、面板)。控制器170可监测通过离子导入装置递送的电流,并且当离子导入过程完成时和/或当检测到安全问题时自动停止电流。例如,控制器170可以从传感器130和/或位于引导装置100或离子导入装置上的其它传感器(例如,光传感器、温度传感器、压力传感器等)接收数据,并监测数据异常(例如,温度升高、压力增加等)。在一些实施例中,控制器170可设计成单次使用。例如,控制器170可配备有电池或其它便携式电源,其具有充足的电荷以在离子导入程序和后续管递送程序之前和期间为单个离子导入程序和显示器172供电。

[0039] 在一些实施例中,引导装置100可以连接到单独的计算装置150,如图2中示意性地

示出的。引导装置100可以通过连接器102(例如,电线或电缆)连接到计算装置150,如由连接106所示。替代地或另外,引导装置100可以联接到无线发射器104,该无线发射器可以将信息无线地传送到计算装置150,如由连接108所示。引导装置100可通过连接106供电,或者在无线配置中,引导装置100可具有用于向引导装置100提供电力的机载电池或其它便携式电源(例如,控制器170的便携式电源)。引导装置100通过连接106和/或108可将来自传感器130的图像数据以及来自耦合到引导装置100的任何其它传感器(未描绘)的数据传输到计算装置150。计算装置150可以是台式计算机、膝上型计算机、平板电脑、移动或便携式装置、智能手机或具有计算能力的任何其它类型的装置。在一些实施例中,计算装置150可以是可穿戴显示器,诸如,GoogleGlass™。

[0040] 计算装置150包括处理器152和显示器154。处理器152可被配置成处理来自传感器130的图像数据以产生目标治疗区域的图像以在显示器154上显示。在耳科程序期间,显示器154可以定位在医生的视场内,使得医生可以在同一场中看到显示器154和耳部。医生可以在耳科程序期间单独地调整来自显示器154的视图(例如,通过旋转引导装置100和/或移动传感器130)和其手和/或器械位置,以获得目标治疗区域的清晰视图。在一些实施例中,处理器152可被配置成过滤图像数据以选择性地查看不同结构和生理状况。例如,类似于透镜132,处理器152可被配置成对光的波长进行数字滤波,以识别敏感解剖区域(例如,较薄组织区域)和由于与药物相互作用而变白(例如,由于吸收肾上腺素而变白)的区域。在一些实施例中,处理器152可被配置成通过改变光源140和/或其它光源的光强度(例如,当存在图像饱和时自动调暗光源140),自动聚焦透镜132以选择期望的焦点,滤出噪声,增强边缘和锐化,旋转图像等来增强目标治疗区域的可视化。

[0041] 在一些实施例中,传感器130、透镜132和光源140中的一个或多个可以在引导装置100上移动。例如,传感器130和透镜132可设计成在引导装置100上旋转。当传感器130和透镜132被旋转时,通过处理器152计算装置150可以被配置成旋转目标治疗区域的图像,使得呈现给医生的图像取向不会改变。陀螺仪、加速度计或其它类型的运动传感器(未描绘)可以联接到传感器130和/或透镜132,以感测传感器130和/或透镜132的旋转。来自陀螺仪的数据可经由连接106和/或108被传输到计算装置150,并且处理器152可依赖于该数据确定何时自动旋转显示器154上的目标治疗区域的图像。

[0042] 在一些实施例中,计算装置150可从多个图像传感器(包括图像传感器130)接收图像数据。例如,可以将额外图像传感器联接到引导装置100的主体110或插入耳道EC内的其它装置(例如,离子导入装置、管递送装置、触针),并且来自这些额外图像传感器的图像数据可经由一个或多个连接发送到计算装置150。在接收到图像数据后,计算装置150创建目标治疗区域的不同视图。例如,计算装置150经由显示器154可创建双眼视图,在不同传感器与摄像头之间切换,使用图像数据构建耳道EC的更大或更清楚视图,或同时(例如,并排或画中画)显示多个视图。

[0043] 在一些实施例中,计算装置150可以可视地识别显示器154上所显示的图像中的感兴趣区域。例如,计算装置150通过处理器152可识别鼓膜管放置的目标位置。替代地或另外,计算装置150可以突出显示在执行诸如管递送程序的耳科程序时要避免的敏感解剖结构区域(例如,前悬垂部、薄组织区域)。

[0044] 在一些实施例中,计算装置150可被配置成存储目标治疗区域的图像和/或视频。

存储的图像和/或视频随后可以由医生查看以评估问题,或者如果在培训环境中使用,则作为教育工具。

[0045] 可选地,计算装置150也可连接到离子导入装置180,如由任选连接182所示。离子导入装置180可形成可视化系统的一部分(即,集成到引导装置100或可视化系统的其它部件中),或离子导入装置180可为可拆卸地联接到计算装置150的单独装置。离子导入装置180可被配置成执行离子导入程序。离子导入装置180可包括电极184,用于向离子导入溶液供应电流。离子导入系统的实例在以下文献中公开:2013年5月27日授予的名称为“Systems and Methods for Anesthetizing Ear Tissue”的美国专利号8,452,392;2014年9月23日授予的名称为“Systems and Methods for Anesthetizing Ear Tissue”的美国专利号8,840,602;和2017年1月19日公布的名称为“Earplug Assembly for Iontophoresis System”的美国专利申请公开号2017/0014272。这些参考文献中的每一个的公开内容以引用方式并入本文。

[0046] 计算装置150可被配置成向离子导入装置180供电,以激活电极184。类似于控制器170,计算装置150可以包括按钮、开关或可被致动以激活电极的其它致动机构。在一些实施例中,显示器154可以是触敏显示器,其可以显示可由医生操纵以激活和控制电流的递送的一个或多个图形用户界面元件(例如,按钮、标尺、条、面板)。计算装置150可监控通过离子导入装置递送的电流,并且当离子导入过程完成和/或检测到安全问题时自动停止电流。例如,计算装置150可从传感器130和/或位于引导装置100或离子导入装置上的其它传感器(例如,光传感器、温度传感器、压力传感器等)接收数据,并监测数据异常(例如,温度升高、压力增加等)。

[0047] 图3示意性地示出了可视化系统的另一实例,所述可视化系统包括引导装置200和触针260。引导装置200类似于引导装置100,但在其远端不包括传感器。在远端处没有传感器的情况下,引导装置200具有用于光传输元件(例如,光纤、光源等)的更多空间。在实施例中,引导装置200可以是窥镜。引导装置200包括主体210,其限定通道220和用于接收器械并且将器械引导到耳道EC中的开口222。该装配可以是例如鼓膜管递送装置,例如图4中描绘的管递送装置290。

[0048] 引导装置200包括可将光递送到耳道EC和鼓膜TM的一个或多个光源240。光源240可设置在主体110的远端处,例如,光源240可集成到主体210的远端中。在实施例中,光源240可以是LED。

[0049] 触针260包括传感器230和透镜232。触针260可以可移除地联接到通过通道220和开口222插入到耳道EC中的器械。例如,触针260可以联接到管递送装置(例如,管递送装置290)的轴。触针260可以通过胶粘剂或胶带、机械紧固件或磁性方式联接到管递送装置的轴。触针260可设计成具有小型剖面(例如,直径近似1.5mm至3mm),使得其不干扰器械插入到耳道EC中。替代性地,在一些实施例中,触针260可联接到引导装置200。

[0050] 传感器230可设置于触针260的远端处。传感器230可嵌入到触针260的壁中,或传感器230可设置在触针260的表面上。类似于传感器130,传感器230可以是图像传感器,例如,CMOS或CCD传感器。传感器230可以类似地设定尺寸并且提供与传感器130类似的分辨率、视场、焦深和帧速率。传感器230可产生模拟输出(例如,与由传感器230捕获的光量成比例的电荷),所述模拟输出被提供给单独的处理电路或计算装置以进行额外处理。处理电路

或计算装置可以通过电线、耦合器等联接到触针260和传感器230。在此布置下,较少部件放置在触针260的远端处,从而减小需要放置在触针260的远端处的部件的尺寸。

[0051] 透镜232可以类似于透镜132,并且可用于聚焦由传感器230捕获的光。透镜232可与传感器230集成,或透镜232可为与传感器230分离的部件。传感器230和透镜232都可安装在集成电路上。在一些实施例中,透镜232可被构造成对用于识别感兴趣区域(例如,敏感解剖区域、变白组织)的光的特定频率或颜色进行滤波。

[0052] 图4示意性地描绘了引导装置200与触针260和一个或多个其它装置之间的连接。与引导装置100类似,引导装置200可通过连接器202(例如,电线或电缆)连接到计算装置250,如由连接206所示。触针260可经由连接器203(例如,电线或电缆)连接到计算装置250,如由连接207所示。替代地或另外,触针260可联接到无线发射器204,该无线发射器可以将信息无线传送到计算装置250,如由连接208所示。触针260可经由连接207供电,或在无线配置中,触针260可具有可给触针260供电的机载电池或其它便携式电源。如果触针260通过机载电池供电,则计算装置250(或单独装置)可包括用于对触针260再充电的对接站。触针260经由连接207和/或208可将图像数据从传感器230传输到计算装置250,该计算装置可以是台式计算机、膝上型计算机、平板电脑、移动或便携式装置、智能手机或者具有计算能力的任何其它类型的装置。在一些实施例中,触针260可连接到与计算装置250不同的计算装置(未描绘),使得引导装置100和触针260连接到不同的计算装置。

[0053] 触针260可以通过联接292(例如,机械或磁性联接)联接到管递送装置290。管递送装置290携带鼓膜管294,并且被构造成将鼓膜管294放置在鼓膜TM中。鼓膜管递送系统的实例在以下文献中公开:2011年11月8日授予的名称为“System and Method for the Simultaneous Automated Bilateral Delivery of Pressure Equalization Tubes”的美国专利号8,052,693;2014年10月21日授予的名称为“Tympanic Membrane Pressure Equalization Tube Delivery System”的美国专利号8,864,774;2016年4月26日授予的名称为“Features to Improve and Sense Tympanic Membrane Apposition by Tympanostomy Tube Delivery Instrument”的美国专利号9,320,652;2017年6月20日授予的名称为“Tympanostomy Tube Delivery Device with Cutting Dilator”的美国专利号9,681,891;2016年2月11日公布的名称为“Tympanostomy Tube Delivery Device with Rotatable Flexible Shaft”的美国专利申请公开号2016/0038342;和2017年12月5日授予的名称为“Tympanostomy Tube Delivery Device with Replaceable Shaft Portion”的美国专利号9,833,360。这些参考文献中的每一个的公开内容以引用方式并入本文。

[0054] 计算装置250包括处理器252和显示器254。处理器252可以类似于处理器152。例如,处理器262可被配置成处理来自传感器230的图像数据,以产生目标治疗区域的图像以在显示器254上显示。在一些实施例中,处理器252可被配置成过滤图像数据,增强目标治疗区域的可视化(例如,通过自动调光或自动聚焦和/或通过数据处理算法),从视觉上识别感兴趣区域(例如,用于放置鼓膜管294的目标位置或要避免的敏感解剖结构),存储图像等。

[0055] 在一些实施例中,除了在触针260的远端处设置的传感器230之外,传感器(未描绘)可以设置在引导装置200的远端处。在此类情况下,处理器252可被配置成在由位于引导装置200上的传感器提供的视图与由传感器230提供的视图之间切换。由位于引导装置200上的传感器提供的视图可以是目标治疗区域的成角度视图,并且由传感器230提供的视图

可以是沿触针260联接的器械的长度向下的轴向视图(例如,如图13中所示的实例图,下文进一步描述)。

[0056] 可选地,计算装置250也可连接到离子导入装置280,如由任选连接282所示。离子导入装置280可被配置成执行离子导入程序。离子导入装置280可包括电极284,用于向离子导入溶液供应电流。计算装置250可被配置成激活电极284。

[0057] 图5示意性地描绘了可视化装置的另一实例,所述可视化装置包括引导装置300。类似于引导装置100和200,引导装置300包括主体310,其限定通道320和用于接收器械并将器械引导到耳道EC中的开口322。在实施例中,引导装置300可以是窥镜。器械可以是例如鼓膜管递送装置。

[0058] 引导装置300可以可选地包括位于主体310的近端处的传感器330和透镜332。类似于传感器130和230,传感器330可以是图像传感器,例如CMOS或CCD传感器。传感器330可嵌入到主体310的壁中,或传感器330可设置在主体310的表面上。传感器330可以类似地设定尺寸并且提供与传感器130和230类似的分辨率、视场、焦深和帧速率。传感器330可产生模拟输出(例如,与由传感器330捕获的光量成比例的电荷),所述模拟输出被提供给单独的处理电路或计算装置以进行额外处理。处理电路或计算装置可以通过电线、耦合器等联接触针260和传感器230。在此布置下,较少部件放置在引导装置300上和/或集成到该引导装置中,从而减少引导装置300的重量和/或引导装置300的尺寸。

[0059] 引导装置300包括一个或多个传输元件334,例如光纤或另一传输装置(例如,电线或电缆),其可用于将光或图像数据从主体310的远端传输到传感器320。在光纤的情况下,多个光纤可捆绑在一起以提高性能。由光纤传输的光也可能在光纤的长度上减少;因此,当与在其远端具有传感器330的引导装置(例如,引导装置100)相比时,可能需要更多光来渲染目标治疗区域的清晰图像。但是,光纤或其它传输装置的尺寸可以比传感器320小,并且因此减小联接和/或集成到引导装置300的远端中的部件的尺寸。这可以为器械提供通过开口322的更大的间隙。

[0060] 透镜332可以类似于透镜132和232,并且可用于聚焦由传感器330捕获的光。透镜332可与传感器330集成,或透镜332可为与传感器330分离的部件。传感器330和透镜332都可安装在集成电路上。在一些实施例中,透镜332可被构造成对用于识别感兴趣区域(例如,敏感解剖区域、变白组织)的光的特定频率或颜色进行滤波。

[0061] 引导装置300可以任选地包括用于向耳道EC和鼓膜TM提供光的光源340。光源340可设置在主体310的近端处并且可以联接和/或集成到该主体的近端中。光源340可以是LED或其它类型的光源。替代地或另外,与引导装置300分离的光源341可用于向耳道EC提供光。例如,光源341可以是手术室中的光源或医生佩戴的光源(例如,头灯)。光源341可以用光来注满耳道EC的开口附近的区域。来自光源340和/或341的光可经由传输元件344(例如,光缆、光管)传输到主体310的远端。在一些实施例中,一个或多个耦合器(未描绘)可用于将光源341耦合到光传输元件344,并将光从光源341引导到光传输元件344中。

[0062] 引导装置300可以可选地联接控制到控制器370。控制器370可以类似于控制器170,并且可以任选地包括显示器372、光源373和/或摄像头374。控制器370可由电池或其它便携式电源供电。控制器370可以联接主体310的一部分和/或一体地形成该主体的一部分。显示器372可显示包括鼓膜TM的目标治疗区域的图像。在一些实施例中,类似于控制器170,控

制器370可以被配置为将电力供应至离子导入装置(例如,图2中的离子导入装置180)。

[0063] 在实施例中,控制器370可以是移动装置。移动装置可以通过专用箱(未描绘)耦合到引导装置300。专用箱可以包括图像耦合器和光传输元件,例如光传输元件334和344。来自移动装置的光源(例如,光源373)可以经由耦合器和传输元件344传输到耳道EC,并且来自耳道EC内的光可以经由传输元件334传输到移动装置,使得移动件装置上的摄像头(例如,摄像头374)可捕获耳道EC的图像。移动装置可以处理由摄像头捕获的图像并显示图像以供医生查看。在此布置中,引导装置300用作被动元件,并且用于传输来自移动装置的光并将光从耳道EC返回到移动装置。移动装置和专用箱可以邻近窥镜设置,或定位在窥镜附近,例如,安装在受试者的头部或医生的手臂上,以使得医生能够在耳科程序之前、期间或之后在受试者耳部的相同视场中查看显示在移动装置上的图像。

[0064] 图6是使用可视化系统(例如本文中所描述的可视化系统中的任一个)的方法400的流程图。方法400可任选地包括在402处将触针(例如,触针260)附接到引导装置或器械。例如,触针可包括可用于捕获目标治疗区域的图像数据的传感器或摄像头。在一些实施例中,触针可包括可用于捕获与目标治疗区域相关联的其它数据的其它传感器(例如,温度传感器、压力传感器等)。

[0065] 在404处,引导装置(例如,引导装置100、200或300)和触针(如果联接至引导装置)可以定位在受试者的耳道EC中。引导装置可以限定用于接收并引导器械进入耳道EC中的管腔或通道(例如,通道120、220或320)。引导装置和/或触针可具有一个或多个摄像头或光传感器(例如,传感器130、230或330),以及与摄像头或光传感器相关联的透镜(例如,透镜132、232或332)。引导装置和/或触针还可具有一个或多个光源(例如,光源140、240或340)。替代地或另外,可以在手术室中提供单独的光源(例如,光源341)。在406处,可激活光源和摄像头,以在一个或多个显示器(例如,显示器172、154、254或372)上提供耳道EC中的目标治疗区域的视图。

[0066] 取决于所提供的视图,在407处,可以任选地调整透镜和/或摄像头位置以改善目标治疗区域的视图。调整可由控制器或计算装置(例如,控制器170或370,或计算装置150或250)自动控制,或者调整可由医生手动地进行。

[0067] 在408处,可将耳科器械(例如,管递送装置290)和触针(如果联接到耳科器械)插入到耳道EC中。可通过由引导装置限定的管腔或通道将耳科器械插入到耳道EC中。在一些实施例中,可以在406处激活光源和摄像头或在407处对摄像头和/或透镜进行调整之前,将耳科器械插入到引导装置中,即,步骤408可在步骤406和407之前进行。

[0068] 在410处,可确认耳科器械的位置。例如,医生可在一个或多个显示器上查看目标治疗区域和器械相对于目标治疗区域的位置,并且如果需要,在411处对器械的位置进行调整,直到在412处,器械被适当地定位成执行医疗程序(例如,鼓膜管的递送)。如上文参考图1-5所描绘的可视化系统所述,给定摄像头和透镜在耳道EC内的定位,医生可以调整器械位置,而不损害由摄像头和透镜提供的视图。这种布置允许医生不依靠其直接或通过显微镜看到耳道EC和目标治疗区域来执行医疗程序。在一些实施例中,医生可以使用显示器确认在执行医疗程序之后成功完成医疗程序(例如,鼓膜管的递送)。

[0069] 图7是由可视化系统(例如本文中所描述的可视化系统中的任一个)执行的方法500的流程图。在502处,可视化系统可接收图像数据。图像数据可来自位于引导装置(例如,

引导装置100、200或300)上的一个或多个传感器(例如,传感器130、230或330)或已插入耳道EC中的触针(例如,触针260)。在504处,可视化系统处理所述图像数据。在506处,可视化系统可将图像数据转换成耳道EC和目标治疗区域的可显示图像。在508处,可视化系统还可以可选地过滤图像数据。例如,可视化系统可以对光的波长进行数字滤波,以识别敏感解剖区域(例如,较薄组织区域)和由于与药物相互作用而变白(例如,由于吸收肾上腺素而变白)的区域。

[0070] 在510处,可视化系统可以可选地确定是否需要光源(例如,光源140、240、340或341)进行调整以提高图像质量。例如,可视化系统可以确定可通过增加或减少递送到耳道EC中的光来提供目标治疗区域的更清楚视图。基于此确定,在511处,可视化系统可通过增加或调暗光源自动调整递送到耳道EC中的光量。在512处,可视化系统还可以可选地确定是否需要调整摄像头灵敏度以提高图像质量,并且在513处,基于该确定,增大或减小摄像头灵敏度。

[0071] 在514处,可视化系统可在显示器(例如,显示器172、154、254或372)上显示耳道EC和目标治疗区域的图像。任选地,在516处,可视化系统还可以在耳道EC和目标治疗区域的图像上显示可视覆盖,以识别放置鼓膜管的目标位置和/或突出显示要避免的敏感解剖结构的区域(例如,前悬垂部、薄组织区域)。任选地,在518处,可视化系统可存储耳道EC和目标治疗区域的图像以供未来参考。可视化系统可将图像存储在本地存储器上,或将其经由网络传输到装置或服务器以供存储。

[0072] 图8是用可视化系统(例如本文中所描述的可视化系统中的任一个)执行离子导入的方法600的流程图。离子导入装置(例如,离子导入装置180或280)可定位在受试者的耳部内。离子导入装置可以用离子导入药液(例如,含有麻醉剂的药液)填充耳部。可视化系统可耦合到离子导入系统,并且在602处,激活离子导入装置的电极(例如,电极184或284)以向离子导入溶液递送电流。可视化系统可包括按钮、开关或可被致动以激活电极的其它致动机构。在一些实施例中,可视化系统可包括显示器(例如,显示器172、154、254或372),其可显示可由医生操纵以激活和控制电流的递送的一个或多个图形用户界面元件(例如,按钮、标尺、条、面板)。

[0073] 在激活电极之后,在604处,可视化系统可用于监测离子导入过程。监测离子导入过程可包括方法500,由此可捕获耳道EC和目标治疗区域的图像并向医生显示。可以过滤图像以识别何时可以完成离子导入程序。例如,麻醉剂或其它药物的递送可以减少目标治疗区域的血流,并且因此使该区域中的组织(例如,鼓膜TM)变白。可视化系统可以过滤耳道EC的图像以突出显示变白,以帮助医生确定何时可以完成离子导入过程。在一些实施例中,离子染料或其它颜色对比组分也可用于增强组织的颜色以供医生可视化。

[0074] 在监测离子导入过程的同时,可视化系统可任选地调整由电极递送的电流。例如,如果可视化系统检测到安全问题,例如在耳道EC内的温度、压力或其它条件的增加,那么可视化系统可以停止电流。可视化系统可连接到位于引导装置、触针或离子导入装置上的一个或多个传感器(例如,光传感器、温度传感器、压力传感器等),且基于从传感器接收的数据来确定停用电极并停止电流。

[0075] 在606处,可视化系统可以,例如通过监测组织何时变白,或者通过提示和/或从医生接收离子导入过程已完成的指示,确定何时完成离子导入过程。在604处,可视化系统可

继续监测离子导入过程,直到离子导入过程已完成。在608处,当离子导入过程已完成时,可视化系统可停用电极。

[0076] 图9A和9B描绘了示例性引导装置(例如,窥镜700)的视图,所述引导装置可以形成可视化系统(诸如本文所述的可视化系统中的任一个)的一部分。窥镜700包括锥形主体710,该锥形主体限定在窥镜700的远端729处的开口722中终止的管腔(未描绘)。可以将窥镜700的远端729插入受试者的耳道EC中。窥镜700可以具有多种尺寸,以确保窥镜700与耳道EC之间的解剖结构配合。管腔和开口722可被构造成接收器械(例如,管递送装置)并将其引导到耳道EC中。

[0077] 窥镜700包括一个或多个光源和/或光传输元件740。光源740可以是集成和/或联接到窥镜700的远端729的LED,如图9B中所示。当窥镜700插入耳道EC中时,光源740可被激活以在耳道EC内提供光。窥镜700还包括传感器,例如,CMOS传感器730。CMOS传感器730可充当摄像头,当将窥镜700插入到耳道EC中时,摄像头可捕获目标治疗区域的图像数据。虽然CMOS传感器730描绘为圆形形状,但在其它实施例中,CMOS传感器730可呈现其它形状轮廓(例如,正方形形状)。

[0078] 开口722的尺寸可根据窥镜700的尺寸而变化。开口722可以足够大以接收器械(例如,管递送装置)。在实施例中,当CMOS传感器730的直径近似1mm且光源740的直径近似0.5mm时,直径为4mm的窥镜700可具有直径750至少为2.5mm的开口722。

[0079] 如果窥镜的远端以倾斜的角度终止,则可以增加器械可用的开口(例如,在4mm窥镜上大于2.5mm),诸如图10A和10B中所示。图10A和10B描绘了可以与可视化系统(例如,本文所述的可视化系统中的任一个)一起使用的引导装置(例如,窥镜800)的另一实例。窥镜800包括锥形主体810,该锥形主体限定在窥镜800的远端829处的开口822中终止的管腔(未描绘)。开口822可以形成倾斜角。由于窥镜800的渐缩形状,开口822的倾斜布置可以相比于窥镜700的开口722为器械提供额外的间隙。具体地,开口822可具有大于开口722的直径750的大直径850和小直径852。

[0080] 类似于窥镜700,窥镜800还包括CMOS传感器830和一个或多个光源和/或光传输元件840。

[0081] 图11示意性地描绘了可以形成可视化系统(例如,本文中公开的可视化系统中的任一个)的一部分的引导装置(例如,窥镜900)的另一实例。窥镜900包括锥形主体910,该锥形主体可形成用于接收器械并将器械引导到耳道EC中的管腔或通道(未描绘)。主体910可以通过连接器990可释放地联接到具有显示器972的控制器970。控制器970可以类似于控制器170或370,并且可以被配置成从设置在窥镜900上的一个或多个传感器接收图像数据,并且在显示器972上显示耳道EC内的目标治疗区域的图像。控制器970还包括一个或多个按钮974,其可被致动以改变显示器972上显示的元件(例如,调整显示器的亮度或颜色设置)和/或激活可连接到控制器970的离子导入装置(未描绘)。

[0082] 如图所示,显示器972与主体910相邻,使得当主体910插入到耳部中时,显示器972可以在与受试者的耳部相同的视场内。连接器990可包括铰链或球形接头,其允许医生调整显示器972的角度,以在耳科程序之前、期间或之后改善其对显示器972的观察。连接器990还可以允许医生相对于控制器970旋转窥镜900。在一些实施例中,连接器990能够实现窥镜900与控制器970和显示器972的联接和/或分离(例如,快速连接和断开),使得窥镜900可以

用具有不同尺寸和/或不同传感器和光传输元件的不同窥镜替换。

[0083] 图12描绘了可形成可视化系统(例如,本文中所公开的可视化系统中的任一个)的一部分的触针1060的实例。触针1060可与窥镜1010一起使用,该窥镜可包括一个或多个光源和/或将光从一个或多个远程光源传输到耳道EC。触针1060可以例如,通过胶粘剂、机械连接和/或磁性连接可移除地联接到管递送装置1090的轴1091。触针1060包括可捕获图像数据的传感器1030和可将图像数据传输到计算装置(未描绘)的无线发射器1064。因此,当触针联接到管递送装置1090并通过由窥镜1010限定的管腔或通道1020插入到耳道EC中时,触针1060可捕获耳道EC的图像数据,并且将该图像数据无线地传输到计算装置以进行处理和显示。管递送装置1090可通过按钮1096被激活,以将鼓膜管递送到鼓膜TM。

[0084] 触针1060可例如为圆柱形形状且具有近似1.5mm的直径。触针1060的远端在联接到管递送装置1090时可在轴1091的远端之前终止,使得可在通过触针1060捕获的图像中看到轴1091的端部的视图,例如图13中所示。图13描绘了通过触针1060捕获的耳道EC的实例图。在一些实施例,诸如图13所描绘的实施例中,管递送装置1090的轴1091可包括标记1092,以帮助识别在耳部的解剖结构中轴1091的端部。

[0085] 图14示意性地示出了在耳科程序期间从医生的视角的视场1100。如在视场1100中所示,医生可观察他的手1182和1184、外耳1102和由可视化系统提供的耳部内部的耳内视图1151。可视化系统包括可插入到耳部中的窥镜1110。窥镜1110可以包括传感器或成像装置(例如,摄像头),其可捕获耳部的图像数据,并将该图像数据发送到计算装置1150以便向医生显示。通过将计算装置1150定位在患者附近,医生可以在单个视场1100中观察他的手1182和1184、外耳1102和由可视化系统提供的耳内视图1151。医生可用一只手1184握住窥镜1110,并且可用另一只手握住器械1190。可视化系统可允许医生操纵器械而不受到耳部视线的限制。

[0086] 尽管本文已经描述和示出了各种发明实施例,但是本领域普通技术人员将容易想到用于执行功能和/或获得结果和/或本文描述的一个或多个优点的多种其他装置和/或结构,并且每个这样的变化和/或修改被认为在本文描述的发明实施例的范围内。更一般地,本领域技术人员将容易地理解,本文描述的所有参数、尺寸、材料和配置都是示例性的,并且实际参数、尺寸、材料和/或配置将取决于使用本发明的教导的一个或多个特定应用。仅通过常规实验,本领域技术人员将认识到或能够确定本文所述的具体发明实施例的许多等同方案。因此,应理解,前述实施例仅作为实例给出,并且在所附权利要求及其等同物的范围内;并且可以以不同于具体描述和要求保护的方式实践本发明的实施例。本公开的发明实施例涉及本文所述的每个单独的特征、系统、制品、材料、套件和/或方法。另外,如果这样的特征、系统、制品、材料、套件和/或方法不是相互矛盾的,则包括两个或更多个这样的特征、系统、制品、材料、套件和/或方法的任意组合包括在本公开的发明范围内。

[0087] 此外,各种发明构思可以体现为一种或多种方法,已经提供了它们的实例。作为该方法的一部分执行的动作可以以任何合适的方式排序。因此,可以构造这样的实施例,其中与所示出的顺序不同的顺序执行动作,其可以包括同时执行一些动作,即使在说明性实施例中所示为顺序动作。

[0088] 如本文所定义和使用的所有定义应被理解为支配词典定义,通过引用并入的文献中的定义,和/或所定义术语的普通含义。

[0089] 如在说明书和权利要求中使用的不定冠词“一”和“一个”，除非明确相反指出，否则应理解为表示“至少一个”。

[0090] 在说明书和权利要求中使用的从句“和/或”应理解为表示如此结合的要素中的“一者或两者”，即在一些情况下结合地存在并在其他情况下分离地存在的要素。用“和/或”列出的多个要素应以相同的方式解释，即，如此结合的要素中的“一个或多个”。除了由“和/或”从句明确标识的要素之外，还可以可选地存在其他要素，无论与具体标识的那些要素相关还是无关。因此，作为非限制性实例，在与开放式语言（例如“包括”）结合使用时，对“A和/或B”的引用在一个实施例中可以仅指A（可选地包括除B以外的要素）；在另一实施例中仅指B（可选地包括除A以外的要素）；在又一个实施例中指A和B两者（可选地包括其他要素）；等等。

[0091] 如本文在说明书和权利要求中所使用的，“或”应被理解为具有与以上定义的“和/或”相同的含义。例如，当将列表中的项目分开时，“或”或“和/或”应解释为包含性的，即包含多个要素或要素列表中的至少一个，但也包括一个以上，以及（可选）其他未列出的项目。仅明确指出相反的术语，例如“仅一个”或“恰好一个”，或当在权利要求书中使用时，“由...组成”将指的是仅包括多个要素或要素列表中的一个要素。一般而言，本文中使用的术语“或”在前面有排他性术语（例如，“任一”，“其中一个”，“仅其中一个”或“恰好其中一个”）时应解释为指示排他性替代物（即，一个或另一个，但不是两者）。当在权利要求中使用“基本上由...组成”应具有专利法领域中所使用的普通含义。

[0092] 如本文在说明书和权利要求中所使用的，在提及一个或多个要素的列表时，短语“至少一个”应被理解为表示选自要素列表中的任意一个或多个要素，但不一定包括要素列表中具体列出的每个要素中的至少一个，并且不排除要素列表中要素的任何组合。除了短语“至少一个”所指代的要素列表中明确标识的要素之外，该定义还允许可以选择性地存在其他要素，无论与具体标识的那些要素相关还是无关。因此，作为非限制性实例，“A和B中的至少一个”（或等效地，“A或B中的至少一个”，或等效地“A和/或B中的至少一个”）可以在一个实施例中指代至少一个，可选地包括一个以上的A，不存在B（并且可选地包括除B以外的要素）；在另一实施例中，指代至少一个，可选地包括一个以上的B，不存在A（并且可选地包括除A以外的要素）；在又一个实施例中，指代至少一个，可选地包括一个以上的A，以及至少一个，可选地包括一个以上的B（以及可选地包括其他要素）；等等。

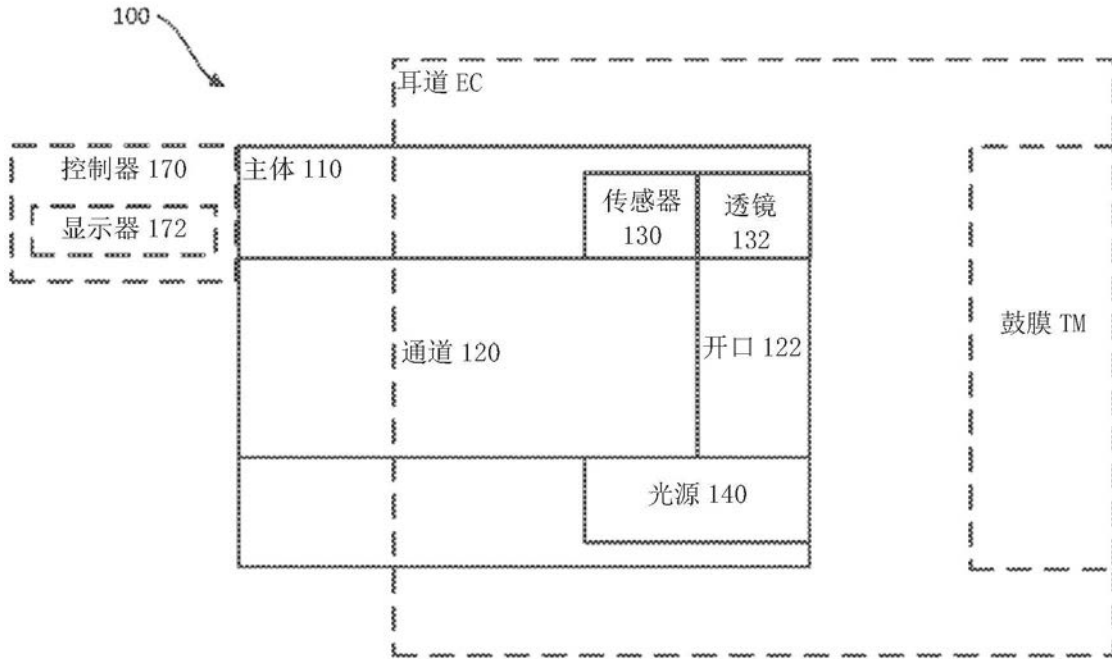


图1

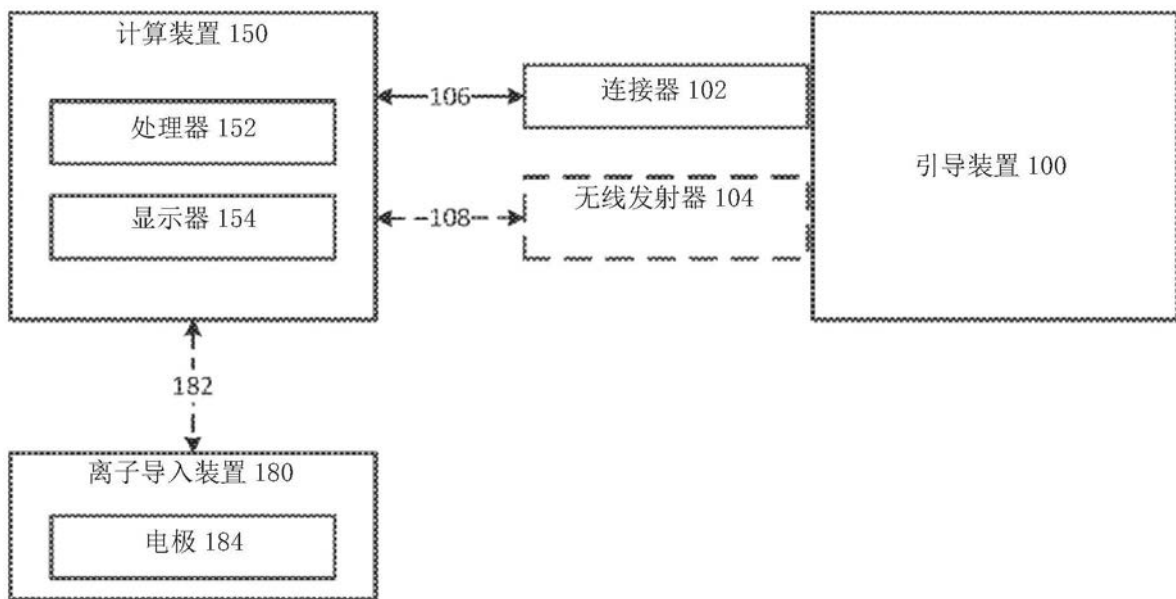


图2

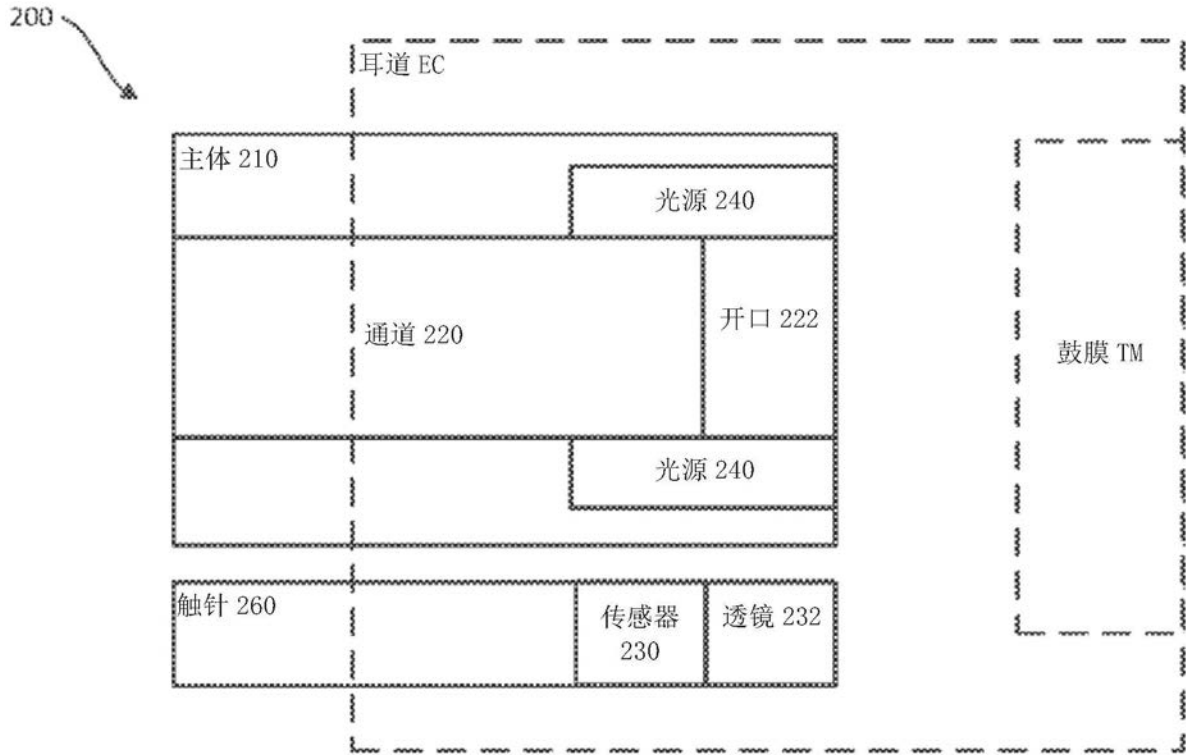


图3

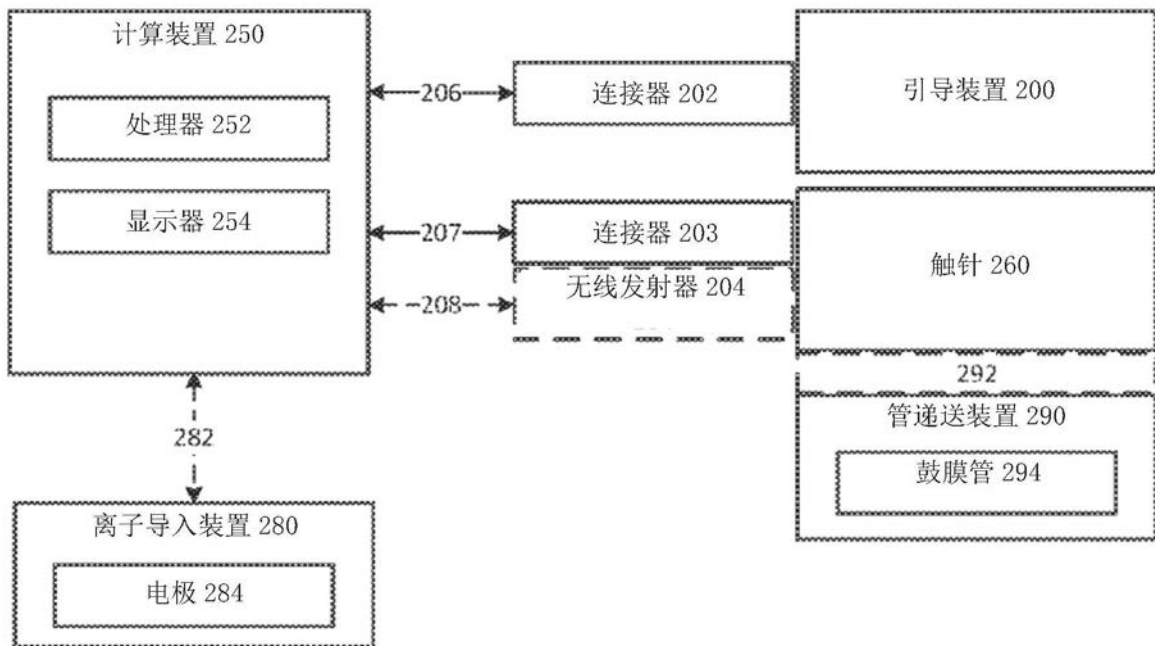


图4

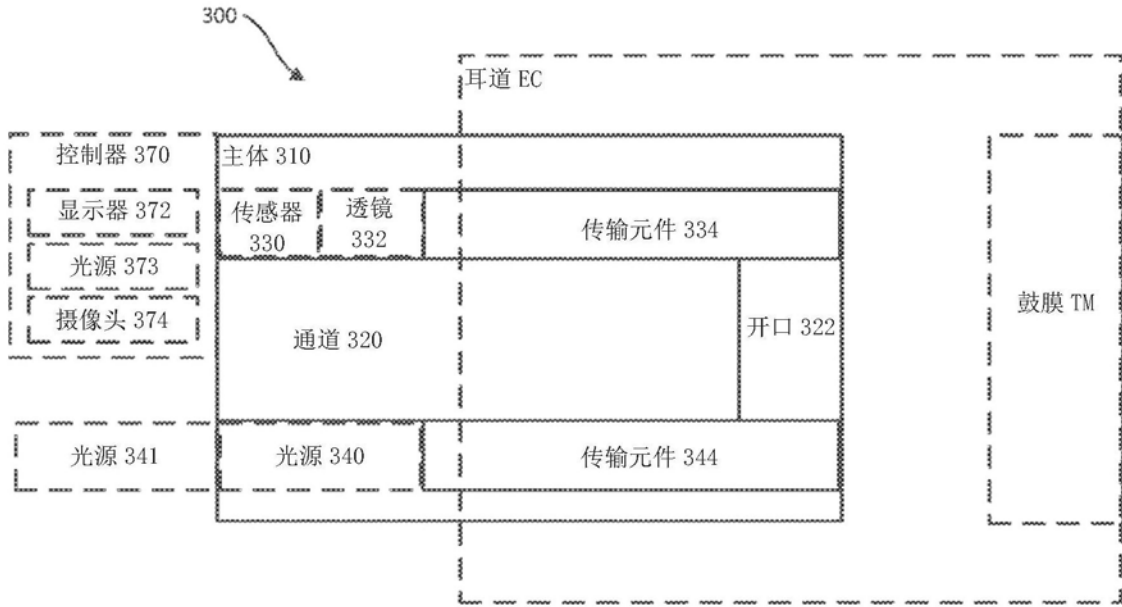


图5

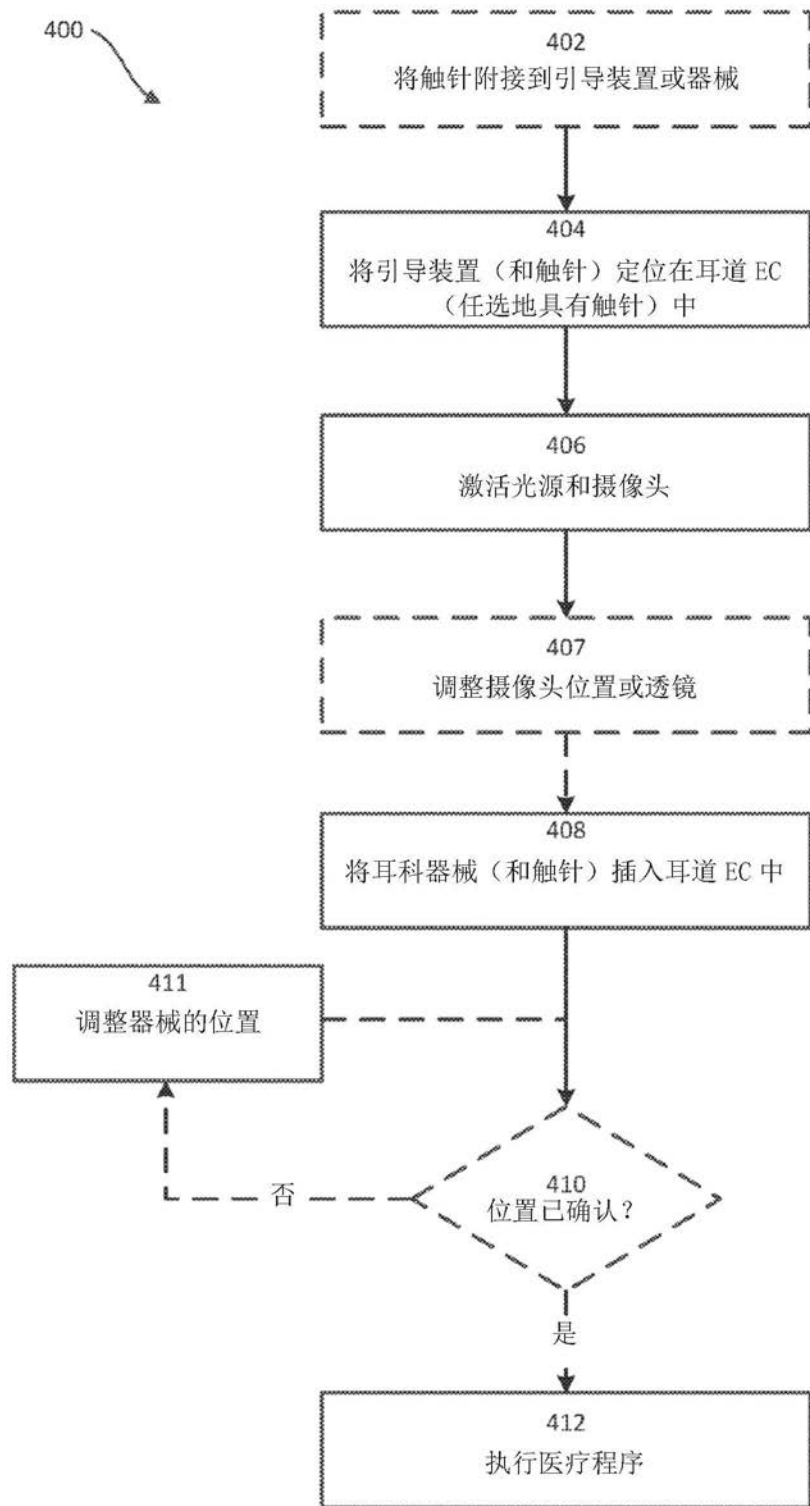


图6

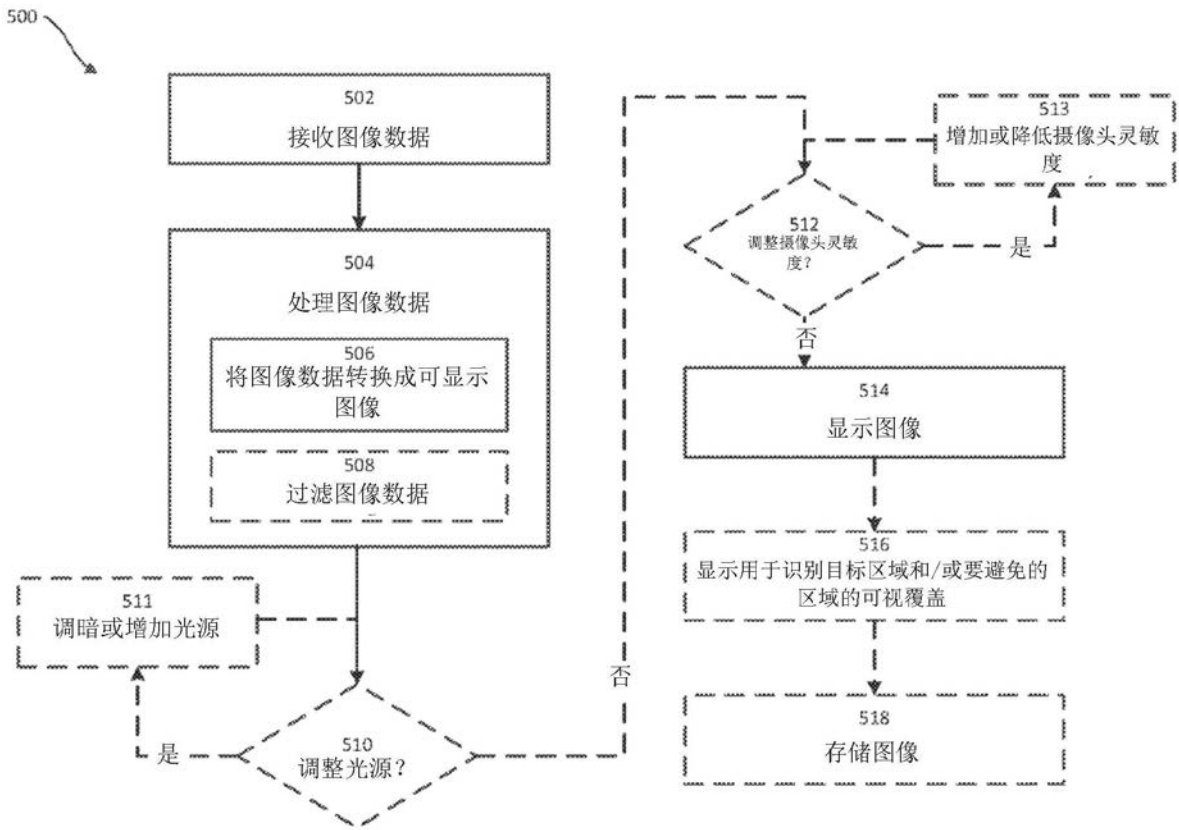


图7

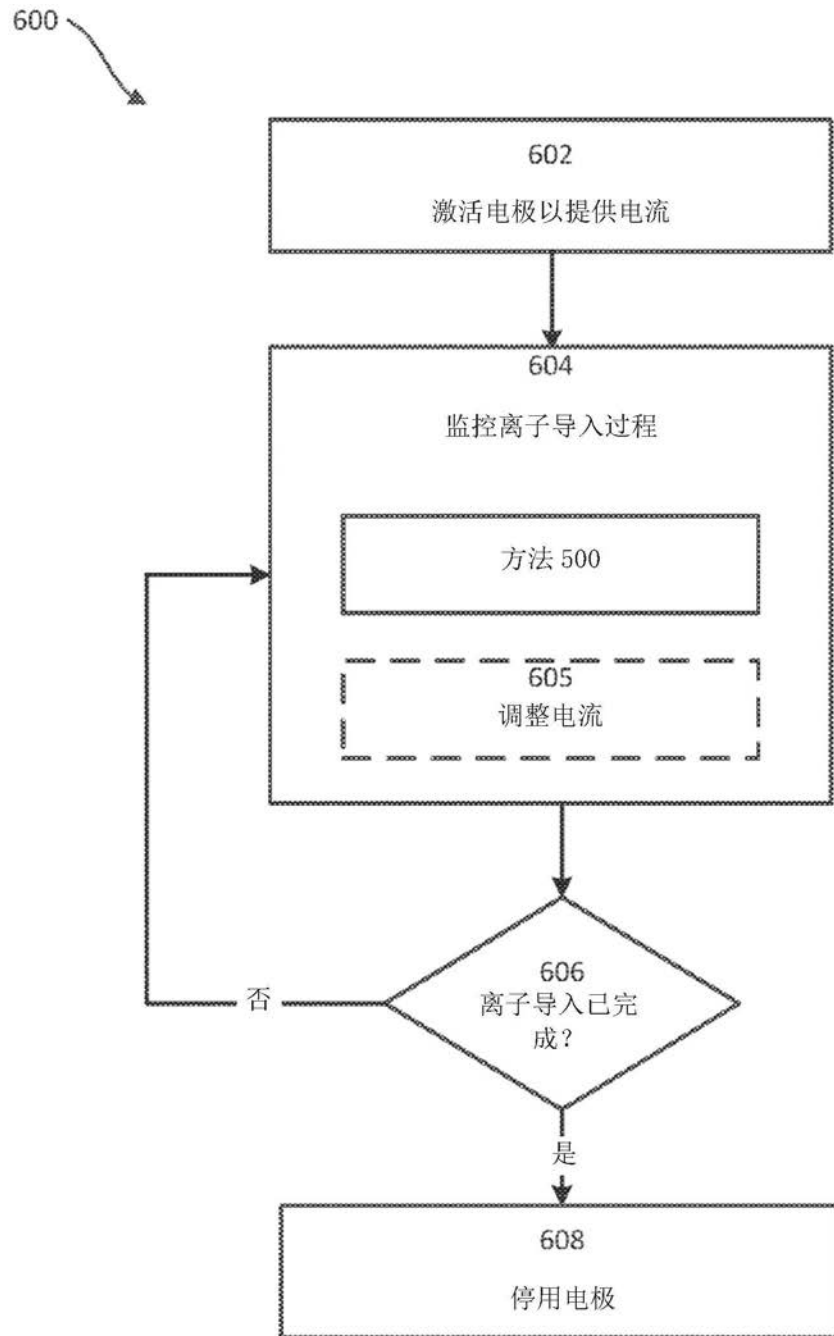


图8

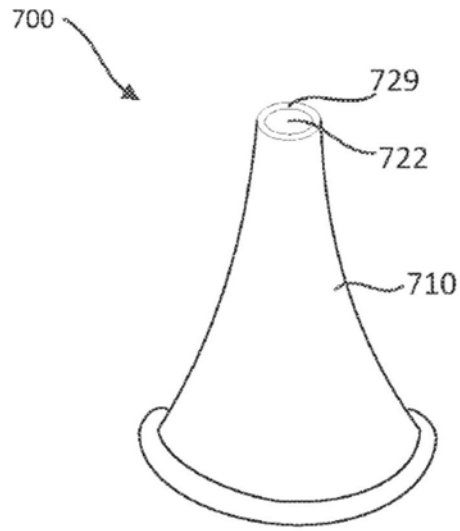


图9A

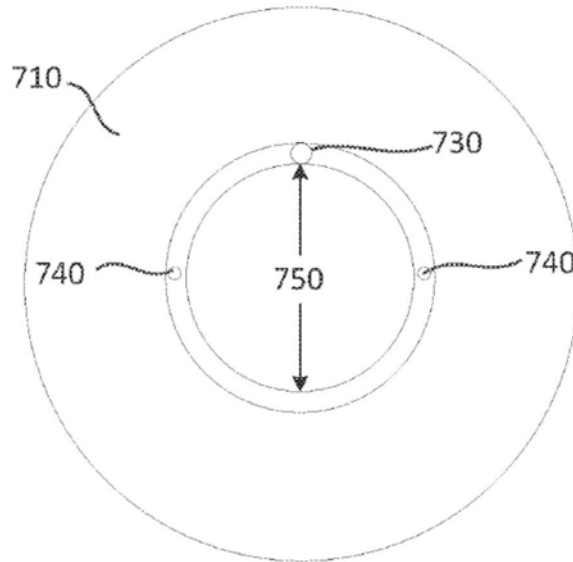


图9B

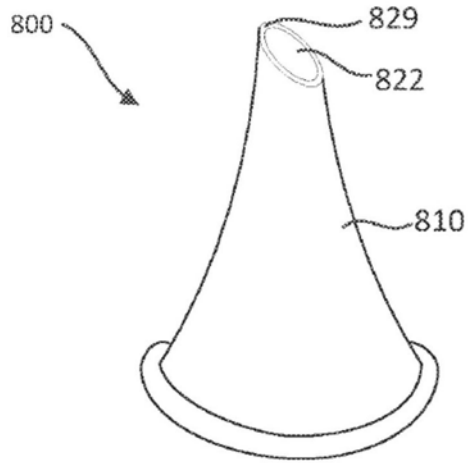


图10A

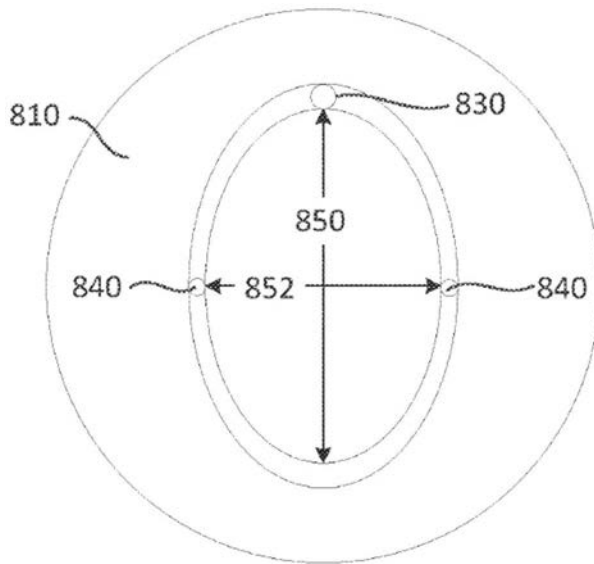


图10B

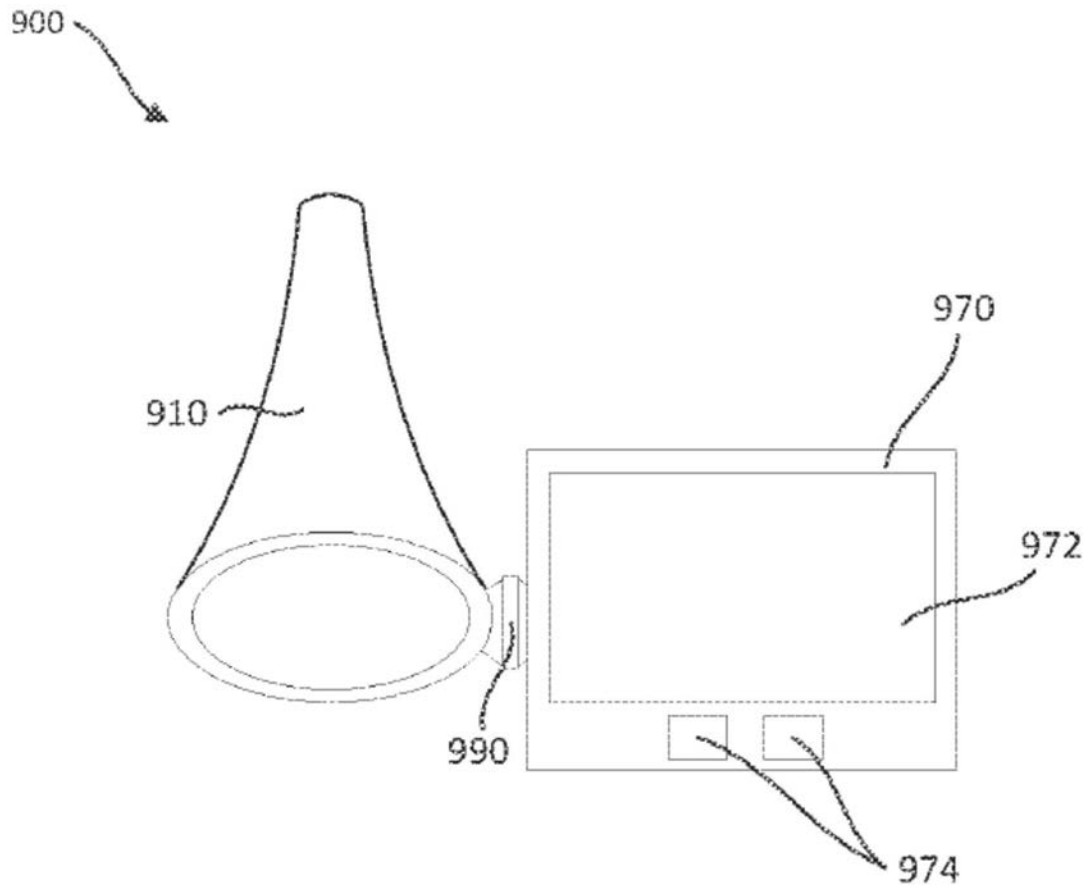


图11

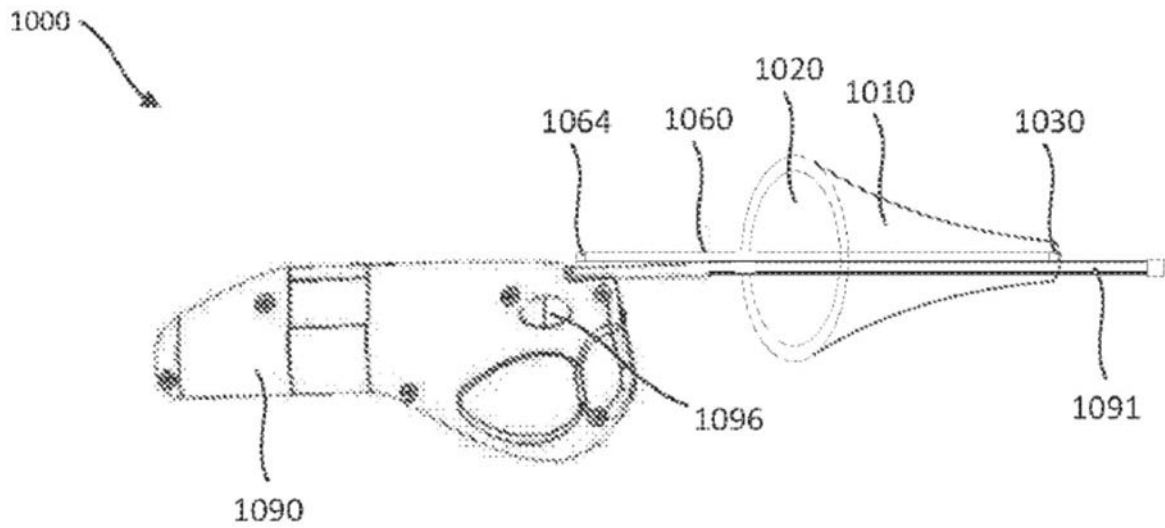


图12

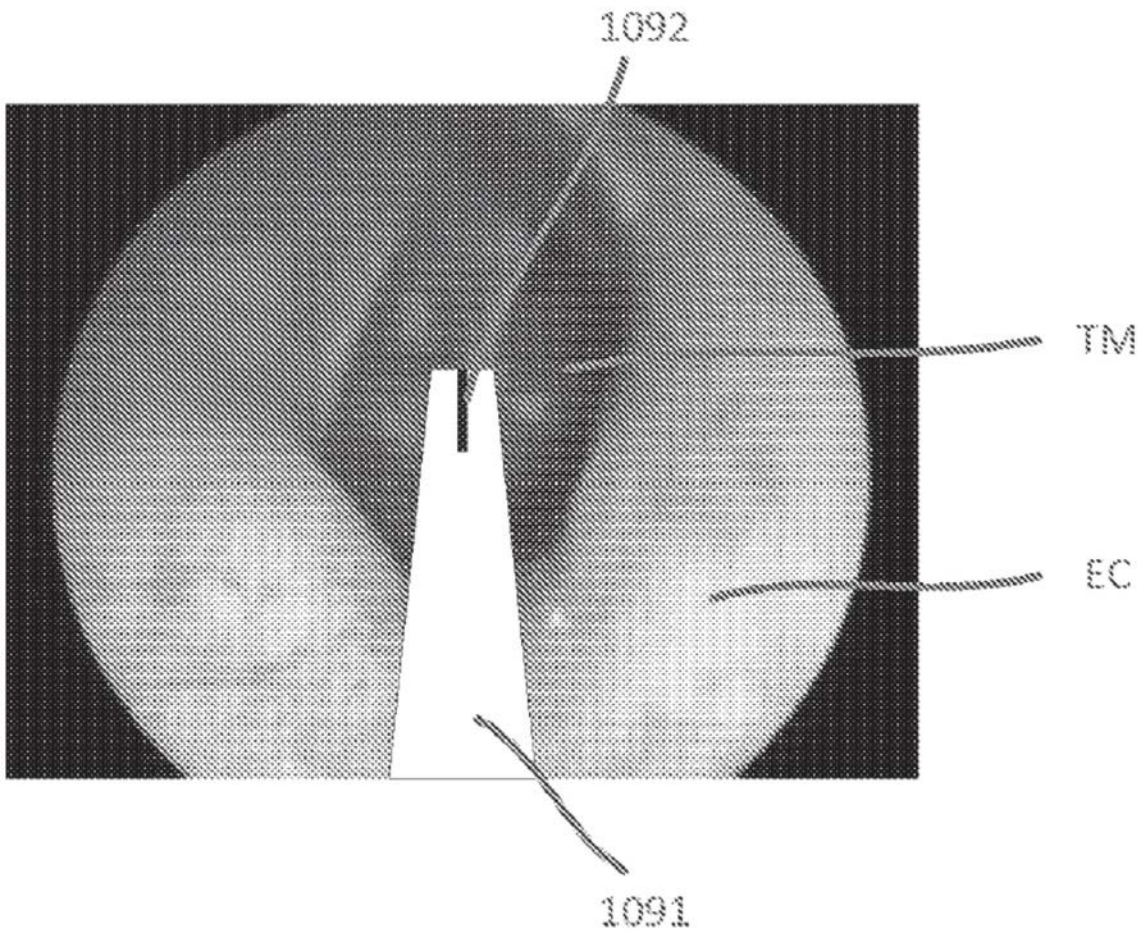


图13

1100

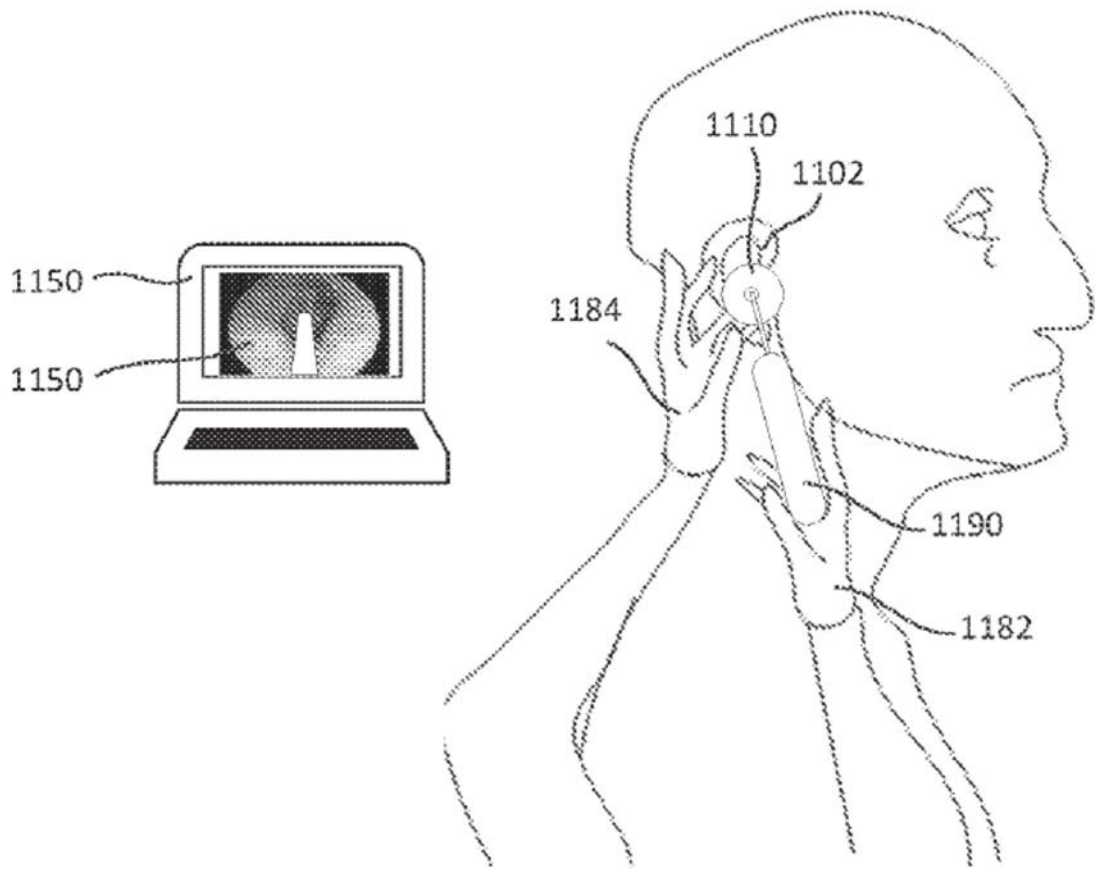


图14