



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104869893 B

(45)授权公告日 2018.04.06

(21)申请号 201380067082.5

(22)申请日 2013.12.20

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104869893 A

(43)申请公布日 2015.08.26

(30)优先权数据
61/740,904 2012.12.21 US
61/746,361 2012.12.27 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.06.19

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2013/061191 2013.12.20

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/097243 EN 2014.06.26

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72)发明人 E·M·范古尔
J·H·M·斯普瑞特
M·T·约翰森 M·W·J·普林斯
O·奥宇维尔特杰斯 S·C·迪恩

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.
A61B 5/00(2006.01)

审查员 朱晓旻

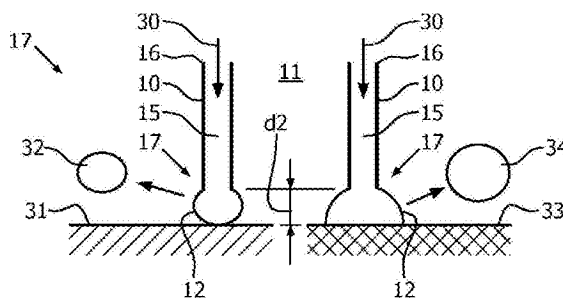
权利要求书1页 说明书25页 附图20页

(54)发明名称

使用流探针的菌斑检测

(57)摘要

一种牙科流探针检测装置(100,100')被配置成使得,穿过远端探针尖端(112,112')的开放端口(136,2604)的流体(30)的通过,使基于与至少部分阻碍穿过所述开放端口(136,2604)的流体(30)的通过的物质相关的信号测量,能够检测牙齿表面(31,33)上的物质(116)。该装置(100,100')包括近端泵部(124)和被配置成浸入另一流体(11),例如在牙膏泡沫的水中的至少一个远端探针部(110)。所述至少一个远端探针部(110)可以包括两个或多个组件,以提高性能和可靠性。



1. 一种电动牙刷(200),包括:
 - 检测电子器件(220);
 - 与所述检测电子器件(220)电通信的参数传感器(P);
 - 流探针装置(10),具有
 - 远端探针尖端(12),被配置成被浸入在牙齿表面(13)上的相互作用区域(17)中的第一流体(11)内,
 - 所述流探针具有内部通道(15)以使第二流体介质(14)能够穿过其通过,
 - 所述参数传感器检测离开所述内部通道进入所述相互作用区域的气泡(32)流的释放特性,并且向所述检测电子器件提供所述气泡流的所述释放特性;
 - 所述检测电子器件比较所述气泡流的所述释放特性与针对正常牙齿表面的预定标准,并且确定物质(116)是否存在于所述相互作用区域(17)中。
2. 根据权利要求1所述的电动牙刷,其中被检测到的物质(116)是菌斑。
3. 一种用于检测在牙齿表面(13)上物质(116)的存在的方法,所述方法包括:
 - 将流探针装置(10)的远端探针尖端(12)浸入在牙齿表面(13)上的相互作用区域(17)中的第一流体(11)内,所述流探针装置具有内部通道(15)以使第二流体介质(14)能够穿过其通过,并且
 - 当在所述第二流体(14)内产生的气泡(32)通过所述远端尖端(12)时,借助于至少一个参数传感器(P)检测所述气泡是否从所述牙齿表面置换所述相互作用区域中的所述第一流体并且粘附至所述牙齿表面,所述参数传感器将感测到的置换信息传送到检测电子器件(220),所述检测电子器件比较与所述气泡(32)相关的所述置换信息与针对正常牙齿表面的预定标准,并且确定物质(116)是否存在于所述相互作用区域中。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述检测电子器件(220)确定存在于所述相互作用区域中的所述物质(116)是否是菌斑。

使用流探针的菌斑检测

技术领域

[0001] 本公开涉及用于检测表面状态的装置。更具体地,本公开涉及一种用于检测牙齿表面状态的流探针。

背景技术

[0002] 龋齿或牙周疾病被认为是由存在于牙菌斑内的细菌所引起的传染病。除去牙菌斑对于口腔健康是非常重要的。但是,牙菌斑不容易用肉眼识别。各种菌斑检测装置已经被生产以帮助牙菌斑和/或龋齿的检测。

[0003] 大多数的牙菌斑检测装置被配置给经过培训的专业人员使用,并利用来自于牙菌斑(和/或龋齿)和牙齿的非腐烂区域的可见荧光光谱基本上是不同的这一事实。一些牙菌斑检测装置被配置给消费者在自己家中使用(通常情况下,其中大部分不是受过训练的牙科专业人士),帮助消费者实现良好的口腔卫生。

[0004] 例如,一种已知类型的牙菌斑装置利用辐射光来照亮牙齿材料和牙龈,以识别被生物膜感染的区域和牙菌斑区域。这种类型的菌斑检测装置可利用单色激发光,并且可以被配置成检测在440至470纳米(例如蓝光)和560至640纳米(例如红光)两个频带的荧光;强度被减弱以显示牙菌斑和/或龋齿区域。

[0005] 虽然上述牙菌斑装置适合于它们的预期用途,它们表现出一个或多个缺点。具体地,已知的是眼睛的每个区域吸收不同波长的光,并且如果太多光被眼睛吸收,眼睛可能受到损害。如可以理解的,为了避免可能的眼睛损伤,必要的是,用户不开启菌斑检测装置直到该菌斑检测装置被适当地放置在口腔内。但是,上述设备没有被配置为当菌斑检测装置被放置在口腔内时自动检测。其结果是,如果不遵循适当的操作注意事项,比如消费者使用不当,可能会导致潜在的有害辐射,如果暴露于眼睛该有害辐射可能对眼睛造成伤害或引起不舒服的眩光。此外,这种技术特别适用于检测旧菌斑,不区分牙齿荧光和年轻(1日龄)菌斑荧光。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种改进的表面(例如牙齿表面)上的物质(例如菌斑)的检测。

[0007] 因此,本公开的一个方面包括用于检测表面上物质的存在的装置。该装置包括近端主体部,所述近端主体部包括近端泵(例如注射器)部和近端探针部,与至少一个远端探针部,其被配置成浸入第一流体。近端泵部和远端探针部彼此流体连通。远端探针部限定远端尖端,其具有开放端口以使第二流体(例如气体或液体)能够穿过其通过。该装置被配置为使得第二流体穿过远端尖端的通过使基于与至少部分地阻碍流体穿过远端尖端的开放端口的通过的物质相关联的信号的测量,能够检测可能存在于表面上的物质。

[0008] 在一个方面,该信号可以是压力信号,并且该检测装置还包括压力传感器,其被配置和设置成检测压力信号。近端泵部可包括压力传感器。

[0009] 在一个方面,该装置还可以包括设置在近端泵部和远端探针部之间的压力感测部,其中压力传感器与压力感测部流体连通地设置,以检测压力信号。近端泵部、压力感测部和远端探针部可分别限定内部容积,这些内部容积求和得到检测装置的总容积,使得检测装置构成声学低通滤波器。

[0010] 在另一方面,近端泵部可包括设置在其内的可移动柱塞,该可移动柱塞被配置和设置为使得可移动柱塞可远离近端泵部的近端朝向近端泵部的远端往复移动。柱塞的移动从而引起在远端探针部内的体积或质量流,或其中近端泵部包括可移动隔膜,隔膜的运动从而引起在远端探针部内的体积或质量流的变化。

[0011] 该装置还可以包括控制器。控制器可以处理由压力传感器所感测的压力读数,并确定压力读数是否指示阻碍流体穿过远端尖端的开放端口的通过的物质。该物质可能是牙菌斑。

[0012] 在该装置的又一方面,该信号代表探针部的应变。该检测装置还可以包括被配置和设置在远端探针部上的应变计,以使应变计能够检测并测量代表探针部的应变的信号。

[0013] 在一个方面,具有开放端口的远端尖端可以一定角度被倒角,使得当远端尖端接触表面时,使第二流体能够穿过远端尖端通过。开放端口的倒角角度可以使得当远端尖端接触表面并且物质至少部分地阻碍流体穿过远端尖端的开放端口的通过时,第二流体穿过远端尖端的通过被至少部分地阻碍。用于远端探针部的远端尖端的其他结构配置在本文也是值得考虑的,以防止通过远端尖端的开放端口的流体的通过的阻塞或阻碍。这些结构配置也通过确保流在平坦表面上从远端尖端逸出来防止误判。

[0014] 本公开的又另一方面包括近端主体部,该近端主体部包括泵部、近端探针部,其中泵部和近端探针部彼此流体连通,和连接器,其中近端探针部可以经由连接器被连接到检测装置的远端探针部,以在近端探针部和远端探针部之间建立流体连通。该检测装置包括被配置成浸入第一流体中的远端探针部。远端探针部限定了远端尖端,其具有开放端口,以使第二流体能够穿过其通过。该装置被配置为使得第二流体穿过远端尖端的通过,使基于与至少部分地阻碍穿过远端尖端的开放端口的流体的通过的物质相关联的信号测量,能够检测可能存在于表面上的物质。

[0015] 本公开的又另一方面包括用于检测在表面上物质的存在的系统。该系统包括如上所述的第一检测装置,和以如同如上所述的第一检测装置的方式被配置的至少第二检测。

[0016] 本公开的又另一方面包括检测在表面上物质的存在的方法,该方法包括,经由流探针管状构件或流探针限定近端和包括远端探针尖端的内部通道,所述远端探针尖端具有使流体介质能够穿过其通过的开放端口,接近表面设置探针尖端并且使得流探针管状构件浸入第一流体介质中,使第二流体介质流过内部通道和远端探针尖端,并使远端探针尖端在第一流体介质中出现的相互作用区域中接触表面,并且经由穿过内部通道或远端探针尖端或它们的组合的第二流体介质的流动的至少部分阻碍的检测,来探测相互作用区域的特性。

[0017] 本公开的又另一方面包括检测在表面上的物质的存在的方法,该方法包括,经由至少两个流探针管状构件或流探针分别限定近端和包括远端探针尖端的内部通道,所述远端探针尖端具有使流体介质能够穿过其通过的开放端口,接近表面设置两个探针尖端并且使得两个流探针管状构件或流探针浸入第一流体介质中,使第二流体介质流过内部通道和

远端探针尖端,并使远端探针尖端在第一流体介质中出现的相互作用区域中接触表面,并且经由穿过内部通道或远端探针尖端或它们的组合的第二流体介质的流动的至少部分妨碍的检测,来探测相互作用区域的特性。

[0018] 在一方面,穿过内部通道和远端探针尖端的第二流体介质的流动的至少部分阻碍的检测可以包括在两个流探针管状构件中的一个和两个流探针管状构件中的另一个中所检测到的压力信号之间的差异的检测。

[0019] 在另一方面,穿过内部通道和远端探针尖端的第二流体介质的流动的至少部分阻碍的检测可以包括在两个流探针管状构件中的一个和两个流探针管状构件中的另一个中所检测到的应变信号之间的差异的检测。

[0020] 在又另一方面中,远端尖端具有开放端口,其可以一定角度被倒角,使得导致第二流体介质流过内部通道和远端尖端的步骤在远端尖端接触表面时能够进行,并且使第二流体介质能够流过倒角的开放端口。在本文可预期用于远端探针部的远端尖端的其他结构配置,以防止穿过远端尖端的开放端口的流体的通过的阻塞或阻碍。这些结构配置也通过确保流在平坦表面上从远端尖端逸出防止误判。

[0021] 在另一方面中,检测穿过内部通道和远端探针尖端中的至少一个的第二流体介质的流动的至少部分阻碍的步骤,能够通过开放端口的倒角的角度使得当远端尖端接触表面时穿过远端尖端的第二流体的通过至少部分被阻碍并且物质至少部分地阻碍穿过远端尖端的开放端口的第二流体介质的通过而进行。

[0022] 在一个方面,相互作用区域的特性的探测可以包括测量在相互作用区域中从表面导出的牙菌斑的特性。

[0023] 在又一个方面中,使第二流体介质流过内部通道和远端探针尖端可以通过使第二流体介质从至少两个流探针管状构件的近端穿过远端探针尖端向远端流动,或者通过使第二流体介质从远端探针尖端穿过内部通道朝向流探针管状构件的近端而近侧流动来执行。

[0024] 本公开描述了通过记录流体介质穿过探针尖端的流出特性来探测牙齿表面的方法。从探针尖端流出的流体特性例如可以通过记录作为时间函数的流体介质的压力来测量。包括气泡的流体从尖端-表面区域的释放特性,可以表征牙齿表面和/或存在于探针尖端处的牙齿材料的粘弹性特性。包括气泡的流体也可提高牙刷的菌斑去除速率。

[0025] 本公开的示例性实施例的新颖特征是:

[0026] (a) 使流体介质在探针尖端处与表面接触,从而在所述尖端和所述表面之间产生相互作用区域;和

[0027] (b) 在相互作用区域的介质的形状和/或动力学取决于表面和/或从表面导出的材料的特性;和

[0028] (c) 在相互作用区域的介质的压力和/或形状和/或动力学被检测。

[0029] 关于在牙齿的特定牙齿表面处被检测的菌斑水平是否超过菌斑的预定最大可接受或可允许水平,通过控制器进行确定。

[0030] 如果做出了阴性检测,信号被发送给电动牙刷的用户,所述牙刷具有集成的流探针菌斑检测系统,以使牙刷前进到相邻的牙齿或其它牙齿。

[0031] 可替代地,如果做出了阳性检测,信号被发送给电动牙刷的用户,所述牙刷具有集成的流探针菌斑检测系统,以继续刷特定牙齿。

[0032] 因此,本公开的实施例涉及一种装置,其被配置为使得穿过远端尖端的开放端口的流体的通过使基于与至少部分地阻碍穿过开放端口的流体的通过的物质相关联的信号测量,检测可能存在于表面,例如牙齿的表面上的物质。该装置包括近端泵部和被配置为浸入另一种流体中的至少一个远端探针部。该装置可以被包括在相应的系统内,该系统包括至少两个装置。一种方法包括针对流动的至少部分阻碍探测相互作用区域。

[0033] 在一个示例性实施例中,例如,当远端探针部内的压力低于环境压力时,第一流体也可以通过远端探针部的远端尖端的开放端口。

[0034] 根据本公开的各方面,远端探针部的远端尖端可以包括具有非均匀围绕开放端口的圆周的磨损轮廓的结构配置。非均匀磨损轮廓确保远端尖端在较长的一段时间内在足够的程度上保持其形状。在本公开的一个方面中,远端尖端的结构配置包括至少两个在刷牙期间具有不同的磨损特性的区域。具有不同的磨损特性的区域交替地放置于远端探针部的圆周上,例如,使磨损特性交替,从而产生相对高的磨损、低磨损、高耐磨和低磨损。

[0035] 根据本公开的其他方面,本文所描述的各种实施例的流探针的远端探针部具有结构配置,其包括两个或多个段或组件,以提高性能和可靠性。

[0036] 参照下文描述的实施例,本公开的这些和其他方面将变得显而易见并得到阐述。

附图说明

[0037] 参照以下附图,本公开的各方面可被更好地理解。在附图中,部件不一定按比例绘制,而是将重点放在清楚地说明本公开的原理。此外,在附图中,相同的附图标记在全部若干视图中表示相应的部分。

[0038] 在附图中:

[0039] 图1示出了根据本公开的碰撞牙齿表面的流探针的一般原理;

[0040] 图2示出了根据本公开的一个示例性实施例,在不太亲水表面和更亲水表面上表面张力对碰撞牙齿表面的流探针的影响;

[0041] 图3示出了根据本公开的一个示例性实施例,来自于在水中在左侧接触菌斑表面并且在右侧接触牙釉质表面的针的气泡的左侧照片和右侧照片;

[0042] 图4A示出了流探针的本公开的一个示例性实施例,该流探针具有经由管供应连续的气体流到探针尖端,同时测量内部管压力的泵部;

[0043] 图4B示出了图4A的流探针的另一示例性实施例,该流探针具有经由管供应连续的气体流到探针尖端,同时测量内部泵压力的泵部的一个示例性实施例;

[0044] 图4C示出了图4A和4B的流探针的另一示例性实施例,该流探针具有经由管供应大致连续的气体流到探针尖端,同时测量内部泵压力的泵部的另一个示例性实施例;

[0045] 图5示出了图4A所示的流探针的作为时间函数的样品压力测量;

[0046] 图6示出了作为图4A的探针尖端到各个牙齿表面的距离的函数的样品压力信号幅度;

[0047] 图7示出了根据本公开的一个示例性实施例的用于检测在表面上的物质的存在的系统,其中在左边示出了具有来自于诸如牙菌斑之类的牙齿表面材料的局部堵塞的流探针的一个实施例,而在右边示出了畅通的流探针的一个实施例;

[0048] 图8在左边示出了针对图7所示的畅通的流探针的样品压力测量对时间,在右边示

出了针对图7所示的局部堵塞流探针的样品压力测量对时间；

[0049] 图9示出了根据本公开的一个示例性实施例的针对具有特弗隆尖端的流探针的压力信号对时间；

[0050] 图10示出了根据本公开的一个示例性实施例的结合到诸如电动牙刷之类的牙科装置中的流探针系统；

[0051] 图11示出了沿着图10的线211-211剖取的牙科装置的牙刷的视图，其在牙刷的刷毛内的一个位置处具有流探针尖端；

[0052] 图12示出了图11的牙刷的视图的一个替代示例性实施例，其中流探针尖端从牙刷的刷毛向远端延伸；

[0053] 图13示出了图4A的流探针的一个替代示例性实施例，其具有经由管供应连续气体流到两个探针尖端，同时在到第一流探针尖端的入口测量内部管压力，并在到第二流探针尖端的入口测量内部压力的泵部；

[0054] 图14示出了图10的牙刷的另一示例性实施例，其在牙刷上包括多个流探针，所述牙刷包括诸如按照图13的流探针的实施例的牙刷的基部；

[0055] 图15示出了图14的牙刷的另一视图；

[0056] 图16示出了图14的牙刷的又一视图；

[0057] 图17示出了图10的牙刷的另一替代示例性实施例，其在牙刷上包括多个流探针，所述牙刷包括牙刷的基部；

[0058] 图18示出了图17的牙刷的另一视图；

[0059] 图19示出了图17的牙刷的又一视图；

[0060] 图20示出了用于检测在表面上的物质的存在的系统的本公开的一个示例性实施例，其中操作装置的流探针包括第一流探针；

[0061] 图21示出图20的系统，其中操作装置的另一流探针包括第二流探针；

[0062] 图22示出了图20和图21的系统，其中电动机可操作地连接到共用轴，所述共用轴操作图20和图21的操作装置的流探针；

[0063] 图23是示出压力对距离并显示错误正测量的曲线图。

[0064] 图24A和图24B示出了根据本公开的流探针尖端或远端尖端的结构配置的实施例，其中图24A示出了城堡形实施例，并且图24B示出了圆形实施例。

[0065] 图25是一个曲线图，其示出了根据本公开的压力对成形的尖端探针到PMMA表面的距离，其中负值意味着无接触，零意味着刚接触，而正值意味着在流探针上增加的接触力；

[0066] 图26示出了根据本公开的流探针尖端或远端尖端的结构配置的一个实施例，其在距开放端口的近端位置处包括多个孔；

[0067] 图27A示出了根据本公开的远端尖端的另一结构配置的一个实施例，其为喇叭形状；

[0068] 图27B示出了根据本公开的远端尖端的又一结构配置的一个实施例，其为倒喇叭形状；

[0069] 图28示出了根据本公开的远端尖端的另一结构配置的一个实施例，其包括圆形壁；和

[0070] 图29示出了根据本公开的远端尖端的又一结构配置的一个实施例，其包括至少一

个从远端尖端延伸的缓冲器元件；

[0071] 图30示出了具有非均匀磨损轮廓的流探针尖端或远端尖端；

[0072] 图31示出了流探针的剖面；其中第一材料被嵌入第二材料中以创建用于流探针的远端尖端，所述流探针具有根据本公开的一个实施例的非均匀磨损轮廓；

[0073] 图32示出了图31所示的实施例的配置，其中，材料层被放置在围绕另一材料的管的战略位置以创建非均匀磨损轮廓；

[0074] 图33示出了图31所示实施例的另一配置，其中，材料层被完全围绕另一种材料的管放置以创建非均匀磨损轮廓；

[0075] 图34示出了根据本公开的另一实施例的流探针尖端或远端尖端的剖面，其中材料围绕远端尖端圆周是不同地排序和取向，以为远端尖端提供非均匀磨损轮廓；

[0076] 图35示出根据本公开的又一实施例的流探针尖端或远端尖端的剖面，其中围绕圆周的不同壁厚尺寸提供了非均匀磨损轮廓；

[0077] 图36示出了根据本公开的示例性多组件管系统的剖面图；

[0078] 图37示出了根据本公开的一个实施例的双组件管系统；

[0079] 图38示出了根据本公开的具有多组件的管的另一示例性实施例的剖视图；

[0080] 图39示出了根据本公开的具有三种管材料的探针的一个示例性实施例的剖面图；

[0081] 图40示出了根据本公开的探针的另一示例性实施例的剖面图；以及

[0082] 图41示出了根据本公开的探针的又一示例性实施例的剖面图。

具体实施方式

[0083] 本公开描述了涉及辅助用户清洁他们的牙齿的系统、装置和方法的各种实施例，具体是通过告知用户，他们是否确实正在从他们的牙齿上去除菌斑和他们是否已经完全去除牙菌斑，同时提供再保证并辅导他们养成良好的生活习惯来辅助用户清洁他们的牙齿。在一个示例性实施例中，信息是在刷牙期间实时提供的，因为否则消费者接受度很可能很低。例如，如果当正在刷的位置是清洁的时，牙刷给予用户信号，使他们可以移动到下一个牙齿是有用的。这可以减少他们刷牙的时间，但也将带来更好的、更加自觉的刷牙程序。

[0084] 本发明的示例性实施例的一个特定目标是能够在被牙膏泡沫包围的振动牙刷系统，例如飞利浦Sonicare牙刷内检测菌斑。检测系统应该在具有较厚的可去除的菌斑层的表面，和更清洁的薄膜/结石/薄菌斑/牙齿表面之间提供对比。

[0085] 图1示出了使用根据本公开的一个示例性实施例的流探针10，检测在表面上的物质的存在的方法，例如，诸如牙菌斑之类的物质在诸如牙釉质的表面上的存在的方法。流探针10，示例性地示出为圆柱形管件，限定了近端16、内部通道15和远端探针尖端12。内部通道15含有流体介质14，例如气体或液体。探针尖端12被放置在表面13，例如牙齿表面附近。探针10被浸入流体介质11，例如水溶液，诸如牙齿清洁溶液中。探针流体介质14流过探针通道15并在相互作用区域17内接触表面13。相互作用区域17的特性通过探针介质14的流出被探测。

[0086] 如在下文中参照图10更详细地描述的，用于检测在表面上物质的存在的装置或仪器，例如包括电动牙刷的牙齿清洁仪器，所述电动牙刷具有集成的流探针菌斑检测系统，被配置为使得流体介质14在探针尖端12处与表面13，例如牙齿表面接触，从而在远端尖端12

和表面13之间产生相互作用区域17。

[0087] 在相互作用区域17中的介质14的形状和/或动力学依赖于表面13和/或从表面13导出的材料的特性,在相互作用区域17内的介质14的压力和/或形状和/或动力学被检测,并由控制器进行关于菌斑的预定最大可接受水平是否在特定牙齿表面13上被检测的测定,如将在下文中相对于图10更详细地描述的。

[0088] 更具体地,当介质14是气体30(参见图2)时,则气体弯液面将出现在尖端12并将变得与表面13接触。在尖端处气体的形状和动力学将取决于探针尖端12的特性(例如尖端材料、表面能、形状、直径、粗糙度)、溶液11的特性(例如材料组成)、介质14的特性(例如压力、流速),以及表面13的特性(例如粘弹性、表面张力)和/或从表面13导出的材料的特性(粘弹性、表面附着性、质地等)。

[0089] 图2示出了表面张力的影响。在具有高表面能的表面或强有力水合表面,例如亲水表面31,诸如左侧照片所示的菌斑表面的情况下,气体30不会容易地在相互作用区域17附近从表面31置换水介质11。

[0090] 在具有低表面能的表面或较差的水合表面,例如,不太亲水表面33,诸如右侧照片所示的牙齿的牙釉质表面的情况下,气体30更容易从表面33置换水介质11。气泡32和34的特性(形状、压力、释放速率等)依赖于牙齿表面31或33的表面张力。这被称为气泡法。也就是说,流探针或远端探针部10被配置为使得诸如气体30的第二流体诸穿过远端尖端12的通过,使基于与在表面31或33附近,在诸如水介质11的第一流体中由诸如气体30的第二流体产生的一个或多个气泡32或34相关的信号的检测,能够检测可能存在于表面31或33上的物质。

[0091] 图3示出了在水溶液11,例如水下方来自流探针10的这种类型的气泡32和34的照片。如左侧照片中所示,气泡32不会粘在湿润的菌斑层31上,而,如右侧照片中所示,气泡34不会粘在牙釉质表面33上,这表明菌斑层31比牙釉质表面33更亲水。

[0092] 图4A、图4B和图4C分别示出了根据本公开的示例性实施例的用于检测在表面上物质的存在的检测装置或仪器,其中检测装置通过包括参数传感器的流探针例示,以通过参数传感和测量来展示菌斑检测的原理。如本文所限定的,参数传感器包括压力传感器或应变传感器或流量传感器或它们的组合,其感测由信号表示的物理测量,所述信号表明在流探针中流动的阻塞,其可以继而表明阻塞流探针内的流动的菌斑或其他物质。测量压差或来自于已经被加热超过环境温度的线的热流的流量传感器是流量传感器或已知的或待设想的用于压力、应变或流量或其它测量,包括化学或生物测量的其它装置,流量传感器被包括在参数传感器的定义内,所述参数传感器感测由信号表示的物理测量,所述信号表明在流探针内的流动阻塞,这可以表明在流探针内阻塞流动的菌斑或其它物质。为简单起见,为了描述的目的,参数传感器或多个参数传感器通过一个或多个压力传感器例示。虽然在附图中所示的参数传感器的位置旨在一般性地应用于每一种不同类型的参数,但本领域技术人员将认识到,如果需要的话,参数传感器的位置可以根据所采用的参数传感器或多个参数传感器的特定类型,从附图中所示的位置或多个位置进行调整。该实施例不限于本文的上下文。

[0093] 更具体地,在图4A中,流探针100包括诸如所示的管状注射器部的近端泵部124,示例性地具有如所示的管状配置的中央参数感测部120,和也示例性地具有如所示的管状配

置的远端探针部110,其限定了远端探针尖端112。远端管状探针部110限定了第一长度L1和第一截面积A1,中央参数感测管状部120限定了第二长度L2和第二截面积A2,而近端管状注射器部124限定了第三长度L3和第三截面积A3。例如在图4A的示例性实施例中,近端管状注射器部124包括最初设置在近端124'附近的可往复移动柱塞126。

[0094] 当柱塞沿长度L3以恒定速度纵向并远离近端124'移动时,空气的连续流体流130由柱塞126通过中央参数感测部管状部120供应给探针尖端112。当流体流130是气体时,连续气体流130通过柱塞126(例如经由在柱塞126中的孔128,参见图4B中的柱塞126')被供应,或从连接到中央参数感测管状部120的分支连接件122供应到探针尖端112。在一个示例性实施例中,在分支连接件122的上游位置处,在中央参数感测管状部120内可设置节流孔板140。

[0095] 当柱塞126沿长度L3朝向近端管状注射器部124的远端124''移动时,在中央压力感测管状部120内的压力使用压力计P被测量(当节流孔板140存在时,在节流孔板140的下游),所述压力计P经由分支连接件122与中央压力感测管状部120和远端管状探针部110流体连通。

[0096] 当柱塞126移动时,在压力计P处压力对时间表征了在探针110的尖端112处,气体弯液面与表面的相互作用(参见图1,表面13;以及图2和图3,表面31和33)。节流孔板140的存在改善了压力计P的响应时间,因为仅在节流孔板140的下游,流探针100的体积是相关的,并且流探针100表现得更接近或近似为流源,而不是压力源。节流孔板140上游的体积变得不那么相关。

[0097] 对于气泡法,压力差一般是恒定的,这就意味着气泡大小,并且因此气泡速率随恒定活塞速度而变化,因为在该系统内的体积发生变化。可往复移动的柱塞可被用于获得固定的气泡速率。如上所述,在一个示例性实施例中,压力传感器P可以可替代地或另外地用作流量传感器,例如作为差压传感器。本领域技术人员将认识到,穿过远端探针尖端112的流体流或第二流体130的流量可以通过除了压力传感器,例如压力传感器P以外的方式,例如声学地或用热的方法来检测。该实施例不限于上下文。因此,柱塞126的移动引起穿过远端探针尖端112的压力或体积或质量流量的变化。

[0098] 图5示出了利用图4A的流探针100的作为时间(1刻度与1秒对应)的函数的压力信号(以牛顿/平方米, N/m^2 测定)的一个例子。信号的规律变化是由在探针尖端112处的气泡的规则释放引起的。

[0099] 压力读数的灵敏度可以通过仔细选择组件的尺寸来增加。来自于管120和注射器124两者与探针110一起的总体积V1(等于 $A1 \times L1$)加上体积V2(等于 $A2 \times L2$)加上体积V3(等于 $A3 \times L3$),形成声学低通过滤器。在图4A的示例性流探针100中,截面积A3大于截面积A2,A2继而大于截面积A1。系统中的气流阻力应被设计得足够小,以具有良好的系统响应时间。当气泡引起的压力差被记录时,则气泡体积和系统总体积之间的比率应该足够大,以由于在探针尖端112处的气泡释放具有足够的压差信号。而且与管120壁以及探针110相互作用的压力波热粘性损失必须被加以考虑,因为它们可能导致信号损失。

[0100] 在图4A所示的流探针100中,作为例子,三个体积彼此不同。然而,这三个体积可以彼此相等或者泵的体积可以小于探针的体积。

[0101] 图4B示出了根据本公开的流探针的一个替代示例性实施例。更具体地,在流探针

100'中,在图4A中的流探针100的中央参数感测部120被省略,并且流探针100'仅包括近端泵部124和远端探针部110。压力传感器P1现在示例性地被定位在柱塞126'处,以经由柱塞126'中的孔128在来感测在近端泵部124中的压力。

[0102] 可替代地,压力传感器P2可以在远端探针部110中被设置在机械连接件230处。以与上述参照图4A和节流孔板140相似的方式,在一个示例性实施例中,节流孔板240可在远端探针部110内被设置在机械连接件230的上游,并且因此设置在压力传感器P2的上游。再次,节流孔板240的存在提高了压力计P2的响应时间,这是因为仅流探针100'在节流孔板240下游的体积是相关的,并且流探针100'表现得更接近或近似为流源,而不是压力源。节流孔板240的上游的体积变得不那么相关。

[0103] 然而,应该指出的是,对于压力传感器P1的情况,节流孔板240是可选的,并且不必需用于在远端探针部110内的压力的适当感测。

[0104] 在一个示例性实施例中,压力传感器P2可以可替代地或另外地起流量传感器,例如,差压传感器的作用。本领域技术人员将认识到,穿过远端探针尖端112的第二流体的流量可以通过除了压力传感器,例如压力传感器P2以外的方式,例如声学地或用热的方法来检测。该实施例不限于上下文。因此,柱塞126的移动引起穿过远端探针尖端112的压力或体积或质量流量的变化。

[0105] 在与参照图4A的流探针100描述的类似的方式中,近端泵部124的体积V3可以大于图4B中的流探针100'内的远端探针部110的体积V1。可替代地,该两体积可以彼此相等或体积V3可小于体积V1。

[0106] 应当注意的是,当节流孔板140存在于图4A所示的流探针100内时,与体积V2在节流孔板140下游的部分中的体积和体积V1相比,体积V3和体积V2在节流孔板140上游的部分变得与压力响应不太相关。

[0107] 类似地,当节流孔板240存在于图4B所示的流探针100'内时,与在节流孔板240下游的体积V1相比,在节流孔板240上游的体积V3和体积V2变得与压力响应不太相关。

[0108] 此外,本领域的技术人员将认识到,经由孔板140和240的节流可通过将中央参数感测管状部120或远端探针部110卷边代替安装节流孔板来实现。如本文所定义的,节流孔板包括管的被阻塞部分。

[0109] 另选地,由应变仪132表示的参数传感器可以设置在远端探针110的外表面上。应变仪132也可以被设置在近端泵部124(未示出)的外表面上。由应变计132感测到的应变读数可以被直接读出或转换为作为时间的函数的压力读数,以产生类似于图5的读出,作为确定在探针尖端112处的气泡释放的一种替代方法。

[0110] 图4C更具体地示出了图4A和图4B的流探针的另一示例性实施例,其具有泵部的另一示例性实施例,所述泵部经由管为探针尖端供应大致连续的气体流,同时感测表明在流探针内的流动阻塞,其继而可以表明在流探针内阻塞流动的菌斑或其它物质的参数。更具体地,流探针100"例示了流体泵,其被设计成提供大致连续的流动,这在操作中一般是有利的。流探针100"大致类似于图4A的流探针100,并包括远端探针部110、远端探针尖端112和中央参数感测部120',所述中央参数感测部120'还包括由压力传感器表示的参数传感器P,并且还可以包括在压力传感器P的上游的节流孔板140。

[0111] 流探针100"与流探针100的不同之处在于,近端泵部124被替换为近端泵部142,其

中代替沿近端泵部124的中心轴线X1-X1'往复运动的往复柱塞126,隔膜泵150在横向于近端泵部124的纵向轴线X2-X2'的方向上往复运动,隔膜泵150的往复运动的方向由双箭头Y1-Y2表示,隔膜泵150包括电动机152(由轴表示)和偏心机构154,该偏心机构154可操作地连接到连杆或轴156,该连杆或轴156继而可操作地连接到柔性的或可压缩的隔膜158。

[0112] 进气供应路径160与近端泵部142流体连通,以从周围环境供应空气到近端泵部142。进气供应路径160包括进气导管构件162,其具有从环境空气和下游连接件162b到近端泵部142的吸入口162a,从而经由吸入口162a在近端泵部142和周围空气之间提供流体连通。吸入流中断装置164,例如单向阀,在进气导管构件162内被设置在吸入口162a和下游连接件162b之间。吸入过滤器166,例如由诸如膨胀聚四氟乙烯ePTFE(由美国马里兰州埃尔克顿的W.L.戈尔联合公司以商品名Gore-**Tex**®出售)之类的多孔材料制成的膜,可在进气供应路径160内、在进气导管构件162内设置在吸入流中断装置164的上游,并大致在吸入口162a附近,以便于定期更换。

[0113] 中央参数感测部120'还作为用于近端泵部142的排出流路。近端泵部排出流路的流动中断装置168,例如单向阀,在中央参数感测部120'内被设置在参数传感器P并且当存在时节流孔板140的上游。

[0114] 因此,远端尖端112经由远端探针部110、中央参数感测部120'和近端泵部142与进气供应路径160的进气导管构件162的吸入口162a流体连通。

[0115] 在电动机152运行期间,电动机152在由箭头Z指示的方向上旋转,从而偏心机构154将往复运动赋予到连杆或轴156。当连杆或轴156在箭头Y1的方向上朝向电动机152移动时,柔性的或可压缩的隔膜158也在箭头Y1的方向上朝向电动机152移动,从而在近端泵部142的内部容积V内引起压力降低。压力降低引起泵部排出流路流动中断装置168关闭,并且引起吸入流中断装置164打开,从而通过吸入口162a吸入空气。

[0116] 偏心机构154继续在箭头Z的方向上旋转,直到连杆或轴156在箭头Y2的方向上远离电动机152并朝向柔性或可压缩隔膜158移动,使得柔性或可压缩隔膜158也沿箭头Y2的方向朝向内部容积V移动,从而在近端泵部142的内部容积V内引起压力增加。压力增加引起吸入流中断装置164关闭,并且引起泵部排出流路流动中断装置168打开,由此引起空气流过中央参数感测部120'并经过远端尖端112流过远端探针部110。

[0117] 当节流孔板140被部署并设置在中央参数感测部120'中时,其中如上所指出的,该中央参数感测部120'也可用作近端泵部142的排出流路,低通滤波器功能是由泵部排出流路流动中断装置168和节流孔板140之间的体积V'执行的。因此,当节流孔板140被部署时,泵部排出流路流动中断装置168必须处于节流孔板140的上游。其结果是,高频脉动被滤出至远端尖端112的空气流。

[0118] 图6示出了针对不同表面测量的,作为探针尖端112与图1的表面13或图2的表面31和33之间的距离d1或d2的函数的压力幅度数据。具有0.42毫米内径的塑料针被使用。在达到0.6毫米的距离处,明显的差异是可见的,其中最疏水性表面(特氟隆)给出了最大的压力信号,而最亲水性表面(菌斑)给出了最低的信号。

[0119] 应当注意的是,在图5和图6中提供的的数据被采用,没有包含节流孔板。

[0120] 图1-6已经描述了检测物质在表面上的存在的第一种方法,其包括(通过压力和/或压力变化和/或气泡尺寸和/或气泡的释放速率),从尖端的气泡释放的测量,例如作为在

探针尖端112处检测牙菌斑的方法。如以上参照图1、图2和图6所述的，探针尖端112被定位在远离表面，诸如图1中的表面13或图2中的表面31和33距离d1或d2处。

[0121] 应当注意的是，尽管气泡产生和检测的方法已经关于为诸如空气之类的气体的第二流体进行了描述，当第二流体是液体时，该方法也是有效的，其中代替气泡，形成水滴。

[0122] 此外，该方法可能会受到恒定压力和可变流体流出量的测量的影响。该装置可以记录可变压力和/或第二流体的可变流量。在一个示例性实施例中，压力被记录并且第二流体的流量被控制，例如流量保持恒定。在另一个示例性实施例中，流量被记录并且第二流体的压力被控制，例如压力保持恒定。

[0123] 在根据本公开的示例性实施例检测物质在表面上的存在的第二方法中，图7示出了图4A、4B或4C的探针110的探针尖端112的阻塞的影响。在图7中所示的探针或流探针管状构件或流探针110'包括近端138和内部通道134。流探针或流探针管状部件110'与图4A、4B或4C和图6中的流探针110的不同之处在于，流探针110'包括倒角的或斜角的远端尖端112'，其具有开放端口136，该开放端口136以一定角度相对于水平面31或33被倒角，使得当远端尖端112'接触表面31或33时，使第二流体介质也能够穿过远端尖端112通过，由于已经从远端尖端112'离开，第二流体介质现在被命名为第二流体介质30'，并且使第二流体介质30'也能够流过倒角的开放端口136。开放端口136的倒角角度使得，当远端尖端112'接触表面31或33和物质116时，穿过远端尖端112'的第二流体介质30'的通过至少部分被阻塞，并且诸如粘弹性材料116之类的物质116至少部分地阻碍穿过远端尖端112'的开放端口136的流体的通过。虽然只有一个探针110'被需要以用于检测流体的通过的阻碍，在一个示例性实施例中，可能期望至少部署两个探针110'作为一个系统3000，来检测流体的通过的阻碍（见下文针对图13-17和图19-21的讨论）。

[0124] 在本文预期了用于各实施例的远端探针部的远端尖端的其它形状，以用于防止穿过远端尖端的开放端口的流体的通过的阻塞或阻碍。这些形状也可以通过确保流体在平面上从远端尖端逸出来防止假阳性。远端尖端的各种形状及其优点将在下文中参考图23-29进行描述。

[0125] 可替代地，图1、2、4A或4B的探针尖端112被利用，而没有倒角或斜角的端部，并且简单地保持相对于表面31或33成一角度（例如角度 α ）。在一个示例性实施例中，该物质具有与水的非零接触角。在一个示例性实施例中，具有与水的非零接触角的物质是牙釉质。

[0126] 与当探针尖端112'没有被阻塞（第二流体介质30'）并且在尖端112'或在牙齿表面33无牙科材料时相比，如图7的右部所示；当探针尖端112'被来自于牙齿表面31的粘弹性材料116阻塞时，则诸如气体30之类的流体将不太容易流出尖端112'，如图7的左部所示。

[0127] 图8示出了探针尖端的压力信号，所示探针尖端例如是具有斜面的金属针，其在如左侧所示的无菌斑的牙釉质上移动，并在如右侧所示的具有菌斑层的样品上移动。有助于通过菌斑的针开口的阻塞的在右侧部所见的压力增加可以被感测到以检测菌斑是否存在。

[0128] 图9示出了来自于特氟隆尖端的气流的压力信号，该特氟隆尖端在水区域1、PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯）区域2、具有菌斑的PMMA区域3以及水区域4上移动。尖端（从左至右）在水区域1、PMMA区域2、具有菌斑的PMMA区域3上移动并且再次在水区域4上移动。特氟隆尖端未被示出。

[0129] 当参考本文中的压力差时，以下考虑应予以考虑。在图8中，当左侧面板上的压力

增大时,流体流30被阻塞。所以感兴趣的参数是平均压力或平均或瞬时峰值压力。

[0130] 与此相反,图9示出了用于较小探针尖端的相同信号。在这种情况下,可以得到平滑得多的信号。

[0131] 在图8和图9中所提供的数据是没有包含节流孔板的情况下得到的。

[0132] 在根据图2的初步实验中,我们已观察到以下内容:

[0133] 牙菌斑(润湿状态下)比清洁牙釉质更亲水,如图3所示。

[0134] 从尖端的气泡释放可通过压力变化测量。具有恒定位移速度的注射器给出了作为时间函数的锯齿状压力信号。这在图5的示波器照片中被示出。

[0135] 如果在尖端和表面之间紧密接近,则当探测的表面更亲水时,与表面不太亲水时相比,锯齿信号的幅度更小。所以,更小的气泡在更亲水的表面上被释放。这也可以通过图6的测量得到证明,其中作为从尖端到表面的距离 d_1 或 d_2 的函数的压力信号幅度(参见图1和2),针对不同的表面被给出。

[0136] 在根据图7的初步实验中,我们已观察到以下内容:

[0137] 当以恒定位移速度使用注射器时,畅通的尖端给出了规则的气泡释放和相对时间的压力的锯齿状图案。参见图8的左侧面板。

[0138] 在使用移动通过菌斑材料的金属尖端的实验中,由于尖端被菌斑材料阻塞并且尖端被空气打开,观察到压力的增加和相对时间的压力的不规则锯齿形图案。参见图8的右侧面板。

[0139] 在使用特氟隆尖端的实验中,针对在尖端开口的不同材料(从左至右:尖端在水中,尖端在PMMA上方,尖端在具有菌斑的PMMA上方,以及尖端再次在水中),清晰的信号差异被看到。

[0140] 这些初步的实验表明,从尖端的气泡释放测量(通过压力和/或压力变化和/或气泡尺寸和/或气泡的释放速率)可能成为合适的方法,来检测在尖端处的牙菌斑。因此,鉴于上述,在最低程度上,本公开的示范性实施例的新颖特征在于:

[0141] (a) 使流体介质14在探针尖端12与表面13接触,从而在尖端12和表面13之间产生相互作用区域17(见图1);和(b)在相互作用区域17中介质14的形状和/或动力学依赖于表面13和/或从表面13导出的材料的特性;及(c)在相互作用区域17中介质14的压力和/或形状和/或动力学被检测。

[0142] 鉴于检测物质在表面上的存在的两种不同方法的前述描述,在图4A和4B中的近端泵部124有效地起到注射器的作用。在柱塞126或126'向远端注射期间,在图4A和4B中的尖端112处,或在图7中的尖端112'处,气体或空气流或液体流可被向外推动远离尖端(当柱塞被推动时)。

[0143] 在柱塞126或126'缩回或反向行程期间,气体或空气流或液体流可在尖端112或112'处被向内并朝向探针管110或110'抽吸。在一个示例性实施例中,柱塞126或126'与电动牙刷的刷毛的振动一起被自动操作,或者在刷毛不振动的地方(被操作)(例如,使用与牙线装置相同的原理)。

[0144] 因此,注射器或泵124可以用于流方法,其中气体或空气流被远离尖端112并朝向牙釉质注射,以产生气泡32或34。气泡和位置被光学地检测,并且根据表面是否更亲水,例如菌斑,或不太亲水,例如牙釉质,气泡的位置将确定是否有菌斑存在。即,表面具有不同于

待检测物质的亲水性的亲水性,例如,牙釉质具有小于菌斑的亲水性的亲水性。不管菌斑是否存在,尖端112位于远离牙釉质的特定距离 d_2 处(见图2)。

[0145] 可替代地,压力感测也可用于气泡法。还参照图2和图4A,起注射器作用的相同泵部124可以用于如下压力感测方法。流体朝向牙釉质表面31或33被注射。探针尖端112最初位于距离牙釉质表面特定尺寸处,例如图2中 d_2 。压力信号被监视,如在图5和图6中示出与描述的。气泡释放测量通过上述压力和/或压力变化进行。

[0146] 在根据本公开的示例性实施例的检测物质在表面上的存在的第二种方法中,如图7所示,穿过远端尖端112的诸如气体30之类的第二流体的通过使基于与至少部分地阻碍穿过远端尖端112'的开放端口的流体的通过物质相关的信号测量,能够检测可能存在于表面31上的物质116。该信号可以包括压力的增加或减少,或如上所述其它变量的改变。

[0147] 由于在一个示例性实施例中至少两个探针110'被利用,图7示出了用于检测物质在表面上的存在的系统300。在一个示例性实施例中,如上所述,探针110'与表面31或33接触。如果在表面33上没有菌斑,即,流动未被阻塞,则压力信号如图8中是左侧面板。如果在表面上有菌斑,例如粘弹性材料116存在,则压力信号如图8中是右侧面板。

[0148] 对于实际应用,可以设想探针或多个探针110'具有非常小的直径,例如小于0.5毫米,使得通过它们的注射器功能,探针尖端112'将与牙齿表面33接触。所以当到达菌斑时,管被压入这层菌斑。如图8所示的压力信号通过接触的单个探针获得。

[0149] 再参考图7,在检测表面上物质的存在的第二方法的一个替代示例性实施例中,通过柱塞126或126'朝向图4A和4B中的近端泵部124'的近端124'向近端的反向行程,流体远离牙釉质表面被抽吸。流体或气体流入30现在变成如由虚线箭头(为简单起见,在内部通道134之外示出)所示的流体或气体流出35。如果存在菌斑116,菌斑足够大以阻塞探针尖端的孔或足够小以被吸入探针通道内部。压力信号成为图8的反向版本。在菌斑存在下,较低压力将被获得。

[0150] 如本文中所限定的,不管穿过探针尖端的第二流体的流动方向,阻碍可以意味着被物质至少部分地,包括完全地直接阻碍,阻塞尖端本身,或者阻碍可意味着被在探针尖端开口附近的物质的存在间接地阻碍,从而扰乱第二流体的流场。

[0151] 除了通过保持柱塞的恒定速度执行第一和第二方法,该方法可通过保持在近端泵部的恒定压力并测量来自探针尖端的第二流体的可变流出来进行。读出和控制可以不同的方式来配置。例如,该装置可以记录第二流体的可变压力和/或可变量。在一个示例性实施例中,压力被记录并且第二流体的流量被控制,例如流量保持恒定。在另一个示例性实施例中,流量被记录并且第二流体的压力被控制,例如压力被保持恒定。

[0152] 此外,当两个或更多个探针110'被部署用于系统300时,其中一个探针110'可以包括通过远端探针尖端112'的第二流体的流动的压力感测,而另一个探针110'可以包括应变感测或流量感测。

[0153] 另外,对于气泡检测的第一方法或阻碍的第二方法,尽管第二流体的流动一般是层流,第二流体的紊流也在本公开内容的范围之内。

[0154] 图10示出了根据本发明的一个示例性实施例的检测物质在表面上的存在的检测装置或仪器,其中检测装置通过将流探针集成到诸如牙刷之类的牙科装置中来例示,由此形成了用于检测物质在表面上的存在的检测装置。

[0155] 传统上电动牙刷系统,例如上面提到的飞利浦Sonicare牙刷,包括主体组件和刷组件。一般地,电子元件(电动机、用户界面UI、显示器、电池等)被容纳在主体内,而刷组件不包括电子元件。出于这个原因,刷组件很容易更换并且可以合理的成本替换。

[0156] 在一个示例性实施例中,检测装置或仪器200,例如牙齿清洁仪器,诸如电动牙刷,被配置成具有近端主体部210和远端口腔插入部250。近端主体部210限定了近端212和远端214。远端口腔插入部250限定了近端260和远端262。远端262包括振动刷252,其具有刷基部256、刷毛254和空气流探针或液体流探针的远端部,所述空气流探针或液体流探针例如是关于图4A在上描述的空气流探针100或关于图4B在上描述的空气流探针100'。结合图4A、4B或4C,检测装置200被配置为使得有源部件,例如机械的、电气或电子部件被并入近端主体部210内,或者设置在近端主体部210的外部,而无源部件,诸如远端探针部110被并入远端部内或设置在该远端部的外部,所述远端部由远端口腔插入部250例示,但不限于该远端口腔插入部。更具体地,探针110的探针尖端112接近刷毛254或在刷毛内被并入,以便与刷毛254相混合,而中央参数感测管状部120和近端管状注射器部124被并入近端主体部210内,或设置在该近端主体部的外部。因此,远端探针部110至少部分地与远端口腔插入部250接触。远端探针尖端110的一部分111被设置在近端主体部210上,并因此是近端探针部。

[0157] 在一个示例性实施例中,远端口腔插入部250,包括具有刷基部256和刷毛254的刷252,是可更换或可替换的。即,近端主体部210可移除地可附连到远端口腔插入部250。

[0158] 通过远端口腔插入部250的近端主体部210与有源部件的接触,是通过在近端主体部210上的机械连接件230提供的,所述机械连接件被设置到近端主体部210的远端214和远端口腔插入部250的近端260的接口上,从而接合远端探针尖端110的一部分111与设置在远端口腔插入部250上的远端探针尖端110,使得空气流产生并且压力例如在图4B中的参数传感器P2的位置,或在图4A或4C中的参数传感器P的位置被感测。基于压力传感器信号,可以得出菌斑是否存在于探针尖端112的区域。因此,近端主体部210经由机械连接件230可移除地可附连到远端探针部,如图10所示,远端口腔插入部250。本领域技术人员将认识到,虽然检测装置或仪器200被示于图10,使得远端口腔插入部250和近端主体部210可移除地彼此附连,从而任一个是可替换的,检测装置或仪器200可以被配置或形成为整体的集成的组合装置或仪器,其中远端口腔插入部250和近端主体部210不容易从彼此拆卸。

[0159] 此外,该流探针100,100'或100''可以独立地使用,而不包括刷252,刷基部256或刷毛254。如图4A,4B和4C所示,检测装置或仪器200可以在具有或不具有刷252、刷基部256或刷毛254的情况下被应用于牙科应用和非牙科应用,以检测物质在表面上的存在。

[0160] 当检测装置或仪器200被设计为牙齿清洁仪器时,探针110可被确定尺寸并由所选的材料制成,以产生通常等于刷毛254旋转刚度的旋转刚度,使得探针110在操作过程中扫描大致等于刷毛动作的扫描区域和定时的区域,以减少对用户的任何潜在不舒适。有助于刚度的设计的变量包括尺寸、质量和所选择材料的弹性模量。

[0161] 在一个示例性实施例中,有源部件包括如上所述的压力传感器P。结合图1,传感器P被用于感测在相互作用区域17内的介质14的形状和/或动力学。这样的传感器的优点在于,它稳健且使用简单。传感器P与检测电子器件220电通信,所述检测电子器件220包括与其电通信的控制器225。

[0162] 在一个替代的示例性实施例中,有源部件可以包括光学、电或声传感器,诸如麦克

风,以便感测在相互作用区域17中的介质14的形状和/或动力学。

[0163] 控制器225可以是处理器、微控制器、片上系统(SOC)、现场可编程门阵列(FPGA)等。总的来说,用于执行本文所描述的各种功能和操作的一个或多个组件,包括处理器、微控制器、SOC和/或FPGA,是如例如权利要求所列举的控制器的一部分。控制器225可以被提供作为单个集成电路(IC)芯片,其可安装在单个印刷电路板(PCB)上。可替代地,控制器的各种电路元件,例如包括处理器、微控制器等,被提供作为一个或多个集成电路芯片。也就是说,各种电路元件被定位在一个或多个集成电路芯片上。

[0164] 此外,有源部件使产生空气或液体流的方法成为可能。组合的空气和液体流也是可能的。该方法可以包括电或机械泵送方法,由此机械方法可包括弹簧部件,其被机械激活,例如其中图4中的柱塞126被机械地激活。在一个示例性实施例中,产生空气流的方法是电泵送原理,因为这与上述压力感测部件良好地结合。在其它示例性实施例中,空气可被其它气体,例如氮气或二氧化碳所代替。在这样的示例性实施例中,虽然近端主体部210可包括近端泵部124和柱塞126或其它类型的泵,以产生恒定压力或恒定的流体流量,近端主体部210可以包括压缩气体的容器(未示出),该容器的尺寸确定成适于在近端主体部210内,并且能够经由阀控制系统(未示出)提供恒定压力或恒定流量。

[0165] 在又一个示例性实施例中,无源部件仅包括在端部具有开口的管,诸如探针110和远端尖端112(参见图10)。

[0166] 在又一示例性实施例中,有源部件和无源部件的连接是通过管到压力传感器的输出的机械联接230来实现的。这种联接理想地是基本上压力密封的。压力值相对低($<< 1\text{bar}$)。

[0167] 在操作中,在刷牙过程期间感测以重复的方式进行。在一个优选示例性实施例中,感测以 $>1\text{Hz}$,更优选 $>5\text{Hz}$,并且甚至更优选 $>10\text{Hz}$ 的频率进行。当牙刷从齿到齿移动时,这样的高频率的实施方式有利于菌斑去除的动态和实时测量,因为可以在单个牙齿上进行若干测量(在给定齿上的停留时间通常为1至2秒的量级)。

[0168] 结合图1,如上所述,在相互作用区域17内的介质14的形状和/或动力学依赖于表面13和/或从表面13导出的材料的特性,在相互作用区域17内的介质14的压力和/或形状和/或动力学被检测,并由控制器225做出关于是否在特定牙齿表面13处检查到超过预定的最大菌斑容许水平的确定。

[0169] 如果做出阳性检测,没有行进或前进信号被发送到电动牙刷的用户,直到通过在特定牙齿的牙齿表面13处的持续清洁,在特定牙齿表面13处获得预定的最大菌斑容许水平。

[0170] 在菌斑水平的降低到处于或低于最大容许菌斑水平,即,做出阴性检测,则行进信号或前进信号被发送到用户,以通知用户可以接受通过移动牙科装置的振动牙刷和探头尖端行进到相邻的牙齿或其它牙齿。

[0171] 可替代地,如果由做出阳性检测,信号被发送到具有集成的流探针菌斑检测系统的电动牙刷的用户以继续刷特定牙齿。

[0172] 此外,存在几种牙刷中的无源部件的优选操作模式。

[0173] 在第一种模式操作中,管被配置成使得管的尖端与牙刷的振动声学地解耦(在飞利浦Sonicare牙刷中,以大约 265Hz 振动)。这可仅通过管到刷头的弱联接来实现。

[0174] 在操作的另一模式中,管被配置成使得管的尖端是静态的。这可通过选择管的机械性能(刚度、质量、长度),使得探针尖端在驱动频率下处于振动的静态节点来实现。这种情况可以通过向接近开口的管的端部增加额外的重量来得到帮助。

[0175] 如图11所示,其是图10中的远端口腔插入部250的局部剖面图,在进一步的示例性实施例中,牙刷的刷毛的运动对感测功能的影响通过合并围绕管的间隔258被减小,其中刷毛在该间隔处被除去。更具体地说,在图11中的探针110示出了刷头252,其包括基部256和刷毛254,刷毛254大致正交地从基部256伸出。间隔258使用除去的围绕探针尖端1121的刷毛线定位。探针尖端1121与探针尖端112和112'的不同之处在于,探针尖端1121包括90度弯头1122,以使流体能够朝向表面31或33流过探针110。

[0176] 在一个示例性实施例中,间隔258应该具有刷毛254的振动的幅度的量级。在实践中,刷毛以约1至2毫米的幅度振动。这使得感测更稳健。

[0177] 在进一步的示例性实施例中,如图12所示,探针尖端1121位于远端,超出刷毛254覆盖的区域。这使得有可能检测到超过刷的当前位置存在的菌斑,例如已经在不完整的刷牙动作中错过的菌斑。

[0178] 作为进一步的细节,在刷牙时刷252相对于牙齿表面31或33的理想角度是45度。探针尖端1121相对于牙齿表面31或33的理想角度接近0度。至少两个探针110和相应的至少两个压力传感器和两个泵具有相对于牙齿表面31或3345度的尖端1121,使得总有一个探针最佳地接合表面31或33。

[0179] 在又一个进一步的示例性实施例中,多个探针被并入刷中。这些探针可以交替地至少如下布置或者利用:

[0180] (a) 在牙刷周围的多个位置被定位,以更有效地感测(错过的)菌斑,或

[0181] (b) 用于差动测量,以确定菌斑去除的程度和有效性。

[0182] 在一个示例性实施例中,多个探针可以用单个有源感测部件和附连到单个压力传感器的多个诸如管之类的无源部件来实现。可替代地,也可以使用多个有源和无源感测部件。

[0183] 如上所述,管的端部可以具有多个尺寸。在替代的示例性实施例中,管的末端将使用机械间隔件从牙齿的表面被间隔开。在一些示例性实施例中,开口可以被制成为与管成一角度。

[0184] 图13至22示出了用于检测物质在表面上的存在的检测系统3000的例子,它采用了用于经由多个流探针检测物质在表面上的存在的上述原理。更具体地说,在本公开的一个示例性实施例中,系统3000包括用于检测物质在表面上的存在的检测装置1100,诸如具有近端泵部124和柱塞126的空气流探针,如参照图4A和图10在上描述的。然而,应当注意,替代近端泵部124和柱塞126,如上面参照图4C所述的,近端泵部142和隔膜泵150也可以被部署,以提供大致连续流1100,用于以关于近端泵部124和柱塞126在下描述的相似的方式检测物质在表面上的存在。

[0185] 近端泵部124包括中央参数感测管状部120',其被配置成具有限定了第一腿1011和第二腿1012的远端三通接头101。具有远端探针尖端3112的第一流探针301被流体地联接到第一腿1011,并且具有远端探针尖端3122的第二流探针302被流体地联接到第二腿1012。

[0186] 压力传感器P3经由分支连接件312在第一流探针301附近被连接到第一腿1011,压

力传感器P4经由分支连接件322在第二流探针302附近被连接到第二腿1012。以与参照图4A的上述流探针100,参照图4B的上述流探针100'和参照图4C的上述流探针110"类似的方式,流探针1100可以包括设置在第一腿1011内的节流孔板3114,其位于中央参数感测管状部120'与第一腿1011之间的接头314的下游,并且位于第一流探针301和压力传感器P3的上游。类似地,节流孔板3124可设置在第二腿1012内,位于中央参数感测管状部120'和第二支腿1012之间的接头324的下游,并位于第二流探针302和压力传感器P4的上游。再次,节流孔板3114和3124的存在改善了压力计P3和P4的响应时间,因为只有节流孔板3114和3124下游的流探针的容积1100是相关的。进入各压力传感器P3和P4的空气流变得近似独立,这是因为压力下降主要是跨过节流孔板3114和3124发生的,并且流探针1100表现得更加接近或近似作为流源,而不是压力源。节流孔板240上游的容积变得不那么相关。压力传感器P3和P4通常可以在由单个柱塞126驱动的同时分别单独地感测压力上升。

[0187] 此外,本领域技术人员将认识到,经由孔板3114和3124的节流可通过在接头314和324附近使远端三通接头101卷边来实现,代替安装节流孔板。再次,如本文所定义的,节流孔板包括管子的卷边部分。

[0188] 在如参照图10所示的检测装置200的上述的类似方式中,传感器P3和P4与检测电子器件和控制器,例如包括与其电通信的控制器225的检测电子器件220(见图10)电通信。

[0189] 在通过检测电子器件220检测到菌斑时,控制器225产生信号或动作步骤。参照图10,在一个示例性实施例中,控制器225与可听或可见警报器226电通信,所述警报器226位于例如间歇性声音,诸如蜂鸣器和/或恒定或间歇的光,其旨在向用户传达在该特定位置继续刷他或她的牙齿或对象的牙齿。

[0190] 在一个示例性实施例中,基于由检测器电子器件220检测出的信号,控制器225可记录数据,以产生存在于牙齿上的菌斑数量的估计。该数据可以呈出现在屏幕125上的数值量形式,所述屏幕125与检测器电子器件220和控制器225电通信。屏幕125可以位于近端主体部210上或从该近端主体部210延伸,如图10所示。本领域技术人员将认识到,屏幕125可以位于适合用户监控呈现在屏幕上的数据的其它位置。

[0191] 给用户发信号可以包括控制器225,其被额外配置作为收发器,用于发送无线信号228'到基站228和从基站228接收无线信号228',基站上具有各种指示器,其产生信号来触发听觉或视觉警报器226或记录数字量或在屏幕125上的诸如动画之类的其他显示信息。

[0192] 可替代地,控制器225可以额外地被配置作为收发器,用于发送和接收无线信号229'到智能电话229,智能电话229运行应用软件以在屏幕231上生成动画,其发送菌斑已经被确定的信号并指示用户继续在该位置刷牙。可替代地,应用软件可以呈现关于所检测的菌斑量的定量数据。

[0193] 图14至16示出了替代的远端口腔插入部350,其包括刷352,所述刷具有安装在刷基部356上的刷毛354,并且当看向刷基部356和刷毛354的上末端观察时,如图14所示。如在图15和16中最佳示出的,从刷基部356的水平上表面356'大致正交延伸的是远端探针尖端3112和3122,其使多个流体流能够被引向感兴趣的表面,例如在图2和图7中的表面31和33。远端探针尖端3112和3122的替代或额外位置在图14中在刷基部356的近端附近由虚线示出。

[0194] 以类似的方式,图17至图19示出用于检测物质在表面上的存在的系统3010,其与

系统3000的不同之处在于,系统3010包括另一个替代的远端口腔插入部360,其包括刷352,刷352具有安装在刷基部356上的刷毛354,并且当看向刷基部356和刷毛354的上末端观察时,如图17所示。如在图19中最佳示出的,分别相对于刷基部356的水平上表面356'以角度 β 延伸的是远端探针尖端3212和3222,其使多个流体流能够朝向所感兴趣的表面,例如在图2和图7中的表面31和33,以角度 β 被引导。在类似的方式中,远端探针尖端3212和3222的替代或额外位置在图17中在刷基部356的近端附近由虚线示出。

[0195] 在图14至16和图17至19中示出的远端口腔插入部350和360可被用于以下任一项:(a)检测物质在表面上的存在的第一方法,其包括从尖端的气泡释放的测量(通过压力和/或压力变化和/或气泡的尺寸和/或气泡释放速率),或(b)用于检测物质在表面上的存在的第二方法,该第二方法基于与阻碍穿过远端尖端的开放端口的流体的通过的物质有关的信号的测量,该第二方法包括穿过远端尖端的第二流体,诸如气体或液体的通过。

[0196] 图20至22示出了系统3000或系统3010的示例性实施例,其包括多个流探针和可以通过公共的旋转轴和电动机来操作的对应的近端泵部。更具体地,图20示出了包括第一流探针3100'的第一流探针操作装置3100。第一流探针3100'与参照图4B在上描述的流探针100'相同,并且可以包括近端泵部124和柱塞126以及远端探针尖端3112(见图14至16)或远端探针尖端3212(见图17至19)中的任一个。到可以是所示的凸轮机构的直线运动操作构件3102的旋转部,经由往复轴3106和设置在轴3106的近端的辊子机构3108与柱塞126可操作地连通。

[0197] 辊子机构3108接合限定在凸轮机构3102的外周上的路径的通道3110。通道3110沿着该路径延伸,以包括凸轮峰3102a和凸轮槽3102b。凸轮机构3102被安装在公共轴3104上并通过公共轴3104在一个方向,例如由箭头3120所示的逆时针方向上旋转。当凸轮机构3102旋转时,随着辊子机构3108间歇地被峰3102a推动或拉入槽3102b中,往复直线运动被给予到轴3106。由此,往复直线运动被给予到柱塞126,在流探针3100'中产生压力,并且流体流通过远端尖端3112或3212。本领域技术人员应该理解,由通道3110限定的路径可被设计成为柱塞126给予大致恒定速度。可替代地,由通道3110限定的路径可以被设计成在近端泵部124内给予大致恒定的压力。由于辊子机构3108处于峰3102a,柱塞126处于远离近端柱塞部124的近端124'的向远端的位置。

[0198] 图21示出了包括第二流探针3200'的第二流探针操作装置3200。第二流探针3200'也与上面参照图4B描述的流探针100'相同,并且可以包括近端泵部124和柱塞126以及远端探针尖端3122(见图14至16)或远端探针尖端3222(见图17至19)中的任一个。再次,到可以是所示的凸轮机构的线性运动操作构件3202的旋转部,经由往复轴3206和设置在轴3206近端的辊子机构3208与柱塞126可操作地连通。

[0199] 类似地,辊子机构3208接合在限定凸轮机构3202的外周上的路径的通道3210。通道3210沿着该路径延伸,以包括凸轮峰3202a和凸轮槽3202b。凸轮机构3202被安装在公共轴3204上并通过公共轴3204在一个方向,例如由箭头3220所示的逆时针方向上旋转。当凸轮机构3202旋转时,随着辊子机构3208间歇地被峰3202a推动或拉入槽3202b中,往复直线运动被给予到轴3206。由此,往复直线运动也被给予到柱塞126,在流探针3200'中产生压力,并且流体流通过远端尖端3122或3222。再次,本领域技术人员应该理解,由通道3210限定的路径可被设计成为柱塞126给予大致恒定速度。再次,可替代地,由通道3110限定的路

径可以被设计成在近端泵部124内给予大致恒定的压力。与第一流探针操作装置3100相反，由于辊子机构3208现在位于槽3202b处，柱塞126处于近端柱塞部124的近端124'处的一个位置。

[0200] 图22示出了电动机3300，其可操作地连接到公共轴3104，使得流探针操作装置3100的直线运动操作构件3102的第一旋转部相对于电动机3300被近端地安装在公共轴3104上，而到流探针操作装置3200的直线运动操作构件3202的第二旋转部相对于电动机3300被远端地安装在公共轴3104上。本领域的技术人员将认识到，通过电动机3300的公共轴3104的旋转引起多个流探针的操作，如参照图20和21在上描述的。电动机3300通过安装在近端主体部210上的电源270(参见图10)，例如电池、超级电容器或可替代地到外部电源的连接件或其它合适装置(未示出)，来供给电功率。

[0201] 本领域技术人员将认识到，流探针操作装置3100或流探针操作装置3200可以操作单个空气流探针1100，所述空气流探针1100具有参照图13在上描述的多个远端探针尖端3112和3122，或参照图17至19在上描述的多个远端探针尖端3212和3222。

[0202] 本领域技术人员将认识到，参照图20至22在上描述的流操作装置3100和3200仅是可被用来实现所期望操作的装置的例子。例如，本领域技术人员将认识到，流探针100及其相关联的部件可代替柱塞126和到直线运动操作构件3102的旋转部或到直线运动操作构件3202中的旋转部任一个或两者，并且电动机3300可以由隔膜泵150替代，其包括如上面参照图4C描述的柔性或可压缩隔膜158。

[0203] 电动机3300与控制器225电通信，控制器225基于由检测器电子器件220接收到的信号控制电动机的操作。除了上面参照图10描述的警报器226、屏幕125、基站228和智能电话229，结合图10，给用户发送菌斑已经被检测的信号可以包括控制器225，其被编程以通过改变电动机3300的操作来改变牙刷的驱动模式，以当检测到菌斑时，在频率上或幅度上或两者兼而有之来增加刷牙强度。幅度和/或频率的增加都给用户发送信号以继续在该区域刷牙，并且提高去除的有效性。可替代地，控制器225可以被编程以在口腔中产生独特的感觉，例如通过调制驱动系使用户可以区分规则刷牙，以发菌斑已经被定位的信号。

[0204] 现在将参照图23-29关于向以上描述的各种实施例的流探针尖端或远端探针部的远端尖端提供结构配置，用于防止穿过远端尖端，例如远端尖端112、112'的开放端口的流体的通过的阻塞或阻碍，进行讨论。各种结构配置也通过确保在平面上流从远端尖端的逸出防止假阳性。

[0205] 假阳性会在几种情景下发生。例如，当用根据本公开的流探针接近牙齿表面时，并且在与所述表面接触之后，将力施加在流探针上，从而引起压力增加发生，特别是发生在探针相对于清洁表面的垂直定位处。这种压力增加可被解释为菌斑存在于该位置，即使表面是清洁的。这意味着产生假阳性。

[0206] 这种假阳性测量的一个例子在图23中被示出，其中垂直于牙齿表面的流探针距离是变化的。在图23中的负距离意味着该流探针没有与PMMA表面接触。正距离意味着该距离被进一步减小，因此，通过管子的柔性，流探针上的力增大。当探针与PMMA表面接触时，压力增加可被清楚地观察到。这个压力增加可以与来自牙菌斑层的压力增加是相同数量级的或更大。因此，假阳性将产生。减小距离甚至进一步导致流探针的弯曲，并且因此，空气可以更自由地再次逸出。

[0207] 根据本公开,结构配置包括为流探针的远端尖端提供预定的形状,其克服了假阳性和/或防止了开放端口的阻塞。假阳性通过确保在平面上流总是从远端尖端逸出而被防止。根据下文所讨论的实施例,由于远端尖端的各种形状,流总是从远端尖端逸出,并且其独立于远端尖端在表面上的角定向。这是有利的,因为刷牙时用户显著改变远端尖端的定向。

[0208] 如上所述,远端尖端的形状也可以防止穿过远端尖端的开放端口的流体的通过的阻塞或阻碍。远端尖端的形状使卡住或阻塞远端尖端的开放端口的颗粒能够被容易地释放,使得永久阻塞不会发生。本公开的这些和其他优点将通过改变流探针的远端尖端的轮廓或形状来实现。

[0209] 参考图24A和24B,其示出了探针2400、2402的例子,所述探针2400、2402具有城堡形状2404和圆形形状2406远端尖端(即,用于远端尖端的这些形状是结构配置),以防止根据本公开的第一实施例的假阳性信号。尽管这些尖端形状适于防止假阳性,其风险是来自于菌斑层的信号水平也降低。因此,限制开放区域的尺寸是有利的。在一个优选实施例中,开口的高度应低于100微米,以便从PMMA表面上的菌斑层获得足够大的信号。使用图24B所示的尖端形状,并测量压力对到PMMA表面的距离,图25示出了相对于未成形尖端压力对成形尖端探针2400的距离(负值意味着与PMMA表面不接触,零意味着刚刚与PMMA表面接触,而正值意味着在流探针上增加的接触力)。

[0210] 参考图26,根据本公开的第二实施例,通过向流探针2600提供结构配置,防止了假阳性信号,所述结构配置包括在探针2600的远端尖端附近或在距开放端口2604的近端位置的小孔2602。孔2602优选在探针2600的远端尖端的100微米内。本实施例的一个优点是,它会导致更强的探针尖端,如果发生磨损问题,这可能是有益的。

[0211] 参考如图27A所示的剖面图,根据本公开的第三实施例,探针2700的远端尖端具有喇叭形状2702(即,结构配置)。也就是说,与更远离管的端部的位置相比,在管的端部(在远端尖端)处探针2700的内径更大。管在远端尖端处看起来发散。这种形状防止牙菌斑或牙膏阻塞探针2700的远端尖端。

[0212] 为了在相对于牙齿表面的非垂直管定向的情况下获得大的信号,具有小的管直径是有益的。因此,相对于27A图所示的实施例,只在管的内部应用喇叭状形状,而管的外部在整个探针长度上具有恒定直径是有利的。

[0213] 另一个实施例可以是具有倒喇叭形状2710的管(即,结构配置),其中探针2706的远端尖端会聚而不是发散。在本实施例中,如在图27B的剖面图中所示,更远离远端尖端,探针2706具有更大的直径。倒喇叭形状2710引起压力降,并实现与低压力降/大直径管结合的小尖端尺寸。各种实施例的远端尖端可以由例如通过加热特氟隆®材料并局部拉伸它,从而导致所期望的尖端形状,例如喇叭形状或倒喇叭形状来制成。

[0214] 参考图28,其示出了本公开的第四实施例的横截面,其在探针管2800的远端尖端或端部处包括圆形壁2802(即,结构配置)。

[0215] 参考图29,其示出了本公开的第五实施例的横截面,其中探针管2900包含一个或多个向外延伸的缓冲器元件2902(即,结构配置),并且从而防止当远端尖端可能垂直接触牙齿表面时,完全阻塞流体出口或远端端口。缓冲器元件2902可以位于探针管2900的中心,如图29所示。

[0216] 结构配置的其它实施例在本文中被设想,包括组合两个或多个上面所讨论的五个实施例。例如,可以进行前两个实施例与第三和第四实施例的尖端形状的组合。新组合的实施例将既适合于防止假阳性,又适合于防止远端尖端的阻塞。

[0217] 现在将参照图30关于向本文的上述各实施例的远端探针部的远端尖端提供结构配置,用于防止远端尖端,例如远端尖端112、112'的磨损进行讨论。各种结构配置也通过确保在平面上流从远端尖端的逸出防止假阳性。

[0218] 根据本公开,流探针尖端或远端探针部的远端尖端,例如远端探针部110,可以包括具有磨损轮廓的结构配置,其围绕开放端口的圆周是不均匀的。不均匀磨损轮廓确保在一段较长的时间时远端尖端将其形状保持到足够的程度。

[0219] 如图30所示,根据本公开,流探针3002的远端尖端3000包括非均匀磨损轮廓3004,其在刷牙期间包括至少两个具有不同磨损特性的区域3006、3008。不同磨损确保管3010的较长寿命。而且,由于尖端轮廓保持其形状到足够的程度,其不同的磨损设计克服了在具有探针3002的刷头的正常使用期间,菌斑检测探针3002在清洁牙齿上的假阳性阻塞。

[0220] 根据本公开,具有不同磨损特性的区域3006、3008被交替地放置在管3010的圆周上,例如产生高磨损、低磨损、高磨损和低磨损。根据这种设计,如图30所示的尖端形状可以在管3010的寿命期间被保持。

[0221] 非均匀磨损轮廓3004可以几种方式实现。在根据本公开的第一实施例中,至少两个区域3006、3008中的每一个均包括与其它区域不同的材料,包括具有不同磨损特性的两种材料。在根据本公开的第二实施例中,至少两个区域3006、3008具有相同的材料,但该材料以在远端尖端圆周周围的磨损特性是不均匀的的方式被处理。而且,根据本公开的第三实施例,至少两个区域3006、3008由相同的材料制成,但如图34所示,在远端尖端圆周周围该材料被不同地排序或定向。通过关于管3010的线性运动排序材料,这引起材料在刷牙期间在尖端圆周周围具有不对称的磨损。第四实施例包括使用具有围绕圆周的不同壁厚尺寸的管,如图35所示。

[0222] 以上提到的根据本公开的四个实施例现在将进一步被说明。在第一实施例中,通过在与牙齿接触的远端尖端3000处提供具有不同磨损特性的至少两种不同材料,实现了在远端尖端3000圆周周围的非均匀磨损轮廓3004。

[0223] 作为一个例子,具有如图30所示的合适尖端轮廓的远端尖端3000利用在尖端圆周周围的尖端轮廓最高的两个位置的较慢磨损材料和在尖端圆周周围的尖端轮廓最低的两个位置处的较快磨损材料来实现。以这种方式,在尖端轮廓的升高部分的过度磨损(由局部较高接触压力引起)将被在尖端轮廓的较低部分处(不管局部较低的接触压力)的更快的磨损速率抵消。其结果是,所期望的尖端轮廓将-至少在一定程度上-可以在管3010的寿命期间被保持。

[0224] 磨损的差异可以通过选择两种材料的硬度差来实现。而且,脆性差将导致磨损差。差分磨损可能涉及例如具有不同的结晶度、分子量、分子组成以及交联的材料的使用。

[0225] 此外,差分磨损可以通过差别的添加剂,例如纤维材料、纳米颗粒或微粒生成。如图31所示,差分磨损可通过将第一材料3014嵌入到远端尖端3012和第二材料3016内产生。例如,第一材料可以是在管材或第二材料基质内线性布置的丝状材料。

[0226] 本领域技术人员可以理解,相对于第一实施例,可以存在其他配置来产生用于流

探针尖端或远端尖端的非均匀磨损轮廓,例如在尖端圆周周围具有不同磨损特性的两个以上区域;包括具有不同磨损特性的两种以上的不同材料;围绕单一材料3021的管3020的至少一个战略位置加入至少一层第二材料3018(第二材料3018被放置在单一材料3021的部分上方)(参见图32);添加围绕单一材料3025的管3024完全放置的一层第二材料3022(第二材料3022完全放置在单一材料3025上方)(参见图33);等等。

[0227] 在根据本公开的第二实施例中,图30所示的至少两个区域3006、3008具有相同的材料,但该材料以这样一种方式被处理,即,在远端尖端圆周周围磨损性能或特性是不均匀的或不同的。

[0228] 例如,图30的区域3006可使用以这样的方式处理的第一材料来实现,在该方式中磨损特性比区域3008更慢。第一材料可以被掺杂另一种已知可以使第一材料比没有掺杂磨损更慢的材料。区域3008可使用以这样的方式处理的第二材料来实现,该方式中磨损特性更快。第二材料可以被掺杂另一种已知可以使第二材料比不掺杂磨损更快的材料。还可以设想的是,第一和第二材料是相同的材料,但被掺杂有不同的材料/物质来影响它们的强度或硬度。

[0229] 在刷牙时,导致材料具有较慢的磨损特性的另一种合适的处理方法是,通过离子注入增加材料的表面硬度。差分磨损也可通过辐射处理来产生,辐射处理以非旋转对称方式改变远端尖端和管材,例如使用辐射以在材料上引起光物理或光化学效应,使其比无辐射处理磨损更快。差分磨损也可通过在管周围的战略位置添加另一种材料的一个或多个附加层来生成,如以上参照图32和33所述的。根据本公开的第二实施例,在尖端轮廓的升高部分或高点处的过度磨损(图30中的区域3006)(由局部较高接触压力诱导)将被尖端轮廓的较低部分或低点(图30中的区域3008)(尽管局部较低的接触压力)处的更快磨损速率抵消。其结果是,所期望的尖端轮廓将-至少在一定程度上-被保持较长的一段时间。

[0230] 在根据本公开的第三实施例中,图30所示的至少两个区域3006、3008由相同的材料制成,但是该材料围绕管3036的开口3034的远端尖端圆周不同地排序或定向,如图34所示,以形成非均匀磨损轮廓。该排序使材料在刷牙期间在尖端圆周周围关于管3010的线性运动具有不对称磨损。图34示出了在管3036的开口3034的远端尖端圆周周围通过两种不同定向的散列线而不同的材料的排序。第一组散列线3030在与第二组散列线3032不同的方向上定向。

[0231] 材料可以是结晶陶瓷、有序的或拉伸的聚合物等,其具有围绕开口3034的尖端圆周的不对称磨损,该不对称磨损是在刷牙期间由关于管3036的线性运动的材料的排序造成的。

[0232] 作为一个例子,具有如图34所示的合适的尖端轮廓的尖端,通过使用有序的材料被实现,由于其定向和刷牙的方向,该有序材料在如图30所示的围绕尖端圆周的尖端轮廓最高的两个位置具有较慢的磨损特性;由于其定向和刷牙的方向,该材料在如图30所示的围绕尖端圆周的尖端轮廓最低的两个位置展现较快的磨损特性。

[0233] 通过这种方式,在尖端轮廓的升高部分或高点的过度磨损(在图30中的区域3006)(由局部的高接触压力引起)将被在尖端轮廓的较低部分或低点(在图30中的区域3008)(尽管局部较低的接触压力)的更快磨损速率抵消。其结果是,所期望的尖端轮廓将-至少在一定程度上-被保持较长一段时间。

[0234] 可以想到,对于第三实施例,两个或更多个不同材料可被使用并且围绕远端尖端圆周不同地排序或定向,以形成非均匀磨损轮廓。

[0235] 根据本公开的第四实施例包括使用管3042,在管3042的开口3040的圆周上具有不同的壁厚尺寸(即非均匀壁厚),如图35所示,以产生非均匀磨损轮廓。在薄壁位置或区域3044中,尖端将比厚壁位置或区域3046更容易磨损,并且因此远端尖端和管3042的形状在较长的一段时间内基本上被保持。

[0236] 厚度轮廓可以例如通过注射成型、机械变形产生,通过材料的机械去除以产生薄壁区域3044,和/或通过添加材料以产生厚壁区域3046。

[0237] 根据本公开的其它方面,本文所描述的各种实施例的流探针的远端探针部110具有这样的结构配置,其包括两个或多个组件或部分,以提高性能和可靠性。下面的表1示出了用于流探针,例如流探针10的所有要求的硬度、垂直刚度、弯曲刚度和直径的最优化的方向。

[0238] 表1

[0239]

	硬度	垂直刚度	弯曲刚度	直径
菌斑检测	硬	足够高	足够高	小
磨损	硬	低	低	大
狭小度	软	低	低	大
牙质/牙龈损坏	软	低	低	大
误阻塞	硬	低	低	大

[0240]

压降	无	无	无	大
颗粒引起的阻塞防止	硬	低	低	大

[0241] 从表1中清晰可见的是,对于流探针10的各种要求,存在硬度、垂直刚度、弯曲刚度和直径的不同优化。因此,单个管系统对于流探针10的所有要求可能不是最佳的。

[0242] 根据本公开,通过组合硬的、耐磨材料和在菌斑检测流探针10的尖端的相对小的尺寸,在菌斑检测流探针10底部或距其一定距离处的较大直径更柔性管,优化了菌斑检测系统及装置的性能。

[0243] 图36是根据本公开的一个示例性多组件管系统的剖面图,其整体由附图标记3050表示。管系统3050,如图36所示,含有远端探针部的2至N层3052的不同管材料(在径向或“R”方向上),针对管的每一层3052,,在轴向方向(轴向或“A”方向)上结合有1至m个管或组件3054。而且在此轴向方向内,该材料可能彼此不同,具有不同特性。在相邻管3054之间还可以存在一定的间隔距离,如图36所示,以优化整个管系统3050的柔性。

[0244] 用于优化具有如图36所示的多组件管系统的探针的第一实施例,在图37中被示

出。图37示出了具有尖端3058和有较大直径的第二管3060的双组件管系统3056。尖端材料应为硬质材料(但不比牙质更硬),其具有良好的耐磨特性。例如,可以使用聚醚醚酮材料。外径尺寸低于500微米,并且优选低于350微米。尖端长度的一个例子为4mm,其中例如2.5毫米被粘到更大的管子内。

[0245] 尖端3058下方的管材料应该是柔性的,并具有比尖端更大的内径,以确保低的压降。用于尖端3058下方的管材料的合适材料为,例如特氟隆[®]、聚氨基甲酸酯、和硅橡胶[®]。该管的长度可以是,例如7毫米。因此,根据本公开,通过调整管的直径、壁厚和材料特性,所期望的刚度(垂直的和水平的)可以被实现。以这种方式,可以制作定制的解决方案,以获得可靠的、用户友好的和耐磨的菌斑检测探针/组件。

[0246] 图38是具有用于调节柔性的多组件的管的另一示例性实施例的剖面图。在图38所示的实施例中,存在硬且耐磨的管材料R1,其满足探针磨损、菌斑检测和构造刚度的要求。材料R2可以比材料R1更柔韧。以满足例如在表1中所示的其他要求所需要的柔性。

[0247] 图39是具有三个管材料的探针3060的另一个示例性实施例的剖面图。探针3060包括硬质材料3062的尖端,具有更大的直径3064的柔性管,和具有非刚性材料并具有甚至更大的直径的另一个管3066。通过控制管3064、3066的长度,探针3060的刚度能够被调谐到所期望的值。

[0248] 图40是探针3068的另一个示例性实施例的剖面图,其中后续段或组件3070、3072的外径和内径可调整或改变。图40示出了沿管段3072的长度的外径调整。

[0249] 图41是探针3074的另一示例性实施例的剖面图。管3076、3078、3080的段或组件以非同轴结构被组装。如图41所示,具有类似直径的两个管3076、3078被插入到具有更大直径的管3080内。

[0250] 在本文中讨论的多组件实施方案中,各组件可具有非圆形剖面,例如椭圆形剖面或矩形剖面。根据本公开的教导,可实现具有与本文所描述配置不同的配置的其他多组件实施方案。

[0251] 根据本公开,向牙刷供给气泡也可以提高刷牙的菌斑去除速率。一种可能的机制是,(i)气泡会粘到清洁釉质的斑点,(ii)刷牙将气泡带入运动,从而带来气泡的空气/水界面,和(iii)当气泡边缘接触菌斑材料时,边缘倾向于将菌斑材料从釉质剥落,因为菌斑材料是非常亲水性的,因此偏向于留在水溶液中。另一种可能的机制是,气泡的存在可以改善流体内的局部混合和剪切力,从而提高菌斑的去除速率。应当指出的是,如本文中所描述的在表面上的物质的检测方法的其它示例性实施例可以包括监视信号的第一导数、AC(交流电)调制和利用用于牙龈检测的传感器。

[0252] 尽管本公开的若干实施例已在附图中被示出,但这并不意味着本公开局限于此,因为本公开与技术将允许的范围一样广泛,并且该说明书中也应同样被解读。因此,以上描述不应被解释为限制,而仅仅是特定实施例的范例。本领域的技术人员将在所附权利要求书的范围内设想其他的改进。

[0253] 在权利要求中,置于括号之间的任何附图标记不应被解释为限制该权利要求。词语“包括”不排除在权利要求中没有列举的元件或步骤的存在。在元件之前的单词“一个(a)”或“一个(an)”不排除多个这样的元件的存在。本发明可以通过包括若干不同元件的硬

件,和/或通过适当编程的处理器来实现。在装置权利要求中列举了若干装置,这些装置中的几个可以由一个以及相同的硬件项目来体现。某些措施在相互不同的从属权利要求中被列举的单纯事实并不表示这些措施的组合不能被利用。

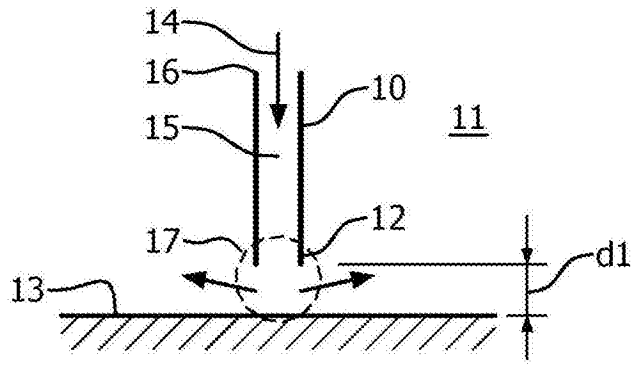


图1

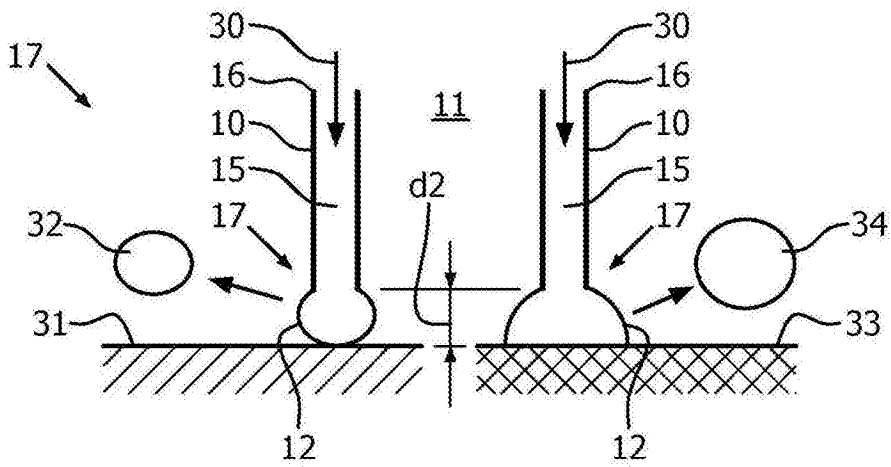


图2

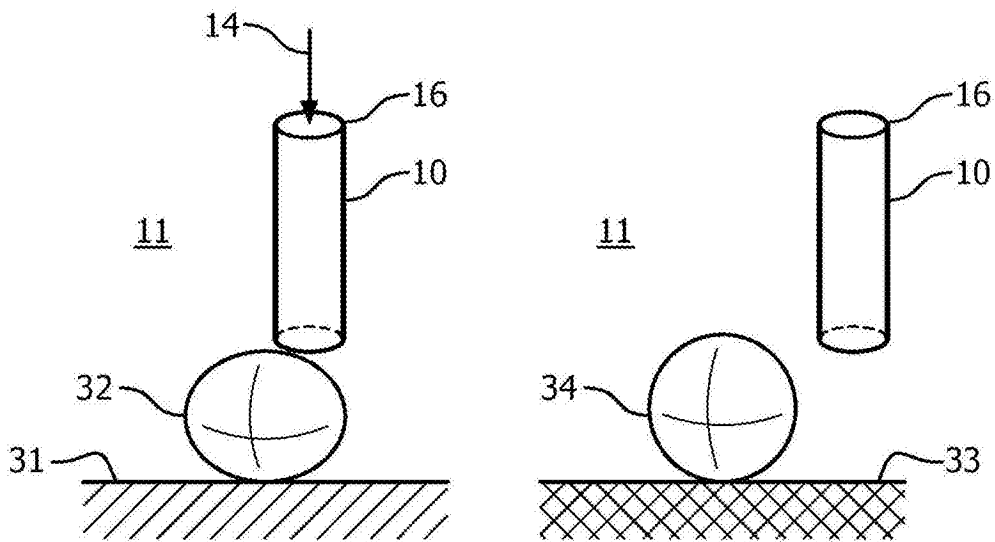


图3

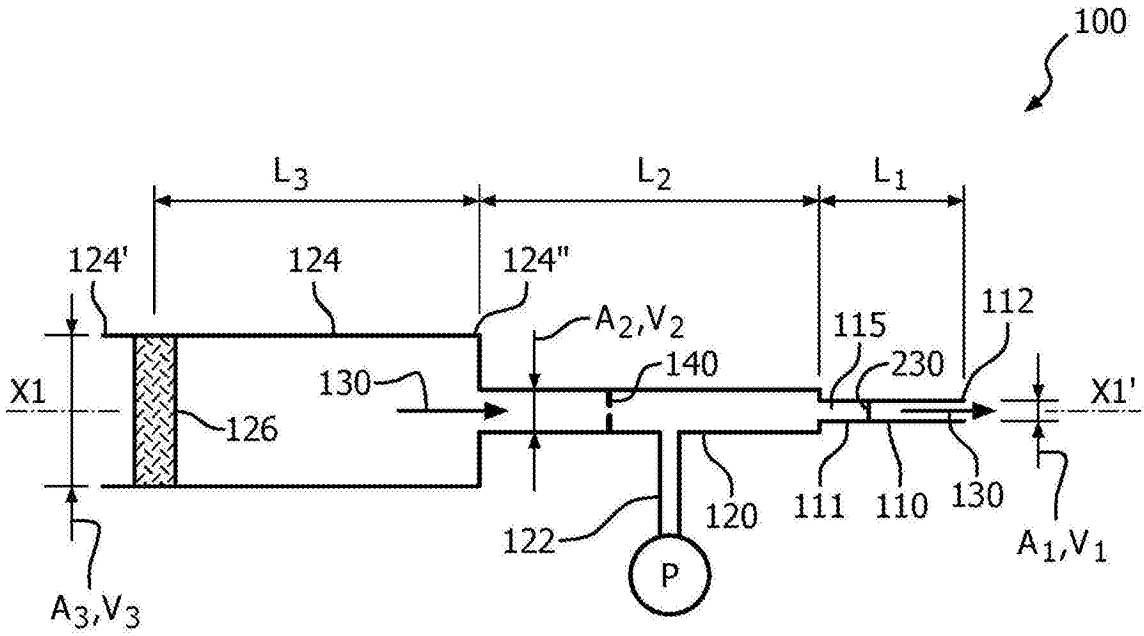


图4A

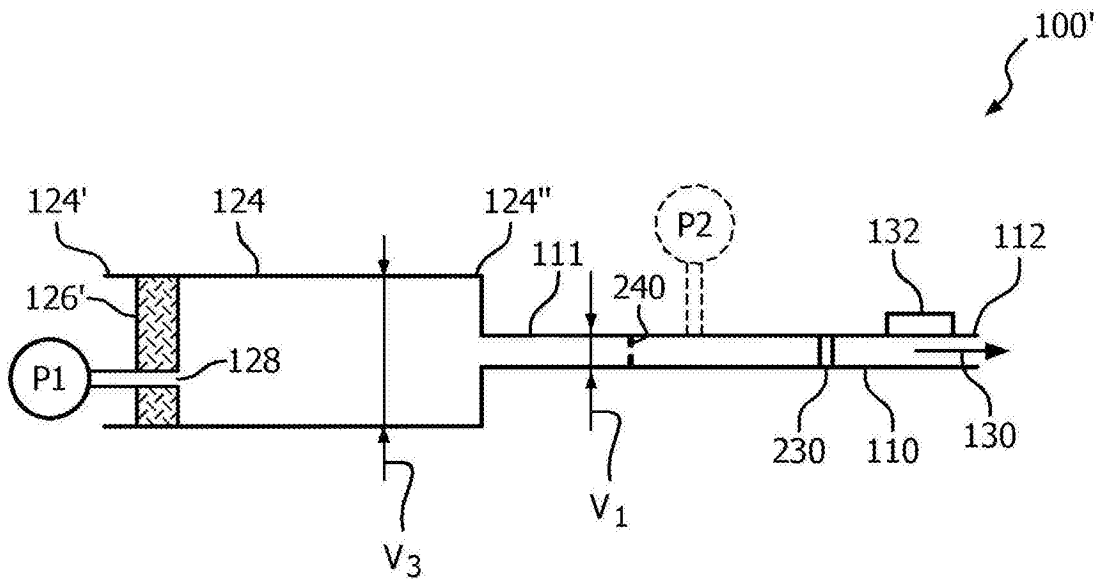


图4B

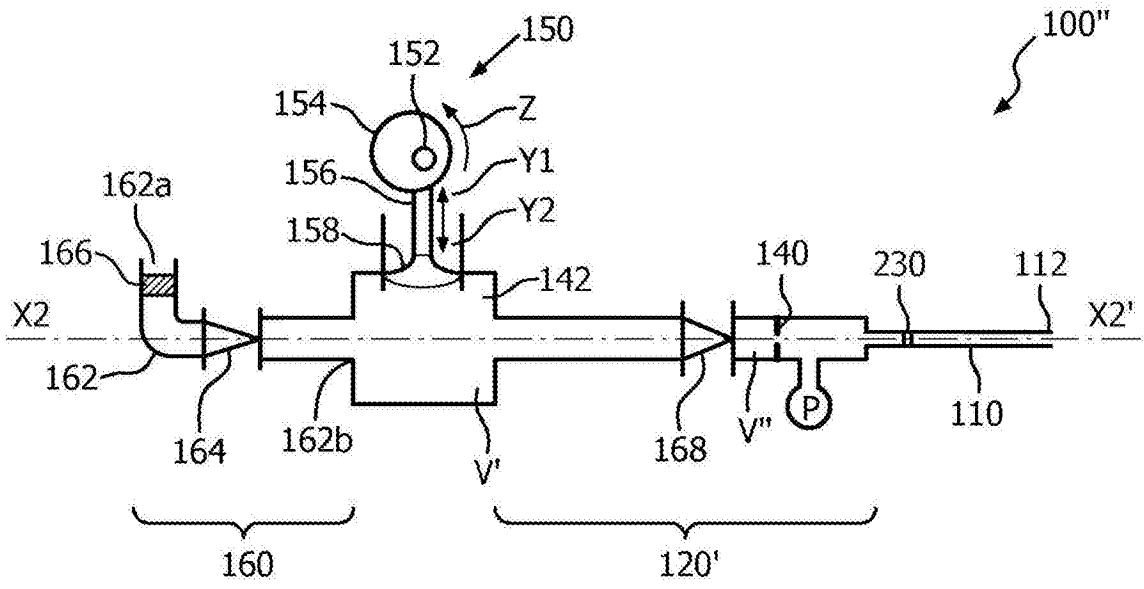


图4C

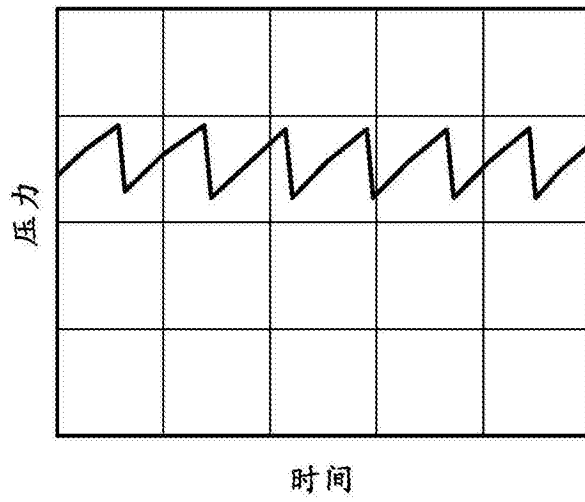


图5

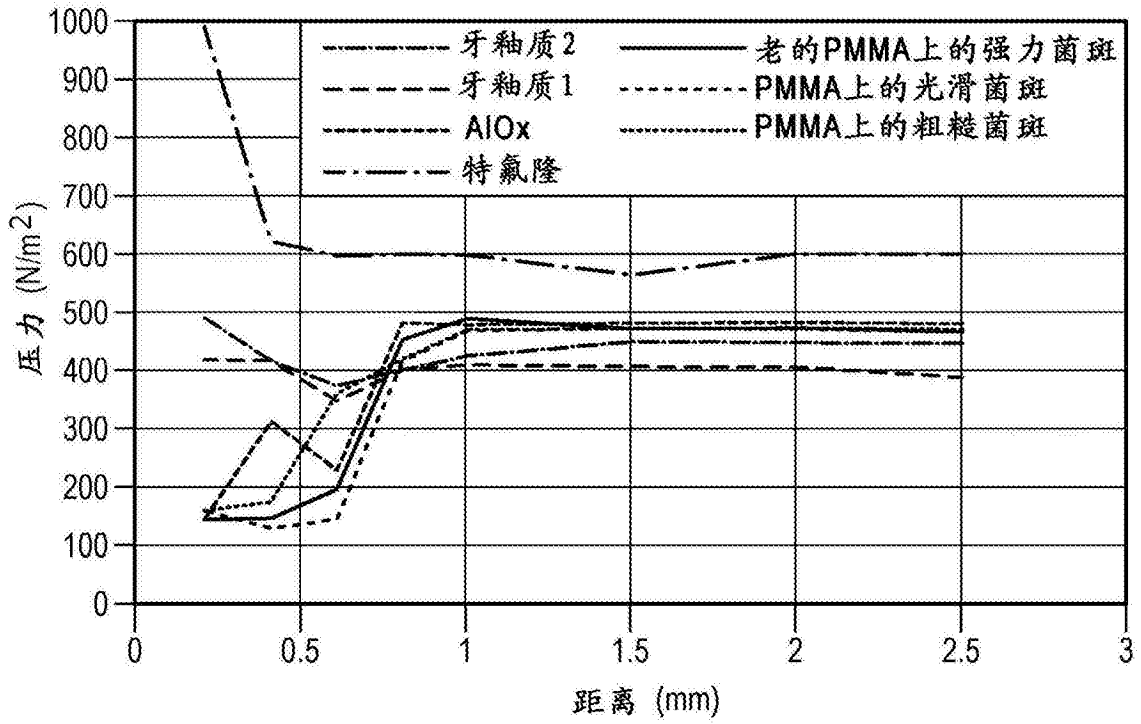


图6

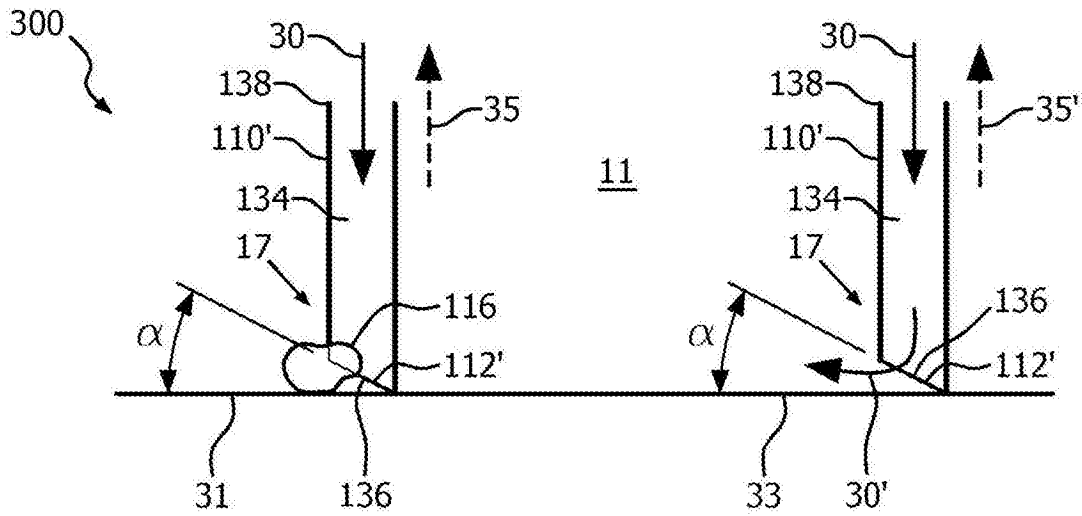


图7

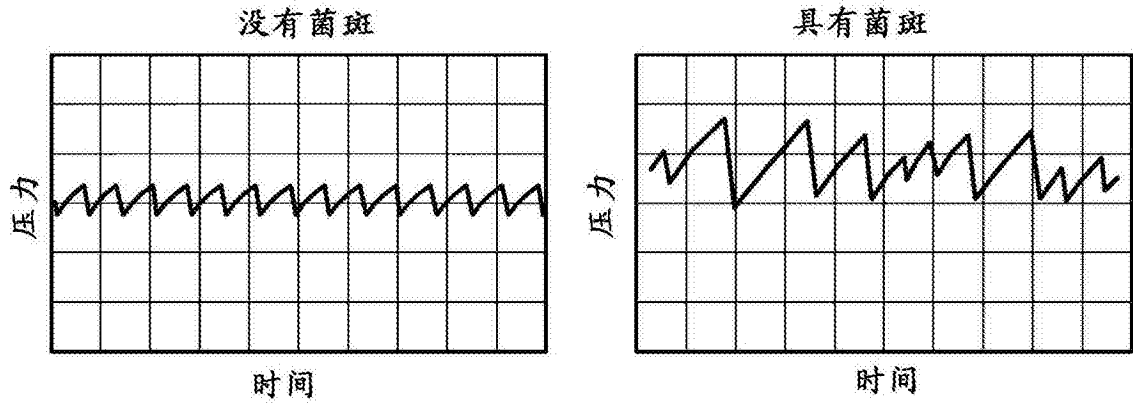


图8

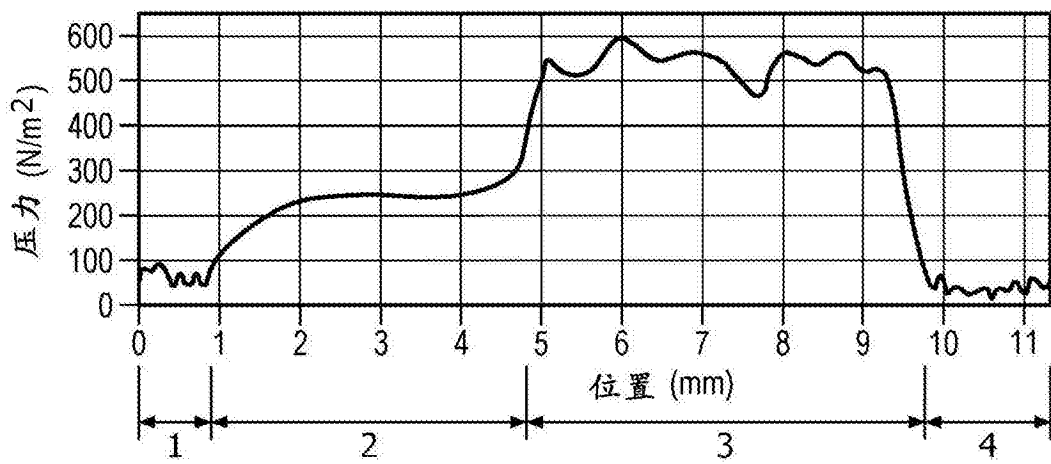


图9

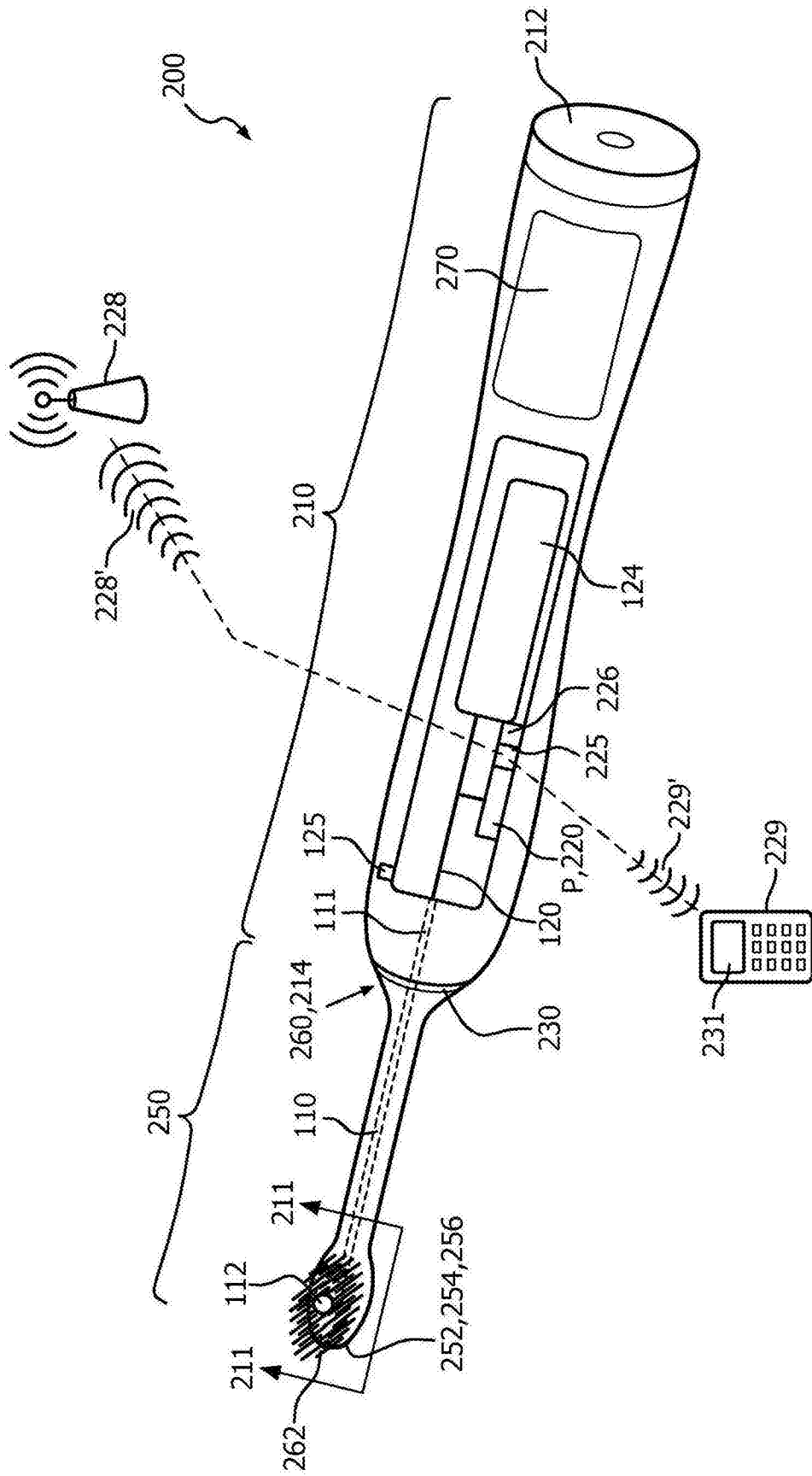


图10

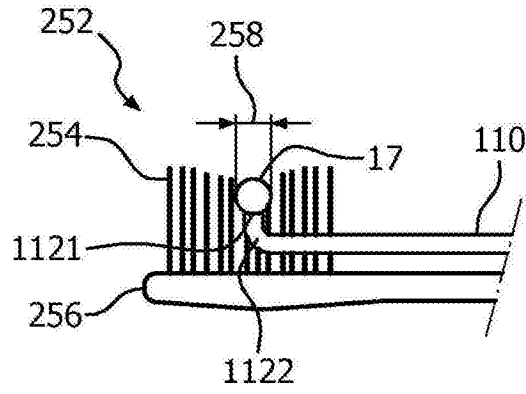


图11

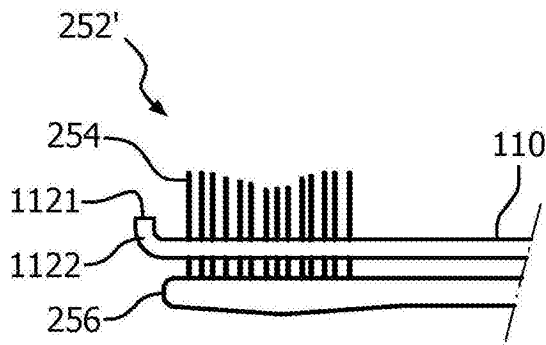


图12

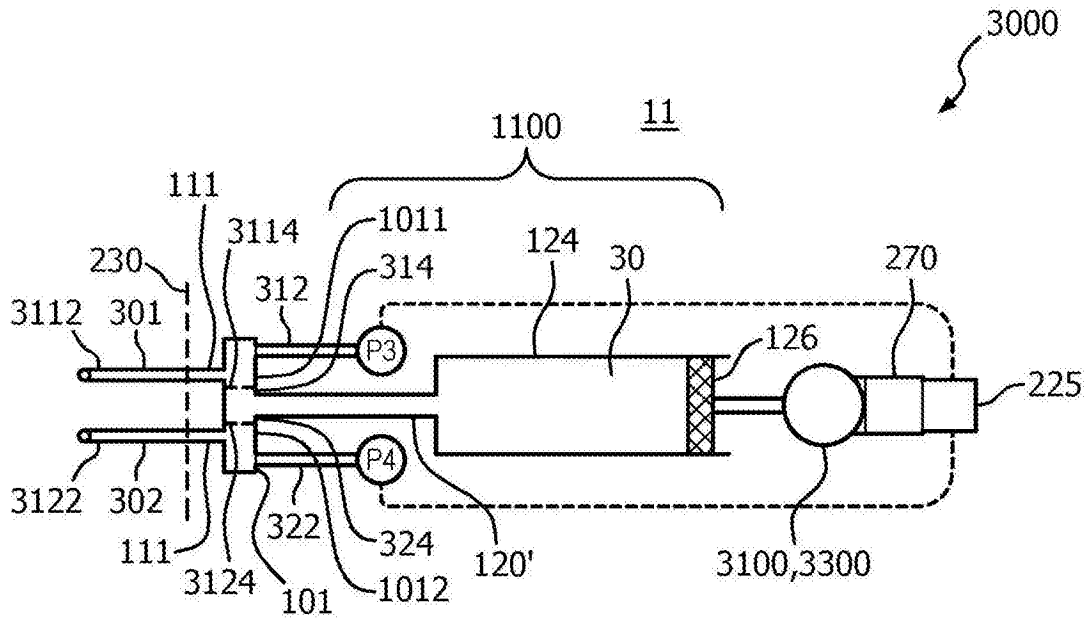


图13

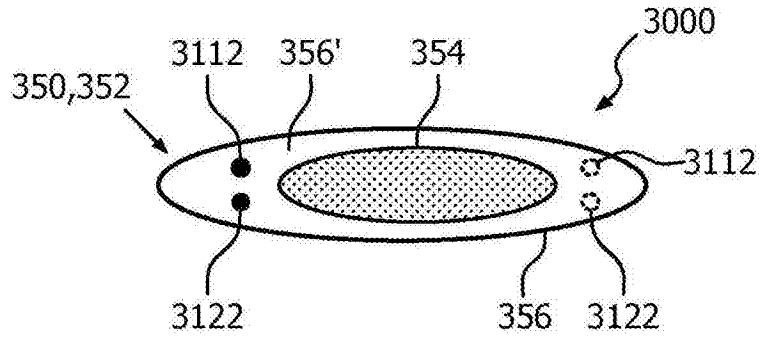


图14

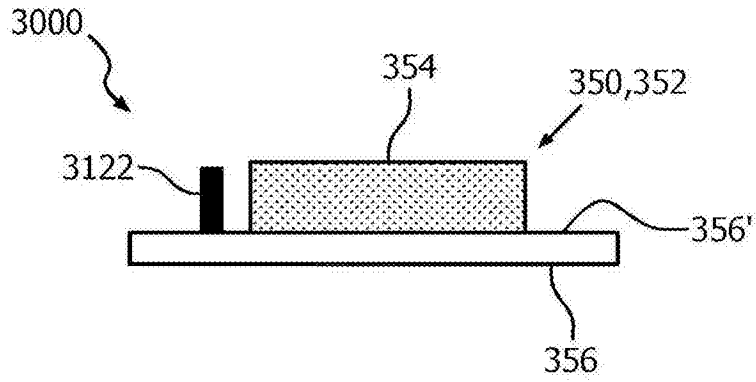


图15

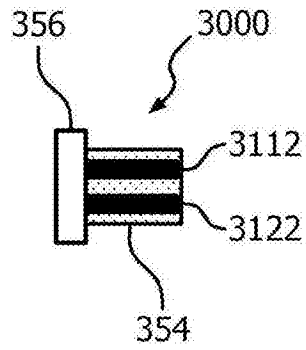


图16

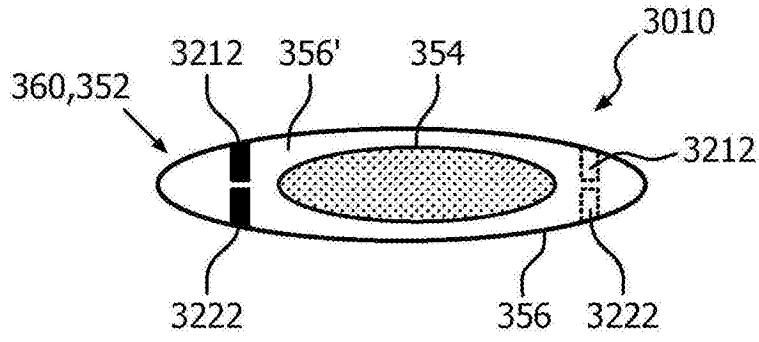


图17

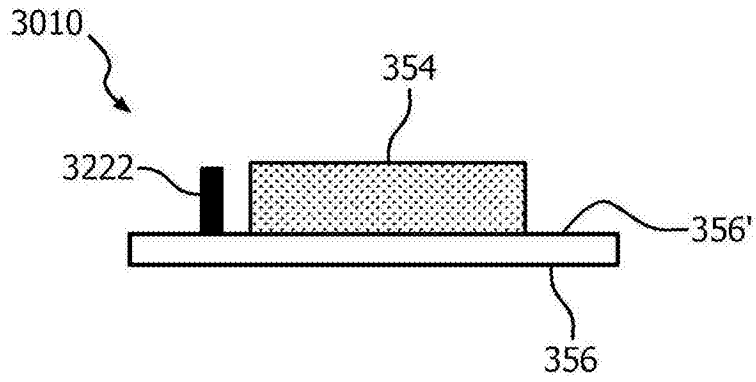


图18

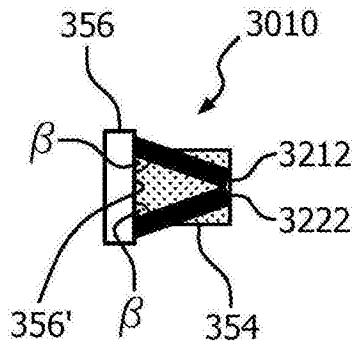


图19

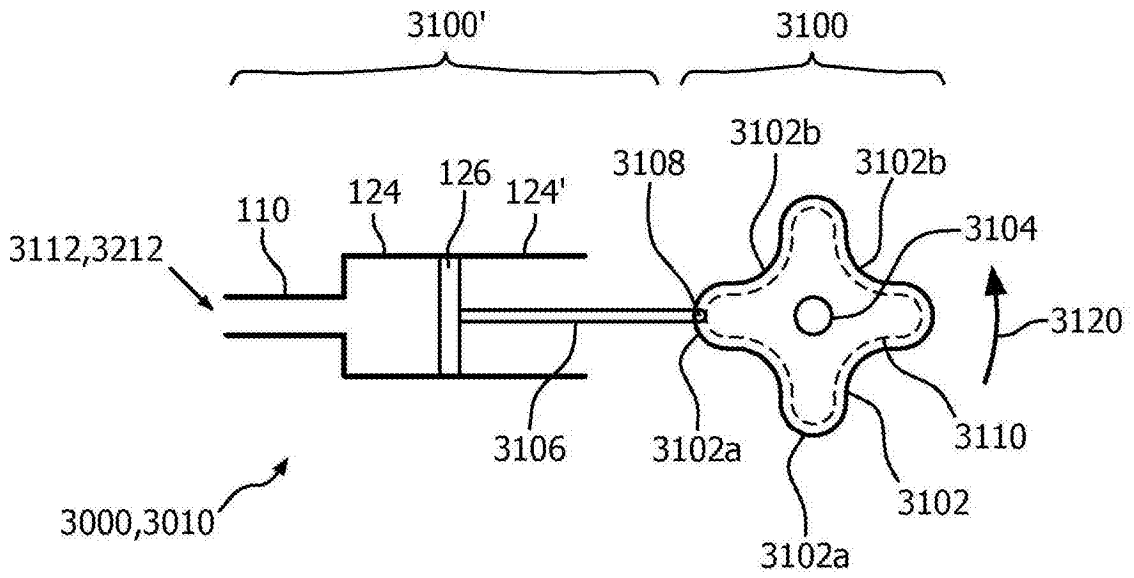


图20

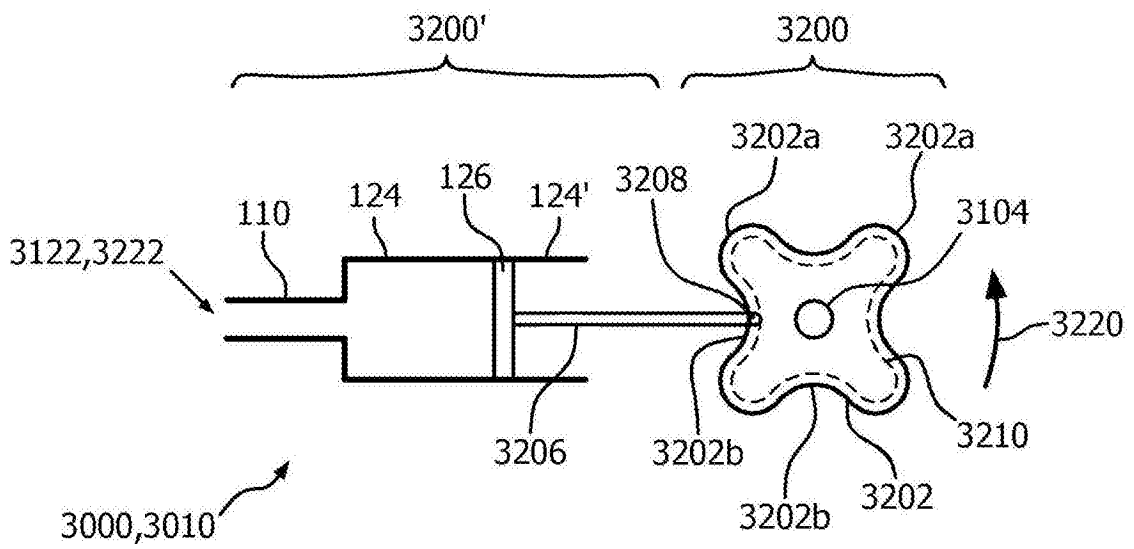


图21

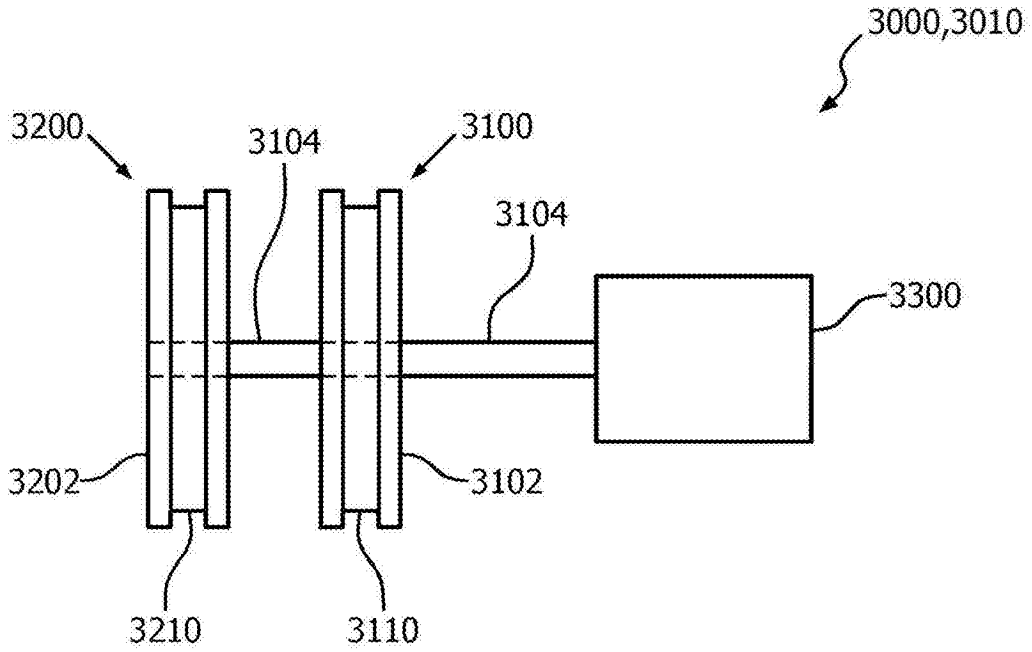


图22

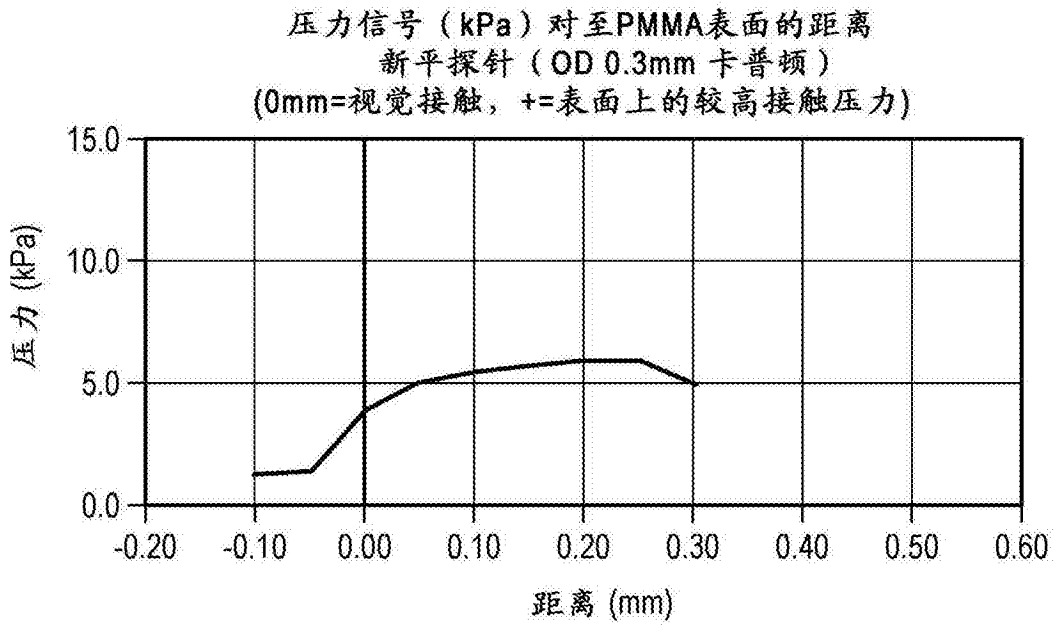


图23

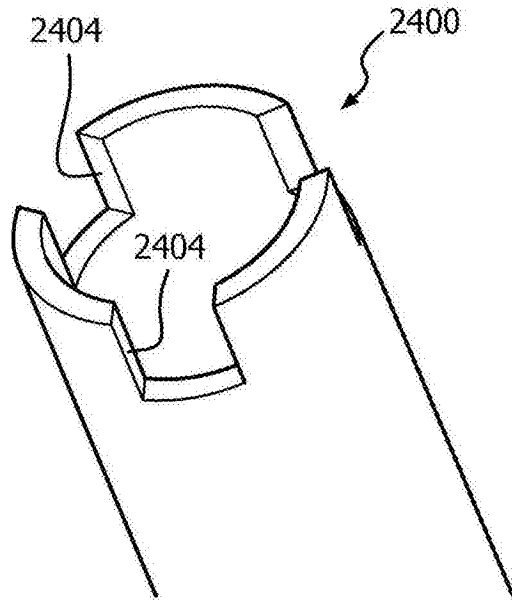


图24A

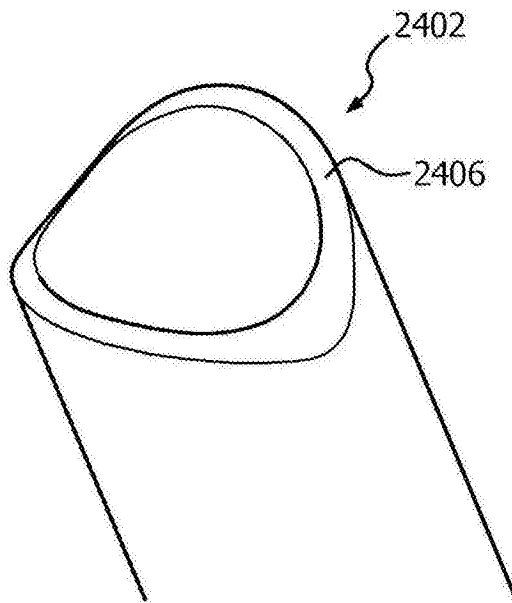


图24B

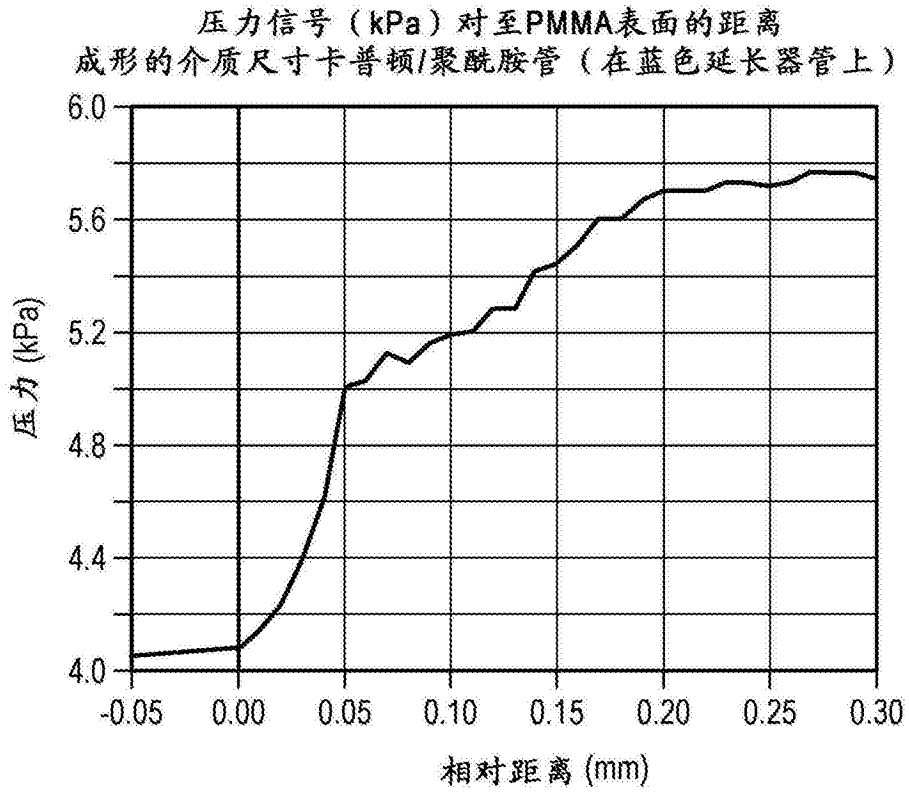


图25

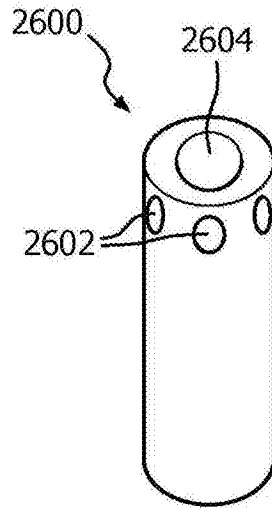


图26

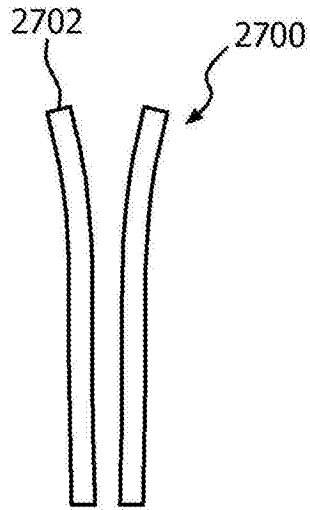


图27A

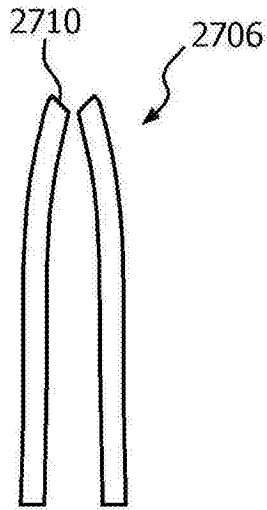


图27B

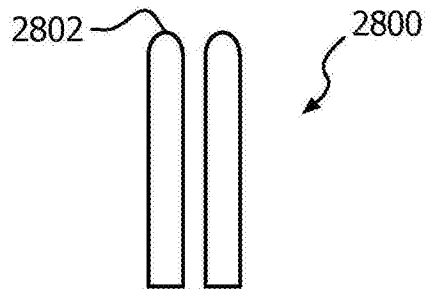


图28

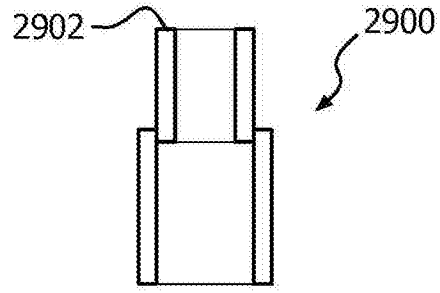


图29

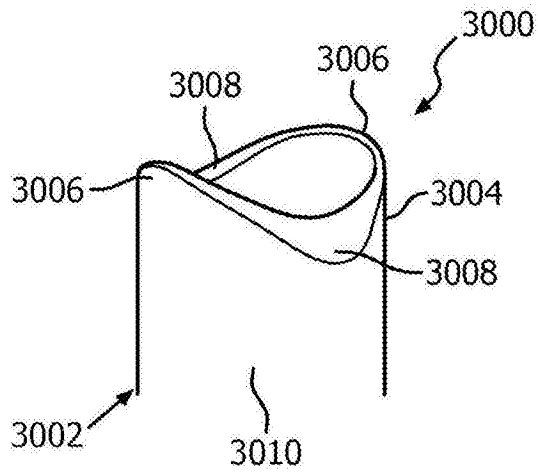


图30

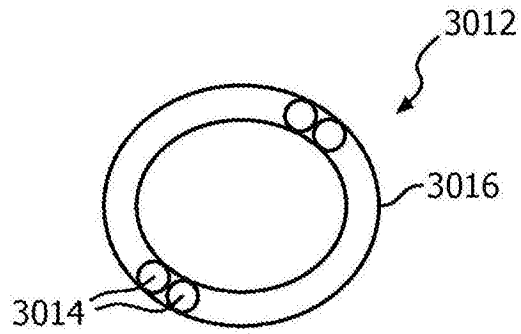


图31

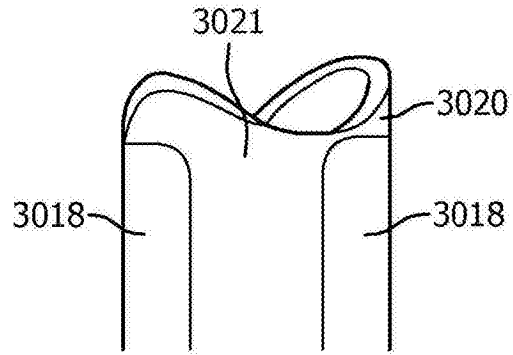


图32

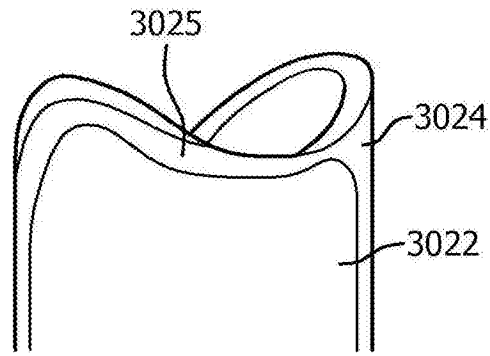


图33

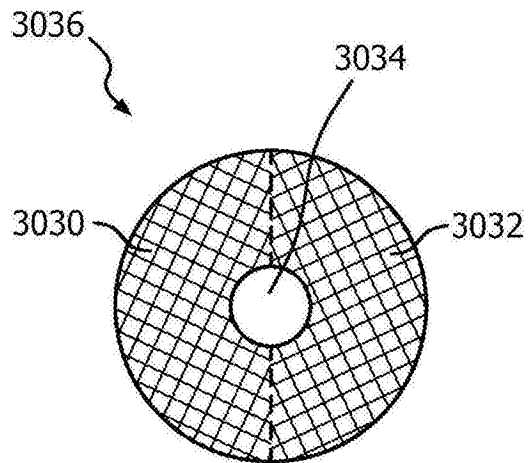


图34

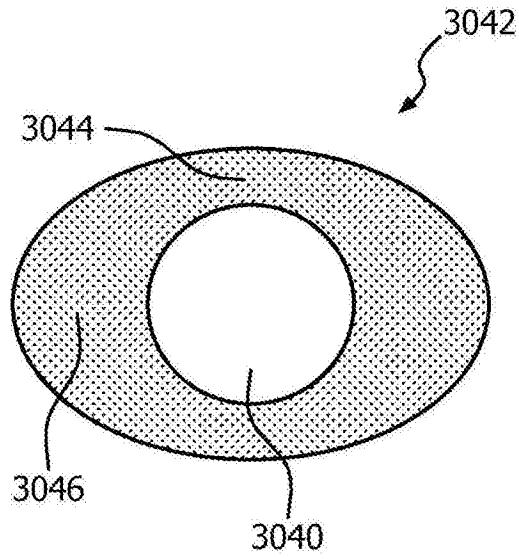


图35

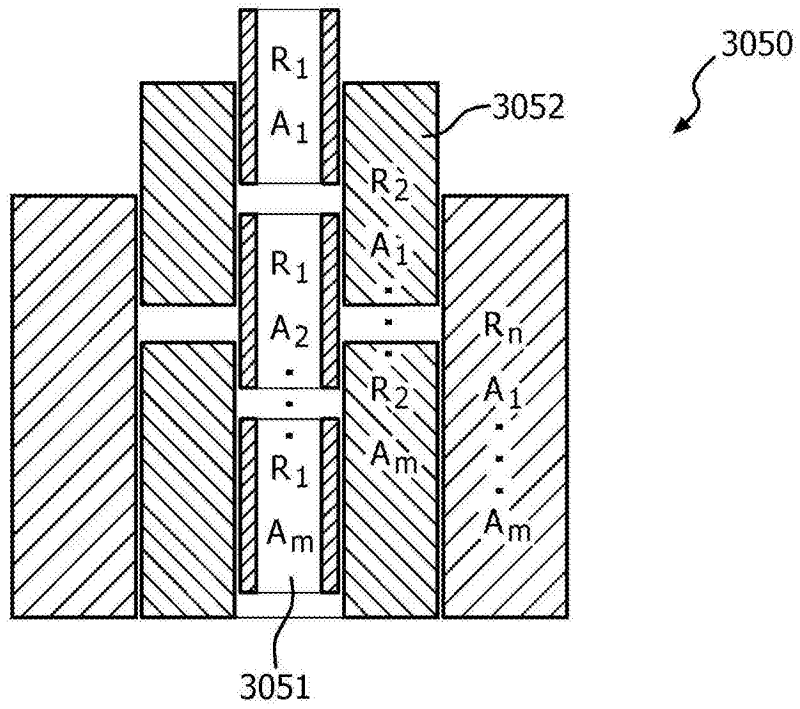


图36

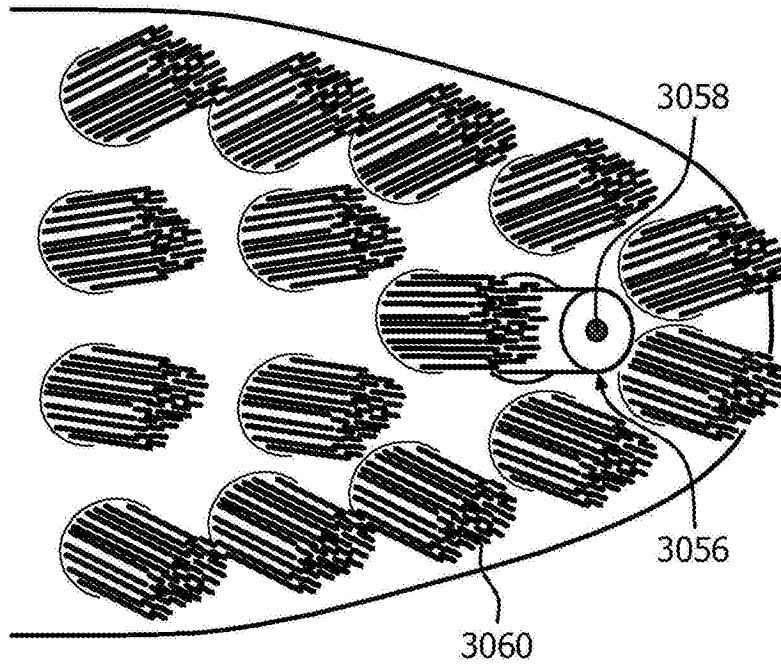


图37

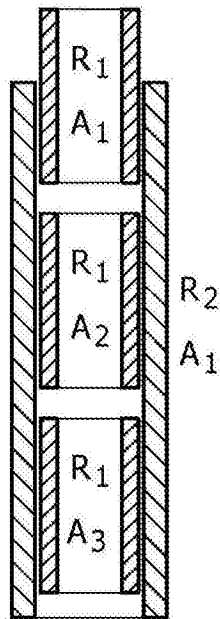


图38

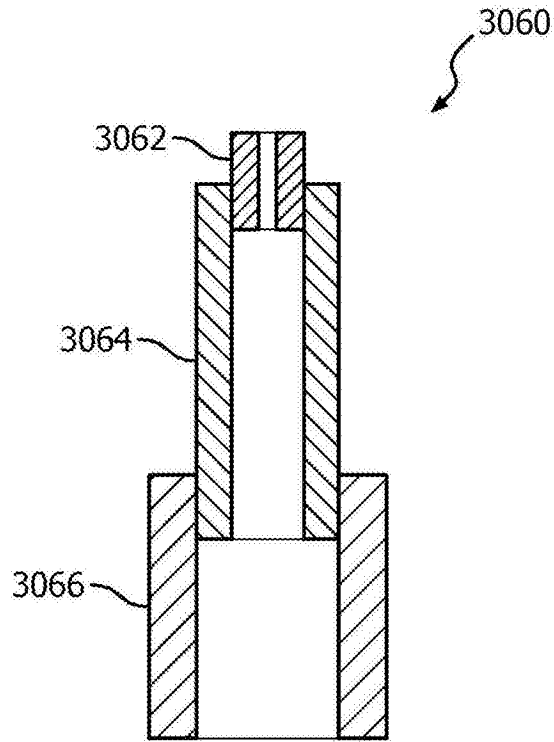


图39

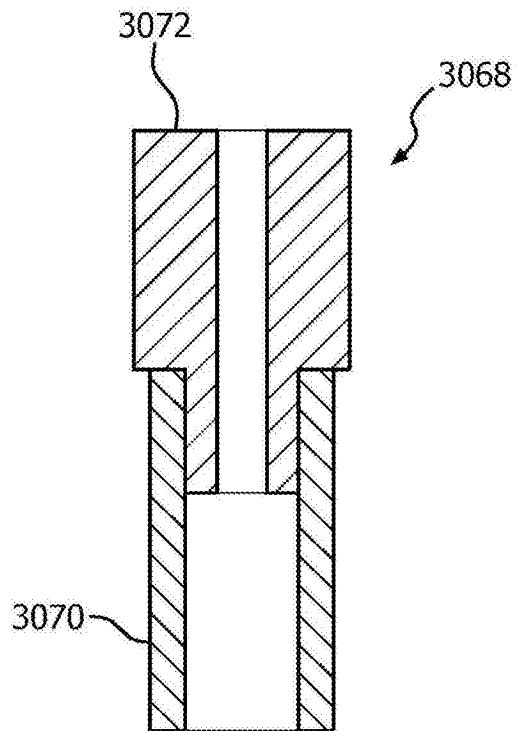


图40

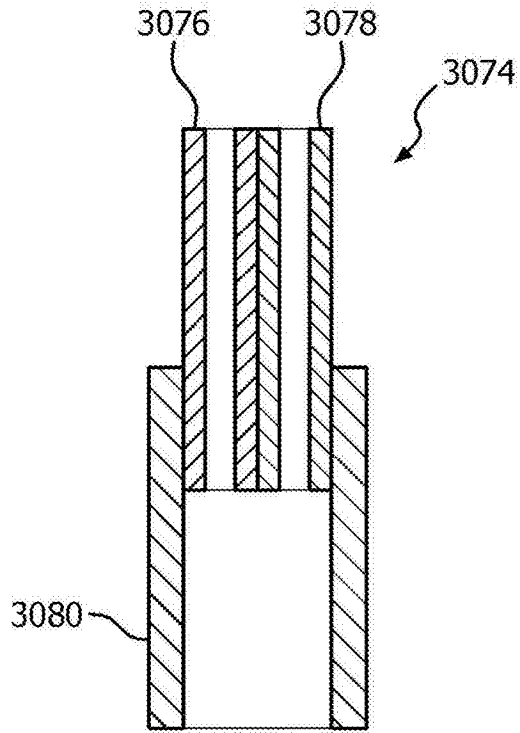


图41