



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110623765 A

(43)申请公布日 2019.12.31

(21)申请号 201910915641.2

A61C 17/20(2006.01)

(22)申请日 2013.03.15

(30)优先权数据

61/614,463 2012.03.22 US

(62)分案原申请数据

201380026396.0 2013.03.15

(71)申请人 索南多股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 B·贝格海姆 M·哈克普尔

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 王庆华

(51)Int.Cl.

A61C 17/02(2006.01)

A61C 17/028(2006.01)

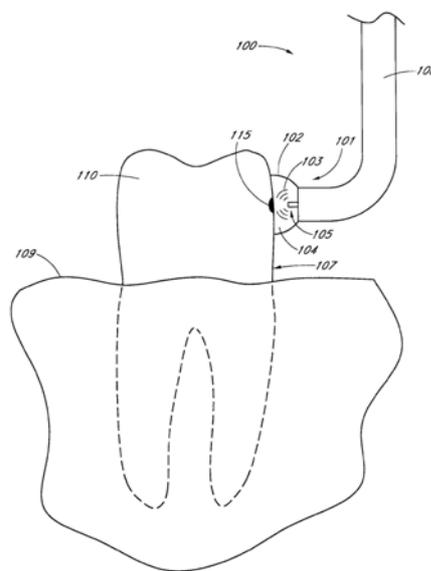
权利要求书1页 说明书29页 附图14页

(54)发明名称

用于清洁牙齿的设备和方法

(57)摘要

一种用于治疗具有龋坏区的牙齿的系统,所述系统包括流体平台,所述流体平台具有室,所述室的尺寸和形状设定成保持流体。该室可以构造成在龋坏区上方联接到牙齿。具有远侧端部的压力波发生器可以构造成定位在室内。压力波发生器可以构造成在所保持的流体中产生足以清洁龋坏区的压力波。



1. 一种用于治疗具有龋坏区的牙齿的系统,所述系统包括:
流体平台,所述流体平台具有室,所述室的尺寸和形状设定成保持流体,所述室构造成越过所述龋坏区联接并且至少部分地密封住所述牙齿的外表面;和
压力波发生器,所述压力波发生器具有远侧端部,所述远侧端部构造成定位在所述室内,并且所述压力波发生器构造成在所保持的流体中产生足以清洁所述龋坏区的压力波。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述压力波发生器构造成当所述室基本填充有流体时,在所保持的流体中产生足以清洁所述龋坏区的压力波。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述流体平台包括:帽,所述帽包括所述室;和密封件,所述密封件构造成将所述帽密封到所述牙齿。
4. 根据权利要求3所述的系统,其中,所述帽构造成联接至少两个相邻的牙齿。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述压力波发生器包括:液体射流装置、激光器、机械转子、超声变幅杆或压电振荡器。
6. 根据权利要求5所述的系统,其中,所述压力波发生器包括液体射流装置。
7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述流体平台包括出口,所述出口构造成从所述室去除废流体。
8. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述流体平台包括入口,所述入口构造成将流体输送到所述室。
9. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述流体平台包括通气孔,所述通气孔构造成至少部分地调节保持在所述室中的流体的压力。
10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述压力波发生器构造成产生具有多个频率的压力波。

用于清洁牙齿的设备和方法

[0001] 本申请是发明名称为“用于清洁牙齿的设备和方法”、国际申请日为2013年3月15日的国际申请PCT/US2013/032635进入中国国家阶段的中国发明专利申请号201380026396.0的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉参考

[0003] 本申请要求享有2012年3月22日提交的、题名为“APPARATUS AND METHODS FOR CLEANING TEETH”的美国临时专利申请No.61/614,463的优先权,该美国临时专利申请的整个内容通过参考包含于此以用于所有目的。

技术领域

[0004] 本公开总体上涉及牙科学,并且具体地,本公开涉及用于治疗一个或多个牙齿的设备、方法和组合。

背景技术

[0005] 还已知为蛀齿或龋洞的龋齿是最常见的慢性疾病中的一种。龋是一种经常通过积聚在牙齿表面上的食物残渣水解产生酸而引起的感染,其导致牙齿的硬组织(例如,牙釉质、牙本质和牙骨质)失矿质和破坏牙齿的有机质。如果失去的矿质超过因唾液或因诸如使用含钙和含氟牙膏的其它因素所补充的矿质,则这些组织会逐渐分解,产生龋齿(例如,牙齿中的洞或孔)。如果不及时治疗,则该疾病会导致疼痛、牙齿脱落和感染。在可以直接看见龋时,龋及其破坏程度可以通过诸如射线照相的成像以及通过触觉检查来检测和推断。龋可以在牙齿上的任何地方形成和发展,例如,咬合面(窝沟龋)、邻面和牙颈面(光滑面龋)、齿根面,等等。

[0006] 龋或空洞会在各个阶段中发展。例如,早期阶段的龋会是非空穴的,其中腐烂已经在牙釉质内发展,但是还没有发展到牙釉质以下而未发展到牙本质中。如果龋不再进行任何进一步地发展,则不治疗或最小的治疗会是足够的。然而,如果龋进一步发展到牙釉质中,则诸如施加密封剂和/或抗菌剂或氟化剂的治疗会是令人期望的。如果腐烂发展到牙釉质以下而发展到牙本质中但是还未发展到牙髓,则临床医生可以通过修复牙齿和施加抗菌剂和/或氟化剂来治疗牙齿。对于发展到牙髓腔中的龋而言,经常建议进行牙根管治疗术。

[0007] 龋齿通常含有细菌及其副产物、食物残渣、健康组织和腐烂组织,并且可以包括其它有机和/或无机材料。有机材料(或有机质)包括典型地在好牙或病牙或牙根管系统中找到的有机物质,所述有机物质例如是软组织、血管、神经、结缔组织、细胞物质、脓、微生物、细菌、生物膜和斑,不管它们是活的、发炎的、感染的、患病的、坏死的还是腐烂的。无机质包括经常存在于牙齿中或牙齿上的钙化组织和钙化结构、结石、牙垢,等等。

[0008] 目前的治疗技术通常包括机械地去除龋和病变组织(例如,使用牙科用圆头锉、钻孔器,等等),这样会暴露出健康的牙本质。然而,圆头锉(或其它机械仪器)不会区分病变的牙本质与健康的牙本质,并且诸如钻孔器和探测器的其它仪器会不能准确地确定应当持续钻孔的范围。这会导致不完全地去除龋或过于过分地去除健康的牙本质,这会继而减少牙

齿的寿命。

[0009] 牙齿的去除部分继而可以用固体物质填充,所述固体物质例如是复合材料、树脂、金子、陶瓷,等等,并且牙齿可以被修复。然而,该手术会不能从牙齿去除所有腐烂的材料,这会导致修复材料粘结不足,并且因此导致细菌泄漏和随后的术后并发症,例如,感染。另外,牙钻和麻醉剂的使用对于患者而言会是不舒适的。因此,可以有利的是提供用于治疗龋齿的改进的方法和设备。

发明内容

[0010] 现在将提供本公开的各种非限制方面以说明所公开的设备、方法和组合的特征。提供用于牙髓治疗的设备、方法和组合的示例。

[0011] 在一个实施例中,公开了一种用于治疗具有龋坏区的牙齿的系统。该系统可以包括流体平台,所述流体平台具有室,所述室的尺寸和形状设定成保持流体。该室可以构造成越过龋坏区联接到并且至少部分地密封住牙齿的外表面。压力波发生器可以具有远侧端部,所述远侧端部构造成定位在室内。压力波发生器可以构造成在所保持的流体中产生足以清洁龋坏区的压力波。

[0012] 在另一个实施例中,公开了一种用于治疗具有龋坏区的牙齿的方法。该方法可以包括:越过牙齿的龋坏区施加帽。该帽可以包括室。帽的至少一部分可以被密封到牙齿的外表面。该方法还可以包括:用流体至少部分地填充室。压力波发生器可以定位在室内,以便使压力波发生器的至少一部分浸入室中的流体内。压力波发生器可以在室中被启动以清洁牙齿的龋坏区。

[0013] 在又一个实施例中,公开了一种用于清洁牙齿上的龋坏区的方法。龋坏区可以位于至少部分地处于两个相邻的牙齿之间的空间中。该方法可以包括:在该空间中保持流体。该方法还可以包括:通过该空间中所保持的流体传播压力波以基本清洁龋坏区。

[0014] 在又一个实施例中,公开了一种用于清洁牙齿的龋坏区的系统。龋坏区可以位于至少部分地处于两个相邻的牙齿之间的空间中。该系统可以包括流体保持器,所述流体保持器构造成在该空间中至少部分地保持流体。该系统还可以包括压力波发生器,所述压力波发生器构造成通过该空间中所保持的流体在牙齿之间传播压力波以清洁龋坏区。

[0015] 在又一个实施例中,公开了一种用于清洁牙齿的龋坏区的方法。该方法可以包括:在牙齿的外表面上的龋坏区处或附近对着牙齿指引高速液体射流。该方法还可以包括:在龋坏区处或附近维持液体射流与牙齿接触,直到去除龋坏区的基本全部为止。

[0016] 因此,可以有利的是在维持健康组织的同时去除病变组织,从而尽可能地保护牙齿的结构完整性。本文所述的系统和方法具有这样的解决方案的各种实施例。此外,所公开的系统和方法也可以与传统技术组合。例如,在使用所公开的实施例清洁牙齿之后,圆头锉可以另外用于使空洞成形和制备空洞以用于复原。作为另一个示例,氟化物治疗或其它矿化疗法可以在使用所公开的实施例去除龋之后执行以进一步增强修复处理。

[0017] 为了总结的目的,总结了某些公开的发明的某些方面、优点和新颖特征。将应理解,可以不必根据本发明的任何特定的实施例实现所有这样的优点。因而,例如,本领域的技术人员将认识到,可以实施或执行本文公开的本发明,以便实现如本文所教导的一个优点或一组优点,而不必实现如本文可以教导的或建议的其它优点。另外,上述内容意在总结

某些公开的本发明,而意在不限本文公开的本发明的范围。

附图说明

[0018] 以下参照各种实施例的附图详细地说明清洁牙齿的设备和方法的上述和其它特征、方面和优点,附图意在示出本发明的实施例而不限制本发明的实施例的范围。附图包括以下各个视图,其中:

[0019] 图1A示出牙科系统的示意图,所述牙科系统包括能够从牙齿去除龋坏区的部件;

[0020] 图1B是图1A的牙科系统的示意性侧剖视图,其示出流体平台,所述流体平台联接治疗牙齿并且所述流体平台遮盖牙齿上的较小龋坏区;

[0021] 图2是牙科系统的示意性侧剖视图,所述牙科系统具有流体平台,所述流体平台联接治疗牙齿并且所述流体平台遮盖牙齿上的较大龋坏区;

[0022] 图3A至图3C示出在治疗龋齿的各种阶段下的牙科清洁程序;

[0023] 图4是牙科系统的示意性侧剖视图,所述牙科系统具有流体平台,所述流体平台联接治疗牙齿并且所述流体平台构造成治疗牙齿的咬合面上的龋坏区;

[0024] 图5A是牙科系统的示意性侧剖视图,所述牙科系统具有流体平台,所述流体平台联接两个相邻的牙齿并且所述流体平台构造成治疗牙齿的邻面上的龋坏区;

[0025] 图5B是沿着线5B-5B得到的图5A的系统的仰视剖视图;

[0026] 图6是牙科系统的示意性侧剖视图,所述牙科系统包括具有流体出口的流体平台;

[0027] 图7是牙科系统的示意性侧剖视图,所述牙科系统包括具有流体出口和流体入口的流体平台;

[0028] 图8是牙科系统的示意性侧剖视图,所述牙科系统包括具有流体出口、流体入口和一个或多个通气孔的流体平台;

[0029] 图9A是牙科系统的示意性侧剖视图,所述牙科系统包括流体平台,所述流体平台联接两个相邻的牙齿并且所述流体平台构造成治疗介于两个牙齿之间的龋坏区;

[0030] 图9B是沿着线9B-9B得到的图9A的系统的侧剖视图;

[0031] 图10是用于从牙齿清洁龋的一个示例性方法的流程图;

[0032] 图11A和图11B是示意性地示出可以由压力波发生器的不同实施例所产生的声功率的可能示例的图表。

[0033] 贯穿附图,附图标记可以被再使用以指示引用的元件之间的总体对应性;提供附图以示出本文说明的示例性实施例并且意在不限本公开的范围。

具体实施方式

[0034] 本公开说明了用于执行牙科手术的设备、方法和组合,所述牙科手术包括预防手术、修复手术、牙髓手术、牙周手术和其它类型的牙科手术。例如,本文公开的实施例可以用于高效地和非侵入性地从一个或多个牙齿的龋坏区去除有机和/或无机质(和/或对一个或多个牙齿的龋坏区杀菌),所述龋坏区例如是具有龋齿的牙齿的区域。牙齿的龋坏区可以在牙齿的外表面上,包括例如邻面、咬合面、颊面和/或舌面。所公开的实施例可以在不损害牙齿的健康部分的情况下从牙齿去除基本整个龋坏区,而且没有导致明显的疼痛或不适,但是传统技术经常导致明显的疼痛或不适。

[0035] I. 各种公开的实施例的概述

[0036] 图1A示出牙科系统100的示意图,所述牙科系统100包括能够从牙齿110去除龋坏区115的部件。有利地,系统100可以在不损害牙齿110的健康部分的情况下以非侵入性的方式去除龋坏区115,并且系统110可以比传统系统更加彻底地去除龋坏区115。的确,所公开的系统100可以清洁牙齿的任何适当表面上的龋坏区115,所述表面包括使用传统系统难以治疗的表面。

[0037] 系统100可以包括控制台106、手持件108、活化能出口114和流体平台101,所述流体平台101构造成联接到待治疗的牙齿110。活化能出口114可以包括压力波发生器105、流体运动源或二者。压力波发生器105可以构造成产生压力波,并且流体运动源可以构造成产生室中的流体的运动、室中的流体中的湍流、室中的治疗流体的循环和/或产生室中的流体中的其它动力。例如,活化能出口114可以构造成将新鲜的治疗液体引入到治疗部位和/或从治疗部位去除废流体。在某些实施例中,从治疗部位进出的治疗流体通过流体平台101中的一个或多个端口提供。另外地,在某些实施例中,压力波发生器105可以产生室中的流体的运动(即,也起到流体运动源的功能),如以下将进一步解释。控制台106可以借助例如各种导管113(例如,流体导管、光纤、光学反射镜和/或电线)与手持件108电力地、电磁地、光子地和/或流体地连通并且可以为手持件108供给治疗流体、电功率、控制信号,等等。例如,控制台106可以包括:流体储器;脱气系统,所述脱气系统构造成从治疗流体去除溶解的气体;泵;一个或多个传感器,所述一个或多个传感器构造成测量治疗流体的性能;混合系统;控制器,所述控制器构造成控制治疗程序的操作;和用户界面。临床医生可以与控制台106的用户界面相互作用以操作系统100和管理治疗程序。例如,临床医生可以使用控制台106控制和监测治疗程序的各种参数,例如,治疗流体至流体平台101的供给、压力波发生器105的启动以清洁牙齿110、该程序的当前状态和其它适当的参数。

[0038] 临床医生可以应用流体平台101以治疗一个或多个牙齿110。在某些实施例中,流体平台101可以是手持件108的一部分,在这种情况下临床医生可以使用手持件108将流体平台101联接到牙齿110。在其它实施例中,流体平台101可以与手持件108分离并且可以在不使用手持件108的情况下施加到牙齿110。临床医生可以使用手持件108将压力波发生器105定位在牙齿110上或附近以在治疗期间操纵流体平台101和/或压力波发生器105。压力波发生器105可以被启动以在流体平台101中、在流体平台101上或通过流体平台101产生压力波。在各种实施例中,流体平台101可以通过保持治疗流体以使其充当用于传播由压力波发生器105所产生的压力波的介质而促进清洁程序。另外,流体平台101可以包括各种部件以用于帮助抽吸、冲洗、流体平台101内的流体运动和/或在治疗之前、治疗期间和/或治疗之后的流体混合。

[0039] 如本文参照所公开的实施例所解释的,所公开的系统100可以由此构造成从牙齿110去除龋坏区115的基本全部,不管上面形成有龋坏区115的表面如何。有利地,清洁程序可以在不损害健康牙齿物质的情况下并且在不另外伤害患者的情况下非侵入性地去除龋坏区115。为去除龋而使用的压力波发生器105和流体平台101可以在不机械地(或另外地)探测牙齿表面的情况下有利地允许临床医生治疗龋,如果健康的牙本质或牙齿110的其它部分被损害,则会伤害牙齿110。

[0040] 另外地,所公开的实施例可以使临床医生能够检测到另外会难以发现的龋。例如,

如果在特定的牙齿110中(例如,在邻面或咬合面上)龋的存在是令人怀疑的,并不被明确地识别出,则传统技术经常涉及使用侵入性工具和程序以在治疗牙齿之前确认龋的存在。在本文公开的实施例中,系统100(例如,流体平台101)可以施加到牙齿110并且可以在不需要使用任何侵入性仪器的情况下在早期阶段去除龋。例如,如果牙齿110的一区域被怀疑为包括龋,则流体平台101可以施加到牙齿110以从牙齿110去除甚至未检测的和/或未确认的龋。

[0041] 此外,可以非侵入性地执行对非空穴的龋和空穴的龋二者的清洁和杀菌。虽然非空穴的龋可以使用传统牙科技术不经受治疗或经受最小治疗,但是本文公开的实施例可以阻止或减慢非空穴的龋发展成更大程度的腐烂,帮助维持牙齿110的健康。此外,本文公开的实施例可以在不去除基本任何健康的牙本质的情况下对空穴的龋清洁和杀菌。该技术的轻柔动作可以在没有损害牙本质薄壁而暴露出牙髓的风险或具有破坏牙本质薄壁而暴露出牙髓的最低风险的情况下清洁牙髓附近的较深空洞。所公开的实施例也可以在不需去除健康的和可挽救的牙釉质的情况下清洁牙釉质下面的腐烂的牙本质和龋,例如,所公开的压力波发生器可以产生压力波,所述压力波可以通过牙釉质中的已存在的孔传播以清洁牙釉质下面。

[0042] 压力波发生器和流体平台的各种细节可以在2007年4月19日提交的、题为“APPARATUS AND METHODS FOR TREATING ROOT CANALS OF TEETH”的美国专利申请No.11/737,710,其于2007年10月25日公布为美国专利申请No.2007/0248932;2010年11月12日提交的、题为“LIQUID JET APPARATUS AND METHODS FOR DENTAL TREATMENTS”的美国专利申请No.12/945,791,其于2011年5月19日公布为美国专利申请No.US 2011/0117517;2011年10月21日提交的、题为“APPARATUS, METHODS, AND COMPOSITIONS FOR ENDODONTIC TREATMENTS”的美国专利申请No.13/279,199,其于2012年9月20日公布为美国专利申请No.2012/0237893;2013年2月21日提交的、题为“APPARATUS AND METHODS FOR SEALING TEETH”的美国临时专利申请No.61/767,746;和2012年3月22日提交的、题为“APPARATUS AND METHODS FOR CLEANING TEETH”的美国临时专利申请No.61/614,463中找到,以上申请中的每个都通过参考包含于此以用于所有目的。

[0043] II. 公开的系统的示例性特征

[0044] A. 流体平台的示例

[0045] 如本文所解释的,各种流体平台可以用于从一个或多个牙齿清洁龋坏区。本文说明了这样的流体平台101的各种部件。应注意到,本文所公开的流体平台101的部件通常可应用于和适用于本文所公开的每个实施例,例如,图1A至图10的实施例。本公开应当不解释为将流体平台101的特定特征限制到本文公开的任何特定的实施例。

[0046] 在某些实施例中,流体平台101可以用于将治疗液体维持在基本封闭的容积中,例如,帽的室。为保持一定量的治疗流体而创造的大致密封的容积可以能够有利地清洁龋。在某些布置中,流体平台101可以包括用于增强抽吸、冲洗、运动、循环和混合的部件。在某些实施方案中,流体平台101可以包括以下元件或特征(以及以上所公开的元件或特征)中的某些或全部的实施例,所述实施例意在阐明而不限制本公开的范围。可以适于供本文公开的实施例使用的流体平台101的额外细节可以例如在2012年9月20日公布的美国专利申请No.US 2012/0237893的[0005]、[0041]至[0049]、[0058]至[0086]以及各种其它部分中

找到,该美国专利申请通过参考包含于此以用于所有目的。

[0047] 1. 流体保持器或帽

[0048] 流体平台101可以包括流体保持器、限流器或帽以在龋坏区115和手持件108之间维持大致密封的液体连接,以便提供其中可以操作压力波发生器105的流体本体。在某些实施例中,帽可以联接到手持件108的远侧部分或与其成一体地形成。在另一个实施例中,帽可以是与手持件108分离的件,并且可以机械地和/或磁性地联接到手持件108的远侧部分。帽可以包括或限定室,所述室构造成在帽中保持治疗流体。在某些布置中,已密封的帽可以指引通过手持件108进入封闭的容积或室的基本全部液体以使其也通过手持件108离开。液体可以通过流体入口被引入到室中,所述流体入口联接到手持件108或布置在手持件108中或上。废治疗液体可以借助流体出口通过帽移除而进一步流入手持件108中。

[0049] 在一个实施例中,帽与手持件108(例如,通过入口和/或出口)之间的路径可以包括可渗透材料,液体可以通过所述可渗透材料流动。另外,在密封帽与牙齿110之间所产生的连接可以是灵活性的,以便使该连接可以在维持液体连接的同时容纳手持件108相对于室的运动。在利用手持件108的某些布置中,对于操作员而言压力会是足够低的,以便使操作员在该程序期间在不使用过大的力来产生可靠密封的情况下舒适地施加帽。在某些实施例中,手持件108可以不是手持式的,在这种情况下手持件108可以在没有过大的夹持力或保持力的情况下操作。可以贯穿该程序使用帽,并且该帽可以构造成耐得住化学品暴露(例如,在该程序期间所引入的冲洗剂)。

[0050] 在某些实施例中,帽可以由柔性材料形成。例如,帽可以由弹性材料形成以将手持件108适当地密封到牙齿110。在某些布置中,帽可以包括海绵。帽可以例如包括聚乙烯泡沫、聚乙烯、聚乙烯醇(PVA)、纤维素泡沫、硅酮泡沫,等等。在其它实施例中,帽可以包括硅酮、弹性体、橡胶、乳胶,等等。在一个实施例中,选择具有基本较小的声学阻尼的材料。通过允许仅有最低的声学阻尼或没有声学阻尼,帽可以不使在该治疗程序期间所产生的压力波衰减。在又一些其它实施例中,帽可以由具有不同的弹性和/或坚实度的一种或多种材料制成。将应当理解,依据正治疗的牙齿110(例如,臼齿、门齿、犬齿,等等)或龋坏区115在牙齿110上的位置(例如,在邻面、咬合面、舌面、颊面,等等),帽可以具有不同的形状。

[0051] 可以适于供本文公开的实施例使用的流体保持器、限流器或帽的额外细节可以例如在2011年5月19日公布的美国专利申请No.US 2011/0117517的图1[0052]至[0053]、[0115]至[0117]以及各种其它部分;2012年9月20日公布的美国专利申请No.US 2012/0237893的图1[0040]至[0043]、[0170]至[0171]、[0293]至[0299]、[0316]至[0319]以及各种其它部分;和2013年2月21日提交的、题为“APPARATUS AND METHODS FOR SEALING TEETH”的美国临时专利申请No.61/767,746的图1和所附公开内容中找到,所述美国专利申请中的每个都通过参考包含于此以用于所有目的。

[0052] 2. 用于增强抽吸和冲洗的部件

[0053] 某些流体平台101可以包括在治疗程序之前、期间和/或之后增强抽吸和冲洗的各种部件。在某些实施例中,治疗液体可以经由流体入口进入帽的室,所述流体入口例如是治疗液体流入导管。流体入口可以穿过手持件108或沿着手持件108经过。在某些实施例中,在稳态操作下,进入封闭的容积的液体的量可以与通过流体出口离开封闭的容积的液体的量

基本相同。当临床医生开始将流体供给到封闭的容积时,更多的流体将进入封闭的容积。如上所述,在某些实施例中,流体入口可以通过泵驱动,所述泵可以通过控制台106控制。此外,在某些实施例中,例如在采用液体射流装置的实施例中,流体入口可以与压力波发生器105相同。可以适于供本文公开的实施例使用的流体入口的额外细节可以例如在2012年9月20日公布的美国专利申请No.US 2012/0237893的¶¶[0075]至[0078]以及各种其它部分中找到,该美国专利申请通过参考包含于此以用于所有目的。

[0054] 如上所述,本文所公开的流体平台101也可以具有流体出口,例如,流出导管,以便在程序期间将液体从室的封闭的容积转移出来。在某些实施例中,废治疗液体可以允许直接溢漏到患者的嘴部中。然而,在其它实施例中,废治疗液体(以及已去除的材料和副产气体)可以通过流体出口转移,所述废治疗液体可以穿过手持件108或沿着手持件108经过。如本文所解释的,流体出口可以是主动的或被动的。就被动的流体出口而言,废治疗液体可以由于毛细力、重力或因为在封闭的容积或室中所产生的少量过压而通过流体出口运动。就主动泵送的流体出口而言,废液体可以使用泵、抽吸机或其它通过出口抽出液体的装置而转移。在一个示例中,在牙科诊所中流体出口连接到抽吸系统和/或真空管路。可以适于供本文公开的实施例使用的流体出口的额外细节可以在例如2012年9月20日公布的美国专利申请No.US 2012/0237893的¶¶[0079]至[0081]以及各种其它部分中找到,该美国专利申请通过参考包含于此以用于所有目的。

[0055] 如本文所解释的,流体平台101还可以包括一个或多个通气孔以调节治疗流体的压力。在某些布置中,通气孔可以例如沿着废物管路或流体出口布置在手持件108的部分中。通气孔可以采取可渗透或半渗透的材料(例如,海绵)、开口、气孔或孔等的形式,可以适于供本文公开的实施例使用的通气孔的额外细节可以在例如2012年9月20日公布的美国专利申请No.US 2012/0237893的¶¶[0071]至[0073]、[0082]至[0086]、[0177]至[0194]以及各种其它部分中找到,该美国专利申请通过参考包含于此以用于所有目的。

[0056] B. 手持件

[0057] 本文所公开的系统还可以包括手持件108,例如,本文参照图1A至图9B所公开的手持件。手持件108可以构造成将流体平台101(例如,流体保持器或帽)施加到牙齿110和相对于龋坏区115定位压力波发生器105。在所公开的实施例中,手持件108可以用于随着手持件108将流体平台101与牙齿110接合而产生基本闭合的液体回路。当手持件108将流体平台101联接到牙齿110时,手持件108可以在帽的室内形成封闭的容积。治疗液体可以借助手持件108中的管腔或管转移进出封闭的容积。

[0058] 另外,手持件108可以为操作员或临床医生提供在程序期间保持的手持式装置。例如,手持件108可以包括人性化的把柄和用于抓住的人性化的形状。临床医生可以操纵手持件108以将流体平台101和/或压力波发生器105准确地定位在牙齿110上或附近的期望的位置处。另外,手持件108可以允许临床医生在程序期间使流体平台101和压力波发生器105运动或转动,从而将压力波发生器105相对于龋坏区115布置在期望的位置处。或者,手持件108也可以为操作员提供夹持牙齿110或附装到牙齿110的装置,以便使手持件108在程序期间不需要大量的用户干预。手持件108可以是一次性的(例如,单次使用的)或手持件108可以是可重复使用的。在一个实施例中,手持件108是一次性的,但是压力波发生器105是可重

复使用的。手持件108可以由任何适当的材料形成。在某些实施例中,手持件108可以由塑性材料形成。在其它实施例中,手持件108可以由金属形成。可以供本文公开的实施例使用的手持件的额外细节可以在例如2012年9月20日公布的美国专利申请No.US 2012/0237893的 ¶¶ [0107]、[0138]至[0142]、[0156]至[0161]以及各种其它部分中找到,该美国专利申请通过参考包含于此以用于所有目的。

[0059] C. 密封材料

[0060] 本文所公开的密封剂或密封材料可以构造成临时地填充在牙齿110或不能被流体平台101接近的区域之间的空间以帮助封闭龋坏区115。因此,密封材料可以用于帮助保持流体平台101(例如,帽)中的流体,所述流体可以使用压力波改进龋坏区115的清洁。例如,牙齿密封件可以帮助产生围绕龋坏区115的封闭的容积。密封剂可以构造成流入空间中,所述空间例如为相邻的牙齿之间的空隙,并且密封剂可以构造成在治疗期间凝固和/或变硬以保持其形状。另外,密封材料可以在使用之后容易从牙齿110去除或拉动。在某些布置中,密封材料可以使用诸如牙科用圆头锉、外科手术刀等工具容易被重塑。例如,在各种实施例中,密封材料的形状可以被设定成(例如,被摊平)以支撑平坦的联接面(例如,垫片、一个或多个支撑磁体,等等)。手持件108可以联接到联接面,并且压力波发生器105(例如,液体射流装置)可以延伸通过联接面中的孔,以便使压力波发生器105的远侧部分布置在治疗部位附近。使用用于接合手持件108的密封材料或附装介质的额外细节可以在2013年2月21日提交的、题为“APPARATUS AND METHODS FOR SEALING TEETH”的美国临时专利申请No.61/767,746的图1和所附说明书中找到,该美国临时专利申请通过参考包含于此。

[0061] 密封材料可以是任何适当的密封剂。例如,密封材料可以是基本半柔性的材料,其可以在小于约30秒的时间内凝固或变硬。密封材料可以是能够密封牙齿110但也可以从牙齿110容易去除的任何适当的材料。适当的密封材料的示例可以包括硅酮、印模材料、咬合记录材料,等等。在某些实施例中,例如,密封材料可以包括3M Imprint™ Bite、由Coltène **Whaledent®**所提供的Jet Blue Bite、由DMG America提供的LuxaBite咬合记录材料、Alpha-Dam™ LC Gingival Dam Material或任何其它适当的密封剂。然而,在其它实施例中,可以不使用牙齿密封件。

[0062] D. 压力波发生器

[0063] 如本文所解释的,所公开的压力波发生器105构造成产生具有足以清洁牙齿110的龋坏区115的能量的压力波,例如,以便从牙齿110去除腐烂的组织。压力波发生器105可以是将一种形式的能量转化成治疗液体内的压力波的装置。压力波发生器105可以除了其它现象以外还引起治疗液体(例如,在室中)的流体动态运动、流体循环、湍流和其它可以能够清洁牙齿的情况。在图1A至图9B中公开的压力波发生器可以是任何适当类型的压力波发生器。

[0064] 压力波发生器105可以用于清洁牙齿表面(例如,用于治疗龋)以去除龋齿,等等。如本文所解释的,压力波发生器105产生压力波,所述压力波通过流体平台101(例如,帽)的室中的治疗液体传播。在某些实施方案中,如本文所解释的,压力波发生器105还可以产生空穴、声流、湍流,等等。在各种实施例中,压力波发生器105可以产生压力波或声能,所述压力波或声能具有宽带功率谱。例如,压力波发生器105可以产生在多个不同的频率下的声

波,多个不同的频率是与仅一个频率或较少的频率相对的。在不受理论限制的情况下,应认为,产生的多个频率下的功率可以帮助去除在各种频率下具有不同的材料或物理特征的各种类型的有机材料和/或无机材料。

[0065] 压力波发生器105(例如,高速液体射流、超声波换能器、激光光纤等)可以相对于牙齿110放置在期望的位置处,从而在室的封闭的容积内的液体中产生压力波以清洁龋坏区115,如本文所述的。在各种实施例中,压力波发生器105可以联接到或附装到手持件108和/或流体平台101的帽或其它部件的部分。压力波发生器105的部分,例如压力波发生器105的远侧部分,可以浸入室中的治疗流体中。例如,压力波发生器105可以布置在由帽的室围绕龋坏区115所形成的封闭的区域内。压力波发生器105可以设置成紧密地接近龋坏区115。在某些布置中,临床医生可以使用手持件108操纵压力波发生器105以使其相对于牙齿110的龋坏区115位于期望的位置和/或角度处。在某些实施方案中,对于由压力波发生器105所发射的给定量的能量而言,压力波可以对清洁和杀菌产生增大的效果。用于压力波发生器105的能量可以定位在任何适当的位置中。例如,为压力波发生器105提供能量的能源可以位于手持件108的外部、手持件108的内部、与手持件108成一体,等等。

[0066] 例如,在某些实施例中,压力波发生器105可以包括液体射流装置。液体射流可以通过使高压液体穿过孔口而产生。液体射流可以在治疗液体中产生压力波。在某些实施例中,压力波发生器105包括连贯的、准直的液体射流。液体射流可以与封闭的容积(例如,帽的室)中的液体和/或撞击面相互作用以产生压力波。另外,射流与治疗流体的相互作用和/或喷雾与治疗流体的相互作用可以引起空穴和/或产生声能以清洁牙齿。

[0067] 在各种实施例中,压力波发生器105可以包括定位构件(例如,导向管),所述定位构件具有通道或管腔,液体射流可以沿着所述通道或管腔传播或通过所述通道或管腔传播。定位构件的远侧端部部分可以包括撞击面,液体射流撞击在所述撞击面上而偏转成多个射流或喷雾。定位构件的远侧端部部分可以包括一个或多个开口,所述一个或多个开口允许已偏转的液体离开定位构件而与牙齿中的周围环境相互作用。在某些治疗方法中,布置在定位构件的远侧端部部分处或附近的开口可以浸入液体中,所述液体可以被封装在流体平台101中,所述流体平台101被附装到或封装牙齿110的部分。在某些实施例中,液体射流可以穿过导向管并且可以冲击撞击面。在某些实施方案中,射流对撞击面的冲击可以产生压力波。在某些实施例中,液体射流可以直接冲击牙齿110以清洁龋坏区115。包括液体射流装置的的压力波发生器的额外细节可以至少在2011年5月19日公布的美国专利申请No. US 2011/0117517的 ¶¶ [0045]至[0050]、[0054]至[0077]以及各种其它部分和2012年9月20日公布的美国专利申请No. US 2012/0237893的 ¶¶ [0136]至[0142]以及各种其它部分中找到,所述美国专利申请中的每个都通过参考包含于此以用于所有目的。

[0068] 在某些实施例中,除了所公开的压力波发生器以外,或代替所公开的压力波发生器,高速液体射流装置可以用作压力波发生器并且可以构造成清洁龋坏区115。在某些方面中,液体射流装置可以在流体平台不联接到牙齿110的情况下使用。例如,在某些实施例中,液体射流可以在龋坏区115处或附近被指引到牙齿上。液体射流可以在基本去除龋坏区115(例如,龋、病变的牙本质、细菌等)之前一直维持与牙齿接触。在某些实施例中,可以设置流动断流器,其可以构造成仅当针对治疗部位指引射流时启动液体射流装置。例如,流动断流

器可以构造为安全装置以防止在治疗之前启动射流,从而保护临床医生和/或患者以防与射流意外接触。在某些实施例中,依据龋和腐烂的程度和位置,可以在约0.1分钟至约20分钟的范围内的时间段上针对牙齿维持液体射流以去除龋坏区115。例如,在某些实施例中,可以在约0.1分钟至约5分钟的范围内的时间段上针对牙齿维持液体射流以去除龋坏区115。此外,在某些实施例中,可以在射流中使用各种治疗溶液,例如,NaOCl、EDTA、氟化物治疗液、脱气液体、水、洗必泰,等等。

[0069] 如本文所解释的,射流针对牙齿的水动力冲击、声空穴、振动、压力波和/或其它声学现象可以单独地或组合地起作用以从牙齿110基本去除龋坏区115,而留下未受影响的且未受伤害的健康牙本质和牙釉质。例如,射流的各种参数可以被调节以形成具有在不损害健康牙本质或牙釉质的情况下足以去除龋坏区115的能量的射流。作为示例,在某些实施例中,液体射流的压力可以低于或等于约15000psi。尤其,在某些布置中,液体射流的压力可以在约10000psi至约15,000psi的范围内。在各种实施例中,液体射流的压力可以在约8000psi至约10000psi的范围内。另外,在某些实施例中,能够在不损害健康牙齿物质的情况下去除龋坏区115的射流可以通过使加压液体穿过直径小于或等于约100微米的喷嘴而形成,例如,在某些实施例中,具有在约40微米至约70微米的范围内的直径的喷嘴。在各种实施例中,喷嘴可以具有在约55微米至约65微米的范围内的直径。此外,在各种实施例中,液体射流可以在稳态下发射或可以是脉动的。例如,在某些实施例中,射流可以脉动以增强龋坏区115的去除。例如,在某些实施例中,液体射流可以在约1Hz至约1000Hz的范围内的频率下脉动。

[0070] 在某些实施例中,液体射流可以是连贯的、准直的射流。在其它实施例中,例如,当射流在冲击牙齿110之前(例如,在射流变成雾之前)一直维持足以清洁牙齿110的高速和能量时,液体射流可以不是连贯的、准直的射流。适于供所公开的实施例使用的液体射流装置的各种示例在美国专利No.6,224,378;美国专利No.6,497,572;和2010年11月12日提交的、题为“LIQUID JET APPARATUS AND METHODS FOR DENTAL TREATMENTS”的美国专利申请No.12/945,791,其于2011年5月19日公布为美国专利申请No.US 2011/0117517中说明,所述美国专利申请中的每个的全部内容都由此通过参考包含于此,从而形成本说明书的一部分。

[0071] 如已经说明的,压力波发生器105可以是将一种形式的能量转化成治疗流体内的压力波的任何物理装置或现象。许多不同类型的压力波发生器105(或压力波发生器的组合)可供本文公开的系统和方法的实施例使用。

[0072] (i) 机械能

[0073] 压力波发生器105可以包括液体射流装置,如上所解释的。机械能压力波发生器105还可以包括旋转物体,例如,微型推进器、偏心限制的旋转气缸、穿孔的旋转盘,等等。这些类型的压力波发生器105还可以包括振动的、振荡的或脉动的物体,例如经由压电效应、磁致伸缩等产生压力波的声波降解装置。在某些压力波发生器105中,传递到压电式转换器的电能可以在治疗流体中产生压力波。在某些情况下,压电式转换器可以用于产生具有超声频率的声波。

[0074] (ii) 电磁能

[0075] 辐射的电磁波束(例如,激光束)可以将能量传播到室中,并且电磁波束能量可以

随着进入治疗流体而转化成压力波。在某些实施例中,激光束可以作为准直的且连贯的光束被指引到室或空间中。准直的激光束可以足以随着激光束输送能量到流体而产生压力波。此外,在各种实施例中,激光束可以使用一个或多个透镜或其它对焦装置而对焦以在治疗流体中的位置处集中光能。所集中的能量可以转化成足以清洁龋坏区的压力波。在一个实施例中,激光束或电磁源的波长可以选择为可被室中的治疗流体(例如,水)和/或被治疗流体中的添加剂(例如,纳米粒子等)高度吸收。例如,电磁能中的至少某些可以被室中的流体(例如,水)吸收,这可以产生局部加热和在流体中传播的压力波。由电磁波束产生的压力波可以在流体中产生光诱发效应或光声空穴效应。来自辐射源(例如,激光器)的电磁辐射可以通过光学波导管(例如,光纤)传播到室,并且在波导管的远侧端部(例如,光纤的成型尖端,例如,圆锥形尖端)处分散到流体中。在其它实施方案中,辐射可以通过束扫描系统被指引到室。

[0076] 电磁能的波长可以在被水分子强烈吸收的范围内。波长可以在从约300nm至约3000nm的范围内。在某些实施例中,波长在从约400nm至约700nm的范围内、在约700nm至约1000nm的范围内(例如,790nm、810nm、940nm或980nm)、在从约1微米至约3微米的范围内(例如,约2.7微米或2.9微米)或在从约3微米至约30微米的范围内(例如,9.4微米或10.6微米)。电磁能可以具有紫外光波长、可见光波长、近红外光波长、中红外光波长、微波波长或更长的波长。

[0077] 电磁能可以例如在从约1Hz至约500kHz的范围内的重复率下(例如,经由脉冲激光器)脉动或调制。脉冲能量可以在从约1mJ至约1000mJ的范围内。脉冲宽度可以在从约1 μ s至约500 μ s的范围内、在约1ms至约500ms的范围内或在某些其它范围内。在某些情况下,纳秒脉冲激光器可以与在从约100ns至约500ns的范围内的脉冲率一起使用。以上是辐射参数的非限制性示例,并且可以在其它实施例中使用其它重复率、脉冲宽度、脉冲能量,等等。

[0078] 激光器可以包括二极管激光器、固态激光器、光纤激光器、Er:YAG激光器、Er:YSGG激光器、Er,Cr:YAG激光器、Er,Cr:YSGG激光器、Ho:YAG激光器、Nd:YAG激光器、CTE:YAG激光器、CO₂激光器或Ti:蓝宝石激光器中的一个或多个。在其它实施例中,电磁辐射源可以包括一个或多个发光二极管(LED)。电磁辐射可以用于在治疗流体内激发纳米粒子(例如,吸收光的金纳米棒或纳米壳),这可以提高流体中的光诱发的空穴的效率。治疗流体可以包括兴奋性官能团(例如,羟基官能团),所述兴奋性官能团会易被电磁辐射激发并且所述兴奋性官能团可以提高压力波产生(例如,由于增加的辐射吸收)的效率。在某些治疗期间,可以使用具有第一波长(例如,被诸如水的液体强烈吸收的波长)的辐射,随后使用具有不等于第一波长的第二波长的辐射(例如,被水较不强烈吸收的波长)。例如,在某些这样的治疗中,第一波长可以帮助在流体中产生气泡,并且第二波长可以帮助破坏组织。

[0079] 电磁能可以在治疗时间上施加到室,所述治疗时间可以在从约一秒至几秒直到约一分钟或更久的范围内。治疗手术可以包括电磁能施加到牙齿的一个至十个(或更多)个循环。流体平台101可以用于在治疗过程期间使流体在室中循环,这会有利地禁止加热牙齿110(否则会导致患者不适)。流体平台101可以包括流体平台101(例如,流体保持器或帽)以辅助将流体保持在室中。流体平台101可以禁止流体飞溅回来,所述飞溅回来会在某些脉冲激光器治疗期间由于液压自喷射而发生。通过流体平台101导致的治疗流体(例如,具有组织溶解剂的水)的循环可以带来新鲜的组织治疗流体和有机质,以及从治疗部位冲刷出溶

解材料。在使用电磁辐射的某些治疗中,治疗流体的循环可以提高清洁的有效性(如与少量或没有流体循环的治疗相比)。

[0080] 在某些实施方案中,电磁能可以添加到其它压力波产生形态。例如,电磁能可以输送到室,其中机械能压力波发生器(例如,液体射流)用于产生声波。

[0081] (iii) 声能

[0082] 声能(例如,超声波)可以由传递到超声波换能器或超声波尖端(或锉或针)的电能产生,所述声能在治疗流体中产生压力波。超声波换能器可以包括压电晶体,所述压电晶体响应于电信号或磁致伸缩元件而物理振荡,所述压电晶体将电磁能转化成机械能。换能器可以布置在治疗流体中,例如,布置在室内的流体中。如本文参照图11A至图11B所解释的,供本文公开的实施例使用的超声波装置优选地是宽带和/或多频装置。例如,与图11B中所示的传统超声波换能器的功率谱不同,供所公开的实施例使用的超声波装置优选地具有与图11A的功率谱的宽带特征类似的宽带特征(液体射流装置的声功率)。

[0083] (iv) 某些压力波发生器的其它特性

[0084] 压力波发生器105可以相对于牙齿110放置在期望的位置处。压力波发生器105在室(例如,流体平台101的室)内部的流体内产生压力波(压力波的产生可以或不产生或导致空穴)。压力波贯穿室内部的流体传播,室中的流体用作压力波的传播介质。压力波还可以通过牙齿材料(例如,牙本质)传播。虽然不要求,但是应认为,由于施加充分的高强度的压力波,会发生声空穴。空穴气泡的崩溃可以诱发、导致或涉及到本文说明的多个处理,例如,声化学、组织分解、组织层离、声孔效应和/或钙化结构去除。在某些实施例中,压力波发生器105可以构造成使得压力波(和/或空穴)基本不损害牙齿110中的天然牙本质。可以在上述处理中的一个或多个中涉及到由自身或另外由空穴所导致的压力波场。

[0085] 在某些实施方案中,压力波发生器105产生主要空穴,所述主要空穴产生压力波,所述压力波继而会导致次要空穴。次要空穴会弱于主要空穴并且可以是非惯性空穴。在其它实施方案中,压力波发生器105直接产生压力波,所述压力波会导致次要空穴。

[0086] 可以适于供本文公开的实施例使用的压力波发生器的额外细节可以例如在2012年9月20日公布的美国专利申请No. US 2012/0237893的¶¶[0191]至[0217]以及各种其它部分中找到,该美国专利申请通过参考包含于此以用于所有目的。

[0087] III. 非空穴和空穴的龋的治疗

[0088] 图1B是牙科系统100的示意性侧剖视图,所述牙科系统100具有流体平台101,所述流体平台101联接到治疗牙齿110和遮盖牙齿110上的较小龋坏区115或接近牙齿110上的较小龋坏区115定位。图1B中所示的龋坏区115可以包括非空穴的龋,例如,在所述非空穴的龋中腐烂已经在牙釉质内发展,但是还没有发展到牙釉质以下而未发展到牙本质中。图1B的龋坏区115可以形成在牙齿110的侧表面107中,所述侧表面107例如是牙齿110的颊面或舌面,如图1B中所示。在所示的实施例中,龋坏区115可以在牙齿110的牙龈线109上方形成在侧表面107上。

[0089] 系统100可以包括:手持件108;流体保持器或帽102,其构造成越过龋坏区115附装到牙齿110;和压力波发生器105。手持件108可以设置成帮助临床医生将帽102定位和联接到牙齿110。例如,临床医生可以操纵手持件108,以便使帽102越过龋坏区115布置和/或封闭龋坏区115。此外,手持件108可以被临床医生用于相对于龋坏区115定位帽102和压力波

发生器105,以便使压力波发生器105能够产生足以清洁龋坏区115的声能。例如,临床医生可以使用手持件108定位帽102,以便使压力波发生器105的远侧部分适当地与牙齿110的龋坏区115间隔开和/或相对于牙齿110的龋坏区115倾斜。例如,临床医生为了各种治疗原因会想要能够将压力波发生器105定位在离龋坏区115特定的距离处和/或相对于龋坏区115成特定的角度,以便实现理想的治疗结果。另外,如本文所解释的,手持件108也可以在某些布置中包括各种流入和流出导管以允许适当的治疗流体和/或废流体转移进出帽102。

[0090] 帽102可以例如在手持件108的远侧部分处联接到手持件108或与手持件108成一体地形成。帽102的尺寸和形状可以设定成当帽102附装或联接到牙齿110时保持帽102的室104中的流体。在各种实施例中,流体平台101的室104可以在牙齿110的治疗期间至少部分地用液体填充。在某些实施例中,例如,室104可以在治疗期间基本用液体填充。例如,室104可以填充了室104的容积的约30%以上、室104的容积的约50%以上、室104的容积的约60%以上、室104的容积的约75%以上、室104的容积的约90%以上、室104的容积的约100%,等等。帽102可以构造成维持牙齿110的龋坏区115与手持件108之间的密封的液体连接。例如,帽102可以使用粘合剂或密封剂(在图1B中未示出)附装到牙齿110。粘合剂或密封剂可以用于将帽102联接到牙齿110和/或用于在牙齿110(例如,龋坏区115)与手持件108之间提供液体密封。在以下将说明的各种实施例中,治疗流体可以通过一个或多个入口从手持件108引入到帽102的室104。在某些实施例中,当压力波发生器105是液体射流时,例如,压力波发生器105可以将液体引入室104中。在又一些其它实施例中,可以设置单独的流体导引器以将流体引入室104中。在帽102与牙齿110之间所产生的连接可以是柔性的,以便使帽102与牙齿110之间的界面可以在维持密封连接的同时容纳手持件108相对于室104的运动。例如,帽102与牙齿110之间的密封连接可以允许临床医生相对于牙齿110的龋坏区115适当地定位压力波发生器105的远侧部分。帽70可以由足够耐用的可生物相容的物质形成,例如,金属或塑料。

[0091] 压力波发生器105可以联接到帽102,并且压力波发生器105的至少一部分可以布置在室104中。例如,压力波发生器105的远侧部分可以布置在室104中。压力波发生器105可以在帽102的室104内被启动以使用所产生的声波103清洁龋坏区115。在某些实施例中,压力波发生器105的远侧端部部分可以浸入室104内的流体中。在其它实施例中,压力波发生器105的远侧端部部分可以布置在室104中的流体之外。

[0092] 在某些实施例中,压力波发生器105可以在室104中的液体内产生声波或压力波103。压力波103可以贯穿由室104和帽102所形成的封闭的容积内的液体传播,所述液体可以被密封或附装到牙齿110。在不受理论限制的情况下,虽然不要求,但是应认为,通过施加充分高强度的压力波103,会发生声空穴。空穴气泡的崩溃可以诱发、导致或涉及到多个处理,例如,声化学、组织分解、组织层离、声孔效应,等等。可以在上述处理中的一个或多个中涉及到由自身所导致的压力波场。在某些布置中,压力波的产生可以或不产生或导致空穴。

[0093] 压力波发生器105可以是任何适当的压力波发生器。例如,在某些实施例中,压力波发生器105可以包括液体射流装置。尤其,可以通过在导向管的邻近部分附近的孔口形成连贯的、准直的液体射流。在某些布置中,射流可以穿过导向管的通道并且可以冲击撞击面。射流对撞击面的冲击可以产生图1B中所示的压力波103。在某些实施例中,压力波103可

以通过至少部分地或基本上填充帽102的室104的流体传播。压力波103可以与牙齿的龋坏区115相互作用以基本去除腐烂的牙齿物质,例如,龋。在某些实施例中,至少部分地或基本上填充室104的液体可以是脱气液体,所述脱气液体可以在某些治疗中改进空穴和减少龋内存在的气泡。在其它实施例中,图1B的压力波发生器105可以包括机械压力波发生器、超声波发生器、电磁压力波发生器(例如,激光器)或压电压力波发生器。在又一些其它实施例中,压力波发生器105可以包括这样的发生器,即,所述发生器将能量传递给治疗液体内的粒子,所述治疗液体内的粒子继而产生压力波(例如,光诱发的空穴)。

[0094] 如本文所解释的,各种传统牙科技术可以留下未治疗的非空穴的龋,例如,图1B中所示的小龋,或可以仅微创治疗龋。有利地,图1B的实施例可以在不伤害牙釉质或下面的牙本质的情况下检测和清洁非空穴的龋坏区115。此外,图1B的系统100可以检测和清洁这样的小龋坏区115,即,所述小龋坏区115另外使用传统牙科技术会未被检测或治疗。通过检测和清洁甚至较小的龋(不管是非空穴的还是空穴的),本文所公开的系统100可以防止龋进一步发展或恶化并且可以改进牙齿110的整体健康。

[0095] 图2是牙科系统200的示意性侧剖视图,所述牙科系统200具有流体平台201,所述流体平台201联接到治疗牙齿210,并且所述流体平台201遮盖牙齿210上的较大龋坏区215或接近牙齿210上的较大龋坏区215定位。例如,在图2中,龋坏区215可以例如在牙龈线209上方形成在牙齿210的侧表面207中。然而,与图1B的龋坏区115不同,图2的龋坏区215可以包括在牙齿210上的空穴的龋。龋坏区215中的空穴的龋可以包括牙齿的腐烂区,所述牙齿的腐烂区越过牙齿210的牙釉质延伸到牙本质的至少一部分中。在某些情况下,例如,空穴的龋可以延伸到牙本质中,但是可以保持在牙髓腔外部。

[0096] 除非另有说明,图2中所示的部件可以与图1B中所示的部件相同或类似,除了附图标记增加了100以外。例如,如在图1B中,系统200可以包括手持件208、流体保持器或帽202和压力波发生器205。帽202可以联接到手持件208的远侧部分并且可以包括室204,所述室202可以在牙齿210的治疗期间至少部分地用液体填充。例如,在某些布置中,室204可以在治疗期间基本用液体填充。流体保持器或帽202可以接近龋坏区215布置和/或封闭龋坏区215。例如,帽202可以基本上或整个地遮盖牙齿210的侧表面207的受龋影响的部分。因而,帽202的周边可以围绕牙齿210的侧表面207的龋面延伸。

[0097] 压力波发生器205可以被启动,这可以产生足以从牙齿210去除龋坏区215的压力波203。正如图1B,压力波发生器205的远侧部分可以布置在填充有液体的帽202的室204内,以便使压力波发生器205的远侧部分浸入治疗液体中。在其它布置中,压力波发生器205的远侧部分可以处于室204中的治疗流体之外。通常,图2的部件可以相互作用和/或操作为以上参照图1B所述的部件。

[0098] 因此,如图2中所示,系统200可以有利地从牙齿210清洁较大的龋坏区215(例如,空穴的龋)。例如,对于延伸到牙齿210的牙本质中的龋而言,压力波发生器205可以产生足以去除腐烂的材料(例如,龋)的压力波203,而留下未受影响的或未受伤害的健康牙本质。相比之下,采用机械设备(例如,圆头锉、钻孔器等)的传统技术会伤害健康牙本质,这是因为临床医生会不能确定龋坏区与健康牙本质之间的界限。因而,传统技术易受治疗不足(当仅去除龋的一部分时)和/或治疗过度(当也去除或损害健康牙本质时)的影响。例如,当使用传统技术时,临床医生会错误地去除健康牙本质和/或会错误地留下未治疗的牙齿的龋

部分。因此,所公开的用于从牙齿去除龋的实施例可以有利地在保护健康牙本质的同时从牙齿去除全部或基本全部龋。

[0099] 图3A、图3B和图3C是流体平台301的放大的示意性侧剖视图,所述流体平台301联接到治疗牙齿310,并且所述流体平台301遮盖牙齿310上的龋坏区315(例如,区315a至315b)或接近牙齿310上的龋坏区315(例如,区315a至315b)定位,所述龋坏区315可以与以上图1和图2的龋坏区115、龋坏区215类似。尤其,图3A至图3C示出在各个治疗阶段处的牙科清洁程序。

[0100] 除非另有说明,图3中所示的部件可以与图1A至图2中所示的部件相同或类似,除了相对于图2附图标记增加了100以外。例如,如在图1A至图2中,流体平台301可以包括:手持件308;流体保持器或帽302,其包括或限定室304;和压力波发生器305。在某些布置中,如上所述,室304可以在治疗期间至少部分地或基本上用液体填充。压力波发生器305可以被启动以在填充有液体的帽302内产生压力波303以从龋坏区315a至315b去除腐烂物质。

[0101] 尤其,图3A示出在治疗之前或在治疗程序刚开始之后的龋坏区315a。如图3A中所示,例如,龋坏区315a可以包括腐烂的牙齿物质324,所述腐烂的牙齿物质324邻近或接近健康牙齿物质326(例如,健康牙本质或牙釉质)。如上所解释的,龋坏区315a可以是空穴的或非空穴的。例如,龋可以仅延伸到牙釉质的部分中,或龋可以延伸到牙齿310的健康牙本质部分中。在不治疗的情况下,龋坏区315a会发展而导致进一步延伸到健康牙齿物质326中。龋坏区315a的进一步发展会严重地损害牙齿310。

[0102] 图3B示出在治疗程序期间的牙齿310的龋坏区315b,其中,在保持健康牙齿物质326(例如,牙本质或牙釉质)未被程序伤害的同时清洁和去除龋或腐烂的牙齿物质324的部分。例如,在帽302附装到牙齿310(例如,在某些实施例中,使用粘合剂或密封剂)之后,流体平台301的室304可以至少部分地用诸如水的治疗流体填充。在某些情况下,如上所解释的,室304可以基本用治疗流体填充。在各种布置中,如本文所解释的,治疗流体可以包括脱气液体。压力波发生器305可以布置在室304中,并且压力波发生器305的部分,例如压力波发生器305的远侧部分,可以浸入填充室304的流体中。如上所述,临床医生可以使用手持件308将帽302和压力波发生器305定位在期望的位置和角度处。压力波发生器305可以被启动,并且所产生的压力波303可以通过室304中的流体传播以去除保持在龋坏区315b中的腐烂的牙齿物质324。所产生的压力波303具有设计成使得在保持健康牙齿物质326未受压力波303影响的同时去除腐烂的牙齿物质324的量级和频率。

[0103] 图3C示出治疗程序的结束,其中,在不影响健康牙齿物质326(例如,牙本质或牙釉质)的同时清洁和去除龋的基本全部。因此,如图3C中所示,图3B的龋坏区315b可以被清洁成使得室304中的液体流入原本存在龋坏区315b的牙齿310的区中。在各种实施例中,压力波发生器305可以被启动了足以基本去除龋的时间段。例如,在某些实施例中,压力波发生器305可以被启动了小于约15分钟的时间段以基本去除龋。在某些布置中,压力波发生器305可以依据龋的程度和位置被启动了在约0.1分钟至约20分钟的范围内的时间段以基本去除龋。例如,在某些实施例中,压力波发生器305可以被启动了在约0.1分钟至约5分钟的范围内的时间段以去除龋。

[0104] IV. 牙齿的咬合面的治疗

[0105] 图4是牙科系统400的示意性侧剖视图,所述牙科系统400具有流体平台401,所述

流体平台401联接到治疗牙齿410并且构造成治疗牙齿410的咬合面418上的龋坏区415。除非另有说明,图4中所示的部件可以与图1A至图3C中所示的部件相同或类似,除了相对于图3A至图3C的部件附图标记增加了100以外。例如,系统400可以包括:手持件408;帽402,其包括或限定室404;和压力波发生器405,其构造成产生压力波403。

[0106] 虽然图1A至图3C中的实施例示出构造成治疗牙齿的侧表面(例如,颊面或舌面)上的龋的流体平台101、201、301,但是图4的流体平台401构造成治疗牙齿410的咬合面418上的龋。如图4中所示,帽402可以基本围绕牙齿410的牙冠延伸。例如,在某些实施例中,帽402可以遮盖和/或封装牙齿410的基本整个咬合面418或顶面。帽402的周边可以联接牙齿410的侧表面407,如图4中所示。在某些布置中,帽402的周边或端部可以联接到咬合面418。帽402的周边可以使用适当的粘合剂或密封剂附装到牙齿410。然而,在其它布置中,帽可以是柔性的,以便当帽402被推压越过牙齿410时,帽402在紧密配合中接合牙齿410,在这种情况下会不需要粘合剂或密封剂。另外,虽然帽402在图4中示出为遮盖牙齿410的基本整个咬合面418或顶面,但是在其它布置中帽402可以仅遮盖咬合面418的龋坏区415。密封剂或粘合剂可以用于填充在帽402与牙齿410之间保留的任何空隙。

[0107] 如上所述,室404可以在治疗期间至少部分地或基本上用液体填充。压力波发生器405可以被启动以在填充有液体的帽402内产生压力波403以从龋坏区415去除腐烂物质。因此,压力波发生器405可以在不损害牙齿的健康部分的情况下去除龋坏区415。因而,所公开的实施例可以有利地用于从包括牙齿的咬合面在内的牙齿的各种表面去除龋。

[0108] V. 牙齿的邻面的治疗

[0109] 除了治疗牙齿的舌面和颊面以及咬合面以外,本文公开的实施例也可以构造成治疗牙齿的邻面,例如,牙齿的近中面和远中面。牙齿的邻面是处于两个相邻的牙齿之间的牙齿的侧表面。治疗邻面上的龋会是困难的,这是因为当龋位于两个相邻的牙齿之间时临床医生会难以接近龋坏区。当临床医生尽力去除处于相邻的牙齿之间的狭小空间中的龋部分时,诸如机械去除方法的传统技术会损害牙齿的健康部分。因此,可以有利的是在确保牙齿的健康部分不被损害的同时从牙齿的邻面去除龋。

[0110] 图5A是牙科系统500的示意性侧剖视图,所述牙科系统500具有流体平台501,所述流体平台501联接到两个相邻的牙齿并且构造成治疗牙齿510的邻面517上的龋坏区515。图5B是沿着线5B-5B得到的图5A的系统500的仰视剖视图。除非另有说明,图5A至图5B中所示的部件可以与图1A至图4中所示的部件相同或类似,除了相对于图4的部件附图标记增加了100以外。例如,系统500可以包括:手持件508;帽502,其包括或限定室504;和压力波发生器505,其构造成产生压力波503。

[0111] 帽502可以围绕两个相邻的牙齿施加,所述两个相邻的牙齿包括待治疗的牙齿510和邻近的牙齿,所述邻近的牙齿可以是健康的。帽502的周边可以延伸越过两个邻近的牙齿的牙冠并且可以联接到牙齿的侧表面、牙齿的底部部分和/或在相邻的牙齿附近的牙龈线509的部分。在某些布置中,密封剂512或粘合剂可以用于将帽502附装到牙齿。如上所述,室504可以至少部分地或基本上用治疗液体填充。的确,因为龋坏区515处于两个邻近的牙齿之间的邻面517上,所以可以期望的是形成封闭的容积,所述封闭的容积封闭两个邻近的牙齿并且从外部环境密封牙齿。因而,流体可以被至少部分地保持在两个相邻的牙齿之间的空间中。因而,液体可以在不从流体平台501泄漏的情况下设置在室504中。

[0112] 压力波发生器505可以被启动以产生压力波503,所述压力波503可以通过治疗流体传播到位于牙齿510的邻面517上的龋坏区515。有利地,压力波503可以到达和清洁龋坏区515,即使龋坏区515至少部分地位于离流体平台501一距离处的两个相邻的牙齿之间也可。在某些情况下,龋坏区515可以整个地位于两个相邻的牙齿之间。此外,如上所解释的,压力波503可以在不损害由帽502所遮盖的两个相邻的牙齿的健康部分的情况下从龋坏区515去除龋。因而,本文公开的实施例可以用于治疗牙齿的具有龋的任何合适表面。的确,通过产生可以通过治疗流体传播的压力波,所公开的压力波发生器可以清洁位于离流体平台较远或一距离的位置处的病牙的龋坏区。

[0113] VI. 额外的流体平台布置

[0114] 额外的流体平台布置可以供本文公开的实施例使用。流体平台可以在手持件与待治疗的龋坏区之间提供接口。如上所解释的,流体平台可以包括流体保持器或帽,所述流体保持器或帽可以附装到牙齿。压力波发生器可以联接到流体保持器和/或手持件。此外,流体平台可以包括入口、出口、通气孔和其它将流体通过牙科设备指引到牙齿的部件。

[0115] 图6是牙科系统600的示意性侧剖视图,所述牙科系统600包括具有流体出口620的流体平台601。如图6中所示,系统600可以联接到牙齿610,所述牙齿610在牙齿610的侧表面607上例如在牙龈线609上方具有龋坏区615。应当理解,虽然在图6中龋坏区615处于侧表面607上,但是图6的流体平台601的部件还可以同样用于治疗咬合面或邻面上的龋。此外,除非另有说明,图6中所示的部件可以与图1A至图5B中所示的部件相同或类似,除了相对于图5A至图5B的部件附图标记增加了100以外。例如,系统600可以包括:手持件608;帽602,其包括或限定室604;和压力波发生器605,其构造成产生在不损害牙齿610的健康部分的情况下足以去除龋的压力波603。

[0116] 图6的流体平台601还包括流体出口620。流体出口620可以充当废物管路,在所述废物管路中来自室604的废流体可以从帽602驱逐出。可以包含流体出口620以允许废液体离开帽602进入软管中,所述软管可以连接到收集罐或引流管。流体出口620可以是主动的或被动的出口。就被动的流体出口620而言,在某些情况下,废治疗液体由于毛细力、重力或因为在封闭的容积中所产生的少量过压而通过导管运动。就主动泵送的流体出口620而言,废液体可以使用泵、抽吸机或其它通过流出导管抽出液体的装置而转移。例如,在某些布置中,在牙科诊所中流体出口620可以连接到抽吸系统和/或真空管路。

[0117] 在某些实施例中,图6的压力波发生器605可以是液体射流设备。如上所述,液体射流可以产生在不损害牙齿610的健康部分的情况下足以从龋坏区615去除腐烂物质的压力波603。除了清洁龋坏区615以外,液体射流也可以提供流体入口,在所述流体入口中治疗流体以射流的方式被引入到室604中。在某些实施例中,图6的流体平台601可以充当闭合流体系统,以便使进入室604的基本全部流体通过流体出口620离开。

[0118] 图7是牙科系统700的示意性侧剖视图,所述牙科系统700包括流体平台701,所述流体平台701具有流体出口720和流体入口722。系统700可以越过龋坏区715联接到牙齿710,所述龋坏区715在图7中处于牙齿710的侧表面707上,但是龋坏区715可以处于牙齿710的任何其它表面上,如上所解释的。除非另有说明,图7中所示的部件可以与图1A至图6中所示的部件相同或类似,除了相对于图6的部件附图标记增加了100以外。例如,系统700可以包括:手持件708;帽702,其包括或限定室704;和压力波发生器705,其构造成产生在不损害

牙齿710的健康部分的情况下足以去除龋的压力波703。

[0119] 图7的流体平台701还可以包括流体出口720和流体入口722。如上参照图6所解释的,流体出口720可以构造成从室704去除废流体。流体入口722可以是主动的入口,以便使泵(未示出)可以被启动以将治疗流体驱动到室704中。在某些情况下,例如,当压力波发生器705是液体射流时,流体入口722可以与压力波发生器705相同。流体入口722可以将新鲜的治疗流体供给到帽702的室704,以便使室704在治疗期间保持至少部分地或基本上用液体填充。如上所述,压力波发生器705可以在填充有液体的帽702内被启动以通过流体传播压力波703而从龋坏区715去除腐烂物质。流体入口722可以与提供流体的流体储器、供给物或源流体连通以将流体经由入口722输送到牙齿。如上所解释的,流体可以例如通过使用一个或多个泵或通过使用重力自动加料而在压力下输送。流体平台701可以包括额外的部件(未示出),例如,包括调压器、压力传感器、阀,等等。

[0120] 图8是牙科系统800的示意性侧剖视图,所述牙科系统800包括流体平台801,所述流体平台801具有流体出口820、流体入口822和一个或多个通气孔824。在图8中,系统800联接到牙齿810以治疗牙齿810的咬合面818上的龋坏区815,其与图4中所公开的实施例类似。当然,图8的流体平台801也可以构造成治疗牙齿810的诸如舌面、颊面或邻面的任何表面上的龋。除非另有说明,图8中所示的部件可以与图1A至图7中所示的部件相同或类似,除了相对于图7的部件附图标记增加了100以外。例如,系统800可以包括:手持件808;帽802,其包括或限定室804;和压力波发生器805,其构造成产生在不损害牙齿810的健康部分的情况下足以去除龋的压力波803。室804可以至少部分地或基本上用治疗液体填充,并且所产生的压力波803可以通过治疗液体传播以去除龋。

[0121] 就图7的实施例而言,流体入口822和流体出口820可以被包括在流体平台801中以分别将新鲜的治疗液体供给到帽802的室804和从室804去除废液体。此外,在图8中,流体平台801包括一个或多个通气孔824。通气孔824可以用于至少部分地调节帽802的室804内的液体的压力。例如,通气孔824可以沿着流体出口820(例如,废物管路)布置。

[0122] 在某些通气的流体平台中,入口流率和出口流率可以通过独立的驱动力驱动。例如,在某些实施方案中,流体入口822可以与压力泵流体连通并且通过压力泵驱动,而流体出口820可以与抽空系统(例如,抽吸泵或真空泵)流体连通并且经由抽空系统(例如,抽吸泵或真空泵)控制。在其它实施方案中,流体入口822或出口820可以借助注射器泵控制。流体入口822的压力和流体出口820的压力可以使得在室804中维持净负压。这种净负压可以帮助治疗流体从流体入口822输送到室804中。

[0123] 在本文所述的各种实施例中,通气孔824可以采取可渗透或半渗透的材料(例如,海绵)、开口、气孔或孔等的形式。在可控的流体平台中使用的通气孔可以具有一个或多个期望的优点。例如,抽空系统可以从室804收集废流体,只要有任何可用的抽空系统即可。如果在治疗中停顿(例如,治疗循环之间的时间),则废流体可以停止流动,并且抽空系统可以开始通过一个或多个通气孔824吸入空气以至少部分地补偿供给到抽空系统的流体的缺乏,而不是对室804减压。如果抽空系统因为任何原因而停止工作,则废流体可以通过一个或多个通气孔流出到患者的嘴部中或橡皮障上(如果使用的话),在该处废流体可以通过外部抽空管路收集。因此,使用的一个或多个通气孔可以倾向于抑制所施加的压差的影响,并且因此可以禁止或防止积累负压或正压。还应注意到,在某些情况下,室804内的正压或负

压可以在一个或多个密封材料上施加某一量的力,并且照此会需要更强的密封件以耐得住这种力。某些通气系统能得到的优点涉及到,一个或多个通气孔帮助缓解室804内的压力增大(或减小)、减少或消除作用在一个或多个密封材料上的力并且因此致使密封是更加可行的和有效的。

[0124] 图9A是牙科系统900的示意性侧剖视图,所述牙科系统900包括流体平台901,所述流体平台901联接到两个相邻的牙齿并且构造成治疗两个牙齿之间的龋坏区915。图9B是沿着线9B-9B得到的图9A中的系统900的侧剖视图。尤其,图9中的龋坏区915处于待治疗的牙齿910的邻面上。除非另有说明,图9A至图9B中所示的部件可以与图1A至图8中所示的部件相同或类似,除了相对于图8的部件附图标记增加了100以外。例如,系统900可以包括:手持件908;帽902,其包括或限定室904;和压力波发生器905,其构造成产生在不损害牙齿910的健康部分的情况下足以去除龋的压力波903。室904可以至少部分地或基本上用治疗液体填充,并且所产生的压力波903可以通过治疗液体传播以去除龋。

[0125] 在图9A至图9B的实施例中,帽902可以附装到牙齿910的顶面或咬合面918。例如,在某些实施例中,可以施加粘合剂或密封剂以将帽902附装到牙齿910的咬合面918的部分。将应当理解,当帽902联接到牙齿910的咬合面918时,甚至当帽902被密封到牙齿910时,在相邻的牙齿之间仍然会有空隙。这是因为治疗流体会通过间隙泄漏或流出,所以这样的空隙会是不期望的,这会禁止操作和/或降低由压力波发生器905所产生的压力波903的有效性。因此,可以有利的是密封间隙,以便在帽902、两个相邻的牙齿和牙齿910的牙龈线909之间形成流体密封。提供的这种流体密封可以用于保持流体平台901的室904内的治疗流体。

[0126] 在某些实施例中,例如,流体平台901可以包括密封材料912以将帽902密封到牙齿910和堵塞相邻的牙齿之间的间隙。尤其,密封材料912或密封剂(其可以例如在某些实施例中包括咬合记录材料)可以用于围绕两个牙齿之间的空间提供密封以维持室904基本用液体填充。例如,密封材料912可以施加在两个牙齿之间并且可以从帽902(例如,帽902跨着间隙)沿着两个牙齿之间的侧面和沿着两个牙齿之间的牙龈线909向下施加。因此,流体平台901可以基本封装由例如帽902、密封材料912和两个相邻的牙齿限定的容积。

[0127] 如上所述,压力波发生器905可以被启动,以便使压力波903通过流体传播以从牙齿910的侧面上的龋坏区915清洁龋。例如,在某些治疗中,可以有利的是将压力波发生器布置在龋附近。虽然在图9A至图9B中示出两个牙齿,但是在其它实施例中,帽902可以封闭三个或更多个牙齿。

[0128] VII. 治疗方法的示例

[0129] 如本文所解释的,临床医生可以使用本文公开的实施例来清洁牙齿上的龋(例如,牙齿中的空穴或孔)。图10是用于从牙齿清洁龋的一个示例性方法1000的流程图。该方法1000可以在框1002中开始,在该步骤中越过牙齿的龋坏区施加帽。如本文所解释的,龋坏区可以是较大的或较小的、空穴的或非空穴的。此外,龋坏区可以存在于牙齿的任何表面上,包括侧表面(例如,舌面、颊面、邻面等)和咬合面。帽可以由柔性材料形成并且可以限定或包括室,所述室构造成保持治疗流体。帽可以布置到或联接到手持件的远侧部分。临床医生可以使用手持件来操纵帽越过龋坏区。的确,可以仅越过龋坏区的较小部分施加帽,例如,仅越过牙齿的侧表面的部分施加帽(例如,参见图1B)。在其它实施例中,可以越过牙齿的基本整个牙冠施加帽(例如,参见图4)。在又一些其它实施例中,可以越过两个或更多个相邻

的牙齿的整个咬合面和/或牙冠施加帽(例如,参见图5)。另外,可以仅越过两个或更多个相邻的牙齿的咬合面的部分施加帽(例如,参见图9A至图9B)。

[0130] 转到框1004,帽可以被密封到牙齿。如以上所解释的,可以期望的是形成基本密封的室或封闭的容积以容纳治疗流体。在某些实施例中,为了将帽密封到牙齿,围绕帽的周边施加密封剂或粘合剂以将帽附着到牙齿(或多个牙齿)的适当表面。密封件可以是任何适当的密封剂或粘合剂,例如,硅酮、印模材料、咬合记录材料,等等。密封材料的额外的示例是3M Imprint™ Bite、由Coltène **Whaledent®**所提供的Jet Blue Bite。又一些其它的密封材料可以是合适的。此外,如参照图9A至图9B所解释的,密封材料也可以施加在两个相邻的牙齿之间的间隙中。例如,密封剂可以施加在所施加的帽、牙齿和牙龈线之间。由此,密封剂可以产生其中可以保持治疗流体的基本密封的室。

[0131] 该方法1000前进到框1006,在该步骤中帽的室至少部分地填充有流体。在本文所公开的各种实施例中,流体可以借助流体入口引入。在某些布置中,流体入口也可以充当压力波发生器(例如,当压力波发生器是液体射流装置时)。在某些实施例中,室基本上填充治疗流体。例如,室可以填充了室的容积的约30%以上、室的容积的约50%以上、室的容积的约60%以上、室的容积的约75%以上、室的容积的约90%以上、室的容积的约100%,等等。治疗流体可以是任何适当的治疗流体,例如,水、生理盐水,等等。在某些治疗中,溶液也可以被脱气以改进空穴和减少龋内存在的气泡。应当理解,通过至少部分地填充室或通过基本上填充室,由压力波发生器所产生的压力波可以通过流体传播并且与龋坏区相互作用以从牙齿去除龋。

[0132] 转到框1008,压力波发生器在室中被启动以清洁牙齿的龋坏区。如上所解释的,压力波发生器的部分,例如压力波发生器的远侧部分,可以插入帽的室中。在某些布置中,压力波发生器的远侧部分可以浸入治疗液体中。压力波发生器可以是产生足以从牙齿清洁龋的压力波的任何适当的设备。例如,压力波发生器可以包括产生机械能的装置(例如,液体射流、机械浆或转子)、产生电磁能的装置(例如,激光器)、产生声能的装置(例如,超声喇叭或压电振荡器),等等。

[0133] 为了清洁龋,压力波发生器可以被临床医生启动了任何适当的时间段。例如,在各种实施例中,在小于约15分钟的时间段上启动的压力波发生器可以基本去除龋。在某些布置中,依据龋的程度和位置,压力波发生器可以被启动了在约0.1分钟至约20分钟的范围内的时间段以清洁龋坏区,以便基本去除龋。例如,在某些实施例中,依据龋的程度和位置,压力波发生器可以被启动了在约0.1分钟至约5分钟的范围内的时间段以清洁龋坏区,以便基本去除龋。如本文所解释的,在某些情况下,所产生的压力波可以产生空泡云,所述空泡云从牙齿的健康部分去除龋。的确,所公开的实施例允许用于以非侵入性方式去除龋,以便在留下未受伤害的牙齿的健康部分的同时去除基本全部龋。

[0134] 该方法前进到框1010以修复牙齿。一旦已经使用压力波发生器基本清洁龋,则会缺失牙齿结构的部分,例如,牙齿的龋坏区中的部分。在某些实施例中,临床医生可以通过施加诸如复合材料的修复材料来修复牙齿。在某些情况下,可以越过治疗的牙齿施加冠部以修复牙齿。然而,在其它情况下,去除的龋部分会是较小的,使得期望没有修复或最小的修复。例如,当去除较小的龋时,可以施加密封剂和/或抗菌剂或氟化剂以修复治疗的牙齿。

[0135] VIII. 治疗溶液

[0136] 本文所公开的治疗溶液可以是任何适当的流体,包括例如水、生理盐水,等等。在某些实施例中,治疗溶液可以被脱气,这可以在某些治疗中改进空穴和/或减少龋内存在的气泡。在某些实施例中,溶解气体的含量按体积计可以小于约1%。治疗溶液可以添加有各种化学物质,包括例如组织溶解剂(例如,NaOCl)、杀菌剂(例如,洗必泰)、麻醉剂、氟化物治疗剂、EDTA、柠檬酸和任何其它适当的化学物质。在某些实施例中,化学物质和化学物质的浓度可以贯穿程序通过临床医生和/或通过系统改变以改进患者结果。

[0137] 治疗溶液的一个示例包括具有0.3%至6%的NaOCl的水或生理盐水。在某些方法中,在具有NaOCl的情况下,当NaOCl的浓度小于1%时,会不发生组织溶解和龋去除。在本文所公开的某些治疗方法中,可以在更小(或明显更小)的浓度下发生组织溶解和龋去除。

[0138] IX. 增强龋的去除

[0139] 如上所解释的,压力波发生器可以通过将压力波通过传播介质传播到龋坏区而去除龋。在不受理论限制的情况下,以下介绍了认为压力波清洁龋的几个潜在方式。应注意到,这些原理和上述原理通常可应用于本文公开的每个实施例,例如,图1至图10中的每个实施例。

[0140] 由压力波发生器产生的压力波可以与龋坏区内的病变的和损害的硬组织以及软组织、食品和细菌相互作用。所产生的压力波可以被调谐以对健康牙本质和牙釉质没有影响或有最小(可忽略)的影响。当压力波去除龋并且到达健康牙本质或牙釉质时,组织去除作用停止或减慢,以便维持健康牙齿物质。因而,如与传统的机械治疗比较,所公开的压力波发生器可以有利地在不损害健康牙齿物质的情况下以非侵入性方式去除龋。

[0141] 在某些布置中,所产生的压力波会引起空穴。在用高强度的压力波(例如,声波或超声波)照射液体(例如,水)时,可以发生声空穴。小空穴气泡的振荡或内爆崩溃可以产生局部效应,所述局部效应可以例如通过产生强烈的、小规模局部热、冲击波和/或微射流和剪切流而进一步增强清洁处理。因此,在某些治疗方法中,声空穴可以负责或涉及增强化学反应、声化学、声孔效应、软组织/细胞/细菌分离、层离和生物膜的分解。

[0142] 例如,如果治疗液体含有作用在硬组织和/或软组织上的一种或多种化学物质,则压力波(声场)和/或随后的声空穴可以经由搅动和/或声化学而增强化学反应。此外,声孔效应是使用压力波(例如,声场、超声频率)和/或随后的声空穴的过程以修改细胞质膜的可渗透性,所述声孔效应也可以加快从牙齿去除龋坏区的化学反应。还将应理解,所产生的某些频率的压力波和/或随后的声空穴会引起细胞和细菌破裂和死亡(例如,溶菌)以及去除腐烂的和变弱的牙本质和牙釉质。细胞和细菌破裂现象可以杀死细菌,否则细菌可能会再次感染牙齿。

[0143] 所产生的压力波和/或随后的声空穴也可以放松细胞、细菌和生物膜之间的键,并且/或者压力波可以分离组织。在某些情况下,压力波和/或声空穴可以放松细胞和牙本质之间的键并且/或者使组织从牙齿层离。此外,压力波和/或随后的声空穴可以通过由于空穴气泡内爆所产生的振动和/或冲击波和/或微射流而作用在腐烂的硬组织(所述腐烂的硬组织会被较弱地和松弛地连接)上以从牙齿的其它健康部分去除腐烂的硬组织。

[0144] 在各种实施例中可以调节或选择某些特性以增强清洁处理。例如,临床医生可以调节或选择诸如表面张力、沸点、或蒸发温度、或饱和压力的液体特性以改进清洁处理。此外,可以调节或选择治疗液体的溶解气体含量以减少由水力空穴或其它源所产生的压力波

的能量损失。例如，如本文所解释的，治疗液体可以脱气，这会帮助保存压力波的能量并且可以提高系统的效率。

[0145] 在某些布置中，液体循环（例如，对流）可以增强从病牙清洁龋。由于如与扩散机制比较该反应过程具有更短的时间尺度，在本文公开的实施例中的某些中可以有利的是诸如“宏观”液体循环的更快的反应物输送机制。例如，具有可与化学反应的时间尺度相当（并且优选地，更快）的时间尺度的液体循环可以帮助在化学反应前锋处补充反应物和/或可以帮助从反应部位去除反应副产物。会涉及到对流过程的有效性的对流时间尺度可以依据例如循环源的位置和特征而调节和/或优化。此外，将应当理解，引入的液体循环通常不排除扩散过程，所述扩散过程可以仍然在微观薄层内在化学反应前锋处保持有效。液体循环也可以在龋中导致强烈冲洗，并且因此可以促使从龋放松和/或去除较大的碎片。

[0146] 在某些布置中，可以调节各种特性以增强例如在帽的室中的液体循环。例如，可以相对于龋的位置调节循环源。例如，在某些情况下，手持件可以用于定位帽、流体入口、流体出口和压力波发生器以增强循环和龋去除。封装循环源和龋的封闭的空间的几何结构也可以改变。例如，所公开的实施例说明了用于流体平台的帽和室的各种设计。然而，在其它布置中，帽的形状可以设定成任何其它适当的形状或构造以增强龋的去除。还将应理解，循环会受到治疗液体的粘度和/或循环源的作用机制的影响。例如，可以选择循环源（例如，通过入口开口射出的液体射流）、搅拌器（例如，螺旋桨或振动物体）等，以便增强流体保持器或帽中的流体循环。在某些方面中，也可以调节液体循环源的输入功率，所述液体循环源例如在某些实施例中是驱动液体射流的泵源。

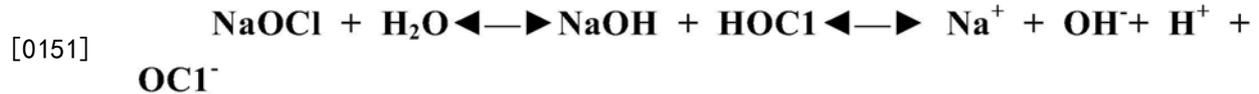
[0147] 各种反应化学可以被调节或设计成改进龋去除处理。例如，为了增强龋坏区中的有机组织溶解，可以在治疗液体中添加组织溶解剂（例如，次氯酸钠-NaOCl）。该溶解剂可以在化学反应期间与有机组织起反应。在某些情况下，组织溶解可以是多级的过程。该溶解剂可以溶解或离解龋内的有机质和细菌，这会得到更好的患者结果。此外，在某些实施例中，可以在治疗液体中添加脱钙剂（例如，诸如EDTA或柠檬酸的酸）。脱钙剂还可以软化病变的硬组织（牙本质/牙釉质），帮助清洁和去除龋。

[0148] 当组织溶解时，氢氧化钠可以由次氯酸钠反应产生，并且可以与有机物和脂肪（三酸甘油酯）分子起反应以产生肥皂（脂肪酸盐）和甘油（乙醇）。该反应可以减小保持溶液的表面张力，这继而可以促进治疗液体渗透到龋内的较小或微观空间中和去除由于化学反应所形成的气泡。氢氧化钠也可以用于中和氨基酸，形成氨基酸盐和水。NaOH的消耗可以减小保持溶液的pH。

[0149] 次氯酸，可以在次氯酸钠溶液中存在的物质，例如组织溶解剂，会释放氯，所述氯可以与蛋白质的氨基和氨基酸的氨基起反应而产生各种氯胺衍生物。例如，次氯酸可以与组织中的自由氨基酸起反应以形成N-氯氨基酸，所述N-氯氨基酸可以充当强氧化药剂，其具有高于次氯酸盐的抑菌活性。

[0150] 在某些实施例中，由所产生的压力波引起的空穴动态可以通过调节治疗流体中所使用的化学物质而被修改。例如，流体中的一种或多种化学物质会影响溶液的表面张力，这继而会改变空穴现象。例如，无机化学物质的溶液，例如在水中的次氯酸钠，可以提高溶液中的离子浓度，这可以增大溶液的表面张力。在某些情况下，表面张力的增大可以有利地引起更强的空穴，这可以增强程序的清洁作用。在某些情况下，空穴开端阈值的量级可以随增

大的表面张力而增大,并且空穴诱发机构(例如,压力波发生器)会需要产生充分强烈传递阈值的波,以便具有空穴气泡的开端。然而,在不受理论限制的情况下,应认为,一旦空穴阈值被传递,则增大的表面张力会典型地引起更强的空穴。例如,水中的次氯酸钠的溶液可以引起以下平衡反应,所述平衡反应在某些布置中可以提高液体的离子浓度并且因此可以改进空穴。



[0152] 在某些实施例中,可以处理从龋部位加速去除的气泡。例如,在某些方法中,诸如NaOCl的化学物质会引起皂化反应。由于在化学反应前锋处因局部皂化反应而局部地减小表面张力,这可以加速去除在龋内所产生的或捕集的气泡。虽然在某些方法中会期望的是在压力波源(例如,压力波发生器)处具有较高的表面张力,但是在龋内会有益的是具有局部减小的表面张力以加速去除气泡。加速去除气泡的现象可以随一种或多种组织溶解剂与组织起反应而出现。例如,次氯酸钠可以充当降解脂肪酸的溶剂以将脂肪酸转变成脂肪酸盐(肥皂)和甘油(乙醇),这可以在化学反应前锋处减小保持溶液的表面张力。

[0153] 可以调节或选择其它特性或变量以增强清洁程序。例如,对于每个化学反应而言,可以调节化学反应速率,这可以确定总反应速度。例如,在某些情况下,可以调节温度以调节反应速率。另外,反应物的浓度可以是重要的因素,其会影响用于完成反应的时间,例如,完成龋坏区清洁的时间。例如,5%的NaOCl溶液通常会比0.5%的NaOCl溶液更加有活性,并且会趋向于更快地溶解组织。在某些情况下,可以调节反应物更新速率。例如,气泡可以在化学反应前锋处(例如,由于表面张力)形成和停留,并且可以在化学反应前锋处充当障碍物,阻碍或阻止新鲜的反应物到达反应前锋。治疗液体的循环可以帮助去除气泡和反应副产物,并且可以用新鲜的治疗液体替换它们。

[0154] 在某些实施例中,引入的热可以提高化学反应速率。可以通过各种源(一个或多个源)将热引入系统中。例如,治疗流体可以使用任何适当的加热技术被预热。另外,可以从空穴或从其它内部或外部耗散源发热。在某些布置中,可以从放热化学反应放热,这也可以提高或增大反应速率,继而可以增大清洁处理的速度。

[0155] 在某些布置中,可以发生声波降解。例如,在用高强度的压力波(例如,包括声波或超声波)照射液体(例如,水)时,可以发生声空穴。空穴气泡的振荡和/或内爆崩溃可以在较短的寿命下产生强烈的局部加热和高压。实验结果已经示出,在气泡崩溃的部位处,温度和压力可以分别达到约5000K和1000atm。已知为声化学的该现象可以在另外的冷液体中产生极端的物理条件和化学条件。在某些情况下,声化学已经被报道以将化学反应性增强了高达一百万倍。这样的高温和高压可以帮助从牙齿去除龋。然而,在又一些其它方面中,当不发生(或在较低的振幅下发生)声空穴的情况下,由压力波所导致的反应物的振动和搅动可以随着辅助用新鲜反应物替换副产物而增强化学反应。因此,由压力波发生器产生的压力波可以有效地和快速地从待治疗的牙齿去除龋。

[0156] X. 由压力波发生器产生的声功率的示例

[0157] 图11A和图11B是示意性地示出可以由压力波发生器的不同实施例所产生的声功率的可能示例的图表。这些图表示意性地示出作为声频(kHz)的函数的声功率(任意单位),横轴是声频(kHz),纵轴是声功率(任意单位)。牙齿中的声功率可以影响、导致或增大效应

的强度,所述效应包括例如声空穴(例如,空穴气泡形成和崩溃,微射流形成)、声流、微腐蚀、流体搅动、流体循环、声孔效应、声化学,诸如此类,所述效应可以用于离解牙齿中或上的有机物并且有效地清洁有机材料和/或无机材料和龋。在各种实施例中,压力波发生器可以产生声波,所述声波包括高于(至少)以下频率的声功率:约1kHz,约0.5kHz,约1kHz,约10kHz,约20kHz,约50kHz,约100kHz或更大。声波67也可以具有其它频率(例如,低于以上列举的频率的频率)的声功率。

[0158] 图11A中的图表表示声功率的示意性示例,所述声功率通过液体射流冲击布置在围绕牙齿或牙齿上的基本填充有液体的室内的表面和通过液体射流与室中的流体相互作用而产生。该示意性示例示出声功率的宽带频谱190,其具有从约1Hz延伸至约1000kHz的有效功率,包括例如在约1Hz至约100kHz的范围内的有效功率和例如在约1kHz至约1000kHz的范围内的有效功率(例如,带宽可以是约1000kHz)。声能频谱的带宽在某些情况下可以依据3-分贝(3-dB)带宽(例如,声功率频谱的半最大值全宽度或FWHM)被测量。在各种示例中,宽带声功率频谱可以包括这样的有效功率,即,所述有效功率具有在从约1Hz至约500kHz的范围内、在从约1kHz至约500kHz的范围内、在从约10kHz至约100kHz的范围内或在某些其它频率范围内的带宽。在某些实施方案中,宽带频谱可以包括高于约1MHz的声功率。在某些实施例中,压力波发生器可以产生宽带声功率,其具有约10kHz的峰值功率和约100kHz的带宽。在各种实施例中,宽带声功率频谱的带宽大于约10kHz、大于约50kHz、大于约100kHz、大于约250kHz、大于约500kHz、大于约1MHz或大于某些其它值。在某些清洁方法中,在清洁牙齿时,介于约1Hz与约200kHz之间例如在约20kHz至约200kHz的范围内的声功率会是尤其有效的。声功率可以具有在大于约1kHz、大于约10kHz、大于约100kHz或大于约500kHz的频率下的有效功率。有效功率可以例如包括大于总声功率(例如,对所有频率积分的声功率)的10%、25%、35%或50%的功率值。在某些布置中,宽带频谱190可以包括一个或多个峰值,例如,在可听、超声和/或兆声频率范围内的峰值。

[0159] 图11B中的图表表示由布置在围绕牙齿或牙齿上的基本填充有液体的室内的超声波换能器所产生的声功率的示意性示例。该示意性示例示出声功率的较窄的窄带频谱192,其在约30kHz的基本频率附近具有最高峰192a,并且该示意性示例还示出在前几个谐波频率附近的峰值192b。在峰值附近的声功率的带宽是约5kHz至10kHz,并且可以看作明显窄于图11A中示意性地示出的声功率的带宽。在其它实施例中,声功率的带宽可以是约1kHz、约5kHz、约10kHz、约20kHz、约50kHz、约100kHz或某些其它值。示例性频谱192的声功率在基本频率和前几个谐波处具有其功率的大部分,并且因此,该示例的超声波换能器可以提供具有较窄范围的频率(例如,在基本频率和谐波频率附近)的声功率。示例性频谱190的声功率呈现出较宽的宽带功率(与频谱192相比,具有较高的带宽),并且示例性液体射流可以提供具有比示例性超声波换能器明显更多的频率的声功率。例如,示例性频谱190的较宽的宽带功率示出,示例性射流装置在这些多个频率下提供具有足以破坏腐烂的材料与健康材料之间的键的能量的声功率,从而从龋坏区基本上去除腐烂的材料。

[0160] 虽然不要求,但是应认为,具有宽带声功率的声波(例如,参见图11A中所示的示例)所产生的声空穴或其它清洁和消毒措施可以在清洁牙齿(例如,包括清洁龋齿或清洁牙齿中或牙齿上的龋坏区)方面比由具有窄带声功率频谱的声波(例如,参见图11B中所示的示例)所产生的声空穴或其它清洁和消毒措施更加有效。例如,声功率的宽带频谱可以在空

泡云中和在牙齿上的表面上产生较宽尺寸范围的气泡,并且这些气泡的内爆在扰乱组织时可以比具有较窄尺寸范围的气泡更加有效。较宽的宽带声功率还可以允许声能对例如从细胞尺度直到组织尺度的一系列长度尺度起作用。因此,产生宽带声功率频谱的压力波发生器(例如,液体射流的某些实施例)对于某些治疗而言在牙齿清洁方面比产生窄带声功率频谱的压力波发生器会更加有效。在某些实施例中,多个窄带压力波发生器可以用于产生较宽范围的声功率。例如,可以使用多个超声波尖端,每个所述超声波尖端都被调谐以产生具有不同的峰值频率的声功率。

[0161] XI. 脱气的治疗流体

[0162] 如以下将说明,治疗流体(和/或添加到治疗流体的溶液中的任一个)与牙科诊所中所使用的正常液体相比可以被脱气。例如,可以(在添加或不添加化学药剂或溶质的情况下)使用脱气的蒸馏水。

[0163] (1) 治疗流体中的溶解气体的可能效应的示例

[0164] 在某些程序中,流体可以包括溶解气体(例如,空气)。例如,牙科诊所中所使用的流体通常具有正常的溶解气体含量(例如,基于亨利定律从流体的温度和压力确定)。在使用压力波发生器的清洁程序期间,压力波发生器的声场和/或室中的流体的流动或循环可以导致溶解气体中的某些从溶液析出而形成气泡。

[0165] 气泡可以阻塞牙齿中的较小通路或裂纹或表面不规则处,并且这样的阻塞可以就像在较小的通路中有“气阻”那样起作用。在某些这样的程序中,气泡的存在会至少部分地阻塞、妨碍或再指引声波越过气泡传播,并且会至少部分地禁止或阻止清洁作用到达例如邻面龋或其它难以到达的龋坏区。气泡会阻塞流体流动或循环到达这些难以到达之处或其它较小的区域,这会阻止或禁止治疗溶液到达牙齿的这些区域。

[0166] 在某些程序中,空穴被认为在清洁牙齿方面起作用。在不希望受到任何特定理论束缚的情况下,空穴开端的物理过程可以在某些方面与沸腾类似。空穴与沸腾之间的一个可能的差异是在流体中形成蒸气之前的热力学路径。当液体的局部蒸气压力升高到液体中的局部周围压力以上时,可以发生沸腾,并且存在有足够的能量而产生从液体变化到气体的阶段。应认为,当液体中的局部周围压力充分降低到饱和蒸气压力以下时,可以出现空穴开端,所述饱和蒸气压力在局部温度下具有部分地通过液体的抗张强度所给出的值。因此,虽然不要求,但是应认为,空穴开端不是通过蒸气压力确定,而是代替地通过最大核的压力或通过蒸气压力与最大核的压力之间的压差确定。照此,应认为,受到略低于蒸气压力的压力的流体通常不导致空穴开端。然而,液体中的气体的溶解度与压力成比例;因此,降低压力会趋向于导致流体中的溶解气体中的某些以气泡的形式释放,所述气泡比在空穴开端处所形成的气泡的尺寸更大。当空穴还没有存在时,这些较大的气泡可以被曲解为是蒸气空穴气泡,并且在流体中存在的这些较大的气泡已经在文献中的某些报道中会被错误地描述为通过空穴导致。

[0167] 在蒸气空穴气泡崩溃的最后阶段中,气泡壁的速度甚至会超过声速并且在流体内产生较强的冲击波。蒸气空穴气泡还可以包含一定量的气体,所述一定量的气体可以充当缓冲器并且减慢崩溃的速率和减小冲击波的强度。因此,在利用空穴气泡来用于牙齿清洁的某些程序中,会有利的是减少流体中的溶解空气的量以防止这样的损失。

[0168] 存在的已经来自治疗流体的溶液出来的气泡在某些程序期间会导致其它缺点。

例如,如果压力波发生器产生空穴,则用于引起空穴的搅动(例如压降)会在水分子有机会形成空穴气泡之前导致溶解空气含量释放。已经形成的气泡可以在相变(所述相变意在形成空穴气泡)期间充当用于水分子的成核位点。当搅动结束时,空穴气泡期待崩溃和产生压力波。然而,因为充气的气泡不会崩溃并且代替地会保持为气泡,所以可能以降低的效率发生空穴气泡崩溃。因而,随着空穴气泡中的许多可以通过与充气的气泡合并而损耗,治疗流体中存在的气体可以降低空穴过程的有效性。另外地,流体中的气泡可以充当缓冲物以衰减压力波在包括气泡的流体的区域中的传播,否则会破坏压力波越过气泡的有效传播。某些气泡可以形成在牙齿表面上或形成在牙齿表面之间或通过牙齿中的流体的流动或循环而传递。气泡会由于较高的表面张力而难以去除。这会导致阻塞化学物质和/或压力波传递到在牙齿中和牙齿之间的不规则表面和较小空间中,并且因此会破坏或降低治疗的功效。

[0169] (2) 脱气治疗流体的示例

[0170] 因此,在某些系统和方法中可以有利的是使用脱气流体,所述脱气流体与使用正常(例如,非脱气)流体的系统和方法相比可以在治疗期间禁止、减少或阻止气泡从溶液出来。在治疗流体具有减少的气体含量(与正常流体相比)的牙科程序中,牙齿表面或牙齿之间的狭小空间没有已经从溶液出来的气泡。由压力波发生器所产生的声波可以通过脱气流体传播以到达和清洁表面、裂纹和牙齿空间以及空洞。在某些程序中,脱气流体可以能够穿透空间小至约500微米、200微米、100微米、10微米、5微米、1微米或更小,这是因为脱气流体是充分无气体的,禁止气泡从溶液出来和禁止气泡阻塞这些空间(如与使用具有正常的溶解气体含量的流体相比)。

[0171] 例如,在某些系统和方法中,脱气流体可以具有当与水的“正常”气体含量相比时减小的溶解气体含量。例如,根据亨利定律,水中的“正常”溶解空气的量(在25°C和1个大气压下)是约23mg/L,其包括约9mg/L的溶解氧和约14mg/L的溶解氮。在某些实施例中,脱气流体具有减小到如从流体源输送(例如,在脱气之前)的其“正常”量的约10%至40%的溶解气体含量。在其它实施例中,脱气流体的溶解气体含量可以减小到流体的正常气体含量的约5%至50%或1%至70%。在某些治疗中,溶解气体含量可以小于正常气体量的约70%、约50%、约40%、约30%、约20%、约10%、约5%或约1%。

[0172] 在某些实施例中,脱气流体中的溶解气体的量可以测量溶解氧的量(而不是溶解空气的量)方面,这是因为溶解氧的量可以比流体中的溶解空气的量更加容易测量(例如,经由滴定法或光学或电化学传感器)。因而,流体中的溶解氧的测量值可以用作用于流体中的溶解空气的量的代用品。在某些这样的实施例中,脱气流体中的溶解氧的量可以在从约1mg/L至约3mg/L的范围内、在从约0.5mg/L至约7mg/L的范围内或在某些其它范围内。脱气流体中的溶解氧的量可以小于约7mg/L、小于约6mg/L、小于约5mg/L、小于约4mg/L、小于约3mg/L、小于约2mg/L或小于约1mg/L。

[0173] 在某些实施例中,脱气流体中的溶解气体的量可以在从约2mg/L至约20mg/L的范围内、在从约1mg/L至约12mg/L的范围内或某些其它范围内。脱气流体中的溶解气体的量可以小于约20mg/L、小于约18mg/L、小于约15mg/L、小于约12mg/L、小于约10mg/L、小于约8mg/L、小于约6mg/L、小于约4mg/L或小于约2mg/L。

[0174] 在其它实施例中,溶解气体的量可以测量空气或氧的每单位体积百分比方面。例如,溶解氧(或溶解空气)的量按体积计可以小于约5%、小于约1%、小于约0.5%或小于约

0.1%。

[0175] 液体中的溶解气体的量可以测量诸如流体粘度或表面张力的物理特性方面。例如,脱气水趋向于增大其表面张力。非脱气水的表面张力在20°C下是约72mN/m。在某些实施例中,脱气水的表面张力可以比非脱气水大了约1%、5%或10%。

[0176] 在某些治疗方法中,一种或多种次要流体可以添加到主要脱气流体(例如,抗菌剂溶液可以添加到脱气蒸馏水)。在某些这样的方法中,一种或多种次要溶液可以在添加到主要脱气流体之前被脱气。在其它应用中,主要脱气流体可以被充分地脱气,以便使包含的次要流体(其可以具有正常的溶解气体含量)不增加组合的流体的气体含量,高于所述气体含量对于特定的牙科治疗而言是期望的。

[0177] 在各种实施方案中,治疗流体可以在密封袋或容器内提供为脱气液体。流体可以在添加到储液器之前在手术室中在单独的装备中被脱气。在“内嵌的”实施方案的示例中,随着流体例如通过流体穿过沿着流体管路(例如,流体入口)附装的脱气单元而流过系统,流体可以脱气。可以在各种实施例中使用的脱气单元的示例包括:可从Membrane-夏洛特(北卡罗来纳州,夏洛特)得到的Liqui-**Cel®MiniModule®**膜接触器(例如,型号1.7×5.5或1.7×8.75);可从MedArray公司(密歇根州,安阿伯市)得到的**PermSelect®**硅胶膜模块(例如,型号PDMSXA-2500);和可从Mar Cor Purification(宾夕法尼亚州,Skippack)得到的**FiberFlo®**中空纤维筒式过滤器(0.03微米绝对值)。脱气可以使用以下脱气技术中的任一个或这些技术的组合:加热、氩喷射、真空脱气、过滤、冷冻-泵送-融化和声波降解法。

[0178] 在某些实施例中,对流体脱气可以包括对流体脱气泡以去除可以在流体中形成的或存在的任何较小的气泡。脱气泡可以通过过滤流体而提供。在某些实施例中,流体可以不被脱气(例如,去除在分子水平下溶解的气体),但是可以穿过脱泡器以从流体去除较小的气泡。

[0179] 在某些实施例中,脱气系统可以包括溶解气体传感器以确定治疗流体是否被充分地脱气以用于特定治疗。若有的话,溶解气体传感器可以布置在混合系统的下游并且用于确定溶质的混合物是否在添加溶质之后已经增加治疗流体的溶解气体含量。溶质源可以包括溶解气体传感器。例如,溶解气体传感器可以测量流体中的溶解氧的量,其作为用于流体中的溶解气体的总量的代用品,这是由于溶解氧可以比溶解气体(例如,氮气或氦气)更加容易地测量。溶解气体含量可以至少部分地基于空气中的氧与总气体的比(例如,氧按体积计是空气的约21%)而从溶解氧含量推断。溶解气体传感器可以包括电化学传感器、光学传感器或执行溶解气体分析的传感器。可以供本文公开的各种系统的实施例一起使用的溶解气体传感器的示例包括:可从Pro-Oceanus系统公司(加拿大,新斯科舍)得到的Pro-Oceanus GTD-Pro或HGTD溶解气体传感器;和可从斑马科技有限公司(新西兰,尼尔森)得到的D-Opto溶解氧传感器。在某些实施方案中,可以获得治疗样本,并且样本中的气体可以使用真空单元提取。提取的气体可以使用气相色谱仪分析以确定流体的溶解气体含量(并且在某些情况下,确定气体的成分)。

[0180] 因此,从流体入口输送到牙齿的流体和/或用于在液体射流装置中产生射流的流体可以包括脱气流体,所述脱气流体具有小于正常流体的溶解气体含量。脱气流体可以用

于例如产生高速液体束以用于产生压力波、用于基本填充或冲洗室(例如,流体保持器与牙齿之间的室)、用于提供用于声波的传播介质、用于禁止在室中(例如,在牙齿中或牙齿之间的较小空间或裂纹中)形成空气(或气体)气泡、和/或用于提供流入牙齿中的较小空间(例如,裂纹、不规则表面、小管,等等)中的脱气流体。在利用液体射流的实施例中,使用的脱气流体会禁止由于在形成液体射流的喷嘴孔口处的压降而在射流中形成气泡。

[0181] 因而,用于牙髓治疗的方法的示例包括:将脱气流体流到牙齿或牙齿表面上或流入室中。脱气流体可以包括组织溶解剂和/或脱钙剂。脱气流体可以具有小于约9mg/L、小于约7mg/L、小于约5mg/L、小于约3mg/L、小于约1mg/L或小于某一其它值的溶解氧含量。用于治疗流体可以包括脱气流体,所述脱气流体具有小于约9mg/L、小于约7mg/L、小于约5mg/L、小于约3mg/L、小于约1mg/L或小于某一其它值的溶解氧含量。流体可以包括组织溶解剂和/或脱钙剂。例如,脱气流体可以包括水溶液,所述水溶液按体积计小于组织溶解剂的约6%和/或按体积计小于脱钙剂的约20%。

[0182] 虽然在某些附图中示意性地示出的牙齿是臼齿,但是可以在诸如门齿、犬齿、两尖齿、前臼齿或臼齿的任何类型的牙齿上执行手术。另外,虽然牙齿可以在附图中示出为下(下颚)齿,但是这是为了示出的目的,并且是不受限制的。系统、方法和组合可以施加到下(下颚)齿或上(上颚)齿。而且,所公开的设备和方法能够治疗牙齿的任何部分。此外,所公开的设备、方法和组合可以施加到人类牙齿(包括青少年牙齿)和/或动物牙齿。

[0183] 参照本说明书全部,在至少一个实施例中包含参考实施例所述的、意味着特定部件、结构、元件、作用或特征的“某些实施例”或“实施例”。因而,贯穿本说明书,在各种地方出现的短语“在某些实施例中”或“在实施例中”不必全部涉及相同的实施例,并且可以涉及相同或不同的实施例中的一个或多个。此外,特定部件、结构、元件、作用或特征可以在其它实施例中以任何适当的方式(包括与所示的和所述的方式不同的方式)组合。另外,在各种实施例中,部件、结构、元件、作用或特征可以组合、合并、重布置、重排序或整个排除。因而,对于每个实施例而言,没有单个部件、结构、元件、作用或特征或一组部件、结构、元件、作用或特征是必要的或要求的。所有可能的组合和子组合意在落入本公开的范围。

[0184] 如本文中所使用的,术语“包括”,“包含”,“具有”等是同义词,并且以开放方式包容地使用,并且不排除额外的元件、部件、作用、操作,诸如此类。而且,术语“或”以其包容的意义(并且不以排外的意义)使用,以便当使用时例如连接一系列元件,术语“或”意味着列表中的元件中的一个、某些或全部。

[0185] 类似地,应当理解,在实施例的上述说明中,各种部件有时在单个实施例、部件或其说明中一起分成组,用于使本公开流畅和帮理解本发明的各方面中的一个或多个的目的。然而,本公开的方法不解释为这样反映本发明,即,任一权利要求需要的特征多于该权利要求中所明确引用的特征。当然,本发明的方面在于,将比上述公开的任何单个实施例的所有特征更少的特征的组合。

[0186] 上述说明阐述了本文公开的本发明的各种示例性实施例和其它说明性但非限制性的实施例。本说明提供了关于所公开的本发明的组合、模式和用法的细节。所公开的实施例的特征和方面的其它变型、组合、修改、等效物、模式、用法、实施方案和/或应用也在本公开的范围内,包括本领域的技术人员在阅读本说明书时显而易见的那些。另外地,本文说明了本发明的某些目的和优点。应理解,不必所有这样的目的或优点可以在任何特定实施例

中实现。因而,例如,本领域的技术人员将认识到,可以在不必实现如本文可以教导或建议的其它目的或优点的情况下实施或执行本发明,使得实现或优化如本文所教导的一个优点或一组优点。而且,在本文公开的任何方法或处理中,构成方法或处理的作用或操纵可以以任何适当的顺序执行并且不必限于所公开的任何特定顺序。

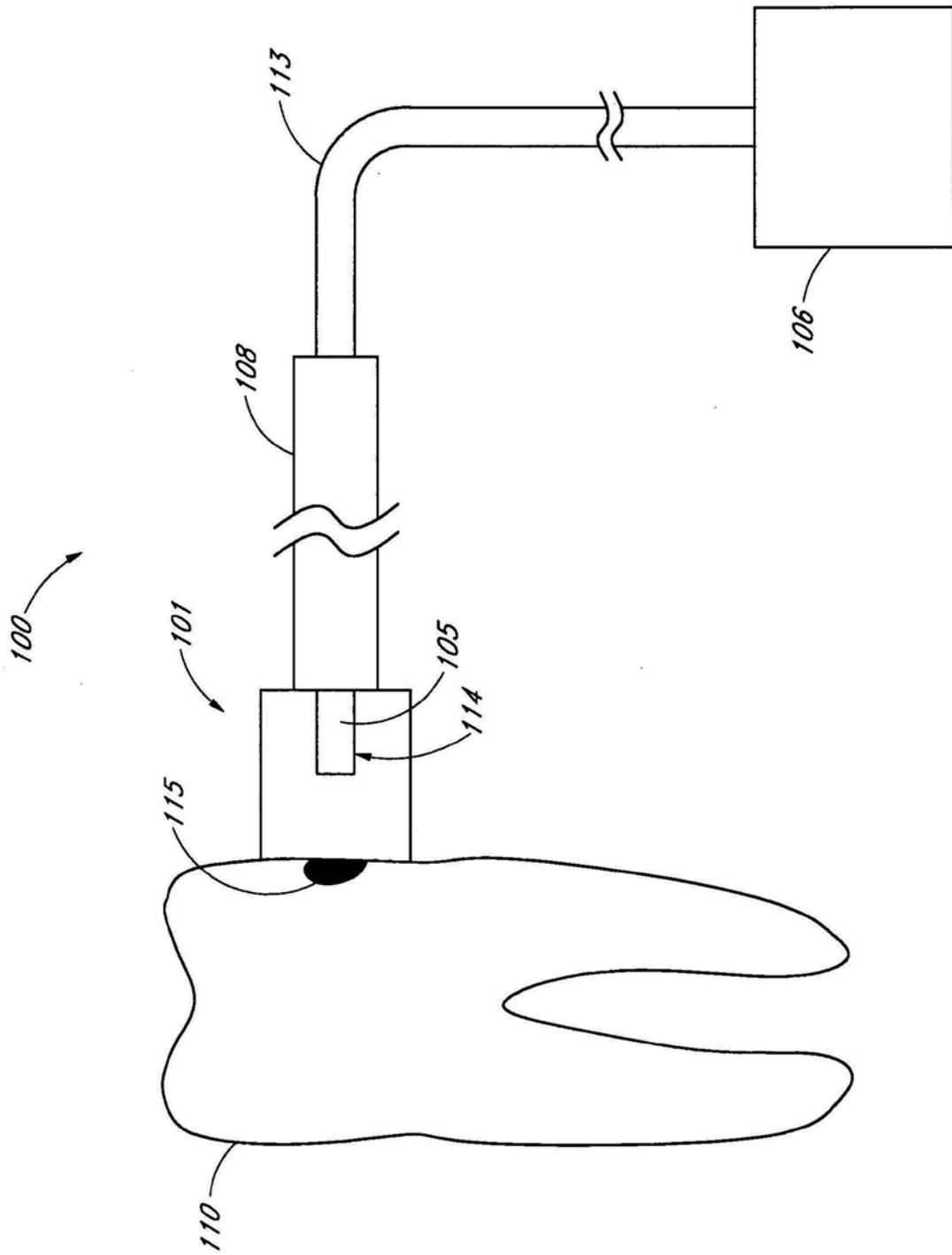


图1A

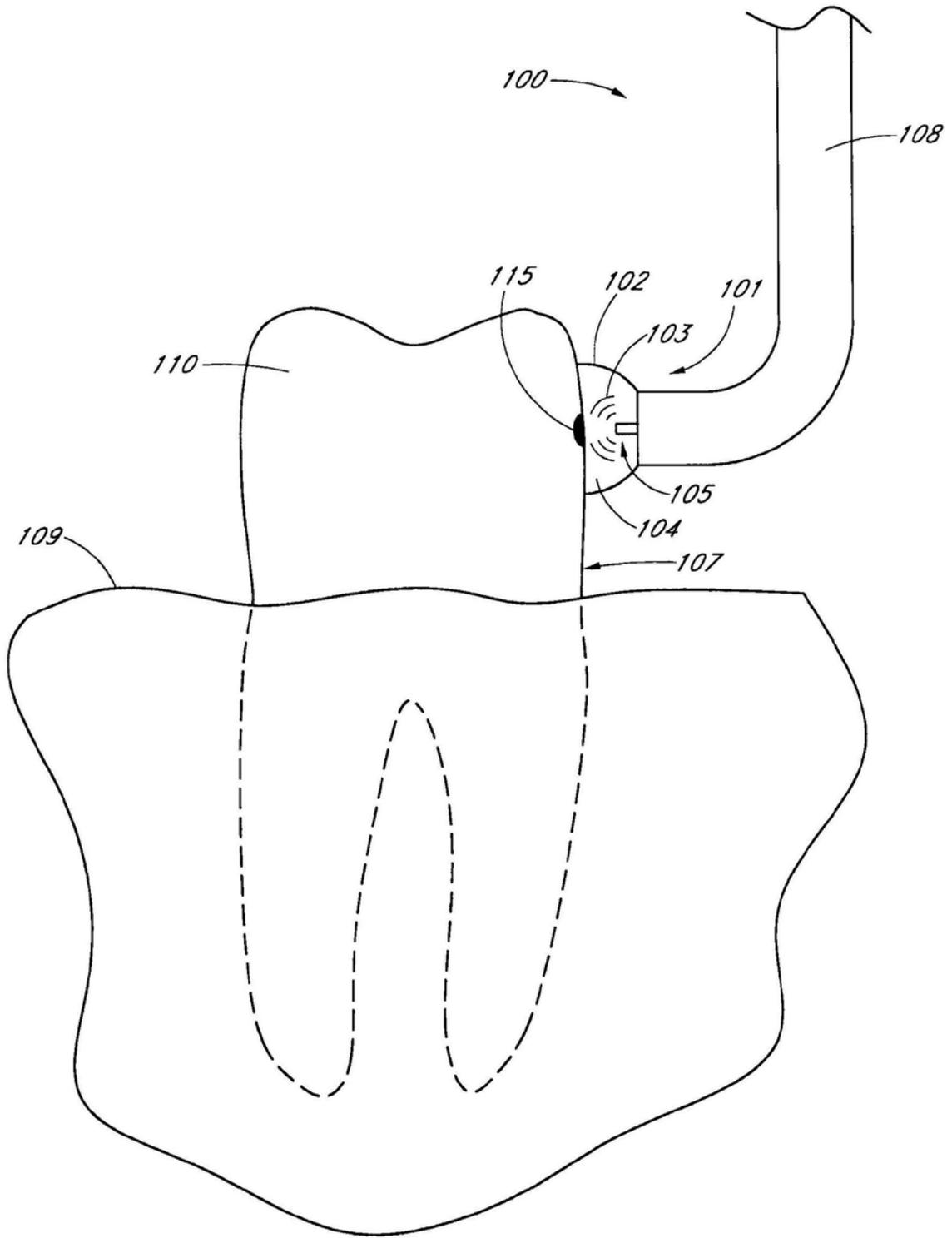


图1B

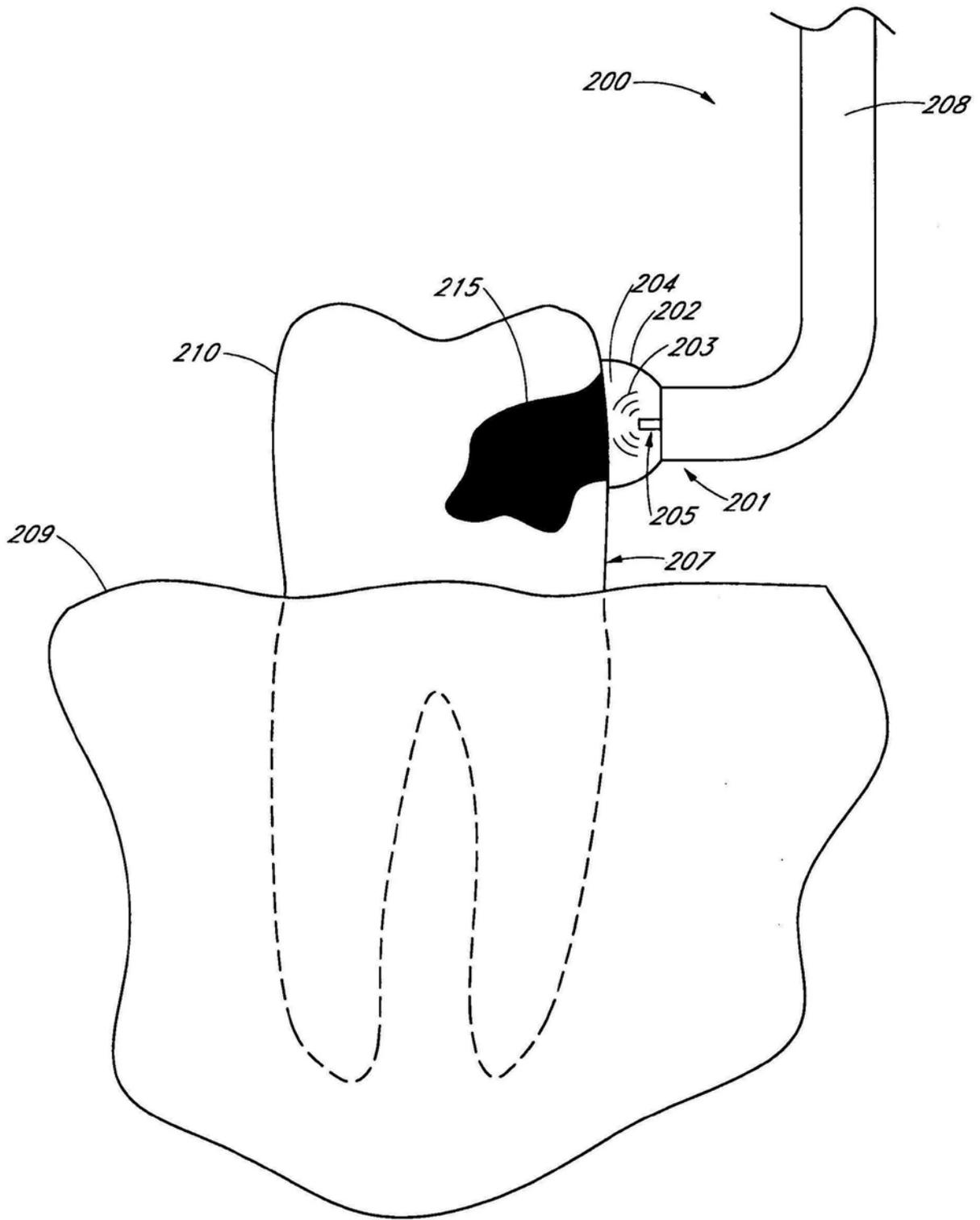


图2

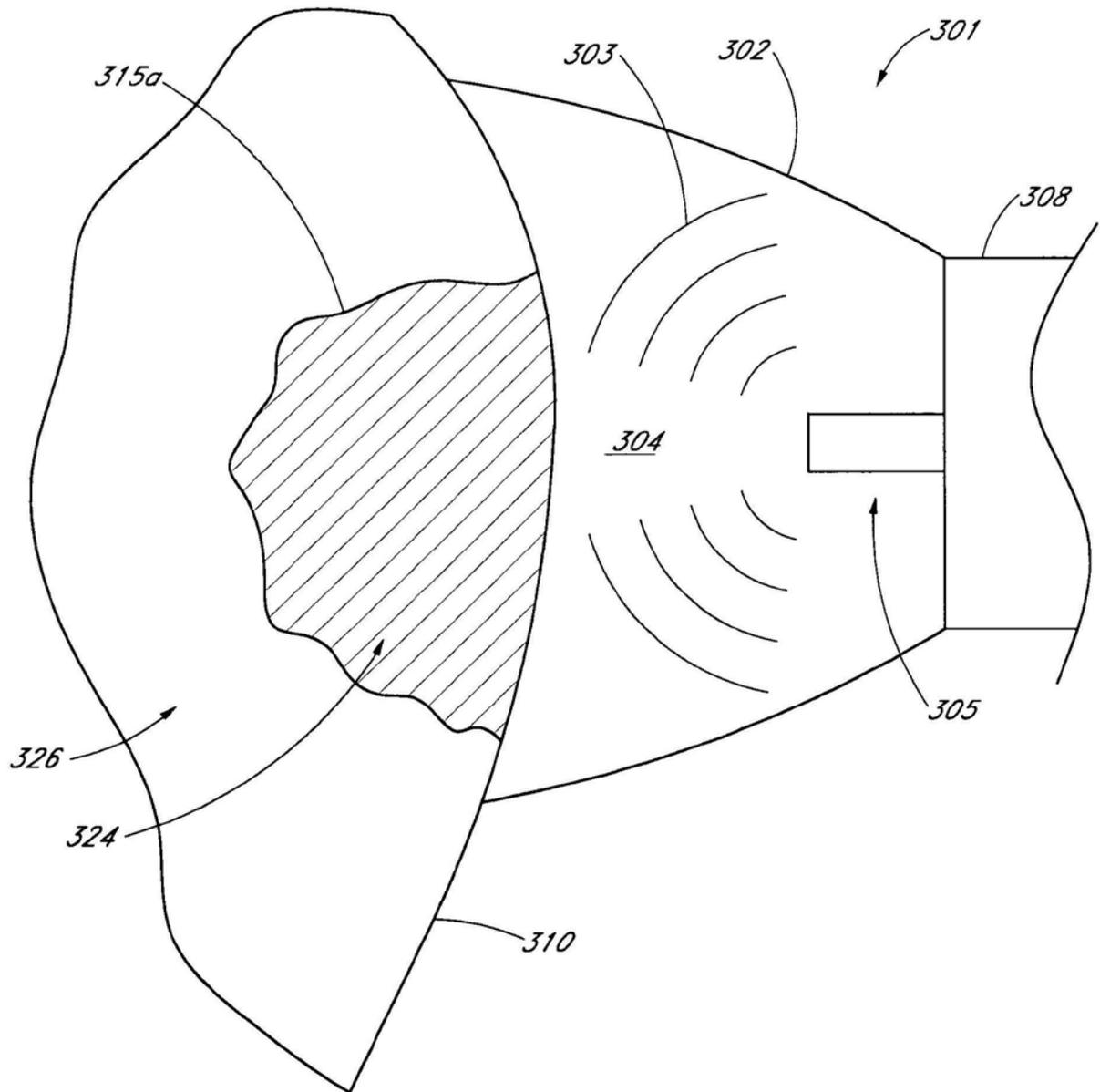


图3A

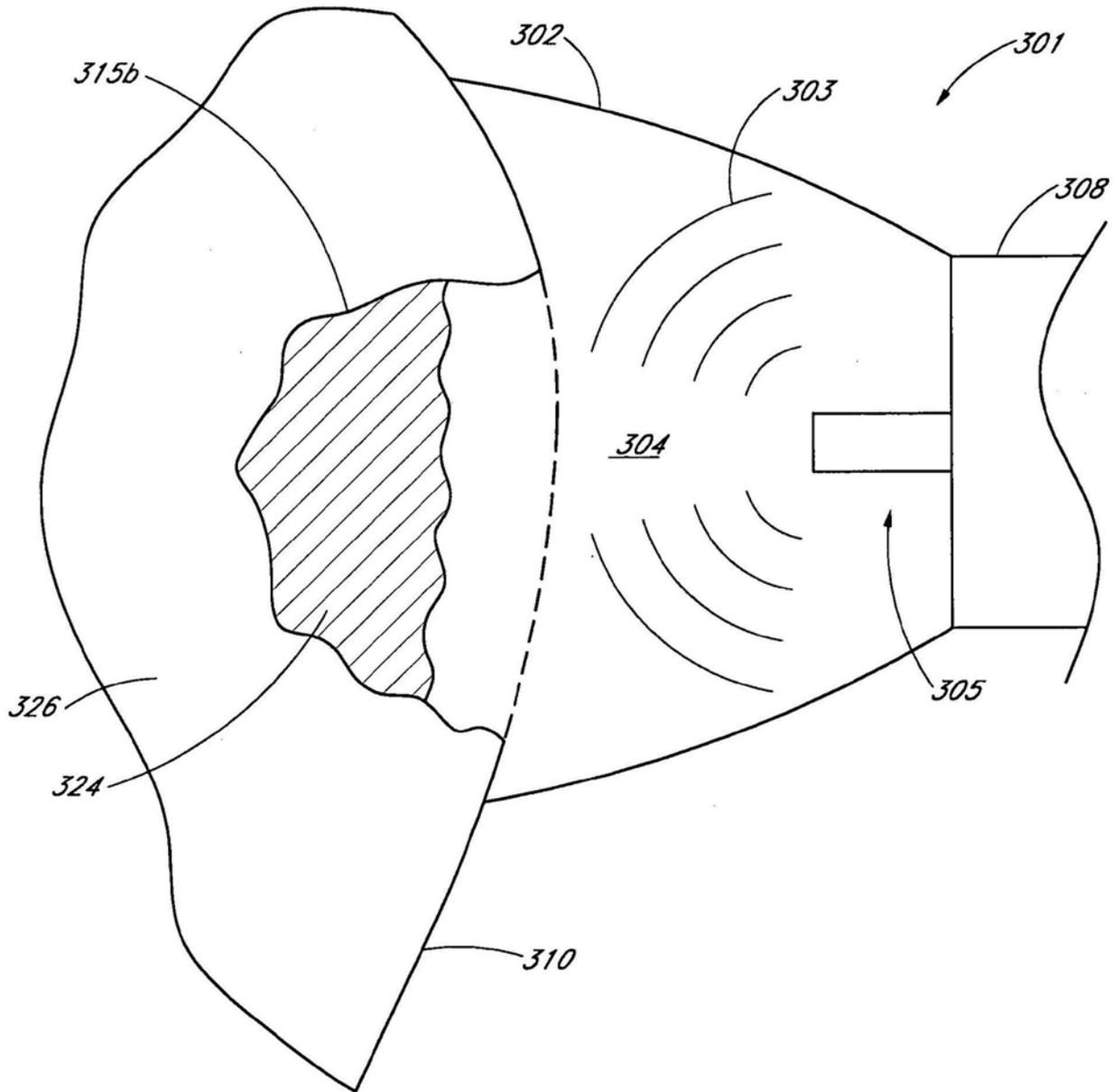


图3B

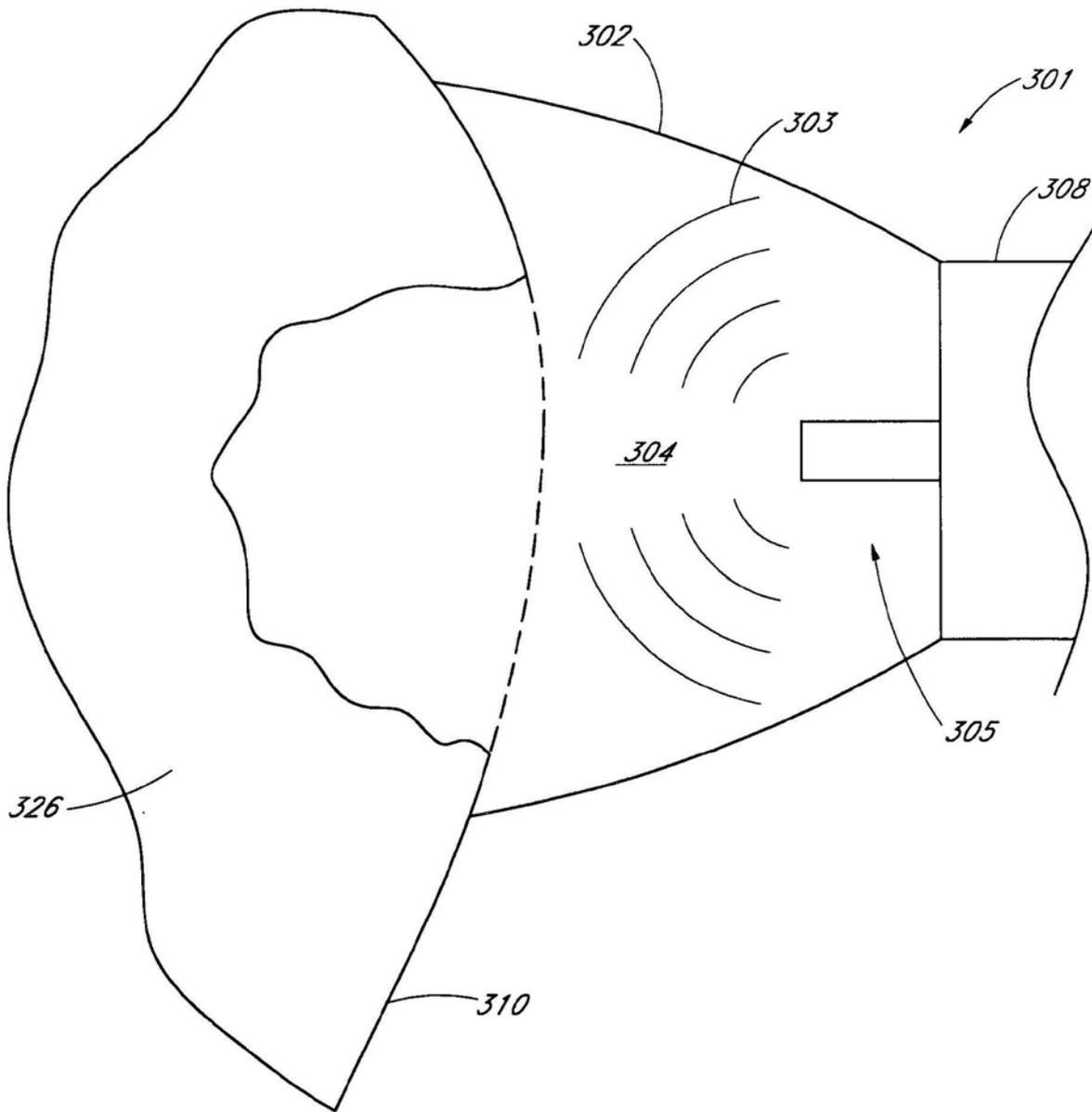


图3C

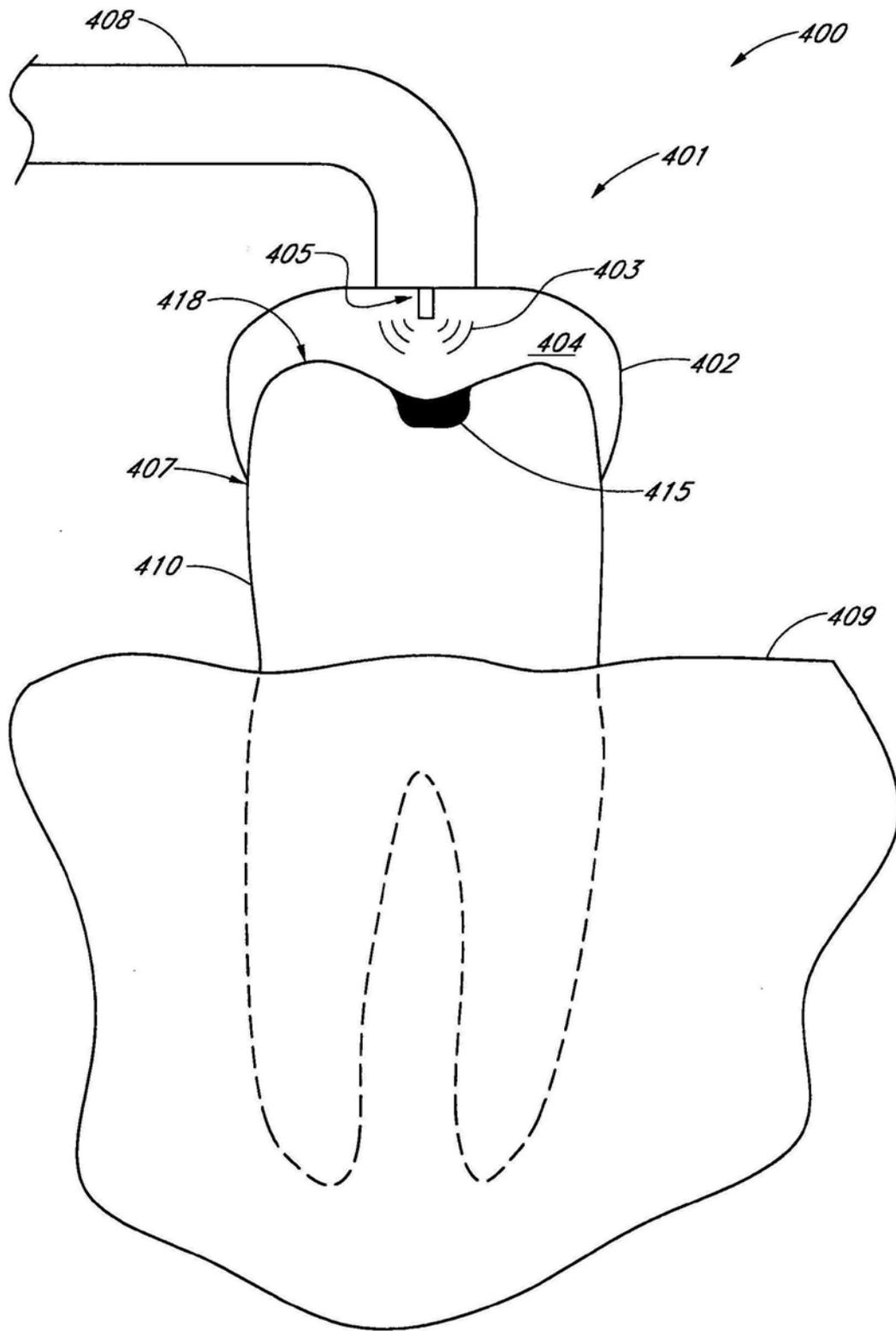


图4

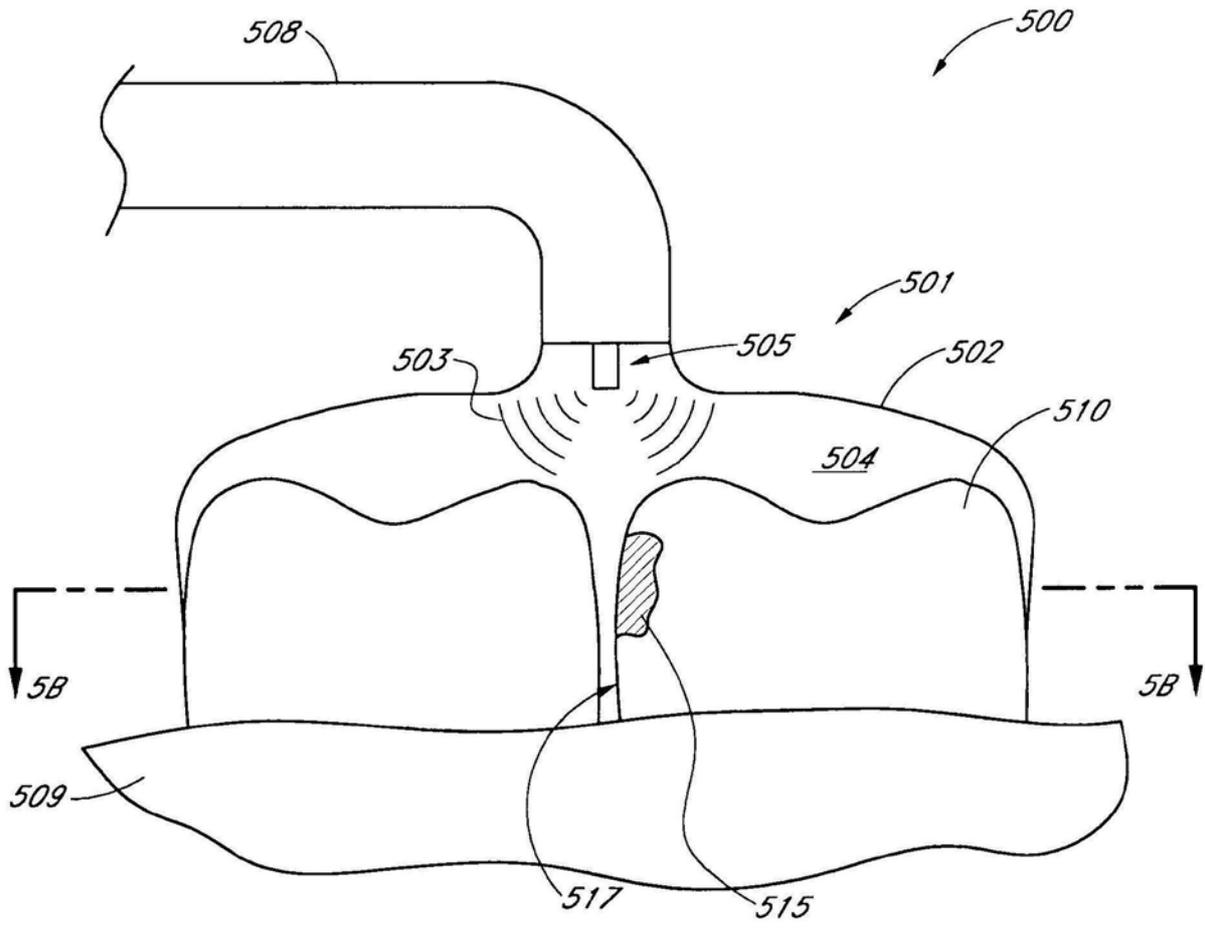


图5A

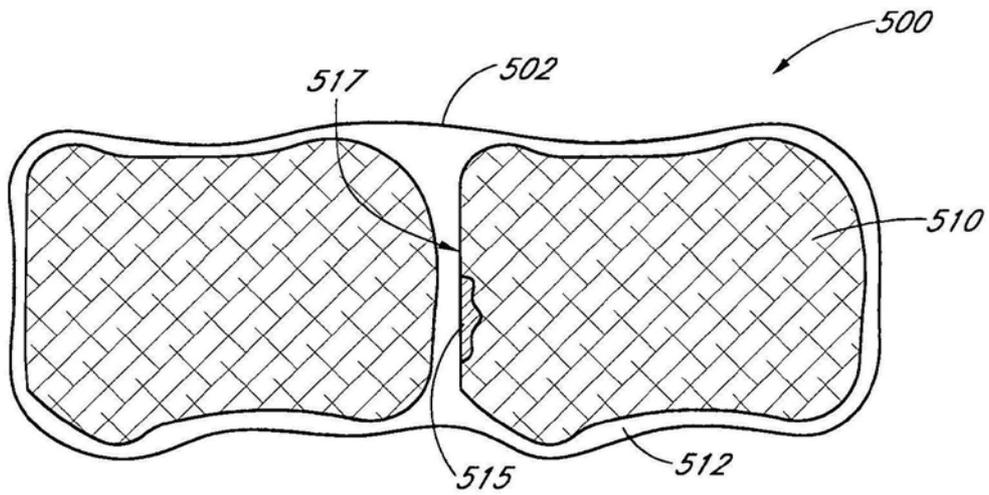


图5B

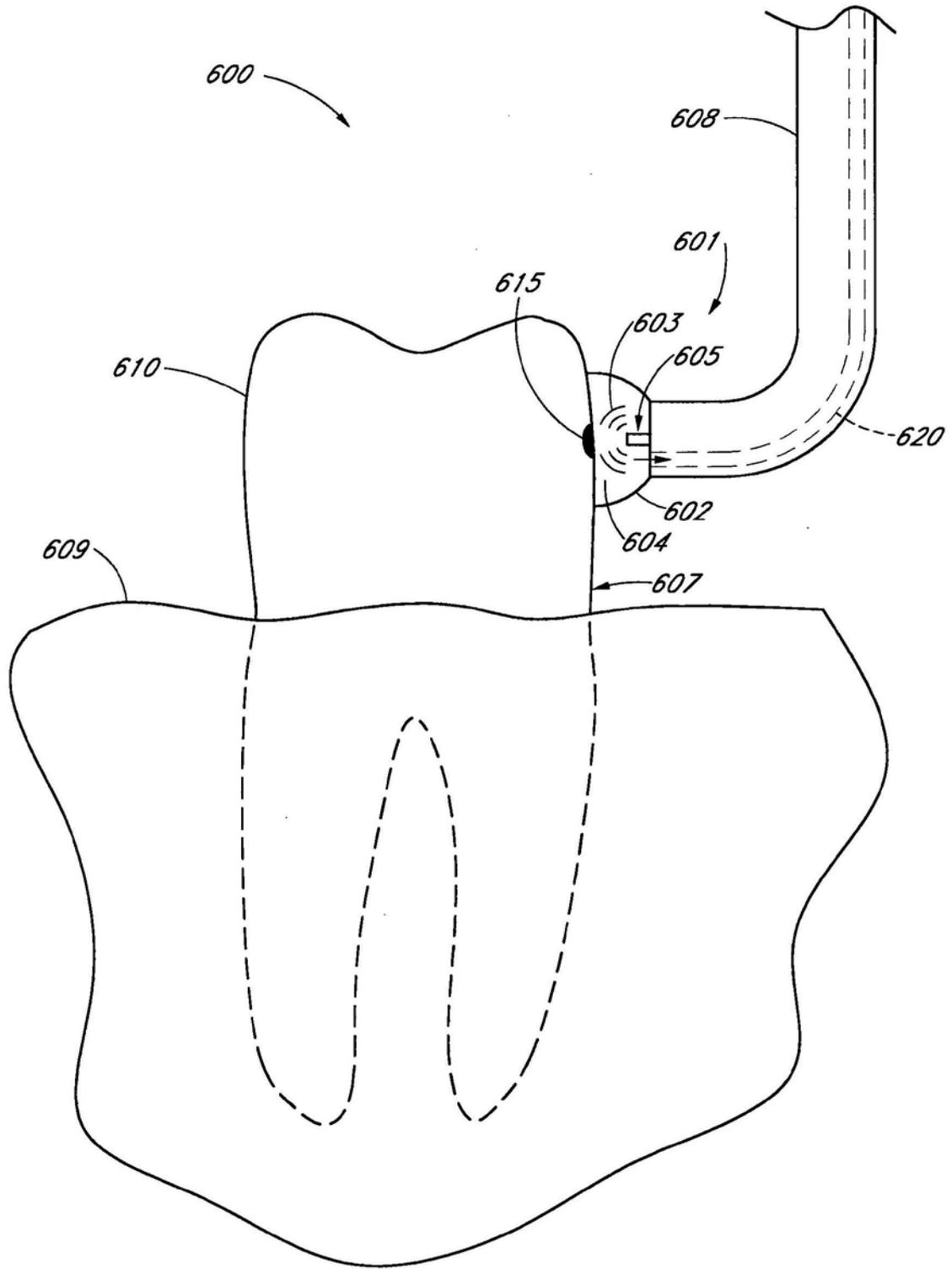


图6

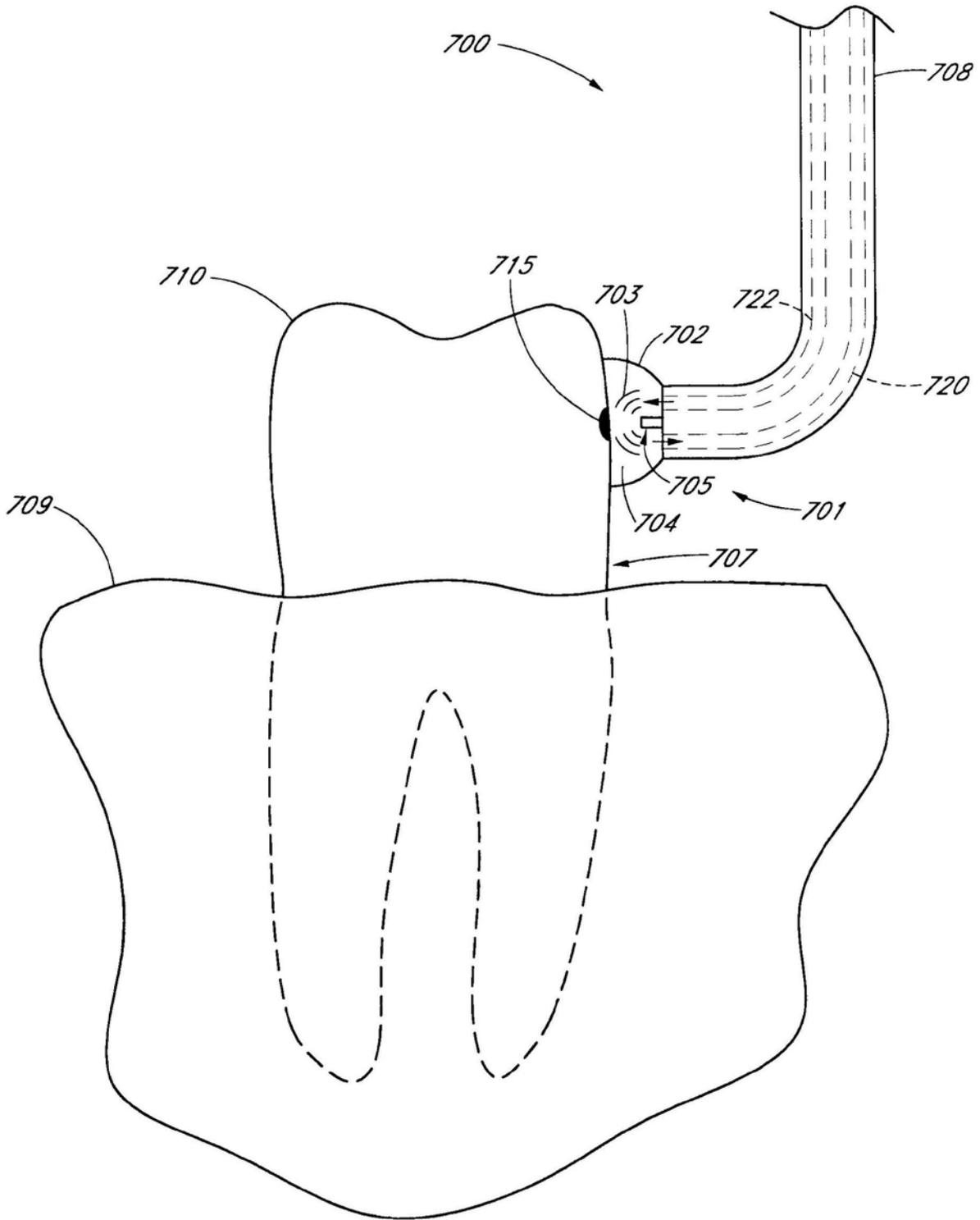


图7

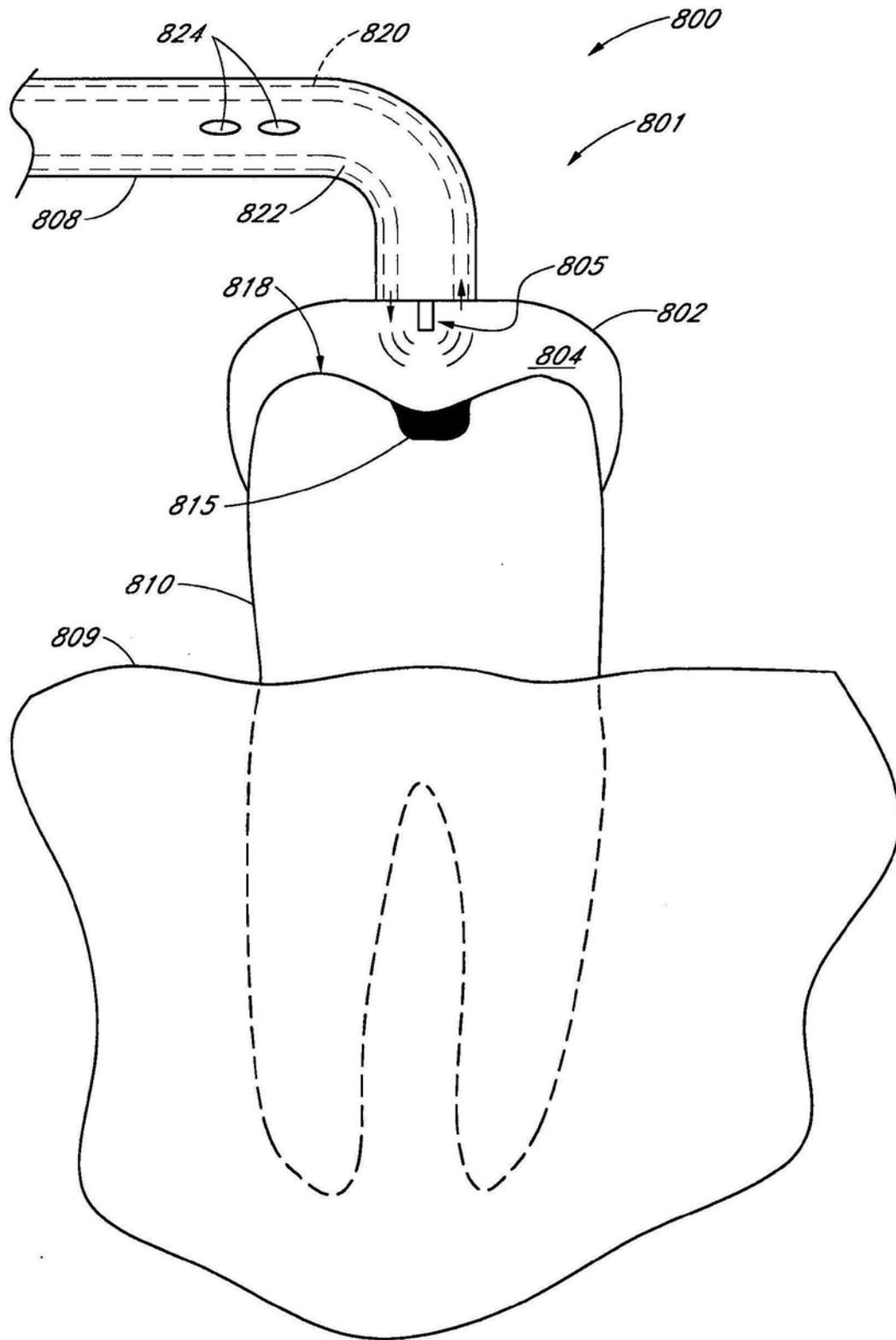


图8

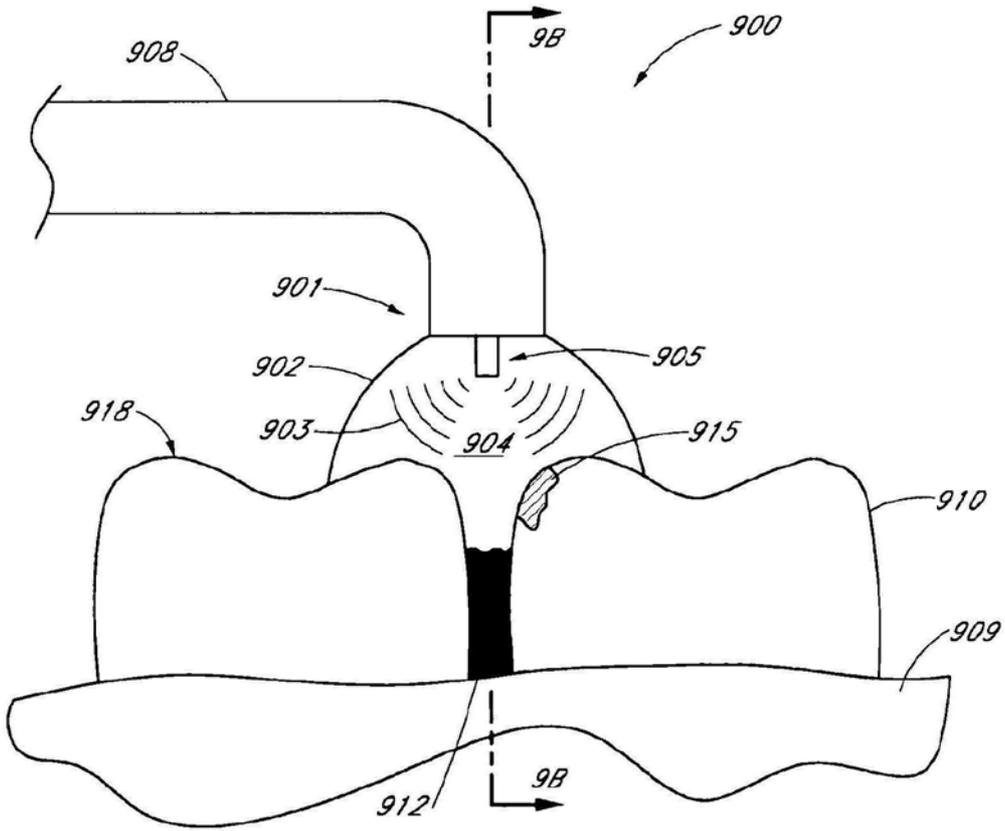


图9A

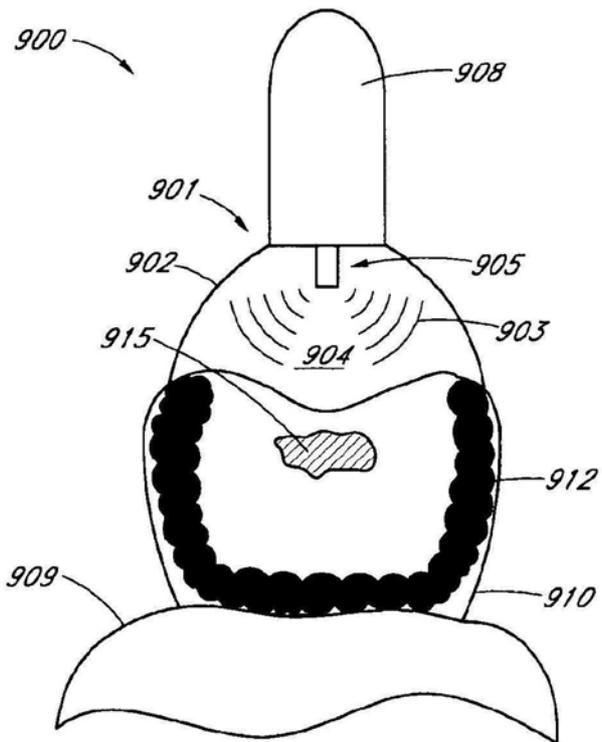


图9B

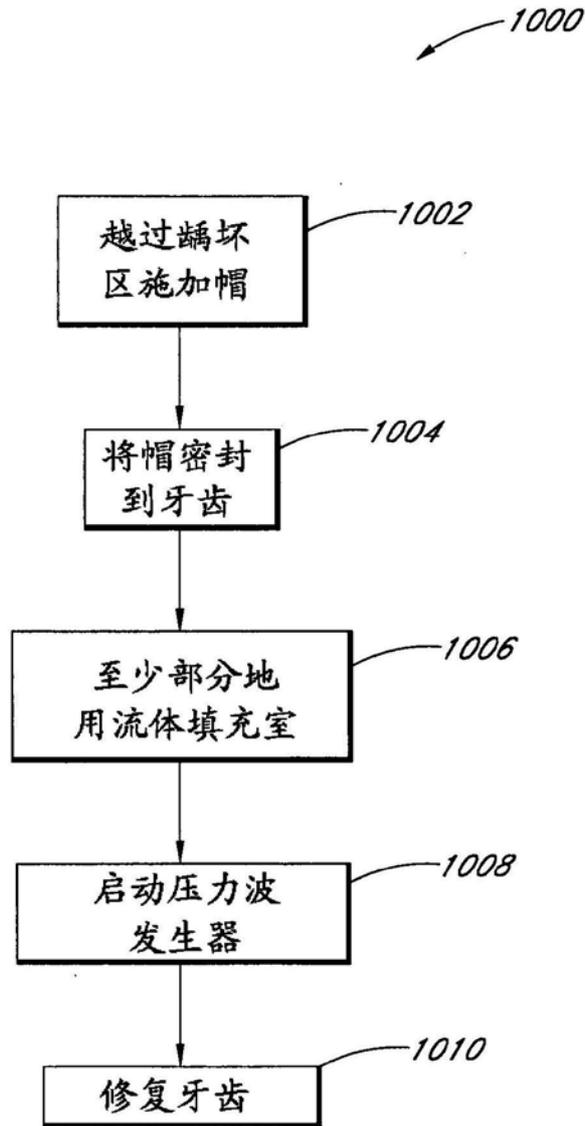


图10

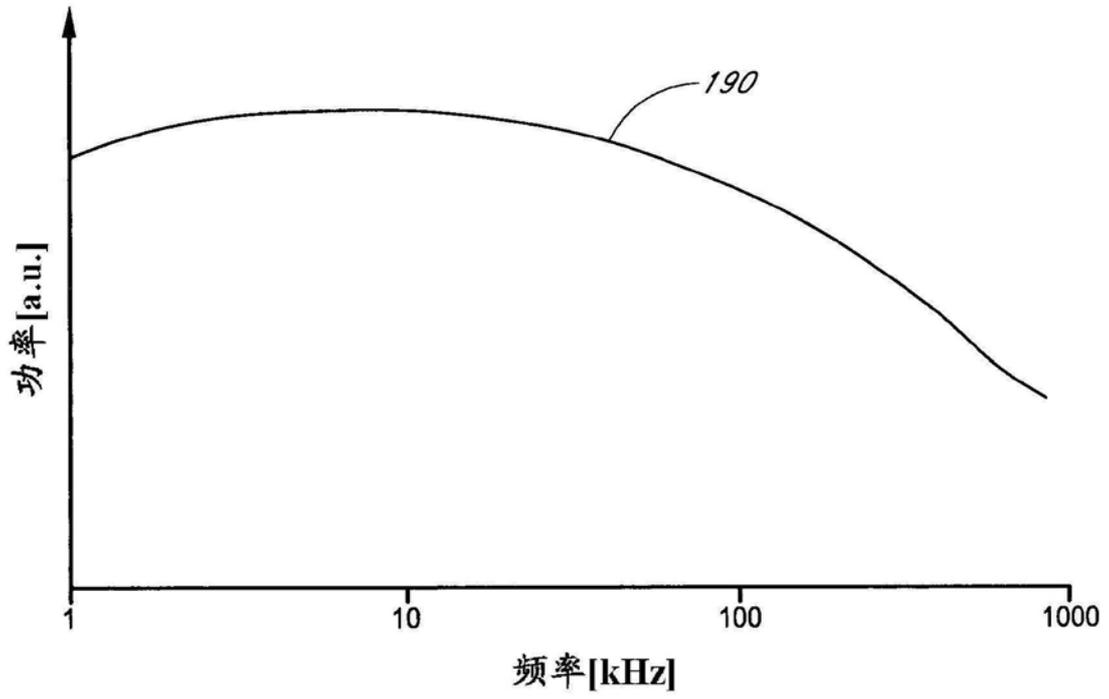


图11A

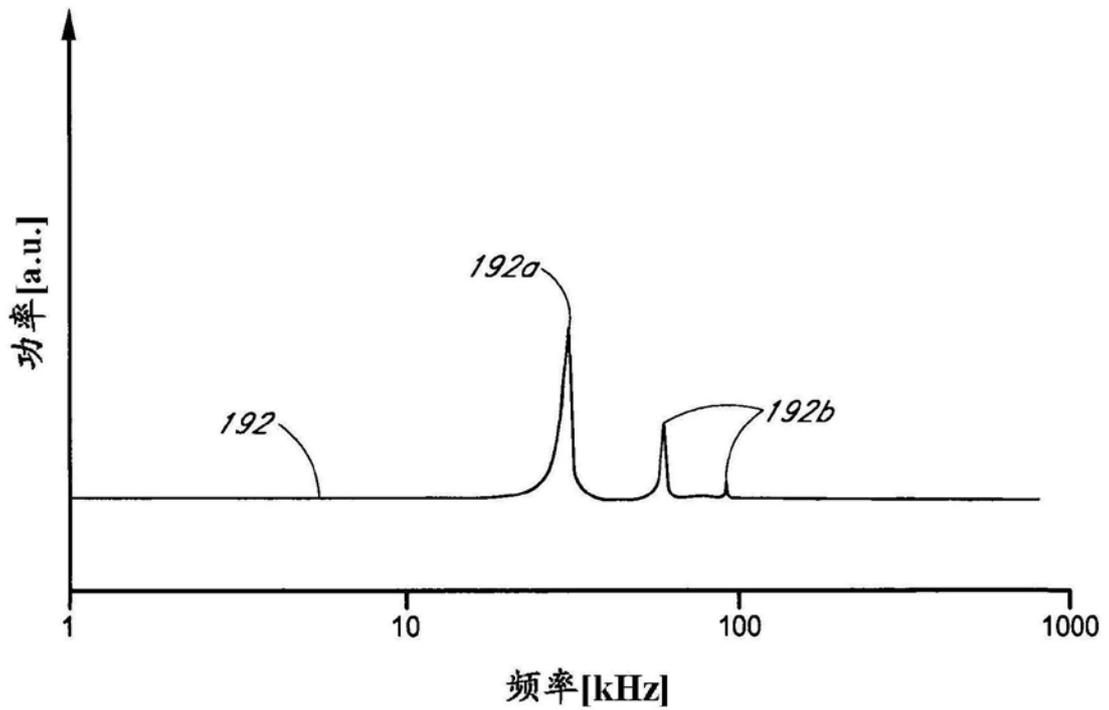


图11B