



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107530102 A

(43)申请公布日 2018.01.02

(21)申请号 201680022155.2

(22)申请日 2016.04.09

(30)优先权数据

14/687,466 2015.04.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.10.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/026839 2016.04.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/168094 EN 2016.10.20

(71)申请人 穆格公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 拉里·克莱顿

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务
所(普通合伙) 11201

代理人 宋融冰

(51)Int.Cl.

A61B 17/32(2006.01)

A61B 18/00(2006.01)

A61F 9/007(2006.01)

A61M 5/32(2006.01)

B06B 1/06(2006.01)

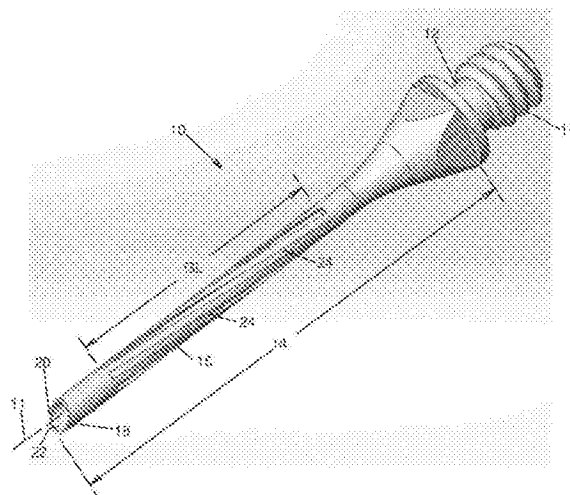
权利要求书2页 说明书7页 附图11页

(54)发明名称

用于超声乳化的扭转模式针

(57)摘要

本发明涉及一种在执行白内障手术时与超声手持件一起使用的超声乳化针,所述超声乳化针具有沿着其轴的多个外部沟槽。所述外部沟槽被构造成将通过所述针的所述基座处的所述手持件传递的纵向驱动运动转换成在所述针尖端处的扭转运动。所述针尖端处的扭转运动的量值大于所述基座处的所述纵向驱动运动的量值,即纵向与扭转增益大于1。所述沟槽可以为螺旋槽,其中所述沟槽构造由一组沟槽参数限定,所述沟槽参数包括所述沟槽的螺距、所述沟槽的宽度、所述沟槽的深度、所述沟槽的轴向长度和所述沟槽的总数。



1. 一种用于附接到超声手持件的超声乳化针,所述超声手持件能够操作以在纵向驱动频率和纵向驱动量值下在所述针的相对的纵向方向上来回驱动所述针,所述超声乳化针包括:

基座,所述基座适于可移除地附接到所述手持件;和

细长轴,所述细长轴从所述基座沿着纵向轴线延伸,所述轴在具有切割边缘的远侧尖端处终止;

所述基座和所述轴包括穿过其中的抽吸管腔;

所述轴还包括在所述轴的纵向方向上延伸的多个外部沟槽;

其中所述多个沟槽具有将在所述针的所述基座处施加的振荡纵向驱动运动转换成在所述针的所述尖端处的扭转运动的构造,所述扭转运动具有基本扭转模式频率和扭转模式量值,其中所述扭转模式量值大于所述纵向驱动量值。

2. 根据权利要求1所述的超声乳化针,其中所述多个沟槽被构造成使得所述基本扭转模式频率与所述纵向驱动频率相同。

3. 根据权利要求1所述的超声乳化针,其中所述多个沟槽为在所述轴的所述纵向方向上延伸的螺旋槽。

4. 根据权利要求3所述的超声乳化针,其中所述多个沟槽的构造包括所述沟槽的螺距、所述沟槽的宽度、所述沟槽的深度、所述沟槽的轴向长度和所述沟槽的总数。

5. 一种超声乳化系统,包括:

超声手持件,所述超声手持件能够操作以至少提供具有纵向驱动频率和纵向驱动量值的振荡纵向驱动运动;和

针,所述针可移除地附接到所述手持件,其中所述针包括细长轴,所述细长轴具有在所述轴的纵向方向上延伸的多个外部沟槽,并且其中所述针在远离所述针附接到所述手持件的位置的远侧尖端处终止;

其中所述多个沟槽具有将通过所述手持件施加到所述针的纵向驱动运动转换成在所述针的所述远侧尖端处的扭转运动的构造,所述扭转运动具有基本扭转模式频率和扭转模式量值,其中所述扭转模式量值大于所述纵向驱动量值。

6. 根据权利要求5所述的超声乳化系统,其中所述多个沟槽被构造成使得所述基本扭转模式频率与所述纵向驱动频率相同。

7. 根据权利要求5所述的超声乳化系统,其中所述纵向驱动频率在38KHz至44KHz的范围内。

8. 根据权利要求7所述的超声乳化系统,其中所述纵向驱动频率为41.5KHz。

9. 根据权利要求7所述的超声乳化系统,其中所述纵向驱动量值为0.1mm。

10. 根据权利要求5所述的超声乳化系统,其中所述多个沟槽为在所述轴的所述纵向方向上延伸的螺旋槽。

11. 根据权利要求5所述的超声乳化系统,其中所述多个沟槽的构造包括所述沟槽的螺距、所述沟槽的宽度、所述沟槽的深度、所述沟槽的轴向长度和所述沟槽的总数。

12. 根据权利要求5所述的超声乳化系统,其中所述超声手持件能够操作以提供组合的纵向和扭转驱动运动。

13. 一种对超声乳化系统进行调谐的方法,所述超声乳化系统具有超声手持件和可移

除地附接到所述手持件的细长针

对所述针进行数字建模,其中所述针的数字模型包括所述针的几何尺寸和材料,其中所述针的几何尺寸限定在所述针的纵向方向上延伸的多个外部螺旋槽;

提供将通过所述手持件供应至所述针的纵向驱动运动的纵向驱动频率和纵向驱动量值;

模拟所述针对于所述纵向驱动运动的施加的谐波响应,以确定在所述针的远侧尖端处发生的预期基本扭转模式频率和预期扭转模式量值;以及

调整所述多个沟槽中的以下参数中的至少一个参数直到所述预期扭转模式量值大于所述纵向驱动量值:(i)所述沟槽的螺距、(ii)所述沟槽的宽度、(iii)所述沟槽的深度、(iv)所述沟槽的轴向长度,以及(v)所述沟槽的总数。

用于超声乳化的扭转模式针

技术领域

[0001] 本发明整体涉及用于例如在白内障手术中乳化内部晶状体并从眼睛中抽吸晶状体的超声手持件和针。

背景技术

[0002] 历史上,白内障手术已使用超声手持件执行,该超声手持件在由手持件接纳的针的尖端处提供纵向或“手提钻”式运动。用于白内障手术的高功率纵向模式超声手持件通常由图1所示的部件组成。手术针穿入由一叠堆压电陶瓷元件进行超声驱动的阶梯型变幅杆中。间隔件位于陶瓷元件叠堆后面。带有安装架、隔离管和鲁尔接头的后部质量块穿到中心螺栓上,该中心螺栓穿过叠堆。当被扭转时,后部质量块向叠堆施加压缩预载。用于抽吸碎片白内障组织的管腔穿过针进入变幅杆中,穿过中心螺栓并进入后部质量块,离开鲁尔接头并进入附接到泵的柔性管中。O型环孔密封件为其外壳内的手持件提供水密阻隔,其中一个密封件位于变幅杆阶梯后面,另一个密封件位于后部安装架中。

[0003] 对于纵向模式手持件,仅在针尖端朝白内障推进的振荡周期的一半中发生切割。在针尖端远离白内障移动的周期的一半中,针尖端不进行切割,但是需要能量并在整个周期中产生热量。因此,切割效率未得到优化,并且切割时间增加。

[0004] 扭转模式超声乳化由Alcon, Inc. 于2006年以图2所示的OZil[®]手持件的形式引入。OZil[®]手持件为针同时提供纵向和扭转运动,其根据尖端几何形状,切割成旋转或横向剪切运动。由叠堆产生的纵向振动通过整体加工成如图2所示的OZil[®]手持件的变幅杆的扭转弹簧来部分地转换成扭转运动。具有Kelman构型的弯曲尖端针通过在尖端处的边对边枢转运动来扩大轴扭转,而具有直的或扩张尖端的针通过旋转运动来切割,该旋转运动扩大了从针的中心到尖端的最外侧切割边缘的距离。

[0005] 当针尖端在扭转模式下横向或旋转运动时,更多的边缘被应用于切割,而不是排斥白内障,并且针尖端在整个周期中保持与白内障的接触,相比于纯纵向模式的手持件更加有效地切割。

[0006] 对OZil[®]手持件的改进在美国专利8,395,299 (Bromfield) 中有所描述。不同于OZil[®]手持件,其中能够部分地将纵向运动转换为扭转运动的弹簧与变幅杆整合,而Bromfield设计将弹簧作为分立的部件结合到手持件中。这通过促进替代构型和替代弹簧材料实现了不同性能目标而大大增强了设计灵活性。

[0007] 美国专利5,935,096 (Barrett) 公开了在白内障手术期间用于乳化和去除眼睛晶状体的针。套筒被布置成环绕针,并且冲洗剂(即,液体冷却剂)通过套筒的内壁与针的外表面之间的空间被供应给手术部位,以减少对眼睛的热损伤的风险。在各种实施方案中,在针的外表面中形成沟槽以提供通道,即使当入口伤将套筒压在针的外表面上时,冲洗剂也可通过该通道流向手术部位。沟槽的形状、数量和尺寸不重要,只要它们在套筒被压缩时为冲洗剂提供到达眼睛内部腔室的途径。在图5所示的一个实施方案中,针具有沿着针轴的外表面的长度延伸的多个平行螺旋槽。未对螺旋槽的具体尺寸进行论述,并且没有描述在针尖

端处的纵向驱动运动向扭转运动的转换。

[0008] 美国专利申请公布2006/0047254A1 (Akahoshi) 也公开了在白内障手术期间用于乳化和去除眼睛晶状体的针的若干不同实施方案。图9a所示的实施方案中的一个实施方案具有沿着针轴的外表面的长度延伸的多个平行螺旋槽。与上述Barrett专利类似,Akahoshi专利申请涉及避免手术伤口部位处过热。与Barrett专利不同,Akahoshi专利申请试图在不使用外部套筒的情况下减少发热(尽管也可使用套筒)。Akahoshi公开了当在没有套筒的情况下使用针时,三到多达五个具有在 3° 至 30° 的范围内的螺距角的平行螺旋槽将产生冲洗剂的“回流”流动。本公开提出通过使用圆形或半圆形沟槽辅助回流,该沟槽在接近沟槽两端的深度上平滑地减小。未对螺旋槽的具体尺寸进行论述,并且没有描述在针尖端处的纵向驱动运动向扭转运动的转换。

发明内容

[0009] 本发明的目的是从超声手持件的针尖端处产生纵向运动和扭转运动,而不如图2所示或作为根据Bromfield所述的分立附加部件将扭转弹簧与变幅杆结合成一体。

[0010] 本发明的另一个目的是提供已经结合了在针尖端处具有增加的扭转运动的扭转弹簧的手持件,以提高在白内障手术期间的晶状体切割效率。

[0011] 本发明提供了一种用于超声手持件的超声乳化针。该针包括适于可移除地附接到手持件的基座和从基座沿着纵向轴线延伸的细长轴,该轴在具有切割边缘的远侧尖端处终止。基座和轴包括穿过其中的抽吸管腔。轴还包括在轴的纵向方向上延伸的多个外部沟槽。

[0012] 根据本发明,多个沟槽具有将在针的基座处施加的振荡纵向驱动运动转换成在针尖端处的扭转运动的构造。扭转运动具有基本扭转模式频率和扭转模式量值,并且其特征在于扭转模式量值大于纵向驱动量值。换句话说,由针提供的纵向与扭转增益大于1。外部沟槽可以为在针轴的纵向方向上延伸的螺旋槽。期望的纵向与扭转增益可通过调整沟槽的构造参数来实现,所述构造参数可包括沟槽的螺距、沟槽的深度、沟槽的轴向长度和沟槽的总数。

[0013] 本发明也通过超声乳化系统体现,该系统包括超声乳化针和超声手持件,该超声手持件能够操作以提供至少一个具有纵向驱动频率和纵向驱动量值的振荡纵向驱动运动,如上所总结,该超声乳化针可移除地附接到该手持件。在特定实施方案中,手持件可能操作以提供组合的纵向和扭转驱动运动,并且针增加针尖端处的扭转运动。

[0014] 本发明还通过调谐具有超声手持件和可移除地附接到手持件的细长针的超声乳化系统的方法来体现。该方法通常包括以下步骤:对针进行数字建模,提供将由手持件供应至针的纵向驱动运动的纵向驱动频率和纵向驱动量值,以及模拟针对于纵向驱动运动的施加的谐波响应,以确定在针的远侧尖端处发生的预期基本扭转模式频率和预期扭转模式量值。针的数字模型包括针的几何尺寸和材料。针的几何尺寸限定了在针的纵向方向上延伸的多个外部螺旋槽。该方法包括调整多个沟槽中的以下参数中的至少一个参数,直到预期扭转模式量值大于纵向驱动量值:(i) 沟槽的螺距,(ii) 沟槽的深度,(iii) 沟槽的轴向长度,以及(iv) 沟槽的总数。

[0015] 本发明能够使用传统的纵向模式手持件来执行扭转模式白内障手术,并且能够通过从具有不同相应沟槽构造的多个针中选择具有特定沟槽构造的针来选择期望的扭转模

式操作特性。

附图说明

[0016] 现在将结合附图在本发明的以下具体实施方式中更全面地描述本发明的实质和操作模式,其中:

[0017] 图1是现有技术的纵向模式超声手持件的透视图;

[0018] 图2是现有技术的组合纵向模式和扭转模式超声手持件的透视图;

[0019] 图3是根据本发明的实施方案形成的超声乳化针的透视图,其示出了沟槽长度(GL)尺寸;

[0020] 图4是通过图3所示的针的轴的放大横截面图,其示出了沟槽宽度(GW)和沟槽深度(GD)尺寸;

[0021] 图5A至图5D是体现本发明的超声乳化针的侧视图,其中螺距(即,螺旋节距)和沟槽角度被改变以提供不同的沟槽构造;

[0022] 图6是显示作为沟槽螺距的函数的纵向与扭转增益和纵向与纵向增益的变化的图形;

[0023] 图7是显示作为沟槽螺距的函数的扭转与纵向比率的变化了的图形;

[0024] 图8是显示作为沟槽螺距的函数的扭转模式频率的变化了的图形;

[0025] 图9是显示作为沟槽深度的函数的纵向与扭转增益和纵向与纵向增益的变化的图形;

[0026] 图10是显示作为沟槽深度的函数的扭转与纵向比率的变化了的图形;

[0027] 图11是显示作为沟槽深度的函数的扭转模式频率的变化了的图形;

[0028] 图12是与图9类似的图形,其中针对具有不同轴向长度的螺旋槽的两个针绘制了纵向与扭转增益和纵向与纵向增益以用于比较;

[0029] 图13是与图10类似的图形,其中针对具有不同轴向长度的螺旋槽的两个针绘制了扭转与纵向比率以用于比较;

[0030] 图14是与图11类似的图形,其中针对具有不同轴向长度的螺旋槽的两个针绘制了扭转模式频率以用于比较;

[0031] 图15是类似于图4的放大剖视图,其中螺旋槽的总数从6减小到5以提供另外的替代沟槽构造;

[0032] 图16是与图9类似的图形,其中针对具有不同数量的螺旋槽的两个针绘制了纵向与扭转增益和纵向与纵向增益以用于比较;

[0033] 图17是与图10类似的图形,其中针对具有不同数量的螺旋槽的两个针绘制了扭转与纵向比率以用于比较;并且

[0034] 图18是与图11类似的图形,其中针对具有不同数量的螺旋槽的两个针绘制了扭转模式频率以用于比较。

具体实施方式

[0035] 图3和图4示出了根据本发明实施方案形成的超声乳化针10。针10被设计成用于附接到超声手持件,该超声手持件能够操作以在纵向驱动频率和纵向驱动量值下在针的相对

纵向方向上来回驱动针。针10包括适于可移除地附接到手持件的基座12,例如通过提供螺纹14以及从基座12沿着纵向轴线11延伸的细长轴16。轴16在具有切割边缘20的远侧尖端18处终止。尖端18可以是倒角的,例如在相对于轴线11的30°倒角角度处。基座12和轴16包括沿着轴线11穿过其的抽吸管腔22。轴16还包括在轴的纵向方向上延伸的多个外部沟槽24。沟槽24可被构造成在轴16的纵向方向上延伸的螺旋槽。针10可由钛合金Ti-6Al-4V制成,提供生物相容性、良好的弹性和疲劳特性,以及高刚度与密度比率。当然,在不偏离本发明的情况下,可使用其他合适的材料。

[0036] 沟槽24形成在轴16的外圆柱形表面中,并且可被构造成围绕针轴的圆周的多个平行的螺旋。沟槽24可通过在沟槽形成时旋转针10以类似于直槽的方式制成。如下文将要详述的那样,多个沟槽24具有将在针10的基座12处施加的振荡纵向驱动运动转换成在针的尖端18处的纵向运动和扭转运动两者的构造。尖端18处的扭转运动具有基本扭转模式频率和扭转模式量值。根据本发明,沟槽24被构造成使得在尖端18处产生的扭转模式量值大于由超声手持件在基座12处施加到针10的纵向驱动量值。换句话说,沟槽24被构造成使得纵向与扭转增益(“L-T增益”) (被定义为尖端18处的扭转模式量值除以纵向驱动量值) 大于1。这是在没有扭转弹簧或将纵向运动转换成扭转运动的手持件中的一些其他机构的情况下实现的。

[0037] 沟槽24可以围绕轴线11以规则的角度间隔开。在所示实施方案中,沟槽24的构造由各种参数限定,所述参数包括沟槽的螺距(也称为螺旋节距)、沟槽GD的深度、沟槽GL的轴向长度以及沟槽总数。可以使用计算机建模和模拟来确定沟槽构造参数的合适值,这些参数将形成大于纵向驱动量值的扭转模式量值。

[0038] 图3和图4中所示的针的性能特性和优点利用各种针和沟槽几何构型的模拟将变得显而易见。有限元分析技术用于模拟针对各种几何构型的针的动力学。用于模拟针性能的分析方法以针的三维实体和有限元模型的产生开始。可以在三维CAD建模软件应用程序中创建实体模型,然后导入到能够执行动态FEA结构分析的合适的有限元分析(FEA)软件应用程序中。以非限制性示例的方式,模型可作为Parasolid文件存储并导入到ANSYS Workbench 15.0版中,该版本创建针的对应有限元模型。有限元模型可包括用于计算精度的二次六面体元素的网格、针材料特性(例如,Ti-6Al-4V)的分配以及边界条件的应用。可通过软件对空气中的针几何形状进行动态模拟,忽略冲洗和抽吸流动的阻尼效应以及测试和实际手术过程中的尖端负载。

[0039] 对每个针和多个沟槽构造进行模态分析,以计算谐振模态振型和对应的谐振频率。特别感兴趣的模式是针构造的基本半波长扭转和纵向模式。具有多个沟槽的针将纵向运动转换成扭转运动的程度部分地取决于手持件的纵向模式的操作驱动频率与针的基本扭转模式频率的接近程度。纵向模式和扭转模式的最大位移发生在针的尖端18处,并且在从基座12到轴16的过渡处发生最小位移。

[0040] 可针对每个针构造进行谐波响应分析,以模拟特定频率下的驱动响应。针对纵向激发的响应通过在针的基座处的强制纵向位移进行模拟。为了演示的目的,用于该分析的纵向位移量值为0.0001m。可以使用任何合理的量值来计算针对针基座12处的给定纵向运动输入在针尖端18处的L-T增益。在本分析中使用41.5KHz的纵向驱动频率代表用于白内障手术的手持件的纵向操作模式。同样,可以选择在白内障手术中使用的用于手持件的典型

纵向操作模式的任何合理的频率。谐波响应分析的结果包括LT增益、定义为尖端18处的纵向模式量值除以纵向驱动量值的纵向增益(“L-L增益”),以及定义为尖端18处的扭转模式量值除以尖端18处的纵向模式量值的扭转与纵向比率(“T-L比率”)。针对纵向方向和围绕针的纵向轴线11的扭转旋转,在尖端18处获得了切割边缘20的最大节点位移。这些位移用于计算L-T增益、L-L增益和T-L比率。

[0041] 针对针构造执行模拟,其中针的基本总体尺寸保持恒定,而与沟槽相关的参数(包括沟槽螺距、沟槽轴向长度、沟槽深度和沟槽的总数)以受控的方式变化,以确定参数如何影响谐波响应,以及沟槽构造参数的哪些值可能适于实现大于1的L-T增益。对于本文所述的实施方案,模型针10的总体尺寸被选择为与由具有直沟槽(即,平行于轴线11的沟槽)的Bausch&Lomb Incorporated销售的现有Stellaris®针的尺寸相当。针长度NL为18.796mm(0.740英寸),针轴16的外径为1.092mm(0.043英寸),以及针轴16的内径为0.495mm(0.020英寸)。沟槽24的数量最初被选择为与Stellaris®针中的直沟槽的数量相同,即总共六个沟槽。最初也选择与Stellaris®针中的直沟槽的那些相同的轴向沟槽长度GL、沟槽宽度GW和沟槽深度GD,即10.160mm(0.400英寸)的沟槽长度GL、0.279mm(0.011英寸)的沟槽宽度GW以及0.140mm(0.0055英寸)的沟槽深度GD。

[0042] 在一组模拟中,螺距参数为如图5A至图5B所示的变化。选择1.4英寸、1.1英寸、0.8英寸和0.5英寸的螺距。如将要理解的那样,改变螺距也改变了沟槽中心线相对于针的纵向轴线11的角度。在本示例中,1.4英寸的螺距对应于5.5°的沟槽角度,1.1英寸的螺距对应于6.7°的沟槽角度,0.8英寸的螺距对应于9.5°的沟槽角度,并且0.5英寸的螺距对应于13.8°的沟槽角度。对针10进行模态和谐波响应分析,图5A至图5D中显示了具有上述沟槽尺寸的六个等间距沟槽24的不同螺距。使用41.5KHz的纵向驱动频率。L-T增益和L-L增益的曲线图作为螺距的函数在图6中出现。尖端18处的T-L比率作为螺距的函数在图7中绘制。具有螺距的扭转模式谐振频率的变化在图8中绘制。

[0043] 如可以看到的,随着螺距减小,并且对于0.5英寸的螺距,沟槽角度增加达到2.6的最大L-T增益时,针10的基座12处的纵向运动被越来越多地转换成尖端18处的扭转运动。当L-T增益增加时,L-L增益保持相对不变,并且恰好低于约0.75英寸的螺距时,L-T增益超过L-L增益。增加的L-T增益和具有螺距的相对恒定的L-L增益反映在T-L比率中,该比率随着螺距减小逐渐增加,对于0.5英寸的螺距,达到约2的最大值。纵向基座运动被越来越多地转换为扭转运动,而针对螺距变化的驱动频率于扭转模式频率之间的差异超过了1300Hz。因此,在没有扭转谐振频率和驱动频率紧密匹配的情况下,可以实现L-T增益和T-L比率显著增加。

[0044] 使用0.8英寸的恒定螺距进行另一系列模拟,同时改变六个螺旋槽24的沟槽深度GD;其他沟槽尺寸保持恒定。该系列模拟的目的是将针10的基本扭转模式的谐振频率与41.5KHz的纵向驱动频率相匹配。图9中绘制了针对沟槽深度变化的L-L增益和L-L增益。图10和图11示出了作为沟槽深度的函数的T-L比率和扭转模式谐振频率的变化。图9中的L-T增益和图10中的T-L比率表现出对应于大约0.005英寸的沟槽深度GD的峰值,对于该峰值,纵向驱动频率和扭转模式谐振频率如图11所示紧密匹配。这指示当纵向驱动频率与针的扭转谐振频率匹配时,针最有效地操作,将基座的纵向输入运动转换为尖端处的扭转输出运动。本发明的优点是,针和沟槽尺寸和材料特性的各种组合的扭转谐振频率产生扭转模式

谐振频率,该频率接近具有用于纵向模式白内障手术的针的手持件的操作驱动频率,其通常在38KHz至44KHz的范围内。本发明的另一个优点是,如图11所示,可通过改变沟槽24的沟槽深度GD来在该范围内容易地调整针的扭转谐振频率。在驱动频率基本上匹配针扭转谐振频率时,将发生最佳的线性到扭转的转换,图9至图11指示,即使这些频率不理想地匹配,也可实现显著的L-T增益和T-L比率。值得注意的是,假设针处于空气中执行模拟,即没有由尖端加载、抽吸和冲洗流动引起的阻尼或损失。阻尼将减少针的L-T增益。针中产生的高应力也固有地具有高增益。疲劳将限制可以优化针的纵向到扭转的转换程度。当阻尼会降低L-T增益时,其也会减小应力并提高针的疲劳寿命。在扭转谐振时,在稍微偏离峰值频率的纵向驱动频率驱动下驱动针可能是有利的,以实现高L-T增益和长疲劳寿命的期望平衡。此外,针是可更换的,并且可在每次手术后更换以实现高L-T增益并避免疲劳失效。

[0045] 进行另外的模拟,以研究其他沟槽参数对在针基座12处的纵向运动转换到其尖端18处的扭转运动的影响。沿着针轴16的纵向轴线11的沟槽24的沟槽长度GL从0.4英寸减小到0.3英寸。对于减小的沟槽长度和沟槽深度的变化进行了一系列模拟。沟槽宽度GW和螺距分别在0.011英寸和0.8英寸处是不变的,并且沟槽数量保持在六个。再次选择41.5KHz的驱动频率。图12示出了与具有0.4英寸长的沟槽的针的结果相比,具有缩短的沟槽的针10的相比于沟槽深度的L-T增益和L-L增益。图13提供尖端18处的T-L比率的类似比较。图14比较了具有不同沟槽长度的针的扭转谐振频率结果。当提供较短的沟槽时,L-T增益和T-L比率中的各个峰在大约0.0044英寸的较浅的沟槽深度处发生。在与具有较长沟槽的针的扭转模式谐振相比时,具有较短沟槽的针的扭转模式谐振在相同的沟槽深度时的频率较低。虽然缩短沟槽一般会降低给定沟槽深度的扭转谐振频率,但纵向到扭转放大过程中的峰值不出现显著变化。

[0046] 针对具有五个沟槽而不是六个沟槽的针进行最终的一系列模拟,如图15所示。同样,沟槽深度GD变化了,沟槽宽度GW和螺距分别在0.011英寸和0.8英寸处不变,纵向驱动频率设定在41.5KHz。图16示出了相比于六沟槽针,五沟槽针的L-T增益和L-L增益。T-L比率和扭转模式谐振频率的变化在图17和图18中绘制,以用于五沟槽和六沟槽针两者设计。

[0047] 将沟槽数从六减小到五会将L-T增益和T-L比率的峰值偏移到约0.0054英寸的较深沟槽深度。使用五沟槽针实现的峰值L-T增益比使用六沟槽针实现的峰值L-T增益小,而使用五沟槽针实现的峰值L-L增益比使用六沟槽针实现的L-L增益大。这些行为相结合以显著地降低五沟槽针相对于六沟槽针的T-L比率。图18显示出了对于给定的沟槽深度GD,对于五沟槽针的扭转谐振模式频率比对于六沟槽针的扭转谐振模式频率大。

[0048] 可对沟槽参数中的其他可能的变化进行模拟。例如,可以研究改变槽宽度GW的效果。除沟槽参数之外,还可以改变其他针特征,包括尖端几何形状的改变。例如,尖端18可以是弯曲的,已知其将围绕轴线11的扭转转换成在尖端的边缘处的横向运动。也可以扩张尖端18。扩张尖端会围绕轴线11扩大扭转运动,在两个扩张边缘产生最大剪切运动,以提高切割效率。

[0049] 本文所述的模拟足以展示通过控制某些沟槽参数可以改变针10的L-T增益、T-L比率和扭转模式频率的程度,并且对于在纵向模式下操作的超声乳化手持件可实现大于1的L-T增益。在每种情况下,手持件系统将变幅杆的端部处的纵向运动转换成针的尖端处的扭转运动的效率将取决于针的扭转模式谐振频率被调谐或匹配于手持件的操作驱动频率的

程度。可以通过改变沟槽几何形状(包括深度、长度和节距)和/或通过改变沟槽的数量或改变针材料来容易地调谐针的扭转模式谐振频率。

[0050] 本文所公开的沟槽针10的一个有用的优势是可以将其附接到用于纵向模式白内障手术的手持件,从而将手持件转换成可用于扭转模式白内障手术的手持件。在外科医生偏好执行纵向模式白内障手术的情况下,沟槽针可被移除并被标准的纵向模式针替代。本发明向外科医生提供了使用相同的手持件执行任一模式的手术的灵活性。

[0051] 本发明的另一个优势在于可以提供具有不同沟槽参数以用于产生不同的尖端运动的各种针,并且外科医生可根据手术需要选择具有期望的操作特性的针中的一个针。

[0052] 沟槽针10也可与现有技术的扭转模式手持件一起使用。由于在这些扭转模式手持件中由手持件叠堆产生的纵向运动仅部分地转换成扭转运动,因此本发明的沟槽针10可用于进一步增加针尖端处的扭转运动以提高白内障切割效率。

[0053] 虽然描述了用于将纵向运动转换成扭转运动的螺旋槽24,但是在不偏离本发明的情况下,也可使用其他非线性的沟槽路径。

[0054] 虽然已结合示例性实施方案描述了本发明,但具体实施方式并不旨在将本发明的范围限制于所述的特定形式。本发明旨在涵盖可包括在本发明的范围内的所述实施方案的此类替代形式、修改形式和等同形式。

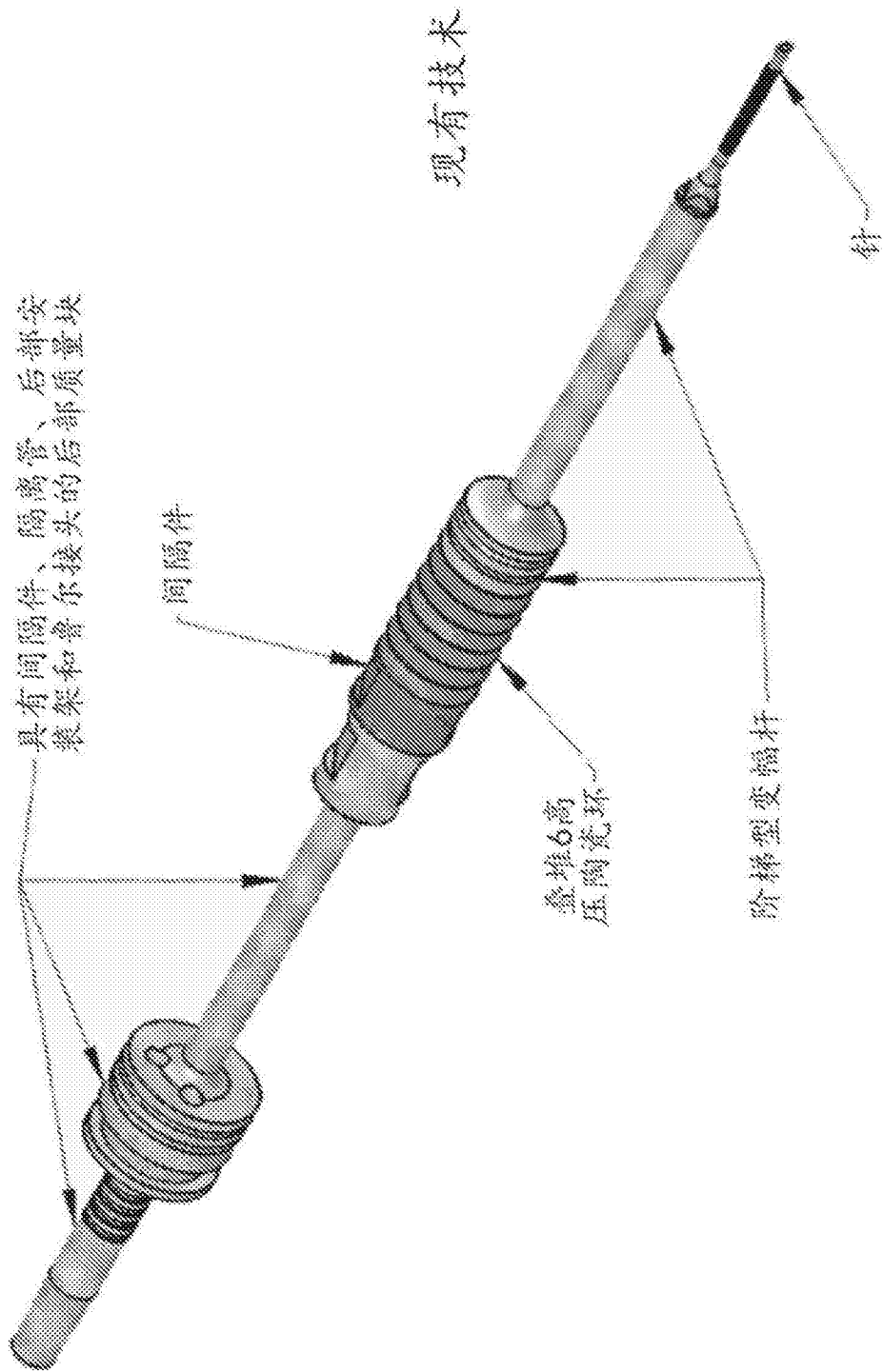


图1

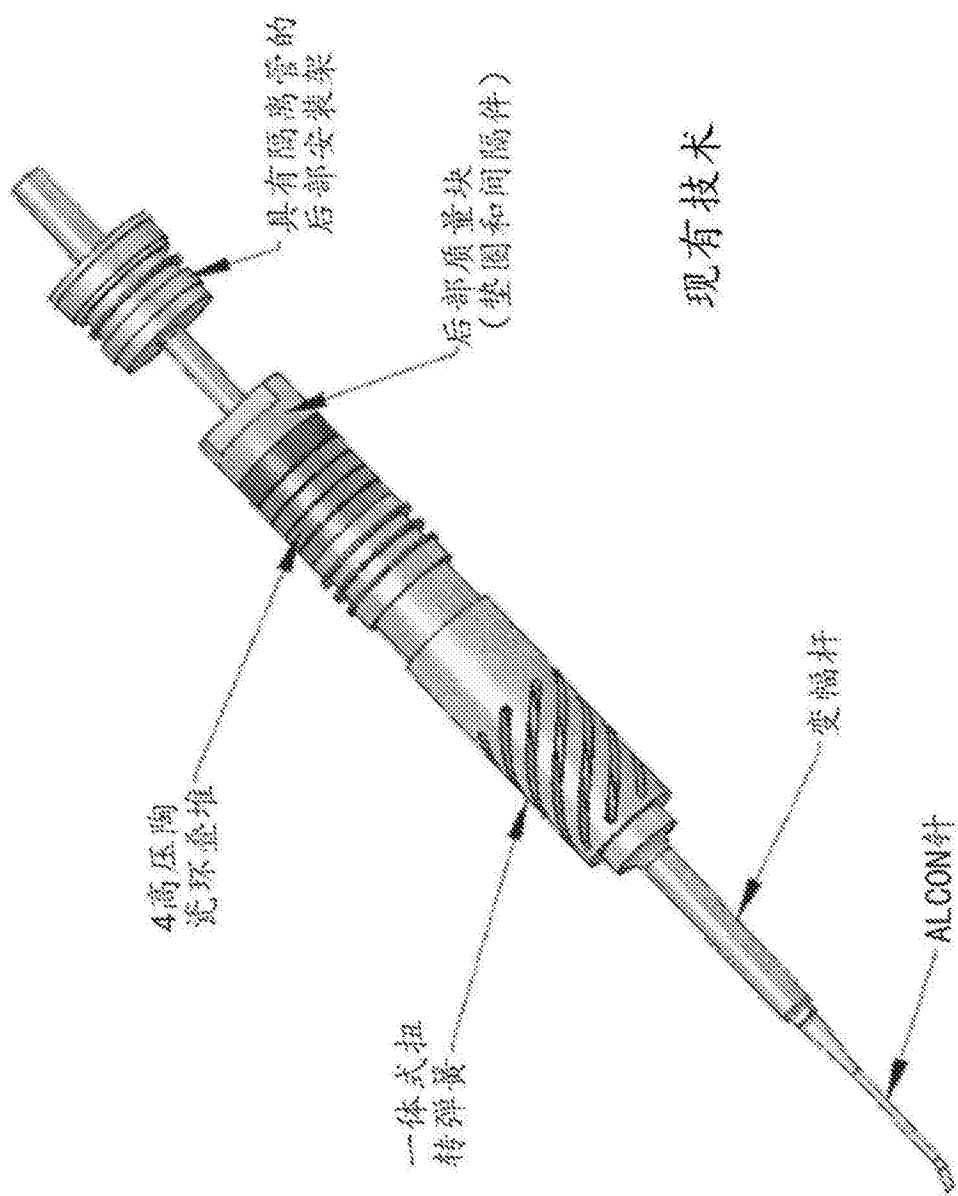


图2

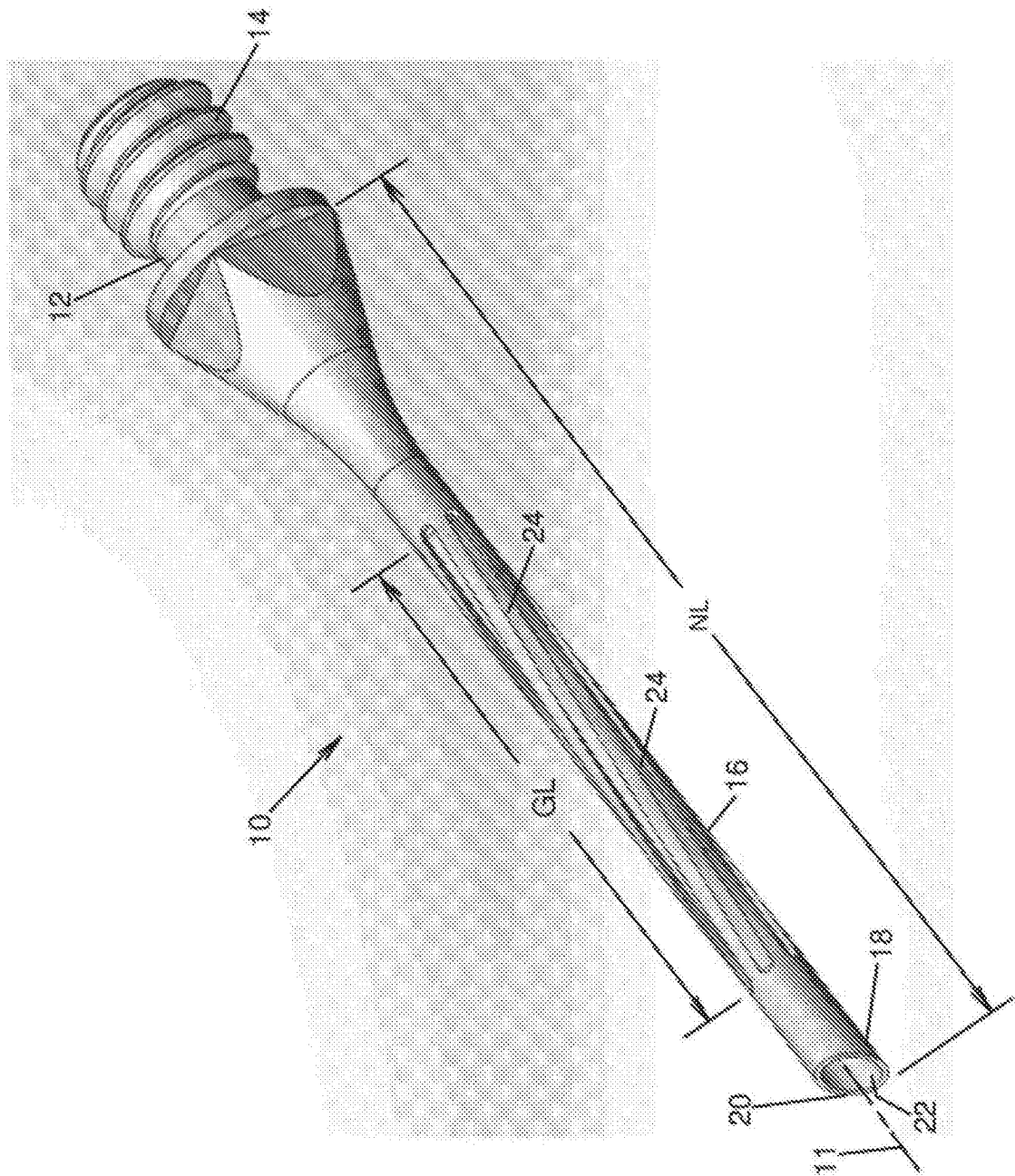
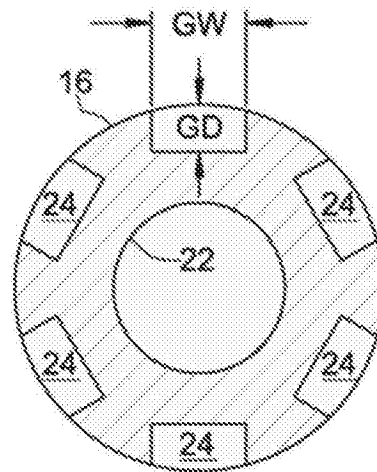
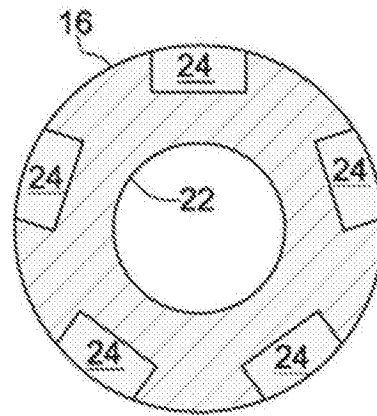


图3



六个沟槽

图4



五个沟槽

图15

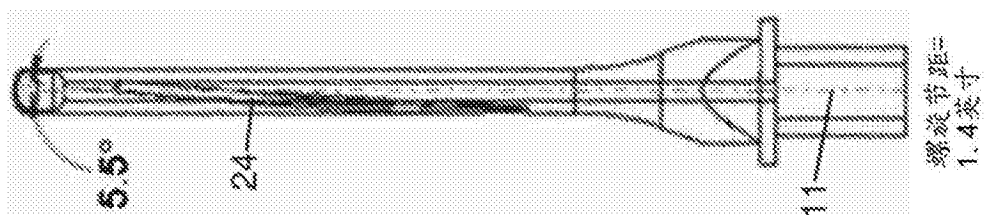


图5A

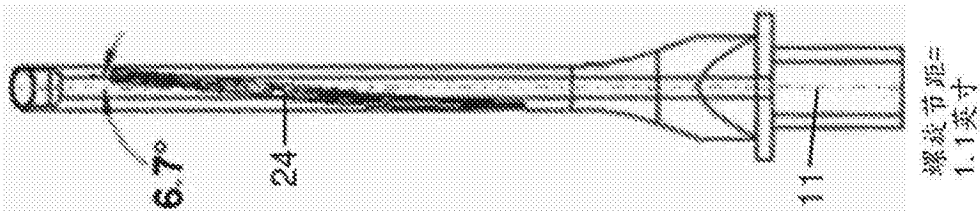


图5B

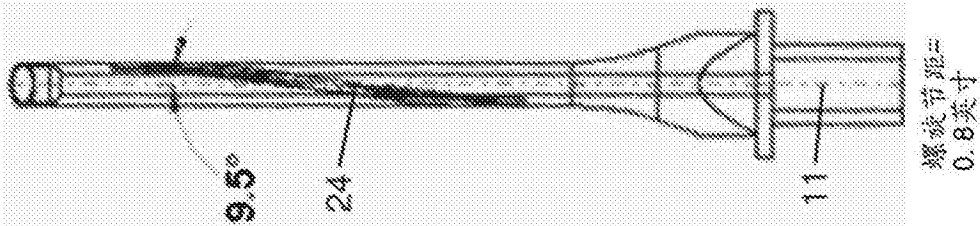


图5C

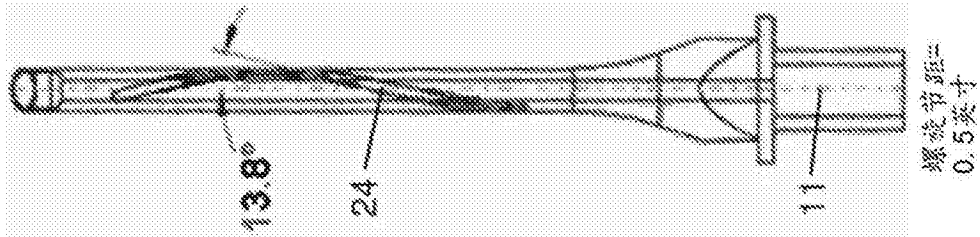


图5D

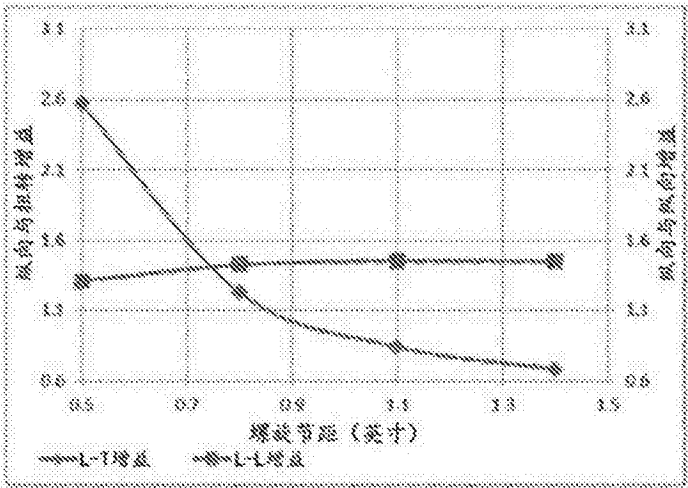


图6

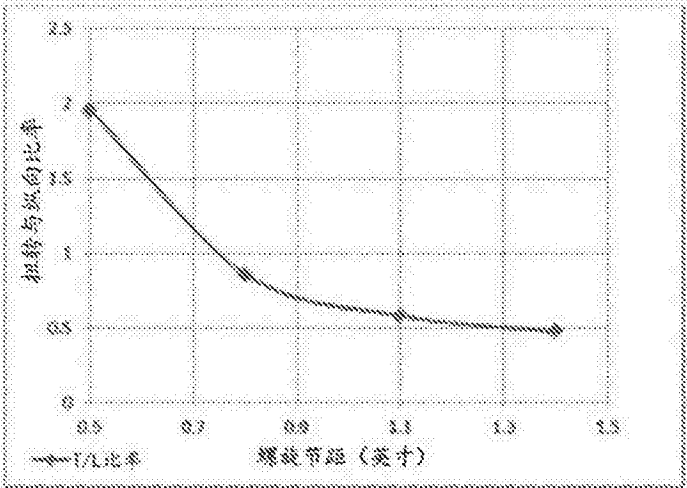


图7

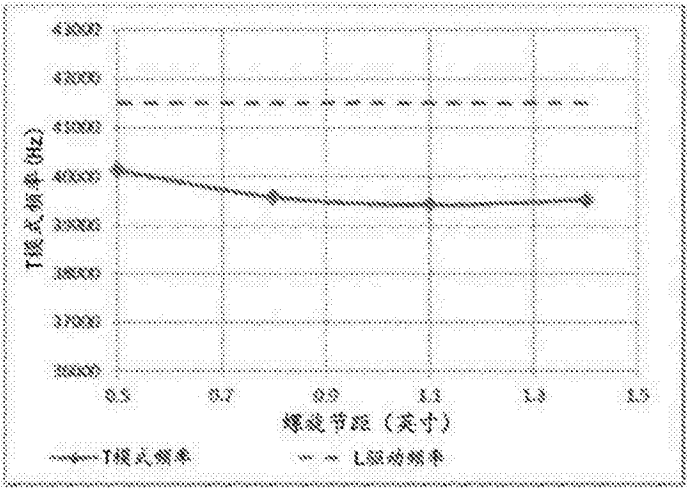


图8

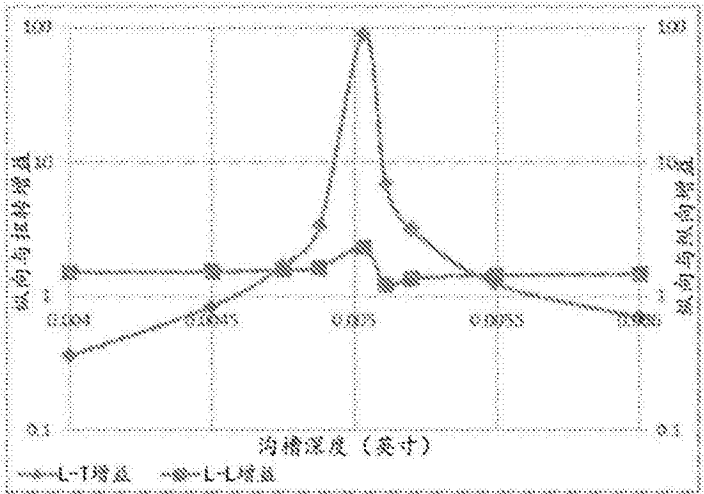


图9

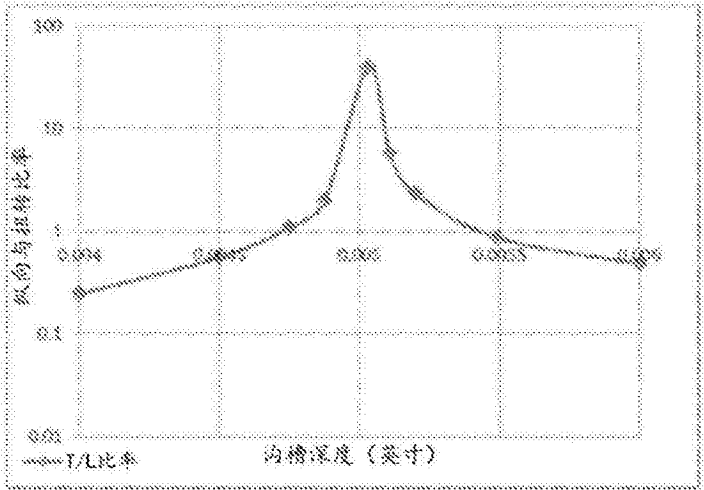


图10

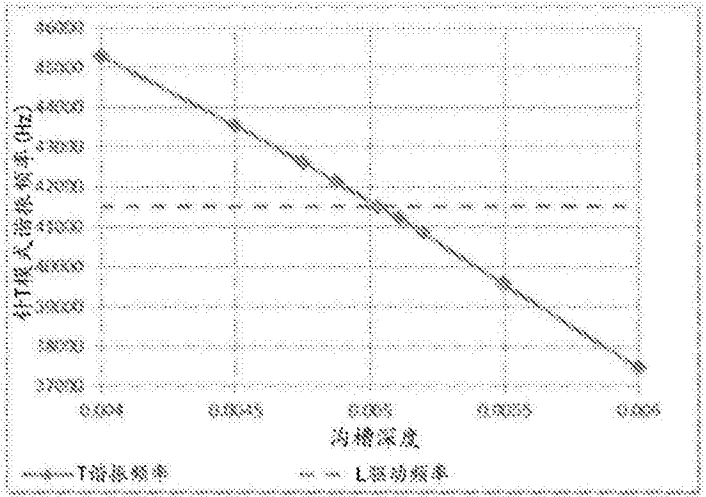


图11

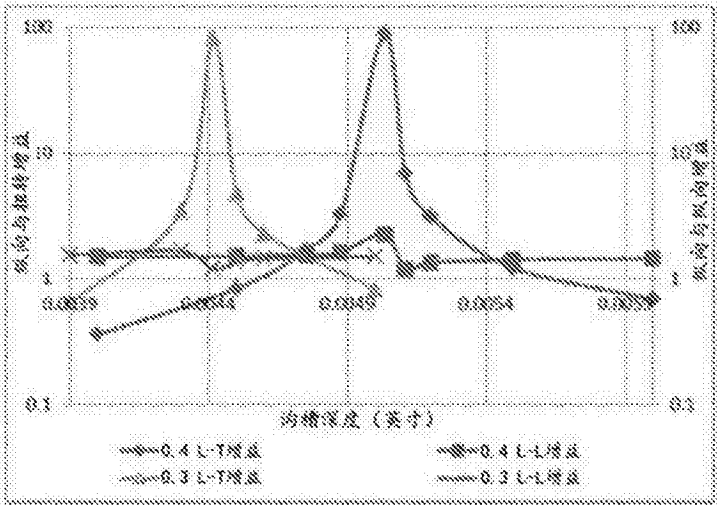


图12

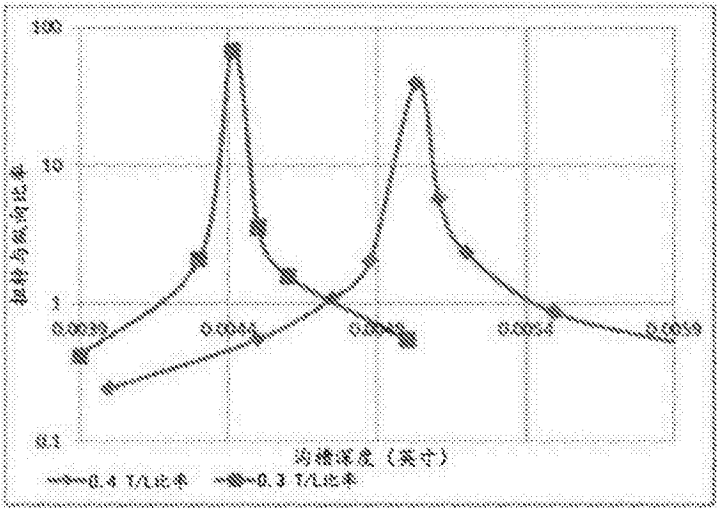


图13

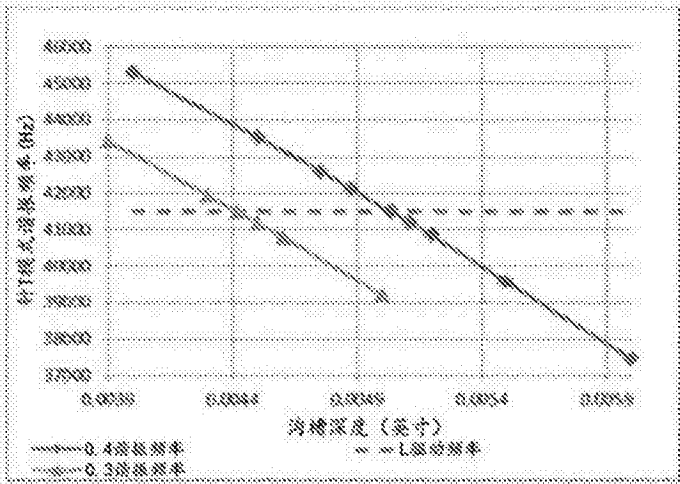


图14

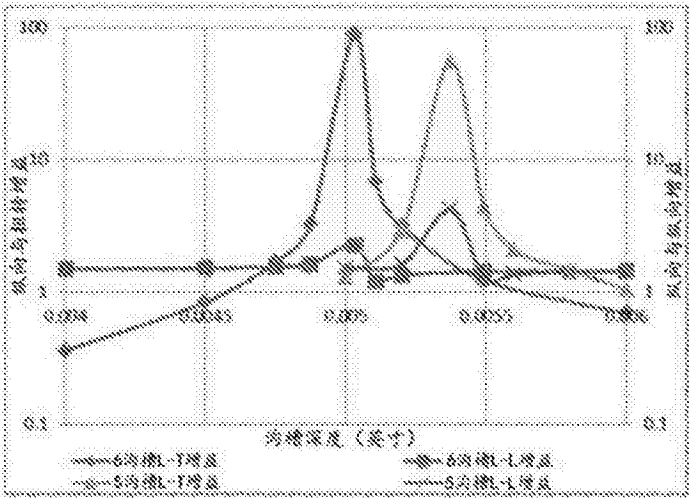


图16

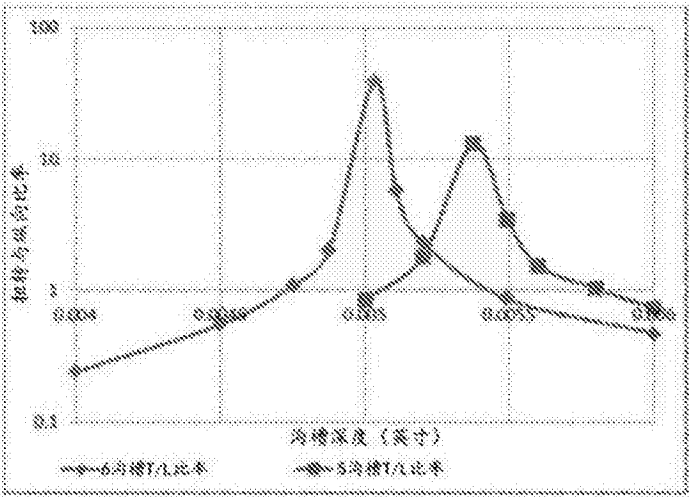


图17

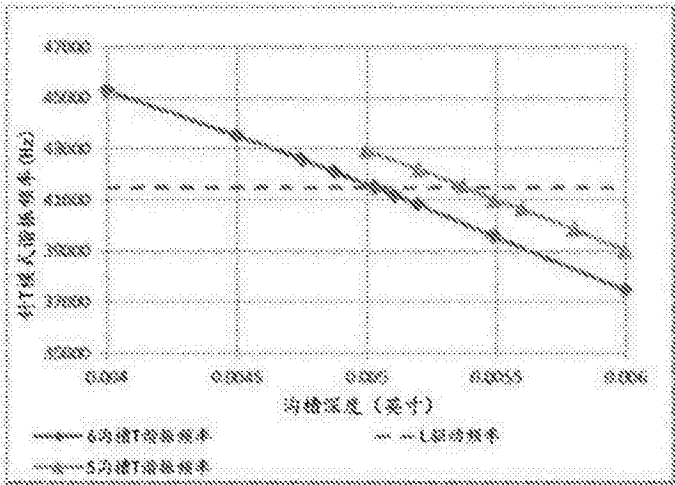


图18

专利名称(译)	用于超声乳化的扭转模式针		
公开(公告)号	CN107530102A	公开(公告)日	2018-01-02
申请号	CN201680022155.2	申请日	2016-04-09
[标]申请(专利权)人(译)	穆格公司		
申请(专利权)人(译)	穆格公司		
当前申请(专利权)人(译)	穆格公司		
[标]发明人	拉里克莱顿		
发明人	拉里·克莱顿		
IPC分类号	A61B17/32 A61B18/00 A61F9/007 A61M5/32 B06B1/06		
CPC分类号	A61B2017/00725 A61B2017/320098 A61F9/00745 G06F30/23 A61B2018/00321		
优先权	14/687466 2015-04-15 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种在执行白内障手术时与超声手持件一起使用的超声乳化针，所述超声乳化针具有沿着其轴的多个外部沟槽。所述外部沟槽被构造成将通过所述针的所述基座处的所述手持件传递的纵向驱动运动转换成在所述针尖端处的扭转运动。所述针尖端处的扭转运动的量值大于所述基座处的所述纵向驱动运动的量值，即纵向与扭转增益大于1。所述沟槽可以为螺旋槽，其中所述沟槽构造由一组沟槽参数限定，所述沟槽参数包括所述沟槽的螺距、所述沟槽的宽度、所述沟槽的深度、所述沟槽的轴向长度和所述沟槽的总数。

