

证书号第 1537830 号



发明专利证书

发明名称：环状阵列超声波内窥镜探头及其制备方法和固定旋转装置

发明人：戴吉岩；张国峰；周丹；焦逸静；林国豪；陈燕；陈王丽华

专利号：ZL 2011 1 0132195.1

专利申请日：2011 年 05 月 23 日

专利权人：香港理工大学

授权公告日：2014 年 12 月 10 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 05 月 23 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102793568 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201110132195. 1

(22) 申请日 2011. 05. 23

(71) 申请人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

(72) 发明人 戴吉岩 张国峰 周丹 焦逸静

林国豪 陈燕 陈王丽华

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理
有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51) Int. Cl.

A61B 8/12(2006. 01)

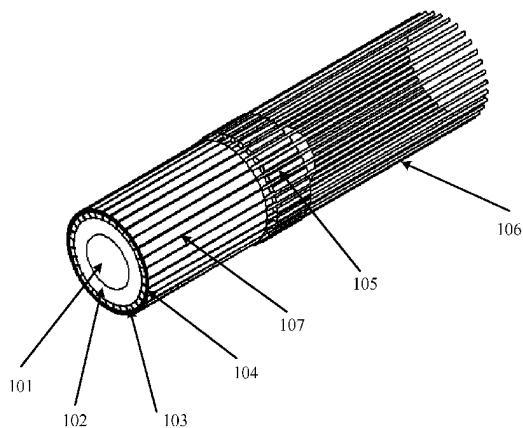
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54) 发明名称

环状阵列超声波内窥镜探头及其制备方法和固定旋转装置

(57) 摘要

本发明涉及一种环状阵列超声波内窥镜探头及其制备方法和固定旋转装置,所述探头包括:位于中心的金属圆柱;围绕金属圆柱排列的由压电陶瓷圆环或压电单晶圆环切割而成的多个压电阵元,且压电阵元与金属圆柱之间设有背衬材料层,压电阵元外覆盖有匹配材料层,压电阵元之间填充有去耦材料;分别与所述多个压电阵元对应连接的多根同轴电缆线;以及套设在所述金属圆柱上具有齿轮状结构用于排列和分隔所述同轴电缆线的环状格子。本发明通过直接从压电陶瓷圆环或压电单晶圆环上切割出多个压电阵元,避免了现有方法中将一定厚度的多层材料强行卷曲成圆管状的过程中所造成的各个阵元不同心排布、接口位置阵元不对齐、探头易破损、易脱离、易断裂等问题。



1. 一种环状阵列超声波内窥镜探头,其特征在于,包括:

位于中心的金属圆柱;

围绕所述金属圆柱排列的由压电陶瓷圆环或压电单晶圆环切割而成的多个压电阵元,且所述压电阵元与所述金属圆柱之间设有用于吸声的背衬材料层,所述压电阵元外侧覆盖有匹配材料层,所述压电阵元之间填充有去耦材料;

分别与所述多个压电阵元对应连接的多根同轴电缆线,且每根所述同轴电缆线的地线连接至所述金属圆柱;

套设在所述金属圆柱上具有齿轮状结构用于排列和分隔所述同轴电缆线的环状格子。

2. 根据权利要求1所述的环状阵列超声波内窥镜探头,其特征在于,所述多个压电阵元同心且等距离排列。

3. 根据权利要求1所述的环状阵列超声波内窥镜探头,其特征在于,所述多个压电阵元中每个压电阵元的宽度不超过其高度的0.4倍。

4. 根据权利要求1-3中任意一项所述的环状阵列超声波内窥镜探头,其特征在于,所述多个压电阵元设于所述金属圆柱的第一段圆柱上,所述环状格子设于所述金属圆柱的与所述多个压电阵元邻接的第二段圆柱上,且所述金属圆柱至少具有与所述第二段圆柱邻接的裸露的第三段圆柱。

5. 根据权利要求4所述的所述的环状阵列超声波内窥镜探头,其特征在于,所述环状格子的齿轮的数目等于所述压电阵元的数目,且等距离和同心排列;所述多根同轴电缆线中的每一根被对应放置在一个齿轮中固定。

6. 根据权利要求5所述的所述的环状阵列超声波内窥镜探头,其特征在于,所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环内部高出所述背衬材料层的区域涂抹导电胶,使所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的内电极和所述金属圆柱电学连通,且所述导电胶上涂覆有绝缘胶。

7. 根据权利要求5所述的所述的环状阵列超声波内窥镜探头,其特征在于,所述同轴电缆线的芯线和地线被分开在所述环状格子的左右两侧;所有同轴电缆线的芯线用导电胶连通在所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环外电极的边缘区域,所有同轴电缆线的地线用导电胶连通在中心的金属圆柱上。

8. 一种根据权利要求1-7中任意一项所述的环状阵列超声波内窥镜探头的制备方法,其特征在于,所述方法包括:

S1、在压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的内外两侧表面分别镀电极并极化;

S2、在一根金属圆柱上灌注背衬材料,使其直径等于所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的内径,且所述背衬材料的长度小于所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的长度;

S3、用绝缘胶将覆有背衬材料的金属圆柱粘在所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环内;

S4、在所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的外侧电极的用于引线的边缘区域涂覆可溶性胶;

S5、在所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的外侧电极上灌注匹配材料层,直至所述匹配材料层的厚度符合设计值;

S6、使用导电胶电学连通所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的内侧电极和中心的金属圆柱,并在所述导电胶表面用涂覆绝缘胶保护;

S7、去除所述可溶性胶,露出所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环外侧边电极的边缘区

域；

S8、切割塑料圆环，得到具有和超声波内窥镜探头的压电阵元数目相等的齿轮结构的环状格子，所述塑料圆环的直径略大于所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的外径；

S9、将所述环状格子穿过金属圆柱与所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环露出的电极一侧相贴，并固定在所述金属圆柱上；

S10、在所述环状格子的凹槽中排布与超声波内窥镜探头的压电阵元数目相等的同轴电缆线，每个同轴电缆线的芯线和地线刮露出金属线部分，且分别在环状格子的两侧；

S11、用导电胶连接同轴电缆信号线的芯线至所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环外侧电极的边缘区域，并用导电胶连接所述同轴电缆信号线的地线至中心的金属圆柱，并在导电胶表面涂覆绝缘胶保护；

S12、在所述覆盖有匹配材料层的压电陶瓷圆环或压电单晶圆环上切割出环状排列的多个压电阵元，且切割的深度刚好切透压电陶瓷圆环或压电单晶圆环，在切槽中填充和固化去耦材料。

9. 根据权利要求 8 所述的环状阵列超声波内窥镜探头的制备方法，其特征在于，所述步骤 S8 中，切割出的塑料圆环的齿轮等距离和同心排列，且所述步骤 S12 中，切割出的多个压电阵元同心且等距离排列。

10. 一种根据权利要求 1-7 中任意一项所述的环状阵列超声波内窥镜探头的固定旋转装置，其特征在于，包括：凸出于固定装置的平台上的固定支架，所述固定支架一侧设有用于固定和带动位于另一侧的工件在 360 度内旋转的旋转头。

11. 一种根据权利要求 1-7 中任意一项所述的环状阵列超声波内窥镜探头的切割方法，其特征在于，包括采用根据权利要求 10 所述的固定旋转装置固定所述环状阵列超声波内窥镜探头，置于机械线切割设备或激光切割设备中进行切割。

环状阵列超声波内窥镜探头及其制备方法和固定旋转装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超声波内窥镜技术领域,更具体地说,涉及一种环状阵列超声波内窥镜探头及其制备方法和固定旋转装置。

背景技术

[0002] 在超声波内窥镜技术中,环状扫描探头一直被广泛应用在胆、胰及消化道的影像诊断方面。超声波内窥镜技术早在上世纪 80 年代开始发展,初期只可作 90 度角的影像扫描。随后发展至可以 180 度角超声影像扫描,以至现在的 360 度角的超声影像扫描被成功研发。

[0003] 最早的 360 度角的影像是由单基元探头,通过与马达连接,作圆形机械旋转所扫描得到的。后来发展的环状阵列探头,通过电子扫描形成 360 度角的超声影像,无需马达驱动,且成像更迅速和清晰,适用于动态观察内部器官和组织的细致结构。环状阵列超声波内窥镜探头主要包括多个长条状的阵元以平行于圆筒中轴方向的方式整齐排列,阵元数量越多则影像分辨率越高。

[0004] 目前,制造小型的环状电子扫描超声波探头置于内窥镜顶端的技术还十分复杂,市场上售卖的产品为数极少。能够制造此种探头的公司很少,产品售价比较昂贵。其探头的制造方法,一般为先制作平面阵列、后卷曲成环状。此制法的最大缺点是卷曲不容易形成完美的圆筒形状和存在至少一处拼接位置,因此扫描的超声影像存在畸变。另外,阵元内的各层(如声匹配层、压电陶瓷或单晶及背衬层)是在卷曲前完成连接的,在卷曲的应力下容易造成断裂和不同层面的脱离。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有环状超声波探头先制作平面阵列后卷曲容易造成断裂产生畸变的缺陷,提供一种简单可靠的环状阵列超声波内窥镜探头及其制备方法和固定旋转装置。

[0006] 本发明第一方面,提供了一种环状阵列超声波内窥镜探头,包括:位于中心的金属圆柱;围绕所述金属圆柱排列的由压电陶瓷圆环或压电单晶圆环切割而成的多个压电阵元,且所述压电阵元与所述金属圆柱之间设有用于吸声的背衬材料层,所述压电阵元外侧覆盖有匹配材料层,所述压电阵元之间填充有去耦材料;分别与所述多个压电阵元对应连接的多根同轴电缆线,且每根所述同轴电缆线的地线连接至所述金属圆柱;以及套设在所述金属圆柱上具有齿轮状结构用于排列和分隔所述同轴电缆线的环状格子。

[0007] 在根据本发明第一方面所述的环状阵列超声波内窥镜探头中,所述多个压电阵元由压电陶瓷圆环或压电单晶圆环切割而成。

[0008] 在根据本发明第一方面所述的环状阵列超声波内窥镜探头中,所述多个压电阵元同心且等距离排列。

[0009] 在根据本发明第一方面所述的环状阵列超声波内窥镜探头中,所述多个压电阵元

中每个压电阵元的宽度不超过其高度的 0.4 倍。

[0010] 在根据本发明第一方面所述的环状阵列超声波内窥镜探头中,所述多个压电阵元设于所述金属圆柱的第一段圆柱上,所述环状格子设于所述金属圆柱的与所述多个压电阵元邻接的第二段圆柱上,且所述金属圆柱至少具有与所述第二段圆柱邻接的裸露的第三段圆柱。

[0011] 在根据本发明第一方面所述的环状阵列超声波内窥镜探头中,所述环状格子的齿轮的数目等于所述压电阵元的数目,且等距离和同心排列;所述多根同轴电缆线中的每一根被对应放置在一个齿轮中固定。

[0012] 在根据本发明第一方面所述的环状阵列超声波内窥镜探头中,所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环内部高出所述背衬材料层的区域涂抹导电胶,使所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的内电极和所述金属圆柱电学连通,且所述导电胶上涂覆有绝缘胶;所述同轴电缆线的芯线和地线被分开在所述环状格子的左右两侧;所有同轴电缆线的芯线用导电胶连通在所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环外电极的边缘区域,所有同轴电缆线的地线用导电胶连通在中心的金属圆柱上。

[0013] 本发明第二方面,提供了一种环状阵列超声波内窥镜探头的制备方法,所述方法包括:

[0014] S1、在压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的内外两侧表面分别镀电极并极化;

[0015] S2、在一根金属圆柱上灌注背衬材料,使其直径等于所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的内径,且所述背衬材料的长度小于所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的长度;

[0016] S3、用绝缘胶将覆有背衬材料的金属圆柱粘在所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环内;

[0017] S4、在所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的外侧电极的用于引线的边缘区域涂覆可溶性胶;

[0018] S5、在所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的外侧电极上灌注匹配材料层,直至所述匹配材料层的厚度符合设计值;

[0019] S6、使用导电胶电学连通所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的内侧电极和中心的金属圆柱,并在所述导电胶表面用涂覆绝缘胶保护;

[0020] S7、去除所述可溶性胶,露出所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环外侧边电极的边缘区域;

[0021] S8、切割塑料圆环,得到具有和超声波内窥镜探头的压电阵元数目相等的齿轮结构的环状格子,所述塑料圆环的直径略大于所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的外径;

[0022] S9、将所述环状格子穿过金属圆柱与所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环露出的电极一侧相贴,并固定在所述金属圆柱上;

[0023] S10、在所述环状格子的凹槽中排布与超声波内窥镜探头的压电阵元数目相等的同轴电缆线,每个同轴电缆线的芯线和地线刮露出金属线部分,且分别在环状格子的两侧;

[0024] S11、用导电胶连接同轴电缆信号线的芯线至所述压电陶瓷圆环或压电单晶圆环外侧电极的边缘区域,并用导电胶连接所述同轴电缆信号线的地线至中心的金属圆柱,并在导电胶表面涂覆绝缘胶保护;

[0025] S12、在所述覆盖有匹配材料层的压电陶瓷圆环或压电单晶圆环上切割出环状排列的多个压电阵元，且切割的深度刚好切透压电陶瓷圆环或压电单晶圆环，在切槽中填充和固化去耦材料。

[0026] 在根据本发明第二方面所述的环状阵列超声波内窥镜探头的制备方法中，所述步骤 S8 中，切割出的塑料圆环的齿轮等距离和同心排列，且所述步骤 S12 中，切割出的多个压电阵元同心且等距离排列。

[0027] 本发明第三方面，提供了一种如上所述的环状阵列超声波内窥镜探头的固定旋转装置，包括：凸出于固定装置的平台上的固定支架，所述固定支架一侧设有用于固定和带动位于另一侧的工件在 360 度内旋转的旋转头。

[0028] 本发明第四方面，提供了一种如上所述的环状阵列超声波内窥镜探头的切割方法，包括采用如上所述的固定旋转装置固定所述环状阵列超声波内窥镜探头，置于机械线切割设备或激光切割设备中进行切割。

[0029] 实施本发明的环状阵列超声波内窥镜探头及其制备方法和固定旋转装置，具有以下有益效果：本发明通过直接从压电陶瓷圆环或压电单晶圆环上切割出多个压电阵元，取代目前一般采用的切割好压电阵元再围绕成圈的方法，避免了将一定厚度的多层材料强行卷曲成圆管状的过程中所造成的各个阵元不同心排布、接口位置阵元不对齐、压电陶瓷或单晶易破损、声学匹配层和背衬层易脱离、焊点连接处易断裂等问题；且本发明利用齿轮状环状格子排布同轴电缆信号线，取代目前一般采用的柔性电路板连接信号线，既可以使所有信号线同心且等间隔的对齐各阵元排布，又不必逐个阵元和信号线去点焊，只需将全部芯线涂导电胶连接压电圆环并于随后切割阵元的过程中使各个信号线电学断开。

附图说明

[0030] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：

[0031] 图 1 为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的立体结构图；

[0032] 图 2 分别为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的纵向剖面图；

[0033] 图 3 为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的环状格子的立体图；

[0034] 图 4 为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的制备方法流程图；

[0035] 图 5a 为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的固定旋转装置的立体图；

[0036] 图 5b 为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的固定旋转装置的侧视图；

[0037] 图 6，为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的切割示意图。

具体实施方式

[0038] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。

[0039] 请参阅图 1 和图 2，分别为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的立体结构和纵向剖面图。如图 1 和图 2 所示，该实施例提供的环状阵列超声波内窥镜探头包括：金属圆柱 101、背衬材料层 102、压电阵元 103、匹配材料层 104、环状格子 105、同轴电缆

线 106 和去耦材料 107。

[0040] 金属圆柱 101 位于中心起支撑作用,以及连接压电阵元 103 底电极与所有同轴电缆线 106 的地线的作用,优先选用青铜材料,因具有较好的可加工性与导电性,但不局限于此种金属材料。

[0041] 多个压电阵元 103 围绕金属圆柱 101 同心且等距离排列,压电阵元可选用各种压电陶瓷和压电单晶材料,压电阵元的数目 N 可以是 32、64、128 甚至更多,本发明不做限制。

[0042] 背衬材料 102 设于压电阵元 103 与金属圆柱 101 之间,用以吸收压电阵元 103 向后发射的超声波,提高探头的成像分辨率。

[0043] 匹配材料层 104 覆盖在压电阵元 103 外围,可以是单层、双层甚至是多层匹配材料层,匹配材料层的厚度及声学参数根据压电阵元 103 的工作频率和电学、声学参数设计。

[0044] 每一个压电阵元 103 连接一根极细的同轴电缆线 106,用以传送激励电压信号和接收回波电压信号,同轴电缆线 106 的直径小于或等于压电阵元 103 的宽度。

[0045] 环状格子 105 具有齿轮状结构,用以排列同轴电缆线 106,分隔同轴电缆 106 的芯线和地线,并在切割压电阵元时起到定位作用。请参阅图 3,为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的环状格子的立体图。环状格子 105 的齿轮的数目等同于压电阵元的数目,所有齿轮优选等距离和同心排列。

[0046] 每个压电阵元 103 之间设有去耦材料 107,用以减少压电阵元 103 之间的串波影响。

[0047] 请参阅图 4,为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的制备方法流程图。如图 4 所示,下面结合图 2 所示的内部结构说明该实施例提供的环状阵列超声波内窥镜探头的制备方法。

[0048] 首先,在步骤 401 中,准备压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103,其直径和高度不能太大,其尺寸不超出具体体腔内内窥镜的空间要求限制,压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 的壁厚根据实际探头的工作频率和压电材料的频率常数设计,频率越高,管壁越薄。一般采用机械加工的方法从块状压电陶瓷或单晶材料中制备出压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103,能具备较好的同心度。

[0049] 在步骤 402 中,使用真空溅射镀、化学镀或电镀的方法在压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 的内外表面制备电极,并极化使其具有压电性能。

[0050] 在步骤 403 中,在准备一根金属圆柱 101,其直径略大于 (< 5 微米) 图 3 中塑料圆管的内径。金属圆柱 101 的左侧即第一段制备一圈背衬材料 102,其长度小于压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 的长度,外径等于压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 的内径。背衬材料的制备方法为:将金属圆柱 101 置于特制的模具中,灌注混合环氧树脂、吸声橡胶、粗颗粒粉末和重颗粒粉末的液体(背衬材料的配比,本发明不做限制),灌注的背衬材料高度小于压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103,待其固化后从模具中取出,用机械加工的方法去除外围多余的部分使其外径等于压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 的内径。

[0051] 在步骤 404 中,用流动性好且粘接强度高的胶(如环氧树脂)均匀涂抹在背衬材料 102 上,然后将压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 套在背衬材料 102 上,待其固化后成一体。

[0052] 在步骤 405 中,压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 右侧外围一小段距离的电极涂

抹较窄的一圈胶（此处位置为之后涂导电胶 1061 的位置），该胶能在常温空气环境中固化，并能之后被丙酮等溶剂擦拭去除，例如醇酸树脂。涂抹一圈胶的目的是保护被覆盖处的电极不被匹配层材料遮住，使压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 外围电极能够连接至同轴电缆信号线。

[0053] 在步骤 406 中，将粘接背衬的压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 置于特制的模具中，灌注调配好的匹配层材料，待其固化后从模具中取出。灌注的匹配材料层 104 不高于之前涂抹的那一圈胶（醇酸树脂）。匹配材料层 104 的声阻抗值根据具体的压电陶瓷或单晶材料以及人体组织的声阻抗值计算调配，厚度由探头的工作频率计算确定。机械加工固化后圆柱的直径，使匹配材料层的厚度等于计算值。可以设计制备单层、双层甚至多层匹配材料层，本发明不做限制。

[0054] 在步骤 407 中，在压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 内部高出背衬材料 102 的区域涂抹导电胶 108，使压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 的内电极和中心的金属圆柱 101 电学连通，并在导电胶 108 上涂覆一层胶（可选环氧树脂等）109，防止内外电极导通。

[0055] 在步骤 408 中，用丙酮擦拭去除之前涂抹固化的那一圈胶（醇酸树脂），露出胶覆盖住的电极。

[0056] 在步骤 409 中，在特质的固定和旋转装置上，用机械线切割设备或激光切割设备切割塑料圆环，得到具有和超声波内窥镜探头的压电阵元数目相等的齿轮结构的环状格子。

[0057] 在步骤 410 中，将图 3 描述制备的齿轮状环状格子 105 穿过金属圆柱 101 紧挨住压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103，并用胶固定（可选环氧树脂等）。

[0058] 在步骤 411 中，将与探头的压电阵元数目 N 相同的同轴电缆线 106 依次置于环状格子 105 中，并用胶固定。

[0059] 在步骤 412 中，同轴电缆线 106 的芯线 1061 和地线 1062 分别刮露出一部分金属线部分，被环状格子 105 分开在两侧。芯线露出部分刚好搭在压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 外侧露出的电极部分，使用导电胶 108 将芯线露出部分粘接在压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 外侧露出的电极上，其上再用一层胶保护（可选环氧树脂等）。同轴电缆线 106 的地线 1062 用导电胶粘接在金属圆柱 101 上，通过金属圆柱 101 和压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 的内侧电极电学连通，同样，导电胶表面涂一层胶保护。

[0060] 在步骤 413 中，将上述制备好的工件安装到图 5a 和图 5b 所示的固定旋转装置上，由真空吸附固定在图 6 所示的切割机切割平台上，图中所示为机械线切割设备，但本发明不局限于此，也可以使用激光切割设备。按设计的每 $360^\circ / N$ 旋转一次角度进行一次线切割，完成一圈共 N 次线切割。线切割的深度为刚好切到背衬材料 102 使压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 被完全切透，形成共 N 个压电阵元。每个压电阵元的宽度至少小于压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 壁厚的 0.4 倍，从而保证其振动模式具有较高的机电转换系数。在各个压电阵元之间的缝隙填充去耦材料，待其固化。切除压电陶瓷圆环或压电单晶圆环 103 右侧金属圆柱 101 的第三段的过长部分，得到如图五所示的环状阵列式超声波内窥镜探头，将其安置在内窥镜的先端部，所有同轴电缆线 106 通过内窥镜的导管连出至主机。

[0061] 请参阅图 5a 和图 5b，分别为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的固定旋转装置的立体图和侧视图。该固定旋转装置用以结合机械线切割设备或激光切割设

备进行精确的旋转切割。501 为需要固定和旋转的工件,在本发明中为切割成阵列之前的环状探头的主体,或者是切割成齿轮结构之前的塑料圆环。502 为金属圆柱,可以是环状阵列探头中心起支撑作用的金属圆柱,也可以是单独一根金属圆柱用以固定塑料圆环。505 为旋转头,设计有刻度,可进行 360 度内精确角度的旋转控制。旋转头固定在固定支座 504 上,旋转头左侧突出的金属圆柱部分穿过固定支座 504 中心的圆孔,和塑料圆管 503 相连。塑料圆管 503 的内径略小于 (< 5 微米) 左右两侧金属圆柱的外径,将金属圆柱伸入塑料圆管中时能自然收紧,因此能通过旋转右侧的旋转头带动左侧的工件按精确角度旋转。需要说明的是,必须保证以上各部件处于同心位置,才能确保切割时的精确度。固定支座的底部为光滑的平面,可由真空吸附在机械线切割设备或激光切割设备的切割平台上。

[0062] 请参阅图 6,为本发明优选实施例中环状阵列超声波内窥镜探头的切割示意图,图中所示以机械线切割设备为例,但本发明不局限于此,也可以使用激光切割设备代替。如图 6 所示,601 为进行线切割阵列之前环状阵列式超声波内窥镜探头的主体;602 为固定旋转装置;603 为线切割机的刀片;604 为线切割机的切割平台。通过本发明特制的固定旋转装置就能与切割设备相结合,切割出合适的环状格子,以及压电阵元。例如齿轮状环状格子,可以结合图 5 设计的固定旋转装置用切割设备进行切割制备而成。例如加工一个塑料圆环,其外径略大于压电陶瓷圆环或压电单晶圆环的外径,内径等于金属圆柱的外径,其材质可选用容易切割加工的塑料材料。将塑料圆环套在金属圆柱上并固定在固定旋转装置 602 上,固定旋转装置的支座底部由真空吸附在切割设备的切割平台 604 上。按照环状阵列超声波探头的阵元数目 N (N 可以是 32、64、128 甚至更多,本发明不做限制) 为一圈内 (360°) 为每个阵元平均分配角度 $360^\circ / N$,每旋转角度 $360^\circ / N$,进行一次线切割,选择合适的切割参数,使切槽宽度略大于同轴电缆线内芯线的直径 (之后可以在切槽内排布同轴电缆信号线),切槽的深度使得切槽的底部距离圆环中心的距离略小于压电陶瓷管或单晶管的外径。完成一圈 N 次线切割后,即得到图 3 所示的形状。

[0063] 本发明提供的环状阵列超声波内窥镜探头,结合内窥镜使用,在人体消化道内部作 360 度角的电子扫描形成周围组织和器官的环形超声波影像。本发明具有以下特定:

[0064] 1. 较简单的制造过程

[0065] - 直接从压电陶瓷圆环或压电单晶圆环上切割出多个压电阵元,取代目前一般采用的切好所有阵元再围绕成圈的方法,避免了将一定厚度的多层材料 (至少包括声匹配层、压电层、背衬层) 强行卷曲成圆管状的过程中所造成的各个阵元不同心排布、接口位置阵元不对齐、压电陶瓷或单晶易破损、声学匹配层和背衬层易脱离、焊点连接处易断裂等问题。

[0066] - 利用齿轮状环状格子排布同轴电缆信号线,取代目前一般采用的柔性电路板连接信号线,既可以使所有信号线同心且等间隔的对齐各阵元排布,又不必逐个阵元和信号线去点焊,只需将全部芯线涂导电胶连接压电圆环并于随后切割阵元的过程中使各个信号线电学断开。

[0067] 2. 较可靠的制造过程

[0068] - 在特制的模具中灌注背衬材料及匹配层材料后加工成设计的厚度,保证各层材料厚度均匀、连接牢固,探头表面为完美的光滑圆筒面。

[0069] - 使用能自然收紧的塑料圆管结构,将没有加上接合剂或连接构造 (例如螺纹) 的

未切割环状探头和旋转头连接。使未被切割的环状探头与旋转头能在同心的状况下旋转，稳固了旋转切割的精确度。

[0070] - 使用特制的固定旋转装置结合切割设备使用，精确的旋转控制固定其上的压电圆环以及匹配和背衬层，切割得到同等宽度以及同等间隔的各个阵元。

[0071] 本发明是根据特定实施例进行描述的，但本领域的技术人员应明白在不脱离本发明范围时，可进行各种变化和等同替换。此外，为适应本发明技术的特定场合或材料，可对本发明进行诸多修改而不脱离其保护范围。因此，本发明并不限于在此公开的特定实施例，而包括所有落入到权利要求保护范围的实施例。

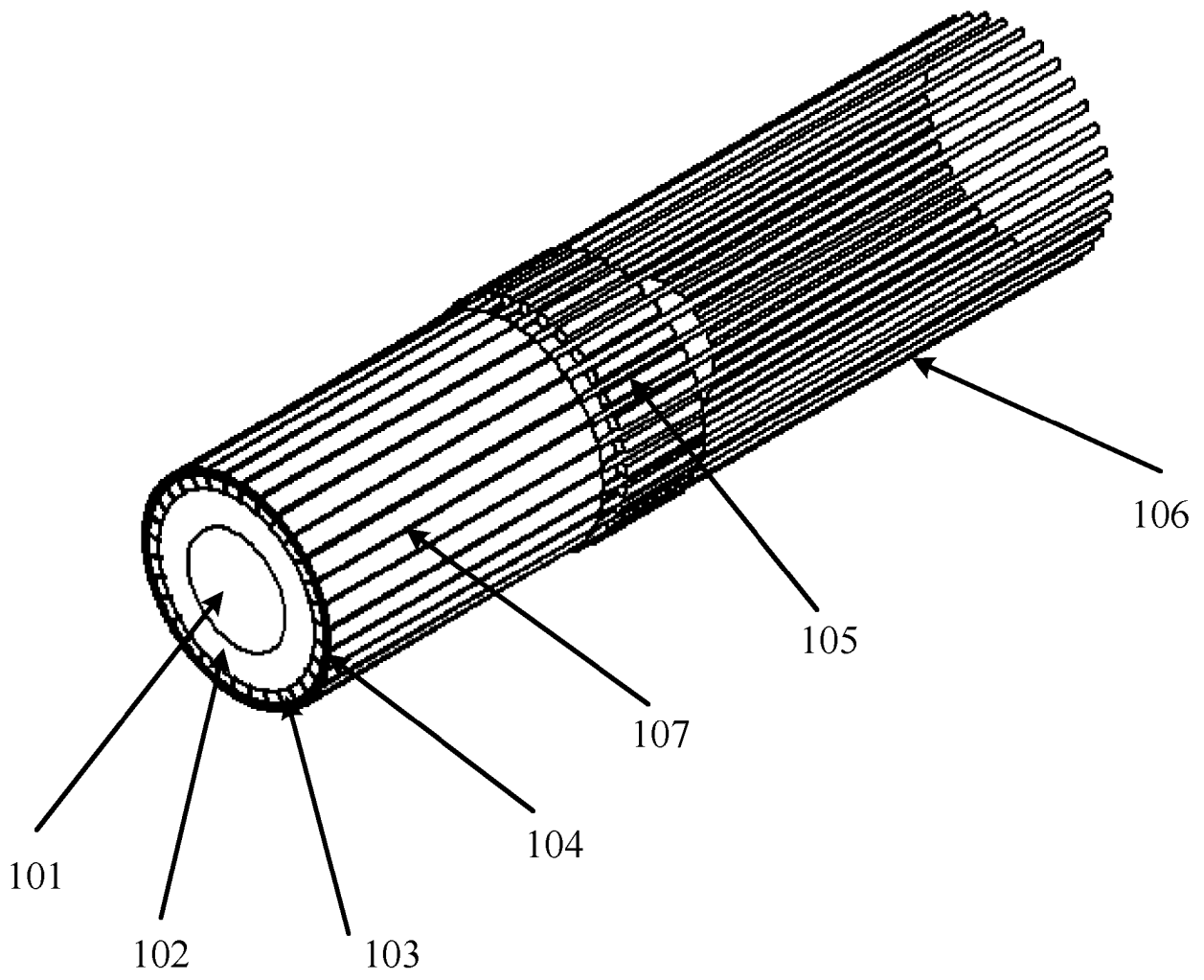


图 1

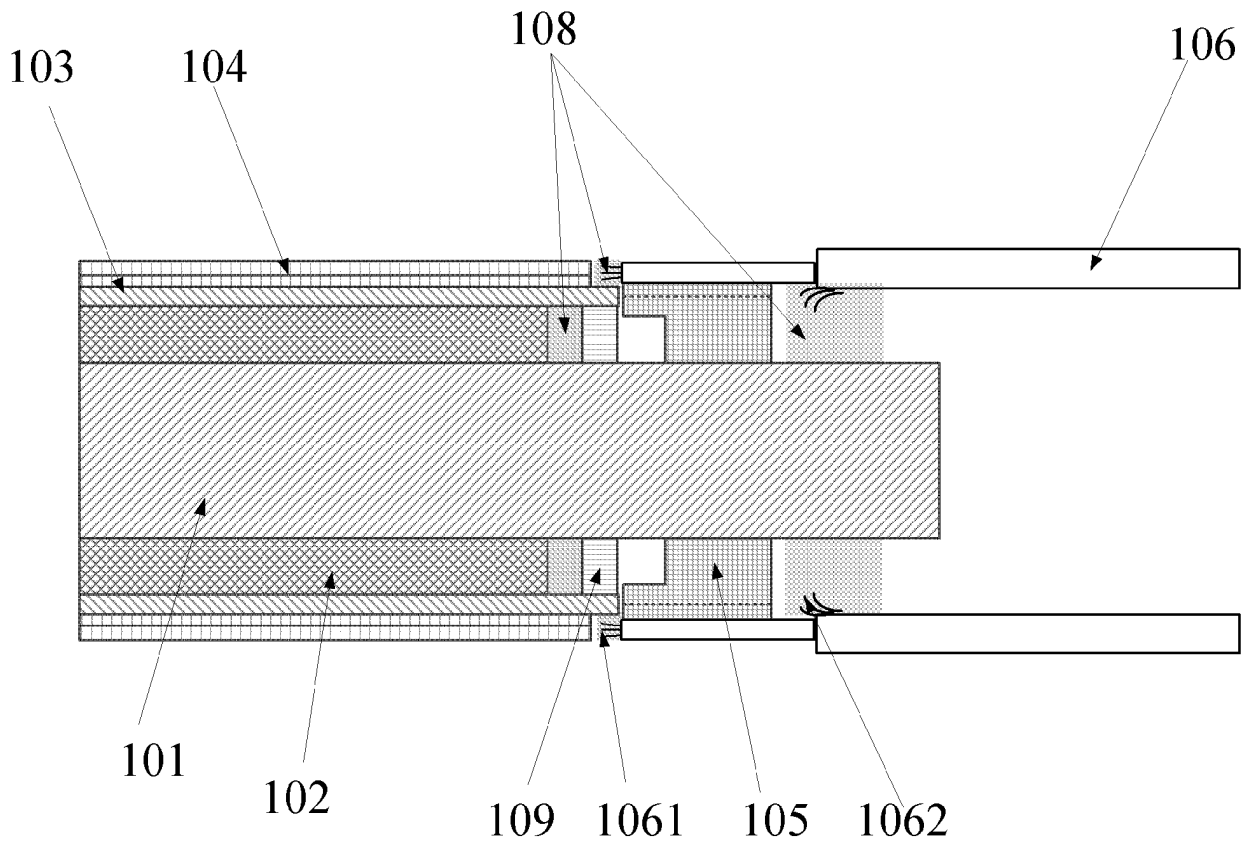


图 2

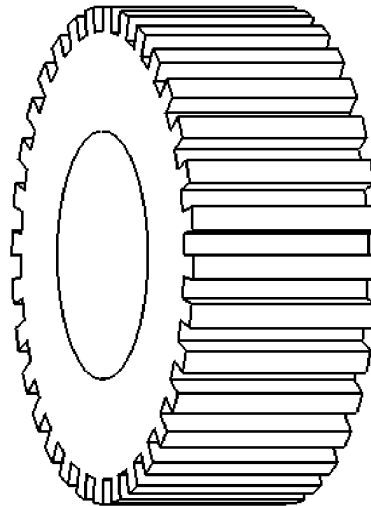


图 3

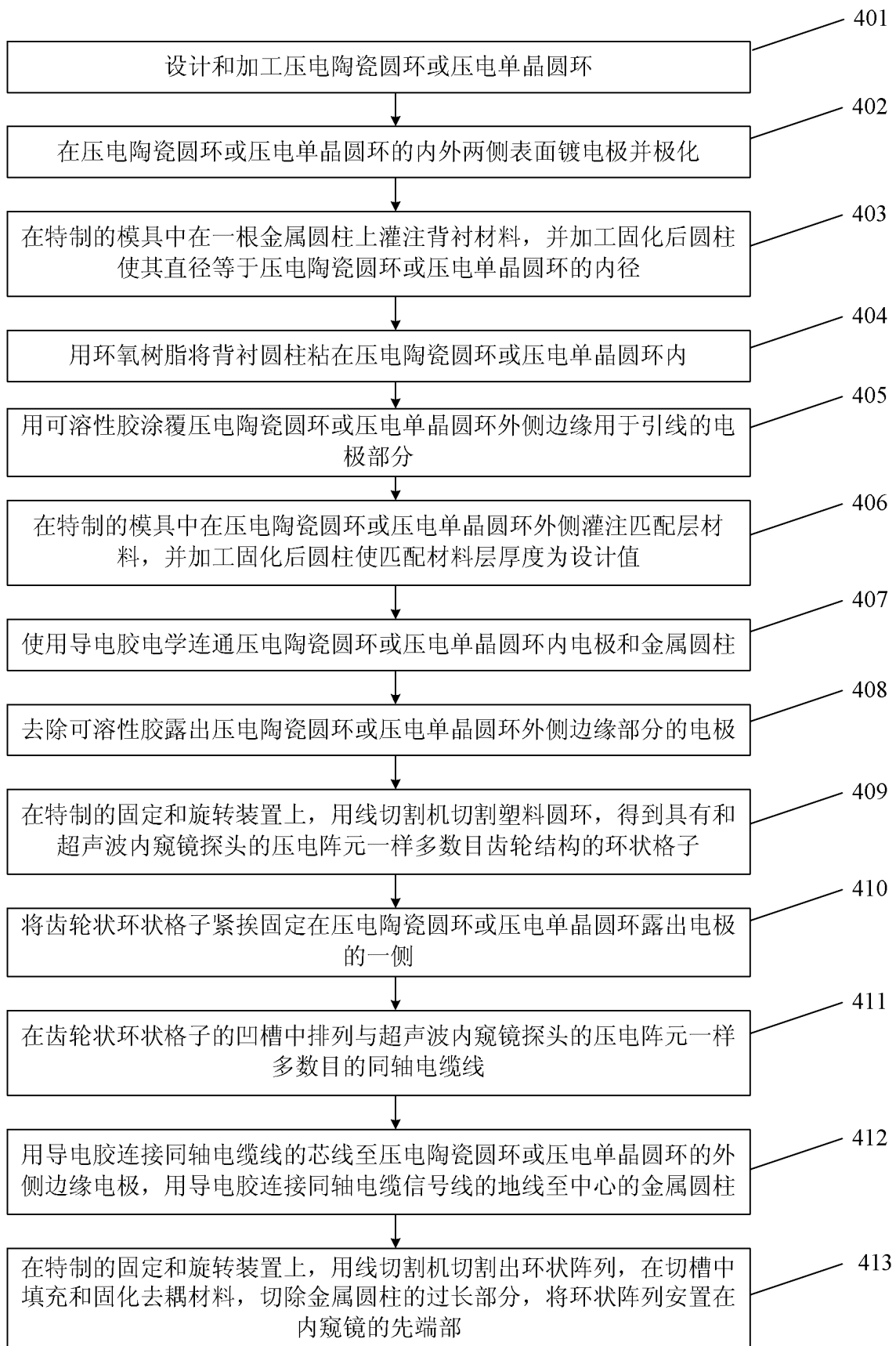


图 4

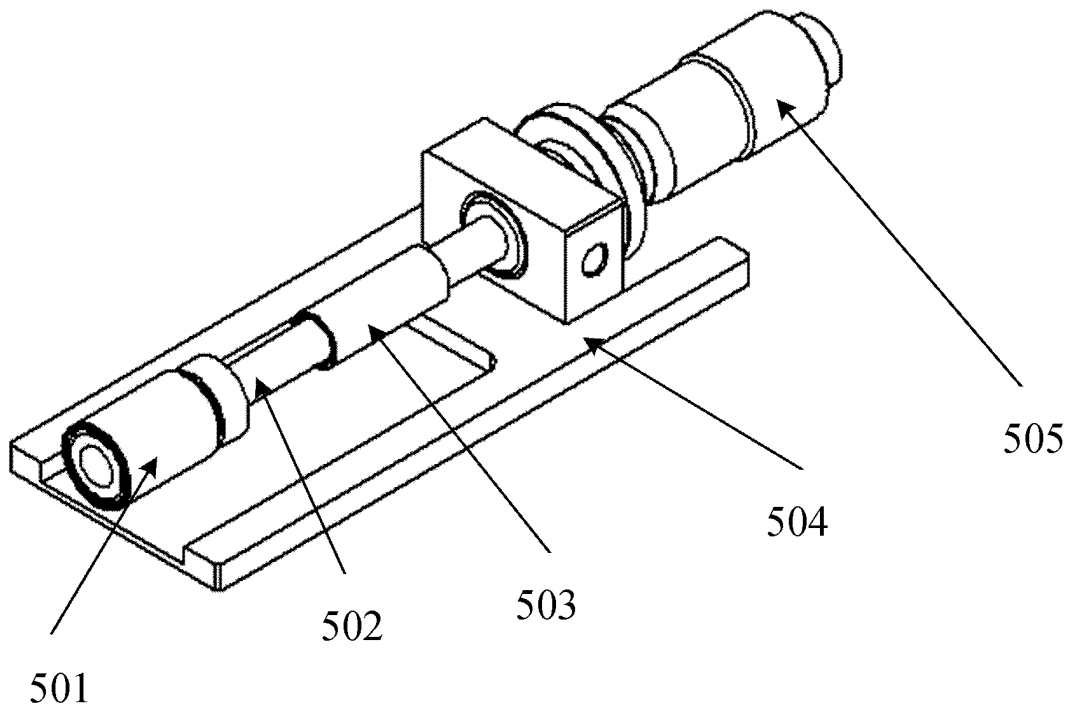


图 5a

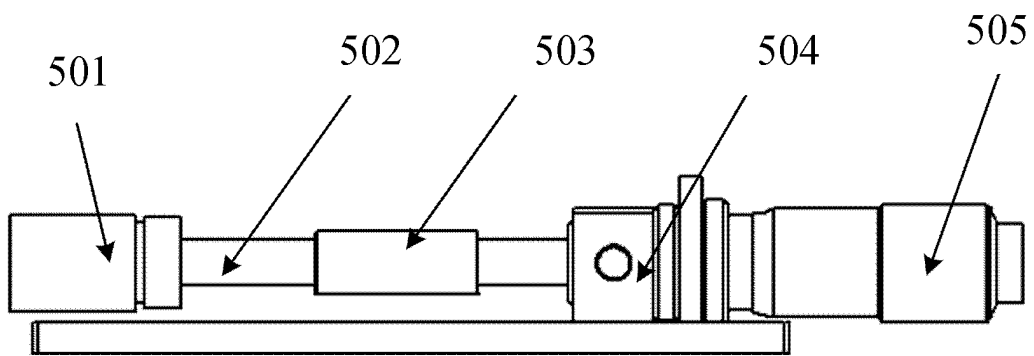


图 5b

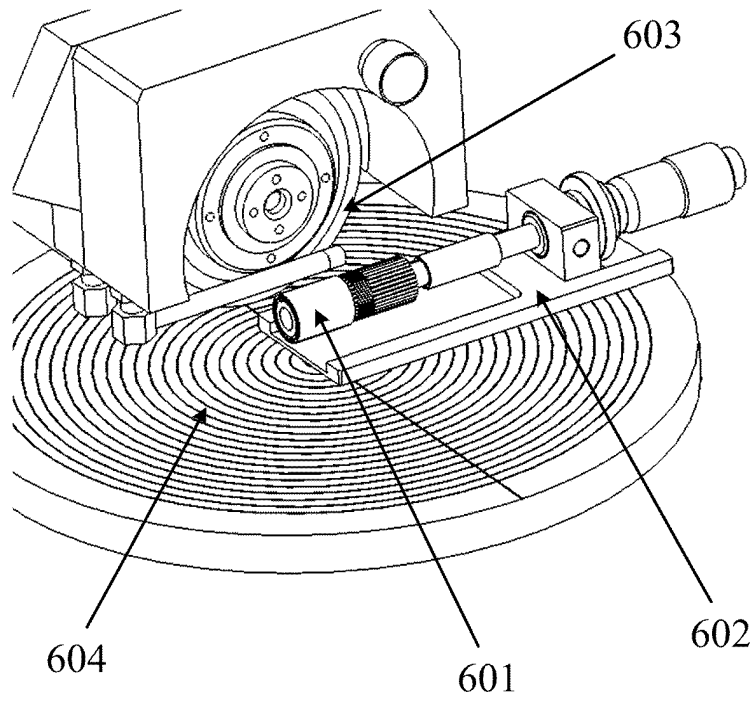


图 6