



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02829603.6

[43] 公开日 2005 年 10 月 26 日

[11] 公开号 CN 1688255A

[22] 申请日 2002.7.15 [21] 申请号 02829603.6

[86] 国际申请 PCT/NO2002/000264 2002.7.15

[87] 国际公布 WO2004/006773 英 2004.1.22

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.14

[71] 申请人 伊格尔超声公司

地址 挪威特隆赫姆

[72] 发明人 比约恩·A·J·安格尔森

通尼·F·约翰森 斯蒂格·舍尔德

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

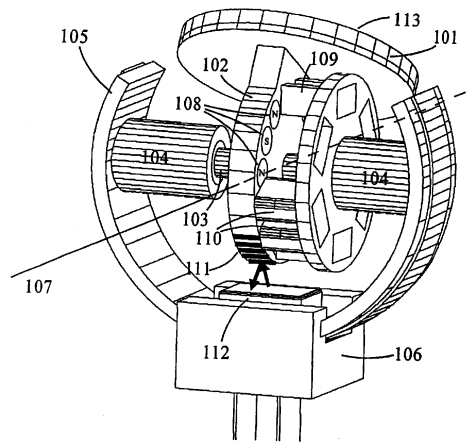
代理人 蔡胜利

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 6 页
按照条约第 19 条的修改 3 页

[54] 发明名称 用于超声射束三维扫描的机构和系统

[57] 摘要

一种超声波探头，可在 3D 空间区域内扫描超声射束，其特征在于，一个超声传感器阵列安装到第一轴上，所述第一轴可在装于可移动叉架中的轴承中旋转。叉架可在一个轴承内绕第二轴旋转，或者通过一个滑动系统移动，或者是两者的组合。第一轴和叉架可连接到两个分开的电机上，以便在 3D 空间区域内电动调整阵列方向。位置测量系统连接到轴和叉架上，以便利用反馈控制系统调整射束的方向。



1、一种超声传感探头，其用于在 3D 空间中扫描超声射束的方向和聚焦，其特征在于，

一个超声传感器阵列，其连接到第一轴上，所述第一轴可在装于叉架中的轴承内旋转，

所述叉架可移动，以带动第一轴移动，

由此，使传感器阵列在 3D 空间区域内沿任何方向自由定向。

2、如权利要求 1 所述的超声传感探头，其特征在于，叉架通过绕安装在轴承内的第二轴旋转而被移动。

3、如权利要求 2 所述的超声传感探头，其特征在于，第二轴的轴线与第一轴的轴线的正交。

4、如权利要求 3 所述的超声传感探头，其特征在于，第二轴的轴线与第一轴的轴线交叉。

5、如权利要求 1 所述的超声传感探头，其特征在于，叉架通过在一个滑动系统中滑动而被移动。

6、如权利要求 1 所述的超声传感探头，其特征在于，超声波阵列是一个环形阵列。

7、如权利要求 1 所述的超声传感探头，其特征在于，

第一电机与第一轴连接，以使连接在超声传感器阵列上的第一轴在轴承内旋转，

第二电机用于移动所述叉架，通过施加在各电机上的电驱动信号而使传感器阵列在 3D 空间区域内沿任何方向自由定向。

8、如权利要求 7 所述的超声传感探头，其特征在于，第一电机的定子安装在叉架上，第一电机的转子安装在第一轴上，以使连接在超声传感器阵列上的第一轴在轴承内旋转。

9、如权利要求 5 所述的超声传感探头，其特征在于，叉架是圆形的，滑动系统以下述方式相对于叉架安装，即通过所述滑动使第一轴绕着与第一轴正交的轴线旋转。

10、如权利要求 5 所述的超声传感探头，其特征在于，滑动系统以下述方式相对于叉架安装，即通过所述滑动使第一轴在包含第一轴的平面内横向移动。

11、如权利要求 5 所述的超声传感探头，其特征在于，滑动系统以下述方式相对于叉架安装，即通过所述滑动使第一轴绕着一条相对于滑动系统而言位于第一轴所在一侧并且与第一轴正交的轴线旋转。

12、如权利要求 1 所述的超声传感探头，其特征在于，叉架连接到至少一个柔性带上，通过牵拉柔性带使叉架移动。

13、权利要求 12 所述的超声传感探头，其特征在于，叉架的一侧连接到柔性带上，并且另一侧连接到弹簧系统上，通过弹簧系统以及柔性带的牵拉之间的组合动作使叉架双向移动，其中通过柔性带的牵拉使叉架在一个方向上移动，并且在柔性带的牵拉被释放后，弹簧在相反方向上牵拉叉架。

14、权利要求 12 所述的超声传感探头，其特征在于，叉架的每一侧分别连接到单独的柔性带上，并且通过有选择地牵拉柔性带中的一个实现叉架的双向移动。

15、如权利要求 12 到 14 中任一所述的超声传感探头，其特征在于，通过电机牵拉柔性带。

16、如权利要求 12 所述的超声传感探头，其特征在于，第二轴的轴承系统安装在一个使第二轴的轴承系统通过移动而改变位置和方向的滑动系统中，第三电机连接着所述滑动系统，以使第二轴的轴承系统通过移动而改变位置和方向。

17、如权利要求 7 所述的超声波探头，其中第一轴的角位置和叉架的位置被测量，位置信号被发送到一个反馈控制器中，反馈控制器提供用于电机的驱动信号，以改变超声射束的方向，从而使第一轴和叉架的实测位置紧密随从于基准信号。

用于超声射束三维扫描的机构和系统

技术领域

本发明是针对用于在 3D 空间区域内在自由方向上扫描超声射束的技术和方法。该技术特别适用于 3D 医学超声成像，并且也适用于其它超声成像领域或者其它需要使物体在 3D 空间中机械运动的领域。

背景技术

通过以 3D 的方式扫描脉冲超声射束，并且在每个射束方向上记录反向散射超声波信号，可以实现生物结构的三维（3D）超声成像。这种原理在 50 年代就已被描述过，并且使用该方法的一些仪器已经制成。

在 3D 图像中，由于有时人们想从任何方向（透视）看到物体，并且小的物体可以在多个射束方向上被查看，所以重要的是超声射束围绕射束轴线在所有方向上对称地实现最大限度聚焦。通过在垂直方向即与二维（2D）扫描平面正交的方向上对线性传感器阵列中的组成元件进行分组，可获得这种对称聚焦。2D 扫描平面通常被称为方位角扫描面，而与 2D 扫描平面正交的方向被称为垂直方向。在垂直方向上具有分组组成元件的线性阵列被称为 1.5D 或 1.75D 阵列，这取决于组成元件围绕方位角中平面（azimuth mid plane）被对称地或单独地调整。分组组成元件所产生的问题是组成元件的尺寸减小，这会增加组成元件的阻抗并且因此增加噪音。分组也引起组成元件的总数大，导致在阵列组成元件和电子束形

成装置之间存在大量导线。这样增加了电缆损耗，以及因此而导致阵列灵敏度损失。

通过同心环形元件阵列即所谓的环形阵列，可以利用更少并且更大的元件获得射束的对称聚焦。更大的元件可提供更低的元件阻抗，并且因此减少噪音及电缆损耗。利用环形阵列的另一个优点是其被覆盖在一个圆顶部件中，以使阵列本身不会像线性阵列通常那样被推压在人体或者其它对象上。这样，与线性阵列相比，环形阵列可以使用由具有更低特性阻抗的材料构成的机械衬垫支承，因而环形阵列吸音衬垫损耗较小并且可以获得更高的灵敏度。

由于采用了大元件和低阻抗衬垫材料，因此同线性阵列相比，环形阵列可以提供围绕射束轴线的射束对称聚焦的更高灵敏度。同线性阵列相比，增加的灵敏度反过来又使得能够使用更高的超声频率，并且因此对于给定的深度可得到更好的分辨率。少量的元件也减少了连接电缆的数量并且因此导致阵列的制造成本更低。

发明内容

利用环形阵列进行 3D 射束扫描的问题是，射束方向的扫描需要机械移动阵列。因此，利用小尺寸的整体扫描机构进行射束的 3D 扫描是困难的，所以本发明提供了对该问题的解决方法。利用本发明的特定实施例，环形阵列射束可以在一个 3D 扇面内被扫描，该 3D 扇面在垂直方向和方位角方向具有 200 度以上的张角，其中扫描头的尺寸仅略微大于阵列的主动发射孔。窄的扫描头和宽的扫描角提供了一种小且易于操纵的探头，并且在被用于腔内和外科成像时具有特别的优点，其中探头被放置在探头转向的可

能性有限的窄通路中，例如贯穿阴道、贯穿直肠、贯穿食管、贯穿胃和贯穿肠成像，以及狭窄手术创口的成像。

附图说明

图 1 示出了依据本发明的特定实施例，其中传感器或传感器阵列围绕由第一轴限定的方位角轴线旋转，该第一轴在装于可移动叉架内的轴承内旋转。其中，图 1a 示出了叉架在一个滑动系统中移动，以使阵列绕一条与方位角轴线正交并且靠近方位角轴线的垂直轴线旋转。图 1b 示出了叉架在一个滑动系统中滑动，以使阵列绕一条与方位角轴线正交并且与方位角轴线相隔一段距离的垂直轴线旋转。图 1c 示出了叉架绕第二轴的旋转，以使阵列绕垂直轴线旋转。图 1d 示出叉架围绕滚转轴线的组合旋转。

图 2 示出了控制系统的例子，其用于驱动传感器围绕方位角轴线旋转以随从于方位角基准信号。

图 3 示出了一个具有围绕着带轮的柔性带的系统，该带轮连接到电机上，以使叉架在滑动系统中移动。

具体实施方式

本发明的一个特定实施例将参照附图进行描述。在图 1a 中 101 表示一个环形阵列，其连接到电机的转子 102 上，该电机连接到一个轴 103 上，该轴可在安装于叉架 105 上的轴承 104 中自由移动。阵列围绕轴 103 旋转可在一个被称为方位角方向（azimuth direction）的角度方向上、并在一个被称为平经面（azimuth plane）的 2D 平面内扫描超声射束。叉架 105 安装在允许轴移动的滑动系统 106 中。在这个特定实施例中，叉架具有圆形形状，因而叉架滑动通过滑动系统将产生轴 103 绕着与之正交的轴线 107 的旋转，

从而可以在被称为垂直方向的方向上对射束进行角度扫描。此外，在这个特定实施例中，所述轴可以绕一条相对于滑动系统而言位于与所述轴所在一侧相同的一侧的轴线旋转，并且轴线 107 穿过轴 103 的中心。相对于传感器阵列 101 的发射声学表面孔 113 的尺寸而言，该实施例可以使机构具有紧凑尺寸。

图 1b 示出一个改型实施例，其中滑动系统 102 沿着叉架 121 滑动，这种设置使得轴 103 可以绕一条相对于滑动系统而言位于与轴 103 的轴线所在一侧相反的一侧的轴线 122 旋转。这种滑动系统的优点是，同图 1a 中的扫描系统相比，射束扫描区域的宽度在探头表面上变宽了。但是图 1a 中的扫描系统可产生外部尺寸较小的探头。

图 1a 中的转子 102 包括一组永磁体，它们以相反的极性顺序围绕转子分布，其中，在图中三个磁体 108 是可见的。转子 102 的旋转导致磁体在一组电磁体的磁极之间滑动，所述电磁体包括具有围绕线圈 110 的铁芯 109。在图 1a 中，为清楚去除了一些磁体，并且一些磁体的铁芯 109 被显示为不带有线圈，而另一些磁体显示出围绕铁芯的线圈 110。在图 1b 中示出了整体电磁系统 123 的实施例。通过按照本领域技术人员公知的标准方法控制线圈中的电流，会有扭矩作用到转子上，使传感器阵列围绕轴线 103 旋转。

对于这个特定实施例，图 1a 中一个反射光栅 111 被设置在转子的周围。光栅被包含在单元 112 内的发光二极管照亮。从光栅反射的光被单元 112 内的彼此偏置一段距离的两个光检测二极管接收。通过监测从两个检测二极管发出的信号，人们既可以观察转子的移动方向，又可以依据公知的原理以定位光栅 111 的反射条纹之间的角度的 $1/4$ 为步距测得其旋转角度。

因此，系统既提供了一个电机以产生作用到轴 103 的扭矩，又提供了一个位置测量系统以测量传感器阵列围绕所述轴的轴线的旋转方向和角度。因此，电机和位置测量系统可以连接到一个反馈控制系统上，以便在反馈控制下实现传感器阵列围绕轴 103 的旋转。这使得阵列能够围绕所述周的轴线进行精确的转向，例如，利用如图 2 中示出的电控系统。

在这幅图中，传感器阵列的方位角在单元 209 中测量出，以产生一个实测方位角信号 202，其中该单元 209 包括图 1a 中以 111 和 112 表示的部分。实测方位角信号 202 与方位角基准信号 201 在单元 210 中进行比较，由于在基准位置和实测位置之间存在不同，所以会产生一个角位置误差 203。位置误差信号被发送到控制单元 204，其向电机驱动单元 206 提供输入信号 205，电机驱动单元 206 向图 1b 中的电机电磁系统 123 提供一组电驱动信号 207。因此，控制系统驱动转子方位角，使之随从于方位角基准值。

为在图 1a 中的垂直方向上扫描射束，叉架在滑动系统 106 中移动。用于控制依据本实施例的滑动的系统在图 3 中示出。两个柔性带 301 和 302 连接在叉架 105 上，以致在其中一个带被牵拉时，叉架在滑动系统 106 中滑动。这种滑动导致轴 103 在方位角旋转轴线上的运动，其中，在这个特定实施例中，所述轴围绕与其轴线正交的垂直轴线 107 旋转。围绕方位角轴线 103 和叉架垂直轴线 107 的组合旋转，可在方位角方向和垂直方向上对射束进行 3D 扇面扫描。在本实施例中，两个柔性带连接在一起形成一个围绕带轮 303 的环路，该带轮连接到旋转电机 304 上。电机 304 的角度受控旋转（例如通过类似图 2 中的控制系统）可导致传感器围绕垂直轴线 107 的受控旋转。

依据本发明的用于移动方位角旋转轴线 103 的第三种方法在

图 1c 中描述，其中，叉架 105 连接到第二轴 125 上，该第二轴可在轴承系统 126 中旋转，以使阵列 113 围绕垂直轴线 127 和方位角轴线 103 旋转。

依据本发明的用于移动方位角旋转轴线 103 的第四种方法在图 1d 中描述，其中，叉架 105 被设置在轴承系统 130 中，以允许叉架和因此使方位角轴线 103 围绕与方位角轴线正交的滚转轴线 131 旋转。围绕方位角轴 103 和滚转轴线 131 的组合旋转，可产生射束方向的 3D 扫描。通过与电机直接连接、或者通过一个齿轮或一组带轮而与电机连接，可获得围绕滚转轴线 131 的旋转。

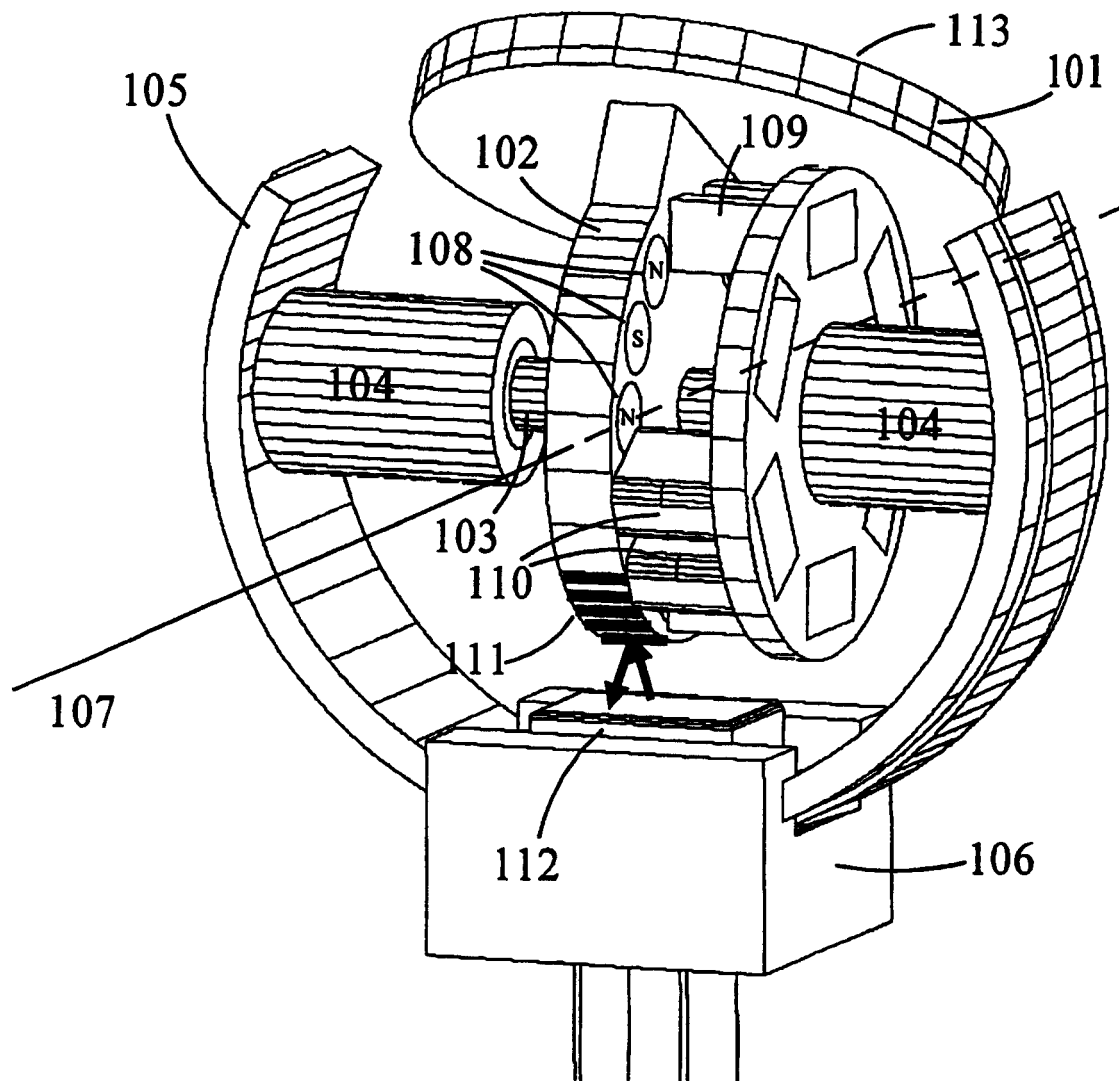


图1a

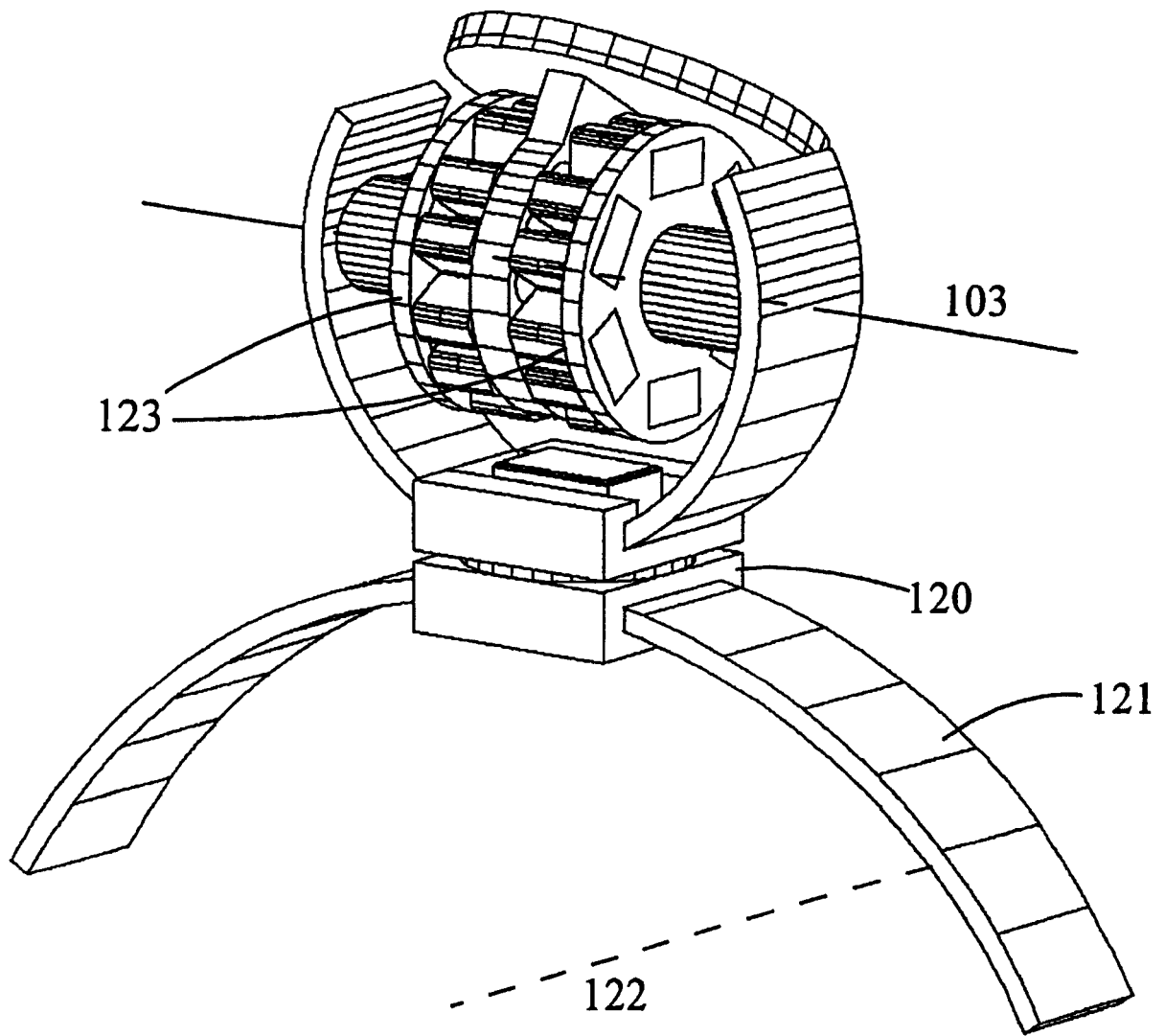


图1b

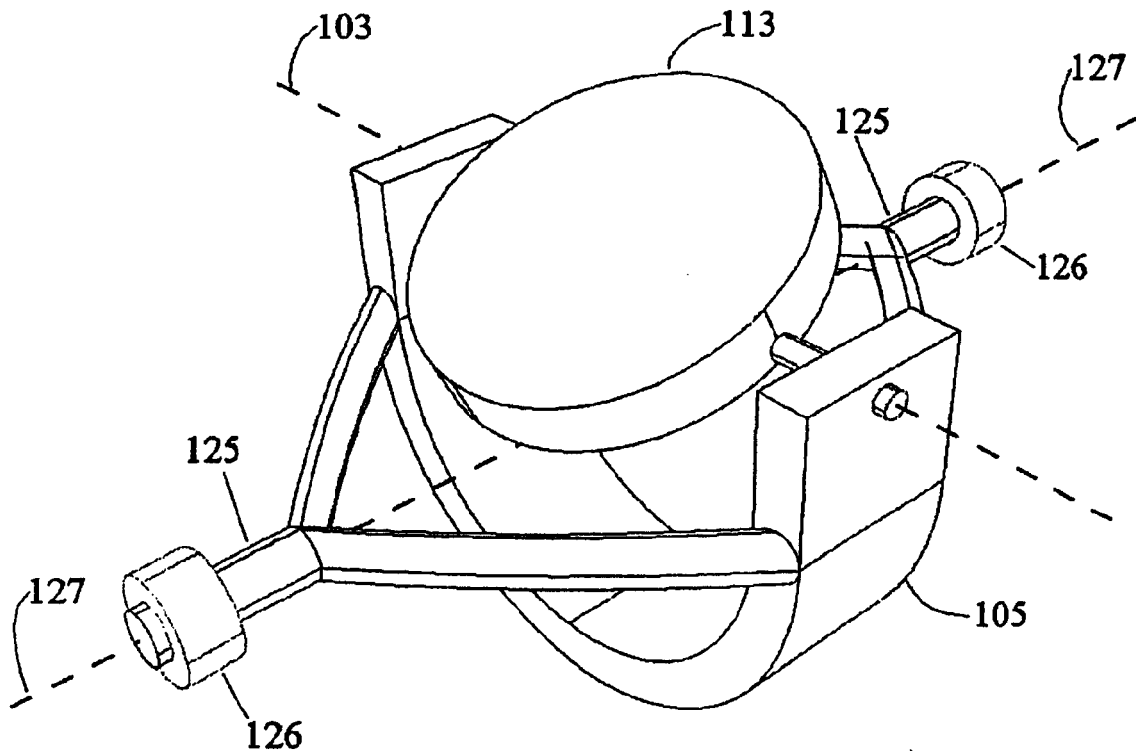


图1c

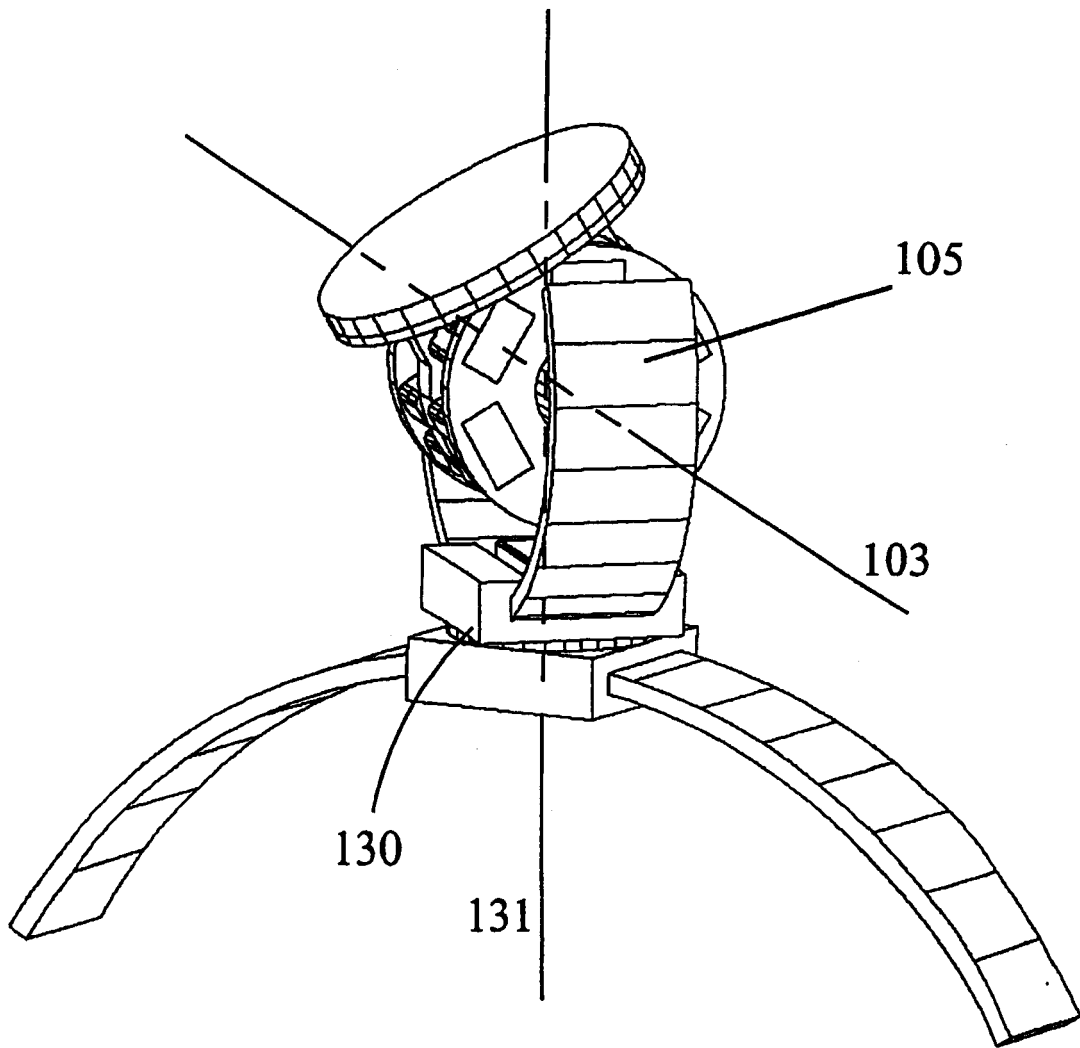


图1d

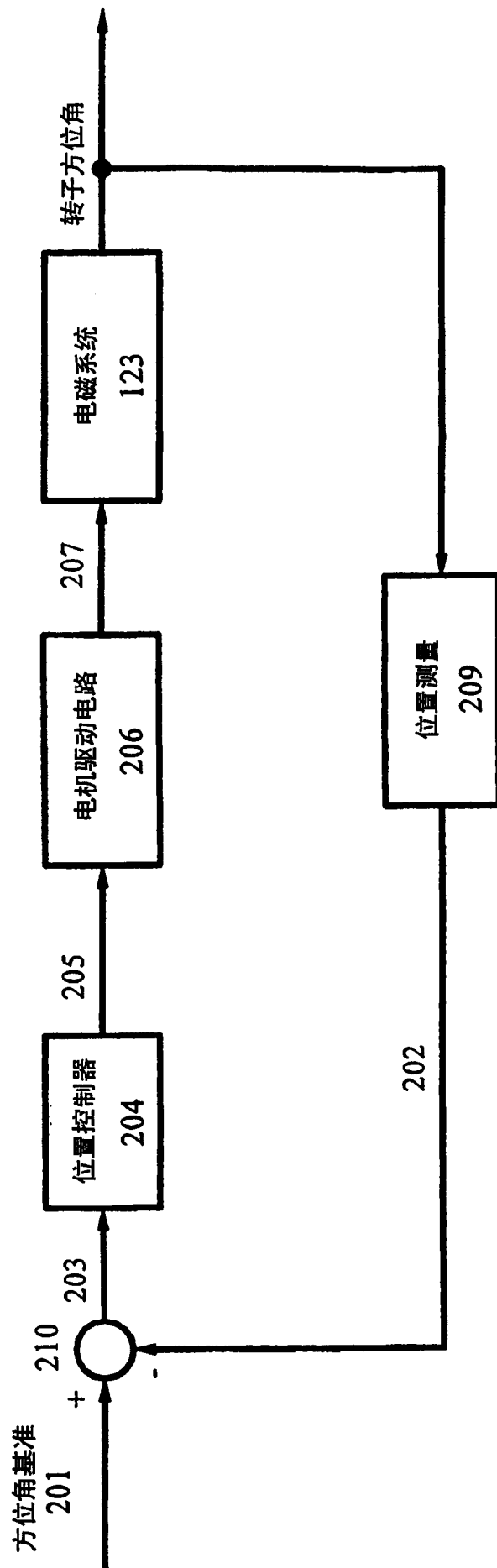


图2

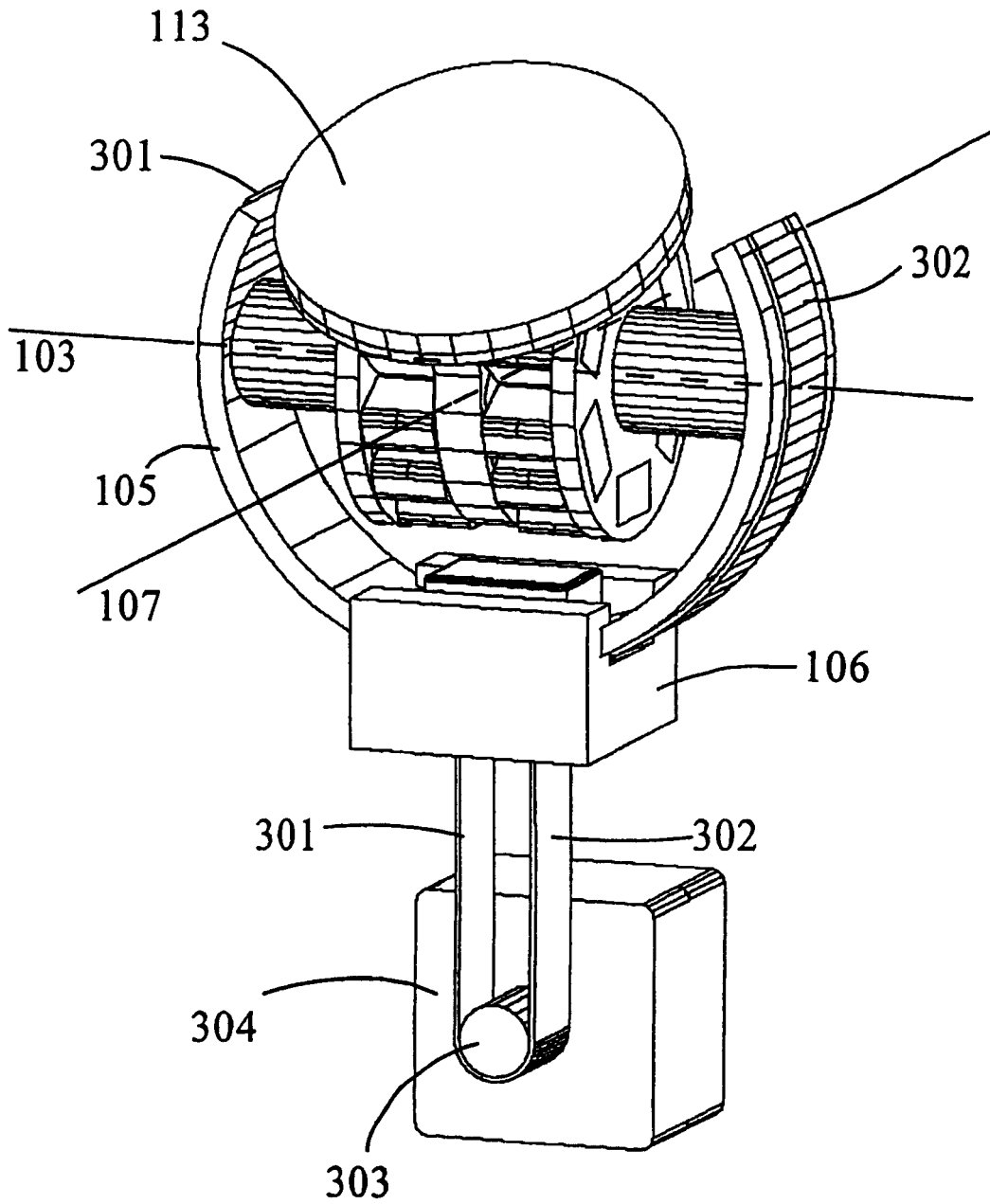


图3

1、一种超声探头，其用于在 3D 空间中扫描超声射束的方向和聚焦，包括：

一个超声传感器阵列（101，113），其发射超声射束并通过传感器阵列的前表面接收到来的超声波；

所述传感器阵列被第一轴（103）支撑，所述第一轴在一个轴承系统（104）内旋转所述传感器阵列；

其特征在于，

所述轴承系统安装在一个叉架（105）中，所述叉架可移动，以改变所述第一轴（103）的轴线的角位置；

第一电机（102，110，123）被设置在传感器阵列的后面，并且具有一个转子（102），所述转子可旋转地连接着所述传感器阵列，以及一个定子（110），所述定子连接着所述叉架（105）以使传感器阵列绕所述第一轴（103）的轴线旋转；

一个角位置传感元件（111）可旋转地连接着所述传感器阵列（101，113），以指示传感器阵列和所述超声射束绕所述轴线的旋转角度；

由此，使传感器阵列在 3D 空间区域内沿任何方向自由定向和受控。

2、如权利要求 1 所述的超声探头，其特征在于，轴承系统包括安装在叉架（105）内相对位置上的两个轴承（104），所述第一电机（102，110）、所述传感器阵列（101，113）和所述传感元件（111）在所述两个轴承（104）之间设置在第一轴（103）上。

3、如权利要求 1 或 2 所述的超声探头，其特征在于，超声波阵列是一个环形阵列（101）。

4、如权利要求 1、2 或 3 所述的超声探头，其特征在于，叉架（105）通过绕安装在轴承（126）内的第二轴（125）旋转而被移动。

5、如权利要求 1、2 或 3 所述的超声探头，其特征在于，叉架（105）通过在一个滑动系统中滑动而被移动。

6、如权利要求 1 至 5 中任一所述的超声探头，其特征在于，第二电机（304）用于移动所述叉架（105），通过施加在所述第一和第二电机上的电驱动信号而使传感器阵列（101）在 3D 空间区域内沿任何方向自由定向。

7、如权利要求 5 或 6 所述的超声探头，其特征在于，叉架是圆形的，滑动系统（106）以下述方式相对于叉架安装，即通过所述滑动使第一轴绕着一条相对于滑动系统而言位于与第一轴相同的一侧并且与第一轴正交的轴线旋转。

8、如权利要求 5 或 6 所述的超声探头，其特征在于，滑动系统以下述方式相对于叉架安装，即通过所述滑动使第一轴绕着一条相对于滑动系统而言位于与第一轴相反的一侧并且与第一轴正交的轴线旋转。

9、如权利要求 5 或 6 所述的超声探头，其特征在于，滑动系统以下述方式相对于叉架安装，即通过所述滑动使第一轴横向移动，所述横向移动可能是在所述第一轴旋转的基础上附加的运动。

10、如权利要求 1 所述的超声探头，其特征在于，叉架（105）被可操纵地连接到至少一个柔性带（301，302）上，通过牵拉柔性带使叉架移动。

11、权利要求 10 所述的超声探头，其特征在于，叉架的一侧连接到柔性带上，并且另一侧连接到弹簧系统上，通过弹簧系统以及柔性带的牵拉之间的组合动作使叉架双向移动，其中通过柔性带的牵拉使叉架在一个方向上移动，并且在柔性带的牵拉被释放后，弹簧在相反方向上牵拉叉架。

12、权利要求 10 所述的超声探头，其特征在于，叉架（105）的每一侧分别连接到单独的柔性带（301，302）上，并且通过有选择地牵拉柔性带中的一个实现叉架的双向移动。

13、如权利要求 10、11 或 12 所述的超声探头，其特征在于，通过所述第二电机（304）牵拉柔性带（301，302）。

14、如权利要求 4—13 中任一所述的超声探头，其特征在于，第二轴的轴承系统（130）安装在一个使第二轴的轴承系统通过移动而改变位置和方向的滑动系统中，第三电机连接着所述滑动系统，以使第二轴的轴承系统（130）通过移动而改变位置和方向。

15、如权利要求 6—14 中任一所述的超声波探头，其中第一轴（103）的角位置和叉架（105）的位置被测量（209），位置信号被发送到一个反馈控制器（204）中，反馈控制器提供用于第一和第二电机的驱动信号（207），以改变超声射束的方向，从而使第一轴和叉架的实测位置紧密随从于基准信号（201）。

专利名称(译)	用于超声射束三维扫描的机构和系统		
公开(公告)号	CN1688255A	公开(公告)日	2005-10-26
申请号	CN02829603.6	申请日	2002-07-15
[标]发明人	比约恩AJ安格尔森 通尼F约翰森 斯蒂格舍尔德		
发明人	比约恩·A·J·安格尔森 通尼·F·约翰森 斯蒂格·舍尔德		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/12		
CPC分类号	A61B8/4461 A61B8/12		
代理人(译)	蔡胜利		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种超声波探头，可在3D空间区域内扫描超声射束，其特征在于，一个超声传感器阵列安装到第一轴上，所述第一轴可在装于可移动叉架中的轴承中旋转。叉架可在一个轴承内绕第二轴旋转，或者通过一个滑动系统移动，或者是两者的组合。第一轴和叉架可连接到两个分开的电机上，以便在3D空间区域内电动调整阵列方向。位置测量系统连接到轴和叉架上，以便利用反馈控制系统调整射束的方向。

