



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109431543 A

(43)申请公布日 2019.03.08

(21)申请号 201811562353.5

(22)申请日 2018.12.20

(71)申请人 深圳先进技术研究院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道1068号

(72)发明人 郑海荣 夏向向 蔡飞燕 马腾
周慧 李飞 刘佳妹 王丛知

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 薛娇 王宝筠

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

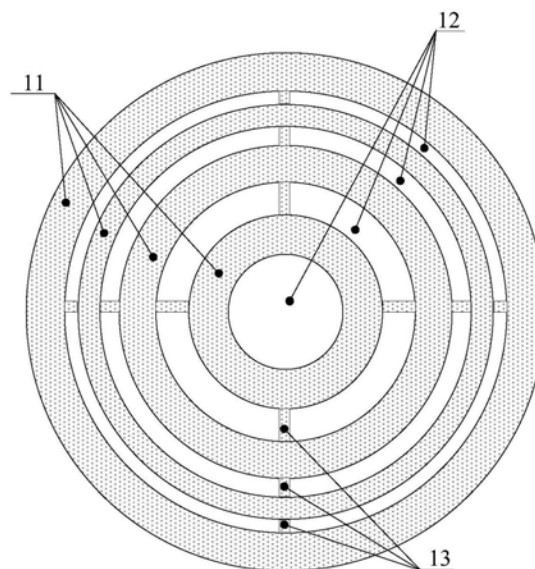
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

声波聚焦透镜、超声成像装置及方法

(57)摘要

本申请实施例公开了一种声波聚焦透镜、超声成像装置及方法,声波聚焦透镜结构简单,包括:多个同心的圆环,相邻两个圆环构成一个狭缝;其中,圆环由刚性材料制成,各圆环的厚度相同,声波聚焦透镜中的狭缝由里向外依次变窄,该结构易于加工,造价低廉,与平面超声换能器配合,使用灵活,通过改变超声换能器发射声波的频率即可实现不同深度物体的成像。



1. 一种声波聚焦透镜,其特征在於,包括:

多个同心的圆环,相邻两个圆环构成一个狭缝;

其中,所述圆环由刚性材料制成,各圆环的厚度相同,所述声波聚焦透镜中的狭缝由里向外依次变窄。

2. 根据权利要求1所述的声波聚焦透镜,其特征在於,所述圆环的宽度和所述狭缝的宽度根据菲涅耳衍射公式确定。

3. 根据权利要求2所述的声波聚焦透镜,其特征在於,所述圆环的宽度和所述狭缝的宽度通过如下公式确定:

$$r_n = \sqrt{n\lambda F + \left(\frac{n\lambda}{2}\right)^2},$$

$$d_i (i=1) = r_1,$$

$$d_i (i>1) = r_i - r_j,$$

其中, r_n 表示第 n 个菲涅耳区域的半径; $\lambda=c/f$ 表示平面超声换能器发射的声波的波长, c 表示声速, f 表示平面超声换能器发射的声波的中心频率; F 表示预设焦距; $d_i (i=1)$ 表示中心圆孔的半径; $d_i (i>1)$ 表示圆环或除中心圆孔以外其他狭缝的宽度; r_i 表示包含第 i 个圆环或狭缝的最小菲涅耳区域的半径, r_j 表示所述最小菲涅耳区域内,小于所述最小菲涅耳区域的最大的菲涅耳区域的半径。

4. 根据权利要求1所述的声波聚焦透镜,其特征在於,所述圆环的厚度大于平面超声换能器发射声波的中心频率对应的波长的两倍。

5. 一种超声成像装置,其特征在於,包括:

平面超声换能器;

位于所述平面超声换能器前方,用于对所述平面超声换能器发射的声波进行聚焦的声波聚焦透镜;所述声波聚焦透镜包括:多个同心的圆环,相邻两个圆环构成一个狭缝;其中,所述圆环由刚性材料制成,各圆环的厚度相同,所述声波聚焦透镜中的狭缝由里向外依次变窄;

与所述平面超声换能器连接的控制器,用于调节所述平面超声换能器的发射声波的频率,以改变所述声波聚焦透镜的聚焦深度。

6. 根据权利要求5所述的超声成像装置,其特征在於,所述圆环的宽度和所述狭缝的宽度根据菲涅耳衍射公式确定。

7. 根据权利要求6所述的超声成像装置,其特征在於,所述圆环的宽度和所述狭缝的宽度通过如下公式确定:

$$r_n = \sqrt{n\lambda F + \left(\frac{n\lambda}{2}\right)^2},$$

$$d_i (i=1) = r_1,$$

$$d_i (i>1) = r_i - r_j,$$

其中, r_n 表示第 n 个菲涅耳区域的半径; $\lambda=c/f$ 表示平面超声换能器发射的声波的波长, c 表示声速, f 表示平面超声换能器发射的声波的中心频率; F 表示预设焦距; $d_i (i=1)$ 表示

中心圆孔的半径; d_i ($i > 1$) 表示圆环或除中心圆孔以外其他狭缝的宽度; r_i 表示包含第*i*个圆环或狭缝的最小菲涅耳区域的半径, r_j 表示所述最小菲涅耳区域内,小于所述最小菲涅耳区域的最大的菲涅耳区域的半径。

8. 根据权利要求5所述的超声成像装置,其特征在于,所述圆环的厚度大于平面超声换能器发射声波的中心频率对应的波长的两倍。

9. 一种超声成像方法,应用于超声成像装置,其特征在于,所述超声成像装置包括:平面超声换能器;位于所述平面超声换能器前方,用于对所述平面超声换能器发射的声波进行聚焦的声波聚焦透镜;所述声波聚焦透镜包括:多个同心的圆环,相邻两个圆环构成一个狭缝;其中,所述圆环由刚性材料制成,各圆环的厚度相同,所述声波聚焦透镜中的狭缝由里向外依次变窄;所述方法包括:

获取目标频率;

控制所述平面超声换能器发射具有所述目标频率的声波,使得所述声波聚焦透镜的聚焦深度与所述目标频率相对应,以便获取所述聚焦深度位置的图像。

声波聚焦透镜、超声成像装置及方法

技术领域

[0001] 本申请涉及超声成像技术领域,更具体地说,涉及一种声波聚焦透镜、超声成像装置及方法。

背景技术

[0002] 超声成像近年来一直是医学领域的研究热点,它主要是利用超声声束扫描人体,通过对反射信号的接收、处理,以获得体内器官的图像。

[0003] 超声成像装置大多是通过单振源超声聚焦换能器或阵列式超声聚焦换能器形成聚焦超声声场,以实现成像效果。

[0004] 然而,目前的超声成像装置仅能实现单一聚焦深度的超声声场,若需要改变聚焦深度,则需要更换超声成像装置,给用户带来不便。

发明内容

[0005] 本申请的目的是提供一种声波聚焦透镜、超声成像装置及方法,以至少部分的克服现有技术中存在的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本申请提供了如下技术方案:

[0007] 一种声波聚焦透镜,包括:

[0008] 多个同心的圆环,相邻两个圆环构成一个狭缝;

[0009] 其中,所述圆环由刚性材料制成,各圆环的厚度相同,所述声波聚焦透镜中的狭缝由里向外依次变窄。

[0010] 上述声波聚焦透镜,优选的,所述圆环的宽度和所述狭缝的宽度根据菲涅耳衍射公式确定。

[0011] 上述声波聚焦透镜,优选的,所述圆环的宽度和所述狭缝的宽度通过如下公式确定:

$$[0012] \quad r_n = \sqrt{n\lambda F + \left(\frac{n\lambda}{2}\right)^2},$$

[0013] $d_i (i=1) = r_1,$

[0014] $d_i (i>1) = r_i - r_j,$

[0015] 其中, r_n 表示第 n 个菲涅耳区域的半径; $\lambda=c/f$ 表示平面超声换能器发射的声波的波长, c 表示声速, f 表示平面超声换能器发射的声波的中心频率; F 表示预设焦距; $d_i (i=1)$ 表示中心圆孔的半径; $d_i (i>1)$ 表示圆环或除中心圆孔以外其他狭缝的宽度; r_i 表示包含第 i 个圆环或狭缝的最小菲涅耳区域的半径, r_j 表示所述最小菲涅耳区域内,小于所述最小菲涅耳区域的最大的菲涅耳区域的半径。

[0016] 上述声波聚焦透镜,优选的,所述圆环的厚度大于平面超声换能器发射声波的中心频率对应的波长的两倍。

[0017] 一种超声成像装置,包括:

[0018] 平面超声换能器；

[0019] 位于所述平面超声换能器前方,用于对所述平面超声换能器发射的声波进行聚焦的声波聚焦透镜;所述声波聚焦透镜包括:多个同心的圆环,相邻两个圆环构成一个狭缝;其中,所述圆环由刚性材料制成,各圆环的厚度相同,所述声波聚焦透镜中的狭缝由里向外依次变窄;

[0020] 与所述平面超声换能器连接的控制器,用于调节所述平面超声换能器的发射声波的频率,以改变所述声波聚焦透镜的聚焦深度。

[0021] 上述超声成像装置,优选的,所述圆环的宽度和所述狭缝的宽度根据菲涅耳衍射公式确定。

[0022] 上述超声成像装置,优选的,所述圆环的宽度和所述狭缝的宽度通过如下公式确定:

$$[0023] \quad r_n = \sqrt{n\lambda F + \left(\frac{n\lambda}{2}\right)^2},$$

[0024] $d_i (i=1) = r_1,$

[0025] $d_i (i>1) = r_i - r_j,$

[0026] 其中, r_n 表示第n个菲涅耳区域的半径; $\lambda=c/f$ 表示平面超声换能器发射的声波的波长, c 表示声速, f 表示平面超声换能器发射的声波的中心频率; F 表示预设焦距; $d_i (i=1)$ 表示中心圆孔的半径; $d_i (i>1)$ 表示圆环或除中心圆孔以外其他狭缝的宽度; r_i 表示包含第*i*个圆环或狭缝的最小菲涅耳区域的半径, r_j 表示所述最小菲涅耳区域内,小于所述最小菲涅耳区域的最大的菲涅耳区域的半径。

[0027] 上述超声成像装置,优选的,所述圆环的厚度大于平面超声换能器发射声波的中心频率对应的波长的两倍。

[0028] 一种超声成像方法,应用于超声成像装置,所述超声成像装置包括:平面超声换能器;位于所述平面超声换能器前方,用于对所述平面超声换能器发射的声波进行聚焦的声波聚焦透镜;所述声波聚焦透镜包括:多个同心的圆环,相邻两个圆环构成一个狭缝;其中,所述圆环由刚性材料制成,各圆环的厚度相同,所述声波聚焦透镜中的狭缝由里向外依次变窄;所述方法包括:

[0029] 获取目标频率;

[0030] 控制所述平面超声换能器发射具有所述目标频率的声波,使得所述声波聚焦透镜的聚焦深度与所述目标频率相对应,以便获取所述聚焦深度位置的图像。

[0031] 通过以上方案可知,本申请提供的一种声波聚焦透镜、超声成像装置及方法,声波聚焦透镜结构简单,易于加工,造价低廉,与平面超声换能器配合,使用灵活,通过改变超声换能器发射声波的频率即可实现不同深度物体的成像。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以

根据这些附图获得其他的附图。

[0033] 图1为本申请实施例提供的声波聚焦透镜的一种结构示意图；

[0034] 图2为本申请实施例提供的超声成像装置的一种结构示意图。

[0035] 说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”“第四”等(如果存在)是用于区别类似的部分,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示的以外的顺序实施。

具体实施方式

[0036] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0037] 请参阅图1,图1为本申请提供的声波聚焦透镜的一种结构示意图。

[0038] 本申请提供的声波聚焦透镜由多个同心圆环11构成,相邻两个同心圆环构成一个狭缝12,由于圆环同心,因此所构成狭缝也是环形的。其中,中心的圆孔可以视为一个特殊的狭缝。

[0039] 每个圆环均由刚性材料制成,各个圆环的厚度相同,该声波聚焦透镜中的狭缝由里向外依次变窄。

[0040] 可选的,圆环可以为硅制圆环,或者,可以为金属圆环,例如铝制圆环,或者,钢制圆环等。

[0041] 可选的由于声波聚焦透镜是与平面超声换能器配合使用的,可以根据平面超声换能器发射的声波的频率来确定圆环的材质。例如,若平面超声换能器发射的声波的中心频率比较高(如10MHz以上),由于平面超声换能器的体积比较小,相应的圆环可以选择硅片等易加工微结构的材料来制作圆环,若平面超声换能器发射的声波的中心频率比较低(如小于10MHz),由于平面超声换能器的体积比较大,此时可选择金属材料制作圆环,当然,此时也可以选择硅片制作圆环。

[0042] 圆环之间可以通过支撑结构13连接,以便多个同心圆环构成一个整体。

[0043] 在一可选的实施例中,圆环11的宽度和狭缝12的宽度是根据菲涅耳衍射公式确定的。如图1所示:

[0044] 狭缝a(即声波聚焦透镜中心的圆孔)构成一个菲涅耳区域;

[0045] 狭缝a和圆环b构成一个菲涅耳区域;

[0046] 狭缝a、圆环b和狭缝c构成一个菲涅耳区域;

[0047] 狭缝a、圆环b、狭缝c和圆环d构成一个菲涅耳区域;

[0048] 狭缝a、圆环b、狭缝c、圆环d和狭缝e构成一个菲涅耳区域;

[0049] 狭缝a、圆环b、狭缝c、圆环d、狭缝e和圆环f构成一个菲涅耳区域;

[0050] 狭缝a、圆环b、狭缝c、圆环d、狭缝e、圆环f和狭缝g构成一个菲涅耳区域;

[0051] 狭缝a、圆环b、狭缝c、圆环d、狭缝e、圆环f、狭缝g和圆环h构成一个菲涅耳区域。

[0052] 为便于叙述,本申请将菲涅耳区域按照半径由小到大依次编号为1,2,3,……,N。

则图1所示示例中，

[0053] 狭缝a构成第1个菲涅耳区域；

[0054] 狭缝a和圆环b构成第2个菲涅耳区域；

[0055] 狭缝a、圆环b和狭缝c构成第3个菲涅耳区域；

[0056] 狭缝a、圆环b、狭缝c和圆环d构成第4个菲涅耳区域；

[0057] 狭缝a、圆环b、狭缝c、圆环d和狭缝e构成第5个菲涅耳区域；

[0058] 狭缝a、圆环b、狭缝c、圆环d、狭缝e和圆环f构成第6个菲涅耳区域；

[0059] 狭缝a、圆环b、狭缝c、圆环d、狭缝e、圆环f和狭缝g构成第7个菲涅耳区域；

[0060] 狭缝a、圆环b、狭缝c、圆环d、狭缝e、圆环f、狭缝g和圆环h构成第8个菲涅耳区域。

[0061] 具体的，圆环11的宽度和狭缝12的宽度是根据如下公式确定：

$$[0062] \quad r_n = \sqrt{n\lambda F + \left(\frac{n\lambda}{2}\right)^2},$$

[0063] $d_i (i=1) = r_1,$

[0064] $d_i (i>1) = r_i - r_j,$

[0065] 其中， r_n 表示第 n ($n=1, 2, 3, \dots, N$) 个菲涅耳区域的半径； $\lambda=c/f$ 表示平面超声换能器发射的声波的波长， c 表示声速， f 表示平面超声换能器发射的声波的中心频率； F 表示预设焦距； $d_i (i=1)$ 表示中心圆孔的半径； $d_i (i>1)$ 表示圆环或除中心圆孔以外其他狭缝的宽度； r_i 表示包含第 i 个圆环或狭缝的最小菲涅耳区域的半径， r_j 表示上述最小菲涅耳区域内，小于上述最小菲涅耳区域的最大的菲涅耳区域的半径。这里提到的平面超声换能器是指需要与声波聚焦透镜配合使用的平面超声换能器。

[0066] 例如，圆环b的宽度为第2个菲涅耳区域的半径减去第1个菲涅耳区域的半径。

[0067] 狭缝c的宽度为第3个菲涅耳区域的半径减去第2个菲涅耳区域的半径。

[0068] 圆环d的宽度为第4个菲涅耳区域的半径减去第3个菲涅耳区域的半径。

[0069] 狭缝e的宽度为第5个菲涅耳区域的半径减去第4个菲涅耳区域的半径。

[0070] 圆环f的宽度为第6个菲涅耳区域的半径减去第5个菲涅耳区域的半径。

[0071] 狭缝g的宽度为第7个菲涅耳区域的半径减去第6个菲涅耳区域的半径。

[0072] 圆环h的宽度为第8个菲涅耳区域的半径减去第7个菲涅耳区域的半径。

[0073] 通过上述方法计算得到的圆环11的宽度和狭缝12的宽度，使得声波聚焦透镜可以实现具有精确焦距的聚焦声束，还可以在较大频率范围（该较大频率范围大于平面超声换能器自身的工作频率范围）内调节频率，从而相应的调整焦距和焦斑纵向宽度。其中，当平面超声换能器发射的声波的频率为中心频率时，声波聚焦透镜的焦距就是 F ，当平面超声换能器发射的声波的频率改变时，声波聚焦透镜的焦距也就随之改变了。

[0074] 在一可选的实施例中，圆环的厚度大于声波波长的两倍。该声波波长是指平面超声换能器发射声波的中心频率对应的波长。也就是说，配合不同中心频率的平面超声换能器，声波聚焦透镜的厚度不同。通过该结构，可以减少固体材料共振对声场的影响，降低焦点周围出现旁瓣现象的概率。

[0075] 基于上述声波聚焦透镜，本申请还提供一种超声成像装置，该超声成像装置的一种结构示意图如图2所示，可以包括：

[0076] 平面超声换能器21, 声波聚焦透镜22和控制器23; 其中,

[0077] 声波聚焦透镜22位于平面超声换能器21前方, 即位于平面超声换能器21发射声波的方向上, 用于对平面超声换能器21发射的声波进行聚焦; 其中, 声波聚焦透镜22的结构如前所述, 这里不再赘述。

[0078] 控制器23与平面超声换能器21电连接, 用于调节平面超声换能器21的发射声波的频率, 以改变声波聚焦透镜22的聚焦深度。

[0079] 本申请中, 平面超声换能器21发射的声波的频率不同, 声波聚焦透镜22对平面超声换能器21发射的声波的聚焦的深度不同, 从而可以通过改变平面超声换能器21发射的声波的频率来调控聚焦深度, 实现对所作用物体(患有疾病的人或动物)的不同深度区域进行成像。

[0080] 可选的, 平面超声换能器21可以是单振源超声聚焦换能器, 也可以是阵列式超声聚焦换能器。

[0081] 本申请还提供一种应用于上述超声成像装置的超声成像方法, 该超声成像方法可以包括:

[0082] 获取目标频率。该目标频率由用户在超声成像装置提供交互界面中选择或输入。

[0083] 控制平面超声换能器发射具有上述目标频率的声波, 使得声波聚焦透镜的聚焦深度与目标频率相对应, 以便获取上述聚焦深度位置的图像。

[0084] 通过声波聚焦透镜得到的聚焦声束被待测物体反射后经由声波聚焦透镜被平面超声换能器接收, 从而实现超声成像。

[0085] 本申请提供的声波聚焦透镜, 结构简单, 易于加工, 造价低廉, 与平面超声换能器配合, 使用灵活, 通过改变超声换能器发射声波的频率即可实现不同深度物体的成像。

[0086] 需要说明的是, 本申请提供的声波聚焦透镜, 除了可以用于高频声波的聚焦外, 也可以用于其它频率的声波的聚焦, 例如, 可以用于低频声波的聚焦, 即可以与发射低频声波的超声换能器配合使用, 同样可以通过改变超声换能器发射声波的频率即可实现不同深度物体的成像。

[0087] 另外, 本申请提供的声波聚焦透镜除了可以应用于超声成像外, 还可以适用于其它超声探测相关的应用, 例如, 超声治疗, 超声手术等。

[0088] 本申请中, 超声成像装置的使用环境可以是水(如耦合剂), 也可以是空气。

[0089] 本领域普通技术人员可以意识到, 结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤, 能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行, 取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能, 但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0090] 在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的系统、装置和方法, 可以通过其它的方式实现。另一点, 所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口, 装置或单元的间接耦合或通信连接, 可以是电性, 机械或其它的形式。

[0091] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的, 作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元, 即可以位于一个地方, 或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目

的。

[0092] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0093] 应当理解,本申请实施例中,从权、各个实施例、特征可以互相组合结合,都能实现解决前述技术问题。

[0094] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0095] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和和特点相一致的最宽的范围。

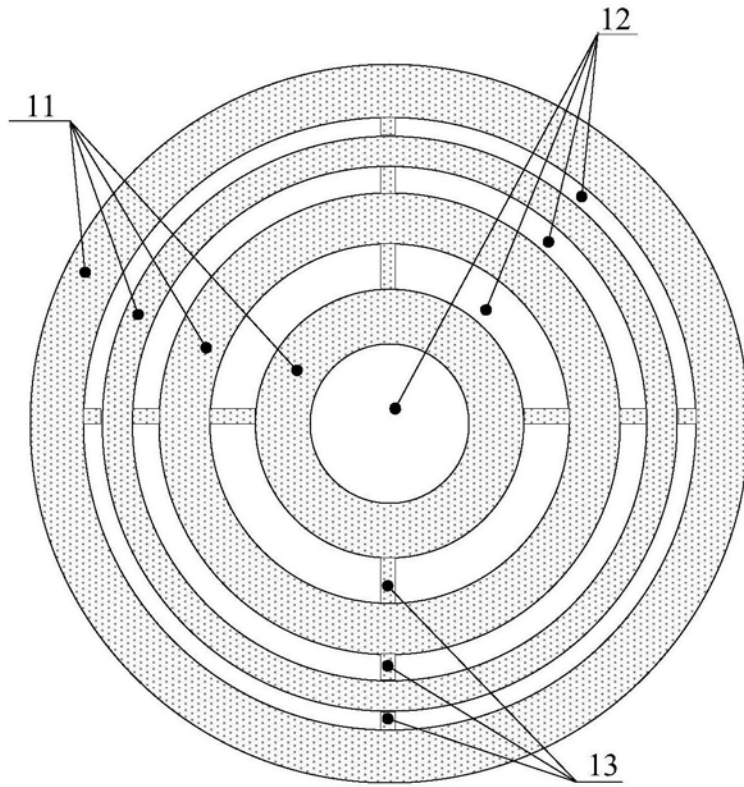


图1

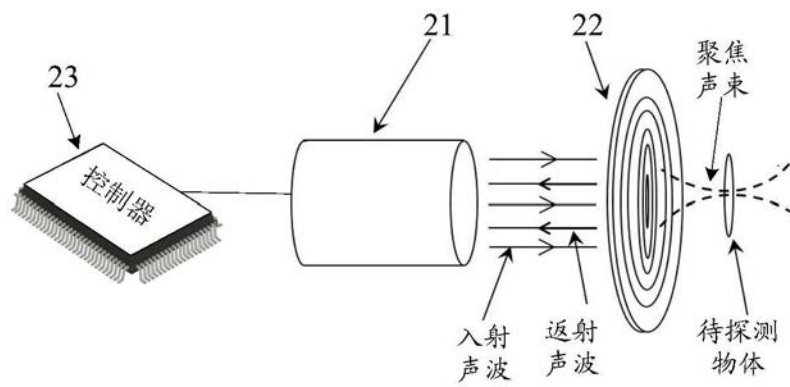


图2

专利名称(译)	声波聚焦透镜、超声成像装置及方法		
公开(公告)号	CN109431543A	公开(公告)日	2019-03-08
申请号	CN201811562353.5	申请日	2018-12-20
[标]申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
当前申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
[标]发明人	郑海荣 夏向向 蔡飞燕 马腾 周慧 李飞 刘佳妹 王丛知		
发明人	郑海荣 夏向向 蔡飞燕 马腾 周慧 李飞 刘佳妹 王丛知		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B8/4444		
代理人(译)	薛娇		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请实施例公开了一种声波聚焦透镜、超声成像装置及方法，声波聚焦透镜结构简单，包括：多个同心的圆环，相邻两个圆环构成一个狭缝；其中，圆环由刚性材料制成，各圆环的厚度相同，声波聚焦透镜中的狭缝由里向外依次变窄，该结构易于加工，造价低廉，与平面超声换能器配合，使用灵活，通过改变超声换能器发射声波的频率即可实现不同深度物体的成像。

