

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 8/00 (2006.01)
G01S 15/89 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510080482.7

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 100441148C

[22] 申请日 2005.7.5

[21] 申请号 200510080482.7

[73] 专利权人 重庆融海超声医学工程研究中心有
限公司

地址 401121 重庆市渝北区人和镇青松路
1 号

[72] 发明人 燕思源 王 华 汪 海 汪 龙

[56] 参考文献

US6210331B1 2001.4.3

CN1433739A 2003.8.6

CN1325027A 2001.12.5

CN1321889A 2001.11.14

审查员 彭 燕

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有
限公司

代理人 张天舒

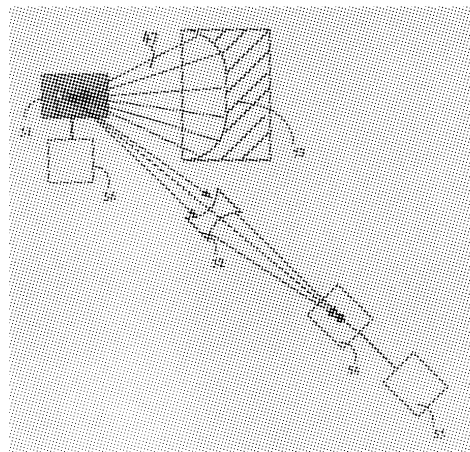
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种超声波能量检测系统及超声检测仪

[57] 摘要

一种超声波能量检测系统及超声检测仪，该超声能量检测系统包括有对被测物体发送超声波的超声波发送器、用于超声回波聚焦的声透镜、对超声波特征进行检测的检测装置，其中声透镜置于超声波发送器的超声波发送区之外，被测物体内的超声会聚点及检测装置分别置于声透镜两侧的共轭焦点上。该超声检测仪包括上述超声波能量检测系统的超声检测仪，同时还有用于记录和处理被测物体特征的信号处理系统和用于对被测物体进行扫描的扫描系统，信号处理系统与检测装置相连，扫描系统与被测物体相连。本发明超声共焦检测系统可实现物体内部超声聚焦焦点和能量探测的共焦，提高空间分辨率和测量精度，且结构相对简单、测量精度高。



1. 一种超声波能量检测系统，包括对被测物体发送超声波的超声波发送器、用于超声回波聚焦的声透镜、对超声波特征进行检测的检测装置，其特征在于声透镜置于超声波发送器的超声波发送区之外，被测物体内的超声会聚点及检测装置分别置于声透镜两侧的共轭焦点上。

2. 根据权利要求1所述的超声波能量检测系统，其特征在于声透镜采用双面凹透镜，超声波发送器的发射面采用单面凹镜。

3. 根据权利要求2所述的超声波能量检测系统，其特征在于超声波发送器开有孔径，声透镜置于孔径内。

4. 根据权利要求3所述的超声波能量检测系统，其特征在于所述孔径为超声波发送器的中心孔，声透镜置于该中心孔内与超声波发送器紧密配合，其共轭焦点在超声波发送器中心孔的中心线上。

5. 根据权利要求1所述的超声波能量检测系统，其特征在于至少有一个声透镜与超声波发送器分离设置。

6. 根据权利要求1-5之一所述的超声波能量检测系统，其特征在于检测装置采用针式探测器。

7. 根据权利要求6所述的超声波能量检测系统，其特征在于所述针式探测器包含一个或多个可以测量小区域超声波能量的检测装置。

8. 一种包含有权利要求1-7之一所述的超声波能量检测系统的超声检测仪，其特征在于有用于记录和处理被测物体特征的信号处理

系统和用于对被测物体进行扫描的扫描系统,信号处理系统与检测装置相连,扫描系统与被测物体相连。

一种超声波能量检测系统及超声检测仪

技术领域

本发明属于超声波治疗技术领域，具体涉及一种超声波能量检测系统及超声检测仪。

背景技术

超声成像与其它成像方法比较，能非入侵地探测测量物体的内部结构，对测量物体无损伤，可实时、高效的对物体成像，同时，应用多普勒效应也可探测流体的速度和流量。超声成像技术现在已得到了广泛应用，比如B超等扫描成像仪器，其采用声束扫描，利用不同时刻的超声回波强度确定物体的内部结构，但是由于未聚焦的超声声束直径比聚焦超声焦点大，使得B超这类扫描仪器的空间分辨率普遍不高，同时，由于物体内部不同位置超声回波的干扰(包含多次反射)，从宽口径超声能量检测器提取的一定位置超声回波信号的信噪比不高，从而导致图像模糊和伪影现象，所以与其它成像方法比较，B超类仪器对物体的密度变化灵敏度差。

为了克服B超等这类超声仪器的缺点，推出了扫描超声显微镜，它通过探测聚焦声波焦点产生的超声回波强度，通过聚焦声波的焦点在物体内进行扫描，获取物体内部图像，由于高频超声的焦点可以会聚得非常小，所以这种仪器的空间分辨率比B超等仪器的分辨率高，但这种仪器采用宽口径超声能量检测器提取超声焦点的回波，和B超等仪器相比，尽管这种仪器较B超等仪器的信噪比高，但因为超声焦点回波信号被叠加了其它位置超声回波信号，这种仪器对物体的密度变化灵敏度与其它成像方法的灵敏度比较还是不高。

物体某点反射信号叠加了其它位置反射信号的现象在光学成像中同样存在，对一般的光学系统，成像透镜只能使对焦面上的物体产生清晰的图像，不在对焦面上的物体，通过成像透镜后，在探测器上

会形成模糊像，这些模糊图像叠加在清晰的对焦图像上，使物体图像的对比度变差，影响仪器对不同灰度物体的分辨。对高空间分辨率的成像系统，这种影响特别突出，这就是高倍物镜观察必须将标本切得很薄的原因。为了解决这个问题，诺贝尔奖获得者 Marvin Minsky 在美国专利 US3013467 中公开了一种激光共聚焦成像方法，其原理如图 1 所示：激光器 11 发出的细光束经透镜 12 后成为平行光束，该平行光束经反射镜 13 和透镜 14 聚焦于物体 15 内的 0 点，从 0 点发出的反射光经透镜 14 和透镜 16 聚焦于针孔 17 上，针孔 17 后的传感器 18 测量出 0 点的反射光能量。由于针孔 17 的限制作用，使得不是 0 点反射光的光线不能通过针孔 17 进入传感器 18。因此，这种激光共聚焦成像方法制成的显微镜的对比度特别高（即灰度变化很灵敏），可以在高空间分辨率下，观察厚的标本图像。如果声波也能采取这种方法成像，就能克服超声成像仪器的空间分辨率不高，对物体密度变化不灵敏的问题。然而，在声学中无法找到图 1 中反射镜 13 那样既能够反射入射声波又能透过超声回波的器件，因此在声学中实现入射声波会聚点和能量探测针孔的共焦非常困难。

有的声学成像系统尽管宣称为超声共焦扫描成像系统，但它们并不能实现会聚点和能量探测针孔那样能滤除其它反射超声回波的功能。因为，要实现超声共焦检测，有很多技术上的困难需要解决。首先，对超声波来说，由于材料的折射率很大，声器件对超声信号的衰减很大，因此必须尽量减少超声共焦系统的声器件；其次，声波的波长比光波长得多，系统中所采用的针孔对超声信号的衍射能量损失很大。

真正实现超声共焦扫描成像的技术是 1994 年 K. E. Ludy 在波音公司工作时提出的一种超声共焦检测系统，该系统的工作原理如图 2 所示，超声换能器 21 发射的声波经针孔 22 和声透镜 23 进入物体 24，物体 24 产生的超声回波再经过声透镜 23 和针孔 22，由超声换能器 21 接收。由于该检测系统中，超声波两次通过针孔 22，使得超声能量损失巨大，引起很大的衍射能量损失（大约 28dB），再加上超声波两次通过声透镜 23 的衰减，使该系统能量损耗过大，因此该检测

系统也无法进入实用阶段。

2001年,加拿大Morphometrix Technologies Inc公司提出了一项名称为“超声共焦成像系统”(专利号为US6210331)的美国专利申请,该超声共焦成像系统的工作原理如图3所示:聚焦超声换能器34首先将超声波聚焦在垂直于声束传播方向的薄膜33上,薄膜33能透过声波,除超声聚焦的焦点外,薄膜33全部涂黑(黑区光不能反射),透过薄膜33的声波被声透镜32聚焦在物体31内,物体31产生的超声回波再次经过声透镜32,并再次被聚焦在薄膜33上的换能器焦点处,当用激光干涉仪36的一条臂照射在超声回波焦点位置,就能在探测器37上测量出焦点处超声回波产生的振动,得到物体内部超声波焦点产生的超声回波强度。同样,用激光干涉仪36产生的光线有一部分被反射镜35反射后到探测器37上,也能在探测器37上测量出反射光产生的振动,得到反射光的强度。因为涂黑薄膜33上的焦点相当于激光共聚焦的针孔,原理上可以用这种装置获得高空间分辨率、高灵敏度的超声图像。然而,这种超声共焦成像系统存在下列缺点:由于在超声换能器34和物体31之间引入了薄膜33和声透镜32,造成超声能量损失,该系统难以应用于高强度超声引导;其次,由于测量光束要通过其它超声回波经过的区域,使该区域的折射率变化,影响探测器37上能量的测量值,从而影响测量精度;更重要的是,由于入射声波的焦点也刚好和薄膜33上的超声回波焦点重合,它会使薄膜33在该点产生剧烈震动,实际应用过程中,很难保证在超声回波回来时入射波引起的振动已经停止,因此大大降低了该系统的测量精度。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是针对现有技术中超声共焦成像系统存在的空间分辨率低、测量精度不高的缺点,提供一种结构简单、且测量精度高的超声波能量检测系统及超声检测仪。本发明可实现物体内部超声聚焦焦点和能量探测的共焦,提高空间分辨率和测量精度。

解决本发明技术问题所采用的技术方案为该超声波能量检测系统包括对被测物体发送超声波的超声波发送器、用于超声回波聚焦的声透镜、对超声波特征进行检测的检测装置，其中，声透镜置于超声波发送器的超声波发送区之外，被测物体内的超声会聚点及检测装置分别置于声透镜两侧的共轭焦点上。

优选的是，声透镜采用双面凹透镜，超声波发送器的发射面采用单面凹镜。超声波发送器开有孔径，声透镜置于孔径内。所述孔径为超声波发送器的中心孔，声透镜置于该中心孔内与超声波发送器连接，其共轭焦点在超声波发送器中心孔的中心线上。

本发明的超声波能量检测系统中，至少有一个声透镜与超声波发送器分离设置，即声透镜可有多，与其相对应声透镜一侧焦点上的检测装置也可有多。采用一个声透镜时，既可与超声波发送器分离设置，也可将声透镜设置于超声波发送器的中心孔中。

根据本发明超声波能量检测系统所制成的超声检测仪包含有以上所述超声波能量检测系统、用于记录和处理被测物体特征的信号处理系统和用于对被测物体进行扫描的扫描系统，信号处理系统与检测装置相连，扫描系统与被测物体相连。

本发明的超声波能量检测系统及超声检测仪实现了物体内部超声聚焦焦点和能量探测的共焦，有效抑制了被检测物体内部非聚焦点产生的超声回波，极大地提高了检测系统的信噪比，提高了检测系统的测量灵敏度。本发明可广泛应用于工业 CT、病理观察和解剖、生命科学研究、遗传学研究、血液研究等各种医院、医学院以及医学、材料科学和农业科学研究。

本发明还具有结构简单紧凑、性能可靠的优点。

附图说明

图 1 为美国专利 US3013467 中激光共聚焦成像方法的原理图

图 2 为现有技术中一种超声共焦检测系统的结构原理图

图 3 为美国专利 US6210331 共焦超声成像系统的结构原理图

图 4 为本发明实施例 1 的结构原理图

图 5 为本发明实施例 2 的结构原理图

图中：11—激光器 12、14、16—透镜 13—反射镜 15—物体 17—针孔 18—传感器 21—超声换能器 22—针孔 23—声透镜 24—物体 31—物体 32—声透镜 33—薄膜 34—聚焦超声换能器 35—反射镜 36—激光干涉仪 37—探测器 41、51—被测物体 42、53—超声波发送器 43、52—声透镜 44、54—检测装置 45、55—信号处理系统 46、56—扫描系统 47—超声波发送区

具体实施方式

以下结合实施例及附图，对本发明作进一步详细描述。

本发明的超声波能量检测系统包括有对被测物体 41 发送超声波的超声波发送器 42、用于超声回波聚焦的声透镜 43、对超声波特征进行检测的检测装置 44，声透镜 43 置于超声波发送区 47 外，被测物体 41 内的超声会聚点及检测装置 44 分别置于声透镜 43 两侧的共轭焦点上。将声透镜置于超声波发送器的超声波发送区之外，也就是说，超声波发送器发射的超声波不通过声透镜，而只有从被测物体反射的超声回波通过声透镜。

超声波发送器 42 可开有孔径，将声透镜 43 置于孔径内并与超声波发送器 42 紧密配合。优选的是，所述孔径为超声波发送器 42 的中心孔，声透镜 43 置于该中心孔内与超声波发送器 42 紧密配合，其共轭焦点在超声波发送器 42 中心孔的中心线上。

检测装置 44 采用针式探测器，它用以测量小区域超声波能量。

本发明超声检测仪包含有如上所述的超声波能量检测系统、用于记录和处理被测物体 41 特征的信号处理系统 45 和用于对被测物体 41 进行扫描的扫描系统 46，信号处理系统 45 与检测装置 44 相连，扫描系统 46 与被测物体 41 相连。

实施例 1：

图 4 为包含了本发明超声波能量检测系统的一种超声检测仪的结构原理图。如图 4 所示，该超声检测仪包括有中心开孔的超声波发

送器即超声换能器 42、声透镜 43、检测装置 44、信号处理系统 45，以及扫描系统 46。

其中，检测装置 44 采用探测器，为了提高本发明超声检测仪的空间分辨率，本实施例中检测装置 44 采用针式探测器。

本实施例中，声透镜 43 置于超声波发送器中心孔内与超声波发送器 42 紧密配合，其共轭焦点在超声波发送器 42 中心孔的中心线上，声透镜 43 两侧的共轭焦点上分别为被测物体 41 内的超声会聚点 0 及检测装置 44。信号处理系统 45 与检测装置 44 相连，扫描系统 46 与被测物体 41 相连。

该超声检测仪的工作过程如下：如图 4 所示，被测物体 41 的超声会聚点 0 为被测量物体 41 内需要被检测的任意一点，中心开孔的超声波发送器 42 产生的超声波被会聚到被测量物体 41 内的超声会聚点 0，超声会聚点 0 产生的超声回波透过声透镜 43 会聚于与被检测物体 41 的超声会聚点 0 共焦的检测装置 44 上，检测装置 44 对会聚于其上的超声回波的特征进行检测，并将检测得出的特征信号传输给信号处理系统 45 进行处理，再利用扫描系统 46 对被测量物体 41 内的超声波会聚焦点进行扫描，从而得到被测物体 41 的三维图像。

检测装置 44 在检测会聚于其上的超声回波特征时，主要是检测超声回波的硬度和传输时间，信号处理系统 45 则是用来记录和处理从探测器 44 传输过来的超声回波的特征，以体现被测物体 41 中超声会聚点 0 的特征。

本实施例采用中心开孔的超声波发送器 42，使声透镜 43 位于其中心孔内并与超声波发送器 42 紧密配合连接，使得整个系统的结构更加紧凑、简单、可靠。被检测物体 41 的超声会聚点 0、声透镜 43 和检测装置 44 组成共焦超声回波能量检测系统，且超声回波能量检测系统的声轴与超声波发送器 42、超声会聚点 0 组成的超声聚焦系统的声轴重合。同时，由于正向回波的能量最大，因此本实施例为本发明的优选实施例。

实施例 2：

图 5 为包含本发明超声波能量检测系统的另一种超声检测仪的

结构原理图。如图 5 所示，该超声检测仪包括有被测物体 51、一不开孔的超声发送器 53、声透镜 52、检测装置 54、信号处理系统 55，以及扫描系统 56。

其中，声透镜 52 置于超声波发送区 47 外，被测物体 51 内的超声会聚点 0 及检测装置 54 分别置于声透镜 52 两侧的共轭焦点上。在此被检测物体 51 的超声会聚点 0、声透镜 52 和检测装置 54 组成共焦超声回波能量检测系统的声轴与超声波发送器 53、超声会聚点 0 组成的超声聚焦系统的声轴不重合。

本实施例的工作过程同例 1。

本发明超声检测仪中的声透镜不限于一个，可以有多个，每个声透镜与被测物体内的超声会聚点 0 对应一侧的焦点上都放置有检测装置。超声会聚点 0 产生的超声回波通过多个声透镜会聚于多个检测装置上，共同完成对超声回波的检测。

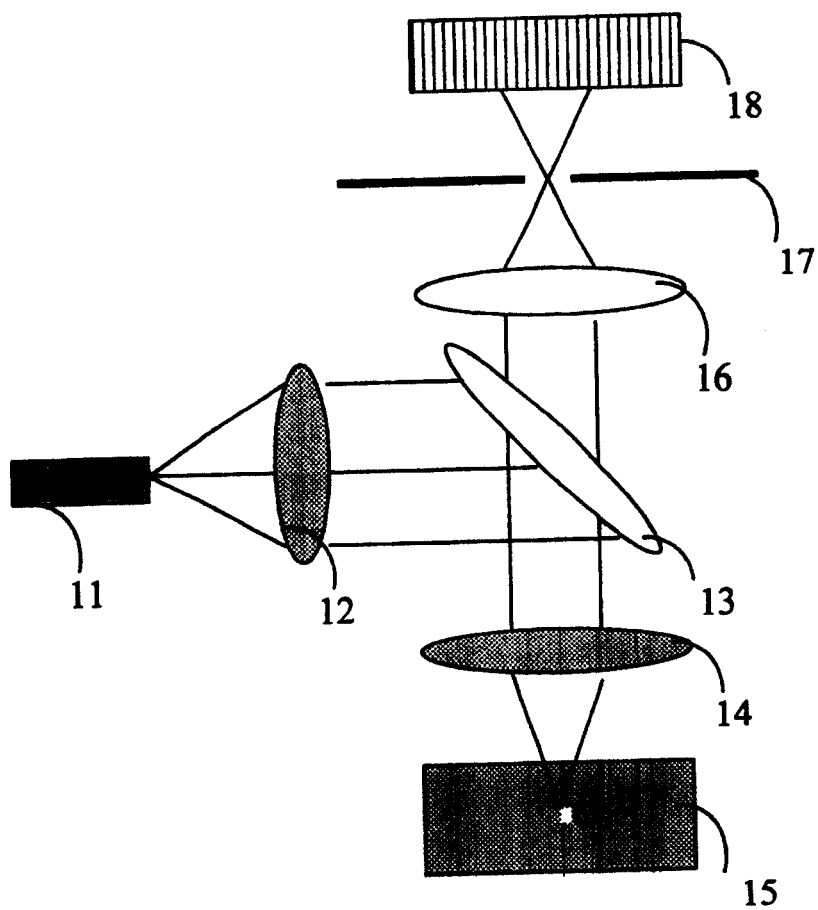


图 1

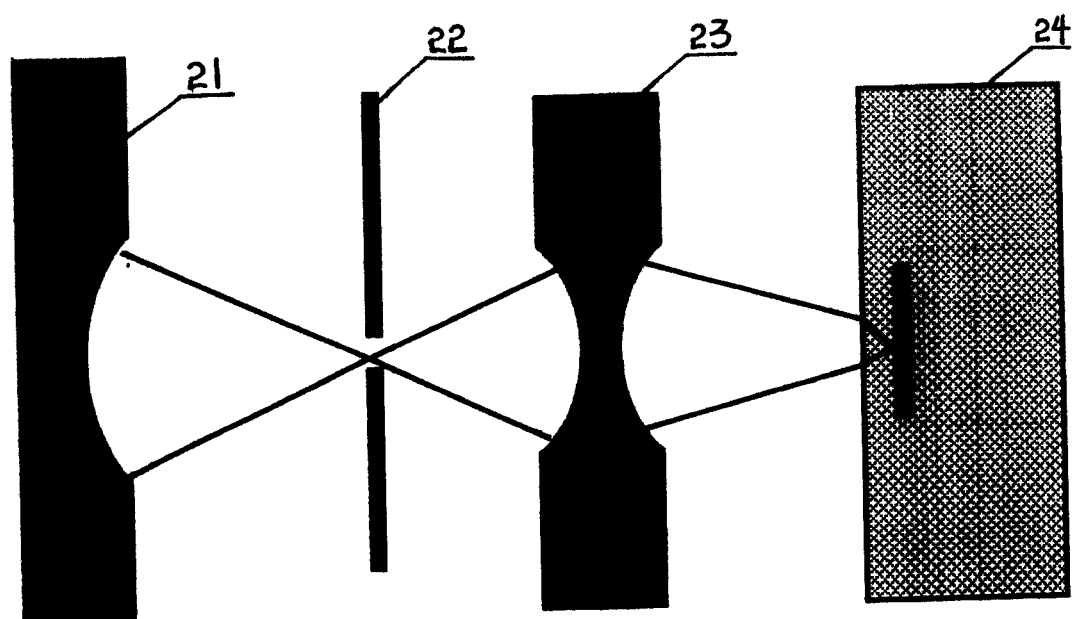


图 2

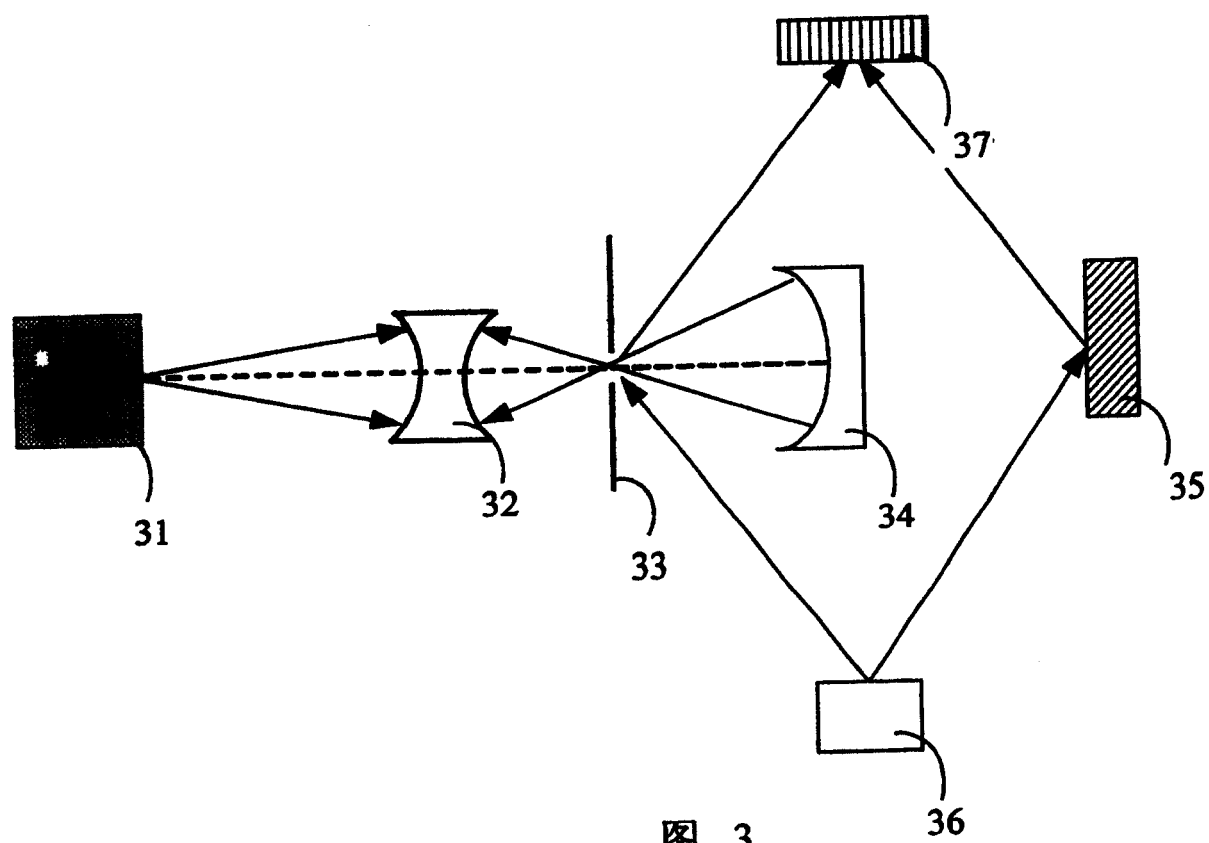


图 3

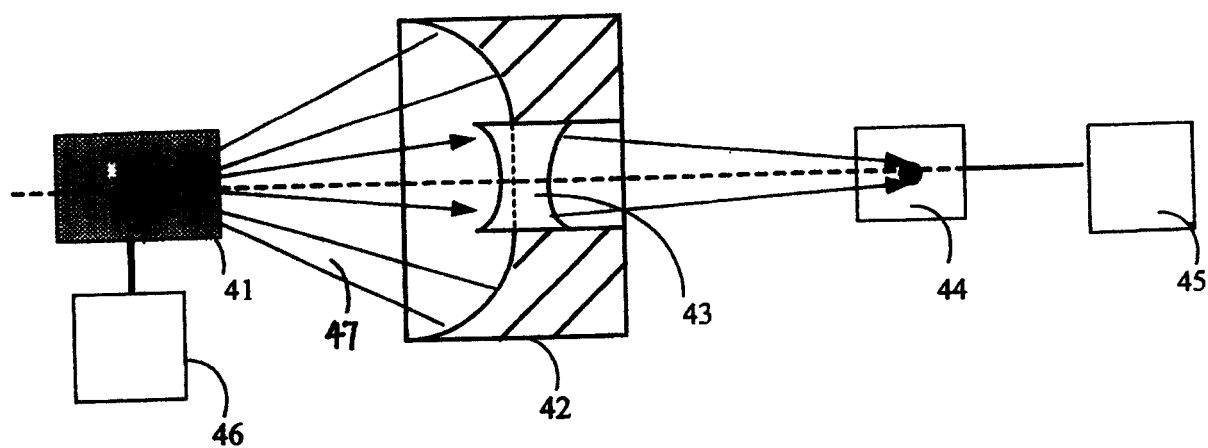


图 4

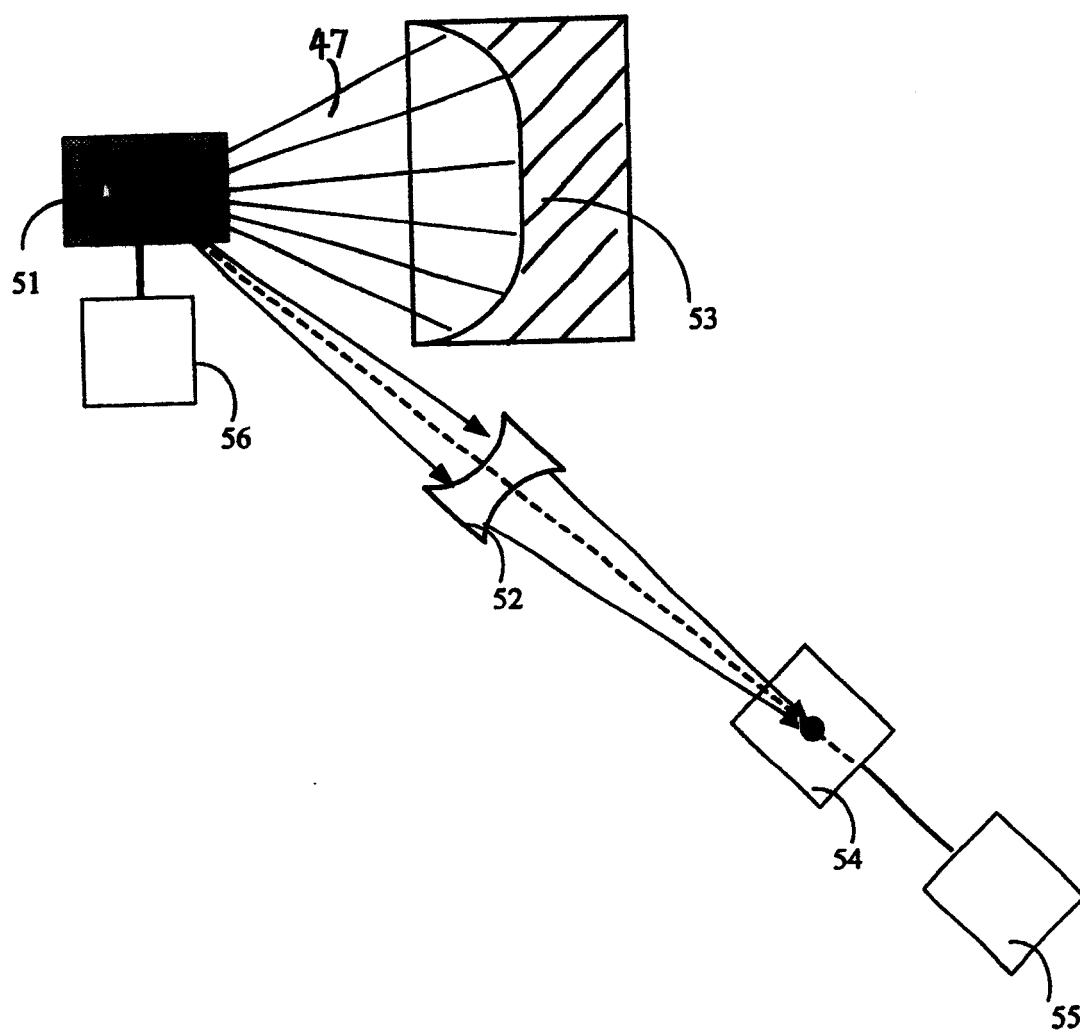


图 5

专利名称(译)	一种超声波能量检测系统及超声检测仪		
公开(公告)号	CN100441148C	公开(公告)日	2008-12-10
申请号	CN200510080482.7	申请日	2005-07-05
[标]申请(专利权)人(译)	重庆融海超声医学工程研究中心有限公司		
申请(专利权)人(译)	重庆融海超声医学工程研究中心有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	重庆融海超声医学工程研究中心有限公司		
[标]发明人	燕思源 王华 汪海 汪龙		
发明人	燕思源 王华 汪海 汪龙		
IPC分类号	A61B8/00 G01S15/89		
代理人(译)	张天舒		
审查员(译)	彭燕		
其他公开文献	CN1891160A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种超声波能量检测系统及超声检测仪，该超声能量检测系统包括有对被测物体发送超声波的超声波发送器、用于超声回波聚焦的声透镜、对超声波特征进行检测的检测装置，其中声透镜置于超声波发送器的超声波发送区之外，被测物体内的超声会聚点及检测装置分别置于声透镜两侧的共轭焦点上。该超声检测仪包括上述超声波能量检测系统的超声检测仪，同时还有用于记录和处理被测物体特征的信号处理系统和用于对被测物体进行扫描的扫描系统，信号处理系统与检测装置相连，扫描系统与被测物体相连。本发明超声共焦检测系统可实现物体内部超声聚焦焦点和能量探测的共焦，提高空间分辨率和测量精度，且结构相对简单、测量精度高。

