



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102805653 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 09

(21) 申请号 201210303554. X

CN 101571511 A, 2009. 11. 04,

(22) 申请日 2012. 08. 23

审查员 薛艳华

(73) 专利权人 曹铁生

地址 710038 陕西省西安市灞桥区新寺路唐都医院超声诊断科

专利权人 王臻

(72) 发明人 曹铁生 王臻

(51) Int. Cl.

A61B 8/14(2006. 01)

(56) 对比文件

JP H02237554 A, 1990. 09. 20,

JP H0443957 A, 1992. 02. 13,

EP 1214909 A1, 2002. 06. 19,

US 5349262 A, 1994. 09. 20,

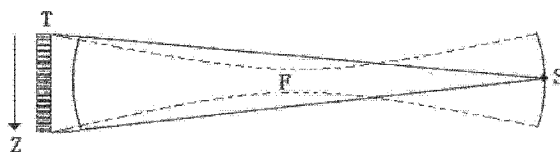
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法

(57) 摘要

弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法。本专利的目的是为了克服传统超声成像速度慢、发射剂量大、分辨力低的缺陷，消除目前超声成像普遍存在的厚度伪像问题，属于医学超声成像领域的一项技术突破。其技术核心是利用电子相控阵矩阵探头，通过控制各阵元发射超声波的时间延迟，在侧向方向上发射弧面波，同时在厚度方向上进行发射聚焦，使聚焦区位于最大探测深度的二分之一处，发射完之后，由浅入深地分别对弧面上每一个确定的像素散射回探头的声波进行侧向方向和厚度方向上的动态接收聚焦，采集和存储每一层面的像素信息用以成像。通过本专利可以克服传统超声成像的缺陷，消除厚度伪像，大幅提升二维超声成像的质量，具有重要的理论和实践意义。



1. 弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法,其特征是:利用电子相控阵矩阵探头,通过控制各阵元发射超声波的时间延迟,在侧向方向上发射弧面波,同时在厚度方向上进行发射聚焦,使聚焦区位于最大探测深度的二分之一处,发射完之后,由浅入深地分别对弧面上每一个确定的像素散射回探头的声波进行侧向方向和厚度方向上的动态接收聚焦,采集和存储每一层面的像素信息用以成像。

2. 根据权利要求1所述的弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法,其特征是:对确定的像素散射回探头的声波在侧向方向和厚度方向两个方向上同时动态接收聚焦。

3. 根据权利要求1所述的弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法,其特征是:在厚度方向上,利用矩阵电子相控阵探头通过不同晶片发射声波的时间延迟进行发射聚焦,使聚焦区处于最大探测深度的二分之一处,便于更佳地利用超声能量。

## 弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法

### 所属技术领域

[0001] 本发明专利涉及一种新的医学超声成像方法,目的是突破传统超声成像的瓶颈,消除厚度伪像,大幅度提升图像质量。本发明专利属于医学超声成像领域的一项重要技术突破。

### 背景技术

[0002] 医学超声成像技术,是指利用向人体组织发射超声波能量,根据人体组织内部散射回探头的声能信息,提取出人体内部脏器的切面或立体结构图像,为临床诊治疾病和医学研究提供极为重要的人体解剖和功能信息。目前,超声成像技术已成为现代医学影像学必不可少的重要组成部分,成为临床诊断和医学研究普遍使用的一项极其重要的无创工具。自上个世纪 40 年代末,超声仪器被首次应用于临床以来,医学超声成像技术和仪器迅猛发展,从最早的 A 超,到 M、B、D 超,从一维到二维、三维、四维,已经取得令人惊讶的辉煌成就。但是,传统的超声成像的技术仍然存在很多的缺陷,还远不能满足临床诊断和医学科学研究的需要。例如,传统单点图像信息采集方式的超声成像技术时间和空间分辨力低,发射的超声剂量较大等。除此之外,传统超声的厚度伪像(即容积效应)问题一直存在。厚度伪像是指,超声成像厚度方向上声场内所有结构反射或散射回探头的能量信息叠加在一起,在二维扫描平面一同显示引起的图像失真现象。传统的超声探头发射的声束经过声透镜的聚焦后可以使超声声束在厚度方向上稍微变细,但是这种厚度在远场会更加显著,厚度伪像也十分明显。厚度伪像不仅严重影响了超声成像的质量,干扰和阻碍对临床疾病的正确诊断,甚至会导致错误的诊断或结论。目前,通过声透镜虽能在一定程度上使厚度方向上的声束聚焦,但这种方法作用有限,厚度伪像在远场依然比较明显,非常容易造成误诊。这些包括厚度伪像在内的传统超声成像的瓶颈已经越来越严重地阻碍了医学超声成像技术的继续发展,亟需得到解决。

[0003] 值得一提的是,本专利申请人曹铁生教授于 1996 年提出了从最简单的弧面波发射超声成像系统到未来完全型的球面波发射超声成像系统的新理论和方法,并且后来在其主持的国家自然科学基金的资助下,证明了弧面波发射,利用并行计算技术,逐层对超声所照射的弧面组织内的散射点同步接收聚焦,逐层采集像素信息这一新成像方法的可行性。虽然这一全新的超声成像理论具有巨大的创新性和未来发展潜力,但当时曹铁生教授并未及时申请专利加以保护,相反,本着学术交流的精神,曹铁生教授于 1997 年 3 月在美中互利工业公司(经销商)和西门子(医疗)有限公司(生产厂家)联合举办的西门子超声仪器用户会上,向生产厂家派来的超声技术工程专家 Thomas Jedrzejewicz(简称为 T. J.) 详细阐述了这一新理论和方法的要点,并从工程技术的角度论述了它的可行性。由于当时缺乏知识产权保护的意识,导致了弧面波发射超声成像技术被他人抢先在中国申请了专利。然而,即使如此,到目前为止,世界范围内还没有出现能够完全消除厚度伪像的超声成像技术。本发明专利提出的厚度方向上发射和接收聚焦的超声成像新方法属于一种新的成像思路,能够消除超声成像中的厚度伪像问题。

## 发明内容

[0004] 为了克服传统超声成像的缺陷,完全消除厚度伪像,大幅度提升超声成像的图像质量,本发明专利提供了一种基于弧面波发射,在厚度方向上发射和接收均聚焦的超声成像方法,利用本专利除了可以实现超声成像速度快、空间分辨力高、发射剂量小等优点,而且还可以完全消除厚度伪像,是超声成像技术领域的一项重大突破。

[0005] 本发明专利涉及的弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法,其核心原理是:利用电子相控阵矩阵探头,在侧向方向(即超声探测平面)发射不聚焦的具有一定厚度的弧面波,同时在在厚度方向(垂直于侧向方向)上采用传统的相控阵发射聚焦,且使聚焦区随探测深度改变而变化,且位于最大探测深度的二分之一处,通过一次发射形成厚度方向上聚焦侧向方向上不聚焦的扇形声场。当仪器探头转为接收状态时,在侧向和厚度方向同时进行接收聚焦,这样,通过一次弧面波发射,可获得一副完整的探测切面的二维图像。由于在厚度方向上的聚焦,使图像消除了厚度方向上探测像素以外散射源散射回超声波的影响,从而消除了厚度伪像。为了达到核心技术的要求,所采用的技术方案是:(1)在侧向方向上,利用矩阵探头进行弧面波发射,通过控制各阵元发射超声波的时间延迟,从而实现向组织发射一个凸面向前的具有一定厚度的弧面波,其弧面曲率半径取决于各晶片发射超声波的时间延迟,发射的弧面波长度可以根据选取的成像数目(即像素)来确定。弧面波阵面发射后即向组织深处传播,此波阵面向组织深部传播的过程也可以理解为人体组织由浅入深地按顺序被超声照射的过程,同一弧形波阵面上一定数量的散射源(人为选取的像素数)同时向探头方向散射超声能量,分别在同一时间段对同一弧面的所有散射源聚焦,就可以采集到这一弧面各散射源超声能量的幅度信息。根据惠更斯原理,每个散射体相对于探头来说都可以看成是一个声源,它以球面波的形式向矩阵探头散射超声能量,同一散射体的散射信号到达各晶片的时间延迟会各不相同,利用这一特点,可以对每个散射体(其到达探头的能量聚焦叠加后变成相应的像素)进行准确的空间定位。仪器在发射一条弧面波后,转为接收状态,由浅入深地分别对每一层组织弧面的超声散射源进行聚焦,采集每一弧面上的声能信息,从而得到由浅入深的一幅灰阶图像。这样,一次弧面波发射就可以采集到由浅入深的整个扇面内的全部二维超声图像信息,理论上可使二维图像信息采集的密度达到该条件下的物理极限,使这种模式下的二维图像分辨力达到理论的最大值,同时这也使图像信息采集的速度提高两个数量级以上。(2)在厚度方向上,同时利用矩阵电子相控阵探头进行发射聚焦,使聚焦区处于最大探测深度的二分之一处,便于更佳地利用超声能量。该发射聚焦技术目前已经在临床中广泛使用,技术已经比较成熟,在此就不赘述。要说明的是,本专利中,我们设计此厚度方向上发射聚焦的目的是有利于超声能量的集中和减少发射总剂量,发射聚焦区的位置随最大探查深度的改变而相应改变,这样可以使声束的能量能被充分利用。此点与传统超声成像不同。与侧向方向同步,发射完后,探头即转入接收状态,由浅入深地分别对弧面上每一个确定的像素散射回探头的声波进行厚度方向上的接收聚焦,采集和存储每一层面的像素信息。如前所述,每个散射体相对于探头来说都可以看成是一个声源,它以球面波的形式向探头散射超声能量,而探头晶片,如上所述,呈面阵排列,波振面上同一散射体的散射信号到达各晶片的时间延迟各不相同,每个晶片接收的信号是按接收时间顺序记录的,这样,每一个散射体的散射信号都被确定在每个晶片通道所接收

的信号的时间轴的特定位置上,计算机可以对同一层面的各散射体的散射信号进行分别的同步聚焦,进行整合叠加后转换为像素的灰阶信息,进而实现成像。综上,本专利涉及的弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法分别在同一时间段对同一层面的所选定的散射源进行侧向和厚度方向上的同时聚焦,这样就可以采集到这一层面(弧面)各散射源超声能量的幅度信息,实际上就等于采集到这一层面上的二维超声灰阶图像,这样获取此二维图像的时间大大缩短,且一次发射就可以获取一副图像,超声发射的总剂量也大大减少,更为重要的是,经过了厚度方向的动态接收聚焦,所显示的层面灰阶图像没有掺杂周围散射源的回声信号的影响,消除了厚度伪像。这也是本专利的一个巨大的创新。

[0006] 本发明专利的有益效果是,通过这一新的成像方法,不仅可以克服传统超声成像速度慢、发射总计量大、空间分辨力差等缺陷,而且还可以消除厚度伪像,大幅提升二维成像的质量,对于临床疾病的准确诊断和医学科学研究具有极为重要的意义,是对传统超声成像方法的突破,具有广泛的实用性和巨大的社会效益。

### 附图说明

[0007] 下面结合附图对本发明专利进一步说明:为了说明本专利涉及的弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法的原理,设定 X 轴和 Y 轴分别代表相控阵探头探查平面的水平方向(亦即侧向方向)和纵向方向,Z 轴代表与探查平面垂直的方向,即厚度方向。在侧向方向上,图 1 简要地显示了弧面波的发射,其中 T 代表矩阵探头,图示弧线代表弧面波在该层组织的分布,箭头代表弧面波沿组织传布的方向,X 轴代表探查平面的侧向方向,Y 轴为探查的纵向方向。可见,经过一次发射,一个凸面向前的弧形超声波向组织深处传播,构成扇面形声场。同一弧形波阵面上所选取的散射源即为像素。在厚度方向上,图 2 简要地显示了发射和接收聚焦的基本原理,图中 Z 轴代表厚度方向,T 代表矩阵探头的侧面观,F 为聚焦区,S 为散射源。在厚度方向上,利用矩阵探头进行电子时相控制,使声束聚焦,且聚焦区 F 处于最大探测深度的二分之一处。在发射一条弧面波后,仪器转为接收状态,弧面波上的散射源 S 向探头散射回一球面波(图 2 中,在厚度方向上显示为一条弧线),可根据声波到达每个晶片的时相关系来确定散射源 S 的位置和回声能量信息。经过厚度方向和侧向的同步接受聚焦后,将采集到的各散射源的声能信息叠加处理变为像素的灰阶信息,从而进行二维成像。

### 具体实施方式

[0008] 为了实现本发明专利的核心技术要求,具体实施方式如下:(1) 探头方面:由于目前市场上已经有矩阵探头的成品出现,所以可以直接选用。本专利申请人所在科室即有 GE 公司生产的在厚度方向上有分割的矩阵扇扫探头。该公司使用的是 8 排( $8 \times 128 = 1024$ )矩阵探头,符合本专利的要求。另外,根据本专利的要求,也可以研究 16 排或其他层厚的探头,并比较各个探头之间的差别,挑选出最适合的探头结构,使本专利达到最理想的效果。(2) 厚度方向上的聚焦:本专利涉及的厚度方向聚焦要求,采用矩阵探头利用目前已经相当成熟的电子相控阵聚焦技术,实现发射聚焦,且聚焦区处于最大探测深度的二分之一处。这一目标的实现由于技术成熟,故相对容易实现。(3) 弧面波上的散射点数目选择:为了尽可能地减少影响因素的干扰,作为实验研究的第一步,应在小弧度、小发射功率的基础上进

行研究。初期实验必须合理地减少发射弧面波的弧度、弧面波的层数、每层弧面波上的散射点数（即：像素数）和单位时间发射的弧面波数。理论上，单位弧长上散射点取的越多，图像的空间分辨力就越大。实际上，超声的波长、探头晶片密度、晶片数、探查深度等因素对所取散射点的数目有一定的限制，存在一个理论上的最大值，取过多的散射点不仅增加设备的复杂性，就是对图像的空间分辨力也意义不大。这样，就需要从理论和实践上确定在一定的硬件条件下单位弧长最佳可取的散射点数，由少到多，循序渐进，合理选择。（4）侧向和厚度方向上的动态接收聚焦：这一问题实质上是从原始数据矩阵中提取各层弧面波上各散射点的散射信号，把它们分别在两个方向上进行叠加，也就是聚焦，并把聚焦后的信号转存到一个二维图像存储器与散射点所在部位对应的位置，从而构成了一幅相应的二维超声图像。此问题的关键在于找准每层弧面波上各散射点所散射的超声波能量在原始数据矩阵中的准确位置。对于这一问题，我们在之前一项国家自然科学基金项目（基金项目名称：快速高分辨力低能量超声成像新方法的研究编号：30870673）的支持下完成了弧面超声波发射技术方法、弧面波散射源动态接收聚焦方法、原始数据采集、原始数据转换成二维图像信号的技术方法的实验验证工作，所以侧向和厚度方向上的动态接收聚焦技术可根据我们前期积累的经验 and 数据开展，可行性较高。综上所述，本专利提出的这一新成像思路不仅能够实现快速、低能量、高分辨率成像，而且还能彻底消除厚度伪像问题，大幅度提高二维超声成像的图像质量，同时，这一新的成像方法和技术具有坚实的理论及实验基础，其核心问题已经得到解决，且目前的部分超声探头就可以直接进行利用，具有非常直接的社会及经济效益，对于医学超声成像技术的发展具有重要的意义。

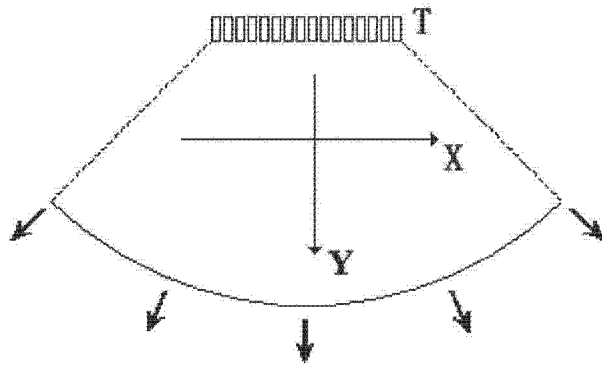


图 1

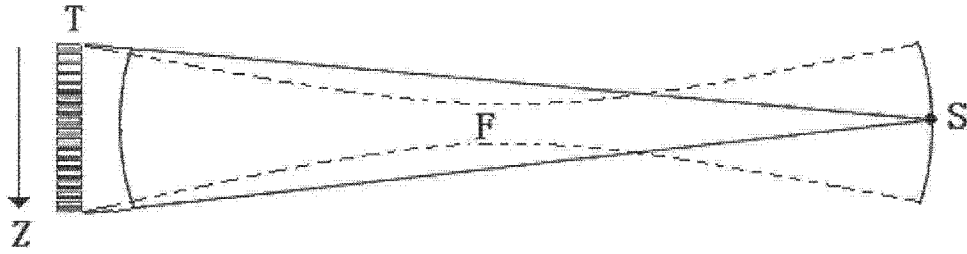


图 2

专利名称(译)	弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN102805653B</a>	公开(公告)日	2014-04-09
申请号	CN201210303554.X	申请日	2012-08-23
[标]申请(专利权)人(译)	曹铁生 王臻		
申请(专利权)人(译)	曹铁生 王臻		
当前申请(专利权)人(译)	曹铁生 王臻		
[标]发明人	曹铁生 王臻		
发明人	曹铁生 王臻		
IPC分类号	A61B8/14		
其他公开文献	CN102805653A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

弧面波发射双方向接收聚焦超声成像新方法。本专利的目的是为了克服传统超声成像速度慢、发射剂量大、分辨力低的缺陷，消除目前超声成像普遍存在的厚度伪像问题，属于医学超声成像领域的一项技术突破。其技术核心是利用电子相控阵矩阵探头，通过控制各阵元发射超声波的时间延迟，在侧向方向上发射弧面波，同时在厚度方向上进行发射聚焦，使聚焦区位于最大探测深度的二分之一处，发射完之后，由浅入深地分别对弧面上每一个确定的像素散射回探头的声波进行侧向方向和厚度方向上的动态接收聚焦，采集和存储每一层面的像素信息用以成像。通过本专利可以克服传统超声成像的缺陷，消除厚度伪像，大幅提升二维超声成像的质量，具有重要的理论和实践意义。

