

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810068313.5

[51] Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

G01N 29/04 (2006.01)

G06T 5/00 (2006.01)

[43] 公开日 2010年1月6日

[11] 公开号 CN 101617946A

[22] 申请日 2008.7.4

[21] 申请号 200810068313.5

[71] 申请人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司

地址 518057 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦

[72] 发明人 李雷 李勇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 张亚宁 刘宗杰

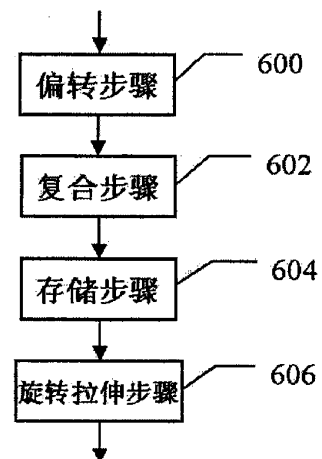
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

[54] 发明名称

用于超声成像的空间复合方法与装置以及超声成像系统

[57] 摘要

本发明公开了一种用于超声成像的空间复合方法与装置、以及包含该装置的超声成像系统。其中所述方法包括复合步骤，用于对扫描变换后的多角度图像进行加权复合；以及旋转拉伸步骤，用于在图像均值灰阶映射不变的情况下，通过旋转和拉伸变换将加权复合后的图像的灰阶分布调整为与复合前的灰阶分布基本一致。采用本发明的技术方案可使空间复合后的图像灰阶层次得以保留，也就保证了图像的对比分辨力。



1. 一种用于超声成像的空间复合方法，包括：

复合步骤，用于对扫描变换后的多角度图像进行加权复合；

其特征在于，还包括：

旋转拉伸步骤，通过旋转拉伸变换将加权复合后的图像的灰阶分布调整为与复合前的灰阶分布基本一致。

2. 如权利要求1所述的用于超声成像的空间复合方法，其特征在于，还包括：

偏转步骤，用于通过控制发射脉冲延时使发射扫描线聚焦于预定偏转角度，并且通过控制波束合成延时使接收扫描线偏转到与发射扫描线基本相同的角度，以便进行空间复合。

3. 如权利要求1所述的用于超声成像的空间复合方法，其特征在于，还包括：

存储步骤，用于存储根据多组图像获得的一组旋转拉伸参数，以供实时进行旋转拉伸使用。

4. 如权利要求1、2或3所述的用于超声成像的空间复合方法，其特征在于：

在所述旋转拉伸步骤中，对加权复合后的图像乘以第一旋转拉伸参数，以实现加权复合后的图像的旋转拉伸。

5. 如权利要求4所述的用于超声成像的空间复合方法，其特征在于：

在所述旋转拉伸步骤中，对加权复合后的图像乘以第一旋转拉伸参数后，再加上第二旋转拉伸参数，从而实现对加权复合后的图像的旋转拉伸。

6. 如权利要求5所述的用于超声成像的空间复合方法，其特征在于，通过以下步骤确定第一旋转拉伸参数和第二旋转拉伸参数：

选取一均匀组织，计算复合前、后该均匀组织图像的均值，从而获得旋转拉伸方程的旋转点；

调整第一旋转拉伸参数，利用旋转点获得第二旋转拉伸参数，进而获得旋转拉伸方程；

利用所获得的旋转拉伸方程进行旋转拉伸处理；以及

计算复合前该均匀组织图像的方差以及旋转拉伸后该均匀组织图像的方差；

其中将复合前该均匀组织图像的方差以及旋转拉伸后该均匀组织图像的方差最接近时对应的第一旋转拉伸参数和第二旋转拉伸参数确定为旋转拉伸参数。

7. 如权利要求6所述的用于超声成像的空间复合方法，其特征在于：

对于空间复合的图像的边缘，单独计算第一旋转拉伸参数和第二旋转拉伸参数。

8. 一种用于超声成像的空间复合装置，包括：

复合模块，用于对扫描变换后的多角度图像进行加权复合；

其特征在于，还包括：

旋转拉伸模块，通过旋转拉伸变换将加权复合后的图像的灰阶分布调整为与复合前的灰阶分布基本一致。

9. 如权利要求8所述的用于超声成像的空间复合装置，其特征在于，还包括：

偏转模块，用于通过控制发射脉冲延时使发射扫描线聚焦于预定偏转角度，并且通过控制波束合成延时使接收扫描线偏转到与发射扫描线基本相同的角度，以便进行空间复合。

10. 如权利要求8所述的用于超声成像的空间复合装置，其特征在于，还包括：

存储模块，用于存储根据多组图像获得的一组旋转拉伸参数，以供实时使用。

11. 一种超声成像系统，其特征在于：包括权利要求7至9中任何一项所述的空间复合装置。

用于超声成像的空间复合方法与装置以及超声成像系统

技术领域

本发明涉及超声图像技术，特别是涉及一种用于超声成像的空间复合方法与装置、以及包括该装置的超声成像系统。

背景技术

空间复合成像是一种沿不同角度对扫描对象进行扫描，然后将这些不同角度的图像对应的像素点进行叠加形成一幅图像的成像方法。空间复合能够抑制斑点噪声、杂波以及其他超声伪像对图像质量的影响，增强组织间的分辨能力，可明显地提高超声图像中低对比度组织及微小病变的清晰度，清晰地显示组织间的边界。

图1是传统的空间复合超声系统框图，具有一个多阵元的超声换能器(探头)，主控制系统可以通过控制发射/接收模块来实时切换超声波的发射和接收。在超声成像时，发射/接收模块先被切换到发射状态，系统通过发射脉冲控制模块控制发射脉冲的形状、延时、以及参与发射的阵元，使发射的超声波聚焦到预定扫描线上的预定焦点位置。接着，发射/接收模块切换到接收状态，超声回波经超声换能器各阵元接收后被转换成电信号。该电信号经时间增益波长放大器放大后再送往波束合成模块，调整各阵元回波的延时并进行变迹，以提高当前接收扫描线回波信号的信噪比。经波束合成后的回波信号经检波后送至扫描变换处理单元，通过插值处理把各个偏转角度的扫描线数据转换为代表真实空间位置的图像数据，送至空间复合模块。

如图2是一种实时空间复合的示意图。为保证系统实时帧率，每当有一帧新的图像进入存储器，就可以得到一帧新的复合图像。这种

实时复合以复合帧数为周期进行，每一个复合过程中都包含一幅各个角度的偏转图像。

但是，对于现有的空间复合成像，由于多个角度图像复合降低了图像灰阶的层次，同时引入了低灰度噪声，导致图像的对比分辨能力下降，从而容易产生图像模糊。图3是复合后低灰阶噪声增加的示意图，从中可明显看出空间复合所引起的低灰阶噪声增加。图4和图5分别给出了复合前、后的灰度直方图，从中明显看出，空间复合降低了图像灰阶层次，影响了图像的对比分辨力，因此图像会表现出较为模糊。

发明内容

本发明的目的是为了克服现有技术存在的缺陷，提供一种用于超声成像的空间复合方法与装置、以及包括该装置的超声成像系统。为了实现这一目的，本发明所采取的技术方案如下。

按照本发明实施例的第一方面，提供一种用于超声成像的空间复合方法，包括：复合步骤，用于对扫描变换后的多角度图像进行加权复合；以及旋转拉伸步骤，通过旋转拉伸变换将加权复合后的图像的灰阶分布调整为与复合前的灰阶分布基本一致。

按照本发明实施例的第二方面，提供一种用于超声成像的空间复合装置，包括：复合模块，用于对扫描变换后的多角度图像进行加权复合；以及旋转拉伸模块，用于在图像均值灰阶映射不变的情况下，通过旋转和拉伸变换将加权复合后的图像的灰阶分布调整为与复合前的灰阶分布基本一致。

按照本发明实施例的第三方面，提供一种超声成像系统，其包括按照本发明实施例第二方面的空间复合装置。

按照本发明实施例的方法与装置、以及包括该装置的超声成像系统的主要优点是，通过对加权复合后的图像进行旋转拉伸处理，而不是直接输出加权复合后的图像，使图像灰阶分布基本恢复到复合前的

相似情况，从而图像的灰阶层次得以保留，也就保证了图像的对比分辨力。

下面将结合附图并通过具体实施例对本发明进行进一步说明。

附图说明

- 图1是空间复合超声系统示意框图；
- 图2是实时空间复合示意图；
- 图3是空间复合引起低灰阶噪声增加的示意图；
- 图4是空间复合前灰阶分布示意图；
- 图5是空间复合后灰阶分布示意图；
- 图6是按照本实施例的用于超声成像的空间复合方法的流程图；
- 图7是按照本实施例的用于超声成像的空间复合装置的框图；
- 图8是采用了按照本实施例的空间复合装置的超声成像系统的框图；
- 图9是旋转拉伸示意图；
- 图10是另一种旋转拉伸示意图；
- 图11是旋转拉伸后灰阶分布图。

具体实施方式

如图6所示，是按照本实施例的用于超声成像的空间复合方法的流程图，包括复合步骤602和旋转拉伸步骤606，另外，还可选地包括偏转步骤600和存储步骤604。在偏转步骤600中，通过控制发射脉冲延时使发射扫描线聚焦于预定偏转角度，并且通过控制波束合成延时使接收扫描线偏转到与发射扫描线基本相同的角度，以便进行空间复合；在复合步骤602中，对扫描变换后的多角度图像进行加权复合；在存储步骤604中，存储根据多组图像获得的一组旋转拉伸参数，以供实时进行旋转拉伸使用；以及在旋转拉伸步骤606中，保持图像均值灰阶映射不变的情况下，通过旋转和拉伸变换将加权复合后的图像

的灰阶分布调整为与复合前的灰阶分布基本一致。其中在所述旋转拉伸步骤606中，将加权复合后的图像乘以第一旋转拉伸参数，以实现旋转拉伸；另外，还可以再加上第二旋转拉伸参数，从而实现对加权复合后的图像的旋转拉伸。

如图7所示，是按照本实施例的用于超声成像的空间复合装置的框图，包括复合模块702和旋转拉伸模块706，另外，还可选地包括偏转模块700和存储模块704。虽然在图中分别示出了按照本实施例的空间复合装置的各个模块，但是，这并不意味着这些模块必须分立设置。在实际应用中，也可以将其中的某些模块合并设置在一起，也可以将其中的某个或某些模块与超声成像系统的其他模块结合在一起。另外，按照本实施例的空间复合装置中的各个模块可以是物理模块或硬件模块，也可以是软件模块、固件模块等等，也可以是不同类型模块的组合。

在本实施例中，偏转模块700通过控制发射脉冲延时使发射扫描线聚焦于预定偏转角度，并且通过控制波束合成延时使接收扫描线偏转到与发射扫描线基本相同的角度，以便进行空间复合；复合模块702用于对扫描变换后的多角度图像进行加权复合；存储模块704用于存储根据多组图像获得的一组旋转拉伸参数，以供实时进行旋转拉伸使用；以及旋转拉伸模块706在保持图像均值灰阶映射不变的情况下，通过旋转和拉伸变换将加权复合后的图像的灰阶分布调整为与复合前的灰阶分布基本一致。其中所述旋转拉伸模块706先将加权复合后的图像乘以第一旋转拉伸参数，以实现旋转拉伸；另外，还可以再加上第二旋转拉伸参数，从而实现对加权复合后的图像的旋转拉伸。

下面通过按照本实施例的方法与装置在超声成像系统中的应用示例，来对按照本实施例的空间复合方法与装置进行进一步说明。

采用了本实施例的空间复合方法和装置的超声成像系统基本结构框图如图8所示。空间复合控制模块800控制着整个空间复合过程中

的复合图像数目，复合图像角度，偏转成像扫描变换，空间复合加权计算，以及旋转拉伸等。

空间复合成像时，发射/接收模块802先被切换到发射状态，系统通过发射脉冲控制模块804控制发射脉冲的形状、延时以及参与发射的阵元，使发射的超声波聚焦到预定扫描线上的预定焦点位置。特别的，空间复合控制模块800通过控制发射脉冲延时使发射扫描线聚焦于预定的偏转角度。

接着，发射/接收模块802切换到接收状态，超声回波经超声换能器806中的各阵元接收并转换成电信号。该电信号经时间增益波长放大器放大，以补偿不同深度下的超声波衰减；然后再送往波束合成模块808，调整各阵元回波的延时并进行变迹，以提高当前接收扫描线回波信号的信噪比。特别地，空间复合控制模块800会相应地控制波束合成的延时使接收扫描线偏转到与发射扫描线基本相同的角度。这样就构成了偏转角度图像的发射与接收全过程，形成了具有一定偏转角度的图像，为空间复合做准备。

经波束合成后的回波信号一般还经过动态滤波提高信噪比，之后经包络检波810获得回波信号的包络。包络检波810可以采用对正交解调后的两路正交信号取模检测的方法。

检波后的数据送至偏转图像扫描变换处理模块812，利用空间复合控制模块800提供出相应的偏转角度，偏转图像扫描变换模块812把各个偏转角度的扫描线数据转换为代表真实空间位置的图像数据，再送至加权复合模块814。

加权复合模块814对经过偏转图像扫描变换的多角度图像进行复合处理，空间复合控制模块800提供选定加权复合的图像加权系数。

图像复合有平均、最大值、中值、最小均方根等复合方法，平均复合方法为多角度空间复合的传统方法，也就是对不同角度的图像进行加权平均，在抑制斑点噪声的同时突出信号特征。图像的缺陷如斑点、声影等具有一定的随机性，因此通过多角度图像的像素平均可以

有效地抑制这些缺陷同时保留有用的信号。假定复合成像使用扫描角度数量为 N ，经过偏转图像扫描变换后各帧图像为 I_i ，复合结果为 $CompI_i$ ，显然有：

$$CompI_i = \frac{1}{N} \sum_{k=i-N+1}^i I_k$$

实时的空间复合通过把前一次复合图像结果减去第一幅图像结果再叠加新的图像而实现，其处理方法如下：

$$CompI_{i+1} = CompI_i + I_{i+1} - I_{i-N+1}$$

由于不同区域参与复合的帧数不同，并且有边缘线权值的影响，会导致复合图像的不同区域（主要是边缘）的灰度不同，所以参加空间复合的图像加权系数应随图像复合帧数的变化而进行相应的调整。

加权复合输出的图像由于复合处理而降低了图像灰阶层次，因此，通过旋转拉伸模块816使复合后的图像经过灰度拉伸恢复到原图像的灰阶范围，从而保证图像的对比分辨力，以便进行显示818。旋转拉伸的物理意义在于保证对给定图像均值灰阶映射不变的情况下，调整其他灰阶的层次，恢复图像的灰阶分布，改善图像质量。图9给出了旋转拉伸的示意图。其具体实现方法为对输入图像进行如下处理：

$$y = kx + l$$

其中 x 为加权复合后的图像， y 为进行旋转拉伸后的图像， k 和 l 分别为第一拉伸参数和第二拉伸参数（该参数根据实际需要可以为0），对应着旋转拉伸方程的斜率和截距。通过调整斜率和原点，此旋转拉伸可实现对给定某原点映射的多种图像灰阶调整效果。旋转拉伸方程可通过统计分析某图像中均匀组织复合前、后的均值、方差以及直方图而确定，保证拉伸后的图像灰阶分布近似于空间复合前的图像。其中的拉伸参数计算原理是，首先通过均匀组织图像的均值确定旋转拉伸方程的旋转点，然后调整旋转拉伸方程的斜率 k 使旋转拉伸后的均

匀组织方差恢复到复合前图像的方差，并观察相应的直方图变化情况。旋转拉伸参数的具体计算过程为：

(1) 选取一均匀组织，计算复合前、后该均匀组织图像的均值 x_0 和 y_0 ，从而获得旋转拉伸方程的旋转点 (x_0, y_0) ；

(2) 调整斜率 k ，利用旋转点 (x_0, y_0) 获得截距 l ，进而获得旋转拉伸方程；

(3) 利用所获得的旋转拉伸方程对图像进行旋转拉伸处理；以及

(4) 计算复合前该均匀组织图像的方差 σ_x 以及旋转拉伸后该均匀组织图像的方差 σ_y ；

(5) 将复合前该均匀组织图像的方差 σ_x 以及旋转拉伸后该均匀组织图像的方差 σ_y 最接近时对应的斜率 k 和 l 确定为旋转拉伸参数。

实际上，除了上述旋转拉伸参数的计算方法之外，还可以使用其他的计算方法，也可以根据经验选择适当的旋转拉伸参数。例如，图 10 给出了另一种可适应于本实施例的旋转拉伸的示意图，采用一种基于指数曲线的方程进行旋转拉伸。其具体实现方法为对输入图像进行如下处：

$$y = a \left(\frac{x}{a} \right)^b \quad 0 \leq x \leq a$$

$$y = 1 - (1 - a) \left(\frac{1 - x}{1 - a} \right)^b \quad a < x \leq 1$$

其中 x 为加权复合后的图像， y 为进行旋转拉伸后的图像，参数 a, b 分别对应旋转点和斜率，特别的，上式计算过程中对灰阶进行了归一化处理。

通过调整斜率和某固定点，此旋转拉伸可实现对给定某原点映射的多种图像灰阶调整效果。旋转拉伸方程可通过统计分析某图像中均匀组织复合前后的均值、方差以及直方图而确定，由空间复合控制模

块提供，保证拉伸后的图像灰阶分布近似于空间复合前的图像。其中的拉伸参数计算原理是：首先通过均匀组织图像均值确定拉伸曲线的旋转点，然后调整拉伸斜率 b 使拉伸后的均匀组织方差恢复到原复合前图像方差，并观察相应的直方图变化情况。空间复合旋转拉伸参数的具体计算过程为：

- (1) 获取某一块均匀组织图像；
- (2) 计算复合后该均匀组织图像的均值 x_0 ，并进行归一化处理，获得拉伸曲线旋转点 a ；
- (3) 调整斜率 b ，进行旋转拉伸处理；
- (4) 计算复合前及旋转拉伸后该均匀组织图像的方差， σ_x 和 σ_y ；
- (5) 判断 σ_x 和 σ_y 的相似性，确定旋转拉伸方程。

图11给出了一种情况下的旋转拉伸后的灰度分布直方图，与图4和图5比较可以看出，经旋转拉伸后，图像灰度直方图恢复到与复合前的图像灰度直方图相近的情况。相应地，图像的灰阶层次得以保留，也就保证了图像的对比分辨力。

可以通过统计分析多组待复合图像的旋转拉伸方程，获取一组旋转拉伸参数，存储于空间复合控制模块800中，保证系统进行实时旋转拉伸处理使用。

空间复合的图像边缘由于复合帧数的不同，在边缘处应采用不同的加权系数，相应地，可针对该边缘独立计算旋转拉伸参数，即斜率 k 和截距 b 。

按照本实施例的空间复合方法与装置同时适用于线阵、凸阵以及相控阵探头的超声成像系统。

以上通过具体实施例对本发明做了说明，但本发明并不限于这些具体的实施例。本领域普通技术人员应该明白，按照以上教导还可以对本发明做一些修改、变形、等同替换等，例如将本实施例中的某个

模块分设在超声成像系统的其他一个或多个模块中等等。但是，只要未背离本发明的精神和范围，都应在本发明的保护范围之内。

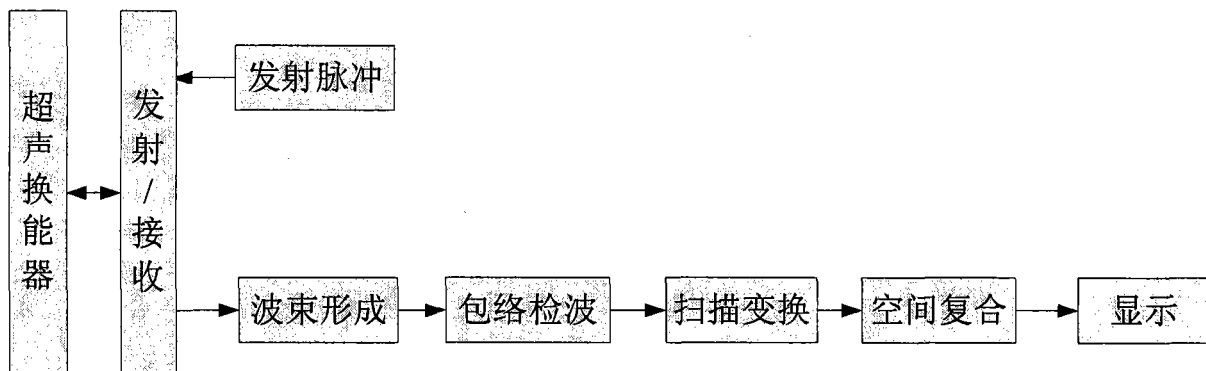


图1

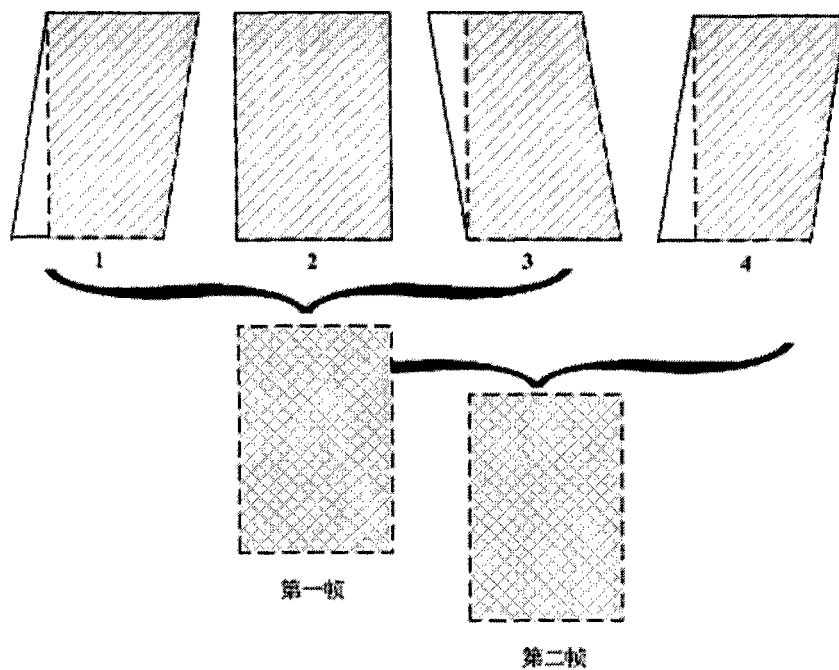


图2

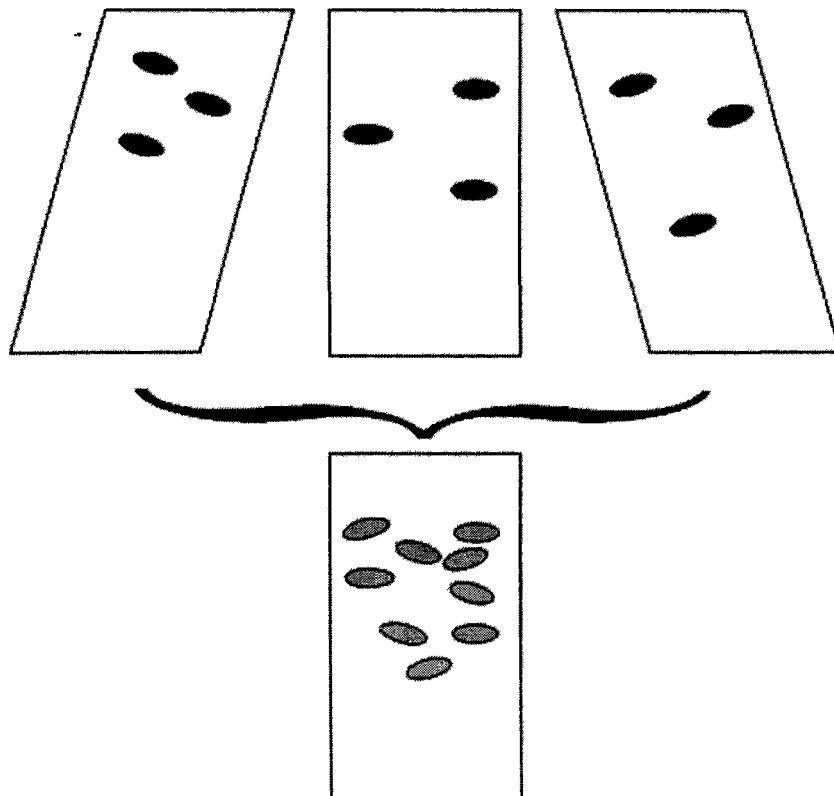


图 3

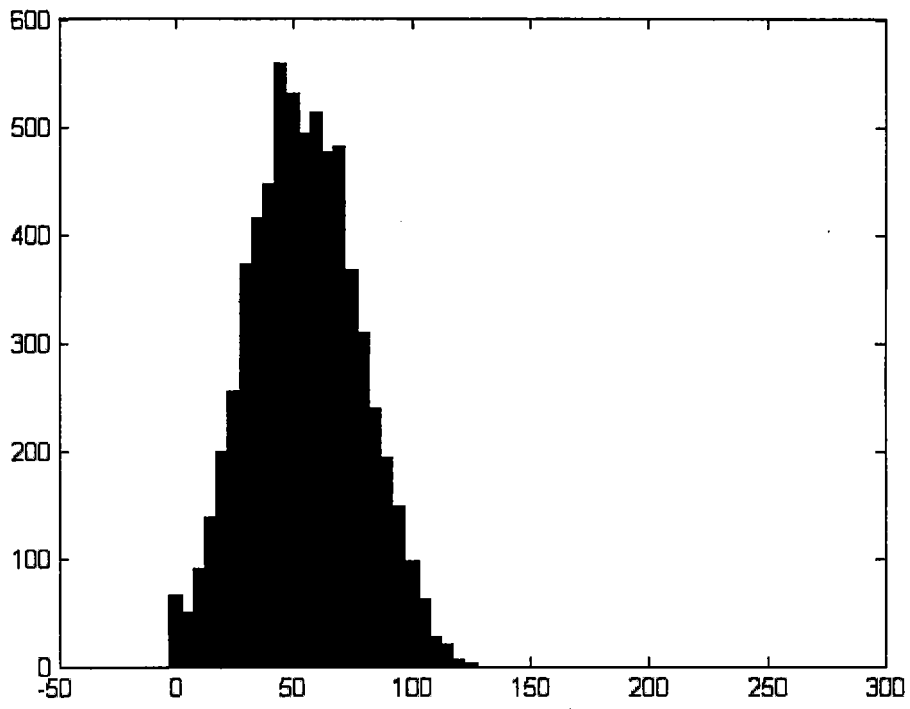


图4

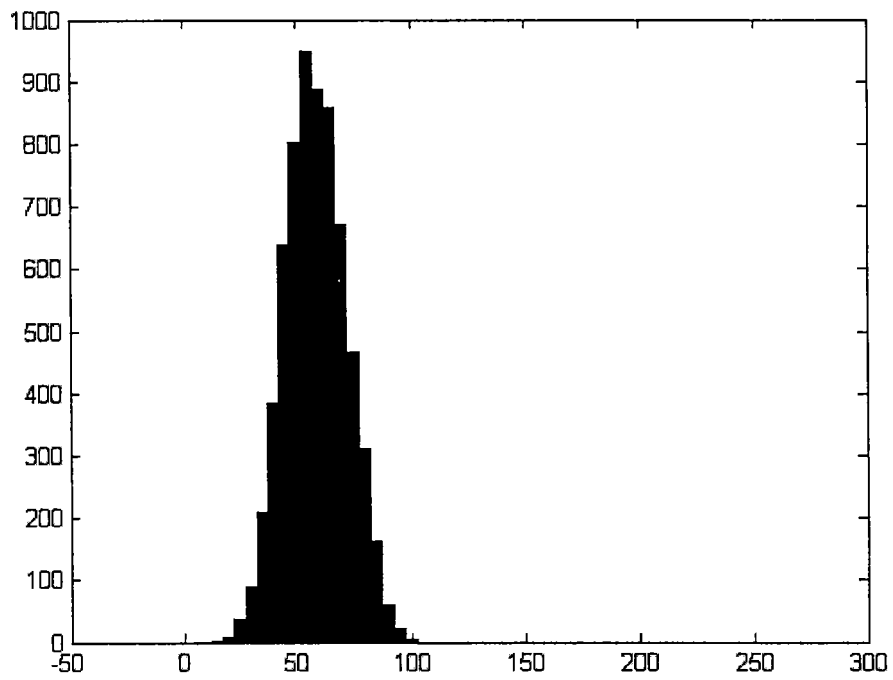


图5

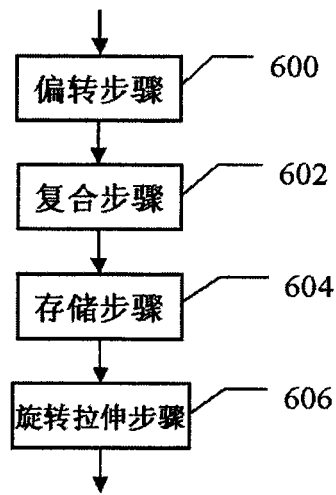


图 6



图 7

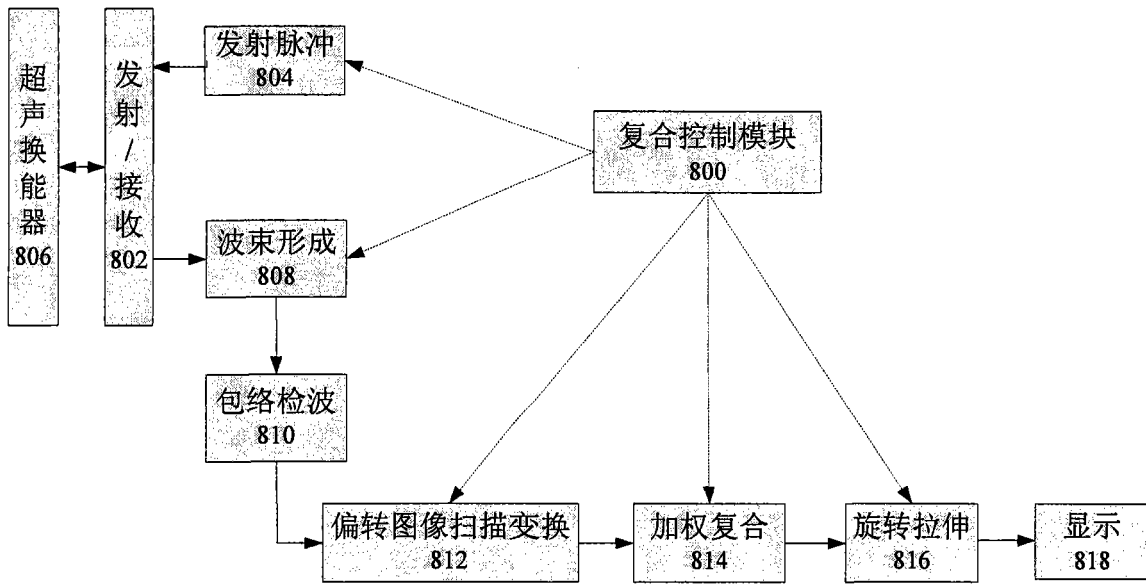


图 8

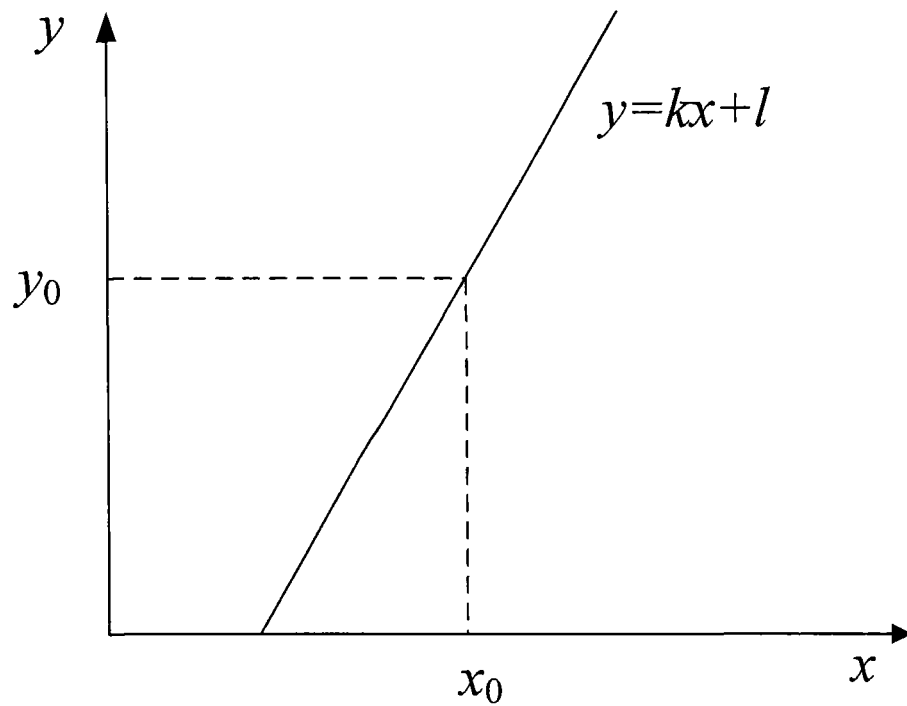


图 9

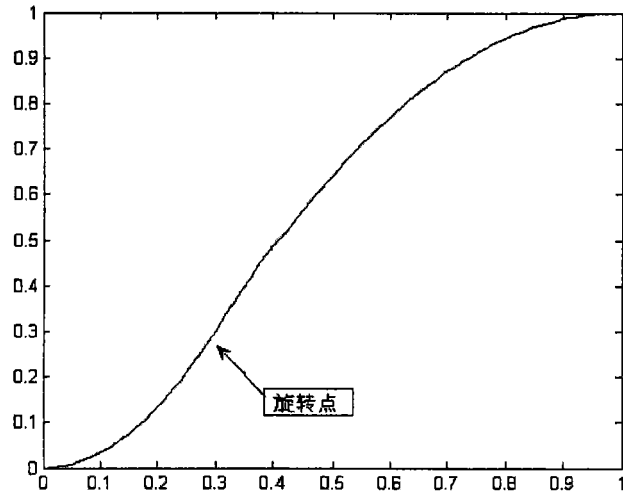


图10

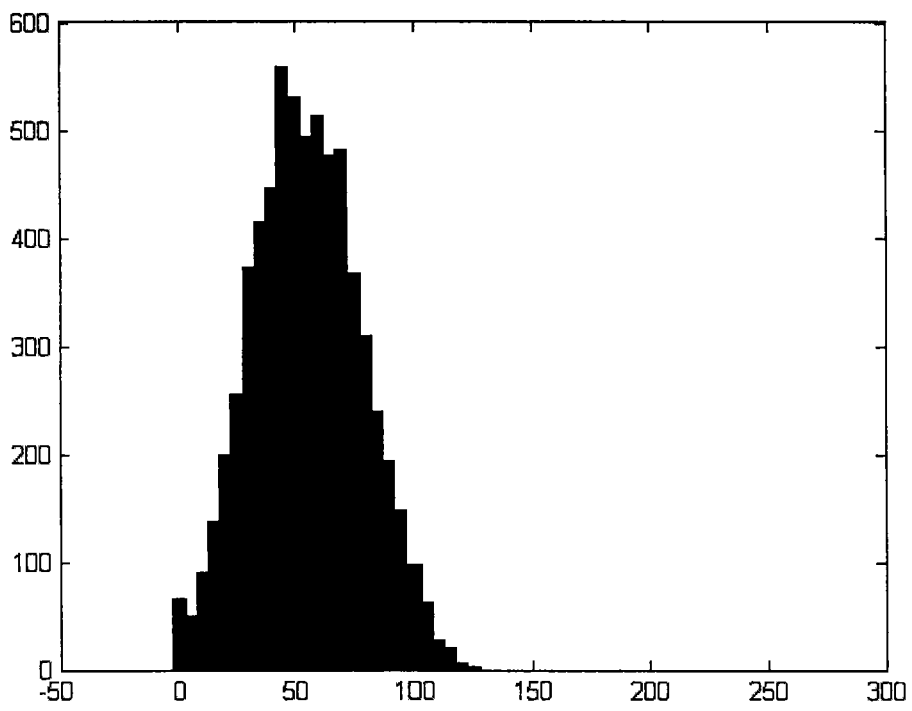


图11

专利名称(译)	用于超声成像的空间复合方法与装置以及超声成像系统		
公开(公告)号	CN101617946A	公开(公告)日	2010-01-06
申请号	CN200810068313.5	申请日	2008-07-04
[标]申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
[标]发明人	李雷 李勇		
发明人	李雷 李勇		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/04 G06T5/00		
代理人(译)	张亚宁 刘宗杰		
其他公开文献	CN101617946B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种用于超声成像的空间复合方法与装置、以及包含该装置的超声成像系统。其中所述方法包括复合步骤，用于对扫描变换后的多角度图像进行加权复合；以及旋转拉伸步骤，用于在图像均值灰阶映射不变的情况下，通过旋转和拉伸变换将加权复合后的图像的灰阶分布调整为与复合前的灰阶分布基本一致。采用本发明的技术方案可使空间复合后的图像灰阶层次得以保留，也就保证了图像的对比分辨率。

