



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103565473 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 12

(21) 申请号 201310319539. 9

(22) 申请日 2013. 07. 26

(30) 优先权数据

10-2013-0063737 2013. 06. 03 KR

61/676, 548 2012. 07. 27 US

(71) 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道水原市

(72) 发明人 姜周泳 朴成灿 金圭洪 金晶滢

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286

代理人 王兆庚 郭鸿禧

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

A61B 8/08(2006. 01)

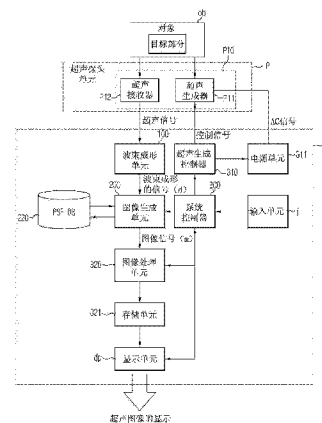
权利要求书2页 说明书15页 附图15页

(54) 发明名称

图像处理模块和图像处理方法

(57) 摘要

本发明公开一种图像处理模块和图像处理方法。所述超声成像设备包括：超声探头单元，将超声波发射到对象的目标部分，接收被对象的目标部分反射的回波超声波，并将接收的回波超声波转换为超声信号；波束成形单元，对超声信号执行波束成形，并输出波束成形的超声信号；图像生成单元，基于波束成形的超声信号估计至少一个点扩散函数，从而生成图像。图像生成单元可从点扩散函数数据库提取至少一个点扩散函数以决定至少一个点扩散函数，从而生成图像。可选择地，图像生成单元可决定第一点扩散函数，使用第一点扩散函数决定第二点扩散函数，并使用第二点扩散函数生成图像。



1. 一种图像处理模块,包括:  
波束成形单元,对输入信号执行波束成形,并输出波束成形的信号;  
点扩散函数(PSF)数据库,包括基于用于波束成形的信号的至少一个环境变量预先获取的至少一个二维点扩散函数;  
图像生成单元,从点扩散函数数据库选择至少一个二维点扩散函数,并使用波束成形的信号和选择的点扩散函数执行解卷积,从而生成图像。
2. 根据权利要求1所述的图像处理模块,其中,所述至少一个环境变量包括超声波的声速或到对象中的目标部分的距离。
3. 根据权利要求1所述的图像处理模块,其中,图像生成单元基于所述至少一个环境变量对波束成形的信号分类,并基于分类结果从点扩散函数数据库选择至少一个二维点扩散函数。
4. 一种图像处理模块,包括:  
波束成形单元,对输入信号执行波束成形,并输出波束成形的信号;  
图像生成单元,基于波束成形的信号估计至少一个第一点扩散函数,基于估计的至少一个第一点扩散函数估计第二点扩散函数,并使用波束成形的信号和估计的第二点扩散函数执行解卷积,从而生成图像。
5. 根据权利要求4所述的图像处理模块,还包括:  
点扩散函数数据库,包括用于波束成形的信号的至少一个点扩散函数,  
其中,基于至少一个环境变量预先获取所述至少一个点扩散函数。
6. 根据权利要求5所述的图像处理模块,其中,所述至少一个环境变量包括超声波的声速或到对象中的目标部分的距离。
7. 根据权利要求5所述的图像处理模块,其中,图像生成单元从点扩散函数数据库提取至少一个点扩散函数以估计至少一个第一点扩散函数。
8. 根据权利要求7所述的图像处理模块,其中,图像生成单元基于所述至少一个环境变量对波束成形的信号分类,并基于分类结果从点扩散函数数据库提取至少一个点扩散函数以估计至少一个第一点扩散函数。
9. 根据权利要求4所述的图像处理模块,其中,图像生成单元使用波束成形的信号和估计的至少一个第一点扩散函数估计第二点扩散函数。
10. 根据权利要求4所述的图像处理模块,其中,图像生成单元使用至少一个滤波器估计第一点扩散函数。
11. 根据权利要求10所述的图像处理模块,其中,所述至少一个滤波器包括最小二乘滤波器(LSF)或倒频谱滤波器。
12. 根据权利要求10所述的图像处理模块,其中,图像生成单元使用第一点扩散函数和至少一个第二点扩散函数估计变量来估计第二点扩散函数。
13. 根据权利要求12所述的图像处理模块,其中,所述至少一个第二点扩散函数估计变量包括波束成形系数。
14. 根据权利要求12所述的图像处理模块,其中,所述至少一个第二点扩散函数估计变量包括从超声波的声速、声速的改变、到对象中的目标部分的距离、输入信号生成模块的排列形式和每个通道的输入信号的衰减率中选择的至少一个。

15. 根据权利要求 4 所述的图像处理模块,其中,第一点扩散函数是一维点扩散函数,第二点扩散函数是二维点扩散函数。

16. 一种图像生成方法,包括:

将超声波发射到对象的目标部分,接收被对象的目标部分反射的回波超声波,并将接收的回波超声波转换为超声信号;

输出基于超声信号执行波束成形的超声信号;

基于波束成形的超声信号从点扩散函数数据库提取至少一个点扩散函数;

使用所述至少一个点扩散函数执行解卷积以从波束成形的超声信号生成图像,

其中,点扩散函数数据库包括基于用于波束成形的超声信号的至少一个环境变量预先获取的至少一个点扩散函数。

17. 根据权利要求 16 所述的图像生成方法,其中,所述至少一个环境变量包括超声波的声速或到对象中的目标部分的距离。

18. 根据权利要求 16 所述的图像生成方法,其中,基于波束成形的超声信号从点扩散函数数据库提取至少一个点扩散函数的步骤包括:基于所述至少一个环境变量对波束成形的超声信号分类,并基于分类结果从点扩散函数数据库提取至少一个点扩散函数。

19. 根据权利要求 16 所述的图像生成方法,其中,使用所述至少一个点扩散函数执行解卷积以从波束成形的超声信号生成图像的步骤包括:

使用提取的至少一个点扩散函数估计另一个点扩散函数;

使用估计的另一个点扩散函数执行解卷积以从波束成形的超声信号生成图像。

20. 根据权利要求 19 所述的图像生成方法,其中,所述至少一个环境变量包括超声波的声速或到对象中的目标部分的距离。

## 图像处理模块和图像处理方法

[0001] 本申请要求于 2012 年 7 月 27 日提交到美国专利商标局的第 61/676,548 号美国专利申请以及于 2013 年 6 月 3 日提交到韩国知识产权局的第 10-2013-0063737 号韩国专利申请的权益,所述申请的公开通过引用合并于此。

### 技术领域

[0002] 实施例涉及一种图像处理模块、图像生成方法和使用所述图像生成方法的超声成像设备。

### 背景技术

[0003] 超声成像设备将超声波发射到对象(诸如,人体)中的特定目标部分,收集目标部分反射的超声波,并使用关于收集的超声波的信息获取对象中的各种组织或结构的断层扫描图像,例如,各种内部器官和软组织的断层扫描图像。超声成像设备便宜、小型,不发出辐射(诸如,X射线),并实时再现对象内部的图像。为此,超声成像设备已经在医疗领域中被广泛地使用。

[0004] 超声成像设备如下获取图像。使用超声成像设备的超声探头的超声波生成单元(诸如,换能器)将电信号转换为超声波。转换的超声波被发射到目标部分。诸如换能器的超声传感器接收目标部分反射的超声波,并将接收的超声波转换为电信号,以获取多通道超声信号。对超声信号执行波束成形。即,由超声传感器收集的超声信号之间的时间差被修正,并且预定权重被添加到各个超声信号以增强来自特定位置的信号并衰减来自另一位置的信号,然后超声信号被集中。随后,超声成像设备基于波束成形的超声信号获取超声图像。

### 发明内容

[0005] 本发明的一方面在于提供一种图像处理模块、图像生成方法以及使用所述图像生成方法的超声成像设备,其中,在波束成形之后生成超声图像期间,容易并简单地计算点扩散函数,从而使用少量资源快速地决定点扩散函数。

[0006] 本发明的另一方面在于提供一种图像处理模块、图像生成方法以及使用所述图像生成方法的超声成像设备,其中,根据点扩散函数的快速决定,更快速地执行由超声成像设备执行的超声图像的生成,此外,在快速地生成图像的同时适当地决定点扩散函数,从而生成高分辨率超声图像。

[0007] 本发明的另外的方面将在以下描述中被部分地阐明,并且部分地通过描述将是明显的,或者可通过实施本发明被得知。

[0008] 根据本发明的一方面,一种图像处理模块可包括:波束成形单元,对输入信号执行波束成形,并输出波束成形的信号;点扩散函数数据库,包括基于用于波束成形的信号的至少一个环境变量预先获取的至少一个二维点扩散函数;图像生成单元,从点扩散函数数据库选择至少一个二维点扩散函数,并使用波束成形的信号和选择的点扩散函数执行解卷

积,从而生成图像。所述至少一个环境变量可包括超声波的声速或到对象中的目标部分的距离。图像生成单元可基于所述至少一个环境变量对波束成形的信号分类,并基于分类结果从点扩散函数数据库提取至少一个点扩散函数。

[0009] 根据本发明的另一方面,一种图像处理模块可包括:波束成形单元,对输入信号执行波束成形,并输出波束成形的信号;图像生成单元,基于波束成形的信号估计至少一个第一点扩散函数,基于估计的至少一个第一点扩散函数估计第二点扩散函数,并使用波束成形的信号和估计的第二点扩散函数生成图像。

[0010] 图像生成单元可使用波束成形的信号和估计的至少一个第一点扩散函数估计第二点扩散函数。图像生成单元可使用第一点扩散函数和至少一个第二点扩散函数估计变量来估计第二点扩散函数。所述至少一个第二点扩散函数估计变量包括从超声波的声速、声速的改变、到对象中的目标部分的距离、输入信号生成模块的排列形式和每个通道的输入信号的衰减率中选择的至少一个。

[0011] 根据本发明的另一方面,一种超声成像设备可包括:超声探头单元,将超声波发射到对象的目标部分,接收被对象的目标部分反射的回波超声波,并将接收的回波超声波转换为超声信号;波束成形单元,对超声信号执行波束成形,并输出波束成形的超声信号;图像生成单元,基于波束成形的超声信号估计至少一个点扩散函数,从而生成图像。所述超声成像设备还可包括:点扩散函数数据库,包括用于波束成形的超声信号的至少一个点扩散函数。所述超声成像设备可从点扩散函数数据库调用至少一个点扩散函数,以估计第一点扩散函数。所述超声成像设备可使用估计的至少一个第一点扩散函数来估计第二点扩散函数,并使用波束成形的超声信号和估计的第二点扩散函数来生成图像。

[0012] 根据本发明的另一方面,一种图像生成方法可包括:将超声波发射到对象的目标部分,接收被对象的目标部分反射的回波超声波,并将接收的回波超声波转换为超声信号;输出基于超声信号执行波束成形的超声信号;基于波束成形的超声信号从点扩散函数数据库提取至少一个点扩散函数;使用所述至少一个点扩散函数从波束成形的超声信号生成图像。

[0013] 根据本发明的另一方面,一种图像生成方法可包括:将超声波发射到对象的目标部分,接收被对象的目标部分反射的回波超声波,并将接收的回波超声波转换为超声信号;输出基于超声信号执行波束成形的超声信号;基于波束成形的超声信号估计至少一个第一点扩散函数;使用估计的至少一个第一点扩散函数估计第二点扩散函数;使用估计的第二点扩散函数从波束成形的信号生成图像。

#### 附图说明

[0014] 通过以下结合附图对实施例的描述,本发明的这些和/或其他方面将变得清楚和更容易理解,在附图中:

[0015] 图 1 是示出图像生成单元的构造的示图;

[0016] 图 2 是示出点扩散函数的示图;

[0017] 图 3 是示出理想图像和射频(RF)图像与解卷积之间的关系关系的示图;

[0018] 图 4A 是示出理想图像和 RF 图像之间的关系关系的示图;

[0019] 图 4B 是示出根据深度的基于 RF 信号的目标部分 ob1 的超声图像的示例的示图;

- [0020] 图 4C 是示出用于说明对象的深度的超声图像的示图；
- [0021] 图 5 是示出图像生成单元的一个实施例的构造的示图；
- [0022] 图 6 是示出点扩散函数数据库的一个实施例的示图；
- [0023] 图 7 是示出图像生成单元的另一实施例的构造的示图；
- [0024] 图 8 和图 9 是示出根据声速的点扩散函数的示图；
- [0025] 图 10 是示出图像生成单元的另一实施例的构造的示图；
- [0026] 图 11 是示出超声成像设备的一个实施例的透视图；
- [0027] 图 12 是示出超声成像设备的实施例的构造的示图；
- [0028] 图 13 是示出超声探头单元的一个实施例的平面图；
- [0029] 图 14 是示出波束成形单元的一个实施例的构造的示图；
- [0030] 图 15 是示出超声成像设备的图像生成单元的一个实施例的构造的示图；
- [0031] 图 16 是示出第二点扩散函数的示图；
- [0032] 图 17 至图 19 是示出基于输入图像的理想图像恢复方法的各种实施例的流程图；
- [0033] 图 20 至图 22 是示出超声成像设备的控制方法的各种实施例的流程图。

### 具体实施方式

[0034] 现在将详细参考本发明的实施例，附图中示出本发明的实施例的示例，其中，相同的标号始终表示相同的元件。

[0035] 图 1 是示出图像生成单元的构造的示图。

[0036] 如图 1 所示，图像生成单元 10 基于输入信号  $d$  生成图像信号  $m$ ，并输出图像信号  $m$ 。输入信号  $d$  可以通过诸如声波或电磁波的波生成的信号。例如，在输入信号  $d$  是声波信号的情况下，输入信号  $d$  可以是可听频率的声波或大于可听频率（即，20kHz）的频率的超声波获取的信号。另一方面，在输入信号  $d$  是电磁波信号的情况下，输入信号  $d$  可以是来自雷达中使用的微波（具有 10cm 至 100cm 的波长）等获取的信号。

[0037] 为了从输入信号  $d$  生成图像信号  $m$ ，图像生成单元 10 估计至少一个点扩散函数（PSF）并使用估计的结果执行解卷积，以生成和获取与将被拍摄的原始对象相同或近似的图像。图像生成单元 10 以图像信号  $m$  的形式输出生成和获取的图像。

[0038] 点扩散函数是与通过图像拍摄设备的拍摄而获取的用于生成最终图像数据的图像数据相关的函数。点扩散函数主要用于恢复理想图像数据。

[0039] 图 2 是示出点扩散函数的示图。如图 2 所示，在图像拍摄设备的对象图像获取期间，由于图像拍摄设备的技术或物理特性或者噪声  $\eta$ ，图像拍摄设备可输出与理想图像  $o$  不同的信号，例如，RF 信号  $d$ （诸如来自超声成像设备的超声信号）。

[0040] 换句话说，图像拍摄设备获取的 RF 信号  $d$  是具有添加的噪声  $\eta$  并且由于图像拍摄设备的技术或物理特性而变形的理想图像。

[0041] 图 3 是示出在超声成像设备中理想图像和 RF 图像与解卷积之间的关系关系的示图。图 3 的最左部分示出人体内组织的理想形状。如果如图 3 所示，理想图像被给定为  $f_r$ ，则在图 3 的中间部分由超声成像设备的超声探头收集的且经过波束成形的超声图像被表示为  $g_r$ 。即，理想图像与 RF 图像不同，将参照图 4A 至图 4C 对此进行更加详细的描述。

[0042] 图 4A 是示出理想图像和 RF 图像之间的关系关系的示图。图 4A 所示的基于输入信号

的图像是使用超声成像设备获取的超声图像的图解示例。如果理想状态下的目标部分 ob1 的理想图像 o 被显示为如图 4A 的左侧部分所示,则基于输入信号 d (诸如 RF 信号)的目标部分 ob1 的图像被显示为如图 4A 的右侧部分所示。具体地讲,基于输入信号的图像中的目标部分 ob1 被显示为好像理想图像中的目标部分 ob1 垂直和水平地变宽一样。即,基于输入信号的图像与理想图像明显不同。因此,在基于输入信号 d (即, RF 信号)的图像没有改变地被恢复的情况下,对象看起来与其实际形状不同。

[0043] 理想图像和基于输入信号的图像可以根据深度而彼此进一步不同。图 4B 是示出根据深度的基于 RF 信号的目标部分 ob1 的超声图像的示例的示图,图 4C 是示出用于说明对象的深度的超声图像的示图。

[0044] 如果如图 4B 所示目标部分 ob1 和图像数据收集单元(诸如超声探头单元)之间的距离较短,例如,人体内的病变位于如图 4C 所示的第一深度,则基于输入信号的目标部分 ob1 的图像与相同对象的理想图像相同或非常相似。然而,如果目标部分 ob1 和图像数据收集单元之间的距离增加,例如,人体内的病变位于如图 4C 所示的第四深度或第五深度,则基于输入信号的目标部分 ob1 的图像沿横向扩展,因此与同样的目标部分 ob1 的理想图像明显不同。即,理想图像 o 中的目标部分 ob1 与基于输入信号的图像中的目标部分 ob1 根据数据收集单元与目标部分 ob1 之间的距离在形状上彼此进一步不同。

[0045] 因此,在使用 RF 信号 d 恢复理想图像 o 的情况下,可修正理想图像 o 和基于 RF 信号 d 的图像之间的不同,以获得目标部分 ob1 的正确图像。在这种情况下,假设在理想图像 o 和获取的 RF 信号 d 之间实现了预定关系,则使用预定函数修正 RF 信号 d 以恢复图像。这时使用的函数是点扩散函数 H。

[0046] 理想图像 o、点扩散函数 H、噪声  $\eta$  和输入信号 d (即, RF 信号)之间的关系可通过等式 1 来表示。

[0047] [ 等式 1]

[0048]  $d=Hf+\eta$

[0049] 其中, d 指示输出的 RF 信号, H 指示点扩散函数, f 指示理想图像的信号,  $\eta$  指示噪声。

[0050] 假设不存在噪声,则 RF 信号 d 可通过理想图像 o 和点扩散函数 H 的乘积来表示。因此,如果适用于测量的 RF 信号 d 的点扩散函数 H 已知,则可获得与测量的 RF 信号 d 相应的理想图像 o。换句话说,如果点扩散函数 H 和 RF 信号 d 已知,则可恢复与对象相同或近似的图像。

[0051] 图像生成单元 10 使用 RF 信号(即,输入信号 d)和适合于输入信号 d 的点扩散函数 H 来生成与理想图像 o 相同或非常相似的图像,并沿与图 2 所示的方向相反的方向输出与生成的图像相应的图像信号 m。换句话说,图像生成单元 10 通过如图 3 的中间部分所示的解卷积添加并合成适用于 RF 信号  $g_r$  的点扩散函数  $h_r$ ,以生成与理想图像 o ( $f_r$ ) 相同或近似的恢复的图像。

[0052] 为了基于输入信号 d 恢复与对象相同或近似的图像,图像生成单元 10 使用包括一维或二维点扩散函数的点扩散函数 (PSF) 数据库 12 或使用基于一维点扩散函数估计二维点扩散函数的方法,在沿各个方向不降低分辨率的情况下估计点扩散函数。

[0053] 图像生成单元 10 使用估计的点扩散函数 H 转换通过拍摄对象所获取的输入信号

d(诸如 RF 信号),从而使基于输入信号 d 的图像具有与原始对象相同或相似的形式或形状。即,图像生成单元 10 使用点扩散函数恢复获取的输入信号 d 的图像,并输出恢复的图像的图像信号 m。

[0054] 图 5 是示出图像生成单元的一个实施例的构造的示图。

[0055] 如图 5 所示,图像生成单元 10 可包括点扩散函数选择单元 11 和解卷积单元 14。

[0056] 点扩散函数选择单元 11 检索点扩散函数数据库 12,以从点扩散函数数据库 12 选择和调用至少一个点扩散函数。图 6 是示出点扩散函数数据库 12 的一个实施例的示图。如图 6 所示,点扩散函数数据库 12 包括至少一组点扩散函数。

[0057] 在一个实施例中,点扩散函数数据库 12 可仅包括一维点扩散函数或仅包括二维点扩散函数。可选择地,点扩散函数数据库 12 可包括一维点扩散函数和二维点扩散函数。在其他实施例中,点扩散函数数据库 12 可包括更高维数的点扩散函数,诸如三维点扩散函数或四维点扩散函数。

[0058] 存储在点扩散函数数据库 12 中的点扩散函数可以是基于至少一个环境变量预先计算的点扩散函数。在一个实施例中,环境变量可以是波的速度(图 6 的水平方向)。波的速度可以是声波(诸如超声波)的速度(声速)。在另一实施例中,环境变量可以是数据收集单元(诸如超声探头单元)和目标部分之间的距离(图 6 的垂直方向)。例如,数据收集单元和目标部分之间的距离可以是人体内的特定目标部分(诸如病变)的深度。

[0059] 当然,存储在点扩散函数数据库 12 中的点扩散函数可以是基于两个环境变量预先计算的点扩散函数。在这种情况下,两个环境变量可以是如图 6 所示的声速和目标部分的深度。换句话说,如图 6 所示,点扩散函数数据库 12 可包括根据环境变量(诸如声速和深度)分别获取的多组点扩散函数。

[0060] 假设轴向上的一维点扩散函数彼此相似,则为了快速估计二维点扩散函数,点扩散函数数据库 12 可包括通过根据各种环境变量(诸如超声波的速度和目标部分 ob1 的深度)的实时测量而获取的至少一个二维点扩散函数,下文将对此进行描述。

[0061] 点扩散函数选择单元 11 从如上所述构造的点扩散函数数据库 12 选择至少一个点扩散函数。在一个实施例中,点扩散函数选择单元 11 可从点扩散函数数据库 12 选择二维点扩散函数。可选择地,点扩散函数选择单元 11 可基于各种环境变量对波束成形的信号分类,并基于分类结果从点扩散函数数据库 12 选择二维点扩散函数。

[0062] 在这种情况下,点扩散函数选择单元 11 可根据输入信号 d 选择至少一个点扩散函数。如果目标部分 ob1 位于人体内不是很深的位置,例如图 4C 的第一深度,则点扩散函数选择单元 11 从点扩散函数数据库 12 选择与第一深度相应的点扩散函数。在拍摄位于图 4C 的第四深度或第五深度的目标部分 ob1 的情况下,点扩散函数选择单元 11 从点扩散函数数据库 12 选择与第四深度或第五深度相应的点扩散函数。

[0063] 点扩散函数选择单元 11 将选择的点扩散函数或关于选择的点扩散函数的信息发送到解卷积单元 14。

[0064] 解卷积单元 14 使用点扩散函数选择单元 11 选择的点扩散函数对输入信号 d 进行解卷积。因此,从输入信号 d(即,图 2 所示的 RF 信号 d)获取与理想图像 o 相同或近似的图像信号 m。

[0065] 在点扩散函数选择单元 11 从点扩散函数数据库 12 选择二维点扩散函数的情况

下,解卷积单元 14 基于选择的二维点扩散函数对输入信号 d 进行二维解卷积。在点扩散函数选择单元 11 从点扩散函数数据库 12 选择一维点扩散函数的情况下,解卷积单元 14 可对输入信号 d 进行一维解卷积。

[0066] 因此,图像生成单元 10 可从输入信号 d 生成与理想图像 o 相同或相似的图像。生成的图像作为图像信号 m 被输出。

[0067] 如上所述,图像生成单元 10 可根据输入信号 d 从点扩散函数数据库 12 选择至少一个二维点扩散函数,并使用选择的二维点扩散函数对输入信号 d 进行解卷积,以基于输入信号 d 生成与理想图像 o 相同或相似的图像。

[0068] 如图 2 以及等式 1 所示,执行从 RF 信号 d 获取理想图像 o 的处理以计算点扩散函数的反函数。在点扩散函数是二维的情况下,当直接计算二维点扩散函数的反函数时,计算复杂度增加。

[0069] 在使用一维点扩散函数的情况下,计算量减小。然而,由于一维点扩散函数的限制,特定区域的分辨率降低。在一个方向上,例如,在垂直方向上,分辨率没有降低。在另一个方向上,例如,在横向上,分辨率会降低。

[0070] 然而,图像生成单元 10 从点扩散函数数据库 12 选择适用于输入信号 d 的二维点扩散函数,并使用选择的点扩散函数执行二维解卷积。结果,可避免获取反函数的复杂的计算处理,从而简化恢复图像的计算并提高分辨率。

[0071] 图 7 是示出图像生成单元的另一实施例的构造的示图。

[0072] 如图 7 所示,图像生成单元 10 可包括第一点扩散函数选择单元 11a、第二点扩散函数估计单元 13 和解卷积单元 14。

[0073] 以与如上所述的点扩散函数选择单元 11 相似的方式,第一点扩散函数选择单元 11a 可从附加的点扩散函数数据库 12 选择至少一个点扩散函数,并将选择的点扩散函数发送到第二点扩散函数估计单元 13。

[0074] 在一个实施例中,点扩散函数数据库 12 可包括基于至少一个环境变量预先计算的一维点扩散函数。例如,如图 4C 所示,点扩散函数数据库 12 可包括根据环境变量(诸如声速和深度)分别获取的点扩散函数。

[0075] 在一个实施例中,第一点扩散函数选择单元 11a 可从点扩散函数数据库 12 选择至少一个一维点扩散函数。

[0076] 在这种情况下,假设轴向上的一维点扩散函数彼此相似,则为了快速估计二维点扩散函数,第一点扩散函数选择单元 11a 可根据各种环境变量(诸如超声波的速度和目标部分 ob1 的深度)选择横向上的一维点扩散函数。第一点扩散函数选择单元 11a 选择的一维点扩散函数被发送到第二点扩散函数估计单元 13。

[0077] 第二点扩散函数估计单元 13 使用接收的一维点扩散函数估计二维点扩散函数。此时,发送到第二点扩散函数估计单元 13 的点扩散函数可以是横向上的一维点扩散函数。

[0078] 一维点扩散函数可以按轴向或横向被划分。轴向上的一维点扩散函数基于深度或声速彼此近似。

[0079] 图 8 和图 9 是示出根据声速和深度的点扩散函数的示图。图 8 和图 9 的左侧部分以曲线图的形式示出在超声成像设备中使用的一维点扩散函数(1DPSF)的示例。图 8 是示出在超声波具有 1540m/s 的声速的情况下通过将超声波发射到具有不同深度的三个目标

部分所获取的超声波的一维点扩散函数的曲线图。图 9 是示出在超声波具有 1450m/s 的声速的情况下通过将超声波发射到具有不同深度的三个目标部分所获取的超声波的一维点扩散函数的曲线图。

[0080] 如图 8 和图 9 的左侧部分所示,虽然超声波的声速彼此不同,但是一维点扩散函数在形状上彼此非常相似。此外,即使在目标部分的深度彼此不同(深度 1 至深度 3)的情况下,一维点扩散函数也具有非常相似的模式。

[0081] 因此,虽然超声波的声速彼此不同并且目标部分的深度彼此不同,但是一维点扩散函数在形状上彼此非常相似。

[0082] 图 8 和图 9 的右侧部分示出基于深度的二维点扩散函数。与图 8 和图 9 的左侧部分所示的一维点扩散函数不同,二维点扩散函数根据深度彼此非常不同。即,与轴向上的点扩散函数不同,横向上的点扩散函数根据深度或声速具有不同的形状。

[0083] 假设轴向上的一维点扩散函数是一致的,则因为轴向上的一维点扩散函数根据超声波的声速或深度没有明显的改变,所以第二点扩散函数估计单元 13 可基于第一点扩散函数选择单元 11a 选择的横向上的一维点扩散函数,使用计算方法来估计二维点扩散函数。

[0084] 在一个实施例中,第二点扩散函数估计单元 13 可考虑输入信号 d 的特性、预先输入的设置或各种变量(诸如第二点扩散函数估计变量)、以及第一点扩散函数选择单元 11a 选择的横向上的一维点扩散函数,来估计二维点扩散函数。

[0085] 例如,在第二点扩散函数估计单元 13 中使用的第二点扩散函数估计变量可以是用于对输入信号 d 执行波束成形的波束成形系数。

[0086] 在第二点扩散函数估计变量被应用于超声成像设备的情况下,第二点扩散函数估计变量可以是诸如超声波的声速、声速的改变、到对象中的目标部分的距离、输入信号生成模块的排列形式或每个通道的输入信号的衰减率的变量。第二点扩散函数估计单元 13 可使用这种变量来估计更正确的二维点扩散函数。

[0087] 解卷积单元 14 使用估计的二维点扩散函数执行解卷积,以生成和输出图像信号 m。

[0088] 因此,图像生成单元 10 可根据输入信号 d 从点扩散函数数据库 12 选择至少一个一维点扩散函数,基于选择的一维点扩散函数估计二维点扩散函数,并根据估计的二维点扩散函数执行解卷积,以基于输入信号 d 生成与理想图像 o 相同或相似的图像。

[0089] 图 10 是示出图像生成单元的另一实施例的构造的示图。

[0090] 如图 10 所示,图像生成单元 10 可包括第一点扩散函数估计单元 11b、第二点扩散函数估计单元 13 和解卷积单元 14。

[0091] 第一点扩散函数估计单元 11b 可基于输入信号 d 估计适当的一维点扩散函数。在估计一维点扩散函数的情况下,与估计二维点扩散函数的情况相比,考虑更少的输入信号 d 的变量。因此,与直接估计二维点扩散函数相比,决定点扩散函数所需的计算量减小。

[0092] 在一个实施例中,第一点扩散函数估计单元 11b 可估计一个方向或多个方向上的一个点扩散函数。可选择地,第一点扩散函数估计单元 11b 可估计一个方向或多个方向上的多个点扩散函数。

[0093] 在一个实施例中,第一点扩散函数估计单元 11b 可使用至少一个滤波器来估计第

一点扩散函数。在这种情况下,滤波器可以是最小二乘滤波器(LSF),诸如最小的最小二乘滤波器或倒频谱滤波器。

[0094] 在一个实施例中,第一点扩散函数估计单元 11b 可估计横向上的点扩散函数。

[0095] 第二点扩散函数估计单元 13 使用第一点扩散函数估计单元 11b 估计的第一点扩散函数来估计第二点扩散函数。

[0096] 在一个实施例中,假设如上参照图 8 和图 9 所述,轴向上的点扩散函数根据声速和深度几乎一致,则第二点扩散函数估计单元 13 可基于第一点扩散函数估计单元 11b 估计的横向上的点扩散函数,使用计算方法来估计二维点扩散函数。

[0097] 如图 10 所示,第二点扩散函数估计单元 13 可考虑输入信号 d 的特性、预先输入的设置或各种变量、以及第一点扩散函数估计单元 11b 估计的横向上的一维点扩散函数,来估计第二点扩散函数。

[0098] 以与上述相同的方式,第二点扩散函数估计单元 13 可使用波束成形系数来估计第二点扩散函数。此外,在第二点扩散函数估计单元 13 用于超声成像设备中的情况下,第二点扩散函数估计单元 13 可使用另一变量(诸如超声波的声速或到对象中的目标部分的距离)来估计第二点扩散函数。

[0099] 解卷积单元 14 使用估计的二维点扩散函数执行解卷积,以生成和输出图像信号 m。

[0100] 如上所述,图像生成单元 10 可在不检索附加的数据库的情况下,根据输入信号 d 来估计至少一个一维点扩散函数,基于估计的一维点扩散函数估计二维点扩散函数,并使用估计的二维点扩散函数来对输入信号 d 进行解卷积,以基于输入信号 d 恢复与理想图像 o 相同或相似的图像。

[0101] 以下,将参照图 11 至图 18 描述超声成像设备的实施例。

[0102] 图 11 是示出超声成像设备的一个实施例的透视图,图 12 是示出超声成像设备的实施例的构造的示图。如图 11 和图 12 所示,超声成像设备包括超声探头单元 P 和主体 M,超声探头单元 P 收集关于对象 ob 的内部的超声信号,主体 M 从超声探头单元 P 收集的超声信号生成超声图像。

[0103] 超声探头单元 P 可包括超声生成器 P11 和超声接收器 P12,超声生成器 P11 基于施加的功率生成超声波,并将生成的超声波发射到对象 ob 中的目标部分 ob1,超声接收器 P12 接收对象 ob 的目标部分 ob1 反射的回波超声波,以将接收的回波超声波转换为电信号。

[0104] 超声生成器 P11 在安装在主体 M 中的超声生成控制器 310 的控制下,根据施加到超声生成器 P11 的脉冲信号或 AC 电流而振动,以生成超声波。

[0105] 超声生成器 P11 生成的超声波被对象中的目标部分 ob1 反射。超声接收器 P12 接收回波超声波,并根据接收的回波超声波的频率而振动,以将接收的回波超声波转换为预定的电信号。结果,超声接收器 P12 可输出超声信号 x。在超声成像设备连接到光声成像设备的情况下,超声接收器 P12 可接收由于发射激光而从目标部分 ob1 生成的诸如超声波的声波。

[0106] 超声生成器 P11 和超声接收器 P12 的功能可由设置在超声探头单元 P 的一端的超声换能器 P10 执行。图 13 是示出超声探头单元的一个实施例的平面图。如图 13 所示,超声换能器 P10 安装在超声探头单元 P 的一端。

[0107] 换能器是用于将一种形式的能量(诸如电能)转换为另一种形式的能量(诸如波能或光能)的装置。超声换能器 P10 执行波能和电能之间的转换。具体地讲,超声换能器 P10 根据输入的预定脉冲电流而振动,以生成超声波。此外,超声换能器 P10 根据从外部接收的超声波(诸如回波超声波)而振动,以生成预定脉冲的电信号(以下,称为超声信号)。因此,超声换能器 P10 可执行超声生成器 P11 和超声接收器 P12 的功能。

[0108] 更具体地讲,超声换能器 P10 从电源单元 311(诸如外部电源装置或内部电存储装置,例如,电池)接收 AC 电流,并且超声换能器 P10 的压电振动器或薄膜根据施加的 AC 电流而振动,以生成超声波。另一方面,超声换能器 P10 的压电振动器或薄膜根据接收的超声波而振动,以生成振动频率的 AC 电流,从而将超声波转换为超声信号。如图 12 和图 13 所示,转换的超声信号通过多个通道 c1 至 c10 被发送到主体 M 的波束成形单元 100。

[0109] 如图 13 所示,多个超声换能器 P10 可安装在超声探头单元 P 的一端。例如,64 或 128 个超声换能器 P10 可安装在超声探头单元 P 的一端。在多个超声换能器 P10 安装在超声探头单元 P 的一端的情况下,超声信号通过与超声换能器 P10 的数量(例如,64 或 128 个超声换能器 P10)相应的多个通道被发送到波束成形单元 100。

[0110] 超声换能器 P10 的示例可包括使用磁体的磁致伸缩效应的磁致伸缩超声换能器、使用压电材料的压电效应的压电超声换能器、以及使用成百上千个微机械薄膜的振动来发送和接收超声波的电容式微机械超声换能器。此外,超声换能器 P10 的示例可包括用于根据电信号生成超声波或根据超声波生成电信号的其他种类的换能器。

[0111] 在一个实施例中,主体 M 还可包括波束成形单元 100、图像生成单元 200、点扩散函数数据库 220、系统控制器 300 和图像处理单元 320。

[0112] 主体 M 的波束成形单元 100 从超声接收器 P12 接收超声信号,并对接收的超声信号执行波束成形。具体地讲,波束成形单元 100 对多个通道数据执行波束成形,以估计在特定空间内反射的波的大小。

[0113] 图 14 是示出波束成形单元的一个实施例的构造的示图。如图 14 所示,波束成形单元 100 可包括时间差修正部分 110 和集中部分 120。

[0114] 参照图 14,超声换能器 P10(具体地讲,超声接收器 P12)接收目标部分 ob1 反射的回波超声波。然而,安装在超声探头单元 P 中的超声换能器 T1 至 T6 与目标部分 ob1 之间的距离不同,而声速几乎一致。因此,即使在回波超声波被同一目标部分 ob1 反射的情况下,各个超声换能器 T1 至 T6 也在不同时间从同一目标部分 ob1 接收回波超声波。换句话说,各个超声换能器 T1 至 T6 输出的超声信号基于由同一目标部分 ob1 反射的回波超声波而具有预定时间差。为此,可首先修正各个超声换能器 T1 至 T6 生成的超声信号之间的时间差。

[0115] 波束成形单元 100 的时间差修正部分 110 修正超声信号之间的时间差。例如,如图 13 和图 14 所示,时间差修正部分 110 将输入到特定通道的超声信号的发送延迟预定程度,以使输入到各个通道的超声信号同时被发送到集中部分 120。

[0116] 波束成形单元 100 的集中部分 120 集中时间差已经被修正的超声信号。

[0117] 集中部分 120 将预定权重(即,波束成形系数)添加到每个输入的超声信号,以增强来自特定位置的信号并衰减来自另一位置的信号,然后集中超声信号。结果,可生成基于用户需求或用户便利性的超声图像。

[0118] 在这种情况下,集中部分 120 可使用不考虑超声接收器 P12 输出的超声信号的波束成形系数来集中超声信号(数据独立型波束成形方法)。可选择地,可基于输入的超声信号计算最优的波束成形系数,并可使用计算的波束成形系数来集中超声信号(自适应波束成形方法)。

[0119] 可通过等式 2 来表示这种波束成形处理。

[0120] [等式 2]

$$z[n] = \sum_{m=0}^{M-1} w_m[n] x_m[n - \Delta_m[n]]$$

[0122] 其中, n 是指示目标部分 ob1 的位置的值(即,目标部分 ob1 的特定深度), m 指示在目标部分 ob1 的位置 n 的第 m 通道,  $w_m$  指示添加到第 m 通道的超声信号的波束成形系数 w。同时,  $\Delta_m$  是用于时间差修正部分 110 延迟超声信号的发送时间的时间延迟值。根据等式 2,集中部分 120 集中各个通道的时间差已经被修正的超声信号,以输出波束成形的超声信号 d。

[0123] 如图 12 和图 14 所示,通过波束成形单元 100 执行波束成形的超声信号 d 被发送到图像生成单元 200。

[0124] 图 15 是示出超声成像设备的图像生成单元的一个实施例的构造的示图。

[0125] 如图 15 所示,图像生成单元 200 可包括点扩散函数选择单元 210 和解卷积单元 240。

[0126] 点扩散函数选择单元 210 从点扩散函数数据库 220 选择至少一个点扩散函数。在这种情况下,点扩散函数数据库 220 可包括一维点扩散函数和 / 或二维点扩散函数。

[0127] 如上所述,当在超声成像设备中恢复超声图像时对点扩散函数影响明显的因素包括超声波的速度(即,声速)以及产生或反射超声波的目标部分与收集单元之间的距离(例如,人体内的病变的深度)。因此,点扩散函数数据库 220 可包括使用对点扩散函数影响明显的环境变量(诸如超声波的速度和目标位置的深度)预先计算和测量的一维点扩散函数或二维点扩散函数,以恢复超声波。

[0128] 在一个实施例中,在点扩散函数选择单元 210 选择一维点扩散函数的情况下,图像生成单元 200 还可包括第二点扩散函数估计单元 230,第二点扩散函数估计单元 230 基于点扩散函数选择单元 210 选择的一维点扩散函数估计二维点扩散函数。

[0129] 在这种情况下,点扩散函数选择单元 210 基于波束成形的信号 d,根据对象 ob 内的目标部分 ob1 的深度或超声波的速度,从点扩散函数数据库 220 选择适当的一维点扩散函数。在这种情况下,一维点扩散函数可以是目标部分 ob1 的横向上的点扩散函数。

[0130] 第二点扩散函数估计单元 230 基于点扩散函数选择单元 210 选择的一维点扩散函数估计二维点扩散函数。假设轴向上的一维点扩散函数是一致的,则因为如上所述,轴向上的点扩散函数根据声速或目标部分 ob1 的深度没有明显的改变,所以第二点扩散函数估计单元 230 可使用点扩散函数选择单元 210 选择的一维点扩散函数(例如,横向上的点扩散函数)估计并获取二维点扩散函数。

[0131] 图 16 是示出第二点扩散函数的示图。第二点扩散函数估计单元 230 可如图 16 的左侧部分所示组合选择的一维点扩散函数和附加的系数(诸如第二点扩散函数估计系数),以估计如图 16 的右侧部分所示的第二点扩散函数。

[0132] 如图 16 所示,第二点扩散函数估计系数可以是波束成形系数。可使用从超声换能器 P10 的排列结构、声速、深度和信号衰减率中选择的至少一个来计算波束成形系数。另一方面,第二点扩散函数估计系数可以是超声换能器 P10 的排列结构、声速、深度和信号衰减率中选择的至少一个。为此,第二点扩散函数估计单元 230 可从波束成形单元 100 接收波束成形的超声信号 d 或关于波束成形的超声信号 d 的信息。

[0133] 第二点扩散函数估计单元 230 可将如上所述估计的二维点扩散函数发送到解卷积单元 240,解卷积单元 240 可对波束成形的信号 d 进行二维解卷积。

[0134] 在图像生成单元 200 的另一实施例中,点扩散函数选择单元 210 可从点扩散函数数据库 220 选择与输入的波束成形的超声信号 d 相应的适当的二维点扩散函数。

[0135] 在这种情况下,假设轴向上的一维点扩散函数相似,则点扩散函数数据库 220 的至少一个二维点扩散函数可以根据各种环境变量实际测量并获取的点扩散函数。

[0136] 在选择和决定二维点扩散函数之后,点扩散函数选择单元 210 可将决定的点扩散函数直接发送到解卷积单元 240,解卷积单元 240 可对波束成形的信号 d 进行二维解卷积。

[0137] 在另一实施例中,图像生成单元 200 可包括第一点扩散函数估计单元 211 和第二点扩散函数估计单元 230。第一点扩散函数估计单元 211 在不检索点扩散函数数据库 220 的情况下基于波束成形的超声信号 d 估计一维点扩散函数。

[0138] 在这种情况下,第一点扩散函数估计单元 211 可使用至少一个滤波器(诸如最小的最小二乘滤波器或倒频谱滤波器)来估计一维点扩散函数。

[0139] 估计的一维点扩散函数被发送到第二点扩散函数估计单元 230。第二点扩散函数估计单元 230 基于估计的一维点扩散函数估计二维点扩散函数。以如上所述的相同的方式,假设轴向上的一维点扩散函数是一致的,则第二点扩散函数估计单元 230 可使用第一点扩散函数估计单元 211 估计的一维点扩散函数来估计二维点扩散函数。

[0140] 第二点扩散函数估计单元 230 将估计的二维点扩散函数发送到解卷积单元 240。

[0141] 解卷积单元 240 使用从点扩散函数选择单元 210 或第二点扩散函数估计单元 230 接收的二维点扩散函数对波束成形的信号 d 进行二维解卷积,以恢复与理想图像 o 相同或相似的图像。

[0142] 恢复的图像的图像信号可被发送到图像处理单元 320、存储单元 321 或显示单元 dp。

[0143] 图像处理单元 320 可基于图像生成单元 200 生成的图像来生成可由用户识别的超声图像,或者对图像生成单元 200 生成的图像执行预定的图像处理。

[0144] 在一个实施例中,图像处理单元 320 可基于从图像生成单元 200 输出的图像信号 m 以各种模式生成超声图像。A 模式和 B 模式可用作超声图像模式。A 模式是使用幅值显示超声图像的模式。具体地讲,A 模式是这样的模式:将目标部分 t 显示为到超声探头单元 10 的距离或时间,并将反射强度显示为幅值。B 模式是在屏幕上将回波超声波的大小显示为亮度的模式。在以 B 模式生成超声图像的情况下,用户可仅使用超声图像容易直观地检查对象 ob 内的组织或结构。为此,通常使用 B 模式。图 4C 中示出了 B 模式下的超声图像。

[0145] 此外,图像处理单元 320 可根据用户意图或为用户方便而修正图像生成单元 200 生成的超声图像。例如,图像处理单元 320 可修正亮度、照度、对比度或颜色,从而用户可清楚地观看超声图像中的组织。在从图像生成单元 200 输出多个超声图像的情况下,可使用

输出的超声图像生成三维立体超声图像。

[0146] 存储单元 321 临时或持续存储图像生成单元 200 生成的图像信号以及图像处理单元 320 修正的图像的图像信号。

[0147] 显示单元 dp 将超声图像呈现给用户。根据实施例,显示单元 dp 可将图像生成单元 200 解卷积的超声图像直接显示给用户,或者将通过图像处理单元 320 对图像生成单元 200 生成的图像执行预定图像处理而获取的超声图像显示给用户。在这种情况下,显示在显示单元 dp 上的超声图像可以是 B 模式下的超声图像或三维立体超声图像。

[0148] 同时,超声成像设备的主体 M 还可包括超声生成控制器 310。超声生成控制器 310 从系统控制器 300 接收控制命令,根据接收的控制命令生成预定的脉冲信号,并将生成的脉冲信号发送到超声生成器 P11。超声生成器 P11 根据接收的脉冲信号而振动,以生成超声波。此外,超声生成控制器 310 可生成用于电连接到超声生成器 P11 的电源单元 311 的附加控制信号,并将生成的控制信号发送到电源单元 311。电源单元 311 根据接收的控制信号将预定的 AC 电流施加到超声生成器 P11。

[0149] 系统控制器 300 控制超声探头单元 P、波束成形单元 100、图像生成单元 200、图像处理单元 320、存储单元 321 和显示单元 dp 的操作。

[0150] 根据实施例,系统控制器 300 可根据预定设置或通过附加的输入单元 i 输入的用户指令或命令生成用于超声探头单元 P 等的预定控制命令。

[0151] 输入单元 i 接收用于控制超声成像设备的用户指令或命令。输入单元 i 可包括各种用户接口,诸如键盘、鼠标、轨迹球、触摸屏和开关。可选择地,输入单元 i 可以是连接到主体 M 的工作站。

[0152] 在如上所述的超声成像设备的实施例中,超声换能器 P10 安装在超声探头单元 P 中,波束成形单元 100、图像生成单元 200、超声生成控制器 310 和图像处理单元 320 安装在主体 M 中。然而,根据实施例,安装在主体 M 中一些组件可设置在超声探头单元 P 中。

[0153] 以下,将参照图 17 至图 19 描述基于输入图像的理想图像恢复方法的各种实施例。

[0154] 图 17 是示出使用点扩散函数的图像生成方法的一个实施例的流程图。如图 17 所示,首先输入信号 d。在一个实施例中,输入信号 d 可以是超声成像设备的波束成形的信号,诸如波束成形的超声信号(s410)。

[0155] 随后,分析输入信号 d(s411)。在这种情况下,另外添加到输入信号 d 的元信息可用于分析输入信号 d。可基于诸如用于获取输入信号 d 的超声波的声速或数据收集单元和目标部分 ob1 之间的距离(例如,目标部分 ob1 的深度)的环境变量来分析输入信号 d。

[0156] 根据输入信号 d 的分析结果选择适当的二维点扩散函数。选择的二维点扩散函数可以是存储在点扩散函数数据库 12 中的多个点扩散函数中选择的至少一个。

[0157] 从点扩散函数数据库 12 调用选择的二维点扩散函数(s412)。存储在点扩散函数数据库 12 中的点扩散函数可以是根据环境变量(诸如如图 6 所示的超声波的声速或数据收集单元和目标部分 ob1 之间的距离)预先测量的点扩散函数。

[0158] 使用选择的二维点扩散函数对输入信号 d 执行二维解卷积(s413)。结果,获取并输出与理想图像相同或非常相似的图像信号 m (s414)。

[0159] 图 18 是示出使用点扩散函数的图像生成方法的另一实施例的流程图。参照图 18,首先输入信号 d (s420)。以与如上所述的相同方式分析输入信号 d (s421)。输入信号 d

可以是波束成形的信号。此外,可基于如上所述的环境变量分析输入信号 d。例如,环境变量可以是声速或深度。

[0160] 根据输入信号 d 的分析结果选择适当的一维点扩散函数。选择的一维点扩散函数可以是存储在点扩散函数数据库 12 中的至少一个点扩散函数。在一个实施例中,存储在点扩散函数数据库 12 中的点扩散函数可以是根据环境变量(诸如超声波的声速或数据收集单元和目标部分 ob1 之间的距离)预先测量的一维点扩散函数。例如,一维点扩散函数可以是横向上的点扩散函数。从点扩散函数数据库 12 调用选择的一维点扩散函数(s422)。

[0161] 使用调用的一维点扩散函数来估计二维点扩散函数。因为如上所述,轴向上的点扩散函数根据声速或距离没有明显的改变,所以可基于横向上的点扩散函数估计二维点扩散函数(s423)。

[0162] 同时,根据实施例,可使用预先定义的用于估计二维点扩散函数的第二点扩散函数估计变量或者用户选择的第二点扩散函数估计变量。例如,第二点扩散函数估计变量可以是波束成形系数。更具体地讲,第二点扩散函数估计变量可以是诸如超声波的声速、声速的改变、到对象中的目标部分的距离、输入信号生成模块的排列形式或每个通道的输入信号的衰减率的变量。

[0163] 使用估计的二维点扩散函数对输入信号 d 执行解卷积(s424),以恢复图像。其后,获取恢复的图像的图像信号(s425)。

[0164] 图 19 是示出使用点扩散函数的图像生成方法的另一实施例的流程图。如图 19 所示,首先输入信号 d (s430)。如上所述,输入信号 d 可以是波束成形的信号。

[0165] 根据输入信号 d 的分析结果估计一维点扩散函数(s431)。此时,可使用至少一个滤波器针对输入信号 d 估计一维点扩散函数。可使用最小的最小二乘滤波器或倒频谱滤波器。

[0166] 当如上所述估计了一维点扩散函数时,基于估计的一维点扩散函数估计二维点扩散函数(s432)。在这种情况下,可以以与参照图 18 描述的实施例中相似的方式估计二维点扩散函数。

[0167] 当获取了二维点扩散函数时,使用获取的二维点扩散函数对输入信号 d 执行二维解卷积(s433)。结果,恢复图像并获取恢复的图像的图像信号 m (s434)。

[0168] 以下,将参照图 20 至图 22 描述超声成像设备的控制方法的各种实施例。

[0169] 图 20 是示出超声成像设备的控制方法的一个实施例的流程图。如图 20 所示,超声成像设备的超声探头单元 P 将超声波发射到对象的目标部分 ob1 (s440)。目标部分 ob1 完全或部分地反射发射的超声波。超声探头单元 P 接收反射的超声波(即,回波超声波),并将接收的超声波转换为电信号,以输出超声信号(s441)。

[0170] 修正输出的超声信号之间的时间差,然后集中超声信号以对超声信号执行波束成形(s442)。分析波束成形的超声信号(s443),并选择适合于波束成形的超声信号 d 的点扩散函数。

[0171] 在这种情况下,诸如超声波的声速或目标部分 ob1 的深度的环境变量可用于分析波束成形的超声信号 d。为了分析波束成形的超声信号 d,可使用添加到超声信号 d 的各种信息以及波束成形的超声信号 d。作为分析的结果,可决定用于获取超声信号的超声波的声速和目标部分 ob1 的深度。

[0172] 根据分析结果,选择适当的点扩散函数。选择的点扩散函数可存储在点扩散函数数据库 220 中。例如,如图 6 所示,当根据分析决定了用于获取超声信号的超声波的声速和目标部分 ob1 的深度时,从点扩散函数数据库 220 选择与决定的声速和深度相应的点扩散函数。从点扩散函数数据库 220 调用点扩散函数(s444)。

[0173] 使用调用的点扩散函数对波束成形的超声信号 d 进行二维解卷积(s445)。结果,恢复并获取超声图像(s446)。对恢复和获取的超声图像执行图像后处理,以按照需要调整图像的亮度或对比度(s447),然后将经图像处理后的超声图像输出到诸如监视器的显示装置 dp (s448)。

[0174] 图 21 是示出超声成像设备的控制方法的另一实施例的流程图。如图 21 所示,超声探头单元 P 将超声波发射到对象的目标部分 ob1 (s450),接收被目标部分 ob1 反射的回波超声波,并将接收的超声波转换为超声信号(s451)。随后,对超声信号执行诸如时间差修正和集中的波束成形(s452)。

[0175] 分析波束成形的超声信号(s453),并根据分析结果选择适当的一维点扩散函数。一维点扩散函数可以是存储在点扩散函数数据库 220 中的点扩散函数。此外,诸如对象 ob 中的目标部分 ob1 的深度(例如,人体内病变的深度)的关于目标部分 ob1 的位置的信息可用于选择适当的一维点扩散函数。此外,还可使用关于超声探头单元生成的超声波的信息或关于接收的回波超声波的声速的信息。同时,选择的点扩散函数可以是横向上的点扩散函数(s454)。

[0176] 基于一维点扩散函数估计二维点扩散函数(s455)。假设用于实际恢复图像的轴向上的点扩散函数与预定的轴向上的点扩散函数相同,则因为如上所述,轴向上的点扩散函数在每个声速彼此近似,所以使用选择的横向上的点扩散函数来计算和估计二维点扩散函数。

[0177] 在一个实施例中,可使用由用户预先定义或选择的二维点扩散函数估计变量(例如,波束成形系数)来估计二维点扩散函数。超声波的声速、声速的改变、到对象中的目标部分的距离、输入信号生成模块的排列形式或每个通道的输入信号的衰减率可用作二维点扩散函数估计变量。

[0178] 使用二维点扩散函数对波束成形的超声信号 d 进行二维解卷积(s456),以恢复超声图像(s457)。恢复的超声图像通过预定的图像后处理被修正(s458),并被输出到显示装置(s459)。

[0179] 图 22 是示出超声成像设备的控制方法的另一实施例的流程图。如图 22 所示,超声探头单元 P 将超声波发射到对象的目标部分 ob1 (s460),接收被目标部分 ob1 反射的回波超声波,并将接收的超声波转换为超声信号(s461)。随后,以与前述实施例中相同的方式对超声信号执行诸如时间差修正和集中的波束成形(s462)。

[0180] 分析波束成形的超声信号 d (s463),以估计用于波束成形的超声信号 d 的一维点扩散函数(s464)。可使用至少一个滤波器(诸如最小二乘滤波器或倒频谱滤波器)来估计一维点扩散函数。可选择地,各种传统方法可用于估计一维点扩散函数。此时,可以不估计轴向上的一维点扩散函数,而可估计横向上的一维点扩散函数。

[0181] 基于估计的一维点扩散函数估计二维点扩散函数(s465)。以与前述实施例中相同的方式,假设用于实际恢复图像的轴向上的点扩散函数与预定的轴向上的点扩散函数相

同,则使用估计的横向上的点扩散函数来计算和估计二维点扩散函数。在这种情况下,如上所述的二维点扩散函数估计变量可用于估计二维点扩散函数。

[0182] 使用二维点扩散函数对波束成形的超声信号  $d$  进行二维解卷积(s466)。结果,恢复与理想图像  $o$  相同或非常相似的超声图像(s467)。可通过预定的图像后处理来修正恢复的超声图像(s468)。将恢复的或后处理的超声图像输出到显示装置(s469)。

[0183] 从以上描述清楚的是,在图像处理模块、使用该图像处理模块的超声成像设备以及使用该超声成像设备的超声图像生成方法中,当恢复图像(例如,基于超声信号生成图像)时,可决定适当的点扩散函数。

[0184] 在由超声成像设备执行的超声图像的生成期间可快速决定点扩散函数,从而提高超声图像的恢复速度并因此快速生成超声图像。

[0185] 除了快速生成超声图像外,还可决定适当的点扩散函数,从而生成高分辨率的超声图像。

[0186] 可基于一维点扩散函数高速获取二维点扩散函数,从而容易地获取高分辨率和高质量的超声图像。

[0187] 因此,诸如医生或超声检查者的用户可使用超声成像设备快速准确地获取的超声图像来更准确地诊断病人。

[0188] 此外,决定点扩散函数的方法可应用于雷达或声学信号处理,从而根据实施例改善雷达或声学信号处理设备的操作。

[0189] 虽然已经示出和描述了本发明的一些实施例,但是本领域技术人员将理解,在不脱离本发明的原理和精神的情况下,可对这些实施例进行改变,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

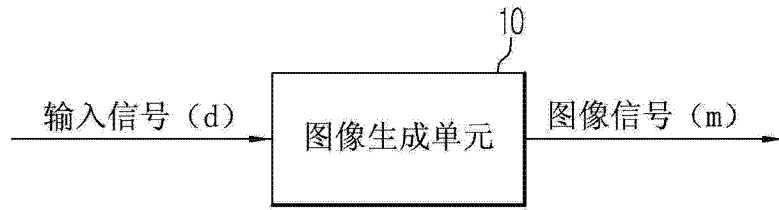


图 1

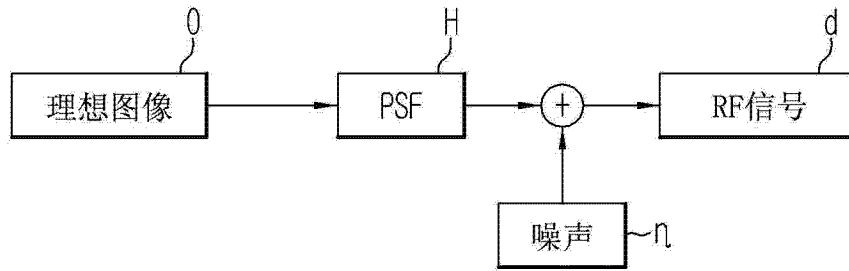


图 2

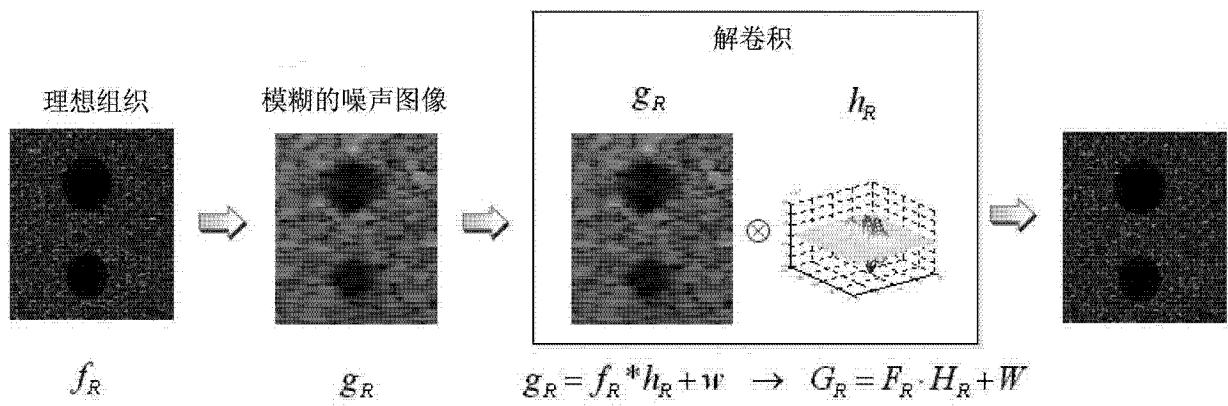


图 3

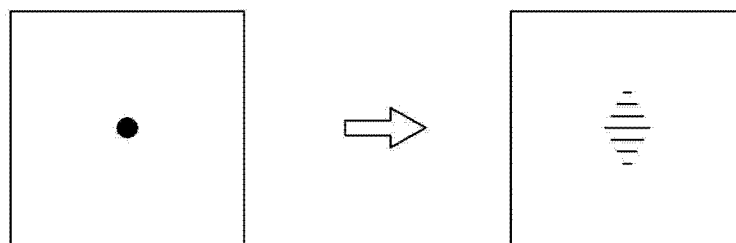


图 4A

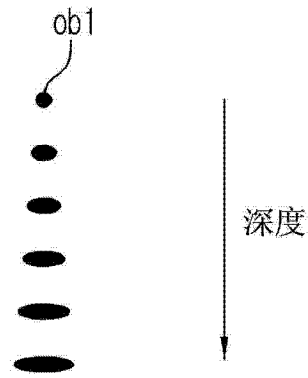


图 4B

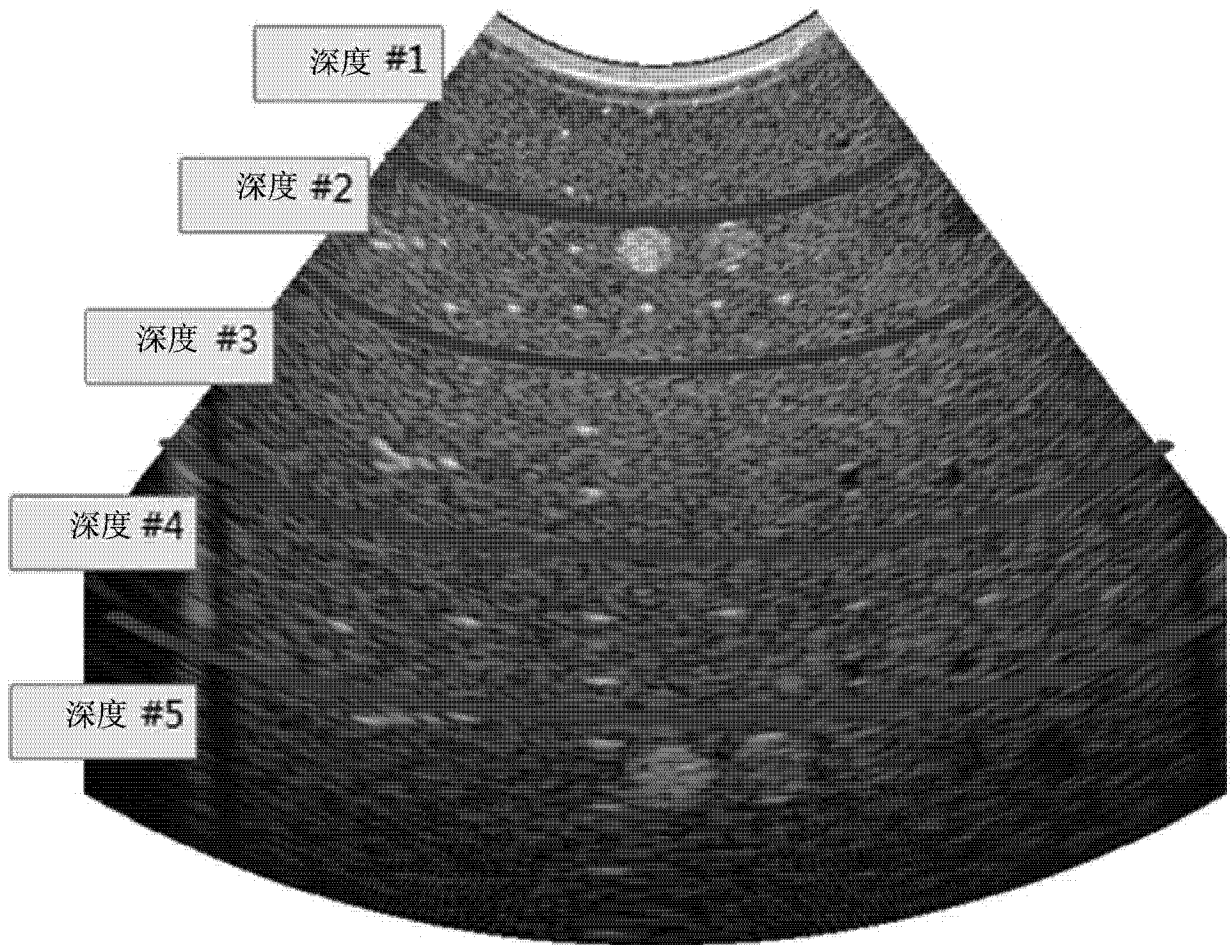


图 4C

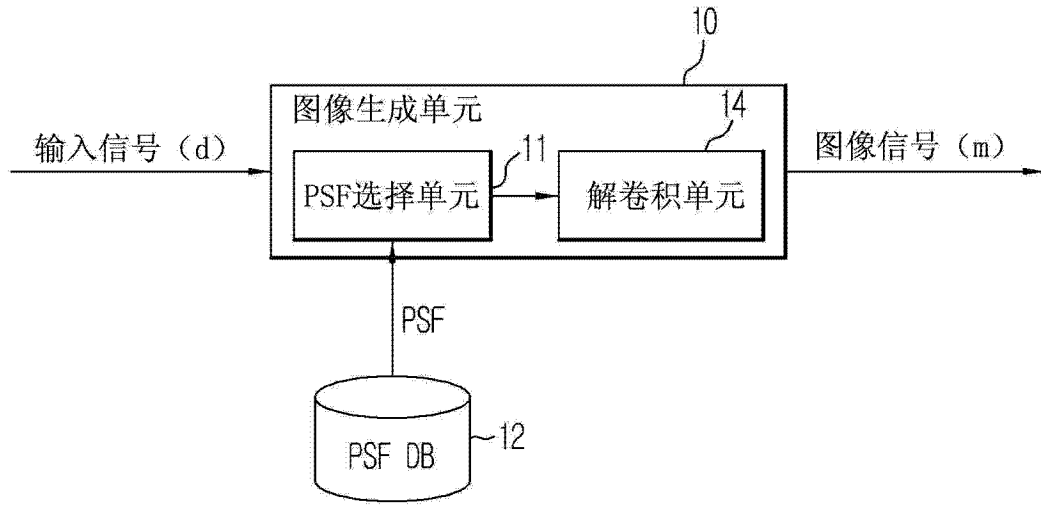


图 5

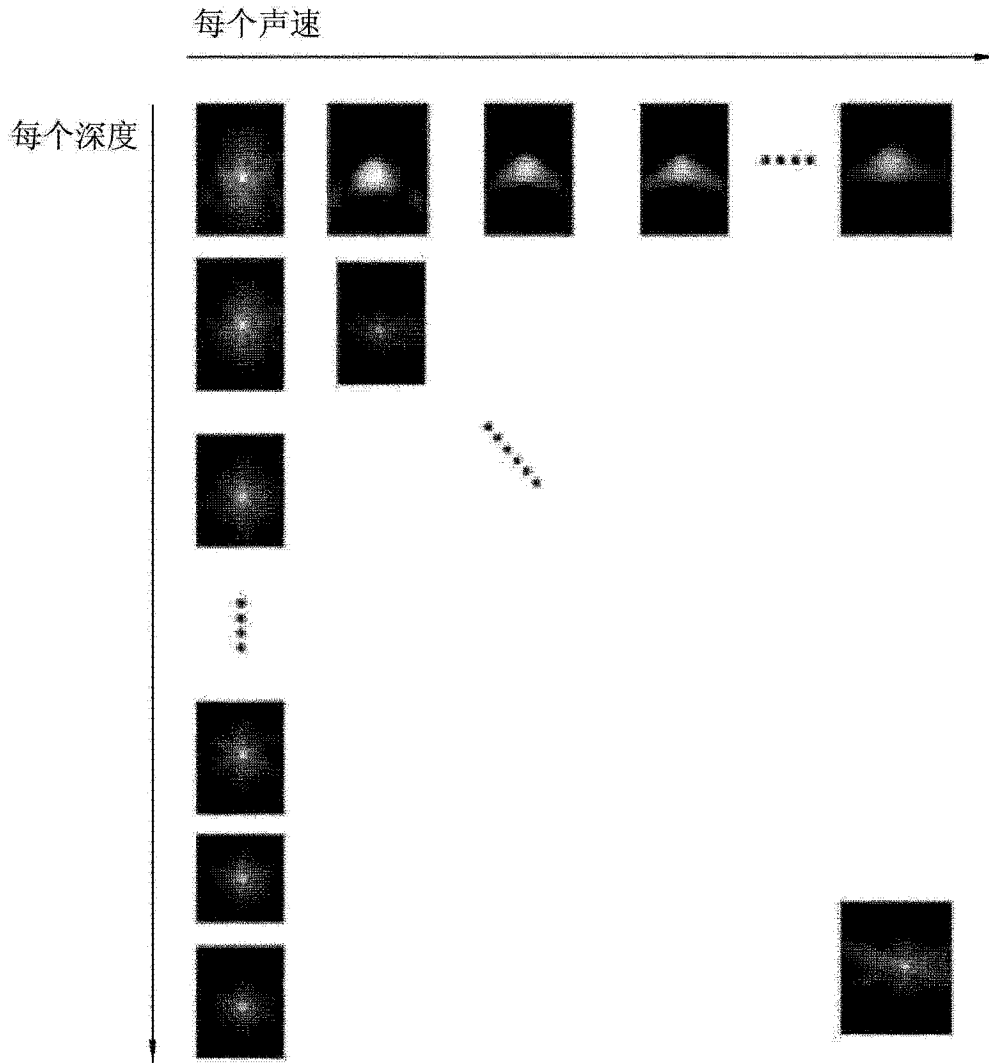


图 6

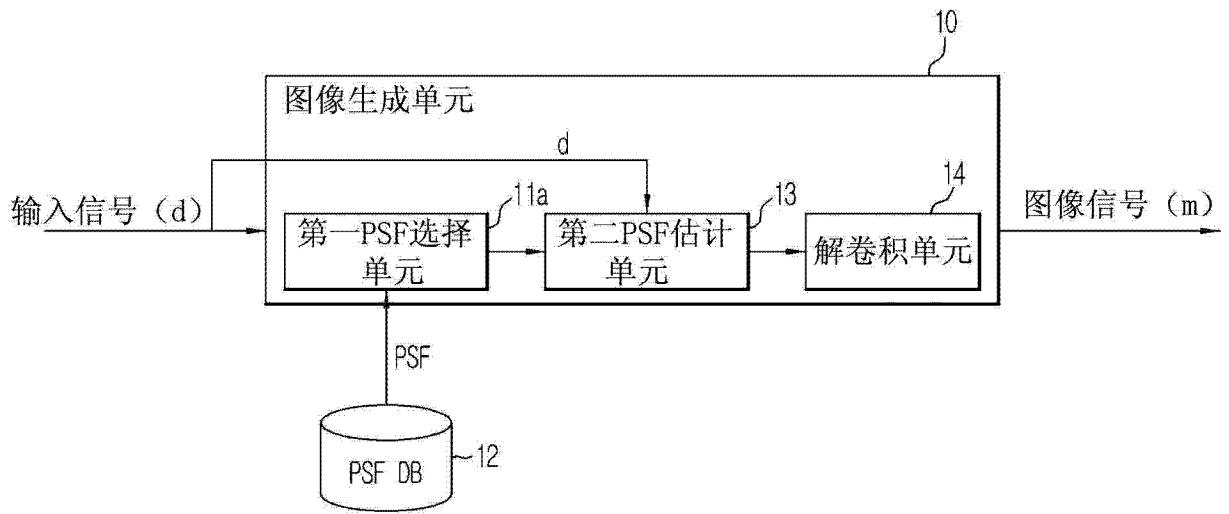


图 7

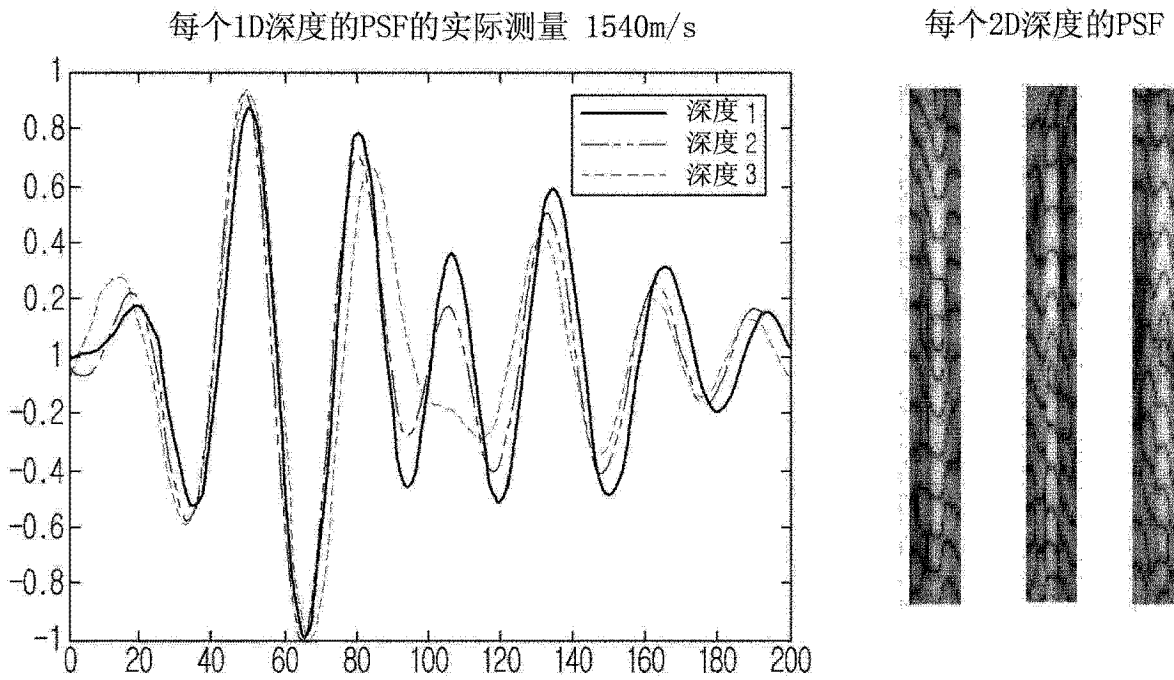


图 8

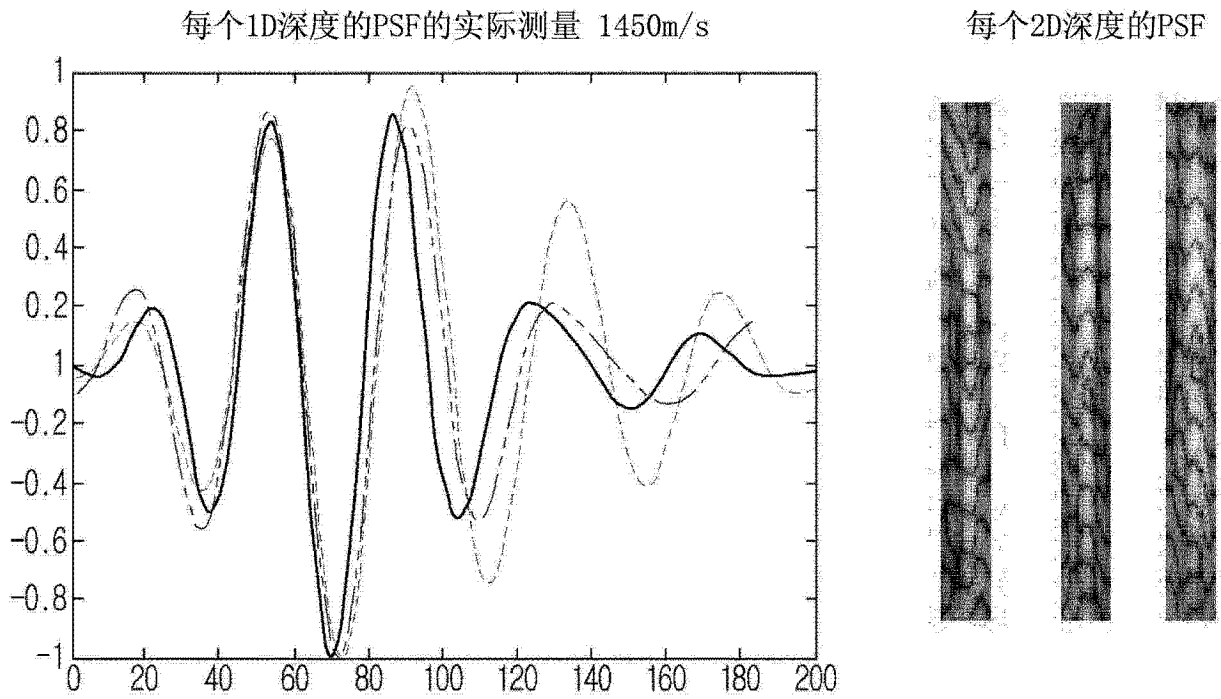


图 9

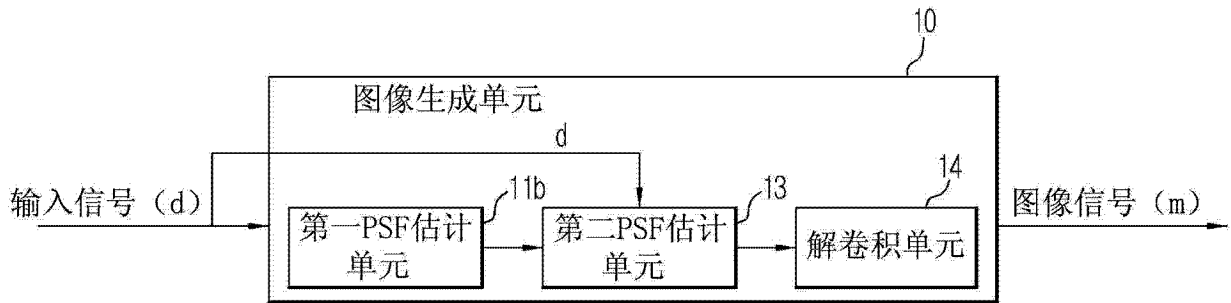


图 10

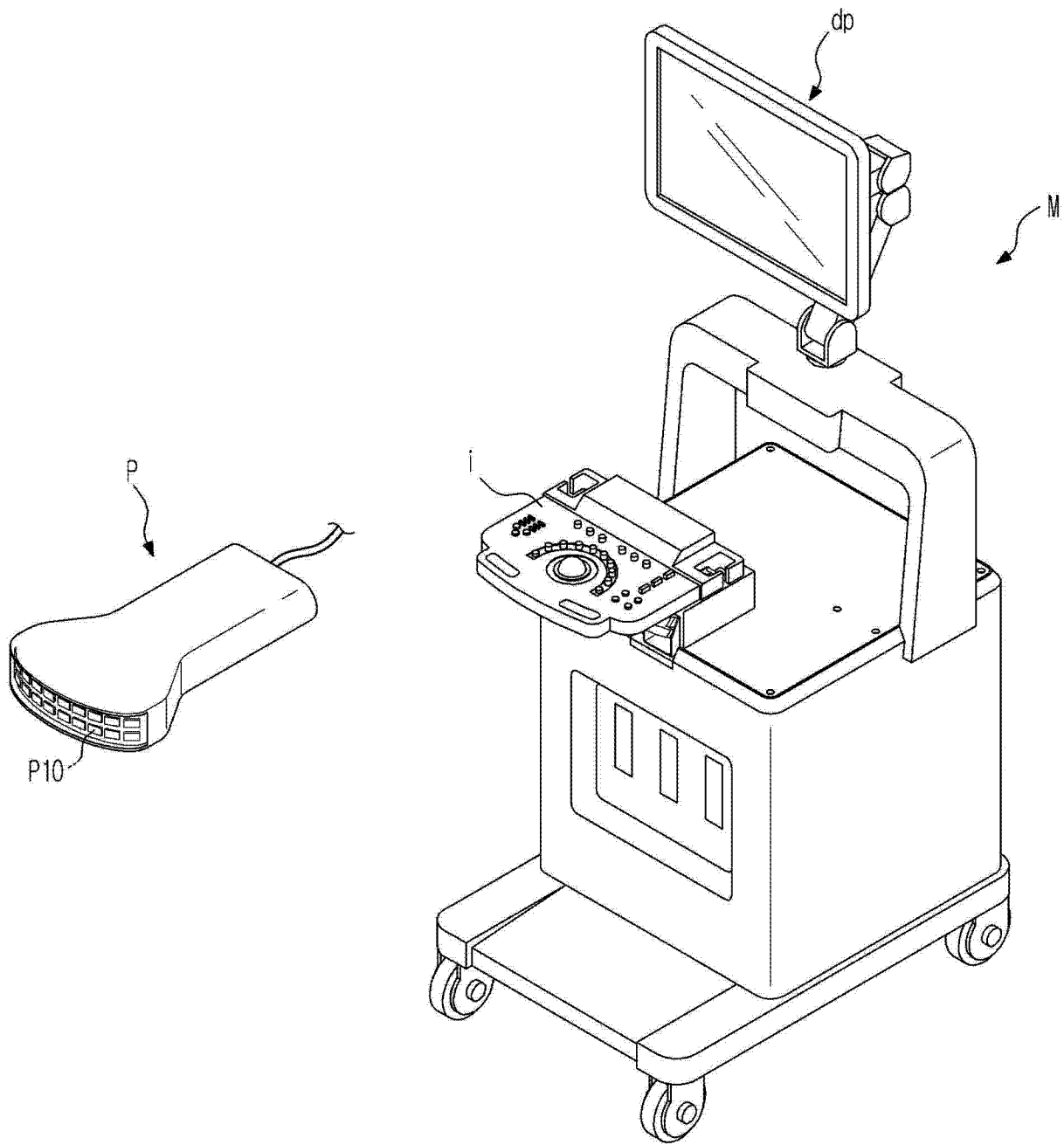


图 11

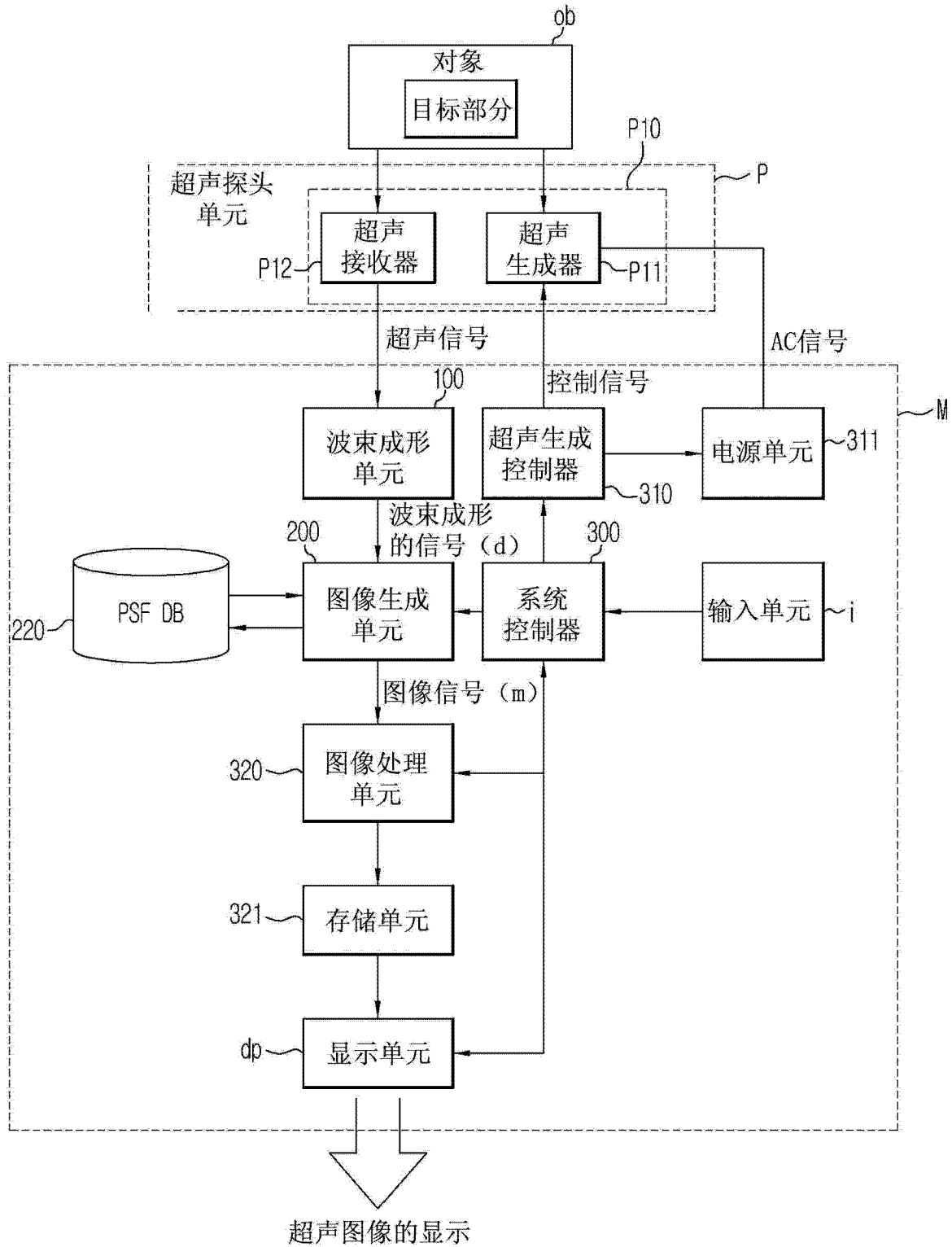


图 12

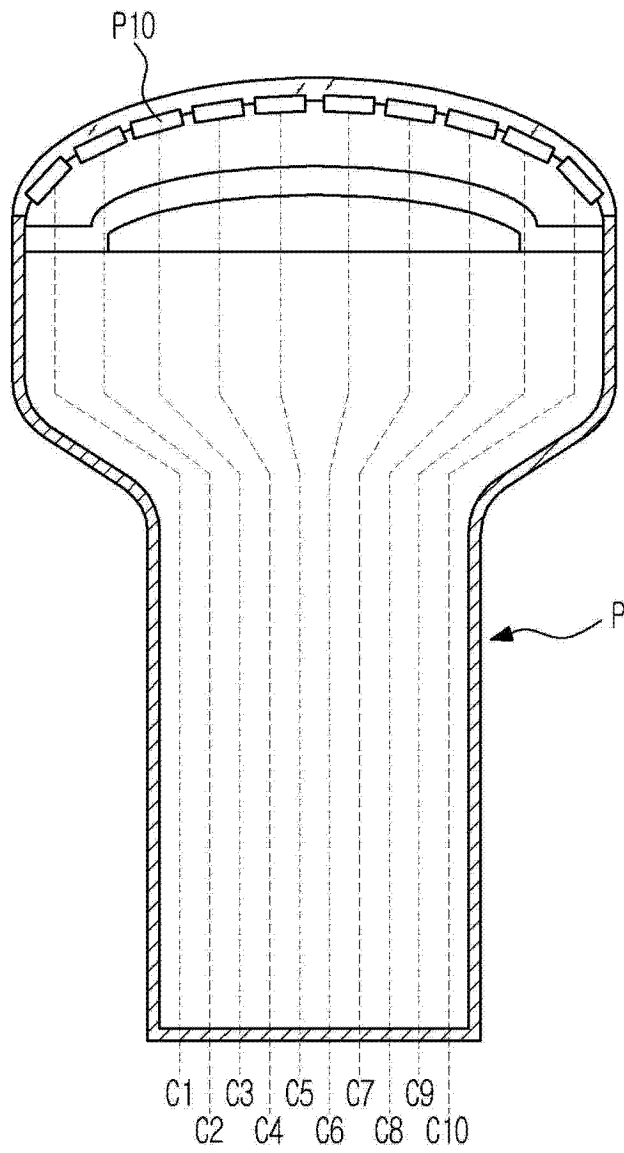


图 13

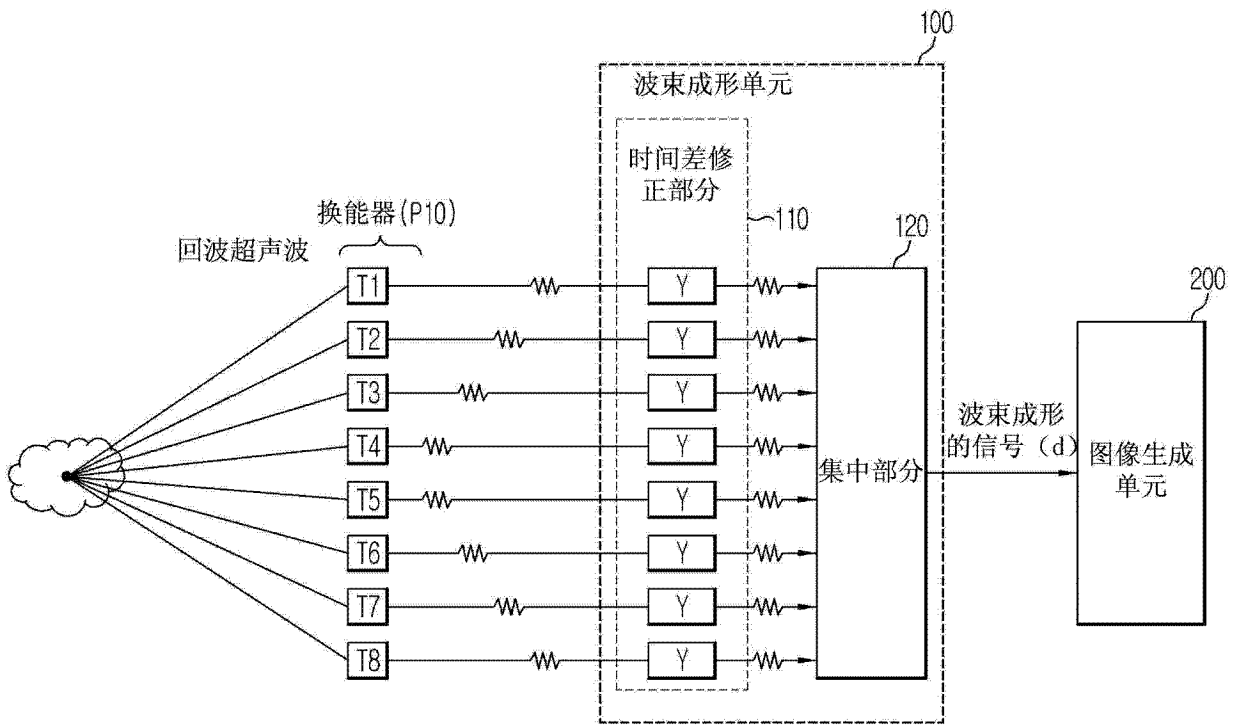


图 14

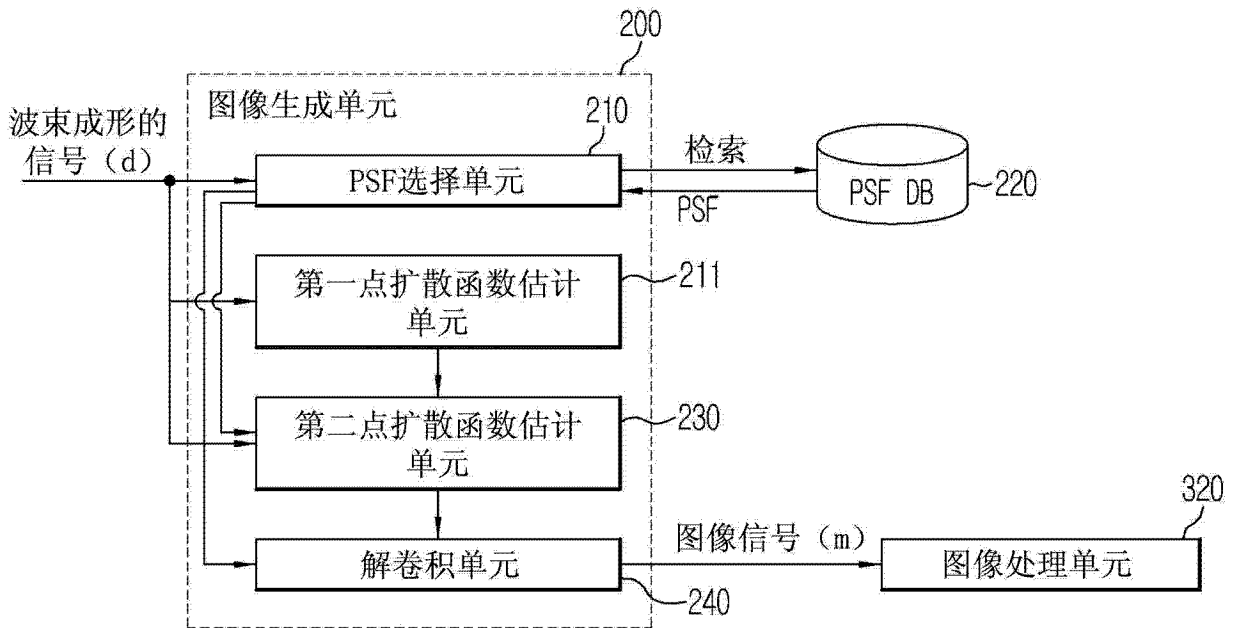


图 15

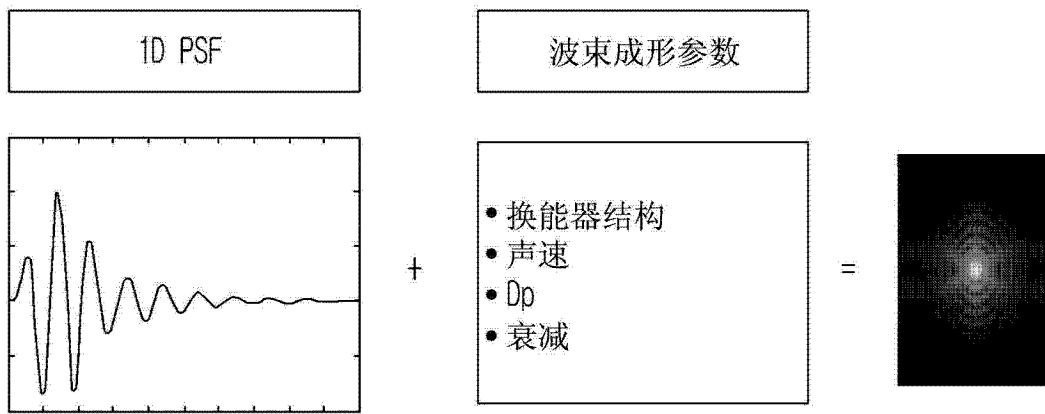


图 16

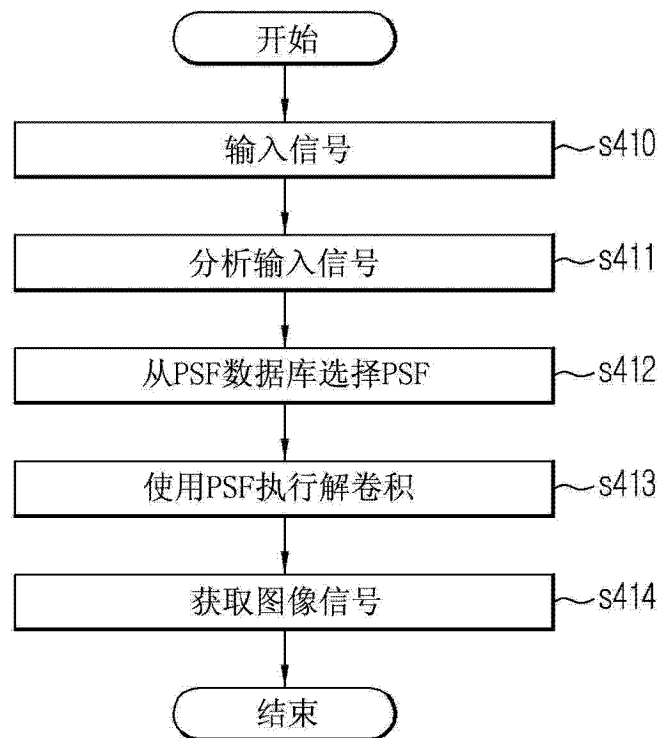


图 17

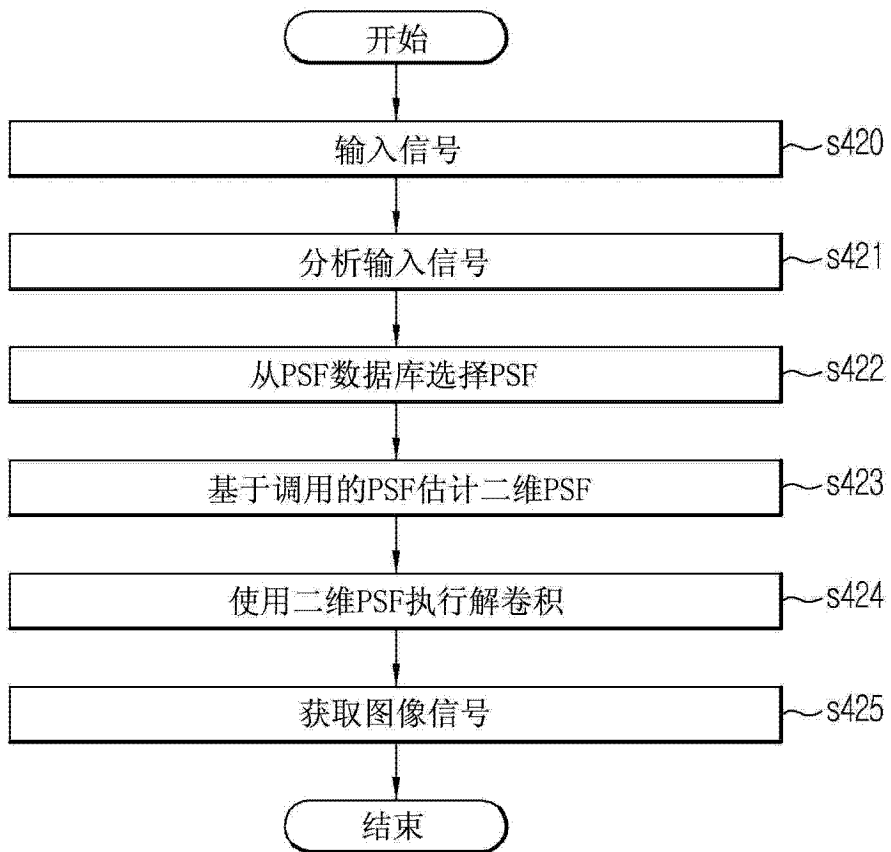


图 18

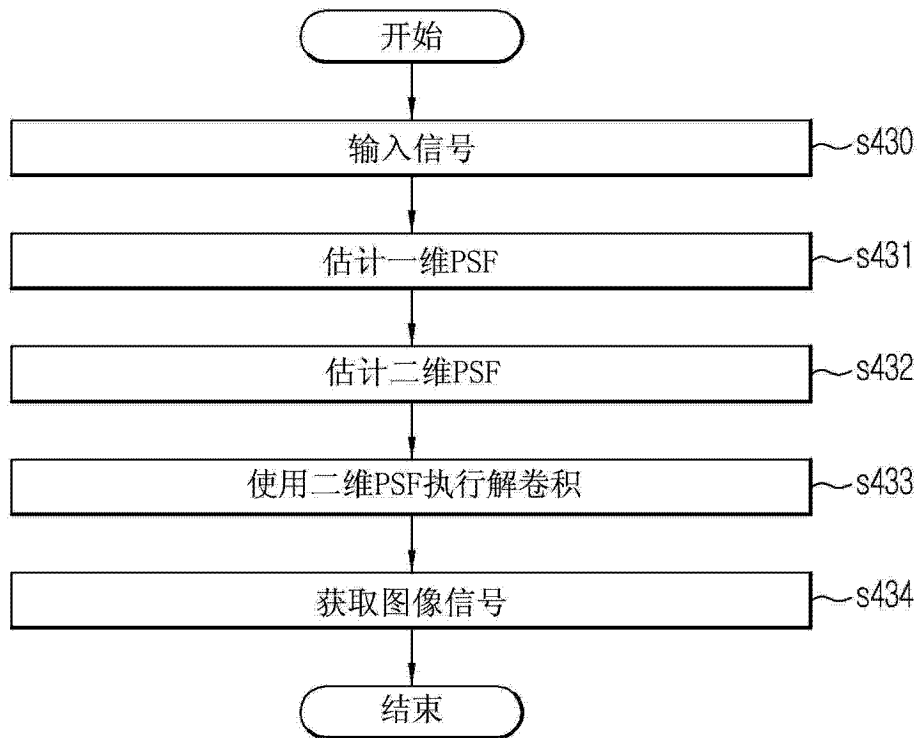


图 19

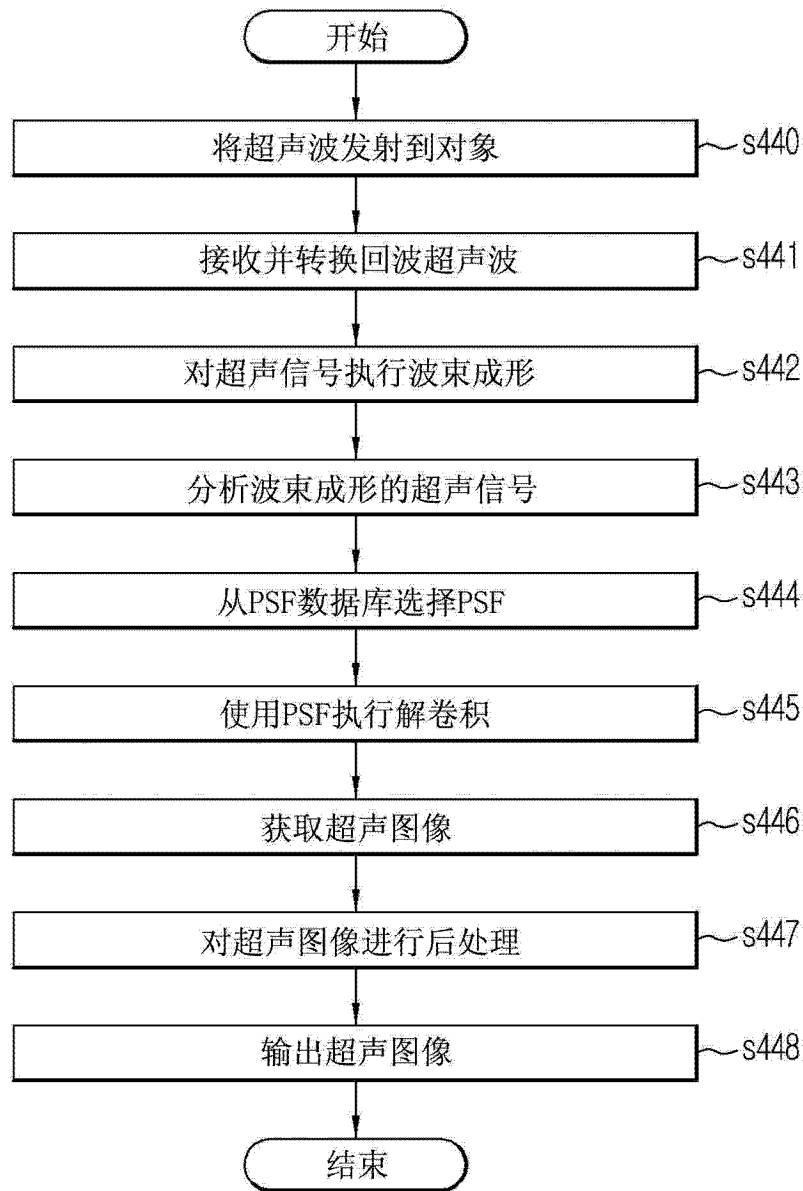


图 20

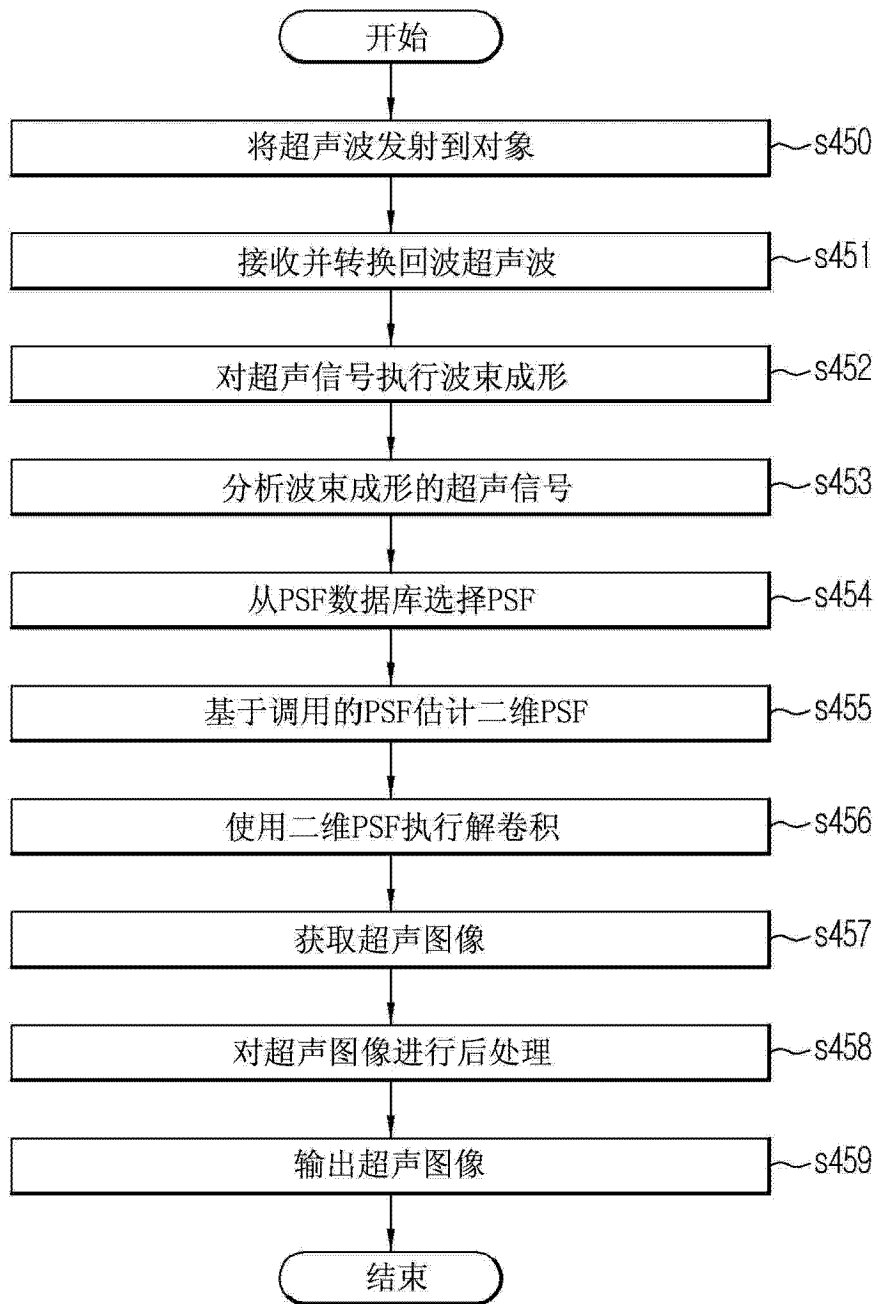


图 21

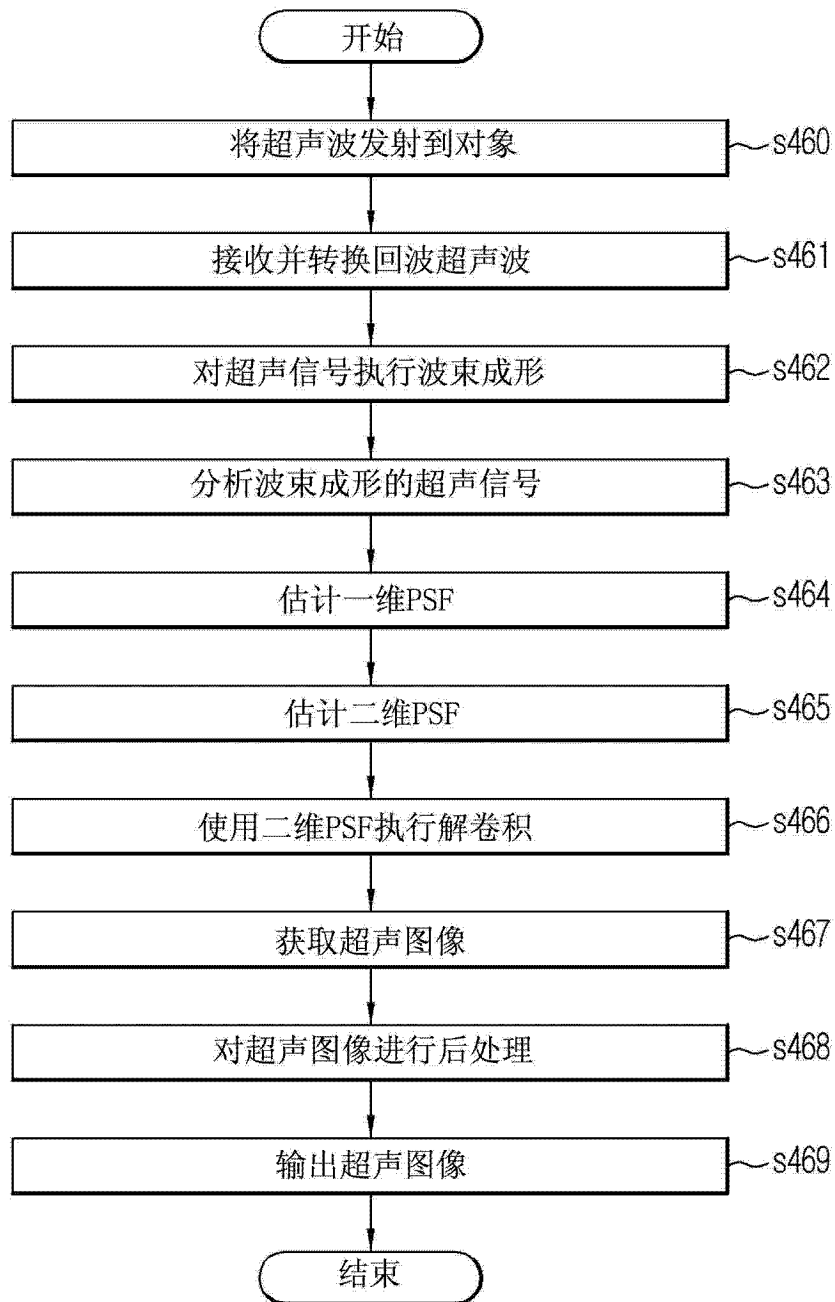


图 22

|                |   |         |            |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 图像处理模块和图像处理方法   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN103565473A</a>  | 公开(公告)日 | 2014-02-12 |
| 申请号            | CN201310319539.9  | 申请日     | 2013-07-26 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 三星电子株式会社  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 三星电子株式会社  |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 三星电子株式会社  |         |            |
| [标]发明人         | 姜周泳<br>朴成灿<br>金圭洪<br>金晶滢  |         |            |
| 发明人            | 姜周泳<br>朴成灿<br>金圭洪<br>金晶滢  |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/00 A61B8/08   |         |            |
| CPC分类号         | G01S7/52047 G01S15/8977 G06T2207/10132 G06T5/003 G01S7/52049 A61B8/14 |         |            |
| 优先权            | 1020130063737 2013-06-03 KR<br>61/676548 2012-07-27 US                |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>                        |         |            |

摘要(译)

本发明公开一种图像处理模块和图像处理方法。所述超声成像设备包括：超声探头单元，将超声波发射到对象的目标部分，接收被对象的目标部分反射的回波超声波，并将接收的回波超声波转换为超声信号；波束成形单元，对超声信号执行波束成形，并输出波束成形的超声信号；图像生成单元，基于波束成形的超声信号估计至少一个点扩散函数，从而生成图像。图像生成单元可从点扩散函数数据库提取至少一个点扩散函数以决定至少一个点扩散函数，从而生成图像。可选择地，图像生成单元可决定第一点扩散函数，使用第一点扩散函数决定第二点扩散函数，并使用第二点扩散函数生成图像。

