



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101897600 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201010197260. 4

CN 1431624 A, 2003. 07. 23,

(22) 申请日 2010. 05. 26

CN 1646064 A, 2005. 07. 27,

(30) 优先权数据

审查员 孔祥云

12/471732 2009. 05. 26 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 林峰 M·塞耶德-博洛富罗什

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 柯广华 徐予红

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005/0033175 A1, 2005. 02. 10,

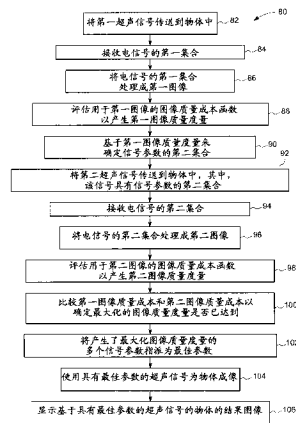
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

用于自动超声图像优化的系统和方法

(57) 摘要

提供一种方法,包括:将具有多个第一信号参数的第一超声信号传送到物体中;接收表示该信号的反射的电信号集合并将其处理成第一图像;评估第一图像的图像质量成本函数以产生第一图像质量度量,并基于该度量来确定第二多个信号参数;将具有第二多个信号参数的第二超声信号传送到物体中,并且接收表示该信号的反射的电信号集合并将其处理成第二图像;评估第二图像的图像质量成本函数以产生第二图像质量度量;比较第一和第二图像质量度量以确定最大化图像质量度量是否已达到,以及指派产生了最大化图像质量度量的多个信号参数作为最佳参数;使用具有最佳参数的超声信号为物体成像和显示物体。



1. 一种用于物体的超声成像中的自动图像优化的方法,所述方法包括:
将第一超声信号传送到所述物体中,所述第一超声信号具有第一多个信号参数;
接收表示来自所述物体的所述第一超声信号的反射的电信号的第一集合;
将电信号的所述第一集合处理成包括图像质量因子的集合的第一图像;
评估用于所述第一图像的图像质量成本函数以产生第一图像质量度量;
基于所述第一图像质量度量来确定第二多个信号参数;
将第二超声信号传送到所述物体中,所述第二超声信号具有所述第二多个信号参数;
接收表示来自所述物体的所述第二超声信号的反射的电信号的第二集合;
将电信号的所述第二集合处理成包括图像质量因子的所述集合的第二图像;
评估用于所述第二图像的图像质量成本函数以产生第二图像质量度量;
比较所述第一图像质量度量和所述第二图像质量度量以确定最大化的图像质量度量是否已达到;
指派产生了所述最大化的图像质量度量的多个信号参数作为最佳参数;
使用具有所述最佳参数的超声信号为所述物体成像;
显示基于具有所述最佳参数的所述超声信号的所述物体的结果图像;以及
其中所述评估包括计算图像质量成本函数,所述图像质量成本函数定义为多个图像质量因子的加权和。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述传送包括经超声换能器来传送。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述第一多个信号参数和所述第二多个信号参数包括多个波束形成参数和多个图像处理参数。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其中所述波束形成参数包括频率、脉冲长度、传送孔径大小、接收孔径大小、脉冲重复频率、束线密度、聚焦区的数量及聚焦区的位置中的至少一项。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述图像质量因子包括空间分辨率、信噪比、帧速率、所述物体内的穿透及图像伪影。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述接收包括对电信号的所述第二集合和电信号的所述第一集合波束形成。
7. 一种用于物体的超声成像中的图像优化的系统,所述系统包括:
超声换能器,声耦合到所述物体,所述超声换能器配置成:
将第一超声信号和第二超声信号传送到所述物体中,其中所述第一超声信号和所述第二超声信号分别包括第一多个信号参数和第二多个信号参数;以及
将来自所述物体的反射的超声信号的第一集合和反射的信号的所述第二集合转换成相应的电信号的第一集合和电信号的第二集合;
处理器,耦合到所述超声换能器,所述处理器配置成:
将电信号的所述第一集合和电信号的所述第二集合处理成包括图像质量因子的集合的第一图像和第二图像;
评估用于所述第一图像和所述第二图像的图像质量成本函数以产生第一图像质量度量和第二图像质量度量;
基于所述第一图像质量度量来确定所述第二多个信号参数;
比较所述第一图像质量度量和所述第二图像质量度量以确定最大化的图像质量度量

是否已达到；

指派产生了所述最大化的图像质量度量的多个信号参数作为最佳参数；

使用具有所述最佳参数的超声信号为所述物体成像；

显示监视器，配置成基于来自具有所述最佳参数的所述超声信号的所成像的物体，显示所述物体的结果图像；以及

其中所述图像质量成本函数定义为多个图像质量因子的加权和。

8. 如权利要求 7 所述的系统，其中所述超声换能器包括手持式超声换能器。

9. 如权利要求 7 所述的系统，其中所述物体是活体。

10. 如权利要求 7 所述的系统，其中所述处理器配置成波束形成电信号的所接收的第一集合和电信号的所述第二集合。

11. 如权利要求 7 所述的系统，其中所述第一多个信号参数和所述第二多个信号参数包括波束形成参数和图像处理参数。

12. 如权利要求 11 所述的系统，其中所述波束形成参数包括频率、脉冲长度、传送孔径大小、接收孔径大小、脉冲重复频率、束线密度、聚焦区的数量及聚焦区的位置中的至少一项。

13. 如权利要求 11 所述的系统，其中所述图像处理参数包括接收滤波器、增益分区和动态范围压缩。

14. 如权利要求 7 所述的系统，其中所述图像质量因子包括空间分辨率、信噪比、帧速率、所述物体内的穿透及图像伪影。

用于自动超声图像优化的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明主要涉及超声成像系统,并且更具体地说,涉及此类系统中的自动图像优化。

背景技术

[0002] 使用超声来产生用于医疗诊断的图像由于其不电离的性质、产生源于各种软组织的力学属性中固有的差异的图像的能力及技术的进步而变得普遍。当前应用包括检查心脏、腹部和胎儿。在大部分领域中,诊断现在一般基于结构的大小、位置、轮廓和运动及其相对透射和反射属性。

[0003] 通常,对于典型的超声扫描仪,用户需要执行多个操作以获得优化的图像,这既耗时又是依赖操作员的。此外,经验不足的用户可能生成次佳的图像,增加了不正确诊断的风险。

[0004] 普遍的实践是为每个超声探头和每个临床应用预设成像参数。在此情况下,扫描仪将无需用户调整而对一般患者具有良好的性能。然而,此类方案未处理对超声成像关键的患者依赖性。

[0005] 自动增益优化也在超声扫描仪中广泛实现。采集的图像被分析,并且调整局部幅度以获得最佳图像亮度、对比度和均匀性。然而,此类技术只致力于部分图像优化问题,并且未解决对图像质量也关键的基本波束形成参数,例如,诸如频率、孔径大小。

[0006] 因此,期望有改进的超声成像系统以致力于一个或多个上述问题。

发明内容

[0007] 根据本发明的一个实施例,提供一种用于物体的超声成像中的自动图像优化的方法。该方法包括将第一超声信号传送到物体中,其中,该信号具有多个第一信号参数。该方法还包括接收表示来自物体的第一超声信号的反射的电信号的第一集合。该方法还包括将电信号的第一集合处理成第一图像。该方法还包括评估用于第一图像的图像质量成本函数(image quality cost function)以产生第一图像质量度量。该方法还包括基于第一图像质量度量来确定第二多个信号参数。该方法还包括将第二超声信号传送到物体中,其中,该信号具有第二多个信号参数。该方法还包括接收表示来自物体的第二超声信号的反射的电信号的第二集合。该方法还包括将电信号的第二集合处理成第二图像。该方法还包括评估用于第二图像的图像质量成本函数以产生第二图像质量度量。该方法还包括比较第一图像质量度量和第二图像质量度量以确定最大化的图像质量度量是否已达到。该方法还包括指派产生了最大化的图像质量度量的多个信号参数作为最佳参数。该方法还包括使用具有最佳参数的超声信号为物体成像。该方法还包括显示基于具有最佳参数的超声信号的物体的结果图像。

[0008] 根据本发明的另一个实施例,提供一种用于物体的超声成像中的自动图像优化的系统。该系统包括声耦合到物体的超声换能器,其中,超声换能器配置成将第一超声信号和

第二超声信号传送到物体中,其中,第一超声信号和第二超声信号分别包括信号参数的第一集合和信号参数的第二集合。超声换能器还将来自物体的反射的超声信号的第一集合和反射的信号的第二集合转换成相应的电信号的第一集合和电信号的第二集合。耦合到超声换能器的处理器将电信号的第一集合和电信号的第二集合处理成第一图像和第二图像。处理器评估用于第一图像和第二图像的图像质量成本函数以产生第一图像质量度和第二图像质量度。处理器还基于第一图像质量度来确定信号参数的第二集合。处理器还包括比较第一图像质量度和第二图像质量度以确定最大化的图像质量度是否已达到。产生最大化图像质量度的多个参数被指派为最佳参数。物体还使用具有最佳参数的超声信号来成像。显示监视器配置成基于来自具有最佳参数的超声信号的成像物体,显示物体的结果图像。

附图说明

[0009] 参照附图阅读以下详细说明时,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解,附图中类似的字符表示遍布图形的类似部分,其中:

[0010] 图 1 是根据本发明的一实施例、用于物体的超声成像的系统的框图表示。

[0011] 图 2 是根据本发明的一实施例的流程图,其表示用于物体的超声成像中的图像优化的方法中的步骤。

[0012] 图 3 是根据本发明的一实施例的示范自动图像优化系统的示意图,该系统调整超声图像的轴/横向空间分辨率和信噪比。

具体实施方式

[0013] 本发明的实施例针对用于超声图像优化的系统和方法。该技术包括通过调整例如波束形成参数和信号处理参数的超声成像参数来动态实现图像质量的优化的图像质量成本函数。当在本文使用时,术语“波束形成”是指用于定向信号传送或接收的技术。波束形成过程控制在多个超声换能器元件生成的信号组合成超声波束前这些信号的相位和相对幅度,以便在波阵面中形成建设性和破坏性干扰的型式。波束形成参数的非限制性示例可包括传送频率、传送/接收孔径大小、传送/接收变迹(apodization)、聚焦区的数量及聚焦区的深度。

[0014] 图 1 是用于例如活体的物体 14 的超声成像的系统 10 的框图表示。系统 10 包括声耦合到物体 14 的超声换能器 16。在一个实施例中,超声换能器 16 包括手持式超声换能器。超声换能器 16 将第一超声信号 18 传送到物体 14 中。第一超声信号 18 包括多个第一信号参数。反射的超声信号 22 的第一集合转换成电信号的第一集合 24。耦合到超声换能器 16 的处理器 28 处理电信号的第一集合 24,将处理后的图像数据 29 输出成由显示监视器 34 显示的第一图像 32。处理器 28 为第一图像 32 评估由标号 36 引用的图像质量成本函数。在一特定实施例中,在生成最终图像前,在信号链的各个位置处理图像数据。图像数据可以是 RF 数据或仅幅度信号。在另一个实施例中,处理最终图像以获得图像质量信息,但它一般更不可靠。应注意的是,信号参数与信号处理期间和接收、传送相关联。

[0015] 参数的第二集合基于第一图像 32 的第一图像质量度来确定。该过程对具有参数的第二集合的超声信号 46 的第二集合重复进行。反射的超声信号 45 的第二集合由超声

换能器 16 作为电信号的第二集合 47 来传送。信号 47 由处理器作为图像数据 49 输出以获得结果的第二图像 52。处理器 28 为第二图像 52 计算第二图像质量度量,并且还比较第二图像质量度量和第一图像质量度量以确定最大化的图像质量是否已达到。存在达到最大化的图像质量的各种情形。在一个实施例中,第二图像可具有比第一图像更差的质量。在另一个实施例中,连续图像质量度量的曲线停止增加。在仍有的另一个实施例中,两个计算的图像质量度量具有小于预定阈值的差别。在另一个实施例中,达到允许的最大迭代次数的阈值。

[0016] 在一个实施例中,在图像质量已最大化时,计算与最大化的图像质量度量相关联的多个参数,并将其指派为最佳参数,并且在显示监视器 34 上显示最佳图像。当在本文使用时,术语“最佳图像”是指通过由图像的质量的客观测量而已确定为最佳的参数所产生的图像。在一备选实施例中,在图像质量度量未最大化时,整个过程重复进行,直至达到最大化的图像质量。在一个实施例中,处理器调整例如但不限于频率、传送脉冲长度、标称音速、传送孔径大小、接收孔径大小、脉冲重复频率、束线密度、聚焦区的数量及聚焦区的位置中至少一项的波束形成参数。波束形成参数是软件可配置的,并且因此可完全自动执行而无需用户干预。在一示范实施例中,孔径大小实际上是用于传送或接收并且以电子方式控制的活动孔径大小。在另一个实施例中,处理器调整例如但不限于接收滤波器、增益分区和动态范围压缩的图像处理参数。

[0017] 图像质量因子基本上是有联系的。提高一个因子可对另一个因子具有逆影响。例如,能通过增加传送频率来提高超声图像的空间分辨率。然而,那将降低穿透。在另一个示范实施例中,能通过降低束线密度来提高超声图像的帧速率。然而,那将降低空间分辨率。因此,成本函数是评估图像质量因子的影响的最佳工具。图像优化问题转变成将成本函数最大化的数学问题。图像质量成本控制函数作为图像参数的函数可表示为:

$$[0018] \quad \text{Cost}(x) = \sum cY(x)$$

[0019] 其中,向量 Y 表示图像质量因子,向量 X 表示影响图像质量的图像参数,以及 c 是加权系数的向量。系数可以是非线性的。图像优化问题实际上要求计算将上述成本函数最大化的 X。通常,成本函数可以是图像质量因子的任何函数,表示不同质量因子内的复杂关系:

$$[0020] \quad \text{Cost}(x) = f[Y(x)]$$

[0021] 在超声图像优化方面,存在各种输入输出关系。在一特定实施例中,改变输入(成像参数)可影响多个输出(图像质量因子)。输入的非限制性示例包括传送频率、脉冲长度、传送孔径大小、作为深度的函数的接收频率和带宽、接收孔径大小、脉冲重复频率(顺序发射的传送脉冲的频率)、束线密度(形成图像的束线的数量)及聚焦区数量和聚焦区的位置。输出的非限制性示例包括空间分辨率(包括纵向和横向分辨率)、对比度分辨率(部分由旁瓣电平来确定)、穿透、图像均匀性、帧速率及图像伪影(雾、混响(reverberation)等)。

[0022] 输入可以复杂的方式影响多个输出。在一特定实施例中,更高的传送频率可提高空间分辨率,但降低 SNR、穿透及帧速率。在另一个实施例中,增加孔径大小可提高空间分辨率,但导致图像均匀性的退化和帧速率的下降。在仍有的另一个实施例中,增加聚焦区的数量可提高图像均匀性,但降低帧速率。在一个实施例中,更高的脉冲重复频率可增加帧速

率,但造成更多的声衰减混响伪影。此外,对于不同的患者和/或应用,优化(或折衷)可以不同。例如,对于其中信噪比和成像不是问题的简单患者,可增加频率以提高穿透;而对于其中信噪比是问题的困难患者,可降低频率以确保可接受的穿透。在另一个实施例中,对于快速移动的组织,可增加帧速率以跟踪组织。在此类情况下,可为更佳的帧速率而牺牲空间分辨率和图像均匀性,并且典型的调整可以是降低束线密度和/或降低聚焦区的数量。

[0023] 应注意的,本发明的实施例不限于用于执行本发明的处理任务的任何特定处理器。术语“处理器”在本文使用时旨在表示能够执行对于执行本发明的任务所必需的运算或计算的任何机器。术语“处理器”旨在表示能够接受结构化输入并且根据规定的规则来处理输入以产生输出的任何机器。还应注意的是,正如本领域的技术人员将理解的,短语“配置成”在本文使用时表示处理器装配有用于执行本发明的任务的硬件和软件的组合。

[0024] 图 2 是流程图,表示用于物体的超声成像中的图像优化的方法 80 中的步骤。方法 80 包括在步骤 82 中将第一超声信号传送到物体中,其中,该信号具有信号参数的第一集合。在一特定实施例中,超声信号经超声换能器来传送。在步骤 84 中,接收表示来自物体的第一超声信号的反射的电信号的第一集合。在步骤 86 中,电信号的第一集合被处理成第一图像。在一个实施例中,处理电信号的第一集合和电信号的第二集合。在步骤 88 中,评估用于第一图像的图像质量成本函数以产生第一图像质量度量。在一个实施例中,图像质量成本函数定义为多个图像质量因子的加权和。图像质量因子的非限制性示例包括空间分辨率、信噪比、帧速率、物体内的穿透及图像伪影。在步骤 90 中,基于第一图像质量因子来预测信号参数的第二集合。在一个特定实施例中,经模拟有经验的超声用户的智能优化算法,基于第一集合的图像质量因子来执行信号参数的第二集合的预测。例如,如果在第一集合中穿透的质量因子正在缺乏,则一般情况下需要减小频率。如果帧速率小于所期望的,则需要减小束线密度。智能优化算法可使用那些领域中的专家公知的动态编程或决策树的框架来实现。在一个实施例中,信号参数的第一集合和信号参数的第二集合包括多个波束形成参数和多个图像处理参数。在另一个实施例中,波束形成参数包括频率、脉冲速率、传送孔径大小、接收孔径大小、脉冲重复频率、束线密度、聚焦区的数量及聚焦区的位置中的至少一项。在另一个实施例中,图像处理参数包括接收滤波器、增益分区和动态范围压缩。

[0025] 在步骤 92 中,第二超声信号传送到物体中,其中,第二超声信号具有信号参数的第二集合。在步骤 94 中,接收表示来自物体的第二超声信号的反射的电信号的第二集合。在步骤 96 中,电信号的第二集合被处理成第二图像。在步骤 98 中,对第二图像评估图像质量成本函数以产生第二图像质量度量。在步骤 100 中,比较第一图像质量度量和第二图像质量度量以确定最大化的图像质量度量是否已达到。在步骤 102 中,将产生最大化的图像质量度量的多个信号参数指派为最佳参数。在步骤 104 中,使用具有最佳参数的超声信号来为物体成像。在步骤 106 中,显示基于具有最佳参数的超声信号的物体的结果图像。

[0026] 图 3 是示范自动图像优化系统 120 的示意图,其通过估计由显示器 122 显示的超声图像数据 121 的轴向/横向空间分辨率、信噪比及穿透因子,调整传送波形设置(频率和带宽)。影响轴向/横向空间分辨率和信噪比的因子包括由标号 124 引用的频率和带宽。如本文中所示,基于在处理器 28(图 1)中生成的图像来估计时间频率和带宽 124 及信噪比 126。估计的频率和带宽及信噪比被馈送到由标号 130 引用的图像质量成本函数中,该函数调整孔径大小以输出具有图像的改进的轴向和横向分辨率及信噪比的图像 132。如果最大

化的图像质量度量未达到,则在反馈环路中如标号 134 所引用的迭代地执行频率优化。在一特定实施例中,接收包含信号和噪声的图像帧。还接收只包含噪声的从零传送幅度获得的噪声帧。信噪比 126 随后被计算并馈送到图像质量成本函数 130 中。

[0027] 上述用于超声图像优化的系统和方法的各种实施例因此提供了一种方式以实现用于优化图像质量的方便、有效的方式。该技术也是自动化的,由此消除了操作员依赖性。此外,所述系统和技术考虑了具成本效益的方式。

[0028] 要理解,上述所有此类目的或优点不一定可根据任何特定实施例来实现。因此,例如,本领域的技术人员将认识到,本文所述的系统和技术可以在实现或优化本文教导的一个优点或一组优点而不一定实现如本文可能教导或暗示的其它目的或优点的方式中实施或执行。

[0029] 此外,技术人员将认识到来自不同实施例的各种特征的可交换性。例如,相对于一个实施例的手持式超声换能器的使用能适合与相对于另一个实施例所述的配置成调整帧速率的图像质量成本函数一起使用。类似地,所述各种特征以及每个特征的其它已知等效特征能由本领域的技术人员混合和匹配以构成根据本公开的原理的另外系统和技术。

[0030] 虽然本发明仅结合有限数量的实施例来详细描述,但应容易理解,本发明并不限于这些公开的实施例。相反,本发明能进行修改以结合此前未描述但与本发明的精神和范围相称的任何数量的变化、改变、替代或等效布置。另外,虽然已描述本发明的各种实施例,但要理解,本发明的方面可仅包括所述实施例的一些。因此,本发明不可视为受以上描述限制,而只受随附权利要求的范围限制。

[0031] 作为新的来要求权利的并期望受美国的专利特许证保护的是:

[0032] 要素列表

- [0033] 10 用于物体的超声成像的系统
- [0034] 14 物体
- [0035] 16 超声换能器
- [0036] 18 第一超声信号
- [0037] 22 反射的超声信号的第一集合
- [0038] 24 电信号的第一集合
- [0039] 28 处理器
- [0040] 29 处理的图像数据
- [0041] 32 第一图像
- [0042] 34 显示监视器
- [0043] 36 图像质量成本函数
- [0044] 45 反射的超声信号的第二集合
- [0045] 46 具有参数的第二集合的超声信号的第二集合
- [0046] 47 电信号的第二集合
- [0047] 49 图像数据
- [0048] 52 结果第二图像
- [0049] 80 用于物体的超声成像中的图像优化的方法
- [0050] 82 将第一超声信号传送到物体中

- [0051] 84 接收表示来自物体的第一超声信号的反射的电信号的第一集合
- [0052] 集合
- [0053] 86 将电信号的第一集合处理成第一图像
- [0054] 88 评估用于第一图像的图像质量成本函数以产生第一图像质量度量
- [0055] 度量
- [0056] 90 基于第一图像质量度量来预测信号参数的第二集合
- [0057] 92 将第二超声信号传送到物体中
- [0058] 94 接收表示来自物体的第二超声信号的反射的电信号的第二集合
- [0059] 集合
- [0060] 96 将电信号的第二集合处理成第二图像
- [0061] 98 评估用于第二图像的图像质量成本函数以产生第二图像质量度量
- [0062] 度量
- [0063] 100 比较第一图像质量度量和第二图像质量度量以确定最大化的图像质量度量是否已达到
- [0064] 的图像质量度量是否已达到
- [0065] 102 指派产生了最大化的图像质量度量的多个信号参数作为最佳参数
- [0066] 最佳参数
- [0067] 104 使用具有最佳参数的超声信号为物体成像
- [0068] 106 显示基于具有最佳参数的超声信号的物体的结果图像
- [0069] 120 示范自动化图像优化系统
- [0070] 121 超声图像数据
- [0071] 122 显示器
- [0072] 124 频率和带宽
- [0073] 126 信噪比
- [0074] 130 图像质量成本函数
- [0075] 132 输出图像
- [0076] 134 迭代的频率优化

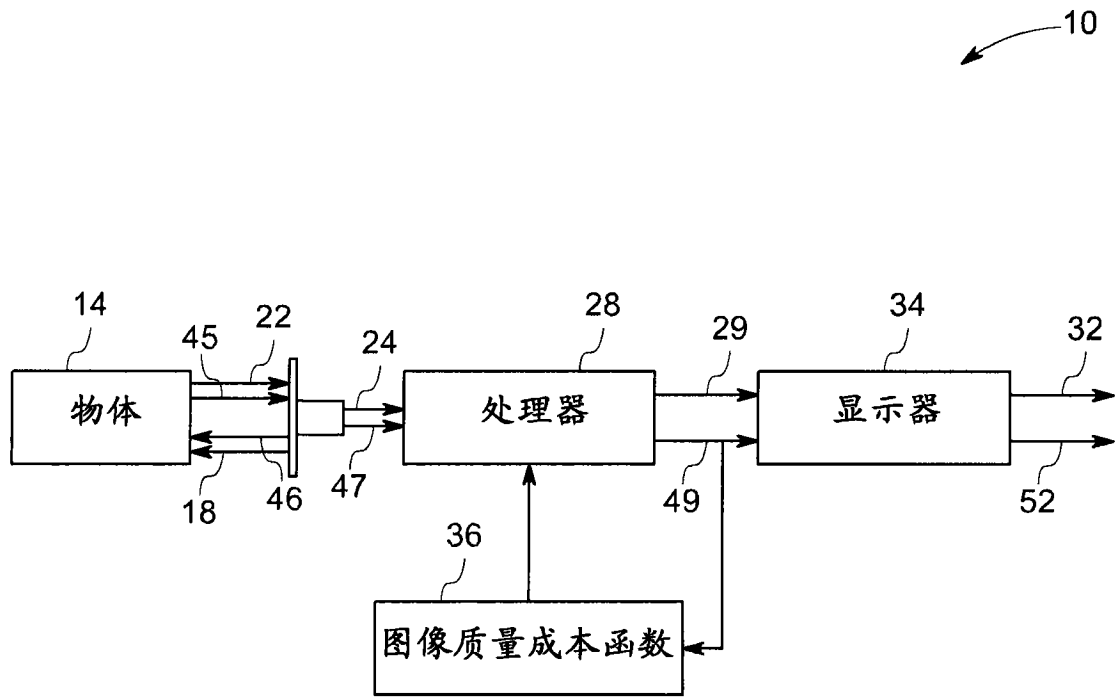


图 1

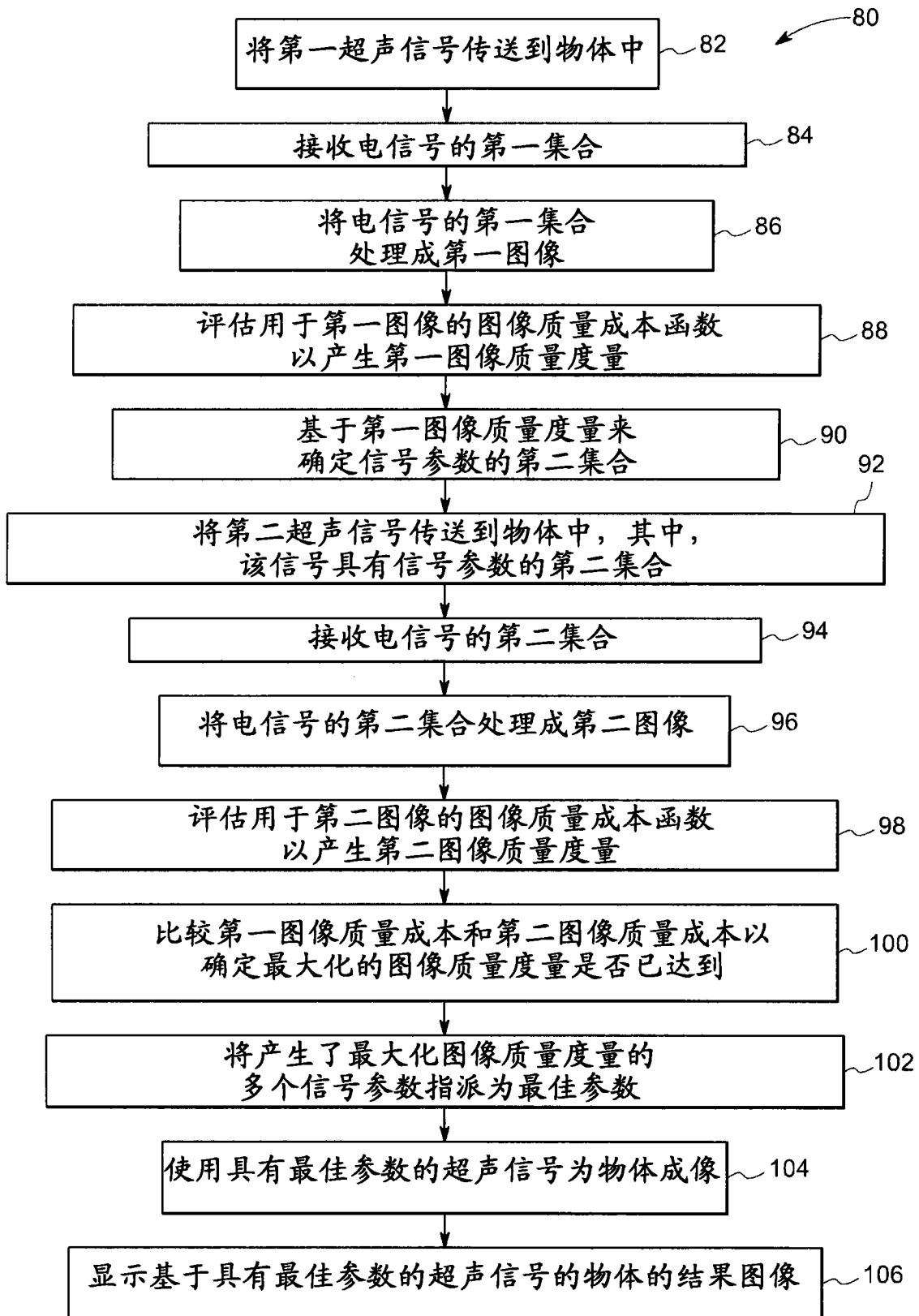


图 2

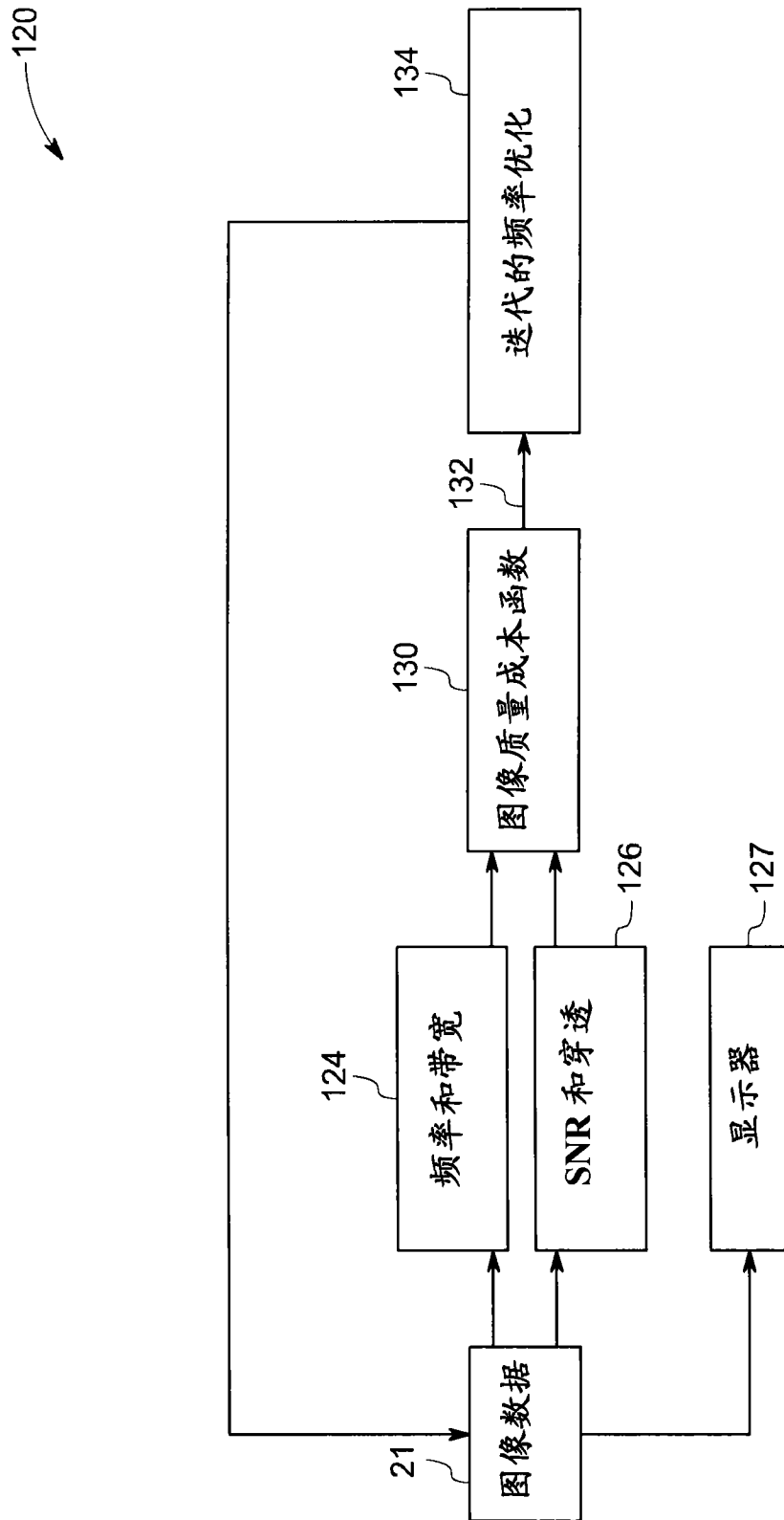


图 3

专利名称(译)	用于自动超声图像优化的系统和方法		
公开(公告)号	CN101897600B	公开(公告)日	2014-04-02
申请号	CN201010197260.4	申请日	2010-05-26
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	林峰 M塞耶德 博洛富罗什		
发明人	林峰 M·塞耶德-博洛富罗什		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/00 G01S7/52046 A61B8/14 A61B8/585 G01S7/5205		
审查员(译)	孔祥云		
优先权	12/471732 2009-05-26 US		
其他公开文献	CN101897600A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种方法，包括：将具有多个第一信号参数的第一超声信号传送到物体中；接收表示该信号的反射的电信号集合并将其处理成第一图像；评估第一图像的图像质量成本函数以产生第一图像质量度量，并基于该度量来确定第二多个信号参数；将具有第二多个信号参数的第二超声信号传送到物体中，并且接收表示该信号的反射的电信号集合并将其处理成第二图像；评估第二图像的图像质量成本函数以产生第二图像质量度量；比较第一和第二图像质量度量以确定最大化图像质量度量是否已达到，以及指派产生了最大化图像质量度量的多个信号参数作为最佳参数；使用具有最佳参数的超声信号为物体成像和显示物体。

