



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103889338 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201280047280. 0

代理人 王茂华

(22) 申请日 2012. 07. 26

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

A61B 8/08(2006. 01)

1157119 2011. 08. 03 FR

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 101351157 A, 2009. 01. 21, 全文.

2014. 03. 27

CN 1839769 A, 2006. 10. 04, 全文.

(86) PCT国际申请的申请数据

US 2002/0055680 A1, 2002. 05. 09, 全文.

PCT/EP2012/064738 2012. 07. 26

US 2005/0154315 A1, 2005. 07. 14, 全文.

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2007/0167771 A1, 2007. 07. 19, 全文.

W02013/017532 FR 2013. 02. 07

US 2010/0286519 A1, 2010. 11. 11, 全文.

US 4881549 A, 1989. 11. 21, 全文.

(73) 专利权人 回波检测公司

审查员 王兆雨

地址 法国巴黎

(72) 发明人 L·桑德兰 V·米耶特 J·乌德里

S·奥迪埃 Y·莫菲

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

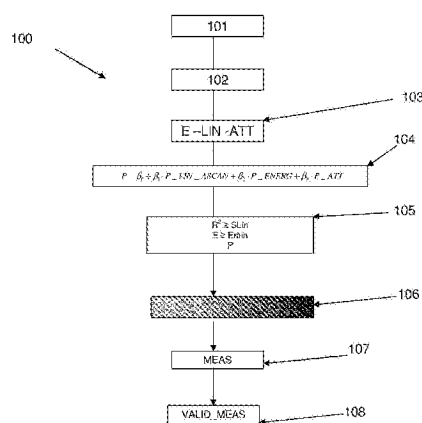
权利要求书3页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

用于实时地确定目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于实时确定目标生物组织处于超声换能器对面的方法(100),所述方法(100)包括下列步骤:经由超声换能器将超声信号发射(101)到生物组织中;所述超声换能器接收(102)已经被所述生物组织背散射的所述发射的超声信号;计算(103)所述背散射的超声信号的至少两个即时参数E、LIN、ATT;计算(104)目标生物组织的声学标记的存在的预报值P,所述预报值P是使用所述至少两个计算的及时参数E、LIN、ATT经由统计学定律计算的;估算(105)所述目标生物组织处于所述超声换能器对面的可能性,所述估算(105)取决于所述计算的预报值P和/或取决于基于所述两个计算的即时参数E、LIN、ATT的至少一个强度条件。



1. 一种用于实时确定目标生物组织处于超声换能器 (2) 对面的可能性的方法 (100)，所述方法 (100) 包括下列步骤：

经由超声换能器 (2) 将至少一个超声信号发射 (101) 到生物组织中；

经由所述超声换能器 (2) 接收 (102) 已经由所述生物组织背散射的所述至少一个发射的超声信号；

计算 (103) 所述至少一个背散射的超声信号的至少两个即时参数；

计算 (104) 所述目标生物组织的声学标记的存在的预报值 (P)，所述预报值 (P) 是使用所述至少两个计算的即时参数经由统计学定律计算的；

估算 (105) 所述目标生物组织处于所述超声换能器 (2) 对面的所述可能性，所述估算 (105) 取决于所述计算的预报值 (P) 和 / 或取决于基于所述两个计算的即时参数中的至少一个的至少一个强度条件。

2. 根据权利要求 1 所述的方法 (100)，其特征在于，经由所述至少两个计算的即时参数和较早存储的计算的即时参数实施对所述预报值 (P) 的所述计算 (104)。

3. 根据权利要求 1 或 2 任一项所述的方法 (100)，其特征在于，通过比较所述计算的预报值 (P) 与确定的单个或几个预报阈值，来实施取决于所述计算的预报值 (P) 的所述估算 (105)，以便：当所述计算的预报值 (P) 与单个确定的最大预报阈值 ($S_{\max}$) 比较时，

如果所述计算的预报值 (P) 严格小于所述确定的最大预报阈值 ($S_{\max}$)，那么所述超声换能器 (2) 处于所述目标生物组织对面，

如果所述计算的预报值 (P) 大于或等于所述确定的最大预报阈值 ($S_{\max}$)，那么所述超声换能器 (2) 处于不同于所述目标生物组织的生物组织的对面；

当所述计算的预报值 (P) 与确定的最大预报阈值 ($S_{\max}$) 和确定的最小预报阈值 ($S_{\min}$) 相比时，

如果所述计算的预报值 (P) 小于或等于所述确定的最小预报阈值 ($S_{\min}$)，那么所述超声换能器 (2) 处于所述目标生物组织对面，

如果所述计算的预报值 (P) 大于或等于所述确定的最大预报阈值 ($S_{\max}$)，那么所述超声换能器 (2) 处于不同于所述目标生物组织的生物组织的对面，

如果所述计算的预报值 (P) 严格大于所述确定的最小预报阈值 ($S_{\min}$) 并且严格小于所述确定的最大预报阈值 ($S_{\max}$)，那么所述超声换能器 (2) 被假定处于所述目标生物组织对面。

4. 根据权利要求 1 或 2 任一项所述的方法 (100)，其特征在于，所述至少两个计算的即时参数从下列参数中选择：

所述至少一个背散射的超声信号的能量 (E)，

所述至少一个背散射的超声信号的衰减 (ATT)，

所述至少一个背散射的超声信号的包络面的线性度 (LIN)。

5. 根据权利要求 4 所述的方法 (100)，其特征在于，所述强度条件是：

如果所述至少一个计算的背散射超声信号的包络面的线性度 (LIN) 大于或等于确定的线性度阈值 (S_{Lin})，那么所述超声换能器 (2) 处于所述目标生物组织对面，和 / 或

如果所述至少一个背散射超声信号的能量 (E) 大于或等于确定的能量阈值 ($E_{\min}$)，那么所述超声换能器 (2) 处于所述目标生物组织对面。

6. 根据权利要求 4 所述的方法 (100), 其特征在于, 无论所述计算的预报值 (P) 如何, 所述强度条件都是:

如果所述至少一个计算的背散射超声信号的包络面的所述线性度 (LIN) 严格地小于确定的线性度阈值 (S_{Lin}), 那么所述超声换能器 (2) 处于不同于所述目标生物组织的生物组织对面,

如果所述至少一个背散射超声信号的所述能量 (E) 严格小于确定的能量阈值 (E_{min}), 那么所述超声换能器 (2) 处于不同于所述目标生物组织的生物组织对面。

7. 根据权利要求 1 或 2 任一项所述的方法 (100), 其特征在于, 所述统计学定律是逻辑回归, 以便所述预报值 (P) 经由所述下列逻辑回归计算:

$$P = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Parameter_calculated_1} + \dots + \beta_n \cdot \text{Parameter_calculated_n}$$

其中 β 是作为所述超声换能器的发射频率的函数的衰减斜率, $\text{Parameter_calculated_n}$ 是所述至少一个背散射的超声信号的即时参数, n 是即时参数的数目。

8. 根据权利要求 1 或 2 任一项所述的方法 (100), 其特征在于, 其包括实时指示 (106) 所述目标生物组织处于所述超声换能器 (2) 对面的可能性的额外步骤。

9. 根据权利要求 8 所述的方法 (100), 其特征在于, 所述指示 (106) 是这样的指示:

可见的, 和 / 或

可听见的, 和 / 或

触觉的。

10. 根据权利要求 9 所述的方法 (100), 其特征在于, 所述可见的指示由颜色梯度的显示实现。

11. 根据权利要求 10 所述的方法 (100), 其特征在于, 所述颜色梯度遵循 S 形曲线。

12. 根据权利要求 1 或 2 任一项所述的方法 (100), 其特征在于, 当所述超声换能器 (2) 处于所述目标生物组织对面时, 自动或人工地触发所述目标生物组织的定量和 / 或定性测量 (107)。

13. 根据权利要求 12 所述的方法 (100), 其特征在于, 在取决于所述至少一个发射的超声信号的频率确定的深度 (PF) 上实施所述测量 (107), 所述深度 (PF) 是从相接触的所述超声换能器 (2) 和所述生物组织之间的接触表面测量的。

14. 根据权利要求 12 所述的方法 (100), 其特征在于, 其包括对所述定量和 / 或定性测量 (107) 进行确认 (108) 的额外步骤。

15. 一种用于实时确定目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的装置 (1), 所述装置 (1) 包括能够发射并接收超声信号的至少一个超声换能器 (2), 所述装置 (1) 能够:

经由所述超声换能器 (2) 将至少一个超声信号发射 (101) 到生物组织中;

经由所述超声换能器 (2) 接收 (102) 已经被所述生物组织背散射的所述至少一个发射的超声信号;

计算 (103) 所述至少一个背散射的超声信号的至少两个即时参数;

计算 (104) 目标生物组织的声学标记的存在的预报值 (P), 所述预报值 (P) 是使用所述至少两个计算的即时参数经由统计学定律计算的;

估算 (105) 所述目标生物组织处于所述超声换能器 (2) 对面的所述可能性, 所述估算 (105) 取决于所述计算的预报值 (P) 和 / 或取决于基于所述两个计算的即时参数中的至少

一个的至少一个强度条件，

经由指示器 (7) 实时指示 (106) 所述目标生物组织处于所述超声换能器 (2) 对面的可能性。

用于实时地确定目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于实时地确定目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的方法。例如,该超声换能器可以属于所谓的“盲”或“部分盲”测量探针。“盲”的意思是测量探针连接的测量设备不具有实时成像模式。此外,“部分盲”意思是测量装置的成像模式被限于可选地与 M 类型模式关联的 A-SCAN 类型的一维(1D)超声线。

背景技术

[0002] 常规地,为了测量生物组织的定量或定性参数,测量探针被置于所述组织对面。

[0003] 当希望将盲或部分盲的测量探针定位在目标生物组织对面时,该定位可以以两种方式实施:

[0004] 不依靠辅助成像探针而定位,这种定位使得操作人员需要了解人体或动物解剖学。

[0005] 借助于不同于测量探针的成像探针定位,例如回波描记术探针。

[0006] 然而,这种执行产生缺点。

[0007] 事实上,不依靠成像探针的盲测量探针的使用不可能确实地保证测量探针被定位在其期望测量的目标生物组织对面。由于解剖学知识是大众的平均水平,测量探针的定位是近似执行的。因此,希望对其测量参数的个体的解剖学结构必须符合标准。实际上,如果个体的解剖学结构不同于平均值,那么测量探针不会被定位在目标生物组织对面,并且所获得的测量不会代表目标生物组织。

[0008] 此外,成像探针的使用以便便于该测量探针在目标生物组织对面的定位首先借助于成像探针而准确定位目标生物组织,然后其次一旦 目标生物组织已经精确定位,就移走所述成像探针,以测量探针代替它。然而,成像探针被测量探针的替换使得不可能保证确信测量探针被定位在目标生物组织的对面,因为个体的生物组织易受移动影响,例如呼吸作用的类型的移动。

[0009] 用于实施生物组织的定量或定性测量的额外可能性是使用能够成像并能够测量生物组织的探针。为了解释使用这个探针获得的图像,必须的是,操作人员一方面具有人体或动物医药领域的高深知识,另一方面具有医学成像的高深知识。

[0010] 此外,然而具有这些知识的操作人员在解释用于探针定位的图像的解释中出现误差。

[0011] 因此,本发明的方法的目标是特别克服现有技术的缺点。在这一背景中,本发明的目的是提出用于确定目标生物组织处于超声换能器对面的方法,对于操作人员,其不需要有人体或动物医药方面的知识或医学设备方面的高深知识,并且避免操作人员的错误。

发明内容

[0012] 为此,本发明涉及用于实时确定目标生物组织处于超声换能器对面的方法,所述

方法包括下列步骤：

[0013] 经由超声换能器将至少一个超声信号发射到生物组织中；

[0014] 经由所述超声换能器接收被所述生物组织背散射的至少一个发射的超声信号；

[0015] 计算所述至少一个背散射的超声信号的至少两个即时参数；

[0016] 计算目标生物组织的声学标记的存在的预报值，所述预报值使用至少两个计算的即时参数经由统计学规律计算；

[0017] 估算所述目标生物组织处于所述超声换能器对面的可能性，所述估算取决于所述计算的预报值和 / 或基于所述两个计算的即时参数的至少一个的至少一个强度条件。

[0018] 应注意，该方法使用的超声换能器可以是单元件或多元件类型。

[0019] 单元件超声换能器能够发射和接收单个超声信号，而多元件超声换能器能够同时发射并接收多个超声信号。

[0020] 由于本发明的方法，能够实时估算超声换能器处于目标生物组织对面的可能性。这个估算是自动实施的，并且其不需要执行超声换能器的操作人员的任何能力或任何解释。该估算可以以所谓的“感觉指示”（可见、可听、可触摸（振动）等）的形式被返回到操作人员，或者代替地直接用于自动触发出测量。

[0021] 根据本发明的方法也可以具有一个或多个特性，所述特性可被单独考虑或者其根据任何技术而有可能组合。

[0022] 在根据本发明的方法的非限制实施方式中，经由至少两个计算的即时参数和较早存储的计算的即时参数实现对预报值的计算。

[0023] 在根据本发明的方法的非限制实施方式中，通过比较计算的预报值和单个或几个确定的预报阈值来实施依赖于计算的预报值的估算，以便：

[0024] 当计算的预报值与单个确定的最大预报阈值相比时，

[0025] 如果计算的预报值严格小于确定的最大预报阈值，那么超声换能器处于目标生物组织对面，

[0026] 如果计算的预报值大于或等于确定的最大预报阈值，那么超声换能器处于不同于目标生物组织的生物组织的对面；

[0027] 当计算的预报值与确定的最大预报阈值和确定的最小预报阈值相比时，

[0028] 如果计算的预报值小于或等于确定的最小的预报阈值，那么超声换能器处于目标生物组织对面，

[0029] 如果计算的预报值大于或等于确定的最大预报阈值，那么超声换能器处于不同于目标生物组织的生物组织的对面，

[0030] 如果计算的预报值严格大于确定的最小的预报阈值并且严格小于确定的最大预报阈值，那么超声换能器被假定为处于目标生物组织对面。这个不确定性可以对应于由转移引起的异质性的存在或代替的由血管的存在更改的目标生物组织的声学标记。

[0031] 在根据本发明的非限制实施方式中，从下列参数选择至少两个计算的即时参数：

[0032] 至少一个背散射的超声信号的能量，

[0033] 至少一个背散射的超声信号的衰减，

[0034] 至少一个背散射的超声信号的包络面的线性度，

- [0035] 在两个连续时刻接收的背散射的超声信号的内关联的系数，
- [0036] 背散射的超声信号的包络面的振幅或振幅的最大变化，
- [0037] 至少一个背散射的超声信号的关联，
- [0038] 至少一个背散射的超声信号的频谱变化，
- [0039] 至少一个背散射的超声信号的背散射系数。
- [0040] 在根据本发明的非限制实施方式中，强度条件是：
- [0041] 如果至少一个计算的背散射超声信号的包络面的线性度大于或等于确定的线性度阈值，那么超声换能器处于目标生物组织对面，和 / 或
- [0042] 如果至少一个计算的背散射超声信号的能量大于或等于确定的能量阈值，那么超声换能器处于目标生物组织对面。
- [0043] 在根据本发明的方法的非限制实施方式中，无论任何计算的预报值如何，所述强度条件是：
- [0044] 如果至少一个计算的背散射超声信号的包络面的线性度严格小于确定的线性度阈值，那么超声换能器处于不同于目标生物组织的生物组织对面，
- [0045] 如果至少一个背散射超声信号的能量严格小于确定的能量阈值，那么超声换能器处于不同于目标生物组织的生物组织对面。
- [0046] 在根据本发明的非限制实施方式中，统计规律是逻辑回归，以便经由以下逻辑回归计算预报值：
- [0047]
$$P = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Parameter_calculated_1} + \dots + \beta_n \cdot \text{Parameter_calculated_n}$$
- [0048] 在根据本发明的非限制实施方式中，该方法包括实时指示目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的额外步骤。该指示可以是可见的、和 / 或可听到和 / 或触觉的指示。在根据本发明的非限制实施方式中，通过颜色梯度的显示实现可见指示。优选地，该颜色梯度按照 S 形曲线。
- [0049] 在根据本发明的非限制实施方式中，当超声换能器处于目标生物组织对面时，自动或人工地触发对目标生物组织的定量和 / 或定性测量。优先地，在依赖于至少一个发射的超声信号的频率确定的深度上实行测量。例如，这个确定的深度可以包括在 10 和 90mm 之间，并且对于 2.5Mhz 的超声信号在 35 和 75mm 之间，确定的深度从相接触的超声换能器和生物组织之间的接触表面测量。
- [0050] 在根据本发明的方法的非限制实施方式中，该方法包括对定量和 / 或定性测量进行验证的额外步骤。例如，这个验证可以依靠目标生物组织的存在的预报值来实施。
- [0051] 本发明也涉及用于实时确定目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的装置，该装置包括至少一个能够发射并接收超声信号的超声换能器，该装置能够：
- [0052] 经由超声换能器将至少一个超声信号发射到生物组织中；
- [0053] 经由超声换能器接收由生物组织背散射的至少一个发射的超声信号；
- [0054] 计算至少一个背散射的超声信号的至少两个即时参数；
- [0055] 计算目标生物组织的声学标记的存在的预报值，该预报值使用至少两个计算的即时参数经由统计定律计算；
- [0056] 估算目标生物组织处于超声换能器对面的可能性，该估算取决于预报值和 / 或基于两个计算的参数的至少一个的至少一个强度条件，

[0057] 经由指示器实时指示目标生物组织处于超声换能器对面的可能性。

附图说明

[0058] 本发明的其他特征和优点从其后参考附图给出的描述中将变得显而易见,该描述作为指示而绝非限制,其中:

[0059] 图 1 以图解的方式说明了根据本发明的用于实时地确定目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的装置。

[0060] 图 2 表示根据本发明的用于实时确定目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的方法的步骤的概要,

[0061] 图 3 说明了通过按照本发明的方法实施方式的可见指示的步骤。

[0062] 为了清楚的原因,不必一定按照比例而是以示意的方式仅仅表示那些理解本发明所必须的元件。

具体实施方式

[0063] 图 1 中表示用于实时地确定目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的装置 1。该装置 1 特别包括通过有线链接 4 被连接到信息处理单元的超声换能器 2。装置 1 还包括目标生物组织 6 处于超声换能器 2 对面的可能性的实时指示器 5。后面将详述这个装置 1 的工作。

[0064] 在所述的非限制实例中,所使用的超声换能器 2 是单元件传感器。如此,在这种实施例中,该单元件超声换能器 2 可以同时唯一地发射和接收一个超声信号。

[0065] 以图 1 到 3 为支持,详细描述用于实时确定目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的方法 100 的步骤。

[0066] 在根据本发明的方法 100 的实施方式的非限制实例中,该目标生物组织是肝实质。因此,在方法 100 的执行之前,超声换能器 2 被近似定位在肝实质 6 对面。

[0067] 在第一步骤中,一旦超声换能器 2 被近似定位,就经由超声换能器 2 触发发射 101,位于超声换能器 2 对面的生物组织 15 中的超声信号。例如,这个超声换能器 2 的发射频率可以是 2.5MHz。

[0068] 在第二步骤中,通过超声换能器 2 接收 102 由位于超声换能器 2 对面的生物组织背散射的所发射的超声信号。

[0069] 在第三步骤中,实施在接收步骤 102 期间接收的背散射的超声信号的至少两个即时参数的计算 103。

[0070] 在非限制实例中,计算 103 下列三个参数的两个:

[0071] 背散射的超声信号的能量 E,

[0072] 背散射的超声信号的衰减 ATT,

[0073] 背散射的超声信号的包络面的线性度 LIN,

[0074] 在两个连续瞬间接收的背散射的超声信号的内关联系数,

[0075] 背散射的超声信号的包络面的振幅或振幅的最大变化,

[0076] 至少一个背散射的超声信号的相关性,

[0077] 至少一个背散射的超声信号的频谱变化,

[0078] 至少一个背散射的超声信号的背散射系数。

[0079] 应当理解,上述计算的参数是非限制的。因此,可以计算其他参数。

[0080] 在有利的非限制实例中,计算 103 下列三个参数:

[0081] 背散射的超声信号的能量 E,

[0082] 背散射的超声信号的衰减 ATT,

[0083] 背散射的超声信号的包络面的线性度 LIN。

[0084] 应该注意,三个参数的选择不限制 = 于上面提到的那些,也就是背散射的超声信号的能量 E、衰减 ATT 和包络面的线性度 LIN。

[0085] 超声信号的能量 E 的参数。

[0086] 在非限制实例中,可以依靠下列公式计算对应于背散射的超声信号的振幅的平方(也由用于积分的背反射的简称 IBS 指明)的背散射的超声信号的能量 E 的参数:

$$[0087] \quad IBS = \sum_{z_{min}}^{z_{max}} Signal(z)^2$$

[0088] 其中:

[0089] $z=vt/2$, 其中 v 是超声在介质中的速度,并且 t 是超声信号覆盖距离 z 所花费的时间,信号 = 背散射超声信号的振幅。

[0090] 背散射的超声信号的衰减 ATT 的参数。

[0091] 在非限制实例中,依靠下列公式计算背散射信号的衰减 ATT 的参数:

$$[0092] \quad ATT(f, z) = e^{-\alpha(f)z}$$

[0093] 其中,依靠下列公式计算系数 $\alpha(f)$:

$$[0094] \quad \alpha(f) = \frac{1}{e} \ln \frac{P_1(f)}{P_2(f)} \quad Np.m^{-1}$$

[0095] 其中:

[0096] e = 发射的超声信号穿过的生物组织的厚度,

[0097] P_1 = 发射的超声信号的能量,和

[0098] P_2 = 超声信号在已经穿过生物组织的测量厚度 e 之后的能量。

[0099] 此外,在文件(Pauly H和Schwan P. 的 Mechanism of absorption of ultrasound in liver tissue. J. Acoust. Soc. Am., 1971. 50 (2B), pp. 692-699) 中,已经说明背散射超声信号的衰减 ATT 随频率准线性减少。换句话说,在超声场中,衰减测量定义以 $dB.cm^{-1}.MHz^{-1}$ 表示的衰减斜率的计算。因此,在另一个非限制实例中,背散射超声信号的衰减 ATT 经由下列公式计算:

$$[0100] \quad ATT = \alpha(f) = \alpha_0 + \beta(f-f_c) dB.cm^{-1}$$

[0101] 其中

[0102] $\beta (dB.cm^{-1}.MHz^{-1})$ = 作为超声换能器的发射频率的函数的衰减斜率,

[0103] f = 超声换能器的发射频率,

[0104] f_c = 超声换能器的中央频率,和

[0105] $\alpha_0 (dB.cm^{-1})$ = 在中央频率 f_c 的衰减。

[0106] 在非限制实例中,系数 α_0 和 β 以经验方式预先确定。

[0107] 背散射的超声信号的包络面的线性度 LIN。

[0108] 背散射超声信号的包络面的线性度 LIN 对于检测线性衰减的信号中的界面有效。

[0109] 在被应用于肝脏的非限制实例中,在均匀介质中,表示背散射超声信号的包络面的对数的 A-SCAN 具有线性分量。这个分量是衰减在时间域中的值。例如,背散射超声信号的包络面的线性度 LIN 可以被用于检测由血管形成或由肠壁形成的界面。肠壁的检测在 A-SCAN 上产生更宽或更窄的峰。在两个情形中,不再注意 A-SCAN 的线性度。

[0110] 主要问题是找到表示这个线性度的参数:由线性回归获得的确定系数 R^2 适合于表征它。

[0111] 在非限制实例中,背散射超声信号被分成 N 个窗口,所述窗口平均并且在这些平均值上计算确定系数 R^2 或 RMSE (标明均方根差)

[0112] 为此,该信号 s 被分为尺寸 M 的 N 个窗口,而 y_i 对应于窗口的平均值:

$$[0113] \quad y_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M s(i, j) \quad i = [1, N]$$

[0114] 然后,在最小平方 $y_i = ax_i + b$ 的意义上应用线性回归, x 为深度(毫米)。线性回归在于确定值 a (斜率系数) 和 b (Y 截距) 的估值并且使用确定系数 R^2 定量分析这个关系的真实性。该确定系数 R^2 被包含在 0 和 1 之间。它越接近 1,线性回归的综合质量越好。其考虑了点 y_i 的线性度。如果完美地对准点 y_i ,那么线性模型将具有等于 1 的确定因数 R^2 。相反,如果点非常分散,那么点从线性模型的直线的偏差将是重要的。该确定系数将趋向于 0。

[0115] 该确定系数 R^2 经由下列公式计算:

$$[0116] \quad R^2 = 1 - \frac{SCR}{SCT}$$

[0117] 其中:

$$[0118] \quad SCR = \sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2 = \text{余数平方的和}$$

$$[0119] \quad SCT = \sum_i (y_i - \bar{y}_i)^2 = \text{总平方的和}$$

[0120] 在非限制实例中,该系数 RMSE 经由下列公式计算:

$$[0121] \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} SCR}$$

[0122] 在第四步骤期间,计算 104 目标生物组织的声学标记的存在的预报值 P,该预报值 P 是使用至少两个计算的即时参数经由统计学定律计算的,所述参数也就是:

[0123] 背散射的超声信号的能量 E,

[0124] 背散射的超声信号的衰减 ATT,

[0125] 背散射的超声信号的包络面的线性度 LIN。

[0126] 在非限制实例中,该统计学定律是逻辑回归。根据一个可能性,该预报值 P 是经由下列逻辑回归模型计算的:

$$[0127] \quad P = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Parameter_calculated_1} + \dots + \beta_n \cdot \text{Parameter_calculated_n}$$

[0128] 在所述的实例中,该预报值 P 时经由下列逻辑回归模型计算:

[0129] $P = \beta_0 + \beta_1$

[0130] $\beta_2 \cdot \text{Parameter_calculated_2} + \beta_3 \cdot \text{Parameter_calculated_3}$

[0131] 其中：

[0132] $\text{Parameter_calculated_1}$ = 背散射超声信号的能量 E ，

[0133] $\text{Parameter_calculated_2}$ = 背散射超声信号的衰减 ATT ，和

[0134] $\text{Parameter_calculated_3}$ = 背散射超声信号的包络面的线性度 LIN 。

[0135] 在不同的实施例例中，经由至少两个计算的即时参数和较早存储的计算的即时参数实施预报值 P 的计算 104。在这些执行期间，在给定时段上存储计算的即时参数。

[0136] 例如：

[0137] 在时刻 $T-2$ ，计算并存储该能量 E 和线性度 LIN 的即时参数；

[0138] 在时刻 $T-1$ ，计算并存储该能量 E 和线性度 LIN 的即时参数；

[0139] 在时刻 $T-1$ ，计算该能量 E 和线性度 LIN 的即时参数。

[0140] 根据这个实施例，然后经由在时刻 $T-2$ 和时刻 $T-1$ 计算并存储的即时参数以及在时刻 T 计算的即时参数来计算预报值 P 。这个特殊性使得可以考虑例如由于呼吸运动造成的生物组织的移动。

[0141] 在不同实施例例中，预报值的计算 104 调用由在不同时刻获得的超声信号计算的即时参数。这是例如当在时刻 T 和 $T-1$ 的超声信号之间的内关联系数被维持在被用于预报值的计算的即时参数中的时候的情况。

[0142] 在第五步骤中，估算 105 目标生物组织处于超声换能器 2 对面的可能性，该估算 105 取决于计算的预报值 P 和 / 或取决于基于两个计算的即时参数 E 、 LIN 、 ATT 的至少一个的至少一个强度条件。

[0143] 更特别地，通过比较计算的预报值 P 与单个或几个确定的预报阈值来实施依赖于计算的预报值 P 的估算 105，以便：当计算的预报值 P 与单个确定的最大预报阈值 S_{Max} 相比时，然后

[0144] 如果计算的预报值 P 严格小于确定的最大预报阈值 S_{Max} ，那么超声换能器 2 处于目标生物组织对面，

[0145] 如果计算的预报值 P 大于或等于确定的最大预报阈值 S_{Max} ，那么超声换能器 2 处于不同于目标生物组织的生物组织的对面；

[0146] 当计算的预报值与单个确定的最大预报阈值 S_{Max} 和被确定最小预报阈值 S_{Min} 相比时，然后

[0147] 如果计算的预报值 P 小于或等于确定的最小的预报阈值 S_{Min} ，那么超声换能器 2 处于目标生物组织的对面，

[0148] 如果计算的预报值 P 大于或等于确定的最大预报阈值 S_{Max} ，那么超声换能器 2 处于不同于目标生物组织的生物组织的对面，

[0149] 如果计算的预报值 P 严格大于确定的最小的预报阈值 S_{Min} 并且严格小于确定的最大预报阈值 S_{Max} ，那么超声换能器 2 被假定为处于目标生物组织对面。这个不确定可以对应于由转移引起的异质性的存在或改为由血管的存在等改变的目标生物组织的声学标记。

[0150] 应该注意，对于诸如肝实质的同一生物组织，取决于由超声换能器 2 发射的超声频率，所使用的最小 S_{Min} 和最大 S_{Max} 预报阈值不同。

[0151] 在第五步骤期间,也可以根据基于两个计算的即时参数 E、LIN、ATT 的至少一个的至少一个强度条件,估算 105 目标生物组织处于超声换能器 2 对面的可能性。

[0152] 更特别地,所述至少一个强度条件可以是:

[0153] 如果计算的背散射超声信号的包络面的线性度 LIN 大于或等于确定的线性度阈值 S_{Lin} ,那么超声换能器 2 处于目标生物组织对面,和 / 或

[0154] 如果背散射超声信号的能量 E 大于或等于确定的能量阈值 E_{min} ,那么超声换能器 2 处于所述目标生物组织对面。

[0155] 在非限制实例中并且如前面所指出的,计算的背散射超声信号的包络面的线性度 LIN 的代表性值可以是确定系数 R^2 。

[0156] 另一方面,无论计算的预报值 P:

[0157] 如果该计算的背散射超声信号的包络面的线性度 LIN 严格小于确定的线性度阈值 S_{Lin} ,那么超声换能器 2 处于不同于目标生物组织的生物组织对面,

[0158] 如果背散射超声信号的能量 E 严格小于确定的能量阈值 E_{min} ,那么超声换能器 2 处于不同于目标生物组织的生物组织对面。

[0159] 因此,应该注意,如果至少一个强度条件指出超声换能器 2 没有位于目标生物组织对面,那么计算的预报值 P 没有被考虑。换句话说,如果至少一个强度条件指出超声换能器 2 没有位于目标生物组织对面,那么在估算 105 期间没有考虑依赖于计算的预报值 P 的估算。

[0160] 举例来说,根据基于背散射超声信号的线性度 LIN 的至少一个强度条件的估算 105 使得可以证实,不存在例如血管的存在的重要的异质性,并且可以证实肝实质位于超声换能器对面。

[0161] 举例来说,依靠基于背散射超声信号的能量 E 的至少一个强度条件的估算 105 使得可以证实,超声换能器 2 被正确耦合到所研究的介质或者证实其没有位于硬质部分(骨)对面。当超声换能器 2 没有正确地与介质耦合(超声换能器与骨接触或不接触)时,背散射超声信号的能量 E 非常低。

[0162] 应该注意,确定的最小能量阈值 E_{min} 和确定的最小线性度阈值 S_{Lin} 通过数据分析而从经验上确定。

[0163] 应该注意,对于诸如肝实质的同一生物组织,取决于由超声换能器 2 发射的超声频率,所使用的确定的最小能量阈值 E_{min} 和确定的最小线性度阈值 S_{Lin} 不同。

[0164] 因此,在强度条件下针对发射 2.5MHz 的超声频率的超声换能器 2,确定的最小能量阈值 E_{min} 和确定的最小线性度阈值 S_{Lin} ,将与在强度条件下针对发射 3.5MHz 的超声频率的超声换能器 2 使用的最小能量阈值 E_{min} 和最小线性度阈值 S_{Lin} 不同。

[0165] 在本发明的执行中,该方法包括实时指示 106 目标生物组织处于超声换能器 2 对面的可能性的额外步骤。

[0166] 该指示 106 可以是可见的和 / 或可听见的和 / 或可触觉的。该可见信号可以是参数指示(换句话说,以数值的形式)或颜色度量的。可听指示可以依靠当超声换能器 2 没有位于目标生物组织对面时发出响铃声,或者反之亦然。

[0167] 在非限制实例中,当指示 106 是可见的时,使得可以指示目标生物组织处于超声换能器 2 对面的可能性的指示器可以以红 - 橙 - 绿交通灯的形式表示:

[0168] 红色指示超声换能器 2 没有位于该目标生物组织对面,

[0169] 橙色指示超声换能器 2 可能位于目标生物组织对面,在这个情形中可以自动地或由操作人员人工地触发目标生物组织的定量和 / 或定性测量 107。

[0170] 绿色指示超声换能器 2 位于目标生物组织对面,在这个情形中可以自动地或由操作人员人工地触发目标生物组织的定量和 / 或定性测量 107。

[0171] 由于这个指示 106,颜色依赖于超声换能器 2 的移动而实时变化。因此,该指示 106 使得可以确定超声换能器 2 是否位于生物组织对面。

[0172] 在图 3 中说明的本发明的不同的实施方式中,可见信号 106 通过颜色梯度的显示实现,具体地为颜色灰色的显示。优选地,该颜色梯度具有绿色。该绿色梯度使得可以获得作为处于超声换能器 2 对面的生物组织的函数而改变的许多不同的绿色。例如,如果显示颜色是淡绿,那么超声换能器 2 位于目标生物组织对面。相反,如果显示颜色是深绿甚至黑色,那么超声换能器 2 位于不同于目标生物组织的生物组织对面。

[0173] 这种颜色梯度可以例如按照 S 型曲线,受到透明度定律类型的影响:

[0174] $y=1-[1/(1+e^{-x})]$ 其中 $x=P_{\text{estimated_105}}+S_{\text{Min}}$

[0175] 在这个等式中:

[0176] 当在估算 105 目标生物组织处于超声换能器 2 对面的可能性的步骤期间没有考虑至少一个强度条件时,那么 $P_{\text{estimated_105}}$ 是在步骤 104 期间计算的预报值 P,

[0177] 当在估算 105 目标生物组织处于超声换能器 2 对面的可能性的步骤期间考虑至少一个强度条件时,那么 $P_{\text{estimated_105}}$ 考虑在步骤 104 期间计算的预报值 P 和两个计算的即时参数的至少一个,也就是在实例描述的确系数 R^2 (或背散射超声信号的线性度 LIN)和背散射超声信号的能量 E。如果两个参数的至少一个指示超声换能器没有位于目标生物组织对面,那么 $P_{\text{estimated_105}}$ 被认为等于预报最大阈值 S_{max} 。

[0178] 这个假设指示超声换能器 2 没有位于该目标生物组织对面。

[0179] 在图 3 中,X 轴表示目标生物组织处于所述超声换能器对面的可能性 $P_{\text{estimated_105}}$ 的估算(透明度定律的 x),并且 Y 轴表示透明度定律的“y”。

[0180] 这个透明度定律具有适应不透明色(例如图 3 中不透明灰色或根据不透明绿色未表示的另一个实例)和透明的同一颜色(例如,透明灰色或透明绿色)之间的过渡的目的。这个曲线的斜率是不透明色和透明色之间的过渡带。可以根据称为最佳的目标生物组织的存在与称为依靠其寻找的中间物的生物组织的存在之间的兼顾,适配这个过渡带。最佳的意思是处于目标生物组织对面的可能性高。中间物意思是处于目标生物组织对面的平均可能性较低。

[0181] 总结来说,在所述的实例中,透明度越大,颜色越淡。相反,透明度越低,颜色越暗。应当理解绿色或灰色不是限制。

[0182] 例如,为了估算目标生物组织处于所述超声换能器对面的可能性的值 $P_{\text{estimated_105}}$ 等于 1.8,相应的透明度 y 等于 0.2。由于透明度的值 y 低,在指示器 5 上表示的所获得的指示颜色 106 深。

[0183] 通过类似于先前的指示实例 106,不透明绿色对应于绿光,过渡绿色对应于黄光并且透明绿色对应于红光。

[0184] 这种指示可以被大多数人所理解,无需获得医学领域的高深知识。事实上,当操作

人员察觉到绿色时,他知道超声换能器 2 位于目标生物组织对面。

[0185] 如先前指出的,方法 100 也包括目标生物组织的定量和 / 或定性测量步骤 (MEAS) 107,当指示 106 指出超声换能器 2 位于目标生物组织对面时,能够自动地或由操作人员人工地触发这个测量 107。在肝脏的情形中,例如在包含在 25mm 和 80mm 之间的深度 PF 上实施测量 107,该深度 PF 是从接触的所述超声换能器 2 和生物组织 6 之间的接触表面测量的。例如,深度 PF 可以被包括在下列之间:

[0186] 对于量级 2.5MHz 的发射频率,在 35 和 75mm 之间,

[0187] 对于量级 3.5MHz 的发射频率,在 25 和 65mm 之间,或

[0188] 对于量级 6MHz 的发射频率,在 15 和 55mm 之间。

[0189] 在这个步骤期间,可以测量生物组织的弹性、生物组织的粘性、CAP (控制衰减参数) 或从表征软生物组织的超声信号导出的任何其他定量参数。

[0190] 方法 100 也包括定量和 / 或定性测量 107 的确认 (VALID_MEAS) 108 的步骤。这个确认步骤 108 使得可以保证所获得的测量是表示目标生物组织的测量。

[0191] 一般而言,本发明的方法 100 使得特别可能:

[0192] 实时确定超声换能器是否被定位在目标生物组织对面,

[0193] 将由生物组织背散射的超声信号的质量定量,

[0194] 实施 2D (二维) 或 3D (三维) 测量,并且更有利地,特别地在 1D (一维) 中,换句话说在一个超声线上;实际上,2D 或 3D 测量不是必需的,因此背散射超声信号的数据的处理较快,

[0195] 考虑超声换能器的灵敏度和频率,换句话说对于具体的超声换能器,考虑由制造商提供的具体的超声换能器的灵敏度和频率,以便适配由所述具体的超声换能器传输给统计学定律的信号;

[0196] 检测由于操作人员造成的错误,例如缺少超声耦合剂或超声凝胶(超声信号微弱);

[0197] 检测技术故障,例如产生超声信号损失的连接问题;

[0198] 被用作对测量的确认或者在实施的测量上的可靠性指数的判据。

[0199] 本发明的方法 100 已经在肝实质(或肝脏)的应用的情形中更详细地描述。然而,应当理解,可以将这种方法应用于任何类型的生物组织。为此,必需与这个新的目标生物组织面对面地再计算相关系数和阈值。

[0200] 本发明也涉及装置 1 (参考图 1),用于实时确定目标生物组织 6 处于超声换能器 2 的可能性。

[0201] 如前面所指出,装置 1 包括超声换能器 2,其通过有线链接 4 连接到信息处理单元 3。装置 1 还包括指示器 5,实时指示目标生物组织处于超声换能器 2 对面的可能性。

[0202] 该装置 1 能够:

[0203] 经由超声换能器 2 将超声信号发射 101 到生物组织中;

[0204] 经由超声换能器 2 接收 102 已经由生物组织背散射的所发射的超声信号;

[0205] 计算 103 背散射的超声信号的至少两个即时参数 E、LIN、ATT;

[0206] 计算 104 目标生物组织的声学标记的存在的预报值 P,预报值 P 是使用至少两个计算的即时参数 E、LIN、ATT 经由统计学定律计算的;

[0207] 估算 105 目标生物组织处于超声换能器 2 对面的可能性,估算 105 取决于计算的预报值 P 和 / 或取决于基于两个计算的即时参数 E、LIN、ATT 的至少一个的至少一个强度条件,

[0208] 经由指示器 5,实时指示 106 目标生物组织处于超声换能器 2 对面的可能性。

[0209] 指示器 5 使得可能使用装置 1 为操作人员实时指示超声换能器 2 是否被定位在目标生物组织对面。因此,使用这种装置 1 不需要任何医学领域甚至医学仪表的能力。如前面所指示的,指示器 5 的形式可以是交通灯、颜色梯度、受透明度定律影响的颜色或替代为颜色范围(即颜色画板)。

[0210] 此外,用于实时确定目标生物组织 6 处于超声换能器 2 对面的装置 1 可以是弹性记录仪、回波记录仪或更普遍地使用超声的任何装置。因此,这种装置 1 不仅使得可能将超声换能器 2 定位在目标生物组织对面,而且可以实施目标生物组织的定量和 / 或定性测量。

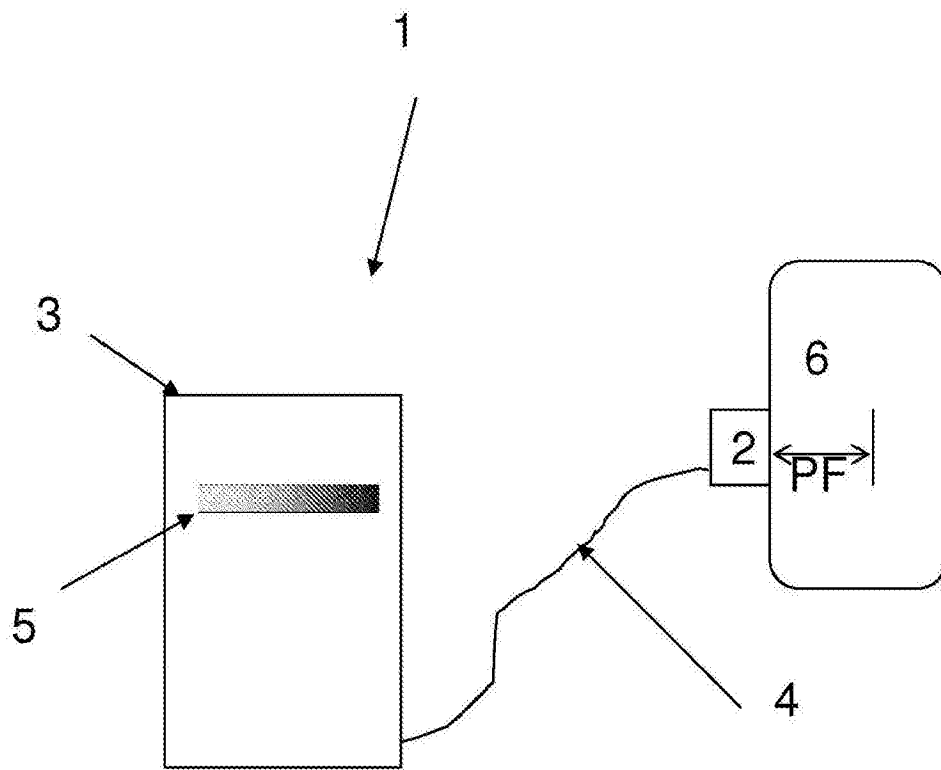


图 1

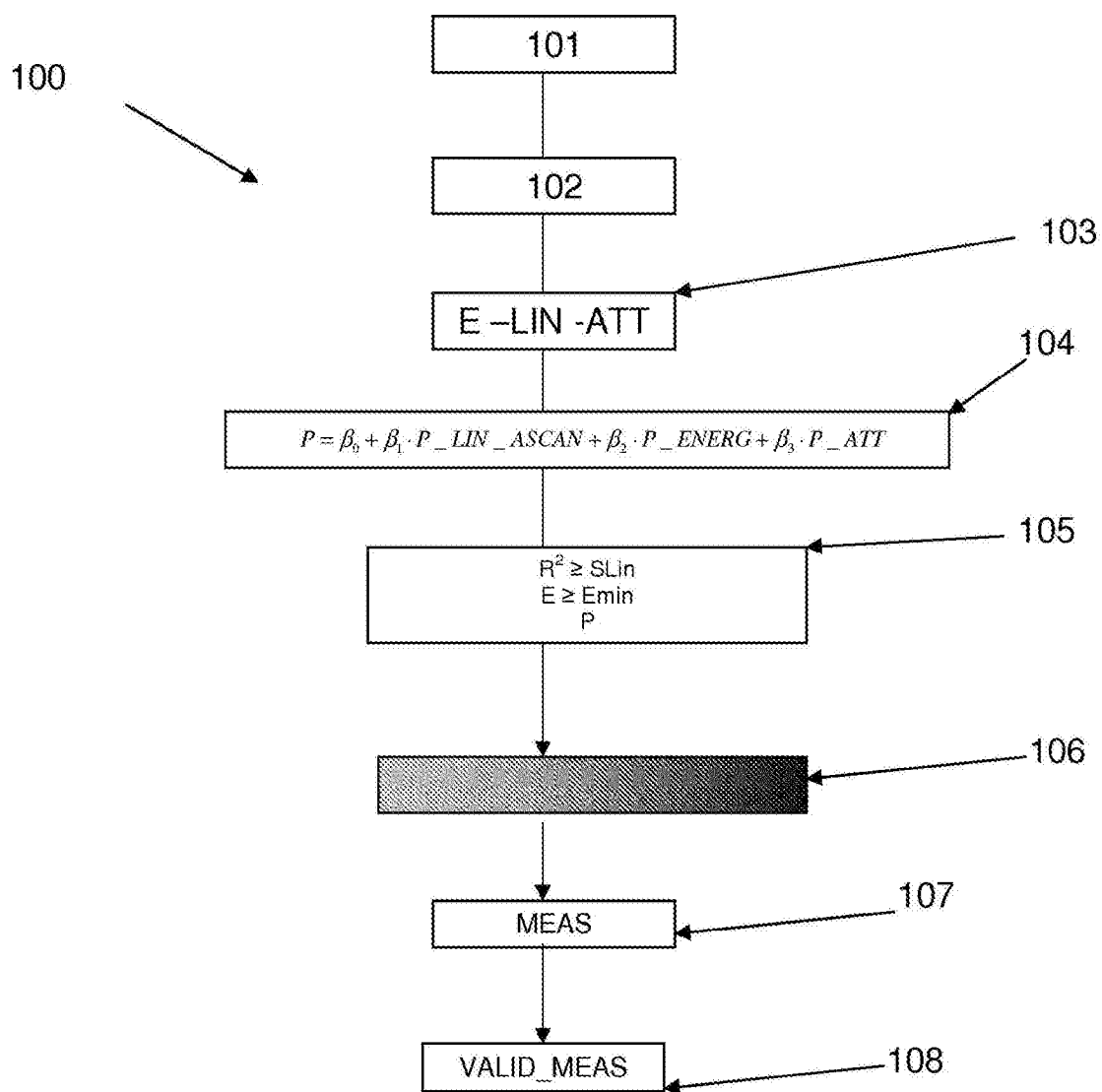


图 2

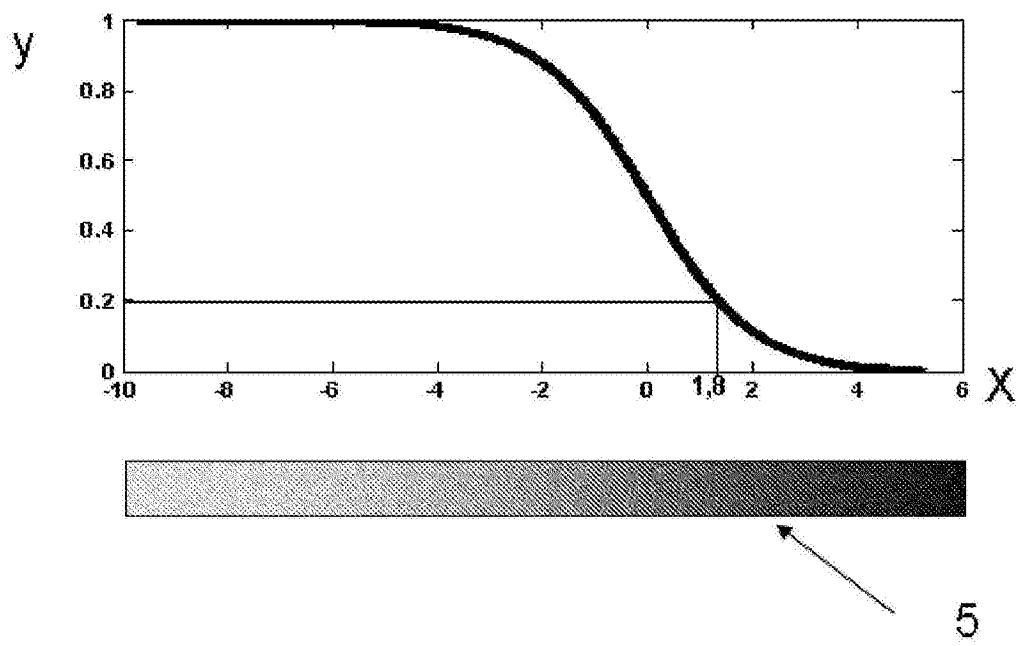


图 3

专利名称(译)	用于实时地确定目标生物组织处于超声换能器对面的可能性的方法		
公开(公告)号	CN103889338B	公开(公告)日	2016-01-20
申请号	CN201280047280.0	申请日	2012-07-26
[标]申请(专利权)人(译)	爱科森股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	回波检测公司		
当前申请(专利权)人(译)	回波检测公司		
[标]发明人	L·桑德兰 V·米耶特 J·乌德里 S·奥迪埃 Y·莫菲		
发明人	L·桑德兰 V·米耶特 J·乌德里 S·奥迪埃 Y·莫菲		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/5223 A61B8/08 A61B8/085 A61B8/0858 A61B8/4483 A61B8/461 A61B8/5207		
代理人(译)	王茂华		
优先权	2011057119 2011-08-03 FR		
其他公开文献	CN103889338A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种用于实时确定目标生物组织处于超声换能器对面的方法 (100)，所述方法 (100) 包括下列步骤：经由超声换能器将超声信号发射 (101) 到生物组织中；所述超声换能器接收 (102) 已经被所述生物组织背散射的所述发射的超声信号；计算 (103) 所述背散射的超声信号的至少两个即时参数E、LIN、ATT；计算 (104) 目标生物组织的声学标记的存在的预报值P，所述预报值P是使用所述至少两个计算的及时参数E、LIN、ATT经由统计学定律计算的；估算 (105) 所述目标生物组织处于所述超声换能器对面的可能性，所述估算 (105) 取决于所述计算的预报值P和/或取决于基于所述两个计算的即时参数E、LIN、ATT的至少一个强度条件。

