



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102860824 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 09

(21) 申请号 201210235161. X

(22) 申请日 2012. 07. 09

(30) 优先权数据

13/179, 179 2011. 07. 08 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 A. S. 罗斯 A. 蒂瓦里

M. K. K. 米塔尔 S. R. 潘尼克

S. 马哈林加姆

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 叶晓勇 刘春元

(51) Int. Cl.

A61B 5/053(2006. 01)

A61B 5/00(2006. 01)

A61B 19/00(2006. 01)

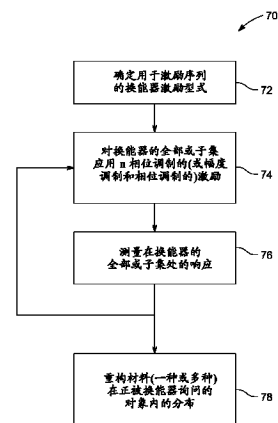
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于在软场层析成像中产生激励的系统和方法

(57) 摘要

本发明名称为“用于在软场层析成像中产生激励的系统和方法”。提供一种用于在软场层析成像中产生激励的系统和方法。一种方法包括对定位在对象的表面附近的数据采集系统的多个换能器应用多个相位调制的(或相位调制和幅度调制的)激励,以及测量对在多个换能器处应用的相位调制的(或相位调制和幅度调制的)激励的响应。该方法还包括基于测量的响应来确定对象的特性。



1. 一种用于获取软场数据的方法,所述方法包括:
对定位在对象的表面附近的软场数据采集系统的多个换能器应用多个相位调制的激励;
测量对在所述多个换能器处所应用的相位调制的激励的响应;以及
基于所测量的响应来确定所述对象的特性。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述多个激励是n相位调制的激励,并且所述方法进一步包括至少对所述多个换能器的子集应用所述n相位调制的激励。
3. 根据权利要求2所述的方法,进一步包括至少对所述多个换能器的另一个子集应用所述n相位调制的激励,直到已经对所述多个换能器中的所有换能器应用激励为止。
4. 根据权利要求3所述的方法,进一步包括在激励序列期间应用所述n相位调制的激励,其中,所述激励序列以用于所述软场层析成像系统的应用为基础,使用信噪比、分辨率、检测能力、仪器复杂性或采集速度中的至少一个来优化所述软场层析成像系统的应用。
5. 根据权利要求3所述的方法,进一步包括随着时间的过去,以不同的时间频率在多个激励序列上应用n相位调制的激励。
6. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括使用正弦波形、多重正弦波形或复合波形中的一个或多个来对所述多个换能器的子集应用n相位调制的激励。
7. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括对应用于所述多个换能器的激励进行幅度调制。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,应用于所述多个换能器的所述相位调制的激励的相位对于所述多个换能器中的各个是不同的。
9. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括对所述对象执行时间频率扫描,以确定在所述不同的频率处的一个或多个特性,以重构多种材料在所述对象内的空间分布。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述相位调制的激励包括以在空间上对称或者在空间和时间上不对称的方式分布的电信号、光学信号、磁信号、热信号、射频信号或微波信号中的一个或多个。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述空间特性分布是在电阻抗频谱(EIS)、电阻抗层析成像(EIT)、扩散光层析成像(DOT)、近红外线频谱(NIRS)、热成像、弹性成像或微波层析成像中的一个中确定的分布。
12. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述空间特性分布包括电导率、电容率、导磁率、光学吸收率、光学散射、光学反射率、弹性或导热率中的一个或多个的分布。
13. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定所述对象的所述特性包括确定所述对象的在空间上分布的特性。
14. 一种软场数据采集系统,包括:
配置成定位在对象的表面附近的多个换能器;
一个或多个激励驱动器,其耦合到所述多个换能器上,并且配置成产生用于所述多个换能器的激励信号,其中,所述激励信号包括相位调制的激励;
一个或多个响应检测器,其耦合到所述多个换能器上,并且配置成基于所述激励信号来测量所述对象在所述多个换能器处对所述多个换能器所应用的激励的响应;以及
软场重构模块,配置成基于所述激励信号和所测量的响应来重构特性分布。

15. 根据权利要求 14 所述的软场数据采集系统,其中,所述一个或多个激励驱动器配置成产生 n 相位调制的激励,以及至少对所述多个换能器的子集应用所述 n 相位调制的激励。

16. 根据权利要求 15 所述的软场数据采集系统,其中,所述一个或多个激励驱动器配置成产生所述 n 相位调制的激励,以及至少对所述多个换能器的另一个子集应用所述 n 相位调制的激励,直到已经对所述多个换能器中的所有换能器应用激励为止。

17. 根据权利要求 16 所述的软场数据采集系统,其中,所述一个或多个激励驱动器配置成在激励序列期间应用所述 n 相位调制的激励,其中,所述激励序列以通过使用信噪比、分辨率、检测能力、仪器复杂性或采集速度中的至少一个而被优化的应用为基础。

18. 根据权利要求 16 所述的软场数据采集系统,其中,所述一个或多个激励驱动器配置成随着时间的过去,以不同的时间频率在多个激励序列上应用 n 相位调制的激励。

19. 根据权利要求 14 所述的软场数据采集系统,其中,所述一个或多个激励驱动器配置成使用正弦波形、多重正弦波形或复合波形中的一个或多个来对所述多个换能器的子集应用 n 相位调制的激励。

20. 根据权利要求 14 所述的软场数据采集系统,其中,所述特性分布是在电阻抗频谱(EIS)、电阻抗层析成像(EIT)、扩散光层析成像(DOT)、近红外线频谱(NIRS)、热成像、弹性成像或微波层析成像中的一个或多个中确定的分布。

21. 根据权利要求 14 所述的软场数据采集系统,其中,所述特性分布包括导电率、电容率、导磁率、光学吸收率、光学散射、光学反射率、弹性或导热率的一个或多个的分布。

22. 根据权利要求 14 所述的软场数据采集系统,其中,所述一个或多个激励驱动器配置成产生 n 相位调制和幅度调制的激励,以及至少对所述多个换能器的子集应用所述 n 相位调制和幅度调制的激励。

23. 一种用于获取软场数据以及使用处理器来重构对象的特性分布的计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质包括用以命令所述处理器进行以下步骤的指令:

对定位在对象的表面附近的软场层析成像系统的多个换能器应用多个相位调制的激励;

测量对在所述多个换能器处所应用的相位调制的激励的响应;以及

基于所测量的响应来确定所述对象的特性。

24. 根据权利要求 23 所述的计算机可读存储介质,其中,所述多个激励是 n 相位调制的激励,并且所述指令命令所述处理器进一步至少对所述多个换能器的子集应用所述 n 相位同步的激励。

25. 根据权利要求 24 所述的计算机可读存储介质,其中,所述指令命令所述处理器进一步至少对所述多个换能器的另一个子集应用所述 n 相位调制的激励,直到已经对所述多个换能器中的所有换能器应用激励为止。

26. 根据权利要求 25 所述的计算机可读存储介质,其中,所述指令命令所述处理器进一步在激励序列期间应用所述 n 相位调制的激励,其中,所述激励序列以所述软场层析成像系统的应用为基础,使用信噪比、分辨率、检测能力、仪器复杂性或采集速度中的至少一个来优化所述软场层析成像系统的所述应用。

27. 根据权利要求 23 所述的计算机可读存储介质,其中,所述指令命令所述处理器随

着时间的过去以不同的时间频率进一步在多个激励序列上应用 n 相位调制的激励。

28. 根据权利要求 23 所述的计算机可读存储介质,其中,所述指令命令所述处理器使用正弦波形、多重正弦波形或复合波形中的一个或多个来进一步对所述多个换能器的子集应用 n 相位调制的激励。

29. 根据权利要求 23 所述的计算机可读存储介质,其中,所述指令命令所述处理器进一步产生 n 相位调制和幅度调制的激励,以及至少对所述多个换能器的子集应用所述 n 相位调制和幅度调制的激励。

30. 根据权利要求 23 所述的计算机可读存储介质,其中,所述指令命令所述处理器进一步基于所测量的响应来确定所述对象的在空间上分布的特性。

用于在软场层析成像中产生激励的系统和方法

技术领域

[0001] 本文公开的主题大体涉及软场层析成像系统和方法,并且更具体而言,涉及用以产生软场层析成像激励的系统和方法。

背景技术

[0002] 诸如电阻抗频谱 (EIS) (也称为电阻抗层析成像 (EIT))、扩散光层析成像、弹性成像、热成像、微波层析成像的软场层析成像和相关的模态 (modality) 可用于测量对象的内部特性,诸如包括对象的内部结构 (例如人体的部位) 的材料的电特性。例如,在 EIS 系统中,作出对内部结构的电导率的分布的估计。这样的 EIS 系统重构材料在区域或容积内的电导率和 / 或电容率。重构以对包围该区域或容积的换能器应用的激励 (例如电流) 以及在该区域或容积的表面处获取的测量的响应 (例如电压) 为基础。然后能形成估计的视觉分布。

[0003] 在传统的软场层析成像中,单个单相激励 (例如电压或电流) 可用于确定软场层析成像参数。备选地,可使用多个激励和 / 或同步激励。但是,这些传统的软场激励技术对于相位的量化和检测 (例如,确定诸如固体、液体、气体或其组合的不同材料的相份额) 会遭受不良的信噪比 (SNR)。因而,使用这些系统的测量的分辨率较低,而且对于某些应用来说可能低得无法接受。因此,使用这些已知的激励方法对传导率分布进行 EIS 重构也许不能提供足够的分辨率。

发明内容

[0004] 根据实施例,提供一种用于获取软场数据的方法。该方法包括对定位在对象的表面附近的数据采集系统的多个换能器应用多个相位调制的 (或相位调制和幅度调制的) 激励,以及测量对在多个换能器处应用的相位调制的激励的响应。该方法还包括基于测量的响应来确定对象的特性。

[0005] 根据另一个实施例,提供一种软场数据采集系统,其包括配置成定位在对象的表面附近的多个换能器,以及耦合到该多个换能器上且配置成产生用于多个换能器的激励信号的一个或多个激励驱动器。激励信号是相位调制的激励 (或相位调制和幅度调制的激励)。软场层析成像系统还包括一个或多个响应检测器,该一个或多个响应检测器耦合到多个换能器上,并且配置成基于激励信号来测量对象在多个换能器处对多个换能器所应用的激励的响应。软场层析成像系统进一步包括配置成基于激励信号和测量的响应来重构特性分布的软场重构模块。

[0006] 根据又一个实施例,提供一种用于获取软场数据以及使用处理器来重构对象的特性分布的计算机可读存储介质。该计算机可读存储介质包括用以命令处理器进行以下步骤的指令:对定位在对象的表面附近的软场层析成像系统的多个换能器应用多个相位调制的激励 (或相位调制和幅度调制的激励),以及测量对在多个换能器处应用的相位调制的激励 (或相位调制和幅度调制的激励) 的响应。计算机可读存储介质还包括用以命令处理器

基于测量的响应来确定对象内的空间特性分布的指令。

附图说明

[0007] 通过参照附图阅读非限制性实施例的以下描述,将更好地理解目前公开的主题,其中在以下:

图 1 是示出了根据各种实施例而形成的软场层析成像系统的简明框图。

[0008] 图 2 是示出了使用根据各种实施例的一个换能器配置的激励的简图。

[0009] 图 3 是示出了根据一个实施例而产生的相位调制的激励信号或相位调制和幅度调制的激励信号的曲线图。

[0010] 图 4 是示出了根据各种实施例的软场层析成像信息流的框图。

[0011] 图 5 是示出了特性分布的重构的简图。

[0012] 图 6 是示出根据实施例的、激励信号产生和数据采集的简明框图。

[0013] 图 7 是根据各种实施例的、用以为软场层析成像系统的换能器产生激励的方法的流程图。

具体实施方式

[0014] 在结合附图来阅读时,将更好地理解以上概述以及某些实施例的以下详细描述。就示出各种实施例的功能框的图表的图而言,功能框未必指示硬件电路之间的分割。因而,例如,可在单件硬件或多件硬件中实现功能框中的一个或多个(例如处理器、控制器、电路或存储器)。应当理解,各种实施例不限于图中显示的布置、构件/要素互连和工具。

[0015] 如本文所用,以单数叙述或者以词语“一个”或“一种”开头的模块或步骤应理解为不排除复数个所述要素或步骤,除非明确陈述了这种排除。另外,对“一个实施例”的参照不意于解释为排除也结合了所叙述的特征的附加实施例的存在。此外,除非明确陈述了相反的情况,“包括”或“具有”具有特定的特性的模块或多个模块的实施例可包括附加的不具有该特性的这种模块。

[0016] 各种实施例提供一种用于产生软场层析成像激励和重构对象内的特性分布的系统和方法。例如,对在软场层析成像系统(诸如电阻抗频谱(EIS)或电阻抗层析成像(EIT)系统)中布置成紧邻或沿着对象的边界或表面的多个换能器产生激励。但是,各种实施例可应用于其它软场层析成像系统,诸如扩散光层析成像(DOT)、近红外线频谱(NIRS)、弹性成像、热成像或微波层析成像和相关的模态。至少一个实施例的技术效果在于,对于软场层析成像检测有增大的信噪比(SNR)和改进的空间准确性,软场层析成像检测能用来例如实时地量化不同材料的分布。

[0017] 应当注意,如本文所用,“软场层析成像”大体指的是非“硬场层析成像”的任何层析成像、或层析成像的多维扩展的方法。另外,如本文所用,软场层析成像激励在各种实施例中指的是应用一组正交基函数来询问关注的容积或区域。因而,在各种实施例中,应用匹配或近似待测试或待检查的系统的模式的一组激励。

[0018] 在图 1 中示出软场层析成像系统 20 的一个实施例。例如,如图 5 中示出的那样,软场层析成像系统 20 可为电阻抗频谱(EIS)系统,也称为电阻抗层析成像(EIT)系统,其被用来确定对象 22 内的材料的电特性。例如,可在对象 22 或其它区域或容积的内部确定

电导率 (σ) 和 / 或电容率 (ϵ) 的空间分布。因而,可确定对象 22(例如患者)的内部特性。在各种实施例中,软场层析成像系统 20 可为例如数据采集系统,诸如 EIS 或 EIT 数据采集系统。

[0019] 在示出的实施例中,系统 20 包括定位在对象 22 的表面处或其附近的多个换能器 24(例如电极),这在保健应用中(例如患者监护或组织表征)可包括将多个换能器 24 附连到受检者或对象的皮肤上。例如,换能器 24 可定位在对象 22 的表面上(例如电极、热源、超声波换能器)、在对象 22 的表面附近(例如射频天线),或者穿透对象 22 的表面(例如针形电极)。因而,除了别的之外,换能器 24 可采取不同的形式,诸如表面接触式电极、平衡(standoff)电极、以电容的方式耦合的电极、传导性线圈和天线。

[0020] 激励驱动器 26 和响应检测器 28 耦合到(通过其它构件直接或间接地)换能器 24 上,换能器 24 各自连接到(通过其它构件直接或间接地)软场重构模块 30 上。如本文更加详细地描述的那样,软场重构模块 30 可为任何类型的处理器或计算装置,处理器或计算装置至少部分地基于接收的来自换能器 24 的响应来执行软场重构,并使用幅度调制的(共振的)和相位调制的激励来激励处理器或计算装置。软场重构模块 30 可为硬件、软件或其组合。在一个实施例中,激励驱动器 26 和响应检测器 28 是在物理上分开的装置。在其它实施例中,激励驱动器 26 和响应检测器 28 在物理上集成为一个元件。还提供了控制器 34,其对激励驱动器 26 发送指令,该激励驱动器 26 基于指令来驱动换能器 24。应当注意,可与所有换能器 24 或换能器 24 的子集结合起来提供激励驱动器 26。

[0021] 还应当注意,可使用不同类型的激励来获得用于在重构过程中使用的特性分布数据。除了别的之外,可与各种实施例组合起来使用例如电激励、磁激励、光学激励、热激励或超声波激励。在这些不同的实施例中,换能器 24 可按不同的方式耦合到对象 22 上,并且不必直接接触对象 22 的表面或者仅在对象 22 的表面处(例如以电、电容、电流等方式耦合)。

[0022] 在一个实施例中,对象 22 是人体部位,诸如头、胸或腿,其中,空气、血、肌肉、脂肪和其它组织具有不同的电导率。软场层析成像系统 20 估计或确定人体部位的内部特性(例如材料特性)的状况,并且因而能协助诊断例如(除了别的之外)与出血、肿瘤和肺功能相关联的疾病。对象不限于人和动物,因为非生物对象也从属于本文详细描述的技术。例如,各种实施例的激励可应用于由固体、液体和 / 或等离子体(或其组合)形成的对象。在其它实施例中,软场层析成像系统 20 能用于在多种其它应用(诸如工业应用)中产生电阻抗分布的视觉表示,例如,除了别的之外,用于确定包括油和水的混合流中的材料特性,或者用于对地下土地区域进行土壤分析和路基检查。

[0023] 应当注意,可使用用于产生对象 22 的内部结构的特性的分布的任何合适的软场层析成像方法,诸如利用软场重构模块 30 来限定对象 22 的几何构造,以及使几何构造离散化成具有多个节点和要素的结构。

[0024] 在各种实施例中,换能器 24 由任何合适的材料形成。例如,所使用的换能器 24 的类型可以基于特定的应用,使得对于特定的应用,对应的换能器类型(例如电极、线圈等)用来产生软场激励(例如电磁场),以及接收对象对激励的响应。在一些实施例中,可使用传导性材料来产生电流。例如,换能器 24 可由一种或多种金属形成,诸如铜、金、铂、钢、银和其合金。用于形成换能器 24 的其它示例性材料包括导电性的非金属,诸如与微电路结合

起来使用的硅基材料。在其中对象 22 是人体部位的一个实施例中,换能器 24 由银—氯化银形成。另外,换能器 24 可形成为不同的形状和 / 或大小,例如,形成为杆形状、平板形状或针形状的结构。应当注意,在一些实施例中,换能器 24 与彼此绝缘。在其它实施例中,换能器 24 能定位成与对象 22 有直接的欧姆接触,或者以电容的方式耦合到对象 22 上。

[0025] 在操作中,换能器 24 或换能器 24 的子集可用来传输信号(例如输送或调制信号),例如,不断地对对象 22 输送电流,使得可在一定时间频率范围或变化的频率范围(例如 1 kHz 至 1 MHz)内应用激励,该范围诸如在多个载波频率(例如时间频率)内,并且电流是幅度调制的,以在对象 22 内产生电磁(EM)场。在 EIS 或 EIT 应用中,测量所产生的表面电势(即换能器 24 上的电压),以使用一种或多种合适的重构方法来确定电导率或电容率分布。例如,可基于换能器 24 的几何构造、应用的电流和测量的电压来重构视觉分布。

[0026] 因而,在各种实施例中,激励驱动器 26 对各个换能器 24 应用激励,并且响应检测器 28 响应于在换能器 24 上应用的激励来测量对象 22 在各个换能器 24 处的响应(可被多路复用器复用)。应当注意,可提供任何类型的激励,例如,除了别的之外,电流、电压、磁场、射频波、热场、光学信号、机械变形和超声波信号。例如,激励驱动器 26 可对具有不同的电材料特性和磁材料特性(诸如传导率、电容率和 / 或渗透性)的对象 22 应用 (i) 相位变化的 / 相位调制的或 (ii) 相位变化和幅度变化 / 相位调制和幅度调制的电压或电流信号。

[0027] 在各种实施例中,激励驱动器 26 对换能器 24 应用的组合的幅度调制和相位调制的信号会产生旋转场 36(在时间和空间上旋转),为了简单,由图 1 中显示的对象 22 内的箭头示出旋转场 36。例如,在各种实施例中,场可旋转(由于相位调制),并且还可选地随着时间的过去而增加或减少(由于幅度调制)。在图 2 中更明确地示出了在换能器 24 处应用的相位调制的激励所产生的的共振旋转场 36。箭头表示在对象 22 内产生的旋转的 EM 场。特别地,对多个换能器 24 应用不同的激励,该多个换能器 24 可为换能器 24 的子集或全部。例如,通过各个换能器 24 上应用相位变化的激励(或相位变化和幅度变化的激励)40,激励驱动器 26(在图 1 中显示)在几何构造上应用激励型式。因而,对各个换能器 24 应用具有带有不同的相位或相关联的角度(例如一度的差异)的变化的相位或幅度的(例如 +/-1 毫安)的激励,不同的相位或相关联的角度会引起旋转的 EM 场 36。应当注意,为了说明而简化了激励型式和测量的响应,并且激励和传导性分布可更加复杂。

[0028] 示出的激励是幅度变化和相位变化的电流,其可限定为如下: $I_1 = A_1 \sin \Omega(t) + \Phi_1$,其中, I_1 是第一换能器 24 上的激励(除了别的之外,例如电信号、微波信号、光学信号、磁信号、热信号、或射频信号), A_1 是激励的振幅或幅度,而 Φ 是第一换能器 24 上的相位,并且 Φ 对于各个换能器 24 可有所不同。应当注意,在各个换能器 24 处应用的调制电流 I_1 可具有相同的幅度或不同的幅度。图 3 示出了两个激励,即可应用于两个不同的换能器 24 的 I_1 和 I_2 。如通过示出的波形 44 和 46(但不限于大体正弦信号)能看到的,信号的幅度可变化相同的量或不同的量,并且各个的相位根据 Φ 而不同, Φ 可为相同的或不同的。应当注意,信号的形状可如期望或需要的那样改变,例如,以具有更大 / 更小的斜度,更宽 / 更窄的波峰等。因而,在 EM 场旋转时,应用增大的和减小的场强度。应当注意,可使用不同类型的信号(诸如多重正弦波形或其它复合波形)来执行激励。

[0029] 再次参照图 2,将响应检测器 28 示为具有多个电压测量装置(诸如伏特计 42),以测量在换能器 24 处的对象 22 的表面处的电压。但是,例如可基于应用或对象 22 的类型来

使用不同的测量装置。

[0030] 使用各种实施例,提供软场重构,通过使用来自幅度变化和相位变化的 / 幅度调制和相位调制的激励的响应,可使用软场重构来确定对象 22 的材料特性。使用在对应于具体的材料特性的不同的时间和 / 或频率处的响应,可重构不同的材料在对象 22 内的分布。

[0031] 在操作中,软场重构模块 30 因而计算对象 22 对应用的激励的响应。例如,在图 4 中示出了 EIS 信息流 48。特别地,基于来自计算装置 52 的激励来使用前向模型 50,以预测响应(预测数据),对软场重构模块 30 提供该响应。在一个实施例中,由重构模块 30 解决解决逆问题,该逆问题与测量的响应(例如测量的信号)以及应用的激励和正被软场层析成像系统 20 测试或询问的对象 22 的内部电导率分布有关。

[0032] 软场层析成像仪器 54 对对象 22(在图 1 和图 2 中显示)应用激励,软场层析成像仪器 54 可包括换能器 24 和其它激励和测量构件,并且之后,测量的电压(测量的数据)传送到软场重构模块 30。然后软场重构模块 30 使用任何合适的重构方法来执行重构,以产生对特性分布 56(例如阻抗分布)的估计,以标识对象 22 内的关注的部位 32(在图 5 中显示)。应当注意,各种构件可为在物理上分开的构件或元件,或者各种构件可组合起来。例如,软场重构模块 30 可形成软场层析成像系统 20 的一部分(在图 1 中示出)。在 EIS 或 EIT 应用中,以及如图 5 中示出的那样,执行软场重构,以标识对象 22 内的关注的部位 32。如所显示的那样,响应检测器 28(在图 1 中显示)响应于激励驱动器 26(显示于图 1)对换能器 24 应用的激励而测量换能器 24 上的响应。

[0033] 在一个实施例中,可如图 6 中示出的那样产生激励。特别地,软场层析成像仪器 54 在换能器 24 处产生激励,激励可为相位调制的或幅度调制和相位调制的激励电流。例如,可对多个换能器 24 应用相位调制的交变激励,以在对象 22 内产生在空间上以及在时间上旋转的场(在图 1 和图 2 中显示)。在一个实施例中,在各个换能器 24 处应用的激励具有相同的变化的幅度,但是具有不同的相位。另外,在这个实施例中,可随着时间的过去对各个换能器 24 应用具有相同的或不同的频率的多个激励。

[0034] 特别地,在第一激励时间 T_1 处,对成组的 N 个换能器 24 应用 n 相位调制的激励(其可选地是幅度调制的),其中 N 大于一。之后,在一个或多个激励时间 $T_2 \cdots T_N$ 处,对成组的 N 个换能器 24(例如不同组的换能器 24)应用 n 相位调制的(或相位调制和幅度调制的)激励,直到对所有换能器 24 应用 n 相位调制的(或相位调制和幅度调制的)激励为止。因而,在各种实施例中,在换能器 24 的子集同时受到激励的情况下应用多个激励型式。因此,对相位调制的或相位调制和幅度调制的换能器 24 的子集的全部应用激励型式。在各种实施例中,实现空间频率,其中,调制由换能器位置提供。例如,激励的幅度可基于三角函数而改变,三角函数能产生 $\cos \theta$ 或 $\sin \theta$ 分量。但是,载波频率可为一样的(例如 1 kHz)。

[0035] 因而,如图 6 中示出的那样,在第一激励序列(可在多个激励时间内发生)之后,对换能器 24 的全部或子集应用 n 相位调制的(或相位调制和幅度调制的)激励。特别地,对换能器 1 应用激励 $E_1(A_1, \Phi_1)$,对换能器 2 应用激励 $E_2(A_2, \Phi_2) \cdots$ 对换能器 N 应用激励 $E_N(A_N, \Phi_N)$,其中,对相位(或角) Φ 进行调制,并且也可对幅度 A 进行调制。在已经执行激励序列之后,已经对各个换能器 24 应用相位调制的激励(或可选地相位调制和幅度调制的激励)。因而,在一个示例中,对各个换能器 24 应用的激励是具有相同的变化的幅度 A 的信号,即,幅度的量值改变相同,但是具有不同的相位 Φ 。但是,在其它实施例中,幅度也有

所改变。

[0036] 在应用各个激励之后,即在激励序列(可对换能器 24 的不同的子集应用激励序列)期间的各个激励之后,在所有换能器 24 处测量响应。例如,如果所有换能器 24 在限定单个激励序列的两个不同的激励时间处被激励,则在第一激励时间和第二激励时间(t_1 和 t_2)的应用之后测量第一响应和第二响应,以产生响应数据集 60。因而,第一激励和第二激励是产生在时间和空间上旋转的 EM 场的相位调制的(或可选地相位调制和幅度调制的)激励。可分析或组合多个响应,以重构不同的材料的分布。例如,可使用合适的组合过程(除了别的之外,诸如相加过程或按比例缩放过程)来组合响应数据集 60 的响应。

[0037] 在各种实施例中,提供图 7 中示出的方法 70 来对软场层析成像系统的换能器(诸如换能器 24)产生激励。可与软场层析成像系统结合起来实现方法 70,软场层析成像系统包括若干个换能器(例如电极)。方法 70 包括在 72 处确定用于要用换能器来询问对象的激励序列的换能器激励型式。例如,可基于待确定的材料特性的类型、待检查/询问等的对象的类型、待被激励的特定的换能器或换能器组以及型式或顺序或激励来作出确定。在一个实施例中,基于逻辑实现来选择“N”个换能器或换能器组来进行激励,逻辑实现可以以预期应用和系统要求为基础,使得分辨率、数据采集、噪声特性(例如信噪比)、检测能力、复杂性或采集速度得到优化或改进,同时减少或最小化在确定材料/成分时所需的分析。在另一个实施例中,选择“N”个换能器或换能器组来进行激励以使用信噪比、仪器复杂性和采集速度而进行的依赖于应用的优化为基础。

[0038] 之后,在 74 处,对换能器的全部或子集应用 n 相位调制的(或相位调制和幅度调制的)激励。在一些实施例中,可对所有换能器应用激励。作为一个示例,在激励序列的第一激励时间处,对“N”个电极组供应 n 相位调制的(或相位调制和幅度调制的)激励,例如,分布在空间(对称或不对称地分布在空间和时间中)中的电信号(例如电压或电流)。应用激励,在 76 处,测量通过“N”个换能器的全部或子集或者在“N”个换能器的全部或子集处的响应(例如所产生的电压或电流信号)。

[0039] 应当注意,可选地重复步骤 74 和 76,直到对换能器的全部或子集应用所有导出的激励型式且测量到响应为止。因而,这个过程继续,直到已经对所有换能器应用激励至少一次为止。

[0040] 一旦已经对所有换能器提供激励信号,从而完成激励序列,在 78 处,重构材料(一种或多种)在正被换能器询问的对象内的分布。例如,可使用任何合适的 EIS/EIT 重构技术。

[0041] 作为一个应用的示例,以及在一个实施例中,可使用各种实施例来执行相位调制的或相位调制和幅度调制的电阻抗层析成像。例如,各种实施例可用于各种医疗应用,诸如监测肺功能、检测皮肤癌和乳腺癌以及定位致痫灶(epileptic foci)。作为另一个示例,以及在另一个实施例中,针对其中要在身体的横截面上实时地检测外来材料的存在的应用,诸如流量感测应用、铸造中的填模可视化、化学和其它过程工程应用,可使用各种实施例来执行相位调制的或相位调制和幅度调制的电阻抗层析成像。

[0042] 作为又一个示例,以及在另一个实施例中,可与其中要在被检查的件(piece)的横截面上检测外来材料的存在或材料的损耗的检查应用结合起来使用各种实施例来执行相位调制的或相位调制和幅度调制的电阻抗层析成像。应用的一些示例包括检查复合物、沿

着管子的厚度检查金属（例如焊缝等）、聚合物、材料损耗，等等。

[0043] 因而，在各种实施例中，可执行相位调制的或相位调制和幅度调制的电阻抗层析成像，以测量和确定被测试的样本的横截面上的电容率或传导性的变化，电容率或传导性的变化能用来实时地检测和量化不同的材料的分布。

[0044] 各种实施例和 / 或构件（例如模块、元件，或其中的构件和控制器）也可实现为一个或多个计算机或处理器的一部分。计算机或处理器可包括计算装置、输入装置、显示单元和例如用于访问互联网的接口。计算机或处理器可包括微处理器。微处理器可连接到通信总线上。计算机或处理器还可包括存储器。存储器可包括随机存取存储器 (RAM) 和只读存储器 (ROM)。计算机或处理器可进一步包括存储装置，存储装置可为硬盘驱动器或移动存储驱动器，诸如光盘驱动器、固态盘驱动器（例如闪存存储器）等。存储装置也可为用于将计算机程序或其它指令加载到计算机或处理器中的其它类似的器件。

[0045] 如本文所用，用语“计算机”或“模块”可包括任何基于处理器或基于微处理器的系统，包括使用微控制器、精简指令集计算机 (RISC)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA)、图形处理单元 (GPU)、逻辑电路和能够执行本文描述的功能的任何其它电路或处理器的系统。以上示例仅是示例性的，并且因而无论如何不意于限制用语“计算机”的定义和 / 或含义。

[0046] 计算机或处理器执行存储在一个或多个存储元件中的指令集，以便处理输入数据。存储元件还可如期望或需要的那样存储数据或其它信息。存储元件可呈处理机内的信息源或物理存储器元件的形式。

[0047] 指令集可包括各种命令，各种命令指示计算机或处理器作为处理机来执行诸如本发明的各种实施例的方法和过程的具体操作。指令集可呈软件程序的形式，软件程序可形成有形的非暂时性计算机可读介质或媒体的一部分。软件可呈诸如系统软件或应用软件的各种形式。另外，软件可呈一系列独立的程序或模块、在更大型的程序内的程序模块或程序模块的一部分的形式。软件还可包括呈面向对象的程序设计的形式的模块化程序设计。处理机可响应于操作者命令，或者响应于之前的处理的结果，或者响应于另一个处理机作出的请求来处理输入数据。

[0048] 如本文所用，用语“软件”、“固件”和“算法”是可互换的，并且包括存储在存储器中供计算机执行的任何计算机程序，存储器包括 RAM 存储器、ROM 存储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器和非易失性 RAM (NVRAM) 存储器。以上存储器类型仅是示例性的，并且因而在可用于存储计算机程序的存储器的类型方面不受限制。

[0049] 要理解的是，以上描述只是说明性而不是限制性的。例如，上述实施例（和 / 或其方面）可相互结合使用。另外，可对多种实施例的教导进行很多修改以适合具体情况或材料，而没有背离其范围。本文描述的尺寸和材料类型意于定义多种实施例的参数且决非限制，而只是示范性的实施例。本领域技术人员在看了以上描述后，许多其它实施例对他们将是显然的。因此，多种实施例的范围应当参照所附权利要求连同这类权利要求涵盖的完整等效范围共同确定。在所附权利要求中，术语“包括”和“在其中”用作相应术语“包含”和“其中”的易懂英语对等词。此外，在所附权利要求中，术语“第一”、“第二”和“第三”等只用作标记，而不是意在对它们的对象施加数字要求。此外，所附权利要求的限制并不是按照部件加功能格式编写的，并且不是意于根据美国专利法第 112 条第六款来解释，除非并直

到这类要求权益的限制明确使用词语“用于…的部件”并跟随没有进一步结构的功能陈述。

[0050] 本书面描述使用示例来公开本发明的各种实施例,包括最佳模式,并且还使本领域任何技术人员能够实践本发明的各种实施例,包括制造和使用任何装置或系统,以及执行任何结合的方法。本发明的各种实施例的可取得专利的范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这样的其它示例具有不异于权利要求的字面语言的结构要素,或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质性差异的等效结构要素,则它们意于处在权利要求的范围之内。

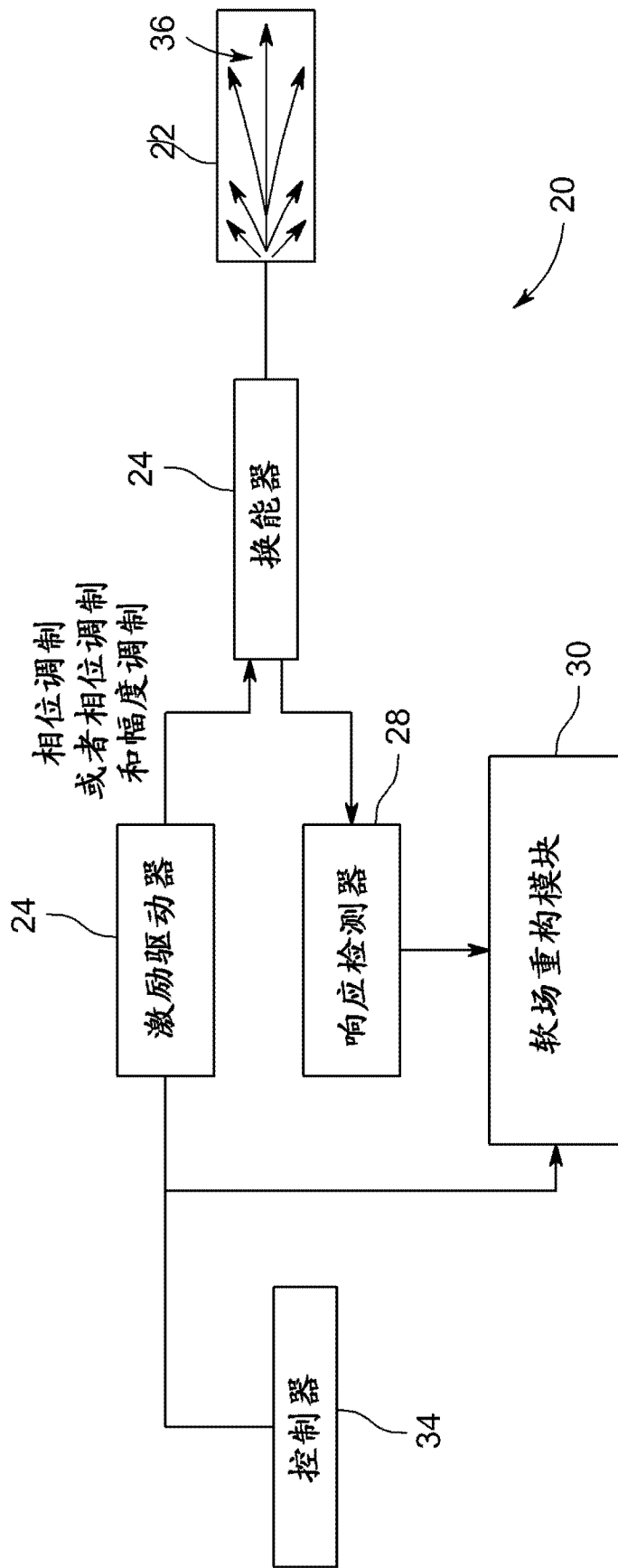


图 1

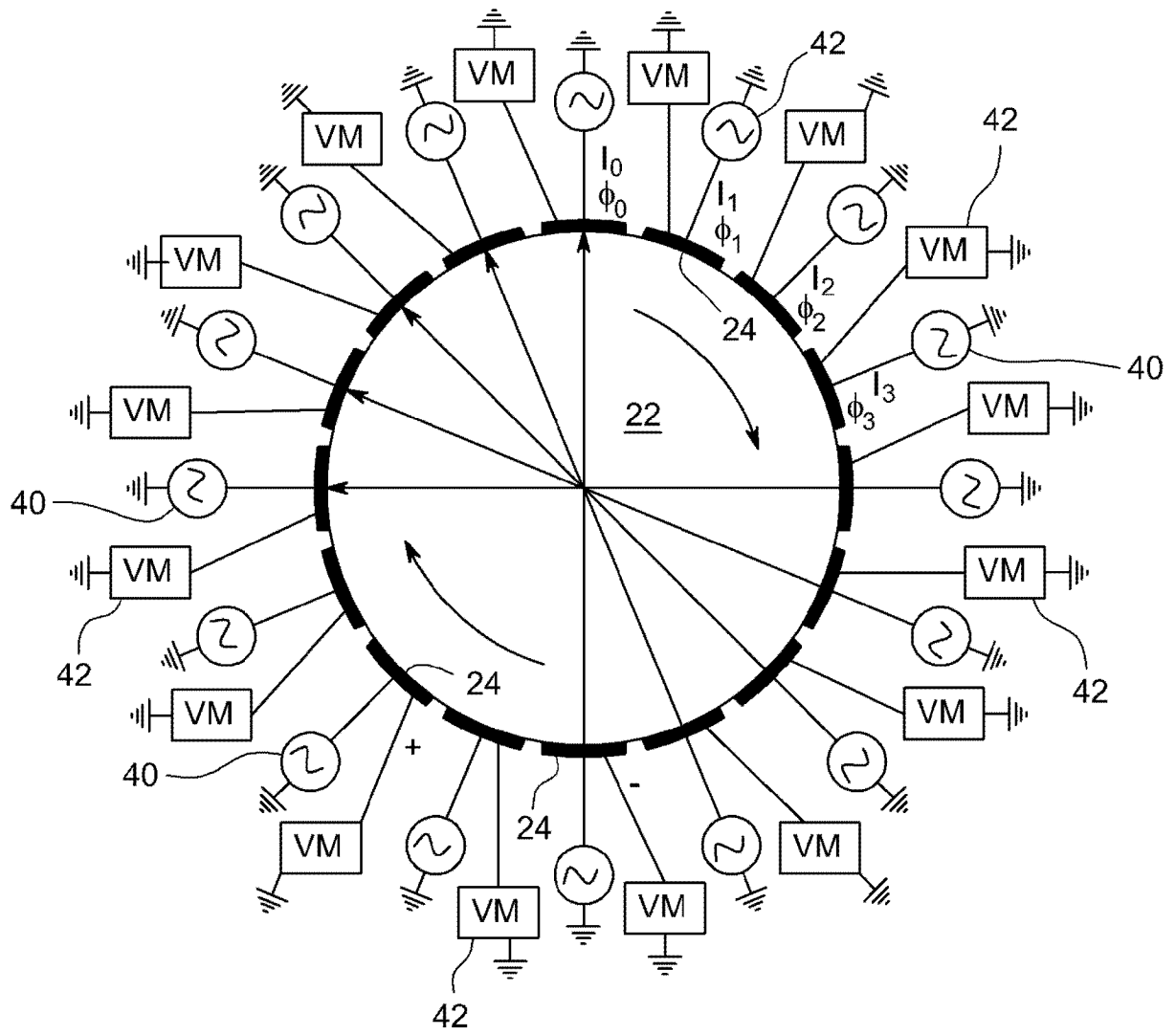


图 2

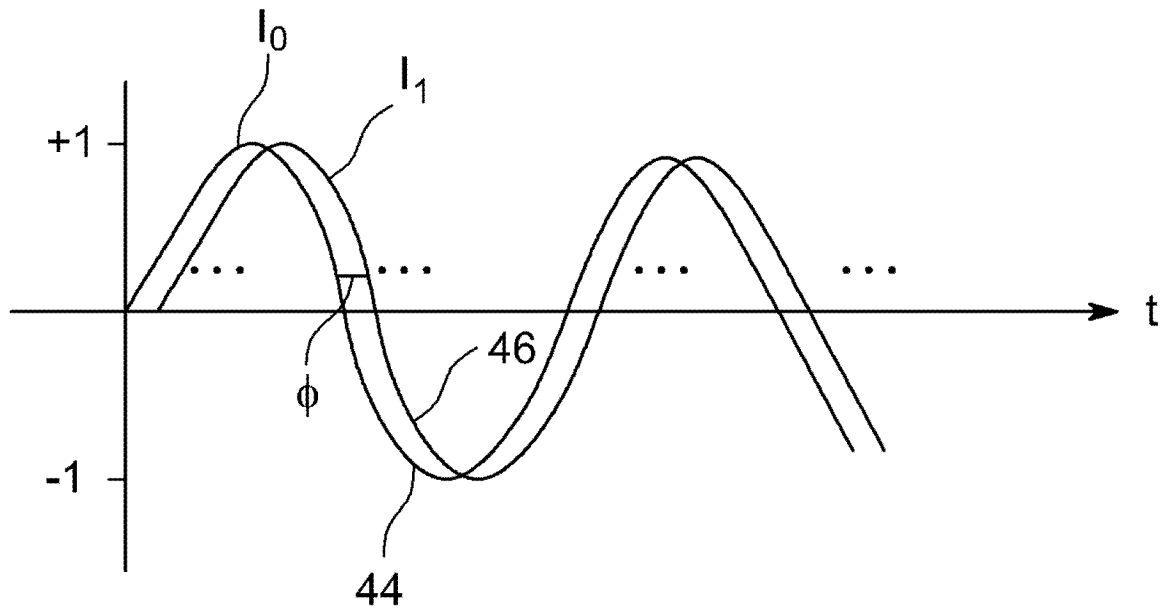


图 3

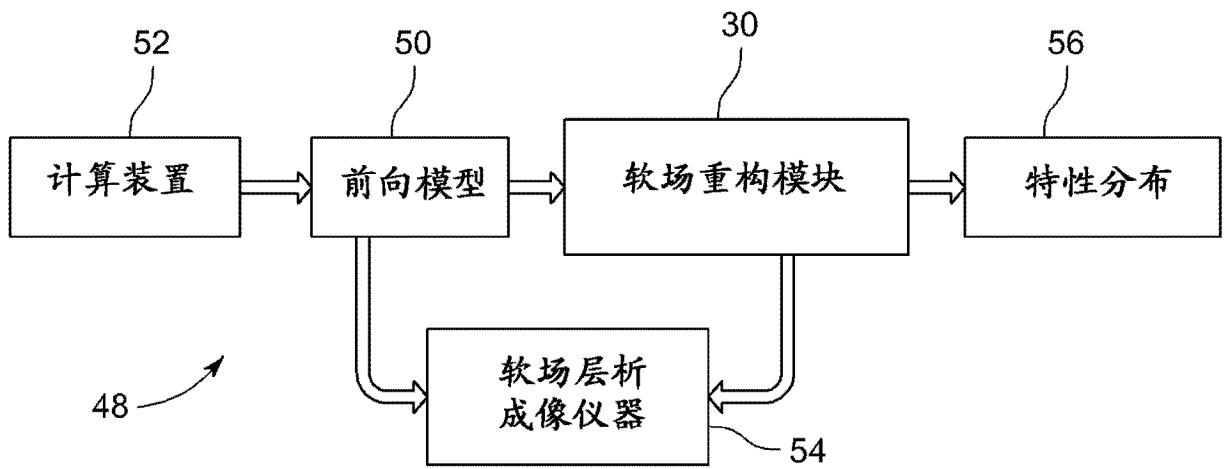


图 4

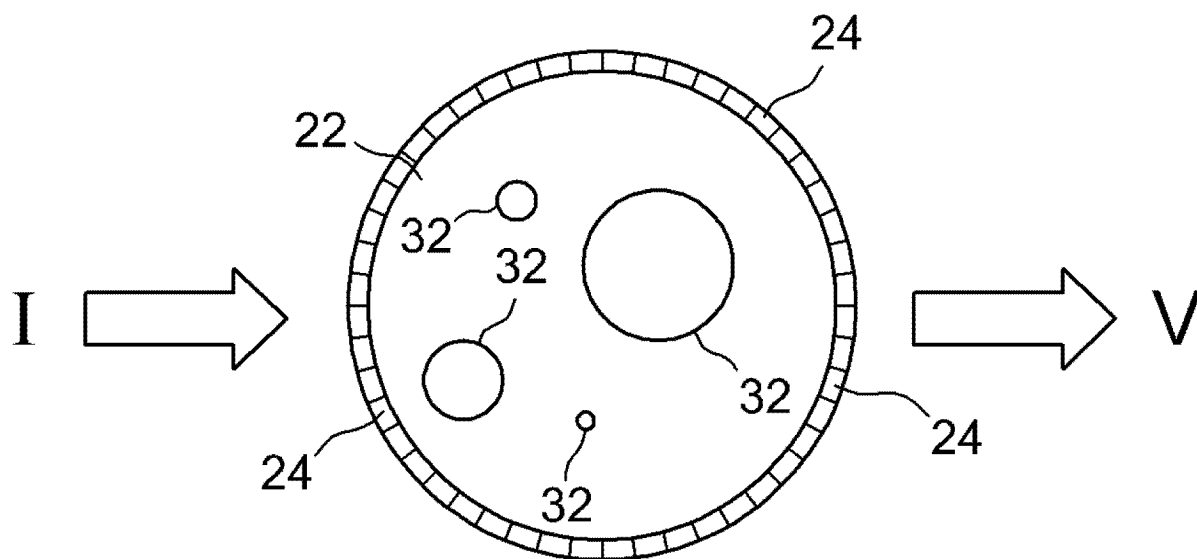


图 5

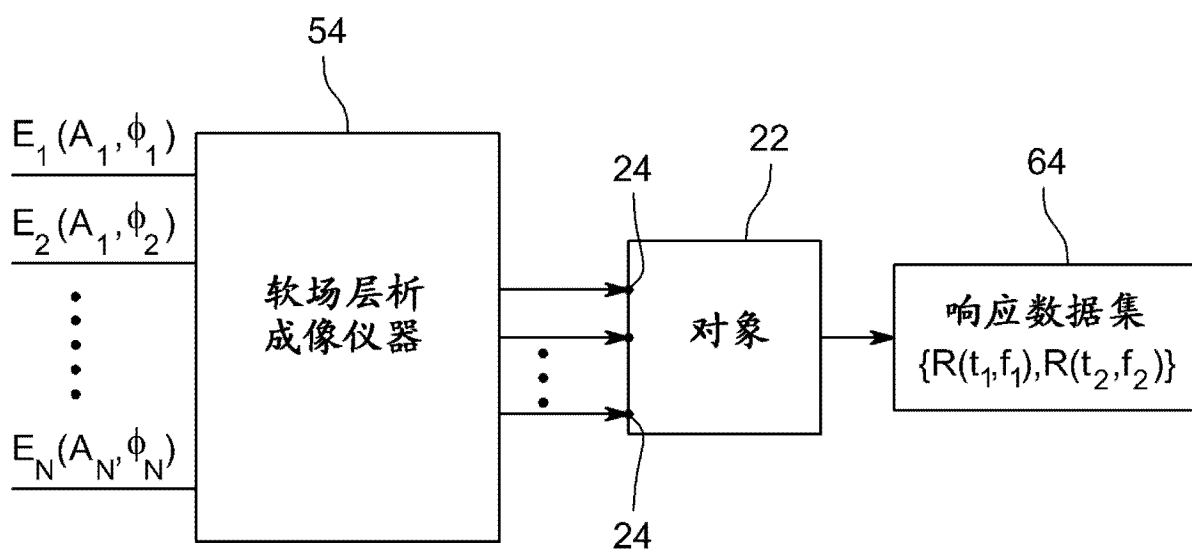


图 6

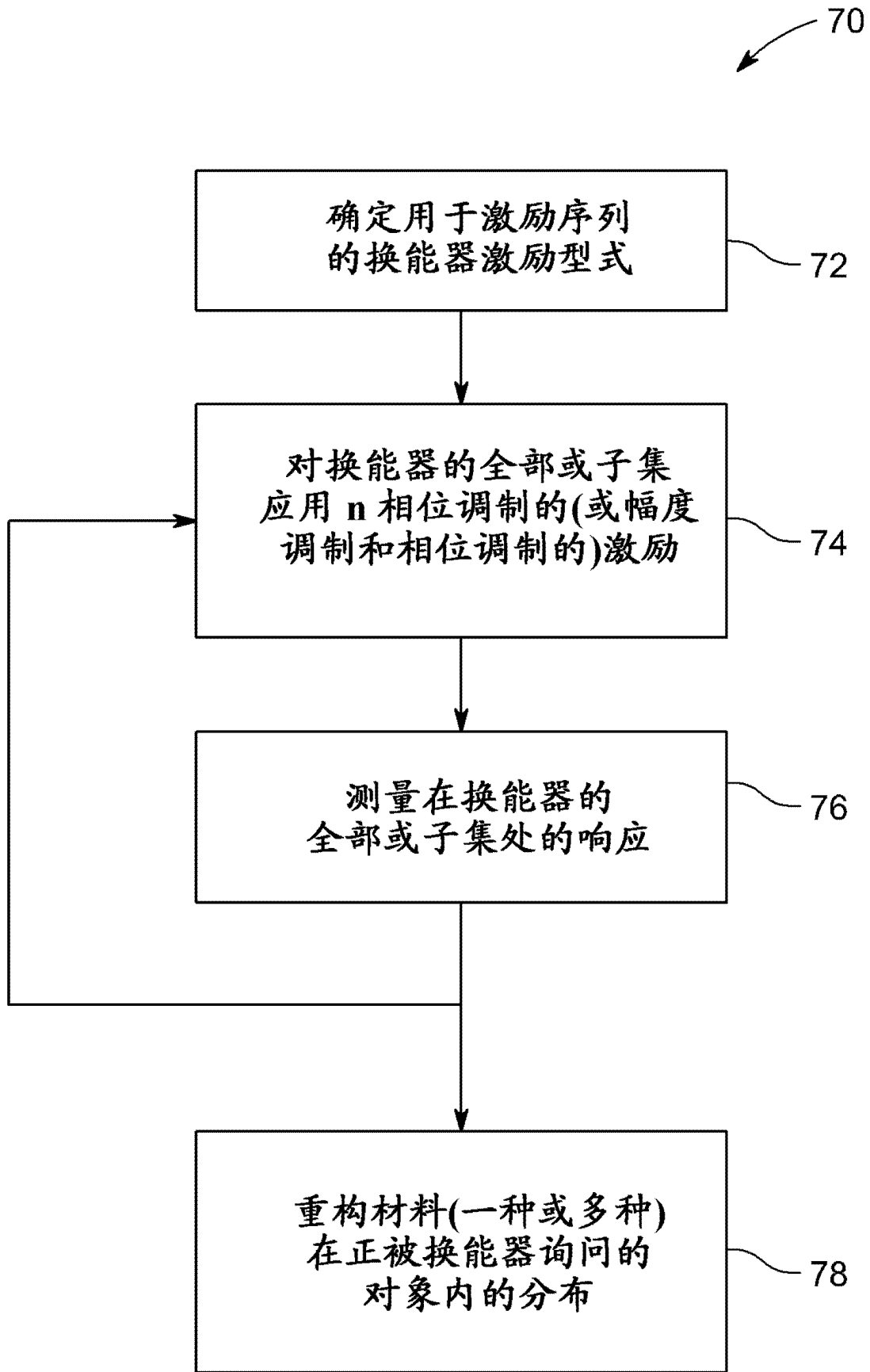


图 7

专利名称(译)	用于在软场层析成像中产生激励的系统和方法		
公开(公告)号	CN102860824A	公开(公告)日	2013-01-09
申请号	CN201210235161.X	申请日	2012-07-09
[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	A S 罗斯 A 蒂瓦里 M K K 米塔尔 S R 潘尼克 S 马哈林加姆		
发明人	A.S.罗斯 A.蒂瓦里 M.K.K.米塔尔 S.R.潘尼克 S.马哈林加姆		
IPC分类号	A61B5/053 A61B5/00 A61B19/00		
CPC分类号	A61B5/0073 A61B8/13 G01N29/0672 A61B5/0536 A61B5/7228 A61B5/0507 A61B5/0522 G01N21/00 A61B5/0075		
代理人(译)	刘春元		
优先权	13/179179 2011-07-08 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明名称为“用于在软场层析成像中产生激励的系统和方法”。提供一种用于在软场层析成像中产生激励的系统和方法。一种方法包括对定位在对象的表面附近的数据采集系统的多个换能器应用多个相位调制的(或相位调制和幅度调制的)激励,以及测量对在多个换能器处应用的相位调制的(或相位调制和幅度调制的)激励的响应。该方法还包括基于测量的响应来确定对象的特性。

