

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102422123 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 18

(21) 申请号 201080020122. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 04. 06

G01B 17/02(2006. 01)

(30) 优先权数据

B06B 1/00(2006. 01)

12/434357 2009. 05. 01 US

G01N 29/22(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 11. 01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/030106 2010. 04. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02010/126682 EN 2010. 11. 04

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 P·迈尔 J·安德森 A·德赛

W·罗

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 张学金 朱海煜

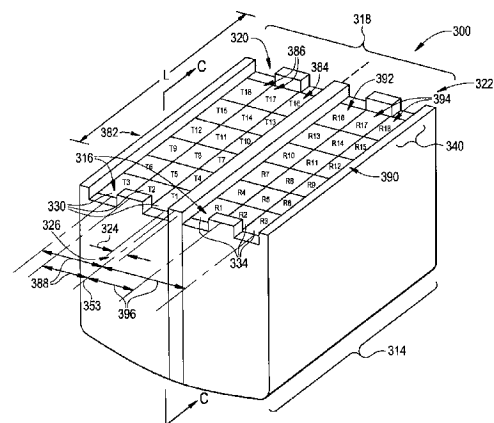
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于测量材料厚度的装置和方法

(57) 摘要

用于测量检测物体的材料厚度的装置和系统。在一个实施例中,该装置可以包括测量探头,其可以具有多个换能器元件,这些换能器元件可以包括分别设置在间隙中的第一侧和第二侧上的传送器元件和接收器元件。该第一侧和该第二侧可以形成具有至少一个有源组合的扫描区,该有源组合可以具有至少一个传送器元件和至少一个接收器元件,该接收器元件可以与处于间隔关系的该传送器元件分开。



1. 一种用于测量检测物体厚度的测量探头,所述测量探头包括:

延迟块,其包括具有纵轴线的本体,所述本体包括靠近所述检测物体放置的扫描表面和与所述扫描表面相对的支撑表面;

采用形成有源组合的方式声耦合于所述支撑表面的多个换能器元件,所述有源组合包括用于产生超声束的传送器侧和用于接收回声信号的接收器侧,所述接收器侧与所述传送器侧是间隔关系,所述间隔关系形成沿着所述纵轴线延伸的间隙;

采用使所述有源组合的所述传送器侧与所述接收器侧在声学上分开的方式设置在所述间隙中的串扰屏障,

其中所述接收器侧包括响应于所述回声信号的至少一个换能器元件,所述回声信号对应于从所述传送器侧上的至少一个换能器元件引导进入所述检测物体的超声束。

2. 如权利要求 1 所述的测量探头,其中所述有源组合沿着所述纵轴线延伸。

3. 如权利要求 1 所述的测量探头,其中所述接收器侧和所述传送器侧的每个包括多个换能器元件。

4. 如权利要求 3 所述的测量探头,其中所述换能器元件包括位于离所述纵轴线第一距离的内换能器元件,和位于离所述纵轴线大于所述第一距离的第二距离的至少一个外换能器元件,所述第一距离和第二距离大致上垂直于所述纵轴线测量。

5. 如权利要求 4 所述的测量探头,其中所述内换能器元件与所述至少一个外换能器元件大致上对齐。

6. 如权利要求 1 所述的测量探头,其中所述间隔关系小于大约 3mm。

7. 如权利要求 1 所述的测量探头,其进一步包括与所述传送器元件和所述接收器元件处于环绕关系的外壳。

8. 如权利要求 7 所述的测量探头,其进一步包括设置在所述延迟块和所述外壳的一个或多个上的连接元件。

9. 如权利要求 8 所述的测量探头,其中所述延迟块包括上部和能从所述上部去除地分离的下部。

10. 如权利要求 1 所述的测量探头,其中所述换能器元件的每个包括 1-3 压电复合材料。

11. 一种用于测量材料厚度的测量系统,所述系统包括:

测量探头,其包括具有纵轴线的延迟块和采用形成有源组合的方式声耦合于所述延迟块的多个换能器元件,所述有源组合包括用于产生超声束的传送器侧和用于接收回声信号的接收器侧,所述接收器侧与该所述传送器侧是间隔关系,所述间隔关系形成围绕所述纵轴线的间隙,所述间隙包括采用使所述传送器侧与所述接收器侧在声学上分开的方式设置的串扰屏障;和

耦合于所述测量探头的检测仪器,所述检测仪器包括采用引起所述超声束的第一参数的方式控制所述有源组合中的至少一个换能器元件的界面,

其中所述接收器侧包括响应于对应于所述超声束的回声的至少一个换能器元件。

12. 如权利要求 11 所述的测量系统,其中所述测量探头包括第一有源组合和第二有源组合,所述第二有源组合具有不同于所述第一有源组合的数量的换能器元件。

13. 如权利要求 12 所述的测量系统,其中根据所述超声束的所述第一参数选择换能器

元件的数量。

14. 如权利要求 12 所述的测量系统,其中所述接收器侧和所述传送器侧的每个包括多个换能器元件。

15. 如权利要求 14 所述的测量探头,其中所述换能器元件包括位于离所述纵轴线第一距离的内换能器元件,和位于离所述纵轴线大于所述第一距离的第二距离的至少一个外换能器元件,所述第一距离和第二距离大致上垂直于所述纵轴线测量。

16. 如权利要求 11 所述的测量探头,所述间隔关系小于大约 3mm。

17. 一种用具有延迟块的测量探头使检测物体成像的方法,所述延迟块包括具有纵轴线的本体,所述本体包括靠近所述检测物体放置的扫描表面和与所述扫描表面相对的支撑表面,所述方法包括:

在所述支撑表面上形成具有多个换能器元件的多个有源组合,所述有源组合的每个包括用于产生超声束的传送器侧和用于接收回声信号的接收器侧,所述接收器侧与所述传送器侧是间隔关系,所述间隔关系形成沿着所述纵轴线延伸的间隙;

采用从第一有源组合的传送器侧上的第一换能器产生第一超声束的方式激活第一有源组合;和

用所述第一有源组合的接收器侧上的至少一个换能器元件接收来自所述第一超声束的回声信号。

18. 如权利要求 17 所述的方法,其进一步包括用所述第一有源组合产生第二超声束。

19. 如权利要求 17 所述的方法,其进一步包括采用产生所述第一超声束的方式激活第二有源组合,所述第二有源组合包括不同于所述第一超声束的第二超声束。

20. 如权利要求 17 所述的方法,其中所述换能器元件包括位于离所述纵轴线第一距离的内换能器元件,和位于离所述纵轴线大于所述第一距离的第二距离的至少一个外换能器元件,所述第一距离和第二距离大致上垂直于所述纵轴线测量。

用于测量材料厚度的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及超声探头,并且更具体地涉及测量材料厚度的双相控阵超声探头。

背景技术

[0002] 超声检测是无损检测类型,其用于检查检测物体以便识别和/或表征检测物体中的缺陷、瑕疵和其他异常。在超声检测中使用的检测设备大体上包括发送和接收信号的探头、操作该探头的检测仪器和在该探头和该检测仪器之间传送信息的电缆。

[0003] 探头包含换能器元件,其采用有助于无损检测的方式由响应于某些刺激的压电材料构造。例如,在探头中发现的某些换能器元件响应于施加到电极(其连接到该元件)的电波形脉冲产生声波。这些元件还响应于声波,例如从检测物体反射的那些声波。这在连接到该元件的电极两端产生电压差。为了超声检测的目的,换能器元件用于传送声波进入检测物体,换能器元件用于捕获那些声波的反射并且由反射波引起的合成电压差被处理以便分析检测物体。

[0004] 尽管许多探头使用相同的换能器元件来传送和接收声波,这样的探头典型地不适用于测量被腐蚀材料的厚度,因为腐蚀产生噪声(例如背散射噪声)。相反,用于测量被腐蚀材料的厚度的探头典型地具有一对换能器元件,一个传送声波到检测物体,而一个接收从检测物体反射的声波。然而,适合于测量被腐蚀材料的类型的探头通常与具有大的表面积的检测物体不相容。

[0005] 对此的一个原因是因为这些探头的视场比检测物体的感兴趣区域小得多。这使检测大的感兴趣区域效率非常低,并且在许多情况下成本非常高。此外,因为探头的视场与检测物体的感兴趣区域的比率是小的,感兴趣区域中的缺陷将被错过的可能性增加,因为缺陷可能不落入探头的视场内。

[0006] 因此,具有可以对于大的感兴趣区域提供高度精确地测量材料厚度的装置,这将是有益的。具有可以测量被腐蚀材料的厚度的装置,同时该装置采用通过降低检查成本和检查期间错过缺陷的可能性以便改善检测物体的检查的方式配置,这也将是有益的。

发明内容

[0007] 在一个实施例中,用于测量检测物体的厚度的测量探头,该测量探头包括延迟块,其包括具有纵轴线的本体,该本体包括靠近该检测物体放置的扫描表面和与该扫描表面相对的支撑表面。该测量探头还包括采用形成有源组合的方式声耦合于该支撑表面的多个换能器元件,该有源组合包括用于产生超声束的传送器侧和用于接收回声信号的接收器侧,该接收器侧与该传送器侧是间隔关系,该间隔关系形成沿着纵轴线延伸的间隙。该测量探头进一步包括采用使该有源组合的该传送器侧与该接收器侧在声学上分开的方式设置在该间隙中的串扰屏障,其中该接收器侧包括响应于回声信号的至少一个换能器元件,该回声信号对应于从传送器侧上的至少一个换能器元件引导进入检测物体的超声束。

[0008] 在另一个实施例中,用于测量材料厚度的测量系统,该系统包括测量探头,其包括具有纵轴线的延迟块和采用形成有源组合的方式声耦合于该延迟块的多个换能器元件,该有源组合包括用于产生超声束的传送器侧和用于接收回声信号的接收器侧,该接收器侧与该传送器侧是间隔关系,该间隔关系形成围绕纵轴线的间隙,该间隙包括采用使该传送器侧与该接收器侧在声学上分开的方式设置的串扰屏障。该系统还包括耦合于测量探头的检测仪器,该检测仪器包括采用引起超声束的第一参数的方式控制有源组合中的至少一个换能器元件的界面,其中该接收器侧包括响应于回声(其对应于该超声束)的至少一个换能器元件。

[0009] 在再另一个实施例中,用具有延迟块的测量探头使检测物体成像的方法,该延迟块包括具有纵轴线的本体,该本体包括靠近该检测物体放置的扫描表面和与该扫描表面相对的支撑表面。该方法包括在该支撑表面上形成具有多个换能器元件的多个有源组合,该有源组合的每个包括用于产生超声束的传送器侧和用于接收回声信号的接收器侧,该接收器侧与该传送器侧是间隔关系,该间隔关系形成沿着纵轴线延伸的间隙。该方法还包括采用从第一有源组合的传送器侧上的第一换能器产生第一超声束的方式激活第一有源组合。该方法还包括用第一有源组合的接收器侧上的至少一个换能器元件接收来自该第一超声束的回声信号。

附图说明

[0010] 因此可以详细理解本发明的上述特征所采用的方式、上文简要概括的本发明的更特定的说明可通过参考某些实施例(其中一些在附图中图示)而获得。然而,要注意附图仅图示本发明的典型实施例并且因此不认为限制它的范围,因为本发明可承认其他同等有效的实施例。图不必按比例绘制,重点一般放在图示发明的某些实施例的原理上。从而,对于本发明的本质和目的的进一步理解,可以参考连同图阅读的下列详细说明,图中:

[0011] 图 1 是包括测量探头的的一个实施例的测量系统的透视图。

[0012] 图 2 是图 1 的测量探头的透视细节图。

[0013] 图 3 是测量探头的另一个实施例的透视图。

[0014] 图 4 是图 3 的测量探头的侧面剖视图。

[0015] 图 5 是测量探头的再另一个实施例的透视图。

[0016] 图 6 是图 5 的测量探头的侧面剖视图。

[0017] 图 7 是实现包括例如在图 1-6 中的测量探头等测量探头的测量系统的方法的流程图。

具体实施方式

[0018] 现在参照图,图 1-2 图示本发明的一个实施例中的测量探头 100 的示例。该测量探头 100 可以实现作为测量系统 102 的一部分,其中该测量探头 100 可以放置在检测物体 108 的扫描表面 104 上。可以由测量系统 102 询问的作为检测物体 108 的示范性物体包括,但不限于,管道、导管、板、容器和罐等。这些检测物体 108 可易腐蚀,例如,如果检测物体 108 暴露于材料,该材料使对着检测物体 108 的扫描表面 104 的对立表面氧化。如在下文更详细论述的,测量系统 102 还可包括检测仪器 110 和在该检测仪器 110 和测量探头 100 之间

交换例如数据、控制指令等信息的电缆 112。

[0019] 可以用作测量探头 100 的类型的探头可以具有扫描区 114, 其具有长度 L。该长度 L 采用允许测量探头 100 测量检测物体 108 的多种特性的方式而变化。这些特性可包括, 但不限于: 检测物体 108 的扫描表面 104 和对立表面 106 之间的材料厚度; 当对立表面 106 被腐蚀时检测物体 108 的扫描表面 104 和对立表面 106 之间的材料厚度; 以及可位于检测物体 108 的扫描表面 104 和对立表面 106 之间的不同的深度处的其他缺陷、异常和偏差。

[0020] 这是有益的, 因为像测量探头 100 的探头可以用于采用将通常要求分开的装置的方式询问检测物体 108。这包括, 例如具有为探测检测物体 108 的扫描表面 104 附近的缺陷而优化的特质(在下文中, “近距离探测能力”)的装置, 和具有为探测位于检测物体 108 中较深处的缺陷而优化的特质(在下文中, “远距离探测能力”)的装置。同样有益的是, 扫描表面 114 的长度 L 可以被配置以便大致上减少询问检测物体 108 所需要的时间以及在询问检测物体 108 期间错过缺陷的可能性两者。关于适合用作测量探头 100 的探头的构造的另外的细节结合图 3-6 中图示的测量探头的实施例在下文提供。然而, 在继续该说明之前, 测量探头 100 的部件和其他方面以及它在测量系统 102 中的实现的一般论述紧随下文。

[0021] 在本示例中, 测量探头 100 的扫描区 114 可包括可以设置在阵列 118 中的多个换能器元件 116。该阵列 118 可以具有传送器侧 120 和接收器侧 122, 该接收器侧 122 可以与该传送器侧 120 处于间隔关系 124 而安置。这里, 该间隔关系 124 形成间隙 126, 其表示该传送器侧 120 和该接收器侧 122 的内部之间的最小距离。该距离可以变化。在一个示例中, 该距离可以小于大约 0.5mm, 并且在测量探头 100 的某些实施例中, 该距离可以从大约 0mm 至大约 0.75mm。如结合图 3-4 在下文更详细论述的, 测量探头 100 的实施例还可包括串扰屏障 128, 其可以设置在该间隙 126 中以便使该传送器侧 120 和该接收器侧 122 分开。

[0022] 传送器侧 120 可包括具有传送器中心线 132 的多个传送器元件 130, 并且接收器侧 122 可包括具有接收器中心线 136 的多个接收器元件 134。典型地, 这些传送器元件 130 和这些接收器元件 134 被间隔节距 138, 在本示例中, 在相邻传送器元件 130 的传送器中心线 132 之间和相邻接收器元件 134 的接收器中心线 136 之间测量该节距 138。在一个示例中, 该节距 138 可以采用与测量探头 100 的实施例的其他尺寸一致的方式而变化。

[0023] 接收器元件 134 可以配置成接收来自检测物体 108 的回声信号。示范性的回声信号包括, 但不限于, 声信号和 / 或声波, 其对应于由传送器元件 130 传送的这些声信号并且其从检测物体 108 反射回到测量探头 100。传送器元件 130 和接收器元件 134 的每个可以由压电材料整体或部分构造, 该压电材料包括例如压电陶瓷、锆钛酸铅、偏铌酸铅 (lead mataniobate)、压电晶体和它的任何组合。在一个示例中, 传送器元件 130 中的一个或多个和接收器元件 134 中的一个或多个可包括 1-3 种压电复合材料。

[0024] 在测量探头 100 的一个实施例中, 扫描区 114 可以具有一个或多个有源组合 140。典型地, 这些有源组合 140 包括多个换能器元件 116, 并且更具体地这些有源组合 140 可包括传送器元件 130 中的一个或多个和接收器元件 134 中的一个或多个。

[0025] 通过非限制性示例, 有源组合 140 中的每个可具有传送器元件 130 中的一个和接收器元件 134 中的一个, 其中接收器元件 134 接收对应于源于有源组合 140 中的传送器元件 130 的声信号的回声信号。在测量探头 100 的其他示例中, 有源组合 140 中的每个可包括任何数量的传送器元件 130 和接收器元件 134。

[0026] 有源组合 140 中的传送器元件 130 和接收器元件 134 的数量可以根据检测物体 108 中的缺陷的深度而确定。典型地,从扫描表面 104 进入检测物体 108 来测量深度。例如,需要近距离探测能力的缺陷深度可一般小于大约 5mm。另一方面,需要远距离探测能力的缺陷深度可一般大于或等于 5mm,其中测量探头 100 的某些实施例配置成探测在至少大约 50mm 深度处的缺陷。

[0027] 注意到如本文使用的“近距离探测能力”和“远距离探测能力”的指定仅仅用于指定测量探头(例如,测量探头 100)的一个实施例的相对特质。然而,这不认为限制本公开的范围或精神,因为本文公开、描述和预想的其他探头的实施例可具有其他特质。这些其他特质可相同、不同或具有稍微不同的变化以便使这样的特质用于可具有超出上文论述的深度以外的深度的缺陷。

[0028] 用于近距离探测能力的有源组合 140 可能需要许多传送器元件 130 和许多接收器元件 134,这小于远距离探测能力所需要的数目。在一个示例中,当测量探头 100 的特质配置为近距离探测能力时,有源组合 140 可仅具有传送器元件 130 中的一个和接收器元件 134 中的一个。在另一个实施例中,当测量探头 100 的特质配置为远距离探测能力时,有源组合 140 可具有传送器元件 130 中的至少七个和接收器元件 134 中的至少七个。

[0029] 更详细地论述检测仪器 110,可以在图 1-2 的测量探头 100 的本实施例中使用的检测仪器 110 可以配置成操作测量探头 100 以便激活扫描区 114 并且从扫描区 114 收集数据。这包括例如:配置成激活扫描区 114 的有源组合 140 中的特定的一些有源组合 140,和配置成激活传送器元件 130 和接收器元件 134 中的特定的一些传送器元件 130 和接收器元件 134。适合用作检测仪器 110 的示范性装置可以包括,但不限于,计算机(例如,台式计算机、便携式计算机,等)、超声仪器、超声系统等。超声仪器的一个示例是可从 GE Inspection Technologies (Lewiston, PA) 获得的相量 XS 相控阵超声仪器。

[0030] 通过非限制性示例并且如在图 1-2 中图示的,检测仪器 110 可以包括界面 142,其具有显示可以由测量探头 100 收集的例如数据信息、图像等信息的显示器 143。该界面 142 还可以包括控制测量探头 100 的操作的一个或多个控制 144。在测量探头 100 的一个实施例中,这些控制 144 可以配置成选择扫描区 144 的长度 L、扫描区 144 中的有源组合 140 的数量和 / 或在这些有源组合 140 的每个中的传送器元件 130 和接收器元件 134 的数量。

[0031] 鉴于前面提到和更详细论述测量探头 100 和测量系统 102 的一个实现,用户(例如,现场工程师)可以将测量探头 100 放置在检测物体 108 的扫描表面 104 上使得来自传送器元件 130 的声信号可以进入检测物体 108。该现场工程师可以沿着扫描表面 104(例如,在可大致上垂直于扫描区 114 的方向 146 上)移动探头 100。这可使扫描区 114 与检测物体 108 的感兴趣区域接触。术语“感兴趣区域”在本文中用于描述检测物体 108 的用测量系统 102 收集其中的数据的部分。感兴趣区域例如可包括整体检测物体 108 和 / 或检测物体 108 的一部分。该感兴趣区域还可包括被腐蚀的检测物体 108 的部分和 / 或在其中发现了缺陷的检测物体的部分。该感兴趣区域可进一步包括整体检测物体 108 的扫描表面 104 和 / 或检测物体 108 的扫描表面 104 的一部分。

[0032] 在测量探头 100 的一个实施例中,现场工程师可以调整检测仪器 110 的控制 144 以便适应检测物体 108 的感兴趣区域的物理特性的变化。这包括检测物体 108 的扫描表面 104 和对立表面 106 之间的材料厚度的变化。例如,检测物体 108 的某些部分可被腐蚀使得

检测物体 108 的一个部分的材料厚度与检测物体 108 的另一个部分的材料厚度不同。这些物理特性还包括从检测表面 104 的缺陷深度。例如,一个缺陷可具有在检测物体 108 内不同于其他缺陷在检测物体 108 内的深度的深度,这也用测量系统 102 探测。

[0033] 为了适应感兴趣区域的物理特性的差异,现场工程师可以调整控制 144 以修改由测量探头 100 产生的超声束的一个或多个参数。例如,超声束可具有对于近场探测能力的近场参数和对于远场探测能力的远场参数。这些可基于在有源组合 140 中使用的传送器元件 130 的数量和接收器元件 134 的数量而不同。在另一个示例中,基于在扫描区 114 中发现的有源组合 140 的数量,该近场参数可不同于该远场参数。在再另一个示例中,该近场参数和该远场参数的每个可以对应于检测物体 108 内部的不同深度。

[0034] 接着参照图 3-4 并且还参考图 1-2,图示测量探头 200 的另一个示例,其中测量系统(例如系统 102(图 1))的部分为了清楚已经被去除。注意到,在可应用的地方,数字用于指定类似的部件,例如在上文的图 1-2 中的那些部件,但这些数字可增加 100。例如,图 3-4 的测量探头 200 可以包括扫描区 214、换能器元件 216,换能器元件 216 可以设置在阵列 218 中,并且更具体地在可以由串扰屏障 228 分开的传送器侧 220 和接收器侧 222 中。在本示例中,传送器侧 220 和接收器侧 222 的每个可以分别包括多个传送器元件 230 和多个接收器元件 234。

[0035] 测量探头 200 还可以包括配线 248 和延迟块 250。该延迟块 250 可以具有:本体 252,其具有纵轴线 253;下部 254,其具有扫描表面 256;和上部 258,其具有一对凹陷区 260。这些凹陷区 260 可以包括具有传送器支撑面 264 的传送器凹陷区 262 和具有接收器支撑面 268 的接收器凹陷区 266。测量探头 200 的实施例还可包括外壳 270,其具有带底部开口 274 的内腔 272,该底部开口 274 尺寸大小可适于并且配置成收容该本体 252 使得延迟块 250 的至少上部 258、配线 248 以及换能器元件 216 被该外壳 270 环绕。

[0036] 还可以例如在本体 252 和外壳 270 中的一个或多个上提供和设置连接元件 276。用作该连接元件 276 的类型的连接元件可典型地包括用于使电缆 112(图 1)耦合于测量探头 200 的装置。这可包括,例如螺纹装配、卡锁装配、压力释放装配、可变形装配、快速释放装配和/或其的任何组合。在一个示例中,该连接元件 276 可以适应于与在电缆 112(图 1)上的螺纹连接器紧密配合。

[0037] 通过非限制性示例,延迟块 250 的本体 252 可以使换能器元件 216 通过扫描表面 256 声耦合于检测物体 108(图 1)的表面 104(图 1)。本体 252 可以单体式构成或采用许多部件组装在一起的形式构造以形成延迟块 250。例如,包括扫描表面 256 的下部 254 能从本体 252 分离使得扫描表面 256 可以在本体 252 上被去除和/或替换。例如,当扫描表面 256 被磨损、损坏或相反采用限制测量探头 100 的能力的方式被修改时,预想可以全部或部分去除和替换扫描表面 256。

[0038] 一般基于材料的声速或当材料传送声波时材料中的微粒的速度选择用于本体 252 的材料。典型地,本体 252 中的材料的声速可以不同于检测物体 108(图 1)的材料的声速。示范性的材料包括,但不限于金属和塑料,并且在测量探头 100 的一个实施例中,这些材料可包括有机玻璃和/或聚苯乙烯中一种或多种。

[0039] 如在图 3 的示例中并且更具体地在图 4(其中在测量探头 200 的组装形式的一个示例中示出测量探头 200)的截面图中看到的,凹陷区 260 可以位于本体 252 的上部 258 附

近,使得当构造测量探头 200 时,传送器侧 220 和接收器侧 222 被置于凹陷区 260 中。传送器支撑表面 264 和接收器支撑表面 268 的每个可远离串扰屏障 228 成角度或倾斜。关于扫描表面 256 测量的顶角 θ 可限定传送器支撑表面 264 和 / 或接收器支撑表面 268 的角度。该顶角 θ 的值可以小于大约 10° , 其中该顶角 θ 在测量探头 200 的某些构造中从大约 3° 至大约 7° 。在图 5-6 的测量探头 300 的示例中还预想和图示顶角 θ 的值可以是大约 0° 。

[0040] 传送器凹陷区 262 可以包括至少一个传送器内表面 278, 并且接收器凹陷区 266 可以包括至少一个接收器内表面 280。这些内表面 278、280 可采用形成内部尺寸(其关于凹陷区 260 的其他内表面 278、280 并且从这些其他内表面 278、280 测量)的方式来界定相应的凹陷区 260。该内部尺寸可以采用允许传送器凹陷区 262 和接收器凹陷区 266 分别收容传送器侧 220 和接收器侧 222 的方式来确定尺寸。在一个示例中,该内部尺寸可以选择使得换能器元件 216 由支撑表面 264、268 支撑。

[0041] 传送器凹陷区 262 的内表面 278 还可以关于接收器凹陷区 266 的内表面 280 而构造和确定尺寸,使得当传送器侧 220 和接收器侧 222 在凹陷区 260 中时,传送器元件 230 与接收器元件 234 大致上对齐。然而,要理解,如本文使用和描述的术语“大致上对齐”考虑某些制造公差、组装公差和可以加入测量探头 200 的总体组装中的其他偏差。这样的公差和偏差可例如使传送器元件 230 和接收器元件 234 中的一个或多个被这样定位以致传送器元件 230 的全部不与接收器元件 234 的全部完全对齐。

[0042] 术语“大致上对齐”当用来描述传送器阵列、接收器阵列、传送器元件和 / 或接收器元件的位置时还可以被认为是相对的使得这样确定的尺寸处于某些公差内时,或者备选地描述的位置是使得传送器元件和接收器元件的个别一些的对齐仍在某些公差内。例如,关于前面的描述,预想凹陷区的尺寸将在期望的公差内,例如大约 $\pm 0.5\text{mm}$ 。另一方面,关于后面的描述,预想传送器元件在探头(其根据本文公开的概念制作)中关于接收器元件的位置将与期望值一致,例如,传送器元件和接收器元件的共平面之间的公称偏差和 / 或传送器元件和接收器元件的同轴对齐的中心线之间的公称偏差。

[0043] 串扰屏障 228 可以采用使传送器侧 220 和接收器侧 222 声 / 机械隔离的方式构造。这包括,例如被构造以防止声波和电磁能在传送器元件 230 和接收器元件 234 之间传输。如在图 3-4 中图示的,串扰屏障 228 可以延伸进入本体 252, 并且在测量探头 200 的一个构造中,串扰屏障 228 延伸到扫描表面 256。串扰屏障 228 可以包括例如铜箔、封闭胞聚合物泡沫、软木填充的橡胶和任何其他组合等材料。

[0044] 用于在外壳 270 中使用的示范性材料包括,但不限于,金属(例如,铝、钢、黄铜,等)和复合物等。同样,实现制作探头 200 的部件的制造工艺包括铸造、模塑、压挤、加工(例如,车削和铣削)和适合用于形成探头 200 和更具体地延迟块 250 的本体 252 以及外壳 270(其的每个在本文中公开和描述)的各种零件和部件的其他技术。因为这些工艺和由这样的工艺使用的材料一般对于本领域内技术人员是众所周知的,本文将不提供额外的详细资料,除非这样的详细资料对于解释本发明的实施例和概念是必需的。

[0045] 在图 5-6 中图示测量探头 300 的再另一个实施例。这里,与图 3-4 的测量探头 200 的示例一样,类似的数字用于指示测量探头 300 中的类似的部件,但在图 5-6 中的数字增加 100。例如,在图 5-6 中看到测量探头 300 可以包括具有长度 L 的扫描区 314、可以设置在阵

列 318 并且更具体地在传送器侧 320 和接收器侧 322(其可以由串扰屏障 328 分开)中的换能器元件 316。

[0046] 如结合图 1-2 的论述在上文提到的,在本文中公开的测量探头的实施例中的传送器侧和接收器侧可以每个分别包括多个传送器元件 330 和多个接收器元件 334。在图 5-6 的本示例中,看到传送器元件 330(标记 T1-T18)设置在传送器网格 382 中。更具体地,有源组合 340 的每个可以包括靠近间隙 326 的内传送器元件 384 和至少一个外传送器元件 386,该外传送器元件 386 位于从纵轴线 353 测量的外距离 388 处。接收器元件 334(标记 R1-R18)同样设置在接收器网格 390 中使得有源组合 340 的每个包括内接收器元件 392,其通过间隔关系 324 与该内传送器元件 384 分开。有源组合 340 还包括至少一个外接收器元件 394,其位于离纵轴线 353 的外距离 396 处。

[0047] 当测量探头 300 在系统(例如图 1 的系统 102)中实现时,在传送器网格 382 和接收器网格 390 中发现的换能器元件 316 的每个可以独立操作。在一个示例中,传送器元件 T1 可以被激活以传输超声束,并且接收器元件 R1 可以被激活以接收对应于该超声束的回声信号。在另一个示例中,传送器元件 T1-T6 可以被激活以传输超声束,并且接收器元件 R1-R6 可以被激活以接收对应于这些超声束的回声信号。然而,被激活的传送器元件 330 和接收器元件 334 的组合仅仅由在传送器网格 382 和接收器网格 390 中发现的换能器元件 316 的数量所限制。

[0048] 测量探头 300 的实施例还被配置使得换能器元件 316 的某些可以经历控制激励以便操纵被引导进入检测物体(例如检测物体 108(图 1))的超声束的参数。这些参数包括,但不限于,超声束的方向、角度、聚焦距离和焦斑大小。这些术语一般由本领域内技术人员所认识,并且因此这些术语在本文中不定义或描述,而在本公开中公开和预想的测量探头的实施例概念的上下文中被引用。例如,并且通过非限制性示例,预想超声束的方向可以通过改变传送器元件 330 的每个关于在传送器网格 382 中的另一个传送器元件被激励的时间来操纵。

[0049] 测量探头 300 的其他实施例进一步被配置使得换能器元件 316 可以经历控制激励,这使得测量探头 300 展现与相控阵超声技术的特性一致的某些操作特性。一个示范性操作特性包括被配置以激励传送器元件 330 中的一个或多个来根据某些束扫描模式(例如,电子扫描、动态深度聚焦和方位角扫描)产生超声束。通过非限制性示例,预想测量探头 300 的实施例可以具有与“1.25D”、“1.5D”、“1.75D”、和“2D”换能器阵列一致的操作特性。再次,如结合超声束的参数紧随上文论述的,实现这样的模式所需要的控制结构、工具和其他考量将由熟悉相控阵超声技术的那些技术人员认识,并且因此在本文中不论述。然而,仅为了示例目的,如本文使用的,“1.25D”换能器提供可变高度孔径,其具有静态聚焦;“1.5D”换能器阵列提供关于阵列的中心线对称的聚焦、可变高度孔径以及明暗处理;“1.75D”换能器阵列提供关于阵列的中心线不对称的聚焦、可变高度孔径以及明暗处理;“2D”换能器阵列提供全电子聚焦和导引。

[0050] 论述根据本发明的一个或多个实施例制作的测量探头的操作,图 7 图示使用测量探头(例如,测量探头 100、200、300(统称“探头”))用于测量检测物体的厚度的方法 400。这里,该方法 400 可包括在步骤 402 选择对于超声束的参数,例如第一参数。该方法 400 可包括例如在步骤 404 对于扫描区的有源组合设置传送器元件的数量和接收器元件的数量。

然后,该方法 400 可包括在步骤 406 通过用探头询问检测物体的表面来收集数据。大体上,这可通过将探头的扫描表面对着检测物体的表面放置并且然后在大致上垂直于扫描区的方向上移动探头横穿表面而实现。如果要扫描检测物体的整个表面,这可重复多次,或其仅在必要时基于检测物体的感兴趣区域的大小而重复。

[0051] 在询问检测物体的内体积后,或备选地在仅询问内体积的一部分后,方法 400 接着可包括在步骤 408 确定参数是否实现检测的目标。这可以包括评价由检测仪器显示的信息,该评价包括例如,检查检测物体在检测仪器上的图像的分辨率和/或将该图像与具有期望的分辨率的已知良好图像比较。如果分辨率足够满足检测目标,那么方法可包括在步骤 410 完成检测物体的扫描,并且在步骤 412 移到检测物体的表面上的不同位点。

[0052] 如果分辨率不够,那么方法可以回到步骤 402,选择对于超声束的参数和另一个参数(例如,第二参数)通过例如改变对于扫描区的有源组合的传送器元件数量和接收器元件数量而选择。在本示例中,探头用作使用第二声场特性来扫描表面,并且确定第二声场特性是否实现检测的目标。如果分辨率不够,那么方法 400 可以例如根据步骤 402-408 继续,直到分辨率满足检测的目标。然后,如上文论述的,方法 400 可包括在步骤 410 完成检测物体的扫描,并且在步骤 412 移到检测物体的表面上的不同位点。

[0053] 该书面说明使用示例以公开本发明的实施例,其包括最佳模式,并且还使本领域内技术人员能够制作和使用本发明。本发明的可专利范围由权利要求限定,并且可包括本领域内技术人员想到的其他示例。这样的其他示例如果它们具有不与权利要求的书面语言不同的结构元件,或者如果它们包括与权利要求的书面语言无实质区别的等同结构元件则规定在权利要求的范围内。

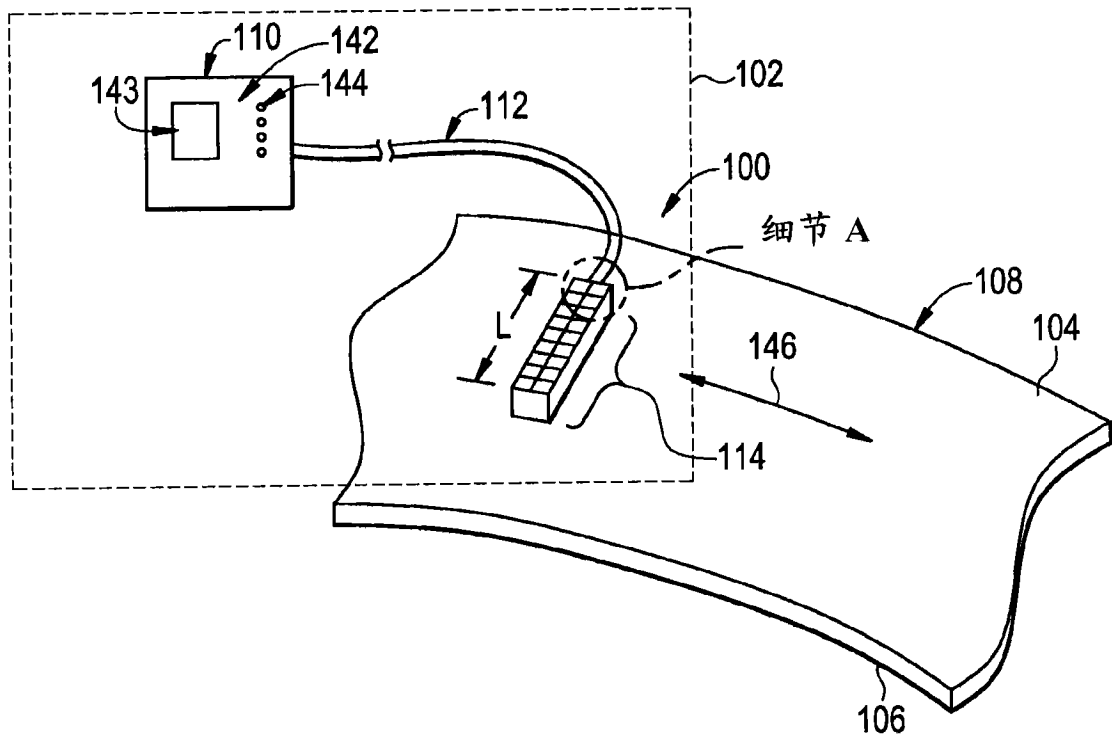
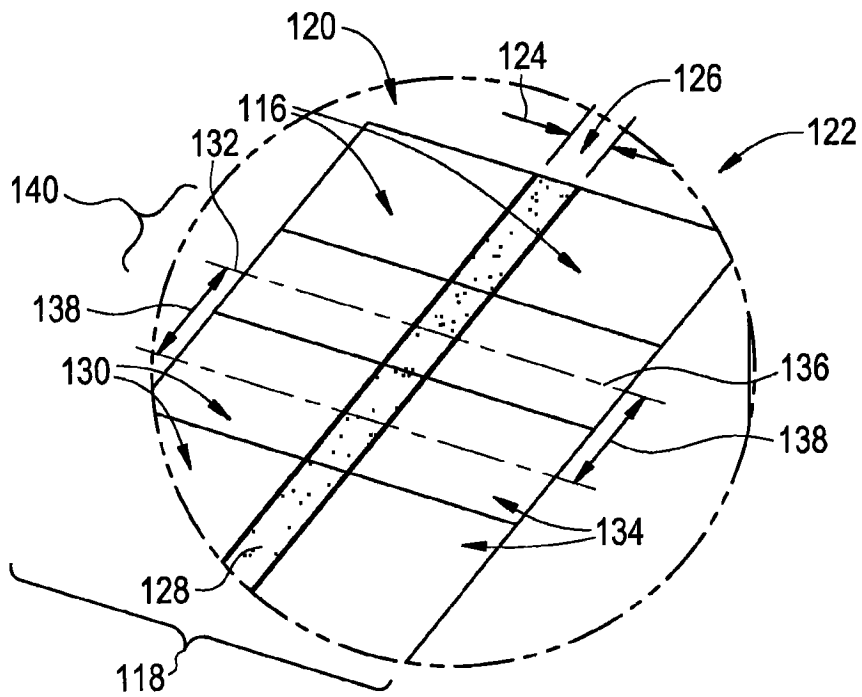
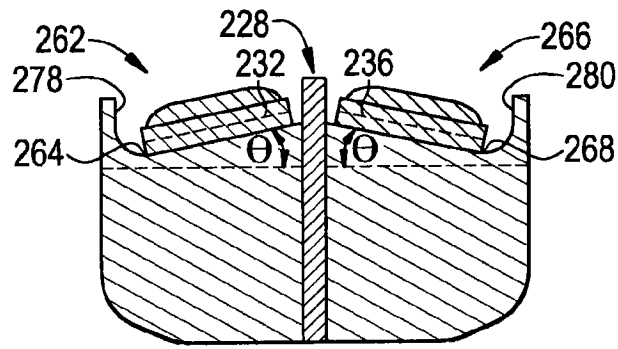


图 1



细节 A

图 2



B - B

图 4

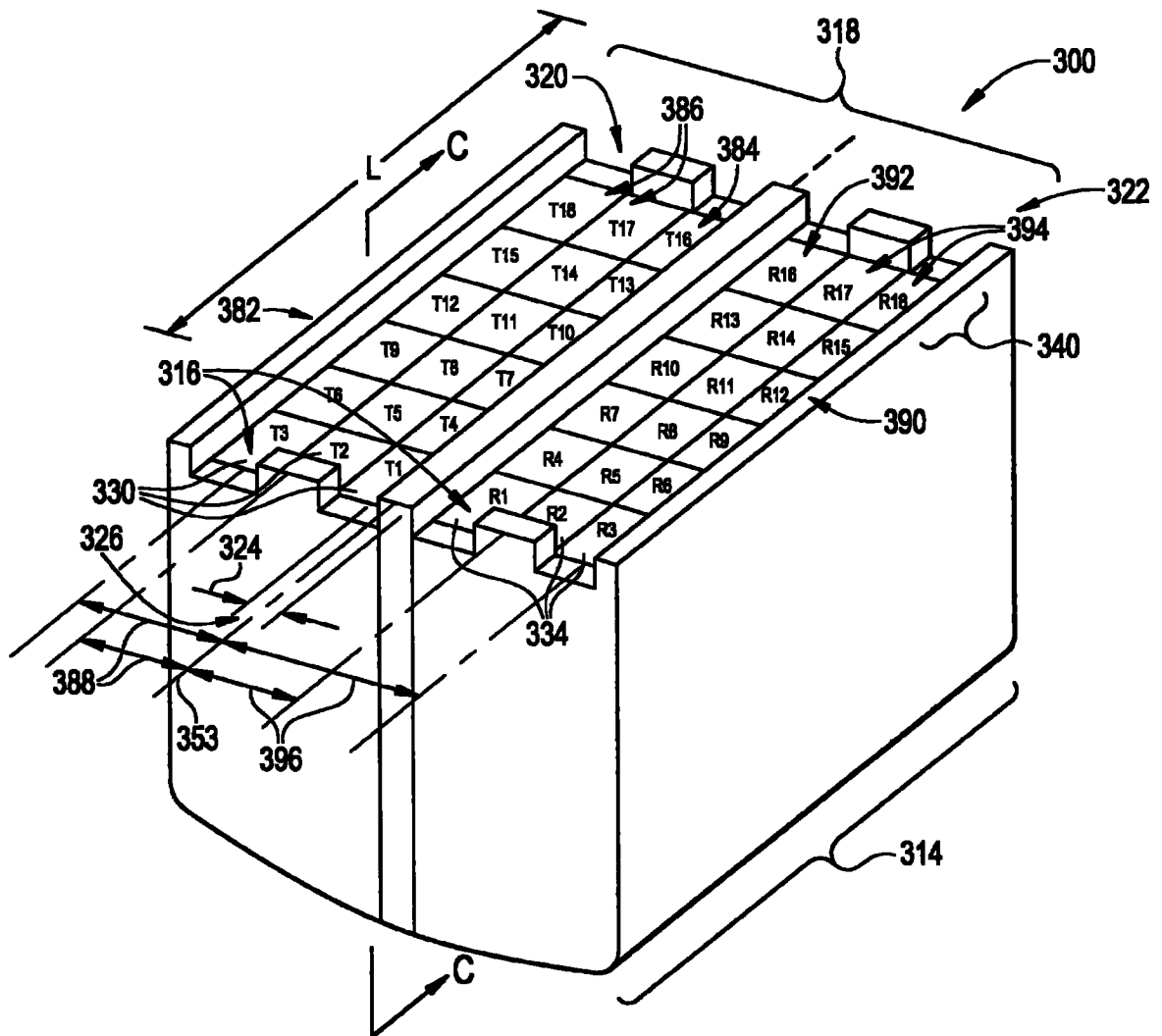
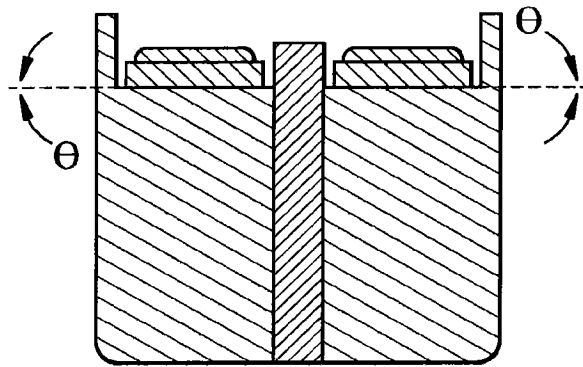


图 5



C - C

图 6

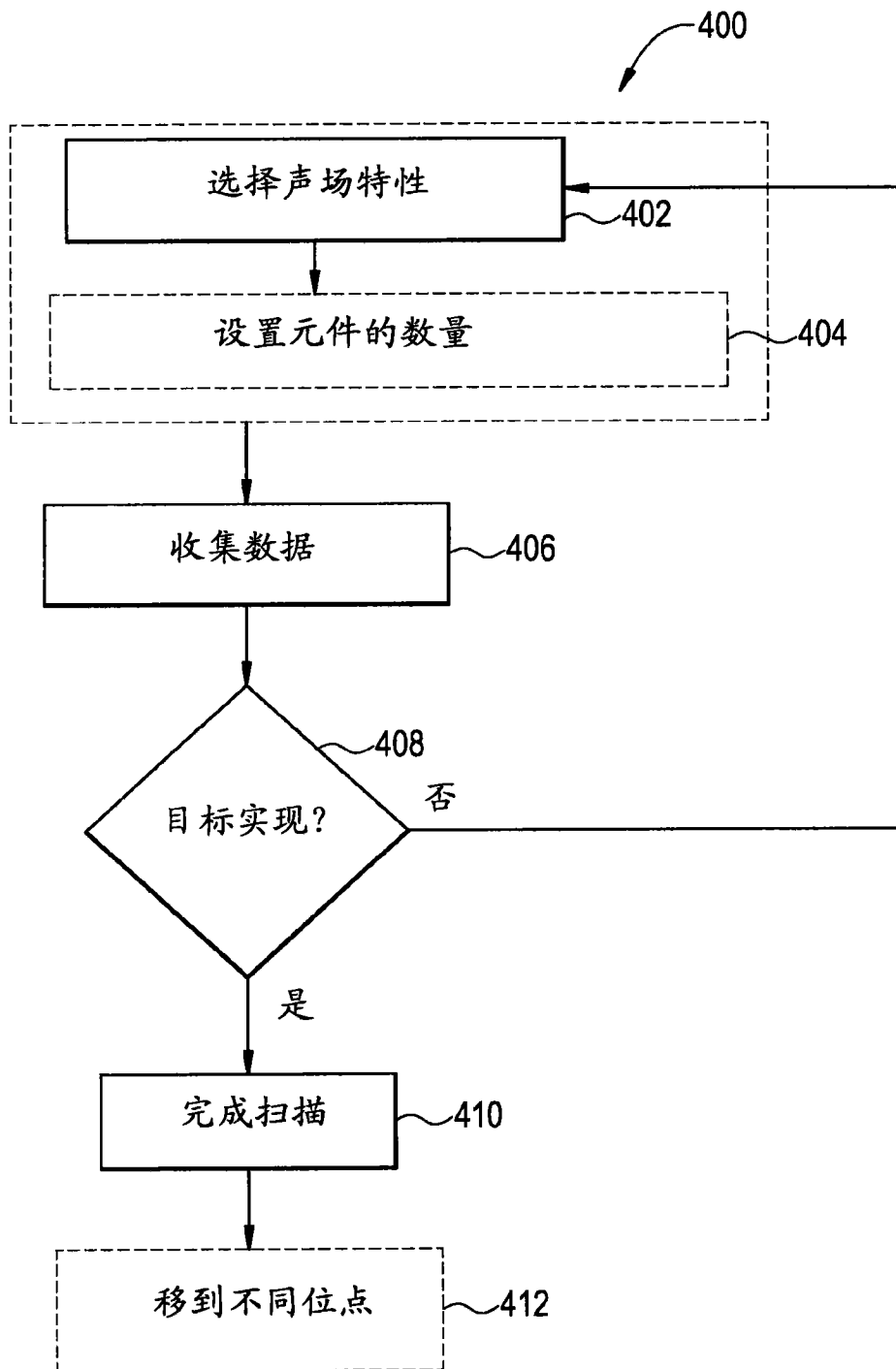


图 7