



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102809571 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 05

(21) 申请号 201210195527. 5

(22) 申请日 2012. 04. 06

(30) 优先权数据

13/081, 876 2011. 04. 07 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 B·L·谢克曼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 柯广华 朱海煜

(51) Int. Cl.

G01N 22/00 (2006. 01)

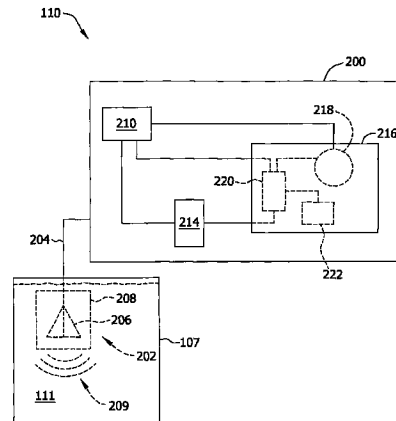
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于确定介质中夹带的物质的存在的器件和方法

(57) 摘要

本发明的名称是：用于确定介质中夹带的物质的存在的器件和方法。提供了一种用于与电力产生系统(100)一起使用的传感器组件(110)。该传感器组件包括至少一个包括微波发射器(206)的探测器(202)，其中微波发射器配置为从至少一个微波信号产生至少一个电磁场(209)。此外，传感器组件包括耦合到探测器的至少一个信号处理装置(200)。信号处理装置配置为检测介质(111)的介电常数在从微波发射器接收的频率处的改变并将从微波发射器接收的功率的期望功率电平与该频率的实际功率电平比较以确定介质中夹带的至少一个物质的存在。



1. 一种用于与电力产生系统 (100) 一起使用的传感器组件 (110), 所述传感器组件包括:

至少一个包括微波发射器 (206) 的探测器 (202), 所述微波发射器配置为从至少一个微波信号产生至少一个电磁场 (209); 以及

耦合到所述至少一个探测器的至少一个信号处理装置 (200), 其中所述至少一个信号处理装置配置为检测介质 (111) 的介电常数在从所述微波发射器接收的频率处的改变并将从所述微波发射器接收的所述频率的期望功率电平与所述频率的实际功率电平比较以确定所述介质中夹带的至少一个物质的存在。

2. 根据权利要求 1 所述的传感器组件 (110), 其中当所述至少一个物质与所述至少一个电磁场 (209) 互相作用时, 将载荷引入到所述微波发射器 (206)。

3. 根据权利要求 1 所述的传感器组件 (110), 其中所述至少一个微波信号包括预定频率范围内的多个频率分量。

4. 根据权利要求 3 所述的传感器组件 (110), 其中所述预定频率范围在近似 1GHz 和近似 20GHz 之间。

5. 根据权利要求 1 所述的传感器组件 (110), 其中所述微波发射器 (206) 为宽带发射器。

6. 根据权利要求 1 所述的传感器组件 (110), 其中所述微波发射器 (206) 浸在所述介质 (111) 中。

7. 根据权利要求 1 所述的传感器组件 (110), 其中所述介质 (111) 为液体介质。

8. 一种电力产生系统 (100), 包括:

包括至少一个变压器 (107) 的机器 (102), 所述变压器 (107) 包含容纳在其中的介质 (111);

邻近所述至少一个变压器放置的传感器组件 (110), 所述传感器组件包括:

至少一个包括微波发射器 (206) 的探测器 (202), 所述微波发射器配置为从至少一个微波信号产生至少一个电磁场 (209); 以及

耦合到所述至少一个探测器的至少一个信号处理装置 (200), 其中所述至少一个信号处理装置配置为检测所述介质的介电常数在从所述微波发射器接收的频率处的改变并将从所述微波发射器接收的所述频率的期望功率电平与所述频率的实际功率电平比较以确定所述介质中夹带的至少一个物质的存在。

9. 根据权利要求 8 所述的电力产生系统 (100), 其中当所述至少一个物质与所述至少一个电磁场 (209) 互相作用时, 将载荷引入到所述微波发射器 (206)。

10. 根据权利要求 8 所述的电力产生系统 (100), 其中所述至少一个微波信号包括预定频率范围内的多个频率分量。

## 用于确定介质中夹带的物质的存在的器件和方法

### 技术领域

[0001] 本发明的领域通常涉及电力产生系统,并且更特别地,涉及用于使用微波发射器来确定介质中物质的存在的传感器组件 (sensor assembly) 和方法。

### 背景技术

[0002] 至少一些已知的电力产生系统包括可能随时间变得损坏或磨损的一个或多个部件。例如,至少一些已知的电力产生系统包括电气变压器 (electric transformer)。此外,至少一些已知的电气变压器包括容纳在变压器内的油以冷却变压器并提供电气绝缘。油的质量可能随着时间而改变,并且油可能具有污染物。例如,油可以分解成溶解于油中的各种气体成分。用老化的油的继续操作可能引起变压器 (例如变压器中的布线) 的损坏和 / 或可能带来变压器和 / 或系统的过早失效。因此,对变压器内的油进行定期测试是必要的。

[0003] 一种测量油质量的方式是测量介电常数。例如,与新的油样本比较,老的油样本的介电常数的改变可以指示油中夹带的污染物 (例如溶解的气体、水或颗粒) 的存在或者油的化学性质的改变 (例如添加剂耗尽或氧化)。当检测到油样本的介电常数改变时,还可检测该油样本中的污染物的类型。例如,为了检测变压器中溶解的气体的存在,至少可以使用一些已知的传感器系统。这些传感器系统中的一些使用在线 (in-line) 探测器 (probe) 测量来确定变压器中溶解的气体的存在。例如,在从变压器中获得油样本后,使用光谱仪来分析油。更具体地,光谱仪相对于包括新的、无污染的油样本的标准来分析该样本。这样的传感器系统为识别油中的各种气体成分提供了充足的信息。然而,由于分析通常在远离变压器的位置进行,所以这样的系统可能是冗长的和昂贵的。此外,由于必须将油样本带到另一位置,因此传感器系统不能提供实时数据。

### 发明内容

[0004] 在一个实施例中,提供了一种用于确定介质中夹带的至少一个物质的存在的方法。该方法包括发送至少一个微波信号到微波发射器。由微波发射器从微波信号产生至少一个电磁场。检测介质的介电常数在从微波发射器接收的频率处的改变。此外,将从微波发射器接收的频率的期望功率电平与该频率的实际功率电平比较以确定介质中夹带的物质的存在。

[0005] 在另一实施例中,提供了一种用于与电力产生系统一起使用的传感器组件。该传感器组件包括至少一个包含微波发射器的探测器,其中微波发射器配置为从至少一个微波信号产生至少一个电磁场。此外,传感器组件包括至少一个耦合到探测器的信号处理装置。信号处理装置配置为检测介质的介电常数在从微波发射器接收的频率处的改变并将将从微波发射器接收的频率的期望功率电平与该频率的实际功率电平比较以确定介质中夹带的至少一个物质的存在。

[0006] 在又一实施例中,提供了一种电力产生系统。该电力产生系统包括包含至少一个变压器的机器,其中变压器包括容纳于其中的介质。传感器组件邻近变压器放置。传感器

组件包括至少一个包含微波发射器的探测器,其中微波发射器配置为从至少一个微波信号产生至少一个电磁场。此外,传感器组件包括至少一个耦合到探测器的信号处理装置。信号处理装置配置为检测介质的介电常数在从微波发射器接收的频率处的改变并将从微波发射器接收的频率的期望功率电平与该频率的实际功率电平比较以确定介质中夹带的至少一个物质的存在。

#### 附图说明

[0007] 图 1 是示范性电力产生系统的框图;

[0008] 图 2 是可用于与图 1 所示的电力产生系统一起使用的示范性传感器组件的框图;

[0009] 图 3 是可由图 2 所示的传感器组件产生的示范性功率差响应 (power difference response) 的图形示图;以及

[0010] 图 4 是可用于使用图 2 所示的传感器组件来确定介质中物质的存在的示范性方法的流程图。

#### 具体实施例

[0011] 本文所述的示范性方法、器件和系统克服了与已知的用于变压器的传感器系统关联的至少一些缺点。特别地,本文所述的实施例提供了一种传感器组件,其检测介质的介电常数的改变并实时确定引起介电常数的改变的介质中的至少一个物质的存在。更具体地,传感器组件包括包含微波发射器的探测器、以及至少一个耦合到探测器的信号处理装置。信号处理装置配置为检测介质的介电常数在从微波发射器接收的频率处的改变并将从微波发射器接收的频率的期望功率电平与该频率的实际功率电平比较以确定介质中夹带的至少一个物质的存在。该比较使传感器组件能确定在变压器的油中任何气体成分的存在。

[0012] 图 1 图示了包括机器 102 的示范性的电力产生系统 100,机器 102 例如但不限于风力涡轮机、水电蒸汽涡轮机、燃气涡轮机、和 / 或压缩机。在示范性实施例中,机器 102 使耦合到负载 106 (例如发电机) 的驱动轴 (drive shaft) 104 旋转。此外,负载 106 耦合到至少一个变压器 107。在示范性实施例中,变压器 107 可以是升压或降压变压器。此外,应该注意到,如本文所使用的,术语“耦合”不限于部件之间的直接机械和 / 或电气连接,而是还可包括多个部件之间的间接机械和 / 或电气连接。

[0013] 在示范性实施例中,驱动轴 104 至少部分地由装在机器 102 内和 / 或负载 106 内的一个或多个轴承 (未示出) 支撑。备选地或此外,轴承可装在单独的支撑结构 108 中 (如齿轮箱中) 或者使电力产生系统 100 能如本文所述地起作用的任何其他结构。

[0014] 在示范性实施例中,电力产生系统 100 包括至少一个传感器组件 110,其测量和 / 或监测变压器 107 内所容纳的介质 111。在示范性实施例中,介质 111 为液体介质。更具体地,在示范性实施例中,介质 111 为油。备选地,介质 111 可以是使变压器 107 和系统 100 能如本文所述地起作用的任何其他类型的介质。

[0015] 此外,在示范性实施例中,传感器组件 110 放置于紧邻变压器 107,使得作为传感器组件 110 的部件的微波发射器 (图 1 中未示出) 至少部分浸在介质 111 内。在示范性实施例中,传感器组件 110 测量和 / 或监测介质 111 中至少一个物质 (未示出) 的存在,该物质例如为气体成分。如以下更详细解释的,在示范性实施例中,传感器组件 110 使用一个或

多个微波信号来检测介质 111 的介电常数在从微波发射器接收的频率处的改变并将将从微波发射器接收的频率的期望功率电平与该频率的实际功率电平比较以确定介质 111 中任何气体成分的存在。在示范性实施例中,该比较的结果被称为传感器组件 110 的“功率差响应”(在图 1 中未示出)。备选地,传感器组件 110 可用于测量和 / 或监测电力产生系统 100 的任何其他部件,和 / 或可以是使系统 100 能如本文所述地起作用的其他传感器或换能器组件。如本文所使用的,术语“微波”是指一种信号或分量,其接收和 / 或发送具有频率在约 300 兆赫兹 (MHz) 到约 300 吉赫兹 (GHz) 之间的信号。

[0016] 此外,在示范性实施例中,电力产生系统 100 包括诊断系统 112,其耦合到一个或多个传感器组件 110。诊断系统 112 处理和 / 或分析由传感器组件 110 产生的一个或多个信号。如本文所使用的,术语“处理”是指对信号的至少一个特性进行操作、调整、滤波、缓冲、和 / 或变更。更具体地,在示范性实施例中,传感器组件 110 经由数据通道 (data conduit) 113 或数据通道 115 耦合到诊断系统 112。备选地,传感器组件 110 可无线耦合到诊断系统 112。

[0017] 在诊断系统 112 处理和 / 或分析从传感器组件 110 产生的信号后,诊断系统 112 随后将已处理的信号发送到电力产生系统 100 中所包括的显示装置 116。显示装置 116 经由数据通道 118 耦合到诊断系统 112。更具体地,在示范性实施例中,信号经由数据通道 118 发送到显示装置 116 以显示或输出到用户。备选地,显示装置 116 可无线耦合到诊断系统 112。

[0018] 在操作期间,在示范性实施例中,由于介质 111 的老化(例如,介质 111 可能分解成溶解于介质 111 中的各种气体成分),从而导致液体介质 111 的共振频率偏移以及介质 111 的介电常数的改变。在示范性实施例中,传感器组件 110 测量和 / 或监测液体介质 111 中的共振频率偏移和 / 或电磁响应幅度的改变以检测和 / 或识别介质 111 的介电常数的改变。传感器组件 110 还产生表示从微波发射器接收的频率的期望功率电平与该频率的实际功率电平之间的比较的信号(下文中称为“功率差信号”)。该功率电平信号发送到诊断系统 112 以进行处理和 / 或分析。在诊断系统 112 处理和 / 或分析该功率电平信号后,该功率电平信号随后被发送到显示装置 116 以显示或输出到用户。功率差信号使用户能识别介质 111 中夹带的至少一个物质的存在。

[0019] 图 2 是传感器组件 110 的示意图。在示范性实施例中,传感器组件 110 包括信号处理装置 200 和经由数据通道 204 耦合到信号处理装置 200 的探测器 202。备选地,探测器 202 可无线耦合到信号处理装置 200。

[0020] 此外,在示范性实施例中,探测器 202 包括发射器 206,其耦合到探测器壳体 208 和 / 或放置在探测器壳体 208 内以产生至少一个电磁场 209。发射器 206 经由数据通道 204 耦合到信号处理装置 200。备选地,发射器 206 可无线耦合到信号处理装置 200。此外,在示范性实施例中,探测器 202 浸在介质 111 中。更具体地,在示范性实施例中,发射器 206 和探测器壳体 208 浸在液体介质 111 中。此外,在示范性实施例中,探测器 202 为包括微波发射器 206 的微波探测器 202。发射器 206 从至少一个微波信号(其包括预定频率范围内的多个频率分量)产生电磁场 209。更具体地,在示范性实施例中,微波发射器 206 为宽带发射器,其接收和 / 或发送具有频率在近似 1GHz 和近似 20GHz 之间的信号。

[0021] 此外,在示范性实施例中,信号处理装置 200 包括耦合到接收功率检测器 214 和

信号调理装置 (signal conditioning device) 216 的定向耦合装置 210 (directional coupling device)。此外,在示范性实施例中,信号调理装置 216 包括信号产生器 218、减法器 220 和存储器装置 222。

[0022] 在示范性实施例中,存储器装置 222 使能存储和检索例如可执行指令和 / 或其他数据的信息。存储器装置 222 可包括一个或多个计算机可读介质,例如但不限于,动态随机存取存储器 (DRAM)、静态随机存取存储器 (SRAM)、固态硬盘、和 / 或硬盘。存储器装置 222 可配置为存储可执行指令、配置数据、地理数据 (例如地形数据和 / 或障碍物)、公用网络设备数据、和 / 或任何其他类型的数据,但不限于此。

[0023] 更具体地,在示范性实施例中,存储器装置 222 存储可用于变压器 107 中的标准清洁的并且无污染的油样本在近似 1GHz 和 20GHz 之间的每个频率等级处的期望功率电平。此外,在示范性实施例中,存储器装置 222 可包括随机存取存储器 (RAM),其可包括非易失性 RAM (NVRAM)、磁性 RAM (MRAM)、铁电 RAM (FeRAM) 和其他形式的存储器。存储器装置 222 还可包括只读存储器 (ROM)、闪速存储器和 / 或电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)。存储器装置 222 可包括任何其他适合的磁性、光学和 / 或半导体存储器自身或其与其他形式的存储器的组合。

[0024] 存储器装置 222 还可以是或者包括可分离或可移除存储器,包括但不限于,合适的盒式磁带、盘、CD ROM、DVD 或 USB 存储器。此外,存储器装置 222 可以是数据库。术语“数据库”泛指数据的任何集合,包括分层数据库、关系数据库、平面文件数据库、对象关系数据库、面向对象的数据库、和存储在计算机系统记录或数据的其他任何结构的集合。上述例子仅是示范性的,因而并不旨在以任何方式限制术语数据库的定义和 / 或意义。数据库的例子包括、但不限于仅包括 **Oracle® Database**、**MySQL**、**IBM® DB2**、**Microsoft® SQL Server**、**Sybase®** 和 **PostgreSQL**。然而,可以使用使能本文所述的系统和方法的任何数据库。(Oracle 是加利福尼亚雷德伍德海岸 Oracle 公司的注册商标;IBM 是纽约阿蒙克国际商业机器公司的注册商标;Microsoft 是华盛顿雷德蒙德微软公司的注册商标;以及 Sybase 是加利福尼亚都柏林 Sybase 的注册商标。)

[0025] 在操作期间,在示范性实施例中,信号产生器 218 产生至少一个具有微波频率的电信号 (下文中称为“微波信号”)。信号产生器 218 将微波信号发送到定向耦合装置 210。更具体地,在示范性实施例中,信号产生器 218 递增地发送微波信号到定向耦合装置 210,其中所发送的第一微波信号包括近似 1GHz 的频率分量,并且所发送的最终微波信号包括近似 20GHz 的频率分量。备选地,信号产生器 218 可以以任何方式发送微波信号到定向耦合装置 210,使得传感器组件 110 和 / 或电力产生系统 100 (在图 1 中示出) 可如本文所述地起作用。

[0026] 随后定向耦合装置 210 将每个微波信号发送到发射器 206。随着通过发射器 206 发送每个微波信号,从发射器 206 发射电磁场 209 并且发射出探测器壳体 208。如果气体成分 (未示出) 进入电磁场 209,则在气体成分和场 209 之间可能发生电磁耦合。更具体地,电磁场 209 中气体成分的存在和该气体成分的介电常数 (其不同于标准的清洁并且无污染的油样本的介电常数) 因为气体成分中的感应和 / 或电容效应而干扰电磁场 209。这样的干扰可能引起电磁场 209 的至少一部分作为电流和 / 或电荷而感应和 / 或电容耦合到气体成分。在该情况下,发射器 206 失调 (即,发射器 206 的谐振频率降低和 / 或改变等),并且载

荷 (loading) 引入到发射器 206。引入发射器 206 的载荷引起待经由数据通道 204 发送到定向耦合装置 210 的微波信号 (下文称为“失调的载荷信号 (detuned loading signal)”) 的反射。此外,在示范性实施例中,对经由发射器 206 发送的每个微波信号均可能产生失调的载荷信号。

[0027] 在示范性实施例中,每个失调的载荷信号具有与微波信号的功率幅度和 / 或相位不同的功率幅度和 / 或不同的相位。此外,在示范性实施例中,每个失调的载荷信号的功率幅度取决于介质 111 中每个气体成分的存在和 / 或介质 111 中每个气体成分的量。

[0028] 定向耦合装置 210 将每个失调的载荷信号发送到接收功率检测器 214。在示范性实施例中,接收功率检测器 214 测量每个失调的载荷信号中所含的功率量并将表示每个测量的失调的载荷信号功率的信号 (下文称为“实际功率电平信号”) 发送到信号调理装置 216。此外,存储器装置 222 同时将表示可用于变压器 107 中的标准清洁的并且无污染的油样本从近似 1GHz 和 20GHz 之间的每个频率等级处的每个期望功率电平的信号 (下文称为“期望功率电平信号”) 发送到减法器 220。

[0029] 在示范性实施例中,减法器 220 接收实际功率电平信号和期望功率电平信号,并计算所接收的每个实际功率电平和每个期望功率电平之间的差。如果每个实际功率电平和每个期望功率电平之间的差近似为零,则介质 111 的介电常数没有改变,并且其结果是介质 111 在其中不含有气体成分和 / 或介质 111 中气体成分的存在极少。备选地,如果每个实际功率电平和每个期望功率电平之间的差大于零,则介质 111 的介电常数有改变,并且其结果是介质 111 中有气体成分的存在。

[0030] 减法器 220 将表示每个计算出的差的信号 (即,“功率差信号”) 发送到诊断系统 112 (在图 1 中示出)。在示范性实施例中,功率差信号的幅度与电磁场 209 中的气体成分和探测器 202 之间的谐振频率的偏移大体成比例,例如成反比或者成指数比。此外,在示范性实施例中,减法器 220 将带有缩放因子的每个功率差信号发送到诊断系统 112,以能使诊断系统 112 中的处理和 / 或分析。减法器 220 能利用模拟或数字信号处理技术,以及使用两者的混合体 (hybrid mix)。

[0031] 在示范性实施例中,诊断系统 112 可通过通道 118 (在图 1 中示出) 发送表示谐振频率偏移和 / 或介质 111 中电磁响应的幅度的改变的信号到显示装置 116 (在图 1 中示出),使得当与可用于变压器 107 中的标准的清洁的和无污染的油样本比较时,用户可检测和 / 或识别到介质 111 的介电常数的改变。诊断系统 112 还可通过通道 118 发送每个功率差信号到显示装置 116。在示范性实施例中,显示装置 116 提供每个频率偏移和 / 或每个功率差信号的图形表示。这样的表示可以以波形、图和 / 或图表的形式提供到用户。

[0032] 图 3 是可由传感器组件 110 (在图 1 和 2 中示出) 产生的示范性功率差响应 300 的图形视图。更具体地,功率差响应 300 是以 GHz (图 3 的横坐标轴上所示) 在具体频率 320 处微波信号内含有的功率 310 (图 3 的纵坐标轴上所示) 的量的比较。在示范性实施例中,信号产生器 218 (在图 2 中示出) 产生包括预定频带 330 内的多个频率分量的微波信号,预定频带 330 包括近似 1GHz 与近似 20GHz 之间的频率范围。在示范性实施例中,该频带 330 包括第一频带 332、第二频带 334、第三频带 336 和第四频带 338。更具体地,在示范性实施例中,第二频带 334 以 2 的幂与第一频带 332 成比例。例如,第一频带 332 包括近似 1GHz 和近似 2GHz 之间的频率,第二频带 334 包括近似 2GHz 到近似 4GHz 之间的频率。此外,第

三频带 336 包括近似 4GHz 到近似 8GHz 之间的频率。另外,第四频带 338 包括近似 8GHz 和近似 16GHz 之间的频率。备选地,用户可产生功率差响应 300 的任何类型的输出和 / 或图形表示,例如对于用户的需要是恰当的和 / 或合适的对数和 / 或线性缩放表示。

[0033] 此外,在示范性实施例中,功率差响应 300 将期望功率电平响应曲线 350 与实际功率电平响应曲线 360 比较。期望功率电平响应曲线 350 包括从发射器 206 (在图 2 中示出) 接收的每个频率的期望功率电平,并且实际功率电平响应曲线 360 包括从发射器 206 接收的每个频率的实际功率电平。如果每个实际功率电平和每个期望功率电平之间的差近似为零,则介质 111 (在图 1 和 2 中示出) 在其中不含气体成分和 / 或介质 111 中的气体成分的存在极少。备选地,如果每个实际功率电平和每个期望功率电平之间的差大于零,则在介质 111 中有气体成分的存在。此外,在示范性实施例中,实际功率电平响应 360 中产生的幅度 370 与介质 111 中气体成分的量近似相关。

[0034] 图 4 是示范性方法 400 的流程图,其可实施以使用传感器组件 110 (在图 1 和 2 中示出) 来确定介质 111 (在图 1 和 2 中示出) 中夹带的如气体成分的物质 (未示出) 的存在。在示范性实施例中,将至少一个微波信号发送 402 到微波发射器 206 (在图 2 中示出)。由微波发射器 206 从微波信号产生 404 至少一个电磁场 209 (在图 2 中示出)。由气体成分与电磁场 209 之间的互相作用将载荷引入 406 到微波发射器 206。检测 407 介质 111 的介电常数在从微波发射器 206 接收的频率处的改变。此外,将从微波发射器 206 接收的频率的期望功率电平与该频率的实际功率电平比较 408 以确定介质 111 中气体成分的存在。

[0035] 与已知的传感器组件相比,本文所述的实施例提供了一种传感器组件,其检测介质的介电常数的改变并实时确定介质内的引起介电常数的改变的至少一个物质的存在。更具体地,传感器组件包括包含微波发射器的探测器和耦合到该探测器的至少一个信号处理装置。信号处理装置配置为检测介质的介电常数在从微波发射器接收的频率处的改变并将从微波发射器接收的频率的期望功率电平与该频率的实际功率电平比较以确定介质中夹带的至少一个物质的存在。该比较使传感器组件能确定变压器的油中任何气体成分的存在。

[0036] 上文详细描述了用于确定介质内夹带的物质的存在的传感器组件和方法的示范性实施例。这些方法和传感器组件并不限于本文所述的具体实施例,相反,可以与本文所述的其他部件和 / 或步骤独立地并且分开地利用传感器组件的部件和 / 或方法的步骤。例如,传感器组件还可与其他测量系统和方法组合使用,并且并不限于仅与本文所述的电力产生系统一起实践。相反地,示范性实施例可与许多其他测量和 / 或监测应用结合实施和利用。

[0037] 尽管本发明的各种实施例的具体特征可能只在一些附图中示出而未在其他附图中示出,但这仅仅是为了方便起见。根据本发明的原理,一个附图的任何特征均可与任何其他附图的任何特征组合提及和 / 或要求保护。

[0038] 本书面说明使用包括最佳模式的例子来公开本发明,并使本领域的任何技术人员能实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统以及进行任何并入的方法。本发明的可取得专利的范围由权利要求限定,并可包括本领域技术人员想到的其他例子。如果这些其他例子具有与权利要求的字面语言没有不同的结构元件,或者如果其包括与权利要求的字面语言没有实质性差别的等效结构元件,则这些其他例子旨在落在权利要求的范围内。

[0039] 部件列表



[0040]

100	电力产生系统
102	机器
103	驱动轴
106	负载
107	变压器
108	支撑结构
110	传感器组件
111	介质
112	诊断系统
113	数据通道
116	显示装置
118	通道
200	信号处理装置

[0041]

202	探测器
204	数据通道
206	发射器
208	探测器壳体
209	电磁场
210	定向耦合装置
214	接收功率检测器
216	信号调理装置
218	信号产生器
220	减法器
222	存储器装置
300	功率差响应
310	功率量
320	具体频率处
330	频带
332	第一频带
334	第二频带
336	第三频带
338	第四频带
350	期望功率电平响应曲线
360	实际功率电平响应曲线
370	幅度
400	方法
402	将至少一个微波信号发送到微波发射器
404	由微波发射器从微波信号产生至少一个电磁场
406	引入载荷
407	检测介质的介电常数在从微波发射器接收的频率处的改变
408	将从微波发射器接收的频率的期望功率电平与该频率的实际功率电平比较以确定介质中气体成分的存在

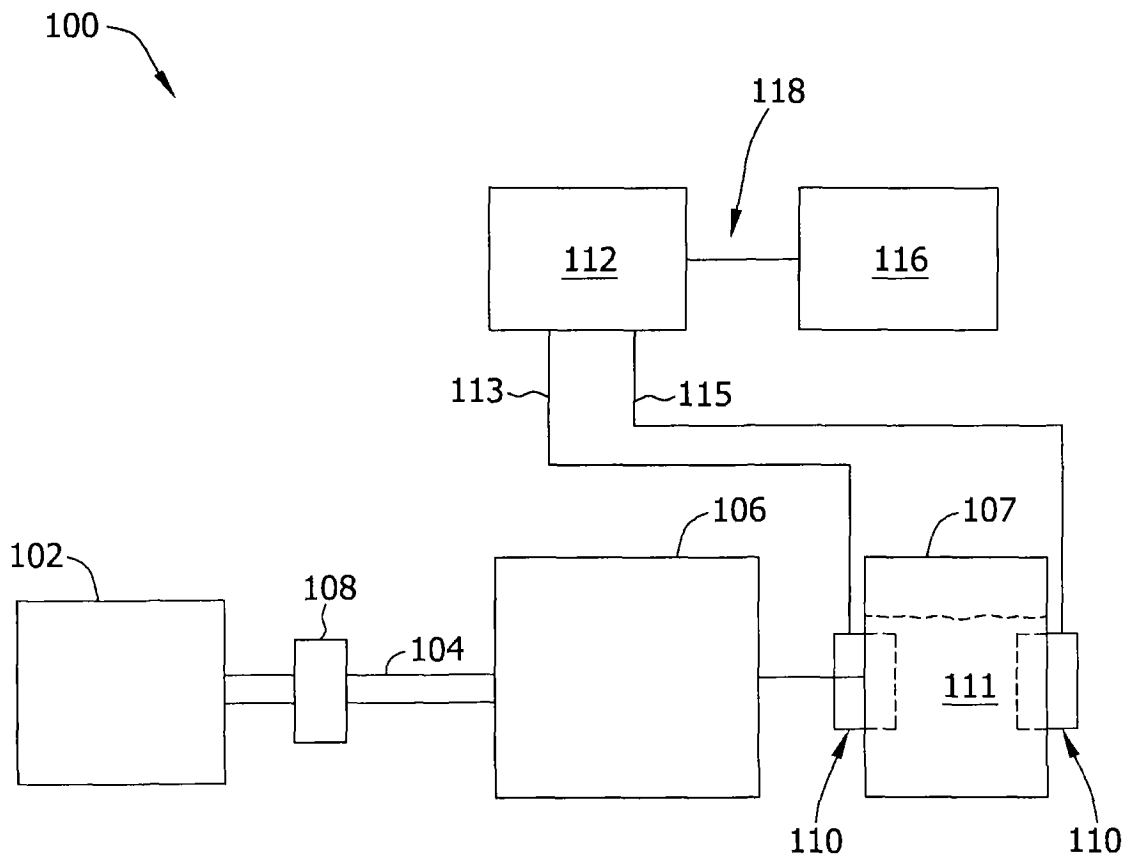


图 1

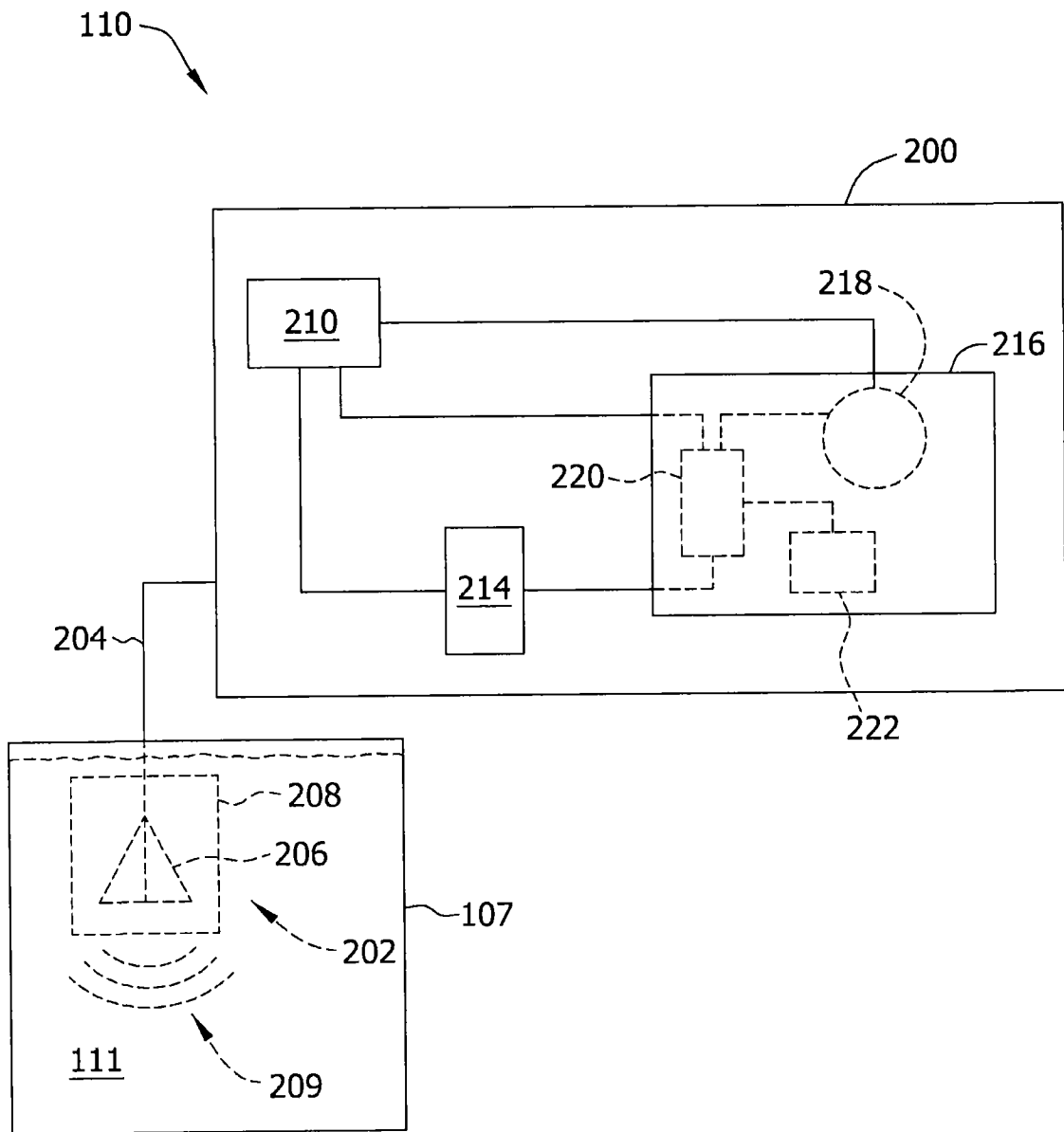


图 2

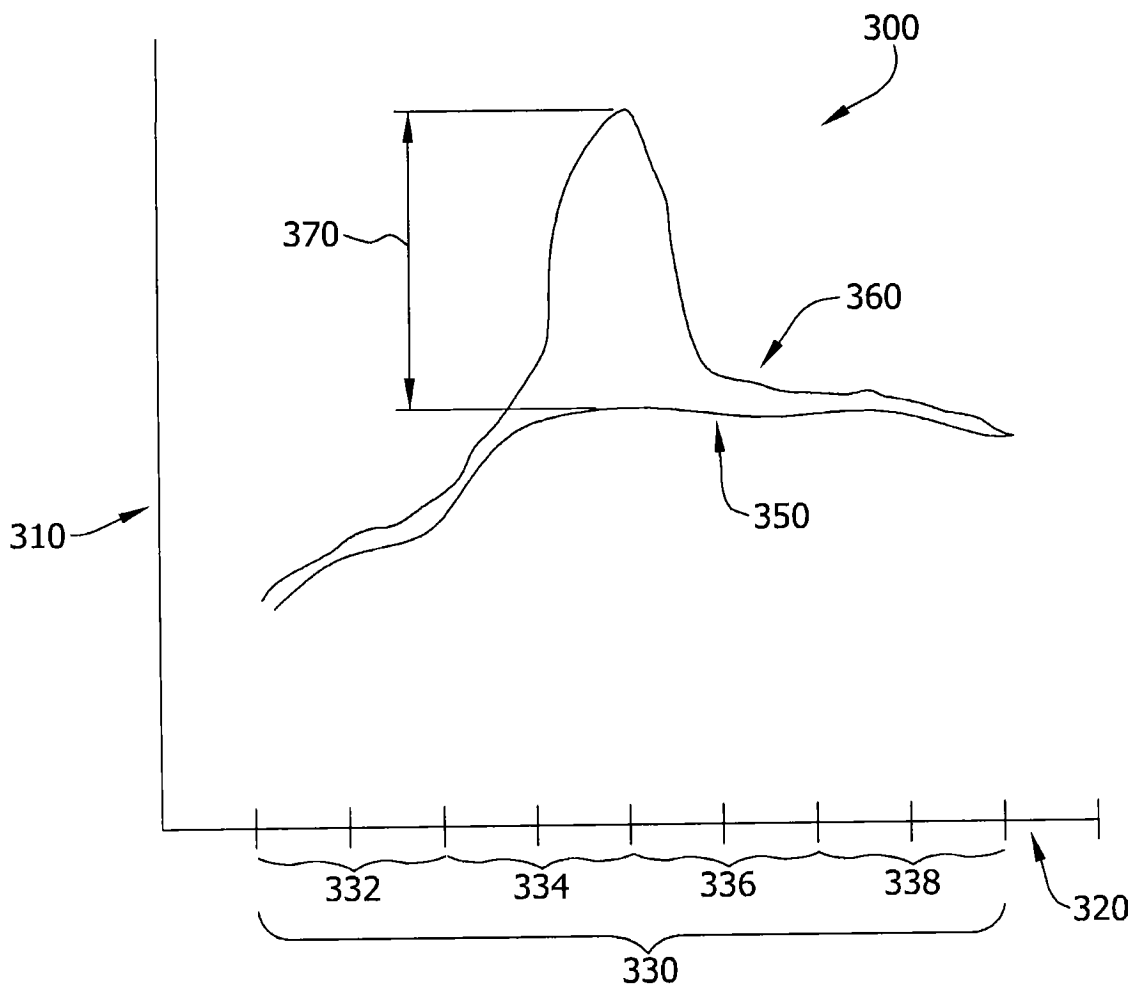


图 3

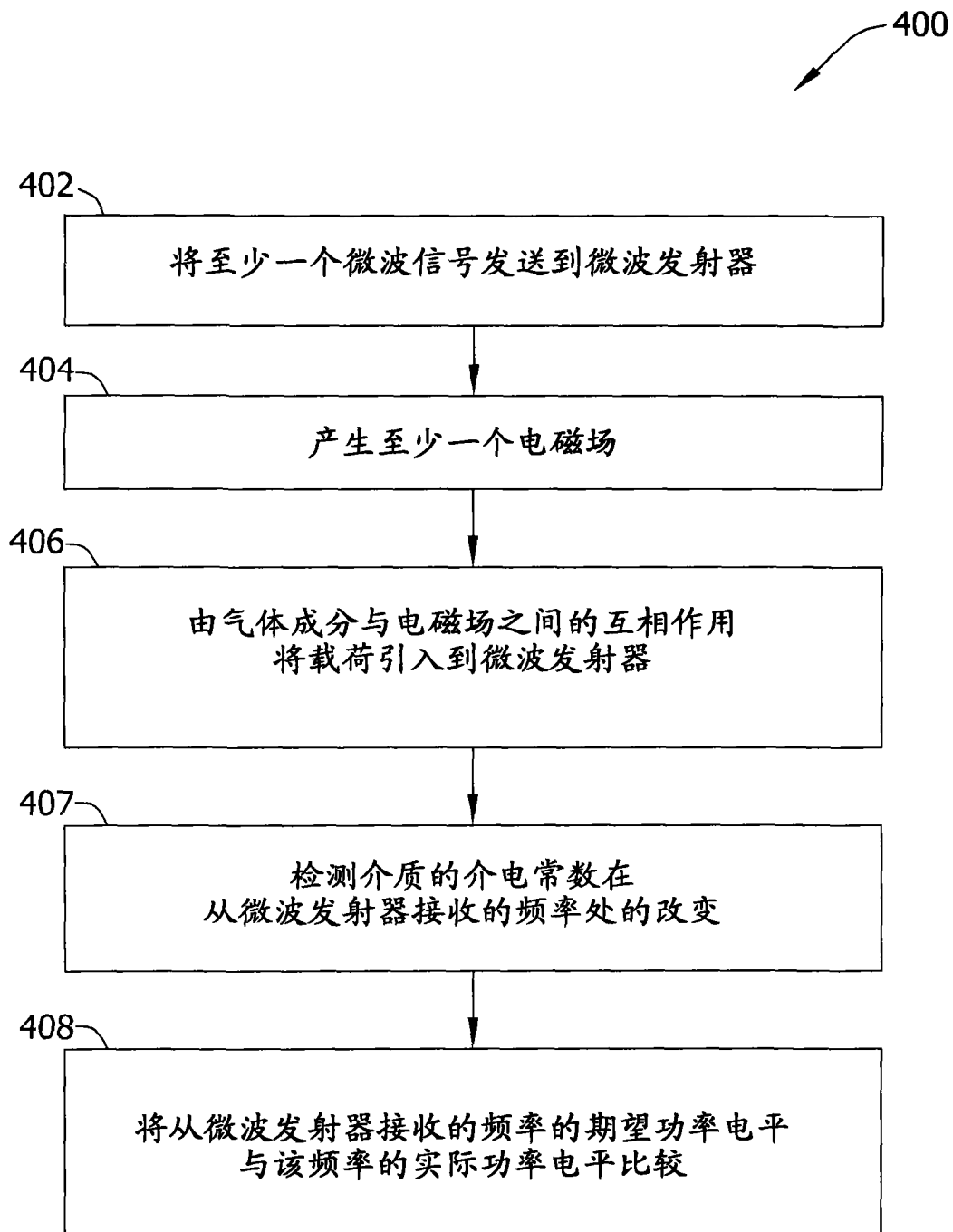


图 4