



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106092225 B

(45)授权公告日 2019.08.20

(21)申请号 201610362533.3

审查员 陈诚

(22)申请日 2016.05.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106092225 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(73)专利权人 清华大学深圳研究生院

地址 518000 广东省深圳市南山区西丽深
圳大学城清华校区A栋二楼

专利权人 深圳市联恒星科技有限公司

(72)发明人 李轶

(74)专利代理机构 深圳市深联知识产权代理事

务所(普通合伙) 44357

代理人 徐炫

(51)Int.Cl.

G01F 1/56(2006.01)

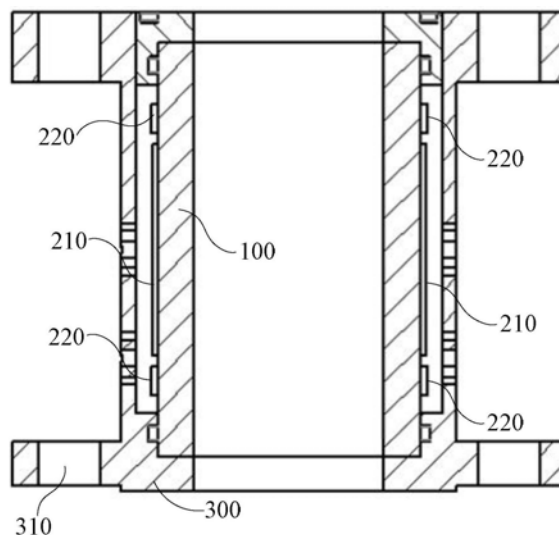
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

用于油-气-水三相环流参数的测量方法及其传感器

(57)摘要

本发明提供一种用于油-气-水三相环流参数的测量方法及其传感器,所述传感器包括测量管和电极组;所述电极组至少为两组,且呈相对的位置关系贴设在所述测量管的外壁,每组电极均包括一内电极和一外电极,所述外电极环设于所述内电极周围,所述内、外电极形成“回”字型结构。相较于现有技术,本发明提供的用于油-气-水三相环流参数的测量方法及其传感器,通过优化设计电容层析成像(ECT)传感器电极结构,控制测量的敏感场区间,可实现仅利用电容值,就计算出油-气-水三相流的含水率及气-液比。具体地,本发明传感器的“回”字电极结构设计,结合单“回”字电极测量模式和相对电极组测量模式,可以实现对油-气-水三相环状流动关键参数的测量。



1. 一种用于油-气-水三相环流参数测量的电容成像传感器,其特征在于,所述传感器包括测量管和电极组;所述电极组至少为两组,且呈相对的位置关系贴设在所述测量管的外壁,每组电极均包括一内电极和一外电极,所述外电极环设于所述内电极周围,所述内、外电极形成“回”字型结构;

当测量三相环状流液中的油-水比参数时,采用内电极作为激励电极,外电极作为测量电极;

当测量三相环状流液中的气-液比参数时,采用至少一对相对设置的电极组进行测量,其中,一电极组的内电极作为激励电极,与其相对设置的另一电极组的内电极作为测量电极,两电极组的外电极分别接地。

2. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,所述传感器包括8个电极组,所述8个电极组呈均匀阵列分布在所述测量管的外壁环周。

3. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,所述测量管的材质具有绝缘密封特性。

4. 根据权利要求3所述的传感器,其特征在于,所述测量管的材质为聚醚醚酮。

5. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,所述电极组均采用铜箔制作。

6. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,所述传感器还包括支撑外壳,所述支撑外壳支撑设于所述测量管和所述电极组的外侧,用于保护所述电极组,屏蔽杂散电容噪声,以及将传感器固定安装于待测量管路中。

7. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,所述测量管的横截面为圆形。

8. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,所述外电极沿测量管轴向延伸的长度与测量管内直径的比为1:1;所述内电极和所述外电极的间隔距离为2mm。

9. 一种利用权利要求1-8任一项所述的传感器测量油-气-水三相环流参数的方法,其特征在于,所述方法包括:

利用单电极组测量模式获得三相环状流液中的油-水比参数;

利用至少一对相对设置的电极组测量模式获得三相环状流液中的气-液比参数;

根据所述油-水比参数以及气-液比参数计算得到三相环状流液中各相含率;

其中,所述利用单电极组测量模式获得三相环状流液中的油-水比参数的步骤中,采用内电极作为激励电极,外电极作为测量电极;所述利用至少一对相对设置的电极组测量模式获得三相环状流液中的气-液比参数的步骤中,采用内电极作为激励电极,与其相对设置的另一电极组的内电极作为测量电极,两电极组的外电极分别接地。

用于油-气-水三相环流参数的测量方法及其传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及油气工业中油-气-水三相流量参数的测量设备及方法的技术领域,特别是涉及一种用于油-气-水三相环流参数的测量方法及其传感器。

背景技术

[0002] 油-气-水多相流是油气工业中常见的流动介质,其主要包含液态烃、天然气以及矿化水。油-气-水三相流量的在线实时准确计量一直是油气工业中的重要环节,其对油气藏的勘探与储量监测均具有重要意义。我国海上油气工业中,长期使用传统的集气站对凝析天然气进行分离,再采用单相流量仪表对分离后的介质进行计量。这一做法虽可保证一定计量精度,但其弊端也十分明显。分离计量站的建设不仅费用昂贵,更重要的是一个开采区块一般仅能搭建一个分离计量站,该区块中的众多天然气井的产量只能定期轮流进行计量,进而无法满足石油公司对每一口井的产量信息进行实时监测的需求。因此,国内外研究者一直希望研发一种能够在非分离条件下对油-气-水三相流量进行准确计量的工业技术。

[0003] 电容层析成像(Electrical Capacitance Tomography,ECT)是多相流测量的重要方法。其依赖布置于被测场域边界的阵列电极获取一系列的电容测量值,并利用电容测量值与被测场域内介质分布之间的关系进行图像的重建,得到被测场域内介质的分布图像。而传感器系统是 ECT 的硬件核心部分。目前,多数的传感器设计只适用于两相流的测量,或只能测量油-气-水三相流的单个关键参数,如气-液比值。而对于工程中普遍存在的油-气-水三相环状流动没有适用的传感器设计方案。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种用于油-气-水三相环流参数的测量方法及其传感器,能够解决现有技术中没有一种结构简单、适用的可以同时测量油-气-水三相环流中各相参数传感器及测量方法的技术问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用的一个技术方案是:提供一种用于油-气-水三相环流参数测量的电容成像传感器,所述传感器包括测量管和电极组;所述电极组至少为两组,且呈相对的位置关系贴设在所述测量管的外壁,每组电极均包括一内电极和一外电极,所述外电极环设于所述内电极周围,所述内、外电极形成“回”字型结构。

[0006] 根据本发明一优选实施例,所述传感器包括8个电极组,所述8个电极组呈均匀阵列分布在所述测量管的外壁环周。

[0007] 根据本发明一优选实施例,所述测量管的材质具有绝缘密封特性。

[0008] 根据本发明一优选实施例,所述测量管的材质为聚醚醚酮。

[0009] 根据本发明一优选实施例,所述电极组均采用铜箔或其它良导电金属材料制作。

[0010] 根据本发明一优选实施例,所述传感器还包括支撑外壳,所述支撑外壳支撑设于所述测量管和所述电极组的外侧,用于保护所述电极组,屏蔽杂散电容噪声,以及将传感器固定安装于待测量管路中。

[0011] 根据本发明一优选实施例,所述测量管的横截面为圆形。

[0012] 根据本发明一优选实施例,所述外电极沿测量管轴向延伸的长度与测量管内直径的比为1:1;所述内电极和所述外电极的间隔距离为2mm。

[0013] 为解决上述技术问题,本发明采用的另一个技术方案是:提供一种利用上述实施例任一项所述的传感器测量油-气-水三相环流参数的方法,所述方法包括:

[0014] 利用单电极组测量模式获得三相环状流液中的油-水比参数;

[0015] 利用至少一对相对设置的电极组测量模式获得三相环状流液中的气-液比参数;

[0016] 根据所述油-水比参数以及气-液比参数计算得到三相环状流液中各相含率。

[0017] 根据本发明一优选实施例,所述利用单电极组测量模式获得三相环状流液中的油-水比参数的步骤中,采用内电极作为激励电极,外电极作为测量电极;所述利用至少一对相对设置的电极组测量模式获得三相环状流液中的气-液比参数的步骤中,采用内电极作为激励电极,与其相对设置的另一电极组的内电极作为测量电极,两电极组的外电极分别接地。

[0018] 本发明的有益效果是:区别于现有技术的情况,本发明提供的用于油-气-水三相环流参数的测量方法及其传感器,通过优化设计ECT传感器电极结构,控制测量的敏感场区间(sensing penetration depth),可实现仅利用电容值,就计算出油-气-水三相流的含水率及气-液比,具体地,本发明传感器的“回”字电极结构设计,结合单“回”字电极测量模式和相对电极测量模式,可以实现对油-气-水三相环状流动关键参数的测量。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1是本发明用于油-气-水三相环流参数测量的电容成像传感器一优选实施例的结构示意图;

[0021] 图2是图1实施例中传感器带有支撑外壳的结构剖视图;

[0022] 图3是本发明油-气-水三相环流参数测量方法一优选实施例的流程示意图;以及

[0023] 图4是图3实施例中测量方法的具体步骤流程图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和实施例,对本发明作进一步的详细描述。特别指出的是,以下实施例仅用于说明本发明,但不对本发明的范围进行限定。同样的,以下实施例仅为本发明的部分实施例而非全部实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 请参阅图1,图1是本发明用于油-气-水三相环流参数测量的电容成像传感器一优选实施例的结构示意图。该传感器包括但不限于以下结构组成:测量管100和电极组200。

[0026] 具体而言,电极组200至少为两组,且呈相对的位置关系贴设在测量管100的外壁,每组电极均包括一内电极210和一外电极220,外电极220环设于内电极210周围,内、外电极

形成“回”字型结构。优选地,内电极210呈矩形结构,外电极220呈环状结构。电极组200通过信号传输线缆与外部ECT信号采集设备相连。

[0027] 优选地,该传感器包括8个电极组200,且8个电极组呈均匀阵列分布在测量管100的外壁环周。电极组200优选均采用铜箔材料制作,还可以为钛合金箔或者铝箔等。

[0028] 调整电极组200的内电极210、外电极220的贴放位置及贴片宽度,可以控制传感器的探测感知深度,实现单“回”字电极组测量模式下仅测量环状流液相中的油、水含率时,不受内部气相含量影响。进一步优选地,该外电极220沿测量管100轴向延伸的长度与测量管内直径的比为1:1;而内电极210和外电极220的间隔距离为2mm。测量管100具体的尺寸可随待测管路管径的变化而设计,此处对测量管100的管径具体值不做限定。

[0029] 测量管100横截面形状可以为矩形、圆形以及不规则形状等等,但是优选为圆形。测量管100的材质具有绝缘绝水特性,且优选的材质为聚醚醚酮(英文名称polyetheretherketone,简称PEEK)。当然测量管100还可以为其他绝水绝缘材料,在本领域技术人员的理解范围之内,可以自行选取,此处不再一一列举。测量管100的壁厚可根据内部多相流体压力计算确定,此处亦不做具体限定。

[0030] 请参阅图2,图2是图1实施例中传感器带有支撑外壳的结构剖视图,该传感器还包括支撑外壳300,支撑外壳300支撑设于测量管100和电极组200的外侧,用于保护电极组200,屏蔽杂散电容噪声,以及将传感器固定安装于待测量管路中。图中310为用于安装的通孔。

[0031] 该实施例中的传感器具有两种测量模式:单电极组测量模式和相对电极组测量模式,两种测量模式分别可以获得三相环状流液中的油-水比参数和气-液比参数。在单电极组测量模式中,采用内电极210作为激励电极,外电极220作为测量电极;而相对电极组测量模式中,采用内电极210作为激励电极,与其相对设置的另一电极组的内电极210作为测量电极,两电极组的外电极220分别接地,用于增加内电极210测量的线性度及敏感场均匀性。而具体的测量方法请参阅后续实施例的具体描述。

[0032] 相较于现有技术的情况,本发明提供的用于油-气-水三相环流参数测量的电容成像传感器,通过优化设计ECT传感器电极结构,控制测量的敏感场区间(sensing penetration depth),可实现仅利用电容值,就计算出油-气-水三相流的含水率及气-液比,具体地,本发明传感器的“回”字电极结构设计,结合单“回”字电极测量模式和相对电极测量模式,可以实现对油-气-水三相环状流动关键参数的测量。

[0033] 进一步地,本发明实施例还提供一种用于油-气-水三相环流参数的测量方法实施例,请参阅图3,图3是本发明油-气-水三相环流参数测量方法一优选实施例的流程示意图。该方法包括但不限于以下步骤。

[0034] 步骤S310,利用单电极组测量模式获得三相环状流液中的油-水比参数。

[0035] 在步骤S310中,采用内电极作为激励电极,外电极作为测量电极。采用上述实施例中的8电极组结构,可以有8个测量值,获得油-气-水三相环状流动含水率关键参数。

[0036] 步骤S320,利用至少一对相对设置的电极组测量模式获得三相环状流液中的气-液比参数。

[0037] 在步骤S320中,优选采用4对电极组进行测量(即8个相对内电极)。共4个电容值,计算获得油-气-水三相环流的气-液比关键参数。采用内电极作为激励电极,与其相对设置

的另一电极组的内电极作为测量电极,两电极组的外电极分别接地,以提高内电极的测量线性及敏感场均匀性。该步骤中,利用8组“回”字电极共计16个电极,可以测量获得120个测量值,再经Linear back-projection (LBP) 算法获得油-水两相流的定性图像重建结果。

[0038] 步骤S330,根据油-水比参数以及气-液比参数计算得到三相环状流液中各相含率。

[0039] 请一并参阅图4,图4是图3实施例中测量方法的具体步骤流程图。该实施例中的测量方法,通过两次测量可以获得油-气-水三相环状流动关键参数。第一次测量采用单“回”字电极测量模式,通过内电极激励、外电极测量,内电极采收电容测量值,再经LBP算法获得油-水两相流的定性图像重建结果,获得测量环状流液相中的油、水含率;第二次测量采用相对电极测量模式,利用8组“回”字结构电极中一组内电极激励、相对组内电极测量,外电极接地方式,结合第一次测量结果,获得油-气-水三相流动中各相的含率。

[0040] 相较于现有技术,该方法利用结构独特的传感器结构,可以很容易的测量出油-气-水三相环状流液中各相的含率参数。具有很高的实用价值。

[0041] 以上所述仅为本发明的实施方式,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

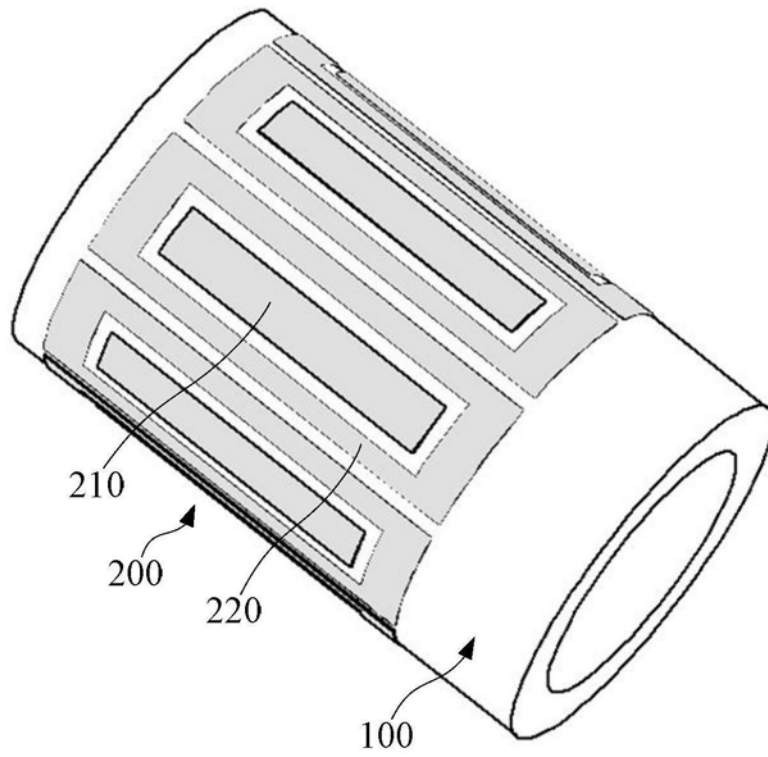


图1

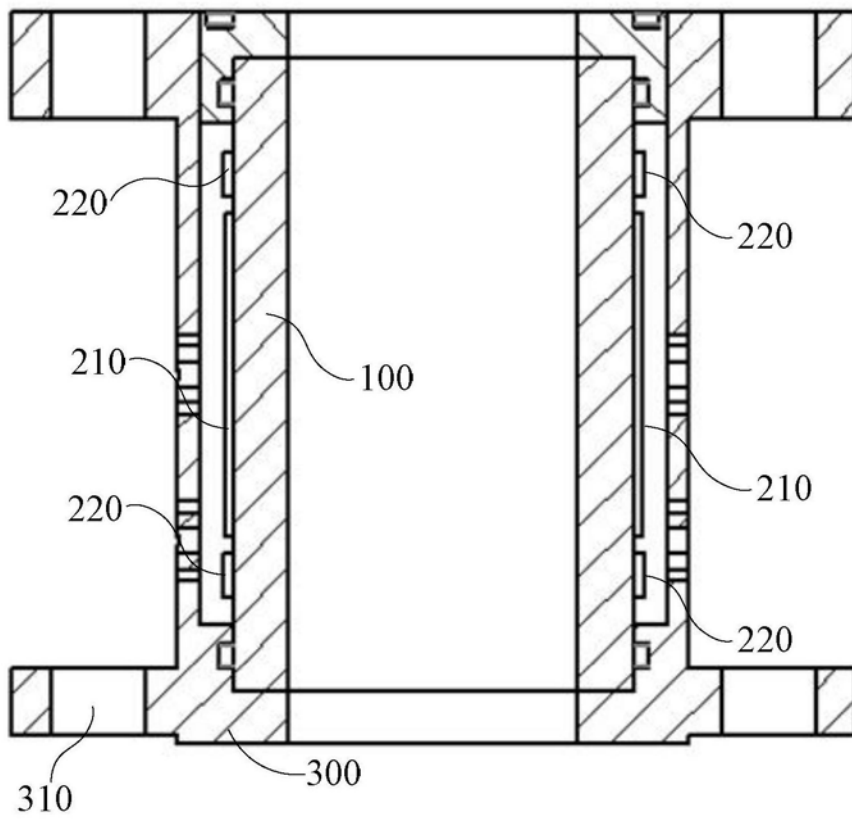


图2

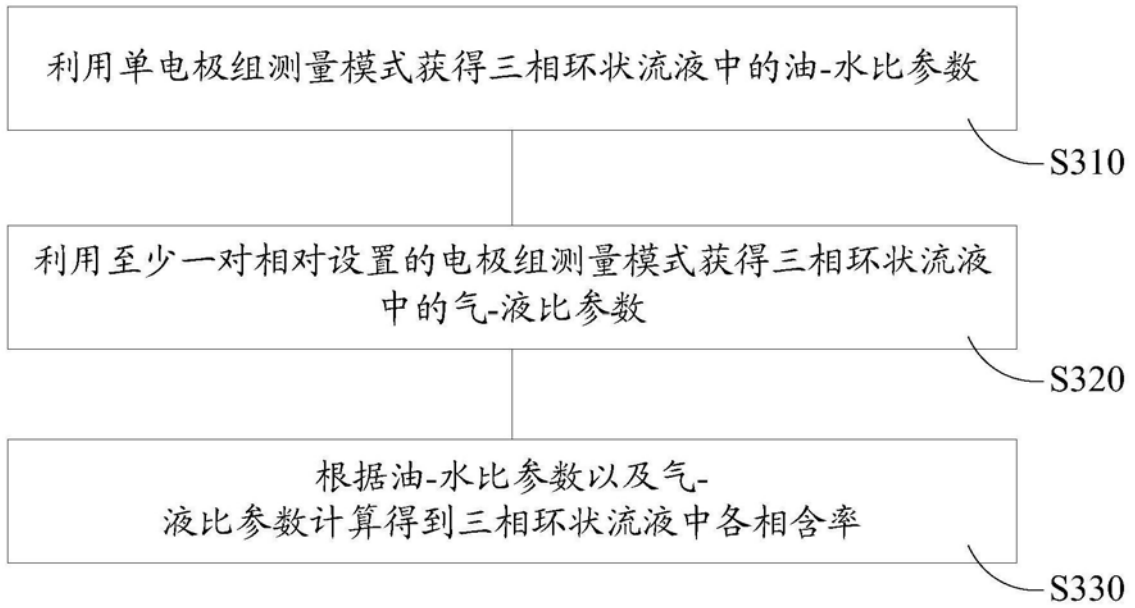


图3

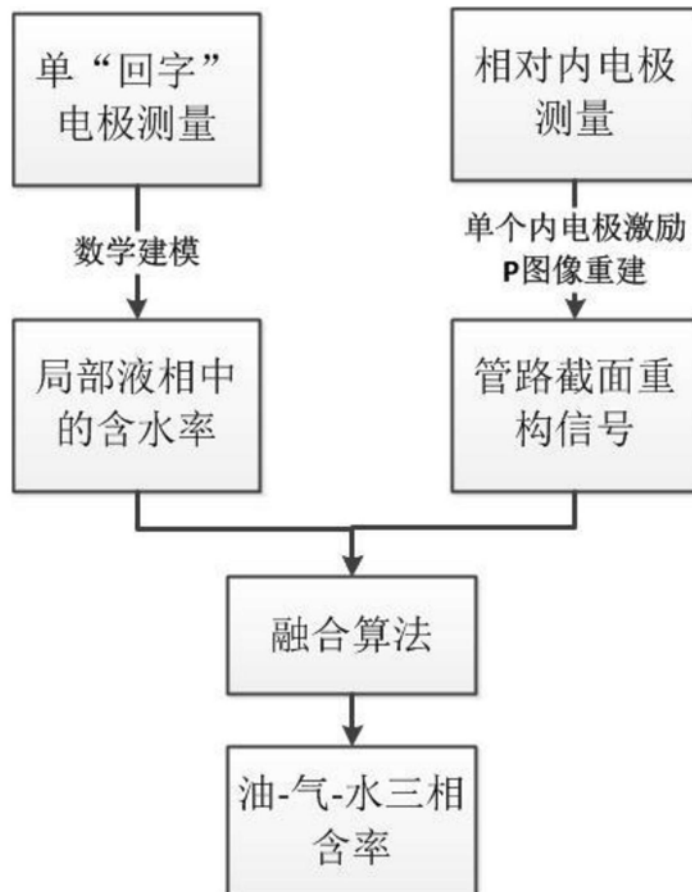


图4