

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01B 17/02

G01N 29/24 G21C 17/06



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02807564.1

[43] 公开日 2004 年 5 月 26 日

[11] 公开号 CN 1500201A

[22] 申请日 2002.3.15 [21] 申请号 02807564.1

[30] 优先权

[32] 2001.3.28 [33] DE [31] 10115328.7

[86] 国际申请 PCT/EP2002/002888 2002.3.15

[87] 国际公布 WO02/079725 德 2002.10.10

[85] 进入国家阶段日期 2003.9.28

[71] 申请人 法玛通 ANP 有限公司

地址 德国埃朗根

[72] 发明人 马丁·杜斯特

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

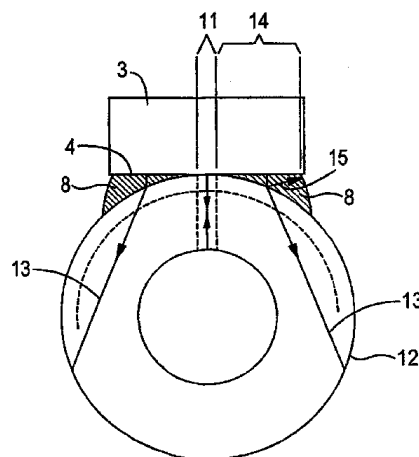
代理人 李 勇

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称 通过接触方式对薄壁管的部件层厚度进行高频超声测量

[57] 摘要

本发明涉及一种用超声波测量薄壁管层厚度的方法。该方法的特征在于使用了一个具有连接表面(4)的高频检测头(3)(高于40MHz),该连接表面具有一个平面状的表面区域,该表面区域以接触的形式连接在经过连接介质(8)浸湿的管表面(12)。本发明中的方法用于检测核燃料填料管的厚度为0.15mm的双层的或者衬层。



ISSN 1008-4274

1. 用超声波测量薄壁管层厚度的方法，其特征在于，使用一个带有连接表面（4）的高频检测头（3），连接表面具有平面状的表面区域，其中该表面区域与一个经过连接介质（8）浸湿的管表面（12）以接触的方式连接。

2. 如权利要求 1 的方法，其特征在于，连接表面（4）具有整体上为平面状的结构。

3. 如权利要求 1 或 2 的方法，其特征在于，由检测头（3）接收到的回声信号以数字的形式记录，并且为了改善信噪比以数字的方式对该回声信号进行进一步处理。

4. 如权利要求 1 至 3 中任一项的方法，其特征在于，应用于壁厚 $\leq 1\text{mm}$ 的管子。

5. 如权利要求 1 至 4 中任一项的方法，其特征在于，用于测量核燃料填料管（1）的内部或者外部衬层（2）的壁厚，其中衬层的厚度约为 0.15mm 。

通过接触方式对薄壁管的 部件层厚度进行高频超声测量

本发明涉及一种对薄壁管的部件层厚度进行超声波测量的方法。此类管例如可用作核燃料的填料管，其壁厚为 1mm 或更小。在该管的内侧或者外侧设有多层的双层或者衬层（Linerschicht）。衬层的厚度仅为 0.15mm 或者更小。

在 US 4, 918, 989 中描述了一种确定核燃料填料管衬层厚度的方法，在该方法中超声波连接通过一个水流经路径（Wasservorlaufstrecke）以浸入式技术实现。这种方法仅适用于对厚度大于 0.4mm 的衬层进行足够精确的测量。

本发明的任务是提出一种超声波检测方法，可适用于对薄壁管的部件层厚度进行高精度的测量。

该任务通过符合权利要求 1 的技术特征的方法解决。其中使用了一个高频检测头（HF-检测头），该检测头具有一个平面状的表面区域，该表面区域与一个经连接介质浸湿的管表面以接触的方式连接。使用高频超声波进行测量在原理上是已知的，但是还没有将超声波应用于确定一个薄壁管的层厚度。目前的连接方式以浸入式技术或微坑（Pfuetzen）式技术来实现。在这种连接方式中，使用高频超声波，即频率高于 40MHz 的超声波是不可能的，因为水对这种频率范围内的超声波的传导性能很差。在“超声波检测”一书中（Springer 出版社，柏林，海德堡，1997，239—241 页）描述了检测管子时所使用的超声波检测头，其中超声波检测头具有与待测管子曲率相同的连接表面。如果使用此类检测头完成上述的检测任务，为了与待测管的曲面进行很好的接触需要一种相当准确而且花费很高的匹配方式，以避免出现间隙以及由此带来的干扰回声信号。当使用一个具有平面状的连接表面的检测头，或者当使用一个在整体上呈平面

状的检测头时，可以避免上述现象。仅在一个很窄的近似矩形的区域内发射超声波，通过检测头和管表面之间材料的直接接触构成一个表面区域。在这一区域外部辐射的超声波将通过在管外部的曲面上的反射从波程中去除，即在管外部的曲面上径向向外折射，从而不在检测头上产生回声信号。建议的方法的另一个优点是使用同一个或者相同的检测头可以对具有不同管径的管子进行测量。而具有曲面连接表面的检测头则只能对一确定管径的管子进行测量。而且对于在不同的测量点管子表面的情况不同也将存在问题。在建议的方法中，管子表面的情况不具有决定性意义，因为连接表面仅是一个狭窄的矩形区域。

由于连接表面限制在一个很狭窄的区域内，检测头振荡器所发出的脉冲中只有一部分可用于检测目的。因此接收到的回声信号的强度将降低。

例如由此出现的信噪比不佳的情况可通过使用一个数字记录方法和数字处理方法来进行改善，例如可采用回声脉冲序列叠加的方法。

本发明将结合附图中绘出的实施例详细进行说明：

图 1：一个适用于检测薄壁核燃料填料管层厚度方法的设备，

图 2：图 1 中的细节，对填料管和检测头进行了放大

图 1 表示了一个适用于检测薄壁核燃料填料管 1 的层厚度方法的设备。填料管 1 的直径为 10mm，壁厚仅为 0.6mm。例如填料管 1 的外侧具有一个衬层 2。填料管 1 和衬层 2 的最大厚度为 0.15mm，由锆合金制造，在其组合中二者的锆合金不同，因而声阻也不同。在管的外表面具有一个超声波检测头 3，该检测头带有一个平面状的连接表面 4。由超声波检测头 3 接收到的超声波信号由一个超声波检测设备 5 进行记录，并由一个数字示波器 6 例如以高频图（HF-Bild）的形式进行显示。为进一步对高频图的数据进行处理，在示波器 6 上可连接一个数字信号处理设备，例如一个 PC 机 7。

检测头 3 与管表面的连接以接触的形式实现，其中管表面以一种常用的连接介质，例如水、油或者甘油浸湿。

特别在图 2 中可见, 用于确定壁厚值的波束 10 集中在一个狭窄的、由管表面 12 和连接表面 4 之间的接触面 11 所确定的范围内。

在接触面 11 上双侧向外连接的间隙 14 至少部分地被介质 8 填充, 这是由于实际原因所不可避免的。这些间隙在原理上会产生干扰回声信号, 这将影响到层厚度的测量。通过选择平面状连接表面 4 的几何形状, 可以极大地削弱干扰。在接触面 11 之外辐射的超声波 15 将由于管面曲面 12 的原因不再反射回输出点处。在平面平行间隙中已知的长期存在的“铃声”不再出现。但是如果使用接触面与管面曲面相匹配的检测头时, 此不利情况仍将出现。

一个从连接表面 4 向接触面 11 之外发射出的声波 13 在连接介质中的波程相对较长, 因而在间隙 14 中将展宽, 因此它不适用于实现测量的目的, 由于连接表面 14 呈平面状, 而管表面 12 呈曲面形状, 由于几何形状的原因该声波将向外折射, 故而不会产生干扰测量结构的回声信号。在接触面 11 的范围内, 连接介质对声音耦合不构成干扰。实际上只存在材料之间的直接接触, 而连接介质基本上只用于填充由于两个接触面的表面粗糙而形成的微小空隙, 而此微小空隙不影响声音耦合, 因为它们尺度小于 HF 超声波的波长。

当然本方法也可以适用于整个管子的测量, 而且对多层管也可以使用该方法测量层厚度。

由于用于测量的波束 10 限制在一个很窄的区域中, 因此接收到的回声很微弱。通过使用数字信号处理技术, 例如可以将电子噪声通过多超声波连接的对等传输技术加以去处。此外, 例如由检测头的非完全衰减或通过横向波造成的干扰信号可通过上述的技术加以抑制或者至少将其削弱, 以提高信噪比。

附图标记列表

- 1 填料管
- 2 衬层
- 3 超声波检测头

-
- 4 连接表面
 - 5 超声波检测设备
 - 6 示波器
 - 7 PC 机
 - 8 连接介质
 - 9 接触面
 - 10 波束
 - 11 接触面
 - 12 管表面
 - 13 声波
 - 14 间隙
 - 15 超声波辐射

