



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104024787 B

(45)授权公告日 2017.05.10

(21)申请号 201280064902.0

专利权人 新日铁住金株式会社

(22)申请日 2012.12.26

(72)发明人 R·莫雷 P·马丁

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104024787 A

(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 11038

(43)申请公布日 2014.09.03

代理人 刘敏

(30)优先权数据
11/04149 2011.12.29 FR

(51)Int.Cl.

G01B 5/08(2006.01)

G01B 5/12(2006.01)

G01B 7/12(2006.01)

G01B 7/13(2006.01)

G01B 11/08(2006.01)

G01B 11/12(2006.01)

G01B 21/10(2006.01)

G01B 21/14(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.06.27

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2012/000551 2012.12.26

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/098493 FR 2013.07.04

(73)专利权人 瓦卢莱克油气法国公司
地址 法国欧努瓦艾姆里

审查员 匡娅祺

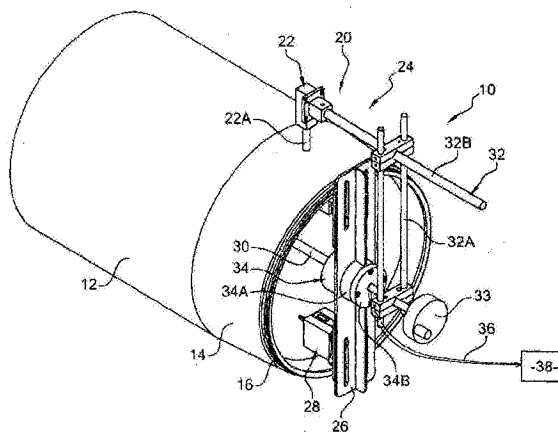
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

用于测量管形构件的内型廓或外型廓的测量装置

(57)摘要

该装置(20)包括:用于测量管形构件(12)的径向测量值的第一传感器(22),和能够在正交于管形构件(12)的主轴线的一预定平面中沿着一环形轨迹带动第一传感器(22)的支架(24)。特别地,支架(24)包括主体(26)和转动的轴体(30),主体能够通过可释开的连接部件(28)固定在管形构件上,承载第一传感器(22)的臂形件(32)固定在转动的轴上,以允许第一传感器(22)沿着环形轨迹在管形构件(12)内部或围绕管形构件移动。此外,装置(20)包括用于测量第一传感器(22)的对于第一传感器的每个径向测量值的角位置的第二传感器(34),所获得的径向测量值和角度测量值允许确定构件(12)在预定平面(P)中的型廓。



1. 一种用于测量管形构件(12)的端部部分(14)的外型廓(14A)或内型廓(14B)的测量装置(20),所述测量装置包括用于测量管形构件(12)相对于预定基准点(P0)的径向测量值(R)的第一传感器(22),和能够在正交于管形构件(12)的主轴线(Z)的一预定平面(P)中沿着一环形轨迹带动第一传感器(22)的支架(24),

其特征在于,支架(24)包括主体(26)和轴体(30),主体能够通过可释开的连接部件(28)固定在管形构件(12)上,轴体相对于主体(26)能转动活动,承载第一传感器(22)的臂形件(32)固定在轴体上,以允许第一传感器(22)沿着环形轨迹在管形构件(12)内部或围绕管形构件移动;

臂形件(32)被构型以允许第一传感器(22)在轴向和径向平移方面的调节;

并且,所述测量装置(20)包括用于测量第一传感器(22)的对于第一传感器(22)的每个径向测量值的角位置(θ)的第二传感器(34),第一传感器(22)的径向测量值和第二传感器(34)的角度测量值允许确定管形构件(12)在预定平面(P)中的型廓。

2. 根据权利要求1所述的测量装置(20),其特征在于,第一传感器(22)是非接触式或接触式的传感器。

3. 根据权利要求1所述的测量装置(20),其特征在于,所述测量装置包括曲柄类型的致动部件(33),用以带动轴体(30)转动。

4. 根据权利要求1所述的测量装置(20),其特征在于,主体(26)包括立柱,沿着该立柱,可释开的连接部件(28)的位置是可调节的。

5. 根据权利要求4所述的测量装置(20),其特征在于,可释开的连接部件(28)包括紧持棘爪,紧持棘爪能够从内部或从外部紧持管形构件。

6. 根据权利要求1所述的测量装置(20),其特征在于,所述测量装置包括与计算单元通信的通信部件(36),计算单元基于由第一传感器(22)提供的径向测量值(R)和第二传感器(34)提供的角度测量值(θ)计算二维的型廓。

7. 根据权利要求1所述的测量装置(20),其特征在于,第二传感器(34)包括第二元件(34B)和与主体(26)相连在一起的固定的第一元件(34A),第二元件在转动的轴体(30)上安装,相对于第一元件(34A)能转动活动。

8. 根据权利要求7所述的测量装置(20),其特征在于,第二传感器(34)是转动编码器。

9. 根据权利要求1所述的测量装置(20),其特征在于,第一传感器(22)是感应式或光学探测式的传感器。

10. 通过根据前述权利要求中任一项所述的测量装置(20)测量管形构件(12)的内型廓(14B)或外型廓(14A)的测量方法,所述测量方法包括以下步骤:

-利用可释开的连接部件将测量装置(20)的支架的主体(26)固定在管形构件上,以使得轴体(30)与管形构件(12)的主轴线(Z)大致重合,

-使轴体(30)转动,以收集管形构件(12)的内型廓或外型廓的多个径向测量值(R_1-R_n)和对应这多个径向测量值(R_1-R_n)的多个角度测量值($\theta_1-\theta_n$),

-通过所收集的径向测量值(R_1-R_n)和角度测量值($\theta_1-\theta_n$)计算管形构件(12)的内型廓(14B)或外型廓(14A)。

11. 根据权利要求10所述的测量方法,其特征在于,沿着管形构件(12)的主轴线(Z)在多个平面中重复一系列测量。

12. 根据权利要求11所述的测量方法,其特征在于,借助于计算机程序基于在不同平面中获得的系列测量值实施管形构件的内型廓或外型廓的数字模型,和在数字模型上执行有限元计算,以根据至少一物理条件确定管形构件的性能。

用于测量管形构件的内型廓或外型廓的测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于测量管形构件的内型廓或外型廓的测量装置。本发明更特别地、不过非惟一性地适用于测量用于石油或煤气开采的管形构件的内型廓或外型廓。

背景技术

[0002] 这类管形构件通常包括阳式或阴式的螺纹端部,所述螺纹端部能够与另一管形构件的分别地阴式或阳式的端部拧紧。这些管体的厚度或圆度缺陷的存在从而是特别关键的,特别是对于保证构件之间令人满意的联接而言。因此,这类缺陷的存在会在有缺陷的管形构件的联接处在管形构件中产生疲劳和从而产生裂纹。此外,这些尺寸缺陷具有引起密封性问题的风险,这是因为在密封表面和螺纹处的径向干涉(interf rence)并不具有对于保证联接的密封性而言最优的值。最后,当螺纹的尺寸超过所期望的尺寸误差时,在开采矿井时具有管柱断裂的风险。

[0003] 因此,这类管形构件成为在制造后进行质量控制的对象。质量控制主要地包括直径测量,特别是用以进行椭圆度探测。具有这类缺陷的构件从而应被识别以如有需要被废弃。

[0004] 需要校验的是,如此制造的构件的尺寸特征遵循所有可接受的预定允差。这些控制操作对于允许识别所有的有缺陷的和应被废弃的管形构件是必需的。这些质量控制操作应尽可能精确、可重复和有效。

[0005] 在现有技术中已知一种定径工具,所述定径工具允许测量管形构件的内径或外径。该工具包括支架,所述支架承载两接触机构:一是固定接触机构和一个活动接触机构。支架被布置以使得两接触机构一个与另一个相面对地布置在要测试的构件上,并隔开一距离,该距离是可调节的,以允许工具根据构件的直径进行匹配。因此,操作者在具有理想的型廓的一基准构件上预先调节分开两机构的距离和在要测试的构件上布置支架。指针指示器允许读取对应活动接触机构相对于在校准时所执行的基准测量的移动的测量结果。

[0006] 为了探测圆度缺陷,操作者在同一轴向平面中围绕管形构件转动工具,以测定最小直径和最大直径。如果在两个测量值之间的差相对于所期望的允差而言过大,构件从而被废弃。该工具的弊端在于需要操作者经验丰富,以实施可靠的和可复制的测量。实际上,工具围绕构件的转动需要熟练地在轴向平面中以及在圆的一直径上而不是在该圆的圆弧的弦上保持工具。因此,测量值根据操作者的经验从一操作者到另一操作者是变化的和从而较为不可靠。

[0007] 在现有技术中,特别是从专利文献EP 2 194 358,还已知一种测量装置,所述测量装置包括安装在支架上的光学传感器,支架固定在工作台上。鉴于特别是实施的复杂性,该装置因此较不适于实施对不同管形构件的快速和有效测量。

[0008] 因此,存在这样的需要:提供一种测量装置,特别是用于测量管形构件的内型廓或外型廓的测量装置,所述测量装置易于操作和运送,允许进行可靠的测量和不受执行测量的操作者的影响。

发明内容

[0009] 为此,本发明的目的在于一种用于测量管形构件的端部部分的外型廓或内型廓的测量装置,所述测量装置包括用于测量管形构件相对于预定基准点的径向测量值的第一传感器,和能够在正交于管形构件的主轴线的一预定平面中沿着一环形轨迹带动第一传感器的支架,其特征在于,支架包括主体和轴,主体能够通过可释开的连接部件固定在管形构件上,轴体相对于主体能转动活动,承载第一传感器的臂形件固定在主体上,以允许第一传感器沿着环形轨迹在管形构件内部或围绕管形构件移动;并且,测量装置包括用于测量第一传感器的对于第一传感器的每个径向测量值的角度测量值的第二传感器,第一传感器的径向测量值和第二传感器的角度测量值允许确定管形构件在预定平面中的型廓。

[0010] 借助于本发明,由于支架通过可释开的连接部件被固定,可简便地将测量装置从一构件移动到另一构件。此外,借助于根据本发明的特定支架,装置在整体上通过要测量的管形构件承载。因此,装置的主体能够通过连接部件直接地固定在构件上。

[0011] 优选地,支架通过要测量的构件承载。

[0012] 此外,测量的可靠性不受操作者的影响,这是因为:一旦支架在构件上固定,只需使轴转动,这将随之带动径向测量传感器和角度测量传感器转动。在极坐标的基标中完全地确定一点的这两个测量值,允许回溯构件的外型廓(或内型廓)。精度从而得到增加。

[0013] 此外,借助于特别是可释开的连接部件,装置可容易地从一构件传送到另一构件,利用所述可释开的连接部件支架固定在构件上。

[0014] 优选地,第一传感器是非接触式或接触式的传感器,例如是感应式或光学探测式的传感器。

[0015] 在一优选实施方式中,臂形件被构型以允许传感器相对于管形构件在轴向和径向平移方面的调节。

[0016] 第一传感器的轴向和径向平移方面的调节方便测量装置对管体的不同直径的匹配,还对于同一管体方便测量装置对管形构件的内型廓或外型廓的测量值的匹配。

[0017] 优选地,测量装置包括曲柄类型的致动部件,用以带动轴体转动。这种简单的布置允许任一操作者使用测量装置,而可无预备知识。此外,借助于本发明,操作者在轴体的转速和加速方面具有较大的允差。该测量装置从而非常易于实施。

[0018] 优选地,主体包括立柱,沿着该立柱,可释开的连接部件的位置是可调节的。同样地,借助于这些调节部件,可容易地使测量装置适于不同类型的现有管体。

[0019] 优选地,可释开的连接部件包括紧持棘爪,所述紧持棘爪能够从内部或从外部紧持构件。因此,在测量内型廓(或外型廓)时,连接部件的存在并不干扰第一传感器的轨迹。作为变型,连接部件可是磁化类型或甚至夹持件类型的连接部件。

[0020] 优选地,装置包括与计算单元通信的通信部件,所述计算单元基于由第一传感器提供的径向测量值和第二传感器提供的角度测量值计算二维的型廓。

[0021] 在一优选实施方式中,第二传感器包括第二元件和与主体相连在一起的固定的第一元件,所述第二元件在转动的轴体上安装,相对于第一元件能转动活动。因此,第二传感器,如同第一传感器,也安装在支架上。

[0022] 优选地,第二传感器是增量转动编码器。

[0023] 本发明的目的还在于一种通过根据本发明的装置测量管形构件的内型廓(或外型廓)的测量方法,所述测量方法包括以下步骤:

[0024] -利用可释开的连接部件将测量装置的支架的主体固定在构件上,以使得转动的轴体与管形构件的主轴线大致重合,

[0025] -使轴体转动,以收集管形构件的内型廓(或外型廓)的多个径向测量值和对应这多个径向测量值的多个角度测量值,

[0026] -通过所收集的径向测量值和角度测量值计算管形构件的内型廓(或外型廓)。

[0027] 优选地,沿着管形构件的主轴线在多个平面中进行一系列测量。因此,可确定管形构件的三维的型廓。

[0028] 在一优选实施方式中,借助于计算机程序基于在不同平面中获得的系列测量值实施管形构件的内型廓或外型廓的数字模型,和在数字模型上执行有限元计算,以根据至少一物理条件确定管形构件的性能。

附图说明

[0029] 通过阅读以下参照附图进行的说明,本发明的其它特征和优点将显示出来,附图中:

[0030] -图1是在测量装置的第一构型中的根据本发明的管形构件和测量装置的透视图;

[0031] -图2是图1的装置的透视截图;

[0032] -图3是图1的构件和装置的横向剖视图;

[0033] -图4是在测量装置的第二构型中的图1的测量装置的透视图;

[0034] -图5是在图4上所示的测量平面P中的图1到图3的管形构件的外型廓的示意图;

[0035] -图6是示出从根据本发明的测量装置获得的管形构件的外型廓的轮廓的结果的线图。

具体实施方式

[0036] 在图1到图4上示出管形构件的控制设备。该设备通过附图标记10表示。

[0037] 在所描述的该示例中,设备10用于对管形构件12进行控制,所述管形构件包括端部部分14,所述端部部分具有外型廓14A和内型廓14B。该构件12的端部部分14通常是螺纹的,以允许与另一管形构件(未显示)进行旋拧联接。在通过附图所示的示例中,管形构件12包括阳式端部16。该管形构件通常具有数米的长度。该管形构件12包括围绕主轴线Z回转的主体(图3)。构件12的内型廓14B(或外型廓14A)被限定为构件12的轮廓,即构件围绕构件12的轴线Z的内廓(或外廓)。理想地,构件12在正交于轴线的一平面中的内型廓14B或外型廓14A是完美地圆形的。实际上,该轮廓并不是完美地圆形的和会具有特别是椭圆度,如通过图5所示。在该附图上,以虚线示出理想的外型廓14A和以实线示出实际的外型廓14A。构件还会具有径向厚度的缺陷(未显示)。

[0038] 如在图1到图4上所示,控制设备10包括根据本发明的测量装置20。该装置20用于测量构件12的端部部分14的外型廓14A或内型廓14B。在通过图1到图3所示的第一测量构型中,装置20用于测量构件12的外型廓14A。在通过图4所示的第二测量构型中,装置20用于测量构件12的内型廓14B。现在将详述在这两种构型中的装置20。在这些附图上,相似的元件

通过相同的数字标记表示。

[0039] 特别地,该装置20包括用于测量管形构件12在正交于主轴线Z的预定平面中的径向测量值的第一传感器22。在下文可以注意到该测量平面P。因此,径向测量值指的是沿着管形构件12的径向方向,即垂直于构件12的主轴线Z的方向,在构件12在平面中的外型廓14A(或内型廓14B)上的测量点M和同样在平面P中的测量基准点P0之间的距离的测量值。从而在图5上示意性地示出要进行控制的构件12在测量平面P中的外型廓14A。重要的是,可以注意到,利用用于测量径向测量值的第一传感器22所执行的测量的基准点P0可不与构件12的外型廓或内型廓的中心点“0”重叠。因此,在图5上可以看见,对应示意性地示出的外型廓14A的几何中心的点“0”与测量原点“P0”是相区别的。

[0040] 第一传感器22用于围绕外型廓14A或在内型廓14B内部移动,以执行径向测量。为此,装置20包括支架24,支架能够沿着在测量平面P中预定的环形轨迹带动第一传感器22。

[0041] 在所描述的示例中,传感器22是接触式的传感器,例如是感应式的传感器。传感器22优选地包括测量头22A,测量头能够随循构件12的外型廓14A或内型廓14B的轮廓。该第一传感器22例如是线性移动的感应传感器,其根据差别测量原理运行。该类型的差别测量传感器适以执行预先校准,以继而测量传感器相对于基准值的移动变化。显然,本发明并不局限于这类传感器,而其它传感器可适于这种应用,如光学传感器、非接触式传感器等。

[0042] 为了允许该装置20的便易操作,支架24包括主体26,主体能够通过可释开的连接部件28固定在构件12上。在图1到图4上所示的示例中,支架24固定在管形构件12的一内端边上。装置20从而有利地固定在构件12上和可容易地安装在任何其它构件上。测量装置的支架有利地整体上挂接在管形构件上。因此,装置整体上通过管形构件进行承载。

[0043] 优选地和如在图1到图4上所示,主体26包括立柱26A,用于沿着构件12的径向方向延伸,沿着所述立柱,可释开的连接部件28的位置是可调节的。这允许使装置20适于不同管形构件的尺寸。此外,优选地,可释开的连接部件28包括紧持棘爪28A,紧持棘爪能够从内部或从外部紧持构件12。这允许方便装置20从装置的一测量构型到另一测量构型的适配。

[0044] 在对于外型廓测量所示出的示例中,由于紧持棘爪28A从内部紧持构件12,第一传感器22围绕管形构件12的环形轨迹并不必定被存在这些紧持棘爪28A所妨碍和从而更为一般性地被位于构件12内部的可释开的连接部件28所妨碍。相反地,在图4上,相反地可以看见,棘爪28A从外部紧持构件12,这允许传感器22在构件12内部的自由行程。

[0045] 为了允许带动径向测量传感器22转动,装置20包括转动的轴体30,承载第一传感器22的臂形件32固定在转动的轴体上。优选地,在本发明的优选实施方式中,装置20包括曲柄类型的致动部件33,以带动轴体30转动。因此,测量装置可由操作者通过曲柄33的简单操作来实施。

[0046] 优选地,臂形件32被构型以允许在传感器22相对于构件的轴向和径向平移方面进行调节。因此,在图1到图4上所示的示例中,臂形件32包括第一部分32A,所述第一部分垂直于轴体30延伸和与轴体30相连在一起。对于在图1到图3上所示的具体测量构型,臂形件32包括第二部分32B,第二部分平行于轴体30延伸,在第二部分上安装第一传感器22。优选地,该第二部分32B相对于第一部分32A在轴向和径向平移方面是活动的。

[0047] 相反地,在通过图4所示的第二测量构型中,传感器22直接地安装在第一部分32A上。优选地,该第一部分32A的轴向位置沿着转动的轴体30是可调节的。

[0048] 臂形件32例如通过相互组装的一组板片体和杆体形成。特别是可以看见，臂形件32的第一部分32A通过两杆体形成和通过一对板片体固定在轴上，每个板片体包括一中心槽道和用于每个杆体的两个贯穿孔，所述中心槽道被构型以使得两板片体将转动的轴体夹持在通过两槽道形成的空间中。显然，可使用其它形状和类型的元件来制造臂形件。

[0049] 第一传感器22还可沿着管形构件12轴向地移动，以在沿着主轴线Z的连续的多个测量平面中执行管体的轮廓的测量。此外，传感器22的位置也可沿着径向方向进行调节，这一方面用以允许测量装置20对现有管形构件的不同直径进行适配，还用以允许根据要进行控制的同一构件的内型廓14B或外型廓14A的轴向变化使装置适配，特别是用以考虑管形构件B的可能的锥度。

[0050] 此外，装置20包括用于测量对于第一传感器22的每个径向测量值的第一传感器22的角位置的第二传感器34。第一传感器22的径向测量值和第二传感器34的角度测量值允许构件12在预定平面P中的型廓在极坐标中完全地确定。

[0051] 优选地，第二传感器34，如同第一传感器22，也通过支架24承载。该第二传感器34包括例如一固定元件34A和一活动元件34B，所述固定元件与装置10的主体相连在一起，所述活动元件相对于该固定元件34A活动，与转动轴30相连在一起。因此，第二传感器34优选地是转动编码器。活动元件34B例如是与转动的轴体30相连在一起的盘体。

[0052] 此外，第一测量传感器22和第二测量传感器34与管控部件(未显示)连接，管控部件能够对传感器进行管控，以使得传感器以预定的采集频率执行同步的径向测量和角度测量。例如，测量值的采集周期在1毫秒到1秒之间。

[0053] 此外，为了允许对结果进行分析，装置20包括与计算单元38通信的通信部件36，计算单元基于径向测量值和角度测量值计算二维的内型廓或外型廓。这些通信部件36例如有线的。不过，作为变型，通信部件36可是无线类型的。

[0054] 通过径向测量值 R_1 到 R_n 和对应的角度测量值 θ_1 到 θ_n ，所测量的点 M_1 到 M_n 在平面P中在极坐标中完全地确定。从而可确定管形构件的二维的型廓。该极坐标的基标(repère)的原点是图5上的测量基准点“P0”。

[0055] 对椭圆度的测定基于在根据参照图5的示意性线图的后续计算所预定的环形轨迹的完整一圈后所显示的测量值获得。

[0056] 特别地，基于数目为 n 的测量点 $M_i(r_i, \theta_i)$ 计算构件的内型廓或外型廓的中心点的位置，标记为 $O(x, y)$ ，如下执行，将该中心点与内型廓或外型廓的测量点 M_i 的重心相似对待：

$$[0057] \quad O(x) = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

[0058] 其中 $x_i = r_i(\theta_i) \cos \theta_i$ ， θ 从 0° 到 360°

$$[0059] \quad x = r(\theta) \cos \theta$$

$$[0060] \quad O(y) = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$$

[0061] 其中 $y_i = r_i(\theta_i) \sin \theta_i$

$$[0062] \quad y = r(\theta) \sin \theta$$

[0063] 此外，椭圆的特征通过对最小直径(D_{min})和最大直径(D_{max})的研究确定：

[0064] $D_{\min} = \min(r_i(\theta) + r_i(\theta + \pi))$

[0065] $D_{\max} = \max(r_i(\theta) + r_i(\theta + \pi))$

[0066] 椭圆度从以下公式推导：

[0067] 椭圆度 = $\|D_{\min} - D_{\max}\|$

[0068] 此外，在未通过附图示出的一变型中，装置20还可包括管形构件的多个径向测量传感器。例如，附加的传感器通过臂形件32承载和沿着构件12的轴线规则地分布。这允许执行沿着管形构件的轴线的不同直径的同步测量。

[0069] 现在将描述通过根据本发明的装置20测量管形构件12的型廓的一种测量方法的主要步骤。在附图上示出管形构件12的外型廓的测量步骤。当然，所述方法也适用于内型廓的测量(图4)。在此情形下，与之前附图的说明相反地，紧持棘爪28A能够在管体的外型廓14A上紧持构件12，如在图4上可视的。

[0070] 在第一步骤中，操作者将装置20的主体26优选地固定在基准构件的内端边部，以将传感器22初始化到一基准值。然后，在第二步骤中，使用者利用可释开的连接部件28将装置20的主体固定在构件12上。例如，通过管形构件12的内紧持将主体24固定在内边部上。因此，连接部件28的紧持棘爪28A紧贴管形构件12的内壁。

[0071] 此外，在该第二步骤中，操作者将主体26定位，以还使得转动的轴体30与管形构件12的主轴线Z大致重合。本发明的优点之一在于，装置的轴和构件的轴线的不对齐对直径和椭圆度的计算没有影响，如从上文的计算公式所展示的。这在装置的实施中，特别是就测量装置的定位允差而言，提供较大的灵活性。

[0072] 然后，在第三步骤中，操作者通过例如曲柄33使轴体30转动。这允许使承载传感器22的臂形件32以及第二传感器34的转动盘体34B转动。在该步骤之前，操作者规定测量周期，例如10ms，测量点的数目从而与预先规定的该测量周期和与一圈的时间直接地相关联。

[0073] 该第三步骤允许根据管形构件12的角度收集多个径向测量值。测量点的数目在该示例中通过采集频率和一圈的时间来限定。例如，对于20秒的一圈时间和10ms的采集周期，装置允许采集2000个测量点。

[0074] 在最后步骤中，根据前文所述的计算操作，使用信息处理部件从所收集的径向测量值和角度测量值计算管形构件12在轴向测量平面P中的外型廓14A。从而获得图6的线图，图6示出管形构件12的外型廓14A。该外型廓14A在根据前文所述的计算确定的中心点“O”上定中心。运用测量值的结果如下：

[0075] $D_{\min} = 387,949\text{mm}$

[0076] $D_{\max} = 388,142\text{mm}$

[0077] 理论直径 = 388.055mm

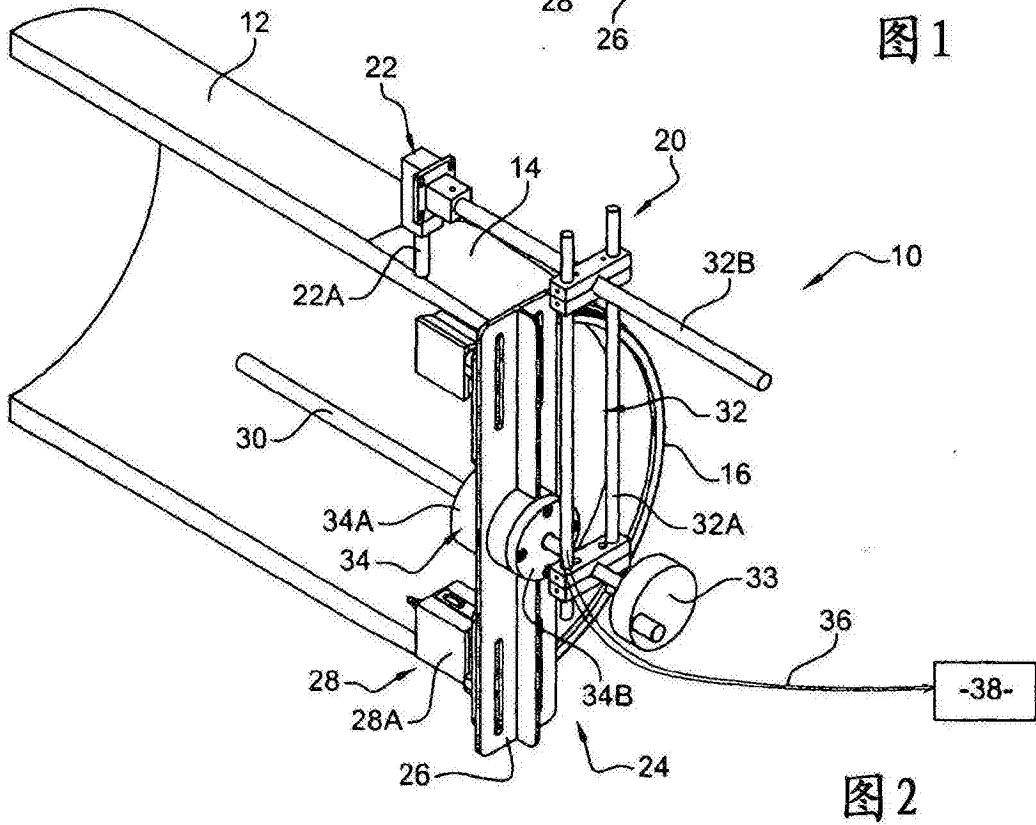
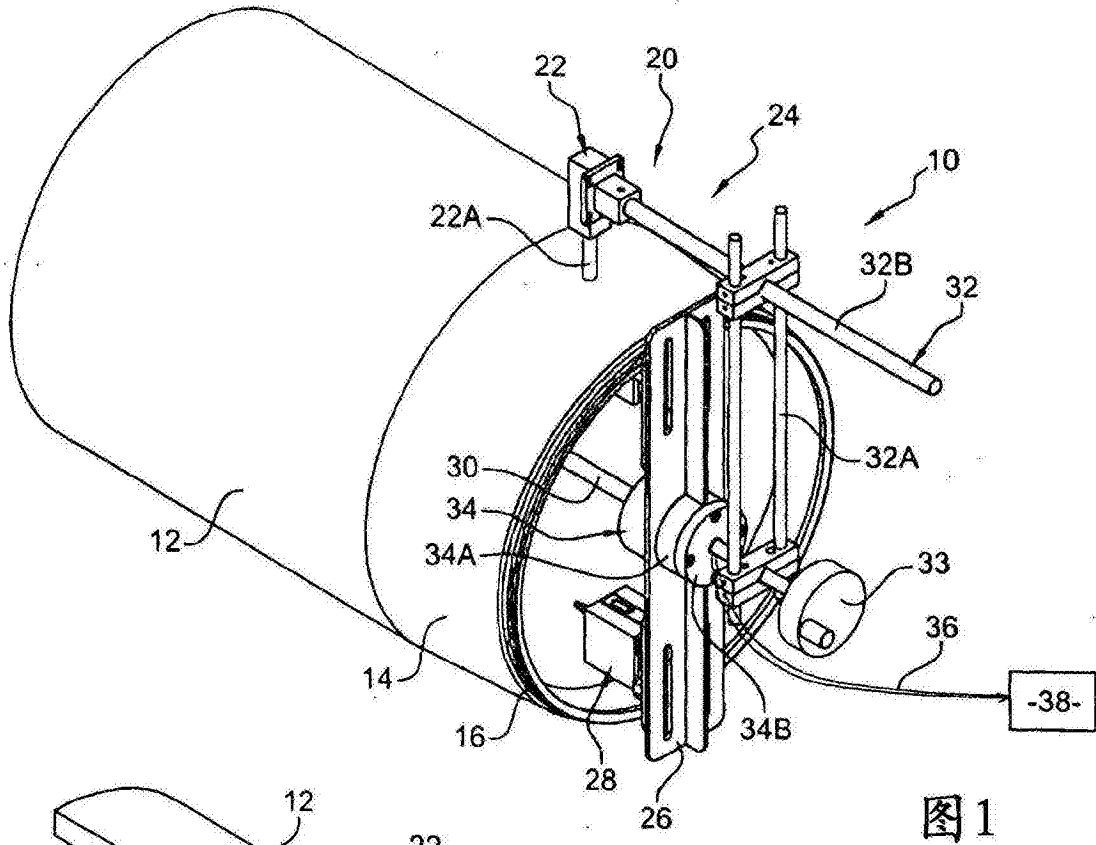
[0078] 椭圆度 = $\|D_{\min} - D_{\max}\| = 0.193\text{mm}$

[0079] 在该示例中，椭圆度被认为是可接受的和构件不被废弃。在例如四个不同的轴向平面中重复(reproduire)该系列测量，以保证使得构件遵循也在三个其它平面中预定的允差。

[0080] 此外，优选地，借助于计算机程序，基于在不同平面中所获得的测量值系列实施管形构件的内型廓或外型廓的数字模型，和在数字模型上执行有限元计算，以根据至少一物理条件确定构件的性能。计算机程序例如是计算机辅助设计软件(更为通常地以名称CAO是

已知的)。

[0081] 显然,可设计其它实施方式,而不离开本发明的范围。因此,可由本领域的技术人员对刚刚作为示例进行描述的本发明进行各种修改。



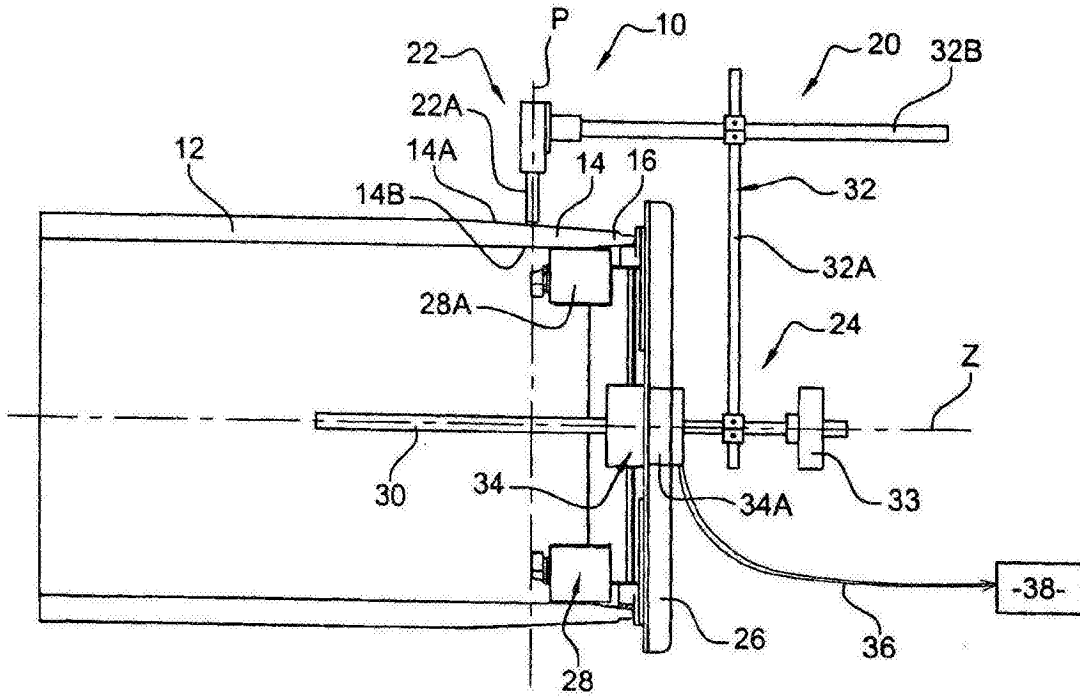


图3

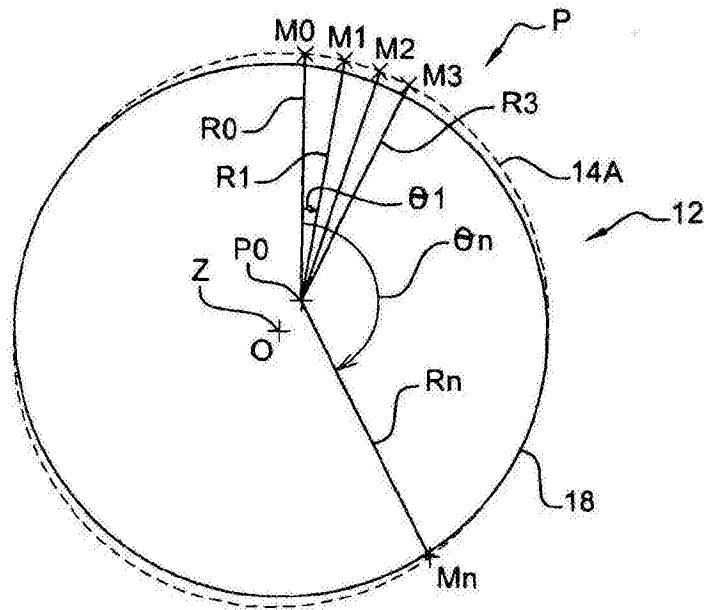


图5

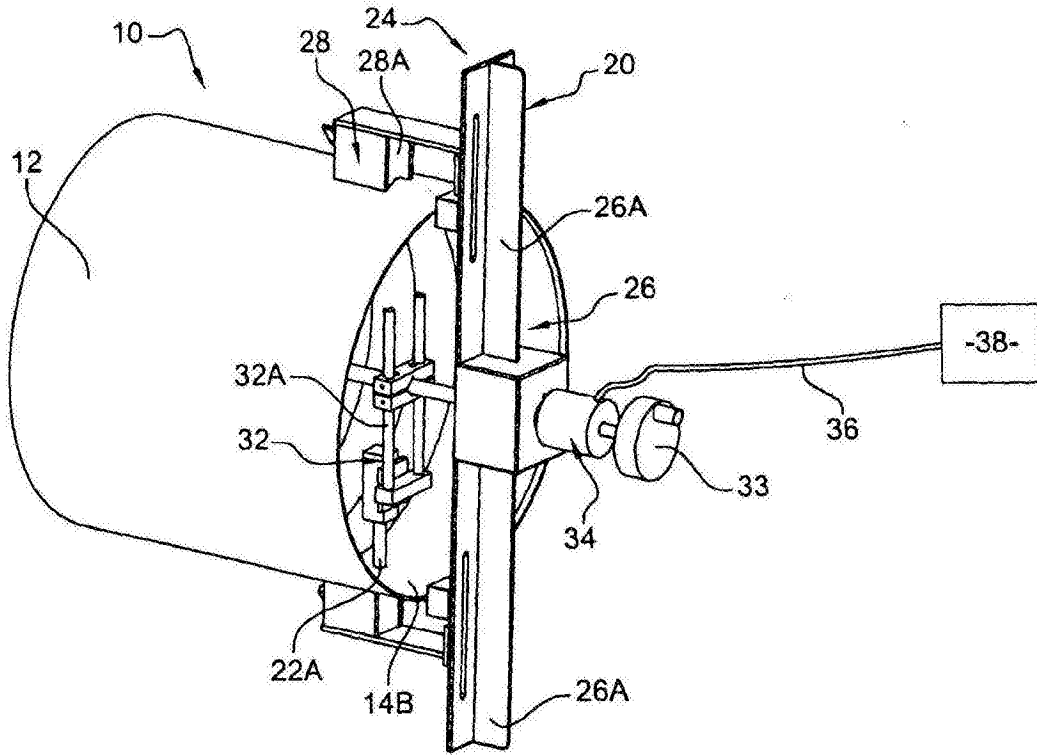


图4

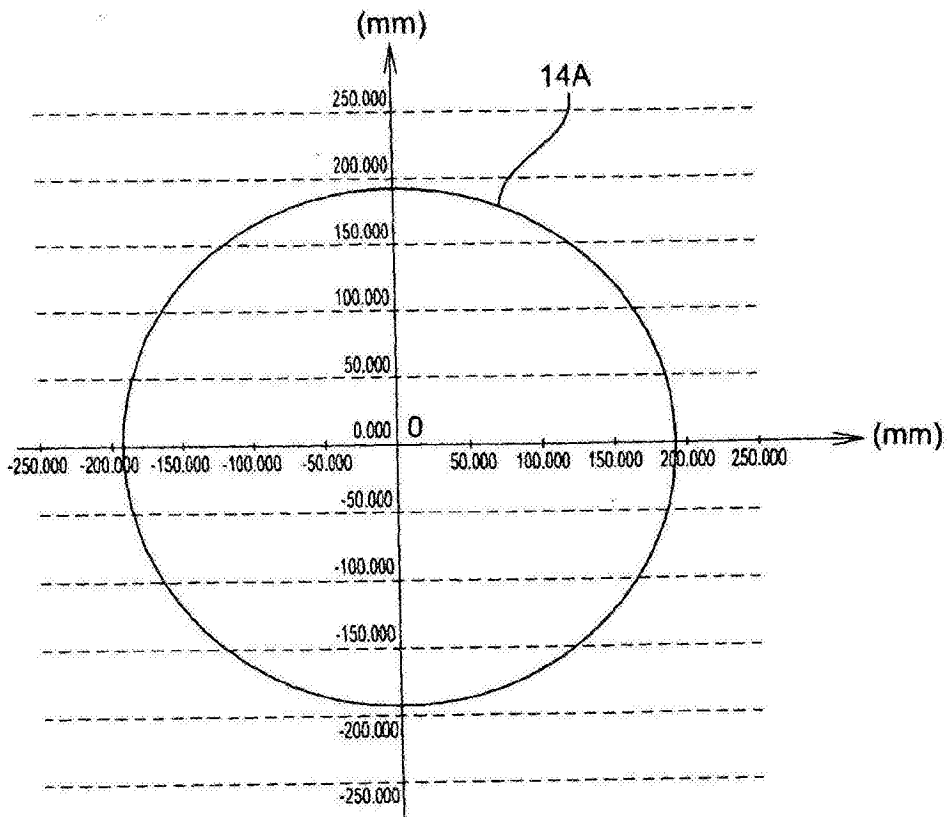


图6