



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108351239 B

(45) 授权公告日 2021.02.09

(21) 申请号 201680040922.2
 (22) 申请日 2016.06.22
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 108351239 A
 (43) 申请公布日 2018.07.31
 (30) 优先权数据
 102015111642.1 2015.07.17 DE
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2018.01.11
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/EP2016/064372 2016.06.22
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02017/012811 DE 2017.01.26

(73) 专利权人 恩德斯+豪斯流量技术股份有限公司
 地址 瑞士赖纳赫
 (72) 发明人 维韦克·库马尔 马克·霍尔马赫
 (74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
 代理人 张焕生 戚传江
 (51) Int.Cl.
 G01F 1/32 (2006.01)
 G01F 1/36 (2006.01)
 G01F 1/40 (2006.01)
 审查员 陈诚

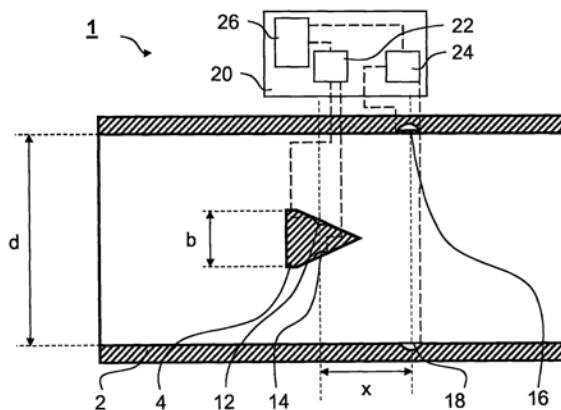
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

基于漩涡流量测量原理的流量测量装置

(57) 摘要

本发明涉及一种基于漩涡流量测量原理的流量计(1),包括:测量管(2);在测量管(2)中的阻流体(4),用于产生具有流依赖的漩涡频率的卡曼涡流层;第一压力波动测量装置(12,14),用于检测和用信号表示漩涡相关的压力波动以及用于提供压力波动依赖的信号;第二压力波动测量装置(16,18),用于检测和用信号表示漩涡相关的压力波动以及用于提供压力波动依赖的信号;以及评估单元(20),用于确定漩涡频率和基于漩涡频率的流量测量值。所述评估单元(20)此外设计成利用第一压力波动测量装置(12,14)和第二压力波动测量装置(16,18)的信号振幅比或者从中导出的变量确定在测量管中流动的介质的当前雷诺数和/或运动粘度。



1. 基于漩涡计数器原理工作的流量测量装置(1;101),包括:
测量管(2;102),用于沿该测量管的纵向输送流体;
布置在所述测量管(2;102)中的阻流体(4;104)形式的阻挡件,其中,当流体流经所述测量管时,所述阻流体用来产生具有流量依赖漩涡频率的卡曼涡街;
第一压力波动测量装置(12,14;112),用于记录由所述涡街产生的压力波动以及用于提供依赖于压力波动的信号;
第二压力波动测量装置(16,18;116),用于记录由所述涡街产生的压力波动以及用于提供依赖于压力波动的信号,其中所述第一压力波动测量装置(12,14;112)在所述测量管的纵向与所述第二压力波动测量装置(16,18;116)间隔开;
评估单元(20;120),其适用于基于所述压力波动测量装置中的至少一个的信号确定漩涡频率和随漩涡频率变化的流量测量值;
其特征在在于,所述评估单元(20;120)进一步适于基于所述第一压力波动测量装置(12,14;112)和所述第二压力波动测量装置(16,18;116)的信号振幅比或者从所述信号振幅比中导出的变量确定在所述测量管中流动的介质的当前雷诺数和/或运动粘度。
2. 根据权利要求1所述的流量测量装置,其中所述评估单元(20;120)适于考虑已确定的雷诺数来确定流量测量值。
3. 根据权利要求1或2所述的流量测量装置,其中所述压力波动测量装置(112,116)中至少一个包括浆叶传感器。
4. 根据权利要求1或2所述的流量测量装置,其中所述压力波动测量装置(12,14,16,18)中的至少一个包括在测量管壁中和/或在阻流体中的至少一个测压孔。
5. 根据权利要求1或2所述的流量测量装置,其中所述压力波动测量装置中的至少一个包括具有第一测压孔和第二测压孔的第一压力差测量装置,用于记录由所述涡街产生的压力差以及用于提供压力差依赖的信号。
6. 根据权利要求5所述的流量测量装置,其中所述第二压力波动测量装置包括第三测压孔和第四测压孔,用于记录由所述涡街产生的压力差以及用于提供压力差依赖的信号。
7. 根据权利要求1或2所述的流量测量装置,其中所述压力波动测量装置中的至少一个包括测压孔和具有第一压力输入部和第二压力输入部的压力差传感器,其中第二压力输入部具有节流阀,从而它与第一压力输入部相比具有另一个压力波动传递函数,其中第一压力输入部和第二压力输入部连接到所述测压孔,从而所述压力差传感器的信号大致依赖于压力的时间变化率 dp/dt 。
8. 根据权利要求1或2所述的流量测量装置,其中所述阻流体具有垂直于纵向的宽度 b ,其中所述第一压力波动测量装置在所述测量管的纵向与所述第二压力波动测量装置间隔开,间距不小于一个宽度 b 。
9. 根据权利要求8所述的流量测量装置,其中所述间距不小于两个宽度 b 。
10. 根据权利要求9所述的流量测量装置,其中所述间距不小于三个宽度 b 。
11. 用根据漩涡计数器原理工作的流量测量装置确定流体的雷诺数和/或运动粘度的当前值的方法,其中所述流量测量装置包括:
用于沿测量管的纵向输送流体的测量管;
布置在所述测量管中的阻流体形式的阻挡件,其中,当流体流经所述测量管时,所述阻

流体用来产生具有流量依赖漩涡频率的卡曼涡街；

第一压力波动测量装置,用于记录由所述涡街产生的压力波动以及用于提供依赖于压力波动的信号；

第二压力波动测量装置,用于记录由所述涡街产生的压力波动以及用于提供依赖于压力波动的信号；

其中所述第一压力波动测量装置在所述测量管的纵向与所述第二压力波动测量装置间隔开；

其中所述方法包括如下的步骤：

使流体经所述测量管流动；

用所述第一压力波动测量装置记录由流动流体的涡街产生的压力波动；

用第二压力波动测量装置记录由流动流体的涡街产生的压力波动；以及

基于所述第一压力波动测量装置和所述第二压力波动测量装置的信号振幅比或者从所述信号振幅比中导出的变量确定所述流体的雷诺数和/或运动粘度的当前值。

12. 根据权利要求11所述的方法,包括：

基于所述第一压力波动测量装置和所述第二压力波动测量装置的信号振幅比确定所述流体的雷诺数的值；

确定所述压力波动测量装置的至少一个信号的频率值；以及

考虑所述雷诺数的值确定随频率值变化的流量测量值。

基于漩涡流量测量原理的流量测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于漩涡计数器原理工作的流量测量装置,该原理如在《流量手册》,第4版,2003,ISBN 3-9520220-3-9,第103页中所述。

背景技术

[0002] 此类流量测量装置基于漩涡从阻挡件的两边交替泻下而工作,流体在管道中绕该阻挡件流动,从而形成所谓的卡曼涡街,其中所述漩涡产生周期性压力波动,这利用压力传感器或桨叶来记录。对于特定测量装置来说,漩涡的泻下频率与流速和斯特罗哈数成比例,斯特罗哈数是一种无量纲数,具有对雷诺数的弱依赖性。对于宽范围的雷诺数来说,所述斯特罗哈数可以大致上认为是不变的。然而特别地对于低于20000的雷诺数来说,这不再成立,从而必须改进基于漩涡频率确定流量的模型。

[0003] 一种针对此的方法在EP0619473A1中描述,根据该专利文献利用不同间隔远离阻挡件的两个桨叶记录压力波动。在所记录的压力波动之间的相位差然后被考虑用于修正流量测量。然而所述相位差具有大的波动,从而用于确定它的信号处理非常复杂。当期望一种紧凑的流量测量装置时尤其如此,在这种情况下用于记录压力波动的位置布置靠近阻挡件且不能远离彼此间隔开。

发明内容

[0004] 因此,提供一种基于漩涡计数器原理工作的流量测量装置和测量方法是本发明的一个目标,其克服了现有技术的缺陷。根据本发明的流量测量装置和方法实现所述目标。

[0005] 本发明基于漩涡计数器原理工作的流量测量装置包括:测量管;布置在测量管中的阻流体形式的阻挡件,其中当流体流经测量管时所述阻流体用来产生具有流量依赖漩涡频率的卡曼涡街;第一压力波动测量装置,用于记录由涡街产生的压力波动以及用于提供依赖于压力波动的信号;第二压力波动测量装置,用于记录由涡街产生的压力波动以及用于提供依赖于压力波动的信号;其中第一压力波动测量装置在测量管的纵向与第二压力波动测量装置间隔开;评估单元,其适用于基于至少一个压力波动测量装置的信号确定漩涡频率和随漩涡频率变化的流量测量值;其中,根据本发明,所述评估单元进一步适用于基于第一压力波动测量装置和第二压力波动测量装置的信号振幅比或者从中导出的变量确定在测量管中流动的介质的当前雷诺数和/或运动粘度。

[0006] 在本发明的进一步发展中,所述评估单元适用于考虑确定的雷诺数确定流量测量值。

[0007] 在本发明的进一步发展中,至少一个压力波动测量装置包括桨叶传感器,该具有桨叶的传感器向内突出进测量管中,其中由介质中的压力波动引起的周期性压力差产生在桨叶两侧,从而所述桨叶被偏转。

[0008] 在本发明的进一步发展中,至少一个压力波动测量装置包括在测量管壁中和/或在阻流体中的至少一个测压孔。

[0009] 在本发明的进一步发展中,至少一个压力波动测量装置包括具有第一测压孔和第二测压孔的第一压力差测量装置,用于记录由涡街产生的压力差以及用于提供压力差依赖的信号。

[0010] 在本发明的进一步发展中,第二压力波动测量装置包括第三测压孔和第四测压孔,用于记录由涡街产生的压力差以及用于提供压力差依赖的信号。

[0011] 在本发明的进一步发展中,至少一个压力波动测量装置包括测压孔和具有第一压力输入和第二压力输入的压力差传感器,其中第二压力输入具有节流阀,从而它与第一压力输入相比具有另一个针对压力波动的频率依赖传递函数,其中第一压力输入和第二压力输入连接到测压孔,从而所述压力差传感器的信号大致上依赖于压力的时间变化率(dp/dt)。

[0012] 在本发明的进一步发展中,所述阻流体具有垂直于纵向的宽度 b ,其中第一压力波动测量装置在测量管的纵向以不小于一个宽度 b 、特别是不小于两个宽度 b 、优选地不小于三个宽度 b 的间距与第二压力波动测量装置间隔。

[0013] 本发明的方法用根据漩涡计数器原理工作的流量测量装置确定流体的至少一个物理参数,其中流量测量装置包括:用于在测量管的纵向输送流体的测量管;布置在测量管中的阻流体形式的阻挡件,其中当流体流经测量管时所述阻流体用来产生具有流量依赖漩涡频率的卡曼涡街;第一压力波动测量装置,用于记录由涡街产生的压力波动以及用于提供依赖于压力波动的信号;第二压力波动测量装置,用于记录由涡街产生的压力波动以及用于提供依赖于压力波动的信号;其中第一压力波动测量装置在测量管的纵向与第二压力波动测量装置间隔开;其中所述方法包括如下的步骤:使流体经过测量管流动;借助第一压力波动测量装置记录由流动流体的涡街产生的压力波动;借助第二压力波动测量装置记录由流动流体的涡街产生的压力波动;以及基于第一压力波动测量装置和第二压力波动测量装置的信号振幅比或者从中导出的变量确定流体的雷诺数和/或运动粘度的当前值。

[0014] 在本发明的进一步发展中,所述方法包括基于第一压力波动测量装置和第二压力波动测量装置的信号振幅比确定流体的雷诺数的值;确定压力波动测量装置的至少一个信号的频率值;以及考虑雷诺数的值确定随频率值变化的流量测量值。

附图说明

[0015] 本发明现在将基于在附图中描述的实施例的例子更详细地进行解释,附图如下:

[0016] 附图1是本发明的流量测量装置的实施例的第一个例子在纵向上的示意图,其横切所述阻流体延伸;

[0017] 附图2是本发明的流量测量装置的实施例的第二个例子在纵向上的示意图,其横切所述阻流体延伸;

[0018] 附图3a是雷诺数依赖的数据的例子,对于测量装置不同位置的测量装置的压力波动信号之间的振幅比;

[0019] 附图3b是具有产生附图3a中描述的振幅比压力的波动测量装置的多个位置的测量管;以及

[0020] 附图3c是根据随雷诺数变化的漩涡计数器原理工作的流量测量装置的斯特罗哈数。

具体实施方式

[0021] 如同附图1中所示的本发明根据漩涡计数器原理工作的流量测量装置1的实施例的例子,包括具有内径d的测量管2,在其中布置宽度b的阻流体4,该阻流体特别地关于包含测量管纵轴的对称平面对称地延伸。阻流体4在其两端与测量管2连接。阻流体4在测量操作中用来产生测量管中流动的介质中具有流量依赖漩涡频率的卡曼涡街。

[0022] 为了记录漩涡频率,本发明领域的根据漩涡计数器原理工作的流量测量装置具有用于记录由涡街产生的压力波动的压力波动测量装置。本发明的流量测量装置1包括两个这类压力波动测量装置,这两个压力波动装置分别包括一对具有足够快速测量值记录能力的压力传感器,使得能够记录例如高达3kHz的漩涡频率。第一压力波动测量装置包括第一压力传感器12和第二压力传感器14,它们相对于管中心面互相对称地布置在阻流体上。第二压力波动测量装置包括第三压力传感器16和第四压力传感器18,它们相对于前述对称平面互相对称地布置在测量管壁的内表面上。第二压力波动测量装置的第三压力传感器16和第四压力传感器18被布置成在流动方向上与第一压力波动测量装置的第一压力传感器12和第二压力传感器14具有间距x。间距x达到阻流体宽度b的几倍,其中尤其是 $1 < x/b < 10$ 。具有足够快速测量值记录能力的压力传感器例如可以从Kulite公司买到。

[0023] 所述压力传感器一方面可以是分别测量相对于真空和环境压力的介质压力的绝对压力型或相对压力型传感器,或者是动态压力传感器,其将介质压力提供给具有不同时间常量的动态压力传感器的测量薄膜的两侧,以达到直接记录压力波动的目的。在管线中的情况下也可以发生其它的压力波动,其叠加在卡曼涡街的压力波动上,因此在各种情况下假定考虑压力波动测量装置的两个压力传感器的信号差以确定漩涡频率。基本地,压力波动测量装置可分别具有一个压力差传感器而非两个压力传感器,该压力差传感器记录关于前述对称平面对称布置的两个压力检测点处的压力之间的差,其中为了该目的,在压力检测点和压力差传感器之间要设置具有尽量小时间常量的工作压力管线或液压管线。

[0024] 本发明的流量测量装置进一步包括操作和评估单元20,用于评估压力波动测量装置的信号。操作和评估单元20例如可以包括第一减法电路22和第二减法电路24,它们在不同情况下分别根据第一和第二压力波动测量装置的压力传感器的信号形成差值信号。操作和评估单元20进一步包括信号处理器26,其连接到减法电路的输出端且适用于根据至少一个差值信号的时间曲线确定漩涡的泻下频率(shedding frequency) f。另外,信号处理器适于确定差值信号的振幅并由此计算第一和第二压力波动测量装置的差值信号振幅的振幅商 A_2/A_1 。操作和评估单元20适于进一步基于该振幅商确定雷诺数的当前值,基于此确定斯特罗哈数,然后在它们的帮助下基于漩涡的泻下频率f计算出流速和/或体积流率。

[0025] 在下文基于附图3a到3c解释用于根据振幅比确定斯塔罗哈数的细节。

[0026] 在需要的情况下,基于体积流量 \dot{V} 和雷诺数 Re ,运动粘度 ν 可另外根据下式计算

$$[0027] \quad \nu = (4\dot{V}) / (\pi Re \cdot d),$$

[0028] 且作为补充信息连同流量的测量值被输出,其中d是管直径。

[0029] 附图2中所示的用于本发明根据漩涡计数器原理工作的流量测量装置101的实施例的例子包括测量管102,其中布置有阻流体104,阻流体104特别地关于测量管的纵轴在其中延伸的对称平面对称地延伸。阻流体104在其两端与测量管102连接。阻流体104在测量操作中产生测量管中流动的介质中具有流量依赖漩涡频率的卡曼涡街。

[0030] 本发明的流量测量装置101包括第一压力波动测量装置112和第二压力波动测量装置116,用于记录由涡街产生的压力波动。所述第一压力波动测量装置112包括关于前述对称平面对称布置的且借助于漩涡可垂直于该对称平面偏转的浆叶,像附图中的双箭头所指示的一样。第二压力波动测量装置116同样地包括关于前述对称平面对称布置的且借助于漩涡可垂直于该对称平面偏转的浆叶,像附图中的双箭头所指示的一样。所述第一压力波动测量装置112和第二压力波动测量装置116分别包括电换能器,尤其是容差换能器、压电换能器、感应换能器或电阻换能器,用于将浆叶的偏转转化成电信号。

[0031] 本发明的流量测量装置进一步包括操作和评估单元120,用于评估第一压力波动测量装置112和第二压力波动测量装置116的信号。操作和评估单元120包括第一前置放大器122和第二前置放大器124,它们分别调理两个压力波动测量装置之一的电换能器的原始信号。操作和评估单元120进一步包括信号处理器126,其连接到第一前置放大器122和第二前置放大器124的输出端且适用于根据至少一个前置放大器的输出信号的时间曲线确定漩涡的泻下频率 f 。另外,信号处理器适于确定输出信号的振幅并由此计算第一和第二压力波动测量装置的差值信号振幅的振幅商 A_2/A_1 。操作和评估单元120适于进一步基于该振幅商确定雷诺数的当前值,基于此确定斯特罗哈数,然后在它们的帮助下基于漩涡的泻下频率 f 计算出流速和体积流量 V_{dot} 。

[0032] 在下文基于附图3a到3c解释用于根据振幅比确定斯塔罗哈数的细节。

[0033] 在需要的情况下,基于体积流率 V_{dot} 和雷诺数 Re ,运动粘度 ν 可另外利用下式计算

$$[0034] \quad \nu = (4V_{dot}) / (\pi Re \ d),$$

[0035] 且作为补充信息连同流量的测量值被输出,其中 d 是管直径。

[0036] 本发明的基础原理现在将基于附图3a到3c进行解释。附图3a展示了雷诺数和随它们位置变化的两个压力波动传感器信号的振幅商之间的关系。

[0037] 在很大范围的雷诺数范围内,在交错排列在附图3b中所示的实验流量测量装置201的测量管中的多个压力波动传感器的位置处确定出压力波动。然后,在各种情况下,布置在测量管202内且与阻流体204间隔开的压力波动传感器(S2,S3,S4,S5)之一的信号振幅除以阻流体204附近的压力波动传感器S1的信号振幅。附图3a中展示的是针对不同压力波动传感器(S2,S3,S4,S5)的作为雷诺数函数的结果商,其中用于表示附图3a中的振幅比的线型对应于用于表示附图3b中的传感器位置的线型。

[0038] 本发明的测量装置的所述操作和评估单元包括函数,该函数对应于附图3a中示出的函数之一的反函数,用于根据在测量操作中确定出的其压力波动传感器的信号的振幅比确定雷诺数 Re 的当前值。

[0039] 最终可以借助雷诺数确定出斯特罗哈数,其成为用于基于漩涡频率确定流速的比例因子的组成部分。附图3c示意性地展示了基于漩涡计数器原理工作的流量测量装置的斯特罗哈数和雷诺数之间的关系。

[0040] 对于本发明的流量测量装置的实施例的一个具体的例子,斯特罗哈数当然可以特别地确定为雷诺数的函数,并且在操作和评估单元中实现所确定的关系。然而基本上,所确定的关系应该具有类似于附图3c中所示的那样的曲线。

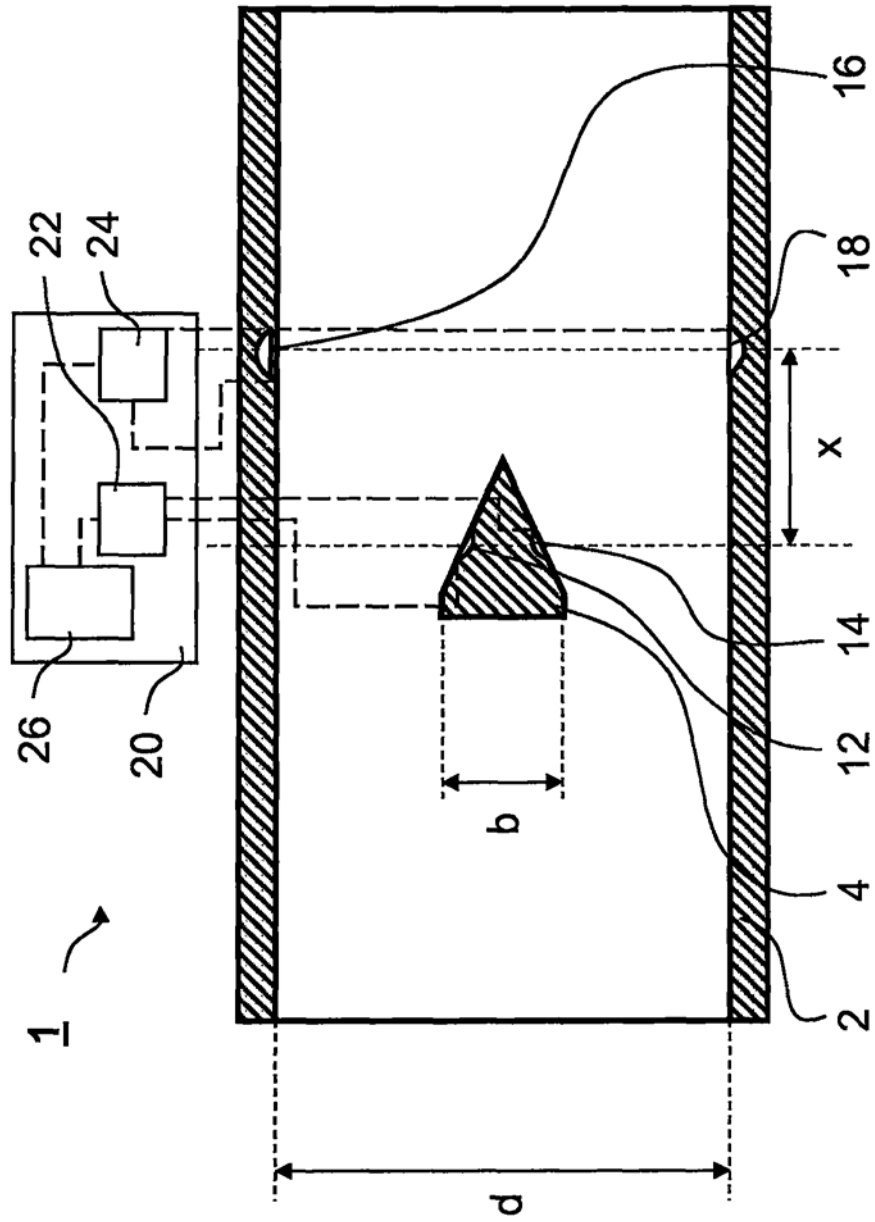


图1

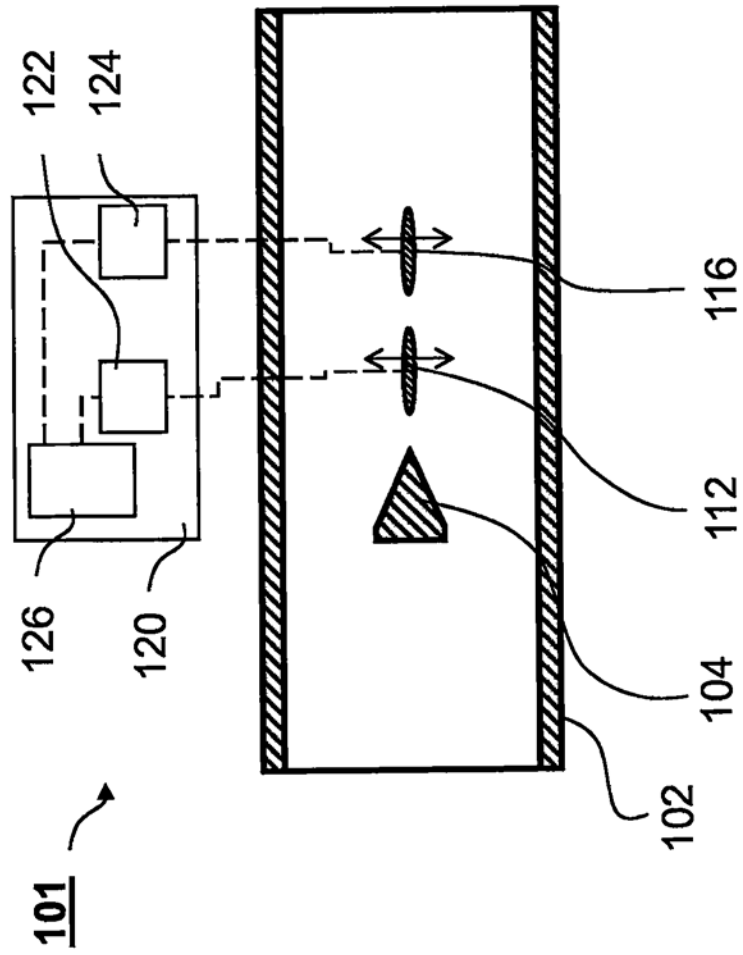


图2

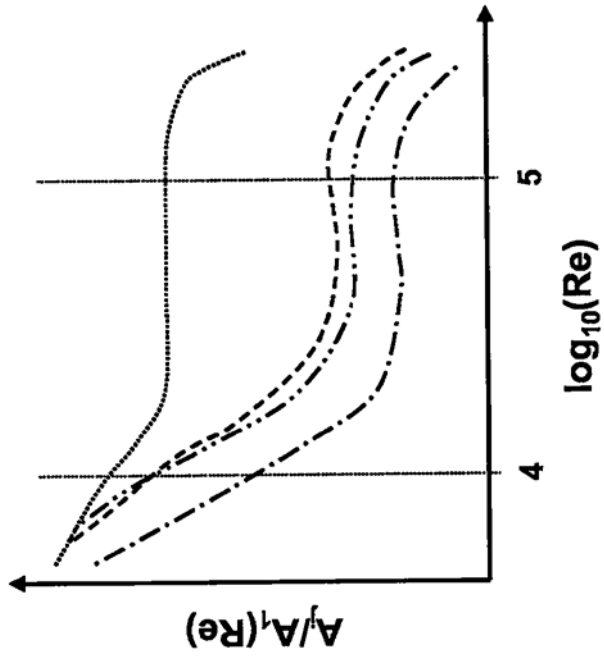


图3a

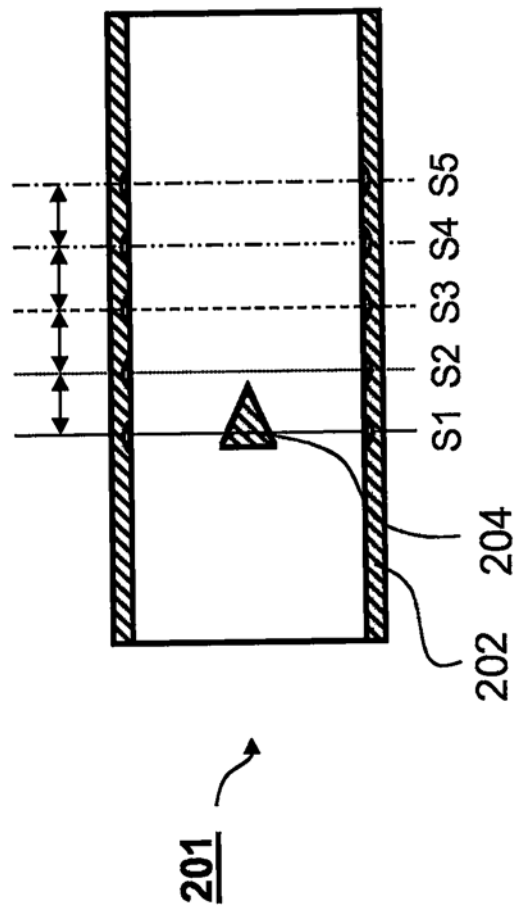


图3b

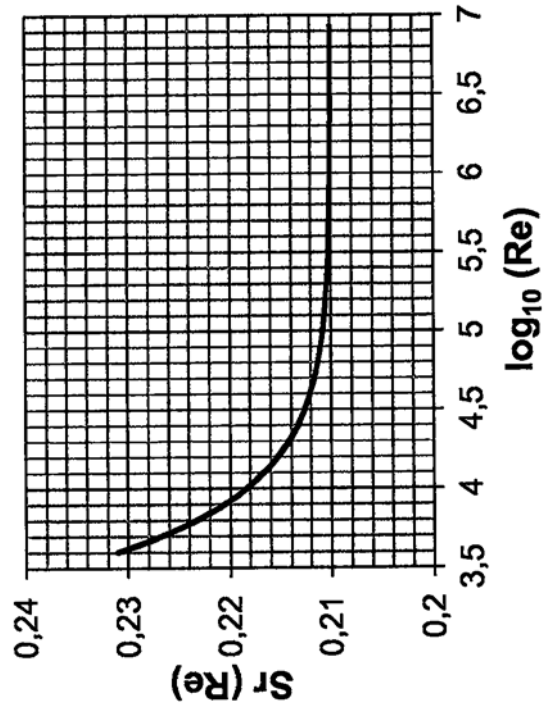


图3c