

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利申请公开说明书

A61B 5/11 (2006.01)

A61B 5/042 (2006.01)

A61B 5/107 (2006.01)

G01B 7/16 (2006.01)

[21] 申请号 200480025295.2

[43] 公开日 2006年10月11日

[11] 公开号 CN 1845703A

[22] 申请日 2004.8.4

[21] 申请号 200480025295.2

[30] 优先权

[32] 2003.8.4 [33] DK [31] PA200301126

[86] 国际申请 PCT/DK2004/000522 2004.8.4

[87] 国际公布 WO2005/011493 英 2005.2.10

[85] 进入国家阶段日期 2006.3.3

[71] 申请人 迪坦斯公司

地址 丹麦阿尔博格

[72] 发明人 汉斯·格雷葛森

莱恩·科里特·德鲁德

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

代理人 许 静

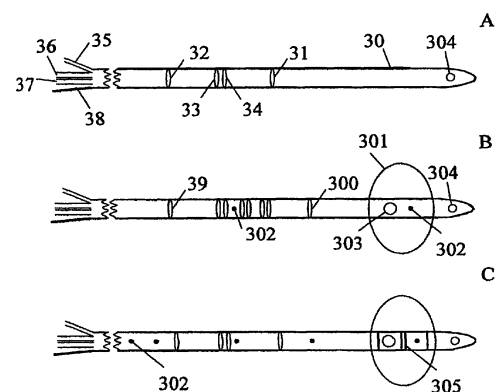
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 3 页

## [54] 发明名称

消化系统中用于检测轴向力的装置

## [57] 摘要

本发明公开了用于测量形变和施加到探针上的力的装置和方法。本系统可以是机械系统、物理系统或者诸如身体的中空系统之类的生物系统。本装置包括延长的弹性探针，附加到探针上的或者探针所包含的导电介质，由导电介质电连接的两个或者更多电极，电极附加到探针上，其中本装置进一步包括用于测量电参数单元，例如，测量数量至少为两个的电极之间的电势差的单元，所测量的电参数至少在延长探针的纵向指示了探针的形变。可以从预先校正的探针的电参数—力关系确定施加到探针上的力。



1. 一种用于测量系统形变的装置，该装置包括：  
延长的弹性探针，  
附加到探针上的或者由探针所包含的导电介质，以及  
由导电介质电连接的两个或者更多电极，电极附加到探针上，  
其中该装置还包括用于测量数量至少为两个的电极之间的电参数的单元，所测量的电参数至少在延长的探针的纵向指示了探针的形变。
2. 根据权利要求1所述的装置，包括四个或者更多电极，其中所述四个或者更多电极中的至少两个是包含用于测量它们之间电势的单元的测量电极，并且其中所述四个或者更多电极中的其它至少两个是包含用于在测量电极之间产生 AC 电场的单元的产生电极。
3. 根据权利要求1或2所述的装置，其中所测量的电参数指示施加到探针上的特定幅度的力。
4. 根据权利要求3或4所述的装置，其中通过预定的校准函数，从所测量的电参数推导出力或者形变。
5. 根据前述任一权利要求所述的装置，其中该装置进一步包括用于确定所测量的电学参数的变化的定时的定时器单元。
6. 根据前述任一权利要求所述的装置，其中所述超过两个的电极沿着探针的参考曲线放置。
7. 根据权利要求6所述的装置，其中所述参考曲线是沿着延长的探针的延长部分延伸的纵轴，并且从而所述超过两个的电极沿着纵轴放置。
8. 根据前述任一权利要求所述的装置，其中所述导电介质是起着电解液作用的液体介质，用来传导电极之间的电流。
9. 根据权利要求8所述的装置，其中所述液体介质优选为对于身体的中空系统或者工程结构无害的液体，诸如胃中的 HCl，或者诸如小肠中的胆汁盐，或者诸如食道中具有 NaCl 的水。
10. 根据权利要求1-7中任意一项所述的装置，其中导电介质是固体介质，诸如包括从下面的组中选择的至少一种物质的混合物：软金属，聚合物，

陶瓷制品，合成和自然材料。

11. 根据前述任一权利要求所述的装置，进一步包括位于探针最接近端与末梢端之间的可膨胀气囊，并且该装置包括用于将优选为液体的膨胀液体从最近端传递到气囊的单元，并且其中该装置可选择地具有用于测量气囊至少一种物理特性的单元。

12. 根据前述任一权利要求所述的装置，进一步包括用于通过探针内部的一个或者多个通道，将化学物质传递到探针侧壁中的多个开孔中并流出到中空系统中的单元。

13. 根据前述任一权利要求所述的装置，进一步包括用于通过在探针内部的多条金属线传递电流的单元，并且在将电流传递到探针的外表面时，该外表面是与中空系统内壁相邻的表面。

14. 用于通过在系统内引入延长的弹性探针来测量系统形变的方法，该探针包括：

附加到该探针上的或者由该探针所包含的导电介质，以及由所述导电介质电连接的两个或者更多电极，这些电极附加到探针上，其中，通过测量两个或者更多电极中的至少两个之间的电参数，测量了指示在延长探针的至少纵向上探针形变的形变。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，包括四个或者更多电极，其中四个或者更多电极中的至少两个是产生电极，该产生电极在作为测量电极的至少两个其它电极之间产生 AC 电场，该测量电极测量它们之间的电势。

16. 根据权利要求 14 或 15 任意一项所述的方法，其中所述探针的形变指示施加到所述探针上的特定幅度的力。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，其中通过预定的校准函数，从所测量的电参数推导力或者距离上的变化。

18. 根据权利要求 14-17 中任意一项所述的方法，其中确定所测量的电参数的变化的定时，以便获得探针变形的速度和/或加速度的测量。

19. 根据权利要求 14-18 中任意一项所述的方法，其中所述超过两个的电极沿着探针的参考曲线放置，并且其中从至少两个电极之间的至少所测量的电参数推导的诸如力，距离，加速度或者速度之类的物理量，是沿着由所述

参考曲线定义的方向测量的量。

20. 根据权利要求 19 所述的方法，其中所述参考曲线是沿着延长的探针方向延伸的纵轴，从而在至少两个电极之间所测量的物理量是沿着探针的基本纵向延伸部分的量。

21. 根据权利要求 14-20 中任意一项所述的方法，其中为探针提供位于探针最靠近端与末梢端之间的可膨胀气囊，并且其中该方法包括进一步步骤：将至少一个气囊膨胀，直到气囊与系统的内壁相邻，来使得气囊和探针纵向上与系统相关地固定。

22. 根据权利要求 21 所述的方法，其中与气囊内部的压力变化、气囊体积变化、确定气囊截面积或者气囊其它变化相关地来获得所述两个或者更多电极中至少两个电极之间电参数的测量。

23. 根据权利要求 21 所述的方法，其中与围绕探针的系统的壁变化相关地来获得两个或者更多电极中至少两个电极之间的电参数的测量。

24. 根据权利要求 14-23 中的任意一项所述的方法，其中在热刺激过程中进行测量，当探针由优选为液体的流体填充，该液体引起探针和/或气囊的温度变化，从而引起探针和/或气囊的外部表面的温度变化，该外部表面是与系统的内壁相邻的表面，并且其中与探针和/或气囊内部流体的温度相关地来测量系统的形变。

25. 根据权利要求 14-24 中的任意一项所述的方法，其中在化学刺激过程中进行测量，当将化学物质通过在探针内部的多个导管传递到探针侧壁中的多个开孔并流出到中空系统中，并且其中与化学物质的成分相关地来测量中空系统的延伸或者收缩。

26. 根据权利要求 25 所述的方法，其中执行方法用于测量通过邻近系统的内壁的探针部分的化学物质的通路，该通路指示系统在液体和固体上施加抑制影响或施加通过的影响的能力。

27. 根据权利要求 14-26 中的任意一项所述的方法，其中在电刺激过程中进行测量，当通过处于探针内部的多个洞中的多个线传递电流时，并且当将电流传递到探针的外部表面时，该外部表面是与中空系统内壁相邻的表面，并且其中与施加的电流的幅度相关地来测量中空系统的延伸或者收缩。

28. 根据权利要求 14-27 中任意一项所述的方法, 其中该方法在下列身体系统中之一的任何地方进行: 肌肉, 结缔体素, 皮肤, 骨头, 或者该方法在下列身体的中空系统中之一的任何地方进行: 包括胃的消化系统, 包括膀胱的泌尿管道, 包括心脏的心脏血管系统、淋巴系统、包括耳咽管和后鼻孔的耳道。

29. 根据权利要求 1-13 中任意一项所述的装置, 用于将多个人工施加的刺激提交到人或者动物的身体的中空系统, 该刺激是下列刺激中的任意一个: 机械刺激、热刺激、化学刺激和电刺激。

30. 根据权利要求 1-13 中任意一项所述的装置, 用于在包括胃的消化系统的一部分进行测量, 优选为基于下列任何一种在先刺激在胃肠管道进行测量: 机械刺激, 热刺激, 化学刺激和电刺激。

31. 根据权利要求 1-13 中任意一项所述的装置, 用于基于下列任何一种在先刺激在人或者动物的包括膀胱的泌尿生殖系统的一部分执行测量: 机械刺激, 热刺激, 化学刺激和电刺激。

32. 根据权利要求 1-13 中任意一项所述的装置, 用于基于下列任何一种在先刺激在人或者动物的包括心脏和淋巴系统的心脏血管系统的一部分进行测量: 机械刺激, 热刺激, 化学刺激和电刺激。

33. 根据权利要求 1-13 中任意一项所述的装置, 用于基于下列任何一种在先刺激在人或者动物的包括上皮组织、结缔体素、皮肤、以及脂肪组织的组织的一部分执行测量: 机械刺激, 热刺激, 化学刺激和电刺激。

34. 根据权利要求 1-13 中任意一项所述的装置, 用于基于下列任何一种在先刺激在人或者动物的包括肌肉和骨头的肌肉运动系统的一部分执行测量: 机械刺激, 热刺激, 化学刺激和电刺激。

35. 根据权利要求 1-13 中任意一项所述的装置, 用于在诸如植物和工程结构之类的非人体和非动物系统中进行测量。

## 消化系统中用于检测轴向力的装置

### 技术领域

本发明涉及用于检测系统变形和力的装置和方法。本系统可以是机械系统、物理系统或者诸如身体的中空系统 (bodily hollow system) 之类的生物系统。最后, 本发明涉及对根据本发明的装置的使用。

### 背景技术

诸如胃肠道、尿道以及血管之类的脏器的功能在很大程度上是机械的。下面的介绍主要涉及胃肠道, 但是本发明涉及在其它中空器官中的相似应用, 并且甚至涉及在诸如肌肉中的组织内、在植物中以及在工程结构中的变形和力的测量。

在胃肠道中, 胃部所接收到的东西沿着肠进一步向下推进, 与分泌液体混合来消化和吸收食物成分。尽管事实上膨胀性对于通常功能是重要的, 在生物体内的小肠的生物力学特性大部分还是未知的, 并且变化的机械特性与胃肠 (GI) 疾病相关。与 GI 功能的机械方面相关的文献中的数据涉及收缩模式, 在生物体外的圆形和纵向组织带中的长度—张力关系, 流动模式, 生物体内的柔量和张力—应变关系。传统的用于小肠的临床或者基本研究的方法是内窥镜检查法, 测压法以及射线照像检查。虽然这些方法提供了关于引起运动功能的重要数据, 但是对于诸如壁张力和应变之类的生物力学参数以及生物力学特性和知觉之间的关系几乎没有给予关注。在过去的二十年间, 在动物实验和人体研究中, 在肠胃病学中使用阻抗测面法 (impedance planimetry) 来确定壁张力和应变。阻抗测面法提供气囊横截面区域的测量, 从而对于确定圆柱形器官中诸如张力和应变之类的机械参数, 提供了比容积式测量更好的基础。然而, 阻抗测面法只提供圆周张力的测量, 并且同样地阻抗测面法没有提供轴向力的测量 (诸如在吞咽或者蠕动期间的牵引力)。这对于测压法来说也是相同的, 即提供压力测量而不提供轴向力测量。少量科学论文描述了在安装到插入胃肠道内腔中的探针上的应变仪方面力变换器的使用。目的

是测量收缩（食道中的吞咽）期间的轴向力。应变仪技术受到高费用、信号漂移以及在探针上安装应变仪的困难的影响。

已知胃肠道的膨胀通过本征或外部神经电路引起反射调节抑制以及运动性激发，导致诸如疼痛的内脏感知。前面的研究表明了位于小肠壁中的机械性刺激感受器在刺激—响应功能方面起到重要作用。刺激感受器由因透壁压力的变化而引起的小肠壁中作用的机械力和形变激发。从而，在肠中的感觉—运动功能的研究方面必须考虑机械膨胀刺激以及生物机械组织特性。在中空器官中，有可能疼痛和症状与轴向的力和形变相关。这将重点放在开发可靠和便宜的方法以在器官的功能状态的范围内与其它测量方法一起测量这些特性。利用功能状态意味着考虑肌肉生理状态，器官中的肌肉的药理学放松和刺激，诊断过程，干涉和疾病。

在改善对内脏组织的运动疾病的诊断方面存在相当的兴趣。特别是，这涉及食道和影响食道的疾病，诸如胃食管反流病系统性硬化，痉挛和非心脏的胸部疼痛。适当的测试对于在患有消化不良，由糖尿病引起的胃轻瘫以及肠易激综合症的患者中胃的末梢部分以及肠的使用也会是相关的。患有这些疾病的患者人群是巨大的，例如人口中的百分之十至二十患有肠易激综合症。

已经在生物体外研究了在来自各种器官的肌肉组织带中的机械特性。这些带固定在钩之间的小器官浴器（organ bath）中。组织带可以以受控的方式和所测量到的合力来延伸。该测试经常在肌肉纤维的纵轴方向进行。组织带研究已经使得在体外进行等容积的和等压的肌肉长度—张力表的研究成为可能。通常，当为了研究主动的和被动的组织特性，而在组织受到诸如肌肉弛缓药和肌肉兴奋剂之类的药物的影响时研究。被动曲线通常描述为指数形式的，而主动曲线是钟形，即在某个应变下具有最大力。假设肠肌肉细胞中的滑动细丝之间在最佳重叠级别达到了最大主动张力。在体内不存在这种用于研究诸如胃肠道的中空组织的轴向上的特性的方法。

WO 03/020124 中记载了用于刺激和/或测量人类或者动物的身体的中空系统中的内脏疼痛的装置和方法。该方法和装置特别适合于多种模式的刺激和测量，这里将不同的刺激形式集成到一个刺激器件。刺激可以是下面的任何一种或者多种：机械刺激，热刺激，化学刺激和电刺激。刺激可以激活中

空系统的表层和更深层。获得了对于单独刺激的清楚的响应以及鲁棒的刺激响应关系，并且得到不同内脏感觉的比较性研究的可能性。WO 03/020124 没有说明与多种模式的刺激和测量结合和不结合来测量轴向力的明确解决方案。

US5,617,876 记载了用于测量中空器官的壁微动的方法。该装置包括导管，其具有附加到气囊内表面上的至少四个电极，从而当将气囊的壁被压向器官壁时，电极将移动并从而记录器官的移动。在公开的发明中，气囊是实际的记录位置并且没有测量力。

US2003/004434 记载了用于使用一个载体来在导管上滑动气囊而将气囊安装到导管上的方法。这可以包括具有用于阻抗测面法的电极的导管。而公开的发明描述了用于气囊安装的新方法，其本身并没有提供测量系统。

US 4,561,450 记载了具有作为 Wheatstone 桥接电路的一部分的电极的导管。三个间隔的电极固定在导管中充满流体的通道的内侧。桥接电路中的电非平衡 (electrical imbalance) 指示了器官中的压力变化。本发明完全依靠使用由在导管内较软部分放置的两个其它电极所围绕的中心放置的电极的 Wheatstone 桥解决方案。

#### 发明内容

本发明的目的可以是以确保可靠测量的方式记录系统的变形和力，以及提供一种消除或者至少在很大程度减少现有技术缺点的数量和/或幅度的装置。

这个目的在第一方面可以通过用于测量系统变形的装置来实现，该装置包括：

延长的弹性探针，

附加到探针上或者由探针所包含的导电介质，以及

由导电介质电连接的两个或者更多电极，电极附加到探针上，

其中该装置进一步包括用于测量数量至少为两个的电极之间的电参数的单元，所测量的电参数至少在延长的探针的纵向指示了探针的形变。

进一步地，根据第二目的，上述的和其它目的可以通过引入到系统内的延长的弹性探针来测量系统形变的方法来实现，所述探针包括：



附加到所述探针上的或者由所述探针包含的导电介质，以及由所述导电介质电连接的两个或者更多电极，所述电极附加到探针上，其中，通过测量两个或者更多电极中的至少两个之间的电参数，测量了指示在延长探针的至少纵向上的探针形变的形变。

所述系统可以是机械系统、物理系统、或者诸如身体的中空系统或者肌肉的生物系统，所述系统还可以是植物，诸如植物的中空部分，或者可以是工程结构。延长的弹性探针可以是由适合插入例如人体或动物体的材料制成的导管或者导管形的探针。探针可以，例如，由生物兼容的塑料或者聚合物材料制成。

所提出的发明基于电参数的测量，这容易做并且不贵。需要明白的是，本发明处理诸如电势差、电流和/或阻抗（或电阻）例如与欧姆定律相关的量的测量，从而本发明处理介质的电特性的测量。导电介质中电参数测量可以与探针的变形相关，诸如探针的拉伸和收缩。探针的形变可以是施加到探针上的外部力的结果，因此指示探针形变的电参数测量可以得到施加到探针上的力的信息，从而是力测量。

根据本发明的装置可以包括多个电极，诸如四个或者更多电极，其中所述四个或者更多电极中的至少两个是包含用于测量它们之间电势的单元的测量电极，并且其中四个或者更多电极中的其它至少两个是包含用于在测量电极之间产生 AC 电场的单元的产生电极。由于可以因此获得更为稳定和/或更为灵敏的测量，所以提供包括用于产生 AC 电场的单元的装置可能是有利的。

根据本发明的装置可以进一步包括用于确定所测量的电学参数的变化的定时的定时器单元。定时器单元可以是控制和处理测量的外部设备的一部分。

根据本发明的装置可以进一步包括位于探针最靠近端与末梢端之间的可膨胀气囊，并且所述装置包括用于将优选为液体的膨胀液体从最靠近端传递到气囊的单元，并且这里所述装置可选择地具有用于测量气囊至少一个物理特性的装置。

可以与气囊内部的压力变化、气囊的体积变化，气囊截面积的确定或者气囊的其它变化相关地获得所述两个或者更多电极中的至少两个电极之间的电参数的测量，以便获得探针的形变与气囊的一个量之间的相互关系。为了

提供力—张力关系，将气囊膨胀和例如轴向力的测量结合可能是有利的。

另外，可以在热刺激过程进行测量，这里探针和/或气囊由优选为液体的流体填充，液体引起探针和/或气囊的温度变化，从而与系统内壁相邻的表面暴露给热刺激，从而与探针和/或气囊内部流体的温度相关地测量系统的形变。

更进一步的，可以在化学刺激过程中进行测量，当通过在探针内部的多个导管将化学物质传递到探针侧壁的多个开孔并流出到中空系统中时，并且这里与化学物质的成分相关地测量所述中空系统的延伸或者收缩。

化学物质可以是测量的身体的中空系统中通常存在的物质，诸如胃中的 HCl 的酸，或者诸如胆囊中的胆汁盐，或者食道中具有 NaCl 的水。化学物质还可以是为了治疗在正测量的身体系统中的疾病的药物物质，诸如平滑肌弛缓药。化学物质甚至可以是具有特殊技术或者物理特性的物质，诸如为了与诸如 X 射线装置的外部测量单元合作的对照流体 (contract fluid)。

可以为了确定化学物质通过邻近系统内壁的探针的一部分的通路进行所述测量，所述通路指示了系统在液体和固体上施加抑制影响，或施加实现通过影响的能力。

可以在电刺激过程中进行测量，当将电流通过处于探针内部的多个导管中的多条引线时，并且当将电流传递到探针的外部表面时，所述外部表面是与所述中空系统内壁相邻的表面，并且这里与施加的电流的幅度相关地测量所述中空系统的延伸或者收缩。

可以在特定的时间间隔期间施加电流，并且其中与施加电流时时间间隔的幅度相关地测量所述中空系统的延伸或者收缩。可选地，可以以特定的时间频率施加电流，并且其中与施加电流的时间频率相关地测量所述中空系统的纵向延伸。

所述装置可以用于在下列身体系统中之一的任何位置进行测量：包括上皮组织的组织，结缔体素，皮肤，以及脂肪组织，皮肤，包括肌肉和骨头的肌肉运动系统，或者该方法在下列身体的中空系统中之一的任何位置进行：包括胃肠道和胃部的消化系统，包括膀胱的泌尿管道，包括心脏的心脏血管系统，淋巴系统，包括耳咽管和后鼻孔的耳道。

所述装置可以在当人或者动物的身体的中空系统受到许多人工施加的刺激时使用，所述刺激是下列刺激中的任意一个：机械刺激，热刺激，化学刺激和电刺激。

所述装置还可以用于在诸如植物和工程结构之类的非人体和非动物系统中进行测量时使用。

#### 附图说明

现在将参考附图详细描述本发明的优选实施例，其中：

图 1 是根据本发明的装置的示意图，并包括具有电解液和两个处于非拉伸状态的电极、以及两个处于拉伸状态的电极的探针；

图 2 是说明与施加到探针上的质量相比较，电极间的电势差之间的可能关系的曲线图；

图 3 图示说明了探针的不同实施例；

图 4 图示说明了电极配置的不同实施例；以及

图 5 图示说明了插入食道的、根据本发明的探针。

#### 具体实施方式

图 1 通过示意性地显示具有侧壁、并且呈现中空内腔或者通道 1, 2 的延伸探针，说明了本发明的测量原理的一个方面。中空腔充满导电介质，优选为具有 NaCl 溶液的水之类的液体电解液。在探针上提供有两个电极 5。电极通过金属线 3, 4 连接到外部设备。在探针处于松弛或者未受到拉伸的条件下，两个电极之间存在距离  $D_1$ ，而在探针处于通过在轴向施加力  $F$  而受到拉伸的条件下，距离变为  $D_2$ 。电极用于测量它们之间的流体中的电特性。当探针在轴向拉伸时，由于充满流体的通道直径较小的以及电极之间的距离较长，所以电阻抗将会增加。

通过应用欧姆定律， $U=Z \times I$ ，其中  $U$  是电极通过导电介质的电势差， $Z$  是电极之间导电介质的电阻抗，而  $I$  是在电极之间运行的电流。两个电极之间的电势差的变化可以在探针的拉伸过程中发生。

导电介质的阻抗  $Z$  被确定为  $Z=\rho \times (D/A)$ ，其中  $\rho$  是导电介质的电阻率， $D$  是在测量时电极之间通过导电介质的距离，而  $A$  是导电介质也在测量时的截面积。从而，保持电流恒定，电势差将随着距离和截面积的函数变化，而

如果电势差保持恒定，则电流将会变化。

通过更加进一步地应用探针的物理特性，由于或者电极之间的距离、或者探针的截面积、或者两者，都根据变形而改变，所以处于非拉伸状态与拉伸状态的电极之间的距离变化是施加到探针上的力的直接结果。从而，电极之间距离的某一变化对应于施加到探针上的某一力。

根据选择的制作探针的材料，并且根据探针的拉伸在拉伸期间是否保持在探针的弹性并且没有塑性形变的范围内，可以获得施加的力与电极间的距离变化之间的线性或者非线性关系。因此可以提供一种校准以获得施加的力与电极之间距离变化之间的任何关系，并从而提供作为势差函数的力测量。

图 2 是说明在纵向施加到电极上的力与电极间的电势之间的关系的曲线图 20。以质量来表示探针所受的力，所述质量在测试的实施例中仅受重力影响。曲线图同时显示了测量点 22 以及拟合直线 21。力施加到由 PVC 材料制成的探针上，该探针具有 4.5mm 的直径，是多腔探针，并且电极之间的距离在非拉伸状态是 10mm。导电介质是 0.9% 的 NaCl 水溶液。在该实验中，很明显，电压差  $U$  与施加到探针纵向的力  $F$ （在当前实验中由在垂直方向的探针的一末端悬挂重量来完成）直接成比例。然而，在其它实验中，校准曲线可以是非线性的但这可以容易地说明。可以对于每个探针几何形状和材料选择提供如图 2 中所呈现的那个类似的曲线图并且结合到控制或者处理设备中，诸如处理所测量的数据的电子设备。

还有，如果与持续监测距离发生变化的时间一起持续监测电极之间的距离，可以确定在电极之间探针的形变速度和/或加速度。

还有，提供关于变形的加速度和/或速度的信息作为对力测量的补充可能是重要的。因为力测量可以提供关于引起力的物体的力量信息，但是变形的加速度和/或速度可以提供关于力相互作用的强度和相互作用时间的信息。

在图 3 中图示说明了探针 30 的实施例的例子。探针可以形成单腔或者多腔导管。电极数量可以多于两个。实际上可以通过具有在它们之间产生恒定幅度的交变电流的两个外电极 31, 32、和放置在用于测量它们之间电势差的另外两个电极之间的两电极 33, 34 的四电极系统获取改进的测量。通过进气孔 35 可以将探针的通道填充导电液体。还可以为探针提供出气孔，这里图示

显示在探针的末梢端，然而出口可以存在于通道中的任何地方，以通过探针的通道建立流体灌注。为了避免通道内的气泡，灌注流体可以说是具有优势的。探针可以具有多个进气孔 35-37，以及外部可接入的金属线或者连接器 38。

在图 3B 中，示例说明了包含更多电极的实施例。两个电极 39, 300 通过包括三组测量电极的部件产生 AC 电流。该实施例允许测量和比较沿着探针的线段施加的轴向力。该实施例进一步包括附加到电极和末梢端之间的线段上的气囊 301。可以提供气囊以在物体内部固定探针。探针还可以固定在最接近的末端，例如，通过夹子接到鼻子、嘴等。还可以给探针提供管道系统，该管道系统具有一个或者多个开孔 303，所述开孔 303 用于以增压流体填充和清空气囊，从而在气囊内部和外部可接入开孔 37 之间提供流体连接。还可以进一步给探针提供用来测量通道内部压力的单元 302。在确定组织力和在各种方向上的变形方面以及在非常弹性的探针中灌注具有保持导体通道敞开的情况下，与例如腔中的压力测量结合可以是有利的。压力还可以在气囊内部以及沿着探针的任何地方测量。

在图 3C 中示例说明了更进一步的实施例。这里，为气囊提供了用于测量气囊内部物理量的单元 305（诸如借助于阻抗测面法或者图像技术测量气囊平均截面积），施加到气囊的压力等。可以给探针提供附加设备，例如在气囊内部提供。例如，可以提供超声波变换器，来监控围绕探针的系统的壁变化，例如确定周围壁组织的应变。从而可以提供探针的系统环境的壁变化与探针形变之间的相关性。

对于图 3 所示的电极，没有显示连接线，然而需要明白的是，这种金属线，或者替换单元是存在的，例如，在导管内部分立的腔或内腔中，或者以任何适合的方式提供电极和外部金属线之间的电接入。外部可接入金属线由附图标记 38 示例说明，作为可选方案，系统可以是无线的。还示例说明了不同的通道末端 35-37。如上所述，这些通道可以用于为了各种目的提供流体到探针中。外部管道，金属线等可以连接到各种控制和/或测量设备，包括电子设备。

如图 4 所示，可以想象出不同的电极构造。在图 4A 中示例说明了放置

在充满液体的通道内部的环状电极 40。在图 4B 中，电极 41 是刺穿通道壁的金属线 41，其中只有在通道内部的金属线部分是没有绝缘材料的。在图 4C 中，电极 42 是具有自由放置在导电介质内腔内部的尖端探针终止的金属线，但是在金属线的未绝缘尖端之间具有固定距离。在图 4D 中，将可拉伸金属线 43 或者介质放置在探针内部，在图 4E 中，两个电极 44 放置在相同的圆周水平来测量探针在直径方向的变形（未显示金属线）。

电极通常沿着探针的延长部分放置，即，沿着沿被延长的探针（探针被拉伸或者压缩）的延长部分延伸的轴放置，然而还可以放置电极来提供关于在除了纵向的其它方向上的力和变形的信息，诸如对于系统长度的圆周方向或者横向。通常，电极可以沿着探针的参考曲线 45 间隔开。参考曲线可以是沿着探针延伸的虚曲线，例如，沿着探针的外部表面或者中心轴线延伸的、或者沿着探针的圆周延伸的、沿着探针的外表面螺旋运动等的参考曲线。在多个方向上的检测提供了关于系统更复杂的形变的信息，例如，弯曲，扭曲，剪切等的信息。

导电介质还可以是能够在电极之间传导电流的某种物质的固体。如果导电介质是固体，导体可以引入探针的通道内。可选地，导体可以在探针的制造过程中引入，使得导体构成探针本身的一部分。固体介质可以是诸如软金属、聚合物、陶瓷制品、合成物和/或自然材料。介质可以表现出压阻的和/或压电特性。

在探针要引入到人体或者动物的身体系统中的情况下，可能引入人或者动物的身体的中空系统，导电介质的选择还可以选择为对于人或者动物体无害的物质或者材料。这种标准可以由象胃中的 HCl 一样的酸，或者诸如小肠中的胆汁盐，或者食道中具有适当 NaCl 溶液的水来实现。

可以选择除了 PVC 之外的其它材料作为制作探针的材料。PVC 以及探针的尺寸与在示出的曲线图中施加的力相比将只得到探针的小的弹性拉伸。在探针与系统的形变相关地固定是重要的系统中可以是有利的。当施加特定力到探针时，表现出更显著的形变的其它材料和其它尺寸的探针可以适合于在探针本身不妨碍系统形变是重要的系统。根据探针本身的机械特性，可能需要在可以精确确定身体系统的力或者变形之前校正探针的材料特性。

图 5 提供了使用本发明的一个例子。包括电极 52 和气囊 53 的探针 51 插入食道 50 中。

在食道中可以通过膨胀气囊固定探针。这引起围绕食道的肌肉试图将气囊和探针从管道中拖拉出去。根据本发明的装置和方法，提供一种用于在这种情形下确定食道肌肉的反作用力的装置，其可以用于科学和/或诊断的目的，例如，为了确定在吞咽过程中的牵引力。

虽然连同优选实施例一起描述了本发明，但其目的不是限定于这里提出的特定形式。更确切地讲，本发明的范围仅由所附的权利要求限定。

在这部分，提出了所公开的实施例的某些特定细节，诸如材料选择，装置或者装置一部分的尺寸，技术，测量结构等，目的是为了解释说明而不是限定，以便提供对本发明的清楚彻底的理解。然而，本领域技术人员应该容易理解的是，在不严重偏离此公开内容的精神和范围的情况下，本发明可以与这里所提出的细节不完全一致的其它实施例实现。进一步地，在本文中，为了简明和清楚的目的，忽略了已知装置、电路和方法的详细描述，以避免不必要的细节和可能的混淆。

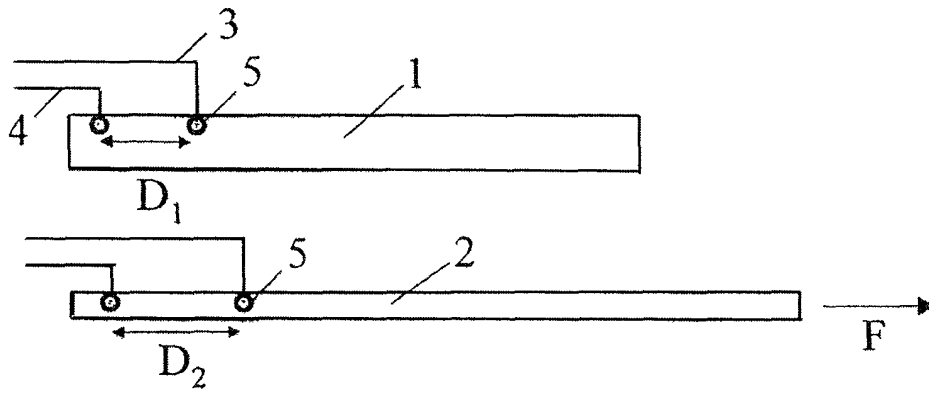


图 1

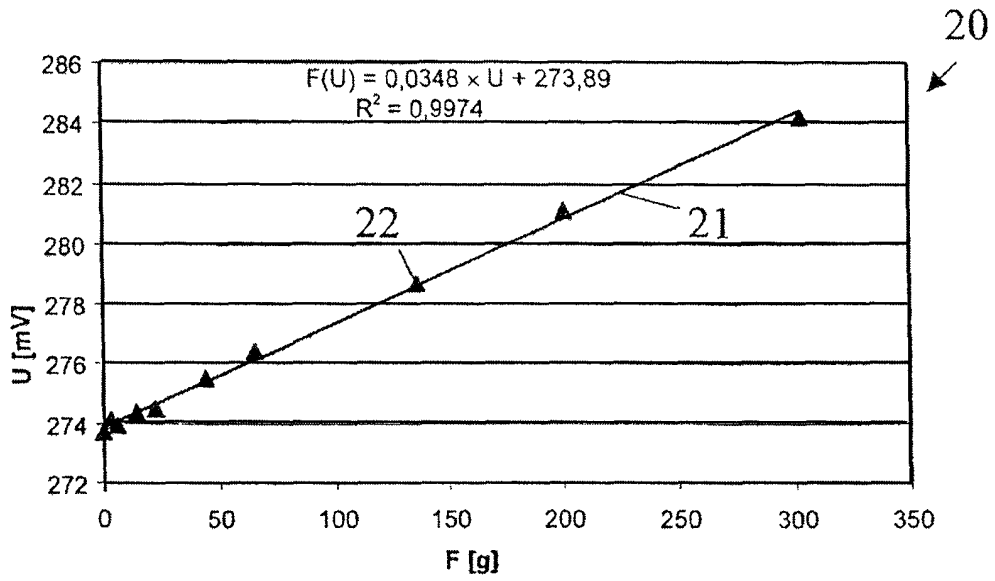


图 2



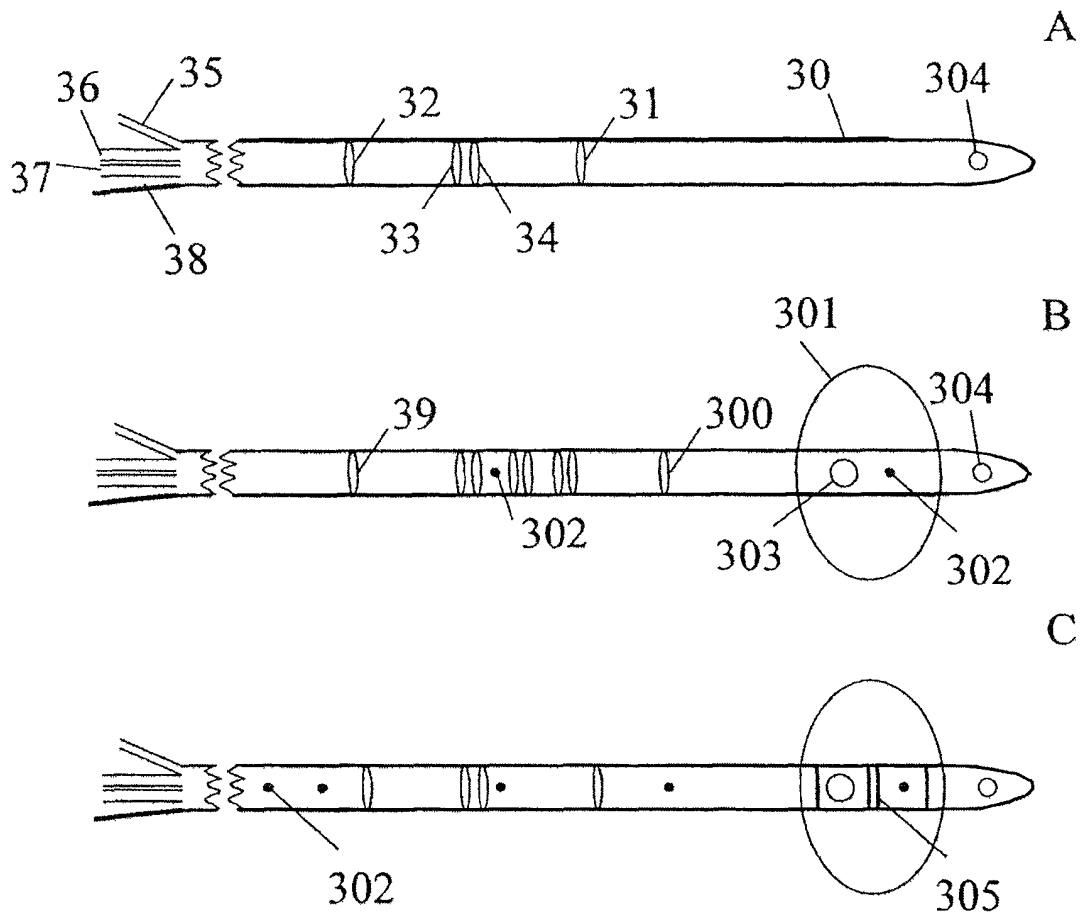


图 3

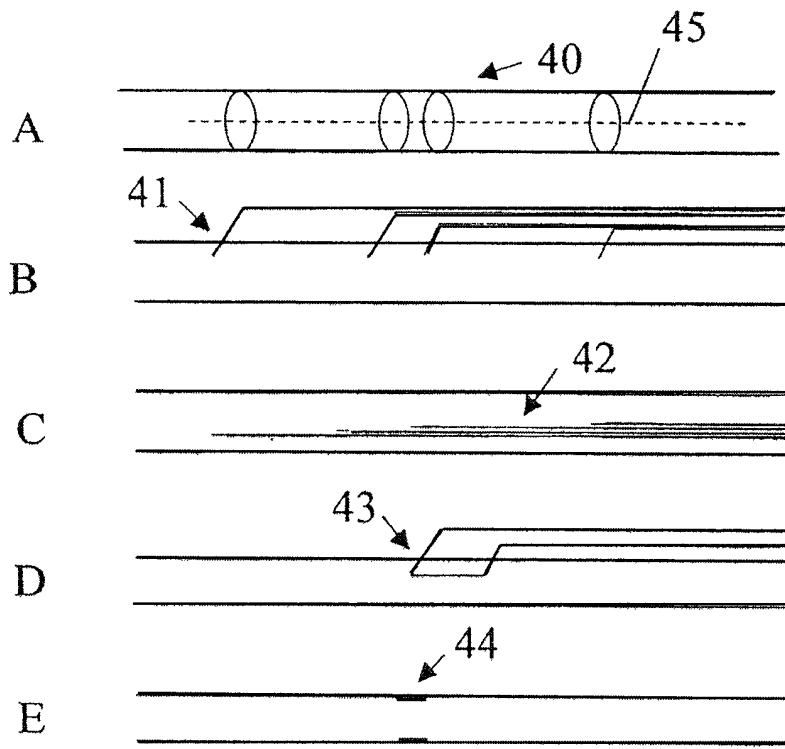


图 4

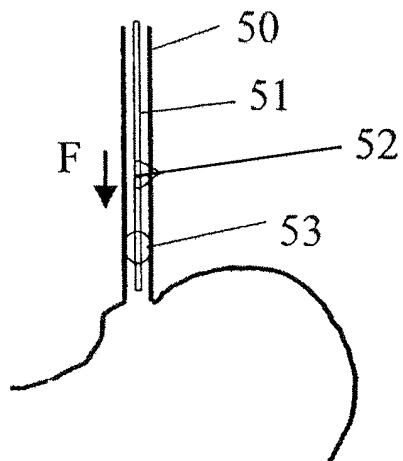


图 5