



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101349152 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 15

(21) 申请号 200810145454. 2

(22) 申请日 2005. 01. 07

(30) 优先权数据

60/534900 2004. 01. 08 US

60/535062 2004. 01. 08 US

10/904806 2004. 11. 30 US

(62) 分案原申请数据

200510003615. 0 2005. 01. 07

(73) 专利权人 施卢默格海外有限公司

地址 巴拿马巴拿马城

(72) 发明人 F·加西亚-奥苏纳 H·普福茨纳

A·杜蒙特 T·塔纳卡

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 曹若

(51) Int. Cl.

E21B 47/017(2012. 01)

G01V 1/44(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6166998 A, 2000. 12. 26,

US 2003015037 A1, 2003. 01. 23,

EP 0778473 A2, 1997. 06. 11,

DE 2346649 A1, 1997. 03. 27,

US 5987385 A, 1999. 11. 16,

SU 1550453 A1, 1990. 03. 15,

US 5640371 A, 1997. 06. 17,

WO 9749894 A1, 1997. 12. 31,

EP 1046782 A2, 2000. 10. 25,

US 6487901 B1, 2002. 12. 03,

US 6069845 , 2000. 05. 30,

US 4122430 A, 1978. 10. 24,

审查员 张海全

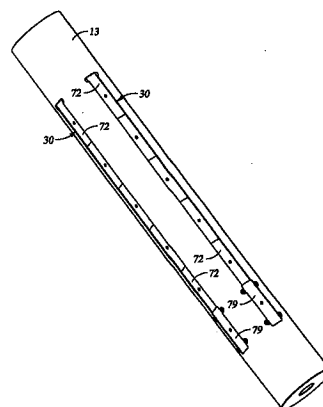
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 11 页

(54) 发明名称

适于地下使用的声换能器

(57) 摘要

适于地下使用的声换能器一种适于地下使用的声换能器,其包括:具有第一表面和第二表面的声换能器元件;和连接到该换能器元件的该第二表面并适于处理与所述声换能器元件相关的信号电子模块。所述声换能器元件和所述电子模块被封装在密封材料内。



1. 一种适于地下使用的声换能器,其包括:  
具有第一表面和第二表面的声换能器元件;和  
连接到该换能器元件的该第二表面并适于处理与所述声换能器元件相关的信号的电子模块;  
其中,所述声换能器元件和所述电子模块被封装在密封材料内。
2. 如权利要求 1 所述的换能器,其特征在于,所述声换能器元件选自由压电装置、钛酸铅装置、锆钛酸铅装置、1-3 压电复合型装置所构成的组。
3. 如权利要求 1 所述的换能器,其特征在于,所述电子模块适于放大与在所述换能器元件的第一表面接收的声能相关的信号。
4. 如权利要求 1 所述的换能器,其特征在于,所述电子模块包括电路板。
5. 如权利要求 4 所述的换能器,其特征在于,所述电子模块适于数字化与所述的换能器元件相关的信号。
6. 如权利要求 1 所述的换能器,其特征在于,其还包括连接该电子模块和该换能器元件的转换器,以便所述换能器元件能够通过所述第一表面选择性地被激励以用于接收或发射声能。
7. 如权利要求 1 所述的换能器,其特征在于,所述声换能器元件是盘形的。
8. 如权利要求 1 所述的换能器,其特征在于,所述声换能器元件是矩形的。
9. 如权利要求 1 所述的换能器,其特征在于,还包括设置在声换能器元件周围的声减振材料。
10. 如权利要求 1 所述的换能器,其特征在于,还包括设置在电子模块和声换能器元件周围的声减振材料,所述减振材料和所述声换能器元件以及所述电子模块被封装在所述密封材料内。
11. 如权利要求 1 所述的换能器,其特征在于,所述的电子模块留下至少一根信号线暴露。
12. 如权利要求 1 所述的换能器,其特征在于,还包括将信号或电源与遥测装置连通的连接器。

## 适于地下使用的声换能器

[0001] 本申请是申请号 200510003615.0、发明名称为“集成声换能器组件”的发明申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明通常涉及声换能器。尤其是,本发明涉及适于地下应用的声源和传感器。

### 背景技术

[0003] 在油气工业,通常使用测井仪器对地下岩层进行探测,以便确定地层特征。在这些仪器中,声测井仪器已经被用于提供关于地下声学性能的有用信息,其可用于产生图象或者推导出相关的地层特征。

[0004] 声波为周期性的振动干扰,其由穿过介质如地下岩层传播的声能产生。声波以其频率、振幅、以及传播速度为其典型特征。目的地层的声学性能可包括压缩波速度、剪切波速度、井眼模式和地层慢速。此外,声成像可用于描述井壁状况和其它远离井眼的地质特征。这些声测量已经应用在地震校正、岩石学、岩石力学和其它领域。

[0005] 作为深度函数的声学性能的记录被称为声测井。由声测井所获得的信息在许多应用中都是有用的,包括井间对比、孔隙度的确定、机械或者弹性岩石参数的确定,以显示岩性、探测过压力岩层区,并根据所测地层内的声速将地震时间迹线转换成深度迹线。

[0006] 地层声测井包括将声测井装置或仪器下入横穿地层的井眼内。所述的测井仪器一般包括一个或多个向地层发射声能的声源(即,发射器)以及一个或多个接收声能的声传感器或接收器。发射器被周期性地激励以向井眼内发生声能脉冲,该脉冲穿过井眼并进入地层。在通过井眼和地层传播之后,一些声能传播到接收器,该声能在此处被探测到。随后所探测声能的各种性质与所关心的地下或者所用仪器的性质有关。

[0007] 图 1 示出了一种常规的井下声测井仪器。测井仪器 10 被设置在穿过地层 20 的井眼 12 内。井眼 12 通常充满钻井期间所使用的钻井液 14 (“泥浆”)。测井仪器 10 通常具有管体 13 的支撑,如果为钻挺的情况下,其包括用于使钻井液 14 到达泥浆马达和/或钻柱(未示出)底部钻头的本领域所公知的内部通道 13A。测井仪器 10 包括一个或多个声发射器 16 和一组设置在管体 13 上的声接收器 18。接收器 18 相互间隔开,并沿着测井仪器 10 的纵向轴线以所选择的距离  $h$  进行设置。其中一个靠近发射器 16 的接收器 18 同发射器轴线间隔开选定距离  $a$ 。测井仪器 10 还容纳一个或多个常规的计算机模块 21,该计算机模块具有微处理器、存储器和软件以处理波形信号数据,这是本领域所公知的。本领域还公知的是,计算机模块 21 可设置在仪器内、设置在地面或者组合在图 1 所示的两者之间。示出声能波 22 在井眼内传播。常规的井下声测井仪器在专利 US5,852,587、US4,543,648、US5,510,582、US4594691、US4,594,706、US6,082,484、US6,631,327、US6,474,439、US6,494,288、US5,796,677、US5,309,404、US5,521,882、US5,753,812、RE34,975 和 US6,466,513 中进行了描述。

[0008] 常规的声测井仪器装配有声换能器元件,如压电元件。一般来说,声换能器在电

与声之间转换能量,并可作为一个声源或传感器。声换能器通常安装在测井仪器体内,如图 1 所示。常规的使用在井下测井仪器内的声源和传感器在美国专利 US6,466,513、US5,852,587、US5,886,303、US5,796,677、US5,469,736 和 US6,084,826 中进行了描述。由于各种原因,包括间距限制,这些换能器通常具有多个压缩成插件的部件,所述插件安装在所述具有前端电子仪器和远离换能器元件设置的电路的测井仪器上。

[0009] 声换能器装置还被包含在使用印刷电路板 (PCBs) 的结构内。美国专利 US6,501,211 描述了一种使用在 PCB 内的超声换能器以连接螺栓头。所述的换能器连接到远处的计算机上以利用换能器确认螺栓。美国专利 US4,525,644 描述了使用压电装置的机构,该压电装置紧邻 PCB 连接垫以增加连接垫与连接器之间的结合力。专利 EP1467060A1 描述了一种与井下测井仪器一起使用以遥测穿过该仪器的声信号的柔性压电换能器。这些常规的声换能器系统具有差的灵敏度和需要设置在别处的笨重电子器件插件(如较大的前置放大级)的缺陷。

[0010] 需要改进的具有集成电子仪器和处理装置而不丧失性能和灵敏度的声换能器。

## 发明内容

[0011] 本发明的一方面提供一种适于地下使用的声换能器,其包括:具有第一表面和第二表面的声换能器元件;和连接到该换能器元件的该第二表面并适于处理与所述声换能器元件相关的信号的电子模块。所述声换能器元件和所述电子模块被封装在密封材料内。

## 附图说明

[0012] 图 1 为常规的井下声测井仪器的示意图。

[0013] 图 2 为根据本发明的换能器的示意图。

[0014] 图 3 为根据本发明的密封的换能器的视图。

[0015] 图 4 根据本发明的多元件换能器的示意图。

[0016] 图 5 为根据本发明的减振换能器的侧视图。

[0017] 图 6 示出了根据本发明的分段换能器。

[0018] 图 7 为根据本发明的加固的换能器的侧视图。

[0019] 图 8 为根据本发明的换能器电子模块和多路转换器模块的示意图。

[0020] 图 9 示出了配置有本发明的声换能器的井下管体。

[0021] 图 10 为根据本发明的“杯”型换能器的示意图。

[0022] 图 11A 为根据本发明的具有方位设置的换能器的井下管体的示意图。

[0023] 图 11B 为根据本发明的具有轴向设置的换能器的井下管体的示意图。

[0024] 图 11C 为根据本发明的具有杯型换能器的井下管体的示意图。

[0025] 图 12A 为根据本发明的方位设置的换能器的示意图。

[0026] 图 12B 为图 12A 中的方位设置的换能器的俯视图。

[0027] 图 12C 为环绕管体圆周方位设置的本发明的换能器的俯视图。

[0028] 图 13 为根据本发明设置在管体内的轴向的换能器的示意图。

[0029] 图 14 为根据本发明设置在管体内的连接的换能器的侧视图。

[0030] 图 15 为根据本发明设置在管体内的换能器的剖面图。

- [0031] 图 16 为根据本发明的嵌入的换能器的立体图。
- [0032] 图 17 为可容纳图 16 所示的换能器的管体的立体图。
- [0033] 图 18 为设置在图 17 所示的管体内的图 16 所示的换能器的剖面图。
- [0034] 图 19A 为根据本发明的换能器防护装置的立体图。
- [0035] 图 19B 为根据本发明的另一种换能器防护装置的立体图。
- [0036] 图 20 为根据本发明的另一种换能器防护装置的立体图。
- [0037] 图 21 为具有根据本发明的换能器和防护装置的管体的立体图。
- [0038] 图 22 为具有根据本发明的换能器实施例的井下测井仪器的示意图。

## 具体实施方式

[0039] 本发明的声换能器具有组装好的电子工艺以便它们适于暴露于恶劣的环境，如地下井内。与常规的设计相比，本发明的换能器配置有较少数量的元件和相关的电子仪器。电路被减到最少并且信号数据优选靠近换能器进行数字化。

[0040] 在井眼内用作测量声波的声接收器阵列的换能器应该是小的并优选是单独的，以便测量在井眼内传播的声波模式，如单极、双极、四极以及高级模式。类似的这些声换能器应该在不同的模式下操作以抑制不需要的模式。例如，在单极或者四极模式测量中，较好质量的测量应该通过抑制单极模式而获得。本发明的实施例包括主动传感器，其具有集成的电子仪器，并且是独立的和适于暴露在地下环境中。

[0041] 图 2 示出了本发明的实施例的换能器 30。换能器 30 具有前端电子模块 32，该模块包括与声换能器元件 36 集成在一起并设置在框架 38 内的模拟和数字电路 34。电子模块 32 与换能器元件 36 之间的连接将在下面进行描述。换能器元件 36 可包括压电装置、钛酸铅 (PT) 装置、锆钛酸铅 (PZT) 装置，1-3 压电复合型装置，或者其他本领域所公知的适宜的装置。本发明的换能器元件 36 可与常规的换能器一起设置在框架 38 内以增加可靠性和性能。

[0042] 为了清晰的显示，框架 38 被投影为二维或者平面。在一些实施例中，框架 38 可为条带形式，还可为弯曲的电路（在美国专利 US6, 351, 127、US6, 690, 170、US6, 667, 620、US6, 380, 744 中进行了描述）。弯曲电路框架的实施例可由任何合适的电绝缘材料或者绝缘的薄膜基质构成，如具有可选择的厚度以能够弯曲或挠曲的聚酰亚胺膜或者聚酯膜（例如，为了环绕管件或者装配在管件内的空间内）。用于生产条带以形成柔性框架 38 的技术在美国专利 US6, 208, 031 中进行了描述。除了柔性框架 38 之外，其它实施例可以与单层或多层的 PCB 框架一起应用。框架 38 上的导线可由铜的细带或者其它设置在其上的本领域所公知的合适的材料构成。本发明的换能器实施例可通过利用合适的树脂或者化合物 40（如橡胶层）来覆盖或者密封所述的模块和换能器组件来使其防水，如图 3 所示。一根或多根连接到电子模块 32 的导线 42 暴露在左边以进行信号 / 电能传输。

[0043] 本发明的实施例还可具有设置在单框架 38 上的多个换能器元件 36。图 4 示出了一组互相分隔开的单独的声换能器元件（如间距为几厘米）。换能器阵列可具有“n”个安装在框架 38 上的换能器元件 36。当用作接收器时，多元件换能器 30 可用于测量任意井眼声波模式。多元件 36 的换能器的实施例优选配置有电子仪器多路转换器模块 44 以向 / 从换能器元件 36 进行流线信号通讯。如前所述，导线或者电路元件（如图 3 中的标记 46）为

两个部件之间提供了信号通道。为了清晰起见,导线或者电路元件未在所有附图中示出。关于这些实施例,由于它们可进行数字多路转换,每个换能器的声道的数量可增加。

[0044] 换能器 30 还可设有声减振部件以消除不需要的振动。图 5 示出了具有设置在换能器元件 36 一侧的减振部件 48 的换能器实施例的侧视图。减振部件 48 可由重质材料(如 Tungsten)或本领域所公知的其它适合的材料制成。当换能器元件 36 作为声源而受到激励时,减振部件 48 有助于降低换能器元件的一侧 B 上的振动,同时提高来自侧面 A 的声的方向性。虽然减振部件 48 在图 5 中被示为位于换能器元件 36 的一侧,但是其它实施例可具有以不同方式设置的减振部件(如完全围绕在换能器元件的周围,使侧面 A 无障碍)。声换能器/减振部件组件可设置在框架 38 的表面,设置在框架内的孔隙或者切口内,或者完全嵌入构成框架的橡胶胶料内(参见图 3 中的标记 40)。

[0045] 图 6 示出了本发明的另一换能器组件 30 的实施例。多个框架 38 由导线 42 连接从而形成一延伸的换能器阵列。每一框架 38 可具有一组换能器元件 36 和电子模块 32 以产生“n”个数字通道的声阵列。所述的阵列可具有一个或多个设置在一个或多个框架 38 上的数字多路转换模块 44,以有效传送与换能器元件/电子模块相关的信号。图 6 中所示的实施例具有连接到组件上的连接器 50(也被称作“堵头”)以提供单个信号/电源连接。常规的连接 50 可用于实现本发明,这是本领域所公知的。

[0046] 通过支护框架 38,可获得本发明换能器组件的结构上的加固。图 7 示出了设有支承件 52 的换能器 30 实施例的侧视图,支承件 52 构成了用于换能器元件/电子模块的刚性基部。支承件 52 由任意材料制成,如金属。可利用粘合剂、紧固装置或者本领域所公知的任何合适的方式将支承件 52 接合在框架 38 上。类似于图 3 所示实施例,图 7 所示的实施例由和橡胶胶料一起过压成型的换能器元件 36 的组件、电子模块 32、以及多路转换器 44 构成。支承件 52 被固定到矩形换能器组件的底侧。如果需要,支承件 52 还可被嵌在橡胶胶料内。一些实施例可设有多个结合在换能器组件的其它表面上(如顶部和底部)的支承件 52 或者为了特定的应用而按照需要设有分段的支承件 52(未示出)。重质支承件 52 还能够减振并有助于类似于结合图 5 的实施例的声的方向性。

[0047] 图 8 示出了本发明的换能器组件内的电子模块 32 的基本示意性布置。模块 32 包括前置放大级 100、过滤级 102、模拟数字转换器(ADC)级 104 和功率放大级 106。示出模块 32 连接到 1 至 n 个适于向一个通道传送“n”个信号的多路转换器装置 44 以通过导线 42 进行输出。连接到换能器元件 36 的转换器 108 在位置 1 和位置 2 之间来回切换。在位置 1 时,换能器元件 36 被功率放大级 106 所激励,该换能器元件被用作发射器。随着转换器 108 处于位置 2 时,前置放大级 100 接收由换能器元件 36 所探测到的模拟声能信号并且通过模块 32 对其进行处理从而换能器元件用作接收器。与换能器元件 36 集成在一起的小的插件和低功率电子模块 32 使功率消耗最小并且改善了降噪效果,这是因为与模拟信号相比数字信号更加清晰的缘故。数字信号数据还能够传送很远的距离以在需要时对不需要的噪声进行另外的处理。

[0048] 本发明的双重目的的换能器(如信号源-传感器)可进行脉冲回波测量。本领域众所周知,从井眼 12 的井壁反射回的脉冲回波信号的双向传播时间的测量可用于确定井眼几何形状,如井眼半径。图 9 示出了以脉冲回波模式操作的本发明的实施例。井下管体 13 配置有多个轴向和方位分布的本发明的换能器 30。利用电子模块 32,换能器元件 36 可

在两个模式之间进行切换从而获得井眼 12 内的脉冲回波测量。使用本领域所公知的常规技术就可对所测的声信号数据进行处理。

[0049] 图 10 示出了另一本发明声换能器 30 的实施例。虽然示出了换能器 30 的侧视图,该组件为“杯”形并包括具有第一表面 A 和第二表面 B 的覆盖住的盘形换能器元件 36。换能器元件 36 可包括压电装置、钛酸铅 (PT)、锆钛酸铅 (PZT)、1-3 压电复合型部件、或者其他本领域所公知的部件。具有电荷放大级的电子模块 58 抵靠换能器元件表面 B 以将在换能器表面 A 探测到的声能转换成与所探测到的声压成比例的电压信号。

[0050] 信号 / 电能沿着连接到电子模块 58 的一个或多个导线 60 被激励以在脉冲回波模式中操作换能器或者作为数字接收器。减振部件 62 环绕着电子模块 / 换能器组件以形成杯,使换能器表面 A 无障碍。本领域所公知的任何合适的减振部件都可被使用。整个杯组件都被嵌在或密封在合适的材料 64 内 (如橡胶胶料),以使传感器防水,形成具有裸露导线 60 的圆盘。与常规的杯型换能器相比,这一换能器的实施例提供了更小的插件。例如,本发明的杯型换能器 30 可在直径为 2.54cm、高度为 1.3cm 的尺寸范围内进行组装。图 10 所示换能器 30 的实施例的电子模块 58 还可具有转换装置和处理电路 59,如图 8 所示,以按照需要作为声源或传感器。

[0051] 本发明的换能器所提供的小尺寸、高灵敏度和方向性、以及低的功率消耗使它们可应用于无限多的环境和应用中。图 11(A)-11(C) 示出了三种类似于图 1 所示管体的井下管体 13,其配置有本发明实施例的声换能器 30。图 11(B) 所示实施例示出了轴向的换能器阵列。这些结构中的换能器 30 可使用完全电路框架 38、单独的 PCB 框架 38、或者这里所述的连接的框架 38。图 11(C) 中的实施例示出了一些使用图 10 所示杯型换能器 30 实施例的阵列。小尺寸的杯型换能器 30 结构表示了一种点声源。这些阵列中的任意一个都可用于多极声测量。其它实施例可具有所公开换能器的任意组合。例如,管体可配置有图 11(B) 和 11(C) 所示轴向的和杯型换能器 (未示出)。除了能够用于多种测量之外,这一结构还可在失效的情况下提供备用源和传感器。

[0052] 图 12(A) 示出了来源于图 11(A) 所示实施例的方位的换能器带。换能器 30 设置在管体内形成的浅槽 66 内。图 12(B) 示出了浅槽 66 内的换能器 30 的俯视图。由于它们是密封防水的并可暴露于井眼,换能器 30 可利用本领域所公知的任何合适的方式而被安装在管体上 (如通过利用橡胶胶料将换能器 30 封装在其内)。防护装置 68 还可设置在管体 13 上以覆盖换能器 30 并防止其不会磨损。防护装置 68 可由金属、塑料化合物 (如 PEEK™)、或者本领域所公知的任意合适的材料制成。美国专利 US6,788,065 描述了各种具有凹槽和也可用于实施本发明实施例的防护结构的管体结构。防护装置 68 优选具有空隙或孔 (如洞或槽),以为防护装置与换能器 30 表面之间的间距内的井眼流体提供通道。可利用固定装置或者本领域所公知的任意合适的方式将防护装置 68 安装在管体 13 上。

[0053] 图 11(A) 和 12(A) 所示的方位换能器 30 阵列可用于围绕管体 13 的整个圆周、用于围绕图 12(B) 所示的特定段,或者沿着管体的纵向轴线设置在交错方位段 (未示出)。图 12(C) 示出了设置管体 13 的圆周上的换能器 30 阵列的俯视图。与常规的换能器设计相比,本发明的换能器 30 的实施例的微小尺寸使得它们可被放置在管体 13 内的小空隙内。这使得井下测井仪器具有提高了的机械强度和改善了的声响应。换能器 30 的小尺寸使得它们可放置在具有换能器元件 36 之间的最小空间的管体上。例如,如图 13 所示的具有仅间隔

几个厘米（如 5-16 厘米）的换能器 30 轴向阵列的井下测井仪器可用于沿着井眼在所需长度内发射 / 接收严格密封的声波。这种测量可具有改善的成像和地层分析能力。

[0054] 图 13 示出了类似于图 11 (B) 所示实施例的轴向换能器阵列。一个换能器 30 或一系列换能器 30 (如图 6) 可设置在管体上形成的浅沟或者浅槽 70 内。如上所述,为了保护不受磨损,防护装置 72 可被放置在换能器 (多个换能器) 30 之上。防护装置 72 可由任何合适的材料构成并优选具有一个或多个孔 74。如图 13 所示,孔 74 可位于防护装置 72 上的不同位置上。在图 13 中从左向右,第一防护装置 72 具有两个位于防护装置边缘上的半月形的孔 74。中间防护装置 72 具有形成于防护装置中心的孔 74。最右端的防护装置 72 具有位于防护装置两端的孔 74。为了清晰显示,虽然未在所有附图中示出,但是利用本领域所公知的任意合适的方式,提供信号 / 电能联系给本发明的换能器或从本发明的换能器提供信号 / 电能联系。

[0055] 图 14 示出了类似于图 13 所示实施例的侧视图。在这一实施例中,凹槽 70 在一端具有斜面 76,并且一系列连接的换能器 30 位于所述的凹槽内。一个防护装置 72 或多个单独的防护装置 (如图 13) 可用于覆盖换能器 30。如上所述,换能器 30 互相连接,信号 / 电能通过图 6 所示的连接器 50 进行传送。连接器 50 连接进入通道 80,也被称作馈入装置,以通过本领域所公知的导线 82 在换能器 30 和其它部件 (如电子仪器、遥测装置、存储器等) 之间传送信号 / 电能。

[0056] 图 15 示出了设置在管体 13 内的本发明的换能器的实施例的剖面图。在这一实施例中,声换能器元件 36 被嵌入或过压成型在形成矩形的橡胶胶料 40 内 (参见图 3)。胶料 40 具有阶梯式或升高的中心部分以便形成台肩 84。矩形防护装置 72 覆盖着换能器。防护装置 72 以外伸部 85 与换能器胶料 40 配合,所述的外伸部 85 配合安装于台肩 84 的顶部,形成与管体 13 的外部齐平的表面。管体 13 内的凹槽 70 容纳换能器 / 防护装置结构并具有使防护装置 73 保持在其内的延伸部或凸缘 86。如果需要,可将支承件 52 添加到胶料 40 中 (参见图 7)。尽管图 15 示出了一个换能器元件 36,但是换能器可具有多个换能器元件或者具有分段的换能器 (参见图 6) 阵列。返回到图 14,可以想象换能器胶料 40 结构和图 15 中的防护装置 72 是怎样沿斜面 76 下滑进入凸缘 86 下面的凹槽 70 的。一旦进入凹槽 70,可利用紧固装置 (如螺栓) 或者本领域所公知的任意合适的方式将防护装置 72 紧固到管体 13 上。

[0057] 图 16 示出了本发明另一换能器 30 的实施例。如此处所述,配置有一个或多个换能器元件 36、电子模块 32、以及可任选的多路转换器 44 的框架 38 被嵌入并密封在橡胶胶料 40 内从而形成细长的基本为矩形的换能器组件 (类似图 3)。过压成型的胶料 40 具有多个位于矩形组件相对边缘上的伸出突舌 41。按照需要,换能器 30 可在每面具有 (未示出) 支承件 (参见图 7 中标记 52)。为了清晰起见,信号 / 电源导线未被示出。

[0058] 图 17 示出了具有凹槽 70 以容纳图 16 所示的换能器 30 的井下管体 13。凹槽 70 形成为阶梯状并具有浅槽 75 以支承换能器 30 组件。一系列的凹口 77 形成在浅槽 75 的一个侧面上,用于与从换能器 30 的侧面伸出的突舌 41 配合。当将突舌 41 置在浅槽 75 内时,其固定住换能器组件以防止径向和轴向的移动。凹槽 70 还配置有设置在通道相反侧的延伸部或凸缘 86。图 18 示出了具有图 16 所示换能器实施例的图 17 中所示管体的剖面。

[0059] 如图 18 所示,防护装置 72 设置在凹槽 70 内换能器 30 的顶部。防护装置 72 配置



有外伸部 85 并与上述管体 13 的外部齐平的齐平面。防护装置 72 上的外伸部 85 挤压换能器 30 上的橡胶突舌 41, 确保换能器处于凹槽 70 内。突舌 41 上的挤压还提供了一反作用力并使防护装置 72 压靠在凸缘 86 上从而防止其移动。图 19(A) 示出了本发明防护装置的实施例。图 19(B) 示出了具有较小的外伸部 85 的本发明的另一防护装置 72 的实施例。这些防护装置 72 可具有一个或多个上述的孔 74。

[0060] 返回到图 17, 示出了一段凹槽 70, 与具有通道宽度 D 的另一段相比, 其具有较为狭窄的通道 C。较宽的凹槽 70 段具有位于通道相反侧的扩大的凹口 78。在这一实施例中, 将图 16 中的换能器 30 组件简单地落入凹槽 70 内, 方便了维修和更换。一旦将换能器 30 置入凹槽 70 内并且形成本领域所公知的合适的信号 / 电源连接, 防护装置 72 就会简单地落入较宽的凹槽 70 段并在凸缘 86 之下滑入换能器 30 上方的位置。根据换能器 30 的长度, 可使用一个或多个防护装置 72 来覆盖换能器的整个长度。

[0061] 图 20 示出了本发明的另一防护装置 79 的实施例。除了其不具有带凸缘的外伸部 (图 19(A), 19(B) 中的标记 85) 之外, 该防护装置 79 类似于图 19(A) 和图 19(B) 中所示的防护装置, 其具有从其侧面伸出的接收器 (receptacle) 81。防护装置 79 具有合适的宽度以紧密配合在较宽的通道段 D 内, 其还可具有一个或多个如上所述的孔 74。防护装置 79 可由任何合适的材料制成。本发明的防护装置 72, 79 可制成平滑的 (即平的) 结构或者按照需要制成成圆形的表面, 并且可由本领域所公知的合适的材料 (如金属、塑料、合成化合物、复合材料) 制成。

[0062] 图 21 示出了配置有一对本发明的轴向换能器 30 的实施例 (参见图 11(B)) 的管体 13。该实施例具有换能器 30、凹槽 70、图 16-20 所述的防护装置 72、79。一组专用的防护装置 72 滑入凹槽 70 以覆盖上述的换能器 (多个换能器) 30。通过图 20 所示的防护装置 79 避免了每套防护装置 72 滑出凹槽 70。利用紧固件 (如螺栓、铆钉), 防护装置 79 被紧固在管体 13 上, 所述的紧固件穿过插座 81 而插入到管体上形成的合适的孔中 (参见图 17 的标记 87)。

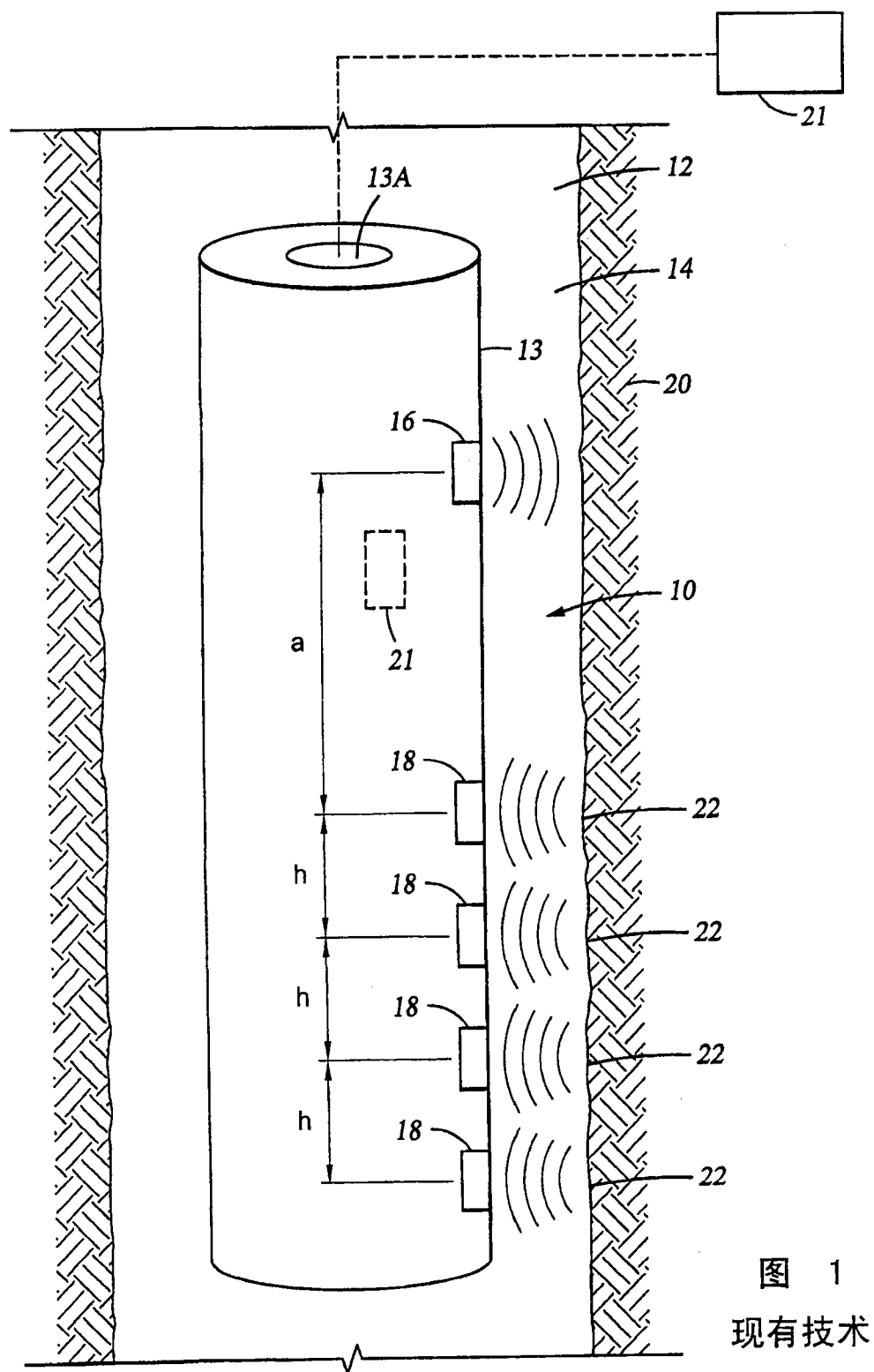
[0063] 不像常规的声换能器 (如油补偿换能器), 所公开的换能器 30 的紧凑和集成的结构使得它们能够利用各种本领域所公知的方式被安装并保持在管体内。例如当应用在电缆测井仪器或者其它磨损不是重要的因素的应用中时, 换能器 30 可简单地用合适的复合材料封入仪器的空腔中 (未示出)。

[0064] 组装本发明的换能器的实施例的方法包括将一声换能器元件设置在这里所述的框架装置上。然后, 将适于数字化与换能器元件相关的信号的电子模块设置在框架装置上并连接到声换能器元件上。之后, 利用密封部件覆盖换能器元件和电子模块以形成无液体组件。

[0065] 图 22 示出了本发明的另一实施例。该实施例具有图 10 所示的杯型换能器 30。换能器 30 被安装在设置在穿透地层的井眼 12 内的井下测井仪器 90 中。换能器 30 被设置在使换能器元件 36 暴露于井眼的位置。测井仪器 90 还包括一组适于地下测量的多轴电磁天线 91 和具有合适电路的电子仪器 92, 93。所示出的是通过电缆测井系统中的测井电缆 95 或者随钻系统中的钻柱 95, 测井仪器 90 被支承在井眼 12 内。在电缆测井应用中, 通过绞车 97 而使测井仪器 90 在井眼 12 内进行提升或下放, 所述的绞车由地面装置 98 控制。测井电缆或钻柱 95 具有将井下电子仪器 92, 93 与地面装置 98 连接起来以进行信号和控制通

讯的导线 99。可选择地是,这些信号可被处理或者记录在仪器 90 内,所处理的数据被传送到地面装置 98,这是本领域所公知的。可使用各种公知的技术将本发明的换能器安装在常规的井下测井仪器中。由于所述的电子模块 / 多路转换器可拖动长电缆,所以从本发明的换能器引出的电导线可按照需要进行布置。常规的电子仪器、连接部件(如光缆)、以及连接器可用于实施本领域所公知的测量和通讯装置内的所公开的换能器实施例。

[0066] 本领域的普通技术人员可以理解,本发明可用于和实施在任何使用声换能器的领域;其不局限于地下应用。还应该明白,所公开的换能器不局限于任何特定频率或频率范围内的作业。



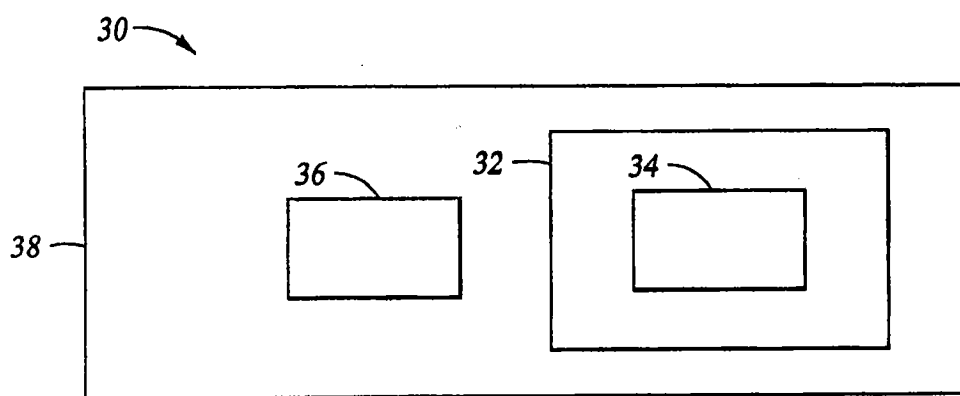


图 2

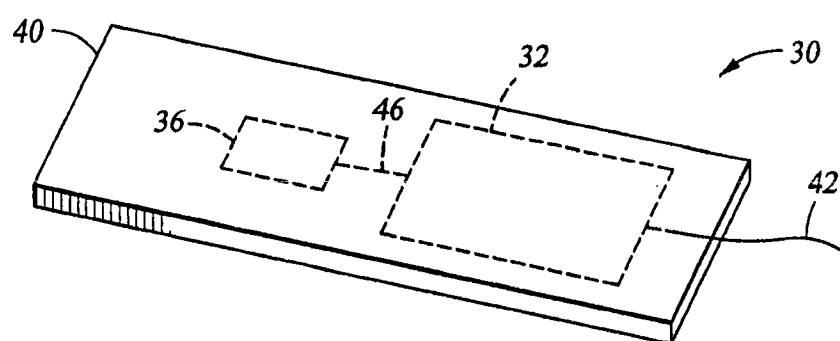


图 3

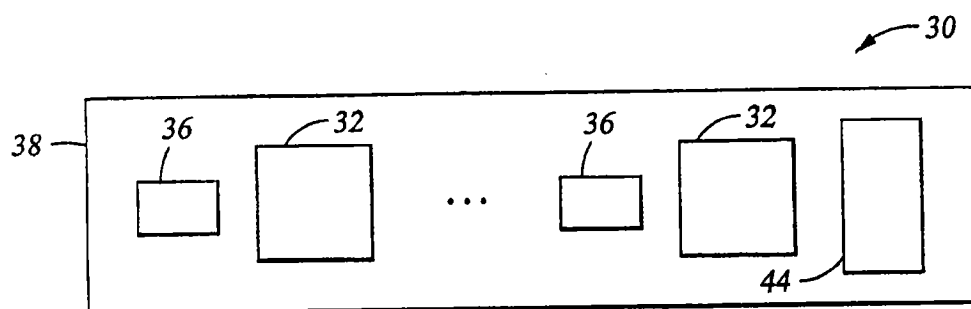


图 4

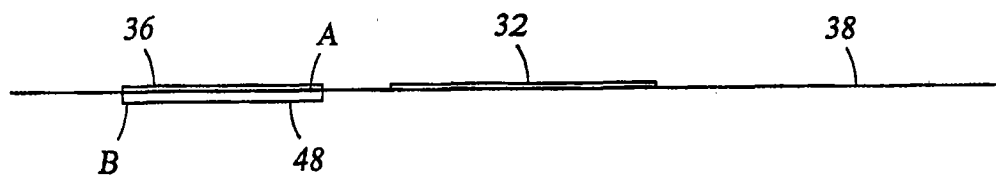


图 5

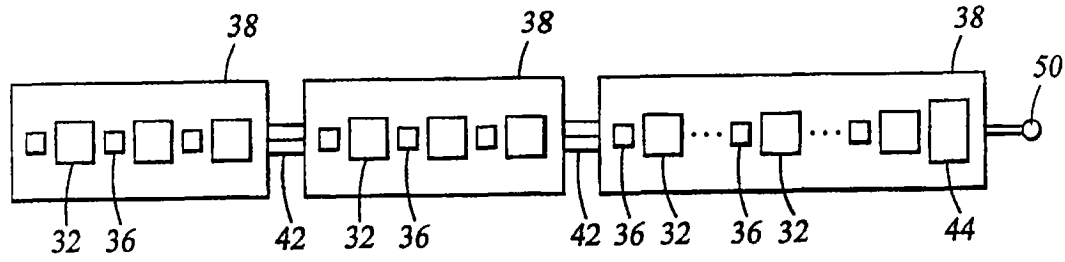


图 6

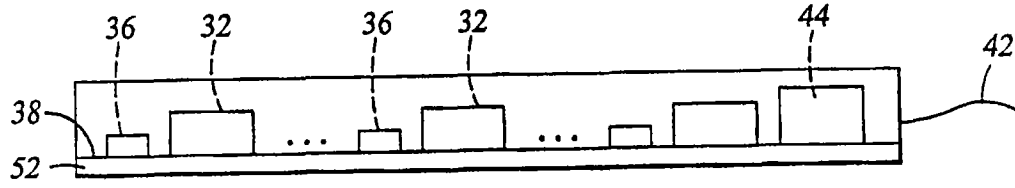


图 7

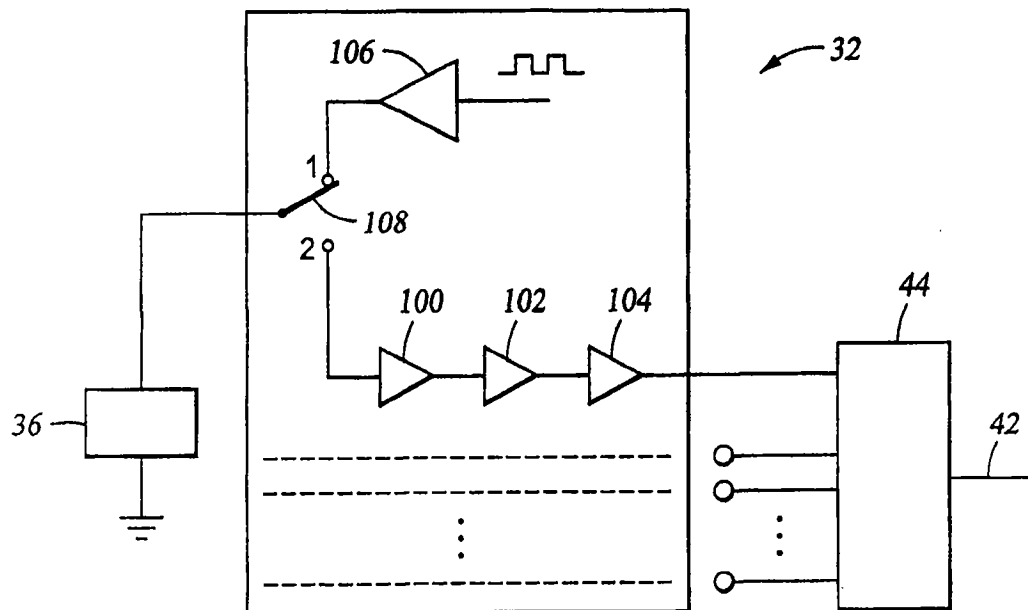


图 8

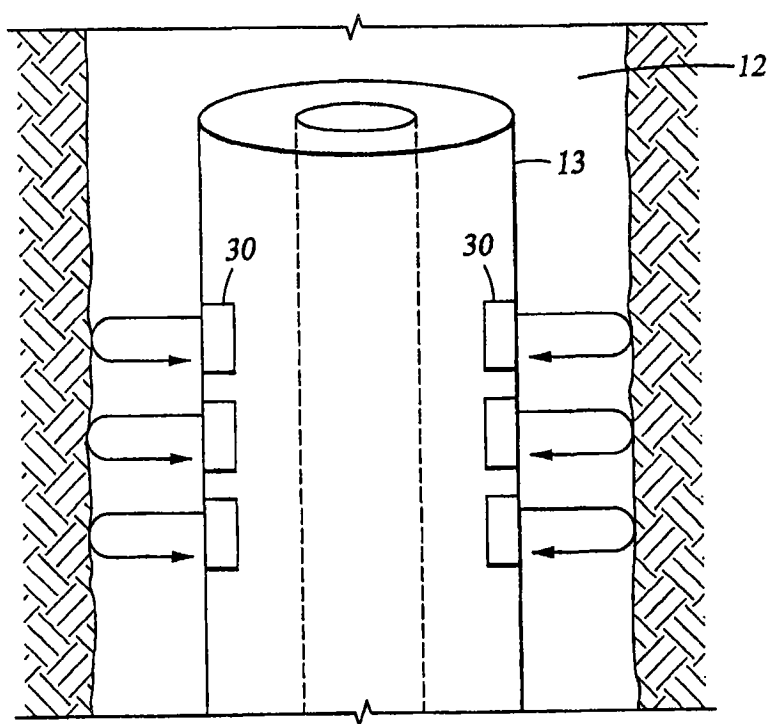
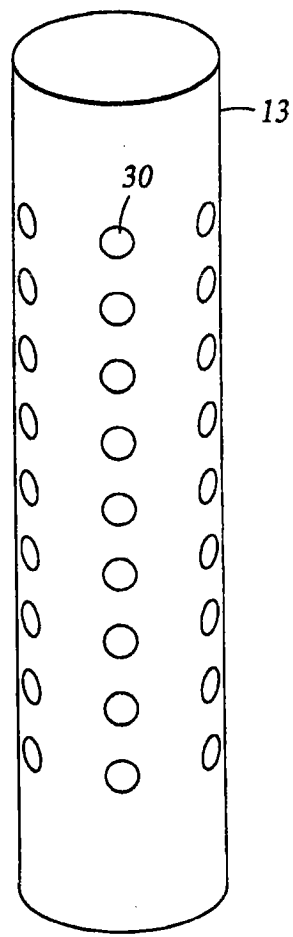
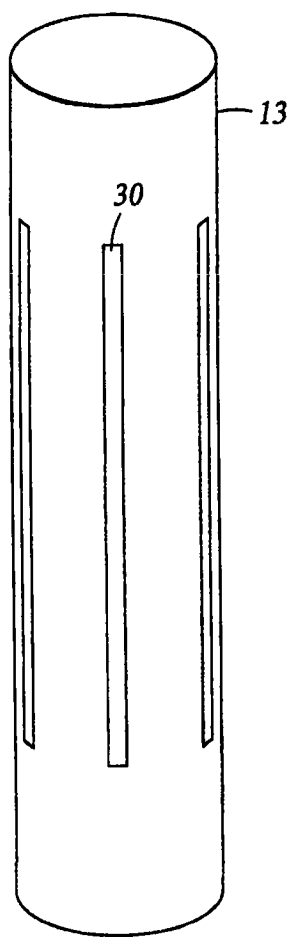
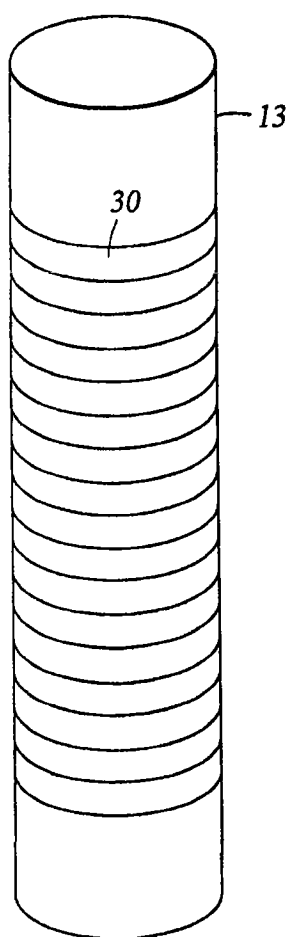
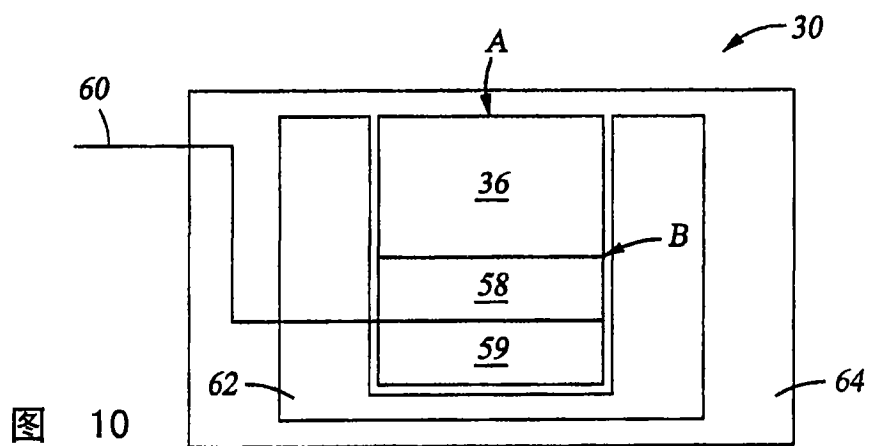


图 9



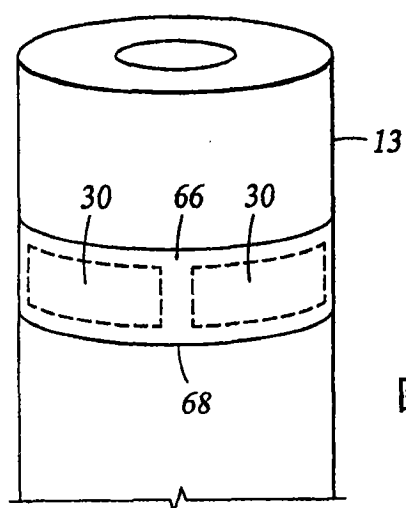


图 12A

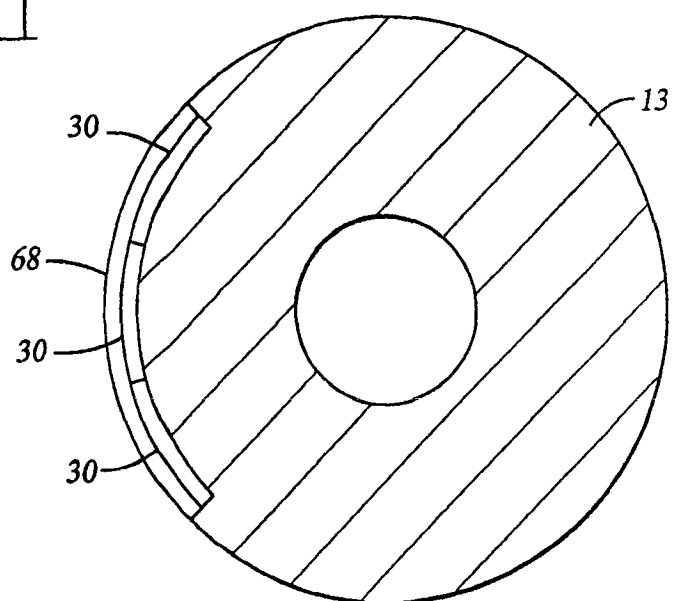


图 12B

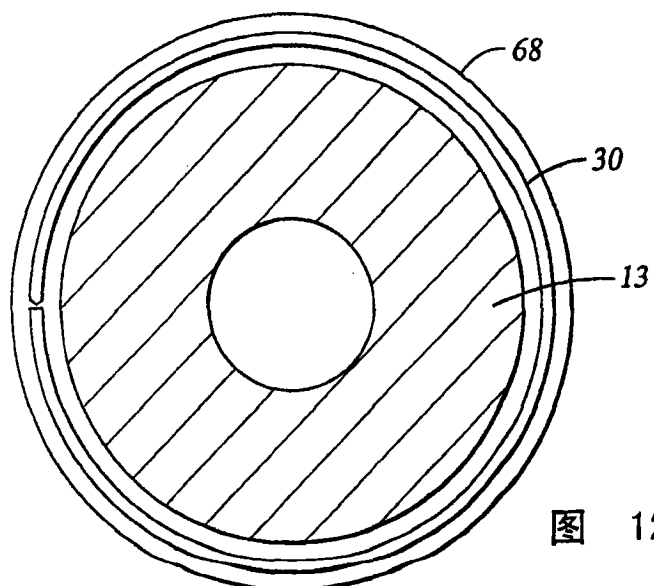


图 12C



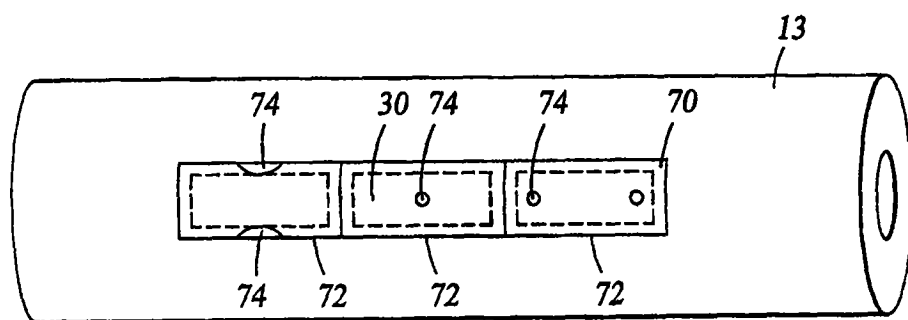


图 13

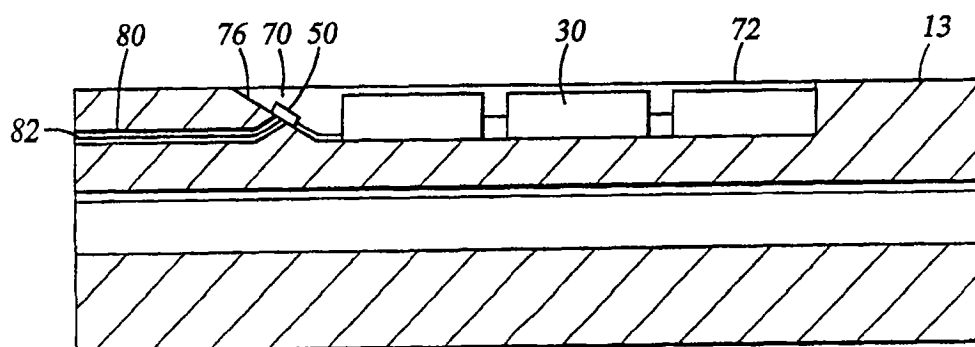


图 14

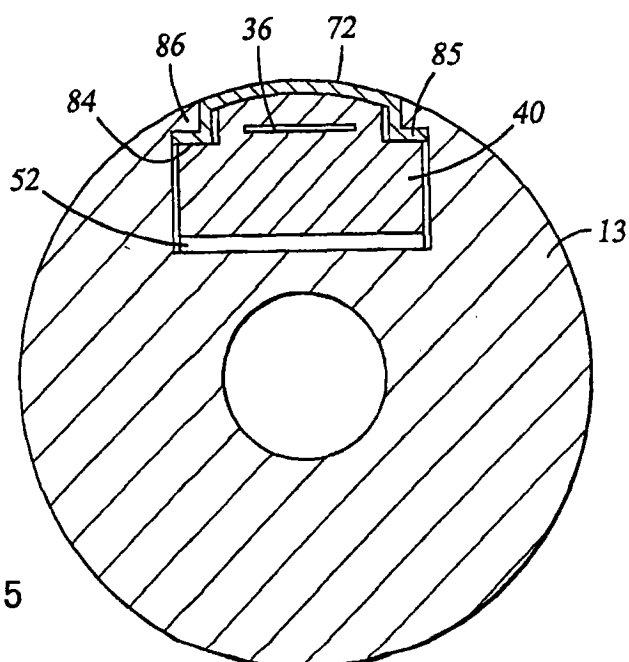


图 15

图 16

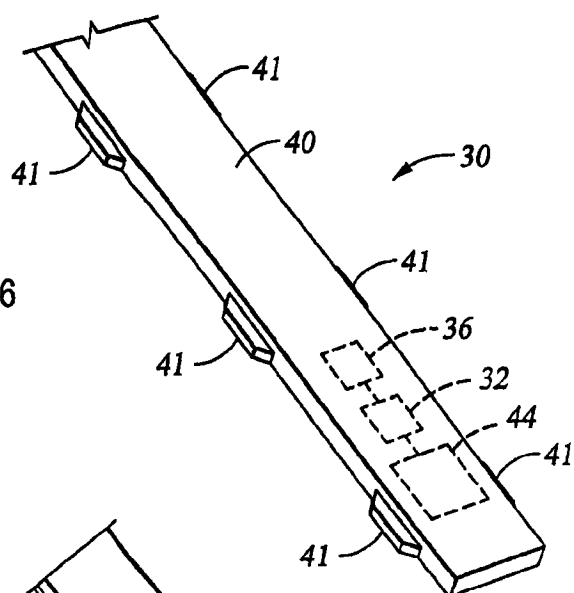


图 17

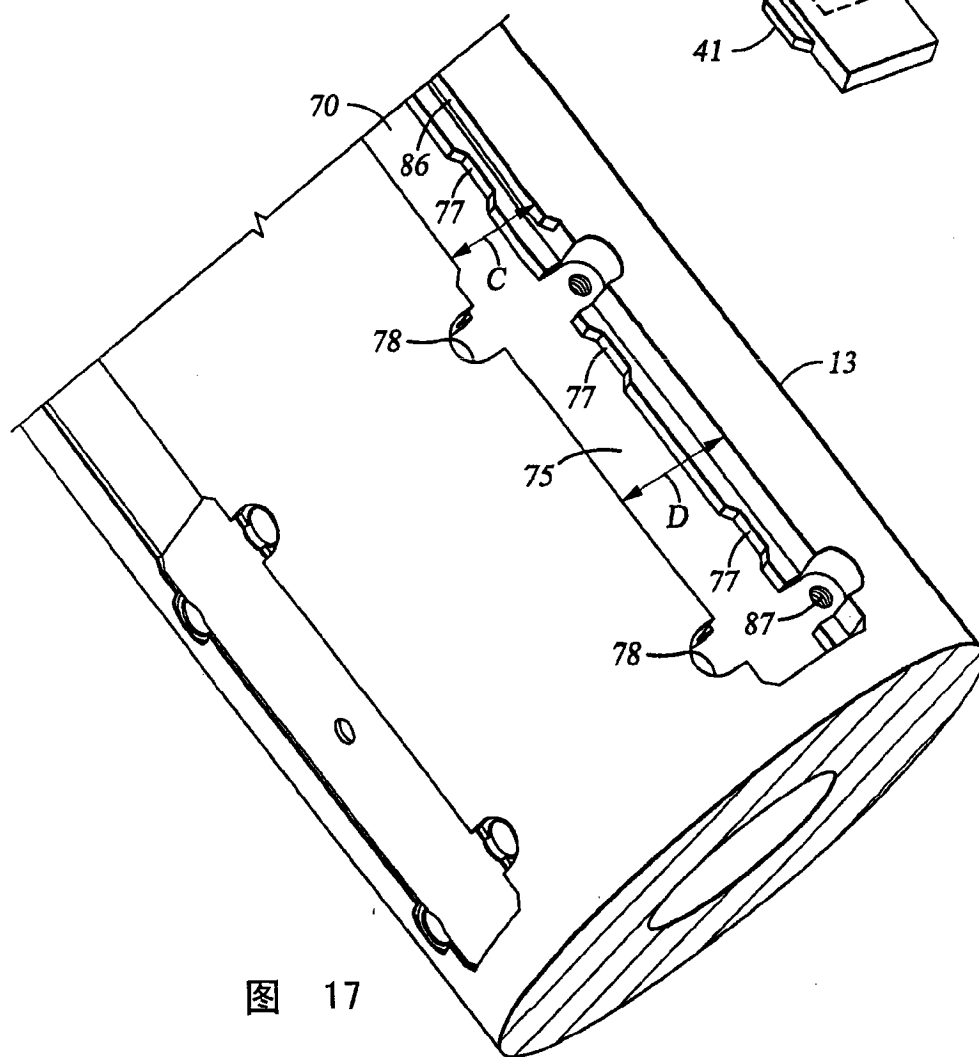


图 18

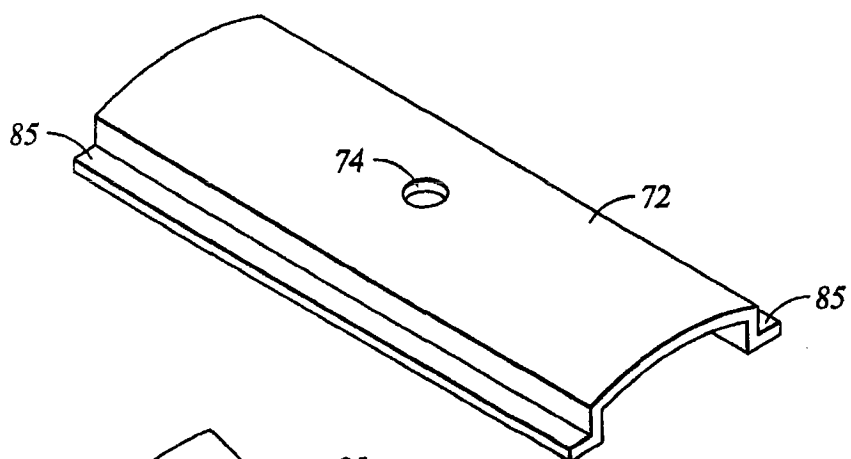
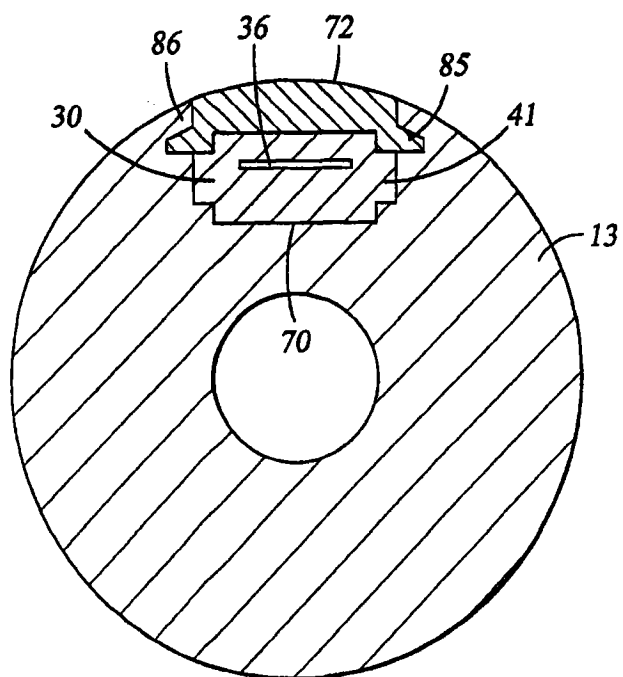


图 19A

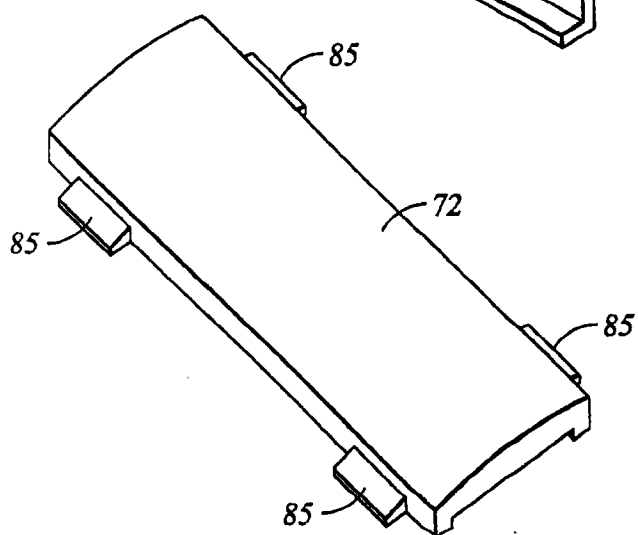


图 19B

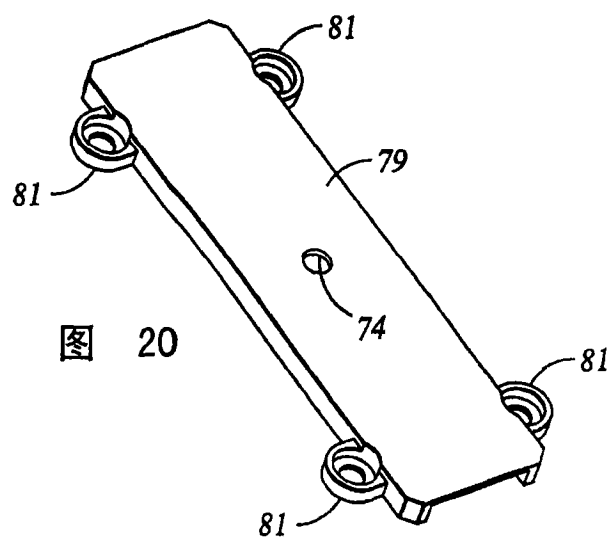


图 20

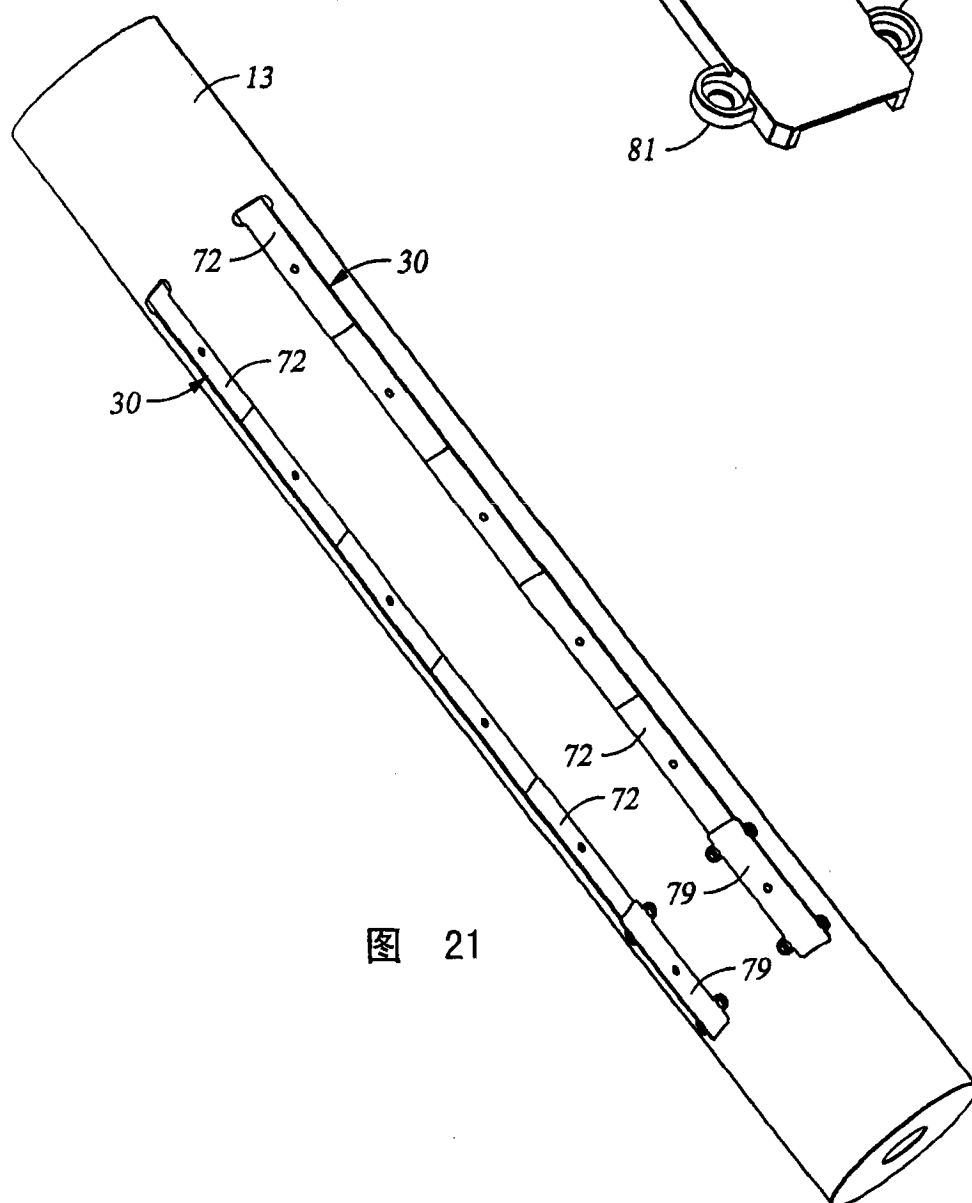


图 21

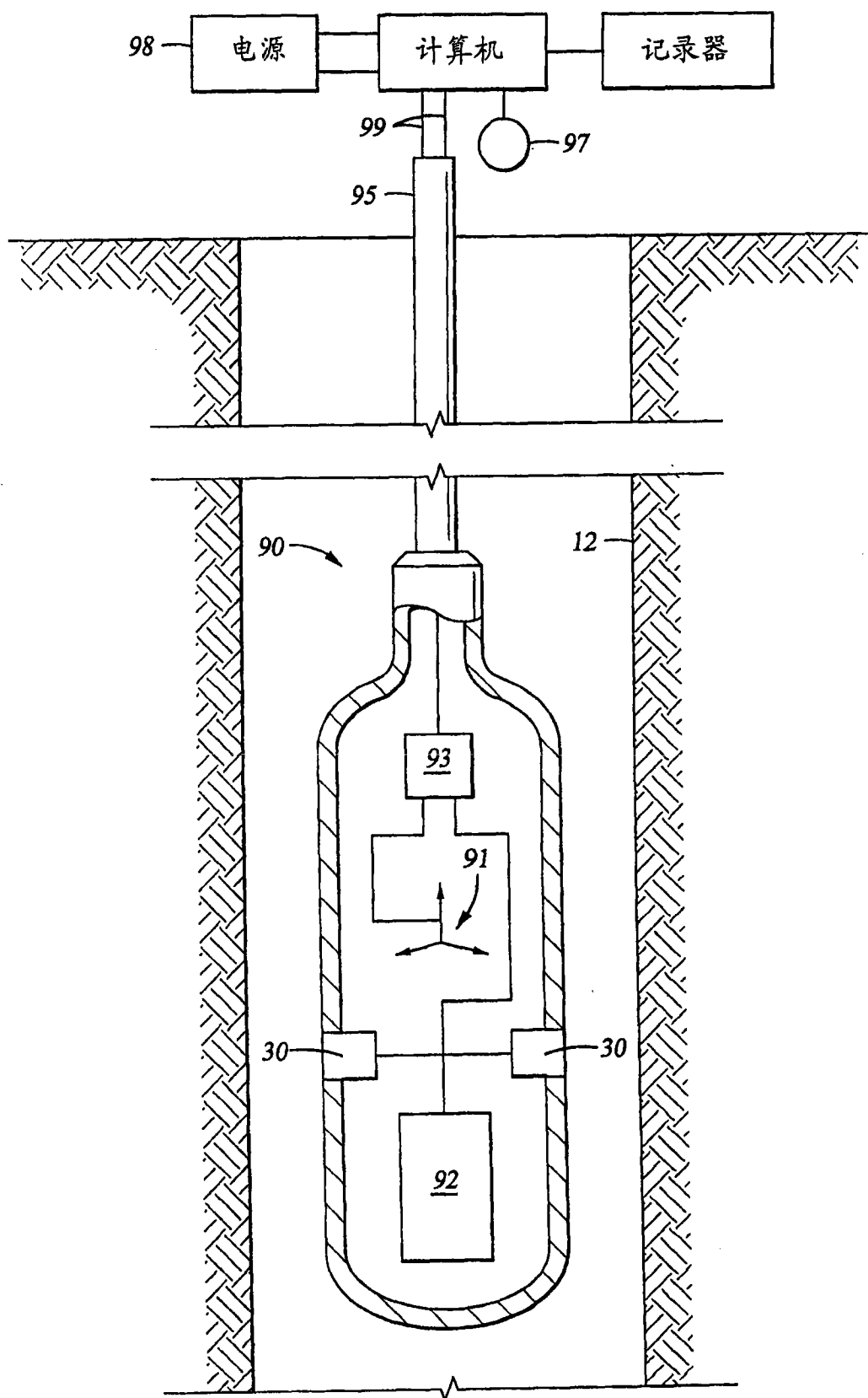


图 22