



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1702479 B

(45) 授权公告日 2010. 10. 13

(21) 申请号 200510073945. 7

(22) 申请日 2005. 05. 27

(30) 优先权数据

10/855177 2004. 05. 27 US

(73) 专利权人 PGS 美洲公司

地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 G·L·史科特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 吴立明 张志醒

(51) Int. Cl.

G01V 1/38(2006. 01)

G01V 1/16(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2788513 A, 1957. 04. 09, 全文.

US 3923121 A, 1975. 12. 02, 全文.

US 3378815 A, 1968. 04. 16, 全文.

FR 2734085 A1, 1996. 11. 15, 全文.

WO 97/11391 A, 1997. 03. 27, 全文.

EP 0533563 A, 1993. 03. 24, 全文.

FR 2826792 A, 全文.

WO 83/00564 A, 1983. 02. 17, 全文.

EP 0560674 A, 1993. 09. 15, 全文.

US 6563762 B1, 2003. 05. 13, 全文.

审查员 杨永康

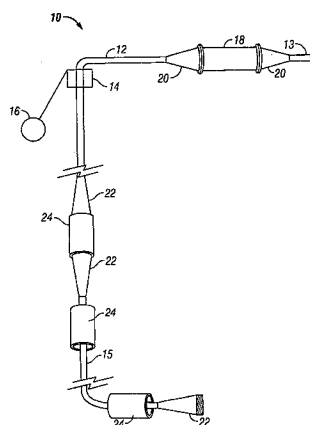
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 8 页

(54) 发明名称

水底电缆地震勘测的电缆及系统

(57) 摘要

公开了一种传感器电缆。该电缆包含设置在电缆外面的外部护套。外部护套阻止液体进入电缆内部。设置在外护套里面的加强层包含至少一个设置于其中的电导体。在加强层里面设置内部护套,并且至少有一个电导体设置在内部护套内部。某些实施方案包括至少一个地震传感器,传感器以电气连接到设置在加强层中的至少一个电导体上。在某些实施方案中,在传感器到导体的电气连接之上设置一个外罩。外罩用聚氨酯固化时与电缆护套形成基本无界面结合的聚氨酯成分压制成型。



1. 一种地震传感器电缆,包括:

设置在电缆外面的外部护套,该外部护套用于阻止液体进入电缆内部;

设置在外护套里面的加强层,该加强层包含至少一个设置在其中的第一电导体;

设置在加强层里面的内部护套,该内部护套由当电缆设置在水底时,在液体冲破外部护套的情况下能够阻止液体受压进入至少一个设置在内部护套里面的第二电导体的材料制成;和

设置在电缆的至少一端的连接器,该连接器具有用聚氨酯成分制成的外壳,用于在固化时与未固化聚氨酯形成无界面结合,该外壳用聚氨酯成分填充,设置在连接器一个端头中的电气接头,每个接头外面各环绕一个单独的外套,用来在与配接的连接器上相对应的密封外套配合时,形成液体密封,该电气接头设置在接头支承垫片内部,该接头支承垫片被压制成型,使其中具有密封外套,该接头支承垫片用聚氨酯成分制成。

2. 权利要求 1 所限定的电缆,其中外部护套用一种聚氨酯成分制成,该成分在固化时与未固化聚氨酯形成无界面结合。

3. 权利要求 1 所限定的电缆,其中加强层包含机织纤维。

4. 权利要求 3 所限定的电缆,其中纤维包含玻璃纤维、碳纤维、聚合物纤维及这些纤维组合中的至少一种。

5. 权利要求 3 所限定的电缆,其中至少有一个电导体设置在加强层中,电导体至少包含一个电导体双绞线,用来代替机织纤维中的至少一个纤维。

6. 权利要求 1 所限定的电缆,进一步包含至少一个地震传感器,以电气连接到设置在加强层内的至少一个电导体。

7. 权利要求 6 所限定的电缆,进一步包含设置在从传感器到导体的电气连接之上的一个外罩,外罩由固化时与未固化聚氨酯形成无界面结合的聚氨酯成分制成,该外罩用聚氨酯成分填充。

8. 权利要求 7 所限定的电缆,进一步包含在电气连接外面的溶解-蒸发固化橡胶塑料覆盖层,该覆盖层设置在外罩填充成分的内部。

9. 权利要求 1 所限定的电缆,其中的连接器是单一型的。

10. 权利要求 9 所限定的电缆,其中的连接器有一个螺纹外表面,该外表面用于接收加在其上的内部螺纹连接,以便在单一型连接器和配接的单一型连接器之间传输轴向负荷。

11. 权利要求 1 所限定的电缆,其中至少有一个设置在内部护套之内的电导体,用来向一个信号处理器传输遥感勘测数据和电功率中的至少一项内容。

## 水底电缆地震勘测的电缆及系统

### 技术领域

[0001] 一般来讲,本发明涉及海洋地震勘测系统领域。更确切地说,本发明涉及设置在水体底层或底部的海洋地震勘测系统。

### 背景技术

[0002] 在本领域中,已知的海洋地震勘测系统包括所谓的“海底电缆”(Ocean bottom cable :OBC)。OBC 设置在海洋或其他水体底部,其下方的地质结构和岩石特征需要加以确定。一个典型的 OBC 包括许多地震传感器,这些地震传感器彼此间拉开距离,设置在一根电缆上。一个或更多的地震能源在水中受到一个或更多的船只牵引,被定期驱动。OBC 传感器探测到的地震信号,一般由作为 OBC 组成部分的一个记录装置加以记录。

[0003] OBC 中的传感器一般包括运动传感器,例如地震检波器或加速度计。运动传感器的安装方式一般如下:沿不同的敏感方向设置运动传感器。“敏感方向”表示沿着该方向,特定的运动传感器对运动最为敏感。正如本领域已经知道的,典型的运动传感器主要对沿着一个“主轴”或主要方向的运动敏感,而不易感受到沿着其他任何方向的运动。由于具有这样的运动传感器,OBC 就有能力发现沿着多个方向传播的地震能量,并且判定这种运动的方向。

[0004] 典型的 OBC 还包括压力传感器或压力梯度传感器,例如设置在一根电缆上彼此隔开的水中听音器。水中听音器产生与环境介质(水)中的压力变化成正比的信号。有了这种与地震能量传播有关的压力变化信号,并与沿着不同的敏感方向传来的运动信号相结合,就可以采用本领域中已知的多种不同方法对信号进行解释,并减小水底多次反射及水层多次反射等类随后产生的现象的影响。由于有了多方向运动信号,还能使转化波(受压后切变)地震信号得到解释,从而确定幅度与偏移量的关系曲线(AVO)和方向上的各向异性等地表构造特性。

[0005] 在使用 OBC 的现有技术中,包括“消除反常回波”和减小水层影响的技术。授予 Ruehle 的美国专利 No. 4, 486, 865 记述了一项此类技术。采用成对的探测器,每对包含一个地震检波器和一个水中听音器。在每对中至少是在地震检波器或水中听音器之一的输出端安装一个滤波器,从而调整滤波信号的频率。将频率调整到使滤波信号和来自其它传感器的信号相结合时,就可以消除反常回波。

[0006] 授予 Moldoven 的美国专利 No. 5, 621, 700, 在一种减弱反常回波和水层反射的方法中,也公开了至少使用一对传感器。

[0007] 授予 Sanders 等人的美国专利 No. 4, 935, 903 公开了一种减小水层后续反射影响的方法,这种方法包括在垂直分隔的不同深度上测量压力,或者采用成对的传感器测量压力和粒子运动。该方法加强初始反射数据,通过增加反常回波数据,用于预层叠处理。

[0008] 美国专利 No. 4, 979, 150 公开了一种海洋地震探查方法:按照一定的比例因数,确定大体成对装置的水中听音器和地震检波器的输出。成对装置的水中听音器和地震检波器可以安装在海床上或海床的上方。

[0009] 前面的描述意在强调在地震勘测中采用 OBC 所能获得的潜在益处。采用 OBC 有一个缺点：要用大量时间装置 OBC，而从用于装置的船上展开 OBC 并将 OBC 放置在水底一般需要专门的处理设备。在装置之后，常常需要确定 OBC 中的每个传感器在水底最终停止移动时在海床上的精确位置，因为，水的流动及粘滞性对 OBC 的各种元件的影响，可能使得某些传感器停止移动的位置与 OBC 从装置船上展开时每个传感器在水表面的位置不同。为了利用由 OBC 的每个传感器产生的信号，还必须收回 OBC，从而得到与 OBC 相连接的记录器。因此，使用 OBC 对大面积地理区域进行勘测，在每次勘测操作中，都要大量进行装置与回收 OBC 的活动。

[0010] 由于要重复装置并回收 OBC，一般 OBC 中的各种机械负荷处理元件就必须经受沿着 OBC 电缆以及顺着与各种 OBC 元件相连接的器件所反复产生的轴向应力。OBC 的各种元件还必须经受水的浸渍，有时达到相当的深度（深至 1,000 米）。虽然在本领域中，为使 OBC 经受上述环境和操作应力而制作电缆、传感器外壳及相连器件的方法已经广为人知，但是本领域中已知的装置常常是笨重累赘的，并且制造成本昂贵。

[0011] 大家还知道在本领域中可以在干燥陆地采用典型地震感应设备的修正型式。然而，这种修正的陆地装置一般只适用于较小的水深度（15 到 30 米）。出于降低制造成本的需要，粗糙的 OBC 适合用于比以陆地为基础的传感器系统更大的水深度，并且比一般 OBC 更容易装置并回收。

## 发明内容

[0012] 本发明有一个方面是地震传感器电缆。按照本发明这一方面的配置，地震传感器电缆的外部包括一层外部护套。外部护套在于阻止液体进入电缆内部。外部护套里面配置加强层。加强层内至少包含一种电导体。在加强层内配置一层内部护套。内部护套之内至少配置一种电导体。在一个实施方案中，加强层为纤维编织物。在一个实施方案中，外部护套由聚氨酯成分构成，未固化的聚氨酯成分在固化成分上 x 形成基本无界面结合。

[0013] 本发明的另一方面是地震传感器系统的信号处理模块。按照本发明的这一方面，信号处理模块包含一个外罩，其上至少有一个连接器终端。在外罩里面配置一个电路安装框架。该框架与外罩的内表面密封接合，因而形成一个阻止液体进入其中的密封腔体。该模块包含安装在腔体内框架上的信号电路。

[0014] 在一个实施方案中，外罩至少包含两个连接器终端。这两个终端包含连接信号处理电路的电连接器。信号处理电路可以发现由记录装置发出的指令信号，记录装置则是连接到模块所至少具备的两个终端之一上面而进行操作的。信号处理电路还可以将至少两个终端中的另一个通过电路连接到可以接收地震传感器信号的信号处理电路部分。

[0015] 本发明的另一方面是地震数据记录系统。按照本发明的这一方面，一个系统包含一个记录装置。第一个信号处理模块在操作中连接到记录装置。第一个地震传感器电缆的一个端头在操作中连接到第一信号处理装置，而其另一端在操作中连接到第二个信号处理装置。至少有一个地震传感器在操作中连接到第一个地震传感器电缆上。第二个地震传感器电缆在操作中连接到第二信号处理装置。同样至少有一个地震传感器在操作中连接到第二个地震传感器电缆上。第一个信号处理装置和第二个信号处理装置上各自至少有两个电终端。第一和第二信号处理装置内各自装有可以检测由记录装置发出的指令信号的电路。

这些电路也可以有选择地将一个数据遥感勘测输出连接到可以检测指令信号的至少两个终端中的一个上。这些电路还可以有选择地将至少两个终端中的另一个连接到可以接收地震传感器信号的电路部分上。

[0016] 本发明的其他方面及优势将在随后的描述和权利要求中体现出来。

### 附图说明

[0017] 图 1 表示按照本发明的各方面的海底电缆 (OBC) 地震传感器和信号处理系统的一个实施方案的主要组成部分。

[0018] 图 2 表示压力密封连接器和信号处理模块的一个实施方案的内部结构。

[0019] 图 3A 和 3B 表示地震传感器电缆的一个实施方案, 分别为端视图和侧视图。

[0020] 图 4 表示连接到图 3 所示电缆传感器上的传感器抽头的一个实施方案。

[0021] 图 5 表示用于将图 3 的电缆连接到一个同样的或不同的传感器电缆上的单一型连接器 (hermaphroditic connector) 的一个实施方案。

[0022] 图 6 表示按照本发明的传感器电缆、附加传感器电缆、地震传感器、信号处理模块等的一个实施方案。

[0023] 图 7 表示一个可能的实施方案中的传感器电缆和信号处理装置的功能结构图。

[0024] 图 8 表示传感器系统的其它可能的实施方案。

[0025] 图 9 表示传感器系统的其它可能的实施方案。

[0026] 图 10 表示信号处理模块的其它可能的实施方案。

### 具体实施方式

[0027] 图 1 表示按照本发明各方面状况所显示的海底电缆 (OBC) 地震传感器和信号处理系统 (“系统”) 的主要成分。系统 10 包含一端连接到地震传感器电缆 12 的信号处理模块 18。信号处理模块 18 内的各种电子线路 (下面参照图 2 加以说明) 检测出由一个或更多的地震传感器 (一般用 16 表示) 产生的电信号, 并将电信号转化为适合于传输或记录的形式。本实施方案中的信号处理模块 18 的另一端也可以连接到数据通信电缆 13, 数据通信电缆内有电导体 (未分别表示), 将经过处理的信号传递到一个记录装置 (未在图 1 中表示) 或传递到与图 1 所示的信号处理模块 18 结构类似的另一个信号处理模块 (未在图 1 中表示)。在其他的实施方案中, 信号处理模块 18 也可能将其另一端连接到另一个地震传感器电缆 (未在图 1 中表示), 其结构类似于图 1 所示的地震传感器电缆 12。

[0028] 信号处理模块 18 通过压力密封的电气 / 机械连接器 (“密封连接器”) 20, 连接到传感器电缆 12 和数据通信电缆 13 (或另一个传感器电缆)。将一个这样的密封连接器 20 设置在数据通信电缆 13 的一端。另一个密封连接器设置在地震传感器电缆 12 的一端, 见图 1。密封连接器 20 的内部结构将在下面参照图 2 作进一步说明。信号处理模块 18 的内部结构也将参照图 2 加以说明。

[0029] 地震传感器电缆 12 包含一个或更多的传感器 “抽头” 14。一个传感器抽头 14 就是一个抗压密封盒, 装置在传感器电缆 12 的外部。抽头 14 在其内部包含电气连接装置, 用来将设置在电缆 12 外加固编织层 (图 1 中未表示) 内的电导体 (参照图 4 说明) 连接到一个或多个地震传感器 16 上。正如将会做出的进一步说明, 抽头 14 也为传感器 16 和电缆

12 之间的连接提供了溢流口。

[0030] 地震传感器 16 可以是单一成分的地震检波器,多重成分的(一般为三个正交成分)地震检波器,水中听音器,加速计,水中听音器与地震检波器的结合,或者是本领域已知的任何其他探测地震信号的装置。传感器电缆 12 的构造将参照图 3A 和 3B 更详细地加以说明。传感器抽头 14 的构造将参照图 4 更详细地加以说明。虽然图 1 中所示传感器电缆 12 的实施方案只包含一个传感器抽头 14,只有一个地震传感器连接到抽头 14 上,但是按照本发明的地震传感器电缆的其它实施方案包含的传感器抽头 14 可能不止一个。而地震传感器电缆的其它实施方案所包含的、连接到电缆的每个传感器抽头 14 上、或连接到沿着传感器电缆设置的任何一个或多个这种抽头上的地震传感器,还可能不止一个。

[0031] 地震传感器电缆 12 上与连接信号处理模块 18 的端头相反的端头的末端可以是一个单一型连接器 22。一个同样形状的单型连接器 22 设置在传感器延长电缆 15 的一端。两个同样形状的单型连接器 22 通过一个内螺纹连接环 24 彼此进行机械连接,内螺纹连接环 24 与每个进行连接的单型连接器 22 的对应的外螺纹接合。在本实施方案中,传感器延长电缆 15 可以包括也可以不包括附加的地震传感器(图 1 中未表示)。最好是传感器延长电缆 15 的两端都包含一个同样形状的单型连接器 22,因而传感器延长电缆 15 的任一端都可以连接到地震传感器电缆 12 末端的单型连接器 22 上。同样最好是传感器延长电缆 15 的每一端都包含一个螺纹连接环 24。由于在传感器延长电缆 15 的每一端都带有一个单型连接器 22 和一个连带的螺纹连接环 24,即使发生了传感器延长电缆 15 的误操作(即电缆 15 反向展开),也可以避免将错误的电缆端头与地震传感器电缆 12 端头上对应的单型连接器 22 相配合。同样,在传感器延长电缆 15 的每一端带有一个单型连接器,可以避免用错误的端头使两个传感器延长电缆首尾相接。单型连接器 22 的结构将参照图 5 作更详细的说明。

[0032] 图 2 表示用来将传感器电缆 12 连接到信号处理模块 18 的密封连接器 20 的一个实施方案,并且更详细地表示信号处理模块 18 的内部结构。在本实施方案中,密封连接器 20 包含外壳 20F,外壳 20F 可用塑料模压制成。外壳 20F 最好是以模压制成,以便确定内部空间 20E。在本实施方案中,外壳 20F 模压所用的塑料是用 A. L. Hyde Company, Grenloch, N. J. 以 HYDEX 商标名销售的纤维填充聚氨脂化合物。其他类型的塑料也可以用于其他的实施方案,但是,该塑料的一个重要特征是,在连接器 20 装配期间,与用于填充外壳 20F 内部空间的未固化塑料应基本上形成无界面结合。此类塑料化合物的特征将进一步加以说明。外壳 20F 也可以模压出适合于安装 O 形环或类似密封件的定位设置或凹槽 20D,目的在于当连接器 20 和外罩 18A 接合时,可以贴着外罩 18A 的内表面形成液体不能渗透的密封。外罩 18A 用来包装信号处理模块 18 的电子元件,这一点以后将进一步说明。外壳 20F 也可以模压出包含一个锁紧环凹槽 20C,用来在信号处理模块外罩 18A 和外壳 20F 之间传输轴向负载。

[0033] 与外罩 18A 配合的外壳 20F 的轴向端可以包含一个适于和电气接头支承垫片 20B 的一边相配合的凹进开口。电气接头支承垫片 20B 最好也用模压塑料制作,最好采用前面提到的 HYDEX 化合物。电气接头 20A 模压时将电气接头 20A 纳入支承垫片 20B 的结构内部。电气接头 20A 应能与设置在信号处理模块 18 中与之相对应的电气接头 18F 配合。在垫片 20B 制作过程中,最好将电气接头 20A 压制到 20B 内部,以便在电气接头 20A 处,使液体流动

遇到基本上难以逾越的障碍,无法通过垫片 20B。有了这种压制到垫片 20B 内部的电气接头 20A,即使连接器 20 脱离模块 18,也能充分防止液体进入连接器 20 内部。

[0034] 在本实施方案中,电气接头支承垫片 20B 最好是模压制作,使每个电气接头 20 隐藏在一个末端开口的圆柱形小管中(未在图中清楚地分开表示),小管沿着径向,将装有信号处理模块 18 中的每个电气接头 18F 的相应的圆柱形大管子(未在图中清楚地表示)密封起来。由于接头垫片 20B 及模块 18 中相应的电气接头支承结构具有这种密封管,即使连接器/外壳中的其它密封元件(例如凹槽 20C 中的 O 形环)失效,电气接头 20 和 18F 也是封闭的,可以阻止液体浸入。

[0035] 外壳 20F 最好压制为一个具有锥形外径的“弯曲半径转换部分”,图中以 20D 表示,使得带有电缆 12 的连接器 20 的弯曲度从连接器 20 结合端的相对较为峭直逐渐变化到电缆 12 的弯曲度,从而避免在电缆 12 接入连接器 20 处,对电缆 12 施加不适当的弯曲应力。其他实施方案可能包含单独压制的弯曲半径转换部分 20D,并采用比外壳所用塑料更软(或更有柔性)的塑料压制。这种单独压制的弯曲半径转换部分可以在连接器 20 装配之后压制在外壳 20F 上。

[0036] 适合与信号处理模块 18 的电气接头部分配合的电气接头支承垫片 20B 的轴向端包含一个管状延长部分,在它的外表面带有密封槽 20K,适合于卡住 O 形环或类似的密封件。凹槽 20K 中的密封件与信号处理模块 18 的电气接头部分的内表面接合,因而即使其它密封装置(例如凹槽 20D 中的 O 形环)失效,也可以阻挡住进入电气接头范围的液体。

[0037] 为了将连接器 20 装配到地震传感器电缆 12 上,适当地剥开电缆外部护套 12D 和电缆内部护套 12B,露出电缆中的电导体 12C 和纤维加固层 12A。电导体 12C 采用焊接、卷边或其它方式,固定在接头支承垫片 20B 内的电气接头 20A 上。然后将接头支承垫片 20B 放入外壳 20F 轴向端的配合区内。最后,用聚氨酯等类未固化塑料填充内部 20E,最好是用 Smooth-On,Easton,PA 以 SMOOTH-CAST 320 商标名销售的一种化合物。不论是用现有的聚氨酯还是其他塑料来填充内部 20E,用来填充内部 20E 的塑料有一个重要特性:当塑料固化或放置时,塑料和外壳 20F 基本上形成了一种分子结合。有利的是,采用这种具有如此结合特性的聚氨酯或其他塑料成分,基本上将施加于连接器 20 的全部轴向负荷均等地转移到纤维层 12A 的每个单一纤维上了。有了这种均等的轴向负荷转移,就能对设置在电缆 12 上的连接器 20 提供最大可能的轴向力量。此外,采用具有所述特性的聚氨酯,能够充分防止液体进入电缆 12 或连接器 20 的内部 20E,即使连接器 20 脱离信号处理模块 18,或密封件(例如凹槽 20C、20D 中的 O 形环)失效。

[0038] 连接器 20 可以压制成为一个单独的元件,具有上述全部几何特征,只不过要将电气接头 20A 定在适当的位置,提供一个合适的成形模具,并用适当的塑料化合物填充模具。无论如何,按照上述方法装配连接器可能有一个优点:采用上述预压制的外壳 20F 和上述压制制的电气接头支承垫片 20B,就可以在一艘地震服务船上或在任何其他适当的塑料模压设备的场所,对连接器 20 全部进行替换。

[0039] 仍旧参考图 2,信号处理模块 18 的外罩 18A 最好用钛、不锈钢或类似的高强度材料制造。该材料最好能防隙间腐蚀和应力裂纹腐蚀。外罩 18A 的内部和外部形状基本上可以是圆柱形的。外罩 18A 的外部表面上,在其轴向端,刻有螺纹 18E,用来与锁定元件定位环 19 的内表面上的对应螺纹相配合。当连接器外壳 20F 与外罩 18A 配合时,有一个锁定元件

(未明确显示)穿过锁孔 18D 插入外罩 18A。锁定元件(未显示)还与外壳 20F 中形成的锁环凹槽 20C 接合。锁定元件(未显示)的功能在于使连接器外壳 20F 在外罩 18A 中保持轴向不动。然后,锁定元件定位环 19 拧到外罩 18A 中的螺纹 18E 上,覆盖锁定元件的开口 18D,从而将锁定元件(未显示)保留在锁定元件的开口 18D 中。

[0040] 电路板装配框架 18B 嵌入外罩 18A 中。电路板装配框架 18B 在此已经固定了电路板 18G,电路板 18G 包含信号处理模块 18 的有源电路系统。该电路系统的一个可能的实施方案将参照图 7 进行说明。另一个实施方案将参照图 10 进行说明。电路板的数量以及在电路板 18G 的任何一种实施方案中设置的具体电路是系统设计者自行决定的问题,而且除其他考虑外,还将随地震传感器(例如图 1 中的传感器 16)的计划安排而改变。确定框架 18B 最好的形状时,要考虑当框架 18B 从外罩 18A 中取出时,能够使电路板 18G 方便地从 18B 中移开。框架 18B 的轴向端最好有一个凹槽,用来容纳电气接头支承垫片 18J,这种垫片的结构和设置在连接器外壳 20F 配合面的接头支承垫片 20B 相似。制造时,最好将电气接头 18F 压制到垫片 18J 内部,和连接器 20 的垫片情况类似。或者,电气接头 18F 也可以在制造时直接压制到框架 18B 内部。框架 18B 可以用塑料压制,最好是用聚氨酯,例如先前描述过的 HYDEX 化合物。

[0041] 框架 18B 的轴向端最好也包含用于密封的部件 18H,本实施方案中的密封部件 18H 基本由圆柱形部件组成,大小刚好放入外壳 18A 的内表面里面,并且包含用于放置 O 形环或类似密封件的凹槽 18C。密封部件 18H 的目的是与适当的密封件结合,如果连接器 20 中有一个在使用中脱离外罩 18A,或者连接器 20 上的密封件(例如凹槽 20D 中的 O 形环)失效,阻止液体进入外罩 18 内部后损坏电路板 18G。

[0042] 图 3A 表示地震传感器电缆 12 的一个实施方案的端视图,图 3B 则表示其侧视剖面图。传感器电缆 12 包含外部壳层或护套 12D,外部壳层或护套 12D 最好用聚氨酯制作。外部护套 12D 计划用来阻止液体进入电缆 12 内部。用来制作护套 12D 的聚氨酯在与未固化聚氨酯接触时,最好能实际上构成一种分子结合,就象前面对密封连接器(图 2 中的 20)的装配所说明的那样。也可以采用其他材料来制作护套 12D,只要该材料能和用来填充外壳(图 2 中的 20F)内部(图 2 中的 20E)的材料形成适当的结合。

[0043] 机织纤维加强编织层 12A 设置在护套 12D 里面。加强编织层 12A 可以用玻璃纤维、玻璃和石墨纤维的合成物、聚合物纤维制成,也可以用本领域中已知的用于加强电缆或管子的其它任何类似材料或化合物制成。选择加强编织层 12A 所采用的纤维编织型式、纤维尺寸及纤维材料时,最好要考虑使电缆 12 轴向断裂强度两倍于预期的电缆 12 使用期间的轴向负荷。在一个实施方案中,使用期间电缆上的预计轴向负荷最多大约 1,000 磅。在该实施方案中,纤维编织层 12A 应使电缆具有的轴向断裂强度大约为 2,000 磅。

[0044] 在本实施方案中,编织层 12A 中的一些单个纤维或纤维组可以用小规格单个绝缘导线或绝缘导线的双绞线代替,以 12C 表示。本实施方案中成对的绝缘导线 12C,在电缆 12 选定的位置上,和一个或多个地震传感器(图 1 中的 16)相连接,正如前面说明的传感器抽头(图 1 中的 14)一样。

[0045] 内部护套 12B 设置在编织层 12A 里面。内部护套 12B 对中心电导体 12E 提供电绝缘和不漏液体封装。中心电导体 12E 显示为单一导体,但是传感器电缆的其它实施方案中可能包含多个设置在内部护套里面的导体。本实施方案中的内部护套可以用 E. I. du Pont



de Nemours & Co., Wilmington, DE 以商品名为 TEFLON 销售的塑料制成。本领域中已知的用于制作内部护套 12B 的还有其他的适当材料,其中包含聚氨酯。

[0046] 在传感器电缆 12 的某些实施方案中,内部护套 12B 有一项重要目的,就是在外部护套 12D 遭到一定程度的损坏使液体透过外部护套 12D 时,阻止液体进入中心导体 12E。正如下面参照图 6 所作的说明,在一个实施方案中,中心电导体 12E 可在中心记录装置(未在图 3A 及图 3B 中表示)及一个或多个信号处理装置(图 1 中的 18)之间输送电力和数据。正如前面所述,设置在编织层 12A 内的绝缘导线 12C 可用来从一个或多个设置在电缆 12 沿线的地震传感器(图 1 中的 16)向信号处理装置之一(图 1 中的 18)传导信号。因此,当外部护套 12B 失效时,配置如图 3A 和 3B 所示的电缆沿中心电导体 12E 的电力传输及数据通信(或者任何其它要求电绝缘及连续性不受损坏的功能)可能不太容易受到影响。因此,即使当液体进入一个或多个传感器电缆 12 而使部分失效时,配置如图 1 所示的 OBC 系统基本部分差不多都能维持良好的运转。

[0047] 正如前面所提出的,图 3A 和 3B 中所示电缆 12 的实施方案包含一个位于中心的导体 12E,但是应该明确的是,也可以在内部护套 12B 里设置任何数量的导体。传感器电缆的任何具体实施方案中,这种电导体的数量及尺寸要按照合乎实际应用与专门情况的准则来确定,包括信号处理装置之间以及(或)中心记录装置之间数据遥感勘测的类型,不论在其他准则中,是否有电力沿中心导体传输,传输了多少电力以及各个传感器电缆的长度等。因此,位于中心的电导体的数量不能用来限制本发明的范围。

[0048] 在某些实施方案中,可采用结构大体如图 3A 及 3B 所示的电缆来制作传感器电缆(图 1 中的 12),在一端包含一个密封连接器,例如图 1 中的 20(用于连接到信号处理装置),在另一端包含一个单一型连接器(下面将参照图 5 加以说明)。图 3A 和 3B 的电缆还可以在每一端都包含一个单一型连接器,用来制作形成传感器延长电缆(图 1 中的 15)。

[0049] 传感器抽头的一个实施方案示于图 4。传感器抽头 14 可包含一个压制成型的聚氨酯外罩 23。外罩 23 可在传感器电缆 12 的外部护套 12D 之上压制成型。在一个或多个地震传感器 16 连接到地震传感器电缆 12 的地方,可以在外部护套 12D 上选取一定长度,从地震传感器电缆 12 上剥除(或者用另一种方法,在外部护套 12D 上制作一些小的开口),从纤维编织层 12A 抽出一个或多个绝缘导线 12C 的双绞线。然后将导线 12C 以电气连接到地震传感器 16 的电引线 16A。采用箍带将引线 16 以机械方式附着在外部护套 12D 上以减轻应力,箍带可以用纤维、塑料或其他适当材料制成。在某些实施方案中,引线 16 可以自行绕在电缆 12 上减轻应力。最好是在引线 16 和外部护套 12D 之间设置一个装配块 17,减弱外部护套 12D 和引线 16A 的压碾和挤压。引线 16A 和导线 12C 之间的电连接部分最好在压制外罩 23 之前,覆盖一层可溶性蒸发-固化橡胶塑料绝缘化合物(未表示),例如 Plasti Dip International, Blaine, MN 以 PLASTI DIP 商品名销售的材料。覆盖层可以通过沉浸、喷雾或涂刷的方式制备。如果发生液体进入外罩 23 的情况,绝缘化合物(未表示)有助于确保导线 12C 和引线 16A 之间电连接上的电绝缘。

[0050] 如上所述,在引线 16A 装配到电缆 12 上之后,可以将外部护套 23 压制在电缆 12 之上。在本实施方案中,每个传感器引线 16A 包含一个压力密封电气/机械连接器 16B,因此,如果万一出现传感器失效的情况,就能够换下传感器 16,而无须重建传感器抽头 14。在其他实施方案中可能省略连接器 16B。为了在传感器 16 和传感器抽头 14 之间建立电气和

机械连接而采用的适当的连接器在本领域中是众所周知的。

[0051] 图 4 中所示传感器抽头 14 包含两个单个地震传感器 16,但是,在有关抽头的其他实施方案中所用传感器的数量可能更多或更少。在图 4 中所示的传感器抽头已经成功地进行了阻止液体进入的试验,试验的外部液体压力相当于 300 米的水深度。

[0052] 用在传感器电缆 12 及传感器延长电缆(图 1 中的 15)上的单一型连接器的一个实施方案示于图 5。在本实施方案中,连接器 22 包含一个压制成型的外壳 22H,外壳 22H 可用聚氨酯制成,和用于图 2 中所示连接器外壳(图 2 中的 20F)的 HYDEX 化合物类似。单一型连接器外壳 22H 包含一个内腔或通孔 22A,其终端为一插座,用来放置电气接头支承垫片 22B。外壳 22H 的内部通孔 22A 的大小最好不小于传感器电缆 12 能够自由通行所需的尺寸。外壳 22H 的一个轴向端上有压制在其外表面上的螺纹 22C,用来连接与之对应的一个单一型连接器,这一点下面将进一步加以说明。外壳 22H 最好包含一个弯曲半径转换部分 22J,以避免在维护和操作时,对传感器电缆 12 施加额外的弯曲应力。

[0053] 支承垫片 22B 最好用压制外壳 22H 所用的相同的或类似的聚氨酯材料制成。电气接头适当地装置在具有公接头 22E 与母接头 22D 的密封管内。制造时将电气接头压制到垫片 22B 的主体内。接触密封管 22D 和 22E 最好分别包含整体压制的密封环 22G 及 22F,使密封管 22D、22E 在与另一个单一型连接器的相对应的密封管配合时,可以阻止液体进入。

[0054] 在连接器 22 装配时,电缆 12 中的电导体 12C 与密封管 22E 及 22D 中的电气接头采用焊接、卷边或其他本领域中已知的方法进行连接。然后将接头垫片 22B 放入外壳 22H 轴向端的垫片插座中。然后用未固化聚氨酯,例如前述 SMOOTH-CAST 320 化合物,填充外壳 22A 内部。固化后,聚氨酯化合物基本上与外壳 22H、电缆外部护套 12D 及接头垫片 22B 形成分子结合。由于连接器 22 内部各种成分具有这种结合形式,液体进入连接器 22 及电缆 12 的可能性减到最小,即使在连接器 22 从与之配合的单一型连接器上脱离时也是如此。

[0055] 正如前面参照图 1 所作的说明,在每个进行配对的连接器外壳 22H 的螺纹部分 22C 上,有一个螺纹连接环 24,轴向负荷通过螺纹连接环在成对的单一型连接器 22 之间进行传递。同样如前所述,在两端各有一个单一型连接器的传感器延长电缆(图 1 中的 15)的每一端,最好都装备一个螺纹环 24。图 4 所示传感器抽头已经成功地进行了阻止外部施加相当于水深 300 米的液压试验。

[0056] 按照本发明的系统各种不同成分设置的一个实例见图 6。在每一端都包含单一型连接器的第一个传感器延长电缆表示为 115。第一个传感器延长电缆 115 包含两个传感器抽头 14。每个传感器抽头 14 包含两个地震传感器 16。在第一传感器延长电缆 115 的一端包含一个塞子 27,塞子 27 装置在单一型连接器 22 中,用来封闭连接器 22,阻止液体进入。第一个传感器延长电缆 115 在其另一端连接到与其构成相似的第二个传感器延长电缆 215 的一端,采用一个螺纹环 24,对两个单一型连接器 22 进行螺纹连接。第二个传感器延长电缆 215 包含两个传感器抽头 14,每个抽头连接两个地震传感器 16。

[0057] 第二传感器延长电缆 215 的另一端连接到第一个传感器电缆 112 的一端。如图 2 所描述,第一个传感器电缆 112 可以在一端装置一个单一型连接器 22,在另一端装置一个密封连接器 20。第一个传感器电缆 112 包含两个传感器抽头 14,每个抽头连接两个地震传感器 16。

[0058] 第一个传感器电缆 112 的另一端连接到第一个信号处理模块 118。第一个信号处

理模块 118 可以按照上面参照图 2 所述方法制作。按照图 6 所示的设置,第一个信号处理模块 118 中的电路(未分别显示)向第一个信号处理模块 118 “下游”的各个传感器(从第一个信号处理模块 118 到第一个附加传感器电缆 115 的终端)提问,并将提问所得的信息转换成适合于“溯流向上”传输的形式,通过第二个传感器电缆 212,通过第三个传感器延长电缆 315,通过一个第三感应器电缆 312,到一个第二信号处理模块 218,接收发自这一第二信号处理模块的信号遥感勘测数据,通过数据通信电缆 13,到达记录装置 50。就像前面参照图 3A 和 3B 所作的说明,经过处理信号,最好分别沿第三个传感器延长电缆 315 及第二、第三个传感器电缆 212、312 中一个或多个位于中心的导体(未分别表示),从第一个模块 118 溯流向上传输到第二个模块 218,因此,一旦 215、212、312 等任何电缆上的外部护套失效,或者出现液体进入任何传感器抽头 14 的故障时,仍然在运转的传感器 16 的信号通信还可以继续进行,溯流向上的数据通信也可以继续进行。在某些实施方案中,指令信号可以从记录装置 50 传输到 118、218 每个模块,对信号处理的各个方面加以控制,特别是计时索引。这种指令信号最好同样沿着中心导体传输,减少通信故障的几率。

[0059] 第二个传感器电缆 212 和第三个传感器电缆 312 的结构与第一个传感器电缆 112 相似。第三个传感器延长电缆 315 的结构与第一个传感器延长电缆 115 和第二个传感器延长电缆 215 相似。数据通信电缆 13 最好像参照图 3A 和图 3B 所作的说明,只包含一个中心电导体,并除去设置在纤维加强编制层中的导体双绞线,因为数据通信电缆 13 中不包含传感器抽头。记录装置 50 可以采用本领域中已知的用于 OBC 系统的普通记录装置。

[0060] 传感器电缆(图 6 中的 12)和信号处理模块(图 6 中的 18)的一个可能的实施方案的功能结构图表示在图 7 中。该实施方案中的传感器电缆 12 包含 8 对外部电导体双绞线(图 3A 和图 3B 中的 12C),用来从连接到传感器电缆 12 的各个地震传感器 16 向信号处理模块 18 传输信号。各个传感器 16 通过一个传感器抽头 14,连接到各自的双绞线(表示为单股线)S1、S2、S3、S4 上,抽头 14 的作法见前面参照图 4 所作的说明。其余标示为 T1、T2、T3、T4 的四个导体双绞线为“直通”导体,用于传输模拟信号,例如可能由另一个传感器电缆中的传感器产生的信号。导体双绞线 T1-T4 和 S1-S4 的终端在传感器电缆 12 一端的密封连接器 20 内。密封连接器 20 基本上可以按照图 2 的方法制作。密封连接器 20 与信号处理装置 18 上相对应的连接器(未分别表示)配合。传感器电缆 12 可以包含数据通信导体 COM1,设置在内部电缆护套之内(已参照图 3A 和 3B 加以说明)。在图 7 的实施方案中,数据通信导体 COM1 可以传递遥感勘测数据及(或)电力,传递的内容由传感器电缆 12 每个端头上具体的连接情况而定。

[0061] 本实施方案中的信号处理模块 18 的电路里包含一个遥感勘测收发机 105,用来探测来自记录装置(图 6 中的 50)的指令信号。遥感勘测收发机 105 最好还执行系统控制器的功能。已知在本领域中,诸如 ASICs(专用集成电路)等可编程集成电路已用于执行此处所说的收发器/控制器的功能。动力增加时,可以通过编程,使收发机 105 检测通信端口 COM2A 和 COM2B 中哪一个包含来自记录装置(图 6 中的 50)的指令信号。正如根据参照图 2 的说明所能做出的推断,通信端口 COM2A 和 COM2B 成为用来与传感器电缆 12 或数据通信电缆(图 6 中的 13)上的密封连接器 20 相配合的电气及机械连接器的一部分。根据通信端口 COM2A 或 COM2B 中哪一个被定为指令信号的来源,收发器 105 操作遥感勘测端口开关 103,使遥感勘测信号输出端与该通信端口结合。另一个通信端口 COM2B 或 COM2A 将被选来

接收来自任何其他信号处理装置的“下游”遥感勘测数据。下游信号处理装置的这种设置已经参照图 6 进行了说明。根据哪个通信端口被定为“上游端口”，模拟信号输入开关 104 选择哪个连接器作为来自位于信号处理装置 18 “下游”地震传感器的模拟信号的来源。在图 7 中，这些连接器以 ASIG1 和 ASIG2 表示。应该注意到，在本实施方案中，通信端口 COM2A 和 COM2B 的电气接头设置在同样也包含模拟信号端口 ASIG1 和 ASIG2 的每个电气 / 机械连接器内部。

[0062] 由模拟信号输入开关 104 选择模拟信号端口 ASIG1 或 ASIG2，选中的模拟信号输入可以连接到多路转换器 (MUX) 102，从选中的模拟信号端口，将并联模拟输入转换为串联输入。然后，为了在收发器 105 中进行滤波（例如通过有限脉冲响应滤波器）及缓存，串联输入可以在一个模拟数字转换器 (ADC) 101 中数字化。当记录装置（图 6 中的 50）发出指令时，或者按照一个预编程遥感勘测格式，缓存后的信号数据可以在选中的数据通信端口溯流而上进行传输。实际的遥感勘测格式是系统设计者自由决定的问题，不是用来限制本发明的范围的。

[0063] 如前所述，“下游”数据通信端口，COM2A 或 COM2B，根据指令信号的检测而确定，可能会周期性地受到收发器 105 的询问，探询是否有另一个信号处理模块（未在图 7 中表示）溯流向上传来的信息。

[0064] 在有些实施方案中，可以根据信号处理模块的数量来限制模拟传感器信号的数量，从而改进传感器系统的性能。图 8 表示按照本发明的地震传感器系统的另一个实施方案，该实施方案可以提供这种改进的性能。该系统所包含的传感器电缆 12 基本上可以按照图 2、3A、3B、4、5 所述的方法制作。该系统的这一实施方案中每个传感器电缆 12 都包含一个传感器抽头 14。每个传感器电缆 12 上的每个传感器抽头 14 都连接一个地震传感器 16。每个传感器电缆 12 的一个终端上都有一个密封连接器 20，密封连接器 20 的类型（上面参照图 2 已作说明）适于与信号处理模块连接，信号处理模块见图 8 中 318。本实施方案中信号处理模块 318 内部部件的一种设置将在下面参照图 10 加以说明。每个传感器电缆 12 的另一个终端是一个单一型连接器 22，单一型连接器 22 基本上可按照图 5 所述的方法制作。两个信号处理模块 318 可通过传感器互连电缆 312 直接互相连接。传感器互连电缆 312 基本上可以按照和传感器电缆 12 同样的方法制作，并且包含两个传感器抽头 14，每个抽头与一个地震传感器 16 连接。本实施方案中的传感器互连电缆 312 的两个终端都有一个密封连接器 20，因此，传感器互连电缆 312 能够在每一端连接一个信号处理模块 318。

[0065] 在图 8 所表示的实例系统中，有一个传感器电缆 12 的一个终端是一个塞子 27，塞子在传感器电缆 12 的一个末端上，连接到单一型连接器 22。该传感器电缆 12 的另一端连接到信号处理模块 318 的一个末端。信号处理模块 318 的另一端连接到传感器互连电缆 312 的一端。传感器互连电缆 312 的另一端连接到第二个信号处理模块 318。第二个信号处理模块 318 的另一端连接到第二个传感器电缆 12 的一端。第二个传感器电缆 12 的另一端最终是一个单一型连接器 22。图 8 中表示的系统本身可在其“上游”端（即第二个传感器电缆 12 末端上的单一型连接器 22 的开口端）连接到另一个这样的系统。某些实施方案可包含多个如图 8 所显示的系统，这些系统首尾相连，最终是一个记录装置（例如图 6 中的 50）。图 8 所示系统本身最终就可以是一个记录装置（例如图 6 中的 50）。不管首尾相连的系统的确切数量是多少，一般考虑沿着记录装置和一个或多个信号处理装置之间的内部导

体（图 3A 中的 12E），传递电力和数字化信号。来自各个传感器 16 的模拟信号，通过设置在纤维加强编织层（图 3A 中的 12A）中的双绞导线（图 3A 中的 12C），从传感器 16 传导至一个信号处理模块。因此，图 8 所示系统可能具有参照图 6 所说明的优点，即如果一个或多个传感器电缆 12 上的外部护套损坏，液体越过外部护套，在记录装置及各个信号处理模块之间的电力和数字化信号还可以继续传递，因为内部护套将继续阻止液体进入内部导体。

[0066] 在每个传感器抽头上包含两个地震传感器的另一种设置示于图 9。图 20 中的系统包含两个地震传感器电缆 12，基本上可以参照图 2、3A、3B、4、5 所说明的方法制作。每个传感器电缆 12 的一个终端是一个密封连接器 20，另一个终端是一个单一型连接器 22。每个传感器电缆 12 包含一个抽头 14，每个抽头连接到两个地震传感器 16。每个传感器电缆 12 在密封连接器 20 的末端，连接到信号处理模块 318 的一端。图 9 中所示系统的一端，在单一型连接器 22 之一的开口端中，有一个塞子 27。系统的另一端，以开口的单一型连接器 22 作为末端，连接器 22 可以连接到“溯流向上”的另一个系统，或者在终端安装一个记录装置（例如图 6 中的 50）。图 9 所示系统包含一个模块互连电缆，以 213 表示。模块互连电缆 213 的两端各有一个密封连接器。模块互连电缆 213 在电气和机械方面的配置与前述数据通信电缆（图 6 中的 13）相似，在本实施方案中，互连电缆 213 只在信号处理模块 318 之间传递电力及数字化信号，因此，在纤维编织层（图 3B 中的 12A）内不设置传感器抽头或电导体。

[0067] 适用于图 8 和图 9 中所示系统的信号处理模块的一个例子见图 10 结构图。本实施方案中的模块 318 包含两个基本上相同的电路板 218G，方向相对地设置在框架 18B 中，因此不管模块 318 的哪一个端连接到一个具体的电缆（例如图 9 中的互连电缆 213 或图 9 中的传感器电缆 12），连接到该电缆的电路都是相同的。每个电路板 218G 包含一个中央处理器（CPU）202A，中央处理器 202A 除其它功能外，尤其用来控制 Tx/Rx 开关 205 及放大器/ADC 装置 201 的操作。正如前述的信号处理模块，通过 CPU 202A 对指令信号的探测，将确定究竟是模块 318 的哪一端连接到系统的“上游”部分（朝记录装置的方向），从而确定朝哪个方向将收到从下游模块传来的数字化信号，以及由另一个信号处理模块记录或转发的数字化信号将传递到哪里，这些是根据所采用的设置而决定的。指令信号也可以用来指示 CPU 202A 探测来自各种模拟信号输入终端 S1、S2 中具体输入终端的模拟信号。

[0068] 每个电路板 218G 最好具有两套模拟信号端口 S1、S2，以及两套电力/遥感勘测信号输入/输出端口 T1-T4。在本实施方案中，在连接器终端的设置中，一套模拟信号端口与一套数字信号端口，能够在连接到模块 318 一端的密封连接器（图 2 中的 20）内与相应的端口配接，而在模块 318 的另一端，一套相似的模拟信号端口与一套相似的数字信号端口，能够在连接到模块 318 另一端的另一个密封连接器（图 2 中的 20）内与相应的端口配接。在本实施方案中，模块 318 内两个电路板 218G 之间的数字信号通信及电力传输是由一个内部跨接线 218J 完成的。当用于图 8 所示系统的实施方案时，模拟信号输入到模块 318 的每一端。当用于图 9 所示系统的实施方案时，模拟信号仅输入到模块 318 的一端。

[0069] 本发明的各个不同方面为 OBC 系统提供了各种部件，这些部件制造成本低廉，使用有效，并且比本领域已知的相似系统更能阻止液体进入并防止连带引起失效。

[0070] 虽然本发明仅仅参照少数实施方案进行描述，但是对于本技术领域的熟练人员，得益于这一公开内容，将会高兴地看到：不脱离本发明在此公开的范围，就可以设计出其他实施方案。因此，本发明的范围应该只受所附权利要求的限制。

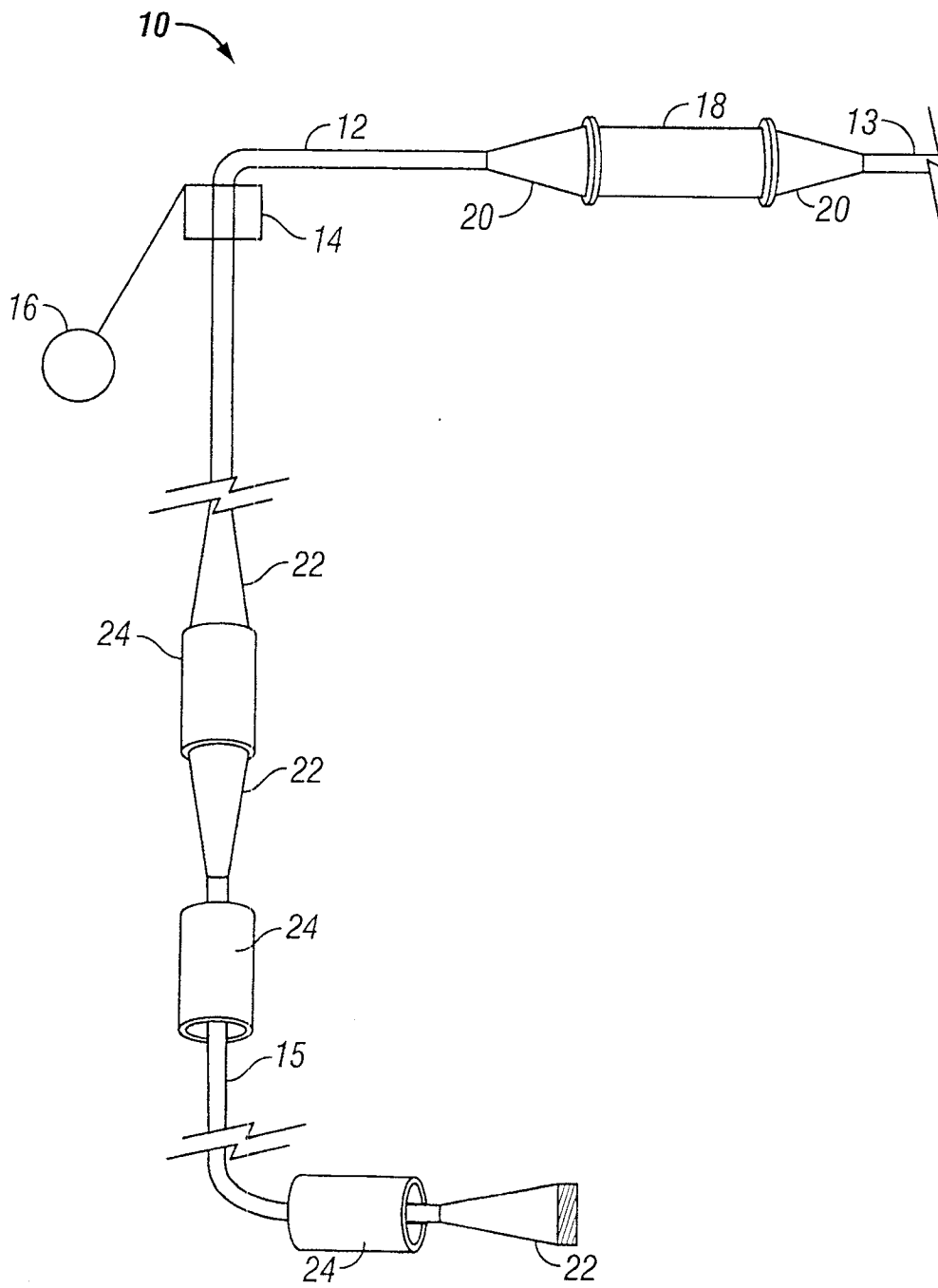


图 1

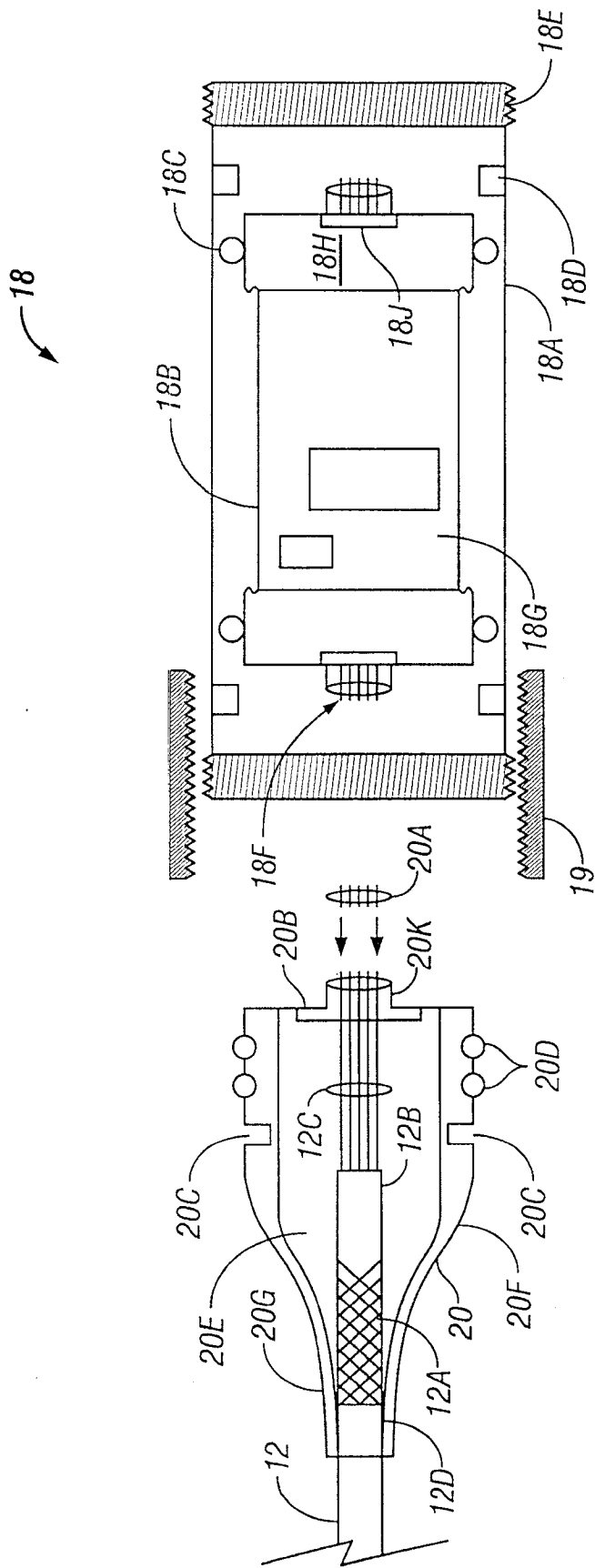


图 2

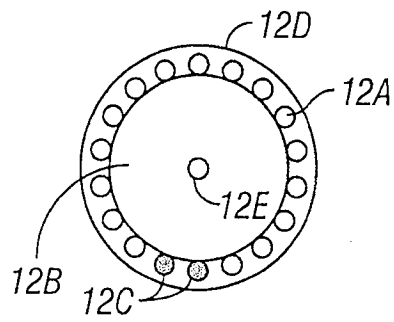


图 3A

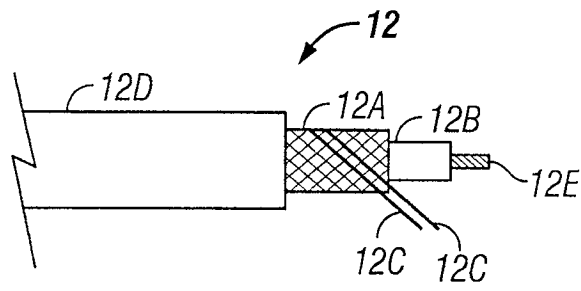


图 3B

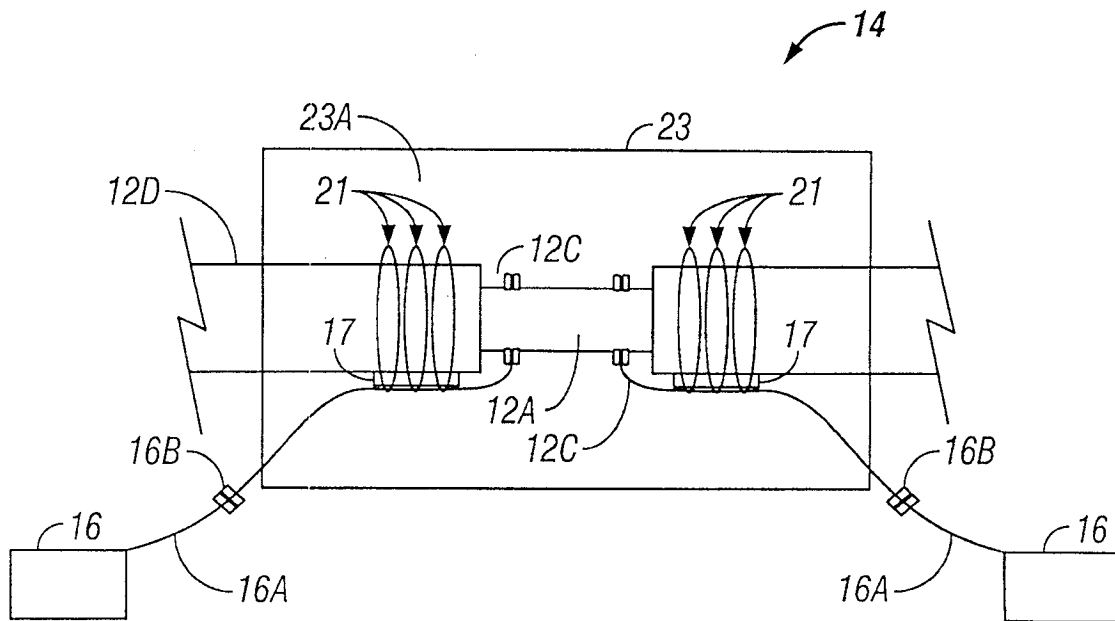


图 4



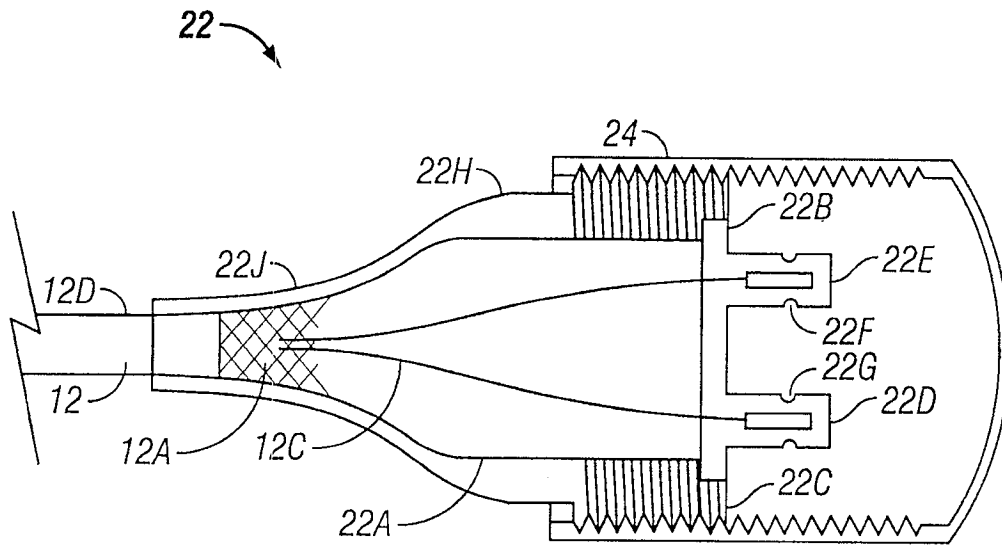


图 5

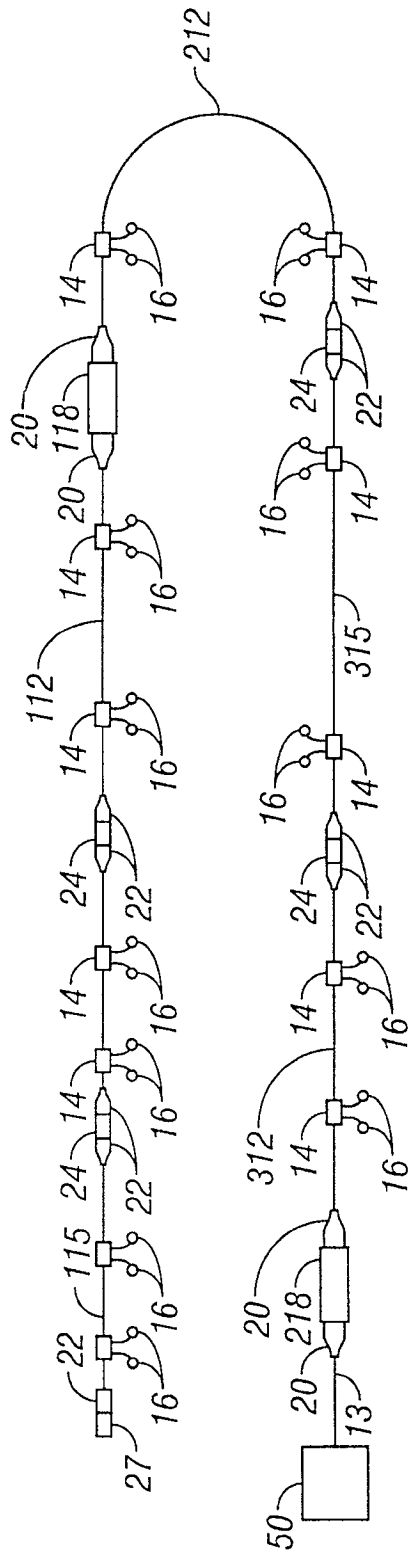


图 6

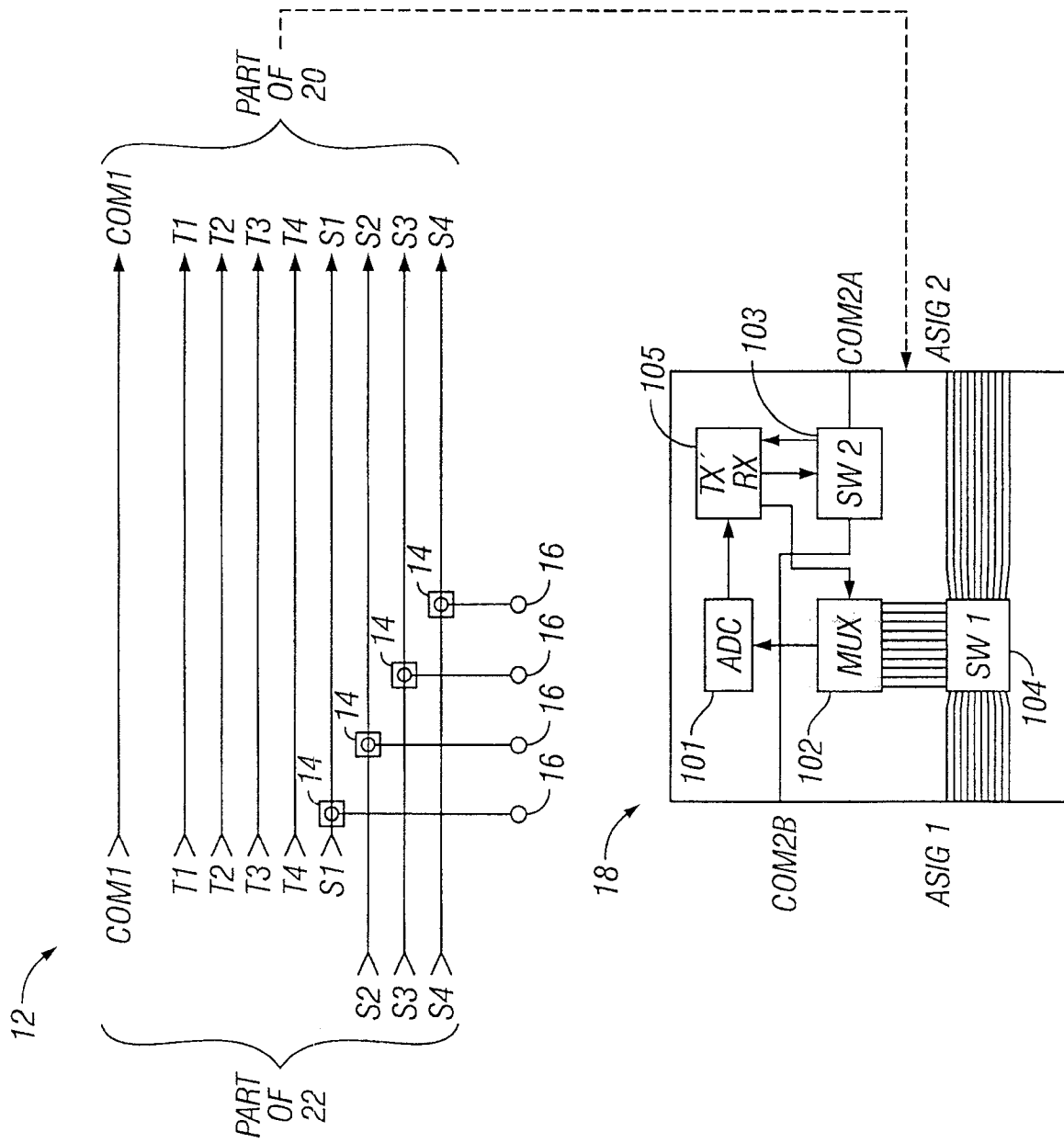


图 7

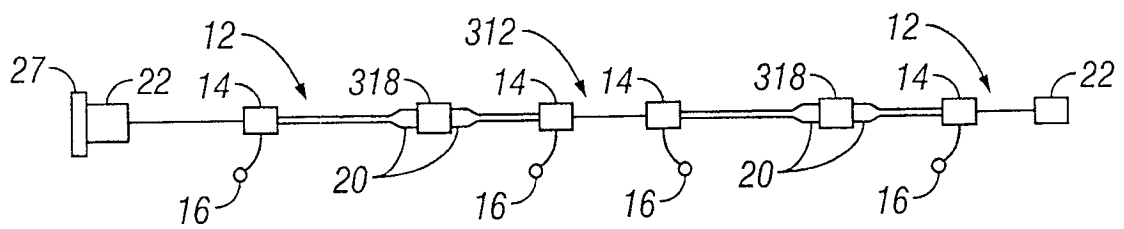


图 8

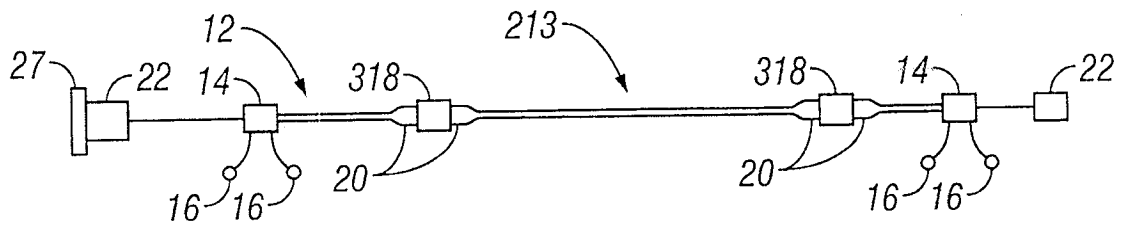


图 9

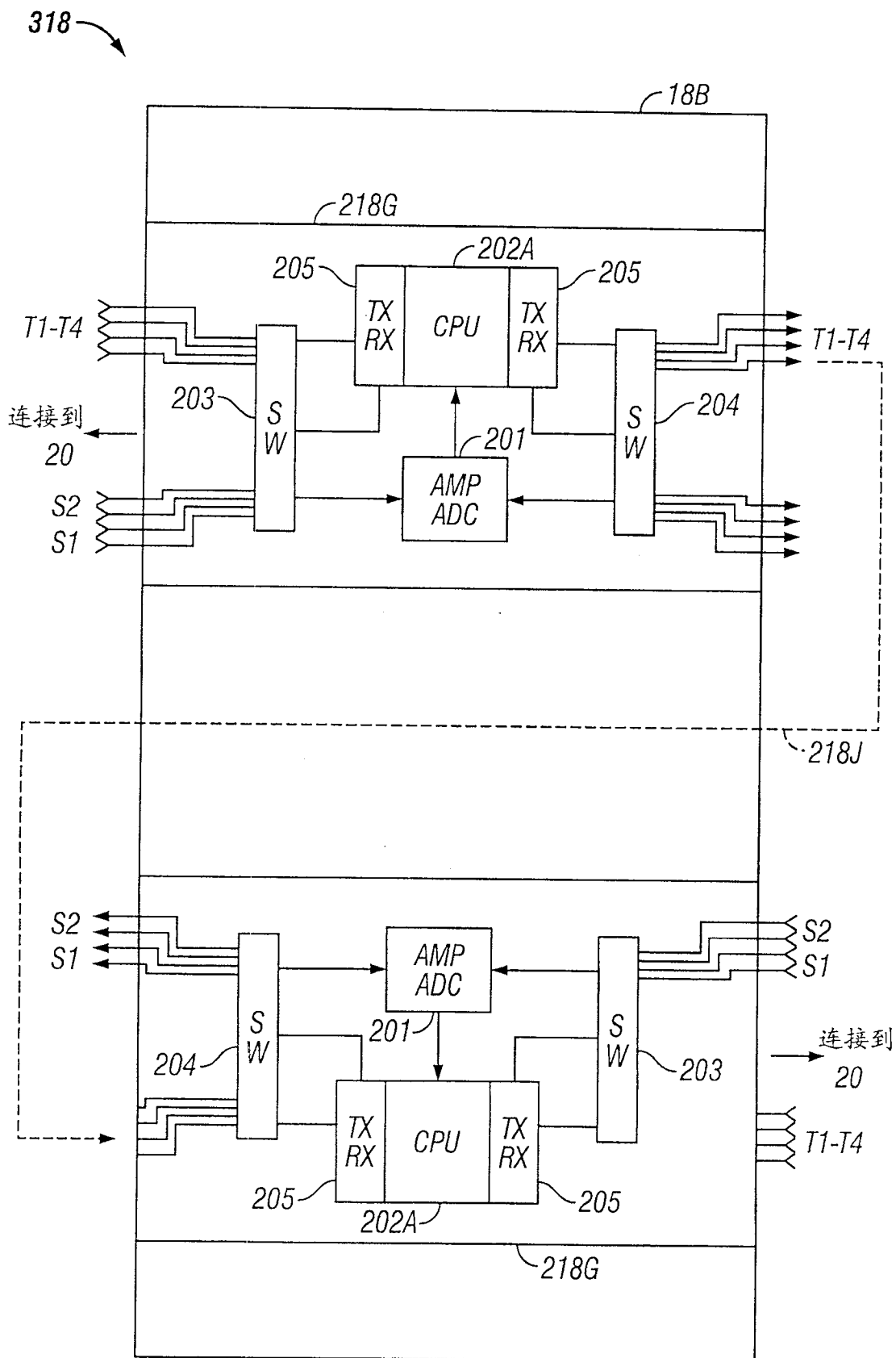


图 10