



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02147148.7

[43] 公开日 2004 年 5 月 12 日

[11] 公开号 CN 1495357A

[22] 申请日 1999.3.15 [21] 申请号 02147148.7
分案原申请号 99805056.3

[30] 优先权

[32] 1998.3.13 [33] US [31] 09/041,922

[71] 申请人 沃恩·W·诺思

地址 美国犹他

[72] 发明人 沃恩·W·诺思

詹姆斯·J·克罗夫特三世

肯尼思·劳伦斯·德夫里斯

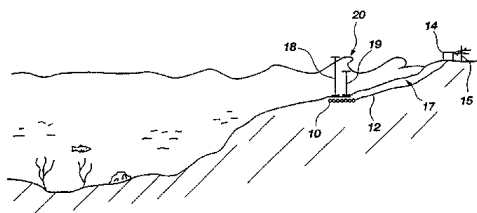
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 范 莉

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称 用于将海洋中重复的海浪运动转换成电能的能量传输系统

[57] 摘要

一种用于将海洋中重复的海浪运动转换成电能的能量传输系统，所述系统包括：用于在海底并在海浪运动的位置下方固定位置处操作的压力传感装置，用于对在压力传感装置上方水的高度的变化进行响应，以及根据与水的高度变化相关的力的变化而直接从压力传感装置提供电能输出，并能使一电池或其它电负载产生动力，该电池或其它电负载作为能量接收装置；与压力传感装置相连的电能接收装置；一个能量传输装置，其一端与压力传感装置相连，其第二端与所述电能接收装置相连。



1. 一种用于将海洋中重复的海浪运动转换成电能的能量传输系统，所述系统包括：

用于在海底并在海浪运动的位置下方固定位置处操作的压力传感装置，用于对在压力传感装置上方水的高度的变化进行响应，以及根据与水的高度变化相关的力的变化而直接从压力传感装置提供电能输出，并能使一电池或其它电负载产生动力，该电池或其它电负载作为能量接收装置；

与压力传感装置相连的电能接收装置；

一个能量传输装置，其一端与压力传感装置相连，其第二端与所述电能接收装置相连。

2. 如权利要求 1 所述的能量传输系统，其特征为，压力传感装置包括一个磁铁和线圈组合，其中磁铁和线圈被设置成在磁铁的磁场内相对于线圈形成一个相互作用的关系，磁铁和线圈组合可响应水的高度和重量的变化使磁铁和线圈相对运动，从而在线圈内产生电流。

3. 如权利要求 1 所述的能量传输系统，其特征为，压力传感装置包括：

一个支承结构；

一个可移动地设置在该支承结构内的板，所述板以直接响应因海浪运动而造成的水的重量的变化而运动的方式受到支撑；

一个可相互作用地连接到该板上的磁铁和线圈的组合，从而该板的运动引起磁铁和线圈的相对运动，以在线圈内产生电流。

用于将海洋中重复的海浪运动 转换成电能的能量传输系统

本申请是申请号为 99805056.3 的中国专利申请（国际申请号为 PCT/OS99/05710；国际申请日为 1999 年 3 月 15 日）的分案申请。

技术领域

本发明涉及将海浪或水浪的能量转换成有用的能量的方法和设备。更具体地说，本发明涉及把存在于海滨的周期性波浪运动转换成有用的电能。

背景技术

自古以来，人类就以畏惧的心理观察着海洋的巨大能力，并且长期以来一直在寻找着把这一能量用于有用的目的的方法。也许，与海洋相关的最大的自然能量形式之一就是周而复始的潮汐和由此而产生的海浪，它们限定了与这大量的水相邻的不断变化着的海岸。由于月亮的万有引力以及风力、温度和雨等变化着的气候条件所赋予的动力，永远变化着的潮汐和由此所造成的海浪运动在地球的绝大部分表面上的传播产生了一种不可估量的巨大的作用力，它实际上不断地击打着世界上每个大陆的暴露的海岸线。

发掘这一能源的尝试迄今为止收效甚微。尽管在河流上开发水电能源仅仅是在运动的水流中加一个涡轮机这样一个简单的事情，但要捕获周期性波浪中水的运动却是一个十分艰巨的挑战。已经设计出上百种装置来直接响应海洋的运动；但是这些装置很少能够经得起常规商业应用的考验。解决这一问题的典型作法包括采用移动的桨叶，浮筒以及各种各样的浮动体或系留体，它们被设计成以协调的方式横向于水流地运动，同时把这一能量传送给一个能够产生电力输出的机械连动机构。

这种系统中的一个主要缺陷源于水面位置，或者至少源于相对于水面结构的悬式连动机构，它取决于运动的机械部件与表面波浪运动的横

向相互作用，以便提供把来自海洋的力传输给发电机的装置。这种机械系统不仅十分昂贵，而且由于在水面处不断变化的气候条件，还需要对这些系统进行经常性的维护和修理，因为在水面处的气候条件的不断变化表现为能够压坏最牢固的结构的强大的作用力。此外，不停地变化着的潮汐要求复杂的高度调节机构，以便调节到不断变化着的水平面。由此所造成的操作条件的变化使得很难提供一种能够应付众多变量的单个系统，而众多的变量在与水面联动的能量转换用机械系统中是必须得到满足的。

为了要产生电能，所需要的是一种响应水的周期性波浪运动、但又与表层水的其它条件无关地进行操作的传输装置。这种系统必须是通过适当地平衡能量生产的成本与电力输出从而在经济上是可行的。

发明内容

本发明的一个目的是通过间接地把垂直运动转换成电能输出来捕获由于水的重复波浪运动而产生的能量。

本发明的一个进一步的目的是根据在一个固定的水下表面上方作为时间的函数而不断变化的水的重量来产生电能。

本发明的另一个目的是不依赖于悬浮在水中的运动物体地将波浪运动转换成电能。

本发明的更进一步的目的是间接地基于水在以重复的方式流向海滨并从海滨退回时重量的变化把潮汐的能量和重复的海浪运动转换成电能。

这些目的和其它目的是通过一种能量传输系统来实现的，该系统包括设置在海底并位于波浪运动部位下方的压力或重力传感装置，它们用于 (i) 记录压力传感装置上方水的高度的变化，以及 (ii) 根据与水的高度变化相关联的力的变化提供一个能量输出。一个传输装置的一端与压力传感装置相连，其第二端延伸到靠近波浪运动位置处的海岸处，用于把压力传感装置的能量输出传送到海岸处。使一个能量转换装置，例如一个电动机，光，蓄电池组或其它有用的电力装置与海岸处的传输装置相连，以用于接收来自传输装置的能量输出，同时用于把该能量输

出转变成电力。通过下面参照附图所进行的详细描述，本领域中的普通技术人员将会更加清楚地理解本发明的其它优点和特征。

附图的简要说明

图 1 示意地示出了与一个蓄电池系统相连结的压力传感器阵列，其中包括进入应用动力传输线的通路。

图 2 表示已经加装了图 1 所示海浪能量传输系统的海滨的剖视图。

图 3 示意地示出了一种用于在海洋水源的海滨区下方、在一个流态化沟槽内铺设压力传感器网的方法。

图 4 表示固定在一个刚性网格支撑件上、用于排布在海底沙子下面几英尺处的压力传感器网，这些传感器带有用于安装到一个能量贮存单元上的连接线。

图 5 表示本发明的另一个实施例，其中，电力是通过一个磁铁相对于一个线圈的相对运动而产生的，所述线圈被一个弹簧偏压至复原位置。

图 6 是沿 6-6 线截取的图 5 的剖视图。

图 7 表示另外一个实施例，该实施例采用一个与一个发电机相结合的用杠杆作用力把线性运动转换成旋转运动的活塞结构。

图 8 表示一个与一个旋转式能量转换发电机连接的风箱装置的透视图。

图 9 是示意地表示一个由一风箱装置驱动并与一个线性发电机相连的杠杆臂的剖视图。

图 10 表示一个栅网中的磁铁/线圈发电机的附加实施例。

图 11 表示磁铁/线圈组合的一个变型。

具体实施方式

本发明源自于这样一种观察，即，间接地把海浪运动转换成电能可以避免从前利用与水面联动的桨叶、滚轮或飘浮系统时所经受的机械上的局限性。其所面临的挑战是如何捕获表层水以往复的方式所进行的横向运动而不经受由强大的海浪的有时是剧烈地碰撞和回退运动所造成的物理磨损或破坏。事实上，在现有技术中的体会是要接受海潮和海浪

的能量转换要求一种能够响应这种横向的波浪运动、然后在一个涡轮机或某些其它能量传输装置内把这种运动转换成旋转运动的装置的限制。在研究了上百种试图发掘海洋能量的装置和方法之后很快发现了这一共同的特点。

本发明采取了一种新的间接式能量转换途径。与把注意力集中在将海水的横向运动作为动力源的做法不同的是，这种新的思想考虑了由横向运动的水所施加的垂直力。简而言之，本发明源自于这样一种观察结果，即，水的横向运动伴随着在水面处水面高度的变化，同时还伴随着水深的变化。在循环的或大或小的水量通过浸入水下的海滩或海底的任何一个给定区域时，水的深度变化直接造成水的重量的变化。实质上，水面高度的重复的上升和下降可被看作是一个泵机构，它的动作与海面上气候条件的严酷性无关。事实上，气候条件越严酷，海浪越大，对海洋的能量输入越大，导致更大和更频繁的水深的变化。

从根本上讲，本发明的能量传送系统可被看作是一个其高度重复变化的水柱。这种不断变化的水柱具有一个对应于在海底上方的水的高度的重力。重复的海浪不断地改变着任何一个给定海浪的最大高度和当该海浪退下时可能的最低水面之间的高度。这种高度上的差别相当于一个振动力和外加负载（与水的质量有关），它们可通过一个在海底上的转换装置转换成其它形式的势能或动能。这种变化的体积的重复特性能够模拟一种由海洋的海浪作用所间接产生的并由重力提供动力的抽吸力。

图1表示一种间接式转换装置，它没有运动部件并且基本上没有与水流和潮汐相关的直接运动。同样，本发明的这一方案基于这样一种观察，即，可以在水面下并在海底的下面实现传送来自重复的海浪运动的能量。这种见解需要进一步地改变传统的观念以便认识到海水下面的沙底可以被用作一个压力传送装置，以用于在稍受保护的环境中，在没有径向水流的影响以及不受海洋生物的可能的攻击的情况下把海水柱的变化着的负载转变成电能。事实上，沙子的流动性及其优异的压实特性为这种能量的传输和转换提供了一种理想的介质。

因而，本发明的一个实施例利用一个压力传感装置阵列，例如压电

压力传感器 10, 使这些传感器都单独地连接到一个导线 11 上, 该导线 11 与一个公用导线 12 相连。本发明的这一实施例利用了压电材料把外加的物理应力转换成电压输出的能力。例如, 已知有许多压电材料, 它们被用于传声装置, 压力计等, 这些压电材料提供一个与外加的应力或负载的变化成正比的模拟输出电压。典型地, 这一电压被用于测量加在一个机械部件上的应力的变化并被连接到一个计量表和相关的电路上, 以对外加负载进行模拟测量。在本发明中, 由水柱所施加的变化的重量可被用来在压电材料上产生一个物理变化, 并导致一个电压输出。该输出的电压引起沿连接导线 11 和 12 流向蓄电池组 13 的电流。基于由重复的波浪运动提供的连续不断的电流, 电能被储存在电池中。

电流和外加负载之间的数学关系与所选择的特定的压电材料有关。熟悉压电材料领域的技术人员已建立了一个代表性常数 e_I , 用以表征所选材料的表面电荷密度。根据传感器材料的尺寸和外加的力所进行的计算表明, 可以从水下的位于由海浪作用所提供的变化负载下方的传感器阵列中有规律地抽取电流。例如, 根据公式:

$$\text{电流} = 0.000013 \times \text{力}^2$$

估算出, 对于一个厚度为 1 厘米的 1 平方米的钛酸钡阵列, 在变化着的外加力为 1 牛顿时, 可最多提供 0.000013 安培的电流。因此, 10 牛顿可最大产生 1.3mA 的电流。尽管从感觉上可能觉得该电流十分微小, 但是可以放置成千个每隔几秒钟就会提供一个浪涌电流同时可多年不用维修地运转的传感器阵列的能力可以提供一个有效的能源。采用蓄电池组 14 可以把这种微小的能量脉冲蓄积起来, 建立商用能量转换系统。二极管门 13 或其它直流调节器提供了一种简单的约束装置来防止能量从蓄电池系统 14 反向回流。可与一个电力公司 15 适当地连线以便向用户 16 进行电力分配。

图 2 示意地示出了一个将这种传感器阵列置于海底或海滩区 17 下方的实施例。传感器材料的阵列 10 位于不稳定的沙面下方几英尺处。可以采用例如聚氨酯或某些其它材料的适当的保护涂层以最大限定地减少在水中的暴露。这个位置一般十分靠近海岸, 从而可在低潮时很容

易地进行安装。

该材料可按长条的方式排放，并具有一个和一个单根导线 12 连接的公用导线 11，该单根导线与一个蓄电池组 13 相连，并以一个安全的距离被埋入地下。

一旦安装就位，传感器材料就保持固定不动并且应当很少需要维修或根本不需要进行维修。这样，每隔几秒钟会出现一个新的海浪 20，将水面升高，并伴随着所施加的力的变化。这一压力对传感器材料加载，产生一个电流脉冲，该电流脉冲被传送给蓄电池组 13。电流的大小将与从波峰高度 18 到波谷平面 19 的水面变化有关。这种每隔几秒钟重复一次的移位将连续几十年地把能量抽取到电池系统中，而除了安装费和最初的材料费之外几乎不再需要任何附加的投资。

图 3 示出了一种把本发明的传感器阵列定位在一个可操作的位置处的方法。首先，在水的高度不断变化的海水 30 的区域下方沿海底 17 的一部分挖掘一个沟槽 41。一个挖沟装置 40 沿海底 12 行进。将传感器网 10 埋设在沟槽 41 内，其埋设深度为可防止传感器网 10 不利地暴露在海水流中和被海洋生物触及。

挖掘所述沟槽 41 的一个方法包括使海底 14 处的沙子和淤泥流态化，形成呈液体泥浆状的沟槽。将传感器网放入流态化的沙子和淤泥内，然后使沙子和淤泥沉静下来并将传感器网埋到所需的深度。此后，借助于导线 17 将传感器网连接到海岸线上，而在海岸线上，导线可与蓄电池或电力装置相连。对于本领域中的技术人员来说，明显可采用多种方法将传感器网 10 铺设在海底上，以便相对于在其上部的高度不断变化的海水确立一个稳定的、固定不动的位置。

图 4 表示一个固定在一个刚性网格支撑件 40 上、用于如上所述地铺设在海底上的传感器网 10。连接导线 11 将各传感器 10 连接到一个能量贮存单元 14 上。刚性的网格支撑件 40 可提供用于支撑如上所述的传感器 10 的刚性。

对于本领域中的技术人员来说，其它实施例将是很明显的。例如，图 5 示意地表示了一个完全封闭的水下用圆筒 50，该圆筒包括一个可移

动的顶板 51，该顶板 51 与一个在磁铁 53 的磁场中运动的线圈 52 和磁铁的组合物相连，或者按另一种方案与一个在一固定线圈内运动的磁铁相连。当上面的海浪滚过该圆筒时，上面的水的变化的重量产生一个变化的重力 F ，它造成顶板 51 抵抗着一个恢复偏压力，例如一个弹簧 54 的固定阻力地运动。用虚线表示的轮廓线 56 表示顶板 51 在顶部的一个波峰的作用下的位移 57。当接下来的波谷通过时，重力 F 降至其最低值，并且弹簧 54 的回复力使顶板 51 向上移动到其升高的静止位置。所引起的线圈和磁铁的往复相对运动感生出一个产生电压和电流的电动势，这类似于压电元件实施例中的电流输出。但是，这一系统的输出和效率要明显地高于上面所述的可由目前公知的压电元件系统所提供的输出和效率。

图 5 和图 6 进一步地说明了一个将顶板 51 的小位移 57 转变成一个增大的位移 58 的位移增大特性。这一特性能够通过采用一个压缩室 60 而实现，除非由于顶板 51 和一个较小的副板 61 的位移导致该压缩室 60 的体积变化，否则该压缩室 60 的体积是固定的。副板 61 的较小的表面积使得可在一个允许副板自由移动的转换室内进行大得多的线性位移 58。该转换室可被充以气体，以防止电转换部件（磁铁 63 和线圈 62）与海水形成有害的接触。副板 61 的较大的移动距离会导致其上安装的线圈 62 通过磁铁 63 的磁场走过一个相对应的加长的路径，从而产生更大的电流，这些电流通过所安装的导线 65 被传输到海岸线上。一个二极管或整流器桥 55 对极性进行整流，以便向电池系统或电气装置 14 提供连续的电流。

根据本发明的圆筒 50 可用水泥，塑料，陶瓷，非腐蚀性材料或者可以经受长期潜入海水中的其它合适的材料制成。优选的材料成分应具有足够的密度以克服圆筒的浮力。或者，可安装固定环 69 或其它形式的锚固装置，以便可以将其牢固地固定在海底。水泥结构看来可提供优选的密度，以及长的使用寿命和降低的成本。与音响产品中的扬声器外包层相似的柔性外包层 66 和 67 分别为顶板 51 和副板 61 提供了产生位移的能力，同时使各室保持完全密封。当转换单元完全组装好并密封时，

可以再施加一层保护性聚酯涂层或外壳 68 作为一整体的外部隔离层。因而，该装置应当能够连续运转多年而无须太大的维修。

尽管在各室内充以诸如空气等常见流体可能是优选的以便使潜入水下时的压缩速率差降至最低，但是可以预期，该装置通常被置于水深较小的地方，例如靠近海岸线处，以便随着每个通过的海浪使重力的相关变化最大化。在这些深度处，压力的影响应十分微小。这种浅的深度提供了重量变化的更大的百分比，它可使线圈与磁铁的相对位移更大。例如，一个在落潮时定位于水下的圆桶可经受在其上方的 3 至 10 英尺高的波浪。假定在波谷时顶板的深度为 5 英尺，则其上部的水柱高度将在 8 和 15 英尺之间变化。这在每一个波浪周期相当于两倍的重量。如果涨潮时，潮水将水面另外提高 10 英尺，那么高度的变化将在 18 英尺至 25 英尺之间，提供了大约为 30% 的波浪高度的变化。如果把该装置移到水深 100 英尺处时，将很快地降低重量变化的百分比，并且其最终位移只有 5-6%。显然，实际的设计参数将依赖于安装部位的独特特性，预期的海洋深度以及相对的水高度变化。需要把弹簧 54 的弹性阻力值，板的尺寸，内部压力水平，磁铁和线圈的结构以及位移范围综合起来以使电力输出达到最大。在参考这里所进行的说明的情况下，这些设计思路完全处于一个普通技术人员的技能范围之内。

图 7 示出了对前面一个实施例的修改，它通过一个活塞件 73 把压缩室 70 和顶板 71 连接到一个杠杆臂 74 上。类似的操作原理使得顶板 71 在变化的重力 F 的作用下移动到一个压低位置 75 处。这一位移由活塞 73 较小的表面积增大，产生由虚线 76 所示的更大的线性运动。因而，活塞臂 77 驱动所连接的滚轮 78 旋转。通过降低驱动轮 79 的直径可进一步地增大顶板的相应位移，而所述驱动轮 79 则固定在一个与其轴向相连的旋转发电机 80 上。在产生波谷时，偏压弹簧 81 使顶板返回其初始的升高位置处。导线 82 将电输出连结到一个用于把交流信号变成 DC 或经过整流的 AC 的整流器上。

本发明的另外一个实施例示于图 8 中。该装置包括一个具有可伸缩的壁 86 的风箱 85。一个保护性顶板 91 对由于上面的水柱重量而带来的

重力 F 的变化作出响应。恢复力可由其内所包含的空气，或复位弹簧或由两者的组合提供。图中所示的实施例包括一个轴向的旋转杆 87，它由拉条 89 刚性地连接到顶板 91 上，从而风箱的往复运动造成杆 87 的轴向旋转。为了在结构上校直，使该杆沿其旋转轴线固定在一个基板 88 上。杆 87 的一端与一个主驱动轮 92 相连，该主驱动轮由一个传动链条 94 联结到一个次级的较小驱动轮 93 上。次级驱动轮驱动一个旋转发电机 96，该发电机以与海浪运动的周期相对应的频率向整流器 97 提供交流电流。机械驱动系统装在一个外壳 98 内。

图 8 所示的相同的风箱可以被改造成图 9 所示结构，以用于把风箱的运动线性地转换成电输出。在这种变型中，顶板 91 包括一个杠杆臂 100，它枢转地固定在一个支点 101 上。当风箱响应其上部的海浪运动而往复运动时，杠杆臂上升和下降。利用支点左侧上杠杆臂的较长部分 101a 来增大位移。因而，杠杆臂的远端 102 沿着一个比风箱的位移大的垂直路径移动。一个吊带 103 悬挂着一个线圈 104，该线圈穿过由磁铁 105 产生的磁场运动，产生所需的电流。外壳 106 将运动部件与海洋环境隔离开。

磁铁和线圈的组合也可以用类似于图 4 所示的网状结构来实施。例如，图 10 表示一个分开的磁铁/线圈吊舱 110 的阵列，它们提供了磁铁/线圈响应于其上方的水的变化重量而进行的运动。每个吊舱装在一个薄的塑料外壳 111 内，该外壳将磁铁 112 和线圈 113 密封以防止海水的腐蚀。一个弹簧机构 114 将磁铁 112 偏压至一个升起的位置，但它又具有足够低的刚性，可允许受支承的磁铁 112 在其上面的升起的波峰的增大重量的作用下很容易地被压下。由线圈产生的电流由连接导线 118 传输。薄的塑料外壳足够松地围绕在线圈的外部，以便允许磁铁在由线圈所包围的空间内很容易地移动。线圈实际上可封装在一个刚性的塑料壁（虚线 115）内，以便当磁铁随着波浪的运动而往复运动时保持固定的线圈取向。一个刚性支撑板 116 可提供阻止弹簧机构垂直运动的阻力，同时，它还可进一步地由一刚性底板 117 支撑。一个环绕的栅网 119 将吊舱阵列保持就位。可以看出，在实际的栅网结构中，吊舱的数目应使

其密度大得多，以便从其顶部的波浪运动产生最大的电流。

磁铁/线圈组合的另一个改型示于图 11 中，其中，用于可移动地支承磁铁的弹簧装置是线圈本身。一个底板 120 在线圈 122 的绕组体内将磁铁 121 支承在一个固定的位置处。线圈 122 随着施加在顶板 123 上的力 F 周期性地收缩，产生所需的线圈相对于磁铁 121 的相对运动。这一实施例提供了在简化结构和降低成本方面的优点；但是，从线圈的运动受到限制的观点看，这将牺牲一定的磁场相互作用的强度。通过采用具有极高的磁场强度的超级磁铁（钕磁铁）的大的阵列，可产生足够的电流以用于切实可行的系统。

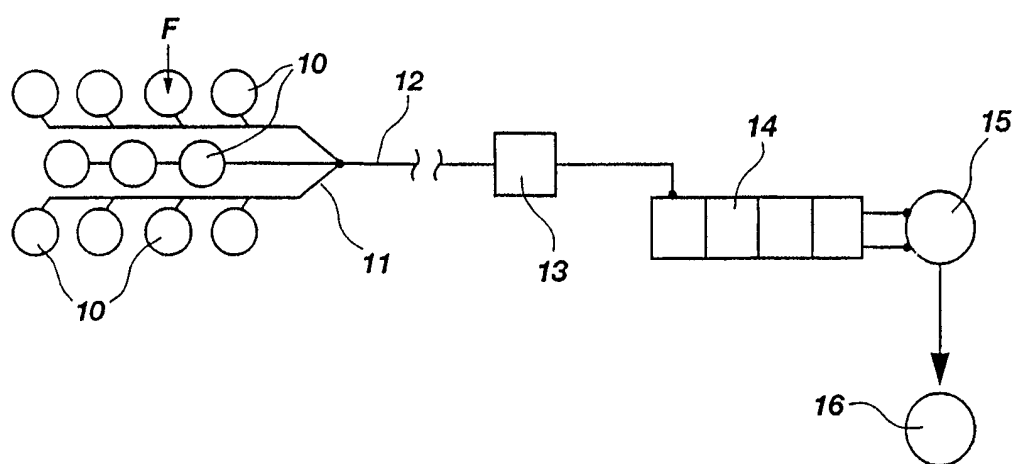


图 1

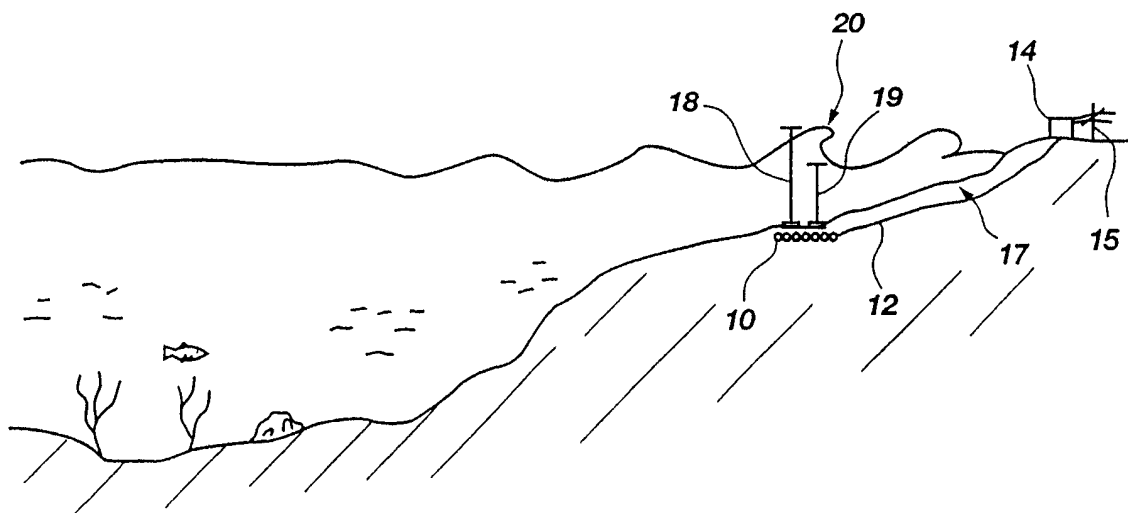


图 2

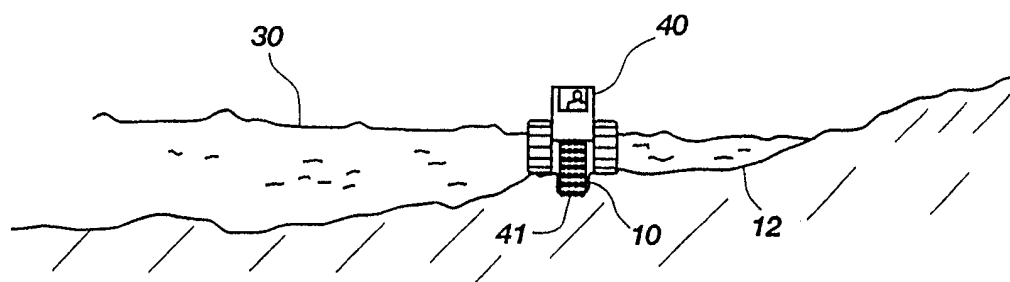


图 3

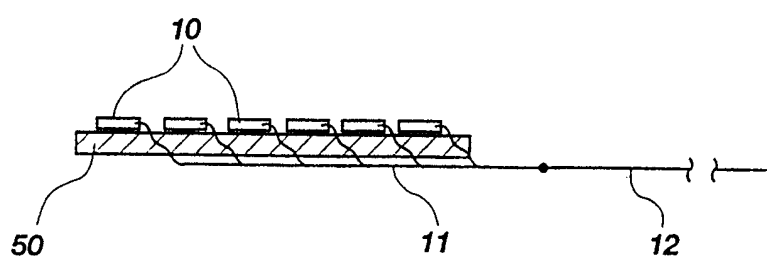


图 4

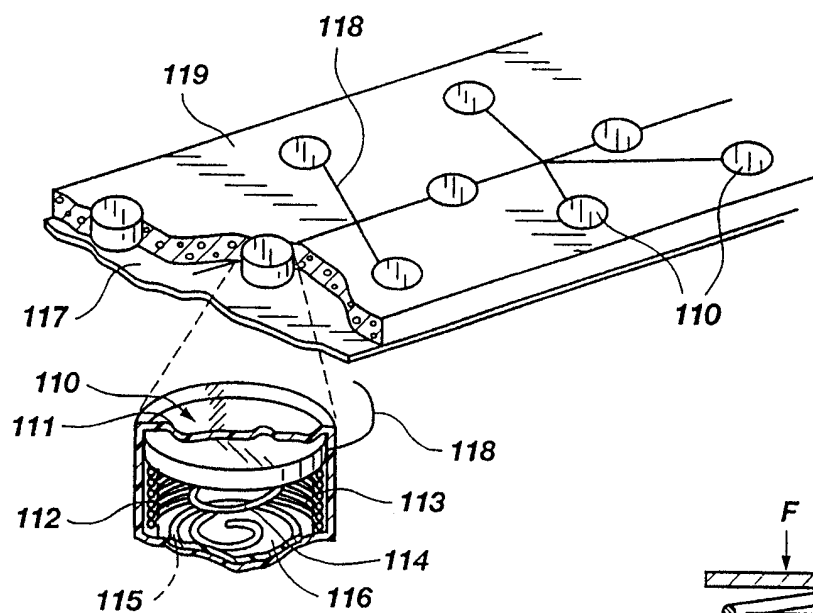


图 10

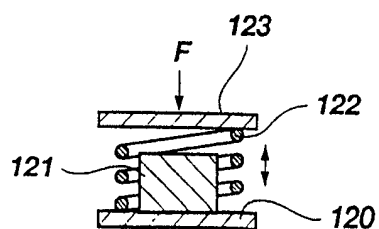


图 11

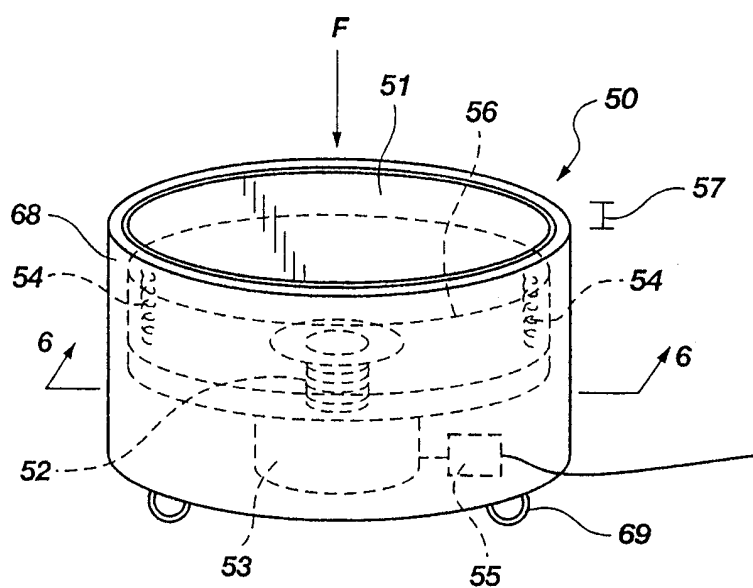


图 5

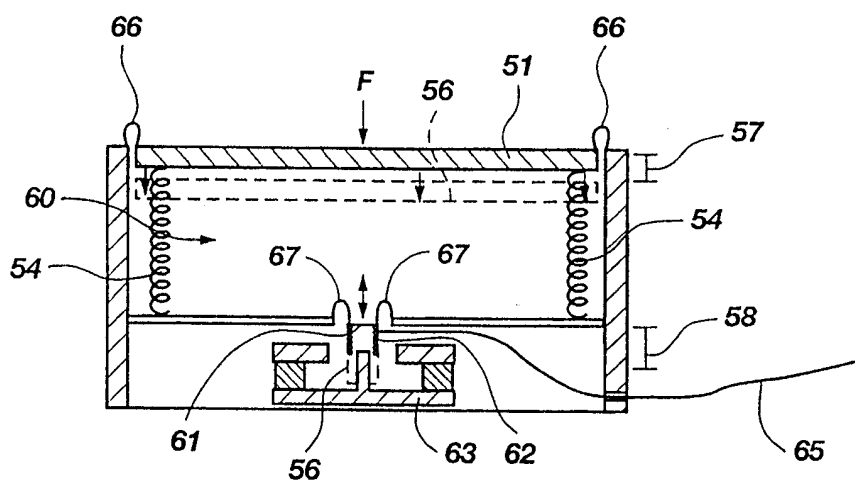


图 6

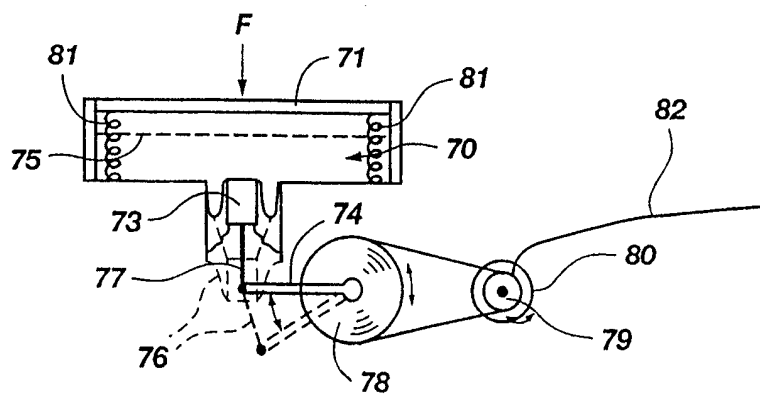


图 7

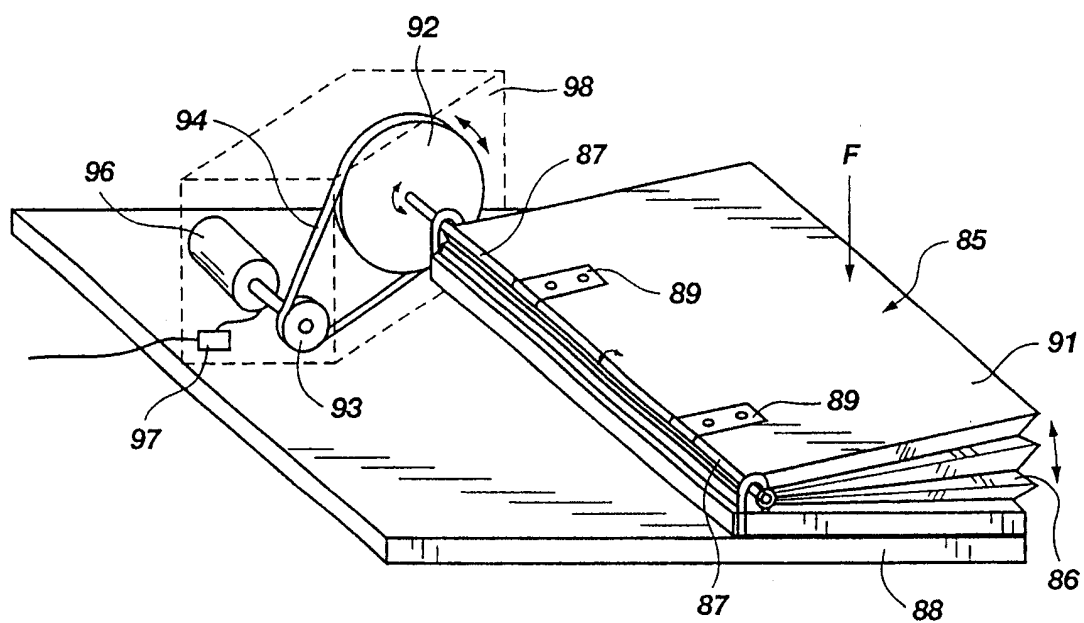


图 8

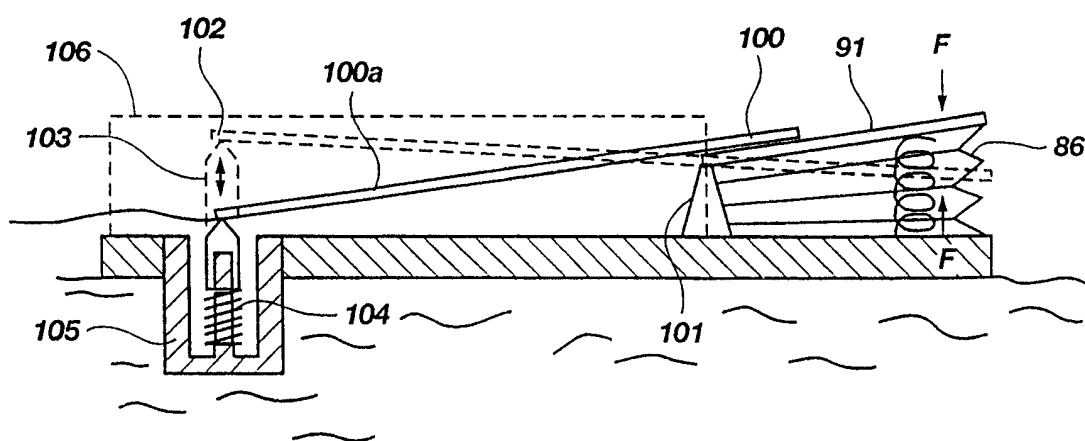


图 9