

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F03B 13/20

F03D 5/06

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97198052.7

[45] 授权公告日 2002 年 8 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1088800C

[22] 申请日 1997.9.19

[21] 申请号 97198052.7

[30] 优先权

[32] 1996.9.20 [33] US [31] 60/026,981

[86] 国际申请 PCT/US97/16955 1997.9.19

[87] 国际公布 WO98/12433 英 1998.3.26

[85] 进入国家阶段日期 1999.3.19

[73] 专利权人 李·阿诺德

地址 美国纽约州

[72] 发明人 李·阿诺德

[56] 参考文献

US2783022A 1957. 2. 26 _

US3040976A 1962. 6. 26 _

US4024409A 1977. 5. 17 _

US4184805A 1980. 1. 22 F03D5/06

审查员 左凤茹

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

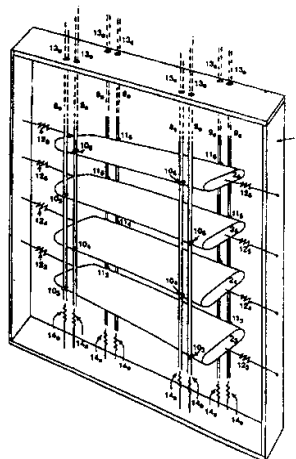
代理人 任永武

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 11 页

[54] 发明名称 将流体的动能转化成有用功的方法和装置

[57] 摘要

一种用设置在运动流体流中的薄气翼或水翼(2)将流体流的动能转化成有用功的方法和装置。翼片可具有至少两个自由度,相邻的翼片带有相位差地运动。使翼片发生由流体所引发的、称作“颤振”的振动。可在装置的下流、上方或侧部设置屏障(3,43),以提高效率。可将一用以增加翼片惯性的飞轮(17,18)系统与水翼一起使用。可使气翼栅或水翼栅作机械振动。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

权 利 要 求 书

1. 一种将流体流的动能转化成有用功的方法，它包括以下步骤：将一翼片阵列设置在一运动的流体流内，将所述翼片安装成具有至少两个运动自由度，使所述流体流达到足以使所述翼片发生颤振的一临界速度，然后利用所得到的振动来产生有用功，其特征在于，还包括对所述翼片阵列增加惯性以稳定和维持所述颤振的步骤。

2. 如权利要求 1 所限定的方法，其特征在于，所述对翼片阵列增加惯性的步骤包括增加飞轮装置以使所述颤振的变化达到最小。

3. 如权利要求 1 所限定的方法，其特征在于，它还包括将附加的流体转向通过所述翼片以增大作用于所述翼片上的所述流体流的速度和质量。

4. 如权利要求 3 所限定的方法，其特征在于，使附加的流体转向的步骤是通过在所述流体流中于所述翼片的上游并与所述翼片相邻的位置处设置一流体流导向屏障而实现的。

5. 如权利要求 1 所限定的方法，其特征在于，包括这样一个步骤，通过设置一流体流导向屏障而使流体流转向通过翼片阵列，从而使所述流体达到临界速度。

6. 如权利要求 5 所限定的方法，其特征在于，包括这样一个步骤，根据流体速度的变化来控制流体流导向屏障，以保持颤振引发的振动。

7. 如权利要求 1 所限定的方法，其特征在于，使所述流体流达到一临界速度的步骤包括一个提高所述流体流速度的步骤。

8. 一种将流体流的动能转化成有用功的装置，所述装置包括一翼片阵列、将所述翼片安装成具有至少两个自由度的装置和用于引导流体通过所述翼片以使所述翼片发生颤振振动的流体流动导向装置，其特征在于，还包括连接于所述翼片阵列、对所述翼片增加惯性以维持和稳定所述颤振的装置。

9. 如权利要求 8 所限定的装置，其特征在于，所述对翼片阵列增加惯性的装置包括连接于所述翼片以使所述颤振的变化达到最小的飞轮装置。

10. 如权利要求 8 所限定的装置，其特征在于，它还包括设置在所述翼片上游、增大通过所述翼片的所述流体流的体积和速度的屏障装置。

11. 如权利要求 10 所限定的装置，其特征在于，所述飞轮装置包括连接于所述翼片的一系列啮合的齿轮件，所述齿轮件通过所述翼片在颤振过程中的振动而转动。

12. 如权利要求 8 所限定的装置，其特征在于，包括与所述导向装置相连、可根据流体速度的变化以维持所述颤振振动的控制装置。

13. 如权利要求 8 所限定的装置，其特征在于，包括使机械振动作用于所述翼片以维持和加强所述颤振振动的装置。

14. 如权利要求 8 所限定的装置，其特征在于，包括一第二翼片阵列和用第一翼片阵列的振动来使第二翼片阵列的翼片工作的装置。

说明书

将流体流的动能转化成有用功的方法和装置

发明背景

本发明包含对本人早先的美国专利 4,184,805(1980 年 1 月)和 4,347,036(1982 年 8 月)中所揭示的方法和装置的改进,它通常可用于振动翼栅动力系统(OCPS)。

发明领域

本发明涉及利用运动流体流动能的技术和装置,更具体地说是涉及一种在这种流体流中振动的气翼或水翼。它们可通过从流体流中提取能量而产生有用功,例如发电,或是通过加入外部供给的能量而形成负阻力,从而产生动力。

现有技术描述

对新能源的持续研究开发已使人们再度对诸如风、溪流、江河流和海洋流之类的运动流体的、实际上取之不尽的动能的利用产生了兴趣。这些都源于太阳能,因为它们由太阳热所驱动。风车是能够利用这种能量的装置的一种简单实例,但其运用却受到限制,这是因为,其巨大的旋转叶片会产生巨大的离心力,其工作频率取决于风速,并且为从自然生成的风流中产生足够的动力,需要巨大的工作面积、也就是叶片旋转所形成的圆圈。

授予 Peter R. Payne 的美国专利 No. 4,024,409 揭示了一种有别于风车的另一种装置。该专利揭示的一种装置具有一根旋涡尾迹振动线,这种振动然后被转化成有用功。类似于风鸣琴、Tacoma Narrows 桥和街头标语在阵风中的拍击,当旋涡在物体自然频率的共振频率下从钝头物体流出时,会引发这种类型的运动。该专利还揭示了采用一种根据风的情况振动的单叶片。然而,作为风车,其所能利用的能量是有限的。而且,这种振动是因 Karman 涡街现象引起的,而不是因颤振的气动弹性现象引起的。

美国专利 No. 3,995,972 揭示了一种装置,它具有一叠置于风流中的、刚性互连的气翼。通过顺序地改变气翼叠的角度,可产生均匀的振动,用于使一根杆往复运动,该杆进而驱动一输出装置。与风车一样,这种系统的缺点在于,没有办法补偿风速的变化,以确保在基本均匀的频率下的基本恒定的能量输出。

也曾对在单振动气翼的情况下产生负阻力问题作了一些研究工作,见 1936 年 5 月 No. 567 的 NACA 报告中 I. E. Garrick 的《拍击和振动气翼的动力》。

人们早就知道,当气翼发生气动弹性颤振现象时,大量的能量可以利

用。虽然这种现象也适用于足够高水速下的水翼，但这在自然界中并未看到过。而且，对这种现象的研究仅仅是针对防止其发生的，因为如果失去控制，将导致气翼最终损坏。我的美国专利 4,347,036 和 4,184,805 将这种现象运用于能量生产和动力；在此对它们作进一步延伸。

发明概要

本发明对本人的早先专利中所揭示的技术作了延扩，用以提高它们的效率和对自然生成的流体流的适用性能。它通过一种新颖的方法和装置来避免现有技术的缺点，用设置在其中的一翼栅来有效地利用能从运动的流体流中获得的大量能量。除了在具体指某一特定流体的情况下，下面所使用的术语“气翼”，也可通过适当改变用语、如用水系统代替气系统等来将包括水翼概念。用术语“气翼”来代替更常用的“机翼”就是为了强调这一点，并强调这种翼是用于能量生成的，而不是用于飞机的升力。

本发明的另一方面是将这种新颖的方法运用于水环境。尽管颤振通常在自然生成的水速下未看到过，但如果用连接于发电机或连接于水翼与发电系统间的飞轮来增大系统的惯性，则已曾用实验证明了对水系统也会有颤振。

按照本发明的一个方面，提供了一种新颖的、通过在运动的气流中设置一薄气翼栅而形成一空气动力学系统来将气流的动能转化成有用功的方法。气翼在未受扰动时处于零攻角，每个气翼具有两个自由度，相邻气翼可以带相位差地运动。然后调节该系统，直到流体流的速度是足以引发颤振的系统临界速度。而后，扰动气翼，利用所得到的气翼振动来产生有用功。检测流体速度的变化，控制系统以维持临界速度和稳定状态的振动。

按照本发明的另一个方面，提供了一种将流体流的动能转化成有用功的装置，它包括一其相对端开口以允许流体流过、并具有多个薄气翼的支承结构以及将这些气翼呈栅状安装于该支承结构内、装成在未受扰动时气翼处于零攻角的装置。另外，气翼具有至少两个自由度，相邻气翼可以彼此带相位差地运动。支承结构由一框架构成，其下方和/或上方以及侧部具有屏障，用以引导流体流通过结构，以此提高其速度并进而提高系统的效率。该装置还具有利用气翼的振动来产生有用功的装置。

气翼最好设置成由交替的诸翼片构成的两个分系统，每个分系统的诸气翼互相连接而以同相位振动。分系统可以互相连接而以 180 度相位差作运动，或可以仅用相对作用的机械振动器互相连接，这些振动器可维持和加强颤振，还为流体流内的气翼提供初始扰动。

还可以提供一控制系统，用以在流体速度变化时维持颤振。

按照本发明的另一个方面，提供了一种通过设置一个装置将流体流的动能

转化成有用功的方法，该装置具有一对平行的板和一与每块板等距隔开的、在流体流内具有至少两个自由度的薄气翼。这些板平行于自由流体流而设置，气翼在未受扰动时处于零攻角，从而形成一空气动力学系统。然后调节该系统，直到流体的速度足以引发颤振，扰动气翼，利用所得到的振动来产生有用功。

按照本发明的另一个方面，提供了一种将流体流的动能转化成有用功的装置，它包括一支承结构，其相对端开口以允许流体流过，并具有多个等距隔开、平行于流体流方向延伸的平板；多个呈栅状位于支承结构内的气翼，每个气翼具有至少两个自由度，并在未受扰动时在零攻角下于相邻平板之间等距隔开；将气翼互相连接以使它们以同相位振动的装置；以及在操作上与气翼相连而用它们的振动来产生有用功的装置。

按照本发明的另一个方面，既提供了一种用于受限制流体的单气翼，也提供了一种用于运动的流体流中的气翼栅。气翼被机械振动以提供或增加流体的动力效果。机械驱动装置可以是任何类型的，只要能将发生颤振的气翼栅的能量输出。

这样，以较宽的范围勾勒出了本发明较为重要的一些特点，以便更好地理解下面对其所进行的详细描述及其对现有技术的贡献。当然本发明还有其它一些特点，将在下面描述，它们也将构成所附权利要求书的主题。本技术领域的人员将会理解，本发明可以被作为一种基础用来设计其它的结构或方法，以实现本发明的若干目的。因此，重要的是，本发明的权利要求书应被认为是包括不脱离本发明范围的那些等价的构造和方法在内的。

附图简述

选择了本发明及其改进的若干实施例用于示例和描述，如附图所示，这些附图构成说明书的一部分，附图中：

图 1 是按照原发明的或是分离、或是连接的诸模件的立体图，每个模件具有一翼栅，该翼栅或是竖直的、或是水平的；a)表示一安装于一屏障上方的模件，b)表示一安装于一屏障侧部的模件，c)表示一可自由枢转而面对流体流的模件。

图 2 是表示对于一组给定参数，翼栅引发颤振所需的临界速度小于单个翼引发颤振所需临界速度的曲线图。

图 3 是表示如何通过将一实用装置引入一发生颤振的系统而再生能量的曲线图。

图 4 和图 5 是图 1 的剖视图，表示在被扰动之前和之后处于临界速度下的翼片的位置；诸翼片既可以是空气动力学形状的，甚至也可以是导边和随边带圆角的平板。

图 6 是一具有水平翼片的系统模件的局部立体示意图,说明按照第一实施例进行的翼片安装情况,并示出同时连接于翼片的导、随边的交替连杆连接方式。

图 7 是一翼片系统的局部示意图,其翼片通过绕于飞轮轴上的一预应力线缆或通过具有连接于飞轮轴上的一齿轮的直棘齿的细杆而与飞轮相连;框架被省去,以更清楚地表示该设计。

图 8 是飞轮和连接于一臂上的质量块的局部示意图,它们可为连接于支承用飞轮轴的各对翼片组的导、随边增加有效惯量;一根杆将大飞轮的顶部连接于一曲柄轴,该曲柄轴进而驱动一发电机。

图 9 是将偶数/奇数对的导/随边翼片连接于一发电机的典型连接方式局部示意图;发电机后面连接有一重飞轮。

图 10 是表示本发明另一实施例的局部立体示意图,其中空气动力学翼片与副翼一起使用。

图 11 是图 10 实施例的翼片的剖视图。

图 12 是本发明另一实施例的局部立体示意图。

图 13 是表示通过使一翼栅在运动的流体流中振动来提供动力所实现的效率提高的曲线图。

图 14 是本发明一动力装置的一个实施例的剖视示意图。

图 15 是动力装置的另一实施例的剖视示意图。

较佳实施例详述

图 1 表示一组能量转换装置或系统(OCPS): (a)、(b)、(c), 它们包括框架 1, 该框架具有多种安装方式、竖直或水平的翼片 2。图 1(a)表示一安装于一屏障 3 上方的系统, 该屏障是一圆的或椭圆的筒, 安装于系统上方的圆筒 4 含有连杆、曲柄轴和发电机, 以将它们隔离于自然环境。图 1(b)表示一安装于一诸如筒仓或水塔 5 之类的现有结构侧部的系统。同样, 在该图中安装于塔 5 侧部的圆筒 4 容纳有连杆、曲柄轴和发电机。最后, 图 1(c)表示一安装于一枢轴 6 上的自由竖立系统, 其顶部具有一圆筒 4, 用以容纳连杆、曲柄轴和发电机, 圆筒顶部具有一鳍板 7, 用以将系统导向成垂直于流体流。各能量转换装置均具有多个等间隔的翼片 2_1 、 2_2 、 2_3 、 2_4 、 2_5 、 2_6 、 2_7 、 2_8 , 它们在不受扰动时以零度攻角设置在支承结构 1 内。两端处的翼片与相邻的支承结构壁的距离等于相邻翼片间距的一半。如下面将要描述的, 翼片以这样的方式安装, 即当它们在会引发颤振的条件下被扰动时, 相邻翼片将基本以相位相差 180 度地振动, 这种振动被用来产生有用功。每个翼片都是对称的, 并具有带圆角的导边和随边, 其宽度的其余部分可以是平的, 其拱度为零, 以减小提升力, 并且其

俯视形状呈矩形。尽管示出了一种通常的八翼栅，但应理解的是，栅内所设置的翼片的数量可以根据装置的应用而变化。翼片可以竖直或水平叠置成翼栅；它们可以沿任何方向叠置，只要它们在未受扰动时的正常情况下处于零攻角。

本发明利用与通称为颤振的气动弹性现象相关的自激反馈现象。在空气中这种现象已清楚地认识到了，而在水中也确有其类似现象，由于密度上的巨大差异，自然生成的水流中所能获得的能量远大于从自然生成的气流中所能获得的能量。下面的讨论是针对气流来进行的，但在某些限制条件下也适用于水流，它们在下面分开讨论。

该现象涉及到气翼的弹性、惯性和损耗力的相互作用，以及该气翼在流体流中的运动所产生的不稳定的空气动力。由于气翼以俯仰方式(角转动)和竖直颤动方式(平移)振动，因而会从随边产生复杂的交替旋涡系，进而形成尾迹流。尾迹流的涡度然后又反馈给气翼，从而引发具有与气翼运动的相位相差正或负90度的分量的力和运动。这种不同相位的分量对气翼引发一个表观阻尼。在一临界速度(V_c)，该空气动力学阻尼分量变为负的，并平衡了振动气翼的正的机械阻尼，从而使气翼发生谐振。在该临界速度以上的速度，空气动力学能量的增大会产生较大的不稳定性，最终该空气动力学能量会变大到足以使气翼损坏。虽然已对颤振现象作了许多研究工作，并已长时间认识到颤振中有巨大能量，但研究完全是针对避免其损害性后果，因为在飞机飞行过程中，这种颤振无法受到控制，而是持续地积累，直到机翼最终受损。但是，本发明能够利用颤振现象，因为它提供了一种可防止通常与机翼颤振状况相关的不稳定性和毁坏性的控制系统。这样就允许以受控制的方式利用这种现象来产生能量。

翼栅的使用提供了会受颤振影响的单翼片所无法实现的独特优点。可以看出，对于一组给定的参数，使翼栅振动所需的临界速度小于使单气翼振动所需要的临界速度。而且，当气翼设置成相邻气翼相位彼此相差180度作振动时，某一组具体参数的临界速度将是所可能的最低的。

然而，必须认识到两个重要的因素。为了从自然生成的风流经济地产生电能，或是必须使暴露于流体流的截面积较大(风车方案)，或是必须增大流体速度，也就是这里所揭示的屏障方案。通过在自然的流体流中设置一个屏障而使流体在更小的面积中通过相同的质量，流体速度必定会被提高。由于可获得的能量与流体速度的立方成正比，因而屏障的使用十分有效。至于水流，发生颤振的速度通常在自然界中无法找到。但是，当增大系统的有效质量时，例如通过将飞轮安装在将能量从水翼的平移和转动传递到发电机的转轴上，可使颤振所需临界速度降低到在世界各地的江河流、溪流和海洋流中可以自然地获得速

度值。这两个改进形成了本发明的基础。

图 2 是表示翼栅优点的曲线图。在图中横坐标参数 S/C 为翼栅中所设置的翼片的间隔，其中 S 是相邻翼片间的距离， C 是图 4 中所示的弦长。纵坐标是相邻翼片以 180 度相位差作振动的翼栅的临界速度 $V(S/C)$ 与单翼片的临界速度 V_∞ 的无因次比值。对于一组给定的参数，可以看出，当 S/C 约为 $1/3$ 时，翼栅的临界速度约为单翼片产生颤振所需临界速度的 $1/2$ 。因此，通过使用翼栅来从流体流中提取颤振激励的能量，可以在比单翼片低得多的流体速度下实现颤振。实际上，通过如下面将要说明那样的控制参数，引发谐振所需的空气临界速度可低至 1 英里/小时 (1m.p.h.)。这对于水中的颤振也是一样，只要在系统上附加惯性，如下面所讨论的。

图 3 是表示将诸如电网络之类的实用装置装入振动翼栅的优点的曲线图。纵坐标是无因次颤振速度 ($V/W_\alpha b$)，其中 V 是流体速度， W_α 是当 V 为零时与单纯俯仰运动相关的自然频率， b 是气翼的半弦长。横坐标是 W_h 与 W_α 之比，其中 W_h 是当 V 为零时与单纯竖直颤动相关的自然频率。各曲线以下的区域限定的是空气动力学能量 E_A 小于机械能量 E_M 的区域。对于一组给定的值 W_h 和 W_α ，可以得到临界速度 V_c 。在代表临界速度 V_c 的各条曲线以上， E_A 大于 E_M ，因而代表一个不稳定区域。较低的曲线代表单气翼的临界速度，而较高的曲线代表系统中装有一实用装置情况下的临界速度。该曲线图然后示出，通过加入一实用装置，本来会使系统进入不稳定区域的空气动力学能量反而由该实用装置吸收，同时系统保持在稳定区域内。对于翼栅，由于临界速度低于一组给定的参数，因而相关的曲线将低于图 3 中所示的单翼片的曲线。

图 4 和图 5 表示在气翼栅处于临界速度下、也就是颤振下的流体流中所发生的谐振，在这两个图中该气翼栅为十个气翼。它们是竖直式气翼的俯视图 (或水平式气翼的侧视图)，在这些图中为具有通常的对称气翼剖面。如上所述，术语“气翼”是用来表示用于气流的翼片，而术语“水翼”是用于水流。这两个术语或是两个中的任一个可由术语“翼片”表示。这些翼片的剖面只需要对称即可，并可以是导边、随边带圆角的平板，如其它图中所示。术语“气翼”将被用于飞机中所使用的典型剖面。在图 4 中，气翼在受扰动之前处于零度攻角。即使风速处于临界大小，由于翼片对称的轮廓，它们不会有运动。然而，一旦通过使至少一个翼片运动而扰动系统时，流场就会有使相邻翼片耦合而开始以约 180 度相位差作振动的效果，如图 5 中所示示意性地示出的。交替的翼片分别由杆或线缆 8_e 和 8_o 在偶数和奇数的翼片导边连接和由 9_e 和 9_o 在偶数和奇数的随边连接。(在这些图中，上面的杆或线缆遮住了下面的)。如图 6 中所清楚表示的，这些杆或线缆 8 和 9 通过翼片前、后表面上的销 10_1 、 10_2 等连接

于翼片。在临界速度下所产生的振动在研究颤振对旋转压缩机叶片的不良影响中首先被注意到。

在图 6 中，示出了气翼安装的第一实施例，支承结构内仅简化示出了其中的四个翼片，标为本发明的 2_3 、 2_4 、 2_5 、 2_6 ，该支承结构总的由标号 1 表示，以便于理解本发明，但不言而喻，它们是指下文中所有的翼片。这些翼片表示为水平位置，但也可很容易地安装成竖直位置。如图 6 中所示，翼片设置在两个分系统中，即奇数的翼片 2_3 、 2_5 和偶数的翼片 2_4 、 2_6 。整个系统将由所有的翼片构成。分系统的各翼片互相连接而以同相位运动，同时每个翼片具有至少两个自由度，因为引发颤振需要至少两个自由度。翼片在两端通过支承弹簧 12 连接于框架，为了方便起见，将翼片 2_3 的两端标为 12_3 ，依此类推。对于竖直翼片，下部弹簧可以由一阻尼线代替，因为它不需要用于支承。各对杆或线缆 8_e 、 8_o 连接于销 10_4 、 10_3 ，每一对的各销位于翼片 2_4 、 2_3 前表面的两端或两端附近，依此类推，相同杆或线缆以及销 9_e 、 9_o 连接于后表面上的销 11_4 、 11_3 。杆或线缆通过大得多的孔 13_e 和 13_o 延伸到框架以外以防约束，并连接到发电装置(未图示)上。如果杆有足够的硬度来传递压缩力和张力，则不需要其它的支承，但如果采用只能传递张力而不能传递压缩的柔软线缆来将翼片运动传递到发电系统中时，则将用另外的弹簧 14_3 和 14_o 对它们预施力，将线缆连接于框架。还设置有止动件，以限制系统内的运动量，为了图中其余部件清晰可见，它们未被图示出。

通过上述可以看出，两个分系统彼此可自由地以俯仰方式和竖直颤动方式振动，并且当整个装置经受临界速度下的流体流时，相邻的翼片将以约 180 度的相位差作振动，如图 5 中所示。这样，对于一组给定的参数，临界流体速度将达到所可能的最低值。

由于必须扰动翼片以实现所需的谐振，因而可对两个分系统之一提供至少一个机械振动器。这可以直接提供给分系统或输送到连接有分系统的杆或线缆的机电发电系统(这里未图示)中。除了提供初始扰动，这些振动器的工作可维持和加强振动。因此，如果流速降低至一个过低值、以致下面将描述的控制系系统无法将系统维持在临界速度，则机械振动器将保持翼片振动，直到流体速度上升到足以重新建立临界速度下的流动为止。利用本发明，流体的自然速度被用作临界速度。因此，为了该速度能引发颤振，包括发电系统在内的系统的一个或多个参数必须改变。而且，由于流体速度可以随时间变化，因而这些参数必须根据流体速度的变化而改变，使通常的速度可维持该振动。为改变系统的参数，提供了一种控制系统，它具有一诸如风速计之类的、用于检测流体速度的检测器(未图示)或检测振幅的检测器。从该检测器输出的信号反馈到系统

中，以至少改变其一个参数。由于临界速度取决于翼片的刚性和它们的重心位置，因而可以例如通过改变有效弹簧刚度或有效质心，通过改变分开连接于各分系统的导边和随边的发电机的阻抗，也就是由偶数和奇数的气翼构成的各分系统本身由两个“子”分系统构成，该“子”分系统包括导边和随边杆或线缆以及它们所连接的整个能量转换系统的其余部分，从而改变这些参数。

尽管在以上描述中与能量转换装置相关的参数是受控制的，但控制流体速度波动以使翼片上持续作用恒定的速度同样也在本发明范围之内。

图 7 表示通过飞轮在系统上增加惯性的一种方法。采用与前面附图相同的标号，分别将连接杆或线缆 8_e、8_o、9_e和 9_o连接于导边和随边“子”分系统的轴 15_e、15_o、16_e和 16_o。连接可通过刚性连接杆用齿轮以及通过柔性线缆用链条和链齿轮来实现，该线缆被预施力以允许传递张力和压缩力。这些轴然后连接于重飞轮 17_e、17_o、18_e和 18_o，这些飞轮以相同于分系统运动的频率转动。这些大飞轮而后通过齿轮连接于一组较小的飞轮 19_e、19_o、20_e和 20_o，这些小飞轮利用半径的不同而以多个分系统频率转动。连接于小飞轮的是附加质量块 21_e、21_o、22_e和 22_o，它们延伸于臂 23_e、23_o、24_e和 24_o上，用于在分系统上增加更多的惯性，它们沿臂的位置可以受控制以改变分系统的有效惯性。支承框架和其它(如果有的话)翼片未图示，以强调连接方式和飞轮。

图 8 示出导边“偶数”翼片“子”分系统的、以上在图 7 中所描述的飞轮和质量块组合的进一步细节。轴 15_e驱动大飞轮 17_e，该大飞轮进而齿轮连接并驱动一小飞轮 19_e，小飞轮的臂 23_e上有一质量块 21_e。在该实施例中，大飞轮还通过一销 27_e连接于一连杆 25_e。连接臂进而使曲柄轴 29_e转动，从而驱动一发电机 31_e。导边奇数翼片“子”分系统、随边偶数“子”分系统和随边奇数“子”分系统也具有该组合。

图 9 表示在分系统上增加惯性的另一种方法。来自“偶数”导边翼片的连杆(在本实施例中是刚性杆 8_e)通过一销 33_e连接于一转动曲柄轴 29_e的第二杆 35_e，该曲柄轴进而转动一在同一曲柄轴上具有一飞轮 37_e的发电机 31_e。在该图中，为清楚起见，飞轮设置在发电机后面；它通常是设置在发电机的前面。

图 10 中示出了振动翼栅动力系统的另一实施例，其中相同的标号表示相同的构件。在前面的实施例中，翼片可自由地以俯仰方式和竖直颤动方式运动，而在该实施例中，翼片仅可自由地以俯仰方式运动，同时各翼片 2₁、2₂、2₃等枢转地连接有分离的副翼 39₁、39₂、39₃等，以提供第二自由度。每个翼片在近端具有销 40₁、40₂、40₃，并在远端具有销 41₁、41₂、41₃，从而将翼片安装于支承结构 1。这些销允许俯仰运动，并支承翼片而防止其竖直颤动。副翼受弹簧偏压而确保在闲置时的图示位置，同时可在翼片作俯仰振动时因流

体流的流体动力而运动。分别连接于导边和随边、偶数翼片和奇数翼片的一组杆 8_o 和 8_e、9_o 和 9_e 将分系统互连。为清楚起见，该图中仅示出了代表性的一组翼片。图 11 表示翼片的一个剖面。

图 12 示出了本发明的另一实施例，其中相同的标号表示相同的构件。在前面的实施例中，振动翼栅动力系统具有两个基本以 180 度相位差运动的翼片分系统。从图中可以看出，一单个的翼片在其未受扰动状态时等间隔地设置在一对平板之间，它充当一无限大的翼栅，因为两个以 180 度相位差振动并且相邻翼片间隔距离 s 的分系统将具有 $s/2$ 对称的未受扰动流。如果一块平板置于翼片上方和下方相距 $s/2$ 处，而不是设置一翼栅，也会发生这种相同类型的流。这将在下面变得更为清楚。

在两个以 180 度相位差振动并且相邻翼片间隔距离 s 的分系统的情况下，流体在 $s/2$ 处不受扰动，也就是相邻翼片间的一半处。如果一块平板置于一单个翼片上方和下方相距 $s/2$ 处，而不是设置一翼栅，也会发生相同类型的流。因此在图 12 中，提供了一种从任一端与支承框架间隔 $s/2$ 并且翼片本身相距 s 的翼栅。翼片、销、杆或线缆、框架等与上述的一样，标号方式也相同。但在翼片(闲置状态)间的一半处、也就是 $s/2$ 处装了薄平板 43₁、43₂、43₃，板中具有孔 44，以允许杆或线缆无约束地通过。

可以理解，每个受约束的翼片充当一个无限大的翼栅，也就是对于一组给定参数具有所有可能的最低临界速度。另外，由于各分系统由杆连接，因而各分系统中的每个翼片所吸收的能量可被作用于一单个的实用装置上，该实用装置可以包括两个发电系统，一个是导边的，另一个是随边的，从而提供了一种通过改变各发电系统的阻抗来控制运动的方法。

同样，可以理解，前面的所有实施例可以构造成允许三个或更多的自由度，因为本发明并没有打算局限于仅两个自由度。例如，副翼可以与能作俯仰和竖直颤动自由运动的翼片相组合，从而提供一种具有三个自由度的振动翼栅动力系统。

在工作中，将振动翼栅动力系统设置在一个会有流体流的位置。而后，根据流体速度，将各参数调节成使流体速度为系统的临界速度。然后，至少扰动一个翼片以引发谐振，实用装置利用流体流中的能量并将其转化成有用功，诸如用于产生电能或泵压作用。由于提供了一控制系统，流体速度的变化将被检测出，系统将自动地调节成使通常的速度连续形成因颤振而引发的谐振。

到现在为止，已揭示出本发明包括一仅由运动的流体流驱动而产生有用功的翼片栅。但是，该翼栅也可以受机械振动，从而增大速度为 V 的运动流体流动力。在 1936 年，I. E. Garrick 发表，通过使一单个的机翼在运动的气流中振

动, 可产生负阻力. 图 13 是表示该现象的曲线图. 纵坐标是单位时间内所作的平均功($P_x V$)与维持克服空气动力的振动和俯仰运动在单位时间内所作的平均功 W 之比. 横坐标是无因次关系 $V/(W b)$, 其中 W 是单纯竖直颤动振动的频率, b 是半弦长. 曲线 104 代表 Garrick 测得的单个机翼在单纯竖直颤动中的数据, 其中 S/C 为无限大. 曲线 105 代表 S/C 为 $1/3$ 的翼栅情况. 通过实例, 假定 $V = 10$ 英尺/秒, $b = 1/2$ 英尺, $W = 40\text{rad./秒}$, 因而 $V/(W b) = 1/2$. 从图 13 中可以看出, 对于单翼片($S/C = \infty$), $(P_x V)/W = 0.53$, 而对于翼栅($S/C = 1/3$), $(P_x V)/W = 0.9$. 因此, 通过使一翼栅在运动的流体流中振动, 其所利用到的动力能量的效率将是单翼片的约 1.7 倍. 在翼栅以单纯俯仰方式、俯仰和竖直颤动组合方式的情况下, 或者在单独地或与俯仰和/或竖直颤动方式相组合地提供副翼的情况下, 可实现类似的效率提高. 由于翼栅在这里仅被用于帮助推进翼栅所在位置的流体, 因而颤振和临界速度并不是重要因素.

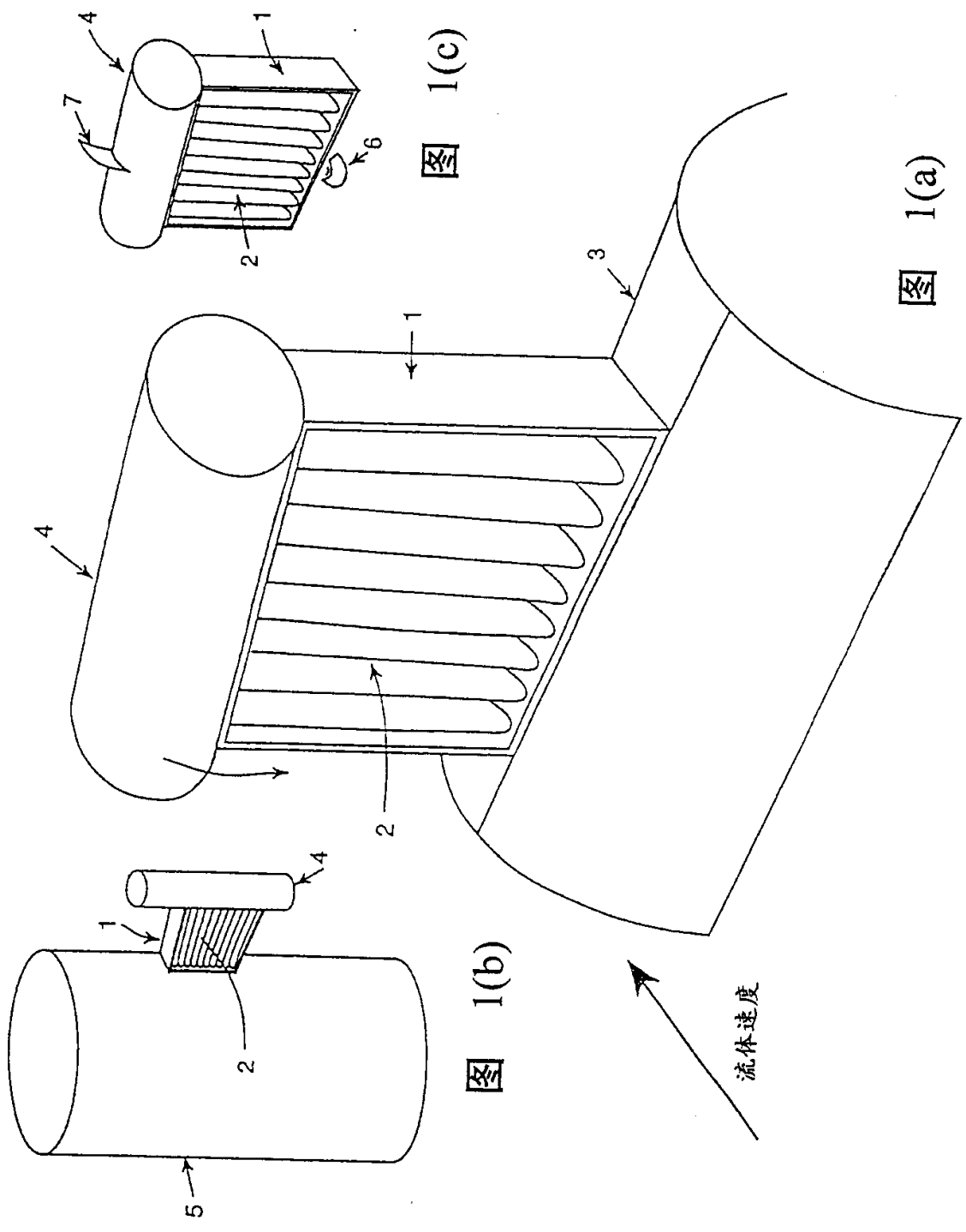
图 14 和图 15 示出了本发明的用于提高运动流动力的实施例. 图 14 表示一由翼片 45_1 、 45_2 、 45_3 等构成的翼栅, 它们在被泵压通过导管 47 的一流体流 46 内设置成形成两个分系统(偶数的和奇数的). 这两个分系统由两个机械驱动源 48_1 、 48_2 以 180 度相位差并以单纯竖直颤动方式振动. 这些驱动源可以是任何类型的, 包括一些其它的振动翼栅动力系统. 因此, 用一在颤振下的、由流体驱动的翼栅来产生使翼片振动的机械运动, 这也在本发明的范围之内. 在这种结构中, 将第一翼栅设置在保持临界速度的第一流体流中, 并用它来使第二翼栅振动, 以此来提高第二流的动力.

图 15 示出了提高运动流动力用装置的另一实施例. 与前一附图中的一样, 流体流 46 被泵压通过一导管 47, 翼片被设置成两个分系统, 每一个对应于两个以 180 度相位差工作的机械驱动系统源 48_1 、 48_2 中的一个. 在该实施例中, 每个分系统同时作俯仰和竖直颤动振动.

由于以上所述的原因, 与受约束流体的相对壁距离相等的一单个的翼片充当一无限大的翼栅, 单个翼片可在受约束的流体中振动而提高动力. 尽管图 14 和 15 中所描述的翼栅表示成设置在一受约束的流体中, 但将这种翼栅用于自然流动的、不受约束的流体流中, 例如河流或封流中, 也在本发明的范围之内.

以上具体参照本发明的较佳形式描述了本发明及其改进, 在理解了本发明后, 本发明所属技术领域的技术人员将很清楚, 在不脱离由所附权利要求书所限定的本发明原始范围的情况下可以对其进行各种变化和修改.

说明书附图



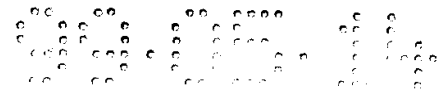
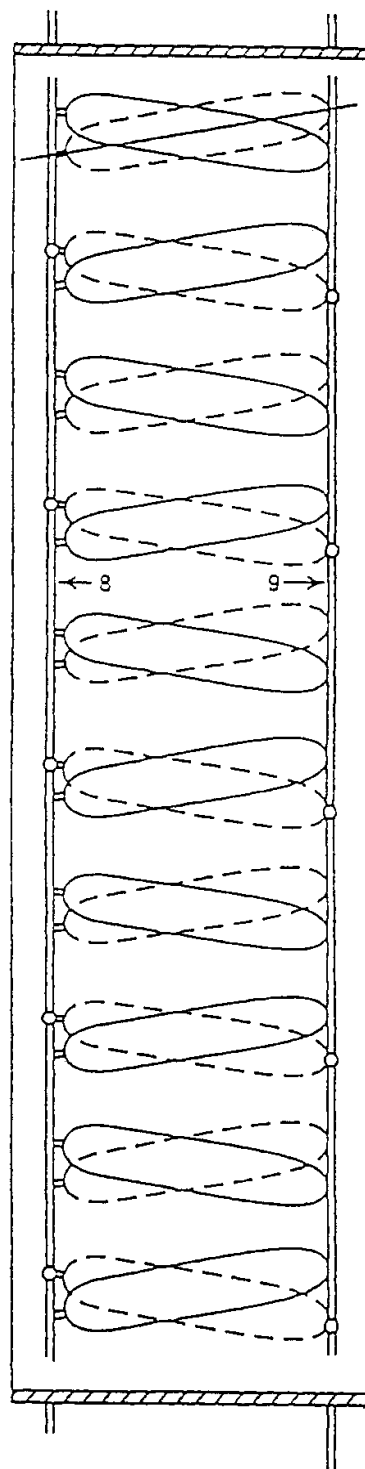
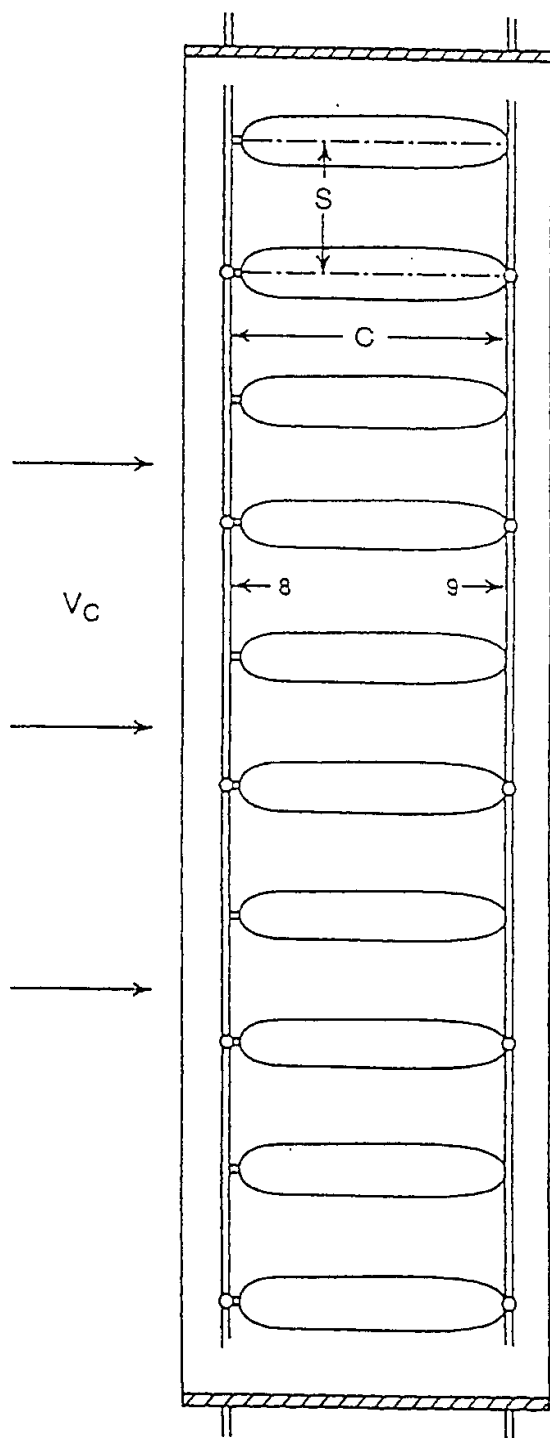


图 2





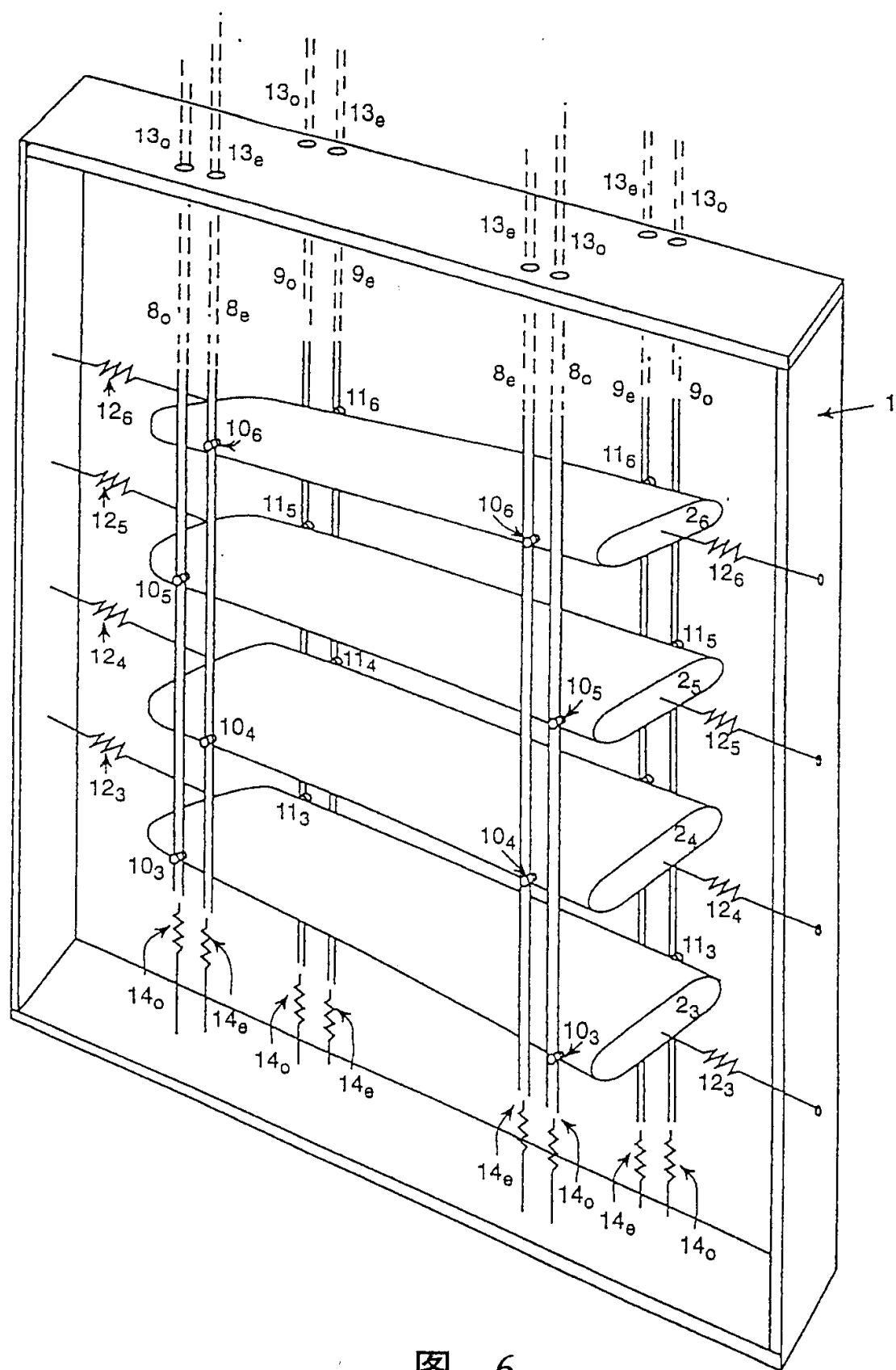


图 6

公开说明书

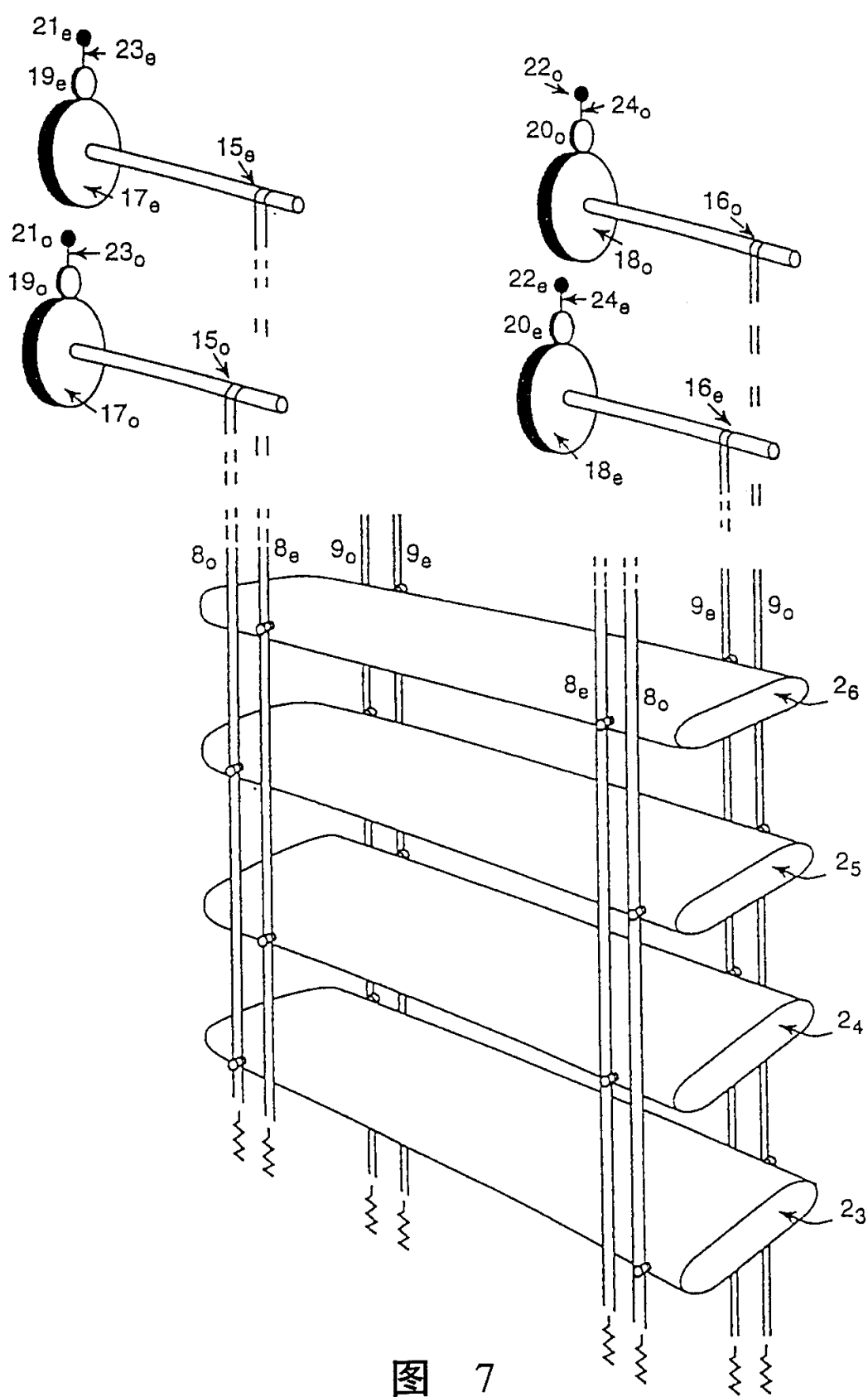


图 7

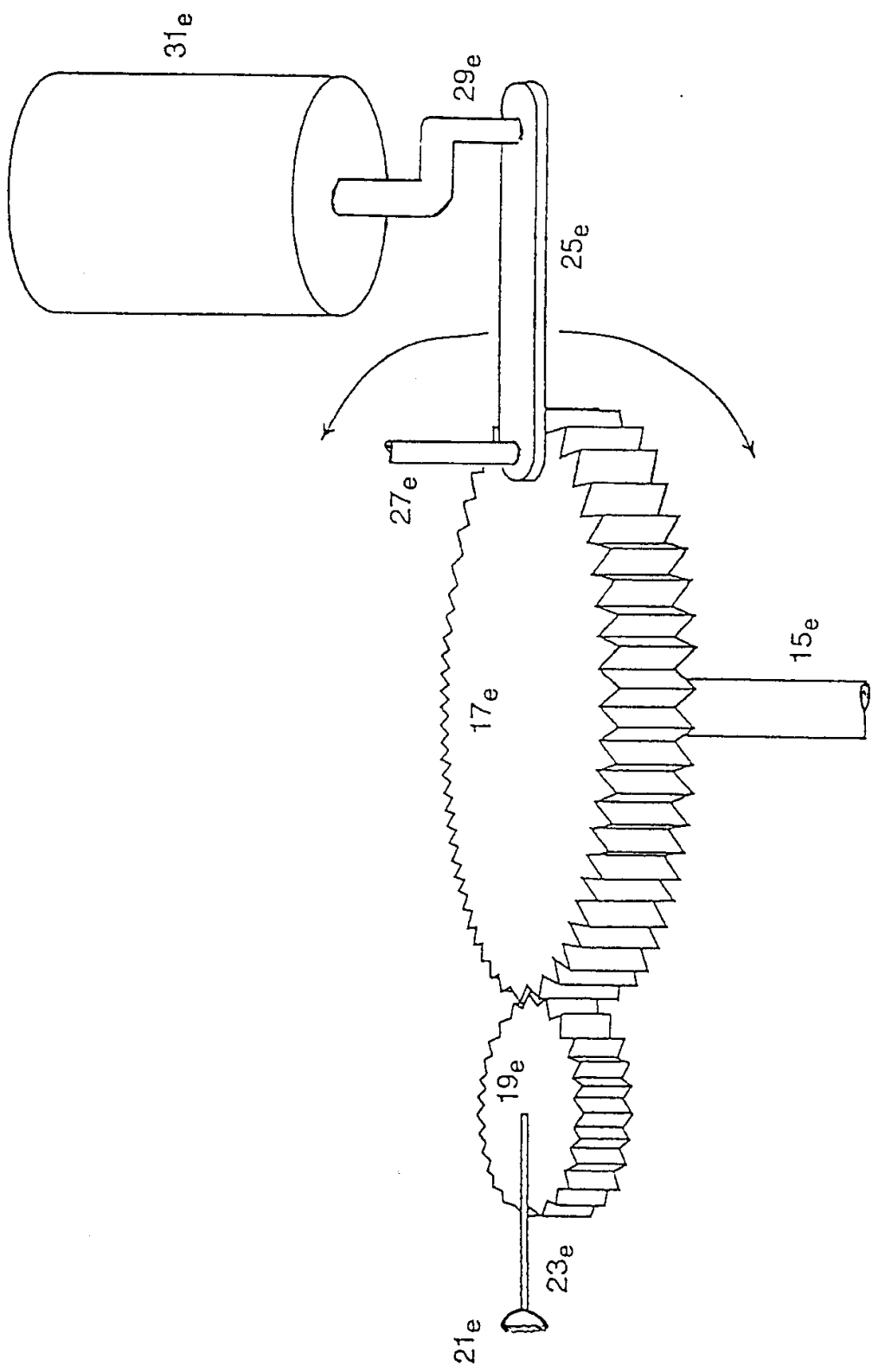


图 8

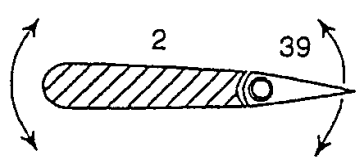
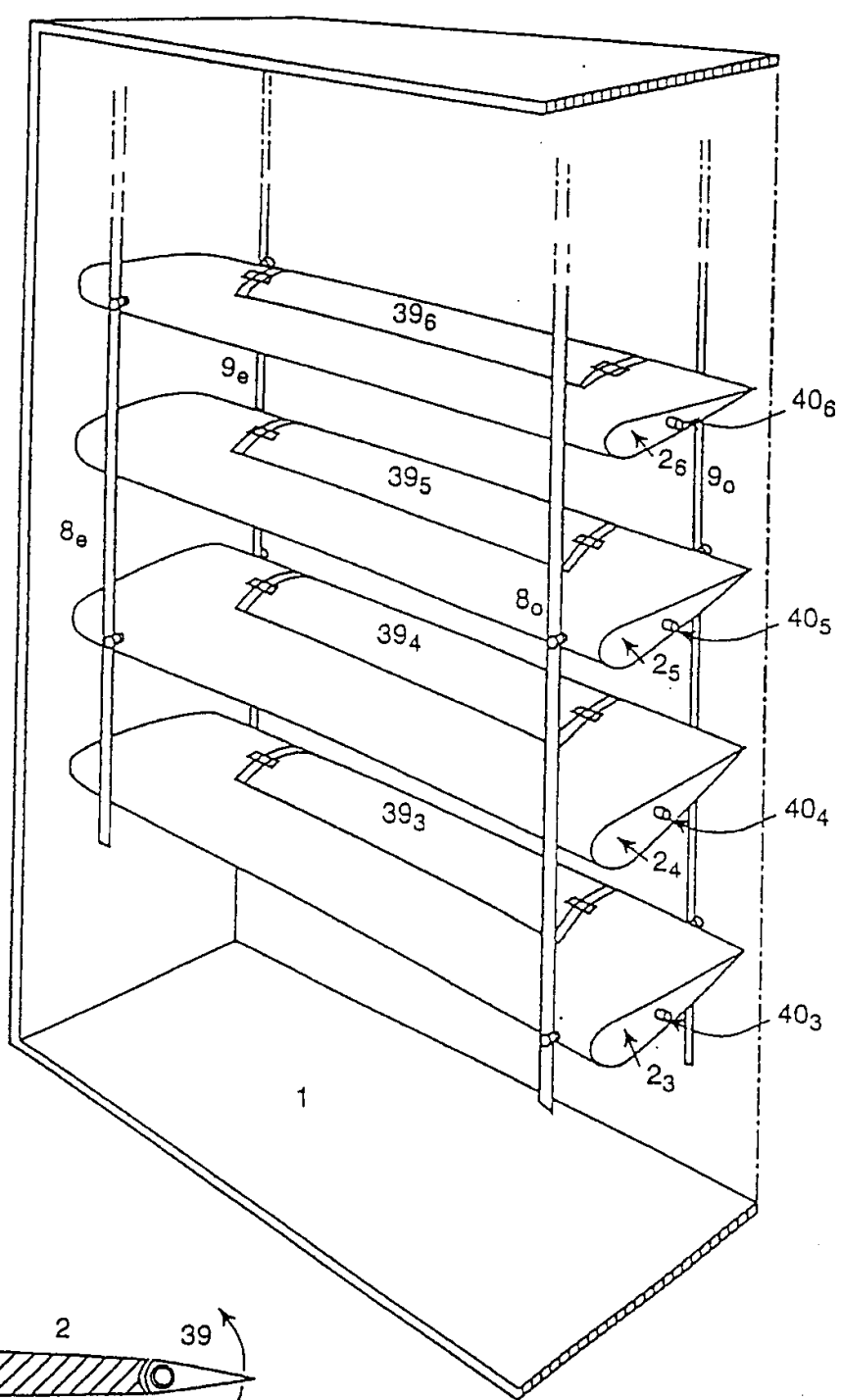


图 11

图 10

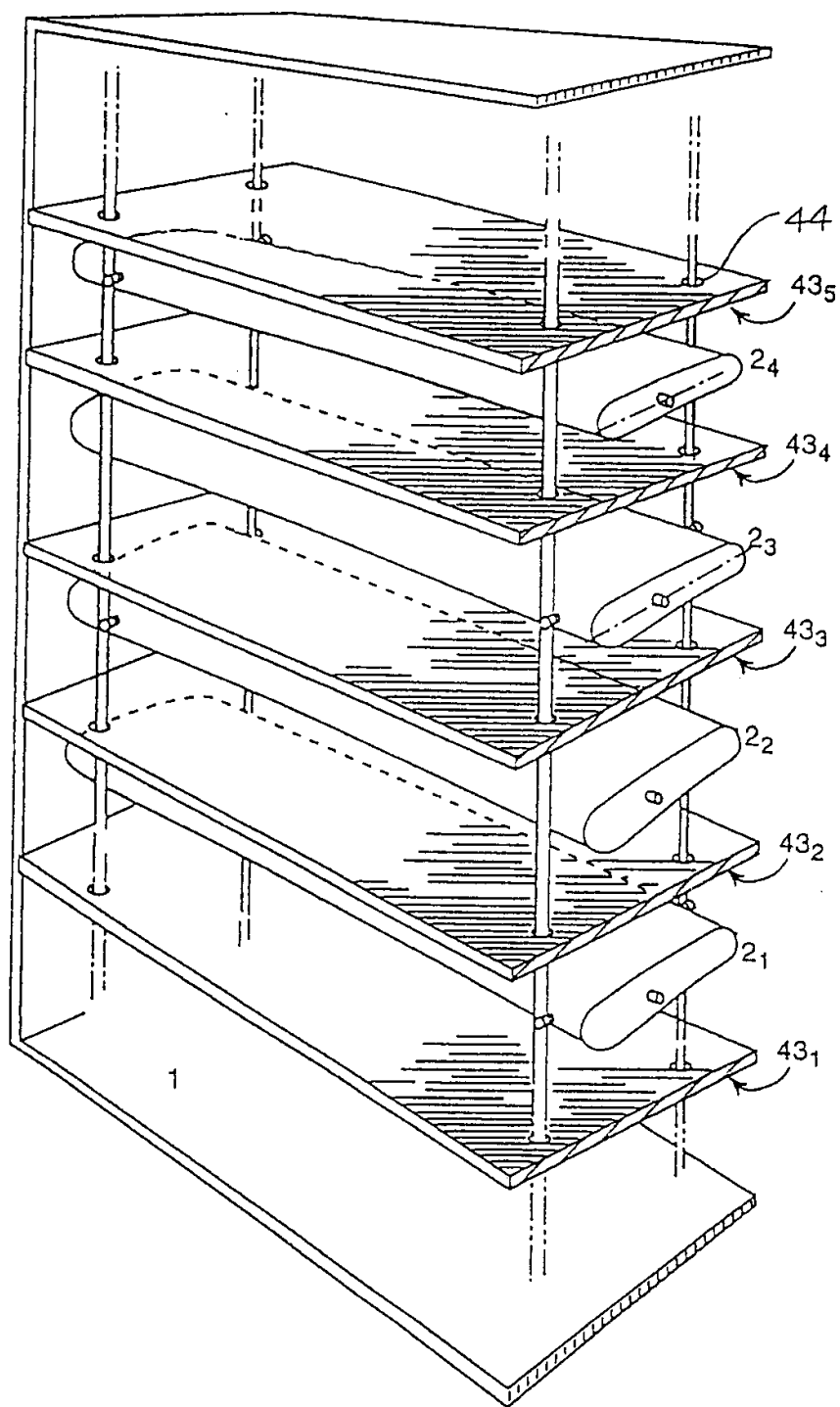


图 12

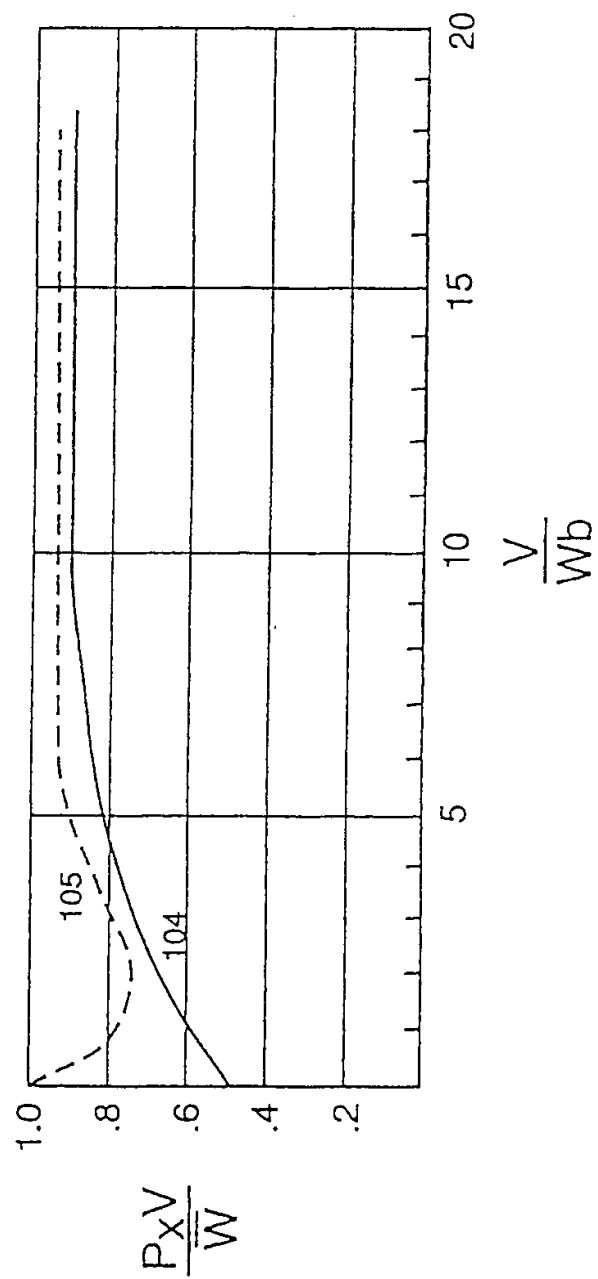


图 13

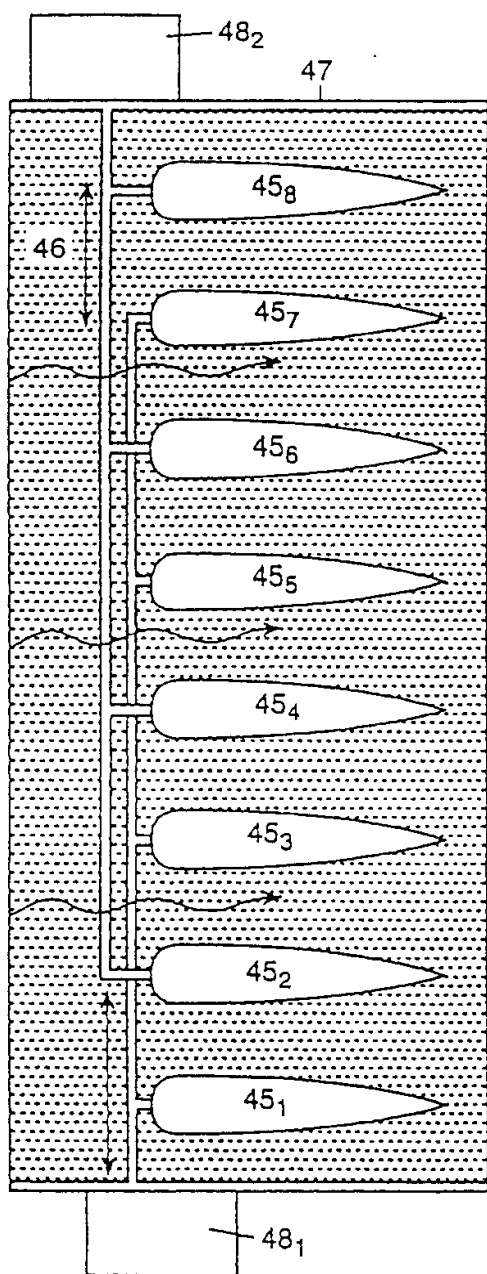


图 14

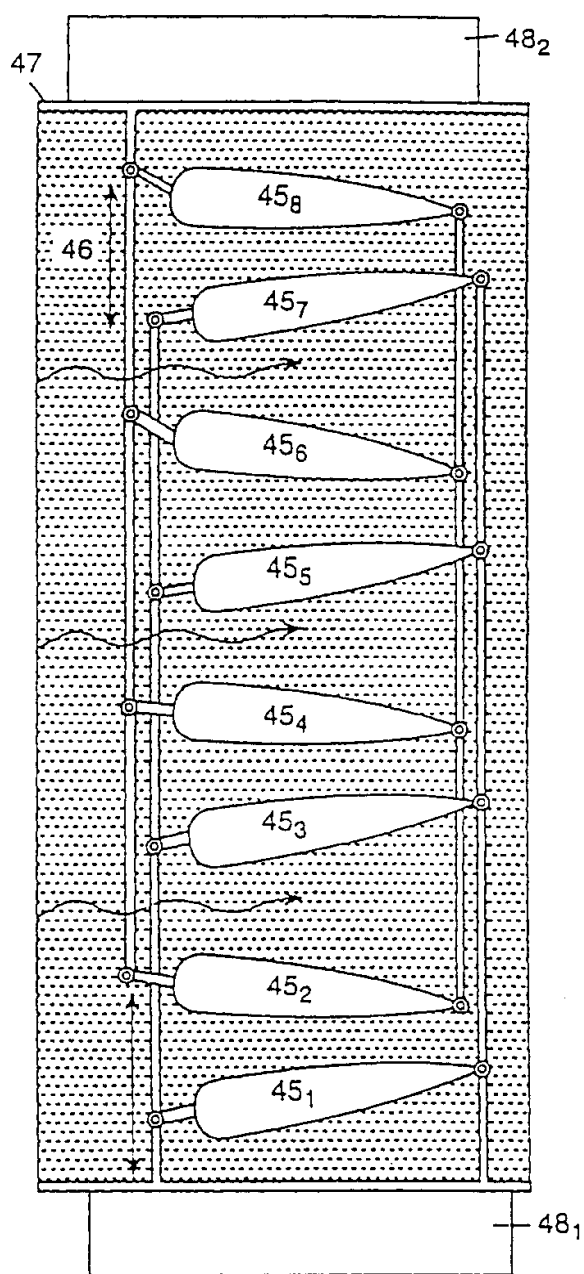


图 15