

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F03D 3/02 (2006.01)

F03D 3/06 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480031225.8

[45] 授权公告日 2008年6月18日

[11] 授权公告号 CN 100395447C

[22] 申请日 2004.10.21

[21] 申请号 200480031225.8

[30] 优先权

[32] 2003.10.22 [33] JP [31] 362284/2003

[32] 2003.12.10 [33] JP [31] 412043/2003

[32] 2003.12.26 [33] JP [31] 433854/2003

[32] 2004.1.26 [33] JP [31] 016436/2004

[32] 2004.6.30 [33] JP [31] 194381/2004

[32] 2004.10.20 [33] JP [31] 305014/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2004/015597 2004.10.21

[87] 国际公布 WO2005/038251 日 2005.4.28

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.21

[73] 专利权人 全球能量有限公司

地址 日本东京都

共同专利权人 FJC 株式会社 铃木政彦

[72] 发明人 铃木政彦

[56] 参考文献

JP2003-21045A 2003.1.24

JP2002-235656A 2002.8.23

JP2002-130110A 2002.5.9

JP2001-193629A 2001.7.17

JP2000-234582A 2000.8.29

JP2003-278638A 2003.10.2

审查员 慈 蕾

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 刘莉婕 杨本良

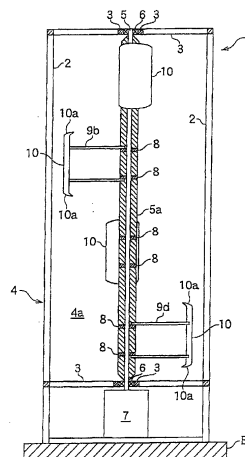
权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 11 页

[54] 发明名称

竖轴式风车

[57] 摘要

本发明涉及一种竖轴式风车以及一种风力发电系统，并且特别是这样一种竖轴式风车，其中设置作为风力坝的支架以形成多个轴安装部分，将多个各自在上、下端处具有倾斜部分的竖向长叶片分别在多个高度水平处安装在垂直主轴上，从而以增加的受风面积和风力接收能力来提高风力接收率，并由此以低的安装成本提供风力发电机以及提高的单位面积总发电量。



1. 一种竖直轴式风车，包括：
支架；
以可旋转的方式安装到所述支架的竖直主轴；
在一端安装到所述竖直主轴的支臂；和
安装到所述支臂另一端的竖向长叶片，所述叶片在上下端具有倾斜部分，所述倾斜部分逐渐变尖，并相对于所述主轴的竖直轴线以30-45度向内倾斜，所述叶片的弦长为所述叶片旋转半径的45-55%。
2. 如权利要求1所述的竖轴式风车，其特征在于安装到所述支臂的所述叶片竖直地设置在多个高度水平，从而形成多个叶片，每个叶片朝向不同的方向，并在竖直方向不重叠，从而它们在沿所述竖直主轴的轴向方向看时以相等的角度间隔开。
3. 如权利要求1所述的竖轴式风车，其特征在于所述叶片竖直设置在多个不同的高度水平中，在所述每个高度水平中在所述竖直主轴上设置轴承。
4. 如权利要求1所述的竖轴式风车，其特征在于包括所述叶片和支臂的多个高度水平层叠，在两个层之间设置轴承，在所述多个层中每一个中分别设置发电机，以便发电。
5. 如权利要求1所述的竖轴式风车，其特征在于所述风车设置在用于高压输电线的钢塔中。
6. 如权利要求1所述的竖轴式风车，其特征在于一对叶片安装到所述竖直主轴，所述对叶片中的一个更靠近所述轴并较长，而另一个叶片离所述轴较远并较短。

竖轴式风车

技术领域

本发明涉及一种竖轴式风车，并且特别是这样一种竖轴式风车，使得能够利用支架形成多个轴安装部分，其中将多个叶片在多个高度水平处安装在竖直主轴上以提高风力接收率，并由此以低的安装成本提供增加的受风面积和旋转效率以及高的特定面积总发电量。

背景技术

一种用于风力发电机的已知竖轴式风车包括围绕竖直主轴的多个竖直叶片。当其中的一个叶片受到风力作用时，另一个则经受湍流以降低旋转作用力，从而低的扭矩使得这种竖轴式风车不可能应用于实际当中。该竖轴式风车甚至在微风中也以高速旋转，但是数目减少的叶片使得受风面积降低，而数目增加的叶片则易于在急风中产生湍流。

发明内容

鉴于上述缺点，本发明的目的在于提供一种竖轴式风车，其适用于风力发电机，并且相对于该风车的安装面积极大地提高受风面积，以便使得该风车具有小尺寸和低重量，由此降低成本。

附图说明

从下面关于附图中所示实施例的描述，可以更加清楚本发明的上述以及其它的特征和优点，其中：

图1是根据本发明竖轴式风车第一实施例的正视图；

图2是该风车的俯视图；

图3是组合在一起示出的本发明叶片的俯视图和正视图；

图4是根据本发明竖轴式风车第二实施例的正视图；

图5是根据本发明竖轴式风车第二实施例的俯视图；

图6是示出该竖轴式风车的叶片形状的俯视图；
图7是根据本发明竖轴式风车第三实施例的正视图；
图8是根据本发明竖轴式风车第四实施例的正视图；
图9是根据本发明竖轴式风车第五实施例的俯视图；
图10是根据本发明竖轴式风车第六实施例的正视图；
图11是根据本发明竖轴式风车第七实施例的俯视图；以及
图12是根据本发明竖轴式风车第八实施例的正视图。

具体实施方式

现在参考附图描述本发明的实施例。

图1是竖轴式风车第一实施例的正视图并且图2是该竖轴式风车的叶片的俯视图。在支架4中，未示出中间固定臂和斜支柱。该支架4固定在混凝土底部“B”上。

在图1中，该竖轴式风车1在包括多个支柱2和固定臂3的支架4中具有轴安装部分4a。

轴安装部分4a的竖直轴5竖直地设置并且由上、下轴承6以可旋转方式支撑。支柱2包括管子、L形部件、H形部件和U形部件。可以连接多个短的单位。

在图1中基座7包括箱体，在其中轴承(未示出)支撑竖直主轴5的下端。在基座7中，可经由传输装置为竖直主轴5设置发电机(未示出)以允许整个支架4发挥风力发电机的功能。

在图1中，竖直主轴5例如为7m高，并且除了在轴承附近其外表面覆盖有加强部件5a。加强部件5a由FRP（纤维增强材料）、Al材料或其组合物制成。

在加强部件5a中,固定部件8被覆盖以提高支臂9a-9d对气候的抵抗性。在加强部件5的模子(mold)的连接处填充FRP树脂并且硬化,因此可将这些模子连接。

多个固定部件8固定在竖直主轴5中。固定部件8是环形的并且可滑动到竖直主轴5上。固定部件8可包括两个半部,它们压靠到轴5上并且利用螺钉进行固定。固定部件8可作用于保持风车旋转惯性的飞轮。

在图1中,成对的上、下固定部件8成四个组地等间距分布。在每一对固定部件8上,上、下支臂9沿竖直地平行设置并且利用螺钉固定到固定部件8上。上、下支臂9之间的竖直距离由叶片10的高度决定。如果竖直地间隔设置三个支臂9,则竖直地间隔设置作为单独一组的三个固定部件8。

各组支臂的方向均不同。如图2所示,最上面的支臂9a向前延伸,而处于第二高度水平中的支臂9b则与之成直角地延伸。

处于第三高度水平中的支臂9c进一步地成直角延伸,而第四支臂9d进一步地与之成直角延伸。转动方向可以是顺时针或者逆时针的。

从最上面的支臂9a到最下面的支臂9d的总角度为360度并且如图2所示,各个支臂9a-9d以直角平均分布。

在图1中,在各组支臂9a-9d的外端处固定竖直叶片10,使其内表面与竖直主轴5相对。根据叶片10的尺寸和重量,通过螺钉、粘结或FRP固定方式将支臂9a-9d固定到叶片10。

支臂9具有足够的刚度以支撑叶片10并且其形状不会引起风阻。支臂9a-9d例如由FRP板制成。

例如，该叶片高度为100-180cm并且厚度为4-6cm。弦长根据轨道半径和叶片数目而变化。单个叶片的弦长在半径的50-65%的范围内确定。

叶片10的上、下端发生倾斜以形成倾斜部分10a。如果倾斜部分10a的角度大于45度，则易于产生风的湍流现象，而如果该角度太小，则会降低风力的回收率。因此，适当的角度在30-45度。如果倾斜部分10a太长，则易于引起阻力并且可以优选小于叶片长度的10%。

当叶片10旋转时，由于流体的粘滞性，空气随着叶片10的侧表面旋转。结果，进入叶片10旋转轨迹中的气流沿着竖直方向流动从而在叶片表面上具有较小的阻力。当倾斜部分10a在叶片10的上、下端向内形成时，欲上下流动的气流被该倾斜部分10a所抑制以提高空气压力，由此沿着旋转方向推动叶片10。因此，与如在后面描述的没有倾斜部分的叶片相比，具有倾斜部分10a的叶片10的旋转效率提高了10-40%。

在根据本发明的叶片10中，弦长或宽度非常大。由于倾斜部分10a形成在叶片10的上、下端上，已经证实，与简单的、直的竖直叶片相比，尽管弦长很大，但该叶片10实现了理想的旋转数。

图3是具有由实线示出的俯视图和由虚线示出的正视图的示意图。

叶片10的外表面包括沿着旋转轨迹“T”的弯曲表面。因此在竖轴式风车1旋转期间，叶片10的外表面沿着弯曲旋转表面移动以降低在叶片离心部分处的风阻损耗。

在叶片10的内表面上形成凸起10b。因此，在旋转期间，叶片10内表面的后端在凸起10b的旋转轨迹“Ta”的外侧旋转，并且因此沿着叶片10内表面流动的风向后流动到凸起10b的旋转轨迹“Ta”的外侧。

因此，当顶风冲击图3中的叶片10的前表面时，其将推动叶片10的内表面的后端。

因为在叶片10的内表面上形成凸起10b，沿着叶片10外表面流动的风速快于沿着内表面流动的风速。快速风使得空气更稀薄以形成负压，因此叶片10从外侧被向内和向前推动以形成提供自旋作用力的推力。

在图3中，从左前方冲击旋转叶片10的内表面并且竖直流动的风冲击叶片10的倾斜部分10a。由于旋转轨迹“Tb”位于凸起10b的旋转轨迹“Ta”的内侧，向后通过凸起10b的风流并不上下扩散，而是以高速向后流动，同时受到上、下倾斜部分10a的压迫而产生高压，由此推动叶片10内表面的后部以形成旋转作用力。

在图3的侧视图中，到达倾斜部分10a左侧表面的箭头“A”与箭头“a”的方向相反被排斥。在图3的俯视图中，沿箭头“B”的风流沿着箭头“b”的方向被推斥。被推斥的风作为反作用力影响了叶片的旋转作用力。

在图3中，叶片10的弦长被设成叶片轨道半径的50%。然而，叶片10的外表面被设成沿着旋转轨迹“T”的圆表面。因此尽管在内表面上存在凸起10b，叶片10的厚度是旋转半径的大约7%。叶片越薄，则旋转阻力越小。

在如上构造的竖轴式风车1中，叶片10的长度为1m。但是围绕7m长的竖直主轴5设置处于四个高度水平上的单独叶片，所以具有四个叶片的该竖轴式风车具有宽广的受风区域并且在旋转期间提供大的扭矩。

在各个高度水平上，只有一个叶片10，从而实现了在该同一高度水平的相对侧中没有风阻以提高旋转效率。为抵消风向的快速改变，

处于各个高度水平中的叶片10以直角改变方向从而使得该轴在连续的风力下平稳地旋转，如同汽车的四缸发动机，并且获得高扭矩。

各个叶片10以固定的角度在多个高度水平的每一个处设置在单独竖直主轴5上，以便为竖直主轴提供良好的旋转平衡性。

在围绕该单独竖直主轴5的处于多个高度水平的叶片中，功率系数不等于高度水平的数目的倍数，而是比它要高，这已经得到证实。处于四个高度水平的叶片的升力比单独叶片的升力大四倍，但是作用于叶片10的阻力载荷降低到高度水平数目分之一，以提高旋转效率并且提高叶片10的旋转速度，由此提高功率系数。

在该第一实施例中，叶片10设置在四个高度水平上，但是可将三个竖直主轴3竖直地连接以便提供叶片10的十二个高度水平。

通过将竖直主轴5缩短，叶片10可设置在三个或六个高度水平上。叶片10可以更长或更短。

图4是本发明竖轴式风车第二实施例的正视图并且图5是俯视图。赋予与上述部件相同的部件以相同的数字标号并且省略其描述。在图4和5的支架中省略了中间固定臂或斜支柱。

在图4中，竖直主轴5由多个中间轴承66支撑，每个轴承利用支柱2之间的固定臂3固定。因此，竖直主轴5其整体能够抵抗挠曲，使金属竖直主轴5更薄并且更轻在，并且能够经受剪切载荷。

在图4中，竖直主轴5置于两个叶片10之间。如果叶片10的轨道半径是1m，则叶片10的弦长优选设置成该半径的40到55%。

支臂9a-9e设置在相同轨道上。在旋转期间，处于同一高度水平中

的两个叶片10具有良好的平衡性以改进整个风车1中的旋转平衡性能。

如图5所示，最上面的支臂9a设置在轴5的每一侧。处于第二高度水平的支臂9b沿着如由箭头“A”所示的旋转方向偏移了72度的角度。处于第三高度水平的支臂9a进一步偏移了72度。处于第四和第五高度水平的支臂9d、9e沿着旋转方向以72度的角度偏移。

因此如图5所示，支臂9a-9e沿着旋转方向以36度的角度按照顺序9a、9d、9b、9e、9c、9a、9d、9c进行设置。

在第二实施例中，两个叶片设置在五个高度水平处，从而叶片的总数为10个，以提高受风面积从而产生更大的扭矩。特别是，具有五个高度水平的风车1的受风面积比具有单独高度水平的风车的受风面积大五倍以上，并且风力产生能力的提高是与叶片10的面积乘以风速并且立方后的数值成比例地提高。

图6是竖轴式风车的两个叶片的俯视图。对于相同的部分和部件赋予相同的数字标号并且省略其描述。

制造竖轴式风车1用于进行风洞实验，并且叶片10的轨道半径为40cm，高度为80cm并且弦长为20cm。

叶片10的外表面沿着旋转轨道“T”移动。凸起10b形成于叶片10的内侧并且倾斜部分10a形成于叶片10的上、下端。

对风车1的旋转性能进行风洞实验。

时间：2004年7月26日，多云，32-34℃

Ashikaga理工学院所属风洞设备

开口类型，吹风端口：1.04m×1.04m，变速风洞

风速测量：Betz型压力计和Piteau管

实验风速：4、6、8、10、12、14m/s

直叶片：弦长为13、16、20、23cm

BELLSHION型叶片：弦长仅20cm

扭矩实验：Ashikaga理工学院Ushiyama研究生课程所属的逆变器
— 电机设备

在关于无倾斜部分的直叶片的风洞实验中，获得风车效率“ C_p ”的如下结果。

弦长	风速	C_p	风速	C_p
13cm	4m/s	0.06	14m/s	0.26
16	4	0.05	14	0.27
20	4	0.17	14	0.28
23	4	0.10	14	0.29

从该实验结果可看出，当风速较高例如14m/s时，其弦长为23cm的叶片的风车效率“ C_p ”较高，但当风速较低例如4m/s时则风车效率较低。

相比较而言，尽管4m/s的风速较低，其弦长为20cm或轨道半径的50%的叶片提供了0.17的风车效率，这显著优于其它情形。

对于在上、下端处具有倾斜部分和20cm的弦长的BELLSHION叶片，进行风洞实验并且结果如下：

弦长	风速	C_p
20cm	4m/s	0.25
	8	0.27
	12	0.30
	14	0.32

从风洞实验的结果可看出，将根据本发明的叶片10与普通的直叶片相比，根据本发明的叶片10具有对应于轨道半径50%的20cm弦长，但是与在4m/s的风速下风车效率为0.17的具有20cm弦长的直叶片相比，在4m/s的低风速下提供了高于0.25的风车效率“ C_p ”，这证实本发明的叶片具有较高的效率。

特别是，在弦长相同的情形下，与直叶片相比，本发明叶片10在4m/s的低风速下效率提高了47%并且在14m/s的高风速下提高了14%。

实验数值表明，竖轴式风车1从低风速区域到高速区域的旋转效率差异较小并且是稳定的。

特别是，仅当风速高于4m/s的风在一年中存在2000小时以上时风力发电机才有利润。在其中在全年中有很多天没有高速风的各区域中，适用本发明中的在4m/s风速下具有 $C_p=0.25$ 的竖轴式风车1以产生风力。

在风洞实验中，已经证实无论叶片10的弦长比对应于轨道半径的50%的宽度或长或短，风车效率“ C_p ”较低，特别是在低风速区域中。因此，已经证实两个叶片中的叶片10的弦长优选从轨道半径的45%到55%变化。然而，根据尺寸、数目、当地平均风速等，弦长可以是轨道半径的40到60%。

图7是根据本发明竖轴式风车第三实施例的正视图。赋予与上述实施例中部件相同的部件以相同的数字标号并且省略其描述。在图7的支架4中未示出中间固定臂和斜支柱。

在该第三实施例的竖轴式风车1中，现有钢塔“L”在实际上用于高压输电线。由基座7中的电力发电机(未示出)产生的电力被汇集到电力收集器11，由变压器12变压并且经由输电线“L”收集。因此，可以节约资金投入并且有助于在遥远地区的发电和电力收集。如图所示，

叶片10的轨道半径可根据各个竖直高度水平进行改变。

图8是根据本发明竖轴式风车第四实施例的正视图。赋予与上述实施例中部件相同的部件以相同的数字标号并且省略其描述。在图8的支架中未示出中间固定臂或斜支柱。未示出电力收集器、变压器、自动控制设备、旋转速度传感器或制动装置。

在第四实施例中，在支架4中水平地设置多个轴安装部分，并且竖直主轴5设置在各个轴安装部分4a中，从而在单独支架4中设置有多个竖直主轴5。图8示出两个轴安装部分，但是可沿着水平方向连续地设置十个或十二个轴安装部分。

在单独支架4中形成多个轴安装部分4a并且竖直主轴10设置在各个轴安装部分4a中。将多个叶片10安装到各个竖直主轴5，但是相邻的叶片10其方向不同以使得风顺利通过，由此在旋转期间抑制由相邻叶片产生的气流的相互作用。

在如此构造的第四实施例中的竖直主轴1使得整个支架4可用作风力发电机。因此，各个竖直主轴5使得基座7中的发电机（未示出）旋转并且产生电力，该电力被收集，以便利用该单独的支架4实现大容量发电机。

该实施例中的叶片10可包括两个图4中的叶片。如图4所示，竖直主轴5可由中间轴承66支撑。

轴安装部分4a可以并排地连续设置并且叶片10所处高度水平的数目可以改变，例如五个、四个、三个和五个高度水平。当将其安装在不平坦的地面上时，这是适当的。

图9是根据本发明竖轴式风车第五实施例的俯视图。赋予与上述实

施例中部件相同的部件以相同的数字标号并且省略其描述。在图9的支架4中未示出中间固定臂或斜支柱。

第五实施例中的竖轴式风车1包括Y形的支架4。示出十二个轴安装部分4a，但是在一个方向中可以是连续的十个或五十个轴安装部分。根据地形，轴安装部分4a的数目增加以在一个方向中变长，但是可降低以在另一个方向中变短。而且，在一个方向中，轴安装部分4a可以前后移动。

图10是竖轴式轴的第六实施例的正视图。赋予相同部件以相同的数字标号并且省略其描述。在图10的支架4中未示出中间固定臂和斜支柱。

在第六实施例中，用于叶片10的支臂9在长度上彼此不同并且设置较远的叶片10A和较近的叶片10B。较长支臂9A与较短支臂9B的比例最大为2:1。在图10中，较远叶片10A和较近叶片10B设置在两个高度水平中，并且较长和较短支臂9A、9B成直线地设置。在四个高度水平的情形中，较长和较短支臂9A、9B以直角相间隔。

在图10中，较远叶片10A较短，而较近叶片10B较长。较短支臂9B与较长支臂9A的比例为1:2。较长支臂9A为100cm长并且较短支臂9B为50cm长。较远叶片10A为100cm长并且较近叶片10B为200cm长，从而受风面积相同。

在旋转期间较远叶片10A和较近叶片10B并不通过相同的旋转轨迹，并且不易经受由旋转引起的湍流的作用。这些实施例在受风面积方面高于具有一个高度水平的单独叶片，从而单独叶片的优点被增加到两个叶片的优点中。

图11是根据本发明竖轴式风车第七实施例的俯视图。赋予相同的

部件以相同的数字标号并且省略其描述。在图11的支架4中未示出中间固定臂或斜支柱。

在第七实施例中，较长支臂9A跨过较短支臂9B设置，并且两个较远叶片10A和两个较近叶片10B分别安装到较长支臂9A和较短支臂9B上。在图11中，用于较远叶片10A的支臂9A安装在固定部件8的上表面上，而用于两个较近叶片10B的支臂9B安装在固定部件8的下表面上。然而较长和较短支臂9A和9B均可安装在固定部件8的上表面上。叶片10可以类似于其它实施例，在多个高度水平处设置到单独竖直主轴5上。

图12是根据本发明竖轴式风车第八实施例的正视图。赋予与上述实施例中部件相同的部件以相同的数字标号并且省略其描述。在图12中未示出中间固定臂或斜支柱。

在第八实施例中，将三个叶片设置在四个高度水平处。叶片10的弦长可优选为轨道半径的40-45%，小于两个叶片的弦长。叶片10以30或60度从位于下一高度水平处的叶片偏移。发电机13设置在各个高度水平处以便经由传输装置14通过竖直主轴5的旋转产生电能。在各个发电机13中设置自动离合器设备或自动负荷开关（未示出）13。还设置有轴承、输电装置、旋转速度传感器、自动控制设备、自动制动器和旋转辅助发动机(未示出)。

旋转速度传感器检测竖直主轴5的旋转速度以便基于所检测的数值利用自动控制设备控制有关设备。低于4m/s的风速启动自动离合器设备以在特定风速的各个水平上打开和关闭。因此，在四个发电机13中自动离合器设备被打开，以使得未被传输到竖直主轴5的旋转作用力的发电机13的数目为一到三个，由此以与低风速相匹配的负荷实现竖直主轴的旋转，以便适应于低风速进行发电。

当在低风速下启动时，仅有一个连接到竖直主轴5的发电机13被起

动并且随着风速的提高，所被连接的发电机13的数目增加。因此，可以仅安装发电容量小于其它发电机的一个发电机。

在微风期间，旋转辅助发动机（未示出）由自动控制设备驱动以便赋予风车1起动力。在台风中，自动制动器被启动。自动制动器可以是电加载设备而非机械设备。自动负荷开关设备可以是用于多个电池和电磁感应圈的打开/关闭开关设备。例如，当台风超过特定的风速时，基于在压力计（anemometer）中的检测值由自动控制设备打开该开关使其承载，这使得不能利用该风速发电，从而该风车被制动。

关于在该实施例中对发电机13中的自动负荷开关进行控制，可以应用另一个实施例。

将发电机连接到风车的竖直主轴以形成风力发电机。特别的，支架由轻质支柱制成以便沿着水平方向延伸由此增加高度、避免倒塌并且形成包括多个小型风车的高容量风力发电机。

上述内容仅涉及本发明的实施例。在不背离权利要求范围的前提下，可由本领域技术人员做出各种改进和修改。

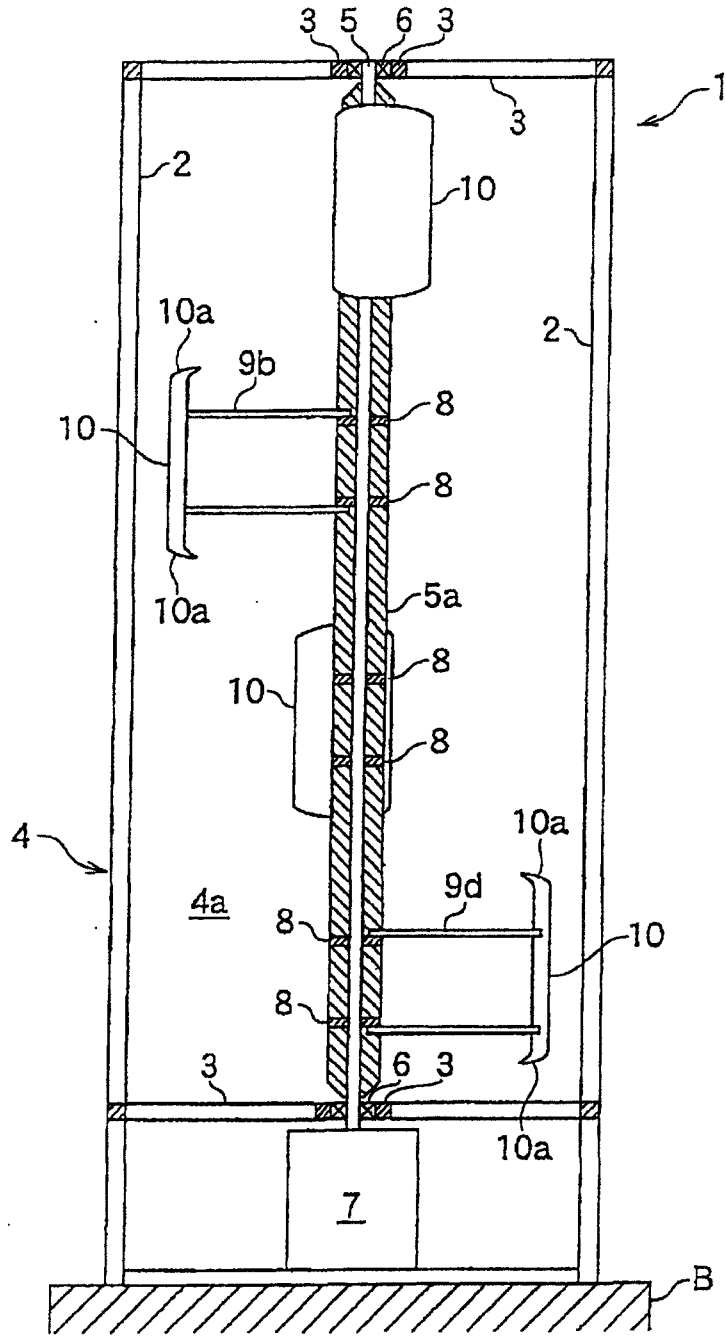


图1

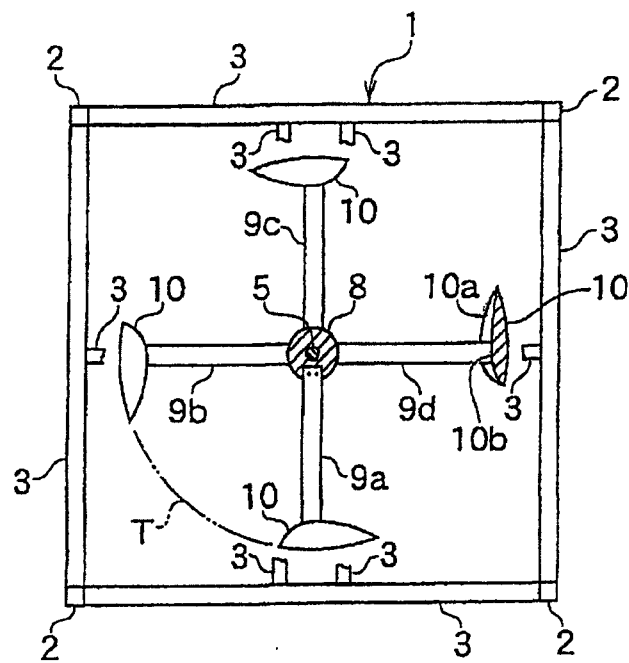


图2

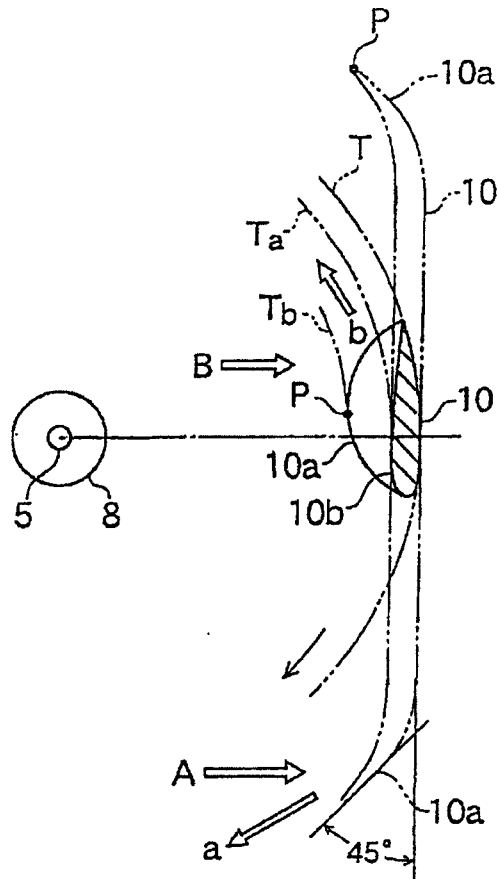


图3

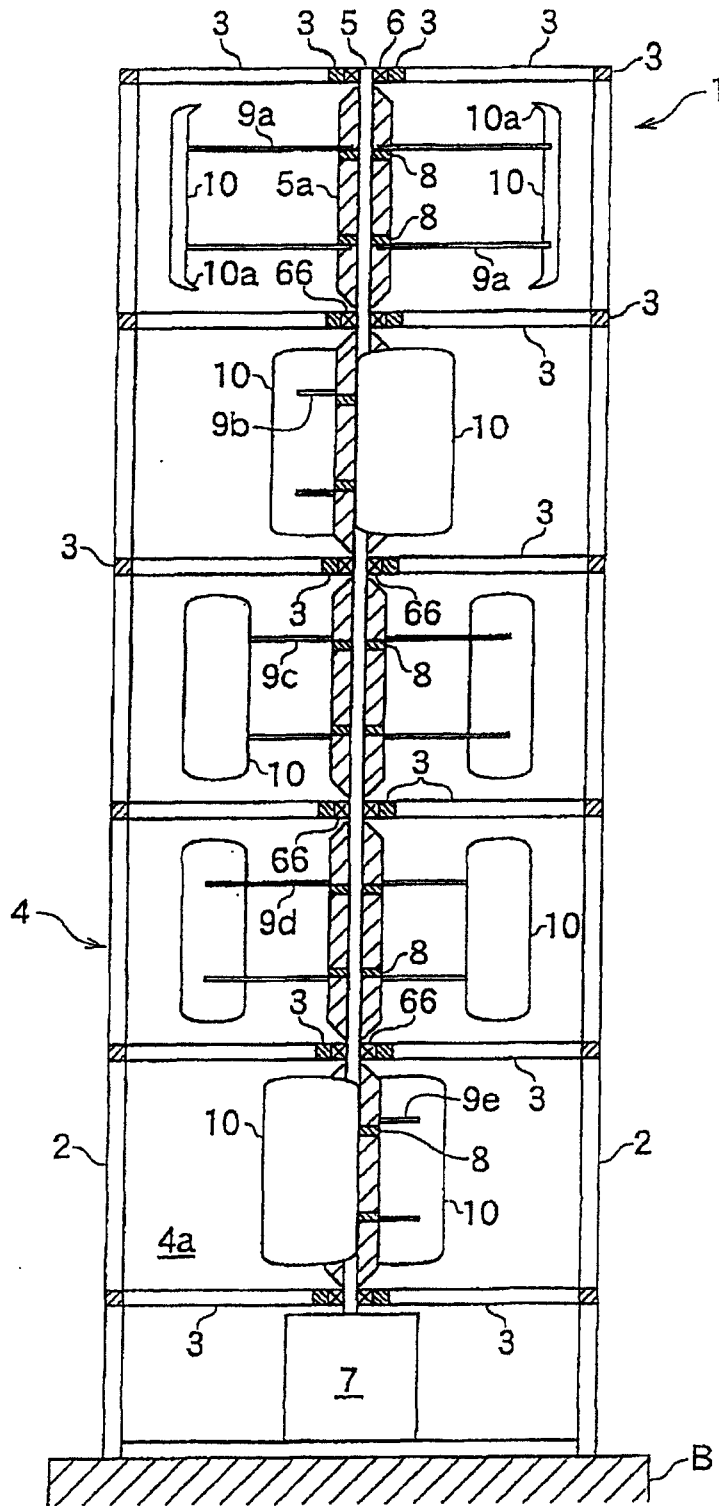


图4

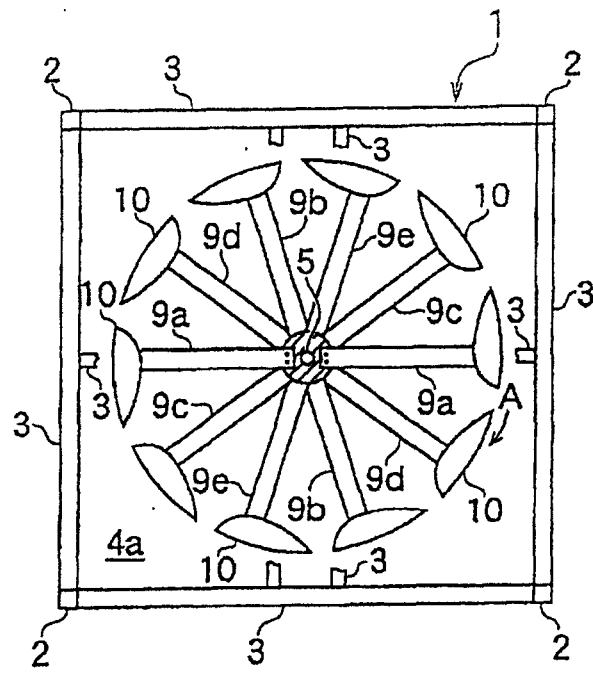


图5

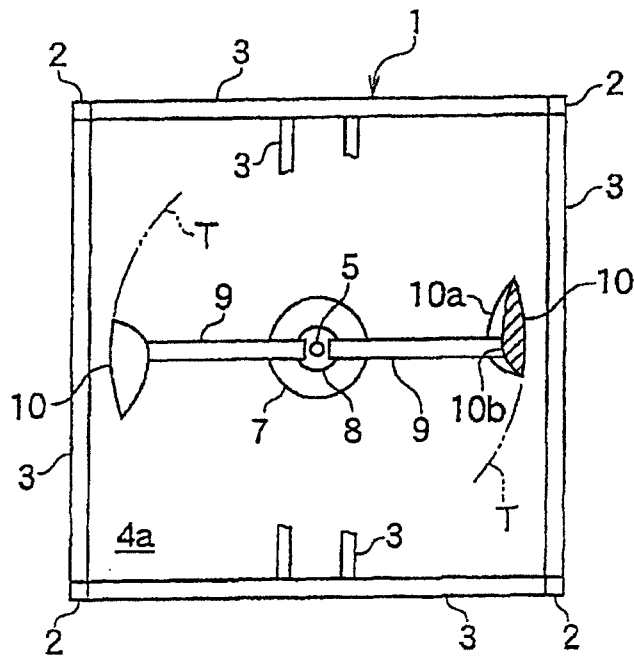


图6

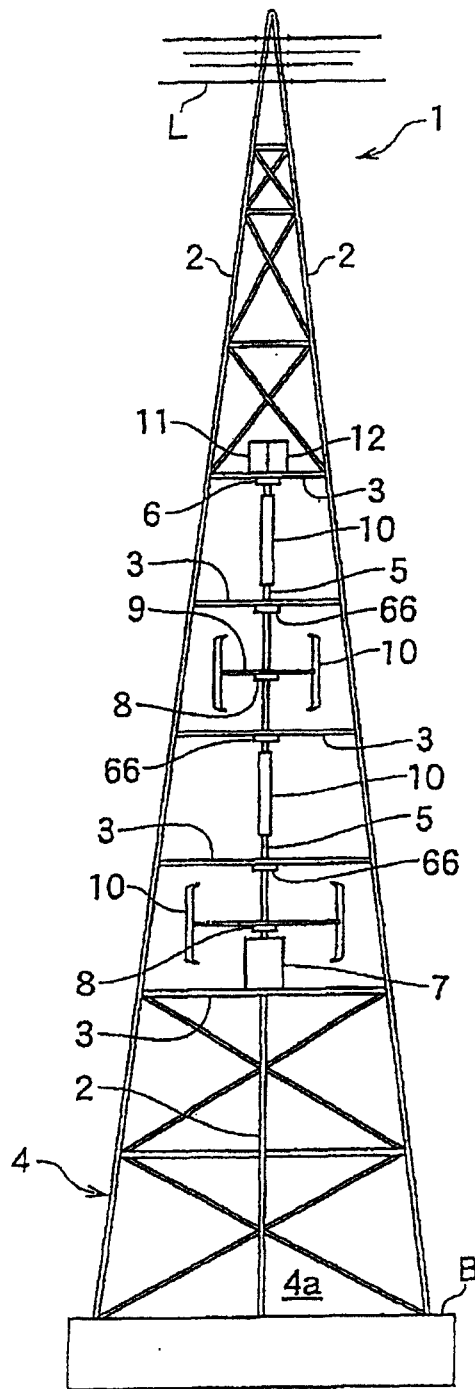


图7

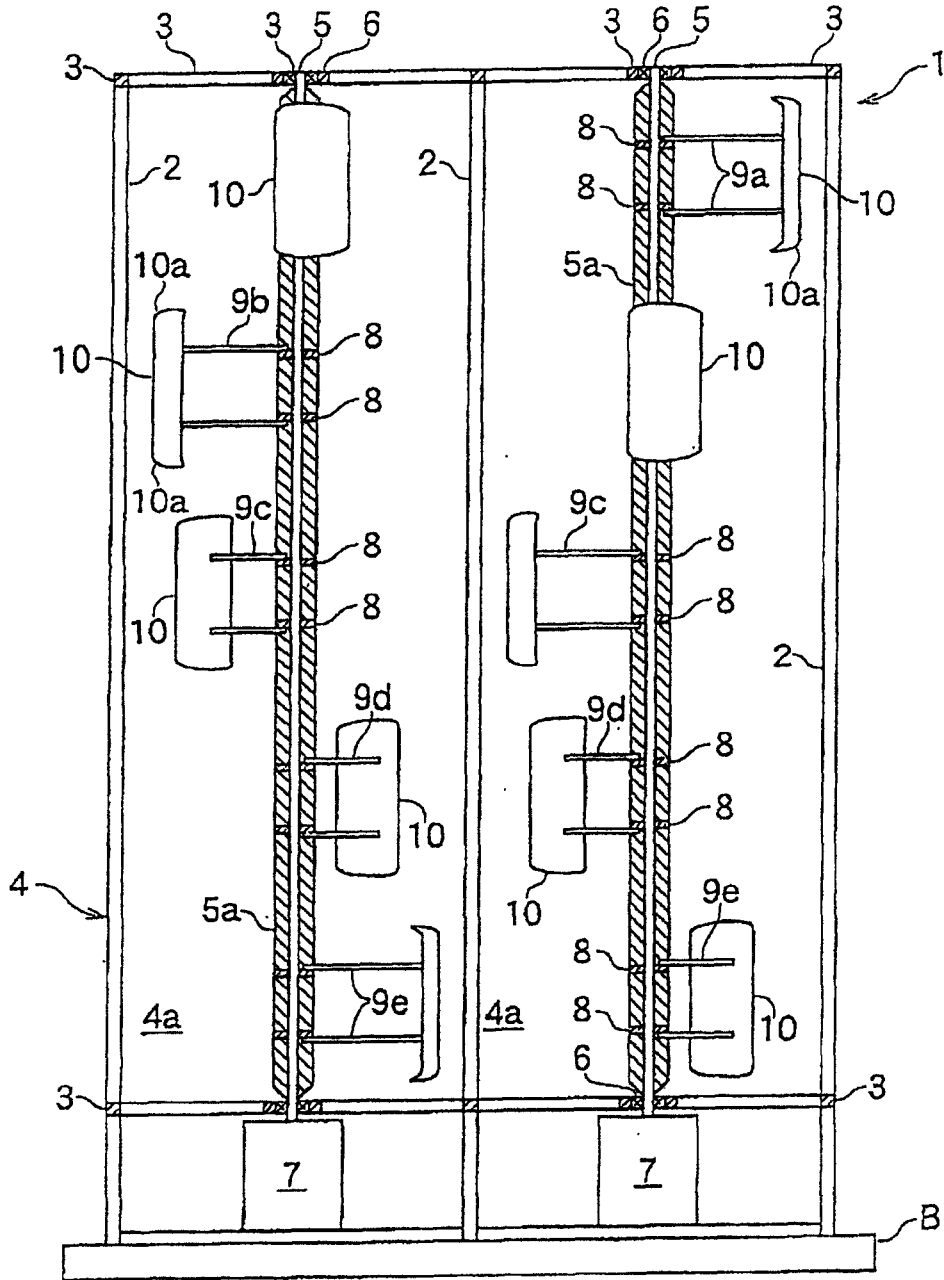


图8

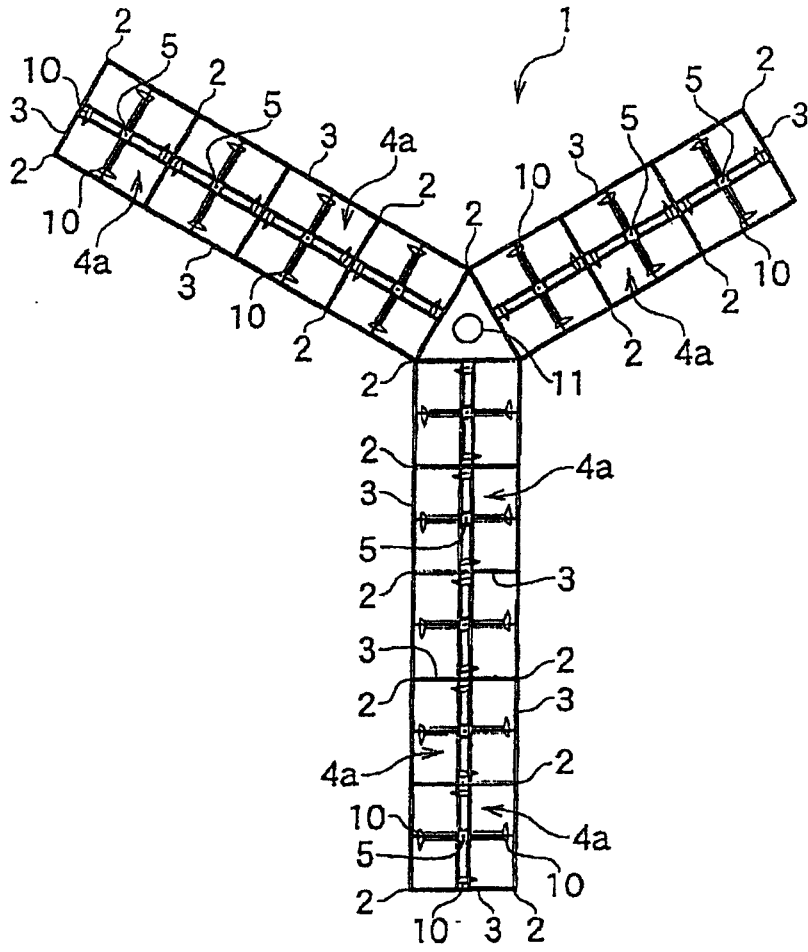


图9

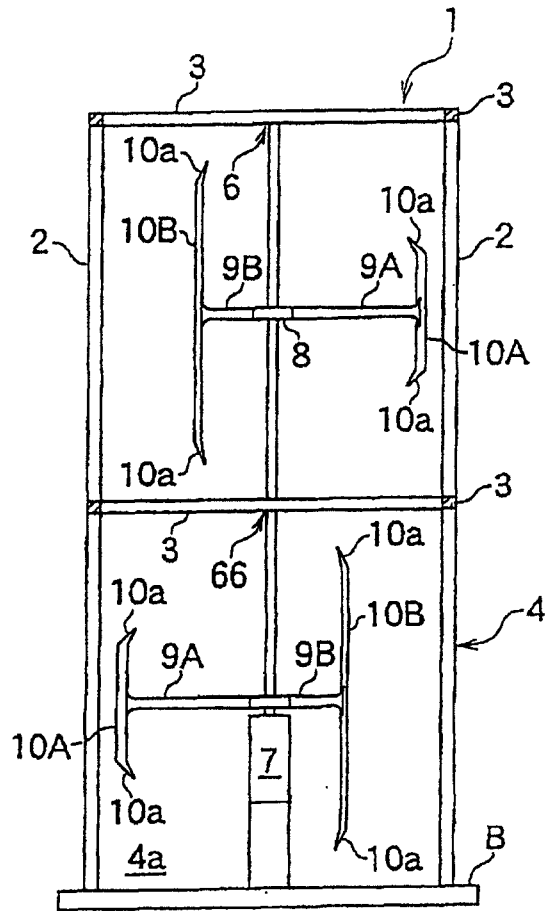


图10

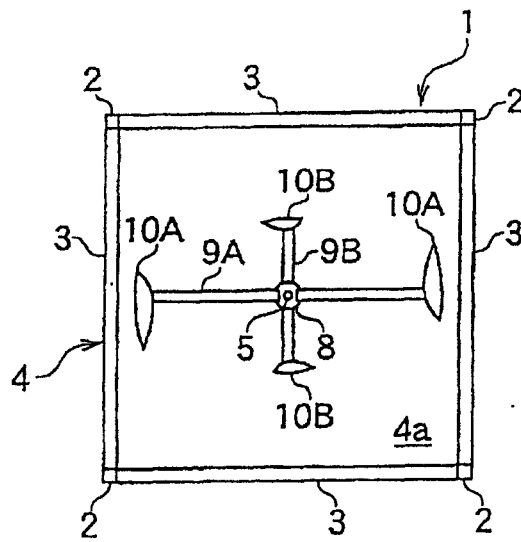


图11

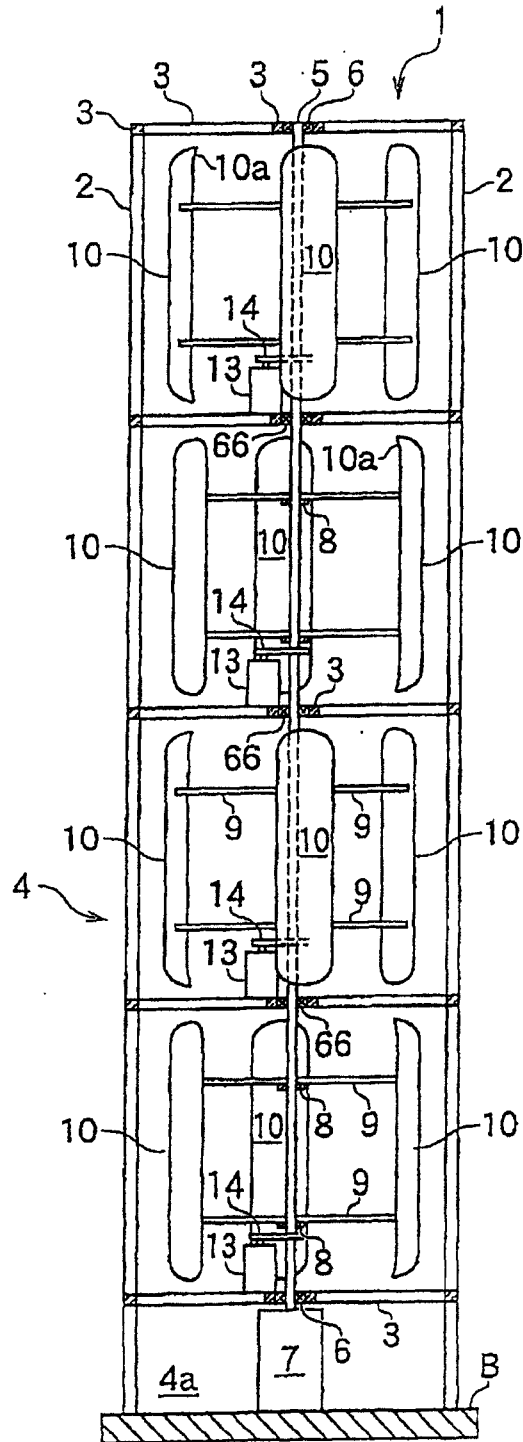


图12