



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 93105905.4

[51]Int.Cl⁵

F28F 3/00

[43]公开日 1994 年 4 月 13 日

[22]申请日 93.4.21

[30]优先权

[32]92.5.21 [33]DE[31]P4216839.2

[71]申请人 伊克哈特·威博

地址 德国尼尔堡

[72]发明人 伊克哈特·威博

[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 卢 宁

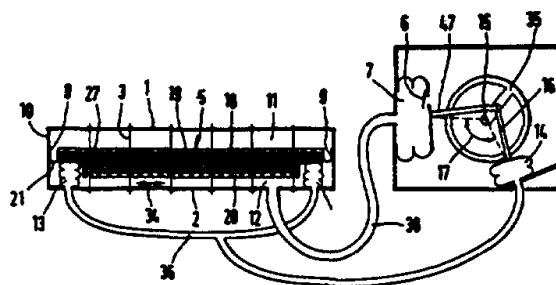
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 带有热交换器的容积式机器

[57]摘要

本发明涉及一种容积式机器, 其中, 一个排放板 5 可在壳板 1、2 之间往复移动, 该板的周缘与壳体的端壁 10 之间无摩擦。对此, 人们希望用较小的造价获得较大的功率范围, 即在考虑壳体的承压强度的前提下尽可能将壳板与排放板制得较大。这个目的通过如下方案得以实现, 用均布的支柱 3 将壳体 1、2 保持在相隔一定距离的位置上, 支柱沿垂直于排放板 5 的方向穿过此板, 该板周缘借助直线卷动膜片 9 靠置在壳体壁端 10 上。壳板通过支柱而固定, 排放板通过卷膜保持平行移动, 以适应与支柱的配合。



权 利 要 求 书

1、带有热交换器的容积式机器，该容积式机器适于低温到中温的工作条件，即适于压缩比小而排放体积大的工作条件，其中，在一个壳体的两相互平行的壳板之间，有一个可往复移动的排放板，该排放板的周缘与壳体的端壁之间无滑动磨擦，该板隔成两个气体工作室：即膨胀室与压缩室，为进行热交换，与气体工作室对应设有加热器和冷却器，

两个气体工作室通过一个交流换热器相互连接，

排放板的往返运动与一个工作转子的循环运动之间有一相位差，

其特征在于，用若干分布安置的支柱（3）、（4）将两壳板（1）、（2）相互保持在一定距离的位置上；支柱（3）、（4）沿着与排放板（5）垂直的方向穿过该排放板，和

排放板（5），沿周缘设置有直线形卷动膜片（9）以相对壳体端壁（10）异行。

2、如权利要求 1 所述的容积式机器，其特征在于，为了保证排放板（5）可以往返移动，在排放板与壳板（1）、（2）中的一个壳板之间设置有移动气箱（13），该气箱（13）通过一个控制气箱（14）来控制，控制气箱与气箱（13）作进气和排气连通，并借助于一个连接推杆（16），控制气箱受发动机轴（15）的控制而收缩或膨胀。

3、如权利要求 2 所述的容积式机器，其特征在于，移动气箱的容积是通过改变控制气箱与工作气箱间的运动相位差（17）来进行补偿的，该相位差一般为 90° 或大于 90° 。

4、如权利要求 1 或 2 所述的容积式机器，其特征在于，支柱即可承受拉力也可承受压力，发动机壳体内的一个小孔将工作气箱中的平均压力维持在与大气压力相同的水平。

5、如权利要求 1 或 2 所述的容积式机器，其特征在于，每根支柱都制成张紧的拉杆（3），止回阀（6）调节工作气箱（7）中的空气压力等于或大于大气压力。

6、如权利要求 1 或 2 所述的容积式机器，其特征在于，每根支柱均被制成加固的撑杆（4），止回阀（6）调节工作气箱（7）中的空气压力等于或小于大气压力。

7、如前所述的权利要求中任一权利要求所述的容积式机器，其特征在于，交流换热器（18）设置在排放板（5）上，并且延伸于板的整个面积。

8、如权利要求 7 所述的容积式机器，其特征在于，在交流换热器对着壳板（1、2）的表面上，设有两个与之一起运行的热交换器（19、20），热交换器是可透气的结构。

9、如权利要求 8 所述的容积式机器，其特征在于，排放板壳是水平放置的，较冷的热交换器设置在下方。

10、如前述的权利要求中任一权利要求所述的容积式机器，其特征在于，两条相对置的直线形卷动膜片（9）在正方形或矩形壳体内延伸至壳体的折角处，并且各卷膜上都有一深弯曲部（21），另外两条与之相同的卷膜（9）与上述两卷膜相邻接成闭环。

11、如权利要求 1 至 10 之一所述的容积式机器，其特征在于，在对应于热工作室（膨胀室 11）的不透明壳板（1）外表面上，设置一个透明的隔热板（22），或者该（1）外表面与一个太阳能收集器（23）的背面相接触。

12、如权利要求 1 至 11 之一所述的容积式机器，其特征在于，一壳板（33）大于排放板壳腔的 尺寸，壳板至少超越壳腔的一个端壁，该壳板同时还作为收集阳光的、在光学上为黑色的收集器板。

13、如前述权利要求之一所述的容积式机器，其特征在于，在壳板（33）中嵌入，或在壳板（33）上固定热管（24），以促进沿壳板（33）延伸方向上的热传导。

14、如前述权利要求之一所述的容积式机器，其特征在于，通过设置在壳板（33）上的若干金属片（25）或类似物，增加壳板处于发动机室内的表面积，金属片可以插进交流换热器（18）中。

15、如前述权利要求中任一所述的容积式机器，其特征在于，排放板的往复运动是通过举升气箱实现的，举升气箱的内腔与大气连通。

16、如权利要求 15 所述的容积式机器，其特征在于，举升气箱内腔与大气的连通是通过阀（41、42）来控制的。

17、如前述权利要求之一所述的容积式机器，其特征在于，冷水（44）从下壳板（2）上流经发动机室，并在该壳板上停留一段时间，因而起到制冷交换器的作用。

18、如权利要求 17 所述的容积式机器，其特征在于，在排放板上设置金属片或类似物（45），该金属片等可浸入水的表面内。

19、如前述权利要求中任一所述的容积式机器，其特征在于，在交流换热器的下表面置有一个喷水或胶液分离器（46），作为冷却器。

20、如前述权利要求中任一所述的容积式机器，其特征在

于，工作气箱不与发动机轴连接，而与一摆动质量（50）相连接。

21、如前述权利要求之一所述的容积式机器，其特征在于，工作气箱不与发动机轴相连接，而与一个惯性抽水机的摆动水柱相关联。

带有热交换器的容积式机器

本发明涉及一种带有热交换器的容积式 (Stirling) 机器, 该机器适于低温到中温的工作条件, 即适于较小的压缩比、较大的排放体积的工作条件, 其中, 在一个壳体的两相互平行壳板之间, 置有一个可往复移动的排放板, 该板的周边与壳体的端壁之间无滑动磨擦, 该板隔成两个气体工作室: 即膨胀室与压缩室。为进行热交换, 与气体工作室对应设有加热器和冷却器。两气体工作室通过一个交流换热器相互关联, 排放板的往复运动与一个工作转子的循环运动相差一定的相位。

在已知的这类容积式机器 (如 DE—DS3015815) 中, 该两壳板仅仅由形成端侧的板壁来支撑, 排放板的周缘与壳体的端壁之间留有一定的间隙。对于这种容积式机器, 当人们为获得较大功率而希望将壳板和排放板表面制得较大时, 会受到诸多的限制。其原因在于, 只有用昂贵的构造才能使壳体具备承受高压的强度, 因此, 在已知的容积式机器中, 为满足提高功率范围的需要, 用几个相对较小的发动机模件组成一个组件。这种用几个较小的发动机模件连成一个发动机的制造成本昂贵, 因为需要加工每一个模件, 并需要用多个连杆将各模件与发动机轴连接。

因此, 本发明的目的在于设置一种如本文开头就提到的那种容积式机器, 以满足用较低的造价获得较大功率范围的需要,

其中，在保证壳体具备承压强度的前提下，将壳板与排放板制得尽可能大。本发明容积式机器是通过如下技术方案实现该发明目的的，其特征是，用若干均布的支柱将两壳体固定在相隔一定距离的位置上，同时，支柱沿着垂直于排放板的方向穿过该板，并且该板沿其端边缘通过直线形卷动膜片而可相对于壳体侧边导行。

用本发明的容积式机器，壳板和排放板可以制得很大，因为壳板平面通过连在其上的支柱彼此很好地固定。用该容积式机器，功率范围可以达到诸如 50—500W 的范围，此时壳板为几平方米大，气体工作室内的工作压力为 10,000P_a 或更多。支柱应使排放板在其上尽可能密闭地滑动，以保证支柱在排放板上产生的通孔不会导致在膨胀室与压缩室之间产生过多的气体流通。因此，排放板必须准确地平行移动，而这种准确的平移是由卷动膜片来保证的。由于采用了卷动膜片，使得在壳板间设置支柱达到了实用的效果。排放板可按惯常方式，仅用连杆与发动机轴相连。但也可以根据目的采用另一种更适宜的连接方式，即为排放板往复运动，在排放板与一个壳板之间设置移动气箱，该气箱与一个控制气箱相连通作为进气通路和排气通路，并受该控制气箱的控制，控制气箱通过一个连杆受发动机轴控制而膨胀或收缩。通过均布在平面上的移动气箱来操作排放板，使滑板获得一个较好的平行导向性。而且，这种方案特别地避免了与连接杆相关的（相对）导行运动的滑动磨擦。在采用相当大的排放板的情况下，用移动气箱、进、排气管和控制气箱来连接排放板与发动机轴是十分重要的，因为它们对于壳板能精确地相对壳板平行导行和运动时极少（贫）摩擦是决定性的。移动气箱的容积是通过改变相位差即排放板的运动（亦即控制

气箱的运动) 与工作气箱的运动间的相位差来进行补偿的, 该相位差一般为 90° 到大于 90° 。

支柱的构造应设计成可承受拉、压力的结构。发动机室与大气有一定(小)的连通, 以保证工作箱中的平均气压与大气压力相同。

若采用如下方案则更有益于发明目的的实现, 即: 或将支柱总制成拉紧的拉杆, 而设置在工作气箱上的单向阀调节工作气箱内的气压使其等于或大于大气压力; 或将支柱都制成加固的撑杆, 而设置在工作气箱上的单向阀则调节工作气箱内的气压等于或小于大气压力。在上述可选择的结构中, 支柱的功能是单一的, 因而制造简单。只要确定了压缩比例或真空比例, 则可以确定其专门用途。

本发明一个特别有益的实施方案是, 在排放滑板处设置交流换热器, 该交流换热器延伸在排放滑板的全部表面上。这样就简化了排放滑板边缘与壳体端板之间的密封和导向条件。另外, 交流换热器的尺寸要适应本发明热交换器表面增大的特点, 这样交流换热器的流动阻力也会减小。

交流换热器可穿过排放滑板的体积而作用, 该排放滑板的厚度为例如 0.1m, 其制造原料为诸如多孔的聚酯泡沫等。移动的交换换热器在其对着壳板的表面上形成热交换器, 热交换器与平板一起移动, 而且可以透过气流。热交换器的冷却器通常设置在水平放置的排放滑板的下方。

这种具有 50—500W 功率范围的容积式机器, 特别适用于在阳光充足的地区供水、制冷、发电或研磨粮食。因为它可用简单的原料制作, 不需要精密件, 所以适于在工业不发达的国家制作。

在附图中描绘了本发明的几个最佳实施例和表示：

图 1 为第一种带热交换器的容积式机器的剖视示意图；

图 2 为图 1 所示容积式机器的局部放大示意图；

图 3 为第二种带热交换器的容积式机器的剖视示意图；

图 4 为第三种带热交换器的容积式机器的剖视示意图；

图 5 和图 6 各表示了一个吸气箱的剖视简图；

图 7 为压气箱的剖视简图；

图 8 为绕排放滑板设置的卷动膜片的立体图；

图 9 为表示工作气体压力与工作气体容积关系的曲线图；

图 10 表示一个带热交换器的容积式机器的不同状况下的工作曲线；

图 11 为第四种带热交换器的容积式机器的剖视图；

图 12 为图 11 所示容积式机器在各工况下的工作曲线图；

图 13 为第 5 种容积式机器的排放滑板壳的剖视图；

图 14 为第 6 种容积式机器的排放滑板壳的剖视图；

图 15 是第 1 种放大的壳板的侧视图；

图 16 是第 2 种放大的壳板的透视图；

图 17 是第 8 种容积式机器、即在第 1 个实施例中取消控制气箱的剖视图；

图 18 是第 9 种容积式机器、即在第 2 个实施例中取消控制气箱的剖视图；

图 19 是第 10 种容积式机器、即在第 3 个实施例中取消控制气箱的冲视图；

图 20 是第 11 种容积式机器、即在第二个实施例中设置下热交换器的剖视图；

图 21 是第 12 种容积式机器、即不带发动机轴的剖视图；

图 22 是图 1 所示容积式机器的轴测图，其中表示具有随太阳移位进行双轴位置调整的排放滑壳体。

图 23 是图 3 所示容积式机器上带有太阳能收集器的轴测图；

图 24 是一组如图 3 所示的容积式机器的轴测图，它们同样按图 3 驱动一个容积式致冷设备；

图 25 为图 1 或图 4 所示的大容积式机器上带有两个排放箱的轴测图。

图 1、图 2 中所示的容积式机器包括一个热交换器，该热交换器具有一个基本上为矩形的壳体，壳体是由两个壳板 1、2 及四个互成直角环围的壳体端壁 10 构成的。制成拉杆 3 的支柱均匀分布并穿过壳板 1、2 的表面，其两端各与一壳板相固定。拉杆穿过一个矩形排放滑板 5 上的通孔 27，排放滑板置于壳体内，其环绕边缘与壳体端壁 10 间保持一定。总是卷动膜片 9 的一条长边总是与滑板的端边棱相固定，其另一条长边则直接与相对的壳体端壁 10 相固定。膜片 9 是一条沿所述边棱设置的条形片，该条形板沿其长边方向形成一折弯 21。排放滑板 5 构成一个平板形交流换热器 18 的核心部件。在交流换热器的上表面设置有一用于热交换的冷却器 20。排放滑板 5 将壳体内空间分隔成一个膨胀室 11 和一个压缩室 12，该滑板支承在其下面的若干举升气箱 13 上。

以举升气箱 13 处引出流体导管 36，从压缩室 12 处引出流体导管 38，各导管均引至一个具有曲轴传动装置的机器部件上。确切地说，流体导管 38 从压缩室 12 引至工作气箱 7 处，工作气箱内设有一个单向阀 6。工作气箱 7 通过一个曲柄 47 对曲轴、或者对发动机轴 15 作功，曲轴上支承着一个飞轮 35。由举

升气箱 13 引出的流体导管 36 引至一控制气箱 14 处,该控制气箱通过一个曲柄 16 与发动机轴 15 相连。工作气箱 7 与控制气箱 14 绕发动机轴 15 设置并互成一定的相位差 17,该相位差大于 90° 。图 2 所示了壳板、排放滑板 5、通孔 27 与拉杆 3 之间的相互配置。

图 3 所示的容积式机器,以广义上讲是与图 1、图 2 相同的结构。沿每个端边棱表示由卷动膜片 9 构成折弯的折弯方向(图中未示出)34,交流换热器板 5 通过一个直线导行的推杆 28 与发动机构件相连,该推杆通过一个导向装置 48 和通过曲柄 29 与发动机轴 15 相连接。

当需要制造尺寸大于 $1 \times 1\text{m}$ 的容积式机器时,既使被弯曲作用的壳体表面尚能控制,而壳体腔壁的稳定性也难以保证,其原因是机器中的工作压力需达到 $10,000\text{P}_\text{a}$,因而对端壁产生 $1\text{t}/\text{m}^2$ 的压强。采用笨重的钢材结构将提高成本,而且,在需要壳板透明的情况下还会妨碍光线透入机器中。

根据图 1 至 3,可承受压力的壳体是这样制成的,拉杆 3 将两个相对置的壳板 1、2 拉紧,同时单向阀 6 只允许空气进入该机器内,从而保持机器内的气压等于或大于大气压力,因为拉杆只能承受拉力。工作气箱 7 作为压气箱进行工作(箱中的气压 $\geq$ 大气压力)。因而一个壳板 1 可用透明的、不碎的聚碳酸酯制成。如果按图 4 所示,上壳板 1 可以采用高透明的易碎的安全玻璃,则这样的结构更为简单,即将拉杆改为撑杆 4,而玻璃板只是松放在撑杆 4 上。在这种情况下,单向阀 6 的止逆方向要反过来,即只允许空气从机器中排出,从而使机器内的气压小于或等于大气压力。此时气箱 8 作为吸气箱工作(对比图 5、图 6)。而玻璃板被吸靠在撑杆上,并且在撑杆数目足够多时

(约 $25/\text{m}^2$) 就不会碎。若将支柱制成既抗拉又抗压的结构,则可以代替单向阀而设置一个小孔来保持机器内的平均压力等于大气压力,这样,机器只用较小的飞轮质量即可。

在已知的容积式机器(如 DE—DS3015815)上,没有明确给出排放滑板的导引装置。该滑板除了在壳板是往返运动外,还兼作由驱动杆的转动而产生的摇摆运动。该排放滑板不可能无间隙地靠在交流换热器上,因而尽管滑板的周边无滑动磨擦,但两气体工作室,即膨胀室与压缩室之间不能相互密闭。

在本容积式机器中,拉杆 3 或撑杆 4 应立放在与两平行壳板 1、2 相垂直的方向上并应垂直地穿过排放滑板 5 (见图 2),该滑板必须在无磨损无磨擦的条件下准确地运行,尽管为保证膨胀室与压缩室相互隔离,拉杆穿过的孔 27 的直径几乎不应大于拉杆直径,但滑板与拉杆或支柱之间不应相互触及。此外,在下面将进一步介绍的最佳实施例中,排放滑板是很重的,(约 $30\text{kg}/\text{m}^2$)。由于机器应能在所有位置上工作,因而滑板导向机构必须承受滑板的重量。本发明的导向机构是由直线卷动膜片 9 构成的(在壳体为正方形或矩形的条件下,膜片为 4 条)。膜片可准确地引导排放滑板的运动,而且即保证滑板与壳体壁 10 间无磨擦又使其密封。而与圆形滚柱套筒或圆柱形橡胶袋相反,直线形卷动膜片是无磨损的,因为它实际上不承受在容积式机器中所需的挤压作用,而且它可以在内、外侧压差为零的状况下工作。直线形折弯 21 可以在弯折方向 34 上承载,并且可以承受排放滑板的重量(在机器非水平的运转情况)。在排放滑板与壳体端壁或交流换热器之间的良好密封性,对于提高效率是必不可少的条件(本发明机器的测定效率为卡诺循环的 60%)。前面所提的已知机器除损失大量的交流换热器容腔外,在排放滑

板与交流换热器之间还有可观的间隙损失，因而其效率几乎没有（测定结果：小于卡诺循环的 1%）。

图 5 至图 7 为对应于图 1、3、4 的放大图。图 5 和图 6 各表示一种吸气箱的结构，图 7 表示一种压力箱的结构，如图 8 所示，本发明的两条相对置的直线形卷动膜片 9 在正方形或矩形壳体内延伸至壳体的折角处，各卷动膜片都有一深凹的折弯 21，另外两条卷动膜片与上述两膜片邻接闭合。这种布置方式保证了用简单的、无磨损的直线形卷膜结构就可使两气体工作（分）室之间，即使在折角处也能可靠地密封。

如图 3 所示，排放滑板在两壳板间的往复运动是由推杆 28 实现的，该推杆受导向件（如瓦特平行四边形机构，十字头，直列滚珠轴承）制约而作直线运动，其一端与排放滑板 5 垂直固接，并穿过一个壳板 2 的中部，其另一端经连杆 29 与发动机轴 15 相联。因而排放滑板按正弦规律运动，即对应于图 9 中倒圆角 30 的曲线。推杆的导向件通常还是需要保养的。考虑到一根推杆上要承受排放滑板的全部重量，因而排放滑板的尺寸限制到大约 $2 \times 2\text{m}$ 。由于运动协调，所以排放滑板不会承受强烈的加速惯性力，故机器可大功率且运转非常平稳。

人们希望，即使使用不连续的排放滑板运动，也能获得较高的功率密度。为此，在前面已提及的已知机器中，采用了一个双稳态预应力的曲柄传动机构。该传动机构中有一个推杆，用一个弹簧使推杆预拉紧。弹簧的一端与推杆固定，弹簧的另一端与一个叉件的杠杆臂固定，一个设置在膜片式动力机构的杠杆臂上的随动件相应于膜片的举升在叉件的两尖齿间移动。这样，通过弹簧的预紧作用可以设定两个稳定的位置。这种装置十分复杂、脆弱、不适于尺寸为几平方米的较重的排放滑板突

然往返运动的情形。

如图 1、4 所示，排放滑板的升降机构最好是一个不需要保养的、无磨擦的、因而无磨损的低压气动装置并有用作控制气箱和举升气箱的环形薄膜件：举升气箱 13 置于排放滑板的冷却器侧并置于排入滑板的边角内或壳板 2 的沉凹内，举升气箱 13 受控制气箱 14 的控制而进气、排气。控制气箱 14 经连杆 16 受发动机轴控制，按正弦规律进行收缩和膨胀。因此举例升气箱和排入滑板的运动不是按正弦规律变化，其原因是，按正弦规律运动的控制气箱中的压力升降是呈双曲线变化的，而且排放滑板因其自重的原因，开始移动是在举升系统中建立适当压力后进行的。并且排放滑板被迅速地引向加热器侧，直至到达限位处并在此处停留，而控制气箱仍向举升系统压入少许空气，当举升系统中的压力再次下降（呈双曲线形变化）时，排放滑板瞬间落回到冷却器一侧。图 19 所示的排放运动为梯形方式。这种排放滑板的不连续运动导致在示功图上产生突出的尖角 31，而已知这尖角的产生意味着机器的功率密度提高了。机器的功率与图 9 示功图中所围绕的面积，即 $W = \int p dv$ 成正比。这种举升机构，为尺寸达几米长的重滑板提供了可靠的运动条件（参见图 25）。该排放壳体与工作气箱和发动机轴不必刚性连接，而是例如通过柔性橡胶管 36、38 来连接，这样，滑板壳可以容易地随太阳的移动而进行单轴地或双轴地位置调整（参见图 22）。

举升气箱 13 的空气容积首先会对压排气 (stiling) 过程产生不良影响，因为它会导致在压缩阶段向工作气体增加空气而在膨胀阶段由工作气体中抽走空气，从而使需要的压缩功更多，而产生的膨胀功更少。为免于因此而产生的发动机功率损失，可以按图 11 所示，在与控制气箱 14 成 180° 相位差的位置上增加

另一个气箱 32，用于准确地向气体工作室补入或抽出这部分空气，以便补偿举升气箱容积所产生的不良影响。这个另设的气箱容积也可以叠加到与之呈 90° 相位差的工作气箱的容积上；这样，作为本发明的另一特征，控制气箱与工作气箱之间的相位差可优选为大于 90° ，并且也不必另设补偿气箱 32 了。

在前面提到的已知机器中，排放滑板是一块不贯穿的、不透空气的板。交流换热器是窄条形的，被固定在壳体端面处。如前所述，为了不产生磨擦，在排放滑板的周缘与交流换热器的内壁之间需留一定的间隙，这样就损失了交流换热器的实际效果，因为大部分气体将通过间隙而不是通过交流换热器流动。交流换热器因其横截面较小而具有较大的气流阻力，以致于由双稳预张紧产生的使摆动叉件快速间歇运动因排放滑板的阻压而得不到理想的传递。

在本发明的容积式机器中，交流换热器 18 安在可移动的排放滑板 5 中，并与膨胀室 11 及压缩室 12 相关联（见图 1、3、4）。交流换热延伸在排放滑板的整个表面上并占据了其全部空间。交流换热器的厚度可不受壳体尺寸限制，选为至少 0.1m，以便将热膨胀室与冷压缩室相互隔开。交流换热器的材料最好选用耐高温、比热高且不易导热的多孔聚酯泡沫。因此这种交流换热器非常适合于低温容积式机器。由于该交流换热器表面积大，因而即使在排放滑板突然移动的情况下，也不会产生很大的气流阻力。

在前已提及的已知机器中，壳板同时又是允许流体流过的热交流器。这种热交换器对工作气体的加热和冷却都不理想，因为它的表面积较小，且工作气体不能在其上强化流动。实际上，人们在低温机上，为提高其效率，总是试图保持温差尽可能大。

因为效率主要取决于发动机冷却器与加热器之间的温差。为达此目的，人们只有通过增加热交换器的表面积，并使之与工作气体充分接触，以使热流体与热工作气体或冷流体与冷工作气体之间实际上不存在温差。

在本发明的容积式机器中，加热器 19 和冷却器 20 设置在交流换热器 18 的与壳体 1、2 相对的表面上，加热器和冷却器都是可透气流的，而且表面积是几乎可任意大的薄层热交换器。加热器与冷却器可随交流换热器一同移动且其内表面与工作气体保持接触（在已知机器上测得的热交换流体与工作气体间的温差为 20°C ，而在本发明机器上测得的该温差为 2°C ）。在本发明的机器中，加热器 19、排放滑板 5、冷却器 20 和交流换热器 18 构成了一个移动的整体。该机器可以由一个低温源（如热水式平板型太阳能收集器）或一个中温源（如抛物线型收集器）来供应能量（见图 23）。如果一个机器是以机械方式由一个更大的或几个其它的发动机来驱动时，则它将作为一个致冷机来工作（见图 24）。此时两个热交换器都被用作冷却器工作，其中一个将泵入的热量排出，另一个则用于产生冷循环所必需的低温。该机最好水平放置，即便这样，较冷的热交换器也总是放在下面，以免工作气体在机器中产生对流，这种对流产生的损耗明显地影响机器的效率。如果该机器上有一个透明的壳板 1，则阳光直接照在热交换器 19 上，此时该热交换器是一个透气的，无流体细管的，最好是黑色的表面，一般说，这种交流换热器表面的结构是简单的。

前述的已知机器中采用普通的（不透明的）隔离材料，用以使热交换器外表面与外界隔绝，以防热量损失。本发明机器中，在采用非透明壳板 1 的方案中，如图 13 所示，机器最好是

由太阳能借助收集器提供动力，为充分利用阳光，一般置于露天处。在与工作气体保持接触的、位于上方的壳板 1 上，装配一个透明的绝热板 22（聚碳酸脂泡沫，Aerogel 等）来防止工作气体的热量损失。阳光通过透明的绝热板 22 照在壳板上并使壳板保持热度，这样，由于壳板与工作气体之间存在温差，因而不会产生热量损失。负温差甚至还有益于加热工作气体。用图 14 所示的方案还可以达到透明隔热的效果，即在上壳板 1 上放置一个热水式—太阳能平板收集器 23，其收集板 53 通过流体导管 54 向里面的热交换器 19 提供热水。这样，不仅防止了收集器通过其背面的热量损失，而且也避免了工作气体通过上壳板的热量损失，这是因为加热的收集板使热流不可能由低向高地流动。这样可以节省普通隔热板。

在图 15 所示的本发明的容积式机器实施例中，采用了一个良导热性上壳板 1，该壳板构成一扩大的平板 33，其尺寸大于排放滑板，因此其在至少一个端侧超出。而且该壳板 1 同时还作为一个用于接收阳光的、光学黑色的收集器平板。为防止热量损失，该壳板一般用一个玻璃板 39 盖上。在平板中产生的热量通过导热管传到位于发动机壳室上的平板区域内。如图 15 所示，在平板中的热传导可以用安在平板内或平板上的热管来完成。在这种情况下，增大的平板 33 也可由几部分构成，每部分都通过热管 24 与壳板 1 连接（见图 16）。根据图 15、16，导热壳板在其靠近发动机工作室的里面上通常置有增大的表面，例如附设一些金属片 25 或金属杆等，使金属片插入排放滑板或交流换热器 18 中，以便为工作气体提供良好的热传导。在此情况下，可以取消与交流换热器一同运动的内部热交换器。

如果对本发明机器的工作方式作如下限制，则方案将更为

简单：如图 17 所示的机器作为工作动力机工作，其具有一个吸气箱 8，该气箱低于大气压。该机器水平放置，其加热侧（膨胀室）11 位于上方，由于只要发动机内室与外界存在的压差足以举升排放滑板 5，因而（在正确地选择举升气箱的直径时）就可省去控制气袋。（举升气箱的直径必须根据排放滑板的重量、发动机热面与冷面间的温差来确定。）在该实施例中，举升气箱 13 的下端对大气敞开。由发动机冷、热面间的温差，交流换热器的气流阻力，排放滑板的重量以及举升气箱通大气的开孔 55 的尺寸选择，就可使工作气箱与排放滑板间的运动相位差调整在希望的约为 90° 值，不过，这个相位差容易受发动机轴上的负载变化的影响。因此排放滑板的运动也是间断的。

如果这种以作为工作机为目的的机器上采用压气箱 7 为工作气箱（如图 18）。该压气箱内大于大气压，排放滑板也可以在没有控制气箱的情况下移动，其条件是：或者将发动机的热侧设置在下方而举升箱设置在上方；或者在需要发动机热侧在上方的情况下，用弹簧 40 把排放滑板 5 保持在热侧，而用举升气箱 13（在此情况下的拉气箱）将排放滑板拉向冷侧。由于工质方面的技术原因，举升气箱总是设置在发动机的冷侧。如果把这种无控制气箱的机器用作制冷机，则较冷的热交换器应放在下面，以防产生如工作机中产生的对流现象。在此情况下，该较冷的热交换器就是制冷的热交换器。若该机器是在低于大气压力下驱动的，（如图 17），则排放滑板与工作气箱间的运动相位差可以由机器本身的结构参数来确定。但是，作为制冷机可能要求功率密度高于抽气机所可能达到的功率密度。然而，有压气箱的制冷机要产生一个倒（负）相位（相位差在为 270° 冷的一侧最好设置在上方）。

因此，本发明的另一种制冷机方案中（见图 19），在举升气箱的内腔与大气之间设置了两个阀。一个阀 41 是靠弹簧压紧的，当举升气箱 13 中的压力高于一定值时，举升气箱内的空气被排至大气。第二个阀 42 是靠举升气箱内压经过膜片 43 作用的，它使空气只有在气箱内压低于一定值时才能流入气箱。这里，膜片的作用相当于临时阻断气流通路的阀门。只要正确地选定阀门负载力，这种阀门装置可将相位差设为 180° 。而且机器的制冷侧也可如需要的那样，设在下方。

在图 20 所示的容积式机器的实施例中，用水 44 来冷却发动机冷侧 12，水由进口 49 导入发动机室，在下壳板上停留一段时间后，又经出口 50 排出。如果在交流换热器 18 上固定若干金属片、金属杆或金属丝 45，使其潜入水中，则它们可随交流换热器的移动在水中插入、抽出，从而为待冷却的工作气体提供较大的热交换面积，则使冷却效果明显提高。对此，需要注意的是，千万不能使交流换热器被水浸湿，否则交流换热器将失去效用，而且将不再透气了。为此，在本实施例中，在交流换热器下面放置了一个垫 46，该垫是由金属丝织网、塑料纤维网或类似物制成，它既用于分离工作气体中的喷水雾、又用于分离由金属丝向下滴的胶液（Aerosol）。这个垫可以替低前面提到的冷却用金属片，它本身就可以插进置于壳板上的水中。该垫也可做为交流换热器的一个组成部分。

本发明容积式机器的另一个实施例中，工作气箱（图 21）通过连杆不是与发动机轴、而是与一个摆动质量相联结，该摆动质量可以是诸如摆锤等，它代替飞轮完成压缩工作。这种结构的优点是，机器在整个功率范围内都以相同的频率工作，而且以摆振幅度增大显示出功率的增长，因而在诸如往复活塞泵的

驱动情况下，通过改变升程即可调整 功率。在本发明的一个非常简单的实施例中，采用惯性抽水机 52 的水柱 51 作为摆动质量或其部分质量。该水柱在向上摆动时每摆动一次就将一部分从井中底阀 53 向上抽到喷口 54 处，同时压缩该容积式机器的工作气体。在工作气箱 7 膨胀时，水柱向下压。

图1

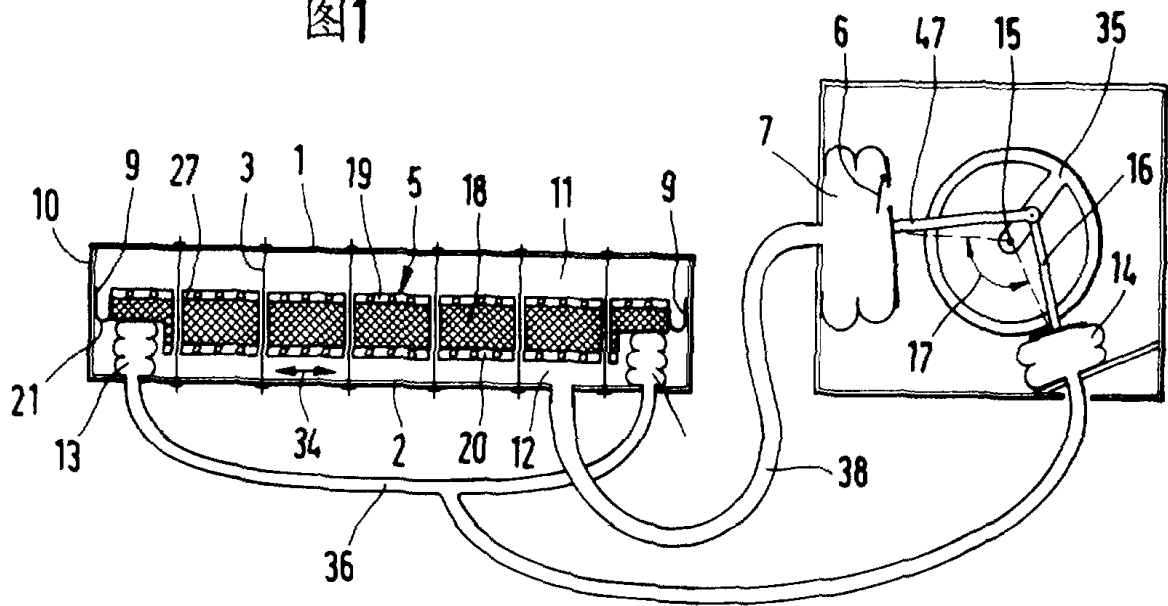


图3

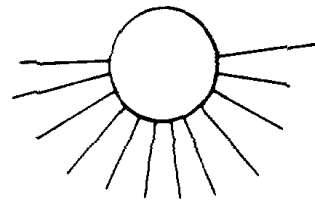


图2

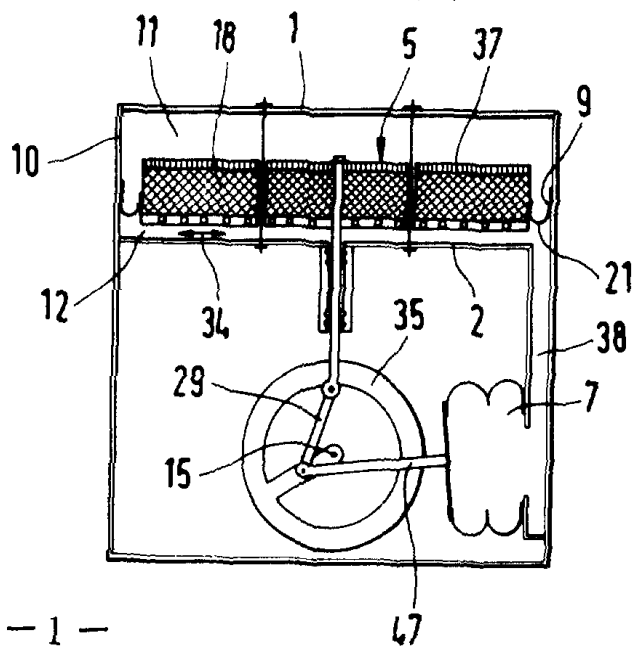
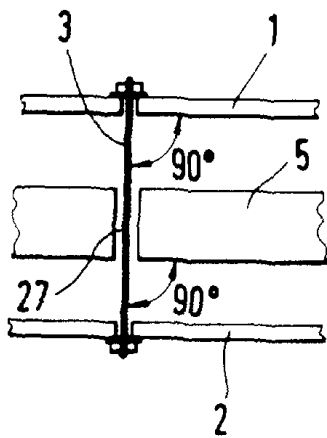


图4

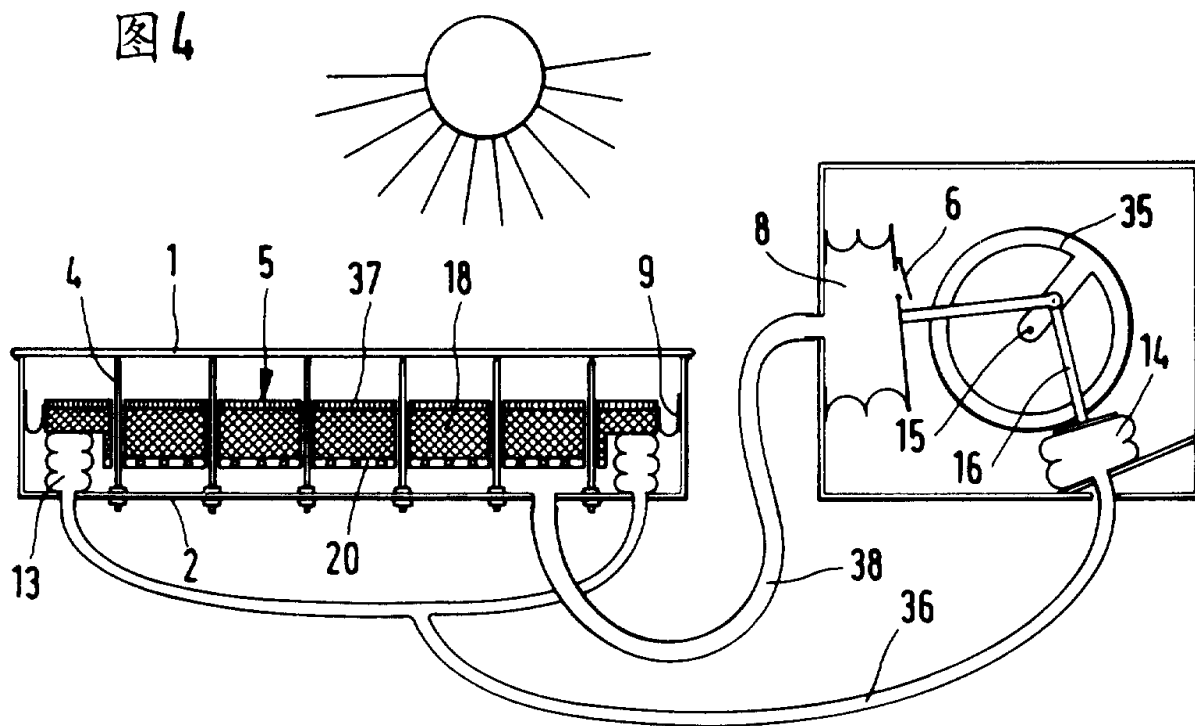


图5

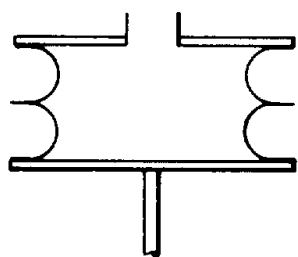


图6

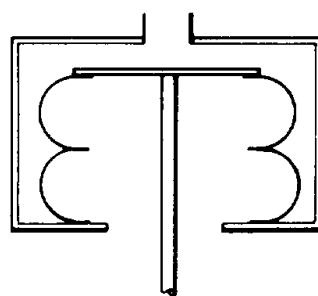


图7

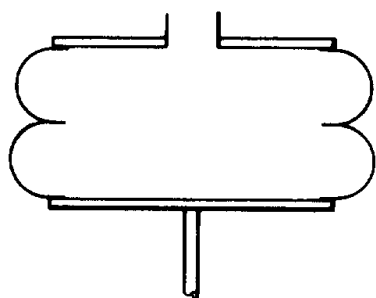
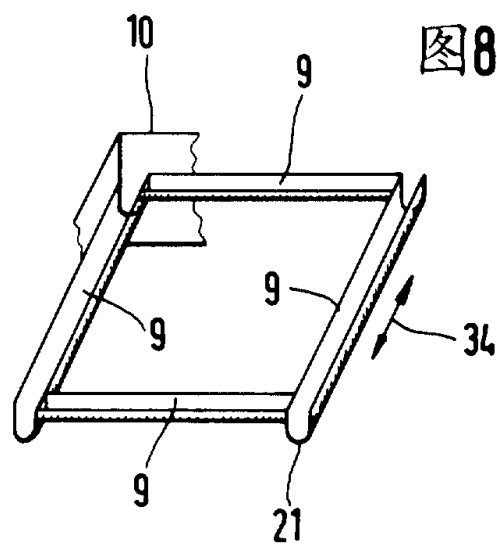


图8



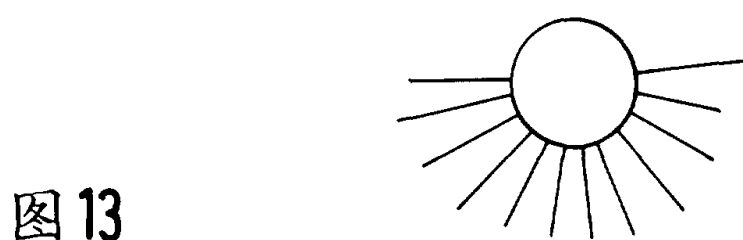
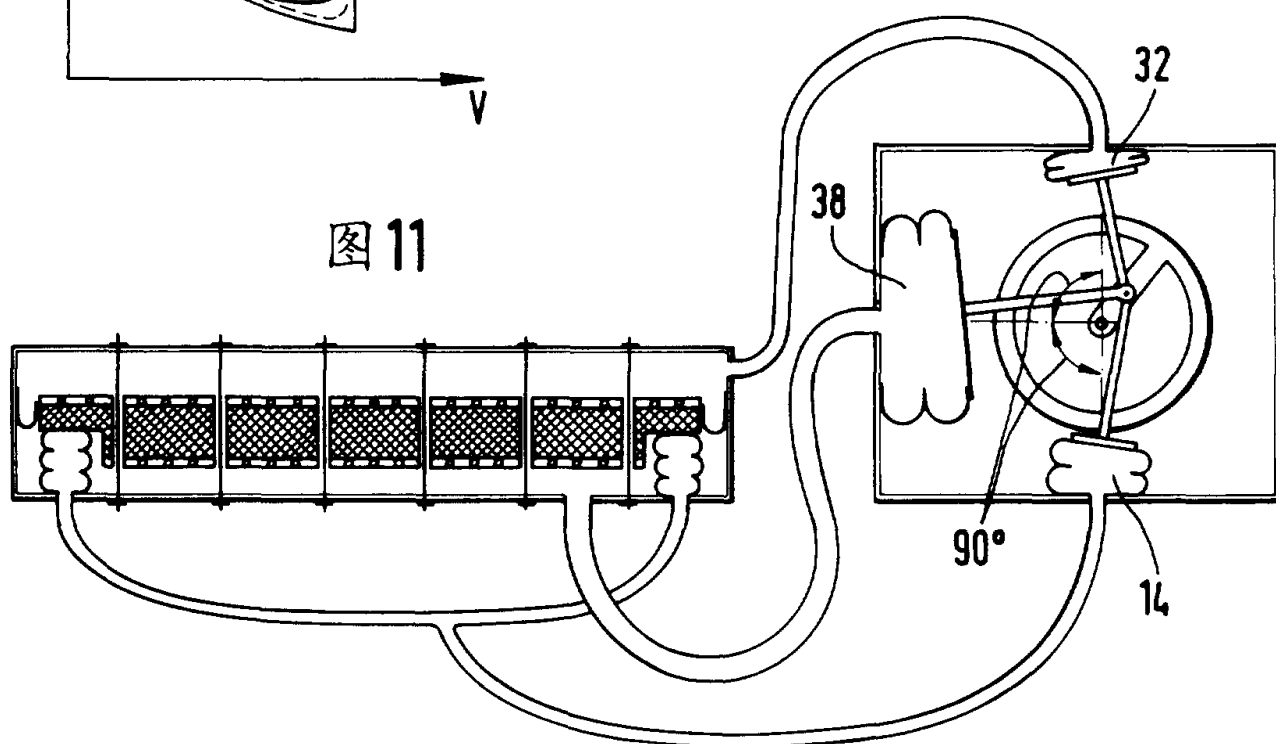
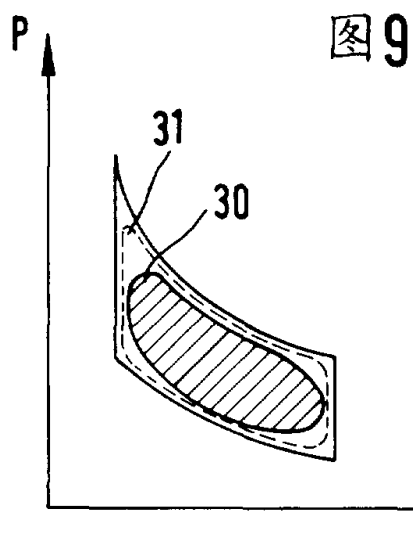


图 10

- 3.4 (1) 控制气箱运动曲线 (正弦曲线)
(2) 在控制气箱和举升气箱内压力升高曲线 (双曲线)
(3) 排放板运动曲线 (梯形曲线)

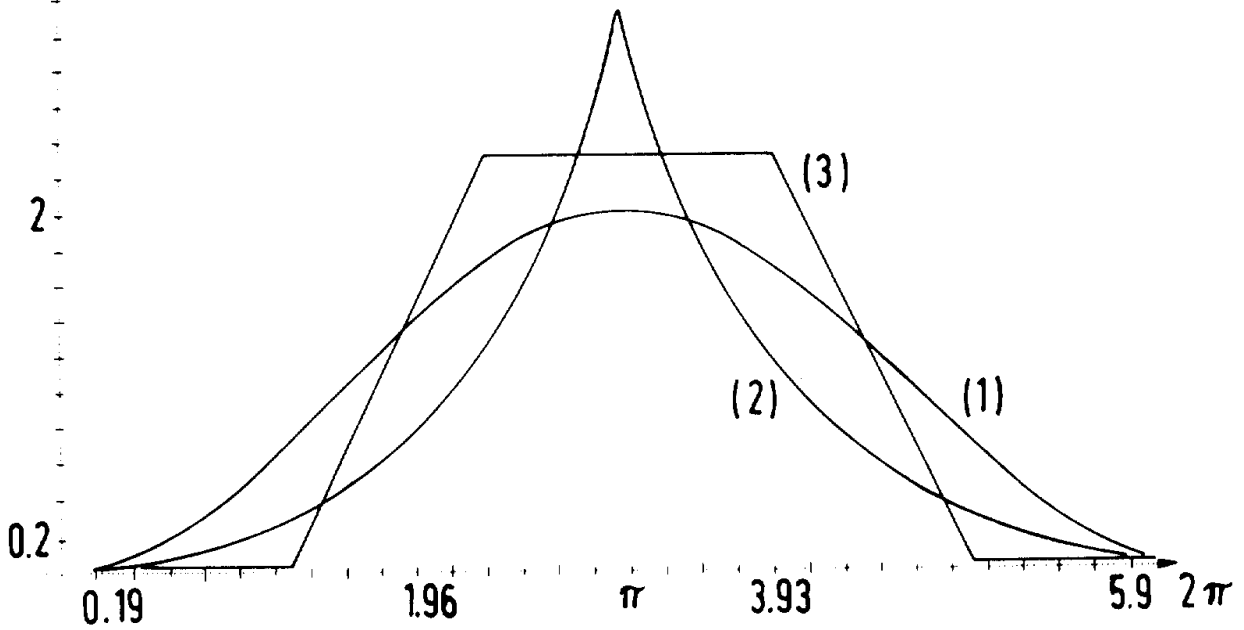


图 12

- 3 $Y = \cos(X) + 1$ 工作气箱 (与控制气箱成 90°) (1)
- $Y = 0.2 \times \cos(X - 0.5 \times \pi) + 0.2$ 控制气箱 (与工作气箱成 90°) (2)
- $Y = 0.2 \times \cos(X - 1.5 \times \pi) + 0.2$ 辅助气箱 (与控制气箱成 180°) (3)
- $Y = (0.2 \times \cos(X - 1.5 \times \pi) + 0.2) \times (\cos(X) + 1)$ 工作气箱与辅助气箱重叠 (4)
- 与控制气箱 (2) 的相位差 $> 90^\circ$

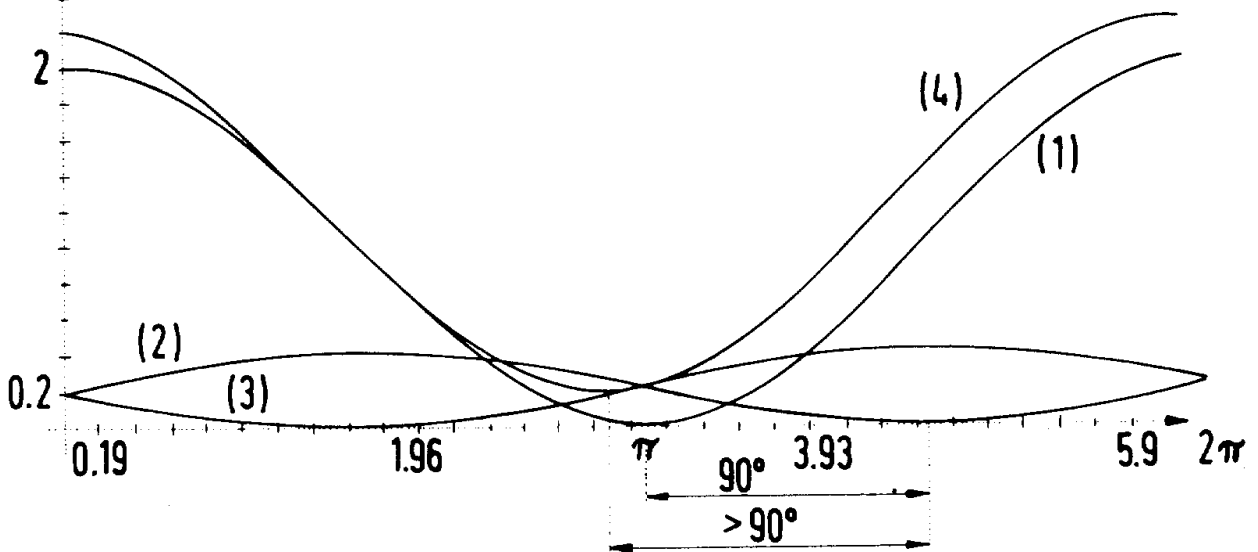


图 14

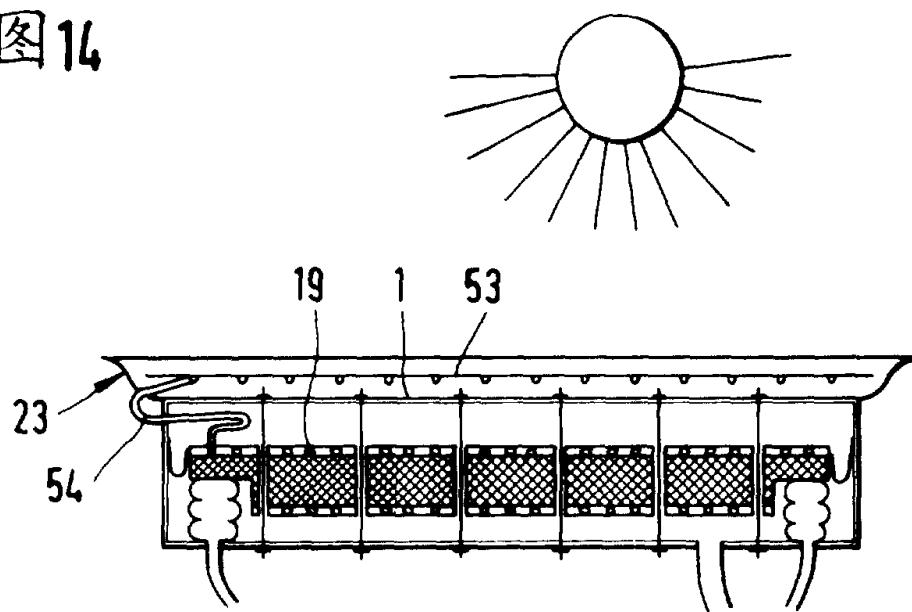


图 15

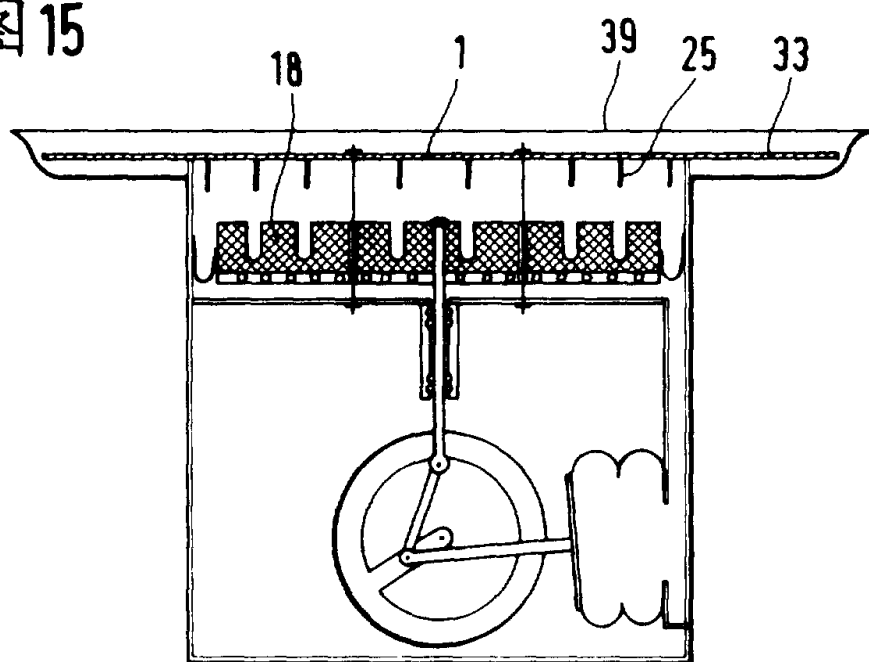


图 16

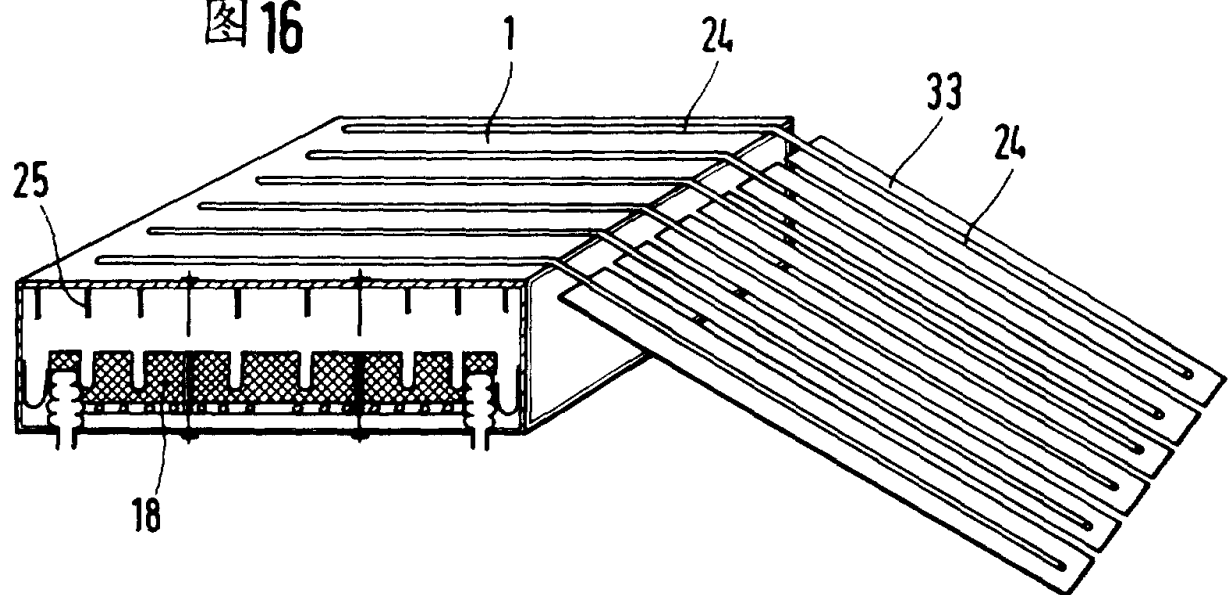


图 17

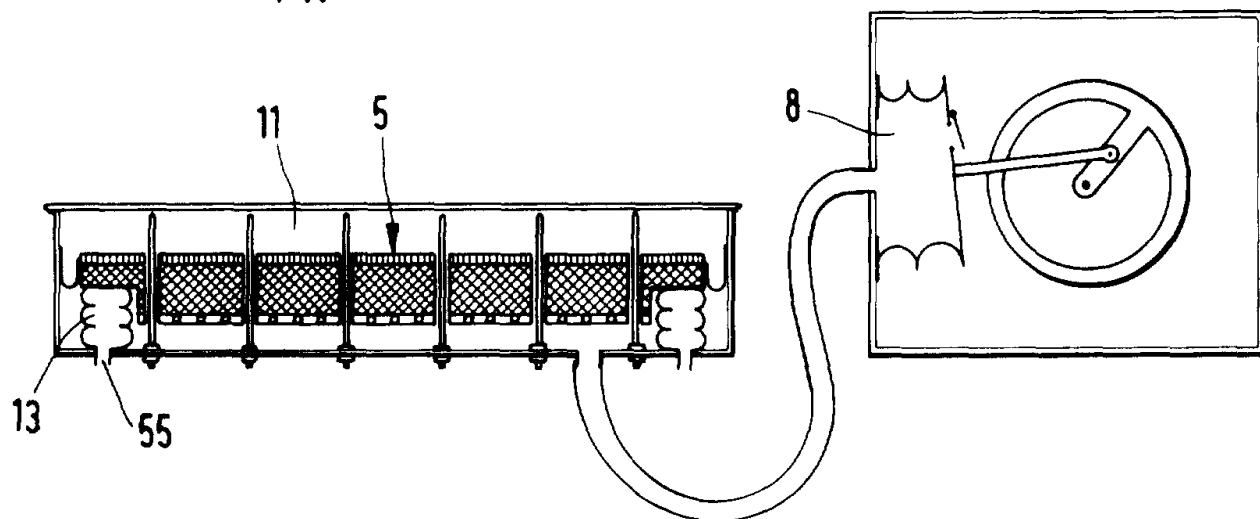


图 18

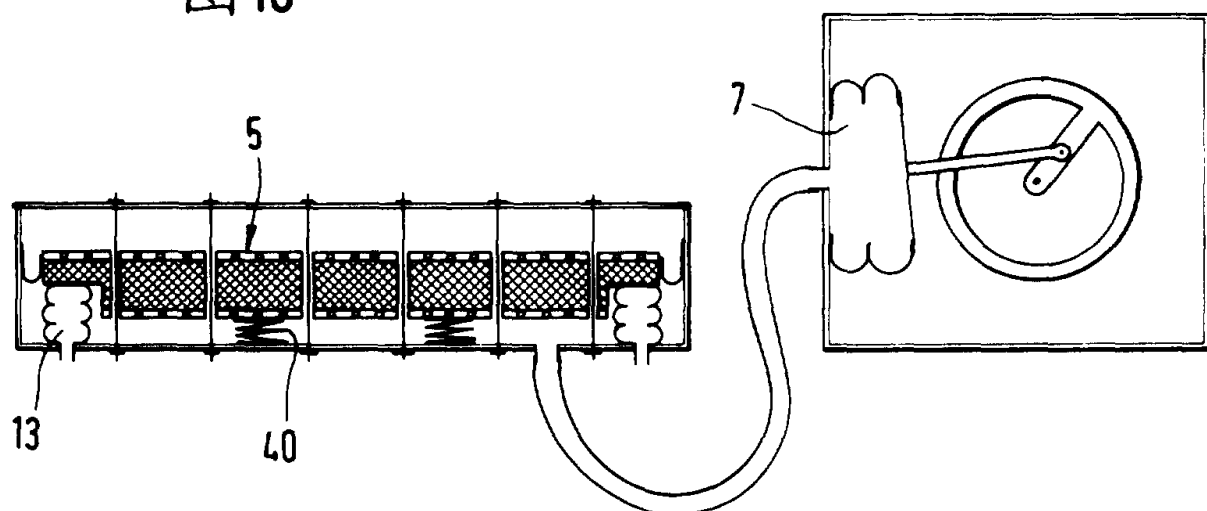


图 19

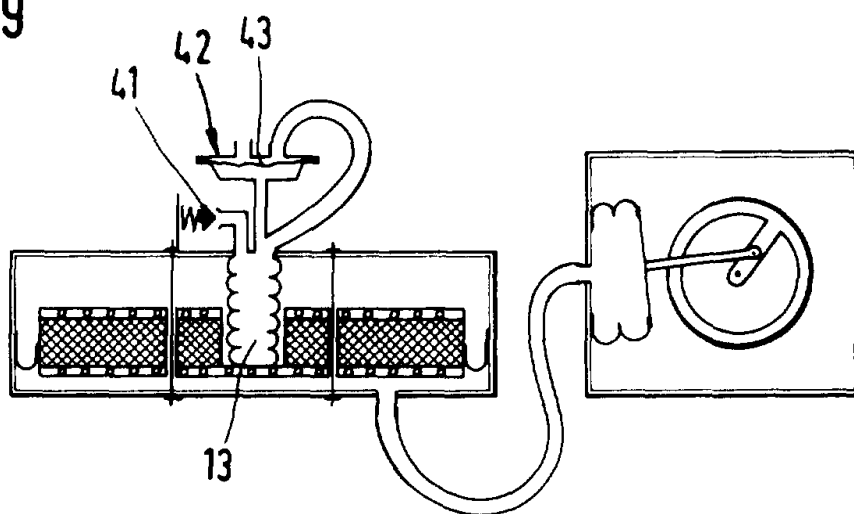


图20

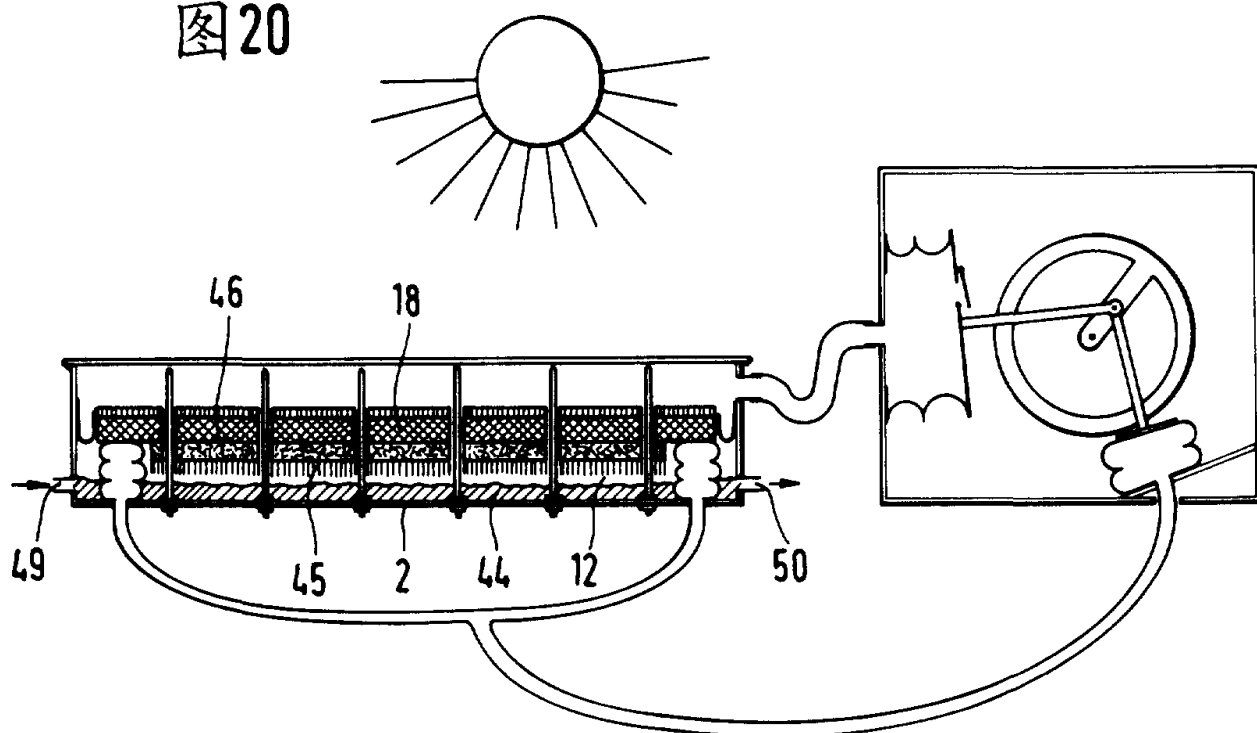


图21

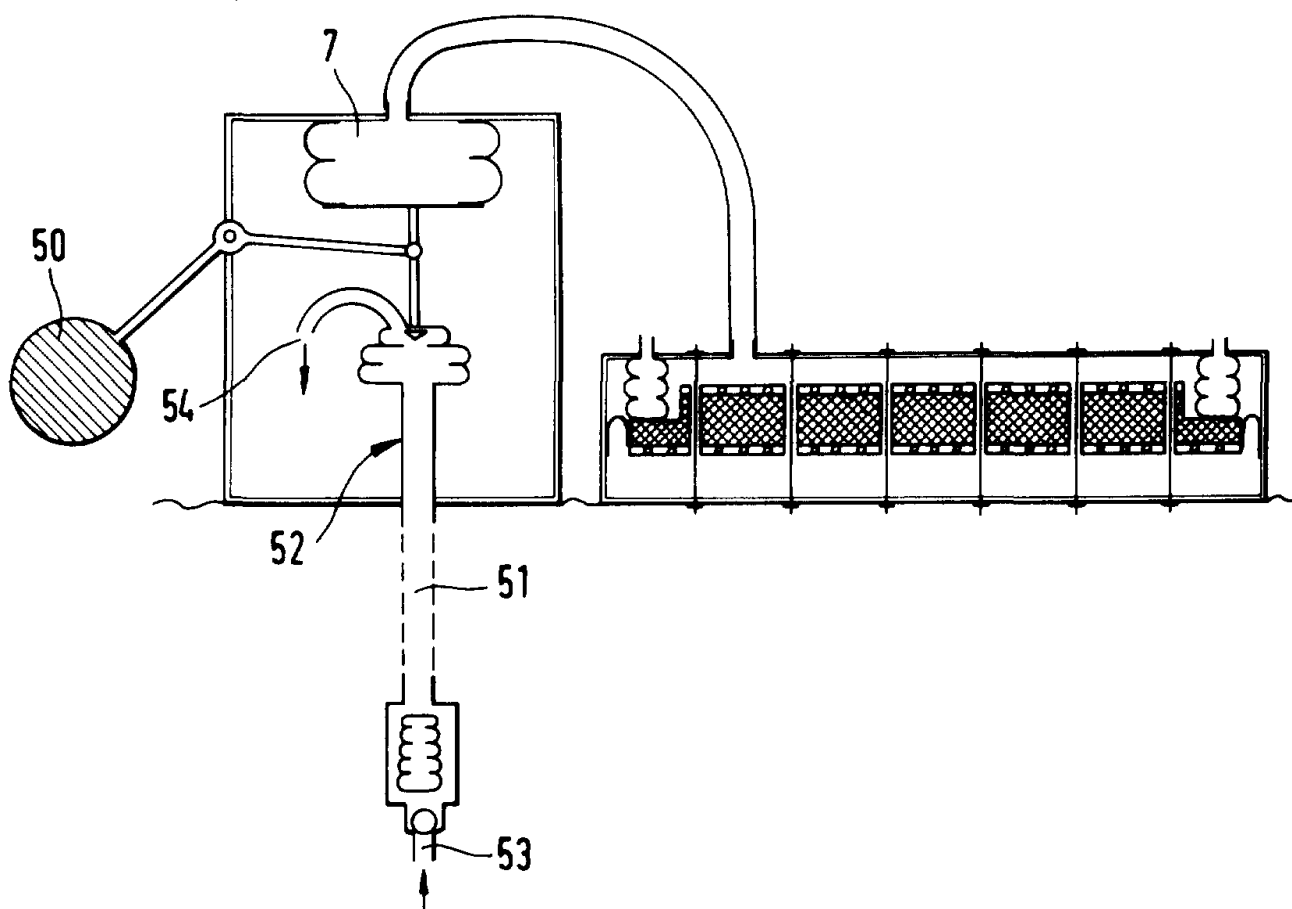


图 22

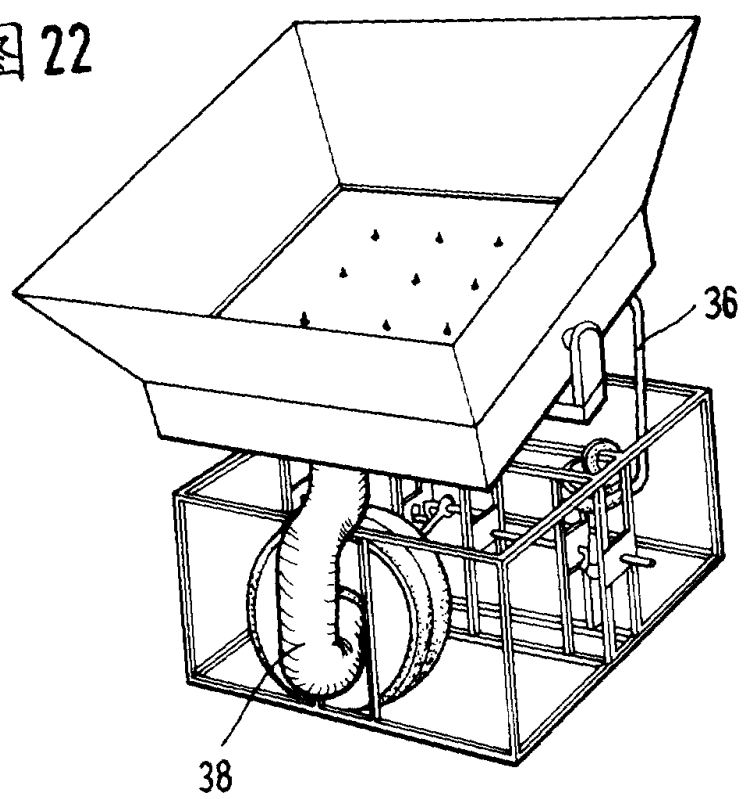


图 23

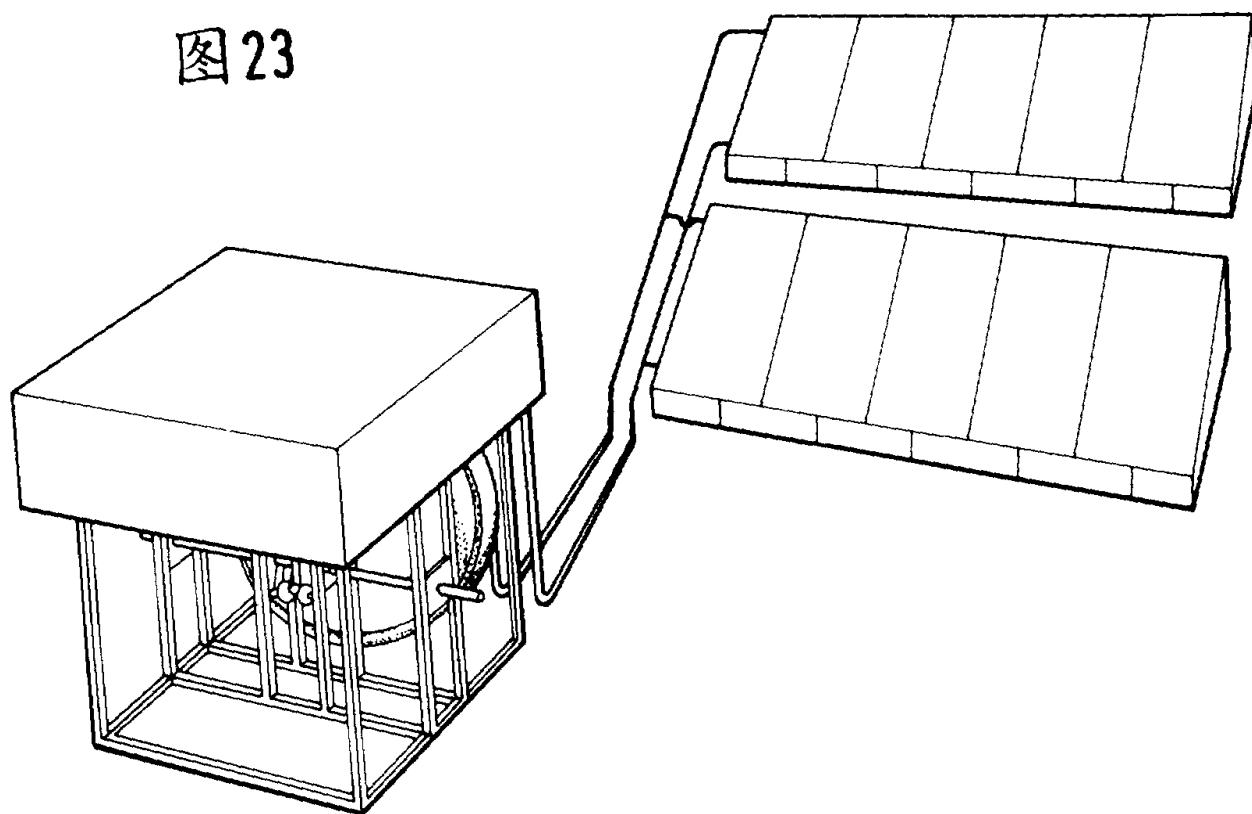


图 24

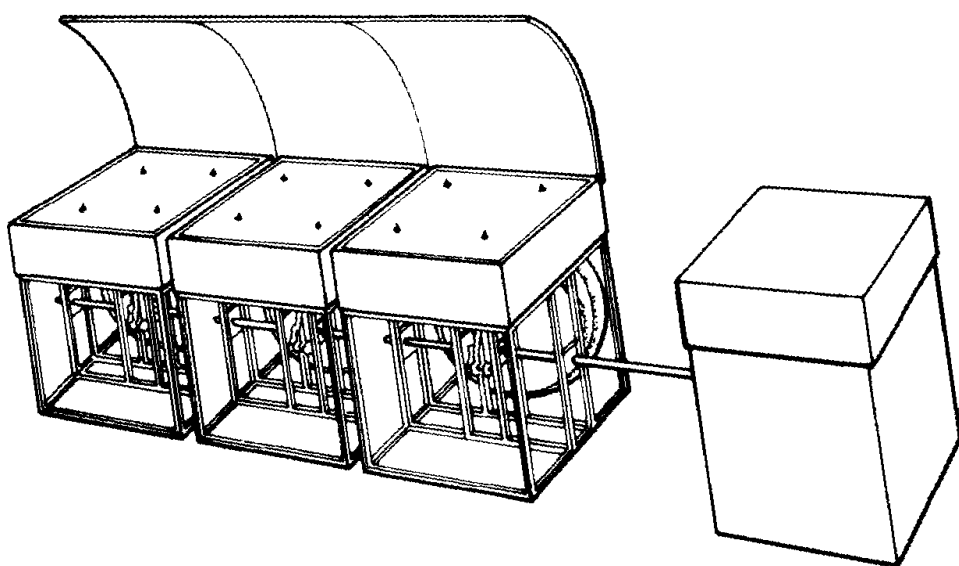


图 25

