

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C02F 1/14

B01D 5/00

A01G 9/24



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01803833.6

[45] 授权公告日 2005 年 7 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1210209C

[22] 申请日 2001.1.12 [21] 申请号 01803833.6

[30] 优先权

[32] 2000.1.17 [33] EP [31] 00200167.5

[86] 国际申请 PCT/EP2001/000421 2001.1.12

[87] 国际公布 WO2001/053211 英 2001.7.26

[85] 进入国家阶段日期 2002.7.17

[71] 专利权人 阿克佐诺贝尔股份有限公司

地址 荷兰阿纳姆

[72] 发明人 A·P·M·特尔贝克

C·T·J·弗尔斯曼

审查员 刘通广

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

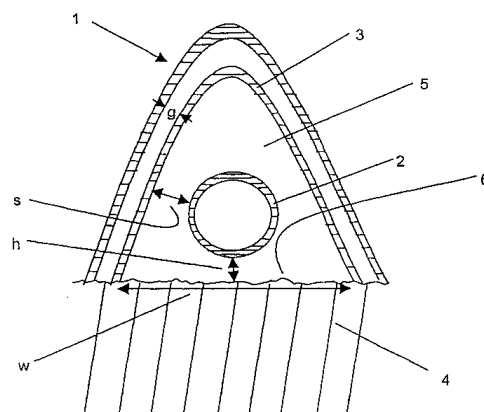
代理人 吴 鹏 马江立

权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 9 页

[54] 发明名称 太阳能结露管

[57] 摘要

一种用于利用温度梯度将水从含水液体中冷凝出来的装置(1)来实现,该装置包括:(a)一个蒸汽室(5),该蒸汽室(5)可以与一个冷凝隔室(4)接触,其中至少水蒸气的一部分从含水液体中冷凝出来,并且在所述蒸汽室的内侧有,(b)一个蒸发隔室(2),该蒸发隔室(2)具有至少一个壁,所述壁具有一个外表面并且包括一个封闭的中空水可渗透膜,并且蒸发室具有一个外表面,该外表面包括一个具有一个内表面和一个外表面的基本上水不可渗透的隔绝护板(3),以便在隔绝护板的内表面和蒸发隔室的外表面之间具有一个间隙,并且其中,所述蒸汽室具有一个作用宽度(w)至少为蒸发隔室的有效直径(d)的10%的下表面。本发明进一步涉及一种装置并且涉及将所述装置用于灌溉植物、滤盐、回收淡水、通过薄膜蒸馏和/或冷凝废水来净化水。



1、一种用于利用温度梯度从含水液体中冷凝出水的设备，该设备包括一个冷凝隔室（4）和一个装置，该装置包括：

（a）一个蒸汽室（5），该蒸汽室（5）通过一个开口或水可渗透下表面与一个冷凝隔室（4）接触，其中至少含水液体水蒸气的一部分冷凝出来，并且在所述蒸汽室的内侧有，

（b）一个蒸发隔室（2），该蒸发隔室（2）具有至少一个壁，所述壁具有一个外表面，还包括一个封闭的中空水可渗透膜，并且其中蒸汽室具有一个外表面，该外表面包括一个具有一个内表面和一个外表面的基本上水不可渗透的隔绝护板（3），以便在隔绝护板的内表面和蒸发隔室的外表面之间具有一个间隙，并且其中，所述蒸汽室具有一个作用宽度（w）至少为蒸发隔室（2）的有效直径（d）的10%的下表面，其中所述下表面被定义为蒸汽室（5）与冷凝隔室液体和蒸汽流连通的部分。

2、一种适用于权利要求1的设备中的装置（1），该装置包括：

（a）一个蒸汽室（5），该蒸汽室（5）可以通过一个开口或水可渗透下表面与一个冷凝隔室（4）接触，其中至少含水液体的水蒸气的一部分冷凝出来，并且在所述蒸汽室的内侧有，

（b）一个蒸发隔室（2），该蒸发隔室（2）具有至少一个壁，所述壁具有一个外表面，还包括一个封闭的中空水可渗透膜，并且其中蒸汽室具有一个外表面，该外表面包括一个具有一个内表面和一个外表面的基本上水不可渗透的隔绝护板（3），以便在隔绝护板的内表面和蒸发隔室的外表面之间具有一个间隙，并且其中，所述蒸汽室具有一个作用宽度（w）至少为蒸发隔室（2）的有效直径（d）的10%的下表面，其中所述下表面被定义为蒸汽室（5）的适合与冷凝隔室（4）液体和蒸汽流连通的部分。

3、如权利要求2所述的装置，其特征在于，至少蒸汽室表面的一部分由冷凝隔室形成和/或由同时位于与所述冷凝隔室液流和蒸汽流连通的材料形成。

4、如权利要求2或3所述的装置，其特征在于，作用宽度(w)至少是蒸发隔室(2)有效直径(d)的30%。

5、如权利要求2或3所述的装置，其特征在于，作用宽度(w)至少是蒸发隔室(2)有效直径(d)的50%。

6、如权利要求2或3所述的装置，其特征在于，该薄膜是耐盐薄膜。

7、如权利要求2或3所述的装置，其特征在于，该薄膜是无缝封闭中空薄膜。

8、如权利要求2或3所述的装置，其特征在于，隔绝护板(3)的内表面和蒸发隔室(2)的外表面之间的间隙具有至少0.1cm的平均最短宽度(s)。

9、如权利要求2或3所述的装置，其特征在于，隔绝护板(3)包括至少两个含水液体和水蒸汽不可渗透片材，并且在这些片之间具有一个平均宽度(g)至少为0.1cm的间隙。

10、如权利要求2或3所述的装置，其特征在于，蒸发隔室(2)包括一个亲水且无孔的均匀薄膜。

11、如权利要求10所述的装置，其特征在于，该薄膜从共聚醚尿烷、共聚醚酯中选出。

12、如权利要求10所述的装置，其特征在于，该薄膜从共聚醚酰胺中选出。

13、如权利要求2或3所述的装置，其特征在于，隔绝护板的至少一部分由聚合物、金属、陶瓷材料或玻璃制成。

14、如权利要求1所述的装置，其特征在于，冷凝隔室是天然或人造土壤，可选择地容纳在一个器皿、容器、盆等中。

15、如权利要求1所述的装置，其特征在于，人造土壤从无土栽培或溶液栽培、和亲水多孔材料中已知的基材中选择。

16、如权利要求1所述的装置，其特征在于，天然或人造土壤包含能够收集冷凝水的排水系统。

17、如权利要求1所述的装置，其特征在于，具有用于将含水液体充入蒸发隔室的装置，并且，可选择地，具有用于将在水份蒸发并且水

蒸汽从蒸发隔室输送到蒸汽室和冷凝隔室中之后所获得的含水液体残余物排出的装置。

18、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，蒸汽室包括用于获得对流以便增强从蒸发隔室的蒸发和 / 或水蒸汽从蒸汽室向冷凝隔室的输送的装置。

19、一种在权利要求 2~18 中任何一项所述的装置中利用温度梯度从含水液体中冷凝出水的方法，该方法包括：

(a) 将含水液体充入一个蒸发隔室，该蒸发隔室由一个中空蒸发隔室 (2) 制成，所述中空蒸发隔室 (2) 具有至少一个壁，该壁具有一个外表面并且包括一个封闭的中空水可渗透薄膜，

(b) 通过所述薄膜将水输送到一个蒸汽室 (5) 中，该蒸汽室 (5) 与一个冷凝隔室 (4) 接触，冷凝隔室 (4) 具有比蒸发隔室低的温度，以便获得一个温度梯度，并且其中从含水液体而来至少一部分水蒸汽被冷凝，并且其中蒸发隔室位于蒸汽室内侧，以及

(c) 可选择地，放掉在水分蒸发并且水蒸汽从蒸发隔室输送到蒸汽室和冷凝隔室之后所剩余的含水液体。

20、一种优选为无缝封闭的中空蒸发隔室 (2)，其具有至少一个壁，其特征在于，其包括一个共聚酯酰胺的耐盐且水可渗透均匀无孔亲水薄膜，所述共聚酯酰胺可以由具有 3 到 12 个碳原子的内酰胺单体、具有 2 到 20 个碳原子的二羧酸、和式为 $H_2N-(CRH)_y-(OQ)_x-NH_2$ 的二胺聚合而成，其中 R 独立地为 H 或 CH_3 ，x 是从 1 到 100 的整数，y 是从 1 到 20 的整数，Q 是 R^2-R^1 ，其中 R^2 是被 R^1 取代的 C2-C4 亚烷基， R^1 是氢或 C1-C4 烷基。

21、共聚酯酰胺在权利要求 2~18 中任何一项所述的装置的薄膜中的应用，该薄膜是耐盐且水可渗透均匀亲水薄膜，所述共聚酯酰胺由具有 3 到 12 个碳原子的内酰胺单体、具有 2 到 20 个碳原子的二羧酸、和式为 $H_2N-(CRH)_y-(OQ)_x-NH_2$ 的二胺聚合而成，其中 R 独立地为 H 或 CH_3 ，x 是从 1 到 100 的整数，y 是从 1 到 20 的整数，Q 是 R^2-R^1 ，其中 R^2 是被 R^1 取代的 C2-C4 亚烷基， R^1 是氢或 C1-C4 烷基。

太阳能结露管

本发明涉及一种用于利用一种支撑材料冷凝水蒸气的装置。更具体地说，涉及一种能够从含废料水液体中蒸发出水并利用含水液体和支撑材料之间之间的温度梯度使生成的水蒸气冷凝。本发明进一步涉及采用这种装置对植物进行灌溉，对含盐的土壤进行滤盐，对淡水进行回收，对污染的水进行净化，对水污染液体脱水，和/或对废水进行冷凝。

在世界上许多地方，滴灌已经成为在农业中被广泛接受的技术。其成功的主要原因是，它能够与高度上的微小差别无关地在滴落点滴出几乎相等量的水，而所述的高度上的微小差别实际上在各种地形中均会发生。然而，必须将实际存在的淡水、例如存在于含水土层中的淡水送入滴灌系统中。这通常造成这些淡水水源随时间推移日益盐化，这不仅是一个环境问题，而且可能导致整个区域的淡水短缺。

另一种方法是从含废料水液体、例如海水开始，将废物从这些含水液体中去除，并且将获得的淡水用于植物的灌溉。这种去除可以例如通过反渗透来实现。然而，这一技术的缺点是操作和维护相当复杂。

另一种用于由含废料水液体生产淡水的已知装置是太阳能蒸发器，例如在 A. A. M. Sayigh(ed.) 在 Solar Energy Engineering, New York 1977 中所公开的那样。咸水被导入浅水池中，从其中利用太阳能产生蒸发，并冷凝得到的水蒸气。然而，这种系统只能在水平面上操作，因为否则水池中所盛的含废料水液体将流过水池的边缘并损坏植物支撑材料。因此，这些装置的适用性被局限于完全水平的区域。

例如，从 US4,698,135 中已知另一种能够从含废料水液体中蒸发出水并将所得的水冷凝的装置。在这篇参考文献中公开的一个实施例是一种由水蒸气不渗透的片材制成的灌溉装置，所述片材成拱形并且由可渗水片材分隔成一个上隔室和一个下隔室。

当容纳含水液体的上隔室的整个上表面与其周围环境直接接触时，

被含水液体吸收的太阳能的主要部分被流失到周围环境中。因此，本发明的目的是减少这种能量损失。这种装置的设计相当复杂并且易于被损坏。本发明的另一个目的是提供一种更加坚固且设计简单的装置。

US4,698,135 中公开的另一个实施例是一个包括一个管状冷凝隔室和一个管状蒸发隔室的灌溉装置。为了有效地冷凝，冷凝隔室的壁必须具有一个比容纳在蒸发隔室中的含水液体的温度低很多的温度。至少在具有高环境温度的区域中，用这一装置不能实现这种温度梯度。为了确保水蒸气的有效冷凝，冷凝隔室的壁部设有外部冷却装置，该冷却装置包含有作为冷媒的水。因此，本发明的另一个目的是提供一种无需采用一个外部冷却系统便能够有效冷凝蒸发的水的装置。

在 FR2,707,281a 中公开了一种装置，该装置包括一个冷凝隔室。该冷凝隔室部分地位于地下。该位于地下的部分包含有小开口，以便能够将冷凝的水释放到土地中。这种装置的蒸发效率相当低。这种装置需要在土地中挖洞，使得建设相当昂贵。因此，本发明的进一步的目的是提供一种能够高效地在地上操作的装置。

W098/16474 公开了一个灌溉装置的不太优选的实施例，该灌溉装置包括被盐水浸透且被太阳加热的亲水材料。所获得的水蒸气被通风装置吹出所述管子。作为在农业中使用的装置通常长度为几十到上百米长，去除盐分被浓缩的含水液体成为相当不利于这种装置的应用的问题。

最后，未提前公开的国际专利申请 PCT/EP99/08159 公开了一种灌溉装置，该灌溉装置由一个包括一个上部片材和一个下部片材的蒸发隔室形成，所述上部片材能够吸收太阳光，所述下部片材是含水液体不渗透而水可以渗透的，并且其片材形成一个被海水充满的空腔。该灌溉装置设置在一个植物支撑材料上，并且在植物支撑材料上直接产生冷凝。

已经发现，上述目的可以由一种利用温度梯度将水从含水液体中冷凝出来的装置来实现，该装置包括：

(a) 一个蒸汽室，该蒸汽室可以与一个冷凝隔室接触，其中至少水蒸气的一部分从含水液体中冷凝出来，并且所述蒸汽室的内侧位于其中，

(b) 一个蒸发隔室，该蒸发隔室具有至少一个壁，所述壁具有一个外表面并且包括一个封闭的中空水可渗透膜，并且蒸发室具有一个外表面，该外表面包括一个具有一个内表面和一个外表面的基本上水不可渗透的隔绝护板，以便在隔绝护板的内表面和蒸发隔室的外表面之间具有一个间隙，并且其中，所述蒸汽室具有一个作用宽度 $w(\text{active width})$ 至少为蒸发隔室的有效直径 d 的 10% 的下表面。

本发明的关键在于，在操作该装置时在含水液体和冷凝隔室之间存在温度梯度，所述冷凝隔室可以是一个支撑材料，并且在蒸汽室下面的这种支撑材料的表面具有显著低于灌溉系统的上部、特别是容纳于蒸发隔室中的含水液体的温度。由于所造成的垂直温度梯度，冷凝发生于该装置的下部和所有冷凝隔室中的上面，例如在支撑材料的表面上。通过这种方式，采用一个薄膜对水进行蒸馏，这是一个通常涉及到薄膜蒸馏的过程。因此，令人惊讶地发现，无需任何外部冷却装置便可以高效地进行冷凝。需要强调的是，本发明中词组“下表面”是指不直接对着热源的表面。词组“上表面”是指直接对着热源的表面。

在本发明的装置中，通过下述方法实现了垂直温度梯度：

(i) 所述蒸发隔室位于所述蒸汽室内部，以便在隔绝护板的内表面和蒸发隔室的外表面之间存在一个间隙。由于这个间隙的存在，可以防止或者至少可以减少被容纳在蒸发隔室中的含水液体例如以太阳能的形式吸收热能的任何损失。通过这种方式，可以将水加热到足够高的温度，例如 60°C 以上并且优选为 70°C 以上，以便获得有效的薄膜蒸馏过程。代替一个蒸发隔室，也可以采用两个或更多蒸发隔室。因此，本发明中所使用的词组“蒸发隔室”是指一个或多个蒸发隔室。

(ii) 由于例如当蒸汽室的下表面为支撑材料和/或位于与所述支撑材料液流和蒸汽流连通的材料时，蒸汽室与冷凝隔室接触或连接。通过这种方式，冷凝隔室被冷凝水湿润。当冷凝隔室为支撑材料时，由于该装置包括了湿润的支撑材料的高热传导率和热容量（与干的支撑材料相反）、及支撑材料的相对较高的质量，所以将热能有效地引导远离支撑材料的表面。这使得支撑材料的表面具有足够低的温度。

除了支撑材料的高热容量和热传导率之外，当装置在使用中优选地存在的昼夜交替进一步增加了温度梯度：已经在白天被隔绝护板下的支撑材料吸收的热能，在夜间流失到周围环境中。因此，昼夜的更替使该装置可以被永恒并持久使用。

应当注意，如果上述条件 (i) 和 (ii) 中的任何一个未被满足，则如下面所述，温度梯度便不能总是高到足以能够有效地进行蒸发和冷凝。

例如，如果装置表面的主要部分与周围环境直接接触，如在 US4,698,135 的图 1 和图 2 所示的装置中的情况那样，则被容纳在蒸发隔室中的含水液体吸收的太阳能的主要部分将流失到周围环境中并且温度梯度将降低到不能被接受的水平。

而且，例如如果蒸汽室的下表面为液体不可渗透材料，并且因此该蒸汽室不与蒸汽室之下的冷凝室液流和蒸汽流连通，如在 W098/16474 所述的情况中那样，则所述支撑材料将不会被冷凝水湿润，并且热量将不能被有效地引导远离支撑材料的表面。

而且，如果支撑材料的表面不能被用于水蒸汽的冷凝，如 US4,698,135 的图 3~5 中的情况那样，则不能对水蒸汽进行有效的冷凝。然而，只有蒸汽室下表面的有效宽度相对于蒸发隔室的有效直径在一个特定值以上，才能对支撑材料的低温进行有效的利用。词组“有效直径”和“作用宽度”在“描述方法/定义”一章中予以解释。

适用于本发明的薄膜是水可渗透的并且优选为耐盐的。只要盐溶于水便可以渗透过该薄膜。而且，应当注意，该薄膜的外表面是与空气接触的。当薄膜为抗盐的时，意味着该薄膜聚合物不会在温含水盐溶液的影响下降解。更优选地，该薄膜为一个均匀的无孔亲水薄膜。

冷凝隔室可以为器皿、容器、水池等，但是更优选地，该冷凝隔室由例如一个支撑材料形成，举例而言，支撑材料例如为与蒸汽室液流和蒸汽流连通的天然或人工土壤。特别是当冷凝隔室为容纳在一个器皿等中的天然或人工土壤时，则当蒸汽室包括用于获得对流的装置例如一个通风装置等，以便促进从蒸发隔室而来的蒸汽和/或从蒸汽室而来的水

蒸气输送到冷凝隔室中时,更为有利。如果需要,可以用天然或人工土壤填充这种器皿。

令人惊讶的发现,不需要将蒸汽室部分位于地下便可以获得足够高的温度梯度。相反,本发明的装置可以完全位于支撑材料的上表面上。换言之,蒸汽室的下表面优选为支撑材料和/或位于与支撑材料的所述顶表面连通的液流和蒸汽流中的材料的顶表面。在这种情况下,FR2,707,281的装置中所需挖掘的洞对于本发明的装置是不需要的。

而且,US4,698,135的图1和2中的装置所需的复杂的密封技术在本发明的装置中可以被省去。

最后,由于蒸发隔室包括一个水可渗透的薄膜,所以蒸发隔室的结构可以非常简单。更具体地说,整个蒸发隔室可以由这种水可渗透薄膜制成,并且在FR2,707,281中使用的任何具有反向溢流浮子的局部开口管或者在W098/16474中应用的具有亲水材料的水蒸汽和含水液体不可渗透管组合件都可以被省去。

而且,如果蒸发隔室整个由水可渗透的均匀无孔亲水材料制成,则蒸发隔室的整个表面将允许水蒸汽被蒸发,从而产生很高的蒸发效率,以便该装置可以适用于通过薄膜蒸馏对水进行净化。

最终,本发明装置的应用不限于水平区域,而是可以不受表面高度影响地加以应用,例如,可以被同样地用于平地和山区。

附图的简单说明

图1、2a和2b表示本发明装置的几个优选实施例的剖视图。

图2c表示具有不同作用宽度 w 的图1的装置。

图3表示图1的装置的三维视图。

图4表示作用宽度 w 和距离 h 的定义。

图5表示用于不同几何形状的蒸发隔室的有效直径 d 的定义。

图6表示不优选的隔绝护板几何形状。

图7表示本发明的装置10。

下面将更加详细地说明本发明:

本发明的装置

本发明涉及一种用于借助含水液体和冷凝隔室之间的温度梯度对水进行冷凝的装置。在一个优选实施例中，该装置包括用于将含水液体充入蒸发隔室的装置，并且可选择地包括用于将在水蒸发并将水蒸汽从蒸发隔室输送到蒸汽室和冷凝隔室中之后所获得的含水液体残余物排出的装置。在本发明的另一个实施例中，蒸发隔室为一个无缝封闭的中空薄膜。

如上所述，本发明的装置优选地其蒸汽室的下表面为蒸汽室之下的支撑材料和/或位于与所述支撑材料液流和蒸汽流连通的其它材料（即，形成冷凝隔室的支撑材料及可选择的其它材料）的表面。由于蒸汽室之下的支撑材料的较低的表面温度，水蒸汽的主要部分将冷凝到所述的表面上。当然，这不排除容纳在蒸汽室中的少部分水蒸汽将冷凝在蒸汽室的隔绝（绝热）护板的内表面上。然而，为了使该装置性能良好，优选地至少 25% 的水在冷凝隔室中冷凝。更优选地，超过 50% 的水在冷凝隔室中冷凝，最佳地，超过 75% 的水在冷凝隔室中冷凝。

由于蒸汽室的下表面可以为支撑材料和/或位于与所述支撑材料液流和蒸汽流连通的材料，该蒸汽室与所述支撑材料液流和蒸汽流连通。因此，容纳在蒸汽室中的水蒸汽的主要部分将冷凝在支撑材料上。而且，任何冷凝在隔绝护板内表面上的水蒸汽将沿着所述内表面流动并进入所述支撑材料。从而，当操作该装置时，支撑材料被自动地湿润。由于特别是湿润的支撑材料具有很高的热容量，所以任何热量都将被有效地引导远离支撑材料的表面。通过这种方式，可以利用本发明的装置在该装置的上部且特别是容纳在蒸发隔室中的含水液体和支撑材料的表面之间实现非常高的温度梯度。

如上所述，该支撑材料可以被另一种材料所覆盖。然而，在这种情况下必须注意，该另一种材料是液体可渗透和蒸汽可渗透的，因为否则，蒸汽隔室将不再与支撑材料液流和蒸汽流连通。在本发明中液体可渗透的意思是指，水基本上可以自由地流过该材料。更具体地说，这种材料的水可渗透性通常是在 0.001MPa 的压力下水以至少 $11/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、优选为至少 $101/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、更优选至少为 $501/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、甚至更优选为

至少 $1001/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、并且最佳为 $2001/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的速度流过该材料。通常，如果该材料为液体可渗透的，则其自然为蒸汽可渗透的。

在上述基础上可以清楚，象 W098/16474 中的情况那样用水蒸汽不可渗透材料盖住支撑材料的整个表面是不适宜的，因为这样的话隔绝护板之下的支撑材料不能被湿润并且不能获得足够高的温度梯度。

一个可以覆盖支撑材料的适宜材料是“根布”(root cloth)，其可以防止根部或植物进入到本发明的装置中。

通过采用自身(例如已经在干燥的状态下)具有高热容量和热传导率的支撑材料，可以进一步增强热传导。更具体地，支撑材料最好具有至少 $0.5\text{KJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 并且优选至少 $0.8\text{KJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 的热容量。适当的支撑材料例如包括：任何传统的植物支撑材料，如天然土壤，例如沙子、粘土或其混合物，其中采用粘土更好，或者是人工土壤，例如在无土栽培或溶液栽培和亲水多孔材料中已知的基础材料，如 OasisTM。该支撑材料也可以是一个垫子式的。在一个优选实施例中，天然或人工土壤包括一个排水系统，该排水系统能够收集冷凝水。

如上面已经描述的那样，蒸汽室的下表面优选为支撑材料的顶表面和/或位于与支撑材料的所述顶表面液流和蒸汽流连通的材料的顶表面。通过这种方式，可以避免在 FR2,707,281 所述的系统中需要的挖洞。

如上面进一步解释的那样，为了水蒸汽的有效冷凝，蒸汽室下表面的作用宽度 w 大体上至少为蒸发隔室的有效直径的 10%，优选为蒸汽隔室的有效直径 d 的至少 20%，更优选为至少 30%，进一步优选为至少 40%，甚至更优选为至少 50%，并且最优选为至少 100%，且优选小于蒸汽隔室有效直径 d 的 200%。如果蒸汽室下表面的作用宽度低于 10%，则相对于允许水分蒸发的表面而言，可用于冷凝的表面太小。在这种情况下，不可能对水进行有效的冷凝。

更优选地，蒸发隔室具有在 2~20cm、更优选为 6~12cm 范围内的有效直径。更优选地，蒸汽室下表面的作用宽度 w 在 4~60cm 的范围内。有效直径和作用宽度优选不超过给定的上限，以便不会使该装置盖住太大的支撑材料表面并且使装置所需的材料量保持最小。而且，尺寸太大

时该装置将在机械性能上变得不稳定。

如上面解释的那样，本发明的装置的另一个关键是，蒸发隔室位于蒸汽室内侧，以便在隔绝护板的内表面和蒸发隔室的外表面之间存在一个间隙。由于该间隙的存在，隔绝护板的内表面不或者大部分不触及蒸发隔室的外表面。更具体地说，隔绝护板的内表面与蒸发隔室的外表面的接触部分优选不超过 30%，更优选不超过 20%，甚至更优选不超过 10%，并且最优选不超过 5%。而更加优选地，蒸发隔室的外表面与隔绝护板的内表面完全不接触。在这些情况下，被容纳在蒸发隔室中的含水液体所吸收的热的向周围环境的损失至少被减少了很多，或者甚至可以完全避免。

所述间隙的平均最短宽度 s 优选至少为 0.1cm，更优选为 0.1~5cm，最优选为 0.1~2cm。该“平均最短宽度 s ”是隔绝护板内表面和蒸发隔室外表面之间在该装置的长度 L 上的平均最短距离。主要部分且优选地基本上整个间隙包括水蒸汽和气体、例如空气。然而，为了确保蒸发隔室的外表面不与隔绝护板的内表面接触，该间隙还可以包含一个间隔件。该间隔件例如可以从如 Enkamat™ (ex Akzo Nobel/Acordis) 或泡沫垫等材料中选出。应当注意，一个泡沫垫可以被同时用作隔绝护板和间隔件材料：该泡沫垫优选设置成其节点 (nodes) 指向蒸发隔室。于是，水蒸汽和含水液体可穿透的泡沫垫外表面可以作为隔绝护板，而包含在内表面中的该节点将作为隔绝护板和蒸发隔室之间的间隔件。本发明的另一个优选方案是具有带内外表面的壁的无缝封闭中空蒸发隔室 2，其包括一个耐盐的、并且更优选地为水可穿透的均匀亲水的薄膜。这种耐盐蒸发隔室是新式的。词组“耐盐”是指薄膜的聚合物不会在温盐水的影响下降解。

隔绝护板可以为各种合适的材料。可以至少部分隔绝蒸汽室的材料的例子是聚合材料、金属、陶瓷材料、玻璃或其它透明材料。隔绝护板的上表面可以包括并且优选基本上由可见光可透射而对于其它波长不透明的材料。该隔绝护板必须是含水液体和水蒸气均不可渗透的。尽管实际上通常是不需要的，但是为了进一步减少容纳在蒸发隔室中的含水

液体向外的热辐射，该隔热护板优选包括至少两个含水液体和水蒸气不可渗透片，所述两个片限定出一个间隙，该间隙平均宽度 g 的范围是至少为 0.1cm、更优选为 0.1~5cm、并且最优选为 0.1~2cm（参见图 1）。该间隙优选包含有气体例如空气，并且可选择地包含有一个间隔件。

优选不超过 30%、更优选不超过 20%、甚至更优选不超过 10%、并且最优选不超过 5% 的隔热护板外片的内表面与隔热护板内片的外表面接触。然而，更加优选地是，隔热护板的片之间相互不接触。这一点可以由间隔件来确保，该间隔件优选从例如 Enkamat™ 或泡沫垫等材料中选出。该泡沫垫也优选设置成使得节点指向蒸发隔室。

隔热护垫的适当材料可以包括例如玻璃或聚合物，如聚烯烃、例如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚酯、聚碳酸酯、例如 Lexam™、PMMA 如 Plexiglas™ 或 Perspex™。

这些材料将被称为“隔热材料”。

优选地，该隔热材料包括两个片，其中具有一个在所述两个片之间的间隔件和一个在内片的内表面和蒸发隔室的外表面之间的第二间隔件。

如果通过将该装置暴露于阳光下对其进行操作，任何包含在隔热护板中的隔热材料、任何在隔热护板的单个的片之间的间隔件、以及任何在隔热护板和蒸发隔室之间的间隔件，对于加热容纳在蒸发隔室中的含水液体的太阳辐射优选为半透明的，这意味着，至少 80% 并且优选为至少 90% 的太阳辐射可以到达蒸发隔室并且将导致容纳于其中的含水液体温度上升。而且，优选地，任何包含在隔热护板中的隔热材料、任何在隔热护板的独立的片之间的间隔件、以及任何在隔热护板和蒸发隔室之间的间隔件，对于加热容纳在蒸发隔室中的含水液体的太阳辐射是充分化学稳定的。该隔热护板还可以附带包括一种对于任何加热容纳在蒸发隔室中的含水液体的太阳辐射是半透明的，而对于紫外线不是半透明的。

在另一个实施例中，冷凝隔室是外部冷却的，优选由水、海水、空气或土壤冷却。

虽然大多数水蒸汽在冷凝隔室中冷凝，例如在支撑材料的表面上冷凝，但是，不能完全排除少部分水蒸汽将在隔绝护板的内表面上冷凝。如果这发生在隔绝护板的内表面中面对蒸发隔室外表面的部分上，则根据隔绝护板的形状，冷凝水可以滴到蒸发隔室的这一外表面上。从而，蒸发隔室的蒸发效率将降低。

因此，隔绝护板的理想形状为，使得已经冷凝在隔绝护板内表面上的水基本上不会回滴到蒸发隔室的外表面上。这可以通过以下述方式对隔绝护板的内表面这样进行（形状）选择来实现，即，任何冷凝到所述内表面上的水将沿着这一表面被引导到支撑材料的表面上。

因此，如图6所示的内表面不是优选的，因为可以在点9处收集冷凝水，并且滴到蒸发隔室的外表面上。同样不优选的是，内表面朝向蒸发隔室外表面的部分包括一个水平断面。然而，应当注意，部分包含一个水平断面的隔绝护板内表面也可以是优选的，只要该内表面的水平部分不面对蒸发隔室的外表面即可。

在本发明的一个优选实施例中，垂直位于蒸发隔室之上的隔绝护板断面具有例如在图1和2a中所示的拱形形状。

任何可以离开蒸发室到周围环境中的水蒸气都是损失，因为其再也不会冷凝到支撑材料上。因此，蒸汽室优选以防止任何水蒸气流失到周围环境中的方式构成。更具体地说，该水蒸气不可渗透的隔绝护板优选相对支撑材料进行密封，以便防止水蒸汽从蒸汽室中流失。例如，可以将隔绝护板的边缘埋藏到支撑材料中，或者在隔绝护板的外边缘上放置例如石头、铁棒或沙子。

蒸发隔室的壁包括一个含水液体不可渗透而水可渗透的薄膜。本发明中“含水液体不可渗透”的意思是该材料不具有任何使容纳在蒸发隔室中的含水液体可以自由流出蒸发隔室并进入到蒸汽室中的宏观开口。优选地，该含水液体不可渗透而水可渗透薄膜包括并且最优选地基本上由亲水且无孔的薄膜构成，所述薄膜例如由共聚醚酰胺（copolyetheramide）、共聚醚尿烷（copolyetherurethane）、共聚醚酯（copolyetherester）制成。最优选地，该薄膜包括且最优选基本

上由共聚醚酰胺构成。在最优选的共聚醚酰胺中，聚醚和聚酰胺通过酰胺桥顺次连接起来。未预公开的国际专利申请 PCT/EP/99/08159 中对这样的聚合物进行了详细的说明。优选地，该薄膜具有至少 $500\text{g}/(24\text{h}\cdot\text{m}^2)$ 的水蒸汽可渗透性。水蒸汽可渗透特性是对厚度为 $15\mu\text{m}$ 的薄膜进行测量得出的，如在 ASTM E96-66（方法 B，修改（在 60% 的相对湿度下水温： 30°C 、环境温度 21°C ））中描述的那样。该薄膜优选具有 10 到 $200\mu\text{m}$ 的厚度并且最优选为 20 到 $100\mu\text{m}$ 。在一个优选实施例中，薄膜材料具有碳黑以增强所需的温度梯度。

蒸发隔室的壁优选地基本上由上述薄膜构成。然而，也可以是壁的一部分由上述薄膜构成，而另一部分由其它含水液体不可渗透且水蒸气不可渗透的聚合物构成。

优选地，共聚醚酰胺可以由具有 3 到 12 个碳原子的内酰胺单体、具有 2 到 20 个碳原子的二羧酸、和式为 $\text{H}_2\text{N}-(\text{CRH})_y-(\text{OQ})_x-\text{NH}_2$ 的二胺聚合而成，其中 R 独立地为 H 或 CH_3 ，x 是从 1 到 100 的整数，y 是从 1 到 20 的整数，Q 是 R^2-R^1 ，其中 R^2 是被 R^1 取代的 C2-C4 亚烷基， R^1 是氢或 C1-C4 烷基，并且该共聚醚酰胺被用于耐盐和水可渗透的均匀亲水薄膜。通过对 e-己内酰胺、己二酸、和均包含有 2-氯丙基端基并具有大约 2000 分子量的聚环氧乙烷和聚环氧丙烷进行聚合所获得的共聚醚酰胺是特别有用的。这种材料在现有技术中是已知的。这可以参考欧洲专利申请 EP0,761,715，该专利描述对这些材料的合成。

而且，蒸发隔室可以包括一个加强材料。该加强材料可以位于蒸发隔室内侧或在隔室的外表面上。该加强材料优选不会减少蒸发的水量。因此，合适的加强材料可以为多孔材料、如纤维、编织物或聚乙烯、聚丙烯、聚酯、聚酰胺的（非）织物或它们的组合，例如 Colback™（ex Akzo Nobel/Acordis）。如果该加强材料位于蒸发隔室的外表面上，该加强材料优选对于太阳辐射不是半透明的，以便防止蒸发隔室的薄膜不受太阳光并且特别是 UV 辐射的影响。更具体地说，优选地，该加强材料具有一个太阳光吸收结构，更优选地它为暗色，并且最优选为黑色。通过这种方式，在该加强材料中，太阳光被转换成加热容纳在蒸发隔室中的

含水液体的热。

蒸发隔室的形状优选为具有较高的表面面积，例如成管状或星状蒸发隔室，优选是前者形状。这种管状蒸发隔室的薄膜例如可以通过吹塑成型制成。吹塑成型通常对于所形成的蒸发隔室的吹塑成型薄膜的机械稳定性具有有益的效果。优选地，蒸发隔室基本上由单一的聚合物材料构成。这使得蒸发隔室的设计特别牢固且简单。根据本发明的蒸发隔室的其它主要优点是，由于蒸发隔室可以被制成实际上是无端的并且至少为所需的长度，可以获得高净化或除盐率，并且容易按比例增大。蒸发隔室的各种形式如图 1、2a 和 5 所示。

优选地，蒸发隔室 2 的外表面和支撑材料的表面被隔开一个距离 h 。这可以通过一个间隔件来确保，该间隔件优选从例如 Enkamat™ 中选择。该间隔件优选为水可渗透的。

通常，本发明的装置可以包括一个或多个蒸发隔室，而优选为一个，以便使太阳辐射到蒸发隔室上的量最大化，并且减小装置的复杂性。装置的长度 L （参见图 3）优选在几米到几百米的范围内。

图 1（剖面）和图 3（三维视图）中表示出了本发明的一个优选实施例。这些图中的装置 1 包括一个由隔绝护板 3 形成的蒸汽室 5，隔绝护板 3 具有拱形形状并且包括限定出一个具有平均宽度 g 的间隙的两个片。该隔绝护板 3 以其两个较长边缘连接到支撑材料 4 上，因此确定了蒸发室 6 的下表面作用宽度 w 。蒸发隔室 2 具有管形形状并且位于蒸汽室 5 的内侧，因此在其外表面和隔绝护板的内表面限定一个具有平均最短宽度 s 的间隙。蒸汽室 6 的下表面由支撑材料 4 的顶表面形成，并且蒸发隔室 2 距支撑材料 4 的顶表面一个距离 h 。如图 3 所示，装置 1 具有长度 L 。图 2c 表示具有与图 1 不同的作用宽度 w 的装置的横截面。

图 2a 表示另一个优选实施例的横截面。该图中的装置 1 除了蒸发隔室 2 的横截面具有三角形形状外，其它与图 1 和 3 类似。

图 2b 表示另一个优选实施例。除了隔绝护板 3 具有三角形形状外，该装置 1 与图 1 和 3 类似。这样的隔绝护板几何结构通常在采用玻璃板形成隔绝护板时被实现。

如果需要，支撑材料 4 可以包括一个允许收集冷凝水的排水系统。

可以通过例如一个泵将含水液体填充到该蒸发隔室中，所述泵例如将含水液体泵出含废料水液体容器而流入蒸发隔室。另一种可能性是将蒸发隔室连接到位于蒸发隔室高度之上的含废料水液体容器上，以便含水液体通过重力进入到蒸发隔室中。为了简化起见，用于将含水液体充入到蒸发隔室中的这些装置在上述图中没有示出。

图 7 中表示装置 10 的一个例子。在该图中采用与图 1 中所用的参考标号相同的参考标号，表明上述对于装置 1 的定义和（优选）实施例也适用于本发明的装置 10。

本发明的整个装置优选只采用聚合材料。因此，本发明装置的设计可以非常简单。然而，其可以部分由玻璃制成。

本发明进一步涉及一种能够利用温度梯度从含水液体中蒸发并冷凝出水的方法，该方法包括：

(a) 将含水液体充入一个蒸发隔室，该蒸发隔室由一个中空蒸发隔室 2 制成，所述中空蒸发隔室 2 具有至少一个壁，该壁具有一个外表面并且包括一个封闭的中空可渗透水的薄膜，(b) 通过所述薄膜将水输送到一个蒸汽室 5 中，该蒸汽室 5 与一个冷凝隔室 4 接触，冷凝隔室 4 具有比蒸发隔室低的温度，以便获得一个温度梯度，并且其中从含水液体来至少一部分水蒸汽冷凝，并且其中蒸发隔室位于蒸汽室内侧，并且 (c) 可选择地，放掉在水分蒸发并且水蒸汽从蒸发隔室输送到蒸汽室和冷凝隔室之后所剩余的含水液体。

本发明的使用

本发明的装置可以例如被用于灌溉生长在植物支撑材料上的植物。在这种情况下，植物优选靠接本装置的附近生长，以便它们的根部可以到达植物支撑材料中的冷凝水。其还可以用一个片材盖住装置外侧的植物支撑材料的顶表面，所述片材由含水液体不可渗透且水蒸汽不可渗透的材料制成，所述片材包含用于植物的开口。通过这种方式，可以避免或者至少是减少向支撑材料外的冷凝水穿透蒸发（trans-evaporation）。其它的作用是对水进行淡化、净化污染的水、

或者对水污染液或浆进行脱水。

热源优选为太阳光，但是其它能源、例如被加热的气体、或从土壤或水中抽取的热也同样可以使用。也可以采用热交换，例如通过在进入装置的蒸发隔室之前用含水液体的残余物加热含水液体进行热交换。冷凝热也可以用于这一目的。

为了改善热效率，蒸汽室可以设置对着蒸发隔室的反射器。这样的反射器优选由气体可渗透的薄膜制成。在另一个实施例中，通过对蒸发隔室的加强（armament）、例如采用优选设有与均匀亲水薄膜接触的细丝的（优选为黑色的）套管或管子进行加强，以便在蒸发隔室周围形成绒毛(hairy fleece)，进一步地改善蒸发隔室的吸热。适宜的绒毛材料例如由尼龙和聚丙烯制成。

由于较高的蒸发和冷凝效果，冷凝水的量可以选择得非常高，以便其可以用一个排出系统排出到支撑材料之外。在这种情况下，该装置可以进一步被用于滤盐或用于收集淡水。滤盐特别适用于装置在含有大量盐分的支撑材料上运转的情况，而这通常发生在（半）干旱地区。在这种情况下，冷凝水流过支撑材料并且溶解其中所含的任何盐分。然后，含盐冷凝水通过排水系统被收集起来，并且因此有效地去除了含在支撑材料中的盐分。于是，这种脱盐的支撑材料可以被用于农业。可选择地，该含盐液流可以被用作本发明的装置的进料。

另一方面，如果支撑材料含有很少或不含有可溶解于水的化合物，则经排出系统收集的冷凝水可以被作为淡水使用。

在两种情况下，支撑材料在装置外侧的顶表面优选被含水液体不可渗透且水蒸气不可渗透的片材覆盖，以便避免或至少是减少支撑材料中冷凝水的再蒸发。

在所有上述情况下，蒸发隔室至少被部分充有含水液体。该含水液体可以从任何含废料水（waste-containing water）选出，例如半咸水，污水，被重金属污染的水、如被镉污染的水，其它被污染的水、如被砷污染的水，海水，水和有机化合物的混合物。例如被原油残余物、例如在油和气产品中的副产品（地层水）或上述含盐排放水所污染的水。典

型地，含水液体包含一种或两种下述成分：钠、钙、镁、硫酸盐、氯化物、碳酸氢盐、或者碳酸盐离子。优选地，含水液体包括氯化钠并且更优选地为海水或半咸水。优选地，含水液体的选择使得其具有很小或不具有（生物）腐烂和/或腐蚀剥落能力，这是本发明的一个优点。如果需要，可以在使用前对含水液体进行过滤，以便减少其腐烂和/或腐蚀剥落能力。特别是在海水的环境下可能更是这样。

在使用本发明的装置的过程中或之前，容纳在蒸发隔室中的含水液体被加热以确保水份蒸发。在一个优选实施例中，该含水液体被太阳加热。

可选择地或者附带地，也可以在含水液体进入蒸发隔室之前对含水液体进行预加热。这种预加热可以代替用太阳对蒸发隔室中的含水液体进行的加热，或作为除了太阳加热之外的加热。

该含水液体可以被通过蒸发隔室泵取。然而，也可以将蒸发隔室连接到一个容纳含水液体的存储容器上。在这种情况下，任何通过蒸发隔室的水可渗透薄膜蒸发的水均被从存储容器而来的含水液体所替代。

如果用废水向蒸发隔室进料，则任何上述应用将导致废水的聚集。因此，本发明的另一个方案是将本发明的装置用于收集废水。

可以设想本发明的装置的各种变型。在本发明的一个实施例中，该装置可以通过悬挂被安装在空气中，并且水蒸汽可以通过一个管被导入土壤中（冷凝隔室）。

在一个特别优选的实施例中，蒸发隔室被一个间隔件与冷凝隔室分开。这在冷凝隔室为地面时对于防止蒸发隔室与地面的直接接触是有用的。

当本发明的装置被安装在温室的透明墙壁附近时，该装置的热吸收使温室被冷却，这是其温度控制中的一个附加的优点。

下面将通过下述例子对本发明做进一步的解释：

例 1：

本例用于说明如图 1 和图 3 所示的装置的操作。该装置包括：

1) 一个蒸发隔室，

2) 一个存储容器, 该存储容器位于蒸发隔室的高度之上并且连接到蒸发隔室上,

3) 一个蒸汽室, 其上表面由一个隔绝护板构成, 其下表面是沙子。

该装置的作用宽度 w 和有效直径 d 均选择为 9cm, 作用宽度为有效直径的 100%。

蒸发隔室具有如图 1 和 3 所示的管状形状, 并且该隔室的壁由在未预先公开的国际专利申请 PCT/EP99/08159 中描述的共聚醚酰胺薄膜制成。该薄膜具有 0.050mm 的厚度和 $2500 - 2700 (24h \cdot m^2)$ 的水蒸汽渗透性, 该水蒸汽渗透性是在 15 μm 厚度下根据 ASTM E96-66 (方法 B, 修改后 (在 60% 的相对湿度下水温: 30 $^{\circ}C$, 环境温度: 21 $^{\circ}C$)) 进行测量的。该薄膜被制成吹塑成形无缝管。该管状薄膜在其外表面上利用一个由聚酯 (ColbackTM; ex Akzo Nobel/Acordis) 制成的多孔黑色无纺材料进行加强。

隔绝护板具有如图 1 和 3 所示的拱形形状, 并且由两个聚乙烯泡沫垫构成, 在内、外泡沫垫之间形成一个平均宽度大约为 3mm 的间隙 g 。内泡沫垫的外表面作为隔绝护板的内表面。内气泡垫内表面上的节点 (nodes) 作为隔绝护板内表面和蒸发隔室之间的间隔件, 因此确定出一个平均最短宽度大约为 3mm 的间隙。

该装置的总高度 (从支撑材料的表面测量至隔绝护板外表面的顶点) 为大约 7cm 长度 (L) 为一米。

在实验中, 蒸发隔室被充入每千克水含有 10g 氯化钠的盐水。为了检测在实验中是否有任何的盐水泄漏, 在存储容器中充入蒸馏水。如果盐水泄漏出蒸发隔室, 则由于泄漏的盐水被从存储容器而来的蒸馏水替换, 将导致蒸发隔室中的盐的浓度减少。另一方面, 如果盐水没有泄漏出蒸发隔室, 则由于任何从蒸发隔室蒸发 (且不含有任何盐分) 的水被蒸馏水所代替, 所以在整个实验过程中蒸发隔室中的盐浓度将保持不变。

随后, 该装置被暴露于 (i) 在实验室中制造的输出为 $12kWh/m^2 \cdot \text{天}$ 的“人造”阳光中, 以及 (ii) 输出为 $3.6kWh/m^2 \cdot \text{天}$ 的自然阳光中。

在实验(i)中,通过在12小时中照射该装置后接着12小时的黑暗来模仿昼夜的交替。在两种情况下,该试验均持续满一周时间。在实验之后,测量出蒸发隔室中的盐浓度等于实验开始之前的盐浓度。因此,在实验过程中没有盐水泄漏到蒸发隔室之外。

如上所述,在上述实验中任何从蒸发隔室中蒸发出来并冷凝成淡水的水份均被从存储容器而来的蒸馏水所代替。因此,单位时间的淡水量可以被表示为在开始时存储容器中蒸馏水量和在结束时存储容器中蒸馏水量的差。通过这种方式,可以计算出,在实验(i)中,每24小时产生1kg淡水,在实验(ii)中,每24小时产生0.4kg淡水。

描述方法/定义

装置1和装置10的作用宽度w的定义

装置1的蒸汽室下表面的作用宽度w是该装置的截面中隔绝护板的内表面与支撑材料相遇的两个点之间的距离(例如参见图4)。如果作用宽度在装置1的长度L上变化,则本发明中的作用宽度w表示这些作用宽度的平均值。对于装置10,该作用宽度w是被设置在支撑材料表面上的液体可渗透材料的横截面宽度。因此,该装置10的作用宽度与装置1的作用宽度是相同的。因此,相同的参考标号“w”被同时用于本发明的装置1和装置10。

有效直径d的定义:

有效直径是一旦当暴露于太阳(或其它热源)马上可以覆盖的蒸发隔室的横截面的最大尺寸(即,无阴影部分的横截面的最大尺寸)。这如图5所示。一个光源7(代表太阳)位于不同几何尺寸的蒸发隔室2之上。蒸发隔室在它们的横截面积中被光源最大覆盖的部分由粗线标出。该有效直径d是这些线的长度。例如,对于一个具有半径r的管状蒸发隔室(图5a),有效直径为 πr 。

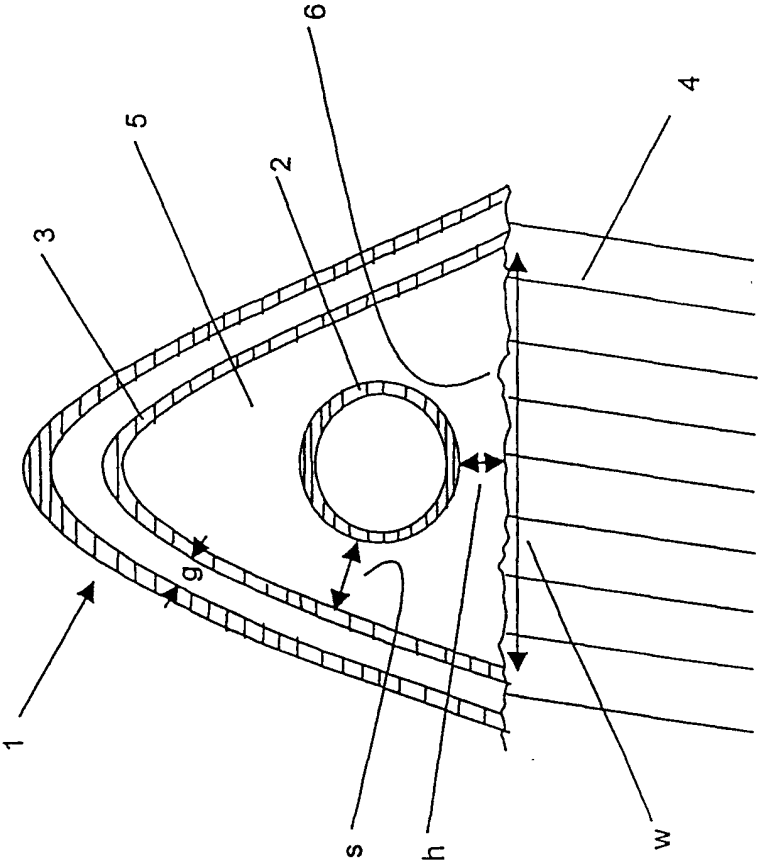
如果有效直径在蒸发隔室的长度上改变,则本发明中有效直径d表示这些有效直径的平均值。

本发明装置1的距离h的定义:

装置1的距离h是蒸发隔室的外表面和支撑材料的表面平均水平8

之间的最短距离。对于非水平表面的 h 的定义表示于图 4 中。

图 1



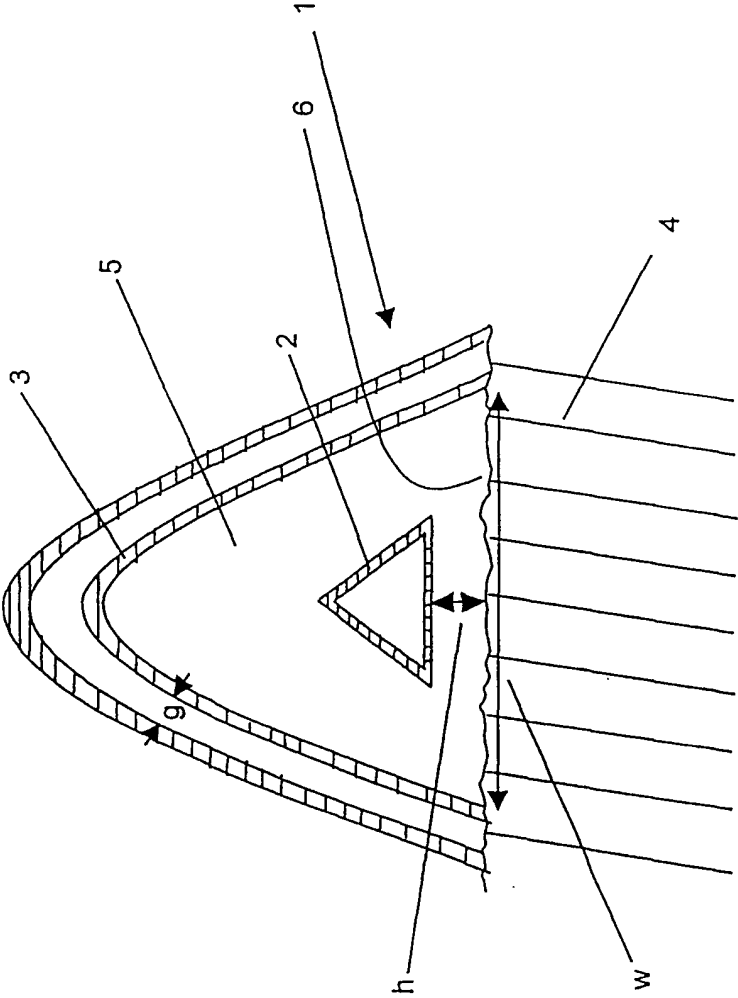
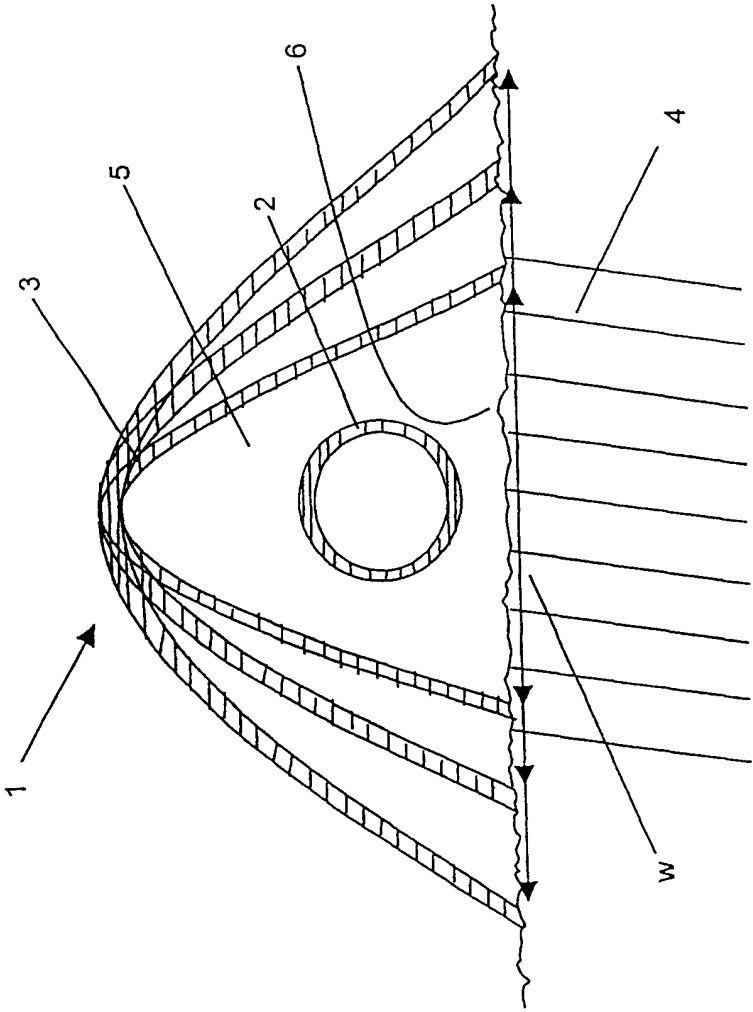


图 2a

图 2c



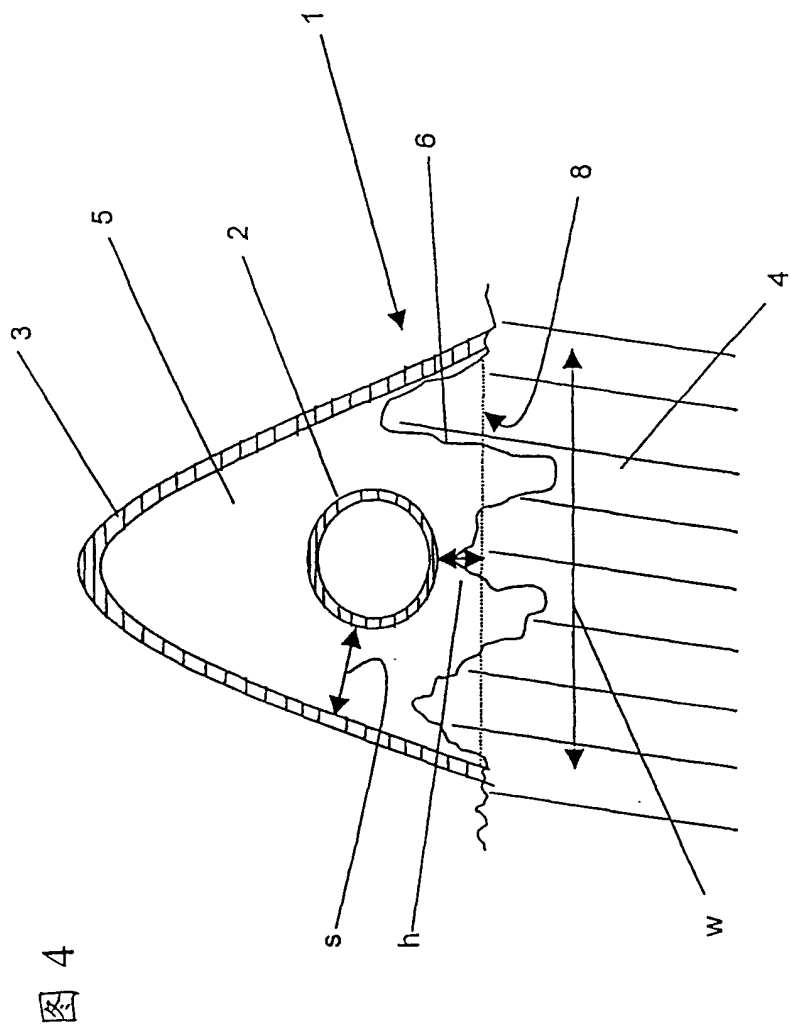
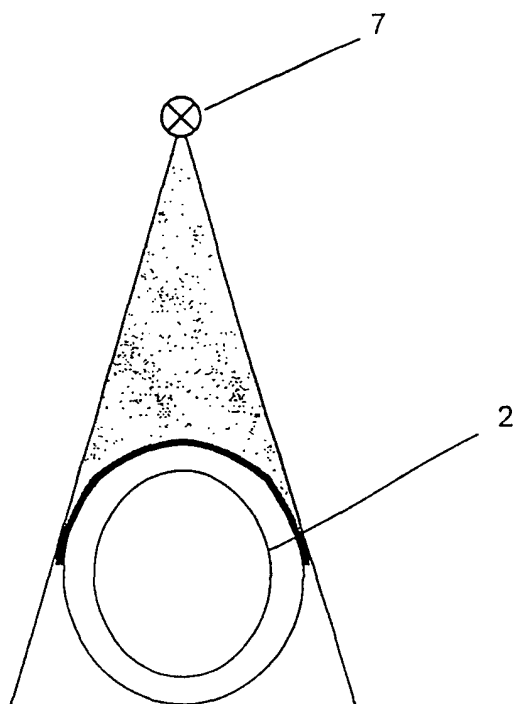
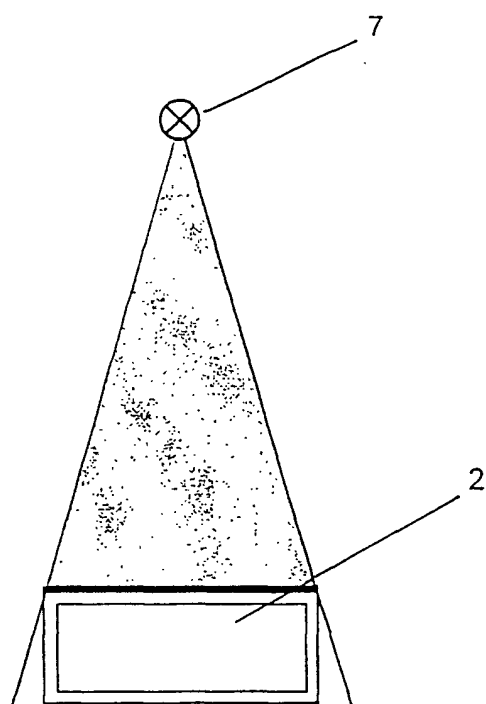


图 5

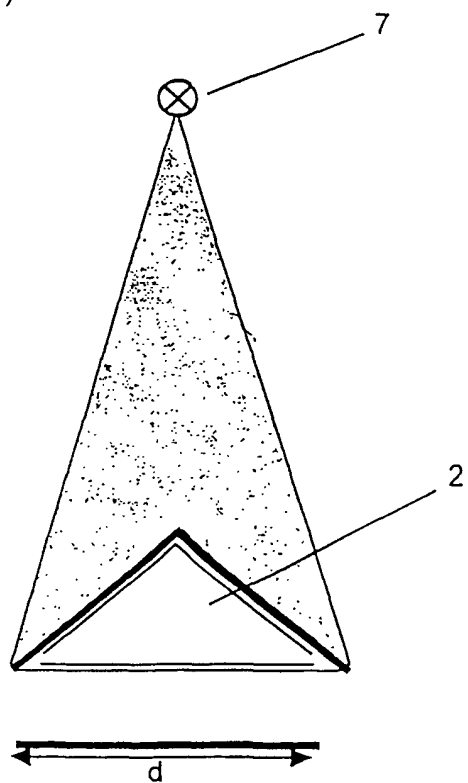
a)



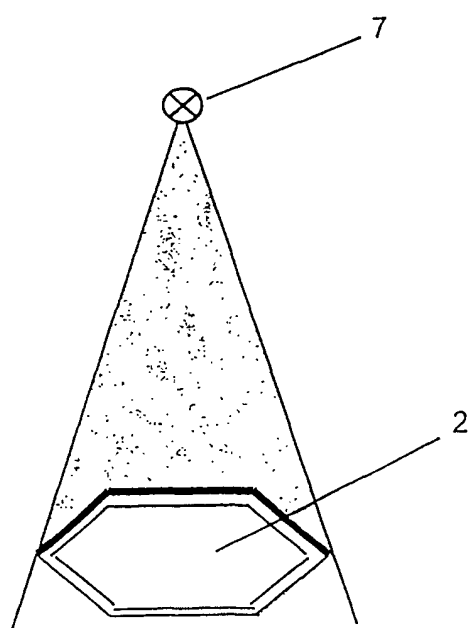
b)



c)



d)



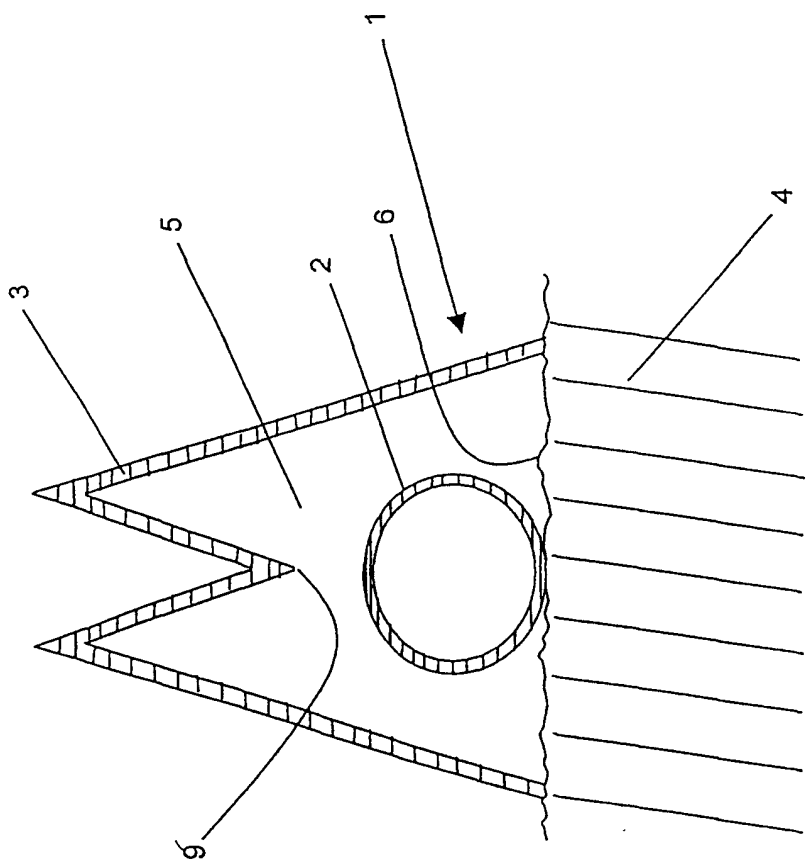


图 6

