

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101938230 B

(45) 授权公告日 2012.09.26

(21) 申请号 201010275162.8

WO 96/25769 A1, 1996.08.22, 全文.

(22) 申请日 2010.09.06

CN 1696499 A, 2005.11.16, 全文.

(73) 专利权人 扬州大学

WO 2009/118594 A2, 2009.10.01, 全文.

地址 225009 江苏省扬州市大学南路 88 号

CN 101783615 A, 2010.07.21, 全文.

(72) 发明人 边义祥

审查员 葛加伍

(74) 专利代理机构 扬州苏中专利事务所(普通
合伙) 32222

代理人 孙忠明

(51) Int. Cl.

H02N 6/00 (2006.01)

H02N 2/18 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开平 8-127389 A, 1996.05.21, 全文.

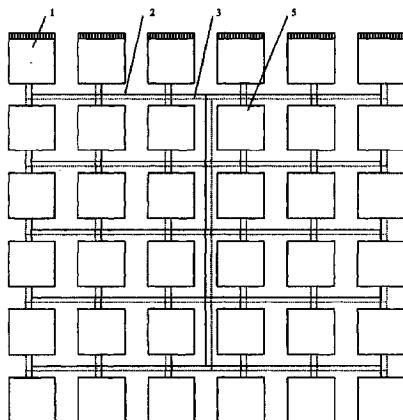
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 发明名称

波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法及
其发电系统

(57) 摘要

波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法及
其发电系统，其通过太阳能电池板将太阳能转化
为电能，并且通过设置在悬臂板上的压电元件吸
收波浪的振动机械能，当发电箱体随着波浪振动
时，悬臂板发生弯曲弹性变形，使得粘贴在其表面
上的压电元件产生电能。本发明能够有效地将波
浪振动机械能和太阳能转换成电能，从而提供了一
种绿色发电系统和发电方法。同时，本发明的压
电元件设置在发电箱体外壳的内部，不会受到撞
击或损坏，工作可靠、稳定性极好。此外，本发明的
发电系统结构简单，成本低廉，由于在广阔的湖面
或海面上，太阳能和波浪振动随处可得，且振动导
致压电材料的弯曲变形量较大，这使得本发明发
电量大、应用范围广，具有普遍的适用性。



1. 波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法,其特征是,包括如下步骤:

(1) 将太阳能电池板(101,112)设置在水面上,以使得该太阳能电池板(101,112)接收太阳能并利用太阳能形成直流电能;

(2) 将相对表面上粘贴有多个压电元件(104)的至少一个悬臂板(105)密封在箱体内,并将所述箱体悬浮在水面上或水中,通过波浪的振动使得所述悬臂板(105)发生弯曲弹性变形,通过压电效应,使得粘贴在所述悬臂板相对表面上的多个所述压电元件(104)产生交流电能,并将交流电能转换成直流电能;

每个所述水中发电箱体设有密封的发电箱体外壳,该发电箱外壳内设有支架、至少一个重量块以及多个悬臂板,每个悬臂板的一端固定在所述支架上,另一端搭在所述重量块上;所述重量块通过弹性材料连接于所述发电箱体外壳;每个所述悬臂板的相对表面上粘接有多个压电元件,该多个压电元件连接于用于将所述压电元件产生的交流电能转换为直流电能的转换电路;每个所述水面发电箱体与所述水中发电箱体的结构相同;

所述太阳能电池板设置于每个水面发电箱体的上表面;

(3) 将上述步骤(1)和(2)中形成的直流电能输送到储能装置(403)储存。

2. 根据权利要求1的波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法,其特征是,还包括如下步骤:将所述储能装置(403)中储存的直流电能直接供给到直流用电负载、或者通过逆变器(403)转换成交流电能后供给到交流用电负载或输入电网。

3. 根据权利要求1的波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法,其特征是,在所述步骤(2)中,所述多个压电元件(104)产生的交流电能通过如下方式转换成直流电能:首先,将全部压电元件(104)分组,并使得每一组压电元件内的压电元件相互串联,从而形成多个串联模块(10801);其次,将多个串联模块(10801)分组,并使得每一组串联模块内的串联模块相互并联后再串联一个整流器(10803),从而形成多个串联电路,将每个串联电路与一个第一二极管(10802)并联,以形成多个并联模块(10805);再次,将多个并联模块(10805)分组,并将每一组并联模块内的并联模块相互串联后再与一个第二二极管(10804)串联,从而形成多个分支电路(10806);最后,将所述多个分支电路(10806)并联后,进而与所述太阳能电池板(101,112)的电路并联,并通过充电控制器(401)对所述储能装置(403)充电。

4. 一种波浪振动压电发电与太阳能组合发电系统,其特征是,设有多个水中发电箱体(5)、多个水面发电箱体(1)以及工作平台(4),所述水面发电箱体(1)之间、水中发电箱体(5)之间、以及水面发电箱体(1)与水中发电箱体(5)之间通过缆索(2)连接,并且各个水面发电箱体(1)、水中发电箱体(5)还通过电缆(3)与所述工作平台(4)连接,其中,

每个所述水中发电箱体(5)设有密封的发电箱体外壳(102),该发电箱外壳(102)内设有支架(103)、至少一个重量块(106)以及多个悬臂板(105),每个悬臂板的一端固定在所述支架(103)上,另一端搭在所述重量块(106)上;所述重量块(106)通过弹性材料连接于所述发电箱体外壳(102);每个所述悬臂板(105)的相对表面上粘接有多个压电元件(104),该多个压电元件(104)连接于用于将所述压电元件产生的交流电能转换为直流电能的转换电路(108);

每个所述水面发电箱体(1)与所述水中发电箱体(5)的结构相同,并且在每个所述水面发电箱体(1)的上表面还设有太阳能电池板(101);

所述工作平台 (4) 设有工作平台外壳 (402)、充电控制器 (401) 以及储能装置 (403)，所述转换电路 (108) 以及太阳能电池板 (101) 连接于所述充电控制器 (401)，该充电控制器 (401) 连接于所述储能装置 (403)。

5. 根据权利要求 4 所述的波浪振动压电发电与太阳能组合发电系统，其特征是，所述弹性材料为弹性绳或弹簧 (107)，并且该弹性绳或弹簧 (107) 的长度大于所述发电箱体外壳 (102) 处于静止状态时所述重量块和该发电箱体外壳 (102) 之间的距离。

6. 根据权利要求 4 所述的波浪振动压电发电与太阳能组合发电系统，其特征是，所述支架 (3) 平行于或垂直于所述发电箱体外壳 (102) 的底部，所述重量块 (106) 与所述支架 (103) 平行设置。

7. 根据权利要求 4 所述的波浪振动压电发电与太阳能组合发电系统，其特征是，多个平行的所述悬臂板 (105) 组成一列，至少一列所述悬臂板共用一个所述重量块 (106)。

8. 根据权利要求 4 所述的波浪振动压电发电与太阳能组合发电系统，其特征是，每个所述压电元件 (104) 设有第一电极 (10401)、压电材料 (10402) 以及第二电极 (0403)，所述压电材料 (10402) 为压电单晶、压电陶瓷、压电聚合物、压电复合材料中的一种或多种的组合物，所述储能装置 (403) 为蓄电池、电容或超导储能装置，并且该储能装置 (403) 还连接有逆变器 (404)。

9. 根据权利要求 4 所述的波浪振动压电发电与太阳能组合发电系统，其特征是，各个所述水面发电箱体 (1)、水中发电箱体 (5) 内的悬臂板 (105) 以及重量块 (106) 的尺寸不相同，并且粘贴在所述悬臂板 (105) 上的一个压电元件列 (110) 中的各个压电元件尺寸相同，粘贴在所述悬臂板 (105) 上的一个压电元件行 (109) 中的各个压电元件尺寸不相同。

10. 根据权利要求 4 所述的波浪振动压电发电与太阳能组合发电系统，其特征是，所述转换电路 (108) 连接结构为：全部所述压电元件 (104) 分组，并且每一组压电元件内的压电元件相互串联，从而形成多个串联模块 (10801)；该多个串联模块 (10801) 分组，并使得每一组串联模块内的串联模块相互并联后再串联一个整流器 (10803)，从而形成多个串联电路；每个串联电路与一个第一二极管 (10802) 并联，从而形成多个并联模块 (10805)；该多个并联模块 (10805) 分组，并将每一组并联模块内的并联模块相互串联后再与一个第二二极管 (10804) 串联，从而形成多个分支电路 (10806)；该多个分支电路 (10806) 并联后，进而与所述太阳能电池板 (101) 的电路并联后连接于所述充电控制器 (401)。

波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法及其发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发电方法及其发电系统,具体地,涉及一种波浪振动压电发电和太阳能组合发电方法及其发电系统。

背景技术

[0002] 随着科学技术的发展和现代化进程的加快,人类对能源的需求与日俱增,造成一次能源消耗直线上升,并且在不久的将来将被用尽。因此,人们把目光纷纷投向地球上最大的能源库——太阳和海洋,太阳能和海洋能源都是不污染环境的清洁能源,而且都是可再生得能源,取之不尽、用之不竭。利用太阳能和波浪发电可以为边远海岛和海上设施等提供电能,此外,还可以利用太阳能和波浪能提供的动力进行海水淡化、从深海提取低温海水进行空调制冷以及制氢等。随着太阳能和波浪能发电技术的日渐成熟,其还可以代替部分常规能源,这对于缓解世界所面临的能源紧缺、温室效应和环境污染等都将有着重要的经济社会意义。

[0003] 其中,波浪能发电的关键技术在于装置对波浪能的有效吸收,目前研究最多、最有前途的三种装置为:振荡水柱波能装置、摆式波能装置、聚波水库波能装置。振荡水柱波能装置以空气作为转换的介质,利用压缩气流带动发电机发电。这种装置的优点是转动机构不与海水接触,避免了海水对装置的腐蚀,缺点是二级转换效率低,发电不稳定。

[0004] 摆式波能装置是通过摆体在波浪力的作用下发生的前后或上下摆动,将波浪能转换为摆轴的动能,带动发电机发电。这种装置的优点是转换效率高,可以方便地与相位控制技术相结合,使波能装置能吸收到装置迎波宽度以外的波浪能,其缺点是机械维护较为困难。

[0005] 聚波水库波能装置的关键技术是一个喇叭形的聚波器和逐渐变窄的楔形导槽,利用水库和外海间的水头落差驱动水轮发电机组发电。聚波水库波能装置的优点是波能的转换无需设置活动部件,可靠性好且稳定,不足之处是建造这种电站对地形要求严格,不易推广。

[0006] 此外,压电发电装置是利用压电材料,将周围环境的振动机械能转换成电能,其是一种新型的发电技术。中国专利CN1696499A提出了以波浪为能源动力的压电发电系统,压电元件固定于壳体,碰撞机构作为运转振子(主动),波动时使得压电元件产生变形,从而产生脉冲电能。这种压电发电系统发电量较小,压电元件长期碰撞后,容易损坏。

[0007] 因此,需要一种能够有效地利用波浪能和太阳能进行发电的方法和系统。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法及其发电系统,以克服或缓解现有技术的上述缺陷,将波浪的振动能和太阳能有效地转换成电能,从而能够加以存储和利用。

[0009] 上述目的通过如下技术方案实现:波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法,包

括如下步骤：(1) 将太阳能电池板设置在水面上，以使得该太阳能电池板接收太阳能并利用太阳能形成直流电能；(2) 将相对表面上粘贴有多个压电元件的至少一个悬臂板密封在箱体内，并将所述箱体悬浮在水面上或水中，通过波浪的振动使得所述悬臂板发生弯曲弹性变形，通过压电效应，使得粘贴在所述悬臂板相对表面上的多个所述压电元件产生交流电能，并将交流电能转换成直流电能；(3) 将上述步骤(1)和(2)中形成的直流电能输送到储能装置储存。

[0010] 优选地，所述波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法还包括如下步骤：将所述储能装置中储存的直流电能直接供给到直流用电负载、或者通过逆变器转换成交流电能后供给到交流用电负载或输入电网。

[0011] 优选地，在上述步骤(2)中，所述多个压电元件产生的交流电能通过如下方式转换成直流电能：首先，将全部压电元件分组，并使得每一组压电元件内的压电元件相互串联，从而形成多个串联模块；其次，将多个串联模块分组，并使得每一组串联模块内的串联模块相互并联后再串联一个整流器，从而形成多个串联电路，将每个串联电路与一个第一二极管并联，以形成多个并联模块；再次，将多个并联模块分组，并将每一组并联模块内的并联模块相互串联后再与一个第二二极管串联，从而形成多个分支电路；最后，将所述多个分支电路并联后，进而与所述太阳能电池板的电路并联，并通过充电控制器对所述储能装置充电。

[0012] 此外，本发明还提供一种波浪振动压电发电与太阳能组合发电系统，其设有多个水中发电箱体、多个水面发电箱体以及工作平台，所述水面发电箱体之间、水中发电箱体之间、以及水面发电箱体与水中发电箱体之间通过缆索连接，并且各个水面发电箱体、水中发电箱体还通过电缆与所述工作平台连接，其中，每个所述水中发电箱体设有密封的发电箱体外壳，该发电箱外壳内设有支架、至少一个重量块以及多个悬臂板，每个悬臂板的一端固定在所述支架上，另一端搭在所述重量块上；所述重量块通过弹性材料连接于所述发电箱体外壳；每个所述悬臂板的相对表面上粘接有多个压电元件，该多个压电元件连接于用于将所述压电元件产生的交流电能转换为直流电能的转换电路；每个所述水面发电箱体与所述水中发电箱体的结构相同，并且在每个所述水面发电箱体的上表面还设有太阳能电池板；所述工作平台设有工作平台外壳、充电控制器以及储能装置，所述转换电路以及太阳能电池板连接于所述充电控制器，该充电控制器连接于所述储能装置。

[0013] 优选地，所述弹性材料为弹性绳或弹簧，并且该弹性绳或弹簧的长度大于所述发电箱体外壳处于静止状态时所述重量块和该发电箱体外壳之间的距离。

[0014] 优选地，所述支架平行于或垂直于所述发电箱体外壳的底部，所述重量块与所述支架平行设置。

[0015] 优选地，多个平行的所述悬臂板组成一列，至少一列所述悬臂板共用一个所述重量块。

[0016] 优选地，每个所述压电元件设有第一电极、压电材料以及第二电极(0403)，所述压电材料为压电单晶、压电陶瓷、压电聚合物、压电复合材料中的一种或多种的组合物，所述储能装置为蓄电池、电容或超导储能装置，并且该储能装置还连接有逆变器。

[0017] 优选地，各个所述水面发电箱体、水中发电箱体内的悬臂板和重量块的尺寸不相同，并且粘贴在所述悬臂板上的一个压电元件列中的各个压电元件尺寸相同，粘贴在所述

悬臂板上的一个压电元件行(109)中的各个压电元件尺寸不相同。

[0018] 优选地，所述转换电路连接结构为：全部所述压电元件分组，并且每一组压电元件内的压电元件相互串联，从而形成多个串联模块；该多个串联模块分组，并使得每一组串联模块内的串联模块相互并联后再串联一个整流器，从而形成多个串联电路；每个串联电路与一个第一二极管并联，从而形成多个并联模块；该多个并联模块分组，并将每一组并联模块内的并联模块相互串联后再与一个第二二极管串联，从而形成多个分支电路；该多个分支电路并联后，进而与所述太阳能电池板的电路并联后连接于所述充电控制器。

[0019] 本发明的波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法及其发电方法能够有效地利用太阳能和波浪振动机械能进行发电，从而实现了一种环保型的绿色发电系统和发电方法。同时，本发明的发电系统的压电元件设置在发电箱体的内部，不会受到撞击或损坏，工作可靠性、稳定性极好。此外，本发明的发电系统结构简单，成本低廉，由于在广阔的湖面或海面上，太阳能和波浪振动随处可得，且振动导致压电材料的弯曲变形量较大，这使得本发明的发电装置发电量大、应用范围广，具有普遍的适用性。

附图说明

- [0020] 图1为本发明具体实施方式的发电系统的主视示意图；
- [0021] 图2为本发明具体实施方式的发电系统的俯视示意图；
- [0022] 图3为本发明具体实施方式的水面发电箱体的外形示意图；
- [0023] 图4为本发明一种具体实施方式的水面发电箱体的主视剖面图；
- [0024] 图5为图4所示的水面发电箱体的俯视剖面图；
- [0025] 图6为本发明一种具体实施方式的位于水中发电箱体的主视剖面图；
- [0026] 图7为本发明具体实施方式的压电元件的结构示意图；
- [0027] 图8为本发明具体实施方式的转换电路的原理示意图；
- [0028] 图9为本发明具体实施方式的工作平台的结构示意图；
- [0029] 图10为本发明另一种具体实施方式的水面发电箱体的主视剖面图。
- [0030] 图中：1水面发电箱体、2缆索、3电缆、4工作平台、5水中发电箱体、101太阳能电池板、102发电箱体外壳、103支架、104压电元件、105悬臂板、106重量块、107弹性绳或弹簧、108转换电路、109压电元件行、110压电元件列、111水面发电箱体外壳、112太阳能电池板、113支架、114压电元件、115悬臂板、116重量块、117弹性绳或弹簧、118转换电路、401充电控制器、402工作平台外壳、403储能装置、404逆变器、10401第一电极、10402压电材料、10403第二电极、10801串联模块、10802第一二极管、10803整流器、10804第二二极管、10805并联模块、10806分支电路、10807转换电路

具体实施方式

[0031] 下面结合实例例及附图对本发明作进一步详细的描述，但本发明的实施方式不限于此。为了便于理解本发明，以下首先借助实施例描述本发明的波浪振动压电发电与太阳能组合发电系统，在此基础上，再说明本发明的波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法。

[0032] 实施例1

[0033] 图1至图2示出了本实施例的发电系统的主要结构，本波浪振动压电发电与太阳

能组合发电系统,包括若多个水面发电箱体1、多个水中发电箱体5和工作平台4;其中水面发电箱体1之间、水中发电箱体5之间、以及水面发电箱体1和水中发电箱体5之间用缆索2连接;各个水面发电箱体1、水中发电箱体5通过电缆3与工作平台4连接。

[0034] 图3描述了水面发电箱体1的结构,发电箱体外壳102的上表面覆盖了太阳能电池板101,太阳能电池板101可以把照射到的太阳能转换成直流电能。

[0035] 图4至图5描述了本实施例的水面发电箱体1的内部结构,多个平行设置的悬臂板105组成一列,每个悬臂板105的相对表面(图4中为上下表面)粘贴有多个压电元件104,悬臂板的一端固定在支架103上,另一端搭在重量块106上,至少一列悬臂板共用一个重量块106,尽管图4中显示两列悬臂板共用一个重量块106,但本领域技术人员显然能够想到的是,在图4中右列悬臂板也可以单独设置一个重量块,而不与左列悬臂板共用重量块,这些简单变型均属于本发明的保护范围;支架103安装在发电箱体外壳102内部并垂直于该发电箱体外壳102的底部;重量块106的两端可以通过弹性材料(例如弹性绳或弹簧107)连接到发电箱体外壳102上,该弹性材料(例如弹性绳或弹簧107)的长度大于所述发电箱体处于静止状态时重量块和发电箱体外壳之间的距离,这样在发电箱体外壳的振幅过大时,可以抑制重量块106的振幅,避免压电元件的损坏;转换电路108安装在外壳内部;当水面发电箱体浮在水面,随着波浪的振动,发电箱体1也发生上下或左右振动,在自身重量和重量块106的共同作用下,悬臂板105发生交变的弯曲弹性变形,粘贴在悬臂板上下表面的压电元件104也产生交变的拉伸和压缩变形,由于压电效应,压电元件将产生交变的电能,通过转换电路108,整个发电箱体内所有压电元件产生的电能汇集起来并转换成直流电能;当悬臂板振动时,距离支架相同距离处的悬臂板表面的应变相同,所以一个压电元件110的应变尺寸相同,并能产生相同的电量;距离支架103不同距离处的悬臂板表面的应变也不相同,通过相应地改变一个压电元件排109中的压电元件的尺寸,可以使各个压电元件产生相同的电量;悬臂板的弯曲共振频率主要由悬臂板的材料和结构尺寸共同决定,当波浪的振动频率接近悬臂板的弯曲共振频率时,悬臂板的弯曲弹性变形达到极大值,压电元件产生的电量也会达到极大值;在实际应用中,可以相应地使得各个发电箱体中悬臂板的尺寸不同,这样不同箱体中的悬臂板105的弯曲共振频率也不相同,从而可以使得发电系统可以有效吸收多个频率的波浪振动机械能,实现在较宽的波浪振动频率范围内有效地发电。

[0036] 图6描述了本实施例的水中发电箱体5的内部结构,该水中发电箱体5除了未设置太阳能电池板之外,其内部结构和水面发电箱体1的内部结构相同。

[0037] 图7描述了压电元件的结构,压电元件包括压电材料10402、第一电极10401和第二电极10403。其中的第一电极10401和第二电极10403分别涂覆在压电材料10402的上下表面,压电材料(10402)位于两个电极的中间,类似三明治结构,其可以为压电单晶、压电陶瓷、压电聚合物、压电复合材料中的一种或多种的组合物;压电材料的极化方向平行于厚度方向。由于正压电效应,当压电元件受到应力应变时,将在电极上产生电荷和电压。

[0038] 此外,需要说明的是,发电箱体102内产生的交流电能可以通过各种公知的转换电路转换成直流电能,这对于本领域技术人员是熟知的。但是,优选地,本发明采用图8所示的转换电路。如图8所示,发电箱体中的多个压电元件104串联,形成串联模块10801;多个串联模块10801并联后,串联一个整流器10803,从而形成串联电路,该串联电路进而

再并联一个第一二极管 10802，从而形成并联模块 10805；多个并联模块 10805 串联后，再和一个第二二极管 10804 串联，形成分支电路 10806；多个分支电路 10806 并联后，组成整个压电发电箱体的转换电路 10807；通过该转换电路，系统可以把波浪的振动机械能转换成直流电能。

[0039] 图 9 描述了工作平台的结构，工作平台可以包括工作平台外壳 402、充电控制器 401、储能装置 403 和逆变器 404。如上所述，压电元件产生的交流电能经过转换电路转换成直流电能，和太阳能电池产生的直流电能，通过充电控制器 401 对储能装置 403 充电，充电控制器控制充电的电压、电流，并防止储能装置对压电元件和太阳能电池板反向充电；所述储能装置 403 可以为蓄电池、电容或超导储能装置等，储能装置可以直接对直流负载供电，也可以通过逆变器 404，把直流电转换成交流电，对交流负载供电，或输入电网。

[0040] 此外，对于本领域技术人员是显然地，上述水面发电箱体 1 和水中发电箱体 5 的外壳以及工作平台 4 要求密封，压电元件表面、电气接头部分需要经过绝缘处理。

[0041] 实施例 2

[0042] 图 10 显示了本发明水面发电箱体的另一种具体实施方式（水中发电箱体与水面发电箱体的结构相同，但水中发电箱体的上表面未设置太阳能电池板），该实施例 2 的水面发电箱体的结构与实施例 1 的结构基本相同，但是，在图 10 所示的实施例中，支架 113 平行于发电箱体外壳 111 底部，相应地，重量块 116 平行于支架 113 设置在悬臂板 115 上方；当发电箱体发生水平振动时，悬臂板 115 发生弯曲振动，从而使粘贴在悬臂板表面的压电元件产生电能。这种实施例的水面发电箱体（以及水中发电箱体）主要用于吸收波浪的水平振动机械能。

[0043] 以下描述本发明的波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法，该发电方法包括如下步骤：

[0044] (1) 将太阳能电池板设置在水面上，以使得该太阳能电池板接收太阳能并利用太阳能形成直流电能；

[0045] (2) 将相对表面粘贴有多个压电元件的至少一个悬臂板密封在箱体内，并且将所述箱体悬浮在水面上或水中，通过波浪的振动使得悬臂板发生弯曲弹性变形，通过压电效应，使得粘贴在所述悬臂板相对表面的多个压电元件产生交流电能，并将交流电能转换成直流电能；

[0046] (3) 将上述步骤(1)和(2)中形成的直流电能输送到储能装置进行储存。

[0047] 优选地，在上述发电方法还包括如下步骤：将所述储能装置中储存的直流电能直接供给到直流用电负载、或者通过逆变器转换成交流电能后供给到交流用电负载或输入电网。

[0048] 此外，在上述步骤(2)中，多个压电元件产生的交流电能可以通过多种公知的方式转换成直流电能，但是优选地，该多个压电元件产生的交流电能通过如下方式转换成直流电能：首先，将所述多个压电元件分组，并使得每一组压电元件内的压电元件相互串联，从而形成多个串联模块；其次，将多个串联模块分组，并使得每一组串联模块内的串联模块相互并联后再串联一个整流器，从而形成多个串联电路，将每个串联电路与一个第一二极管并联，以形成多个并联模块；再次，将多个并联模块分组，并将每一组并联模块内的并联模块相互串联后再与一个第二二极管串联，从而形成多个分支电路；最后，将多个分支电路

并联后,进而与所述太阳能电池的电路并联,并通过充电控制器对储能装置充电。

[0049] 通过以上描述可以看出,本发明的波浪振动压电发电与太阳能组合发电方法及其发电方法能够有效地利用太阳能和波浪振动机械能进行发电,从而实现了一种环保型的发电系统和发电方法。同时,本发明的发电系统的压电元件设置在发电箱体的内部,不会受到撞击或损坏,工作可靠性和稳定极好。此外,本发明的发电系统结构简单,成本低廉,由于在广阔的湖面或海面上,太阳能和波浪振动随处可得,且振动导致压电材料的弯曲变形量较大,本发明的发电装置发电量大、应用范围广,具有普遍的适用性。

[0050] 在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,可以通过任何合适的方式进行任意组合,其同样落入本发明所公开的范围之内。另外,本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本发明的思想,其同样应当视为本发明所公开的内容。

[0051] 以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本发明的保护范围。本发明的保护范围由权利要求限定。

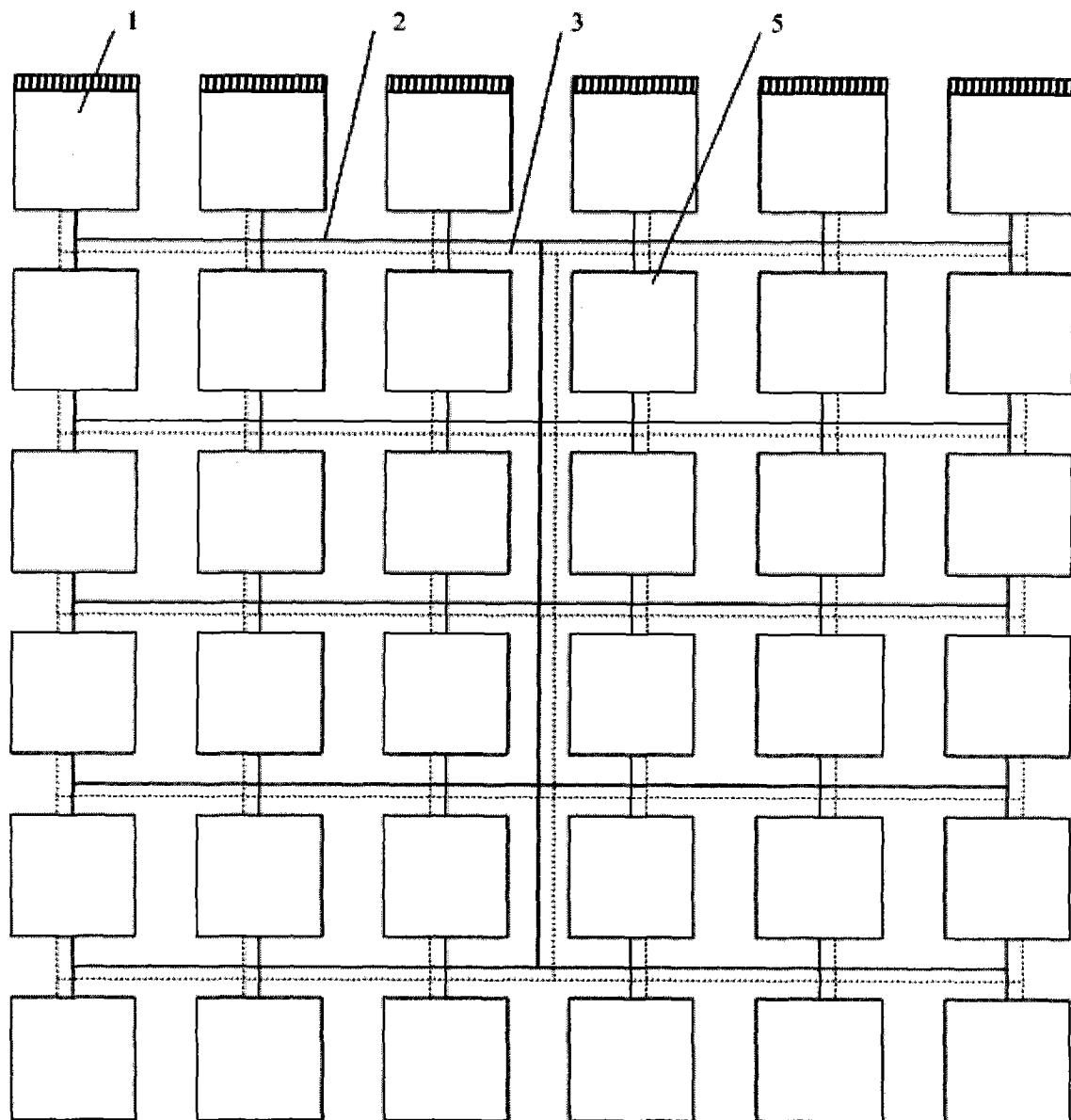


图 1

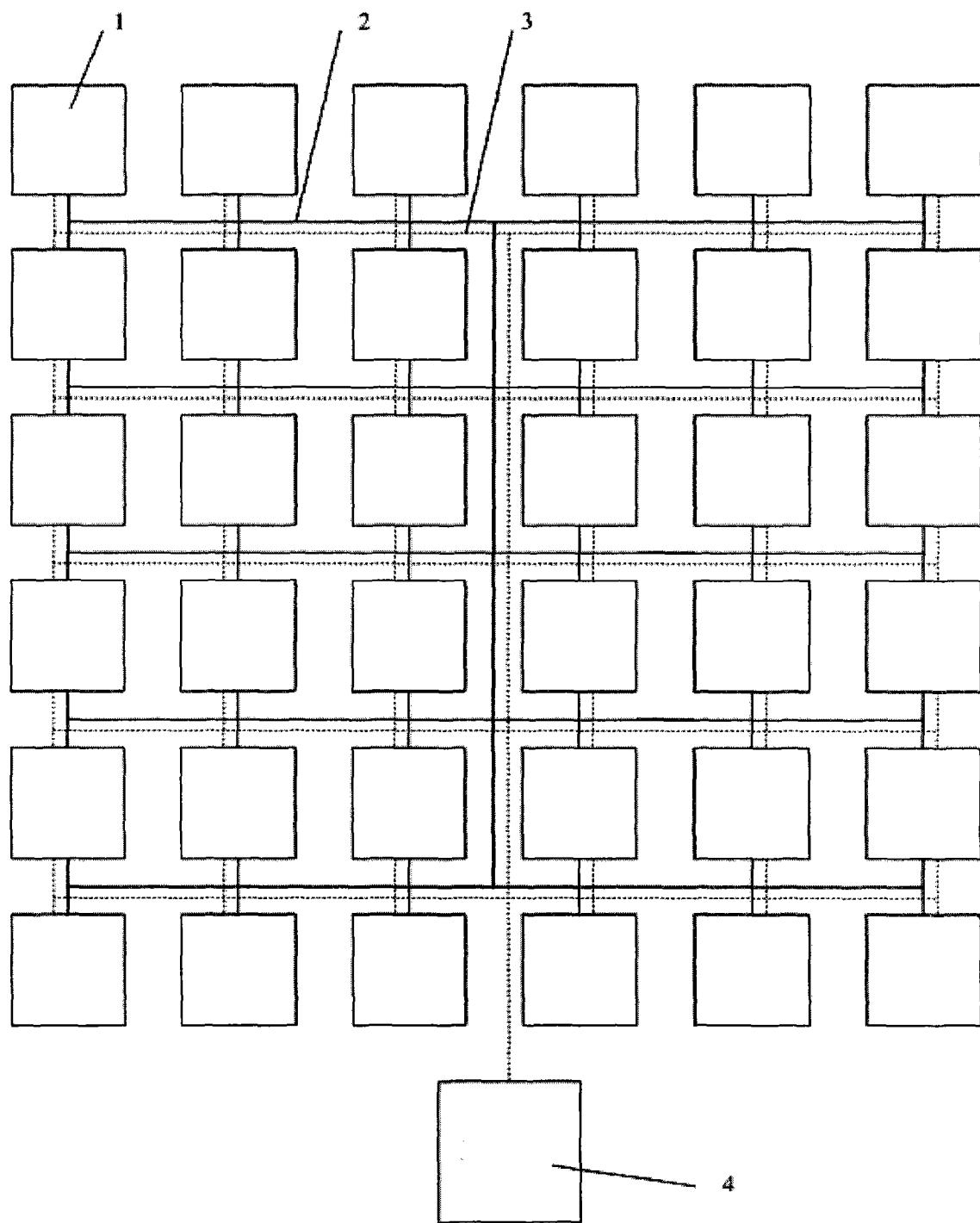


图 2

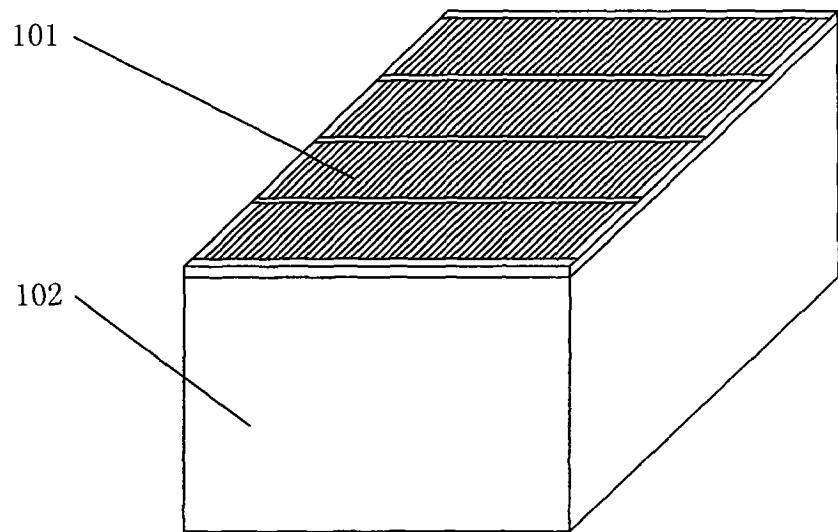


图 3

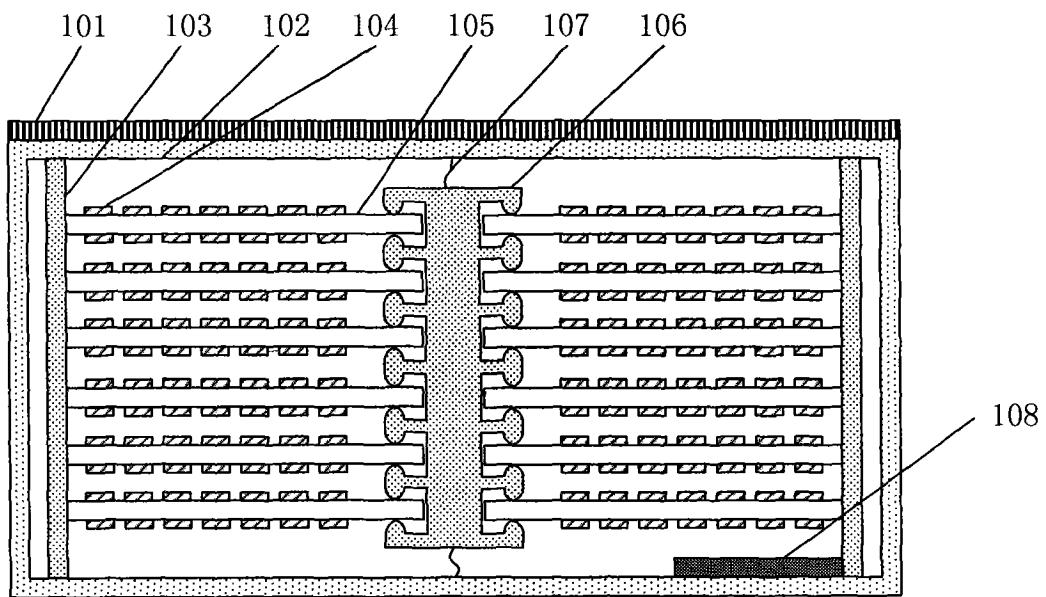


图 4

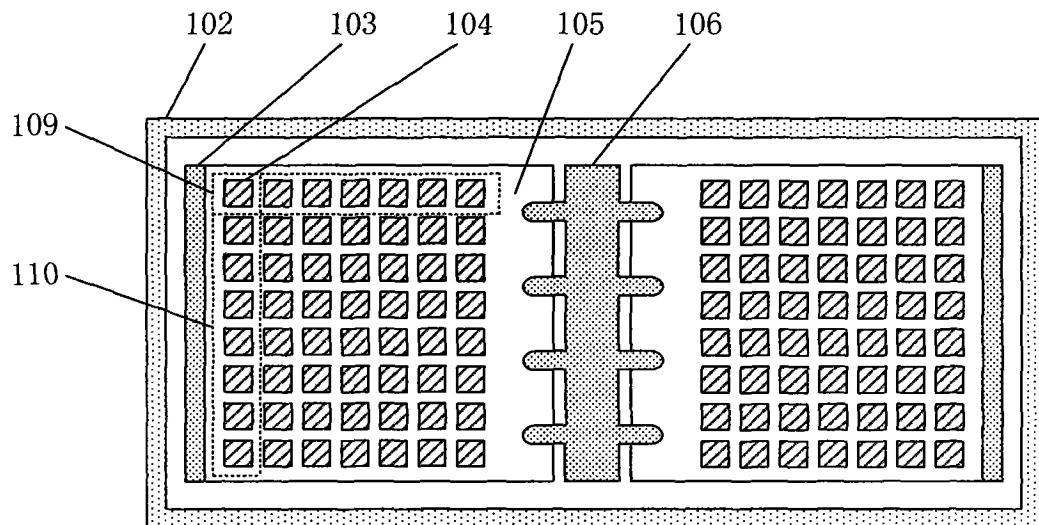


图 5

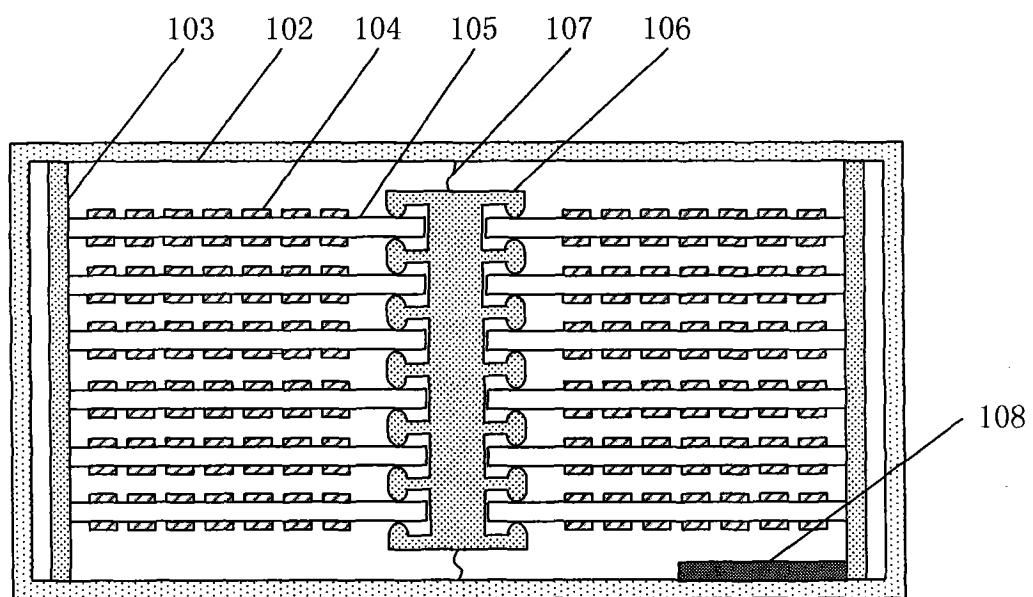


图 6

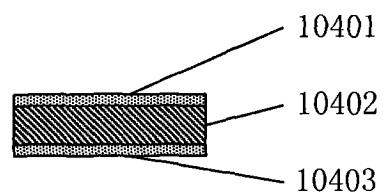


图 7

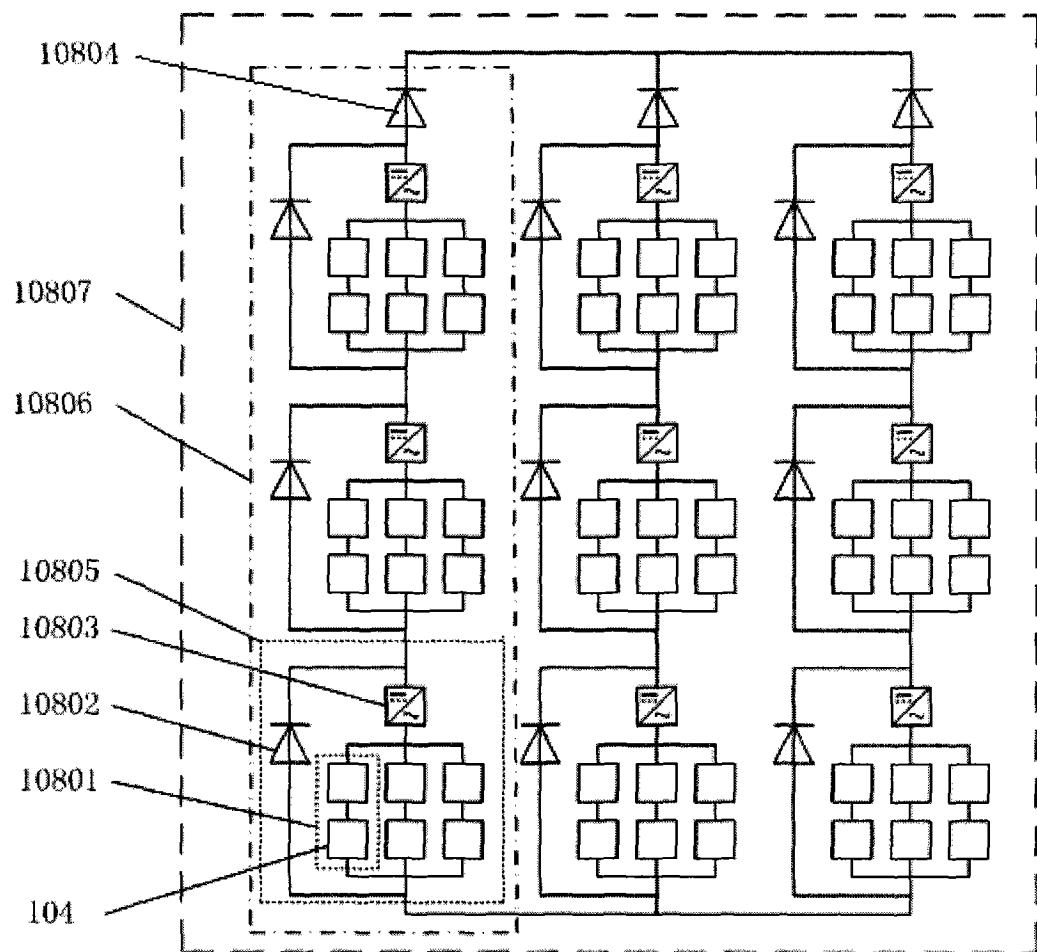


图 8

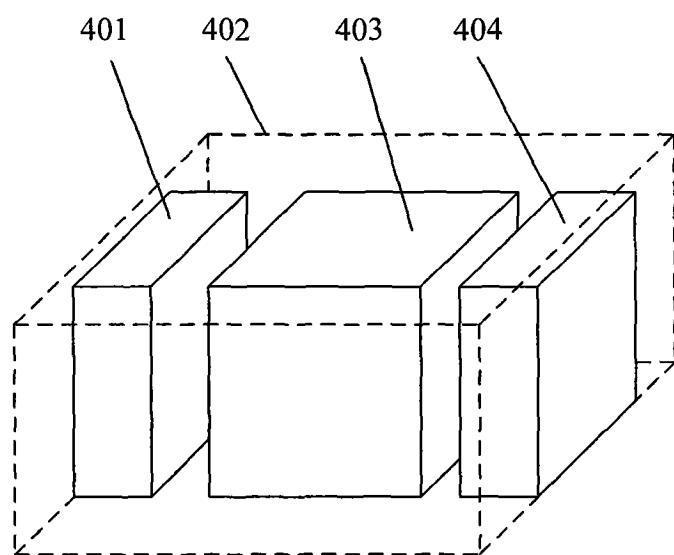


图 9

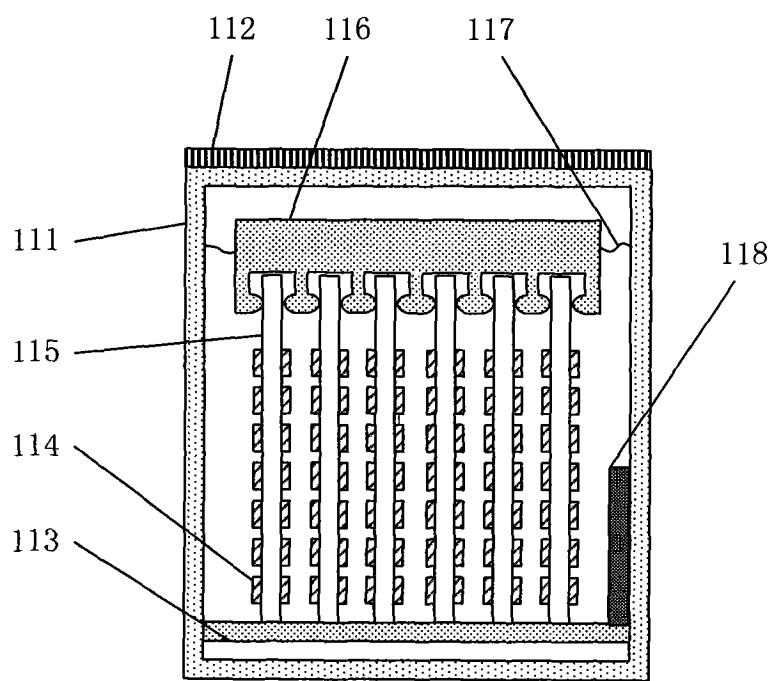


图 10