



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104295885 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201410520245. 7

(22) 申请日 2014. 09. 30

(73) 专利权人 中国海洋石油总公司

地址 100010 北京市东城区朝阳门北大街
25 号

专利权人 中海石油气电集团有限责任公司

(72) 发明人 屈长龙 扬帆 张超 陈团海
黄欢 张博超

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 关畅 王春霞

(51) Int. Cl.

F17C 1/12(2006. 01)

F17C 13/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 204127645 U, 2015. 01. 28, 权利要求
1-6.

CN 203656563 U, 2014. 06. 18, 全文.

CN 203240268 U, 2013. 10. 16, 全文.

CN 2509426 Y, 2002. 09. 04, 全文.

CN 202660232 U, 2013. 01. 09, 全文.

US 2006/0131304 A1, 2006. 06. 22, 全文.

CN 202660223 U, 2013. 01. 09, 全文.

审查员 李林

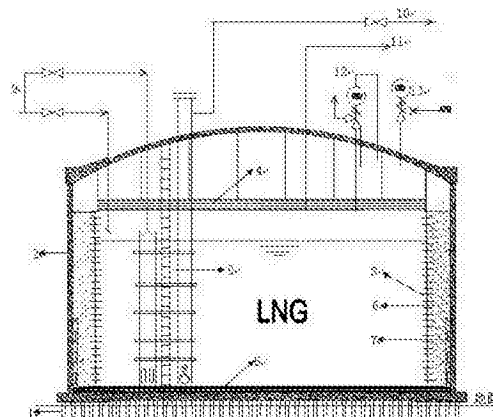
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

适用于新型 LNG 储罐的罐壁保温系统

(57) 摘要

本发明公开了一种适用于新型 LNG 储罐的罐壁保温系统。所述 LNG 储罐包括预应力混凝土外罐和套设于所述预应力混凝土外罐内的复合结构内罐；所述罐壁保温系统设于所述预应力混凝土外罐与所述复合结构内罐的环腔中；由所述复合结构内罐至所述预应力混凝土外罐，所述罐壁保温系统包括内侧保温层、中间保温层和外侧保温层，所述内侧保温层为 PIR 块，所述中间保温层为弹性毡，所述外侧保温层为膨胀珍珠岩。本发明罐壁保温方案系统适用于新型自支撑式 LNG 储罐复合结构内罐外肋片结构下的罐壁保温。本发明涉及的罐壁保温方案，适用于复合结构内罐的保温，有利于推广该种新型储罐技术工程推广。



1. 一种适用于新型 LNG 储罐的罐壁保温系统,所述 LNG 储罐包括预应力混凝土外罐和套设于所述预应力混凝土外罐内的复合结构内罐;其特征在于:所述罐壁保温系统设于所述预应力混凝土外罐与所述复合结构内罐的环腔中;

由所述复合结构内罐至所述预应力混凝土外罐,所述罐壁保温系统包括内侧保温层、中间保温层和外侧保温层,所述内侧保温层为 PIR 块,所述中间保温层为弹性毡,所述外侧保温层为膨胀珍珠岩。

2. 根据权利要求 1 所述的罐壁保温系统,其特征在于:所述 PIR 块表面包裹有柔性玻璃棉。

3. 根据权利要求 2 所述的罐壁保温系统,其特征在于:所述内侧保温层设于所述复合结构内罐的壁板上连接的外侧肋片之间的空间内;所述柔性玻璃棉填充所述 PIR 块与所述外侧肋片之间的空隙。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的罐壁保温系统,其特征在于:所述内侧保温层、所述中间保温层与所述外侧保温层之间为过盈配合。

5. 根据权利要求 4 所述的罐壁保温系统,其特征在于:所述外侧肋片包括环向和纵向设置的竖向肋片和环向肋片。

6. 根据权利要求 5 所述的罐壁保温系统,其特征在于:所述外侧肋片为等间距设置。

适用于新型 LNG 储罐的罐壁保温系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于新型 LNG 储罐的罐壁保温系统。

背景技术

[0002] 无论是天然气液化工厂,还是 LNG 接收终端,LNG 储罐的投资均占有较高的比重,尤其是在 LNG 接收终端中,储罐的投资约占其总投资的 30 ~ 40%,可见 LNG 储罐是整个 LNG 产业链中的一个非常重要组成部分。

[0003] 中国专利 (ZL2013 2 0124687.0) 公开的一种自支撑式 LNG 储罐,是一种新型大型 LNG 储罐结构型式,该新型储罐内罐壁板上到下通过加密肋片和加强环结构达到能够承受不同高度液压的目的,壁板结构较薄,因此本发明将突破内罐壁厚、焊接难等方面限制,为超大型储罐研发提出了新的思路。

[0004] 上述储罐内罐复合结构提高了材料力学利用效率,较大程度的减少了储罐投资成本;内罐结构可在车间或施工现场提前完成大多数预制安装工作,减少了高空焊接安装量,缩短了储罐施工周期。

[0005] LNG 储罐用来储存 -162°C 的超低温 LNG (液化天然气) 液体,为了使得储罐内液体处于超低温状态,储罐罐壁、罐底、罐顶均要安装布置保温材料。由于新型自支撑式 LNG 储罐复合结构内罐的外肋片结构,传统的内侧弹性毡、外侧膨胀珍珠岩罐壁保温方案已经不再适合该种新型储罐的罐壁保温,为了使得该类型新型储罐技术推广,本发明提出了一种适用于该新型储罐的罐壁保温系统。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种适用于新型 LNG 储罐的罐壁保温系统,其使 LNG 储罐具有良好的保冷效果,有利于推广该种新型储罐技术工程推广。

[0007] 本发明所提供的适用于新型 LNG 储罐的罐壁保温系统,所述 LNG 储罐包括预应力混凝土外罐和套设于所述预应力混凝土外罐内的复合结构内罐;所述罐壁保温系统设于所述预应力混凝土外罐与所述复合结构内罐的环腔中;

[0008] 由所述复合结构内罐至所述预应力混凝土外罐,所述罐壁保温系统包括内侧保温层、中间保温层和外侧保温层,所述内侧保温层为 PIR 块,所述中间保温层为弹性毡,所述外侧保温层为膨胀珍珠岩。

[0009] 所述的罐壁保温系统中,所述 PIR 块表面包裹有柔性玻璃棉,所述 PIR 块指的是聚异氰脲酸酯泡沫塑料发泡制成的块状物。

[0010] 所述的罐壁保温系统中,所述内侧保温层设于所述复合结构内罐的壁板上连接的外侧肋片之间的空间内;所述柔性玻璃棉填充所述 PIR 块与所述外侧肋片之间的空隙,通过填充所述柔性玻璃棉,可使所述 PIR 块与所述外侧肋片之间填充更紧密。

[0011] 所述的罐壁保温系统中,所述内侧保温层、所述中间保温层与所述外侧保温层之间为过盈配合,以尽量减少空虚空间,进而减少对流换热作用,较大程度的提高了罐壁保温

效果。

[0012] 所述的罐壁保温系统中,所述外侧肋片包括环向和纵向设置的竖向肋片和环向肋片(所述竖向肋片与所述环向肋片交叉形成的空间内塞入所述PIR块),所述外侧肋片避免倾斜方向布置,否则运行时会造成内罐低温收缩局部应力过大而损坏内罐。

[0013] 所述的罐壁保温系统中,所述外侧肋片为等间距设置。

[0014] 所述的罐壁保温系统中,所述外侧肋片为9% Ni 钢板,因此其与所述PIR块在低温下收缩量不一致,所以设计内侧保温层时需要考虑内罐壁板外侧肋片和PIR块低温下的收缩不一致型,安装时包裹PIR外表面的玻璃棉需考虑一定的压实系数。

[0015] 本发明罐壁保温系统中,所述内侧保温层(PIR块包裹柔性玻璃棉)可以在地面或者车间完成预制,现场安装即可,可以较大幅度的节省安装工期和成本。

[0016] 本发明罐壁保温系统中,所述中间保温层采用弹性毡,可用来吸收部分外侧膨胀珍珠岩粉末在内罐空罐(或低液位下)给予复合结构内罐的巨大挤压力。

[0017] 本发明罐壁保温系统中,所述外侧保温层采用膨胀珍珠岩粉,可采用现场珍珠岩矿石膨胀后填充。

[0018] 现有的大型LNG全容储罐罐壁保冷系统为内侧弹性毡、外侧膨胀珍珠岩罐壁保温方案,由于新型自支撑式LNG储罐复合结构内罐的外肋片结构,传统罐壁保温系统方法已经不再适合该种新型储罐的罐壁保温。本发明提出由内侧PIR块包裹柔性玻璃棉(塞入新型内罐外肋结构中)、中间弹性毡层和外侧膨胀珍珠岩三层保温层组成的罐壁保温方案适用于该新型自支撑式LNG储罐,本发明具体效果表现在:

[0019] 1) 构成结构:传统大型LNG储罐罐壁保温由内侧弹性毡、外侧膨胀珍珠岩组成;本发明由内侧PIR块包裹柔性玻璃棉(塞入新型内罐外肋结构中)、中间弹性毡层、外侧膨胀珍珠岩三层保温层组成。

[0020] 2) 适用性:传统罐壁保温方案适用于传统大型LNG全容储罐结构罐壁保温;而本发明罐壁保温方案系统适用于新型自支撑式LNG储罐复合结构内罐外肋片结构下的罐壁保温。

[0021] 3) 应用效果:本发明涉及的罐壁保温方案,适用于复合结构内罐的保温,有利于推广该种新型储罐技术工程推广。

附图说明

[0022] 图1为适用于本发明保温系统的自支撑LNG储罐的结构示意图。

[0023] 图中各标记如下:1桩基础、2预应力混凝土外罐、3新型复合内罐结构、4吊顶结构、5罐底保温层、6罐壁保温层、7热角保护系统、8集中式管线、梯子一体化结构、9进料系统、10泵外输系统、11BOG处理系统、12压力安全阀(PSV)、13真空安全阀(VSV)。

[0024] 图2为图1中自支撑LNG储罐的复合结构内罐(部件3)的示意图。

[0025] 图3为图2中复合结构内罐的壁板(9% Ni钢材质)的结构示意图。

[0026] 图中各标记如下:3-1内罐壁板主板、3-2内罐壁板外侧肋片、3-3内罐壁板内侧肋片。

[0027] 图4为本发明罐壁保温系统的示意图。

[0028] 图中各标记如下:2预应力混凝土外罐、3-1内罐壁板主板、3-2内罐壁板外侧肋

片、3-3 内罐壁板内侧肋片、6-1 内侧 PIR 保温块、6-2 弹性毡保冷层（中间层）、6-3 膨胀珍珠岩保温层、6-4 柔性玻璃棉。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本发明做进一步说明,但本发明并不局限于以下实施例。

[0030] 如图 1 所示,为使用于本发明罐壁保温系统的自支撑 LNG 储罐的结构示意图,是一种现场组装的立式圆筒平底式液化天然气储罐,主体结构由下面 8 个部分组成:桩承台基础 1;预应力混凝土外罐 2;复合结构内罐 3;铝吊顶结构(含吊顶保温层)4;罐底保温层 5;罐壁保温层 6;热角保护系统(TCP)7;罐内集中式管线、梯子一体化结构 8;进料系统 9;泵外输系统 10;BOG 处理系统 11;压力安全阀泄放系统(PSV)12;真空安全阀补气系统(VSV)13。图 2 所示结构为上述自支撑 LNG 储罐的复合结构内罐的示意图,图 3 为复合结构内罐的壁板(9% Ni 钢材质)的示意图,复合结构内罐壁板由下面 3 个部分组成:内罐壁板主板 3-1、内罐壁板外侧肋片 3-2 和内罐壁板内侧肋片 3-3。

[0031] 如图 4 所示,为本发明提供的罐壁保温系统,其包括内侧 PIR 块包裹柔性玻璃棉(塞入新型内罐外肋结构中)、中间弹性毡层和外侧膨胀珍珠岩 3 层保温层。

[0032] 为了得到好的保温效果,罐壁保温层各层之间必须紧密贴紧,尽量减少空虚空间(减少对流换热作用)。因此内侧靠近内罐壁板外侧肋片的保温层为 PIR(聚异氰脲酸酯泡沫塑料)块,塞入到外侧肋片构成的 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$,深度 0.1m 的空间内,PIR 块和肋片空隙内(1-2cm 左右)塞入柔性玻璃棉使两者填充紧密;中间层为 0.3m 的弹性毡保温层,弹性毡用来吸收部分外侧膨胀珍珠岩粉末在内罐空罐(或低液位下)给予复合结构内罐的巨大挤压力;罐壁外侧保温层(紧贴混凝土外罐)为膨胀珍珠岩粉末,采用现场珍珠岩矿石膨胀后填充。

[0033] 1) 罐壁的内侧保温层

[0034] 内侧紧贴复合结构内罐壁板外侧肋板的为 PIR 保温块($0.49\text{m} \times 0.49\text{m} \times 0.1\text{m}$ 深),塞入到外侧肋片构成的 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$,深度 0.1m 的空间内。PIR 和外侧肋片空隙内(常温下 1cm 间隙,低温下由于 PIR 收缩较大,增大为 2cm 间隙)塞入柔性玻璃棉使二者填充紧密,如图 4 所示。

[0035] 储罐运行工况,由于储存液体 LNG 为超低温液体,内罐浸泡在 -162°C 的超低温环境,由于内罐 9% Ni 钢板和 PIR 保温块低温下收缩量不一致(PIR 线性膨胀系数远大于 9% Ni 钢线性膨胀系数)。

[0036] 低温 -162°C 下,长度 0.5m 的 9% Ni 钢肋片低温收缩 0.1cm (低温收缩量=线性膨胀系数 $\times$ 变化温度 $\times$ 材料原来长度),长度 0.5m 的 PIR 保温块低温收缩 1.0cm 左右。因此低温下,PIR 保温块和内罐外肋边缘距离空隙变大,由常温 1cm 增大到 1.9cm 。因此在边缘间隙塞入玻璃棉时需考虑预压缩安装,玻璃棉安装时压实系数为 50%(即两倍体积的玻璃棉压紧成一倍体积安装)。

[0037] 2) 罐壁的中间层保温层

[0038] 罐壁中间层保温层为 0.3m (珍珠岩挤压后厚度)的弹性毡保温层,弹性毡用来吸收部分外侧膨胀珍珠岩粉末在内罐空罐(或低液位下)给予复合结构内罐的巨大挤压力。

[0039] 3) 罐壁的外侧(紧贴混凝土外罐)保温层

[0040] 罐壁外侧保温层（紧贴混凝土外罐）为膨胀珍珠岩粉末，采用现场珍珠岩矿石膨胀后填充。

[0041] 由于常规 LNG 全容罐大型 LNG 罐壁保冷采用内侧弹性毡（低温运行工况导热系数为 $0.027\text{W/m}\cdot\text{K}$ ）、外侧膨胀珍珠岩（导热系数为 $0.035\text{W/m}\cdot\text{K}$ ）罐壁保温方案；而本发明中，罐壁保冷层包括内侧 PIR（运行下低温导热系数为 $0.0152\text{W/m}\cdot\text{K}$ ）、中层弹性毡（ $0.027\text{W/m}\cdot\text{K}$ ）和外侧膨胀珍珠岩（导热系数为 $0.035\text{W/m}\cdot\text{K}$ ）；因此，由于内侧 PIR 导热系数小于传统替代厚度层的玻璃棉，本领域技术人员可以确定本发明系统组合保温效果更优。

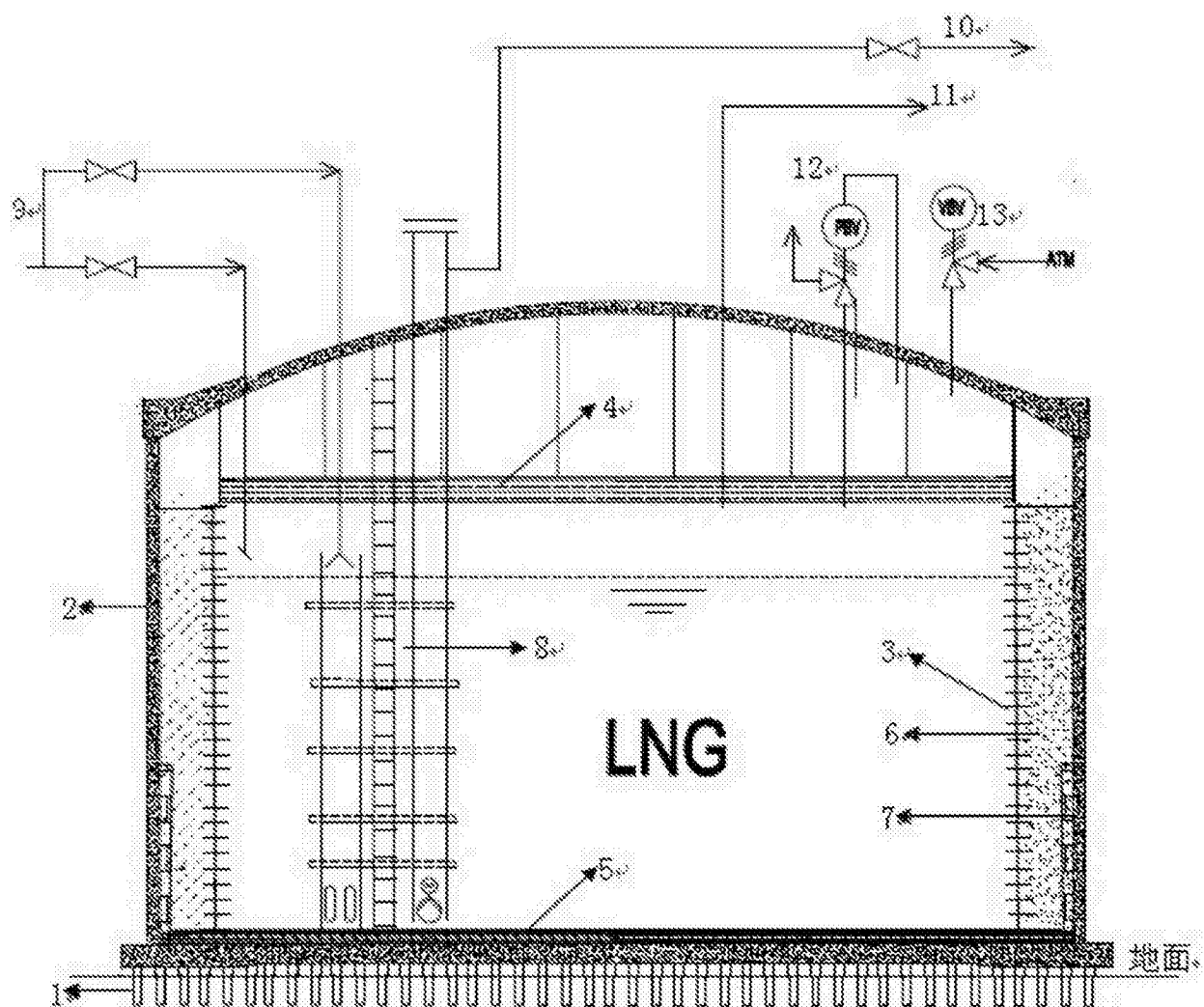


图 1

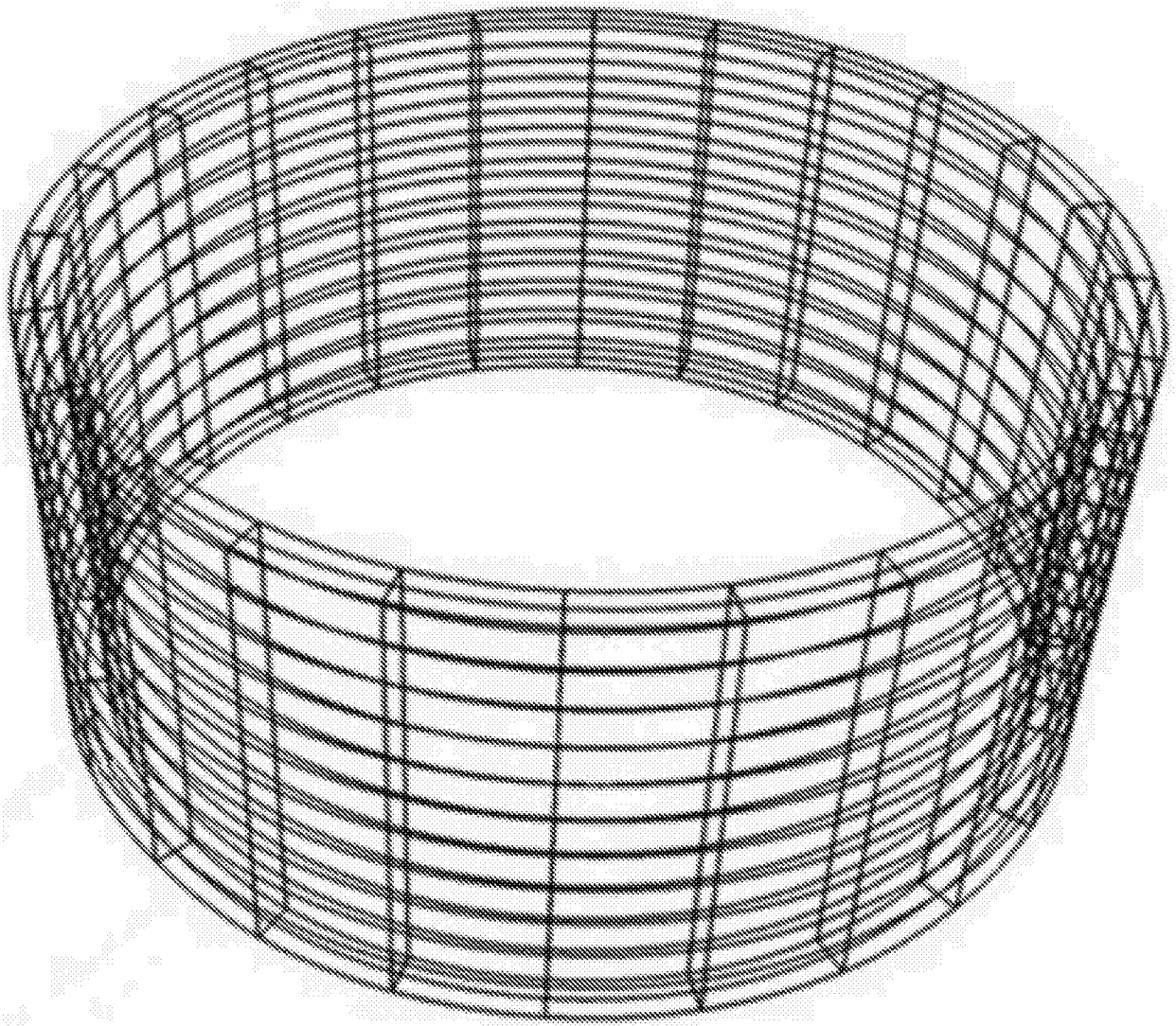


图 2

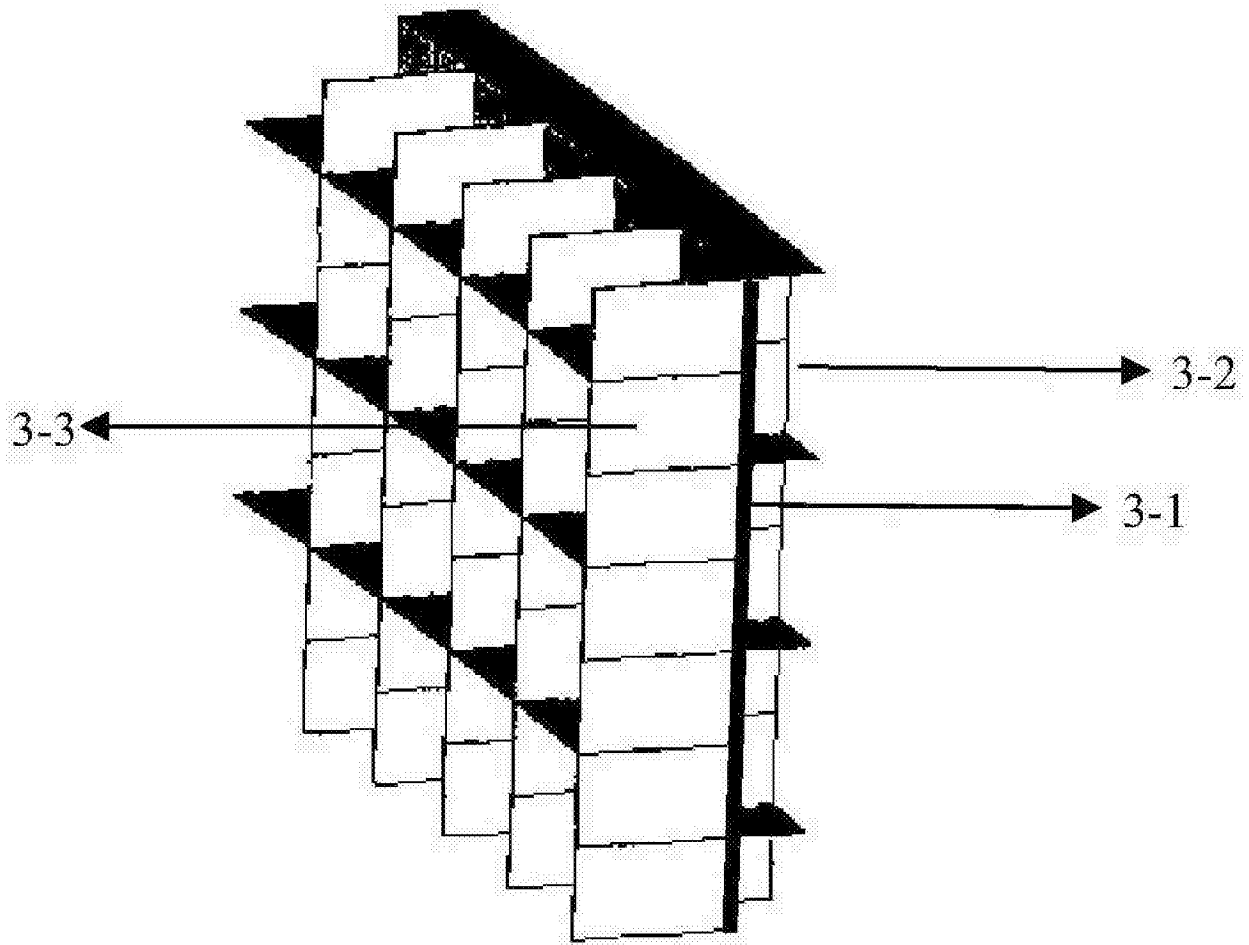


图 3

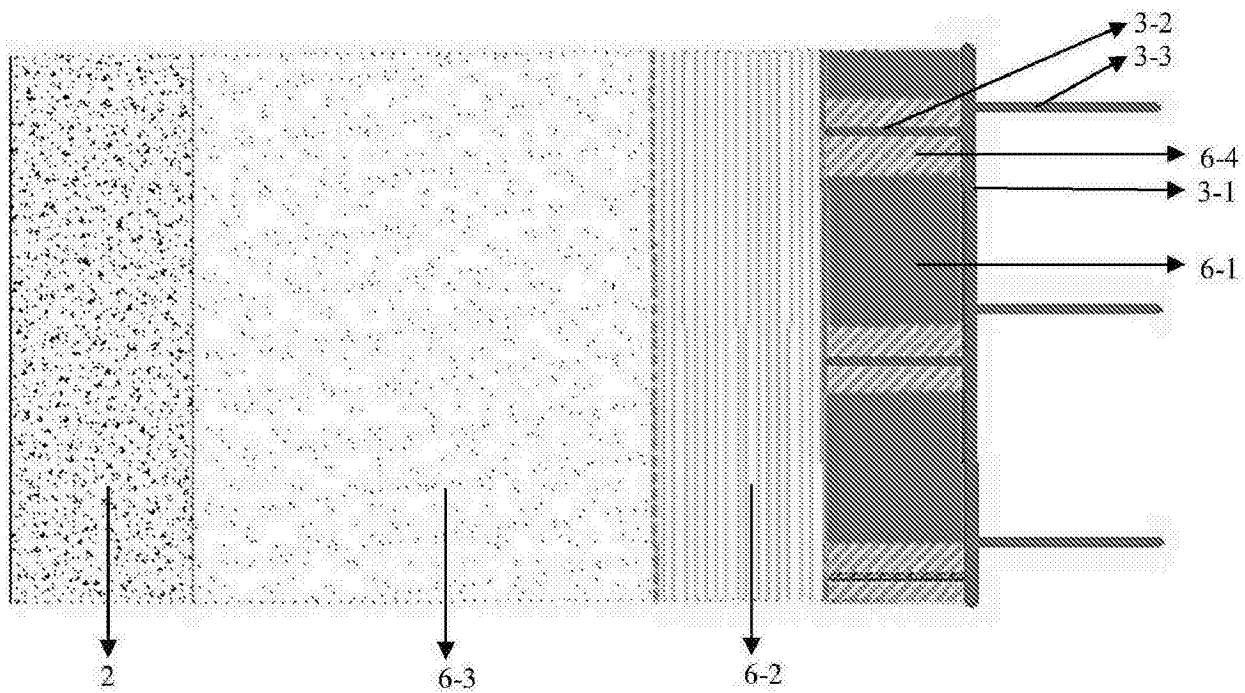


图 4