



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105203410 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201510677616. 7

(22) 申请日 2015. 10. 15

(71) 申请人 安徽省建筑科学研究设计院

地址 230001 安徽省合肥市庐阳区环城南路  
28 号

(72) 发明人 吴平 郭杨 崔伟 杨大顺

(74) 专利代理机构 合肥和瑞知识产权代理事务  
所（普通合伙）34118

代理人 王挺

(51) Int. Cl.

G01N 3/24(2006. 01)

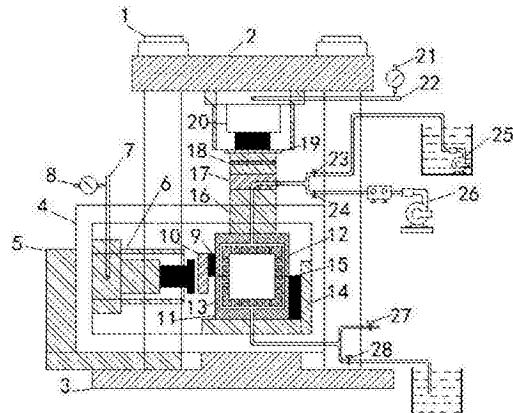
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于测量岩石剪切蠕变特性的试验装置

(57) 摘要

本发明属于岩土工程领域，具体涉及一种用于测量干湿循环过程中岩石剪切蠕变特性的试验装置。该试验装置包括对岩石试样进行施压的加载装置、对施压后岩石试样形变进行测量的测量装置，以及对岩石试样做干湿循环处理的干湿循环装置；该试验装置还包括与所述干湿循环装置相通的用于容纳岩石试样的盒体，所述盒体沿着岩石试样的剪切面分离形成第一剪切半盒、第二剪切半盒，所述第二剪切半盒通过固定装置固定，所述的加载装置沿着剪切面、以及与剪切面垂直的方向施压于第一剪切半盒上。该试验装置可以对模拟库水位周期性变化条件下经过不同干湿循环次数后的岩石试样的变形量、抗剪强度参数、破坏模式等进行实时观测和测量。



1. 一种用于测量岩石剪切蠕变特性的试验装置,其特征在于:包括对岩石试样进行施压的加载装置、对施压后岩石试样形变进行测量的测量装置,以及对岩石试样做干湿循环处理的干湿循环装置;该试验装置还包括与所述干湿循环装置相通的用于容纳岩石试样的盒体,所述盒体沿着岩石试样(29)的剪切面(30)分离形成第一剪切半盒(12)、第二剪切半盒(13),所述第二剪切半盒(13)通过固定装置固定,所述的加载装置沿着剪切面(30)、以及与剪切面垂直的方向施压于第一剪切半盒(12)上。

2. 如权利要求1所述的试验装置,其特征在于:所述干湿循环装置包括对岩石试样进行饱水处理的注水设备(25)、以及对岩石试样进行热气干燥处理的加热设备(26),所述注水设备(25)、加热设备(26)与盒体内部相通,所述盒体上还设有水汽出口。

3. 如权利要求1或2所述的试验装置,其特征在于:所述岩石试样的剪切面(30)位于水平面内,所述第一剪切半盒(12)、第二剪切半盒(13)为方形结构且上下布置;所述加载装置包括垂直加载单元和水平加载单元,所述垂直加载单元包括沿垂直方向作用于第一剪切半盒顶面的垂直千斤顶(20),所述水平加载单元包括沿水平剪切方向作用于第一剪切半盒(12)侧面的水平千斤顶(6)。

4. 如权利要求1所述的试验装置,其特征在于:所述盒体内岩石试样(29)与盒体之间设有方形结构的渗水层,所述渗水层与盒体之间的间隙构成盒内水或热气的通道(31),所述渗水层在层厚方向上均匀设有若干圆柱孔(32)。

5. 如权利要求3所述的试验装置,其特征在于:所述测量装置包括固定在磁性表座上的垂直位移计(21)和水平位移计(8),所述垂直位移计(21)的触头与连接在垂直千斤顶(20)上的垂直位移支杆(22)相接触,所述水平位移计(8)的触头与连接在水平千斤顶(6)上的水平位移支杆(7)相接触,所述的垂直位移支杆(22)长度方向与垂直千斤顶(20)的施力方向垂直,所述的水平位移支杆(7)长度方向与水平千斤顶(6)的施力方向垂直。

6. 如权利要求3所述的试验装置,其特征在于:所述注水设备(25)、加热设备(26)通过第一三通与盒体内部相通,所述注水设备(25)与第一三通之间设有进水阀(23),所述加热设备(26)与第一三通之间设有进气阀(24);所述第一剪切半盒(12)顶面依次设有沿水平方向布置的垫板(16)、第一传压板(17),第一传压板(17)通过滚动轴承(18)与垂直千斤顶的活塞端板(19)接触;所述第一传压板(17)、垫板(16)上设有供所述第一三通出口支管与盒体内部相通的孔,其中第一传压板(17)上的孔贯穿第一传压板侧边与下板面。

7. 如权利要求3所述的试验装置,其特征在于:所述水汽出口位于第二剪切半盒(13)的底面,所述水汽出口与第二三通其中一个支管相通,第二三通另外两个支管上分别设有排气阀(27)、排水阀(28)。

8. 如权利要求3所述的试验装置,其特征在于:所述第一剪切半盒(12)侧面依次布置有与所述第一剪切半盒(12)侧面平行的推板(9)、第二传压板(10),所述第二传压板(10)与所述水平千斤顶(6)接触。

9. 如权利要求3所述的试验装置,其特征在于:所述试验装置还包括固定装置,所述固定装置包括底座(3),以及垂直设立在底座(3)上的刚性立柱(1)、反力框架(4),所述刚性立柱(1)上设有用于固定垂直加载单元的上横梁(2),所述反力框架(4)上固定连接有所述水平加载单元,所述底座(3)上还设有用于固定第二剪切半盒(13)的定位件(11),以及板面相互平行且垂直于底座的挡板(15)、第三传压板(14),所述挡板(15)、第三传压板(14)

从水平剪切作用相反的方向抵靠在第二剪切半盒（13）的侧面上，挡板（15）位于第三传压板（14）与第二剪切半盒（13）之间。

## 一种用于测量岩石剪切蠕变特性的试验装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于岩土工程领域,具体涉及一种用于测量干湿循环过程中岩石剪切蠕变特性的试验装置。

### 背景技术

[0002] 库水位周期性变化引起岩土体总是处于“干燥 - 饱水”作用状态,由此引起的工程地质灾害已经引起了众多学者和工程界的重视,研究水岩相互作用成为岩土工程中的热点问题。水岩相互作用主要表现为:(1)水岩相互作用使得岩土体的矿物成分、孔隙度、胶结物及其排列组合方式发生变化,从而引起岩石损伤,引起其抗剪强度参数发生大幅度降低,导致软岩的破坏,甚至引起库岸边坡的失稳,对岩土工程的长期稳定性产生威胁;(2)赋存于干湿循环过程中岩体长期在应力场作用下会产生“蠕变”现象,岩体的蠕变特性决定岩体在应力作用下,变形会随时间逐渐增加,最终导致岩体蠕变破坏。水岩相互作用使得岩体内部发生变化,致使岩石损伤,更易于发生蠕变。

[0003] 依据《水电水利工程岩石试验规程》(DL/T 5368-2007),将岩样全部浸入水中自由吸水48小时后取出,将该岩样放入干燥箱,进行45℃下干燥24小时后取出,即为一个“干燥 - 饱水”循环过程。此方法较为准确的模拟库水位周期变化下处于干湿循环过程中岩石的状态。对于干湿循环作用对岩石的影响研究主要集中于经过不同次数干湿循环作用后岩石力学特性的研究,研究干湿循环作用中岩石蠕变特性目前还处于起步阶段,定量的测定有关重要参数的试验很少,特别是抗剪强度参数,从而限制了岩石流变理论体系的发展。

### 发明内容

[0004] 本发明提供了一种用于测量干湿循环过程中岩石剪切蠕变特性的试验装置,该装置结构简单、成本低廉,可以对模拟库水位周期性变化条件下经过不同干湿循环次数后的岩石试样的变形量、抗剪强度参数、破坏模式等进行实时观测和测量。

[0005] 为了实现本发明的目的,本发明采用了以下技术方案:

[0006] 一种用于测量岩石剪切蠕变特性的试验装置,包括对岩石试样进行施压的加载装置、对施压后岩石试样形变进行测量的测量装置,以及对岩石试样做干湿循环处理的干湿循环装置;该试验装置还包括与所述干湿循环装置相通的用于容纳岩石试样的盒体,所述盒体沿着岩石试样的剪切面分离形成第一剪切半盒、第二剪切半盒,所述第二剪切半盒通过固定装置固定,所述的加载装置沿着剪切面、以及与剪切面垂直的方向施压于第一剪切半盒上。

[0007] 进一步的技术方案:所述干湿循环装置包括对岩石试样进行饱水处理的注水设备、以及对岩石试样进行热气干燥处理的加热设备,所述注水设备、加热设备与盒体内部相通,所述盒体上还设有水汽出口。

[0008] 进一步的技术方案:所述岩石试样的剪切面位于水平面内,所述第一剪切半盒、第二剪切半盒为方形结构且上下布置;所述加载装置包括垂直加载单元和水平加载单元,所

述垂直加载单元包括沿垂直方向作用于第一剪切半盒顶面的垂直千斤顶,所述水平加载单元包括沿水平剪切方向作用于第一剪切半盒侧面的水平千斤顶。

[0009] 进一步的技术方案:所述盒体内岩石试样与盒体之间设有方形结构的渗水层,所述渗水层与盒体之间的间隙构成盒内水或热气的通道,所述渗水层在层厚方向上均匀设有若干圆柱孔。

[0010] 进一步的技术方案:所述测量装置包括固定在磁性表座上的垂直位移计和水平位移计,所述垂直位移计的触头与连接在垂直千斤顶上的垂直位移支杆相接触,所述水平位移计的触头与连接在水平千斤顶上的水平位移支杆相接触,所述的垂直位移支杆长度方向与垂直千斤顶的施力方向垂直,所述的水平位移支杆长度方向与水平千斤顶的施力方向垂直。

[0011] 进一步的技术方案:所述注水设备、加热设备通过第一三通与盒体内部相通,所述注水设备与第一三通之间设有进水阀,所述加热设备与第一三通之间设有进气阀;所述第一剪切半盒顶面依次设有沿水平方向布置的垫板、第一传压板,第一传压板通过滚动轴承与垂直千斤顶的活塞端板接触;所述第一传压板、垫板上设有供所述第一三通出口支管与盒体内部相通的孔,其中第一传压板上的孔贯穿第一传压板侧边与下板面。

[0012] 进一步的技术方案:所述水汽出口位于第二剪切半盒的底面,所述水汽出口与第二三通其中一个支管相通,第二三通另外两个支管上分别设有排气阀、排水阀。

[0013] 进一步的技术方案:所述第一剪切半盒侧面依次布置有与所述第一剪切半盒侧面平行的推板、第二传压板,所述第二传压板与所述水平千斤顶接触。

[0014] 进一步的技术方案:所述试验装置还包括固定装置,所述固定装置包括底座,以及垂直设立在底座上的刚性立柱、反力框架,所述刚性立柱上设有用于固定垂直加载单元的上横梁,所述反力框架上固定连接有所述水平加载单元,所述底座上还设有用于固定第二剪切半盒的定位件,以及板面相互平行且垂直于底座的挡板、第三传压板,所述挡板、第三传压板从水平剪切作用相反的方向抵靠在第二剪切半盒的侧面上,挡板位于第三传压板与第二剪切半盒之间。

[0015] 本发明的有益效果在于:

[0016] (1) 通过上述试验,可以模拟库水位周期性变化条件下,经过不同干湿循环次数后的岩石试样的剪切蠕变过程,对岩石试样的变形量、破坏模式等可以进行实时观测和测量,通过相应的压力数据和测量值可以计算得到抗剪强度参数。该试验装置使用、安装过程简单、方便,同时结构简单,易于操作,使用范围广,测量的精度高,使用寿命长。

[0017] (2) 该试验装置通过设置盒体不仅可以更为贴切地模拟库水位周期性变化条件下,经过不同干湿循环次数后的岩石试样,而且还实现了在一台装置上完成所有剪切蠕变试验过程。

[0018] (3) 渗水层可以使水或热气与岩石试样充分接触,干湿循环结束,也更易于将水或汽进行排出,进一步确保干湿循环处理过程操作的准确性、有效性。

[0019] (4) 通过垂直位移计和水平位移计可以得到相应的岩石试样的剪切蠕变变形量,进一步得知岩石试样剪切蠕变过程的规律、特性、破坏模式,并计算得到抗剪强度参数。

## 附图说明

- [0020] 图 1 是本发明的结构示意图；  
[0021] 图 2 是本发明中盒体的结构示意图。  
[0022] 附图中附图标记的具体含义如下：  
[0023] 1-刚性立柱 2-上横梁 3-底座 4-反力框架 6-水平千斤顶  
[0024] 7-水平位移支杆 8-水平位移计 9-推板 10-第二传压板  
[0025] 11-定位件 12-第一剪切半盒 13-第二剪切半盒 14-第三传压板  
[0026] 15-挡板 16-垫板 17-第一传压块 18-滚珠轴承 19-活塞端板  
[0027] 20-垂直千斤顶 21-垂直位移计 22-垂直位移支杆 23-进水阀  
[0028] 24-进气阀 25-注水设备 26-加热设备 27-排气阀 28-排水阀

### 具体实施方式

[0029] 下面结合图 1、2 对本发明结构和工作过程进行进一步说明：  
[0030] 一种用于测量岩石剪切蠕变特性的试验装置，包括对岩石试样进行施压的加载装置、对施压后岩石试样形变进行测量的测量装置，以及对岩石试样做干湿循环处理的干湿循环装置；该试验装置还包括与所述干湿循环装置相通的用于容纳岩石试样的盒体，所述盒体沿着岩石试样 29 的剪切面 30 分离形成第一剪切半盒 12、第二剪切半盒 13，所述第二剪切半盒 13 通过固定装置固定，所述的加载装置沿着剪切面 30、以及与剪切面垂直的方向施压于第一剪切半盒 12 上。上述试验装置工作过程：首先将盒体安装好，并对第二剪切半盒 13 进行固定，然后利用加载装置按照预先设定压力值，沿着与剪切面垂直的方向施压于第一剪切半盒 12，然后通过干湿循环装置向盒体内岩石试样 29 进行先注水、后干燥，即完成干湿循环处理过程，最后利用加载装置按照预先设定压力值，沿着剪切面 30 方向施压于第一剪切半盒 12 上，保持压力稳定的同时，通过测量装置对岩石试样 29 的形变进行测量。通过上述试验，可以模拟库水位周期性变化条件下，经过不同干湿循环次数后的岩石试样 29 的剪切蠕变过程，对岩石试样 29 的变形量、破坏模式等可以进行实时观测和测量，通过相应的压力数据和测量值可以计算得到抗剪强度参数。该试验装置使用、安装过程简单、方便，同时结构简单，易于操作，使用范围广，测量的精度高，使用寿命长。

[0031] 所述干湿循环装置包括对岩石试样 29 进行饱水处理的注水设备 25、以及对岩石试样 29 进行热气干燥处理的加热设备 26，所述注水设备 25、加热设备 26 与盒体内部相通，所述盒体上还设有水汽出口。即通过注水设备 25 将水注入盒体内，位于盒体内的岩石试样 29 被水浸泡，按照试验设定时间，浸泡一段时间，然后关闭进水阀 23，打开排水阀 28，接着开启加热设备 26，通过加热设备向盒体内送热风对岩石试样 29 进行干燥，干燥的水汽出口排出。该试验装置通过设置盒体不仅可以更为贴切地模拟库水位周期性变化条件下，经过不同干湿循环次数后的岩石试样 29，而且还实现了在一台装置上完成所有剪切蠕变试验过程。

[0032] 这里提供一种最佳的试验装置的测量方案：所述岩石试样的剪切面 30 位于水平面内，所述第一剪切半盒 12、第二剪切半盒 13 为方形结构且上下布置；所述加载装置包括垂直加载单元和水平加载单元，所述垂直加载单元包括沿垂直方向作用于第一剪切半盒顶面的垂直千斤顶 20，所述水平加载单元包括沿水平剪切方向作用于第一剪切半盒 12 侧面的水平千斤顶 6。该测量方位更为方便试验装置的安装以及测量，确保试验测量精度。

[0033] 所述盒体内岩石试样 29 与盒体之间设有方形结构的渗水层,所述渗水层与盒体之间的间隙构成盒内水或热气的通道 31,所述渗水层在层厚方向上均匀设有若干圆柱孔 32。该渗水层可以使水或热气与岩石试样 29 充分接触,干湿循环结束,也更易于将水或汽进行排出,进一步确保干湿循环处理过程操作的准确性、有效性。

[0034] 所述测量装置包括固定在磁性表座上的垂直位移计 21 和水平位移计 8,所述垂直位移计 21 的触头与连接在垂直千斤顶 20 上的垂直位移支杆 22 相接触,所述水平位移计 8 的触头与连接在水平千斤顶 6 上的水平位移支杆 7 相接触,所述的垂直位移支杆 22 长度方向与垂直千斤顶 20 的施力方向垂直,所述的水平位移支杆 7 长度方向与水平千斤顶 6 的施力方向垂直。即垂直千斤顶 20、水平千斤顶 6 作用于盒体上后,位于盒体内的岩石试样 29 会发生一定的剪切蠕变变形,相应垂直位移支杆 22、水平位移支杆 7 也会发生位移,通过垂直位移计 21 和水平位移计 8 可以分别显示垂直位移支杆 22、水平位移支杆 7 的位移量,从而得到相应的岩石试样 29 的剪切蠕变变形量,进一步得知岩石试样 29 剪切蠕变过程的规律和特性。

[0035] 所述注水设备 25、加热设备 26 通过第一三通与盒体内部相通,所述注水设备 25 与第一三通之间设有进水阀 23,所述加热设备 26 与第一三通之间设有进气阀 24;所述第一剪切半盒 12 顶面依次设有沿水平方向布置的垫板 16、第一传压板 17,第一传压板 17 通过滚动轴承 18 与垂直千斤顶的活塞端板 19 接触;所述第一传压板 17、垫板 16 上设有供所述第一三通出口支管与盒体内部相通的孔,其中第一传压板 17 上的孔贯穿第一传压板侧边与下板面。注水设备 25、加热设备 26 由第一传压板 17、垫板 16 上设有孔与盒体相通,这样的布置使得该试验装置整体布局更为紧凑,另外在做干湿循环处理时,可以确保水或热风可以从岩石试样 29 的正上方进入盒体内,以使得岩石试样 29 能充分与水或热风接触。

[0036] 所述水汽出口位于第二剪切半盒 13 的底面,所述水汽出口与第二三通其中一个支管相通,第二三通另外两个支管上分别设有排气阀 27、排水阀 28。即做饱水处理时,关闭排气阀 27、排水阀 28,饱水处理结束,需要进行干燥处理就打开排气阀 27、排水阀 28,便于水和热汽的排除。

[0037] 所述第一剪切半盒 12 侧面依次布置有与所述第一剪切半盒 12 侧面平行的推板 9、第二传压板 10,所述第二传压板 10 与所述水平千斤顶 6 接触。

[0038] 所述试验装置还包括固定装置,所述固定装置包括底座 3,以及垂直设立在底座 3 上的刚性立柱 1、反力框架 4,所述刚性立柱 1 上设有用于固定垂直加载单元的上横梁 2,所述反力框架 4 上固定连接有所述水平加载单元,所述底座 3 上还设有用于固定第二剪切半盒 13 的定位件 11,以及板面相互平行且垂直于底座的挡板 15、第三传压板 14,所述挡板 15、第三传压板 14 从水平剪切作用相反的方向抵靠在第二剪切半盒 13 的侧面上,挡板 15 位于第三传压板 14 与第二剪切半盒 13 之间。

[0039] 上述用于测量岩石剪切蠕变特性的试验装置的更为具体工作过程如下:

[0040] 第一步,测量岩石试样 29 的尺寸并记录,将岩石试样 29 放入盒体中,然后将盒体放置于底座 3 上,对第二剪切半盒 13 进行固定;将第一剪切半盒 12 顶面安置好带孔的第一传压块 17 和垫板 16,并对齐孔的位置,在将滚珠轴承 18 与第一传压块 17 充分接触,垂直千斤顶 20 加压垂直荷载到预先设定的压力值;安置好盒体两侧沿着剪切方向布置的推板 9、第二传压板 10,将水平千斤顶 6 缓慢接触第二传压板 10,安置水平位移计 8 和垂直位移计

21，并记录开始的位移值。

[0041] 第二步，安装好注水装置和加热装置，根据试验设计步骤，首先水泵启动，设置好水流速度，关闭进气阀 24，打开进水阀 23，向盒体中注水，水流速度缓慢，使得水可以充分与岩石试样 29 接触；岩石试样 29 浸泡 48 小时后，关闭进水阀 24，打开进气阀 24 和出气阀 27，调节温控装置设置加热温度为 45℃，启动加热装置，并设置好气流的流速，让热风在盒体中通过并循环 24 小时，即完成一个“干湿循环”过程。

[0042] 第三步，剪切试验开始时，通过水平千斤顶 6 连接的油泵对岩石试样 29 位于第一剪切半盒 12 内的部分进行加载，当达到试验设计荷载值时，停止加载，并使系统保持恒压状态，当系统受到环境变化的影响压力有所变化时，稳压装置可对水平荷载及时补压，使得整个系统在任意时刻都保持恒定压力。通过水平位移计 8 和垂直位移计 21 的读数变化，可得出岩石试样 29 在不同干湿循环次数、不同状态下的变形规律和特征，即可模拟赋予在库水位周期变化下岩体的蠕变特性。

[0043] 依据试验设计要求，重复上述步骤，可以获得多组的垂直应力-剪应力 ( $\sigma - \tau$ ) 数值，从而绘制出强度包络线，获得岩石的抗剪强度参数。

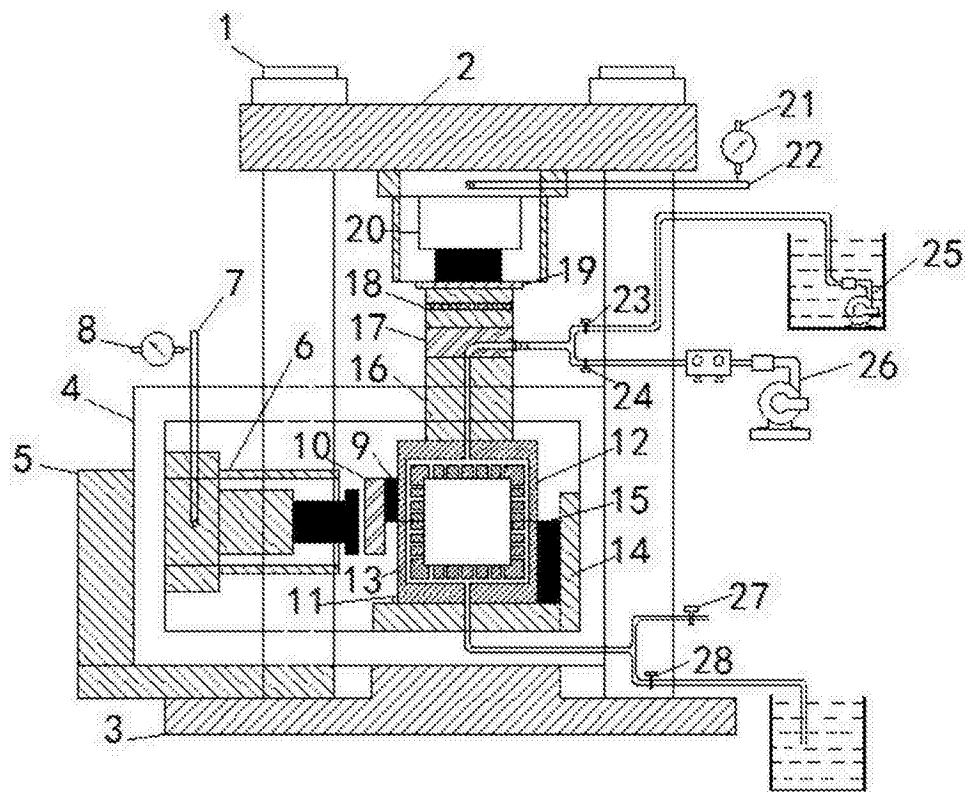


图 1

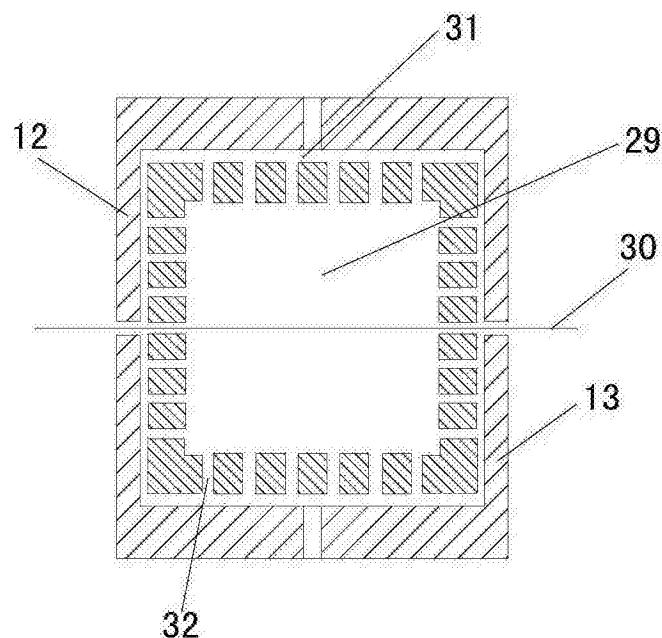


图 2