



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105047945 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201510317774. 1

(22) 申请日 2015. 06. 10

(71) 申请人 中国东方电气集团有限公司

地址 611731 四川省成都市高新西区西芯大道18号

(72) 发明人 高艳 胡杨月 周正 刘佳燚

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 赵囡囡 吴贵明

(51) Int. Cl.

H01M 4/86(2006. 01)

H01M 8/02(2006. 01)

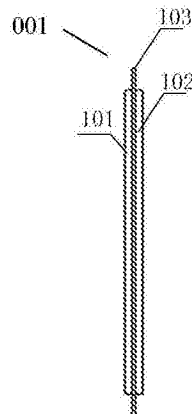
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

一种用于液流电池的电极组件、其制备方法  
及包含其的电池堆

(57) 摘要

本发明公开了一种用于液流电池的电极组件、其制备方法及包含其的电池堆。其中,该电极组件包括正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极,正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极一体化。应用本发明的技术方案,通过正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框、负极多孔电极的一体化设计,降低了液流电池内部的接触电阻,避免了多孔电极的过度压缩,减少了电池堆的密封部位,提高了液流电池系统的能量效率以及电池堆密封可靠性。



1. 一种用于液流电池的电极组件,其特征在于,包括正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极,所述正极液流框、所述正极多孔电极、所述电解液隔板、所述负极液流框和所述负极多孔电极一体化。

2. 根据权利要求1所述的电极组件,其特征在于,所述正极多孔电极、所述电解液隔板和所述负极多孔电极通过粘接、热压或树脂浸渍的方法结合在一起形成第一部件,所述正极液流框上设置有用嵌入所述正极多孔电极的第一空腔,所述负极液流框上设置有用嵌入所述负极多孔电极的第二腔体,所述正极液流框、所述第一部件与所述负极液流框扣合在一起,所述正极液流框和所述负极液流框通过粘接、热压或激光焊接的方法结合在一起。

3. 根据权利要求1所述的电极组件,其特征在于,所述正极液流框、所述电解液隔板和所述负极液流框通过粘接、热压、激光焊接的方法结合在一起形成液流框组件,所述正极液流框上设置有用嵌入所述正极多孔电极的第一空腔,所述负极液流框上设置有用嵌入所述负极多孔电极的第二腔体,所述正极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于所述正极液流框的第一空腔内,所述负极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于所述负极液流框的第二空腔内。

4. 根据权利要求1所述的电极组件,其特征在于,所述正极液流框、所述电解液隔板和所述负极液流框通过注塑或3D打印的方法形成一体化的液流框组件,所述正极液流框上设置有用嵌入所述正极多孔电极的第一空腔,所述负极液流框上设置有用嵌入所述负极多孔电极的第二腔体,所述正极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于所述正极液流框的第一空腔内,所述负极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于所述负极液流框的第二空腔内。

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的电极组件,其特征在于,所述正极液流框和所述负极液流框的构造相同。

6. 根据权利要求5所述的电极组件,其特征在于,所述电解液隔板的材料为纯树脂或含有填料的树脂,所述纯树脂包括聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、氟树脂或环氧树脂;所述填料的材料包括碳毡、石墨毡、炭黑、碳纤维、石墨、碳纳米管、蒙脱土或金属粉;所述多孔电极的材料包括石墨毡、碳毡、多孔导电高分子材料以及多孔耐腐蚀金属材料。

7. 一种电池堆,其特征在于,包括权利要求1至6中任一项所述电极组件。

8. 一种权利要求1至6中任一项所述的电极组件的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:制备正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极,然后将所述正极液流框、所述正极多孔电极、所述电解液隔板、所述负极液流框和所述负极多孔电极进行一体化得到所述电极组件。

9. 根据权利要求8所述的制备方法,其特征在于,所述一体化包括以下步骤:

S1,采用粘接、热压或树脂浸渍的方法将所述正极多孔电极、所述电解液隔板和所述负极多孔电极结合在一起形成第一部件;

S2,将所述正极液流框、所述第一部件与所述负极液流框扣合在一起,采用粘接、热压或激光焊接的方法将所述正极液流框和所述负极液流框结合在一起得到所述电极组件。

10. 根据权利要求8所述的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1,采用粘接、热压或激光焊接的方法将所述正极液流框、所述电解液隔板和所述负极

液流框结合在一起形成液流框组件；

S2,采用粘接或热压的方法将所述正极多孔电极粘结于所述正极液流框上用于嵌入所述正极多孔电极的第一空腔内,采用粘接或热压的方法将所述负极多孔电极粘结于所述负极液流框上用于嵌入所述负极多孔电极的第二空腔内。

11. 根据权利要求 8 所述的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1,采用注塑或 3D 打印的方法将所述正极液流框、所述电解液隔板和所述负极液流框形成一体化的液流框组件;

S2,采用粘接或热压的方法将所述正极多孔电极粘结于所述正极液流框上用于嵌入所述正极多孔电极的第一空腔内,采用粘接或热压的方法将所述负极多孔电极粘结于所述负极液流框上用于嵌入所述负极多孔电极的第二空腔内。

## 一种用于液流电池的电极组件、其制备方法及其包含其的电池堆

### 技术领域

[0001] 本发明涉及液流电池技术领域,具体而言,涉及一种用于液流电池的电极组件、其制备方法及其包含其的电池堆。

### 背景技术

[0002] 液流电池是一类新型电化学储能体系,相比于其他储能技术,液流电池具有功率大、容量大、能量转换效率高、使用寿命长、安全性高、绿色环保等优点,在与光伏发电和风力发电配套的大规模储能系统、智能电网调峰、通讯基站以及分布式电源等领域具有广阔的应用前景。

[0003] 现有的液流电池堆结构如图 1 所示,其中 10' 为双极板,20' 为正极液流框,30' 为正极多孔电极,40' 为离子交换膜,50' 为负极液流框,60' 为负极多孔电极。其中正极多孔电极 30' 嵌套于正极液流框 20' 的中间镂空部位,负极多孔电极 60' 嵌套于负极液流框 50' 的中间镂空部位,各部件按图中所示次序不断重复叠放而成。其中,多孔电极(30' 和 60') 一般为可压缩的碳毡或石墨毡,其厚度大于液流框(20' 和 50') 的厚度,通过双极板 10' 将其压至与液流框(20' 和 50') 厚度齐平,从而与双极板 30' 形成电学接触。通常,为了形成良好的电学接触,碳毡的压缩率一般在 20% 以上。然而,压缩会降低碳毡内部孔隙率,导致电解液流动阻力增大,系统泵耗损失大大增加;另一方面,现有电池结构中,双极板和液流框之间通过密封圈或密封垫片进行密封,极大增加了电池堆的漏液风险,同时也不利于电池堆的装配及其成本降低。

### 发明内容

[0004] 本发明旨在提供一种用于液流电池的电极组件、其制备方法及其包含其的电池堆,提高液流电池系统的能量效率以及电池堆密封可靠性。

[0005] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种用于液流电池的电极组件。该电极组件包括正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极,正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极一体化。

[0006] 进一步地,正极多孔电极、电解液隔板和负极多孔电极通过粘接、热压或树脂浸渍的方法结合在一起形成第一部件,正极液流框上设置有用于嵌入正极多孔电极的第一空腔,负极液流框上设置有用于嵌入负极多孔电极的第二腔体,正极液流框、第一部件与负极液流框扣合在一起,正极液流框和负极液流框通过粘接、热压或激光焊接的方法结合在一起。

[0007] 进一步地,正极液流框、电解液隔板和负极液流框通过粘接、热压、激光焊接的方法结合在一起形成液流框组件,正极液流框上设置有用于嵌入正极多孔电极的第一空腔,负极液流框上设置有用于嵌入负极多孔电极的第二腔体,正极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于正极液流框的第一空腔内,负极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于负极液

流框的第二空腔内。

[0008] 进一步地,正极液流框、电解液隔板和负极液流框通过注塑或 3D 打印的方法形成一体化的液流框组件,正极液流框上设置有用于嵌入正极多孔电极的第一空腔,负极液流框上设置有用于嵌入负极多孔电极的第二空腔,正极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于正极液流框的第一空腔内,负极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于负极液流框的第二空腔内。

[0009] 进一步地,正极液流框和负极液流框的构造相同。

[0010] 进一步地,电解液隔板的材料为纯树脂或含有填料的树脂,纯树脂包括聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、氟树脂或环氧树脂;填料的材料包括碳毡、石墨毡、炭黑、碳纤维、石墨、碳纳米管、蒙脱土或金属粉;多孔电极的材料包括石墨毡、碳毡、多孔导电高分子材料以及多孔耐腐蚀金属材料。

[0011] 根据本发明的另一方面,提供了一种电池堆。该电池堆包括上述任一种电极组件。

[0012] 根据本发明的另一方面,提供了一种上述电极组件的制备方法。该制备方法包括制备正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极,然后将正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极进行一体化得到电极组件。

[0013] 进一步地,一体化包括以下步骤:S1,采用粘接、热压或树脂浸渍的方法将正极多孔电极、电解液隔板和负极多孔电极结合在一起形成第一部件;S2,将正极液流框、第一部件与负极液流框扣合在一起,采用粘接、热压或激光焊接的方法将正极液流框和负极液流框结合在一起得到电极组件。

[0014] 进一步地,包括以下步骤:S1,采用粘接、热压或激光焊接的方法将正极液流框、电解液隔板和负极液流框结合在一起形成液流框组件;S2,采用粘接或热压的方法将正极多孔电极粘结于正极液流框上用于嵌入正极多孔电极的第一空腔内,采用粘接或热压的方法将负极多孔电极粘结于负极液流框上用于嵌入负极多孔电极的第二空腔内。

[0015] 进一步地,包括以下步骤:S1,采用注塑或 3D 打印的方法将正极液流框、电解液隔板和负极液流框形成一体化的液流框组件;S2,采用粘接或热压的方法将正极多孔电极粘结于正极液流框上用于嵌入正极多孔电极的第一空腔内,采用粘接或热压的方法将负极多孔电极粘结于负极液流框上用于嵌入负极多孔电极的第二空腔内。

[0016] 应用本发明的技术方案,通过正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框、负极多孔电极的一体化设计,降低了液流电池内部的接触电阻,避免了多孔电极的过度压缩,减少了电池堆的密封部位,提高了液流电池系统的能量效率以及电池堆密封可靠性。

## 附图说明

[0017] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0018] 图 1 示出了现有技术中液流电池堆的结构示意图;以及

[0019] 图 2A 示出了根据本发明一实施例的第一部件的右视结构示意图;

[0020] 图 2B 示出了根据图 2A 的立体结构示意图;

[0021] 图 3A 示出了根据本发明一实施例的不带支路流道的正极液流框的主视结构示意图;

- [0022] 图 3B 示出了根据图 3A 的立体结构示意图；
- [0023] 图 4A 示出了根据本发明一实施例的带支路流道的正极液流框的主视结构示意图；
- [0024] 图 4B 示出了根据图 4A 的立体结构示意图；
- [0025] 图 5 示出了根据本发明一实施例的不带支路流道的电极组件的组装顺序及结构示意图；
- [0026] 图 6 示出了根据本发明一实施例的带支路流道的电极组件的组装顺序及结构示意图；
- [0027] 图 7 示出了根据本发明一实施例的不带支路流道的液流框组件的组装顺序及结构示意图；
- [0028] 图 8 示出了根据本发明一实施例的带支路流道的液流框组件的组装顺序及结构示意图；
- [0029] 图 9A 示出了根据本发明一实施例的不带支路流道的液流框组件的主视结构示意图；
- [0030] 图 9B 示出了根据图 9A 的立体结构示意图；
- [0031] 图 10A 示出了根据本发明一实施例的带支路流道的液流框组件的主视结构示意图；
- [0032] 图 10B 示出了根据图 10A 的立体结构示意图；
- [0033] 图 11 示出了根据本发明又一实施例的不带支路流道的电极组件的组装顺序及结构示意图；
- [0034] 图 12 示出了根据本发明又一实施例的带支路流道的电极组件的组装顺序及结构示意图；
- [0035] 图 13 示出了根据本发明再一实施例的不带支路流道的电极组件的组装顺序及结构示意图；以及
- [0036] 图 14 示出了根据本发明再一实施例的带支路流道的电极组件的组装顺序及结构示意图。

### 具体实施方式

[0037] 需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0038] 根据本发明一种典型的实施方式，提供一种用于液流电池的电极组件。该电极组件包括正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极，正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极一体化。

[0039] 应用本发明的技术方案，通过正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框、负极多孔电极的一体化设计，降低了液流电池内部的接触电阻，避免了多孔电极的过度压缩，减少了电池堆的密封部位，提高了液流电池系统的能量效率以及电池堆密封可靠性。

[0040] 根据本发明一种典型的实施方式，正极多孔电极、电解液隔板和负极多孔电极通过粘接、热压或树脂浸渍的方法结合在一起形成第一部件，正极液流框上设置有用嵌入正极多孔电极的第一空腔，负极液流框上设置有用嵌入负极多孔电极的第二腔体，正极

液流框、第一部件与负极液流框扣合在一起,正极液流框和负极液流框通过粘接、热压或激光焊接的方法结合在一起。正极多孔电极、电解液隔板和负极多孔电极的结合方式只是实例性的,也可以通过本领域其他的方式结合。

[0041] 根据本发明一种典型的实施方式,正极液流框、电解液隔板和负极液流框通过粘接、热压、激光焊接的方法结合在一起形成液流框组件,正极液流框上设置有用于嵌入正极多孔电极的第一空腔,负极液流框上设置有用于嵌入负极多孔电极的第二腔体,正极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于正极液流框的第一空腔内,负极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于负极液流框的第二空腔内。

[0042] 根据本发明一种典型的实施方式,正极液流框、电解液隔板和负极液流框通过注塑或 3D 打印的方法形成一体化的液流框组件,正极液流框上设置有用于嵌入正极多孔电极的第一空腔,负极液流框上设置有用于嵌入负极多孔电极的第二腔体,正极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于正极液流框的第一空腔内,负极多孔电极通过粘接或热压的方法粘结于负极液流框的第二空腔内。

[0043] 根据本发明一种典型的实施方式,正极液流框和负极液流框的构造相同。

[0044] 根据本发明一种典型的实施方式,正极液流框和负极液流框为矩形,处于矩形的一条对角线位置上正极液流框和负极液流框之间形成有正极电解液进液主管道与正极电解液出液主管道,处于矩形的另一条对角线位置上正极液流框和负极液流框之间形成有负极电解液进液主管道与负极电解液出液主管道,正极电解液进液主管道、正极电解液出液主管道、负极电解液进液主管道与负极电解液出液主管道分别于形成在正极液流框和负极液流框上的电解液分配槽相连通。在该种结构中,电解液进入单节电池支路流道后,通过电解液分配槽均匀分配到单节电池多孔电极内部。

[0045] 根据本发明一种典型的实施方式,正极电解液进液主管道、正极电解液出液主管道、负极电解液进液主管道与负极电解液出液主管道与电解液分配槽之间通过支路流道相连通。

[0046] 优选的,支路流道为蛇形流道。通过蛇形流道设计增加支路电阻,从而降低电池堆旁路电流,进而提高电池堆的电流效率。

[0047] 本发明中,电解液隔板所起到的作用是传导电子并隔绝正负极电解液。根据本发明一种典型的实施方式,电解液隔板的材料为纯树脂或含有填料的树脂,纯树脂包括聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、氟树脂或环氧树脂;填料的材料包括碳毡、石墨毡、炭黑、碳纤维、石墨、碳纳米管、蒙脱土或金属粉;多孔电极的材料包括石墨毡、碳毡、多孔导电高分子材料以及多孔耐腐蚀金属材料。上述填料和多孔电极材料均为导电性材料,从而保证了电解液隔板的导电性。

[0048] 根据本发明一种典型的实施方式,提供一种电池堆,该电池堆包括上述任一种电极组件。

[0049] 根据本发明一种典型的实施方式,提供一种上述电极组件的制备方法。该制备方法包括制备正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极,然后将正极液流框、正极多孔电极、电解液隔板、负极液流框和负极多孔电极进行一体化得到电极组件。

[0050] 根据本发明一种典型的实施方式,一体化包括以下步骤:S1,采用粘接、热压或树

脂浸渍的方法将正极多孔电极、电解液隔板和负极多孔电极结合在一起形成第一部件；S2，将正极液流框、第一部件与负极液流框扣合在一起，采用粘接、热压或激光焊接的方法将正极液流框和负极液流框结合在一起得到电极组件。

[0051] 根据本发明一种典型的实施方式，包括以下步骤：S1，采用粘接、热压或激光焊接的方法将正极液流框、电解液隔板和负极液流框结合在一起形成液流框组件；S2，采用粘接或热压的方法将正极多孔电极粘结于正极液流框上用于嵌入正极多孔电极的第一空腔内，采用粘接或热压的方法将负极多孔电极粘结于负极液流框上用于嵌入负极多孔电极的第二空腔内。

[0052] 根据本发明一种典型的实施方式，包括以下步骤：S1，采用注塑或 3D 打印的方法将正极液流框、电解液隔板和负极液流框形成一体化的液流框组件；S2，采用粘接或热压的方法将正极多孔电极粘结于正极液流框上用于嵌入正极多孔电极的第一空腔内，采用粘接或热压的方法将负极多孔电极粘结于负极液流框上用于嵌入负极多孔电极的第二空腔内。

[0053] 下面将结合实施例进一步说明本发明的有益效果。

[0054] 本发明中电极组件的一体化主要包括两大类组装方式，下面通过方案一和方案二中的实施例详细描述。

[0055] 方案一：该方案是先将正极多孔电极、负极多孔电极与液流框隔板进行一体化构成第一部件，再将正极液流框、负极液流框与第一部件进行一体化，最终获得一体化电极组件。

[0056] 如图 2A 和 2B 所示的实施例，第一部件 001 由正极多孔电极 101、负极多孔电极 102 及电解液隔板 103 通过粘接、热压、树脂浸渍等方法加工而成。其中，电解液隔板材料为聚氯乙烯，多孔电极材料为石墨毡。该实施例是先将正极多孔电极 101、电解液隔板 103 与负极多孔电极 102 进行一体化构成第一部件 001，再将正极液流框、负极液流框与第一部件 001 进行一体化，最终获得一体化电极组件。

[0057] 如图 3A 和 3B 所示的实施例，不带支路流道的正极液流框 002，其中，处于对角线位置的管道为正极电解液进液主管道 201 和正极电解液出液主管道 202，而位于另一条对角线上的管道为负极电解液进液主管道 203 和负极电解液出液主管道 204。电解液分配槽 205 与正极电解液进液主管道 201，在本发明的实施例中，液流框呈中心对称设计，电解液分配槽在电解液进液处和电解液出液处各有一个，其中，电解液进液处的电解液分配槽起到均匀分配电解液的作用，电解液出液处的电解液分配槽起到均匀收集流经多孔电极的电解液的作用，进出液处均需设置电解液分配槽，从而保证电解液均匀流经多孔电极。中间的第一空腔空腔 206 为嵌入正极多孔电极的区域。不带支路流道的负极液流框（未图示）与不带支路流道正极液流框 002 构造完全相同，只需翻转后相对放置即可。

[0058] 如图 4A 和 4B 所示的实施例，带支路流道的正极液流框 005，其中，处于对角线位置的管道为正极电解液进液主管道 501 与正极电解液出液主管道 502，而位于另一条对角线上的为负极电解液进液主管道 503 和负极电解液出液主管道 504。支路流道 505 与电解液分配槽 506 相连通，中间的第一空腔 507 为嵌入正极多孔电极的区域。带支路流道的负极液流框（未图示）与带支路流道的正极液流框 005 构造完全相同，只需翻转后相对放置即可。需指出的是，这里给出的是一种流道设计，其它流道设计亦包含于本发明思路中。

[0059] 如图 5 所示的实施例，为不带支路流道设计的一体化电极组件 004 的制备及结构



示意图,由第一部件 001、不带支路流道的正极液流框 002 和不带支路流道的负极液流框 003 相互配合,通过粘接、热压、激光焊接等技术将正多孔电极、负极多孔电极以外的相对区域粘合,构成不带支路流道的一体化电极组件 004。

[0060] 如图 6 所示的实施例,带支路流道设计的一体化电极组件 007 的制备及结构示意图,由第一部件 001、带支路流道的正极液流框 005 和带支路流道的负极液流框 006 相互配合,通过粘接、热压、激光焊接等技术将正负极多孔电极以外的相对区域粘合,构成带支路流道的一体化电极组件 007。

[0061] 方案 2:该方案是先将正极液流框、负极液流框与电解液隔板进行一体化构成液流框组件,再将正极多孔电极、负极多孔电极与液流框组件进行一体化,最终获得一体化电极组件。

[0062] 其中,液流框组件的制备有两种途径,一种是将正极液流框、电解液隔板和负极液流框通过粘接、热压、激光焊接等技术粘合,图 7 和图 8 分别给出了通过该途径制得的不带支路流道的液流框组件 009 和带支路流道的液流框组件 010,其中,电解液隔板 008 材料为纯树脂或含有填料的树脂,树脂种类包括但不限于聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、氟树脂、环氧树脂等,填料包含且不仅限于碳毡、石墨毡、炭黑、碳纤维、石墨、碳纳米管、蒙脱土、金属粉等。另一种途径是通过注塑成型、3D 打印等技术直接制备一体成型的液流框组件,图 9A、图 9B 和图 10A、图 10B 分别给出了通过该途径制得的不带支路流道的一体成型液流框组件 011 和带支路流道的一体成型液流框组件 012。

[0063] 方案 2 中,一体化电极组件的制备是将正极多孔电极 002、负极多孔电极 003 和上述制得的液流框组件 (009、010、011 或 012) 相互配合,通过粘接、热压等方法将正负极多孔电极粘结于液流框组件的电解液隔板两侧,制得一体化电极组件。图 11,图 12,图 13,图 14 分别示出了由液流框组件 (009、010、011 或 012) 与正负极多孔电极粘合制得的一体化电极组件过程示意图。

[0064] 从以上的描述中,可以看出,本发明上述的实施例实现了如下技术效果:

[0065] 本发明所述的一体化电极组件,解决了现有液流电池设计中密封部位多导致电堆容易出现漏液的问题以及多孔电极与双极板的紧密压缩导致电解液流动阻力增大的问题,提高了电池堆的密封可靠性以及液流电池系统的能量效率。

[0066] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

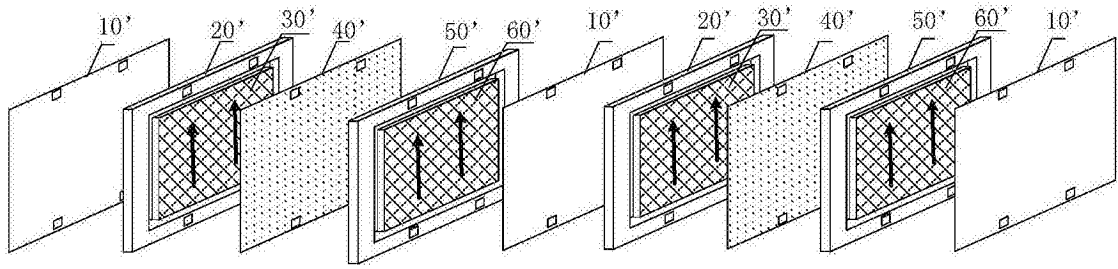


图 1

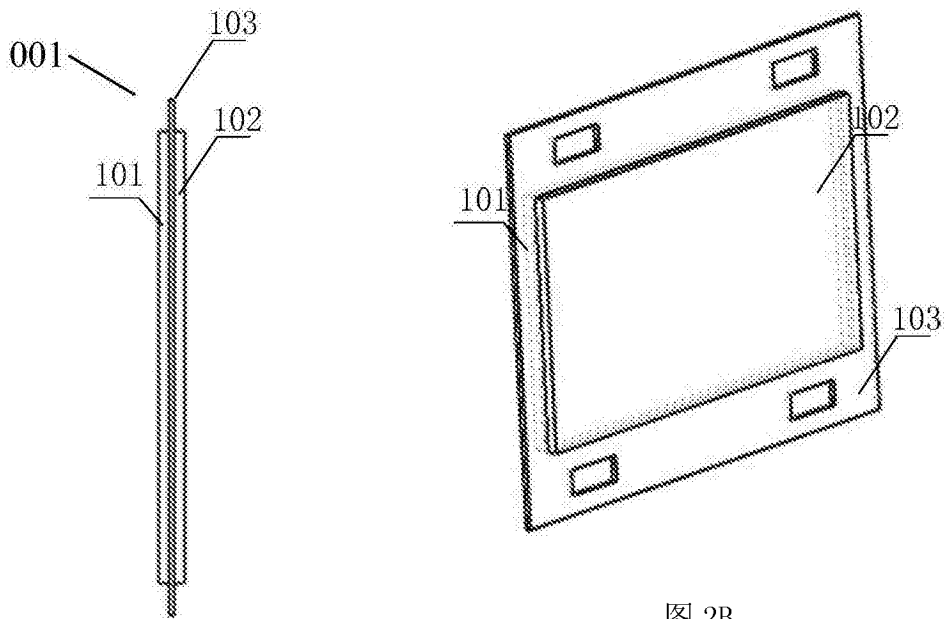


图 2A

图 2B

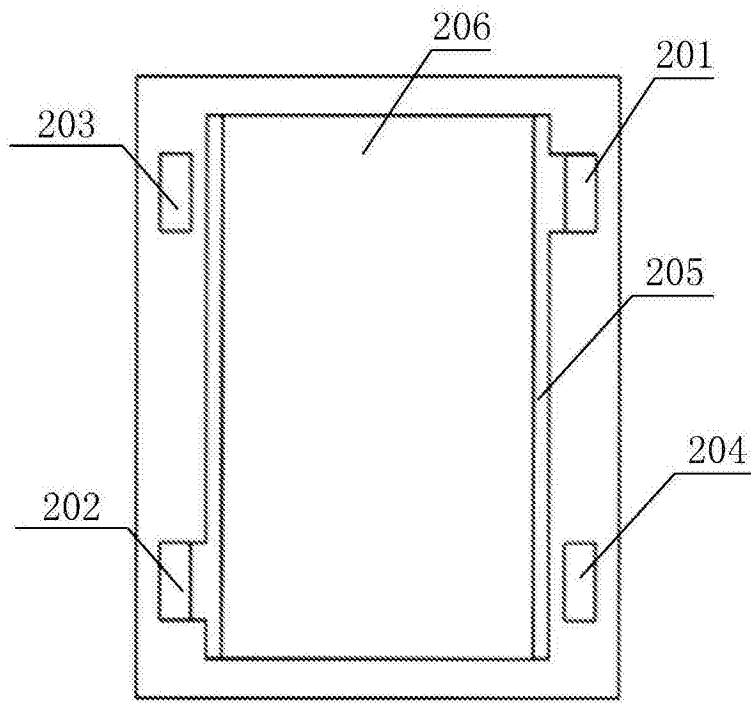


图 3A

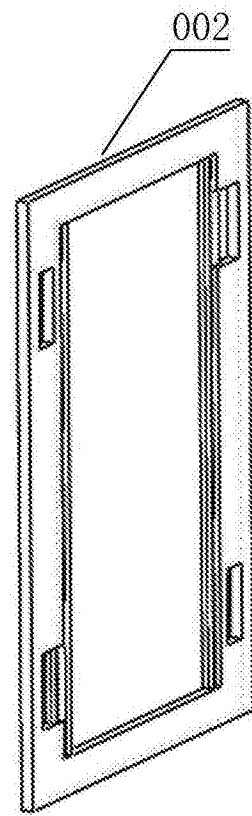


图 3B

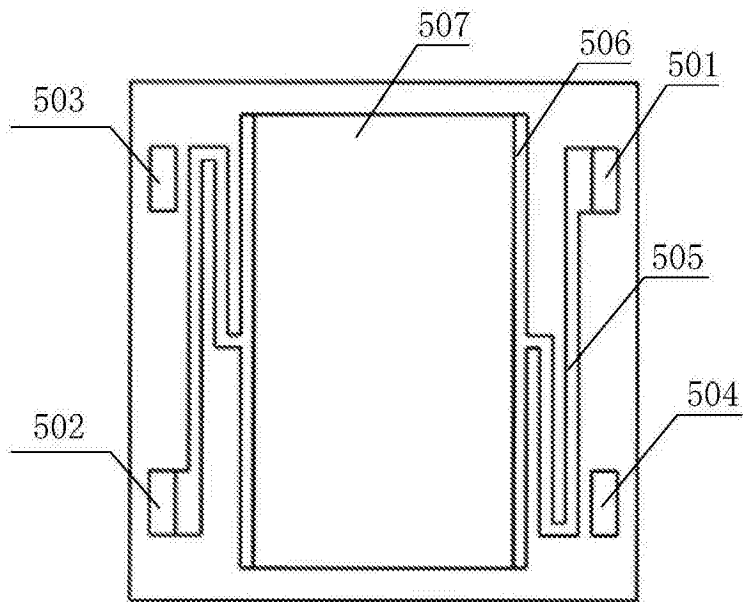


图 4A

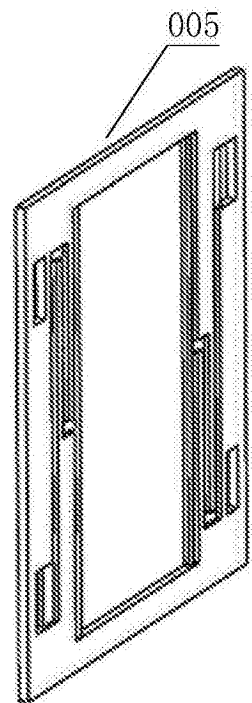


图 4B

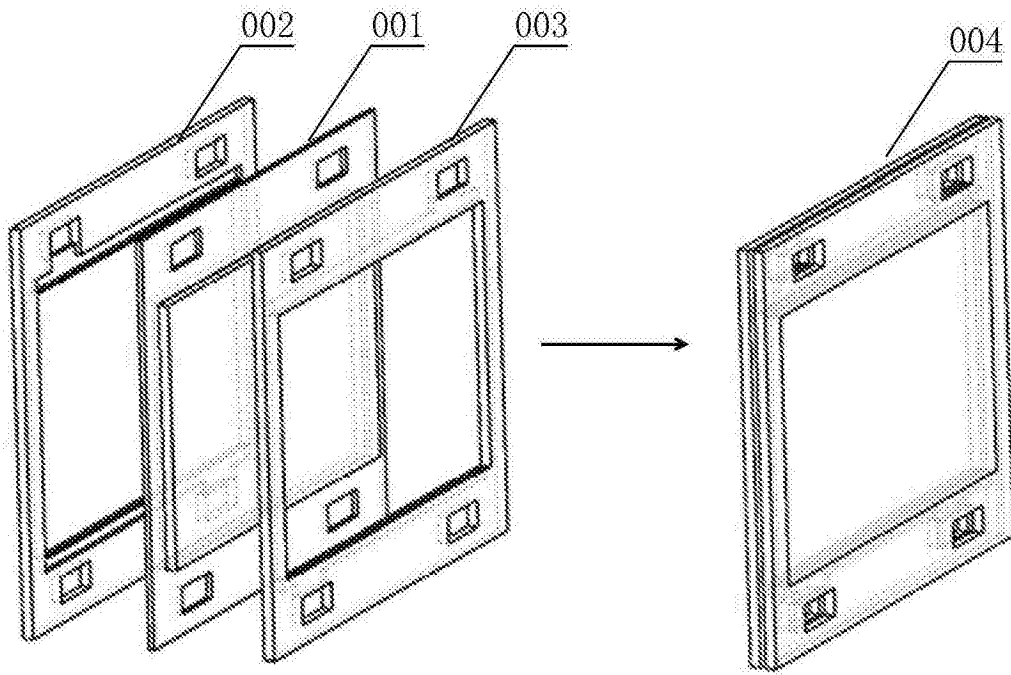


图 5

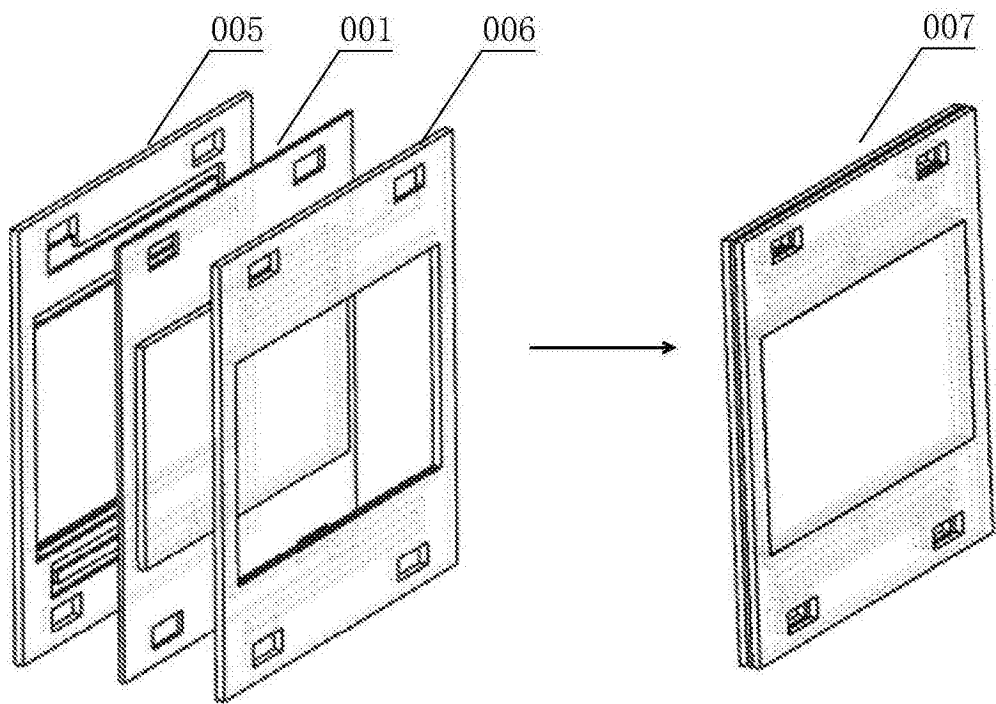


图 6

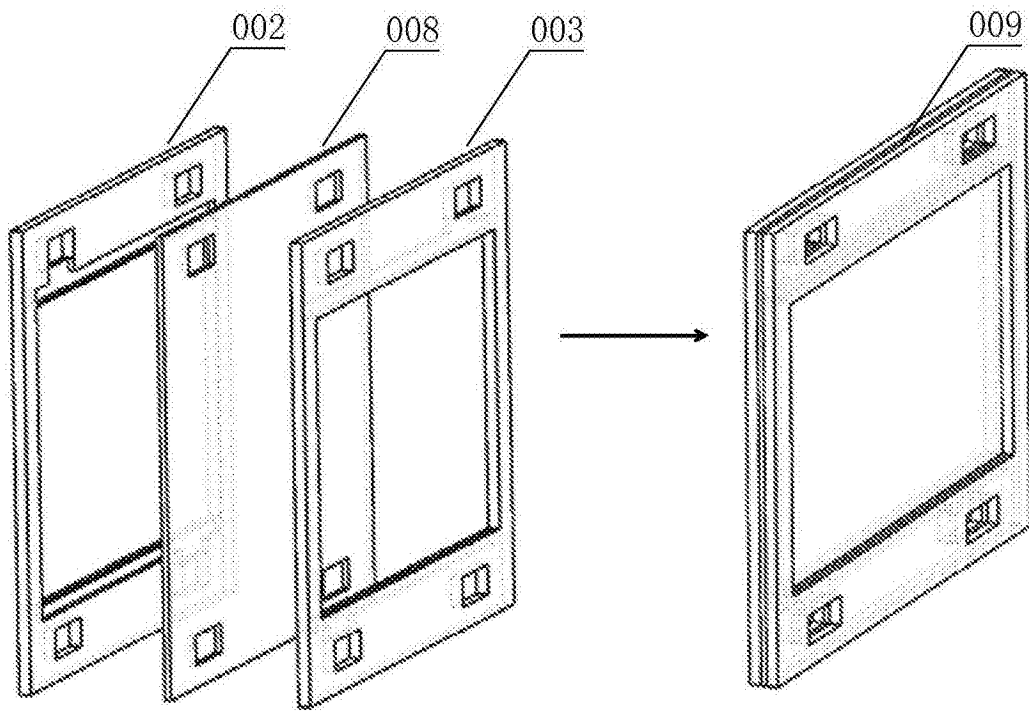


图 7

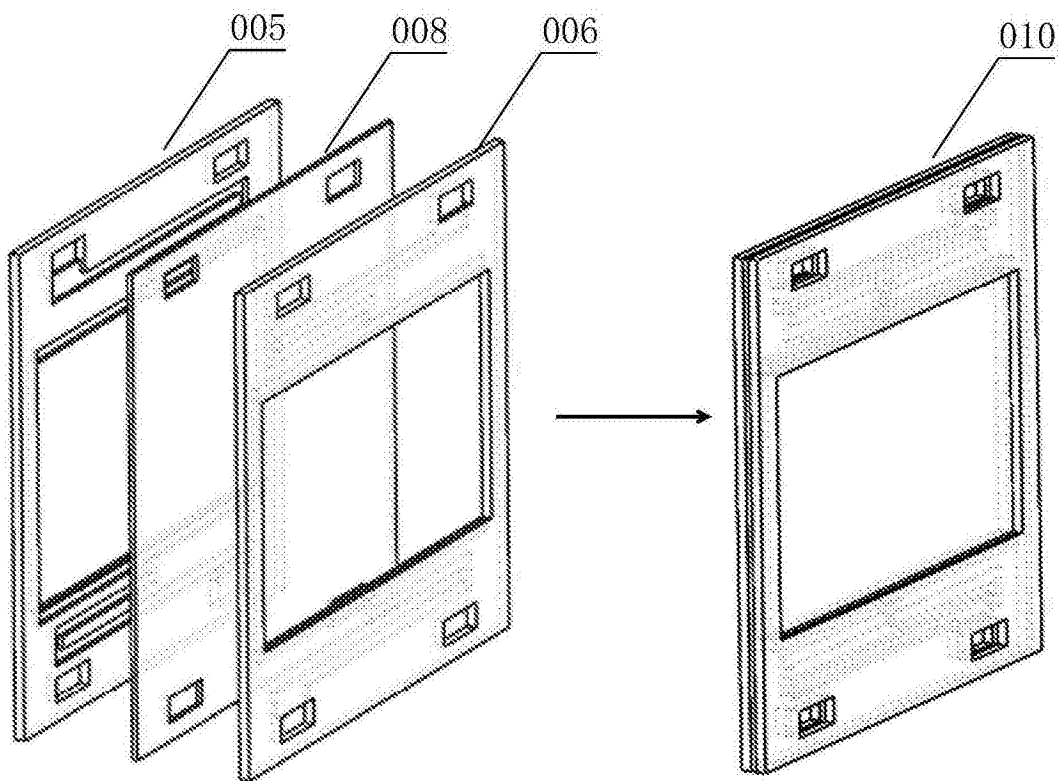


图 8

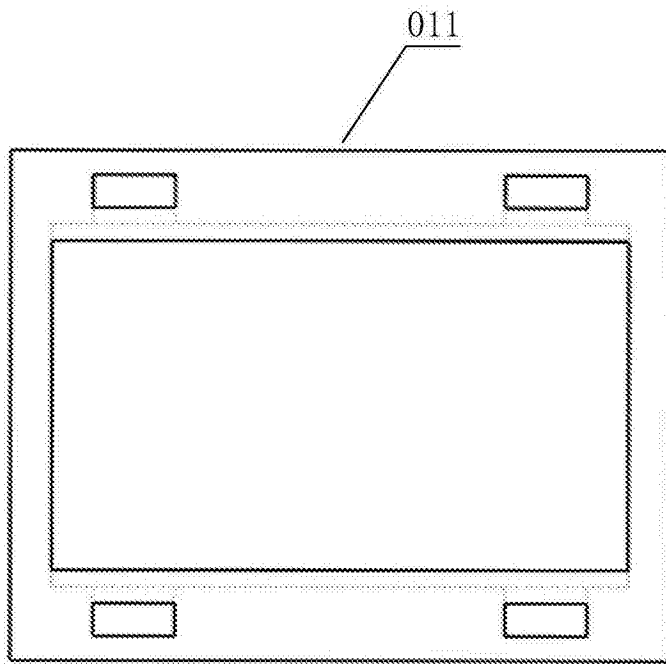


图 9A

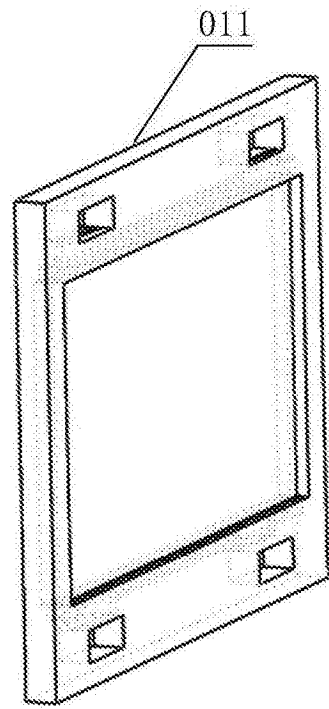


图 9B

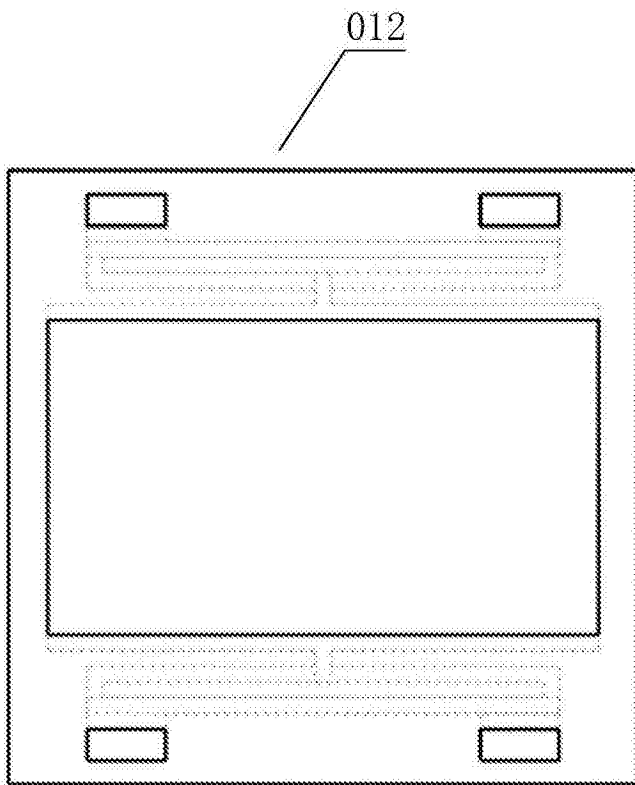


图 10A

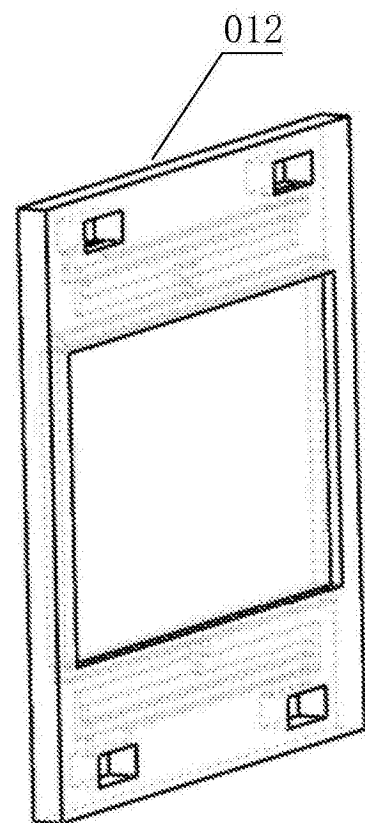


图 10B

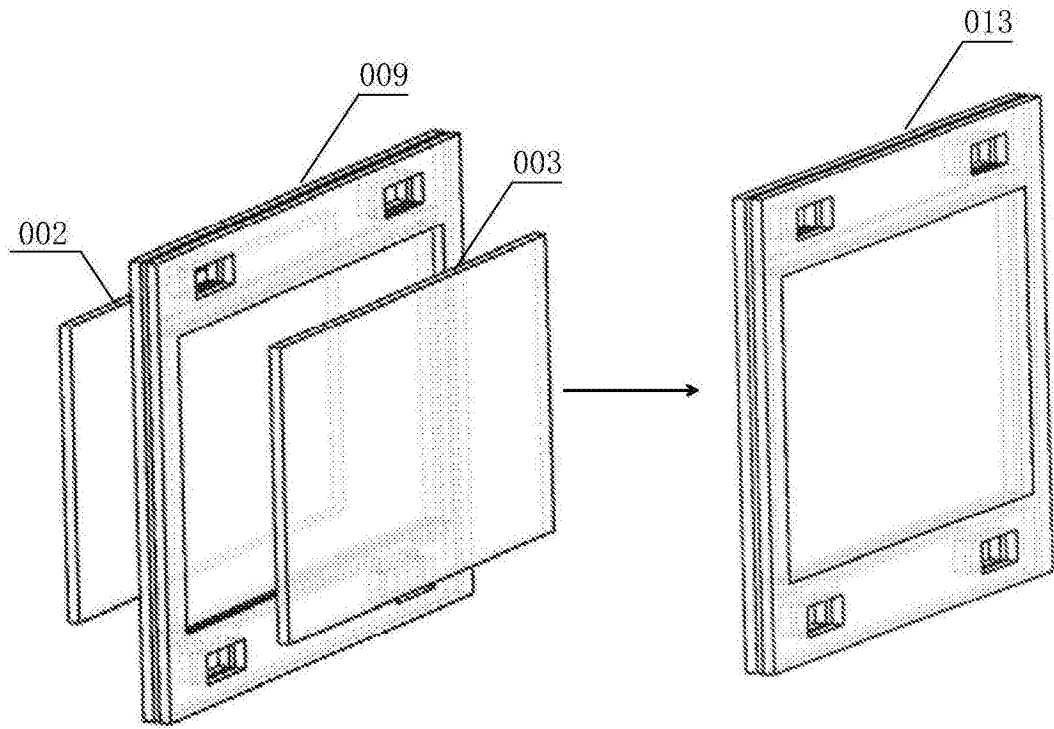


图 11

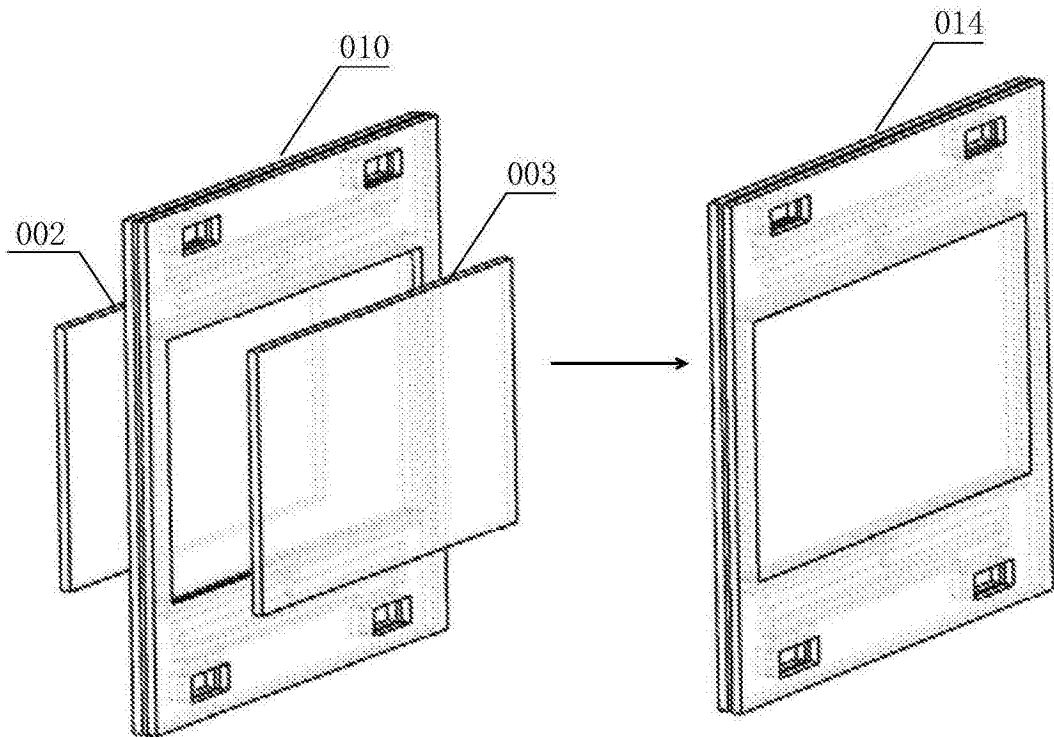


图 12

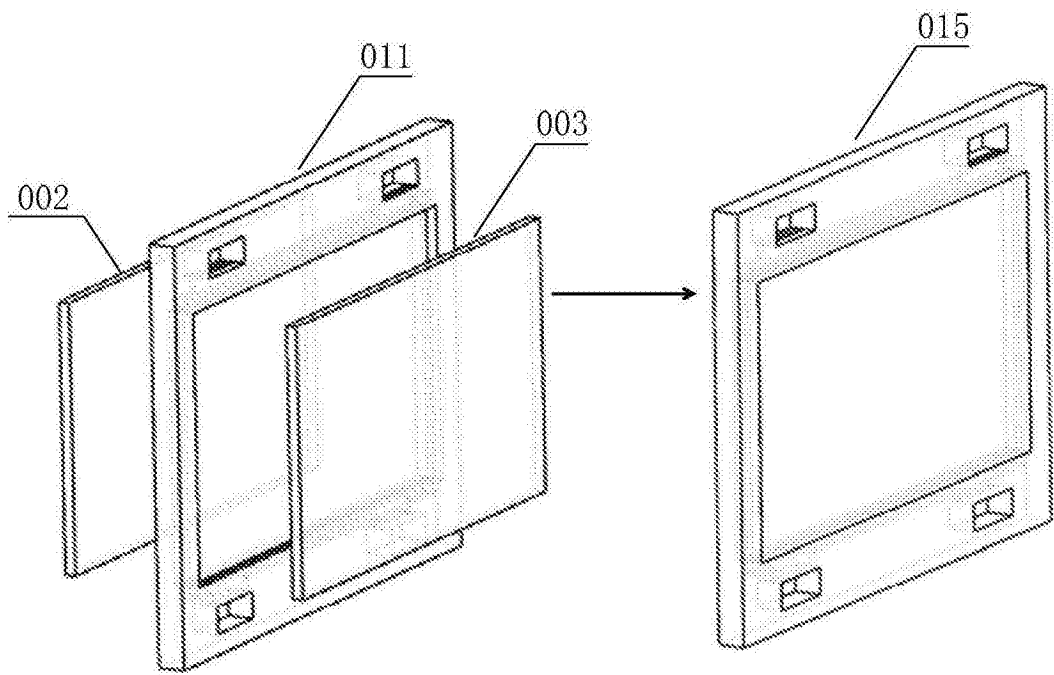


图 13

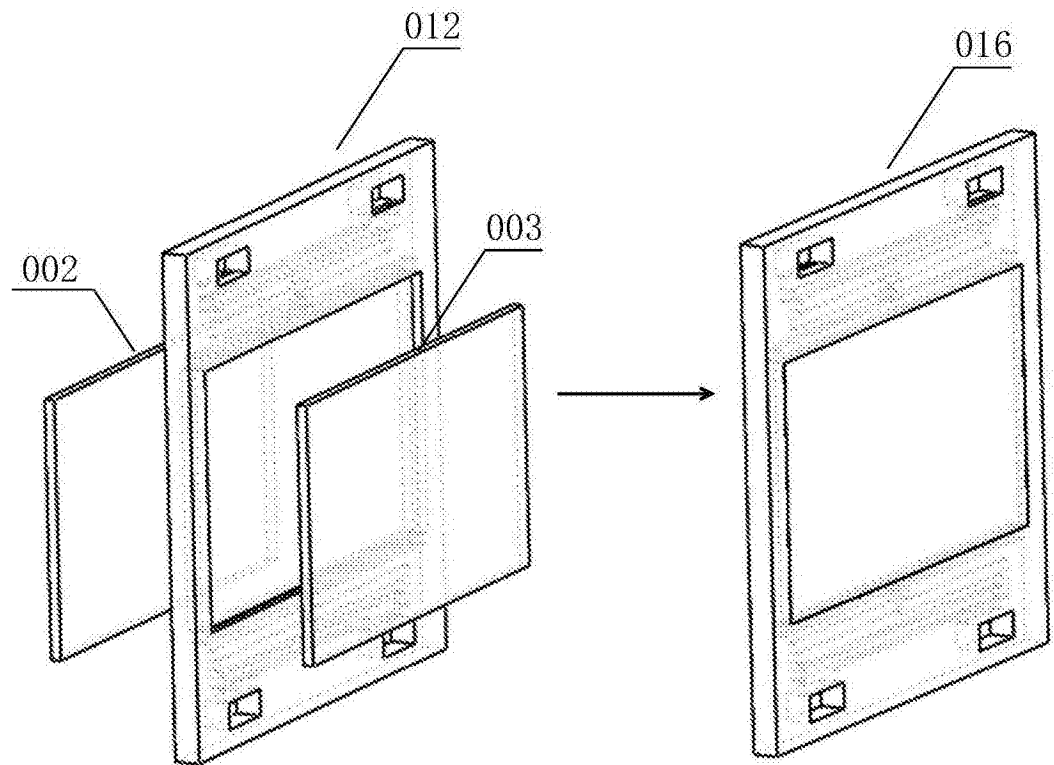


图 14