

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710175260.2

[51] Int. Cl.

H01M 8/00 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

H01M 8/06 (2006.01)

H01M 8/24 (2006.01)

H01M 8/10 (2006.01)

[43] 公开日 2008年2月6日

[11] 公开号 CN 101118969A

[22] 申请日 2007.9.28

[21] 申请号 200710175260.2

[71] 申请人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 信箱 82 分箱清
华大学专利办公室

[72] 发明人 刘志祥 王 诚 毛宗强

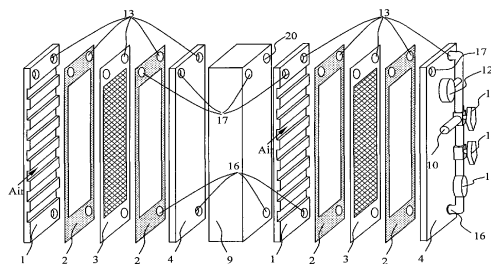
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

耦合储氢单元的燃料电池

[57] 摘要

耦合储氢单元的燃料电池，本发明公开了一种耦合储氢单元的燃料电池。这种燃料电池单体包含阴极流场板、阳极流场板、膜电极和一个储氢单元，通过结构的耦合叠层而构成带储氢单元的燃料电池，利用储氢单元放氢吸热、燃料电池反应放热的特性来实现燃料电池和储氢单元热量管理的耦合。也可以直接在储氢单元两侧加工氢气和空气通道而使燃料电池单体结构更为简单。本发明在解决储氢单元和燃料电池热管理的同时，能够减少燃料电池系统体积和功耗，提高能量密度。本发明公开的燃料电池可以应用于各种电子设备电源、不间断电源系统、电动汽车发动机系统等各个领域。



1. 一种耦合储氢单元的燃料电池，它由多个燃料电池单体叠加而成，每个燃料电池单体依次含有阴极流场板（1）、膜电极（3）和阳极流场板（4），在阴极流场板（1）和膜电极（3）以及膜电极（3）和阳极流场板（4）之间分别设有密封件（2），其特征在于：每两个燃料电池单体之间设有一个储氢单元（9），所述的储氢单元（9）内部有储氢腔体（19），该储氢腔体内部储存有储氢材料，所述的储氢单元（9）上设有氢气加注孔（20），储氢腔体（19）与氢气加注孔（20）之间通过腔体通道（18）相连通，储氢单元（9）上的氢气加注孔（20）与燃料电池单体上的氢气孔道（13）相连通，构成氢气通道。

2. 按照权利要求1所述的耦合储氢单元的燃料电池，其特征在于：所述的燃料电池为固体聚合物燃料电池。

3. 按照权利要求2所述的耦合储氢单元的燃料电池，其特征在于：所述的固体聚合物燃料电池为质子交换膜燃料电池或碱性膜燃料电池。

4. 一种耦合储氢单元的燃料电池，它由多个燃料电池单体叠加而成，每个燃料电池单体依次含有密封件（2）、膜电极（3）和密封件（2），其特征在于：在每两个燃料电池单体之间设有一个储氢单元（9），所述的储氢单元（9）内部有储氢腔体（19），该储氢腔体内部储存有储氢材料，储氢单元（9）上设有氢气加注孔（20），储氢腔体（19）与氢气加注孔（20）之间通过腔体通道（18）相连通，储氢单元（9）上的氢气加注孔（20）与燃料电池单体上的氢气孔道（13）相连通，构成氢气通道；所述的储氢单元（9）与膜电极（3）相接触的两个面上分别加工有空气流道（6）和氢气流道（7）。

5. 按照权利要求4所述的耦合储氢单元的燃料电池，其特征在于：所述的燃料电池为固体聚合物燃料电池。

6. 按照权利要求5所述的耦合储氢单元的燃料电池，其特征在于：所述的固体聚合物燃料电池为质子交换膜燃料电池或碱性膜燃料电池。

耦合储氢单元的燃料电池

技术领域

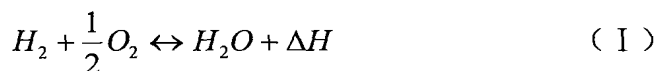
本发明是属于燃料电池领域，尤其是指使用氢气作为燃料的固体聚合物电解质燃料电池技术。

背景技术

燃料电池是一种将外部供给的燃料和氧化剂中的化学能转变成电能的连续发电装置。由于燃料电池功率密度和能量密度高，清洁高效，功率范围宽广，在微型电源、移动电源、车用发动机、固定电站等各个领域都有着广泛的应用前景，因此受到世界各国的广泛重视。美国、日本、加拿大、欧洲各国都在积极开发燃料电池技术，目前世界上几乎所有大汽车制造商都在开发燃料电池电动汽车。

目前的燃料电池技术主要根据电解质的不同分作几种类型，碱性燃料电池、磷酸燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、聚合物电解质燃料电池和固体氧化物燃料电池等。目前发展得比较成熟而且应用前景最为广泛的是聚合物电解质燃料电池（Polymer Electrolyte Fuel Cell, PEFC）。

燃料电池发电的过程中，除了提供电能以外，还会产生废热。以氢气/氧气作为燃料和氧化剂的燃料电池基本反应式为：



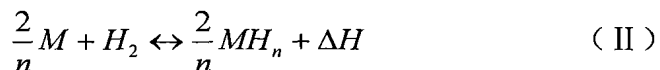
该反应为放热反应，如果生成的水为气态，该反应释放的热量为 241.8 kJ/mol，如果燃料电池单体的工作电压为 0.7V，则除了 135.4 kJ/mol 的反应热转化为电能外，将会有 106.4 kJ/mol 的反应热将以废热形式排出。对于高温燃料电池而言，这部分废热可以得到充分的利用，例如熔融碳酸盐燃料电池和固体氧化物燃料电池，操作温度可以达到 500~1000℃，燃料电池的废热可以用来为气体重整供热，也可以设计联合循环利用废热。对于 PEFC 而言，其操作温度较低，通常在 100℃ 以下（采用高温膜可以达到 180℃），废热的利用价值不高。对于家用 PEFC，可以通过水管理实现提供电力的同时提供家庭生活热水。对于其他应用场合，这部分废热就不得不排掉。事实上，PEFC 必须通过合适的散热设计来维持合适工作温度，否则电堆内部温度过高会导致燃料电池的失效，甚至造成危险。

PEFC 电堆的散热方式不外乎水冷和空冷两种，例如专利 W0006627A1, EP0833400A1, W00011745, EP0929112-A2 等，水冷电堆通过冷却水将电堆中的废热带出，再通过外部换热将热量带走，降温后的冷却水再循环入电堆；空冷电堆是通过将低温空气强制流经电堆带走废热。对于水冷式燃料电池，由于水的比热较大，冷却效果非常好，但是需要复杂的冷却水循环系统，增加了系统的复杂性。空冷燃料电池虽然没有复杂的水管理系统，系统相对简单，但是，由于空气比热小，必须采用大流量的空气进行散热，特别是大功率放电时。

然而，大流量的空气非常容易导致质子交换膜被吹干，特别是空气的入口处，而且，电堆的温度分布很不均匀，这也会影响燃料电池性能和寿命。空冷燃料电池的热管理特别重要，当电堆温度超过 50℃时，电池发电就变得非常困难。

传统的燃料电池结构如图 1 所示，燃料电池单体由带有空气流道 6 的阴极流场板 1、密封垫圈 2、膜电极 3、带有氢气流道 7 的阳极流场板 4 组装而成，为了将燃料电池产生的热量带出，在两个单体电池之间设置带有冷却流道 8 的冷却板 5，通常冷却流道 8 中的冷却剂为空气或水。冷却板 5 也可以与阴极流场板 1 或者阳极流场板 4 结合在一起构成双面带流道的双极板。很多空冷电堆将冷却板 5 省掉，直接利用阴极流场板 1 既提供燃料电池反应用的空气，又提供电堆冷却用的空气，这样的结构必须采用大流量的空气才能使电堆得到有效的冷却。但是，空气流量过大非常容易造成质子交换膜脱水，对电堆的长期稳定操作带来困难。

在一个完整的燃料电池系统中，除燃料电池电堆以外，还需要有氢气的储存单元。高压气瓶供氢是一种有效的氢气储存供应方式，但由于气瓶本身储氢量小，系统体积比能量低。液氢能量密度高，但是需要深冷保存，系统较为复杂。储氢合金是一种较为方便的燃料电池供氢方案，在很多中小型燃料电池系统中得到了应用。储氢合金在储氢和放氢过程中伴随有热量地交换过程，可以用下面的反应式表示：



储氢合金吸氢生成金属氢化物的反应为放热反应，放热量根据不同的储氢合金种类有所差别，例如 LaNi₅ 的储氢放热量是 30 kJ/mol H₂，Mg₂Cu 储氢放热量是 72.8 kJ/mol H₂。由于存在这样的放热、吸热过程，燃料电池系统中的储氢合金罐就必须考虑储氢、放氢过程中的热量管理。例如中国专利 ZL02244388.6 设计的笔记本电脑用燃料电池系统中，利用电脑主机的热量来供给储氢单元，放出氢气供给燃料电池；欧洲专利 EP0917225A1 报道的便携式燃料电池设备中利用燃料电池的热量来加热储氢单元以放出氢气。目前所能见到的公开文献中，对于燃料电池和储氢单元的热管理都是分别考虑的，既不利于降低燃料电池系统的内部功耗，提高效率，又不利于提高燃料电池的性能和寿命。而且，这样的系统储氢单元和燃料电池是分离的，系统能量密度不高。

发明内容

本发明的目的旨在提供一种耦合储氢单元的燃料电池，通过结构的耦合来同时实现储氢单元和燃料电池二者热量的耦合，既降低热量管理内耗，提高效率，又能使电池结构更加紧凑，提高系统能量密度。

本发明的技术方案如下：

本发明是一种耦合储氢单元的燃料电池，它由多个燃料电池单体叠加而成，每个燃料电池单体依次含有阴极流场板、膜电极和阳极流场板，在阴极流场板和膜电极以及膜电极

和阳极流场板之间分别设有密封件，其特征在于：每两个燃料电池单体之间设有一个储氢单元，所述的储氢单元内部有储氢腔体，储氢腔体内部储存有储氢材料，储氢单元上设有氢气加注孔，储氢腔体与氢气加注孔之间通过腔体通道相连通，储氢单元上的氢气加注孔与燃料电池单体上的氢气孔道相连通，构成氢气通道。

本发明提供的另一种耦合储氢单元的燃料电池，它由多个燃料电池单体叠加而成，每个燃料电池单体依次含有密封件、膜电极和密封件，其特征在于：在每两个燃料电池单体之间设有一个储氢单元，所述的储氢单元内部有储氢腔体，内部储存有储氢材料，储氢单元上设有氢气加注孔，储氢腔体与氢气加注孔之间通过腔体通道相连通，储氢单元上的氢气加注孔与燃料电池单体上的氢气孔道相连通，构成氢气通道；所述的储氢单元与燃料电池膜电极相接触的两个面上分别加工有空气流道和氢气流道。

本发明耦合储氢单元的燃料电池为固体聚合物燃料电池，尤指质子交换膜燃料电池或碱性膜燃料电池。

本发明与现有技术相比，具有一下优点及突出性效果：①利用储氢单元放氢吸热和燃料电池发电放热的特性，用储氢单元来进行燃料电池的热管理，能够使空冷燃料电池空气流量大大降低，既能避免膜电极被吹干导致性能衰减的问题，又能简化燃料电池热管理，提高燃料电池稳定性。②储氢单元与燃料电池的耦合解决了燃料电池热管理的同时也解决了储氢单元在氢气充放循环中的热管理问题。放氢过程能够吸收燃料电池的热量使氢气能够更好的释放，吸氢过程释放的热量也可以通过燃料电池空气供应装置将热量带走，而不必采用传统储氢容器所使用的散热片，减小了储氢容器的体积。③储氢单元与燃料电池在结构和热量上的耦合能够使系统变得更加紧凑，体积大大减小，同时又减小了空气供应装置的功耗，从而提高燃料电池系统的功率密度和能量密度。

附图说明

图 1 是传统燃料电池电堆的结构示意图。

图 2 是本发明耦合储氢单元的燃料电池结构。

图 3a) 是图 2 中所示的阳极流场板 4 的立体图。

图 3b) 阳极流场板 4 的左视图。

图 4a) 是图 2 中所示的储氢单元 9 的立体图；

图 4b) 是图 4a) 中储氢单元 9 沿 ABC 面的剖视图。

图 5 是本发明耦合储氢单元的燃料电池的另一种结构图。

图 6a) 是图 5 所示中储氢单元 9 的立体图。

图 6b) 是图 6a) 中储氢单元 9 的左视图。

图 6c) 是图 6a) 中储氢单元 9 沿 DEF 面的剖视图。

附图标记：1—阴极流场板；2—密封件；3—膜电极；4—阳极流场板；5—冷却板；6—空气流道；7—氢气流道；8—冷却流道；9—储氢单元；10—外接氢气接口；11—选通阀；

12—压力表；13—氢气孔道；14—截止阀；15—减压阀；16—燃料电池氢气入口孔；17—燃料电池氢气出口孔；18—腔体通道；19—储氢腔体；20—氢气加注孔；21—阳极端板。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的结构和具体实施方式作进一步的说明。

图2为本发明提供的一种耦合储氢单元的燃料电池结构示意图，该燃料电池由多个燃料电池单体叠加而成，每两个燃料电池单体之间设有一个储氢单元9；每个燃料电池单体包含阴极流场板1、密封件2、膜电极3、阳极流场板4，在这些组件上都有氢气孔道13、燃料电池氢气入口孔16以及燃料电池氢气出口孔17。储氢单元9设计为能够与燃料电池装配在一起，置于两个燃料电池单体之间，即传统水冷或空冷燃料电池的冷却板位置。储氢单元9上有氢气加注孔20，与燃料电池单体上的氢气孔道13相同。燃料电池单体与储氢单元9叠加组装在一起后，燃料电池单体上的氢气孔道13与储氢单元9上的氢气加注孔20连通构成氢气进出储氢单元9内部储氢腔体的氢气管道。在燃料电池外部，布置有加氢所需的部件，包括外接氢气接口10、选通阀11、压力表12、截止阀14、减压阀15等。加氢过程中，将外部氢源与外接氢气接口10相连，将选通阀11旋到充氢端，即可为储氢单元9充氢，氢气经过氢气孔道13、氢气加注孔20进入储氢单元9，储存在储氢腔体19中存放的储氢材料中，压力表12能够显示充氢压力。所用的储氢材料为所有具备储氢放热、放氢吸热特性的储氢材料，例如Mg系、La系、Mm系、Ti系储氢合金、储氢碳材料或其他储氢材料。充氢过程结束后，将选通阀11旋至放氢侧，此时储氢单元9就与燃料电池氢气供应侧连通。燃料电池工作时，旋开截止阀14，储氢单元9中储存的氢气经过减压阀15后，压力降低到适合燃料电池工作，经过燃料电池氢气入口孔16进入阳极流场板4中的氢气流道7，供应给燃料电池膜电极3发电，反应剩余的氢气经过燃料电池氢气出口孔17排出燃料电池。此时，处于工作状态的燃料电池膜电极3会释放出热量，这部分废热正好可以被处于放氢状态的储氢单元9吸收，既满足了燃料电池散热的需要，也满足了储氢单元放氢吸热的需要，从而起到有效的燃料电池与储氢单元的热量耦合。虽然反应式(II)的放氢过程不足以完全吸收反应式(I)所释放的反应废热，但是，考虑到空气经过燃料电池要带走热量，通过调整阴极空气过量系数，可以非常方便的实现燃料电池的温度控制。外部风扇只需要提供燃料电池反应所需的少量空气即可满足燃料电池发电的需要，不必使用大流量的空气来为燃料电池散热，从而避免了大流量空气带来的膜电极吹干等问题。

上述燃料电池采用固体聚合物燃料电池，所述的固体聚合物燃料电池为质子交换膜燃料电池或碱性膜燃料电池等。

图5是本发明提供的耦合储氢单元的燃料电池的另一种结构示意图。它由多个燃料电池单体叠加而成，每个燃料电池单体依次含有密封件2、膜电极3和密封件2，并在每两个燃料电池单体之间设有一个储氢单元9，储氢单元9表面加工有氢气流道7和空气流道6。储氢单元9既起到了氢气储存器的作用，又起到了分隔氢气和空气、导通电子的双极板

作用，同时，它还发挥了燃料电池热管理的作用。这种燃料电池结构更加简单紧凑，具有更高的能量密度。充氢时，氢气经由外界充氢接口 10、选通阀 11、氢气孔道 13、氢气加注孔 20 和储氢单元上的腔体通道 18 进入到储氢单元 9 内部，储存在储氢腔体 19 内的储氢材料中；放氢时，将选通阀 11 旋至放氢侧，氢气充储氢腔体 19 内部的储氢材料中释放出来，经由腔体通道 18、氢气加注孔 20、氢气孔道 13、选通阀 11、截止阀 14、减压阀 15、燃料电池氢气入口 16 而进入储氢单元 9 上加工的氢气流道 7 中，在与储氢单元 9 相接触的燃料电池膜电极 3 的阳极表面发生电化学氧化反应，同时空气经由储氢单元 9 上加工的空气流道 6 在膜电极 3 的阴极表面发生电化学还原反应而发电。反应剩余的氢气经由燃料电池氢气出口 17 排出燃料电池。这种结构中没有阴极流场板 1 和阳极流场板 4，结构更为紧凑，热管理更加直接，使得系统具有更高的能量密度。

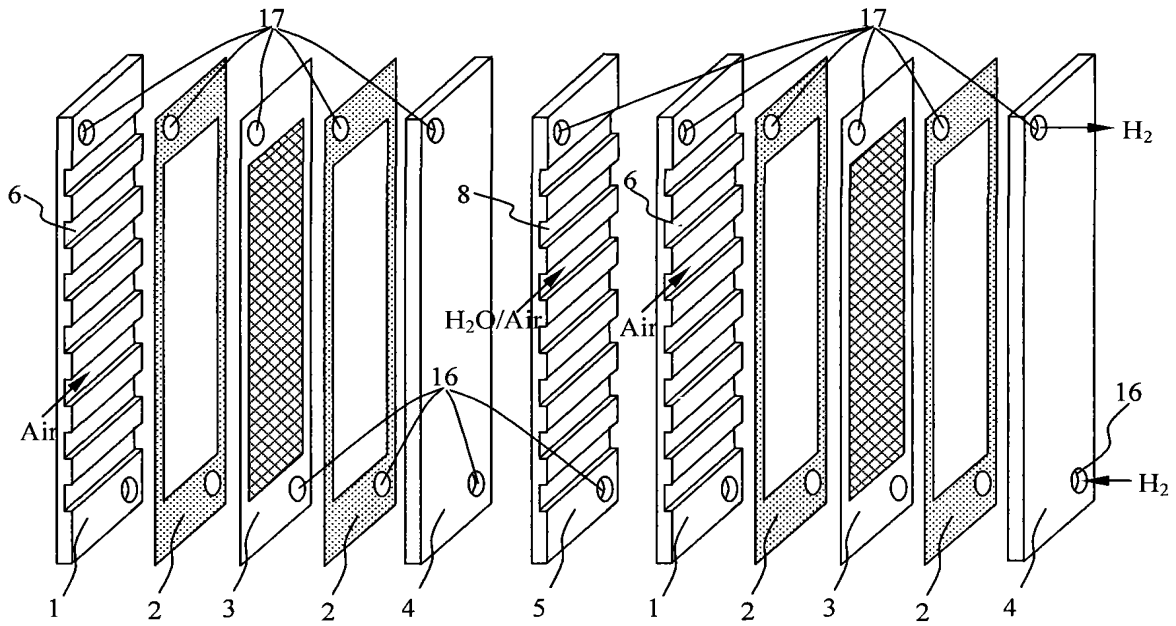


图 1

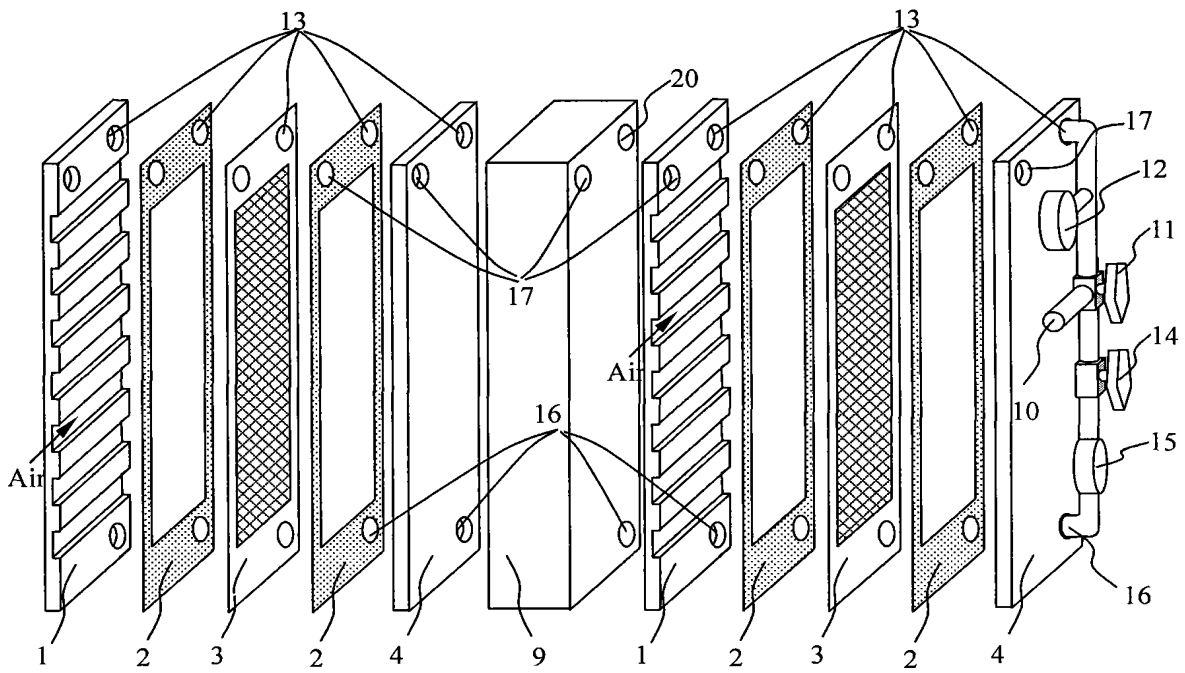


图 2

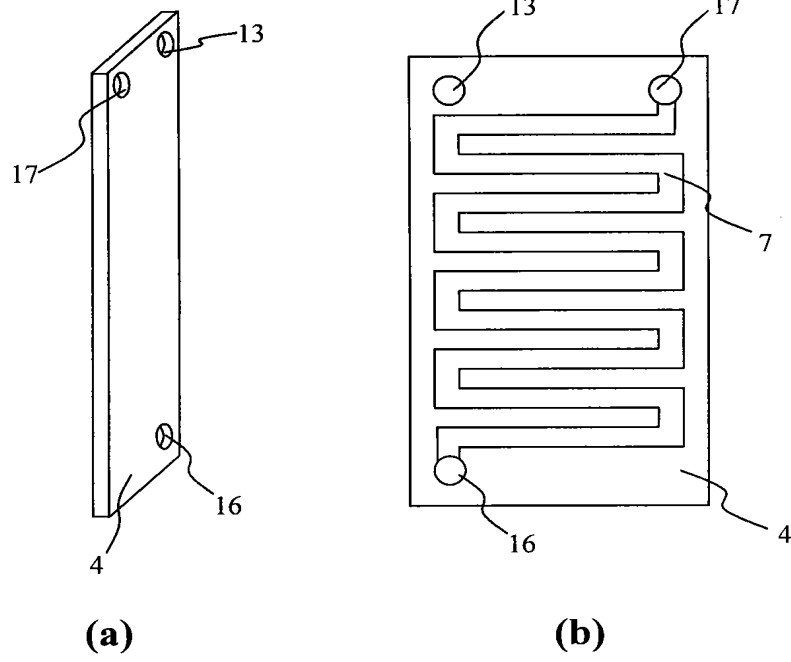


图 3

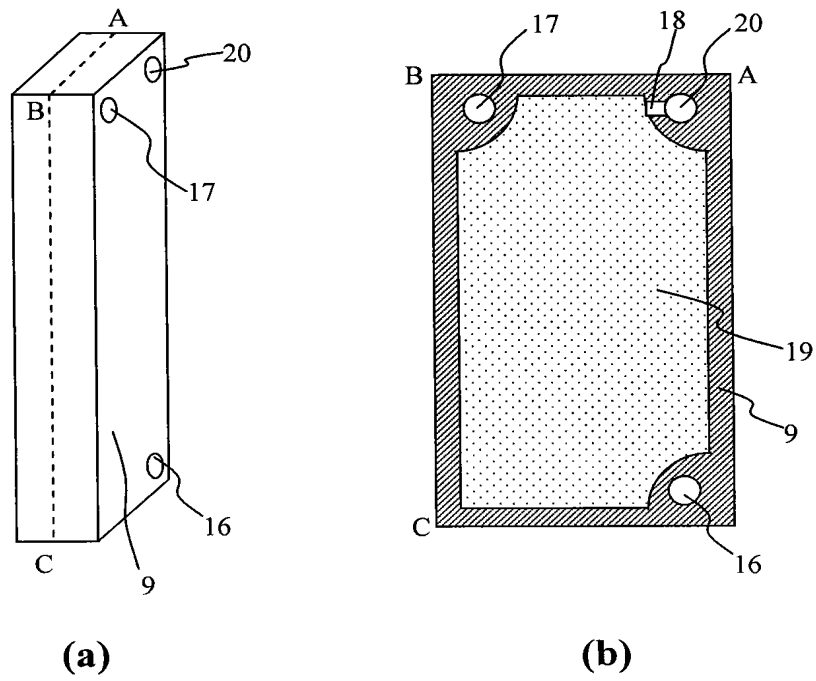


图 4

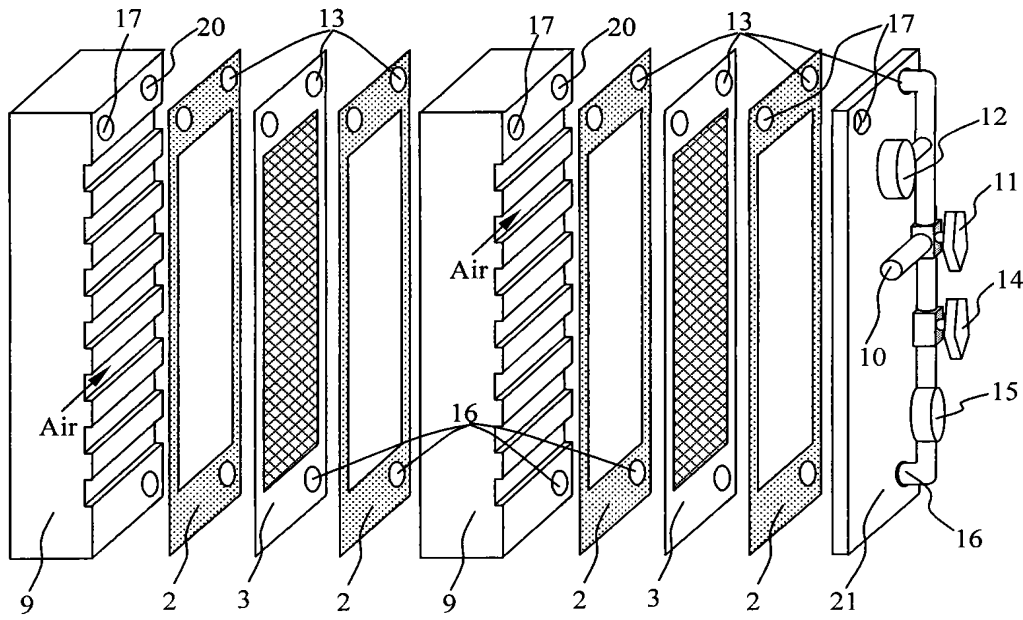


图 5

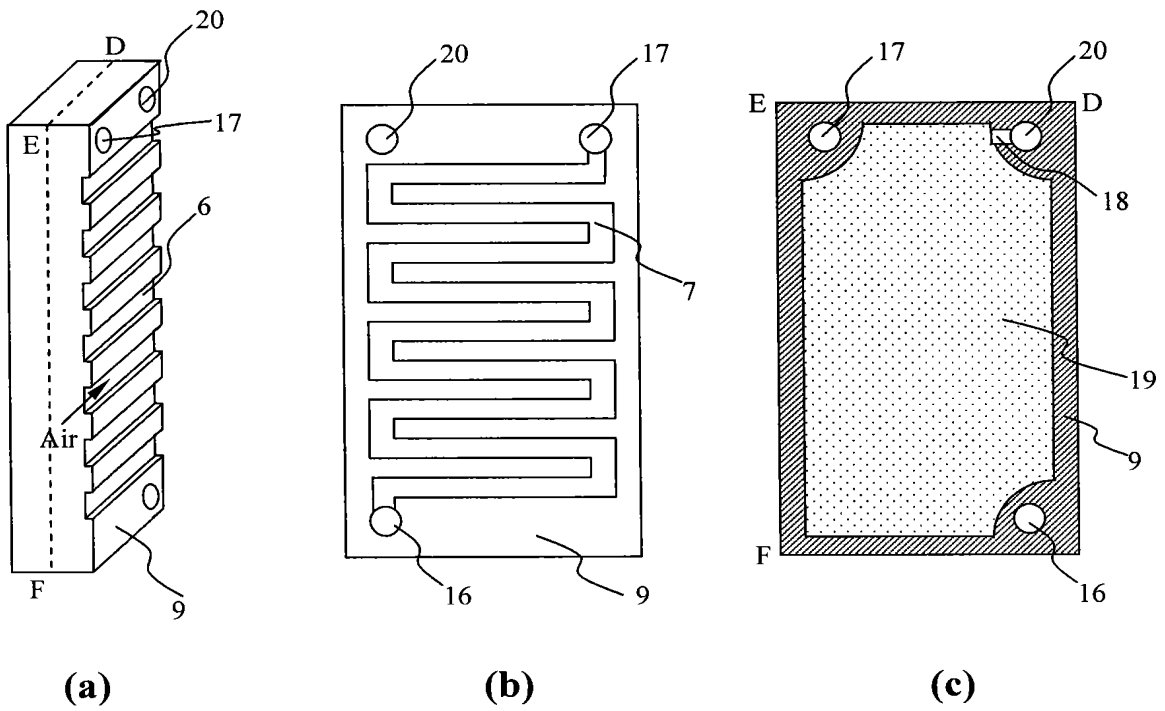


图 6