



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1966777 B

(45) 授权公告日 2011.01.19

(21) 申请号 200510110421.0

EP 1489675 A2, 2004.12.22, 全文.

(22) 申请日 2005.11.17

US 6122909 A, 2000.09.26, 全文.

(73) 专利权人 上海空间电源研究所
地址 200233 上海市苍梧路 388 号

审查员 童晓晨

(72) 发明人 王东 张新荣 张伟 郭振波
刘向 王涛

(74) 专利代理机构 上海航天局专利中心 31107
代理人 金家山

(51) Int. Cl.
G25B 1/10 (2006.01)

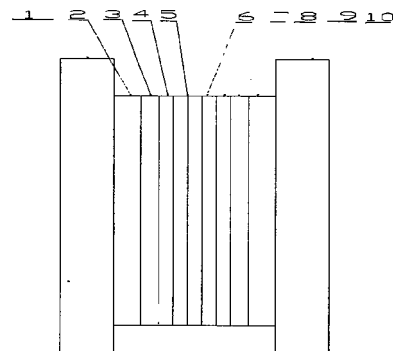
(56) 对比文件
CN 2643491 Y, 2004.09.22, 全文.
US 6833207 B2, 2004.12.21, 全文.
CN 1446383 A, 2003.10.01, 全文.
CN 1519394 A, 2004.08.11, 全文.
WO 2005/028709 A1, 2005.03.31, 全文.

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称
质子交换膜电解水装置

(57) 摘要

本发明公开了一种质子交换膜电解水装置, 为燃料电池提供高纯氢气和氧气, 依次包括: 前端板, 扩散板, 导电板, 前特殊板, 氢氧流场板, 膜电极, 后特殊板, 缓冲板, 后端板等单元, 每个单元为圆型耐压结构。水和气体流场板和导电板采用钛合金和其他耐蚀合金, 膜电极扩散层采用碳纸或碳布, 膜电极为质子交换膜和复合铂金催化剂经热压成型的高活性零极距电极。本发明工作介质为纯水, 对环境没有污染, 可循环使用, 产生的氢气和氧气纯度高, 无需繁琐的净化处理。本发明与燃料电池相结合形成高比能量的可再生燃料电池贮能系统, 可应用于各类航天航空飞行器的主电源系统或动力系统。



1. 一种质子交换膜电解水装置,其特征在于,该装置包括:前端板,用于定位;其后依顺序设置有扩散板,提供电解水分布到各流场板流道;前导电板,连接外部电源,提供电解水所需电能;前特殊板,提供水和气均匀分布的通道;膜电极,是电解水装置中电化学反应生成氢气和氧气的场所;氢氧流场板,提供电解水和产生气体分布的通道;后特殊板,提供水和气均匀分布的通道;后导电板,连接外部电源,提供电解水所需电能;缓冲板,用于绝缘、缓存压力和支撑;后盖板,用于最后定位,其上有定位孔,用金属螺杆锁紧固定各单元。

2. 根据权利要求书 1 所述的质子交换膜电解水装置,其特征在于:所述的前特殊板、氢氧流场板、后特殊板和前导电板、后导电板材料为金属钛合金;前、后盖板为铝合金材料;扩散板和缓冲板为电绝缘的聚碳酸酯材料。

3. 根据权利要求书 1 或 2 所述的质子交换膜电解水装置,其特征在于:所述的氢氧流场板双面设置有流道沟槽、流道、导流槽和密封槽,以及电解水、气体进出口方形通孔,流场板厚 1 ~ 4mm,流道深 0.3 ~ 0.6mm,宽 0.5 ~ 1.0mm。

4. 根据权利要求书 1 所述的质子交换膜电解水装置,其特征在于:所述的膜电极是由扩散层、催化剂层和质子交换膜三部份热压成型的零极距电极;所述扩散层由碳纸和憎水剂聚四氟乙烯或偏氟乙烯制备组成;所述催化剂层由铂金或碳载铂催化剂或多元合金耐氧腐蚀催化剂,聚四氟乙烯或偏氟乙烯和质子导体全氟磺酸离子交换树脂制备组成;质子交换膜为全氟磺酸离子交换膜。

质子交换膜电解水装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电解装置,尤其是一种质子交换膜电解水装置。

背景技术

[0002] 燃料电池是一种将氢和氧的化学能直接转化为电能电化学反应装置,只要不间断地供应氢气和氧气,发电系统就可以连续地提供电能,其反应产物仅为纯净水。在飞行时间不长的空间飞行器上,氢氧来源可以由液氢和液氧气化提供。但对于执行长期任务的空间飞行器,由于体积和重量的限制,则不可能携带大量的液氢和液氧。而采用太阳能电池电解燃料电池发电生成的水制取氢气和氧气,就可以长期反复供应氢气和氧气。这种利用太阳能电解水制取氢气和氧气,再将氢气和氧气通过燃料电池电化学反应产生电能的闭路循环系统称之为可再生燃料电池发电系统。它具有比能量高,循环寿命长,可连续大电流放电等优点,与太阳电池阵构成的电源系统,可以保证空间飞行器不论是在受到太阳照射期间,还是在进入地球阴影期,都能够不受限制地获得电能。因此,由氢氧燃料电池技术和水电解技术结合产生的可再生燃料电池发电系统是目前各类新型航天航空飞行器主电源系统或动力系统的首选。

[0003] 目前公知的水电解技术采用一种碱性石棉膜水电解器,其不足之处是,不仅电解效率低,而且由于这种装置的电解质腐蚀性强,对环境造成污染,同时产生氢气纯度低,需要通过繁琐的净化处理工艺,才能应用。

发明内容

[0004] 为了克服目前公知的碱性石棉膜水电解器的不足,本发明提供一种质子交换膜电解水装置,能够通过电解水制取氢气和氧气为燃料电池提供反应气体,具有电解耗电少,所制取的氢气和氧气纯度高,无需繁琐后续净化处理技术便可直接应用的特点,从而达到组合可形成具有高比能量特性可再生燃料电池发电系统的目的。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是提供一种质子交换膜电解水装置,该装置包括:前端板,用于定位;然后依顺序设置扩散板,将电解水均匀分布到各流场板流道;前导电板,外部电源通过其提供电解水所需电能;前特殊板,提供水和气均匀分布的通道;膜电极,是电解水装置中电化学反应生成氢气合氧气的场所;氢氧流场板,提供电解水和产生气体分布的通道,水经过流场板流道均匀分布到膜电极扩散层,在阳极催化剂层电解;后特殊板,提供水和气均匀分布的通道;后导电板,外部电源通过其提供电解水所需电能;缓冲板,起绝缘、缓存压力和支撑作用;最后用后端板定位;其定位孔保证了集成时各单元的工整对应,各单元集成时采用高弹性硅橡胶进行整体线密封,最后用金属螺杆锁紧固定。

[0006] 本发明质子交换膜电解水装置作为可再生燃料电池空间电源系统的关键单机,能够通过电解水制取氢气和氧气为燃料电池提供反应气体。与目前公知的碱性石棉膜水电解器相比较,其有益效果是,工作介质为纯水,对环境无污染,并可循环使用,产生的氢气和氧

气纯度高,无需繁琐的净化处理。本发明可应用于各类航天、航空飞行器的主电源系统或动力系统。

附图说明

- [0007] 图 1 为本发明质子交换膜电解水装置立体图。
- [0008] 图 2 为本发明质子交换膜电解水装置平面图。
- [0009] 包括:前端板 1、扩散板 2、前导电板 3、前特殊板 4、膜电极 (MEA) 5、氢氧流场板 6、后特殊板 7、后导电板 8、缓冲板 9、后端板 10。
- [0010] 图 3 为本发明图 2 中前、后端板原理结构图。
- [0011] 图 4 为本发明图 2 中缓冲板原理结构图。
- [0012] 图 5 为本发明图 2 中前、后导电板原理结构图。
- [0013] 图 6 为本发明图 2 中氢氧流场板原理结构图。
- [0014] 图 7 为本发明图 2 中前、后特殊板原理结构图。
- [0015] 图 8 为本发明质子交换膜电解水装置测试性能效果。

具体实施方式

- [0016] 下面结合附图对本发明作进一步详细的说明。
- [0017] 图 1 为本发明质子交换膜电解水装置立体图。
- [0018] 图 2 为本发明质子交换膜电解水装置平面图。本发明装置由前到后依次由前端板 1、扩散板 2、前导电板 3、前特殊板 4、膜电极 5、氢氧流场板 6、后特殊板 7、后导电板 8、缓冲板 9、后端板 10 组成。
- [0019] 质子交换膜电解水装置中各单元为圆形耐压结构,采用复极式集成结构进行组装,电解槽各单元部分采用硅橡胶实现整体线密封。首先是前端板 1 定位,然后如图 2 所示依顺序定位各单元,扩散板 2、前导电板 3、前特殊板 4、膜电极 5、氢氧流场板 6、后特殊板 7、后导电板 8、缓冲板 9,最后定位后端板 10,其中定位孔保证了集成时各单元的工整对应,各单元集成时采用高弹性硅橡胶进行整体线密封,最后用金属螺杆锁紧固定该装置,如图 1 所示。
- [0020] 本发明质子交换膜电解水装置中,前特殊板 4、氢氧流场板 6、后特殊板 7 和前导电板 3、后导电板 8 采用金属钛合金或其他耐蚀合金制作。前、后端板 (1、10) 采用铝合金材料制作,扩散板 2 和缓冲板 9 采用电绝缘的聚碳酸酯材料。
- [0021] 膜电极 5 是典型的多孔气体扩散电极,由扩散层、催化剂层和 PEM (质子交换膜) 三部份热压成型的高活性零极距电极,是电解水装置中电化学反应生成氢气和氧气的场所,该结构膜电极电解效率高。膜电极的扩散层由碳纸和憎水剂聚四氟乙烯或偏氟乙烯制备组成,起支撑、扩散气体及集流作用;催化剂层由电催化剂 (氢电极为铂金或碳载铂催化剂,氧电极为多元合金耐氧腐蚀催化剂)、聚四氟乙烯或偏氟乙烯和质子导体 (全氟磺酸离子交换树脂) 制备组成;质子交换膜 (PEM) 为全氟磺酸离子交换膜。
- [0022] 图 3 是水电解装置前、后端板 (1、10) 的结构,其中,电解水进出口,气体出口全部在前端板上,水由阳极室进入电解槽,电解后生成氧气随剩余水带出电解槽,出口接入水槽,水循环利用,氢气和氧气经水气分离装置脱水干燥后供燃料电池直接使用。

[0023] 图 4 左为扩散板 2 的结构,是电解水扩散到阳极室的通道,水由扩散板均匀分布到各流场板流道,再流经膜电极的扩散层阳极反应区参与电化学反应。图 4 右为后缓冲板 10 的结构,起绝缘、缓存压力和支撑作用。

[0024] 图 5 所示为前、后导电板 (3、8) 的结构,采用钛合金或其它耐蚀高导电合金,外部电源通过其提供电解水所需电能。

[0025] 图 6 所示为氢氧流场板 6 的结构,其水氧面为阳极板、氢面为阴极板,阳极板和阴极板采用 1~4mm 厚的钛合金或其他耐蚀合金板材,提供电解水和产生气体分布的通道。阳极板和阴极板双面都有有流道沟槽,加工过程中先在金属板加工出沟槽、流道、导流槽和密封槽部分,随后再加工出电解水、气体进出口方形通孔。本装置的氢氧流场板 6 设计为线形流道,流道深 0.3~0.6mm,宽 0.5~1.0mm。在通电情况下,水经过流场板流道均匀分布到膜电极扩散层,在阳极催化剂层电解。

[0026] 图 7 所示为前、后特殊板 (4、7) 的结构,也起到阳极板和阴极板的作用,不同之处是单面有流道沟槽,另一面为平面结构,同样是提供水和气均匀分布的通道。

[0027] 本发明质子交换膜电解水装置工作原理:首先将超纯水(去离子水,电阻率 $>1\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$)送入储水槽,通过水泵输送或水在压差作用下自动进入电解槽阳极,在外部通电条件下,水经过流场板进入膜电极碳纸或碳布扩散层,在阳极催化剂层分解,电解形成的负氧离子在阳极释放电子,形成氧气,从阳极室排出,携带部分水再次循环回到水槽,氧气可以采用高效水气分离装置脱水干燥后直接使用。超纯水在阳极分解产生的质子以水合离子(H_3O^+)的形式,通过质子交换膜到达阴极得到电子形成氢气,从阴极室排出经水气分离干燥后便可直接使用。

[0028] 电解器发生的反应如下:

[0029] 阳极: $4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2$

[0030] 阴极: $2\text{H}_2\text{O} + \text{电能} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

[0031]

[0032] 整体: $2\text{H}_2\text{O} + \text{电能} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

[0033] 本发明的特点:采用质子交换膜作为固体电解质高直接电解纯水,膜电极制备采用类似燃料电池膜电极成型工艺,密封结构采用高弹性硅橡胶密封材料实现整体线密封。流场板流道设计充分保证电解所需水在整个膜电极表面均匀分配,并有利于反应产物氢气和氧气排放,所生成氢气和氧气均有较高工作压力(0.3~0.4Mpa),可直接供给燃料电池工作。所采用流场板材料耐蚀能力强,使用寿命长,能够确保电解水装置长期稳定工作。

[0034] 本发明的优点:水电解器采用质子交换膜作为固体电解质,直接使用高纯水进行电解,不存在传统的碱性电解质腐蚀问题,对环境没有污染,可以循环使用。纯水产生氢气纯度高,无需繁琐的净化处理技术可以直接应用。膜电极采用质子交换膜和铂金或金属氧化物复合催化剂热压成型,可以有效降低电极极化过电位,实现高电流密度下的低电解电压,提高电解效率,是一种高效催化电极。质子交换膜水电解装置和燃料电池的结合所形成的可再生燃料电池系统是目前比能量最高的化学储能电源系统。

[0035] 主要性能指标:室温快速启动,在 30s 内质子交换膜电解水装置可以产生 0.3~0.4Mpa 的高纯氢气和氧气,电流效率 $>90\%$,单电池电解电压在 300~400mA/cm² 工作电流密度下小于 2.0V,累积运行 1000h 无故障发生。

[0036] 图 8 所示本发明装置的测试性能图,采用上述质子交换膜电解水装置和膜电极装配集成三对电解槽,测试条件为:稳流稳压源供电,水槽自动循环供水,超纯净水(去离子水,电阻率 $1\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$),室温工作。质子交换膜电解水装置工作时产氢气流量为 $2.45\sim 2.8\text{L}/\text{min}$,氧气为 $1.2\sim 1.4\text{L}/\text{min}$,气体压力 $0.3\sim 0.4\text{MPa}$,电流密度为 $350\sim 400\text{mA}/\text{cm}^2$,单片电解电压小于 2.0V 。

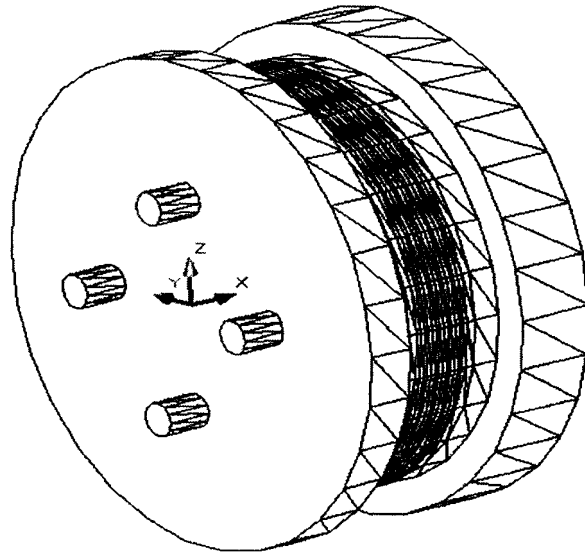


图 1

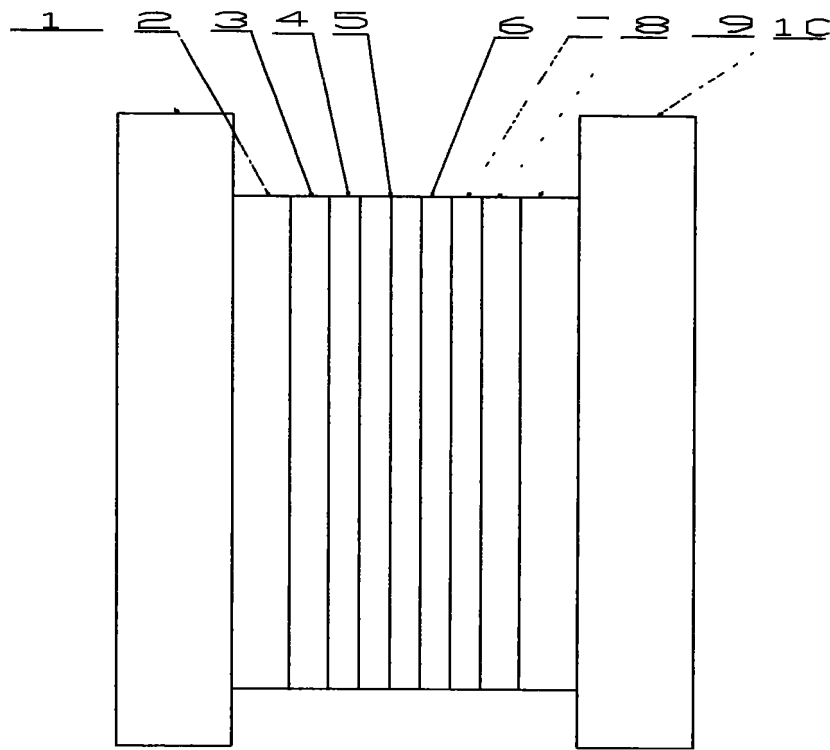


图 2

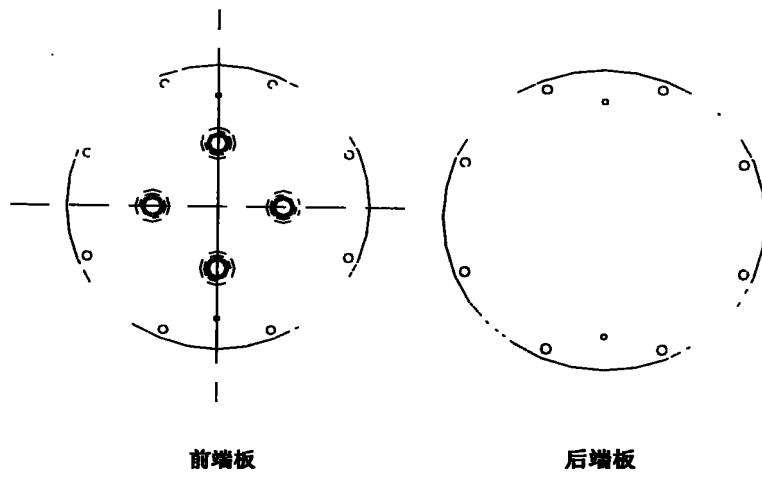


图 3

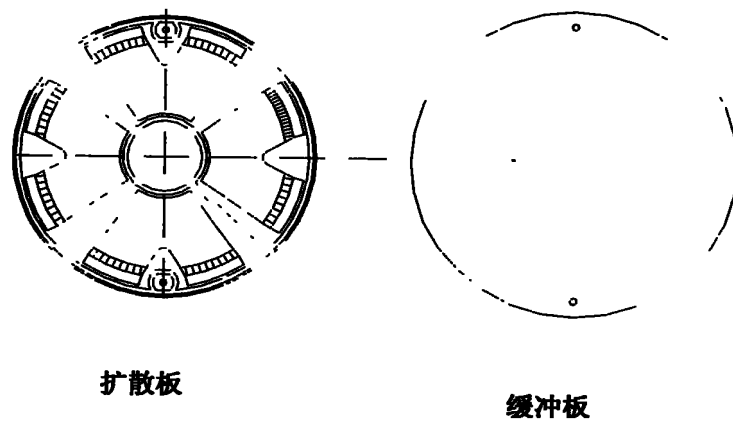


图 4

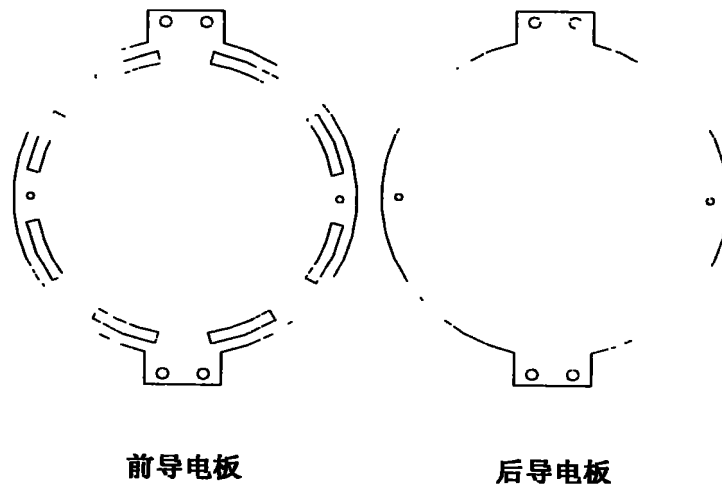


图 5

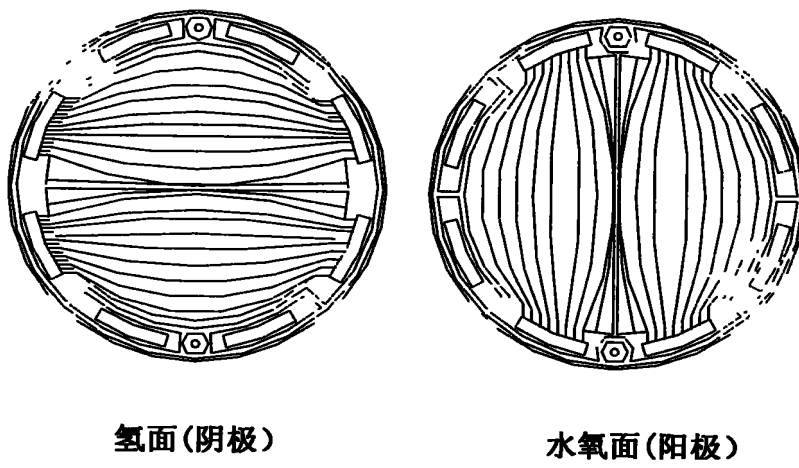
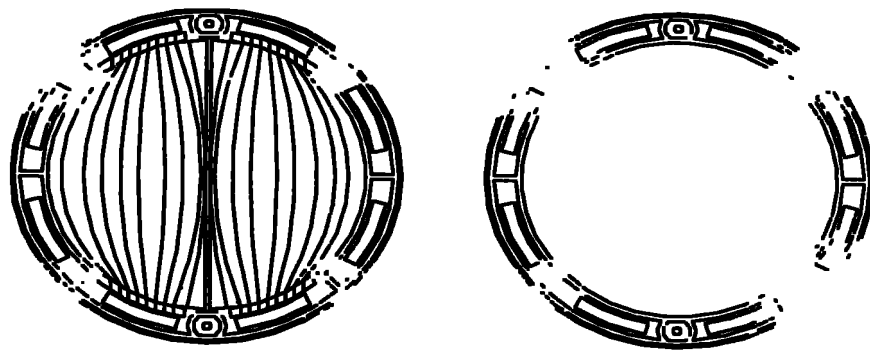
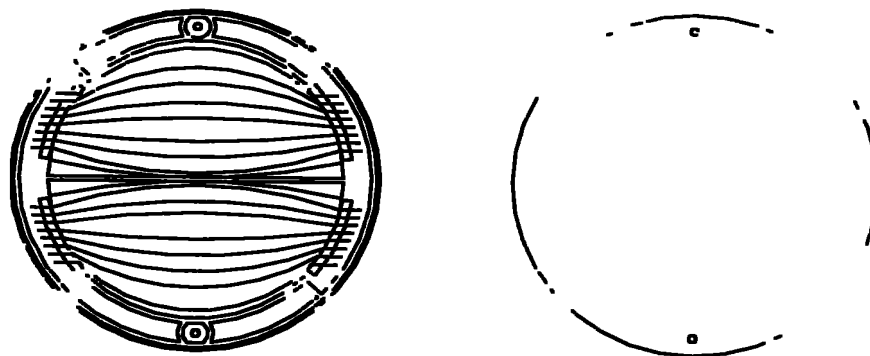


图 6



前特殊板



后特殊盲板

图 7

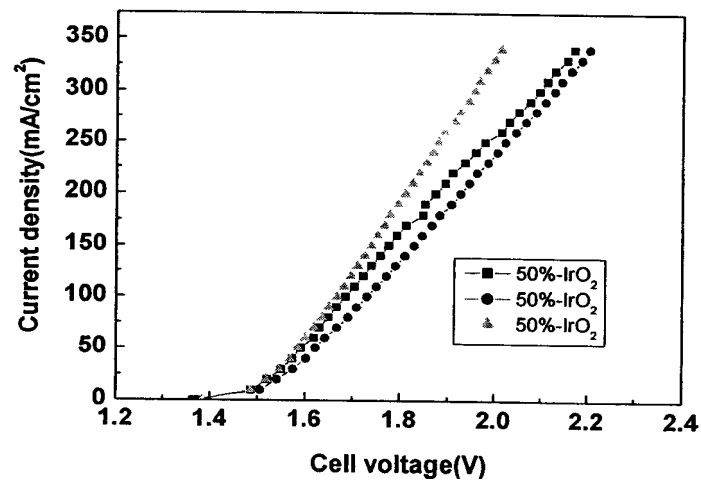


图 8