



材料技术摘要

Pajarito Powder LLC生产低铂燃料电池需要的,并能改善性能和延长电池耐久性的材料。这些材料主要用于燃料电池电动车辆 (FCEV)。目前, Pajarito主要生产两组产品:

用于汽车行业的工程碳支撑 (ECS) 材料,与现有的催化剂支撑系统相比,其性能和耐久性明显提高。这对于成本敏感的FCEV制造至关重要。无贵金属 (PMF) 催化剂,适用于需要以最低的每千瓦的价格去到达所需要的性能和可靠的耐用性。

Pajarito的材料改进了燃料电池催化剂的几个关键性能指标:

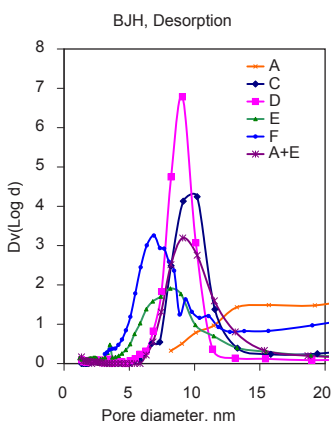
活性 - 即使铂含量低, ECS催化剂优于铂碳 (PT / C) 催化剂的性能, 特别是在长时间使用中保持活性: 0.3V AT 0.1mg Pt/CM² AND OCV EXCEEDING 0.94V. PMF产品可以实现中等的功率密度,但完全不含铂。

耐久性 - 经过优化的材料可抵抗碳腐蚀。与标准铂碳催化剂相比,基于工程碳支撑 (ECS) 材料的催化剂在寿命结束时显示出高得多的工作性能。ECS EOL: 0.12A/CM² VS COMMERCIAL EOL 0.05A/CM² @0.8V

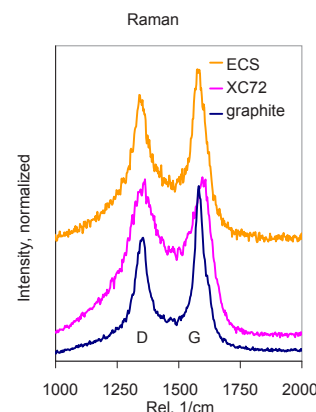
稳定性 - 工程碳支撑 (ECS) 和无贵金属 (PMF) 两种材料都具有长期稳定性。PMF 催化剂实现超过120小时的连续操作。

我们的材料来自VariPore™制造平台; 根据客户需求,系统能够定制和通过控制碳的多孔性和颗粒尺寸去最佳优化催化剂。将催化剂作为一个整体系统处理,我们解决了传统上碳载体缺乏工程化的缺点,使用先进的材料和工艺来改善活性,耐久性和稳定性。图A1方,显示孔径是可调的,并且显示了比常规碳支撑系统更好的孔径控制。图A2方图显示了针对耐腐蚀性而开发的石墨化增加处理工艺, G / D比率很接近标准的石墨的 700m² / g。

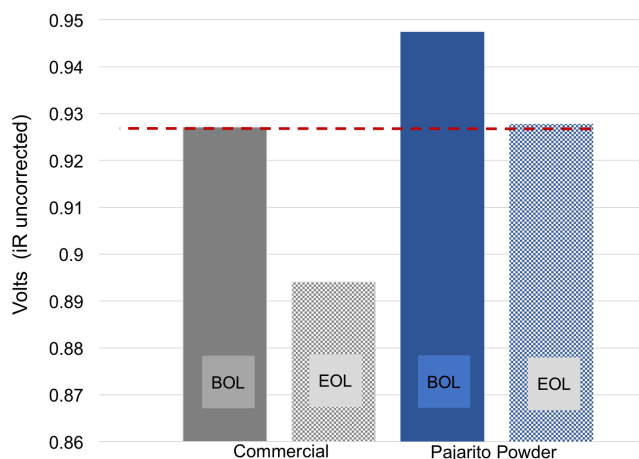
图A1



图A2



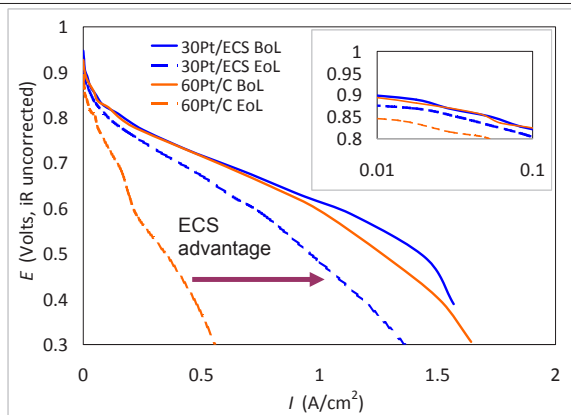
图B



工程碳支持 (ECS)

Pajarito的工程碳载体专门为苛刻的汽车燃料电池应用而设计: 高要求的铂催化性能 (活性) 与高的耐碳腐蚀 (耐久性) 和高的铂分散性 (稳定性), 同时需要低的成本. 我们的设计考虑到所需要的铂含量, 制造载体材料的前体以及合成方法. ECS材料在比常规标准配方低得多的铂负载下提供了关键的性能改进. 在传统催化剂配方中, 铂开始腐蚀, 影响系统的功率和寿命. 在Pajarito的ECS上开发的催化剂极大改善了寿命终止 (EoL) 时的性能 (在一些情况下超过行业标准配方的开始寿命 (BoL) 时的性能), 即使在低铂的情况下. 我们的材料生产成本低, 可以容易地进行大批量生产. 这两者都是广泛采用燃料电池所必需的条件. 图B说明, 与通常的工业标准的催化剂相比, 在寿命终止 (EOL) 时, Pajarito产品展示了更高的开路电压 (OCV) 性能. 图C表明, 在汽车工业标准的加速应力测试之后, 30wt%Pt -Pajarito碳载体的性能超过了60wt%Pt-常规碳载体。

图C



图B 和图C

电极结构: XL Nafion, 45wt% 1100 EW ionomer, 29BC GDL

阴极: 0.1mg Pt/cm² 催化剂 阳极: 0.05mgPt/cm²

操作: 100%RH, 1.5H₂2.5 空气, P=2bar_g

EOL: 经过5000次循环的1-1.5V碳腐蚀加速试验

无贵金属 (PMF) 催化剂

Pajarito拥有世界领先的无PGM催化剂的专利配方和专有的制造工艺.产品具有高表面积,均匀的结构,低的杂质含量.它实现在空气中连续操作的稳定性和优异的耐久性.图D(右侧),反映了两年内电流密度的改进.在OCV为0.957V,0.8V电流密度改善超过0.1安培/cm²,虽然比常规铂碳催化剂的活性低,但是完全不含PGM的催化剂的快速改进,为近期中等功率密度的应用提供了低成本的催化剂解决方案.长期来看,随着功率密度的提高,完全有可能替代贵金属催化剂.有机前体是制造Pajarito碳的基本构件,用VariPore™方法,我们开发出了高相对活性的,具有特别的稳定性和良好的耐久性的特殊材料,并且制造成本显著低于铂基催化剂。

经过大量的努力,我们发现了稳定的非贵金属氧还原催化剂的活性位点. Pajarito已经制造出具有前所未有的性能和稳定性的无贵金属催化剂.图E(右下)显示了PMF催化剂在>100小时的测试中的稳定性。

专利和知识产权

Pajarito的制造技术,催化剂和工程碳涵盖了美国和国际专利.包括:

7,678,728 (美国) 9,425,464 (美国) 2013290185 (澳大利亚)
8,252,711 (美国) 9,570,761 (美国)

公司的知识产权是与美国领先的大学和国家实验室联合开发的,并得到美国能源部的部分支持.Pajarito的知识产权和专利组合超过了(已发布和待审)50个美国和国际专利 已发表论文的例子:

1. 用于燃料电池应用的高度稳定的无贵金属的阴极催化剂.
2. 使用环境压力XPS观察到的 氧结合Fe-N-C ORR电催化剂的活性位点.
3. 对Fe-N-C电催化剂中酸还原氧活性位点性质的光谱了解
4. 不含PGM的Fe-N-C催化剂氧还原反应:催化剂层设计
5. Fe-N-C催化剂高活性的氧还原的结构和机理基础
6. 二氧化硅形态对于氧还原的硬模板化,非贵金属催化剂的结构的影响
7. 使用非贵金属催化剂的低温燃料电池电极的建模

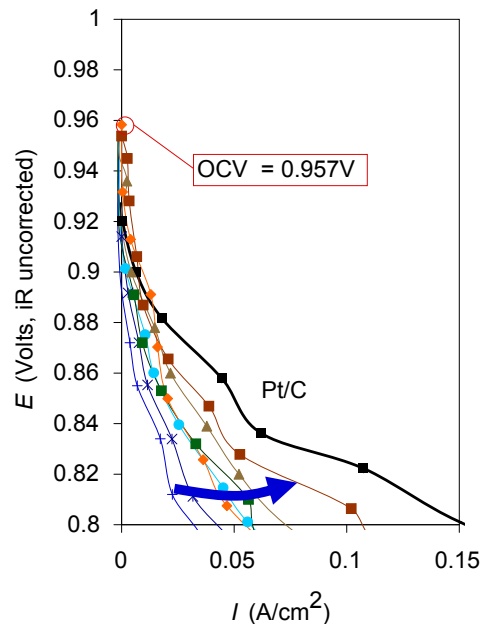
内容只有英文版. 论文的连接,请上网www.pajaritopowder.com/resources。

电解器催化剂

电解器催化剂 Pajarito最近开始开发质子交换膜电解器催化剂. PEM电解器催化剂的开发在早期阶段主要是限于内部和合作伙伴.Pajarito正在为合作伙伴提供早期样品.除了开发用于PEM电解器的催化剂, Pajarito最近开始与多个合作伙伴一起根据合作协议(DE-AR0000688奖)开发用于阴离子交换膜(AEM)电极的催化剂.虽然AEM技术不如PEM开发得全面,但是,可以随时随地按需生产氢气的AEM电解器,避免气缸输送和存储的问题,可以以更低的设备成本与现有的高度成本的气缸输送和存储解决方案竞争. 实现AEM电解器的成本竞争力需要减少阴极上的铂量而不牺牲性能,这是Pajarito正在进行的ARPA-E工作的关键方面。

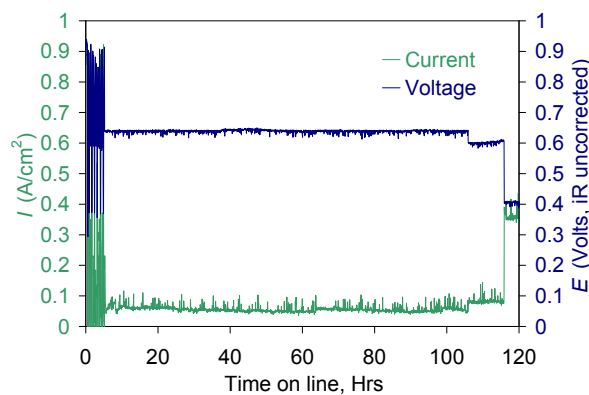
ARPA-E奖DE-AR0000688
(获奖者) Pajarito Powder, LLC
ProtonOnSite
EWII (原IRD)
东北大学
新墨西哥大学

FIGURE D – PMF TECHNICAL PROGRESS



图D
材料: 211 Nafion, 45wt%1100EW, 29BC GDL
阳极: 0.05mg/cm² Pt/C
阴极: 3mg/cm² PMF 催化剂或 0.05mg/cm² Pt catalyst
操作: 100%RH, 1.5H₂:2.5 空气, P=2bar

FIGURE E – PMF



图E
材料: 211 Nafion, 45wt%1100 EW, 25BC GDL
阳极: 0.05mg/cm² Pt/C
阴极: 3mg/cm² 不含PMF的催化剂
操作: 90%RH, 1.5H₂:2.5 空气, P=1.2巴