



215000

江苏省苏州市吴中越溪现代园墅 351-102  
顾士平(18962514619)

发文日:

2025年07月11日



申请号或专利号: 202510420707.6

发文序号: 2025070801960190

申请人或专利权人: 顾士平

发明创造名称: 光纤化学燃料电池堆

## 发明专利申请初步审查合格通知书

上述专利申请,经初步审查,符合专利法实施细则第50条的规定。  
根据专利法第34条的规定,专利申请自申请日起满十八个月即行公布。  
初步审查合格的上述发明专利申请是以:  
2025年4月6日提交的说明书摘要  
2025年4月6日提交的权利要求书  
2025年4月6日提交的说明书  
2025年4月6日提交的说明书附图  
为基础的。

### 提示:

- 发明专利申请人可以自申请日起3年内提交实质审查请求书、缴纳实质审查费,申请人期满未提交实质审查请求书或者期满未缴纳或未缴足实质审查费的,该申请被视为撤回。
- 专利费用可以通过网上缴费、银行/邮局汇款、直接向代办处或国家知识产权局专利局缴纳。缴费时应当写明正确的申请号/专利号、费用名称及分项金额,未提供上述信息的视为未办理缴费手续。了解缴费更多详细信息及办理缴费业务,请登录国家知识产权局官方网站。

审查员: 王世晗  
联系电话: 010-53961024

审查部门: 专利审查协作北京中心



210304  
2023.03

纸件申请,回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处收  
电子申请,应当通过专利业务办理系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外,以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。

## 说明书摘要

---

本发明涉及一种光纤化学燃料电池堆，光纤化学：光纤化学指的是通过质子或离子交换膜，并在其两侧构建集成了光催化面、化学催化剂层、双电层和导电层的界面化学体系；结合了光电催化与电催化技术，适用于氢燃料电池和直接醇燃料电池。通过光纤系统传输光线，并利用光催化与电催化协同作用，提高反应速率与能量转换效率。燃料电池堆的光催化面、化学催化剂层、双电层面和导电层集成一体，采用多相复合催化剂或仅依赖光线作为催化触发。光纤传输系统通过分光器将光线均匀传递至光催化面，光纤布局可根据反应面积和催化效率进行调整。该系统具备模块化设计，支持串联或并联组合多个光纤化学燃料电池单元，适应不同应用需求。此发明能够有效降低贵金属催化剂的使用，降低成本并提升性能，特别适用于便携电源、无人设备供能及分布式发电等领域。

# 权利要求书

---

1 1. 一种光纤化学燃料电池堆，其特征在于，所述燃料电池堆包括：

- 2           ○ 光催化面、化学催化剂层、双电层面、导电层合为一体，构成光催化反应界面，  
3           所述光催化面用于接收催化光源照射，化学催化剂层用于催化反应，双电层面  
4           用于电荷分离，导电层用于传递电子；
- 5           ○ 光纤化学：光纤化学指的是通过质子或离子交换膜，并在其两侧构建集成了光  
6           催化面、化学催化剂层、双电层和导电层的界面化学体系；
- 7           ○ 多根光纤，通过分光器将催化光源发出的光线耦合至多个光纤中，所述光纤将  
8           光线均匀地传递到光催化面，光纤的数量和布局可根据反应面积和催化效率进  
9           行调整；
- 10          ○ 其中，催化剂为包括  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{g-C}_3\text{N}_4$ 或其复合物的光催化材料，电催化剂  
11          为  $\text{Pt}$ 、 $\text{Pd}$ 、 $\text{Ru}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Cu}$  或其合金，所述光催化材料能够有效吸收光线并促进  
12          反应过程，所述电催化剂提供电子转移路径并增强反应速率；
- 13          ○ 催化反应界面上使用的催化剂包括  $\text{Ag/BaTiO}_3$ 、 $\text{BiOCl/TiO}_2$ 、  
14           $\text{AgBr/Ag}_3\text{PO}_4/\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ 等多相复合材料，或仅利用光线作为催化触发，其中复  
15          合催化材料的选择可优化反应效率，降低能量损失；
- 16          ○ 所述催化剂的形态可为纳米颗粒、薄膜或复合材料，以提高催化活性和反应表  
17          面积；

- 18           ○ 光纤传输系统，用于将催化光源发出的光线通过分光器耦合到若干光纤中，并  
19           将光线均匀传输至燃料电池催化反应面；
- 20           ○ 光纤阵列，与催化反应面贴合或对准设置，用于实现催化光能的空间分布调控；
- 21           ○ 复合催化反应界面，由光催化面、化学催化剂层、双电层面和导电层一体集成  
22           而成，用于同时实现光催化与电催化反应；
- 23           ○ 阳极与阴极，分别用于实现氢氧化反应、醇类氧化反应与氧还原反应，电极表  
24           面负载有电催化或光电催化材料；
- 25           ○ 电解质膜，位于阳极与阴极之间，用于传导离子并阻止电子直接穿过，维持燃  
26           料电池正常运行；
- 27           ○ 导电集流板，用于收集电极反应电子并连接外部电路；
- 28           ○ 燃料供应系统与氧化剂供应系统，分别用于提供氢气、甲醇或乙醇、甲烷等燃  
29           料，以及氧气或空气作为反应物；
- 30           ○ 所述燃料电池堆为模块化结构，由多个光纤化学燃料电池单元通过串联或并联  
31           方式组合形成。
- 32           2. 根据权利要求 1 所述的光纤化学燃料电池堆，其特征在于，所述光纤化学燃料电池堆  
33           用于氢燃料电池的光纤催化，其中光纤通过照射催化剂层激发氢分子，生成质子和电  
34           子，无需贵金属催化剂；
- 35           ○ 所述氢分子激发过程采用光照与电催化双重协同作用，使得质子通过电解质膜  
36           迁移，电子通过外部电路传递，形成电流输出。

- 37 3. 根据权利要求 1 所述的光纤化学燃料电池堆，其特征在于，所述光纤化学燃料电池堆  
38 用于直接醇燃料电池，其中所述燃料为甲醇、甲烷等烃类燃料，所述燃料电池堆通过  
39 催化剂激发生成质子和电子，所述催化剂能够有效地分解烃类燃料并促进反应过程；
- 40       ○ 所述燃料电池堆通过可调节的光纤照射调控反应速率，提高燃料转化效率和电  
41       池性能。
- 42 4. 根据权利要求 1 所述的光纤化学燃料电池堆，其特征在于，所述燃料电池堆中包括多  
43 个光纤通道，所述光纤通道用于将催化光源的光线高效传递至反应界面，所述光纤的  
44 排列方式为均匀分布或集中式布局，以最大程度地增强光催化反应的均匀性；
- 45       ○ 所述光纤通道可根据需要进行不同的布局设计，以优化光线传递效率和反应界  
46       面的光照分布。
- 47 5. 根据权利要求 1 所述的光纤化学燃料电池堆，其特征在于，所述电流密度与电压的关  
48 系符合法拉第定律，即电流密度随电压的变化而线性增加，所述关系表明反应速率与  
49 电压的强度成正比；
- 50       ○ 该关系对于设计和调控燃料电池的电流输出至关重要，能够确保稳定的电能生  
51       成。
- 52 6. 根据权利要求 1 所述的光纤化学燃料电池堆，其特征在于，所述光纤化学燃料电池堆  
53 采用光电协同提升分析，以优化催化效率并增强整体反应速率，所述分析基于光催化  
54 与电催化的协同效应，能够实现更高的反应速率和能量转换效率；
- 55       ○ 所述协同效应通过优化光源强度、光纤布局、催化剂选择及反应环境等多个因  
56       素实现。

57 7. 根据权利要求 1 所述的光纤化学燃料电池堆,其特征在于,所述系统同时具备光催化、  
58 电催化以及可调结构催化剂所带来的协同催化效应,催化增强倍率满足以下关系:

59 
$$M_{\{fiber\}} = M_{\{elec\}} \times M_{\{photo\}} \text{ (无催化剂)}$$

60 
$$M_{\{fiber\}} = M_{\{elec\}} \times M_{\{photo\}} \times M_{\{cat\}} \text{ (引入催化剂)}$$

61 其中 $M_{\{fiber\}}$ 为光纤化学燃料电池的催化增强倍率, $M_{\{elec\}}$ 为电催化倍率, $M_{\{photo\}}$   
62 为光催化倍率, $M_{\{cat\}}$ 为催化剂引入所提升的倍率。

63 8. 根据权利要求 1 所述的光纤化学燃料电池堆,其特征在于,该系统适用于氢燃料电池  
64 或直接醇燃料电池,在低温与低压条件下实现启动运行,具有高功率密度和高能量转  
65 换效率。

66 9. 根据权利要求 1 所述的光纤化学燃料电池堆,其特征在于,所述阳极和阴极可由碳纸、  
67 碳布、不锈钢网或金属泡沫作为基底构成,催化剂通过溶胶-凝胶法、水热法或电沉积  
68 法固定;

69 ○ 所述光纤与催化层界面设置有散射层或增强结构,用于提升光子吸收与载流子  
70 分离效率,从而降低反应过电位并提高催化活性。

71 ○ 根据权利要求 1 所述的燃料电池堆,其特征在于,所述光纤传输系统包括分光  
72 器与大芯径光纤阵列,光纤耦合方式包括端面耦合与侧面耦合;所述催化光源  
73 为 LED、激光二极管或太阳能光学聚焦系统,波长范围为 10–2000 nm。

74 10. 根据权利要求 1 所述的光纤化学燃料电池堆,其特征在于,通过控制光纤照射密度、  
75 光源波长、催化剂结构和电极构型,实现对输出电压、电流密度和能量效率的调节,  
76 适用于便携电源、无人设备供能、分布式发电等多种应用场景。

# 说明书

## 1 光纤化学燃料电池堆

### 2 技术领域

3 本发明涉及一种光纤燃料电池堆,尤其是通过光电催化和电催化协同作用实现高效燃料转  
4 化的燃料电池堆,适用于氢燃料电池和直接醇燃料电池。该系统通过光纤传输光线,并利用  
5 多种催化材料共同作用,提高了电池的反应速率和能量转换效率。

### 6 背景技术

7 随着能源需求的不断增长,燃料电池作为一种清洁的能源转换装置受到越来越多的关注。  
8 传统的燃料电池系统依赖于贵金属催化剂(如铂)来促进反应,但贵金属催化剂的高成本限  
9 制了其广泛应用。因此,开发新的催化机制并提高催化效率成为燃料电池技术的一个重要研  
10 究方向。

11 本发明提出了一种结合光电催化和电催化的光纤燃料电池堆,它利用光纤系统传输光线  
12 并通过不同催化剂的协同作用实现更高的能量转换效率。本发明的创新点在于通过光催化和  
13 电催化的结合,突破了传统燃料电池的设计瓶颈,有效地降低了催化剂的成本,并提高了燃  
14 料电池的性能。

### 15 发明内容

16 本发明的光纤燃料电池堆包括以下技术特点:

- 17 1. **光纤化学:** 光纤化学指的是通过质子或离子交换膜,并在其两侧构建集成了光催化面、  
18 化学催化剂层、双电层和导电层的界面化学体系;
- 19 2. **光催化反应界面:** 所述燃料电池堆的光催化面、化学催化剂层、双电层面、导电层合  
20 为一体,构成光催化反应界面。光催化面用于接收催化光源的照射,化学催化剂层用  
21 于催化反应,双电层面用于电荷分离,导电层用于电子传递。
- 22 3. **光纤传输系统:** 该系统通过分光器将催化光源发出的光线耦合至多个光纤中,光纤将  
23 光线均匀地传递到光催化面。光纤的数量和布局可根据反应面积和催化效率进行调整,  
24 以优化催化反应的均匀性。
- 25 4. **催化剂选择:** 所述催化剂包括  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $g\text{-C}_3\text{N}_4$ 或其复合物的光催化材料,电催化剂  
26 为  $\text{Pt}$ 、 $\text{Pd}$ 、 $\text{Ru}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Cu}$ 或其合金。这些催化材料能够有效吸收光线并促进反应,同时  
27 电催化剂提供电子转移路径,增强反应速率。
- 28 5. **催化反应界面:** 催化反应界面上使用的催化剂包括  $\text{Ag}/\text{BaTiO}_3$ 、 $\text{BiOCl}/\text{TiO}_2$ 、  
29  $\text{AgBr}/\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ 等多相复合材料,或者仅利用光线作为催化触发。复合催化材料  
30 的选择有助于优化反应效率并降低能量损失。
- 31 6. **模块化结构:** 所述燃料电池堆采用模块化设计,由多个光纤化学燃料电池单元通过串  
32 联或并联方式组合形成。模块化结构有助于在不同应用场景中灵活调整电池堆的规模  
33 与性能。

- 34 7. **光纤协同催化作用**: 本发明的燃料电池堆采用光电协同提升分析, 通过优化光源强度、  
35 光纤布局、催化剂选择以及反应环境等多个因素, 提升光催化与电催化的协同效应,  
36 从而实现更高的反应速率和能量转换效率。
- 37 8. **光源与光纤耦合**: 所述催化光源包括 LED、激光二极管或太阳能光学聚焦系统, 光纤  
38 耦合方式包括端面耦合与侧面耦合。通过合理设计光源的波长和强度, 可以实现最优  
39 的催化效果。

40 本发明的目的是提供一种光纤化学燃料电池堆, 利用光纤系统将光能高效传输至催化反  
41 应面, 并通过光催化与电催化的协同作用, 提高燃料电池的能量转换效率。具体而言, 本发  
42 明提供的光纤化学燃料电池堆包括光纤传输系统、催化反应界面、电解质膜、阳极和阴极组  
43 件、燃料供应系统等模块。通过引入光纤传输系统与复合催化层结构, 结合光催化、电催化  
44 和催化剂的协同作用, 本发明能够在低温、低压条件下实现高效的能量转换。  
45 光纤化学燃料电池堆的结构通过光纤阵列与催化反应界面的配合, 使光催化和电催化反应得  
46 以有效协同提升。通过调整光纤的配置、催化剂种类与电场作用, 本发明提供了一种高效、  
47 低成本的燃料电池堆系统。

48 本专利提出了一种基于光纤技术的电化学体系, 用以构建光纤化学燃料电池堆。该系统  
49 利用光纤将催化光源发出的光线通过分光器耦合到大量光纤中, 并将这些光线传递至催化剂  
50 层上。在催化剂层中, 光催化面、化学催化层、双电层面与导电层集成为同一层, 形成高  
51 效的光纤催化反应界面。在该界面上, 光纤传递的光能够激发燃料(如氢、甲醇或甲烷)  
52 分子离解为电子、质子或离子; 分离出的质子通过质子交换膜或离子交换膜迁移, 与光激发  
53 产生的氧气反应生成水, 而电子则通过外电路传输, 实现燃料电池发电。

54 燃料电池堆的组成与工作原理: 光纤化学燃料电池堆的整体结构由正极端板、负极端板、  
55 双极板、扩散层、光纤/催化层以及质子或离子交换膜构成。正极端板与负极端板分别连接外  
56 部电源, 双极板负责电流收集和流体传输, 扩散层确保反应物与产物在催化界面附近均匀分  
57 布。光纤/催化层将光催化面、化学催化层、双电层面与导电层集成在一起, 在外加电势和  
58 光能的协同作用下, 驱动燃料电池内的氧化还原反应, 实现高效能量转换。

59 光纤催化在氢燃料电池中的应用: 在氢燃料电池模式下, 光纤系统将催化光源的光线精  
60 确传输至催化界面, 使得阳极处的氢气在光纤催化作用下被激发分解生成质子与电子; 质子  
61 透过质子交换膜到达阴极, 而阴极侧, 光纤催化进一步降低氧还原反应的过电位, 促进质子  
62 与原子氧结合迅速转化水。此协同作用不仅提高了整体反应速率和能量转换效率, 而且显著  
63 降低了对贵金属催化剂(或无需贵金属催化剂)的依赖。

64 光纤催化在直接醇燃料电池中的应用: 对于直接醇燃料电池, 光纤将光能传递至催化层,  
65 激发催化剂表面的光敏响应, 促进醇类燃料(如甲醇、乙醇)的氧化反应。通过光电协同作  
66 用, 反应选择性和转化效率得到提高, 无需贵金属催化剂, 无需担心催化剂中毒, 从而改善  
67 了燃料电池的工作稳定性和输出功率。使直接醇燃料经济适用, 成为燃料电池的主流。实现  
68 储能、实现经济可持久发展碳封存、实现经济可持续发展的能源循环。此技术有助于实现经  
69 济高效的储能及能源循环, 推动绿色能源与碳封存的可持续发展。

#### 70 **光纤化学定律与反应速率分析**

71 光纤化学是一种融合了光催化、电催化与光纤能量输运的新型协同催化体系。为了描述  
72 其反应增强机制、协同倍率及影响因素, 本文提出“光纤化学定律”, 并建立反应速率与光  
73 子通量、反应物浓度之间的定量关系。

#### 74 **光纤化学第 1 定律: 基础协同定律**

75 在无外加催化剂参与的基础结构中, 光纤化学的反应速率增强主要由光催化效应与电催  
76 化效应相乘决定。因此提出:

#### 77 **光纤化学第 1 定律:**

$$M_{\text{fiber}} = M_{\text{elec}} \times M_{\text{photo}}$$

其中：

- $M_{\text{fiber}}$  为光纤化学反应的总催化倍率；
- $M_{\text{elec}}$  为电催化相对于非催化反应的倍率；
- $M_{\text{photo}}$  为光催化相对于暗态反应的倍率。

该定律适用于电场与光照共同驱动但未引入特殊催化剂的光纤电化学系统。

### 光纤化学第 2 定律：增强协同定律

当引入功能催化剂材料（如等离子体纳米粒子、多相复合催化剂、压电响应材料）时，反应速率进一步提升，此时需引入催化剂贡献因子  $M_{\text{cat}}$ ，扩展出第二定律：

### 光纤化学第 2 定律（含催化剂）：

$$M_{\text{fiber}} = M_{\text{elec}} \times M_{\text{photo}} \times M_{\text{cat}}$$

其中：

- $M_{\text{cat}}$  为催化剂种类、载量、结构等引入后产生的反应增强倍数；
- 当  $M_{\text{cat}}=1$  时，退化为第 1 定律。

该定律为催化层结构优化与材料选择提供定量指导。

### 光纤化学第 3 定律：光纤化学反应速率的多因素模型

基于催化反应动力学理论与光子驱动机制，光纤化学反应速率  $r$  可表达为以下函数关系：

$$r = k_0 \cdot \Phi^\alpha \cdot C_A^\beta \cdot M_{\text{fiber}}$$

其中：

- $r$ ：反应速率
- $k_0$ ：为本征反应速率常数；
- $\Phi$ ：为单位面积光子通量；
- $C_A$ ：为反应物 A 的浓度；
- $\alpha$  为光子反应阶（一般在 0.5 - 1.0 之间，取决于激发路径与复合概率）；
- $\beta$  为反应物反应阶（由具体反应机理决定）；
- $M_{\text{fiber}}$  为光纤化学总协同催化倍率（由第 1 或第 2 定律决定）。

该模型说明：反应速率受光照强度、反应物浓度与催化结构三方面协同影响。

### 反应效率与极限速率分析

当光子通量达到饱和区域（ $\Phi \gg \Phi_{\text{sat}}$ ），或反应物浓度趋于饱和吸附上限时，反应进入平台区，此时反应速率近似为：

$$r_{\text{max}} \approx k_0 \cdot C_{A,\text{sat}}^\beta \cdot M_{\text{fiber}}$$

故催化倍率  $M_{\text{fiber}}$  是在边界条件下决定极限产率的关键变量。

### 光纤化学第 4 定律：电流密度与电压的关系（法拉第定律）

$$j = j_0 \left[ \exp\left(\frac{\alpha_a F \eta}{RT}\right) - \exp\left(-\frac{\alpha_c F \eta}{RT}\right) \right]$$

- $j$ ：电流密度
- $j_0$ ：交换电流密度
- $\alpha_a$  和  $\alpha_c$ ：阳极和阴极的传递系数
- $F$ ：法拉第常数
- $R$ ：气体常数

- 113 • T: 温度
- 114 •  $\eta$ : 过电位

### 115 总结与工程意义

116 光纤化学定律首次系统地揭示了光催化、电催化与功能催化剂之间的乘法协同关系，为  
117 反应器设计、催化剂选择与性能评估提供了理论基础。结合光子通量与浓度响应的速率方程，  
118 可用于：

- 119 • 预测系统产率在不同光照与反应物条件下的变化趋势；
- 120 • 评估引入新型催化剂后所产生的实际倍率提升；
- 121 • 作为光纤化学堆系统规模放大与控制参数优化的工程依据。

122

123

### 124 技术效果

125 本发明的光纤燃料电池堆具有以下技术效果：

- 126 1. **提高催化效率**：通过光催化与电催化的协同作用，本发明的燃料电池堆能够显著提高  
127 催化反应的效率，尤其是在低温、低压的工作条件下，能够实现稳定的启动和高效的  
128 反应过程。
- 129 2. **降低成本**：本发明采用了多相复合催化剂，并能够减少对贵金属催化剂的依赖，从而  
130 大幅降低了燃料电池堆的制造成本。
- 131 3. **模块化设计**：燃料电池堆的模块化结构使得系统更加灵活，能够根据实际需求调整规  
132 模，适用于多种应用场景。
- 133 4. **高效能量转换**：通过优化光纤布局、催化剂选择和反应环境，本发明提高了能量转换  
134 效率，特别适用于便携电源、无人设备供能、分布式发电等领域。

### 135 结论

136 综上所述，本发明提供了一种光纤燃料电池堆，它通过创新的光电协同催化机制，结合  
137 光纤传输系统和多相复合催化材料，显著提高了燃料电池的效率和性能，同时降低了成本。  
138 该燃料电池堆具有良好的应用前景，特别是在氢燃料电池和直接醇燃料电池领域，能够广泛  
139 应用于便携电源、分布式发电和无人设备等多个领域。

### 140 【发明的有益效果】

141 本发明提供的光纤化学燃料电池堆，具有以下有益效果：

- 142 1. 光纤系统有效传输催化光，优化了光催化和电催化的协同效应；
- 143 2. 模块化设计使得堆体可以灵活配置，适应不同的应用需求；
- 144 3. 催化剂和反应条件可调节，能够在常温常压下高效运行，降低了能量损失；
- 145 4. 采用低成本催化材料和光纤配置，降低了系统的生产成本，具有良好的商业化前景。

146 本发明提供了一种新型的光纤化学燃料电池堆，利用光纤系统与催化剂协同作用，显著  
147 提高了燃料电池的能量转换效率，具有广泛的应用前景。通过优化光纤传输、催化层设计及  
148 电解质膜材料，本发明可以在低温、低压下高效运行，提供绿色能源和清洁能源的解决方案。

149

### 150 【附图说明】

151 图 1：光纤化学燃料电池堆结构示意图。

152

### 153 【具体实施方式】

154 为了便于理解，本发明通过以下实施方式对光纤燃料电池堆的工作原理进行详细描述。

- 155 1. **光催化反应过程**：当催化光源发出的光线通过分光器耦合到光纤中后，光纤将光线均  
156 匀地传递到燃料电池的光催化面。光催化面上的催化材料（如  $\text{TiO}_2$  或  $\text{ZnO}$ ）能够有效  
157 吸收光线并启动催化反应。电催化剂则通过提供电子转移路径，加速了电荷分离过程。
- 158 2. **催化剂的选择与作用**：催化剂的选择至关重要，本发明选择了多种光催化材料和电催  
159 化材料的组合。这些催化材料不仅能提高光催化反应的效率，而且还能够降低传统燃  
160 料电池中常用贵金属催化剂的使用，降低了成本。
- 161 3. **光纤系统与催化反应界面**：燃料电池堆的光纤传输系统通过耦合多个光纤来确保光线  
162 均匀传递到催化反应面。光纤的布局可以根据需要进行调整，以实现最佳的光线分布。  
163 光纤阵列与催化反应面贴合或对准设置，以最大化催化光能的空间分布调控。
- 164 4. **催化反应界面与模块化设计**：燃料电池堆由多个光纤化学燃料电池单元组成，这些单  
165 元通过串联或并联方式组合形成更大的系统。通过调整模块的组合方式，可以根据实  
166 际需求灵活调整电池堆的性能。
- 167 5. **协同催化效应与能量转换效率**：光电协同催化效应通过优化光源的强度、光纤的布置、  
168 催化剂的选择以及反应环境的条件，进一步提高了反应速率和能量转换效率。通过这  
169 种协同作用，燃料电池堆的性能得到了显著提升。

170

171 本发明的光纤化学燃料电池堆包括以下主要部分：

172

#### 172 1. **光纤传输系统**：

173 光纤传输系统由催化光源、分光器和光纤阵列组成。催化光源发出的光线通过分光器  
174 耦合到大量的光纤中，光纤将光线均匀传输至光催化面。该光纤阵列配置有多个光纤，  
175 每根光纤的直径为  $5\ \mu\text{m}$  至  $1000\ \mu\text{m}$ ，光纤与催化反应面通过端面或侧面耦合的方式  
176 紧密连接。

177

#### 177 2. **催化反应界面**：

178 该反应界面由光催化面、化学催化剂层、双电层面和导电层集成一体，形成协同作用  
179 的反应界面。光催化面采用  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{g-C}_3\text{N}_4$  等半导体材料，电催化层选用  $\text{Pt}$ 、 $\text{Pd}$ 、  
180  $\text{Ni}$ 、 $\text{Cu}$  等金属催化剂。通过水热法、溶胶-凝胶法或原位沉淀法。

181

#### 181 3. **阳极和阴极组件**：

182 采用碳纸、金属泡沫或不锈钢网作为阳极和阴极的导电基底。阳极用于氢气或醇类氧  
183 化反应，阴极则进行氧还原反应。电极表面负载有电催化剂或光电催化剂，以促进反  
184 应并提高反应效率。

185

#### 185 4. **电解质膜**：

186 电解质膜设置于阳极与阴极之间，用于传导离子并阻止电子的直接穿越。电解质膜选  
187 择质子交换膜（PEM）、阴离子交换膜（AEM）或其他类型的离子传导膜，根据不同的  
188 燃料电池应用进行选择。

189

#### 189 5. **燃料供应系统与氧化剂供应系统**：

190 燃料供应系统提供氢气、甲醇或乙醇等燃料，氧化剂供应系统提供氧气或空气。燃料  
191 与氧化剂在电池堆内发生反应，产生电能。

192           **6. 模块化结构：**  
193            光纤化学燃料电池堆采用模块化结构，可通过串联或并联多个电池单元来调整输出电  
194            压和电流，满足不同应用场景的需求。

195  
196           **【实施例】**

197           **实施例 1：**  
198            采用  $\text{TiO}_2$  作为光催化材料，配合 Pt/C 作为电催化剂，构建光纤化学燃料电池堆。在氢气环境  
199            下运行，光源为波长为 500 nm 的 LED，光纤阵列数量为 50 根，光纤直径为 200  $\mu\text{m}$ 。实验结  
200            果表明，光纤化学燃料电池堆的能量转换效率为 55%，高于传统氢燃料电池的 40%。

201           **实施例 2：**  
202            采用 Ag/BaTiO<sub>3</sub> 复合材料作为催化剂，结合太阳能聚光系统为光源，配置一个具有 100 根光纤  
203            的燃料电池堆。该堆在常温常压条件下成功运行并实现了甲醇的电化学氧化反应，光纤催化  
204            倍增效果显著，反应速率比传统电催化系统提高了 2 倍。

205  
206  
207            虽然结合附图对本发明的实施方式进行了说明，但本领域普通技术人员可以在所附权利要  
208            求的范围内作出各种变形或修改，也可以本设计中的一部分。

# 说明书附图

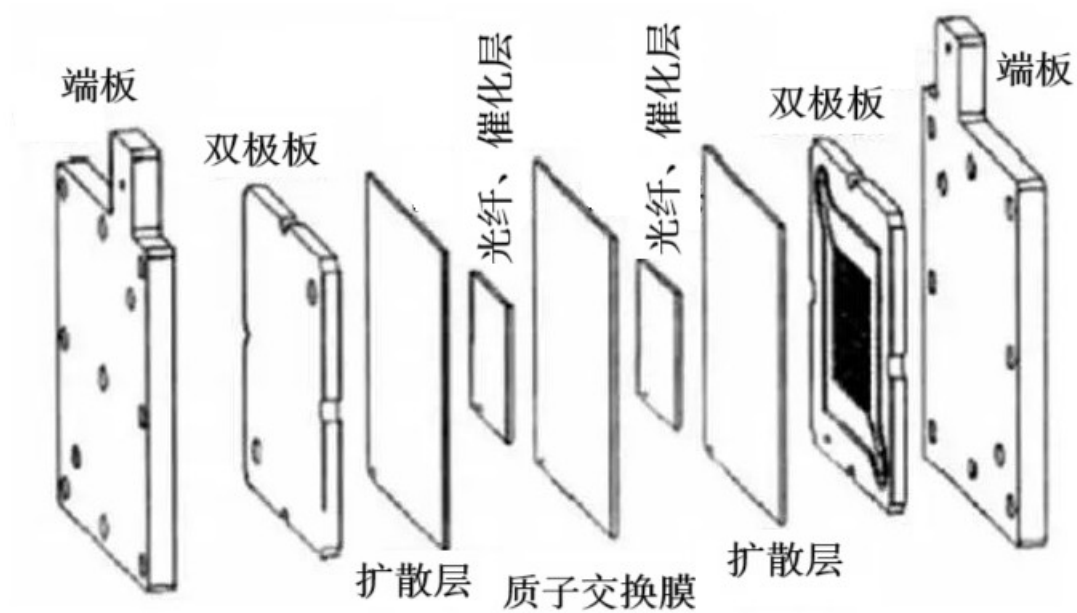


图 1



215000

江苏省苏州市吴中越溪现代园墅 351-102

顾士平(18962514619)

发文日:

2025年04月06日



申请号: 202510420707.6

发文序号: 2025040600013960

## 专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 43 条、第 44 条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日等信息通知如下:

申请号: 2025104207076

申请日: 2025 年 04 月 06 日

申请人: 顾士平

发明人: 顾士平, 顾海涛

发明创造名称: 光纤化学燃料电池堆

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

发明专利请求书 1 份 4 页

说明书附图 1 份 1 页

说明书 1 份 6 页

权利要求书 1 份 4 页, 权利要求项数: 10 项

说明书摘要 1 份 1 页

申请方案卷号: 005

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。

2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。

审查员: 自动受理

联系电话: 010-62356655

审查部门: 初审及流程管理部

