钨钼稀土
在新能源电池领域的应用与市场研究

DR. HANNS
©CHINATUNGSTEN ONLINE
XIAMEN CHINA, NOV.01,2023
韩斯疆博士
中钨在线®
中国厦门 2023.11.01
www.ctia.com.cn

Copyright© 2021 All Rights Reserved
ISO 9001-2015 认证号码:00122Q31380R3S/3502
标准文件版本号 CTOXMQCD-MA-E/P 2022 版

www.chinatungsten.com
电话/TEL：0086 592 512 9696/512 9595
传真/FAX：0086 592 512 9797
邮箱/Email:sales@chinatungsten.com

著作版权、法律责任声明

■本文作者对本文所涉及政治、军事事件、人物等持中立态度；所涉及经济概念、事件、现象描述仅为了说明钨制品市场相关性及其影响，理论使用、论证未必正确，亦不代表作者立场。如有错漏及与读者立场不同，敬请理解。

■囿于知识和能力，错漏在所难免；如有发现任何问题，请及时联系，任何斧正无任欢迎。

■除非无法确认，我们都已标明作者及出处，如有侵权烦请告知我们，我们会立即删除并在此表示歉意。

■本文所有信息由中钨在线®韩斯疆博士及其团队编写。未经中钨在线及韩斯疆博士授权，不得对文件所载内容进行使用、披露、分发或变更。尽管我们努力提供可靠、准确和完整的信息，但我们无法保证此类信息的准确性或完整性，本文作者对任何错误或遗漏不承担任何责任亦没有义务补充、修订或更正文中的任何信息。本文中提供的信息仅供参考，不应被视为投资说明书、购买或出售任何投资的招揽文件、或作为参与任何特定交易策略的推荐。本文也不得用作任何投资决策的依据，或作为道德、法律依据或证据。无论是否已在本文片中明确或隐含地描述，本文不附带任何形式的担保。中钨在线及韩斯疆博士对使用本文相关信息造成的任何利润或损失概不负责。

■本文英文版本由百度自动翻译工具翻译，本网站、中文作者均无法对其准确性负责。

■如有需要我们的中文和/或英文版本，欢迎直接发邮件索取。

©中钨在线科技有限公司
韩斯疆博士
中钨在线®
中国厦门 2023.11.01
www.ctia.com.cn

LEGAL LIABILITY STATEMENT

■The author holds a neutral attitude towards the any political events and military issues involved in this paper. The description of the person(s), company(ies) and events involved are only to explain the economic phenomena related to the tungsten product market. The theories and facts may not be correct, nor does it represent the author's position. Please understand and forgive any mistakes, omissions and different positions from the readers.

■Unless it cannot be confirmed, we will indicate the author and source. If there is any infringement, please inform us, and we will delete it immediately and apologize.

■The information contained in this article is compiled & edited by Dr. Hanns and his team from China Tungsten Online (CTOMS). Any further reference, disclosure, distribution or editing is strictly restricted unless authorized by both Dr. Hanns and CTOMS. Although we endeavor to provide reliable, accurate and complete information, there can't be guaranteed that such information is accurate or complete and CTOMS assumes no responsibility for any errors or omissions. CTOMS is not obligated to supplement, amend, or correct any information in it. The information provided in it is for reference only and should not be construed as a prospectus; a solicitation to buy or sell any investment; or any other recommendation to participate in any particular trading strategy. Neither shall it be used as a basis for making any investment decision; or as a moral, liable or legal basis or evidence, nor is it accompanied by any form of guarantee, whether it has been explicitly or implicitly described in. CTOMS is not responsible for any profit or loss associated with using information.

■The English Version of this article is translated from Chinese Version by Baidu.com's automatic translation tool. Neither the website nor the author of the Chinese text can be responsible for its accuracy.

■Any requiring of the Chinese and/or English version of this paper may send us an email for it directly.

DR. HANNS
©CHINATUNGSTEN ONLINE
XIAMEN CHINA, NOV.01,2023
www.ctia.com.cm
ceo@tungsten.com.cn

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

COPYRIGHT

■This article only briefly describes the theory and market factors, holds a neutral view on market and price changes, and is not responsible for any or misleading to the market.
■This article was originally created by China Tungsten Online (中钨在线®).Mistakes and omissions are inevitable. If you find anything, please don't hesitate to contact us at any time.
■There's any reference or excerpt of any copyrighted information in this article, please make a statement or claim, and the author will correct it immediately.
■All rights reserved by China Tungsten Online (CTOMS)
■Any use of any content and form must be authorized in writing by Dr. Hanns.
■For more detailed market information, data and analysis, please contact the author directly through email at sales@chinatungsten.com.

DR. HANNS
©CHINATUNGSTEN ONLINE
XIAMEN CHINA, NOV.01,2023
www.ctia.com.cm
ceo@tungsten.com.cn

作者简介

厦门中钨在线科技有限公司，简称“中钨在线”，是中国第一家钨、钼、稀土行业的电子商务公司，1997 年 9 月以我国第一家顶级钨制品网站 www.chinatungsten.com 为基础在厦门设立。中钨在线以其在钨钼制品领域几十年积累的信息数据和专业经验为基础的设计、制造，卓越的商业信誉和优质服务闻名全球业界，使其成为钨钼稀土，特别是钨化学品、金属钨、硬质合金、高比重合金、钼及钼合金领域的最佳综合应用解决方案提供商。

自 2000 年起中钨在线以 www.ctia.com.cn 为基础创建了超过 100 万个钨、钼、稀土新闻、价格、市场调查分析的网页；2013 年以来，以“中钨在线”为名的公司微信公众号制作了近几十万条微信信息每日送达近十万名订阅者，该公众号已成为公认的全球最权威、最全面的钨钼行业、产品价格与市场中英文即时信息源。中钨在线的网站和微信获得了在业界首屈一指的上亿人次的访问量。

中钨在线的主要产品业务是与客户共同完成产品性能、定型、尺寸公差的研发设计和定制，并为客户提供配套的加工、改制、包装、文件和交运等综合集成服务。在过去的近 30 年中，中钨在线为全球十几万家客户提供了超过数十万种不同类型的钨、钼和稀土产品研发生产及后续服务；多年的经验和技术积累，也奠定了中钨在线客制化产品的柔性化和智能化制造集成能力和基础。

中钨在线的专业研究文章和报告由韩斯疆博士及其团队撰写。韩斯疆博士是中钨在线主要的市场和技术研究专家，自 1990 年代初期开始从事钨钼制品的电子商务和国际贸易、硬质合金和高比重钨合金的生产制造，是有着 30 多年经验，业内知名钨钼制品的电子商务、钨制品设计、加工和市场研究专家。

©厦门中钨在线科技有限公司
韩斯疆博士 ceo@tungsten.com.cn
中钨在线® www.ctia.com.cn
中国 厦门

BRIEF INTRODUCTION TO THE AUTHOR

As the 1st E-commerce company of Tungsten (W), Molybdenum (Mo), Rare Earth (RE) in China, China Tungsten Online Manu. & Sales (CTOMS) was founded in 1997 based on China's the 1st and top tungsten website www.chinatungsten.com. As its specialized design, professional manufacturing, excellent service and powerful information database, CTOMS is not only the most authoritative information source of Chinese and English information of W Mo and RE products globally, but also the best comprehensive application solution provider of W, Mo and RE, both chemical materials and machined products, such as tungsten oxide, metal, cemented carbide and heavy alloys.

CTOMS has been created more than 1 million web pages and WeChat information message of W, Mo and RE news, price and market research, analysis. The web news.chinatungsten.com, www.ctia.com.cn are the world's top index websites of tungsten which have received 1 billion visits from 1997.

The major business of CTOMS is to complete product design, R & D with customers and provide customers with processing and integration services. In the past 2 decades, it has provided more than 100,000 different types of W, Mo & RE products to more than 10,000 customers all over the world. Years experience and technology accumulation have laid a foundation for promoting the flexible and intelligent manufacturing of customized products.

The professional research articles and reports of CTOMS are written by Dr. Hanns and its marketing team. Dr. Hanns is an expert of the main market and technical research of CTOMS has been engaged in e-commerce and international trade of tungsten and molybdenum products, production and manufacturing of cemented carbide and high specific gravity tungsten alloy since the early 1990s. He is a well-known expert in e-commerce, tungsten product design, processing and Market Research of tungsten and molybdenum products in the industry with more than 30 years of experience.

DR. HANNS
©CHINATUNGSTEN ONLINE
XIAMEN CHINA, NOV.01,2023
www.ctia.com.cm
ceo@tungsten.com.cn

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

钨钼稀土市场的新蓝海

——《钨钼稀土在新能源电池领域的应用与市场研究》内容简介

中钨在线是一家在钨钼稀土制品行业拥有几十年经验的企业，深刻了解钨钼稀土制品在电池领域的应用潜力和机遇。自 2020 年起，我们积极研究并与纳米氧化钨、纳米二硫化钨、纳米二硫化钼等钨钼化工产品的生产企业建立了紧密合作关系，从而既深入了解这些产品的微观结构、理化学质、生产技术、生产成本和应用领域，又为市场提供专业信息和见解。

今年以来，中钨在线钨钼稀土团队深入研究了新能源、电池和汽车行业，着重关注了钨化合物、钼化合物和稀土化合物在新能源电池电极材料中的应用，同时分析了它们在市场中的优势、挑战和前景，最终形成了包括钨钼稀土电池行业相关标准在内的近 100 万字**《钨钼稀土在新能源电池领域的应用与市场研究》**报告。本研究报告大量借鉴了新能源和电池行业的信息，并深度参考了钨钼稀土企业的技术发展和现状，以便清晰地理解钨钼稀土制品在电池市场中的应用逻辑，以及分析未来的发展趋势和局限性。后续我们将就其中的部分内容在**“中钨在线”**微信公众号及其网站（www.ctia.com.cn）公开放送，如果您对此感兴趣或需要获取完整的报告，请联系我们 info@chinatungsten.com。

钨是一种过渡金属元素，位于元素周期表第六周期的 VIB 族，具有高熔点、高硬度、高强度、低蒸气压、低蒸发速度、良好化学稳定性等特点，广泛引用于电池、汽车、航天航空、医疗等领域中。在电池领域，纳米钨酸、纳米三氧化钨、针状紫色氧化钨、铌钨氧化物、二硫化钨纳米片、二硒化钨纳米片、钨酸盐等钨化合物凭借着良好的物理化学性质，广泛应用于各种电池如锂离子电池、锂硫电池、钠离子电池等的电极材料中，进而能有效弥补传统电极材料低能量密度、大体积效应等不足。

钼是一种难熔金属元素，是人体和动植物必需的一种微量元素，位于元素周期表第五周期第 VIB 族，具有较高的密度、较高的硬度、较高的热传导率、较低的热膨胀系数、较低的电阻率、良好热化学稳定性等特点，在电池、汽车、电子、光学、化工、建筑、医疗、航空航天等领域中具有广泛的应用。在电池领域，纳米二硫化钼、纳米二硒化钼、氧化钼、氮化钼、碳化钼、钼酸盐等钼化合物由于具有较高的理论比容量、良好的热化学稳定性和较低的还原电位等特点，而广泛用作各种电池如锂电池、钠电池、锌离子电池、锌锰电池等的电极材料，能有效提高正负极材料的容量、倍率性能、循环寿命等性能。

稀土元素是元素周期表中的镧系元素和钪、钇共十七种金属元素的总称，这些元素由于原子序数、原子量和化学性质等方面不同，所以在自然界中呈现出多样性。稀土元素的原子结构比较复杂，电子排布有一定的特殊性，因此在化学反应中表现出较高的化学活性，能够与其他元素形成多种化合物，这使得稀土元素具有广泛的应用前景，比如可以生产优良的电池正负极材料、化工催化剂、荧光粉、永磁材料、激光材料等。

钨、钼和稀土元素虽然在电池应用中具有广泛的前景，但是在应用过程中也面临着诸多挑战：一是生产符合电极材料应用的钨化合物、钼化合物、稀土制品的生产技术难度较高以及生产成本较大，因此研究人员正在研究新的合成方法，以降低钨化合物、钼化合物、稀土制品的制造成本，并提高相应材料的储荷能力和热化学稳定性等性能，同时研究人员也

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

在探索钨、钼、稀土元素与其他材料的复合应用，以实现更高效的电池性能；二是由于钨、钼、稀土矿的开采、加工难度较大以及资源稀缺性，导致钨价、钼价和稀土价格较高，限制了它们在电池领域的大规模应用；三是钨、钼、稀土矿的开采和加工过程会对生态环境造成一定的影响，然而，随着环境保护要求不断的提高，矿山企业面临越来越严格的生产标准和监管。

锂离子电池是目前应用最广泛的一种新能源电池，具有高能量密度、小自放电、无记忆效应、长使用寿命、绿色环保、轻重量等优点、广泛应用于新能源汽车、3C 电子产品、智能家电、风光储能、通信储能、家用储能等领域。

工信部官网消息显示，2022 年中国的锂离子电池行业积极推进供给侧结构性改革，加速技术创新和升级转型，持续提高先进产品的供应能力，整体保持了快速增长的态势。根据行业规范公告企业信息及研究机构测算，2022 年全国锂离子电池产量达 750GWh，同比增长超过 130%，其中储能型锂电产量突破 100GWh；正极材料、负极材料、隔膜、电解液等锂电一阶材料产量分别约为 185 万吨、140 万吨、130 亿平方米、85 万吨，同比增长均达 60%以上；产业规模进一步扩大，行业总产值突破 1.2 万亿元。据测算，2026 年年底，全球 46 家动力（储能）电池企业的规划合计产能将达到 6730.0GWh，相比 2023 年上半年的实际产能增长了 182.3%；从实际需求量来看，预计 2023 年和 2026 年全球动力（储能）电池的需求量将分别为 1096.5GWh 和 2614.6GWh，全行业的名义产能利用率将从 2023 年的 46.0%下降到 2026 年的 38.8%。

研究机构 EV Tank 预计，到 2025 年和 2030 年，全球锂离子电池的出货量将分别达到 2211.8GWh 和 6080.4GWh，其复合增长率将达到 22.8%。起点研究院（SPIR）预计 2030 年全球锂电池出货量将达到 7290GWh，相比 2022 增长 664.2%，2022-2030 年均复合增速达 28.9%，全球锂电池出货量将保持快速增长。

钠离子电池亦是一种非常受人们欢迎的新能源电池，具有低成本、高能量密度、长寿命、绿色环保等优点，因而在储能、电动汽车等领域具有潜在的应用价值。另外，钠离子电池的资源丰富，易于获取，这有助于降低生产成本并提高市场竞争力，是锂电池理想的代替品。然而，钠离子电池的发展仍需克服一些技术难题，例如提高能量密度和循环寿命、降低生产成本、优化材料体系等；另外，钠离子电池还需要在生产、应用和维护等方面建立完善的产业链和规范标准体系。

研究机构 EVTank《中国钠离子电池行业发展白皮书（2023 年）》显示，截止到 2023 年 6 月底，全国已经投产的钠离子电池专用产能达到 10GWh，相比 2022 年年底增长 8GWh；预计到 2023 年年底全国或将形成 39.7GWh 的钠离子电池专用量产线；预计到 2025 年中国钠离子电池全行业规划产能或达到 275.8GWh。中商情报网消息显示，预计 2025 年我国钠离子电池市场规模可增至 28.2GWh；到 2026 年，全球钠离子电池需求将达 116GWh，其中储能领域应用占比最高，达 71.2%；到 2030 年，全球钠离子电池需求将增长至 526GWh。

经过深入的研究和精心撰写，上述内容即为中钨在线关于**《钨钼稀土在新能源电池领域的应用与市场研究》**一文的核心要点和基本架构。后续，我们将陆续在“中钨在线”微信公众号中分享这份报告的部分内容，以回馈各位尊敬的关注者。

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

目 录

第 I 部分 电池、钨、钼和稀土的介绍

第一章 电池、钨、钼和稀土的基本概念

1.1 蓄电池
1.1.1 蓄电池基本结构
1.1.1.1 正极材料
1.1.1.2 负极材料
1.1.1.3 电解液
1.1.1.4 隔膜
1.1.2 蓄电池工作原理
1.1.3 蓄电池分类
1.1.3.1 传统电池
1.1.3.2 新能源电池
1.1.3.3 动力电池
1.1.3.4 储能电池
1.1.3.5 圆柱电池
1.1.3.6 方形电池
1.1.3.7 软包电池
1.1.4 新能源电池的发展历程
1.1.5 新能源电池应用领域
1.1.6 新能源电池市场趋势和前景
1.1.6.1 新能源电池行业发展现状
1.1.6.2 新能源电池行业发展前景
1.2 金属钨
1.2.1 钨的理化性质
1.2.2 钨的发展历史
1.2.3 钨的用途
1.3 金属钼
1.3.1 钼的理化性质
1.3.2 钼的发展历史
1.3.3 钼的用途
1.4 稀土元素
1.4.1 稀土用途

第二章 常见电池的介绍

2.1 铅酸电池
2.1.1 铅酸电池基本结构
2.1.1.1 铅酸电池正极材料
2.1.1.2 铅酸电池负极材料

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

2.1.1.3 铅酸电池隔板
2.1.1.4 铅酸电池电解液
2.1.2 铅酸电池工作原理
2.1.3 铅酸电池主要特性
2.1.4 铅酸电池生产工序
2.1.5 铅酸电池性能的影响因素
2.1.5.1 正极材料对铅酸电池性能的影响
2.1.5.2 负极材料对铅酸电池性能的影响
2.1.5.3 隔膜对铅酸电池性能的影响
2.1.5.4 电解液对铅酸电池性能的影响
2.1.5.5 放电深度对铅酸电池性能的影响
2.1.5.6 过充电程度对铅酸电池性能的影响
2.1.5.7 工作温度对铅酸电池性能的影响
2.1.5.8 浮充电压对铅酸电池性能的影响
2.1.5.9 保养不到位对铅酸电池性能的影响
2.1.6 铅酸电池技术指标
2.1.7 铅酸电池使用注意事项
2.1.8 铅酸电池的应用
2.1.9 铅酸电池的发展状况
2.1.10 铅酸电池的发展瓶颈
2.1.11 铅酸电池的发展前景
2.2 锂离子电池
2.2.1 锂离子电池基本结构
2.2.1.1 锂离子电池正极材料
2.2.1.1.1 磷酸铁锂正极材料
2.2.1.1.2 三元锂材料
2.2.1.1.3 钴酸锂正极材料
2.2.1.1.4 锰酸锂正极材料
2.2.1.2 锂离子电池负极材料
2.2.1.2.1 锂离子电池碳负极材料
a. 锂离子电池石墨化碳负极材料
b. 锂离子电池无定形碳负极材料
2.2.1.2.2 锂离子电池非碳负极材料
a. 锂离子电池钨基非碳负极材料
b. 锂离子电池钼基非碳负极材料
c. 锂离子电池硅基非碳负极材料
d. 锂离子电池钛基非碳负极材料
e. 锂离子电池锡基非碳负极材料
f. 锂离子电池合金负极材料
2.2.1.3 锂离子电池隔膜
2.2.1.3.1 锂离子电池聚乙烯隔膜
2.2.1.3.2 锂离子电池聚丙烯隔膜
2.2.1.4 锂离子电池电解液
2.2.1.4.1 锂离子电池液态电解质

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

2.2.1.4.2 锂离子电池固态电解质
2.2.1.5 锂离子电池工作原理
2.2.1.6 锂离子电池主要特性
2.2.1.6.1 锂离子电池的能量密度
2.2.1.6.2 锂离子电池的续航时间
2.2.1.6.3 锂离子电池的使用寿命
2.2.1.6.4 锂离子电池的充电性能
2.2.1.6.5 锂离子电池的安全性
2.2.1.7 锂离子电池分类
2.2.1.7.1 磷酸铁锂电池
2.2.1.7.2 三元锂电池
2.2.1.7.3 钴酸锂电池
2.2.1.7.4 锰酸锂电池
2.2.1.7.5 液态锂离子电池
2.2.1.7.6 固态锂离子电池
2.2.1.7.7 圆柱锂离子电池
2.2.1.7.8 方形锂离子电池
2.2.1.7.9 软包锂离子电池
a. 软包锂电池的基本结构
b. 软包锂电池与硬包锂电池区别
c. 软包锂电池为什么会胀气
d. 软包锂电池的生产流程
2.2.1.7.10 耐高温锂离子电池
2.2.1.7.11 耐低温锂离子电池
2.2.1.8 锂离子电池生产工序
2.2.1.9 锂离子电池性能的影响因素
2.2.1.9.1 正极材料对锂离子电池性能的影响
2.2.1.9.2 负极材料对锂离子电池性能的影响
2.2.1.9.3 隔膜对锂离子电池性能的影响
2.2.1.9.4 电解液对锂离子电池性能的影响
2.2.1.9.5 放电深度对锂离子电池性能的影响
2.2.1.9.6 过充电程度对锂离子电池性能的影响
2.2.1.9.7 工作温度对锂离子电池性能的影响
2.2.1.9.8 放电电流密度对锂离子电池性能的影响
2.2.1.10 锂离子电池对正极材料的要求
2.2.1.11 锂离子电池对负极材料的要求
2.2.1.12 锂离子电池对隔膜的要求
2.2.1.13 锂离子电池对电解液的要求
2.2.1.14 锂离子电池技术指标
2.2.1.15 锂离子电池使用注意事项
2.2.1.16 锂离子电池的应用
2.2.1.17 锂离子电池的发展状况
2.2.1.18 锂离子电池的发展瓶颈
2.2.1.19 锂离子电池的发展前景

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

2.3 磷酸铁锂电池
2.3.1 磷酸铁锂电池基本结构
2.3.2 磷酸铁锂电池工作原理
2.3.3 磷酸铁锂电池主要特性
2.3.4 磷酸铁锂电池的应用
2.3.5 磷酸铁锂电池的发展现状
2.3.6 磷酸铁锂电池的发展前景
2.3.7 磷酸铁锂电池的发展瓶颈
2.4 三元电池
2.4.1 三元电池基本结构
2.4.2 三元电池分类
2.4.2.1 镍钴锰三元电池
2.4.2.2 镍钴铝三元电池
2.4.3 三元电池工作原理
2.4.4 三元电池主要特性
2.4.5 三元电池的应用
2.4.6 三元电池的发展现状
2.4.7 三元电池的发展前景
2.4.8 三元电池的发展瓶颈
2.5 钴酸锂电池
2.5.1 钴酸锂电池基本结构
2.5.2 钴酸锂电池工作原理
2.5.3 钴酸锂电池主要特性
2.5.4 钴酸锂电池的应用
2.5.5 钴酸锂电池的发展现状
2.5.6 钴酸锂电池的发展前景
2.5.7 钴酸锂电池的发展瓶颈
2.6 锰酸锂电池
2.6.1 锰酸锂电池基本结构
2.6.2 锰酸锂电池工作原理
2.6.3 锰酸锂电池主要特性
2.6.4 锰酸锂电池的应用
2.6.5 锰酸锂电池的发展现状
2.6.6 锰酸锂电池的发展前景
2.6.7 锰酸锂电池的发展瓶颈
2.7 无钴电池
2.7.1 无钴电池基本结构
2.7.2 无钴电池工作原理
2.7.3 无钴电池主要特性
2.7.4 无钴电池的应用
2.7.5 无钴电池的发展现状
2.7.6 无钴电池的发展前景
2.7.7 无钴电池的发展瓶颈
2.8 锂硫电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

2.8.1 锂硫电池基本结构
2.8.1.1 锂硫电池正极材料
2.8.1.1.1 锂硫电池正极材料的种类
2.8.1.1.2 锂硫电池正极材料的制备方法
2.8.1.2 锂硫电池负极材料
2.8.1.2.1 锂硫电池负极材料的种类
2.8.1.2.2 锂硫电池负极材料的制备方法
2.8.1.2.3 锂硫电池负极材料的研究进展
2.8.1.3 锂硫电池隔膜
2.8.1.3.1 锂硫电池隔膜的种类
2.8.1.3.2 锂硫电池隔膜的制备方法
2.8.1.4 锂硫电池电解液
2.8.1.4.1 锂硫电池电解液的种类
2.8.1.4.2 锂硫电池电解液的制备方法
2.8.2 锂硫电池工作原理
2.8.3 锂硫电池主要特性
2.8.4 锂硫电池性能的影响因素
2.8.4.1 正极材料对锂硫电池性能的影响
2.8.4.2 负极材料对锂硫电池性能的影响
2.8.4.3 隔膜对锂硫电池性能的影响
2.8.4.4 电解液对锂硫电池性能的影响
2.8.4.5 放电深度对锂硫电池寿命的影响
2.8.4.6 过充电程度对锂硫电池寿命的影响
2.8.4.7 温度对锂硫电池寿命的影响
2.8.4.8 放电电流密度对锂硫电池寿命的影响
2.8.5 锂硫电池技术指标
2.8.6 锂硫电池使用注意事项
2.8.7 锂硫电池的应用
2.8.8 锂硫电池的发展现状
2.8.9 锂硫电池的发展前景
2.8.10 锂硫电池的发展瓶颈
2.9 钠离子电池
2.9.1 钠离子电池基本结构
2.9.1.1 钠离子电池正极材料
2.9.1.1.1 钠电池层状氧化物正极材料
2.9.1.1.2 钠电池普鲁士蓝正极材料
2.9.1.1.3 钠电池聚阴离子化合物正极材料
2.9.1.2 钠离子电池负极材料
2.9.1.2.1 钠电池碳负极材料
2.9.1.2.2 钠电池钨基负极材料
2.9.1.2.4 钠电池合金负极材料
2.9.1.3 钠离子电池隔膜
2.9.1.4 钠离子电池电解液
2.9.2 钠离子电池工作原理

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

2.9.3 钠离子电池主要特性
2.9.4 钠离子电池生产工序
2.9.5 钠离子电池性能的影响因素
2.9.5.1 正极材料对钠离子电池性能的影响
2.9.5.2 负极材料对钠离子电池性能的影响
2.9.5.3 隔膜对钠离子电池性能的影响
2.9.5.4 电解液对钠离子电池性能的影响
2.9.5.5 放电深度对钠离子电池寿命的影响
2.9.5.6 过充电程度对钠离子电池寿命的影响
2.9.5.7 温度对钠离子电池寿命的影响
2.9.5.8 放电电流密度对钠离子电池寿命的影响
2.9.6 钠离子电池技术指标
2.9.7 钠离子电池使用注意事项
2.9.8 钠离子电池的应用
2.9.9 钠离子电池的发展现状
2.9.10 钠离子电池的发展前景
2.9.11 钠离子电池的发展瓶颈
2.10 锌离子电池
2.10.1 锌离子电池基本结构
2.10.1.1 锌离子电池正极材料
2.10.1.1.1 锌电池正极材料的种类
2.10.1.1.2 锌电池正极材料的制备方法
2.10.1.2 锌离子电池负极材料
2.10.1.2.1 锌电池负极材料的种类
2.10.1.3 锌离子电池隔膜
2.10.1.3.1 锌电池聚合物材料的选择
2.10.1.3.2 锌电池聚合物材料的优化
2.10.1.4 锌离子电池电解液
2.10.1.4.1 锌电池水系电解液
2.10.1.4.2 锌电池非水系电解液
2.10.1.4.3 锌电池混合电解液
2.10.2 锌离子电池工作原理
2.10.3 锌离子电池主要特性
2.10.4 锌离子电池生产工序
2.10.5 锌离子电池性能的影响因素
2.10.5.1 正极材料对锌离子电池性能的影响
2.10.5.2 负极材料对锌离子电池性能的影响
2.10.5.3 隔膜对锌离子电池性能的影响
2.10.5.4 电解液对锌离子电池性能的影响
2.10.5.5 放电深度对锌离子电池寿命的影响
2.10.5.6 过充电程度对锌离子电池寿命的影响
2.10.5.7 工作温度对锌离子电池寿命的影响
2.10.5.8 放电电流密度对锌离子电池寿命的影响
2.10.6 锌离子电池技术指标

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

2.10.7 锌离子电池使用注意事项
2.10.8 锌离子电池的应用
2.10.9 锌离子电池的发展现状
2.10.10 锌离子电池的发展前景
2.10.11 锌离子电池的发展瓶颈
2.11 镍氢电池
2.11.1 镍氢电池基本结构
2.11.1.1 镍氢电池正极材料
2.11.1.2 镍氢电池负极材料
2.11.1.3 镍氢电池隔膜
2.11.1.4 镍氢电池电解液
2.11.2 镍氢电池工作原理
2.11.3 镍氢电池主要特性
2.11.4 镍氢电池生产工序
2.11.5 镍氢电池性能的影响因素
2.11.5.1 正极材料对镍氢电池性能的影响
2.11.5.2 负极材料对镍氢电池性能的影响
2.11.5.3 隔膜对镍氢电池性能的影响
2.11.5.4 电解液对镍氢电池性能的影响
2.11.5.5 放电深度对镍氢电池寿命的影响
2.11.5.6 过充电程度对镍氢电池寿命的影响
2.11.5.7 工作温度对镍氢电池寿命的影响
2.11.5.8 放电电流密度对镍氢电池寿命的影响
2.11.6 镍氢电池技术指标
2.11.7 镍氢电池使用注意事项
2.11.8 镍氢电池的应用
2.11.9 镍氢电池的发展现状
2.11.10 镍氢电池的发展前景
2.11.11 镍氢电池的发展瓶颈
2.12 燃料电池
2.12.1 燃料电池基本结构
2.12.1.1 燃料电池阳极材料
2.12.1.2 燃料电池阴极材料
2.12.1.3 燃料电池隔膜
2.12.1.4 燃料电池电解质
2.12.1.5 燃料电池催化剂
2.12.1.6 燃料电池集电器
2.12.2 燃料电池工作原理
2.12.3 燃料电池主要特性
2.12.4 燃料电池生产工序
2.12.5 燃料电池性能的影响因素
2.12.5.1 阳极材料对燃料电池性能的影响
2.12.5.2 阴极材料对燃料电池性能的影响
2.12.5.3 催化剂对燃料电池性能的影响

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

2.12.5.4 隔膜对燃料电池性能的影响
2.12.5.5 电解质对燃料电池性能的影响
2.12.5.6 集电器对燃料电池性能的影响
2.12.5.7 工作温度对燃料电池寿命的影响
2.12.5.8 工作压力对燃料电池寿命的影响
2.12.5.9 电流密度对燃料电池寿命的影响
2.12.6 燃料电池技术指标
2.12.7 燃料电池使用注意事项
2.12.8 燃料电池的应用
2.12.9 燃料电池的发展现状
2.12.10 燃料电池的发展前景
2.12.11 燃料电池的发展瓶颈
2.13 太阳能电池
2.13.1 太阳能电池基本组成
2.13.1.1 太阳能电池 PN 结
2.13.1.2 太阳能电池金属电极
2.13.1.3 太阳能电池透明导电膜
2.13.1.4 太阳能电池硅片
2.13.2 太阳能电池工作原理
2.13.3 太阳能电池主要特性
2.13.4 太阳能电池生产工序
2.13.5 太阳能电池性能的影响因素
2.13.5.1 硅片质量对太阳能电池性能的影响
2.13.5.2 硅片厚度对太阳能电池性能的影响
2.13.5.3 光照强度对太阳能电池性能的影响
2.13.5.4 工作温度对太阳能电池性能的影响
2.13.6 太阳能电池技术指标
2.13.7 太阳能电池使用注意事项
2.13.8 太阳能电池的应用
2.13.9 太阳能电池的发展现状
2.13.10 太阳能电池的发展前景
2.13.11 太阳能电池的发展瓶颈

第三章 电池性能的检测

3.1 电池的主要性能
3.1.1 电池的电动势
3.1.2 电池的额定容量
3.1.3 电池的额定电压
3.1.4 电池的开路电压
3.1.5 电池的充放电速率
3.1.6 电池的自放电率
3.1.7 电池的阻抗
3.1.8 电池的寿命

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

3.2 电池性能的检测
3.2.1 电池电动势的测试
3.2.1.1 电池电动势测试的目的
3.2.1.2 电池电动势测试的原理
3.2.1.3 电池电动势测试的方法
3.2.1.4 电池电动势测试的优势
3.2.1.5 电池电动势测试的注意事项
3.2.2 电池容量的测试
3.2.2.1 电池容量测试的目的
3.2.2.2 电池容量测试的原理
3.2.2.3 电池容量测试的方法
3.2.2.4 电池容量测试的优势
3.2.2.5 电池容量测试的注意事项
3.2.3 电池内阻的测试
3.2.3.1 电池内阻测试的目的
3.2.3.2 电池内阻测试的原理
3.2.3.3 电池内阻测试的方法
3.2.3.4 电池内阻测试的优势
3.2.3.5 电池内阻测试的注意事项
3.2.4 电池循环寿命的测试
3.2.4.1 电池循环寿命测试的目的
3.2.4.2 电池循环寿命测试的原理
3.2.4.3 电池循环寿命测试的方法
3.2.4.4 电池循环寿命测试的优势
3.2.4.5 电池循环寿命测试的注意事项
3.2.5 电池静态容量的测试
3.2.5.1 电池静态容量测试的目的
3.2.5.2 电池静态容量测试的原理
3.2.5.3 电池静态容量测试的方法
3.2.5.4 电池静态容量测试的优势
3.2.5.5 电池静态容量测试的注意事项
3.2.6 电池充放电性能的测试
3.2.6.1 电池充放电性能测试的目的
3.2.6.2 电池充放电性能测试的原理
3.2.6.3 电池充放电性能测试的方法
3.2.6.4 电池充放电性能测试的优势
3.2.6.5 电池充放电性能测试的注意事项
3.2.7 电池循环次数的测试
3.2.7.1 电池循环次数测试的目的
3.2.7.2 电池循环次数测试的原理
3.2.7.3 电池循环次数测试的方法
3.2.7.4 电池循环次数测试的优势
3.2.7.5 电池循环次数测试的注意事项
3.2.8 电池过充电保护的测试

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

3.2.8.1 电池过充电保护测试的目的
3.2.8.2 电池过充电保护测试的原理
3.2.8.3 电池过充电保护测试的方法
3.2.8.4 电池过充电保护测试的优势
3.2.8.5 电池过充电保护测试的注意事项
3.2.9 电池开路电压的测试
3.2.9.1 电池开路电压测试的目的
3.2.9.2 电池开路电压测试的原理
3.2.9.3 电池开路电压测试的方法
3.2.9.4 电池开路电压测试的优势
3.2.9.5 电池开路电压测试的注意事项
3.2.10 电池温度的测试
3.2.10.1 电池温度测试的目的
3.2.10.2 电池温度测试的原理
3.2.10.3 电池温度测试的方法
3.2.10.4 电池温度测试的优势
3.2.10.5 电池温度测试的注意事项
3.2.11 电池 ESD 的测试
3.2.11.1 电池 ESD 测试的目的
3.2.11.2 电池 ESD 测试的原理
3.2.11.3 电池 ESD 测试的方法
3.2.11.4 电池 ESD 测试的优势
3.2.11.5 电池 ESD 测试的注意事项

第四章 蓄电池应用领域概览

4.1 交通工具用蓄电池
4.1.1 电动汽车用蓄电池
4.1.3 电动自行车用蓄电池
4.1.4 电动摩托车用蓄电池
4.1.5 电动船舶用蓄电池
4.1.6 电动飞机用蓄电池
4.1.7 电动航空器用蓄电池
4.2 电子产品用蓄电池
4.2.1 手机用蓄电池
4.2.2 电脑用蓄电池
4.2.3 智能手表用蓄电池
4.2.4 游戏机用蓄电池
4.2.5 移动电源用蓄电池
4.2.6 无人机用蓄电池
4.3 智能家电用蓄电池
4.3.1 智能扫地机用蓄电池
4.3.2 智能门锁用蓄电池
4.3.3 智能吸尘器用蓄电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

4.3.4 智能窗帘用蓄电池
4.3.5 智能夜灯用蓄电池
4.3.6 智能音箱用蓄电池
4.3.7 智能马桶用蓄电池
4.4 航空器用蓄电池
4.4.1 卫星用蓄电池
4.4.2 火箭推进系统用蓄电池
4.4.3 军事设备用蓄电池
4.5 电力系统用蓄电池
4.6 医疗设备用蓄电池
4.6.1 电子体温计用蓄电池
4.6.2 呼吸机用蓄电池
4.6.3 便携式心电图机用蓄电池
4.6.4 移动式超声设备用蓄电池
4.6.5 除颤仪用蓄电池
4.7 电动工具用蓄电池
4.7.1 电钻用蓄电池
4.7.2 电锤用蓄电池
4.7.3 电锯用蓄电池
4.7.4 角磨机用蓄电池
4.7.5 电剪用蓄电池
4.8 农业设备用蓄电池
4.8.1 收割机用蓄电池
4.8.2 播种机用蓄电池
4.8.3 喷灌机用蓄电池
4.8.4 饲料投喂器用蓄电池

第 II 部分 钨在新能源电池市场的介绍

第五章 新能源电池中的钨化合物介绍

5.1 什么是钨酸
5.1.1 钨酸理化性质
5.1.2 钨酸分类
5.1.2.1 新能源电池用黄钨酸
5.1.2.2 新能源电池用白钨酸
5.1.2.3 新能源电池用偏钨酸
5.1.3 钨酸生产方法
5.1.3.1 黄钨酸生产方法
5.1.3.2 白钨酸生产方法
5.1.3.3 偏钨酸生产方法
5.1.4 钨酸应用
5.2 什么是氧化钨
5.2.1 氧化钨理化性质

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

5.2.1.1 什么是氧化钨的氧化还原性
5.2.1.2 什么是氧化钨的电致变色
5.2.1.3 什么是氧化钨的光致变色
5.2.1.4 什么是氧化钨的气敏性
5.2.1.5 什么是氧化钨的能量密度
5.2.3 氧化钨分类
5.2.3.1 新能源电池用氧化钨纳米颗粒
5.2.3.2 新能源电池用氧化钨纳米片
5.2.3.3 新能源电池用氧化钨纳米线
5.2.3.4 新能源电池用氧化钨纳米棒
5.2.3.5 新能源电池用氧化钨纳米花
5.2.3.6 新能源电池用黄色氧化钨
5.2.3.7 新能源电池用蓝色氧化钨
5.2.3.8 新能源电池用紫色氧化钨
5.2.3.9 新能源电池用白色氧化钨
5.2.3.10 新能源电池用二氧化钨
5.2.4 氧化钨生产方法
5.2.4.1 热分解法制备氧化钨
5.2.4.2 水热合成法制备氧化钨
5.2.4.3 溶胶凝胶法制备氧化钨
5.2.4.4 电化学氧化法制备氧化钨
5.2.5 氧化钨应用
5.3 什么是黄色氧化钨
5.3.1 黄色氧化钨结构
5.3.2 黄色氧化钨理化性质
5.3.2.1 什么是黄色氧化钨的密度
5.3.2.2 什么是黄色氧化钨的松装密度
5.3.2.3 什么是黄色氧化钨的氧化性
5.3.2.4 什么是黄色氧化钨的电致变色
5.3.2.5 什么是黄色氧化钨的气敏性
5.3.3 黄色氧化钨分类
5.3.3.1 新能源电池用黄色氧化钨纳米颗粒
5.3.3.2 新能源电池用黄色氧化钨纳米片
5.3.3.3 新能源电池用黄色氧化钨纳米线
5.3.3.4 新能源电池用黄色氧化钨纳米棒
5.3.3.5 新能源电池用黄色氧化钨纳米花
5.3.3.6 新能源电池用微米黄色氧化钨
5.3.3.7 新能源电池用亚微米黄色氧化钨
5.3.3.8 新能源电池用纳米黄色氧化钨
5.3.3.9 新能源电池用亚纳米黄色氧化钨
5.3.4 黄色氧化钨生产方法
5.3.5 黄色氧化钨应用
5.4 什么是紫色氧化钨
5.4.1 紫色氧化钨结构

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

5.4.2 紫色氧化钨理化性质
5.4.3 紫色氧化钨分类
5.4.3.1 新能源电池用针状紫色氧化钨
5.4.3.2 新能源电池用棒状紫色氧化钨
5.4.3.3 新能源电池用微米紫色氧化钨
5.4.3.4 新能源电池用亚微米紫色氧化钨
5.4.3.5 新能源电池用纳米紫色氧化钨
5.4.3.6 新能源电池用亚纳米紫色氧化钨
5.4.4 紫色氧化钨生产方法
5.4.5 紫色氧化钨应用
5.5 什么是二氧化钨
5.5.1 二氧化钨结构
5.5.2 二氧化钨理化性质
5.5.3 二氧化钨分类
5.5.3.1 新能源电池用二氧化钨纳米颗粒
5.5.3.2 新能源电池用二氧化钨纳米片
5.5.3.3 新能源电池用二氧化钨纳米线
5.5.3.4 新能源电池用二氧化钨纳米棒
5.5.3.5 新能源电池用二氧化钨纳米花
5.5.3.6 新能源电池用微米二氧化钨
5.5.3.7 新能源电池用亚微米二氧化钨
5.5.3.8 新能源电池用纳米二氧化钨
5.5.3.9 新能源电池用亚纳米二氧化钨
5.5.4 二氧化钨生产方法
5.5.5 二氧化钨应用
5.6 什么是铌钨氧化物
5.6.1 铌钨氧化物结构
5.6.2 铌钨氧化物理化性质
5.6.3 铌钨氧化物生产方法
5.6.4 铌钨氧化物应用
5.7 什么是氮化钨
5.7.1 氮化钨结构
5.7.2 氮化钨理化性质
5.7.3 氮化钨分类
5.7.3.1 新能源电池用六叠氮化钨
5.7.3.2 新能源电池用二氮化钨
5.7.3.3 新能源电池用氮化二钨
5.7.4 氮化钨生产方法
5.7.5 氮化钨应用
5.8 什么是硼化钨
5.8.1 硼化钨结构
5.8.2 硼化钨理化性质
5.8.3 硼化钨分类
5.8.3.1 新能源电池用一硼化钨

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

5.8.3.2 新能源电池用二硼化钨
5.8.3.3 新能源电池用硼化二钨
5.8.3.4 新能源电池用四硼化钨
5.8.3.5 新能源电池用五硼化二钨
5.8.4 硼化钨生产方法
5.8.5 硼化钨应用
5.9 什么是二硫化钨
5.9.1 二硫化钨结构
5.9.2 二硫化钨理化性质
5.9.3 二硫化钨分类
5.9.3.1 新能源电池用二硫化钨纳米颗粒
5.9.3.2 新能源电池用二硫化钨纳米片
5.9.3.3 新能源电池用二硫化钨纳米线
5.9.3.4 新能源电池用二硫化钨纳米棒
5.9.3.5 新能源电池用二硫化钨纳米花
5.9.3.6 新能源电池用二硫化钨量子点
5.9.4 二硫化钨生产方法
5.9.5 二硫化钨应用
5.10 什么是二硒化钨
5.10.1 二硒化钨结构
5.10.2 二硒化钨理化性质
5.10.3 二硒化钨分类
5.10.3.1 新能源电池用二硒化钨纳米颗粒
5.10.3.2 新能源电池用二硒化钨纳米片
5.10.3.3 新能源电池用二硒化钨纳米线
5.10.3.4 新能源电池用二硒化钨纳米棒
5.10.3.5 新能源电池用二硒化钨纳米花
5.10.4 二硒化钨生产方法
5.10.5 二硒化钨应用
5.11 什么是钨酸盐
5.11.1 钨酸盐结构
5.11.2 钨酸盐理化性质
5.11.3 钨酸盐分类
5.11.3.1 新能源电池用钨酸钠
5.11.1.2 新能源电池用钨酸锌
5.11.1.3 新能源电池用钨酸钴
5.11.4 钨酸盐生产方法
5.11.5 钨酸盐应用

第六章 钨在锂离子电池中的应用

6.1 纳米钨酸在锂离子电池中的应用
6.1.1 锂电池正极材料用纳米钨酸
6.1.2 锂电池负极材料用纳米钨酸

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

6.1.3 锂电池电极材料用纳米钨酸的挑战
6.2 纳米黄色氧化钨在锂离子电池中的应用
6.2.1 锂电池正极材料用纳米黄色氧化钨
6.2.2 锂电池负极材料用纳米黄色氧化钨
6.2.3 锂电池电极材料用纳米黄色氧化钨的挑战
6.3 纳米紫色氧化钨在锂离子电池中的应用
6.3.1 锂电池正极材料用纳米紫色氧化钨
6.3.2 锂电池负极材料用纳米紫色氧化钨
6.3.3 锂电池电极材料用纳米紫色氧化钨的挑战
6.4 二氧化钨在锂离子电池中的应用
6.4.1 锂电池正极材料用二氧化钨
6.4.2 锂电池负极材料用二氧化钨
6.4.3 锂电池电极材料用二氧化钨的挑战
6.5 铌钨氧化物在锂离子电池中的应用
6.5.1 锂电池正极材料用铌钨氧化物
6.5.2 锂电池负极材料用铌钨氧化物
6.5.3 锂电池电极材料用铌钨氧化物的挑战
6.6 氮化钨在锂离子电池中的应用
6.6.1 锂电池负极材料用氮化钨
6.6.2 锂电池电极材料用氮化钨的挑战
6.7 二硫化钨在磷酸铁锂中的应用
6.7.1 锂电池正极材料用二硫化钨纳米片
6.7.2 锂电池正极材料用二硫化钨纳米管
6.7.3 锂电池负极材料用二硫化钨纳米片
6.7.4 锂电池负极材料用二硫化钨纳米管
6.7.5 锂电池电极材料用二硫化钨的挑战
6.8 钨酸钠在锂离子电池中的应用
6.8.1 锂电池负极材料用钨酸钠
6.8.2 锂电池电极材料用钨酸钠的挑战
6.9 钨酸锌在锂离子电池中的应用
6.9.1 锂电池负极材料用钨酸锌
6.9.2 锂电池电极材料用钨酸锌的挑战
6.10 钨酸锂在锂离子电池中的应用
6.9.1 锂离子电池正极材料用钨酸锂
6.9.2 锂离子电池负极材料用钨酸锂
6.9.3 锂电池电解质用钨酸锂
6.9.4 锂电池用钨酸锂的挑战

第七章 钨在锂硫电池中的应用

7.1 氧化钨在锂硫电池中的应用
7.1.1 锂硫电池正极材料用氧化钨纳米棒
7.1.2 锂硫电池负极材料用氧化钨纳米棒
7.1.3 锂硫电池隔膜用氧化钨

7.1.4 锂硫电池用氧化钨的挑战
7.2 二硫化钨在锂硫电池中的应用
7.2.1 锂硫电池正极材料用二硫化钨纳米片
7.2.2 锂硫电池负极材料用二硫化钨纳米片
7.2.3 锂硫电池正极材料用二硫化钨量子点
7.2.4 锂硫电池负极材料用二硫化钨量子点
7.2.5 锂硫电池隔膜用二硫化钨纳米花
7.2.6 锂硫电池用二硫化钨的挑战
7.3 二硒化钨在锂硫电池中的应用
7.3.1 锂硫电池正极材料用二硒化钨纳米片
7.3.2 锂硫电池负极材料用二硒化钨纳米片
7.3.3 锂硫电池正极材料用二硒化钨复合材料
7.3.4 锂硫电池负极材料用二硒化钨复合材料
7.3.5 锂硫电池电极材料用二硒化钨的挑战
7.4 氮化钨在锂硫电池中的应用
7.4.1 锂硫电池正极材料用氮化钨纳米片
7.4.2 锂硫电池负极材料用氮化钨纳米片
7.4.3 锂硫电池电极材料用氮化钨的挑战

第八章 钨在钠离子电池中的应用

8.1 氧化钨在钠离子电池中的应用
8.1.1 钠电池正极材料用黄色氧化钨
8.1.2 钠电池负极材料用黄色氧化钨
8.1.3 钠电池正极材料用紫色氧化钨
8.1.4 钠电池负极材料用紫色氧化钨
8.1.5 钠电池电极材料用氧化钨的挑战
8.2 二硫化钨在钠离子电池中的应用
8.2.1 钠电池正极材料用二硫化钨空心球
8.2.2 钠电池负极材料用二硫化钨空心球
8.2.3 钠电池正极材料用二硫化钨纳米片
8.2.4 钠电池负极材料用二硫化钨纳米片
8.2.5 钠电池负极材料用二硫化钨纳米管
8.2.6 钠电池电极材料用二硫化钨的挑战
8.3 二硒化钨在钠离子电池中的应用
8.3.1 钠电池正极材料用二硒化钨
8.3.2 钠电池负极材料用二硒化钨
8.3.3 钠电池电极材料用二硒化钨的挑战
8.4 纳米钨酸在钠离子电池中的应用
8.4.1 钠电池正极材料用纳米钨酸
8.4.2 钠电池负极材料用纳米钨酸
8.4.3 钠电池电极材料用纳米钨酸的挑战
8.5 氮化钨在钠离子电池中的应用
8.5.1 钠电池正极材料用纳米氮化钨纳米

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

8.5.2 钠电池负极材料用纳米氮化钨纳米
8.5.3 钠电池电极材料用纳米氮化钨的挑战
8.6 钨酸钠在钠离子电池中的应用
8.6.1 钠电池负极材料用纳米钨酸钠
8.6.2 钠电池电极材料用纳米钨酸钠的挑战
8.7 钨酸锌在钠离子电池中的应用
8.7.1 钠电池负极材料用钨酸锌
8.7.2 钠电池电极材料用钨酸锌的挑战

第九章 钨在锌空电池中的应用

9.1 氧化钨在锌空电池中的应用
9.1.1 锌空电池催化剂用黄色氧化钨复合材料
9.1.2 锌空电池催化剂用紫色氧化钨复合材料
9.1.3 锌空电池催化剂用氧化钨的挑战
9.2 二硫化钨在锌空电池中的应用
9.2.1 锌空电池催化剂用纳米二硫化钨
9.1.2 锌空电池催化剂用纳米二硫化钨的挑战
9.3 钨酸钴在锌空电池中的应用
9.3.1 锌空电池催化剂用钨酸钴复合材料
9.3.2 锌空电池催化剂用钨酸钴的挑战

第十章 钨在燃料电池中的应用

10.1 氧化钨在燃料电池中的应用
10.1.1 燃料电池催化剂用纳米三氧化钨
10.1.2 燃料电池屏蔽层用三氧化钨涂层
10.1.3 燃料电池催化剂用氧化钨的挑战
10.2 二硫化钨燃料电池中的应用
10.2.1 燃料电池催化剂用纳米二硫化钨
10.2.2 燃料电池催化剂用二硫化钨的挑战
10.3 磷钨酸燃料电池中的应用
10.3.1 燃料电池催化剂用磷钨酸
10.3.2 燃料电池质子交换膜用磷钨酸
10.3.4 燃料电池用磷钨酸的挑战
10.4 燃料电池用氢钼钨青铜
10.4.1 燃料电池催化剂用氢钼钨青铜
10.4.2 燃料电池催化剂用氢钼钨青铜挑战
10.5 燃料电池用碳化钨粉末
10.5.2 燃料电池催化剂用碳化钨粉末
10.5.3 燃料电池用碳化钨粉末的挑战

第十一章 钨在太阳能电池中的应用

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

11.1 氧化钨在太阳能电池中的应用
11.1.1 太阳能电池正面银浆用三氧化钨
11.1.2 太阳能电池用氧化钨薄膜
11.1.3 太阳能电池用氧化钨的挑战
11.2 二硫化钨在太阳能电池中的应用
11.2.1 太阳能电池光活性层用二硫化钨
11.2.2 太阳能电池空穴传输层用二硫化钨纳米膜
11.2.3 太阳能电池用二硫化钨的挑战
11.3 二硒化钨在太阳能电池中的应用
11.3.1 太阳能电池导电层用二硒化钨
11.3.2 太阳能电池用二硒化钨的挑战
11.4 钨酸镉在太阳能电池中的应用
11.4.1 太阳能电池用钨酸镉
11.4.2 太阳能电池用钨酸镉的挑战

第十二章 钨在电池中的技术挑战与解决方案

12.1 纳米钨酸在电池中的技术挑战与解决方法
12.2 纳米三氧化钨在电池中的技术挑战与解决方法
12.3 纳米紫色氧化在电池中的技术挑战与解决方法
12.4 铌钨氧化物在电池中的技术挑战与解决方法
12.5 纳米二硫化钨在电池中的技术挑战与解决方法
12.6 纳米二硒化钨在电池中的技术挑战与解决方法
12.7 纳米氮化钨在电池中的技术挑战与解决方法

第十三章 钨基电池的生产成本

第十四章 钨在电池中的潜在价值与应用前景

第 III 部分 钼在新能源电池市场的介绍

第十五章 新能源电池中的钼化合物介绍

15.1 什么是氧化钼
15.1.1 氧化钼结构
15.1.2 氧化钼理化性质
15.1.3 氧化钼分类
15.1.3.1 新能源电池用三氧化钼
15.1.3.2 新能源电池用二氧化钼
15.1.3.3 新能源电池用氧化钼纳米线
15.1.3.4 新能源电池用氧化钼纳米棒
15.1.3.5 新能源电池用氧化钼纳米纤维
15.1.3.6 新能源电池用微米氧化钼
15.1.3.7 新能源电池用亚微米氧化钼

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

15.1.3.8 新能源电池用纳米氧化钼
15.1.3.9 新能源电池用亚纳米氧化钼
15.1.4 氧化钼生产方法
15.1.5 氧化钼应用
15.2 什么是碳化钼
15.2.1 碳化钼结构
15.2.2 碳化钼理化性质
15.2.3 碳化钼分类
15.2.3.1 新能源电池用碳化钼纳米管
15.2.3.2 新能源电池用碳化钼纳米片
15.2.3.3 新能源电池用碳化钼纳米线
15.2.3.4 新能源电池用碳化钼纳米棒
15.2.3.5 新能源电池用碳化钼纳米纤维
15.2.3.6 新能源电池用微米碳化钼
15.2.3.7 新能源电池用亚微米碳化钼
15.2.3.8 新能源电池用纳米碳化钼
15.2.3.9 新能源电池用亚纳米碳化钼
15.2.4 碳化钼生产方法
15.2.5 碳化钼应用
15.3 什么是氮化钼
15.3.1 氧化钼结构
15.3.2 氮化钼理化性质
15.3.3 氮化钼分类
15.3.3.1 新能源电池用氮化钼量子点
15.3.3.2 新能源电池用氮化钼纳米片
15.3.3.3 新能源电池用氮化钼纳米簇
15.3.3.4 新能源电池用一氮化钼
15.3.3.5 新能源电池用六叠氮化钼
15.3.3.6 新能源电池用二氮化钼
15.3.3.7 新能源电池用氮化二钼
15.3.3.8 新能源电池用二氮化三钼
15.3.4 氮化钼生产方法
15.3.5 氮化钼应用
15.4 什么是二硫化钼
15.4.1 二硫化钼结构
15.4.2 二硫化钼理化性质
15.4.3 二硫化钼分类
15.4.3.1 新能源电池用二硫化钼纳米颗粒
15.4.3.2 新能源电池用二硫化钼纳米片
15.4.3.3 新能源电池用二硫化钼纳米棒
15.4.3.4 新能源电池用二硫化钼纳米花
15.4.3.5 新能源电池用二硫化钼纳米纤维
15.4.3.6 新能源电池用微米二硫化钼
15.4.3.7 新能源电池用亚微米二硫化钼

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

15.4.3.8 新能源电池用纳米二硫化钼
15.4.3.9 新能源电池用亚纳米二硫化钼
15.4.4 二硫化钼生产方法
15.4.5 二硫化钼应用
15.5 什么是二硒化钼
15.5.1 二硒化钼结构
15.5.2 二硒化钼理化性质
15.5.3 二硒化钼分类
15.5.3.1 新能源电池用二硒化钼纳米颗粒
15.5.3.2 新能源电池用二硒化钼纳米片
15.5.3.3 新能源电池用二硒化钼纳米棒
15.5.3.4 新能源电池用二硒化钼纳米花
15.5.3.5 新能源电池用二硒化钼纳米纤维
15.5.3.6 新能源电池用微米二硒化钼
15.5.3.7 新能源电池用亚微米二硒化钼
15.5.3.8 新能源电池用纳米二硒化钼
15.5.3.9 新能源电池用亚纳米二硒化钼
15.5.4 二硒化钼生产方法
15.5.5 二硒化钼应用
15.6 什么是钼酸盐
15.6.1 钼酸盐结构
15.6.2 钼酸盐理化性质
15.6.3 钼酸盐分类
15.6.3.1 新能源电池用钼酸锂
15.6.3.2 新能源电池用钼酸铁
15.6.3.3 新能源电池用钼酸铜
15.6.3.4 新能源电池用钼酸镍
15.6.3.5 新能源电池用钼酸镁
15.6.3.6 新能源电池用钼酸锌
15.6.3.7 新能源电池用磷钼酸
15.6.3.8 新能源电池用七钼酸铵
15.6.3.9 新能源电池用钼酸钠
15.6.3.10 新能源电池用钼酸钾
15.6.4 钼酸盐生产方法
15.6.5 钼酸盐应用

第十六章 钼在锂离子电池中的应用

16.1 氧化钼在锂离子电池中的应用
16.1.1 锂离子电池负极材料用二氧化钼
16.1.2 锂离子电池负极材料用三氧化钼
16.1.3 锂离子电池负极材料用氧化钼的挑战
16.2 氮化钼在锂离子电池中的应用
16.2.1 锂离子电池负极材料用氮化钼复合材料

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

16.2.2 锂离子电池负极材料用氮化钼的挑战
16.3 二硫化钼在锂离子电池中的应用
16.3.1 锂离子电池负极材料用二硫化钼
16.3.2 锂离子电池负极材料用二硫化钼的挑战
16.4 二硒化钼在锂离子电池中的应用
16.4.1 锂离子电池负极材料用二硒化钼
16.4.2 锂离子电池负极材料用二硒化钼的挑战
16.5 钼酸锂在锂离子电池中的应用
16.5.1 锂离子电池正极材料用钼酸锂
16.5.2 锂离子电池负极材料用钼酸锂
16.5.3 锂离子电池电极材料用钼酸锂的挑战
16.5.4 锂离子电池电解液用钼酸锂
16.5.5 锂离子电池电解液用钼酸锂的挑战
16.6 钼酸铁在锂离子电池中的应用
16.6.1 锂离子电池负极材料用纳米棒状钼酸铁
16.6.2 锂离子电池电极材料用纳米棒状钼酸铁的挑战
16.7 钼酸铜在锂离子电池中的应用
16.7.1 锂离子电池负极材料用钼酸铜
16.7.2 锂离子电池电极材料用钼酸铜的挑战
16.8 钼酸镍在锂离子电池中的应用
16.8.1 锂离子电池正极材料用钼酸镍
16.8.2 锂离子电池负极材料用钼酸镍
16.8.3 锂离子电池电极材料用钼酸镍的挑战

第十七章 钼在锂硫电池中的应用

17.1 碳化钼在锂硫电池中的应用
17.1.1 锂硫电池正极材料用碳化钼复合材料
17.1.2 锂硫电池集流体材料用碳化钼纳米纤维
17.1.3 锂硫电池用碳化钼的挑战
17.2 氮化钼在锂硫电池中的应用
17.2.1 锂硫电池正极材料用二氮化三钼
17.2.2 锂硫电池电极材料用氮化钼复合材料
17.2.3 锂硫电池隔膜用氮化钼量子点
17.2.4 锂硫电池中间层用氮化钼纳米片
17.2.5 锂硫电池用氮化钼的挑战
17.3 二硫化钼在锂硫电池中的应用
17.3.1 锂硫电池正极材料用二硫化钼纳米片
17.3.2 锂硫电池负极材料用二硫化钼复合材料
17.3.3 锂硫电池电极材料用二硫化钼的挑战
17.4 三硫化钼在锂硫电池中的应用
17.4.1 锂硫电池正极材料用非晶相三硫化钼
17.4.2 锂硫电池负极材料用三硫化钼纳米片
17.4.3 锂硫电池电极材料用三硫化钼的挑战

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

17.5 二硒化钼在锂硫电池中的应用
17.5.1 锂硫电池正极材料用二硒化钼复合材料
17.5.2 锂硫电池负极材料用二硒化钼复合材料
17.5.3 锂硫电池电极材料用二硒化钼的挑战

第十八章 钼在钠离子电池中的应用

18.1 氧化钼在钠离子电池中的应用
18.1.1 钠离子电池负极材料用二氧化钼
18.1.2 钠离子电池负极材料用三氧化钼
18.1.3 钠离子电池负极材料用氧化钼的挑战
18.2 二硫化钼在钠离子电池中的应用
18.2.1 钠离子电池负极材料用二硫化钼复合材料
18.2.2 钠离子电池负极材料用二硫化钼的挑战
18.3 二硒化钼在钠离子电池中的应用
18.3.1 钠离子电池负极材料用二硒化钼复合材料
18.3.2 钠离子电池负极材料用二硒化钼的挑战
18.4 钼酸锂在钠离子电池中的应用
18.4.1 钠离子电池负极材料用钼酸锂
18.4.2 钠离子电池负极材料用钼酸锂的挑战
18.5 钼酸铁在钠离子电池中的应用
18.5.1 钠离子电池负极材料用钼酸铁
18.5.2 钠离子电池负极材料用钼酸铁的挑战
18.6 钼酸镍在钠离子电池中的应用
18.6.1 钠离子电池负极材料用钼酸镍
18.6.2 钠离子电池电极材料用钼酸镍的挑战

第十九章 钼在锌离子电池中的应用

19.1 氧化钼在锌离子电池中的应用
19.1.1 锌离子电池正极材料用二氧化钼
19.1.2 锌离子电池负极材料用二氧化钼
19.1.3 锌离子电池正极材料用三氧化钼
19.1.4 锌离子电池负极材料用三氧化钼
19.1.5 锌离子电池电极材料用氧化钼的挑战
19.2 二硫化钼在锌离子电池中的应用
19.2.1 锌离子电池正极材料用二硫化钼
19.2.2 锌离子电池正极材料用二硫化钼纳米片
19.2.3 锌离子电池负极材料用二硫化钼纳米片
19.2.4 锌离子电池负极材料用二硫化钼复合材料
19.2.5 锌离子电池电极材料用二硫化钼的挑战
19.3 钼钒氧化物在锌离子电池中的应用
19.3.1 锌离子电池电极材料用钼钒氧化物
19.2.2 锌离子电池电极材料用钼钒氧化物的挑战

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

19.4 钼酸锌在锌离子电池中的应用
19.4.1 锌离子电池负极保护层用钼酸锌
19.4.2 锌离子电池负极保护层用钼酸锌的挑战

第二十章 钼在燃料电池中的应用

20.1 金属钼在燃料电池中的应用
20.1.1 燃料电池催化剂用金属钼
20.1.2 燃料电池电极用金属钼
20.1.3 燃料电池用金属钼的挑战
20.2 三氧化钼纳米线在燃料电池中的应用
20.2.1 燃料电池阳极用三氧化钼纳米线
20.2.2 燃料电池阳极用三氧化钼纳米线的挑战
20.3 碳化钼在燃料电池中的应用
20.3.1 燃料电池阳极材料用碳化钼
20.3.2 燃料电池阴极材料用碳化钼
20.3.3 燃料电池催化剂用碳化钼
20.3.4 燃料电池用碳化钼的挑战
20.4 氮化钼在燃料电池中的应用
20.4.1 燃料电池阳极材料用氮化钼
20.4.2 燃料电池阴极材料用氮化钼
20.4.3 燃料电池电极用氮化钼的挑战
20.5 磷钼酸在燃料电池中的应用
20.5.1 燃料电池催化剂用磷钼酸
20.5.2 燃料电池碳间接电氧化介质用磷钼酸
20.5.3 燃料电池用磷钼酸的挑战
20.6 钼酸镧在燃料电池中的应用
20.6.1 燃料电池电解质用钼酸镧
20.6.2 燃料电池电解质用钼酸镧的挑战
20.7 镍钼合金在燃料电池中的应用
20.7.1 燃料电池催化剂用镍钼合金
20.7.2 燃料电池催化剂用镍钼合金的挑战
20.8 铂铜钼三元合金在燃料电池中的应用
20.8.1 燃料电池催化剂用铂铜钼三元合金
20.8.2 燃料电池催化剂用铂铜钼三元合金的挑战

第二十一章 钼在太阳能电池中的应用

21.1 硫化钼在太阳能电池中的应用
21.1.1 硫化钼薄膜异质结太阳能电池
21.1.2 硫化钼薄膜异质结太阳能电池的创新研究
21.1.3 太阳能电池用硫化钼的挑战
21.2 硒化钼在太阳能电池中的应用
21.2.1 什么是硒化钼/硅异质结太阳能电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

21.2.2 钛矿太阳能电池用二硒化钼
21.2.3 太阳能电池用二硒化钼复合材料
21.2.4 太阳能电池用硒化钼的挑战
21.3 钼酸锌在太阳能电池中的应用
21.3.1 太阳能电池对电极用钼酸锌复合材料
21.3.2 太阳能电池用钼酸锌的挑战

第二十二章 钼在电池中的技术挑战与解决方案

22.1 氧化钼在电池中的挑战与解决方案
22.2 碳化钼在电池中的挑战与解决方案
22.3 氮化钼在电池中的挑战与解决方案
22.4 二硫化钼在电池中的挑战与解决方案
22.5 二硒化钼在电池中的挑战与解决方案
22.6 钼酸盐在电池中的挑战与解决方案

第二十三章 钼基电池的生产成本

第二十四章 钼在电池中的潜在价值与应用前景

第 IV 部分 稀土在新能源电池市场的介绍

第二十五章 新能源电池中的稀土元素介绍

25.1 镧元素
25.2 铈元素
25.3 镨元素
25.4 钕元素
25.5 钐元素
25.6 销元素
25.7 钆元素
25.8 钬元素
25.9 铒元素
25.10 铥元素
25.11 镱元素
25.12 钇元素
25.13 钪元素

第二十六章 稀土元素在锂离子电池中的应用

26.1 镧元素在锂离子电池中的应用
26.2 铈元素在锂离子电池中的应用
26.3 钕元素在锂离子电池中的应用
26.4 镨元素在锂离子电池中的应用
26.5 钐元素在锂离子电池中的应用

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

26.6 铕元素在锂离子电池中的应用
26.7 钆元素在锂离子电池中的应用
26.8 钬元素在锂离子电池中的应用
26.9 铒元素在锂离子电池中的应用
26.10 铥元素在锂离子电池中的应用
26.11 镱元素在锂离子电池中的应用
26.12 钇元素在锂离子电池中的应用
26.13 钪元素在锂离子电池中的应用

第二十七章 稀土元素在钠离子电池中的应用

27.1 镧元素在钠离子电池中的应用
27.2 铈元素在钠离子电池中的应用
27.3 钐元素在钠离子电池中的应用
27.4 铕元素在钠离子电池中的应用
27.5 钆元素在钠离子电池中的应用
27.6 钬元素在钠离子电池中的应用
27.7 铒元素在钠离子电池中的应用
27.8 铥元素在钠离子电池中的应用
27.9 镱元素在钠离子电池中的应用
27.10 钇元素在钠离子电池中的应用
27.11 钪元素在钠离子电池中的应用

第二十八章 稀土元素在镍氢电池中的应用

28.1 镧元素在镍氢电池中的应用
28.2 铈元素在镍氢电池中的应用
28.3 镨元素在镍氢电池中的应用
28.4 钕元素在镍氢电池中的应用
28.5 钐元素在镍氢电池中的应用
28.6 铕元素在镍氢电池中的应用
28.7 钆元素在镍氢电池中的应用
28.8 铽元素在镍氢电池中的应用
28.9 镝元素在镍氢电池中的应用
28.10 铒元素在镍氢电池中的应用

第二十九章 稀土元素在太阳能电池中的应用

29.1 镧元素在太阳能电池中的应用
29.2 铈元素在太阳能电池中的应用
29.3 镨元素在太阳能电池中的应用
29.4 钕元素在太阳能电池中的应用
29.5 铕元素在太阳能电池中的应用
29.6 钆元素在太阳能电池中的应用

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

29.7 铽元素在太阳能电池中的应用
29.8 镝元素在太阳能电池中的应用
29.9 钇元素在太阳能电池中的应用
29.10 铕元素在太阳能电池中的应用

第三十章 稀土元素在太阳能电池中的应用

30.1 镧元素在燃料电池中的应用
30.2 铈元素在燃料电池中的应用
30.3 镨元素在燃料电池中的应用
30.4 钕元素在燃料电池中的应用
30.5 钷元素在燃料电池中的应用
30.6 钐元素在燃料电池中的应用
30.7 镝元素在燃料电池中的应用
30.8 钇元素在燃料电池中的应用
30.9 铕元素在燃料电池中的应用

第三十一章 稀土元素在电池中的技术挑战与解决方案

第三十二章 稀土基电池的生产成本

第三十三章 稀土元素在电池中的潜在价值与应用前景

第 V 部分 电池、钨、钼和稀土企业介绍

第三十四章 主要电池生产企业概览

33.1 国内主要电池正极生产企业
33.2 国内主要电池负极生产企业
33.3 国内主要电池隔膜生产企业
33.4 国内主要电池电解液生产企业
33.5 国外主要电池生产企业

第三十五章 主要钨、钼和稀土企业概览

34.1 国内主要钨、钼和稀土生产企业
34.2 国外主要钨、钼和稀土生产企业

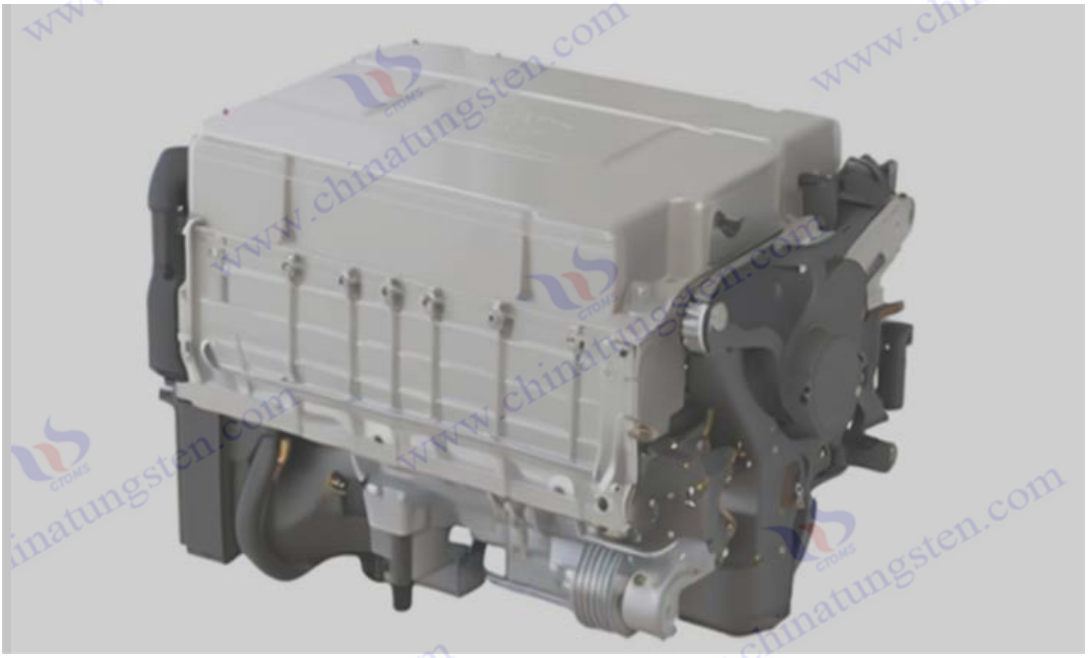
附录 1：电池行业相关标准
附录 2：电池专有名词解释
附录 3：钨钼稀土行业相关标准
附录 4：钨钼稀土专有名词解释

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

第 IV 部分 稀土在新能源电池市场的介绍

第三十章 稀土元素在燃料电池中的应用

燃料电池是一种将燃料（如氢气、甲醇等）与氧化剂（通常是氧气）直接转化为电能的装置，具有高能量转换效率、低污染排放和燃料多样化等优点。稀土元素因其优异的催化性能、离子导电性和稳定性，在燃料电池的多个关键组件中发挥着重要作用。



燃料电池

一、稀土元素在燃料电池正极材料中的应用

镧（La）：镧元素常被用作燃料电池正极材料的组成部分，特别是在混合离子导体燃料电池（HICFC）和固体氧化物燃料电池（SOFC）中。镧基复合氧化物（如 $LaSrMnO_3$）作为 SOFC 的阴极材料，具有良好的离子和电子导电性，能够促进氧气的还原反应，从而提高电池性能。此外，镧还被用于改性其他正极材料，以提高其电化学活性和稳定性。

钕（Nd）：虽然钕在燃料电池正极材料中的直接应用较少，但其作为 NdFeB 永磁材料的关键原料，在燃料电池系统的电动机和发电机中广泛应用。这些设备的效率提升间接促进了燃料电池系统的整体性能。

二、稀土元素在燃料电池电解质材料中的应用

钇（Y）：钇稳定的氧化锆（YSZ）是 SOFC 中最常用的电解质材料之一。YSZ 在高温下具有优异的离子导电性能，能够有效传导氧离子，从而提高燃料电池的功率密度和运行效率。此外，YSZ 还具有良好的化学稳定性和机械强度，能够抵抗电池运行过程中可能发生的腐

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

蚀和变形。

铈（Ce）：氧化铈（CeO_2）及其掺杂化合物也是燃料电池电解质材料的重要选择。CeO_2具有较高的氧离子导电性和储氧能力，在低温燃料电池（如质子交换膜燃料电池 PEMFC）中作为电解质添加剂或涂层材料，可以提高电池的性能和稳定性。此外，CeO_2还可用作固体氧化物燃料电池的阳极材料，促进燃料的氧化反应。



氧化铈

三、稀土元素在燃料电池催化剂中的应用

镧（La）：镧及其化合物在燃料电池催化剂中有着广泛的应用。例如，在 PEMFC 中，镧镍合金（$LaNi_5$）被用作阳极催化剂，促进氢气的氧化反应。同时，镧还可用于改性其他贵金属催化剂（如铂），提高其抗 CO 中毒能力和稳定性。



金属镧

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

铈（Ce）：CeO_2在燃料电池催化剂中同样扮演着重要角色。其优异的氧化还原性能和储氧能力使得 CeO_2成为许多催化剂的活性组分或载体。在 PEMFC 中，CeO_2可用于改善催化剂的分散性和稳定性，提高电池的电化学性能。



燃料电池

镨（Pr）和钕（Nd）：镨和钕也常被用于燃料电池催化剂的改性。通过掺杂镨或钕元素，可以改善催化剂的晶体结构和电子结构，从而提高其催化活性和稳定性。例如，镨掺杂的 $BaFeO_3$-δ 钙钛矿材料在 SOFC 中展现出优异的电化学性能。



镨元素

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

四、稀土元素在燃料电池其他组件中的应用

铽（Tb）：铽作为燃料电池的稳定剂，主要用于提高电极材料的稳定性和防止氧化、腐蚀等现象。通过掺杂铽离子或添加铽化合物，可以增强电极材料的耐久性和电化学性能，从而延长燃料电池的使用寿命。

镝（Dy）：尽管镝在燃料电池中的直接应用较少，但其与其他稀土元素一起被用于生产高效能量转换的光伏薄膜。这些薄膜在太阳能发电领域的应用，为燃料电池系统提供了更为稳定和可靠的电力来源。

随着燃料电池技术的不断发展，稀土元素在其中的应用也在不断创新。例如，研究人员正在探索将稀土元素与其他纳米材料（如碳纳米管、石墨烯等）结合，以制备具有更高性能和稳定性的燃料电池电极和催化剂。此外，稀土元素在燃料电池的电解质改性、热管理以及系统集成等方面也展现出巨大的潜力。



燃料电池

30.1 镧元素在燃料电池中的应用

一、镧元素的基本介绍

镧（Lanthanum），化学符号为 La，原子序数为 57，是一种金属稀土元素。其名称来源于希腊文“lanthanein”，意为“隐蔽的”，这反映了早期科学家在稀土元素研究中遇到的挑战和复杂性。镧在地壳中的含量虽然不高，仅为 0.00183%，但在稀土元素中含量仅次于铈，是稀土元素家族中的重要成员。

镧是一种银白色金属，具有银灰色光泽，质地较软，可以用刀切割。其密度为 6.162g/cm³，

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

熔点为 920℃，沸点为 3464℃（常压）。镧的化学性质活泼，暴露于空气中会迅速失去金属光泽，生成一层蓝色的氧化膜，随后进一步氧化生成白色的氧化物粉末。镧能与冷水缓慢作用，易溶于酸，并能与多种非金属反应。由于其活泼性，金属镧一般保存在矿物油或稀有气体中以防止氧化。



镧元素

镧有三种晶型，分别是 α 型（六方晶系）、β 型（面心立方堆积，350℃稳定存在）和 γ 型（>868℃稳定存在）。



金属镧

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

镧元素在燃料电池、电子技术、环境保护、医学、储氢合金等领域有着广泛的应用。



燃料电池

在燃料电池中，镧元素主要作为阳极催化剂或电解质材料使用，对提升燃料电池的性能和稳定性具有重要作用。

在电子技术领域有重要应用。镧元素被用作电池正极材料，特别是镧镍氢电池和镧钴氧电池。这些电池具有高能量密度、长循环寿命和环保等优点，在便携式电子设备、电动汽车等领域得到广泛应用。此外，镧元素还被用作电视和显示器的磷光粉，提供红色和粉红色的荧光效果。



电动汽车

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

在环境保护领域，镧元素被用作废水处理剂，可以有效去除重金属离子和其他有害物质。镧元素及其化合物能够与废水中的有害物质发生化学反应，形成不溶性的沉淀物或络合物，从而将其从废水中去除。



镧元素

在医学领域，镧元素可用于某些放射性核素的治疗、胃肠道的对比剂以及某些药物的辅助添加剂等。虽然关于镧元素生物特性的研究仍处于初级阶段，但其潜在的应用前景已经引起了医学界的广泛关注。



金属镧

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

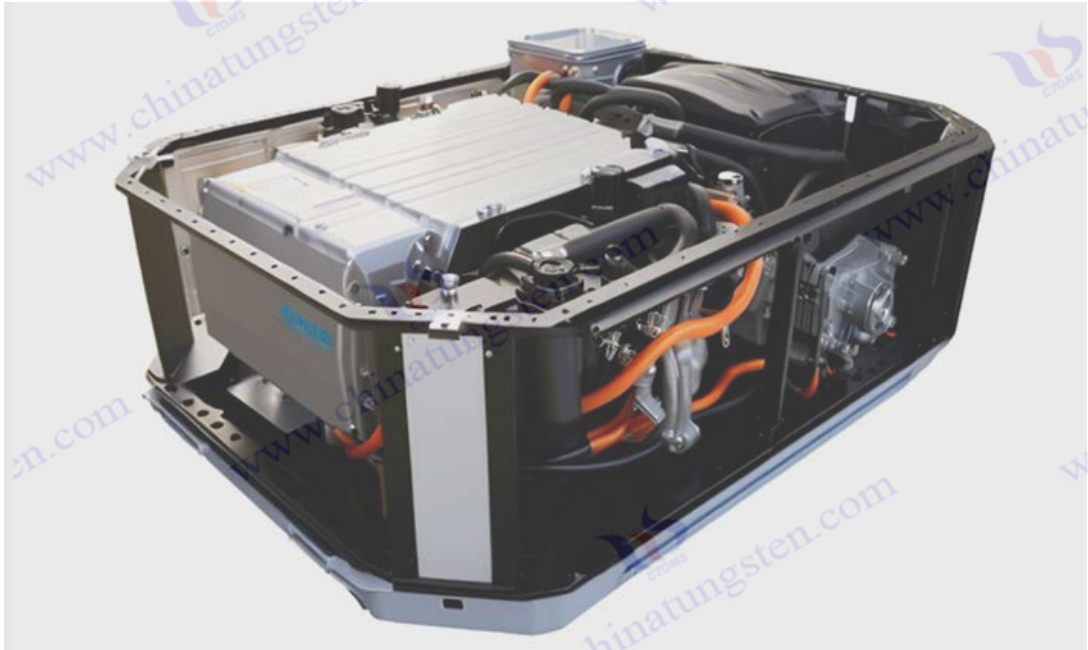
在储氢合金领域，镧元素是重要的原料。以 $LaNi_5$ 为代表的稀土系储氢合金被认为是所有储氢合金中应用性能最好的一类。这些合金能够可逆地吸放大量氢气，具有高密度、高容量和长寿命等优点，在氢能源汽车、储能系统等领域具有广泛应用前景。



镧元素

二、镧元素在燃料电池中的作用

燃料电池是一种将化学能直接转化为电能的装置，具有高效、环保、低噪音等优点。固体氧化物燃料电池（Solid Oxide Fuel Cell, SOFC）是其中一种重要的类型，它能够在中高温下工作，将氢气或碳氢燃料与氧气反应产生的化学能直接转化为电能。镧元素主要作为燃料电池的阳极催化剂或电解质材料使用。



燃料电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

阳极催化剂：镧元素在燃料电池中被用作阳极催化剂，特别是在固体氧化物燃料电池中。阳极催化剂是燃料电池中的关键部件之一，它能够促进燃料（如氢气）在阳极表面的氧化反应，从而提高燃料电池的效率和稳定性。镧元素及其化合物作为阳极催化剂，能够增加燃料电池的活性位点，降低反应活化能，使燃料更高效地转化为电能。

电解质材料：除了作为阳极催化剂外，镧元素还被用作燃料电池的电解质材料。电解质是燃料电池中的另一个关键部件，它位于阳极和阴极之间，负责传导离子并隔离燃料和氧化剂。磷灰石型镧硅化合物在中低温下显示出较高的电导率，因此被用作固体氧化物燃料电池的电解质材料。使用磷灰石型镧硅化合物作为电解质材料，可以有效提高燃料电池的转化效率、降低工作温度并解决因高温而带来的电池部件连接、封装等问题。



镧元素

30.2 铈元素在燃料电池中的应用

铈（Ce）是一种稀土元素，属于周期表第 III 族副族镧系元素，原子序数为 58。其名称来源于小行星谷神星（Ceres）的英文名。铈是一种银灰色的活泼金属，具有延展性，密度约为 6.9 g/cm³（正方晶体）或 6.7 g/cm³（立方晶体），熔点为 799℃，沸点高达 3426℃。铈在空气中的稳定性较差，容易氧化，失去光泽，甚至用刀刮即可在空气中燃烧。此外，铈能溶于酸，但不溶于碱，其化学性质活泼，与卤素单质在温度高于 200℃时会剧烈反应。

铈在地壳中的含量约为 0.0046%，是稀土元素中含量最高的。由于其独特的物理和化学性质，铈在多个领域都有广泛的应用，包括但不限于燃料电池、汽车尾气净化、钢铁生产、化工行业、电弧电极、特种玻璃和耐高温合金等。

燃料电池是一种将燃料和氧化剂中的化学能直接转化为电能的装置，其工作原理类似于电池，但燃料和氧化剂并非储存在电池内部，而是持续供应。燃料电池具有高能量转化效率、

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

低污染排放和安静运行等优点，被认为是未来能源利用的重要方向之一。



燃料电池

在燃料电池中，铈元素主要通过其化合物——氧化铈（CeO_2）来发挥作用。氧化铈具有高稳定性、高电导率和优良的储氧性能等特点，这些特性使其在燃料电池中扮演着重要角色。

正极材料：在燃料电池的正极上，氧化铈可以催化氧气还原反应，将氧气转化为氧离子，并释放出电子。这些电子随后通过外部电路流向负极，形成电流。同时，氧离子通过电解质层迁移到负极，与燃料发生反应。



氧化铈

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

负极材料：在燃料电池的负极上，虽然氧化铈不直接参与氢气的氧化反应，但其优良的储氧性能有助于维持电解质层的氧离子浓度，从而提高电池的整体性能。



铈元素

电解质材料：氧化铈还可以作为燃料电池的电解质材料。传统的电解质材料如 Y_2O_3稳定的 ZrO_2（YSZ）需要高温操作才能达到理想的电导率，这限制了电池的应用范围。而掺杂了其他元素的氧化铈（如 Sm、Ca 共掺杂的 CeO_2，简称 SCDC）可以在较低的温度下表现出良好的电导率，从而降低了燃料电池的操作温度，提高了其商业化应用的可行性。



氧化铈

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

异质结构复合材料：近年来，基于氧化铈的异质结构复合材料在低温固体氧化物燃料电池（LTSOFC）中展现出了巨大的潜力。这些复合材料通过将氧化铈与其他材料（如碳酸盐、半导体等）相结合，形成了具有优异性能的界面结构。这些界面结构不仅提高了材料的电导率和离子传导性，还增强了材料的稳定性和耐久性，从而提升了燃料电池的整体性能。

据悉，瑞典皇家理工学院的研究团队发明了“单部件燃料电池”，该电池仅有一个核心部件，由多功能纳米复合材料构成。其中，掺杂了 Sm 和 Ca 的氧化铈（SCDC）与半导体镍钴铝锂氧化物（NCAL）混合后，被用作新型纳米复合隔膜。这种隔膜在 550℃下的功率密度显著提升，从 415 mW/cm²提升至 617 mW/cm²。此外，该电池的操作温度可以降至 300℃，性能可与传统结构的三部件燃料电池相媲美甚至更高，且工艺简单、成本低廉。



燃料电池

30.3 镨元素在燃料电池中的应用

镨元素属于镧系元素，原子序数为 59，位于周期表的第六周期第 IIIB 族，是一种银白色金属，具有良好的延展性。在化学性质上，镨较为活泼，易与氧、水等反应。镨元素在地壳中的含量虽然不高，但其在多个领域，包括燃料电池、磁性材料、光学玻璃等，都有重要的应用价值。

在燃料电池中，镨元素的作用主要有以下几个？

（1）阴极材料的优化

在固体氧化物燃料电池（SOFC）中，阴极材料的选择对电池的电化学性能有着至关重要的影响。传统的阴极材料往往存在活性低、稳定性差等问题，限制了 SOFC 的商业化应用。近年来，研究人员发现，通过掺杂镨元素可以显著改善阴极材料的性能。

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

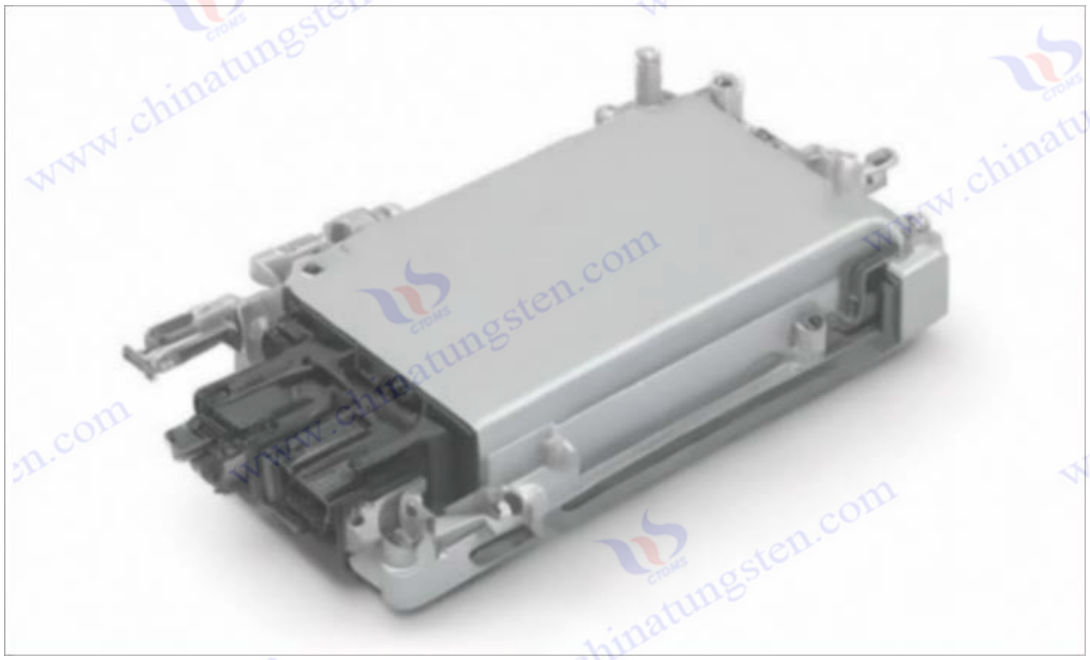
www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

例如，北京理工大学王振华团队的研究表明，通过在 $BaFeO_{3-\delta}$ 钙钛矿的 B 位掺杂镨元素，可以激发其相结构转变，从而获得显著增强的电化学活性。这种相变不仅提高了材料中的氧空位浓度，还促进了阴极上的氧还原反应，使得电池的催化活性和电化学性能得到显著提升。具体来说，他们合成的 $BaFe_{0.95}Pr_{0.05}O_{3-\delta}$（$BFPo_5$）阴极材料在 750℃时实现了 798.7mW/cm²的峰值功率密度，并且在 50 小时内保持稳定，展现出良好的抗 CO_2 中毒能力（来源：材料牛）。



镨元素

此外，镨元素的掺杂还有助于提高阴极材料的稳定性。在含 CO_2 的环境中，许多阴极材料容易吸附 CO_2 并形成碳酸盐，导致结构坍塌和性能下降。然而，$BFPo_5$ 等掺杂镨的阴极材料在 CO_2 吸附方面表现出较大的差异，能够在含 CO_2 的环境空气中保持稳定，这对于实际应用至关重要。



燃料电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

（2）催化剂的改进

除了作为阴极材料外，镨元素还可以用于制备燃料电池中的催化剂。催化剂在燃料电池中起着加速化学反应速率的作用，对电池的性能有着重要影响。



镨元素

有研究表明，使用改良的甲酸方法在二氧化碳气氛下制备的铂-镨/碳（Pt-Pr/C）电催化剂在直接乙醇燃料电池中表现出优异的性能。这种催化剂的活性增强可归因于 Pr_2O_3 的电子效应和 PrO_2 的双功能机制。随着催化剂中镨含量的增加和金属前体添加时间的减少，Pt 颗粒尺寸增大，同时 Pr_2O_3 和 PrO_2 氧化物的存在提高了铂对 CO 和乙醇氧化的电催化活性（来源：CSDN 博客）。



燃料电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

此外，镨元素还可以与其他元素结合形成复合催化剂，用于提高燃料电池的性能。例如，镨可以与镧、钇等元素共掺杂到氧化铈等电解质材料中，形成具有更高离子电导率和稳定性的复合电解质，从而提升燃料电池的整体性能。



镨元素

随着对镨元素在燃料电池中应用的深入研究，越来越多的研究成果涌现出来。这些研究不仅揭示了镨元素在改善燃料电池性能方面的潜力，还为未来的研究应用提供重要的参考。



燃料电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

新材料开发：未来，研究人员将继续探索更多含镨的新型阴极材料和催化剂体系，以进一步提高燃料电池的性能和稳定性。例如，可以通过优化掺杂量、改变掺杂方式等手段来调控材料的微观结构和性能。

机理研究：对镨元素在燃料电池中作用机理的深入研究也将是未来的重要方向。通过揭示镨元素与材料性能之间的内在联系，可以为新材料的设计和开发提供理论指导。

商业化应用：随着技术的进步和成本的降低，含镨的燃料电池材料有望在未来实现商业化应用。这将为清洁能源领域的发展注入新的动力，推动社会经济的可持续发展。



电动汽车

30.4 钕元素在燃料电池中的应用

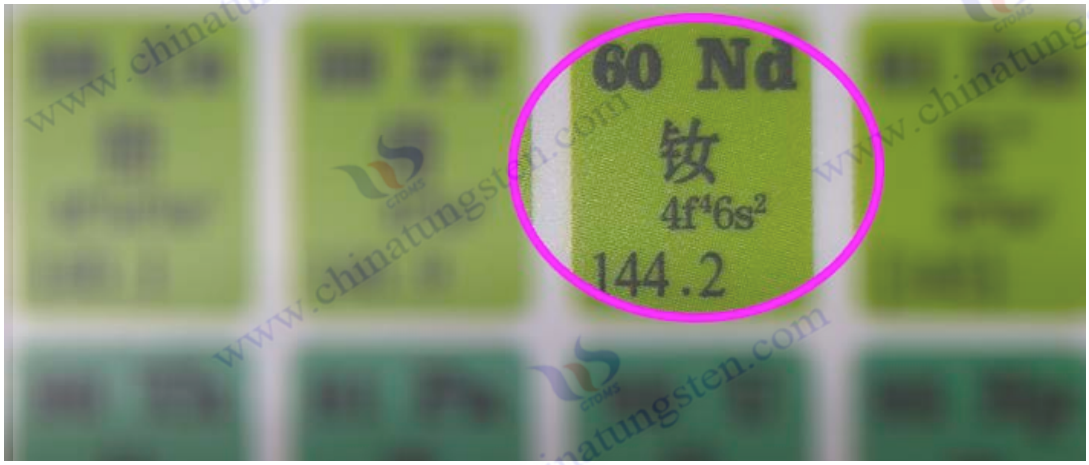
随着全球对清洁能源和可持续发展的日益重视，燃料电池技术作为一种高效、清洁的能源转换方式，正逐渐成为研究与应用的热点。钕（Nd）元素，作为稀土元素家族中的重要成员，因其独特的物理和化学性质，在燃料电池领域展现出了广泛的应用潜力和价值。

钕是一种银白色的金属元素，原子序数为 60，位于元素周期表的镧系中。它具有良好的延展性和可塑性，且化学性质活泼，易于与其他元素形成化合物。钕元素在自然界中主要以稀土矿物的形式存在，如独居石、氟碳铈矿等。由于其独特的电子结构和能级分布，钕在磁性、催化、光电等领域均表现出优异的性能。

钕元素在电解质中的应用：在燃料电池中，电解质材料是连接阳极和阴极的关键部分，负责传导离子并阻止电子的直接通过，从而确保电池的正常工作。钇稳定的氧化锆（YSZ）是一种常用的电解质材料，而钕的掺入可以显著改善 YSZ 的性能。通过调节钕的含量，可以优化 YSZ 的离子导电性和热稳定性，提高燃料电池的功率密度和运行效率。此外，钕的掺入还能降低电解质的电阻率，减少能量损失，进一步提升燃料电池的整体性能。

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

钕元素在燃料电池催化剂中的应用：催化剂在燃料电池中起着至关重要的作用，它能够加速电极上的化学反应速率，提高电池的转化效率和稳定性。钕及其化合物作为催化剂材料，在燃料电池中得到了广泛应用。例如，钕基催化剂能够显著提高燃料电池的阳极反应速率，促进氢气的氧化过程。同时，钕基催化剂还具有良好的抗中毒性能和稳定性，能够在长时间运行过程中保持高效的催化活性。此外，钕还可以与其他金属元素（如铂、钯等）形成复合催化剂，通过协同效应进一步提升催化性能。



钕元素

钕元素在燃料电池双极板材料中的应用：双极板是燃料电池的重要组成部分，负责连接相邻的单电池并传导电流。传统的双极板材料如石墨和金属等存在成本高、重量大、耐腐蚀性差等问题。而钕基复合材料作为新型双极板材料，具有优异的导电性、耐腐蚀性和机械强度，能够显著降低燃料电池的成本和重量，提高系统的整体性能。同时，钕基复合材料还具有良好的加工性能，可以满足不同形状和尺寸的双极板需求。



燃料电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

尽管钕元素在燃料电池中展现出了广泛的应用潜力和价值，但其在实际应用过程中仍面临一些技术挑战。首先，钕资源的稀缺性和开采难度增加了其应用成本。其次，钕基材料的制备工艺复杂且成本较高，需要进一步优化以降低生产成本。此外，钕基材料在长时间运行过程中的稳定性和耐久性仍需进一步验证和改进。最后，钕基材料与其他材料的兼容性和匹配性也是亟待解决的问题之一。



氧化钕

30.5 铕元素在燃料电池中的应用

铕是一种稀土金属元素，位于元素周期表的镧系中，具有独特的电子结构和能级分布。在自然界中，铕主要以氧化物的形式存在，如氧化铕（Eu_2O_3）。铕具有优良的发光性能和磁性，因此在光电材料、磁性材料等领域有广泛应用。然而，在燃料电池领域，铕的应用相对较为新颖，但其潜力不容忽视。



氧化铕

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

铕元素在燃料电池中的有什么作用？

（1）电解质材料的改性

电解质是燃料电池中的关键组件，负责传导离子并阻止电子的直接通过。铕的掺入可以显著改善电解质的性能。一方面，铕的掺杂可以改变电解质的晶体结构，优化离子传输通道，从而提高离子电导率。这对于提高燃料电池的功率密度和效率至关重要。另一方面，铕的掺杂还可能增强电解质的稳定性，减少在高温或高湿度等恶劣环境下的性能衰退。



铕元素

近年来，研究人员对铕掺杂的电解质材料进行了广泛研究。例如，有研究表明铕掺杂的氧化铈基电解质表现出更高的离子电导率和更好的稳定性。通过优化掺杂量和掺杂方式，可以进一步提高电解质的性能并降低生产成本。此外，还有研究探索了铕与其他稀土元素共掺的效果，发现共掺可以进一步优化电解质的性能并扩大其应用范围。



燃料电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

（2）催化剂的辅助作用

催化剂在燃料电池中起着加速电极反应速率的作用。虽然铕本身作为催化剂的活性可能不如铂、钯等贵金属，但其在催化剂体系中的辅助作用不容忽视。例如，铕可以与其他金属元素形成复合催化剂，通过协同效应提高催化剂的整体性能。此外，铕的掺杂还可能影响催化剂的表面结构和电子状态，从而优化催化剂对反应物的吸附和活化能力。

（3）电池结构与性能的优化

除了直接作为电解质或催化剂成分外，铕还可以通过影响燃料电池的整体结构和性能来发挥作用。例如，在固体氧化物燃料电池（SOFC）中，铕的掺入可能改变电解质与电极之间的界面结构，促进界面反应的进行。此外，铕的掺杂还可能影响电池的密封性能和热管理性能，从而提高电池的稳定性和可靠性。



铕元素

随着燃料电池技术的不断发展和进步以及全球对清洁能源需求的增加，铕在燃料电池中的应用前景将更加广阔。未来发展趋势主要包括以下几个方面：

技术创新与材料研发：通过技术创新和材料研发不断提高铕基材料的性能稳定性和制备工艺效率降低生产成本和能耗。同时探索新的铕基复合材料和应用领域拓展其在燃料电池中的应用范围。

系统集成与优化：将铕基材料与其他燃料电池组件进行系统集成和优化设计提高燃料电池系统的整体性能和可靠性。通过优化电池结构、提高能量密度和功率密度等方式进一步提升燃料电池的竞争力。

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

政策支持与市场推广：政府应出台相关政策支持燃料电池技术的发展和应用推广包括提供财政补贴、税收优惠等政策措施。同时加强市场推广和宣传教育力度提高公众对燃料电池技术的认识和接受度。

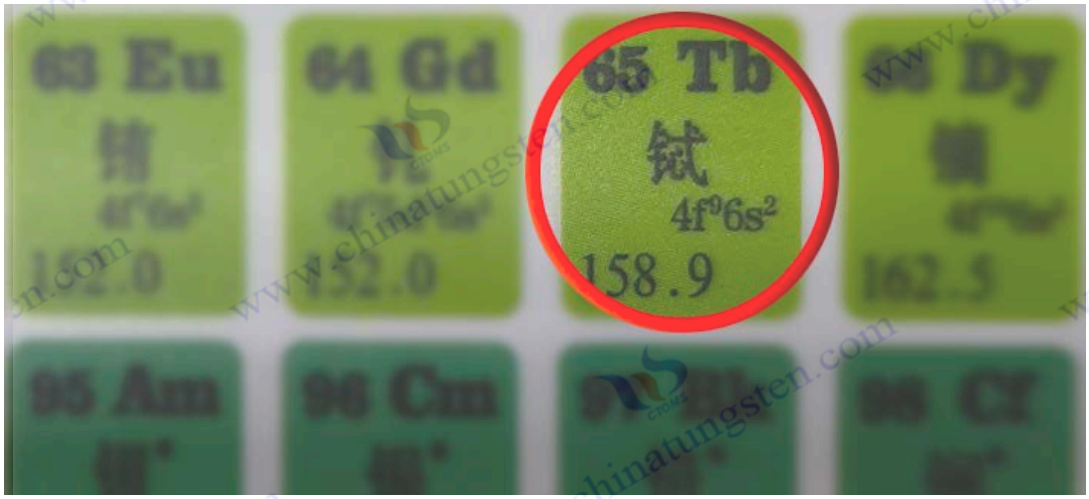
资源回收利用：加强铕资源的回收利用技术研究提高资源利用率和回收率。通过建立完善的回收体系和技术标准实现铕资源的循环利用和可持续发展。



氧化铕

30.6 铽元素在燃料电池中的应用

铽是一种稀土金属元素，具有优异的磁、导、光学等特性。这些特性使得铽在多种高科技领域都有广泛的应用，包括电子、光学、磁学以及能源领域等。在燃料电池领域，铽主要作为稳定剂或催化剂的成分，以提高燃料电池的性能和稳定性。



铽元素

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

在燃料电池中，电极材料的稳定性对于电池的整体性能和寿命至关重要。铽作为稳定剂，可以有效地提高电极材料的稳定性，防止其在工作过程中发生氧化、腐蚀等现象。具体而言，铽稳定剂主要通过以下几种方式发挥作用：



燃料电池

掺杂电极材料：将铽离子掺杂到电极材料中，可以改善材料的晶体结构和电子状态，从而增强其稳定性。这种掺杂效应有助于减少电极材料在燃料电池工作环境中的损耗，延长电池的使用寿命。



铽元素

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

作为氧化还原催化剂：铽化合物可以作为氧化还原催化剂，参与燃料电池中的电化学反应。通过催化作用，铽可以加速电池正反应的进行，提高电池的电化学效率。同时，催化剂的稳定性和活性也直接关系到电池的性能和寿命。



燃料电池

除了作为稳定剂外，铽还可以通过提高电池的电化学性能来优化燃料电池的整体表现。这主要体现在以下几个方面：



铽元素

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版
www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

提高催化活性：铽具有良好的氧化还原性能和催化活性，能够增强电极材料的催化活性。在燃料电池中，催化活性的提高意味着电化学反应的速率加快，电池的输出功率和效率得到提升。

促进电荷传输：铽的掺杂还可以优化电极材料的电荷传输通道，降低电荷传输的阻力。这有助于提高电池的电流密度和功率密度，进一步提升电池的性能。

优化电化学反应：铽作为催化剂或催化剂的组成部分，能够加速电池正反应的进行。通过降低反应的活化能和提高反应速率，铽能够提升电池的电化学效率和输出功率。

促进电荷传输：铽的掺杂可以优化电极材料的电荷传输通道和界面接触情况，降低电荷传输的阻力和极化损失。这有助于提高电池的电流密度和功率密度，使电池能够在更宽的工作范围内保持高效稳定的输出。



燃料电池

然而，铽元素在实际应用中仍存在一定的技术挑战：

一是掺杂量的控制：铽的掺杂量需要精确控制以达到最佳效果。过多的掺杂可能导致电极材料性能下降甚至失效；而过少的掺杂则可能无法充分发挥铽的优势。因此，如何确定最佳的掺杂量是一个需要深入研究的问题。

二是制备工艺的复杂性：将铽掺杂到电极材料中需要复杂的制备工艺和严格的条件控制。这增加了生产成本和制备难度，限制了铽在燃料电池中的大规模应用。

三是材料之间的相互作用：铽的掺杂可能与其他材料发生不希望的相互作用，影响燃料电池的整体性能。因此，需要深入研究材料之间的相互作用机制以避免不良后果的发生。

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

四是资源稀缺与成本问题：铽作为稀土元素之一，其资源相对稀缺且开采成本较高。这限制了铽在燃料电池中的广泛应用并增加了其商业化的难度。

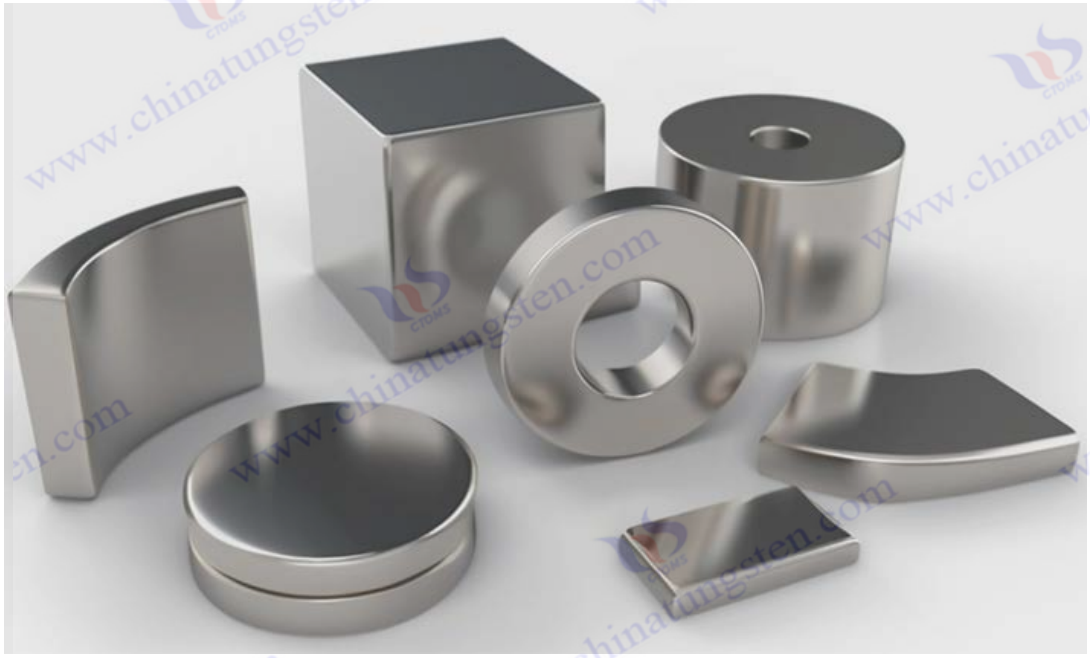
30.7 镝元素在燃料电池中的应用

镝（Dy），作为稀土元素家族的一员，不仅拥有稀土元素共有的化学活性，还具备独特的光、电、磁和核性质，这些特性使其在多个高科技领域中展现出非凡的潜力，其中就包括燃料电池技术。



镝元素

镝是一种银白色的金属，具有良好的延展性和可塑性。在化学性质上，镝表现出稀土元素共有的高反应活性，能够与其他元素形成稳定的化合物。更重要的是，镝具有优异的磁性能，是制备高性能永磁材料的关键元素之一。此外，镝在光、电领域也有重要应用，如镝灯、光纤通信等。



永磁材料

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

在燃料电池领域，镝的应用主要集中在提高燃料电池的性能和稳定性上。具体来说，镝可以通过掺杂或形成化合物的方式，改善燃料电池电极材料的性能，提高催化活性，降低极化损失，从而提升燃料电池的整体性能。



燃料电池

镝元素作电极材料的掺杂剂：在燃料电池中，电极材料是核心部件之一，其性能直接影响到燃料电池的输出功率、效率和寿命。镝作为掺杂剂，可加入到电极材料中，通过改变材料的晶体结构、电子结构或表面性质，来提高电极材料的催化活性和稳定性。例如，将镝掺杂到铂基催化剂中，可以形成更加均匀的催化活性位点，提高催化剂的利用率和耐久性。



镝元素

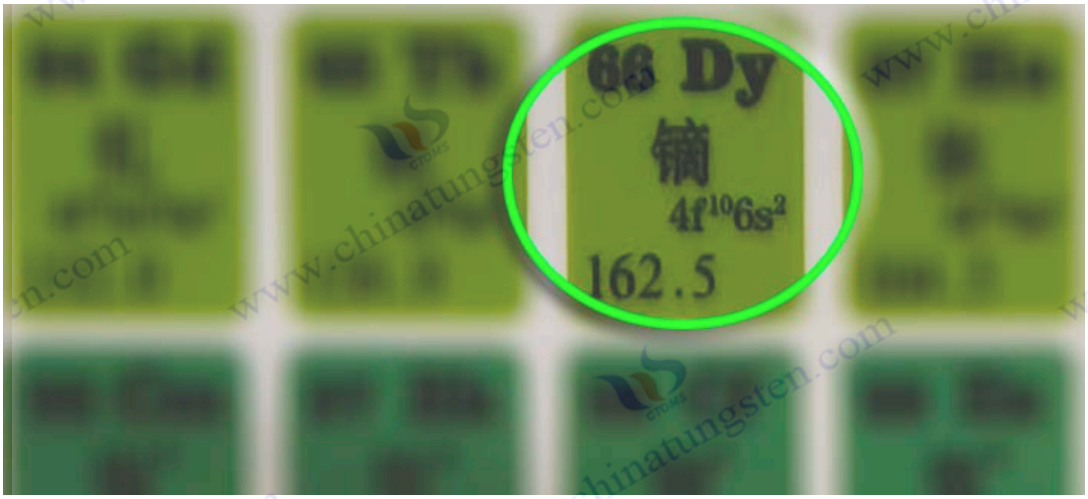
COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

镝元素作电解质膜的添加剂：燃料电池的电解质膜是分隔燃料和氧化剂的关键部件，同时也是传导离子的通道。电解质膜的性能直接影响到燃料电池的内阻、效率和使用寿命。镝元素可以通过与其他元素形成化合物，制备出具有优异性能的电解质膜。例如，镝可以与氟、硫等元素结合，形成稳定的氟化物或硫化物电解质膜，这些膜材料具有高的离子传导率、低的电子传导率和良好的化学稳定性，能够显著提高燃料电池的性能。



燃料电池

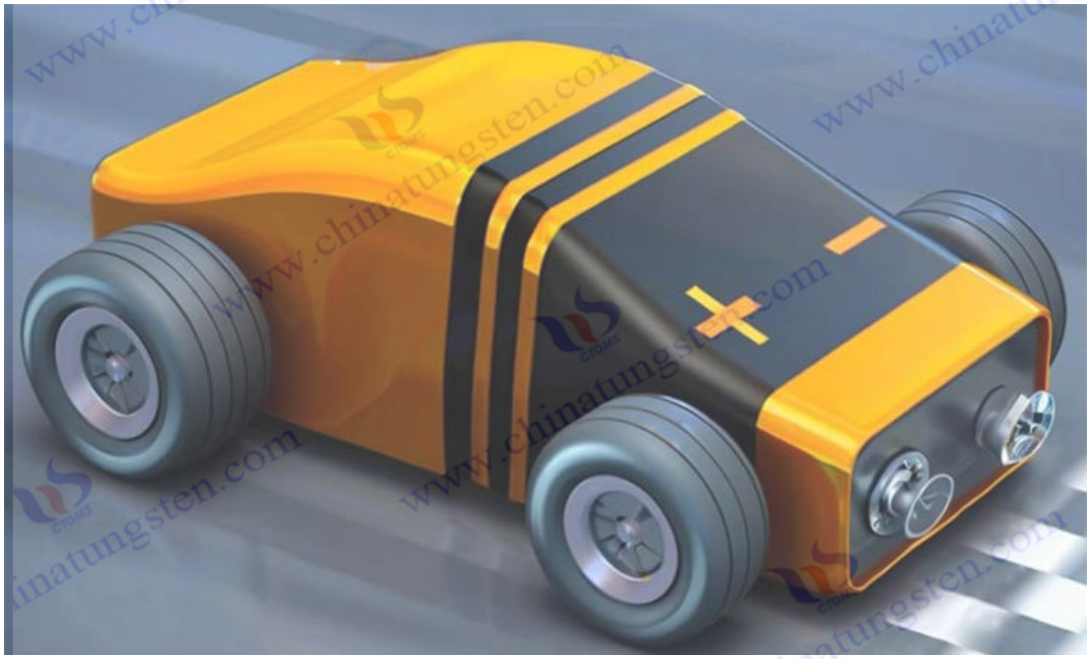
镝元素可以优化燃料电池的结构设计：除了直接应用于电极材料和电解质膜外，镝元素还可以通过优化燃料电池的结构设计来间接提高其性能。例如，利用镝的磁性能，可以设计出具有特定磁场分布的燃料电池结构，以改善燃料和氧化剂的传质效率；或者利用镝的光学性能，开发出具有光学监控功能的燃料电池系统，实时监测燃料电池的工作状态并进行智能调控。



镝元素

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

近年来，关于镝在燃料电池中应用的研究逐渐增多。研究者们通过实验和模拟手段深入探讨了镝对燃料电池性能的影响机制，并取得了一系列重要成果。例如：发现了镝掺杂铂基催化剂在燃料电池中的优异性能表现，包括提高催化活性、增强稳定性和延长使用寿命等；开发出了具有高性能的镝基电解质膜材料，这些材料在离子传导率、化学稳定性和热稳定性等方面均表现出色；设计了基于镝磁性能的燃料电池传质结构，并验证了其在提高传质效率方面的有效性；提出了利用镝光学性能进行燃料电池状态监测的新方法，并初步验证了其可行性。



燃料电池

30.8 钇元素在燃料电池中的应用

钇是一种银白色金属，化学性质活泼，能与多种非金属元素反应形成稳定的化合物。在燃料电池领域，钇的化合物，如氧化钇（Y_2O_3）、钇稳定的氧化锆（YSZ）等，因其优异的离子导电性、化学稳定性和热稳定性而备受关注。

一、钇元素在燃料电池电解质中的应用

（1）固体氧化物燃料电池（SOFC）

在固体氧化物燃料电池中，电解质是核心部件之一，负责传导离子并隔离燃料和氧化剂。氧化钇稳定的氧化锆（YSZ）因其较高的离子电导率、良好的化学稳定性和机械强度，被广泛应用于 SOFC 的电解质材料中。YSZ 能够在高温下（通常为 800-1000°C）保持较高的离子电导率，从而实现高效的能量转换。例如，在 YSZ 中，钇离子通过替代部分锆离子形成固溶体结构，增加了电解质中的氧空位浓度并降低了氧离子迁移的活化能，从而提高了离子电导率。

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

此外，随着对低温 SOFC 研究的深入，研究者们开始探索掺杂其他元素（如钪、钆等）的氧化钇基电解质材料，以期在较低温度下获得更高的离子电导率。这些新型电解质材料在保持 YSZ 优点的同时，进一步降低了操作温度，提高了燃料电池的效率和可靠性。



钇元素

（2）质子交换膜燃料电池（PEMFC）

虽然钇元素在 PEMFC 中的直接应用相对较少，但其在复合电解质材料中的潜在作用不容忽视。例如，通过掺杂钇元素，可以改善质子交换膜的导电性和耐久性，提高 PEMFC 的整体性能。此外，钇基材料还可用于 PEMFC 的催化剂载体或双极板等部件中，以优化燃料电池的结构和性能。



燃料电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

二、钇元素在燃料电池催化剂中的应用

在燃料电池中，催化剂用于加速电化学反应速率并降低极化损失。钇元素可以通过掺杂或形成化合物的方式，提高催化剂的催化活性和稳定性。例如，将钇掺杂到铂基催化剂中，可以形成更加均匀的催化活性位点并改善催化剂的分散性，从而提高燃料电池的电流密度和功率输出。



钇元素

在催化剂中，钇元素的掺杂可改变催化剂的晶体结构和电子状态，形成更加活跃的催化活性位点并提高催化剂的分散性。这些变化有助于加速电化学反应速率并降低极化损失。



燃料电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

三、 钇元素在燃料添加剂中的应用

在直接甲醇燃料电池（DMFC）等以液体燃料为燃料的燃料电池中，钇元素可作为燃料添加剂使用。通过添加适量的钇化合物（如氧化钇），可以改善燃料的燃烧性能并减少污染物的排放。此外，钇元素还可能对燃料电池的阳极材料产生积极影响，提高阳极的催化活性和抗腐蚀性能。



钇元素

钇元素在燃料电池的应用中存在哪些技术挑战？



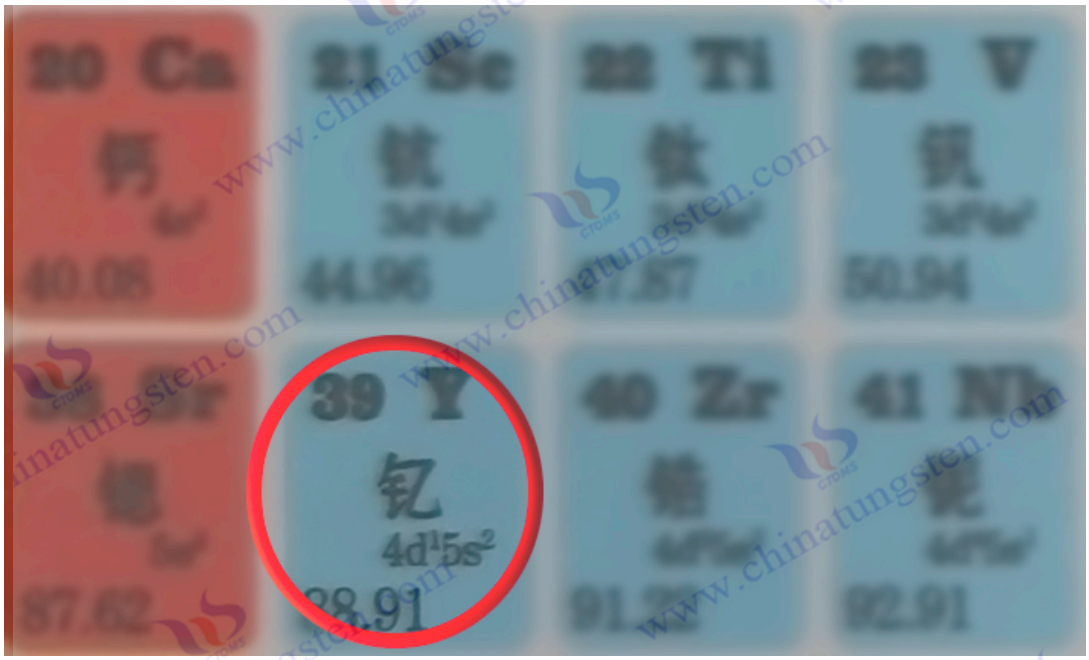
燃料电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

制备工艺复杂：钇基燃料电池材料的制备工艺相对复杂且成本较高。例如，YSZ 的制备需要精确控制钇和锆的比例以及烧结温度等工艺参数；掺杂钇的催化剂材料则需要解决掺杂均匀性和活性位点分布等问题。

性能优化难度大：尽管钇元素在燃料电池中展现出诸多优点，但其性能优化仍面临较大难度。例如，在低温 SOFC 中，如何在保持较高离子电导率的同时降低操作温度是一个亟待解决的问题；在催化剂材料中，如何实现催化活性与稳定性的平衡也是一个重要研究方向。

资源稀缺与成本问题：钇元素作为稀土元素之一，其资源相对稀缺且开采成本较高。这在一定程度上限制了钇基燃料电池材料的大规模应用。因此，如何降低生产成本并提高资源利用率是未来研究的重要方向之一。



钇元素

30.9 钪元素在燃料电池中的应用

燃料电池作为一种将化学反应能直接转化为电能的装置，具有高效、环保、低噪音等优势，正逐渐成为新能源汽车、分布式发电及储能等领域的重要技术方向。在燃料电池的发展过程中，钪元素（Scandium, Sc）因其独特的物理和化学性质，在电解质、催化剂、结构材料等多个方面展现出重要的应用价值。

钪是一种银白色的轻质金属，具有高熔点、低毒性和良好的导电性、导热性。在化学性质上，钪表现出活泼性，能与多种非金属元素反应形成稳定的化合物。这些性质使得钪在燃料电池的多个组成部分中都能发挥重要作用。

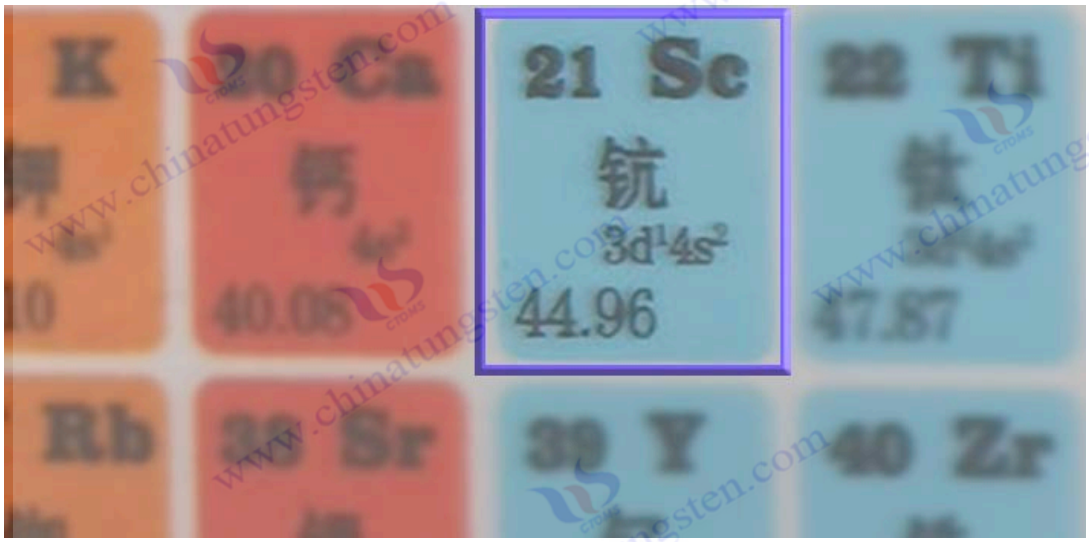
一、钪元素在燃料电池电解质中的应用

质子交换膜燃料电池（PEMFC）：在 PEMFC 中，电解质膜是核心部件之一，负责传导质

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

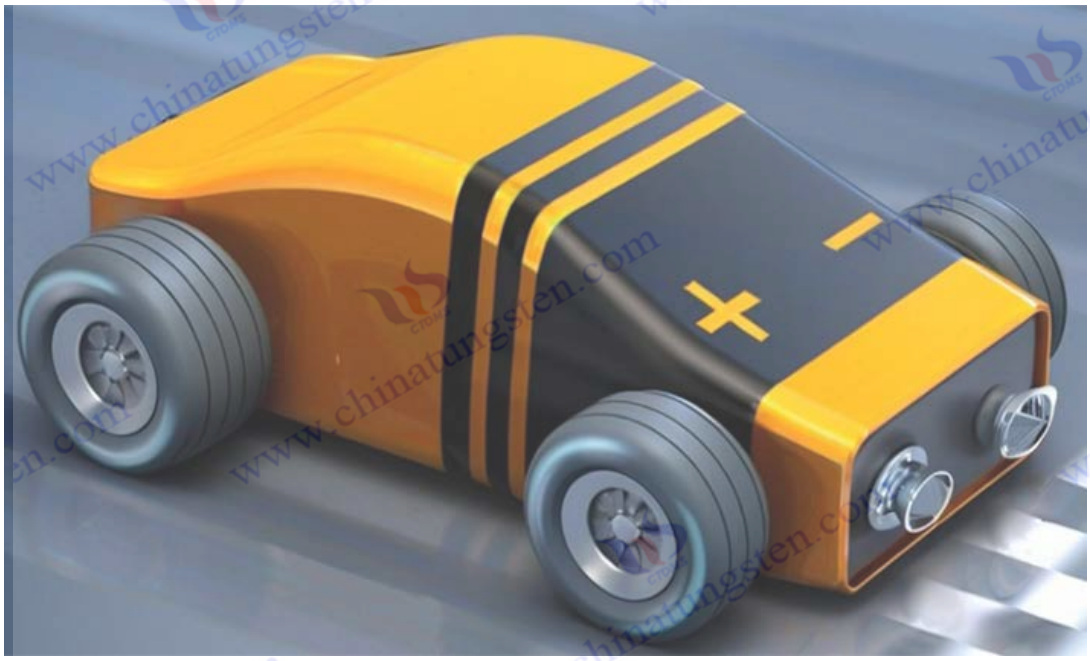
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

子并隔离燃料和氧化剂。研究表明，钪离子可以提高电解质的电导率，加速氢离子的传输速度，从而提高电池的发电效率。具体来说，钪可以通过掺杂的方式进入电解质膜中，改善膜的微观结构，增加质子传输通道的数量和连通性。此外，钪还具有良好的抗腐蚀性能，能够增强电解质膜的耐久性，降低燃料电池堆的维护成本。



钪元素

固体氧化物燃料电池（SOFC）：在 SOFC 中，电解质同样扮演着至关重要的角色。传统上，氧化钇稳定的氧化锆（YSZ）被广泛用作 SOFC 的电解质材料。然而，随着技术的进步和对更高性能的追求，研究者们开始探索新型电解质材料。氧化钪稳定的氧化锆（ScSZ）作为 YSZ 的替代品之一，具有更高的离子电导率和更低的操作温度。这使得 ScSZ 在 SOFC 中的应用具有广阔的前景。此外，钪铝合金也被用作 SOFC 的阳极材料，其高电导率和稳定性有助于提高燃料电池的效率和性能。



燃料电池

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED

二、钪元素在燃料电池催化剂中的应用

在燃料电池中，催化剂用于加速电化学反应速率并降低极化损失。钪作为一种优秀的催化剂成分，可以通过掺杂或复合的方式提高催化剂的活性、稳定性和抗毒化能力。具体来说，钪离子可以与催化剂中的其他金属离子形成协同作用，改善催化剂的表面结构和电子状态，从而增加催化活性位点的数量和活性。此外，钪的加入还可以提高催化剂对污染物的容忍度，减少催化剂中毒现象的发生。在 PEMFC 中，将钪掺杂入催化剂中可以显著提高催化剂的活性和稳定性，增强电池的抗污染能力。



钪元素

三、钪元素在燃料电池结构材料中的应用

除了电解质和催化剂外，燃料电池的结构材料也是影响电池性能的重要因素之一。钪元素因其高防腐蚀性和低毒性等特点，在燃料电池结构材料中的应用也值得关注。通过将钪离子掺杂到电池结构材料中，可以增强材料的耐久性和稳定性，延长燃料电池的使用寿命。同时，钪元素的加入还可降低结构材料的重量和成本，提高燃料电池的整体性能和经济性。

四、钪燃料电池的优势与发展前景

钪燃料电池的优势有哪些？

高效能：钪燃料电池的发电效率高达 60%以上，是传统燃料电池的两倍以上。

低排放：钪燃料电池的排放物主要为水和二氧化碳，几乎不产生其他污染物。

长续航：钪燃料电池的续航里程可达 600 公里以上，比传统电池车型更具优势。

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED
ISO 9001-2015 认证号码: 00122Q31380R3S/3502
标准文件号 CTOMSQCD-MA-E/P-A-20-2024 版

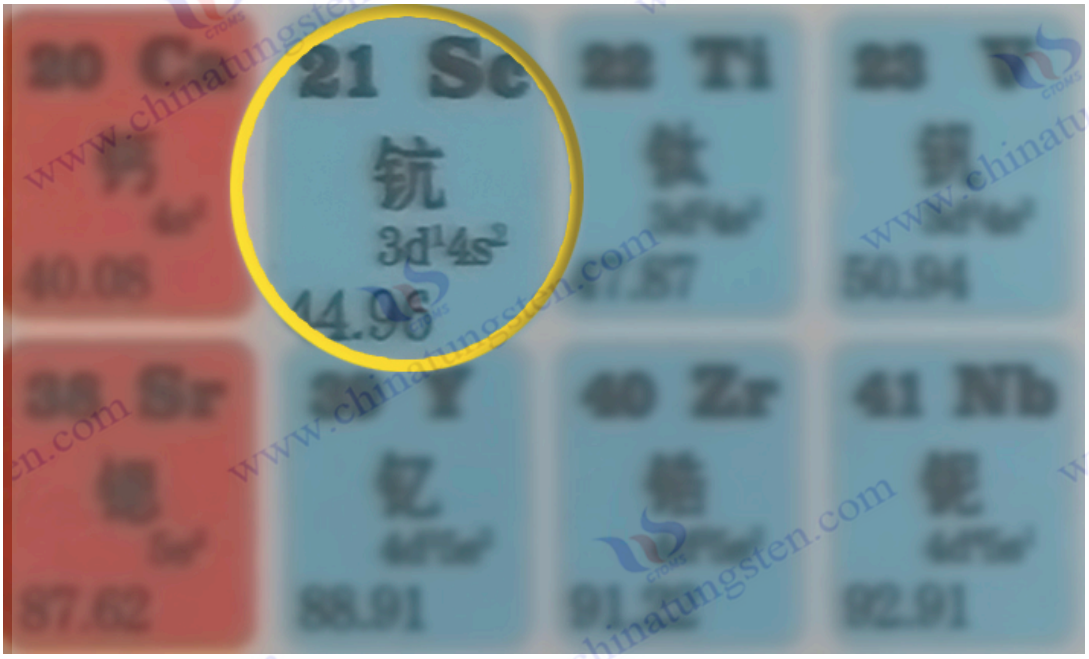
www.chinatungsten.com
中钨智造® 中钨在线®
电话/TEL: 0086 592 512 9696
邮箱/Email: sales@chinatungsten.com

适用性强：钪燃料电池适用于多种燃料，包括氢气、甲醇等，具有较高的燃料灵活性。



燃料电池

随着全球对环境保护和可持续发展的重视程度不断提高，新能源汽车市场正迎来快速发展期。钪燃料电池作为一种新型燃料电池技术，具有广阔的应用前景和市场潜力。目前，国内外已有多家汽车厂商开始投入研发和生产钪燃料电池车型，包括丰田、本田、通用等知名企业。预计未来几年内，新能源汽车市场将迎来钪燃料电池的快速发展期。同时，随着技术的不断进步和成本的降低，钪燃料电池有望在更多领域得到应用和推广。



钪元素

COPYRIGHT© 2005-2024 ALL RIGHT RESERVED