المواد النانوية المهندسة لتخزين الهيدروجين في صورة صلبة

فيصل بن دخيل الله الشلوى

أطروحة قدمت للحصول على درجة
الماجستير في العلوم – فيزياء

المشرفون

أ.د. السيد إبراهيم شعلان **أ.د. فهد مسعود المرزوقى**

كلية العلوم
جامعة الملك عبد العزيز
جده–المملكة العربية السعودية
١٤٤٠ هـ/٢٠١٩ م

المواد النانوية المهندسة لتخزين الهيدروجين في صورة صلبة

الملخص العربي

الطرق الحالية لتخزين الهيدروجين غير ملائمة ولم تصل بعد الى الحد المطلوب لاستخدام الهيدروجين على نطاق واسع. لذلك البحث عن طرق جديدة وفعالة يعتبر مطلب ضروري وحيوي لاستخدام الهيدروجين وتوظيفية في مجالات الطاقة النظيفة. فمن المؤكد استخدام الهيدروجين على سبيل المثال في التطبيقات المختلفة فى قطاع المحركات سوف يكون أفضل بكثير من البترول من الناحية الاقتصادية والبيئية على حد سواء. يعتبر تخزين الهيدروجين في شكل صلب هو الهدف الان ولكن المواد المستهدفة لتخزين الهيدروجين يجب أن تكون خفيفة الوزن مع سرعة وسهولة تخزين وتحرير الهيدروجين عند الحاجة اليه فى ظروف طبيعية من الضغط والحرارة. في هذه الرسالة تم تحضير أفلام من عنصر البلاديوم والماغنسيوم بغرض دراسة مدى ملائمتهم لتحقيق الشروط المطلوبة في المواد التي يمكن استخدامها وتوظيفيها في تخزين الهيدروجين في صورة صلبة.

تتألف هذه الرسالة من خمسة أبواب كما يلي:

الباب الأول: عبارة عن مقدمة عامة عن الهيدروجين وبعض خصائصه الفيزيائية ولماذا يعتبر مصدر من مصادر الطاقة المتجددة. كما يتناول الباب الطرق المختلفة لتخزين الهيدروجين وما هي الشروط اللازم توافرها لكى يتم تحزين الهيدروجين بصور فعالة وقابلة للتطبيق.

الباب الثاني: يتم هنا عرض بعض من الابحاث والدراسات السابقة التي تناولت كيفية تخزين الهيدروجين في المواد المختلفة كما يتم عرض المحاولات العديدة لتطوبر او لاكتشاف مواد جديدة يمكن استخدامها في تخزين الهيدروجين بصورة فعالة.

الباب الثالث: يتناول هذا الباب الطرق والخطوات العلمية المتبعة والتي تم من خلالها تحضير أفلام رقيقة من عنصري البلاديوم والماغنسيوم. كما انه أيضا تم شرح كيفية دراسة كمية الهيدروجين المخزنة داخل تلك الأفلام الرقيقة باستخدام أجهزة قياس الوزن عالية الدقة.

الباب الرابع: في هذا الباب تم مناقشة النتائج مع تحليلها وكذلك تم اختبار الأفلام المحضرة ودراسة مدى وملاءمتها لتخزين الهيدروجين بكفاءة وبصورة فعالة.

الباب الخامس: يعرض ملخصا عاما عن النقاط الهامة التي تم الحصول وكيفية الاستفادة منها مستقبلا.

Engineering Nanomaterials for Solid Hydrogen Storage

By
Faisal Dakhelallah Al-Shalawi

A thesis submitted for the requirement of the degree of Master of Science
(Physics-Experimental Solid State)

Supervisors

Prof. El-Sayed Ibrahim Shalaan
Physics (Faculty of Science)
King Abdulaziz University

Prof. Fahad Masoud Al-Marzouki
Physics (Faculty of Science)
King Abdulaziz University

FACULTY OF SCIENCE
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
JEDDAH-SAUDI ARABIA
1440-2019

Engineering Nanomaterials for Solid Hydrogen Storage

By

Faisal Dakhelallah Al-Shalawi

Abstract

It is known that hydrogen has the maximum energy content per unit weight in contrast to its low volumetric energy content that creates a considerable challenge for storage. Using hydrogen effectively on-board for mobile applications is still challenge. The big obstacle is how hydrogen can be stored in an efficient way and releases when needed. Different technologies are available now for hydrogen storage, but no one can reach the required conditions for real applications. Hydrogen can be stored as gas, liquid and or in solid form. But the target materials for hydrogen storage should be; lightweight and easily release hydrogen when required (at ambient pressure and temperature); and poses fast recharge/discharge kinetics with high impact safety. In this thesis some nanomaterials will be prepared and tested for hydrogen storage purpose. In comparison to any available fuel, hydrogen has the maximum energy content per unit weight in contrast to its fairly low volumetric energy content that creates a considerable challenge for storage. Using hydrogen effectively as an energy carrier depends on the available technology of storage and release when needed. In principle, the simple basic methods for hydrogen storage are compressed gas or liquefied hydrogen. Other under investigated methods are metal hydrides and carbon-based systems. The solution of permitting technology for the innovation of using

hydrogen in transportation, and other portable applications is the solid hydrogen storage. Storing hydrogen in materials take place through three different mechanisms:

- absorbed directly into the storage materials (absorption);
- stored on the surface of storage materials (adsorption) and
- chemical reaction.

Materials that can be used for hydrogen storage are classified into four main groups depending on the storage mechanism, as follows:

i- Metal hydrides, ii-Carbon-based materials, iii- Chemical hydrogen storage and iv-New materials and processes.

The target materials for hydrogen storage should be; lightweight and easily release hydrogen when required (at ambient pressure and temperature); and poses fast recharge/discharge kinetics with high impact safety. In this thesis some nanomaterials were prepared and its ability as a potential candidate for hydrogen storage is investigated to search for additional enhancement in storage capacity thoroughly understanding of hydrogen-materials interplay.