

**MODIFICATION OF MAGNESIUM HYDRIDE PROPERTIES BY
CATALYSTS AND DESTABILIZING AGENT FOR
SOLID STATE HYDROGEN STORAGE**

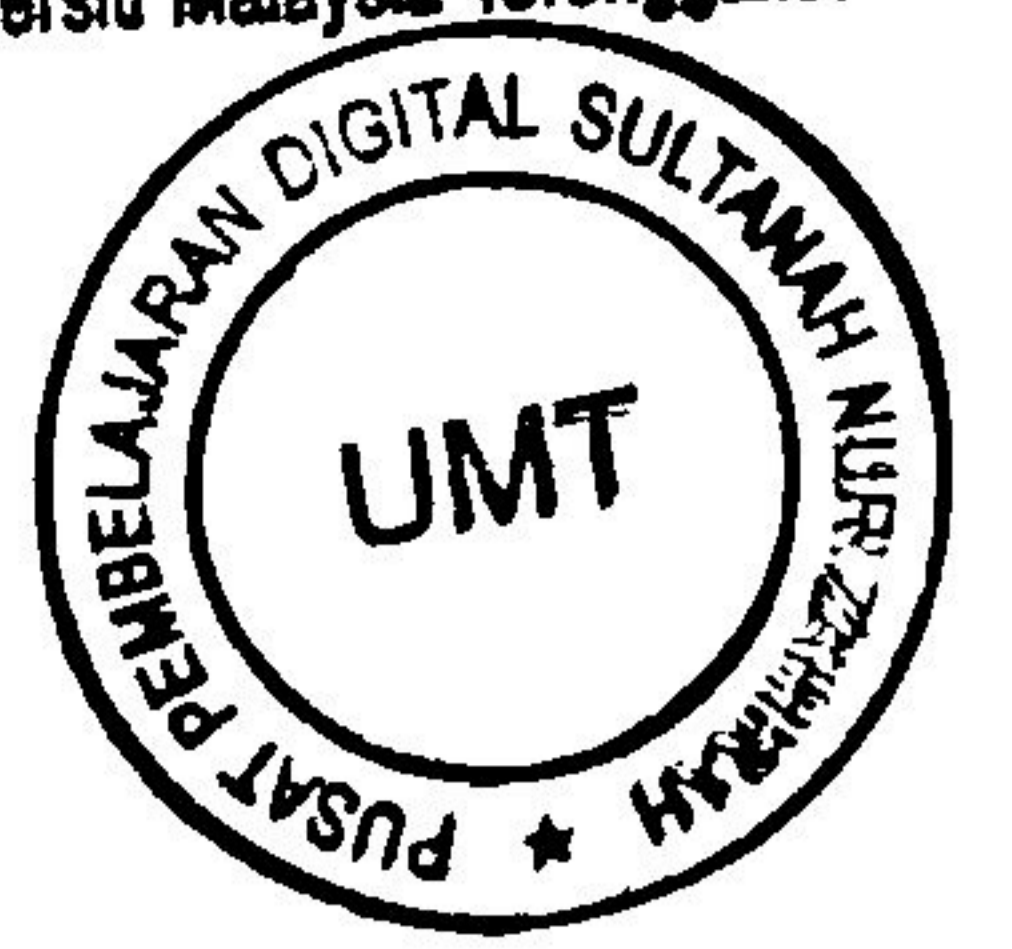
NURUL SHAFIKAH BINTI MOHD MUSTAFA

**MASTER OF SCIENCE
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU**

2015

5/9912

1100093779



tesis

QD 478 .N8 2015



1100093779

Modification of magnesium hydride properties by catalysts and destabilizing agent for solid state hydrogen storage / Nurul Shafikah Mohd Mustafa.

PUSAT PEMBELAJARAN DIGITAL SULTANAH NUR ZAHIRAH
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU (UMT)
21030 KUALA TERENGGANU

1100093779		

PERPUSTAKAAN SULTANAH NUR ZAHIRAH

Lihat Sebelah

HAK MILIK
PUSAT PEMBELAJARAN DIGITAL SULTANAH NUR ZAHIRAH

**MODIFICATION OF MAGNESIUM HYDRIDE PROPERTIES
BY CATALYSTS AND DESTABILIZING AGENT
FOR SOLID STATE HYDROGEN STORAGE**

NURUL SHAFIKAH BINTI MOHD MUSTAFA

PERPUSTAKAAN SULTANAH NUR ZAHIRAH

**Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirement for the
Degree of Master of Science in the School of Ocean Engineering
Universiti Malaysia Terengganu**

January 2015

ABSTRACT

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu
in fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science

MODIFICATION OF MAGNESIUM HYDRIDE PROPERTIES BY CATALYSTS AND DESTABILIZING AGENT FOR SOLID STATE HYDROGEN STORAGE

NURUL SHAFIKAH BINTI MOHD MUSTAFA

January 2015

Main Supervisor : Dr. Mohammad bin Ismail

School : School of Ocean Engineering

Solid state hydrogen storage has been an attractive option due to the high gravimetric hydrogen capacity and favourable safety considerations compared with compressed and liquid hydrogen storage. Among the solid state materials, magnesium hydride is one of the potential candidates for hydrogen storage material. The major drawbacks of magnesium hydride are the slow absorption and desorption kinetic and high temperature required for efficient hydride decomposition. The purpose of this study is to improve the hydrogen sorption properties of magnesium hydride by modifying with catalysts and destabilized with other hydrides. All the samples studied were prepared by ball milling for 1 h and the hydrogen sorption properties, structural characterization, thermal properties and surface morphology were investigated. The effect of addition the K_2TiF_6 additive doped with MgH_2 indicated that the onset desorption temperature has been reduced and the dehydrogenation and rehydrogenation kinetics of the doped MgH_2 were

also significantly improved compared to the undoped MgH_2 due to the formation of active species of KH , TiH_2 , MgF_2 and Ti that believed to work as a real catalyst for improving the hydrogen storage properties of MgH_2 . Apart from introducing a catalyst, the destabilization concept has also been used to improve the hydrogen storage properties of MgH_2 . The complex hydride with a high gravimetric density, LiAlH_4 has been used as agent to destabilize MgH_2 . It was found that the formation of intermediate phase of $\text{Li}_{0.92}\text{Mg}_{4.08}$ and $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ during the dehydrogenation process resulted from the destabilization of MgH_2 by the LiAlH_4 may plays a critical role in the enhancement of the hydrogen sorption properties of the $\text{MgH}_2+\text{LiAlH}_4$ destabilized system. It was shown that the optimize $\text{MgH}_2+\text{LiAlH}_4$ destabilized system in this study was the composite of molar ratio 4:1. In order to improve the hydrogen storage properties of the $\text{MgH}_2+\text{LiAlH}_4$ destabilized system two types of catalyst which is Fe_2O_3 and K_2TiF_6 has been added on this system. The effect of 5 wt.% of Fe_2O_3 on the $4\text{MgH}_2+\text{LiAlH}_4$ composite demonstrated that the formation of ternary Li-Fe oxide species help to enhance the thermodynamic properties of the system and reduce the activation energy. It was believed that the formation of Ti-containing and Al-containing species together with a small amount of Li-containing species during the ball milling or the dehydrogenation process might be actually responsible for the catalytic effects, which strengthens the interaction between MgH_2 and LiAlH_4 and thus, further improved the dehydrogenation of the K_2TiF_6 - added $4\text{MgH}_2\text{-LiAlH}_4$ composite system.

ABSTRAK

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains.

PENGUBAHSUAIAN SIFAT-SIFAT MAGNESIUM HIDRIDA DENGAN KATALIS DAN AGEN PENYAHSTABILAN UNTUK PENYIMPANAN HIDROGEN DALAM BENTUK PEPEJAL

NURUL SHAFIKAH BINTI MOHD MUSTAFA

January 2015

Penyelia Utama : Dr. Mohammad bin Ismail

Pusat Pengajian : Pusat Pengajian Kejuruteraan Kelautan

Penyimpanan hydrogen dalam bentuk pepejal menjadi satu pilihan yang menarik berikutan kapasiti gravimetrik hydrogen yang tinggi dan lebih selamat berbanding penyimpanan dalam bentuk mampatan gas dan cecair. Antara bahan-bahan keadaan pepejal, magnesium hidrida adalah satu calon yang berpotensi untuk bahan penyimpanan hydrogen. Keburukan utama magnesium hidrida adalah kinetik penyerapan dan perlepasan hydrogen yang perlahan dan suhu yang tinggi untuk penguraian hidrida yang cekap. Tujuan kajian ini adalah untuk meningkatkan sifat penyerapan hydrogen dalam magnesium hidrida dengan pengubahsuaian menggunakan pemangkin dan menambah jenis hidrida lain. Semua sampel yang dikaji telah dikisar selama 1 jam dan sifat penyerapan hydrogen, pencirian struktur, sifat termal dan permukaan morfologi telah disiasat. Pengaruh penambahan pemangkin K_2TiF_6 yang ditambah dengan magnesium hidrida menggunakan kisanan bola menunjukkan suhu awal pelepasan

hidrogen telah berkurang dan peningkatan dalam penyerapan dan pelepasan kinetik disebabkan oleh pembentukan spesies aktif KH, TiH₂, MgF₂ dan Ti yang dipercayai bertindak sebagai pemangkin sebenar untuk sifat penyerapan hydrogen dalam magnesium hidrida. Selain dari menambah pemangkin, konsep ketidakstabilan juga telah digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat penyimpanan hidrogen magnesium hidrida. Kompleks hidrida dengan kepadatan gravimetrik yang tinggi, LiAlH₄ telah digunakan sebagai agen untuk menjejaskan kestabilan magnesium hidrida. Didapati pembentukan fasa pertengahan Li_{0.92}Mg_{4.08} dan Al₁₂Mg₁₇ semasa proses dehidrogenasi akibat daripada ketidakstabilan MgH₂ oleh LiAlH₄ boleh memainkan peranan penting dalam sifat penyerapan hydrogen dalam sistem MgH₂+LiAlH₄. Keputusan menunjukkan gabungan dari nisbah molar 4:1 adalah yang paling optimum untuk sistem ini. Untuk meningkatkan lagi sifat penyimpanan hydrogen dalam sistem MgH₂+LiAlH₄ dua jenis pemangkin iaitu Fe₂O₃ dan K₂TiF₆ telah ditambah ke dalam sistem. Kesan 5 wt.% of Fe₂O₃ ke atas komposit MgH₂+LiAlH₄ menunjukkan pembentukan spesies oksida Li-Fe membantu untuk meningkatkan sifat termodinamik sistem dan mengurangkan tenaga pengaktifan. Manakala, pembentukan spesies Ti dan Al bersama dengan jumlah kecil spesis Li semasa proses kisanan bola atau dehidrogenasi dipercayai bertanggungjawab dalam kesan pemangkinan, yang memperkuat interaksi antara MgH₂ dan LiAlH₄ dan seterusnya meningkatkan dehidrogenasi sistem MgH₂+LiAlH₄ yang ditambah dengan K₂TiF₆.