

**HYDROGEN STORAGE PROPERTIES OF
MAGNESIUM HYDRIDE MODIFIED BY
CATALYST AND DESTABILIZED AGENT**

**MUHAMMAD FIRDAUS ASYRAF BIN ABDUL
HALIM YAP**

**MASTER OF SCIENCE
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU**

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.

HYDROGEN STORAGE PROPERTIES OF MAGNESIUM HYDRIDE MODIFIED BY CATALYST AND DESTABILIZED AGENT

MUHAMMAD FIRDAUS ASYRAF BIN ABDUL HALIM YAP

August 2015

Main supervisor : **Mohammad bin Ismail, Ph.D**

School : **School of Ocean Engineering**

Hydrogen storage in solid state has been a promising methods over other storage methods; compressed gas and liquid storage due to the high gravimetric hydrogen capacity and safety concerns. Tremendous research has been done on solid state materials especially MgH_2 which is an interesting compound but suffers high desorption temperature and slow kinetics sorption. Therefore, the purpose of this study is to enhance the hydrogenation properties of MgH_2 by modifying with catalyst and combining with metal or other hydrides. The influence of the K_2ZrF_6 as an additive to the MgH_2 prepared by ball milling indicated that the hydrogenation properties of MgH_2 has been improved due to the formation of KH and ZrH_2 act as an active species. Apart from introducing a catalyst, the destabilization concept has been introduced to improve the hydrogen sorption properties of MgH_2 . The transition metal, Sn has been used as an agent to destabilize MgH_2 . It was found that the formation of Mg_2Sn during the

dehydrogenation process resulted from destabilization of MgH_2 by Sn may play a critical role in the enhancement of dehydrogenation properties of the MgH_2 -Sn composite. From the result, it is shown that the composite with molar ratio of 4:1 exhibits the best performance. In order to improve the hydrogenation properties of destabilized system (MgH_2 -Sn), the catalyst of TiF_3 was added. It was believed that the effect of 10 wt.% TiF_3 on the hydrogen sorption properties of MgH_2 -Sn composite due to the catalytic effect by Ti-containing and F-containing species. MgH_2 - Li_3AlH_6 was also introduced as another potential destabilized system with different molar ratio. Based on the result, molar ratio (4:1) contributes to the best performance in terms of hydrogenation properties. To study the catalytic effect of MgH_2 - Li_3AlH_6 destabilized system, Co_2NiO catalyst was introduced. The formation of $\text{Co}_{1.29}\text{Ni}_{1.71}\text{O}_4$ and Al-Ni species during in-situ reaction with MgH_2 - Li_3AlH_6 by ball milling or heating process improve the sorption properties of MgH_2 - Li_3AlH_6 (4:1) destabilized system.

ABSTRAK

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

CIRI-CIRI PENYIMPANAN HIDROGEN OLEH MAGNESIUM HIDRIDA DIUBAHSUAI DENGAN PEMANGKIN DAN AGEN PENYAHSTABILAN

MUHAMMAD FIRDAUS ASYRAF BIN ABDUL HALIM YAP

Ogos 2015

Penyelia Utama : Mohammad bin Ismail, Ph.D

Pusat Pengajian : Pusat Pengajian Kejuruteraan Kelautan

Penyimpanan hidrogen dalam bentuk pepejal telah menjadi satu kaedah yang mapan berbanding kaedah lain iaitu penyimpanan dalam bentuk gas dan cecair kerana kapasiti gravimetrik hidrogen yang tinggi serta kelebihan dalam aspek keselamatan. Banyak kajian telah dilakukan terhadap bahan dalam bentuk pepejal terutamanya MgH_2 dimana ianya merupakan bahan yang menarik namun mempunyai suhu penyahserapan yang tinggi dan pergerakan serapan yang perlahan. Oleh itu, keperluan kajian ini ialah untuk meningkatkan ciri-ciri penghidrogenan MgH_2 melalui pengubahsuaian dengan pemangkin dan gabungan bersama logam atau hidrida yang lain. Kesan K_2ZrF_6 sebagai bahan pemangkin terhadap MgH_2 terhasil daripada kisaran bola yang menunjukkan bahawa ciri-ciri penghidrogenan MgH_2 telah ditingkatkan melalui pembentukan KH dan ZrH_2 yang bertindak sebagai spesis aktif. Selain pengenalan pemangkin, konsep penyahstabilan telah diperkenalkan untuk meningkatkan ciri-ciri serapan hidrogen

MgH₂. Logam peralihan, Sn telah digunakan sebagai agen penyahstabilan MgH₂. Pembentukan Mg₂Sn telah dikenalpasti semasa proses penyahhidrogenan yang terhasil daripada penyahstabilan MgH₂ oleh Sn yang telah memainkan peranan penting dalam meningkatkan ciri-ciri penyahstabilan komposit MgH₂-Sn. Keputusan telah menunjukkan komposit yang mempunyai nisbah 4:1 mempamerkan prestasi terbaik. Untuk meningkatkan ciri-ciri penghidrogenan penyahstabilan sistem MgH₂-Sn, pemangkin TiF₃ telah digunakan. Dipercayai pengaruh 10 wt.% TiF₃ terhadap ciri-ciri serapan hidrogen oleh komposit MgH₂-Sn adalah kerana kesan pemangkinan daripada spesis mengandungi-Ti dan mengandungi-F. MgH₂-Li₃AlH₆ dengan nisbah molar berbeza juga telah diperkenalkan sebagai salah satu sistem penyahstabilan yang berpotensi. Berdasarkan keputusan, nisbah molar (4:1) menyumbang kepada prestasi terbaik dari segi sifat-sifat penghidrogenan. Co₂NiO telah diperkenalkan sebagai pemangkin untuk mengkaji kesan pemangkinan terhadap MgH₂-Li₃AlH₆ penyahstabilan sistem. Pembentukan spesis Co_{1.29}Ni_{1.71}O₄ dan Al-Ni semasa tindakbalas *in-situ* dengan MgH₂-Li₃AlH₆ melalui kisaran bola atau proses pemanasan telah meningkatkan sifat-sifat serapan penyahserapan sistem MgH₂-Li₃AlH₆ (4:1).