29aP83

高温・水素雰囲気下におけるリチウムタイタネートの組成変化及び重水素脱離挙動に及ぼす影響

Changes in surface atomic composition by hydrogen exposure at high temperature and their effects on deuterium desorption of Li_2TiO_3

1)鈴木　祐太,　1)信太　祐二,　1)山内　有二,　2)星野　毅

1)Yuta Suzuki,　1)Yuji Nobuta,　1)Yuji Yamauchi,　2)Tsuyoshi Hoshino

1) 北大院工　2) 量研機構

1) Hokkaido Univ.　2) QST

1.目的

核融合炉のトリチウム増殖材としてリチウムタイタネート（Li_2TiO_3）が候補となっている。トリチウム回収を促進させるため、スイープガス中には微量の水素（H_2）が添加される。そのため、Li_2TiO_3 は高温で水素に曝され、Li 蒸発などによって組成が変化する。また、近年ではトリチウム生成量を向上させるため、化学量論的な組成よりも余分に Li を含む Li 添加型 Li_2TiO_3 が開発されている。このように高温・水素雰囲気への曝露や Li 添加によって Li_2TiO_3 の組成が変化し、トリチウム放出挙動に影響を与える可能性があるが、これに関する検討は不十分である。本研究では、高温・水素曝露により組成変化した Li 添加型 Li_2TiO_3 に重水素イオンを照射し、組成変化が重水素脱離挙動に及ぼす影響を調べることを目的とした。

2.実験

試料として、Li と Ti の原子組成比(Li/Ti)の異なる 2 種類の Li_2TiO_3 ペブルを用いた。一つは Li/Ti=2.00(Li_2TiO_3(2.00))、もう一つは Li/Ti＝2.10(Li_2TiO_3(2.10))である。各試料に対して 1173K で 1 時間の脱ガス処理を行った後、水素分圧 1Pa、試料温度 1173K で 10 時間保持した。加熱後の原子組成変化をオージェ電子分光法で分析した。これとは別に、各試料を同様に水素曝露した後、ECR プラズマ照射装置にて重水素イオン（300 eV D_3^+)を室温でフルエンス 1.0×10^{18} D/cm^2 の条件で照射し、保持された重水素の脱離挙動を昇温脱離分析法で調べた。

3.結果と考察

Li_2TiO_3(2.00)を加熱した後の Li 組成比の変化を図 1 に示す。水素雰囲気で加熱すると Li 組成比は加熱前に比べて減少した。水素雰囲気下では真空よりも Li の蒸気圧が高くなるため[1]、Li 蒸発が促進されたと考えられる。この結果は Li_2TiO_3(2.10)でも同様であった。

各試料の HD の昇温脱離スペクトルを図 2 に示す。各試料ともに 450K、600～800K に脱離ピークが観測できた。これらはそれぞれ表面での物理吸着、O-D 結合に起因すると考えられる[2]。高温で水素曝露した試料では、600～800K での脱離率が減少し、450K 付近での脱離率が増加した。これは Li 蒸発により、LiO-D として捕捉されている D が減少し、一方で、Li 蒸発で形成された空孔が新たな物理吸着サイトになったためと考えられる。

Li 添加型 Li_2TiO_3 では 900K 付近にもピークが見られた(図 2(b))。成分金属を過剰に含むイオン結晶では、結晶中に電子を捕捉した負イオン空孔が形成されることが知られている[3]。また、重水素イオンを照射した Li_2O においても、電子を 2 個捕捉した空孔に捕捉された D が 900K 付近で脱離することが報告されている[4]。以上から、本実験で見られた 900K のピークは、Li 添加により結晶中に形成された負イオン空孔からの D の脱離である可能性がある。

以上から、高温・水素曝露や Li 添加が重水素脱離に影響を与えること、特に Li 添加によって Li_2TiO_3 中に強力なトラップサイトが形成されることが明らかになった。

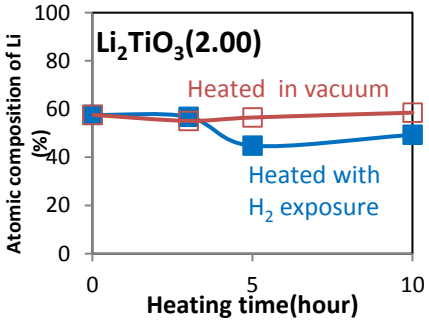

図 1　Li_2TiO_3(2.00)の Li 組成比の変化

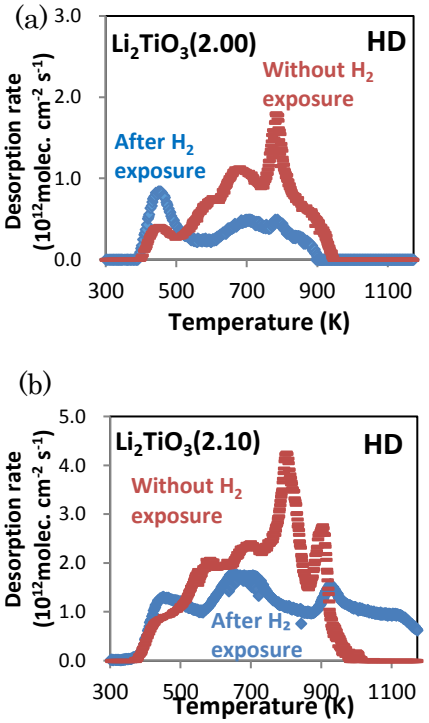

図 2　HD の昇温脱離スペクトル

(a)Li_2TiO_3(2.00)　(b)Li_2TiO_3(2.10)

参考文献

[1] T. Hoshino et al., Fus. Eng. Des. 81 (2006) 555-559.
[2] M. Kobayashi et al., J. Nucl. Mater. 439 (2013) 159-167.
[3] A. J. Dekker, 固体物理, コロナ社 p.413-421.
[4] T. Oda et al., Fus. Eng. Des. 75-79 (2005) 835-839.