

鉛リチウム金属間化合物から熔融塩への水素移行挙動 Hydrogen transport from lead lithium intermetallic compound to molten salt

八木重郎、田宮裕之、荻野靖之、向井啓祐、能登裕之、田中照也、小西哲之
Juro YAGI^{1,2}, Hiroyuki Tamiya², Yasuyuki OGINO², Keisuke MUKAI^{1,2}, Hiroyuki Noto³,
Teruya Tanaka³, Satoshi KONISHI^{1,2}

¹京大エネ研, ²京大院エネ科, ³核融合研

¹IAE, Kyoto Univ., ²Grad. Sch. Energ. Sci., Kyoto Univ. ³NIFS

緒言

トリチウム生産と熱輸送を兼担する液体増殖材としては、これまで主に液体リチウムや鉛リチウム共晶合金($\text{Li}_{0.17}\text{Pb}_{0.83}$)、フッ化物熔融塩について検討が行われてきた。この中でフッ化物熔融塩 (FLiBe , FLiNaBe) は化学的安定性・低電気伝導度 (低MHD圧損) などに優れるものの、低TBR・低熱伝導性・生成するTFの処理・Beの毒性、といった課題がある。前3者については粒状等の金属Beを充填することで中性子を増倍しつつ、熱伝達を促進し、かつ酸化還元制御をする、という対策が考えられている。

本研究で着目するLi-Pb金属間化合物 (Li_3Pb , $\text{Li}_{10}\text{Pb}_3$ など)。以下では単純にLi-Pbと表記する) は700℃前後の高い融点を持ち、上述の金属Beの機能を代替しつつ、さらにトリチウム生産までおこなう増殖増倍材として期待できるものであるが、単純にフッ化物熔融塩増殖材と接触させると BeF_2 との反応が熱力学的に予測される。一方で塩化物はLi塩よりもK塩が熱力学的に安定であることから、LiとKの混合塩化物熔融塩 (LiCl-KCl (共晶組成59-41 at%), 融点352℃) は、Liと反応しないことが知られており、Li-Pbも同様に反応しないと予測できる。またLi中Hについての知見より、Li-Pb中に生成したトリチウムはLiTの形態で熔融塩に移行し、電気的に除去できる可能性がある。これまでに密閉金属容器を用いてLi-Pbを試作し、また簡易体系によるTBR計算を実施してきた。Li-Pb/塩化物熔融塩ブランケットでは中性子吸収性の低い ^{37}Cl を濃縮すること、Liについても ^6Li の濃縮が望ましいことを確認し、ともに90%に濃縮することで0.3m程度の増殖増倍層厚さでも、局所TBRが1.1を超過することを明らかにした。

本研究では試作したLi-Pbに水素ガス雰囲気下で水素を吸収させ、塩化物熔融塩中に浸漬して熔融塩中での水素化物イオンの酸化電流を

計測することで、Li-Pbから熔融塩への水素(LiH)移行挙動について観察した。

実験手法

Li-PbはSUS316L鋼製容器内で800℃に昇温・振とうして作製した。これを油浸の精密切断機で2~3mm厚さに切断し、破碎したうえで石英管状炉内に装荷し、約35kPaの水素雰囲気中で570℃4時間保持して水素を吸収させた。水素吸収前のLi-Pb片を図1に示す。

水素吸収させたLi-PbはArガス置換したグローブボックス内で共晶組成の LiCl-KCl に浸漬した。この熔融塩中でNi電極 ($\phi 0.5\text{mm}-20\text{mm}$) に対して0.6V以上の電位 (対 Li^+/Li 電位) を与えることにより、溶存する水素化物イオンに対して $2\text{H}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{e}^-$ 反応が進行する。この酸化電流量は水素化物イオン濃度に比例することが知られており、これにより水素の移行量を測定し、Li-Pbから熔融塩への水素移行量として評価した。大会においてはLiHを直接熔融塩に添加した際の電気化学特性を比較対象として、Li-Pbから熔融塩への水素移行挙動について報告する。

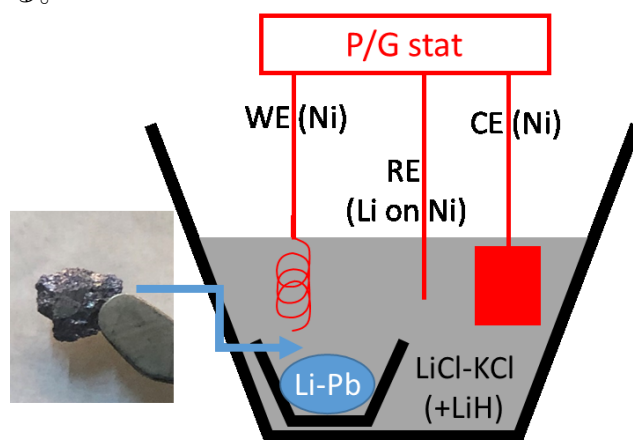


図1 実験装置の概略図および水素吸収前のLi-Pb片