



水素吸蔵合金CaNi₅の初期活性化における特性

石川県立金沢泉丘高等学校

研究動機

近年注目される再生可能エネルギーによる発電では、電力の供給量が不安定になることが問題として挙げられている。そこで、私たちは再生可能エネルギーによる電力供給の安定化につながると考えられている、水の電気分解により生み出される**水素エネルギー**に注目した。

水素社会を実現させる上で、必要不可欠な工程として、水素の生成、水素の利用、水素の貯蔵・運搬の3つがある。私たちはこのうち**水素の貯蔵・運搬**に着目し、その様々な手段の中で、今回の研究では**水素吸蔵合金**に焦点を当てた。



水素吸蔵合金とは

性質

加熱・冷却を繰り返すことにより自身の体積の1000倍以上の水素を吸蔵・放出可能

メリット 単位体積当たりの吸蔵量が**大きい**

デメリット 単位質量当たりの吸蔵量が**小さい**

ニッケル水素電池の負極材として利用

試験管に入った水素吸蔵合金 → CaNi₅



今回の実験では、初期活性化が容易なことからAB₅型合金の一種であるカルシウムニッケル合金、CaNi₅を用いた。

実験方法

「活性化」とは？

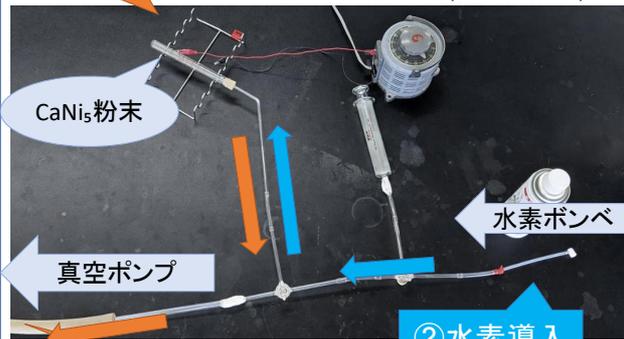
合金が水素を吸蔵しやすくするため、水素の吸蔵・放出を複数回行う操作。これを重ねることによって、合金の表面の酸素などの不純物を取り除いて、合金の純度を高める。

実験で変える条件

真空脱気中のニクロム線による**加熱温度**を変える。

①加熱

- ・約200℃
- ・約100℃
- ・加熱なし(室温の約25℃)



①脱気

②水素導入

実験手順

- 30分間試験管を加熱しながら真空ポンプで脱気を行う。ニクロム線の温度は5分ごとに測定し、調整する。
- 加熱と脱気をやめ、三方活栓を調節し、注射器(50ml)に水素を導入。
- 試験管と注射器を繋ぎ、常温で60分間放置し、5分ごとに注射器の目盛りを読み取って記録する。

※実験で合金を使わない対照実験を行ったところ、実験時に温度変化や実験装置の接続部分により誤差が生じることが分かったため、60分時点での③からの注射器の目盛りの変化量から対照実験の変化量を引いた値を合金の「吸蔵量」と定義した。

実験結果・考察

ニクロム線を200℃に加熱した実験

図1：200℃に加熱した場合

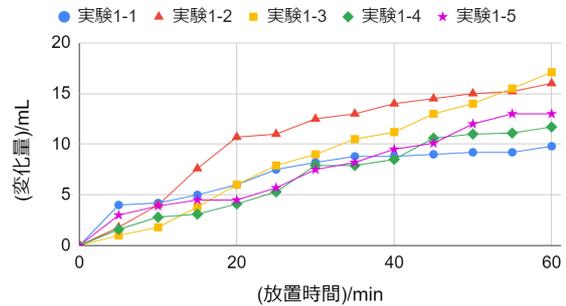
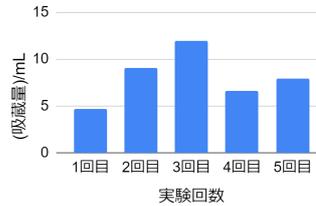


図2：吸蔵量(約200℃に加熱)



考察

図1のグラフが**直線的**であることから、合金がほぼ一定の速度で水素を吸蔵していると考えた。
図2から、活性化を何度も行うことで、合金の**純度が高まり、吸蔵量が増加した**と考えた。
また、4回目で吸蔵量が減少したが、これは3回目の実験後、何らかの原因で酸素などの不純物を吸収したためと考えた。

温度条件を変えた実験の比較

図3：実験3回の平均値の比較

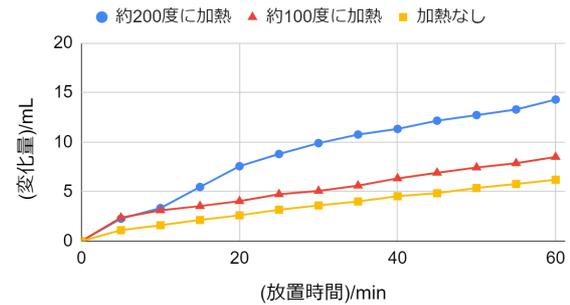
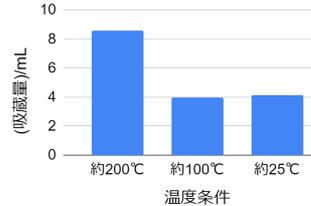


図4：温度と吸蔵量



考察

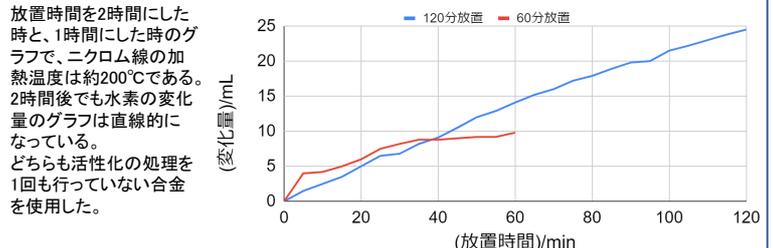
図3でも、図1と同様にグラフは直線的である。
図4から、100℃と常温の温度条件では、**活性化が十分に行われなかった**ことがわかった。
また、それぞれの3回ずつの実験では、吸蔵量がほぼ変化しなかったことも踏まえ、**活性化は100℃以上のある一定の温度を超えると行われる**と考えた。

今後の展望

- ・実験回数を増やす。
- ・実験中に温度を測る方法を改善する。
 { 簡易放射計で温度を測っていたが、ニクロム線の温度のみで試験管内部の温度をうまく測れていなかった。 }
- ・放置し水素を吸収している際の温度を常温ではなく、調整して再度実験を行う。
- ・圧力、合金の大きさなどを変えて実験を行う。
- ・放置時間を変えて、合金が水素を吸蔵し続ける時間を調べる。(下図参照)

図5

図5：200℃に加熱後120分放置した場合



参考文献

- 足立敏. 水素吸蔵合金—基本性質からヒートポンプの原理まで—化学と教育. 2004, vol.52, no.3, p.139-141. https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/52/3/52_KJ00007743778/_pdf/-char/ja (参照2020-12-1)
- 小島和夫, 小林賢一. 水素吸蔵合金の基礎と応用資源処理技術. 1999, vol.46, no.2, p.75-81. https://www.jstage.jst.go.jp/article/rpsj1986/46/2/46_2_75/_pdf/-char/ja (参照2020-12-1)

水素吸蔵合金 CaNi_5 の初期活性化における特性

抄録

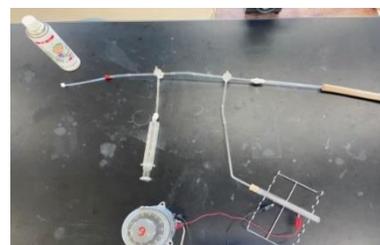
自身の体積の約1000倍程度の水素を吸蔵することのできる合金である水素吸蔵合金に注目した。水素吸蔵合金が必要とする活性化の処理を、加熱温度の条件を変えて複数回行い、水素の吸蔵量を調べたところ、ある一定温度以上で活性化が起こると分かった。

1. 研究の背景と目的

世界が深刻なエネルギー問題を抱える中、再生可能エネルギーの一つである水素エネルギーが注目されている。水素の貯蔵、運搬には様々な方法があるが、その中で私たちは水素吸蔵合金に注目した。水素吸蔵合金の活性化の温度の条件を明らかにし、活性化の回数による水素の吸蔵量の変化を調べる。

2. 方法

水素吸蔵合金のうち、今回の研究では CaNi_5 合金を用いた。合金の活性化の処理は先行研究を参考に行う。活性化は、真空ポンプを用いた試験管内の脱気と同時にニクロム線を用いて加熱の処理を30分行う。その後、水素を導入して1時間放置し、合金の水素吸蔵量を調べる。また、ニクロム線の加熱温度を変え、実験を行い水素吸蔵量の変化を調べる。



3. 結果

CaNi_5 合金は活性化の回数が増えれば、水素の吸蔵量が多くなった。また、温度を室温と同じ状態にした場合でも、水素吸蔵量の増加が見られたが、加熱した際と比べて吸蔵量は少なくなった。ニクロム線の加熱温度が高いほど、吸蔵量が多くなった。水素の吸蔵量が減少する場合も見られた。

4. 考察

合金の活性化の回数を増やすことで、合金の純度が高まったため水素の吸蔵量が増えたと考えられる。加熱温度を変更した際も同様に純度が高まると考えた。また、吸蔵量が減少したのは実験を行っていないときに、酸素や水蒸気などの不純物を吸収し水素を放出したことで合金の純度が低くなった。そのため、その後の活性化の処理に影響が出たと考えた。

5. 結論

水素吸蔵合金は活性化により純度が高まるため、活性化の回数や温度によって水素吸蔵量は変化する。

6. 参考文献

1. 足立敏. 水素吸蔵合金—基本性質からヒートポンプの原理まで—. 化学と教育. 2004, vol. 52, no. 3, p. 139-141.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/52/3/52_KJ00007743778/_pdf/-char/ja
2. 小島和夫, 小林賢一. 水素吸蔵合金の基礎と応用. 資源処理技術. 1999, vol. 46, no. 2, p. 75-81.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/rpsj1986/46/2/46_2_75/_pdf/-char/ja

7. キーワード

水素吸蔵合金 CaNi_5 活性化