



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



アルミニウム/水素反応における高圧水素発生の研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター 公開日: 2016-04-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 東野, 和幸, 杉岡, 正敏, 石川, 昂紀, 近藤, 光輝 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008754

アルミニウム/水系反応における高圧水素発生の研究

東野 和幸(航空宇宙機システム研究センター 教授)

杉岡 正敏(航空宇宙機システム研究センター 特任教授)

石川 昂紀(航空宇宙システム工学専攻 M2)

○ 近藤 光輝(機械システム工学科 B4)

1. 緒言

本学ではアルミニウム(以下 Al とする)と水の反応から多量の水素を継続的に生成し、安全に運用できる宇宙機推進システムとして利用する研究を進めている。この反応を化学反応式で表すと、 $2\text{Al}+6\text{H}_2\text{O}\rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3+3\text{H}_2$ となる。化学式から見てわかる通り、生成物が水酸化アルミニウムと水素のみなので、このシステムは人体に無毒であるといえる。また水素分子は非常に小さいため、水素をタンクに貯蔵した場合は漏れてしまう可能性がある。しかし、Al/水系反応を利用したシステムは人工衛星内で水素を適宜生成することができるため、長期間水素を貯蔵する必要がない。

しかし、宇宙機推進システムは決められた時間に姿勢制御の噴射を行うため、推進システムには即応性が求められる。一方、Al/水系反応を利用したシステムは Al 表面に酸化被膜が存在するため、即応性は高くない。そのため従来の研究では誘導期(Al と水との反応で水素が生成するまでの時間)を短縮するために機械的攪拌による酸化被膜の除去が行われてきた。しかし、機械的攪拌を行うと重量増加、システムの複雑化という問題が生じるので、今後は機械的攪拌操作が不要な水素製造法が望まれる。

その方法として、Al と他金属を組み合わせた Al 合金を使用する方法が現在注目されており、ある種の Al 合金は水に浸すと容易に水素が生成されると報告されている。

本研究では Al/水系反応により発生した水素を利用する宇宙機推進システムの確立のため、効率よく水素が発生する種々の Al 合金を調製し、Al/水系反応での高圧水素製造および誘導期短縮等を達成するための基礎実験を実施した。

2. 実験方法

2.1 実験装置は図 1 のガラス系反応容器を用いた。また、試料は Al と Al 合金 6 種類を用いた。Al 合金はアルミニウム(Al)、スズ(Sn)、ビスマス(Bi)、鉛(Pb)、亜鉛(Zn)による鑄造金属を細かく削った粉末試料である。それぞれの比率は Al-100%、Al-60%Sn、Al-60%Bi、Al-60%Pb、Al-60%Zn、Al-20%Sn-10%Bi、Al-48%Sn-20%Bi である。図 2 に本研究で使用した Al 合金の代表例として、Al-20%Sn-10%Bi 合金粉末の写真を示す。



図 1 ガラス製反応容器

2.2 Al 合金の非メカノケミカルによる水素製造(開放系)

Al または Al 合金粉末 5g、蒸留水 80ml を反応容器に入れる。

反応温度は室温、60℃付近および 95℃付近の温度でそれぞれ水素生成量が一定になるまで保持した。生成した水素の体積はメモリ付きの捕集管を用いて水上置換にて計測した。

2.3 Al合金の非メカノケミカルによる高压水素製造(密閉系)

高压水素製造には図3のオートクレーブを用いた。AlまたはAl合金粉末5g、蒸留水80mlを耐圧反応容器に入れる。反応温度は90℃とした。生成した水素の圧力はオートクレーブに設置されている圧力計で計測した。



図2 Al-20%Sn-10Bi

3. 実験結果

3.1 Al合金の非メカノケミカルによる水素製造(開放系)

各試料の水素生成量と誘導期を表1に示す。試料5g当たりの水素生成量の順序はAl-48%Sn-20%Bi> Al-20%Sn-10%Bi> Al-60%Zn > Al-60%Sn> Al-100%> Al-60%Bi> Al-60%Pbであった。また、単位Al重量当たりの水素生成量の序列はAl-48%Sn-20%Bi> Al-60%Zn > Al-60%Sn> Al-20%Sn-10%Bi> Al-100%> Al-60%Bi> Al-60%Pb でありAl-48%Sn-20%Biが最も多く、理論水素生成量の86%の水素が生成した。また誘導期の短い順序はAl-48%Sn-20%Bi> Al-20%Sn-10%Bi> Al-60%Sn> Al-60%Bi> Al-60%Zn> Al-60%Zn= Al-100%であった。また、Al-48%Sn-20%Bi、Al-20%Sn-10%Biの2種類は水と激しく反応し、短時間で水素が多量に生成された。このことからAlへのSnとBiの添加により酸化被膜が生成しない利点以外に、内部まで水の浸入を容易にする作用があると考えられる。



図3 オートクレーブ

表1 AlおよびAl合金の水素生成量と誘導期

	Al;5g中のAl含有量[g]	理論水素生成量[Nml]	水素生成量[Nml]	Al当水素生成量[Nml/g-Al]	誘導期[min]
Al(攪拌あり)	5	6500	1306(20%)	261	70
Al-60Pb	2	2600	232(9%)	116	70
Al-60Zn	2	2600	1625(63%)	813	40
Al-60Bi	2	2600	550(21%)	275	1.5
Al-60Sn	2	2600	1596(61%)	798	0.8
Al-20Sn-10Bi	3.5	4550	1767(39%)	505	0.7
Al-48Sn-20Bi	1.6	2080	1785(86%)	1116	0.5

(%)は理論水素生成量に対する水素生成量の割合

3.2 AlおよびAl合金の非メカノケミカルによる高压水素製造(密閉系)

一般的に化学反応は圧力によってさらに進行する。しかし、開放系の実験(試料5g)においてAl-48Sn-20Biは理論水素生成量の86%まで水素を生成しており、未反応のAl量は14%のみであった。そのため高压水素製造実験においては、水素生成量は2番目(1767Nml)ではあるが理論水素

生成量の39%と未反応のAl重量が61%と多かったAl-20%Sn-10%Biを用いた。またAl-20%Sn-10%Biでは水との反応性が良く急速に水素が発生するため、装置密閉後にサンプリング用配管から水を迅速に供給した。このとき約10mlの蒸留水が損失するため、他の試料の場合より10ml多い90mlとした。

Al:5g,蒸留水:80ml(メカノケミカル)、Al:5g,蒸留水:80ml(非メカノケミカル) およびAl-20%Sn-10%Bi,5g,蒸留水:80ml(非メカノケミカル)での水素ガス圧力の経時変化を図4に示す。最終的な水素ガス圧力の序列はAl-20%Sn-10%Bi(非メカノケミカル) > Al(メカノケミカル) > Al(非メカノケミカル)となった。Al-20%Sn-10%Bi(非メカノケミカル)とAl(非メカノケミカル)とを比較すると約8倍の水素ガス圧力となっていた。このことから、非メカノケミカル反応によるAl-水系での高圧水素製造において、Al-20%Sn-10%Biを使用することは極めて有効であるといえる。

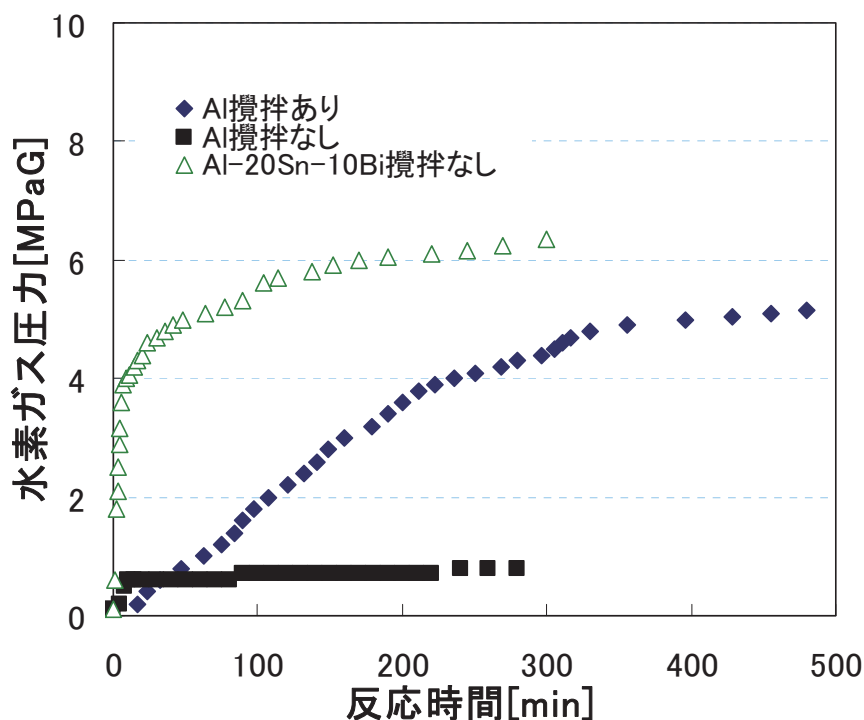


図4 Al(攪拌ありなし、5g)またはAl-48Sn-20Bi(攪拌なし、5g)の水素ガス圧力の経時変化

4.まとめ

本研究では効率よく水素を製造できる種々のAl合金を調製し、Al/水系反応での高圧水素製造および誘導期短縮等に応用するための基礎データの収集を実施した。

この結果、非メカノケミカルでの常圧水素生成量(開放系)はAl-48%Sn-20%Biが最も多いことが明らかとなった。また、Alを合金化することで誘導期が大幅に短縮されることが明らかとなった。さらにAl-48%Sn-20%Bi合金で高圧水素製造試験(密閉系)を行ったところ、純Al(攪拌あり)よりも高い圧力を得ることが確認できた。

したがって、Al合金はAl/水系反応を利用した宇宙機推進システムに適用できる可能性が極めて高いといえる。