

<記事>気相制御研究分野 (1998.1-1998.12) (研究活動報告)

著者	板垣 乙未生, 日野 光久, 大塚 誠, Wedel B., 文南日, Zakeri A., Wedel C., 前田 吉彦, 武谷 要, 鈴木 政也, 徳本 哲朗, 小林 忠之, 清水 保史, 千葉 広樹, Henao H. M., Font J. M., 宋 荣哲
雑誌名	東北大学素材工学研究所彙報 = Bulletin of the Institute for Advanced Materials Processing, Tohoku University
巻	54
号	1/2
ページ	90-91
発行年	1999-03-26
URL	http://hdl.handle.net/10097/34150

研究活動報告

気相制御研究分野 (1998.1~1998.12)

教授：板垣乙未生

助教授：日野光久

助手：大塚 誠

PDF研究員：B. Wedel

大学院生：文 南日, A. Zakeri, C. Wedel, 前田吉彦, 武谷 要,
鈴木政也, 徳本哲朗, 小林忠之, 清水保史, 千葉広樹,
H. M. Henao

研究留学生：J. M. Font, 宋 榮哲

本研究分野では、レアメタル合金および非鉄ベースメタルの気相制御を中心とした高温プロセスに関する研究を行っている。1998年の研究活動の概要を以下に紹介する。

1. スパッタリング法による Ni_2MnGa 合金薄膜の作成

Ni_2MnGa 合金は形状記憶特性と強磁性の2つの機能を有するインテリジェント材料であり、薄膜化によりマイクロマシン用のアクチュエータへの応用が期待される。そこで本研究では、 Ni_2MnGa 合金の薄膜を、高周波マグネトロンスパッタリング装置を用いて、ターゲットの成分組成および高周波電力を変化させて作成し、薄膜の組成および構造について調べた。薄膜の成膜速度は、高周波電力の増加に伴い大きくなった。得られた薄膜の組成は、高周波電力によらず、ターゲット組成よりニッケル含有量が多くなった。また、高周波電力の増加に伴い、ニッケルおよびマンガン組成は単調に減少し、ガリウム組成は増加した。X線回折図形には、いずれのターゲットを用いて成膜した薄膜においても結晶質構造を示す回折ピークが現れた。これらの回折ピークは、すべてホイスラー型構造を有する Ni_2MnGa 合金のものに対応した。さらに、これらの回折ピークの位置は、ターゲット中のニッケル含有量の減少および高周波電力の増加に伴い低角度側へシフトすることが分かった。化学量論組成のターゲットを用いて成膜した薄膜に対して100Kにおいて構造解析を行ったが、形状記憶効果に起因する相変態は確認されなかった。

2. スパッタリング法で作成された LaNi_5 水素吸蔵合金薄膜の特性評価

水素吸蔵合金薄膜は、水素透過膜電極、水素の分離・精製膜および各種のセンサーなどへの応用が期待されている。本研究では、 LaNi_5 合金の薄膜を、高周波マグネトロンスパッタリング法により高周波電力および基板温度を変化させて作成し、薄膜の組成、組織、構造、水素吸蔵特性、機械的性質などについて系統的に調査した。高周波電力が低い場合には、低温で非晶質、高温では繊維状あるいは等軸粒組織を持つ結晶質となり、c軸が基板面に平行となる結晶配向性を示した。一方、高周波電力の高い場合には、すべての基板温度において繊維状を持つ結晶質になるが、その結晶配向性は大きく変化した。薄膜の水素圧力-組成等温線図(PCT曲線)には明瞭なプラトーが現れなかった。薄膜の平衡水素圧は、高周波電力の増加あるいは基板温度の低下に伴い減少した。本研究で作成された薄膜はバルク合金よりもc軸が伸びており、水素吸蔵が容易になること、また、平衡水素圧が低下することなど、水素吸蔵特性の向上が期待される。しかし、本研究では基板材料としてガラスを用いており、基板の拘束により格子の膨張が抑制され、水素化物の形成が困難であると考えられる。そこで、変形の容易な金属やポリマーを基板材料として用いることにより、水素吸蔵特性の向上が期待される。

3. Zr-Ni-Mn 3 元系水素吸蔵合金の特性評価

各種組成を有するZr-Ni-Mn 3 元系合金の水素吸蔵特性を組織および結晶構造との関係で調べた。Zr(Ni_{1-x}Mn_x)₂ 合金では、マンガン濃度の増加に伴い有効水素吸蔵量が単調に増大し、一方、ジルコニウムとニッケルのモル比を一定とし、マンガン濃度を変化させた場合、マンガン濃度が増加し単相に近づくほど有効水素吸蔵量は増加した。また、有効水素吸蔵量は副相が完全に消失する組成付近で最大値を示し、単相合金へのマンガンの添加は有効水素吸蔵量を著しく低減させた。これらの実験結果から、ニッケル水素電池の電極材料として最も有望なZr-Ni-Mn 3 元系合金は、副相を殆ど含まず格子定数の大きいZrNi_{1.3}Mn_{1.1}合金であることが分かった。

4. 電池材料用合金粉末の直接製造

金属ニッケル粉の存在下でZrO₂粉末およびMnO₂粉末を金属カルシウムにより還元し、反応拡散に基づいてZrNi_{1.3}Mn_{1.1}なる水素吸蔵合金粉末を直接的に作成する還元拡散実験を行い、反応速度や反応拡散の機構などについて調査した。

5. 二酸化炭素を排出しない亜鉛の高温生産プロセス

亜鉛硫化精鉱の反応媒体として溶銅を、また、反応熱の循環媒体として銅マット(Cu₂S)を用いることにより、二酸化炭素の排出を伴わない新しい亜鉛の高温生産プロセスを構築することが可能である。本研究では、新プロセスの熱収支および物質収支計算の基本として重要な、Cu-Zn基合金、Cu-Zn-Fe基マット、スラグなどの高温融体の熱量データ、溶融Cu-Zn基合金ーマットースラグーガス間における成分の分配挙動や相互溶解度などの相平衡データ、溶融Cu-Zn基合金や溶融Cu-Zn-Fe基マット中成分の活量、蒸気圧などの熱力学データを測定、集積し、新プロセスを熱力学の立場で評価した。

6. QSL 鉛新製錬法に関する研究

QSL 鉛製錬法の炉内酸化域におけるスラグおよび粗鉛の物理化学的性質と冶金的性状を調べるため、鉛と平衡するPbO-FeO_x-CaO-SiO₂系ないしはPbO-FeO_x-CaO-SiO₂-ZnO系スラグの酸素ポテンシャルを測定した。また、粗鉛ースラグ間における銀、ヒ素、アンチモンなどの微量成分の分配比を測定し、スラグの成分組成、酸素分圧との関係などを明らかにした。さらに、PbOを主成分とするスラグの均一融体組成域を各温度で決定し、QSL法で必要とされるスラグの成分組成の制御条件を明確にした。新しく開発した堅型流動法を用いて、スラグ中の酸化鉛の蒸気圧および活量を測定し、QSL法における鉛の揮発損失を熱力学に評価した。

7. マットの酸素富化溶錬に関する熱力学的研究

酸素の利用によりインテンシブメタラジーの展開が可能になっている。本研究では、銅およびニッケルマットの純酸素ないしは酸素富化空気による溶錬の基本として重要な0.1気圧以上の高亜硫酸ガス分圧下におけるCu₂S-FeS系マットないしはNi₃S₂-FeS系マットと鉄シリケート系スラグ間の平衡実験を気相の分圧を制御した条件で行い、スラグへの銅およびニッケルの溶解挙動について熱力学的検討を試みた。同一マット品位において亜硫酸ガス分圧を変化させた場合、銅のスラグ溶解量は亜硫酸ガス分圧に依存しないが、ニッケルの溶解量は亜硫酸ガス分圧の増加と共に増大することが明らかとなった。熱力学的解析の結果、この相違は、マット中の金属単原子硫化物の形態の相違(CuS_{0.5}とNiS_{0.667})に起因するものと考えられた。