

研究紹介(参考例)

(所属・学年・氏名): 大学大学院 科 専攻 修士 年 製鉄太郎

研究テーマ	接合界面からの相互拡散を伴う共晶液膜の等温成長 - 低温製鉄における装入物の高速溶解法に関する基礎研究 -	指導教官	
--------------	--	-------------	--

1. 背景と目的

炭酸ガス排出およびエネルギー使用の抜本的な削減を実現し得る一つの高炉プロセスとして低温製鉄法がある。本法では、鉄鉱石焼結鉱の低温での高速還元、共晶組成及び共晶温度近傍での低融点融液の生成、有効熱伝導度の低下した軟化融着層内への溶融潜熱の高速供給が重要となる。修士課程での研究では、これまでに焼結鉱の加熱過程における軟化、収縮、溶融挙動の現象観察と、そのモデル化について検討しているが、ここでは低温で発生した共晶液膜の等温成長に関する実験結果とその理論的解釈についての検討状況を報告する。

2. 方法

接合された酸化物界面からの融液生成を模擬するために、ここでは、Fig.1 に示す Ag-Cu の 2 元共晶合金系を採用した。試料は、外径 5.2mm、内径 3.2mm、高さ 1.5mm の銅円管に、同じ高さになるように外径 3.2mm の銀の棒状試料を埋め込み、良好な接触面となるように構成した。この Ag-Cu の接合対試料をホットステージ内のグラファイト坩堝上に設置し、共晶温度(1052K)より高い 1073K に等温保持することで発生した液膜の成長過程を高温顕微鏡を用いて観察した。また、冷却後の試料表面を光学顕微鏡と SEM で観察するとともに、合金相とその周りの Ag と Cu の濃度分布を EDX で測定した。

3. これまでの結果の概要

Fig.2 は Ag-Cu 接合界面からの液膜の成長過程を示している。界面近傍において、共晶温度である 1053K で接触の良い部分から局所的に共晶系融液が発生し、その後、1073K での等温相互拡散によって液膜が内側と外側に成長していくことが観察された。この実験は共晶温度より高い温度で等温保持を行ったが、共晶温度直上で保持された試料は降温時に直ちに急冷凝固するため、その場観察に近い試料が得られるはずである。また、Fig.1 によれば液膜は Ag 側と Cu 側の固液共存相と 40at%Cu 近傍の融液で構成される。次に、液膜の構造を知るため、共晶温度の直上である 1053K で等温保持をする実験を行った。Fig.3 は、1053K で 5min 保持した試料の接合界面近傍の Ag、Cu の Compo 像に Cu 組成の線分析の結果を付加したものである。この試料において、Fig.1 より推察される融液の組成 (40at%Cu) は Fig.3 では白色部 (Cu) と灰色部 (共晶融液相) の界面近傍である。その界面近く及び、灰色部と黒色部 (Ag) の界面近くに存在する急激な濃度勾配を持つ領域は固液共存相の存在を示唆している。また、液膜の成長による界面の移動が遅いと見なせる場合、この組成分布と固体内の相互拡散係数を用いて、固液共存相および液相の物質流束と固相の物質流束を等値させることで、各相の見かけ上の拡散係数が求まる。なお A_g と C_u 中の濃度依存の相互拡散係数は、共晶温度直下での Ag-Cu 拡散対実験の結果から、俣野の方法¹⁾によって推算した。現在、集積した物性値を用いた液膜成長速度の理論構築について検討中である。

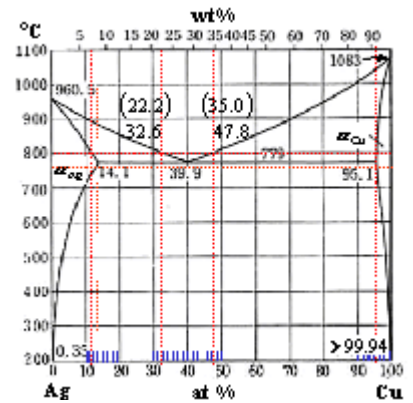


Fig.1 Phase diagram of Ag-Cu binary system.

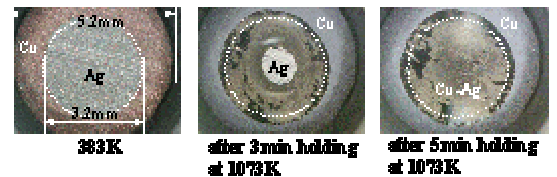


Fig.2 High-temperature microscope pattern of melting during heating of an Ag-Cu binary bonding system.

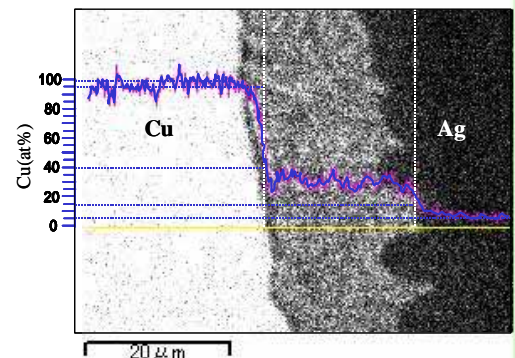


Fig.3 Compo-image and Cu profile by line analysis around a bonding interface after holding sample for 300s at 780 K.

<参考文献> 1) C.Matano: Japan J.Phys,8(1933),10

研究テーマに関する企業側への質問事項

本研究では、高炉内の熱保存帯での融液の等温成長を 2 元共晶合金系を用いて模擬実験しています。いずれは酸化物脈石間での実験を重ねて、高炉内反応に対応した数式モデルに取り入れられるようなデータを得ようと考えていますが、そのためには拡散データ以外にどのようなデータを得ていく必要があるのでしょうか？