

Ag/Cu 2원 금속계의 용융과정과 등온응고과정의 고찰

부산대학교 하 광 렬* · 강 정 윤 · 이 상 래

금속의 고/액 계면의 반응은 주로 브레이징이나 T.L.P. (천이액상접합)에서 많이 다루어 진다. 그러나 이러한 분야에서 발표되는 논문들은 주로 재료개발이나 재료의 성능향상의 목적으로 수행되기 때문에 연구내용이 주로 반응계 내의 반응층의 형상, 생성상등이 기계적 성질에 미치는 영향에 주안점을 두고 있다. 따라서 그 내용은 결과론적인 -이고, 반응과정 중에 일어나는 현상은 취급하는 경우가 드물기 때문에 메카니즘적 자료를 접하기 매우 힘들다.

용융과정의 이론으로서 널리 알려져 있는 Nernst-Brunner이론을 살펴보면 반응중 고/액 계면의 반응면적이 일정해야 한다는 가정을 두고 있어 그 적용이 매우 제한적임을 알 수 있다. 반응중 액상의 면적이 가변적일때도 적용될 수 있는 일반 이론의 개발이 절실하다. 한편, Kidson-Nakao의 등온응고 이론에 있어서도 반응중에 반응면적이 일정해야 한다는 전제조건을 달고있어, 일견 등온응고 현상은 반드시 고/액계면에서 만이 진행될 수 있는 것으로 생각되어 지지만 등온응고 과정중에 다른 메카니즘이 적용될 수 있는지 그 여부도 검토되어야 할 여지가 있음을 알게 된다.

본 논문에서는 물론 고/액계면의 반응을 속도론적으로 관점에서 다루기 위해 계면의 이동거리(ξ) 시간(t)에 대해서 plot했다. 실험은 모재금속으로 순수구리를 택하고 삼입금속은 공정조성의 Ag-Cu 합금으로 하였으며 실험의 성격상 용융과정과 등온응고과정의 시편을 별도의 형태로 준비하였다. 온도조건은 820°C, 860°C, 900°C 3조건으로 정하고, 각온도에서 10개의 시간조건을 주었다. 액상폭을 정확히 측정하기 위해 선분석(EDS)과 급냉하는 두가지 방식을 취하였다. 실험결과는 다음과 같다.

1. 용융과정을 겪고 있는 고/액계면의 용융체적(V)은, 반응계면의 면적이 시간(t)에 따라 변하고 있더라도, 시간(\sqrt{t})와 양호한 직선관계를 갖는다.

2. 각 온도에서의 최대 용융량(V_{max})와 용융완료시간(t_m)은 온도 820°C, 860°C, 900°C에서 각각 (76.99mm³, 45²sec), (90.76mm³, 40²sec), (115.19mm³, 35²sec)을 얻었으며, 이들 값으로 부터 미루어 볼때 용융과정의 고/액 계면의 이동속도는 온도(t)에 의해 크게 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

3. 삽입금속의 두께가 100 μ m을 사용한 경우, 등온응고 과정에서 얻어진 3개의 직선의 관계식은 각 온도에서 다음과 같다.

$$\begin{cases} 820^{\circ}\text{C} : \Delta W = - 0.63 \sqrt{t} + 142 \\ 860^{\circ}\text{C} : \Delta W = - 0.76 \sqrt{t} + 158 \\ 900^{\circ}\text{C} : \Delta W = - 1.03 \sqrt{t} + 184 \end{cases}$$

4. 등온응고 과정에 있어서의 액상소멸 완료시간(t_f)와 활성화 에너지(Q)에 대한 실험치 및 이론치를 비교해 볼 때 그 값에는 큰 차이가 없었다.