

Al 금속 산화법에 의한 경사기능 반응층 제조시
TGA 를 이용한 산화거동 분석
(A thermogravimetric study of the oxidation behavior of
functional gradient reaction layer produced by Al metal oxidation)
홍익대 금속재료공학과 김재윤, 김석윤, 김용석

1. 서론

Al 계 분말 성형체를 금속 산화법 반응시켜 내부 기지는 Al 금속이 주성분을 이루고 표면은 내마모성이 우수한 세라믹상이 비교적 완만한 분율 변화를 보이며 형성되는 경사기능 반응층의 제조가 가능하였다. 형성된 반응층의 특성은 시편의 산화반응 거동과 밀접하게 연관되어 있었는데, 본 연구에서는 이러한 산화반응 거동을 반응층의 중량 증가율(weight gain)을 통해 관찰하였다. 시차에 따른 중량 증가는 대부분 포물선형 거동을 나타내었고, 그 증가 거동은 반응온도, 승온속도, 반응가스의 유량, 합금원소인 Mg 의 함량, 첨가제인 Al₂O₃ 의 함량등의 제조 변수들에 의해 좌우되었다. 본 연구에서는 여러 제조변수에 따른 산화거동 변화를 시차중량 분석기(TGA)를 통해 관찰하였고, 이를 통해 반응 메커니즘을 고찰하고 적절한 제조 공정을 확립하고자 하였다.

2. 실험 방법

반응에 사용된 시편은 약 4g 의 실린더형 Al-Mg-Al₂O₃ 계 분말 성형체이고, 수직 관상로에서 분말 성형체를 백금선을 이용하여 소수점 이하 5 자리까지 무게를 측정할 수 있는 전자 저울에 매달고 반응 도중의 중량 변화를 관찰하였다. 중량 증가율은 시편 크기의 영향을 없애기 위해 $(W_f - W_i) / W_i \times 100$ [%]으로 하였다. 형성된 시편의 반응층의 두께와 미세 구조는 OM, SEM, EDS, TEM 을 이용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

반응 온도에 따른 무게 증가율 변화는 반응 온도가 900 ℃일 때가 가장 높게 관찰되었고, 표면 산화물에 의해 현저하게 산화 반응이 부동태화(passivation)되었으며, 형성된 반응층은 비교적 시편 전체에 균일하게 성장되었다. 반응 온도가 1000 ℃일 경우, 부동태화가 억제되는 경향이 관찰되었고, 형성된 반응층은 시편에 국부으로 두껍게 성장되었다. 반응 가스인 대기(air)의 유량은 1 ℓ/min 일때가 가장 높은 중량 증가율을 나타내었다. 합금 원소인 Mg 함량이 높을수록 높은 무게 증가율을 나타내었고 반응층의 두께도 증가하였다. 특히, Mg 함량이 낮을시 비교적 빠른 시간내에 무게 증가가 끝난 후 부동태화가 이루어 졌으며, Mg 함량이 높을시 부동태화 되기까지 상대적으로 많은 시간이 요구되었다. 첨가제인 Al₂O₃ 함량이 낮을수록 높은 무게 증가율을 나타내었으며 부동태화까지 상대적으로 많은 시간이 요구되었다. 그러나, Al₂O₃ 함량이 높을 수록 반응 후 시편의 형상이 원형에 가깝게 유지되었다.

4. 참고 문헌

- A.S. Nagelberg, S. Antolin and A.W. Urquhart : J. Am. Ceram. Soc., 75 [2] 455 (1992)