

니켈-티타니아 전기도금 복합체의 티타니아 공석량과 수소발생반응의 관계

Relationship between the amount of co-deposited TiO₂ and hydrogen evolution reaction

김명진*, 김정수, 김동진, 김홍표, 황성식
한국원자력연구원 원자력재료안전연구부(E-mail:mjkim@kaeri.re.kr)

초 록: Ni-TiO₂ 복합체를 전기도금법으로 제조할 때, pH, 전류밀도 변화에 따른 TiO₂ 부피분율을 측정하였다. 산화물의 부피분율은 pH가 높아질수록 낮아지고, 전류밀도가 증가하면, 100 mA/cm²에서 최댓값을 가진 뒤에 감소하였다. 기존의 산화물 공석량 예측식 모델에 수소발생반응을 고려하여 적용한 결과, 기존 모델보다 실험값과 예측값의 정확도가 더 높았다. 따라서, 산화물이 전기도금층에 공석될 때에는 수소이온의 환원반응과 니켈이온의 환원반응을 종합적으로 고려하여야 한다.

1. 서론

산화물 분산 강화 (Oxide dispersion strengthened, ODS) 재료는 우수한 내마모성, 열적 안정성, 기계적 강도를 가져 많은 연구가 이루어지고 있다. ODS 재료는 여러 방법으로 제조될 수 있는데, 그 중에서 전기도금법은 비교적 간단한 공정, 낮은 비용, 복잡한 형상에 코팅 가능하다는 점에서 다른 방법보다 우위에 있다. 그러나, 비전도성 산화물이 전기도금층에 공석되는 메커니즘은 아직 완전히 이해되지 못하고 있다. 기존 연구에서는 산화물에 니켈이온이 흡착되어 공석된다고 하였으나, 전류효율이 100%가 아님에도 불구하고, 수소발생반응을 고려하지 않아, 실험값과 예측 값이 잘 맞지 않는 문제가 있었다. 본 연구에서는 Ni-TiO₂ 복합 도금층에 공석되는 TiO₂ 입자들의 부피분율을 pH, 전류밀도에 따라 구하고, 수소 발생 반응과 연관하여 공석량을 예측하고자 시도하였다.

2. 본론

도금용액의 농도는 1.39M Ni sulfamate + 0.65M boric acid + 0.2M TiO₂ (anatase) 였다. 산화전극은 순수 니켈, 환원전극은 SS304를 사용하였다. 도금용액 온도는 60°C, pH는 1.0 ~ 3.4, 전류밀도는 50 ~ 200 mA/cm² 로 조절하였다. 전기도금 중에는 산화물 입자의 분산성 유지를 위해 막대자석으로 교반하였다. 도금층에 포함된 TiO₂의 부피분율은 도금층의 단면을 SEM (SEM6300, JEOL) backscattering 모드로 관찰한 다음, 이미지 분석 소프트웨어 (IMT-2000)로 얻었다. 도금층에 공석된 TiO₂는 pH가 증가할수록 감소하였고, 전류밀도와의 관계에서는 100 mA/cm²에서 최고값을 나타낸 뒤, 전류밀도가 증가할수록 감소하였다. 기존 예측식인 Celis model을 적용하여 실험값과 예측값을 비교하면 잘 맞지 않았다. 기존 모델에 수소발생 반응을 고려하여 수정한 결과 TiO₂ 공석량 경향은 실험 범위 내에서 수정된 예측식과 비교적 일치하였다.

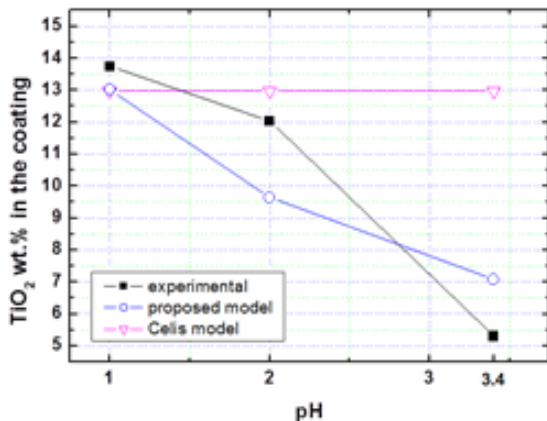


Fig. 1. Comparison between experimental and calculated data with different pH value.

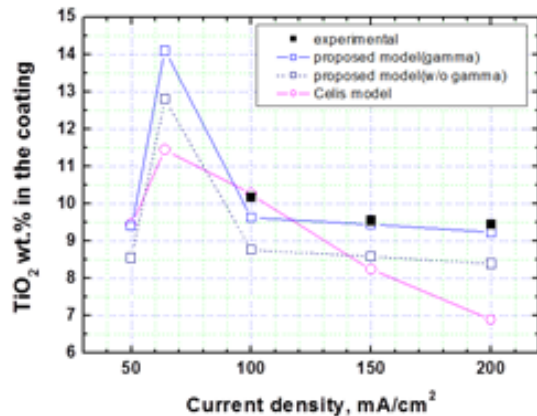


Fig. 2. Comparison between experimental and calculated data with the current density

3. 결론

Ni-TiO₂ 복합체를 전기도금법으로 제조할 때, pH, 전류밀도 변화에 따른 TiO₂ 부피분율을 측정하였다. 산화물의 부피분율은 pH가 높아질수록 낮아지고, 전류밀도가 증가하면, 100 mA/cm²에서 최댓값을 가진 뒤에 감소하였다. 기존의 산화물 공석량 예측식 모델에 수소발생반응을 고려하여 적용한 결과, 기존 모델보다 실험값과 예측값의 정확도가 더 높았다. 따라서, 산화물이 전기도금층에 공석될 때에는 수소이온의 환원반응과 니켈이온의 환원반응을 종합적으로 고려하여야 한다.

참고문헌

1. T. Lampke, B. Wielage, D. Dietrich, A. Leopold, *App. Surf. Sci.* 253 (2006) 2399
2. M. Lekka, A. Lanzutti, A. Casagrande, C. Leitenburg, P. L. Bonora, L. Fedrizzi, *Surface and Coatings Technology* 206 (2012) 3658-3665
3. J. P. Celis, J. R. Roos, C. Buelens, *J. Electrochem. Soc.* 134(6) (1987) 1402