

마그네트론 스퍼터링을 이용한 반응성 나노 포일의 제조 공정 최적화 및 산업적 응용

Optimization of reactive nano-foil by the magnetron sputtering and industrial application

조용기^{a*}, 이원범^a, 유세훈^a, 최윤^b

^{a*}한국생산기술연구원 열처리그룹(E-mail: choyk@kitech.re.kr), ^b아텍시스템

초 록: Al과 Ni이 나노 두께로 적층되어 있는 나노 포일은 외부의 촉발에 의해 원자수준의 상호 확산을 통해 합금화 된다. AlNi 합금이 되면서 $-\Delta H$ 의 변화로 인하여, 외부에 열을 공급하게 되어 최대 엔탈피의 변화 일어날 수 있는 Al과 Ni의 혼합비율을 조사하였다. 나노 포일의 제조 공정은 마그네트론 스퍼터링을 이용하였으며, 나노 박막의 두께 및 적층 공정에 대한 공정 최적화를 하였다. 제조된 나노 포일은 금속-세라믹의 상온접합을 실시하여 산업적 응용에 대한 가능성을 고찰하고자 하였다.

1. 서론

상온에서 발열을 하는 반응성 나노 포일은 접합재를 이용한 금속-금속, 금속-세라믹을 접합을 상온에서 실시할 수 있다. 마이크로 수준의 미세접합이나, 상온접합이 필요한 부분에 반응성 나노 포일은 접합의 발열체로서 상당히 역할을 할 수 있다. 연구에서는 반응성 나노 포일의 스퍼터링법을 이용한 제작공정과 최대 발열을 위한 다층 피막의 형성에 대한 최적화를 실시하였다.

2. 본론

본 연구에서는 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 한 층이 20 nm 이하에서 Al 과 Ni 의 혼합 기준을 달리한 Al/Ni 나노 포일을 두 금속의 바이 레이어를 1000층 이상으로 적층하는 공정과 제조된 반응성 포일이 자기 발열 반응에 따른 미세 구조에 대해 조사하였다. 박막의 증착은 3-10 mTorr 의 공정압력 으로 Al 타겟 전류 1.7 A, Ni 타겟 전류 1.4 A 로 하여 증착시간을 조절하여 제조하였다. SEM 과 EDX 를 통하여 Al/Ni 나노 멀티 포일의 성장구조와 각 원소의 함량을 조사하였다. XRD 미세결정구조 분석은 제조된 반응성 포일과 외부 촉발시킨 후 자기 발열 반응에 의해 형성되는 혼합 상에 대한 조사를 실시하였다.



Fig. 1. Cross sectional view of Al-Ni layers and nano foil sheet

3. 결론

원자 분율을 1:1로 한 Al/Ni 나노 멀티 포일에서 약 980 °C 의 발열이 발생하는 것을 Pyrometer를 통해 측정하였으며, 자기 발열 반응 후의 혼합 상은 AlNi 이 형성되었다. Ni rich 포일에서는 약 730 °C 의 발열이 발생하였고, 혼합상으로 주로 AlNi 이 형성되었고 Al₃Ni₂ 도 나타났으며, 반응에 참여하지 못한 Ni이 남아 있는 것을 관찰하였다. Al rich 포일에서는 약 720 °C 의 발열과 함께 AlNi, AlNi₃ 이 형성되었고 반응에 참여하지 못한 Al 이 미세하게 나타났다.

참고문헌

1. V. S. Sudavtsova and N. V. Podoprigora, Powder Metallurgy and Metal Ceramics, Vol. 48, Nos. 1-2, 2009
2. A. J. Gavens, D. Van Heerden, A. B. Mann, M. E. Reiss, and T. P. Weihs, J. Appl. Phys. 87, 1255 (2000)
3. Hee Y. Kim a, Dong S. Chung b, Soon H. Hong, Scripta Materialia 54 (2006) 1715-1719