한국소성가공학회 2008년도 춘계학술대회 논문집 pp. 528~530

Al-Fe-Cr-Ti 나노결정 합금분말의 자기펄스 성형 및 마모 특성

김준호[1], 홍순직[#]

Magnetic Pulsed Compaction of nanostructured Al-Fe-Cr-Ti Powder and wear properties

Kongju National University, Division of Advanced Materials Engineering:

Jun-ho Kim, Soon-Jik Hong

Abstract

The effect of consolidation temperature on the microstructure, density and mechanical properties (especially, wear property) of $Al_{92.5}$-$Fe_{2.5}$-$Cr_{2.5}$-$Ti_{2.5}$ alloy fabricated by gas atomization and magnetic pulsed compaction was investigated. All consolidated alloys consisted of homogeneously distributed fine-grained fcc-Al matrix and intermetallic compounds. Relative higher mechanical properties in the MPCed specimen were attributed to the retention of the nanostructure in consolidated bulk without cracks. The as consolidated bulk by magnetic pulsed compaction showed the enhanced wear properties than that of a general consolidation process. In addition, the wear mechanism and fracture mode of MPCed bulk was discussed.

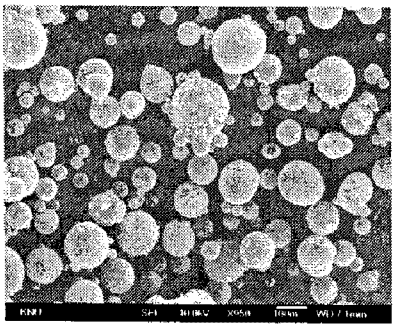
Key Words : Magnetic Pulsed Compaction, Al-Fe-Cr-Ti, MPC, Powder Metallurgy,

1. 서 론

Al합금은 다른 금속재료 비하여 적당한 강도를 유지하면서 가볍기 때문에 많은 곳에서 구조용 재료로 다양하게 활용되고 있다. 고강도 알루미늄 합금 개발은 철에 가까운 강도를 구현하기 위하여 많은 연구자들이 노력하고 있으며 그 결과 듀랄루민의 개발 이래 비정질 재료의 개발로 1000 MPa에 가까운 강도를 갖는 재료를 개발하는 것이 가능하였다. 1990년대에는 비정질 재료를 열처리하여 나노결정구조를 갖는 재료 개발이 가능하여 리본 상태이지만 1500 MPa의 초고강도 특성을 나타냈다. 그러나 나노결정구조를 나타내는 리본으로는 재료를 성형하여 제품에 활용하는 것이 어렵기 때문에 많은 과학자들이 분말야금 공정 및 분말재료의 성형화 공정을 통하여 제품화하려는 연구를 활발히 수행하고 있다. 비정질 및 나노결정 알루미늄합금분말 성형은 온도를 400^{0}C 이상으로 올려야 하기 때문에 기지의 용질농도 증가에 의하여 재료가 취약해지고, 결정립 성장 때문에 나노결정구조의 우수한 특성이 없어지는 문제점이 있어서 이들 재료의 성형도 어려운 현실이다. 이에 본 연구에서는 가스분무공정으로 나노결정구조를 갖는 Al-Fe-Cr-Ti 합금분말을 제조하고, 제조된 분말을 350~450^{0}C 1hr동안 가열한 후 성형하여 최적의 성형온도를 확립하고, 각 조건에 제조된 성형체의 미세조직 변화와 기계적 특성을 평가하였다. 특히, 나노결정재료의 마모기구에 대한 연구는 다른 기계적 특성 변화에 대한 연구보다 미비하여 건식마모시험기를 이용하여 마모조건을 변화시켜가면서 마모 특성을 평가하였으며 연구결과를 토대로 마모기구를 해석하였다.

1. 공주대학교
교신저자: 공주대학교 홍순직, E-mail:hongsj@kongju.ac.kr

2. 실험방법



본 연구에서는 가수분무공정으로 나노결정구조를 갖는 $Al_{92.5}$-$Fe_{2.5}$-$Cr_{2.5}$-$Ti_{2.5}$분말을 제조하고였으며 제조된 분말은 그림 1에서 볼 수 있는 것과 같이 구형의 형상을 나타냈으며 크기는 전체적으로 15 μm이하를 나타냈다. 제조된 분말은 최적의 성형온도를 확립하기 위하여 350~500°C에서 1시간 동안 열처리하여 마이크론초 안에 2 GPa의 압력으로 성형하여 지름 18mm의 디스크 형태로 성형하였다. 제조된 성형체의 미세조직은 XRD분석기와 SEM을 이용하여 분석하였으며 기계적 특성은 경도시험기, 압축시험기 및 마모시험기를 이용하여 분석하였다. 마모시험은 건식 상태에서 수행되었으며 하중과 속도를 고정시키고, 마모거리를 변화시켜 가면서 수행하였다. 마모시험이 끝난 시료는 단면조직을 분석하여 마모기구를 해석하였으며 또한 마모과정에 형성된 미량의 파쇄된 분말을 SEM으로 관찰하였다.

Fig.1 가스분사된 Al-Fe-Cr-Ti분말 형상

4. 결과 및 결 론

본 연구에서는 가스분무공정을 이용하여 나노결정구조를 갖는 15 μm 이하의 Al-Fe-Cr-Ti분말을 대량 제조할 수 있었으며 제조된 분말은 미세조직 분석결과 나노결정 구조를 갖고 있었다. 그림 2는 기존 일반 Press공정과 다른 마이크론초 안에 수 GPa 압력으로 성형 할 수 있는 MPC(Magnetic Pulse Compaction)를 이용하여 지름 18mm의 디스크 형태의 성형체를 나타내고 있으며, 성형체의 밀도는 약 92%를 나타냈으며 본 연구에서 흥미로운 결과는 상온이나 열간이나 성형체의 밀도에 큰 변화가 없다는 것이다. 이 결과는 나노결정 및 비정질 재료의 온도 가열 없이 낮은 온도에서 성형할 수 있는 가능성을 제시하였다.

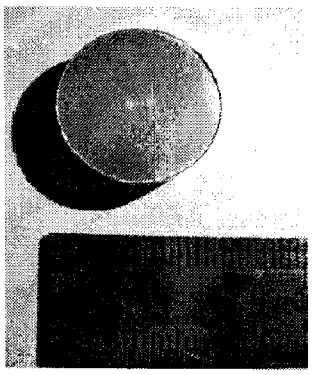


Fig.2 Al-Fe-Cr-Ti분말의 성형체

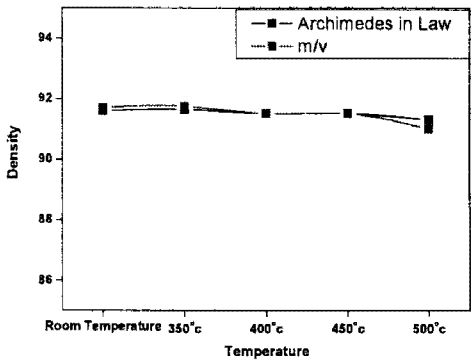


Fig.3 Al-Fe-Cr-Ti분말 성형체 밀도

본 연구에서는 제조된 성형체의 마모 특성을 해석하기 위하여 마모하중 및 거리를 고정 시키고 마모속도를 변화시켜 가면서 마모시험을 수행한 결과 마모속도가 증가할수록 마모량이 증가하였다. 또한 마모시험이 끝난 후에는 초기에는 산화마모가 시작되다가 온도가 증가하면서 연삭마모 및 응착마모가 주를 이루는 마모기구를 나타냈다.

후 기

" 본 연구는 산업자원부의 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환인 차세대소재성형기술개발 사업단의 연구비 지원으로 수행되었습니다." 이에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

[1] A. Inoue, et al., J. Mater. Sci. Lett., 6 (1987) 194.
[2] S.J. Hong, H.S. Kim, C. Suryanarayana, B.S. Chun, Mater. Tran. Tech., 19 (2003) 966.
[3] S.J. Hong and B.S. Chun, Mater. Sci. Eng., A348 (2003) 262