

TiNi 형상기억합금의 펄스통전소결에 관한 연구 (A Study on Pulse-Electric Current Sintering of TiNi Shape-Memory Alloy)

김지순, 양석균, 정순호, 석명진*, 권영순
울산대학교 첨단소재공학부, 기계부품 및 소재 특성평가연구소
*삼척대학교 재료공학부

1. 서론

TiNi 형상기억합금은 특유의 형상기억특성과 초탄성으로 최근 산업적 응용은 물론 생체재료로서의 활용이 크게 기대되고 있는 대표적인 기능성 소재이다. 일반적으로 TiNi 제조에는 용해 방법이 주로 사용되고 있으나, 조성 변화에 따라 특성이 매우 민감하게 변하기 때문에 용해 중 조성 제어가 어렵고 용해 후에는 가공이 어렵다는 특성 때문에 활용에 제한을 받고 있다. 분말 야금법은 정확한 조성제어가 용이하고 복잡한 형상의 제조가 가능하다는 장점을 지녀 이러한 문제에 대한 대안으로 제시될 수 있으며, 실제로 여러 연구자들에 의해 고상소결, 액상소결, 액상/고상소결 등의 방법이 시도되었다. 그러나, 이들의 연구결과에서는 소결과정에서 원하는 목적상인 TiNi 외에도 Ti_2Ni , $TiNi_3$ 등의 제2상들이 형성되는 문제, 치밀화가 불완전하여 상대밀도가 90%에 못 미치는 문제 등이 해결되어야 할 새로운 과제로 제시되고 있다.

본 연구에서는 최근 세라믹스를 비롯한 난소결성 재료의 치밀화에 성공적으로 활용되어 새로운 소결기술로 기대되고 있는 펄스통전소결(Pulse-Electric Current Sintering)법을 이용하여 완전치밀화된 TiNi 소결체를 제조하고자 하였다.

2. 실험방법

각각 순도 99.7%, 99.9%의 Ti와 Ni 금속분말을 불밀을 사용하여 혼합하였다. 혼합된 분말은 펄스통전소결 장비를 사용하여 소결온도 900-1000°C, 유지시간 0-30분, 소결압력 50MPa, 진공 분위기에서 소결하였다. 소결온도까지의 승온속도는 승온속도의 영향을 조사하기 위하여 20°/min과 200°/min이 되도록 하였다. 소결과정의 분말성형체의 압력인가 방향의 수축량을 장비에 장착된 Data Acquisition System에 의해 자동으로 기록, 저장하여 소결과정에서의 상대밀도 변화 곡선, 수축율변화 곡선 등을 구하는 데 활용하였다. 소결체는 SEM/EDS와 EPMA를 이용하여 미세조직과 그 조성을 관찰, 분석하였다.

3. 결과

900°C의 소결온도에서 95% 이상의 상대밀도를 갖는 소결체를 얻을 수 있었다. 소결시간이 증가함에 따라 소결밀도는 증가하여 30분 유지의 경우 상대밀도 98% 이상의 치밀화가 이루어짐을 확인하였다. 그러나, 소결체의 미세조직은 불균일하여 소결온도에 도달한 후 바로 냉각시킨 소결체의 경우, TiNi 외에 Ti_2Ni , $TiNi_3$ 등의 제2상과 일부 미반응물이 잔존하였다. 소결시간의 증가에 따라 이와 같은 불균일성은 감소하였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 울산대학교 기계부품 및 소재 특성평가연구소의 지원에 의한 것입니다.