

저에너지 볼밀법에 의한 분말과 foil과의 고상반응
(Solid State Reaction between Powders and Foils
by Low Energy Ball Milling Process)

삼성전관(주)종합연구소 이광민*
한양대학교 문인형
京都大學校 新宮秀夫

1. 서론

기계적 합금화(Mechanical Alloying; MA)방법은 성분분말의 합금화와 분산처리를 액상의 등장없이 볼밀에서 연속적인 압접과 파괴의 과정을 반복시켜 처리함으로써 균일하고 미세한 합금상을 이룬 복합금속분말을 제조하는 것으로 다양한 기능재료의 연구개발에 활발하게 응용되고 있다. 그러나 반응성이 커 초기 원료분말로 제조될 수 없는 재료의 MA 응용한계를 극복할 수 있도록 하기 위해 행해진 본 연구는 Al-Ti계의 MA에 있어 합금원소인 Ti을 분말상태가 아닌 foil상태로 첨가한 후, 기계적 합금화하여 그 반응계면(powder-foil interface boundary)의 형성 및 합금화의 진행과정 등을 조사하여 powder-foil간의 고상반응기구를 규명함과 동시에 MA공정에 의한 합금제조기술의 기초응용분야를 제시하고자 하였다.

2. 실험방법

Al-Ti(powder-foil)계의 기계적 합금화를 위하여 Al분말은 325mesh이하의 분말을, Ti foil은 10 μ m의 두께를 갖는 foil을 chip 형태로 만들어 Al분말에 대해 8wt%를 첨가하였으며 공정제어제로 methanol을 3wt% 첨가하였다. 기계적 합금화는 저에너지 볼 밀을 이용하여 90 rpm의 회전속도로 200 시간까지 시간을 달리해가면서 행하였으며 Ar 분위기로 봉입된 스텐레스 boat를 사용하였다. 기계적 합금화된 Al-Ti 복합금속분말의 특성은 X-선 회절시험, 시차열 분석(DSC), 주사전자현미경(SEM) 등으로 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

기계적 합금화시간에 따른 Al-Ti(powder-foil)계의 반응계면을 SEM으로 관찰한 결과, MA 초기 조건에서는 분쇄 볼들의 압축 및 전단응력 등에 의해 Ti foil의 가장자리에서부터 미소 crack이 형성되기 시작하였으며 이렇게 형성된 미소 crack site에서 Al분말과 일부분의 Ti foil이 얇게 냉간압접(cold welding)되기 시작하였다. MA가 계속 진행되는 동안 냉간압접된 Al분말들은 Ti foil의 내부로 계속 형성되어가는 crack boundary를 따라 그 반응계면의 면적을 넓혀 냉간압접되었고 MA 증기조건에서는 lamellar구조의 Al-Ti composite powder가 형성되었다. MA 말기에는 최종적으로 Al matrix에 아주 미세한 합금상을 이룬 복합금속분말을 얻을 수 있었으며 이는 비교시료로 동일 공정변수에서 Al-Ti계의 분말만으로 MA한 경우의 물리적 특성과도 유사한 결과를 나타내었다.

4. 결론

MA가 진행됨에 따른 foil과 powder와의 반응계면에서의 합금화 진행기구를 규명하였으며 Ti foil 형태로 첨가한 MA 200시간에서의 합금화 상태는 Ti 분말의 경우와 마찬가지로 거의 균질한 Al-Ti 복합금속분말을 이루었다.