

나노복합 코팅 형성을 위한 Ti-Al-X(Cr, Si, B, V) 계 단일 합금 타겟 제조 및 이를 이용해 형성한 코팅 특성 평가

Fabrication of Ti-Al-X(Cr, Si, B, V) single alloying target material for the formation nanocomposite coating and the properties of the coating formed by Ti-Al-X single alloying target material

편진호, 이한찬, 문경일*
 한국생산기술연구원 열처리그룹 (E-mail:kimoon@kitech.re.kr)

초 록 : PVD 공정에서 다성분으로 이루어진 나노복합 코팅을 형성하는 것은 원소들간의 합금화 문제로 인해 어렵다. 따라서 일반적으로 두 개 이상의 원소타겟 또는 멀티타겟을 이용한 PVD+PECVD 의 융합공정에 의해 제조된다. 하지만 멀티타겟을 사용한 공정은 공정의 복잡화가 뒤따르며 신뢰성이 떨어진다. 본 연구에서는 멀티타겟의 단점을 보완하기 위해 Ti-Al-X(Cr, Si, B, V) 단일 합금 타겟을 제작하여 나노복합 코팅을 형성하고자 하였다. 기계적 합금화법을 통해 합금분말을 제조하였으며, 방전플라즈마소결법으로 합금 타겟을 제작하였다. 제작된 타겟을 이용하여 스퍼터링 장치를 통해 박막을 형성 하였다. 그 결과 분말은 밀링 시간 20시간에서 정상상태에 도달하였으며, 더 이상 분말의 입자는 줄어들지 않았다. 이때 분말의 입자크기는 5~6 μm 이었으며 결정립의 크기는 16~20nm 이었다. 소결을 통해 99% 이상의 진밀도를 갖는 합금 타겟을 제작하였으며, 이때 결정립의 크기는 매우 미세하였다. 박막의 경우 모두 30GPa 이상의 고경도 특성을 나타냈다.

1. 서론

Ti 계열의 코팅은 질소와 결합하여 TiN, TiAlN, TiCrN, TiAlN-X 등과 같이 single phase부터 quaternary-phase 코팅까지 다양한 형성이 가능하다. 이런 다원계 코팅은 기계적 특성뿐만 아니라 고온안정성, 내식성, 내산화성 등 다양한 특성을 가지고 있다. 그러나 현재 4원계 이상의 코팅을 형성하는 방법에는 두 가지 이상의 소스를 이용하여 증착하는 방법이 많이 사용되고 있지만 신뢰성 및 양산성이 힘든 문제점을 가지고 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 본 연구에서는 기계적 합금화법을 통해 합금분말을 형성하여 단일 합금타겟을 조자하는 연구를 진행하였다. 단일 합금타겟은 기존 멀티타겟의 단점인 공정제어의 복잡함을 줄이고 신뢰성을 형성하는 코팅이 가능하다.

2. 본론

본 연구에서는 기존의 합금 타겟 제조방법으로 제작하기 어려운 Ti-Al-X(Cr, Si, B, V) 합금 타겟을 Fig.1 과정을 통해 제작하였다. Planetary ball mill을 통해 합금분말을 제조하였으며, Spark plasma sintering 법을 이용하여 합금 타겟을 제작하였다. 제작한 타겟은 스퍼터링 장치에 장착하여 박막을 형성 하였다. 공정변수는 Table. 1과 같이 진행하였다. 제작된 분말, 타겟, 박막 등은 공정변수에 따라 각각 특성분석을 진행 하였다.



Fig. 1. Manufacture processes

Table 1. Sputter process parameters

Mechanical alloying		Spark plasma sintering		Sputterung	
Rotation speed	100-300	Temperature($^{\circ}\text{C}$)	900-1200	pressure(torr)	4.0×10^{-6}
Milling time(hour)	0-30hour	Pressure(MPa)	50-70	Ar to N_2 ratio	3:1-8:1
Ball to powder ration	50:1-20:1	time(Min)	10-60	Powder(W)	300
Atmosphere	Air, Ar	Atmosphere	2.0×10^{-4} torr	Time(Min)	20-60

3. 결론

- 공정을 통해 제조한 Ti-Al-X(Cr, Si, B, V) 모두 합금분말, 타겟, 박막의 조성이 모두 동일하였다.
- 합금분말, 합금타겟, 박막의 맵핑분석 결과, 모두 우수한 성분의 균일도를 나타냈다..
- 합금분말은 모두 20시간의 밀링 조건에서 정상상태에 도달 하였으며, 입자크기와 결정립 크기는 각각 5~6 μm , 16~20nm 이었다.
- 합금타겟의 밀도는 Ti-Al-X(Cr, Si, B, V) 모두 99% 이상의 진밀도를 나타냈으며, 결정립의 크기가 매우 미세하였다.
- 박막의 경우 TiAlX(Cr, Si, B, V)-N 모두 30GPa 이상의 고경도 특성을 확인 할 수 있었으며, TiAlV-N의 경우 41.2 GPa, 로 가장 높은 경도를 나타냈다.

참고문헌

1. A.Leyland, A. Matthews, surface and coatings technology, 177, pp317, (2004)
2. Chaim R. Densification mechanism in spark plasma sintering of nanocrystalline ceramics. Mater Sci Eng. A, 443, pp 25-32, (2007)
3. H.A. Calderon, V. Garibay-Febles, M. Umamoto, M. Yamaguchi, Materials Science and Engineering A329-331 pp 196-205, (2002)
4. Feng Huang, John A. Barnardb, Mark L. Weaver, Surface and Coatings Technology 155, pp146-151, (2002)