

## A Study on the properties of aluminum nitride films on the Al7075 deposited by pulsed DC reactive magnetron sputtering

Jung-hyo Kim<sup>a\*</sup>, Byung-Chul Cha<sup>a</sup>, Keun-Hak Lee<sup>a</sup>, Won-WookPark<sup>b</sup>;

<sup>a\*</sup>Korea Institute of Industrial Technology(E-mail: junghyo@kitech.re.kr), <sup>b</sup>In-jeUniversity

### Abstract

Aluminum alloys are widely known as non-ferrous metal with light weight and high strength. Consequently, these materials take center stage in the aircraft and automobile industry. The Al7075 aluminum alloy is based on the Al-Zn-Mg-Cu and one of the strongest wrought aluminum alloys. Aluminum nitride has ten times higher thermal conductivity(319 W/m•K) than Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and also has outstanding electric insulation( $1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ )[1]. Furthermore, it has high mechanical property (430 MPa) even though its co-efficient of thermal expansion is less than alumina For these reasons, it has great possibilities to be used for not only the field which needs high strength lightweight but also electronic material field because of its suitability to be applied to the insulator film of PCB or wafer of ceramic with high heat conduction[2]. This paper investigates the mechanical properties and corrosion behavior of aluminum alloy Al7075 deposited with aluminum nitride thin films To improve the surface properties of Al7075 with respect to hardness, and resistance to corrosion, aluminum nitride thin films have been deposited by pulsed DC reactive magnetron sputtering. The pulsed DC power provides arc-free deposition of insulating films.

### 1. 서론

Al7075합금은 비강도가 높은 장점 때문에 자동차, 선박, 수압관의 이음쇠 및 구조재 재료로 널리 사용되고 있다. 또한 에너지 고갈문제와 지구온난화의 영향으로 자동차등 수송기계의 경량화에 대한 연구가 절실한 상황이며 때문에 Al7075합금을 비롯한 Al합금의 기계적강도 향상과 내식성향상을 위한 표면처리 기술연구가 진행되고 있다. 본 연구에서 증착된 질화알루미늄(AlN)은 공유결합물질로써 6-mm point group과 P6<sub>3</sub>mc space group의 결정구조를 띠는 Hexagonal Wurtzite의 안정된 결정구조를 나타내며 뛰어난 기계적 강도를 가지고 있어 공구강 또는 엔진의 내마모성 보호코팅재료로써 응용되고 있다. 현재 공구강 등에 사용되는 AlN의 경우, Ion Implantation방법으로 제조되는 경우가 많으며, 이 때 내부에 발생하는 전위(dislocation)와 같은 defect가 존재하기 때문에 후처리 공정으로 열처리가 요구된다. 본 연구에서는 기존에 사용되어 온 Ion Implantation방법 대신 마그네트론 스퍼터링방법으로 AlN 박막을 최적의 조건으로 증착시키기 위해 연구하였다.

### 2. 본론

본 연구에서는 Al7075 기판위에 Pused DC Magnetron Sputtering 시스템을 이용하여 AlN 박막을 증착하였다. 진공 챔버는 스테인리스강의 재질로 되어 있으며 직경이 500 mm, 높이 600 mm의 부피를 가진 실린더 형태이다. 또한 진공을 유지한 채로 시편의 장입과 배출을 시킬 수 있는 로드락(Load-loc)시스템이 챔버 측면에 설치되어 있다. 직경이 3인치(inch)인 타겟을 장착할 수 있는 마그네트론 스퍼터링 건이 설치되어 있으며, 전원 공급장치를 연결 할 수 있도록 되어있다. AlN을 증착하기 위해 사용된 기판은 직경 30 mm, 두께 4 mm의 디스크형태의 Aluminum(7075)합금과 코팅층의 조성 평가 및 조직관찰을 위해  $40 \times 10 \times 0.5$  (mm<sup>3</sup>) 크기에 Si(100) 웨이퍼를 사용하였다. AlN 박막을 증착하기 이전에 Al7075합금 기판은 1  $\mu\text{m}$  까지 표면연마를 진행하였다. 연마된 Al7075합금과 Si 웨이퍼는 ethanol을 이용하여 3분간 초음파 세척한 후 건조시켰다. AlN박막을 증착하기 위한 공정변수는 아르곤가스와 질소가스의 분압비, 타겟에 인가된 파워와 기판의 온도를 각각 변수로 두고 AlN박막을 증착시켰으며 박막의 결정성을 보기위하여 FE-SEM, XRD를 이용하였고, 기계적 특성은 Knoop경도기, Ball-on-disk를 이용하여 특성을 평가하였다.

## 2.1. 타겟파워에 따른 AlN의 특성평가

### 2.1.1. 경도 및 마찰계수

Fig.2-1은 타겟의 인가 전압을 달리하여 증착시킨 AlN박막의 Compressive stress와 경도를 나타내었다. 일반적으로 경도의 증가는 결정립 크기가 줄어들어 Grain boundary를 증가시킴으로 경도가 증가한다. 하지만 본 실험은 결정화도 증가함에 따라 결정립 크기도 증가하였고, FE-SEM결과를 볼 때, 비정질 구조에서 나타나는 larva형태에서 faceting (triangular)형태로 성장이 진행되고 있기 때문에 결정성과 결정립 크기의 증가와 함께 경도가 증가하는 경향을 보이는 것으로 판단된다. Fig.2-2은 타겟에 인가된 파워에 따른 AlN박막의 마찰계수의 변화를 나타내었다. 모든 시편이 처리되지 않은 시편보다 마찰계수가 줄어들었으며, 300W의 샘플에서 약간의 응착마모가 발생된 것으로 보인다. 또한 타겟에 인가된 파워가 증가할수록 경도증가와 함께 마찰계수가 감소하는 경향이 나타났다.

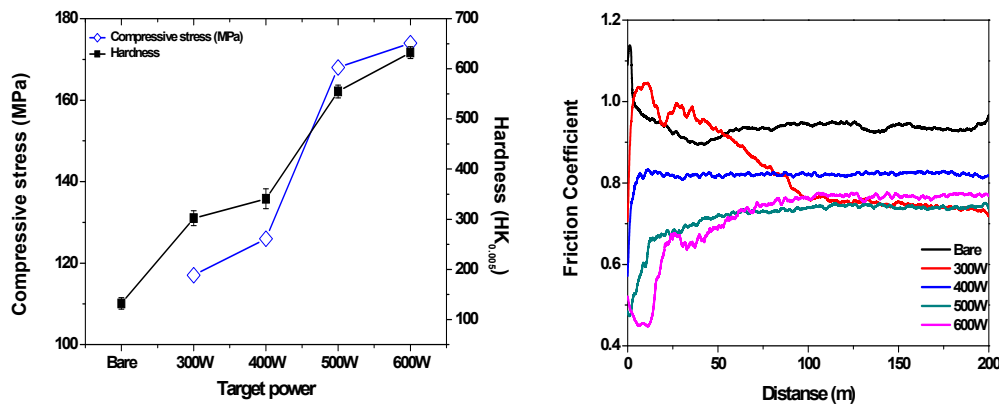


Fig.2-1. Compressive stress and Hardness of Fig.2-2. Friction coefficient profiles of AlN AlN films on Al7075 at the various target films on Al7075 at target power power

## 3. 결론

본 실험은 질소와 아르곤 혼합가스 분위기 내에서 알루미늄 타겟을 Reactive sputtering 시키는 방법으로 sputtering 증착변수인 질소가스분압과 타겟에 인가된 파워를 달리하여 Al7075합금표면위에 AlN박막을 증착시킨 후, 물성변화를 조사하였다. AlN박막이 코팅된 Al7075의 합금의 경우 처리되기 전보다 최대 약 6배 이상의 경도가 향상되었음을 관찰하였으며 (150 HK → 627 HK) 경도가 증가함과 동시에 마찰계수가 감소하는 경향이 나타났다. 또한 Reactive sputtering방법으로 AlN을 증착시킬 경우 아르곤과 질소가스의 분압비와 타겟에 인가되는 파워, 기판온도가 중요한 변수로 작용되는 것을 확인하였다.

## 참고문헌

- [1] Jungwon Cho, Pulsed DC reactive magnetron sputtering of aluminum nitride thin films, North carolina state university (2002)
- [2] S.Nakamura, Science 282 (1998) 956.
- [3] Hsyi-En Cheng, Tien-Chai Lin, Wen-Chien Chen, "Preparation of [002] oriented AlN thin films by mid frequency reactive sputtering technique", Thin solid film, pp. 85-89, 2003.