

## HIPIMS와 ALD 하이브리드 공정에 의한 CrN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CrN 다층코팅의 기계적/화학적 특성 평가

### CrN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CrN multilayered coatings with excellent mechanical property and corrosion behavior synthesized by a hybrid HIPIMS/ALD process

만지흠<sup>a</sup>, 장등비<sup>a</sup>, 김광호<sup>a,b,c</sup>, 권세훈<sup>a,b,c\*</sup>

<sup>a</sup>\*부산대학교 융합학부, <sup>b</sup>부산대학교 재료공학과(E-mail: [sehun@pusan.ac.kr](mailto:sehun@pusan.ac.kr)), <sup>c</sup>하이브리드인터페이스 기반 미세소재연구단

**초 록 :** CrN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CrN 다층 코팅을 HIPIMS와 ALD간 하이브리드 코팅법을 통해 형성하였다. ALD를 통해 CrN 층에 도입한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>층의 두께 및 위치가 CrN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CrN 다층 코팅층의 미세구조, 표면 거칠기, 기계적 특성 및 화학적 특성에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 전체 공정시간은 거의 변화시키지 않고도, ALD를 이용한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>층의 삽입에 의하여 기계적/화학적 특성이 크게 개선될 수 있음을 확인하였으며, 개선된 특성에 대한 원인에 대해 조사하였다.

#### 1. 서론

Hard coating 층은 공구강, 금형 등 다양한 분야에서 부품소재의 life-time과 성능을 개선하기 위하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 지금까지 Hard coating층은 Plasma-enhanced chemical vapor deposition, Magnetron Sputtering, Arc ion plating 등 다양한 방법을 통해 이루어지고 있으며, 최근에는 이들간의 장점을 극대화시키기 위한 hybrid 형태의 코팅법에 대한 연구가 집중되고 있다. 최근 새로운 형태의 PVD법인 high power impulse magnetron sputterin (HIPIMS)는 높은 power density를 짧은 pulse 형태로 가하여, 높은 플라즈마 밀도와 이온화율로 인하여 증착된 박막이 우수한 박막 밀도와 높은 접착특성, macroparticle-free한 특성 등을 나타냄에 따라 이를 hard coating에 적용하고자 하는 노력이 이루어지고 있다. 그러나 이러한 PVD 계열의 hardcoating은 columnar growth, pinhole 및 pore 등 결함이 쉽게 발생되어 부식에 취약한 특성을 나타내고 있으며 이러한 특성은 HIPIMS에서도 개선될 필요가 있다. 한편, 우수한 step-coverage와 낮은 defect density, 그리고 높은 uniformity 특성을 가지는 ALD증착공정은 우수한 특성에도 불구하고 증착공정이 오래 걸리는 문제점을 가지고 있어 hard coating 분야에서는 아직까지 활용되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 HIPIMS와 ALD 공정간의 hybrid 공정을 처음으로 대표적인 Hard coating물질인 CrN에 적용하고 그 특성을 살펴보았다.

#### 2. 본론

본 연구에서는 SUS 304 기판상에 HIPIMS를 통해 CrN층을 ALD를 통해 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>층을 다층박막의 형태로 형성하였으며, 그림과 같이 네가지 형태의 시편을 준비하였다. (a)는 CrN 층만을 HIPIMS로 증착한 시편이며, (b)와 (c)는 박막층의 2/3지점에 서로 다른 두께의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>층을 삽입하여 삽입된 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>층의 두께에 따른 CrN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CrN 다층 코팅막 특성의 변화를 살펴보았다. (d)시편은 1/3지점에 10nm 두께의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>층을 삽입하여 (b) 시편과의 비교를 통해 삽입위치에 따른 CrN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CrN 다층 코팅막 특성을 살펴보았다. 그 결과 ALD를 통한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>층의 도입에 의해 내부식 특성 뿐 아니라 residual stress와 hardness등 기계적 특성이 크게 개선됨을 확인하였으며, 그 원인에 대하여 토의를 진행하였다.

#### 3. 결론

본 연구에서는 최초로 HIPIMS와 ALD공정간의 hybrid 공정을 통한 CrN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CrN 다층 코팅막의 특성에 대해 보고하였다. ALD를 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 삽입층은 dense하고, defect free한 특성으로 인하여 CrN 박막의 내부식 특성을 크게 개선시켰을 뿐 아니라, CrN 박막의 hardness를 증가시키고, residual stress를 감소시킬 수 있음을 확인하였다. 특히, 전체 공정시간은 CrN 단독으로 형성시 120분, Hybrid 공정에 의한 CrN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CrN 다층 코팅 형성시 130분으로 throughput에 미치는 영향을 최소화될 수 있어, hard coating을 적용하기 위한 새로운 공정기술로 활용이 가능함을 보였다. 그러나, 이러한 HIPIMS와 ALD간 hybrid 공정에 관한 연구는 전무하여, 향후 최적화를 위한 체계적인 연구가 더 필요할 것으로 예상된다.