

패턴 다양화에 따른 대면적 롤금형의 보호코팅 기술 개발에 대한 연구

A Study of Protective Coating Technical Development of Large Surface Roll Module as Pattern Variety

*임수영¹, #강호철¹, 조윤희¹

*S. Y. Lim¹, #H. C. Kang(hckang@coreoptix.co.kr)¹, Y. H. Cho¹

¹코아옵틱스 연구소

Key words : Micro Pattern, Master Roll, Sputtering, Chrome Coating

1. 서론

대면적 롤금형은 LCD 패널에 들어가는 확산필름의 제작에 사용되며 최근 산업계의 다양한 요구로 인하여 미세패턴 형상의 복합화, 미세화, 및 대면적화가 급격히 추진되고 있으며 이에 롤금형의 고균일화 및 고품위화를 위한 다양한 연구의 필요성이 높아지고 있는 가운데¹⁾ 경질의 내마모성, 높은 밀착성, 내식성을 갖춘 박막 및 이의 박막 코팅법 개발의 필요성이 증대되고 있다. 현재 대표적인 고기능성 박막은 크롬도금으로서, 대기중에서 변색이 되지 않으며, 내식성이 강함 뿐 아니라 내마모성이 강하므로, 공구 및 금형 등에 광범위하게 사용되고 있다.²⁾

이에 본 연구에서는 다양한 패턴에 따른 대면적 롤금형의 최적화된 보호 코팅 기술을 개발하기 위하여 Cr Target을 적용한 Sputtering법을 이용하여 각 보호코팅 공정 조건에 따른 시료의 박막 특성을 비교·검토해 봄으로써 다양한 패턴에 대한 보호코팅 분석을 수행하였다.

2. 실험장치 및 방법

본 실험의 Cr 박막 형성을 위한 Sputter 장비의 Target은 99.999% 크롬(Cr)을 사용하였고, 조건 별 증착된 박막의 특성을 분석하기 위해 Master Roll의 표면 특성을 재현한 Hullcell 시료에 크롬(Cr) 박막 코팅을 증착하였다. 크롬(Cr)코팅은 공정 조건 변수에 따른 박막의 특성을 살펴보기 위하여, Working Pressure와 DC Power를 변화시켜가며 박막구조 및 두께, 밀착력을 확인하였다. Table 1은 상세한 실험조건을 나타낸다.

크롬(Cr) 코팅 공정 조건 설정 후, 박막코팅이

Table 1 Sputtering conditions

Condition	Parameter
Base Pressure	2×10^{-5} mTorr
Working Pressure	3 mTorr / 5 mTorr / 7 mTorr
DC Power	5 kW / 10 kW
Rotation	50 %
Deposition Time	5 min

패턴의 형성에 미치는 영향을 확인하기 위해 프리즘 패턴, 격벽패턴, 렌티큘러패턴 가공을 진행하였다. 가공 시 대면적 롤금형은 미국 Moor사의 Ultra Precision Drum Lathes(Horizontal Lathe)에 Fig. 1와 같이 장착하여 가공을 진행하였다. 상세한 패턴의 Spec 조건은 Table 2에 나타내었다.



Fig. 1 Ultra Precision Drum Lathes

Table 2 SEM Image of thin film of the experimental condition

Pattern	Pitch	Depth
Prism	50 μm	25 μm
Barrier rib	69.8 μm	100.3 μm
Lenticular	156.4 μm	75.6 μm

박막의 두께는 알파스텝(Alpha Step)을 사용하여 측정하였으며, 박막의 기관에 대한 접착력을

측정하기 위하여 스크래치테스트(Scratch Test)를 이용하여 측정하였다. 박막구조에 대한 관찰과 코팅 전, 후 패턴 형상은 가공면에 실리콘 샘플을 채취하여 절단 후, 각각 FE-SEM(Field Emission Scanning Electron Microscope)을 이용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 코팅 증착 조건 별 박막의 구조 변화를 FE-SEM을 통해 관찰한 결과를 나타내고 있다. 실험결과 Working Pressure와 DC Power가 높을수록 박막의 구조가 거칠어지는 것을 확인할 수 있었다.

이는 압력이 증가함에 따라 박막 증착속도가 증가하여 박막 두께가 더 두꺼워지는데, 막이 두꺼울수록 입자들의 clustering 기회의가 더 많아지고, 표면에서 돌출된 부분의 성장이 더 심화되기 때문이다.

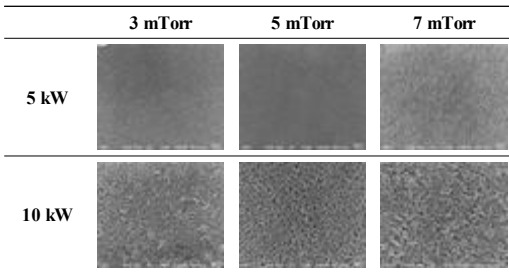


Fig.2 SEM Image of thin film of the experimental condition

Fig. 3은 Working Pressure와 DC Power의 변화에 따른 박막의 증착율과 밀착성을 나타낸 그래프이다. Working Pressure가 증가하고, DC Power가 증가할수록 박막의 증착률과 밀착성이 증가함을 확인할 수 있었다.

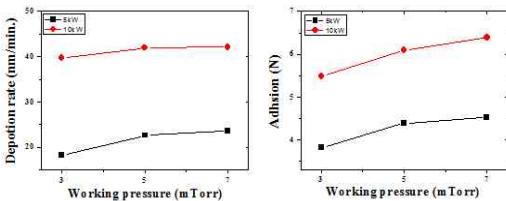


Fig. 3 Deposition rate and adhesion of thin film of the experimental condition

실험결과 Working Pressure 7 mTorr, DC Power 10 kW일 경우 타 조건 대비 박막의 성질이 우수하

여 대면적 패턴 롤 금형에 코팅을 증착하였다. Fig. 4는 코팅 전·후 패턴의 형상을 나타내고 있다. 실험 결과 패턴의 Edge 증착 및 Step-coverage도 양호하게 증착되었음을 확인할 수 있었다.

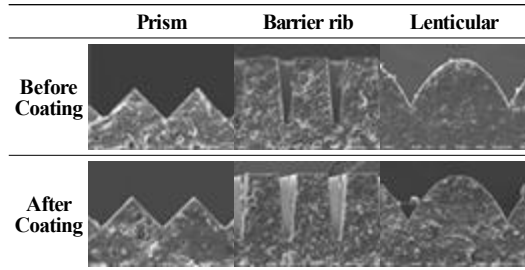


Fig 4 SEM image of section of silicon by sputtering

4. 결론

본 연구에서는 다양한 패턴에 따른 롤금형의 보호코팅 기술을 개발하기 위해 Sputter 장비를 활용한 크롬(Cr) 코팅 공정 기술을 진행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 박막 증착결과 Working Pressure와 DC Power가 낮아질수록 박막의 구조가 치밀해졌다.
2. 실험결과 Working Pressure 7 mTorr, DC Power 10 kW일 때 박막의 증착률은 42.1 nm/min, 밀착력은 6.39 N으로 가장 양호하였다.
3. 프리즘패턴, 격벽패턴, 렌티큘러패턴의 가공면에 크롬(Cr) 코팅 증착 후 패턴 형상 확인 결과 패턴 Edge 및 Step-coverage가 양호하게 증착되었음을 확인하였다.

후기

본 연구는 지식경제부의 전략기술개발사업으로 지원하는 “대면적 미세 가공공정 원천기술 개발” 과제의 지원을 받아 수행되었다.

참고문헌

1. D.Y. Lee, S.H. Hong, H.C. Kang, H.Z. Choi, S.W. Lee, "Wear of Single Crystal Diamond(SCD) Tools in Ultra Precision Turning of Electro-Nickel Plated Drum," Trans. of the KSME A, Vol. 33, No. 7, pp. 621-628, 2009.
2. Park, M, "Comparison of Mechanical Properties of DC and RF Sputter - Deposited Cr films," Department of Metallurgical Engineering, Master's Thesis, Inha University, 2007.