무반사 효과를 위한 회전포물체 나노패턴 양극산화 마스터를 이용한 니켈스탬퍼 제작에 관한 연구

A study on the duplication of nickel stamper using circular paraboloid AAO nano-patterned master for anti-reflection effect

김민구[a*], 홍석관[b], 박춘만[c], 곽문규[d], 김현종[b], 윤경환[a], 강정진[b]
[a*]단국대학교 기계공학과(E-mail:rar345@naver.com), [b]한국생산기술연구원,
[c](주)삼진 기술연구소 융합기술팀, [d]경북대학교 기계공학부

초 록: 무반사 효과를 보이는 나방눈을 관찰해보면 눈 표면에 회전포물체 형상 나노패턴이 형성된 것을 확인할 수 있다. 본 논문에서는 회전포물체 형상 AAO를 제작하였으며 이 마스터를 이용해 전주공정으로 니켈스탬퍼를 제작하였다. 제작된 father, mother 니켈스탬퍼 윗면의 나노패턴 형상을 FE-SEM(Field Emission Scanning Electron Microscope)으로 확인하였다.

1. 서론

무반사 효과(Antireflection effect)란 빛에 의한 표면 반사가 보이지 않는 현상을 말한다. 무반사 특성을 보이는 나방눈의 구조를 관찰해 보면 눈 표면에 나노크기의 패턴이 회전포물체 형상으로 구성된 것을 확인할 수 있다[1]. 무반사 관련하여 학계 및 연구소에서 연구적 수준의 고성능 성과를 얻었지만, 양산화 측면에서 한계가 있다. 여러 시도들 중 한 예로 AAO(Anodic Aluminum Oxide)를 이용한 금형은 내구성 문제가 있다. 본 연구에서는 무반사용 회전포물체 나노패턴을 가진 니켈스탬퍼를 복제하기 위한 AAO 마스터를 제작하였으며, 이를 이용하여 니켈스탬퍼의 나노패턴을 가공하였다. 또한 AAO 마스터 단면 및 회전포물체 니켈스탬퍼 윗면의 나노패턴 형상을 FE-SEM으로 확인하였다.

2. 실험

AAO 마스터 제작을 위해 사용한 알루미늄은 Goodfellow사의 순도 99.999%, 크기 35 mm x 25 mm, 두께 0.5 mm 이다. AAO를 제작하기 위한 공정단계는 전해연마, 1차 양극산화, 에칭, 2차 양극산화, 기공확장 순서로 이루어진다. 전해연마 전해용액은 과염소산(Perchloric acid)과 에탄올(Ethanol) 혼합물을 사용하였으며, 1차 양극산화 전해용액은 0.3M 옥살산(Oxalic acid)을 사용하였다. 에칭 전해용액은 크롬산(Chromic acid) 1.8wt%와 인산(Phosphoric acid) 6wt% 혼합물을 사용하였고, 2차 양극산화 및 기공확장 전해용액은 1차 양극산화 전해용액과 같다. 공정시간은 원하는 기공의 깊이 및 지름에 따라 다르게 조절하였다. 회전포물면 나노패턴 간격이 100 nm라면 무반사 효과를 얻기 위한 나노패턴 높이 조건은 약 180 nm 이상 280 nm 이하라고 알려져 있다[2]. 회전포물면 AAO를 얻기 위해 2차 양극산화와 기공확장을 각각 3단계로 진행하였으며, 이 공정 개념도를 Fig. 1에 나타냈다. 제작된 AAO 마스터에 니켈을 증착하여 1차 니켈전주를 진행한 후, 알루미늄과 AAO를 화학적으로 제거하여 father 니켈스탬퍼를 얻었다. Father 니켈스탬퍼에 전주 이형처리를 진행하고 2차 니켈전주를 진행한 후, father 니켈스탬퍼를 물리적으로 분리하여 무반사용 mother 니켈스탬퍼를 제작하였다. 이 공정 개념도를 Fig. 2에 나타냈다[3].

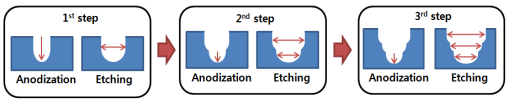


Fig. 1. Three step process of 2nd anodizing and pore widening for fabricating circular paraboloid AAO

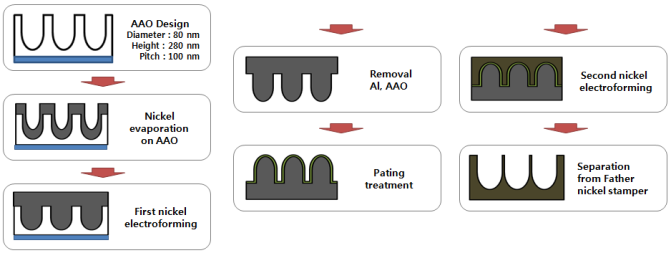
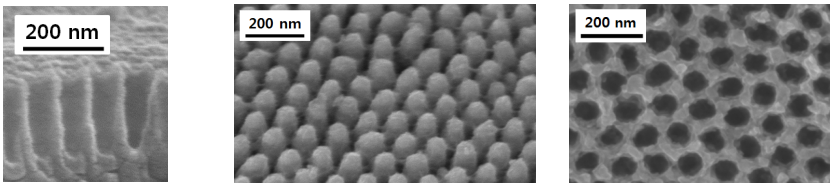


Fig. 2. Procedure of fabricating antireflection nickel stamper



(a) (b) (c)

Fig. 3. (a) Side view of circular paraboloid AAO master, (b) Top view of father nickel stamper, (c) Top view of mother nickel stamper

3. 결과

본 연구를 통하여 무반사용 회전포물체 알루미늄 양극산화 마스터를 제작하였고 이를 이용하여 니켈스탬퍼의 나노패턴을 가공하였다. FE-SEM 사진으로 확인된 Fig. 3 (a)는 회전포물체 AAO 마스터의 단면이고, Fig. 3 (b)는 father 니켈스탬퍼 나노패턴 윗면, Fig. 3 (c)는 mother 니켈스탬퍼 나노패턴 윗면이다. 본 논문에서 제시한 방법을 사용한 father 및 mother 니켈스탬퍼의 가공법이 성공적임을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. Kiwoon Choi, Sung Ho Park, Chang Kwon Hwangbo, Han Sup Lee, Photonics Conference 2009, (2009) 610-611
2. Kiwoon Choi, Sung Ho Park, Young Min Song, Young Tak Lee, Chang Kwon Hwangbo, Hoichang Yang, Han Sup Lee, Advanced Materials, 22 (2010) 3713-3718
3. 김신, 김종선, 홍석관, 김현종, 윤경환, 강정진, 한국소성가공학회지, 제20권 제1호 (2011) 23-28