

EDM 을 이용한 마이크로 나노 이중 구조 표면 제작 및 대면적 롤투롤 공정으로의 응용

Fabrication of Micro-Nano Multi-scale structure surface by EDM for Roll to Roll Process

*배원규¹, 최재훈¹, #서갑양¹, 송기영¹, 주종남¹

*W. G. Bae¹, J. H. Choi¹, #K. Y. Suh(sky4u@snu.ac.kr)¹, K. Y. Song¹, C. N. Chu¹

¹서울대학교 기계항공공학부

Key words : Micro nano structure, Lotus effect, Roll to Roll, EDM, Large area thin film

1. 서론

최근 들어 나노 크기의 제작 공정의 발달로 나노 구조로 이루어진 자연물을 모사하는 나노생체모사(Nano-Biomimetics) 기술이 활발하게 연구되고 있다. 그 중에서도 많은 장점들로 인해서 연꽃잎 표면을 모사하는 연구가 활발히 진행되었는데, 그 표면을 살펴보면 마이크로 돌기 위에 왁스성분의 나노 돌기가 있는 표면을 가지고 있다. 이러한 구조적 특성으로 인해 연꽃잎 표면은 초 소수성 표면의 특성을 가지게 되었는데, 이러한 특성을 모방하고 산업적으로 이용하기 위해 많은 연구가 수행되었다. 수행된 연구를 살펴보면, 화학적인 접근과 구조적인 접근으로 나눌 수 있는데, 화학적으로 표면을 만들었을 경우 그 효과가 오랜 시간 지속되지 못하는 단점으로 인해 구조적으로 마이크로 구조와 나노 구조를 동시에 만드는 방법으로 많은 연구가 진행 되어 졌다. 하지만 이렇게 만들어진 구조물들은 실제 산업에 쓰기에는 많은 단점을 가지고 있는 것이 현실이다. 우선 대부분의 공정이 반도체공정을 기반으로 하고 있기 때문에 대면적이 어렵고 높은 공정비, 그리고 나노 구조물의 내구성 등을 꼽을 수 있다.

본 연구에서는 기존 반도체 공정을

이용하여 마이크로 나노 이중구조 표면을 만드는 것이 아니라 방전가공(Electrical Discharge Machining, EDM)으로 금속 표면을 가공하는 방법을 이용하여 원하는 표면을 제작 하였다. 이 공정의 장점은 마이크로 크기의 패턴을 형성하는 과정에서 자연스럽게 나노 구조물이 생성된다는 것이다. 그 이유는 방전가공이라는 것은 공구전극과 공작물 사이에서 발생하는 스파크로 원하는 형상을 가공하는 공작법이다. 스파크로 인해 발생한 열에너지가 국부적으로 가공하고자 하는 재료를 녹이거나 기화시켜 제거하는 방식이기 때문에, 아무리 정밀하게 표면을 가공해도 스파크가 만들어낸 크레이터로 인한 나노 거칠기를 가지게 되는 것이다. 본 연구에서는 방전가공 중 표면에 생성되는 나노거칠기를 이용하여 친수성 표면에서부터 초 소수성 표면까지 손쉽게 제작 할 수 있었다.

2. 초소수성 및 친수성 표면 제작

우선 EDM 가공이 가능한 도전성 있는 소재를 준비하고, 이 표면을 EDM 가공을 하게 된다. EDM 가공의 장점은 공구와 가공물이 직접 접촉하지 않지만, 가공면에 방전가공 자국이 남게되어 후속

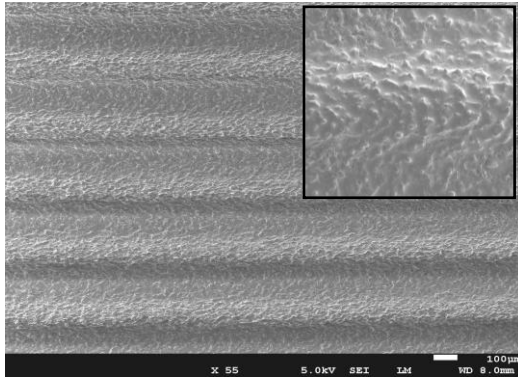


Fig. 1 SEM image of micro-nano multi scale patterned surface by EDM

공정이 요구되는 단점이 있다. 그러나 이러한 단점인 방전가공 크레이터를 이용해서 초소수성 및 친수성 표면을 제작 하게된다. 친수성 표면을 위해서 금속 표면을 패턴이 없게 평평하게 면을 가공하고, 초소수성 표면을 위해서는 마이크로 크기의 물결 모양의 패턴을 가공하기만 하면 된다. 초소수성 표면을 위해서는 마이크로 및 나노 구조물이 동시에 존재하는것이 유리한데 위의 가공방법을 사용하면, 마이크로 구조물을 가공하는 동시에 자연스럽게 나노 구조물이 생기게되어 손쉽게 마이크로-나노 이중구조를 만들 수 있게 된다.

이렇게 개발된 패턴 표면을 이용하여 대면적의 초소수성 및 친수성 표면을 제작하기 위해서 Roll to Roll 공정에 적용하였다. Cylinder를 EDM 가공으로 만들게 되면 패턴을 위한 Mater Mold가 새겨진 Cylinder를 얻게 된다.

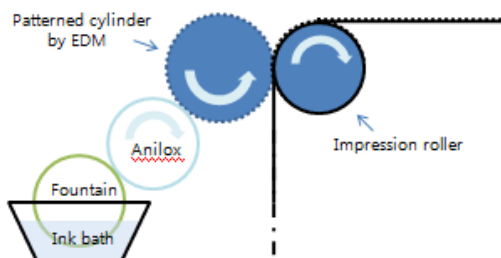


Fig. 2 Application to Roll to Roll process

3. 측정 결과 및 고찰

앞의 EDM가공 방식으로 금속 표면을 가공하고, 이를 Master로 이용하여 PET필름위에 패턴을 전사 시켰다. 이는 Roll to Roll 공정에서 Roll표면이 EDM으로 가공되고 공정의 결과물로 PET필름위에 패턴이 전사 되어 나오는 공정이기 때문에 PTE필름위의 패턴을 Contact Angle(CA) 측정기로 표면을 측정 하였다.



Fig. 3 Contact angle of Micro patterned and non patterned surface

Fig. 3 에서 알 수 있듯이, 마이크로 구조물이 없이 평평한 평면으로 가공된 경우(단순 나노 거칠기)는 CA값이 13도로 친수성을 나타 냈으며, 마이크로 구조물을 가공한 면은 CA값이 165도로 초소수성 특성을 나타내었다.

4. 결론

본 연구에서는 간단한 방법을 이용하여 친수성 및 초소수성 표면의 대량생산 방식인 Roll to Roll 방식에 적용 가능한 Cylinder 가공 방식을 제안하였다. 소개된 방법을 이용한다면 대면적, 고신뢰성 기능성 필름이 제조 가능할 것이라고 기대된다.

후기

이 논문은 2010년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2010-0 027955)

참고문헌

1. Barthlott W. and Neinhuis C.,1997, Planta, vol. 202, pp. 1-8.the CIRP, **39**, 517-521, 1990.
2. Feng X. and Jang L., 2006, "Design and Creation of Superwetting/Antiwetting Surfaces," Adv. Mater., vol. 18, pp. 3063-3078.