

# Polystyrene 미세입자의 전기분사 시의 입자 형성 조절에 관한 연구

## Study on the site modulation of polystyrene micro/nanoparticles in electro spraying

\*오하나, 고재유, #정영훈

\*Hana Oh, Jaeyou Ko, #Young Hun Jeong(yhjeong@gmail.com)

한국산업기술대학교 기계공학과

Key words : Electro spraying, polymer, micro/nanoparticles, micro/nanospheres, modulation

### 1. 서론

마이크로/나노 단위의 크기를 가진 입자는 큰 비표면적으로 바이오 칩 및 바이오센서, 의약품 약물 전달 물질 등에 사용되고 있다. 이러한 입자를 제조하는 방법으로는 분자 중합반응을 이용한 화학적 제조 방법과 기계적인 분쇄에 의한 방법, 공기분사법(air spraying) 등이 있다.

한편 최근에는 전기분사 기술을 통한 마이크로/나노 입자 제작에 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다. 전기분사 기술은 고분자 선택의 폭이 넓으며 공정의 간편성 등의 장점들을 가지고 있다. 또한 방사유량, 방사거리(Tip to collector distance), 농도 등의 공정조건 제어를 통한 입자의 크기를 제어할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는, 전기 분사 공정을 이용한 마이크로/나노 입자의 생성에 있어, 용액의 농도와 방사거리가 입자의 크기에 미치는 영향을 확인하고 용매의 선택에 따른 입자 형상 변화를 관찰하였다.

### 2. 실험방법

고분자 용액의 농도와 방사거리가 입자의 크기에 미치는 영향을 확인하기 위한 실험에는 poly(methylmethacrylate)(PMMA, Sigma-Aldrich)를 클로로포름(Samchun Chemical)과 N,N-dimethylformamide(DMF, Samchun Chemical)를 6:4의 비율로 혼합하여 제작된 고분자 용매를 사용하였다. 또한 용매에 따른 입자의 형상을 관찰하기 위한 실험에 사용한 고분자 용액은

polystyrene(GPPS, LG Chem.)을 클로로포름과 DMF, Tetrahydro-furan(THF, Samchun Chemical), 1,2-dichloro-ethane(Samchun Chemical)에 각각 5 wt%의 농도로 용해하여 제작하였다.

모든 고분자 용액은 0.1 ml/h의 유량으로 27G의 노즐을 통해 공급되었으며, 약 45×60 mm<sup>2</sup>의 크기를 가지는 집적판 위에 5시간 분사시켰다. 실험의 모식도는 Fig 1에 나타내었다.

PMMA 전기분사의 공정변수는 농도와 방사거리로 설정하였다. PMMA 고분자 용액의 농도는 1~3 wt%의 범위에서, 방사거리는 5, 10, 15, 20 cm로 구분하였고 적용전압은 10~25 kV까지 변화시켜가면서 실험을 수행하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

각 공정조건에 따른 마이크로/나노 입자의 제작 결과는 표 1에 나타내었다. 토출 노즐로부터 분사된 고분자 용액 방울은 기관으로 모이는 과정에서 입자에 포함되어 있던 용매의 증발로 인한 입자의 크기가 줄어들게 되는데 위의 결과로 방사거리가 입자의 크기에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. Fig 2에서는 방사거리와 농도의 변화에 따라 입자 크기의 변화추이를 그래프로 나타내었다. 유량이 같은 조건에서 용액의 농도가 증가함에 따라 용액 내부의 고분자의 밀도가 늘어나게 되고, 따라서 방사된 입자의 수가 증가하게 된다. 그로 인해 방사거리와 방사전압을 고정하고 농도만 다르게 했음에도 농도의 차이에 따라 입자의 크기가 달라지는

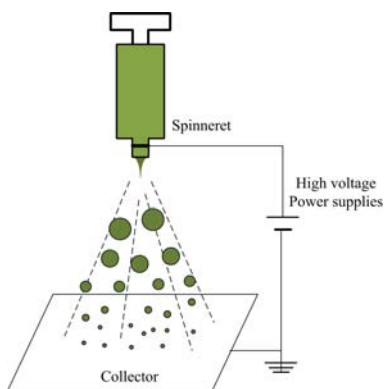


Fig 1. Schematic diagram of electrospinning process

Table 1. SEM images (at 3,000x) of spraying PMMA particles from PMMA chloroform/DMF (6:4) solution.

TCD	1wt%	3wt%
10		
20		

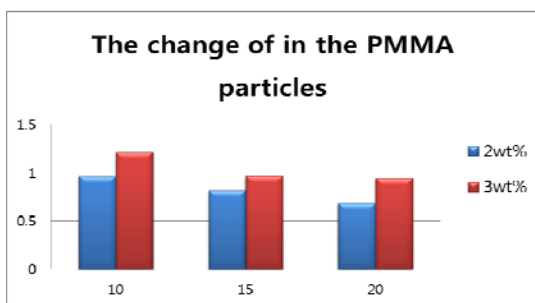
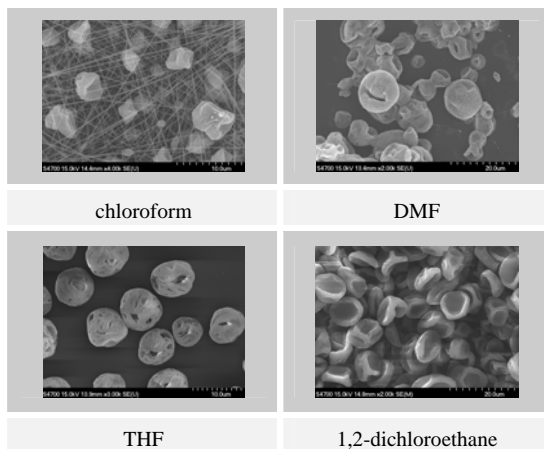


Fig 2. The change of in the PMMA particles at 2-3 wt%.

것을 알 수 있었다. Table 2 에서 보인 바와 같이 용매의 종류에 따라 방사된 입자의 형상이 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다.

Table 2. SEM images of spraying PS particles from 5 wt% PS solutions.



#### 4. 결론

본 연구에서는 PMMA 및 PS의 전기분사를 통해 입자를 생성할 때에 미치는 여러 영향 중 농도와 방사거리가 입자의 크기에 미치는 영향과 용매에 따른 표면 형상에 대해서 조사하였다. 실험 결과 1 wt% 이상의 낮은 농도에서는 농도가 낮을수록, 방사거리가 클수록 입자의 크기가 작아지는 것을 알 수 있으며 이는 간단한 장비로 조건 제어를 통한 입자의 크기를 제어할 수 있다는 것을 알 수 있다.

#### 후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2012R1A1A1015738)

#### 참고문헌

1. A. Jaworek, "Micro- and nanoparticles production by electrospinning" Powder technology, 176, 2007, 18-35
2. A. Gomez, D. Bingham, L. de Juan, K. Tang "Production of protein nanoparticles by electrospay drying" J. Aerosol Sci, 29, 1998, 561-574