

Magnetophoresis in nano-/micro-channel

김혁준^{1*}, Pardi^{1,2}, 이보화², 박유근¹, 박상윤^{1*}

¹차세대융합기술연구원, 서울대학교

²전자물리학과, 한국외국어대학교

1. 서론

최근에 자기력을 활용한 바이오분야의 다양한 접근이 모색되고 있다. 특히 자성나노(또는 마이크로)입자를 활용한 세포, DNA, 단백질의 정제, 포집은 연구단계를 넘어 넓은 영역에서 실용화되고 있다. 이러한 활용을 넘어, 자성재료를 이용하여 핵산 또는 항원/항체의 존재유무를 정량적으로 진단하는 다양한 방법이 시도되고 있다. 특히 자기력을 이용한 자기영동은 기존의 전기장을 이용한 전기영동에 비해 우수한 특징을 가지고 있어서, 전기영동을 대체할 것으로 예상된다. 이를 실현하기 위해 자성입자의 자기장하에서의 운동의 이해가 필요하다. 본 연구에서는 나노/마이크로유체내에 자성입자의 운동을 광학적, 전기적 방법으로 측정한 결과를 보일 것이다.

2. 실험방법

나노채널의 제작은 양면 연마된 Si(100)wafer에 50nm의 SiO₂와 30nm의 Si₃N₄를 각각 PE-CVD와 LP-CVD를 이용하여 제작한 박막에 KOH용액을 사용하여 뒷면식각을 하여 membrane을 하였고, 마이크로채널은 PDMS를 노광공정으로 제작된 mold로부터 제작하였다.

제작된 소자에 전해용액과 buffer용액을 채운상태에서 자성나노/마이크로 입자를 주입하고, 영구자석을 통해 자성입자를 운동을 시켰다. 자성마이크로입자는 진행속도는 전방 광산란을 이용하여 검출하였고, 나노입자의 경우, 전해질의 이온전류를 통해 측정하였다. 유동속도와의 유체와의 관련성을 보기위해 pH값, 전해질농도, 점성도등의 변화에 따른 속도를 측정하였다.

3. 실험결과

자성입자의 속도는 이론적 예측과 유사하게 주변 전해질의 농도, pH값에 의존성이 없음을 실험적으로 확인하였으나, 낮은 pH에서 약간의 속도변화가 관측되었는데, 이는 채널의 계면의 특성이 변하고, 형태적으로 변형이 일어나 자성입자유동에 일정부분 기여를 하는 것을 관측하였다. 자성입자의 자기모멘트가 증가하면 그 속도가 증가하나, 입자의 직경이 커짐에 따라 반대방향의 유체역학힘에 의해 속도의 증가 폭이 감소됨을 확인하였다.

4. 결론

나노/마이크로 유체내의 자성입자의 거동에 대한 정밀한 측정을 통해, 자기영동법의 정밀도를 향상시킬 수 있는 기반연구를 수행하였고, 본 연구결과는 자성나노입자를 활용하는 생명공학실험에 주요한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.