

마이크로 채널내 구조물 변경에 따른 교반특성 가시화

허형석[†], 서용권^{*}

Visualization of Stirring Characteristics in a Microchannel with Structures Changed

Hyeung Seok Heo and Yong Kweon Suh

Abstract

This paper presents experimental results on stirring characteristics in a microchannel with structures changed. We fabricated a new chaotic micro mixer and made by a RP(Rapid Prototyping) technology. Flow visualization for the stirring effect was performed by using pure water in a reservoir and fluorescent dye in the other. Chaotic mixing was achieved by introducing periodic perturbation in the field of the microchannel flow by means of shaped structures. It was found that the stirring is enormously enhanced at larger block-height.

Key Words : Micro Mixer(마이크로 믹서), Stirring Characteristic(교반 특성), Rapid Prototyping(쾌속 조형법), Block height(블록 높이)

1. 서론

마이크로 스케일에서의 두가지 또는 세가지 이상의 유체의 혼합하는 기술은 MEMS를 완성하는 그리고 더욱더 소형화 할 수 있는 중요한 기술이다.

이 기술은 크게 두가지로 나눌 수 있는데 혼합 채널의 외부에서 전기전 또는 자기적 에너지를 인가하여 유동을 제어, 혼합하게 하는 능동적 제어방식과 채널내부의 구조를 적절히 변형시킨 후 이 구조를 따라 흐르는 유체가 혼합이 되는 수동적 제어방식이 있다.⁽¹⁾

본 연구에서는 후자의 수동적 제어 방식을 선택하여 마이크로 채널 바닥에 적절한 구조물을

만들어서 그 구조물의 형상에 대한 혼합 정도를 분석하였다.

한편, 기존의 마이크로 구조물의 제작방법은 PDMS(polydimethylsiloxane)에 의한 것이 대부분이었다. 이 방법은 고 비용의 제작단가 및 장시간에 의한 제작기간등 여러 문제점이 있어 본 연구에서는 저 비용의 제작과 빠른 시제품 제작이 가능한 RP(Rapid Prototyping)기술, 즉 쾌속 조형법 중 SLA(Stereolithography)기법을 이용하여 제작하였다. 이것은 광경화성 수지를 이용하여 조형형상에 따른 레이저를 층층씩 투과하여 쌓아 원하는 형상을 조형하는 것으로 그 활용도가 높고 특히 마이크로 구조물의 제작에 필요로 하는 고정도의 표면을 얻는데 적절하게 사용할 수 있다.⁽²⁾

본 연구에서는 기존의 마이크로 믹서 구조에서 구조물(블록)의 형상을 변경하여 그 유동특성 및 혼합특성을 비교 분석하였다. 그 성능을 평가하

[†] 동아대학교 대학원 기계공학과
E-mail : hsheo@donga.ac.kr
^{*} 동아대학교 기계산업 시스템 공학부

는 이전의 방법들은 페놀프탈레인 용액과 수산화 나트륨용액의 혼합을 산도변화에 따른 지시약의 색상변화를 이용, 이것을 영상 해석하여 혼합성능을 평가하였지만 본 연구에서는 채널의 특정 위치에서 단면 내 레이저를 투과시켜 산란된 유동을 가시화하여 그 유체의 늘어남을 관측한 후 그 정도를 정량적으로 측정하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

본 연구에서 사용된 마이크로 채널은 Fig. 1과 같이 채널의 바닥에 일정한 간격으로 부착된 구조물(블록)로 구성된다. 제작된 마이크로 채널의 폭(W), 높이(H)는 각각 $500\mu\text{m}$, $500\mu\text{m}$ 이며, 블록의 높이(h)는 각각 $100\mu\text{m}$, $400\mu\text{m}$ 이다. 그리고 채널 길이 방향에 대하여 45도를 이루며 일정한 간격을 가지고 배열되어 있다.

본 연구의 실험방법으로는 혼합패턴 및 혼합성능 파악을 위해 두개의 유입구 중 한쪽은 형광액(Fluorescein green concentrate), 한 쪽은 물을 유입시켜 그 혼합과정 및 패턴을 파악하였다. 이를 위해 Fig. 2와 같이 water reservoir를 설치하고 유입구의 밸브로 유량을 조절하였다. 가이드 채널을 통해 들어온 유체는 블록이 설치된 채널 내에서 혼합을 일으키고 유출구로 배출된다. 레이놀즈 수는 1을 유지하였고 일정한 거리를 지난 후의 혼합패턴을 보기 위하여 블록에 대하여 각각 제작하여 실험을 수행하였다. 혼합되고 있는 것을 가시화하기 위해서 형광액을 산란시키는 레이저(Argon-ion laser)를 $100\mu\text{m}$ 이내로 얇게 비추어서 산란되어진 상을 광학 현미경(Union)을 통하여 보고 각 영상을 디지털 카메라(Olympus)에 저장하였다.

3. 결론

Fig. 3은 블록의 높이가 각각 $0.2H$ 와 $0.8H$ 인 경우에 대하여 5개의 블록을 지난 후 채널 횡단면으로 염료의 늘어남 모양을 가시화 한 것이다. $0.8H$ 의 경우가 $0.2H$ 보다 염료의 늘어나고 접혀짐이 더 큰 것을 볼 수 있다. 이 결과 혼합이 더욱더 잘 이루어진 것을 알 수 있다.

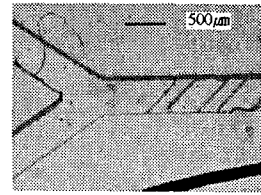


Fig. 1 picture of the slanted block structures on the microchannel bottom wall.

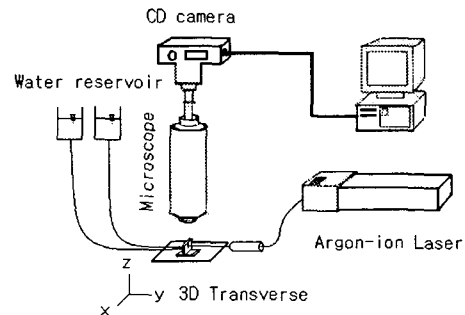


Fig. 2 Schematic of the experiment setup.

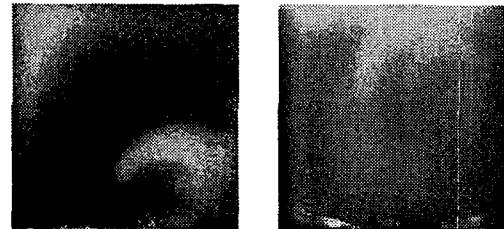


Fig. 3 Experiment results of material deformation for (a) $h = 0.2H$, (b) $h = 0.8H$

후 기

본 연구는 한국과학재단(KOSEF)지정 신소형재 가공정정 공정개발 연구센터(과제번호:R12-2002-058-01004-02003)의 지원으로 수행되었음

참 고 문 헌

- 1) Stroock, A.D., Destinger, S.K.W., Ajdari, A., Mezic, L., Stone, H.A. and Whitesides, G.G., 2002, "Chaotic Mixer for Microchannels," Science, Vol. 295, pp. 647 ~ 651.
- 2) Grande, W.H., 2003, "Fabrication Technologies for Advanced Heat Transfer Applications," Proc. Int. Conf. Microchannels and Minichannels, Rechester, New York, pp. 215 ~ 222.