

캐터필러형 믹서의 제작 및 표면 특성 연구

한창수*, 박준기, 윤여환 (한국기계연구원)

Fabrication of caterpillar mixer and its surface characterization

Chang-Soo Han, June-Ki Park, Yeo-Hwan Yoon (Korea Institute Machinery & Materials)

ABSTRACT

A micro-size caterpillar mixer has been recently used for desktop chemical factory and so attractive due to small investment fund for arranging the factory and high efficiency by mixing in sub micro-level region. We report the fabrication of caterpillar mixer and its surface treatment for enhancement of mixing performance. We used the

Key Words : Caterpillar mixer(캐터필라 믹서), Electrical discharge machining (방전가공), surface characterization(표면 특성)

1. 서론

Micro 화학 플랜트의 제작은 사이즈와 비용 측면에서 막대한 이익이 있으며, 또한 Macro 크기에서의 합성이 아닌 Micro 크기에서의 합성으로 인해 열전달, 물질 전달 측면에서도 보다 효율적인 화학 합성을 가능하게 한다. 이러한 Micro 크기의 플랜트를 제작하기 위해서는 여러 가지 가공 방법이 필요한데, 재료와 정밀도에 따라서 그 가공방법을 달리 하고 있다. 최근 들어, 나노 제작 및 공정 기술의 발전과 더불어 미세한 채널 형태의 구조물을 제작하는 다양한 방법들이 개발되었다. 특히, 대량 생산 및 다품종 소량 생산을 필요로 하는 시장상황에 따라 가공방법을 다르게 선택하여야 할 것이다.[1]

2. 캐터필러형 믹서 제작

그림 1 은 캐터필러형 믹서의 구조를 보여준 것이다. 두 개의 입구에서 들어온 유체는 채널을 지나면서 각각 분리와 결합을 반복하게 된다. 이러한 분리와 결합은 mm 크기의 채널안에 형성된 마이크로미터 채널에서 이루어지게 되는데, 이러한 채널이 반복되는 횟수에 따라 그 분리와 결합의 수가 기하급수적으로 늘어나게 된다.[2] 대체적으로 현재 제작되어 상용화되어 있는 제품의 경우에는 크기가 수 cm² 정도이며, 대부분의 화학물을 이 안에서 합성할 수 있다. 특히 채널은 대체로 SUS 계열의 금속을 이용하게 되는데, 이는 고온, 고압, 화학적 부식 등에 잘 견딜 수 있는 조건을 구비하기 위해서이다.

본 연구에서는 기존에 개발되어 상용화되어 있는 제품에 대해 캐터필러의 혼합 채널에 대해 정확한 채널규격을 알아내고, 이를 이용해 캐터필러 믹

서의 제작원리와 제작방법을 수립하려는 것이다.

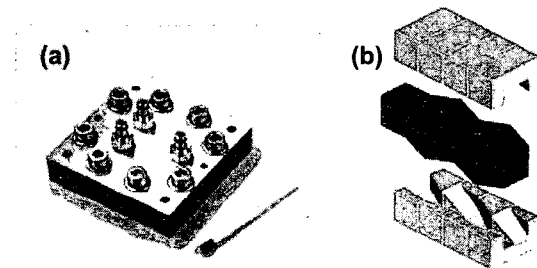


Fig. 1 image of caterpillar mixer : (a) caterpillar micro mixer, assembled, (b) Split-and-recombine mixing principle shown for two of eight mixing steps

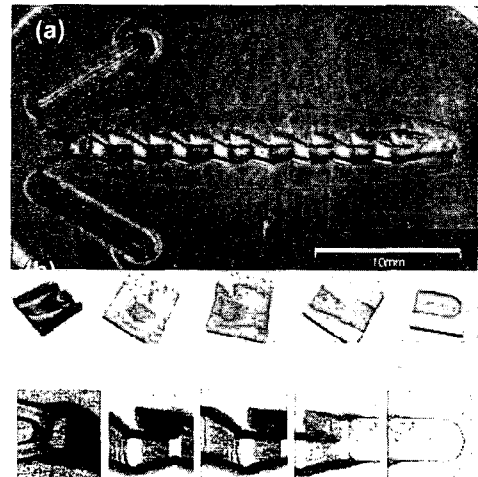


Fig.2 (a) magnified image of commercialized mixer, (b) measured image by confocal microscope

그림 1에 보여준 상용화된 제품에 대해 여러가지 방법으로 정확한 치수를 측정하기 위한 시도를 하였다. 본 연구에서는 레이저 스캐닝 방식의 Confocal Microscope를 이용하여 비접촉식으로 측정하였다. 그림 2에 측정된 결과를 보여주고 있다. 3차원으로 측정을 하였지만 경사부나 모서리 부분에서 정확한 측정값을 얻기가 매우 어려웠다. 따라서 이를 도면 작업 소프트웨어에서 재구성하여 기본적인 패턴의 모양을 모델링하였다.

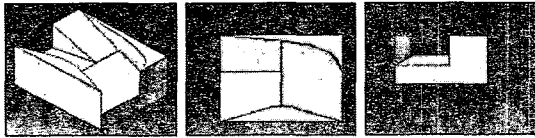


Fig. 3 Restructured modeling of micro mixer based on the measured data

모델링에 의해 구해진 형상을 토대로 가공 방법을 검토하였으며, 초정밀 밀링방법과 방전가공법이 가능함을 알 수 있었다. 이 중에서 본 연구에서는 방전가공법을 이용하여 Fig. 1과 유사한 형태의 캐터필러형 믹서를 제작하였다. 그림 4는 제작된 캐터필러형 믹서를 보여주고 있다.

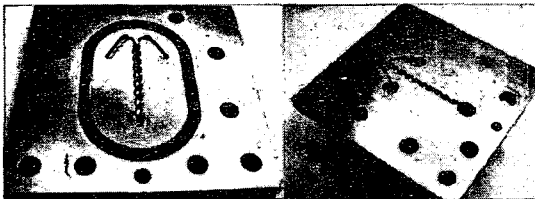


Fig. 4 Fabricated caterpillar mixer by electrical discharge machining

Fig. 4에서 제작된 Micro mixer의 경우에는 실제로 기존의 제품과 비교해서 외형적으로는 큰 차이점이 없지만 실제 혼합기로서의 성능은 화학물을 직접 혼합하여 확인하는 것이 정확한 방법이므로 향후 이에 대한 정확한 평가를 실험을 통해 판단할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 가능하면 혼합기의 성능을 향상시키기 위해 표면의 거칠기를 조절하는 것에 대해 고려하였다. 이를 위해서 별도의 방전가공을 위한 지그를 제작하였으며, 각각에 대해 Fig. 4에 나타난 믹서를 제작하였다. Fig. 5는 제작된 각각의 믹서를 나타낸 것이다. 각각의 믹서는 방전가공 지그의 표면 거칠기를 R_{max} 값으로 3, 6, 17로 제작하였으며, 제작 후의 측정된 결과와 일치하는 것을 확인할 수 있었다.



Fig. 5. Surface images by optical microscope (a) $R_{max}=3$, (b) $R_{max}=6$, (c) $R_{max}=17$

3. 결론

본 연구에서는 캐터필러형 마이크로 믹서의 제작과 표면거칠기를 바꾸는 가공 실험을 수행하였다. 이를 통해 기존의 상용화된 제품과 유사한 형태를 구현할 수 있었으며, 추후 합성실험을 통해 성능을 평가하고 개선해 나갈 계획이다.

후 기

본 연구는 산업자원부 차세대 신기술 사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Ehrfeld W., Löwe H., "State-of-the-art in microreaction technology: concepts, manufacturing and applications" *Electrochimica Acta* Vol. 44, pp. 3679-3689, 1999
2. From <http://www.ehrfeld.com>, product catalog