

**"LTCC를 소재로 하는 마이크로 리포머의 최적 설계에 관한 연구:
(다양한 채널구조에 따른 성능변화 고찰)"**

정찬화*(성균관대학교 화학공학과), 오정훈(성균관대학교 화학공학과)

**A Study on the Optimum Design for LTCC Micro-Reformer:
(Performance Evaluation of Various Flow Channel Structures)**

Chan-Hwa Chung (Dept. of Chem. Eng., Sungkyunkwan Univ.), Jeong-Hoon Oh (Dept. of Chem. Eng.,
Sungkyunkwan Univ.)

ABSTRACT

The miniature fuel cells have emerged as a promising power source for applications such as cellular phones, small digital devices, and autonomous sensors to embedded monitors or to micro-electro mechanical system (MEMS) devices. Several chemicals run candidate at a fuel in those systems, such as hydrogen, methanol, ethanol, acetic acid, and di-methyl ether (DME). Among them, hydrogen shows most efficient fuel performance. However, there are some difficulties in practical application for portable power sources. Therefore, more recently, there have been many efforts for development of micro-reformer to operate highly efficient micro fuel cells with liquid fuels such as methanol, ethanol, and DME

In our experiments, we have integrated a micro-fuel processor system using low temperature co-fired ceramics (LTCC) materials. Our integrated micro-fuel processor system is containing embedded heaters, cavities, and 3D structures of micro-channels within LTCC layers for embedding catalysts (cf. Figs. 1 and 2). In the micro-channels of LTCC, we have loaded CuO/ZnO/Al₂O₃ catalysts using several different coating methods such as powder packing or spraying, dipping, and washing of catalyst slurry.

Key Words : Micro fuel cells, LTCC (low temperature co-fired ceramics), MEMS (micro-electro mechanical system), Micro-reformer,

1. 서론

최근 연료전지의 동향을 보면 기술과 저장 시설의 발전과 함께 PEMFC 와 DMFC 가 시장에서 계속적으로 경쟁하리라 예상되지만, 상대적으로 전력밀도가 낮은 DMFC 시스템보다는 전력밀도가 상대적으로 높은 PEMFC 시스템이 휴대용기 전원으로 더 적합한 것을 알 수 있다.

일반적으로, PEMFC 는 수소를 연료로 사용하기 때문에, 연료전지 시스템 내에 수소를 저장하고, 분배하는 기술의 개발이 필요하다. 이런 문제를 극복하기 위한 방법으로 천연가스, 가솔린이나 메탄올 등의 연료를 수증기 개질반응(steam reforming) 이나, 부분산화반응(partial oxidation) 과 수증기 개질 반응을 동시에 수행하는 자연 개질 (auto-thermal reforming)을 통하여 수소로 전환 하여 공급하는 방법이 있다.

본 연구에서는 휴대용 전원으로 사용 가능한 소형 연료전지의 수소 공급 장치인 메탄올 개질기를 개발하고자 한다. 현재까지 대부분의 개질기 연구는 금속 구조물을 이용하여 제작하는 방법을 사

용하였지만 본 연구에서는 제조공정에 있어서 금속 재질의 기관보다 상대적으로 간편한 LTCC 공정을 이용한 개질기를 제작하고자 한다. LTCC 공정을 이용하면 기존에 축적되어 있는 기술로 소형화에 접근하는 것이 용이하며, 내열성 및 내화학성 등의 재료의 특성이 연료를 개질하여 수소를 생산하는 개질기를 제작하기에 적합하다.

2. 실험

2-1. LTCC 소성 공정

LTCC 공정의 재료로 사용되는 green tape 은 너무 연한 재질로 되어 있기 때문에 손으로 다루기에 어려움이 있다. 타 연구에서는 hand-cut 을 이용한 경우가 있지만 마이크로미터 단위의 패턴을 형성할 수는 없다. 본 연구에서는 PCB 가공에 쓰이는 PCB milling machine 을 사용하여 green tape 을 가공하였다. 가공 후에는 패턴 형성이 된 green tape 을 hot press 를 사용 적층 하여 임시적으로 소성전에 고정한다.

고정이 되던 아래의(그림.1) 조건에 따라 BOX Furnace 를 이용하여 소성 시킨다.

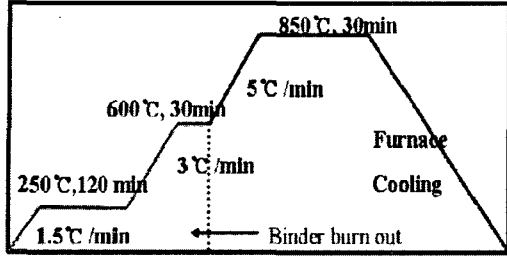


그림 1 LTCC 소성조건

2-2. 촉매

촉매는 BASF 社 메탄올 개질 촉매를 사용하였으며 부피를 줄이기 위하여 Packing 방식이 아닌 Spray Coating 방법으로 유로내에 직접 코팅(그림.2,3) 을 하는 방식으로 실험을 하였다.

Spray 는 Catalyst surry 를 분산시키기 위하여 solvent 와 표면과 촉매간의 접착력을 좋게 하기 위하여 Alumina-sol 을 함께 사용하였다.

유로의 깊이, 넓이, 길이는 800 μm , 800 μm , 500mm 이다.

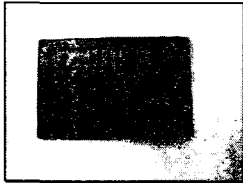


그림 2. 코팅 전

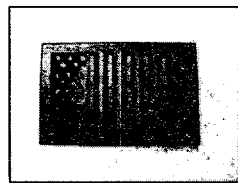


그림 3. 코팅 후

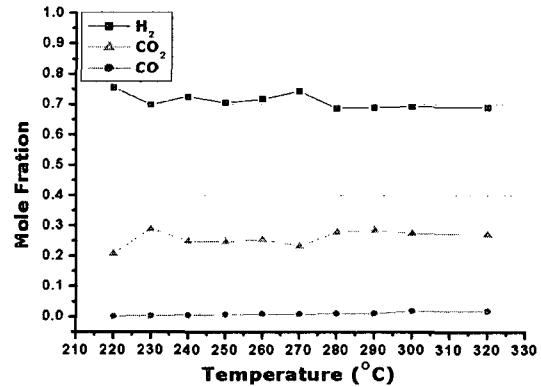
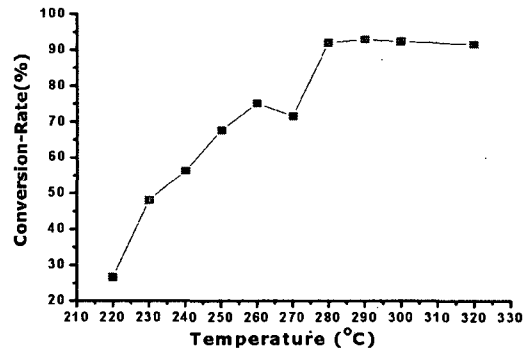
2-3. 실험 결과

소형 개질기의 Heating 방법은 외부열선을 이용하여 Heating 을 하였다.

제작한 개질기를 이용하여 온도별로 개질반응을 시킨 후 생성된 기체를 GC 를 이용하여 조성을 분석하였다. 먼저 각 성분의 기체를 GC 를 이용하여 정량으로 Calibration 을 한 후 생성된 기체를 정량분석 했다. 개질반응은 210-330°C에서 운전하였으며 CH₃OH : H₂O = 2:3 의 Fuel 을 사용 하여 0.08sccm 으로 공급하였다.

280°C이후 전환율이 더 이상 증가 하지 않는 것을 볼 수 있는데 온도가 증가 하면서 반응속도가 빨라져 메탄올과 촉매의 접촉시간이 다소 짧아 더 이상 증가 하지 않는 것을 볼 수 있다.

각각의 성분의 조성비는 Packing 의 형태와 같은 형태로 나오는 것을 확인할 수 있다.



3. 결론

메탈류의 개질기는 내부에서 개질반응시 부식될 우려가 있으며 메탈의 특성상 일정한 무게를 감수 하에한다. 하지만 소형 개질기는 휴대용을 목적으로 하기 때문에 좀더 가볍고 컴팩트한 것을 필요로 한다. 따라서 LTCC 의 경우 내화확성도 우수하고 무게도 상당히 가벼우며 체결방식도 간단하기 때문에 부피도 소형화가 가능하다.

또한 성능면에서도 비슷한 경향을 나타내는 것을 볼 수 있다. 하지만 다른 개질기와 같이 CO 의 농도가 높기 때문에 앞으로 PROX 를 설치하여 CO 의 농도를 줄이는 방법을 연구해야 할 필요가 있다.

4. 참고문헌

1. A. Heinzl, B. Vogel, P. Hübner, "Reforming of natural gas hydrogen generation for small scale stationary fuel cell system", *Journal of Power Sources*, 105, 202, (2002).
2. Joohg-Kwon Oh, Sun-mi Hwang, Jin-Goo Ahn, Jae-jeonh Kim "silicon-based miniaturized-reformer for portable fuel cell applications " *Journal of Power Sources*, (2005)