

# TRIZ를 이용한 용융탄산염 연료전지용 신개념 센터플레이트의 설계 및 제작

## Development of the new concept metallic bipolar plate for MFCFC using TRIZ

\*이창환<sup>1</sup>, #양동열<sup>1</sup>, 이승륜<sup>2</sup>, 강동우<sup>2</sup>, 김윤성<sup>2</sup>, 장인갑<sup>2</sup>, 이태원<sup>2</sup>

\*C. H. LEE #D. Y. YANG(dyyang@kaist.ac.kr)<sup>1</sup>,

S.R.LEE<sup>2</sup>, D.W. KANG<sup>2</sup>, Y.S. KIM<sup>2</sup>, I.G. CHANG<sup>2</sup>, T.W. LEE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술원 기계공학과, <sup>2</sup>두산중공업 연료전지개발팀

Key words :MCFC, TRIZ, FEM, Center-plate

### 1. 서론

용융탄산염 연료전지(Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC)는 650°C에서 작동하는 고온형 연료전지 중 하나로 열 병합 발전, 모듈화 특성 등의 장점을 갖기 때문에 다른 저온형 연료전지와 다른 큰 장점을 갖는다[1]. 용융탄산염 연료전지의 경우 그 구조에 있어 연료전지 내에 가스를 공급해주는 매니폴드 방식에 따라, 내부 매니폴드형 용융탄산염 연료전지, 외부 매니폴드형 용융탄산염 연료전지의 두 종류로 분류되고 있다. 외부 매니폴드형 용융탄산염 연료전지의 경우 연료전지 스택을 제작한 후 외부에서 가스를 공급해주는 매니폴드를 부착하기 때문에 열관리 및 시스템 제작이 단순하다. 그러나 매니폴드를 외부에서 부착해야하기 때문에 가스 밀폐성에 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 기존 시스템의 문제를 해결하고자 TRIZ[2,3]의 문제 해결 기법을 도입하여 기존 용융탄산염 연료전지에서 발생하는 새로운 형태의 센터플레이트 구조를 제안하고자 한다. 또한 이 구조에 대해 유한요소해석을 통한 설계로 시제품을 제작하고자 한다.

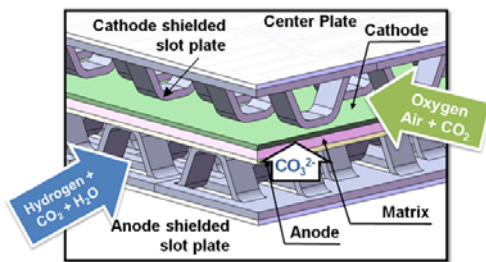


Fig. 1 Schematic figure of the MCFC

### 2. 트리즈를 통한 신개념 금속 분리판 개발

TRIZ는 알츠슐러에 의해 개발된 창의적 문제해결 기법으로, 모순의 해결을 기반으로 한 40가지 발명원리, 공간적, 시간적 모순 해결기법 등을 포함한다. 본 연구에서는 Fig. 1의 외부 매니폴드형 용융탄산염 연료전지에 대해 TRIZ의 발명원리를 적용하여 기존의 문제를 해결하고자 한다.

Fig. 2는 하이브리드 타입 용융탄산염 연료전지로 공간적 분리 기법을 사용한 모순 해결을 사용하여, 한 쪽에는 내부 매니폴드, 다른 쪽 끝에는 외부 매니폴드를 연결하였다. 따라서 이 시스템은 내부 매니폴드형 및 외부 매니폴드형 용융탄산염 연료전지의 두 가지 시스템의 장점을 동시에 갖는다[4].

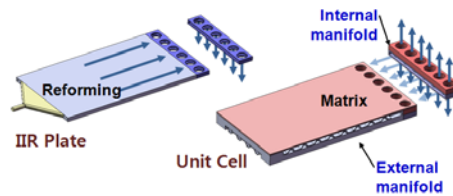


Fig. 2 Concept of the hybrid type center plate

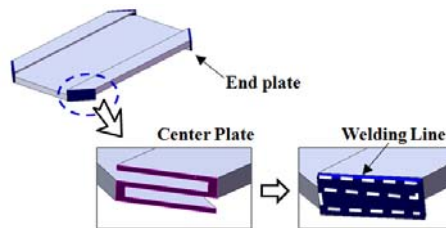


Fig. 3 Concept of the center plate having simplified end plate structure

현재 센터플레이트의 제작 방법은 총 8회의

굽힘 공정 및 막음판 부착 공정이 필요하다. 그러나 TRIZ의 발명 원리 중 병합(Unification)과 선행조치(Prior action)의 두 가지 원리를 적용하여 기존의 센터플레이트의 형상을 변경하여 매니폴드 및 센터플레이트 구조를 Fig. 3에서와 같이 단순화 할 수 있다[5].



Fig. 4 Prototype of the hybrid type center plate

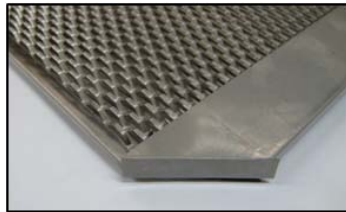


Fig. 5 Prototype of the center plate having simplified end plate structure

### 3. 유한요소 해석을 통한 금속 분리판 설계 및 신개념 금속 분리판의 제작

Fig. 2의 하이브리드 타입 센터플레이트 구조와 Fig. 3의 단순 막음판 구조는 기존 센터플레이트의 성형 공정과 크게 다르지 않으며, 기존 센터플레이트의 2단 굽힘 공정 금형을 사용하여 제작 가능하다. 하이브리드 타입 센터플레이트의 경우, Fig. 2에서와 같이 가스 채널을 트리밍 하는 위치 결정에 있어 유한요소 해석을 적용할 수 있다. 2단 굽힘 공정 후 동일 위치에 있어야 하는 가스 채널의 초기 트리밍 위치를 유한요소 해석 결과로부터 결정할 수 있다. Fig. 4는 이 해석 결과를 바탕으로 제작한 시제품 하이브리드 타입 센터플레이트 구조이다.

단순 막음판 구조를 갖는 센터플레이트의 경우 2번의 굽힘 공정을 통해 제작 가능한 센터플레이트 구조의 모서리 부분을 와이어 커팅 등의 방법을

사용해 절단하여 용접으로 시제품을 제작할 수 있다. 성형 후 절단 외에도 2단 굽힘 성형 전 소재의 트리밍 형상을 바꿔줌으로써 단순막음판 구조를 갖는 센터플레이트의 제작이 가능하다. 소재의 초기 트리밍 형상은 하이브리드 타입 센터플레이트 구조의 설계에서와 같이 2단 굽힘 공정의 유한요소 해석 결과로부터 결정할 수 있다. 이와 같이 성형 전 소재를 트리밍 해주는 경우 추가 작업 없이 Fig. 5에서와 같은 단순 막음판 구조를 갖는 센터플레이트 구조 시제품을 제작할 수 있었다.

### 4. 결론

창의적 문제 해결 기법 중 하나인 TRIZ를 사용하여 신개념 용융탄산염 연료전지용 센터플레이트 구조를 제안하였다. 그리고 제안된 2가지 구조에 대해, 유한요소 해석을 통해 이를 설계하고, 2단 굽힘 금형을 사용하여 시제품을 제작하였다. 그러나 제안된 구조의 성능평가를 위해서는 제품의 설계 및 제작 외에 전기화학 반응 해석, 단위 전지 구현 및 실험, 소형 MCFC 시스템 구축 등의 추가 연구가 필요하다.

### 후기

본 연구는 2008년도 지식경제부의 재원으로 한국 에너지 기술 평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

(No. 2008-N-FC12-J-04-2100)

### 참고문헌

1. R. O'Hyare, S. W. Cha, W. Collela, F. B. Prinz, 2006, Fuel Cells - Fundamentals, John Wiley & Sons, New York Font: Times New Roman 9pt.
2. G. Altshuller, 1997, L. Shulyak, 40 PRINCIPLES: TRIZ Keys to Technical Innovation, Technical Innovation Center, Massachusetts
3. G. Altshuller, 1999, Innovation Algorithm:TRIZ, systematic innovation and technical creativity, Technical Innovation Center, Massachusetts
4. 하이브리드형 용융탄산염 연료전지 및 이에 사용되는 단위 전지, 대한민국 특허, 등록번호 10-1028650호
5. 외부 매니폴드형 용융탄산염 연료전지의 센터플레이트 시스템, 대한민국 특허, 출원번호 10-2011-0030464