

연료전지 분리판 성형 금형 장수명화 표면처리기술 개발

Study of new surface engineering technology on the molds of fuel cell plates

신창현^{a*}, 이준석^a, 윤지환^a

^{a*} 동우HST주식회사 (E-mail: chshin@dwkst.co.kr)

초 록 : 연료전지용 금속 분리판 성형 금형의 수명 향상을 위하여, 새로운 표면처리법을 연구하였다. 새로운 표면처리법에 의해 생성되는 물질의 물성을 분석하고, 사용 환경에서 요구되는 특성을 평가하여 결과를 보고한다.

1. 서론

연료전지용 금속 분리판은 프레스 공법으로 성형되고 있다. 이때 사용되는 금형의 수명향상과 분리판 표면 품질의 개선을 위하여, 금형의 표면처리가 요구된다. 현재 상용되는 금형의 표면처리법으로 질화 또는 PVD법에 의한 CrN 코팅, TiAlN 코팅 등이 있다. 그러나, 스테인레스 박판을 정밀한 유로로 성형해야하는 연료전지용 분리판 금형의 경우, 기존 표면처리보다 우수한 경도, 마모, 내열 특성 등이 요구된다. 본 연구에서는 금형 수명 향상을 위한 새로운 질화 방법과 코팅 물질을 제시코자 한다.

2. 본론

본 연구에서는 스크린질화 (screen nitriding)와 Arc Ion Plating법을 이용한 TiAlCrCN 코팅을 개발하고 물성을 분석하였다. 스크린질화는 시편 주위에 설치된 스크린에 바이어스전원을 인가하여 플라즈마를 유도하고, 이때 생성된 질소 이온을 시편의 표면으로 확산시키는 질화법이다. 종래의 질화법 (가스질화, 이온질화)에서는 공정 후 표면에 화합물층 (백층)이 형성되거나, 표면조도가 저하되지만, 스크린질화법으로 이러한 문제점들을 개선할 수 있다. 본 연구에서는 스크린질화법을 시행하여 화합물층이 없고, 표면 손상이 적으며, 표면으로부터 약 30 μm 의 확산 깊이를 가지는 공정을 확보하였다. (Fig. 1 (a))

TiAlCrCN 코팅은 TiAlCN과 CrCN을 수십 나노미터 두께로 반복하여 증착한 나노 멀티층 콤포지트 (nano-multilayer composite) 코팅이다. (Fig. 1 (b), (c)) TiAlCrCN의 물성은 micro-indenter, scratch tester를 이용하여 경도 (Hv 2,800 이상)와 밀착력 (45 N 이상)을 측정하였다. 프레스 성형 금형에서 필요한 충격마모 특성을 확인하기 위해 내충격시험을 시행하였다. 펀치로 코팅 표면을 가격 (하중 10 kgf, 속도 2.3Hz)후, 코팅의 이상 유무를 관찰한 결과, TiAlCrCN 코팅이 CrN 코팅 대비 5배 이상 우수하였다. 코팅의 내열성을 확인하기 위해, 코팅된 시편을 전기로에서 400 $^{\circ}\text{C}$ ~1,000 $^{\circ}\text{C}$, 각 100 $^{\circ}\text{C}$ 상승시키며 1시간 유지 후, 상온에서 경도를 재측정 하였다. 시험 결과 CrN 코팅은 600 $^{\circ}\text{C}$ 이후에서 급격히 경도가 저하되는 반면, TiAlCrCN 코팅은 1,000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 Hv 2,800 이상으로 annealing 전의 높은 경도를 유지하는 것으로 볼 때, 성형공정 시 발생하는 열에 대한 내구성이 우수할 것으로 판단된다.

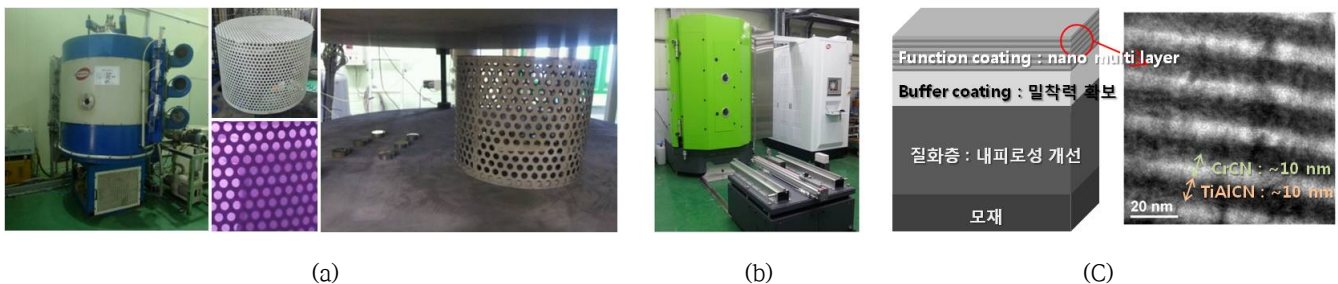


Fig. 1. (a) 스크린질화 장치, (b)코팅 장치, (c) TiAlCrCN 코팅 구조 (nano-multilayer structure)

3. 결론

연료전지용 금속 분리판 금형의 수명 향상을 위하여 스크린질화와 TiAlCrCN 나노멀티콤포지트 코팅을 시행하였다. 금형의 사용 환경에서 필요한 내마모성, 내열특성 검증을 위하여, 각각 내충격시험과 annealing 경도 측정 시험 방법으로 기존 CrN 코팅과 비교하여 TiAlCrCN 코팅의 우수한 물성을 검증하였고, 새로운 프레스 금형 코팅 표면처리 공정으로 제안한다.