

열 사이클 내에서의 플라즈마 용사된 부분안정화제 지르코니아의 상변태 거동

Phase transformation on plasma sprayed partially stabilized zirconia in thermal cycle

문재윤* (한양대학교)

최한신 (한양대학교)

이창희 (한양대학교)

1. 서론

고온 안정성이 우수한 세라믹재를 금속 표면에 플라즈마 용사코팅 하므로써, 설비의 수명 연장과 열효율 증가의 이득을 얻을 수 있다.[1-2] 세라믹 코팅층으로 사용되는 부분 안정화제 지르코니아의 경우, 온도에 따라서 다른 평형상(저온:monoclinic-tetragonal -cubic:고온)을 갖는 동소변태의 특징을 가지며,[3] 특히 tetragonal phase에서 monoclinic phase 간의 상변태에서는 일정정도의 부피팽창이 동반되어 코팅층의 수명 결정에 큰 영향을 미치게 된다. 이러한 상변태 거동에 영향을 미치는 인자로는 안정화제의 종류, 고온 구간에서의 결정립 성장[4], 안정화제의 확산, 산소 공극의 농도[5], 외부에서의 응력[4] 등을 들 수 있으며, 여러 인자들은 열사이클 조건 (고온구간에서의 온도와 시간, 냉각속도등..)에 따라서 다르게 나타난다.

2. 실험방법

$ZrO_2-CeO_2-Y_2O_3$ 와 $ZrO_2-Y_2O_3$ 의 상용화된 분말을 이용하여 plasma spray 공정으로 모재 표면에 1mm 두께로 코팅한 후, 화학적 처리를 통해서 코팅층을 분리하였다. 두 가지 코팅층 시편으로 열처리 온도를 1300도, 1500도에서 동일하게 100시간씩 열처리 한 후, 냉각속도를 4가지(water-quenching, air-cooling, open furnace cooling and furnace cooling)로 변화시키는 조건으로 상변태 거동을 관찰하였다. 각 조건에서의 여러 가지 인자에 따른 상변태 경향의 차이를 XRD, Raman spectroscopy 등으로 조사하였으며, SEM(Scanning Electron Microscope)과 Image analyzer를 이용하여 grains size distribution 을 조사하였다. 각 상의 미세구조 분석은 TEM(Transmission Electron Microscope)을 이용하였다.

3. 결과요약

1300도에서 100시간 열처리한 조건에서는 두 조성의 시편 모두 다 monoclinic 상이 관찰되지 않은 반면, 1500도 열처리 시편의 경우에는 다른 양상을 보였다. $ZrO_2-CeO_2-Y_2O_3$ 시편의 경우, 4가지 냉각속도에 따라서 모두 monoclinic 상이 관찰되지

않았으며, $ZrO_2-Y_2O_3$ 시편은, water-quenching 과 air-cooling 냉각방식에서는 상변태가 일어나지 않았지만, open furnace cooling 과 furnace cooling 방식으로 냉각한 경우, 각각 11%와 27%의 monoclinic phase 가 관찰되었다. 열처리 온도에 따른 상변태 경향 차이를 설명하기 위해서 각 시편의 grain size 분포를 조사하였고, 1300도 열처리 시편에 비해서 1500도 열처리 시편에서 급격하게 grain 성장이 증가함을 알 수 있었다. 또한, 다른 냉각속도의 열사이클을 가한 후, raman spectroscopy 분석을 통해서 oxygen vacancy 농도에 따른 상변태 거동 차이를 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] E.Y.Lee and R.D.Sisson, Proceedings of the 7th National Thermal Spray Conference 20-24 June 1994, Boston, Massachusetts
- [2] Jeanine T. DeMasi-Marcin and Dinesh K. Gupta, Surface and Coatings Technology 68/69 (1994) 1
- [3] E. C. Subbarao : Science and Technology of Zirconia, (1981) 1-24
- [4] F. F. Lange : Journal of Materials Science 17 (1982) 225-234
- [5] D.J.Kim, 4. H.J. Jung, Journal of American Ceramic Society 76 [8] (1993) 2106-2108