

## Fly Ash를 이용한 코디어라이트의 합성 및 소결 거동 Synthesis and Sintering behavior of Cordierite using Fly Ash

김성진\*<sup>1</sup>, 방희곤<sup>1</sup>, 박상엽<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>강릉대학교 세라믹공학과

<sup>2</sup>강릉대학교 파인세라믹 기술혁신센터(TIC)

Cordierite를 주 결정상으로 하는 세라믹스는 낮은 열팽창계수와 내열충격 저항성, 화학적 안정성, 열적 특성이 우수하여 엔진 열교환기, 자동차 배기가스 정화용 촉매 담체 및 내화재료의 응용이 기대되는 재료이다. 그러나 cordierite는 최적 소성온도범위가 매우 좁으며 이차상의 유무에 따른 소결체 물성변화의 차가 크기 때문에 화학양론적인 코디어라이트를 합성하여야만 이론치에 근접하는 물성값을 얻을 수 있다. 현재까지 보고된 cordierite의 상변화 연구결과들은 준안정상인  $\mu$ -cordierite가 소결온도가 증가함에 따라 cordierite로 상전이가 이루어지며 이외에 출발원료에 따라 mullite, sapphirine, cristobalite, spinel등 많은 이차상들로부터 cordierite로 상전이가 일어날 수 있다고 보고하였다.

본 연구에서는 출발원료로 산업폐기물로 알려진 fly ash를 사용하여 최적 소성범위에서 cordierite를 합성하고자 하였으며 소결 온도에 따른 cordierite의 소결 거동을 관찰하고자 하였다.

출발원료로는 fly ash와  $Al_2O_3$ , MgO,  $SiO_2$ 를 사용하여 화학양론적인 코디어라이트를 합성하고자 하였으며 fly ash의 화학적 조성을 Table.1에 나타내었다. 혼합된 분말은 상온에서 24시간동안 건조하여 성형체를 제조하였고 1000°C에서 1250°C 까지 50°C 간격으로 상압소결하였다. 제조된 Cordierite의 합성 및 소결특성은 X-선 회절분석기와 STA, Dilatometer를 사용하여 관찰하였다.

DSC 분석 결과, 866°C의 첫번째 발열피크는 Sapphirine과 Spinel의 결정화에 관련된 것이며 온도가 증가함에 따라 1200°C 부근에서 sapphirine이 cordierite로 상전이가 일어남과 동시에 mullite가 생성되었다. 이는 cordierite의 조성 이동경로가 sapphirine / spinel, mullite /spinel의 두가지로 나누어져 있기 때문인 것으로 판단된다. 또한 1250°C 부근에서는 Mullite와 Spinel이 감소하면서 cordierite의 결정화가 더욱 증진되었다. (Fig. 1) XRD 분석 결과 cordierite 합성에 있어서 일반적인  $\mu$ -cordierite/spinel의 조성 이동경로가 아닌 sapphirine/spinel/mullite이동경로를 따라서 cordierite로 상전이 되는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 fly ash에 존재하는 많은 불순물( $Fe_2O_3$ , CaO, K<sub>2</sub>O)등이 액상으로 작용하여 준안정상인  $\mu$ -cordierite가 생성되기 전에 sapphirine/spinel/mullite 이동경로를 따라서 cordierite로 상전이가 일어나기 때문에 1100°C의 낮은 온도에서 cordierite로의 상전이가 이루어지는 것으로 사료된다.(Fig. 2, Fig. 3) Fly Ash를 이용한 cordierite의 경우  $\mu$ -cordierite가 생성되기 전에 많은 액상 형성으로 인하여 sapphirine/spinel, mullite/spinel의 이동 경로를 통하여 cordierite로 상전이가 이루어졌으며 1100°C의 낮은 소결온도에서 cordierite를 합성할 수 있었다.

Table.1 Chemical composition of fly ash.

Component	Weight Percent (%)								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O
Fly Ash	48.1	32.9	6.43	5.21	2.28	1.54	0.970	1.21	0.421

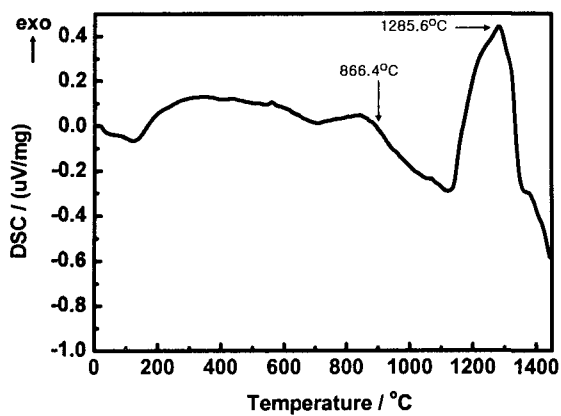


Fig. 1. Differential scanning calorimetry.

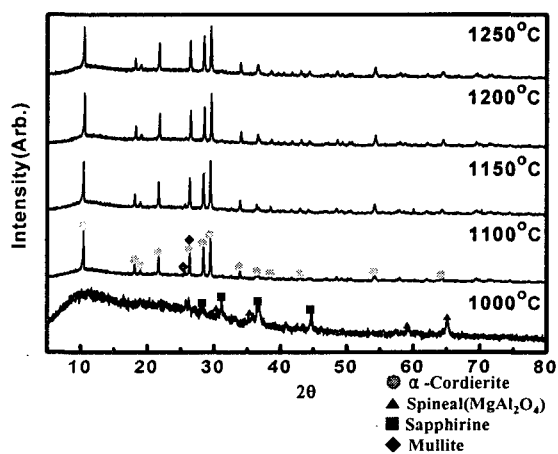


Fig. 2. X-ray diffraction analysis with temperature

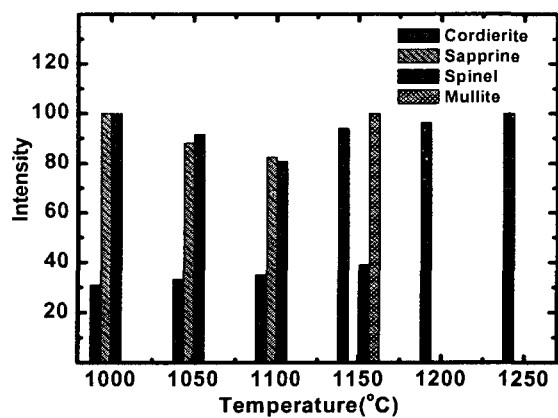


Fig. 3. XRD intensity change with temperature.