

다공성 코디어라이트의 원적외선 방사특성에 미치는 금속산화물의 첨가효과

Effects of Metal Oxides on the Characteristics for Infrared Raditor of Porous Cordierite

이상욱*, 박재성**, 남효덕***

(Sang-Wook Lee, Jae-Sung Park and Hyo-Duk Nam)

Abstract

Addition effects of metal oxide on the characteristics of infrared radiator of porous cordierite have been investigated. The porosity was increased with adding the graphite for $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$. The microstructure and the spectral emissivity were investigated as a function of metal oxide additives. The porosity and the emissivity were decreased with increasing amounts of CuO additives. The porosity and the emissivity were increased with increasing amounts of CoO, MnO₂ additives. The infrared radiator of cordierite system which spectral emissivity was 0.927 and 0.928 at from 5 μm to 20 μm wavelength as a 9wt% of CoO and MnO₂ additives.

Key Words(중요용어) : Cordierite, Porosity, Emissivity, Emission Powers

1. 서 론

코디어라이트(Cordierite, $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$)는 약 1460℃의 높은융점을 가지며 a축과 b축 방향은 팽창(2.3×10^{-6})하고 c축 방향은 수축(-0.9×10^{-6})을 일으키는 이방성을 가지고 있는 낮은 열팽창 계수를 갖는 내열성 및 내열충격성, 화학적 안정성을 가지고 있는 소재이다.¹⁾ 성형, 소성하여 세라믹화 하였을 때 honey-comb상을 이루기 때문에 세라믹 내열 엔진 부품, 자동차 디젤엔진 배기가스, 미립자의 정화용 촉매, 담체, 필터, 적외선 히터로 사용되고 있

고, 우수한 비 유전율 특성으로 인하여 IC용 세라믹 기판 등의 전자재료¹⁾로 응용이 연구되고 있다. 특히 최근에는 가열 및 건조 공정의 원적외선 방사 재료로 주목을 받아 산업적 이용 개발이 급진전 되고 있다.²⁾

원적외선 방사체의 조건을 만족하기 위해서는 내열성, 내열충격성 및 기계적강도, 내식성, 내구성이 우수해야 하며, 분광방사율이 높은 파장영역과 상대물질의 흡수율이 높은 파장영역과 일치하여 하며, 단위 면적당 방사율이 높아야 한다. 각 물질의 원적외선 방사특성은 표면의 굴곡상태(거칠기)와 기공율에 따라 다르게 나타나는데, 표면이 거칠수록 기공율이 클수록 방사율은 높아진다.^{3,4)}

본 연구에서는 근, 중 적외선 영역에서 낮은 방사율을 나타내는 코디어라이트에 다공성으로 제조하기 위해 그래파이트를 첨가하였고, 방사특성을 향상시키기 위해 CoO, CuO, MnO₂를 첨가하여 첨가량 변

* : 영남대학교 대학원 전자공학과

** : 영남대학교 대학원 전자공학과

*** : 영남대학교 전자정보공학부

(경북 경산시 대동 214-1, Tel : 053-810-2493, Fax : 053-813-8230, E-Mail : a9940376@yu.ac.kr)

화에 따른 기공율과 방사 특성에 미치는 영향을 조사 하였다.

2. 실험방법

2.1 원료 및 조합.

본 실험에서는 코디어라이트 형성을 위하여 YAKURI사의 시약급 원료 MgO, Al₂O₃, SiO₂를 사용하여 MgO : Al₂O₃ : SiO₂ = 2 : 2 : 5로 하고 다공성 향상을 위해 LONZA KS6 그래파이트를 10wt% 첨가하였다. 여기에 산화물 첨가에 따른 원적외선 방사특성을 알아보기 위하여 CoO, CuO, MnO₂를 각각 3, 6, 9wt% 첨가하여 원료를 조합하였다. 해교제는 SAN NOPCO KOREA사의 Cerasperse-5468FC를, 결합제는 HS-LUB1445를 사용하였다.

2.2 시편의 제조.

조합한 분말은 에타놀과 지르코니아 불과 함께 분말의 분산성을 높이기 위해 Cerasperse-5468CF 분산제를 0.5wt% 첨가하여 플라스틱 용기에서 24시간 1차 습식 혼합한 후 결합제를 첨가하여 4시간 2차 습식 혼합하였다. 혼합된 slurry는 80℃에서 24시간 건조하여 분쇄하고 45mesh체를 통과하여 과립화하였다. 과립한 분말은 금형에 주입하여 1 ton/cm²의 압력으로 성형하여 30×30×3mm의 성형체를 제조하였다. 제조된 성형체는 5℃/min의 속도로 승온시켜 760℃에서 1시간 동안 조공제로 첨가된 흑연을 휘발시킨 다음 5℃/min의 속도로 1250℃까지 승온한 후 2시간 유지하여 소결하였다.

2.3 특성평가

시료의 기공율은 아르키미데스의 원리를 이용하여 측정하였다. 미세구조는 주사전자현미경(SEM)으로 15kV의 전압으로 관찰하였다. 방사율은 FT-IR (M2400-C, Midac사, 미국)로 측정하였는데, 측정조건은 MCT Detector로 파장을 5~20μm 범위에서 8cm⁻¹분해능으로 40℃에서 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 기공율

1250℃에서 소결한 시편의 CoO, CuO, MnO₂ 첨가량 변화에 따른 기공율을 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었다.

코디어라이트에 CoO, MnO₂를 첨가한 경우에는

첨가량의 증가에 따라 기공율이 증가하였으나 CuO를 첨가한 경우 첨가량의 증가에 따라 기공율이 감소함을 알 수 있었다.

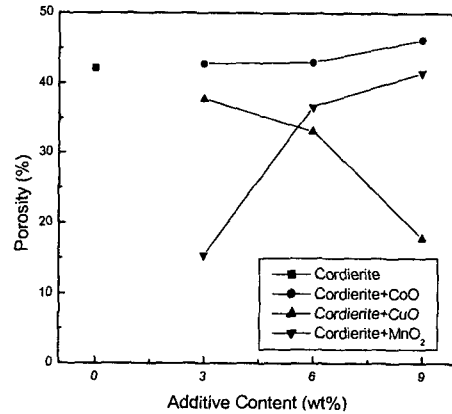
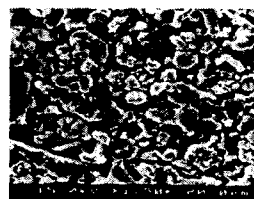


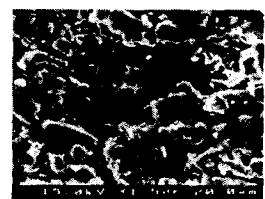
Fig.1. Change of the mean porosity with the factors

3.2 미세구조

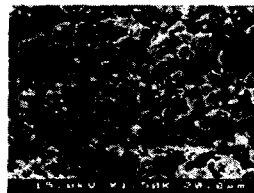
Fig. 2는 코디어라이트에 10wt%의 흑연과 CoO, CuO, MnO₂를 각각 3, 6, 9wt% 첨가한 시편을 주사전자현미경(SEM)으로 ×1500 배율로 얻어낸 결과이다. CoO의 경우에는 첨가량의 증가에 따라 미세기공이 증가하였다. CuO와 MnO₂를 첨가한 경우는 첨가량의 증가에 따라 입자의 과대 성장이 일어나 큰 기공이 존재함을 보여주었다.



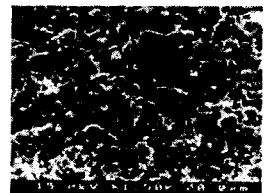
(a) Cordierite



(b) Cordierite+3wt%CoO



(c) Cordierite+6wt%CoO



(d) Cordierite+9wt%CoO

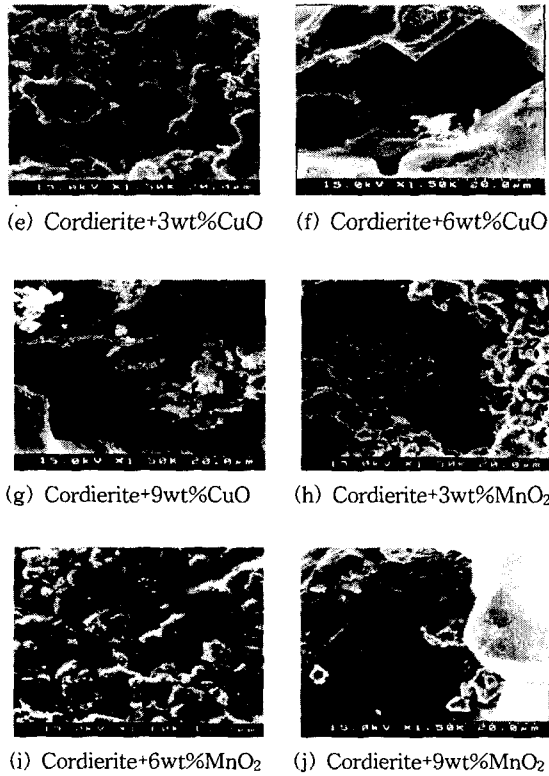


Fig. 2 SEM photographs of fracture surface of specimen sintered at 1250°C for 2h

3.3 방사특성

Fig. 3은 다공성으로 제조한 코디에라이트의 CoO, CuO, MnO₂의 첨가량 변화에 따른 원적외선 방사율을 나타낸 것이다. 또 Table 1에서 각 시료에 대해 기공율 및 방사율과 방사에너지 값을 요약 정리하였다.

그림에서 대부분의 시편이 8 μ m 이상의 파장에서는 0.9 이상의 높은 방사율을 나타내었다. 코디에라이트에 CoO가 첨가됨에 따라 방사율이 증가하여 CoO가 9wt% 첨가된 경우 방사율이 0.927로 가장 높게 나타났다. 마찬가지로 MnO₂ 역시 첨가량의 증가에 따라 방사율이 증가하여 9wt% 첨가시 0.928의 방사율을 나타내었으나, CuO가 3wt% 첨가된 코디에라이트의 경우 0.925의 방사율을 나타내었으나 첨가량이 증가함에 따라 기공율의 감소와 더불어 방사율이 감소함을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 가장 큰 기공율을 만든 코디라이트가 가장 좋은 방사율을 나타내는 것을 알 수 있었다.

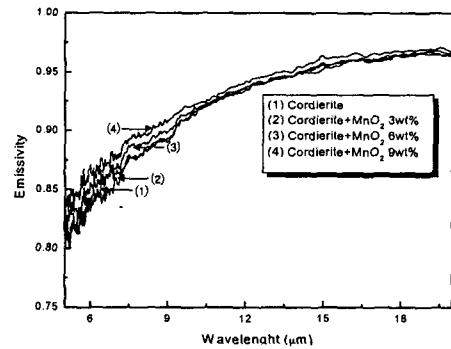
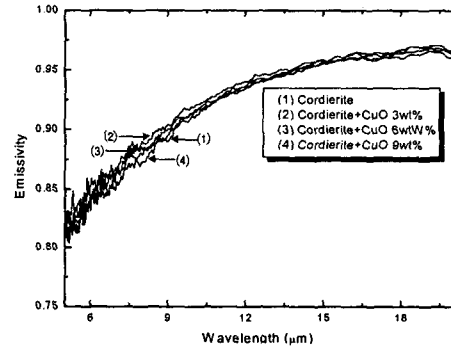
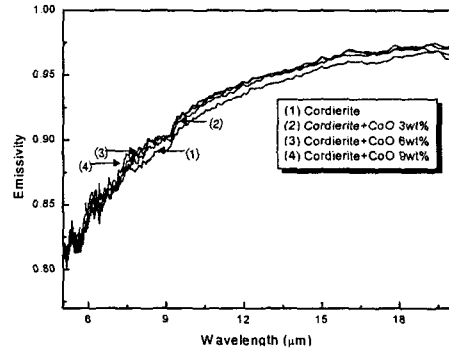


Fig. 3 Infrared radiation spectra of specimens

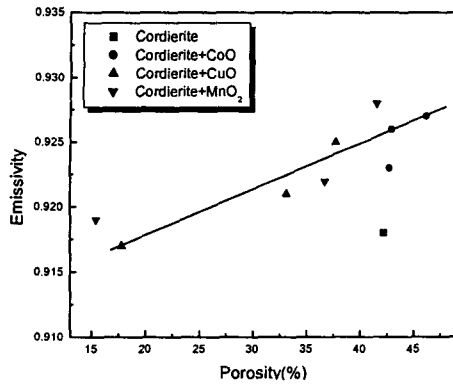


Fig. 4 Change of the Emissivity with the Porosity.

Table 1 Properties of Specimens

Sample	Porosity	Emissivity	Emission Power (W/m ² · μm, 40°C)
Cordierite	42.208	0.918	3.70 × 10 ^z
Cordierite+CoO3wt%	42.787	0.923	3.72 × 10 ^z
Cordierite+CoO6wt%	43.005	0.926	3.73 × 10 ^z
Cordierite+CoO9wt%	46.241	0.928	3.74 × 10 ^z
Cordierite+CuO3wt%	37.746	0.925	3.72 × 10 ^z
Cordierite+CuO6wt%	33.147	0.921	3.71 × 10 ^z
Cordierite+CuO9wt%	17.845	0.917	3.69 × 10 ^z
Cordierite+MnO ₂ 3wt%	15.425	0.919	3.70 × 10 ^z
Cordierite+MnO ₂ 6wt%	36.716	0.922	3.71 × 10 ^z
Cordierite+MnO ₂ 9wt%	41.582	0.927	3.73 × 10 ^z

한편 시료의 종류에 관계없이 기공률과 방사율과의 관계를 조사해 보았는데, Fig. 4에서 보는 바와 같이 다공성으로 만든 코디어라이트의 방사율은 기공률의 크기에 비례한 것을 알 수 있었다.

4. 결 론

다공성으로 제조한 Cordierite에 CoO, CuO, MnO₂를 각각 첨가하였을 때 이들 첨가제의 원적외선 방사율에 미치는 영향을 조사한 결과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 다공성으로 제조한 코디어라이트에 CoO나 MnO₂의 첨가량 증가에 따라 기공률이 증가하였으며, 원적외선 방사율 또한 증가하였다.
- 2) 한편 CuO 첨가의 경우는 첨가량의 증가에 따라 기공이 감소하고 그에 따라 원적외선 방사율이 감소하게 된다.
- 3) 첨가제의 변화에 따른 기공률과 원적외선 방사율과의 관계를 종합해본 결과 원적외선 방사율을 증가시키기 위해서는 기공률을 증가시키는 것이 중요함을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1]. 田中良平, "材料利用ハンドブック," 日刊工業新聞社, 349-353 (1988).
- [2]. 高山鳥廣夫, "遠赤外線の利用技術と應用例, 應用技術出版, 日本. (1986)
- [3]. 高嶋廣夫, 杉山 豊彦, 遠赤外線の基礎, 日本窯業學會誌, 第23卷, 第4号, p.287~293 (1988)
- [4]. 高山鳥廣夫, "遠赤外線放射の特性測定と評價, 島津科學計劃, ジャーナル, 第1卷, 第5号.
- [5]. 赤澤敏之 外, "導産を資源を利用したコディエライトセラミックスの作成," 北海道立工業試驗場報告, NO. 287, 17-22 (1988)