

Cordierite계 적외선 방사체의 계 특성에 미치는 MnO₂의 영향

강이국^o, 신용덕
원광대학교 전기공학과

Effects of MnO₂ additives on the thermal properties of infrared radiator of Cordierite system

Kang, Yi-Kuk^o Shin, Yeong-Duck

Department of Electrical Eng. Won Kwang Univ^o.

ABSTRACT

The thermal properties of Cordierite(2MgO · 2Al₂O₃ · 5SiO₂) + 30[wt%]clay + X[wt%]MnO₂ of infrared radiator have been investigated as a function of MnO₂ additives (X=0, 0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5).

The thermal expansion coefficient was decreased and the spectral emissivity was increased only in the below 4.5μm wavelength with increasing amounts(wt%) of MnO₂ additives. Also, the infrared radiator of Cordierite system which spectral emissivity was approximately 1.0 can be attainable at from 4.5μm to 8μm wavelength. The spectral emissivity was decreased from 8μm to 14μm at X=2.5

1. 서론

Cordierite는 용점이 약 1460℃로 내열성 및 내열 충격성이 비교적 좋고 화학적 안정성이 우수한 열적 특성을 가지고 있기 때문에 미립자의 정화용 촉매제, 필터로 사용되고 있는 화합물이고 또한 저 열팽창계수(1.7×10⁻⁶ /℃)를 가지고 있으며 비 유전율 특성이 우수하기 때문에 전자재료로서¹⁾의 응용도 급속적으로 연구되고 있다. 특히 최근에는 적외선 방사체재료로 주목되어 가열 및 건조 공정을 중심으로 한 공업적 이용개발이 급진전 되고 있다.

본 연구에서 Cordierite(2MgO · 2Al₂O₃ · 5SiO₂)만의 방사체는 근, 중적외선 영역의 방사율이 낮기 때문에²⁾ 첨가제로서 천연원소 MnO₂^{3), 6)}를 적절하게 합성시켜 적외선 전 영역에서의 고효율 방사체를 얻고자 하며, 성형하기 곤란하고 복잡한 형상의 제품을 성형할 수 있는 주입 성형법의 성형성 및 소결성을 좋게 하기 위하여 점토를 첨가시켜 내열 충격성 등의 특성이 우수한 세라믹 방사체를 얻고자 하였다. 또, 건식 가압 성형법으로도 시편을 제조하였고 고효율 적외선 방사체재료로서의 특성을 파악하기 위해서 아르키메데스의 원리를 이용한 밀도측정과 그밖에 수축율, 방사율, 평균 선 열팽창계수를 측정 하였으며 미세 구조를 관찰 하였다.

2. 결과 및 고찰

2-1. 적외선 방사 특성

Fig.2.에서 나타난 바와 같이 4.5μm부근 이하의 파장에서는 천연원소 MnO₂ 첨가제를 증가 시킬수록 방사율이 높아지는 특성을 가지고 있다. 4.5μm부근 이상의 고파장, 이른바 원적외선영역의 방사율이 0.8 이상으로 좋으며 4.5μm~8μm 부근의 파장에서는 방사율이 1에 가까운 시편 고유의 Spectra특성을 갖는 Cordierite계 소결체라 할 수 있다.

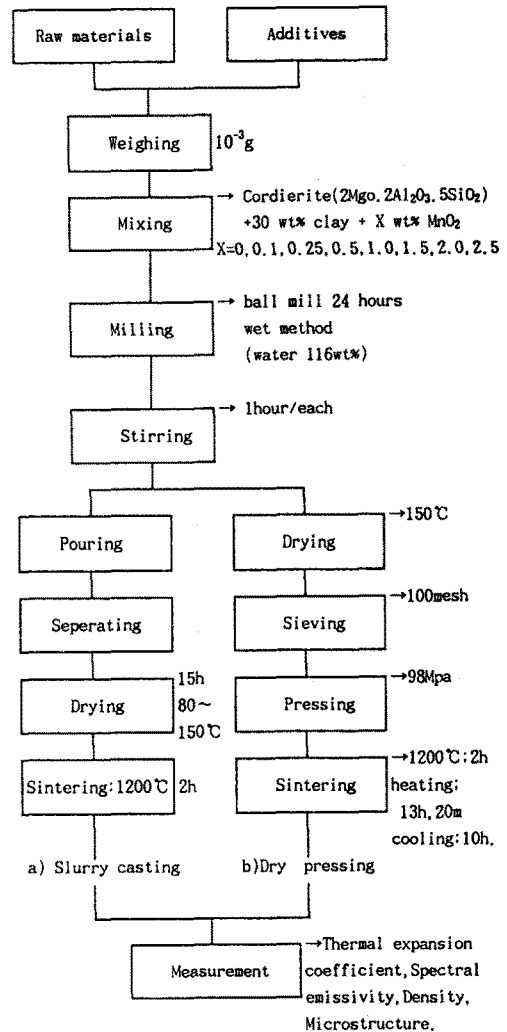


Fig 1. Fabrication process

왜냐하면 모든 물질은 특유의 구조를 갖는 원자, 분자로 이루어졌으며 각 분자는 전체적으로 보아 회전운동을 하고 원자간에는 진동운동과 변각운동을 한다. 이들 운동은 고유의 특정한 진동수를 갖고 있다. 그러기 때문에 이들의 물질에

적외선이 부딪치면 그 물질 분자의 고유 진동수와 일치하는 적외선이 나타나기 시작해 이른바 공명 흡수된다.⁴⁾⁵⁾ 그리하여 그분자의 진동은 여기되어 진폭이 크게 되기때문이다. 천연원소 MnO₂를 2.5wt%를 첨가한 시편 A8을 4.5 μ m부근 이하의 파장에서 7개의 나머지 시편과 비교하여 보면 A8의 방사율이 가장 높지만 4.5 μ m부근 이상의 파장에서부터는 점점 낮아지고 있다. 따라서 원적외선 영역에 흡수대가 있는 도장의 경화나 피 조사체의 가열 효과를 높이기 위해서는 천연원소 MnO₂첨가를 2.0wt%로 제어함이 가장 적합 하다고 생각된다.

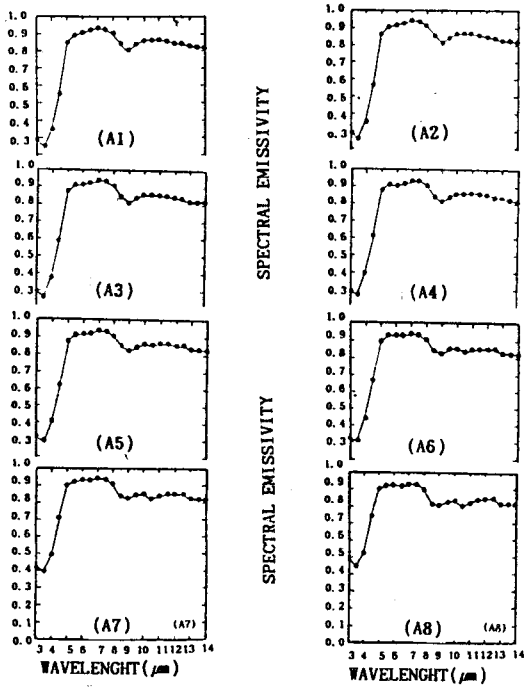


Fig.2. Infrared radiation of spectra

2-2. 미세구조의 관찰

Fig.3 에서 나타난 바와 같이 MnO₂는 주입 성형법의 시편에서나 건식 가압성형법의 시편에서나 다 똑같이, Cordierite와 점토의 주 원료에, Substitutional 또는 Interstitial원자 형태로 첨가량이 많을수록 석출이 많은것을 볼수 있다.

Fig.4는 석출이 없는 부위만을 선정하여 각 시편의 미세구조를 관찰한 것으로 거의 같은 형태임을 알수 있다. 그러나 Fig.5는 석출이 있는 부위만을 관찰 한 것으로 MnO₂의 첨가량이 많을 수록 그 부위가 점점더 많이 녹아 들어가는 것을 알수 있다. 시편 A2와 A6의 석출크기를 보면 A6 보다는 A2가 더 크게 나타난 것은 A2가 덜 녹아 들어 갔기 때문으로 생각된다.그 외의 시편, A3, A4, A5, A6, A7, A8에서는 완전히 녹아들어난 부위만을 선정하여 미세구조를 관찰하였다.

표.1 에 나타난 바와 같이 밀도는 건식 가압성형법의 시편 밀도값이 주입성형의 값보다 다소 높은 경향은 성형압이 크기 때문이며, 즉 다공도가 현저히 감소하기 때문으로 생각된다. 또 주입 성형법과 건식 가압 성형법의 시편 A2의 밀도값이 가장 높은 이유는 천연원소 MnO₂ 첨가제를 0.1wt% 첨가 하였을때 석출 부위에 적절하게 녹아들어가 기공을 제거 하였기 때문으로 생각된다. 0.25wt% 이상의 MnO₂를 첨가하면 석출 부위에 녹아들어난 부위가 커지게 되어 더 많은 기공이 나타나기 때문에 밀도 값이 점점 낮아진 것으로 생각된다.

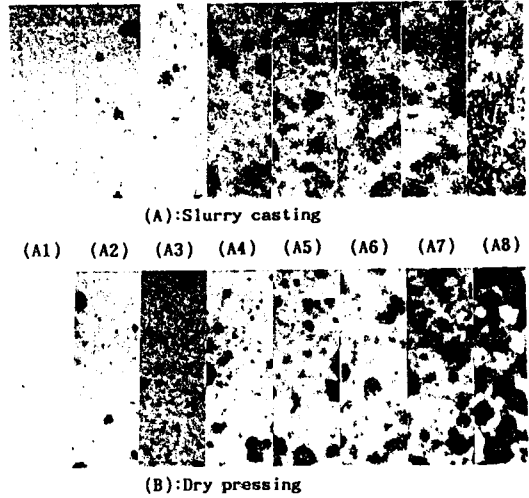


Fig.3. Optical microscope (X 15.5)

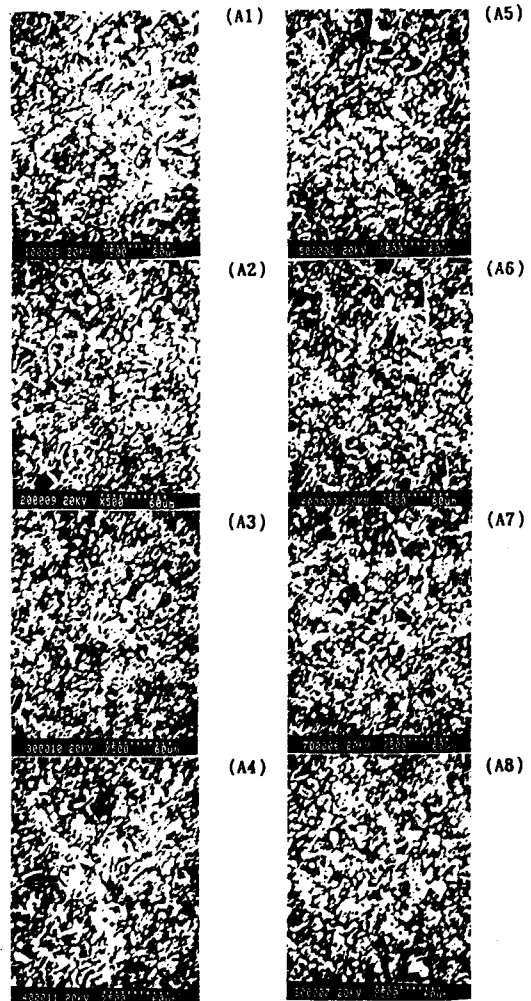


Fig.4. SEM (X 500)

2-3. 평균 선 열팽창계수

Cordierite등과 같은 규산염계의 세라믹은 특유의 결정구조 때문에 어느 결정축 방향의 열팽창계수가 음의 값을 갖

는다. 따라서 3축 방향의 열팽창계수의 합이 적어지기 때문에 평균 열팽창계수치가 일반 세라믹보다 훨씬 작아진다.¹⁾ 표.1 에 나타난 바와 같이 MnO₂를 무첨가 하였을때 시편 A1의 평균 선 열팽창계수치는 순수한 Cordierite값(1.7×10⁻⁶/℃) 보다 크게 나타나는데 이것은 점토 합성, ball-mill, 물 등에서 고 팽창성 성분의 급속동이 침입하였기 때문이라고 생각된다. 이와 반면에 MnO₂의 첨가량이 많을수록 평균 선 열팽창계수가 낮아지고 있는데 이것은 미세구조의 관찰에서도 설명 한 바와 같이 첨가량이 많을 수록 소결, 냉각시에 녹아 들어간 부위가 많아져서 다수의 micro crack이 발생하고 제 가열시에 이들 micro crack 이 결정의 열팽창을 흡수하기 때문에 MnO₂의 첨가량이 많을수록 저 팽창화 된것으로 사료된다. 한편, 표.1에 나타난 바와같이, Slurry casting 또는 Dry pressing method에 의한 선 열팽창계수의 값은 온도 범위에 따라 거의 비슷한 값을 나타내므로 성형하기 곤란한 것을 Slurry casting method에 의해 제조를 하면 쉽게 할수 있으리라 사료된다.

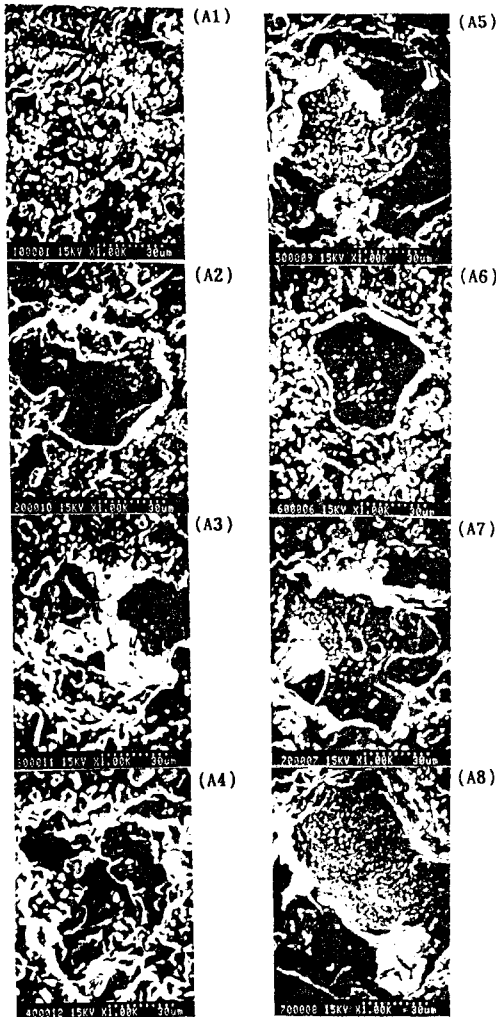


Fig. 5. SEM (X 1000)

3. 결 론

Cordierite(2MgO · 2Al₂O₃ · 5SiO₂)에 점토(청자 점토)를 30wt% 합성한후 이 합성물에 MnO₂를 0~2.5wt% 변화로 첨가하여 건식 가압성형법과 주입성형법으로 만든 적외선 방

Table 1. Properties of specimens

Properties Specimens	Density (g/ cm ³)		Thermal expansion coefficient (μ/℃), 17℃-600℃	
	Slurry casting method	Dry pressing method	Slurry casting method	Dry pressing method
A-1	2.56	2.7	2.41	6.01
A-2	2.56	3.07	1.37	5.11
A-3	2.52	2.86	1.14	3.57
A-4	2.48	2.78	-0.7617299	2.2
A-5	2.38	2.71	-2.259743	-3.379492
A-6	2.29	2.64	-2.873154	-2.550435
A-7	2.19	2.57	-4.430676	-3.276235
A-8	2.24	2.58	-4.823994	-4.637081

사체의 성질을 파악 검토 하였다. 그 결론은 다음과 같다.

1) 건식 가압성형법에 의한 소결체의 적외선 방사율이 4.5μm 부근 이하의 파장에서 MnO₂의 첨가량이 많을수록 높아지는 특성을 가지고 있다. 4.5~8μm 부근의 파장에서는 방사율이 1에 가까운 시편 고유의 spectra 특성을 갖는 Cordierite 계 소결체라 할 수 있다. 천연원소 MnO₂를 2.5wt% 첨가한 시편 A8의 방사율은 4.5μm 부근이상의 파장에서부터는 점점 낮아지고 있다. 따라서 원격외선 영역에 흡수대가 있는 도장의 경화나 피 조사체의 가열 효과를 높이기 위해서는 천연원소 MnO₂ 첨가를 2.0wt%로 제어함이 가장 적절하다.

2) 주입성형법의 시편 밀도값이 성형압이 큰 건식 가압 성형값보다 다소 낮은 경향은 있으나 순수 Cordierite의 이론값(2.50 g/cm³)에 가까우므로 성형하기 곤란하고 복잡한 형상의 제품도 성형 할 수 있을 것으로 사료된다.

3) 가압성형법에 의한 소결체의 평균 선 열팽창계수는 주입성형법과 가압성형법 모두다 천연원소 MnO₂를 첨가 할 수록 낮아지고 있으나, MnO₂첨가량에 따른 평균 선열팽창계수 변화율은 주입성형법이 낮고 주입성형법에서는 0.25wt%의 첨가때만 건식 가압성형법에서는 0.5wt%의 첨가때가 내충격성이 좋다.

참 고 문 헌

1. 田中良平 "材料 利用 핸드ブック" 日刊工業新聞社, 349-353 (1988)
2. 高嶋廣夫 "遠赤外線 放射 セラミックスについて" 遠赤外線 國際研究會 第2回 講演會, 1-12(1988)
3. 高田 蘇一 "セラミックス 遠赤外線放射體とその應用 セラミックス", 23, NO. 4, 310-315 (1988)
4. 芳賀幸明 "遠赤外線放射加熱の基礎と問題点(I)" 뉴-セラミックス, NO. 3, 79-83 (1989)
5. 芳賀幸明 "遠赤外線放射加熱の基礎と問題点(II)" 뉴-セラミックス, NO. 4, 75-85 (1989)
6. 高嶋廣夫, "移之素 酸化物主體とした高效率 赤外線 放射體" Yogyo-kyokai-shi 90(7)373-379(1982)