

고효율 적외선 복사체에 관한 연구

A Study on the Infrared Ray Radiator with High Efficiency Emission

박연준*, 사공 건**

Youn Joon Park*, Geon Sa-Gong**

CeraGreen Co. Ltd*, Dong-A Univ.**

Abstract

In order to get the infrared ray radiator with high efficiency emission, the starting raw material Fe_2O_3 powder is heat-treated under the oxygen pressure $\log[PO_2] = -13 \sim -15$ at $800^\circ C$ for 2hours.

It has shown that the radiation rate was larger than 0.85 at the relatively high temperature($400^\circ C$), and decreased slowly with increasing the temperature from 50 to $400^\circ C$.

Key Words : Infrared Ray Radiator, Oxygen Pressure, Heat Treatment, Iron Oxide

1. 서 론

우리의 주변에는 여러 가지 원인에 의하여 발생하는 전자파가 존재한다. 특히, 태양에서는 다양한 종류의 전자파가 발생되어 지구로 방사되어 오고 있다. 이와 같은 전자파는 주파수(진동수) 및 파장을 이용하여 구분하며 $0.36 \sim 0.83 \mu m$ 의 파장을 가시광선, $0.83 \sim 1000 \mu m$ 의 파장을 적외선이라고 한다. 적외선은 다시 $0.83 \sim 2 \mu m$ 의 파장을 근적외선, $2 \sim 4 \mu m$ 의 파장을 중적외선, $4 \sim 1000 \mu m$ 의 파장을 원적외선으로 세분할 수 있다[1].

적외선은 가시광선 및 자외선과는 달리 열적작용이 강한 것으로 알려져 있으며, 이와 같은 성질을 이용하여 페인트의 건조, 가열, 건물의 난방 등 다양한 분야에 적외선이 응용되고 있다[2]. 적외선의 응용에 있어서는, 적외선 복사체에서 적외선의 발생 못지 않게 중요한 것이 피가열물의 적외선 흡수특성이다. 적외선은 금속 또는 무기물보다는 주로 유기물의 건조 및 가열에 많이 응용되고 있는 실정이며,

이것은 많은 종류의 유기물이 적외선 파장대역에서 공진특성을 가지고 있기 때문이다[3]. 그리고 적외선에 대한 유기물의 공진파장은 물질에 따라서 조금씩 다르며, 단파장일수록 에너지가 높으므로, 다양한 종류의 유기물의 가열과 건조에 공통적으로 응용되면서 효율을 높이기 위해서는 $2 \sim 4 \mu m$ 의 중적외선과 $4 \sim 30 \mu m$ 의 원적외선 파장대역에 걸쳐서 복사특성이 우수한 적외선 복사체의 필요성이 대두된다.

일반적으로 적외선 복사체는 원재료의 화학조성과 제조조건 등에 따라서 달라지며, 금속 및 유기물에 비하여 일반적으로 무기물이 좋은 특성을 발휘하는 것으로 알려져 있다[4, 5]. 적외선 복사체는 가열 및 건조를 위하여 복사체의 온도를 높이면 복사율이 떨어진다[6]. 특히, 에너지 효율이 높은 $2 \sim 6 \mu m$ 의 단파장 대역의 복사율이 많이 떨어지는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 고온에서의 복사율 저하는 적외선 복사체의 효율을 떨어뜨리는 문제점으로 지적되고 있다.

따라서 본 연구는 고온에서도 복사율과 단파장 대역의 복사특성이 저하되지 않는 고효율 적외선 복사체에 대해 연구하였다.

* : (주)세라그린 신소재연구소
(부산시 해운대구 반여1동 Fax: 051-529-8509,
E-mail : absorber21@hanmail.net)

** : 동아대학교 전기공학과
(부산시 사하구 하단2동 Fax: 051-200-7743,
E-mail : gsagong.dong.ac.kr)

2. 실험 방법

2-1. 성형체의 제조

본 연구에서는 경제성과 취득의 용이성을 고려하여 분말상의 Fe_2O_3 를 소원료로 사용하였다. 산화철 분말의 적외선 복사특성을 분석하기 위하여 성형체를 제조하였다. 성형체는 제조된 산화철 분말을 액상의 무기물 졸과 1 : 1의 중량비로 혼합한 후, $100kg/cm^2$ 의 압력으로 $L40mm \times W40mm \times H4mm$ 로 성형하여 $250^\circ C$ 에서 1시간 Aging하여 제작하였다.

2-2. 산소분압조절 열처리

고효율 적외선 복사체를 개발하기 위하여 소원료 Fe_2O_3 에 대하여 산소분압조절 열처리를 행하였다. 산화철은 열처리 온도와 산소 분압조건에 따라서 상(Phase)이 달라지며[7], 결과적으로 산소분압조절 열처리는 원재료인 Fe_2O_3 의 상(phase)과 혼합상태 등의 변화를 동시에 가져오게 되므로 미시적 변화를 쉽게 일으키게 된다. 이를 위해 분말상의 소원료 Fe_2O_3 100g을 알루미늄아 크루시블에 담아서 $800^\circ C$, $\log[PO_2] = -13 \sim -15$ 의 산소분압조건에서 2시간 열처리를 행하였다.

3. 실험결과 및 검토

3-1. XRD 분석

산소분압조절 열처리된 원재료의 결정구조변화를 XRD를 통하여 조사해 보았다. 그림 1은 소원료인 Fe_2O_3 에 대한 XRD분석결과를 나타낸 것으로 Fe_2O_3 의 단일상 peak만이 존재하는 것을 알 수 있다.

그림 2는 $800^\circ C$, $\log[PO_2] = -13 \sim -15$ 의 산소분압 조건에서 2시간 열처리한 Fe_2O_3 시료에 대한 XRD결과를 나타낸 것으로 그림 2에서 보듯이 FeO, Fe_3O_4 , Fe_2O_3 상이 복합적으로 존재하는 복합상으로 바뀌어져 있음을 알 수 있다. 이로부터 산소분압조절 열처리에 의하여 원재료에 미시적 변화가 발생되었음을 알 수 있었다.

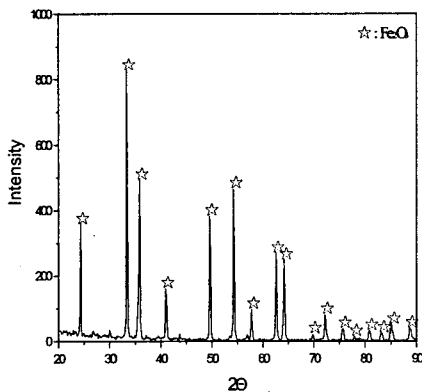


그림 1. 소원료의 XRD 회절결과

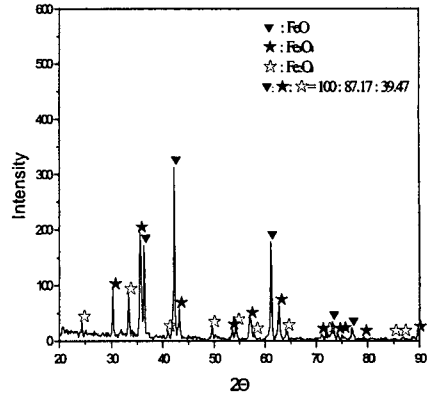


그림 2. 산소분압조절 열처리된 소원료의 XRD 회절결과

3-2. 적외선 복사특성 분석

제조된 산화철 분말의 적외선 복사특성은 한국건설재시험연구원에서 FT-IR Spectrometer를 이용하여 $50^\circ C$, $100^\circ C$, $400^\circ C$ 에서 각각 측정하였으며, 그 측정 결과를 표 1에서 나타내었다. 이때 복사율은 Black Body 대비값이다.

표 1. 산화철 분말의 적외선 복사특성

No	측정온도 [$^\circ C$]	복사율 [5~20 μm]	복사율 변화값	복사율 변화율	복사에너지 [W/m^2]
1	50	0.919	0	0 %	4.27×10^4
2	100	0.912	0.007	0.8 %	7.86×10^4
3	400	0.901	0.018	2 %	9.33×10^4

일반적인 원적외선 복사체는 온도가 올라가면 복사율이 떨어지며, $400^\circ C$ 에서는 약 0.7~0.8사이의 값을 가지는 것으로 알려져 있다. 반면, 고효율 적외선 복사체는 $400^\circ C$ 에서도 $50^\circ C$ 에서의와 비슷한 복사율을 가진다. 표 1에서 알 수 있듯이 본 연구에서 제조된 성형체는 $40^\circ C$, $100^\circ C$, $400^\circ C$ 로 온도가 상승하여도 복사율의 감소가 대단히 적으며, $400^\circ C$ 에서도 복사율이 0.9이상인 고효율 적외선 복사체에 가까운 특성을 가짐을 알 수 있었다.

그림 3 ~ 8에서 분광적외선복사 및 분광복사에너지 특성곡선을 나타내었다.

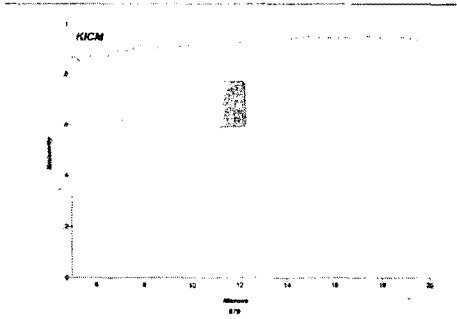


그림3. 분광 적외선복사특성(50°C)

여기서 100°C 및 400°C에서 5~6 μ m의 단파장 대역의 복사율이 0.85정도로 대단히 높으며, 분광복사 에너지 특성곡선이 Black Body 특성곡선과 잘 일치하고 있어 고효율 적외선 복사체임을 알 수 있었다.

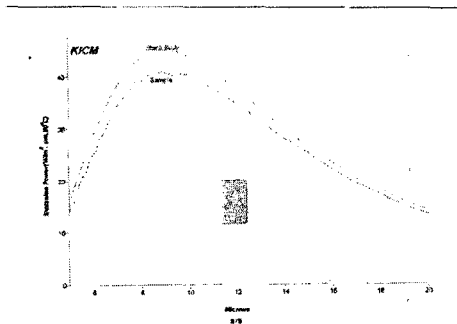


그림4. 분광 복사에너지(50°C)

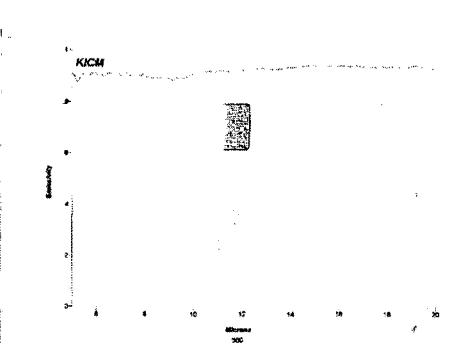


그림5. 분광 적외선복사특성(100°C)

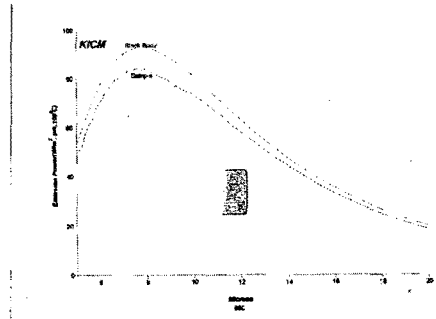


그림6. 분광 복사에너지(100°C)

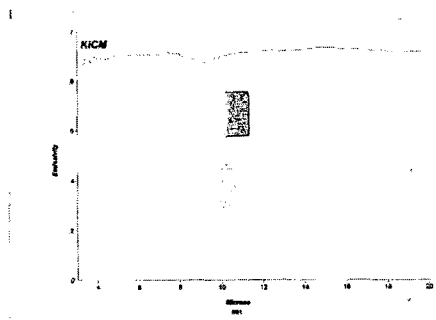


그림7. 분광 적외선복사특성(400°C)

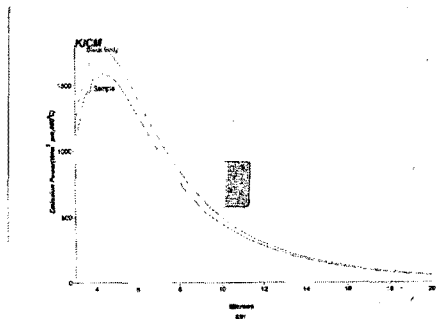


그림 8. 분광 복사에너지(400°C)

4. 결론

분말상의 소원료 Fe_2O_3 100g을 알루미늄 크루 시블에 담아서 800°C, $\log[PO_2] = -13 \sim -15$ 의 산소분압조건에서 2시간 열처리하여 적외선 복사체를 제조하였으며 그 측정결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 산소분압 열처리하여 제조된 적외선 복사체는

FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃가 공존하는 혼합상임을 알 수 있었다.

2. 열처리된 재료의 적외선 복사율을 50, 100, 400℃의 고온에서도 복사율의 감소가 2%이하로 적게 되었다.
3. 열처리된 재료의 5~6 μ m의 단파장 대역의 복사율은 50, 100, 400℃에서도 복사율 감소가 대단히 적었으며, 복사율이 0.85 이상임을 알 수 있었다.
4. 열처리된 재료의 분광복사에너지 특성곡선을 Black Body와 비교한 결과, 두 곡선이 잘 일치함을 알 수 있었다.

이상의 결과로부터 열처리 온도와 산소분압을 조절함으로써 고효율 적외선 복사체를 제조할 수 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] 한충수의 1인 역, 원적외선가열의 이론과 실제, 한국원적외선응용연구소, P5, 1998
- [2] 정해상 역, 원적외선공학, 겸지사, P105-P137, 1997
- [3] 한충수의 1인 역, 원적외선가열의 이론과 실제, 한국원적외선응용연구소, P81, 1998
- [4] 박완서 역, 원적외선, 한국원적외선응용연구소, P60-P61, 1998
- [5] 한충수의 1인 역, 원적외선가열의 이론과 실제, 한국원적외선응용연구소, P35, 1998
- [6] 정해상 역, 원적외선공학, 겸지사, P74, 1997
- [7] 윤승열의 1인 역, 최신금속열역학, 반도출판사, p488-p495, 1997.