

푸리에변환근적외선분광법에 의한 거울재료의 반사률측정방법

리수범, 김성희, 김성혁

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 과학기술분야에서 이룩한 성과에 만족하지 말고 나라의 과학기술을 새로운 높은 단계에로 발전시키기 위하여 적극 투쟁하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 133페이지)

우주비행체들이 극단한 우주조건에서 안전하게 비행하도록 하기 위하여 비행체결면에 열조절재료를 입힌다. 열조절재료의 표면온도는 적외선복사결수와 태양빛흡수결수의 비에 의하여 결정된다. 태양빛흡수결수는 주로 적분구로 반사률을 측정하여 결정한다.

적분구의 구조는 여러가지이며 측정목적에 따라 적분구를 리용하는데 확산반사률만 측정하는것도 있고 확산반사률과 거울반사률을 측정할수 있는것들도 있다.[2-6]

열조절재료들의 표면상태는 제조방법과 물질에 따라 각이하며 적분구에서 반사장치는 재료에 관계없이 총반사률을 측정할수 있어야 한다. 자외가시선구역에서 확산반사률만 측정할수 있는 적분구에 보조시료틀을 설치하여 총반사률을 측정할수 있게 한것도 있다.[1]

우리는 근적외선구역에서 확산반사재료만 측정할수 있는 적분구에 시료설치방법을 개선하여 거울반사재료도 측정할수 있도록 하여 표면상태가 각이한 열조절재료들의 총반사률을 측정할수 있게 하였다.

실험 방법

측정재료로는 자외가시선구역에서 확산반사표준으로 리용되는 류산바리움분말을, 거울재료로는 유리우에 알루미늄을 증착한 거울을, 장치로는 푸리에변환적외선분광광도계(《Nicolet 6700》), 적분구(《Smart Integrating Sphere》)를 리용하였다.

적분구의 안벽에는 확산금피막을 입혀 배경으로 리용하였다. 시편을 측정할 때에는 여닫이가 열리면서 청옥창을 통하여 빛이 시편에 수직으로 입사된 다음 반사되어 InGaAs검출기에 들어간다. 시편은 청옥창우에 수평으로 놓으며 청옥창의 크기는 10mm이다. 적분구에서 측정과장범위는 1.0~2.5 μm 이다.

푸리에변환적외선분광기에서 근적외선구역을 측정할 때 빛분할기로 CaF_2 를 리용하며 시료실에는 적분구를 설치한다. omnic프로그램을 기동시키고 측정과라메터에서 검출기를 적분구의 검출기로, 광원은 흰빛으로 설정한다. 이때 마이켈손간섭계에서 이동거울속도를 0.632 9cm/s, 빛량을 1/3, 이동거울주사수를 32, 분해능을 8 cm^{-1} 로 설정하였다.

90min동안 광원을 안정화시킨 후 배경스펙트르를 먼저 측정하고 시료측정건을 누르면 적분구의 여닫이가 열리면서 빛이 시편에 입사되며 측정이 끝나면 시편의 반사스펙트르가 연시된다.

류산바리움분말은 직경이 15mm, 깊이가 3mm인 불수강함에 채우고 알루미늄증착거울은 증착면이 청옥창우에 놓이게 하고 측정하였다.

이때 측정한 적분반사률은 $1.0\sim 2.5\mu\text{m}$ 에서의 평균반사률이다.

실험결과 및 해석

류산바리움분말과 알루미늄증착거울을 적분구우의 창우에 수평으로 놓은 경우 근적외선스펙트르는 그림 1, 2와 같다.

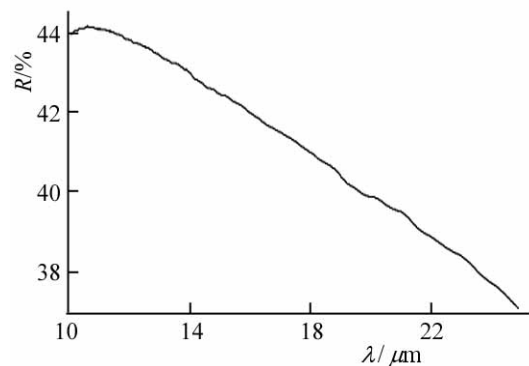
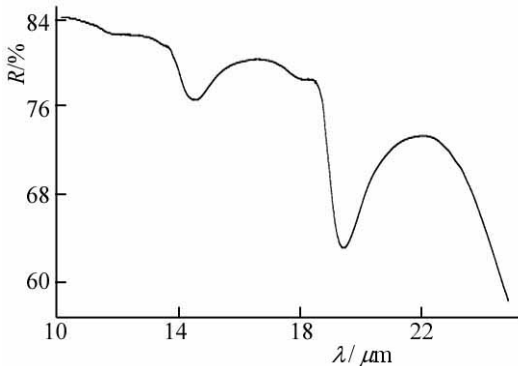


그림 1. 류산바리움분말의 근적외선스펙트르 그림 2. 알루미늄증착거울의 근적외선스펙트르

그림 1, 2에서 보는바와 같이 근적외선구역에서 류산바리움분말의 적분반사률은 78% 정도(90%[5])이지만 알루미늄증착거울의 적분반사률은 42%정도(93%[6])이며 이것은 분말의 반사률이 립자크기, 충전밀도, 수분함량에 따라 달라지기때문이다. 그러나 류산바리움분말의 반사률은 알루미늄증착거울의 반사률보다 크다.

측정결과로부터 이 적분구에서 란반사재료의 반사률은 측정할수 있지만 거울반사재료의 반사률은 정확히 측정할수 없다는것을 알수 있다.

적분구우에 알루미늄증착거울을 각을 지어 설치하고 측정한 근적외선반사스펙트르는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 거울의 적분반사률은 90% 이상으로서 그림 2의 경우에 서보다 매우 크며 선행연구결과[7]와 거의 근사하다.

알루미늄증착거울을 수평으로 놓고 측정한 반사률은 거울의 확산반사률이며 반사성분이 기본을 이룬다.

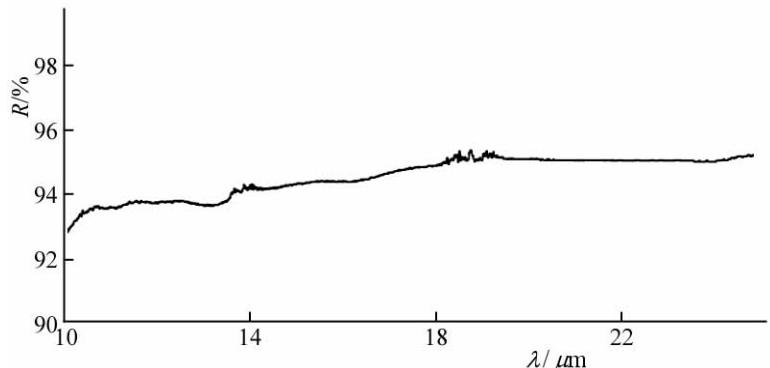


그림 3. 알루미늄증착거울의 근적외선반사스펙트르

그러나 일정한 각도를 지어 시편을 놓으면 빛이 일정한 각도로 입사되고 입사각과 같은 각으로 반사되며 이 반사빛이 청옥창을 통하여 다시 적분구에 입사되어 검출기에 들어 가게 된다. 따라서 청옥창의 오른쪽 또는 왼쪽에 시료를 놓을수 있는 지지틀을 놓고 시편의 한쪽 면을 지지틀위에 올려놓아 일정한 각도를 짓게 한다. 이때 빛의 입사각은 지지틀의 두께와 시편의 길이에 의하여 결정된다.

시편의 설치방법에 따르는 알루미늄증착거울의 적분반사률변화는 표 1과 같다.

표 1. 시편의 설치방법에 따르는 알루미늄증착거울의 적분반사률변화

지지틀의 두께/mm	시편의 길이/mm	입사각/(°)	적분반사률/%
3.97	34	6.7	95.81
3.97	28	8.1	93.64
3.97	20	11.4	85.75
2.96	28	6.1	95.81
2.96	20	8.5	93.36
2.96	15	11.3	85.64

표 1에서 보는바와 같이 입사각이 커짐에 따라 적분반사률은 작아지며 지지틀의 두께와 시편의 길이가 다르다고 하여도 같은 입사각에서 차이가 거의 없다.

입사각에 따르는 알루미늄증착거울의 적분반사률과 선행연구결과[7]와의 상대오차는 표 2와 같다.

표 2. 입사각에 따르는 알루미늄증착거울의 적분반사률과 선행연구결과[7]와의 상대오차

입사각/(°)	적분반사률/%	상대오차/%
6	95.81	3.97
8	93.36	1.45
11	85.75	7.28

표 2에서 보는바와 같이 입사각이 8°일 때 상대오차가 가장 작다. 따라서 입사각 8°에서 재료들의 반사률을 측정하면 정확한 값을 얻을수 있다는것을 알수 있다.

맺 는 말

확산반사률만 측정할수 있는 근적외선적분구에서 거울반사재료를 측정할수 있는 시료 설치방법을 개발하고 입사각 8°에서 오차가 가장 작다는것을 밝혔다.

참 고 문 헌

- [1] 김성희 등; 분석, 2, 10, 주체102(2013).
- [2] A. W. Springsteen; Handbook of Vibrational Spectroscopy 1, John Wiley & Sons, 1002~1007, 2002.
- [3] A. J. Eilert et al.; Handbook of Vibrational Spectroscopy 2, John Wiley & Sons, 1258~1288, 2002.
- [4] R. K. Grygier et al.; WO 2007/101180 A2, 2007.
- [5] D. Ramesh et al.; WO 2007/102172 A2, 2007.
- [6] K. S. Yamaguchi; EP 1643225 A1, 2006.
- [7] G. Kortun; Reflectance Spectroscopy, Springer, 366, 1969.

주체104(2015)년 2월 5일 원고접수

Reflectance Measure of Mirror Material by Fourier Transformation Near-Infrared Spectroscopy

Ri Su Bom, Kim Song Hui and Kim Song Hyok

We developed the sample installation method which can measure mirror materials in near-infrared integrating sphere recording only the diffuse reflectance.

As the result, measuring error is the least when the angle of incidence is 8° .

Key words: mirror material, integrating sphere, near-infrared spectroscopy