

A study on the identification of ruby and garnet by optical method

Ji-Ho Hwang[†] and Jong-Koen Choi

Department of Gemological Engineering Dongshin University, Naju 520-714, Korea

(Received March 29, 2005)

(Accepted July 18, 2005)

Abstract The FT-IR absorption spectrum by the lattice vibrations of ruby and garnet obtained from FT-IR shows quite different characteristics. By the UV-VIS spectroscopy it was found that the ruby has two transmission bands in red and blue region, while garnet has only one transmission band in red region. The color filter to distinguish ruby from garnet was developed and named HWANG JI HO filter. Through the HWANG JI HO filter, ruby was shown in blue color and garnet was shown in dark red color because of the only the blue region transmittance of the filter. Other red stones, such as spinel, tourmaline were shown in dark red color like as garnet. The ruby could be recognized easily from the red stone.

Key words HWANG JI HO filter, Color, UV-VIS

광학적 방법에 의한 루비와 가넷의 감별법에 관한 연구

황지호[†], 최종건

동신대학교 보석공학과, 나주, 520-714

(2005년 3월 29일 접수)

(2005년 7월 18일 심사완료)

요 약 본 연구에서는 루비와 가넷을 감별하는데 첨단기기분석인 FT-IR, UV-VIS spectroscopy를 이용하였다. FT-IR을 이용한 분석결과 루비와 가넷의 격자진동에 의한 흡수 스펙트럼은 아주 다른 특성을 보여주었다. UV-VIS spectroscopy를 이용한 분석결과 루비는 적색과 청색영역에서 두개의 투과가 나타났고 이와 다르게 가넷은 오직 적색영역에서만 투과가 있다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 루비와 가넷을 감별할 수 있는 컬러필터를 개발하였고 이를 HJH(Hwang Ji Ho) Filter라고 명명하였다. HJH Filter를 통해 봤을 때, 루비는 청색으로 보여지고 가넷은 진한 적색으로 보여졌다. 이는 HJH Filter의 청색영역 투과도 때문이다. 스피넬, 투어멀린과 같은 또 다른 적색 보석들은 가넷과 같이 진한 적색으로 보여졌다. 이는 루비와 적색보석들을 감별하는데 유용한 결과가 있음을 알았다.

1. 서 론

보석은 정확한 광물학적 체계, 화학성분 및 결정구조에 따라 분류되며, 그 특징들은 보석감별에 있어서 매우 중요한 평가요소가 된다. 색은 보석의 가치를 평가하는데 중요한 요소 중의 하나이나 동일 변종의 보석에서 다양한 색상으로 산출되며, 또한 다른 변종의 보석에서 동일한 색상이 나타나므로 색상에 의한 감별은 어려운 실정이다. 가넷의 색상과 거의 유사한 루비는[1] 색상만으로는 감별하기가 어렵다. 추가적인 육안 감별 방법으로는 내포물의 특징에 의한 감별법이 있으나, 매우 광범위한 생성조건을

고려해 볼 때 감별에 있어서 확인검사의 자료가 될 뿐 보석명을 감별하기에는 많은 어려움이 따른다.

대부분의 보석의 감별은 현미경, 굴절계, 편광기, 분광기, 이색경, 자외선형광기, 컬러필터 등을 이용하여 감별한다. 하지만 몇몇 보석종들은 거의 유사한 광학적 특성을 가지므로 기존의 방법으로는 감별하기가 어려운 경우가 있다. 그 중에서 루비와 가넷은 육안에 의한 감별에 어려움이 따른다. 루비는 산지에 따라 다양한 색감을 가지고 있다. 특히 몽슈루비는 중앙부에 자주색을 띄며, 베트남산 루비는 약간 자주색을 띄고 태국산 루비는 약간 어두운 적색을 띄는 경향이 있어 현재 국내 시장에서 유통되고 있는 적색 계열 가넷과의 구별에 어려움이 있다. 또한 특징적인 것은 편광성 검사에서 가넷은 등방성 보석임에도 불구하고 외력 또는 내부응력에 의해 광학적 이방체가 되어 복굴절 현상과 유사한

[†]Corresponding author
Tel: +82-2-3296-5724
Fax: +82-61-330-3252
E-mail: hujs70@empal.com

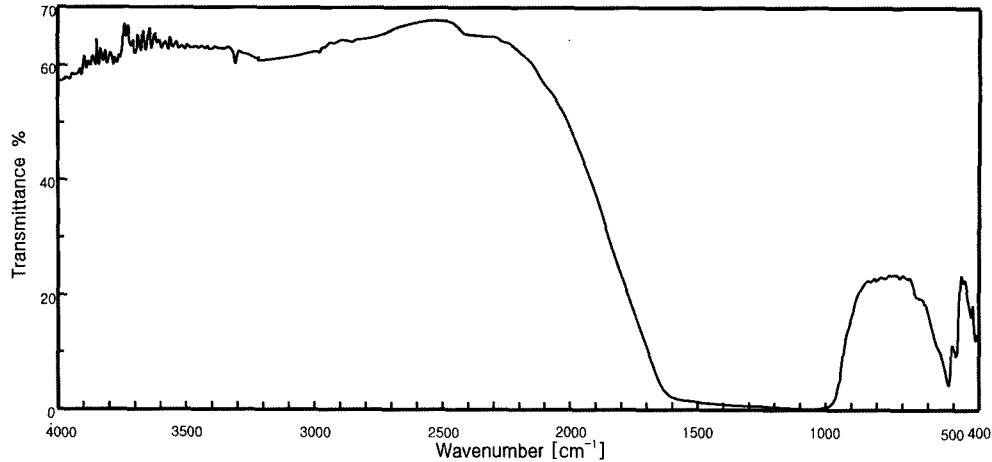


Fig. 1. IR transmission spectra of natural ruby.

이상복굴절을 나타내어 루비와의 편광성 비교검사에 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 루비와 적색가넷을[2] 감별하는데 있어서 첨단분석기기를 이용한 정확한 감별기법과 휴대성이 간편한 감별장비를 연구하고자 하였다. 루비와 적색가넷을 FT-IR 분광기와 UV-Visible 분광기를 이용해서 분광특성을 분석하였고, 휴대성이 간편한 필터를 개발하여 UV-visible 영역에서 광 투과성 분석을 통해 루비와 적색가넷의 감별이 가능한 필터를 제작하였으며, 루비와 가넷 뿐만 아니라 적색계열[3] 보석을 감별에 이용가능성을 타진하고자 하였다.

2. 실험 방법

2.1. 자외선-가시광선 분광분석

루비와 가넷의 필터감별을 위해서 필터의 색감을 조절하여 루비와 가넷을 감별하는데 적당한 필터의 색을 얻기 위해 필터를 제작하여 측정·분석하였다.

본 연구에서는 360 nm~800 nm visible 스펙트럼 범위에서 루비와 적색 가넷의 색의 투과율을 측정하였고 400 nm~800 nm 범위에서의 visible 스펙트럼에서는 필터의 흡광도를 측정하였다.

2.2. 적외선 분광분석

고체의 시료를 파괴하지 않고 정보를 얻기 위해 반사 스펙트럼을 사용하였다.

실험에서의 측정범위는 4000~400 cm⁻¹을 위주로 측정하였다. 커런덤의 주성분인 Al₂O₃의 분말을 측정하여 루비와 가넷이 Al₂O₃ 분말과 차이점을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 루비

적외선 분광분석기를 사용하여 천연루비 4000~400 cm⁻¹ 범위에서 측정된 것으로써 4000~1600 cm⁻¹, 1000~517 cm⁻¹ 영역에 전반적인 투과도[4]를 보였다. 또한, 493 cm⁻¹, 435 cm⁻¹에서 투과피크가 측정되었다. Fig. 2은 커런덤의 주성분인 Al₂O₃의 분말을 측정된 것으로써 4000~750 cm⁻¹ 영역까지의 점차 증가하는 투과영역과 515~560 cm⁻¹, 450~480 cm⁻¹, 370~380 cm⁻¹에서 투과 피크가 나타남을 알 수 있다. Fig. 1 천연루비의 측정결과를 Fig. 2과 비교해 보았을 때 투과범위가 거의 일치함을 알 수 있다. 자외선-가시광선 분광분석기는 천연루비의 가시광선 파장 중에서 400~800 nm 범위에서 투과율을 측정된 것이다. Fig. 3에서 루비는 적색영역인 600~800 nm에서 높은 투과율이 측정되었으며, 특히, 695 nm에서 강한 Cr³⁺ fluorescence 투과 peak가 존재하였

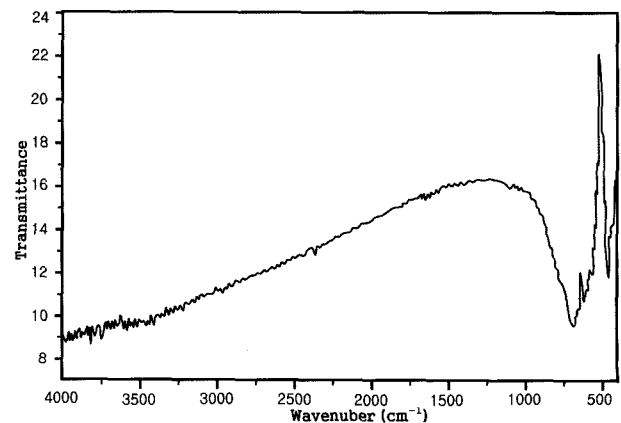


Fig. 2. IR transmission spectra of alumina powder.

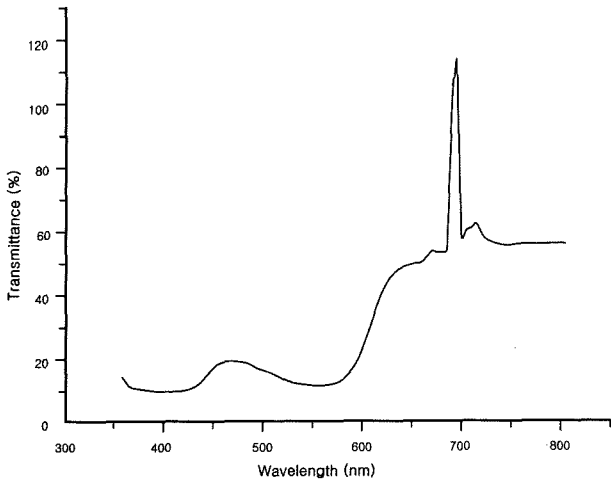


Fig. 3. Visible transmission spectra of natural ruby.

으며, 청색영역인 470 nm 약간의 투과가 있음을 알 수 있다.

3.2. 가넷

Fig. 4은 적외선 분광분석기를 사용하여 천연 가넷을 $4000\sim400\text{ cm}^{-1}$ 범위에서 측정한 것으로써 Fig. 5은 루비의 스펙트럼과 가넷의 스펙트럼을 비교해보면 루비는 517 cm^{-1} , 493 cm^{-1} , 435 cm^{-1} 에서 투과피크가 일어나고 가넷은 942 cm^{-1} , 893 cm^{-1} , 636 cm^{-1} , 555 cm^{-1} , 525 cm^{-1} , 467 cm^{-1} 에서 투과피크가 일어남을 알 수 있다. Fig.5에서 나타나듯이 100 cm^{-1} 이하에서 400 cm^{-1} 까지의 흡수 스펙트럼을 보면 루비와 가넷의 다른 피크를 구별 할 수 있다. Fig. 6은 가넷을 루비와 동일한 조건인 $400\text{ nm}\sim800\text{ nm}$ 범위 영역을 측정한 것이다. 측정결과에서 알 수 있듯이 480 nm 영역에서는 전혀 투과율이 없음을 알 수 있고 적색영역인 680 nm 에서 주로 투과 되고 있음을 알 수 있다. 따라서 자외선-가시광선 영역에서의 투과율 측정을 통해 루비와 가넷은 구별이 가능함을 알 수 있다.

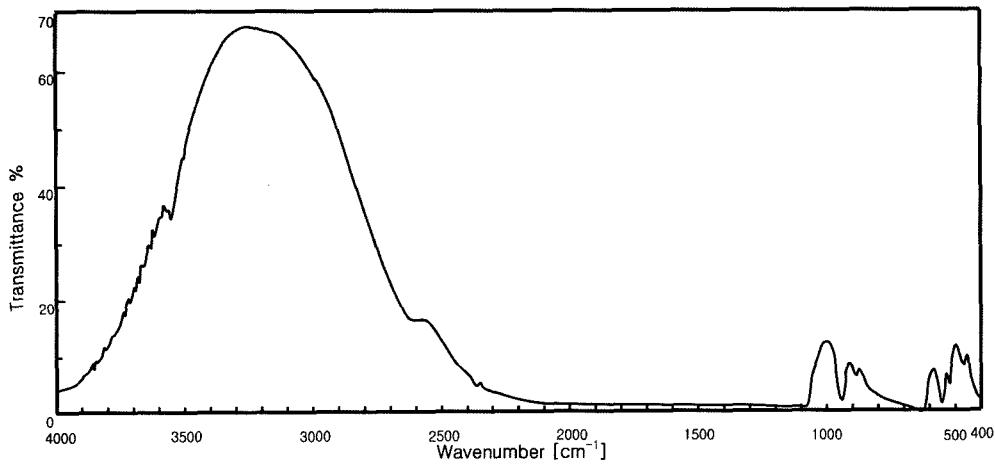


Fig. 4. IR transmission spectra of natural garnet.

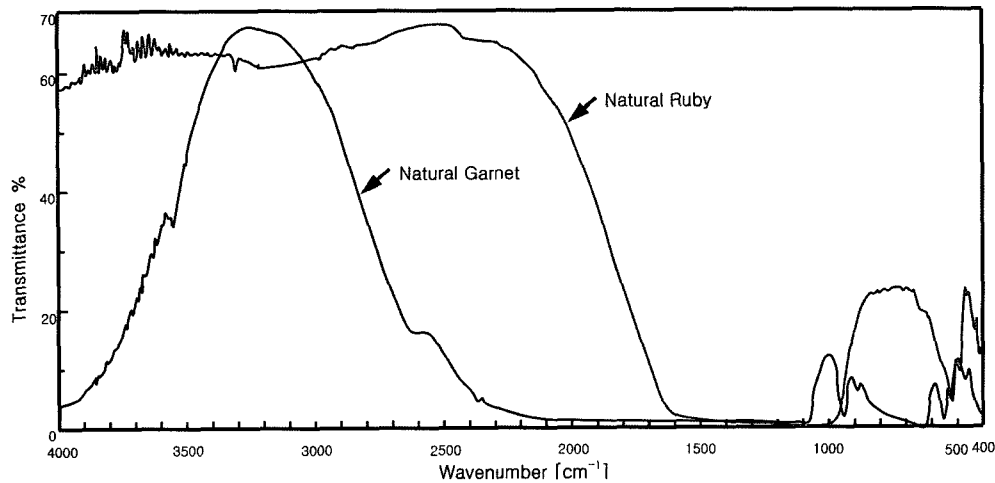


Fig. 5. IR transmission spectra of natural garnet and ruby.

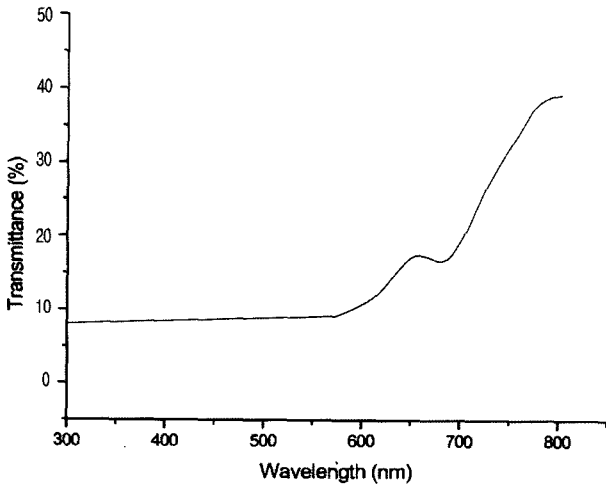


Fig. 6. Visible transmission spectra of natural garnet.

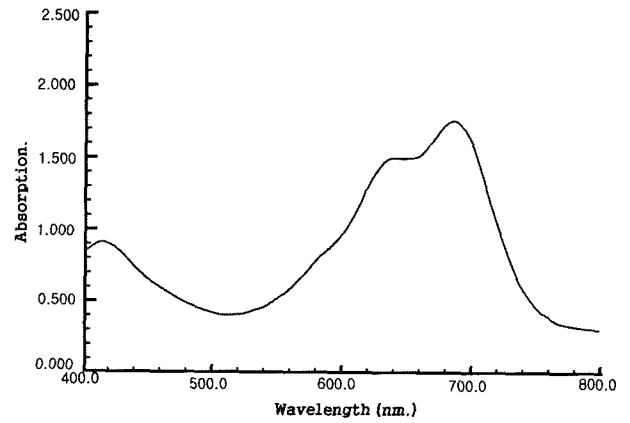


Fig. 7. Visible absorption spectra of HJH filter.

3.3. HJH 필터를 통한 루비와 가넷의 색 변화

외관검사로 구별이 어려운 루비와 가넷의 간단한 감별 방법을 연구 하여 HJH 필터를 자체 개발 하였다. Fig. 7은 HJH 필터를 가시광선 영역이 포함된 400 nm~800

nm 범위 영역에서 흡수도를 측정한 것으로써 410 nm와 680 nm 영역에 흡수대가 있음을 알 수 있다. 자외선 가시광선 분광분석의 실험결과를 보았을 때 Fig. 3에서와 같이 루비는 470 nm인 청색영역에서 투과가 있음을 알 수 있고 680 nm인 적색영역에서 강한 투과를 보여주고 있음을 알 수 있다.

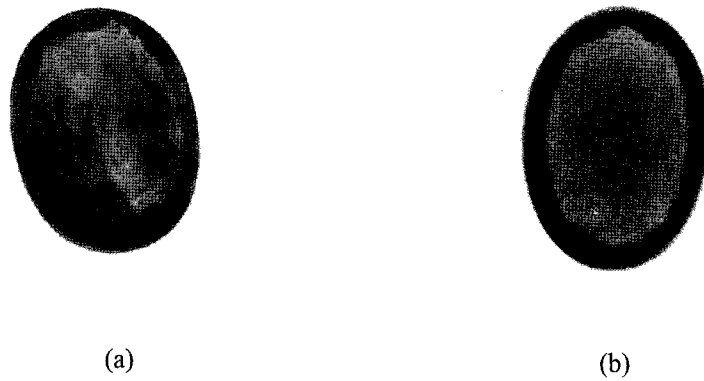


Fig. 8. Before use of HJH filter for ruby (a) and garnet (b).

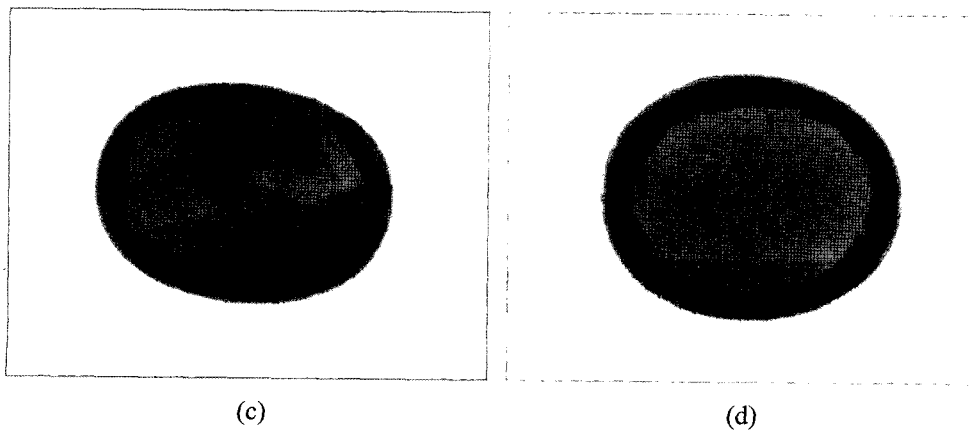


Fig. 9. After use of HJH filter for ruby (c) and garnet (d).

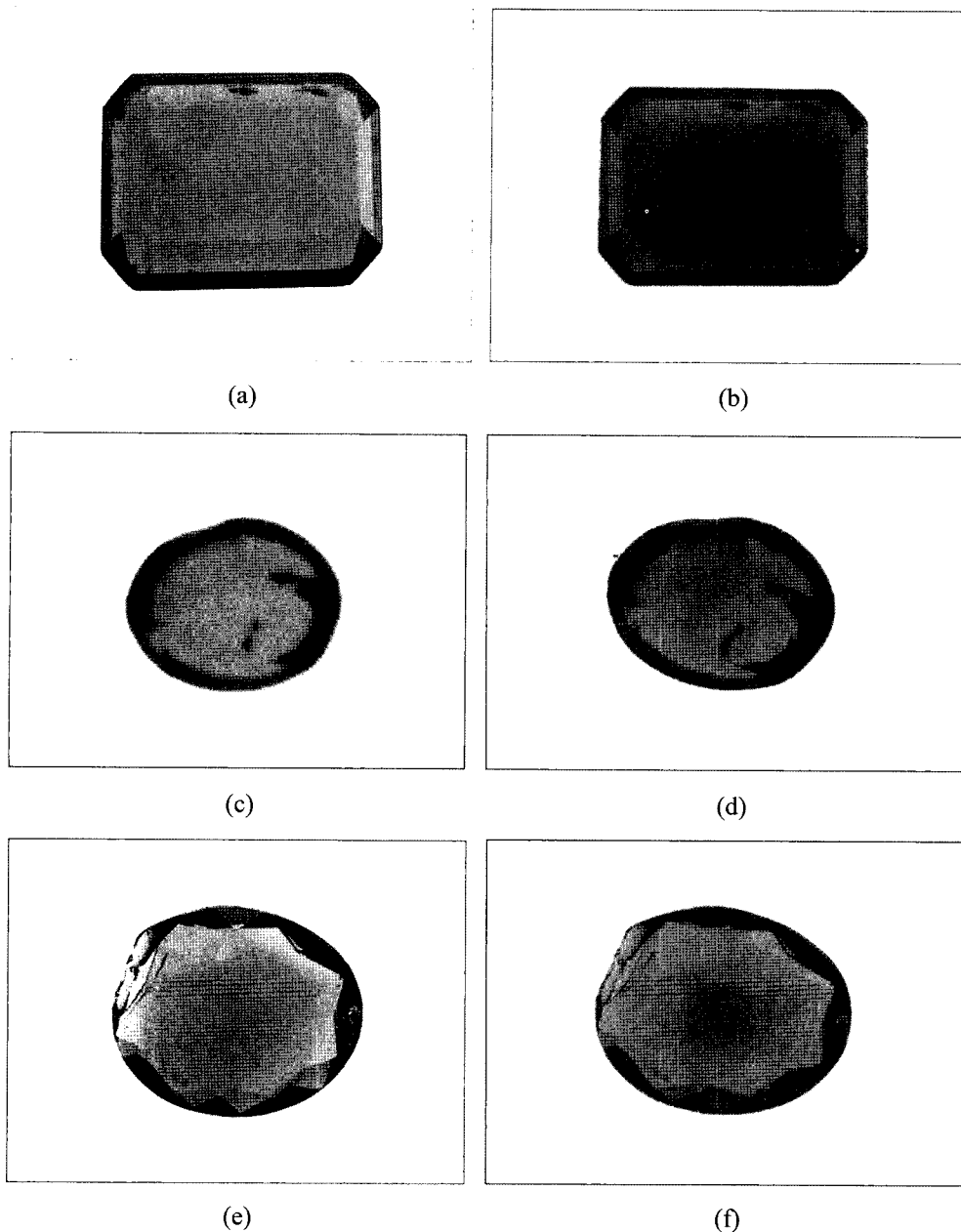


Fig. 10. Before used HJH filter of synthetic-ruby (a), spinel (c) and tourmaline (e) and after used HJH filter of synthetic ruby (b), spinel (d) and tourmaline (f).

결과적으로 Fig. 8와 같이 필터 사용 전에는 루비와 가넷은 적색계열로 구별이 쉽지 않았으나 HJH 필터를 통해 관찰시 Fig. 9(c)와 같이 루비는 적색을 흡수하고 청색을 투과해 청색을 관찰할 수 있었다. 그러나 가넷은 480 nm 영역에서 투과가 없어서 필터로 감별시 Fig. 9(d)의 사진에서와 같이 적색으로 관찰됨을 알 수 있다. 또한 적색보석 중에서 합성루비, 적색스피넬, 투어멀린을 실험관찰 하였는데 Fig. 10의 사진과 같이 합성루비는 청색을 뚜렷하게 관찰 할 수 있었고 투어멀린은 필터변화가 없었으며, 적색스피넬은 미세한 변화만 있었다. 결과적으로 HJH 필터를 사용하여 루비와 가넷 및 적색보

석의 확인검사를 신속하게 감별할 수 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

UV-VIS, FT-IR 등과 같은 첨단분석기기를 이용하여 적색보석으로 혼동하기 쉬운 루비와 가넷을 감별하는데 목적이 있다. 휴대성이 편한 필터를 연구 개발하여 간단하고 편리하게 감별할 수 있는 장비를 연구하다 보니 UV-VIS 검사에서 보석투과도 영역의 차이점을 이용하여 HJH 필터를 개발해서 필터를 청색영역에서는 흡수가 없

게 만들고 적색영역에서 흡수가 발생하도록 필터를 연구 하였다. 필터로 감별 시 루비는 청색의 색상이 필터를 통해서 보이고 가넷은 아무런 변화가 없음을 알 수 있다. 적색보석인 합성루비는 변화가 있었고 적색스피넬과 투 어덜린은 필터로 감별 할 때 크게 변화가 없음을 알 수 있었다. 이로 인해 필터로 루비와 가넷 및 적색보석을 간편하게 감별할 수 있음을 알았다.

참 고 문 헌

[1] R.T. Liddicoat, "Hand book of gem identification"

Gemological Institute of America Calif (1993) 132.

- [2] E. Fritsch and C.M. Stockton, "Infrared spectroscopy in gem identification", *Gems and Gemology* 25(1) (1987) 18.
- [3] F. Martin, H. Merigoux and P. Zecchini, "Reflectance infrared spectroscopy in gemology", *Gems and Gemology* 25(4) (1989) 226.
- [4] H. Kitawaki, "UV-VIS spectrophotometric identification of rubies", *Journal of the Gemological Society of Japan* 21(1-4) (1996) 20.