

$Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5}$ 의 혼합 결정내에 도핑된

Sm^{2+} (1%)의 광학적 성질

Optical properties and persistent spectral holeburning of

Sm^{2+} -ion doped in $Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5}$ mixed crystal

장기완, 김일곤, 박성태*, 정용화*, 이용일**, 김창대***

창원대학교 물리학과, *창원대학교 기초과학연구소, **창원대학교 화학과, ***목포대학교 물리학과

pst1929@chollian.net

결정 또는 유리와 같은 비정질 내에 불순물로 도핑된 희토류 이온들은 영구적 스펙트럼 홀 생성현상을 나타내며, 이러한 영구적 스펙트럼 홀 생성은 고 밀도 광 메모리의 응용 가능성 때문에 많은 관심을 받아 왔다. 영구적 스펙트럼 홀을 광 메모리 등에서와 같이 실질적인 응용을 위해서는 실온에서 영구적 스펙트럼 홀을 생성할 필요가 있는데 실온에서 영구적 홀을 생성하는 데에는 두 가지 어려운 점이 야기된다. 그 중에 하나는 비균질 선폭의 넓이는 거의 온도의 영향을 받지 않는 데 비하여 균질 선폭의 넓이는 온도에 따라서 증가하여 실온에서 $\Gamma_{inh}/\Gamma_{hole}$ 의 값이 작아 고밀도의 정보 저장을 하기가 어렵다는 점이며 둘째는 생성된 영구적 홀이 저온에 비하여 안정하지 않다는 점이다. 이러한 어려움을 해결하기 위해 혼합결정을 사용하여 비균질 선폭을 넓히고, Sm^{2+} 등과 같이 비교적 상온에서 안정적인 홀 생성을 유도하는 이온과 모체 물질과의 관련성 등에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다.

1991년에 Jaaniso 등이 $BaFCl$ 결정내에 도핑된 Sm^{2+} 에 대해 실온에서 영구적 스펙트럼 홀 생성을 처음으로 보고하였다. 본 연구에서는 결정의 비균질선폭을 넓히기 위하여 $Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5}$ 의 혼합 결정에 Sm^{2+} 을 도핑하여 이들의 광학적 특성과 실온 및 저온(100 K)에서 얻은 영구적 스펙트럼 홀 생성에 대하여 논하였다. $Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5}$ 혼합결정은 MgF_2 , $SrCl_2 \cdot 6H_2O$, $BrCl_2 \cdot 6H_2O$ 및 Sm_2O_3 를 화학당량적으로 혼합하여 알루미늄관내 1,100 °C의 수소기체 분위기에서 두시간 열처리를 하여 분말형태로 제조하였다. 제조된 시료를 Nd:YAG 레이저의 355 nm 빛을 사용하여 측정된 발광 스펙트럼은 제조된 $Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5}$ 혼합결정 속에 도핑된 이온이 Sm^{2+} 로 치환되어 있음을 나타냈다. 이러한 시료를 사용하여 실온과 저온에서 영구적 스펙트럼 홀 생성에 대한 특성을 연구하였다.

그림 1은 실온에서 $^5D_1 \rightarrow ^7F_0$ 천이에 대한 여기 스펙트럼과 이를 이용하여 얻은 영구적 스펙트럼 홀을 나타낸 것이다. 영구적 스펙트럼 홀을 얻기위하여 먼저 여기스펙트럼을 얻은 후에 영구적 스펙트럼을 만든 후에 다시 여기 스펙트럼을 얻어 이들의 차를 구한 것이 그림 1의 상단에 있는 그래프이다. 본 실험에서 사용한 시료의 $^5D_1 \rightarrow ^7F_0$ 천이에 대한 비균질 선폭은 33 cm^{-1} 이며, 실온에서 얻은 스펙트럼 홀의 선폭은 7 cm^{-1} 이다. 이는 본 시료를 사용할 경우에 실온에서 같은 자리에 약 5개의 영구적

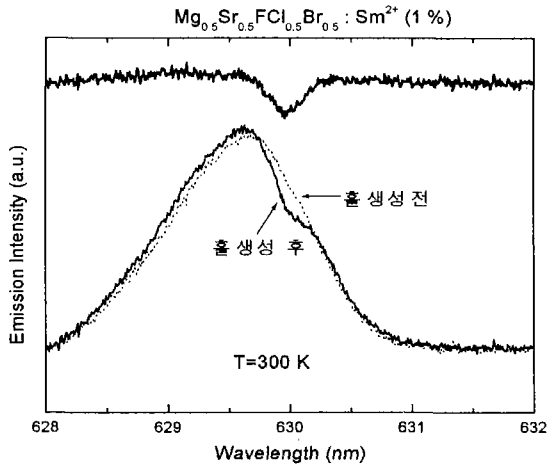


그림 1

생성(단색 스펙트럼 홀 생성)이 가능하였으며, 또한 $^5D_1 \rightarrow ^7F_0$ 천이에 해당하는 가변 색소 레이저와 Ar+레이저의 초록색 빛을 동시에 시료에 조사하여도 영구적 스펙트럼 홀을 생성(이색 스펙트럼 홀 생성)할 수가 있었다.

그림 2는 $Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5}$ 혼합 결정내에 도핑된 Sm^{2+} 이온의 $^5D_1 \rightarrow ^7F_0$ 천이에 대해 실온과 저온에서 단색 스펙트럼 홀 생성 방법과 이색 스펙트럼 홀 생성 방법에 의해 영구적 스펙트럼 홀을 생성하였을 때의 홀 생성 효율을 비교한 것이다. 그림 2에서 볼수 있듯이 실온에서는 전자의 방법이 후자의 방법에 비하여 효과적이었는데 비하여 100 K 부근의 저온에서는 정반대의 결과를 보였다. 이러한 결과는 현재까지 알려진바가 없으며, 본 연구진들에 의하여 처음으로 관측된 현상으로 이의 물리적 현상을 밝히기 위해서는 보다 많은 이론 및 실험적 연구가 수행되어야 한다고 사료된다.

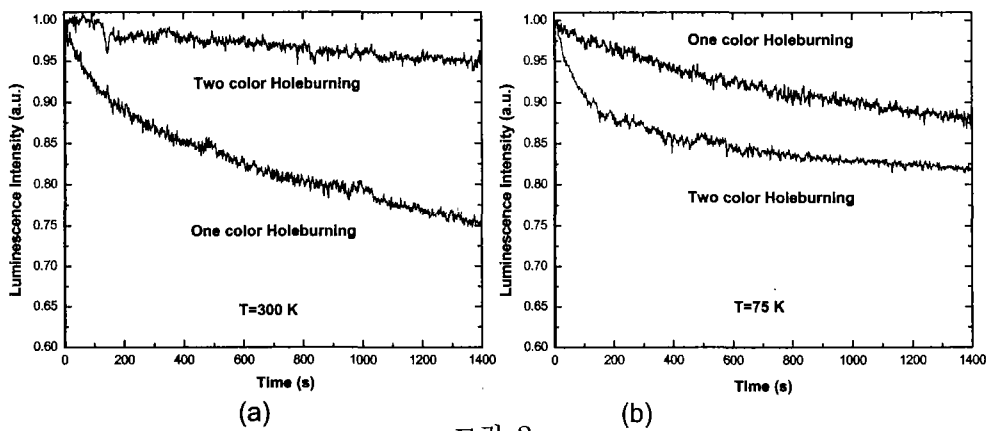


그림 2

이러한 연구결과는 혼합결정의 경우에도 여기과장의 빛만을 사용하여서도 실온에서 매우 안정된 영구적 스펙트럼 홀을 생성할 수 있음을 보였다. 본 연구에서 사용된 혼합결정의 결정도는 결정도가 매우 좋은 결정과 비정질인 유리의 중간정도에 해당하므로 이러한 혼합결정에서 얻어진 영구적 스펙트럼 홀 생성의 결과는 유리과 같은 비정질내에 도핑된 희토류 이온을 이용한 영구적 스펙트럼 생성 결과를 이해하는데 많은 도움이 되리라 사료된다.