

Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5} 혼합결정내에 도핑된 Sm²⁺의 광학적 성질 및 영구적 홀 생성

Optical Properties and Persistent Spectral Hole Burning of Sm²⁺ doped into Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5} Mixed Crystal

조현갑, 장기완*, 김일곤*, 조은진*, 박성태** 정용화** 서효진***

창원대학교 신소재 재료과정, *물리학과, **기초과학연구소, ***부경대학교 물리학과

kwjang@sarim.changwon.ac.kr

급속도로 발전하는 정보화사회는 정보저장 및 처리에 있어서 고밀도, 대용량의 정보저장 매체를 요구한다. 따라서 3 차원적인 정보저장을 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 영구적 홀 생성을 이용한 정보의 저장 및 처리도 활발히 연구되고 있는 분야 중의 하나이다. 실질적으로 응용에 필요한 실온에서의 영구적 스펙트럼 홀 생성은 희토류 금속이 첨가된 유리나 결정에서 관측되고 있는데, 이는 대부분 +2가 형태로 주입된 희토류 금속의 광학적 성질을 이용하는 것이다. +3가로 주입된 희토류 금속이온을 +2가의 이온상태로 바꾸기 위해선 환원을 시켜야 한다. 기존의 환원방법은 수소 분위기에서 열처리를 하는 것이나 본 연구에서는 공기 중에서 제조된 Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5} 혼합결정에 도핑된 Sm³⁺를 X-ray를 조사함으로써 +2가 이온으로 환원시키는데 성공하였으며 수소처리한 시료와 X-ray를 조사한 시료를 사용하여 영구적 스펙트럼 홀 생성 실험을 수행함으로써 두 시료간의 광학적 특성을 비교 연구 하였다.

표 1 열처리 및 제조방법에 따른 시료 분류

	A	B
시료	Mg _{0.5} Sr _{0.5} FCl _{0.5} Br _{0.5} :Sm ²⁺	Mg _{0.5} Sr _{0.5} FCl _{0.5} Br _{0.5} :Sm ³⁺
열처리	수소분위기(1100°C)	공기 분위기(1100°C)
X선 조사	×	○

본 실험에 사용된 시료를 표 1에 나타내었으며, A 시료는 1100°C, 수소 분위기에서 Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5} 혼합결정⁽¹⁾을 제작한 것이며, B 시료는 Mg_{0.5}Sr_{0.5}FCl_{0.5}Br_{0.5}에 Sm³⁺를 도핑한 후에 X-ray를 조사시킨 시료이다. A, B시료는 MgF₂, SrCl₂·6H₂O,

SrBr₂·H₂O 및 Sm₂O₃를 화학당량적으로 혼합하여 전기로에 넣고 A시료는 수소분위기에서 1100°C까지 열처리하여 제조되었으며, B시료는 공기 중에서 열처리한 후에 X-ray를 조사시킨 시료이다. 두 시료의 광학적 특성을 조사하기 위해 Ar-이온 레이저의 488 nm로 여기시켜 발광스펙트럼(Photo Luminescence; P.L.)을 측정하였으며, 발광 스펙트럼을 특성 이용하여 영구적 홀 생성 실험을 수행하였다. 홀 생성 실험은 시료가 분말형태로 제조되어 Ar-이온레이저의 514.5 nm와 C.W. 색소 레이저로 시료를 여기시켜 시료에서 나오는 발광 스펙트럼의 변화를 이용하였다. 홀 생성 실험은 단색 홀 생성법(one colour holeburning)과 이색 홀 생성법(two colour holeburning)을 이용하였다. 후자의 방법에서는 gating 빔으로는 Ar-이온레이저의 514.5 nm가 사용되었으며 여기 스펙트럼을 측정하는데는 Ar-이온레이저로 발진시킨 색소 레이저를 이용하였다. 단색 홀 생성 및 이색 홀 생성 실험에서 홀 생성 시간은 모두 10분이었으며, 생성된 홀은 514.5 nm 파장을 이용하여 15분간 조사하여 지울 수 있었다.

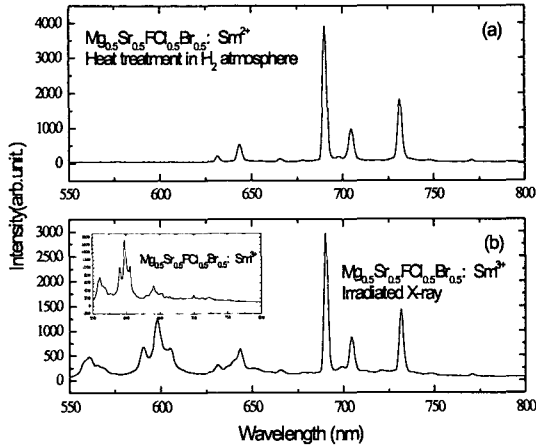


그림 1 PL스펙트럼 (a) A시료에 대한 PL스펙트럼 (b)B 시료에 대한 X-ray조사 전 후의 PL스펙트럼

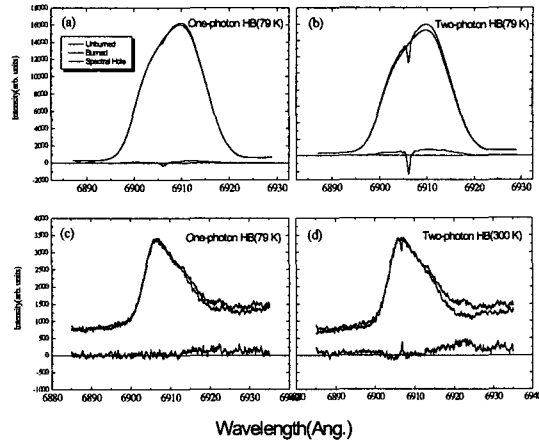


그림 2 (a),(b) A 시료에 대한 저온 홀생성 (c),(d) B 시료에 대한 저온 홀생성

그림 1은 실험에 사용된 시료에 대한 발광 스펙트럼을 나타낸 것이며, 그림 1(a)는 수소분위기에서 열처리한 시료 A에 대한 Sm^{2+} 의 발광 스펙트럼이다. 그림 1(b)에서 그래프안 왼쪽에 삽입된 그래프는 Sm^{2+} 의 발광과 비교를 위해 Sm^{3+} 의 발광스펙트럼을 나타낸 것이며, X-선 조사에 의한 광 이온화 과정에 의해 Sm^{2+} 로 환원된 것을 그림 1.(b)에 나타내었다. 이를 그림 1 (a)와 비교해 볼 때 Sm^{3+} 에 의한 발광스펙트럼들이 있음을 확인할 수 있다. 그림 2는 본 연구에 사용된 시료에 대해 $^5D_0 \rightarrow ^7F_2$ 천이의 PL 세기를 관측하면서 $^7F_0 \rightarrow ^5D_0$ 천이의 여기 스펙트럼을 측정하여 영구적 스펙트럼 홀 생성 실험을 수행한 것이다.

그림 2(a)에서 A시료는 저온에서 단색 홀 생성 방법에 의해서 영구적 홀생성이 관측되지만, B 시료의 경우에는 이색 홀 생성 방법에 의해서만 영구적 홀 생성이 관측되고 단색 홀 생성 방법에 의해서는 생성되지 않음을 알 수 있다. 이는 본 연구에서 사용된 두 시료에 대해 영구적 홀 생성과정이 서로 다르다는 사실을 의미하며, X-선의 조사 및 수소 분위기에서의 열처리 과정에서 생기는 결함들이 영구적 홀 생성에 미치는 영향에 대해 좀 더 많은 연구가 진행되어야 원인이 규명될 것으로 사료된다. 한편, 시료 A와 B시료에 대해서 실온에서 같은 종류의 실험을 한 결과 B시료의 경우에는 상온에서도 단색 홀 생성법에 의해서 영구적 스펙트럼 홀이 생성되지 않았다. 이러한 현상은 Sm^{2+} 로 환원되지 않고 시료내에 남아있는 Sm^{3+} 들이 영구적 스펙트럼 홀의 생성에 큰 영향을 미친다고 사료되며, 이의 정확한 원인 규명을 위해서 연구를 지속 중에 있다.

본 연구는 학술진흥재단의 중점연구소 지원사업(KRF 2000-005-Y00071)에 의해 수행되었음.

참고문헌

[1] Kiwan Jang, I. G. Kim, H. J. Seo, B. K. Moon, H. S. Bae, B. Y. Yu, J. I. Lee, C. H. Pyun and C. H. Kim, J. Phys. Soc. Jpn., vol. 70, no. 11, pp. 3428-3431, 2001.

T
B