$SrCl_2$:Yb^{2+}結晶の蛍光およびシンチレーション特性

Photoluminescence and scintillation properties of $SrCl_2$:Yb^{2+} crystals

東北大院工 [1]，奈良先端大 [2]　○(M1) 関根大 [1]，藤本裕 [1]，越水正典 [1]，中内大介 [2]，
柳田健之 [2]，浅井圭介 [1]
Tohoku Univ. [1], NAIST [2], ○Dai Sekine[1], Yutaka Fujimoto[1], Masanori Koshimizu[1],
Daisuke Nakauchi[2], Takayuki Yanagida[2], and Keisuke Asai[1]
E-mail: dai.sekine.q6@dc. tohoku.ac.jp

放射線計測に用いられるシンチレータが実用上満たすべき要件として，発光量およびエネルギー分解能の高さが挙げられる．これを満たすための方途として主流となっているものの一つが，ハロゲン化物を母材とした Eu^{2+}の 5d–4f 遷移の利用である．中でも，SrI_2:Eu^{2+}では，高い発光量(~80,000 photons/MeV)と優れたエネルギー分解能(~2.7%)[1]が得られており，大いに注目されている．一方，Dorenbos らは，Eu^{2+}以外で 5d–4f 遷移を示す新しい蛍光中心として Yb^{2+}を取り上げ，特に SrI_2:Yb^{2+}結晶が高い発光量(~39,000 photons/MeV)を示すことを見出している[2]．本研究では，Yb^{2+}の 5d–4f 遷移による発光の有用性に関する知見をさらに深めるべく，Yb^{2+}添加 $SrCl_2$ 結晶を作製し，その蛍光およびシンチレーション特性と，それらの Yb^{2+}濃度依存性について調べた．

試料作製には $SrCl_2$・$6H_2O$(99.9%) 及び $YbCl_3$・$6H_2O$(99.9%)を出発原料に用いた．これらを量論比で混合し，真空中で 300–500℃に加熱して 24 h 脱水したのち，石英アンプル管中に封入して Bridgman 法で結晶育成を行った．得られた結晶を切断・研磨した後，フォトルミネッセンス(PL)スペクトル，X 線ラジオルミネッセンス(XRL)スペクトル，シンチレーション減衰プロファイル，およびγ線照射波高スペクトルを測定した．

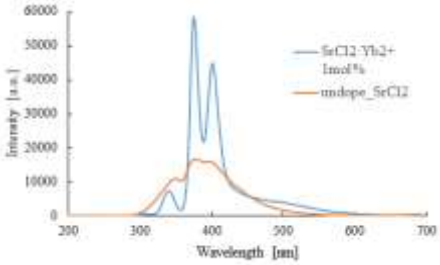

Fig.1 XRL spectrum of $SrCl_2$:Yb (1.0 mol%) crystal.

Fig.1 に $SrCl_2$:Yb(1 mol%添加)結晶および無添加の $SrCl_2$ 結晶の XRL スペクトルを示す．Yb^{2+}添加結晶では 375 nm と 400 nm 付近にピークを有する強い発光帯が確認された．前者は，$Yb^{2+}4f^{13}5d \rightarrow 4f^{14}$ 遷移のうちのスピン許容に，後者はスピン禁制に，それぞれ対応する発光として同定可能である[3]．一方，無添加 $SrCl_2$ 結晶では 300–500 nm にブロードな発光帯が観測された．Yb^{2+}添加結晶にみられる 330 nm 付近の小さなピークは，この発光帯と出自を同じくするホスト結晶由来のものと考えられる．Fig.2 に ^{137}Cs-γ 線照射波高スペクトルを示す．400 ch 付近に ^{137}Cs の 662 keV ガンマ線による光電吸収ピークが観測された．NaI:Tl との比較により $SrCl_2$:Yb^{2+}の発光量を推算すると，1 mol%添加結晶で最も発光量が大きく，その値は約 50,000 photons/MeV であった．

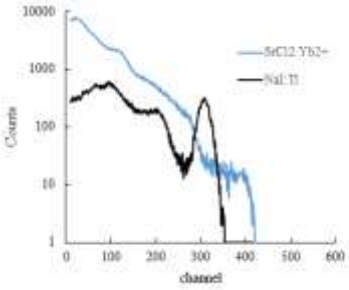

Fig.2 ^{137}Cs-gamma-ray irradiated pulse-height spectra for 1 mol% $SrCl_2$:Yb^{2+} crystal.

[1] N. J. Cherepy *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **92**, 083508 (2008).
[2] P. Dorenbos *et al.*, *Optical Materials*, **37**, 382 (2014).
[3] C. Wickleder *et al.*, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **18**, 13196 (2016).

© 2017年 応用物理学会