

研究テーマ (和文) AB		共晶体ファイバー構造を応用した、サブマイクロ分解能中性子線カメラの開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of sub-micron special resolution neutron camera using eutectic fiber structure			
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓)カマダ	名)ケイ	研究期間 B	20 ~ 20 年
	漢字 CB	鎌田	圭	報告年度 YR	2014年
	ローマ字 CZ	Kamada	Kei	研究機関名	東北大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東北大学未来科学技術共同研究センター・准教授			
概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)					
【緒言】					
<p>中性子検出器には、主に³Heガスシンチレーション比例計数管が用いられている。しかし、近年の³Heの供給不足を受け³Heを必要としない中性子検出器の開発が急務となっている。中性子の検出は、熱中性子との反応断面積の大きい³He、⁶Li、¹⁰B、¹⁵⁷Gd等の元素が利用され、熱中性子から発光中心へのエネルギーの伝達によるシンチレーションを計測することにより行われる。現在、熱中性子に対して高い発光量を示すLiCaAlF₆(LICAF)等のLi含有固体シンチレータの利用が有望であることが報告されている。また、二元系共晶体は、一方の相の体積比が30%以下の際にロッド状構造をとることが知られている。二つの相に大きな屈折率差が存在するとき、シンチレーション光が屈折率の高い相の内部を全反射し、高い空間分解能につながることを報告されている。本研究では、Liリッチかつ柱状構造を有する共晶体を利用した中性子イメージングの高解像度化に向けて、二元系共晶体LiF/LiGdF₄、Li₃AlF₆/Eu:CaF₂および三元系共晶体LiF/CaF₂/LiBaF₃シンチレータの育成を行い、共晶体構造の観察およびシンチレータ特性の評価を行った。</p>					
【結晶育成】					
<p>共晶体として、ロッド状構造をとる各共晶体をマイクロ引き下げ法により育成した。純度99.99%の各粉末を原料として用い、共晶点での育成を行った。Ar/CF₄混合ガス雰囲気下(Ar:CF₄ = 9:1)、白金線をシードとして、引き下げ速度を0.05-1.50 mm/minとした。試料は光学、シンチレータ特性、結晶構造について分析、評価を行った。</p>					
【結果・考察】					
<p>LiF/LiGdF₄共晶体ではマトリックス光導波型共晶体構造は得られたものの、シンチレーション光を検出できなかった。Li₃AlF₆/Eu:CaF₂共晶体では、CaF₂相がロッド相となる共晶体構造が得られ、発光波長420nmにおいて既存のLiガラスシンチレータと同程度の6000photon/MeVの発光量が得られた。しかしながら、Li₃AlF₆相育における融点下での一次相転移成のため、光導波型構造は得られなかった。一方、三元系共晶体であるLiF/CaF₂/LiBaF₃に共晶体作製を行ったところ、3-5μm径のCaF₂ロッド相がLiF、LiBaF₃相に囲まれた規則構造が得られ、光導波型共晶体構造となっていることを確認した。さらに、発光波長420nmにおいて既存のLiガラスシンチレータを上回る6000photon/MeVの発光量を確認した。以上の光導波型三元系共晶体シンチレータに関する研究成果は、世界に先駆け論文文化している。本研究開発により、中性子イメージングに向けた、光導波型共晶体の開発に成功した。今後、得られた共晶体を用いて中性子イメージングに関する評価、発光特性等について検討する計画である。</p>					
キーワード FA	eutectic		Scintillator	Micro-pulling down	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 G B	Growth and Luminescence Properties of Ce and Ca co-doped LiGdF ₄ -LiF Eutectic Scintillator”							
	著者名 G A	Hishinuma Kosuke, Kei Kamada , Shunsuke Kurosawa, Shotaro Suzuki, Akihiro Yamaji, Yuui Yokota, Akira Yoshikawa	雑誌名 G C	Key Engineering Materials					
	ページ G F	96~103	発行年 G E	2	0	1	4	巻号 G D	616
雑誌	論文標題 G B	LiF/CaF ₂ /LiBaF ₃ ternary fluoride eutectic scintillator							
	著者名 G A	K. Hishinuma, K. Kamada, S. Kurosawa, A. kihiro Yamaji Y. Ohashi,, Y. Yokota, A. Yoshikawa	雑誌名 G C	Jpn. J. Appl. Phys.					
	ページ G F	04DH04~04DH07	発行年 G E	2	0	1	5	巻号 G D	54
雑誌	論文標題 GB								
	著者名 GA		雑誌名 GC						
	ページ GF	~	発行年 GE					巻号 GD	

欧文概要 EZ

Up to now, most of the thermal neutron detectors are the ³He gas counters with high thermal neutron cross section and low background gamma-ray sensitivity. However, the recent demand for ³He gas highly exceeds its supply because an use of neutron detectors for national security and oil logging applications increased. The research-and-development efforts in alternative neutron detection technology have been done. This huge discrepancy between the demand and supply motivates us to develop novel thermal neutron scintillators which would replace the contemporary ³He based systems. As a candidate for novel neutron detectors, ⁶Li containing scintillators such Eu or Ce doped LiCaAlF₆ single crystals has been attractive because of its high absorption cross section for neutron and lower sensitivity for gamma-ray. However Li content is limited by the chemical formula in single crystals and can't be increased.

In this study, Li containing binary eutectics of LiF/LiGdF₄ and Li₃AlF₆/Eu:CaF₂, and ternary eutectic of LiF/CaF₂/LiBaF₃ doped with Eu were explored. These eutectics were prepared by the μ-PD method. The rod-shaped sample with a length of 50-100mm and a diameter of 2 mm was prepared. The light yield of Eu doped CaF₂/Li₃AlF₆ and LiF/CaF₂/LiBaF₃ eutectics were around 10000 and 7000 ph/n, respectively. The important advantage of eutectic scintillators is higher Li content than that of conventional neutron scintillators like Li-glass, Eu:LiI, LiFIZnS. The interest in this study is not only to increase Li content but also the possible design for high resolution neutron imager using the directionally solidified eutectic (DSE) system coupled with high resolution photo detectors. In addition, here we propose submicron-diameter phase-separated scintillator fibers (PSSFs) with both the properties of an optical fiber and a capability of neutron-to-light conversion. The PSSFs were fabricated as a DSE system. In the ternary eutectic of LiF/CaF₂/LiBaF₃ doped with Eu, luminescent fiber phases of Eu:CaF₂ formed as matrix phase of LiF and LiBaF₃ phase formed fiber phase in DSE system and optical fiber like structure was obtained. Using ternary eutectic of LiF/CaF₂/LiBaF₃, higher position resolution can be expected.