

【研究テーマ】

金属ハライド ナノ結晶の荷電粒子検出器への応用

【研究代表者及び分担者】

代表者

理工学専攻・助教・浅田 拓志

分担者

原子力・エネルギー安全工学専攻・准教授・玉川 洋一

高エネルギー加速器研究機構・名誉教授・小林 正明

高エネルギー加速器研究機構・名誉教授・杉本 章二郎

若狭湾エネルギー研究センター・研究員・久米 恭

【研究成果の概要】

1. 研究の背景と目的

低温基板上に CsPbX_3 ($\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}$) を蒸着して作成したナノ結晶薄膜は、強光励起すると励起子超放射により通常が多結晶薄膜やバルク単結晶に比べて1桁以上も強く発光する。(図1) さらに、室温においても誘導放射する。(図2) 荷電粒子の検出に、この誘導放射光を利用することを着想した。誘導放射光は、非常に強く、さらに従来のシンチレータの減衰時間(数 ns 以上)より2桁以上も短い数 10 ps 以下と非常に短い発光である。そのため時間分解能に優れ、さらには誘導発光のありように依っては、粒子の飛来方向も検出できるシンチレータの実現の可能性もでてくる。

本研究では、シンチレータとして用いるために必要な厚い試料を作製することが目的である。例えば ^{241}Am 線源からの α 線を膜内で止めるためには約 $30\ \mu\text{m}$ の厚さが必要である。

2. 試料の作製法

これまでの研究で、次の方法で作成したナノ結晶薄膜から誘導放射が起きることがわかっている。

(a) 液体窒素で冷却した基板に蒸着し、アモルファス状態の CsPbX_3 薄膜を作る。

(b) 蒸着後に基板温度を室温まで上げ、結晶化させる。

以上の操作で作った薄膜から誘導放射光が得られることから、今回は次の2つの方法を用いて CsPbCl_3 試料の作製を試みた。

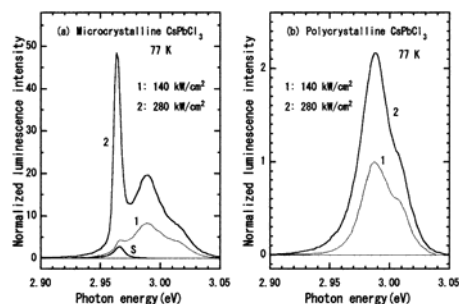


図1 発光の結晶サイズ依存性

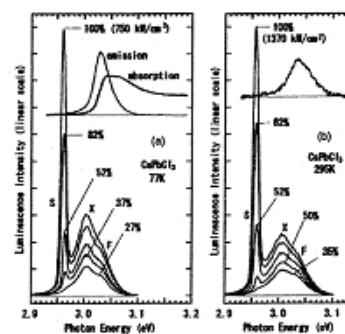


図2 発光の温度依存性

- (1) 多くの蒸着物質を入れられるように、蒸着源にるつぼを用いるバスケットヒーターに変え、従来通りの作成法で蒸着膜を作る。(蒸着装置は、これまで用いた装置と異なる異なる)
- (2) 液体窒素中に浸したアルミ製容器に CsPbCl₃ 融液を流して、微結晶粉末を作り、錠剤にして測定した。

3. 実験結果

(1) 蒸着量を増やすために、蒸着源と基板の間隔を縮めてみたが、基板を液体窒素で冷却していてもヒーターからの減幅射の影響で蒸着時に結晶化してしまったため、あまり近づけることはできなかった。図3は N₂ レーザーからの励起光強度を増加させたときの発光スペクトルである。2.96 eV 付近に強い発光が見られるが、これはフォノンの非弾性散乱による発光で、誘導発光にはいたっていない。これは、結晶性が良くないためだと考えられる。膜厚を厚くすると、基板を室温に戻したとき、剥がれや

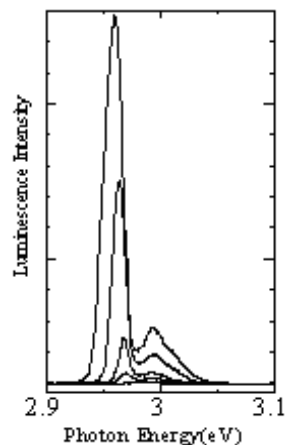


図3 発光スペクトル

すくなるので、この点を改善する必要がある。

(2) 錠剤にした粉末試料にカーボン粒子線を照射した時の実験装置の概略を図4に示し、図5にその発光スペクトルを示す。発光のピークは 2.85eV と低エネルギー側に現れている。これは基礎吸収端に発光が重なってしまったために、高エネルギー側での発光が吸収されたためである。

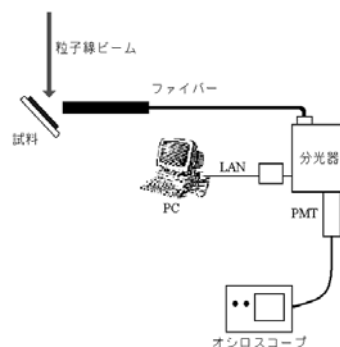


図4 粒子線照射時の装置概略図

今回、作製した膜や錠剤に N₂ レーザーや粒子線ビーム照射をおこなったが、誘導発光の発生を確認できなかった。しかし今回用いた方法の問題点を明らかにすることができ、その改善方法の方向を見いだすことができた。詳細については報告会で述べる。

【配分額及び経費の支出額内訳】

配分額	██████	円
支出額	██████	円
	██████	円
	████████████████████	円
	████████████████████	円
	████████████████████	円
	██████	円

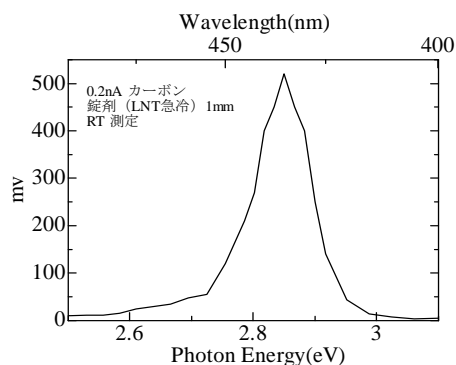


図5 粒子線照射による発光スペクトル