

[H27-4]

高エネルギーC60衝突によるサファイアからの発光特性と阻止能決定 MEASUREMENT OF LUMINESCENCE FROM ALUMINA INDUCED BY FAST CARBON CLUSTER IONS

柴田裕実^{#A)}, 斎藤勇一^{B)}, 鳴海一雅^{B)}, 千葉敦也^{B)}, 山田圭介^{B)}
Hiromi Shibata^{#A)}, Yuichi Saitoh^{B)}, Kazumasa Narumi^{B)}, Atusya Chiba^{B)}, Keisuke Ymada^{B)}
^{A)} ISIR, Osaka University
^{B)} TARRI, QST

Abstract

We report recent results of luminescence measurement from alumina target irradiated with 0.5~2.0 MeV/atom carbon cluster ions. We investigate the relation between the luminescent intensities and the stopping power. The experimental results show the same tendency as the calculation of stopping power theory and exist between unity and the value for the united atom of the cluster ion. This suggests that luminescence caused by irradiation defects directly relates the stopping power of incident cluster ion.

Keyword: fast carbon cluster ion, alumina, sapphire, luminescence, F⁺-center, stopping power

1. はじめに

本研究では高速（高エネルギー）クラスターイオンと固体との相互作用を表面状態にほとんど依存しない発光現象を観測することで調べる。クラスターイオンの照射効果を阻止能との関連において説明することを目的とする。

2. 実験

炭素クラスターイオンとアルミナ（ α -Al₂O₃）標的との衝突で誘起される発光を、時間分解マルチチャンネル分光器を用いて測定した。TIARA の 3 MV タンデム静電加速器からのエネルギー 0.25 ~ 3.0 MeV/atom (21 ~ 252 keV/u) の C₁⁺ ~ C₈⁺ イオンを用いた。ビーム径は 3mmφ、ビーム電流は C₁⁺ で 2.5nA、C₈⁺ で 40pA 程度である。試料には α -アルミナ（サファイア）を用いた。

3. 結果及び考察

大きな発光のピークが二つ見られ、326 nm は F⁺ 中心、411 nm は F 中心からの発光で、発光強度はイオンビーム照射と同時に次第に増加し、最大値に達してからゆっくりと減少する。これまでに F⁺ 中心の発光量について、入射クラスターイオンのエネルギーとクラスターサイズの依存性を調べた。クラスター効果を記述する量として、 n 個のクラスターイオンの反応収量 I_n を 1 個当たりの反応収量を n 倍したものの比 $R_n (= I(n) / nI(1))$ がよく使われる。図 1 に 0.5~2.0 MeV/atom での C₁⁺ イオン照射下の F⁺ 中心の発光量を 1 とし、各エネルギーでの発光量をクラスターサイズ n で割った値を図に示した。いずれのエネルギーでも、発光量はクラスターサイズが大きくなるにつれて増加する。クラスターサイズに対応して線形的に増加した場合、比例係数は 1 であり、0.5、1.0MeV/atom の場合はサブリニアな関係になっている。

クラスターを一つの融合した原子と考えて阻止能の R_n を計算した場合、以下の式になる。

$$R_n = n \left(\frac{1 - \exp(-v/(nZ_1)^{2/3}v_0)}{1 - \exp(-v/Z_1^{2/3}v_0)} \right)^2,$$

ここで v は入射融合核イオンの速度、 v_0 はボーア速度、 Z_1 は入射融合核イオンの核電荷で、その値を図 1 中の連続線で示す。両者を比較すると、実験値と理論値は同じような傾向を示しており、その値はエネルギーとクラスターサイズでかなりの相違があるものの発光と阻止能の間に直接的な関係があると考えられる。

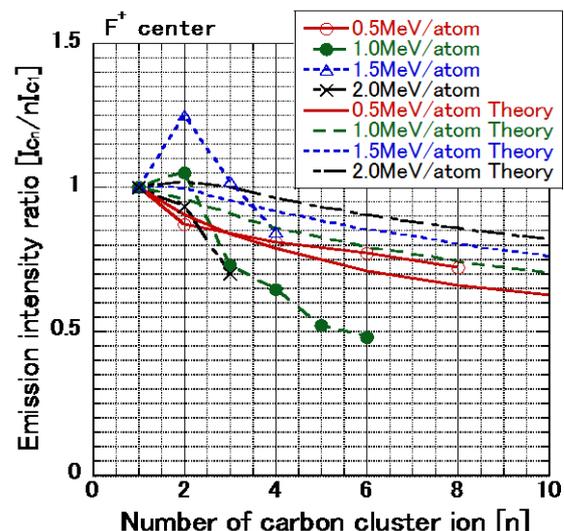


Fig.1. The ratios of intensities of luminescence from F⁺ center of alumina (sapphire) target irradiated with 0.5 ~ 2.0 MeV/atom C₂⁺ ~ C₈⁺ projectiles to that for C₁⁺ ions in each energy indicate with circle, triangle and cross symbols. Dashed and dotted lines show the theoretical stopping power calculation for the united atom of projectile.

参考文献

1) P.Sigmund, I.S.Bitensky, J.Jensen, Meth. Phys. Res. B 112 (1996) 1.