

液体ブランケットセラミックコーティングのイオンビーム誘起蛍光 Ion-beam induced luminescence of ceramics coating for liquid blanket systems

加藤太治、坂上裕之、田中照也、菱沼良光、村上泉、室賀健夫、相良明男、櫻井誠¹⁾
D. Kato et al.

核融合研、¹⁾神戸大
NIFS, ¹⁾Kobe Univ.

1. はじめに

液体金属リチウムとバナジウム合金を用いたLi/V合金ブランケットシステムでは、バナジウム合金の配管を流れる液体リチウムの電磁流体力学的な圧力損失を抑制する配管内壁の電気絶縁被膜材料として、ブランケットシステムの運転温度（約600℃）で液体リチウムとの共存性が比較的優れている酸化エルビウム（Er₂O₃）が採用されている。また、同被膜は、トリチウム透過障壁としても優れた性能を有することが分かってきた。我々は、Er₂O₃結晶の格子欠陥の評価に用いるために、計測システムが比較的簡便な可視域のイオンビーム誘起蛍光の特性を研究している。

2. 実験

本実験は、大強度イオン源と高電離多価イオン源から引き出したイオンビームを用いて行っている。大強度イオン源からは、10~100 kVの加速電圧で、マイクロアンペア程度の1価イオンを引き出して照射することができる。その場合、入射イオンのキネティックな阻止能による格子欠陥と電子励起、及び発光が標的試料表面で生じ、過渡的な格子欠陥による発光スペクトルの変化を実験的に研究することができる。一方、神戸大学との共同研究で、電子ビームイオン源（Electron Beam Ion Source: EBIS）を用いた高電離多価イオンの照射実験を行っている。神戸EBISでは、アルゴンの12価くらいまでの高電離多価イオンをナノアンペア程度引き出して低速で試料に照射することができる。この場合、多価イオンの大きなポテンシャルエネルギーが標的表面のナノサイズの領域に散逸され、その一部が表面スパッタリングや二次電子放出、及び発光に消費される。1価イオン照射とは異なるメカニズムによって発光が生じるため、まず、入射多価イオンのポテンシャルエネルギー散逸によるイオンビーム誘起蛍光の特性を理解することを目的とした実験を行って

いる。

今回は、Er₂O₃の焼結材（TEP Corporation）、及び有機金属気相成長法（Metal Organic Chemical Vapor Deposition: MOCVD）によりSUS316基板上に作成した500~600nm厚程度の被覆材を用いて照射実験を行った。

3. 結果と考察

アルゴンの1価イオンを33keVのエネルギーで焼結材に照射した結果、640-690nm付近に酸化物結晶（発光体はEr³⁺カチオン）からの強い誘起蛍光が観測され、500-570nm付近には、スパッタリングの影響によると思われる2つのブロードな青色発光が観測された。この青色発光は、Er金属バルク標的の場合にも確認された。一方、スパッタリングを生じにくい水素イオン照射の場合には観測されず、同波長領域には酸化物結晶からの蛍光が観測された。640-690nm付近の蛍光強度は、イオン照射量とともに減衰する傾向がみられ、スパッタリング効果を考慮した理論モデルで見積もった損傷量と明らかな相関があることが分かった。ただし、この理論モデルによって発光強度の減衰を定量的に再現するには、アルゴンによるスパッタリング収量の値を、SRIMコードによる予測値よりも大幅に小さく仮定する必要があることが分かった。

神戸EBISからのアルゴン多価イオン（8~12価）を3kVの加速電圧で、SUS基板上のコーティング材（MOCVD）に照射した結果、入射イオン1個当たりの600-700nmの波長領域における発光収率が、イオン価数とともに急激に増加することが確認された。この結果は、入射イオンのキネティックな電子阻止能（入射エネルギーの平方根に比例）よりも、多価イオンのポテンシャルエネルギーの散逸による効果で発光が起こっていることを示唆している。

以上、詳細についてはポスターで発表する。