

パルス大強度相対論的電子ビーム照射による NaCl 単結晶の 点欠陥生成における入射エネルギー依存性

Incident energy dependence of point defects formation in NaCl single crystals irradiated
by pulsed intense relativistic electron beams

○鳥羽 瞭太¹、菊池 崇志²、今田 剛^{1,3}、末松 久幸¹、中山 忠親¹、鈴木 常生²、
新原 皓一²(1. 長岡技術大学極限セ、2. 長岡技大工、3. 新潟工科大工)

○R. Toba¹, T. Kikuchi², G. Imada^{1,3}, H. Suematsu¹, T. Nakayama¹, T. Suzuki² and K. Nihara²

(1. Extreme Energy-Density Research Institute, Nagaoka University of Technology,

2. Department of Nuclear System Safety Engineering, Nagaoka University of Technology,

3. Niigata Institute of Technology)

E-mail: r_toba@etigo.nagaokaut.ac.jp

1. 背景

放射線により誘起されるアルカリハライドの色中心は古くから研究されており、MeV オーダーの電子線は点欠陥のみ形成することが知られている。この特徴は基礎研究に重要であるが、多くの場合、電子線源として直流加速器が使われている。現在、惑星探査に NaCl の電子線照射のデータが必要である¹⁾。しかし、惑星の磁気パルスは周期性をもつため、直流加速器照射では再現が難しい。そのため、本研究パルス大強度相対論的電子ビーム(PIREB)を用いて NaCl の色中心を測定することにより PIREB 照射によって生じる欠陥密度の評価を行った。

2. 実験方法

PIREB 発生装置には ETIGO-III を用いた²⁾。ETIGO-III は電子ビームダイオードから 2MeV の電子が電界により放出され、3つの加速セルによりそれぞれ 2MeV ずつ加速される線形誘導型加速器である。試料として、NaCl 単結晶 10×10×1mm を 12 枚重ねたものを 1 サンプルとして用いた。4.8MeV の電子線を ETIGO-III により照射を行った。照射後、可視・紫外分光法により光学測定を行い吸収係数の測定を行った。測定結果を用いて Smakula の式³⁾より F 中心密度を求めた。

$$N_f = 1.06 \times 10^{16} K_m H_{ev} / f,$$

ここで、 N_f :F 中心密度[cm⁻³]、 K_m :吸収係数の最大値[cm⁻¹]、 H_{ev} :F 中心の半値幅[eV]、 f :振動子強度($f=0.81$ for NaCl)である。また試料に照射された線量は、富士フィルム社製三酢酸セルロースフィルム線量計 “FTR-125”⁴⁾を用いて測定された。

3. 実験結果

Fig.1 に 4.8MeV での 7kGy 照射の吸収係数の結果を示す。Fig.1 より F 中心と F₂ 中心が生成されていることが分かる⁵⁾。F 中心密度を Smakula の式から見積もると 4MeV では 5.6×10^{16} cm⁻³、8MeV では 7.1×10^{16} cm⁻³ となり、高エネルギーの電子線の方が欠陥密度の生成効率が高くなった。一次はじき出し断面積を計算すると 4MeV では 44.4×10^{-24} cm⁻²、8MeV では 46.2×10^{-24} cm⁻² となり、高エネルギーの電子線の方が NaCl に多くのエネルギーを与えられるため、欠陥生成効率が向上したのではないかと考えられる。

4. まとめ

PIREB を NaCl に照射することにより F 中心と F₂ 中心が生成されることを確認した。また、同じ線量でも、電子の運動エネルギーを高くすることにより欠陥密度の生成効率が高くなった。

参考文献

1) K. P. Hand, et al. Geophys. Res. Lett., **49**(2015) 3174.

2) A. Tokuchi et al., Proc. 12th Int'l Conf. on High Power Particle Beams, (1998) 175.

3) M. Peřinová, et al. Czech. J. Phy. B, **16**(1966)791.

4) R. Tanaka, et al. Manual of CTA Dose Meter (1982).

5) K. Schwartz, A. et al. R. Neumann, and M. Lang, Phys. Rev. B, **78**(2008) 024120.

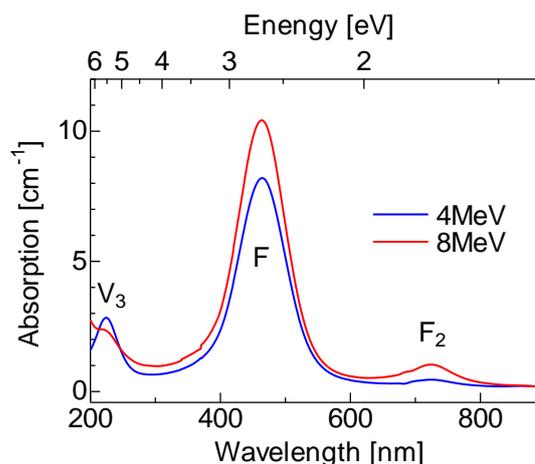


Fig.1 照射後の NaCl の吸収係数