塩化ナトリウムへのパルス大強度相対論的電子ビーム照射と DC 電子ビーム照射の比較

Comparison of pulsed high intensity relativistic electron beam irradiation and DC electron beam irradiation to NaCl

長岡技大工 [1]，新潟工科大工 [2]，ANSTO[3] °(M2)黒﨑 大聖 [1]，末松 久幸 [1]，菊池 崇志 [1]，
今田 剛 [1,2]，中山 忠親 [1]，新原 晧一 [1]，Gordon Thorogood[3]
Nagaoka Univ. Tech. [1], Niigata Inst. Tech.[2], ANSTO[3], °Taisei Kurosaki[1], Hisayuki Suematsu[1], Takashi Kikuchi[1], Go Imada[1, 2], Tadachika Nakayama[1], Koichi Niihara[1] and Gordon Thorogood[3]
E-mail: t_kurosaki@stn.nagaokaut.ac.jp

1. 背景

木星の衛星であるエウロパの表面に褐色の物質が探査機ガリレオによって検出され、この正体について議論されてきた。これまでに水和した硫酸や瀉痢塩がエウロパ表面に存在すると考えられてきたが、新たに放射線照射された NaCl であるという主張がなされた [1)]。アルカリハライドを X 線や電子線のようなイオン化をおこす放射線で照射すると F や F_2 中心と呼ばれる点欠陥を生成して着色する。たとえば NaCl は無色透明から黄色に、KCl は無色透明から青に変わる。木星磁気圏には時々刻々変化するプラズマシートが形成されており、エウロパ表面には加速した電子が異なるフラックスで衝突していると考えられる。点欠陥の回復過程を明らかにすれば、フラックス増減による色の変化が推定でき、NaCl の有無が明確となる。このため、パルス大強度相対論的電子ビーム（PIREB）照射が行われたが、DC 照射の文献値と比較して F と F_2 中心の比から求めた平衡定数が高くなった [2)]。この結果について、パルスと DC の違い以外にも、サンプルの不純物等が原因として考えられたため、同一の NaCl 結晶に DC 照射を行い、F 中心密度や平衡定数を比較した。

2. 実験方法

PIREB 発生装置には ETIGO-III を、DC 照射には高崎量子応用研究所の電子加速器を用いた。試料として、NaCl 単結晶 10×12×2 mm に 2 MeV の電子線を照射した。照射後、可視・紫外分光法による吸光度から F, F_2 中心密度の測定を行った。F, F_2 中心の吸光度をそれぞれ α_1，α_2 として求め、これらから $\alpha_2/(\alpha_1)^2$ として平衡定数を算出した。

3. 実験結果と考察

Figure 1 に DC 加速器での照射前後の NaCl 単結晶を示す。DC 加速器では線量増加と共に色の濃さが増加している。Table 1 に 20 kGy での F 中心密度と平衡定数を示す。PIREB と DC を比較して、平衡定数に大きな違いは見られなかった。文献 [2)]での平衡定数の変化は、NaCl 単結晶の不純物濃度によると考えられる。

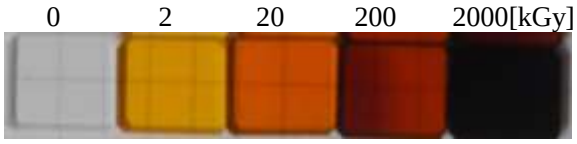

Figure 1. NaCl single crystals before and after irradiation by 2 MeV electrons for a DC accelerator.

Table 1. Density of F-center and equilibrium constant.

	Density of F-center [cm^{-3}]	$\alpha_2/(\alpha_1)^2$ [cm]
PIREB	3.3×10^{17}	3.8×10^{-3}
DC	2.1×10^{17}	5.6×10^{-3}

4. まとめ

PIREB 照射と DC 照射による NaCl の色中心の生成を比較した。平衡定数は DC と PIREB で大きな違いは見られなかった。

参考文献

1) K. P. Hand et al., Geophysi. Res. Lett., 42(2015) 3174
2) R. Toba et al., JJAP, 58(2019) 046003

© 2019年 応用物理学会