

イオン照射で YAIO_3 に生じる損傷に熱処理が与える影響Effect of Heat Treatment on the Ion-induced Damage in YAIO_3 早大先進理工¹および材研² ○森本貴明¹, 井上貴博, 金子昇司, 針間正幸¹, 大木義路^{1,2}SASE¹ and RIMST², Waseda Univ., ○T. Morimoto¹, T. Inoue¹, S. Kaneko¹, M. Harima¹, Y. Ohki^{1,2}

E-mail: takaaki.morimoto@akane.waseda.jp

エネルギー100keVの B^+ および P^+ イオンを YAIO_3 の単結晶バルクへ $1 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$ の密度で注入した後、 1000°C の酸素中で3時間熱処理を行った。各々の前後で、Cu K α 線を用いた in-plane XRD 測定を室温にて、分子研 UVSOR の SR を光源とする PL 測定を 10K にて行った。

図1に示す通り、イオン照射後に結晶性を示す XRD ピーク強度が減少する。熱処理後は、結晶性は照射前と同等に戻ると同時に、 B^+ では高角度側に格子間隔の狭い新たな構造を示すピークが出現し、 P^+ では格子間隔増加を示す低角度側へのピークシフトが起こる。

図2に示す光吸収および差分スペクトルの通り、 B^+ 、 P^+ 照射後に酸素空孔生成に起因する $E_g(7.9\text{eV})$ 近傍の光吸収増加⁽²⁾が起こる。熱処理を行うと、光吸収増は、 B^+ の場合は戻らないが、 P^+ の場合は元に戻る。

図3を見ると、2.3~3.1eV に亘って複数存在する鋭い PL(以下発光群 α)と 4.2eV のブロードな PL(発光 β)の強度が、 B^+ 、 P^+ 照射後に著しく減少する。 B^+ 照射後に熱処理をすると、発光 β は再出現するものの発光群 α は再出現せず、新たな発光が 3.1eV 付近に出現する。一方、 P^+ 照射後に熱処理を行うと、発光 α 、 β ともに、照射前以上の強度に増大する。以上、 B^+ 照射後に熱処理を行うと、結晶性は戻るものの、光吸収増加や PL は元に戻らない。一方、 P^+ 照射後の熱処理では、結晶性に加え、光吸収増加と PL も元に戻る。

B^+ と P^+ で熱処理の効果が異なる原因として、(1)酸素空孔生成の主因である酸素のはじき出しが起こる深さの違い、(2)イオンと YAIO_3 の反応性の違いの2つが考えられる。まず、(1)について、TRIM⁽³⁾によると、 B^+ では、はじき出しは表面から深さ100~200nmで起きるのに対し、 P^+ では深さ80nmまでと浅いため、表面からの酸素の拡散による空孔の修復が B^+ より起きやすいと考えられる。次に、(2)の反応性に関し、 Al_2O_3 において、 B^+ はHe、Neと比べて3倍程度多く欠陥を生成する⁽²⁾。 P^+ についての報告は無いものの、Al、Yと同じIII族元素であるBが、V族であるPより反応性が高い可能性は考えられる。

(1) 森本貴明他: 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 20a-F11-9 (2014)

(2) 雨倉宏(訳): イオン注入の光学的効果, 吉岡書店 (2004).

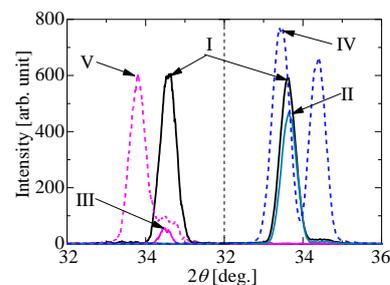
(3) <http://www.srim.org/SRIM/SRIM2011.htm>

Fig. 1. In-plane XRD patterns observed before (I) and after the implantation of B^+ (II) and P^+ ions (III), and after the subsequent heat treatment following II (IV) and III (V).

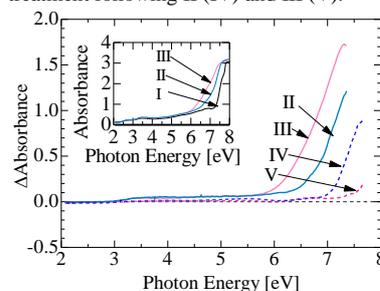


Fig. 2. (Inset) Optical absorption spectra observed at 10 K before (I) and after the implantation of B^+ (II) or P^+ ions (III). (Main) Differential spectra of II and III, and after the subsequent heat treatment following II (IV) and III (V).

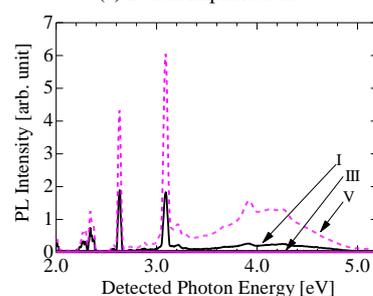
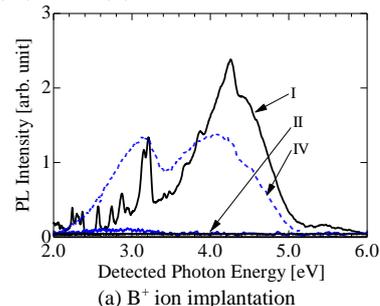


Fig. 3. PL spectra observed before (I) and after the B^+ or P^+ ion implantation (II, III), and after the following heat treatment (IV, V).