

## 中性子照射により Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 中に導入される欠陥の照射環境変化による挙動の研究

教科・領域教育専攻  
自然系(理科)コース  
幸 泉 哲 也

指導教官 跡部 紘三

### はじめに

エネルギー資源に乏しい我が国では原子力利用を国策の一つとして選択せざるを得ない。また人類の未来を考えると、核融合炉の開発によるエネルギーの確保は依然重要な課題であるといえる。核融合炉の実現のために照射損傷の研究の成否が重要な鍵を握ることは誰もが認識することである。単結晶 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は、その優れた特性故、核融合炉構成材料の候補として期待されている。また、核燃料被覆体や核廃棄物長期保管材料としても有望視されている。しかし、中性子重照射に対するその物性の研究は、進んでいるとはいえない。そこでこの材料に様々な条件で中性子照射を行い、どのような欠陥が生成するか、特に高温重照射での欠陥生成を調べることは重要である。

### 実験方法

$\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 単結晶に高速中性子線を条件を変えて照射し、生成される照射欠陥の違いを ESR

Sample Name	neutron flux (n/cm <sup>2</sup> /s)	fluence (n/cm <sup>2</sup> )	Atmosphere Irrad.temp.	plane
LTL B	$\Phi f = 4.8 \times 10^{11}$	$1.3 \times 10^{17}$	He 20K	A
LTL G	$\Phi f = 4.8 \times 10^{11}$	$1.3 \times 10^{17}$	He 20K	C
Hyd 140hr	$\Phi f = 3.9 \times 10^{13}$	$1.9 \times 10^{19}$	He 360K	A
SSS	$\Phi f = 2.2 \times 10^{13}$	$4.9 \times 10^{14}$	He 670K	C
JMTR	$\Phi f = 6.3 \times 10^{13}$	$1.2 \times 10^{20}$	He 470K	A

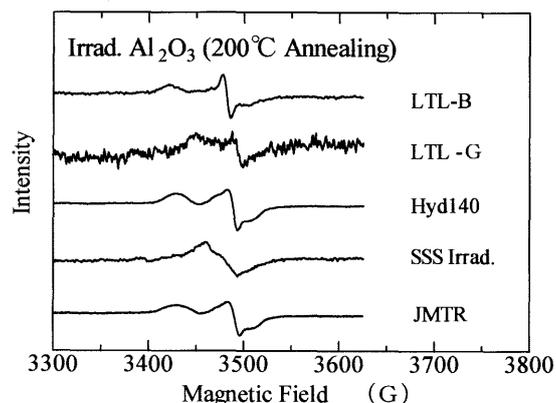
LTL B(Block:Kyocera)

LTL G(Germany:Crystal tech.)

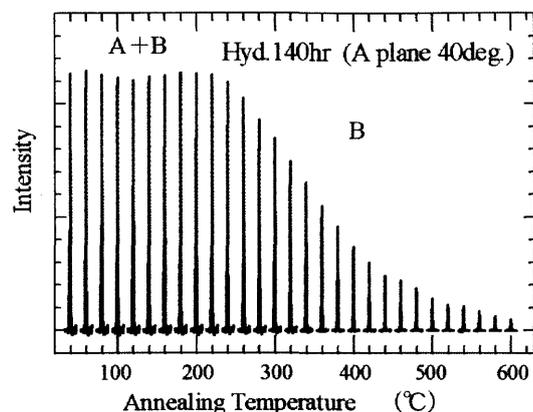
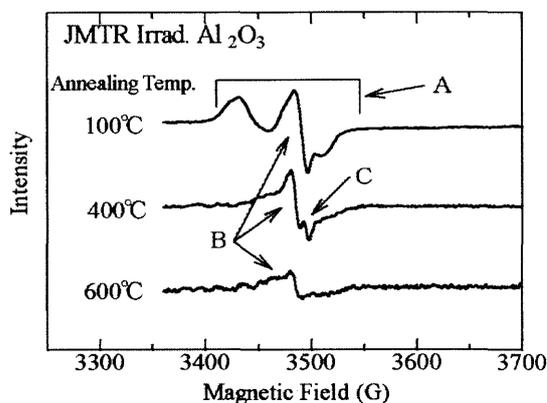
を用いて調べた。試料の単結晶 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は Kyocera (京セラ)社と Crystal Tech.社(ドイツ)製で、結晶面は C 面と A 面のものがある。

### 実験結果

4 種類の照射を行った 5 つの試料の照射欠陥の ESR スペクトルを下図に示す。アニーリングは、5 分間の等時焼鈍法を用い 40 °C ~ 600 °C の温度範囲を 20 °C 刻みで行った。

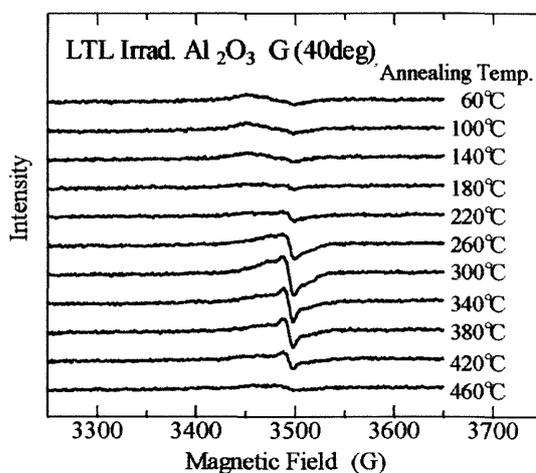


得られた信号に名前をつける。次図は JMTR 試料を例に、焼鈍を進めたときに特徴的に見られる信号を示したものである。3400 ~ 3550(G) にみられる広範囲の信号を A とする。次に、信号 A の中に重なって見える、A よりも半値幅の狭い信号を B とする。また、高温でアニールしたときに信号 B の中から出現するようにみえる信号を C とする。信号 C は半値幅が 5.2G と非常に狭く、信号強度も小さい。その g 値は自由電子の g 値(=2.0023)に近い。



LTL-G では焼鈍初期に幅広い信号 A のみが見られる。信号 A の強度が減少した後(約 200 °C)、信号 B が 220 °C からはっきりと見られるようになる。強度は 300 °C まで増加し、その後

600 °C 近くで消失する。信号 B の強度は約 240 °C から減少する。高温での焼鈍では信号 C がみられる。



JMTR の測定結果は Hyd. と類似しており、焼鈍初期から信号 A, B がみられ、高温では信号 C が観察された。ただし JMTR と Hyd. は全く同じスペクトルではなく、詳細に検討すると今回の測定では完全に分離できないが、A, B, C 以外の信号の存在がよみとれる。

減少に転じ、約 460 °C で小さくなっている。磁場に対する試料の角度を変化させて欠陥の角度依存性を調べたところ、信号 A は 60deg. 回転毎に同一の吸収スペクトルを示した。

SSS は全体に信号強度が小さく分析が困難であったが、照射温度である 400 °C 以下の温度でも焼鈍により欠陥が減少することが分かった。減少の様子は 400 °C で更にもう一段進むことが観察できた。

Hyd. では、焼鈍初期から信号 A, B の両方が見られた。これは Hyd. の照射環境温度が約 90 °C であり、欠陥 A, B を消滅させる温度には達していないためである。信号 A は 200 °C まで焼鈍により減少しているはずで、ここに信号 B の増加が重なって見かけ上強度変化しないのだろう。200 °C 以上ではほぼ信号 B の強度変化のみを見ることになり、この後は単調に減少して

### 結論

欠陥 A は全ての照射試料に共通に見られた。欠陥 A は C 面上の複合欠陥であり、C 面上に並んだ酸素空孔によるものと思われる。比較的低温の焼鈍で消滅していく。

欠陥 B は C 面内での角度依存性は見られない。濃度は焼鈍温度に依存して増減することが分かった。

中性子重照射試料でのみ信号 C が検出された。この信号 C は Al-Colloids の生成を表している可能性がある。