

ジルコン中のフィッショントラック長測定に対する PROLONGED ETCHING 効果の評価
山田隆二、 山上高広、 西村進 (京都大学理学部地質学鉱物学教室)

Assessment of prolonged etching factor for confined fission track length measurement in zircon

Ryuji YAMADA, Takahiro TAGAMI and Susumu NISHIMURA
(Dept. Geol. Mineral., Kyoto Univ.)

鉱物中のconfined trackを観察する際にprolonged etchingによってバイアスがかかるが、それはジルコンのような異方的エッチング特性が非常に強い鉱物において顕著である。今回の研究ではジルコン中の自発トラックを段階的にエッチングすることで、実際にトラック長測定に用いられるhorizontal confined track (以下 HCT) の端部周辺における異方的なprolonged etchingの効果を定量的に評価した (Fig. 1)。そこで得られたエッチング特性は以下の2点である。

- ① 結晶c軸に対して、垂直方向のエッチング速度は平行方向の速度に比べて非常に小さい。
- ② ある結晶学的な方位に対して、その方位の如何を問わず、トラックの長さの伸びはトラックの幅の伸びによって測定されたbulk etching速度よりも常に大きい。

更にHCTのエッチング特性を明らかにするために、エッチングされた結晶を削ってHCTを表出させてその形状を直接観察した (Fig. 2)。一般に、HCTの端部は外側に向かって尖った形状をしており、エッチングされたトラックの中心部が最も長くなっていると観察された。

以上の結果から、HCTの端部において、エッチングされたトラックの中心部のエッチング速度は周囲の結晶部分に比べて大きくなっており、その差はおそらく外部に向かって減少しているであろうということがわかった。そこで、トラックには 'etchable range' と 'unetchable range' があるといった従来のトラックエッチングのモデルを改良し、トラックのエッチング速度は両端に向かって連続的に減少してゆくとする必要がある (Fig. 3)。このモデルによると上記の実験の結果を合理的に説明できる。

こういった複雑なオーバーエッチングの効果を補正することはルーチンの解析にとって非常に手間のかかるものとなるので、結晶c軸に垂直なHCT (約70°以上) のみを用いてトラック長測定をするとよい。c軸に対してより小さな角度を持ったHCTはエッチング異方性によって出現しにくいので、測定可能なトラック数の減少といった問題は小さいであろう。

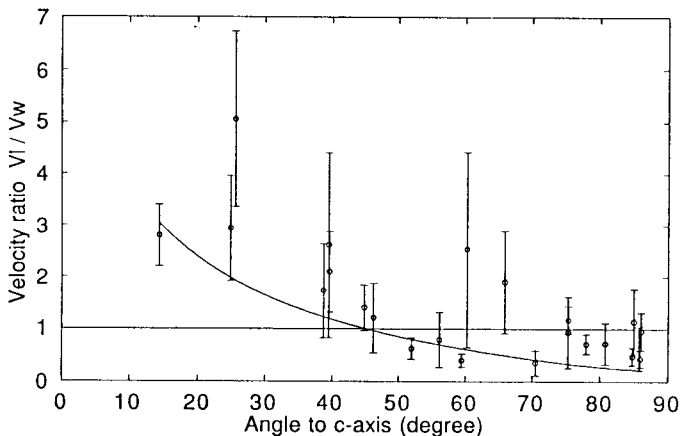


Fig. 1. The angular distribution of V_1/V_w ; the rate of track etching velocities parallel to (V_1) or perpendicular (V_w) to track direction measured as an angle to crystallographic c-axis. Using the rate, possible differences of HCT etching conditions related V_1 or V_w , such as variable dimension of host tracks and/or local heterogeneity of uranium content, can be canceled out. Error bars represent $\pm 2\sigma$. The best fit curve (solid curve) is obtained by means of the least-square technique, assuming that V_1 and V_w have a velocity field of an elliptic shape. This assumption is based on the fact that the ends of HCT have rounded shapes, not diamond shapes as etch pits of surface tracks. Note that this fitting line inevitably passes a point of $(45^\circ, 1)$ if both V_1 and V_w have an elliptic velocity field or other symmetric fields around c-axis.

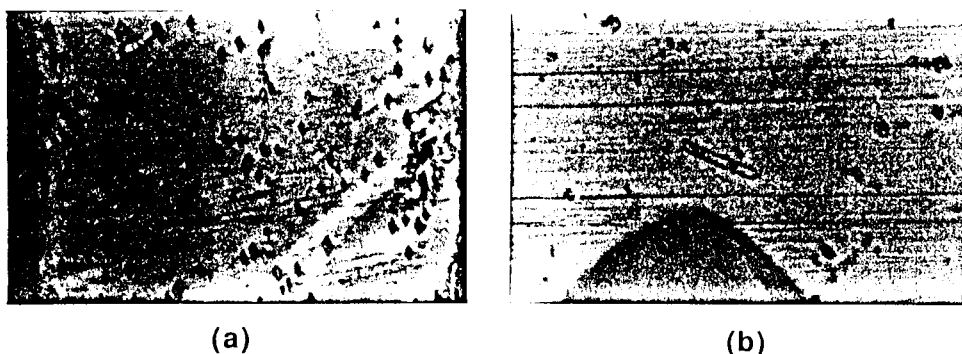


Fig. 2. Photographs of etch pits of surface tracks (a) and HCT (b) after 100 hours etching, taken with a Nikon Optiphot microscope (reflective light) using $100\times$ dry objective and $10\times$ eyepiece. The crystallographic c-axis is oriented vertically in the plane of each photograph. For each observing the HCT in detail, the crystal surface was repolished stepwise. Both ends of HCT have rounded shapes different from those of etch pits and are unlike any parts of ellipsoid whose longer axis is parallel to c-axis. In addition, the shapes of both ends are slightly different; the left is more rounded, while the right close to a diamond shape. Such difference are generally on various HCTs, probably due to the variation in ionization between a pair of fragments produced by each nuclear fission.

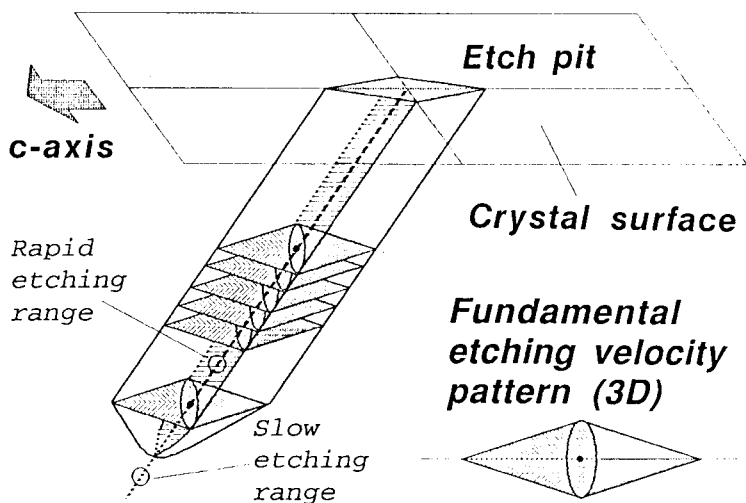


Fig. 3. A schema to illustrate the growth model of a fission track intersecting the crystal surface polished. From each point of damage core which belongs to rapid etching range, the etched pit grows outward at a general rate shown by the 3-dimensional bulk etching velocity pattern, formed by the rotation of a diamond round its longer axis parallel to the crystallographic c-axis because zircon belongs to tetragonal crystal system. Etching proceeds rapidly in the orientation of a latent track even in the slow etching range, forming convex outward along the damage core. This model can reasonably explain that the etch pit form of surface tracks is diamond with its longer axis parallel to the c-axis.