

結晶粒界について

On the Crystal Grain Boundary

永田知広 白井崇溥

結晶粒界の構造については、数百原子層の非晶性構造のものであるとする非晶層説が唱えられていたが、その後この説に有利な実事が少ないままに、漸次粒界は数原子層の薄い層であるとする遷移層説に書きかえられてきた。殊に非晶層説に対して遷移層説を支持する事実としては、結晶粒界の固有な性質の中に隣り合う結晶粒の相対方位の変化に応じて敏感に変化する特性が明らかにされたことがあげられよう。

この結晶粒界は正常な結晶格子との構造の相異のために、特性的な種々な挙動を示す。例えば、結晶の格子欠陥の生活消滅の場所を提供して、あらゆる物理学的性質に影響をおよぼしたり、又粒界はその領域での格子の乱れのために原子拡散の優先的な通路となる。さらに結晶にせん断応力を加えると粒界は移動し、外部からの振動に対しては粘性的なすべりを起して内部摩擦の原因となるなど種々上げられる。しかしこうした特性を示す粒界の構造については未だ確定していないのが現状である。

遷移層説に従う結晶粒界の具体的構造として、現在までに提案された模型の主なものとしては、Turnbull 及び Hoffman¹⁾による転位模型、Smoluchowski²⁾による空孔子模型、Mott³⁾による島模型、Brandon⁴⁾達による対応粒界模型等が提案されているが、これらの模型はいずれも、粒界のある特別な性質は説明できても、他の性質は説明できないという欠点をもっている。

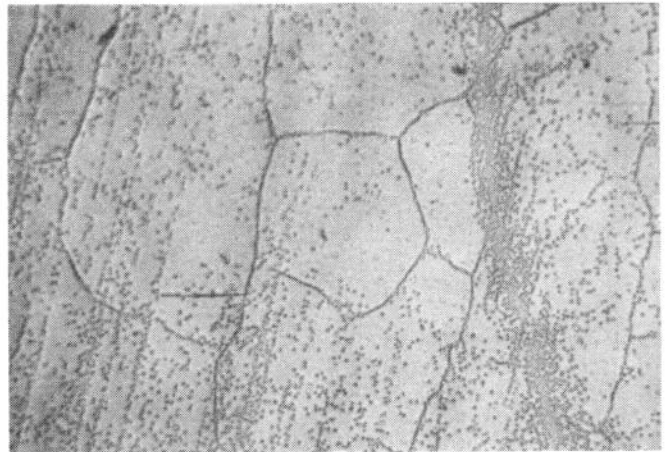


Fig.1. KClの結晶粒界

しかしながら Bragg および Nye⁵⁾によって始められ、福島および大川⁶⁾によって発展された石けん泡の実験から得られる知見から基本的には転位模型が妥当であろうし、実験的にも Vogel⁷⁾により小傾角粒界における etch pit の間隔と隣接結晶粒間の傾角との間の関係は粒界を刃状転位の配列と考えたものとよく一致を示すことが Ge について見い出されている。又一方岡田⁸⁾は粒界の etch pit の密度および粒界の交わりの角度を測ることによって転位模型の妥当性を示すなど、

この模型の妥当性は種々上げられるが、しかしながら粒界の原子構造を正確に固定しようとすれば、その力学的挙動が不満足なものとなるという困難さが依然残されている。そこで粒界の移動度、拡散、偏析、内部摩擦等の実験を通じて、これらの特性を系統化する研究が必要であろう。又転位網によって構成された微小角粒界の研究を進めるなかで転位論全般に應用出来得る粒界構造を確定することが急務ではなかろうか。

References

- 1) D.Turnbull and R.E. Hoffman : *Acta. Met.* 2 (1954) 419.
- 2) R.Smoluchowski : *Phys. Rev.* 87 (1952) 482.
- 3) N.F.Mott : *Proc. Phys. Soc.* 60 (1948) 391.
- 4) B.D.G.Brandon, B.Ralgh, S.Rangnathan and M.S.Wald : *Acta. Met.* 12 (1964) 813.
- 5) W.L.Bragg and J.F.Nye : *Proc. Roy Soc.* 190 (1947) 474.
- 6) Fukushima and Ōkawa : *J. Phys. Soc. Japan.* 8 (1953) 609.
- 7) F.L.Vogel : *Acta. Met.* 3 (1955) 245.
- 8) Okada : *J. Phys. Soc. Japan.* 10 (1955) 1018.