

氏名(本籍)	あ 阿	べ 部	ひろし 洋	(新潟県)
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博甲第1,374号			
学位授与年月日	平成7年3月23日			
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当			
審査研究科	工学研究科			
学位論文題目	金属ナトリウム及びIn-Tl合金の一次相転移の研究			
主査	筑波大学教授	理学博士	大嶋建一	
副査	筑波大学教授	理学博士	鈴木哲郎	
副査	筑波大学教授	工学博士	大塚和弘	
副査	帝京大学助教授	理学博士	大庭卓也	

論 文 の 要 旨

一般に無秩序相から秩序相への転移のほとんどは一次相転移であり、まったく異なった構造に変化したり、原子変位の大きさが単位胞程度になってどの原子がどの方向に変位したか議論出来ない場合が多い。従って、一次相転移の微視的な機構の解明はソフトモード等の解釈の出来る二次相転移に比べて著しく遅れている。しかし、実用的な材料の多くは一次相転移を示しており、ぜひともこの転移の機構の解明する必要がある。

本研究では組成揺らぎの全くない金属ナトリウムと不規則合金のIn-Tl合金に対してX線回折法及び中性子散乱法を用いて転移点近傍で温度一定にして構造の変化を調べた。その結果、相転移点直上で転移が始まるまでに待ち時間、つまり潜伏時間 (incubation time) が観測され、時には数十時間も長くなることも見いだされた。以下に金属ナトリウムとIn-Tl合金に対して得られた結果を述べる。

1) 金属ナトリウムの相転移: 室温でbcc構造を持つ金属ナトリウムは $M_s=36K$ でマルテンサイト変態する。最近Berlinerらの研究では低温相で9R構造に約40%変態すると示されている。本研究では多結晶を融点(97°C)以上のパラフィンの中で溶解し室温まで徐冷することにより単結晶を育成した。その直径として20mm程度のもので可能である。始めに、X線を用いた回折実験を行い格子定数やBragg反射の半値幅の温度変化を調べた。その結果、明らかに M_s 温度においてそれぞれの値に対して変化が生じた。しかし、試料と支持棒のサファイヤ間の接着剤のために歪みが入ったため、これ以上の実験をあきらめ、次に中性子を用いた散乱実験に移った。中性子散乱実験は原研に設置されている物性研5Gの3結晶回折計を用いた。その結果、母相の(110)bcc Bragg反射の積分強度と半値幅、低温相の(110)9R Bragg反射の積分強度が相転移に伴い $T=38K$ でそれぞれ不連続に温度変化する

ことを観測した。この際、温度を一定に保っているにもかかわらず相転移するのに2時間程かかる、潜伏時間を見いだした。一方、bcc構造の中に9R構造が出現し、その結果として母相が歪み、特徴のあるHuang散乱が110方向に非対称に現れる。Dederichの理論に基づいた計算により3nm程度の歪み領域があると予測できた。また、中性子小角散乱でもそのサイズを求めた。さらに非弾性散乱による(110)TA phonon分散関係の温度変化を室温からMs点直上まで測定したがまったくソフト化は見られなかった。

2) In-Tl合金の相転移：室温でfcc構造を持つこの合金はMs=250Kでfcc構造にマルテンサイト変態する。金属ナトリウムと同様Ms点直上で温度($T=Ms+dT$)を一定に保つと、数時間後からX線回折図形上で低温相のピークが成長する。やはり潜伏時間が存在する事が判った。温度一定の条件で相転移が始まるまでの時間よりも母相の反射強度が1/2になった時の時間を $t(1/2)$ で整理しdTとの関係を調べた。その結果、dTが大きくなる程 $t(1/2)$ が大きくなること事が判った。さらに、Msより高く $T_p=255K$ より下の温度領域ではたくさんの低温相のバリエーションが出来るのに対し、 $T>T_p$ の時にはたった2つのバリエーションしか出来ず、しかも室温に戻してアニール後再び同じ温度で測定するとまったく同じ回折図形が得られる。このことは $T>T_p$ で変態駆動力が小さく確率過程に従っていると思われる。実際、低温相の構造の出現過程ははじめに核生成のみで全く核成長は見られなかった。Roitburdの方法による核生成の確率過程を導入したモデルの計算は本結果をよく説明出来る。さらに、この様な新しい考えに基づき二次元の理想化された核生成・成長モデルを構築し、計算も行った。そして、フラクタル次元として1.80を求めた。

以上本研究は一次相転移のキネティクスについて転移点のヒステリシスや体積変化の異なる金属ナトリウムとIn-23 at.%Tl合金に対して散乱実験を行ってきた。そして、In-23 at.%Tl合金が転移の際の核生成・成長に関して最も理想的な物質であることが明らかになった。

審 査 の 要 旨

著者は一次相転移のカイネティクスを調べるためにマルテンサイト変態を示す金属ナトリウムとIn-Tl合金の一次相転移をX線及び中性子散乱実験を行った。その結果、本研究で観測した“incubation time”は低温相の核生成・成長を議論する上で非常に重要で有ることが判明した。この事は今後の一次相転移のカイネティクスの理解と理論的考察に多いに役立つものと思われる。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。