

7 構造が観察される。Ge と Si 原子の類似性を考えると、この 2 種類の 7×7 構造及び Si (111) 清浄表面の 7×7 構造には何等かの関連があると予想される。そこでこの 3 つの構造について RHEED 図形の写真撮影及び逆格子ロッドの強度測定を行い、比較検討を行った。3 つの構造について条件を変えて RHEED 図形を写真に取り、超格子スポット同士の相対的な強度を比較すると、3 つとも非常によく似ていることがわかった。大きな違いは、Ge が吸着した 2 種の 7×7 構造はその超格子スポットの強度が清浄表面に比べて強いと言う点であるが、これは Si と Ge の原子散乱因子の違いとして理解できる。逆格子ロッドの測定結果の 1 例を図 2 に示す。これを見ると Si (111) と Si (111) - Ge の 2 つはその強度分布が非常によく

にており、RHEED 図形の観察結果も考えると 2 つの構造がほぼ同一の原子配列構造をしていると考えられる。一方 Ge (111) は他の 2 つとは異なった強度分布をしているように思われるが、ピークがブロードになっている点を除くと、他の 2 つの強度分布におけるピークに対応してやや低角側にピークが存在することが分かる。他のロッドの結果を比較しても同様な傾向がみられる。ピークが低角側にずれているということは Ge (111) 7×7 構造の格子定数が他の 2 つに比べて大きくなっていることを示し

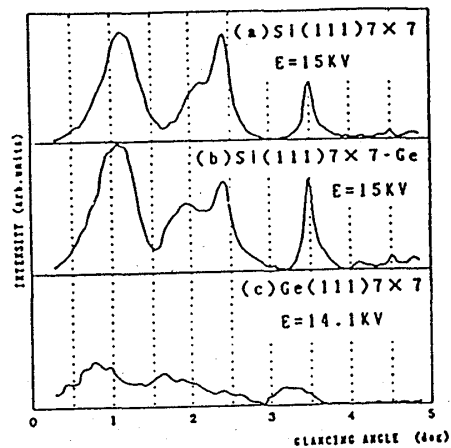


図 2

ていると思われる。またこの様な強度をロッドに沿った方向に平均し、ロッド同士の強度関係を比較すると 3 つの構造ともよく似た分布を示すことが分かった。

これらのことから 3 つの 7×7 構造はほぼ同じ原子配列をしていると考えられるが、更に詳しく検討中である。

7. 電子線励起 X 線全反射角分光法による Si, Ge 表面の吸着過程と構造の研究

松 本 裕 敦

我々の研究室では以前から RHEED 条件下で励起される特性 X 線を検出する際に、取り出し角を $0^\circ - 3^\circ$ という小さな角度にして測定をすすめてきた。そこで吸着原子および基板原子から励起される個々の特性 X 線の強度の取り出し角依存性は各々の X 線の下地に対する全反射

角でピークを得ることを見つけ、X線全反射角分光法 (RHEED-TRAXS) と名付けた。例えば図1(A), (B)は各々 Si (111) 表面に Ge を室温で 1 ML 蒸着したときに得られる SiK_α 線と GeK_α 線の強度の取り出し角依存性を表わしたものである。図中の θ_{Si} , θ_{Ge} は、各々 SiK_α 線および GeK_α 線が下地の Si を感じたときの全反射角の計算値である。

Si (111) 上に Ge を 30 層吸着させた試料では、図2に示すようになる。すなわち GeK_α 線の曲線はピーク的位置が大きい角度の方に少しずれるが、これは GeK_α 線が吸着した GeK_α 層を感じて全反射を起こすようになったからである。またピークの幅が広がっているのは成長した Ge の膜の表面があまり平坦ではないためであると考えられる。一方下地の SiK_α 線は取り出し角 $\theta_t = 0.75^\circ$ までは全く検出されず、これ以上になり始めて検出されるようになる。このような下地からの特性 X 線が検出され始める臨界角を α_c とする。 $\theta > \alpha_c$ では θ の増加とともに下地の SiK_α も単調に増加する。Ge の膜厚が増加すると α_c も増加するので、 α_c を測定すれば Ge の膜厚を知ることができる。次にこの試料を 400°C に加熱すると、図2は次のように変化した。すなわち GeK_α の曲線のピークが鋭くなったが、これは Ge の膜が加熱によって均一化し平坦になっ

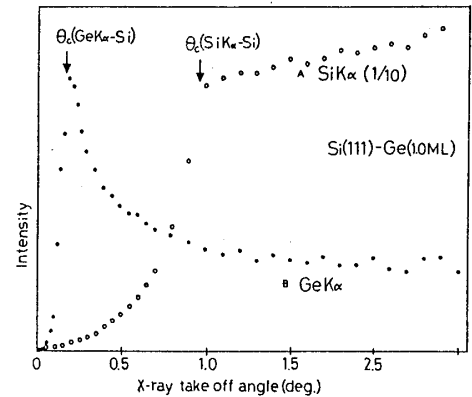


図 1

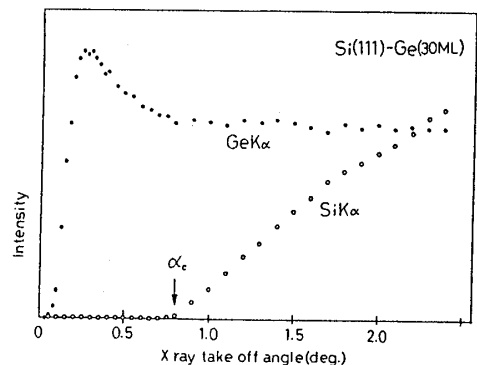


図 2

たためと解釈される。また曲線における α_c 点は右にずれ、 $\alpha_c = 0.9$ となったが、この現象も加熱によって膜が均一化し、Si と Ge の界面が急峻になったためと推定される。これらの事実から 400°C のアニールでは Si と Ge はまだ合金化は始まっていないと考えられる。この試料をさらに 600°C に加熱すると、 GeK_α 曲線は 400°C の場合と同じで変化しないが、 α_c 点が逆に左へ移動し $\alpha_c = 0.65$ となる。この現象はまさに Si と Ge は界面で合金化が起こり、界面の組成が変化して急峻ではなくなったためであると理解される。以上のことから、 400°C のアニールでは合金化は起こらず Ge の膜は均一化して平坦になる、 600°C では界面で合金化が起こると推定される。