2003 年 5 月 9 日

Si ウェハオフ角と RHEED パターンとの関係について

東北大学　電気通信研究所　室田研　　櫻庭　政夫
E-mail：sakuraba.masao@myad.jp

本文書は、RHEED を用いて Si 結晶表面の構造評価を行おうとする方々が、その物理現象への理解を深め、ご自分の研究を発展させるために役立てて頂くことを期待し、作成したものです。

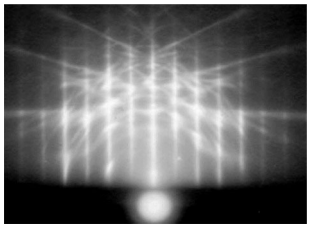
【Si ウェハのオフ角について】 ウェハカット面の加工精度の限界により、Si ウェハ表面と表示面方位との間にはある程度のずれ（オフ角）が生じ、完全な(100)面はなかなか作れません。このようなオフ角が存在する場合、下図のようなステップ（段々畑）構造ができているものと考えられます。完全な(100)面との性質の違いが出ることを避けるために、故意に 0.5°　以上のオフ角を導入するケースもあります。

【オフ角の RHEED パターンへの影響】 表面に垂直方向へ伸びるストリークは、表面原子の 2 次元周期構造による 1 回散乱回折に起因しており、通常、ステップ構造による影響はないと思われます。また、菊池ラインは 3 次元周期構造中での多重散乱による回折に起因しており、複雑な形状をしております。実際に Si(100)ウェハを回転させながら[011]方位の RHHED パターンを観察してみると、下図の写真(A)と(B)のような2つのパターンがあることがわかります。その最も顕著な違いは菊池ライン形状であり、ストリーク形状そのものの変化はほとんどありません。

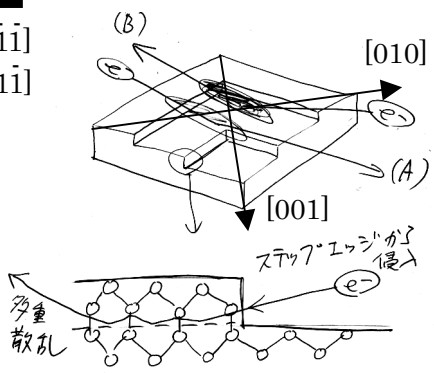
特に(B)の場合にステップエッジから結晶内部へ電子線が侵入しやすいことにより、上記の菊池ライン形状の違いが出てくるものと考えられます。下図の場合、面内回転に対して 2 回対称性があることから、[001]方位に向かって傾斜した面になっていると推定できます。

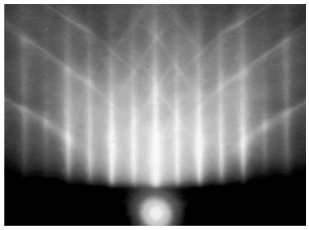
通常、(A)のような連続的な直線状のストリークが出る場合、Si 表面の平坦性が高いと判断します。一方、ストリークが途切れ途切れになる場合には、表面ラフネスが生じていると判断します。しかしながら、(B)の場合には菊池ラインとストリークとの交点付近において輝点が生じ、ストリーク強度の変調が起こってしまうことがわかります。このようなことから、表面の 2 次元周期構造を評価する場合には、特に菊池ライン形状の解析を行うような目的を除き、(A)のような RHEED パターンの方が適していると考えられます。

以上



(B) 電子線入射方位: $[0\bar{1}\bar{1}]$
及び $[01\bar{1}]$





(A) 電子線入射方位: [011]
及び $[0\bar{1}1]$