

イオンビームによる Si 結晶欠陥の生成

1. 緒言

イオンビーム加工技術の一つであるイオン注入法は、対象の物質の化学変化や構造破壊などで材料の導電性や強度の制御を行う加工技術である。イオン注入法を用いた加工では物体に生成する欠陥密度を制御することが重要となる。そこで、本研究では照射したイオンビームと照射によって生成される欠陥密度の関係を知ることを目的として実験を行った。

2. 実験装置および方法

本実験では、Si 基板中に欠陥を生成するためにイオンビームの照射を行う。照射には ECR イオン源から生成したイオンビームを用い、Si 基板に対し表(1)の条件でイオン注入法による加工を行った。

表1 イオンビーム照射条件

被照射試料	Si	
イオン化元素	Ar ¹⁺	Ne ⁴⁺
加速電圧[kV]	12.5	100
入射角度[°]	10	
照射量[ptcl/cm ²]	4×10 ¹⁴	2×10 ¹⁴

イオンビームによる欠陥生成を行った後、広島大学の RBS/C 測定装置を用いて、結晶性や欠陥分布、格子間原子の位置同定などの測定を行った。

RBS/C 測定に用いた条件は表(2)のとおりである。

表2 RBS/C 法測定条件

測定試料	Si	Ar/ Si	Ne/ Si
入射イオン	He		
加速エネルギー[MeV]	2		
検出器角度[°]	165		
照射量[μc]	20		

欠陥の程度を知るには、結晶構造が少なくなるアライン方向と不規則に原子が入り乱れたランダム方向との二種類の方向からの測定が必要である。よって被測定基板からイオンビーム照射による効果を求めるためにアライン方向とランダム方向から測定を行った。

3. 実験結果

図1に Ar 照射基板のスペクトルを示す。

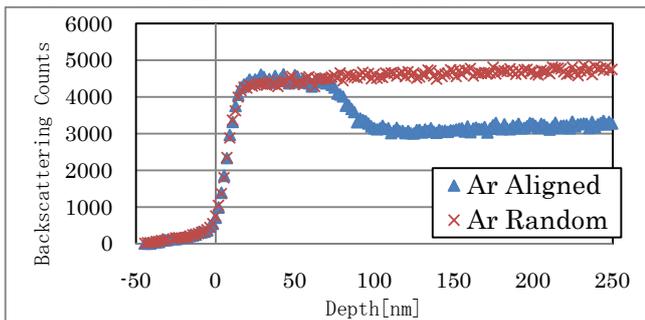


図1 Ar 照射基板の RBS/C スペクトル

縦軸は He イオンの散乱数で、試料内部の欠陥密度を表わし、横軸は照射されたイオンビームによって生成された欠陥深さを表わす。

図1のスペクトルを見ると、深さ 0[nm]~90[nm]付近まで、Ar のアラインスペクトルとランダムスペクトルが重なった数値をとっている。アラインスペクトルがランダムスペクトルに値が近づくにつれて欠陥密度が上昇していくことを意味しているため、この深さ領域では Si 基板内部の欠陥密度が飽和状態に達していることが分かる。

次に、Ne と Ar の照射で生成された欠陥の生成位置と密度の比較を行った。図2に比較に用いたスペクトルを示す。

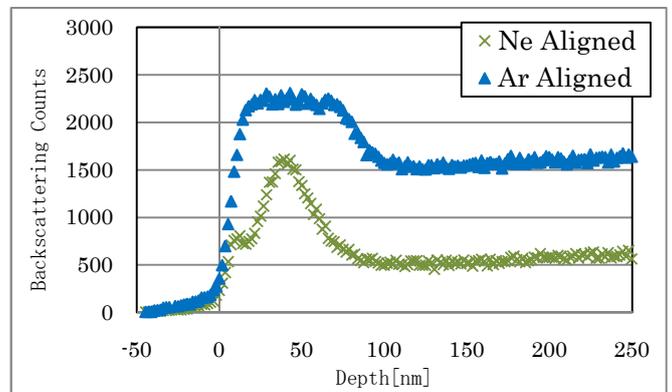


図2 Ne と Ar の欠陥生成状態

Ar と Ne で照射量を等しくするため、Ar で測定されたスペクトルを 1/2 にした。

図2のスペクトルを見ると、Ne を照射した基板中に欠陥が生成された位置が Ar より深い領域にあることが分かる。これは、Ne が Ar と比べて軽い元素であるため、イオンビーム照射時に照射した Ne イオンが試料内部の深くにまで注入されたことが影響していると考えられる。

次に各基板のスペクトルから得られた欠陥密度に着目して比較を行う。

図2のスペクトルから、Ne の欠陥密度の数値はイオンビーム照射により 1600 付近まで上昇しているが、Ar は 2300 近くまで上昇している。このことから Ne より Ar を照射することで、試料内に多くの結晶欠陥を生成することが分かった。

4. 結論

本研究により以下のことを知ることが出来た。

- Ar 照射量 4 × 10¹⁴ [ptcl/cm²] では欠陥量が飽和する可能性が高い。
- Ne イオンと Ar イオンを同量照射したとき、結晶欠陥の生成量は Ar を照射した方が多くなる。

文献

西村 光平. 多価イオンビームによって生成される Si の欠陥