

# SiC レクチャーシリーズ

## 7. SiC 結晶のウエハ化プロセス技術

## SiC 結晶のウエハ化プロセス技術

昇華法により作製した SiC 単結晶をるつぽから取り出し、複数の加工プロセスを経て、下記の (a)~(e) に記述するステップにのっとりウエハが作製されていきます。その作製プロセスの流れを図 1 に示します。

- (a) SiC ブール(boule)と呼ばれる SiC 単結晶の結晶方位を確認し、円筒研削を行って円柱形の結晶に加工します。円柱形の結晶は SiC puck と呼ばれることがあります。
- (b) パワーデバイス用の n 型 SiC ウエハでは、円柱形の結晶の上面と下面は通常  $4^\circ$  のオフ角をもつ{0001}面となっています。
- (c) ウエハ面内の結晶方位を明示するためのオリエンテーションフラット(OF)あるいはノッチ(orientation notch)を形成します。口径の大きな SiC ウエハではノッチが採用される傾向にあります。
- (d) (c)の後に円柱形の単結晶 SiC は薄板へ加工されますが、多くの場合、マルチワイヤーソーによるスライスが行われます。マルチワイヤーソーは、ワイヤと SiC 結晶の隙間に砥粒を入れ、ワイヤを押し付けながら移動させることにより切断します。切断直後の SiC 板は厚さの分布やばらつき、表面の凹凸などが存在するため、平坦化のための加工が必要です。
- (e) 平坦化ではまず、mm オーダー以上の凹凸をラッピングにより削ります。この段階では砥粒により表面には微細な傷や凹凸が残されています。次に仕上げ加工のポリッシングによって mm オーダー以下の凹凸を削り、表面を鏡面化します。ラッピングと比較しポリッシングでは使用する砥粒のサイズは小さく、また、表面に傷を付けず、内部に潜傷を残さないように工夫がなされています。

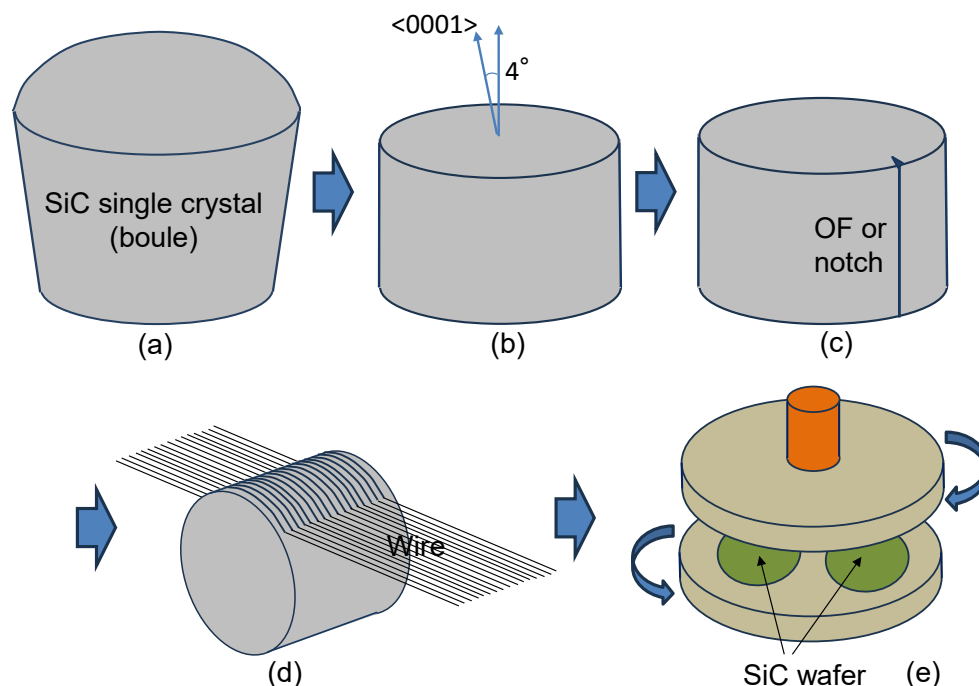


図 1 SiC ウエハの加工プロセスの概要

- (a) るつぽから SiC boule の取り出し (b) 円筒研削 (c) OF や notch 形成
- (d) マルチワイヤーソーによるスライス (e) ラッピングおよびポリッシング

ポリッシングを終えたウエハの外周には、通常、edge が形成されており、物に当たった場合などに非常に割れ易い状態にあります。このため、ウエハ外周部を研磨し、鋭角が現れないようにするエッジ研磨が行われます。図 2 にエッジ研磨前や後の外周部の断面形状例を示しています。なお、エッジ形状については業界団体により規格が定められています。

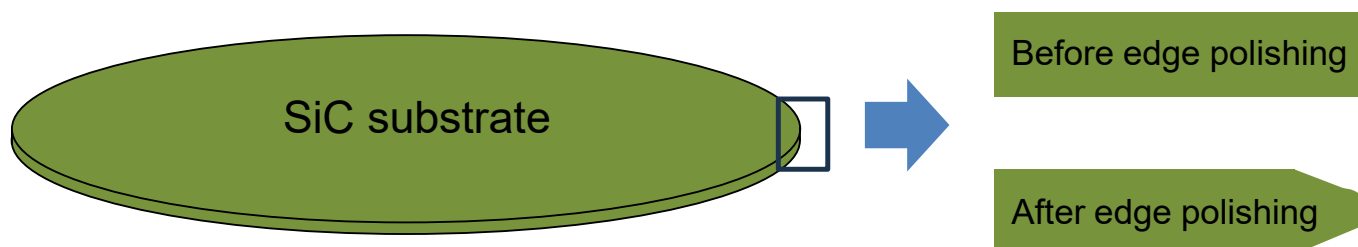


図 2 ウエハのエッジ部のエッジ研磨前後の断面形状例

SiC は様々な材料の加工の際の砥粒に用いられる非常に硬い物質のため、SiC boule のウエハへの加工は長時間を必要とする難度の高いプロセスであり、改良の試みが継続してなされています。

スライス加工の新しい試みとして、レーザー光を利用した方法が報告されています。この手法では、円柱形結晶の上面からレーザー光を照射し、SiC 結晶内でスライスをしたい深さに集光して改質部を形成し、面全体を走査することによって改質部を面状に拡げ、薄板の剥離を行います。一般的に行われているマルチワイヤーソーを用いたスライスの場合、無視できない量のカーフロスが発生し、また、ワイヤのうねりによる凹凸が生じるためラッピング量も増え、無駄に捨てなければならない結晶部分が多くなります。これに対してレーザー光を利用したスライス法では、カーフロスは低減され、また、加工に必要な時間も短縮可能なため、有望な手法として期待されています。

また、スライス加工の別の手法として、ワイヤと SiC 結晶の間に電圧を印加し、放電を発生させてスライスしカーフロスを減らしたワイヤ放電スライス加工についても試みられています。

SiC 単結晶からウエハを作製する従来とは異なる方法として、異種基板(支持基板)の表面に、SiC の単結晶薄膜を貼り合わせ、プロセスの流動が可能なウエハを作製する方法が報告されています。図 3 に貼り合わせと剥離時のプロセスフローの概略を示します。

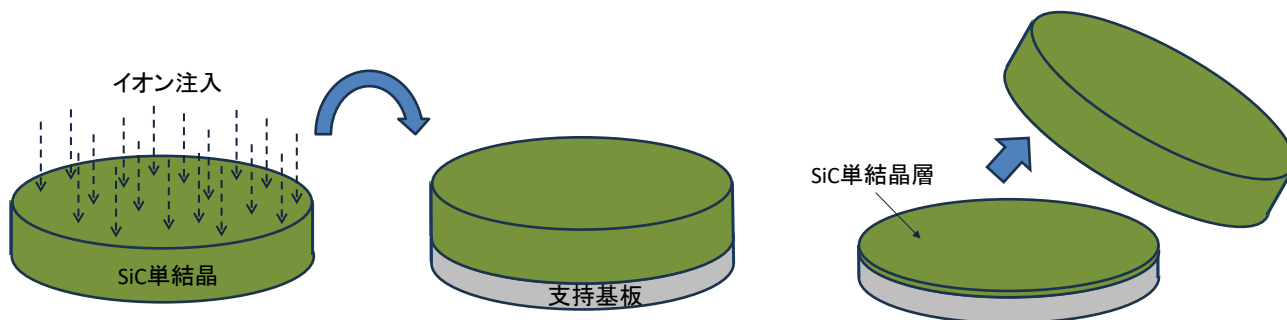


図 3 支持基板への単結晶薄膜の貼り合わせによる SiC 基板の作製フロー

まず、SiC 単結晶の表面方向から全面に剥離する深さで水素イオン等の注入を行います。表面を平坦化した支持基板(多結晶 SiC など)の上に SiC 単結晶のイオン注入面を重ね、加圧および昇温により SiC 単結晶層を支持基板に移して剥離します。この後、SiC 単結晶は、表面を平坦化し、再度、貼り合わせプロセスに使用します。SiC 単結晶と比較し支持基板は安価なため、未だ課題は多く残されているますが、ウエハコストの低減を狙った開発が進められています。

以上  
2025 年 1 月