

パワーデバイス用結晶の評価 (I)

パワーデバイス用 Si ウエハの 300mm 化に関する 1 考察

A Considerations of 300mm Silicon Wafer for Power Devices

千葉工大工 ○山本 秀和

Chiba Institute of Thechnology ○Hidekazu Yamamoto

E-mail: yamamoto.hidekazu@it-chiba.ac.jp

現状のパワーデバイス用 Si ウエハ 現状、パワーデバイス用の 200mmSi 結晶としては FZ 法あるいはエピタキシャル成長で製造した結晶が用いられている。Si パワーデバイス用エピタキシャルウエハでは、10 数 μm から数 100 μm のエピタキシャル層を形成する必要があるが、エピタキシャル成長は現状 150 μm が限界である。よって 2000V 以上の耐圧のデバイスには FZ ウエハが使用されている。これまでは、耐圧が 600V から 1200V のパワーデバイス用として、エピタキシャルウエハが主流であったが、近年、薄ウエハプロセスが実用化され、1200V クラスのパワーデバイスでは FZ ウエハ化が進んでいる。従来から、FZ 結晶におけるドーパント不純物制御は中性子照射により行われてきたが、供給体制の不安定さからガスドーピングによる不純物制御に移りつつある。

パワーデバイス用 Si ウエハの 300mm 化 パワーデバイスの需要拡大に向けて、今後 Si ウエハの 300mm 化が要求される。表 1 にパワーデバイス用 300mmSi ウエハの候補となる技術を示す。ガスドーピング FZ 結晶は魅力的であるが、技術的ハードルが高い。融液成長 MCZ 法で結晶育成するためには連続 CZ 法の適用が必要であり、ガスドーピング FZ 法以上にハードルが高い。アンドーピング MCZ 結晶に中性子照射を行うことも考えられるが、200mm ウエハ以上に供給体制に問題がある。

パワーデバイスの 300mm 化には、エピタキシャルウエハが有力だと考える。300mm エピタキシャル成長は集積回路で実績があり、高速成長技術も確立している。現状の技術の延長のエピタキシャルウエハにはウエハの反りやライフタイム制御等の課題があるが、十分な評価さえ行えば適用可能だと考えられる。一方、エピタキシャル成長と薄ウエハプロセスの組み合わせは技術的ハードルが低く、高性能デバイスが実現できる。薄ウエハプロセスでデバイスを製造する場合は、基板は全て研削により除去するので、ボロンの高ドーピング基板を用いる必要はない。従って、ウエハの反りは問題とならない。さらに、裏面構造はイオン注入で形成するため、ライフタイム制御を必要としない。

結論 市場規模の大きな耐圧 1200V 以下の Si パワーデバイスの 300mm ウエハ化には、Advanced epitaxial wafer が有望だと考えられる。

表 1 パワーデバイス用 300mmSi ウエハの候補

候 補	課 題 / 利 点	実現性
ガスドーピング FZ 結晶	- リンの拡散制御はハードルが高い 200mm が限界?	$\Delta \sim ?$
融液成長 MCZ 結晶	- 連続 CZ 法 - 大型二重るつぼは非現実的	$\approx \times$
アンドーピング MCZ (or FZ) 結晶 + 中性子照射	- デバイス試作は可能 - 量産に対しては中性子照射が不透明	Δ
Conventional epitaxial wafer エピタキシャルウエハ + ライフタイム制御	2つの課題 - ウエハ反り - ライフタイム制御	$\bigcirc$
Advanced epitaxial wafer エピタキシャルウエハ + 薄ウエハプロセス	- TAIKO プロセスが有効 - 基板濃度不問 $\Rightarrow$ 反りに強い - ライフタイム制御不要	$\odot$