

SiCホモエピタキシャルウエハにおけるオフ角低減を実現

次世代パワー半導体SiCウエハ作製技術

炭化珪素(SiC)を用いた半導体素子はSiを超える超低損失のパワー素子を実現できるものとして期待されており、近年その開発が精力的に進められている。SiC半導体素子は、バルクSiC結晶基板の上に膜厚、不純物濃度を高度に制御して成長させた薄膜(ホモエピタキシャルウエハ)上に作製される。そのため、エピタキシャルウエハの品質は、作製された半導体素子の特性に大きく影響することになる。SiCは、SiとCの積層様式が多様に変化しやすい(結晶多形)半導体結晶である。従って、多形の混入がなく、パワー半導体に適した多形の一つである4H-SiCだけのエピタキシャル膜を得ることは素子作製上の必要不可欠な技術である。そのために今日では積層情報を伝えられるようにSi原子が最表面にあるSi面を結晶軸に対して数度傾けた(オフ角と言う)オフ基板上にエピタキシャル膜を作製する手法が開発されており、それが必然とされている。

一方で、ウエハにオフ角をつけると、オフ角に対応したマイクロには異なる方位の結晶面(ステップ：階段状の形態)が現れるようになる。そのマイクロな段差によりパワー素子に重要な半導体/酸化膜界面が乱れるといった問題が指摘されており、ウエハのオフ角の低減が

求められている。しかし、Si面では基板のオフ角を小さくするとエピタキシャル成長時にステップバンチング(ステップの粗密化)により表面の平坦性が失われやすくなるという問題がある。一方、4H-SiCのバルク成長では成長手法は異なるが、Si面とは反対にC原子が最表面にあるC面で結晶成長を行うことにより4H-SiCを安定して成長させ得ることが知られている。我々はこの事実に着目し、C面を用いることによって4H-SiCエピタキシャル膜のオフ角低減の可能性を追求した。その結果、エピタキシャル成長条件を最適化することによって、図に示すようにオフ角0.5°の2インチ4H-SiC基板においてウエハエッジ近傍以外は表面が原子レベルの平坦性を持ち、他のSiC多形の混入がないエピタキシャルウエハを成長させることに成功した。

これにより、技術的にはこれまでウエハに存在していたオフ角に起因する素子特性上の問題が改善される見通しが得られるとともに、一部の国で有効とされているオフ基板成長に対する特許主張の懸念が払拭されるものと思われる。本成果により、SiCを用いたパワー半導体素子の開発に一層の拍車がかかるものと期待される。

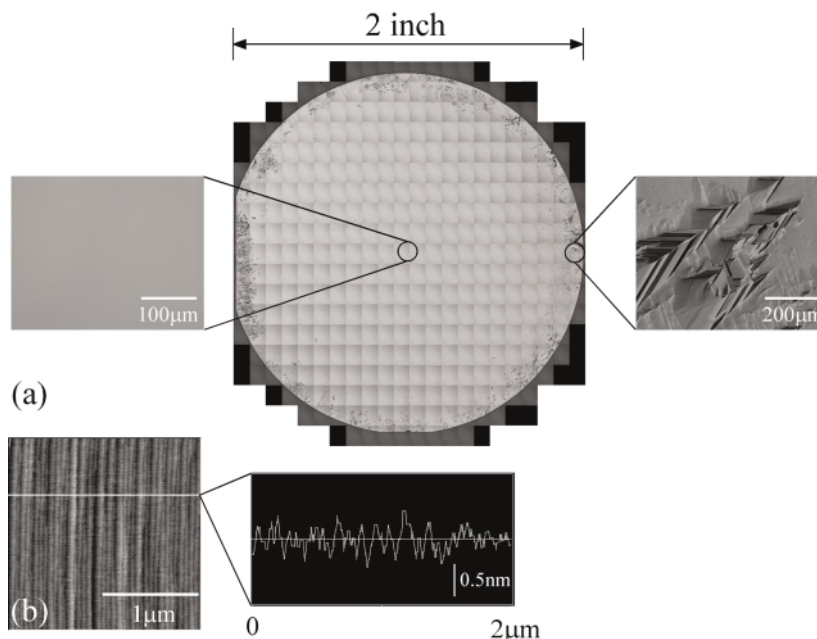


図 エピタキシャルウエハの表面状態
(a)微分干渉顕微鏡像、(b)原子間力顕微鏡像



こじまかずとし
児島一聡

kazu-kojima@aist.go.jp
パワーエレクトロニクス研究センター

関連情報

● 児島一聡 等: 第64回応用物理学会学術講演会, 講演予稿集, 1a-B-2.