



次世代ワイドバンドギャップ半導体材料の 新奇加工技術開発： SiC, GaN, ダイヤモンド単結晶の ための高能率かつ実用的な加工法の検討

長岡技術科学大学 技学研究院
會田英雄

1. はじめに

次世代パワー半導体デバイスを実現するため、炭化ケイ素(SiC)、窒化ガリウム(GaN)、さらにはダイヤモンド単結晶が注目を集めている。これらの結晶材料は、結晶成長したのち基板へと加工し、デバイス成長に利用される。結晶を成長する技術もさることながら、高硬度で熱的にも化学的にも極めて安定なこれらの材料は、その基板加工も極めて難しい。いわゆる難加工材料である。本稿では、これらの次世代結晶材料に対する基礎的な基板加工プロセスの概要を説明しつつ、筆者が展開する最新加工技術について、その開発状況を紹介する。

2. 次世代単結晶に対する基板加工の基礎的な流れ

表1はSi, GaN, SiC, ダイヤモンドに対する加工プロセスとその概略加工条件をまとめたものである¹⁾。シリコン, GaN, SiC については基板加工を、ダイヤモンドについては宝石加工に用いられる技術を中心にまとめてある。また、図1はSiCやGaNに適用される基礎的な基板加工プロセスを、従来材料であるSi基板の加工プロセスとの相違点を踏まえつつまとめてある²⁾。結晶成長されたアズ

表1 各種半導体基板の加工プロセスとその概略加工条件と将来展望

結晶材料	主流口径	切断	面取り	前工程		中間工程		仕上げ工程 (CMP)	洗浄	検査	確立度
				研削	ラッピング	ダイヤモンドポリッシング	ダイヤモンドポリッシング				
Si	12インチ (~8インチ)	ラッピング式ワイヤソー	あり	ダイヤモンド (加工時間 数分)	GC (加工時間 10分)	—	—	コロイダル シリカ (pH8-10)で 30分	RCA	SP-5 マクロ検査 (例:AMI3000) OS-check	◎
SiC	6インチ	D固定砥粒式ワイヤソー	あり	同上 (加工時間 30分)	同上 (加工時間 1-2時間)	Cu/樹脂複合Cu定盤+ D3-1μで 1時間	Sn/樹脂複合Sn定盤+ D1-0.1μで 2時間	コロイダル シリカ (強酸化剤)で 10時間	メガソニック SP (濃硫酸 + 過水), オゾン水, RCA	共焦点顕微鏡 (レーザテック), カンデラ, MEM分析 (Hitach-Hi), TEM,	△
GaN	2~4インチ	同上	あり	同上 (加工時間 30分)	同上 (加工時間 1時間)	同上	Sn/樹脂複合Sn定盤+ D1-0.1μで 3~5時間	コロイダル シリカ (強酸化剤)で数10時間	THAH溶液 プラン洗浄 メガソニック, アンモニア+ 過水	同上 カソードル ミネッセンス (CL)	△ S ×
ダイヤモンド	~0.5インチ	レーザ切断	あり	—	—	スカイフ盤で 数時間	スカイフ 研磨で 数十時間	コロイダル シリカ等酸化物系研磨剤 (強酸化剤)で 100時間以上	ブラシ洗浄, メガソニック SP, RCA	同上	×

→ 鏡面研削で短時間に(本稿で紹介)

→ プラズマ CMP で短時間に(本稿で紹介)