

特集序文

融液成長技術を活かしたバルク結晶の最近の話題

Recent Hot Topics on Bulk Crystals Using Melt Growth Technology

吉川 彰

Akira YOSHIKAWA

市民生活の便利さに欠かせない電子デバイス、更なるIoT時代を切り開くデバイスを支える重要な材料として、シリコン単結晶、タンタル酸リチウム単結晶等が代表例として挙げられる。

最も代表的な半導体であるシリコン単結晶ウエハが世の中に登場してから既に50年以上を数える。人類はムーアの法則に従って、半導体デバイスの微細化により高集積化を図り、トランジスタ当たりのコストを過去50年以上にわたり低減してきたとされるが、コストダウンは、このような微細化・高集積化だけではなく、製造歩留まりの改善や、製造効率化によるスループットの向上等に加え、半導体デバイスの土台となるシリコンウエハの大口径化によるところが大きい。1960年代に0.75インチ(約20 mm)だったシリコン単結晶ウエハは、今では300 mm径のウエハが手に入るようになっている。

最も代表的な酸化物であるタンタル酸リチウムが用いられているSAWフィルターは、1855年Lord Rayleighにより弾性表面波(SAW: Surface Acoustic Wave)の存在が数学的に発見され、1965年にはWhiteおよびVotmerによる楕円電極(IDT: Inter Digital Transducer)の発明がなされたことにより多用なフィルターへの応用が開けた。IDTの発明からわずか12年後だが1977年にはWilliamsonが45種のSAWデバイスに応用した開発品のリストを発表した。代表的なSAWフィルターに用いられているウエハは、LiTaO₃(タンタル酸リチウム: LT)という酸化物単結晶である。LTは現在、4インチウエハが主流であるが、6インチウエハの時代も目前になっている。

これら2つの例は、いずれも融液成長技術を活かしたバルク結晶技術の進歩の恩恵によるところが大きい上に、我が国の大学・国立研究所・企業が世界をリードして来た分野でもある。ただし、トランジスタやトランジスタを中心とした素子の集合体であるLSI用のバルクSi結晶はアジア勢の追い上げも強く、我が国の結晶メーカーはシェアを奪われており、バルクLT結晶の方もアジア勢の参入が目立ち始めている。当然、次世代・次々世代の各種デバイスを担う最先端結晶の開発やそのバルク結晶作製法の研究開発は我が国が優位性を持って先導すべき分野であり、次々世代単結晶の開発でもその優位性を維持すべく、JSTやNEDOや厚労省主導による大型プロジェクトが立ち上げられ、日本中の叡智を集結した研究開発が展開されている。

このような歴史と日本の科学技術のミッションを踏まえ、本特集では、「融液成長技術を活かしたバルク結晶の最近の話題」と題し、融液成長技術を活かした次世代の各種デバイスを担う最先端バルク結晶の最新の話題に注目した。具体的には、太陽電池用Siの融液成長、次世代のワイドギャップ半導体として期待される β -Ga₂O₃のバルク単結晶、複数の機能性を同時に包含できる可能性のある共晶体材料、シンチレータの最高発光量の記録更新が続出しているハロゲン化物シンチレータのバルク単結晶等の研究開発の新展開にまつわるオリジナリティー溢れる研究アプローチを紹介できる機会に恵まれた。次世代の基幹デバイスを担うことを目指した研究から様々なヒントを垣間見ることができている内容となっている。本研究会の読者にとっても、結晶作製技術の応用分野としての研究開発を身近に感じてもらえるのではないかと期待する。この次世代・次々世代バルク結晶作製技術開発は間違いなく今、わが国が先導して取り組むべき分野であると信じ、本誌初めての特集テーマとして取り上げた次第である。これを機に、融液成長とフラックス成長の研究者が融合するきっかけ、あるいは結晶作製に軸足を据える研究者が新しくこの分野に参入するきっかけとなれば幸いである。

* Akira YOSHIKAWA, 東北大学金属材料研究所/東北大学未来科学技術共同研究センター