

西澤完全結晶プロジェクト追跡調査報告書要旨

総括責任者の西澤潤一氏の発案によるSi 静電誘導型デバイス (トランジスタ サイリスタ)は、独創的な国産技術による基幹電子デバイスとして、世界の電子工業をリードする可能性を持っている。Si 静電誘導型デバイスに加えて、Si系よりさらに高速動作が可能と期待されるGaAs系デバイスについて完全結晶作製技術を確立し、各種デバイスの試作・動作確認を行うことを目的に研究が行われ、光励起単分子層エピタキシャル成長の実現、GaAs 単結晶引き上げ法の開発、静電誘導型半導体・サイリスタイメージセンサーの開発などの成果が得られた。

本プロジェクトが開発した、光励起エピタキシャル成長による1原子層および1分子層での結晶構造の制御法は、今日のナノ技術の草分けであり、表面化学反応についての新しい考え方を示した。

砒素蒸気圧制御法をGaAs 単結晶引き上げに応用する「完全結晶生成法」の開発をもとに、その後実用化レベルでの技術開発が行われた。点欠陥の制御を可能にする一定砒素蒸気圧での成長、高純度化、結晶大型化などの主要な技術の壁はクリアされ、エピタキシャル成長や光デバイス用基板材料製造に適する製法であることが実証された。今日この技術を基に発光ダイオードやレーザーの材料が作られ、発光ダイオードの高輝度化の現在の流れの端緒となった。

静電誘導型サイリスタは、そのコンセプトがサイリスタのスイッチ機能や高周波特性の改善の指針になっただけでなく、その速い動作速度や消費エネルギーが極めて小さい点に関心を集め、SIデバイス研究会やパワーエレクトロニクス学会の発足、また電気学会のパルスパワー分野のセッションが活況を呈しているなど学会でも注目を集めている。静電誘導型サイリスタは、小型化技術および量産技術の開発がすすみ、具体的な用途として、加速器用電源、ダイオキシンなどの有害物質の分解用電源、レーザーの電源などが期待されている。今回、西澤総括責任者がIEEEのメダルに入れられたのは、このサイリスタを使って直流変圧が実用化レベルの損失で作れることを示したことが一つの基盤となっている。世界を直流でネット化しようとする考えである。

本プロジェクトの研究により、周波数が光と電波の境界領域であるテラヘルツ帯域で作動する半導体素子に関心が集まり、半導体研究所で行われて来たGaPテラヘルツ発信器に展開し、ERATOの「西澤テラヘルツプロジェクト」に発展し、これらプロジェクトにおける基礎的な研究をふまえて、更に実用化のためのLiNbO₃を利用した研究が「山形リサーチセンターの「光通信の高速化・効率化・長寿命化のための研究開発プロジェクト」に展開された。また最近、テラヘルツ波の簡便で高性能の光源の開発が進むにともない、テラヘルツ波の特徴である優れた透過性・高空間分解能・直進性を利用し、癌の早期診断、虫歯の診断、肉片の検査、食品などの水分検査、ICパッケージやICカードの検査、紙幣の検査、半導体ウェーハの検査など各種の診断・製品検査・偽造防止・所持品検査などへの応用が期待されている。