

第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 13. 半導体分科会シンポジウム 「材料・プロセスが切り開く未来半導体デバイス」

世話人：田岡紀之（GaN-OIL）、中塚理（名大）、牧原克典（名大）、入沢寿史（AIST）



図 1: シンポジウム冒頭の様子

第 65 回応用物理学会春季学術講演会において、「日本の半導体産業・研究の明るい未来を描く」と題して、分科会シンポジウムを提案・実施させて頂いた。そのシンポジウムでは、主に半導体デバイスメーカーから最新のデバイスや動向についてお話しを頂いた。各社非常に業績が良く、産業界の活況ぶりが感じられた。一方で、大学や国研での半導体（特に Si 系デバイス）に関する研究は、研究予算の観点、日本人学生・若手研究者の関心の低下等もあり、難しい状況にある。前回のシンポジウムではシニアの方々に多く参加頂き、各企業の講演に対して活発な議論が行われた。一方、学生・若手研究者の参加は非常に少なかった（おそらく参加者の平均年齢は 50 歳を超えていたと考えられる）。そこで、学生・若手研究者の関心を喚起することを今回のシンポジウムの目的の一つとした。また、Si 系ロジック・メモリ等のデバイスは、デバイススケールリング、テクノロジーブースター導入や 3 次元化の技術が導入され、製品ライフサイクル(Product Life Cycle :PLC)における成熟期に至っていると考えられる。本シンポジウムのもう一つの目的は、PLC の成熟期を乗り越えるための材料・プロセスによるイノベーションをどの様に起こすかを模索することである。そこで、本シンポジウムでは、ユニークな材料・構造・プロセスによって新しいデバイスの実現を目指している研究者の方々に、登壇して頂いた。招待講演として 6 名の方に、一般講演として 4 名の方から非常に有意義なお話しを頂いた。図 1 は、シンポジウム冒頭の様子を示している。空

席が無いほどの多くの方に参加頂け、活発な議論が行われた。登壇者および簡単な内容を紹介すると、名古屋大学の白石賢二先生、(株)東芝の丸亀孝生氏から新しい材料を使ったメモリに関するご講演、物質・材料研究機構の吉川元起先生から嗅覚センサーに関する講演を頂いた。また、2次元材料の物性制御や2次元材料を用いたデバイスに関する講演を大阪府立大学の桐谷乃輔先生と松浦賢太郎氏からそれぞれ頂いた。IV族系半導体を用いた熱電デバイスのお話を名古屋大学の黒澤昌志先生より頂いた。更に、急峻スイッチング素子に関連した講演を東京大学の加藤公彦氏、矢嶋 赳彬先生、小林正治先生および多川友作氏から頂いた。

メモリデバイスについては、産業界の技術の進歩が著しく、大容量・低コスト化が進んでいる。その様な状況でメモリ新規材料の研究が既存のメモリに対して、どの様なインパクトを与えるのかが明確になると、メモリ材料研究のインパクトが更に増すと感じた。IoTやセンサーネットワークにおいて、様々なセンサーの実現および回路への集積が重要となる。今回頂いた話では、これまでに実現できていなかった嗅覚センサーの実現、回路への集積が進んでいることが示された。しかしながら、この様なシステムを小型化するためには、それらを駆動するバッテリーの小型化が大きな課題であると考えられる。この問題を解決する一つの手段がエネルギーハーベスターを回路に組み込むことである。近年発売されたスマートウォッチ(ある意味小さいPC)には、熱電材料が既に組み込まれているとの講演を頂いた。Si系デバイスに適した材料・構造を用いた熱電素子の研究も盛んになっており、今後の研究に大きく期待できそうだと感じた。また、先ほどのセンサーを集積したシステムにおいても、ロジック回路が組み込まれると考えられるので、低消費電力化の観点から、急峻スイッチング素子の実現は非常に重要である。今回は、従来のMOSFETとは、材料・原理の異なるデバイスの発表を頂き、微細化に依存しない低消費電力化の可能性を示して頂いた。今後の急峻性およびON電流の特性向上に期待したい。また、2次元材料は、究極のThin bodyトランジスタに向けた材料であり、更なるデバイススケーリングの可能性を秘めている。また、2次元材料の物性を制御することによって、応用範囲が大きく広がる可能性を感じ取れた。

一部の研究者・エンジニアの間では、Siテクノロジーがデバイススケーリングによって発展してきた時代を”ゴールデンエラ”と呼んでいる様である。現在は、ゴールデンエラを終え、冒頭で述べた様に成熟期に入っていると考えられる。今回のシンポジウムでは、プロセスに特化した発表を組み込むことはできなかった。これは後日シンポジウムを企画したい。そのシンポジウムで発表されるであろうユニークプロセス、本シンポジウムで講演して頂いた様な新材料・原理によるデバイスを、シニアの方々のサポートを受けながら、中堅・若手研究者・学生によって実現し、”プラチナエラ”を築き上げたい。