

薄膜・表面物理分科会企画

「省エネルギー社会のための半導体デバイス技術」

薄膜・表面物理分科会 中部大¹，早大² 河原敏男¹，渡邊孝信²

現在の緊急の課題であるエネルギー・環境問題として、地球温暖化と化石エネルギーの枯渇があり、化石エネルギー消費の低減を図り、温暖化ガスであるCO₂の排出量を減らしていく必要がある。そのため、省エネルギー化を推し進め、太陽エネルギー等の再生可能な自然エネルギーへの転換が必須である。そして、省エネルギー技術として薄膜技術が活躍する場が数多くあるので、省エネルギーのための半導体デバイス技術を俯瞰するシンポジウムを開催した。当初の予想よりも多い185名の参加者があり、会場の収容人数(170名)を越えてしまうほどの盛況であった。これも、省エネルギー社会の基盤技術としての薄膜・表面物理分野への期待の表れである。

最初にイントロダクトリートークとして河原敏男(中部大)から本企画の趣旨が説明された。省エネルギー社会を構築するためには、自然エネルギーへの移行と、電力を無駄なく輸送・利用する技術の開発が必要であり、特に今後更に拡大していくと予想されるIT関連のエネルギー消費量を削減するためには、シリコン素子の低消費電力化を進め、パワーデバイス・通信デバイスなどの更なる研究開発が必要であることを強調した。こうした趣旨から、本シンポジウムでは、LSIの低消費電力化と発熱問題、パワーデバイス、半導体素子の温度制御、太陽発電用デバイス、4トピックスに関して各2件の講演が行われた。

まずLSIの低消費電力化に関して、岩井洋氏(東工大)より「超低消費電力シリコンデバイス技術の重要性」と題した講演が行われ、集積回路の低消費電力化のためには、MOSFETの微細化とそれに伴う電源電圧の低電圧化が有効であることが示された。続いて鎌倉良成氏(阪大)の「ナノデバイスの熱問題：極微細MOSFETにおける発熱の微視的過程と電気伝導への影響」では電気伝導の理論的研究から提言がなされ、非平衡なフォノン分布とその緩和時間を理解することがナノデバイスの排熱効率を把握する上で重要であることが示された。

パワーデバイスに関しては、森睦宏氏(日立)の講演「IGBTの低損失化と省エネルギー」で、インバータの損失を従来の約半分に低減するプロセス技術が紹介され、2050年にCO₂を半減するには、パワー半導体の市場規模は年間約10兆円に達するとの見通しが示された。続いて児島一聡氏(産総研)の「SiCパワーデバイスとエピタキシー技術」では、オフ基板を用いるステップ制御エピタキシー技術の向上でSiCデバイスの量産化の動きが活発していることが紹介された。

半導体素子の温度制御については、長谷川繁彦氏(阪大)より「温度無依存バンドギャップ半導体TlInGaAsNの成長と半導体レーザへの応用」と題した発表がなされ、半金属のTlAsと半導体のInGaAsの組成比を制御し、温度無依存のバンドギャップを持つ混晶半導体を実現する研究が紹介された。温度無依存が実現すれば、多重通信で求められている半導体レーザの発振波長の安定性を温度制御せずに高められることになり、光通信の省エネルギー化が実現する。また、山口作太郎氏(中部大)の「電子デバイス冷却と熱電効果 - 自己冷却素子を中心にして」では、より高精度のデバイス・シュミレーションを行うためには、熱電効果を考慮する必要があることが述べられた。さらに、熱電効果を用いた排熱効率のよい自己冷却型のデバイス構造が提案された。

最後の太陽発電用デバイスに関しては、まず、増田淳氏(産総研)の講演「アモルファス・微結晶シリコン太陽電池」で、薄膜シリコン系太陽電池は結晶シリコン系太陽電池に比べ材料コストを削減できることが示された。光劣化の低減と高速成膜が重要となるが、シランの枯渇領域を用いて高次シランを抑え、高速成膜を実現することで、その量産体制が急速に整いつつある。薄膜太陽電池はその特性を活かしたシースルー型太陽電池への応用もあり、化石燃料からの脱却に向けて普及していくことが期待される。続く山口真史氏(豊田工大)の講演「化合物半導体太陽電池」では、化合物半導体による多接合・集

光型太陽電池で 50%以上の超高効率化が期待できることが示された。集光型は高性能化による発電能力あたりの低価格化を目指し、将来的には 7 円/kW に達する見込みであるので、太陽電池の普及に大きな寄与があると予想される。

以上、省エネルギー社会の構築のために鍵を握る要素技術である薄膜・表面物理分野の一層の研究開発が重要であるとの観点から、現状と課題を俯瞰することを目的に薄膜・表面物理分科会が企画したものである。ここから、新たな展開が生まれ、今後の省エネルギー社会の構築に役立つことを期待する。