

11. 超伝導

東北大 淡路 智

今回は、超伝導国際会議(M²S2009) (東京)と日程が重なり、大幅な講演減少が危惧されたが、応用物理学会の超伝導関連セッションの日程を前半の2日間に集約し、これを事前にアナウンスすることで対応した結果、超伝導に関する講演件数は138件とほぼ例年並みの講演件数となった。以下に中分類毎のまとめを記載する。

「11.1 基礎物性」では、JJAP 論文賞受賞記念講演1件、講演奨励賞受賞記念講演1件と一般講演32件の講演があった。記念講演では、論文賞の平松(東工大)による鉄系高温超伝導体についての最近の研究のレビュー、奨励賞の角柳(NTT)による最新の磁束量子ビット測定技術についての紹介があり、50名以上の聴衆が集まった。また、一般講演は、鉄系超伝導体8件、物質合成11件、ピン止め1件、磁性体/低温超伝導体構造2件、固有接合9件、量子ビット1件と多岐にわたる発表があった。鉄系超伝導体の研究に関しては、堀井(東工大)より表面平滑性の優れたエピタキシャル薄膜の作製と水蒸気に対する安定性に関する報告があり、注目を集めた。これは鉄系超伝導体のデバイス応用への可能性を示すものであり、今後の進展が期待される。また、山本(NTT)による T'-La₂CuO₄ の超伝導オンセットの観測や春田(産総研)による PLD 法により作製した薄膜型固有ジョセフソン接合素子の報告など多くの分野で着実な進展がうかがえた。なお、今回は超伝導国際会議(M²S2009) (東京)と日程が重なったため、前回より発表件数が10件程度少なかった。

「11.2 薄膜、厚膜、テープ作製プロセスおよび結晶成長」では、今回はポスターのみ(ショートプレゼンテーションなし)の発表形式で44件の発表が行われた。内容は MOD 法に関して10件、MgB₂ 薄膜及び結晶成長(7件)、線材プロセス(4件)、人工ピン(12件)、さらに Fe 系オキシニクタイト高温超伝導体薄膜に関して11件が報告された。特に Fe 系オキシニクタイト高温超伝導体材料は、基礎物性の分野での発表に加えて、本セッションでは、エキシマレーザ、YAG レーザ、MBE 法など各種薄膜方法で11系を中心に薄膜作製等が報告された。 T_c はいくつかのグループから報告されているが、今後 J_c などの報告も期待される。一方、人工ピンに関しては、BaZrO₃ などのナノピンニング材料の成長メカニズムに関して報告が多くあり、微細組織や表面観察などのデータを元に着実に明らかになっている印象を得た。

「11.3 臨界電流、超伝導パワー応用」では、鉄ニクタイト関連1件、MgB₂ 材料1件、Bi 系材料2件、RE123 材料関連12件16件の報告があった。そのうち、評価方法に関する報告3件を含んでいる。全体としては、RE123 材料の臨界電流特性が、向上するとともに安定することで、特性評価が再現性良く出来るようになり、十分な議論が可能となってきた印象が強い。今後、臨界電流や磁束ピンニング現象の理解が進むと予想される。さらに、新しい特性評価法も開発され、RE123 材料だけでなく Bi 系線材などにも適用することで、線材の問題点が明らかになってきた。加えて、鉄ニクタイト材料の臨界電流特性に関する発表が、今回初めて行われた。まだ特性は低いさらなる発展に期待したい。一方で、パワー応用に関する講演が減少している点が問題である。交流応用を意識した交流損失や、低温強磁場応用を目指した低温特性評価などの講演が行われてきているので、その発展としての応用に関する発表が増えると、議論が深まると予想される。今後、応用と材料の両輪をうまく回す点で、応用関連の講演を増やす努力が必要と感じた。

「11.4 アナログ応用および関連技術」では、SQUID、高周波フィルターおよび超伝導検出器等27件の講演が行われた。SQUID に関する発表では、磁性材料や超伝導線材等、様々な材料の非破壊検査に関する

る報告が多く、今後この分野のさらなる広がりを予感させた。その他、脳磁計測や免疫検査システムなどに関する講演があり活発な議論が行われた。超伝導検出器に関する講演数は当セッションの約半数を占め、この分野の関心の高さを示している。材料も Nb, NbN, NbTiN および MgB₂ など多岐にわたり、それぞれの材料と特性を生かした研究がなされている。なかでも、フォトン検出器においては検出効率の向上が、天文観測用受信機においては広帯域化が中心的な課題であるが、それぞれキャビティ構造の付加、および同調回路とトンネル接合の整合改善により、性能が大きく改善することが報告されるなど、着実な進展が見られた。また、超伝導フィルターに関する発表では、実用化に向けて課題である、送信用フィルター耐電圧特性の向上に関する報告がほとんどであった。その他、超伝導ナノブリッジの高速光応答やジョセフソン電圧標準などについての報告があった。

「11.5 接合、回路作製プロセスおよびデジタル応用」では、全部で18件の発表があり、午前のセッションでは、接合・回路作製プロセスに関する発表が行われた。10件の発表のうち、ナノブリッジに関する発表が4件あり、ナノ構造作製技術の進展により、ブリッジ型素子への関心が俄に高まっている。積層型接合技術では、プラズマ窒化 AlN 障壁層を用いた NbN ジョセフソン接合に関する発表があり、Nb/AlO_x/Nb 接合並の高品質な特性を実現しており注目を集めた。ギャップ電圧の減少原因の究明が今後の課題であろう。目新しいところでは、別々に作製した超伝導回路と HEMT を同一基板上に集積化する埋め込みプロセスに関する発表があり、今回の発表はプロセス評価に留まったが、今後の研究の進展に期待したい。午後のセッションでは、デジタル応用に関する発表が行われた。アドバンスドプロセスを利用した SFQ 回路設計、回路大規模化に関する発表は少なく、演算効率を高めるための新たな論理ゲートの設計など、より基本に立ち返った発表が目についた。また、超伝導検出器の出力信号処理、量子ビット制御、物理乱数生成など、小規模な回路応用に研究がシフトしつつある傾向は、前回と同様であった。

なお、本報告は、入江晃亘（宇都宮大）、仙場 浩一（NTT 基礎研）、吉田 隆（名大）、川山 巖（阪大）、寺井 弘高（情通機構）各氏の協力により作成したものです。ご協力に感謝します。