

高崎研 TIARA における 極低温電子線照射実験の現状

極低温放射線物性研究グループ

岩瀬 彰宏

我々の研究グループでは、平成6年3月に、液体ヘリウム温度での電子線照射、および電気的物性、熱的物性の“その場”測定を行うための「電子線照射解析装置」を高崎研 TIARA の第5ターゲット室に設置した。実験開始当初は、地磁気の影響でビームが曲がり、ターゲットに当たらないなどの色々なトラブルに悩まされたが、最近、ようやく実験も軌道に乗り興味ある結果も得られ始めたので、その現状を報告したい。

極低温電子線照射は、バルク固体中に均一に格子欠陥を導入できること、ターゲット原子に与えるエネルギーがはじき出しエネルギーと同程度であるため、単純な欠陥（フレンケル対）を生成すること、合金等において選択的はじき出しが可能であること、そして、極低温で照射を行い熱運動を抑制することにより、生成された格子欠陥の初期状態を観察できること、などの特徴を持ち、放射線物性・照射損傷の基礎研究分野で重要な役割を果たす照射手段である。我々は、以前からその重要性を主張してきたが、照射装置のための予算獲得には、なかなか至らなかった。高崎研での新しい加速器施設の建設における関係各位の御努力により、ようやく実験を開始することができるようになったのである。

電子線専用のビームライン（SXライン）には、「電子線照射熱物性測定装置」および「電子線照射電気物性測定装置」が設置されている。熱物性測定装置では、極低温で照射を行った後、固体の比熱、熱伝導、蓄積エネルギー放出スペクトルを測定できるが、現在は、照射によって金属中に導入された格子間原子の共鳴モード振動を照射後の低温比熱測定によって検出するこ

Low-Temperature Electron Irradiation Experiments at TIARA

Akihiro IWASE

Research Group for Low Temperature
Irradiation Effects

とを試みている。一方、電気物性測定装置は、最高磁場6Tの超伝導マグネットを有しているので、極低温電子線照射した試料の電気抵抗、磁気抵抗、ホール電圧を“その場”で測定できる。また、装置への試料の着脱方法としてトップローディング方式を採用したため、装置に液体ヘリウム・液体窒素を充填したまま、真空を破ることなく試料を交換できるのが特徴である。この装置を用いて現在、高温超伝導体および半金属である黒鉛の照射効果の実験を行っている。Bi系超伝導体では、低温で電子線照射することにより臨界温度、臨界電流の低下が見られるが、試料温度を室温まで上げた後再び測定すると、その値は照射前の値へ近づく。これは、低温照射によって生成した欠陥が室温までのアニーリングによって消滅したためか、あるいは、欠陥のクラスター化により磁束のピン止めが強くなったためであると思われる。パイロリティック黒鉛は低温で負の磁気抵抗を示すことはよく知られているが、電子線照射によるわずかの濃度の欠陥導入により、磁気抵抗は、より負の方向に大きく変化することが見い出された。これは、電子の局在状態が乱れの導入により変化したためであると考えられる。

以上のようなグループプロパーの実験に加えて、他の研究室あるいは、大学との協力研究も実施している。筑波大学とは、Mo、WなどのBCC金属を極低温照射し内部摩擦を測定することにより、格子欠陥の極低温での挙動を調べる実験を行っている。また、材料研究部・放射光物性研究室とは、電子線照射による格子欠陥の形態を放射光を用いたX線散漫散乱によって調べる実験を計画している。

