特集『金属人工格子の構造、物性とその応用』

はじめに

藤 森 啓 安*

私が“人工超格子結晶”なる語を初めて知ったのは、今から約20年前に江崎玲於奈博士のノーベル賞授賞式記念講演を載せた単行本“トンネルの長い旅路”(講談社, 1974年)を読んだときである。博士は東北大金研でも記念講演をしたが、そのときの専門向けの講義の中でこの人工超格子(GaAs/GaAlAs)の話がありオージェ電子分光による周期構造プロファイルを見たような気がする。当時、私は半導体だけのことと思いきなり気にも止めなかったが、その後、自分で人工格子を研究するようになってからは時々、博士らの先見の話を思い出す。

今では金属分野でも人工超格子という語はすっかり定着している。ただし、金属では人工超格子の代りに単に“人工格子”“組成変調膜”とか“多層膜”と呼んだりする。それは、金属では界面拡散が起こり易く界面原子配列が乱れ不整合であることが多く、必ずしも超格子になっていないことに由来する。そこで本特集号でも、表題を金属人工格子とした。しかし著者によっては多層膜としているが、それはそれで別段の問題はない。

さて、金属の分野での人工格子研究は、古くには拡散係数測定のためや、X線や中性子線の回折格子の開発の目的で1~10 nm 周期のいわゆる多層膜の研究が行われていたが、今日のような新物質、材料の創製を意図した本格的な研究は、半導体超格子に触発された形で今から10数年前に始まった。当初、欧米では原子レベルの整合性のよい高品位の金属人工格子を作製することから開始し、構造キャラクタリゼーションを中心に弾性異常や2次元性超伝導体(金属)の物性研究が行われていた。日本では、新素材開発の一つの有力な方法として、人工格子をTailored Materialsの典型物質として取り挙げたグループ、Hybrid Materialsの一連の中に位置付けたグループ、アモルファス金属に変わる特殊構造物質への発展として取り挙げたグループ、界面および2次元物性研究のモデルサンプルと考えたグループ、さらには構造それ自身に興味を持ったグループなどが金属人工格子の研究を開始した。

このように多様な状況下にあるが、研究者の根底には新物質・材料の開発という共通の認識があるように思われ

る。異種の金属原子を原子単位で交互に規則的に積層したものは、通常の合金状態の中には見い出せないものであって、それ故に金属人工格子は“新しい質を担う新しい物”となる可能性を秘めていると考えるのが自然である。幸い、金属人工格子研究の世界的状況はそのような方向で着実に進展を見せている。例えば、(1)日本、欧米の研究が芽となって進展を見せている光磁気効果、垂直磁化に基づく光磁気記録膜、(2)日本が主導性を発揮している高周波高透磁率膜、(3)フランス、ドイツのパイオニア的研究で生れた巨大磁気抵抗膜などを挙げることができる。中でも巨大磁気抵抗効果は人工格子特有の現象と考えられ最大の関心事になっている。勿論、このような応用につながるような成果ばかりでなく、2次元強磁性など物理の基礎に根ざす新しい問題も生れている。また、高度な薄膜作製技術、原子レベルの構造解析、界面における結晶成長素過程の解析と制御、等々の進歩も忘れられないことで、これらすべてが金属人工格子研究の発展に大きく寄与している。

本特集号は、このような国内外の金属人工格子研究の盛況ぶりを鑑みて、現時点での研究状況を総括する目的で企画された。丁度、1990年から本年までの3ヶ年計画で文部省科学研究費・重点領域研究「金属人工格子」が進行中であり、本企画、編集はその推進代表者らによって行われた。目次に見るように、総論では作製、構造評価、物性と機能に分けてまとめた。次いでトピックスを取り挙げ最近の興味ある話題を論じた。最後に新しい実験手段の幾くつかを取り挙げその重要性を要説した。未だ興味ある多くの話題があるが、紙面の制約もあって割愛した。これらは、いずれ近いうちに一般の記事として載せて本号の内容を補足していただけることを期待したい。

最近、金属人工格子の研究成果が増大し、いろいろの国際会議、国内学会で専門のセッション、シンポジウムを設けて発表、討論するようになって来ている。しかし、金属人工格子だけを総めた独立の国際会議を開いたことは今までにない。そこで、本学会が主催になり、明春の3月1日から5日に京都市の京都ホテルで“1st International Symposium on Metallic Multilayers”を開催することとした。この組織にも文部省重点研メンバーが中心になっている。このような時期に本特集号が発行されたことは誠にタイミングである。これを契機に日本の金属人工格子研究が一層発展することを切望するものである。

最後に、本特集号の企画から編集まで多くの労をとっていただいた新庄輝也、山本良一、前川禎通各教授並びにご多忙の中執筆くださった著者の方々に深謝致します。

* 東北大学教授；金属材料研究所

Structure and Properties of Metallic Artificial Superlattices, and Their Applications —Introduction—; Hiroyasu Fujimori (Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai)

Keywords: *metallic multilayer, advanced materials*

1992年8月10日受理