『これからの真空材料を探る』 編集にあたって†

吉 原 一 紘*

真空技術は材料科学技術の分野における重要な要素技術の一つであり、あらゆる科学技術の基盤をなす技術である。このため、真空技術の進展は、多くの科学技術の飛躍を生み出し、社会の発展に貢献してきた。

1900年代の前半に油回転ポンプや水銀拡散ポンプが開発されたことにより、いわゆる高真空環境(10^{-2} ~ 10^{-6} Pa)をわれわれは手にすることができた。これにより、真空管が実用化され通信事業が発展した。1950年代に入り、電離真空計の発明、ベーキング操作の導入、スパッタイオンポンプをはじめとする各種ポンプの開発により、超高真空(10^{-6} ~ 10^{-10} Pa)を実現することができた。この超高真空の出現により、粒子の走行距離を大幅に延ばすことができ、素粒子物理学の基礎を築くことができた。また、固体表面を清浄に保つことができるようになり、これにより、表面分析装置が実用化され、表面科学は著しく発展し、表面機能素子が開発された。構造材料に関しても、脆化機構が解明され、新しい表面改質技術も開発された。このように、現在では、比較的容易に超高真空環境を作ることができるようになり、われわれは当然のこととして真空装置を超高真空仕様としている。

真空環境は、薄膜をはじめとする新材料創製技術、コーティングなどの表面処理技術、および表面・界面解析技術など、多くの先端的な材料研究に広く利用されている。しかし、最近では材料の構造や特性をマクロに制御する技術から、分子・原子レベルで制御するミクロな材料技術へと急速に展開していこうとしている。このような技術を可能とするための環境、すなわち、「孤立原子の制御と利用」を可能とするためには 10^{-10} Pa以下の極高真空で、かつダストのない環境が必要である。

一般に清浄な表面は 10^{-4} Paの雰囲気では、付着確率(飛来した気体分子が表面に衝突したときに捕捉される確率)が

1のときには1sでほぼ全面が気体分子により覆われてしまう。すなわち、われわれは超高真空技術により清浄表面を得ることはできたが、清浄表面を作っても、例えば 10^{-9} Pa程度の超高真空では表面の0.1%(オージェ電子分光法の観測限界)が汚染されるまで100s程度しかなく、清浄表面を十分な時間保持することができない。金属の場合、付着確率が半導体より大きいと、孤立原子を制御しようとする、他の材料を取り扱う場合に比べて、特に問題となる。また、環境中におけるダストの存在は、材料の所期の性能を著しく劣化させてしまう。

そこで、このような情勢を受けて、現在、この真空環境を超高真空領域から、 10^{-10} Pa以下という極高真空領域へと移行させるとともに、クリーンヴァキュウム、ホットヴァキュウム等の特殊真空環境の利用を積極的に推進するために、現在、精力的に研究が行われている。

材料研究においても、極高真空領域や、クリーンヴァキュウム、ホットヴァキュウム等の特殊な真空環境を容易に実現するために課せられた技術的課題は山積している。本特集では、真空用材料として要求される特有の諸物性に関して、基礎的に解説するとともに、その改善法までを紹介することを目的として、材料表面からのガス放出の制御、真空排気に利用される真空材料、および真空中での材料表面の磨耗現象を話題として取り上げた。また、新しい真空材料や部品、排気装置等について、紹介するコーナーも設けた。さらに真空材料に関連して、真空中の搬送機構や研磨法などの新しい技術についても解説した。

本特集がきっかけとなって、より多くの金属研究者が真空技術に興味を持っていただき、優れた真空用材料が開発されることを、企画世話人として望むものである。

* 金属材料技術研究所第4研究グループ総合研究官(〒153 東京都目黒区中目黒2-3-12)

† 本記事は本会に複写権の委託を受けていないので、複写される場合は必ず原著者の許諾を受けて下さい。(日本金属学会)

Preface to the Special Edition on "The Development of Materials for the Future Vacuum Technology"; Kazuhiro Yoshihara (National Research Institute for Metals, Tokyo)

Keywords: high vacuum, gas desorption, tribology, surface finishing, vacuum materials, clean surface

1993年7月14日受理