

LABORATORY NEWS

## 金属材料技術研究所における 表面・界面研究の現状

吉原 一 紘

金属材料技術研究所

〒153 目黒区中目黒 2-3-12

(1984年6月16日 受理)

### Present Surface and Interface Researches in National Research Institute for Metals

Kazuhiro YOSHIHARA

National Research Institute for Metals, 2-3-12,  
Nakameguro, Meguro-ku, Tokyo, 153

(Received June 16, 1984)

The National Research Institute for Metals was established in July, 1956 as a research organization attached to the Science and Technology Agency of Japanese Government.

The research Activities in NRIM are divided into three categories; national projects promoted by the government, seeds-oriented R & D of new materials for advanced technology, and the assessment of reliability for structural materials from the neutral standpoint.

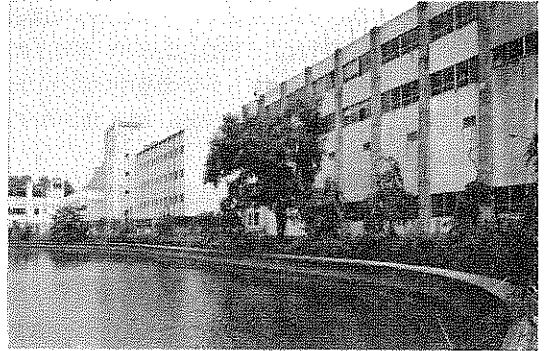
At present NRIM has eleven research groups, and two testing divisions. In order to conduct researches more efficiently, they are organized into three groups of MATERIALS DEVELOPMENT, PROCESS ENGINEERING, and MATERIAL RELIABILITY, and they are managed systematically as a whole.

The researches related to surface and interface science are actively conducted in Metal Physics Div., Corrosion Div., Special Function Materials Div. and Nuclear Materials Div.

金属材料技術研究所は昭和31年7月に科学技術庁に付属する研究機関として設立された。昭和54年3月には筑波研究学園都市に筑波支所を開設し現在に至っており、定員は約460名である。

当研究所における研究は次の3つの柱から成っている。第1は国が中心となって推進するプロジェクトへの参加、第2は将来性のある技術の芽を育成するための研究、第3は中立機関としての立場での材料の信頼性の評価に関する研究である。

これらの研究を効率的に推進するために、現在11研究部、2研究グループ、2試験部を材料開発部門、生産



National Research Institute for Metals.

技術部門及び材料信頼性部門の3部門に包括した形で運営している。

金属材料はこれまでほとんど構造材料として使用されてきたし、今後とも広く使用され続けていくと思われる。最近、FRPの用途は増大し、ニューセラミックスの実用化も近いといわれているが、これらも高温使用、靱性などの点で問題があり、構造材料としての金属材料の優位は動かないものと思われる。そのため当研究所の研究はこれまで構造材料としての金属材料の研究が主体であったし、今後とも「より強く、より軽い、より耐食性のある」材料の開発を目指しての研究を続けることになる。

一方、表面分析機器の開発、真空技術の向上、薄膜作製技術の向上につれて金属の表面特性が明らかにされ、その物性の利用が図られるようになってきた。一般に1,000 Å以下の表面相では構造、組成はバルクと異なり、電子も特異な挙動を示すため、「新たな機能性」を発現する可能性がある。特に100 Å以下の薄膜またはその積層による界面相の利用は桁違いに大きい物性向上や新機能の発現に結びつく可能性が大きい。すなわち、異種金属または半導体は、絶縁体等の極薄層間を物理的相互作用を介して結合させ、人工的な相互作用系をもった人工物質、(man-made materials, 形として極薄膜・極細繊維、超微粉末等)を作れば従来の自然物質(natural materials)にみられない特出した機能性を発現させることが可能になる。このような熱力学的制約をはみ出した、状態図にない人工物質の研究は未完成であり、また成功すれば成果も大きい代りにリスクも大きいので一部を除いて未開拓のままである。したがってこのような分野の研究は国立の材料研究所で積極的にとりあげ推進すべきテーマであり、今後の当研究所の進むべき方向の一つである。

当研究所では、従来からの構造材料の研究を推進するのは勿論であるが、今後は表面・界面構造の制御により

その特異性を利用した革新的機能材料に関する研究を強力に推進しようとしている。そこで、AES, SAM, LEED, XPS, IMA 等の表面分析機器を用いて表面や粒界の組成や構造の基礎的研究を行い、その結果から表面・界面を制御するための技術を確立し、それを材料開発に結びつけることにしている。

これらの研究はこれまで一部、金属物理研究部、腐食防食研究部、機能材料研究部、原子炉材料研究部などで行われてきた。

金属物理研究部では、安定でかつ良好な素子特性を有する IC 用ジョセフソン素子を実現するため、素子を構成する薄膜のキャラクタリゼーションを行っており、また光化学スモッグの 1 次汚染物質である各種の炭化水素汚染気体の種類及び濃度を高精度、迅速に検出するため、3~4  $\mu\text{m}$  波長で波長可変になる高性能半導体レーザーを開発している。

腐食防食研究部では、金属を真空中で加熱すると表面にセラミックスの皮膜が生成する現象を利用した表面処理法の開発や、金属-セラミックス界面の組成や構造を制御した密着性に優れたセラミックコーティング技術の開発をはじめ、イオン注入法により金属表面を改質し、耐摩耗性に優れた材料の開発を行っている。

機能材料研究部では、非晶質合金薄膜を作製し、不純物を含む低圧水素雰囲気より水素を大きな排気速度で回収するポンプ用素子材料の開発を行っており、最終的には核融合炉における燃焼ガスからの水素同位体を回収する排気系への応用を目的としている。

原子炉材料研究部では核融合炉におけるプラズマ壁相互作用によるプラズマ温度低下を軽減させるに必要な第 1 壁金属材料の低 Z (Z: 原子番号) 被覆技術 (イオンプレーティング, マグネトロンスパッタリングなど) を確立し、その評価を行い、優れた被覆材料を開発することを目的としている。

次に当研究所で表面界面を制御することにより新材料を開発した例を紹介する。

## 1. 超高真空容器用材料

シンクロトロンや各種分析機器などの超高真空容器の

材料として要求される最も重要な性質の一つは、材料表面からのガス放出特性である。この性質は材料の表面組成に大きく影響される。

当研究所では、従来、真空容器用材料として広く用いられているオーステナイト系ステンレス鋼について、その高温での表面組成の変化を調べた結果、ある種のセラミックスが表面を覆うように析出することが見いだされた。そこで、この現象を利用してステンレス鋼表面に気体の付着に対して不活性だとされる窒化ホウ素を析出させることを試みた。すなわち真空容器用材料としてふさわしい表面を得るために SUS 304 ステンレス鋼にホウ素と窒素を添加した材料を溶製した。この合金を真空中で加熱したところ、窒化ホウ素がほぼ均一に表面を覆った。表面が窒化ホウ素皮膜で覆われると、大気にさらしても表面に付着する気体の量は著しく少なくなった。

窒化ホウ素皮膜は剝離しても、合金を真空中で加熱すると再び内部から析出するので真空中、高温で使用される材料にとっては、“自己修復機能”を有するといえる。

## 2. 高温機器用材料

近年、核融合炉やガスタービンなどに強靱で耐熱耐摩耗性のある高温機器用材料が要求されているが、それには金属の表面をセラミックスで被覆した表面複合化材料が注目されている。しかし、従来の表面複合化材料では金属とセラミックスの密着性が悪く、セラミック層が割れたり、剝離することがあった。当研究所では SUS 321 ステンレス鋼を真空中で加熱すると表面に炭化チタンが析出することを見いだした。この現象を利用して表面にあらかじめ炭化チタン皮膜を析出させた SUS 321 ステンレス鋼表面に活性化反応蒸着法により炭化チタンを蒸着すると真空中で熱サイクルを与えても炭化チタン皮膜は割れや剝離が生じにくくなった。

私達は、表面・界面を制御した材料の開発を今後とも進めていきたいと思っていますので、表面科学会の会員の方々の御協力をお願いいたします。