

■はじめに

真空中で加熱すると反応性の高い表面が生成し、残留ガスを排気する材料を非蒸発型ゲッター (Non-Evaporable Getter, NEG) と呼びます。代表的なNEGはTi、Zr、V、Fe、Alおよびそれらの合金です。これらの金属 (M) を活性化して室温に戻すと、 $M + H_2 \rightarrow MH$ 、 $M + H_2O \rightarrow MH + MO$ などの発熱的な反応により、 H_2 、 H_2O などの活性な残留ガスを排気できます。NEGを使用した真空ポンプ (NEGポンプ) はオイルフリーで無振動、無騒音、省エネルギー、省スペース、軽量といった特長を持ち、水素に対して高い排気速度を持つため、高真空～超高真空領域において広く用いられています (図1)。

	圧力 (Pa)	10^{-9}	10^{-7}	10^{-5}	10^{-3}	10^{-1}	10^{+1}	10^{+3}	10^{+5}
油回転ポンプ									
ドライポンプ									
ターボ分子ポンプ									
スパッターイオンポンプ									
非蒸発型ゲッターポンプ									

図1. 各種真空ポンプの作動圧力範囲。

私たちは真空容器内面や真空部品にNEGを成膜して真空容器や真空部品そのものをNEGポンプにする手法 (NEGコーティング) を開発しています。本NEGコーティングは、真空容器内面や真空部品に、超高真空中でのTi昇華により厚さ $1\mu\text{m}$ 程度の高純度無酸素のTi薄膜を成膜し、Pd昇華により厚さ 50nm 程度の高純度Pdで覆うという手法です。真空排気後、 $133\sim 150^\circ\text{C}$ で12時間～6時間加熱したのち、室温に戻すと無酸素Pd/Ti薄膜が残留 H_2 、COを排気するようになり、ほかの真空ポンプがなくても超高真空を維持できることを確認しました。無酸素Pd/Ti薄膜の H_2 、CO排気メカニズムの模式図を図2に示します。Pd薄膜の役割は水素分子を解離吸着すること、水素原子を透過すること、COを化学吸着して排気すること、無酸素Ti薄膜の酸化を防ぐことの4点です。

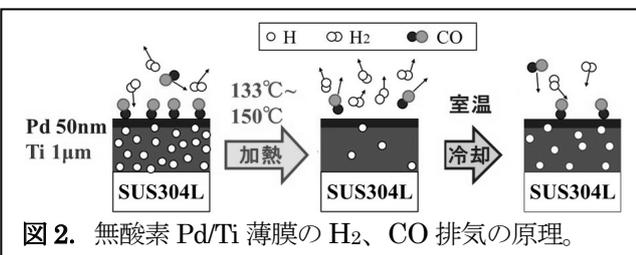


図2. 無酸素Pd/Ti薄膜の H_2 、CO排気の原理。

■活動内容

1. 無酸素Pd/Tiコーティング

従来のNEGコーティングはCERNで開発されたスパッター製膜したTiZrV薄膜が主流です [C. Benvenuti *et al.*, Vacuum 60, 57 (2001)]. しかし、従来のNEGコーティングには、活性化と大気導入を繰り返すと排気速度が低下する、活性化温度が比較的高い、コストが高い、熟練技術を要する、といった課題がありました。これに対し、私たちの開発した無酸素Pd/Tiコーティングには、活性化と大気導入を繰り返しても排気速度が低下せず、活性化温度が $133\sim 150^\circ\text{C}$ と低く、低コストで、熟練技術を要さないという特長があります。

2. 無酸素Pd/Tiコーティングを利用したNEGポンプの開発

私たちは23枚の仕切板を設置したICF203フランジ (図3) に無酸素Pd/Tiコーティングを行うことにより、 150°C という低い活性化温度で6時間ベーキングするだけで H_2 とCOを排気し、活性化と大気導入を繰り返しても排気速度が低下せず、低コストのNEGポンプを開発しました。従来のNEGポンプと異なり、電流導入や専用電源が必要ないので低コストです。

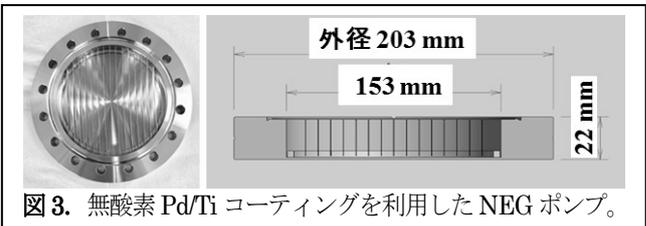


図3. 無酸素Pd/Tiコーティングを利用したNEGポンプ。

■おわりに

本研究の最終目標は、無酸素Pd/Tiコーティングを産業界で広く使用していただき、消費電力を削減するとともに、真空技術を基盤とする各種関連産業の国際的競争力を高めることです。皆様の協力をお願いします。

■関連情報等(特許関係、施設)

発明の名称 非蒸発型ゲッターコーティング部品、容器、製法、装置
出願人 大学共同利用法人高エネルギー加速器研究機構
発明者 間瀬一彦、菊地貴司
出願日 2017/11/28
出願番号 PCT/JP2017/042682

代表発表者 間瀬 一彦(ませ かずひこ)
所属 高エネルギー加速器研究機構
物質構造科学研究所(KEK)
総合研究大学院大学(総研大)
問合せ先 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
TEL: 029-879-6107 FAX: 029-864-2801
e-mail: mase@post.kek.jp

■キーワード: (1) 非蒸発型ゲッター
(2) 真空排気
(3) 真空材料

■共同研究者: 菊地貴司(KEK)、宮澤徹也(総研大)、栗原真志、佐藤裕太、大野真也(横国大)、寺島 矢、夏井祐人、加藤博雄(弘前大)、加藤良浩(入江工研株式会社)、橋本綾子(NIMS・筑波大)、西口 宏(有限会社バロックインターナショナル)