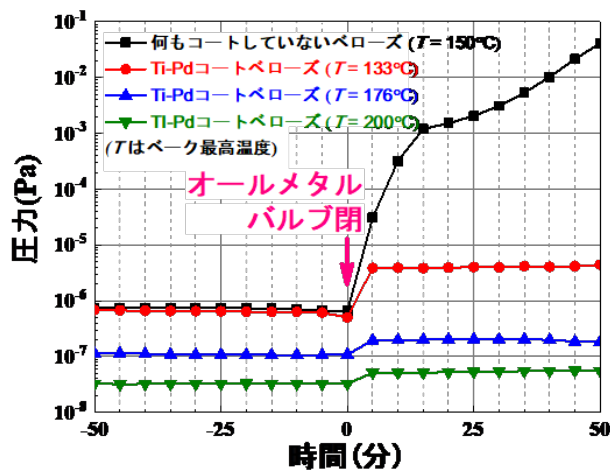
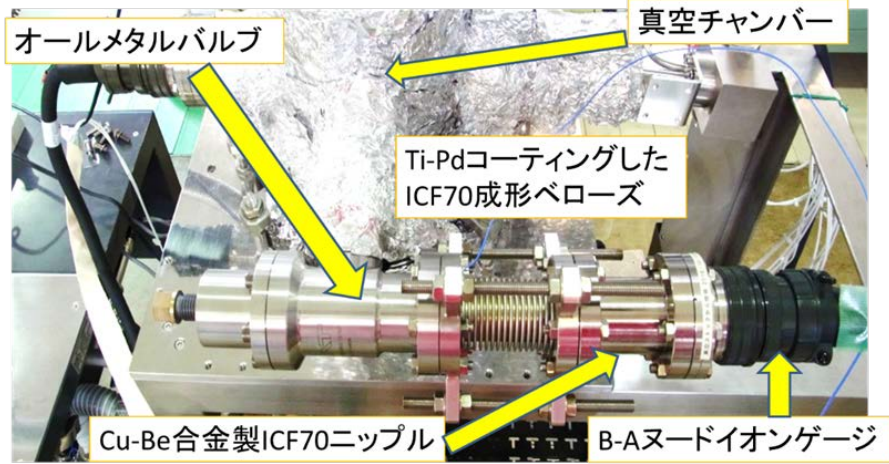


研究開発テーマ名	「ステンレス製成形ベローズ内面への Pd/Ti コーティングとその真空排気特性評価」
実施期間	平成29年9月 ～ 平成30年12月
企業名	入江工研株式会社
共同研究機関	高エネルギー加速器研究機構 間瀬准教授
研究開発概要	最近、高エネルギー加速器研究機構において、真空容器の内面に Ti (チタン) を 1 μ m 程度コーティングした上に Pd (パラジウム) を 10 nm 程度コーティングし、容器全体を最高温度 185 $^{\circ}$ C 程度で 6 時間バークすることによって、真空容器の内面自体を真空ポンプにし、到達圧力を下げる技術が開発された。当社はその技術をいち早く採用し、既存製品であるステンレス製成形ベローズの内面に Pd/Ti コーティングを施工することで、加速器、放射光ビームラインの差動排気、ターボ分子ポンプと真空装置間の排気等に利用できるベローズの開発を行った。本研究では実際に当社製作の ICF70 成形ベローズの内面に Pd/Ti コーティングを施工し、排気特性を立証することで、成形ベローズの付加価値として機能することを証明した。
研究開発成果	<p>1) コーティング手法検討</p> <p>①Pd/Ti 蒸着源の開発 超高真空域で大気暴露せず Ti と Pd を連続で蒸着するための蒸着源を開発。構造は中空回転導入の電源入力端子に Ti サブリメーションフィラメント、Pd 線 (ϕ0.8mm) を接続し、中央部に Mo 遮蔽版を設ける。</p> <p>③ 蒸着条件 蒸着源を回転させながら真空を破らず均一に Ti と Pd を製膜する。蒸着レートに基づき電流値・距離・時間を設定する。</p> <p>【成果物】無酸素 Pd/Ti コーティングした ICF70 成形ベローズ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・膜厚 Ti : 1μm Pd : 10nm ・蒸着中の圧力 : 常に 10$^{-7}$Pa 台 ・Ti と Pd 界面に酸素が極めて少ない成膜を実現。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>何もコーティングしていない ICF70 成形ベローズ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>無酸素 Pd/Ti コーティング をした ICF70 成形ベローズ</p> </div> </div> <p>2) コーティング被膜の検証試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無酸素 Pd/Ti コーティングしたベローズの排気曲線・ガス放速度の測定

ベローズ排気曲線測定装置を用いて、133℃×12時間、176℃×3.5時間、200℃×3.5時間のベークを行い、冷却後にオールメタルバルブを閉じて封じ切りすることでベローズによる排気曲線を測定する。

Tiコーティングしたベローズを取り外しCu-Be合金製ICF70ニップルを取り付けることでガス放出速度を測定。



ベローズの排気曲線

3) 試験結果のまとめ

ベーク温度(°C)	133(1回目)	176	200	133(2回目)
バルブ閉後の圧力(Pa)(N ₂)	4.6×10^{-6}	1.7×10^{-7}	6.1×10^{-8}	1.0×10^{-6}
Q_T (Pa m ³ s ⁻¹)(H ₂)	2.9×10^{-10}	9.0×10^{-11}	3.2×10^{-11}	2.9×10^{-10}
排気速度(L s ⁻¹)	0.028	0.23	0.23	0.12
単位面積当たりの排気速度(L s ⁻¹ cm ⁻²)	0.00033	0.0028	0.0028	0.0015

133℃、176℃、200℃でベークを行うとPd/Tiコーティングしたベローズが排気し、封じ切りにした状態で上記の圧力を維持することを確認。より高い温度でベークすることでより低い到達圧力が得られた。本研究で排気性能を持つ成形ベローズが立証された。