

Title	極高真空の発生および計測の開発に関する研究
Author(s)	渡部, 秀
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1317">https://hdl.handle.net/11094/1317</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	わた べ しょう
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 17347 号
学位授与年月日	平成14年11月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	極高真空の発生および計測の開発に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 青野 正和
	(副査) 教授 片岡 俊彦    教授 森 勇藏    教授 芳井 熊安 教授 遠藤 勝義    教授 広瀬喜久治    教授 森田 瑞穂

### 論 文 内 容 の 要 旨

到達圧力を低くさせるためには、真空容器からのガス放出速度を小さくし、ポンプの排気速度を大きくすることである。真空容器からのガス放出速度は、その表面状態に影響され、(1)表面粗さ、(2)脱離の活性化エネルギー、(3)ガスの付着確率、(4)ガスの拡散係数、(5)ガスの溶存量がそれぞれ小さいものが望まれる。また(6)表面酸化層もガス放出に影響を与えていると考えられている。ステンレス製の真空容器の内壁に電解研磨処理を施すと、ステンレス鋼表面の表面積が小さくなる。これにより、ガスの吸着サイトは減少する。また、電解研磨処理後の表面は、不活性な  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  でできた酸化層で被われるため脱離の活性化エネルギーが小さくなり、吸着した分子が脱離しやすくなる。また、表面層に多く含まれていたガスや不純物が除去されるため、表面層に含まれる不純物の濃度は減少する。この表面層に含まれる不純物は固体内拡散にいるガス放出のガス源になる。また、この表面酸化層は固体内拡散によるガス放出の拡散障壁になると考えられる。排気に関しては、高純度化されたチタンを用いたサブリーメーションポンプを主ポンプとした。これにより、大気圧から15時間以内で  $10^{-11}$  Pa 台の極高真空を達成できた。無ベークの排気試験においても  $10^{-10}$  Pa 台の極高真空を達成できた。

また、圧力計測は、一般にイオンゲージを使用するが、通常のイオンゲージでは極高真空領域の圧力計測をすることはできない。その要因は、ゲージからのガス放出、X線限界、電子衝撃脱離イオンによる測定誤差が挙げられる。極高真空領域の圧力計測には、四重極質量分析計に改良を加えて行った。四重極質量分析計を用いる利点とは、構造上グリッドで発生するX線が、イオンコレクターに照射しないのでX線限界がないことである。ゲージからのガス放出の主な原因は、フィラメントを熱源にする熱脱離である。この影響を小さくするためにフィラメントを仕事関数の小さい材料にかえることによって、エミッション電流一定のもとでフィラメント温度を下げ、熱脱離の影響を小さくした。また、フィラメントサポートとフィードスルーを太い線径の銅のワイヤーで結びイオン源周辺の熱を大気に逃がしてガス放出を低減させた。電子衝撃脱離イオンによる測定誤差をなくすためには、グリッド内で発生するイオンを気相イオンと電子衝撃脱離イオンとに分離し、気相のイオンのみを測定すればよい。気相のイオンと電子衝撃脱離イオンの違いは、それぞれの運動エネルギーの違いである。そこでエネルギー分析器を用いて二つのイオンを分離し、気相のイオンのみを測定した。以上の改良を施した結果、 $10^{-11}$  Pa 台の圧力計測に成功した。

## 論文審査の結果の要旨

極限環境下での実験が注目を集める中、真空の需要も超高真空より圧力の低い極高真空の技術はこれからの科学にとって基盤となる技術である。本論文では、実現困難だった極高真空を短時間の排気で発生させ、さらにその圧力計測にも成功している。まず、表面処理として電解研磨を用いているが、この処理により(1)真空容器表面の吸着サイトの減少、(2)表面の不活性化、(3)表面層に内在する不純物の除去、(4)固体内拡散に対する拡散障壁になると考えられる酸化層の形成が起こることを述べている。この処理は、ステンレス鋼製真空容器の処理に適していることを示している。また、極高真空領域の分圧計測の結果によると、排気の過程でベーキングを行った場合と行わない場合とで残留ガスの種類に違いが出たことを示している。従来、超高真空領域での残留ガスは水素分子がほとんどを占め、水分子は観察されていなかったが、ベーキングを行わない排気では水分子が観察されている。

計測技術の開発においては、従来のイオンゲージの持つ計測上の問題点を全て解決している。その上で極高真空領域の圧力計測を行っている。さらに、ゲージからのガス放出とステンレス鋼製真空容器からのガス放出を調べ、ステンレス鋼からのガス放出の99%以上が水素分子であることを示している。これは、真空工学では重要な知見を提供するものと考えられる。気相のイオンと電子衝撃脱離イオンとをそれらの運動エネルギーの違いを利用して分離し、気相のイオンのみを測定をしている。気相のイオンのみの分圧計測においては、水素分子は存在するが、水素原子は存在していないことが示された。超高真空領域での一般の分圧計測では、水素分子が検出されるが、これは気相のイオンではないことが示された。この結果も真空工学上重要な知見を提供するものと考えられる。

以上のように、本論文は極高真空を発生、計測したにとどまらず、真空工学上重要な知見を提供するものと考えられる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。