The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	超高真空システムのための構造・機構と表面形成の設計に関する研究
Author(s)	池田, 順治
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42955
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【 78 】

氏　　名	池　田　順　治（いけだ　じゅんじ）
博士の専攻分野の名称	博　　士（工　　学）
学 位 記 番 号	第　14996　号
学位授与年月日	平成11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	**超高真空システムのための構造・機構と表面形成の設計に関する研究**
論 文 審 査 委 員	（主査） 教 授　仲田　周次 （副査） 教 授　井上　勝敬　　教 授　志水　隆一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、超高真空環境とその超高真空内で動作可能な駆動システムの実現を目的としたもので、先ず、超高真空と駆動システムを必要とする背景とその実現のための諸課題を明らかにし、次に超高真空システムの基本構想に基づく設計ならびにその実現のための具体的方策を提示し、新しい構造部材、駆動ユニットの提案、設計、製作、評価を行っている。

本論文は、8章から構成されている。第1章では、真空の領域、区分及び産業との関わりの中で、より高真空化、高付加価値化している真空システムの重要性を取り上げ、本研究の必要性と目的について述べている。

第2章では、真空を用いた産業の実態を把握し、超高真空システムを構成する光学窓付真空容器、駆動エネルギー伝達機構、駆動源に分けて、それらでの問題点が発生ダストと放出ガスであることを明らかにしている。

第3章では、超高真空システムの基本構想と超高真空容器及び超高真空中での駆動機構の製作の考え方を明らかにし、そのシステムを設計するために低ガス放出材料の選定、構造部材からの放出ガスの低減、駆動システムの低摩擦・低摩耗機構、低発塵表面の形成、装置内表面の清浄化、発生ダストの静電集塵の方策を提案し、その有効性を示している。

第4章では、真空容器としてアルミニウム合金材料を取り上げ、ガス放出特性の低い（$Ar+O_2$）混合ガス中での押出加工、混合ガスを吹き付けながらの雰囲気制御加工、溶接・接合レスの加熱圧接構造による光学窓を備えた真空容器の設計・製作を行い、超高真空システムに必要な真空容器が実現できることを明らかにしている。

第5章では、駆動機構の駆動力の伝達部に使用するボールベアリングとボールスクリュウの摺動部の固体潤滑膜の選定と表面設計、温度変化に耐え連続駆動の可能な硬軟二重構造の潤滑膜の形成、固定端と自由端を設けたダブルナット構成の伝達機構部の概念設計を提案し、その効果を示している。

第6章では、駆動機構の駆動エネルギーの発生源として圧電素子の急速変形を利用した圧電力駆動ユニットと有機材料レスのステッピングモータによって超高真空中で微動・粗動の可能な駆動源が設計・製作できることを明らかにしている。

第7章では、提案したアルミニウム合金材料の押出加工・雰囲気制御加工、溶接・接合レスの光学窓加工、低放出ガス・低発塵の駆動伝達用ボールベアリングとボールスクリュウ及び駆動源、温度変化に耐え得る駆動機構などを集積して、超高真空システムの設計・製作が可能であることを実証している。

第8章では、各章で得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

産業の高付加価値化に伴い、超高真空環境と発生ダストのより少ない無塵環境の実現が求められている。本論文は、超高真空環境とその超高真空内で動作可能な駆動システムの実現のための超高真空システムの構造・機構と表面形成の設計についての概念を提案し、さらに実現のための新しい方策のもとに新構造部材、駆動ユニットの提案、それらの設計、製作、評価を行ったものである。

本論文の成果を要約すると、次の通りである。

(1) 超高真空システムの設計をするための要求項目を明確化し、その要求を満たすための方策を提案している。

(2) 超高真空システムの真空容器や構造部材に使用するアルミニウム合金材料の成形、加工方法とその特性に関して検討し、アルミニウム合金材料の押出時に（$Ar+O_2$）混合ガスで大気と遮断することによって大気中押出しの約1/3のうすい、緻密な、低いガス放出率の酸化被膜を形成できること、また、成形済の複雑な形状をしたアルミニウム合金部品は（$Ar+O_2$）混合ガス中での切削、エチルアルコールを吹き付けながらの切削によって同等の低いガス放出特性の表面が形成できることを明らかにしている。さらに、真空容器にクロム、金の薄膜層とインジウムシールを用いて光学窓を形成する方法を明らかにし、これらの溶接・接合レスの加熱圧接構造を活用して光学窓付真空容器を設計、製作し、8.64×10^{-10} Paの超高真空に到達することを確認している。

(3) 駆動機構部に用いるボールベアリングとボールスクリュウの構造・機構と表面形成の設計に関して検討し、低摩擦、低摩耗の表面形成をするためには固体潤滑剤が必要であるが、軟質金属のAg膜はMoS_2膜よりも2桁も少ない発塵特性を有し、1.3×10^{-8} Paの超高真空に到達すること、また、駆動機構部の長寿命運転に耐えられる表面形成は、母体の鏡面研磨面TiCの硬質処理を施し、さらに銀の軟質金属を形成する積層構造によって20万回（135日間）以上連続往復動作が可能であることを示している。

(4) 駆動システムの駆動源に用いる圧電力駆動ユニットとステッピングモータに関して検討し、圧電素子の急速変形を利用した駆動ユニットは、非常に簡単な機構で位置決め精度の高い自走機構を作ることができる。また、ケイ素鋼板、希土類磁石、MgO絶縁材を介したコイル線材など有機物質を全く使用しない構成でステッピングモータを製作し、5×10^{-8} Pa台の超高真空中で500時間以上の安定駆動を確認した。

(5) 超高真空システムの実現に向けて、提案した設計方法にもとづいて真空容器や駆動機構部を設計、製作し、特性の評価を行い、先に示した要求項目とその方策の妥当性を明らかにしている。

以上のように、本論文は超高真空環境および超高真空システム内で動作可能な駆動システムの実現での重要課題である超高真空システムの設計指針、実現のための新しい方策の提案、新しい構造部材、表面形成プロセス、駆動ユニットなどについて理論的、実験的検討を行い、超高真空システム構築のための設計、方策、指針など基礎的知見を与えており、生産科学・技術の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。