



Làm sạch các chi tiết chân không cực cao cho ngành công nghiệp bán dẫn

Làm sạch các chi tiết chân không cực cao là một bước quan trọng để đảm bảo chi tiết đó hoạt động bình thường và tồn tại lâu nhất có thể trong hệ thống chân không cực cao. Có nhiều yếu tố cần xem xét khi làm sạch chi tiết chân không cực cao, từ tạp chất đến phương pháp làm sạch.

Hãy cùng tìm hiểu một số tạp chất phổ biến nhất được tìm thấy trong môi trường chân không cực cao và cách làm sạch chúng tốt nhất.

Hệ thống chân không cực cao là gì?

Nhiều ngành công nghiệp yêu cầu hoạt động phần cứng ở mức chân không cao, bao gồm các ứng dụng trong vệ tinh không gian, sản xuất chất bán dẫn, thiết bị y tế và nghiên cứu trong phòng thí nghiệm.

Các quy trình phổ biến bao gồm:

Lớp phủ chân không và lắng đọng như lắng đọng hơi vật lý (PVD) hoặc phún xạ chùm tia ion (IBS)

- In litô/ In thạch bản
- Laser/ laze
- Máy gia tốc hạt
- Các quá trình phân tích như quang phổ khối
- Thiết bị truyền thông điện tử chân không vi sóng

Mức độ chân không cần thiết tùy thuộc vào ứng dụng và thường được định nghĩa là:

- **Chân không siêu cao (XHV)** dưới 10⁻¹² mbar
- **Độ chân không cực cao (UHV)** từ 10⁻⁷ đến 10⁻¹² mbar
- **Độ chân không cao (HV)** từ 10⁻⁷ đến 10⁻³ mbar

Như bạn có thể thấy, đây là những áp suất rất cao mà chỉ một sai sót nhỏ nhất cũng có thể gây ra hiện tượng mất chân không và dẫn đến hỏng buồng UHV sau đó.

Tại sao việc làm sạch các chi tiết chân không cực cao lại quan trọng?

Để cho phép hoạt động trong những điều kiện này, các chi tiết tiếp xúc với chân không như bình chứa, ống, thiết bị đo và các chi tiết kết cấu phải đáp ứng các yêu cầu cụ thể về thoát khí. Thoát khí là sự giải phóng các tạp chất được hấp phụ trên bề mặt chi tiết. Điều này xảy ra khi tiếp xúc với mức độ chân không vừa đủ. Quá nhiều tạp chất thoát ra sẽ cản trở việc đạt được mức độ chân không và khả năng duy trì chân không mong muốn.

Yêu cầu và thông số kỹ thuật làm sạch

Các chi tiết kim loại sẽ tiếp xúc với điều kiện sử dụng chân không cao và cực cao phải đáp ứng các yêu cầu cụ thể liên quan đến quá trình làm sạch để đảm bảo hiệu suất tốt trong quá trình sử dụng chi tiết đó.

Việc làm sạch các chi tiết dành cho ứng dụng UHV phải:

- Loại bỏ hiệu quả tất cả các loại dầu, mỡ bôi trơn và các hydrocacbon khác thường được sử dụng trong quá trình sản xuất và lắp ráp.
- Loại bỏ tất cả các hạt có đường kính lớn hơn 0,005 inch (0,13 mm) có thể có trên bề mặt chi tiết.
- Giảm lượng khí thải còn sót lại của dung môi làm sạch đến mức có thể chấp nhận được.
- Được an toàn về vật liệu chi tiết.

Các phép đo tốc độ thoát khí bao gồm cả tiêu chuẩn **ASTM E-1559** và các phương pháp độc quyền được chỉ định bởi các nhà sản xuất phần cứng đó, những người cũng có thể chỉ định các tiêu chuẩn hiệu suất thoát khí. Cơ quan Đánh lửa Quốc gia (NIF) cũng tham khảo các thông số kỹ thuật cho cả **Làm sạch tổng thể MEL99-009-OK** và **Làm sạch chính xác MEL00-016-OE**, những thông số quan trọng đối với yêu cầu làm sạch tổng thể.

Những tạp chất nào đáng quan tâm?

Các tạp chất trong quá trình thoát khí có thể bao gồm bất kỳ vật liệu còn sót lại nào trên bề mặt chi tiết chẳng hạn như chất làm mát gia công được sử dụng trong chế tạo chi tiết, cặn của chất tẩy rửa được chỉ định không phù hợp và các tạp chất khác.

Các ví dụ phổ biến về tạp chất bao gồm:

- Các hạt như hạt kim loại
- Dầu mỡ
- Nước làm mát
- Cặn lắng đọng lại do không sử dụng nước khử ion
- Dư lượng băng

Cách làm sạch các chi tiết được sử dụng trong môi trường chân không cực cao

Quá trình làm sạch các chi tiết chân không cực cao phải giảm thiểu các nguồn thoát khí tiềm ẩn còn sót lại, cũng như các tạp chất và hạt khác có mối nguy hiểm ngoài việc thoát khí.

Vì lý do này, yêu cầu về hiệu suất của chất tẩy rửa hoặc dung môi làm sạch trong quy trình làm sạch chân không cực cao là gấp đôi; nó phải đảm bảo không chỉ loại bỏ đủ các tạp chất mà còn cho phép rửa rất kỹ phương tiện làm sạch khỏi bề mặt chi tiết sau quá trình loại bỏ tạp chất (ví dụ, chất tẩy rửa dạng nước có khả năng rửa đủ tự do trong một quy trình có khả năng rửa và kiểm soát phù hợp) .

Thiết bị và quy trình làm sạch chân không cực cao giống với các ứng dụng làm sạch chính xác khác. Chúng có thể bao gồm các quy trình chứa nước như ngâm bằng siêu âm, rửa phun và hệ thống giỏ quay với nhiều phương thức khuấy trộn cơ học khác nhau. Quy trình xử lý nước cho các chi tiết có độ chân không cực cao thường bao gồm quy trình rửa rất kỹ lưỡng với nhiều giai đoạn và yêu cầu kiểm soát nước rửa cuối cùng chặt chẽ. Việc kiểm soát bước sấy khô cũng có thể phải chặt chẽ hơn nhiều (ví dụ: làm khô bằng nitơ, lọc theo tiêu chuẩn quy định, v.v.)

Hóa chất làm sạch các chi tiết đã được chứng minh và trích dẫn

Nhiều sản phẩm Brulin đã được đánh giá theo các thông số kỹ thuật nói trên và được biết đến là có đủ độ sạch để đảm bảo các chi tiết hoạt động tốt trong quá trình vận hành chân không cực cao. **AquaVantage 815 GD** và **1990 GD** đã được ghi chép đầy đủ và trích dẫn cho mục đích sử dụng đó từ nhiều nguồn khác nhau.

Thử nghiệm của bên thứ ba và trích dẫn tài liệu về các nhà hóa học

- Công cụ Meyer
- Phòng thí nghiệm quốc gia Lawrence Livermore
- Trường Máy gia tốc Hạt của Hoa Kỳ – nhiều tài liệu tham khảo bao gồm Lawrence Livermore và các tổ chức nghiên cứu hàn lâm như Cornell
- Nhiều tài liệu tham khảo học thuật như Phép đo năng suất điện tử thứ cấp trên các vật liệu được quan tâm đối với các thiết bị liên lạc điện tử chân không từ Đại học New Mexico

Một số hóa chất khác như AquaVantage 815 GD-NF và 3843 GD cũng được biết là hoạt động tốt dựa trên hiểu biết sâu sắc của khách hàng và thử nghiệm của bên thứ ba.

Ngoài ra, có một số phê duyệt và khuyến nghị của nhà cung cấp đã biết hoặc được báo cáo về việc sử dụng các sản phẩm Brulin (chủ yếu là 815 GD hoặc 815 GD-NF) để làm sạch các chi tiết chân không cực cao. Bao gồm các:

- Các nhà sản xuất thiết bị bán dẫn bao gồm các nhà sản xuất nguồn sáng chuyên dụng dùng trong in thạch bản cho các ứng dụng bán dẫn, xử lý màng mỏng bao gồm lắng đọng lớp nguyên tử và thiết bị phún xạ chùm ion và thiết bị ủ nhiệt laser
- Nhà cung cấp dịch vụ vệ sinh theo hợp đồng chuyên về các giải pháp làm sạch chi tiết Chân không siêu cao (UHV) và Chân không cực cao (XHV) được thuê ngoài
- Vệ sinh tại nhà máy bởi các nhà cung cấp chi tiết chân không cực cao sau quá trình gia công/chế tạo chính xác

Chúng tôi cũng có một **Nghiên cứu điển hình** từ một khách hàng sản xuất bình chân không mà hóa chất 815 GD của chúng tôi đã được thử nghiệm và cho thấy mang lại kết quả xuất sắc trong việc chuẩn bị cho thử nghiệm thoát khí và dịch vụ chân không cuối cùng.

Khi làm sạch các chi tiết UHV, điều quan trọng là phải sử dụng phương pháp có thể giảm thiểu số lượng tạp chất còn sót lại. **AquaVantage 815 GD** và **1990 GD** là hai chất tẩy rửa đã được chứng minh là có hiệu quả trong việc làm sạch các chi tiết có độ chân không cực cao. Những chất tẩy rửa này có hiệu quả trong việc loại bỏ các hạt, dầu và chất làm mát khỏi các chi tiết có độ chân không cực cao. Ngoài ra, chúng còn có hiệu quả trong việc rửa kỹ các chất làm sạch khỏi bề mặt chi tiết sau quá trình loại bỏ tạp chất.

INSIGHTS

AquaVantage® 815 GD Cleaning Ultra High Vacuum Parts For Semiconductor Manufacturing



Cleaning Ultra High Vacuum Parts For Semiconductor Manufacturing

Cleaning ultra high vacuum parts is a critical step in ensuring a part functions properly and lasts as long as possible in an ultra high vacuum system. There are many factors to consider when cleaning an ultra high vacuum part, from the type of contaminant to the cleaning method itself.

Let's unpack some of the most common contaminants found in ultra high vacuum environments and how to best clean them.

What Is An Ultra High Vacuum System?

Numerous industries require hardware operation at high levels of vacuum including applications in space satellites, semiconductor manufacturing, medical devices, and laboratory research.

Common processes include:

Vacuum coating and deposition like Physical Vapor Deposition (PVD) or Ion Beam Sputtering (IBS)

- Lithography
- Lasers
- Particle accelerators
- Analytical processes such as mass spectroscopy
- Microwave vacuum electron communication devices

The level of required vacuum depends on the application and is commonly defined as:

- **Extreme High Vacuum (XHV)** less than 10^{-12} mbar
- **Ultra High Vacuum (UHV)** between 10^{-7} and 10^{-12} mbar
- **High Vacuum (HV)** between 10^{-7} and 10^{-3} mbar

As you can see, these are very extreme pressures where the smallest misstep could cause the loss of vacuum and a subsequent failure of the UHV chamber.

Why Is Cleaning Ultra High Vacuum Parts Important?

To permit operation under these conditions, components exposed to vacuum such as vessels, tubing, instrumentation, and structural elements must satisfy specific demands for outgassing. Outgassing is the release of contaminant materials adsorbed onto the part surface. This occurs when exposed to a sufficient level of vacuum. Too much outgassing of contaminants inhibits achieving the desired level of vacuum and vacuum retention.

Cleaning Requirements & Specifications

Metal parts that will be exposed to high and ultra high vacuum service conditions must fulfill specific requirements related to the cleaning process in order to ensure good performance in the eventual use of the part.

Cleaning of parts for UHV applications must:

- Effectively remove all the oils, greases, and other hydrocarbons that are commonly used during manufacture and assembly processes.
- Eliminate all the particulate matter larger than 0.005 inches (0.13 mm) in diameter that may be present on the part surface.
- Reduce the outgassing of cleaning solvent residues to an acceptable level.
- Be safe on the part material.

Outgassing rate measurements include both standardized [ASTM E-1559](#) and proprietary methods specified by manufacturers of such hardware, who may also specify outgassing performance standards. The National Ignition Facility (NIF) also references specifications for both [Gross Cleaning MEL99-009-OK](#) and [Precision Cleaning MEL00-016-OE](#) which are important to the overall cleaning requirements.

What Contaminants Are Of Concern?

Contaminants in outgassing can include any residual material on part surfaces such as machining coolants used in part fabrication, residue of improperly specified cleaning detergents, and other contaminants.

Common examples of contaminants include:

- Particulate such as metal fines
- Oils and grease
- Coolant
- Remnants from not using deionized water
- Tape residue

How To Clean Parts Used In An Ultra High Vacuum Environment

The process for cleaning ultra high vacuum parts must minimize the residual potential sources of outgassing, as well as other contaminants and particulates that have hazards besides outgassing.

For this reason, the performance requirements of the cleaning detergent or solvent in the ultra high vacuum cleaning procedures are twofold; it must ensure not only sufficient removal of contaminants but also permit very thorough rinsing of the cleaning media itself from the part surface after the soil removal process (for example, a sufficiently free-rinsing aqueous detergent in a process with adequate rinsing capacity and control).

Ultra high vacuum cleaning equipment and processes resemble other precision cleaning applications. These can include aqueous processes like immersion with ultrasonics, spray wash, and rotating basket systems with various modalities of mechanical agitation. The aqueous process for ultra high vacuum parts typically includes a very thorough rinse process with multiple stages and tight final rinse water control requirements. Control of the drying step may need to be much tighter as well (i.e., drying with nitrogen, filtered to a specified standard, etc.)

Proven & Cited Parts Cleaning Chemistries

Many Brulin products have been evaluated to the aforementioned specifications and are known to sufficiently clean components to ensure parts function well during ultra high vacuum operation. **AquaVantage 815 GD** and **1990 GD** have been well documented and cited for such use from a variety of sources.

Third-party testing and literature citations of Brulin chemistries:

- Meyer Tool
- Lawrence Livermore National Laboratories
- US Particle Accelerator School – multiple references including Lawrence Livermore and academic research institutions such as Cornell
- Multiple academic references such as Secondary Electron Yield Measurements on Materials of Interest to Vacuum Electron Communication Devices from the University of New Mexico

Several other chemistries such as AquaVantage 815 GD-NF and 3843 GD are also known to function well based on customer insight and third-party testing.

Additionally, there are several known or reported supplier approvals and recommendations for use of Brulin products (mostly 815 GD or 815 GD-NF) for cleaning ultra high vacuum parts. These include:

- Semiconductor equipment makers including those for manufacturers of specialized light sources used in lithography for semiconductor applications, thin-film processing including atomic layer deposition, and equipment for ion beam sputtering and laser thermal annealing equipment
- Contract cleaning service suppliers specializing in outsourced Ultra-High Vacuum (UHV) & Extreme High Vacuum (XHV) parts cleaning solutions
- In house cleaning by ultra high vacuum part suppliers following precision machining/ fabrication

We also have a **Case Study** from a vacuum vessel manufacturing customer for whom our 815 GD chemistry has been tested and shown to give excellent results in preparation for an outgassing test and eventual vacuum service.

When cleaning UHV components, it is important to use a method that will minimize the number of residual contaminants. **AquaVantage 815 GD** and **1990 GD** are two cleaning detergents that have been proven to be effective in cleaning ultra high vacuum parts. These detergents are effective in removing particulates, oils, and

coolants from ultra high vacuum parts. In addition, they are also effective in the thorough rinsing of the cleaning media itself from the part surfaces after the soil removal process.