

Präzisionsreinigung – höchste Sauberkeitsanforderungen stabil erfüllen

Es sind Branchen wie die Halbleiter-Zulieferindustrie, Optik, Medizin- und Pharmatechnik, Messtechnik, Elektronik, Sensor- und Mikrotechnik sowie Luft- und Raumfahrt, die hochreine Oberflächen und Komponenten benötigen. Dies resultiert in teilweise extrem hohen Vorgaben an die partikuläre und filmisch-chemische Sauberkeit von Bauteilen. Je nach Industriebereich und Komponente sind darüber hinaus Sauberkeitskriterien wie Ausgasungsraten für organische Substanzen und Restfeuchte sowie bei Oberflächenanalysen auf Rückstände anorganischer Stoffe Grenzwerte bis in den Atomprozentbereich einzuhalten. Aus diesen Anforderungen ergeben sich für die Bauteilreinigung sehr anspruchsvolle Aufgabenstellungen, die sich über die gesamte Fertigungskette erstrecken.

Eingangszustand und Umgebung

Während der Fertigung durchlaufen Präzisionsteile Fertigungsschritte, beispielsweise Zerspanen, Umformen und Schleifen, die mit einem Schmutzeintrag verbunden sind. Sehr hohe Sauberkeitsanforderungen lassen sich nur erfüllen, wenn die Bauteile einen definierten Eingangszustand gleichbleibend erfüllen. Wesentliche Aspekte sind dabei unter anderem die saubere Durchführung und Güte von vorgelagerten Bearbeitungsschritten, die Vermeidung von Re- und Cross-Kontaminationen durch vor- oder nachgelagerte Prozesse sowie durch das Teilehandling, die Qualität einer Entgratung und/oder des Oberflächenfinishes. Die Ausführung adäquater Teileaufnahmen sowie angepasste Handlings- und Umgebungsbedingungen sind weitere Themen, die berücksichtigt werden sollten.

Kammer- und Reihentauchanlage für die Feinstreinigung

Nasschemische Verfahren sind in der Feinstreinigung weit verbreitet und Stand der Technik. Die Durchführung erfolgt mit Ultraschall-Reihentauchanlagen, die angepasst an die Reinigungsaufgabe mit einer entsprechenden Anzahl von Behandlungsstationen für das Reinigen, Spülen und Trocknen ausgestattet sind. Alternativ dazu stehen Kammeranlagen mit einer oder mehreren Arbeitskammern zur Verfügung. Diese Anlagen lassen sich sowohl mit wässrigen Medien als auch Lösemitteln betreiben. Beide Anlagenkonzepte können direkt an Reinräume angeschlossen beziehungsweise in diese integriert werden.

Unabhängig davon, ob eine Reihentauch- oder Kammeranlage zum Einsatz kommt, muss sichergestellt sein, dass die für den Bau des Reinigungssystems verwendeten Werkstoffe und Fertigungsverfahren keine Re- oder Kreuzkontaminationen verursachen.

Lösungen für die kontinuierliche Kontrolle und Erfassung von Anlagen- und Prozessparametern ist bei nasschemischen Anlagen für die Feinstreinigung häufig schon Standard. Messsysteme für die permanente Inline-Überwachung und Steuerung der Reinigungsbäder ermöglichen nicht nur die exakte Dokumentation der Zustände während der Reinigung, sondern auch die bedarfsgerechte, automatische Nachdosierung der Reinigungsmedien.

Bei der Bereitstellung und Aufbereitung der Medien ist sicherzustellen, dass sie in der für die Reinheitsanforderung entsprechenden Qualität erfolgt, beispielsweise durch eine Reinstwasser-versorgung.

Verfahrenstechnische Aspekte

Ausgangsbasis für die aufgabenspezifische Auslegung der Anlage und Reinigungsprozesse sind Werkstoffe und Geometrie der zu reinigenden Teile, Grad und Art der Verschmutzung sowie die Auswahl des geeigneten Reinigungs-mediums. Bei der Festlegung der Verfahrenstechnik, beispielsweise Ultraschall beziehungsweise Megaschall, Spritzen, Tauchen, Hochdruck und Plasma, ist zu berücksichtigen, dass Ausformungen wie Hinterschnitte, Sacklochbohrungen, Kapillar-, Lumen- beziehungsweise Porenstrukturen von Bauteilen den Reinigungseffekt beeinflussen. Denn Reinigungsmedium und Verfahrenstechnik gelangen teilweise nur schwer oder überhaupt nicht in bestimmte Bereiche. Abhilfe können hier beispielsweise Ultraschallreinigungslösungen schaffen, bei denen in Kombination mit Vakuum gearbeitet wird. Alternativen sind neue Verfahrenstechnologien wie die zyklische Nukleation (CNP), Vacuum Activated Purification (VAP) und Pulse Pressure Cleaning (PPC).

Trocken zu höchster Reinheit

Für Aufgaben in der Feinstreinigung stehen auch verschiedene trockene Verfahren wie das Ausheizen unter Vakuum, die Plasma-, und CO₂-Schneestrahlnreinigung zur Verfügung.

Das Ausheizen der Bauteile unter Vakuum erfolgt in speziell dafür entwickelten Vakuumöfen. Bei diesem Verfahren werden Rückstände filmischer Verunreinigungen von Materialoberflächen durch hohe Temperaturen (z. B. 180 °C) entfernt. Die anhaftenden Moleküle gehen dabei durch die Vakuumumgebung in die Gasphase über und werden abgepumpt. Möglich ist dabei auch, während des Ausheizens simultan die molekularen Bestandteile der Ausgasung mittels auf Massenspektrometrie basierender Restgasanalyse (RGA) zu ermitteln, so dass die Sauberkeit der Bauteile in situ erzeugt, geprüft und bestätigt werden kann. Eine modulare Konfiguration hinsichtlich Hardware und Software ermöglicht Lösungen, die auf die jeweilige Anwendung und die Bauteile ausgelegt sind.

Mit der Plasmareinigung lassen sich ebenfalls dünne organische Restkontaminationen entfernen. Die Oberfläche wird dabei gleichzeitig gereinigt und aktiviert. Diese Doppelfunktion beruht auf einer physikalischen und chemischen Reaktion des Verfahrens, durch die eine Erhöhung der Oberflächenenergie erreicht wird. Die Verwendung so genannter „kalter“ Plasmaquellen ermöglicht, auch temperatursensible Werkstoffe zu behandeln.

Die Entfernung filmischer und partikulärer Verunreinigungen bis in den Submikrometerbereich ermöglicht die CO₂-Schneestrahlnreinigung, die flüssiges, klimaneutrales Kohlendioxid als Medium nutzt. Es wird durch eine verschleiß-freie Zweistoffring-Düse geleitet, entspannt beim Austritt zu feinen CO₂-Kristallen, die durch einen ringförmigen Druckluft-Mantelstrahl gebündelt und auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt werden. Beim Auftreffen des Schnee-Druckluftstrahls auf die zu reinigende Oberfläche, kommt es zu einer Kombination aus thermischem, mechanischem, Sublimations- und Lösemittelleffekt. Für den Einsatz in der Feinstreinigung stehen Anlagen in reinraum-gerechter Ausführung und serienmäßig integrierter Prozessüberwachung zur Verfügung.

Unabhängig davon, mit welchem Verfahren Präzisionsbauteile gereinigt werden, ist auch ein Blick auf die Verpackung und Logistik erforderlich. Ermöglicht sie, dass die Teile im hohen Sauberkeitszustand zum nächsten Schritt transportiert werden können?

parts2clean – internationale Leitmesse für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung

Mit welchen Verfahren lassen sich Aufgaben der Feinstreinigung prozesssicher und wirtschaftlich durchführen? Wie können diese Reinigungsprozesse automatisiert und digitalisiert werden? Antworten auf diese und viele weitere Fragen rund um die industrielle Teilereinigung bietet die parts2clean. Die internationale Leitmesse für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung wird vom 11. bis 13. Oktober 2022 auf dem Stuttgarter Messegelände (Germany) durchgeführt. Sie ermöglicht umfassende Informationen über Reinigungssysteme, alternative Reinigungstechniken, Reinigungsmedien, Reinraumtechnik, Qualitätssicherungs- und Prüfverfahren, Reinigungs- und Transportbehälter, Entsorgung und Wiederaufbereitung von Prozessmedien, Handling und Automation, Dienstleistung, Beratung, Forschung und Fachliteratur. Viel Know-how über unterschiedliche Themen zur Reinigung vermittelt auch das dreitägige Fachforum. www.parts2clean.de.

(Autorin: Doris Schulz)