



HELIUM-LECKSUCHE AN HALBLEITER-PRODUKTIONSANLAGEN

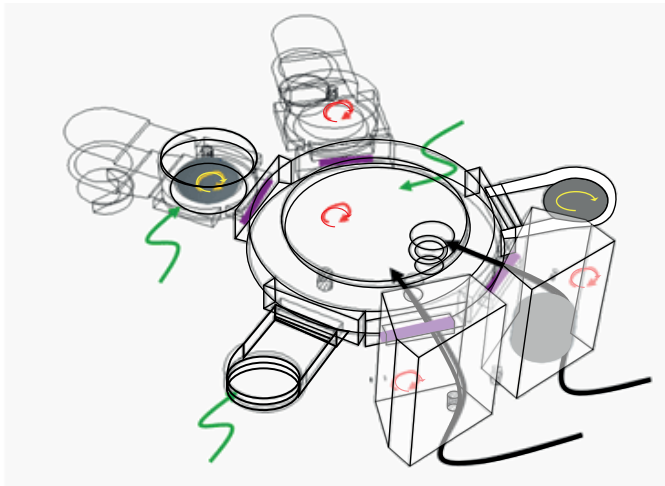
Smartphone, Tablet, PC, Spielkonsole, Navigationssystem, Digitalkamera, Flachbildschirm – diese und viele andere High-tech-Produkte verdanken wir der Halbleiterindustrie. Ohne sie könnten die in den modernen Kommunikationsmitteln verwendeten Speicherchips und Prozessoren nicht produziert werden.

Zu ihrer Herstellung sind hochreine Vakuumbedingungen notwendig, die genauestens überwacht werden müssen. So wird beispielsweise nach der Wartung einer Halbleiterproduktionsanlage – einer sogenannten Fab – eine Dichtheitsprüfung durch Druckanstiegs-Messung durchgeführt. Erst wenn die Dichtheit der Anlage auch durch diesen integralen Test nachgewiesen ist, erfolgt die Freigabe des Prozesses. Ist der Druckanstieg größer als ein definierter Schwellenwert, wird die Anlage gesperrt. Dann wird mit der Helium-Lecksuche begonnen, um das Leck zu lokalisieren und reparieren zu kön-

nen. Pfeiffer Vacuum bietet mit seinem breiten Serviceportfolio die optimale Unterstützung durch Experten – auch für die Lecksuche vor Ort. Ein Blick über die Schulter eines unserer Servicetechniker beim Kundeneinsatz:

Helium-Lecksuche zur Prüfung der Produktionsbedingungen

„Über 5 milliTorr, ich hole schon mal den Lecksucher!“ Eyck Schwarz ist Serviceingenieur bei Pfeiffer Vacuum. Er unterstützt in einem Vor-Ort-Einsatz die Betreiber eines großen Halbleiter-Herstellers bei allen Fragen rund um Vakuumtechnik und Lecksuche. Heute geht es um das Wiederanfahren einer Poly-Silicium-Trockenätzanlage nach einer Routinewartung.



Legende:

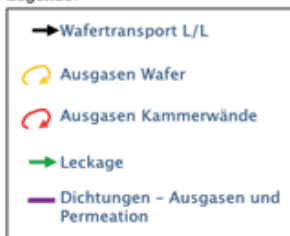


Abbildung 1: Mögliche Gasquellen in einem Halbleiter-Produktionstool

„Vor der Wiederinbetriebnahme wird eine Druckanstiegsmessung gemacht“ erklärt er. „Der Druckanstieg setzt sich aus vielen Gasquellen in der Anlage zusammen. Das kann ein Ausgasen von den inneren Oberflächen sein, Permeation – also der Gasdurchtritt durch eine Dichtung – oder auch ein oder mehrere Lecks. Ist der Druckanstieg über unserem Grenzwert, ist das Leck zu groß. Das würde den Prozess stören. Dann müssen wir das Leck suchen und abdichten.“

Die Messung zeigt, dass der Druckanstieg in der Anlage bei 10 milli Torr liegt. Er ist damit doppelt so hoch wie der erlaubte Grenzwert. Kennt man auch das Volumen der Prozesskammer, so kann abgeschätzt werden, in welcher Größenordnung die Anzeige am Lecksuchgerät liegen muss.

Um ein Gefühl dafür zu bekommen, welche Anzeige einen Druckanstieg pro Zeit am Lecksuchgerät auslösen wird, müssen Druckanstieg und Helium-Leckratenanzeige in vergleichbare Einheiten umgerechnet werden.

Leckageraten an einem Helium-Lecksuchgerät werden meist in mbar l/s angezeigt. Die Druckanstiegsmessung ergibt eine Druckänderung pro Zeit. Zur Umrechnung muss also das Kammervolumen der Anlage bekannt sein. Dann wird der



Druckanstieg von der Einheit „mTorr“ in „mbar“ sowie Minuten in Sekunden umgerechnet. Dabei hilft der Einheitenumrechner von Pfeiffer Vacuum in der mobilen „eVacuum App“ (<https://www.pfeiffer-vacuum.com/de/downloads/evacuum-app/>). Im aktuellen Fall entsprechen 10 mTorr 0,013 mbar oder $1,3 \cdot 10^{-2}$ mbar. Fünf Minuten entsprechen 300 Sekunden. Das Kammervolumen beträgt 5 Liter. Dies ergibt also eine Leckgerate von $2,2 \cdot 10^{-4}$ mbar l/s.

Unterschiedliche Gasquellen in Anlagen

Doch Lecks sind nicht die einzigen Gasquellen in Anlagen, die zu einem Druckanstieg führen. Zusätzlich müssen vor allem noch Ausgasungen von inneren Oberflächen und Permeation durch Dichtungen betrachtet werden. Welche Gasquelle den größten Anteil liefert, ist anlagenspezifisch und muss Fall für Fall betrachtet werden.

Eyck Schwarz klettert in die Anlage und schließt den ölfreien Hochleistungs-Lecksucher ASM 380 von Pfeiffer Vacuum an. Dazu flanscht er ihn an ein Absperrventil, das zwischen Turbopumpe und Prozesspumpe im Basement in die Leitung eingebaut ist.

Die umstehenden Bediener der Anlage sind erstaunt: „An der Kammer dieser Anlage gibt es doch einen Flansch, an den man sehr leicht hinkommt. Dort schließen wir den Lecksucher eigentlich immer an. Warum machen Sie das nicht auch, sondern kriechen in die Anlage, damit Sie an den Flansch herankommen? Das ist doch viel aufwändiger und kostet mehr Zeit.“

„Das mag schon stimmen“, antwortet der Service-Techniker von Pfeiffer Vacuum. „Der Aufwand lohnt sich aber. Denn wenn das Lecksuchgerät zwischen Turbopumpe und Trockenläufer angeschlossen wird, ist das Lecksignal viel größer und die Ansprechzeit kürzer. Das Leck wird so schneller gefunden und besser geortet. Am Ende hat man also sogar Zeit gespart.“

Der Flansch an der Vorvakuumleitung in das Basement ist tatsächlich der optimale Anschluss für die Lecksuche. Der Lecksucher muss dann nicht in Konkurrenz zur laufenden Turbopumpe arbeiten.

Das effektive Saugvermögen des Lecksuchers im Vergleich zum Saugvermögen einer Turbopumpe ist klein. Es ist also nur ein Bruchteil der Leckratenanzeige von $2,2 \cdot 10^{-4}$ mbar l/s aus der Druckanstiegsmessung zu erwarten. Bei einem Saugvermögen der Turbopumpe von etwa 1.000 l/s wird der Leckratenwert unter 10^{-6} mbar l/s sinken.

Wird der Lecksucher zwischen Turbopumpe und Vorpumpe angeschlossen, läuft er zwar immer noch im Teilstrom zum Prozess-Trockenläufer, aber die Prozesspumpe hat ein deutlich niedrigeres Helium-Saugvermögen als die Turbopumpe. Wird

der Lecksucher in der Vorvakuumleitung angeschlossen, ist also statt der $2,2 \cdot 10^{-4}$ mbar l/s aus der Druckanstiegsmessung ein Leckageratensignal am Lecksucher von rund $1,1 \cdot 10^{-5}$ mbar l/s zu erwarten. In dieser Größenordnung muss das Leck liegen, das den Anstieg bei der Druckmessung erzeugt hat.

Die Zeitkonstante hängt bei der Lecksuche vom Volumen der Prozesskammer und dem effektiven Saugvermögen des Messaufbaus für Helium ab. Sie wird bestimmt, wenn das Leckratensignal 63 % seiner maximalen Intensität erreicht hat.

Hängt der Lecksucher allein an der Kammer, beträgt die Zeitkonstante im aktuellen Beispiel also rund 1,4 Sekunden. Wird der Lecksucher hinter der Turbopumpe angeschlossen, beträgt die Zeitkonstante vier Millisekunden und ist damit deutlich kürzer als die Ansprechzeit des Lecksuchers selbst. In unserem Beispiel spielt die Ansprechzeit keine große Rolle. Das Saugvermögen wird aber für die Ansprechzeit umso wichtiger, je größer das Volumen ist.

Spezielle Anforderungen von Halbleiter-Fabs

Eyck Schwarz öffnet nun den Druckminderer an der Heliumflasche. Er stellt die Helium-Sprühpistole so ein, dass er an der Zunge gerade noch einen leichten Hauch des Prüfgases spürt. Das reicht vollkommen, um auch kleinste Leckagen noch aufzuspüren. Außerdem verhindert es eine zu starke Heliumbelastung der Umgebung. Langsam und methodisch sprüht er an der Anlage die leakageverdächtigen Stellen von unten nach oben ab.

„Wenn man unten anfängt, steigt das Helium als leichtes Gas nach oben. Dann werden dort Lecks vorgetäuscht, wo gar keine sind“, wirft einer der umstehenden Anlagenbediener ein. „Richtig, das wird oft auf Lecksucher-Schulungen gesagt. Das stimmt aber nur, wenn die Luft absolut ruhig ist und sich das Helium gleichmäßig in der Umgebung verteilt. Hier im Reinraum besteht immer ein laminarer Flow von der Decke nach unten in den Boden. Deswegen wird das Prüfgas mit nach unten gerissen. In diesem Fall muss also entgegen der Luftzugrichtung – also von unten nach oben – getestet werden.“

Plötzlich schlägt die Leckratenanzeige aus. Eyck Schwarz hat eine Kammerdichtung angesprüht. Er ist aber noch nicht zufrieden. „Der angezeigte Wert ist viel zu niedrig, um den Druckanstieg zu erklären.“

Er markiert das Leck und macht weiter. Das Messgerät meldet sich zum zweiten Mal. Das Leck scheint gefunden. Trotzdem prüft er auch den Rest der Anlage, um keine Leckage zu übersehen. Diese Sicherheit kostet beim Prüfen nur wenige Minuten. Sie vermeidet aber ein wiederholtes Anfahren und Stillsetzen der Anlage, falls doch ein Leck übersehen wurde. Schließlich wird die aufgenommene Messung auf der integrierten SD-Karte des Lecksuchgeräts ASM 380 gespeichert. So kann das gefundene Leck später im Bericht dokumentiert werden.



Abbildung 2: Der ASM 380 aus dem Lecksuch-Portfolio von Pfeiffer Vacuum ist optimal für den mobilen Einsatz an Anlagen geeignet

Die beiden defekten Dichtungen werden schnell ersetzt. Die Anlage wird wieder hochgefahren. Die erneute Druckanstiegsmessung sagt jetzt: „READY FOR PROCESS“.

Lecksuch-Lösungen von Pfeiffer Vacuum überzeugen

Pfeiffer Vacuum bietet mit seinem umfangreichen Lecksuch-Portfolio die passende Lösung für die Dichtheitsprüfung in Halbleiter-Produktionsanlagen. Das Angebot umfasst portable, universelle und Hochleistungs-Lecksuchgeräte. Alle Modelle überzeugen mit höchster Zuverlässigkeit und großer Empfindlichkeit: Sie sind leicht zu bedienen und können individuell auf die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden.

Sie suchen die für Sie optimale Lecksuchlösung? Sprechen Sie uns an!

VAKUMLÖSUNGEN AUS EINER HAND

Pfeiffer Vacuum steht weltweit für innovative und individuelle Vakuumlösungen, für technologische Perfektion, kompetente Beratung und zuverlässigen Service.

KOMPLETTES PRODUKTSORTIMENT

Vom einzelnen Bauteil bis hin zum komplexen System:

Wir verfügen als einziger Anbieter von Vakuumtechnik über ein komplettes Produktsortiment.

KOMPETENZ IN THEORIE UND PRAXIS

Nutzen Sie unser Know-how und unsere Schulungsangebote!

Wir unterstützen Sie bei der Anlagenplanung und bieten erstklassigen Vor-Ort-Service weltweit.

Sie suchen eine perfekte
Vakuumlösung?
Sprechen Sie uns an:

Pfeiffer Vacuum GmbH
Headquarters · Germany
T +49 6441 802-0
info@pfeiffer-vacuum.de

www.pfeiffer-vacuum.com