

Schmierstoffe für die Halbleiterindustrie



MOVING YOUR WORLD

FUCHS LUBRICANTS GERMANY

Wir entwickeln nicht nur Schmierstoffe. Für hochkomplexe Herausforderungen in einer Vielzahl von Branchen entwickeln wir innovative Schmierstofflösungen, die die Mobilität von Morgen ermöglichen. Unser Ziel: die Welt unserer Kunden in Bewegung zu halten. Effizient, nachhaltig, zuverlässig. Heute und morgen.

Was können wir für Sie bewegen?

FUCHS LUBRICANTS GERMANY

Zahlen und Fakten

Firma: FUCHS LUBRICANTS GERMANY GmbH,
ein Unternehmen der FUCHS-Gruppe

Standorte: Mannheim, Dohna, Kaiserslautern, Kiel und Wedel;
ca. 1.400 Mitarbeitende

Produktprogramm: umfassendes Sortiment von rund
3.000 Produkten für alle Anwendungen

Zertifizierungen u. a.: ISO 9001, IATF 16949, ISO 14001,
ISO 45001, ISO 50001, ISO 21469, HALAL, KOSHER
(Zertifizierungen unter www.fuchs.com/de)

Gate-to-Gate* CO₂-kompensiert

FUCHS LUBRICANTS GERMANY ist eine Tochtergesellschaft der FUCHS SE, des weltweit größten unabhängigen Anbieters von Schmierstofflösungen. Rund 1.400 Spezialist*innen an allen Standorten arbeiten engagiert an innovativen Schmierstofflösungen, die die Mobilität von morgen ermöglichen.

Die hohe technische Beratungskompetenz verknüpft mit dem größten, flächendeckenden Netzwerk an eigenen technischen Ansprechpartnern macht FUCHS LUBRICANTS GERMANY zum verlässlichen Partner vor Ort. Ein umfassendes Produktprogramm, ergänzt um digitale Angebote und Smart Services, sowie eine langjährige Schmierstoff-Expertise und eine hohe Forschungskompetenz sind die Grundlagen für die innovativen FUCHS-Schmierstofflösungen. Sie reduzieren den Verschleiß und Energiebedarf, verlängern die Laufzeiten und die Lebensdauer von Maschinen und halten so die Welt in Bewegung – vom Industriemotor und E-Auto über Windräder bis zur Waschmaschine. FUCHS LUBRICANTS GERMANY verfügt über weitreichende Zertifizierungen und stellt als Technologieführer und Entwicklungspartner höchste Ansprüche an das Qualitätsmanagement.

Von diesem Qualitätsanspruch profitieren unsere Kunden in allen Branchen: Automobilzulieferer und OEM, Maschinenbau, Metallverarbeitung, Bergbau und Luft- und Raumfahrt, Energie-, Konstruktions- und Transportsektor, Land- und Forstwirtschaft sowie Papier-, Stahl-, Metall-, Zement-, Schmiede- und Lebensmittelindustrie, ebenso wie der qualifizierten Schmierstoffhandel sowie Autohäuser und -Werkstätten.

MOVING YOUR WORLD

*Gate-to-Gate-Scope umfasst GHG-Protocol Scope 1, 2 und ausgewählte Scope 3-Emissionen (Wasser, Abfall, Dienstreisen, Pendeln)

MOVING YOUR WORLD **durch das Streben nach Perfektion und unbedingter Zuverlässigkeit**

Die Halbleiterindustrie spielt eine zentrale Rolle in der modernen Technologie. Die steigende Nachfrage nach Halbleiterprodukten wie Mikroprozessoren, Speicherchips und Flachbildschirmen wurde durch das Aufkommen von Technologien der nächsten Generation wie 5G, Internet der Dinge (IoT), künstliche Intelligenz (KI), elektrifizierte Fahrzeuge, vernetzte medizinische Geräte, Industrieroboter und vieles mehr angetrieben. Diese technisch anspruchsvollen Anwendungen erfordern häufig schnellere Verarbeitungsgeschwindigkeiten und einen geringeren Stromverbrauch, was komplexere Fertigungsprozesse erfordert. Die Fertigungspräzision liegt bei vielen Prozessen mittlerweile im Sub-10-Nanometer Bereich, weshalb selbst kleinste Verunreinigungen zu Produktfehlern und Ertragsverlusten führen können. Diese Systeme müssen zuverlässig arbeiten, um die Anforderungen zu erfüllen.

Inhalt

06–07

Vorteile von Spezialschmierstoffen
für Halbleiteranlagen

08–09

Fallstudie: PFOA-konforme Lösungen

10–11

Schmierstoffe für Halbleiter-Robotersysteme

12–13

Prüfkapazitäten

14–15

MAC vs. PFPE Schmierstoffe

16–17

Schmierstoffe für Vakuum- und Reinraum-
anwendungen

Schmierstoffe für die Halbleiterfertigung

Wartung und Ausfallzeiten sind teuer. Die Lieferanten müssen alle ausgewählten Materialien sorgfältig prüfen, um sicherzustellen, dass sie die Leistung maximieren, ohne neue Quellen für potenzielle Verunreinigungen zu schaffen. Ausgasungen von Schmiermitteln und die Erzeugung von Partikeln verunreinigen Fertigungsanlagen sowie Produkte und wirken sich negativ auf die Produktqualität und den Ertrag aus. Daher wählt man spezielle Vakuumschmierstoffe mit geringer Ausgasung aus, um die Leistung und Zuverlässigkeit von Komponenten in Fertigungs- und Verarbeitungsanlagen zu verbessern, die Anlagenausbeute zu erhöhen, latente Fehler zu vermeiden und die Betriebszeit zu verlängern.

Geschmierte Komponenten



Vorteile der Schmierung



Verbesserte Leistung bei hohen Temperaturen

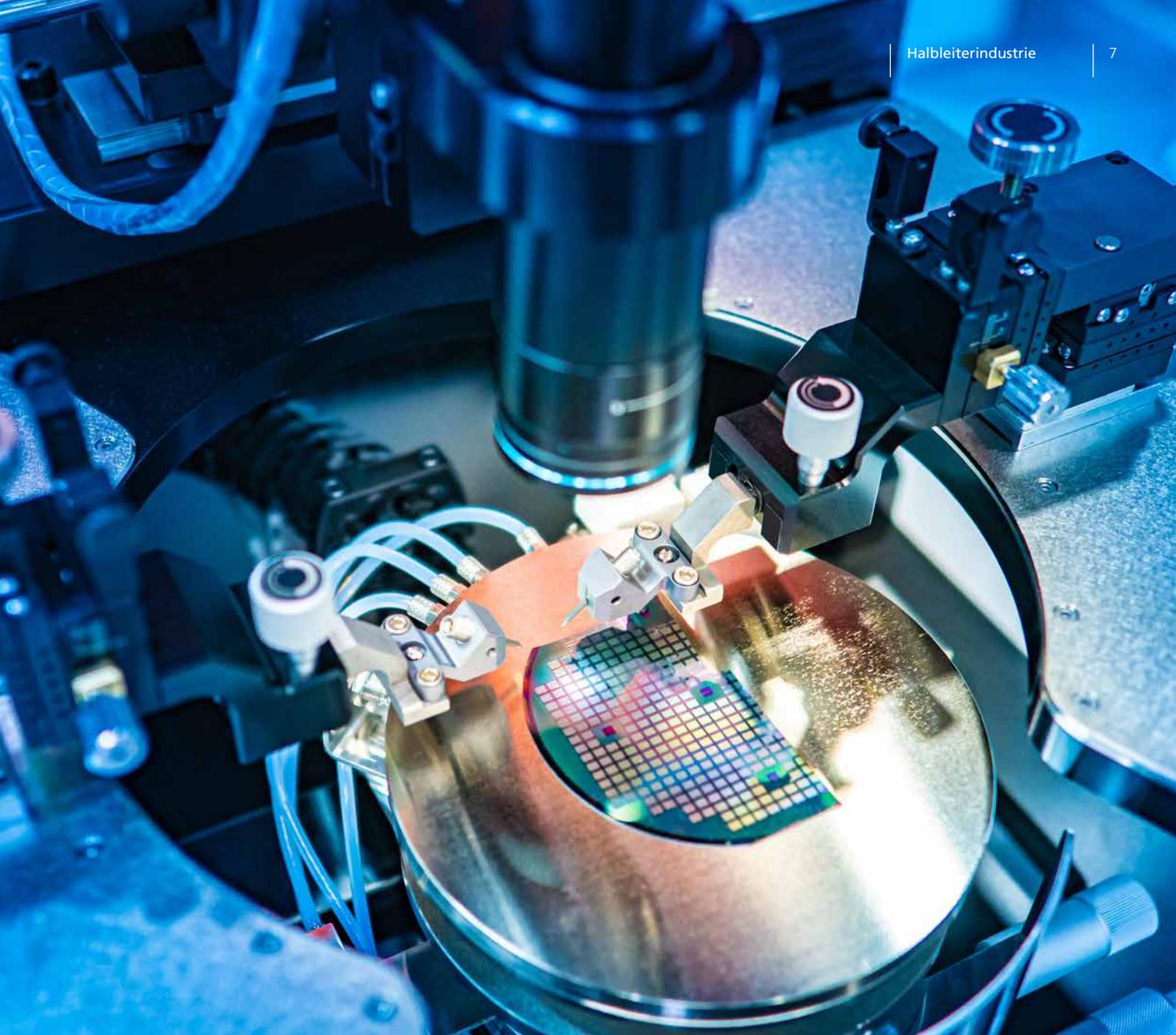
Ein Schmierstoff muss in der Lage sein, die mechanischen Komponenten von Fertigungsanlagen bei hohen Temperaturen zu schützen, ohne zu verdampfen. Das Ausgasen ist bei hohen Temperaturen wahrscheinlicher, da der Dampfdruck steigt. Viele unserer Vakuumschmierstoffe sind für Temperaturen von bis zu 250 °C ausgelegt.

Reinheitsgrad des Schmierstoffs

Fertigungsanlagen in Vakuumschmierstoffen sind hochsensibel, da selbst mikroskopisch kleine Partikel Reibungs- und Positionsfehler verursachen können. Die beste Möglichkeit, die Sauberkeit von Schmiermitteln zu gewährleisten, ist die Ultrafiltration, um mikroskopisch kleine Partikel in einem Schmiermittel zu reduzieren. Wir können Fette und Öle ultrafiltrieren, um mögliche Verunreinigungen bei Halbleiteranwendungen vorzubeugen.

PFAS / PFOA

Alle unsere Produkte für die Halbleiterfertigung enthalten PTFE mit einem PFOA-Gehalt von weniger als 0,1 Gewichtsprozent und entsprechen damit den geltenden REACH- und anderen internationalen Vorschriften. Auch wenn dies keine Messung der gesamten Rezeptur darstellt, so deuten Analysen darauf hin, dass PTFE den größten Beitrag zum PFOA-Gehalt leisten. Das regulatorische Umfeld für perfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) ist nach wie vor ungewiss. Unser F&E-Team führt weitreichende Forschungen zur Entwicklung von PFAS-freien Lösungen für die Halbleiterindustrie durch. Sodass wir auch auf strengere Vorschriften vorbereitet sind.



Reduktion von Ausgasung

Die Ausgasung ist mit der Verdampfung vergleichbar; es handelt sich um die Freisetzung kleiner Molekülteile aus einem flüssigen oder festen Material. Verdampfungsverluste beschleunigen sich beim Betrieb im Vakuum und beeinträchtigen mit der Zeit die Integrität eines Schmierstoffs. Schmierstoffe mit geringer Ausgasung haben einen geringeren Materialverlust und gewährleisten eine länger anhaltende Schmierung.

Ausgasende Moleküle können außerdem auf Oberflächen kondensieren und somit Wafer, Bearbeitungsgeräte und andere empfindliche Komponenten verunreinigen. Die Ausgasung von Schmierstoffen wird in Form des Gesamtmassenverlusts (TML) und der gesammelten flüchtigen kondensierbaren Materialien (CVCM) gemäß ASTM E595 gemessen. Unsere Schmierstoffe werden nach dieser Norm getestet, um die strengen, von der Halbleiterindustrie festgelegten Ausgasungsgrenzwerte einzuhalten.

Reduktion von Partikelerzeugung

Dynamische Partikelbildung findet statt, wenn Verunreinigungen aus einem geschmierten Kugelumlaufspindel-, Lager- oder Getriebesystem in die Betriebsumgebung abgegeben werden. Zu diesen Verunreinigungen können Grundölbestandteile, Verdickungspartikel, Additive usw. gehören, die durch Rollen, Gleiten oder eine Kombination aus beidem aus dem Schmierfett freigesetzt werden. Mit unserem geschützten Prüfverfahren und -gerät können wir die Partikelbildung unter diesen dynamischen Bedingungen messen.

Fallstudie



Fallstudie

PFOA-konformes Schmierfett für Lager in der Halbleiterfertigung

Herausforderung

Neue Umweltvorschriften in Bezug auf Perfluorooctansäure (PFOA) haben viele Ingenieure und Hersteller dazu veranlasst, die Materialien, die sie in jedem Aspekt ihrer Konstruktion verwenden, zu überdenken. Ein führender Hersteller von hochmodernen Vakuumrobotern, die speziell für die Werkzeugautomatisierung in der Halbleiterfertigung und anderen komplexen Produktionsumgebungen entwickelt wurden, wandte sich an uns. Der Kunde musste ein Fett ersetzen, das vom Hersteller nicht mehr hergestellt wurde, weil es die REACH-PFOA-Anforderungen nicht erfüllte. Er benötigte ein konformes Vakuumfett, welches eine lange Lebensdauer der Lager gewährleistet und die Kosten für Ausfallzeiten reduziert. Das Fett musste eine Lebensdauer von 10 Millionen Zyklen unter Vakuum-, Hochlast- und Hochtemperaturbedingungen erfüllen.

Lösung

Ein neues Produkt, NYECLEAN® 5057, wurde für diesen Kunden formuliert. Dieses fluorierte Schmierfett erfüllt die PFOA-Vorschriften der REACH-Verordnung und zeichnet sich durch minimale Ausgasung, Partikelbildung und Dampfdruck in einer Vakuumumgebung aus. NYECLEAN® 5057 ist bei sehr hohen Temperaturen bis zu 250 °C einsetzbar und reduziert Reibung sowie Verschleiß, um die Lebensdauer der Lager zu verlängern.

Ergebnisse

Wir stellten dem Kunden während des gesamten Qualifizierungsprozesses Validierungsdaten und technische Unterstützung auf Abruf zur Verfügung, um zu beweisen, dass NYECLEAN® 5057 genauso gut oder besser als das eingestellte Konkurrenzprodukt funktioniert, mit dem zusätzlichen Vorteil, dass NYECLEAN® 5057 PFOA-konform ist. Nachdem NYECLEAN® 5057 Ausgasungs-, Vakuumstabilitäts-, Dampfdruck- und andere Testdaten geliefert hatte und weiterhin gute Leistungen erbrachte, während es sich schnell dem Ziel von 10 Millionen Zyklen näherte, wurde es vom Kunden als Ersatzfett ausgewählt. Das Schmierfett hat seither das Interesse mehrerer Hersteller von Lagern, Linearführungen und Kugelumlaufspindeln geweckt, darunter solche, die die Automobil- und Medizinindustrie beliefern. Da sich die REACH-Anforderungen ständig weiterentwickeln, ist FUCHS weiterhin führend in der Branche und entwickelt neue, innovative und nachhaltige Lösungen.

Schmierstoffe für Halbleiter-Robotersysteme

In Gießereien und Fertigungsanlagen für die Halbleiterherstellung wird eine Vielzahl von Robotersystemen eingesetzt, um Wafer durch die Anlage zu transportieren und sie in den Anlagen zur Herstellung von Halbleiterwafern zu positionieren und zu transferieren. Diese Roboter benötigen in der Regel Hochgeschwindigkeitsbewegungen, um eine maximale Produktivität zu gewährleisten, und müssen die Wafer äußerst präzise und wiederholbar platzieren, um Fehler zu reduzieren und die Produktkonsistenz in jedem Schritt des Herstellungsprozesses zu gewährleisten.

Lager und Getriebe

Um diese strengen Präzisionsanforderungen zu erfüllen, müssen Schmierstoffe für Lager und Getriebe in Halbleiterfertigungsanlagen Verschleiß verhindern, eine langlebige Schmierung bieten und das Reibungsmoment minimieren. Schmierstoffe müssen die Anforderungen an die Sauberkeit erfüllen, gegenüber aggressiven Prozessgasen oder chemikalienbeständig sein und ihre Konsistenz im Betrieb bei minimaler Partikelbildung beibehalten. Schmierstoffe müssen eine angemessene Filmdicke gewährleisten, die die Reibung zwischen beweglichen Teilen und Verschleiß reduziert sowie das Festfressen von Komponenten verhindert. Unter Vakuumprozessbedingungen sind Zahnräder und Ringe Ultrahochvakuum, extremen Temperaturen, aggressiven Chemikalien sowie korrosiven und oxidativen Gasen ausgesetzt. Diese Umgebung erfordert Hochleistungsschmierstoffe mit geringer Ausgasung und geringer dynamischer Partikelbildung, chemischer Inertheit, langer Lebensdauer und ausgezeichneter Verschleißfestigkeit.

PFPE Schmierstoffe: NYECLEAN 5057 & 5097R und NYETORR 5300, 5300XP, 6300 & 6300S
MAC Schmierstoffe: NYETORR 5200, 6200 und 6200-FL

Linearführungen, Schlitten, Kugelumlauf- / Leitspindeln

Halbleiterautomatisierungs-, Roboter- und Wafer-Positionierungssysteme verwenden Linearführungen, Schlitten und Kugelumlaufspindeln/Leitspindeln, um hochpräzise Bewegungen zu ermöglichen. Schmiermittel sind unerlässlich, um Reibung und Verschleiß in einem Linearführungssystem zu verringern und die Laufgenauigkeit und Wiederholbarkeit zu gewährleisten. Schmierstoffe müssen außerdem eine ausgezeichnete Vakuumstabilität, chemische Beständigkeit in Vakuum- und Reinraumumgebungen sowie eine hervorragende „Stick-Slip“-Eigenschaft aufweisen.

PFPE Schmierstoffe: NYETORR 5300XP, 5350
MAC Schmierstoffe: NYETORR 5200, 6200, und 6200-FL

Ventile

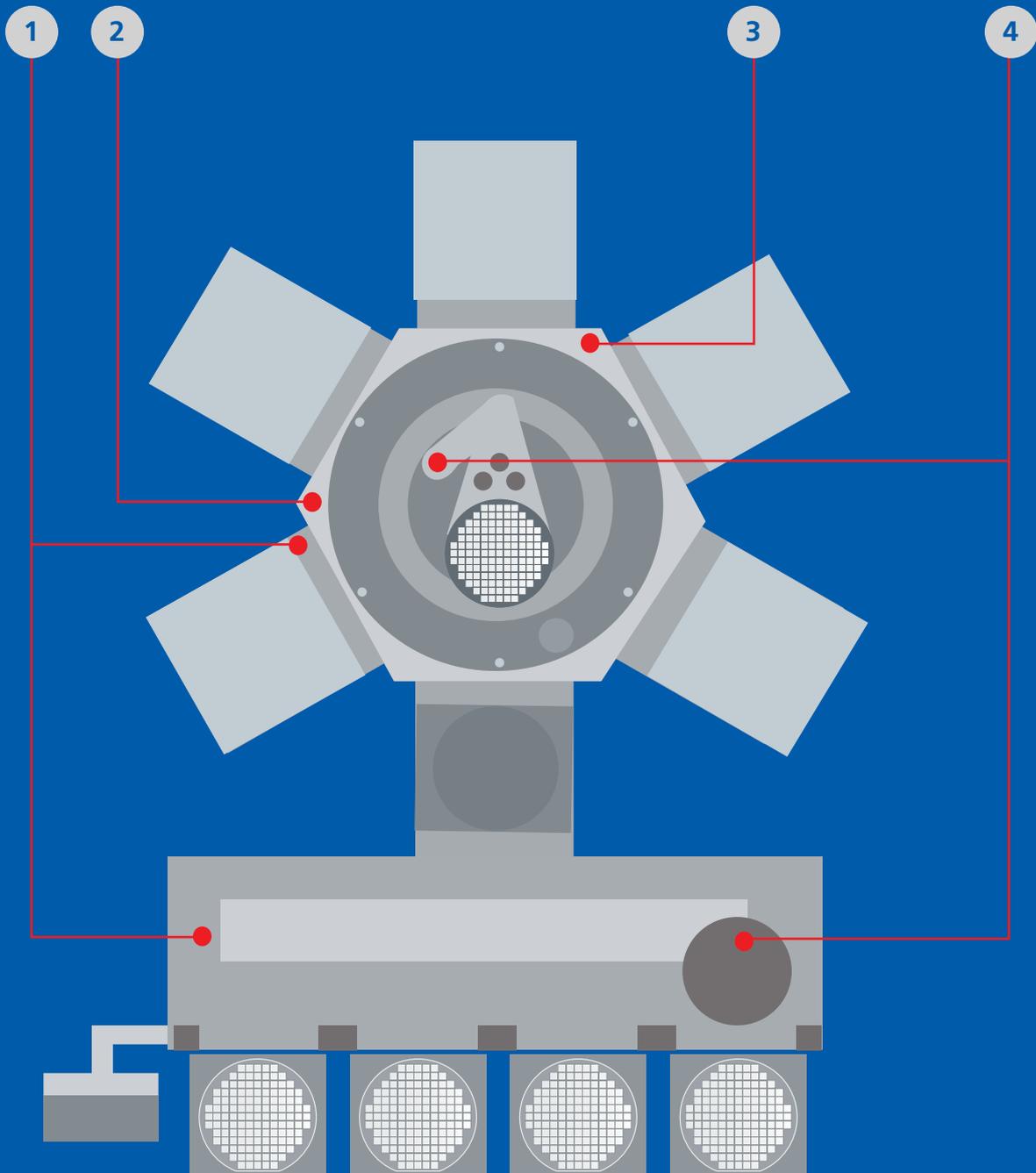
Hochleistungsventile steuern den Durchfluss und den Druck von Flüssigkeiten und müssen eine zuverlässige, schnelle und genaue Steuerung bieten, was den Einsatz von Hochleistungsschmierstoffen erfordert. Schmierfette für die Schmierung von Ventilen ähneln denen, die für die Schmierung von Getrieben und Lagern verwendet werden, mit der zusätzlichen Anforderung, unter hohen Differenzdrücken an Ort und Stelle zu bleiben, was eine Formulierung mit steiferer Konsistenz erfordert.

PFPE Schmierstoffe: NYETORR 5300 & 6300
MAC Schmierstoffe: NYETORR 5200 & 6200

O-Ringe und Dichtungen

O-Ringe und Dichtungen spielen eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung des Ultrahochvakuums in Prozesswerkzeugen und bei der Aufnahme von Chemikalien und Gasen in unterschiedlichen Umgebungen. Der Ausfall von O-Ringen und Dichtungen kann zu einem Vakuumverlust führen und erhebliche Sicherheitsrisiken und kostspielige Auswirkungen auf den Herstellungsprozess nach sich ziehen. Richtig ausgewählte Schmierstoffe verbessern die Leistung dieser Komponenten und verlängern ihre Lebensdauer, indem sie Reibung und Verschleiß minimieren. Die Schmierstoffe müssen geringe Ausgasung und geringe Partikelbildung, chemische Inertheit, Lösungsmittelbeständigkeit, hohe thermische Stabilität, geringe Reibung, geringe Ölabscheidung und gute Stabilität aufweisen. Die Schmierstoffe müssen auch mit synthetischen Elastomerpolymeren wie Fluorpolymer-Elastomeren verträglich sein, die am häufigsten zur Herstellung von O-Ringen und Dichtungen verwendet werden.

PFPE Schmierstoffe: NYETORR 5300, 6300 und 5381



1. Linearführungen/Schienen
und Kugelgewindetriebe
2. Dichtungen/O-Ringe

3. Vakuum-Durchführungen/
Vakuum-Pumpen
4. Wafer-Transfer Roboter Lager

Prüfkapazitäten

Unsere Halbleiterschmierstoffe werden in einem hochmodernen Labor für Vakuumtests getestet und ihre Leistungsfähigkeit überprüft. In diesem Labor simulieren wir Schmierstoffe unter vergleichbare Umgebungsbedingungen (z. B. Vakuum, extreme Temperaturen) und liefern Ihnen die Informationen, die Ihnen helfen zu beurteilen, wie unsere Schmierstoffe in ihrer Anwendung funktionieren. So ermöglichen wir den passenden Schmierstoff für Ihre Anwendung zu finden.

Reibung und Verschleiß

SRV Tribometer

Mit dem SRV-Prüfstand (Oszillation, Reibung und Verschleiß) können kundenspezifische Tests durchgeführt werden. Zu den Optionen gehören: Rotations- und lineare Oszillationsbewegungen, Tests mit einer Belastung von bis zu 2.000 N, 2.000 U/min und einer Höchsttemperatur von 180°C. Auch die Prüfgeometrie ist variabel: Kugel auf Scheibe, Stift auf Scheibe, Zylinder auf Scheibe oder kundenspezifische Geometrien.

Mini Traction Machine (MTM)

Die Mini Traction Machine (Abbildung 2) misst die Reibung in einer Mischung aus rollenden und gleitenden Kontakten, um die Belastung in Wälzlagern und Zahnrädern zu simulieren. Die MTM kann Gleit- und Rollbewegungen kombinieren, um Schlupf zu erzeugen. Der Prüfstand bietet eine sehr gute Testmöglichkeit für Fressen und Reiben von Metalloberflächen, da die Kugel und die Scheibe in unterschiedliche Richtungen im Gegenlauf betrieben werden können. So können die tribologischen Kennwerte bei hohen Gleit-/Rollgeschwindigkeiten und geringem Schlupf getestet werden.

Relative Lebensdauer

Spiral Orbit Tribometer

Das von der NASA entwickelte Spiral Orbit Tribometer (SOT) liefert Berechnungen zur relativen Lebensdauer des Schmierstoffes. Prüfkriterium ist ein maximaler Reibwert, und gemessen wird die Anzahl der Umläufe einer Kugel auf einer Kreisbahn mit einer normierten Schmierstoffmenge bis zum Erreichen des Grenzwertes. Die Tests (Abbildung 1) werden im Ultrahochvakuum durchgeführt und simulieren ein Axiallager. Die Ergebnisse zeigen den Schmierstoffverbrauch, die Alterung und die Lebensdauer.

Vakuum-Lagerprüfstand

Mit den Daten aus dem Vakuumlagerprüfstand bestimmt man die Lebenserwartung unserer Schmierstoffe in Schrägkugellagern unter Hochvakuumbedingungen. Dieser Prüfstand kann auf von Kunden gelieferte Lager umgerüstet werden, um möglichst realistische Anwendungsbedingungen zu simulieren. Unser Hochvakuumtest kann Temperaturen von bis zu 200°C abbilden und den Massenverlust unter bestimmten Betriebsbedingungen bestimmen. Außerdem messen wir den elektrischen Widerstand des Lagers, um festzustellen, für welchen Schmierzustand (Grenz-, Misch- oder Elastohydrodynamische-Schmierung) unsere Produkte unter den gegebenen Prüfparametern geeignet sind.

Sauberkeit

Partikelerzeugung

Der Dynamische Partikelgenerator wird zur Klassifizierung der Schmierstoffpartikelerzeugung in ISO-Stufen verwendet. Er nutzt ein Reinluftsystem nach ISO 3, eine Präzisionskugelumlaufspindel und einen Partikelzähler, um die Anzahl der Partikel bis hinunter zu 0,1 Mikron zu charakterisieren, die von verschiedenen Fetten während des Tests erzeugt werden.

Ausgasen

Ausgasungstests (gemäß ASTM E595 Vakuumstabilität) untersuchen Materialien auf flüchtige Verunreinigungen. Dieser Test liefert Daten zum prozentualen Gesamtmasseverlust (TML) und zu den gesammelten flüchtigen kondensierbaren Materialien (CVCM) für unsere Schmierstoffe. Darüber hinaus kann unter besonderen Umständen die Restgasanalyse parallel zum E595 eingesetzt werden, um die Art zu identifizieren, die sich während des Standard-E595-Tests verflüchtigt.

Dampfdruck

Die Knudsen-Methode wird zur Bestimmung des Dampfdrucks (VP) eines Schmierstoffs verwendet und erfordert eine sehr kleine Probe, was die Testkosten reduziert und die Effizienz steigert. Die Probe wird in einen kleinen Behälter mit Deckel gegeben, welcher eine Öffnung mit definiertem Durchmesser hat. Der Behälter wird dann bei der gewünschten Temperatur und Dauer in eine der Vakuumkammern gestellt. Der Massenverlust des Schmierstoffs wird zusammen mit den anderen bekannten Variablen wie Temperatur und Zeit in die Knudsen-Gleichung einbezogen, um den Dampfdruck des Materials bei dieser Temperatur zu berechnen.



Abbildung 1: Spiral Orbit Tribometer



Abbildung 2: Mini Traction Machine



**Synthetische Öle & Fette für Komponenten
der Halbleiterfertigung**

Synthetische Öle & Fette für Komponenten der Halbleiterfertigung

PFPE vs MAC Schmierstoffe

Sowohl PFPE- als auch MAC-Schmierstoffe bieten einen niedrigen Dampfdruck und geringes Ausgasungsverhalten. PFPE-Schmierstoffe bieten im Vergleich zu MAC-Schmierstoffen (bis zu 150 °C) eine bessere Hochtemperaturleistung (bis zu 250 °C). Aufgrund ihrer einzigartigen Additivpakete bieten MAC-Schmierstoffe im Vergleich zu PFPE-Schmierstoffen einen besseren Schutz vor Verschleiß. Beide Chemikalien können ultragefiltert werden, sind mit Kunststoffen und Elastomeren kompatibel und erfüllen die PFOA-Vorschriften

NYETORR® vs NYECLEAN®

Unsere NYETORR® und NYECLEAN® Produkte sind chemisch stabile, ungiftige, synthetische Schmiermittel mit niedrigem Dampfdruck für Halbleiterkomponenten wie Lager, Linearführungen, Kugelumlaufspindeln und andere empfindliche Mechanismen.

NYETORR®

Empfohlen für den Einsatz in Ultrahochvakuumanwendungen, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind.

NYECLEAN®

Empfohlen für den Einsatz in Reinräumen, in denen geringes oder kein Vakuum herrscht.



Öle für Vakuum- und Reinraumanwendungen

Markenbezeichnung	Temperaturbereich [°C]	Grundölchemie	Stockpunkt [°C]	Viskosität des Grundöls ASTM D445 [cSt]		
				-40 °C	40 °C	100 °C
NYETORR® 5201	-45 bis 125	MAC	-55	80.500	108	15
NYETORR® 5301	-65 bis 250	PFPE	-75	2.300	140	45
NYETORR® 5361	-50 bis 250	PFPE	-53	TBD	192	35
NYETORR® 5381	-40 bis 250	PFPE	-30	52.806 (-10 °C)	809	72
NYETORR® 6201	-45 bis 150	MAC	-55	80.500	108	15
NYETORR® 6301	-75 bis 250	PFPE	-80	5.818	187	56
NYETORR® 6371	-65 bis 250	PFPE	-69	TBD	446	126

Fette für Vakuum- und Reinraumanwendungen

Markenbezeichnung	Temperaturbereich [°C]	Grundölchemie	Grundölviskosität ASTM D445 [cSt]			Verdicker	NLGI Klasse ASTM D217	Ölabscheidung ASTM D6184 [24 h, 100 °C] [wt%]	Verdampfungsverlust CTM-1 [24 h, 100 °C] [wt%]
			-40 °C	40 °C	100 °C				
NYETORR® 5200	-45 bis 150	MAC	77.000	108	15	PTFE	1	2,8	0,00
NYETORR® 5300	-65 bis 250	PFPE	2.300	140	45	PTFE	1,5	5,8	0,02
NYETORR® 5300XP	-65 bis 200	PFPE	2.300	140	45	PTFE	2	3,1	0,06
NYETORR® 5350	-55 bis 250	PFPE	23.880	152	28	PTFE	2	5,6	0,00
NYETORR® 6200	-45 bis 150	MAC	77.000	108	15	PTFE	1	3,5	0,00
NYETORR® 6200-FL	-45 bis 150	MAC	77.000	108	15	PTFE	TBD	TBD	TBD
NYETORR® 6300	-65 bis 250	PFPE	5.818	187	56	PTFE	2	4,8	0,02
NYETORR® 6350EL	-80 bis 250	PFPE	13.380	200	48	PTFE	2	6,3	0,06
NYETORR® 6370EL	-90 bis 250	PFPE	TBD	362	103	PTFE	2	4,7	0,00
NYECLEAN™ 5057	-50 bis 250	PFPE	TBD	192	35	PTFE	2	6,0	0,04
NYECLEAN™ 5088	-10 bis 250	PFPE	TBD	800	58	PTFE	2,5	1,6	0,00
NYECLEAN™ 5097R	-60 bis 180	PFPE	2.300	140	45	PTFE	1,5	6,9	0,17

*Level 25 = 1 25µm Partikel max. Level 50 = 1 50µm Partikel max. Level 100 = 1 100µm Partikel max ** Alle Fette übertreffen Mil-G-81937 - 10-34µm, < 1000 Partikel/cc.

Verdampfungsverlust CTM-2 [24 h, 100 °C] [wt%]	Vakuurstabilität ASTM E595 [125 °C, 7 x 10 ⁻³ Pa, 24 h]		Dampfdruck nach Knudsen [25 °C] [Torr]	Dichte [g / cc]	SRV-Test ASTM D5707 [100N, 50Hz, 1mm stroke, 2 h, 40 °C]		Partikuläre Saubereitungsstufen* IEST-STD-CC-1246D
	TML [wt%]	CVCM [wt%]			CoF	Kugelverschleißnarbe [mm]	
0,00	0,12	0,013	4,50 x 10 ⁻¹¹	0,84	0,19	0,80	Level 100
0,03 (200 °C)	0,23	0,033	6,00 x 10 ⁻¹¹	1,80	TBD	TBD	Level 50
0,00	0,03	0,010	8,18 x 10 ⁻¹¹	1,89	0,14	0,53	Level 50
0,01	0,07	0,004	3,00 x 10 ⁻¹⁴	1,91	0,10	0,54	Level 50
0,00	0,11	0,010	6,91 x 10 ⁻¹¹	0,84	0,18	0,80	Level 50
0,00	0,00	0,002	2,79 x 10 ⁻¹²	1,83	0,08	0,84	Level 25
0,02	0,02	0,002	4,02 x 10 ⁻¹³	1,83	0,10	0,66	Level 25

Vakuurstabilität ASTM E595 [125 °C, 7 x 10 ⁻³ Pa, 24 h]		Dampfdruck nach Knudsen [25 °C] [Torr]	Dichte [g/cc]	SRV-Test ASTM D5707 [100N, 50Hz, 1mm stroke, 2 h, 40 °C]		Drehmoment bei niedrigen Temperaturen ASTM D1478 [g.cm, 25 °C]		Ultrafiltration Reinheitsgrad** [10-34 µm, Partikel / cc]	Dynamische Partikelerzeugung	
TML [wt%]	CVCM [wt%]			CoF	Kugelverschleißnarbe [mm]	Start Lauf	10-min run		1200 RPM	2400 RPM
0,068	0,007	5,32 x 10 ⁻¹¹	1,05	0,114	0,44	221	274	< 300	ISO 3.1	ISO 3.6
0,320	0,045	1,17 x 10 ⁻¹¹	1,91	0,159	0,68	236	142	< 300	ISO 3.8	ISO 4.7
0,075	0,018	6,85 x 10 ⁻¹¹	1,85	0,113	0,58	207	121	< 300	ISO 4.1	ISO 4.9
0,757	0,415	4,47 x 10 ⁻⁰⁹	1,90	0,139	0,65	221	118	TBD	ISO 3.2	ISO 4.0
0,058	0,025	2,44 x 10 ⁻¹¹	1,05	0,120	0,46	207	263	< 300	ISO 3.6	ISO 4.3
0,060	0,015	2,30 x 10 ⁻¹²	TBD	0,135	0,56	TBD	TBD	<300	ISO 4.0	ISO 4.8
0,036	0,006	2,79 x 10 ⁻¹²	1,89	0,110	0,68	221	125	< 300	ISO 4.2	ISO 5.1
0,060	0,008	5,76 x 10 ⁻¹²	1,89	0,160	0,76	177	158	< 400	ISO 3.9	ISO 4.5
0,060	0,001	6,43 x 10 ⁻¹²	1,83	0,174	0,91	207	94	< 400	ISO 3.6	ISO 4.2
0,225	0,054	1,62 x 10 ⁻¹¹	1,90	0,151	0,61	177	105	< 250	ISO 3.9	ISO 4.4
0,390	0,022	3,48 x 10 ⁻¹²	1,91	0,364	1,29	295	162	< 500	TBD	TBD
0,441	0,044	5,47 x 10 ⁻¹¹	1,90	0,166	0,73	177	114	TBD	TBD	TBD

Innovative Schmierstoffe brauchen erfahrene Beratung

Jedem Schmierstoffwechsel sollte eine umfassende Beratung zur entsprechenden Anwendung vorausgehen. Nur so kann das optimale Schmierstoff-System ausgewählt werden. Unsere erfahrenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter geben nicht nur Hinweise zum Einsatz, sondern informieren Sie auch gerne über unser komplettes Schmierstoffsortiment.

Ihr Ansprechpartner:



FUCHS LUBRICANTS GERMANY GmbH
Friesenheimer Straße 19
68169 Mannheim
Telefon: 0621 3701-0
Telefax: 0621 3701-7000
E-Mail: zentrale-flg@fuchs.com
www.fuchs.com/de