

# Ultrakompakte, hochpräzise Positionierlösung für die DUV-Lithographie

Den Polarisationsfilter hat Steinmeyer speziell für die DUV-Lithografie entwickelt



Dr. Alexander Bromme

Wenn es um hochspezialisierte, kundenindividuelle Positionierlösungen geht, führt an Steinmeyer kein Weg vorbei. Auch in der Halbleiterindustrie gilt der Standort Dresden im Silicon Saxony längst als Eldorado für das eigentlich Unmögliche, denn die Sachsen meistern als Europas größtes IKT-/Mikroelektronik-Zentrum selbst die anspruchsvollsten Herausforderungen mit Bravour. Ein Paradebeispiel für die hohe Lösungskompetenz ist der ergänzende Polarisationsfilter für die Miniaturisierung und Automatisierung in der DUV-Lithografie. Die Baugruppe vereint die Expertise und Erfahrung der international agierenden Steinmeyer-Gruppe und setzt Maßstäbe in puncto Kompaktheit, Zuverlässigkeit sowie Partikelarmut. Das ist Engineering vom Feinsten.

Positioniersysteme in der Halbleiterindustrie stellen hohe Ansprüche an die Reinheit, Zuverlässigkeit, Lebensdauer, Wartungsfreundlichkeit sowie Präzision und erfordern oft ein kundenindividuelles Engineering. Nicht selten geht es dabei um sehr spezifische Anforderungen nah an den Grenzen des Machbaren. Das Unmögliche möglich machen? Für Steinmeyer kein Problem! Die Steinmeyer-Gruppe kann auf gebündeltes Know-how mit insgesamt mehr als 400 Jahren Erfahrung in der Antriebs-, Positionier- und Präzisionsmesstechnik zurückgreifen. Diese einzigartige Entwicklungs-, Lösungs- und Fertigungskompetenz führt zu herausragenden Ergebnissen, die branchenweit ihresgleichen suchen. Der Standort Dresden gehört dabei zu den weltweit führenden Herstellern von hochgenauen Positionierlösungen für optische und feinmechanische Systeme und hat sich insbesondere als Spezialist für individuelle Sonderanfertigungen einen Namen gemacht.

## Ergänzender Polarisationsfilter für die DUV-Lithografie

Ein Paradebeispiel für die hohe Innovationskraft der Steinmeyer-Gruppe ist die ultrakompakte, hochpräzise Positionierlösung zur Wafer-Belichtung in trockener, sauerstofffreier Stickstoff-Atmosphäre. Dabei handelt es sich um einen ergänzenden Polarisationsfilter für die Miniaturisierung und Automatisierung in der DUV-Lithografie. „Die DUV-Lithographie nutzt tief-ultraviolettes Licht mit Wellenlängen von 193 oder 248 nm und ermöglicht besonders kleine Strukturgrößen bei Mikrochips. Unsere Aufgabe war es, für einen Wafer-Stepper eine nachrüstbare Filtereinheit zum Anpassen der optischen Eigenschaften des Lichtstrahls zu entwickeln“, so Elger Matthes, Entwicklung und Produktmanagement bei Steinmeyer Mechatronik, und erzählt: „Da die Baugruppe als optionales Add-on zur Integration in eine bestehende Maschine konzipiert

war, stand uns nur sehr wenig Bauraum zur Verfügung. Weitere Anforderungen waren minimale Verstellwege, Stabilität im Stillstand – das Setting sollte nur alle paar Minuten gewechselt werden – sowie bestimmte Vorgaben an die Geschwindigkeit, Wiederholbarkeit und Lebensdauer.“

## Ultrakompakte, hochpräzise und trockenlaufende Baugruppe

Der in der Steinmeyer-Gruppe realisierte Polarisationsfilter ist mit Abmessungen von ca. 120x180x31 mm extrem kompakt gebaut. Auf einer Höhe von gerade einmal 15 mm sind drei flächige Filter untergebracht, die im Strahlengang der optischen Anlage verschoben werden und unabhängig voneinander positionierfähig sind. Aus der Relativlage der drei Filter untereinander ergibt sich die gewünschte Filtereigenschaft. Der Antrieb erfolgt mittels Gleitgewindetrieb (Hub 75 mm) und elektronisch kommutierter DC-

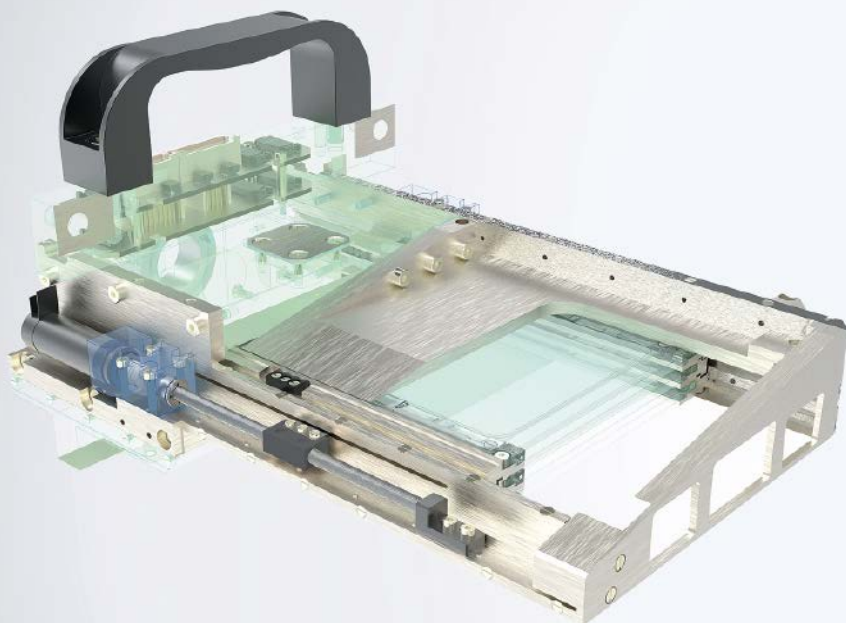


Abb. 1: Auf einer Höhe von gerade einmal 15 mm sind drei flächige Filter untergebracht, die im Strahlengang der optischen Anlage verschoben werden und unabhängig voneinander positionierfähig sind

Motoren. Dabei verfügt jeder Filter über einen eigenen Antriebsstrang, der zum Schutz vor der DUV-Strahlung mit einem Stahlblech abgedeckt ist. Das System ist trockenlaufend, ermöglicht Genauigkeiten bis zu  $1,5 \mu\text{m}$  und bietet einen wartungsfreien und flexiblen 24/7 Betrieb über viele 1.000 Stellzyklen (verteilt über 10 Jahre).

### Herausforderung Materialwahl

Bei Halbleiteranwendungen stellt vor allem die Materialauswahl eine besondere Herausforderung dar. Gefordert sind glatte Oberflächen, eine geringe Ausgasung und natürlich eine minimale Partikelbildung. Nur bestimmte Materialien, Komponenten und Schmierstoffe werden diesen Anforderungen gerecht. Oft ist die Verwendung flüssiger Schmierstoffe gar nicht möglich – so auch im konkreten Anwendungsfall. Elger Matthes weist außerdem auf einen weiteren Aspekt hin: „Im ultra-trockenen Stickstoff, in der die Baugruppe betrieben werden sollte, gibt es ähnliche tribologische Effekte wie im Hochvakuum. Reibwerte über eins sind die Regel. Das schränkt die Materialpalette zusätzlich ein – insbesondere, wenn gute Gleiteigenschaften und eine sinnvolle Lebensdauer des Gewindetriebes erzielt werden sollen.“

### Extrem partikelarm laufender Präzisionsgewindetrieb von Feinmess Suhl

Für den Gewindetrieb fiel die Wahl auf eine Kombination aus nicht-rostendem Edelstahl (Spindel) und dem Hochleistungskunststoff PEEK (Mutter), der mit schmierenden Füllstoffen angereichert wurde. Diese innovative Werkstoffpaarung ermöglicht selbst unter den extremen Umgebungsbedingungen in der DUV-Lithographie eine

optimale Gleitfähigkeit, Wärmeabfuhr und mechanische Stabilität. „Aufgrund seiner Molekülstruktur ist PEEK chemisch und physikalisch sehr stabil. Der Hochleistungskunststoff bringt sehr geringe Ausgaswerte mit und gilt als ideale Wahl für die anspruchsvollen Anwendungen der Halbleiterindustrie“, so Detlef Rode, Entwicklungsleiter bei Feinmess Suhl. „Selbstverständlich haben wir für die Werkstoffpaarung den Proof of Concept erbracht, sodass der Kunde absolute Sicherheit in Bezug auf die Machbarkeit hatte.“ Das System kommt ohne flüssige Schmierstoffe aus und eignet sich daher ideal für den Trockenlauf bis Reinraumklasse ISO3 und  $10\text{E-}9$  mbar.

Die Materialpaarung PEEK plus Edelstahl vom Gleitgewindetrieb findet sich auch im Führungssystem wieder. So sind die v-förmigen Führungsnuten aus Edelstahl und die Lager, also die Gleitelemente, aus PEEK. Aluminiumteile wurden mit einer tief-ultraviolett-absorbierenden Eloxal-Schicht überzogen.

### Einzigartiges Entwicklungs- und Fertigungs-Know-how

Der extrem partikelarm laufende Gleitgewindetrieb wurde vom Standort Feinmess Suhl eigens für den konkreten Anwendungsfall entwickelt. Mit einem Spindeldurchmesser von lediglich 3 mm und einer Spindellänge von 112 mm gehört er zu den kleinsten am Markt in dieser Präzision. „Gleitgewindetriebe sind perfekt für den DUV-Polarisationsfilter geeignet. Die Größe spielt dabei eine wichtige Rolle, denn so kleine trockenlaufende Kugelgewindetriebe sind im Moment technisch einfach nicht realisierbar“, erläutert Detlef Rode. Darüber hinaus bietet der Gleitgewindetrieb (Gewindegröße M3x1P0.5, Steigung 1 mm, Last 2 N) weitere Vorteile. Er ist vergleichsweise einfach aufgebaut, äußerst robust und zeichnet sich durch



Abb. 2: Der Gleitgewindetrieb hat einen Spindeldurchmesser von 3 mm und eine Spindellänge von 112 mm und gehört damit zu den kleinsten am Markt in dieser Präzision

eine hohe Steifigkeit, exakte Form- und Maßhaltigkeit sowie einen geringen Verschleiß aus. Weiteres Plus: Gleitgewindetriebe haben eine Selbsthemmung, d.h. die Position der Mutter auf der Spindel wird durch Haftreibung gehalten. Eine separate, hemmende Komponente wird nicht benötigt. Das ist für erhöhte Stabilitätsanforderungen über einen langen Zeitraum ideal. Da die drei Filter der Baugruppe eher selten und wenn, dann nur langsam bewegt werden, passte das perfekt. Feinmess Suhl nutzt für die Herstellung der zweigängigen trockenlaufenden Gleitgewindetriebe das Gewinderollen bzw. Gewindewalzen. Bei diesem spanlosen Verfahren wird die Gewinde-

form durch Kaltumformung erzeugt. Das Ergebnis ist eine hohe Oberflächengüte bei einem äußerst wirtschaftlichen Preis-Leistungs-Verhältnis.

Klein, kompakt, präzise, trocken-schmierend, zuverlässig, langlebig, wartungsarm: Damit erfüllt der Polarisationsfilter die anspruchsvollen Anforderungen in der DUV-Lithographie zu 100 %. Der Gleitgewindtrieb stellte sich bei der Entwicklung und Konstruktion als Dreh- und Angelpunkt heraus. Er ist das Herzstück der Baugruppe und macht die geringen Abmessungen überhaupt erst möglich. „Wir haben den Gleitgewindtrieb für ein spezielles Kundenprojekt entwickelt, aber natürlich profieren auch andere High-End-Anwendungen in der Halbleitertechnik von den einzigartigen Eigenschaften der Spindel. Eine große Optionsvielfalt ermöglicht individuelle Anpassungen“, betont Detlef Rode.

### Breites Spektrum an Antriebsmöglichkeiten

Die Entwicklung kundenspezifischer Gleitgewindtriebe gehört zu den Kernkompetenzen von Feinmess Suhl. Mit der Firma August Steinmeyer gibt es in der Steinmeyer-Gruppe zudem einen erfahrenen Partner für die Entwicklung und Fertigung von hochpräzisen Kugelgewindtrieben. Mit entsprechender Sonderschmierung und Beschichtung können diese ebenfalls in der Halbleiterindustrie zum Einsatz kommen. Welche

Technologie die richtige ist – Gleitgewindtrieb mit Trockenschmierung oder Kugelgewindtrieb mit Flüssigschmierung – hängt letztendlich von den Applikationsanforderungen ab und wird für jeden Anwendungsfall von den Steinmeyer-Spezialisten individuell eruiert.

### Gefragter Partner der Halbleiterindustrie

Ob Handling, Inspektion oder Montage, ob HV-, UHV- oder EUV-Positionierung: Dank seiner breiten Technologiekompetenz, seiner umfassenden Engineering-Expertise, seinem tiefen Anwendungsverständnis und seinem großen Erfahrungsschatz ist Steinmeyer Mechatronik ein gefragter Partner bei der Konstruktion, Entwicklung und Herstellung anspruchsvoller Positionierlösungen für die Wafer- und Chip-Herstellung. Die erprobten Systeme werden kundenindividuell auf die applikationsspezifischen Anforderungen angepasst – vom Testlabor bis zur automatisierten Halbleiterfabrik bis zu ISO 14644-1 bis Klasse 1. Alle Fertigungsteile werden vakuumgerecht konstruiert und nach der Fertigung gesondert gereinigt. Die Montage erfolgt in einem zertifizierten Reinraum der ISO Klasse 6. Variable Reinraumkapazitäten von mehr als 3.900 m<sup>2</sup> gewährleisten dabei eine außergewöhnliche Flexibilität. Eine reinraumgerechte Verpackung mit Stickstoff-Inertgas-Füllung schützt das fertige Produkt beim Transport.

„Wir haben jahrzehntelange Erfahrung in der Konstruktion und Herstellung von Positioniersystemen für Halbleiteranwendungen und verfügen über spezielles Know-how der Tribologie und Schmierung in trockenen, sauerstofffreien Atmosphären wie Vakuum und Reinstickstoff. Dadurch sind wir in der Lage, auch für herausfordernde Aufgabenstellungen zuverlässige, wirtschaftliche Lösungen zu realisieren“, betont Elger Matthes und ergänzt: „Die drei Kompetenzzentren Antriebstechnik, Positioniertechnik und Präzisionsmesstechnik der Steinmeyer-Gruppe bündeln ein unglaublich breites Leistungsspektrum. So können wir Synergien optimal nutzen und spezifische Kundenanforderungen schnell und unkompliziert realisieren“. Die gemeinsame Entwicklung des DUV-Polarisationsfilters ist das beste Beispiel.

### KONTAKT

**Dr. Alexander Bromme**

Steinmeyer Mechatronik GmbH, Dresden

Tel.: +49 351 88585-0

info@steinmeyer-mechatronik.de

www.steinmeyer-mechatronik.de

WILEY-VCH

Der monatliche  
**Themen-Newsletter**  
für die Prozessindustrie.



© Ivan - stock.adobe.com



**Registrieren  
Sie sich hier:**

[www.chemanager-online.com/  
citplus/newsletter](http://www.chemanager-online.com/citplus/newsletter)

**CIT**plus **IN SIGHT**