

Große ›Bühne‹ für die Wafer-Inspektion

Die Wafer-Inspektion verlangt von den Positioniersystemen eine sehr hohe Dynamik und Präzision. Eine **MULTI-ACHS**-Plattform stellt sich diesen Anforderungen und fungiert gleichzeitig als Demonstrator für weitere Applikationen.

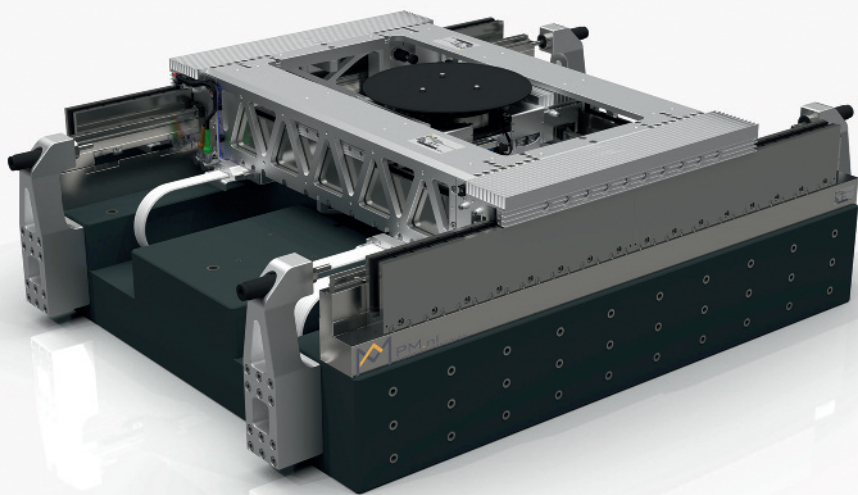


Bild 1. Die Entwicklung der Motion-Plattform ›Vega‹ verlief als iterativer Prozess, da jedes Bauteil der Plattform direkte Auswirkungen auf den Masseschwerpunkt hat

Das niederländische Unternehmen PM aus Dedemsvaart entwickelt und produziert seit mehr als fünfzig Jahren hochpräzise Linear- und Rotationslager sowie die dazugehörigen Schlitten. Dabei konzentriert sich der Linear- und Rotationslagerspezialist auf Präzisionsanwendungen, die hohe Anforderungen an die Leichtgängigkeit und die Steifigkeit der Lager stellen. Zwar ist das Standardsortiment kontinuierlich gewachsen, dennoch werden kundenspezifische Anpassungen immer häufiger nachgefragt. So müssen Produkte oftmals etwas präziser, kleiner oder robuster sein, oder sie benötigen zusätzliche Befestigungsoptionen. Ein weiterer Geschäftsbereich befasst sich mit hochpräzisen Positionierungslösungen, die nach Kundenspezifikation entwickelt werden.

Erst vor zwei Jahren begann das Unternehmen mit der Entwicklung des eigenen Positioniersystems ›Vega‹, das auf der diesjährigen Messe ›Spie Advanced Lithography‹ in San Jose, Kalifornien, erstmals vorgestellt wurde (**Bild 1**). Die Motion-Plattform adressiert primär die hochpräzise Back-End-Wafer-Inspektion. Gleichzeitig soll die Plattform auch als Demonstrator dienen, wie Jan Willem Ridderinkhof,

Manager R&D und Engineering bei PM, betont: »Die Wafer-Inspektion ist ein sehr anspruchsvoller Markt. Wenn wir in dieser Branche überzeugen, können wir auch in der Medizintechnik bestehen.«

Dynamik für hohen Durchsatz

Das Pflichtenheft war gut gefüllt: Bei einem Hub von mehr als 300 mm muss die mechanische Genauigkeit in X- und Y-Richtung besser als 1 µm sein, bei Beschleunigungen von 2 g und Geschwindigkeiten bis zu 2 m/s. Die Schwingungen in dieser Ebene müssen unter 25 nm bleiben. Vibrationen in der Z-Achse – die dazu dient, den Wafer in den Fokus der Optik zu bringen – dürfen 10 nm nicht überschreiten. Diese Parameter gelten vor dem Hintergrund, dass die Wafer bei der Inspektion äußerst schnell bewegt werden und hierbei viel Wärme entsteht. Weil der Durchsatz einer solchen Maschine und damit die Bewegungsgeschwindigkeit und die Einschwingzeit bei der Chipherstellung entscheidend sind, sind diese Werte von zentraler Bedeutung.

»Unser Ansatz war, alle Schwerpunkte und Antriebskräfte in eine Ebene zu legen«, sagt PM-Chefingenieur Mathys te Wierik: »Durch die richtige Ausrichtung des Schwerpunkts und der Motorkräfte wird ein Drehimpuls unserer Motoren vermieden. Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass auf diese Weise die Belastung der Lager minimal bleibt. Eine geringere Lagerbelastung führt wiederum zu einer längeren Lebensdauer.«

Allein in X-Richtung ist es noch relativ einfach, dass sich der Motor im Masseschwerpunkt bewegt. »Normalerweise würde man ein zweites Modul oben

> KONTAKT

HERSTELLER
PM B.V.
NL-7701 SK Dedemsvaart
Tel. +31 523 612258
info@PM.nl
www.PM.nl



Bild 2. Das Z-Theta-Modul stellt sicher, dass der Wafer unter der Optik korrekt positioniert ist. Die Kühlrippen verbessern die Wärmeableitung und das Thermomanagement

aufsetzen, um die Bewegung in die andere Richtung zu realisieren, und ein drittes Modul für die Z-Achse«, erklärt te Wierik. »Wenn man stapelt, verschiebt man aber den Schwerpunkt des beweglichen Teils, und das wollen wir nicht. Außerdem erhalten die Massen alle einen Hebelarm, wodurch die Steifigkeit des Gesamtsystems sinkt.«

Die Entwickler von PM fanden schließlich die Lösung: Die Konstruktion besteht aus einem horizontalen Rahmen, der über zwei Lager gehalten wird. In diesem quadratischen Rahmen befindet sich eine Plattform, die vertikal hin und her gleitet. PM integrierte das Z-Theta-Modul in diese Gleitstruktur, das für Rotationen und Auf- und Abwärtsbewegungen zuständig ist. Das 2Z-Theta-Modul besteht aus einer doppelten Z-Achse. Die erste Z-Achse bewegt drei Stifte auf und ab, um den Wafer aufzunehmen und auf dem Wafer-Chuck zu platzieren. Die zweite Z-Achse ist in die erste Z-Achse integriert und gewährleistet die sehr genaue Höhenpositionierung des Wafer Chucks unter der Optik. te Wierik: »So befindet sich alles in einer Ebene (Bild 3).«

Iterative Entwicklung

Doch was ist die ideale Form des Rahmens? Und was ist die beste Konstruktion, wenn es um Steifigkeit, Biegung und Masse geht? Um dies herauszufinden, hat PM eine eigene Software zur Topologieoptimierung in Matlab geschrieben. »Bei dieser Simulation haben wir auch die Herstellbarkeit betrachtet«, sagt Ridderinkhof: »In Längsrichtung zum Beispiel mussten die Profile konstant bleiben, damit wir sie leichter fräsen können.« Die Entwickler verwendeten schließlich ein C-Profil, in dem die Platte für die Y-Bewegung gleitet.

Die nächste Frage war, wie die Plattform angetrieben werden sollte. Es wurden verschiedene Konzepte diskutiert, zum Zuge kam schließlich eine Lösung mit eisenlosem Motor. »Das ergibt eine

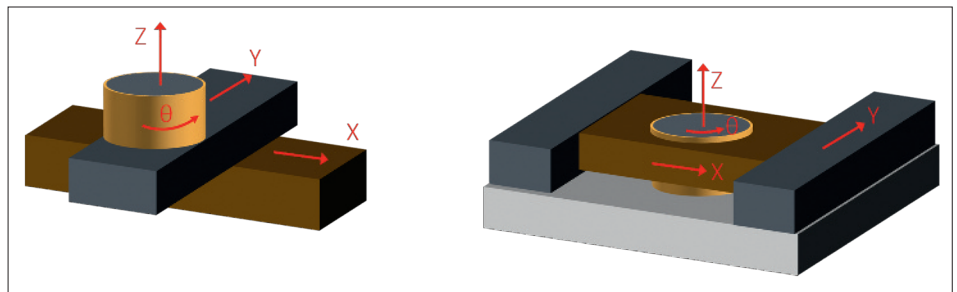


Bild 3. Alternative Konstruktionen eines XYZ-Theta-Positioniersystems: konventionell für geringe Geschwindigkeiten (links), optimiert für einen hohen Durchsatz und Dynamik (rechts)

etwas komplexere Konstruktion«, räumt te Wierik ein, »aber auf diese Weise können wir den Motor, das Lager und den Encoder alle auf dem unteren Teil des C-Profils montieren. An diese Komponente werden daher die größten Anforderungen gestellt, den Rest können wir mit geringerer Genauigkeit und damit kostengünstiger fertigen.«

Ridderinkhof betont den iterativen Prozess: »Jedes Bauteil, das bearbeitet werden muss, oder jedes Teil, das hinzugefügt wird, wirkt sich direkt auf den Schwerpunkt aus. Zudem hat jedes Bauteil, das auf der Plattform platziert wird, auch eine eigene Masse, die wir berücksichtigen müssen. Aus diesem Grund haben wir uns auf die Back-End-Inspektion konzentriert. Schließlich hat ein Wafer eine genau definierte Masse.«

Simulationen für das Thermomanagement

Eine weitere Herausforderung war das Wärmemanagement. PM hat sich für Aluminium als Konstruktionswerkstoff entschieden. te Wierik: »Das ist leicht und relativ steif, also sehr gut geeignet für sich schnell bewegende Systeme. Der einzige Nachteil ist, dass Aluminium einen hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat. Wir haben deshalb umfangreiche Berechnungen und Simulationen angestellt, wie wir die Wärme richtig ableiten und die Ausdehnung unter Kontrolle halten können. Obwohl Masse hinzugefügt wird, erwies es sich als die beste Lösung, eine Reihe von Kühlrippen in die Konstruktion mit einzubeziehen« (Bild 2). ■

MI110683