

Bild 1. Die Eigenschaften der einzelnen Dies werden mittels Link Trimming eingestellt

Bilder: iStock (1), 3D-Micromac (2)

Neuentwicklung in der Luftlagertechnik

Dynamikgewinn mit doppelter Impulskopplung

Beim Link Trimming auf Wafer Ebene werden besonders hohe Anforderungen an die Genauigkeit und Dynamik gestellt. Auf Basis eines neuartigen Luftlager-Positioniersystems, das in der X- und Y-Achse impulskoppelt ist, konnten die Zielvorgaben des Kunden in mehrfacher Hinsicht übertroffen werden. Die ›Dynamic Waferstage‹ feiert auf der Laser World of Photonics ihre Weltpremiere.

AUTOR

FRANK DEITER ist Chefredakteur des Fachmagazins Mikroproduktion

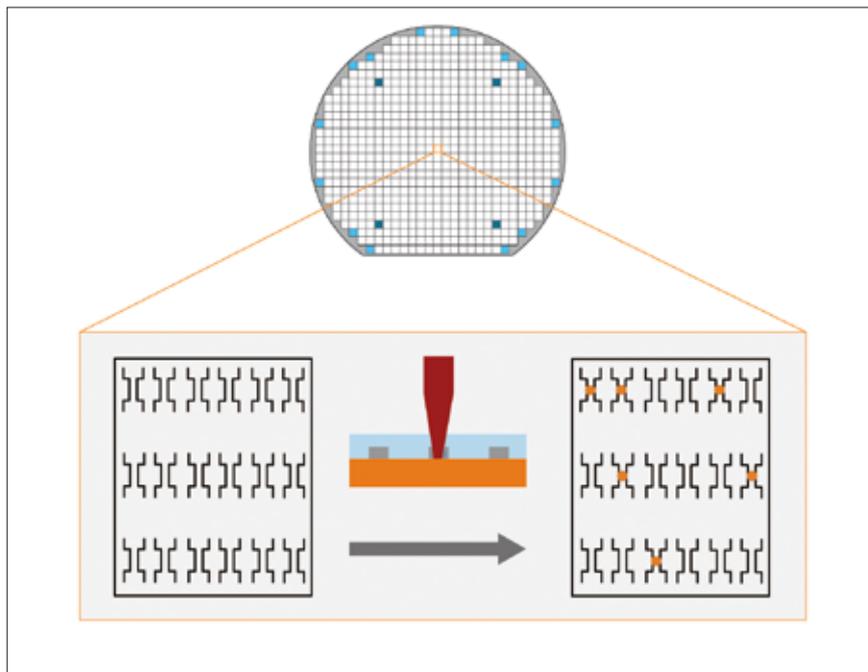
Bei Speicherchips, Sensoren oder ICs für das Powermanagement werden die Eigenschaften der einzelnen Dies erst nach dem Wafer Probing eingestellt, indem mikroskopisch feine Leiterbahnen (engl. Fuses) gezielt getrennt werden. Dieser Fuse Cutting respektive Link Trimming genannte Prozess kann mit elektrischer Spannung oder durch gezielte Laserstrahlung erfolgen. Erreicht wird damit das Aktivieren, Programmieren oder Abschalten bestimmter Schaltkreise, um im Falle von Defekten, die im Testzyklus festgestellt werden, die Funktion des späteren Chips zu gewährleisten. Auch das Trimmen sensorischer Elemente oder das Entfernen defekter Mikro-LEDs kann durch Link Trimming realisiert werden.



» Die Qualität und Präzision des laseroptischen Aufbaus ist nur die halbe Miete. «

Uwe Wagner.
CEO von 3D-Micromac

Bild 2. Die mikrofeinen Leiterbahnen (engl. Fuses) werden mit einem Laser on the fly getrennt



Link Trimming als Waferprozess

Um für das künftige Marktwachstum der Mikroelektronik gewappnet zu sein und im Systemaufbau höhere Packungsdichten zu realisieren, müssen die Auflösungen und Genauigkeiten im Advanced Packaging auf ein neues Level gehoben werden.

Die Lasermikrobearbeitung folgt diesem Trend: Mit dem Modell ›microVEGA‹ hat das Chemnitzer Unternehmen 3D-Micromac bereits eine Plattform für die Lasermikrobearbeitung auf Waferebene entwickelt. Das System kann sowohl 200-mm- als auch 300-mm-Wafer verarbeiten und überzeugt mit hohem Durchsatz und exakter Prozesskontrolle. Zu diesem Zweck ist das microVEGA-System mit integrierter Messtechnik zur lückenlosen Prozesskontrolle ausgestattet. Für eine maximale Temperaturstabilität wird die Temperatur auf $\pm 0,1$ K genau geregelt.

Noch mehr Dynamik als Zielvorgabe

Im Zuge einer Großinvestition eines renommierten deutschen Chipherstellers wurde an den Chemnitzer Laserspezialisten die Anfrage gestellt, eine Anlage für Link-Trimming-Anwendungen der nächsten Generation zu konzipieren. Dass die typischen Strukturgrößen bei dieser Anwendung bei etwa 1 bis 2 μm liegen, machte eine besonders präzise, dreidimensionale Positionierung und Laserfokussierung sowie ein hochgenaues Laserspotzu-Struktur-Alignment erforderlich. »Die Qualität und Präzision des laser-optischen Aufbaus ist allerdings nur die halbe Miete – hochpräzise und dynamische Bewegungssysteme

werden ebenso benötigt«, betont Uwe Wagner, CEO von 3D-Micromac. Bei der Entwicklung des neuen Modells ›microVEGA FC‹ geriet daher nicht zuletzt eine komplette Neuauslegung des Systems zur Waferpositionierung in der Größe 300 mm in den Blick. Neben einer geforderten Positioniergenauigkeit von < 100 nm und einer Wiederholgenauigkeit von < 40 nm (3 Sigma) mussten auch in puncto Dynmaik neue Bestwerte ins Visier genommen werden.

- Eignung für sensible Umgebung wie Reinräume sowie
- geringere Komplexität als Magnet- oder hydrostatische Lager.

Vorteile der Impulskopplung

Besonders die Eigenschaft, bei sehr kleinen Schrittweiten hohe Genauigkeiten zu erzielen, macht die Luftlagertechnik zur ersten Wahl. Allerdings regen die dynamischen



» Die doppelte Impulskopplung in den Achsen X und Y ist ein Novum auf dem Markt. «

Wolfram Meyer. Leiter Vertrieb und Business Development bei Eitzenberger

In enger Kooperation mit den Luftlagerspezialisten von Eitzenberger aus Wessobrunn fiel die Wahl auf ein luftgelagertes Achssystem. Gegenüber wälzgelagerten Systemen weisen sie signifikante Vorteile auf, die besonders bei hochpräzisen Bewegungssystemen in der Halbleitertechnik zum Tragen kommen:

- kein mechanischer Verschleiß,
- kein Schmiermittel nötig,
- kein Stick-Slip-Effekt,
- sehr hohe Laufruhe und Genauigkeit,
- hohe Dynamik bei konstanter Präzision,

Antriebskräfte Schwingungen an, die die Genauigkeit stören. Diesem Umstand wird mit einer Impulskopplung begegnet. Statt die Reaktionskräfte der Motoren in den genauen Teil der Maschine einzuleiten, werden sie in eine Reaktionsmasse umgeleitet. Das Umleiten dieser Kräfte erhöht allerdings die mechanische Komplexität. Daher waren bisher nur in einer Achsrichtung impulsentkoppelte Luftlager-Achsen am Markt verfügbar und etabliert.

Doch beim Stand der Technik sollte es bei der neuen Maschinengene-

Bild 3. Lasermikrobearbeitungsanlage »microVega FC« von 3D-Micromac: In der neuesten Version für das Link Trimming auf einem 300-mm-Wafer noch dynamischer



Bilder: Eitzenberger (3, 4, 5)

ration nicht bleiben, wie Wolfram Meyer, Leiter internationaler Vertrieb und Business Development bei Eitzenberger, betont: »Bei unserer »Dynamic Waferstage« handelt es sich um ein komplett neues System mit einer zweifachen Impulskopplung in den Achsen X und Y – ein Novum auf dem Markt, das wir erstmals auf der Laser World of Photonics in München vorstellen.«

Hürden auf dem Weg zum Ziel

Die Herausforderung einer doppelten Impulskopplung liegt in der Skalierung. Die Reaktionsmasse einer Achse muss in einem gewissen Verhältnis zur bewegten Masse der Achse stehen. Wird die obere Achse auf konventionellem Weg entkoppelt, muss die untere Achse nicht nur die obere Achse, sondern auch die Reaktionsmasse der oberen Achse mitführen. Die untere Achse benötigt dann wiederum eine noch größere

re Reaktionsmasse. Dieser Umstand steht der Skalierung dieses System entgegen. Entsprechend schwierig wird es, eine hohe Eigenfrequenz und eine gute Dynamik zu erreichen. Janis Wortmann, R&D-Manager bei Eitzenberger, erklärt: »Der Trick ist, dass beide Achsen die gleiche Reaktionsmasse nutzen. Die untere Achse muss keine Reaktionsmasse der oberen Achse mitführen. Der Kraftpfad der Reaktionskräfte bleibt

dabei vom Metrology-Frame der Maschine unabhängig.«

Eine ausgeklügelte Leichtbaukonstruktion aus Aluminium und CFK in flacher Bauweise verbindet die Reaktionsmasse über Luftlager mit dem Stator der Y-Achse. Dank dieses Systems können nun beide Achsen ihre Dynamik voll ausspielen, ohne sich selbst oder den Laserprozess zu stören. Ein weiterer Vorteil: Trotz üblicher Arbeitsfrequenzen von 1 bis 3 Hz ist eine passive (Boden-)Schwingungsentkoppelung ausreichend. Die Resonanzen dieser Luftfedern werden schlichtweg nicht angeregt. Die in dieser Dynamikklasse sonst nötigen Systeme zur Granitstabilisierung entfallen.

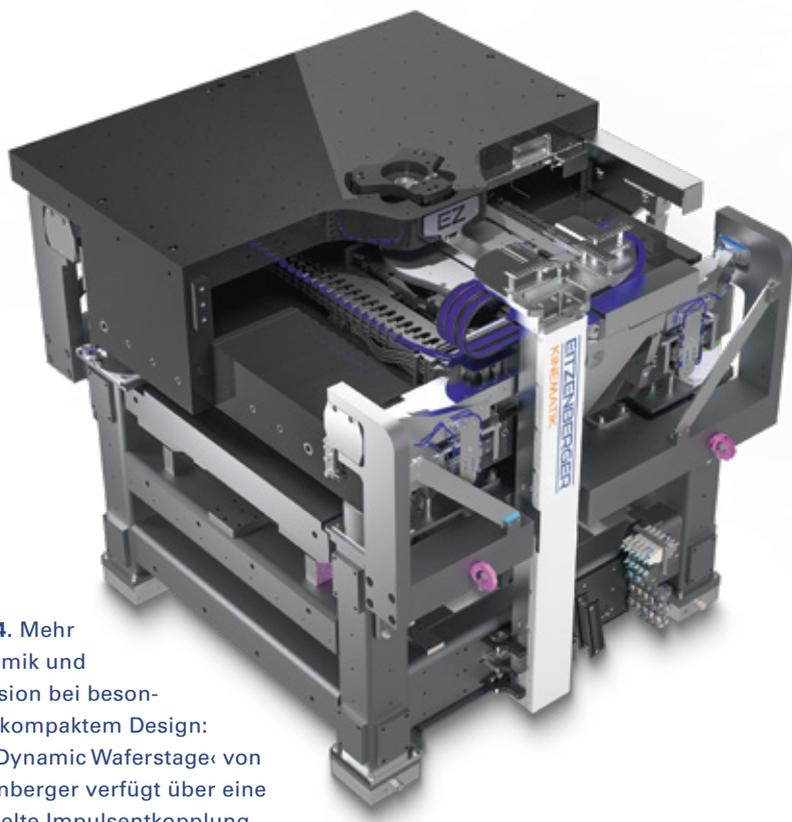


Bild 4. Mehr Dynamik und Präzision bei besonders kompaktem Design: Die »Dynamic Waferstage« von Eitzenberger verfügt über eine doppelte Impulskopplung

Vakuumkanallager als Lösung

Der größte Schritt zu einer besonders kompakten Bauweise wurde allerdings durch eine Technik erreicht, die Wortmann folgendermaßen beschreibt: »Die herausragende Neuheit ist, dass die Achsen auf integrierten Vakuumkanallagern aufbauen.« Diese Technik hat im Gegensatz zu konventionellen, vakuumvorgespannten Luftlagern keine Vakuumkammer zur Vorspannungserzeugung. Stattdessen kann die gesamte Lagerfläche Über- und Unterdruck erzeugen. »Mit dem integrierten Vakuumkanallager können wir die Hauptschiene deutlich leichter aus-

© MIKROvent, Mainburg



Bild 5. Differenzinterferometer in der Dynamic Waferstage

» Die herausragende Neuheit ist, dass die Achsen auf Vakuumkanallagern aufbauen. «

Janis Wortmann.
R&D-Manager bei Eitzenberger

Dynamikvorgaben übertroffen

Luftgelagerte, koplanare XY-Stages als Gantry wurden bei Eitzenberger bereits gebaut. Im konkreten Anwendungsfall lag das Hauptaugenmerk allerdings auf besonders hohen Beschleunigungen und dynamischer Genauigkeit für Scan-Prozesse. Durch konsequente Strukturoptimierung konnte die erste Eigenfrequenz der Y-Achse inklusive Wafer Chuck auf Werte jenseits von 500 Hz verschoben werden – ein herausragendes Resultat. Die Bauhöhe der Waferstage ist mit 87 mm ebenfalls äußerst kompakt. Auch die Beschleunigungsfähigkeit in der Y-Achse ist mit Werten bis zu 8g herausragend. Durch Wasserkühlung sind Verfahrprofile mit 2g Dauerbeschleunigung möglich. Der Zielwert in der Positioniergenauigkeit konnte mit Werten von ± 100 nm ebenfalls übertroffen werden. ■

führen, weil wir die Steifigkeit der stationären Granitstruktur in bewegten Teilen mitbenutzen«, erläutert Wortmann. Die Hauptschiene kann sich am Granit abstützen und muss nicht in jeder Hinsicht eigensteif sein. Der Gewinn an Steifigkeit direkt aus der Granitstruktur erhöht die bewegte Masse nicht – ein Pluspunkt in Sachen Dynamik. »Das ist eine

komplette Neuentwicklung in unserem Haus und eine Weltneuheit«, erklärt der Luftlagerexperte stolz.

Höchste Genauigkeit durch Interferometer

Die Stage ist mit den hochstabilen Differenzinterferometern der Firma SIOS mit einer Auflösung von 5 pm ausgerüstet. Diese ermöglichen ein nahezu Abbé-Fehler-freies Design und sind so in die Stage integriert, dass die geometrischen Abweichungen am Arbeitspunkt bei voller Dynamik minimiert werden. Als Herausforderung zeigte sich hier nicht die Komplexität der Interferometrie, sondern die der optischen Spiegel am Wafer Chuck. »Nach intensiver weltweiter Recherche und Validierung bei Eitzenberger konnte auch diese Hürde genommen werden«, blickt Wolfram Meyer zufrieden zurück.

» HERSTELLER

EITZENBERGER GmbH
D-82405 Wessobrunn
info@eitzenberger.com
www.eitzenberger.com
Messe Laser,
München: A3.416

mehr
Info



3D-Micromac AG
D-09126 Chemnitz
info@3d-micromac.com
www.3d-micromac.com
Messe Laser,
München: A3.318

mehr
Info

