

## Kontrollmikroskope für die Mikroelektronikindustrie

Die wachsende Bedeutung der Produktion mikroelektronischer Bauelemente erfordert leistungsfähige, den speziellen Einsatzbedingungen angepaßte Kontrollmikroskope. Mit dem Jenatech inspection bietet das Kombinat VEB Carl Zeiss JENA ein Spezialmikroskop zur Sichtkontrolle an Masken und Wafern an, das durch seine optische Leistungsfähigkeit den internationalen Stand mitbestimmt.

Um den Anforderungen in der Mikroelektronikindustrie in den 90er Jahren bezüglich hoher Sauberkeit in den Produktionsräumen gerecht zu werden, besteht im Kombinat VEB Carl Zeiss JENA die Zielstellung, eine neue Gerätegeneration von Kontrollmikroskopen zu entwickeln, die höchsten Ansprüchen hinsichtlich ihrer Fernbedienbarkeit sowie der Eigenemission von Partikeln genügt. Mit derartigen Mikroskopen sind nicht nur visuelle Inspektionen durchführbar, sondern auch objektive Messungen von Schichtdicken und Strukturweiten. Der Einsatz der Geräte in Produktionslinien und teilweise auch im Laborbetrieb erfolgt in Form von Meßplätzen als Kombination Mikroskop mit Handlingsystem.

Die Entwicklung der neuen Gerätegeneration von Kontrollmikroskopen vollzieht sich auf der Basis eines modularen Konzeptes, so daß sich Gerätevarianten ab Werk zusammensetzen lassen, die einen unterschiedlichen Automatisierungsgrad besitzen.

Folgende Geräte werden entwickelt:

### 1. Jenatech 2 inspection (Jenatech-Weiterentwicklung)

Dieses Gerät unterscheidet sich vom gegenwärtig existierenden Jenatech inspection durch einen modernisierten motorischen Objektivwechsel. Ein Inspektionstubus mit variabel einstellbarer Einblickhöhe (Ergonomietubus) mit einem Fotoausgang und einem TV-Ausgang ist Bestandteil des Stativs. Wahlweise können die Tubusfaktoren 1x bzw. 2x mittels manueller Umschaltung genutzt werden. Zur Objektaufnahme

und Objektführung dient der manuelle Kreuztisch 150 x 150 in Verbindung mit Maskenaufnahmen 4" x 4" bis 7" x 7" bzw. der Waferaufnahme  $\varnothing$  3" bis  $\varnothing$  6".

Planokulare mit der Sehfeldzahl 25 gestatten in Verbindung mit Planachromaten in Hell-/Dunkelfeld Ausführung mit großem Arbeitsabstand die Beobachtung eines scheinbaren Bildfelddurchmessers von 250 mm. Die neuentwickelten Objektive der Geräteausrüstung sind in der Stufung PA-HD 5x/0,10, PA-HD 10x/0,20, PA-HD LDN 20x/0,40 (freier Arbeitsabstand 5,5 mm) und PA-HD LDN 40x/0,60 (freier Arbeitsabstand 5,7 mm) vorgesehen. Als Zusatzobjektive stehen der Planachromat 2,5x/0,05 in Hellfeldausführung sowie der Planachromat HD 80x/0,85 zur Verfügung. Als Lichtquelle kommt eine Halogenlampe 12 V/100 W im Auflicht zum Einsatz. Die Beleuchtungs- und Kontrastverfahren sowie das ansetzbare Zubehör entsprechen denen des gegenwärtig existierenden Jenatech inspection. Das Gerät ist für die manuell-visuelle Kontrolle von Masken und Wafern im Laborbetrieb vorgesehen. Eine maschinelle Zuführung der Proben (Waferhandling) ist nicht möglich.

## 2. Jenatech 2 - MK, Jenatech 2 - MK - AF

Bei diesem Gerät kommt das neuentwickelte Stativ A zum Einsatz. Es enthält den motorischen Z-Trieb sowie die Steuer-elektronik für den motorischen Z-Trieb und den motorischen Objektivrevolver.

An das Stativ wird ein rechnergesteuerter, motorischer Kreuztisch mit einem Verschieberegion von 155 mm x 155 mm (6") mit hoher Ablauf- und Positioniergenauigkeit angesetzt.

Ein auf das Stativ A aufzusetzender Träger beinhaltet die Auflichtbeleuchtung, den motorischen Objektivrevolver und die manuell bedienbaren Filter- und Blendenrevolver, Aufnahmen für die Verfahrenswechsler Hellfeld, Dunkelfeld, differentieller Interferenzkontrast und Fluoreszenz sowie eine manuelle Umschaltmöglichkeit der Tubusfaktoren 1x bzw. 2x. Zusätzlich kann der Träger ab Werk mit einem Modul für

die automatische Fokussierung bestückt werden. Auf den Träger wird ein Inspektionstubus mit variabel einstellbarer Einblickhöhe mit Foto- und TV-Ausgang aufgesetzt. Als Objektivbestückung ist die Planachromatreihe 5x, 10x, LDN 20x, N 40x, 80x in Hell-/Dunkelfeldausführung vorgesehen. Als Zusatzobjektiv steht der neuentwickelte Planachromat 160x/0,90 zur Verfügung. Als Lichtquelle kommt die Halogenleuchte 12 V/100 W zum Einsatz. Das Gerät ist für die visuelle Kontrolle von Wafern im Laborbetrieb vorgesehen. Wahlweise ist die maschinelle Zuführung der Wafer über ein Einfach-Handlingsystem möglich. Die Bedienung von Filter- und Blendenrevolvern sowie Verfahrenswechsel ist manuell auszuführen.

### 3. Jenatech automatic

Bei diesen Geräten handelt es sich um die vollautomatischen Varianten von Kontrollmikroskopen für die Mikroelektronikindustrie. Der Einsatz ist zur visuellen Kontrolle von Wafern in Produktionslinien und teilweise in Labors in Verbindung mit einem geeigneten Handlingsystem vorgesehen. Das Jenatech automatic wird in 2 Varianten entwickelt, Jenatech automatic-a für Auflicht und Jenatech automatic-u für Auf- und Durchlicht. Hauptunterscheidungsmerkmal zu den unter Pkt. 2. beschriebenen manuellen Kontrollmikroskopen ist der auf dem Stativ A bzw. Stativ A/D aufgesetzte motorische Träger. Funktionell ist dieser Träger mit der manuellen Ausführung identisch, es werden jedoch auch alle Filter- und Blendenrevolver, Verfahrensschieber und DIK-Prismen motorisch bewegt. Die Ansteuerung aller Funktionen erfolgt über ein Bedienpult. Eine manuelle Bedienung dieser motorischen Funktionen bei Havariefällen ist möglich. Die Gerätevarianten sind mit rechnergesteuertem motorischen Kreuztisch und Autofokus bestückt. Die optische Ausrüstung, das Beleuchtungskonzept, das ansetzbare Zubehör sowie alle anwendbaren Kontrastverfahren entsprechen denen unter Pkt. 1. und Pkt. 2. beschriebenen Details. Einzelheiten hinsichtlich des vorläufigen, unverbindlichen Lieferumfangs sind aus bei-

liegenden Ausrüstungsentwürfen ersichtlich.

Mit dem vollautomatischen Inspektionmikroskop Jenatech automatic sollen alle derzeit gestellten Forderungen der Halbleiterindustrie hinsichtlich Automation, Kontaminationsfreiheit, Effizienz und Ergonomie erfüllt werden.

#### 4. Jenatech automatic-LT

Das Mikroskop zur Messung von Schichtdicken an Wafern und Masken entsteht auf der Basis des Jenatech automatic-a. Anstelle des Inspektionstubus wird ein Schichtdickenmeßaufsatz auf den motorischen Träger aufgesetzt. Das Gerät ist mit programmierbaren motorischen Kreuztisch und automatischer Fokussierung ausgerüstet.

Die Messung der Schichtdicke erfolgt für Schichten 100 bis 150 nm durch Berechnung aus dem absoluten Reflexionsgrad bei einer oder mehrerer Wellenlängen, bei größeren Schichtdicken durch Berechnung aus der Lage der Extremwerte. Die Einstellung unterschiedlicher Wellenlängen erfolgt mit Hilfe eines rechnergesteuerten Monochromators.

Folgende Meßbereiche für die Schichtdickenmessung an Substratkombinationen werden realisiert:

Substratkombination	Meßbereich / nm /
Silizium / SiO <sub>2</sub>	5 ... 3000
Silizium / Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	5 ... 3000
Silizium / SiO <sub>2</sub> / Polysilizium	20 ... 500 / 0 ... 1000
Silizium / SiO <sub>2</sub> / Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	20 ... 500 / 0 ... 300
Silizium / SiO <sub>2</sub> / Fotolack	20 ... 3000 / 0 ... 4000

Die Meßzeit liegt zwischen 20 und 100 ms. Jenatech inspection-LT ist mit einem 16-bit Bedien- und Auswerterechner EC 1834 gekoppelt, der folgende Aufgaben übernimmt:

- Dialog mit dem Bediener mit Hilfe von Bildschirmenü
- Berechnung der Schichtdicken anhand der vom Schichtdickenmeßaufsatz bereitgestellten Daten

- Statistische Auswertung der Meßergebnisse
- Verwaltung der Referenzspektren und der Schichtdickenmessung
- Kommunikation mit einem Hostrechner

Die Ausgabe der Meßergebnisse erfolgt über Rechner display bzw. Drucker. Erforderliche Steuer- und Software wird bereitgestellt.

Das Gerät wird zur produktiven Messung von Schichtdicken an Masken und Wafern sowohl im Laborbetrieb als auch in den Produktionslinien eingesetzt. Die Zu- und Abführung der Objekte erfolgt manuell oder automatisch. Bei ungünstigen Aufstellungsbedingungen ist die Nutzung eines Schwingungsisolationsuntersatzes möglich.

#### 5. Jenatech automatic-CD

Jenatech automatic-CD ist ein lichtoptisches Strukturbreitenmeßgerät zur Messung von Breiten und Abständen an mikroelektronischen Strukturen.

Basisgerät hierfür sind die Gerätevarianten Jenatech automatic-a bzw. Jenatech automatic-u mit Breitenmeßaufsatz. Die Strukturbreitenmessung vollzieht sich nach folgendem Wirkprinzip:

Ein translatorisch gleichförmig bewegter Spaltindikator tastet das vom Mikroskop vergrößert abgebildete Zwischenbild in der Meßspur ab. Das optische Signal wird über einen optoelektronischen Wandler in eine elektrische Größe umgesetzt. Mit Hilfe von Einheiten der elektronischen Signalgewinnung und -verarbeitung wird das Fotometerprofil generiert, das über Bildschirm sichtbar gemacht und über Drucker ausgegeben wird. Auf der Grundlage des Fotometerprofils erfolgt die Ermittlung des Meßergebnisses. Das Strukturbreitenmeßgerät wird entsprechend der beim Anwender zu lösenden Aufgaben in unterschiedlichen Ausrüstungsstufen für Auflicht bzw. Auf- und Durchlicht, mit programmierbarem motorischen Kreuztisch oder mit manuellem Kreuztisch angeboten. Die Zu- und Abführung

der Objekte erfolgt manuell oder automatisch. Die Bedienung erfolgt über ein Bedienpult und über die Tastatur eines Mikrorechners. Die Darstellung der Ergebnisse, der Parameter, des Fotometerprofils sowie die Führung des Bedieners geschieht über Rechnerdisplay. Die Gerätevarianten Jenatech automatic-CD sind universell einsetzbare Strukturbreitenmeßgeräte, die abhängig vom Anwendungsfall sowohl im Laboreinsatz als auch einer Produktionslinie zugeordnet werden können.