

Weichen gestellt für die Mikrochips von über



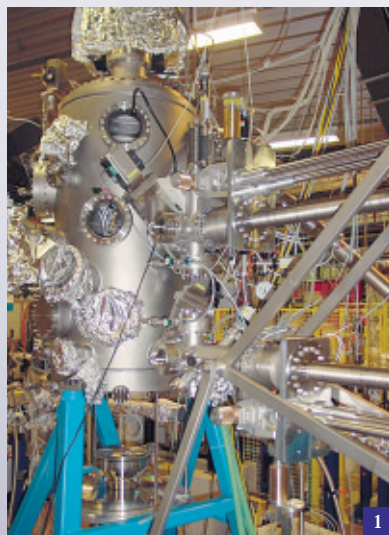
Konrad Ahrens

Der Prototyp einer Hochleistungs-optik zur Herstellung von Mikrochips der übernächsten Generation hatte Premiere. Im Radiometrie-labor der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt am Berliner Elektronen-Synchrotron BESSY 2 wurden mit dem Micro Exposure Tool (MET) der Carl Zeiss SMT AG zum ersten Mal in Europa Chipstrukturen mit Abmessungen von nur 50 nm belichtet.

Bild 1: Experimenteller Aufbau zur Erprobung des Micro-Exposure-Tools (MET) für Extrem-UV-Lithografie (EUVL). Das MET sitzt in dem großen Metallgefäß, das durchstrahlte Volumen steht unter Vakuum.

Mit mehr und mehr stationärer und mobiler Intelligenz erleichtern Mikrochips unseren Alltag. Dazu müssen sie immer zahlreichere Funktionen ausführen und immer mehr Daten in immer kürzerer Zeit verarbeiten, jederzeit an jedem Ort und das mit immer weniger elektrischer Energie. Alle vier Jahre verdoppelt sich derzeit die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Prozessoren, alle fünf Jahre nimmt die Kapazität der Speicherchips um den Faktor zehn zu. Die ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors) plant die Stationen dieser Entwicklung quantitativ voraus. Sind die strukturellen Kenngrößen der Funktionselemente heute noch etwa 130 nm groß, werden sie gegen Ende des Jahrzehnts bis auf etwa 50 nm oder sogar 30 nm

zurückgehen. Das Produktionsprinzip dieser Bauteile ähnelt dem einer Diaprojektion: Lichtstrahlen bilden die Mikrostrukturen von Masken auf die Silizium-Oberfläche des Wafers ab. Nach jeder Belichtung folgt eine chemische Nachbehandlung (Mikro-Lithografie). Die Anforderungen an die Präzision der abbildenden Optik sind dabei enorm. Und: Mit immer kleiner werdenden Strukturen muss immer kurzwelligeres Licht zur Abbildung genutzt werden.



Der Markt setzt auf Extrem-UV-Lithografie

Forschungslaboratorien, Hersteller und Ausrüster arbeiten derzeit intensiv an Lösungen zur Produktion von Halbleitern der übernächsten Generation. „Die weitaus meisten Marktteilnehmer setzen dabei auf die Extrem-UV-Lithografie (EUVL),“ so *Dr. Herrmann Gerlinger*, Vorstandsvorsitzender der Carl Zeiss SMT AG. Nur UV-Licht ex-

trem kurzer Wellenlänge (13,5 nm) kann die Mikrostrukturen der zukünftigen Halbleitergeneration mit der geforderten Auflösung von der Maske auf den Wafer projizieren und gleichzeitig hohe Produktivität erreichen. Das in Berlin erfolgreich getestete MET basiert auf dieser Technologie. Die Entwicklung wurde von der International SEMATECH (ISMT, einer internationalen Vereinigung von Halbleiterherstellern) und vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

Spiegel statt Linsen

Für das Extrem-UV-Licht sind die für die Optik nutzbaren Werkstoffe undurchsichtig. Die abbildenden Strahlen können also nicht mehr per Brechung durch Linsen geführt werden, sondern nur noch über Reflexion an Spiegeln. Die für die Hochleistungsoptik gefertigten asphärischen Spiegel sind auf wenige Millionstel Millimeter genau justiert. Sie haben eine Passe (zulässige Abweichung von der mathematisch vorgegebenen Fläche) und Oberflächenrauigkeit von etwa dem dreifachen Durchmesser des Wasserstoffatoms. Das garantiert die maskentreue Übertragung der Strukturen auf die Chips, ermöglicht hohen Kontrast für randscharfe Abbildungen und hohe Reflektivität der Spiegelschicht. Ebenso werden die Forderungen nach kurzen Belichtungszeiten und hohem Durchsatz, d.h. hoher Produktivität, bei der Chipherstellung erfüllt. Zum Vergleich: Linsen sehr hochwertiger Objektive für Spiegelreflexkameras haben eine etwa fünfzig- bis einhundertmal größere Passe.

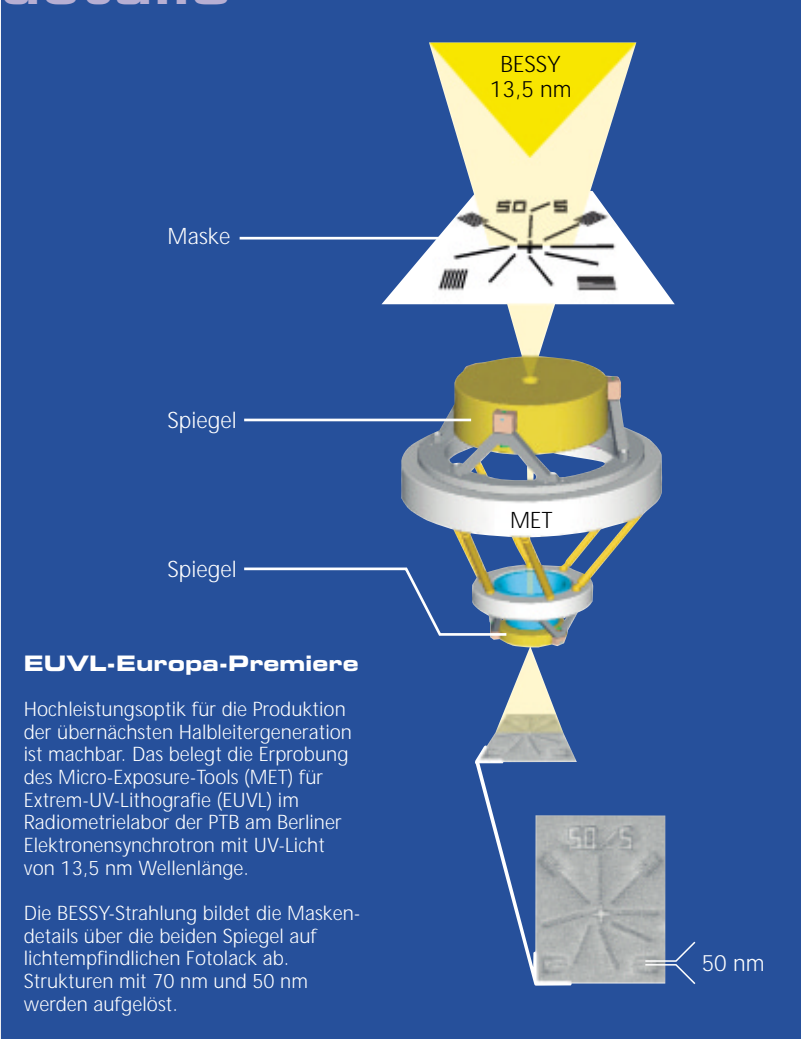


...heute

Der nächste Schritt

Gemeinsam mit dem niederländischen Partner ASML entwickelt Carl Zeiss im Rahmen des Extreme-UV-Alpha-Tool-Integration Consortiums (Extatic) den Nachfolger des MET. Noreen Harned, VP ASML und Extatic-Programm-Managerin, erläutert die Ziele des europäischen MEDEA+-Konsortiums: „ASML ist das einzige Unternehmen in Europa, das ein Vollfeldbelichtungstool entwickelt. Wir liegen gut in der Zeit für die Aufnahme der Serienfertigung im Jahre 2007. Der Stand der Entwicklungen ist in Europa im Wesentlichen genauso weit wie in den USA, aber weiter als in Japan. Der Fokus liegt auf drei kritischen Bereichen – der Tool-Entwicklung, der Objektivherstellung und der Entwicklung von Strahlungsquellen. Die europäischen Aktivitäten konzentrieren sich auf die Forschung und die Entwicklungen, die nötig sind, um die EUV-Lithografie zur Marktreife zu bringen. ASML wird dann den Mitgliedern von EUV LLC (von ISMT und Intel 1996 initiiertes amerikanisches F&E-Konsortium) Beta-Tools zur Verfügung stellen. Wir sind der einzige Hersteller, der Pläne zur Lieferung erster Beta-EUV-Tools angekündigt hat.“

Die neue Optik für das Beta-EUV-Tool wird mit einem wesentlich größeren Bildfeld arbeiten als das MET und sechs statt zwei Spiegel haben, die zudem wesentlich größer sind. Die Carl Zeiss SMT AG verbessert nochmals Passe und Oberflächengüte der Spiegel und die Genauigkeit der Gesamtjustage gegenüber dem MET, um die angestrebte Strukturauflösung von 30 nm zu erreichen. Das MET selbst wird bei International SEMATECH mit einem optimierten Spiegelsatz in einem Labor-Produktionssystem eingesetzt werden, um Extrem-UV-taugliche Fotolacke für die Halbleiterproduktion zu entwickeln.



EUVL-Europa-Premiere

Hochleistungsoptik für die Produktion der übernächsten Halbleitergeneration ist machbar. Das belegt die Erprobung des Micro-Exposure-Tools (MET) für Extrem-UV-Lithografie (EUVL) im Radiometrielabor der PTB am Berliner Elektronensynchrotron mit UV-Licht von 13,5 nm Wellenlänge.

Die BESSY-Strahlung bildet die Maskendetails über die beiden Spiegel auf lichtempfindlichen Fotolack ab. Strukturen mit 70 nm und 50 nm werden aufgelöst.

Dr. Konrad Ahrens, telaquisa, Agentur für Technik-Kommunikation ahrens@telaquisa.com
Weitere Informationen zu EUV-Lithografie: Markus Wiederspahn wiederspahn@zeiss.de www.zeiss.de/semiconductor

Bilder links und rechts unten: Lithografie-Optik für heute und übermorgen. Links: Heutiges Serienobjektiv Starlith®. Rechts: Der in Berlin untersuchte Prototyp für EUVL – für übermorgen. Das Micro-Exposure-Tool (MET) mit hochpräzisen Spiegeln statt Linsen hat die Carl Zeiss SMT AG in Kooperation mit den Lawrence Livermore National Laboratories, USA, entwickelt.

übermorgen...

