

Kleine Stäbchen große Wirkung – Miniaturisiertes Ablensystem für Lithographieanlagen

Stefan Risse, Christoph Damm, Andreas Gebhardt, Mathias Rohde,
Christoph Schenk, Gerhard Schubert¹, Hans-Joachim Döring¹, Thomas Elster¹

¹ Leica Microsystems Lithography GmbH



Stefan Risse



Christoph Damm



Andreas Gebhardt



Mathias Rohde



Christoph Schenk



Gerhard Schubert



Hans-Joachim Döring



Thomas Elster

Für die schnelle und exakte Ablenkung eines Elektronenstrahls werden die Elektronen häufig durch elektrostatische Felder gezielt in ihrer Flugbahn beeinflusst. Hierzu werden einzelne Ablenkelemente oder Gruppen von Elektroden mit unterschiedlichen Spannungspotentialen beschaltet. Eine Miniaturisierung der Ablensysteme ermöglicht den Einbau an einer elektronenoptisch günstigen Position innerhalb der elektronenoptischen Säule. Eine schnelle und genaue Strahlablenkung mit hoher Ablenkempfindlichkeit ist möglich!

Im Rahmen eines thüringischen Forschungsprojektes wurden am Fraunhofer IOF neue Möglichkeiten für die Gestaltung und den Aufbau elektrostatischer Ablensysteme entwickelt und ein Demonstrator aufgebaut (Abb. 1). Gemeinsam mit der Firma Leica Microsystems Lithography GmbH erfolgte diese Entwicklung für eine Elektronenstrahl-Lithographieanlage für die Wafer- und Maskenstrukturierung.

Das Design der neuen Baugruppe beruht auf einer kinematisch definierten Anordnung von dünnen Stäben (Abb. 2). Die Anordnung der Elektroden resultiert aus einer elektronenoptischen Modellrechnung mit der Finite-Elemente-Methode. Auf der Größe einer Zigarre können bis zu 36 Elektroden auf unterschiedlichen Teilkreisen und mit verschiedenen Winkellagen zueinander angeordnet und getrennt elektrisch kontaktiert werden. Die einzelnen Ablenkelemente wurden untereinander durch eine »Huckepack«-Elektronik verschaltet. Als Aufbau- und Verbindungstechnik wurde eine am Fraunhofer IOF entwickelte Diodenlaser-Löttechnologie auf Gold/Zinn-Basis eingesetzt (Abb. 3). Mit dieser Technik wurden flussmittelfreie Verbunde aufgebaut und die Forderung nach einem vakuumtaug-

lichen Design ohne Freisetzung von Kohlenwasserstoffen eingehalten. Die Langzeitstabilität der Baugruppe wird erreicht. Entscheidend für den Erfolg der Baugruppe war der Einsatz von sprödharten Werkstoffen wie Glas und Glaskeramik. Durch eine Beschichtung der Oberflächen mit Gold wurden hervorragende elektrische Eigenschaften erzielt.

Der innerhalb des Projektes aufgebaute Demonstrator wurde in einer Versuchsanlage bei Leica Microsystems Lithography getestet. Die erhöhte Ablenkempfindlichkeit und eine sehr gute Orthogonalität konnten durch Messungen nachgewiesen werden. Das erreichte Qualitätsniveau des Demonstrators beträgt bezüglich der Symmetriegenauigkeit der Elemente wenige μm . Die in der vorgestellten Baugruppe realisierte Anordnung reduziert Fehler höherer Ordnung. So werden jetzt nicht nur das drei- sondern auch das fünfzählige Feld unterdrückt (Abb. 4). Die miniaturisierte Baugruppe bildet die Grundlage für eine neue, verkleinerte elektronenoptische Säule für zukünftige Lithographiergeräte bei Leica. Bis zum Einsatz dieser Baugruppe in Lithographietools sind aber noch weitere grundlegende Untersuchungen notwendig.

Wir danken dem Land Thüringen für die freundliche Unterstützung dieses Forschungsprojektes.

Small bars, large effects – Miniaturized deflection system for lithography equipment

Stefan Risse, Christoph Damm, Andreas Gebhardt, Mathias Rohde,
Christoph Schenk, Gerhard Schubert¹, Hans-Joachim Döring¹, Thomas Elster¹

¹Leica Microsystems Lithography GmbH

For the fast and precise e-beam deflection, which is necessary for many lithography systems, electrostatic fields are used to accurately direct electrons. To achieve this, single deflection elements or groups of electrodes are set at several voltage potentials. A miniaturized version of such a deflection system facilitates its positioning at a favourable place within the electron-optical column. An efficient and accurate beam deflection with high sensitivity is consequently possible.

Within the scope of a research project funded by the government of Thuringia the Fraunhofer IOF developed new ways to design and manufacture novel electrostatic deflection systems (Fig. 1). Together with the Leica Microsystems Lithography GmbH, an e-beam lithography system for structuring wafers and masks was developed.

The design of the new device was based on a kinematically defined arrangement of thin bars (Fig. 2). The arrangement of the electrodes was calculated by the Finite Element Method. At a cigar-length distance, up to 36 individually contacted electrodes were placed on a variety of pitched circles at different angles to each other. The single deflection elements were charged by a "Huckepack" electronic system. A laser soldering technique based on a gold tin solder developed at the Fraunhofer IOF was used for the manufacture (Fig. 3). By using this technique a flux free compound was generated and the environmental requirements for vacuum compatibility and prevention of hydrocarbon contamination were met. The long term stability of the device was established. The use of brittle-rigid materials like glass or glass ceramics was crucial for success. Excellent electric properties were achieved by coating the surfaces with a gold layer.

The demonstrator manufactured was tested by Leica Microsystems Lithography GmbH. An increased sensitivity in deflection and a much smaller orthogonal error were demonstrated. The elements in the system are symmetrically accurate to within a few micrometers. The arrangement of the demonstrator's electrodes reduces higher order errors. With this design not only the third- but also the fifth-order errors are suppressed (Fig. 4).

The miniaturized device forms the basis for an even smaller electrooptical column for lithography devices to be used at Leica in the future. However, before using this device in lithography tools, further basic analysis and measurements are necessary.

We want to thank the government of Thuringia for their kind support of this project.

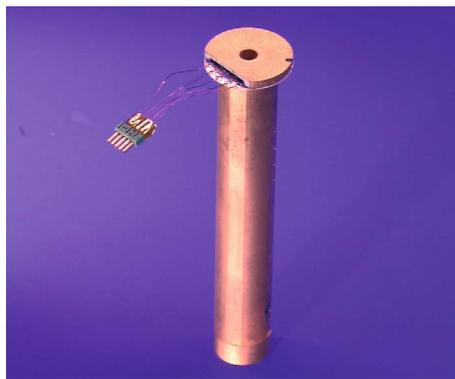


Abb. 1:
Elektrostatisches Ablenssystem.

Fig. 1:
Electrostatic deflection system.



Abb. 2:
Schnittmodell mit Stabelektroden.

Fig. 2:
Section model with bar-electrodes.

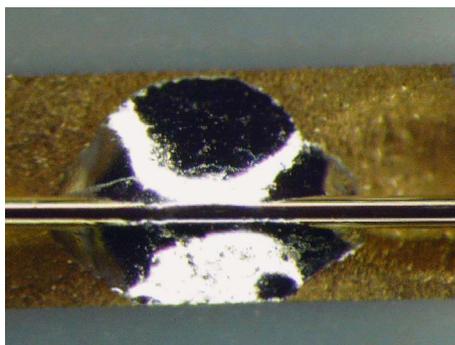


Abb. 3:
Lötstelle einer Elektrode.

Fig. 3:
Soldered point of electrode.

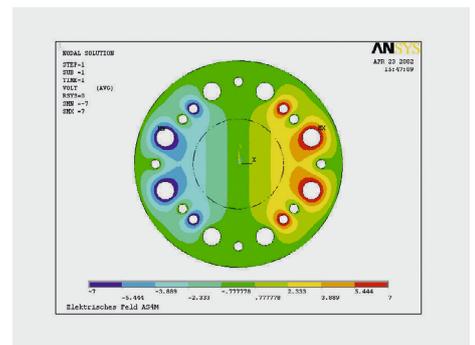


Abb. 4:
Simulation des elektrostatischen Feldes.

Fig. 4:
Calculation of electrostatic field.