

Oberflächenmessungen mit digitaler holographischer Mikroskopie kombiniert mit photorefraktiver Einzelschussholographie

Zusammenfassung

Doris Grosse

In der industriellen Qualitätskontrolle elektronischer, mikro-strukturierter Bauelemente wird häufig das Verfahren der Rasterkraftmikroskopie und der Rasterelektronenmikroskopie verwendet. Diese bildgebenden Verfahren zeichnen sich durch eine hohe Auflösungsfähigkeit aus, sind jedoch in der praktischen Echtzeitanwendung entweder durch scannende Verfahren oder durch Präparationszeiten der Proben zeitlich sehr aufwendig. Das kann dazu führen, dass die zu vermessende Probe für ihre weitere Verwendung unbrauchbar gemacht wird.

Digitale holographische Mikroskopie ist ein alternatives, bildgebendes Verfahren, das es ermöglicht, kontaktlos und über einen kompletten Bildbereich durch die Detektion der Phase des reflektierten Lichtes Rückschlüsse auf die topographische Beschaffenheit der Struktur zu ziehen. Die axiale Auflösung beträgt wenige Nanometer. Allerdings ist der maximal detektierbare Bereich auf die Hälfte der zur Aufnahme verwendeten Wellenlänge beschränkt. Durch die Durchführung weiterer Messungen mit unterschiedlichen Wellenlängen kann der detektierbare Bereich weiter erhöht werden. Allerdings nehmen zusätzliche Aufnahmen zusätzliche Zeit in Anspruch.

Durch das Verfahren der Einzelschussholographie können mehrere solcher Datensätze gleichzeitig mit nur einer Aufnahme gespeichert werden. Eine Kombination beider Verfahren kann eine simultane Aufnahme vieler Datensätze ermöglichen, und eine Auswertung kann im Anschluss erfolgen.

Es wurde die Durchführbarkeit der Einzelschussholographie mit Colliding pulse mode-locked Laserdioden als Schreiblasers und Bariumtitanat als holographisches Speichermedium untersucht.

Außerdem wurden ein Aufbau zur digitalen holographischen Mikroskopie entwickelt, aufgebaut und Messungen zur topographischen Struktur von elektronischen Bauteilen in Kombination mit dem Dual-wavelength scanning Verfahren durchgeführt. Dabei wurden elektronische Bauelemente mit transparenten Schichten vermessen, um den Einfluss der unterschiedlichen Schichten auf die Phase des reflektierten Lichtes zu untersuchen.

Obwohl mehrere Hologramme simultan gespeichert werden konnten, war es nicht möglich, das Prinzip der Einzelschussholographie mit Colliding pulse mode-locked Laserdioden durchzuführen. Verbesserungen in den Eigenschaften des Speichermaterials und eine Erhöhung der Leistung des Schreiblasers müssen dazu vorgenommen werden.

Die topographischen Strukturen der elektronischen Bauelemente konnten quantitativ dargestellt werden, jedoch muss in Zukunft durch die Verwendung von speziellen multi-wavelength Verfahren und numerischen Algorithmen das Rauschen reduziert und der Einfluss von Mehrfachreflexionen durch komplexere Algorithmen berücksichtigt werden.