

Digitale Holografie – hochpräzise Topographiemessungen in Fertigungsumgebung

Prof. Dr. Daniel Carl, Fraunhofer IPM, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Keywords: Digitale Holografie, schnelle 3D-Inline-Inspektion

Moderne Fertigungsverfahren ermöglichen Freiformflächen mit steilen Kanten und variablen Oberflächeneigenschaften. Insbesondere beim Leichtbau werden zusätzlich Materialien mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften kombiniert, was die Anforderungen an Genauigkeit, Robustheit und Geschwindigkeit für die zur Qualitätssicherung eingesetzte Messtechnik noch einmal deutlich erhöht.

Schon vor der Revolution der automatisierten Qualitätssicherung in der Fertigung durch die digitale Bildverarbeitung wurden Interferometer für die quantitative Oberflächeninspektion eingesetzt. Der Einsatz dieser Technologie war jedoch über Jahrzehnte sehr begrenzt, da die Oberflächenrauheit der meisten technischen Objekte größer als die Wellenlänge des eingesetzten Laserlichts (typischerweise im sichtbaren Spektralbereich) ist und deshalb auch Topografien mit Stufen im Mikrometerbereich nicht eindeutig vermessen werden können.

Aber diese Einschränkungen können durch die Verwendung mehrerer Wellenlängen bei der Aufnahme vollständig eliminiert werden, indem daraus Interferogramme bei längeren synthetischen Wellenlängen – bei der Schwebungsfrequenz der Einzelwellenlängen – berechnet werden. Durch die geschickte Wahl dieser Wellenlängen lassen sich nahezu beliebige Tiefenmessbereiche einstellen, was völlig neue Anwendungsmöglichkeiten eröffnet.

In diesem Vortrag wird ein Überblick über den aktuellen Stand der Technik der digitalen Holografie für Topographiemessungen gegeben. Wir zeigen die speziell für den industriellen Einsatz konzipierte HoloTop-Sensorfamilie und präsentieren die neuesten Ergebnisse aus der industriellen Praxis. Alle Anwendungen adressieren Messaufgaben, die bisher weder optisch noch taktil gelöst werden konnten. Wir beginnen mit der Beschreibung der allerersten Inline-Integration eines digital-holografischen Messsystems zur Inspektion von Präzisionsdrehteilen für die Automobilindustrie und stellen Messungen vor, die mit einem kompakten Sensor in einer Werkzeugmaschine durchgeführt wurden. Schließlich wird die Qualitätskontrolle elektronischen Kontakte von Mikrochips mit höchsten Anforderungen an Genauigkeit und Wiederholbarkeit demonstriert.