

Mikrostrukturieren mit Kaltlicht-Lasern

Dr. Ralph Delmdahl, Coherent GmbH

Ralph.delmdahl@coherent.com

www.coherent.com/excimer

Hersteller mikroelektronischer Bauteile für die Unterhaltungselektronik, die Medizintechnik und zahlreiche andere Märkte sind in zunehmendem Maße gefordert wachsende Funktionalität mit sinkender Bauteilgröße zu verbinden.

Bei unveränderter Produktionstechnologie führt die daraus resultierende Komplexitätserhöhung zu steigenden Stückkosten der Fertigung.

Chancen, sowohl dem Kostendruck zu entgehen als auch die Fertigungsgrenzen mikroelektronischer Strukturen bis in den Mikrometerbereich hinein zu verschieben, bietet die laserbasierte Fertigung. Als Folge ersetzen laserbasierte Produktionstechnologien in vielen Bereichen traditionelle, mechanische oder nasschemische Strukturierungsverfahren.

Aus Herstellersicht besonders zu beachten ist, dass sinkende horizontale Leiterbahnabmessungen (Strukturbreiten) in den meisten Fällen ebenfalls sinkende vertikale Leiterbahnabmessungen (Strukturhöhen) erfordern, um die technische Funktionalität zu gewährleisten.

Die Qualität mikroelektronischer Komponenten, seien es Sensoren, Aktuatoren oder Antennen für die Informationsübertragung, hängt in entscheidender Weise davon ab, mit welchen Abmessungen und mit welcher Reproduzierbarkeit die entsprechenden Feinstleiterbahnen strukturiert werden können.

Eine besondere Rolle kommt hierbei der Mikrostrukturierung mit dem kurzwelligen Excimerlaser zu. Im Gegensatz zu langwelligen Lasern, die Strahlung im sichtbaren oder im infraroten Wellenlängenbereich aussenden und das Werkstück aufheizen, führt das kurzwellige UV-Licht des Excimerlasers (typische Produktionswellenlängen sind 248nm und 308nm) aufgrund der hohen Absorption zum lokalen, direkten Verdampfen des bestrahlten Materials. Eine thermische Schädigung des umliegenden oder darunterliegenden Materials lässt sich bei geeigneter Prozessführung vermeiden. Man bezeichnet deshalb den UV-Excimerlaser auch als Kaltlicht-Laser.

Die Eindringtiefe der UV-Strahlung ist extrem gering (je nach Material ca. 10-100nm) und ermöglicht damit ein selektives Strukturieren sehr dünner Schichten.

Die Erzeugung metallischer Feinstleiterbahnen auf isolierenden, flexiblen Polymersubstraten im mittels Maskenprojektion im Rolle-zu-Rolle-Verfahren zeigt sehr anschaulich das enorme Potential der Excimerlaserbearbeitung gerade im Hinblick auf die Reduzierung der Fertigungsstückkosten.

Der Strahl des Excimerlasers mit einer UV-Wellenlänge von 248nm oder 308nm, passiert dabei eine Maske, die die Information eines Schaltkreises enthält und wird verkleinert auf dem Substrat abgebildet (siehe Bild 1).

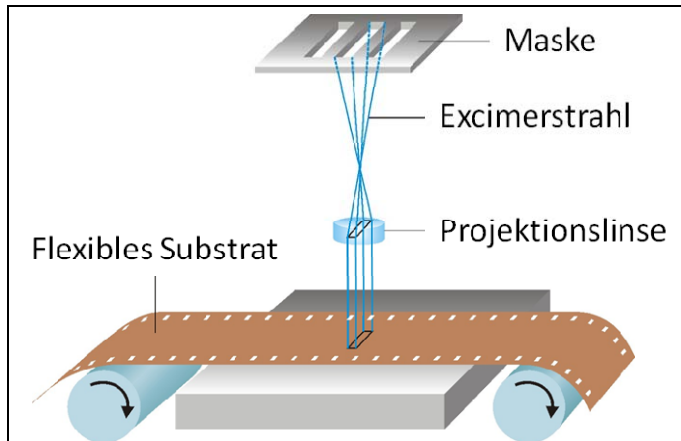


Bild 1:

Prinzip des Excimerlaser-Direktstrukturierens im Rolle-zu-Rolle-Verfahren.

Die UV-Strahlung durchdringt die ca. 50-150nm dünne Metallschicht und wird an der Grenzschicht zum Polymersubstrat vollständig absorbiert, was zum lokalen Absprengen der darüber befindlichen Metallschicht führt.

Strukturbreiten und -abstände von ca. 15 μm lassen sich mit hoher Kantengenauigkeit und Reproduzierbarkeit durch Excimerlaser-Direktstrukturierung erhalten (siehe Bild 2). Polymerbasierte Metallschichten aus Kupfer, Nickel, Gold, Titan oder Aluminium lassen sich auf diese Weise in direkter Weise in Feinstleiterstrukturen umwandeln.

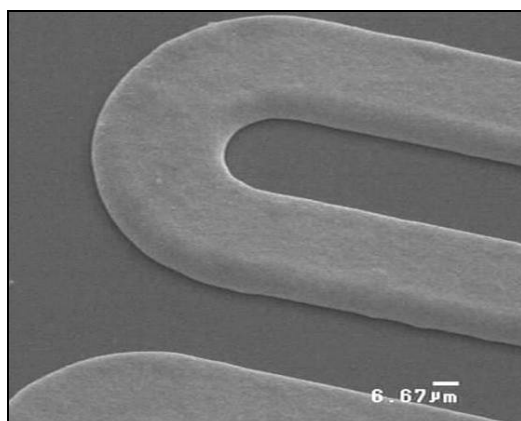


Bild 2:

Mikroskopaufnahme von 15 μm breiten metallischen Feinstleiterbahnen auf Polymersubstrat.

Bei Metallschichtdicken von bis zu 50nm erfolgt die Strukturierung einer ca. 40mm² großen Fläche innerhalb nur eines einzigen Laserpulses und ermöglicht so kürzeste Taktzeiten im Rolle-zu-Rolle-Prozess. Entsprechend lassen sich bei 300Hz Pulswiederholrate in einer kontinuierlichen Prozessführung 18.000 funktionelle Strukturen pro Minute auf dem Substrat erzeugen. Bild 3 zeigt in dieser Weise erhaltene Sensorstrukturen, die in im Handel befindlichen Produkten zur Blutzuckerbestimmung eingesetzt werden.

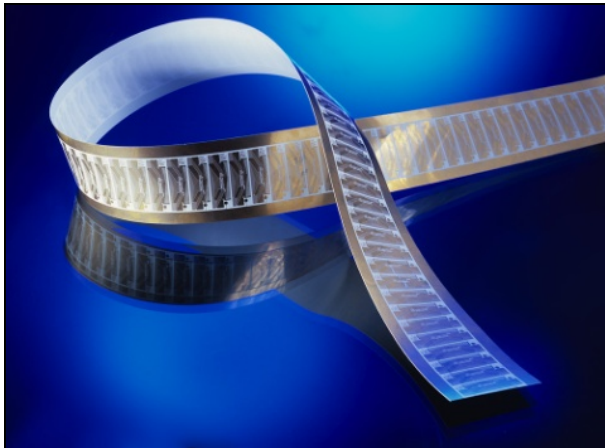


Bild 3:

Komplexe Sensorstrukturen auf flexiblem Polymersubstrat, die im Rolle-zu-Rolle-Verfahren mit dem UV-Excimerlaser erzeugt wurden.

Die relative Senkung der Fertigungskosten resultiert häufig sowohl aus dem hohen Durchsatz, der mit dem Excimerlaser erreicht wird als auch aus dem Wegfall mehrerer Prozessschritte beim Übergang von nasschemischer zu laserbasierter Produktionstechnologie.