

© iC-Haus

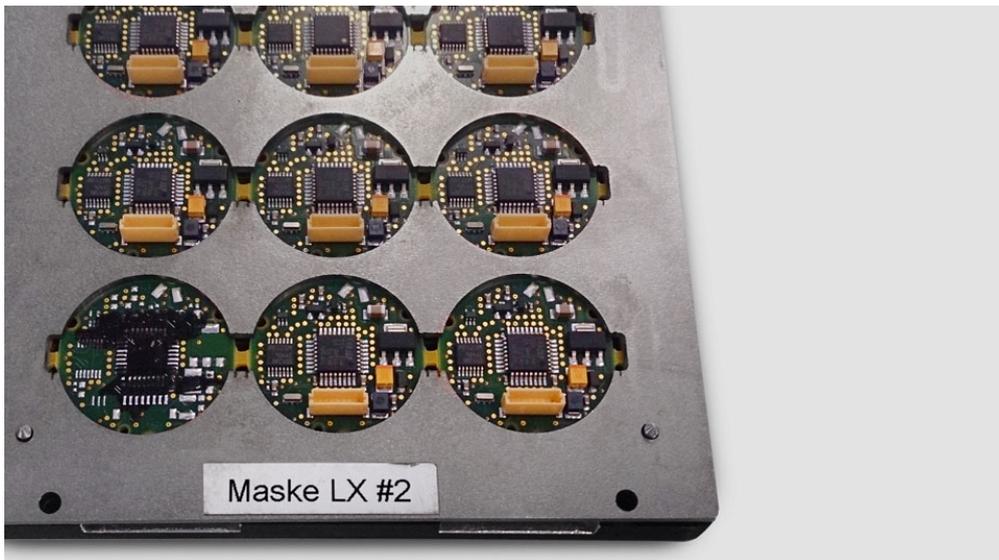
LICHT FOKUSSIERT LASER

22-07-2016

Beim Vereinzeln von Chips, dem sogenannten Nutzentrennen, kommt es auf den Mikrometer an – bei Bearbeitung und Positionierung. iC-Haus löst die Aufgabe mit einer Kombination aus konfokalen optischen Mess-Sensoren und einem Ultrakurzpuls-Laser.

Die Stückzahlen in der Produktion optischer und magnetischer Sensormodule liegen teilweise im siebenstelligen Bereich. Aber selbst bei diesen Volumina wird zur Qualitätssicherung eine Vollprüfung durchgeführt. Hierunter versteht man eine vollzählige und umfassende Prüfung aller Produkte einer Produktionscharge.

Dabei kommt an vielen Stellen optische Messtechnik zum Einsatz. Berührungslos arbeitende Messtechniksysteme stellen in der Produktion der iC's sicher, dass die Bauteile auf den Leiterplatten richtig platziert werden. Bei der Assemblierung von optischen Chips, die auf der Oberseite über einen Sensor verfügen, liegt diese Positionstoleranz oft innerhalb weniger Mikrometer. Das gilt auch für die Chip-o-Flex-Produktion, einer speziellen Form der Chip-on-Board Technologie, die gerade für Sensoren gerne gewählt wird. Wegen des flexiblen Basismaterials können auch komplexe 3D-Formen realisiert werden.

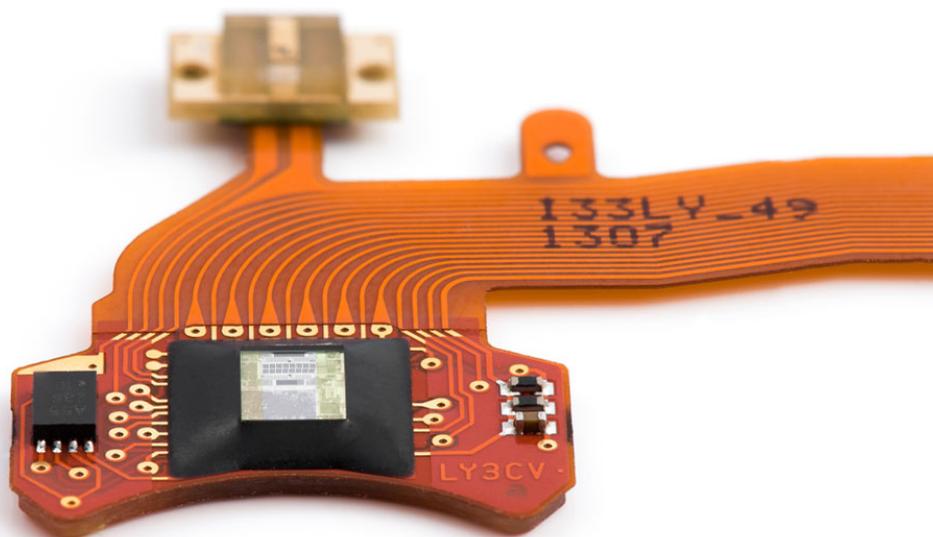


Neunfachnutzen. Die Bauteile müssen kreisrund ausgeschnitten werden. Hier kommt erstmalig ein Ultrakurzpuls laser zum Einsatz. Foto| iC Haus

In die Fertigungsanlagen integrierte kamerabasierte Messsysteme ermitteln dazu die genaue XY-Position der Leiterplatte, so dass die Bauteile mit der erforderlichen Genauigkeit positioniert werden können. Diese völlig autonomen Sensoren werden später in winzige Getriebe und Motoren eingesetzt, wo sie Drehzahlen und Winkel messen; sie benötigen teilweise keine eigene Stromversorgung mehr, da sie die für das Messen erforderliche Energie aus ihrer Eigenbewegung erzeugen.

Sägen, Stanzen, Fräsen, Lasern: Auf die Nutzentrennung kommt es an

Bisher verwendete man in der Nutzentrennung (das heißt in der maschinellen Vereinzelung identischer Bauteile auf einer Leiterplatte) Stanzen, mechanische Sägen beziehungsweise Fräsen, später auch Lasersysteme. Die fortschrittlicheren Lasersysteme ermöglichen das Trennen nach komplexeren Schnittmustern, während sich Sägen auf die Einsätze beschränken, bei denen schnell rechteckige Strukturen herauszutrennen sind. Lasertrennsysteme haben hier den Vorteil, dass sie mechanische Belastungen minimieren können. Aber selbst die fortschrittlicheren UV-Lasersysteme, die in der Lage sind, aufgrund geringer Fokusdurchmesser mit minimalen Schnittbreiten auszukommen, beanspruchen das Leiterplattenmaterial thermisch, wenn auch geringer als die verbreiteten und preisattraktiven CO₂-Lasersysteme.



Chip-on-Flex Microsystem zur Positionsbestimmung auf einer Starrflex-Leiterplatte. LED (oben) und Sensor unten) stehen sich später gegenüber, dazwischen rotiert eine Code-Scheibe. Foto | iC Haus

Hier lassen sich an den Schnittkanten häufig Schmauchspuren als Zeichen thermischer Belastung erkennen. Diese Karbonisierung ist ein an der Schnittkante niedergeschlagener Kohleüberzug, der die Funktion von optischen Sensoren auf der Leiterplatte ernsthaft beeinträchtigen kann, somit ein Qualitätsproblem ist und deshalb unbedingt vermieden werden muss. Schon seit geraumer Zeit forschte man daher an Lasern mit sehr viel kürzeren Pulsdauern, denn auch bei anderen Laseranwendungen ist die unkontrollierte Wärmeausbreitung bei der Bearbeitung höchst unerwünscht.

Cool bleiben: Bearbeitung mit Ultrakurzpulslasern

Konventionelle Hochleistungslaser haben sich in der Industrie schon seit längerer Zeit zum Schneiden und Schweißen etabliert - beispielweise beim Schweißen von Autotüren oder Schneiden von Blechen. So universell und präzise die Energie des Lasers auch heute genutzt werden kann, gibt es doch auch hier Aufgabenstellungen, die Probleme nach sich ziehen: Etwa dort, wo wärmeempfindliche Materialien getrennt werden sollen oder feinste Strukturen mit glatten Wänden und scharfen Kanten erzeugt werden müssen. Erreichen lässt sich dieses mit ultrakurzen Laserimpulsen.

2013 erhielt ein von Bosch, Trumpf, der Universität Jena und dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik entwickeltes industrietaugliches Ultrakurzpulslasersystem den Deutschen Zukunftspreis aus der Hand des Bundespräsidenten. Diese mittlerweile hundertfach in die Industrie eingesetzten Lasersysteme erlauben durch ihre ultrakurzen Lichtblitze eine „kalte“ Bearbeitung von Werkstoffen, sei es das Bohren von mikrofeinen Spritzlöchern in Einspritzdüsen für Motoren oder das Schneiden biokompatibler Materialien für medizinische Implantate.

Optische Inline-Messtechnik in Verbindung mit den ultrakurzen Pulsen des Lasers ermöglichen dadurch den Einsatz an Bauteilen, die so gut wie keine Hitze vertragen und/oder so robust sind, dass sich andere Bearbeitungswerkzeuge an ihnen die Zähne ausbeißen würden, wie beispielsweise beim Schneiden von gehärtetem Displayglas für Smartphones. Erstmals wurde nun bei iC-Haus in Bodenheim ein Leiterplatten-Nutzentrenner auf Ultrakurzpulslaserbasis in Betrieb genommen. Zuvor waren jedoch einige Messaufgaben zu lösen.

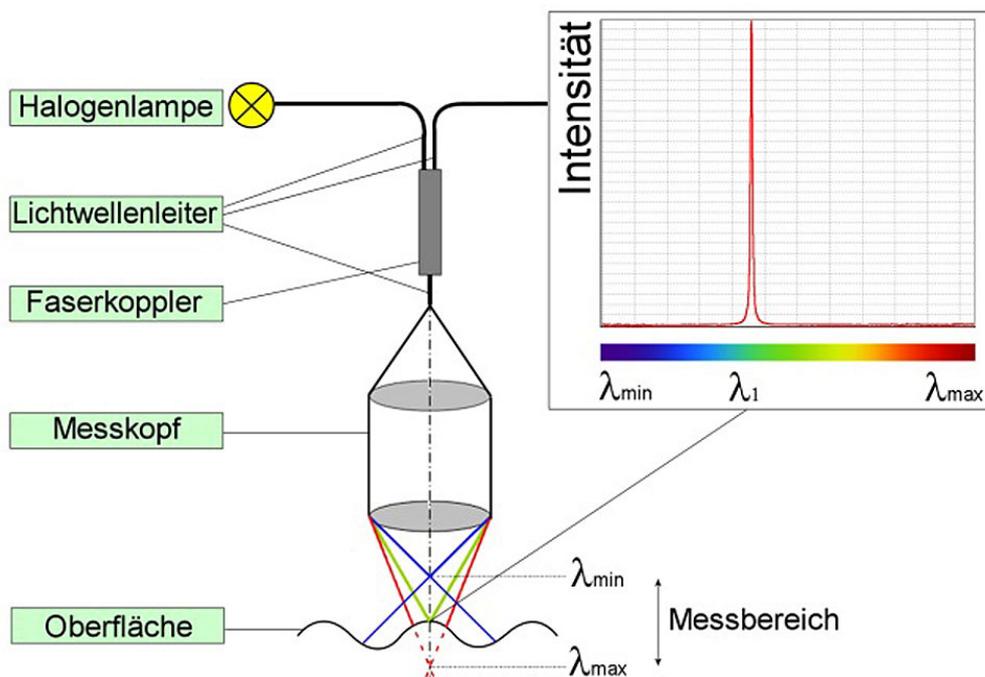


Das Triebwerk im Lasertrenner: Ultrakurzpuls-Laser von Trumpf mit 30 W und 150 µJ Pulsleistung. Foto |ic-automation

Berührungsfreies Messen in der dritten Dimension

Nicht immer reichen zwei Dimensionen in der Messtechnik aus, selbst wenn es nur um das Vereinzeln von Leiterplatten geht. Erst mit dem Messen der Z-Dimension durch konfokale Sensoren können genau die Parameter in der Produktion überwacht werden, die den Einsatz von Ultrakurzpuls-Laserschneidanlagen im Pikosekundenbereich ermöglichen.

Hier hat sich im Bereich der laserbasierten Nutzentrennung eine Messtechnik bewährt, die auf dem chromatisch-konfokalen Messprinzip beruht. Grundsätzlich ist diese Messtechnik in dieser Einsatzumgebung um einiges zuverlässiger als gängige laserbasierte triangulatorische Verfahren. Gerade konfokale Messsysteme funktionieren im Gegensatz zu anderen optischen Verfahren auf den hier anzutreffenden Oberflächen wie Gold, Leitermaterial und Lötstopplack gleich gut; selbst spiegelnde Oberflächen können ihnen nichts anhaben.



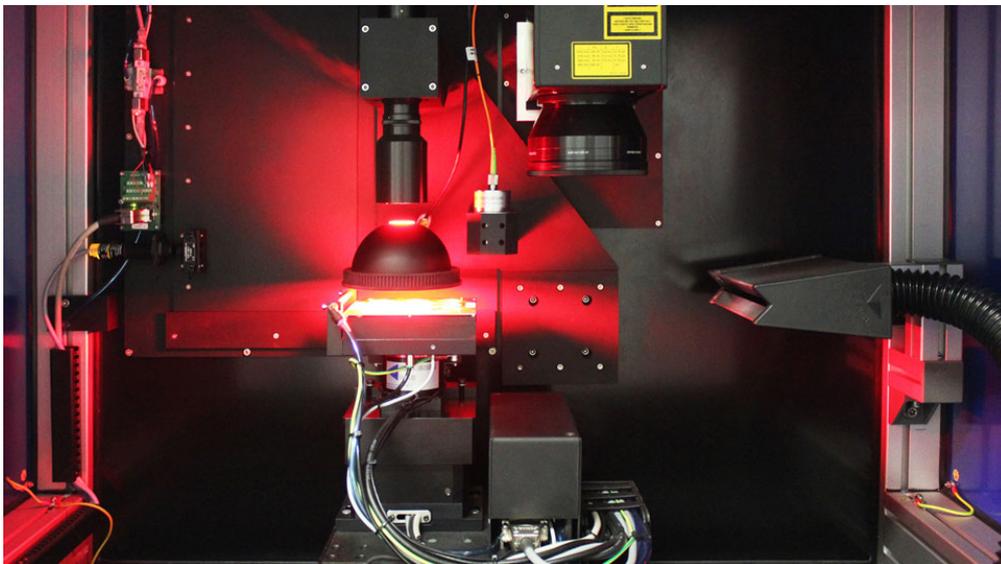
Chromatisch-konfokales Messverfahren. Die Lage des Peaks steht für den gemessenen Abstand.
Illustration | Precitec Optronik

Chromatisch-konfokale Sensoren nutzen die Eigenschaft einer Optik, weißes Licht nicht in einem Punkt zu fokussieren, sondern nach Wellenlänge separiert in unterschiedlichen Entfernungen. Der blaue Fokus liegt dabei näher an der Optik, der rote ist weiter entfernt. Dazwischen fokussieren alle anderen sichtbaren Wellenlängen. Ein bekanntes Einsatzgebiet ist die berührungslose Glasdickenmessung durch Inspektionsmaschinen für Containerglas (Glasflaschen).

Das Messen der dritten Dimension wird für den Schneidprozess selbst benötigt: eine berührungslose konfokale Höhenmessung mit der Genauigkeit von 4 µm dient der Fokuseinstellung des UltrakurzpulsLasers. Bildlich gesprochen wird der Brennpunkt des Lasers kontinuierlich nachgeführt wodurch er in der Lage ist, nach und nach, sozusagen Atomlage nach Atomlage aus dem Materialverbund der Leiterplatte herauszuschlagen, ohne die Umgebung bzw. die benachbarten Atome außerhalb des Schneidkanals zu beeinflussen – weil der Lichtblitz so extrem kurz ist.

Das Leiterplattenmaterial, das von einem ultrakurzen Laserpuls getroffen wird, wird in einer kleinen Explosion förmlich weggesprengt und verdampft ohne Übergang in eine Schmelze. Der Abtrag erfolgt nur dort, wo er soll, Mikrometer für Mikrometer. Damit ist ein Trennen der Leiterplatten möglich, ohne dass sich das bearbeitete Bauteil erwärmt, schmilzt bzw. nur teilweise verdampft. Die unerwünschten Schmauchspuren am Schneidrand und Gratbildung an der Leiterplatte werden durch die kalte Bearbeitung quasi eliminiert.

Kompakte Maschinen für den Einsatz in der Fertigung



Laserschneidanlage für Leiterplatten mit Inline-Messtechnik: In der Mitte das Transportsystem mit Magnetmaske zur Klemmung der Bauteile, darüber das Vision-System mit dem über Lichtleiter angeschlossenen konfokalen Sensor, rechts darüber der Scannerspiegel des UltrakurzpulsLasersystems mit der telezentrischen Optik. Foto | ic-automation



Laserschneidanlage von ic-automation Foto | ic-automation

Der von ic-automation GmbH in Mainz gebaute Ultrakurzpulslaser-Nutzentrenner ist äußerst kompakt und mit einer Grundfläche von lediglich 2 Quadratmetern nur unwesentlich größer als der Ultrakurzpulslaser selbst, der dabei zum Einsatz kommt. Ein luftgelagertes Granitbett mit Direktantrieben auf Granitbasis garantiert höchste Präzision mit einer absoluten Positioniergenauigkeit kleiner 10 μm .

Die in der Anlage verbauten Messsysteme decken alle drei Dimensionen ab; neben einer hochauflösenden XY-Vermessung über ein Vision-System mit Dome-Beleuchtung liefert ein nach dem chromatisch-konfokalen Messprinzip arbeitender Messkopf von Precitec Optronik in Neu-Isenburg die Höheninformation des Bauteils für die Höhenfokussierung des Lasers. Höhengschwankungen und Verdrehung der Bauteile werden gemessen und gegebenenfalls in 4 Freiheitsgraden ausgeglichen.

Zu erfüllende Vorgaben waren eine absolute Systemgenauigkeit unter 10 Mikrometer und eine Wiederholgenauigkeit, die um den Faktor 2 genauer war. Ic-automation fand mit dem TruMicro 5000 von Trumpf in Ditzingen im Wellenlängenbereich „Grünes Licht“ ein geeignetes Ultrakurzpulslasersystem im Pikosekundenbereich. Mit einer telezentrischen Scanneroptik erreicht das Lasersystem ebenfalls absolute Genauigkeiten unter 30 Mikrometer.

Dr. Flocke, CEO und einer der beiden Unternehmensgründer von iC-Haus klärt auf: „In vielen Fällen geschieht heute die Serienfertigung elektronischer Bauelemente in Asien, aber in unserem Fall, wo analoge, digitale und optische Sensorik in einem Mikrosystem zusammenkommen, wollten wir die Kontrolle über das Fertigungs-Know-how im Hause behalten. Als Spezialisten für optische und magnetische Sensoren haben wir darauf geachtet, dass auch unsere Produktionssysteme mit entsprechender Inline-Messtechnik für die Qualitätssicherung ausgestattet sind, da wir in Märkte mit höchsten Qualitätsansprüchen liefern. Und für unseren Reinraum brauchten wir möglichst kompakte Systeme. Dank des hohen Automatisierungsgrades lohnt sich für uns die Produktion in Deutschland.“

Autor:

Andreas Friesenecker

ic-automation GmbH
Tel: +49-(0)6131-62718-23
E-Mail: a.friesenecker@ic-automation.de