

Ultrakurzpuls laser in der Nutzentrennung

In der überwiegend in Asien angesiedelten Halbleiterproduktion bestehen Nischen, in denen sich auch hochspezialisierte Anbieter aus Europa sehr erfolgreich betätigen. Die Alleinstellungsmerkmale der Anlagen erlauben und empfehlen auch heutzutage die Assemblierung der Bauteile in Hochlohnländern. Das Unternehmen ic-Haus in Bodenheim ist Hersteller von kundenspezifischen ASICs und verfügt über einzigartiges Fertigungs-Know-how für optische und magnetische Sensoren. Hierbei geht es um Flexibilität in der Produktion, kleinste Strukturen und höchste Genauigkeit. Kurzum – es geht um Fertigung im Nutzen.

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. Darunter versteht man eine vollzählige und umfassende Prüfung aller Produkte einer Produktionscharge.

Dabei kommt an vielen Stellen optische Messtechnik zum Einsatz. Berührungslos arbeitende Messsysteme 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-on-Flex-Produktion«, eine spezielle Form der Chip-on-Board-Technologie, die gerade für Sensoren gerne gewählt wird. Wegen des flexiblen Basismaterials können auch komplexe 3D-Formen realisiert werden.

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 winzigen Getrieben und Motoren eingesetzt, wo sie Drehzahlen und Winkel messen; sie benötigen teilweise keine eigene Stromversorgung.

Die Autoren

Kay Wessin ist Mitarbeiter der Precitec Optronik GmbH im Bereich Marketing & Kommunikation, Neu-Isenburg. Andreas Friesenecker ist für das Unternehmen ic-automation GmbH, Mainz, tätig.

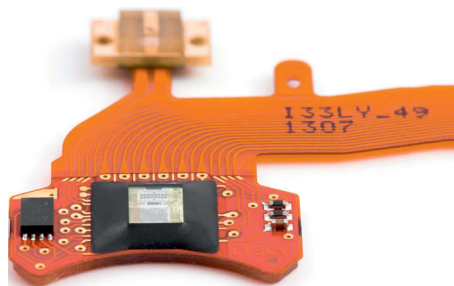


Laserschneidanlage von ic-automation. Foto: © ic-automation

ung mehr, da sie die für das Messen erforderliche Energie durch ihre Eigenbewegung erzeugen.

Auf die Nutzentrennung kommt es an

Bisher wurden in der Nutzentrennung (d.h. in der maschinellen Vereinzelung identischer Bauteile auf einer Leiterplatte) die Trennverfahren Stanzen, mechanische Sägen bzw. Fräsen verwendet, später auch Lasersysteme. Die fortschrittlicheren Lasersysteme ermöglichen das Trennen nach komplexeren Schnittmustern, während sich Sägen auf Einsätze beschränken, bei denen schnell rechteckige Strukturen herauszutrennen sind. Lasertrennsysteme bieten 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 preislich attraktiven CO₂-Lasersysteme. Bei letzteren 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.



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

Cool bleiben: Bearbeitung mit Ultrakurzpulslasern

Konventionelle Hochleistungslaser haben sich in der Industrie schon seit längerer Zeit zum Schneiden und Schweißen etabliert – beispielsweise beim Schweißen von Autotüren oder Schneiden von Blechen. Obwohl die Energie des Lasers heutzutage universell und präzise genutzt werden kann, gibt es dennoch 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.

Im Jahr 2013 wurde ein von Bosch, Trumpf, der Universität Jena und dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik entwickeltes industrietaugliches UKP-Lasersystem mit dem Deutschen Zukunftspreis des Bundespräsidenten ausgezeichnet. Diese mittlerweile hundertfach in der Industrie eingesetzten Lasersysteme erlauben durch ihre ultrakurzen Lichtblitze eine »kalte« Bearbeitung von Werkstoffen, sei es das Bohren von mikrofeinen Spritzlöchern in Einspritzdüsen

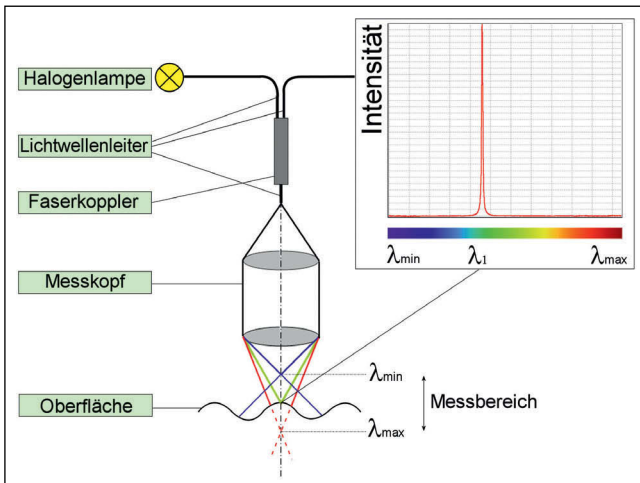


Neunfachnutzen: Die Bauteile müssen kreisrund ausgeschnitten werden. Hier kommt erstmalig ein UKP-Laser zum Einsatz. Foto: © iC Haus

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, beispielsweise beim Schneiden von gehärtetem Displayglas für Smartphones. Erstmals wurde nun bei iC-Haus in Bodenheim ein Leiterplatten-Nutzentrenner auf UKP-Laserbasis in Betrieb genommen. Zuvor waren jedoch einige Messaufgaben zu lösen.

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 UKP-Laserschneidanlagen im ps-Bereich ermöglichen. Hierbei 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 anzutreffenden Oberflächen wie Gold, Leitermaterial und Lötstopplack gleich gut; selbst spiegelnde Oberflächen können ihnen nichts anhaben.

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 UKP-Lasers. 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

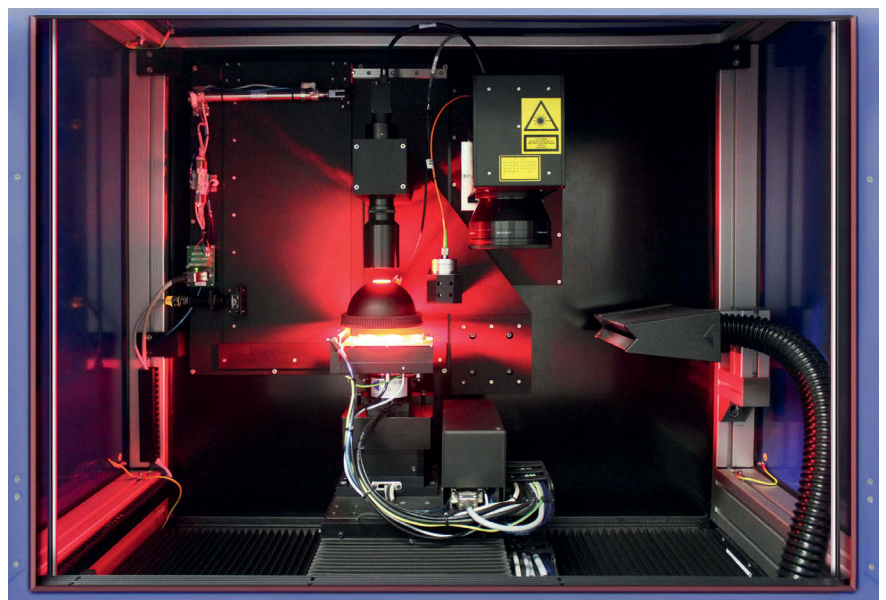


Das Triebwerk im Lasertrenner: UKP-Laser von Trumpf mit 30 W und 150 µJ Pulsleistung. Foto: © ic-automation
Links: Chromatisch-konfokales Messverfahren. Die Lage des Peaks steht für den gemessenen Abstand. © Precitec Optronik

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.

Kompakter Systemaufbau

Der von ic-automation GmbH in Mainz gebaute Ultrakurz-puls-laser-Nutzentrenner ist äußerst kompakt und mit einer Grundfläche von lediglich 2 m² nur unwesentlich größer als der UKP-Laser selbst, der dabei zum Einsatz kommt. Ein luftgelagertes Granitbett mit Direktantrieben auf Granitbasis garantiert höchste Präzision mit einer absoluten Positionier-



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 UKP-Lasersystems mit der telezentrischen Optik. Foto: © ic-automation

Lasermaterialbearbeitung

genauigkeit 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.

Leistungsoptimierte Maschinen für den Einsatz in der Fertigung

Zu erfüllende Vorgaben waren eine absolute Systemgenauigkeit unter 10 µm 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 UKP-Lasersystem im ps-Bereich. Mit einer telezentrischen Scanneroptik erreicht das Lasersystem ebenfalls absolute Genauigkeiten unter 30 µm.

Dr. Heiner Flocke, CEO und einer der beiden Unternehmensgründer von ic-Haus klärt auf: »In vielen Fällen erfolgt heutzutage 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-Knowhow 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. Aufgrund des hohen Automatisierungsgrades lohnt sich für uns die Produktion in Deutschland.«

Zusammenfassung

Das Unternehmen ic-automation hat einen der zurzeit kompaktesten Nutzentrenner mit ultrakurzen Laserpulsen in Betrieb genommen. Das Handling mit Vakuumsaugung, wahlweise manuelle oder automatische Bestückung sowie der interne Transport über Shuttleboote mit Magnetmasken zur Klemmung der geschnittenen Bauteile stehen für einen hohen Automationsgrad, welcher die Inline-Messtechnik mit einschließt. Produziert wird nicht zuletzt durch die kompakten Nutzen auf höchstmöglichem Qualitätsniveau – so wie es für elektronische Bauteile im Automotivebereich und in hochwertigen Industrieprodukten vorausgesetzt wird. Eben Made in Germany.

KONTAKT

Precitec Optronik GmbH
www.precitec-optronik.de
ic-automation GmbH
www.ic-automation.de