

Lasersensoren in der metallverarbeitenden Industrie

Wie überwacht man geometrische Größen?

Die meisten modernen Produktionsprozesse haben einen hohen Automationsgrad erreicht. Für eine sichere Prozessführung müssen sowohl die einzelnen Prozessschritte als auch die Qualität der hergestellten Halbzeuge und Produkte laufend überwacht und geprüft werden. Berührungsfreie Messverfahren, die auch im Produktionsprozess einsetzbar sind, erlauben die kürzest möglichen Reaktionszeiten für eine effiziente Prozessregelung. Lasermessverfahren sind für diese Aufgaben prädestiniert.

Es gibt vier Hauptgründe, warum sich Lasermessverfahren ganz besonders gut zur Messung geometrischer Größen eignen: Erstens ist kein mechanischer Kontakt zum Messobjekt erforderlich, zweitens ist eine hohe Messgeschwindigkeit möglich, drittens ist man unabhängig vom Umgebungslicht und der Temperatur des Messobjekts und viertens lässt sich der Messaufbau schnell an unterschiedliche Messobjekte anpassen.

Der Laser ist für optische Messverfahren die vielseitigste Lichtquelle. Typische Abstände zwischen Lasersensor und Messobjekt sind wenige Millimeter bis einige Metern. Dies erlaubt eine flexible Integration von Lasermessanlagen in die Prozesslinie.

Eines der technisch bedeutsamsten Messverfahren für die berührungslose Bestimmung geometrischer Größen ist die Lasertriangulation [1]. Abbildung 1 zeigt zwei Varianten für die Messung von Abständen und Profilen [2]. Bei der Abstandsmessung beleuchtet ein fokussierter Laserstrahl das Messobjekt. Das gestreute Licht wird unter einem bekannten Winkel mit einer Optik auf einen ortsauflösenden Detektor abgebildet. Der Bildpunkt verschiebt sich, wenn der Laserstrahl in einem anderen Abstand auf das Objekt trifft. Aus der Lage des Bildpunktes und der Kenntnis der Einstrahlrichtung des Laserstrahls lässt sich somit der Abstand des Leuchtflecks auf dem Messobjekt von einer

DER AUTOR

MICHAEL KRAUHAUSEN

Michael Krauhausen studierte von 1982 bis 1987 Maschinenbau an der RWTH Aachen. Danach war er im Bereich Lasermesstechnik am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT) tätig. Seit 1991 ist Michael Krauhausen Geschäftsführender Gesellschafter der NoKra GmbH.



Dipl.-Ing. Michael Krauhausen
NoKra Optische Prüftechnik
und Automation GmbH
Max-Planck-Str. 12, 52499 Baesweiler
Tel. 02401/6077-0
E-Mail: mkrauhausen@nokra.de
Internet: www.nokra.de

Bezugsebene ermitteln. Bei der Profilmessung wird der Laserstrahl als Lichtlinie geformt. Trifft dieser Strahl auf das Messobjekt, entsteht ein so genannter Lichtschnitt, der unter einem Winkel auf einen zweidimensional ortsauflösenden Detektor abgebildet wird. Abbildung 2 zeigt eine Ansicht eines Laserlichtschnittsensoren für die Messung von Konturen und Profilen.

Beispiele für die Lasersensor-Prüfung geometrischer Größen bei der Produktherstellung sind: die Dickenmessung von Blechen, Bändern oder Folien, die Messung des Querschnitts von gegossenen Barren und Walzprofilen, die Prüfung geometrischer Merkmale von Stanzteilen, die Geradheitsmessung von Profilen, die Ebenheitsmessung von Blechen, die Prüfung geometrischer Merkmale von Kurbelwellen und Nockenwellen sowie die Prüfung der Lage und Anwesenheit geometrischer Merkmale von Schweißbaugruppen von PKW.

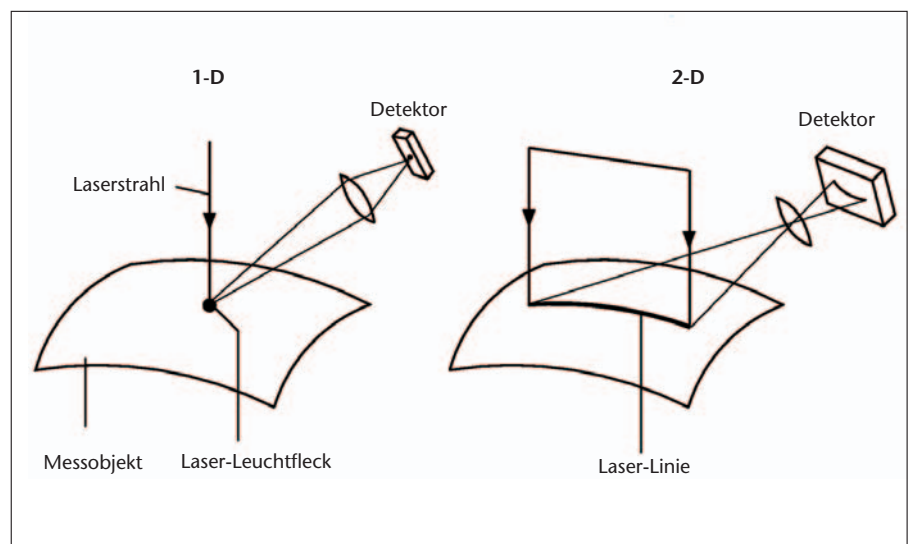


ABBILDUNG 1: Prinzip der Lasertriangulationsverfahren. Links: Abstandsmessung mit einem kollimierten Laserstrahl (1-D = eindimensional). Rechts: Laserlichtschnitt zur Messung einer Kontur bzw. eines Profils (2-D = zweidimensional). (Quelle: NoKra)

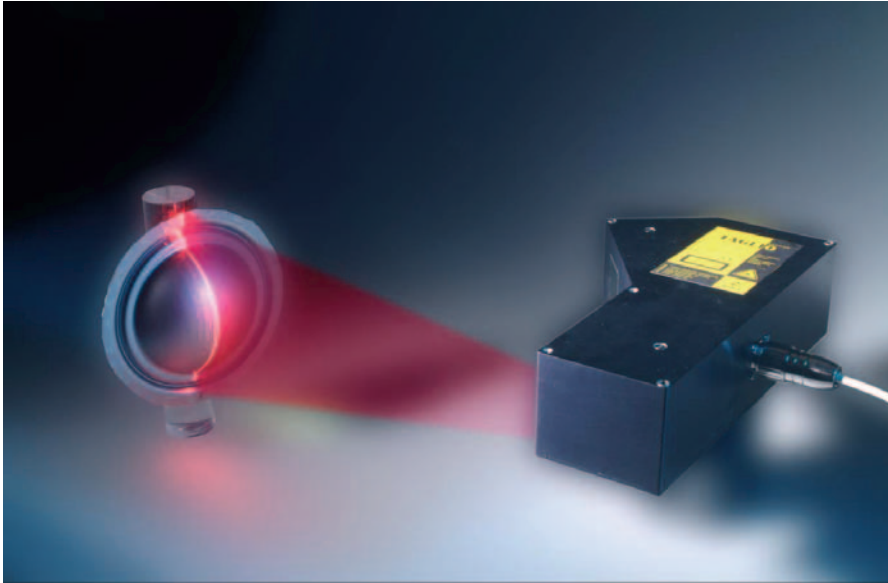


ABBILDUNG 2: Laserlichtschnittsensor zur Messung von Konturen und Profilen. Links: Messobjekt mit aufprojizierter Laserlinie. Rechts: Sensorkopf. (Quelle: NoKra)

Bei diesen Applikationen werden häufig mehrere Lasersensoren gleichzeitig eingesetzt. Die Sensoren sind zeitlich auf Bruchteile von Mikrosekunden synchronisiert, sodass unabhängig von einer Relativbewegung zwischen Sensoren und Messobjekt mit hoher Präzision gemessen werden kann. Da die Messung berührungslos erfolgt, können die Lasersensoren auf einfache Weise mit bewegten Achsen oder Knickarmrobotern kombiniert werden. Umrüstzeiten für die Prüfung von Produktvarianten werden dadurch um Größenordnungen gegenüber klassischen taktilen Verfahren reduziert. Die Prüfung jedes gefertigten Teils mit automatisierten laser-gestützten Prüfsystemen trägt damit maßgeblich zur Produktivitätssteigerung bei.

Dickenmessung von Metallbändern

Die Vorzüge der Dickenmessung von Metallbändern mit Lasersensoren sind: hohe Messfrequenz, hohe Präzision, keine Kenntnis der Materialzusammensetzung erforderlich, minimaler Wartungsaufwand und einfache Sicherheitsmaßnahmen.

Abbildung 3 zeigt eine Ansicht einer Messeinrichtung mit zwei Lasersensoren bei der Messung der Dicke von Metallbändern [3]. Die Sensoren messen simultan die Abstände zur Ober- und Unterseite des bewegten Bandes. Aus diesen Messwerten lässt sich dann die Dicke berechnen.

Die Messfrequenz beträgt bis zu 20 kHz. Im industriellen Routinebetrieb wird eine Präzision der Dickenmessung am bewegten Kaltband von 2,2 µm erreicht.

Prüfung von Kurbelwellen

Mit einer Anordnung mehrerer Lasersensoren in verschiedenen Raumebenen lassen sich zwei- bis dreidimensionale Prüfaufgaben lösen. Abbildung 4 zeigt eine Prüfmaschine mit mehreren synchron messenden Lasersensoren zur Prüfung gesenkgeschmiedeter Kurbelwellen.

Für den Prüfvorgang wird die Kurbelwelle gedreht. Während der ersten Drehung erfassen drei Lasersensoren simultan die Messwerte für die Bestimmung der Durchbiegung und speichern diese. Parallel wird ein Lasersensor für die Lageerkennung ausgelesen, um die Winkelstellung des ausgewählten Hublagers zu bestimmen. In der zweiten Umdrehung wird die Kurbelwelle entsprechend der gewünschten Ausgabeposition gestoppt. Unmittelbar nach dem Messvorgang sind die Durchbiegungswerte bereits berechnet und werden mit den Sollwerten verglichen. Das Prüfergebn wird am Bedienrechner angezeigt. Je nach Ergebnis kann die Kurbelwelle dann von einem Roboter entnommen und weitertransportiert werden. Die Anlage läuft im 3-Schichtbetrieb und prüft rund eine Million Kurbelwellen pro Jahr. Gegenüber der herkömmlichen manuellen Prüfung verkürzt sich die Taktzeit um 40 %. Abbildung 4 zeigt eine Detailansicht der Prüfanlage mit mehreren Lasertriangulationssensoren und der zu prüfenden Kurbelwelle.

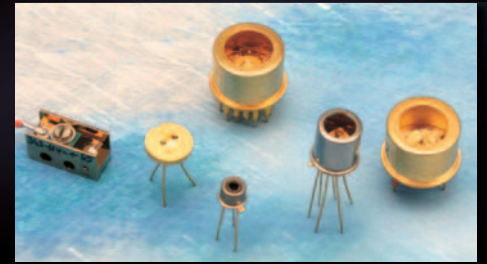
Das Prüfergebn wird am Bedienrechner angezeigt. Je nach Ergebnis kann die Kurbelwelle dann von einem Roboter entnommen und weitertransportiert werden. Die Anlage läuft im 3-Schichtbetrieb und prüft rund eine Million Kurbelwellen pro Jahr. Gegenüber der herkömmlichen manuellen Prüfung verkürzt sich die Taktzeit um 40 %. Abbildung 4 zeigt eine Detailansicht der Prüfanlage mit mehreren Lasertriangulationssensoren und der zu prüfenden Kurbelwelle.

Wellrippenprüfung

Wellrippen sind Teile eines Autokühlers, die aus dünnen Blechen gestanzt und geformt

Die Welt der Laserdioden..

LASER COMPONENTS fertigt und liefert ein komplettes Programm an Laserdioden, von VIS bis Fernes IR, von µWatt bis Watt, CW, Quasi-CW oder gepulst.



SPECIDILAS®

Diodenlaser für Spektroskopie, Singlemode:

- VCSEL 760nm - 2,05µm, auch temperaturstabilisiert
- QCL 8 - 12µm, TE gekühlt
- DFB 1,25 - 1,75µm, exakte Wellenlängenanpassung
- Bleisalz 3 - 25µm, für hochauflösende Spektroskopie

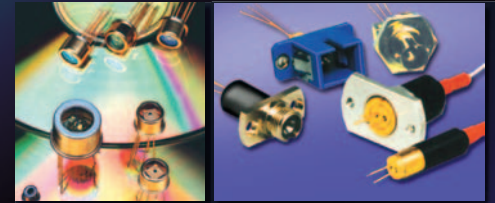
High Power Impuls Laserdioden



- Entfernungsmessung
- Laser Radar,
- Sicherheitstechnik
- 850nm
- 905nm
- 1550nm

Einzelchip und Stapelaufbauten bis 120 W

CW Laserdioden



- Sichtbare CW LDs 405 - 700nm
- NIR-LDs 760 - 905nm
- Hochleistungs LDs 785 - 1480 nm, bis zu 18 W
- Laserdioden mit Pigtail

Laserdioden-Zubehör



- Laserdiodenmodule
- Treiberelektronik
- Kollimatorlinsen
- Diffraktive Optik
- Puls laser module
- Controller

Ausführliche Infos
finden Sie auf
unserer Website.

LASER COMPONENTS

LASER COMPONENTS GMBH

Werner-von-Siemens-Strasse 15, D-82140 Olching

Telefon (0 81 42) 28 64-0, Fax (0 81 42) 28 64 11

info@lasercomponents.com www.lasercomponents.com



ABBILDUNG 3: Ansicht eines Laserdickenmessgeräts für die Online Messung der Dicke von Metallbändern unmittelbar im Anschluss an ein Walzgerüst (rechts hinten). (Quelle: NoKra)



ABBILDUNG 4: In dieser Detailsicht einer Prüfmaschine für Kurbelwellen sind zwei Lasersensoren zu erkennen, deren Laserstrahlen auf Lager der Kurbelwelle gerichtet sind. (Quelle: NoKra)



ABBILDUNG 5: Detailansicht einer Prüfmaschine für Wellrippen. Das Messobjekt wird von zwei Lasersensoren abgetastet. (Quelle: NoKra)

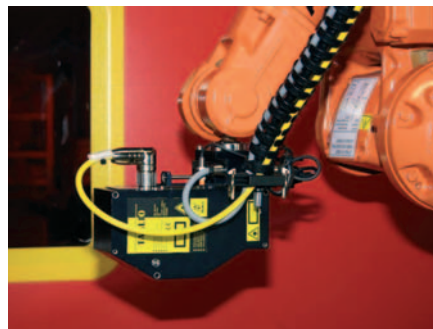


ABBILDUNG 6: Detailansicht eines Laserlichtschnittsensors an einem Knickarmroboter. (Quelle: NoKra)

werden (Abb. 5). Sie sorgen für eine lokale Verwirbelung der vorbeiströmenden Luft und damit für einen effizienten Wärmeübergang vom Kühlmittel zur Umgebungsluft. Geprüft werden müssen: Wellrippenhöhe, Kiemenwinkel und offene Fläche, die entscheidend den Wirkungsgrad beeinflusst. Abbildung 5 zeigt eine Prüfmaschine, die mit zwei Lasersensoren und einer Linearachse ausgestattet ist. Auflösbare Abweichungen betragen etwa 10 µm bei der Wellrippenhöhe und 0,05° beim Kiemenwinkel.

Prüfung von Schweißbaugruppen

Schweißbaugruppen sind Strukturkomponenten einer Pkw-Karosserie, die z.B. das Armaturenbrett und die Lenksäule aufnehmen und entscheidend für das Crashverhalten der Fahrgastzelle sind. Lage und Anwesenheit geometrischer Merkmale, wie Funktionsflächen, Bohrungen und Löcher

sind in einer Fertigungslinie vollautomatisch zu prüfen. Dazu wird das Messobjekt in eine Aufnahmehalterung eingelegt und dort mit zwei Laserlichtschnittsensoren, die von Knickarmrobotern geführt werden, vermessen. Abbildung 6 zeigt eine Detailaufnahme eines Laserlichtschnittsensors an einem Knickarmroboter. Eine zusätzliche an der Roboterhand montierte Linearachse bewegt den Sensor nach der Roboterpositionierung, um so mit dem Lichtschnitt den interessierenden Bauteilbereich abzuscannen. Mit diesem Ansatz ist eine 100%-Prüfung im Produktionskontakt möglich.

Resümee

Lasersensoren eröffnen neue Wege zur direkten Erfassung geometrischer Größen in industriellen Anwendungen. Mit dem Verfahren der Lasertriangulation können geometrische Größen – wie Abstand, Dicke,

Profil, Winkel, Form und Lochpositionen – berührungslos, präzise und schnell im Produktionsprozess gemessen werden. Die Einbindung dieser Sensoren in Prüfmaschinen erschließt ein bislang nicht zugängliches Automationspotenzial. Sie stimuliert die weitere Verbesserung von Prozess- und Produktionsabläufen. Aufgrund der berührungslosen Messung lassen sich auch vielfältige Produktvarianten in kurzer Folge prüfen. Eine mechanische Umrüstung oder die Vorkhaltung umfangreicher Prüfmittelsätze entfällt, die Prüfmaschine wird automatisch per Software auf das neue zu prüfende Produkt konfiguriert. Lasersensoren sind das Schlüsselement für innovative Prüfkonzepte, die sich in einem ersten Schritt in Spezialanwendungen etabliert haben. Mittelfristig werden sie herkömmliche Prüfmittel auf breiter Front dort verdrängen, wo Flexibilität und Automationsgrad ausschlaggebend sind.

Literatur

- [1] A. Donges, R. Noll, Lasermesstechnik - Grundlagen und Anwendungen, Hüthig Buch Verlag Heidelberg, ISBN 3-7785-2216-7, 318 S. (1993).
- [2] DIN 32 877, Optoelektronische Abstands-, Profil- und Formmessung, August 2000.
- [3] R. Noll, M. Krauhausen, Online thickness measurement of flat products, Industrial Laser Solutions, 9 – 11 (July 2002).

DIE FIRMA

NoKra Optische Prüftechnik und Automation GmbH Baesweiler

Der Name NoKra steht für hochwertige Mess- und Prüfsysteme zur Form- und Geometrieprüfung. Als Spin-Off des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik beginnend ist das Unternehmen zu einem anerkannten Partner für Lasermess- und Prüftechnik geworden. NoKra-Systeme messen und prüfen geometrische Größen in vielen Bereichen der Industrie. Weltweit führende Stahlhersteller und -verarbeiter sowie Automobilzulieferer setzen seit Jahren auf Produkte der NoKra. Die NoKra ist Aussteller auf der Euro Blech 2004 vom 26.–30. Oktober 2004 in Hannover.
Weitere Infos: www.nokra.de