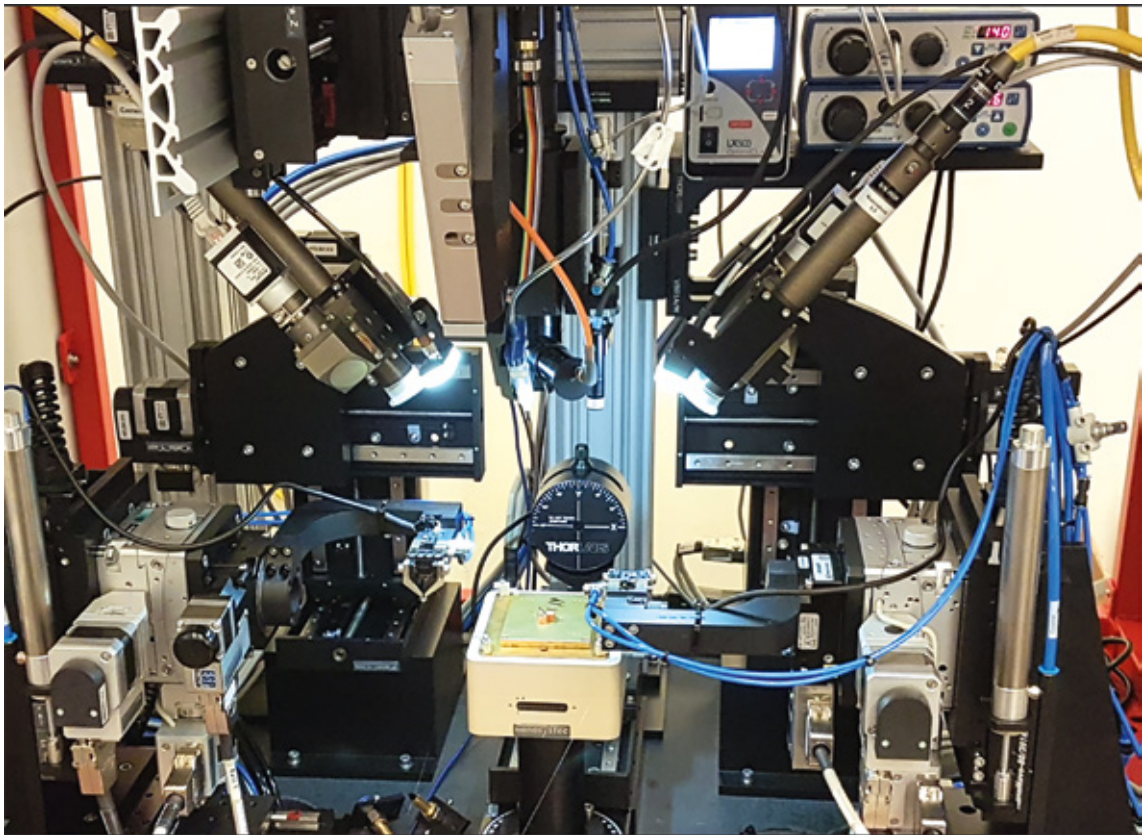

Bilder: nanosystec

Bild 1. Mehrere Dosiereinheiten ermöglichen den Einsatz von verschiedenen Klebern für die Montage von Optiken. Im gleichen Bauteil lassen sich andere Komponenten mittels Laserlöten oder -schweißen fixieren

Kleben, Löten oder Lasermikroschweißen?

Von der Justage zur **perfekten Verbindung**

Präzises Positionieren allein reicht bei der Montage anspruchsvoller optoelektronischer Komponenten nicht aus. Entscheidend ist, die erreichte Justage anschließend dauerhaft zu sichern. Eine integrierte Plattform verbindet dafür Nanometerpositionierung mit Kleben, Laserlöten und Lasermikroschweißen.

AUTOR
GÜNTER HUMMELT ist COO bei nanosystec in Groß-Umstadt;
guenter.hummelt@nanosystec.com

Die Entwicklung optoelektronischer Produkte erfordert präzise und effektive Verbindungstechnologien, denn die einzelnen optischen Komponenten müssen zueinander so platziert und justiert werden, dass die gewünschten Leistungsdaten erreicht werden. Das Ziel ist in der Regel eine möglichst verlustfreie Übertragung optischer Signale, aber auch andere Parameter wie Polarisation, Strahldurchmesser und Strahlprofil, Wellenlänge und Linienbreite dienen als Führungsgrößen. Ist das gewünschte Ergebnis erreicht, stellt sich die Frage nach der geeignetsten Methode für eine dauerhafte Verbindung.

In der Mehrheit der Anwendungen wird Epoxidkleber verwendet. Er lässt sich relativ leicht applizieren und durch UV-Strahlung oder Wärme aushärten. Bei anspruchsvolleren Verbindungen kommen selektives Laserlöten und Lasermikroschweißen zum Einsatz. Weil zu Beginn der Produktentwicklung die Fügemethode und die konkrete Ausgestaltung noch nicht fest stehen, sind Montageanlagen zu empfehlen, die hinsichtlich der Justage und Platzierung eine große Gestaltungsfreiheit und Flexibilität bieten.

Mehrere Fügemethoden in einem System

Mit ›NanoHybrid‹ steht den Entwicklern ein leistungsfähiges Justage- und Fügesystem zur Verfügung. Je nach Komplexität der Aufgabe lassen sich

© MIKROvent, Mainburg

ein oder mehrere Justagetürme wählen, welche die Komponenten in allen Freiheitsgraden ausrichten können. Die im Systemumfang enthaltene Bildverarbeitung meistert auch schwierige Situationen. Weil alle verwendeten Parameter gespeichert werden, ist die komplette Dokumentation aller Prozessschritte gewährleistet.

Das automatische Aufbringen von Epoxidkleber erfolgt über ein oder mehrere Dosiergeräte mit nachfolgendem Härten mittels UV-Strahlung. Zusätzlich lässt sich NanoHybrid mit einer oder zwei Laserlöt-Optiken ausrüsten. Durch den lokal begrenzten Wärmeeintrag erfahren benachbarte Komponenten keine Temperatureinflüsse. Zum Schmelzen des Lotes kann alternativ auch Heißluft verwendet werden.

Lasermikroschweißen steht als dritte Verbindungstechnologie zur Verfügung. Auch hier ist die Erwärmung der Schweißstelle lokal begrenzt. Schweißen bietet die größte Festigkeit und Langzeitbeständigkeit **(Bild 1)**.

Justage in allen Freiheitsgraden

Ein Justageturm besteht in aller Regel aus drei linearen und drei rotatorischen Achsen, sodass alle nötigen Freiheitsgrade verfügbar sind. Die linearen Achsen arbeiten mit einer Auflösung von 20 nm. Für höhere Genauigkeitsanforderungen kann diese auf 5 nm oder sogar 1 nm reduziert werden.

Lange Verfahrwege der linearen Achsen bis zu 170 mm oder mehr erlauben das komfortable Abholen und anschließende Justieren der optischen Komponenten ohne zusätzliches Umladen. Ein optischer Encoder misst die Position des Läufers der Achse, meldet diese an die Kontrollelektronik, welche dann die notwendigen Befehle erzeugt, um die Zielposition zu erreichen. Durch den Antrieb mit einem Linearmotor muss lediglich der Widerstand der Kreuzrollenführung überwunden werden. Alle Fehler, wie sie mit Kugelgewindetrieben bestehen, entfallen völlig.

Die rotatorischen Achsen nutzen BLDC- oder Schrittmotoren. Der am Motor angebrachte optische Encoder liest die jeweilige Position aus. Für besonders kritische Anwendungen erfolgt die Positionsbestimmung direkt am Achskörper. Die Standardauflösung der rotatorischen Achsen beträgt 0,001° und kann durch entsprechende Encoder auf 0,0001° gesteigert werden.

Schnittstelle für die Werkstückaufnahme

Zur Positionierung der Bauteile steht eine Fläche von etwa 100 mm × 100 mm zur Verfügung. Diese lässt sich bei Bedarf erweitern. Mechanische Klemmvorrichtungen fixieren die Werkstückaufnahmen. Alternativ kommen Vakuum oder ein Elektromagnet zum Einsatz.

Die Werkstückaufnahmen können einfach an verschiedene Bauteilgrößen umgerüstet werden. Ein Deckblech aus Edelstahl mit der Kontur des Bauteiles gibt die notwendige Positionsstabilität. Für ein Bauteil mit anderen Abmessungen wird einfach das lasergeschnittene Blech getauscht. Die elektrische Schnittstelle mit einem vielpoligen Stecker führt Spannungen und Ströme vom und zum aktiven Bauteil und über die Schnittstelle in der Werk-

RENISHAW
apply innovation™

FORTiS™
Hochleistungsmessung
unter härtesten Bedingungen

Die gekapselten linearen Renishaw Encoder der FORTiS Baureihe sind außergewöhnlich robust und ermöglichen präzise Positionsmessungen in extremen Werkzeugmaschinenumgebungen.

Extrem resistent gegen das Eindringen von:

Besuchen Sie uns:
Halle 9, Stand C11

AMB
Internationale Ausstellung für Metallbearbeitung
15.–19.09.2026
Messe Stuttgart

www.renishaw.com/fortis

+49 (0) 7127 9810
germany@renishaw.com

© 2024 Renishaw plc.
Alle Rechte vorbehalten.

Bilder: nanosystec

Bild 2. Pneumatisch betätigte Parallelgreifer eignen sich ideal zum präzisen Greifen und Platzieren von optischen Komponenten. Die Greiferfinger werden bauteilspezifisch konstruiert. Titangreifer vermeiden die Magnetisierung bei metallischen Werkstücken

stückaufnahme zu den verschiedenen Instrumenten. Peltier-Elemente und Heizpatronen im Werkstückträger erlauben die Temperaturregelung.

Bauteilspezifische Greifer mit Kraftmessung

Da NanoHybrid zu unterschiedlichen Aufgaben bei der Entwicklung von optoelektronischen Baugruppen dient, werden die Greifereinheiten exakt angepasst. Parallelgreifer, entweder mit pneumatischem oder elektrischem Antrieb, stellen in vielen Fällen die erste Wahl dar **(Bild 2)**. Die Greiferbacken bestehen meist aus Edelstahl. Titangreifer werden für Bauteile eingesetzt, die einen Magneten enthalten oder die magnetisierbar sind. Titan ist magnetisch neutral, die unerwünschte Magnetisierung kleiner Bauteile ist damit ausgeschlossen.

Alternativ kommen Vakuumgreifer zum Einsatz, die je nach zu greifendem Objekt in Bezug auf Form, Größe und Material spezifisch ausgeführt sind. Alle Greifer im NanoHybrid-System messen die Kraft, mit der sie ein Teil auf eine Unterlage legen. Auf diese Weise bestimmt man die Variation der Montageebenen. Aus der Differenz zwischen der optischen Linie und den Abmessungen der Komponente ergibt sich die Bondline. Eine gleichbleibende Bondline erleichtert die Kompensation des unvermeidlichen Schrumpfens beim Fügeprozess.

» Die integrierte Station bietet eine kostengünstige Alternative zur Anschaffung mehrerer Systeme mit verschiedenen Fügeverfahren. «

Günter Hummelt. COO von nanosystec

Leistungsfähiges Software-Paket ›TestMaster‹

Das Softwarepaket ›TestMaster‹ kontrolliert alle Funktionen des Systems. TestMaster ist frei programmierbar, und die Abläufe eines Fügeprozesses können beliebig geändert werden. Dies ist bei wechselnden Aufgabenstellungen, wie sie in der Entwicklungsphase auftreten, von großem Vorteil. Die Anpassung der Ablaufsteuerung an neue Aufgaben kann vom Nutzer durchgeführt werden, spezielle Programmierfähigkeiten sind nicht erforderlich.

TestMaster sorgt nicht nur für effiziente Justage- und Fügeprozesse. Software-Module für die Messung von M², LVI-Kurven und RIN-Messungen sind ebenfalls enthalten. Damit lässt sich eine gefügte Baugruppe sofort auf dem System in vielfacher Hinsicht überprüfen.

Die leistungsfähige Bildverarbeitung lässt sich vielfältig nutzen – zunächst bei der Erfassung der Bauteile und der Kontrolle auf Beschädigungen oder Maßabweichungen. Dies geschieht in der Inspektionsstation, in der die Komponenten von allen Seiten betrachtet werden. Mithilfe der automatischen Positionserkennung wird die Vorausrichtung der Bauteile zueinander ermöglicht. Die Verringerung des Suchbereiches verkürzt die aktive Justage der Komponenten zueinander.

Die Bildverarbeitung dokumentiert die erreichten Arbeitsergebnisse und sorgt damit für eine lückenlose Qualitätskontrolle. Das Software-Paket kombiniert verschiedene Algorithmen, sodass stets eindeutige Ergebnisse erzielt werden.

Die Einbindung externer Geräte wie optische oder elektrische Spektrumanalysatoren ist leicht möglich. In der umfangreichen Bibliothek von TestMaster sind viele der gängigen Geräte bereits berücksichtigt. Eine Python-Schnittstelle gewährleistet größte Flexibilität.

© MIKROvent, Mainburg

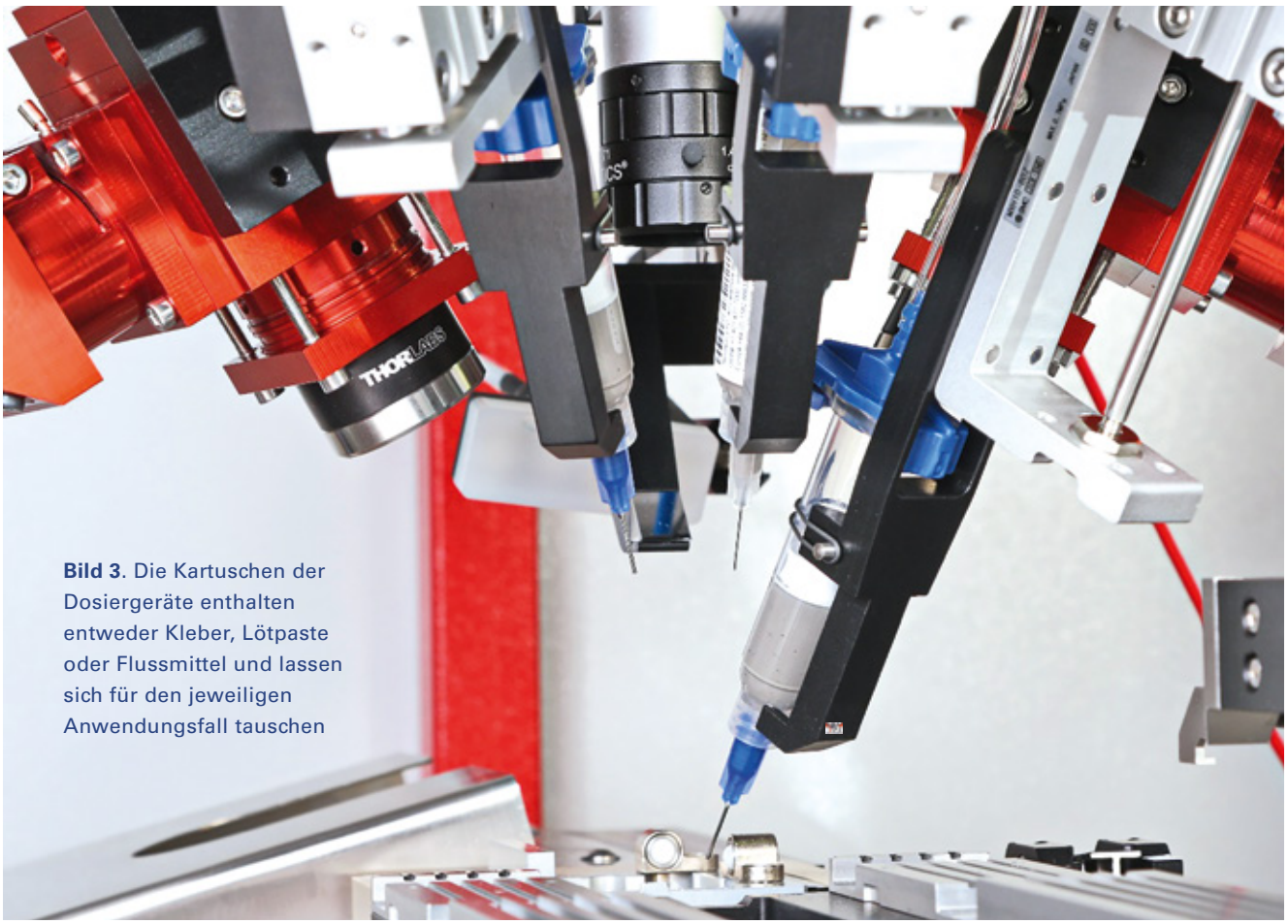

Bild 3. Die Kartuschen der Dosiergeräte enthalten entweder Kleber, Lötpaste oder Flussmittel und lassen sich für den jeweiligen Anwendungsfall tauschen

Fügemethoden: Kleben, Löten, Schweißen

Zum Auftragen von Epoxidkleber stehen verschiedene Dosiereinheiten zur Verfügung. In den meisten Fällen reicht eine Zeit-/Druckdosierung für nahezu alle handelsüblichen Epoxidkleber aus. Volumetrische Dosierer bilden eine interessante Alternative, um Variationen der Viskosität eines Klebers auszugleichen. Jetting kommt dann in Frage, wenn eine Vielzahl von Klebepunkten gesetzt wird und die Stellen gut erreichbar sind.

Selektives Laserlöten arbeitet nach einer ähnlichen Systematik. Nach erfolgreicher Justage appliziert der Dosierer Lötpaste auf die zu verbindenden Teile. Fein fokussierte und gerichtete Laserstrahlung schmilzt das Lot auf, und es entsteht eine feste, kraftschlüssige und elektrisch leitende Verbindung. Rapide Temperaturänderungen, mechanische Vibrationen oder harte Strahlung beeinflussen diese Verbindung nicht.

Die Dosierer lassen sich sowohl für Kleber als auch für Lötpaste oder Flussmittel einsetzen. Je nach Bedarf tauscht man einfach die Kartuschen und passt die Parameter für Zeit und Druck an der Kontrollelektronik an **(Bild 3)**.

Eine interessante Variation ist das Aufbringen von Lotmaterial mittels CVD oder PVD. Sind beide Teile entsprechend behandelt und durch Laserstrahlung erwärmt, ergibt sich eine sehr dünne Lotschicht, die trotzdem eine hohe Festigkeit aufweist.

Mikroschweißen mittels Laser wird ebenfalls zur Fixierung von Komponenten nach erfolgter Justage genutzt. Je nach Aufgabe gibt es Konfigurationen mit einem oder mehreren Laserstrahlen. Die Komponenten müssen eine metallische Oberfläche haben, vorzugsweise Edelstahl. Andere verwendbare Metalle sind Kovar und Nickel. Außerdem muss die mechanische Toleranz der Teile sehr gut sein, da eventuelle Spalte mittels Laserschweißen nicht überbrückt werden können, während dies beim Kleben oder Löten weniger kritisch ist. Für kleine Losgrößen kann Mikroschweißen auch zum Verschluss von Gehäusen eingesetzt werden.

Zukunftssichere Plattform für die Entwicklung

Welche der drei Methoden eingesetzt wird, hängt von der Aufgabenstellung und den eingesetzten Materialien ab. Da NanoHybrid auch nach der Erstinstallation auf- und umgerüstet werden kann, sichert dies die Investition über eine lange Zeit.

Der modulare Aufbau, die verschiedenen, frei kombinierbaren Fügemethoden und die effizienten Justieralgorithmen machen NanoHybrid zum idealen Instrument für die Entwicklung und die Kleinserie von elektrooptischen Bauteilen und Funktionsgruppen. Nicht zuletzt bietet die integrierte Station eine kostengünstige Alternative zur Anschaffung mehrerer Systeme mit verschiedenen Fügeverfahren. ■

❯ HERSTELLER

nanosystec GmbH
D-64823 Groß-Umstadt
info@nanosystec.com
https://nanosystec.com