PRÄZISIONSNAHT

LASERSCHWEISSEN Ein neuartiges Miniaturlabor zur DNA- und RNA-Analyse besteht aus einem steuernden Analyzer und einer neu entwickelten mikrofluidischen Einweg-Kartusche. Das System wird in einer Kombination aus Spritzguss- und Laserschweißverfahren hergestellt. Die Schweißnähte müssen dabei besonders präzise und dicht sein.

DNA- und RNA-Analysen bilden die Basis für eine Diagnostik mit hoher Sensitivität und Aussagefähigkeit. Bislang sind derartige Tests aufwendig und erfordern eine umfangreiche Laborausstattung. Das Miniaturlabor erschließt die Nukleinsäure-Analytik für kleinere Labors, Arztpraxen, Kliniken oder sogar Lebensmittelbetriebe. So kann beispielsweise direkt bei der Patientenaufnahme ein schneller Test auf antibiotikaresistente Erreger durchgeführt werden. Das Ergebnis gibt dann Gewissheit über die einzuleitenden Maßnahmen, ohne nennenswerte Wartezeiten.

Herzstück des Miniatur-Messsystems von Directiv ist ein Detektionsfeld, das Signale mit einem speziellen Verfahren sowohl optisch als auch elektrisch zum Auslesen bereitstellt. Das System verfügt über eine Multianalyse-Fähigkeit. Das heißt, das Detektionsfeld erlaubt die gleichzeitige Detektion mit bis zu 99 DNA-Sonden, also mehrere DNA-Sequenzierungen in einer Untersuchung. Zentrales Element des Gesamtsystems ist die Einweg-Kartusche. Sie enthält die benötigten Reagenzien und führt den eigentlichen Test durch. Die flüssige Probe durchläuft in langen mikrofluidischen Kanälen zahlreiche Prozessschritte, um am Ende auf das eigentliche Detektionsfeld zu gelangen.

Eine besondere Herausforderung stellt die Verschlusstechnik für die Mikrokanäle auf der Kartuschenunterseite dar. Die Forderung nach absoluter Dichtheit der knapp zwei Meter langen Schweißnähte leuchtet ein. Die Kanalquerschnitte dürfen nicht beeinträchtigt werden, um eine sichere Probenführung zu gewährleisten. Als mögliche Fügeverfahren kamen Kleben und Laser-Durchstrahl-Schweißen in Betracht. Dagegen fielen Verfahren, die auf Energieeinbringung durch Reibung basieren, aufgrund der geforderten absoluten Partikelfreiheit von vornherein weg.

Stoffschlüssige Verbindung

Das Laser-Durchstrahl-Schweißen kombiniert einen für die Laser-Wellenlänge transparenten Werkstoff mit einem absorbierenden. Der Laserstrahl wird durch das lasertransparente Formteil hindurch auf den absorbierenden Fügepartner fokussiert, wodurch dieser oberflächlich aufschmilzt. Das durchlässige Bauteil wird mit einer definierten Kraft angepresst und über Wärmeleitung ebenfalls plastifiziert: Eine stoffschlüssige Verbindung entsteht.

Für das lasergestützte Fügen sprachen die kurze Taktzeit, die guten Möglichkeiten der Prozessüberwachung, die Zuverlässigkeit, die hohe Schweißnahtfestigkeit und die Tatsache, dass keine Zusatzwerkstoffe erforderlich sind. Das Verfahren lässt sich problemlos im Reinraum einsetzen.

Als Werkstoff wurde aufgrund der medizinischen und mechanischen Anforderungen für das Hauptelement und die untere Abdeckplatte ein PC ausgewählt. Die obere Abdeckplatte ist ein 2K-Spritzguß aus PC und einem TPE. Auch sie wird mit dem Laser auf das Hauptelement geschweißt. Das Gehäuse wird zur Absorption der Laserstrahlung wahlweise mit einer schwarzen oder einer transparenten Einfärbung versehen. Die transparente Einfärbung ist mit einem speziellen

Wichtiges Bauteil für das Miniaturlabor zur Nukleinsäure-Analytik ist die Einweg-Kartusche.

Autor

Frank Brunnecker,
Leiter des Geschäftsbereichs Kunststoffschweißen,
LPKF Laser & Electronics, Erlangen,
f.brunnecker@lpkf.de

Das Schweißsystem ist mit einem Zwei-Stationen-Rundschalttisch ausgestattet.

Die flüssige Probe durchläuft in langen mikrofluidischen Kanälen auf der Kartuschenunterseite zahlreiche Prozessschritte.

Absorber für die eingesetzte Laserstrahlung ausgerüstet. Abdeckplatte und TPE der Front-Baugruppe sind ungefärbt und lassen die Transmission der Laserstrahlung zu.

Die funktionalen und herstellungsspezifischen Randbedingungen wurden bereits bei Konstruktion der Kassette berücksichtigt. Die gut für den Laserstrahl zugängliche Fügezone sowie die erforderliche Bauteilgenauigkeit sorgen für einen sicheren Schweißprozess.

Kompakte Schweißstation

Für die Fertigung der Baugruppe wurde von Wilden Gerresheimer zusammen mit LPKF Laser & Electronics ein geeignetes System gewählt. Zum Einsatz kam eine scannerbasierte Laserstrahl-Kunststoff-Schweißanlage der LQ-Power-Serie, die sämtliche erforderlichen Komponenten in einem funktionalen Gehäuse unterbringt. Die kompakte Schweißstation kann einfach für das Verwenden im Reinraum ausgelegt werden.

Der im Zentrum des Systems angeordnete Schweißkopf beinhaltet die Strahlführung und -formung, die Spanntechnik und alle erforderlichen Komponenten. Die Laserklasse 1 wird durch ein Kategorie-4-Sicherheitssystem der Schutzumhausung gewährleistet. Im rückwärtigen Gehäuseteil sind die Steuerung und die Peripheriegeräte des Lasers untergebracht.

Zunächst wurde eine Handbestückung der Schweißanlage realisiert. Für das Be- und Entladen während des Schweißvorgangs ist das System mit einem Zwei-Stationen-Rundschalttisch ausgestattet. Eine Nachrüstung mit einem Handlingsystem für die vollautomatische Zu- und Abführung ist möglich. Die erforderlichen Schnittstellen sind bereits vorhanden.

Die Erfahrungen in der Serienproduktion, sowohl mit dem Verfahren Laserstrahl-Kunststoff-Schweißen als auch mit der eingesetzten Schweißanlage, sind durchweg positiv. Die Anlage zeigt eine hohe Verfügbarkeit. Dazu tragen der praktisch wartungsfreie Diodenlaser und die zuverlässigen mechanischen und elektrischen Komponenten bei. Der robuste Prozess sorgt für eine hohe Ausbringung bei den gegebenen Schwankungen des Werkstoffs und der Bauteilgeometrie. ■

ERHÖHTE MARKTCHANCEN

Inklusive Software

Die Laserschweißanlage ist mit der Prozessüberwachungs- und Steuerungssoftware Proset ausgestattet. Das benutzerfreundliche Human-Machine-Interface erlaubt dabei eine einfache und schnelle Bedienung im Produktionsalltag. Das vom Schweißanlagen-Hersteller entwickelte Softwaretool erlaubt die schnelle Programmierung der Schweißkontur, der Vorschubgeschwindigkeiten oder der Laserleistung.