



Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung bis hin zur Programmbedienung

Maschinensteuerung.

Anwendungen im Mikrobereich erfordern höchste Präzision beim Laser-Durchstrahlschweißen. Die Steuerung der Laser-Werkzeugachsen muss entsprechend genau und zuverlässig arbeiten.

Für feinste Schweißnähte

**MANFRED HOFMANN
OLIVER HINZ**

Im Mikrobereich gewinnen Kunststoffe bei der Herstellung von Chips, Sensoren und elektronischen Bauelementen zunehmend an Bedeutung (Bild 1). Je winziger die zu verarbeitenden Elemente sind, desto größer ist aber das Problem, sie präzise miteinander zu verbinden. Um hochempfindliche Teile in diesen Dimensionen exakt zu fügen – ohne dass sie dabei beschädigt oder verformt werden – galt es, neuartige Bearbeitungsverfahren zu entwickeln. Diese Verfahren mussten anschließend in Maschinenkonzepten umgesetzt werden, die durch genaue und zuverlässige Steuerungstechnik den industriellen Herstellungsprozess ermöglichen.

Laser-Lösungen im Mikrobereich

Zu den speziellen Maschinenentwicklungen im Kunststoffschweißen der jüngsten Zeit gehören die Lasersysteme der Leister AG, Sarnen/Schweiz, (Typ: Novolas) (Bild 2). Diese Systeme bieten die verfahrenstechnisch optimierte Lösung für das Fügen von Kunststoffelementen im Bereich der Mikrotechnik.



Bild 1. Je winziger die Bauelemente sind, desto schwieriger lassen sie sich präzise miteinander verbinden: Mikrofluidik-Bauteil, 20 mm x 10 mm x 3 mm (Kanalbreite 0,2 mm)

Herkömmliche Fügeverfahren können den Anforderungen, die aus der ständigen Miniaturisierung von Kunststoff-Bauelementen resultieren, nicht genügen. Die mechanischen und thermischen Belastungen, die auf das Füge-teil und seine Umgebung einwirken, sind so hoch, dass intolerierbare Verformungen auftreten oder sich störende Wülste an den Schweißnähten bilden. Bei der Laserstrahlung dagegen kann die Energie, die zum Aufschmelzen des Materials notwendig ist, direkt an die Fügestelle gebracht werden, und ausschließlich dort wird die Strahlung in Wärme umgesetzt. Die Einflusszone der

Wärme bleibt minimal, ebenso die mechanische Beanspruchung durch den Fügedruck.

Beim Laser-Durchstrahlschweißen beispielweise durchdringt der Laserstrahl den oberen transparenten Fügepartner und wird vom darunter liegenden vollständig absorbiert. Die Strahlung wandelt sich dabei lokal in Wärme um, und es entsteht eine Kunststoffschmelze. Dabei erhält der transparente Kunststoff die benötigte Schmelzwärme direkt an der Fügestelle über Wärmeleitung vom dunklen Kunststoff. Die Vorteile dieses Verfahrens sind vielfältig:

KU103458

! Im Profil

Die **Leister Process Technologies** entwickelt und produziert an den Standorten Sarnen und Kägswil/Schweiz Kunststoffschweiß- und Heißluftgeräte in allen Leistungsklassen – von der komplexen Industrieanwendung bis zum einfachen Handwerker-Kompaktgerät. Die Kunden stammen aus fast allen Branchen der industriellen Fertigung: vom Automobil- und Maschinenbau über die Medizintechnik, Chemie- und Pharmabereich bis zur Mikrotechnologie und Elektronik.
www.leister.com

- minimale thermische Belastung der Fügepartner;
- kein Werkzeugverschleiß, da berührungslose Bearbeitung;
- schwingungsfreies Bearbeiten ohne Freisetzung von Partikeln;
- hohe Präzision und Festigkeit.

Präzise Schweißgeometrie durch exakte Bahnsteuerung

Das Durchstrahlschweißen wird in verschiedenen geometrischen Verfahren umgesetzt. Beim Konturschweißen beispielsweise bewegt sich ein punktförmiger Laserstrahl entlang einer beliebig programmierbaren Schweißkurve. Beim Maskenschweißen hingegen wird ein linienförmiger Laserstrahl quer über die Teile bewegt, die gefügt werden. Die Strahlung trifft nur dort auf die Fügefläche, wo verschweißt werden soll, da alle anderen Bereiche durch eine Maske abgeschattet werden. Die Maske ermöglicht es, feinste Strukturen im Mikrometerbereich abzubilden. Nahezu unsichtbare Schweißnähte, die gerade mal 100 µm breit sind, sind ebenso möglich wie das Schweißen fein strukturierter flächiger Partien.

Die Novolas-Systeme erleichtern dank hoher geometrischer Präzision und Güte der Schweißnähte den Einsatz von Kunststoffen in allen Bereichen der Feinstbearbeitung: in der Mikrosystemtechnik, Elektronik und Sensorik.

Die Präzision des Laser-Durchstrahlschweißens wird praktisch nur dann realisiert, wenn die Steuerungen der Laser-Werkzeugachsen entsprechend genau und zuverlässig arbeiten. Mit der Umsetzung eines dem anspruchsvollen Bearbei-

Bild 2. Laserschweißmaschine für den Mikrobereich



tungsverfahrens angemessenen CNC-Steuerungskonzepts beauftragte Leister die Eckelmann AG, Wiesbaden. Eingesetzt wird eine bewährte Bahnsteuerung (Typ: E. PNC55). Sie enthält auf einer kurzen PCI-Karte mit einem 32Bit-Prozessor aus der PowerPC-Familie die gesamte CNC-Funktionalität mit den erforderlichen Maschinen- und Antriebschnittstellen. Das Einsatzspektrum reicht von einfachen Punkt-zu-Punkt (PTP)-Positionierungsaufgaben bis zur 3D-Bahnsteuerung. Die Bahnsteuerung vereint als neue CNC-Lösung sämtliche Vorteile marktüblicher CNC-Steuerungen in einer eigenintelligenten und kostenattraktiven PC-Karte. Für besondere Maschinenmodelle ohne Bahnsteuerung setzt Leister eine SPS in PC-Karten-Format (Typ: PLC55, Hersteller: Eckelmann) ein.

Bedienergonomie durch kundenspezifische Anpassung

Die Leistungspotenziale dieses Bearbeitungsverfahrens müssen nicht nur auf Hardware-Ebene durch eine Bahnsteuerung adäquater Präzision unterstützt werden. Damit die Vorteile des Durchstrahlschweißens produktivitätsfördernd zum Tragen kommen, muss insbesondere auch die Mensch-Maschine-Schnittstelle – von der Maschineneinrichtung über die Para-

metervorgabe bis zur operativen Bedienung – ideal ergonomisch gestaltet werden (Titelbild).

Im Zentrum der Entwicklungsarbeiten von Eckelmann stand daher auch die Umsetzung der von Leister genau spezifizierten Bedienoberfläche. Die Bedienoberfläche der PC-basierten CNC läuft unter Windows-Standard-Betriebssystemen und wurde in Delphi5 erstellt. Statt der klassischen Aufteilung der Betriebsarten (Bedienung, Programmierung, und Parametrierung/Service) wurde eine hierarchisch gestufte Bedienerführung in drei Ebenen realisiert.

Beim Start der Maschine wird nach dem Laden der Firmware die Bedienebene 1 aufgerufen und automatisch die zuletzt verwendeten Prozessparameter (wie Lasereinstellung, Schweißtemperatur, Fügedruck) sowie das zuletzt ausgewählte Schweißprogramm (Konturprogramme) geladen. Die Bearbeitung kann auf Wunsch ohne weitere Eingabe gestartet werden. Die Visualisierung der Ebene 1 zeigt alle betriebsrelevan-

Seminarhinweis

Funktionale Zusatzstoffe in Kunststoffen

Die Vermittlung von grundlegendem und methodischem Wissen über die richtige Auswahl und den Einsatz aller relevanten Additive in Polymerwerkstoffen steht im Mittelpunkt des Seminars.

Leitung: Prof. Dr. mont. Erich Kramer
8. und 9. Mai 2006 in Mannheim

www.kunststoffe.de/seminare

ten Parameter wie z. B. Statusanzeige (SPS), Programmnummer (Bahndatensatz), Laserleistung, Schweißtemperatur und evtl. Warnhinweise. Bedieneringabe ist für das Auswählen von Schweißprogrammen und die manuelle Änderung von Leistung und Werkzeuggeschwindigkeit sowie das Anwählen der höheren Bedienebenen 2 und 3 vorgesehen. Die beschriebene automatische Initialisierung des Maschinenbetriebs erleichtert und beschleunigt den alltäglichen Maschinenbetrieb erheblich.

Die Passwort-geschützte Bedienebene 2 ermöglicht die Erstellung der Schweißprogramme (Konturprogramme), das manuelle Verfahren der Maschinen und die Eingabe von Technologieparametern sowie deren Test. Zur Erstellung der Konturprogramme dient

! Im Profil

Die **Eckelmann AG**, Wiesbaden, ist ein Spezialist für anwendungsspezifische Steuerungslösungen, verfügt über Applikationswissen in der Laserbearbeitung und über geeignete hauseigene Hard- und Software-Module zur Realisierung anspruchsvoller Bahnsteuerungen und Motion-Control-Anwendungen. In enger Kooperation zwischen Maschinenbauer und Steuerungshersteller entstehen Lösungen, die sowohl verfahrenstechnisch als auch von der Maschinenleistung und Bedienergonomie den Bedürfnissen der Endkunden angepasst sind. Eckelmann beschäftigt 200 Mitarbeiter und erzielte 2004 einen Umsatz von 26 Mio. EUR.
www.eckelmann.de

der Standard-DIN-Editor (ASCII-Editor) mit grafischer Konturanzeige. Dieses bewährte und in vielen Anwendungen immer wieder optimierte Werkzeug bietet komfortable grafische Unterstützung wie z. B. Zoomen, Drehen, Verschieben von Konturbereichen und ein ausgereiftes Zusammenspiel zwischen Text und Grafik-Modus (Satzauswahl durch Markieren innerhalb der Grafikanzeige). Es besteht aber auch die Möglichkeit, Konturen in Fremdformaten einzulesen und als DIN-Programm weiter zu bearbeiten.

Die dritte Bedienebene dient Einstell- und Servicezwecken. Hier werden Grenzwerte eingegeben und können Maschinendaten editiert werden. Vor allem die umfangreichen Historie-Funktionen (Trace, Fehler- und Warnhinweis-Logbuch) stehen auf dieser Ebene zur Verfügung.

Bediener- und technologie-spezifische Anpassung

Um Akzeptanz beim Endkunden zu gewährleisten, müssen mindestens zwei Faktoren erfolgreich realisiert werden:

Die Maschinensteuerung muss den anwendungstypischen, ergonomischen Bedürfnissen des Bedieners angepasst sein und darf durch aufwändige Spezialentwicklungen das Preis-Leistungs-Verhältnis von Standardkomponenten nicht sprengen.

Die Strategie der Eckelmann AG als Steuerungspartner des Maschinenbaus besteht darin, vorhandene, selbst entwickelte Hard- und Software-Komponenten den individuellen Einsatzbedingungen des Endkunden anzupassen. Das Design dieser Hausstandards ist so ausgelegt, dass die notwendigen Adaptationen mit einem Minimum an Entwicklungsaufwand umzusetzen sind. Dazu kommt die frühe und konsequente Kommunikation und Auseinandersetzung sowohl mit dem Maschinenkonstrukteur als auch mit dem Endkunden. So entstehen kostengünstige, anwendungsspezifische Lösungen auf der Basis hauseigener Hard- und Software-Standards. ■

DIE AUTOREN

DIPL.-ING. MANFRED HOFMANN, geb. 1954 ist bei Eckelmann im Bereich Embedded Control Systeme

Kundenbetreuer für CNC-Anwendungen;
m.hofmann@eckelmann.de

OLIVER HINZ, geb. 1964, ist bei der Leister Process Technologies Produkt Manager für Lasersysteme.

SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

For Ultrafine Welds

MACHINE CONTROL. Micro-scale applications require extreme precision in laser transmission welding. The laser tool axis control must operate with corresponding accuracy and reliability.

NOTE: You can read the complete article by entering the document number **PE103458** on our website at www.kunststoffe-international.com