

Mikroteile prozesssicher und ›komplett‹ fertigen

Euromicon Werkzeuge aus Sinn produziert Steckverbinder für Lichtwellenleiter. Um µm-Genauigkeiten auch bei hoher Variantenvielfalt zuverlässig zu erreichen, setzt das Unternehmen auf die **KOMPLETTBEARBEITUNG** auf Präzisionsdrehzentren.

Bild 1. Fertig konfektionierter, kompakter 12-kanaliger Steckverbinder für Lichtwellenleiter: Das Insert misst nur 15 mm im Durchmesser



KONRAD MÜCKE

Glasfasern leiten zuverlässig moduliertes Licht. Damit eignen sie sich zum einen für Laseranwendungen wie Schneiden und Schweißen. Zum anderen haben sie in der Datenkommunikation erhebliche Vorteile gegenüber metallischen Leitern. Kompakte Lichtwellenleiter übertragen schnell und sicher große Datenmengen. Deshalb nutzen unterschiedliche Branchen, darunter die allgemeine Datenkommunikation, die Automatisierungs-, die Mess- und die Medizintechnik, diese Technologie. Allgemein bekannt ist das ›schnelle Internet‹. Dabei transportieren Glasfaserkabel bei höchsten Übertragungsraten und -geschwindigkeiten die Daten zwischen individuellen Anschlusspunkten und Servern.

Spezialisiert auf hochgenaue Mikroteile

Glasfaserkabel bestehen im Allgemeinen aus einem Bündel von zwei bis zwölf einzelnen Lichtwellenleitern. Wie bei jedem Kabel müssen einzelne Abschnitte

immer wieder verbunden werden. Praktikabel ist dies allein mit Steckverbindern. Allerdings sind diese im mechanischen Aufbau wesentlich anspruchsvoller als Steckverbinder für elektrische Leitungen. Ein bekannter Hersteller hochwertiger Steckverbinder für Lichtwellenleiter ist die Euromicon Werkzeuge GmbH in Sinn. Das Unternehmen ist eine 100-prozentige Tochtergesellschaft der Euromicon AG,

› KONTAKT

HERSTELLER
Carl Benzinger GmbH
75180 Pforzheim-Büchenbronn
Tel. +49 7231 415 31-100
Fax +49 7231 415 31-388
www.benzinger.de

ANWENDER
Euromicon Werkzeuge GmbH
35764 Sinn
Tel. +49 2772 57559-0
Fax +49 2772 57559-19
www.euromicon-fa.de



Bild 2. Die Ferrulen (links vorn) und Inserts für Lichtwellenleiter-Steckverbinder müssen in Durchmessern, Rundheit, Zylindrizität und Konizität von Bohrungen und Außendurchmessern auf circa 2 µm genau und prozesssicher in wechselnden Losgrößen gefertigt werden

einem führenden Komplett-Lösungsanbieter für Kommunikations-, Übertragungs-, Daten- und Sicherheitsnetzwerke. Seit 1972 hat das Unternehmen umfassende Erfahrungen in der Produktion kleiner Präzisionsbauteile erworben.

Dieses Know-how in der Fertigung hochgenauer Mikrobauteile stellt die Voraussetzung dar, auf deren Grundlage der Hersteller seine Auftragsfertigung für Mikrokomponenten für Lichtwellenleiter-Steckverbinder ausgebildet hat. Heute produziert das Unternehmen nicht nur im Lohnauftrag optische Steckverbinder in Standard- und in kundenspezifischen Ausführungen, sondern bietet auch ein selbst entwickeltes Programm mit mehreren Varianten an Steckverbindern für Lichtwellenleiter. Zum Leistungsumfang gehören die Fertigung der Komponenten, die Montage und die Konfektion zu vollständigen Steckern und Kupplungen. Diese erfüllen unterschiedlichste Normen und Klassifizierungen, unter anderem beim Schutz gegen raue Umgebungsbedingungen.

Spezielle Anforderungen an die Genauigkeit in der Fertigung stellen die nur 1 bis 20 mm im Durchmesser messenden Komponenten für die Steckverbinder. Beispielsweise müssen die Inserts (Aufnahmen für Optiken und Ferrulen mit 15 bis 20 mm Durchmesser) an ihren Innen- und Außendurchmessern auf Genauigkeiten von 1 bis 2 µm gedreht werden (Bild 1). In den Zylindermantel werden etwa 0,5 mm tiefe und 2 mm breite axiale Nuten gefräst, die den Stecker im montierten Zustand exakt orientieren. Je nach Variante sind zwei bis zwölf Bohrungen mit 1,25 bis 2,5 mm Durchmesser einzubringen. Letztere dürfen im Durchmesser maximal 1 µm abweichen. In ihrer Lage gegeneinander und gegenüber dem Außendurchmesser sowie in der Winkligkeit gegenüber der Planfläche der Inserts sind 1 bis 2 µm Genauigkeit einzuhalten. Diese Bohrungen werden auf vertikalen Bearbeitungszentren bearbeitet, um die geforderten Genauigkeiten einzuhalten.

Als Ferrulen bezeichnet man Führungshülsen – meist aus Keramik – für die einzelnen Lichtwellenleiter beziehungsweise Glasfaserlitzen. Sie werden

in die Bohrungen der Inserts eingefügt. Sie haben 1,25 bis 2,5 mm Außendurchmesser, toleriert auf $\pm 0,5 \mu\text{m}$. Ferrulen mit Sonderabmessungen fertigt Euromicon aus Metall. Ihre Toleranzen betragen im Außendurchmesser $\pm 2 \mu\text{m}$. Zum Einkleben der Lichtwellenleiter sind Bohrungen mit 50 bis 1050 µm Durchmesser einzubringen – bei 1 bis 2 µm Genauigkeit in der orthogonalen Winkellage zum Außendurchmesser. Inserts und Metallferrulen bestehen aus Arcap, einer Legierung aus Kupfer und Nickel (Bild 2).

µm-genaue Mikroteile minimieren Verluste

Wie Christoph Werner, Fertigungsleiter bei Euromicon Werkzeuge, erläutert, entscheiden die hohen Genauigkeiten bei den Komponenten über die Funktion der Steckverbinder. »Jeder zusätzliche Mikrometer Abweichung von der Position und der Winkellage der Bohrungen sowohl in den Inserts als auch in den Ferrulen verursacht zusätzlich höhere Verluste bei der Datenübertragung in der Steckverbindung. Die hohen Genauigkeiten sind also direkt ein Maß für die Qualität der Steckverbinder«, betont Werner.

Selbstverständlich sieht sich der Hersteller in der Pflicht, als Spezialist stets höchste Qualität zu produzieren. Sein geschäftlicher Erfolg in den zurückliegenden 20 Jahren bestätigt diese Philosophie. Bis vor gut zwei Jahren schafften die Fertigungstechniker die überdurchschnittliche Präzision in der Mikroteilefertigung ausschließlich in mehreren separaten Bearbeitungsschritten. Zunächst drehte man Rohlinge von der Stange auf Langdrehmaschinen vor. Metallferrulen drehten und bohrten Spezialisten auf CNC-Drehmaschinen bei manuellem Auf- und Abspannen fertig auf die geforderten Genauigkeiten kleiner 4 µm. Inserts bohrte und fräste man anschließend in zwei weiteren Arbeitsschritten auf hochgenauen Bearbeitungszentren.

»Diese Vorgehensweise verursacht allerdings lange Durchlaufzeiten«, berichtet Werner und ergänzt: »Zudem benötigen wir zahlreiche gut ausgebildete

Bild 3: Ulrich Thorschmidt ist von den Vorteilen der kompakten Präzisionsdrehzentren »DOLittle« überzeugt: Zur Komplettbearbeitung von Mikroteilen verfügen sie über direkt angetriebene Haupt- und Gegenspindeln, eine Y-Achse sowie linear aufgebaute Werkzeugblöcke für statische und eine schwenkbare Bearbeitungseinheit für angetriebene Werkzeuge



und spezialisierte Mitarbeiter für die einzelnen Fertigungseinrichtungen.« Einhergehend mit kleineren Losgrößen und einer zunehmenden Variantenvielfalt fordern die Auftraggeber aber kürzere Lieferfristen und günstigere Kosten. Werner erachtete in dieser Situation die Komplettbearbeitung von der Stange als eine vorteilhafte Lösung für seine Fertigungsaufgaben.

Komplettbearbeitung für Präzision mit Flexibilität

Anhand technischer Informationen und Referenzen kristallisierte sich heraus, dass die Präzisionsdrehzentren von Carl Benzinger aus Pforzheim die Anforderungen an die Genauigkeit erfüllen können. So entschieden sich Werner und sein interner Drehspezialist Ulrich Thorschmidt nach ausführlichen Gesprächen mit den Fachleuten von Benzinger für die Investition in zwei Drehzentren »DOLittle«. Auf ihnen fertigt Euromicon Metallferrulen und Inserts in Losgrößen von wenigen Hundert bis zu mehreren Tausend Mikroteilen. Nach einigen Optimierungen gelingt dies inzwischen prozesssicher und bei höchsten Genauigkeiten auch in unbeaufsichtigten Schichten. Werner betont einen besonderen Vorteil dieses Bearbeitungskonzepts: »Fertigen wir die Inserts und Metallferrulen auf der »DOLittle«, benötigen wir nur noch zwei statt ehemals drei Fertigungsschritte, denn wir sparen die Vorbearbeitung von Rohlingen. Zudem verwirklichen wir eine erheblich bessere Rundheit an den Außendurchmessern und eine genauere Rechtwinkligkeit der Planfläche zum Außendurchmesser.«

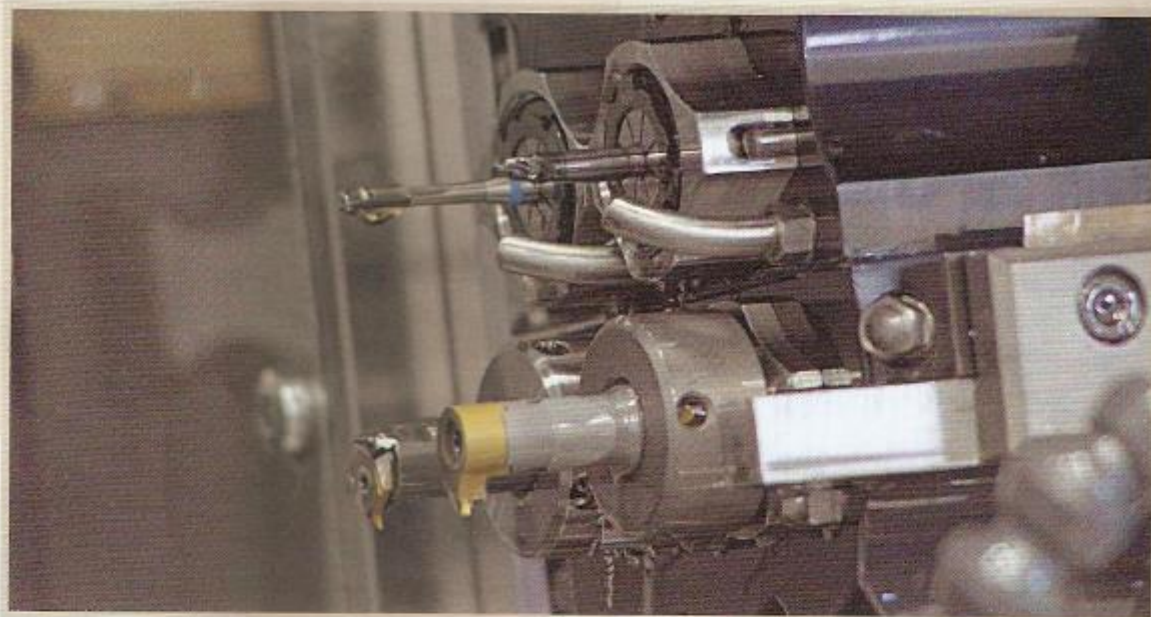
Die Präzisionsdrehzentren verfügen über eine Haupt- und eine Gegenspindel, linear aufgebaute Werkzeugblöcke für statische und angetriebene Werkzeuge sowie – auf dem Querschlitten oben angeordnet – eine schwenkbare Bearbeitungseinheit für Blöcke mit bis zu drei angetriebenen Werkzeugen



Bild 4: Christoph Werner (li.), Fertigungsleiter bei Euromicon in Sinn, und Walter Köheler, Verkaufsleiter bei Carl Benzinger in Pforzheim, überzeugen sich von der Genauigkeit und der Qualität der bearbeiteten Mikroteile

(Drehzahlen bis 18 000 min⁻¹) (Bild 3). Der Spindel-durchlass ermöglicht das Bearbeiten von Stangen bis 16 mm Durchmesser. Als spezielle Option sind die Drehzentren mit einem piezoelektrischen Taster von Blum Novotest ausgerüstet. Er prüft insbesondere Bohrer auf Werkzeugbruch. Darüber hinaus kann er exakt die Längen der Bohrer und Fräser erfassen. Wegen seiner hohen Empfindlichkeit und der niedrigen Antastkräfte gelingt dies zuverlässig auch bei Bohrern mit nur 50 µm Durchmesser. Wie Werner erläutert, vereinfacht und beschleunigt das Messen im Arbeitsraum erheblich das Auf- und Umrüsten der Präzisionsdrehzentren und sorgt für höchste Prozesssicherheit. »In unbeaufsichtigten Zeiten unterbricht das Drehzentrum die Fertigung bei einem Werkzeugbruch. Somit schließen wir kostenintensiven Ausschuss aus«, fügt er an.

Präzise, vorgespannte Wälzführungen in allen Linearachsen, hohe Rundlaufgenauigkeiten der Haupt- und der Gegenspindeln (Direktantrieb mit Drehzahlen



bis 15 000 min⁻¹) sowie eine exakt positionierende Y-Achse (Stellweg 80 mm) sorgen dauerhaft für Maßgenauigkeiten von weniger als 2 µm und Rundlaufgenauigkeiten bis hinunter zu 0,5 µm an den gedrehten, gefrästen und gebohrten Werkstücken. Die optimale Dämpfung und die Stabilität des stark verrippten Schrägbetts verhindern Schwingungen. Das minimiert das Risiko von Werkzeugbruch insbesondere bei den Mikrobohrern und -fräsern aus Vollhartmetall mit Durchmessern von wenigen Hundertstel- bis zu einigen Zehntelmillimetern.

Temperaturstabil für gleichbleibende Genauigkeit

Zur Genauigkeit in der Serienfertigung berichtet Walter Köcheler, Verkaufsleiter bei Benzinger: »In Zusammenarbeit mit den Fertigungstechnikern in Sinn haben wir eine ausgeklügelte Temperaturstabilisierung für die Präzisionsdrehzentren realisiert. Nicht nur der Werkstattraum, sondern auch der Arbeitsraum der Maschinen und das als Kühlschmierung eingesetzte Öl für den Bearbeitungsprozess werden auf konstanter Temperatur gehalten. Somit können wir gewährleisten, dass unsere Präzisionsdrehzentren im Bearbeitungsprozess stabil und unabhängig von Umgebungseinflüssen die geforderten Genauigkeiten einhalten« (Bild 4).

Für Werner haben die Drehzentren aus Pforzheim nicht nur die Forderungen an die Genauigkeit erfüllt: »Vor allem verwirklichen wir mit der Komplettbearbeitung eine wesentlich höhere Flexibilität. Wir können direkt von der Stange Ferrulen und Inserts bis 15 mm Durchmesser innerhalb kürzester Zeit produzieren. Damit entsprechen wir einerseits den Forderungen unserer Auftraggeber und können uns andererseits zusätzliche Aufträge sichern. Denn zuneh-

mend kommt es darauf an, die große Variantenvielfalt an Komponenten für Lichtwellenleiter-Steckverbinder nicht nur kostengünstig, sondern flexibel in kleineren Losgrößen auch innerhalb kürzester Fristen zu liefern. Die hochgenaue Komplettbearbeitung auf den Präzisionsdrehzentren von Benzinger hat sich in dieser Situation für uns als geradezu ideal erwiesen.«

Wirtschaftlich bei kleinen Losgrößen

Zur hohen Flexibilität in der Mikro- und Präzisionsfertigung bei Euromicon Werkzeugen trägt auch das Werkzeugkonzept der Drehzentren von Benzinger bei. Die Werkzeuge können in den Werkzeugblöcken außerhalb der Maschinen voreingestellt werden (Bild 5). Beim Wechseln halten die Blöcke Genauigkeiten kleiner 5 µm ein. Das minimiert die Rüstzeiten und vereinfacht den Umrüstvorgang beim Wechsel auf unterschiedliche Varianten der Mikroteile. Wie Werner bestätigt, ist man inzwischen so flexibel, dass schon Losgrößen ab 200 Ferrulen mit täglich ein- oder gar zweimaligem Umrüsten der Drehzentren lohnend sind. »Wir fertigen jetzt die einbaufertigen Mikroteile direkt von der Stange. Somit sind wir unabhängig von längerfristigen Planungen. Wir können ohne kostenintensive Zwischenlager für vorge-drehte Röhlinge innerhalb kürzester Zeiten selbst exotische Varianten liefern. Deshalb arbeiten wir mit Komplettbearbeitung auch wesentlich wirtschaftlicher«, ergänzt er die Vorteile der Präzisionsdrehzentren. ■ MI110347

AUTOR

KONRAD MÜCKE ist freier Fachjournalist für Maschinenbau in Schluchsee; info@machpr.de

Bild 5. Im Werkzeugblock über Spannzangen eingespannte Mini- und Mikrowerkzeuge zum Bohren und Stechdrehen