

Präzision unter Volllast

Wie hochdynamische Bewegungssysteme die Laserbearbeitung von Stents, Kathetern und Hypotubes beschleunigen – ohne Abstriche bei der Schnittqualität



Laserschneiden

Das Laserschneiden hat sich hier als bevorzugtes Verfahren etabliert, da es eine hohe Genauigkeit bei minimaler Materialverzerrung ermöglicht. Doch die Voraussetzung für qualitativ hochwertige Ergebnisse ist eine fehlerfreie Bewegungstechnik. Besonders die Kombination von rotatorischen und linearen Bewegungssystemen spielt hierbei eine zentrale Rolle.

Bewegungssysteme in der Laserschneidtechnik

Laserschneiden erfordert eine exakte Positionierung des Werkstücks, da der Laserstrahl nur dann präzise arbeiten kann, wenn die Position des Rohres während des gesamten Schneideprozesses konstant bleibt. Dies gilt insbesondere für die Fertigung von Mikrorohren, bei denen es auf höchste Präzision und feine Schnittkanten ankommt. Hierfür ist die Kombination von rotatorischen und linearen Bewegungssystemen unerlässlich.

Linear- und Drehtische

Lineartische sind für die präzise Verlagerung der Rohre entlang einer geraden Achse verantwortlich. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, das

Laserfertigung von Stents in der Medizintechnik durch Laserschneiden

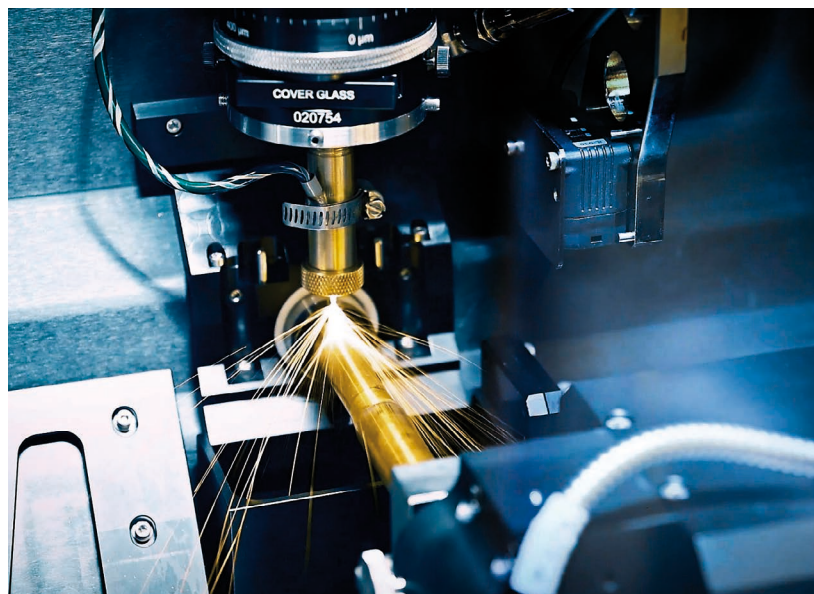
Zylindrische Mikrorohre für Stents, Katheter oder Biopsiekanülen sind essenzielle Komponenten der modernen Medizintechnik. Ihre Fertigung verlangt Laserschneidprozesse, die sowohl höchste Präzision als auch einen schnellen Durchsatz gewährleisten. Das stellt hohe Anforderungen an die Bewegungstechnik: Nur wenn Antrieb, Steuerung und Mechanik perfekt aufeinander abgestimmt sind, gelingen feine Schnitte in kurzen Taktzeiten. Dieser Fachbeitrag zeigt, worauf es beim Aufbau solcher Systeme ankommt – von der richtigen Spanntechnik über die mechanische Integration bis hin zum präzisen Servotuning.



Mikrometergenaue Bearbeitung

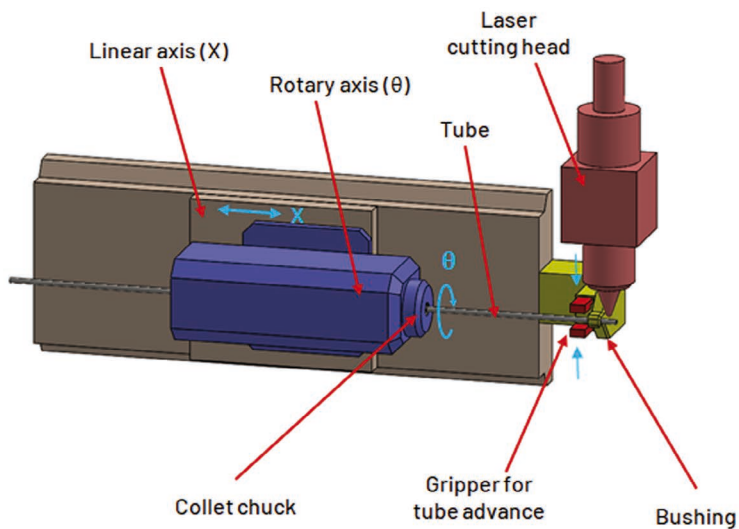
Die Anforderungen an die Fertigung von Mikrorohren in der Medizintechnik sind hoch. Stents, Katheter und Hypotubes müssen nicht nur millimetergenau, sondern in Mikrometern präzise bearbeitet werden, um ihre Funktion und Sicherheit zu gewährleisten. Bereits geringfügige Fehler bei der Schnittführung können zu defekten Bauteilen führen,

die in medizinischen Anwendungen ernsthafte Komplikationen nach sich ziehen. Gleichzeitig müssen jedoch auch hohe Stückzahlen bei minimalen Taktzeiten erreicht werden, was eine enge Verzahnung von Präzision, Geschwindigkeit und Wiederholbarkeit verlangt.



Rohrlaserbearbeitung

Autor:
Brian Fink
Produktmanager
Aerotech Inc.
<https://de.aerotech.com/>



Mechanische Komponenten eines Präzisions-Rohrschneidesystems für die Teilemanipulation

Rohr exakt in die richtige Position zu bringen. Drehtische hingegen rotieren das Werkstück um seine Achse und sorgen so für die korrekte Position des Rohres während des Schneidens. Diese zwei Arten von Bewegungssystemen müssen präzise aufeinander abgestimmt sein, um die Schnittgenauigkeit zu maximieren und gleichzeitig die Durchsatzraten zu steigern.

Dabei dürfen die Bewegungsachsen nicht nur separat betrachtet werden – die Integration beider Systeme muss so erfolgen, dass sie in perfektem Zusammenspiel arbeiten. Fehler in der Montage oder ungenaue Ausrichtungen führen schnell zu größeren Fehlern im Schneidprozess, was zu Materialverlust und erhöhten Produktionskosten führen kann.

Die Rolle der Spanntechnik

Ein zentrales Element in der Fertigung von Mikrorohren ist die Wahl der richtigen Spanntechnik. Die Spannzange muss das Rohr so fixieren, dass es während des gesamten Schneidprozesses exakt positioniert bleibt, ohne jedoch den materialschonenden Prozess zu gefährden. Es gibt verschiedene Arten von Spanntechniken, die in der Medizintechnik verwendet werden, darunter ER-Spannzangen und Druckspannzangen.

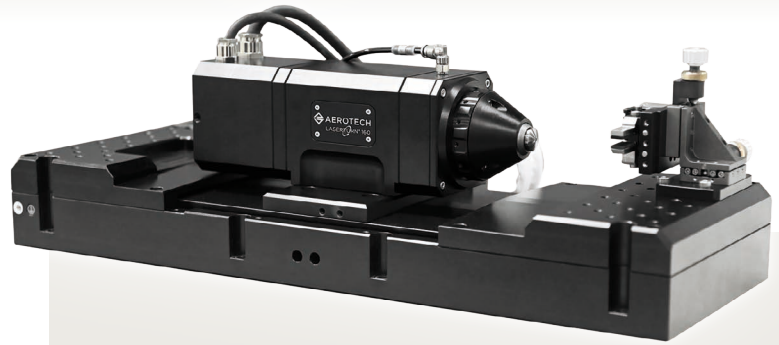
ER-Spannzangen bieten eine flexible Lösung, da sie sich im geöffneten Zustand in der Größenordnung

von Hunderten Mikrometern im Kegelbereich bewegen können. Diese Bewegung führt zu einer leichten axialen Verschiebung des Rohrs während des Schließvorgangs. Im Gegensatz dazu bieten Druckspannzangen eine präzisere Fixierung. Sie reduzieren die axiale Bewegung des Rohrs auf einen Bereich von nur wenigen Mikrometern und bieten somit eine bessere Stabilität während des Schneidens. Die Wahl der richtigen Spanntechnik ist entscheidend, da sie nicht nur die Präzision der Schnitte beeinflusst, sondern auch den Durchsatz des gesamten Prozesses optimiert.

Systemintegration

Die Herausforderung der Kombination von Linear- und Drehtisch: Die Kombination von rotatorischen und linearen Bewegungssystemen ist eine der größten Herausforderungen in der Konstruktion von Laserschneidsystemen. Eine fehlerhafte Integration der beiden Systeme kann zu erheblichen Ungenauigkeiten führen. Besonders wichtig ist hierbei die Konstruktion der Schnittstelle zwischen Lineartisch und Drehtisch.

Die Schnittstelle muss ausreichend steif sein, um Vibrationen zu minimieren, die die Präzision des Schneidprozesses beeinträchtigen könnten. Gleichzeitig muss die Ausrichtung der beiden Achsen in Bezug zueinander exakt vorgenommen werden, um sicherzustellen,

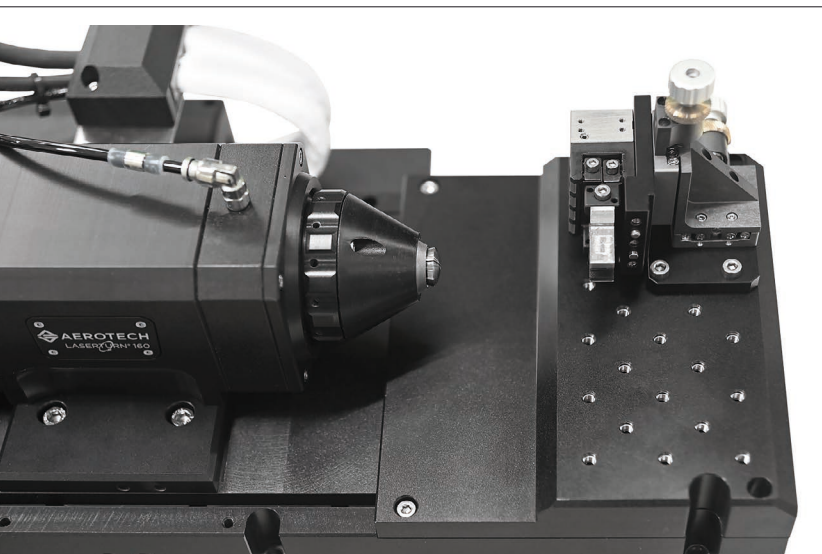


Das Linear-Rotations-System LaserTurn 160 von Aerotech ist speziell für die Laserbearbeitung zylindrischer Medizintechnikkomponenten bei hohem Durchsatz konzipiert.

dass das Rohr bei jeder Rotation und Linearbewegung immer in der richtigen Position bleibt. Hierbei ist eine präzise Ausrichtung der Rotationsachse zur Translationsachse von größter Bedeutung. Ein Präzisionsprüfstift und digitale Messgeräte wie die Digitalmessuhr werden häufig eingesetzt, um diese Ausrichtung zu überprüfen und sicherzustellen, dass die Achsen korrekt zueinander ausgerichtet sind.

Motorsteuerung und Kraftübertragung

Zudem spielen die Motorsteuerung und die Kraftübertragung eine große Rolle bei der Synchronisierung der beiden Bewegungsachsen. In modernen Systemen werden meist Direktantriebe eingesetzt, um eine besonders präzise und dynamische Bewegung zu gewährleisten.



Das LaserTurn 160 kombiniert direkt angetriebene Linear- und Rotationsachsen mit automatisiertem Materialhandling und ermöglicht präzises Laser-Nassschneiden.

Diese Systeme minimieren mechanische Verluste und verbessern die Präzision erheblich. Auch die Kabel- und Schlauchführung muss so optimiert werden, dass sie keinerlei Reibung oder Spannung erzeugt, die die präzise Bewegung beeinträchtigen könnten. Die Verwendung flexibler, hochbeständiger Materialien in der Führungstechnik ist deshalb unerlässlich, um unnötige Widerstände und Vibrationen zu vermeiden.

Tuning und Kalibrierung für optimale Leistung

Neben der mechanischen Integration der Bewegungssysteme spielt auch die Steuerungstechnik eine wichtige Rolle. Ein optimal abgestimmtes Servosystem ist entscheidend, um die gewünschte Geschwindigkeit und Präzision zu erreichen. Beim Servotuning werden Servo-Loop-Verstärkungen eingestellt, um die besten Leistungseigenschaften des Systems zu erzielen. Dies ist besonders wichtig für die Laserschneidtechnik, bei der jede Bewegung exakt gesteuert werden muss, um die Qualität der Schnitte sicherzustellen.

Eine präzise Kalibrierung der Systeme ist ebenfalls notwendig, um sicherzustellen, dass alle Bewegungen innerhalb der geforderten Toleranzen stattfinden. Um die Genauigkeit der Bewegungsplattform zu überprüfen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen, werden erfahrungsgemäß Laserinterferometer und Auto-

kollimatoren verwendet. Das Tuning der Servosysteme muss nicht nur auf eine schnelle Reaktionsfähigkeit abzielen, sondern auch auf die Minimierung von Overshoot und Nachschwingen. Ein zu schnelles System kann das Werkstück verzerren oder den Laserstrahl falsch ausrichten, was fehlerhafte Schnitte verursacht.

Auf der anderen Seite kann ein zu langsames System den Durchsatz verringern und so die Produktionskosten erhöhen. Daher ist die Optimierung der Reaktionszeit

und Stabilität von entscheidender Bedeutung.

Fazit: Die Zukunft gehört u. a. den Mikrorohren in der Medizintechnik

Die Fertigung von Mikrorohren für die Medizintechnik stellt eine hohe technische Herausforderung dar. Die richtige Kombination aus Präzision, Geschwindigkeit und Materialschonung ist der Schlüssel zu erfolgreichen Produktionsprozessen. Durch die Optimierung von Bewegungs-

systemen – von der Wahl der Spanntechnik über die mechanische Integration bis hin zum präzisen Tuning der Steuerungssysteme – können Medizintechnikhersteller sowohl die Qualität ihrer Produkte verbessern als auch ihre Produktionskapazitäten messbar steigern.

Für Ingenieure und Entscheider in der Medizintechnikbranche ist es somit unerlässlich, bei der Wahl und Integration von Laserschneidsystemen auf die Feinheiten der Technologie zu achten. Durch gezielte Anpassungen und kontinuierliche Optimierungen können die Fertigungsprozesse weiter verbessert werden, was nicht nur zu einer höheren Produktqualität führt, sondern auch die Produktionskosten senkt und die Durchsatzraten erhöht.

Wer schreibt:

Brian Fink ist bei Aerotech Inc. Produktmanager für Achsen, Motoren, Hexapoden und andere mechanische Geräte. Er verfügt über mehr als 15 Jahre Erfahrung in der Präzisionsbewegungssteuerung und war in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Anwendungstechnik, Vertrieb und Marketing tätig. Fink hat einen Master-Abschluss in Maschinenbau und Betriebswirtschaft der University of Pittsburgh. ◀



HermesSys: Bewegungsplattform mit hoher Steifigkeit für optimale Schweißqualität bei Laser-Nachtschweißanwendungen im Medizintechnikumfeld.

VascuLathe – innovatives Schneidsystem für die Stent-Herstellung mit hohem Durchsatz. Die Plattform ist mit einer leistungsstarken und zugleich benutzerfreundlichen Aerotech-Steuerung ausgestattet.