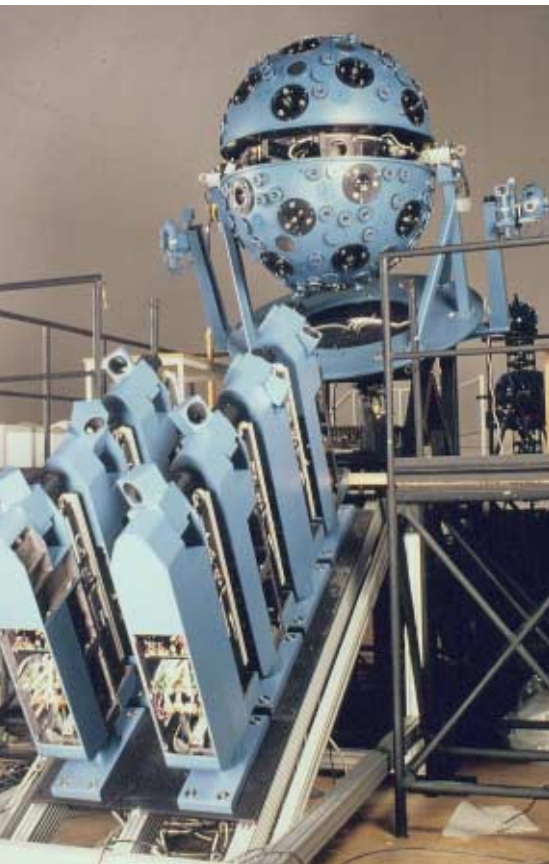


Von Mini zu Mikro

Spielfreie Präzisionsgetriebe und Servoantriebe

Jörg Stolze, Lostau; Matthias Mendel, Limburg

Spielfreie Mikroantriebe werden immer kleiner: Sie bieten hohe Präzision für Antrieb und Justage mit Durchmessern bis hinunter zu 8 mm. Typische Anwendungen sind in der Präzisionsoptik, der Messtechnik, der Mikrorobotik und der Medizintechnik zu Hause.



In den Planetarien von Carl Zeiss bewegen Miniservoantriebe die Projektoren (Quelle: Carl Zeiss)

eingeführt. Denn die Mikrotechnik ist längst aus ihrem Nischendasein getreten und entwickelt sich zum prägenden Element einer neuen Industriegeneration.

Die spielfreien Harmonic-Drive-Getriebe mit höchster Wiederholgenauigkeit im Winkelsekundenbereich bieten hierfür beste Voraussetzungen. Direkte Positionierungen bei hoher Auflösung sind problemlos möglich. Bei hohen Anforderungen an solche präzisen Positionierachsen sind die bekannten miniaturisierten Planetengetriebe überfordert, da sie spielfrei nicht verfügbar sind. Durch den immer höheren Automatisierungsgrad und die technische Weiterentwicklung in den genannten Anwendungsbereichen steigen die Anforderungen an Getriebe und Antriebe für solche Positionierachsen. Auch Bau- und Gewichtseinsparungen sind hier allgemeine Trends. Die Funktionsweise der spielfreien, kompakten Harmonic-Drive-Getriebe ist bekannt, insbesondere den Entwicklern von Werkzeugmaschinen, Robotern oder Druckmaschinen sowie in der Luft- und Raumfahrt und der Medizintechnik. In diesen Branchen werden in der Regel Getriebe und Antriebe höherer Leistungsklassen eingesetzt.

Verbesserte Minigetriebe für höheres Drehmoment

Für den Leistungsbereich unter 100 W werden Mini-Harmonic-Drive-Getriebe und -Servoantriebe angeboten. Die Getrie-

be und Antriebe der Baugrößen 5, 8, 11 und 14 haben einen Durchmesser von nur 20 bis 50 mm. Neben der Spielfreiheit und hohen Positioniergenauigkeit weisen sie ein sehr geringes Gewicht und geringe Abmessungen auf. Die Drehmomentkapazität des derzeit kleinsten Getriebes »HDUC-5« beträgt 0,45 Nm bei einem Durchmesser von 20 mm (Bild 1). Die Baugrößen 8, 11 und 14 mit einem Durchmesser von 30, 40 oder 50 mm wurden in der Einbausatzversion sowohl in den Abmessungen als auch bezüglich der Drehmomentkapazität wesentlich verbessert. Das zulässige Beschleunigungsmoment wurde bei der Baureihe HFUC um rund 40 Prozent erhöht, sodass die Drehmomentkapazität bei noch kompakteren Abmessungen wesentlich gestiegen ist.

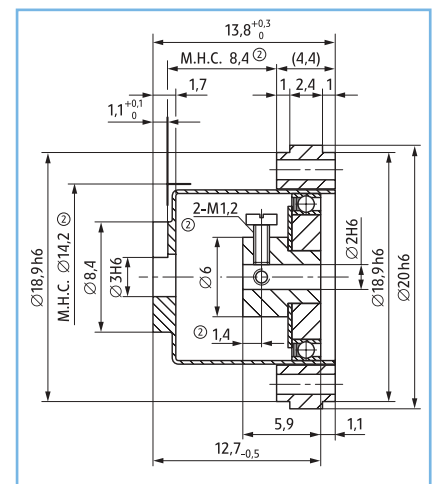


Bild 1. Die kleinste Baugröße der Harmonic-Drive-Getriebe bietet 0,45 Nm Drehmomentkapazität bei 20 mm Durchmesser

Der Bedarf an sehr kompakten, leistungsfähigen und insbesondere spielfreien Servoantrieben im Miniaturformat steigt stetig, unter anderem bei der Herstellung von Halbleiterbauteilen, Vakuumbeschichtungsanlagen, Koordinatenmessmaschinen und Mikroskopen. Darum hat Harmonic Drive bereits vor einigen Jahren Getriebe und Servoantriebe im Miniatur- und jetzt sogar im Mikroformat in den Markt

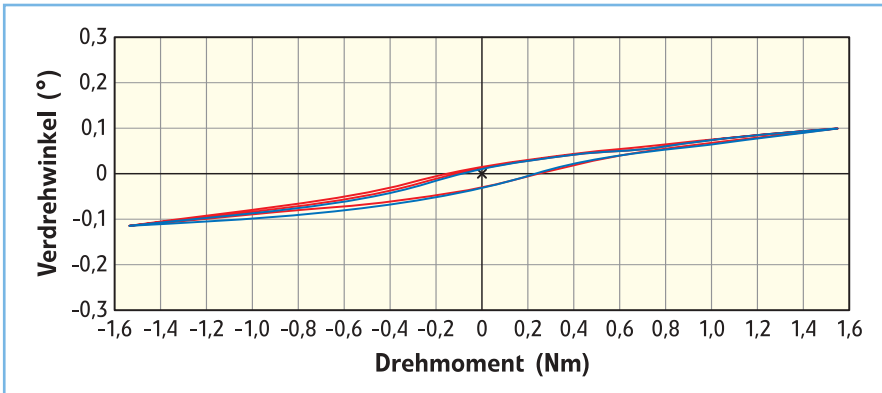


Bild 2. Auch die Mini-Baureihe der Getriebe weist nun erhöhte Torsionssteifigkeit auf

Die Verwendung der patentierten IH-Verzahnung für die Mini-Baureihe hat auch die Torsionssteifigkeit dieser Getriebe spürbar erhöht (Bild 2). Da es weitere Anforderungen des Markts gibt, die kleinste Baugröße 5 ebenfalls leistungsgesteigert zu verwenden und möglichst noch kleinere Baugrößen mit höheren Drehmomentkapazitäten anzubieten, wurde ein neues Entwicklungsprojekt gestartet. Die Baugröße 5 (20 mm Durchmesser) soll bezüglich Drehmomentkapazität und Abmessungen weiter optimiert werden. Als

eine Weltneuheit soll die kleinste Baugröße 3 der Harmonic-Drive-Getriebe mit einem Durchmesser von 13,6 mm entwickelt werden. Diese spielfreien Getriebe werden voraussichtlich etwa 0,45 Nm Drehmoment übertragen können.

Einige typische Beispiele sollen die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten dieser hochpräzisen Miniaturgetriebe und Servoantriebe verdeutlichen. Carl Zeiss verwendet diese Minigetriebe in verschiedenen Bauarten, unter anderem die Baugröße 11 mit einer Untersetzung von $i = 167$ für die

motorische Fokussierung von hochwertigen Mikroskopen. Ein Harmonic-Drive-Getriebe der Baugröße 8 wiederum dient zur Handfokussierung von Mikroskopen. Kompaktheit, Laufgüte und höchste Genauigkeit sind Hauptforderungen in dieser Anwendung. Die hochpräzisen Getriebe in den Mikroskopen ermöglichen generell eine höhere Genauigkeit.

Carl Zeiss stellt auch Planetarien her (Titelbild). Über hochpräzise Projektoren wird der Lauf der Planeten in der Sternkugel exakt aufeinander abgestimmt. Den Antrieb dieser Projektoren übernehmen Miniservoantriebe der Baugrößen 5 bis 14. Von der erreichten Gesamtqualität kann sich jeder Besucher in einem der weltweit installierten Planetarien überzeugen.

Die OKM Optische Koordinatenmesstechnik, Jena, verwendet Miniservoantriebe der Baugröße 8 in Koordinatenmessmaschinen. Der Servoantrieb schwenkt hierbei das zu vermessende Bauteil. Spielfreiheit im Getriebe ist hier zwingende Voraussetzung. Dies gilt in ähnlicher Weise für die Vakuumbeschichtungsanlagen der Manfred von Ardenne Anlagentechnik,

Ultraschnelle Scanner

- μ rad Auflösung
- Kippwinkel bis 2°
- einfache Steuerung

Anwendung:

- Faseroptik
- Laser-justage
- Scanning
- Optikmontage

piezosystem jena
Prüssingstraße 27 · D-07745 Jena
Telefon: +49 3641-66880
Fax: +49 3641-668866
e-mail: info@piezोजना.com

www.piezोजना.com

systro
Elektronik für Systeme

klein ■ stark ■ intelligent

vernetzbare Positionierantriebe

... für bürstenlose DC-Servomotoren neu!

- verschleißarme Technologie in äußerster kompakter Bauform (Panasonic-Motoren, Serie "S")
- Leistungsbereich 30 W ... 750W
- hochauflösendes Messsystem (8000 I/Umdr.)
- voll digitale Positioniermodule (80V/10A)
- interpolationsfähig durch Bahn Datenspeicher
- vernetzbar über RS 485-Feldbus
- weitere Positionierantriebe für Schrittmotoren, DC-Motoren, Spindelmotoren sowie I/O-Module verfügbar

Wir stellen aus:

SPS/PC DRIVES
Elektrische Automatisierung
Systeme und Komponenten
Fachmesse & Kongress
26.-29. Nov. 2002 Nürnberg
Halle 3 · Stand 3-562

isel

Prospektbestellungen in unserer "Hotline!"
www.isel.com

systro GmbH ■ Sachsenweg 8 ■ D-36132 Eiterfeld
Fon: (0 66 72) 898-620 ■ Fax: (0 66 72) 898-688 ■ e-mail: electronic-sales@systro.de

970384 AD008
KW 41/2002

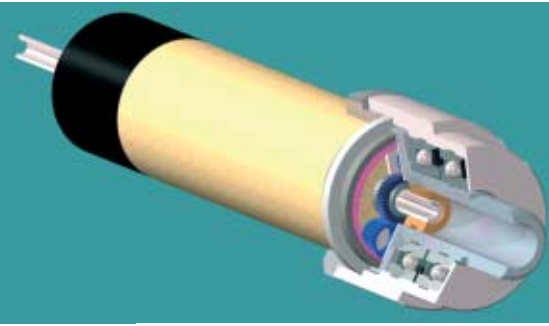


Bild 3. Die zentrale Hohlwelle ist Kernbestandteil des kleinsten Positionierantriebs der Welt

wo Miniservoantriebe der Baugröße 14 zur hochgenauen Positionierung eines Rundtisches in der Beschichtungsanlage dienen. Auch hier sind die wichtigsten Anforderungen – Spielfreiheit, Positioniergenauigkeit und Kompaktheit – erfüllt.

Mikrogetriebe mit 10 mm Durchmesser

Die Micromotion, eine Schwestergesellschaft von Harmonic Drive mit Sitz in Mainz, hat vor einiger Zeit das weltkleinste spielfreie Positioniergetriebe, das Micro-Harmonic-Drive-Getriebe, eingeführt. Die ersten Serienanwendungen liegen in der Photonik und der Halbleiterfertigung. In hochwertigen optischen Schaltern müssen beispielsweise Fasern und Spiegel hochdynamisch und hochgenau positioniert werden. Hierfür ist das neue Getriebe mit seinem Drehmoment von 30 mNm bei einem Außendurchmesser von nur 10 mm ideal geeignet. Weitere Anwendungen gibt es in Mikroskopen, um die darin integrierten Linsen zu verstellen. Die kompakten Abmessungen des Mikroantriebs ermöglichen es, jede Linse einzeln anzutreiben. Bei früheren Lösungen wurden die Linsen oft mechanisch gekoppelt.

In der Halbleiterfertigung sind vor allem die Fertigung und Montage elektronischer Systeme als Anwendungsgebiet der kleinen Positioniergetriebe zu nennen. Die einzelnen Komponenten in elektronischen Endgeräten sind kaum noch mit dem bloßen Auge erkennbar; sie müssen aber geprüft werden, in das Montagewerkzeug gelangen und dann exakt montiert werden. Die dafür verwendeten Maschinen, mit denen man zur Zeit in der Industrie noch solche Arbeiten verrichtet, stammen jedoch aus einer Zeit, als die Leiterplatte noch das Format DIN A4 hatte und ein Chip die Größe einer Streichholzschachtel. Die neueste

Generation von Maschinen ist auf die kleineren Bauelemente abgestimmt und daher auch physisch kleiner. Sie benötigt kleinere, hochgenaue Antriebe, um die elektronischen Bauteile zu handhaben.

Auch in der Medizintechnik besteht Bedarf an Mikroantrieben, beispielsweise bei der Bewegung von Endoskop-Kameras mittels Mikrogetriebemotor oder der Positionierung von mikrochirurgischen Instrumenten. Satelliten für die Kommunikationstechnik wiederum haben derzeit noch die Größe eines Smart-Autos, sollen zukünftig jedoch nur noch so groß wie ein Fußball sein. Bauraumoptimierte und zuverlässige Mikroantriebssysteme werden dabei die Antennen für die Datenübertragung exakt ausrichten.

Ein Beispiel für ein Mikroantriebssystem, das nicht nur präzise gefertigt wird, sondern auch hochgenaue Bewegungen ermöglicht, ist das oben erwähnte Micro Harmonic Drive. Dieser Getriebeeinbausetz hat einen Außendurchmesser von nur 8 mm bei einer axialen Länge von 1 mm. Er ermöglicht Untersetzungsverhältnisse von 160 : 1 bis 1000 : 1. Micromotion bietet verschiedene Getriebebauformen und Abtriebslagerkonzepte an. Mikro-Getriebeboxen sind verfügbar in zwei Baugrößen, entweder mit gelagerter Antriebswelle oder für den direkten Anbau an allen gängigen Mikromotoren von Herstellern wie Arsape, Escap, Faulhaber, Maxon, Mymotors und RMB.

Auf der Hannover Messe im April 2002 konnte Micromotion mit einer noch kleineren Variante mit einem um 25 Prozent reduzierten Außendurchmesser und einem erweiterten Untersetzungsverhältnis aufwarten. Besonderes Merkmal dieses Antriebs ist die zentrale Hohlwelle (Bild 3). Dieses Mikrohohlwellengetriebe ist die Basis für eine weitere Neuheit: den kleinsten Positionierantrieb, der unter anderem das Resultat einer engen Zusammenarbeit mit dem Motorhersteller Maxon Motor darstellt. Der Bohrungsdurchmesser von 0,65 mm bietet Platz genug für die Durchführung von Laserstrahlen oder optischen Fasern. Kombiniert wird der Winzling mit einem elektronisch kommutierten Maxon-Motor Typ »EC 6« in einer speziellen Ausführung mit Hohlwelle. Die axiale Länge der Mikro-Getriebebox ohne Motor beträgt 12,3 mm bei einem Außendurchmesser (Gehäuse) von 8 mm. Mit Motor kommt sie auf eine Gesamtlänge von nur 31,3 mm, einschließlich magnetischem Encoder mit 100 Pulsen pro Motorumdrehung.

Getriebe mit einem Durchmesser in diesen Miniaturdimensionen gibt es bereits, allerdings ermöglichen diese keine derartige Genauigkeit in der Bewegungsübertragung. Ein Vergleich soll die erreichbare Genauigkeit verdeutlichen: Könnte ein bisher verfügbares Getriebe dieser Baugröße bei der Ablenkung eines Laserstrahls auf einer Fußballfeldlänge vielleicht das Tor treffen, kann ein Mikrogetriebe wie das Micro Harmonic Drive um den Faktor 1000 genauer ein auf der Kante stehendes Ein-Cent-Stück treffen.

Die Grundelemente des Micro Harmonic Drive sind identisch mit denen des Harmonic-Drive-Getriebes von Harmonic Drive. Das heißt, es besteht aus dem Wave-Generator und den drei weiteren Zahnrädern Flexspline, Circular Spline und Dynamic Spline.

Für die Herstellung des Micro Harmonic Drive wird ein Fertigungsverfahren verwendet, das die kostengünstige Serienproduktion von metallischen Mikrozahlrädern ermöglicht. Der Produktionsprozess beruht auf dem Liga-Verfahren, mit dem extra für dieses Getriebe entwickelten Abformungsschritt der »zweiten« Galvanik. Bei dieser Verfahrensweise werden mit Röntgen-Tiefenlithografie präzise Master-Formeinsätze erzeugt. In einem anschließenden Abformungsschritt entstehen Kunststoffstrukturen in einem kostengünstigen Serienfertigungsverfahren wie dem Spritzgießen. Diese Strukturen dienen als verlorene Formeinsätze für den Prozessschritt der »zweiten« Galvanik. Dabei wird in den verlorenen Formeinsätzen mittels Galvanoformung Metall abgeschieden, was die kostengünstige Massenfertigung von Metallzahlrädern ermöglicht.

Autoren

Dipl.-Ing. Jörg Stolze ist Leiter des Vertriebsbüros Lostau (bei Magdeburg) von Harmonic Drive.

Dr. Matthias Mendel ist Leiter Konstruktion und Entwicklung bei Harmonic Drive in Limburg/Lahn.

KONTAKT

Harmonic Drive,
65555 Limburg/Lahn,
Tel. 0 64 31 / 50 08 -0,
Fax 0 64 31 / 50 08 -18,
www.harmonicdrive.de