

Kleinere Baugrößen für spielfreie Mikrogetriebe

Dank optimierter Fertigungsprozesse wurde die Baugröße spielfreier und leistungsfähiger Mikropositioniergetriebe weiter minimiert, mittlerweile stehen sie im Außendurchmesser von 6 mm zur Verfügung. Damit kann der Bedarf neuartiger Anwendungen mit besonderen Anforderungen an Baugröße, Gewicht und **DYNAMIK** gedeckt werden.



Bild 1. Die neue Baugröße 6 des »Micro-Harmonic-Drive«-Getriebes

REINHARD DEGEN

Die Anforderungen an die Antriebstechnik haben sich in den Bereichen Weltraumtechnik, Medizintechnik oder optische Systeme weiterentwickelt, der Markt verlangt nach immer noch kleineren, leichteren und zugleich hochpräzisen, spielfreien Lösungen für Positionierungsaufgaben. Um diesem Bedarf zu begegnen, hat Micromotion, ein Tochterunternehmen von Harmonic Drive, das spielfreie Mikrogetriebe »Micro Harmonic Drive« (MHD) weiter miniaturisiert. Es wurde eine Baugröße mit 6 mm Außendurchmesser realisiert (**Bild 1**). Neben der Reduktion des benötigten Bauraums und der Verringerung der zu bewegenden Massen durch die Mikroantriebstechnik erfordern eine Vielzahl der Anwendungen die Integration zusätzlicher Funktionen. Dies bedeutet, dass Produkte für derartige Anwendungen einerseits kleiner und leichter werden und andererseits mehr leisten können müssen. Letztendlich

führt dies dazu, dass die Anwendungen selbst schneller, zuverlässiger und mit höherer Präzision arbeiten, das heißt am Ende wirtschaftlicher gestaltet werden können.

Hochpräzise Herstellung metallischer Mikrozahnräder

Die MHD-Getriebe werden mithilfe des LIG-Prozesses hergestellt. Der LIG-Prozess ist ein fotolithografisches Verfahren, bei dem ähnlich wie in der Halbleiterfertigung mithilfe von hochpräzisen Masken kleinste Strukturen in einen Fotoresist übertragen werden,

> KONTAKT

HERSTELLER
Micromotion GmbH
 55124 Mainz-Gonsenheim
 Tel. +49 6131 66927-0
 info@micromotion-gmbh.de
www.micromotion-gmbh.de

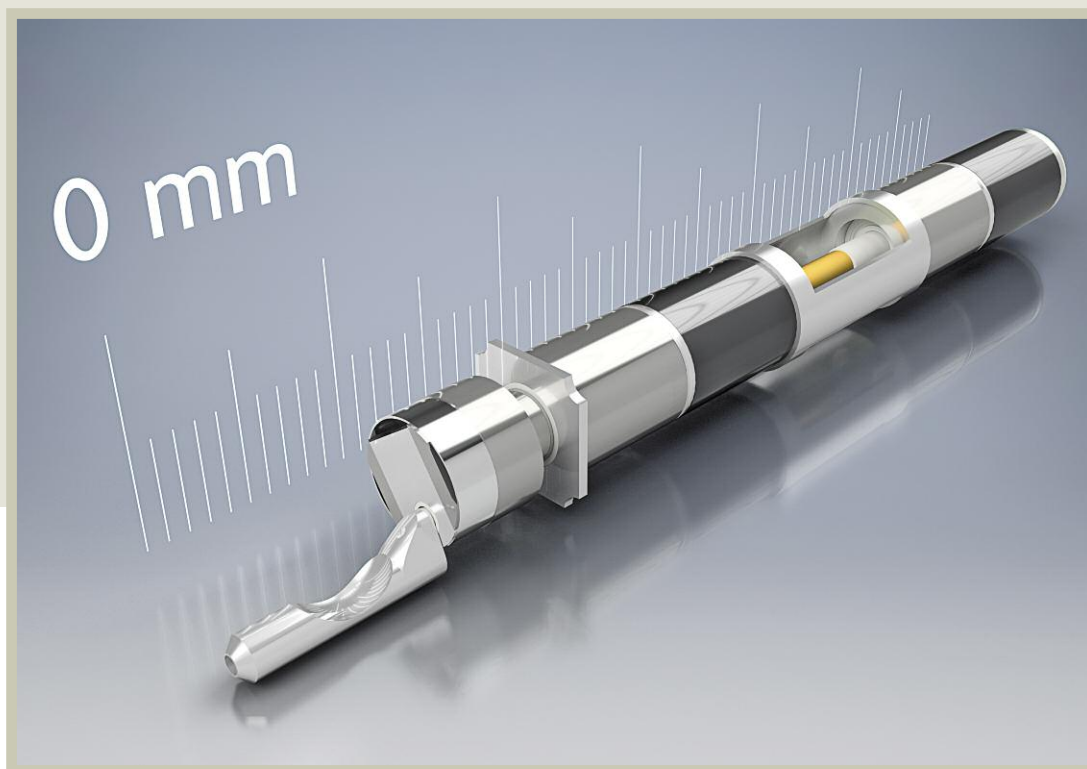


Bild 2. X-Y-Positioniersystem mit einem Außendurchmesser von gerade mal 6,5 mm, basierend auf den »Micro Harmonic Drive«-Getrieben der neuen Baugröße 6

welche später die funktionellen Elemente darstellen [1]. Im Unterschied zur Halbleiterfertigung werden jedoch bei Micromotion nicht die Leitfähigkeitseigenschaften in kleinsten Strukturen definiert verändert, sondern es werden dreidimensionale verlorene Formeinsätze im Fotoresist erzeugt. Diese präzisen Strukturen werden in einem anschließenden Galvanikprozess durch hochfeste, nanokristalline Legierungen abgeformt und ergeben die metallischen, maximal belastbaren Mikrozinräder.

Beim LIG-Prozess müssen im Gegensatz zur Halbleiterfertigung extrem dicke Fotoresiste belichtet werden. Deswegen wird ein besonders kurzwelliges und hochenergetisches Licht benötigt, um einerseits die erforderlichen chemischen Reaktionen in den dicken Resistschichten auszulösen und andererseits die benötigte Präzision über die Fotoresistdicke nicht durch Beugungseffekte zu beeinträchtigen. Für den LIG-Prozess sind daher Synchrotronstrahlenquellen besonders gut geeignet, bei denen Elektronenpakete fast mit Lichtgeschwindigkeit mithilfe von Magneten mit mehreren Tesla Flussdichte auf definierten Bahnen bewegt werden und dabei Röntgenlicht erzeugen. Das langwellige Spektrum liegt dabei um die 1,0 bis 1,5 nm. Die Grenzen der Auflösung werden bestimmt durch:

- die Reichweite der aufgrund der Strahlung im Fotoresist erzeugten Fotoelektronen,
- die Dosisänderung über der Resistdicke
- und durch Rückstreustrahlung, welche entsteht, wenn Röntgenstrahlung auf das Trägersubstrat trifft und dabei Sekundärelektronen erzeugt.

Mit dem LIG-Prozess können somit Genauigkeiten der Mikrobauteile von kleiner 1 μm realisiert werden, wodurch eine hervorragende Basis für eine weitere Miniaturisierung der MHD-Getriebe zur Verfügung steht. Für die neue Baugröße 6 kann beim Flexspline ein Modul von 42,4 μm bei gleichzeitiger Ringdicke von 25 μm prozesssicher hergestellt werden.

Minimale Abmessungen bei maximaler Leistungsfähigkeit

Die Harmonic Drive-Getriebe bieten eine Reihe von Vorteilen, besonders im Hinblick auf stark miniaturisierte Präzisionsgetriebe. Sie zeichnen sich aus durch eine absolute Spielfreiheit, eine hohe Wiederholungsgenauigkeit, einen hohen Wirkungsgrad sowie eine hohe Drehmomentkapazität bei miniaturisierten Abmessungen und geringem Gewicht. Da die Getriebe nur sechs Zinräder besitzen, versprechen sie eine hohe Zuverlässigkeit. Typische Werte für die neue Baugröße 6 mit einer Untersetzung von 120:1 sind in **Tabelle 1** angegeben.

Neuartige Anwendungen mit stärkerer Miniaturisierung

In den unterschiedlichsten Branchen eröffnen sich Anwendungen für derart miniaturisierte Positionierantriebe. Die Bereiche Prozessüberwachung, Medizintechnik und Großteleskope sollen an dieser Stelle beispielhaft die Bandbreite an Einsatzmöglichkeiten für die neue Mikrogetriebebaugröße 6 aufzeigen.

In Kernkraftwerken muss regelmäßig die Qualität der sicherheitsrelevanten Rohrleitungen, der sogenannten Feeder Tubes, durch eine zerstörungsfreie

Bild 3. Hochintegrierte Servoantriebslösung: das »Micro Harmonic Drive«-Getriebe der Baugröße 6 kombiniert mit einem »EC-6«-Motor von Maxon mit Encoder



Torsionssteifigkeit	2 mNm/rad
Hystereseverluste	26 min
Übertragungsgenauigkeit	0,3°
Lost Motion	0,2°
Wiederholgenauigkeit	0,005°
Lastfreies Antriebsmoment	50 µNm (ohne Antriebslagerung)
Masse bei Motoranbau	1,2 g
Nennmoment	15 mNm
Spitzenmoment	31 mNm
Kollisionsmoment	77 mNm

Prüfung nachgewiesen werden. Hierfür werden Ultraschallprüfverfahren verwendet, um Risse oder Korrosion zu erkennen. Die Ultraschallköpfe müssen für eine genaue Lokalisierung der Prüfstelle im Rohr exakt ausgerichtet werden. Aufgrund der geringen Platzverhältnisse in den engen Rohrleitungen und der Positionieranforderungen durch das Prüfverfahren stellt ein Servomotor, kombiniert aus einem Micro Harmonic Drive-Getriebe der Baugröße 6 und einem Maxon-»EC-6«-Motor mit Encoder, eine hochintegrierte Lösung dar (**Bild 3**). Durch zwei Antriebsachsen ist es möglich, den Ultraschallkopf präzise im Raum auszurichten und die erforderlichen Messungen reproduzierbar und zuverlässig durchzuführen.

Auch und gerade in der Medizintechnik nimmt der Bedarf an Miniaturantriebstechnik stetig zu. Neben minimalinvasiven Systemen oder implantierbaren Geräten ist die aktive Prothetik ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet für Mikrogetriebe allgemein, insbesondere aber für solche der Baugröße 6. Die Hand – gewissermaßen das Werkzeug aller Werkzeuge – in ihrer Funktion nachzuformen, stellt aufgrund ihrer Komplexität ganz besondere Anforderungen an die aktive Prothetik und die darin verwendeten Antriebe.

Speziell bei aktiven Prothesen für Kinder ist, um einzelne Fingerbewegungen nachzubilden, die Notwendigkeit eines minimalen Bauraums bei gleichzeitig möglichst hoher Leistungsfähigkeit nicht zu umgehen. Gerade hier bietet die neue Baugröße 6 mit ihren geringen Außenabmessungen eine Lösung.

Aber selbst in großtechnischen Anlagen, zum Beispiel in Weltraumteleskopen, ist ein großer Bedarf an stark miniaturisierter und hochpräziser Antriebstechnik entstanden. Bei der Beobachtung der Himmelskörper, insbesondere bei der Suche nach Planeten, wird auch mithilfe von Glasfaserspektrometern die Zusammensetzung des empfangenen Lichts analysiert. Hierfür werden mehrere Hundert bis Tausend Faserspektrometer in einem Instrument verwendet, wobei jede Glasfaser einzeln durch einen X-Y-Positionierantrieb ausgerichtet werden muss. Je geringer dabei der Abstand der einzelnen Glasfasern zueinander ist, umso größer ist die Qualität des Instruments und umso mehr Objekte können parallel analysiert werden. Mithilfe der Hohlwelle, die trotz der extremen Miniaturisierung der Baugröße 6 realisiert werden kann, ist es möglich, das Antriebssystem platzsparend seriell aufzubauen. Hierbei wird die Abtriebsbewegung der ersten Achse durch die Hohlwelle des Antriebs für die zweite Achse geführt und dadurch der kritische Außendurchmesser des 2-Achs-Positioniersystems auf 6,5 mm minimiert (**Bild 2**). ■ MI110403

AUTOR

Dr.-Ing. REINHARD DEGEN ist Geschäftsführer von Micromotion in Mainz; info@micromotion-gmbh.de

LITERATUR

- 1 Degen, R.: Festigkeit in filigraner Form. Mikroproduktion, Ausgabe 3/2011