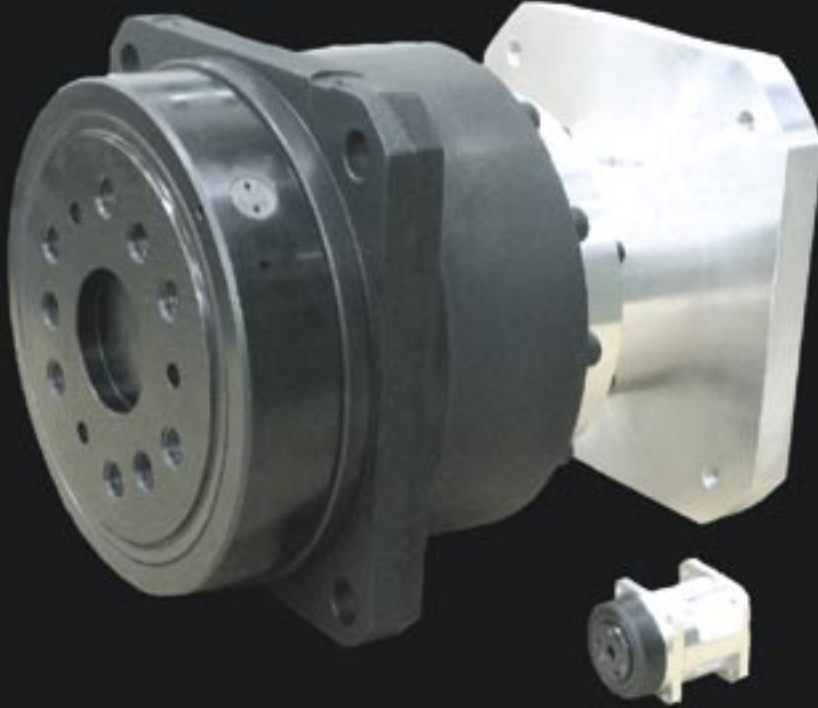


Kleiner, leichter, schneller

Weltweit kleinstes Präzisionsplanetengetriebe für Servoanwendungen



1: Das große Getriebe HPG-65 und das kleine Getriebe HPG-11 im Vergleich

ist jedoch ein relativ großes Spiel im Auslieferungszustand verbunden mit einer Spielzunahme während der Nutzungsdauer. Bei Anforderungen an höchste Genauigkeiten, wie z. B. Positionierachsen in der Halbleitertbearbeitung, wirken sich solche Spielzunahmen erheblich aus. Mit dem Getriebe HPG-11 präsentiert Harmonic Drive nach eigenen Angaben das weltweit kleinste, spielarme Präzisionsplanetengetriebe (Bild 1).

Mit Präzision

Wie bei der Baureihe HPG üblich, wurde in der Baugröße 11 das Prinzip des dünnwandigen Hohlrades angewandt. Bei diesem Prinzip trägt die definierte Verformung des Hohlrades im Planetengetriebe zur Minimierung des Zahnflankenspiels bei (Bild 2). Das flexible Hohlrad toleriert die Fertigungstoleranzen sämtlicher Bauteile. Das Zahnflankenspiel wird so durch eine geringe radiale Vorspannung zwischen Planetenträger und Hohlrad auf ein Minimum redu-

Wilhelm Born-Fuchs

Der Trend zu immer kleineren und schnelleren Anwendungen im Bereich der Montageautomation sowie der Robotik hält an. Zugleich werden höhere Anforderungen an die Genauigkeit gestellt. Kleinste Planetengetriebe mit hoher Präzision erlauben jetzt maßgeschneiderte Lösungen für dynamische, rotatorische und lineare Achsen.

Ansprüche steigen

In der Montageautomation sowie der Robotik werden immer anspruchsvollere Aufgaben an die Maschinenhersteller herangebracht. Im Bereich der linearen und rotatorischen Bewegungsachsen bei kleinen Maschinen sind schnelle und dabei präzise Bewegungen gefragt. Die hochpräzise Planetengetriebebaureihe vom Typ HPG (Harmonic Planetary Gear) wurde daher nach unten um eine weitere Baugröße erweitert. Die Baugröße 11 ist speziell für Servomotoren und Schrittmotoren im Leistungsbereich kleiner 100 W konzipiert.

Planetengetriebe in dieser Motorklasse weisen im Allgemeinen ein Spiel von 0,5 bis 2° auf. Präzise Linearachsen sind mit diesen Getrieben nur mit hohem Aufwand und zusätzlichen externen Messsystemen realisierbar. Ziel der Neuentwicklung war ein spielarmes Planetengetriebe für kleine Servomotoren mit einem Spiel von kleiner drei Winkelminuten über die gesamte Lebensdauer.

Im Bereich der Servoplanetengetriebe für Eingangsleistungen bis 100 W wurde eine Spielminimierung bisher vor allem durch die Paarung von Verzahnungen und genaue Fertigung erreicht. Nachteil dieser Methode

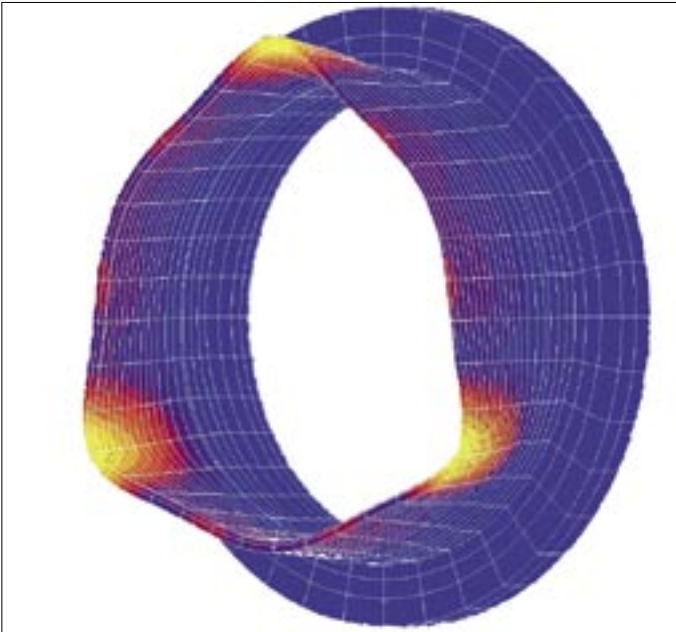
Viel kleiner geht es nicht mehr

ziert. In der Hysteresekurve des Planetengetriebes sind auch nach mehreren tausend Betriebsstunden keine Anzeichen einer Spielerhöhung erkennbar. Das Verdrehspiel bewegt sich über die gesamte Laufzeit in einem Bereich kleiner drei Winkelminuten.

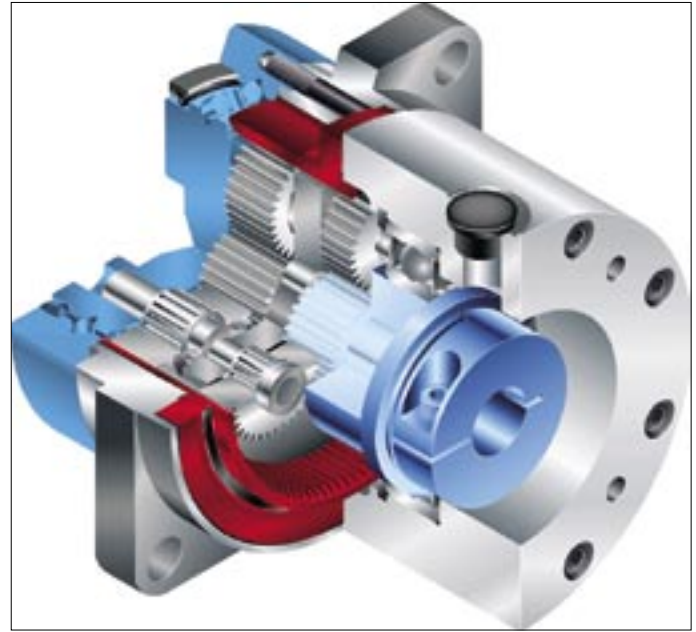
Kompakt und leicht

Durch den Einsatz des verformbaren Hohlrades (Bild 3) vereinfacht sich der konstruktive Aufbau der Planetengetriebe. Die ausgleichende Funktion des flexiblen Hohlrades ermöglicht eine gleichmäßige Lastverteilung zwischen Hohlrad und Planetenrädern. Hierdurch wird eine hohe Laufruhe des Getriebes erreicht. Als Abtriebslagerung wird ein spielfreies, kippsteifes und kompaktes Kreuzrollenlager eingesetzt. Durch dieses Lager lassen sich problemlos hohe Belastungen aufnehmen, ohne dass diese einen negativen Einfluss auf das Laufverhalten des Getriebes haben. Eine zusätzliche Lagerung durch den Anwender kann

Autor: Wilhelm Born-Fuchs ist Produktmanager Planetengetriebe bei der Harmonic Drive AG in 65555 Limburg



2: FEM-Analyse des flexiblen Hohlrades. Eine definierte Verformung des Hohlrades trägt zur Minimierung des Zahnflankenspiels bei



3: Schnitt durch das neue HPG-Getriebe. In rot ist das Hohlrad zu sehen.

entfallen, was Kosten und Konstruktionsaufwand senkt.

Hoher Wirkungsgrad

Für die Anwendung von kleinen Servomotoren müssen die Getriebe die Antriebsleistung möglichst verlustarm umsetzen, um eine optimale Ausnutzung des Bauraums zu erreichen. Ein Einsatz von größeren Motoren ist in den meisten Fällen nicht möglich. Alle im Kraftfluss liegenden Bauteile sind im Hinblick auf einen hohen Wirkungsgrad optimiert. Auch die Verzahnung wurde auf geringe Verluste ausgelegt, das Abtriebslager hat eine reibungsoptimierte Abdichtung aus mehreren Komponenten.

Für Positionieranwendungen ist die erzielbare Wiederholgenauigkeit ebenfalls ein Kriterium. Hier zeichnet sich das HPG-11 Getriebe mit einem Wert von 30 Winkelsekunden aus. Die Genauigkeit bleibt über den gesamten Lebenszyklus des Getriebes erhalten.

Beim Motoranbau setzt Harmonic Drive wie schon bei den größeren Getrieben auf ein Modulkonzept, um schnell und einfach unterschiedlichste Motoren adaptieren zu können. Die eingangsseitige Motorwellenanbindung wird über ein gelagertes Klemmelement realisiert. Die Zentrierung erfolgt immer über die Motorwelle. Dies wirkt sich in einem positiven Laufverhalten und nicht verspannter Lagerung aus.

Modularer Aufbau

Um alle denkbaren Einsatzfälle abzudecken, bietet das Präzisionsplanetengetriebe HPG Baugröße 11 einen modularen Aufbau. In Abhängigkeit von der geforderten Übersetzung wird das Getriebe ein- oder zweistufig ausgeführt. Es sind Übersetzun-

4: Anwendung des HPG-Getriebes in einer Be- und Entladeeinheit der Spritzgussmaschine vom Typ Fanuc SR Mate 100iB



(Quelle: Fanuc)

gen von 5 bis 45 standardmäßig lieferbar. Die Motoranbindung wird durch eine modulare Bauweise bestehend aus Lagerflansch und Motorflansch realisiert. Eine Anpassung an alle gängigen DC-Servomotoren und Schrittmotoren ist damit einfach möglich.

Abtriebsseitig können Ritzel oder Zahnriemenscheiben direkt am Flansch des Kreuzrollenlagers befestigt werden. Die hohe Genauigkeit des Abtriebslagers hilft dabei, Übertragungsfehler zu vermeiden. Optional ist eine kundenspezifische Ausgangswelle erhältlich.

Vielseitige Anwendungen

Präzisionsplanetengetriebe der Baureihe HPG sind für Anwendungen geeignet, bei denen es auf Geschwindigkeit und Präzision ankommt. Die Baugröße 11 wurde für präzise Servoanwendungen in kompakten Maschinen, z. B. aus der Robotik, Kunststofftechnik, Medizintechnik, Optik, Messtechnik und Halbleiterfertigung entwickelt.

Fanuc bietet beispielsweise mit der SR Mate 100iB (**Bild 4**) eine in die Spritzgussmaschine integrierte kompakte Be- und Entladeeinheit in Scara-Bauform an. Die zwei Linearachsen zur Teile- und Angussentnahme sind für höchste Beschleunigungen zur Reduzierung der Taktzeiten ausgelegt. Hier spielt das Servo-Planetengetriebe HPG-11 seine Stärken aus. Ausschlaggebend für die Entscheidung von Fanuc waren das geringe Gewicht, die Baugröße sowie die hohe Wiederholgenauigkeit von ± 30 Winkelsekunden. Diese ermöglicht präzise positionierende Achsen ohne zusätzliche externe Messsysteme.

Auch in der Halbleiterfertigung (z. B. bei Linearachsen für die Handhabung von Wafern) stellen die hochdynamischen Bewegungszyklen kein Problem dar. Die hohe Eingangsrehzahl von $10\,000\text{ min}^{-1}$ in Verbindung mit der Spielarmut ermöglicht schnelle Zyklen mit häufigen Drehrichtungsänderungen.