

Synchron auf der ganzen Linie:

Hexapoden über Feldbus ansteuern



Controller von Beckhoff mit EtherCAT



Getaktete Kommunikation für synchrone Abläufe

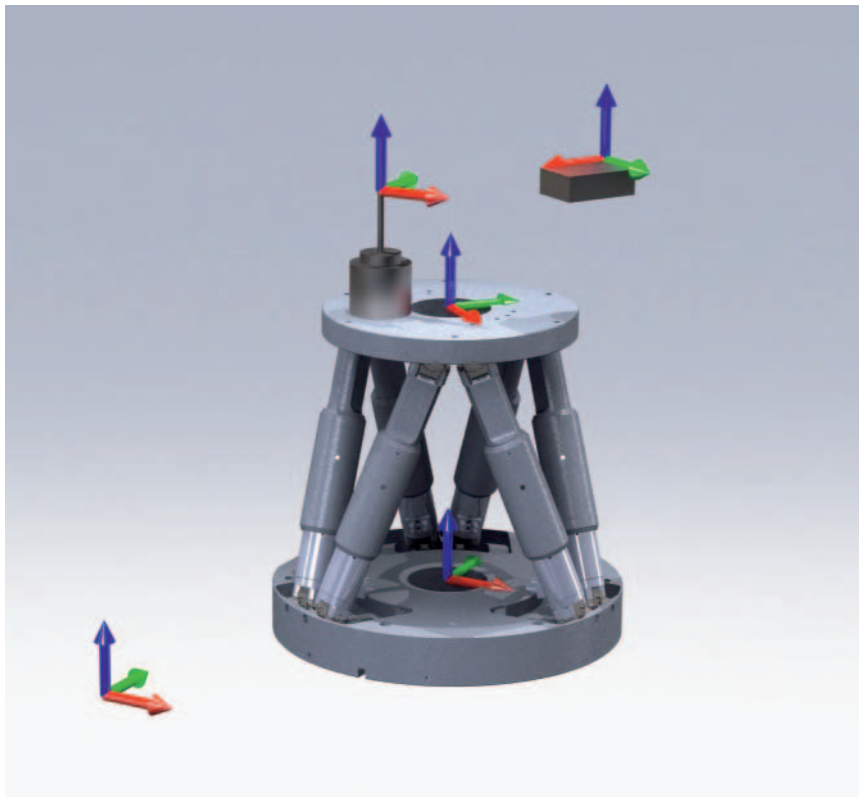
Um die Vorteile der Hexapoden schnell und einfach in der Automatisierung zu nutzen, bietet PI jetzt einen Hexapodcontroller mit integrierter Automatisierungsschnittstelle. Über austauschbare Feldbusmodule kommunizieren die Hexapoden mit übergeordneten SPS oder CNC-Steuerungen und können mit anderen Automatisierungskomponenten takt synchron im Verbund arbeiten. Die SPS gibt als Master die kartesische Soll-Position bzw. Bahnen im Raum vor und bekommt die Ist-Positionen ebenfalls über die Feldbusschnittstelle zurückgemeldet. Komplexe Berechnungen, um die Fahrbefehle für das parallelkinematische Sechssachssystem umzusetzen, übernimmt der Hexapodcontroller, also die Transformation der kartesischen Soll-Positionen in die Ansteuerung der Einzelantriebe. Die Zykluszeiten für die Vorgabe neuer Positionen, Signalauswertung und Synchronisation liegen zwischen 1 und 3 ms.

PI bietet einen neuen Controller für die schnelle und einfache Integration hochpräziser sechssachsiger Positioniersysteme in den Automatisierungsverbund

Spanende Bearbeitungen, automatische Zuführungen, Mikromontage oder komplexe Biegeprozesse in mehreren Achsen und auf den Mikrometer genau – Aufgaben, die parallelkinematische Hexapoden präzise und zuverlässig ausführen kön-

nen. Die Stellwege der Hexapoden reichen dabei von wenigen bis zu einigen hundert Millimetern und selbst große Lasten lassen sich mit ihrer Hilfe auf den Mikrometer genau positionieren.

Fortsetzung auf Seite 2



Die Soll-Positionen des Hexapods können in beliebigen Koordinatensystemen kommandiert werden

Hexapoden von PI können aktuell über EtherCAT angesteuert werden. Das Echtzeit-Ethernet gewährleistet eine schnelle und sichere Ankopplung der Peripherie mit kurzen Zykluszeiten und niedrigem zeitlichen Taktzittern für eine exakte Synchronisierung. Auf Anfrage bietet PI auch eine Ansteuerung über Feldbusprotokolle wie EtherNet/IP, Profinet, CANopen oder SERCOS.

G-Code für präzise Bahnsteuerung

Ist keine übergeordnete SPS vorhanden oder gewünscht oder keine Synchronität mit anderen Systemkomponenten notwendig, kann der Hexapodcontroller auch die Bahnsteuerung auf Basis von G-Code nach DIN 66025/ISO 6983 vornehmen. G-Code ist dazu als Kommandosprache direkt auf dem Controller implementiert. So lassen sich mit Hilfe des Hexapods Werkstück oder Werkzeug während der Bearbeitung mit großer Präzision ruckbegrenzt ver-

fahren, ohne dass die Mechanik ins Schwingen kommt.

Beliebige Koordinatensysteme, frei definierbarer Pivotpunkt

Um eine perfekte Anpassung der Bahn an die Applikationserfordernisse zu gewährleisten, ist es möglich mit Hilfe des Controllers verschiedene Koordinatensysteme zu definieren, beispielsweise Work- und Toolkoordinatensysteme, die sich auf die Lage des Werkstücks oder des Werkzeugs beziehen. Der Nutzer kann die Hexapodplattform für die Anwendung optimal positionieren und der Controller übernimmt aus den Positionsdaten sein neues Bezugssystem. Der per Softwarebefehl frei definierbare Pivotpunkt kann erweitert als plattformgebundenes oder frei im Raum platziertes Koordinatensystem gehandhabt werden und erlaubt dadurch eine noch präzisere Kommandierung der Hexapodbewegung.

Neue Hexapoden für die Automatisierung



Eine lineare Wiederholgenauigkeit von $20\ \mu\text{m}$ und $200\ \mu\text{rad}$ in den Kipp- bzw. Rotationsachsen – so präsentiert sich der Hexapod H-820: Er bietet Stellwege bis $100\ \text{mm}$ in X- und Y-Richtung und $50\ \text{mm}$ in der Z-Achse sowie Rotationswinkel bis 60° . Speziell entwickelte bürstenlose Torquemotoren ermöglichen eine Belastbarkeit von $20\ \text{kg}$ bei Geschwindigkeiten bis zu $20\ \text{mm/s}$.



Hexapod H-845 für Lasten bis zu einer Tonne: Der modulare Aufbau ermöglicht die schnelle Anpassung an die Anwendungsumgebung

Dynamische und kostengünstige Antriebslösungen für die Automatisierung

PIMag®: Magnetische Direktantriebe und Positioniersysteme

Magnetische direkte Antriebsprinzipien bieten hinsichtlich Dynamik und Verschleiß Vorteile gegenüber klassischen spindelbasierten Technologien.

PI passt Systemkomponenten wie Stator, Aktor oder Elektronik dabei auf die spezifischen Anforderungen an. Mit dieser Individualisierung übernimmt PI einen wesentlichen Erfolgsfaktor der piezoaktiven Systeme in der Nanostelltechnik auch für die PIMag® Serie. Aus der Erfahrung in der Nanostelltechnik resultiert ebenfalls das fundierte Wissen über Auswahl und Einsatz von digitaler Regelungstechnik, Führungssystemen oder schnellen Kommunikationsschnittstellen.

PI setzt in der Automatisierung daher anwendungsbezogen auch auf magnetische Direktantriebe, wenn es darum geht, große Stellwege mit hohen Geschwindigkeiten bzw. Scanfrequenzen, langen Betriebsdauern und langer Lebensdauer zu erzielen.

Nahezu „unendliche Lebensdauer“

Der Linearaktor V-900KPIC kombiniert einen direkten magnetischen Linearantrieb mit einer Flexure-Festkörperführung. Die verschleißfreie Flexureführung beruht auf der elastischen Verformung

metallischer Gelenke, die eine unerwünschte Lateralbewegung des Abtriebs verhindert und für hohe Ablaufgenauigkeiten und eine lange Lebensdauer sorgt. Dieses Führungssystem nutzt PI seit langer Zeit für piezobasierte Nanopositioniersysteme, bei denen es um Zyklenzahlen von bis zu mehreren Milliarden im Dauerbetrieb geht, beispielsweise für Dosier- oder Fokussierungsaufgaben mit begrenzten Anforderungen an den Hub.

Kraft- und Positionsregelung

PIMag® VC Linearaktoren bieten hohe Dynamik und hohe Geschwindigkeiten zu einem günstigen Preis und eignen sich für Anwendungen in der Automatisierung oder Handhabungstechnik. Der V-273 besitzt einen Positionssensor und kann darüber hinaus mit einem Kraftsensor ausgestattet werden, der das Aufbringen definierter Kräfte ermöglicht. Mit der Ansteuerung über den digitalen PIMag® Motion Controller C-413 lassen sich so Aufgaben im Automatisierungsverbund lösen, die sowohl eine schnelle Positionierung im Bereich von einzelnen Mikrometern erfordern als auch eine geregelte Aktorkraft.



Kompakter PIMag® Linearaktor V-900KPIC für hohe Scanfrequenzen und schnelles Einschwingen

V-900KPIC

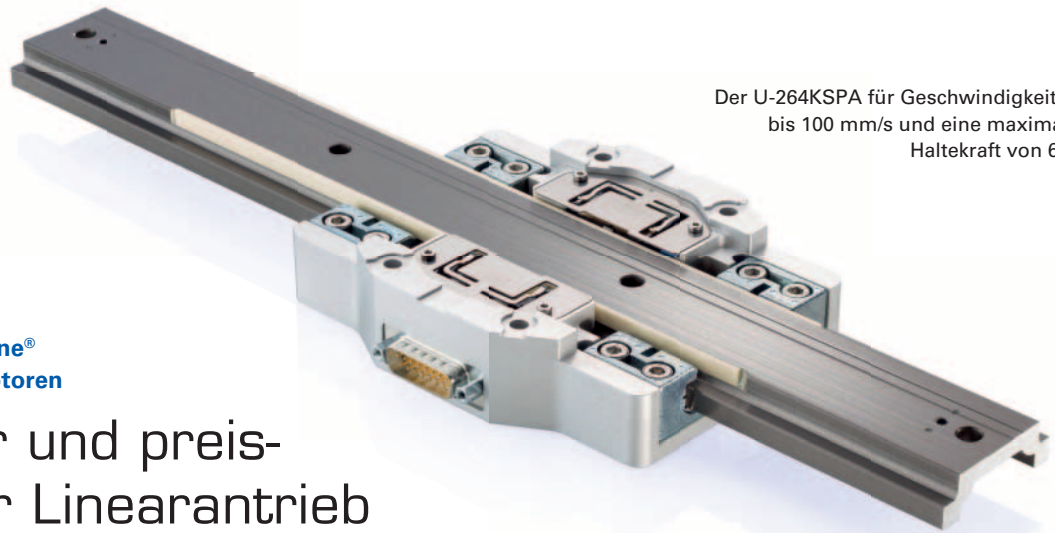
- 1,5 mm Stellweg
- Kompakte Abmessungen: ca. 13,5 mm x 32 mm x 49 mm
- Integrierter Linearencoder mit 0,1 µm Auflösung
- Verschleißfreie Festkörpergelenkführungen
- Hohe Dynamik

V-273

- Stellwege bis 20 mm
- Geschwindigkeit bis 250 mm/s
- Integrierter Linearencoder mit 0,1 µm Auflösung
- Optionaler Kraftsensor mit 5 mN Auflösung
- Optional: Gewichtskraftkompensation



PIMag® VC Magnetantrieb V-273 für hohe Dynamik und Geschwindigkeit



Der U-264KSPA für Geschwindigkeiten bis 100 mm/s und eine maximale Haltekraft von 6 N

U-264KSPA mit PLine® Ultraschall-Piezomotoren

Schneller und preisgünstiger Linearantrieb

PI ist bei der Auswahl geeigneter Lösungsansätze für Motion-Control-Systeme nicht auf ein Antriebskonzept beschränkt. Je nach Aufgabenstellung sind piezomotorische Antriebssysteme in der Automatisierung von Anlagen oder wissenschaftlichen Aufbauten alternativlos, z. B. wenn es um die Bewegung

unter hohen magnetischen Feldern geht oder um die Selbsthemmung im stromlosen Zustand und gleichzeitig um die Vermeidung mechanischer Komponenten wie Getriebe oder Bremsen.

Der U-264KSPA Aktor mit Ultraschall-Piezomotoren ist ein kundenspezifischer Direktantrieb, der für die Herstellung in

großen Stückzahlen aus einem Konstruktionsthermoplast optimiert wurde. Ein integrierter Positionssensor liefert eine Auflösung von 0,6 µm, die Antriebstechnologie ermöglicht Geschwindigkeiten bis 100 mm/s (geregelt) und eine maximale Haltekraft von 6 N.



Vielseitiger Nanopositionierer mit hoher Ansteuerdynamik und schnellen Einschwingzeiten

Piezo-Nanopositioniersystem P-630:

Vielseitig – schnell – kompakt mit großer Apertur

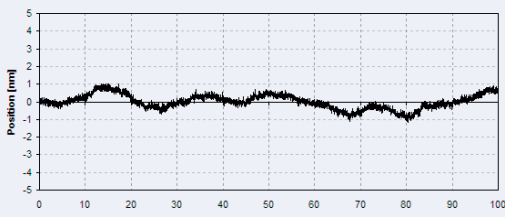
Die Versteller der Serie P-630 qualifizieren sich z.B. für den Einsatz in Sensorköpfen oder die präzise Objektbewegung in der optischen und taktilen Messtechnik sowie für die Mikrostrukturierung.

Mit Stellwegen bis 80 µm und einem direkten piezoaktorischen Antrieb bieten die flachen und schmalen Verstelleinheiten hohe Scanfrequenzen und Einschwingzeiten von wenigen Millisekunden. Bei einer Breite von nur 50 mm besitzen sie eine große Apertur mit 30 mm Durchmesser.

Die Antriebstechnologie der hochdynamischen Piezo-Nanopositioniersysteme basiert auf vollkeramisch isolierten PICMA® Piezoaktoren.

Die Positioniergenauigkeit und Stabilität im Bereich einzelner Nanometer wird durch einen integrierten kapazitiven Wegmesssensor erreicht.

Eine optimale Ansteuerung erfolgt mit dem einkanaligen Motion Controller E 709.CHG. Seine Digitaltechnik ermöglicht fortgeschrittene Linearisierungsalgorithmen zur Verbesserung der Genauigkeit und die einfache Optimierung von Betriebsparametern per Software.



Die Positionsstabilität des P-630 liegt im Bereich einzelner Nanometer

Effizient und einzigartig

Kompositwandler DuraAct Power mit Multilayer-Keramik nutzt den d_{33} -Effekt

Der neue Flächenwandler P-878 DuraAct Power von PI Ceramic verwendet eine Betriebsspannung von nur -20 bis 120 V und ist damit auf dem Weltmarkt einzigartig. Wie alle DuraAct Wandler kann der P-878 als Aktor, Sensor oder für Energy Harvesting eingesetzt werden.

Die aktive Schicht des Flächenwandlers besteht aus einem Multilayer-Piezoelement, das nach einem patentierten Verfahren in faserverstärkten Kunststoff eingebettet ist. Bei der Auslenkung nutzt der DuraAct Power den hocheffizienten d_{33} -Effekt.

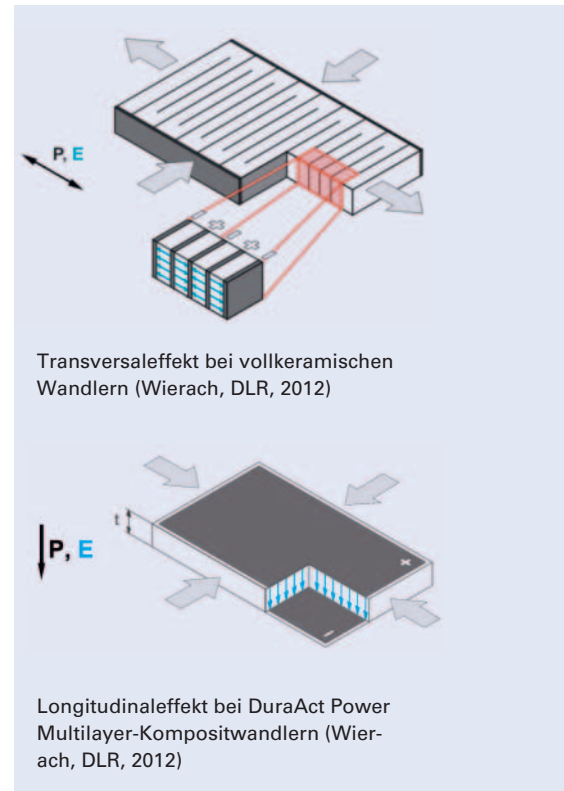


DuraAct Power: Kompositwandler mit Multilayer-Keramik nutzt den d_{33} -Effekt

Die Herstellung der Komposite erfolgt durch ein blasenfreies Injektionsverfahren. Die Polymerummantelung dient gleichzeitig als elektrische Isolierung und als mechanische Vorspannung, so dass der P-878 biegsam ist.

d_{33} -Effekt: Was steckt im DuraAct Power?

Bisherige vollkeramische Wandler erfordern hohe Ansteuerspannungen von 250 bis zu 1000 V. Sie nutzen die laterale Kontraktion des Piezoelements beim Anlegen einer elektrischen Spannung, den sogenannten Transversal- oder d_{31} -Effekt. Die Multilayer-Flächenwandler nutzen dagegen den Longitudinal- oder d_{33} -Effekt, bei dem die Auslenkung parallel zum elektrischen Feld E und der Polarisationsrichtung des Piezoaktors erfolgt. Die piezoelektrischen Ladungskoeffizienten d_{33} für die longitudinale Auslenkung sind deutlich höher als für die transversale Auslenkung, die erreichbaren Auslenkungen sind dementsprechend größer.



Transversaleffekt bei vollkeramischen Wandlern (Wierach, DLR, 2012)

Longitudinaleffekt bei DuraAct Power Multilayer-Kompositwandlern (Wierach, DLR, 2012)

Schnell gestapelt:

PICMA® Stack Multilayer-Ringaktor P-080

Mit dem neuen Ringaktor aus runden PICMA® Chip Multilayer-Piezoaktoren sind Abmessungen und Stellwege flexibel skalierbar.

Für eine Erstbemusterung oder kleine Stückzahlen bietet PI Ceramic Multilayer-Aktoren, die aus PICMA® Chip Aktoren aufgebaut sind. Die Miniatur-Piezoaktoren, die in zahlreichen Abmessungen und Geometrien vorhanden sind, werden je nach geforderten Abmessungen bzw. Stellwegen aufeinander geklebt.

Dadurch können Sonderlängen der PICMA® Multilayer-Aktoren flexibel skaliert werden – mit entsprechend kurzen Lieferzeiten.

Erstes Katalogprodukt ist der Ringaktor P-080. Bei 36 mm Länge bietet er einen Stellweg von 25 μm . Die Ringaktoren erreichen ihre maximale Auslenkung bereits bei niedrigen Betriebsspannungen von nur 100 V. Dabei ist die Resonanzfrequenz mit 40 kHz hoch, und der Aktor für hochdynamische Prozesse gut geeignet.

Die Integration: Eine runde Sache

Der runde Außenquerschnitt passt z.B. in vorgefertigte Gehäusebauteile aus Rohrrhalbzeug. Die Innenbohrung dient als Apertur für optische Anwendungen oder kann zum Aufbringen einer Vorspannung für dynamische Anwendungen genutzt werden.



Mit kleinen Schritten Großes erreichen

NEXACT® Piezomotoren – Nanopositionierung über große Stellwege

Piezomotorprinzipien gibt es viele und die meisten davon werden von PI in unterschiedlichen Produkten für verschiedenste Anwendungen eingesetzt.

Geht es darum, eine möglichst gleichförmige Bewegung auf langen Stellwegen mit größtmöglicher Genauigkeit zu erreichen, verwendet PI die direktgetriebenen NEXACT® Schreitantriebe.



Klein und hochauflösend: Die Miniaturtische der LPS-24-Serie mit NEXACT® Piezomotoren sind nur 24 mm breit. Sie erreichen eine Auflösung bis 0,5 nm und eine kleinste Schrittweite von 1 nm

Warum NEXACT®?

Schreitantriebe mit NEXACT® Antriebstechnologie besitzen:

- kompakte Bauformen, preisgünstiges Design
- variable Stellwege durch variable Läuferlänge
- unregelmäßige Auflösung um 10 pm, die eine hohe Positioniergenauigkeit ermöglicht
- Positionssensoren mit bis zu 0,5 nm Auflösung, kleinste Schrittweiten von wenigen Nanometern
- geringe Betriebsspannungen
- Selbsthemmung im Ruhezustand, kein Energieverbrauch, keine Wärmeentwicklung
- ein nichtmagnetisches und vakuumkompatibles Funktionsprinzip

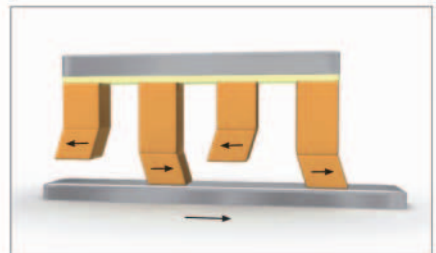
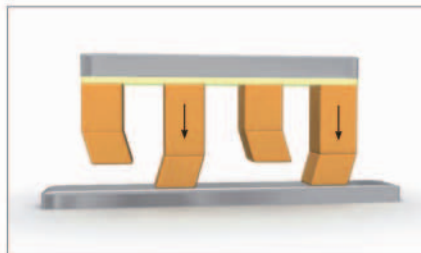
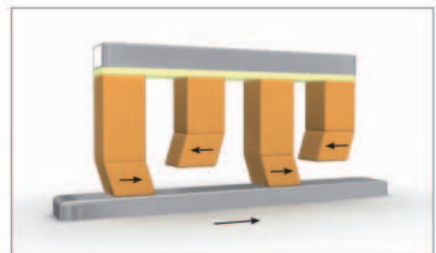
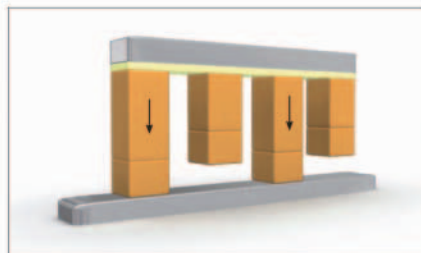
und können in kompakte und präzise Positioniersysteme eingesetzt werden z. B. zur Probenpositionierung oder -manipulation, zur Fokussierung oder zur Positionierung von Blenden und optischen Komponenten.

Piezoaktoren setzen den Läufer in Bewegung

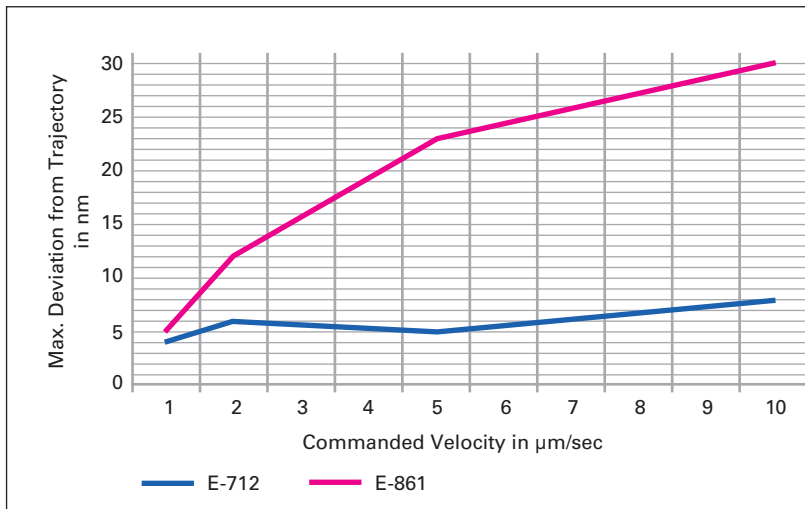
Grundlegend für die Antriebstechnologie des NEXACT® Piezoschreitantriebs sind mindestens vier piezokeramische Biegeaktoren, die gegen einen beweglich geführten Läufer vorgespannt sind. Die Piezoaktoren führen im Betrieb paarweise und phasenversetzt eine zyklische Klemm- und eine Vorschubbewegung aus, die an ein Schreiten erinnert und zu einer Bewegung des Läufers führt.

Genau: Nanoschritte!

Die Bewegung eines positionsgeregelten Systems mit NEXACT® Antrieb erfolgt im Nanoschrittbetrieb entlang eines vorgegebenen Bewegungsprofils bis zur Zielposition. Der Nanoschrittbetrieb ermöglicht einen stetigen und gleichmäßigen Vorschub des Läufers. Dies wird durch die Überlappung der Vorschubbewegung der einzelnen Aktorpaare erreicht. Damit ist mit NEXACT® Antrieben nicht nur eine hohe Posi-



Funktionsprinzip des Piezoschreitantriebs am Beispiel der NEXLINE® Technologie: Klemm- und Vorschubbewegung sind auf getrennt angesteuerte Längs- und Scheraktoren verteilt. NEXACT® Antriebe setzen den Bewegungszyklus mit Biegeaktoren um



Maximale Bahnabweichung des hochauflösenden Lineartisches N-664 mit NEXACT® Schreitantrieb, angesteuert über die Controller E-712 oder E-861



Nur 7,5 mm breit und kompromisslos nichtmagnetisch: Der N-603 kombiniert einen NEXACT® Schreitantrieb mit Festkörpergelenksführungen aus Titan und einem Dehnmessstreifen-Sensor

tioniergenauigkeit möglich, sondern auch eine hohe Bahntreue während der Bewegung.

Die Vorteile des Nanoschrittbetriebs werden vor allem bei langsamen Verfahrensgeschwindigkeiten deutlich: Die Abweichung von der vorgegebenen Bahn liegt sensor- und controllerabhängig bei lediglich 1 nm bis 10 nm bei Geschwindigkeiten um 1 µm/s, die Vorschubgeschwindigkeit ist konstant auf 1% und darunter.

Reibungsloser Ablauf

Während der Schreitbewegung ist der Kontakt zwischen den einzelnen Biegeaktoren und dem bewegten Läufer

immer haftend, niemals gleitend. Dadurch erhöht sich die Lebensdauer des Antriebs. Verschleiß und Partikelgeneration sind minimal.

Einfache Ansteuerung

Der Einkanal-Controller E-861 unterstützt die Bewegungsarten des Piezoschreit-antriebs und ist auf die Anforderungen der Mechanik abgestimmt. Aufgrund der Vernetzbarkeit lassen sich bis zu 16 Controller gleichzeitig über eine Computerschnittstelle ansteuern.

Komplexere Systeme wie NEXACT® Hexapoden werden über den modularen Controller E-712 angesteuert. Leistungsfähige Algorithmen optimieren den

Nanoschrittbetrieb für Sub-Nanometer Schrittweiten. Im Vollschrittbetrieb ermöglicht der E-712 maximale Geschwindigkeiten.

Systemanbindung

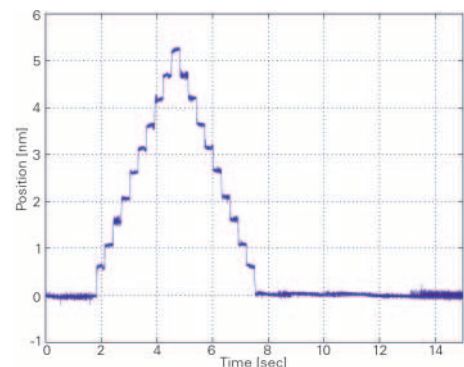
Alle Parameter können per Software eingestellt und überprüft werden. Die Inbetriebnahme und Systemkonfiguration erfolgt über das im Lieferumfang enthaltene Programm PIMikroMove®, die Anbindung an die kundenseitige Software ist über LabVIEW Treiber und DLLs möglich.



Nanopositionierung auf Stellwegen bis 50 mm: Mehrere NEXACT® Antriebsmodule im LPS-65 erzielen eine Vorschubkraft von bis zu 10 N



2 mm Stellweg und 20 Millisekunden Einschwingzeit: Objektivversteller N-725 mit NEXACT® Antrieb für 3D-Stacks bis in 1 mm Tiefe



NEXACT® basiertes Positioniersystem mit 0,5 nm Auflösung

Ausgezeichnet:

PI ist von Anfang an dabei – 40 Jahre LASER World of PHOTONICS

Präzision ist das Leitmotiv – damals wie heute. Seit 1973 ist PI ununterbrochen als Aussteller auf der LASER World of PHOTONICS vertreten.

Jetzt feierte die Weltleitmesse der Laser- und Photonik-Branche ihr 40-jähriges Bestehen und zeichnete PI mit einem Preis für seine langjährige Teilnahme aus. Damals startete PI als Hersteller

optischer Bänke und Zubehör für die Laserstrahlführung. Heute präsentiert PI Produkte und komplette Systemlösungen für die optische Messtechnik und Materialbearbeitung.



PI Messestand auf der LASER World of PHOTONICS 2013

In diesem Jahr zeigte PI zum ersten Mal gemeinsam mit PI miCos weit über 300 Exponate einschließlich 25 Produktneheiten, 18 SpaceFAB- und Hexapodvarianten und 16 Produktlinien mit Piezomotorantrieb. Der Zuspruch am Messestand und die ausgestellten Produkte und Systeme durch die Besucher war überwältigend. Dazu trugen nicht zuletzt der als Anlaufpunkt zentral platzierte modulare Hexapod mit einer Höhe von fast einem Meter und einem Durchmesser der Basisplattform von 1,2 m bei, sowie das neue Video „Die Leichtigkeit der Präzision“, das auf einer 4 x 2,5 m² großen Bildschirmwand die Messebesucher zum Stehenbleiben und Schauen einlud.



Video

„Die Leichtigkeit der Präzision“
www.youtube.com

PI Gesamtkatalog – schnell und sicher zur passenden Lösung

Jetzt anfordern!

Der Gesamtkatalog 2013/2014 präsentiert auf 270 Seiten technische Spitzenleistungen der PI Gruppe aus allen Bereichen der Präzisionspositionierung. Unterschiedliche Antriebstechnologien auf der Basis von Piezoelementen, elektrischen und magnetischen Prinzipien und ihre Integration in Positioniersysteme mit bis zu sechs Achsen bieten eine umfassende Auswahl.

Ausführliche Informationen zu den Technologien liefern Hintergrundwissen zum breiten Produktportfolio von Physik Instrumente (PI), PI miCos und des Spezialisten für Piezotechnologie, PI Ceramic.



Physik Instrumente (PI)

GmbH & Co. KG
Auf der Römerstr. 1
76228 Karlsruhe
Tel. +49 (721) 4846-0
Fax +49 (721) 4846-1019
info@pi.de
www.pi.de

PI Ceramic GmbH

Lindenstr.
07589 Lederhose
Tel. +49 (36604) 882-0
Fax +49 (36604) 882-4109
info@piceramic.de
www.piceramic.de

PI miCos GmbH

Freiburger Str. 30
79427 Eschbach
Tel. +49 (7634) 5057-0
Fax +49 (7634) 5057-99
info@pimicos.de
www.pimicos.de