

Neues Piezomotorprinzip für PI miCos vereint Kraft und Kompaktheit

Verstellerserie mit Nanometer Schrittweite



PI|micos

Innerhalb der PI Gruppe fällt PI miCos die Aufgabe zu, Positioniersysteme mit kleinen Abmessungen zu entwickeln. Diese sind für Anwendungen vorgesehen, bei denen der Bauraum eingeschränkt ist, wie z.B. in Laboraufbauten oder für mobile Geräte in der Mess- oder Medizintechnik. Mit zunehmend kleineren Abmessungen sind Antriebssysteme mit DC- oder Schrittmotoren nicht mehr einsetzbar, alternative Motorkonzepte sind gefragt.

Piezotechnologie von PI

Die neuen Linearversteller der LPS-45 Serie setzen daher piezoelektrische Trägheitsantriebe PIShift von PI ein und erreichen eine Kombination von Leistungsmerkmalen, die mit konventionellen Antriebsprinzipien nicht möglich ist. Die maximale Geschwindigkeit beträgt 10 mm/s, die Halte- bzw. maximale Vortriebskraft liegt bei 10 N. Die Abmessungen der LPS-45 Serie sind kleiner als bei Systemen mit vergleichbarer Kraft:

Die Breite beträgt 45 mm und die Länge reicht von 48 mm (13 mm Stellweg) bis 63 mm (25 mm Stellweg).

Fortsetzung auf Seite 2

Fortsetzung

Präzision auf kleinem Raum

Damit sind die Dimensionen noch immer ausreichend groß, um hochwertige Komponenten zu verwenden, denn das Hauptaugenmerk für die Entwicklung des LPS-45 liegt in der Genauigkeit der Positionierung.

In seinem kompakten Bauraum enthält der LPS-45 Präzisionskomponenten wie Kreuzrollenführungen mit Käfigzwangsteuerung, die eine hohe Ablaufgenauigkeit von unter 100 μ rad ermöglichen. Das Längenmesssystem, ein optischer Linearencoder, besitzt eine Auflösung von 6 Nanometern und ist wie der Motor zentral zwischen den Führungen angeordnet.

In Kombination mit dem Piezomotor lassen sich so kleinste Schrittweiten im Bereich der Encoderauflösung stabil und wiederholbar erzielen. Die Wiederholgenauigkeit liegt bei 18 Nanometern.

Durch die hohe Selbsthemmung des Motors benötigt die Lageregelung des Verfahrtes nur wenig Strom, der Motor erwärmt sich nicht. Für Anwendungen mit geringen Betriebszyklen ist der Antrieb gut geeignet und energie-

sparend. Betrieben wird der piezoelektrische Trägheitsantrieb mit einer Spannung von 45 V bei einer Frequenz von 20 kHz. Er arbeitet somit nahezu geräuschlos.

LPS-45 anwendungsbezogen ansteuern

Die Positionsregelung mit dem passenden Motion Controller E-871 ist auf schnelle Punkt zu Punkt Bewegungen ausgelegt. Die Steuerung lässt sich über eine USB- oder RS-232 Schnittstelle digital ansprechen und besitzt zahlreiche Parameter zur optionalen Optimierung des Einschwingverhaltens. Aufgrund ihrer Vernetzbarkeit lassen sich bis zu 16 Achsen gleichzeitig über eine Computerschnittstelle ansteuern. Innerhalb dieses Netzwerks werden für maximale Flexibilität auch andere Antriebsarten wie Schrittmotoren oder bürstenlose DC-Motoren unterstützt.

Für Laboranwendungen unterstützt der E-871 Controller LabVIEW, und zusätzliche Bibliotheken für Windows und LINUX ermöglichen die Implementierung in bestehende Umgebungen.

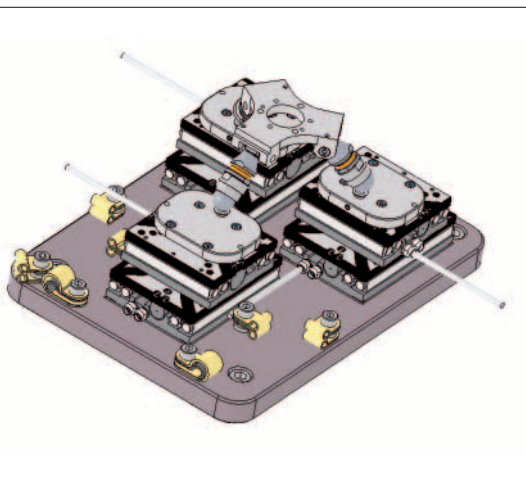
Rosiger Ausblick

Gerade für Laboranwendungen und die Beamline-Instrumentierung ist ein weiterer Ausbau der Positioniersysteme mit Piezomotoren vorgesehen.

Zum einen gilt es, die LPS-45 Serie im Jahre 2013 um weitere Bewegungsachsen wie z.B. Drehtische, Goniometer und Hubtische zu ergänzen. Piezomotoren sind grundsätzlich vakuumtauglich, und so werden auch LPS-45 für den Betrieb bis ins Ultrahochvakuum mit 10^{-9} hPa ausgelegt.

Zum anderen stellen 45 Millimeter keine Größenbegrenzung dar: Eine kompaktere Serie mit 23 mm Breite ist als LPS-23 in Vorbereitung und wird im Januar 2013 wiederum beginnend mit Linearverstellern vorgestellt werden. Auch hier ist das Ziel, bestmögliche Präzision und vergleichsweise große Kräfte zu erreichen.

Das Sahnehäubchen ist die Verwendung der LPS-Positioniersysteme in parallelkinematischen SpaceFAB Designs für Bewegungen in bis zu sechs Achsen – eine Alternative zum gestapelten Aufbau einzelner einachsiger Versteller.



LPS-Positioniersysteme im parallelkinematischen SpaceFAB Design

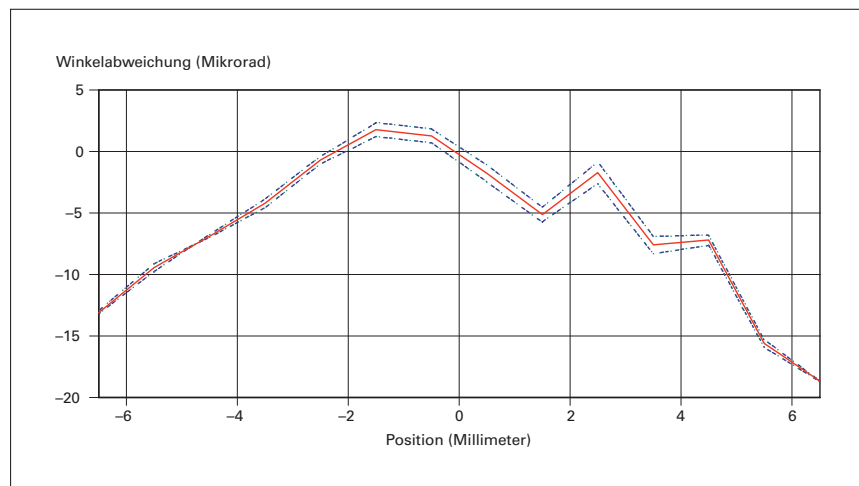


Diagramm Pitch: Die Verwendung von hochqualifizierten Führungen zahlt sich aus: Beispiel einer Vermessung der Winkelabweichung (Pitch/Neigen) mit 21 μ rad

N-412.50 für
die stirnseitige
Montage

PIShift: Neuer kompakter Trägheitsantrieb

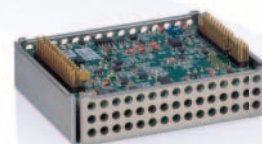
PIShift sind platzsparende und preisgünstige piezobasierte Motoren. Sie nutzen die dynamischen Möglichkeiten piezoelektrischer Aktoren zum einen für einen auf Massenträgheit basierenden Linearantrieb mit einer Haltekraft von 10 N für etwa 300 nm Vorschub je Bewegungszyklus im Vollschrittbetrieb. Zum anderen kann aufgrund der hohen Bewegungsauflösung und Steifigkeit des Piezos die Position innerhalb eines Schrittes auf wenige Nanometer genau erreicht werden.

Mit einer Betriebsfrequenz von mehr als 20 kHz erreicht PIShift Geschwindigkeiten von bis zu 10 mm/s und arbeitet nahezu geräuschlos.

Die Last wird am bewegten Läufer angekoppelt. Typische Anwendungen für dieses Antriebsprinzip reichen von der Justierung optischer und optomechanischer Komponenten, über die Zellmanipulation bis hin zu industriellen Anwendungen wie der Positionierung von Lötspitzen in der Elektronikfertigung.



E-870.10: Steck- bzw. lötpbarer einkanaliger Treiber für PIShift Piezoträgheitsantriebe



Der E-870.41 ermöglicht durch Demultiplexing die serielle Ansteuerung von bis zu vier PIShift Kanälen

So funktioniert's:

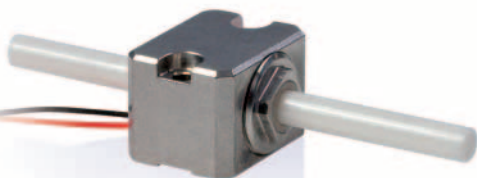
Das Funktionsprinzip basiert auf einem einzelnen kompakten Piezoelement, das mit einer modifizierten Sägezahnspannung von bis zu 50 V angesteuert wird. Das Piezoelement dehnt sich langsam aus und nimmt einen Läufer mit. Die darauffolgende schnelle Kontraktion kann der Läufer aufgrund seiner Trägheit nicht nachvollziehen, und verharrt auf seiner Position. Im Stillstand ist der Antrieb mit bis zu 10 N selbsthemmend, muss nicht bestromt werden und erwärmt sich nicht. Im Vergleich zu anderen Trägheitsantrieben erreicht PIShift damit besonders hohe Kräfte. Zur einfachen Integration wird die Antriebskomponente entweder auf eine ebene Fläche montiert oder stirnseitig eingeschraubt.

Flexible Treiberelektronik

Für die piezobasierten PIShift Trägheitsantriebe bietet Physik Instrumente (PI) mit den E-870 eine Serie von Treiberelektroniken mit unterschiedlichem Integrationsgrad an. Ob als OEM-Platine, als Variante zur seriellen Ansteuerung von 4 Kanälen oder als gehaustes Tischgerät:

Der E-870 kombiniert niedrige Kosten mit einem außerordentlich hohen Bedienkomfort. Über eine USB-Schnittstelle kann der Treiber konfiguriert und angesteuert werden. Ein Softwareprogramm unterstützt den Benutzer dabei, Softwaretreiber für Windows und LabVIEW unterstützen die Einbindung in Systemumgebungen.

Die Konfiguration und die Ansteuerung können auch per Hardwaresettings erfolgen. Verschiedene Betriebsmoden erlauben die flexible Nutzung der Treiberelektronik, z.B. durch einen Analogeingang zur Geschwindigkeitssteuerung oder TTL-Eingänge für einen getriggerten Betrieb. Digitale Ausgänge ermöglichen die Überwachung des Betriebsstatus oder der Temperatur. PI bietet die reine Treiberelektronik auch auf einer Trägerplatine an, auf der die elektrischen Kontakte komfortabel über Buchsen und Steckerleisten zur Verfügung stehen. Zwei Taster auf der Platine für die Vorwärts- und Rückwärtsfahrt erlauben eine schnelle Inbetriebnahme des Treibers. In dieser Version können durch ein Demultiplexen bis zu 4 Kanäle seriell angesteuert werden.



PIShift Linearantrieb N-422.50 für die Montage auf einer ebenen Fläche



6D-Positionierer mit System

Neuer Kompaktcontroller für Hexapoden

Die parallelkinematischen 6D-Positionierer von PI werden als System inklusive leistungsfähigem Digitalcontroller und umfangreicher Softwareunterstützung angeboten.

Jeden Hexapoden gibt es im Paket mit einem neuen Kompaktcontroller (255 mm x 226 mm x 185 mm), der die volle Funktionalität zu einem geringeren Systempreis zur Verfügung stellt. Weiterhin verfügbar ist das Hexapodsystem mit

dem bisherigen 19-Zoll-Rackeinschub-Controller, der ab sofort serienmäßig die Ansteuerung von zwei weiteren einzelnen Servoachsen bietet. Optional können hier zusätzlich Piezosysteme sowie optische oder analoge Eingänge angeschlossen werden.

Zugleich wurde die Controllerfirmware überarbeitet und dabei die Trajektorienkontrolle weiter verbessert. Neu steht jetzt ein umfangreicher Datenrecorder bereit, der Betriebsgrößen wie Motoransteuerung, Geschwindigkeit oder Posi-

tion in Echtzeit aufnimmt. Makros können direkt im Controller gespeichert werden und unterstützen damit den Stand-Alone Betrieb auch ohne angeschlossenen PC.

Die Kommandoübertragung erfolgt über TCP/IP-Ethernet oder seriell über RS-232 Schnittstelle. Bekannte und bewährte Features wie der per Softwarebefehl frei im Raum definierbare Drehpunkt und die bequeme Ansteuerung in kartesischen Koordinaten sind selbstverständlich weiterhin verfügbar.

Mini-Hexapod bietet große Stellwege auf kleinem Raum

Hohe Präzision in sechs Achsen

Große Stellwege auf kleinem Raum bietet der Miniatur-Hexapod H-811 mit einem Durchmesser von nur 130 mm und einer Höhe von 115 mm. Zusätzlich zur Vakuumausführung ist er jetzt auch für den Betrieb unter normalen atmosphärischen Bedingungen verfügbar.

Der H-811 bietet Stellwege bis zu 35 mm in der XY-Ebene und bis zu 13 mm in Z-Richtung. Insbesondere die großen Kippwinkel von 20° um X- und Y-Achse

und bis zu 40° um die Senkrechte machen diesen Hexapoden so vielseitig. Der Mini-Hexapod positioniert zuverlässig Lasten bis 5 kg und erreicht Geschwindigkeiten bis 10 mm/s. Die Positionsauflösung des Einzelbeins liegt bei 40 nm; die Positionen werden mit Genauigkeiten unter 1 µm wiederholbar angefahren.

Die Parallelkinematik der Hexapoden erlaubt eine individuelle Positionierung

jeder Achse. Der Aufbau ist wesentlich kompakter und steifer als bei seriell gestapelten Mehrachsensystemen und führt zu einer sehr hohen Resonanzfrequenz.

Außerdem gibt es hier keine Aufsummierung von Führungsfehlern und Verkippen einzelner Achsen. Der per Softwarebefehl frei definierbare Drehpunkt bleibt unabhängig von der Bewegung erhalten.

Energie aus Vibration – Energy Harvesting

Piezoaktoren und sensible Elektronik ersetzen die Batterie

Vibriert eine Maschine? Schwingt eine Platte oder ein Rohr? Dann kann die dabei frei werdende Energie dazu dienen, ein elektronisches Bauteil dezentral zu versorgen und dabei auf Batterien und den damit verbundenen Service-Aufwand zu verzichten!

Piezoelemente wandeln die kinetische Energie aus Schwingungen oder Erschütterungen der Umgebung in elektrische Energie um. Ideal geeignet sind hier die robusten, in Kunststoff laminierten DuraAct Piezowandler von PI Ceramic (PIC).

Sie sind einfach handzuhaben und verarbeiten selbst große Auslenkungen bis zu einigen Millimetern. Dabei sind sie

besonders zuverlässig und haltbar. Zusätzlich bietet PIC eine passende Wandler- und Speicherelektronik an. Die Einheit ist klein und kann daher bei sehr geringem Energieverbrauch fast überall eingesetzt werden. Das Energy Harvesting System arbeitet in einem breiten Frequenzbereich von einigen Hertz bis zu mehreren tausend Hertz. Für kurze Dauer erreicht es eine elektrische Ausgangsleistung bis in den Milliwatt-Bereich, die bei einer stabilen Ausgangsspannung zwischen 1,8 und 5 V abgegriffen werden kann. Damit können bereits viele handelsübliche elektrische Schaltungen und Systeme betrieben werden. Ist das System erfolgreich qualifiziert, kann es anschließend für den



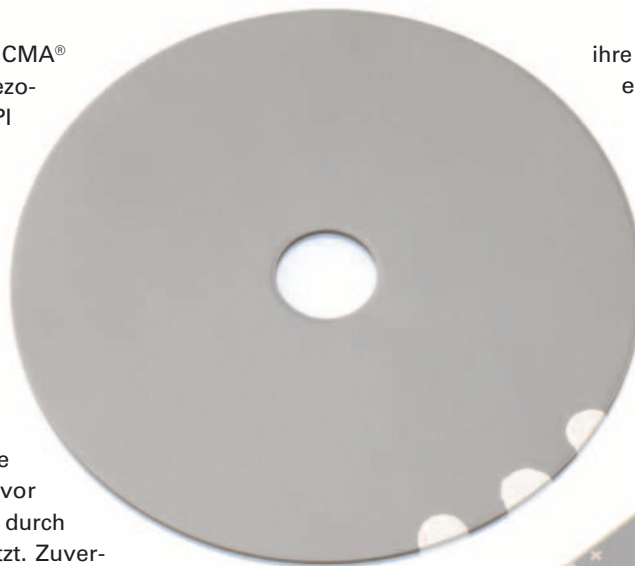
Das Evaluierungsset E-821.EHD enthält zusätzlich zum Piezoelement bereits passende Wandler- und Speicherelektronik.

konkreten Einsatz optimiert werden: Größe und Frequenzbereich des Piezowandlers werden auf den Anwendungsfall abgestimmt und die Elektronik nach Wunsch angepasst.

Ideal für den Einsatz bei Dosier- und Pumpvorgängen

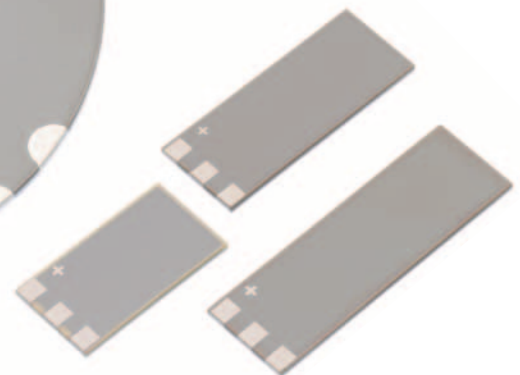
Runder Multilayer-Biegeaktor ergänzt die Produktlinie der PICMA® Bender

Neu in der Produktlinie der PICMA® Bender ist ein Multilayer-Piezobiegeaktor in runder Form. PI Ceramic fertigt den Biegeaktor in der Größe Ø 44 mm x 0,65 mm für eine Auslenkung bis 270 µm. Das Herstellungsverfahren erlaubt auch hier eine rundum vollkeramische Isolierung und gewährleistet die bewährten Eigenschaften der PICMA® Aktoren: Die aktiven Schichten sind durch die vollkeramische Isolierschicht vor Luftfeuchtigkeit und Ausfällen durch erhöhten Leckstrom geschützt. Zuverlässigkeit und Lebensdauer sind dadurch gegenüber herkömmlich polymerisolierten Aktoren deutlich erhöht. Durch



PICMA® Multilayer-Biegeaktoren in verschiedenen Konturen und Abmessungen

ihre Zuverlässigkeit und flexible Ansteuerung eignen sich die PICMA® Biegeaktoren ideal für Dosier- und Pumpvorgänge, zur optischen Strahlablenkung und in kleinsten Abmessungen für den Einsatz in portablen Geräten.



Gekapselte Multilayer-Piezoaktoren

Piezotechnologie für raue Industrieumgebungen

PI Ceramic bietet in Edelstahl gekapselte PICMA® Stack Multilayer-Piezoaktoren

Durch die Kapselung ist es möglich, die Zuverlässigkeit und überlegene Lebensdauer der Multilayer-Piezoaktoren auch unter extremen Einsatzbedingungen zu gewährleisten, wenn Öl, Spritzwasser oder dauerhaft hohe Luftfeuchtigkeit die Applikationsumgebung bestimmen.

Der Multilayer-Piezoaktor befindet sich in einem hermetisch verschweißten Edelstahlgehäuse, das mit trockenem Inertgas gefüllt ist. Diese Kapselung

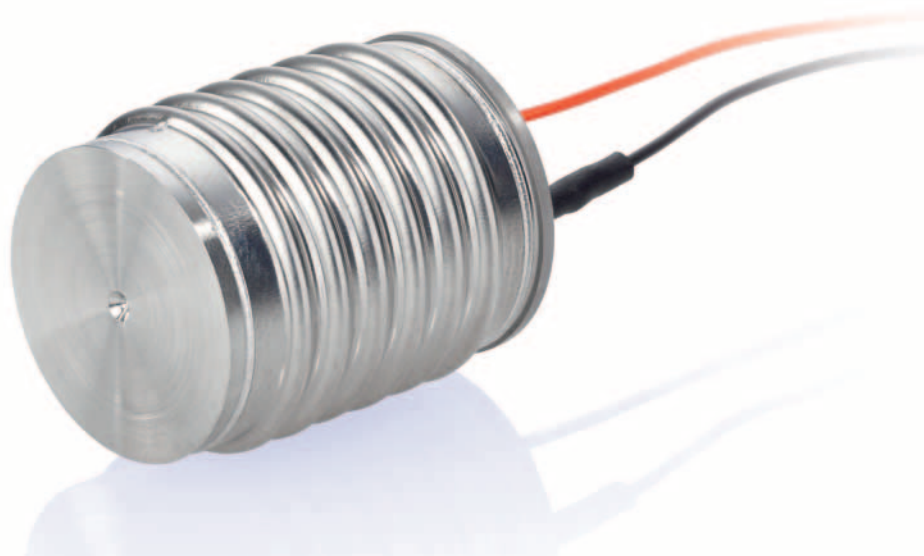
macht die PICMA® Stack Multilayer-Piezoaktoren für den Einsatz in rauen Industrieumgebungen geeignet.

Die Multilayer-Piezoaktoren mit Edelstahlgehäuse sind UHV-kompatibel bis 10^{-9} hPa. Die gekapselte Ausführung der Multilayer-Piezoaktoren gibt es in der Größe $\varnothing 11,2$ mm x 22,5 mm für 14 μ m Stellweg und in der Größe $\varnothing 11,2$ mm x 40,5 mm für eine Auslenkung bis 30 μ m. Höhere Kräfte erzielt die Variante

in der Abmessung $\varnothing 18,6$ mm x 22,5 mm mit einer maximalen Auslenkung bis 14 μ m.

Die Montage im Gehäuse erfolgt durch Einklemmen oder Verkleben. Zur elektrischen Kontaktierung sind Anschlusslitzen aus dem Gehäuse herausgeführt.

Auf Anfrage können die gekapselten PICMA® Stack Multilayer-Piezoaktoren auch in weiteren Größen gefertigt werden.



Extrem preisgünstig und kompakt: PiezoMove® Linearaktor P-604

Hebelaktor für kleine Lasten, Membranen und Ventile

Der extrem preisgünstige und kompakte Hebelaktor P-604 ergänzt das Portfolio der PiezoMove® Serie.



Der Linearaktor erreicht einen Stellweg von 300 μ m und ist ausschließlich für den Open-Loop-Betrieb konzipiert.

Der sehr kleine Bauraum von 19,5 mm x 13 mm x 4,1 mm sowie die gezielte Ausrichtung auf eine besonders kostenoptimierte Herstellung in großen Stückzahlen machen den PiezoMove® Linearaktor P-604 ideal für OEM-Anwendungen in Optik, Medizin, Biotechnologie und Mikrofluidik.

Treibende Kraft der Hebelaktoren Typ P-604 sind auch hier PICMA® Multilayer-Piezoaktoren. Sie sind vollkeramisch ummantelt und dadurch äußerst robust und langlebig.

Laserstrahlsteuerung und -fokussierung in der Ophthalmologie

Das Auge im Fokus

Die Laserstrahlsteuerung und -fokussierung in der Ophthalmologie erfordert hochgenaue Positioniersysteme.

Piezobasierte Antriebe gewährleisten die notwendige Präzision, sind schnell, zuverlässig und bauen kompakt.

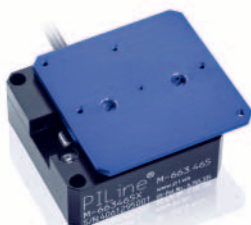
Mit der Methode der refraktiven Chirurgie ist es heute möglich, Fehlsichtigkeiten am Auge bis in hohe Dioptrienbereiche auszugleichen. Durch Entfernen von Hornhautgewebe mit Hilfe von Laserstrahlen wird die Hornhautkrümmung in der Sehachse so modelliert, dass die resultierende Brechkraft der Hornhaut wieder zur Länge des Augapfels passt. Die Steuerung und Fokussierung des Laserstrahls erfordert hier hochpräzise Positioniersysteme.

Piezogetriebene Kippspiegelsysteme bieten zur Steuerung des Laserstrahls nicht nur die erforderliche Genauigkeit, sondern auch hohe Beschleunigungen und eine große dynamische Bandbreite. Sie bauen kompakt und lassen sich gut in Lasersysteme integrieren. Sie ermöglichen einen optischen Ablenkbereich bis zu 120 mrad, extrem schnelles Ansprechverhalten (10 ms bis 1 ms mit Spiegel) sowie Auflösungen bis in den Nano-Radianbereich. Treibende Kraft dieser ein-, zwei- oder dreiachsigen Systeme sind Piezoaktoren.

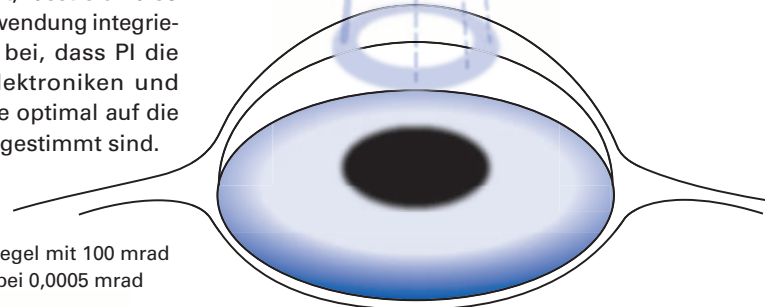
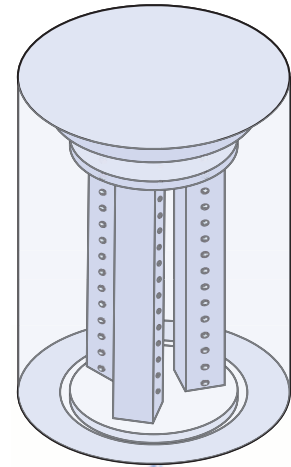
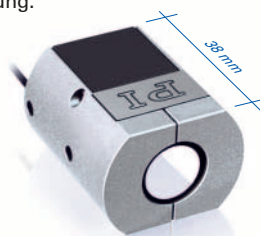
Bei Kippspiegelsystemen mit mehreren Bewegungsachsen sind die Piezoantriebe in parallelkinematischen Positionier-

systemen eingesetzt. Diese Bauform hat gegenüber seriellen Systemen verschiedene Vorteile: So gibt es nur eine bewegte Plattform mit gemeinsamem Drehpunkt, die Dynamik ist höher und die Baugröße kleiner. Außerdem erreichen die Systeme eine höhere Linearität als dies durch Hintereinanderschalten von zwei Einachssystemen realisierbar ist, wie z.B. bei Galvanoscannern. Weitere Positionierlösungen zur Laserstrahlsteuerung sind keramische PLine® Ultraschallmotoren. Sie zeichnen sich durch extrem hohe Geschwindigkeiten und Beschleunigung bei gleichzeitig sehr kompakten Abmessungen aus. Das patentierte Antriebsprinzip macht sie selbsthemmend im Ruhezustand. Linearmotoren und Antriebe sind zur Integration in ein Kundensystem vorgesehen und im Allgemeinen ungeführt. Es gibt jedoch auch Komplettlösungen, die sich einbaufertig in viele Applikationen integrieren lassen. Der Präzisions-Mikrolineartisch M-663, der sich bei Bedarf auch für XY-Kombinationen eignet, bietet Geschwindigkeiten von bis zu 400 mm/s und Stellwege bis 19 mm bei Auflösungen bis zu 0,1 µm. Ein berührungslos messender optischer Linearencoder garantiert hohe Linearität und Wiederholgenauigkeit. Mit 15 mm Höhe, 30 mm Breite und 35 mm Länge baut der Mikrostellertisch sehr kompakt, lässt sich also gut in die jeweilige Anwendung integrieren. Dazu trägt auch bei, dass PI die passenden Treiberelektroniken und Controller anbietet, die optimal auf die Positioniersysteme abgestimmt sind.

PLine®-Mikropositioniertisch mit Linearencoder zur direkten Positionsauswertung.



Kompakter Piezo-Kippspiegel mit 100 mrad optischem Ablenkwinkel bei 0,0005 mrad Auflösung.



Um Fehlsichtigkeiten am Auge auszugleichen, wird die Hornhautform in der Sehachse durch Entfernen von Hornhautpartikelchen mit Hilfe von Laserstrahlen so modelliert, dass die resultierende Brechkraft der Hornhaut (Epithel) wieder zur Länge des Augapfels passt.



PI Ceramic veröffentlicht neuen Katalog „Piezoelektrische Aktoren“

70 Seiten Produktkatalog und Nachschlagewerk zur Piezotechnologie in Einem

PI Ceramic veröffentlicht den neuen Produktkatalog „Piezoelektrische Aktoren – Bauelemente, Technologie, Ansteuerung“. Die Neuauflage enthält die Gesamtdarstellung aller Standardprodukte im Bereich der Piezoaktoren und umfangreiche Ausführungen zu den Grundlagen der Piezotechnologie. Eine Übersicht der geeigneten Piezoverstärker von Physik Instrumente (PI) für die Ansteuerung der Aktoren ist ebenfalls aufgeführt.

PI Ceramic stellt zusätzlich zur bisherigen Produktpalette zahlreiche neue Standardprodukte vor, die das breite Spektrum der Fertigungstechnologie widerspiegeln. Unter anderem werden jetzt gekapselte PICMA® Aktoren, runde PICMA® Biegeaktoren und PICMA® Scheraktoren für kryogene und Vakuum-Umgebungen im Standardsortiment angeboten.

Zu jedem Produkt findet der Kunde neben Grafiken und Datentabellen auch Angaben zu möglichen Modifikationen und Einsatzgebieten. Großen Wert legt PI Ceramic darauf, flexibel auf Anfragen zu reagieren und kundenspezifische Lösungen fertigen zu können.

Der zweite Teil des Katalogs enthält eine ausführliche Erklärung der Grundlagen der Piezotechnik mit detaillierten Zeichnungen. Neu erläutert sind beispielsweise Berechnungen zur Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Aktoren, ihr temperaturabhängiges Verhalten und ihr Einsatz in unterschiedlichen Umgebungsbedingungen.

Der Katalog steht unter **www.piceramic.de** zum Download zur Verfügung oder wird auf Wunsch zugesandt.

Hauptsitze

DEUTSCHLAND

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG
Auf der Römerstr. 1
76228 Karlsruhe/Palmbach
Tel. +49 (721) 4846-0
Fax +49 (721) 4846-1019
info@pi.ws
www.pi.ws

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

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

Niederlassungen

USA (Ost) & KANADA

PI (Physik Instrumente) L.P.
Auburn, MA 01501
info@pi-usa.us
www.pi-usa.us

USA (West) & MEXIKO

PI (Physik Instrumente) L.P.
Irvine, CA 92620
info@pi-usa.us
www.pi-usa.us

JAPAN

PI Japan Co., Ltd.
Tachikawa
info@pi-japan.jp
www.pi-japan.jp

PI Japan Co., Ltd.
Osaka
info@pi-japan.jp
www.pi-japan.jp

ENGLAND & IRLAND

PI (Physik Instrumente) Ltd.
Cranfield, Bedford
uk@pi.ws
www.physikinstrumente.co.uk

ITALIEN

Physik Instrumente (PI) S. r. l.
Bresso
info@pionline.it
www.pionline.it

FRANKREICH

PI France S.A.S.
Montrouge
info.france@pi.ws
www.pifrance.fr

CHINA

Physik Instrumente (PI Shanghai) Co., Ltd.
Shanghai, China
info@pi-china.cn
www.pi-china.cn

SÜDOSTASIEN

PI (Physik Instrumente) Singapore LLP
Singapore
info-sg@pi.ws
www.pi-singapore.sg
For ID / MY / PH / SG / TH

KOREA

PI Korea Ltd.
Seoul
info-kr@pi.ws
www.pi-korea.ws