

M-500er Klasse setzt (auf) neue Maßstäbe!

Schneller, genauer, preiswerter: Linearversteller mit 102 bis 306 mm Verstellweg

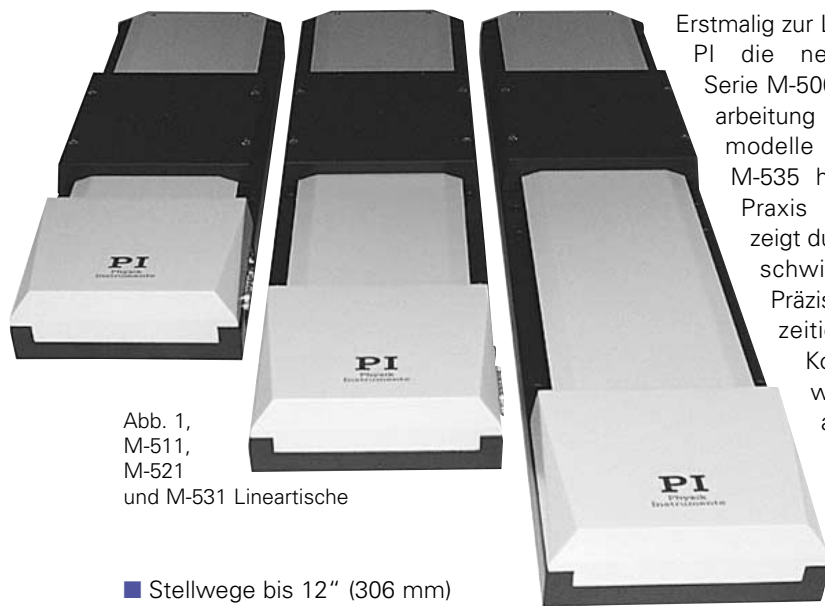


Abb. 1, M-511, M-521 und M-531 Lineartische

- Stellwege bis 12" (306 mm)
- Geschwindigkeit bis 200 mm/s
- Integrierte Linear-Maßstäbe mit 0,1 µm Auflösung
- Spielfreie Kugelumlaufspindeln
- Aktive Antriebe (integrierte DC-Servo-Verstärker)
- Höchste Stabilität durch Aufbau aus entspanntem Aluminium
- Integrierte Referenz- u. Endschalter
- Integrierte Motorbremse (Option)

PI expandiert weiter

Auch in diesem Jahr setzt PI sein zweistelliges Wachstum fort. Um den Wünschen unserer Kunden nachkommen zu können, investieren wir ständig in hochqualifizierte Mitarbeiter und neueste Technik. Ein Beispiel für den Stellenwert von Qualitätssicherung und Meßtechnik in unserem Betrieb: Mittlerweile setzen wir alleine sechs Laser-Interferometer ein (neben vielen anderen elektronischen und optischen Meßgeräten).

Erstmalig zur LASER '99 stellt PI die neue Verstellerserie M-500 vor. Die Überarbeitung der Vorgängermodelle M-525 und M-535 hat sich in der Praxis bewährt und zeigt durch höhere Geschwindigkeit und Präzision, bei gleichzeitig geringeren Kosten, neue Anwendungsfelder auf.

Was hat sich geändert?

1. Die direkt angetriebenen Versionen mit DC-Motor sind mit einem hochauflösenden integrierten Linearmaßstab ausgerüstet. Die Position wird nicht mehr (indirekt) an der Motorachse gemessen, sondern **direkt am Verstell-schlitten**. Mit einer Auflösung von 0,1 µm und einer Reproduzierbarkeit von 0,2 µm (siehe Abb. 2) wurde die Genauigkeit der Verstellerserie um fast eine Größenordnung verbessert.
2. Bisher mußte für Verstellgeschwindigkeiten von über 6 mm/s ein externer Leistungsverstärker der Motorsteuerung nachgeschaltet werden. Diesen Verstärker haben wir nun in die Mechanik integriert! Vorteil: Die Versteller können direkt von der PC-Motorcontrollerkarte C-842 getrieben werden.
3. Die max. Geschwindigkeit bei einer Auflösung

von 0,1 µm beträgt jetzt 50 mm/s. Bei Reduzierung der Auflösung auf 0,5 µm kann sogar der Wert von 200 mm/s erreicht werden.

4. Waren bei der alten Verstellerserie die Verstellwege auf 100, 200 und 300 mm begrenzt, so werden jetzt auch die entsprechenden Zollwerte (4, 8 bzw. 12") abgedeckt.

5. Doppelte Endschalter erhöhen die Betriebssicherheit und verhindern absolut zuverlässig das Anfahren des „Hardstops“.

6. Integrierte kontaktlose Hall-Effekt-Positions-Referenzsensoren mit Richtungserkennung ermöglichen es, die Referenzposition schnell, automatisch und hochpräzise anzufahren, ein großes Plus in der Fertigung.

All diese Vorteile erhalten Sie nun in einem Paket unter den Bestellnummern M-511.DD, M-521.DD und M-531.DD zu einem konkurrenzlos günstigen Preis: Vorteile, die überzeugen.

Bitte fordern Sie unseren Katalog an: Dort finden Sie alle Daten und Zeichnungen.

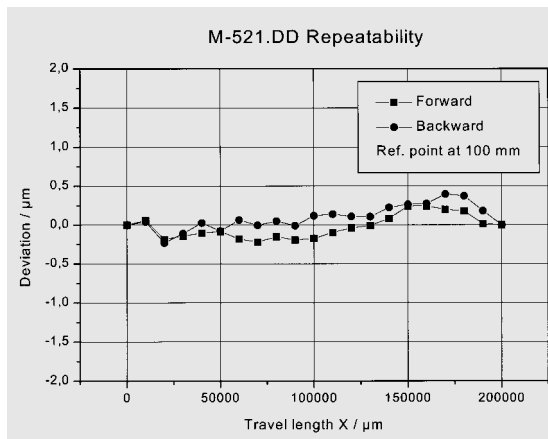


Abb. 2, Interferometrisches Meßprotokoll der Wiederholbarkeit

Superflache Linearmeißtische mit 50 bis 150 mm Verstellweg

Eine weitere Neuerung im Bereich der motorisierten Linearversteller ist die Baureihe M-400, die die bisher angebotenen Versteller M-150 und M-155 (50 und 100 mm Verstellweg) ablöst.

- Verstellwege 50, 100 und 150 mm
- Aktiver Direktantrieb mit 0,125 µm Auflösung und 15 mm/s Geschwindigkeit
- Alternativ: DC-Motor/Getriebe/Encoder-Antrieb mit < 0,1 µm Auflösung
- Exzellentes Ablaufverhalten durch Kreuzrollenführungen
- Deutlich verringertes Gesamtgewicht durch thermo-kompensierte Aluminiumprofile

- Geschlossene Bauform mit Abdeckung der Führungsschienen und Spindeln
- Handrad

Diese preiswerte und kompakte Verstellerserie ist mit einer Präzisions-Feingewindespindel mit 0,5 mm/Umdrehung ausgerüstet. Auch diese Tische sind wie die Baureihe M-500 mit den aktiven Direktantrieben ausgerüstet, die direkt von unserer PC-Karte betrieben werden können. Sie erreichen Verstellgeschwindigkeiten bis zu 15 mm/s, bei einer Auflösung von 0,125 µm. Als Alternative stehen Motor/Getriebe-Kombinationen zur

Kreuzrollenführungen gewährleisten sehr gute Ablaufgenauigkeiten (< 2 µm über 100 mm) auch bei Lasten von mehreren Kilogramm.

Bitte fordern Sie unseren Katalog an: Dort finden Sie alle Daten und Zeichnungen.



EINLADUNG

LASER '99, München
14. – 18. 6. 99

Micro Engineering, Stuttgart
29. 9. – 1. 10. 99

Interkama, Düsseldorf
18. – 23. 10. 99

Productronica, München
9. – 12. 11. 99

INHALT

Neue Linear-Versteller

Hochgenauer Digitaler Piezo-Controller

Ausstellungsstücke zu Sonderpreisen

LabView Treiber für E-710 Piezo-Controller

Neuer Voice-Coil Scantisch

Piezo-Biegeaktoren mit 2 mm Hub

PIFOCs® in der konfokalen Mikroskopie

LabView für Motor-Controller

Hexapod für Satelliten-Antennenjustage

Faser-Chip Koppler

Interferometrische Teleskope

E-750 Piezo-Controller: Ultra-Schnell und digital, ideal für OEMs!

Neuer Controller ermöglicht sub-nanometergenaue Positionierung

- Ultra-schneller Servo: 11 kHz
- Optisches FiberLink-Interface: 1 Mbit/s
- DSP-basierendes Echtzeit-Betriebssystem
- Zusätzlicher High-Speed-Analogeingang
- Integrierter MACH™ – Algorithmus für Input Shaping (Option)
- AutoCalibration Funktion für NanoPositioniersysteme
- Alle Parameter intern permanent gespeichert

Der neue E-750.CP Digital-Controller für Piezo-NanoPositioniersysteme stellt alles bisher dagewesene im Bereich Piezo-Controller in den Schatten. In Verbindung mit den schnellen NanoPositioniertischen P-752 und P-753 LISA ermöglicht er Auflösungen von besser als 1 Angström und Sub-ms Positionierzeiten. Neben dem extrem schnellen Regelverhalten, einer hochauflösenden, rauscharmen Endstufe und dem integrierten schwingungsunterdrückenden MACH™-Algorithmus (patentiert) bietet der E-750 weitere Vorteile, die speziell OEM-Kunden zu schätzen wissen: Das Fiber-Link

Interface (Abb. 2) und die AutoCalibration Funktion.

Im Industriebetrieb kommt es oft vor, daß zwischen Steuerrechner und Controller größere Distanzen liegen und dadurch die Verbindungskabel Störstrahlung aufnehmen und die Kommunikationssicherheit nachläßt. Hier glänzt der E-750 Controller: Durch sein optisches FiberLink-Interface werden Steuerrechner und Controller elektrisch entkoppelt, Störeinstrahlungen verhindert, große Kabellängen (50 m) ermöglicht und extrem hohe Kommunikationsraten (1 Mbit/s) erreicht.

Die **AutoCalibration** Funktion erlaubt den beliebigen Austausch von Controller oder NanoPositioniersystem ohne erneuten Systemabgleich. Dazu werden im NanoPositioniersystem alle benötigten Kalibrationsdaten auf ein-

em ID-Chip eingespeichert. Der Controller liest dann bei jedem Start die Daten aus und stellt alle Regelparameter optimal auf die angeschlossene PiezoMechanik ein.

Um für den internationalen Einsatz gerüstet zu sein, wird der Controller mit einem Weitbereichsnetzteil ausgeliefert.



Abb. 1, E-750.CP Digitaler Piezo-Controller mit P-752 NanoPositioniersystem

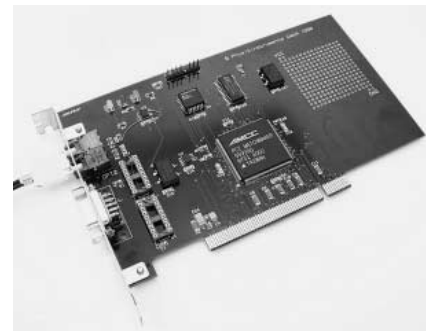


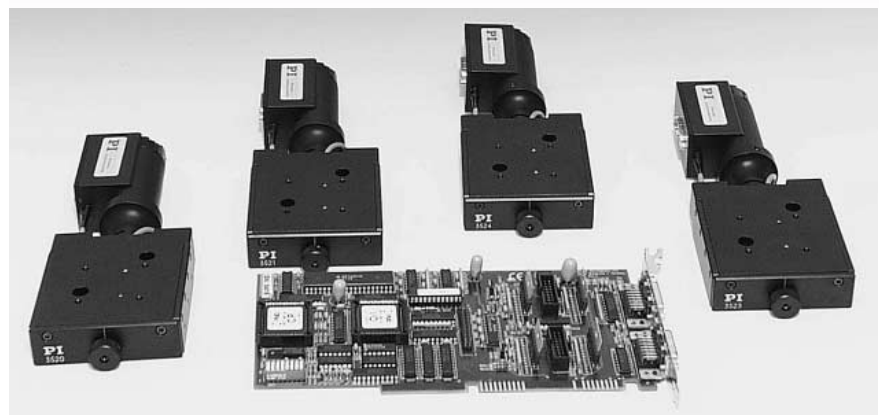
Abb. 2, Fiber-Link-Interface

Kompakt-Stelltisch

mit 25 mm Weg

- Auflösung je nach Antrieb 0,125 µm bzw. < 0,1 µm
- Versionen mit Handantrieb, Motor/Getriebe oder aktivem Direktantrieb
- Exzellentes Ablaufverhalten durch Kreuzrollenführungen
- Handrad

Die neue M-126 Präzisions-Versteller-Baureihe ist eine Weiterentwicklung der erfolgreichen M-125 Serie. Grundprofile aus Aluminium, Kreuzrollenführung und aktive Direktantriebe sind die Schlagworte zur Charakterisierung dieser Präzisionsmechanik. Der Versteller ist so neu, daß wir ihn noch nicht im Katalog aufnehmen konnten. Fordern Sie deshalb unser Datenblatt an.



Vier M-126.DG mit C-842 Motor-Controller

Scannen: Schneller, weiter, genauer

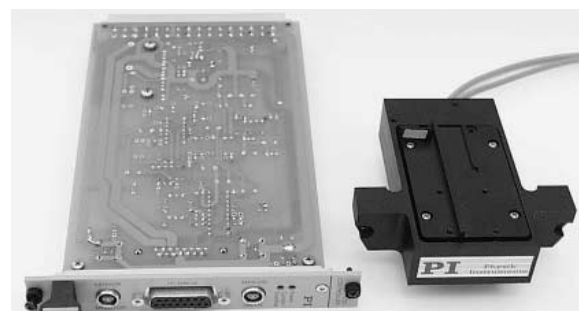
Schnelle Scantische für OEM-Applikationen

- Scanfrequenz bis 30 Hz
- 2 mm Hub
- Reibungsfreies, spielfreies Führungssystem
- Closed Loop Betrieb durch berührungslose LVDT-Sensoren
- Kompakter Aufbau

Die neueste Entwicklung aus dem Hause PI füllt eine Marktlücke im Bereich hochpräziser Scantische: 2 mm Stellweg mit einer Frequenz von 30 Hz bei Sub-µm Auflösung. Diese bemerkenswerten Spezifikationen konnten durch Kombination unseres

Know-how aus den Bereichen „Piezoelektrische NanoPositioniersysteme“ und „MikroPositioniertechnik mit Tauchspul-Antrieben“ erreicht werden. Das Ergebnis ist ein Scanner, der über die spiel- und reibungsfreien Festkörperführungen unserer NanoPositioniersysteme verfügt und bei 2 mm Amplituden bis zu 30 Hz Scanfrequenz erreicht. Integrierte induktive Positionssensoren ermöglichen den Betrieb im geschlossenen Regelkreis mit Sub-µm Reproduzierbarkeit. Die zum Betrieb notwendige Elektronik ist als universell integrierbare Europakarte ausgelegt.

Mit diesem Scanner lassen sich kostengünstig viele Aufgaben in den Bereichen Life-Science, Optik und Bildverarbeitung lösen, die bisher unlösbar schienen. Benötigen Sie ein solches oder ähnliches System? –



LabView™ Treiber für Digital-Piezo-Controller E-710

Für die Drei- und Vierkanal Digital-Piezo-Controller E-710 ist jetzt eine Treiberbibliothek für LabView™ erhältlich. Der Treiber unterstützt sowohl die IEEE488.2 Schnittstelle als auch eine RS-232 Kommunikation über COM1-4.

Eine Vielzahl von Virtual Instruments erlaubt dem Anwender die Eigenschaf-

ten. Die Treiber und eine ausführliche Beschreibung können kostenlos bei uns angefordert werden.



LASER '99

Sonderrabatte für Ausstellungsstücke, bis zu 40% unter Listenpreis

Honeycombbreadboards:

H-101.00 Honeycombbreadboard
300 x 600 x 60 mm³ M6 25 mm
Raster **DM 1258,00**

H-113.00 Honeycombbreadboard
600 x 900 x 60 mm³ M6 25 mm
Raster **DM 1987,00**

H-123.00 Honeycombbreadboard
750 x 900 x 60 mm³ M6 25 mm
Raster **DM 2195,00**

H-111.00 Honeycombbreadboard
600 x 600 x 60 mm³ M6 25 mm
Raster **DM 1630,00**

Honeycombtischplatten, Schwingungsisoliation:

H-232.20 Honeycombplatte
1250 x 2500 x 210 mm³ M6 25 mm
Raster

H-500.70 Schwingungsisoliation
horizontale und vertikale Dämpfung
Paketpreis **DM 10940,00**

H-232.20 Honeycombplatte
1250 x 2500 x 210 mm³ M6 25 mm
Raster **DM 5675,00**

Alle Modelle sind in unserem Katalog 113 (Honeycombtische und Optische Bauelemente) beschrieben. Bei Bedarf bitte anfordern!

Auslaufmodelle M-515 bis M-535 Linearversteller zu Sonderpreisen

Von unseren Linearverstellern M515, M-525 und M-535 haben wir noch einige Stück auf Lager. Weil es sich hierbei um Auslaufmodelle handelt, räumen wir einen entsprechenden Preisnachlaß ein. Rufen Sie uns an!

Von Satelliten-Schüsseln und Hexapoden

Was läge näher als die heimische Satelliten-Schüssel mittels Hexapod vollautomatisch und auf's Mikrorad genau auf jeden beliebigen Punkt am Himmel auszurichten? Eigentlich nichts, bis auf die Tatsache, daß sich ein Hexapod (noch) nicht zu Konsumpreisen herstellen läßt.

PI-Hexapoden optimieren die Signalübertragung schon an der Quelle. Und das funktioniert im Prinzip so:

Je leistungsfähiger die Sendeantenne eines Satelliten, desto mehr Sendenergie gelangt ans Ziel. Eine Satelliten-Antenne besteht in erster Näherung aus 2 Teilen, dem Reflektor (Schüssel) und der Einspeisung (Horn). Sowohl die Form des Reflektors als auch die Position des Horns zum Reflektor haben einen großen Einfluß auf die Leistungsfähigkeit und Abstrahlcharakteristik der Antenne.

Die in Computersimulationen berechneten, optimalen Werte beider Teile werden bedingt durch Fertigungstoleranzen in der Praxis leider nie erreicht. Daher muß jedes Horn in seiner Position optimal auf den zugehörigen Reflektor eingestellt werden und zwar in allen 6 Freiheits-

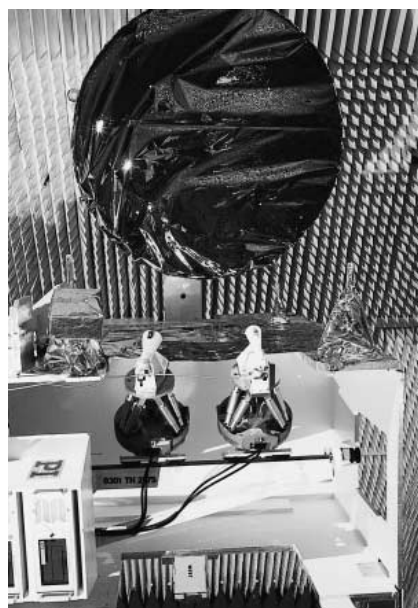


Abb. 1, Zwei M-850 Hexapoden im Einsatz bei Alcatel Space, Compact Antenna Test Range. In diesem Beispiel Optimierung der Eutelsat W4 Africa Antenne. Bild: Alcatel Space.

graden, ein entsprechend komplexes Unterfangen.

Mit Hilfe des M-850 Hexapod von PI hat Alcatel Space (Cannes, Frankreich) kürzlich eine Prozedur entwickelt, die diese Optimierung automatisch durchführen kann. Dabei wird das Horn

LabView NT Treiber für C-842 Motorsteuerung Motorkarten von NT aus ansprechen

Die Schutzmechanismen des NT Betriebssystems lassen keine direkten Hardwarezugriffe zu und erschweren so den Einsatz von ISA-Bus Steckkarten, wie z.B. den C-842 Motor-Controller.

Für den Einsatz des Controllers unter NT steht ein Systemtreiber zur Verfügung, der zunächst im Betriebssystem installiert wird. Danach ist es möglich, mit der mitgelieferten DLL über den Treiber auf die Motorkarte zuzugreifen.

Dies ist für alle Windows-Programmierer interessant, die eigene Applikationen erstellen.

Auch für LabView-Anwender steht nun unter NT eine VI-Bibliothek zur Verfügung, die den Zugang zu allen Funktionen der Steuerkarte erlaubt. Voraussetzung dazu ist die vorherige Installation des mitgelieferten NT Systemtreibers.

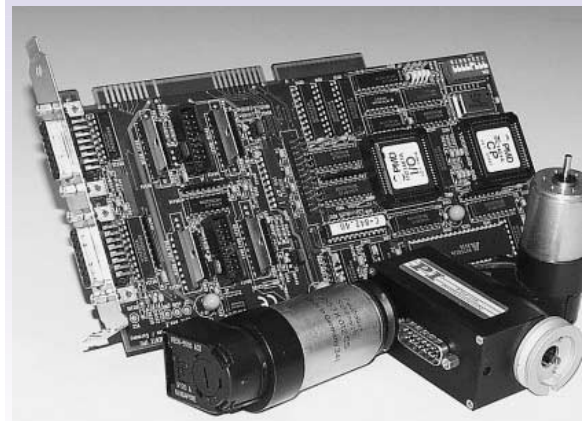


Abb. C-842 Motor-Controller mit verschiedenen DC-Motoren



Abb. 2, M-850 Hexapod

zur beliebigen Ausrichtung im Raum auf dem Hexapod montiert. In einem Closed-Loop Verfahren analysiert das von Alcatel entwickelte Pathfinder-System Abstrahlcharakteristik und Antennengewinn und gibt solange neue Koordinaten für den Hexapoden vor, bis die optimale Position des Horns gefunden ist.

Der PI-Hexapod bietet mit einer Auflösung von besser als 1 µm bzw. 5 µrad, freier Einstellung des Pivot-Punktes und Bewegungen in allen 6 Freiheitsgraden, die ideale Voraussetzung für solche automatisierte

Verfahren. Dabei wird gleichzeitig die Testzeit erheblich reduziert und das Ergebnis verbessert. Bisher (Anfang 1999) wurden schon 15 Antennen mit dem Hexapod-System optimiert.



Abb. 3, Test Raum im Alcatel Space Compact Antenna Test Range. Bild: Alcatel Space

Auf Biegen ohne Brechen! Neue Multilayer-Biege-Aktoren von PI-Ceramic

- Stellweg bis 2 mm
- Kurze Ansprechzeit
- UHV-tauglich

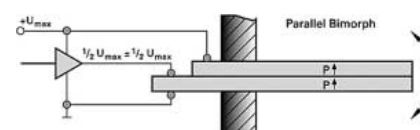
Die neuen Multilayer-Biege-Aktoren von PI-Ceramic zeichnen sich durch deutlich größere Stellwege (bis 2 mm) und noch bessere Materialeigenschaften (Temperaturbereich, Feuchtigkeitsschutz etc.) aus. Sie werden mit Stellwegen bis ± 1 mm angeboten und sind für OEM-Anwendungen in kundenspezifischen Abmessungen erhältlich. Die Betriebsspannung beträgt nur 60 V.

tut in einem neuartigen magnetischen Mikroskop im Tieftemperaturbereich von 4 Kelvin erfolgreich eingesetzt.

Anwendungen:

Ventilstelltechnik, Wire-Bonder, faser-optische Schalter, Strahlableitung, Mikropositionierung.

Fordern Sie unser Datenblatt an!



IMPRESSUM

Herausgeber: Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. Polytec-Platz 1-7 D-76337 Waldbronn
Verantwortlich für den Inhalt: Dr. Karl Spanner · Redaktion: Stefan Vorndran
Produktion: Systemedia, Pforzheim

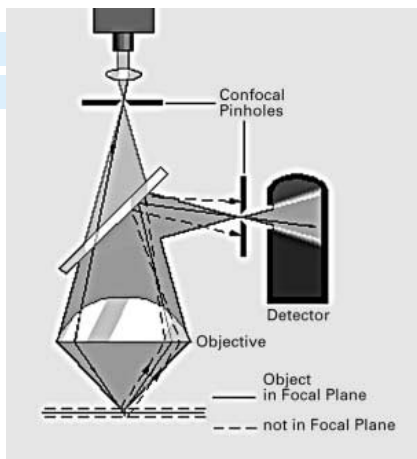


Abb. 1, Prinzip der konfokalen Mikroskopie

Zwei Anforderungen bestimmen die Auswahl eines geeigneten Aktors für hochauflösende Mikroskopie: Höchste Präzision gepaart mit möglichst hoher Dynamik. Bei der Unter-

Konfokale Mikroskopie

Nanometer in Millisekunden: Ideales Anwendungsgebiet für Piezostelltechnik

suchung von Proben mit hochauflösenden bildgebenden Verfahren sind oft viele einzelne „Bilder“ aufzunehmen, aus denen später die Struktur des untersuchten Objektes ermittelt wird. Um die dabei benötigte Zeit zu minimieren, muß die Verstellung zwischen den einzelnen Meßpositionen nicht nur präzise, sondern auch schnell erfolgen.



Abb. 2, Z-Nano-Stelltisch P-527.ZC 200 µm

Beide Anforderungen werden von PI-Piezoaktoren erfüllt, was durch die folgenden Anwendungsbeispiele erläutert wird.

In der konfokalen Mikroskopie wird durch den Einsatz einer abbildenden Optik und zweier zusätzlicher Pinholes eine sehr geringe Tiefenschärfe der Abbildung erreicht. Damit lassen sich Aufnahmen von „Schnitten“ mit einer Tiefenaufklärung von wenigen hundert nm erreichen. Vor allem, wenn dabei kleine Strukturen mit optimalem Kontrast abgebildet werden sollen, ist es vorteilhaft, Aktoren einzusetzen, die eine genaue Verstellung im Bereich von 20 nm oder besser erlauben. Verstellt wird dabei entweder das Mikroskopobjektiv oder die Probe selbst (senkrecht zur Probenoberfläche).

Für beide Varianten bietet PI geeignete Piezoverstellereinheiten an:

- Ideal für die Verstellung von Objektiven sind die PIFOC® NanoStellsysteme der P-720 bis P-723 Serie geeignet, die einfach zwischen Mikroskop und Objektiv eingeschraubt werden. Die Vielzahl der verfügbaren Gewindeoptionen erlaubt den Einsatz mit praktisch allen gängigen Mikroskoptypen.

PIFOCs® sind mit Verstellwegen von 100 – 350 µm und Auflösungen bis 1 nm verfügbar.

- Für Anwendungen, bei denen der gesamte Objektivrevolver zu verstellen ist, stehen Verstellereinheiten mit Verstellwegen zwischen 100 µm und 200 µm zur Verfügung. (Abb. 3)
- Ideal zur Verstellung der Probe in Z-Richtung eignen sich die neuen Z-Tische der P-500 Serie mit kapazitiven Sensoren, die Stellwege von 200 µm und Auflösungen von 1 nm ermöglichen. (Abb. 2)

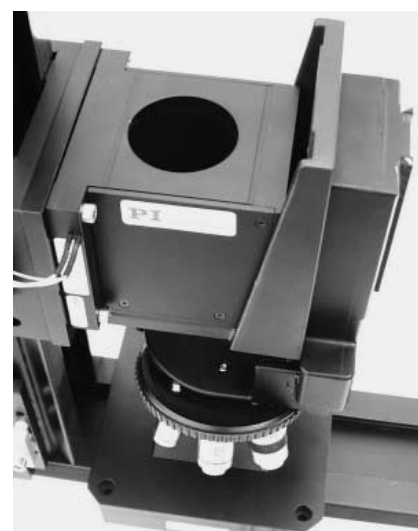


Abb. 3; Spezial PIFOC® NanoVersteller für Mikroskoprevolver hier mit P-500 XY Scannertisch

Spieglein, Spieglein ...

Alenia Aerospazio baut Spiegel-Stabilisierung im Picometerbereich mit PI-Piezos

Das Global Astrometric Interferometer (GAIA) nimmt im Rahmen des ESA-Programmes Horizon 2000 Plus eine Schlüsselstellung ein. Ziel dieser Mission ist es, die Positionen bzw. die Bewegungen von Sternen mit einer Genauigkeit von 10 Micro-Bogen Sekunden zu messen. Diese Genauigkeit läßt sich nur mit aufwendigsten interferometrischen Messungen ermöglichen, wobei schon Bewegungen von wenigen Picometern zwi-



Abb. 1, Prototyp des „Optics Active Control Experiment“ Aufbaus. Bild: Alenia Aerospazio

schen den Optiken des Interferometers die Messungen verfälschen. Daher ist eine Stabilisierung mit Picometergenauigkeit unerlässlich. Kein Problem für PI-Piezotranslatoren, wie jetzt Messungen von Alenia Aerospazio, Italien, an einem Prototypen ergeben haben.

Möchten Sie mehr zu diesem Thema wissen? Sprechen Sie mit uns, wir senden Ihnen weitere Informationen.

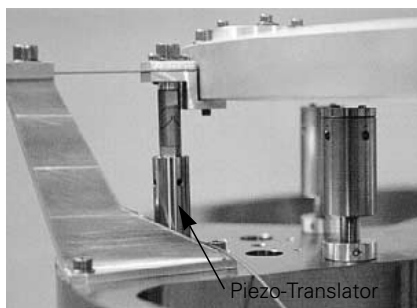


Abb. 2, Bildausschnitt, mit P-844.20 Piezotranslator von PI. Bild: Alenia Aerospazio

IHR DIREKTER DRAHT ZU PI!

Zentrale: (0 72 43) 604-100
Telefax (0 72 43) 604-145

Email: info@physikinstrumente.com

Web: www.physikinstrumente.com

Vertrieb Inland:
Cornelia Stopper (0 72 43) 604-457
Heike Ostertag (0 72 43) 604-444
Ralf Stamm (0 72 43) 604-455
Rolf Detlef Ellerbrock (0 72 43) 604-453
Norbert Ludwig (0 72 43) 604-454

Auftrags- u. Servicezentrum:
Susanne Kumm (0 72 43) 604-427
Kerstin Röber (0 72 43) 604-425
Ulrike Trautmann (0 72 43) 604-426

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co.
Polytec-Platz 1-7
D-76337 Waldbronn

Büro Berlin:
Dorthe Lenz (0 30) 63 92-51 40
Dr. R. Behrendt (0 30) 63 92-51 40
Dr. H. Roßmann (0 30) 63 92-51 40
Telefax (0 30) 63 92-51 41

PI Ceramic, Lederhose:
Frank Möller (03 66 04) 882-20
Telefax (03 66 04) 882-25

PI Ceramic GmbH
Lindenstraße
D-07589 Lederhose
Email: PiCeramic@T-online.de
www.piceramic.de

Email: info@physikinstrumente.com
http://www.physikinstrumente.com

Online-Update
im
Internet

FASER-CHIP-KOPPELMODULE

für die optische Nachrichtentechnik

PI-PiezoMikes in patentierter Justageeinheit vom Heinrich-Hertz-Institut

Für die Herstellung optischer Faser-Chip-Kopplungen mit höchster Präzision und geringstmöglicher Einfügedämpfung, bei denen der Qualitätsstandard **heutiger industrieller Lösungen nicht ausreicht**, wurde im Heinrich-Hertz-Institut eine Verbundlösung von Modul und zugehöriger patentierter (DE 19536 185 AI, DE 19536 173 AI) Justagevorrichtung entwickelt.



Abb. 2, Arbeitsplatz zur Faser-Chip-Montage. Bild: HHI

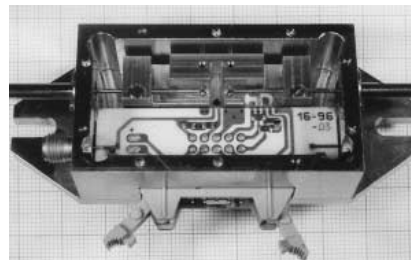


Abb. 1, Laserverstärkermodul mit zwei opt. Eingängen. Bild: HHI

Das Koppelmodul ist ein temperaturgelbes Modul (siehe Abb. 1) für die optische Kopplung von Fasern mit optoelektronischen Komponenten, wie z. B. Halbleiterlaserverstärker, Laserdioden opt Modulatoren etc Die opti-

die dazugehörige Justageeinheit erforderlich, deren Feinverstellung auf drei PiezoMike-Hybridantrieben der Typen P-853 und P-854 von PI basiert. Es können Monomodefasern und insbesondere auch polarisationserhaltende (z.B. Panda-) Fasern mit einer Drehwinkelgenauigkeit von 0.5° gekoppelt werden.

Möchten Sie mehr zu diesem Thema wissen? Sprechen Sie mit uns, wir senden Ihnen weitere Informationen. Wir danken Herrn Fischer vom Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichten-