

D-015 • D-050 • D-100 Kapazitive Sensoren

Auflösung im Sub-Nanometerbereich



Abb. 1. Kapazitive Sensoren von PI ermöglichen bis zu 10.000-fach höhere Auflösungen als die zum Größenvergleich gezeigte Schieblehre.

- Für Anwendungen mit den höchsten Genauigkeitsanforderungen
- Messbereich bis zu 1000 μm
- Auflösung bis 0,01 nm
- Linearität bis 0,01% mit Digitalcontroller
- Bandbreite bis 10 kHz
- Regelelektronik E-509.CxA, kompatibel zum E-500 Piezo-Controllersystem
- Sonderausführungen

Messmethode

Die kapazitiven Positionssensoren der Reihe D-015 bis D-100 sind höchstauflösende und hochdynamische Absolutensensoren für Abstände typischerweise unter 1 mm. Diese Zweielektroden-Sensoren bestehen aus zwei mit Hochfrequenz gespeisten Platten, die Teil einer kapazitiven Brücke sind (s. S. 3-19, Abb. 6).

Eine Platte (Target) wird feststehend montiert, die andere Platte (Probe) ist mit dem bewegten Objekt z. B. der Stellplattform einer Piezomechanik verbunden. Weil die Plattengröße nicht variabel ist und das dielektrische Medium – meist Luft – unverändert bleibt, wird die Kapazität direkt durch

den Abstand zwischen den Platten bestimmt. Aus der Kapazitätsinformation erzeugt eine elektronische Präzisionschaltung das Positionssignal. Dem Schaltungsaufbau und den verwendeten Bauteilen kommt dabei sehr hohe Bedeutung zu. Neben den hier beschriebenen Zweielektroden-Sensoren stellt PI auch Einelektroden-Sensoren her.

Direktmetrologie, Parallelmetrologie

Die von PI angebotenen Sensoren sind die genauesten Messsysteme für Nanopositionieranwendungen, die momentan auf dem Markt sind. Sie haben viele Vorteile gegenüber anderen hochauflösenden Sensoren, u. a. weil sie direkt und

kontaktlos messen – im Unterschied zu dehnungsmessenden Systemen, z. B. piezoresistiven Sensoren (s. S. 2-8 ff):

- Höhere Phasentreue
- Höhere Bandbreite
- Keine periodischen Fehler
- Kontaktlos
- Ideal für Parallelmetrologie
- Höhere Linearität
- Bessere Reproduzierbarkeit
- Höchste Langzeitstabilität

Kapazitive Sensoren eignen sich hervorragend für Parallelmetrologie-Konfigurationen. Beim Einsatz in Mehrachsen-Nanopositioniersystemen können dann alle geregelten Freiheitsgrade gleichzeitig gemessen und Führungsfehler aktiv eliminiert werden (Active Trajectory Control). Dabei sind Ablaufenheiten und Winkelgenauigkeiten im Sub-Nanometer bzw. Sub-Mikroradian Bereich erzielbar (s. Kapitel „Grundlagen der Nanostelltechnik“, S. 2-212 f).

Auflösung

Kapazitive Sensoren erreichen über kleine Wege Auflösungen bis in den Pikometerbereich. Die theoretische Messauflösung wird nur durch das Quantenrauschen begrenzt. In der Praxis beeinflussen Streustrahlung, Geometrieeffekte

Bestellinformationen

D-015.00
Kapazitiver Positionssensor,
15 μm , Aluminium

D-050.00
Kapazitiver Positionssensor,
50 μm , Aluminium

D-100.00
Kapazitiver Positionssensor,
100 μm , Aluminium

Sonderausführungen auf Anfrage!

und das Rauschen der Mess-elektronik die erreichbare Genauigkeit. Der effektive Rauschfaktor des D-100.00 Sensors (100 μm) in Verbindung mit der E-509.C1A Elektronik liegt bei 0,02 nm/ $\sqrt{\text{Hz}}$. Bei 100 Hz Bandbreite z.B. entspricht das einer Auflösung von 0,2 nm. Die durch Jumper einstellbare Bandbreite der Elektronik beträgt bis zu 3 kHz, in Sonderkonfigurationen sind 10 kHz möglich.

Hinweis

Neben den hier aufgeführten Standardsensoren bietet PI kundenspezifische Sonderausführungen an, z. B. in Messbereich, Geometrie, Material, Elektronik etc. Sprechen Sie mit unseren Produktspezialisten!

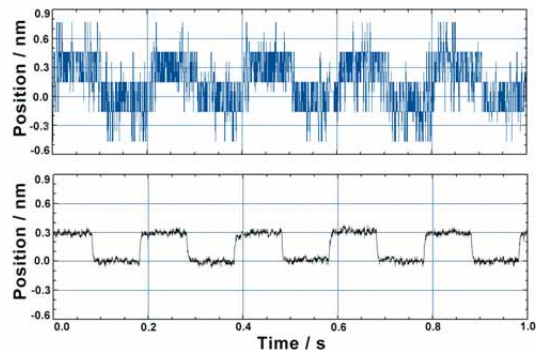
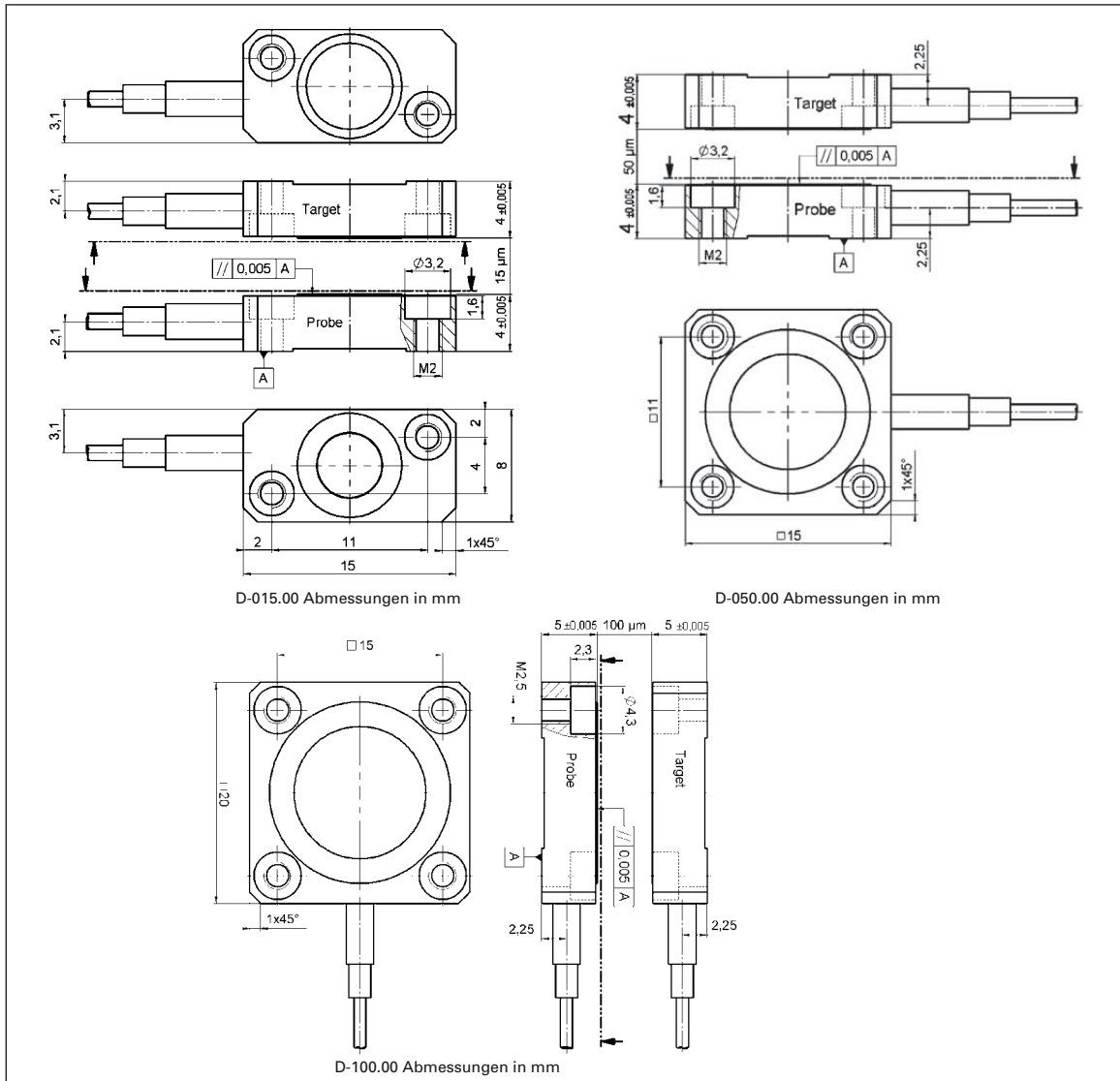


Abb. 2. Bewegung eines Piezo-Nanopositioniersystems mit 0,3 nm Schritten, gemessen mit einem kapazitiven Sensor von PI (untere Kurve) und mit einem hochgenauen Laser Interferometer (Modell Zygo ZMI 2000, obere Kurve). Der kapazitive Sensor zeigt eine noch wesentlich höhere Auflösung als das Interferometer.



Technische Daten

Modell	D-015.00	D-050.00	D-100.00	Einheit
Sensor				
Sensortyp	Kapazitiv	Kapazitiv	Kapazitiv	
Nominaler Messbereich	15	50	100	µm
Erweiterter Messbereich	45	150	300	µm
Auflösung*	0,0005	0,0005	0,0005	% des Messbereichs
Linearität**	0,01	0,01	0,01	%
Aktive Sensorfläche	16,6	56,5	113,1	mm ²
Thermische Drift***	50	50	50	ppm/K
Anschlüsse und Umgebung				
Betriebstemperaturbereich	-20 bis 80	-20 bis 80	-20 bis 80	°C
Material	Aluminium	Aluminium	Aluminium	
Empfohlene Auswertelektronik	E-509.CxA	E-509.CxA	E-509.CxA (s. S. 3-16)	

Andere Materialien auf Anfrage.

*bei 3 kHz, mit E-509.C3A

**mit Digitalcontroller. Bis 0,05% typ. mit analogem E-509 Controller.

***Änderungen der aktiven Oberflächen in ppm (parts per million) bezogen auf den Messbereich