

Wegsensoren für besondere Fälle

Kapazitive Sensoren und Wirbelstromsensoren extended

Wenn der Standard-Sensor den gesetzten Anforderungen nicht genügt, greifen Anwender häufig zu kundenspezifischen Lösungen. Nur was ist zu tun, wenn die Anforderungen die physikalischen Möglichkeiten der Sensoren übersteigen? In diesen Fällen hilft die neue ECT-Technik für kapazitive Sensoren und Wirbelstromsensoren von Micro-Epsilon. Damit werden die Einsatzgrenzen der Sensoren deutlich verschoben.

Wer meint die klassische Wegmessung mit elektromagnetischen Verfahren spielt heute eine eher untergeordnete Rolle im Vergleich zu den optischen Sensoren, der irrt sich gewaltig. Zahlreiche Anwendungen belegen, dass Wirbelstromsensoren und kapazitive Sensoren in vielen Einsätzen unersetzbar sind. Insbesondere die neu entwickelte «Embedded Coil Technology», kurz ECT, von Micro-Epsilon beweist die Vielfältigkeit der Sensoren durch neueste Fertigungsverfahren und bisher ungeahnte Einsatzmöglichkeiten.

SPULENTECHNIK NEU ERFUNDEN. Klassische Wirbelstromsensoren arbeiten mit einer Luftspule als Kern, dadurch werden sie durch umliegende elektromagnetische Felder nicht beeinflusst und können höhere Grenzfrequenzen leisten, als Sensoren mit einem ferromagnetischen Kern. Sie sind erste Wahl, wenn sehr schnelle und dynamische Messungen nötig sind. Wirbelstromsensoren arbeiten mit Trägerfrequenzen von 100 kHz bis



Bild 1: eddyNCDT ECT Sensoren sind deutlich temperaturstabiler und robuster als herkömmliche Sensoren. Sie werden bis 350°C verwendet. Im Lamost werden bereits 600 ECT Sensoren verwendet. Auch beim öffnen der Kuppel bleiben die Spiegel dadurch präzise in Position.

(Bild: Micro-Epsilon/www.astronomy.com.cn)



Bild 2: Das ECT Verfahren wird auch bei kapazitiven Sensoren verwendet. Die capaNCDT CSH-Sensoren können damit bei widrigsten Umgebungen eingesetzt werden (Bild: Micro-Epsilon)

5 MHz. Bei Grenzfrequenzen von über 100 kHz sind sie damit ideal für die Erfassung von schnellen Bewegungen. Die neuen eddyNCDT ECT Sensoren verzichten gänzlich auf eine herkömmlich gewickelte Spule. Stattdessen wird eine zweidimensionale Spule in ein anorganisches Material form- und temperaturstabil eingebettet. Dadurch können mit diesen Sensoren völlig neue Geometrien und Größen erreicht werden. Die neuen eddyNCDT ECT Sensoren weisen stets eine sehr besondere Bauform auf, da sie immer für einen bestimmten Anwendungsfall konstruiert wurden. Erkennbar sind die Sensoren immer durch ihre blaue Sensorfläche in der sich die Spule befindet.

Die neue Technologie mutet zwar sehr unscheinbar an, besitzt aber einige entscheidende Vorteile in der Anwendung. So sind ECT-Sensoren aufgrund des anorganischen Trägermaterials äußerst Temperaturstabil und sind für Einsätze bis 350 °C geeignet. Einsätze in Ultra-Hochvakuum und starken elektromagnetischen Feldern wurden bereits bei höchster Präzision erfolgreich umgesetzt. Mit gewöhnlichem Sensoraufbau wäre eine optimale Lösung der Aufgabe undenkbar gewesen.

Eine der ersten Anwendungen beschäftigte sich mit dem Ausrichten der Spiegelsegmente im größten chinesischen Spiegelteleskop Lamost. 70 Spiegelsegmente werden hier mit 600 eddyNCDT ECT Sensoren zueinander submikrometergenau ausgerichtet. Entscheidend hierfür ist die hohe Temperaturstabilität, die beim Öffnen des Dachs des Observatoriums bei freiem Sternenhimmel nötig ist. Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist der erfolgreiche Serieneinsatz in der Halbleiterlitographie mit Nanometerauflösung. Weiterer signifikanter Vorteil ist die hohe mechanische Stabilität, da die Spule und die elektronischen Bauelemente direkt in das Trägermaterial eingebettet sind. So wurde zum Beispiel bei der Messung von Mahlspalten bei Refinern in der Papierindustrie ein Sensor entwickelt, der die hohen Vibrationen während des Betriebs langfristig übersteht.

Äußerst flexibel ist auch die geometrische Ausprägung der Sensoren. Je nach Kundenanforderung kann der Sensor entsprechend angepasst werden. Dabei kann der Sensor mit der Elektronik zusammen eingebettet oder auch abgesetzt gefertigt werden. Bisher wurde die Technologie ausschließlich bei besonderen Projekten für Kunden angewendet. Künftig soll das Verfahren auch auf die Standardsensoren übertragen werden und hier die entsprechenden technologischen Vorteile mitbringen.

KONTINUIERLICHE SENSORENTWICKLUNG. Bereits seit 1980 entwickelt und fertigt Micro-Epsilon eigene Wirbelstromsensoren. Seither wird die Technologie ständig weiterentwickelt und an neue Anforderungen angepasst. Bei der Sensorminiaturisierung sind sie bis heute mit ihrem Sensor im Durchmesser von 2,4 mm ungeschlagen. Die Entwicklungsanstrengungen führten die herkömmlichen Sensoren bis an die physikalischen Grenzen. Deshalb musste für neue Anwendungen eine neue Technologie gefunden werden. Die Forschung und Entwicklung der letzten Jahre führte zu der gedruckten Spule eingebettet in anorganisches Trägermaterial. Erst aktuelle werkstofftechnische Entwicklungen ebneten den Weg zum neuen ECT-Verfahren. Anforderungen an den Werkstoff lauten: Das Träger-Material darf weder metallischer Natur sein, noch darf es ausgasen; und es muss sich durch einen möglichst niedrigen Temperaturausdehnungskoeffizienten auszeichnen.

TEMPERATURSTABIL BIS 350 °C. Anwendungen bei 350 °C Einsatztemperatur waren auch mit bisherigen Sensoren bereits möglich, werden jedoch durch den besonderen Werkstoff deutlich besser kontrollierbar. Durch den mehrschichtigen Aufbau, der sogar elektronische Bauteile aufnehmen kann, sind Lösungen mit abgesetzter oder auch integrierter Elektronik möglich.



Bild 3: In Rasterkraftmikroskopen werden die Sensoren auf -269 °C gekühlt. Bei starken elektromagnetischen Feldern messen sie die Bewegung der Nanopositioniereinheit.

(Bild: Micro-Epsilon)

Auf eine hermetisch dichte Kapselung wird bei Anwendungen im Vakuum zurückgegriffen. Je nach Kundenanforderung können die vielen unterschiedlichen Vorteile des ECT verschieden miteinander kombiniert werden. Vielfach wird nach Lösungen mit integrierten elektronischen Bauelementen gefragt, weil dadurch auf eine nachgelagerte Elektroneinheit verzichtet werden kann.

GRUPPENDYNAMIK. Möglich wurde die neue Technik nur, da Micro-Epsilon unterschiedliche Kompetenzen an unterschiedlichen Standorten innerhalb der Unternehmensgruppe bündelt. So ist die Tochter Micro-Hybrid aus Hermsdorf großteils an der ECT-Entwicklung beteiligt. In Hermsdorf werden die Mikroelektroniken für die Micro-Epsilon Unternehmensgruppe gefertigt. Micro-Hybrid ist Spezialist für «Electronic Manufacturing Services» und Mikrosensorik.

EINGEBETTETE KAPAZITÄT. Ähnliche Eigenschaften gelten auch für kapazitive Sensoren mit ECT, die in ihrer Form und Stabilität neue Einsätze erlauben. Zum Beispiel bei der Nanopositionierung in Rasterkraftmikroskopen. Bei einer Umgebungstemperatur von -269 °C messen capaNCDT CSH Sensoren die Bewegung einer Probe. Dabei wird eine Oberflächentopographie mit Nanometerauflösung erzeugt. Zwei Sensoren der capaNCDT CSH-FL Baurreihe erfassen die Positionierung in x- und y-Richtung. Die Probe wird dafür mit flüssigem Helium auf 4 K gekühlt. Sowohl bei Zimmertemperatur, als auch bei starken elektromagnetischen Feldern, einem Ultrahochvakuum und nahe dem absoluten Nullpunkt erreichen die Sensoren eine Auflösung im Nanometerbereich. Die besonderen Werkstoffe, die bei den kapazitiven Sensoren zum Einsatz kommen, ermöglichen es, diese extremen Anforderungen zu meistern.

Im Gegensatz zu Wirbelstromsensoren brauchen kapazitive Sensoren einen sauberen Messspalt sind langsamer und teurer wegen der aufwändigen Schaltungstechnik. Dafür sorgen sie für eine bislang unerreichte Präzision. Es werden Auflösungen von bis zu 0,037 nm erreicht. Die neuen capaNCDT-CSH-Wegsensoren sind ebenfalls in das ECT-Material eingebettet, daher besonders temperaturstabil und kompakt mit nur 4 mm Sensorhöhe für Anwendungsfälle in der Halbleiterindustrie im Belichtungsobjektiv von Lithografieanlagen einsetzbar. Derzeit werden Messbereiche zwischen 0,2 und 1,2 mm angeboten. Auch hier kommt das neue ECT-Verfahren zum Einsatz. ↪ L106108

www.micro-epsilon.de

AUTOR. Dipl.-Phys. Johann Salzberger ist Geschäftsführer Marketing und Vertrieb bei der Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG in Ortenburg. Kontakt: Johann.salzberger@Micro-Epsilon.de

ABSTRACT:

Micro-Epsilon has developed a completely new manufacturing technology for eddy current sensors. Using «Embedded Coil Technology» (ECT), the sensor is housed in an inorganic carrier material, which provides temperature and shape stability. Conventionally wound sensor coils are replaced by ECT.