

Bild 1: Wirbelstromsensoren der neuen Generation (links) unterscheiden sich durch integrierten Speicher in dem Sensor. Alle Wirbelstromsensoren sind sehr robust und industrietauglich.

Bild 2: Die Embedded Coil Technology verhilft Wirbelstromsensoren zu neuen Anwendungen mit extremen Einsatzanforderungen an mechanische Stabilität oder Einsatztemperatur.



Wirbelströme in neuem Gewand

Sensoren mit extrem flacher eingebetteter Spule

Wirbelstromsensoren sind eine der tragenden Säulen in der industriellen Messtechnik. Das Prinzip bietet viele Vorteile, die durch kein anderes Verfahren ersetzt werden können. Das klassische Verfahren erhält nun in neuen Entwicklungen Unterstützung von neuen Werkstoffen und Bauelementen. Damit verbessert sich die Handhabung der empfindlichen Sensoren und die möglichen Einsatzgebiete werden erweitert. *Autor: Reinhold Hoenicka*

Das Prinzip der Wirbelstrommessung gehört zu den berührungslosen Sensoren. Sie werden stets dann verwendet, wenn schnelle Wegänderungen erfasst werden sollen, keine Kräfte auf das Messobjekt ausgeübt werden dürfen, hochempfindliche Oberflächen eine Berührung nicht zulassen oder eine lange Lebensdauer der Sensoren gefordert wird. Das Verfahren ist bei allen elektrisch leitenden Metallen einsetzbar, hängt jedoch stark von der Leitfähigkeit des Targets ab. Da Wirbelströme Isolatoren ungehindert durchdringen, können sogar Metalle hinter einer isolierenden Schicht als Messobjekt dienen. Durch die Hausung der Sensoren in Edelstahl bzw. Keramik sind alle Wirbelstromsensoren unempfindlich gegen Schmutz, Staub, Feuchte, Öl und Druck. Die Sensoren arbeiten also auch unter Wasser oder in Öl.

Dennoch unterliegt die Wirbelstromtechnik einigen Einschränkungen in der Anwendung. Für jede Applikation ist beispielsweise eine individuelle Linearisierung und Kalibrierung notwendig. Ebenso ist das Ausgangssignal von den elektrischen und magnetischen Eigenschaften des Messobjekts abhängig. Eine schnell transversierende Messung auf ein ferromagnetisches Metallband ist daher problematisch, da sich die magnetischen Eigenschaften im Verlauf des Messobjekts ständig ändern.

Nichts desto trotz verhelfen aber genau diese Restriktionen dem Messprinzip eddyNCDT von Micro-Epsilon zu der hohen Auflösung von wenigen zehntel Mikrometern.

Klassische Wirbelstromsensoren werden unterteilt in Sensoren mit Schirmung und Sensoren ohne Schirmung. Bei geschirmten Sensoren wird durch eine separate Ummantelung ein engerer Verlauf der Feldlinien erreicht, dadurch sind sie unempfindlich gegenüber radial benachbarten Metallen. Bei ungeschirmten Sensoren treten die Feldlinien auch seitlich vom Sensor aus. Dafür ist der Messbereich in der Regel größer. Die richtige Montage ist maßgebend für die Signalqualität, da benachbarte Objekte das Signal ganz entscheidend beeinflussen können.

Embedded Coil Technology

Klassische Wirbelstromsensoren arbeiten mit einer Luftspule. 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 5 MHz. Bei Grenzfrequenzen von über 100 kHz sind sie damit ide-



al für die Erfassung von schnellen Bewegungen. Die eddyNCDT ECT-Sensoren verzichten gänzlich auf eine herkömmlich gewickelte Spule. Stattdessen wird eine extrem flache 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 besondere Bauform auf, da sie immer für einen bestimmten Anwendungsfall konstruiert werden.

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 über 350°C geeignet. Einsätze in Ultra-Hochvakuum und starken elektromagnetischen Feldern wurden bereits bei höchster Präzision mehrfach erfolgreich umgesetzt. Mit gewöhnlichem Sensoraufbau wäre eine optimale Lösung von sehr kniffligen Aufgaben 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 →

Auf einen Blick

Völlig neue Geometrien sind jetzt möglich

Die eddyNCDT ECT-Sensoren verzichten gänzlich auf eine herkömmlich gewickelte Spule. Stattdessen wird eine extrem flache Spule in ein anorganisches Material form- und temperaturstabil eingebettet. Dadurch können mit diesen Sensoren völlig neue Geometrien und Größen erreicht werden. Die Sensoren in Embedded Coil Technology weisen stets eine besondere Bauform auf, da sie immer für einen bestimmten Anwendungsfall konstruiert werden.

i infoDIREKT www.all-electronics.de

597ei1211

Bilder: Micro-Epsilon

Funktions-
Arbiträr- **Generatoren**
TOELLNER.de

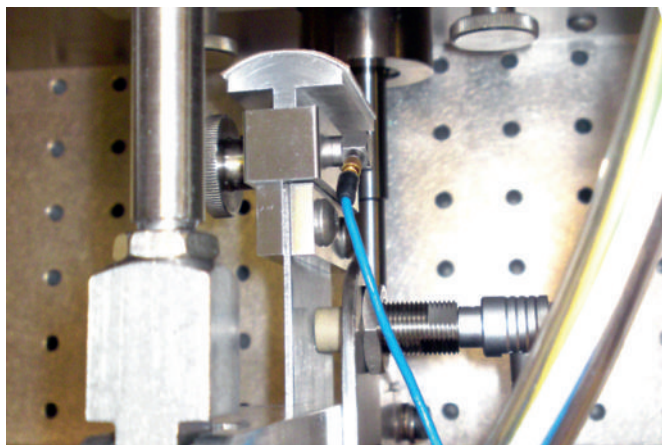


Bild 3: Standard-Wirbelstromsensoren im Einsatz zur Bestimmung des Knarrrisikos von Materialpaarungen im Einsatz.

beim Öffnen des Dachs des Observatoriums bei freiem Sternenhimmel nötig ist. Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist der erfolgreiche Serieneinsatz in der Maschinenüberwachung in der Halbleitertechnologie mit Nanometerauflösung.

Weitere signifikante Vorteile sind die sehr hohe mechanische Stabilität, da die Spule direkt in das Trägermaterial eingebettet ist. So wurde zum Beispiel bei der Messung von Mahlspalten bei Refinern in der Papierindustrie ein Sensor entwickelt, der die hohen Vibrationen während des Betriebes 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. Bislang 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.

Gespeicherte Wirbelströme

Neben der neuen Fertigungstechnik werden Wirbelstromsensoren neuerdings auch mit Speicher versehen. Die Sensoren mit angeschlossenem Kabel besitzen zusätzlich einen integrierten EEPROM-Speicher, der die wichtigsten Kenndaten enthält. Muss ein Sensor ausgetauscht werden, reicht eine einfache 3-Punkt-Kalibrierung zur Optimierung. Alle grundlegenden Daten erhält der Controller automatisch vom Sensor. Werkseitig sind alle Sensoren auf ferromagnetische und nicht-ferromagnetische Stoffe abgestimmt. Eine genaue Definition des Messobjekts im Vorfeld entfällt dadurch. Die neue Serie mit dem Namen eddyNCDT 3100 umfasst einen besonders kompakten

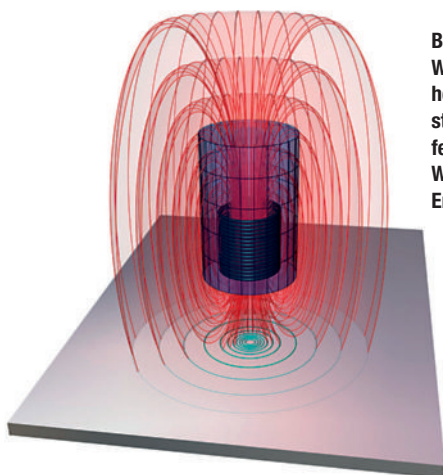


Bild 4: Prinzip eines Wirbelstromsensors. Der hochfrequente Wechselstrom induziert in ein ferromagnetisches Target Wirbelströme, welche die Erregerspule bedämpfen.



Bild 5: Bei Magneto-induktiven Sensoren wird der Messbereich mit dem verwendeten Magneten festgelegt. Bis zu 55 mm sind möglich.

Controller und dazu passende neuartige Sensoren. Das Gehäuse des Controllers mit Hutschienenhalterung ist aus massivem Alu gefertigt und in IP 65 ausgeführt. Das Gerät selbst weist keinerlei Bedienelemente auf. Alle Einstellungen sind per Ethernet-Schnittstelle betriebssystemunabhängig über einen Browser zu treffen, so dass keine gesonderte Software nötig ist. Die neue Serie dient als Universal-Gerät in der Wirbelstromtechnik. Der einfache Sensortausch ist in jeder Anwendung wichtig, bei der verschiedene Sensoren mit unterschiedlichen Messbereichen auf verschiedenen Targetmaterialien eingesetzt werden, wie in F+E, Universitäten, Labore oder Instituten.

Artverwandte Wirbelströme

Das neue Verfahren der magneto-induktiven Wegmessung wurde weiter auf die industriellen Anforderungen abgestimmt. Der main-SENSOR wertet den Abstand zwischen einem Targetmagneten und einem Sensorelement aus. Die Magnetfeldlinien des Magneten treffen in einer bestimmten Entfernung auf das Sensorelement. Je weiter Sensorelement und Magnet voneinander entfernt sind, desto geringer ist die Magnetfeldstärke am Sensor. Dies wird zur Abstandsermittlung genutzt. Um einen linearen Signalverlauf zu erhalten, muss der Magnet entlang der Sensorachse bewegt werden, da nur so der nötige Zusammenhang zwischen Magnetfeldstärke und Wegänderung erreicht werden kann. Das Messprinzip des Sensors beruht auf einer Erweiterung eines Wirbelstromsensors um ein magnetisch sensibles Element. Durch abhängige physikalische Effekte ergibt sich ein linearer Zusammenhang zwischen Abstand und Ausgangssignal.

Besonderheit des Prinzips sind der große Messbereich von bis zu 55 mm und der hohe Dynamikbereich. So können besonders schnelle Bewegungen, wie Vibrationen mit großem Abstand erfasst werden. Neu in der Produktgruppe ist der Sensor in einem M18 Edelstahlgehäuse, der im Gegensatz zum Standardmodell im M24 Gehäuse deutlich weniger Platz in Anspruch nimmt.

Zahlreiche Neuheiten in nur kurzer Zeit verlangen Höchstleistung in der Entwicklung. Um jedoch führend in der Wegmessung bleiben zu können, sind ständige Innovationen unbedingt erforderlich. Sie sichern den zukünftigen Markterfolg und bieten Anwendern moderne Lösungen für immer neue messtechnische Aufgabenstellungen. Insbesondere in der Konstruktion sind innovative Sensorkonzepte gefragt, die heute mehr können als früher und dabei immer weniger Platz in Anspruch nehmen. (jj) ■

Der Autor: Dipl.-Ing. (FH) Reinhold Hoenicka ist Produktmanager eddyNCDT bei der Micro-Epsilon Messtechnik in Ortenburg.