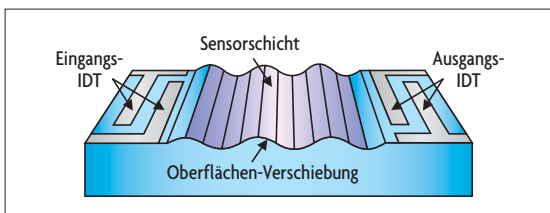


■ Sensorik:

Akustikwellen-Sensoren mit Funkübertragung

Dass Akustikwellen-Bausteine in den vergangenen Jahren eine wichtige Rolle in Consumer-Geräten und Kommunikationssystemen gespielt haben, ist der hohen Leistungsfähigkeit, den kleinen Abmessungen und der hohen Reproduzierbarkeit zu verdanken. Auch Funk-Anwendungen sind mittlerweile für viele Anwendungen möglich geworden.

Den größten Bedarf an Akustikwellen-Bausteinen, was die Stückzahlen betrifft, hat die Telekommunikationsindustrie. SAW-Filter (Surface Acoustic Wave) werden dort in Mobiltelefonen und Basisstationen eingesetzt; meist als Bandpass-Filter im HF- und ZF-Teil der Transceiver-Elektronik. Gut geeignet ist die Akustikwellen-Technik auch für Sensor-Anwendungen.



! Bild 1. Funktionsprinzip eines Rayleigh-Oberflächenakustikwellen-Sensors (IDT – Inter Digital Transducer, fingerförmige Elektrodenstruktur).

Dieser Markt könnte die Nachfrage auf dem Telekommunikationssektor über mehrere Anwendungsgebiete hinweg erreichen oder gar übertreffen. Verwendungsmöglichkeiten finden sich beispielsweise in der Automobiltechnik (Reifendruck- und Ölzustands-Überwachung) sowie in industriellen und kommerziellen Anwendungen (Sensoren für Temperatur und den Nachweis von Chemikalien und Gas). Dank ausgereifter Fertigungsverfahren können Akustikwellen-Sensoren heute zu wettbewerbsfähigen Preisen angeboten werden. Sie sind außerdem robust und zeichnen sich aufgrund ihrer Konstruktionsprinzipien durch hohe Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit aus. Abgerundet wird ihr Eigenschaftsprofil durch eine niedrige Stromaufnahme. Zudem können sie passiv und drahtlos abgefragt werden, in diesem Falle benötigen sie keine eigene Stromversorgung. Wegen der für Akustikwellen-Bausteine verwendeten Gehäuse und Produktionstechniken eignen sich diese Produkte sehr gut für drahtlose Sensor-Anwendungen. Dort ist Kompaktheit

im Verbund mit hoher Kosteneffektivität, robuster und zuverlässiger Konstruktion sowie geringer Stromaufnahme eine Voraussetzung für allgemeine Verwendung. Akustikwellen-Sensoren haben eine besondere Bedeutung in der Industrie bei der Bestimmung von Temperaturen, Drehmomenten und Drücken.

Die Technik der Akustikwellen-Sensoren

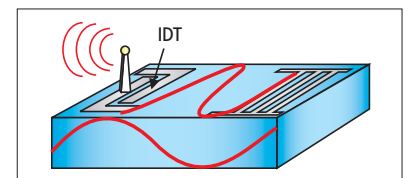
Die Funktionsweise von Akustikwellen-Sensoren beruht auf der Erzeugung einer Schallwelle auf einem piezoelektrischen Material, an das eine Spannung angelegt wird. Die Akustikwelle pflanzt sich durch das Material oder an seiner Oberfläche entlang fort, wobei jegliche Veränderung entlang des Ausbreitungswegs Einfluss auf die Geschwindigkeit und/oder die Amplitude der Welle hat. Änderungen der Ausbreitungsgeschwindigkeit lassen sich durch eine Bestimmung der Frequenz oder der Phaseigenschaften des Sensors erfassen und anschließend zur gemessenen physikalischen Größe in Beziehung setzen. Bei einer SAW-Verzögerungsleitung (Bild 1) vom Rayleigh-Typ pflanzt sich die Welle entlang der Oberfläche des Substrats fort. Ein SAW-Baustein ist deshalb ein überaus empfindlicher Sensor für mechanische Eigenschaften wie Druck oder Zugspannungen, die in das SAW-Substrat gekoppelt werden, gleich ob diese durch das Gehäuse ausgeübt werden oder auf einer Membran entstehen, auf welcher der SAW-Wandler angebracht ist. Rayleigh-SAW-Bausteine lassen sich überdies mit speziell geschnittenen piezoelektrischen Substraten kombinieren, um eine lineare Beziehung zwischen SAW-Frequenz und Temperatur zu erzielen. Auf diese Weise lässt sich ein

hochauflösender Temperatur-Sensor herstellen.

Akustikwellen für drahtlose Industrie-Anwendungen

SAW-Sensoren können ohne Leitungsverbindung oder Batterie arbeiten, da die Verbindung zum Transceiver bzw. zur Leseinheit ausschließlich über ein HF-Signal erfolgt. Möglich ist dies wegen der äußerst niedrigen Eingangssignalpegel und der hohen elektrischen Effizienz dieser Bauteile.

Bild 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines drahtlosen Sensors bzw. Identifikationssystems. Die von einem HF-Transceiver ausgestrahlte elektromagnetische Welle wird von der Antenne des SAW-Sensors aufgefangen. Die IDT (Inter Digital Transducer, ineinandergreifende Fingerelektroden) sind mit der Antenne verbunden und erzeugen aus dem empfangenen HF-Signal eine akustische Welle, die sich auf dem Sensor fortpflanzt und zu der eben beschriebenen Funktionsweise führt. Je nach Konstruktion des Bausteins



! Bild 2. Prinzipieller Aufbau eines drahtlosen Temperatur-Sensors.

(z.B. können als Reflektoren dienende Metallstrukturen vorhanden sein) übernehmen die IDT gegebenenfalls auch die Rückübertragung an den Empfänger. Von diesem wird das empfangene Signal anschließend verstärkt und im HF-Modul in ein Basisbandsignal gewandelt, das von einem Signalprozessor analysiert werden kann. Aufgrund der im GHz-Bereich liegenden Frequenzen sind SAW-Sensoren gut gegen elektromagnetische Störungen geschützt, wie sie in der Nähe industrieller Anlagen (z.B. Motoren oder Hochspannungsleitungen) häufig auftreten. Kommerziell angeboten wird beispielsweise ein SAW-Temperatur-Sensor, der mit 433,78 MHz schwingt und als „One Port“-SAW-Resonator so aus-

gelegt ist, dass er eine lineare Frequenz-Temperatur-Kennlinie aufweist (Bild 3). Mit einem Temperaturkoeffizienten der Frequenz von 16,2 ppm/K (7,028 Hz/K) kann der Baustein bei Temperaturen von 0 bis 120 °C verwendet werden. Der Gütefaktor im unbelasteten Zustand beträgt 8000. Der Sensor ist verlustarm (max. 2,5 dB) und für ein 50-Ω-System konzipiert. Im Verbund mit einer Antenne und einer Abfrageeinheit bietet der Sensor-Chip beste Voraussetzungen für zahlreiche Anwendungen, in denen Temperaturen drahtlos erfasst werden müssen.

SAW-Temperatur-Sensoren weisen gute mechanische Stabilitätseigenschaften auf, sie erfüllen so die Spezifikationen der DIN IEC 68 T2-27 (Stoßbelastung). Für die Überprüfung der Vibrationsfestigkeit durchlaufen die Sensoren ein „Screening“ gemäß DIN IEC 68 T2-6. Die Temperaturstabilitätseigenschaften werden gemäß der DIN IEC 68 Part 2-14 Test N überprüft.

Eine künftige Anwendung der Funk-Temperatur-Sensoren, Brutkästen für Neugeborenen-Intensivstationen, wird derzeit untersucht. Die Funk-Übertragungstechnik macht diese Sensoren mobil und ermöglicht den Betrieb an einer eigenen Stromversorgung. Eine weitere Anwendung findet sich bei Heizung/Lüftung/Klima. Hier müssen Temperaturen an mehreren Stellen in Luftkanal-Systemen ohne Verkabelungsaufwand überwacht werden. Um die Energieeffizienz der Einrichtungen zu überwachen, werden in der Industrie präzise und dabei einfach zu installierende drahtlose Sensoren benötigt. Hierfür ist der Funk-Temperatur-Sensor aufgrund seiner Größe, seiner Genauigkeit und seiner Zuverlässigkeit gut geeignet.

Eine weitere Anwendung stellen Funk-Temperatur-Sensoren für Reflow-Lötöfen dar. Der Akustikwellen-Sensor ist zusammen mit einer passend konstruierten Antenne auf eine Leiterplatte aufgelötet und erfasst auf dem Weg durch den Ofen fortlaufend die jeweils herrschende Temperatur, um die Einhaltung des geforderten

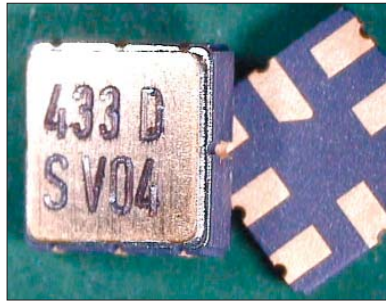


Bild 3. Ansicht eines kommerziellen drahtlosen Temperatur-Sensors.

Temperaturprofils zu verifizieren. Die Messungen erfolgen mit hoher Genauigkeit, da sich die Frequenz des Sensors linear mit der Temperatur ändert. Ursache hierfür ist die winzige, im ppm-Bereich liegende Ausdehnung des Sensor-Elements. Die Messdaten werden per Funk an ein Lesegerät übermittelt, das die Informationen unmittelbar anzeigt.

Nach Unterlagen von SenGenuity und Eurocomp Elektronik/ha