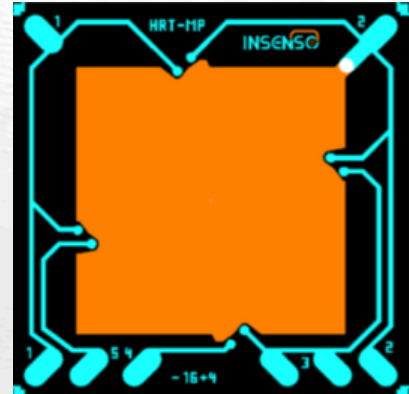


INSENSO PRÄSENTIERT: **IPD80**

ROBUSTE SENSORLÖSUNG MIT GERINGER TEMPERATURABHÄNGIGKEIT



Piezoresistive Drucksensoren sind in Industrie, Medizintechnik und Fahrzeugtechnik weit verbreitet – und sie alle teilen einen bekannten Nachteil: eine ausgeprägte Temperaturabhängigkeit des Rohsignals des Sensorelements. Mit steigender Temperatur nimmt die Empfindlichkeit des Sensors ab. Zwar wird diese nichtlineare Abhängigkeit für jeden Sensor aufwändig individuell kompensiert, aber abhängig von der Kompensationselektronik und den verwendeten Temperaturstützpunkten bei der Kompensation können erhebliche Restfehler übrigbleiben.

Die Branche begegnet diesem Problem üblicherweise von außen: durch zusätzliche Beschaltung mit Thermistoren und Widerstandsnetzwerken oder durch softwarebasierte Kompensationsalgorithmen – bis hin zu neuronalen Netzwerkmodellen. Diese Ansätze funktionieren, erhöhen jedoch die Systemkomplexität und den Kalibrierungsaufwand.

INSENSO wählte einen anderen Weg: Die Temperaturabhängigkeit wurde direkt auf der Ebene des Sensorelements und des Fertigungsprozesses verringert und linearisiert.

Physikalische Grundlage

Ein piezoresistiver Drucksensor ist im Normalfall als Wheatstone-Vollbrücke ausgelegt. Bei Betrieb mit konstanter Spannungsversorgung bleibt die Brückenspannung über der Temperatur konstant. Die temperaturbedingte Änderung der Sensorempfindlichkeit – beschrieben durch den Temperature Coefficient of Span (TCS) – wirkt sich daher direkt auf das Ausgangssignal aus.

Bei konstanter Stromspeisung ergibt sich ein anderes Verhalten: Der Brückenwiderstand steigt mit der Temperatur an – beschrieben durch den Temperature Coefficient of Bridge Resistance (TCR). Der Anstieg des Widerstands erhöht die Brückenspannung und wirkt damit der sinkenden Empfindlichkeit aufgrund des TCS entgegen. Beide Effekte sind entgegengesetzt gerichtet.

Der entscheidende Ansatz der INSENSO-Ingenieure: Wenn TCR und TCS bei Stromspeisung bereits gegenläufig wirken – warum diese Wechselwirkung nicht gezielt auf Ebene des Fertigungsprozesses nutzen?

Lösung IPD80: Kompensation im Kristall selbst

Ein piezoresistiver Drucksensor ist im Normalfall als Wheatstone-Vollbrücke ausgelegt. Bei Betrieb mit konstanter Spannungsversorgung bleibt die Brückenspannung über der Temperatur konstant. Die temperaturbedingte Änderung der Sensorempfindlichkeit – beschrieben durch den Temperature Coefficient of Span (TCS) – wirkt sich daher direkt auf das Ausgangssignal aus.

Bei konstanter Stromspeisung ergibt sich ein anderes Verhalten: Der Brückenwiderstand steigt mit der Temperatur an – beschrieben durch den Temperature Coefficient of Bridge Resistance (TCR). Der Anstieg des Widerstands erhöht die Brückenspannung und wirkt damit der sinkenden Empfindlichkeit aufgrund des TCS entgegen. Beide Effekte sind entgegengesetzt gerichtet.

Der entscheidende Ansatz der INSENSO-Ingenieure: Wenn TCR und TCS bei Stromspeisung bereits gegenläufig wirken – warum diese Wechselwirkung nicht gezielt auf Ebene des Fertigungsprozesses nutzen?

Lösung IPD80: Kompensation im Kristall selbst

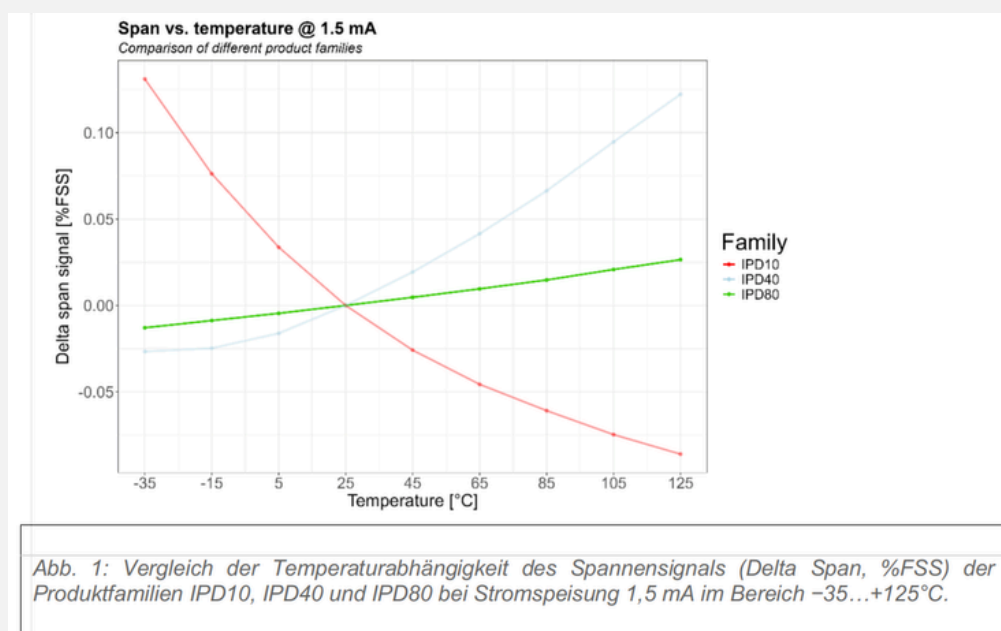
Ein piezoresistiver Drucksensor ist im Normalfall als Wheatstone-Vollbrücke ausgelegt. Bei Betrieb mit konstanter Spannungsversorgung bleibt die Brückenspannung über der Temperatur konstant. Die temperaturbedingten Änderung der Sensorempfindlichkeit – beschrieben durch den Temperature Coefficient of Span (TCS) – wirkt sich daher direkt auf das Ausgangssignal aus. Bei konstanter Stromspeisung ergibt sich ein anderes Verhalten: Der Brückenwiderstand steigt mit der Temperatur an – beschrieben durch den Temperature Coefficient of Bridge Resistance (TCR). Der Anstieg des Widerstands erhöht die Brückenspannung und wirkt damit der sinkenden Empfindlichkeit aufgrund des TCS entgegen. Beide Effekte sind entgegengesetzt gerichtet.

Der IPD80 ist ein piezoresistives MEMS-Drucksensorelement (Sense Die oder auch Sensorelement) aus eigener Entwicklung von INSENSO. Solche Sense Dies werden von Sensorherstellern und OEM-Unternehmen als sensibles Element für den Aufbau eigener Drucksensoren, Module und Transmitter eingesetzt. Das Die wird als Siliziumelement in einem Halbleiterprozess gefertigt und genau auf dieser Ebene hat INSENSO die Optimierung der Temperaturabhängigkeit realisiert.

Der Fertigungsprozess wurde so angepasst, dass der TCR der Wheatstone-Brücke dem TCS bei Stromspeisung möglichst entgegenwirkt. Der Spannungsanstieg durch den erhöhten Widerstand bei Erwärmung kompensiert gezielt die sinkende Empfindlichkeit des piezoresistiven Effekts.

Dies führt zu zwei praktischen Vorteilen. Erstens: eine deutlich reduzierte Temperaturabhängigkeit mit einem weitestgehend linearen Temperaturverlauf des Ausgangssignals – eine lineare Restabhängigkeit lässt sich mit Standardmitteln wesentlich einfacher korrigieren als eine nichtlineare.

Vergleichsmessungen bei konstanter Stromspeisung von 1,5 mA im Temperaturbereich von -35°C bis $+125^{\circ}\text{C}$ bestätigen den Unterschied im Temperaturgang anschaulich: Die Kurve des IPD80 verläuft deutlich flacher und linearer als bei den Vorgängerproduktlinien IPD10 und IPD40 (siehe Abb. 1).



Zweitens: eine erhöhte Signalstabilität – und dieser Vorteil tritt unabhängig vom Betriebsmodus auf: Interne Untersuchungen von INSENSO zeigen eine geringere Sensibilität gegenüber Umgebungseinflüssen im Vergleich zu existierenden Lösungen, sowohl bei Strom- als auch bei Spannungsversorgung.

Zielgruppe und Anwendungen

Der IPD80 ist für konkrete Anwendungsfälle konzipiert: Stromspeisung, breiter Betriebstemperaturbereich und hohe Anforderungen an die Messstabilität. Typische Einsatzgebiete sind Industrieautomatisierung und Prozessleittechnik, Öl und Gas, Energietechnik, medizinische Diagnostik sowie Luft- und Raumfahrttechnik.

Der wichtigste praktische Vorteil für OEM-Hersteller: weniger Aufwand auf Systemebene. Der IPD80 ermöglicht es, den Umfang der systemseitigen Temperaturkompensation zu reduzieren und die Kalibrierungsaufgabe gegenüber herkömmlichen Lösungen zu vereinfachen – die erforderliche Stabilität ist bereits im Chip selbst angelegt.

Wichtiger Hinweis: Der Hauptvorteil hinsichtlich der reduzierten Temperaturabhängigkeit entfaltet sich ausschließlich bei Stromspeisung – in diesem Betriebsmodus gleichen sich TCR und TCS gegenseitig aus. Die erhöhte Signalstabilität hingegen ist eine Eigenschaft des Chips selbst und tritt unabhängig vom Betriebsmodus auf.

IPD80 von INSENSO: bereit zur Integration

Der IPD80 ist ein Beispiel dafür, wie ein bekanntes Problem aus einem neuen Blickwinkel gelöst werden kann. Statt die Komplexität von Kompensationsschaltungen und Algorithmen zu erhöhen, hat INSENSO die Kompensation in den Fertigungsprozess selbst verlagert. Das Ergebnis ist ein Sensorelement mit deutlich geringerer und linearerer Temperaturabhängigkeit, reduziertem Kompensationsaufwand auf Systemebene und erhöhter Signalstabilität.

Der IPD80 ist als Standard-MEMS-Sense-Die erhältlich sowie als Teil fertiger Module der Serien IPM und IPC – inklusive Kalibrierung und Second-Level-Packaging. INSENSO bietet technische Beratung und kundenspezifische Ausführungen für individuelle Anforderungen an.

+49 176 16164900

Rudower Chaussee 29 12489 Berlin, DE

www.insenso.de

info@insenso.de