

Auf dem Weg zur Standardanschlusstechnologie

Temperatursensorik im SMD-Format für die Leistungselektronik



© AdobeStock/ Tierney

Die Kombination von Silber-Sinter-Technologie und SMD-Montage bildet die Grundlage hochleistungsfähiger, zuverlässiger und kompakter Temperatursensoren, die den Anforderungen moderner und künftiger Leistungselektronik gerecht werden.

Die Sensorik ist eine Schlüsseltechnologie in der modernen Welt. Eine präzise Erfassung und Regelung von Temperaturen gewährleisten einen sicheren, effizienten und nachhaltigen Betrieb in einer Vielzahl von Anwendungen wie Energieerzeugung, Gesundheit und Mobilität. Mit dem fortschreitenden Übergang zur Elektromobilität wird die Temperaturmessung erneut zu einem Wegbereiter.

Leistung, Geschwindigkeit und Effizienz jedes Elektrofahrzeugs werden von der Auslegung und den Möglichkeiten der Spannungswandler- und Wechselrichtereinheiten bestimmt. Höhere Schaltfrequenzen, höhere Leistungen und der damit verbundene Betrieb bei höheren Temperaturen ermöglichen größere Reichweiten und dynamischere Fahrweisen bei. Höhere Betriebstemperaturen

erfordern jedoch neue Materialien und neue Verbindungstechniken.

Vereinfachtes Design durch Wegfall des geätzten Grabens

Die Trennung zwischen der Sensorschicht auf der Oberseite und

der Rückseitenmetallisierung ermöglicht eine potenzialfreie Positionierung des Temperatursensors neben der Wärmequelle (Bild 1). Der Sensor und andere Komponenten können auf derselben elektrischen Ebene und auf demselben Substrat platziert werden. Die Notwendigkeit, den Sensorchip auf einer separaten „Insel“ zu montieren entfällt. Durch den Wegfall des zusätzlichen Ätzgrabens, der für eine isolierte Montage von durchkontaktierten Bauelementen (Typ NTC) erforderlich ist, reduziert sich der Designaufwand auf Substratebene. Die Verringerung der Substratgröße trägt zu kleineren Bauteilen bei und unterstützt den allgemeinen Trend zur Miniaturisierung.

Nahtlose Integration

Der Anschluss des Sensorelements kann durch standardmäßiges Dickdrahtbonden erfolgen, die Verbindung zur Platine durch standardmäßiges Silbersintern, was eine nahtlose Integration in Standardproduktionsprozesse ermöglicht. Die Bilder 2a und 2b zeigen einen Vergleich der Designmöglichkeiten von SMD- und NTC-Sensoren.

Die Sinterverbindung ist der Schlüssel für den Hochtemperaturbetrieb und öffnet das Betriebsfenster weit über 200 °C hinaus. Während das Pt1000-Sensorelement

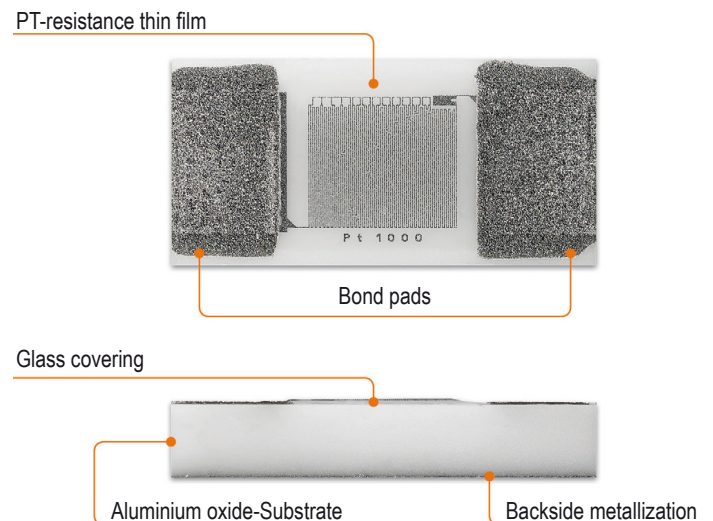


Bild 1: Der sinterfähige Pt1000-Temperatursensor im SMD-Gehäuse wurde entwickelt, um Leistungsmodule zu optimieren. (Bilder: © Yageo)

Autoren:

Bert Weiss

Technical Expert Resistors

Rutronik

www.rutronik.com

Martin Bleifuss

Head of Product Management

Yageo Nexensos

www.yageo-nexensos.com

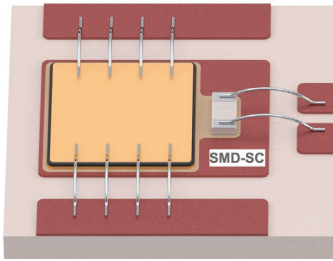


Bild 2a: Designmöglichkeiten für elektrisch isolierte Temperatursensoren

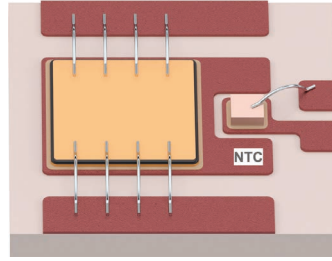


Bild 2b: Designmöglichkeiten für NTC-Temperatursensoren

derzeit mit einer oberen Betriebsgrenze von 200 °C spezifiziert ist, zielen die laufenden Entwicklungsaktivitäten auf höhere Temperaturen ab, bei denen die Grenzen der Sinterverbindungen weiter ausgenutzt werden können.

Verbesserung von Messgenauigkeit und Reaktionszeit

Um die Auswirkungen der Positionierung der Sensoren auf der Leiterplatte besser zu verstehen, wurde ein vereinfachtes Modell verwendet, um die Wärmeverteilung und die Ansprechzeiten in modernen Leistungsmodulen auf Siliziumbasis und in der nächsten Generation auf Siliziumkarbidbasis zu untersuchen. Die gewählte Designgeometrie ist unabhängig von der Materialwahl. Die Materialeigenschaften und die Betriebstemperatur wurden so angepasst, dass sie Si- und SiC-basierten Designs ähneln.

Messergebnisse optimieren

Die Modellrechnungen zeigen, dass die Abweichung zwischen der Sperrschichttemperatur (150 °C bzw. 200 °C) und der gemessenen Temperatur stark vom Abstand zwischen dem Sensor und den Leistungshalbleitern beeinflusst wird. Die Bilder 3a und 3b zeigen die Abhängigkeit des Temperaturabfalls vom Abstand. Durch die elektrische Isolierung zwischen dem Sensorbereich und der für Sinterverbindungen optimierten Rückseitenmetallisierung kann der SMD-PT-Sensor an jeder verfügbaren Position auf der Platine des Leistungsmoduls und somit näher an der Wärmequelle platziert werden, was zu genaueren Messergebnissen führt.

Ansprechzeit

Auch die Ansprechzeit wird durch die Positionierung des Sensors beeinflusst. Ein größerer Abstand führt zu einer deutlich langsameren

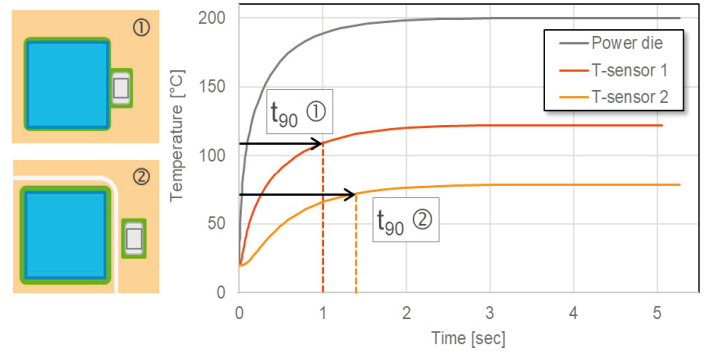


Bild 4: Temperaturverhalten beim Einschalten des Power-Die. Temperatursensor 1 befindet sich in der Nähe des Power-Die, Temperatursensor 2 ist durch einen geätzten Graben vom Power-Die getrennt.

Reaktion und zu einer deutlichen Verzögerung nach dem Einschalt-schritt. Die Zeit bis zum Erreichen der Gleichgewichtsbedingungen wird am besten durch die Zeit bis zum Erreichen von 90 Prozent der Gleichgewichtstemperatur t_{90} beschrieben (Bild 4). Der Vergleich der t_{90} -Zeiten für die Sensorpositionen 1 und 2 mit 1,0 und 1,3 Sekunden zeigt eine deutlich dynamischere Detektion mit einer um 30 Prozent schnelleren Detektion für die Position nahe der Power Dies.

kürzeren Ansprechzeit bei der Temperaturmessung führt.

Fazit

Sinterfähige Temperatursensoren im SMD-Gehäuse bieten eine Reihe von Vorteilen bei der Temperaturerfassung in modernen und zukünftigen Leistungsmodulen: Das Layout mit intrinsischer Isolation zwischen Sensor und Kontaktschicht ermöglicht neue Designs durch den Wegfall des Ätzgrabens. Der verringerte Abstand zwischen der Wärmequelle und dem Sensorelement führt zu einer genaueren und schnelleren Temperaturmessung. Dadurch können Überhitzungseffekte und Temperaturspitzen vermieden werden, was die Gesamtlebensdauer erhöht. ◀

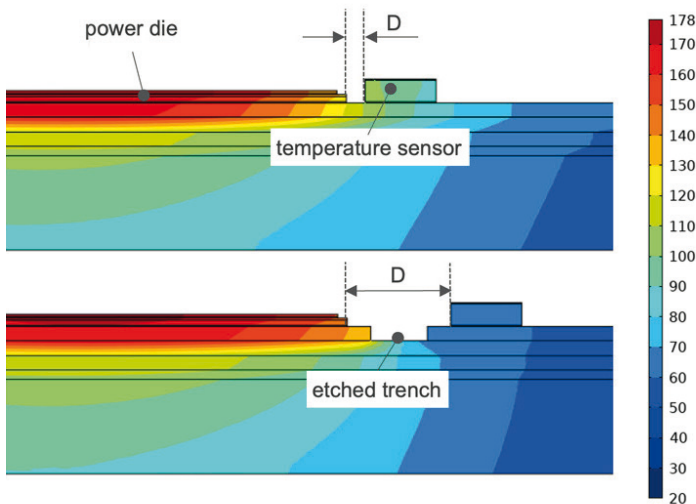


Bild 3a: Vergleich der Temperaturverteilung in Leistungsmodulen, die bei 150 °C Sperrschichttemperatur betrieben werden; oben für eine Substratgeometrie ohne geätzten Graben und unten mit geätztem Graben für die elektrisch isolierte Position des Temperatursensors.

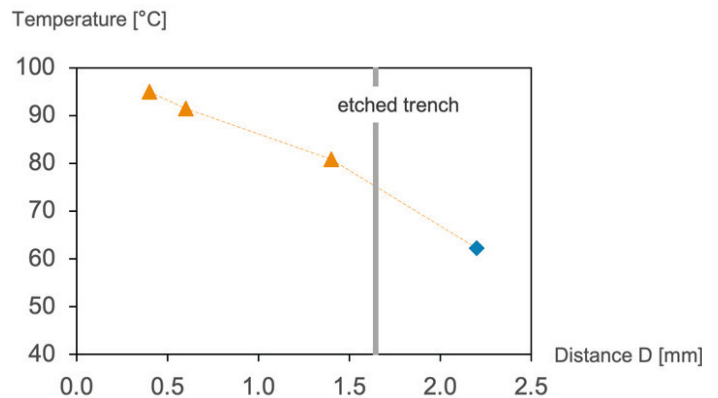
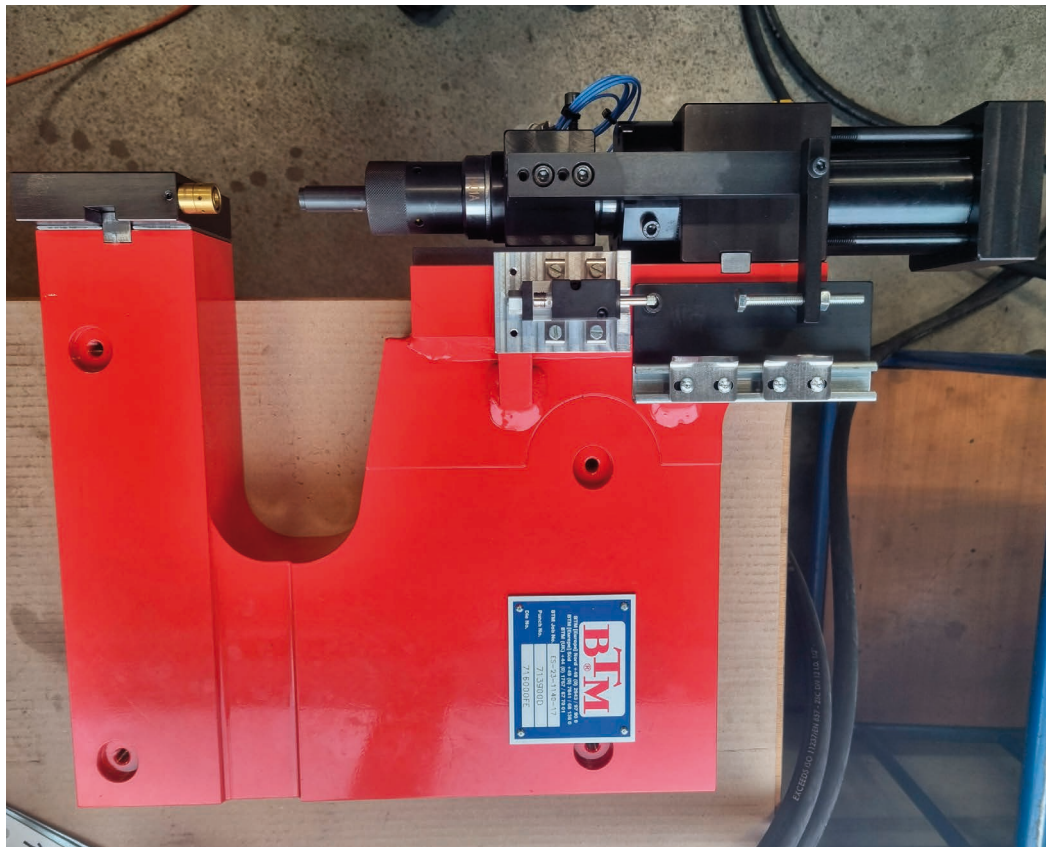


Bild 3b: Gemessene Temperatur als Funktion des Abstands zwischen Power Die und Temperatursensor. Die Position des zusätzlichen geätzten Grabens ist als graue Doppellinie markiert.

Robuste, industriegerechte Wegsensoren für präzises Clinchen

Kurzwegaufnehmer im Maschinenbau



Potentiometertechnik weiterentwickelt

Potentiometrische Weg- und Winkelsensoren sind sowohl in industriellen als auch in mobilen Anwendungen weit verbreitet, denn vergleichbare Messgeschwindigkeiten, Linearitäts- und Hysteresewerte sowie Auflösungen und Temperaturbereiche sind sonst nur mit deutlich höherem Aufwand zu erreichen. Novotechnik hat deshalb die Potentiometertechnik kontinuierlich weiterentwickelt. Heute sind viele unterschiedliche Ausführungen an potentiometrischen Wegaufnehmern und -tastern im Programm, die sich dank ihrer platzsparenden Bauweise für viele Anwendungen in der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik eignen.

Eigenschaften

Die potentiometrische Wegaufnehmer-Baureihe T beispielsweise ist für Messbereiche von 10 bis 150 mm lieferbar (Bild 1). Sie bietet eine hohe Wiederholgenauigkeit von 0,002 mm, eine lange Lebensdauer von bis zu 100 Millionen Bewegungen sowie sehr gute Linearitätswerte bis zu $\pm 0,075\%$. Zudem werden die Sensoren nicht nur mit Kabelanschluss, sondern auch mit kompakten M8-Steckverbindern angeboten, was die Montage auch bei begrenzten Einbauverhältnissen vereinfacht.

Kompakt gebaut

Letzteres war für die Sondermaschinenbauer der BTM Europe Blechverbindungstechnik GmbH ein wichtiges Argument dafür, einen Wegtaster dieser Baureihe an ihren Clinch-Systemen einzusetzen (Bild 2). BTM ist weltweit einer der führenden Hersteller von Clinch-Systemen und kompletten Fertigungsanlagen. Der Name BTM steht für „Bending Tools & Manufacturing“. Mittlerweile hat sich die BTM Gruppe in den Bereichen Mechanische Fügetechnik und Spanntechnik sowohl im Automobilbereich als auch der Allgemeinindustrie einen festen Platz erarbeitet.

In vielen Anwendungen sind heute Wegaufnehmer oder Wegtaster gefragt, die nicht nur mechanisch und elektrisch robust sind, genaue Messwerte liefern und zuverlässig arbeiten, sondern auch einen großen Betriebstemperaturbereich sowie ein günstiges Preis-/Leistungsverhältnis bieten. Obwohl kontaktlose Verfahren heute im Trend liegen, zeigt die Praxis, dass Leitplattipotentiometer in vielen Applikationen deshalb noch immer die Nase vorn haben, zumal auch hier die Entwicklung nicht stehen geblieben ist: Ausführungen mit integrierter Elektronik stellen wahlweise normierte Strom- oder Spannungssignale zur Verfügung und Varianten mit kleinem M8-Stecker bauen ausgesprochen kompakt. Gerade im Maschinenbau finden sich dafür zahlreiche Anwendungen, zum Beispiel in der Blechverarbeitung zur Wegerfassung bei Clinch-Systemen und -Zangen.



Autoren:
Dipl.-Ing. Stefan Sester (links),
Leiter technischer Vertrieb Novotechnik
www.novotechnik.de

Ellen-Christine Reiff (rechts),
M.A., Redaktionsbüro Stutensee