

Manche mögen's heiß

Chip-Widerstände für Hochtemperatur-Anwendungen

Der steigende Bedarf an Hochtemperaturelektronik erfordert auch bei passiven Bauelementen neue Lösungsansätze. Durch Verwendung einer alternativen Umkontaktierungstechnologie sind Einsatztemperaturen bis über 300 °C für Dickschicht-Chipwiderstände kein Problem. Das gewählte Materialsystem sichert gleichzeitig die Kompatibilität zu hochtemperatur-geeigneten Verbindungstechniken wie z. B. dem Leitleben.

Steigende Integrationsgrade sowie das Bestreben, Regel- und Steuerungselektroniken sowie Sensoren möglichst nah an den „Ort des Geschehens“ zu bringen, führen zu einer immer stärkeren Temperaturbelastung elektronischer Baugruppen. Vorreiter sind dabei die Automobilindustrie, die Ölförderindustrie sowie die Luft- und Raumfahrt. Beim Automobil können die Temperaturen Werte von bis zu 200 °C im Bereich Motor und Getriebe oder sogar bis zu 300 °C bei Radanbauten erreichen. Neben dem allgemein steigenden Bedarf an Hochtemperaturelektroniken ist hier insbesondere ein überproportionaler Anstieg des Bedarfs im Temperaturbereich 200 bis 300 °C festzustellen.

Neben den höheren Anforderungen an einsetzbare Basismaterialien sowie Aufbau- und Verbindungstechniken spielen natürlich auch die einsetzbaren Bauelemente eine entscheidende Rolle. Im Folgenden soll der Schwerpunkt auf Chipwiderständen für Hochtemperaturanwendungen bis 300 °C liegen.

Blickpunkt Chipwiderstände

Bei Standard-Chipwiderständen besteht die Terminierung aus einem Mehrschichtsystem, welches einerseits die lötfähigen Anschlüsse bildet und andererseits die Verbindung zur inneren Kontaktierung des eigentlichen Widerstandselementes darstellt. Als Haftschiicht dient in der Regel eine gesput-

terte metallische Dünnschicht-Lage oder eine silberbasierende Dickschichtlage, worüber galvanisch die Nickel-Sperrschicht aufgebracht wird. Als lötbare Oberfläche bildet eine ebenfalls galvanisch abgeschiedene Reinzinn-Schicht den Abschluss. Dieses Mehrschichtsystem ist derzeit die ökonomischste Variante zur Herstellung der Kontaktflächen, stellt aber den entscheidenden Schwachpunkt für den Einsatz in Hochtemperaturanwendungen dar. Zum einen liegt der Schmelzpunkt der Zinnoberfläche bei 232 °C. Dieser sollte auch kurzzeitig nicht überschritten werden. Andererseits führt eine Dauerbelastung über 160 °C zu Problemen mit der Nickel-Sperrschicht, die sich in Oxidation, Metalldiffusion und Bildung intermetallischer Phasen äußern und bis zur teilweisen Auflösung der Nickel-Schicht bei Verwendung zinnreicher Lote gehen kann. Ein weiterer Aspekt, auf den später

noch einzugehen ist, ist eine mögliche Verbindungstechnik, das sogenannte Leitleben. Für diese Technologie sind die eingesetzten Oberflächenmaterialien Nickel und Zinn vor allem unter dem Aspekt der Zuverlässigkeit ungeeignet, was zahlreiche Untersuchungen bewiesen haben.

Kontaktierung und Verbindungstechnik

Als alternatives Kontaktsystem, welches erstens unempfindlich gegenüber hohen Betriebstemperaturen ist und zweitens sowohl für Löten als auch für das Leitleben geeignet ist, steht ein 1-Lagen-Dickschichtsystem zur Verfügung. Ein PdAg-System, wie es in der Dickschicht-Hybridtechnik häufig im Einsatz ist, kommt wegen der mit der Zeit abnehmenden Benetzbarkeit beim Löten nur bedingt in Frage. Die Lösung stellt das gewählte PtAg-System dar, welches eine gute Lötbarkeit auch nach längerer Lagerung und eine exzellente Ablegierfestigkeit auch bei hohen Lottemperaturen aufweist. Der Aufbau eines Widerstandes mit diesem System ist in **Bild 2** gezeigt. Aus technolo-

Bild 1: Hochtemperaturwiderstände.

(Alle Bilder: SRT Resistor Technology)



AUTOR

 Dr.-Ing. Lutz Baumann,
Geschäftsführer
SRT Resistor
Technology GmbH



Bild 2: Für Hochtemperatur geeigneter Widerstand mit PtAg-Terminierung.

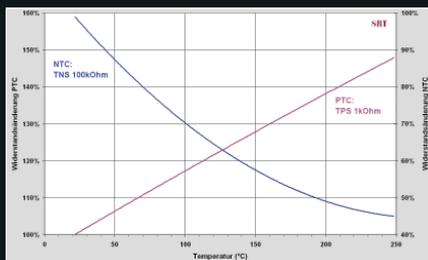


Bild 3: Prinzipielle Kennlinien der hochtemperaturgeeigneten PTC- und NTC-Widerstände.

gischen Gründen enthält er keine Glas- oder Polymer-Passivierung, was aber aufgrund einer gewissen Selbstpassivierung des Dickschicht-Widerstandselementes kein Nachteil ist. Das homogene 1-Lagen-System ist immanent unempfindlich gegen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Lagen bei hohen Temperaturen, die beim herkömmlichen System immer möglich sind. Als Nebeneffekt ist durch die Nichtanwesenheit der Nickel-Sperrschicht das Bauelement absolut nicht-magnetisch. Auf organische Materialien, die empfindlich auf hohe Temperaturen reagieren können, wird komplett verzichtet. Daraus resultiert auch die Ausgasungsfreiheit bei Anwendungen im Vakuum.

Ein wichtiger Aspekt bei Hochtemperaturanwendungen ist die Verbindungstechnik, d. h. die Kontaktierung der Bauelemente zum Trägersubstrat. Herkömmliche bleifreie Lote scheiden wegen ihres zu geringen Schmelzpunktes von 217°C aus. Die zulässige Dauertemperatur sollte bei diesen Loten 125°C nicht überschreiten. Eine Alternative stellen hoch bleihaltige Lote mit Schmelzpunkten von bis über 300°C dar, aber auch diese sollten nicht dauerhaft Temperaturen über 180°C ausgesetzt sein. Reaktionslote können den Temperaturbereich noch mal erweitern.

Für viele Hochtemperaturanwendungen in der Automobiltechnik, in der Luft- und

Raumfahrt und in der Medizintechnik hat sich jedoch die Kontaktierung mittels leitfähig gefüllter Polymere, sogenannter Leitkleber bewährt und durchgesetzt. Ein Vorteil dieser Systeme ist, dass die Betriebstemperaturen höher als die Verarbeitungstemperaturen sein können, was bei herkömmlichen Loten nicht der Fall ist. Systeme auf Epoxidharz-Basis (Silber-Epoxy) gibt es für 250°C Dauertemperatur (kurzzeitig 300-350°C), doch nur Systeme auf Polyimid-Basis sind für Dauertemperaturen bis über 300°C einsetzbar. Die PtAg-Kontakte der hochtemperaturgeeigneten Widerstände zeigen eine hervorragende Kompatibilität mit diesen Leitklebstoffen.

Die Stabilität der Dickschichtwiderstände und Kontakte stellt im Bereich bis 300°C kein Problem dar, da diese bereits bei der Herstellung Prozesstemperaturen bis ca. 850°C unterzogen waren. Dadurch tritt sogar bei Umgebungstemperaturen bis ca. 500°C keine wesentliche Veränderung des Widerstandes mehr auf. Durch eine Voralterung bei 300°C vor der Endmessung wird zusätzlich ein driftarmes Verhalten sichergestellt. Die Hochtemperaturwiderstände stehen in verschiedenen Ausführungen in den Baugrößen 0603 bis 4020 zur Verfügung, der Widerstandsreich reicht von 1Ω bis über 1TΩ.

Hochtemperaturwiderstände als Sensor

Das Spektrum der Hochtemperaturwiderstände wird durch je eine NTC- und PTC-Reihe erweitert. Diese entsprechen in ihrem Aufbau den „normalen“ Widerständen und ermöglichen eine direkte Temperaturmessung bzw. Temperaturkompensationen in den entsprechenden Hochtemperaturelektroniken. Beide Serien zeichnen sich durch eine lineare bzw. quasilineare Kennlinie aus, die in Bild 3 dargestellt ist. Bei der NTC-Serie kommt es allerdings im Bereich über 150°C zu einem leichten Abflachen der Kurve, was bei Temperaturen über 250°C stärker wird. (sb)

▶ infoDIRECT 420ei0509
▶ Link zu SRT Resistor Technology
www.elektronik-industrie.de