

Widerstände für Hochvolt- und Hochtemperaturanwendungen

Wer einen Widerstand sucht, der hohen Spannungen ebenso wie auch hohen Temperaturen standhält, hat keine einfache Aufgabe. Wir sagen Ihnen, wie sich diese Herausforderungen bewältigen lassen.

FALKO LADIGES, GARY ZABEL *



Herausforderung: Den richtigen Widerstand zu finden, der sowohl hohen Spannungen als auch hohen Temperaturen standhält, ist gar nicht einfach

Seitdem die Produktion von Carbon-Composit-Widerständen vor Jahren eingestellt wurde, ist es für Entwickler schwierig, einen bestimmten Widerstand zu finden, wenn dieser sowohl den Anforderungen von Hochvolt- als auch von Hochtemperatur-Anwendungen standhalten soll. Deshalb versuchen zahlreiche Entwickler verzweifelt, diese kostengünstigen Widerstände zu ersetzen, andere kaufen alle übrig gebliebenen Lagerbestände auf. Heute, mehr als eine Dekade später, wird immer noch nach einer kostengünstigen Alternative gesucht. Unumstritten sind auch die Qualitäten der Carbon-Composit-Widerstände bei Impuls-

anwendungen. Inzwischen werden zwar wieder ausgewählte Modelle der Carbon-Composit-Widerstände produziert, doch erreichen diese häufig nicht die benötigten Eigenschaften der Originale und haben andere anwendungsspezifische oder umweltbeeinflussende Nachteile.

Für Widerstandsprobleme gibt es mehrere Ursachen

In Anwendungen, in denen ein Widerstand sowohl hohen Spannungen als auch hohen Temperaturen standhalten muss, sind mehrere Phänomene zu beachten: Ausgasung, Streukapazität und induktives Verhalten sowie das elektrische Rauschen.

Ausgasung kann auftreten, wenn sich der innere Druck des Bauteils erhöht. Unter Umständen wird dabei die Außenhülle beschädigt oder spröde und zudem können teils giftige Gase freigesetzt werden. Je höher die

Temperatur, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit von Ausgasungen, die ein Problem für die gesamte Schaltung werden können und zudem auch zu Problemen mit umliegenden Baugruppen führen kann.

Die Streukapazität und das induktive Verhalten sind bei fast allen Widerständen ein Thema, das besonders bei höheren Frequenzen zum Problem werden kann. Einen Widerstand zu finden, dessen Widerstandswert sowohl bei hohen Temperaturen als auch bei hohen Spannungen stabil bleibt, ist eine echte Herausforderung für jeden Entwickler.

Das elektrische Rauschen ist ein weiterer Gesichtspunkt, der bei der Auswahl des richtigen Widerstandes zu beachten ist. Dabei ist zwischen zwei Arten elektrischen Rauschens zu unterscheiden: thermisch bedingt und Schrotrauschen. Ursache für das thermische Rauschen ist die Reibung zwischen Molekülen (Brownsche Molekularbewegung). Dieses Verhalten lässt sich nicht eliminieren, da es im direkten Zusammenhang mit der Konstruktion des Widerstandes selbst steht. Das Schrotrauschen resultiert aus dem Fluss von Elektronen innerhalb eines hochenergetischen Feldes und tritt vorwiegend in monolithischen Bauteilen und weniger in Widerständen auf.

Wie sich die Widerstandsprobleme lösen lassen

Der Entwickler muss einen Widerstand finden, der all diese Probleme minimiert und zudem kosteneffektiv ist. Zudem muss dieser Widerstand höchstzuverlässig arbeiten, um in Hochvolt- und Hochtemperaturanwendungen einsetzbar zu sein. Diese Voraussetzungen kann ein Karbonfilmwiderstand gewährleisten, der zudem sehr kosteneffektiv hergestellt werden kann und gegenüber Carbon-Composit-Widerständen mehrere Vorteile bietet. So gibt es Karbonfilmwiderstände für höhere Leistungen bis 3 W, mit deutlich höheren Widerstandswerten bis 100 MΩ und mit engerer Toleranz ab 1%. Zu-

* Falko Ladiges

... ist Teamleiter, Produktmarketing PEMCO, bei der WDI AG in Wedel bei Hamburg,

* Gary Zabel

... ist Sales Manager bei der Tepro /ETI in Florida.

dem sind sie hitzestabil bis 350 °C und vertragen Spannungen bis 15 kV – bei einer relativ kleinen Bauform.

Carbon-Composit-Widerstände haben konstruktionsbedingt höhere Toleranzen und werden durch Selektion von minimal 5% unverhältnismäßig teuer. Durch Verwendung von Kunstharz um die Carbon/Keramikpulvermischung zusammen zu halten und der Kunststoffumhüllung (molding) ist immer ein Ausgasen bei höheren Temperaturen zu beobachten. Zudem sind die Carbon-Composit-Widerstände sehr feuchteempfindlich, ändern unter Umständen Ihren Ohmwert bei zu heißem Löten oder bei Überbelastung unwiederbringlich und haben in der Regel eine recht schlechte Langzeitstabilität.

Karbonfilmwiderstände für höhere Temperaturen

Der Grund, warum Karbonfilmwiderstände höhere Temperaturen bei kleinerer Bauform standhalten können, ohne das Phänomen der Ausgasung zu haben, Streukapazität und elektrisches Rauschen zu erzeugen, ist bedingt durch die Konstruktion dieser Widerstände und der verwendeten Materialien. Hergestellt werden diese Widerstände in einem hochkomplexen Prozess durch die Analyse von Kohlenwasserstoffen unter Vakuum, sehr hohem Druck und hohen Temperaturen, bei der sich eine Karbonschicht auf dem Widerstandskörper quasi einbrennt. Dieser Prozess wird hervorgerufen, indem Methan- oder Propangas erhitzt wird, sogenannte thermische Pyrolyse stattfindet. Wird die Hitze zugeführt, so findet eine molekulare Kondensation statt, die das Karbon freisetzt. Das Resultat ist eine Karbonschicht auf dem

Widerstandskörper. Diese Widerstände sind in Toleranzen von 1%, 2%, 5%, 10% und 20% mit Werten von 500 Ω bis 100 MΩ herstellbar. Um kosteneffektiv einen Widerstand herzustellen, wird eine größere Produktionsmenge mit einem angenäherten Widerstandwert hergestellt. Der genaue Wert mit der benötigten Toleranz wird durch Ritzten einer spiralförmigen Nut in der Karbonschicht erreicht. Der Widerstandswert ergibt sich durch die Variation der Abstände der Spiralnute. Je dünner die Karbonschicht und die Abstände der Spiralnute, desto höher ist der Widerstandswert. Durch die relativ genaue Erreichung des Widerstandwertes bereits bei Aufbringen der Karbonschicht sind verhältnismäßig lange Spiralen möglich, wodurch die Widerstände dann den höheren Spannungen standhalten können.

Die Widerstände gibt es optional auch ohne Coating

Nachdem die Spiralnute geschnitten ist werden Endkappen aus spezieller Legierung und angeschweißten verzinnnten Kupferdrähten auf die Widerstandskörper gepresst. Abschließend bedecken eine Glasschicht und mehrere Schichten Lack (bestehend aus Silikon und mineralischer Epoxy) den Widerstandskörper mit der getrimmten Karbonschicht. Dies dient neben dem elektrischen auch dem Schutz gegenüber jeglichen Umwelteinflüssen und ist unempfindlich bis 350 °C. Optional sind diese Widerstände auch ohne Coating für den Einsatz unter bestimmten Bedingungen wie etwa in Öl, Vakuum oder Schutzgasatmosphäre erhältlich.

Es gibt jedoch auch Nachteile, einen Karbonfilmwiderstand einzusetzen. Zum einen sind diese Widerstände auf minimal 1% To-

leranz limitiert und zum anderen folgen diese Widerstände einer geringen Abweichung bei höheren Temperaturen und Vibration. Der Widerstand hat in der Regel einen TK-Wert von 250 bis 1000 ppm, je nach Widerstandswert.

Die Vorteile wiegen die Nachteile mehr als auf

Die Vorteile der Karbonfilmwiderstände wiegen die genannten Nachteile jedoch mehr als auf. Sollten die genannten Beeinträchtigungen in der Anwendung eher nebensächlich sein, stellen Sie eine echte Lösungsmöglichkeit dar. Sie finden Anwendung etwa in Röntgengeräten, Radaranwendungen, Mikrowellenanwendungen, Energieversorgungen, Lasern, Testgeräten, Quecksilberlampen, Metall-Halogen-Lampen, Hochdruck Natriumdampflampen, elektrischen Hochvoltanwendungen jeglicher Art, Haushaltsgeräten und Steuerungen.

Wenn die Anwendung nach einem kosteneffektiven Widerstand verlangt, der neben hohen Spannungen auch hohen Temperaturen standhält, so kann ein Karbonfilmwiderstand ein Lösungsansatz sein. Die Vorteile des möglichen Ohmwertbereiches, der hohen Spannungsbelastbarkeit ohne die Effekte von Ausgasung, Streukapazität und elektrischem Rauschen sind gute Argumente für den Einsatz dieser Widerstände. // TK

WDI +49(0)4103 18000

InfoClick

■ Mehr über HV- und HT-Widerstände

www.elektronikpraxis.de

InfoClick 2935102