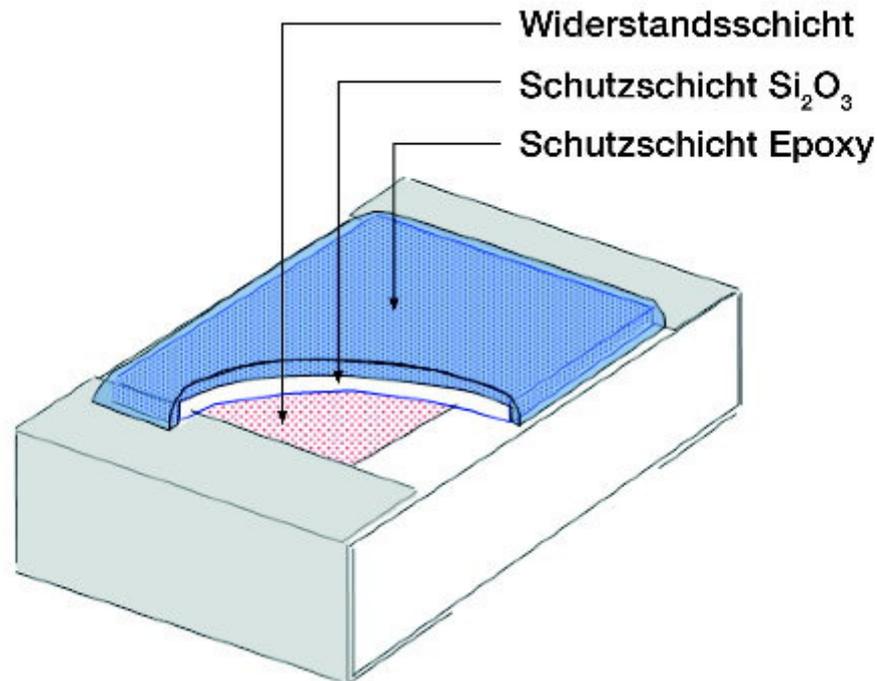


Susumu: Dünnschicht-Widerstands-Netzwerk Stabil, präzise, kompakt und hochintegriert

13.02.2017 Von Tobias Jung, Produktmanager bei Endrich Bauelemente



© Susumu / Endrich Bauelemente

Glaspassivierung bei Dünnschicht-Widerständen Grafik: Susumu/Endrich Bauelemente

Endrich Bauelemente hat sein Vertriebsprogramm um die Präzisionswiderstände der RM-Serie des japanischen Herstellers Susumu erweitert. Sie bieten Toleranzen bis $\pm 0,05$ Prozent und Temperaturkoeffizienten bis ± 5 ppm.

Für die Untertageförderindustrie werden die Netzwerke, wie auch die Einzelchip-Widerstände in Zukunft auch mit Goldkontaktierung angeboten.

In Sachen Präzision in Form von engen Toleranzen und niedrigen Temperaturkoeffizienten sind Widerstände der Dünnschichttechnologie denen der Dickschichttechnologie um Faktoren voraus. Dies liegt hauptsächlich in der Auswahl der Materialien begründet: NiCr (Nickel-Chrom) oder TaN (Tantalnitrid) an Stelle von RuO_2 (Rutheniumoxid), wie es bei Dickschichtern verwendet wird. Außerdem bewirkt der Verarbeitungsprozess eine größtmögliche Ebenmäßigkeit und Gleichförmigkeit der Widerstandsschichten.

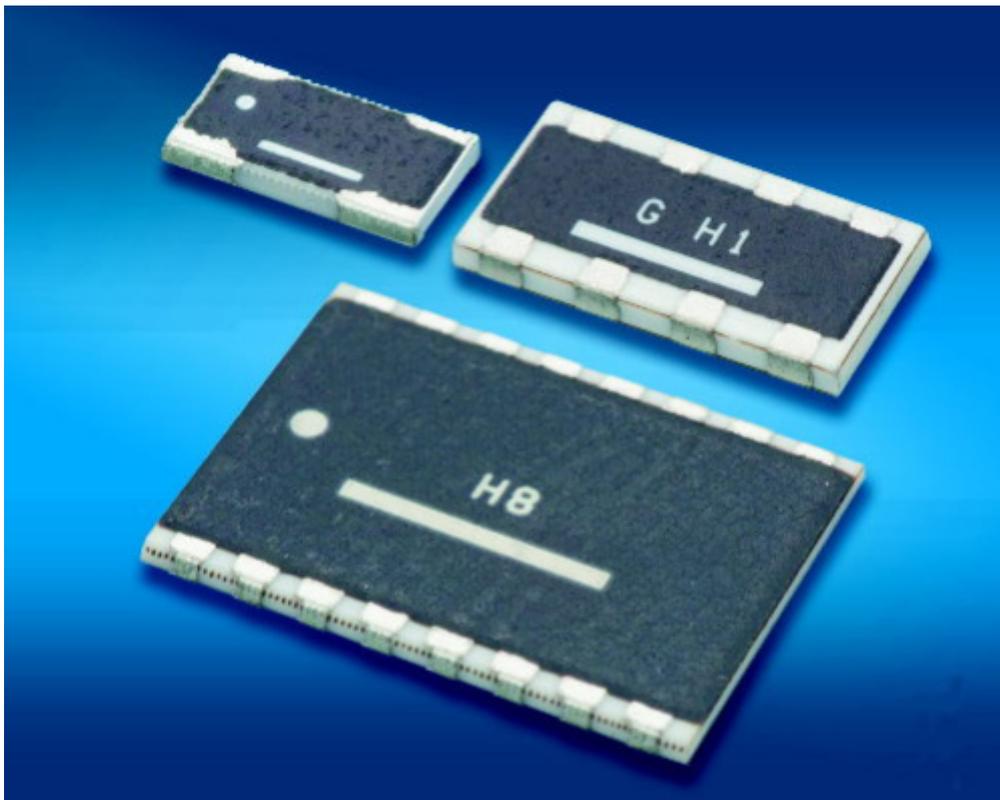
So werden Dickschichtwiderstände im Siebdruckverfahren produziert, indem eine Paste auf Substrat aufgebracht wird. Bei den Dünnschichtwiderständen geht das Material durch einen Sputtering-Prozess (PVD – physical vapor deposition). Dabei werden die Basismaterialien, wie etwa Ni, oder Cr in die Gasphase überführt, wo sie anschließend als Niederschlag auf einem Substrat eine hauchdünne jedoch sehr homogene »Dünnschicht« ausbilden. Als Pionier auf dem Gebiet der Dünnschichtwiderstände, wendet [Susumu](#) dieses Verfahren seit über 50 Jahren erfolgreich an.

Wie wird die Stabilität erreicht?

Dünne Schichten bringen aber auch Gefahren mit sich. So sind die kleiner 1µm dicken Schichten anfällig für Umwelteinflüsse wie etwa sehr hohe oder sehr niedrige Temperaturen, Schadgase und hauptsächlich (Luft)-Feuchtigkeit. Gerade Langzeitstabilität ist bei Dünnschichtwiderständen aber besonders wichtig. Eine bewährte Methode, die Dünnschicht vor diesen Umwelteinflüssen zu schützen ist das Aufbringen einer Glaspassivierung mittels CVD (chemical vapor deposition) (SiO_2).

Diese Schutzschicht wird in einem chemischen Prozess, bei dem eine strukturelle Bindung der Materialien erfolgt, vor dem Eintrimmen der Ohmwerte aufgebracht. Durch diese SiO_2 Schicht hindurch, werden die Widerstände nachträglich mit Hilfe von YAG Lasern, die das Material der NiCr Schicht oxidieren, getrimmt. Auf diese Weise ist Susumu in der Lage, verschiedene Stabilitätsklassen anzubieten, wie etwa RR – Standardzuverlässigkeit, RG – Automobiltauglichkeit sowie URG – die allerhöchste Zuverlässigkeitsstufe.

Eine Übersicht der zu erwartenden Werteveränderung (Drift) nach einem 1000 Stunden langen 85°C/85% r.H. Alterungstests (THB – temperature, humidity, bias) bei den verschiedenen Stabilitätsklassen veranschaulicht die Tabelle.



© Susumu / Endrich Bauelemente

Lieferbar sind die Dünnschicht-Widerstandsnetzwerke der RM-Serie im Wertebereich von 100 Ohm bis 500 kOhm. Möglich sind dabei Toleranzen bis $\pm 0,05$ Prozent und Temperaturkoeffizienten bis zu ± 5 ppm. Bild: Susumu/[Endrich](#)

Mit Fotolithografie zum Widerstandsnetz

| Reihe | Schutz | $\Delta R/R$ nach Alterungstests 85°C/85% r.H., THB, typ. |
|-------|---|--|
| RR | 2 x Epoxy | $\pm 0.5 \%$ |
| RG | 1 x Si ₂ O ₃ 1 x Epoxy | $\pm 0.05 \%$ |
| URG | 1 x Si ₂ O ₃ 1 x Epoxy | $\pm 0.005 \%$ |

© Susumu / Endrich Bauelemente

Grafik: Susumu/Endrich Bauelemente

Ein kostengünstiger Ansatz nach dem Aufbringen der Dünnschicht auf das Substrat, im Fall Susumu handelt es sich dabei um Al₂O₃, ist es, die Schicht mittels Trimmstücken auf den gewünschten Ohmwert einzutrimmen. Susumu bedient sich aus Zuverlässigkeitsgründen jedoch einer anderen Methode: Mittels einer Fotomaske, auf der zuvor optimierte Leiterbahnen abgedunkelt wurden, wird durch Fotolithografie nicht benötigtes Material oxidiert und damit zum Isolator gemacht. Übrig bleibt die gewünschte Leiterbahn. Diese wird sofort mit der bereits erwähnten Si₂O₃ Schutzschicht überzogen. Das darauf folgende Trimmen findet minimalst und nur zur Feinabstimmung statt. Mit dieser Methode ist Susumu in der Lage, ganze Widerstands-Netzwerke zu konzipieren.

Zu den Vorteilen dieser Methode zählen:

1. Neben Standardwerten sind auch kundenspezifische Werte bzw. Kombinationen realisierbar.
2. Neben Toleranz und TK der einzelnen Elemente ist auch deren Verhältnis (Ratio) definierbar.
3. Möglich sind Toleranzen bis $\pm 0.05\%$ (absolut) sowie $\pm 0.01\%$ (Ratio).
4. Möglich sind Temperaturkoeffizienten bis zu $\pm 5\text{ppm}$ (absolut) sowie $\pm 0.5\text{ppm}$ (Ratio).
5. $\Delta R/R$ nach Alterungstests 85°C/85%r.H., THB, typ $\pm 0.05\%$ ($\pm 0.02\%$ Ratio).
6. Elemente können intern verschaltet oder isoliert werden.

7. Möglich sind Wertebereiche von 100 Ω - 500k Ω , (1:1 bis 1:500 Ratio).

Ideal für kundenspezifische Anwendungen

In unterschiedlichen Bauformen und internen Schaltungen verfügbar, eignen sich die Produkte der RM-Serie vor allem zum Einsatz als Spannungsteiler in Anwendungen, die eine hohe Präzision und Stabilität erfordern, also etwa in der analogen Messtechnik oder im Automotive-Bereich. Ebenso geeignet sind diese für Anwendungen, die einen möglichst linearen Temperaturkoeffizienten über einen großen Temperaturbereich benötigen wie beispielsweise Automotive-Anwendungen oder Messtechnik, die im Außenbereich eingesetzt wird. Aufgrund der frei wählbaren Ohmwerte, Bauformen, Schaltungen und aufgrund der hohen Genauigkeit bieten sich die Bauteile auch für kundenspezifische Lösungen an. Diese sind bereits ab Stückzahlen von 100 realisierbar.

Für extreme Anforderungen an Lötstellenfestigkeit sowie hohe Umgebungstemperaturbereiche, etwa für die Untertageförderindustrie wird Susumu diese Netzwerke wie auch Einzelchip-Widerstände zukünftig auch mit Goldkontaktierungen anbieten.