

## Dielektrische Eigenschaften von Epoxidharzen

**Was** > Dielektrische Eigenschaften von Epoxies

**Weshalb** > Dielektrische Materialien sorgen für eine isolierende Barriere zwischen zwei elektrischen Leitern

Per Definition bedeutet dielektrisch eine isolierende Substanz zwischen zwei Stromleitern. Einfach ausgedrückt bedeutet es keine Leitfähigkeit und beschreibt Materialien welche nicht elektrisch leitend sind.

Dielektrische Materialien finden Anwendung bei Kondensatoren, wo sie für eine isolierende Schicht zwischen zwei Stromleitern sorgen (wie z.B. in Crossover-Schaltungen und mehrschichtigen Leiterplatten) und für das Einkapseln von Schaltungen.

Dielektrische Eigenschaften bei Epoxies beziehen sich spezifisch auf die elektrischen Eigenschaften eines Materials.

Epoxy Technology, Inc. ist eine DSCC (Defense Supply Center Columbus) geprüfte Einrichtung für militärische Labortests für Epoxies (Militärstandard MIL-STD 883H / Test Methode 5011-5). Diese Prüfnorm beinhaltet mehrere Klebstofftests: spezifischer Widerstand (VR), Dielektrizitätskonstante (Dk) und dielektrischer Verlustfaktor (Df). Die Durchschlagsfestigkeit ist jedoch nicht in dieser Norm enthalten da sie anwendungsabhängig ist.

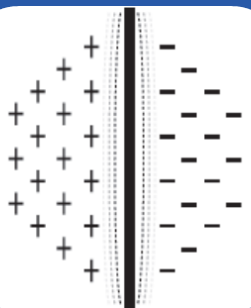
Ist ein Material nach der oben erwähnten Norm getestet ist es ein hoch geeigneter Kandidat für Anwendungen mit sehr hohen Zuverlässigkeitsanwendungen, wie z. B. Luftfahrt oder Verteidigung. Viele Firmen verlangen diese Zulassung, damit ein Epoxy überhaupt erst getestet wird.

### Dielektrische Eigenschaften

Es sind typischerweise vier dielektrische Merkmale, welche im Zusammenhang mit Epoxies angesprochen werden: spezifischer Widerstand (VR), Dielektrizitätskonstante (Dk), dielektrischer Verlustfaktor (Df) und Durchschlagsfestigkeit. Hier einige generelle Richtlinien für Epoxies:

- **Spezifischer Widerstand (VR):** Mass für die erforderliche elektrische Spannung, um einen elektrischen Strom für eine definierte Zeit durch einen Leiter fließen zu lassen. Gemäss ASTM D257-Norm für isolierende Produkte ist der Wert für ein isolierendes Produkt normalerweise  $\geq 0.1 \text{ T}\Omega\text{-m}$  bei  $25^\circ\text{C}$ , und  $\geq 1.0 \text{ M}\Omega\text{-m}$  bei  $125^\circ\text{C}$ .
- **Dielektrizitätskonstante (Dk):** Materialeigenschaft elektrisch isolierender Stoffe, wenn der Stoff mit einem elektrischen Feld wechselwirkt, z. B wenn er sich in einem Kondensator befindet. Normalerweise  $\leq 6.0$  bei 1 kHz und 1 MHz gemäss Norm ASTM D150.
- **Verlustfaktor (Df):** Energieverlust, normalerweise  $\leq 0.03$  bei 1 kHz und  $\leq 0.05$  bei 1 MHz gemäss Norm ASTM D150.
- **Durchschlagsfestigkeit (Durchschlagsspannung):** Widerstandsfähigkeit resp. elektrische Feldstärke gegen elektrischen Durchschlag. Wichtige Eigenschaft in vielen Hochstromanwendungen. Als Faustregel gilt, dass die Durchschlagsfestigkeit eines isolierenden Epoxies ungefähr 500 V/mil ( $19\text{'700 kV/m}$ ) bei  $23^\circ\text{C}$  beträgt. Wenn eine elektronische Schaltung 1000 V/mil widerstehen muss, dann sollte die Schichtdicke des Epoxies mind. 2 mil (0.05 mm) betragen.

Spezifischer Widerstand, Dielektrizitätskonstante, und Verlustfaktor können experimentell bestimmt werden. Die Durchschlagsfestigkeit hingegen ist anwendungsabhängig. Der Benutzer sollte die Durchschlagsfestigkeit immer in der spezifischen Anwendung validieren.



## Variabilität von dielektrischen Eigenschaften

Viele dielektrischen Eigenschaften variieren je nach Einflüssen, welche nichts mit den Materialeigenschaften zu tun haben, wie z. B. Temperatur, Frequenz, Probengröße, Probendicke und Zeit. Äussere Faktoren und deren Auswirkung auf das Endresultat sind:

- **Spezifischer Widerstand (VR) und Temperatur** - Mit Erhöhung der Materialtemperatur verringert sich der VR, die Isolation nimmt ab. Der Hauptgrund dafür ist, dass molekulare Bewegungen der Monomere, welche in der Polymerstruktur verknüpft sind, oberhalb der Glasübergangstemperatur (Tg) des verwendeten Materials am höchsten sind. Das führt nicht nur zu weniger Isolation als bei Raumtemperatur, sondern auch zu einer geringeren Festigkeit und Dichtigkeit.
- **Dielektrizitätskonstante (Dk) und Temperatur** – Ähnlich wie oben verändert sich auch diese Eigenschaft in Abhängigkeit der Temperatur. Die Dielektrizitätskonstante eines bei Raumtemperatur gehärteten Epoxidharzes erhöht sich mit steigender Temperatur. Ein Wert von beispielsweise 3.49 bei 25°C ändert sich auf 4.55 bei 100°C und auf 5.8 bei 150°C. Allgemein kann gesagt werden, dass je höher die Dielektrizitätskonstante, desto weniger elektrisch-isolierend das Material.
- **Dielektrizitätskonstante (Dk) und Radiofrequenz (Rf)** – Mit Erhöhung der Frequenz reduziert sich die Dielektrizitätskonstante. Wie beim Einfluss der Temperatur auf die Dielektrizitätskonstante beschrieben, ein bei Raumtemperatur gehärtetes Epoxidharz mit einer Dk von 3.49 bei 60 Hz wird zu einem Wert von 3.25 bei 1 KHz und 3.33 bei 1MHz führen. Anders ausgedrückt, mit Erhöhung der Radiofrequenz erhöhen sich die isolierenden Eigenschaften des Klebstoffes. Deshalb gilt: je tiefer der Dk-Wert, desto isolierender das Material.

## Typische Anwendungen

Dielektrische Klebstoffe werden in den meisten Halbleiter- und Electronic Packaging Anwendungen eingesetzt. Einige Beispiele: Flip-Chip Underfill; SMD Montage auf Leiterplatten und Substrate; Wafer Passivierung, Glob-Tops; Beschichten von Kupferspulen sowie allgemeine PCB Vergussanwendungen. All diese Anwendungen benötigen höchste Isoliermaterialien, um Kurzschlüsse zu vermeiden.

## Dielektrische Produkte

Epoxy Technology bietet viele Produkte für dielektrische Anwendung an, welche nebst ausgezeichneten dielektrischen Merkmalen auch strukturmechanische, optische und thermische Eigenschaften aufweisen. Alle dielektrischen Produkte sind elektrisch isolierend, aber viele sind auch thermisch leitend. Unten sind einige der wichtigsten dielektrischen Produkte mit Anwendungsbeispielen aufgeführt:

| Produkt   | Anwendung, Beschreibung  |
|-----------|--|
| 353ND     | Cu-Spulen-Beschichtung, SMD Induktivität, HDD Schwingspulen, Piezokeramik-Beschichtung, Leistungselektronik, Datenspeicherung, medizinische Ultraschallanwendungen |
| 360       | Flip Chip, CSP oder BGA Underfill, Halbleiter, PCB   |
| 730       | Dielektrikum auf DBC Keramiksubstraten, CPV Solarzellen  |
| 930-4     | Ferritverklebung, SMD Motorwicklung, Leistungselektronik, IC's, SMD  |
| H65-175MP | SMD-Technik, Montage optischer Komponenten, Hybridtechnik, Halbleiter, Luft- und Abwehranwendungen   |
| H67-MP    | SMD-Technik, Montage optischer Komponenten, Hybridtechnik, Luft- und Abwehranwendungen   |
| H67-MP-GB | SMD-Technik, Hybride, Kühlkörper-Montage, Luft- und Abwehranwendungen  |
| H67-MP-T  | SMD-Technik, Hybride, Kühlkörper-Montage, Luft- und Abwehranwendungen  |
| H70E      | Hybrid-Die Attach, SMD-Montage, COB, Rf-Mikrowellen-Anwendungen, FO-Komponenten  |
| H77       | Vergussanwendungen, z.B. von Steckern  |
| T7109     | Kapton-Heizschlangen auf metallisierten PCB's, elektronische Anwendungen in der Medizintechnik   |
| T7110     | Verguss und Verkapselung von PCB 's und elektronischen Komponenten   |
| T905BN-3  | Thermischer Verguss von Trafogehäusen, Hybrid-Technik, Luftfahrtelektronik   |



**Haftungsausschluss:** Alle Informationen beruhen auf unseren aktuellen Kenntnissen. Auf Grund der verschiedenen Einsatzmöglichkeiten und der ausserhalb unseres Einflussbereiches liegenden Anwendungs- und Prozessbedingungen übernehmen wir keine Haftung für die Eignung unserer Produkte für die beabsichtigten Verarbeitungszwecke und Ergebnisse. Jede Haftung ist ausdrücklich ausgeschlossen.