

BENUTZERHANDBUCH

UG016 | Wärmeleitfähiges Isolierpad – WE-TINS

Sebastian



1. EINFÜHRUNG ZU WE-TINS

WE-TINS ist ein Thermal Interface Material, das als robuste thermische Grenzfläche konzipiert wurde, um erheblichen Druckkräften standzuhalten und gleichzeitig die elektrische Isolierung zwischen den Kontaktflächen zu gewährleisten. Dadurch wird es zur idealen Wärmelösung, wenn sowohl elektrische Isolierung als auch hohe Druckkraft gefragt sind.

Die Kontaktflächen des Pads bestehen aus trockenem Silikonkautschuk, der sowohl weich als auch formbar ist. Durch diese Kombination passt sich das Pad gut an raue oder unebene Oberflächen an und gewährleistet eine gute Wärmeleitfähigkeit.

Darüber hinaus sorgt die Bearbeitbarkeit des Materials für Flexibilität bei Montage und Wartung und ermöglicht Korrekturen und Neupositionierungen ohne Leistungsverlust.

Das WE-TINS-Pad ist so konzipiert, dass es seine Eigenschaften unter verschiedenen Umgebungsbedingungen – auch bei hohen Temperaturen und starker mechanischer Beanspruchung – beibehält. Diese Langlebigkeit gewährleistet dauerhafte Zuverlässigkeit und Effizienz in anspruchsvollen Anwendungen wie Leistungs- oder Unterhaltungselektronik und Industriemaschinen.

2. MATERIALSPEZIFIKATIONEN

Das wärmeleitende Isolierpad besteht im Wesentlichen aus zwei Komponenten, die in Abbildung 1 gezeigt sind:

- **Gefüllter Silikonkautschuk:**

Er verleiht dem Pad eine geschmeidige Oberfläche, diemäßig raue Kontaktflächen ausfüllt. Aufgrund der Beschaffenheit des Kautschuks bleiben die Kontaktflächen trocken und die Pads können bei Montage und Wartung ggf. umgearbeitet oder neu positioniert werden.

- **Glasfasergeflecht:**

Das Geflecht verleiht mechanische Stabilität bei hohen Druckkräften.

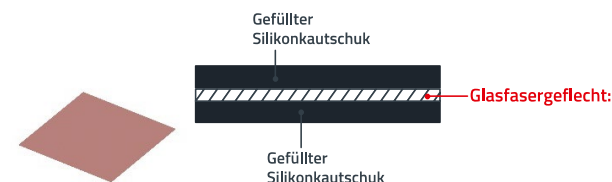


Abbildung 1: WE-TINS im Querschnitt.

Die Eigenschaften der wärmeleitfähigen Isolierpads WE-TINS lassen sich in drei Kategorien einteilen, die in Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3 aufgeführt sind.

Materialeigenschaften		
Wärmeleitfähigkeit	1,6 W/m·K	3,5 W/m·K
Farbe	Pink	Weiß
Stärke	0,23 mm	0,25 mm
Spezifisches Gewicht	2,5 g/cm ³	1,5 g/cm ³
Härte	85 Shore A	70 Shore A
Betriebstemperatur	–60 bis +180 °C	–60 bis +200 °C

Tabelle 1: Materialeigenschaften von WE-TINS.

Thermische Eigenschaften (bei 17,25 N/cm ² Druck)		
Wärmeleitfähigkeit	1,6 W/m·K	3,5 W/m·K
Wärmeimpedanz	4,84 K·cm ² /W	1,94 K·cm ² /W

Tabelle 2: Thermische Eigenschaften von WE-TINS.

Elektrische Eigenschaften		
Wärmeleitfähigkeit	1,6 W/m·K	3,5 W/m·K
Durchschlagsspannung	5,5 kV	4 kV
Spezifischer Durchgangswiderstand	10 ¹⁴ Ω·cm	10 ¹⁴ Ω·cm

Tabelle 3: Elektrische Eigenschaften von WE-TINS.

3. KONSTRUKTIONSÜBERLEGUNGEN

Bei der Verbindung eines Transistors mit einem Kühlkörper sind die beliebtesten Lösungen die Verwendung von Glimmer aufgrund seiner elektrisch isolierenden Eigenschaften, sowie von Wärmeleitpasten, die harte Kontaktflächen benetzen. Diese Vorgehensweise wirft allerdings langfristige Zuverlässigkeitsprobleme auf, die von den Materialien selbst herrühren.

Glimmer ist ein hervorragender elektrischer Isolator, aber einer seiner Hauptnachteile ist, dass er von Natur aus spröde ist. Dies kann bei Konstruktionen, die Vibrationen standhalten müssen und/oder anfällig für große Temperaturschwankungen sind, zu einem vollständigen TIM-Versagen führen.

Wärmeleitpasten und -fette weisen zwar die gewünscht dünne Klebefuge auf, neigen aber zum Auspumpen. Feste Kontaktflächen, die sich erwärmen und abkühlen, unterliegen einem ständigen Ausdehnen und Zusammenziehen. Mit der Zeit wird das Thermal Interface Material dadurch aus dem Spalt gedrückt und die Wärmeleistung des Systems erheblich herabgesetzt.

Wärmeleitende Isolierpads können eine zuverlässige Alternative zum Einsatz von Glimmer und Pasten darstellen.

Gestalten mit WE-TINS

Betrachten wir ein Szenario, in dem wir einen TO-220-Transistor mit einem Kühlkörper verbinden, wie in Abbildung 2 dargestellt. Dabei wollen wir zwei Strategien für die thermische Verbindung bewerten und uns für eine davon entscheiden:

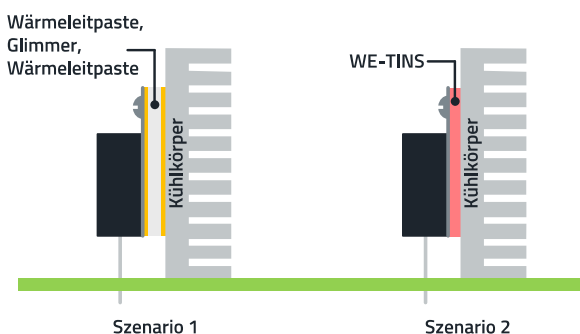


Abbildung 2: Design-In bei WE-TINS.

Für unsere Zwecke verwenden wir die Formel für den Wärmewiderstand:

$$R = \frac{L}{\lambda \cdot A} \quad (1)$$

Hierbei gilt:

- L: Stärke der Klebefuge
- λ : Wärmeleitfähigkeit des Materials
- A: Fläche der Kontaktfläche

Szenario 1

Da wir lediglich den Wärmewiderstand der Grenzfläche bewerten, können wir uns auf die physikalischen und thermischen Eigenschaften beschränken:

Material	Stärke	Bereich	Wärmeleitfähigkeit
Glimmer	0,5 mm	289 mm ²	0,45 W/m·K
Wärmeleitpaste	0,1 mm	289 mm ²	5 W/m·K

Tabelle 4: Physikalische und thermische Eigenschaften von Glimmer und Wärmeleitpaste.

Wärmewiderstand der Paste:

$$R_{\text{paste}} = \frac{1 \cdot 10^{-4} \text{ m}}{5 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \cdot 2.89 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0.07 \frac{\text{K}}{\text{W}} \quad (2)$$

Wärmewiderstand des Glimmers:

$$R_{\text{mica}} = \frac{5 \cdot 10^{-4} \text{ m}}{0.45 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \cdot 2.89 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 3.84 \frac{\text{K}}{\text{W}} \quad (3)$$

Zur Berechnung des gesamten Wärmewiderstands des Thermal Interface Materials müssen wir sowohl die beiden Wärmeleitpastenschichten als auch den Glimmer berücksichtigen. Daraus ergibt sich der Gesamtwärmewiderstand des TIM:

$$\begin{aligned} R_{\text{Szenario 1}} &= 2 \cdot R_{\text{paste}} + R_{\text{mica}} \\ &= 2 \cdot 0.07 \frac{\text{K}}{\text{W}} + 3.84 \frac{\text{K}}{\text{W}} = 3.98 \frac{\text{K}}{\text{W}} \end{aligned} \quad (4)$$

Szenario 2

Wie im obigen Szenario können wir uns auch hier auf die physikalischen und thermischen Eigenschaften des Isolierpads WE-TINS beschränken:

Material	Stärke	Bereich	Wärmeleitfähigkeit
WE-TINS 1.6	0,23 mm	289 mm ²	1,6 W/m·K
WE-TINS 3.5	0,25 mm	289 mm ²	3,5 W/m·K

Tabelle 5: Physikalische und thermische Eigenschaften des WE-TINS-Isolierpads.

Wärmewiderstand von WE-TINS mit 1,6 W/m·K:

$$R_{\text{TINS } 1.6} = \frac{2.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}}{1.6 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}} \cdot 2.89 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0.49 \frac{\text{K}}{\text{W}} \quad (5)$$

Wärmewiderstand von WE-TINS mit 3,5 W/m·K:

$$R_{\text{TINS } 3.5} = \frac{2.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}}{3.5 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}} \cdot 2.89 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0.25 \frac{\text{K}}{\text{W}} \quad (6)$$

4. WÄRMELEISTUNG

Der Mehrwert wärmeleitender Isolierpads im Vergleich zu Elastomerpads besteht darin, dass sie einem höheren Druck standhalten können. Wie bei jeder spaltfüllenden Lösung zur Wärmeableitung gilt: Je höher der Druck, desto geringer der Wärmewiderstand des Pads.

Dies ist auf zwei Faktoren zurückzuführen:

- Verkleinerung der Klebefugenstärke
- Vergrößerung der Kontaktfläche durch Anpassung der Oberflächenrauheit

Da das wärmeleitende Isolierpad mit einer Leistung von 1,6 W/m·K bereits einen geringeren Wärmewiderstand aufweist als im ersten Szenario, gehen wir von Folgendem aus:

$$R_{\text{szenario 2}} = 0.49 \frac{\text{K}}{\text{W}} \quad (7)$$

Fazit

Nach einer vorläufigen Bewertung beider Szenarien können wir nun festhalten, dass WE-TINS eine Wärmeleistung aufweist, die der eines kombinierten Thermal Interface Materials aus Glimmer und Wärmeleitpaste ähnelt, wenn nicht sogar überlegen ist. Außerdem wird die Montage vereinfacht, da die Handhabung der Pads einfacher ist als bei den anderen untersuchten TIM-Lösungen.

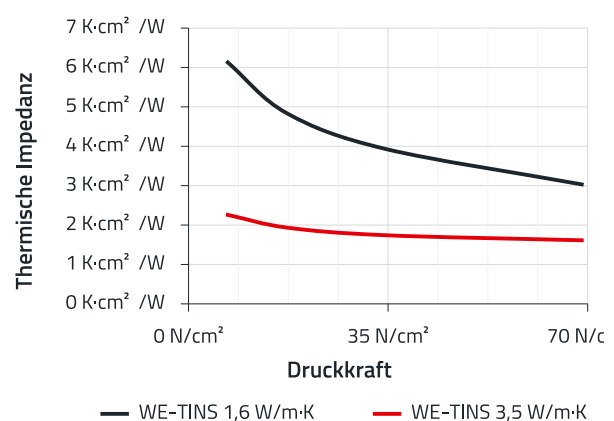


Abbildung 3: Wärmeimpedanz als Funktion der Druckkraft.

5. AUFBAU FÜR DIE WÄRMEMESSUNG

Alle in dieser Richtlinie genannten thermischen Parameter wurden intern gemäß dem ASTM-Standardtestverfahren D5470 für die Wärmeleitfähigkeitseigenschaften von wärmeleitenden elektrischen Isoliermaterialien ermittelt, wie in Abbildung 4 dargestellt. Die Norm legt den Schwerpunkt auf stabile Wärmeübertragungsbedingungen. Während des Tests wird

eine konstante Wärmequelle auf der einen Seite des TIM-Probekörpers angelegt, während eine Kühlvorrichtung für eine Temperaturdifferenz sorgt, um einen Wärmefluss durch das zu testende Material zu erzeugen. Diese Anordnung ermöglicht die Messung der Wärmeleitfähigkeit und -impedanz unter verschiedenen Temperatur- und mechanischen Bedingungen.

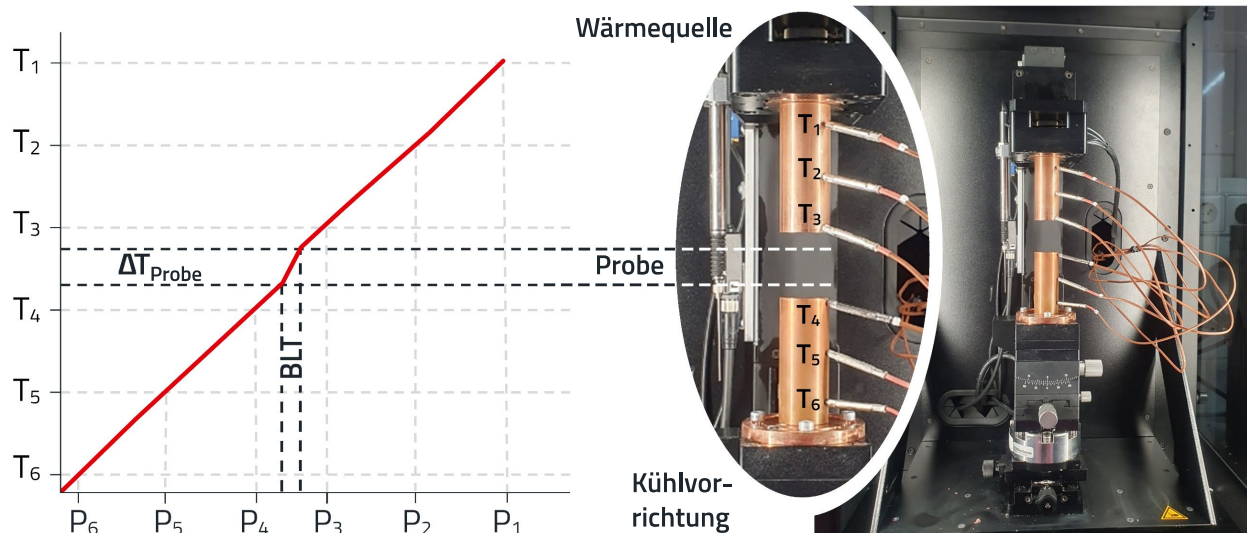


Abbildung 4: Testaufbau nach ASTM D5470.

6. ANBRINGUNG UND HANDHABUNG

Die korrekte Anbringung von TIM ist entscheidend für die optimale Wärmeleistung und langfristige Zuverlässigkeit elektronischer Geräte. Während der Installation ist es wichtig, dass die Pads sauber und frei von Verunreinigungen sowie ordnungsgemäß auf die zu kühlenden Bauteile ausgerichtet sind. Die korrekte Ausrichtung garantiert maximalen Oberflächenkontakt und minimiert den Wärmewiderstand. Beim Anbringen der Pads ist es wesentlich, einen angemessenen Druck auszuüben. Dieser sorgt für die Vermeidung von Lufteinschlüssen und eine feste Verbindung zwischen Pad, elektronischem Bauteil und Kühlkörper.

Um eine korrekte Anwendung zu gewährleisten, werden die folgenden Schritte empfohlen:

1. Die Oberflächen von Komponente und Kühlkörpern müssen sauber und trocken sein. Es wird empfohlen, Partikel auf den Kontaktflächen mit einem mit Isopropylalkohol getränkten fusselfreien Tuch oder Tupfer zu entfernen.
2. Legen Sie das Pad auf eine der Kontaktflächen und halten Sie es fest.

3. Positionieren Sie den Rest der Baugruppe und stellen Sie sicher, dass das Pad am Profil ausgerichtet ist.
4. Wenden Sie den empfohlenen Druck an.

Schneiden

WE-TINS kann mit jedem scharfen Gegenstand in Form geschnitten werden. Vom Laserschneiden wird abgeraten, da dies die Kanten verhärten und die Wärmeleistung des Pads beeinträchtigen kann, weil es im Bereich des Schnitts härter wird.

Nacharbeit

Wenn die Pads bei der Installation nicht beschädigt werden, können sie abgenommen und für eine Neupositionierung während der Montage wiederverwendet werden, solange die Kontaktflächen sauber und frei von Fremdkörpern bleiben.

7. ÄNDERUNGS- UND MUSTERENTWICKLUNGSSERVICE

Würth Elektronik bietet einen Formänderungsservice an, der Sie beim gesamten Vorgang von der Mustererstellung bis zur Fertigung unterstützt. Hierfür gilt weder eine Mindestbestellmenge, noch fallen Rüstkosten an. Zweck dieses Service ist es, Sie vom Prototyping bis zur Fertigung zu unterstützen.

Modifizierte Formen werden durch stanzloses Schneiden hergestellt. Bei diesem Verfahren kann der Standardbogen mit einem Messer innerhalb der Maschinentoleranzen in jede beliebige Form geschnitten werden. Die Teile werden lose oder auf einem Bogen geliefert, sofern ein druckempfindlicher Klebstoff erforderlich ist.

Wenden Sie sich unter Angabe der folgenden Informationen an Ihren Ansprechpartner bei Würth Elektronik. Sie erhalten dann ein individuelles Angebot:

- Basismaterial
- Anzahl der benötigten Teile
- Technische Zeichnung des gewünschten Teils
- Jegliche Sonderwünsche

WICHTIGER HINWEIS

Das Benutzerhandbuch basiert auf unserem aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand, dient als allgemeine Information und ist keine Zusage der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG zur Eignung des Produktes für Kundenanwendungen. Der Anwendungshinweis kann ohne Bekanntgabe verändert werden. Dieses Dokument und Teile hiervon dürfen nicht ohne schriftliche Genehmigung vervielfältigt oder kopiert werden. Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG und seine Partner- und Tochtergesellschaften (nachfolgend gemeinsam als „WE“ genannt) sind für eine anwendungsbezogene Unterstützung jeglicher Art nicht haftbar. Kunden sind berechtigt, die Unterstützung und Produktempfehlungen von WE für eigene Anwendungen und Entwürfe zu nutzen. Die Verantwortung für die Anwendbarkeit und die Verwendung von WE-Produkten in einem bestimmten Entwurf trägt in jedem Fall ausschließlich der Kunde. Aufgrund dieser Tatsache ist es Aufgabe des Kunden, erforderlichenfalls Untersuchungen anzustellen und zu entscheiden, ob das Gerät mit den in der Produktspezifikation beschriebenen spezifischen Produktmerkmalen für die jeweilige Kundenanwendung zulässig und geeignet ist oder nicht.

Die technischen Daten sind im aktuellen Datenblatt zum Produkt angegeben. Aus diesem Grund muss der Kunde die Datenblätter verwenden und wird ausdrücklich auf die Tatsache hingewiesen, dass er dafür Sorge zu tragen hat, die Datenblätter auf Aktualität zu prüfen. Die aktuellen Datenblätter können von www.we-online.com heruntergeladen werden. Der Kunde muss produktspezifische Anmerkungen und Warnhinweise strikt beachten. WE behält sich das Recht vor, an seinen Produkten und Dienstleistungen Korrekturen, Modifikationen, Erweiterungen, Verbesserungen und sonstige Änderungen vorzunehmen. Lizenzen oder sonstige Rechte, gleich welcher Art, insbesondere an Patenten, Gebrauchsmustern, Marken, Urheber- oder sonstigen gewerblichen Schutzrechten werden

hierdurch weder eingeräumt noch ergibt sich hieraus eine entsprechende Pflicht, derartige Rechte einzuräumen. Durch Veröffentlichung von Informationen zu Produkten oder Dienstleistungen Dritter gewährt WE weder eine Lizenz zur Verwendung solcher Produkte oder Dienstleistungen noch eine Garantie oder Billigung derselben.

Die Verwendung von WE-Produkten in sicherheitskritischen oder solchen Anwendungen, bei denen aufgrund eines Produktausfalls sich schwere Personenschäden oder Todesfällen ergeben können, sind unzulässig. Des Weiteren sind WE-Produkte für den Einsatz in Bereichen wie Militärtechnik, Luft- und Raumfahrt, Nuklearsteuerung, Marine, Verkehrswesen (Steuerung von Kfz, Zügen oder Schiffen), Verkehrssignalanlagen, Katastrophenschutz, Medizintechnik, öffentlichen Informationsnetzwerken usw. weder ausgelegt noch vorgesehen. Der Kunde muss WE über die Absicht eines solchen Einsatzes vor Beginn der Planungsphase (Design-In-Phase) informieren. Bei Kundenanwendungen, die ein Höchstmaß an Sicherheit erfordern und die bei Fehlfunktionen oder Ausfall eines elektronischen Bauteils Leib und Leben gefährden können, muss der Kunde sicherstellen, dass er über das erforderliche Fachwissen zu sicherheitstechnischen und rechtlichen Auswirkungen seiner Anwendungen verfügt. Der Kunde bestätigt und erklärt sich damit einverstanden, dass er ungeachtet aller anwendungsbezogenen Informationen und Unterstützung, die ihm durch WE gewährt wird, die Gesamtverantwortung für alle rechtlichen, gesetzlichen und sicherheitsbezogenen Anforderungen im Zusammenhang mit seinen Produkten und der Verwendung von WE-Produkten in solchen sicherheitskritischen Anwendungen trägt.

Der Kunde hält WE schad- und klaglos bei allen Schadensansprüchen, die durch derartige sicherheitskritische Kundenanwendungen entstanden sind.

NÜTZLICHE LINKS



Application Notes
www.we-online.com/appnotes



REDEXPERT Design Platform
www.we-online.com/redexpert



Toolbox
www.we-online.com/toolbox



Product Catalog
www.we-online.com/products

KONTAKT INFORMATION



appnotes@we-online.com
Tel. +49 7942 945 - 0



Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG
Max-Eyth-Str. 1 74638 Waldenburg Germany
www.we-online.com