

Bild: Aismalibar

Thermisches Interface: Die thermische Kopplung der Wärmequelle (Leiterplatte mit Leistungsbau-elementen) durch ein TIM an externe Kühlkörper stellt ein nicht zu unterschätzendes Element in der gesamten Entwärmungskette der Leistungselektronik dar.

Leistungselektronik: Elektrisch isolierende Wärmeleitfolie als TIM

Mit einer neuartigen Dielektrikumstechnik lassen sich isolierende TIM-Folien direkt auf einen Metallträger aufbringen und vom Anwender zu einem hochkompakten Leistungsmodul weiterverarbeiten.

UWE C. LEMKE *

Der allgegenwärtige Trend in der Elektronik zu immer kleineren Bauformen bei gleichzeitig steigenden Leistungsanforderungen führt zu der Notwendigkeit, die durch die Elektronik erzeugte Wärme möglichst schnell, effektiv und kostengünstig abzuleiten. Ein ausgewogen konzipiertes Wärmemanagement ermöglicht eine längere Lebensdauer der verwendeten elektronischen Komponenten und damit eine höhere

Leistungsfähigkeit und Qualität der gesamten Elektronik-Anwendung.

Bei zahlreichen Elektronik-Applikationen, speziell im Bereich der Leistungselektronik, genügt es dabei immer häufiger nicht mehr, die von den Komponenten erzeugte Wärme über die Leiterplatte an die Umgebungsluft abzugeben. Stattdessen wird eine zusätzliche Entwärmung der elektronischen Bauteile benötigt, die durch einen externen, aktiven oder passiven Kühlkörper erreicht wird.

Die thermische Kopplung der Wärmequelle (Leiterplatte mit Leistungsbau-elementen) durch ein Thermisches Interface Material (TIM) an diesen externen Kühlkörper stellt ein nicht zu unterschätzendes Element in der

gesamten Entwärmungskette der Elektronik dar. Häufig wird ein Teil des Gerätegehäuses als Kühlelement für die Elektronik mitgenutzt. Damit kommt dem Berührungsschutz eine zusätzliche sicherheitstechnische Bedeutung zu, um den Schutz der Benutzer gegen Überspannung zu gewährleisten. Beispiele sind netzgebundene Geräte oder zukünftige 800-V-Batterie-Umgebungen im Elektroauto.

TIM-Folien verhindern bzw. minimieren Luftpfeifen, um einen effizienten Wärmeübergang von der Wärmequelle auf den Kühlkörper zu ermöglichen. Eine sowohl technisch als auch kommerziell effiziente Lösung für die thermischen und isolations-



* Uwe C. Lemke
... ist Business Development Manager
DACH bei Aismalibar in Barcelona /
Spanien.

technischen Herausforderungen in der Leistungselektronik sind elektrisch isolierende Wärmeleitfolien wie die Folien des Typs „BONDSHEET Cured“ von Aismalibar.

Aufgebaut auf Basis eines Glasgewebes, angereichert mit mineralischen Füllstoffen, erreicht dieses thermische Interface mit einer Glasübergangstemperatur von 120°C eine Wärmeleitfähigkeit von 2,2 W/mK bei Spannungsfestigkeiten größer als 4 kV (70 µm Folie) bzw. 6 kV (100 µm Folie).

Durch die geringe Foliendicke (70 beziehungsweise 100 µm) wird mit 0,315 bzw. 0,45 K cm²/W ein niedriger Wärmewiderstand R_{th} erreicht, der die von der Leistungselektronik erzeugte Wärme effizient an das Kühlelement zur Spreizung und Abgabe an die Umgebungsluft ableitet.

Bild 1 zeigt die schematische Darstellung einer Kühlkette in der Leistungselektronik am Beispiel einer IMS-Leiterplatte (Insulated-Metal-Substrate) mit LEDs, die über ein TIM an einen Kühlkörper aus Aluminium gekoppelt ist.

Hauptanwendungsgebiete der Wärmeleitfolie sind Applikationen der Leistungselektronik, in denen der Wärmeübergang zwi-

schen zwei planen Metall-Oberflächen hinsichtlich Wärmeleitung und elektrischer Isolation optimiert werden soll.

Erfolgreich eingesetzt wird die Folie derzeit zum Beispiel in Anwendungen wie Solar-Invertern und Windkraftanlagen, Getriebe-steuerungen für Nutzfahrzeuge und LED-Beleuchtungen in der Industrie.

Zukünftige Projekte finden sich vermehrt in der Elektromobilität; beim Elektroauto insbesondere im Antriebsstrang und beim Batteriemangement, inklusive der On-Board-Ladeelektronik. Auch die industrielle Leistungselektronik, zum Beispiel in Schweißgeräten und Roboterantrieben, verwendet Wärmeleitfolien zur effizienten Ent-wärmung der Steuerelektronik.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel zeigt Bild 2. Auch hier besteht die Aufgabe der Fo-lie darin, Wärme effizient bei maximaler Isolationsfestigkeit abzuleiten, um Power-MOSFETs optimal an die flüssiggekühlten Micro-Cooler von IQ-evolution anzubinden.

Ausführliche Tests haben ergeben, dass für diesen Anwendungsfall die hier vorge-stellte Wärmeleitfolie im Vergleich zu alternativen TIM-Techniken die beste technisch-

Bild: Aismalibar

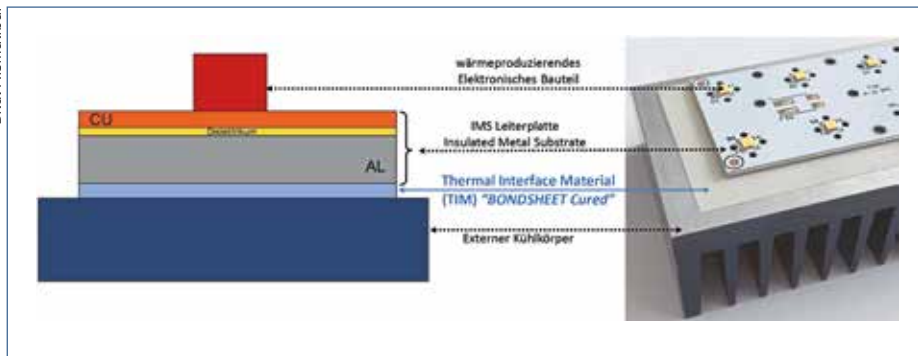


Bild 1: Schematische Darstellung einer Kühlkette in der Leistungselektronik am Beispiel einer IMS-Leiterplatte mit LEDs, die über ein TIM an einen Kühlkörper aus Aluminium gekoppelt ist.

Bild: IQ evolution

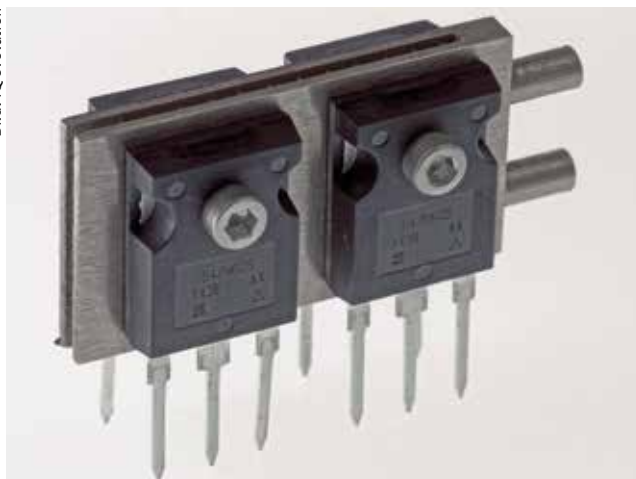
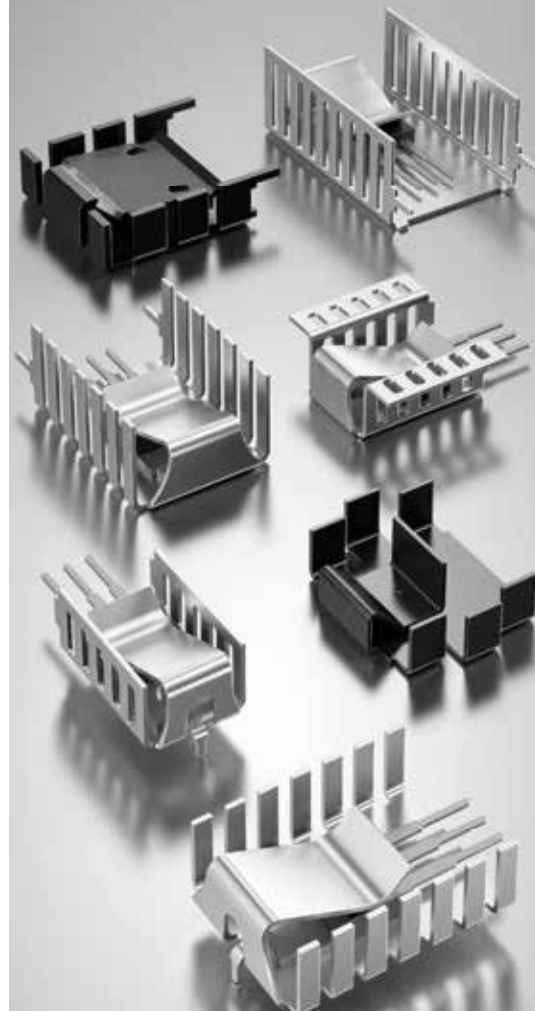


Bild 2: Anwendungsbeispiel einer flüssiggekühlten hochkompakten MOSFET-Baugruppe für die Leistungselektronik.

Aufsteckkühlkörper

- besonders geeignet für Leistungshalbleiter im TO 218, TO 220 und TO 247 Gehäuse
- aus dem Werkstoff Aluminium oder Kupfer
- kompaktes Design für beste Wärmeableitung
- integrierte Klammer zur Bauteilbefestigung
- für unterschiedliche Einbaulagen
- Modifikationen und Sonderausführungen



Mehr erfahren Sie hier:
www.fischerelektronik.de

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

Nottebohmstraße 28

58511 Lüdenscheid

DEUTSCHLAND

Telefon +49 2351 435-0

Telefax +49 2351 45754

E-mail info@fischerelektronik.de



Bild 3: Die Wärmeleitfolie BONDSHEET CURED in Ausgangsgrößen von 1245 mm x 945 mm bzw. 1245 mm x 1040 mm zur Weiterverarbeitung durch Schneiden, Sägen, Stanzen.

kommerzielle Kombination aus Wärmeableitung und Durchschlagsfestigkeit erreicht.

Ausgangsmaterialien, Fertigung und Lieferung

Basis der TIM-Fertigung in Spanien ist ein Glasgewebe des Typs 106 bzw. 1078/1080, das in einem eigenen Verfahren mit keramischen Füllstoffen angereichert wird. Neben den reinen Materialeigenschaften der verwendeten Füllstoffe, wie Al_2O_3 , AlN und BN, sind die Partikelgröße und -Form sowie die Verteilung mitentscheidend dafür, dass das Ausgangs-Glasgewebe homogene wärmelei-

tende Eigenschaften erhält. Nach dem Einbringen der Füllstoffe und weiteren Prozessschritten entsteht ein Prepreg im B-Status, das in der Multilayer-Herstellung der Leiterplattenindustrie verwendet wird.

Um die Wärmeleitfolie auszuhärten wird dieses B-Status-Prepreg mithilfe spezieller, hausinterner Verfahren weiterverarbeitet, um die im Datenblatt spezifizierten Eigenschaften hinsichtlich Wärmeleitfähigkeit und Isolationsfestigkeit zu erzielen.

Am Ende des Fertigungsprozesses steht die Wärmeleitfolie in den Formaten 1245 mm x 945 mm und 1245 mm x 1040 mm (Bild 3) zur

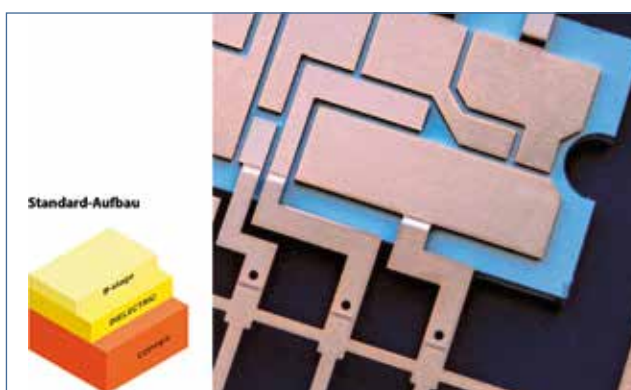
Bild 4:

Beispiel der elektrisch isolierenden Wärmeleitfolie, konturiert nach Kundenvorgabe, um eine optimale mechanische Adaption der Leiterplatte an den Kühlkörper zu erreichen.



Bild 5:

Kupfersubstrat, beschichtet mit zwei thermisch leitfähigen Polymerharzen, geliefert als B-Stufe + polymerisierte Schicht. Kupferdicke: 1; 1,5; 2 und 3 mm. Die Toleranz der Dicke des Dielektrikums liegt bei $\pm 10 \mu m$. Dicke der Isolationsschicht: 50; 75; 100 μm . Dicke B-Stufenschicht: 25 $\mu m \pm 10 \mu m$.



Verfügung. Ebenso werden die gängigen Formate der Leiterplattenindustrie, wie 460 mm x 610 mm, angeboten.

Auf Kundenwunsch konfektioniert der Hersteller die TIM-Folie auf beliebige rechteckige oder quadratische Formate und liefert sie in Stapeln zu jeweils mehreren 100 einzelnen Folien zur manuellen oder automatisierten Weiterverarbeitung beim Kunden.

Für Muster und Prototypen oder auch Kleinserien konturiert der Hersteller die Folie entsprechend der Kundenvorgabe mit z.B. abgerundeten Ecken und Löchern (Bild 4), sodass die Folie in der Endprodukt-Montage des Kunden direkt zwischen Kühlkörper und Platine eingelegt und zu einer Einheit montiert werden kann. Da beim Einsatz der Wärmeleitfolie auf Öle, Pasten oder Silikone verzichtet wird, ist eine einfache saubere Montage und Demontage des Elektronikmoduls (zum Beispiel im Servicefall) möglich. Im Fall der hochvolumigen Serienproduktion ist das Stanzen der Folie mit einem kundenspezifischen Stanzwerkzeug das kosteneffizienteste Herstellungsverfahren. Muster der beiden Folientypen 70 oder 100 μm werden ab Lager Barcelona geliefert.

Ausblick: Aismalibar entwickelt Dielektrika, die die hohen technischen Anforderungen an Wärmeleitfähigkeit und Durchschlagsfestigkeit erreichen bzw. steigern. Zusätzlich wird die Verarbeitbarkeit optimiert, speziell für hochvolumige Serienproduktionen wie im Automotive-Bereich.

Ein Beispiel ist das Verfahren „Dual Thermal Coating“ (DTC), mit dem zwei Schichten glaslos flüssig direkt auf ein Trägermetall (Kupfer oder Aluminium) aufgebracht werden (Bild 5). Mit dieser neuartigen Technik lässt sich die Wärmeleit- bzw. Isolations-schicht nahezu beliebig „dünn“ direkt auf einen Metallträger aufbringen. Die untere Schicht des Dielektrikums wird während des Fertigungsprozesses bereits ausgehärtet und erhält damit seine im Datenblatt spezifizierten elektrischen und thermischen Eigenschaften. Auf dieses ausgehärtete Dielektrikum wird eine zusätzliche Schicht im B-Stage-Status aufgebracht, die vorbereitet ist zur weiteren Verarbeitung beim Anwender. In dessen Montage wird dieser Aufbau (Metallträger plus zweilagiges Dielektrikum) unter Druck und Wärme zu einer homogenen Gesamteinheit verpresst. Das Resultat ist ein hochkompaktes Leistungsmodul mit optimierten elektrischen und thermischen Eigenschaften, verbunden mit einer Lagerfähigkeit der Gesamteinheit entsprechend den Anforderungen der Elektronikindustrie. // KR

Aismalibar