

Wärmeleitmaterialien

Unterschiedliche Entwärmungskonzepte werden in der Elektronik eingesetzt, um die entstehenden Bauteiltemperaturen in einem vom Hersteller vorgegeben Temperaturbereich zu betreiben. Gelingt dieses nicht, beziehungsweise ist das Entwärmungskonzept unzureichend, sind Fehlfunktionen oder gar eine Zerstörung der Bauteile oftmals die Folge.

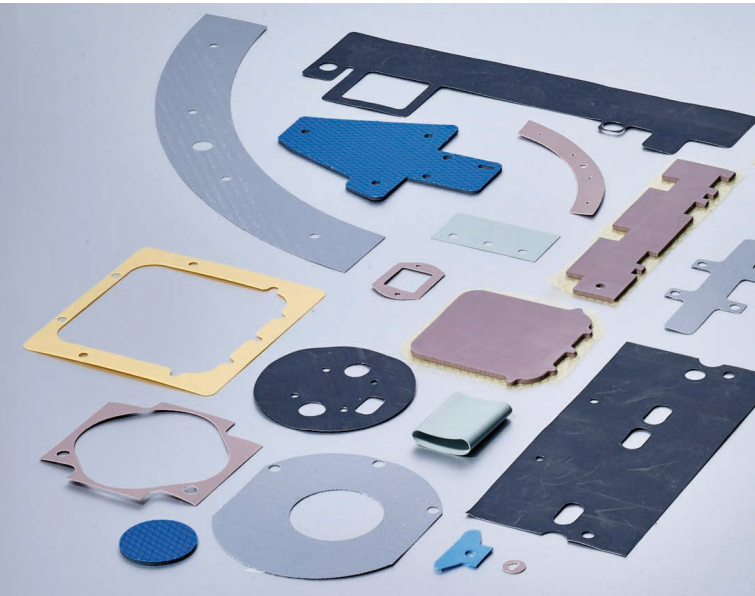


Bild 1: *Vielzählige unterschiedliche Wärmeleitmaterialien aus dem Hause Fischer Elektronik liefern zur Kontaktpaarung von elektronischen Bauteilen auf der Wärmesenke effiziente Lösungen.*

Temperaturbedingte Ausfälle von elektronischen Bauteilen in Funktionseinheiten, Geräten oder Baugruppen, sind neben Feuchtigkeit, Schmutz und Staub sowie Vibrationen, die häufigste Ausfallursache. Statistisch bewiesen führen zu hohe Bauteiltemperaturen ab einem gewissen Punkt zum Hitzetod. Außerdem wird durch überhöhte Betriebstemperaturen der elektronischen Bauteile deren zu erwartende Lebensdauer drastisch reduziert. Das richtige auf die Applikation zugeschnittene Entwärmungskonzept auszuwählen oder dieses darauf abzustimmen, gestaltet sich in der Praxis nicht immer ganz einfach, zumal es oftmals sehr viele Randbedingungen zu berücksichtigen gilt.

Bauteilkontaktierung auf der Wärmesenke

Unabhängig von der Art der Entwärmung, ob passiv, aktiv oder mit Flüssigkeiten, sollte anwenderseitig auch der Bauteilkontaktierung auf der Wärmesenke eine große Beachtung gewidmet werden. Die fachgerechte und richtige wärmetechnische Kontaktpaarung der Komponenten auf z. B. einem Kühlkörper, bewirkt einen signifikanten positiven Effekt auf das Gesamtergebnis in Punkto Wärmeabfuhr. Die Bauteilkontaktierung gehört letztendlich zum Gesamtkonstrukt des thermischen Pfades, welchen die Wärme vom Entstehungspunkt im Bauteil bis hin zum ausgewählten Entwärmungskonzept überwinden muss.

Wärmeübergangswiderstände

Somit gilt es, die einzelnen Wärmeübergangswiderstände entlang des thermischen Pfades zu klein wie möglich zu halten. Je größer dieser Widerstand gegen den

Wärmefluss, desto schlechter wird also die Wärme von A nach B übertragen. Der thermische Gesamtwiderstand setzt sich aus einer Addition der einzelnen abschnittsbezogenen Einzelwiderstände des thermischen Pfades, welche der Wärmestrom überwinden muss, zusammen. Dieser Tatsache bewusst ist es selbsterklärend, dass je kleiner der Wärmeübergangswiderstand zwischen den Kontaktstellen ausfällt, desto kleiner sich der thermische Gesamtwiderstand darstellt und desto weniger Temperatur vom Bauteil auf dem Weg zur Wärmesenke verloren geht. Wärmeleitmaterialien, oftmals auch als TIM-Materialien (Thermal Interface Material, Bild 1) bezeichnet, liefern bei richtiger Anwendung und Auswahl gerade bei der Bauteilkontaktierung auf einem Entwärmungskonzept sehr effiziente Lösungsmöglichkeiten.

Wie sieht die Kontaktpaarung aus?

Bei der Herstellung von Entwärmungskonzepten, egal als normaler Strang- oder Hochleistungskühlkörper, als aktives Lüfteraggregat oder als Flüssigkeitskühlkörper, muss sich der Anwender stets mit den fertigungsbedingten und unvermeidbaren Produktionstoleranzen auseinandersetzen. Je nach Herstellungsart können diese mitunter sehr unterschiedlich ausfallen und reichen von einigen Millimetern bis hin zu einigen Zentimetern. Besonders erfordern die Halbleitermontageflächen auf der Wärmesenke eine genaue Betrachtung, da diese ohne eine mechanische Nachbearbeitung niemals glatt oder plan eben sind. Die Flächen können mal mehr oder weniger konvex sowie konkav sein, haben zusätzlich entlang der Durchbiegung eine gewisse Oberflächenrauheit, die es ebenfalls zu berücksichtigen gilt. Bei einer Kontaktpaarung zwischen zwei Komponenten, wie z. B. bei der Montage eines Halbleiters auf

einem Kühlkörper, entstehen zwischen der Kontaktstelle ohne jegliches dazu tun, sogenannte Luftpockets/Luftpolster, die es auszugleichen gilt. Die Luft selbst ist ein sehr schlechter Wärmeleiter und fungiert somit in den Zwischenräumen als thermischer Isolator, was unweigerlich einen schlechten Wärmeübergangswiderstand mit sich bringt.

Effiziente Bauteilkontaktierung

Korrekt auf die Applikation abgestimmte TIM-Materialien, ergeben effiziente Lösungen im Bereich der Bauteilkontaktierung auf Wärmesenken und Egalisieren gleichzeitig unerwünschte Luftpockets. Technisch gesehen ist der thermische Kontaktwiderstand zwischen zwei Oberflächen abhängig von der Fläche des Kontaktes, der Materialausdehnungen, der Oberflächenrauigkeit und -ebenheit, der Anpassungsfähigkeit des Wärmeleitmaterials und dem aufgewendeten Anpressdruck. Wärmeleitmaterialien, speziell Wärmeleitfolien, bestehen aus einem Compound oftmals auf Polymerbasis als Verbundwerkstoff. Die jeweilige spezifizierte Wärmeleitfähigkeit des Materials wird durch dazugegebene wärmeleitfähige Füllstoffe, wie z. B. Aluminiumoxid und -nitrid, Bornitrid, Magnesiumoxid oder auch metallische Füllstoffe, erzielt.



Bild 2: *Einfache und schnelle Herstellung von kundenspezifischen Zeichnungsteilen mittels moderner Bearbeitungszentren, auch im 24 h Musterservice*

Autor:

Dipl. Physik Ing. Jürgen Harpain
Entwicklungsleiter
Fischer Elektronik
www.fischerelektronik.de



Bild 3: Neben den festen Wärmeleitmaterialien sind weitere Möglichkeiten für einen optimalen Wärmeübergangswiderstand in Form von Pasten und PCM-Materialien gegeben.

Das richtige Wärmeleitmaterial finden

Wärmeleitmaterialien als Folie, Paste oder Gel, werden aus dem Hause Fischer Elektronik mit unterschiedlichen Eigenschaften, Verpackungsgebinden, aber auch als passender Folienzuschnitt (Bild 2) nach kundenspezifischen Vorgaben, angeboten. Das gesamte Produktspektrum reicht von Wärmeleitpasten und Wärmeleitklebern, silikonhaltigen und silikonfreien Elastomeren, Schaum- und GEL-Folien, Graphit- und Aluminiumfolien, Phasen Change Materialien (PCM), einseitig- und doppelseitig klebenden Wärmeleitfolien, bis hin zu Kapton-, Glimmer- und Aluminiumoxydscheiben. Hierdurch wird den Kunden ein sehr umfangreiches Produktspektrum geboten, nur macht es die Vielzahl der Artikel dem Anwender nicht immer ganz einfach, ein passendes Material für seine Applikation zu bestimmen und auszusuchen.

Kontaktpaarung ansehen

Zur Eingrenzung der in Frage kommenden Wärmeleitmaterialien, ist es wie oben beschrieben in einem ersten Näherungsschritt immer empfohlen und ratsam sich zunächst die Kontaktpaarung genauer anzuschauen. Hierzu gehört gleichfalls eine genaue Betrachtung der zu kontaktierenden Oberflächen inklusive deren Durchbiegung (konvex/konkav) und Oberflächenbeschaffenheit. Als Resultat dieser Betrachtung erhält der Anwender eine Aussage über das zu überbrückende Spaltmaß zwischen den beiden zu kontaktierenden Bauteilen. Anhand des ermittelten Wertes für das Spaltmaß, ist es nun möglich das Produktspektrum Wärmeleitmaterial einzugrenzen.

Berechnung des Wärmeübergangswiderstandes

Bei der Berechnung des Wärmeübergangswiderstandes, hat wie beschrieben, die Materialstärke des Wärmeleitmaterials einen direkten Einfluss auf das Ergebnis. Je dicker das Material, desto länger braucht die Wärme durch das TIM und desto größer fällt der Wärmeübergangswiderstand aus. Eine passgenaue, auf die Anwendung abgestimmte Auswahl, ohne große „Sicherheitsreserven“, gilt es anzustreben, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Nach Eingrenzung der in Frage kommenden Materialien, müssen weitere geforderte Randparameter der Anwendung betrachtet werden. Hierzu zählen neben der Wärmeleitfähigkeit beispielsweise auch Angaben zum Einsatztemperaturbereich, der Dehnbarkeit, der Durchschlags-, Zug- und Reißfestigkeit, Härte sowie Brennbarkeitsklasse.

Applikationsgerechte Wärmeleitmaterialien

Plan ebene Oberflächen, welche durch eine CNC-technische Nachbearbeitung entstehen, enthalten bei genauer Betrachtung auf der Oberfläche kleinste Luftfeinschlüsse in Form Oberflächenrauheiten. Zum Ausgleich für kleinste Spaltmaße zwischen einer Kontaktpaarung sind Wärmeleitpasten (Bild 3) prädestiniert und verringern nach dem Auftrag den Anteil der Luftpolster deutlich. Verschiedenartige Wärmeleitpasten mit jeweils unterschiedlichen technischen Eigenschaften, als silikonhaltige oder -freie Variante, werden abgefüllt in Spritzen und Kartuschen angeboten. Getreu dem Motto weniger ist mehr, sind Schichtstärken im Bereich von 50 µm absolut ausreichend, um die Rauheit einer guten Frässtruktur auszugleichen.

Die angepassten Liefergebinde eignen sich für eine vollautomatische Aufbringung mittels Dispenser- und Rakelsysteme.

Einfache Handhabung

Wärmeleitpasten in fester Form, sogenannte Phase Change Materialien (Bild 3), erleichtern die Handhabung und Aufbringung auf einer Wärmesenke erheblich. Die Materialien sind meist als Plattenform verfügbar und können perfekt nach kundenspezifischen Vorgaben auf die benötigte Geometrie zugeschnitten werden. PCM-Materialien haben üblicherweise eine Phasenänderungstemperatur von ca. 48 °C bis 52 °C, bei der die Konsistenz des Materials von fest in flüssig wechselt. Durch die Änderung des Aggregatzustandes fließt das Material in sämtliche Zwischenräume der Kontaktpaarung.

Für größere Spaltmaße

Steigen die Spaltmaße einer Kontaktpaarung, so muss folglich auch das Wärmeleitmaterial zum Ausgleich in der Materialstärke steigen. Auszugleichende Spaltmaße in einem Bereich von 0,1 bis 0,4 mm, sind oftmals durch silikonfreie oder silikonhaltige Wärmeleitfolien zu kompensieren. Diese Art der Wärmeleitfolien sind sehr weich und elastisch, liefern darüber hinaus hervorragende Eigenschaften zum Oberflächenausgleich von Unebenheiten und mechanischen Toleranzen. Des Weiteren ist die sehr gute technische Performance im Verhältnis zur Verarbeitung und dem wirtschaftlichen Aspekt hervorzuheben. Vielzählige Einsatzmöglichkeiten des Materials sind dem Anwender durch zusätzliche Lieferformen als Platten-, Rollen-, Kappen- oder Schlauchmaterial, gegeben. Optionale Glasfaserausätze, Haftbeschichtungen, wie auch ein hoher Temperaturbereich, eine hohe elektrische Durchschlagsfestigkeit, eine gute chemische Stabilität sowie eine hohe Alterungsbeständigkeit, runden die Durchweg positiven Eigenschaften ab.

GEL-Wärmeleitfolien

Bauteildifferenzen bzw. größere Spaltmaße einer Kontaktpaarung in einem Bereich von 0,5 bis 5,0 mm sind durch sogenannte GEL-Wärmeleitfolien (Bild 4) perfekt

auszugleichen. GAP-Filler-Materialien in Folienform als Konturzuschnitt empfehlen sich besonders, wenn es zum Beispiel gilt, unterschiedliche Bauteilhöhen aufzufangen, ähnlich wie bei einer Montage eines Kühlkörpers von oben auf die Leiterkarte. Unter Kompression können diese Art der Materialien bis zu 50 % ihrer Materialstärke komprimiert werden, so dass sich die Folie, um bei dem Beispiel zu bleiben, alle Bauteile unabhängig von deren Höhe einbettet bzw. umlaufend kontaktiert. GEL-Wärmeleitfolien sind darüber hinaus mit und ohne Glasfaserverstärkung sowie Haftbeschichtung standardmäßig verfügbar.

Optimale Komprimierung

Die angesprochene Kompression der Materialien ist für eine einwandfreie Funktion notwendig, wobei der applizierte Anpressdruck so gewählt werden muss, dass eine optimale Komprimierung des Materials erreicht und langfristig im gesamten Toleranzbereich der Applikation eine thermische Kontaktierung gewährleistet wird. Ferner ist zwingend darauf zu achten, dass der aufgebraachte Kompressionsdruck so eingestellt wird, dass eine Beschädigung der Leiterplatte, der Lötverbindungen oder sogar der Bauteile auszuschließen ist. GEL-Wärmeleitfolien liefern bei einer richtigen, auf die Applikation abgestimmten Auswahl, in Verbindung mit den auszugleichenden Toleranzen, der Materialdicke, dem Kompressionsdruck und der damit verbundenen Kompression, kleinste Wärmeübergangswiderstände im Gesamtkonstrukt thermischer Pfad. ◀

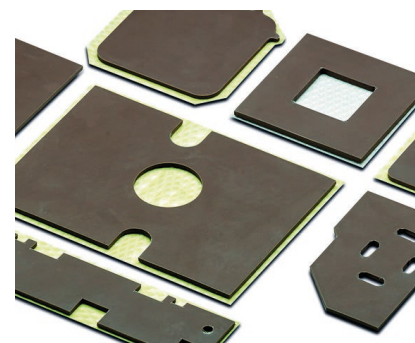


Bild 4: GEL-Wärmeleitfolien benötigen in der Anwendung einen gewissen Anpressdruck, damit der Wärmeübergangswiderstand merklich verringert wird.