

PRESSEMELDUNG

Impact Innovations GmbH
Bürgermeister-Steinberger-Ring 1
84431 Rattenkirchen
Germany

Telefon: +49 8636 695190-0
Fax: +49 8636 695190-10

Email: info@impact-innovations.com
Web: www.impact-innovations.com

Herstellung kaltgasgespritzter Hybridkühlkörper

von Dr. Reeti Singh

Rattenkirchen, 28. April 2021

Elektronische Geräte, in beispielsweise Telekommunikations- und Hochleistungssystemen, erzeugen während des normalen Betriebs Wärme. Die entstehende Wärme muss abgeleitet werden, um das Überschreiten tolerierbarer Grenzen der Sperrschichttemperaturen zu vermeiden, da dies zu einer Leistungshemmung und einer geringeren Zuverlässigkeit der Systeme führen kann. Jede Verringerung der Sperrschichttemperatur um 10 K erhöht die Lebensdauer und Leistung des Geräts. Daher ist es eine Herausforderung, die Sperrschichttemperatur unter dem maximal zulässigen Grenzwert zu halten.

Die gängigste Art elektronische Geräte zu kühlen, war bislang die Luft/Flüssigkeitskühlung mit einem Kühlkörper. Herkömmlicherweise werden Kupfer- und Aluminiumkühlkörper in Kombination mit solchen Kühlsystemen verwendet. Kupfer ist aufgrund seiner Kühlkapazität, die der von Aluminium überlegen ist, immer eine bevorzugte Wahl für Kühlkörper. Das Gewicht und die Kosten von Kupfer begrenzen jedoch den möglichen Umfang, insbesondere bei großen elektronischen Systemen. Aufgrund der geringeren Wärmeleitfähigkeit verteilen Aluminiumkühlkörper die Wärme nicht schnell genug. Daher ist eine große Oberfläche oder eine höhere Anzahl von Rippen erforderlich, wobei dies in zahlreichen Fällen keine plausible Option darstellt. Darüber hinaus ist es problematisch, wenn ein Kühlkörper wesentlich größer als die Vorrichtungen mit integrierten Schaltkreisen ist, auf denen sich der Kühlkörper befindet. Wenn das elektronische Gerät Wärme schneller erzeugt als der Kühlkörper die Wärme verteilen kann, tragen Teile des Kühlkörpers, die weit vom Gerät entfernt sind, nicht maßgeblich zur Wärmeableitung bei. Mit anderen Worten: Verteilt die Kühlkörper-Basis die Wärme schlecht, wird viel von ihrer Oberfläche verschwendet. Um den Aluminiumkühlkörper mit elektronischen Geräten zu verbinden, wird üblicherweise ein thermisches Grenzflächenmaterial verwendet, da das Lötten von Aluminium auf das Kupfer des Elektronikbauteil problematisch ist. Typischerweise weist das Material eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit auf, dies wiederum beeinträchtigt die Leistung des gesamten Aluminiumkühlkörpers.

Ein Hybridkühlkörper, der die thermischen Vorteile von Kupfer mit leichtem Aluminium kombiniert, bietet eine überzeugende Alternative, um die Probleme zu lösen, die mit herkömmlich Kupfer- und Aluminiumkühlkörpern verbunden sind. Bei Hybridkühlkörpern besteht der Teil des Kühlkörpers, welcher mit dem elektronischen Gerät in Kontakt kommt aus Kupfer und der andere Teil aus günstigerem und leichterem Aluminium. Das Verbinden von Aluminium und Kupfer ist jedoch eine große Herausforderung. Um Aluminium und Kupfer für industrielle

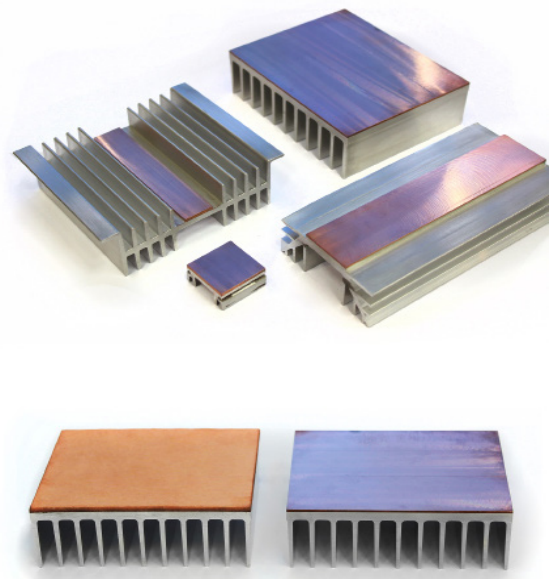


Abbildung 1: kaltgasgespritzte Hybridkühlkörper

Kühl-, Klima- und Wärmetauscher zu verbinden, werden die beiden Werkstoffe meist gelötet. Es gibt jedoch zahlreiche Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Verfahren wie beispielsweise eine mögliche Korrosion an den Grenzflächen, Lötmaterialien mit unterschiedlichem elektrischen Widerstand und Fehlanpassung der Wärmeausdehnung.

Das Kaltgasspritz-Verfahren (Cold Spray) ist eine innovative Lösung zum Verbinden von Kupfer und Aluminium. Zusätzlich werden die entstehenden Probleme während des Lötens der Werkstoffe gelöst. Während des Kaltgasspritz-Verfahrens werden die Pulverteilchen im festen Zustand weit unterhalb des Schmelzpunkts der Materialien abgelagert. Auf diese Weise können häufige temperaturbedingte Probleme wie Hochtemperaturoxidation, thermische Spannungen und Phasenumwandlung vermieden werden. Kaltgasspritzen ist eine pulverbasierte Technologie, bei der Pulverpartikel in Mikrometergröße im Überschallstrom eines komprimierten Arbeitsgases durch eine De-Laval-Düse beschleunigt werden. Diese Pulverpartikel treffen auf das Substrat, verformen sich plastisch und bilden eine festhaftende Bindung mit den Substraten. Kaltgasspritzen bietet kurze Produktionszeiten, praktisch unbegrenzte Möglichkeiten zur Komponentengröße und Flexibilität für das lokale Auftragen.

Das Kaltgassystem von Impact Innovations ISS 5/11 und das Kupferpulver von Impact Innovations (iMatP_Cu01) wurden verwendet, um Hybridkühlkörper herzustellen. Eine Kupferschicht wurde auf einer Grundplatte eines

handelsüblichen Kühlkörpers aus extrudiertem Aluminium aufgetragen (vgl. Abbildung 1). Die Dicke einer solchen Kupferschicht kann an das Design und die Betriebstemperatur der elektronischen Geräte angepasst werden.

Betrachtet man die Leistung eines Kühlkörpers wird seine Kühlleistung in der Regel anhand des Wärmewiderstands quantifiziert, einem Maß für den Temperaturanstieg über die Umgebungstemperatur auf der Oberseite des Geräts pro Verlustleistung. Je niedriger der Wärmewiderstandswert ist, desto höher ist die Kühlleistung des Kühlkörpers. Um die Leistung von Hybridkühlkörpern zu demonstrieren, führte

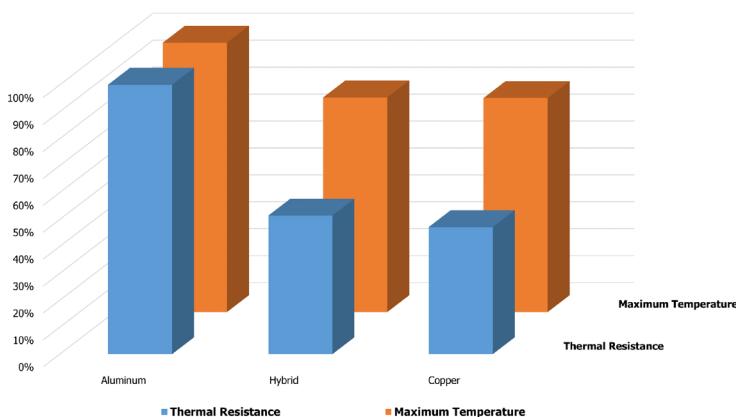


Abbildung 2: Wärmewiderstand und maximale Temperatur, die an Geräten mit Aluminium-, Hybrid- und Kupferkühlkörpern erzielt werden

der Kaltgasanlagenhersteller Impact Innovations Experimente durch. Hierzu wurden die Leistungen von identisch strukturierten Kupfer-, Aluminium- und Hybridkühlkörpern verglichen. Das Experiment wurde dreimal durchgeführt, jedes Mal mit einem anderen Kühlkörperdesign. Zudem wurden die Wärmeimpedanz und der Wärmewiderstand gemessen. Die thermische Impedanz von Kühlkörpern wurde bewertet, indem Leistungszyklen bei bestimmten Lastströmen durchgeführt wurden, die die Vorrichtung bis zum Erreichen des thermischen Gleichgewichts erhitzen. Anschließend wurde der Laststrom abgeschaltet und der Spannungsabfall aufgezeichnet. Beim Testen eines Aluminiumkühlkörpers wurde eine maximale Temperatur von 438 K registriert. Dieser Wert entspricht einem Wärmewiderstand von 0,7 K/W. Für den Kupferkühlkörper betrug die maximale Temperatur nur 348 K und der entsprechende Wärmewiderstand 0,33 K/W. Beim Testen des Hybridkühlkörpers war die maximale Temperatur mit 349 K nur geringfügig höher und der Wärmewiderstand betrug 0,36 K/W.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Kupfer- und Hybridkühlkörper nahezu identische thermische Ergebnisse aufweisen und den Aluminiumkühlkörper in erheblichem Maße übertreffen, was die Bedeutung einer schnellen Wärmeverteilung

entlang der Basis zeigt. Zusätzlich ist der Hybridkühlkörper leichter und kostengünstiger als der Kupferkühlkörper. Durch Kaltgasspritzen hergestellte Hybridkühlkörper weisen zwar höhere Produktionskosten als im Handel erhältliche Aluminiumkühlkörper auf, jedoch wird durch die kaltgasgespritzte Kupferschicht auf einen Aluminiumkühlkörper der Wärmewiderstand um 48% verringert. Dies wirkt sich direkt auf die Produktionskosten aus, da die Halbleiterfläche um 94% verringert werden kann. Des Weiteren betragen die Auftragseffizienz und die Auftragsraten von Kupferpulver durch das Kaltgaspritz-Verfahren 95% (einschließlich Overspray) bzw. 10 kg/h, somit ist das Kaltgasspritzen ein kostengünstiges Verfahren zur industriellen Produktion von Hybridkühlkörpern in großem Maßstab.