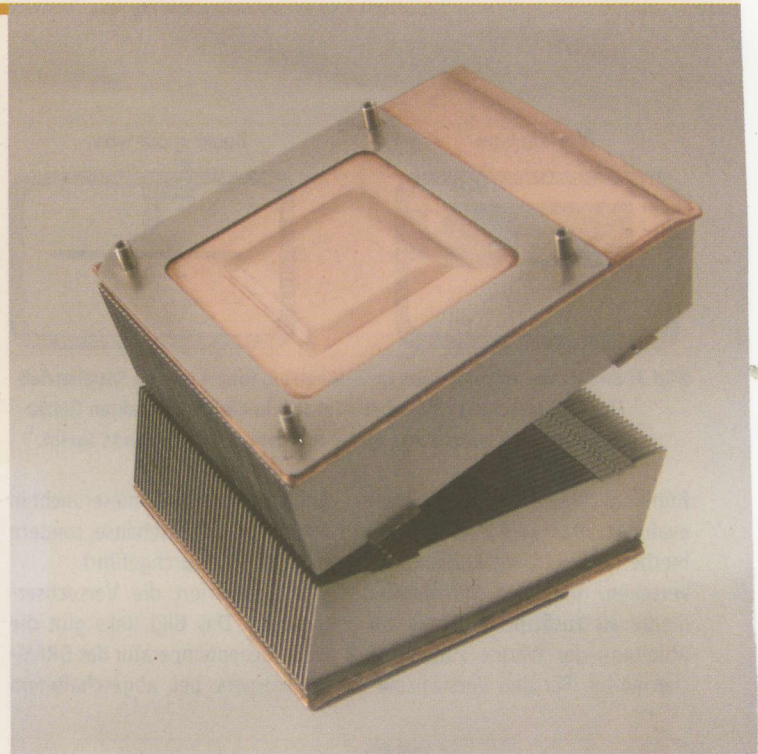


ZWEIPHASENSYSTEME

Mit Dampf gegen Wärme

Bei hohen Verlustleistungsdichten begrenzt oft die schlechte Wärmespreizung der dünnen Basisplatte am Kühlkörper oder der dünnen Kühlkörperprofile das wärmetechnische Design. Wenn feststeht, dass Aluminium oder Kupfer als herkömmliche Kühlkörpermaterialien nicht ausreichen oder zu massiv sind, um den Anforderungen zu genügen, stehen Zweiphasensysteme wie Heat-Pipes und Dampfkammersysteme zur Verfügung.



DR. WILHELM POHL
GEORGE A. MEYER

Dampfkammersysteme weisen gegenüber Heat-Pipes zwei entscheidende Vorteile auf [1]: einen direkten Kontakt zur Wärmequelle und eine gleichmäßige Wärmespreizung in alle Richtungen. Die Integration von Kühlkörpern und Dampfkammersystemen ist einfacher als oft angenommen und sie bringt deutliche Leistungsvorteile, wobei diese Integration auf unterschiedliche Weise erfolgen kann [2]. Ein typischer Aufbau besteht aus der Dampfkammer, einem Aluminiumrahmen und meist aus Aluminium geformten Kühlrippen (großes Bild). Diese Komponenten werden miteinander verlötet. Alternativ zu diesem Design lassen sich Dampfkammern in Ausfräsungen der Basisplatte eines Kühlkörper- oder Strangpressprofils beispielsweise durch Einlöten in nickelplatinierte Aluminium- oder Kupferkühlkörper einbetten. Dies führt zu einem sehr guten Wärmeübergang von der Dampfkammer auf den Kühlkörper. Die Kühleffizienz verbessert sich gegenüber Kupfer- oder Heat-Pipe-basierten Systemen im Bereich von zehn bis dreißig Prozent. Im Vergleich zu Aluminium-Strangpress- oder Kupferkühlkörpern wiegen solche Lösungen erheblich

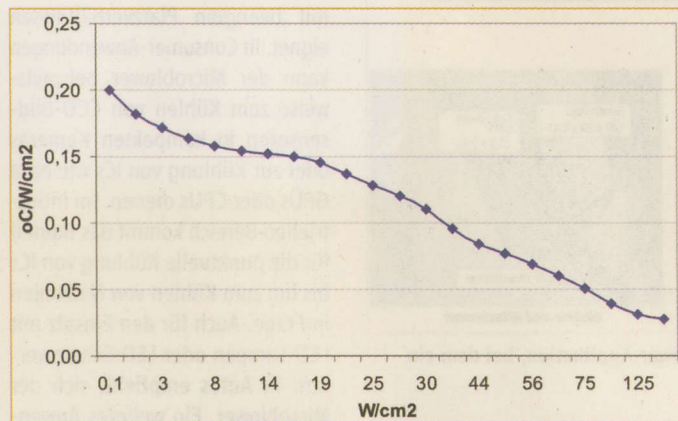


Bild 1: Thermischer Widerstand der Verdampfung bis zur Sättigung

weniger. Integrierte Systeme lassen sich bei höheren Umgebungstemperaturen und mit geringeren Lüftergeräuschen beziehungsweise -geschwindigkeiten betreiben. Ein

Beispiel ist der flach bauende »NanoSpreader« von Celsia Technologies (Vertrieb: Hala Contec). Eine häufige Frage beim Design einer Kühllösung aus Dampfkam-

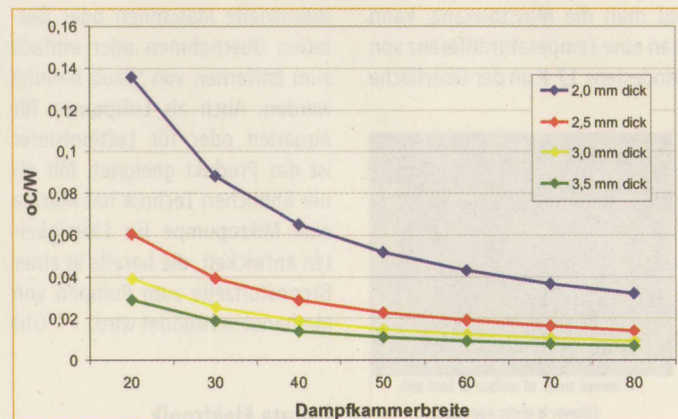


Bild 2: Thermischer Widerstand beim Dampftransport abhängig von Dicke und Breite der Dampfkammer

mersystemen ist die nach der effektiven Wärmeleitfähigkeit (W/mK) und dem Wärmewiderstand (K/W). Da zweiphasige Systeme kein lineares Wärmeleitverhalten aufweisen, muss applikationsspezifisch vorgegangen werden. In Zweiphasensystemen herrschen zwei Wärmewiderstände: der Widerstand bei der Verdampfung und der Widerstand beim Dampftransport. Der dritte Widerstand bei der Kondensation ist sehr klein und meist vernachlässigbar.

Wärmewiderstände

In den meisten Anwendungen spielt der Widerstand bei der Verdampfung die größte Rolle und ist bei gegebener Dampfkammersystembreite längenabhängig. Bei einem Dampfkammersystem mit 75 mm Länge wird sich nahezu der gleiche Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Wärmesenke einstellen wie bei einem System mit 150 mm Länge. In anderen Worten heißt das, dass sich die Wärmeleitfähigkeit beim langen System verdoppelt. Der Widerstand der Verdampfung wird in K/W/cm² ausgedrückt. Bei niedrigen Verlustleistungsdichten von 5 W/cm² bis 10 W/cm² ist dieser Widerstand im Bereich von 0,1 K/W/cm². Bei steigenden Verlustleistungsdichten sinkt der Widerstand der Verdampfung bis zur Sättigung, wie Bild 1

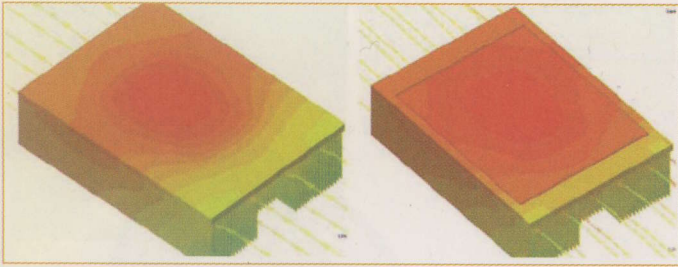


Bild 3: Wie eine Simulation zeigt, verteilt sich durch Integrieren einer Dampfkammer bei identischem Kühlkörperlayout die Temperatur viel homogener (rechts) als bei einem reinen Kupferkühlkörper (links), zudem sinkt die Temperatur um 3 K bis 4 K

für eine spezifische Dampfkammerausführung zeigt. Die Grenze kann 200 W/cm² und mehr betragen, je nach Dampfkammerdesign. Der thermische Widerstand beim Dampftransport lässt sich ähnlich ableiten. Er hängt jedoch vom Querschnitt des Dampfsystems ab und ist abhängig von der Temperatur und der Art des Fluids. Die gezeigten Werte sind typisch für wassergefüllte Dampfkammersysteme und gelten für Temperaturbereiche bei Elektronikkühlungen. Der Wi-

derstand beträgt üblicherweise 0,01 K/W/cm². Bild 2 verdeutlicht seine Abhängigkeit von der Dicke (2,0 mm bis 3,5 mm) und der Breite (20 mm bis 80 mm) der Dampfkammer. Die Leistungsgrenzen bei passiv gekühlten Systemen wurden in [3] diskutiert. Eine Simulation verdeutlicht die unterschiedlichen Wärmeverteilungen bei einem einfachen Kupferkühlkörper im Vergleich zur viel homogeneren Verteilung bei identischem Kühlkörperlayout, aber mit

integrierter Dampfkammer (Bild 3). Hauptziel bei dieser Ausführung ist die effektive Wärmespreizung, der Wärmetransport ist untergeordnet. Die sich hierbei ergebende Wärmeleitfähigkeit liegt im Bereich von 1000 W/mK bis 1500 W/mK. Bei Kühlkörpern mit kleinen Formfaktoren und kurzen Längen wie bei U-förmigen Profilen verringern eingebettete Dampfkammern die Temperatur um 3 K bis 4 K gegenüber reinen Kupferkühlkörpern, sodass sich die Kühlung um etwa 10% verbessert. Dieser Vorteil spielt vor allem eine entscheidende Rolle bei hohen Umgebungstemperaturen oder wenn die Lüftergeschwindig-

DR. WILHELM POHL



ist Geschäftsführer
von Hala Contec

GEORGE A. MEYER

ist Chief Technical Officer
bei Celsia Technologies

keit zur Geräuschminderung minimiert werden soll. (rh)

Hala Contec
Telefon: 089/66 54 77 83
www.hala-tec.de
www.celsiatechnologies.com

Literatur

- [1] W. Pohl, G. A. Meyer, »NanoSpreader als thermofluide Wärmespreizer – Kühlsystem-Wirkungsgrad bis zu 60% steigern«, Elektronik Praxis, April 2010
- [2] G. A. Meyer, »Integrating vapor chambers into thermal solutions«, Electronics Cooling, Vol. 16, No. 1, 2010
- [3] S. D. Garner, »Heat Pipes for Electronics Cooling Applications«, Electronics Cooling, Vol. 2, No. 3, 1996

Call for Papers

»Tragen Sie vor auf der embedded world Conference 2011, dem weltweit anerkannten Forum der Embedded-Community! Sind Sie ein Schrittmacher in der Anwendung der neuesten Technologien? Wollen Sie als innovativer Entwickler Ihr Wissen mit Kollegen teilen, die auf dem gleichen Gebiet aktiv sind? Wir rufen Sie auf, Papers aus den Bereichen Hardware, Software und Tools einzureichen.«

Prof. Dr.-Ing. Matthias Sturm, HTWK Leipzig
Vorsitzender des Konferenzbeirats der embedded world Conference 2011



embedded world 2011
Exhibition & Conference
... it's a smarter world

Nürnberg 1.–3. März 2011
www.embedded-world.eu

Eine Veranstaltung der

**DESIGN &
ELEKTRONIK**
KNOW-HOW FÜR ENTWICKLER

Wir suchen Fachwissen und Lösungsideen, welche die gesamte Embedded-Community weiterbringen. Tragen Sie dazu bei, den wichtigsten Event der Embedded-Szene, die embedded world Conference, die Plattform für innovative Ideen zu gestalten – reichen Sie Ihren technischen Vortragsvorschlag ein.

Hier finden Sie interessierte und kompetente Zuhörer und Kollegen für eine Diskussion wichtiger Zukunftsthemen.

Reichen Sie Ihr englischsprachiges Paper bis 17. September 2010 online ein: www.embedded-world.eu

Ob ein 30-minütiger Kurzvortrag, ein umfassendes technisches Seminar oder ein Hands-on-Workshop: Die Jury freut sich auf Ihre Vorschläge. Gemeinsam mit Ihnen werden wir auch diese embedded world Conference wieder zu dem machen, was sie schon immer war – dem Treffpunkt für alle innovativen Köpfe der Embedded-Community.

embedded world Conference 2011 – innovativ – kompetent – authentisch.

Wichtige Termine: Deadline für die Einreichung der Abstracts: **17. September 2010**

Benachrichtigung der Autoren: 27. Oktober 2010 • Paper für die Tagungsunterlagen: 12. Januar 2011

Kontakt: Renate Ester, Telefon +49 (0) 8121-95 13 49, mail: rester@elektroniknet.de