

Thermal Management

Seit Jahren findet man auf Konferenzen das Thema des Thermal Managements vertreten. Der Grund hierfür liegt wohl in einer scheinbar unaufhörlichen Miniaturisierungstendenz zur Steigerung der funktionalen Dichte von Bauelementen und Baugruppen, die in der Regel mit einer erhöhten Verlustleistungsdichte verbunden ist. Dies gilt für die Leistungselektronik, aber auch etwa für Bauteile der Hochfrequenztechnik. Atemberaubend rasch werden technologische Fortschritte erzielt, da die Bestückungsdichte nicht nur mit kleiner werdenden lateralen Abmessungen zunimmt, sondern zusätzlich durch die Einbett-Technologie gesteigert werden kann, so dass heute schon über 100 Bauelemente in einem Kubikzentimeter Leiterplattenvolumen elektrisch kontaktiert eingebaut werden können. Bei Halbleiterbauelementen bietet sich hierbei der Vorteil, diese direkt galvanisch kontaktieren zu können und somit das Draht-Bonden und das Montieren durch Lötten zu umgehen, wodurch neben dem Einsparungspotential auch noch Aussicht auf eine höhere Zuverlässigkeit gegeben ist, da die Anzahl der Verbindungen innerhalb eines elektrischen Pfades deutlich reduziert werden kann.

Eingebettete Leistungshalbleiter-Bauelemente können außerdem durch die flächenhaft anwendbare Niedertemperatur-Silbersinter-Technologie mit wärmespreizenden Metallkernleiterplatten (IMS) gekühlt werden – wenn erforderlich auch beidseitig, wobei sich auf diese Weise die kürzest möglichen Wärmeleitwege bzw. die kleinstmöglichen thermischen Widerstände realisieren lassen. Der Ehrgeiz des thermischen Managements liegt hierbei darin sicherzustellen, dass nirgendwo in der Baugruppe die zulässige Beanspruchung überschritten wird. Da die zulässigen Bauteiltemperaturen steigen, ergeben sich somit immer mehr Probleme zufolge unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten und der damit einhergehenden mechanischen Spannungen.



Das Erarbeiten eines geeigneten Designs einer Baugruppe und die Beantwortung der Frage, ob ein gewähltes Design überhaupt Aussicht auf eine erfolgreiche Umsetzung hat, ist daher eine vielschichtige Aufgabe, deren zufriedenstellende Bearbeitung voraussetzt, dass die physikalischen Randbedingungen der Baugruppe im Betrieb hinreichend genau bekannt sind. Zur Lösung bedient man sich aufwendiger Simulationsmethoden, bei denen man in einem iterativen Prozess thermische, elektrische, mechanische und andere physikalische Eigenschaften hinsichtlich der Erfüllung von Vorgaben überprüft und dabei gegebenenfalls das Design modifiziert.

Häufig geht allerdings das Auffinden zufriedenstellender Lösungen über das Optimieren von Geometrieparametern mit Simulationsmethoden weit hinaus: Es wird nach neuen Werkstoffen gesucht, die noch höheren spezifischen Belastungen standhalten und maßgeschneiderte Eigenschaften besitzen.

Um die Vielfalt an raffinierten Ideen im thermischen Management abzurufen, wäre allerdings weiter auszuholen, als an dieser Stelle möglich ist. Stattdessen sei hier stellvertretend der Erfinder, Physiker und Elektroingenieur Nikola Tesla zitiert: „Die fortschreitende Entwicklung des Menschen hängt in lebenswichtiger Weise von Erfindungen ab.“ Auf unseren Lebensbereich übertragen könnte das heißen: Eine der herausforderndsten Aufgaben der Europäischen Industrie in den nächsten Jahren wird es sein, den Arbeitsmarkt in innovativen Bereichen weiter auszubauen. Das thermische Management wird jedenfalls auch in Zukunft ein ergiebiges innovatives Betätigungsfeld bieten.

Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Johann Nicolics
Institut für Sensor- und Aktuatorssysteme, TU Wien