

Die 30 goldenen Regeln der Peltiertechnologie

- 1.) Die Anzahl der Halbleiterpaare sowie die Packungsdichte im Peltierelement bestimmt die Größe des Moduls.
- 2.) Auf jedem Halbleiterpaar fällt ca. 0,12V Spannung ab. Durch die hohe Anzahl an Halbleiterpaaren entsteht eine hohe Versorgungsspannung und der Strom kann dadurch vermindert werden.
- 3.) Hohe Ströme beeinflussen die Lebensdauer des Moduls, da sie Mikrorisse im Halbleitermaterial mit der Zeit vergrößern.
- 4.) Hohe Ströme führen zu höherer thermischer Wärmeproduktion und somit zu einer niedrigeren Effizienz.
- 5.) Das Verhältnis der Wärmekühlleistung zum eingesetzten Strom kann mathematisch als eine exponentielle Annäherung zum maximalen Wert gesehen werden. Folglich muss für die letzten 30% der maximalen Kühlleistung unverhältnismäßig viel elektrische Energie eingesetzt werden.
- 6.) Die Wärmeabgabe auf der Warmseite des Peltierelements ist die Summe aus Kühlleistung und der eingesetzten elektrischen Energie (Arbeitsenergie).
- 7.) Die Effizienz beim Peltierelement ist das Verhältnis der Wärmepumpleistung zu der eingesetzten elektrischen Energie.
- 8.) Eine besonders hohe Effizienz der Peltierkühlung erhält man durch den Betrieb unterhalb von ca. 50% des max. Stroms bzw. Spannungswertes des Peltierelements.
- 9.) Die Angabe der maximalen Kühlleistung Q_c der Peltierelemente wird bei Temperaturdifferenz 0 Kelvin am Peltierelement, max. Strom/Spannung sowie Umgebungstemperatur 300K (27°C) festgelegt. Die reale Kühlleistung ist geringer und kann mit Hilfe eines Leistungsdiagramms abgeschätzt werden.
- 10.) Standardmodule erreichen unter Vakuum und 300K (27°C) Umgebungstemperatur eine maximale Temperaturdifferenz von ca. 70 Kelvin.
- 11.) Qualitativ hochwertige Module können auch Werte von über 72K erreichen, während low-cost Module nur knapp über 60K erreichen.
- 12.) Sondermodule, wie mehrstufige Kaskaden, können bis zu 120K Temperaturunterschied erzeugen. Nachteil ist ihre geringe Wärmepumpleistung und ihr hoher Preis.
- 13.) Eine gute Wärmeabgabe auf der Warmseite des Peltierelements verbessert die Kühlleistung, Effizienz und das maximale ΔT des Peltierelements.
- 14.) Die Wärmeabgabe an die Umgebung hängt von der Leistungsfähigkeit des Kühlkörpers ab. Eine höhere Wirkfläche des Kühlkörpers (Größe sowie Anzahl der Finnen) verbessert den thermischen Wärmewiderstand.

Temperaturmanagement



- 15.) Große Lüfter und somit hoher Luftdurchsatz, verbessern den thermischen Wärmewiderstand des Kühlkörpers.
- 16.) Ein Anblasen frontal auf den Kühlkörper ist am effektivsten, da die größte Wärme immer am Boden des Kühlkörpers vorliegt.
- 17.) Flüssigkeitskühlkörper haben meist noch höhere thermische Eigenschaften, sind jedoch wesentlich kostenintensiver.
- 18.) Zwischen Peltierelement und Wärmesenke (Kühlkörper) sollte ein gutes thermisches Interface Material (Wärmeleitpad, Wärmeleitfolie, Wärmeleitpaste oder Wärmeleitkleber) verwendet werden, um den Wärmeübergangswiderstand gering zu halten.
- 19.) Einen sehr guten Wärmeübergang zwischen Materialien erreicht man mit einer dünnen Schicht Wärmeleitpaste, da sich diese den mikroskopischen Unebenheiten und Riefen am besten anpassen kann.
- 20.) Einen besonders hohen Füllfaktor weisen PCM (Phase Change Materials) auf. Sie benetzen sich an der Oberflächen noch besser als normale Wärmeleitpasten und haben auch den Vorteil, dass sie nicht austrocknen.
- 21.) Ein hoher Anpressdruck verbessert den thermischen Übergangswiderstand ebenfalls, doch sollte bei der Montage stets darauf geachtet werden, dass keine Scherkräfte am Peltierelement entstehen.
- 22.) Je nach Peltiermodul sollte der Flächendruck zwischen 3-8 kg/cm² betragen.
- 23.) Nur kleine Module bis maximal 12x12mm können optional mit einer Metallisierung beschichtet und im Fertigungsprozess direkt auf den Kühlkörper gelötet werden.
- 24.) Die maximale kurzfristige Einsatztemperatur sollte immer 20-30°C unterhalb der Schmelztemperatur des Lots (139°C; 183°C und 232°C) sein.
- 25.) Ein längerfristiger Betrieb eines Peltierelements über 120°C führt zu einem Diffusionsprozess des Kupfers in das Halbleitermaterial und folglich zu einer Leistungsabnahme (Alterung).
- 26.) Nur bei Notwendigkeit zum Schutz gegen Kondensation sollte man die Peltierelemente versiegeln, da durch Wärmerückkopplung ca. 4% Leistungsverlust entsteht.
- 27.) Versiegelung mit Silikon zum Kondensationsschutz wird häufig gewählt, wenn sich das Material flexibel häufigen Temperaturveränderungen anpassen muss.
- 28.) Versiegelung mit Epoxid hat den Vorteil, dass keine Ausgasungen entstehen. Doch ist die Verbindung spröder und eignet sich nicht für Temperaturen >80°C und häufige Temperaturänderung.
- 29.) Häufige und große Temperaturänderungen führen zu Thermospannungen innerhalb des Peltierelements (hervorgerufen durch unterschiedliche Längenausdehnungen der Materialien) und somit zu einer Senkung der Lebensdauer.
- 30.) Eine analoge Regelung sowie kurzfristiges Pulsen beanspruchen Peltierelemente mechanisch weit weniger als einfache Zwei-Punkt-Regelungen.

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Angaben in Millimeter (mm) / Specifications subject to change without notice. Dimensions in Millimeter (mm)

