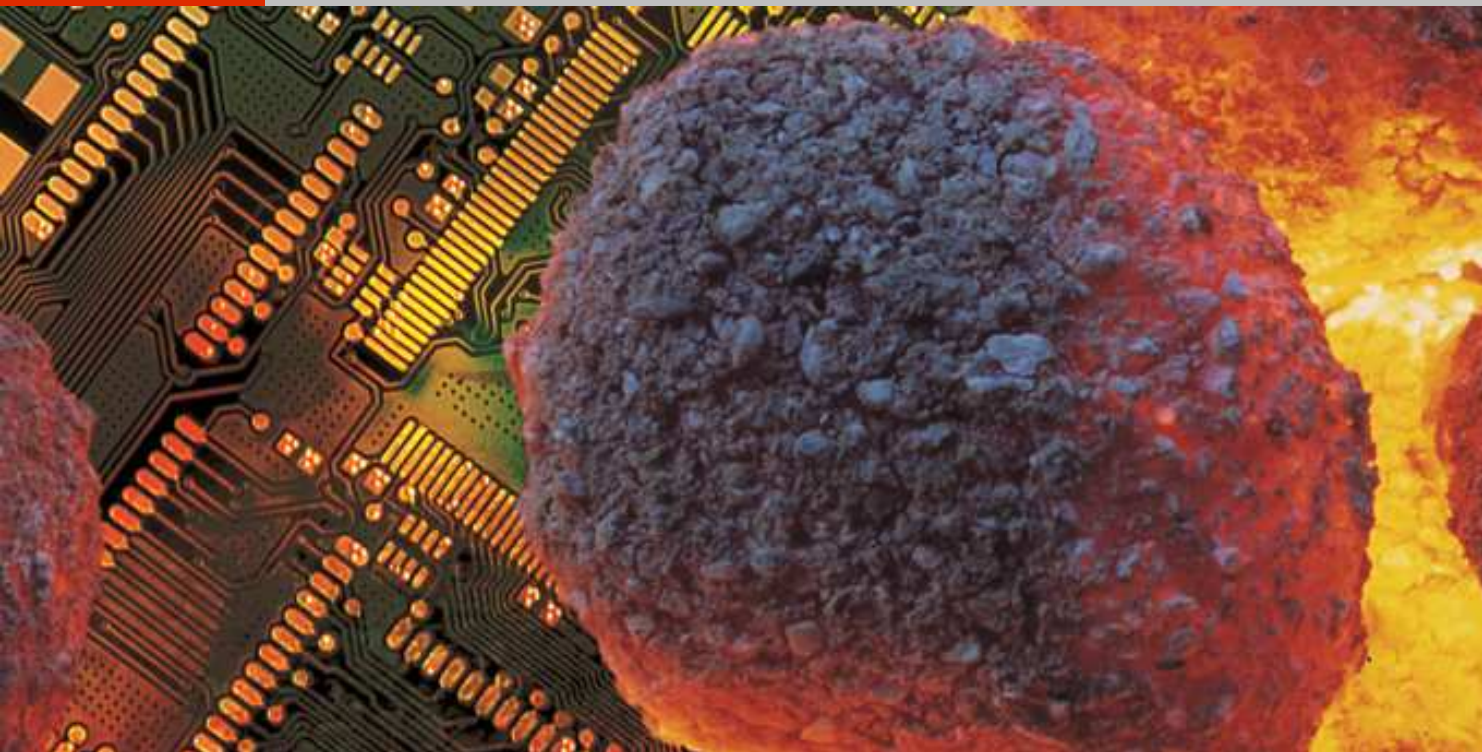


Webinar: Wärmemanagement 2013

Würth Elektronik Circuit Board Technology



Agenda

Grundlagen Wärmemanagement

Möglichkeiten der Entwärmung

Anwendungen

Agenda

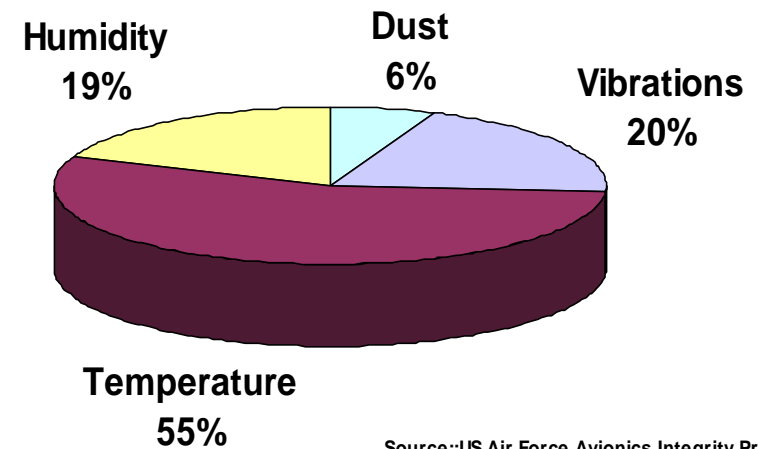
Grundlagen Wärmemanagement

Möglichkeiten der Entwärmung

Anwendungen

Grundlagen Wärmemanagement

- ❖ über 50 % der Ausfälle werden durch erhöhte Temperaturen verursacht
- Entwärmung bestimmt die System-Leistungsfähigkeit
- Kühlung ist entscheidend für die Zuverlässigkeit und Lebensdauer



Source::US Air Force Avionics Integrity Program (AVIP)

Leiterplatte spielt bei der Erarbeitung eines effizienten Wärmemanagementkonzeptes eine wichtige Rolle

Grundlagen Wärmemanagement

- ❖ **Konstruktionen zur Entwärmung richten sich nach unterschiedlichen Anforderungen der Baugruppe**
 - **Menge der abzuführenden Wärme**
 - **verfügbarer Platz / Abmessungen der Bauelemente**
 - **Kontaktierungsart der Bauelemente**
 - **Komplexität der Schaltung**

- ❖ **Entwärmungskonzepte müssen vorgegebene Anforderungen erfüllen**
 - **ausreichende Zuverlässigkeit der Baugruppe garantieren**
 - **bestimmte Kostenaspekte berücksichtigen**

Grundlagen Wärmemanagement

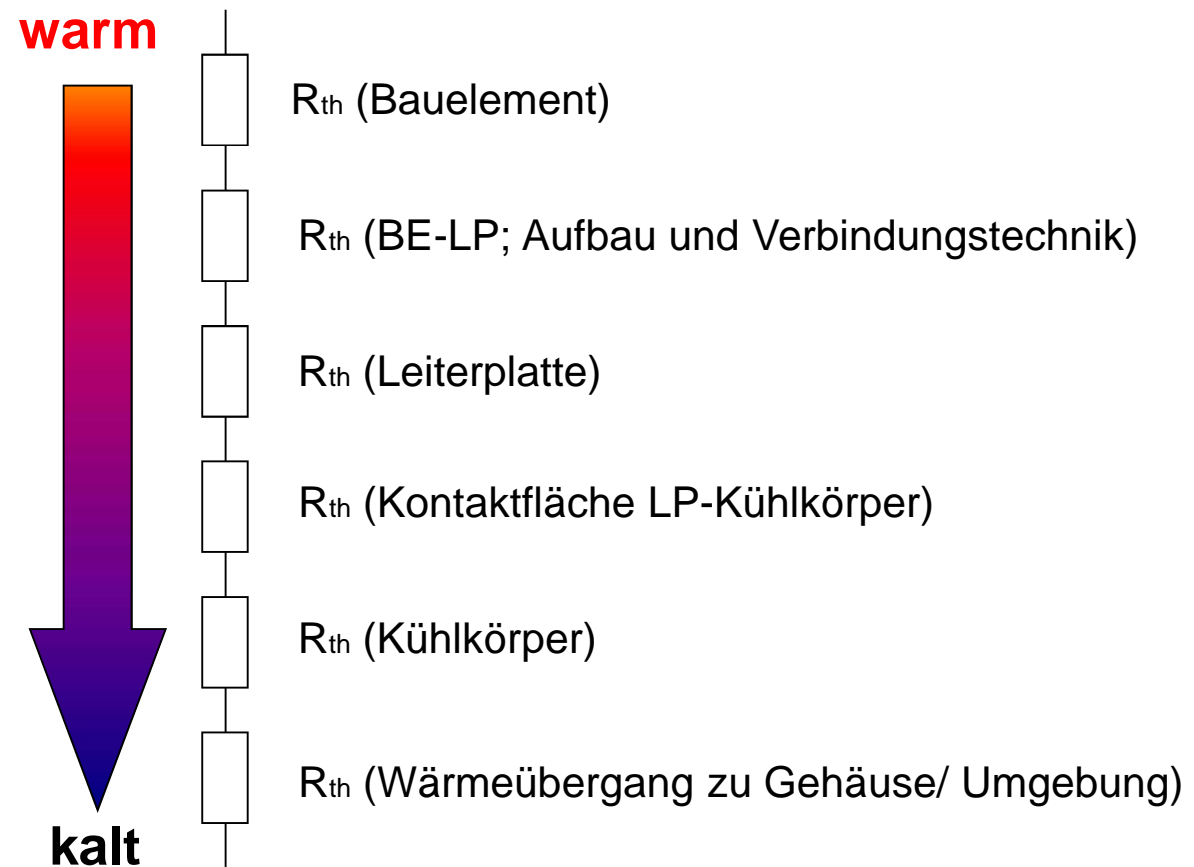
- zur Lösung thermischer Probleme → gesamtes System aus Bauelement, Schaltungsträger, Montage, Gehäuse und Umgebung untersuchen
- Wärme kann nicht „vernichtet“ werden → es gibt nur die Möglichkeit sie vom heißen Bauelement abzuleiten
- Wärme passiert entlang des Wärmepfades verschiedene Materialien/ Stoffe und Schnittstellen → diese stellen jeweils einen Wärmewiderstand dar
- die einzelnen Wärmewiderstände sind analog einer elektrischen Reihenschaltung zu betrachten

Grundlagen Wärmemanagement

Systemaspekte des thermischen Designs

- Reihenschaltung von thermischen Widerständen
- Betrachtung des gesamten Wärmeleitpfades
- größter Wärmewiderstand an z.B. Isolationsschichten, Kleberschichten, Lufteinschlüssen usw.

höchster Nutzen: Optimierung der schwächsten Stelle



Grundlagen Wärmemanagement

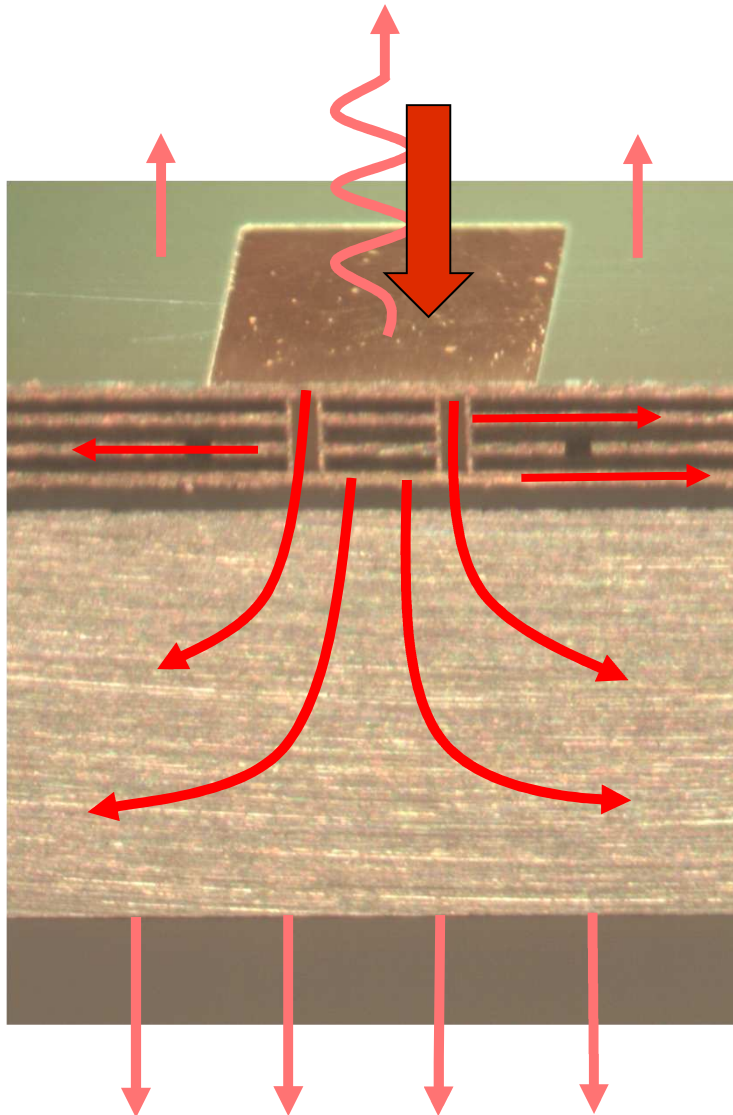
$$\text{thermischer Widerstand } R_{th} = \frac{\text{Länge des Wärmepfades } d}{\text{Wärmeleitwert } \lambda * \text{Querschnitt des Wärmepfades } A}$$

❖ Ziel: thermischen Widerstand reduzieren

- Schichtdicke verkleinern
 - dünne Leiterplatte
 - dünne Isolationsschichten
- Wärmeleitwert vergrößern
 - Erhöhung Kupferanteil
 - parallele thermische Vias in z – Achse
- Querschnitt Wärmepfad vergrößern
 - min. 25µm Kupfer in der Hülse! parallele thermische Vias
 - große Kupferflächen zur Wärmespreizung (x/y)
 - große Kontaktfläche Kupfer zu Umgebung/Kühlkörper

Grundlagen Wärmemanagement

Arten der Wärmeleitung



Strahlung: Emission von Photonen

Konvektion: Wärmeübertragung durch Gase und Flüssigkeiten

Konduktion: Weitergabe von Wärmeenergie durch in der Regel feste Körper

- **Vertikal:** Thermovia / Microvia/Buried Via
- **Horizontal:** Wärmespreizung Kupfer / Heatsink

Es erfolgt eine Umfrage

→ **UMFRAGE**

Durch welche Maßnahmen lässt sich der thermische Widerstand verringern?

Agenda

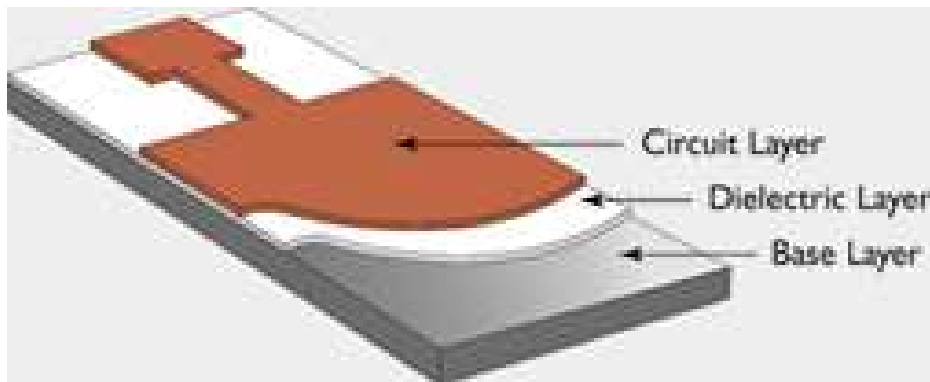
Grundlagen Wärmemanagement

Möglichkeiten der Entwärmung

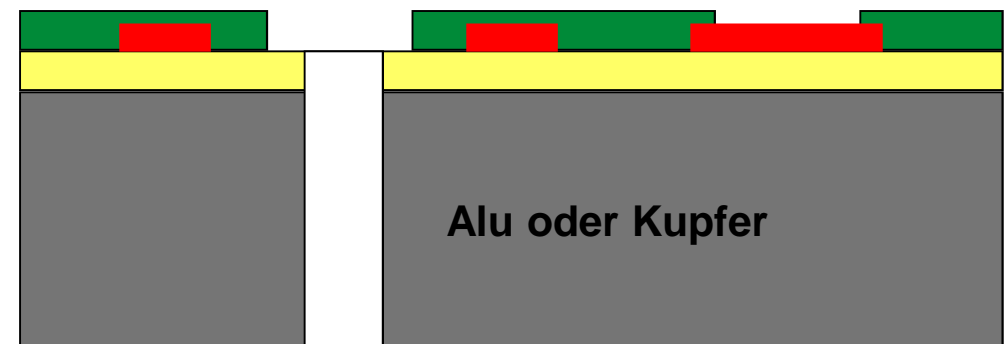
Anwendungen

Möglichkeiten der Entwärmung

IMS = **I**nsulated **M**etal **S**ubstrate



Quelle: Bergquist

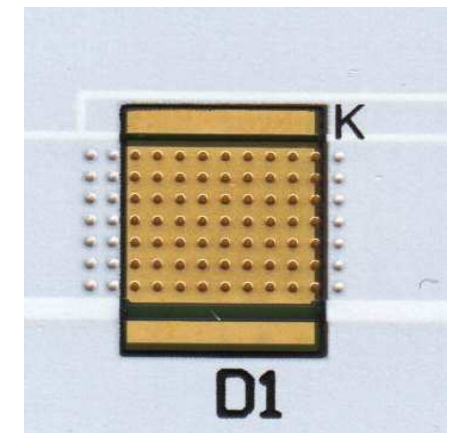
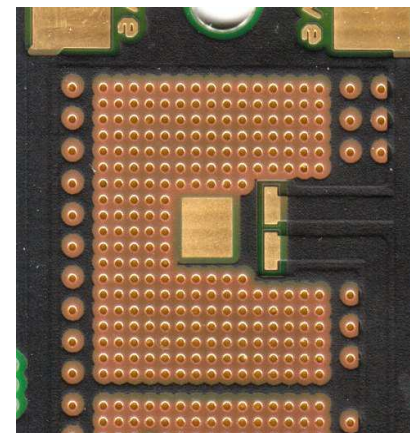
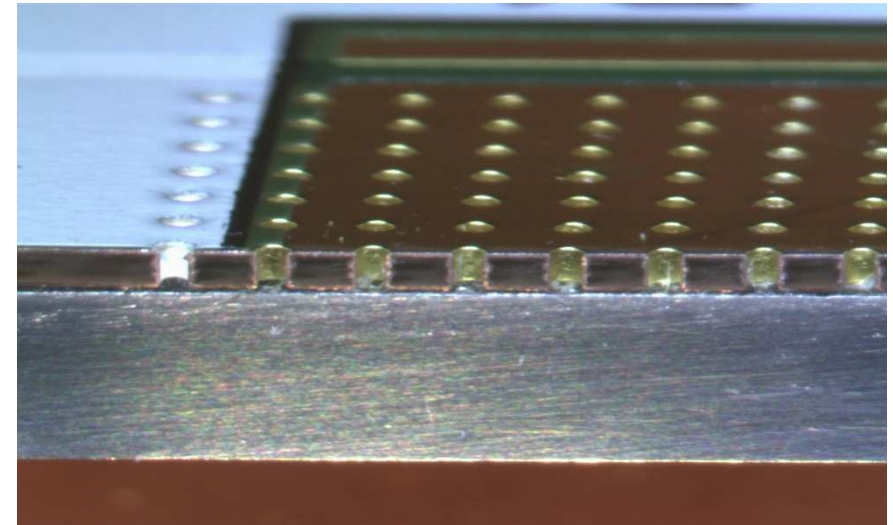


- metallischer Träger mit Isolationsschicht und Kupferkaschierung
- lieferbar als fertiges Basismaterial
- einfache Schaltungen, meist nur 1 Kupferlage ab 35 µm in Ätztechnik, Lötstopplack
- Nachteile: - mehr als 1 Kupferlage wird aufwändig und schnell teuer
- Freistellungen im Alu bzw. Isolationsschicht sehr teuer
- Alternativen: dünne DK Leiterplatte, Multilayer auf Alu-Heatsink

Möglichkeiten der Entwärmung

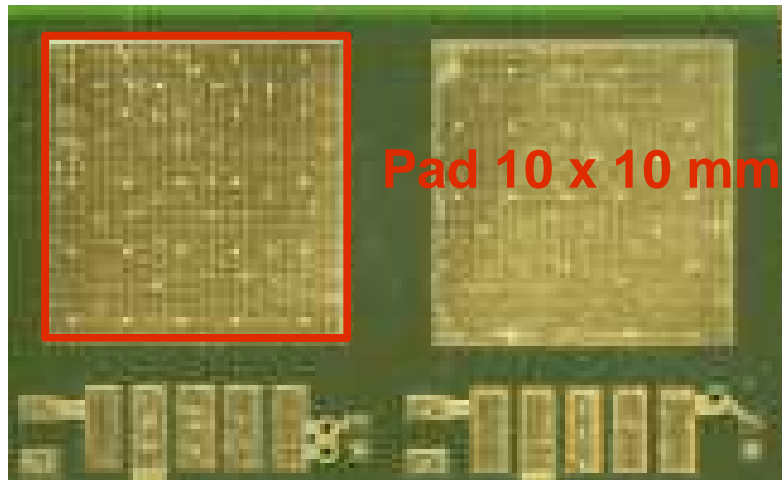
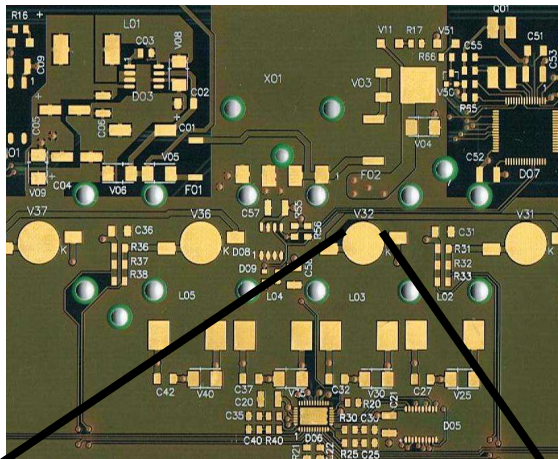
Thermovias

- Verwendung von Durchkontaktierungen als „Thermische Vias“
- mechanisch gebohrte Vias
- gute Wärmeleitung in z-Achse durch die Kupferhülse (Wandstärke min. 25 µm)
- bei Leiterplattendicken größer 0,7 mm wird empfohlen die Vias zu füllen (pluggen) und mit Kupfer über zu metallisieren



Möglichkeiten der Entwärmung

gefüllte Thermovias

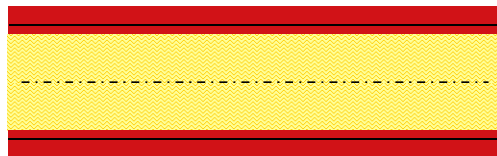


Enddurchmesser Via: 0,3 mm / Kupfer in Hülse: 25 μ m

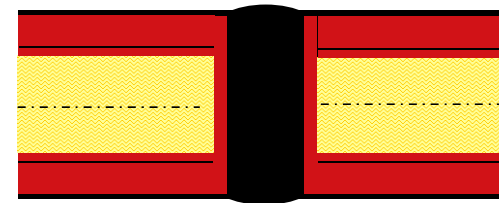
Pitch	Anzahl Vias	LP Dicke 1,6mm / Rth in K/W	LP Dicke 0,36mm / Rth in K/W	λ in W/mK	Cu - Anteil
1,9 mm	20	6,65	1,51	2,39	0,51%
1,5 mm	50	3,12	0,71	5,13	1,28%
1,2 mm	81	2,01	0,45	7,98	2,07%
1,1 mm	100	1,64	0,37	9,74	2,55%
1,0 mm	121	1,37	0,31	11,71	3,09%
0,8 mm	176	0,95	0,21	16,89	4,49%
0,6 mm	289	0,58	0,13	27,84	7,38%

Möglichkeiten der Entwärmung

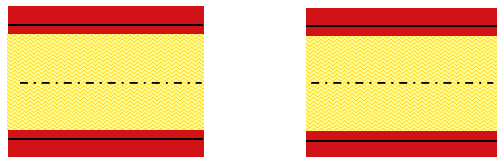
Thermovias Filling Prozess



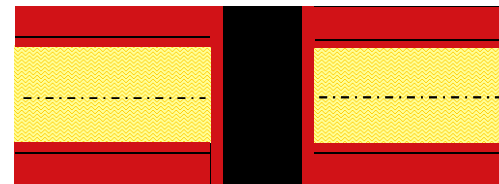
Kupfer
FR4
Kupfer



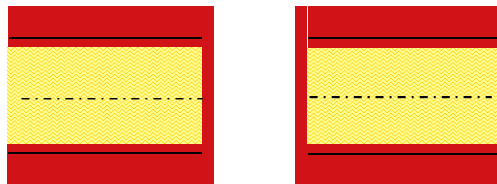
Aushärten



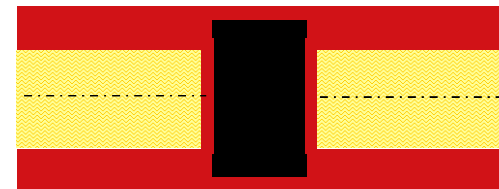
Bohren



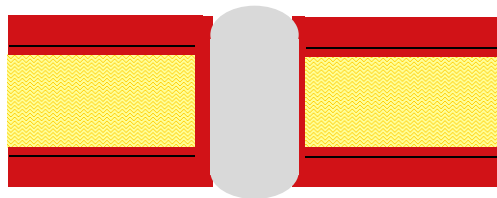
Bürsten/Schleifen



Bohrung
metallisieren



Metallisieren

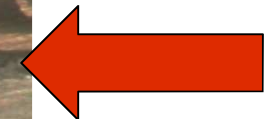
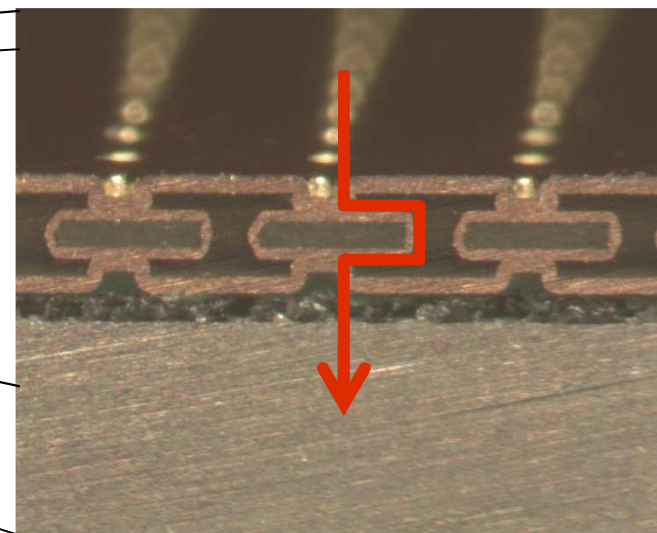
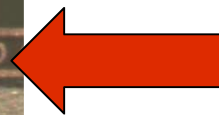
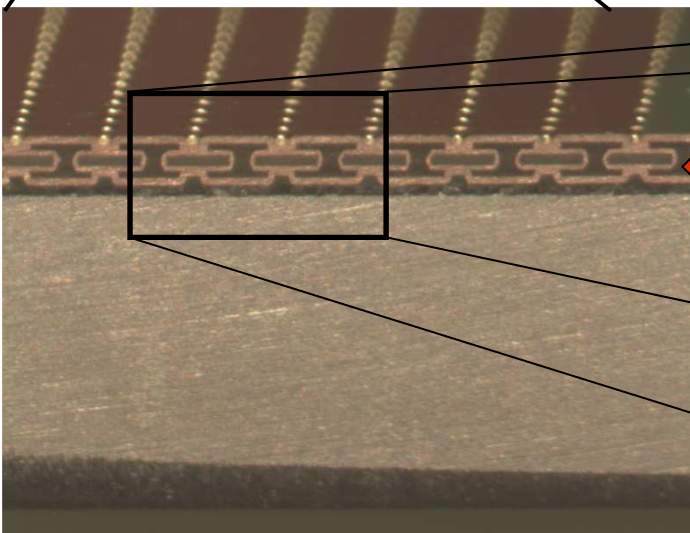
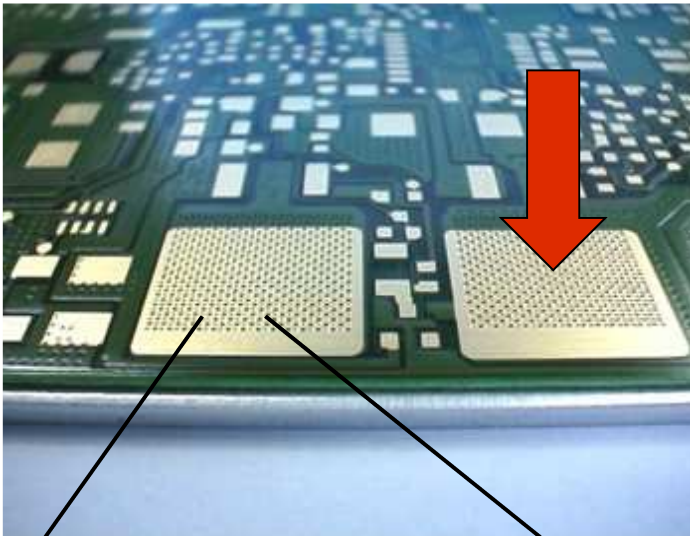


Vakuum filling
Prozess

Möglichkeiten der Entwärmung

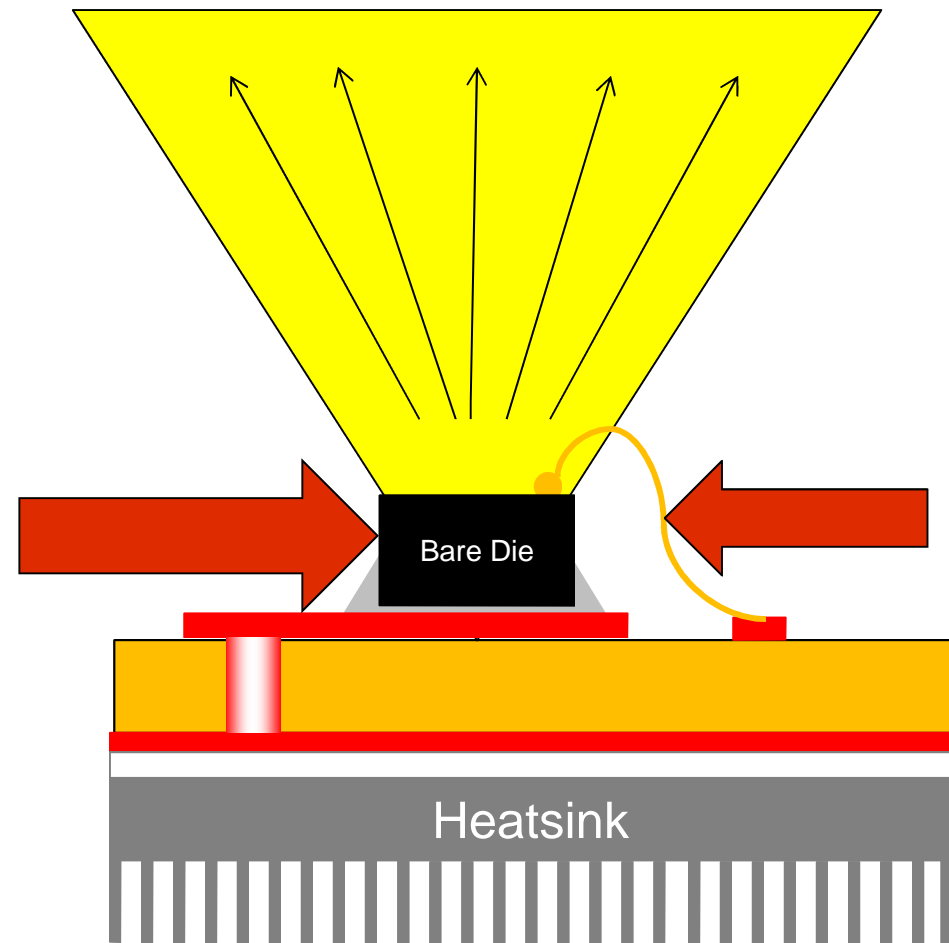
Kombination Microvia/Buried Via

- sehr dünner Multilayer in Verbindung mit Buried Vias und Microvias
- kurzer Wärmepfad, Microvias direkt im Lötpad → keine Lötprobleme
- vollständige Entkopplung von CTE Mismatch



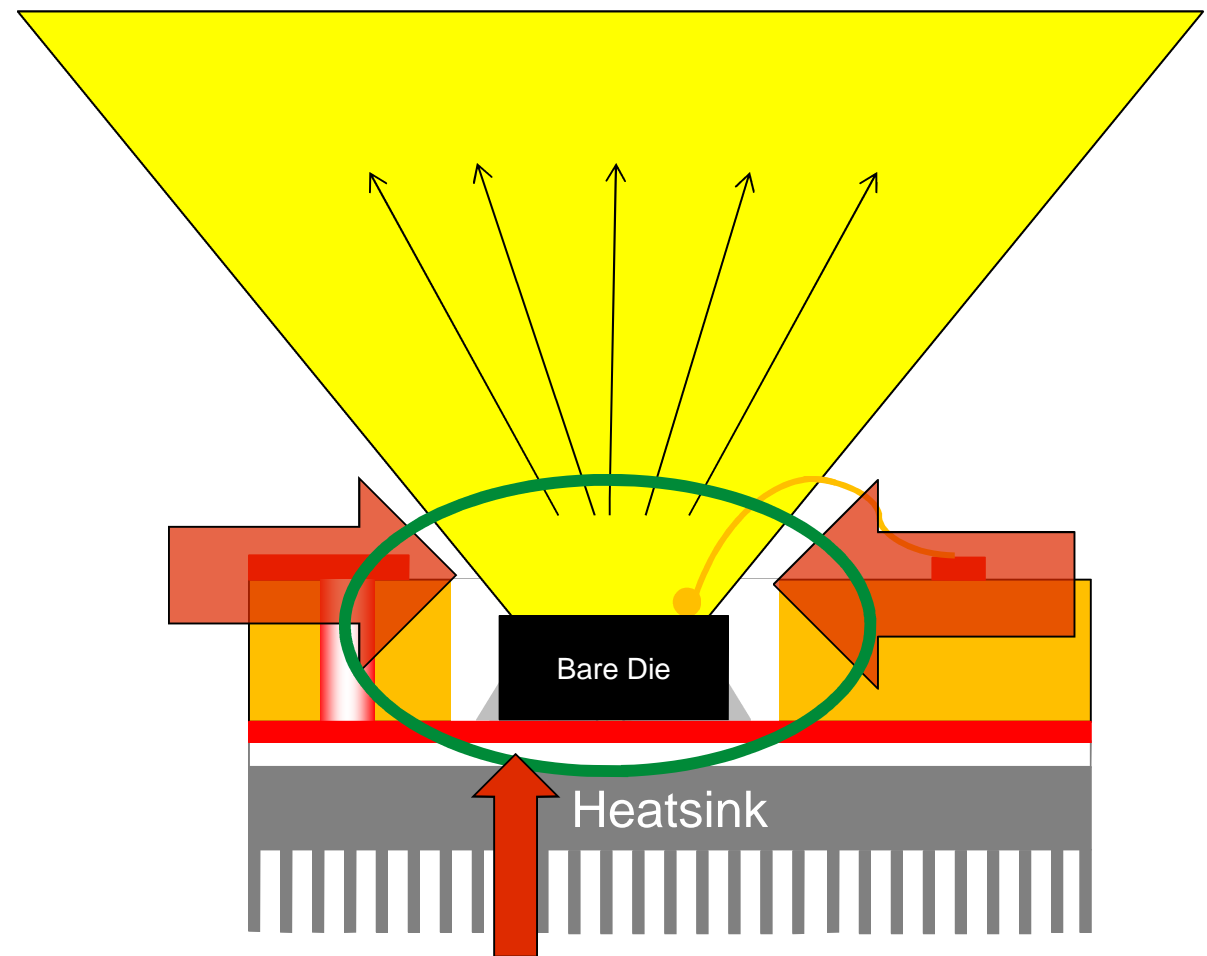
Möglichkeiten der Entwärmung

- **DK-Leiterplatte oder Multilayer mit individuellen Bare Die bestücken und bonden**
- **individual Heatsinks verkleben**
- **Miniaturisierung durch Reduzierung Bauhöhe**



Möglichkeiten der Entwärmung

- **DK-Leiterplatte oder Multilayer mit individuellen Bare Die bestücken und bonden**
- **individual Heatsinks verkleben**
- **Miniatursierung durch Reduzierung Bauhöhe**
- **Optimierung Wärmemanagement**
- **Einstellen des Abstrahlwinkels**



Es erfolgt eine Umfrage

→ **UMFRAGE**

**Aus welchen Gründen ist das Füllen und
Deckeln von Thermovias zu empfehlen?**

Agenda

Grundlagen Wärmemanagement

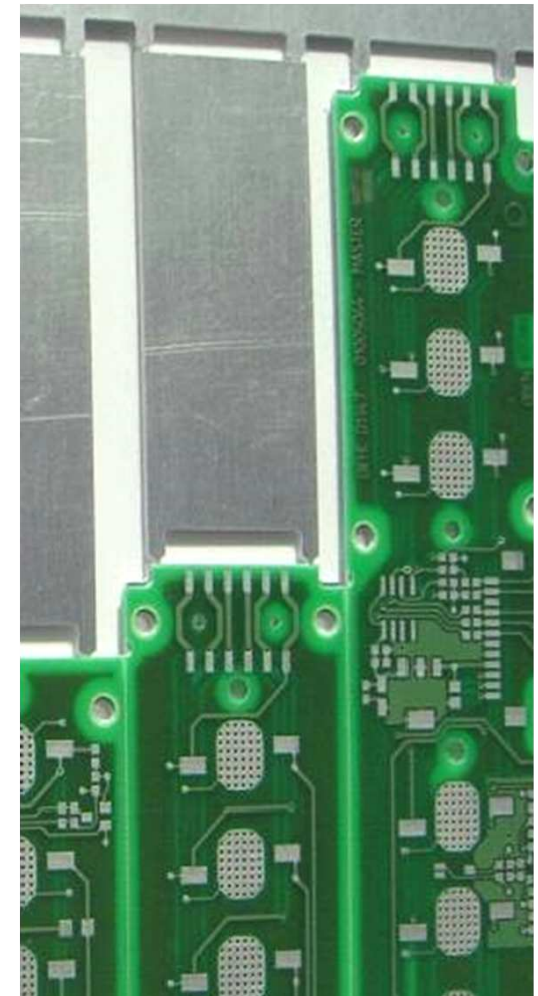
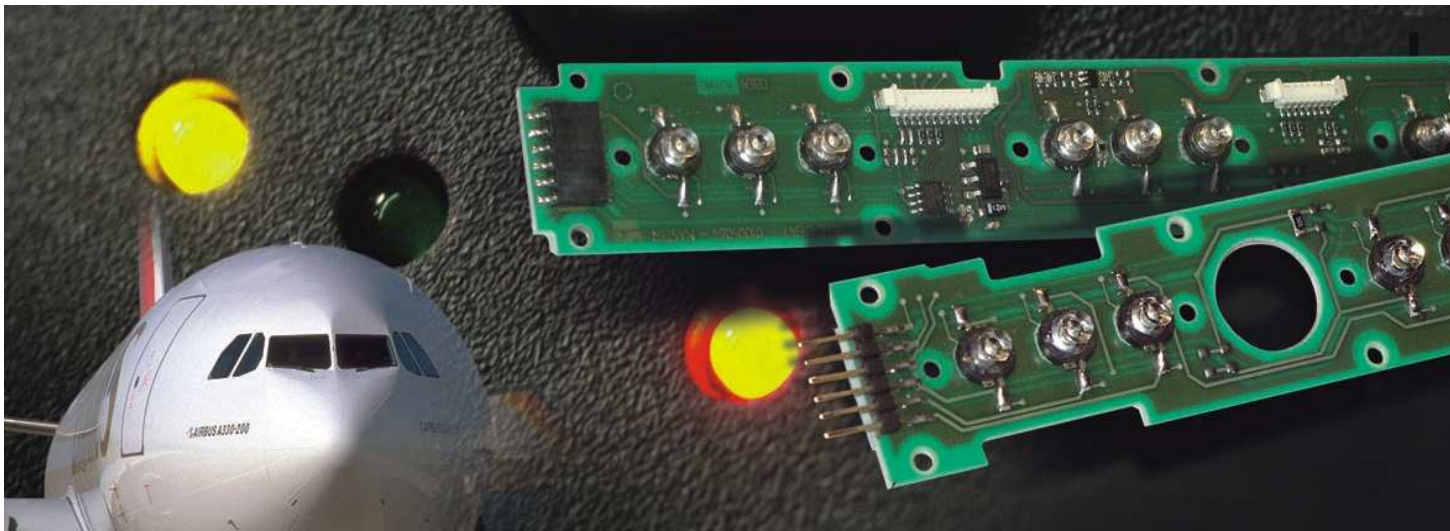
Möglichkeiten der Entwärmung

Anwendungen

Anwendungen

Heatsink-Leiterplatte „Hybrid“-Beleuchtungen (LED-Technologie) von Flugzeugen

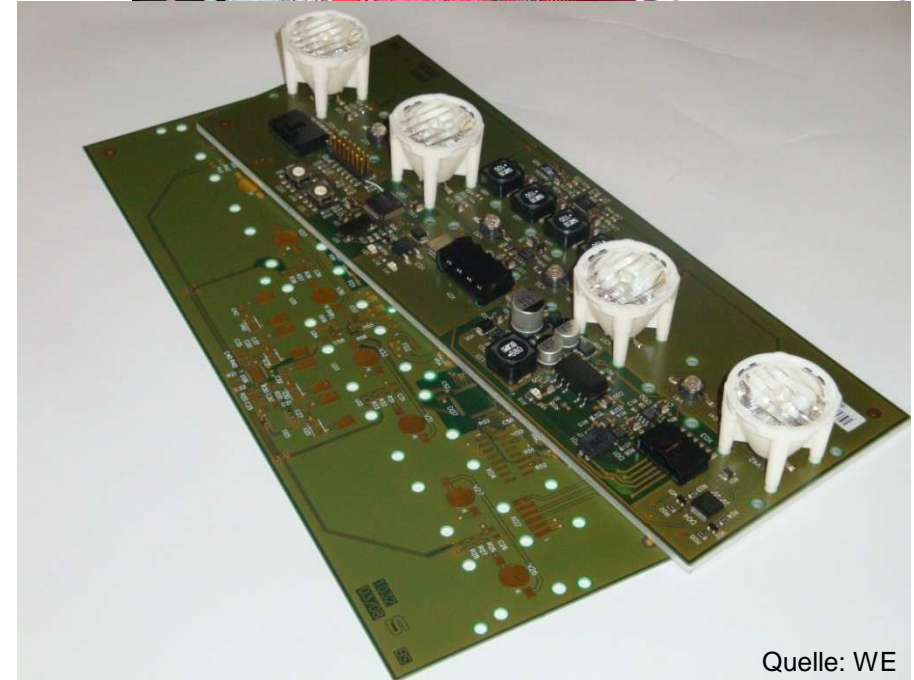
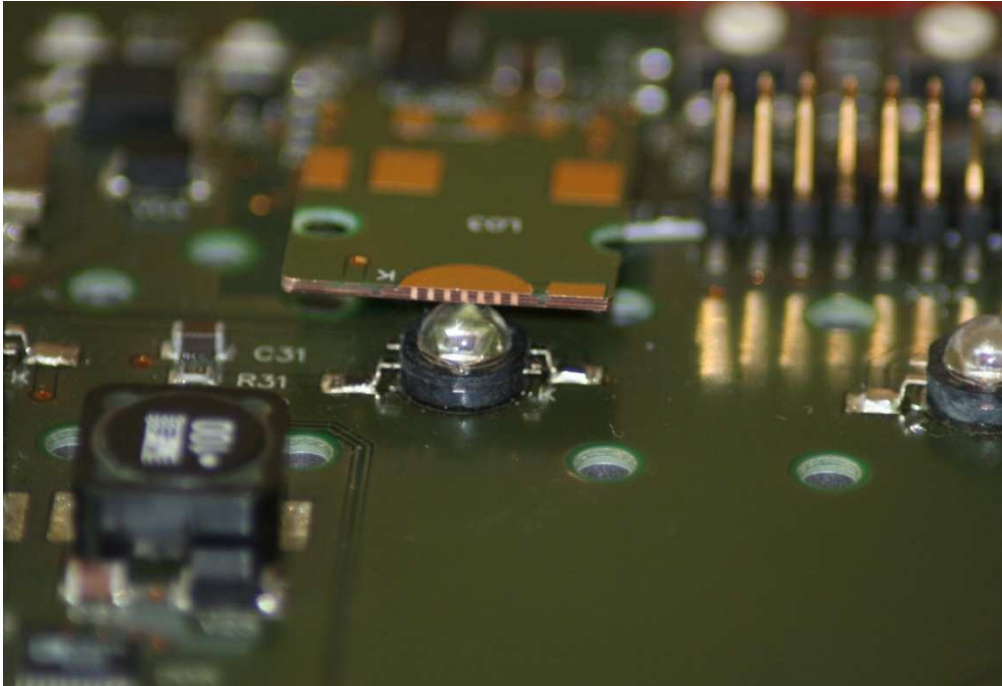
- optimales Wärmemanagement für sehr helle LED mit hoher Wärmeentwicklung
- anspruchsvolle Liefernutzengestaltung
- thermomechanische Entkopplung: Blasenfreies Verkleben von Leiterplatte und Aluminium durch spezielle Klebtechnologie, dadurch gute Wärmeableitung
- Gewichtsersparnis durch 1,0 mm dünnen Aluminium-Träger



Anwendungen

Modulare Power-LED Lichtleiste

- extrem hohe Leuchtdichte, Steuerung der Leuchte ist bereits auf der Leiterplatte integriert
- Wärmespreizung bereits in 2 zusätzlichen Innenlagen
- gute Lötbarkeit durch gefüllte und gedeckelte Thermovias



Quelle: WE

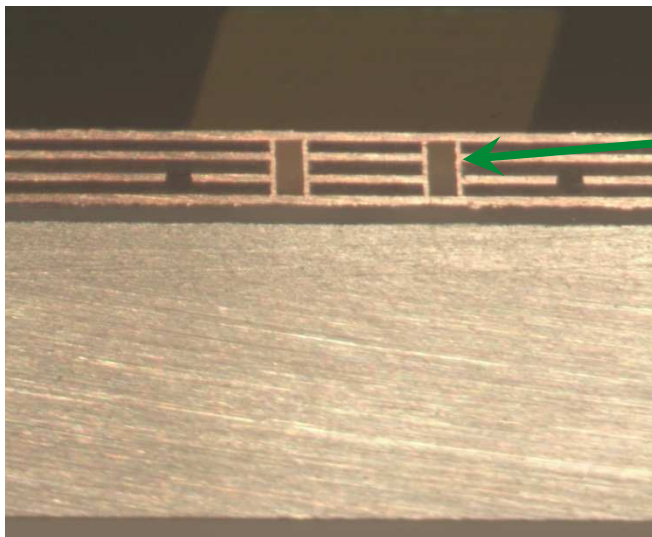
Anwendungen

Motorsteuereinheit Maxon Motor

- Kompaktantrieb mit kombinierter Steuerung, Sensorik und Motor in einem Aluminiumgehäuse
- robuste, platzsparende Antriebslösung mit hoher Leistungsdichte (max. Leistung 60W)
- hochdynamischer, wartungsfreier Antrieb

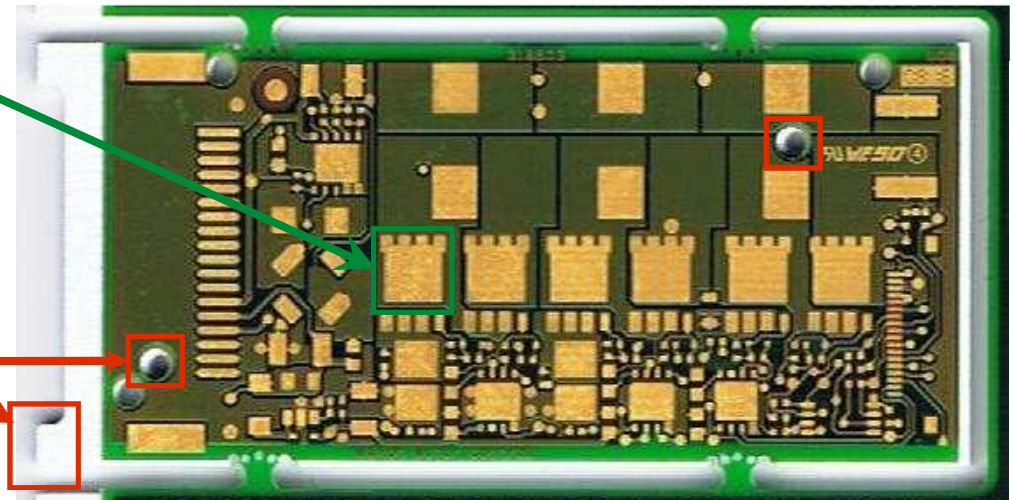


Quelle: maxon motor ; WE



Thermovias

Gewinde im
Alu-Heatsink

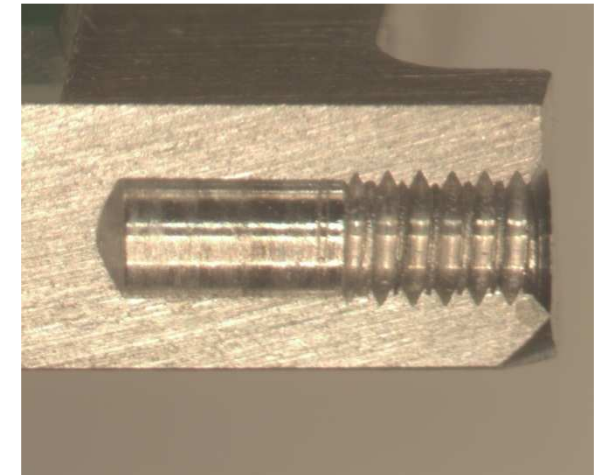
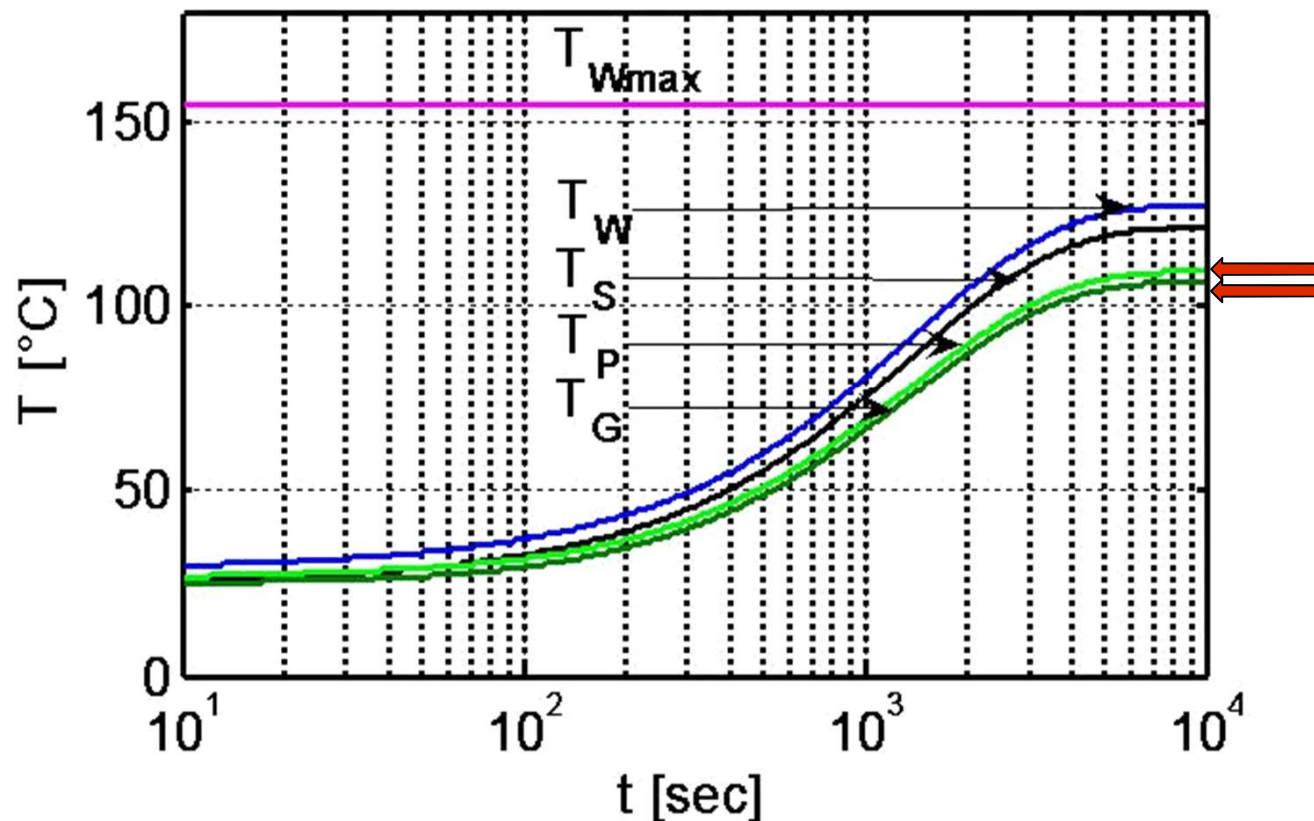


Anwendungen

Motorsteuereinheit Maxon Motor

Montage durch Gewinde im Heatsink

Temperaturmessung im Betrieb



Quelle: maxon motor ; WE

T_{Wmax} - max. zulässige Temperatur

T_W - Wicklungstemperatur

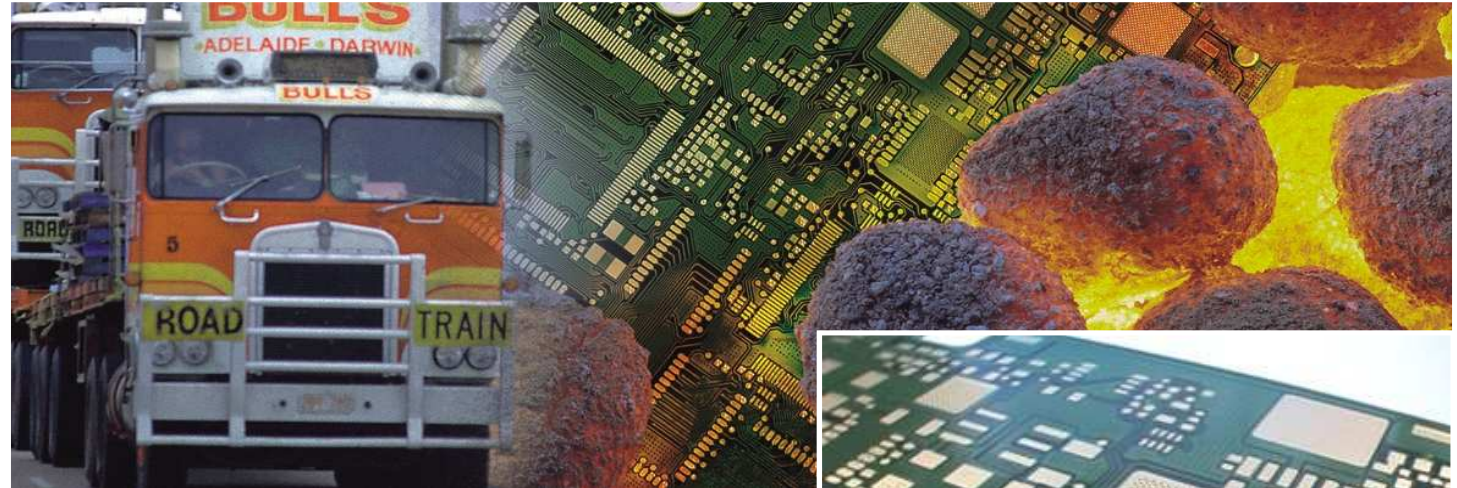
T_S - Statortemperatur

T_P - Platinentemperatur

T_G - Gehäusetemperatur

Anwendungen

Getriebesteuerung



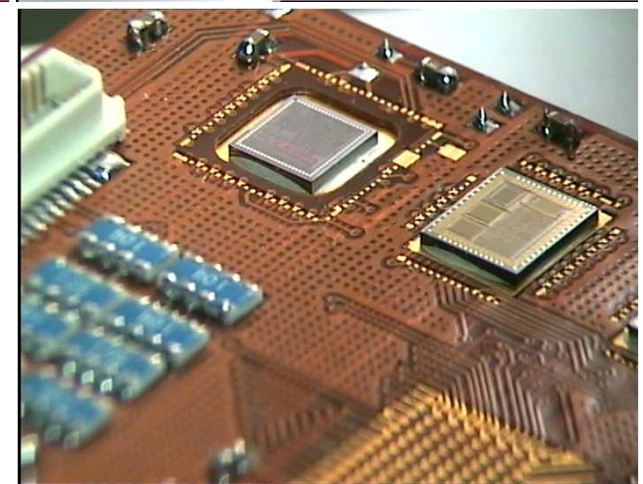
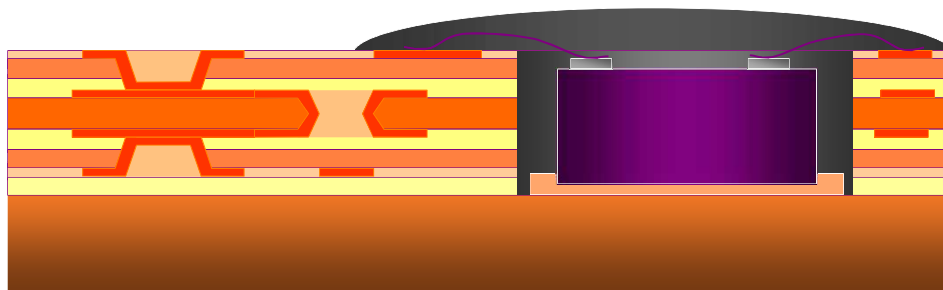
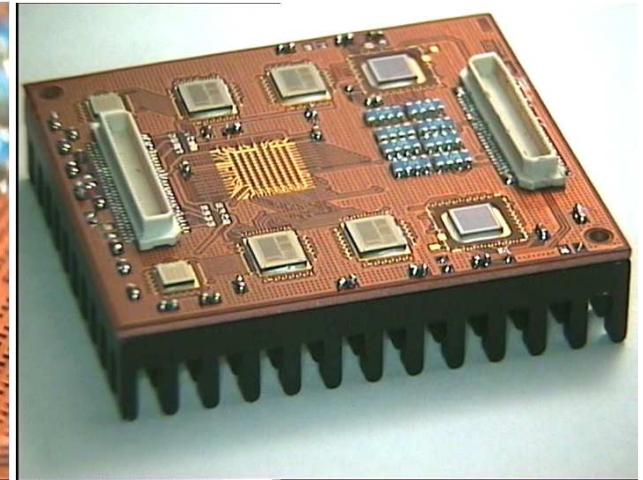
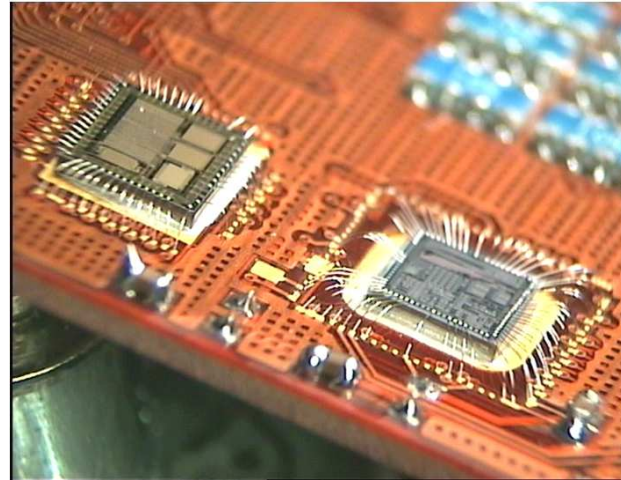
- 4 - Lagen Microvia-Leiterplatte auf Aluminium Heatsink
- optimiertes thermisches Management durch thermische Microvias in Kombination mit Buried Vias
- Umgebungstemperatur -40°C bis 125°C durch Verlustleistung
- seit mehreren Jahren in Serienproduktion



Quelle: WE

Anwendungen

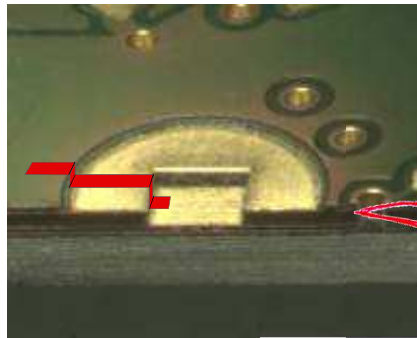
- 4-Lagen Flex mit Chip direkt geklebt auf Kupfer Heatsink 0,8mm mit ENIG-Oberfläche
- 2 Chips in Kavität
- AlSi-Draht Bonden



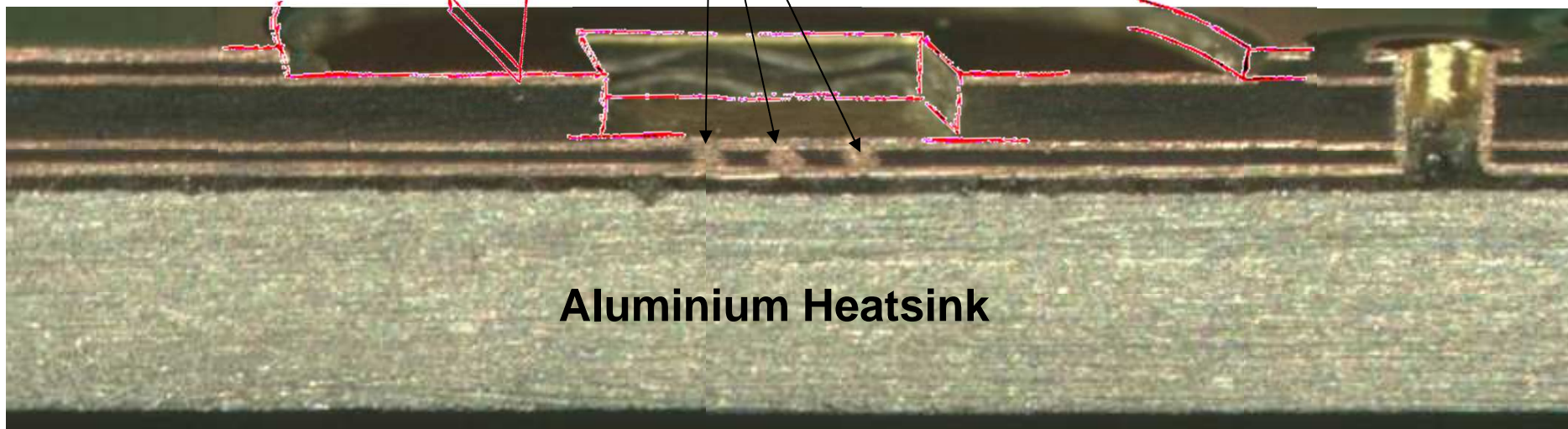
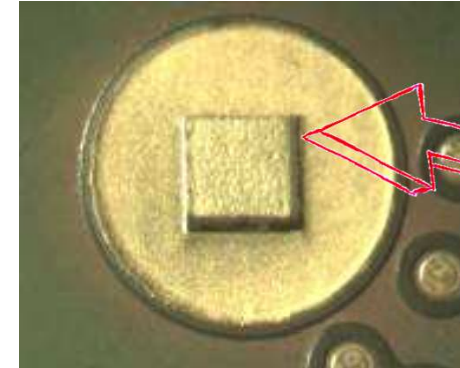
Quelle: UNI Heidelberg/CERN

Anwendungen

LASERCAVITY® - Zwei Ebenen mit unterschiedlichen elektrischen Lagen und elektrischen Potentialen

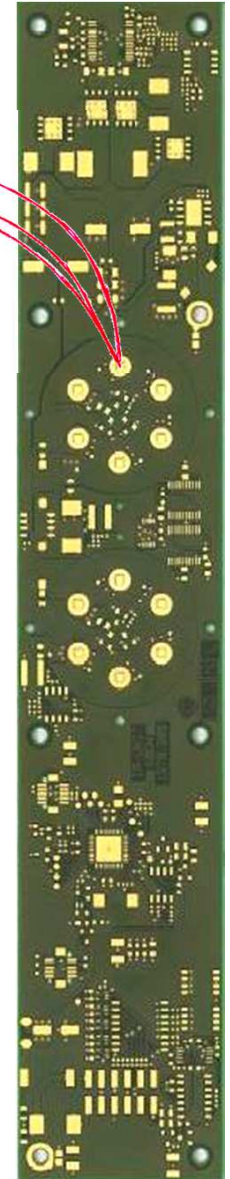


**Microvias für
thermische Entwärmung**



Schliff durch den gesamten Lagenaufbau

Quelle: WE



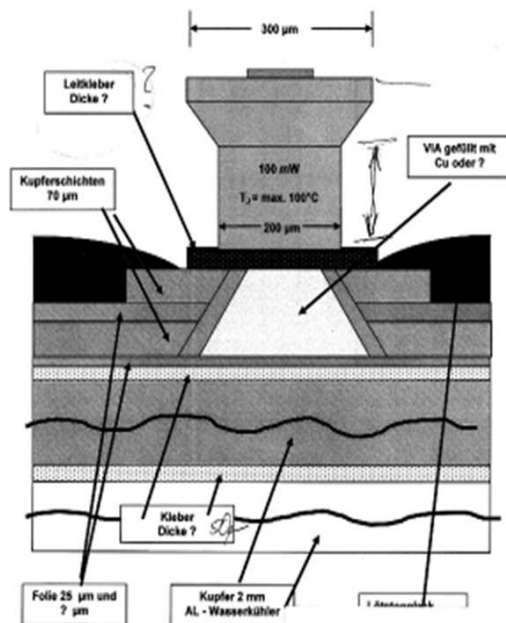
Anwendungen

LASERCAVITY® LEDs + Wärmemanagement

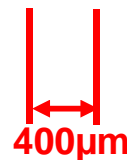
Schichtaufbau

Idee dünne Folie mit VIA und mit Kupfer

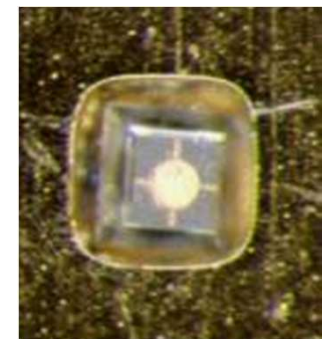
Vorteil: gut Wärmeleitfähigkeit zwischen Chip und AL - Kühlkörper



Der Durchmesser für die VIA's (Durchkontakt):



~ 12000 LEDs / 1dm²



Quelle: WE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Bert Heinz
WÜRTH ELEKTRONIK GmbH & Co. KG
Produkt Management
Wärmemanagement
Circuit Board Technology
T.: +49 7622 397 477
M.:+49 160 97211825
E. bert.heinz@we-online.de
W. www.we-online.de