

## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK

Dr. Mathias Nowotnick

## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK

Ausgangssituation: hohe Betriebstemperaturen z.B. im Kraftfahrzeug



Projektkonsortium - TLSD

SIEMENS

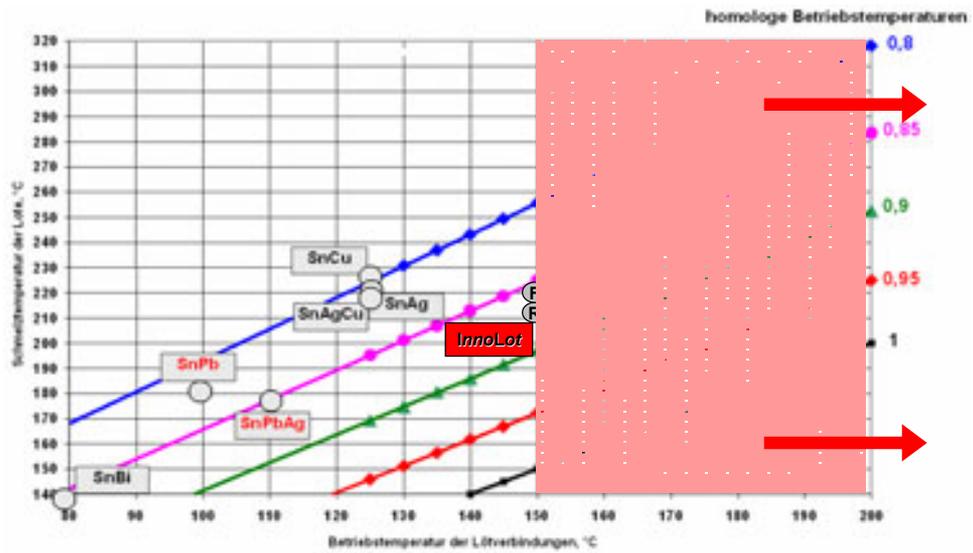


DAIMLER CHRYSLER



BOSCH

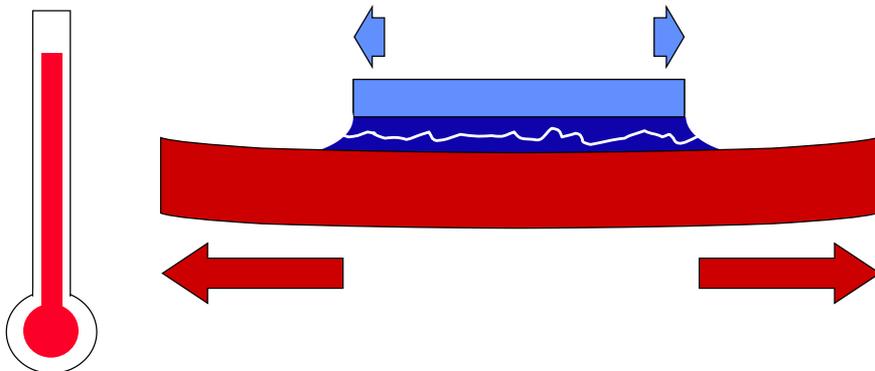
## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK



Zulässige Betriebstemperaturen von Weichloten

3

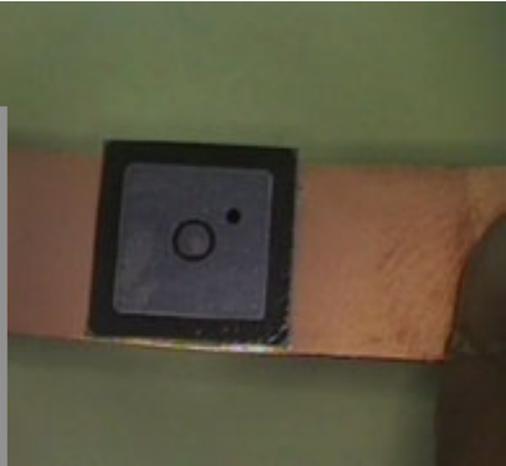
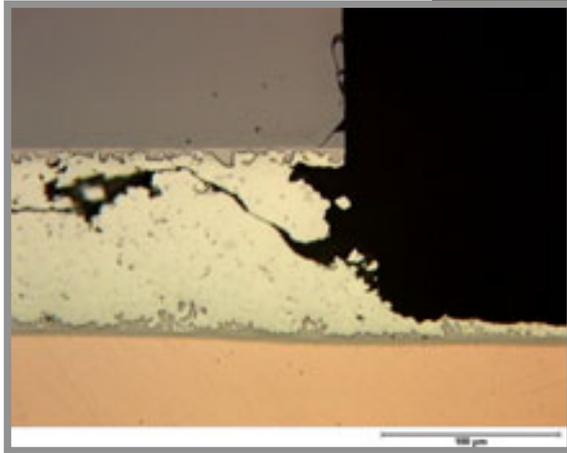
## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK



Stress in Lötverbindungen durch unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten

4

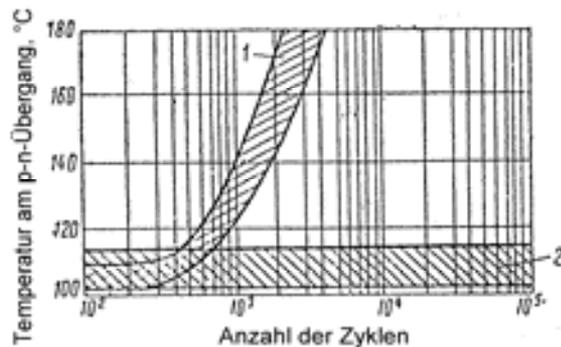
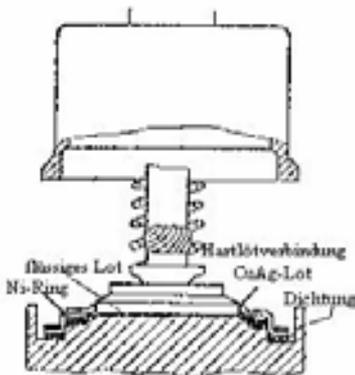
## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK



### Stress in konventioneller und flüssiger Lötverbindung

5

## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK



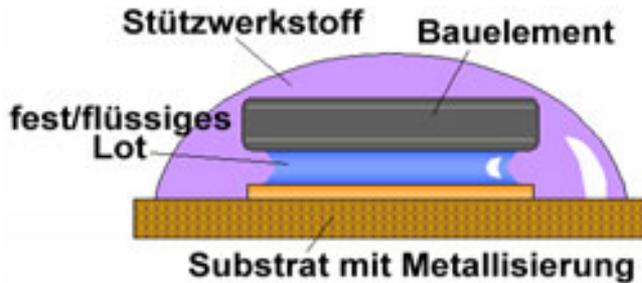
### Halbleiterchip mit einer flüssigen Lötverbindung (links) und Einfluss der Schaltzyklen auf die Langzeitstabilität (rechts)

[A. A. Abramov, E. K. Belebashev, L. P. Kotschetkova: „Sodnanije silowych poluprowodnikowych priborov s kombinirowannymi kontaktami“ (Herstellung von Leistungs-Halbleitergeräten mit kombinierten Kontakten). Z. Elektrotechnische Industrie, Serie Wandlertechnik, Ausgabe 14, 1971, S. 8-10]

### Stand der Technik

6

## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK



Forderungen an den Lotwerkstoff:

1. verarbeitbar als Lotpaste/Formteil bei Raumtemperatur
2. flüssig bei Betriebstemperatur (200°C bzw. 250°C)

7

## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK

Bi In Pb Sn	58°C
In Bi Sn	60°C/81°C
In Bi Cd	61°C
Bi Pb Sn Cd	70°C
In Bi	72°C/109°C
Bi In Cd	78°C
Bi Pb Cd	92°C
In Sn Cd	93°C
Bi Pb Sn	100°C/135°C
In Sn Zn	108°C
In Sn	118°C
In Cd	123°C
Bi Pb	124°C
Bi Sn	138°C
In Ag	143°C
Bi Cd	144°C
Sn Pb Cd	145°C
In	157°C
In Pb	165/175°C
Sn Cd	177°C

~~Cd~~

~~Pb~~

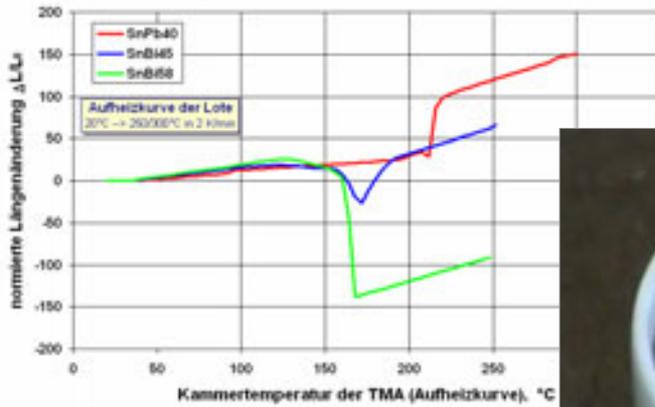
In ?

Geeignete Lotwerkstoffe für fest/flüssige Lötverbindungen

8

## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK

(Untersuchung: H. Walter / IZM)

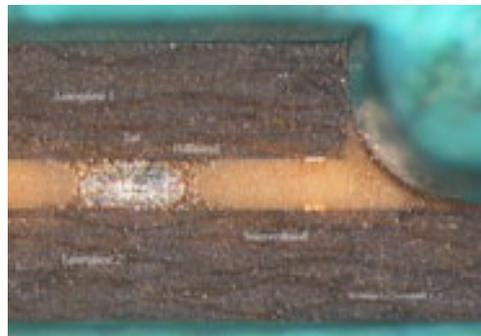
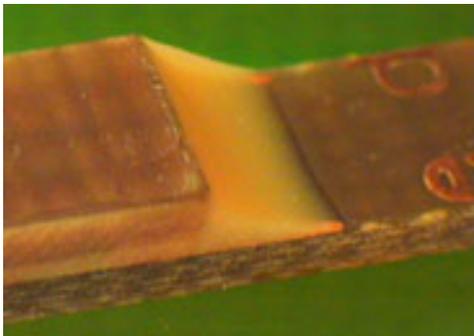


### Ausdehnungsverhalten von BiSn-Loten

9

## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK

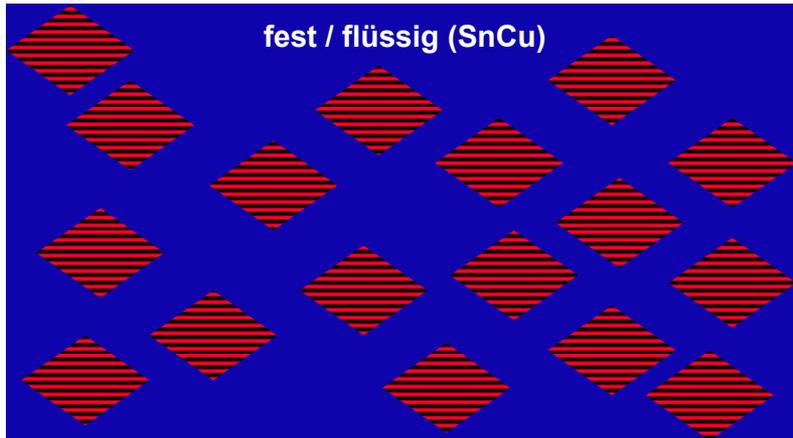
beste Ergebnisse: Adhäsion 20 N/mm<sup>2</sup> ,  
auch noch nach 500 Temperaturwechseln -40/+200°C



### Stützwerkstoff-Probe mit Hochtemperatur-Epoxy auf einer Polyimid-Leierplatte zur Prüfung der Haftung

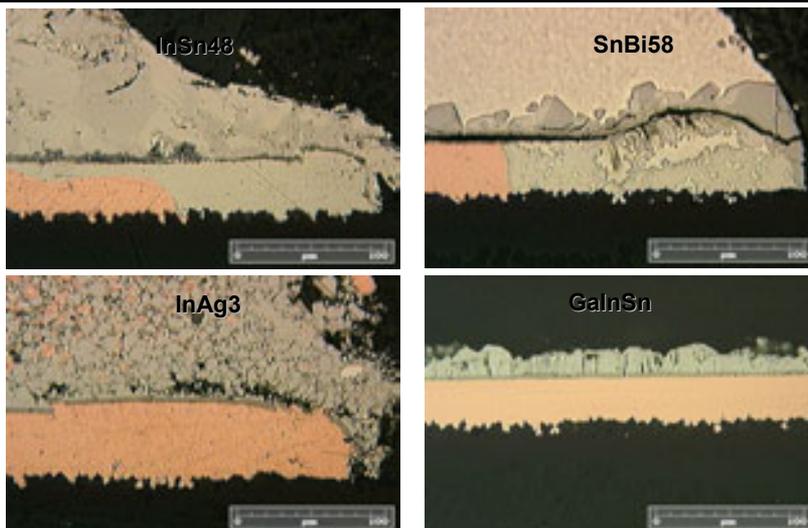
(Entwicklung von Siemens/WEVO)

10



Problem: Wechselwirkungen an der fest/flüssigen Grenzfläche

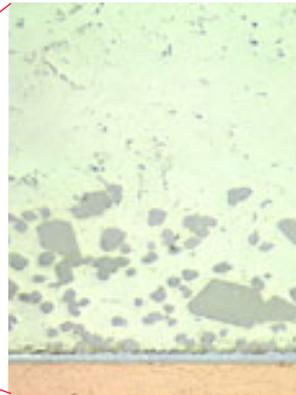
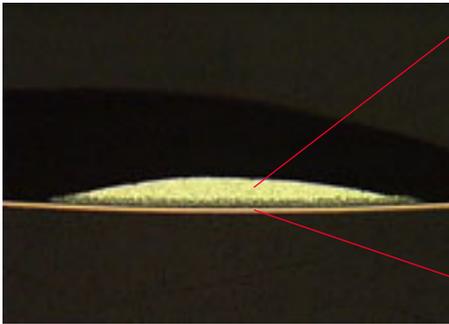
11



Auflösung der Cu/NiP-Metallisierung durch  
Kontakt mit flüssigem Lot (500h/200°C)

12

## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK



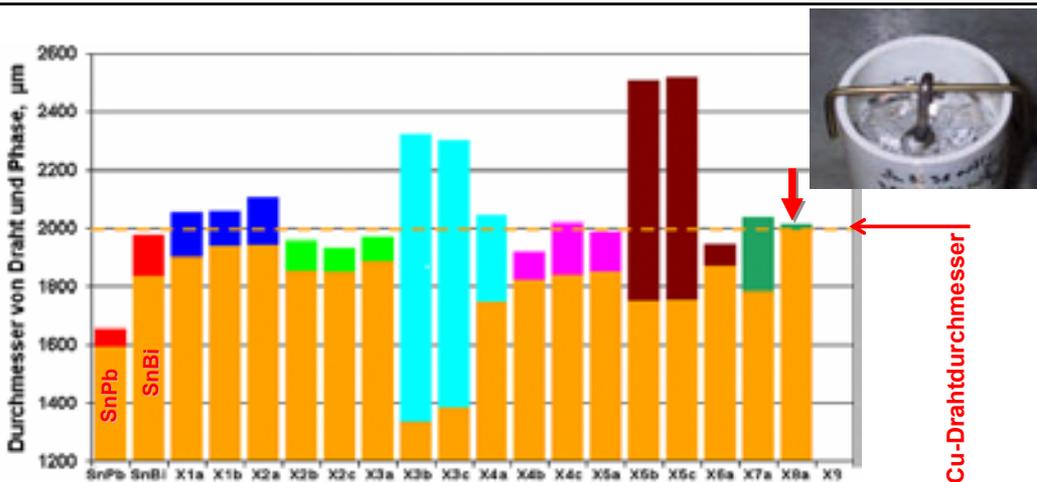
360 h Auslagerung bei 250 °C

Korrosionsschutz durch Cr-Schicht auf Cu-Blech,  
das SnAgCu-Lot benetzt auf einer Ni-Hilfsschicht

(Entwicklung von ZMU)

13

## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK



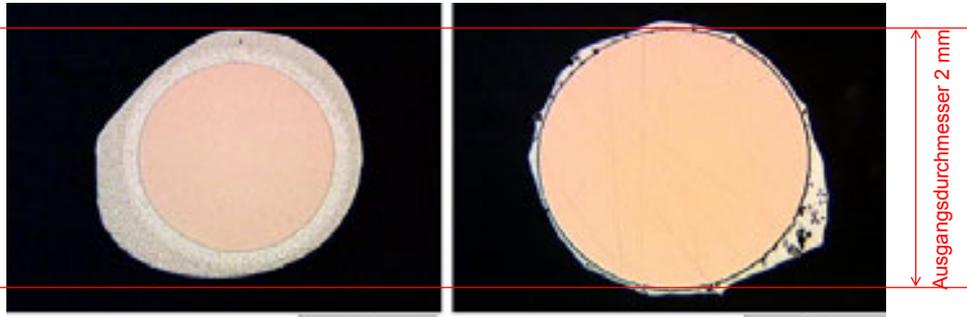
Durchmesser des Drahtes und der Phase nach 500 h bei 200 °C in SnBi+X1....X9

Stabilisierung der Grenzfläche (fest-flüssig) durch Inhibitoren

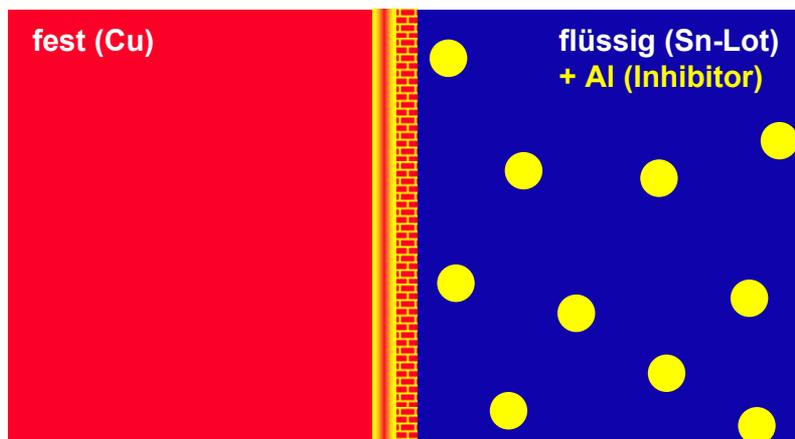
14

Cu-Draht in Bi58Sn42

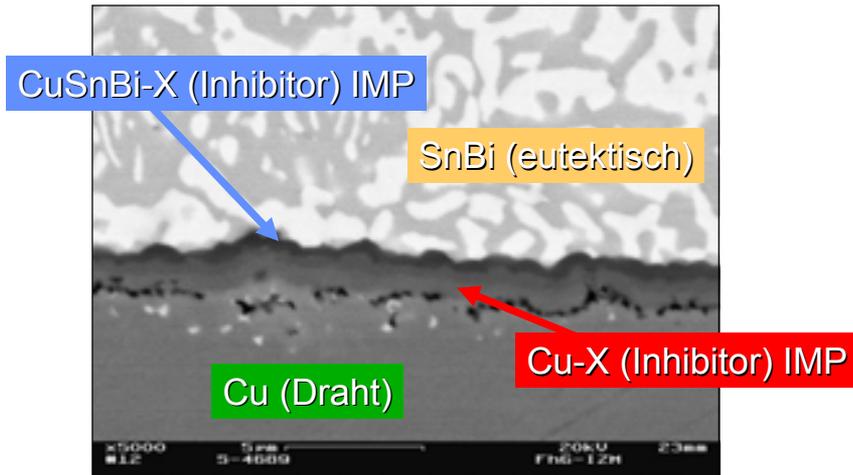
Cu-Draht in BiSn +1% Al-Inhibitor



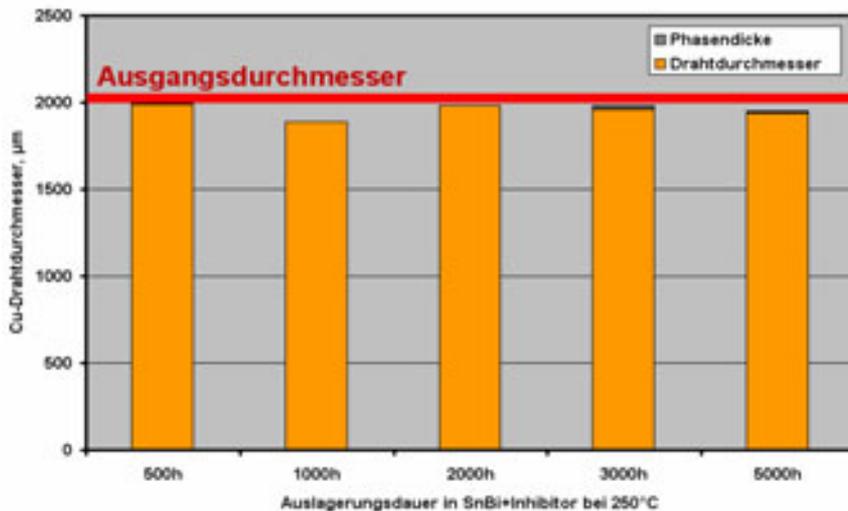
Durchmesser von Kupferdrähten im Querschliff  
nach 500h Lagerung in flüssigem Lot bei 200°C



Wirkung des Inhibitors an der fest/flüssigen Grenzfläche

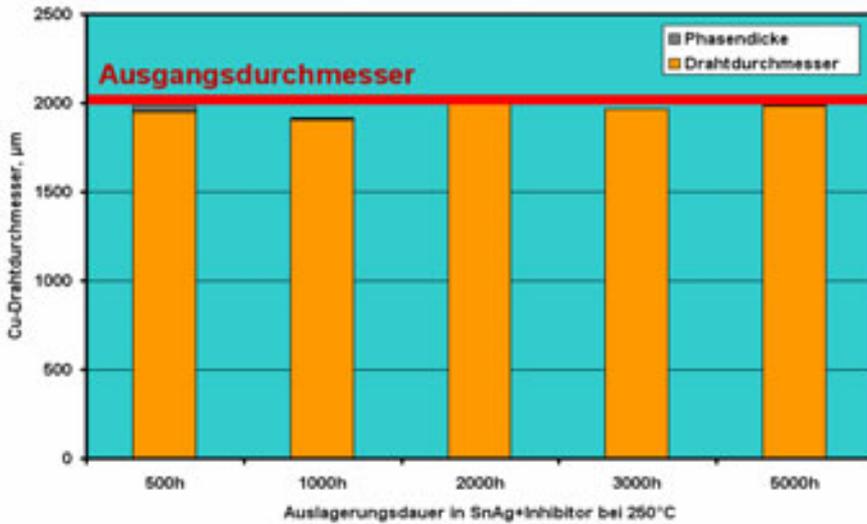


REM/EDX-Analyse einer Cu-Drahtoberfläche nach 500h/200°C in einem SnBi+X (Inhibitor) Lotbad



Dauerprüfung im SnBi+X Lotbad, 7 Monate / 250°C

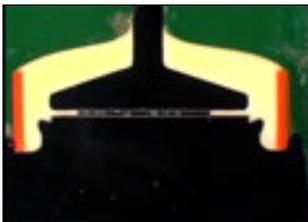
## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK



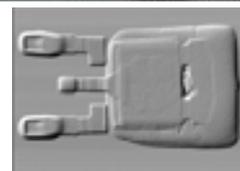
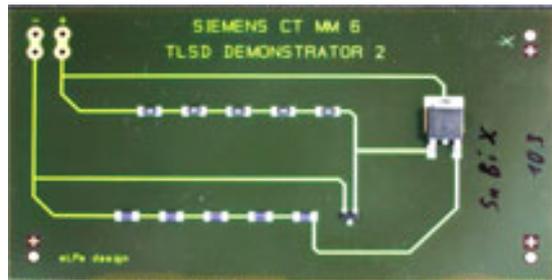
Dauerprüfung im SnAg+X Lotbad, 7 Monate / 250°C

19

## FLÜSSIGE LÖTVERBINDUNGEN FÜR DIE HOCHTEMPERATUR-ELEKTRONIK



Leistungsdiode (Bosch)  
als Demonstrator



Leiterplatte mit Leistungstransistor (Siemens)  
als Demonstrator

Demonstratoren für verschiedene Anwendungsgebiete

20



**Löten der Demonstratoren im Vakuum**