Realisierung neuer Aufbaukonzepte für die Mechatronik durch kaltgasgespritzte Schichten

AiF-Forschungsvorhaben-Nr.: 15.441 B

Projektlaufzeit: 01.07.2008 bis 30.06.2010

Prof. Dr.-Ing. J. Wilde
IMTEK – AVT
Albert-Ludwigs-Universität
Freiburg

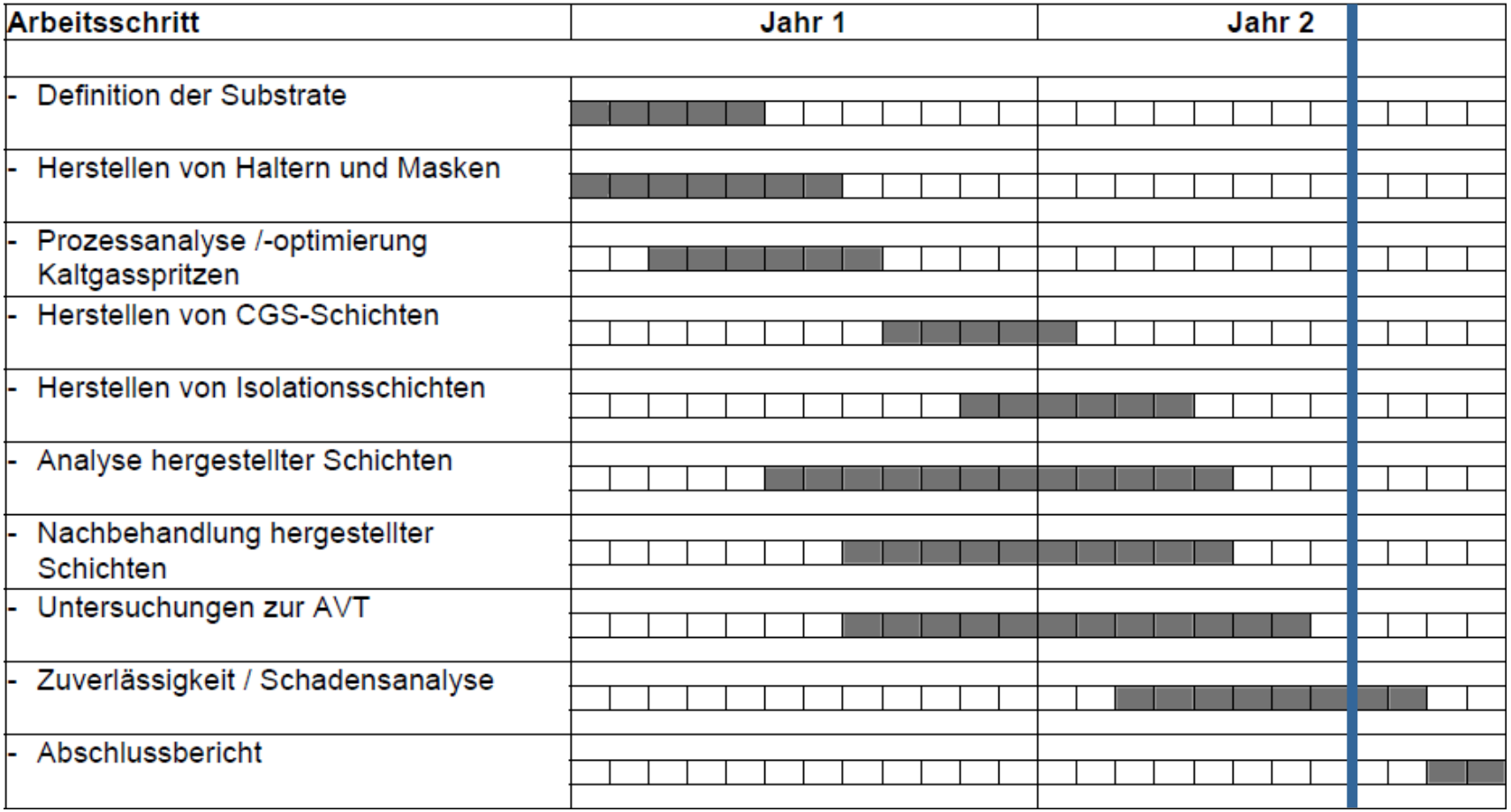
Prof. Dr.-Ing. B. Wielage
IWW – LVW
Technische Universität
Chemnitz

Konzept:

- Realisieren von neuen effizienten Aufbaukonzepten
  für die Mechatronik durch Kaltgasspritzen von Metallen auf Isolatorstrukturen

Zielstellungen:

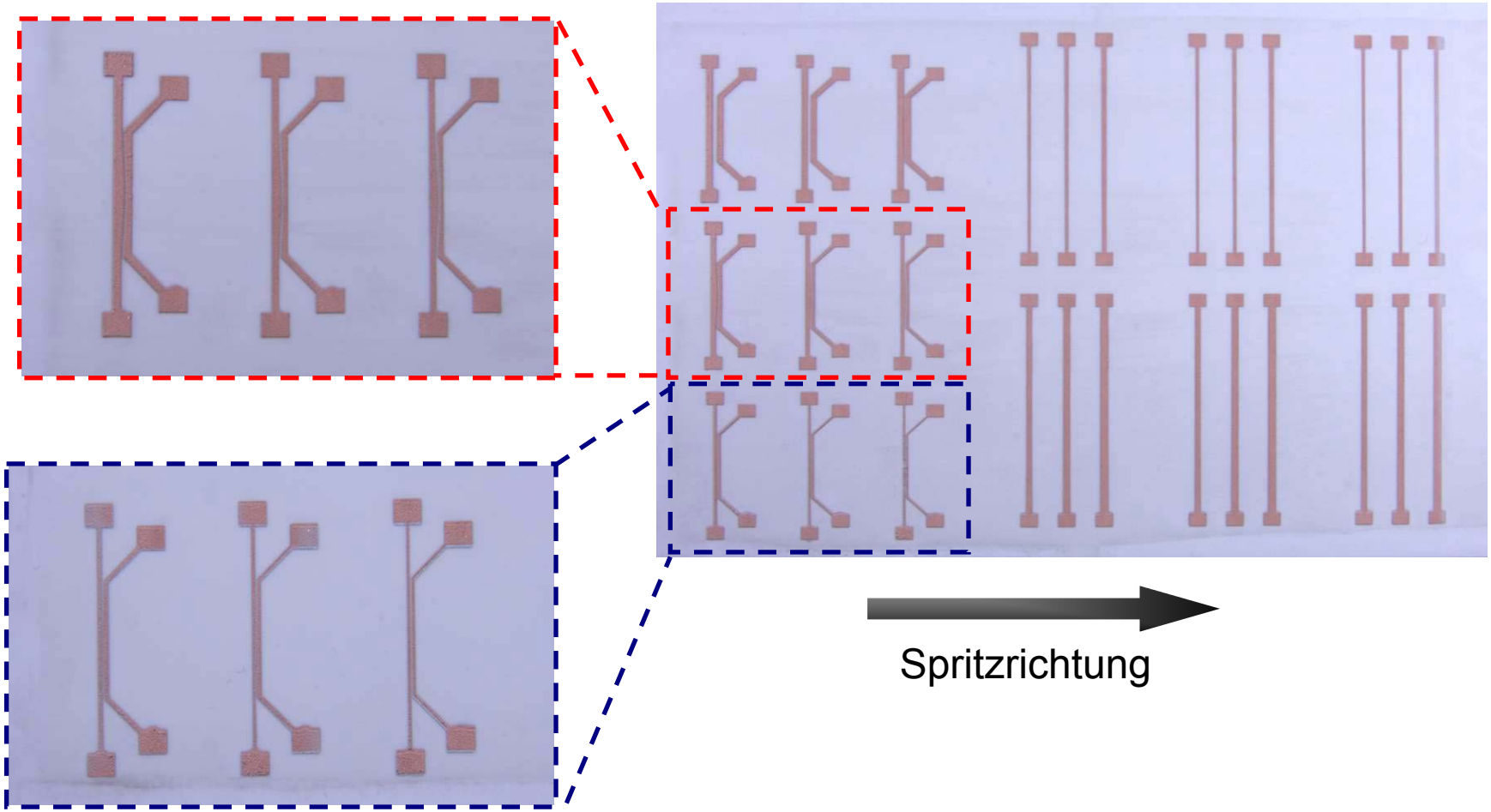
- Anwendung auf integrierte Schaltungen in der Leistungselektronik
- Ersetzen des teuren DCB-Verfahrens in Anwendungen mit verminderten Zuverlässigkeitsanforderungen



Stand der Arbeiten nach 20 Monaten

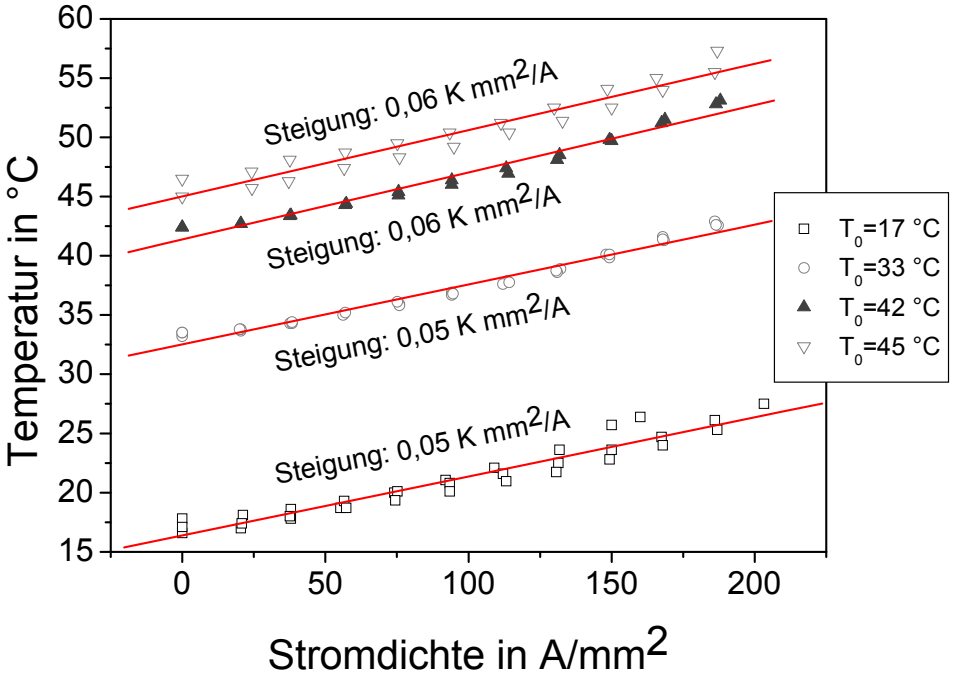
Leiterstruktur

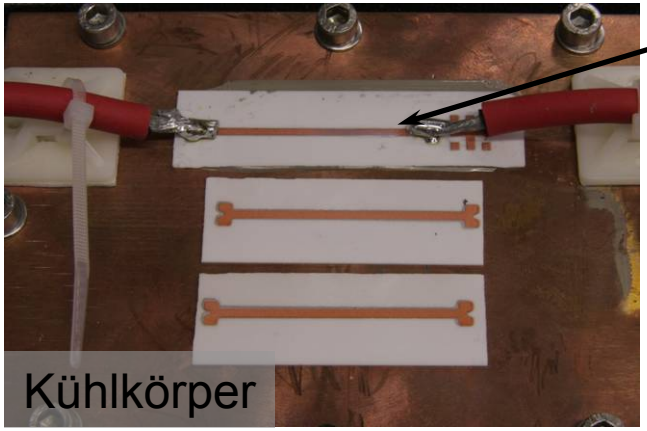
- Minimaler Abstand von 0,36 mm realisierbar
- Minimale Leiterbahnbreite beträgt 0,25 mm

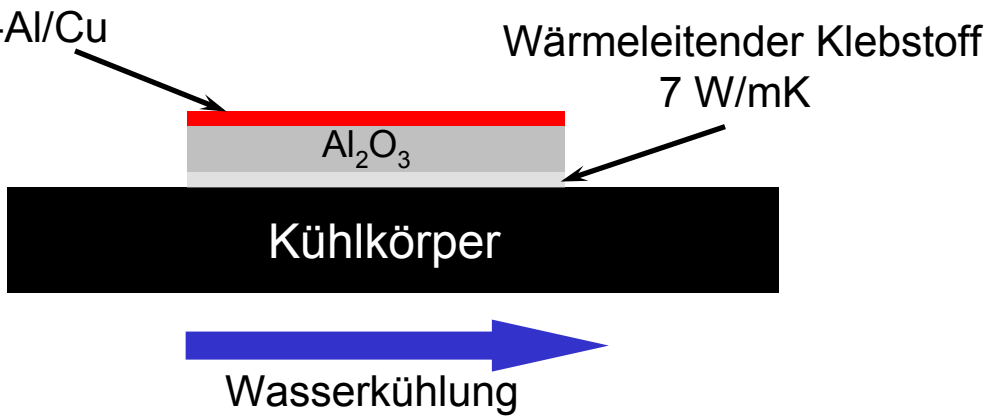


Gekühlte Substrate

- Testprobe auf einem Pin-Fin-Kühler montiert
- Temperatur des Kühlers wird variiert
- Wasserdurchfluss 9 l/min
- Abmessungen der Probe
  - Breite 1,58 mm
  - Länge 35 mm
  - Dicke 0,17 mm
- Stromdichten über 200 A/mm² erreichbar
- Nichtlineare Temperaturentwicklung



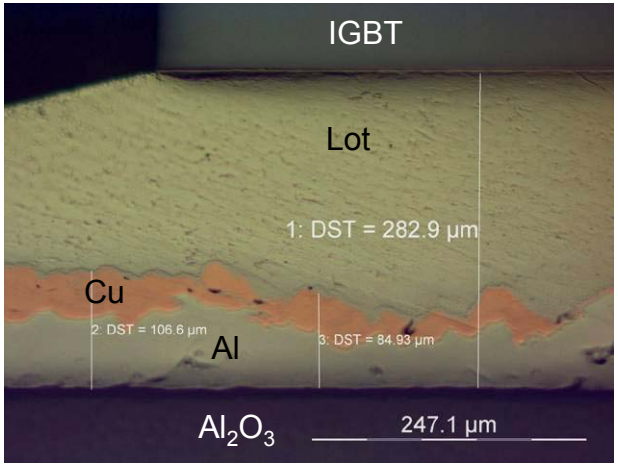


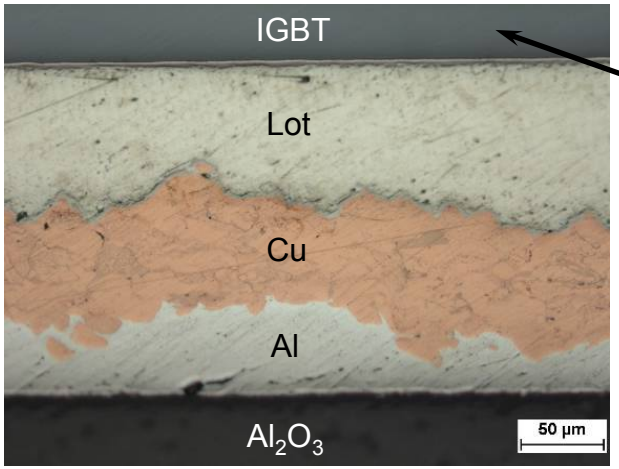


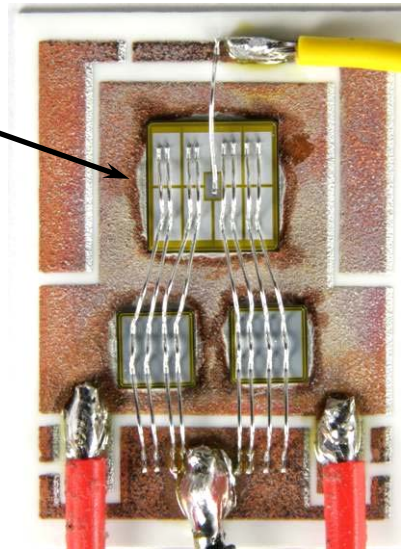
Löten

- Sehr gute Benetzung der CGS-Schichten
- Keine Nachbehandlung der Schichten notwendig
- Nur wenige Fehler in der Lotschicht (Poren, Lunker)
- Verwendete Lotpasten:
  - Alpha Metall OM-338T
  - Alpha Metall OM-350

Querschliffe gelöteter Bauelemente



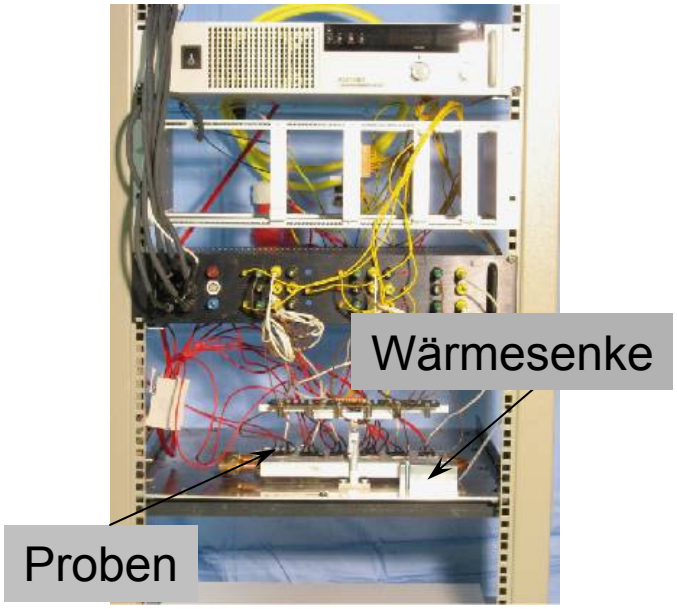




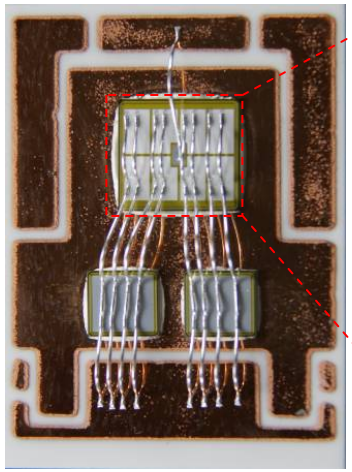
Power-Cycling

- Prüfbedingung Temperaturhub zwischen 35 und 135 °C
- Notwendige Leistung für den Temperaturhub ca. 72 W pro CGS-Substrat (U=16 V, I=4,5 A)
- Zyklusdauer 1 Minute → ca. 10000 Zyklen pro Woche
- Elektrische Ausfälle nach 160.000, 225.000 und 293.000 Zyklen mit ΔT=100 K

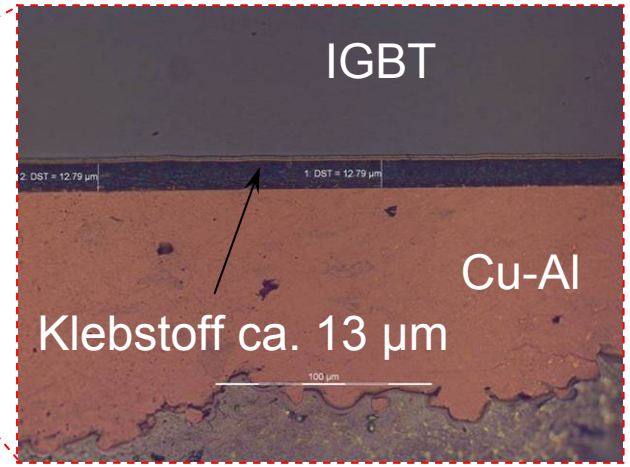
Power-Cycling-Anlage



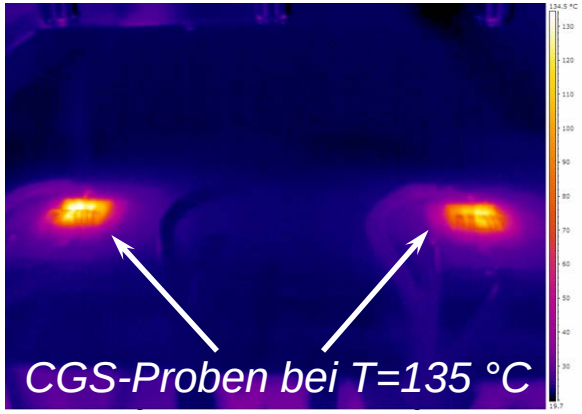
Einseitige nachbehandelten Proben mit aufgeklebten Bauelementen



Schliffbild Transistor



CGS-Proben unter Last



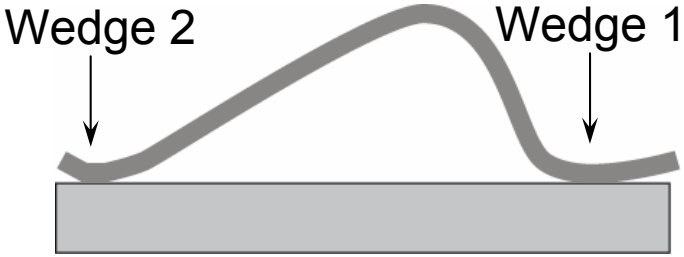
Firma	Unterstützung
GfE Fremat GmbH	CGS-Spritzen Kleinserie Plasmaspritzen
Curamik GmbH	Keramiksubstrate Referenz DCB
Danfoss GmbH	Löten Röntgenmessgerät verfügbar Bonden Bonddraht
Robert Bosch GmbH	US-Untersuchungen Löten Röntgenprüfgerät verfügbar
OBZ GmbH	CGS-Spritzen Kleinserie Plasmaspritzen
Dr. Lauck GmbH	Herstellung von Eloxalschichten

1. Sitzung des pbA: 09.09.2008
2. Sitzung des pbA: 25.03.2009
3. Sitzung des pbA: 25.03.2009
4. Sitzung des pbA 26.02.2010

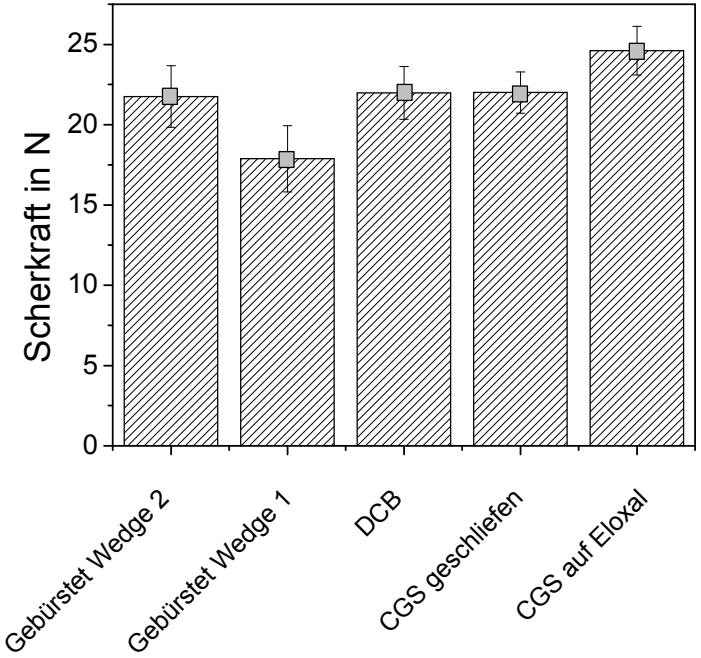
Das Vorhaben läuft planmäßig!

Vielen Dank !

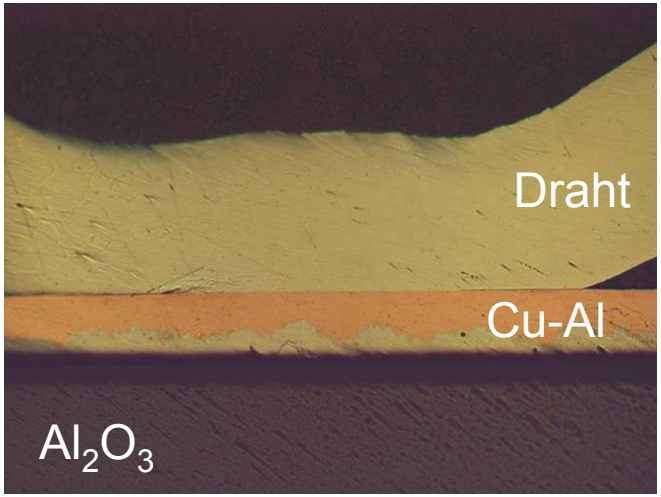
Verbindung mit Draht



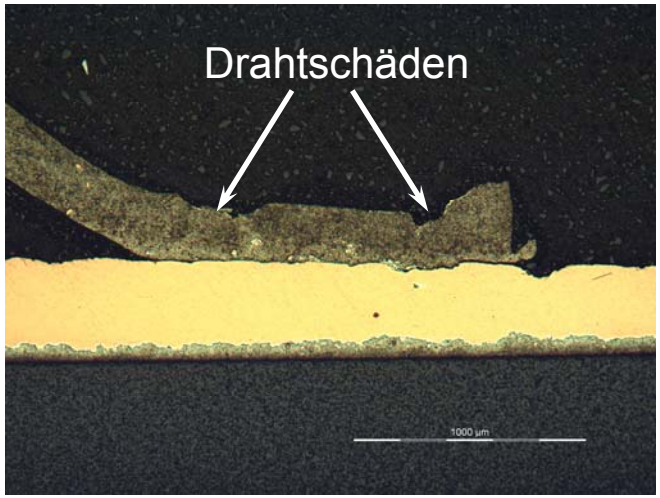
Schertest 400 µm Draht auf verschiedenen Substraten



Schliff 400 µm Draht auf geschliffener CGS-Metallisierung

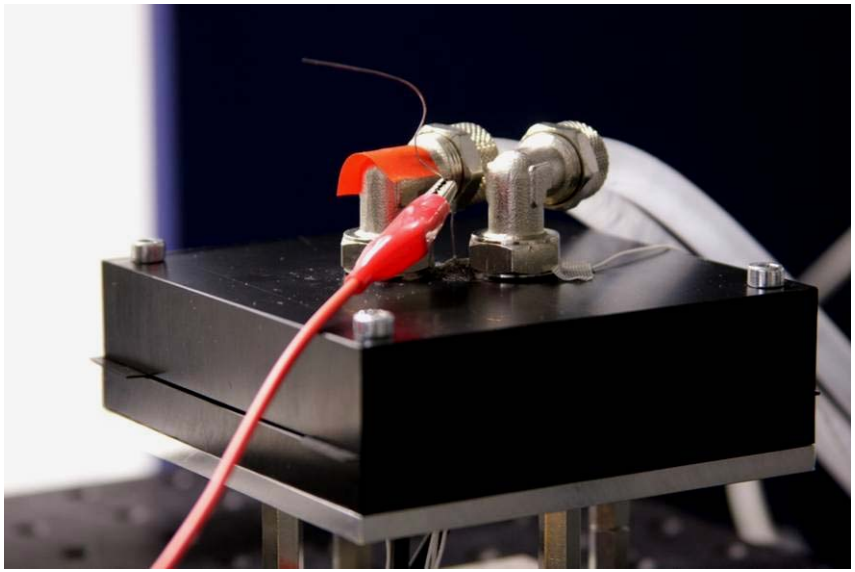


Schliff 400 µm Draht auf gebürsteter CGS-Metallisierung (Wedge 1)

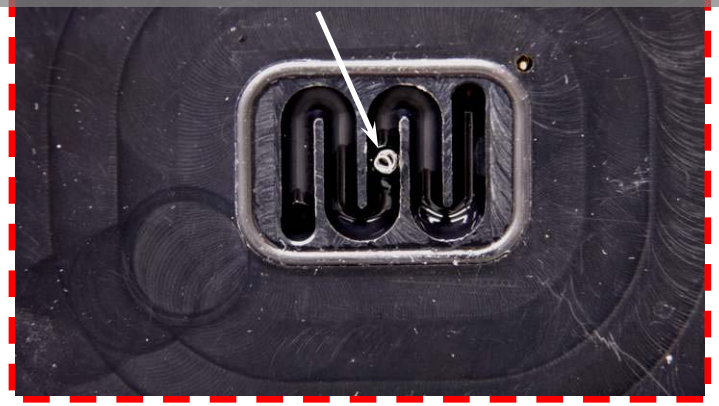


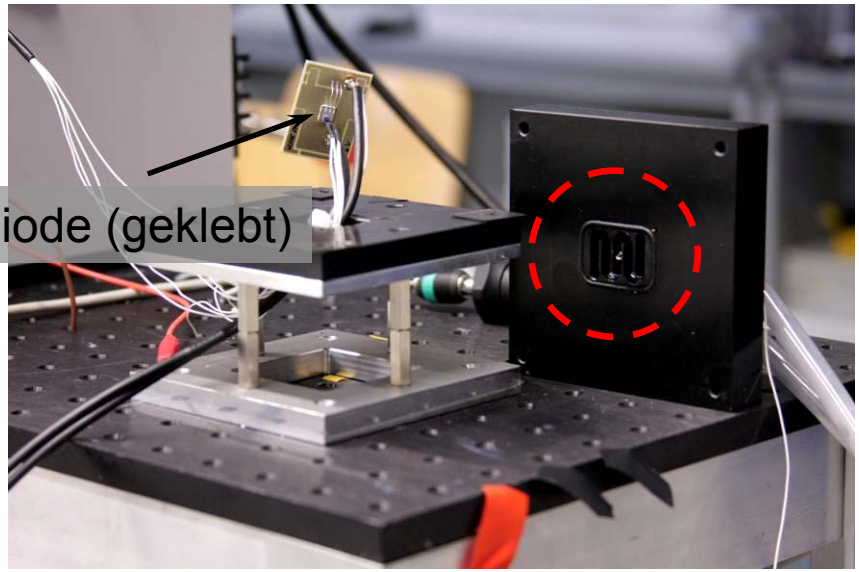
Thermische Widerstände (Direktkühlung der Substrate)

Art des Substrats	R_{th} in K/W	% vom DCB
CGS (630 µm Al_2O_3)	1,067	88
CGS (630 µm Al_2O_3)	1,615	58
CGS (630 µm Al_2O_3)	1,799	52
CGS (630 µm Al_2O_3)	4	23
DCB (630 µm Al_2O_3)	0,934	-
DCB (630 µm Al_2O_3)	0,942	-



Drahtfeder aus Konstantan
(Konstantan+Kupfer=Thermoelement)





Durchgeführte Untersuchungen

Modulherstellung

Bondversuche an kaltgasgespritzten Kupferschichten
- Schertests an gebürsteten Substraten
- Nachbehandlung der hergestellten Schichten
- Ausfallmechanismen der Bondstellen

• Lötverbindungen an kaltgasgespritzten Schichten

} Untersuchungen zur AVT

Moduluntersuchungen

• Thermische Widerstände

- Vergleich DCB u. CGS- Module bei Direktkühlung

• Zuverlässigkeitsuntersuchungen

- Power-Cycling

Materialeigenschaften

Ziel der Untersuchung:

- Vergleich der Verformung der kaltgasgespritzten Schichten auf Al_2O_3-Keramik mit dem DCB
- Bestimmung einiger Materialeigenschaften

Vorgehensweise:

- Verformungsmessungen an CGS-Substraten
- Auswirkung der Nachbehandlung auf elektrische Leitfähigkeit
  - Kupfer
  - Aluminium
  - Cu/Al-Materialverbund
- Bestimmung der Stromtragfähigkeit der CGS-Schichten im Vergleich zum DCB
- Auswirkung der Nachbehandlung auf spannungsfreie Temperatur
- Auswirkung der Nachbehandlung auf Härte des Materials