

Speziallotpaste Wolfgang Härtel



Elektronische Baugruppen und Reaktionslote

Die Anforderungen an elektronische Baugruppen steigen ständig. Die verstärkte dezentrale Anordnung in der Kfz-Elektronik, der stete Trend zu dichteren elektronischen Schaltungen, verschärfte Betriebsbedingungen, die Eigenerwärmung von Leistungshalbleitern und die Anforderungen der RoHS waren Herausforderungen für die Entwicklung von Reaktionsloten. Bisherige Weichlote genügten diesen Anforderungen nicht mehr.

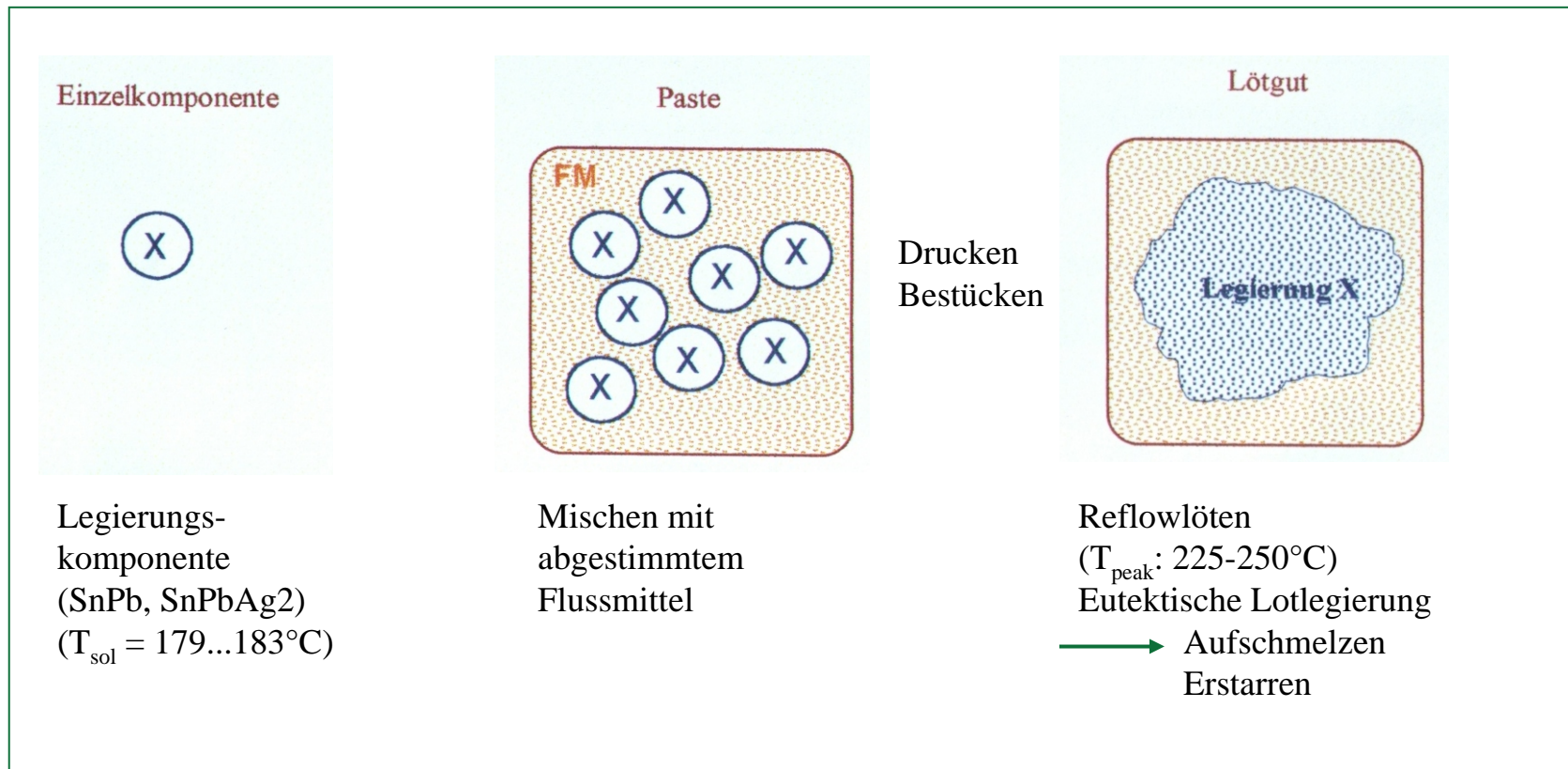
Es ist gelungen, eine neuartige Weichlotpaste für Einsatztemperaturen bis 160 °C zur Serienreife zu bringen – die sogenannte Reaktionslotpaste. Die Kombination von mehreren bleifreien Lotpulvern mit einem Reaktionszusatz führt beim Aufschmelzen zu speziellen exothermen Reaktionen und im Abkühlprozess zur Ausbildung eines dispersionsverfestigten Gefüges mit hoher thermischer und mechanischer Stabilität.

Die Reaktionslotpasten sind mit üblicher Anlagentechnik incl. Reflowofen verarbeitbar. Beim Löten ist der Einsatz von Stickstoff nicht nötig. Die Rückstände sind auch beim Löten an Luft glasklar und liefern no-clean Qualität. Im Zeitraum ab 2000 wurden z.B. über 200.000 Sensoren für den Serieneinsatz bei AUDI, BENTLEY und BUGATTI gefertigt, ohne jegliche reflowbedingte Ausfälle

Speziallotpaste Wolfgang Härtel



Herkömmliche Lote - Prinzip



Ergebnisse:

Lötgut als Legierung X ; gleichmäßiges Gefüge

Pb - haltiges Lötgut, Temperaturbelastbarkeit im Einzelfall $\leq 85^\circ\text{C}$

Speziallotpaste Wolfgang Härtel



Reaktionslote - Prinzip

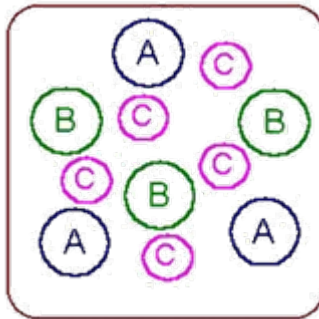
Einzelkomponenten



Metallische
(Legierungs-)
Komponenten
(z.T.:

$$T_{\text{Sol}} \gg T_{\text{SolSnPbAg}}$$

Pulvergemisch



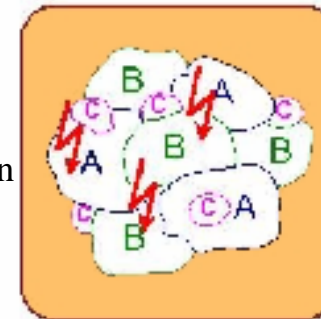
Mischen der
metallischen
Komponenten

Paste



Mischen mit
abgestimmtem
Flussmittel

Drucken
Bestücken



Reflowlötten - Beginn

(T_{Peak} : 240-250°C)

Starteutektikum

Kaskadenreaktionen

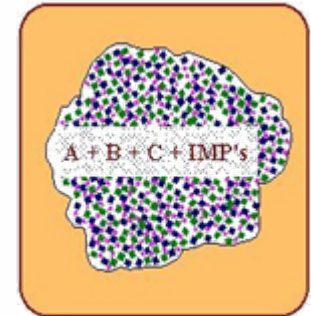
Bildung intermetall. Phasen

lokale exotherme Reaktionen



Aufschmelzen

Lötgut



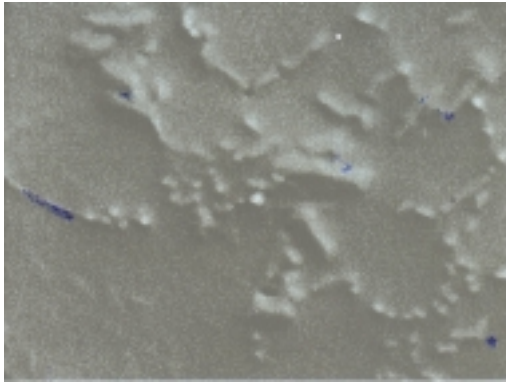
Reflowlötten - Ende

Ergebnisse: Lötgut als Legierung aus A+B+C; gleichmäßiges Gefüge; intermetallische Phasen als Dispersoide; wesentliche Erhöhung des Kriechwiderstandes

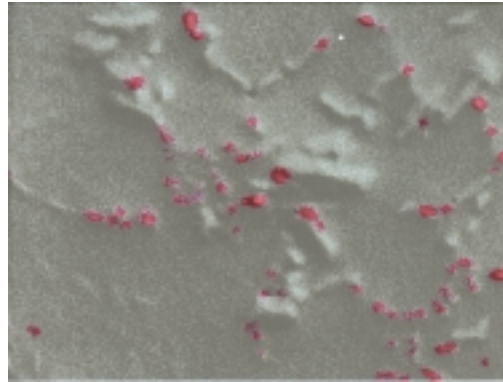
Speziallotpaste Wolfgang Härtel



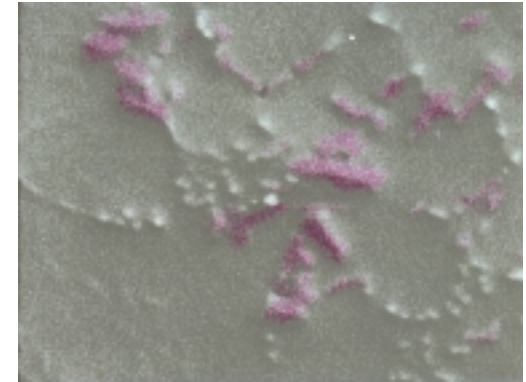
Gefüge des Reaktionslotes RKL (SnCuAgPd)



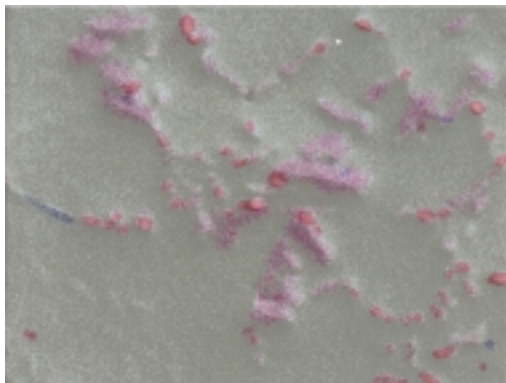
REM-Bild mit Ag-Verteilung



REM-Bild mit Cu-Verteilung



REM-Bild mit Pd-Verteilung



REM-Bild mit Ag+Cu+Pd-Verteilung

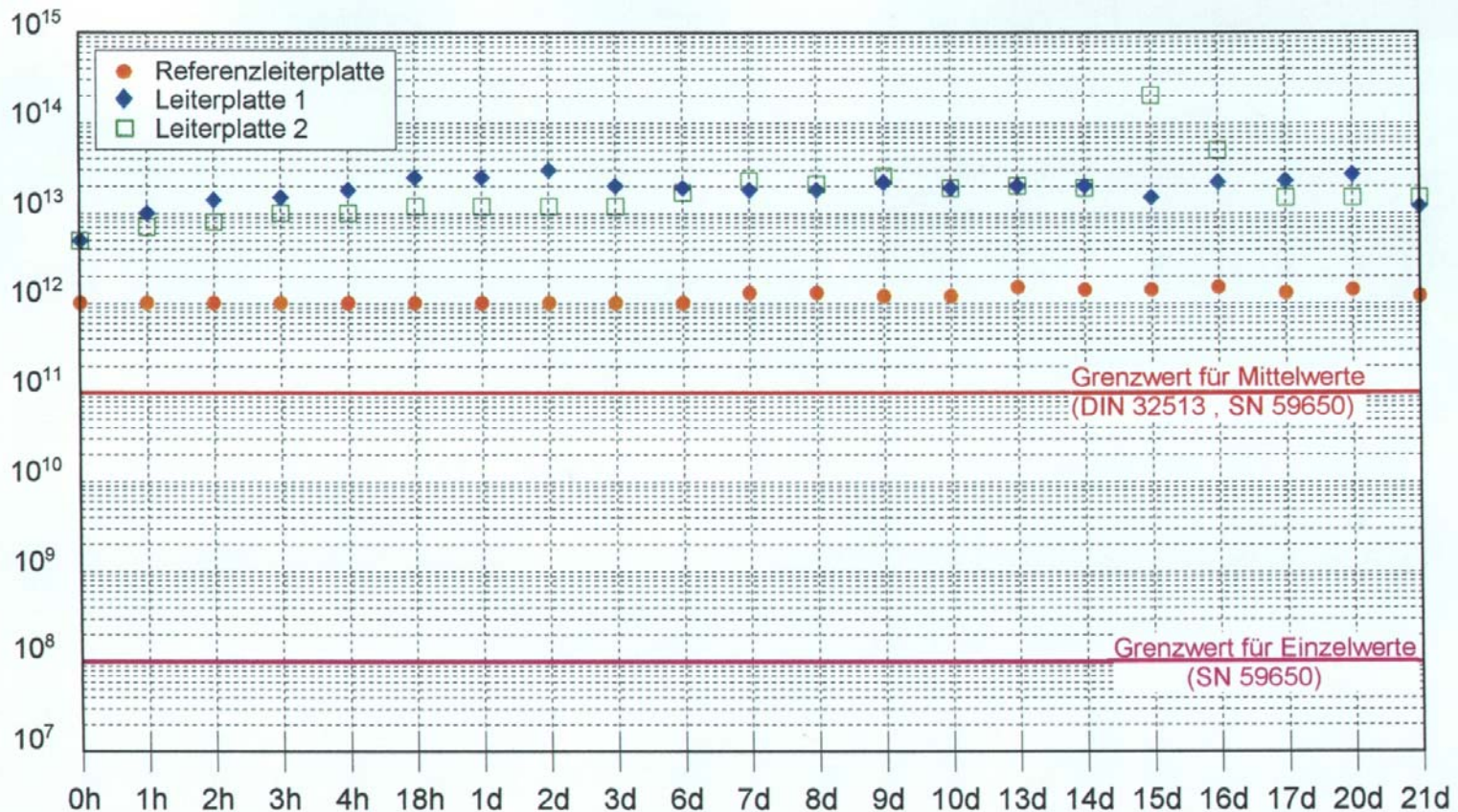
10 μm

Rasterelektronenbild des Querschliffes
und dazugehörige
WDS-Elementverteilungsbilder mit den
Phasen Ag_3Sn , Cu_6Sn_5 und PdSn_4

Speziallotpaste Wolfgang Härtel



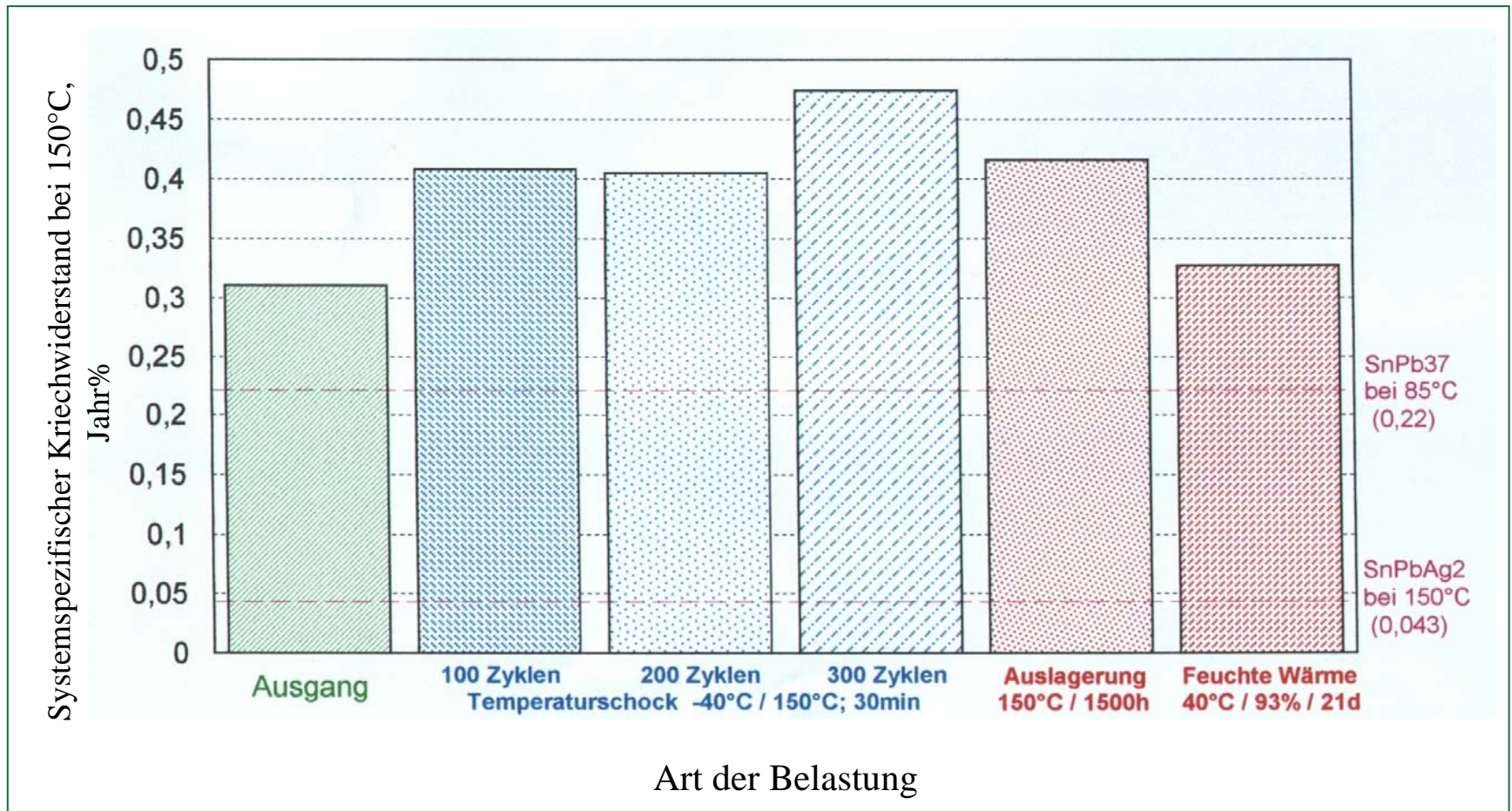
Oberflächenwiderstand auf mit RKL beloteten Testleiterplatten nach DIN 32513 (40°C / 92% RF / 100V)



Speziallotpaste Wolfgang Härtel



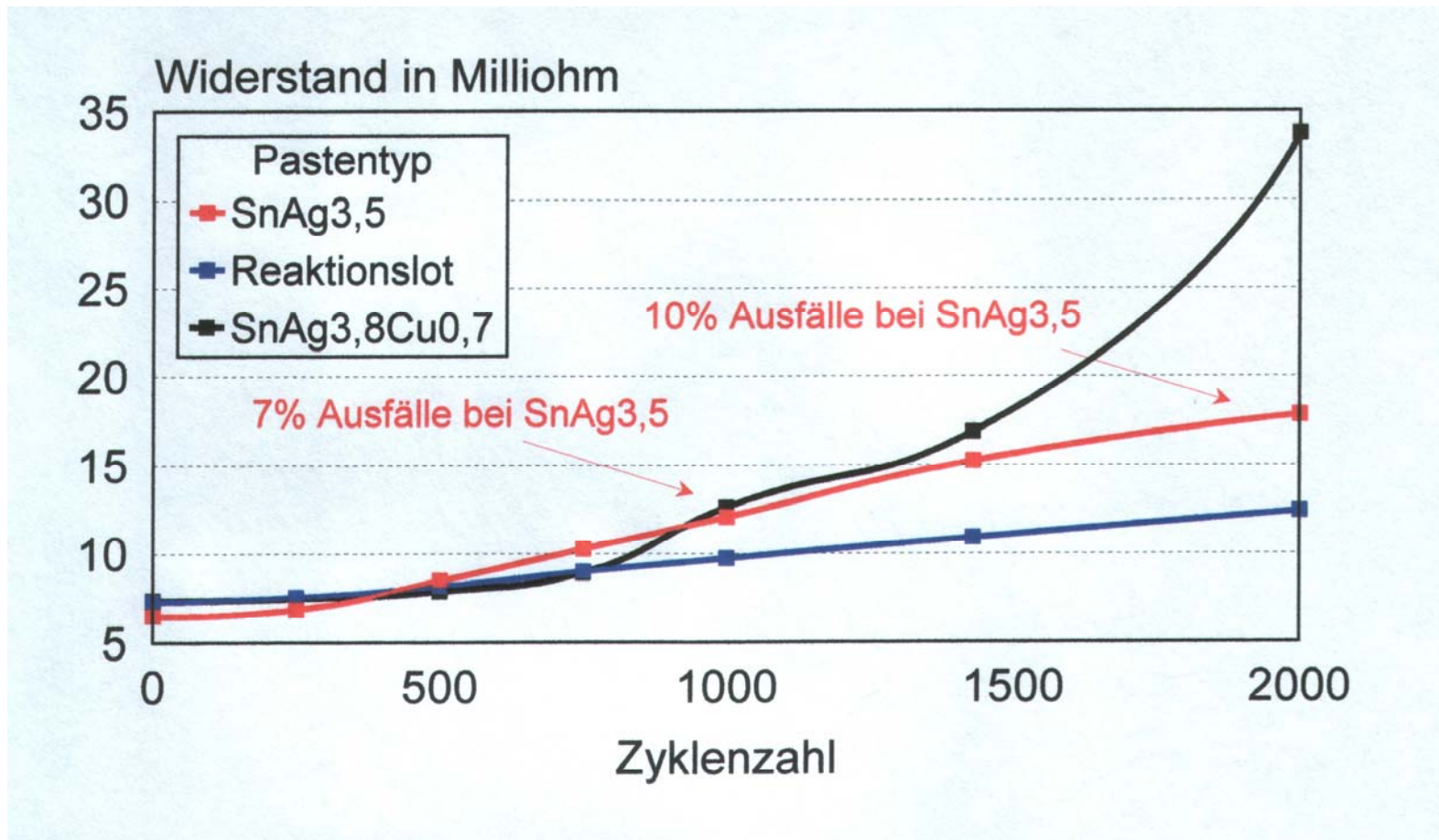
Verbesserung des Kriechwiderstandes bei Verwendung der Reaktionslotpaste RKL (SnCuAgPd)



Speziallotpaste Wolfgang Härtel



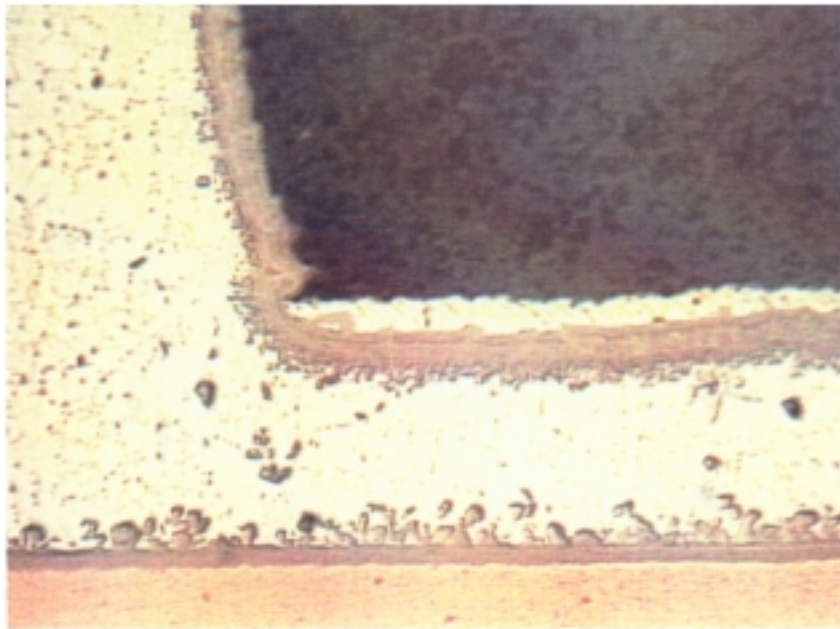
Widerstand gelöteter Null-Ohm-Chip-Widerstände bei Temperaturschockbelastung $-40^{\circ}\text{C}/+160^{\circ}\text{C}$



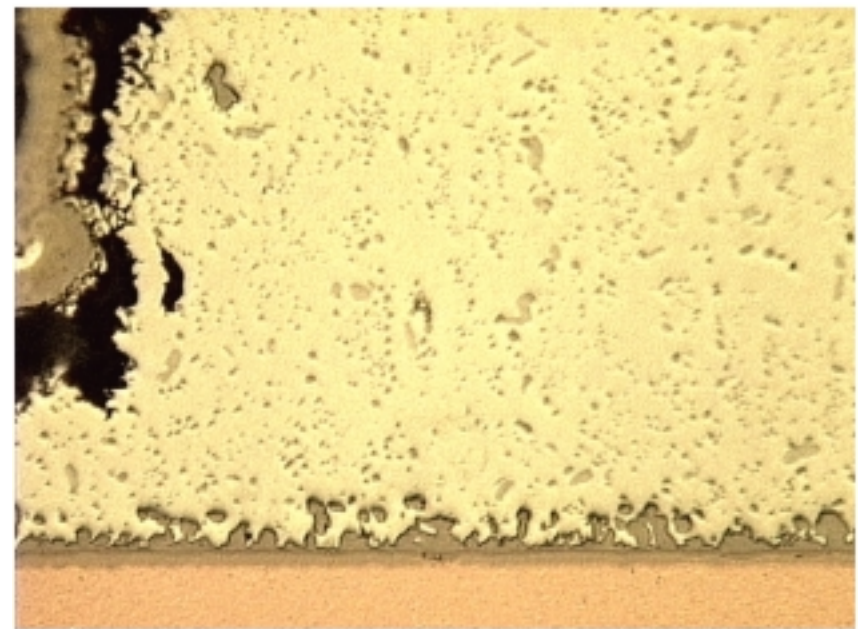
Speziallotpaste Wolfgang Härtel



**Querschnitt einer typischen Lötstelle vor und nach
Temperaturschockbelastung $-40^{\circ}\text{C}/+160^{\circ}\text{C}$ (SnAg3,5 Lot)**



Ausgangszustand

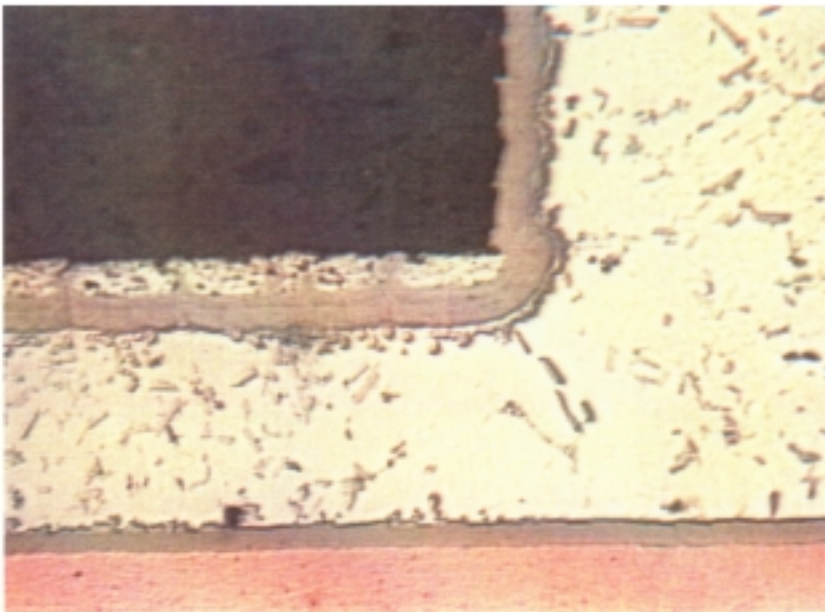


nach 2000 Zyklen

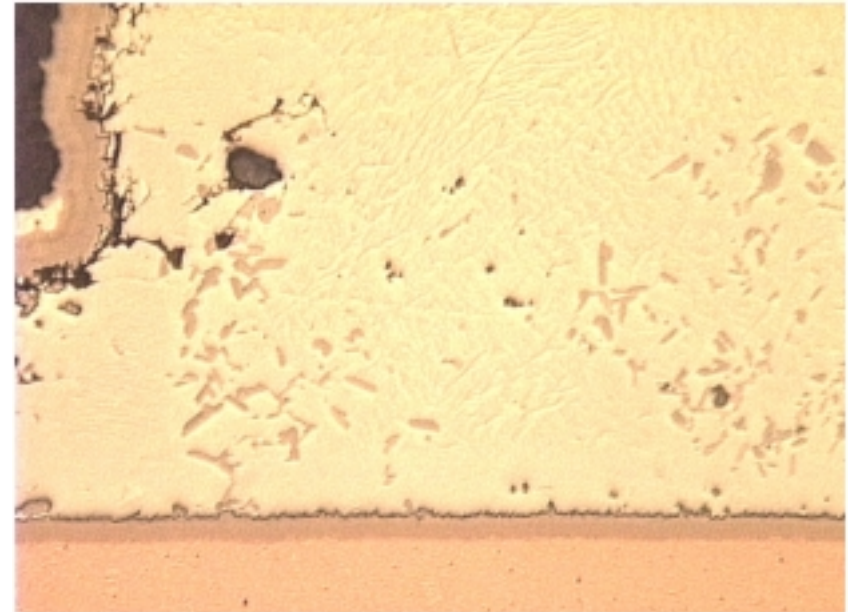
Speziallotpaste Wolfgang Härtel



Querschnitt einer typischen Lötstelle vor und nach Temperaturschockbelastung $-40^{\circ}\text{C}/+160^{\circ}\text{C}$ SnAgCuPd-Reaktionslot RKL



Ausgangszustand



nach 2000 Zyklen

Speziallotpaste Wolfgang Härtel



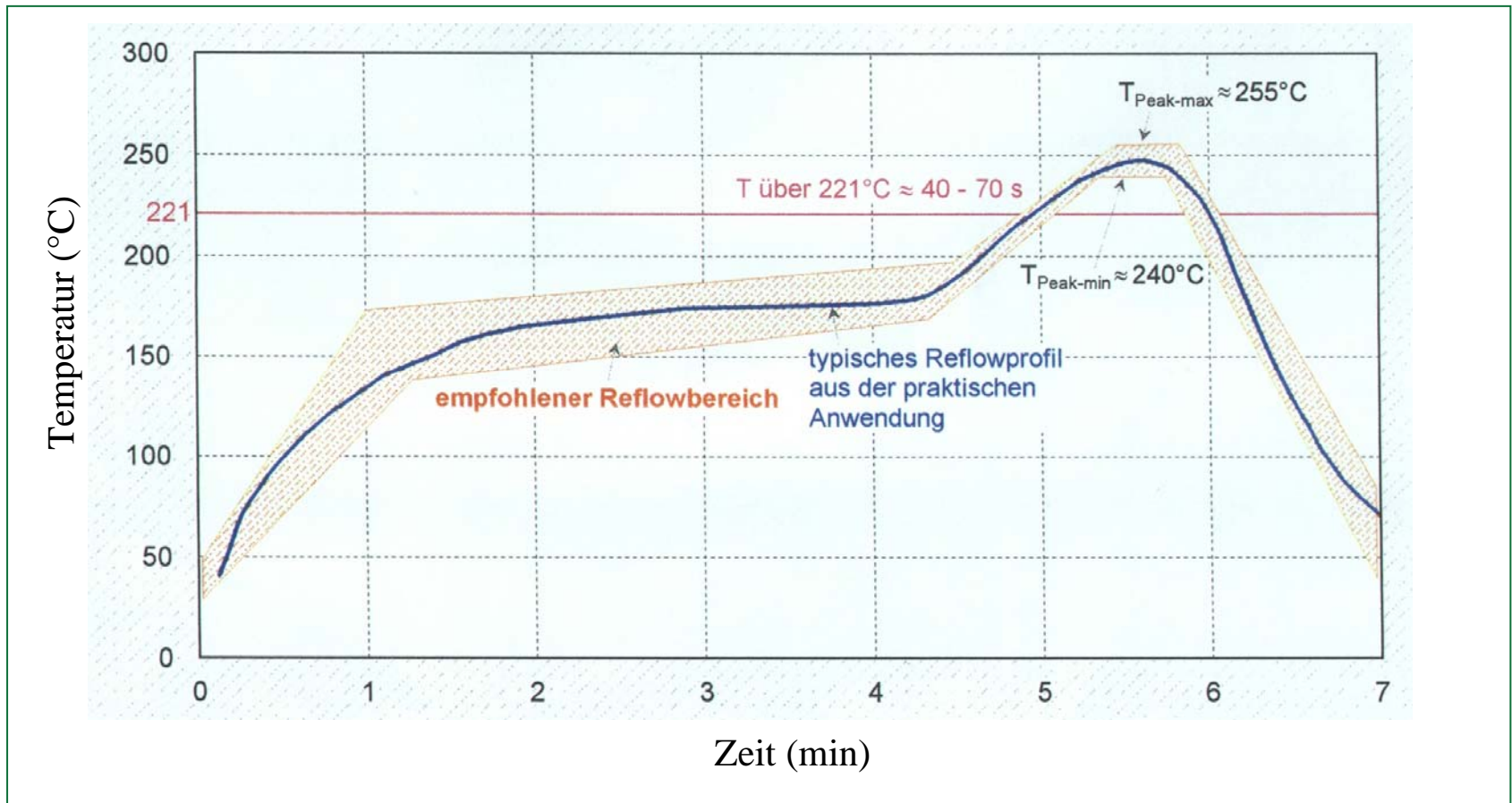
Beurteilung der Reaktionslotpaste RKL (SnCuAgPd) nach DIN 32513

Metallgehalt		89 %
Korngröße		Pulver Typ 3 (25 bis 45 µm)
Flussmittel		No-clean; Typ L1
Viskosität	Brookfield, TF-Spindel, 5rpm	450 bis 550 Pa s
Aufschmelzen (Balling)	1h Lagerung bei RT / 245°C 72h Lagerung bei RT / 245°C	Klasse 1 bis 2 Klasse 1 bis 2
Benetzung auf Cu	1h Lagerung bei RT / 245°C 72h Lagerung bei RT / 245°C	Klasse 1 bis 2 Klasse 1 bis 2
Konturenstabilität	RT / 1h 80°C / 20min	0,3 / 0,3 0,3 / 0,3
Oberflächenwiderstand bei beloteten Testleiterplatten		>10 ¹² Ohm
Korrosionsverhalten (Kupferspiegeltest)		2
Klebeverhalten nach dem Löten (Kreidetest)		Bestanden
Entfernbarkeit von Flussmittelresten und Pastenfehldrucken		Iso-Propanol, Spiritus
Die Reaktionslotpaste RKL erfüllt die Forderungen der DIN 32513.		

Speziallotpaste Wolfgang Härtel



Reflowbereich für bleifreie Reaktionslote RKL



Speziallotpaste Wolfgang Härtel



Siemens Empfehlung

Siemens AG CT MM 6 Berlin

Prüfprotokoll für Lotpasten nach SN 59650 Ausgabe Juli 1994

Hersteller: FNE Datum: 27.11.2000
 Handelsname: RKL 150.1 (Reaktionslotpaste) Bearbeiter: Meier
 Legierung: Sn Cu+Sn Ag+Pd
 Flußmittel: QG5-S-671: RMA
 Anwendung: Schablonendruck

Bemerkung: Abweichend von den Prüfungen gemäß SN 59650 Ausgabe Juli 1994 wurden die Prüfungen für 4.2 und 4.3 bei einer Temperatur von 250°C durchgeführt. Zusätzlich erfolgte die Prüfung nach 4.5 und 4.6 bei 6 V DC im Prüfklima 40°C 83% r.F.
 Textstruktur und Ergebnisse siehe Anlage 1.

Ergebnis: Die Lotpaste wird für die Fertigungsprüfung empfohlen

Prüfung	Forderung	Ist
3.2 Metallgehalt in %	>=85% +/- 1% Abweichung vom Nennwert	89
3.3 Metallpulverform	kugelförmig	kugelförmig
Metallpulvergröße	Hauptrichtmaß mind. 65%	Pulvertyp 3
Pulvertyp 1	75 bis 125 um	---
Pulvertyp 2	45 bis 75 um	---
Pulvertyp 3	20 bis 45 um	20 bis 45 um
Pulvertyp 4	15 bis 25 um	---
3.4 Nichtmetallische Anteile (Wassergehalt)	< 0,3 Gew.-%	---
4.1 Kornstabilität	Abstände dürfen nicht zusammenlaufen	Kleinster nicht zusammengefallener Abstand
Pulvertyp 1 (Schablonendruck 200 um)	I: >= 0,4 mm E: >= 0,6 mm	I: --- E: ---
Pulvertyp 2 (Schablonendruck 200 um)	I: >= 0,3 mm E: >= 0,4 mm	I: --- E: ---
Pulvertyp 3 (Schablonendruck 150 um)	I: >= 0,2 mm E: >= 0,3 mm	I: 0,2 mm E: 0,2 mm
Pulvertyp 4 (Schablonendruck 150 um)	I: >= 0,2 mm E: >= 0,2 mm	I: --- E: ---
4.2 Aufschmelzverhalten im Klima 23/50 nach 1 h Lagerung	Klasse 1 oder 2	Klasse 2
Aufschmelzverhalten im Klima 23/50 nach 4 h Lagerung	Klasse 1 oder 2	Klasse 2
4.3 Benetzungsverhalten im Klima 23/50 nach 1 h Lagerung	Klasse 1 oder 2	Klasse 2
Benetzungsverhalten im Klima 23/50 nach 4 h Lagerung	Klasse 1 oder 2	Klasse 2
4.4.1 Korrosionsverhalten des Flußmittels (Kupferpiegeltast)	Klasse 1 oder 2	Klasse 2
4.5 Oberflächenisolationswiderstand R in Ohm n.4 Tagen im Klima 40/92 an 100 V Gleichspannung	Zulässiger Abfall gegenüber Ref-Daten max. eine 10er Potenz	R Lotpaste: 9,5 E 12 R Referenz: 9,8 E 11
4.6 Elektrolytische Korrosionswirkung nach 21 Tagen im Klima 40/92 an 100 V Gleichsp.	Keine Demätriten, Ausmühungen, Verfärbungen	erfüllt
4.7 Nischehaftigkeit nach der Basamente-Bestückung	Keine Lageveränderung der BE nach Transport der Baugruppe	erfüllt
4.8 Flußmittelzustand nach dem Löten	staubtrocken	erfüllt
4.9 Entfernbarkeit der Flußmittelrückstände	entfernbar	erfüllt
4.10 Entfernbarkeit von Lotpasten-Feldrücken	entfernbar	erfüllt
4.11 Viskosität	nach Vereinbarung	---

Siemens AG Anlage 1
CT MM 6 Berlin

Hersteller: FNE Datum: 27.11.2000
 Handelsname: RKL 150.1 (Reaktionslotpaste) Bearbeiter: Meier
 Legierung: Sn Cu+Sn Ag+Pd
 Flußmittel: QG5-S-671: RMA
 Anwendung: Schablonendruck

Bemerkung: Zur Anwendung kam eine Teststruktur mit 0,2 mm Leiterbahnabstand und 0,4 mm Leiterbahnbreite mit Cu Oberfläche.
 Diese Empfehlung kommt aus dem EU Projekt Development of Surface Insulation Resistance Measurements for Electronic Assemblies Final Report 2000 Contract Number SMT4-CR07-2155

Prüfung	Forderung	Ist
4.5 Oberflächenisolationswiderstand R in Ohm n.4 Tagen im Klima 40/92 an 10 V DC	R Lotpaste: >= 1,0 E+8 Ohm R Referenz: >= 1,0 E+10 Ohm	R Lotpaste: 6,9 E+ 10 R Referenz: 9,9 E+ 10
4.8 Elektrolytische Korrosionswirkung nach 21 Tagen im Klima 40/92 an 6 V DC	Keine Demätriten, Ausmühungen, Verfärbungen	erfüllt

Fazit: Die Reaktionslotpaste RKL 150.1 wird für die Fertigungserprobung empfohlen

Speziallotpaste Wolfgang Härtel



Zusammenfassung

Der wichtigste Degradationsmechanismus für Weichlote in der SMT-Technik ist das Kriechen infolge von thermomechanischen Belastungen und nachfolgende Rissbildung. Ein höherer Widerstand gegenüber plastischer Verformung führt deshalb zu erhöhter Zuverlässigkeit der Lote.

Ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Verformungsverfestigung und Erholung bzw. Rekristallisation bei thermomechanischer Belastung ist typisch für alle betrachteten bleifreien Lote mit hohem Sn-Gehalt.

Eine gleichmäßige Verteilung sehr feiner intermetallischer Phasen führt zu einer Behinderung sowohl des Kornwachstums als auch der Versetzungsbewegung.

Reaktionslote RKL mit in-situ-Phasenbildung zeigten deshalb die besten Zuverlässigkeitswerte bei Temperaturen bis **160°C**.