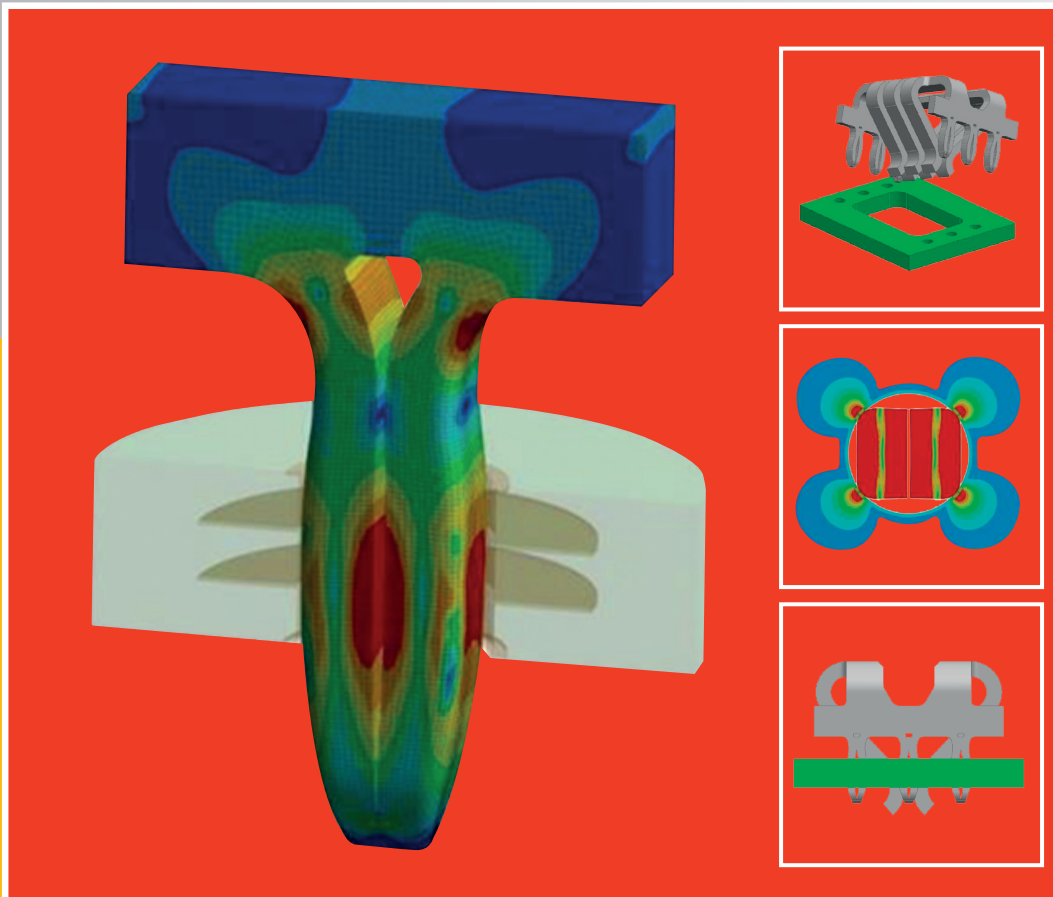


Tilman Heinisch

Einpresstechnik

Entwicklung, Anwendung, Qualifizierung



Die Autoren dieses Buches

<i>Kapitel</i>		<i>Autor(en)</i>
1	Technologische und normative Einführung	Andreas Veigel, 73252 Lenningen
2	Leiterplatten für die Einpresstechnik	Michael Tschan, ERNI Deutschland GmbH, 73099 Adelberg
3	Einpresskontakte entwickeln – Design of Experiment	Werner Biermann, Think 73650 Winterbach, Dean Popovic, Think Zagreb
4	Einpresstechnik in Automotive-Anwendungen	Markus Schmölz, Sandra Gast, Hermann Eicher, Adolf Schön, ept GmbH, 86971 Peiting
5	Hochstromanwendungen im Automotive-Bereich	Andreas Veigel, 73252 Lenningen
6	Einpresstechnik für Leistungsmodule in Hochstromanwendungen	Dr. Markus Thoben, Patrick Baginski, Michael Koch, Thilo Stolze, Infineon Technologies; 59581 Warstein
7	Qualifikation von Einpresskontakten am Beispiel Leistungsmodule	Markus Thoben, Michael Koch, Infineon Technologies, 59581 Warstein Tilman Heinisch, SGS Germany GmbH, 81379 München
8	Elektrische Eigenschaften von Einpresssteckverbindern	Dr. Helmut Katzier, Ingenieur Büro für Aufbau- und Verbindungstechnik, 81249 München
9	Einpresswerkzeuge	Tobias Härtling, Harting Electronics GmbH, 32339 Espelkamp
10	Werkstoffe für Einpresskontakte	Dr. Robert Zauter, Wieland-Werke AG, 89070 Ulm Dr. Isabell Buresch, TE Connectivity Germany GmbH, 73499 Wört
11	Oberflächen für Einpresskontakte	Dr. Helge Schmidt, Dr. Isabell Buresch, Dr. Erika Crandall, Dr. Frank Schabert, TE Connectivity Germany GmbH, 64625 Bensheim

Inhaltsverzeichnis

1. Technologische und normative Einführung	13
1.1 Technologische Vorgeschichte.....	13
1.2 Die Einpresstechnik	15
1.2.1 Die Vorteile gegenüber der Löttechnik	16
1.2.2 Einpresskontakt und Einpressloch.....	16
1.3 Die Normung.....	17
1.3.1 Vorgeschichte – die DIN 41611	17
1.3.2 Die IEC DIN EN 60352-5	18
2. Leiterplatten für die Einpresstechnik	23
2.1 Anforderungen	23
2.1.1 Gasdichte Verbindung.....	24
2.1.2 Qualität von Einpressverbindungen.....	25
2.2 Lochaufbau.....	25
2.2.1 Allgemeines	25
2.2.2 Bohren	26
2.2.3 Metallisieren	27
2.2.3.1 Chemisch Kupfer	27
2.2.3.2 Blackhole	27
2.3 Oberflächen	28
2.3.1 Galvanisch Zinn umschmolzen	28
2.3.2 Hot Air Levelling.....	28
2.3.3 Kupfer passiviert.....	29
2.3.4 Chemisch Silber.....	29
2.3.5 Chemisch Zinn.....	30
2.3.5.1 Zinnwhisker	30
2.3.6 Chemisch Nickel-Gold	31

2.4	Spezifikation des Einpressloches	32
2.4.1	Erstmuster-Prüfbericht.....	33
2.5	Einpressvorgang.....	34
2.5.1	Vorbereitungen.....	34
2.5.2	Verhalten der Leiterplatte beim Einpressen.....	35
2.5.3	Einfluss auf benachbarte SMD-Bauelemente	38
2.5.4	Reparatur	38
2.6	Alternativen zur Einpresstechnik	38
2.6.1	Selektives Wellenlöten statt Einpressen	39
2.6.2	Reflowlöten (THR) statt Einpressen.....	39
2.7	Layout- und Aufbauregeln.....	40
2.7.1	Backplanes.....	42
3.	Einpresskontakte entwickeln –	
	Design of Experiments	44
3.1	Einleitung	44
3.2	Ablauf.....	45
3.2.1	Parameterdefinition – Beispiel Pressfit.....	45
3.3	Sensitivity-Analyse	47
3.3.1	Parallel Plot.....	47
3.3.2	Designpunkte/Kombinationen vs. Output-Parameter	47
3.3.3	Local Sensitivity	51
3.3.4	3D Response Surface Plot	51
3.3.5	Global Sensitivity	53
3.3.6	Korrelation Matrix	53
3.4	Optimierung	53
3.5	Tradeoff-Diagramm	55
3.5.1	Sample-Diagramm.....	57
3.5.2	Beste Kandidaten (Kombinationen).....	57
3.6	Robustheits-Analyse Six Sigma.....	58
3.6.1	Neue Sensitivity.....	59
3.6.2	Response Surface.....	60
3.6.3	Histogram-Six Sigma	62
3.7	Fazit.....	62
4.	Einpresstechnik in	
	Automotive-Anwendungen	64
4.1	Entwicklung	64

4.2	Definition Einpresstechnik	65
4.2.1	Physikalische Vorgänge beim Einpressen	65
4.2.2	Ausfallsicherheit der Einpressverbindung	66
4.2.3	Stromtragfähigkeit	66
4.2.4	Der Einpressvorgang und seine Auswirkung auf die Funktionssicherheit	67
4.2.5	Einpressgeschwindigkeit	69
4.2.6	Ausdrücktests zur Beurteilung der Funktionssicherheit	69
4.2.7	Alterung durch Umweltsimulation zur zusätzlichen Qualitätssicherung	71
4.3	Vorteile der Einpresstechnik im Vergleich zur Löttechnik	71
4.4	Mindestabstand und Leiterbahnenverlauf	73
4.5	Setzen von Einzelpins	73
4.5.1	Pin-Position	74
4.5.2	Einpressgeschwindigkeit	74
4.6	Anforderungen an die Einpresstechnik in Automotive-Anwendungen	75
4.7	Vorteil Stapelbarkeit	75
4.8	Anwendungsbereiche und dazugehörige Beispiele	76
4.8.1	Fahrzeug Innenraum, Komfortbereich	76
4.8.1.1	Klimasteuergerät	77
4.8.1.2	Memory-Seat Module	77
4.8.2	Anwendungen in sicherheitsrelevanten Bereichen	78
4.8.2.1	Automatisches Bremssteuergerät für ABS/ESP – verschiedene Fahrzeughersteller	78
4.8.2.2	Leuchtweiten-Steuergerät und kommunizierende Achsenpositionssensoren	79
4.8.3	Motorraumanwendungen	80
4.8.4	Body Control Units	80
4.8.5	Hochstromanwendungen	81
4.8.6	Einsatz in Neuentwicklungen	81
4.8.6.1	Sicherstellung Produktqualität	82
4.9	Fazit und Ausblick	82
5.	Hochstrom-Anwendungen im Automotive-Bereich	83
5.1	Allgemeines	83

5.2	Allgemeine Anforderungen	83
5.3	Der ideale Hochstromkontakt	84
5.4	Beispiel.....	85
5.5	Die Einpressgeschwindigkeit	90
5.6	Die elektrische Parallelschaltung	92
5.7	Spezifische Hochstrom-Prüfungen.....	93
5.7.1	Die Stromprüfung	94
5.7.2	Die Deratingkurve	95
5.8	Elektromobilität – Hochvolt.....	96
6.	Einpresstechnik für Leistungsmodule in Hochstromanwendungen	98
6.1	Vorteile der Einpresstechnik für Leistungshalbleitermodule	98
6.1.1	Anforderungen an Kontaktierungstechnologien in der Leistungselektronik	98
6.1.2	Easy- & Econo-Einpresskontakte	99
6.1.3	Warum Einpresstechnologie für Leistungsmodule?	100
6.1.4	Vorteile in der Montage	102
6.1.5	Nacharbeit in der Produktion.....	103
6.2	Einpresskontakte für Hochstromanwendungen.....	103
6.2.1	Einpresskontakte.....	103
6.2.2	Einpresskräfte	106
6.3	Montage von Leistungsmodulen mit Einpresskontakten.....	107
6.3.1	Einpresswerkzeuge	107
6.3.2	Einpressprozess	107
6.4	Untersuchung zur Strombelastbarkeit.....	109
6.4.1	Leiterkarten für Hochstrombelastung.....	109
6.4.2	Wärmetransport über die Pins in die Leiterkarte.....	111
6.4.3	Strombelastbarkeit	112
7.	Qualifikation von Einpresskontakten am Beispiel Leistungsmodule	115
7.1	Normative Vorgaben – die IEC 60352-5	115
7.1.3.1	Mechanische Eigenschaften.....	115
7.1.3.2	Elektrische Eigenschaften.....	117
7.1.3.3	Klimatische Tests	118

7.2	Qualifikationstests für Leistungshalbleitermodule bezüglich Einpresstechnik ..	119
7.3	Erläuterung der Modul Qualifikationstests	120
7.4	Erweiterte Zuverlässigkeitstests für Leistungs- halbleitermodule bezüglich Einpresstechnik.....	123
7.5	Schwerpunkte der Auswertung.....	124
7.6	Einzelpinqualifizierung.....	124
8.	Elektrische Eigenschaften von Einpressteckverbindern	128
8.1	Einleitung	128
8.2	Durchkontaktierungen.....	130
8.2.1	Elektrisch isolierte Einzeldurchkontaktierung.....	132
8.2.2	Elektrisch gekoppelte Durchkontaktierungen.....	139
8.2.3	Wellenwiderstände.....	141
8.2.4	Störfwirkung von Durchkontaktierungen	146
8.2.4.1	Signale im Frequenzbereich.....	147
8.2.4.2	Signale im Zeitbereich	150
8.2.5	Stromfluss durch die Durchkontaktierungen	153
8.2.6	Elektromagnetische Schirmung.....	156
8.2.7	Durchkontaktierungen mit Backdrilling.....	158
9.	Einpresswerkzeuge.....	161
9.1	Allgemeine Anforderungen.....	161
9.1.1	Entwicklungsansätze	162
9.1.2	Ausführungen	164
9.1.2.1	Diskretes Werkzeugsystem	164
9.1.2.2	Modulares diskretes System	165
9.1.2.3	Flachstempel-Werkzeuge	166
9.1.3	Verarbeitung von IGBT-Modulen bzw. Power-Modulen in Einpresstechnik.....	166
9.2	Einpressmaschinen.....	168
9.2.1	Handbetriebene Einpressmaschinen	168
9.2.2	Pneumatische und hydraulische Einpressmaschinen	169
9.2.3	Elektrische Einpressmaschinen	171
9.3	Reparaturverfahren/-werkzeuge	174
9.3.1	Steckerspezifische Werkzeuge und Vorgehensweise.....	174
9.3.1.1	Gerade Federleisten.....	175

10. Werkstoffe für Einpresskontakte	176
10.1 Einleitung	176
10.1.1 Massive Einpresszonen.....	177
10.1.2 Elastische Einpresszonen.....	178
10.2 Werkstoffe für die Einpresstechnik	180
10.2.1 Anforderungen an die Werkstoffe.....	180
10.2.2 Werkstoffe für flexible Einpresspins	186
10.2.2.1 Messinge	186
10.2.2.2 Bronzen.....	187
10.2.2.3 Ausscheidungsgehärtete Hochleistungslegierungen.....	188
10.2.3 Kupferwerkstoffe für massive Einpresskontakte	189
10.2.4 Werkstoffkosten	190
10.2.5 Zusammenfassung und Trends	191
11. Oberflächen für Einpresskontakte	194
11.1 Anforderungen an die Oberfläche	195
11.2 Standardoberflächen.....	196
11.2.1 Sn mit/ohne Ni-Zwischenschicht	196
11.2.2 SnPb-Oberflächen.....	200
11.2.3 Rein-Ni-Oberflächen	200
11.3 Whiskerrisiko bei der Einpresstechnik	200
11.3.1 Whiskerwachstum.....	202
11.3.2 Funktionales Risiko von Whiskern.....	206
11.4 Whiskerarme Oberflächen.....	207
11.4.1 SnAg-Oberflächen	207
11.5 Neuere Entwicklungen und Trends	209
11.5.1 Zinnfreie Einpresstechnik mit Indium oder Bismut	209
11.6 Zusammenfassung.....	212
Stichwortverzeichnis	214
Inserentenverzeichnis	222