

**SMD-Anschlussflächen
richtig berechnen mit dem
Neuen Proportionalen
Dimensionierungskonzept**

Rainer Taube

TAUBE ELECTRONIC GmbH

Inhalt



Aktuelle Berechnungsmethoden



Risiken



Anschlusstypen



Proportionales Konzept



FED Verifikationsprojekt



**Warum brauchen wir ein
neues Berechnungskonzept
für SMD-Anschlussflächen?**

2017/09/12 07:48:50

Objektiv MX(0.940Z : Normal : x150
Höhenricht 0.7530 mm
Höhenricht 0.35 mm

500 µm

Aktuell IEC

IEC-61188-5-xx

Publication 2002
bisher keine Revision
Stability Date 2020

Entspricht weitgehend IPC-782A
von 1993 mit AM 1 und AM 2

Einführung des 3-Stufen Systems
Maximum - Median - Minimum

Je mehr Lot
desto zuverlässiger die Lötstelle

2010/02/09 00:13:45

No. 0	default
H-Ansicht	1600.000 μ m
Loesen	1.000 μ m

500 μ m

Aktuell IPC

IPC-7351

Publication 02/05

Rev. A 02/07

Rev. B 06/10

Rev. C in Arbeit

**Weiterentwicklung von IPC-782
Einführung der Density Level**

**Kombination mit Landpattern
Viewer von PCB Libraries**

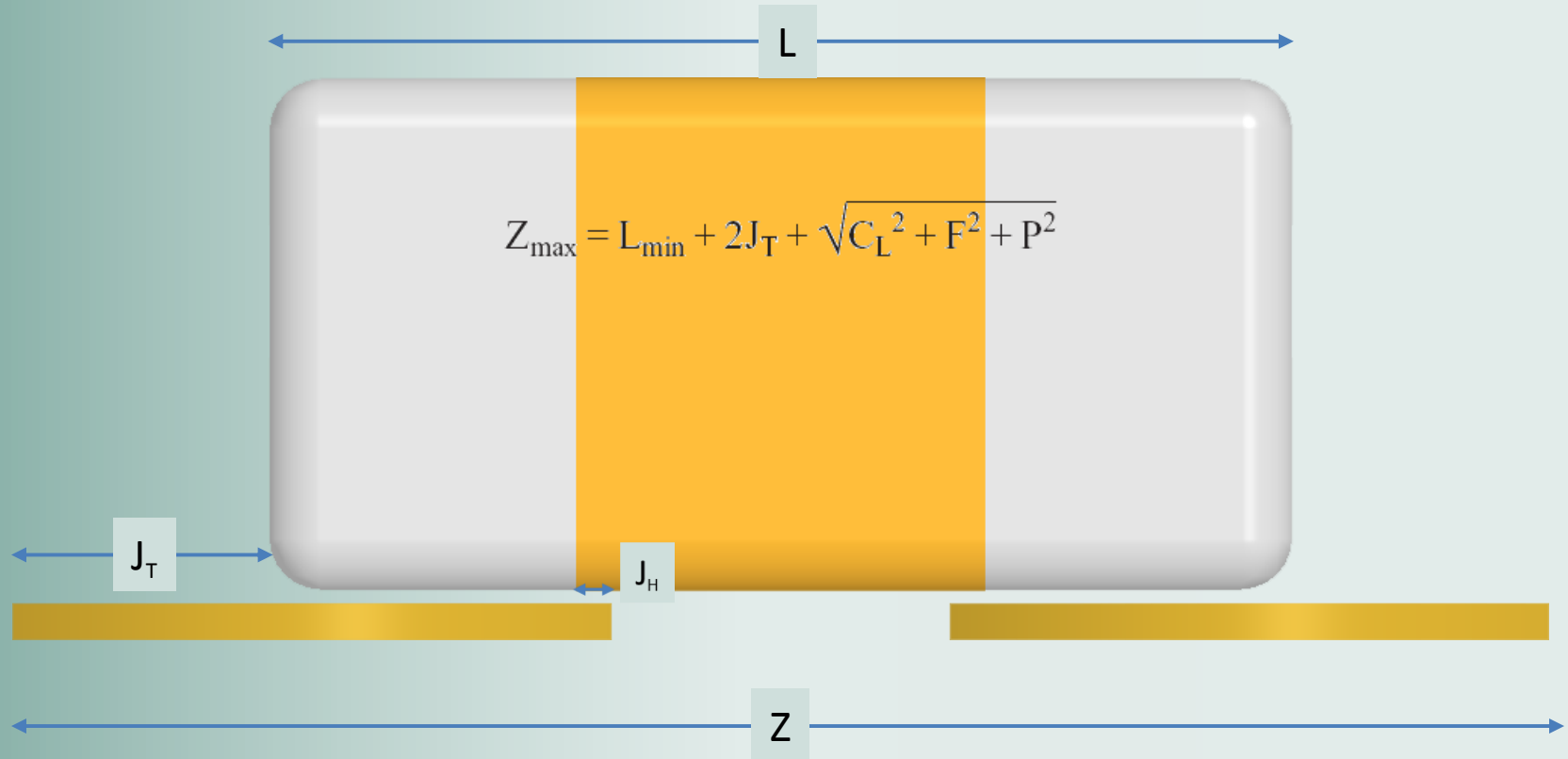
**Reduzierte Toleranzen
F-Tol = 0.1mm P-Tol = 0.05mm**

2010/02/09 00:13:45

No. 0	default
H-Ansicht	1600.000 μ m
Loesen	1.000 μ m

500 μ m

IEC 61188/IPC-7351 Berechnungsmodell



IPC-7351 Konstante Vergrößerung durch F & P



Mit $F = 0.050$ mm und $P = 0.025$ mm ist die resultierende Vergrößerung der Landpattern 0.056 mm.

Das ist ein absoluter Wert und führt bei kleinen Strukturen (0402, 0201) zu einer deutlichen Vergrößerung der Dimensionen.

Weiterhin ist entscheidend, ob die Bauteildimensionen nur nominal oder mit ihren min/max. Werten in die Kalkulation einbezogen werden.

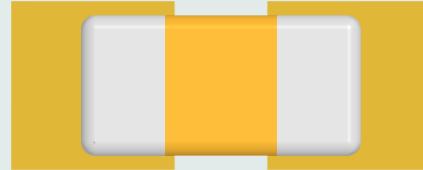
Größenvergleich IEC ⇔ IPC



IEC 61188-5-2



IPC 7351B



Die Folgen

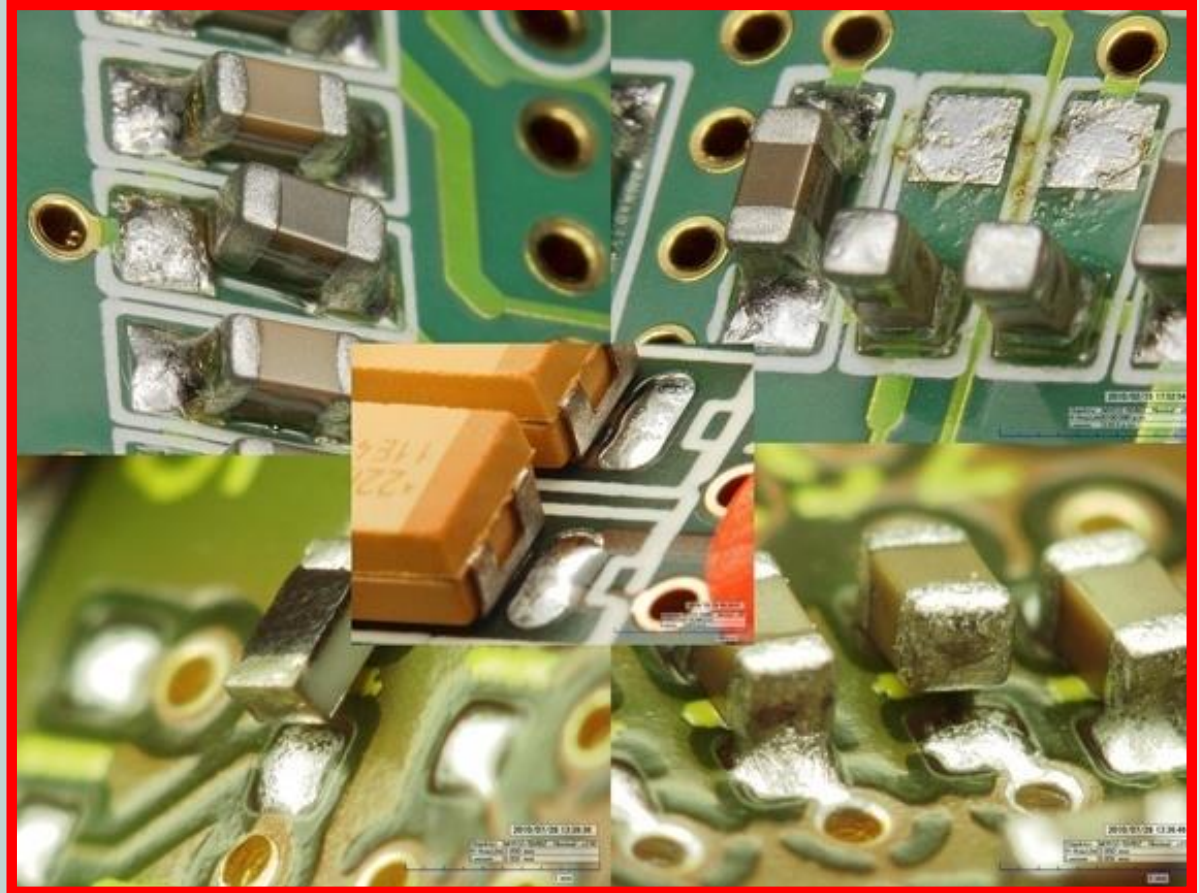
Verdrehungen

Verschiebungen

Tombstoning

Offene Lötstellen

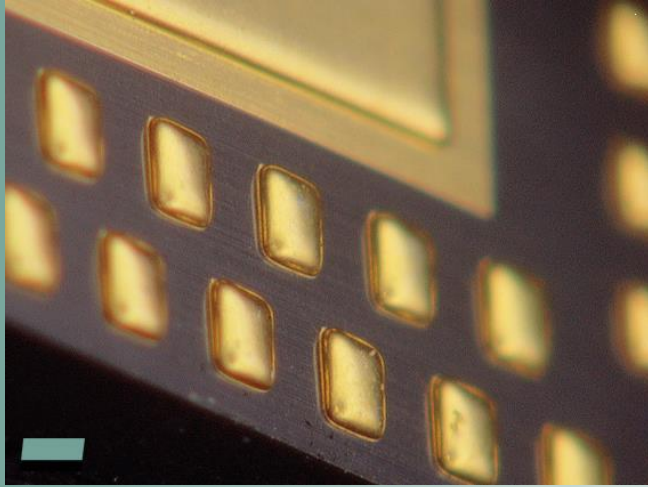
Auflieger





Das neue Proportionale Berechnungskonzept für SMD-Anschlussflächen

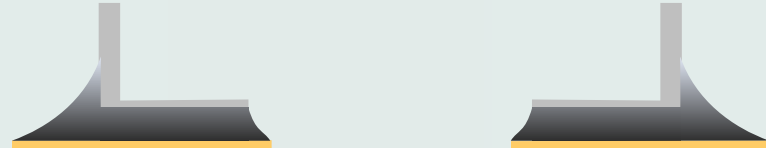
Die Grundidee - Zwei Anschlussklassen



Gegenüberliegende & vertikale
benetzbare Flächen



Gegenüberliegende Lötflächen



Anschlussstyp 1



Gegenüberliegende flache Lötflächen

1:1 optimale Stressverteilung in der Lötstelle – höhere Zuverlässigkeit

J-STD-001		Typ	Land Size
7.5.3		Bottom Only Chip	1:1
7.5.12		Tall Profile Bottom Only	1:1
7.5.14		BGA	1:1
7.5.15		BTC	1:1

Kein Überstand (Protrusion) erforderlich

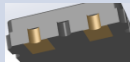
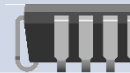
Anschlussstyp 2



Flache und vertikale Lötflächen

Überstand (Protrusion) erforderlich



J-STD-001		Typ	Protrusion
7.5.4		Rectangular or Square End Chip	% Anschlusshöhe
7.5.5		Cylindrical End Cap	% Anschlussdurchmesser
7.5.6		Castellated	% Anschlusshöhe
7.5.7		Gull Wing	% Leadframedicke
7.5.9		J-Leads	% Leadframedicke
7.5.11		Flat Lug Leads	% Leadframedicke
7.5.13		L-Inward	% Anschlusshöhe

Lötstellenanforderungen



Solder Joint Requirements according to J-STD-001 and IPC-A-610					
J-STD-001	Dim.	Description	Minimum Fillet Height Requirement		
Termination Type			Class 1	Class 2	Class 3
7.5.3	F	Bottom Only Chip	Good wetting	Good wetting	Good wetting
7.5.4	F	Rectangular or Square End Chip	Good wetting on vertical surfaces		G+25%H max 0.50 mm
7.5.5	F	Cylindrical End Cap	Good wetting on vertical surfaces		G + 25%W max 1.00 mm
7.5.6	F	Castellated	Good wetting	G+25%H	G+50%H
7.5.7	F	Gull Wing - $T \leq 0.40$ mm	Good wetting	G+T	G+T
7.5.7	F	Gull Wing - $T > 0.40$ mm	Good wetting	G+50%T	G+T
7.5.8	F	Round & Flattened Leads	Good wetting	G+50%T	G+T
7.5.9	F	J-Leads	G+50%T	G+50%T	G+T
7.5.10	F	I-Leads (Butt I)	0.50 mm	0.50 mm	NA
7.5.10.1	F	I-Leads Solder Charged	Hole is filled	Hole is filled	Hole is filled
7.5.11	F	Flat Lug Leads	Good wetting	Good wetting	G+T
7.5.12	F	Tall Profile Bottom Only	None	None	None
7.5.13	F	L-inward	Good wetting on vertical surfaces	G+25%H max 0.50 mm	G+25%H max 0.50 mm
7.5.14	F	BGA	None	None	None
7.5.15	F	BTC (QFN)	None	None	None
7.5.16	F	Bottom Thermal Plane	None	None	None
7.5.17	F	Flattened Post	Good wetting	Good wetting	NA
7.5.18	F	P-termination	Good wetting	25%H	25%H

Gute Gullwing Lötstelle

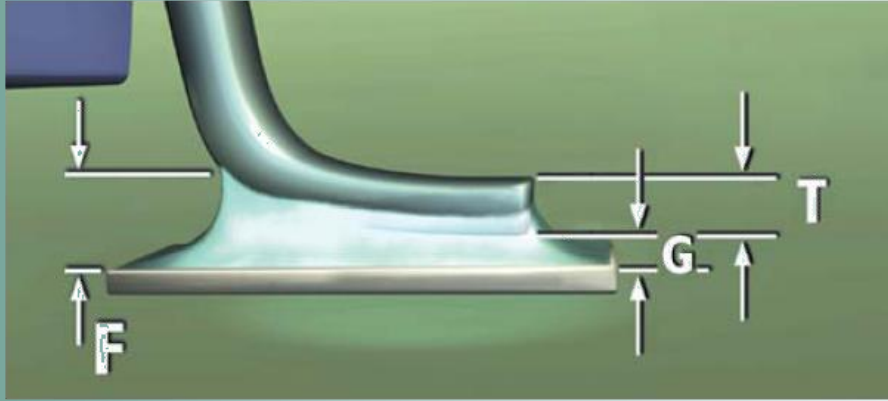


Figure 8-102

Acceptable – Class 3

- Minimum heel fillet height (F) is equal to solder thickness (G) plus lead thickness (T) at connection side.

Eine gute Fersenfüllung entspricht einem Winkel von etwa 45°
Vorderkante (toe) ist oft nicht benetzbar, keine Benetzungsanforderung
Fersenfüllung ist entscheidend für Zuverlässigkeit
Anschlussflächenüberstand Ferse (heel) > Zeh (toe)

IPC-7351 Gullwing Tabellen



Table 3-2 Flat Ribbon L and Gull-Wing Leads (greater than 0.625 mm pitch) (unit: mm)

Lead Part	Maximum (Most) Density Level A	Median (Nominal) Density Level B	Minimum (Least) Density Level C
Toe (J_T)	0.55	0.35	0.15
Heel (J_H) ¹	0.45	0.35	0.25
Side (J_S)	0.05	0.03	0.01
Round-off factor	Round off to the nearest two place decimal, i.e., 1.00, 1.05, 1.10, 1.15		
Courtyard excess	0.5	0.25	0.1

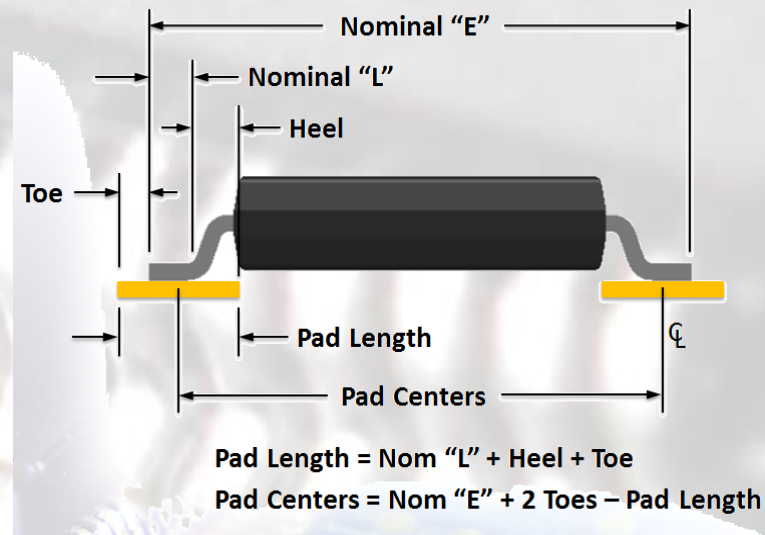
Table 3-3 Flat Ribbon L and Gull-Wing Leads (less than or equal to 0.625 mm pitch) (unit: mm)

Einziger Unterschied: Side Protrusion J_S

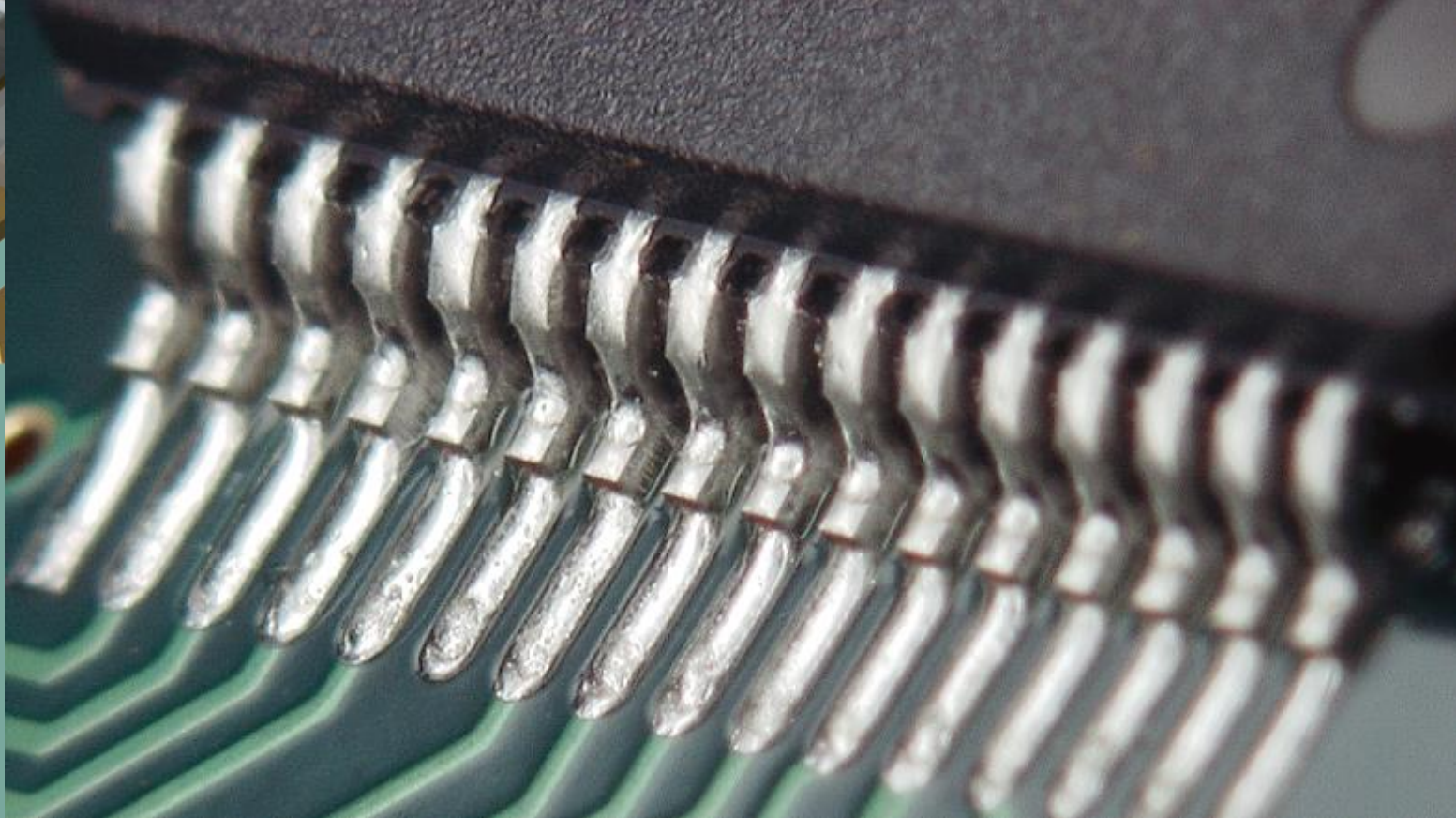
Lead Part	Maximum (Most) Density Level A	Median (Nominal) Density Level B	Minimum (Least) Density Level C
Toe (J_T)	0.55	0.35	0.15
Heel (J_H) ¹	0.45	0.35	0.25
Side (J_S)	0.01	-0.02	-0.04
Round-off factor	Round off to the nearest two place decimal, i.e., 1.00, 1.05, 1.10, 1.15		
Courtyard excess	0.5	0.25	0.1

Gullwing Bauteilraster

Pitch	Package Beispiel
1.27mm	SO-08, SO-14, SO-16 etc.
1.00mm	QFP
0.80mm	TQFP-44
0.65mm	TSSOP-16
0.50mm	MSOP-10
0.40mm	TQFP-100



Beispiel: TQFP-100



Das Proportionale Konzept



Proportional Land Dimensioning Calculations				Protrusion			
Description	Protrusion	Land Size	Calculation	Toe Limit	Toe	Side *	Heel
Bottom Only Chip	No	1:1	-		opt: 50µm	opt: 50µm	opt: 50µm
Rectangular or Square End Chip	Yes		Termination Height	0.50 mm	40%	5% 10%	10%
Cylindrical End Cap	Yes		Termination Diameter	1.00 mm	60%	0%	5%
Castellated	Yes		Termination Height		50%	10%	10%
Gull Wing - T < = 0.40 mm	Yes		Leadframe Thickness		100%	10%	150%
Gull Wing - T > 0.40 mm	Yes		Leadframe Thickness		100%	10%	150%
Round & Flattened Leads	Yes		Lead Thickness/Diameter		100%	10%	150%
J-Leads	Yes		Leadframe Thickness		150%	10%	150%
I-Leads (Butt I)	Yes		Height Requirement		0.50 mm	0.25 mm	0.50 mm
I-Leads Solder Charged	Yes		Upper Hole Edge		50%	10%	50%
Flat Lug Leads	Yes		Leadframe Thickness		100%	10%	5%
Tall Profile Bottom Only	No	1:1	-		opt: 50µm	opt: 50µm	opt: 50µm
L-inward	Yes		Termination Height	0.50 mm	10%	10%	40%
BGA	No	1:1	-		opt: 50µm	opt: 50µm	opt: 50µm
BTC (QFN)	No	1:1	-		opt: 50µm	opt: 50µm	opt: 50µm
Bottom Thermal Plane	NoYes		Leadframe Thickness		100%	10%	150%
Flattened Post	Yes						
P-termination	Yes		Termination Hight		50%	20%	50%
						* Alternative to % in most cases 50% of	
				opt: = optional			

Vorteile



Anschlussfläche wird bestimmt durch

Lötstellenanforderungen

Anschlusstyp

Anschlussgröße

Neu: Anschlusshöhe



Proportional Gullwing



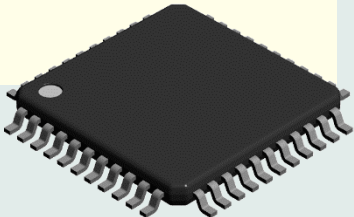
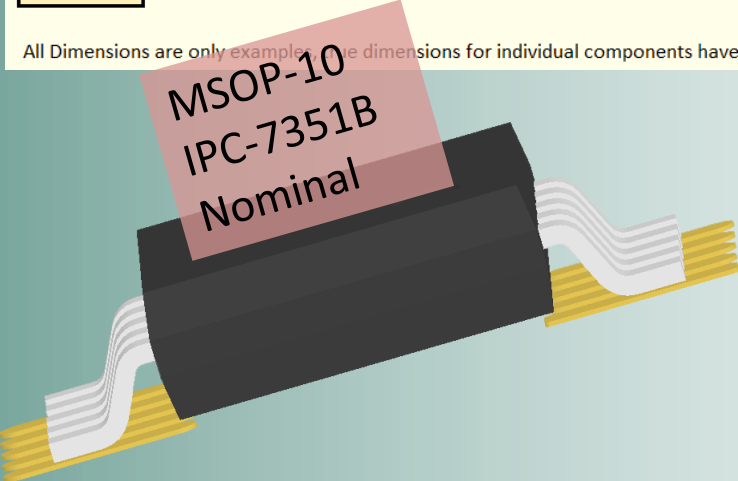
Proportional SMD Pad Stack

Gullwing	Package Example	Package Dimensions			Nominal Terminal			Toe (%TH)	Heel (%TH)	Side (%TH)	Land (Pad)		
Pitch		Length	Width €	Height	Length	Width	Height (c)*	100	150	5	Length	Width	Center
1,27	SO-14	8,65	6,00	1,75	0,800	0,50	0,25	0,250	0,375	0,013	1,425	0,525	2,538
0,95	SOT-23-6	2,80	2,90	1,00	0,450	0,40	0,12	0,120	0,180	0,006	0,750	0,412	1,145
0,80	TQFP-44	12,00	12,00	1,60	0,600	0,37	0,15	0,150	0,225	0,008	0,975	0,385	5,663
0,65	TSSOP-16	5,00	6,40	1,20	0,600	0,25	0,20	0,200	0,300	0,010	1,100	0,270	2,150
0,50	MSOP-10	4,90	3,00	1,10	0,550	0,22	0,18	0,180	0,270	0,009	1,000	0,238	2,130
0,40	TQFP-100	14,00	14,00	1,20	0,600	0,18	0,15	0,150	0,225	0,008	0,975	0,195	6,663

All dimensions are in mm

*Height = Leadframe Thickness

All Dimensions are only examples. The dimensions for individual components have to be filled in from datasheet



Vorteile

- Einfach skalierbar
- Auch für zukünftige Bauteile
- Einfachere Baugruppenfertigung
- Weniger Risiken
- Höhere Zuverlässigkeit
- Zusätzlicher Platz für Leiterbahnen

Nachteile



- Keine Generic Footprints

FED Proportional Verification Projekt



		Zeitraum	Starttermin
1	Bibliothekselemente erstellen	3 Wochen	16.05.2016
2	Testleiterplatte entwerfen	3 Wochen	06.06.2016
3	Testleiterplatte fertigen	3 Wochen	27.06.2016
4	Testleiterplatte bestücken und löten	2 Wochen	11.07.2016
5	Lötstellen bewerten & dokumentieren	3 Wochen	01.08.2016
6	Ergebnispräsentation		15.09.2016

FED – IPC Reference Calculator



Current Sample
SO-14, pitch 1.27 mm
Fairchild 74ACT14SCX

Incremental SMD Reference Calculator

Samples

Rectangular End Cap

C0201	R0201
C0402	R0402
C0603	R0603

Gull Wing Examples

SO-14 Pitch 1.27
SOT-23 Pitch 0.95
TQFP-44 Pitch 0.80
TSSOP-16 Pitch 0.65
MSOP-10 Pitch 0.50
TVSOP-24 Pitch 0.40

Inward L

3216-18A	7343-31D
----------	----------

Cylindrical

MiniMelf	Melf
----------	------

Flat Protuded

SOT-563

Castellated

TC-164

Enter Data:

Emin	6.00
Emax	6.00
Etal	0.00
Lmin	0.60
Lmax	0.90
Ltal	0.40
bmin	0.35
bmax	0.51
btal	0.16

Toe Goal	0.35
Heel Goal	0.35
Side Goal	0.03
Place Rnd	0.02
Size Rnd	0.01
Fab Tol +/-	0.050
Place Tol +/-	0.025

Calculation:

Stol	0.80
Stol (RMS)	0.57
Sciff	0.23
Smax	5.00
Smin	4.20
New Smax	4.88
New Smin	4.32

Toe Tol	0.11180
Zmax	6.81180
Heel Tol	0.57663
Gmin	3.60621
Side Tol	0.19519
Yref	0.60519
Place Round Factor	50
Size Round Factor	100

Result:

C	5.20
X	1.60
Y	0.61

Toe Max	0.40
Toe Min	0.34
Toe Goal	0.35
Heel Max	0.64
Heel Min	0.35
Heel Goal	0.35
Side Max	0.13
Side Min	0.03
Side Goal	0.03

FED Proportional SMD Reference Calculator

Enter Data:

Enom	6.00
Lnom	0.70
bnom	0.43
cnom	0.30
e (pitch)	1.27

cnom = Terminal Thickness or Height

Goal Determination

Toe Goal (%)	100
Heel Goal (%)	150
Side Goal (%)	5

Goals are a percentage of cnom

Calculation:

Z	6.60000
G	3.70000
Y	0.46000

Result:

C	5.15
C/2	2.58
X	1.45
Y	0.64

* if Y < pitch/2
Y= pitch/2

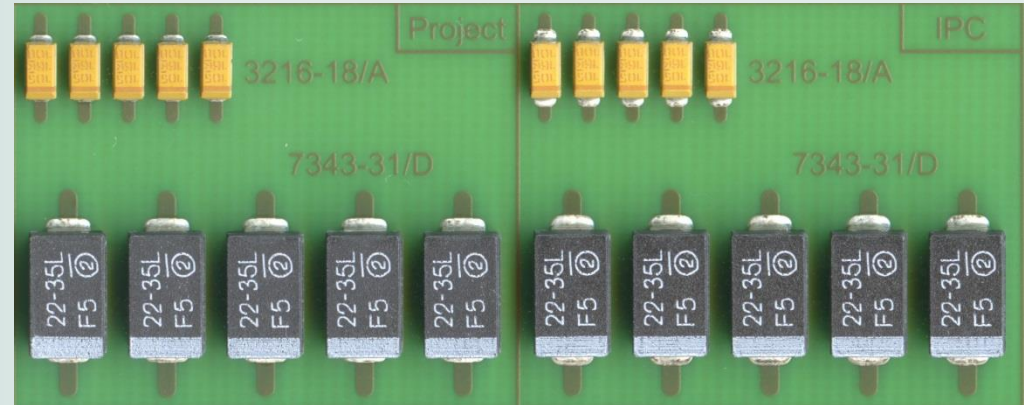
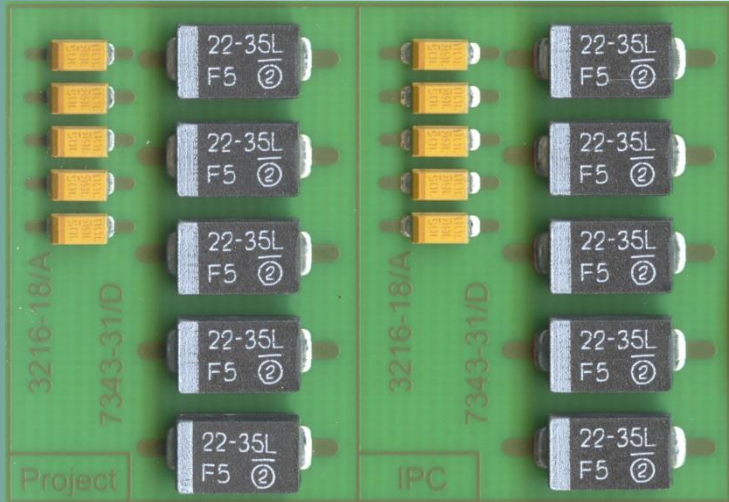
Risk observation

Toe Max	0.305
Toe Min	0.249
Toe Goal	0.300
Heel Max	0.591
Heel Min	0.303
Heel Goal	0.450
Side Max	0.143
Side Min	0.045
Side Goal	0.015

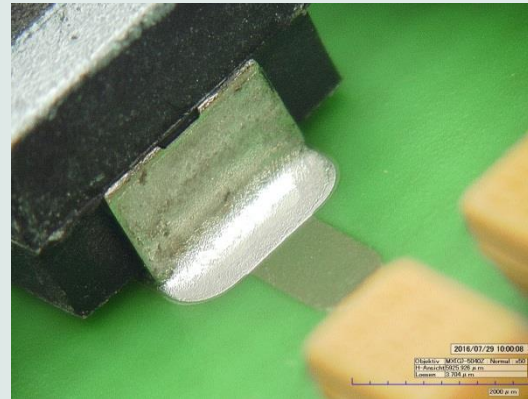
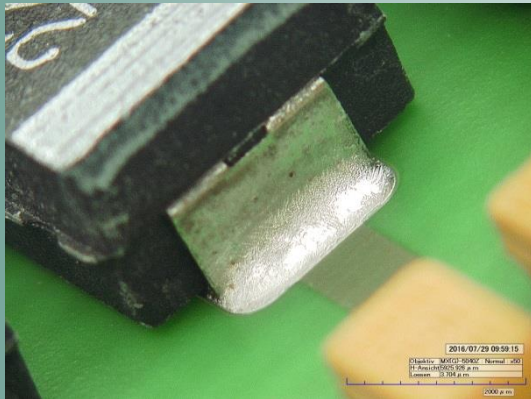
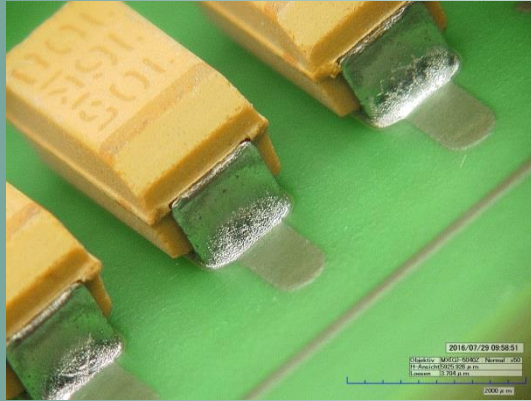
For Evaluation Purposes Only



Gruppe 1 – Inward L - Tantal A und D

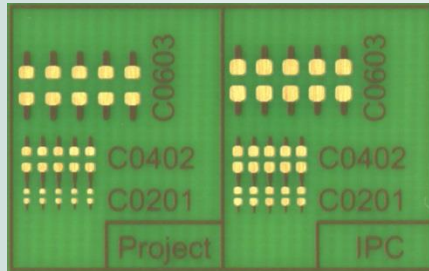
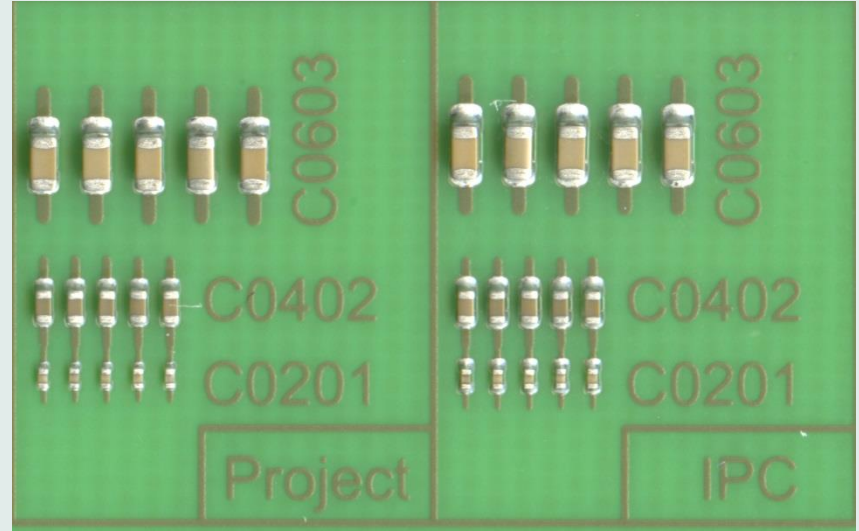
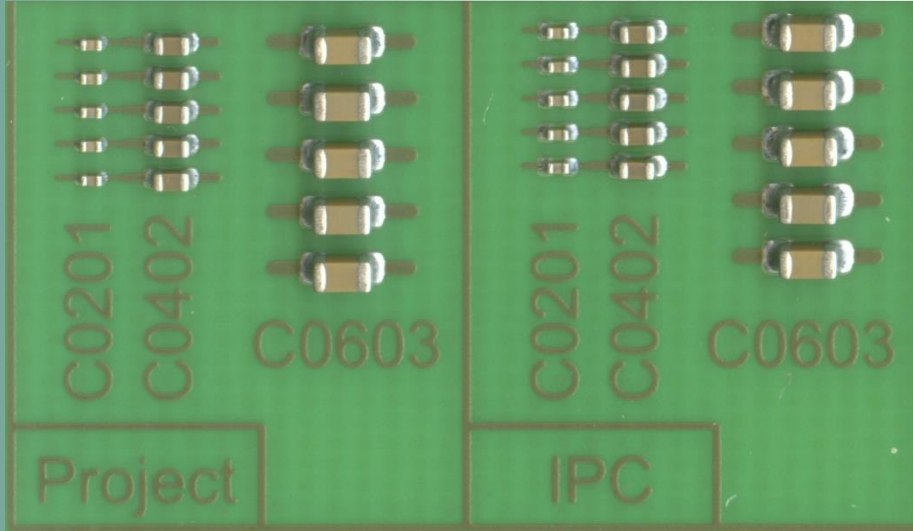


Gruppe 1 – In-L -Tantal A und D gelötet

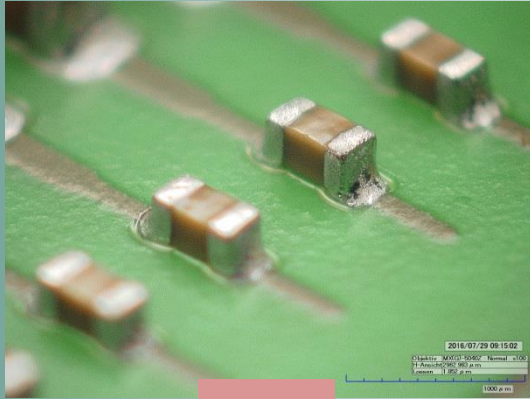


P= Proportional
I = IPC-7351

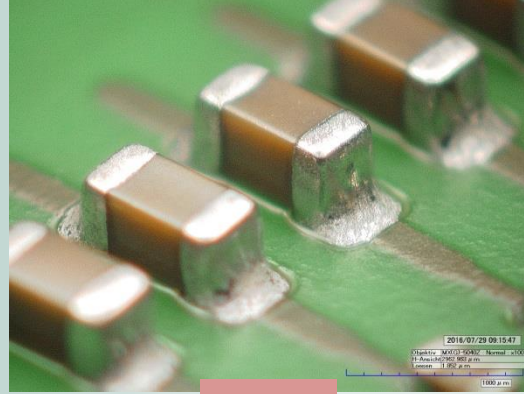
Gruppe 3 – Rectangular/Square MLCC



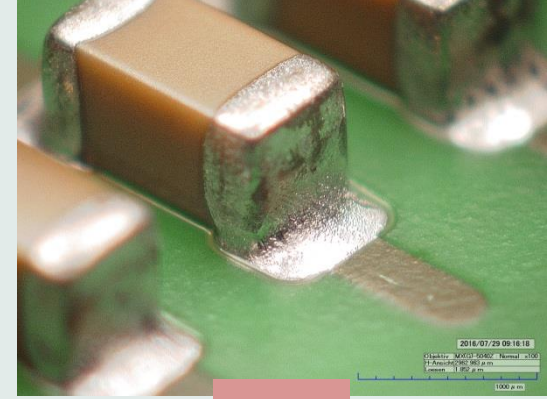
Gruppe 3 – MLCC gelötet



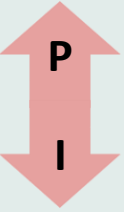
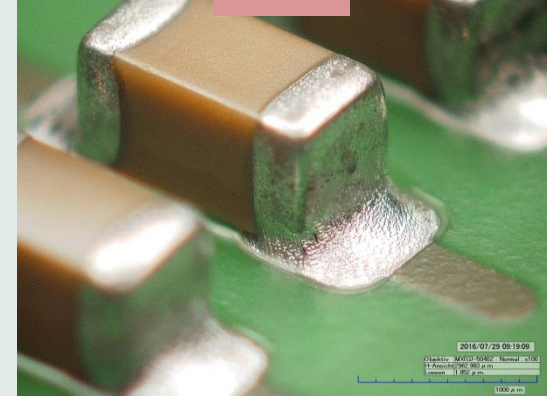
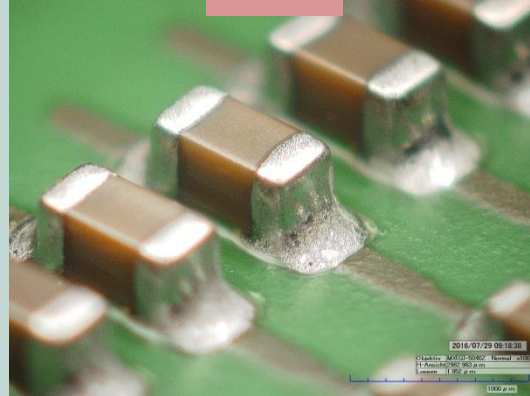
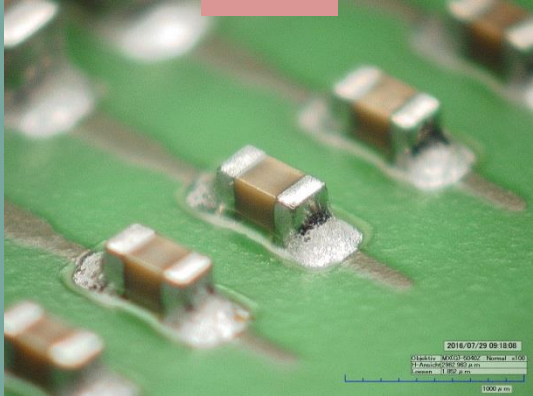
0201



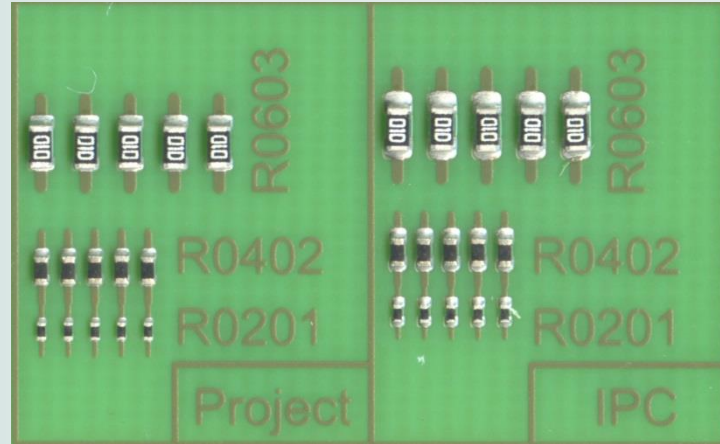
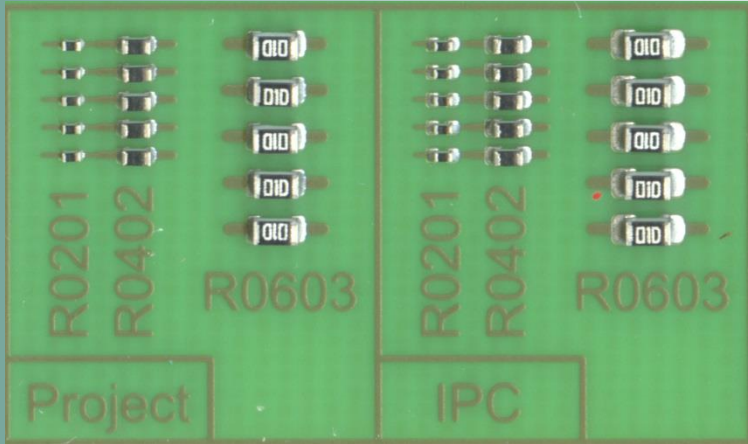
0402



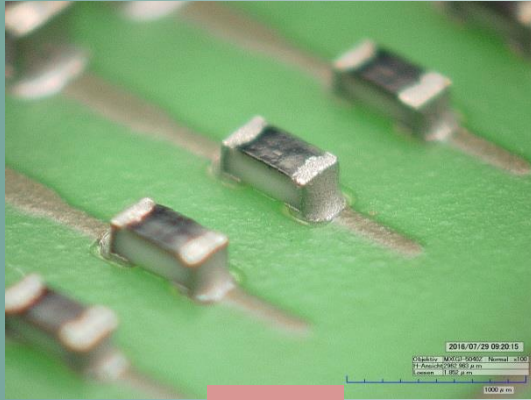
0603



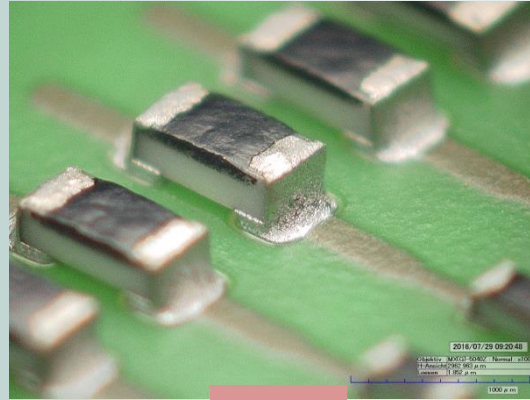
Gruppe 4 – Rectangular/Square Resistor



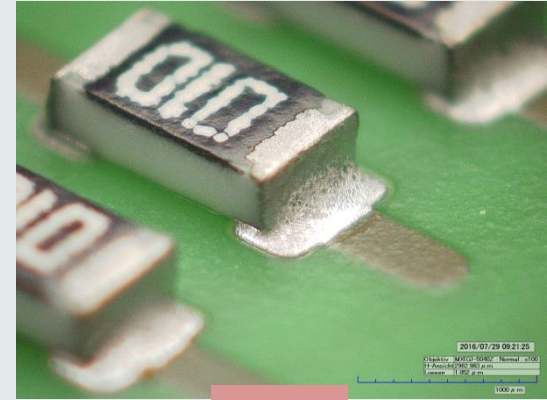
Gruppe 4 – Resistor gelötet



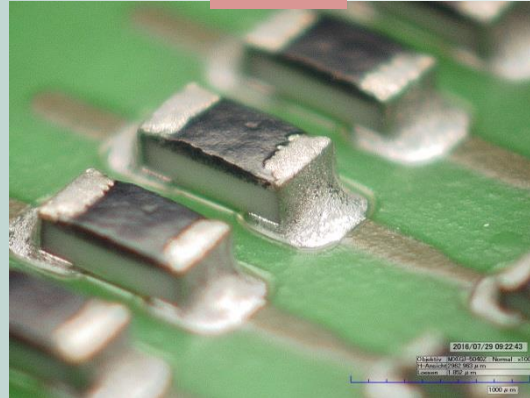
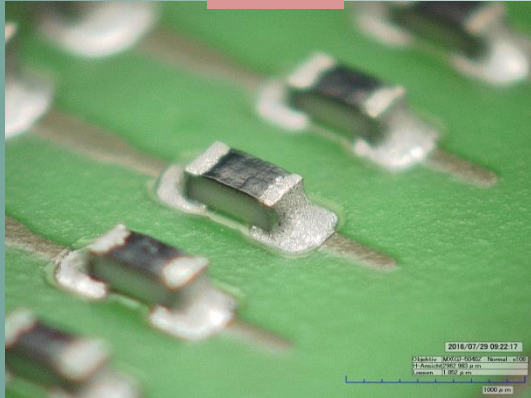
0201



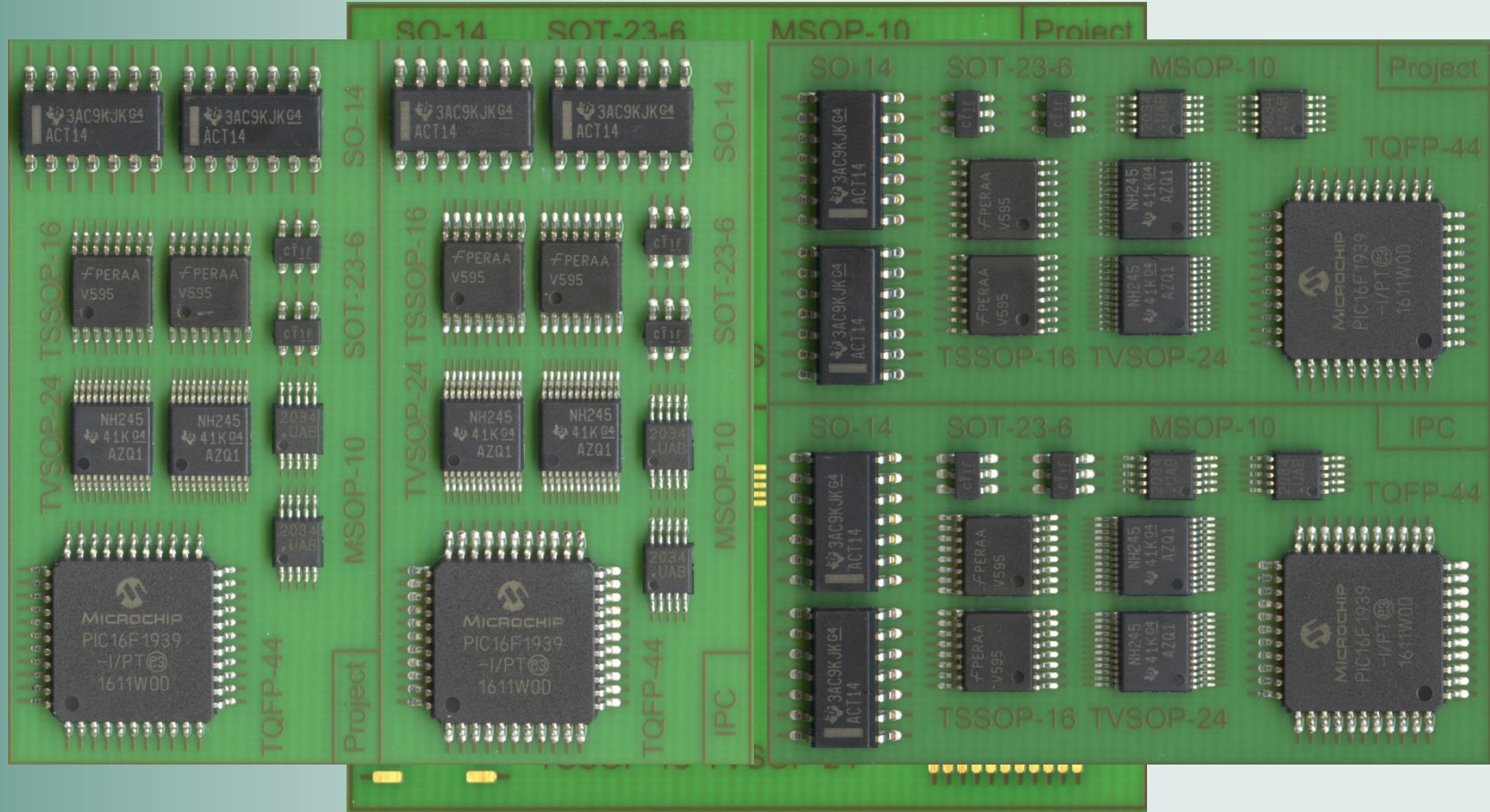
0402

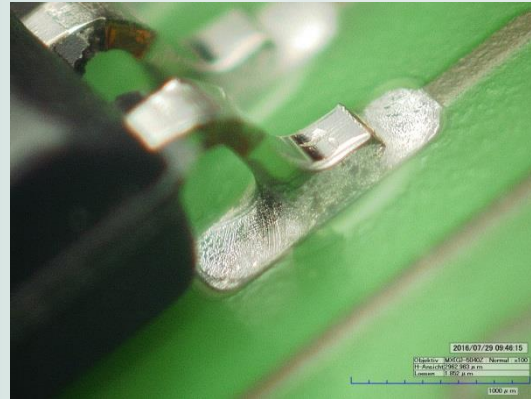
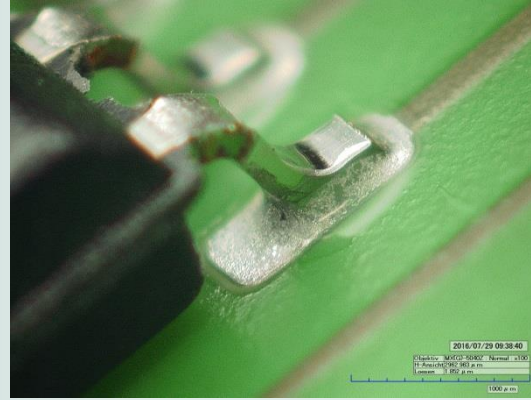


0603

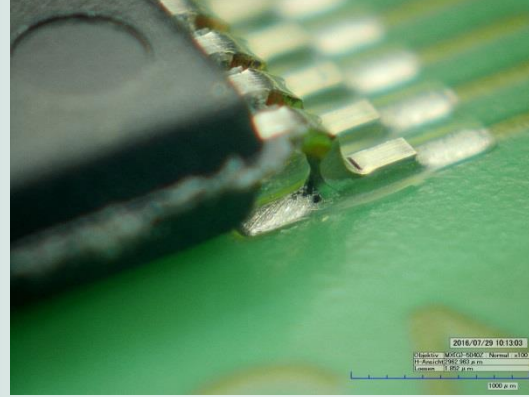
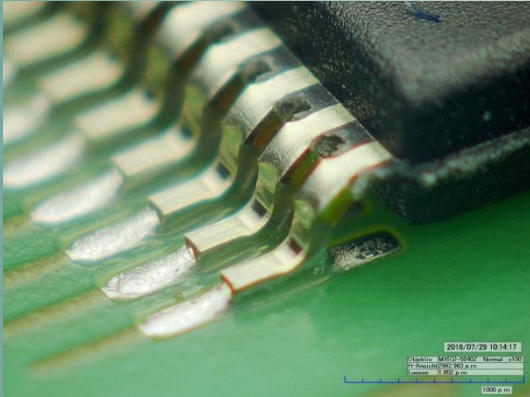
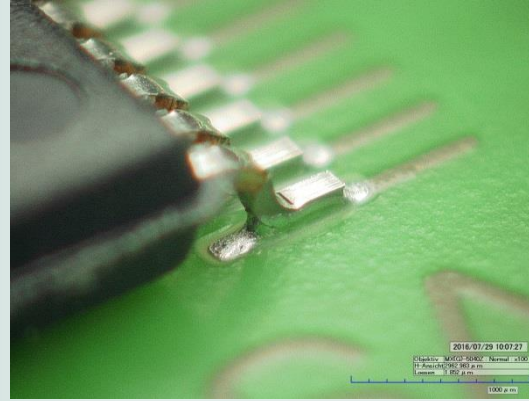
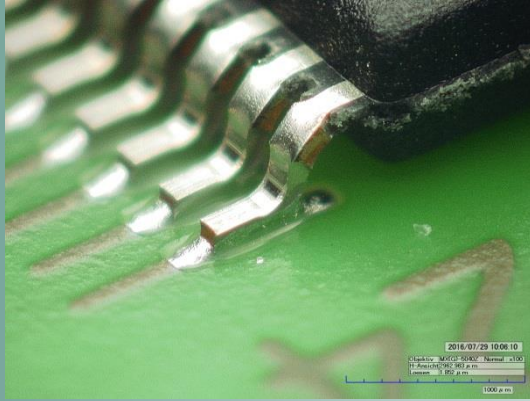


Gruppe 5 – Gullwing





Gruppe 5 – TVSOP-24 gelötet – Pitch 0.4



Untersuchungsergebnis



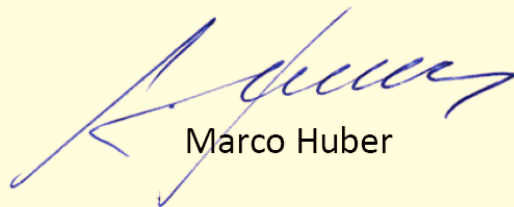
3. Feststellung

Die bei der Untersuchung vorgefundenen Resultate bezüglich der Platzierungen und Lötungen und deren Benetzungen sind akzeptabel und erfüllen die vorgegebenen Geometrien (mit kleinen Ausnahmen Melf).

Aufgrund des gesamten Bildes sind sich die 4 Baugruppen von Prettl und Taube sehr ähnlich. Ebenfalls das Löten zeigen keine signifikanten Unterschiede – alle sind sauber verarbeitet.

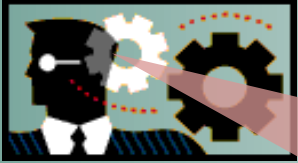
4. Empfehlungen

Das obige Resultat lässt zu, die erarbeiteten Paddefinitionen zu dokumentieren und sukzessive in die Praxis, bzw. in eine „FED-Richtlinie“ umzusetzen.



Marco Huber

Ergebnis



Müssen mit den Proportional
Landpattern Zuverlässigkeitstests
durchgeführt werden?

Nein - Anforderungen gemäß
IPC-A-610 Klasse 2 & 3 erfüllt

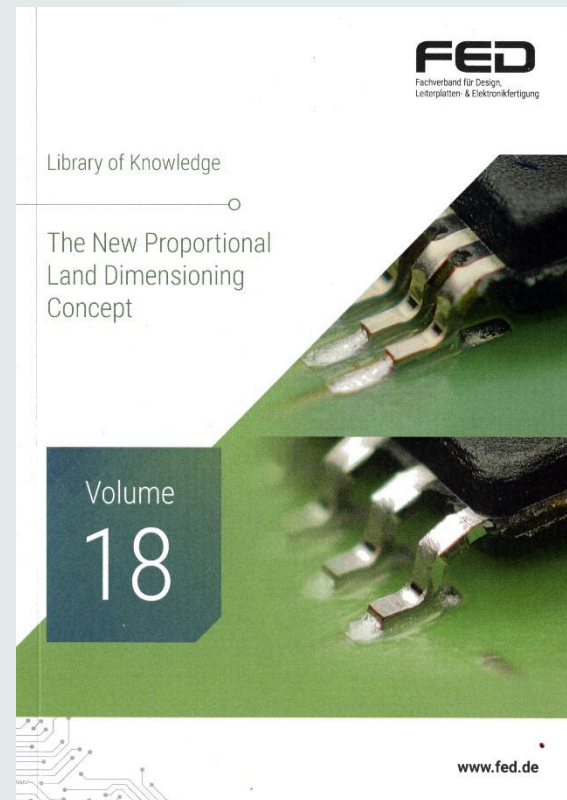
FED-Bibliothek des Wissens Band 18



Ausführliche Informationen

- Erklärung des IPC-7351 Berechnungskonzepts
- Beschreibung des IPC/FED Referenz Kalkulators
- Dokumentation des FED Verification Projekts

In Deutscher und englischer Sprache verfügbar





© Copyright 2019 Rainer Taube - TAUBE ELECTRONIC GmbH

Nachdruck oder Vervielfältigung, auch teilweise oder in veränderter oder neu gestalteter Form ist nur nach Zustimmung des Verfassers gestattet.

Kontakt

TAUBE ELECTRONIC GmbH

Nostitzstraße 30

D-10965 Berlin

Telefon 030 69 59 25 0

e-mail: r.taube@taube-electronic.de