

Design for manufacturing Tips & Tricks



Deze bundel werd geschreven voor de klanten van Page Electronica NV en beschrijven vaak voorkomende designtechnische problemen. Bewust werd er niet te diep in detail getreden. Bij vragen kunt u het best de process engineer raadplegen.

Inhoud

<i>3 Fases van productie</i>	4
Keuze van productietechnologie	5
CAPEBILITIES	7
Specificaties vh machinepark	9
Opbouw V-groove	14
Fiducial markers	15
Afstand koper spoor tot Board outline	17
Layer markering	18
Silk screen design	19
Hoge stroom designs	21
Permanent soldeer masker	24
Masker Web vs Window design	25
VIA's	26
Soldeerjumpers	29
Copper pour, lattice of mesh plane	30
Footprint knoopcel batterij	31
Mechanische bevestigingsgaten	32
Identificatie en markeringen	33
Soldeerfinishes	34
Poka Yoke of foolproof	35
Schaduwvlakken	36
Minimale tussenafstand voor square chip componenten	37
SMT - Wave solderen	39
0201 design	40
Footprint Chip arrays	41
BGA implementatie	42
CSP (chip scale packages)	44
LGA massa verbindingen	45
QFN design	46
PCB-on-PCB	49
Spoor routing	50
Test pads	52
X-ray inspectie	54
Opbouw thermal relief	55
Lead-tussenafstand bij PTH Wave-solderen	56
Miniwave selectief solderen	57
Fluxen en reinigen van elektronische schakelingen	61
Défluxen van elektronische schakelingen	63
Gevaar voor tin-whiskers	65
Conformal coating	66

Coating aanbrengen over een LED.	67
Haarbuisjeseffect.	67
Selectief coaten.....	67
Kostprijs.....	68
Controle van oppervlaktespanning soldeermasker.....	68
Inkapselen.....	69
Buigbare PCB's.....	72
Component verpakking en toelevering.....	73
Anti statische verpakkingen.....	76
Surface Mount connectoren.....	77
IP bescherming (intellectual property).....	78
Data toelevering.....	80

3 Fases van productie

Prototype

Een **prototype** is een vroeg model van een product, vaak deels manueel geassembleerd, waarmee de werking of passing van onderdelen wordt getest. Om kosten te drukken en doorlooptijden kort te houden wordt er bewust gekozen niet alles volautomatisch te produceren. Ga er niet van uit dat uw werkende prototype het bewijs levert dat het ontwerp ook seriematig te produceren is.

Nulserie

Na succesvol afronden van de prototype fase wordt er een **nulserie** geproduceerd om vast te stellen of de producten voldoen aan al de specificaties en testprotocollen zoals deze waren opgesteld. Bij de nulserie worden de verschillende productieprocessen zo volledig mogelijk uitgevoerd en gefinetuned, de nulserie kent een meer representatief verloop van de uiteindelijke serieproductie.

Serieproductie

Na de prototype en nulserie fase komt de **serieproductie**, hier streven we naar een zo hoog mogelijke graad van automatisatie. De focus ligt hier op een zo laag mogelijke stukprijs en hoge yield.

Opgelet: Indien er niet gekozen wordt een nulserie te vervaardigen, en na prototype onmiddellijk naar serieproductie wordt overgegaan, is het belangrijk de prototype fase als nulserie te aanzien zodoende de productieprocessen te concretiseren.

Ga dan ook je prototype als nulserie bestellen.

Keuze van productietechnologie

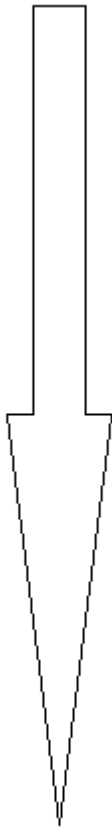
De keuze van de productietechnologie gaat bepalen hoe de uiteindelijke assemblage zal geschieden. Er zijn een groot aantal methoden om de elektrische en mechanische verbindingen te maken, het is aan te raden de volgende overwegingen te maken.

We onderscheiden meerdere verbindingstechnieken: SMT Reflow solderen, SMT Wave solderen, PTH wave solderen, miniwave solderen (= selectief solderen), Robot-solderen, Bout draad solderen, Pin-in-Paste solderen, Press fit verbindingen, verlijmen m.b.v. anisotrope geleidende lijmen, Thermode solderen.

De prijs, duurzaamheid en voorradig op de fabrieksvloer zal de keuze bepalen, je kunt meerdere technieken combineren maar elke productiestap doet instelkosten en doorlooptijd stijgen.

Goedkoop produceren

Hoge yield



SMT aan 1 zijde vd PCB



SMT en PTH aan 1 zijde van de PCB. PTH in wave solderen.



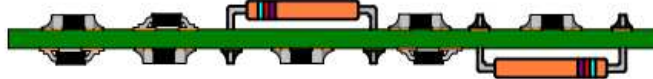
SMT aan beide zijden



SMT aan beide zijden + een weinig PTH componenten aan 1 zijde. PTH in selective wave solderen.



SMT en enkele PTH componenten aan beide zijden. PTH in selective wave solderen.



PTH en SMT Wave solderen.



Duurste proces

Laagste yield

Aandachtspuntjes voor de componentkeuze.

- SMT heeft een hogere yield en lagere kost dan PTH solderen, echter enkel indien alle SMT componenten machinaal geplaatst kunnen worden SMT onderdelen die omwille van verpakking of complexe bouwvorm handmatig geplaatst moeten worden gaan voor een lage yield zorgen.
- Connectoren die herhaaldelijk of zwaar belast worden in een SMT uitvoering vermijden, een SMT soldeerverbinding heeft een beperkte mechanische belastbaarheid. Een PTH soldering scoort hier veel hoger.
- Vermijd onderdelen die een specifiek productieproces nodigen, bv één enkel SMT op een PTH kaart of visa-versa, dit onderdeel creëert een extra en beter te vermijden productiestap.
- Chip componenten ≤ 0603 niet meer toepassen in SMT wave solderen.
- Kies niet nodeloos voor miniaturisering, volg de componentmarkt evolutie voor uw product.
- Reduceer het aantal verschillende onderdelen, zie na of je geen onderdelen kunt vervangen door reeds aanwezige componentwaarden, doe dit niet enkel voor de kaart maar ook per zijde, een onderdeel verplaatsen van zijde kan de setupkosten doen dalen.
- Vermijd flexibele verbindingen.
- PIP solderen is enkel succesvol tot een printdikte van 1.6mm

Capeabilities

Het is belangrijk even na te gaan waar de kaart uiteindelijk geproduceerd zal worden en wat de mogelijkheden zijn van die productiefaciliteit, dewelke zijn de sterke en zwakke plekken. Ga technieken waarover de productie niet voldoende beschikt vermijden.

Screenprinting

Min bord afmeting	Max bord afmeting	Min bord dikte	Max bord dikte	Vrije randen
51 x 51mm	460 x 460mm	0.2mm (1)	5.0mm	3.0mm

Dispensen / Jetten

Min bord afmeting	Max bord afmeting	Min bord dikte	Max bord dikte	Vrije randen
50 x 500mm	450 x 500mm	0.2mm (1)	4.0mm	4.0mm

P&P

Min bord afmeting	Max bord afmeting	Min bord dikte	Max bord dikte	Component hoogte	Vrije rand
50 x 50mm	360 x 410mm	0.6mm (1)	4.0mm	20mm (2)	2.5mm

Component specificaties

	Afmetingen	Hoogte	Pitch	Lead / Ball afmetingen
Chip comp	Min 0.4mm x 0.2mm	0.2mm tot 20mm	N/A	N/A
QFP / QFN	Max 50 x 50mm	N/A	Min 0.30mm	Min 0.15mm
Connectoren	Tot 150mm	Max 20mm	Min 0.40mm	Min 0.2mm
BGA / CSP / WLP	Max 50 x 50mm	N/A	Min 0.25mm	0.1 – 1.0mm

Vapour phase soldering

Min bord afmeting	Max bord afmeting	Min bord dikte	Max bord dikte	Vrije randen
40 x 40mm	500 x 500mm	N/A	N/A	2.0mm (3)

In line reflow solderen

Min bord afmeting	Max bord afmeting	Min bord dikte	Max bord dikte	Vrije randen
50 x 50mm	800 x 450mm	0.8mm	N/A	6.0mm (4)

Selectief solderen

Min bord afmeting	Max bord afmeting	Min bord dikte	Max bord dikte	Vrije randen

50 x 50mm	550 x 450mm	0.8mm	4.0mm (5)	4.0mm (4)
-----------	-------------	-------	-----------	-----------

BGA repair

Min bord afmeting	Max bord afmeting	Max component afmeting	Min/Max Bord dikte	Vrije randen
40 x 40mm	610 x 610mm (6)	40 x 40mm	(7)	2.0mm

Conformal selectief coating

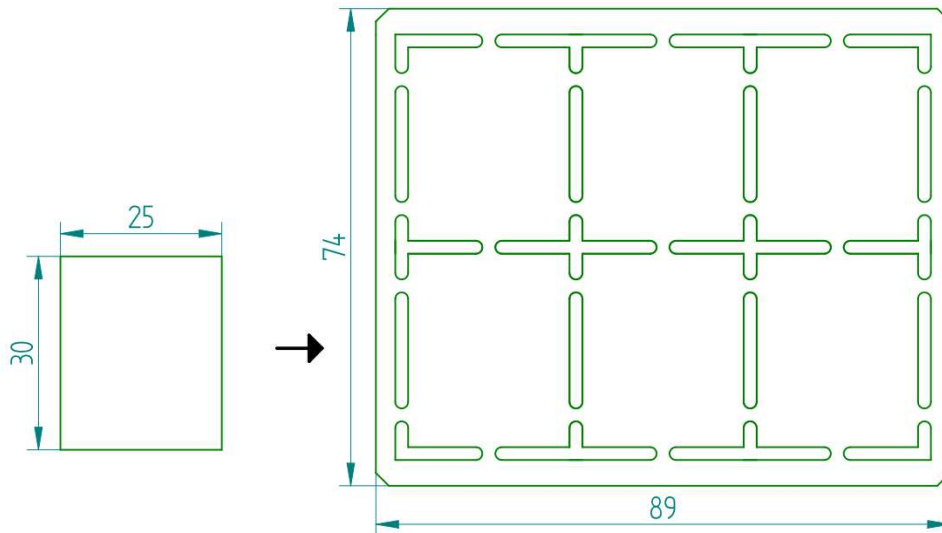
Min bord afmeting	Max bord afmeting	Max component hoogte	Min/Max Bord dikte	Vrije randen
40 x 40mm	410 x 500mm (8)	50mm	(7)	3.0mm

1. Mogelijks in een pcb carrier vereist om de stevigheid vh bord te garanderen.
2. Componenten hoger dan 20mm dienen manueel geplaatst te worden.
3. Enkel bij 2 zijden assemblage, enkelzijdig N/A
4. 6mm aan de A-zijde bij dubbelzijdige assemblage
5. Printen tot 4.0mm dik kunnen door de machine geleiden, echter procesmatig kan de soldeerdoorstijging bij printkaarten > 1.6mm een probleem gaan vormen.
6. Niet alle posities kunnen bereikt worden bij maximale pcb afmetingen.
7. Procesmatig kunnen te dunne of te dikke borden voor problemen zorgen.
8. De machines zijn uitgerust met meerdere producten, bij sommige producten is omwille van de locatie van de spray-nozzle het bereik beperkt tot 320 x 500mm.

Specificaties vh machinepark

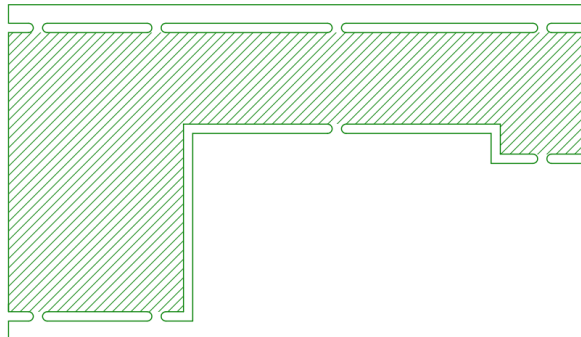
SMT machines hebben eisen aan de minimale afmeting van de PCB, meestal ongeveer 50 bij 50mm. Dit is afhankelijk van het type van machines die we gaan gebruiken voor het assembleren. Het in paneel aanbrengen brengt ook tevens het voordeel dat handelingkosten omlaag gaan en assemblagemachines een hogere output hebben.

In dit voorbeeld hebben we een printje van 25 bij 30mm, dit past niet in de plaatsingsautomaten en dus kunnen we dit kleine PCB'tje best in een cluster aanbrengen, zodoende aan de minimale vereiste afmetingen van de machines te voldoen.



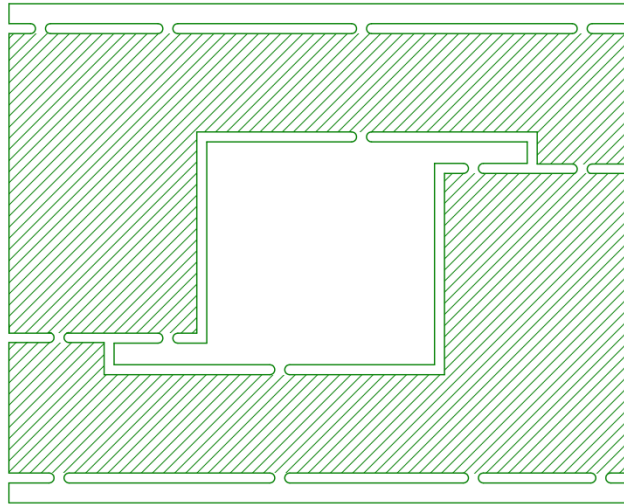
Een methode om printjes in een samenstellen te plaatsen zijn het gebruik van shear tabs. Dit zijn nokjes die eens assemblage afgelopen is verknipt worden waardoor we de enkelvoudige printjes bekomen.

Voor PCB's met vreemde vorm is het noodzakelijk twee vrije rechte randen aan het PCB te voorzien.

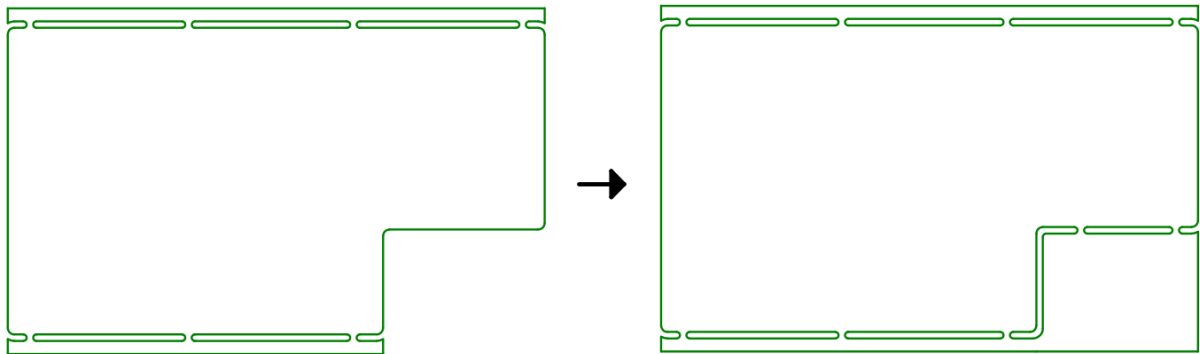


Om verloren printmateriaal te beperken is het soms handig een paneel met geroteerde opstelling te voorzien.

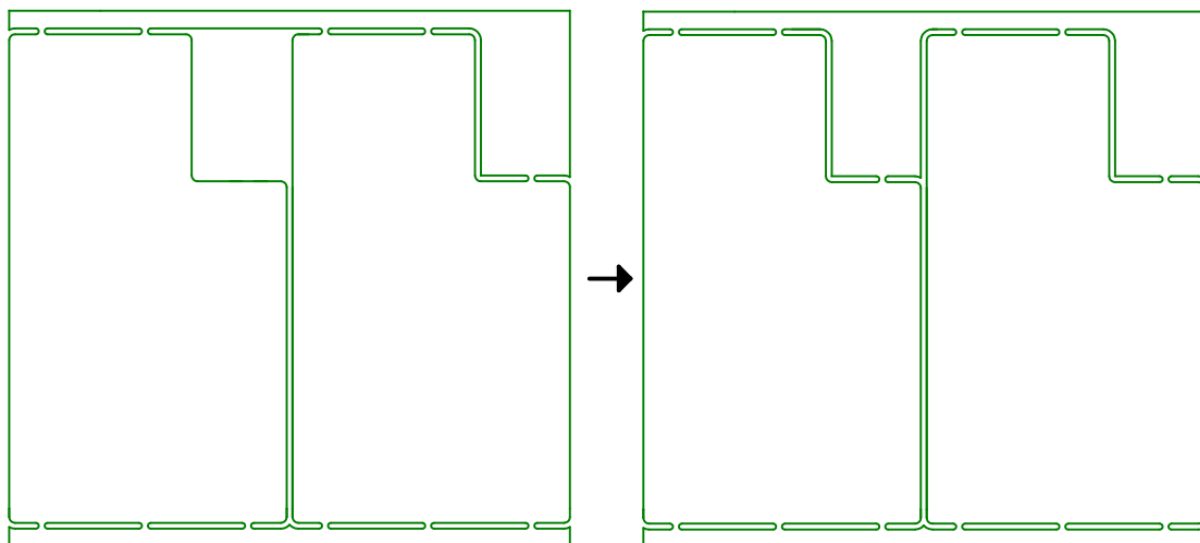
[10]



De twee randen die de geleiding voorzien moeten recht zijn, dit is onontbeerlijk, echter is het ook sterk aan te raden de overige randen recht te maken. Openingen en/of schuine randen kunnen problemen veroorzaken bij oa sensoren, ondersteuning, clamping,...

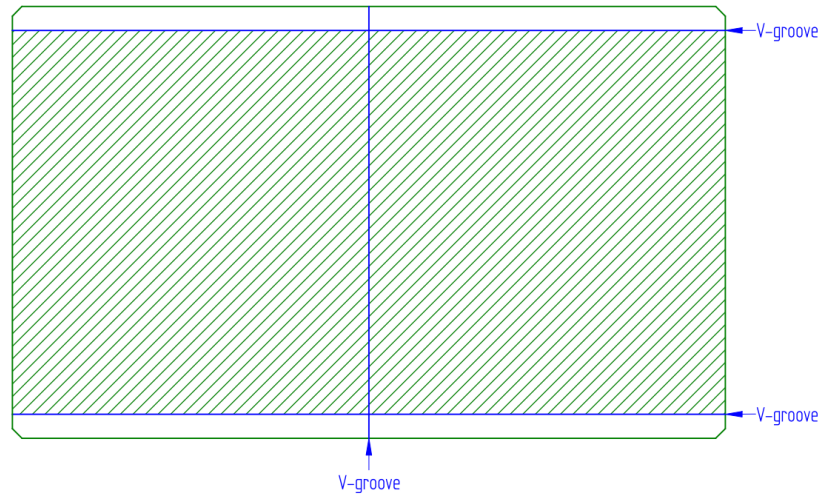


Openingen groter dan 3mm moeten zo veel mogelijk opgevuld blijven met printmateriaal. Dit voorkomt doorstijgen van het soldeer en voorkomt dat de machine deze PCB als afzonderlijke PCB's zou aanzien.

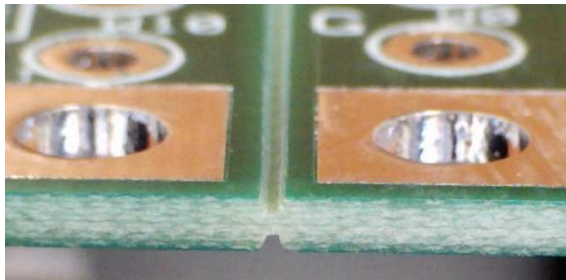
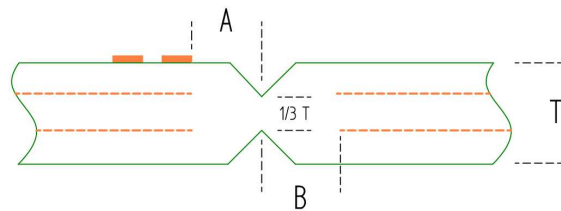


Het voorzien van afbreekranden en het in paneel stoppen met gebruik van breeknokjes is een eenvoudige manier, echter is het uitbreken van al die nokjes erg arbeidsintensief en aldus duur. Voor grotere series raden we dit af. Een snellere manier is

het gebruik van een V-groove, dit is snel en goedkoop uit te ritzen. Een nadeel hieraan is dat we altijd met rechte lijnen over de volledige lengte van het paneel werken, we benodigen een PCB ritser en de afranding van een V-groove is niet zo netjes als de gefreesde variant.



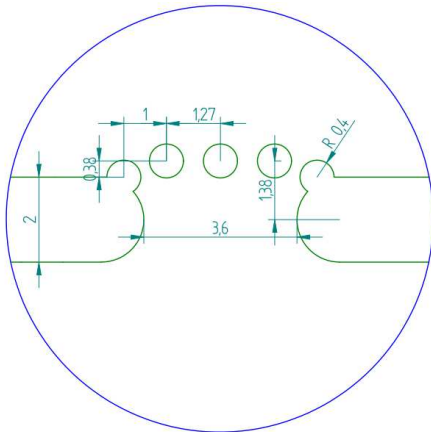
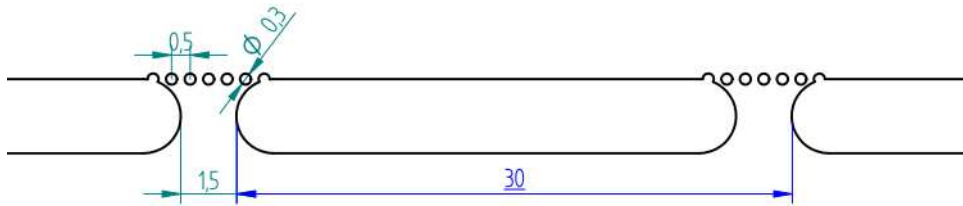
Om gebruik te kunnen maken van een V-groove is het van belang dat de kopervlakken minimaal 0.4mm van de kaartrand verwijderd liggen, dit ook voor de binnenlagen. Sommige printfabrikanten zullen zelfs een drawback van kopervlakken eisen tot 1.0mm voor printen van 1.6mm dik.



Elke V-groove is een zwakke plaats en kan resulteren dat het bord daar gaat doorbuigen. Het aantal scoring lijnen in de Y-oriëntatie moet je bij deze beperken, met aandacht voor het gewicht van de componenten op de kaart. Een kaart met bv zware transfo's kun je beter minder stappen.

Het kan wel eens voorkomen dat componenten over de rand van de printkaart spelen. LED's, connectoren, drukkopjes,... . In dit geval moeten we deze zijde zeker voorzien van een gefreesde lijn en kan een V-groove niet gebruikt worden. In sommige gevallen, wanneer het onderdeel meer dan 2mm over de rand komt, is het ook aangewezen om hier een deel op te vullen met verloren rand.

Voorbeeld van een postzegelverbinding.

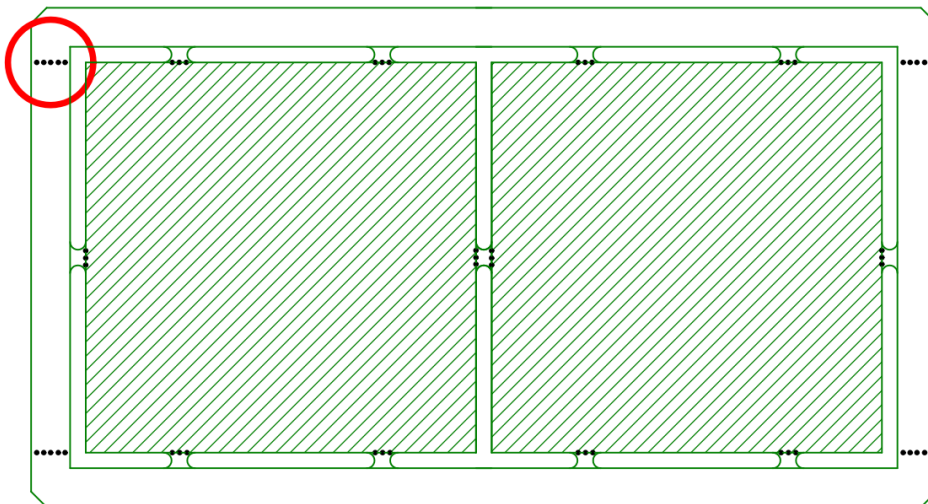


Dit mouse-bite patroon breekt af naar de binnenzijde v.d. printkaart toe, zodoende zeker geen uitspelende bramen na te laten.

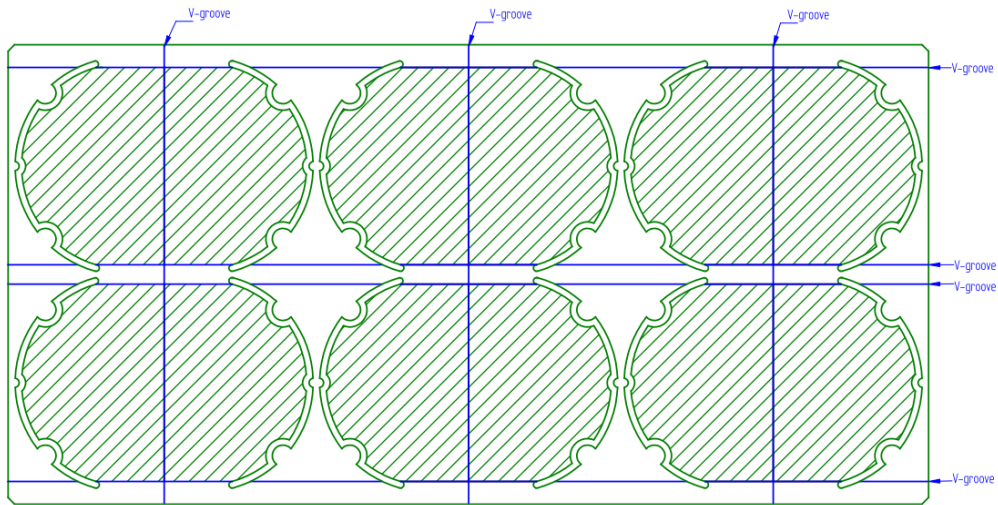
De boordiameter is 0.8 waardoor je niet in een verhoogde boordklasse terecht komt.

Deze breektabs kun je om de ± 50 mm plaatsen (afhankelijk van de PCB)

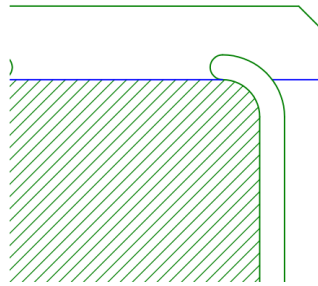
Werk je met postzegelverbinding in een kaderrand dien je ook postzegels te voorzien op dezelfde lijn in de randen, zodoende ook de rand eenvoudig te kunnen verbreken. De schets hieronder verduidelijkt dit.



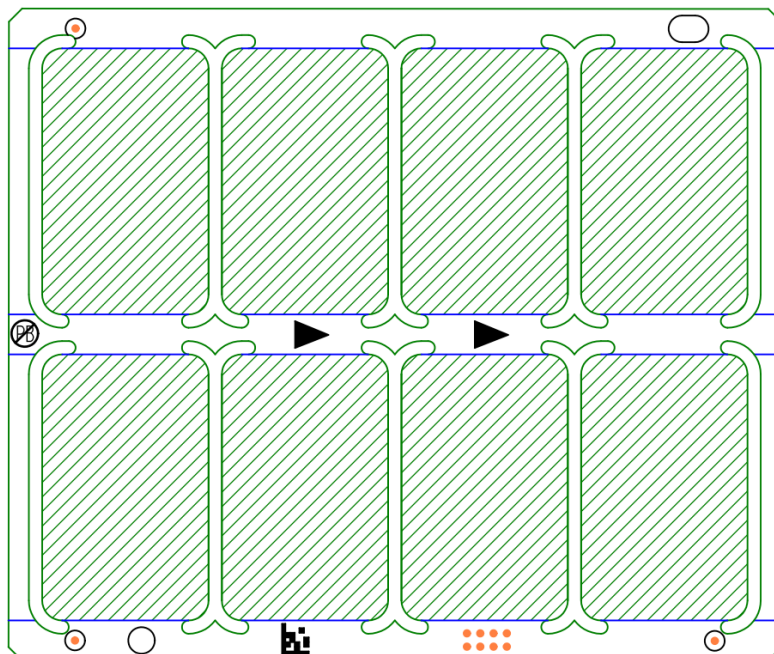
Vaak wordt het dus een creatief samenspel van de verschillende technieken om tot een eenvoudig en goedkoop uit paneel te halen resultaat te komen, voldoende stevig met beperkte verloren materiaal.



Een PCB wordt via transportbandjes van machine naar machine gevoerd, om een vlotte geleiding te voorzien raden we aan de hoekjes van het paneel te laten afschuiven, dit werkt prima met een 45° afschuiving over 2mm.

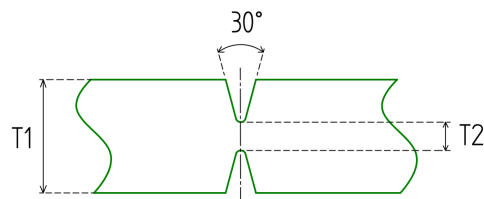


Maak handig gebruik van de afbreekranden om kosteloos nuttige informatie en tools aan te brengen. Zoals: paneel fiducial markers, tooling holes, assemblage richting, leadfree identificatie, BAD skip board markers, projectnaam of bedrijfsnaam, layer identificatie, laminaat type, enz.

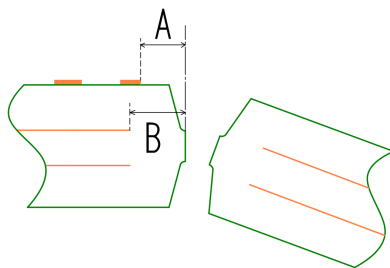


Opbouw V-groove

Een V-groove of scoring is toepasbaar van PCB dikte 0.8mm tot 2.4mm.



Board outline



Pcb dikte T1
 0.8mm – 1.0mm
 1.2mm – 1.8mm
 2.0mm – 2.4mm

Restmateriaal T2
 0.30mm ± 0.01mm
 0.40mm ± 0.01mm
 0.60mm ± 0.01mm

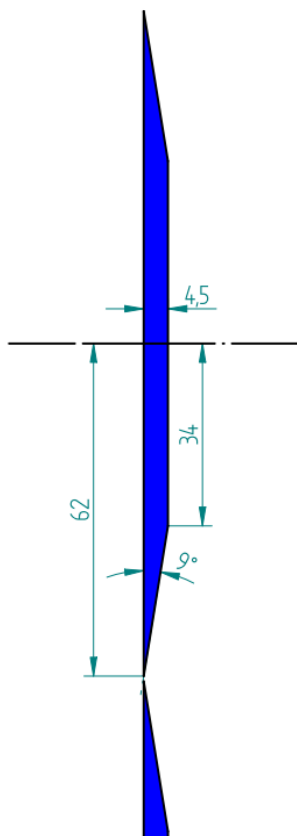
Een V-groove brengt geen perfecte aflijning, gelieve hiermee rekening te houden naar de afmetingen van de behuizing toe. Een 0.1mm extra marge in rekening brengen is gewenst.

Koper sporen zowel buiten- als binnenlagen minimum 0.4mm van de board outline verwijderd houden.

Manueel verbreken van een scoring lijn wordt afgeraden, verbreken van scoring lijnen kunnen stress veroorzaken op de componenten en solderingen of zelfs componenten breken.

Voor het depaneliseren wordt een rollend mes systeem gebruikt, vergelijkbaar met een pizzasnijder. Het spreekt voor zich dat er geen componenten over de scoring lijn mogen spelen. Deze zouden dan in twee gesneden worden.

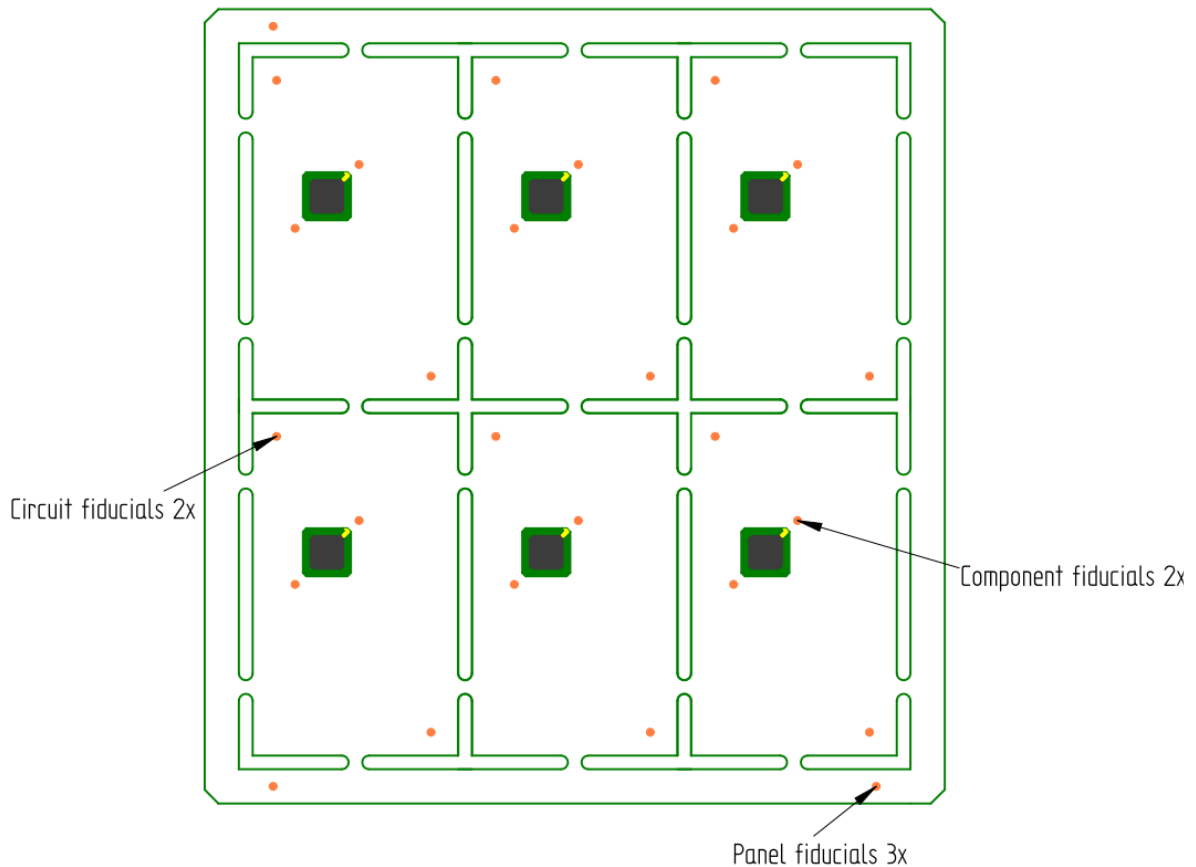
Dit mes systeem heeft ook wat plaats nodig, hogere componenten plaats je beter iets verder af van de scoring lijn. Hiernaast een tekening van de afmetingen van het snijmes.



Fiducial markers

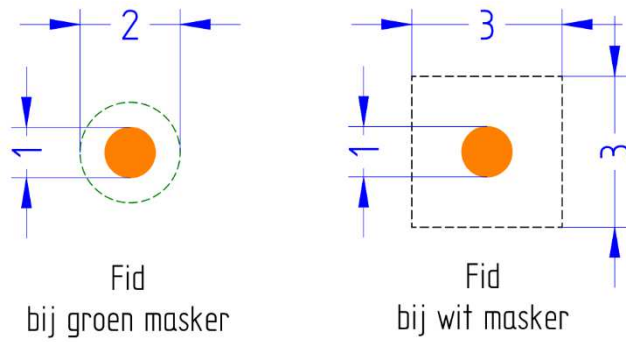
Fiducial markers zijn herkenningspunten voor de assemblage en automatische inspectie apparatuur, aan de hand van deze markeringen kunnen de machines de exacte positie van de PCB bepalen, evenals rotatie, oriëntatie en stretch van de PCB kunnen hiermee berekend en weggewerkt worden. Indien fiducial markers ontbreken, gaat de nauwkeurigheid van assemblage drastisch achteruit of maakt het de assemblage zelfs onmogelijk.

Welke markers en waar aanbrengen



- In de kaartrand worden 3 panel fiducials geplaatst. Deze dienen om de rotatie en oriëntatie van de kaart te bepalen.
- Op elk circuit worden 2 circuit fiducials geplaatst. Deze dienen om de stretch op de PCB in rekening te nemen, en kunnen noodzakelijk zijn wanneer er productiestappen gebeuren na depaneliseren.
- Bij ultra fine pitch componenten kunnen best 2 component markers geplaatst worden. Zo kunnen deze onderdeeljes met een hogere nauwkeurigheid geplaatst worden.

Opbouw vd fiducial marker

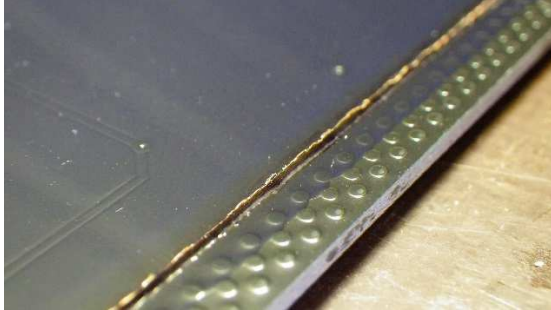


- Een rond eiland met diameter 1.0mm in een 2.0mm soldeermasker vrije zone.
- Component fiducial markers mogen 0.50mm diameter hebben.
- Silk tekstopdruk in de directe buurt van fiducial markers vermijden, deze verstoren de beeldherkenning.
- Er zijn per circuit minimaal 2 fiducial markers vereist.
- Bij een witte soldermask de mask-vrije zone rond de fiducial 3mm vierkant maken.

Afstand koper spoor tot Board outline.

Er dient altijd een minimale spatiëring gelaten te worden tussen het koper en mechanische bewerkingen in de PCB. Indien u dit niet respecteert kan het voorkomen dat boor- of freeswerken kopersporen gaan blootleggen, en eventueel kortsluitingen veroorzaken.

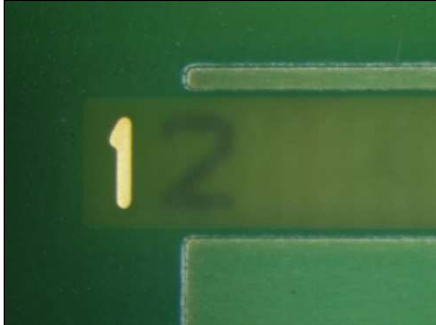
Onderstaande foto's tonen problemen door het niet respecteren van de minimale spatiëring.



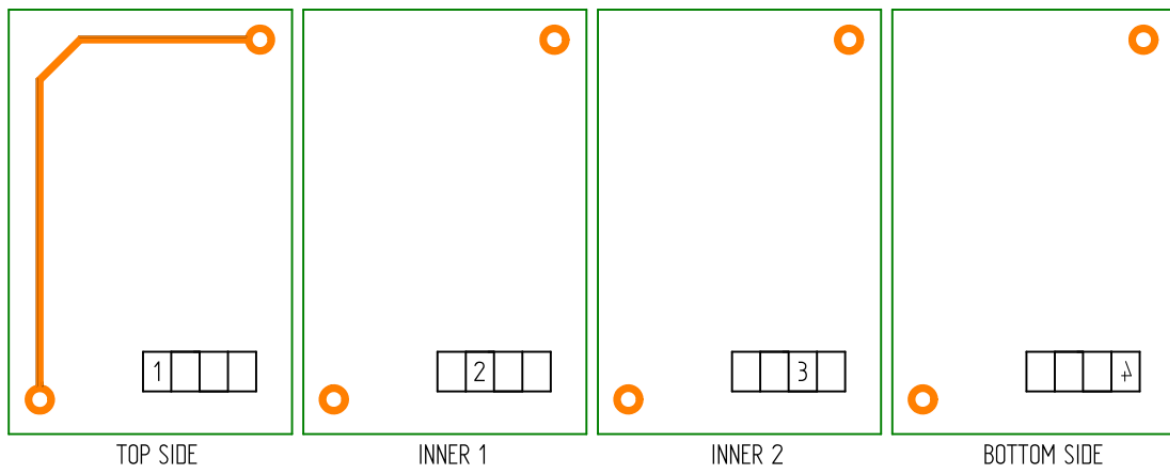
- De minimale afstand van het koper tot de rand van de pcb is 0.45mm bij een v-groove.
- De minimale afstand van het koper tot de rand van de pcb is 0.20mm bij een freeslijn/milling.
- De minimale afstand van kopersporen tot niet gemetalliseerde boringen in de pcb is 0.20mm.

Layer markering.

Alle verschillende lagen bij multilayer printkaarten dienen een nummer te krijgen, geëtst in de koperlaag; te beginnen met de toplaag als laag nummer 1. De bottom laag staat dan in spiegelschrift genoteerd en is leesbaar langs de bottom zijde.



Een layer markering maakt onmiddellijk duidelijk hoeveel lagen er aanwezig zijn, en voorkomt misverstanden bij de layer-stackup.



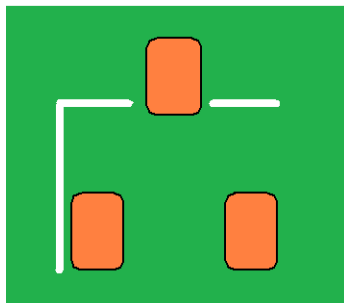
Silk screen design

Indien u witdruk gaat voorzien op de printkaart om de footprint en PIN1 aan te duiden ga dan uniform, overzichtelijk en duidelijk te werk. Het is belangrijk dat de silk, en vooral de oriëntatie aanduiding zichtbaar blijft na plaatsen van het onderdeel.

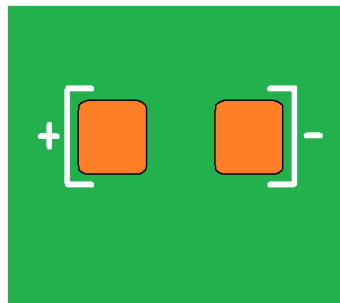
- Silkopdruk kan iets verkleuren als gevolg van één van de hitte processen, afhankelijk van het laktype. Ga dus nooit silkopdruk gebruiken om een PCB wit te maken. Kies hiervoor een wit soldeermasker. (zie hoofdstuk Permanent soldeer masker)
- Bij PTH componenten is een componentschets en reference-designator weergave als opdruk gewenst.
- Ga geen silk plaatsen op te drukke plaatsen, dit zal enkel leiden tot een onoverzichtelijke bedrukking en/of misverstanden.
- Plaats geen silk kort bij of ter indicatie van fiducial markers, de witte opdruk kan voor herkenningproblemen zorgen bij de automatische systemen.
- Plaats geen silk bij μ -BGA/ UFP QFN, flip-chip componenten,...
- Plaats nuttige PCB informatie op de printkaart, (zie hoofdstuk identificatie en markeringen)

Silkscreen specificaties	
Karakterhoogte / breedte	1.00 tot 1.35mm / 0.60 tot 0.76mm
Lijndikte	0.15mm tot 0.20mm
Clearance tot soldeerbare oppervlakken	0.50mm

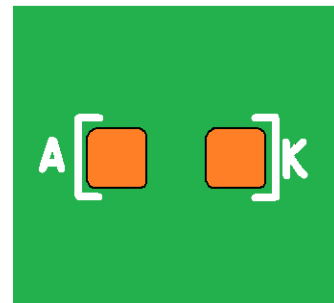
Hier enkele voorbeelden.



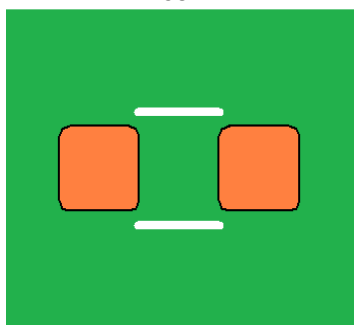
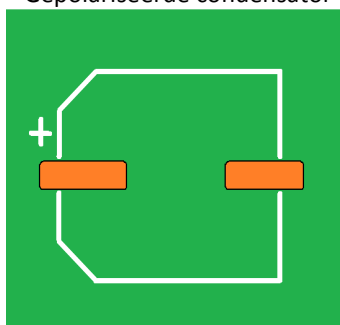
SOT



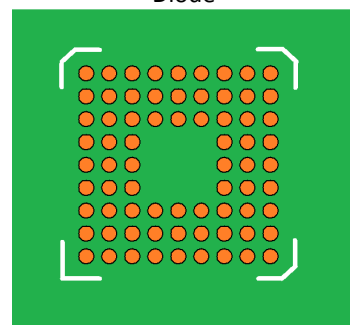
Gepolariseerde condensator



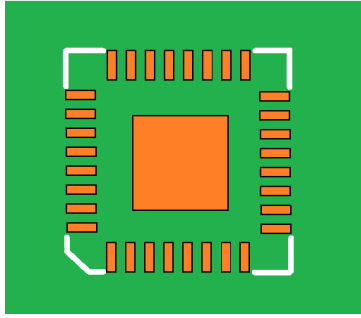
Diode

Weerstand of niet gepolariseerde
condensator

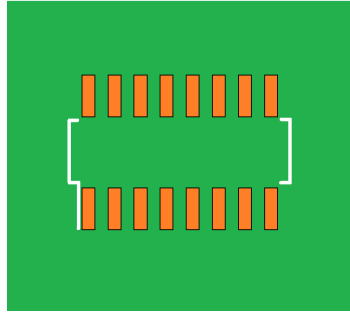
Elektrolytische condensator



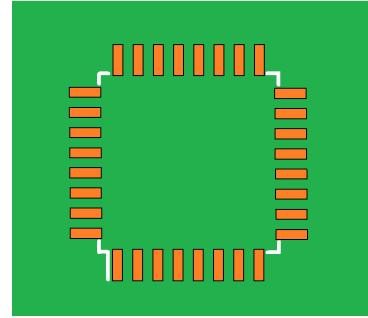
BGA



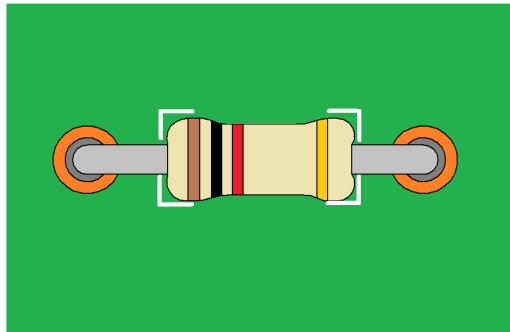
QFN



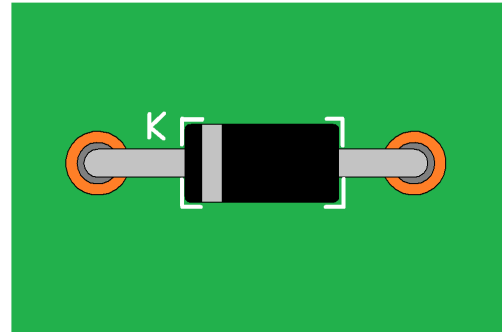
DIL



QFP

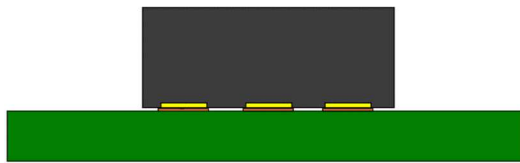


PTH weerstand



PTH Diode

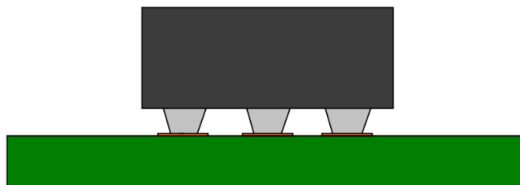
Soorten verbindingen



Land grid array / No leads

Inspectie is moeilijk. (RX)

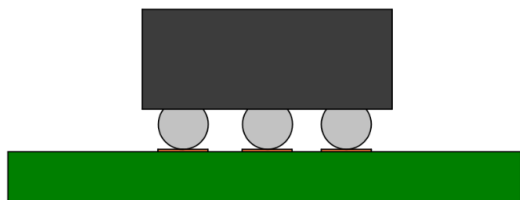
Reparatie is moeilijk.



Pillar grid array

Inspectie is eenvoudig. (RX)

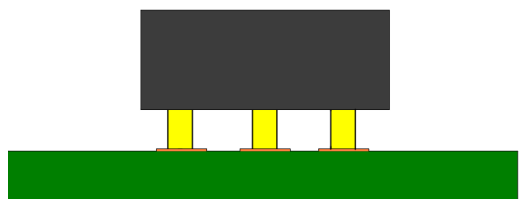
Reparatie is moeilijk.



Ball grid array

Inspectie is eenvoudig. (RX)

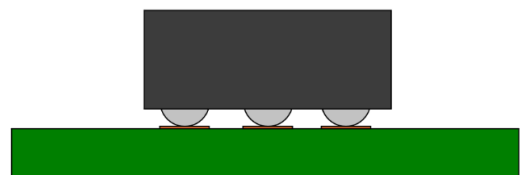
Reparatie is eenvoudig.



Column grid array

Inspectie is eenvoudig. (RX)

Reparatie is moeilijk.



Bump grid array

Inspectie is eenvoudig. (RX)

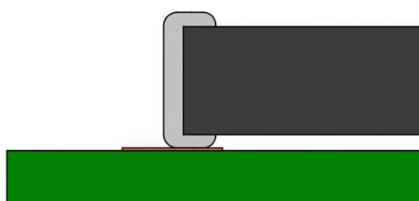
Reparatie kan lastig zijn.



Flat lug terminal

Inspectie kan lastig zijn. (RX/AOI)

Reparatie kan lastig zijn.

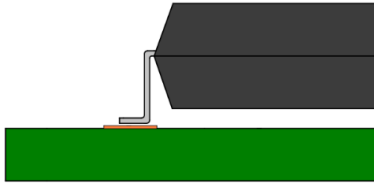


End cap terminal

Inspectie is eenvoudig. (AOI)

Reparatie is eenvoudig.

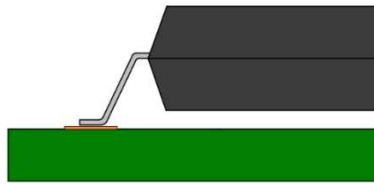
[22]



Outward-L lead

Inspectie is eenvoudig. (AOI)

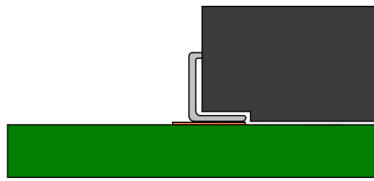
Reparatie is eenvoudig.



Gullwing lead

Inspectie is eenvoudig. (AOI)

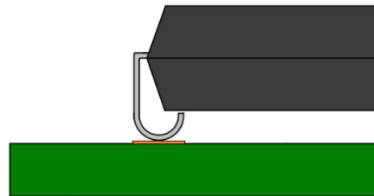
Reparatie is eenvoudig.



Inward-L lead

Inspectie is eenvoudig. (AOI)

Reparatie is eenvoudig.



J-lead

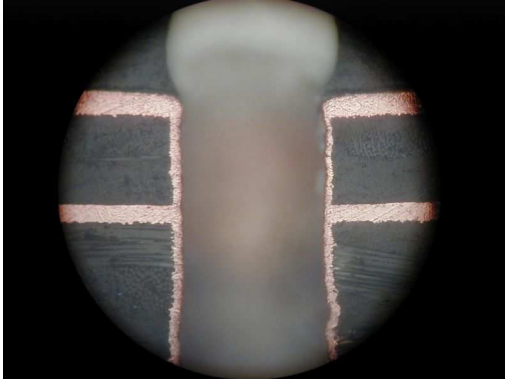
Inspectie is moeilijk. (AOI)

Reparatie is moeilijk.

Hoge stroom designs.

Stroom dragen van via's.

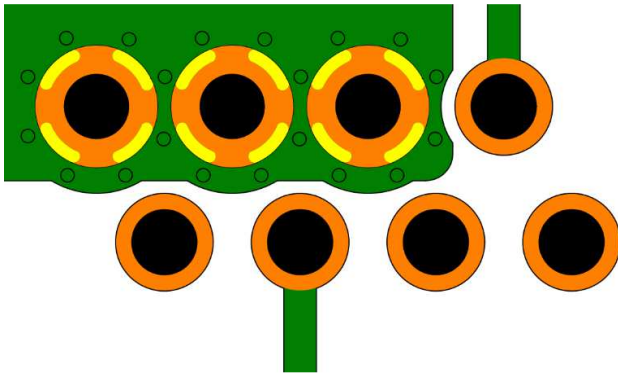
We krijgen vaker de vraag hoe groot je de via moet nemen zodoende er voor te zorgen dat deze de stroom van het spoor kan geleiden. Een eenvoudige rekenregel is de volgende. De via-diameter moet 1/3 zijn van de spoorbreedte, met als vertrouwen dat de wanddikte ½ van de koperdikte is, of bij 35µm koper, een wand van min 17µm krijgen. Omwille dat het metalliseren van de via's geen vaste waarde is, en soms de metallisatie minder dik is dan verwacht, raden we graag aan meerdere via's te plaatsen en een ruime marge te nemen.



Indien we een golfsoldeerproces hebben aan de PCB, dan gaan open via's zich gaan vullen met soldeer en de stroomcapaciteit verhogen. Wees wel attent als u op de limieten gaat werken en echt gaat rekenen op het vullen met soldeer je de productie van deze eis op de hoogte moet stellen.

Om te berekenen hoeveel stroom een printspoor kan dragen zijn er voldoende calculators online te vinden. Hier is het wel belangrijk de koeling in acht te nemen. Zorg er voor dat de sporen die grote stromen moeten dragen aan de buitenlaag van de print zitten, zodoende kan het spoor veel beter de opgewekte warmte afvoeren.

Thermal relief design bij hoge stromen.



Bij zeer zware stromen van de topzijde naar de bottomzijde van de PCB te geleiden is het aan te raden zoveel mogelijk soldeerpinnen te ontdebellen, in deze bovenstaande schets zie je dat we 3 pinnen van een connector ontdebelden. We moeten echter een thermal relief design toepassen om een vlot doorstijgen van het soldeer te garanderen tijdens het golfsoldeerproces. De thermal relief tracks beperken in dit geval de stroom, om te beletten dat de thermal relief tracks, ook al zijn er in dit voorbeeld 12, een zekering-effect zouden creëren plaatsen we voldoende via's rond de soldeerpinnen. Deze via's zullen de stroom deels verdelen en zo de thermal tracks ontlasten.

Permanent soldeer masker

Masker venster

We opteren voor een Cu-defined patroon. Enkel bij μ -BGA/WPL/CSP is soldermask-defined patroon soms aan te raden. (zie hoofdstuk CSP) Gebruik een soldeer masker uitsparing van 100 μ m tot 200 μ m groter dan het SMT-soldeervlak. (= clearance van 50 μ m tot 100 μ m)

50 μ clearance is bij de meeste printfabrikanten zonder meerprijs.

Soldeer masker Kleur

Soldeer masker is standaard groen, echter kan wit, rood, blauw, geel of zwart ook. Indien dit geen speciale bedoeling heeft ga dan niet enkel voor de pret afstappen van het standaard kleur. De groene kleur is gebruikelijk voor de printfabrikant, maar ook in verdere productiestappen is het beter bij de standaard groene lak te blijven.

Sensoren en camera belichtingen zijn afgesteld op de groene reflectie, automatische inspectiesystemen moeten terug afgestemd worden bij een ander kleur van PCB. Ook kunnen andere lakken andere soldeereffecten teweegbrengen in de soldeerstraat, of anders gebakken moeten worden. Indien het dus geen meerwaarde brengt aan het product blijf dan bij de standaard groene soldeer masker.

Een glanzend soldeer masker brengt het netste resultaat na een no-clean wave soldeer proces.

Een te donker soldeermasker kan tevens ook delaminatie verbergen. Ga te donkere maskers vermijden.

Mask op via's

Overdek zoveel mogelijk alle niet te solderen vlakken, dat tracks en via's met soldeer masker. Dit zal beletten dat er ongewenste sluitingen ontstaan, of soldeer ongewenst gaat wegvloeien, het maakt de PCB tevens ook luchtiger voor inspectie.

Mask als isolatie

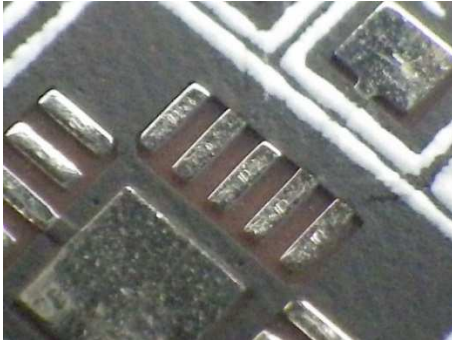
Soldeermasker mag niet als isolatie aanzien worden, de lak is niet voorzien om als spanningsisolator te dienen en er is namelijk geen garantie of controle dat de lak volledig dicht is. Bij "PCB on PCB" montage kan het wel aangeraden zijn een dubbele laklaag te vragen om sluitingen tussen tracks te vermijden.

Dikte van het soldeermasker

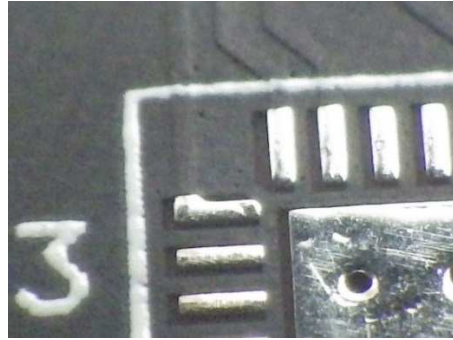
De laklaag moet dunner of maximaal even dik zijn als de Cu-laag.

Masker Web vs Window design

De kleinste track soldeermasker die nog in normale prijsklasse aangebracht wordt is $100\mu\text{m}$ en de gap $50\mu\text{m}$. Bij fine pitch is deze $50\mu\text{m}$ gap en $100\mu\text{m}$ mask track soms te gering. Dan zal men voorstellen van het standaard web design over te schakelen naar een window design.

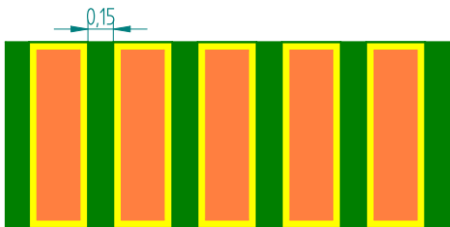


Window design

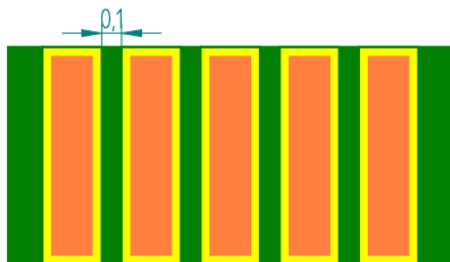


Web design

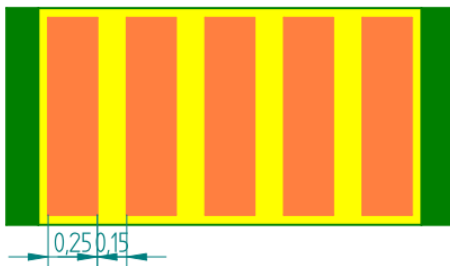
Doe dit niet zomaar, dit kan nadelige gevolgen hebben naar soldeersluitingen toe. Hieronder de lay-out regels voor een succesvol window design.



Bij leadpitch 0.5 mm gebruiken we standaard een web patroon met gap (MAR) $50\mu\text{m}$ en track $150\mu\text{m}$. (of MAR $75\mu\text{m}$ en track $100\mu\text{m}$)

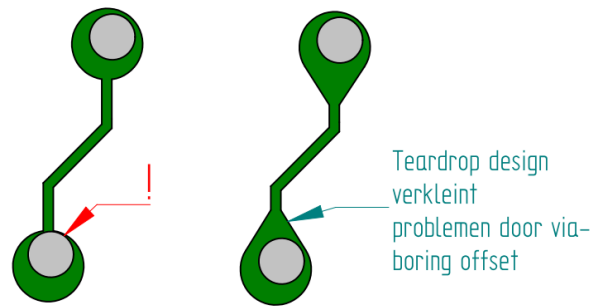


Bij leadpitch 0.4 mm gebruiken we een web patroon met gap (MAR) $50\mu\text{m}$ en track $100\mu\text{m}$



Bij leadpitch .4 mm kunnen we ook een window patroon toepassen, echter gaan we dan de koper pad vergroten van $200\mu\text{m}$ breed naar $250\mu\text{m}$ breed.

VIA's



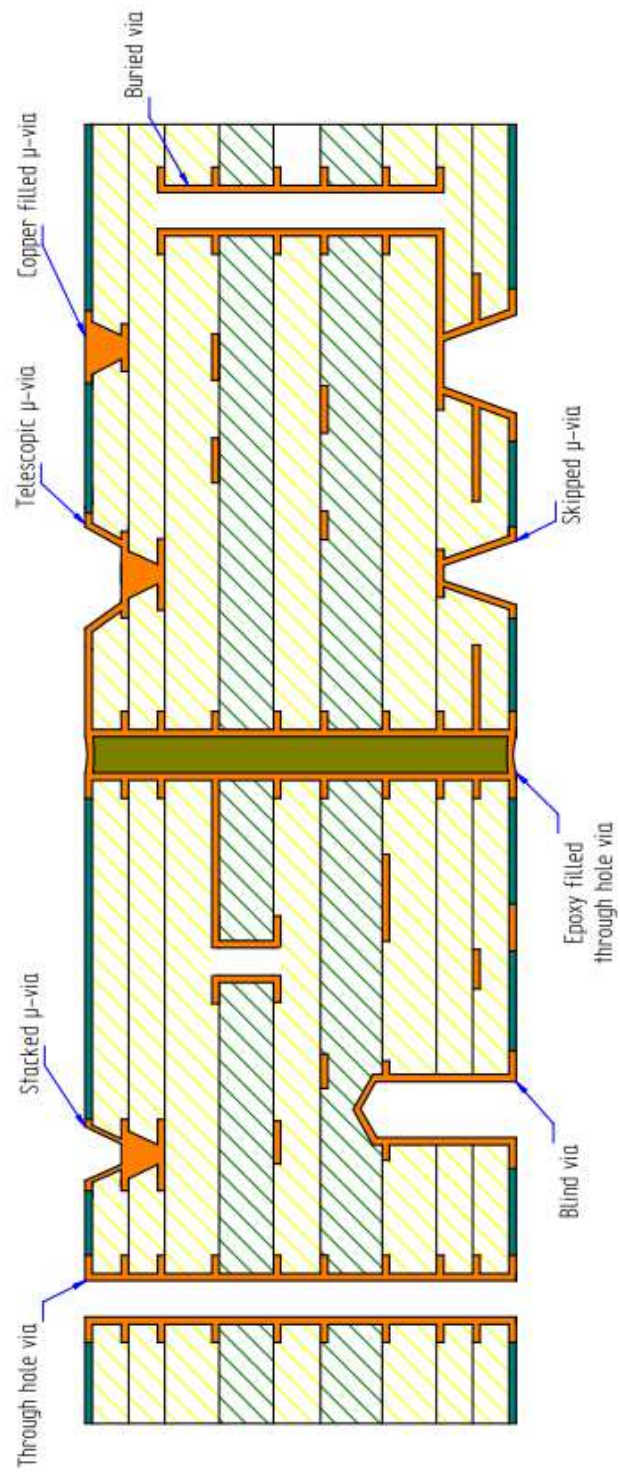
Boringen zijn altijd wat gevoelig voor een offset en zijn nooit perfect gecentreerd. Om het gevaar te verkleinen dat een booroffset voor een defect gaat zorgen kun je een teardrop design toepassen. Dit verkleint het probleem bij zeer kleine via's.

Boordiameters i.f.v. de laminaatdikte

Om sterke resistente via's te kunnen garanderen dien je rekening te houden met de kleinste gebruikte boordiameter in functie van de laminaatdikte. Hieronder vind je een tabel met advies.

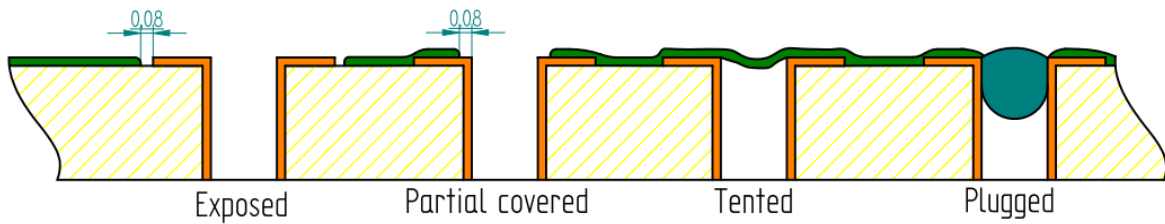
Laminaat dikte	Kleinste geadviseerde boordiameter			
	Standaard PCB technologie		Geavanceerd, "State of the art PCB"	
	Imm finisch of OSP	Bij HAL finish	Imm finisch of OSP	Bij HAL finish
0.40mm	0.30mm	0.30mm	0.20mm	0.25mm
0.60mm	0.30mm	0.30mm	0.20mm	0.25mm
0.70mm	0.30mm	0.30mm	0.20mm	0.25mm
0.80mm	0.30mm	0.35mm	0.20mm	0.25mm
0.90mm	0.30mm	0.35mm	0.20mm	0.25mm
1.00mm	0.35mm	0.35mm	0.20mm	0.25mm
1.60mm	0.35mm	0.40mm	0.25mm	0.30mm
2.00mm	0.40mm	0.50mm	0.30mm	0.35mm
2.40mm	0.45mm	0.50mm	0.35mm	0.40mm
3.00mm	0.50mm	0.55mm	0.35mm	0.40mm
> 3.00mm	Vraag advies aan de printfabrikant			

Soorten via's



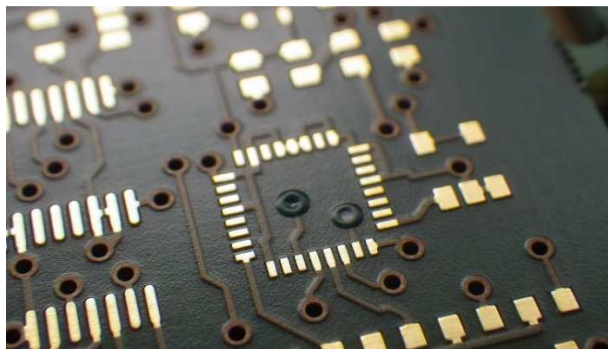
Soorten via covering

- Exposed via: via is volledig maskvrij.
- Partial covered via: Deels overdekte via's. Via's zijn open.
- Via covering: Via overdekt met soldeermasker, maar kan openingen vertonen.
- Via tenting: Via volledig overdekt met soldeermasker.
- Plugged via: Volledig geblokkeerde via. (dit is een extra productiestap)



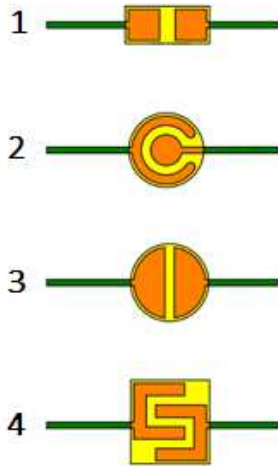
Positie van Via's

- Plaats nooit via's in een SMT soldeervlak, of zonder soldeermask barrière direct verbonden aan SMT soldeervlakken.
- Plaats geen via's onder flat chip SMT componenten.
- Minimum afstand van open (exposed) via's tot overige soldeerbare oppervlakken bij wave solderen = $650\mu\text{m}$
- Bij voorkeur via's laten deels laten overdekken met soldeermasker. (partial covered)
- Via's onder een BGA bij een wave te solderen PCB dienen met een via plug te worden voorzien aan de golfsoldeerzijde.
- De minimale koper tot koper afstand bij via's is $125\mu\text{m}$
- Exposed via's aan de soldeerzijde moeten op min $650\mu\text{m}$ afstand verwijderd zijn andere exposed via's.



Plugged via's vs Tented via's

Soldeerjumpers

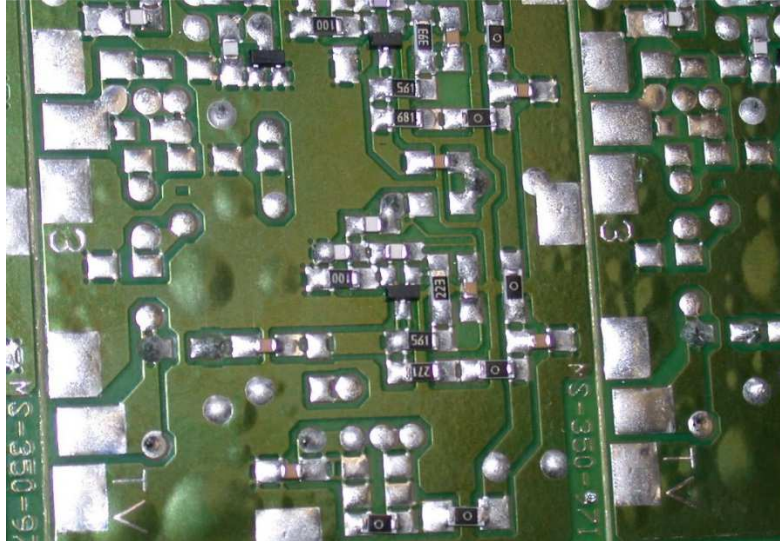


Hiernaast staan meerdere voorbeeldjes voor het aanmaken van soldeerjumpers. Soldeerjumpers zijn een vaak gebruikte en goedkope oplossing voor verbindingen die eenmalig open en daarna definitief kort moeten sluiten. Bv Open om software in een PIC te laden en daarna sluiten om functioneel te zijn.

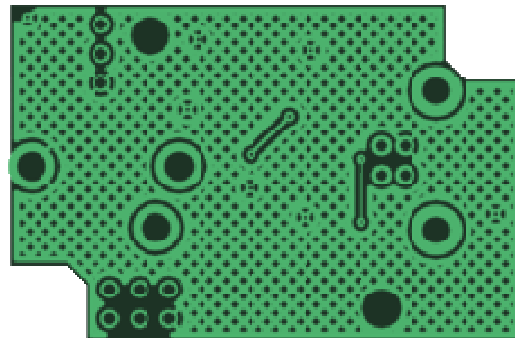
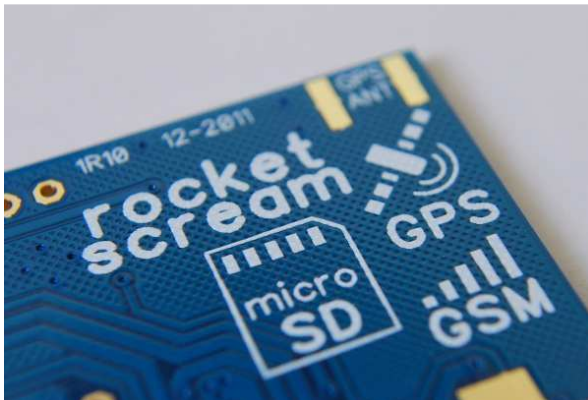
- Tekening 1: automatisch kort te sluiten met een 0 Ohm weerstand.
- Tekening 2 en 4: zijn door middel van screenprinten ook automatisch in sluiting te solderen.
- Tekening 3: is het vlotst met de soldeerbout kort te solderen.

Copper pour, lattice of mesh plane.

Bij grote kopervlakken op of in de PCB is het aangewezen deze in een mesh of lattice patroon aan te brengen. Dit heeft de voorkeur op een aaneengesloten copper foil. Een aaneengesloten copper foil is gevoelig voor blistering tijdens het soldeerproces indien het laminaat vocht bevat. Het vocht kan nl niet door de copper foil migreren en kan een blister veroorzaken.



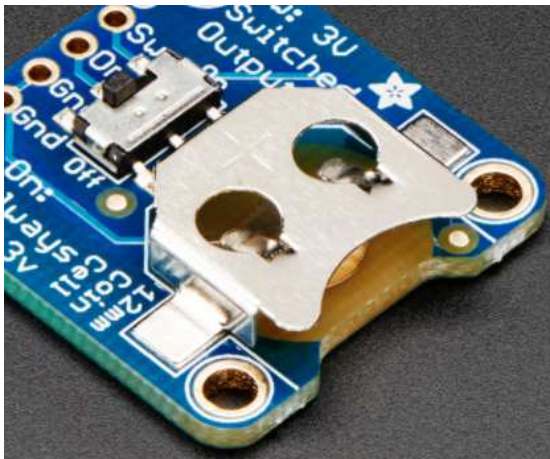
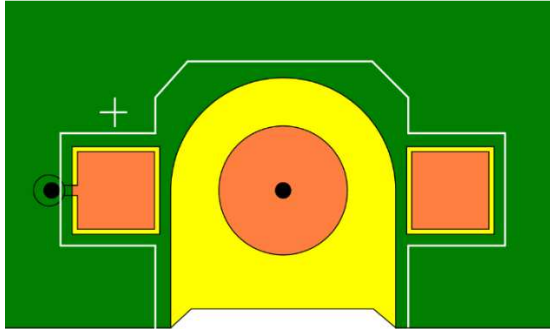
Bij een Lattice patroon kan het ingesloten vocht makkelijker uit het laminaat ontsnappen.



Footprint knoopcel batterij.

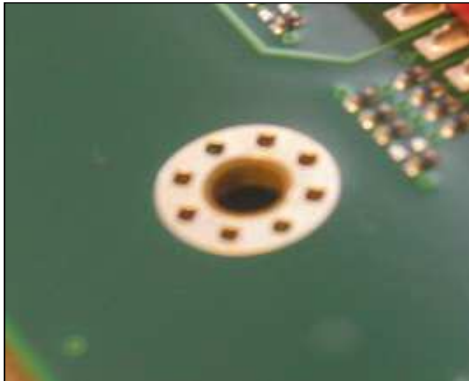
Een veel voorkomende fout is het design voor een knoopcel footprint. De correcte manier om deze te tekenen is als volgt :

- Geen solder resist mask aanbrengen onder de knoopcel, soldeermasker op deze plaats zal beletten dat de negatieve pool van de batterij goed contact maakt met de GND pad. Ook geen witdruk daar aanbrengen.
- Geen via's anders dan verbonden aan de GND aanbrengen onder de knoopcel.
- Maak een kleine uitsparing bij de kaartrand om het in- en uitpluggen van de knoopcel te vereenvoudigen.

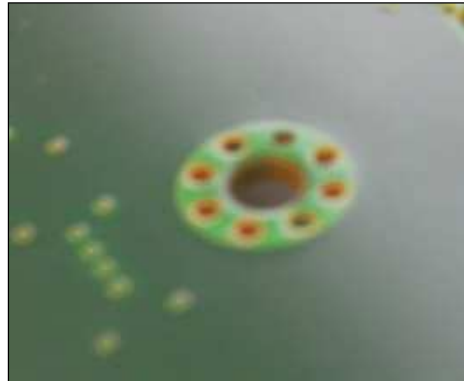


Mechanische bevestigingsgaten.

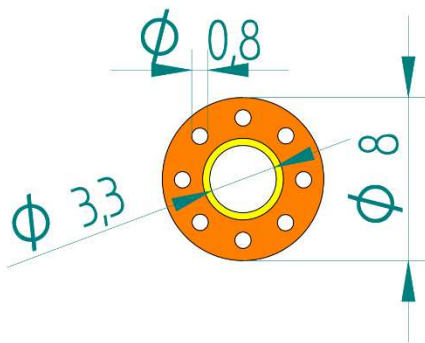
Bevestigingsgaten, voor bv schroeven, die verwacht worden een elektrische verbinding te voorzien tussen top en bottom laag van de PCB, maar die zonder maskeren toch niet mogen dicht solderen. Die kunnen best op deze manier getekend worden.



Component side



Solder side



Aan de te golfsolderen zijde laat je alle metalen vlakken overdekken met permanente soldermask.

- Binnenring diameter = 4.0mm
- Buitenring diameter = 8.0mm
- Boring voor bv 3mm schroef = 3.3mm
- Geen metallisatie in de 3.3mm boring, de 0.8mm boringen bevatten wel de doormetallisatie.

Identificatie en markeringen

Een goede markering en identificatie zijn van groot belang op de PCB, dit om latere identificatie eenvoudig te maken, dit is nodig voor o.a. repair en modificaties, zodoende het snel duidelijk is met welke basismaterialen we te maken hebben.

Wanneer een schakeling uit de field terugkomt, en hier moet een service op gebeuren, is het bv aangenaam direct te kunnen identificeren welke coating hier opzit, zodoende te weten met welk solvent deze te kunnen verwijderen.

Halogeen vrij product

HF markering

Gebruikte soldeerlegering

- e1 – *SnAgCu*
- e2 – Andere Sn legeringen (*SnCu, SnAg, SnAgCuX, etc.*) (zonder *Bi* of *Zn*)
- e3 – *Sn*
- e4 – Edelmetalen (ie. *Ag, Au, NiPd, NiPdAu*, zonder *Sn*)
- e5 – *SnZn, SnZnX* (geen *Bi*)
- e6 – Bevat *Bi*
- e7 – Laag temperatuur soldeer (<150°C) bevat *In* maar geen *Bi*

Aangebrachte conformal coating

- ER - Epoxy resin
- UR - Urethane resin
- AR - Acrylic resin
- SR - Silicone resin
- XY - Paraxyllylene

Dit resulteert in een codering als volgende.

HF	e1/e1	UR
----	-------	----



Om de kost van een te plaatsen label te sparen kun je het best dit reeds in de silkopdruk of in het koper van je printkaart voorzien.

Indien een serienummer of andere traceability gegevens op de kaart gewenst zijn, voorzie dan een vooraf bepaalde en aangegeven vrije ruimte hiervoor op de printkaart. Voor een labeltje moet je snel een vrije plaats voorzien van 20 x 10mm, voor een modernere 2D datamatrix kan een vakje van 1cm² ruim volstaan.

Laminaatype en fabricage datumcode van de PCB zijn handig om te weten en kunnen zonder meerkost in de groendruk aangebracht worden.

Soldeerfinishes

	Vlakke finish	Corrosiebestendig	Soldeerbaar	2 gangen solderen	Hole fill	Alu bonding	Au bonding	Druk contacten	Edge contacten
OSP	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HASL	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Imm Sn	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ENIG	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Imm Ag	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ENEPIG	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Electroplated Au (autocatalytic)	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Goed ■ Niet ideaal ■ Niet mogelijk

	Soldeergangen	RoHS	Vlakheid	Shelf life	Verkrijgbaarheid	Prijs
Thin OSP	Enkel	V	0.1 µm	3 maand	Goed	100%
Thick OSP	dubbel	V	0.2 – 0.5 µm	6 maand	Goed	100%
HASL SnPb	meervoudig	X	1 – 60 µm	> 12 maand	Vlot	105%
HASL Sn100	meervoudig	V	1 – 40 µm	> 12 maand	Vlot	105%
Imm Sn	Enkel	V	0.8 – 1.4 µm	6 maand	Moeilijk	115%
ENIG	meervoudig	V	Ni 3 – 6µ / Au 0.05 – 0.12µ	> 12 maand	Vlot	135%
Electroplated Au (autocatalytic hard goud)	[1]	V	Ni 3 µm / Au 0.8 – 1.3 µm	> 12 maand	Matig	240%
Imm Ag	Dubbel	V	0.15 – 0.4 µm	6 - 12 maand [2]	Matig	110%
ENEPIG	meervoudig	V		> 12 maand	Moeilijk	110%

[1] Hard goud is soldeerbaar tot een dikte van 0.4 µm

[2] Bewaren in silver saver anti-tarnish paper om inwerking van zwavelwaterstof (waterstofsulfide) tegen te gaan.

- Electroless Nickel /Immersion Gold (ENIG)
- Electroless Nickel/Electroless Palladium/Immersion Gold (ENEPIG)
- Direct Immersion Gold (DIG)

De nikkel barrière op ENIG en ENEPIG kunnen RF specs beïnvloeden.

Poka Yoke of foolproof

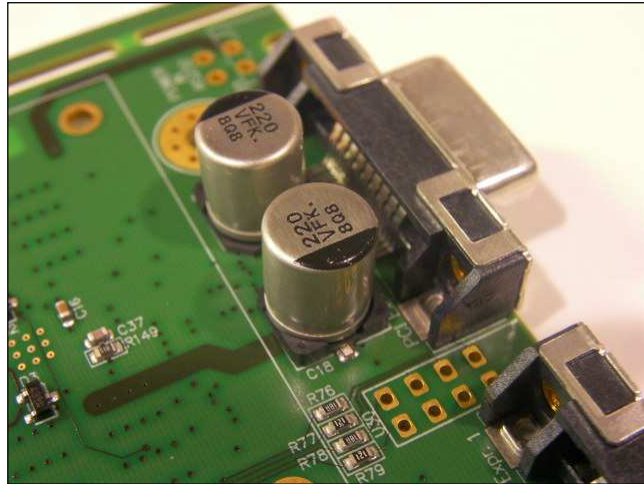
Met foolproof bedoelen we, maak uw ontwerp dusdanig dat het maken van onoplettendheidsfouten beperkt is. Onderstaande puntjes kunnen je hierbij helpen:

- Reduceer het aantal onderdelen. Elk onderdeel heeft kans op fouten, gebruik samengestelde bouwvormen of modules om zo het aantal onderdelen op de kaart te verminderen.
- Reduceer het aantal verschillende onderdelen. Zie na of verschillende onderdelen niet door hetzelfde onderdeel vervangen kunnen worden. Bv soms worden elco's met verschillende spanningen gebruikt waar in principe dezelfde spanning toegepast kan worden. Door over te stappen naar eenzelfde soort elimineer je de kans dat er assemblagefouten optreden. Vaak kunnen ook het aantal soorten verschillende weerstanden gereduceerd worden.
- Zorg dat zoveel mogelijk productiestappen in een automatisch proces uitgevoerd kunnen worden. Reduceer het aantal menselijke interacties. Zie om zoveel mogelijk SMT toe te passen, dit is geautomatiseerd en minder foutgevoelig.
- Gebruik voor onderdelen met polariteit behuizingen met uni directionele oriëntatie zodoende het fysisch niet mogelijk is deze in een foute oriëntatie te plaatsen. Bv Behuizingen met asymmetrisch aangebrachte aansluitpinnen of met aansluitingen met verschillende diameter beletten dat een component tegen zijn polariteit geassembleerd wordt.
- Probeer identieke behuizingen maar met verschillende componentfunctie op hetzelfde bord te vermijden. Zorg er voor dat onderdelen met verschillende functie een zo duidelijk mogelijk verschillende behuizing hebben. Zekeringen zijn hier een goed voorbeeld van. Indien u zekeringen op een kaart heeft met verschillende smeltstroom, neem dan bij voorkeur een andere bouwvorm. Zo worden deze niet per vergissing gewisseld.
- Plaat zoveel mogelijk polariteiten in dezelfde oriëntatie. Staan meerdere onderdelen op een kaart met een polariteit, design die dan allen in dezelfde oriëntatie. Zo valt een foute oriëntatie snel op.
- Zorg dat de waarde opdruk van een onderdeel zoveel mogelijk na montage leesbaar blijft.
- Indien onderdelen toch fout geplaatst kunnen worden, zorg dan voor een duidelijke markering d.m.v. een tekstopdruk die na montage van het onderdeel zichtbaar blijft.

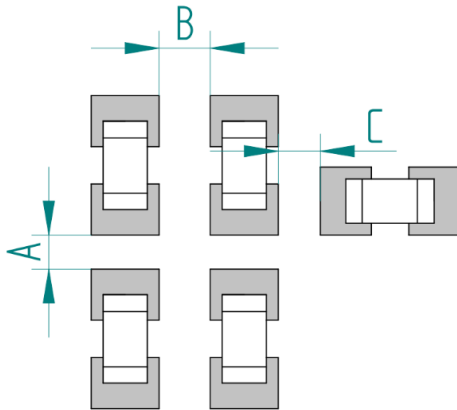
Schaduwvlakken

Onderdelen in de schaduw tussen, of verborgen onder andere onderdelen kunnen plaats besparend en voor designer aantrekkelijk lijken. Probeer dit echter zoveel mogelijk te vermijden. Componenten onder of in de schaduw van andere onderdelen zijn niet enkel moeilijk te inspecteren, maar het is ook lastig er repair op uit te voeren. Zorg er voor dat hoge onderdelen inspectie en repair aan andere onderdelen niet belemmeren

Hiernaast ziet u hoe 2 hoge capaciteiten verhinderen de leads van een Surface Mount connector te inspecteren en reparatie bijzonder lastig maken.



Minimale tussenafstand voor square chip componenten

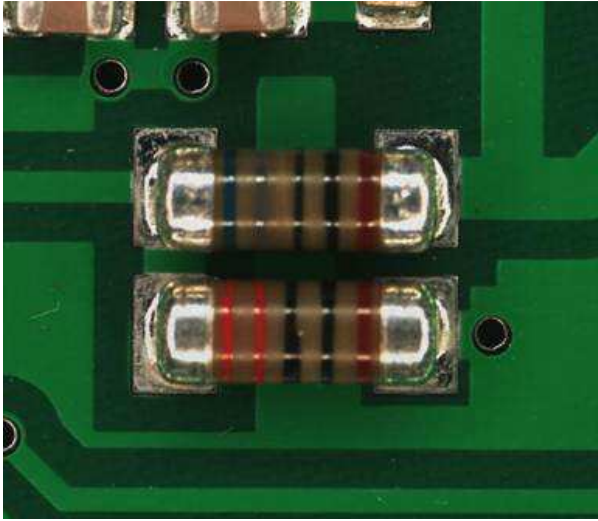


Onderstaande tabel toont u de minimale tussenafstand bij square chip componenten. Deze cijfers zijn een berekening uit screenprint offset en pastahoogte afzet, soldeer pasta reologie en plaatsingsoffset van de P&P machines.

Dit is enkel geldig bij dezelfde behuizingen, bij een correcte footprint en thermische verdeling.

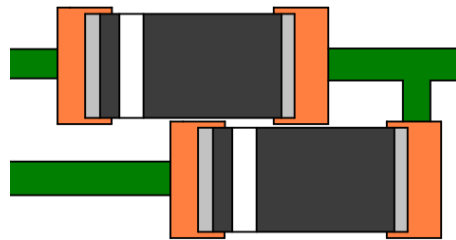
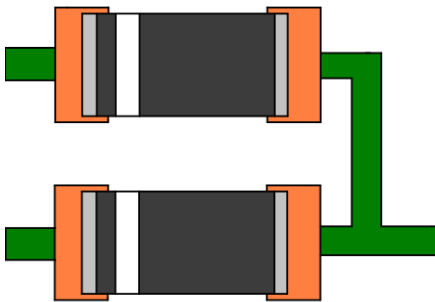
	A	B	C
Chip 0201	0.20mm	0.30mm	0.25mm
Chip 0402	0.25mm	0.45mm	0.35mm
Chip 0603	0.40mm	0.55mm	0.50mm
Chip 0805	0.40mm	0.55mm	0.50mm
Chip 1206	0.40mm	0.65mm	0.50mm

MELF-diode en -weerstand.



MELF-weerstanden of -diodes zullen zich niet centeren op de soldeerpaden en kunnen alle richtingen uit gaan tijdens het reflow proces. Neem voldoende tussenafstand. Aan te raden is de afstand tussen de soldeereilandjes minimaal de diameter van de MELF te nemen.

Hebt u deze plaats niet, dan is een oplossing geschrinkt te werken zodat ze bij verschuiving geen sluiting maken. Let wel dat weerstanden dan mogelijks moeilijker kunnen koelen indien deze tegen elkaar liggen.

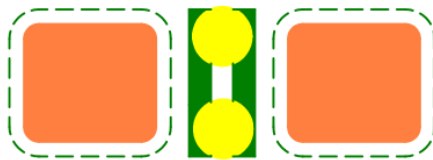
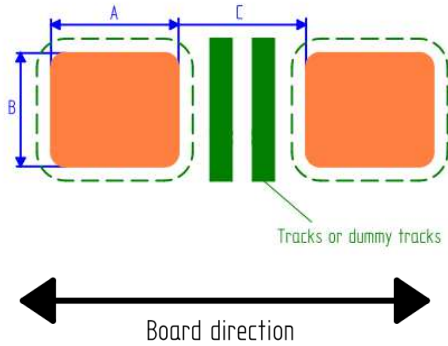


SMT - Wave solderen.

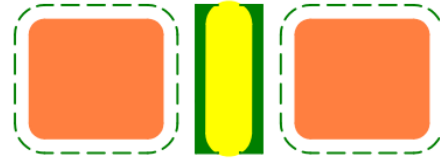
SMT componenten wave solderen is een oudere technologie en daarmee ook minder geschikt voor de kleinere moderne behuizingen, tevens is het geheel sowieso foutgevoeliger dan reflow solderen.

Bij wave solderen gaan we de componentjes allereerst fixeren m.b.v. een lijmpunt. In een 2de fase gaat het geheel over de soldeergolf.

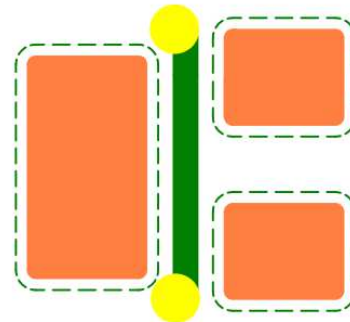
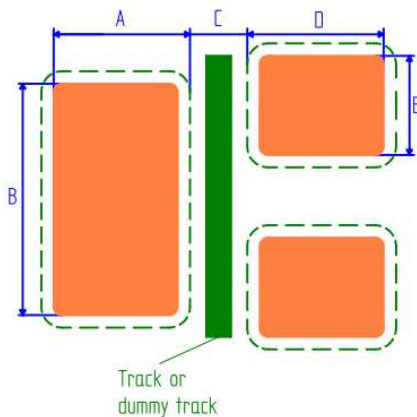
De oriëntatie van het component is bij wave solderen in tegenstelling tot reflow solderen belangrijk, zie "board direction". Het plaatsen van dummy tracks onder het onderdeel is ook aangewezen, dit om dosering en hechting van de lijmpunt te verbeteren.



Lijmpunt bij flat chip component



Lijmpunt bij MELF component

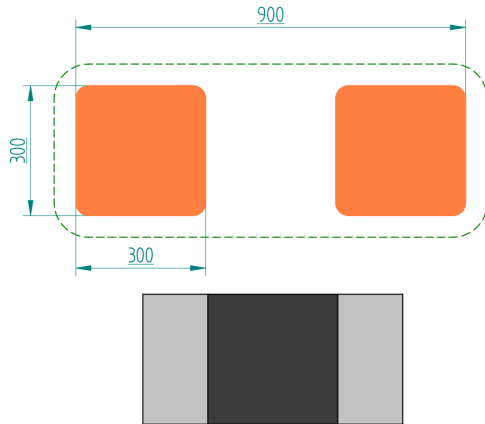


Lijmpunt bij SOT componenten

Component	A	B	C	D	E
0603	0.9	0.8	0.9	-	-
0805	1.0	1.3	1.3	-	-
1206	1.0	1.7	2.5	-	-
SOD80	1.0	1.7	2.3	-	-
SOD87	1.0	2.1	2.3	-	-
SOT23	0.7	0.6	1.3	0.7	0.6
SOT323	0.6	0.6	1.2	0.6	0.6

0201 design

Afmetingen in μm



Voor het gebruik van 0201 behuizingen is de footprint, symmetrie en thermal relief design van cruciaal belang. We laten hier ook de masker barrière tussen de pads weg.

Ook belangrijk te weten dat de maximale stencildikte voor 0201 behuizingen 80 a 100 μm is, dit kan wel eens problematisch zijn als andere onderdelen op de printkaart veel pasta vereisen (bv connectoren, EMI shielding, LGA componenten, etc).

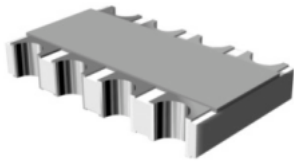
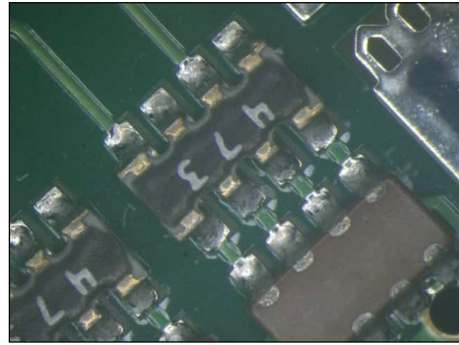
Reparatie en modificatie van 0201 via bout-draad solderen erg moeilijk tot onmogelijk. Werken onder sterke vergroting via Hot-air is meestal de enige reparatie methode op deze kleine onderdeeljes.

0201 onderdelen, het is mogelijk maar kies hier niet voor indien u niet echt met plaatsgebrek zit, het maakt alles toch wel duurder

Footprint Chip arrays

Een veel gemaakte fout zien we bij chip array componenten als zijnde hiernaast afgebeeld.

Hier bestaan 2 types, de convexe en de concave uitvoering. Deze worden al te vaak zonder verder nadenken door elkaar gebruikt of niet gespecificeerd welke versie geselecteerd moet worden. De footprint van deze beide types is niet universeel. Ga daarom goed specificeren of je design gemaakt werd voor het concave of convexe type!

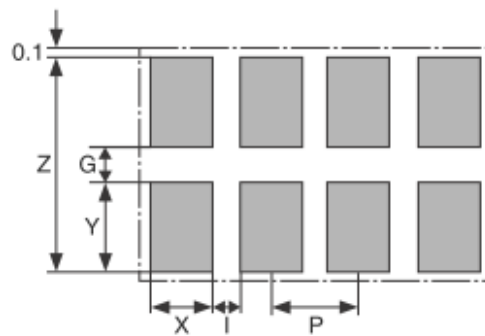


Concave uitvoering



Convexe uitvoering

Footprint afmetingen

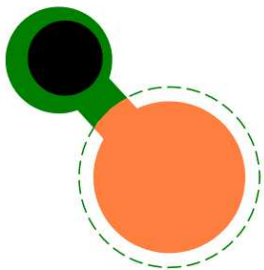


Concave uitvoering	Convexe uitvoering
G: 0.70mm	G: 0.80mm
Y: 0.70mm	Y: 1.15mm
X: 0.50mm	X: 0.63mm
Z: 2.10mm	Z: 3.10mm
I: 0.30mm	I: 0.36mm
P: 0.80mm	P: 0.80mm

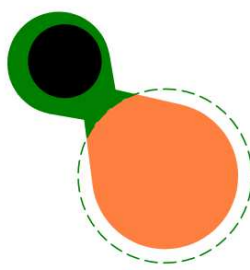
BGA implementatie

Footprints

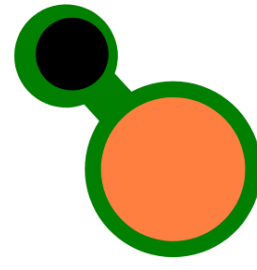
Verhouding BGA ball / Footprint diameter		
BGA bal diameter	Soldeereiland diameter (voorkeur)	Reductie
0.75mm	0.60 - 0.50mm (0.55)	25%
0.60mm	0.50 - 0.40mm (0.45)	25%
0.50mm	0.45 - 0.35mm (0.40)	20%
0.45mm	0.40 - 0.30mm (0.35)	20%
0.40mm	0.35 - 0.25mm (0.30)	20%
0.30mm	0.25 - 0.20mm (0.25)	20%
0.25mm	0.20 - 0.17mm (0.20)	20%



Standaard dogbone design



Teardrop design



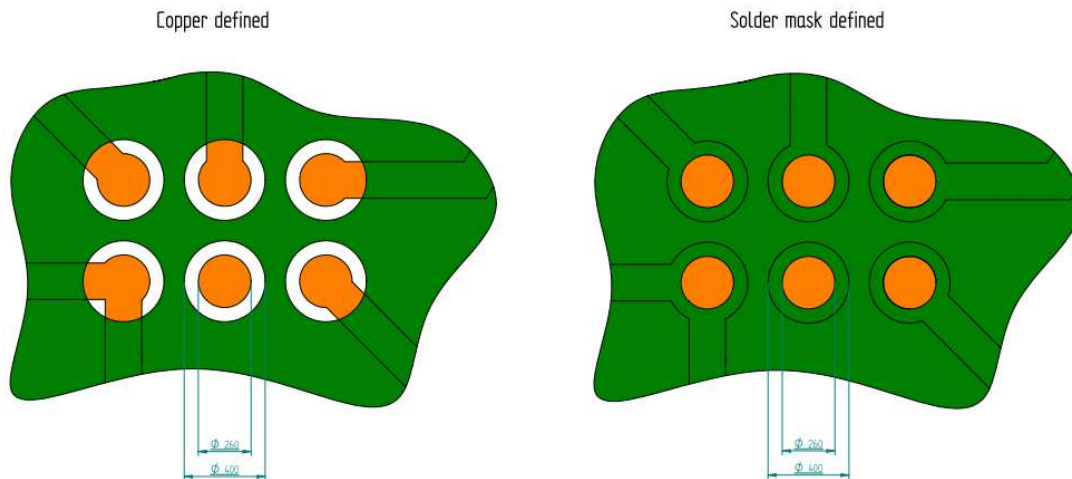
Soldermask defined

- Plaats nooit via's direct tegen of in het BGA soldeereiland, voorzie altijd een stukje spoor om migratie van het soldeer tegen te gaan.
- Soldeermasker opening diameter = soldeereiland diameter + 150 μ
- Via's dienen met soldeermasker overdekt te worden, zowel langs top als bottom zijde van de kaart.
- Een teardropdesign kan RX-inspectie vereenvoudigen en raden we aan.

Soldermask defined (SMD) vs not-soldermask defined (NSMD)

Wij adviseren altijd not-soldermask defined patroon toe te passen. Indien toch om bepaalde redenen een soldermask defined patroon dient toegepast te worden dient dit duidelijk vermeld te worden. De designrules voor het pasta sjabloon zijn namelijk niet compatibel.

Bij CSP's en μ BGA kan soldermask defined patroon aan te raden zijn.



Ongebruikte BGA eilandjes

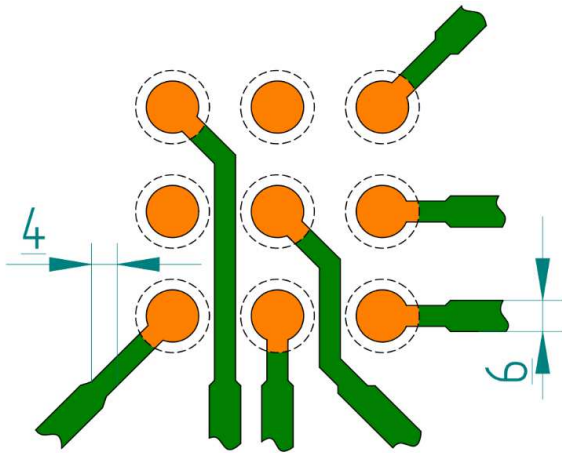
Soldeereilandjes van een BGA die niet gebruikt worden moeten bij voorkeur ook voorzien worden van een spoor met verbinding naar een via. Dit om bij het solderen overall dezelfde thermische eigenschappen te verkrijgen, en om bij hot-air repair te vermijden dat het soldeereilandje loskomt van het laminaat.

Repair vereisten

Om er voor te zorgen dat er op een BGA inspectie en reparatie vlotjes toegepast kan worden dient er rond deze een vrije ruimte te worden voorzien. Laat daarom bij voorkeur volgende vrije zones.

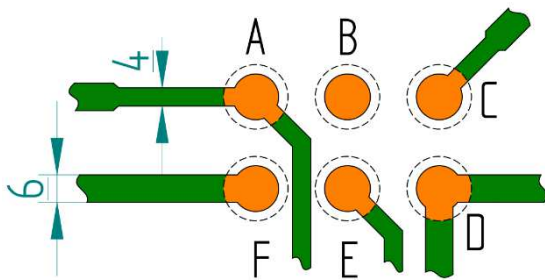
CSP (chip scale packages)

Necking down tracks



Om nog sporen tussen de pads van een CSP te kunnen leggen wordt "necking down" systeem gebruikt, hier reduceren we de track naar 100µm tussen de pads. Dinnere sporen hebben ook minder invloed op vergroten van het soldeeroppervlak. Zie wel of dit de printkaart niet onnodig duurder maakt met deze 100µm tracks.

Footprint SMD (solder mask defined) of NSMD (not solder mask defined)

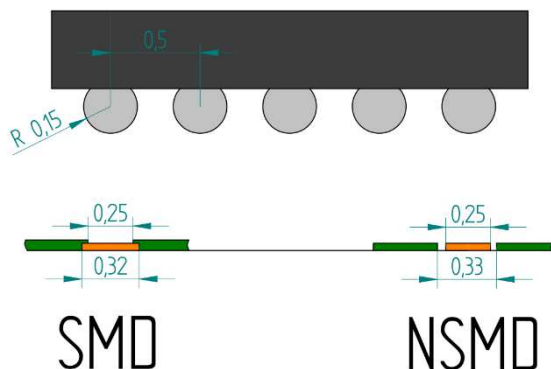


NSMD design heeft de voorkeur op SMD paddesign, de offset van het koper is kleiner dan deze van de soldermask, ook naar stressbestendigheid van de soldering scoort NSMD design beter.

De pads mogen echter slechts maximaal 20% in soldeeroppervlak van elkaar afwijken, om nog NSMD design te kunnen toepassen. Hoe breder het spoor en des te kleiner het soldeereiland des te groter de afwijking is bij NSMD designs.

Zie voorbeeld hiernaast voor verduidelijking.

Padoppervlakte voor een 0.5mm CSP met voorbeelden van 100 en 150µm sporen.

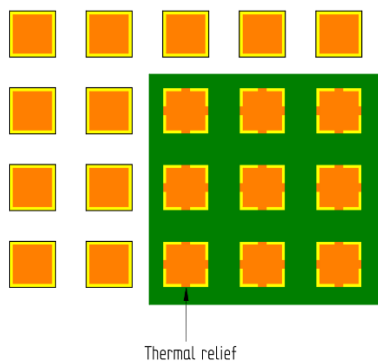
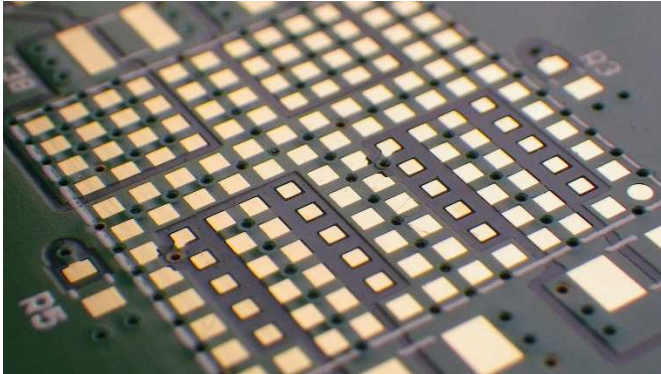


- A: 0.060 mm² = 120%
- B: 0.050 mm² = 100%
- C: 0.055 mm² = 110%
- D: 0.065 mm² = 130%
- E: 0.055 mm²
- F: 0.057 mm²

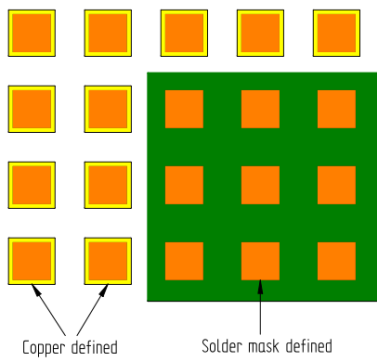
Soldeerpad diameter voor een 0.5mm CSP is 250µm. Bij SMD kiezen we een maskeroening van 250µm en een padsizer van 320µm. Bij NSMD kiezen we een padsizer van 250µm en een maskeroening van 330µm.

LGA massa verbindingen.

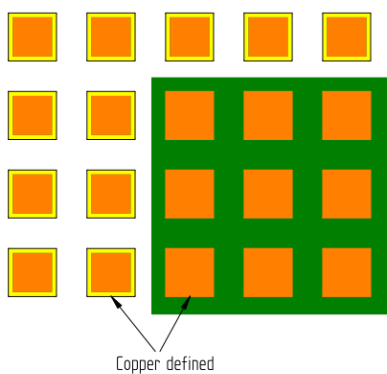
Aansluitingen in het massa vlak zullen zonder ingreep een soldeerooppervlakte hebben de grootte van de soldeermaskeropening, of soldeerpad met een 100µm oversize.



Een van de mogelijkheden om dit probleem te omzeilen is het gebruik van een thermal relief design, als hiernaast opgegeven.



Een design de pads in het grondvlak soldermask defined, zodoende ze alle soldeer pads hetzelfde soldeerooppervlak hebben.



Een footprint met de pads in het grondvlak als copper defined is niet de juiste keus, deze pads hebben bij gevolg verschillende afmetingen en dit zou wel eens soldeerproblemen kunnen meebrengen.

QFN design

Een QFN (quad flatpack no-lead component) is een relatief goedkoop component, waardoor dit een vaak voorkomend onderdeel is. QFN componenten zijn echter niet het meest eenvoudige om betrouwbaar te solderen.

Er bestaan 2 types QFN's, het molded type, en het saw cut type. Hier is van belang te begrijpen dat een molded type ook een meniscus soldering zal vormen, het saw cut type normaal niet.

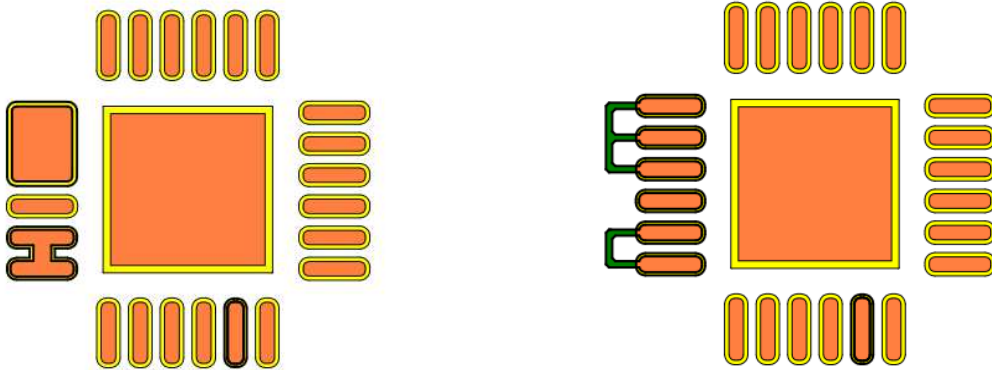
Molded type



Saw Cut type



Zoals altijd is het uniform verbinden van pads een must. Vermijd directe doorverbindingen, gebruik bij voorkeur sporen die buiten het component doorlinken.

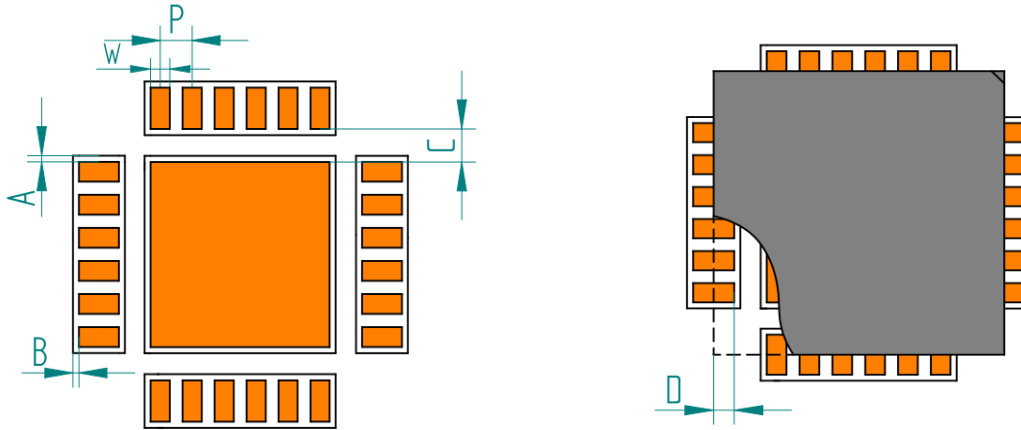


Fout ontwerp.

Correcte doorverbindingen.

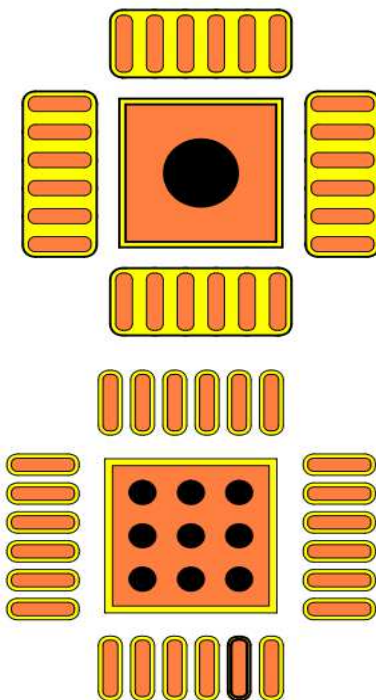
Padsize

- A & B = $75\mu\text{m}$, bij $P = 400\mu\text{m}$ kun je een window patroon toepassen,
- C: min $300\mu\text{m}$
- D: 50 tot max 75% padlengte
- W: 50% van P bij een web patroon
- Bij een window patroon neem je de padbreedte 60% P



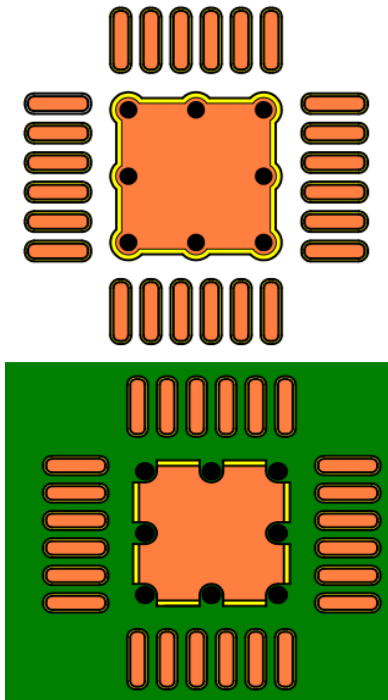
Thermal pad

Een QFN dient zijn warmte kwijt raken via het thermal pad onderaan het component; vaak wil men daarom daar zo veel mogelijk via's voorzien. Meer via's is geen garantie voor een betere warmteafvloeiing.



Een grote via in het thermal pad is absoluut geen goed idee. In een automatisch proces is het component niet correct te verbinden met het thermal pad.

Meerdere via's in een matrix vorm in het thermal pad is meer aangewezen. Via's > dan 0.3mm kunnen veel soldeer laten wegvloeien en een groot percentage voiding in de soldering teweeg brengen. Deze voiding belemmert de warmteafvloeiing.



Wij adviseren de via's aan de rand van het thermal pad te voorzien, zo gaan deze minimaal voiding creëren.

Het risico dat via's het soldeer gaan opzuigen is hierbij ook gering.

Indien doorvloeien van soldeer in de via's vermeden moet worden, dan kun je bovenstaande lay-out nog voorzien van mask tenting op en in de via's.

PCB-on-PCB

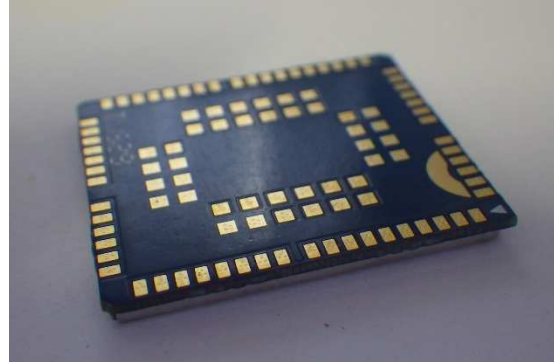
Een trend is het gebruik van vooraf geassembleerde PCB modules. Productietechnisch zijn dit niet de meest ideale onderdelen.

Deze onderdeeljes zijn vaak moeilijk op te nemen, het opnemen van surface mount gebeurt m.b.v. een vacuüm pipet. Er moet een voldoende groot plat vlak zijn zo dicht mogelijk in het fysisch center van de PCB-module.

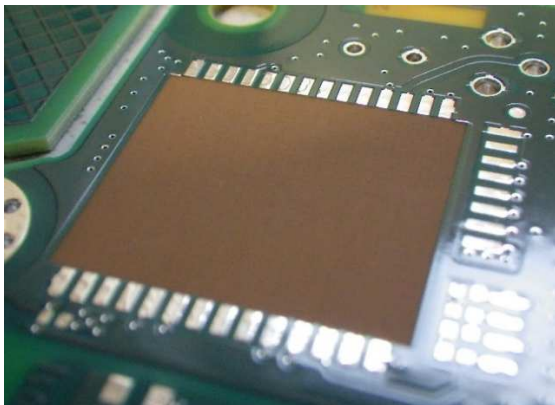
Een PCB is op zich al gevoelig voor torsie of kromtrekken, des te meer in combinatie van opgenomen vocht. Kromtrekken bij een grotere PCB-module is nefast voor open solderingen.



PCB-on-PCB met nis verbindingen



PCB-on-PCB met vlakke contacten

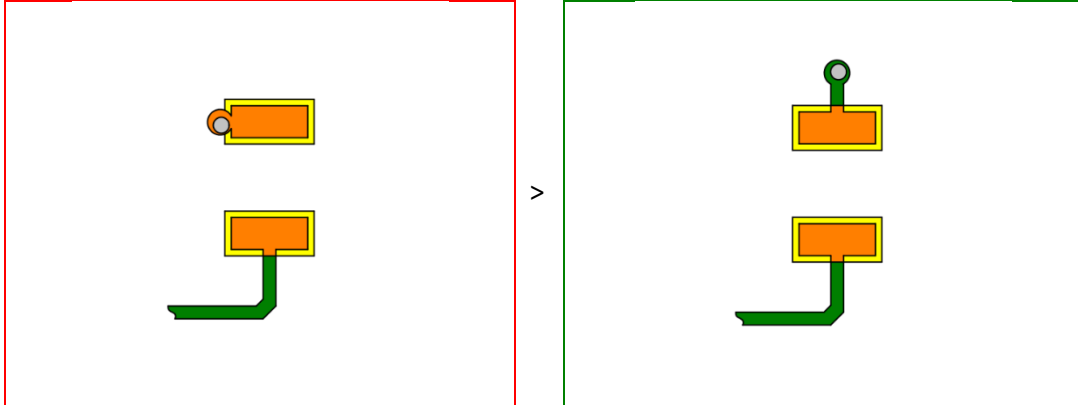


Bij PCB-on-PCB modules is het beter geen sporen of via's onder de module aan te brengen, alvast bij modules met niscontacten. Om te voldoen aan IPC vereisen deze veel soldeervolume, het beter het masker onder dit onderdeel weg te laten.

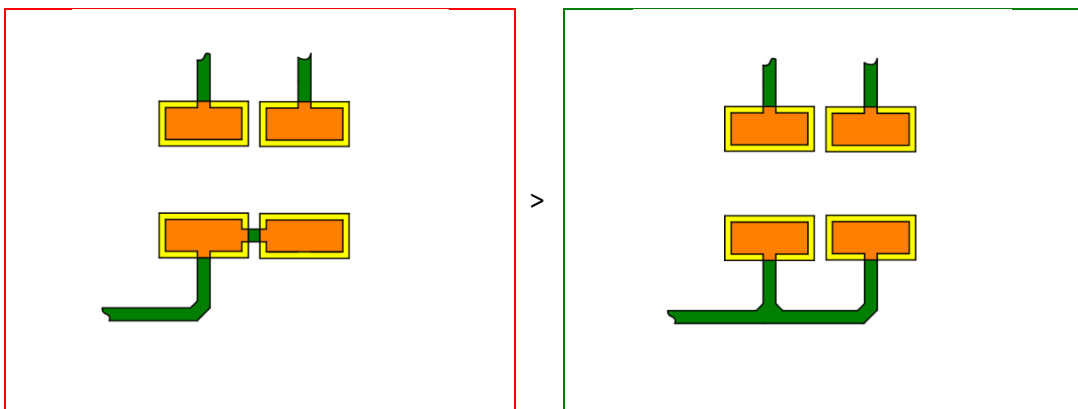
Zonder sporen en soldeermasker kan de module 50µm dichterbij de PCB indalen.

Spoor routing

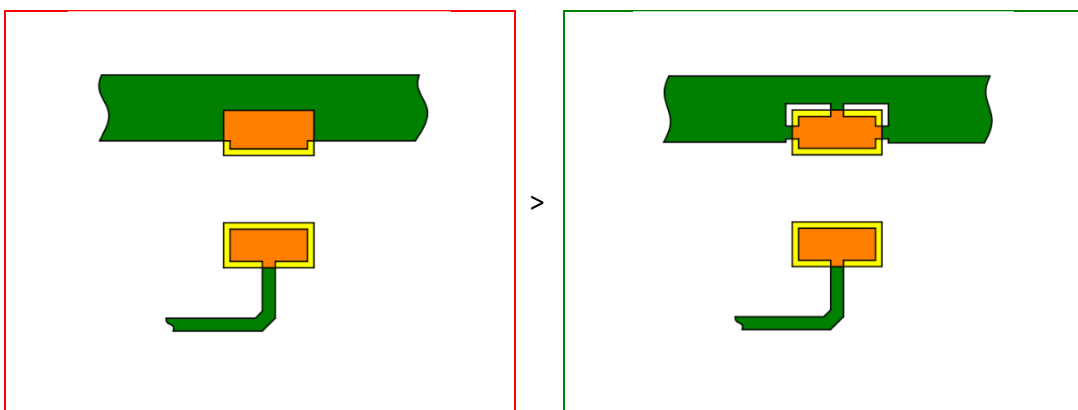
Tijdens het reflow soldeerproces zal er altijd een migratie van soldeer optreden die krachten teweegbrengen op de componenten, deze kunnen hierdoor roteren of verzwellen. Ook om toevoer van warmte en tombstone effect tegen te gaan is het aan te raden langs beide soldeervlakken een identiek spoor te voorzien. Via's in pads bij SMT zijn af te raden. (kan enkel bij pin-in-paste solderen) Hier zal het soldeer in wegvloeien en een magere soldeerverbinding opleveren.



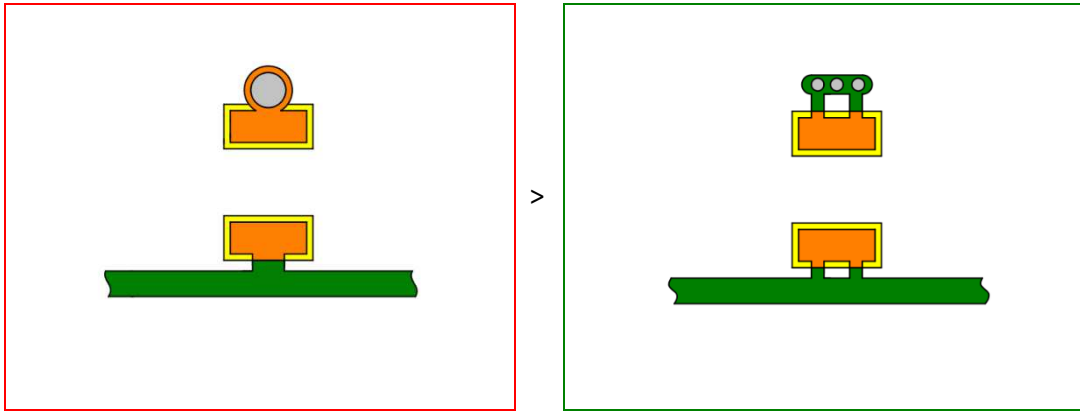
Plaats geen via's aan of in SMT soldeervlakken. Behoud de symmetrie.



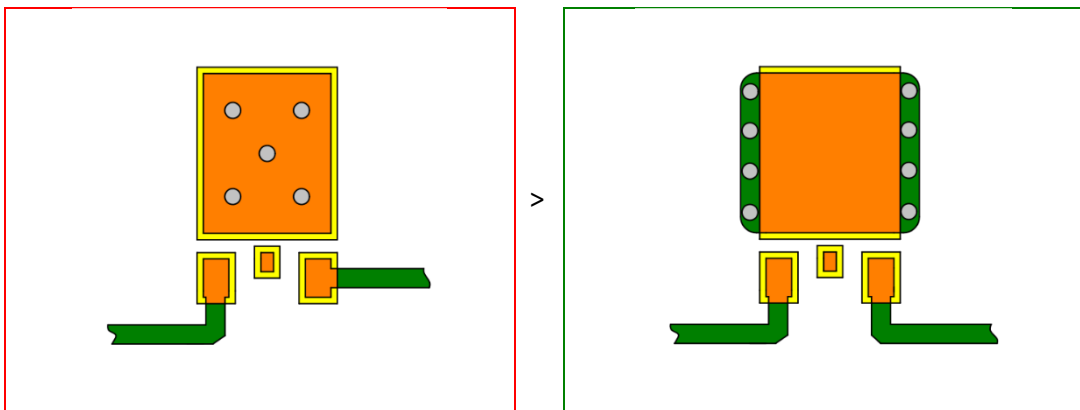
Vermijd directe verbindingen. Behoud de symmetrie.



Plaats geen soldeervlakken in een spoor of massa vlak, gebruik thermal reliefs.



Voor grote stroom banen en via's, beter is deze te ontubbelen dan te vergroten.

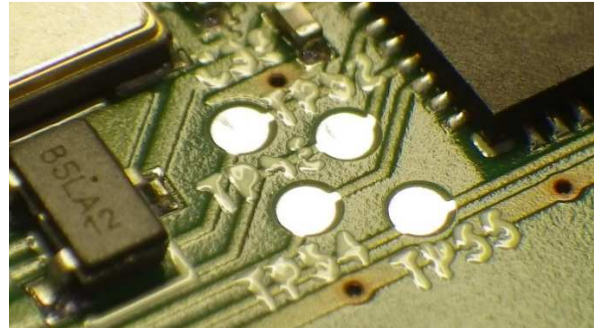
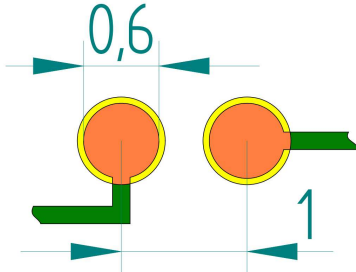


Plaats bij voorkeur geen via's in exposed pads. Behoud de symmetrie.

Test pads

voor Flying probe tester

Met de flying probe kan op de soldeerverbinding van het component gemeten worden, het is echter altijd beter test eilandjes te voorzien, zo beschadig je de soldeerverbinding niet met de naald.



Teken een eilandje van min 0.6mm, met een pitch van min 1.0mm.

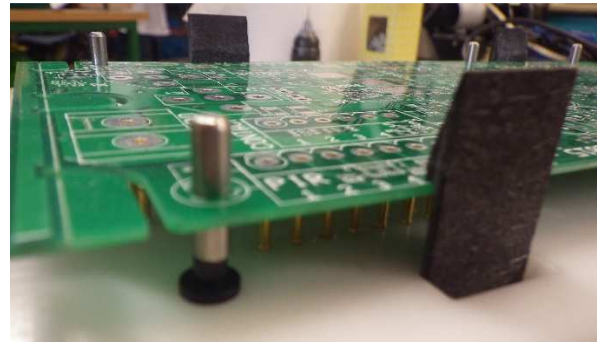
Test pads voor naaldenbed

Voor een naaldbed tester is het zeer aan te raden testpads te voorzien, hier vragen we eilandjes van **1.2mm met pitch van minimaal 2.54mm.**

Indien dunner gespatieerd dienen we fine-pitch naalden te gaan gebruiken die vele malen duurder zijn.

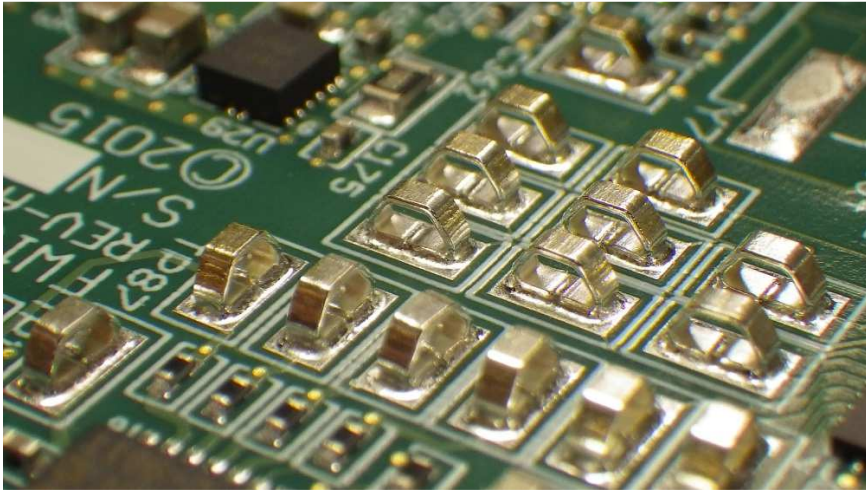


Voorzie ook minimaal 2 tooling holes zodoende een centreerpin gebruikt kan worden, een niet gemetalliseerd boorgat van 3 of 4 mm voldoet.



Meetpunten voor meetklemmen

Wij adviseren meetklemmen in een SMT versie te voorzien. Dit is voordeliger dan een PTH versie.

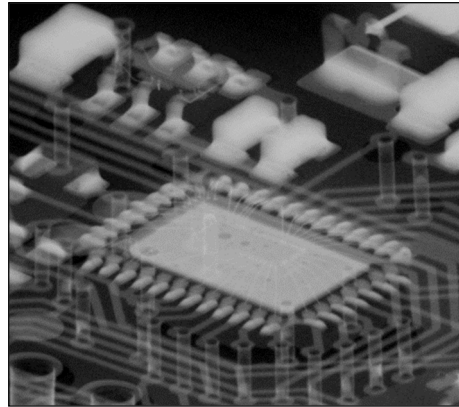


Minimaliseer zo veel mogelijk dat designwijzigingen een impact hebben op de ICT test, testbenches zijn bijzonder duur en wijziging hieraan vaak niet evident.

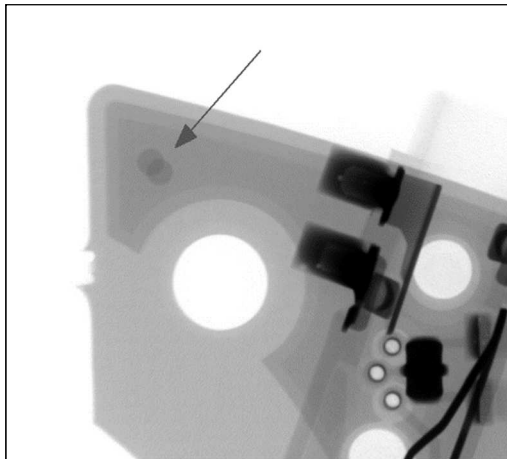
X-ray inspectie

Door de toename van verborgen contacten is X-ray inspectie tegenwoordig een must. RX inspectie is echter zeer moeilijk in een automatisch proces toe te passen, het is arbeidsintensief en aldus een dure onderneming.

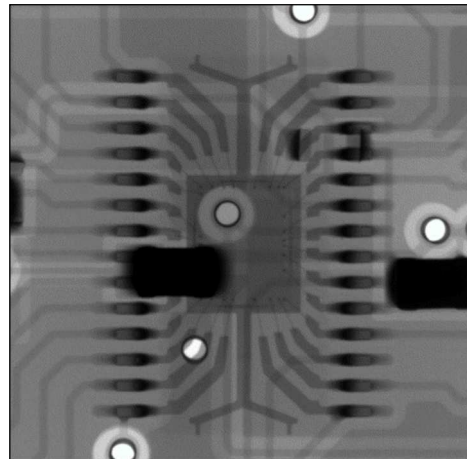
Omwillen dat we bij een RX beeld zowel de onderdelen geassembleerd aan de top side als aan de bottom side in beeld brengen kan dit wel voor inspectieproblemen verzorgen.



- Vermijd inner layers onder fiducial markers, deze verminderen het contrast.
- Vermijd fiducial markers in de buurt langs de tegenovergestelde zijde.
- Ga onderdelen vermijden aan de tegenovergestelde zijde, op die plaatsen die RX inspectie vereisen. B.v.b. bij fine pitch leads of verborgen contacten.
- Ga geen mirror patroon gebruiken voor componenten met verborgen contacten. (bvb een BGA op zelfde coördinaat langs top en bottom zijde.)



Fiducial aan tegenovergestelde zijde, op bijna zelfde locatie verstoort de marker herkenning.



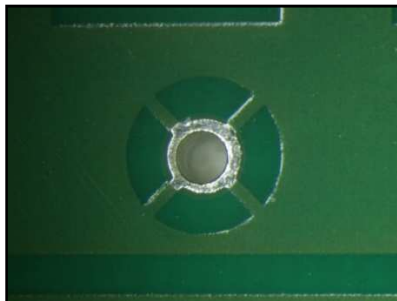
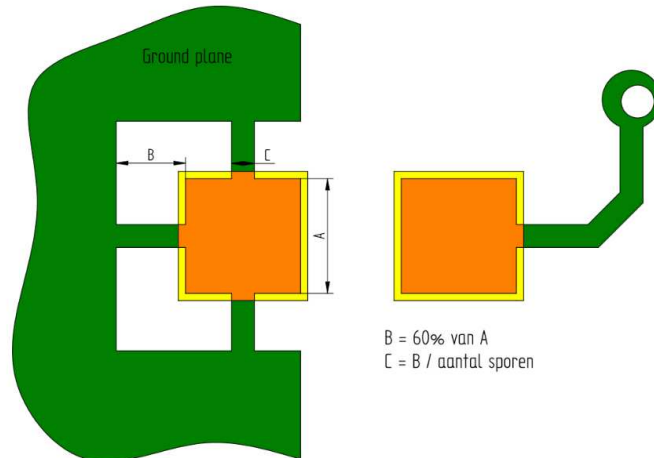
2 passieve componenten aan de bottom zijde van de PCB maakt automatische RX inspectie op sluitingen tussen deze IC pinnen onmogelijk.

Opbouw thermal relief

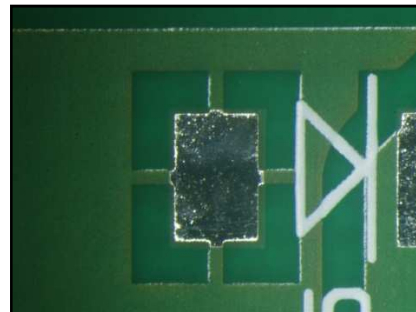
Het toepassen van een thermische scheiding bij aan grote kopervlakken aangesloten soldeereilanden is onontbeerlijk (Vcc & massa vlakken) zo een correcte thermische scheiding te krijgen en plaatselijk solderen mogelijk te maken.

Indien er geen thermische scheiding werd aangebracht is plaatselijk verwarmen haast onmogelijk, zeker bij loodvrij solderen is dit een must om manueel solderen en/of repair te kunnen uitvoeren.

Om een correcte doorstijging van het soldeer bij wave-solderen te verkrijgen raden we aan bij alle "supported holes" thermische scheidingen te voorzien, en dit in alle verbonden layers (ook binnenlagen).

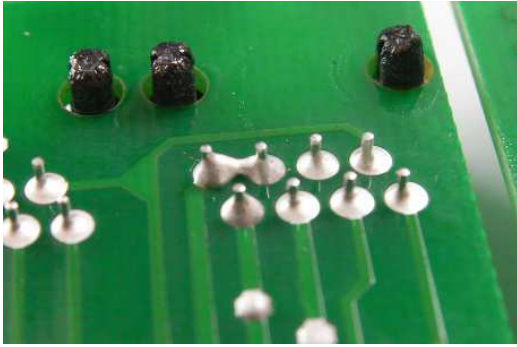


Thermal relief PTH



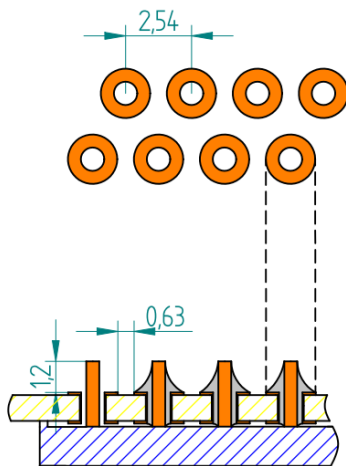
Thermal relief SMT

Lead-tussenafstand bij PTH Wave-solderen

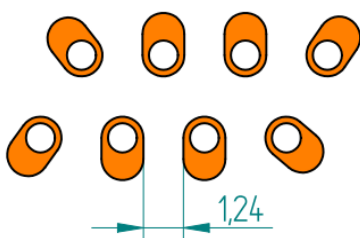


Bij wave solderen dient een minimale afstand van 1x de lead-lengte aangehouden worden tussen de pads om ongewenste sluitingen na het solderen te vermijden. Leads op lengte trimmen is een extra kost en kunnen we beter vermijden. Controleer daarom de leadlengte van je component in de datasheet en design je pads als volgende

"soldeereiland isolatieafstand" > (leadlengte + tolerantie - "component standoff" - "PCBdikte")



In dit voorbeeld zien we dat de leadlengte uitspelende uit de PCB 1,20mm bedraagt. De isolatieafstand tussen 2 soldeereilandjes is slechts 0.63mm. Dit is aldus riskant voor soldeersluitingen.



Het hiernaast afgebeelde pad-design verhelpt het probleem en levert een soldeerfoutvrij eindresultaat.

CTE verschillen bij PTH

Een FR4 printkaart heeft een CTE van 15 a 20ppm/°C, Polyamide (PA) heeft een factor 10 grotere CTE. Een lange PTH polyamide connector zal bvb bij het soldeerproces, waar alles een 160°C wordt, een veel grotere uitzetting hebben dan de printkaart.

Zorg voor voldoende ruimte in de via's om deze CTE verschillen op te vangen, zo te beletten dat het component zich uit de PCB gaat wringen.



Een component aan de PCB vastzetten met bout en moer.

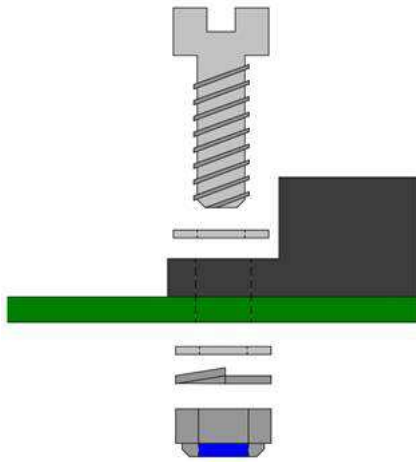
Een component vastbouten op de printkaart gebeurt bij voorkeur op volgende wijze:

1. Bout
2. Rondel
3. Component/PCB
4. Rondel (-> indien hier elektrische sporen lopen dan een Nylon rondel gebruiken)
5. Veerring
6. Geborgde moer

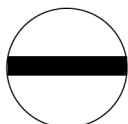
De bout is bij voorkeur in een staalklasse A2-70 of hoger.

Aanspannen met 1.1 Nm. Indien de gehele print nog gewarmd in een later productieproces is het aangeraden voor te spannen met 0.7Nm en na het solderen aan te spannen naar 1.1Nm.

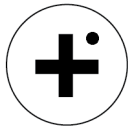
Bij aan trilling onderhevige apparatuur neem je extra op de veerring een geborgde verbinding, deze kan dmv een borglijm (Loctite 222, 243), of door gebruik te maken van een borgmoer.



Gebruik een schroefkop goed geschikt voor automatisch schroeven.



Flathead: niet geschikt voor automatisch schroeven.



JIS: goed voor automatisch schroeven, wordt wel vaak fout aanzien voor philips schroefkop, in Europa moeilijk te verkrijgen.



Pozidriv: matig geschikt voor automatisch schroeven.



Philips: matig geschikt voor automatisch schroeven.



Torx: zeer goed geschikt voor automatisch schroeven. Deze geniet de voorkeur.

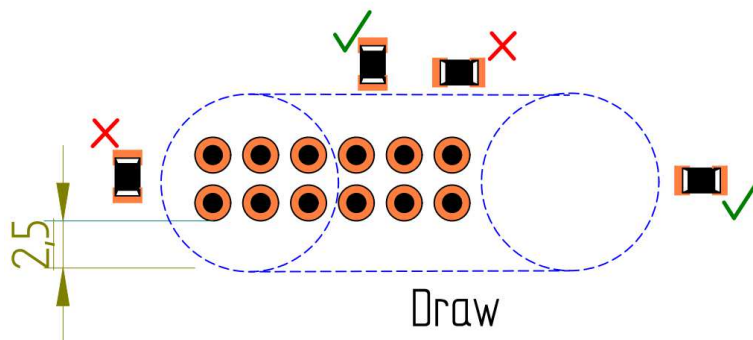
Miniwave selectief solderen

Selectief solderen is een gerobotiseerde versie van wave-solderen waar een kleine golf van soldeer een geprogrammeerd X-Y-Z traject aflegt. Deze techniek wordt gebruikt wanneer we met een combinatie van 2 zijden SMT + PTH hebben.

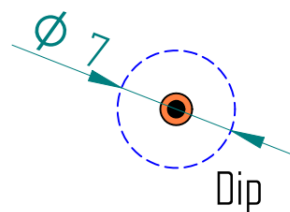


De PCB wordt in de selectief soldeermachine geladen en vervolgens worden de te solderen punten van vloeimiddel voorzien, hierna wordt de PCB en componenten voorverwarmd om de thermoshock te reduceren en het vloeimiddel te activeren. Eenmaal het geheel een temperatuur van 110°C bereikt heeft zal een soldeerpijpet omringd van een stikstofgordijn de te solderen leads aanlopen.

Enkele design-rules

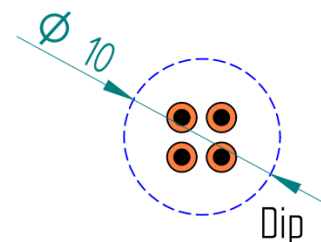
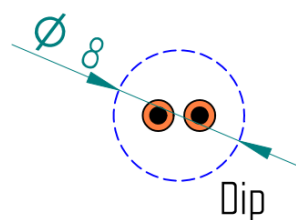


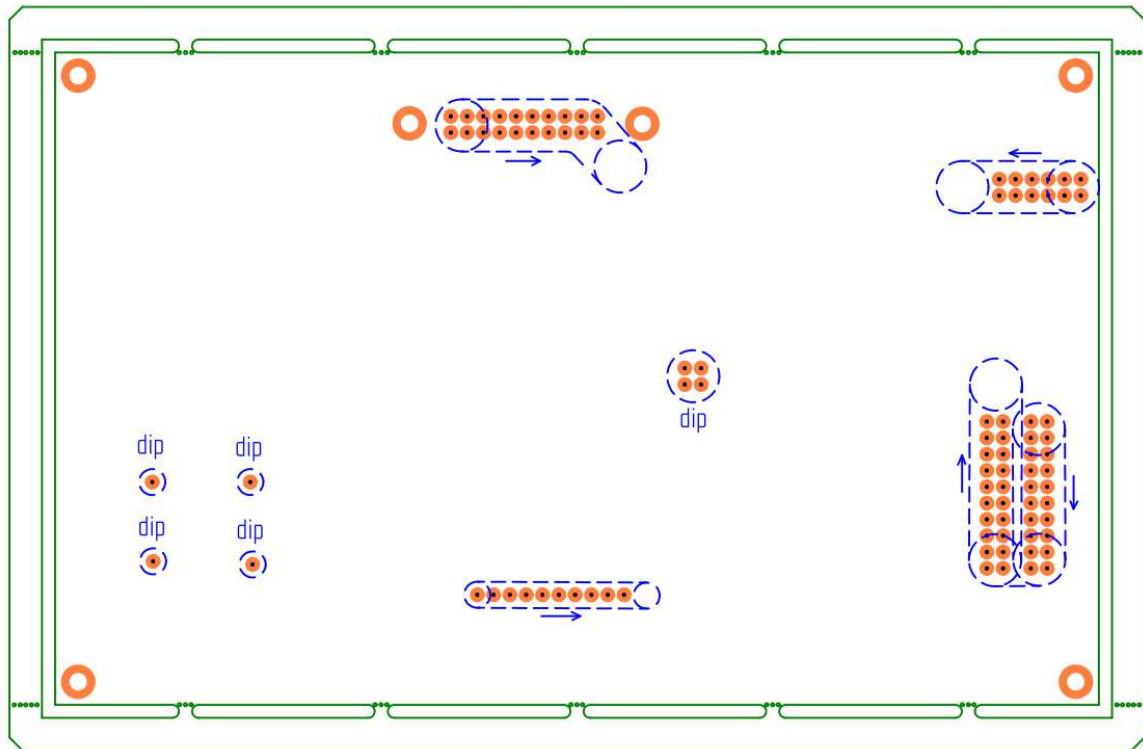
Voor lagere connectoren voorzien we een SMT vrije zone van 2.5mm. SMT componenten die binnen de 3mm van te solderen punten staan plaatsen we haaks op de soldeerrichting, wanneer deze dan toch sporadisch aangetikt worden deze toch niet afspoelen.



Bij dip-solderen gaan we met de soldeerpijpet enkel een Z-beweging maken en geen X-Y beweging. Hier vereisen we een vrije zone van pijpet radius + 1mm.

De soldeerpijpetten komen in diameter 5mm – 6mm – 8mm – 10mm – 12 mm





Bovenstaande schets toont concreet hoe een selectief soldeerpatroon er uit zal zien, een combinatie van dip- en drawpatronen, zorg dus telkens voor 2.5mm vrij zone rondom de te solderen pinnen (= blauwe lijn), plus een uitloopzone wanneer gebruik wordt gemaakt van een draw-patroon .

Fluxen en reinigen van elektronische schakelingen.

Bij het soldeerproces zijn fluxen noodzakelijk, ze dienen voor het verwijderen van oppervlakte oxides, oxidatie bij opwarming te beletten, verbeterde warmteoverdracht, bevochtiging en vloeijing van het soldeer te verbeteren.

Fluxclassificatie tabel

Fluxtype	Activiteit	Copper mirror test	% halide	Flux type	J-STD-004	NoClean	
ROSIN	RO	L	geen doorbraak	0,0%	L0	ROLO	No Clean
	RO			<0,5%	L1	ROL1	No Clean
	RO	M	< 50%	0,0%	M0	ROM0	
	RO			0,5-2,0%	M1	ROM1	
	RO	H	> 50%	0,0%	H0	ROH0	
	RO			>2,0%	H1	ROH1	
RESIN	RE	L	geen doorbraak	0,0%	L0	RELO	No Clean
	RE			<0,5%	L1	REL1	No Clean
	RE	M	< 50%	0,0%	M0	REMO	
	RE			0,5-2,0%	M1	REM1	
	RE	H	> 50%	0,0%	H0	REH0	
	RE			>2,0%	H1	REH1	
ORGANIC	OR	L	geen doorbraak	0,0%	L0	ORLO	No Clean
	OR			<0,5%	L1	ORL1	
	OR	M	< 50%	0,0%	M0	ORM0	
	OR			0,5-2,0%	M1	ORM1	
	OR	H	> 50%	0,0%	H0	ORH0	
	OR			>2,0%	H1	ORH1	
INORGANIC	IN	L	Geen doorbraak	0,0%	L0	INL0	
	IN			<0,5%	L1	INL1	
	IN	M	< 50%	0,0%	M0	INM0	
	IN			0,5-2,0%	M1	INM1	
	IN	H	> 50%	0,0%	H0	INH0	
	IN			>2,0%	H1	INH1	

Bij de keuze van soldeerflux dienen veel aspecten in rekening gebracht worden,

- Dient de flux no-clean te zijn?
- Moeten we de print reinigen? Misschien is dit gewenst/ geëist.
- Moet de Flux pin-testable zijn? (Flying Probe Test / naaldbedtest)
- Dienen we een conformal coating aan te brengen?
- Dienen we trilbestendig fixeren met siliconen of andere lijmsorten, en dewelke?
- Dienen we te gaan inpotten?
- Compatibiliteit met underfill?

Industriële elektronische producten (IPC klasse II Dedicated service electronic products) worden hoofdzakelijk vervaardigd met gebruik van zo geheten No-Clean fluxen. Dit zijn fluxen die na het productieproces dusdanig lage restactiviteit hebben, dat ze zonder gevaar op corrosie, lekstromen en/of parasitaire capaciteit op de schakeling kunnen blijven, en niet afgereinigd dienen te worden. Reinigen is een dure en delicate productiestap en kunnen we beter vermijden. Een schakeling die we wel wensen te wassen moet extra aandacht krijgen.

Bezorg de nodige informatie aan de process-engineer, zodat het best passende fluxtype gekozen kan worden.

Defluxen van elektronische schakelingen.

Hoe proper je printkaart moet zijn hangt af van de toepassing (bv hoog-impedantie schakelingen), van hun toepassingsgebied, en van persoonlijke voorkeuren, sommige klanten wensen nu eenmaal een spik en span afwerking.

Ook kaarten die later van een conformal coating voorzien dienen te worden kunnen altijd beter gereinigd worden.

Een teveel aan ionische vervuiling op de printkaart kan verschillende problemen veroorzaken: schimmelvorming, lekstromen door verbrande fluxresten, hechtingsproblemen van lijmen en coatings, metaalcorrosie, vorming van metaaldendrieten.

Voor de productie van je assembly is het belangrijk vooraf te weten of er gewassen moet worden, wil u toch wassen kun je beter een eenvoudig wasbare flux gebruiken dan een No-clean flux die eigenlijk ontwikkeld werd met oogpunt niet gewassen te worden.

No-clean fluxresten mogen op de printkaart nablijven en zijn na solderen nog minimaal actief maar zijn ook lastiger af te reinigen.

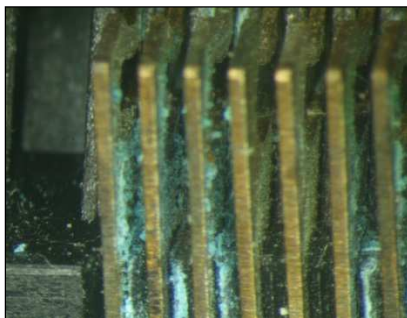
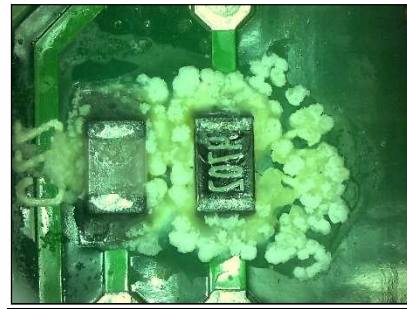
De norm IPC-CH-65A stelt voorop:

Class II: max $1.6\mu\text{g NaCl}/\text{cm}^2$

Class III: max $0.4\mu\text{g NaCl}/\text{cm}^2$

Al in de beginfase van het ontwerp is het nuttig te weten of je wilt defluxen, sommige onderdelen zijn namelijk niet echt geschikt om gewassen te worden, dit zijn onderdelen waar het water in kan dringen maar erg moeilijk terug uit kan. bv relais, potentiometers, dipswitches, enz. kunnen wel eens gevoelig zijn voor dit probleem.

! wassen van low stand off componenten is uitermate moeilijk !



Het defluxen

Bij het reinigen van fluxen is het van uiterst belang dat je alles gaat afreinen, slechts een deel afreinen resulteert in een agressief restantje op de print, waarvan je de chemische samenstelling niet weet, dus je weet ook niet wat het over tijd zal doen.

Het reinigingsproduct

We kiezen zorgvuldig de te gebruiken zeepoplossing, compatible met de te reinigen flux, gekozen reinigingsproces en alle onderdelen op de printkaart. (met aandacht voor acid of alkalische chemie, detergenten, water conditioners, corrosie remmers, schuim stabilisatoren enz.) BVB Alkalische oplossingen moet je vermijden bij Alu onderdelen, dit zorgt voor ongewenste chemische reacties op het Alu.

De zeepoplossing moet de oppervlaktespanning van het water dusdanig verlagen dat er ook tussen en onder de kleine onderdeeljes gereinigd kan worden. Daar zitten namelijk de fluxen die we er echt af willen.

Vanuit milieu-overwegingen zorgen we dat de gekozen reinigingsproducten bio-degradeerbaar zijn.

De wascycli

De zeepoplossing gaan we opwarmen tot 66°C, de warmte brengt energie in het product die nodig is om het reinigen op gang te brengen. Zonder deze warmte is er te weinig energie aanwezig om vlotjes te reinigen. We brengen de zeepoplossing aan via spray&air op de PCB. De impact van de spray zorgt terug voor energie om te reinigen. Een wascyclus duurt gemiddeld tussen de 20 en 30min, afhankelijk van de af te reinigen flux en de assembly.

De spoelcycli

Na de wascyclus is het zeer belangrijk dat de opgeloste vervuiling (zeepoplossing + opgeloste flux) volledig afgespoeld wordt. Hiervoor gaan we meermaals spoelen met gedemineraliseerd water en de ionische vervuiling in het water meten tot de gemeten vervuiling < 10 µS (microsiemens). Zo zijn we zeker dat de PCB zonder vervuiling zit.

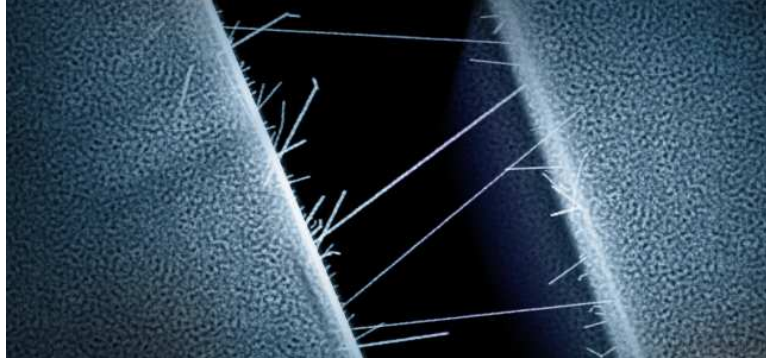
Drogen

Na het spoelen drogen we de PCB om het restwater van onder en uit de plastics te verwijderen. Dit is gebruikelijk 30 minuten op 100°C in een convectie omgeving, terug afhankelijk van de assembly.

Gevaar voor tin-whiskers

Tin whiskers vormen zich door inwendige materiaalstress in combinatie van aangroei van een intermetallische laag, dit bij met puur of nagenoeg puur tin vertinde elementen. Eenzelfde fenomeen kennen we met zink, zink-whiskers in dit geval.

Verwar whiskers niet met dendrietvorming, dendrietvorming is nl migratie van metaalkristallen door inwerking van ionenvervuiling, vocht en elektrische spanning.



Tin whiskers zijn enkele micron in diameter en er zijn gevallen gekend waarbij whiskers tot >10mm uitgroeiden. Ze zijn aldus een vrij reëel gevaar wanneer ze tot een sluiting tussen twee datapinnen komen.

Het ontstaan van tin-whiskers is een van de redenen dat Aviation geen RoHS gaat toepassen. Een loodhoudende vertinning kent namelijk geen whiskervorming.

Vermijd puur tin vertinde of verzinkte elementen. Een conformal coating zal de vorming van whiskers reduceren en vertragen doch niet elimineren. Dik aangebrachte coating & Parylene C zou hierbij de beste weerstand bieden en kunnen doorbreken tegengaan.

Conformal coating

Een conformal coating biedt een extra bescherming aan de elektronische schakeling tegen inwerking van de omgeving, elektrische interferentie en in kleine mate tegen mechanische inwerkingen.

Hoewel conformal coatings isolerende materialen zijn, zijn het zeker geen wondermiddelen, ze mogen bv niet gebruikt worden dienst doende als lijmen, isolatiebuffers, enz. Ze bieden ook géén, wat vaak fout begrepen wordt, waterbestendigheid! Conformal coatings zijn te dun en mogen enkel als damp schild aanzien worden. Wenst u resistentie tegen onderdampelen moet u voor een volledige inkapseling kiezen.

Conformal coatings bieden een bescherming tegen:

- Corrosie, vocht (waterdamp) en schimmels
- Inwerking van brandstoffen en hydraulische oliën
- Snelle veranderingen in bedrijfstemperatuur
- Stof, vuil

Verschillende types coatingmateriaal:

- Epoxy resin (ER)
- Urethane resin (UR)
- Acrylic resin (AR)
- Silicone resin (SR)
- Paraxylylene (XY)

Om deze keuze te maken moet je even uitschrijven wat de levenscycli van uw product is.

Kies wel voor een coating met een geïmplementeerde fluo-dai om inspectie eenvoudiger te maken.

Methodes van aanbrengen:

Aanbrengmethode	Kostprijs vh aanbrengen	Design kwesties
Dompelen	€	++++
Spuiten	€€	+++
Selectief coating robot	€€€	++
Borstelen	€€€€	+

Voordat het ontwerpen van de PCB van start gaat zou er een overeenkomst moeten zijn welk coating materiaal gebruikt wordt, welk proces en met welk apparaat er gecoat zal worden. Zo kan er rekening gehouden worden met de design kwesties die deze met zich meebrengen.

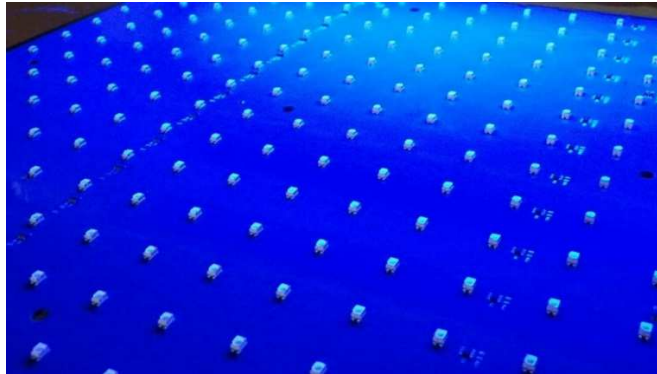
Elke methode van aanbrengen heeft zijn voordelen maar ook beperkingen, bv is de dompelmethode de goedkoopste, het design is hier uiterst kritiek.

Een ontwerp voorzien voor de dompelmethode kan uiteraard wel in een beginstadium via de borstel methode voorzien worden van een coating, maar omgekeerd kan dit niet. Als je nog geen idee hebt van de mogelijke oplages van je product kun je toch maar best de designrules implementeren.

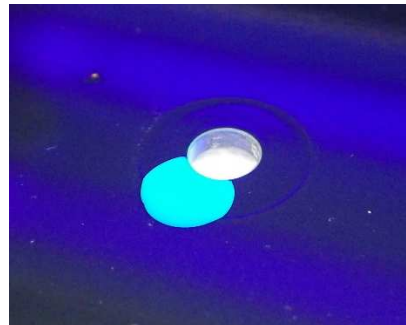
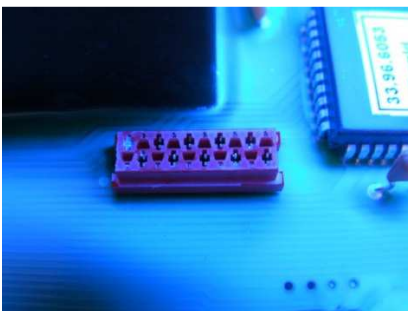
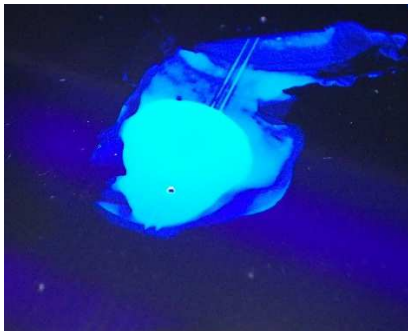
Coating aanbrengen over een LED.

Voor het coaten over LED's moet je volgende zaken in aandacht nemen:

- De geselecteerde coating moet ongevoelig zijn voor verkleuren door de tijd heen door inwerking van temperatuur of UV.
- Aan de siliconenlens hecht een coating niet, hier graag rekening mee houden.
- Indien het lichtspectrum erg belangrijk is moet je een coating zonder UV-tracer gebruiken, de UV-tracer in de coating kan het spectrum iets wijzigen.
- Omwille dat de coating fungeert als een extra lens op de LED zal de lichtkleur iets kouder worden, bv van 3000 naar 3500 kelvin, dit kun je opvangen door je LED's proefondervindelijk zo te selecteren.



Haarbuisjeseffect.



Via's, montagegaten, niet gesloten connectoren, niet hermetisch gesloten relais,... kunnen de coating capillair gaan opzuigen en hierdoor voor defecten zorgen.

Selecteer onderdelen die gecoat kunnen worden, plaats via's doordacht of laat ze afsluiten (plugged via's), weet dat we voldoende afstand tot montagegaten dienen te houden om doorvloeien te vermijden.

Selectief coaten

Het is algemeen beter enkel te coaten waar echt nodig, en niet het volledige bord van coating te voorzien. Zaken die niet corrosiegevoelig zijn kun je beter vrij van coating laten. Dit is sneller, minder gevoelig aan defecten en cosmetische foutjes. en tevens een stuk goedkoper qua materiaal.



Kostprijs

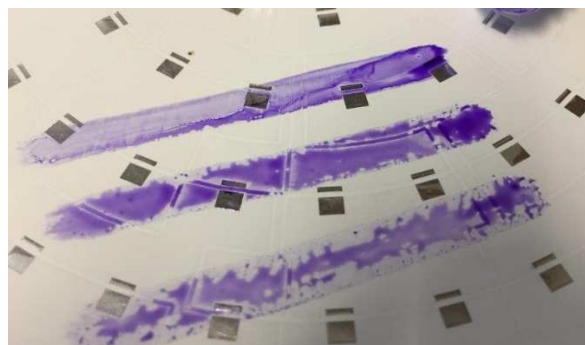
1 dm ² (10x10cm) Acryl lak	7 eurocent
1 dm ² Urethane lak	5 eurocent
1 dm ² Silicone lak	26 eurocent

Controle van oppervlaktespanning soldeermasker

De oppervlaktespanning van de printkaart soldeermasker dient minimaal > 35 Dyne (mN/m), optimaal > 40 Dyne. Bij een te lage waarde bestaat het gevaar dat de conformal coating niet netjes zal hechten. We krijgen een slechte hechting en de coating zal in druppels samentrekken.

De oppervlaktespanning is weinig gerelateerd aan het mask kleur of gloss of matte uitschijn. De printkaart wassen of een plasmareiniging geven kan soms een kleine verbetering brengen.

Je kunt de oppervlaktespanning nagaan met een DYNE-test kit waarbij u geijkte inkt op het te coaten oppervlak aanbrengt die u de oppervlaktespanning aangeven.



Inkapselen

Inkapselen is een algemeen gebruikt proces voor het beschermen van de gevoelige elektrische en elektronische onderdelen. Relais, potentiometers, sensoren en eveneens volledige elektronische schakelingen kunnen ingekapseld worden en genieten zo een extra:

- mechanische bescherming
- bescherming tegen thermische schokken.
- vibratiebescherming
- verhoogde resistentie tegen chemische inwerkingen
- vochtbescherming
- extreme temperaturen en verhogen van het aantal thermo cycli.
- thermische transfer van de schakeling zelf
- elektrische afscherming
- lichtreflectie (bvb bij LED verlichting)
- kopiebeveiliging

Er zijn een groot gamma aan polymeren. De meest gekende zijn polyurethanes, epoxy's en siliconen.

Siliconen

Temperatuur resistentie	- 115°C tot +300°C
Elektrische eigenschappen	Zeer goed
Flexibiliteit	Zeer flexibel
Hardheid	Zacht tot medium hard
UV immuun	
Chemische resistentie	Goed
Waterwerend	Goed
Toxisch	Niet tot laag
Eenvoudig aan te brengen	
Immuun tegen het vormen van schimmels	

RTV's (room temperature vulcanisation)

RTV Condensation cure systems

De silicone vulkaniseert door reactie met de luchtvochtigheid. Hierbij zal een verhoogde temperatuur geen versnelling tot het uithardingproces bieden. Bakken kan leiden tot het mislukken van het vulkaniseerproces. Het vulkaniseerproces kan dus ook enkel zolang er luchtvochtigheid aanwezig is of zover de luchtvochtigheid door het product kan penetreren. Dit werkt dus enkel voor toepassingen tot maximaal 10mm vulhoogte.

Reversion

Condensation cure systems mogen niet gebruikt worden voor toepassingen die in een hermetisch gesloten omgeving langdurig aan hoge temperaturen blootgesteld worden. De moleculaire binding kan hiermee afgebroken worden.

RTV - 1 component Condensatie cure system

Tijdens het vulkaniseerproces van een 1 component condensatie cure silicone ontstaat er een bijproduct.

RTV Cure mechanisme	Bijproduct	
Acetoxy silicone	Acetic acid (azijnzuur)	Corrosief
Oxime silicone	Ketoxime	Mild corrosief
Alkoxy silicone	Methanol	Niet corrosief
Acetone silicone	Acetone	Niet corrosief

RTV - 2 component Condensatie cure system cure system

RTV Addition cure systems (platinum catalyst)

De platinum catalyst kan schade oplopen wanneer hij in aanraking komt met een van volgende stoffen: stikstof, zwavel, fosfor, arseen, organotin catalyst, pvc stabilisators, epoxy hars catalysator, zwavel gevulkaniseerd rubber en condensation vulcanised siliconen (met uitzondering van alkoxy cured RTV's)

1 component system

Benodigen altijd warmteuitharding.

Warmteuithardende producten hebben vaak een betere hechting aan kunststoffen en zijn uitstekend geschikt tegen veroudering, de krimp tijdens het uitharden is lager.

Nadeel is wel dat de viscositeit variabel is tijdens de uitharding en dat het product dus kan vervloeien of een ander capillair gedrag kan vertonen. Bakken is altijd een extra productiekost.

Twee componenten kamertemperatuur uithardende materialen moeten nauwkeurig gedoseerd en gemengd worden. Na vermengen hebben ze wel een beperkte pot-life en een veranderlijke viscositeit. Niet gebruikt materiaal is verloren, productverlies kan hoog zijn.

UV uithardende materialen

UV doorlatende materialen, UV-epoxies en UV-acrylaten, kunnen worden afgedicht met UV-hardende materialen, voordeel hiervan is een zeer snelle uitharding (<1min). Niet blootgestelde materialen harden niet uit! Opgelet indien er product op plaatsen zit die buiten het bereik van de UV liggen.

Gecombineerd UV/Warmte uitharding.

Bevat de goede eigenschappen van warmte uithardende materialen met het voordeel van de UV-hardende materialen. Een korte UV-belichting brengt het materiaal tot een gel waardoor het niet meer gaat uitvloeien, daarna voeren we een warmtebehandeling uit waardoor het materiaal volledig gaat uitharden.

Vooraf Drogen

100 - 120°C voor 5 tot 10 min belet dat vocht in de polymeren gaat reageren met het vulmateriaal en zo belletjes gaat vormen.

Thermal transfer van siliconen

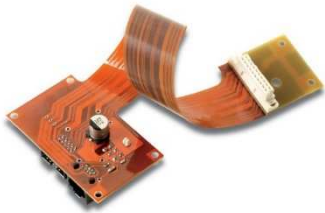
De meeste elektronische onderdelen stralen warmte uit, zeker in het geval van processoren, power packs en power LEDs. Lucht is een zeer goede isolator, warmte afvoeren door de lucht is bij deze niet evident.

Warmte kan afgevoerd worden via 3 methodes zijnde geleiding, convectie en straling. Bij inkapselen spreken we enkel nog over geleiding. Daar silicone een betere warmtegeleider is dan lucht heeft een ingekapselde schakeling een betere thermische transfer.

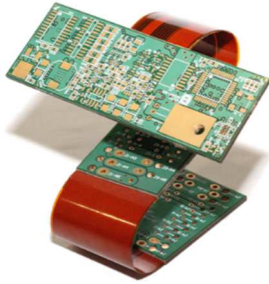
Materiaal	Waarde W/mK
Koper	400
Aluminium	300
Silicone	150
Polymeren	1 tot 10
Glas	0.9 tot 1.1
Water	0.6
FR4 epoxy PCB	0.30
Rubber	0.16
Lucht	0.025

Buigbare PCB's

Als oplossing voor buigbare dragers zijn er Flexrigid, Full flex, FR4 semi flex en Polyester pcb.



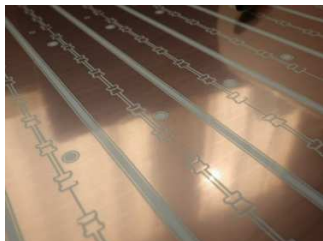
Bij een full flex pcb staan ook de componenten op een polyimide flexibel deel. Op die plek wordt meestal een stiffner aangebracht om op die plek wat stevigheid te voorzien.



Bij een flexrigid staan de componenten op een vast stuk pcb, de binnenlagen worden doorgetrokken en vormen de buigbare delen.

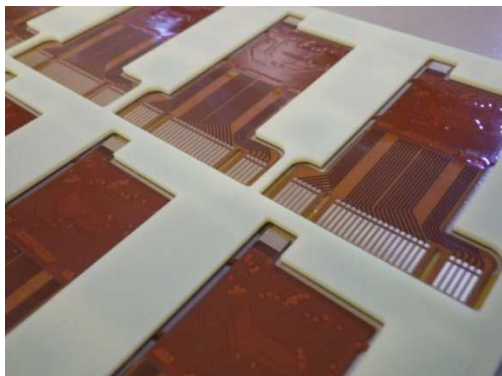


Een semi flex FR4 is een standaard PCB waar we een deel verdund gaan frezen zodoende het overblijvende deel dusdanig dun wordt dat het buigbaar is, typisch een 100µm. Dit is een eenvoudige oplossing, meer geschikt voor eenmalig te buigen elektronica.



Metal jet Polyester pcb is een goedkope oplossing voor een één laags buigbare drager, met weliswaar meerdere beperkingen, de koperdikte is beperkt tot 3 a 4 µm, en het PE materiaal is slechts bestand tegen 150°C. wat het gebruik van laag temperatuur soldeer noodzakelijk maakt.

Voor full flex is een tooling vereist of doordacht werken met een stiffner.



Component verpakking en toelevering

Componenten dienen in een productievriendelijke verpakking toegeleverd te worden zodoende ze op een efficiënte, betrouwbare en snelle manier aan de machines gevoed kunnen worden.

Componenttypes	Voorkeur verpakking
Chip componenten	Tape on reel
SOP	Tape on reel
QFP	Tray
Kleine BGA & QFN tot 20x20mm	Tape on reel
Grotere BGA's	Tray
Shielding	Tray of Tube
SMT Connectors	Tape on reel tot 44mm, grotere connectoren in Tube aanleveren

- Let op voor ESD, oxidatie en vochtgevoeligheid van de onderdelen.
- Bij Tape on reel kan een versneld ontvochten niet gebeuren.
- Tray verpakking moet JEDEC gestandaardiseerd zijn.
- Tray verpakking moet bestand zijn tegen 125°C.

Correct bewaren van componenten & PCB's

Naast het toeleveren in de geprefereerde verpakking is het ook belangrijk dat de onderdelen de juiste verzorging krijgen,

- Zorg dat de onderdelen te allen tijde ESD veilig verhandeld worden
- Zorg dat de onderdelen oxidatie vrij blijven, aanraken van soldeervlakken met de handen is te vermijden, dit resulteert in een versnelde oxidatie
- Im-Ag finish PCB's dienen in "Silversaver" papier verpakt te worden
- Zorg voor een vochtveilige verpakking van alle hygrosopische materialen

Drogen van niet gesatureerde PCB's			
< 6 maand in originele gesloten verpakking, of <4 weken uit de verpakking			
Laminaat	dikte	Bakken 125°C	Droogkast RH<5% @ 45°C
FR4 (VO<1%) & flex	≤ 1.6mm	60 - 90min	3 dagen
	> 1.6mm ≤ 3.2mm	4 uur	7 dagen
Polyimide	≤ 1.6mm	6 uur	8 dagen
	> 1.6mm	vraag raad aan engineer of fabrikant.	
Drogen van gesatureerde PCB's			
> 6 maand in originele gesloten verpakking, of > 4 weken uit de verpakking			
Laminaat	dikte	Bakken 125°C	Droogkast RH<5% @ 45°C
FR4 (VO<1%) & flex	≤ 1.6mm	8 uur	9 dagen
	> 1.6mm ≤ 3.2mm	24 uur	29 dagen
Polyimide	≤ 1.6mm	vraag raad aan engineer of fabrikant.	
	> 1.6mm		

Nota:

Niet gesatureerde printen drogen is niet verplicht, dit is enkel om vochtname van tijdens het PCB-productieproces te verwijderen. Het risico op solderbeads verkleint wel door uitdampen.

Drogen van componenten				
Body dikte	MSL level	Bakken 150°C	Bakken 125°C	Droogkast RH<5% @ 45°
≤ 1.4mm	2	3 uur	7 uur	8 dagen
	2a	4 uur	8 uur	9 dagen
	3	8 uur	16 uur	13 dagen
	4	10 uur	21 uur	15 dagen
	5	12 uur	24 uur	17 dagen
	5a	14 uur	28 uur	22 dagen
> 1.4mm ≤ 2.0mm	2	9 uur	18 uur	25 dagen
	2a	11 uur	23 uur	29 dagen
	3	21 uur	43 uur	37 dagen
	4	24 uur	48 uur	47 dagen
	5	24 uur	48 uur	57 dagen
	5a	24 uur	48 uur	79 dagen
>2.0mm	2	24 uur	48 uur	79 dagen

≤ 4.5mm	2a	24 uur	48 uur	79 dagen
	3	24 uur	48 uur	79 dagen
	4	24 uur	48 uur	79 dagen
	5	24 uur	48 uur	79 dagen
	5a	24 uur	48 uur	79 dagen

Nota:

- Er mag nooit langer dan 96uur uitgebakken worden.
- Uitbakken op > 125°C mag enkel na consultatie van engineer of fabrikant van de onderdelen.
- Bakken op 90° i.p.v. 125°C verdubbelt de tijdsduur.
- BGA's >17*17 of stacked-die componenten dienen speciale aandacht te krijgen, vraag raad.

Vochtveilig verpakken

Vochtveilig verpakken			
MSL level	Drogen voor sealen	MBB	Drooghouders insluiten
1	Optioneel	Optioneel	Optioneel
2	Optioneel	Verplicht	Verplicht
2a-5a	Verplicht	Verplicht	Verplicht
6	Optioneel	Optioneel	Verplicht

Moisture sensitivity levels

MSL	Floor Life	
	Tijd	Conditie
1	Ongelimeerd (*!)	≤30°C/85%RH
2	1 jaar	≤30°C/60%RH
2a	4 weken	≤30°C/60%RH
3	168 uur	≤30°C/60%RH
4	72 uur	≤30°C/60%RH
5	48 uur	≤30°C/60%RH
5a	24 uur	≤30°C/60%RH
6	Als opgegeven op label	≤30°C/60%RH

- (*!) Mits de opgestelde condities van kracht zijn.
- Een FR4 PCB kun je als een 2a level beschouwen.
- Een polyimide PCB heeft een open tijd van slechts 8 uur.
- Vocht vrije verpakkingen zonder indicatorstrip worden verondersteld niet vochtvrij te zijn.
- Een vochtveilige verpakking is een hermetisch en bij voorkeur luchtledige MBB verpakking inclusief drooghouders en indicatorstrip, of een vochtvrije kast met RH<5%

Anti statische verpakkingen

We kennen 4 soorten (gradaties) in antistatische verpakking, onderstaande tabel maakt u wegwijs.

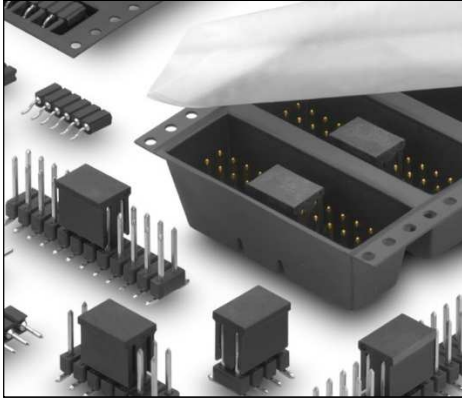
- S: Shielding, (Esd-schild,)
- D: Dissipatief. (Anti-statische roze verpakking)
- L: laag opladend. (bvb karton)
- C: elektrostatisch geleidend. (koolstof)

	In contact met het onderdeel		Niet in contact met het onderdeel	
	Binnen de EPA	Buiten de EPA	Binnen de EPA	Buiten de EPA
ESD gevoelige onderdelen onder spanning	S, D of L		S, D, L of C	
ESD gevoelige onderdelen	S, D, L of C		S, D, L of C	
Niet gevoelige onderdelen	S, D, L of C	Geen vereiste	S, D, L of C	Geen vereiste

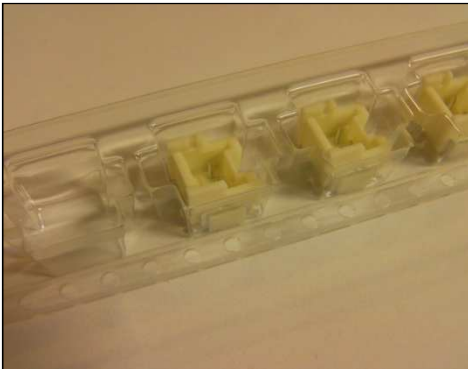
Surface Mount connectoren

Surface Mount connectoren zijn vaak een probleem om machinaal op te pikken. Dit kan resulteren dat deze onderdelen doch ze een SMD versie zijn manueel geplaatst dienen te worden. Manueel te plaatsen SMD onderdelen zijn ten stelligste af te raden. Dit vertraagt de productie, werkt productiefouten in de hand of is zelfs bij ultra-fine-pitch technisch niet haalbaar.

Enkele hulpmethodes om connectoren machinaal opneembaar te maken.



Connectoren kunnen in de meeste gevallen gekocht worden voorzien van een pick-up cover, zo kunnen de onderdelen met een standaard vacuum nozzle opgenomen worden.



De "carrier tape" in deze foto is zo voorzien dat een gripper-nozzle gebruikt kan worden. 2 extra uitsparingen naast het onderdeel zorgen er voor dat de gripper nozzle naast het component in de pocket kan indalen.

IP bescherming (intellectual property)

Je ontwerp beschermen tegen intellectuele diefstal, goedkope kopijen, of sluitend tamper proof maken is geen evidentie. Daarentegen is reverse engineering ook geen eenvoudige zaak, zodra je het de piraat lastig maakt is de kans vrij groot dat men er niet in slaagt je design te kopiëren.

- Intellectuele diefstal gebeurt vaak door concurrenten die je know-how willen ontfoetselen om deze te integreren in hun designs.
- Tamper proof maken voor het geval dat onbevoegden het toestel openen, zo de werking of garantie te beïnvloeden.
- Bij piraat onderdelen maakt men het product in z'n geheel na met doel een goedkopere versie op de markt te brengen. Soms met identieke behuizing en opschriften zodoende de consument te misleiden.

Piraterij ontraden:

- Verkoop je product aan een eerlijke prijs via een netwerk met goeie service. Dit is de meest evidente oplossing, indien er geen schat te verdienen is, is er ook geen dief.
- Je kunt je juridisch indekken, via patent en copyright. Voorzie sowieso Patent pending en copyright opschriften.
- Breng een herkenbaar logo of productnaam aan, zodat klanten niet onbewust in de lookalike artikel val trappen.
- Verbeter continu je ontwerp, zodoende hollen copycats altijd achterop, tijd is hun grootste vijand.

Beveilig je productiecircuït:

- Zorg voor sluitende NDA contracten, en werk samen met betrouwbare partners. Partners als pure EMS firma's zijn niet uit naar het stelen van uw ideeën, een EMS firma die ook R&D doet in eenzelfde sector vormt al een groter risico uiteraard.
- Denk niet enkel aan de subcontractors maar tevens aan interne confidentialiteit binnen je bedrijf, de ontslagen medewerker gaat soms wel aan de haal met meer bedrijfskennis dan hij rechtswaardig is.
- Besteed niet het gehele werkpakket uit bij één en hetzelfde subcontractor. Je kunt dit eenvoudig als volgend opdelen.
 - o Bestel de printkaart zelf bij de printboer.
 - o Bestel de delicate chips zelf en hercodeer deze. Vooral als er IC's te programmeren zijn besteed dit dan uit bij een andere partij dan de EMS.

Let op! Wanneer u de printkaart zelf gaat bestellen, informeer u hoe dit moet, hoe u ingangscntrole moet uitvoeren, hoe de printkaart gestockeerd moet worden, enz.

- Bewaar de data veilig en bij voorkeur opgesplitst op meerdere locaties. Piraterij gebeurt vaak al door het stelen van de CAD data door computer hacking.

Beschermen tegen tampering.

- Breng tamper proof schroeven, verborgen schroeven + tamper proof labels aan.
- Een vernuftige boobytrap wist chip geheugen of maakt een gevoelig component stuk bij openen van de behuizing, ...

Maak reverse engineering lastig.

- Verwijder tekstopdruk van IC's, dit maakt reverse engineering al een stuk moeilijker
- Breng een moeilijk te verwijderen coating aan op de drukke chip area's. Dit zal de professionele piraat waarschijnlijk niet tegenhouden, maar de hobby elektronicus haakt hier vaak al af.
- Gebruik passieve componenten zonder waarde opschrift.
- Valse sporen in binnenlagen + copper pouring maken X-ray kopiëren erg moeilijk.
- Custom ASIC IC's maakt reverse engineering vrijwel onmogelijk.



Data toelevering

Voor een vlotte en correcte datavoorbereiding vragen we de volgende toeleverde data:

Zorg voor een unieke productnaam, een naam die u bij herhaalorders verder zult gebruiken. Zorg voor een duidelijk revisiebeheer, waardoor bij verdere producties duidelijk is of er wijzigingen zijn en in hoeverre deze de productieprogramma's e.d. beïnvloeden. Een revisietabel is een handige tool hiervoor.

Data nodig voor het aanmaken van tooling, carriers, screens en sjablonen.

- Bezorg alle GERBER files, in RS-274-X formaat.
- Zorg voor een duidelijk leesbaar assemblageplan met daarop een eenduidige en overzichtelijke Pin1 en Anode-kathode en neg-pool aanduiding van alle gepolariseerde

componenten. (bij voorkeur in GERBER formaat)

- IPC-D-356 file.
- Overige CAD (Bvb ODB++, GENCAD,...)

Data nodig voor programmatie v.d. assemblagerobots.

- ASCII insert File + BOM file, bij voorkeur in één gecombineerde file.

INSERT file voorbeeld							
Refdes	X (mm)	Y (mm)	Theta (°)	SMT/PTH	Layer	Shape	Fabrikantcode Farnell-code Rs-code
R1	12.56	56.77	0	Smt	T	R0402	100R 1%
R2	12.56	57.77	0	Smt	T	R0402	100R 1%
C100	95.66	56.45	180	Smt	B	C0603	CCRJ101
IC-5	35.47	144.44	90	Smt	T	TSSOP14	14.268.654
Fid 1	10.15	25.66	0	Smt	T	Fiducial	Fiducial
...							

! Reference designator mag maximaal 5 karakters bevatten.

! X-Y Coördinaten zijn van het fysisch center van het component.

! Specificeer je componenten zo goed mogelijk, bij voorkeur fabrikantcodes en voorkeurfabrikanten opgeven indien deze belangrijk zijn.

Data nodig voor Flying probe testers.

- IPC-D-356 file indien Flying probe testen gewenst is.

Overige data.

- Voor het uitvoeren van elektrisch testen benodigen we de elektrische schema's.
- Lijst met door ons aan te kopen onderdelen (eventueel verwerkt zijn in de BOM)
- PSL: Proces sensitiviteit levels van exotische of kritische onderdelen.
- Testsoftware en testprocedure indien van toepassing.
- Productietechnische opmerkingen

Afkortingen

AOI: Automatic optical inspection.

BGA: Ball grid array.

CSP: Chip scale package.

EMS: Electronic manufacturing supplier.

ENIG: Electroless Nickel Immersion Gold.

EOS: Electrostatic overstress.

EPA: Electrostatic protected area.

ESD: Electrostatic discharge.

FR4: Flame Retardant 2.

FR4: Flame Retardant 4.

GND: Grounding.

HASL: Hot air solder level.

LGA: Land grid array.

MAR: Mask Annular Ring.

MSL: Moisture sensitivity level.

NSMD: Non-soldermask defined.

OEM: Original equipment manufacturer.

OSP: Organic solderability preservative.

PCB: Printed circuit board.

PIC: Programmable interrupt controller.

PTH: Pin through hole.

QFN: Quad flat package No-lead.

QFP: Quad flat package.

RTV: Room temperature vulcanisation.

RX: Röntgen onderzoek.

SMA: Surface mount assembly.

SMD: Surface mount devices. OF solder mask defined.

SMT: Surface mount technology.

SOT: Small outline transistor.

UFP: Ultra fine pitch.