

# Solderen met hete damp

Condensatiesolderen weer terug als alternatief voor IR-reflowsolderen

Condensatiesolderen is het gebruik van hete damp, afkomstig van een speciaal hittetransfermedium, om de hitte over te brengen via het condensatieprincipe op een printplaat met SMT-componenten waardoor deze vervolgens wordt gereflowd/gesoldeerd. De hete damp slaat neer als condens op een printplaat, als deze een lagere temperatuur heeft dan de damp. Dit principe werd in 1975 gepatenteerd door Robert Christian Pfahal en Hans Hugo Amman van Western Electric & Bell Labs als een 'Method of Fusing Soldering or Brazing' onder patentnummer No:3.866.307.

MARC VAN STRALEN

Het condensatiesolderen, ook wel 'vapor phase soldering', genoemd is inmiddels een bekende techniek, die begin jaren '80 bij de opkomst van de oppervlaktemontagetechniek veel werd toegepast. Het in die dagen toegepaste hittetransfermedium had echter nogal wat nadelen. Een van de nadelen was dat de damptemperatuur niet werd bepaald door een fysische constante van het toen toege-

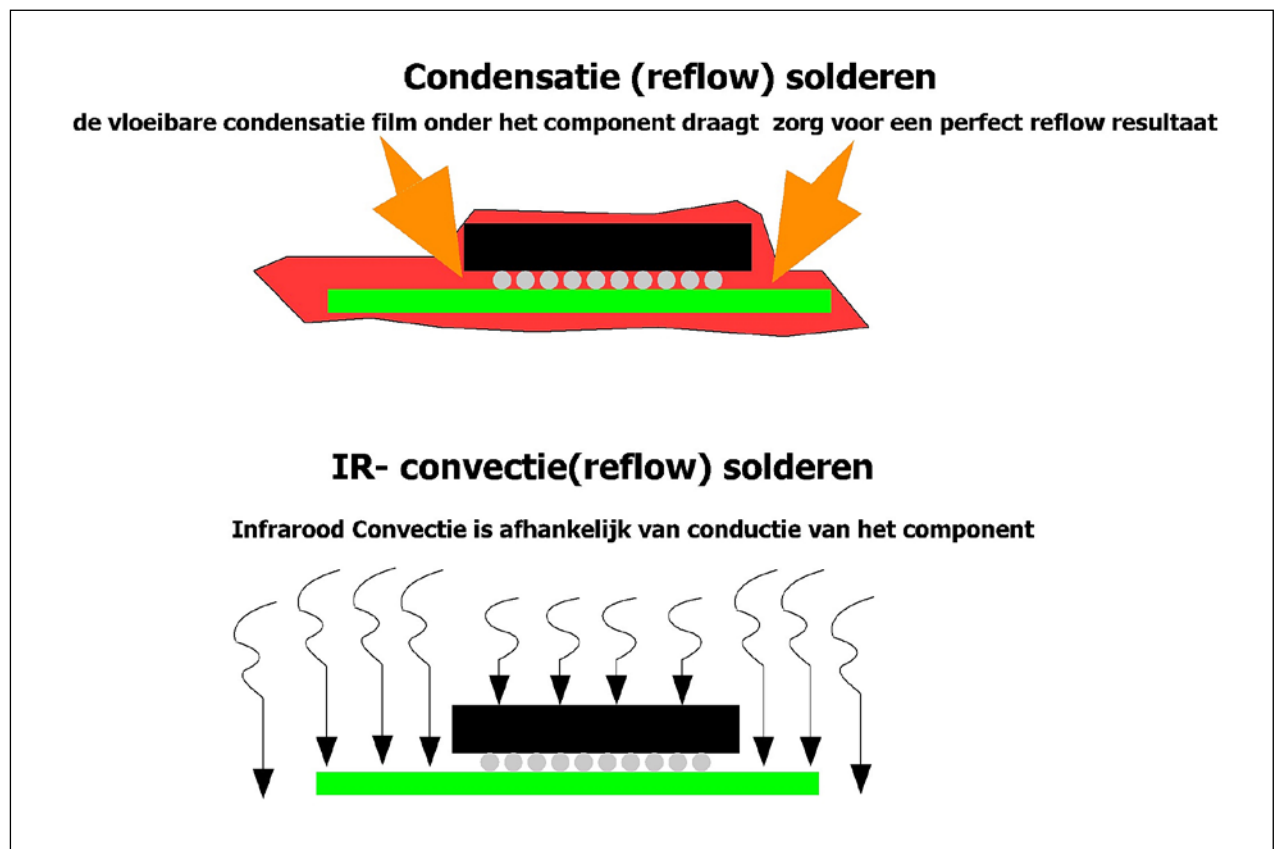
paste medium. De energieoverdracht was een combinatie van condensatie- en convectiereflowen.

Het toegepaste medium kende ook nog andere nadelen:

- het beïnvloedt de ozonlaag;
- onder bepaalde condities is het corrosief;
- het is onderhoudsintensief;
- en het is ongezond om ermee te werken.

Ook de toen gebruikte machines veroorzaakten veel problemen en hadden te kampen met, bijvoorbeeld:

- zeer slecht beheersbare thermische eigenschappen;
- te veel energieverbruik en hitte;
- onstabiele opwarmeigenschappen (10 °C/s);
- tombstoning;
- delaminatie van de PCB;



Condensatie- en convectiesolderen.

- hoog verbruik van het primaire hitte-transfermedium;
- afdekmedium meestal CFC (ozon);
- alleen geschikt voor batchproductie.

Door al die nadelen verloor het condensatiesolderen aan populariteit en werd het infrarood stikstofsolderen de standaard.

Met de steeds hogere kwaliteits- en betrouwbaarheidseisen die aan printplaten worden gesteld, en door het gebruik van BGA's, FPGA's en de nieuwe generaties complex te solderen SMD's is men toch weer naar betere soldeermethoden gaan zoeken. De komst van perfluorpolyeter heeft geleid tot een hernieuwde belangstelling van condensatiesolderen, als alternatief voor het infrarood reflowsolderen.

Condensatiesolderen is de enige soldeermethode waarmee men relatief simpel, ook voor de amateur en hobbyist, de hedendaagse complexe SMT-componenten op printen perfect kan solderen. Bovendien is het ook mogelijk om, met behulp van een eenvoudig hulpgereedschap, zonder beschadigingen grote componenten zoals FPGA's eenvoudig te verwijderen, zonder de printplaat te beschadigen

Perfluorpolyeter wordt door de firma Solvay Solexis onder naam Galden op de markt gebracht. Het is een vloeibare polymeer, die uitsluitend uit koolstof (C)-, fluor (F)- en zuurstof (O)-atomen is opgebouwd. De in de moleculen aanwezige verbindingen zijn zeer stabiel. De voordelen:

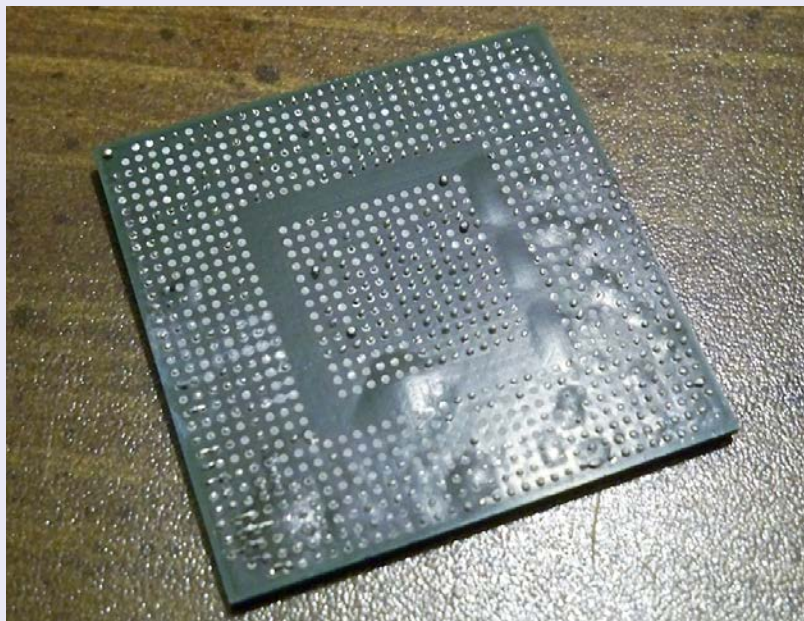
- het materiaal is milieuvriendelijk;
- het bevat geen CFC;
- het is niet giftig en niet agressief;
- het verouderd niet;
- het wordt gebruikt in een inert gas atmosfeer (zuurstofvrij);
- het is inert voor alle chemicaliën, en reageert niet met zuren alkalische of sterke oxydanten;
- het heeft een gedefinieerd kookpunt;
- het blijft tijdens het koken thermisch stabiel;
- het is bestand tegen hoge temperaturen;
- het heeft geen vlampunt;
- hoge dampdichtheid;
- lage dampdruk;
- lage oppervlaktespanning;
- goede bevochtigingseigenschappen (filmhechting);



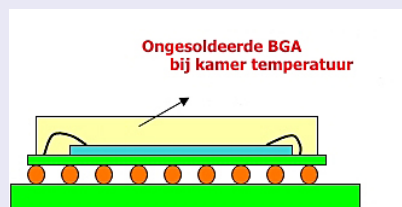
'Head and pillow' effect.



Extreme vorm van warpage.



Popcorning.



Component vóór het solderen, bij omgevingstemperatuur.



Vocht binnen de component verdampt en vervormt de component; de bondings zijn verbroken.

- er komen geen schadelijke stoffen vrij;
- het is niet elektrisch geleidend;
- het verdraagt alle bekende kunststoffen, metalen en elastomeren;
- het is zeer goed bestand tegen reactieve chemicaliën;
- de diëlektrische eigenschappen zijn goed;
- de warmteoverdrachtcoëfficiënt is excellent;
- het brengt geen schade toe aan de ozonlaag.

### Problemen bij reflowsolderen

De SMD's worden steeds kleiner en complexer en het wordt hierdoor niet eenvoudiger BGA's, FPGA's, GCB 'stacked packages' goed te solderen met behulp IR convectietechnieken

### Thermische stress

Er kan thermische stress optreden (figuur 1) met als gevolg dat bij het IR convectiesolderen de componenten thermisch onnodig zwaar belast worden.

### Warpage

Convectiesolderen kan onder meer 'warping' (kromtrekken door thermische stress) van componenten veroorzaken (figuur 2). Met condensatiesolderen wordt warpage voorkomen door de homogene verhitting dank zij de gesloten vloeibare filmlaag van het hittetransfermiddel

### Popcorning

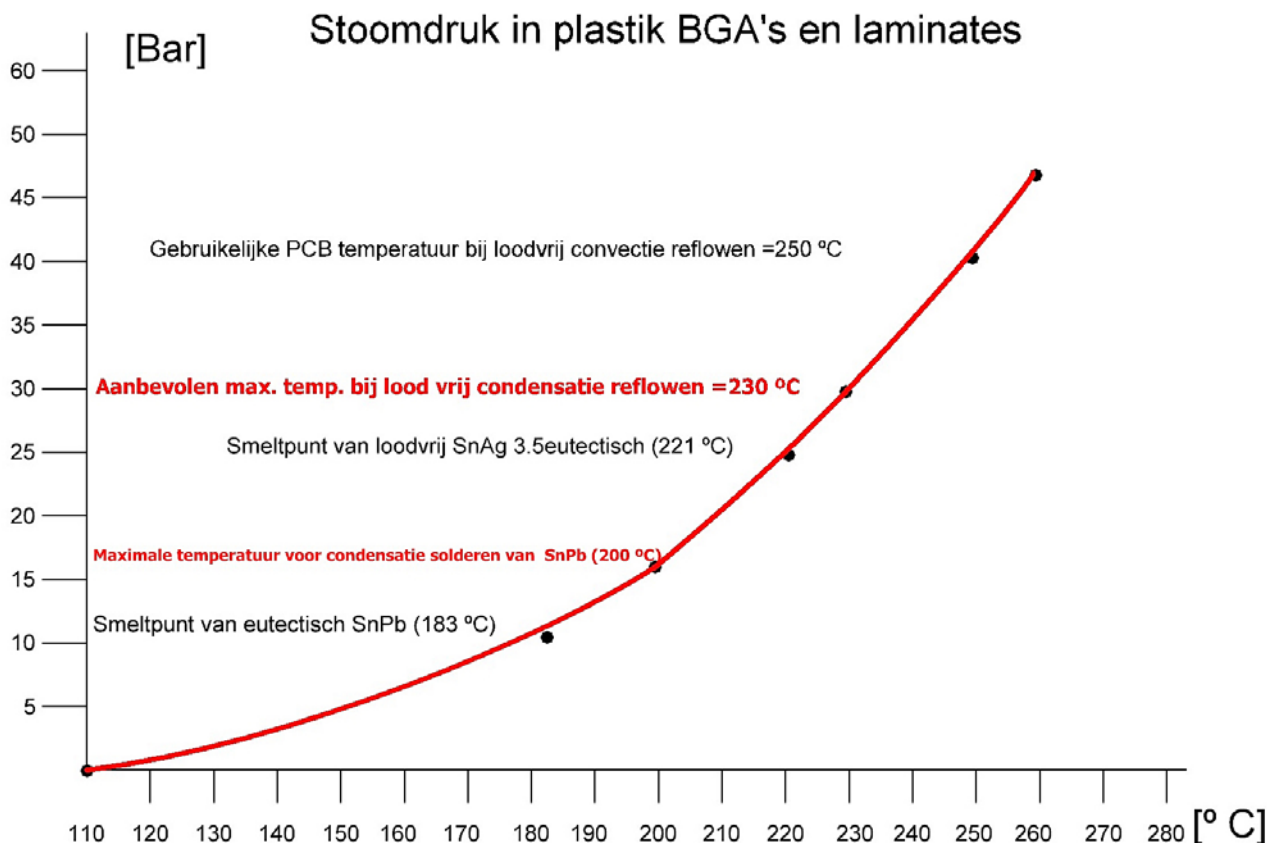
Popcorning is het verschijnsel dat de behuizing van een component delamineert, als gevolg van verhit vocht dat als stoom

uit de behuizing wordt geblazen (figuur 3). Het vocht kan zich bevinden in het materiaal van de behuizing of tussen verschillende materialen in de behuizing van de component.

Door de hoge temperaturen tijdens het solderen zet het vocht uit en kiest als stoom de weg van de minste weerstand. Het levert kleine gaten of bobbel op aan het oppervlak en veroorzaakt beschadigingen binnen in de component.

Popcorning is te voorkomen door de soldeertijd zo kort mogelijk te houden en gebruik te maken van een lineair soldeerprofiel.

Condensatiesolderen minimaliseert het popcorn-effect drastisch door lage piektemperatuurbelasting van alle componenten.



Stoomdruk in plastic BGA's en laminaten.

## Tombstoning (grafzerkeffect)

Tombstoning wil zeggen dat componenten tijdens het (reflow) solderen rechtop gaan staan. Loodvrij solderen kan een van de oorzaken zijn van tombstoning. Meestal treedt het op door verschillen in de oppervlaktespanning van de soldeereilanden. Ook kan het komen doordat de component onvoldoende contact maakt met soldeereiland.

- onjuiste plaatsing;
- onnauwkeurige layout;
- slechte geometrie van het stencil/sjabloon;
- slechte soldeerbaarheid van het soldeereiland.

Tombstoning is te voorkomen door de soldeertijd zo kort mogelijk te houden, een lineair soldeerprofiel te gebruiken, te solde-

ren in een zuurstofarme 'inerte' omgeving. Condensatiesolderen vindt plaats in een inerte omgeving net als IR convectiesolderen onder stikstof en hierdoor is de kans van tombstoning minimaal.

## Voids

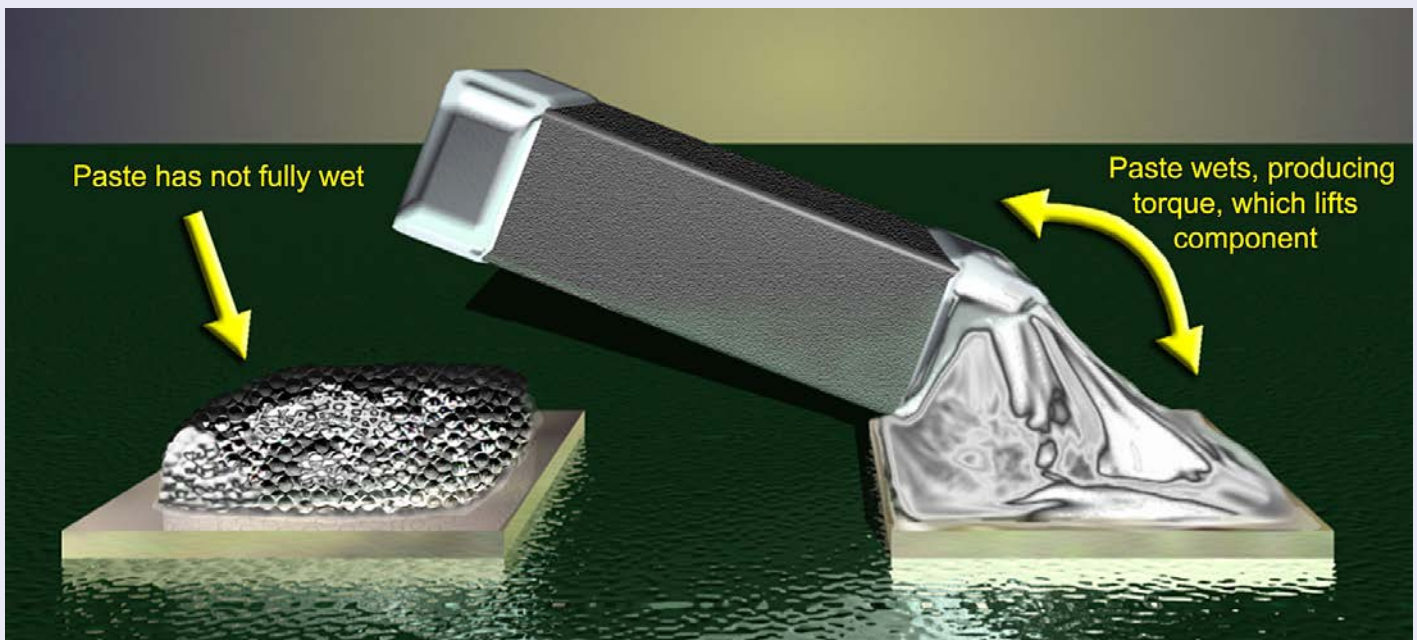
Voids zijn gaten in de soldeerverbinding; dat kunnen lucht- of fluxinsluitingen zijn. Ze zijn met het blote oog niet zichtbaar maar kunnen met röntgenapparatuur worden gevonden. Er zijn verschillende oorzaken:

- kristalstructuren die afkomstig zijn uit het fluxresidu;
- ingesloten vocht in componenten en modules;
- reactieve gassen, veroorzaakt door de flux in de pasta, die bij het verwijderen van oxidelaagjes kunnen ontstaan;

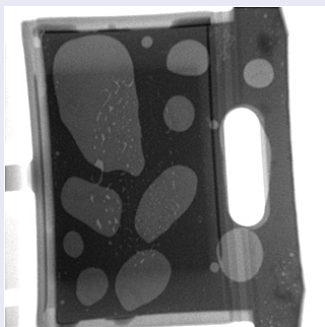
- uitgassen van niet volledige polymerisatieprocessen van bijvoorbeeld soldeermaskers;
- gasbellen veroorzaakt door het uitgassen van oplosmiddelen in de soldeerpasta;
- ingesloten lucht uit de rakel en het assemblageproces onder andere door ontbrekende rakelondersteuning;
- te hoge of te lage reflow piek temperatuur.

Voids zijn te voorkomen door bijvoorbeeld een ander reflowprofiel te selecteren of door over te stappen op condensatiesolderen met gebruikmaking van vacuümtechnieken. ■

(wordt vervolgd)



Het grafzerk-effect.



Kleine vermogens-mosfet met insluitingen aan het gesoldeerde koelvlak (bron: Asscon)

Kleine vermogens-mosfet na het condensatiesolderen en vacuüm.

