

Loodvrij verbinden bij ECN

Erik Schuring

Paul de Jong

BvM VeMet-Solderen

Themadag: Loodvrij solderen

Donderdag 24 juni 2004, Tu-Delft



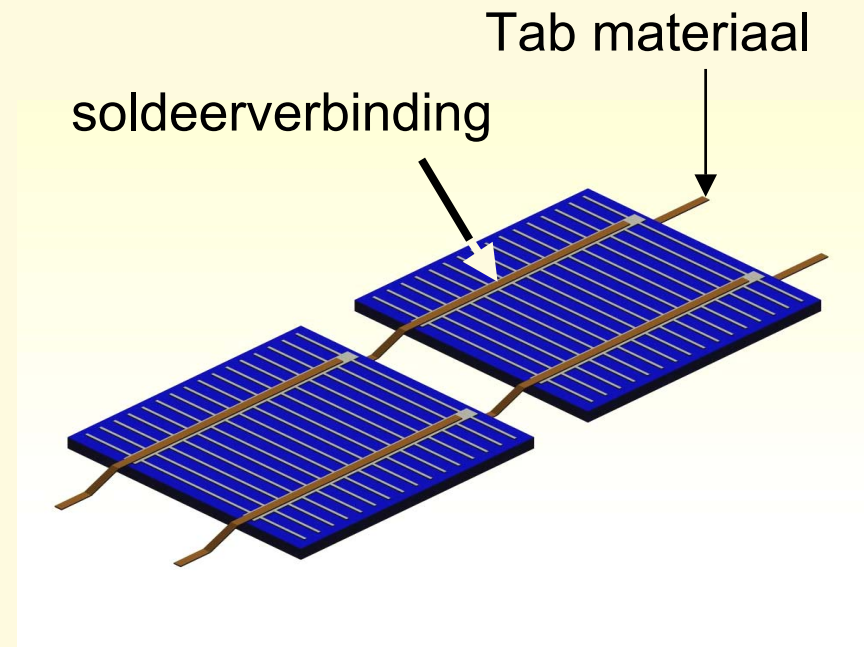
Inhoud

- Inleiding
- Standaard soldeerproces en uitvoering van zonnecellen
- Trends in Zonneceltechnologie & Verbindingstechnologie
- Problematiek bij deze ontwikkelingen
- Oplossingen voor zonnecellen
- Voorbeeld: Een potentiële oplossing (lijmen)
- Nieuw zonnecelconcept (PUM)
- Conclusies



Solderen van standaard zonnecellen

- Zonnecel
 - 12.5x12.5 cm²
 - 300µm dik
 - 5A (bij volle zon) afvoeren via twee contactstrips
 - 0.5V diodespanning
- In serie verbinden van zonnecellen
 - Twee tabs per zonnecel
 - Vertind koperen strips
 $h = 150\mu\text{m}$, $b = 2\text{mm}$



Trends in zonneceltechnologie

- Grotere zonnecellen
 - leveren veel meer energie tegen geringe meerkosten
 - 15x15cm² → 7A in volle zon
 - 20x20cm² → 12.5A in volle zon
- Dunnere zonnecellen
 - levert meer zonnecellen uit een kolom silicium
 - Van 300μm naar 150-200μm
- Zonnecellen worden steeds fragieler

Trends in verbindingstechnologie

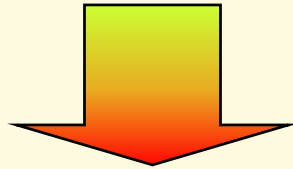
- Maximaal 2 tabs per cel
 - Producenten willen niet investeren in apparatuur voor 3 tabs per cel
- Gerelateerde problemen
 - Dikkere tabs noodzakelijk voor lage serieweerstand
 - Steeds minder flexibele verbinding tussen cellen
 - Meer afstand tussen cellen nodig, dus lager rendement van het zonnepaneel
 - Loodvrij solderen Sn-Pb40 (183°C) → Sn-Ag3.5 (221°C)
- Grote thermo-mechanische stress op de soldeerverbinding leidt tot breuk

Problematiek

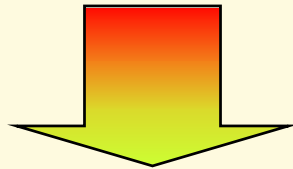
Loodvrij solderen (SnAg, SnCuAg enz)

Dikkere tabs

Dunnere cellen



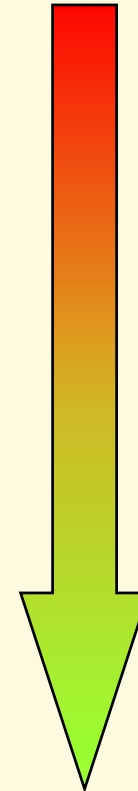
Toename van de thermische belasting van de zonnecel tijdens het solderen (verbinden)



Verlagen van de thermische belasting noodzakelijk: onderzoek naar alternatieven

Alternatieve verbindingstechnieken

1. Solderen (Pb-vrij)
2. PGRS
3. US-lassen
4. Thermisch Spuiten (ECN-patent)
5. Lijmen
6. Mechanisch-Inklemmen
7. Mechanisch-Magneten (ECN-patent)



Afnemende
thermisch
belasting

Alternatieve verbindingstechnieken

Keuzeaspecten & functionaliteit

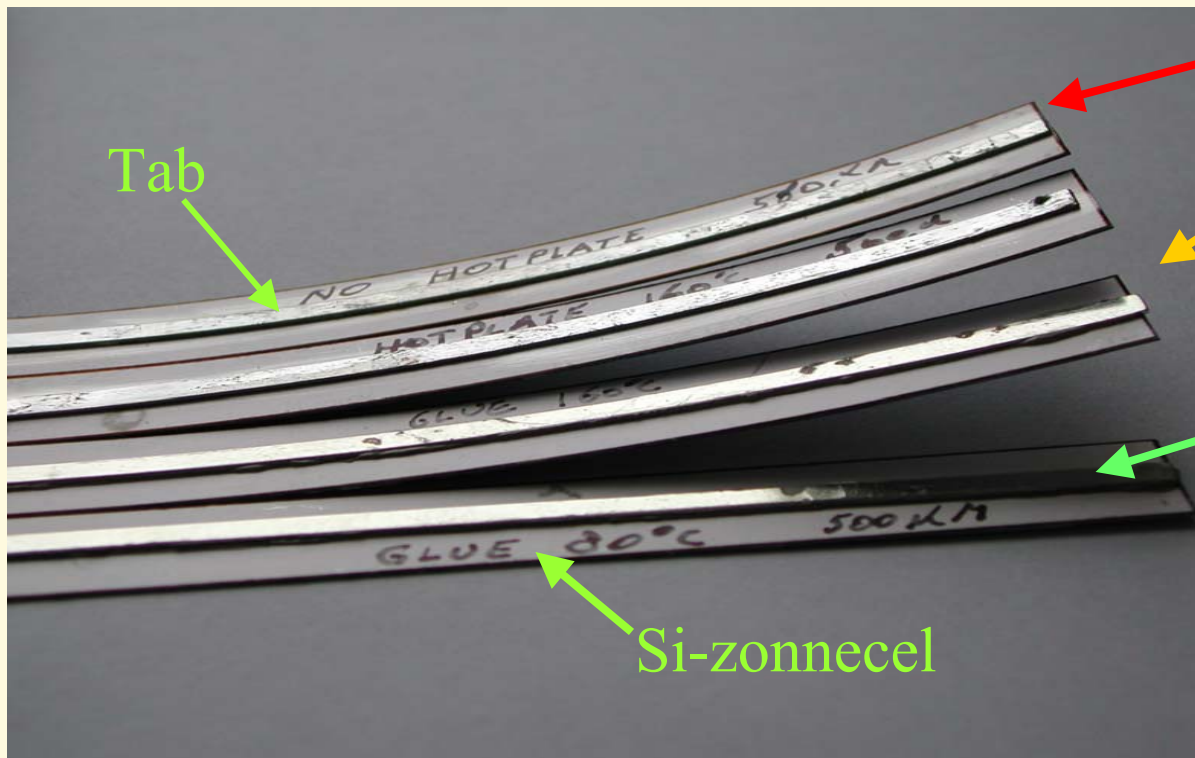
	Kosten	Thermisch	Automatiseren	Elek.weerstand	Corrosie	Vermoeiing (therm.)
1. Pb-vrij	+	-	-	+++	+++	++
2. PGRS	-	-	+++	+++	+++	++
3. US-lassen	--	+	+	+++	+++	++++
4. TS	--	-/+	++	+++	+++	++++
5. Lijmen	++	++	++	+	+	+
6. Inklemmen	++	+++	+	+++	++	++
7. Magneten	++	+++	++	+++	++	+++

Waardering is kwalitatief

Effect thermische belasting tijdens fabricage

Stress-vrije interconnectiemethodes

- Elektrisch-geleidend lijmen



soldeer @ 350°C

lijm cured @ 160°C

lijm cured @ 80°C

Verlijmen van standaard cellen

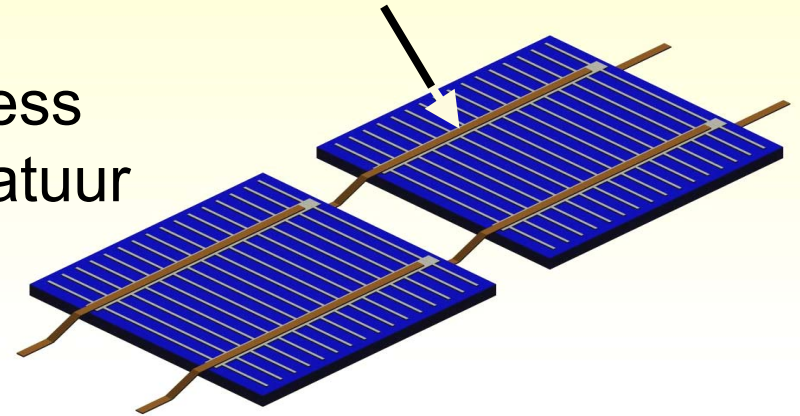
- Voordeel

- Minder thermo-mechanische stress door lage ($<185^{\circ}\text{C}$) cure temperatuur
- Loodvrij alternatief

- Nadeel

- Levensduurgarantie van de verbinding
- Investeringsen (lijm dispensing) in productieomgeving

Elektrisch geleidende lijm



Verlijmen van (standaard) cellen

- **Lijmtypen**

- Aandruklijmen
- Isotrope lijmen (krimpen)

- **Kenmerken**

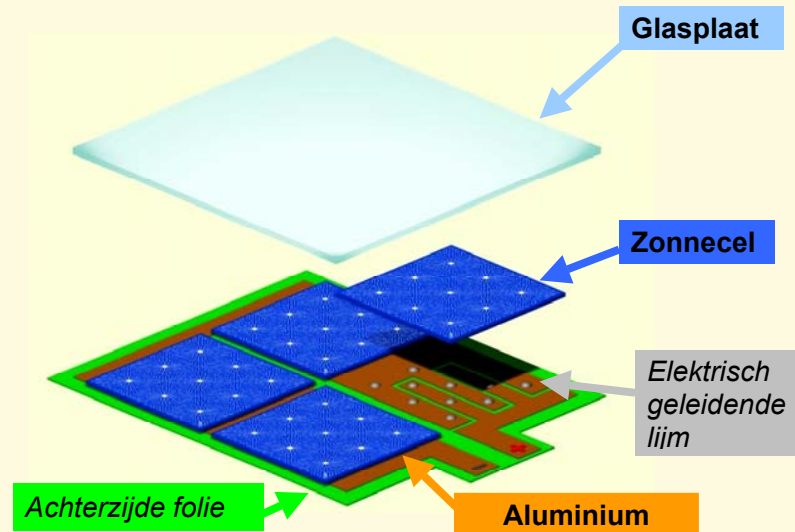
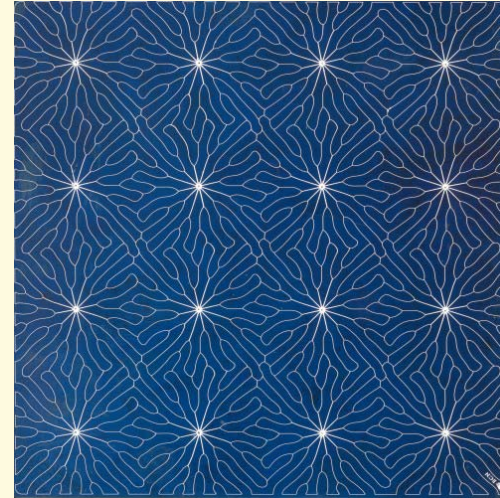
Aandruklijmen: - Hoge aandruk kracht, $1000\text{N}/\text{cm}^2$
 - Te hoge elektrische weerstand

Isotrope lijmen: - EP-matrix, verbinding door krimp
 van de lijm tijdens proces
 - Lage elektrische weerstand

Nieuwe concepten

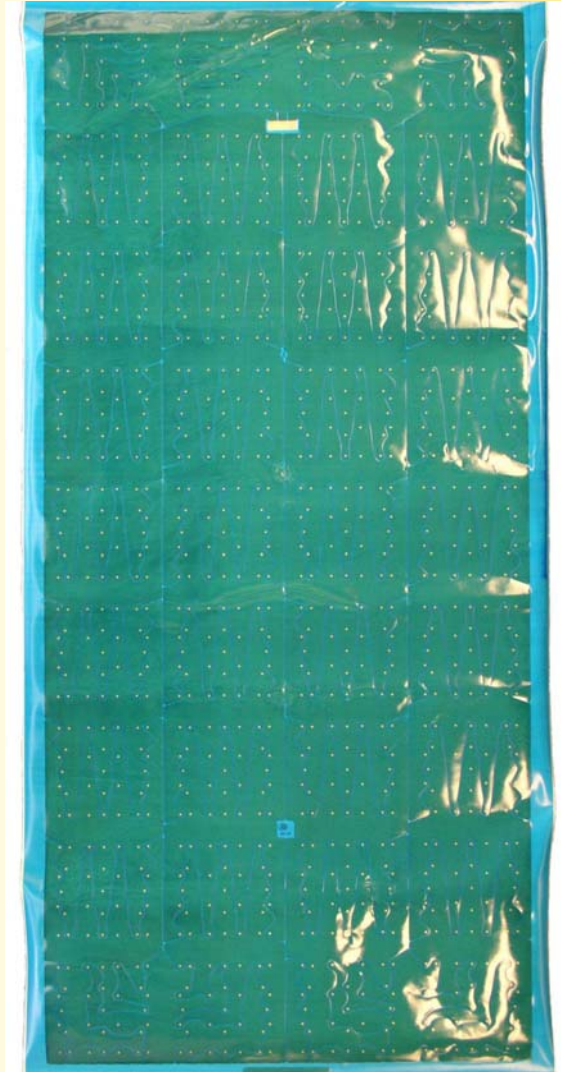
- Pin-Up Module

- Geen stroomafvoer via tabs maar via doorvoer naar achterzijde van de cel
- Geen tabs maar folie
- Zeer weinig ruimte tussen cellen nodig
- Geen soldeer maar elektrisch geleidende lijm

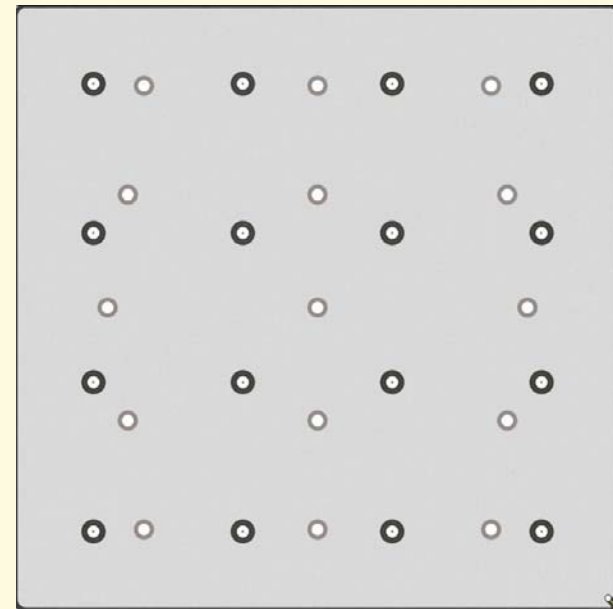
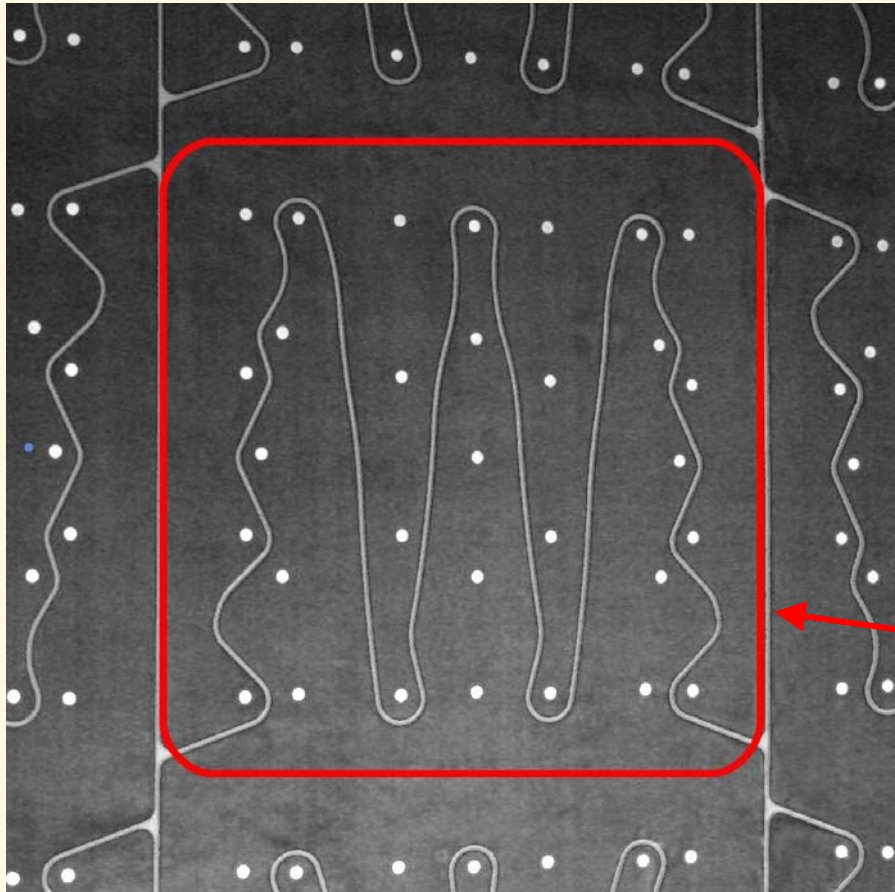


Achterzijdefolie

- Lijkt op flex-PCB uit elektronica
 - Afmetingen veel groter (1.44m x 0.7m)
 - Elektrische geleider (koperlaag) wordt gedragen door PVF/PET laag a.g.v. eisen uit de PV industrie

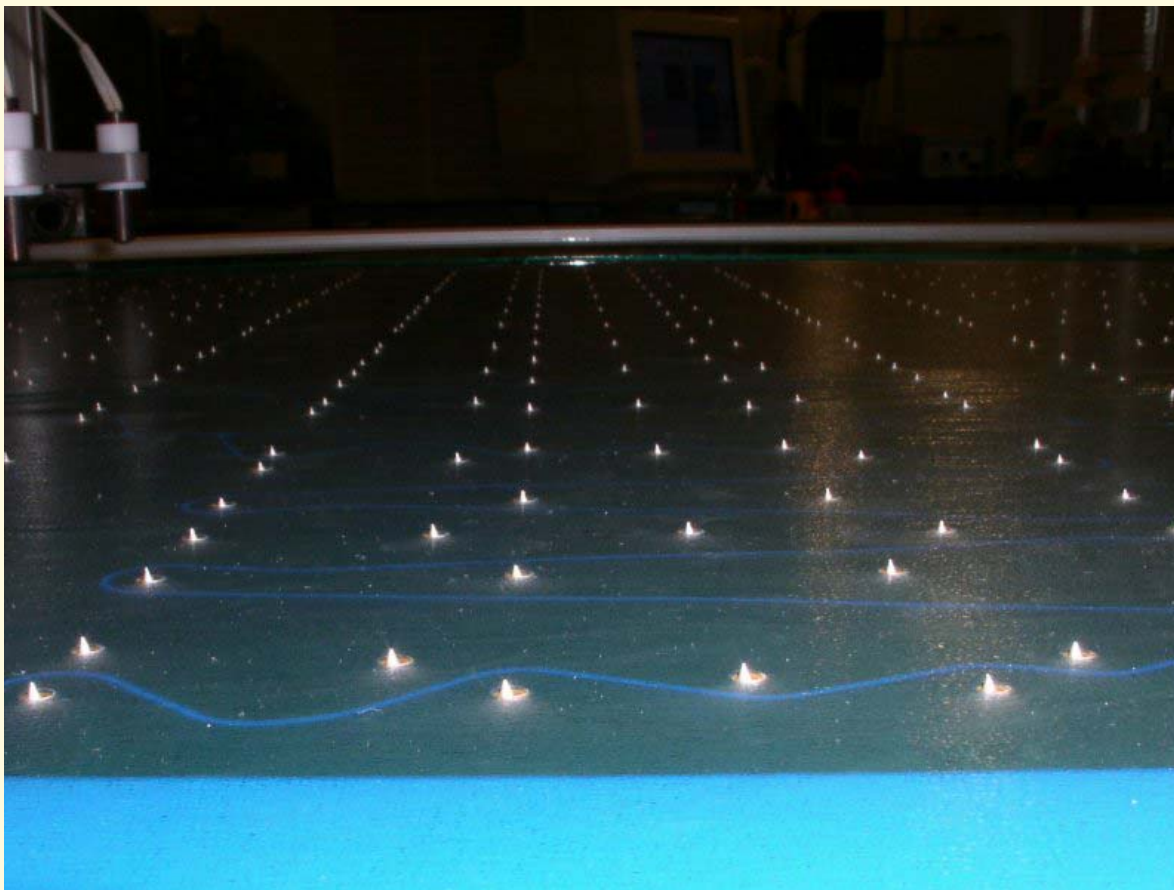


Detail achterzijdefolie

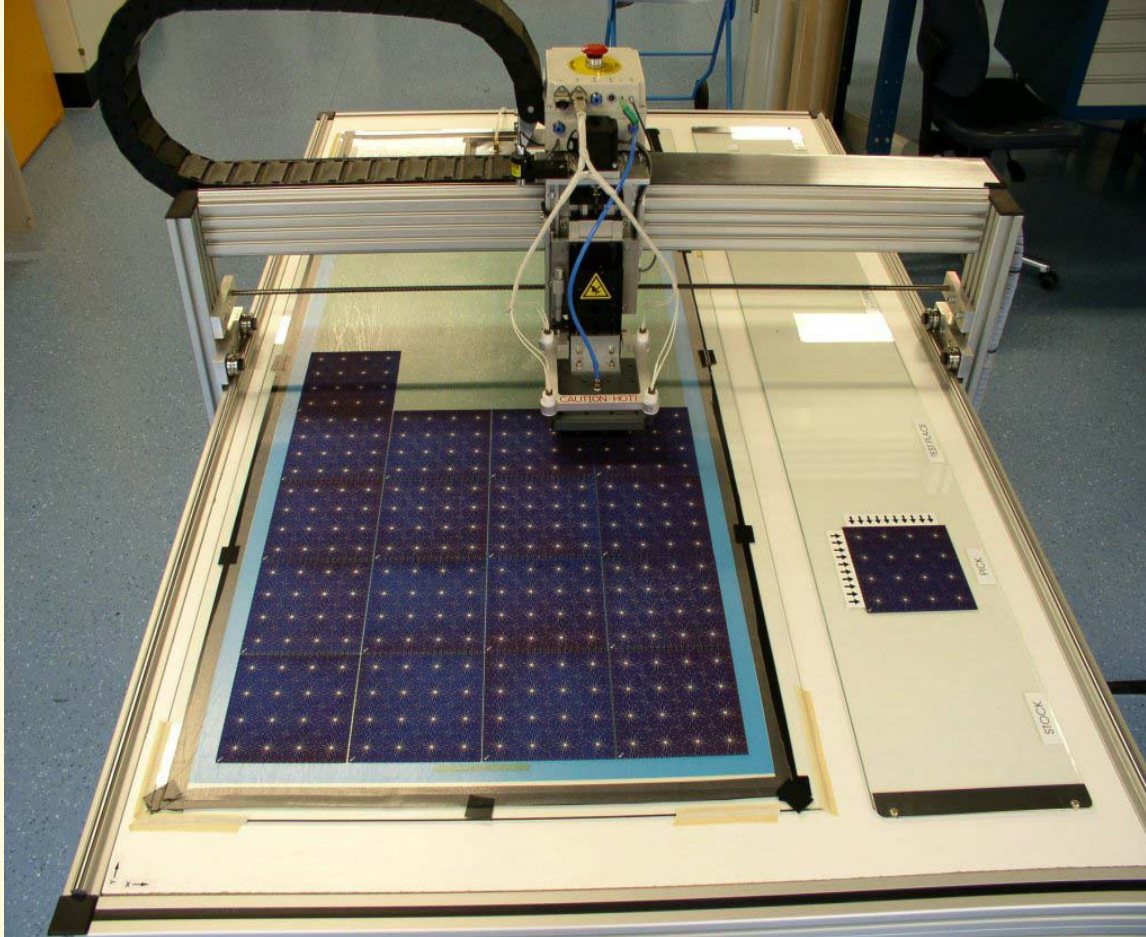


Positie van
een zonnecel

Aanbrengen lijmdots op folie



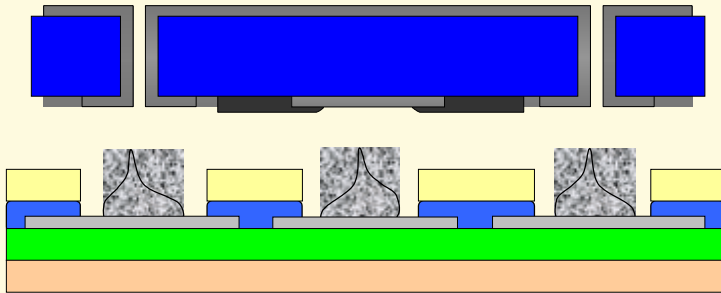
Pick & Place zonnecellen



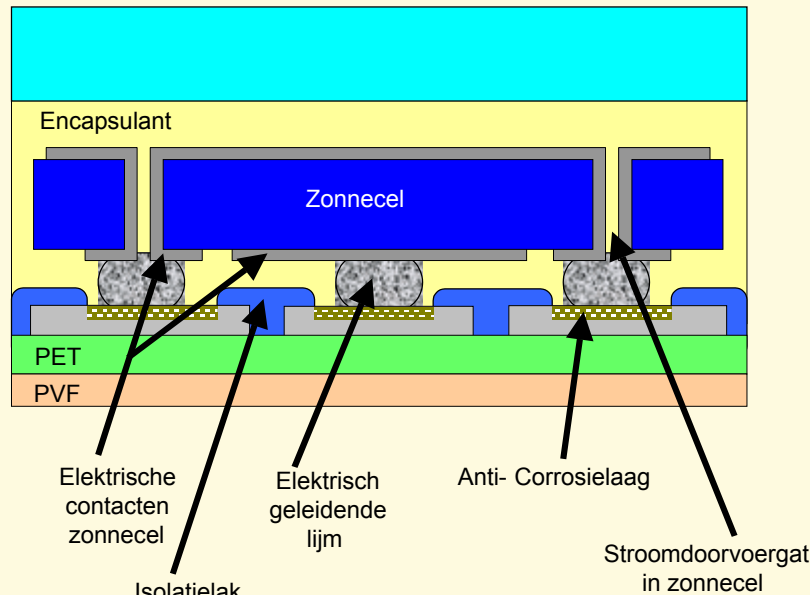
Eén-staps interconnectie en laminatie

GLASPLAAT

ENCAPSULANT (EVA-folie)



Lamineren



Conclusies

- Solderen (met of zonder Pb) is op langere termijn geen oplossing voor interconnecties van zonnecellen
- Er zijn diverse loodvrije alternatieven in ontwikkeling
- Onderzoek naar de functionaliteit van deze alternatieven is in volle gang
- Er is nog geen voorkeur voor een alternatief



PUM zonnepaneel



Erik W. Schuring

ECN

Schuring@ecn.nl

www.ecn.nl

tel: 0224 564877