

Lijmen in de ele

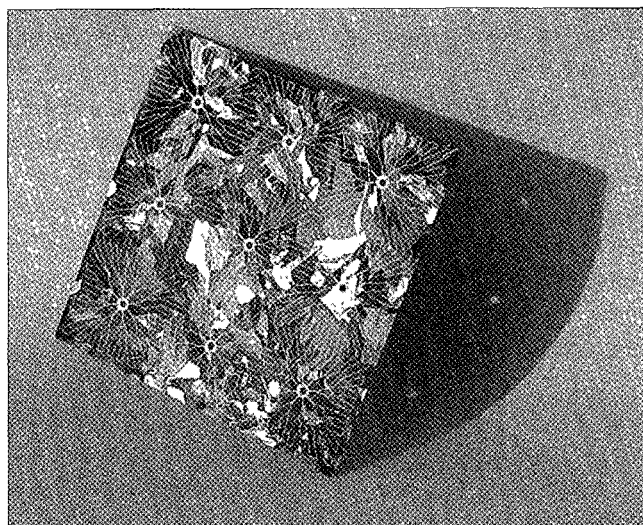
Elektrisch geleidend lijmen wordt een steeds aantrekkelijker alternatief voor onder andere gesoldeerde verbindingen, door verdere verbetering van de eigenschappen. In dit artikel een drietal voorbeelden, waarbij belangrijke aspecten zoals duurzaamheid, miniaturisatie en snel verwerken bij lage temperaturen aan de orde komen.

• *Nienke Bruinsma en Marjorie Sijtsma, TNO Industrie* •

Elektrisch geleidende lijmen in zonnecellen

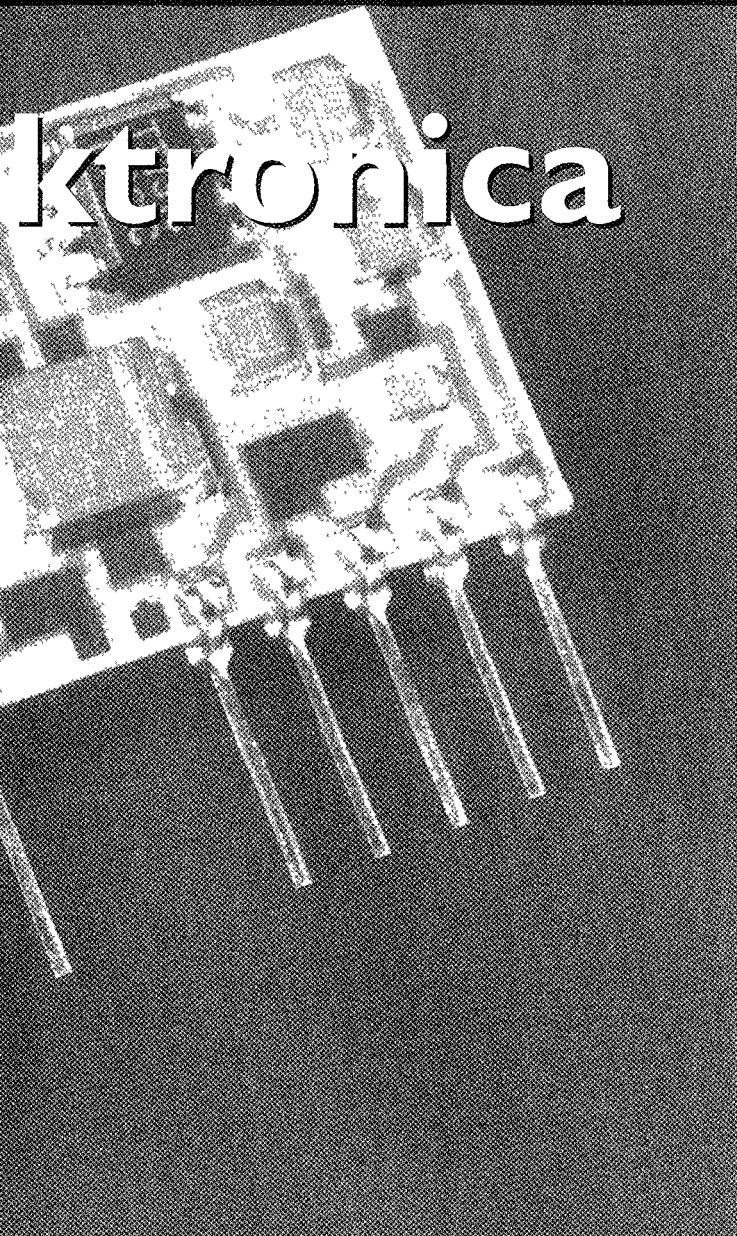
Er wordt grote vooruitgang geboekt in het ontwikkelen van elektrisch geleidende lijmen die geschikt zijn om gesoldeerde verbindingen te vervangen. De elektrische weerstand van commercieel beschikbare lijmen wordt steeds lager en de mechanische sterkte, met name de bestendigheid tegen schokbelastingen, wordt steeds beter. Een derde aspect waar veel aandacht aan wordt besteed is het voorkomen van oxidatie van de te verbinden oppervlakken, zodat ook minder edele metalen geschikt zijn om te verlijmen. Oxidatie leidt namelijk in veel gevallen tot een weerstandstoename en verkorte levensduur.

In samenwerking met Shell Solar Energy en Energie Centrum Nederland wordt door TNO momenteel onder-



Afbeelding 1. Nieuwe generatie zonnecellen

Elektronica



zoekt of geleidend lijmen kan worden toegepast bij de assemblage van zonnepanelen. Hierbij is het aantonen van de duurzaamheid van het eindproduct een zeer belangrijk aspect.

In de nieuwe generatie zonnecellen (zie afbeelding 1) zitten alle elektrische contacten aan de achterzijde van de cel. Hierdoor wordt een kleiner deel van het silicium oppervlak aan de voorkant door sporen bedekt, wat resulteert in een hogere opbrengst van de zonnecel. Het contacteren van dit type cel door solderen is kritisch en lastig om te automatiseren. Elektrisch geleidend lijmen biedt meer vrijheid. Doordat de lijm uitgehard kan worden tegelijk met één van de volgende assemblage-stappen, wordt op kosten en doorlooptijd bespaard. Het voordeel van het niet langer toepassen van loodhoudend soldeer voor het milieu is eveneens een

belangrijke overweging voor het toepassen van lijmen. De eisen die door Shell (lees: de consument) aan zonnecellen gesteld worden zijn hoog. De cellen dienen een levensduur van meer dan 20 jaar te hebben, wat in ons klimaat betekent dat de cellen jarenlang niet alleen worden blootgesteld aan zonlicht, maar ook aan vocht en behoorlijk grote temperatuurwisselingen. Temperatuurschommelingen zorgen voor mechanische spanningen in de zonnecellen. Op een mooie zomerdag loopt de temperatuur in de cel op tot meer dan 80 °C. Vocht wordt door sommige van de toegepaste materialen opgenomen, of dringt de cel binnen langs grenslagen van verschillende materialen.

Wanneer nieuwe productieprocessen of materialen worden toegepast, eist Shell dat op overtuigende wijze wordt aangetoond dat de levensduur van de zonnecellen gewaarborgd blijft, terwijl dit uiteraard niet in de praktijk getest kan worden. Het lijmonderzoek bestaat daarom uit twee delen, enerzijds het realiseren en optimaliseren van een zonnecelconstructie en anderzijds het ontwikkelen van een versnelde levensduurtest specifiek voor gelijmde zonnecellen.

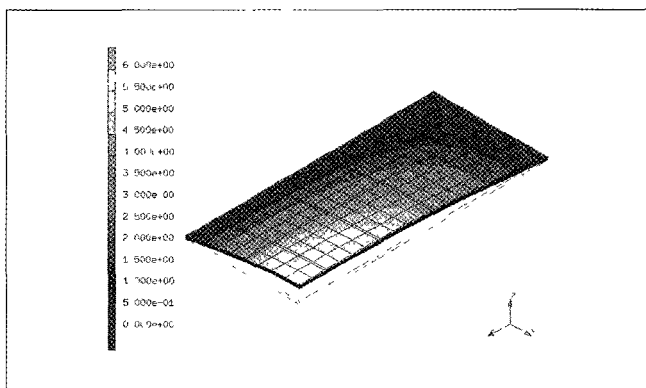
Het eerste deel van het onderzoek bestaat uit het selecteren en optimaliseren van

- het lijmtypen;
- het aanbrengproces;
- het ontwerp van de constructie;
- de toe te passen materialen;
- het uithardproces.

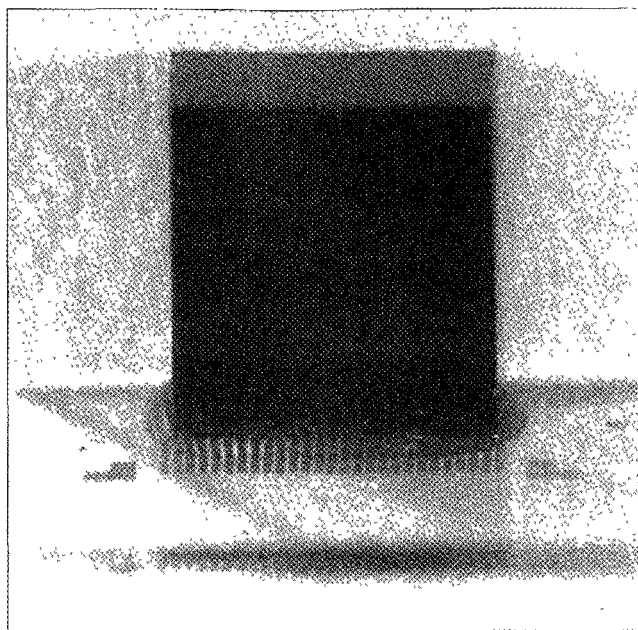
Inmiddels zijn de eerste prototype zonnecellen gereed, waarvan enkele niet onderdoen voor gesoldeerde cellen. De toegepaste lijm is een tweecomponenten epoxy die gevuld is met zilverdeeltjes, bij relatief lage temperaturen uithardt en na uitharding voldoende flexibel is.

Moelijkheid bij het levensduuronderzoek van zonnecellen is dat er weinig bruikbare betrouwbaarheidsdata beschikbaar zijn. Over gesoldeerde verbindingen zijn al gedurende meer dan 30 jaar gegevens verzameld. Over gelijmde verbindingen is veel minder bekend en omdat zonnecellen sterk afwijken van standaard elektronica componenten, wat betreft geometrie, afmetingen en toegepaste materialen, zullen er andere verouderingsprocessen optreden en ook de impact van de diverse mechanismen zal verschillend zijn. Op basis van levensduurtesten die gebruikelijk zijn in de elektronica, mogen voor zonnecellen geen uitspraken gedaan worden over de levensduur.

Om toch een levensduurtest te kunnen opstellen, is gekozen voor een Physics of Failure benadering. Eerst is een overzicht gemaakt van alle mogelijke faalmechanismen die in (elektrisch geleidende) lijmen kunnen voorkomen. Vervolgens is met behulp van een FMEA (failure mode and effect analyses) vastgesteld welke van deze faalmechanismen juist in een zonnecel een hoog risico opleveren. Op dit moment lopen diverse experimentele onderzoeken om meer inzicht te krijgen in deze faalmechanismen. Verder wordt er gewerkt aan eindige elementen modellen van thermomechanische spanningen in de cel, waarmee relatief snel het effect van wijzigingen in ontwerp of toegepaste materialen kan worden geschat.



Afbeelding 2. Eindige Elementen model van een deel van een zonnecel. De cel is aan de rand ingeklemd en op de hele cel wordt een uniforme druk uitgeoefend. Deze druk komt overeen met de druk die een module zou ondervinden als ze bedekt is met een laag sneeuw of ijs. De kleuren geven de waarden voor de verplaatsing in z-richting. De maximale verplaatsing in het midden van de module bedraagt ongeveer 6 mm. NB: De deformaties zijn vergroot weergegeven.

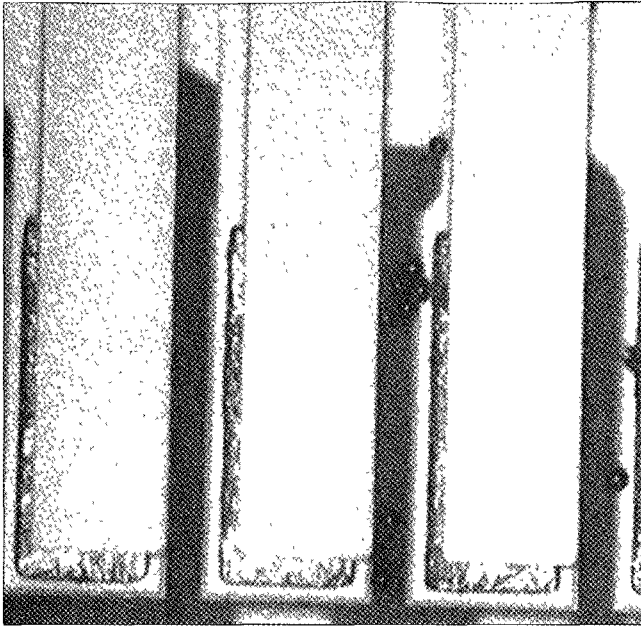


Afbeelding 3. Sensor op glas.

Door de verkregen inzichten te verwerken in modellen die gebruikt worden om levensduur te voorspellen op basis van HALT (High Accelerated Life Tests), wordt een voor zonnecellen geldende testprocedure opgesteld waaruit een goede schatting gemaakt kan worden van de levensduur.

Zeer hoge interconnectie dichtheden met anisotroop geleidende lijm

De miniaturisatie van elektronische componenten heeft ook zo z'n consequenties voor de interconnectie van deze componenten. Met standaard soldeertechnieken en ook met het type lijm toegepast in de zonnecellen elders in dit artikel beschreven, moet de afstand tussen twee verbindingsvlakken (spacing) minimaal 150 tot 200 μm zijn. Bij kleinere spacings is de kans op kortsluiting te groot, wat resulteert in te veel uitval tijdens productie. Als ook een andere bekende techniek, namelijk draadbonden teveel ruimte in beslag neemt of anderszins niet gewenst is kan een anisotroop geleidende lijm uitkomst bieden. Dit is een lijm met elektrisch geleidende deeltjes met een lage vullingsgraad. Dit type lijm, meestal in de vorm van een film, wordt veel toegepast bij het connecteren van LCD-schermen, maar kan ook in andere componenten toegepast worden. Op



Afbeelding 4. Opname van onderzijde (door glas).

dit moment loopt er een onderzoek bij TNO naar de state-of-the-art anisotroop geleidende films en lijmen. Een viertal materialen van verschillende leveranciers worden onderling vergeleken, waarbij volgens één van bijbehorende informatiebladen een spacing van 10 μm haalbaar zou zijn.

In afbeelding 3 is een dummy magnetische sensor/actuator te zien die verlijmd is op een glasplaatje met goudsporen. De spacing is in dit geval 30 μm . In afbeelding 4 is een foto te zien van de onderzijde van dezelfde component, je kijkt dus door het glas. Te zien zijn de goudsporen, enkele geleidende deeltjes (7 μm) en de contactvlakken van de sensor. Wanneer deze deeltjes in de lijm samenklonteren ontstaat kans op kortsluiting.

Anisotroop lijmen als snel en goedkoop proces bij de productie van smartcards

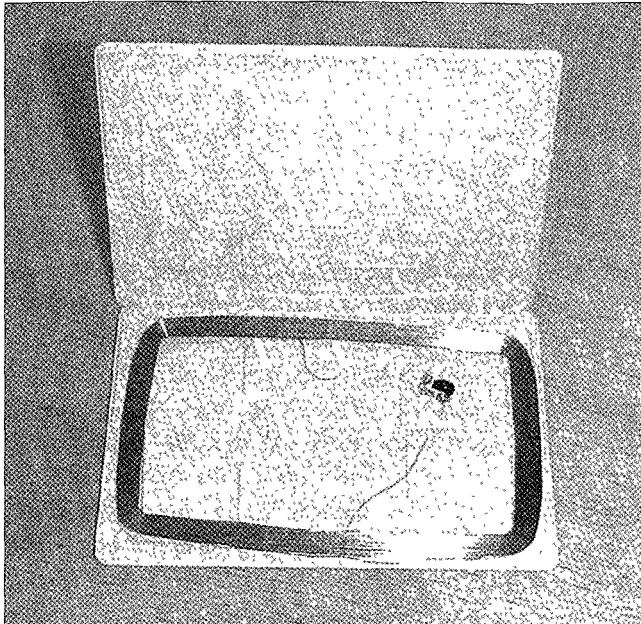
Een smartcard is een typisch massaproduct. Er worden miljarden van gemaakt en ze kosten maar een paar dubbeltjes per stuk. Iedere mogelijkheid voor kostenbesparing zal worden doorgevoerd. De kwaliteit is in principe van ondergeschikt belang, een telefoonkaart hoeft geen tien jaar mee te gaan. Daar staat tegenover dat een smartcard zeer goed bestand moet zijn tegen mechanische belastingen. Een van de zwaarste beproe-

vingen die een smartcard moet kunnen doorstaan is dat 'ie na vijftien keer dubbelvouwen nog moet werken (probeer dit niet uit met je bankpasje, de auteurs van dit artikel zijn niet aansprakelijk te stellen voor enigerlei schade).

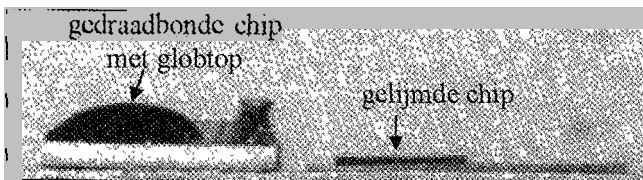
Juist voor smartcards is elektrisch geleidend lijmen een veelbelovende verbindingstechniek, niet vanwege de hoge interconnectie dichtheid die gehaald kan worden, dat is voor smartcards geen issue, maar vanwege de procestechnologische voordelen. Vergeleken met de huidige technologie – draadbonden – betekent elektrisch geleidend lijmen met een anisotrope lijm, minder processtappen, goedkopere apparatuur en een kortere doorlooptijd. De procestemperatuur van een thermische snel uithardende anisotroop geleidende film ligt doorgaans boven de 150 °C. In een Europees collectief project heeft TNO de afgelopen twee jaar de mogelijkheden onderzocht van een variant van anisotroop geleidende lijmen. Deze lijm wordt niet thermisch uitgehard. De uitharding wordt geïnitieerd door licht met golflengten van 400 nm tot 550 nm (blauw licht). De uithardingsnelheid hangt af van de dosis licht. De lijm kan in enkele seconden belicht en uitgehard worden.

Elektrisch geleidend lijmen betekent minder processtappen, goedkopere apparatuur en een kortere doorlooptijd

Het is mogelijk na belichting een component in de lijm te plaatsen. Daarom kan deze lijm toegepast worden op niet transparante substraten. En door de lage procestemperaturen is deze verbindingstechnologie geschikt voor de goedkope materialen zoals papier. In bovengenoemd project hebben we deze lijm toegepast in een smartcard voor lange leesafstanden, die in het huidige ontwerp een dikte heeft van meer dan 2 mm (zie afbeelding 5 en 6). Door zowel de chipmodule, de antenne en de verpakkingstechniek aan te pas-



Afbeelding 5. Huidige ontwerp met rechtsboven de chipmodule.



Afbeelding 6. Huidige en nieuwe chipmodule.

sen, heeft de smartcard nu de afmetingen van een creditcard (0,8 mm dik)

Europees netwerk

Het Europees Netwerk "Adhesives in Electronics", ondersteund door de Europese Commissie, heeft zich tot doel gesteld de toepassing van lijmen in de elektronica te stimuleren. Aan het Netwerk nemen 51 bedrijven, researchinstututen en universiteiten deel uit 14 Europese landen. Nederlandse deelnemers zijn TNO Industrie en Philips CFT.

Het succesvol implementeren van lijmttechnologie vereist specialistische kennis. Uit een inventarisatie bleek dat binnen Europa maar zeer beperkt cursussen worden aangeboden specifiek voor geleidend lijmen in de elektronica. Er wordt wél grote vooruitgang geboekt in ontwikkeling van materialen en equipment Om deze

Tweedaagse cursus 'Geleidend lijmen in de elektronica', 17 en 18 mei in Eindhoven.

Een initiatief van het Europees Netwerk 'Adhesives in Electronics' in samenwerking met TNO Industrie in Eindhoven. Bestemd voor engineers en ontwikkelaars die betrokken zijn bij het ontwerp of de productie van elektronica producten. Na het volgen van deze cursus is de cursist op de hoogte van de theoretische en praktische kant van de meest voorkomende technieken voor elektrisch geleidend lijmen. Het theoretische gedeelte van de cursus, met daarin ook praktijkvoorbeelden, wordt verzorgd door enkele gerenommeerde deelnemers uit het Netwerk. Het praktijkdeel (50 % van de tijd) wordt gegeven in groepen van maximaal 8 deelnemers, met als onderwerpen isotroop geleidend lijmen, anisotroop geleidend lijmen en oppervlakte voorbehandeling.

Meer informatie over de cursus: mw. N.A. Bruinsma, tel.: 040 2650336, n.bruinsma@ind.tno.nl. Informatie over het Europese Netwerk: www.adhesives.de

kennis voor het bedrijfsleven toegankelijker te maken, heeft de werkgroep 'Education' van het Netwerk een Europese cursus ontwikkeld. De 2^e editie van deze cursus zal plaatsvinden op 17 en 18 mei bij TNO Industrie in Eindhoven (zie kader).

LET OP! REDACTIEADRES IS GEWIJZIGD

Twin Design bv, Postbus 317,

4100 AH Culemborg,

Telefoon: 0345-519525,

Fax: 0345-513480,

E-mail: mikroniek@twindesign.nl