

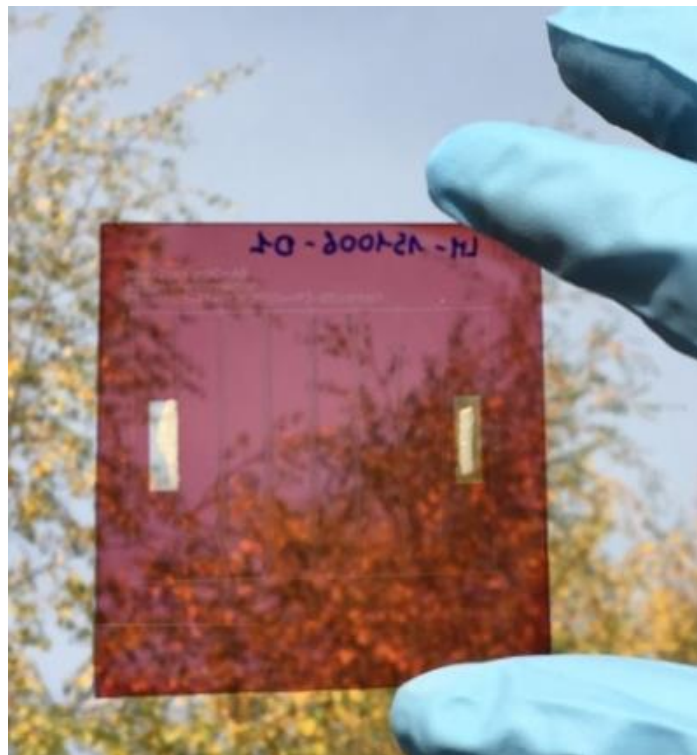
Openbaar eindrapport

2PV

Transparent Interconnection for Organic PhotoVoltaic Solar Modules

Projectnummer: TEZ0214006
Penvoerder: ECN
Contactpersoon: Veronique Gevaerts (ECN)
Projectperiode: 1 juli 2015 t/m 30 juni 2018

Deelnemers: 4PICO
CCM Centre for Concepts in Mechatronics BV
Meyer Burger Netherlands BV (voorheen: Roth&Rau Netherlands BV)
Solartek LCC
ECN
TNO



Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

1 SAMENVATTING VAN HET PROJECT

In dit project is er aangetoond dat functionele transparante interconnects gemaakt kunnen worden op OPV materiaal met een transparante isolerende inkt en een vrijwel transparante geleidende inkt op basis van een organische geleider. De organische PV modules die hiermee gemaakt zijn toonden slechts minimale verliezen (<5%) ten opzichte van gelijke modules met niet-transparante interconnects.

Op het gebied van perovskiet PV zijn record cellen en modules gemaakt met het R2R coaten van lagen. Er zijn niet-gevaarlijke oplosmiddelsystemen ontwikkeld voor drie functionele lagen, waardoor deze R2R coatings op flexibele PET/ITO-substraten kan worden aangebracht. Perovskiet kristallisatieproces en uniformiteit van de laag over zijn geoptimaliseerd voor grote oppervlakken. De record-PCE van 16% werd bereikt voor met R2R gecoate zonnecellen. De modules met conventionele P1, P2, P3 laserinterconnectie bereikten een gestabiliseerde efficiëntie van 13,5% op een oppervlak tot 10 cm². De grotere modules van 160 cm² hebben een efficiëntie 11,1% behaald. Deze ontwikkelingen bewijzen de mogelijkheden van perovskieten en zijn een eerste belangrijke stap naar de toekomstige productie en commercialisering van de perovskietgebaseerde PV-technologie.

Op perovskiet zonnecel stacks zijn ook modules gemaakt met behulp van back-end interconnectie. De laser processen voor deze back-end interconnect zijn ontwikkeld en er is een isolerende inkt geïdentificeerd die voldoet aan de eisen. De grote uitdaging hierbij is nog een goede combinatie te vinden in een geleidende inkt die compatibel is met het gevoelige perovskiet materiaal. Naast het maken van transparante OPV modules, zijn er ook succesvol translucente perovskiet zonnecellen op glas en PV modules op folie gemaakt.

De prototype machine (BEEP) voor het maken back-end interconnecties in dunne film PV is in dit project opgeschaald naar 30 cm breedte *single pass* voor het laser proces en *multipass* voor het inkjet print proces. Daarnaast zijn er ontwikkelingen gerealiseerd voor het opschalen van inkjet printen in *single pass* en zijn een rolafwikkelaar en -opwikkelaar gerealiseerd en getest.

De modules waaraan gewerkt werden, zijn de perfecte kandidaten die in een volgende stap geïntegreerd kunnen worden in vele toepassingen met minimale visuele implicaties. Dit soort modules kunnen een belangrijke bijdrage gaan leveren in de toepassing van energie-opwekking op alle oppervlakken in bijvoorbeeld de gebouwde omgeving.

2 OVERZICHT BEHAALDE RESULTATEN

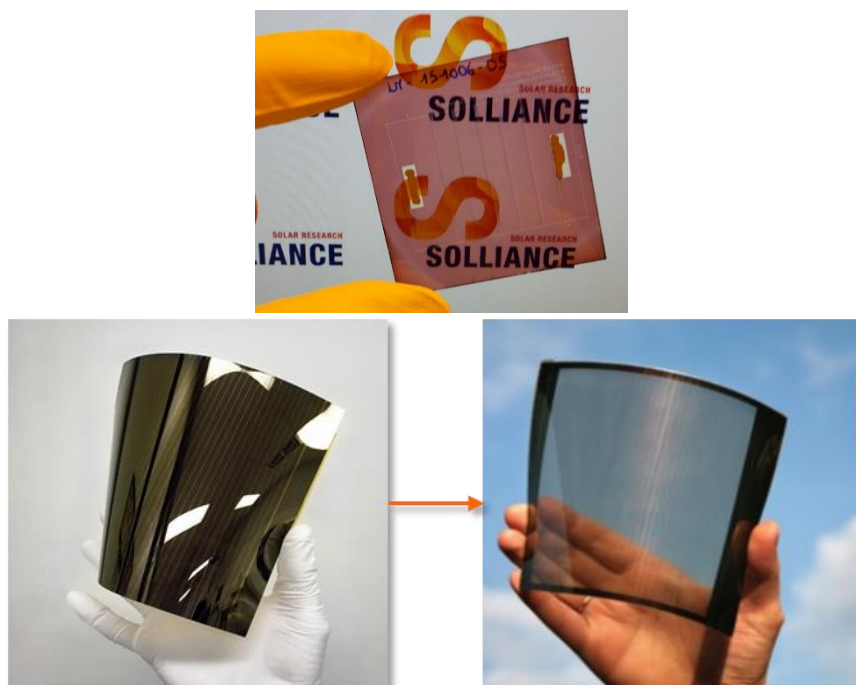
De "technology demonstrator" van dit project is uitvoerig getest met papier en met commercieel verkrijgbare rolafwikkelaars en -opwikkelaars. Deze "demonstrator" heeft maar liefst 11 dagen lang zonder fouten gedraaid op "Drupa 16", de grootste printbeurs ter wereld, in een printende applicatie op papier.



Figuur 1: GSC demonstrator met rolafwikkelaar en -opwikkelaar.

De verschillende semi-transparante PV modules die gemaakt zijn in de loop van dit project zijn:

- Semi-transparante OPV modules met transparante back-end interconnects
- Translucente perovskiet PV modules



Figuur 2: Foto's van transparante OPV mini-module en translucente perovskiet module.

3 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

In het R2R systeem is functioneel aangetoond dat de rolafwikkelaar en -opwikkelaars goed werken. De in dit project geteste PV folies beschadigen helaas door het mechanisme (visueel zichtbaar) door interactie tussen de gekozen materialen en wrijvingscoëfficiënten die niet matchen met de functionele PV folies. Mogelijke verbetering zou kunnen liggen in het zoeken naar het juiste materiaal van het bandje wat aan de achterkant over de folie heen slipt.

In het onderzoek en de ontwikkeling van OPV en perovskiet modules zijn de beoogde resultaten behaald voor het maken van respectievelijk transparante back-end interconnecteerd en translucente modules. Aanbevelingen voor het succesvol maken van back-end interconnecties voor perovskiet zijn het uitbreiden van het onderzoek naar geleidende inkten die bijvoorbeeld gebaseerd zijn op Cu.

4 PUBLICATIES

De behaalde resultaten in dit project zijn terug te vinden in de volgende publicaties:

- *Press release* "Solliance sets world record for roll-to-roll produced perovskite-based solar cells with a stabilized efficiency of 12,6%", www.solliance.eu, March 2017.
- Lucija Rakocevic *et al.* "Translucent, Color-neutral and Efficient Perovskite Thin Film Solar Modules" *Journal of Materials Chemistry C*, Issue 12-2018.