

Openbaar eindrapport Sunpass

Gegevens project

- Projectnummer: 1409302
- Projecttitel: Sunpass
- Penvoerder en medeaanvragers: Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO (TNO, Penvoerder), Tempres Systems B.V. (Tempres) en Jolywood (Taizhou) Solar Technology Co., Ltd. (Jolywood)
- Projectperiode: 01-10-2017 t/m 31-12-2018
- Publicatiedatum openbaar rapport: 08-03-2019

Samenvatting van uitgangspunten, doelstelling en samenwerkende partijen

Uitgangspunten: Het project Sunpass beoogt de verdere ontwikkeling van het interdigitated back contact (IBC) cel- en moduleconcept door stappen te zetten in verbetering van efficiëntie simplificatie van het fabricageproces, en daarmee de industriële proceshaalbaarheid te verbeteren.

Doelstelling: Het doel van het project Sunpass is om een industrieel aantrekkelijk en uitvoerbaar proces voor cel en module te ontwikkelen, waarbij een eenvoudig proces gecombineerd wordt met een hoge efficiëntie.

Samenwerkende partijen: Gedurende de looptijd van het project is ECN onderdeel geworden van TNO (per 1 april 2018). ECN (nu TNO) stond samen met industriële partner Tempres aan de basis van de ontwikkeling van de industriële polysilicium gepassiveerde contacten en voor implementatie in het zogenaamde n-PERT celconcept. Deze gepassiveerde selectieve contacten zijn voor het eerst toegepast in een IBC cel in het TKI project IBCense. Tempres heeft de apparatuur met hoge doorvoer ontwikkeld die nodig is voor fabricage van dit soort hoog-efficiënte cellen. De andere industriële partner in dit project, Jolywood, is een cel- en modulefabrikant (een eindgebruiker), met de mogelijkheden om relevante processen op industriële schaal te testen. Jolywood maakt hoogwaardige commerciële PV panelen, heeft de integratie van n^+ polySi industrieel toegepast in het n-PERT concept en doet onderzoek om innovatieve concepten zoals IBC commercieel te produceren.

Beschrijving van de behaalde resultaten, de knelpunten en het perspectief voor toepassing

Behaalde resultaten:

Binnen het Sunpass project zijn de volgende resultaten gehaald:

De invloed van de hoge-temperatuur firing stap, nodig voor het aanbrengen van metaalcontacten op de cel, op de passivering van de IBC cel is onderzocht. Gebleken is dat degradatie van de celpassivering optreedt bij temperaturen die nodig zijn voor zogenaamde “fire-through” contacten, maar ook dat deze degradatie ongedaan kan worden gemaakt door de passivering opnieuw te activeren. Zeer goede passiveringsresultaten zijn met deze re-activatie behaald op IBC celstructuren met getextureerde waferoppervlakken. Gebleken is dat de initiële degradatie optreedt bij de overgangen tussen het p -type gedoteerd polysilicium en het isolatiegebied (de zogenaamde “gap”). Twee oplossingen voor dit probleem zijn gevonden:

- Een alternatieve manier van metallisatie is gevonden door contactopeningen te realiseren, waarbij de metallisatie op een lagere temperatuur contact maakt met de cel, waardoor passivering behouden blijft.
- Een alternatieve capping-laag op de passiveringslaag is ontwikkeld, waarbij de degradatie van de celpassivering niet of nauwelijks optreedt bij de hoge-temperatuur firing stap. De passivering van de polysilicium contacten, het isolatiegebied tussen de twee polariteiten, als ook de transitie tussen deze gebieden kunnen op die manier firing-stabiel gemaakt worden. De alternatieve capping laag op de passiveringslaag zorgt ervoor dat het passiveringsmechanisme in stand gehouden wordt.

Binnen het Sunpass project zijn ook nieuwe procesflows voor de celfabricage geëvalueerd die een sterke simplificatie van het proces bewerkstelligen vergeleken met het proces dat ontwikkeld is in het voorgaande project IBCense. Ook zijn door middel van opto-elektronische computersimulaties de optimale dimensies van de eenheidscel bepaald, waarbij rekening is gehouden met de beperkingen van industriële patroneringsmethoden. Hierbij is een potentiële verbetering van ongeveer 1% absoluut in efficiëntie aangetoond ten opzichte van de eenheidscel die eerder is gebruikt in de poly-IBC fabricage. De nieuwe processtappen zijn geïntegreerd in een IBC cel met polysilicium contacten, resulterend in een hoog passiveringsniveau.

Knelpunten:

Uitdagingen op het gebied van patronering van de polysilicium contacten en op het gebied van de definitie van de metaalcontacten, veroorzaakten vertraging in de voortgang van de celintegratie. De processen voor een versimpelde procesflow zijn uiteindelijk succesvol geïntegreerd in een cel, maar de homogeniteit van processing op grote

oppervlakken was een knelpunt. Hierdoor kon, binnen de looptijd van het project, nog niet worden aangetoond dat met de ontwikkelde procesflow een 23% efficiënte IBC cel met polysilicium gepassiveerde contacten gemaakt kan worden. Wel is het aannemelijk dat dit mogelijk is doordat de kwaliteit van de cel lokaal heel hoog is en er sterke aanwijzingen zijn hoe het knelpunt van homogeniteit op te lossen is. Bovendien ondersteunen device simulaties het efficiëntiepotentieel.

Perspectief voor toepassing:

De IBC cel met polysilicium contacten, samen met het geïntegreerde moduleconcept, is veelbelovend, zeker met de versimpelde procesflow die ontwikkeld en getest is. De integratie zal nog verder geoptimaliseerd moeten worden om een homogene kwaliteit over het hele celoppervlak te verkrijgen. De apparatuur die nodig is voor dit celconcept is commercieel verkrijgbaar. Het hoge efficiëntiepotentieel is een cruciale factor voor het effectief toepassen van polysilicium contacten in toekomstige commerciële zonnecellen, en andersom.

Beschrijving van de bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling (duurzame energiehuishouding, versterking van de kennispositie)

Zonne-energie heeft een enorm potentieel, en wordt steeds grootschaliger toegepast, ook in Nederland. Grootschalige toepassing van zonne-energie voor de productie van elektriciteit kan en moet een belangrijke bijdrage leveren aan de vergaande reductie en uiteindelijk de uitbanning van CO₂-emissies, en aan het vergroten van voorzieningszekerheid.

Volgens branchevereniging Holland Solar en cijfers van het CBS is in 2018 het geïnstalleerde vermogen aan zonnestroom in Nederland met zo'n 50% toegenomen, van 2,9 GW_p in 2017 tot 4,3 GW_p in 2018, zoals weergegeven in Fig. 1¹. Het belang van zonnestroom in de Nederlandse stroomvoorziening wordt daarmee steeds groter. De doelstelling in het vorig jaar gesloten Klimaatakkoord is 21-23 GW_p PV installatie in 2030. Deze doelstelling is realistisch met de huidige groeisnelheid in geïnstalleerd PV vermogen. Hierbij is de continuering van beleidsmaatregelen cruciaal, ondanks de steeds verder teruglopende kosten van PV installaties. De opwekkosten van kleine (2,5-5 kW_p) en grote systemen (500 kW_p) lagen 3 jaar geleden al ruim onder de 0,15 en 0,10 €/kWh². Dit draagt in hoge mate bij aan het realiseren van kosteneffectieve en duurzame vormen van energie-opwekking. In 2018 werd al 2.6% van het totale elektriciteitsverbruik opgewekt door PV³.

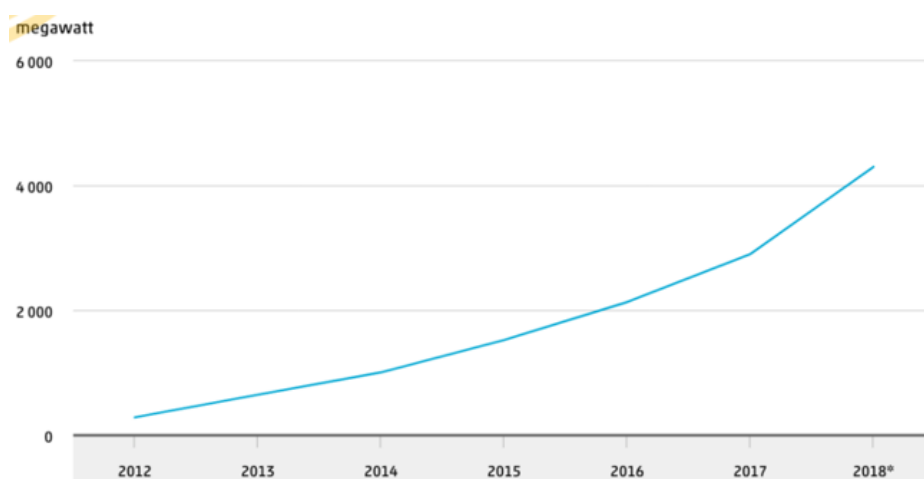


Fig. 1 Totaal geïnstalleerd cumulatief PV vermogen in Nederland. Bron: Holland Solar.

¹ Bron: website Holland Solar, <http://hollandsolar.nl>.

² Rapport RVO: Inventarisatie PV markt, februari 2016.

³ Cijfers CBS: <https://statline.cbs.nl/statweb/publication/?dm=slnl&pa=82610ned>, 01-03-2019.

Dankzij het Sunpass project zijn de technologieën verder ontwikkeld voor een toekomstige kosteneffectieve fabricage van IBC cellen met polysilicium contacten. Dit celconcept met zeer hoog efficiëntiepotentieel zal uiteindelijk zodanig te produceren zijn dat het een industrieel aantrekkelijk concept wordt voor marktintroductie. Gecombineerd met vergelijkbare productiekosten per W_{peak} zal dit leiden tot verdere daling van installatie- en opwekkosten voor PV, waarbij de lage kosten gegarandeerd worden door hoge energieopbrengsten per oppervlakte-eenheid, korte terugverdientijden en hoge kwaliteit. Aangezien de IBC cel geen metaalcontacten op de voorzijde heeft, is dit concept zeer geschikt om modules te produceren met hoge esthetische kwaliteit, die geschikt zijn voor gebouw- of landschap-geïntegreerde PV.

Spin off binnen en buiten de sector

Binnen de PV sector wordt de technologische bijdrage duidelijk door de toegenomen efficiëntie van de zonnecel (en module) en de verbetering van de producten die bedrijven kunnen aanbieden. Dit gegeven is interessant voor de ontwikkeling van esthetisch verantwoorde zonnepanelen in de gebouwde omgeving (gebouw-geïntegreerd) en in de natuurlijke omgeving (landschap-geïntegreerd). Door de lage prijs en de hoge elektriciteitsopbrengst, kunnen PV-panelen kosteneffectief aangepast worden naar mooie bouw- of omgevingselementen, zoals dakpannen, façades, zonneparken of zelfs kunstwerken. Buiten de PV sector houden architecten en ontwerpers zich hier volop mee bezig.

Overzicht van openbare publicaties over het project en waar deze te vinden of te verkrijgen zijn

A.A. Mewe et al. (2018): *“IBC cell architecture with passivating contacts for highest performance”*, SunDay, Bussum, 2018

A.A. Mewe, M.K. Stodolny, J. Anker, M. Lenes, X. Pages, Y. Wu, C.J. Tool, L.J. Geerligts, I.G. Romijn (2018): *“Full wafer size IBC cell with polysilicon passivating contacts”*, AIP Conference Proceedings 1999, 040014-1 (2018)

Meer exemplaren van dit rapport

Meer exemplaren van dit rapport kunnen digitaal worden verkregen via het hieronder genoemde contact.

Contact voor meer informatie

Meer informatie over dit project kan verkregen worden via:

- mevrouw A.A. Mewe, ECN.TNO Solar Energy, agnes.mewe@tno.nl

Subsidie

Het project is uitgevoerd met TKI Toeslag subsidie van het Ministerie van Economische Zaken voor TKI Urban Energy, Topsector Energie. www.tki-urbanenergy.nl