

Openbaar eindrapport JANUS

Gegevens project

- Projectnummer: 1407101
- Projecttitel: IBC bifacial iNdustry cells Using carrier Selective contacts (JANUS)
- Penvoerder en medeaanvragers: Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO (TNO, Penvoerder), Tempres Systems B.V. (Tempres) en Levitech B.V (Levitech)
- Projectperiode: 16-04-2018 t/m 28-02-2019
- Publicatiedatum openbaar rapport: 17-05-2019

Samenvatting van uitgangspunten, doelstelling en samenwerkende partijen

Uitgangspunten: Het project JANUS beoogt de demonstratie van een bifacial interdigitated back contact (IBC) cel met polysilicium gepassiveerde contacten. Een bifacial cel heeft een achterzijdemetallisatie die het oppervlak grotendeels onbedekt laat, wat bereikt wordt door middel van gescreenprinte metaalcontacten, die typisch slechts een paar procent van het oppervlak bedekken. Bij een IBC cel, zoals weergegeven in Fig. 1, bevinden de metaalcontacten van beide polariteiten zich aan de achterkant, wat het uitdagender maakt om een hoge bifacial factor (dit is de verhouding tussen voorzijde- en achterzijde-efficiëntie) te krijgen. De uitdaging wordt verder vergroot doordat de p^+ en n^+ gedoteerde polysilicium contacten, die gekenmerkt worden door een hoge parasitaire absorptie, zich ook op de achterzijde bevinden. Deze gebieden dienen aanzienlijk verkleind te worden ten gunste van een transparante passivatielaag die tevens dient als isolatiegebied tussen de p^+ en n^+ gebieden, de zogenaamde gap.

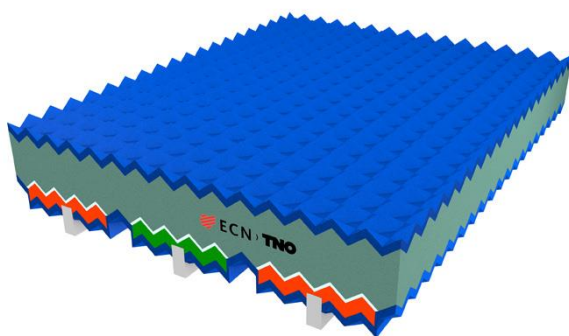


Fig. 1 IBC cel met hierin geïntegreerd de gepassiveerde contacten van n^+ polysilicium (groen) en p^+ polysilicium (rood), en passivatielaag van Al_2O_3/SiN_x (blauw), driedimensionaal schematisch weergegeven. De brede polysilicium gebieden worden versmald voor een hogere bifacial factor.

Doelstelling: Het doel van het project JANUS is om een industrieel aantrekkelijk en uitvoerbaar proces voor een IBC cel met gepassiveerde contacten zodanig te modificeren dat de cel bifacial wordt, en dit uit te voeren.

Samenwerkende partijen: ECN (nu TNO) stond samen met industriële partners Tempress en Levitech aan de basis van de implementatie van de industriële polysilicium gepassiveerde contacten in een IBC cel in het TKI project IBCense. Tempress heeft de apparatuur en de processen ontwikkeld die nodig zijn voor een industrieel aantrekkelijke procesflow. Levitech heeft de doorvoer aanzienlijk verbeterd van de depositie van hun transparante passivatielaag, en de drie partijen hebben de nieuwe processen en passivatielagen succesvol geïntegreerd voor de bifacial IBC cel.

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

Behaalde resultaten:

Binnen het JANUS project zijn de volgende resultaten gehaald:

Door middel van opto-elektronische computersimulaties zijn de optimale dimensies van de eenheidscel bepaald, waarbij rekening is gehouden met de beperkingen van industriële patroneringsmethoden en de gewenste eigenschappen voor een bifacial cel. Uit de simulaties is gebleken dat de efficiëntie met alleen voorzijdebelichting boven de 23% kan uitkomen, waarbij verder voordeel wordt gehaald uit de extra stroomproductie door de achterzijdebelichting. Deze hangt af van de albedo van de ondergrond en van de oriëntatie en positionering van de modules in de praktijk.

De patronering van het p^+ polysilicium is verbeterd door een beschermende diëlektrische laag op het p^+ polysilicium te leggen en de etsprocedure aan te passen. Hierdoor wordt een beter gepassiveerd en firing-stabiel patroon verkregen. Het depositieproces van het p^+ polysilicium is aangepast voor een betere reproduceerbaarheid van de depositiesnelheid, resulterend in een vergelijkbaar hoog passiveringsniveau met de Al_2O_3 passivatielaag als met het oorspronkelijke proces.

Met deze kennis zijn volledig gepatroneerde en gepassiveerde IBC cellen gemaakt, met verschillende mate van bifacial eigenschappen. De passivatie van deze cellen is uitstekend: tot wel 713 mV V_{oc} is bereikt (met een maximum van 715 mV), gemiddeld over de hele 6 inch grote cel.

Knelpunten:

Uitdagingen op het gebied van patronering van de polysilicium contacten, en homogeniteit van processing op grote oppervlakken was een knelpunt, maar is opgelost, waardoor een uitstekend resultaat bereikt werd in de celpassivering. De definitie en kwaliteit van de metaalcontacten op de cel is een nog lopende uitdaging, waardoor, binnen de looptijd van het project, nog niet kon worden aangetoond dat met de ontwikkelde processen een 23% efficiënte bifacial IBC cel met polysilicium gepassiveerde contacten gemaakt kan worden. Wel is het aannemelijk dat dit mogelijk is doordat de kwaliteit van de gepassiveerde cel heel hoog is.

Perspectief

voor

toepassing:

De bifacial IBC cel met polysilicium contacten, zeker met de vereenvoudigde procesflow die getest is, heeft grote potentie als concept voor hoge energieopbrengst bij toepassingen waarbij de achterzijde ook zonlicht kan invangen. Dit toepassingsgebied omvat zowel standaard zonnenvelden op land of water, als ook toepassingsgebieden waarbij de panelen verticaal in oost-west configuratie worden geplaatst, zoals bijvoorbeeld bij geluidschermen of op landbouwpercelen. De moduletechnologie van het bifacial IBC concept is op dit moment in ontwikkeling in een lopend TKI project (Saturnia).

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, ook in Nederland, met verwachtingen tot wel zo'n 240 GW_p geïnstalleerd vermogen in 2050¹, en wordt inmiddels steeds grootschaliger toegepast. Dit betekent dat zonne-energie een steeds grotere rol speelt in de productie van elektriciteit, en dat het een belangrijke bijdrage zal leveren aan de vergaande reductie en uiteindelijk de uitbanning van CO₂-emissies, en aan het vergroten van voorzieningszekerheid. De doelstelling in het vorig jaar gesloten Klimaatakkoord is 21-23 GW_p PV installatie in 2030. Deze doelstelling is haalbaar met de huidige groeisnelheid in geïnstalleerd PV vermogen, en zelfs voorzichtig te noemen vergeleken met recent gepubliceerde scenario's, die uitgaan van 11-25 GW_p geïnstalleerd vermogen in Nederland al in 2023². Om dit te bereiken is de continuering van beleidsmaatregelen en het vergroten van maatschappelijke acceptatie cruciaal, ondanks de nog steeds verder teruglopende kosten van PV installaties.

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. 2³. Het belang van zonnestroom in de Nederlandse stroomvoorziening wordt daarmee steeds groter. In 2018 werd al 2.6% van het totale elektriciteitsverbruik opgewekt door PV⁴.

Volgens de gezaghebbende ITRPV roadmap⁵ zal het aandeel van bifacial cellen in productie toenemen van 15% in 2019 naar 60% in 2029. Hierdoor zullen steeds vaker bifacial PV systemen geïnstalleerd worden, ook in Nederland, wat geïllustreerd wordt door de recente bouw in Zeeland van een 12 MW_p zonnenveld met bifacial zonnepanelen⁶.

¹ Roadmap PV Systemen en Toepassingen, Wiep Folkerts e.a., december 2017.

² SolarPower Europe, Global Market Outlook, presented at Intersolar Europe, May 2019.

³ Bron: website Holland Solar, <http://hollandsolar.nl>.

⁴ Cijfers CBS: <https://statline.cbs.nl/statweb/publication/?dm=slnl&pa=82610ned>, 01-03-2019.

⁵ ITRPV roadmap 10th edition, gepresenteerd door M. Fischer op PV CellTech, Maleisië, maart 2019.

⁶ <https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i16795/jollywood-levert-unisun-energy-40-000-zonnepanelen-voor-zonnepark-rilland>.

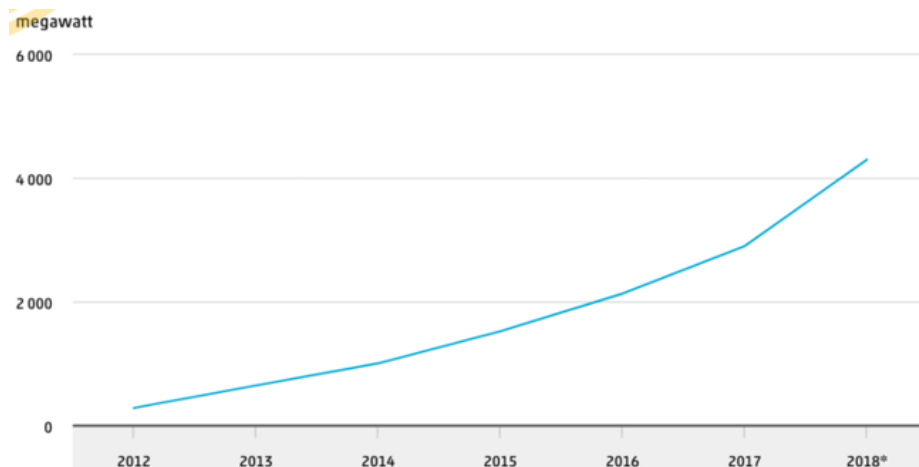


Fig. 2 Totaal geïnstalleerd cumulatief PV vermogen in Nederland (*voorlopige cijfers maart 2019). Bron: Holland Solar.

Dankzij het JANUS project is een vereenvoudigde procesflow getest en verfijnd voor een bifacial IBC cel, wat de eerste stap is voor een toekomstige kosteneffectieve fabricage van bifacial IBC cellen met polysilicium contacten. In combinatie met bifacial back-contact moduletechnologie is dit een concept met zeer hoog opbrengstpotentieel, en zal het uiteindelijk zodanig te produceren zijn dat het een industrieel aantrekkelijk concept is voor marktintroductie. Door de conversie van licht aan beide zijden van de module worden hoge energieopbrengsten per oppervlakte-eenheid verkregen, wat leidt tot een hoge geproduceerde hoeveelheid energie per jaar en daarmee korte terugverdientijden. Aangezien de IBC cel geen metaalcontacten op de voorzijde heeft, is dit concept ook zeer geschikt om modules te produceren met hoge esthetische kwaliteit, die zeer geschikt zijn voor landschap-geïntegreerde PV.

Spin off binnen en buiten de sector

Binnen de PV sector wordt de technologische bijdrage duidelijk door de toegenomen jaaropbrengst van panelen en de verbetering van de producten die bedrijven kunnen aanbieden. Dit gegeven is interessant voor de ontwikkeling van esthetisch verantwoorde zonnepanelen voornamelijk in de natuurlijke omgeving (landschap-geïntegreerd). Door de lage prijs en de hoge elektriciteitsopbrengst, kunnen PV-panelen kosteneffectief aangepast worden naar sociaal geaccepteerde omgevingselementen, zoals zonneparken, geluidschermen of zelfs kunstwerken. Buiten de PV sector houden architecten en ontwerpers zich bezig met PV panelen in allerlei kleuren en vormen.

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

Agnes Mewe, Maciej Stodolny, Petra Manshanden, Astrid Gutjahr, Ilkay Cesar, Jochen Löffler, "High-resolution THz imaging for optimized polySi patterning process", abstract submitted; will be presented in an oral at the EU-PVSEC 2019.

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