



Openbaar eindrapport IBCense

Gegevens project

- Projectnummer: TEZ0214004
- Projecttitel: IBCense
- Penvoerder en medeaanvragers: Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN, Penvoerder), Tempres Systems B.V. (Tempres), Levitech B.V. (Levitech) and REC Solar Pte Ltd (REC)
- Projectperiode: 01-04-2015 t/m 30-09-2017
- Publicatiedatum openbaar rapport: 19-12-2017



Samenvatting van uitgangspunten, doelstelling en samenwerkende partijen

Uitgangspunten: Het project IBCense beoogt de ontwikkeling van het interdigitated back contact (IBC) cel- en moduleconcept naar hoge efficiëntie door te onderzoeken hoe de limiterende factoren weggenomen kunnen worden, en tegelijkertijd de industriële haalbaarheid aan te tonen om dit concept in massaproductie te nemen.

Doelstelling: Er is zowel een kosten- als ook een efficiëntiedoelstelling. De IBC module moet een concurrerende kostenstructuur hebben die gedefinieerd is op €0.45/W_{peak}. Het proces om de industriële IBC cel te maken, moet leiden tot 22% efficiënte cellen, met het vooruitzicht om naar 23% te gaan.

Samenwerkende partijen: ECN stond samen met industriële partners Tempress en Levitech aan de basis van de ontwikkeling van de IBC “Mercury” cel, die in eerdere projecten, en ook met andere consortium partners, van een werkend concept naar een volledige cel met >20.5% efficiëntie is gebracht. Tempress en Levitech zijn apparaatbouwers en zij hebben hun hardware ontwikkeld voor de fabricage van deze hoogrendements-cellen met hoge doorvoer. De andere industriële partner in dit project, REC, is een cel- en modulefabrikant (een eindgebruiker), met de mogelijkheden om relevante processen op industriële schaal te testen.

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

Behaalde resultaten:

De binnen het IBCense project gerealiseerde hoogste efficiëntie van de Mercury IBC cel is 21.1%. Dit hoge rendement is behaald door de implementatie van diverse verbeteringen in de doteringsprocessen, het patroneringsproces van de emitter en het BSF, en de metallisatie. Daarnaast is een verbetering van 0.6% absoluut in efficiëntie bereikt door aanpassing van het ontwerp van de eenheidscel en het loskoppelen van contactoppervlak en de geleidingslaag van het metaal. Deze aanpassingen zullen het celrendement verder omhoog brengen. De doorvoersnelheid in het IBC proces van zowel de emitterformatie als ook van de depositie van de Al₂O₃ oppervlaktepassivatielaag d.m.v. ALD (atoomlaagdepositie) is sterk verbeterd, terwijl de kosten van het ALD proces sterk gedaald zijn.

Binnen het IBCense project zijn ook de processen voor een nieuw IBC concept ontwikkeld: de IBC cel met passiverende contacten op basis van polysilicium. Deze cel heeft een veel hoger efficiëntiepotentieel, omdat de oppervlaktepassivatie en de contactpassivatie veel beter zijn. In het project zijn zeer goede passivatieresultaten behaald met zowel *n*-type als *p*-type polysilicium op getextureerde wafers (735 en 715 mV, respectievelijk), in combinatie met effectieve hydrogenatie door een dunne Al₂O₃ laag. De passivatielaag is ook stabiel na een hoge-temperatuur firing stap. Door middel van simulaties is een potentiële verbetering van tenminste 1.5% absoluut in efficiëntie aangetoond ten opzichte van de Mercury IBC cel met conventionele emitter- en BSF-contacten. Deze simulatieresultaten worden experimenteel gesteund door de implied V_{oc} metingen van de (nog niet gemetalliseerde) cellen, die in dit project gerealiseerd zijn. De beste implied V_{oc} waarden die behaald zijn (725 mV), liggen ruim 7% relatief hoger dan voor de conventioneel gediffundeerde Mercury IBC cel.

Knelpunten:

Binnen de looptijd van het project is het niet gelukt om het doel van 22% efficiënte IBC Mercury cellen te realiseren. Wel is het zeer aannemelijk dat dit mogelijk is door het geoptimaliseerde unit-celontwerp toe te passen op het huidige hoogrendementsproces, in combinatie met verbeterde metaalpaste's, die steeds verder ontwikkeld worden in verband met het groter wordende productievolume van *n*-type cellen. Ook is aangetoond dat met de introductie van polysilicium contacten de passivatie van het oppervlak en van de contacten zodanig verbeterd wordt dat de 22% op korte termijn haalbaar is.

De hoge recombinatie in de space charge region, die toegewezen kan worden aan defecten in het polysilicium bij de directe overgang van *p*-type naar *n*-type polysilicium, leidt tot aanzienlijke beperking in de V_{oc} en FF , maar kan vermeden worden door de introductie van een gepassiveerde groef die de *n*-type en *p*-type polysilicium contacten fysiek scheidt. Dit is ook gerealiseerd in dit project.

Perspectief voor toepassing:



De ontwikkeling van de IBC Mercury cel op basis van conventionele diffusie is nu zo ver dat deze geïntroduceerd kan worden in pilotproductie. Alle benodigde apparatuur is industrieel verkrijgbaar, de kostenstelling is goed en het concept kan relatief eenvoudig in een bestaande n-type cellijn geïmplementeerd worden.

De IBC cel met polysilicium contacten is veelbelovend, en het concept en de processen zullen nog verder ontwikkeld moeten worden. 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 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 2015 en 2016 het geïnstalleerde vermogen aan zonnestroom bijna verdubbeld, van 1,1 GWp eind 2014 tot 2,1 GWp eind 2016, zoals weergegeven in Fig. 1¹. Het belang van zonnestroom in de Nederlandse stroomvoorziening wordt daarmee steeds groter. De doelstelling van de overheid voor 2020 is een aandeel van 14% duurzaam in de totale energiemix, waarvan PV zal bijdragen met 6 GWp in 2020. Dit laatste is zeker realistisch met de huidige groeisnelheid in geïnstalleerd PV vermogen. Ook zijn er ambitieuzere doelstellingen, bijvoorbeeld van Holland Solar, die tot meer dan 10 GWp in 2020 gaan². Hierbij is de continuering van beleidsmaatregelen cruciaal, ondanks de steeds verder teruglopende kosten van PV installaties. De opwekkosten van kleine (2,5-5 kWp) en grote systemen (500 kWp) liggen nu al ruim onder de 0,15 en 0,10 €/kWh³. Dit draagt in hoge mate bij aan het realiseren van kosteneffectieve en duurzame vormen van energie-opwekking. In 2015 werd 3,4% van het totale duurzame energieverbruik opgewekt door PV⁴.

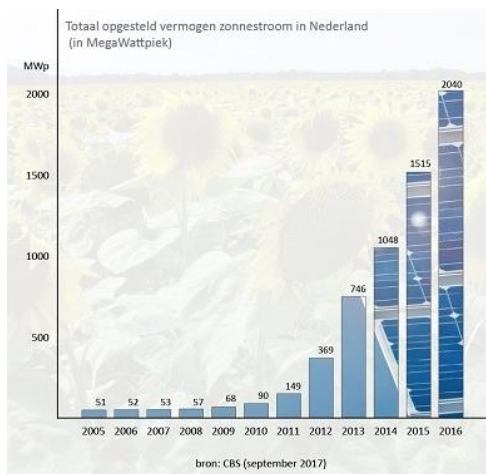


Fig. 1 Totaal geïnstalleerd PV vermogen in Nederland. Bron: Holland Solar.

Dankzij het IBCense project zijn de technologieën verder ontwikkeld voor de marktintroductie van Mercury IBC cellen en technologieën voor de introductie van een nieuw, en gerelateerd, celconcept dat tot zeer hoge efficiënties zal

¹ Bron: website Holland Solar

² J. Baarsma, presented at Sunday, November 2017

³ Rapport RVO: Inventarisatie PV markt, februari 2016

⁴ Rapport CBS: Hernieuwbare energie in Nederland 2015, 2016



leiden. Gecombineerd met vergelijkbare productiekosten per W_{peak} zal dit leiden tot verdere daling van installatie- en opwekkosten voor PV. De industriepartners hebben hun apparatuur verder ontwikkeld om >23% efficiënte zonnecellen te ontwikkelen, waarbij lage kosten gegarandeerd worden door hoge energieopbrengsten, 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 BIPV (Building Integrated 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 de verbetering van de producten die bedrijven kunnen aanbieden. Dit gegeven kan interessant zijn voor de ontwikkeling van esthetisch verantwoorde zonnepanelen in de gebouwde omgeving (gebouw-geïntegreerd) en in de natuurlijke omgeving. Door de lage prijs en de hoge elektriciteitsopbrengst, kunnen PV-panelen kosteneffectief aangepast worden naar mooie bouw- of omgevingselementen, zoals dakpannen, façades of zelfs kunstwerken. Architecten en ontwerpers houden zich hier inmiddels al mee bezig.

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

A.A. Mewe et al., "Status and developments in back-contacted cells at ECN", Back Contact Workshop, Freiburg, 2015

A.A. Mewe, P. Spinelli, A.R. Burgers, A.H.G. Vlooswijk, N. Guillevin, E.J. Kossen, I. Cesar, "Emitter and contact optimization for high-efficiency IBC Mercury cells", 32th EU PVSEC, Munich, 2016

A.R. Burgers, I. Cesar, N. Guillevin, A.A. Mewe, P. Spinelli, A.W. Weeber, "Designing IBC cells with FFE: long range effects with circuit simulation", 43th IEEE-PVSC, Portland, 2016

A.A. Mewe, N. Guillevin, I. Cesar, A.R. Burgers, "BSF islands for reduced recombination in IBC cells", 44th IEEE-PVSC, Washington, 2017

A.A. Mewe, M.K. Stodolny, J. Anker, M. Lenes, X. Pages, Y. Wu, C.J. Tool, L.J. Geerligs, I.G. Romijn, "Full wafer size IBC cell with polysilicon passivating contacts", submitted to SiliconPV, 2018

Submitted by Levitech: invited paper in book "AlOx passivation for high efficiency silicon solar cells", to be published by IET (Institute of Engineering and technology), editor Joachim John. Paper title: 'Spatial Atomic Layer Deposition of Al₂O₃. Levitrack, a one-pass ALD system with throughputs approaching 6000 wafers/hr', E. Granneman and W. van Velzen

Patent filed by Levitech: 'Substrate processing Apparatus and to a method for processing substrates', Nr. N2018821, Inventors: W.G. van Velzen, M.G. van der Wal en V.I. Kuznetsov

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 Solar Energy, mewe@ecn.nl

Subsidie

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