



Openbaar eindrapport SATURNIA

Gegevens project

- Projectnummer: TEUE118002
- Projecttitel: SATURNIA – Highly bifacial IBC cells on glass
- Penvoerder en medeaanvragers: Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO, Penvoerder), Technische Universiteit Delft (TUD), Technische Universiteit Eindhoven (TU/e), Tempres Systems B.V. (Tempres), Levitech B.V. (Levitech) and Morphotonics B.V. (Morphotonics)
- Projectperiode: 01-01-2019 t/m 30-06-2021 (2,5 jaar)
- Publicatiedatum openbaar rapport: 30-09-2021



Samenvatting van uitgangspunten, doelstelling en samenwerkende partijen

Doordat installatiekosten een steeds grotere rol spelen in de prijs van een PV systeem en daarmee in de prijs van een kWh aan energie, komt er een steeds grotere nadruk op het behalen van een hoge opbrengst. Het project SATURNIA heeft om die reden tot doel om de beste technologie voor cellen en modules samen te brengen voor een zo hoog mogelijke opbrengst (>24% efficiëntie en >85% tweezijdige werking). Hiervoor worden *interdigitated back contact* (IBC) cellen met transparante achterzijdecontacten ontwikkeld. Deze zonnecellen worden aan elkaar gekoppeld met een nieuwe methode waarbij de interconnectie op het achterzijdeglas wordt geplaatst zonder onnodige beschaduwung van de zonnecellen. Hierdoor wordt de tweezijdige werking van de module optimaal benut. Met dit concept wordt een hoog-efficiënte IBC module verkregen die ook een hoge energie-opbrengst heeft. De samenwerkende partijen TNO, TUD, TU/e, Tempres, Levitech en Morphotonics voegden hun kennis samen op het gebied van passiverende contacten, device fysica en interconnectie.

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

Verschillende ultradunne transparante polySi(Ox) gebaseerde materialen met een hoog passivatie-niveau zijn ontwikkeld en toegepast. Indium-vrije TCO lagen gebaseerd op aluminium-gedoteerd zinkoxide met uitstekende transparantie en geleiding zijn op ultradunne polySi contacten toegepast. Simulaties hebben aangetoond dat een IBC cel met een geoptimaliseerd ontwerp een efficiëntie van boven de 25% kan halen, terwijl een uitstekende tweezijdige werking wordt gerealiseerd, waarbij de achterkant meer dan 90% van de efficiëntie aan de voorkant haalt. Als *proof-of-concept* zijn functionele IBC cellen gerealiseerd op lab-schaal. Een optimalisatieslag moet nog gemaakt worden om de efficiëntie te verbeteren en cellen te realiseren met industriële afmetingen.

Voor een precies passende en goed gedefinieerde locatie van de interconnectie van de zonnecellen, is een transparante mal op het moduleglas gefabriceerd. Hiermee zijn verschillende connectiematerialen en -ontwerpen getest. De twee beste opties zijn toegepast in een serie *proof-of-concept* modules, bestaande uit 4 IBC cellen die in serie geschakeld zijn. Door de optimale plaatsing van de connecties is er geen extra beschaduwung opgetreden in de module, waardoor de tweezijdige werking van de module even goed is als die van de cellen. Een *aperture area* efficiëntie van maar liefst meer dan 21% is met deze modules behaald, wat slechts 1%punt lager is dan de celefficiëntie. Een volgende stap is dat in de modules ook geoptimaliseerde SATURNIA zonnecellen gebruikt worden, waarmee de opbrengst-doelstelling gerealiseerd kan worden.

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

Tweezijdig werkende modules verschaffen een belangrijke mogelijkheid om de energieopbrengst van een zonnepark te vergroten tot het doel van 900 kWh/kWp in 2025 in NW Europa. Het SATURNIA concept draagt hier in grote mate aan bij door een hoge efficiëntie te koppelen aan een zeer hoge *bifacial* factor van >85%, waar 60-70% de huidige praktijk is voor tweezijdig werkende panelen gebaseerd op PERC zonnecellen. Doordat de interconnectie in SATURNIA modules op een slimme manier wordt toegepast, kan hier ook bespaard worden op materiaalkosten. Met het SATURNIA project is de kennispositie van de partners op het gebied van transparante passiverende contacten en *bifacial back-contact* modules verbeterd, wat ook een kans is voor de Nederlandse PV industrie.

Op het gebied van esthetiek is het duidelijk dat IBC modules het voordeel hebben dat zich geen metaalpatronen op de voorzijde bevinden, waardoor de module een homogene uitstraling heeft. Ook in het geval van semi-transparante modules, bijvoorbeeld om *dual use* zoals agri-PV te bewerkstelligen, kan de interconnectie zodanig geplaatst worden dat deze nauwelijks zichtbaar is. Dit zal bijdragen aan de verdere acceptatie van PV in het landschap.

Spin off binnen en buiten de sector

De fabrikanten van zonnepanelen in Nederland hebben een sterke focus op *back-contact* technologie. Het SATURNIA concept van een tweezijdig werkende *back-contact* IBC module creëert een unieke mogelijkheid voor deze fabrikanten om zich te onderscheiden met een hogere energie-opbrengst.



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

Publicaties en presentaties:

Agnes Mewe et al., High-resolution THz imaging for optimized polySi patterning process, Proceedings 36th EUPVSEC, Marseille, 2019

Fatemeh Hashemi et al., Passivation of ultrathin polysilicon via a simple one-step deposition method for large-area crystalline silicon solar cells, Presented at 38th EUPVSEC, Lisbon, 2021

Fatemeh Hashemi et al., Excellent passivation of ultrathin polysilicon passivating contacts using a single Al₂O₃ layer for hydrogenation, Proceedings IEEE-PVSC, 2021

Bart Macco et al., Atomic-layer-deposited Al-doped zinc oxide as a passivating conductive contacting layer for n+-doped surfaces in silicon solar cells, Solar Energy Materials & Solar Cells 233 (2021) 111386

Guangtao Yang et al., Oxygen-alloyed poly-Si passivating contacts for high-thermal budget c-Si heterojunction solar cells, Progress in Photovoltaics (accepted for publication)

Peer-review papers in voorbereiding

Passivation capabilities and material properties of thin Al₂O₃ layers by thermal and plasma ALD

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, TNO EnergieTransitie, agnes.mewe@tno.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.