

Openbare projectsamenvatting

Dunne-film fotovoltaïsche CIGS-technologie heeft de afgelopen jaren een aanzienlijke groei van de productiecapaciteit gekend. De milieu-impact, met name de CO₂-voetafdruk van CIGS-dunnefilmpanelen, vertoont grote voordelen in vergelijking met andere zonnecel-technologieën. CIGS-panelen presteren goed bij diffuus licht en bij hoge temperaturen en zijn tolerant voor gedeeltelijke schaduw. Bovendien maken de esthetische kwaliteiten en de mogelijkheid van aangepaste kleuren CIGS tot een superieure PV-technologie voor toepassing van geïntegreerde fotovoltaïsche cellen (BIPV), b.v. in zonnegevels.

In de periode tussen 2016 en 2019 is de conversie-efficiëntie van CIGS-recordcellen verhoogd van 20,5% naar 23,35%, een verbetering die voornamelijk wordt toegeschreven aan het gebruik van gecontroleerde Post Deposition Treatment (PDT) van de absorberlaag met zware alkalimetalen. In dit project had het consortium tot doel om systematisch de impact van natrium- en/of zware alkali-dotering voor, tijdens of na het vormingsproces van absorbers te onderzoeken en deze technologie uiteindelijk toe te passen op moduleproductieprocessen met een groot oppervlak met een Cd-vrij bufferproces.

Het fabricageproces van de CIGS-halfgeleiderlaag is de belangrijkste drijfveer voor zowel de verdere verhoging van de efficiëntie als de verlaging van de fabricagekosten van CIGS-zonnemodules. In het kader van SOLAR-ERA.NET zijn de zonne-energiebedrijven Smit Thermal Solutions en AVANCIS een Europese samenwerking aangegaan met de toonaangevende onderzoeksinstituten Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB), CNRS (Institut des Matériaux Jean Rouxel de Nantes) en TNO/Solliance met het project 'Sequential, high Uniformity, Cost Competitive Elemental Selenization and Sulphurization for CIGSSe2', afgekort als SUCCESS. Het doel van SUCCESS is de combinatie van een verdere costdown in het CIGS-productieproces met de hoge efficiëntie die wordt bereikt met een PDT.

Als essentiële stap voor opschaling, is de homogeniteit van het selenisatieproces in de apparatuur van Smit Thermal Solutions middels een intensieve samenwerking met TNO, aanzienlijk verbeterd. Er is een nieuw ontwerp van de Selenium injector toegepast en bijbehorende procesparameters zijn geoptimaliseerd, waardoor de COV (Coefficient Of Variation) voor Selenium wordt verlaagd tot onder de 4,2%, op 30x30 cm² voor de meeste kritische seleen depositie hoeveelheid.

De Smit Thermal Solutions in-line selenisatie- en sulphurisatieapparatuur biedt een hoge mate van vrijheid bij de fabricage van CIGS-halfgeleiders, waardoor verdere kostenbesparingen bij hoge efficiëntieniveaus mogelijk zijn. Met behulp van Smit Thermal Solutions 30x30 cm² semi-industriële apparatuur zijn grote efficiëntieverbeteringen behaald door TNO/Solliance en HZB op celniveau, met een record van 18,41% behaald in dit project, extern gecertificeerd door Fraunhofer ISE Freiburg. Dit resultaat is bereikt door gebruik te maken van een NaF en RbF PDT-proces van HZB na de selenisatie in de Smit Thermal Solutions tool. Het hoogte voltage ($V_{oc} = 601$ mV) ten opzichte van de lage bandgap (1.00 eV), bewijst dat met de Smit Thermal Solutions tool een CIGSSe-materiaal van hoge kwaliteit kan worden gemaakt, dat wereldwijde topkwaliteit is voor bijv. de veelbelovende Perovskiet-CIGS tandem technologie. De procesomstandigheden voor AVANCIS-precursoren bleken opmerkelijk verschillend te zijn, en ondanks verschillende geteste modificaties slaagden de partners er niet in vergelijkbare hoge efficiënties in dit project aan te tonen met gebruik van Avancis halffabrikaten.

CNRS-IMN heeft een unieke benadering onderzocht van het uitvoeren van PDT-processen onder een zwavelatmosfeer. Van de verschillende onderzochte processen, inc. Cs-, Rb- en/of Na-toevoeging, werden de beste resultaten behaald met een In + RbF(S)-proces dat de efficiëntie voor de co-verdampte CIGS van CNRS-IMN verhoogde van 16,8% (referentie zonder PDT) tot 19,3%.

Op AVANCIS sequentiële pilotlijn absorbers werden de meeste succesvolle resultaten verkregen door een NaF & RbF PDT-proces bij kamertemperatuur gevolgd door een annealing in zwavelatmosfeer (HZB) of een In + RbF(S) PDT, optioneel gecombineerd met een dunne In₂S₃ alkalische laag (CNRS - IMN), die beide de V_{oc} aanzienlijk verhogen ten opzichte van de referentie absorbers zonder PDT. Desalniettemin werden de apparaatefficiënties met de nieuw ontwikkelde PDT-processen uiteindelijk niet verbeterd in vergelijking met de PDT-verwerking van de AVANCIS-pilootlijn.

SUCCESS is een project onder de SOLAR ERA.NET Cofund 2 van PTJ (Duitsland), RVO (Nederland) en ANR (Frankrijk). SOLAR ERA.NET wordt ondersteund door de Europese Commissie binnen het EU-kaderprogramma voor onderzoek en innovatie HORIZON 2020 (Cofund ERA-NET Action No 786483).