



Openbaar eindrapport Desire

Gegevens project

- Projectnummer: TEZ0213003
- Projecttitel: Desire (Dutch Equipment Solutions for improved Renewable energy)
- Penvoerder en medeaanvragers: Meyer Burger (Netherlands) B.V. (penvoerder), Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO), Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), Technische Universiteit Eindhoven, Smit Ovens B.V.
- Projectperiode: 01-10-2013 t/m 30-06-2016
- Publicatiedatum openbaar rapport: 01-01-2017

Samenvatting van uitgangspunten, doelstelling en samenwerkende partijen

Binnen het Desire project hebben de partners gewerkt aan de verdere ontwikkeling van CIGS zonnecellen. CIGS zonnecellen zijn de enige dunne film zonnecellen die de potentie hebben om de gangbare multi kristallijn silicium wafer gebaseerde zonnecellen in termen van efficiëntie te evenaren. Echter, in grootschalige productie, is de efficiëntie van geïntegreerde modules tot nu toe beperkt gebleven tot efficiënties in de orde van 13 tot 14%.



Opbouw van een CIGS cell (Bron HZB)

Een van de manieren om de prestaties van CIGS modules te verbeteren is door de laag van CdS buffer te vervangen door een materiaal met dezelfde functionaliteit, maar met een hogere optische transparantie. Het is gebleken dat Atomic layer deposition (ALD) van ZnOS of InS dit doel kan vervullen, maar tot nu toe is deze oplossing niet kosteneffectief als gevolg van de lage depositie snelheid. ZnOS heeft de meeste aandacht gekregen. Daarom was het eerste doel van het project van de depositie snelheid van de depositie van ALD voor ZnOS te verbeteren.

De vervanging van bestaande technieken voor de depositie van CdS (Chemical Bath Deposition: CBD) door ALD-ZnOS verhoogt het risico van interface schade geïnduceerd door latere gesputterde lagen van ZnO en Al-ZnO. Het tweede doel was daarom het verbeteren van de interface om de kwaliteit te verbeteren door vervanging van het magnetron sputter proces door een extern plasma CVD proces. Dit geeft een verminderde blootstelling van het oppervlak aan het ionen bombardement. Besloten is om te kiezen voor het thermisch plasma depositie proces (ETP) van Al-ZnO dat werd ontwikkeld door TU/e en TNO, en wat onlangs opgeschaald is tot 30 x 30 cm² door Meyer Burger.

Verdere prestatieverbetering van de cel wordt bereikt wanneer transparantie en/of de geleidbaarheid van de TCO zijn verbeterd. De derde doelstelling van het project werd aldus een verdere optimalisatie van ETP Al-ZnO voor toepassing op CIGS en het evalueren van de prestaties ten opzichte van gesputterd Al-ZnO.

In het project hebben Meyer Burger en TU/e zich met name gericht op de ETP Al-ZnO depositie processen. Meyer Burger realiseerde een ETP tool voor Al-ZnO depositie op grotere substraten. Smit Ovens zou een ALD tool leveren. Maar tijdens het project is Smit Ovens failliet gegaan en heeft TNO deze taak afgerond. Met deze tool kan TNO vervolgens experimenten uitvoeren voor ZnOS ALD depositie op substraten van 30x30 cm². Deze samples worden gebruikt in het onderzoek van Meyer Burger en Tu/e. ECN had tot taak de samples te karakteriseren.

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

ETP tool en proces ontwikkeling

Meyer Burger beschikt over een tool om grotere formaten substraten te coaten met een i-ZnO of Al-ZnO laag. Hierop kunnen de lagen zelf geoptimaliseerd worden en de interactie met onderliggende lagen onderzocht worden. Door het laat beschikbaar zijn van 30x30 cm² CIGS samples is het onderzoek vooral gericht geweest op het vergaren van kennis

ten aanzien de depositie van ZnO. In eerste instantie was de geleiding van de ZnO lagen onvoldoende en is het onderzoek uitgebreid met het bestuderen van de invloed van modificatie van het oppervlak waarop de ZnO laag gedeponeerd wordt. TU/e richtte zich met name op het verkrijgen van fundamentele kennis over de relatie tussen depositie parameters en laageigenschappen.

ALD tool en proces ontwikkeling voor ZnOS, iZnO en Al-ZnO

Bij de ontwikkeling van de ALD tool ondervond Smit Ovens diverse problemen waardoor er initieel vertraging optrad in de levering van de tool aan TNO (Solliance). Omdat Smit Ovens in maart 2015 failliet ging trad er een verdere vertraging op en uiteindelijk kreeg TNO een onvolledige tool geleverd. TNO heeft de tool verder afgemaakt maar daardoor kwam deze pas tegen het einde van het project beschikbaar voor experimenten.



S2S ALDtool bij Solliance, februari 2016

Het onderzoek naar het potentieel van s-ALD ZnOS als alternatieve buffer laag is voortgezet met klein formaat cellen waarbij inzicht in de functionaliteit van de cellen en de relevante parameters werd opgedaan. Daarnaast werd het nut van de toepassing van s-ALD voor ook de iZnO en de Al-ZnO lagen gedemonstreerd met efficiency verbeteringen van de CIGS cel groter dan 5%. Experimenten met de S2S ALD tool op 30x30cm glassubstraten zijn beperkt gebleven tot deposities van AlxOy lagen.

Aanbevolen wordt om de werkzaamheden van dit project voort te zetten met onderzoek naar s-ALD van nieuwe combinaties van materialen, zodat de efficiency van de CIGS cellen verder kan worden verbeterd en het parallel traject voor verdere opschaling van het s-ALD systemen, optimaal kan worden benut in toekomstige grootschalige productie.

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

Het project heeft bijgedragen aan het realiseren van een infrastructuur voor het onderzoek dat nodig is om de efficiëntie van CIGS zonnecellen ook bij gebruik van industriële productieprocessen te brengen naar het niveau dat in laboratoria gerealiseerd wordt. Omdat CIGS zonnecellen als dunne film zonnecellen uitgevoerd kunnen worden kent dit type zonnecel toepassingsmogelijkheden die niet gerealiseerd kunnen worden met conventionele silicium wafer gebaseerde zonnecellen.



Spin off binnen en buiten de sector

De technologische bijdrage aan de zonnecel sector kan gemeten worden aan de hoeveelheid conferentie bijdragen en publicaties die zijn gedaan door de project partners. De lijst hiervan is onderaan dit rapport toegevoegd.

Dit project is een onderdeel van het bredere CIGS programma van Solliance waaraan diverse industriële partijen, zowel machine bouwers als zonnecel fabrikanten, in verschillende projecten deelnemen.

De kennis opgedaan in het project ten aanzien van ETP en ALD processen en machine ontwerpen is voor een deel interessant voor andere toepassingsgebieden zoals de halfgeleider industrie en de productie van organische elektronica.

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

2016	Expanding thermal plasma deposition of Al-doped ZnO: on the effect of the plasma chemistry on film growth mechanisms	B.L. Williams, M. Ponomarev, M.A. Verheijen, H.C.M. Knoop, L.A.A. Duval, M.C.M. van de Sanden, M. Creatore	Plasma Processes and Polymers 13(1), 54, 2016
2015	Identifying parasitic current pathways in CIGS solar cells by modeling dark J-V response.	B.L. Williams, S. Smit, B.J. Kniknie, K. Bakker, W. Keuning, R.E.I. Schropp, W.M.M. Kessels, M. Creatore	Progress in Photovoltaics: Research and Applications 23(11), 1516, 2015
Jan 2015	Atmospheric Vapor Phase Depositions of TCOs	<i>A. Illiberi</i>	39 th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites, Daytona Beach, USA. Invited oral presentation
May 2015	Spatial ALD of functional thin films for solar cells	<i>A. Illiberi</i>	"Energy Digest", Eindhoven University of Technology, The Netherlands Invited seminary
May 2015	Spatial ALD of ZnOS	<i>A. Illiberi</i>	European Materials Research Society Spring Meeting, Lille, France Oral presentation
September 2015	Atmospheric spatial atomic-layer-deposition of Zn(O,S) buffer layer for flexible Cu(In,Ga)Se ₂ solar cells: from lab-scale to large area roll to roll processing	<i>A. Illiberi</i>	European PV Solar Energy Conference Poster Presentation

Media exposure:

1-3-2014	Topsectorenbeleid levert achttien nieuwe solar innovatieprojecten op: Desire		Solar Magazine
----------	--	--	----------------



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 Dana Borsa, Meyer Burger (Netherlands) B.V., email: dana.borsa@meyerburger.com
- De heer André Schilt, TNO, email: andre.schilt@tno.nl

Subsidie

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Subsidieregeling energie en innovatie (SEI), Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.