

Optimering av framställningen av perovskitmaterial för framtidens solceller

Perovskitsolceller har blivit ett populärt forskningsområde eftersom de har haft en exceptionellt snabb utveckling i verkningsgrad under de senaste åren. Trots att perovskitbaserade solceller nu har nått verkningsgrader jämförbara med kiselceller, så återstår flera utmaningar för att möta solcellsmarknadens förväntningar för de applikationer där man hoppas att perovskiterna ska komplettera kiselcellerna. Större detaljkunskap om framställningen av perovskitmaterial och hur rätt justering av tillverkningsparametrar kan optimera materialkvalité kan hjälpa till att förverkliga framtidens solceller.

Perovskiter är material med en specifik kristallstruktur, men med varierande kemisk sammansättning. Särskilt viktigt för attraktiva applikationer, såsom tandemsolceller där kisel- och perovskitsolceller kombineras för optimalt utnyttjande av solenergin, är perovskiter där ämnena brom och jod blandas i olika proportioner. I denna studie har sådana perovskiter undersökts, specifikt kristaller som består av metylammonium och bly som positiva joner, samt jod och brom i varierande proportion som negativa joner. Dessa har den kemiska formeln $\text{MAPb}(\text{I}_x, \text{Br}_{1-x})_3$ där x är andelen jod av de negativa jonerna.

I studien undersöktes perovskitmaterialens kvalitet beroende på ett par utvalda processparametrar för framställningen. Vidare har det undersökts hur detta översätts till solcells nivå och hur dessa presterar gällande ström, spänning och stabilitet. De parametrar som har undersökts är användningen av antilösningsmedel (antisolvent) samt vilket material som perovskitlagret ska kristallisera på.

En vanlig tillverkningsmetod för perovskitlagret i solceller på labbnivå är spin-coating, där en lösning innehållande de joner som ska kristalliseras till perovskitlagret droppas på ett snabbt roterande substrat så att droppen genom centrifugalkraft sprids ut till en jämn film över substratet, varpå jonerna i lösningen kristalliserar och bildar ett perovskitmaterial. Denna process kan manipuleras och påskyndas genom att addera ytterligare en droppe av ett annat lösningsmedel som i sin tur driver ut lösningsmedlet från den första droppen, ett så kallat antilösningsmedel.

Resultatet från studien visade att användning av antilösningsmedel förbättrar kvalitén på perovskitlagret som får en jämnare och mer heltäckande yta. Detta har kunnat påvisas både med in-situ mätningar där kristallisationsprocessen studeras i realtid samt med elektronmikroskopbilder av materialet. Resultatet är speciellt intressant då kristalliseringsprocessen skiljer sig mycket åt beroende på proportionen av jod och brom i perovskitmaterialet - trots detta gav antilösningsmedlet en liknande förbättring för samtliga perovskiter. Det gick också att se att tidpunkten för när antilösningsmedlet tillsätts troligtvis har en viss påverkan på kvalitén både på själva materialet och på solcellerna. Vilken tidpunkt som är bäst beror dock på den kemiska sammansättningen av perovskiten, alltså andelen av jod respektive brom.

I projektet testades också vilken påverkan det har om ett saltlager läggs på som ett slags buffertlager ovanpå kontaktmaterialet i solcellen, innan perovskitlösningen tillsätts. Saltet som användes var kaliumnitrat (KNO_3), vilket tidigare har visat sig förbättra perovskitsolcellers verkningsgrad. Elektronmikroskopbilder visade att detta lager troligtvis ökar kontaktytan mellan perovskitlagret och kontaktlagret för alla eller åtminstone flera av perovskiterna. En förbättring konstaterades också gällande solcellernas prestation, där solcellerna med kaliumnitrat gav en högre spänning. En förbättring av solcellerna gällande alla testade parametrar sågs dock bara för perovskiterna som inte innehöll brom, vilket visar att saltets påverkan nog beror på perovskitsammansättningen.

Studien ger en första indikation om möjligheten att förbättra perovskitmaterial med hjälp av framställningsparametrar som användning av antilösningsmedel och rätt slags yta för perovskiten att kristallisera på. Vidare studier behövs för att fastställa detaljerna för hur dessa parametrar bäst optimeras för vart och ett av perovskitmaterialen och precis vilken påverkan de har på kristalliseringen.