

Glasfasader som solceller

I det pågående forskningsprojektet "Glasfasader som solceller" utvecklas lamellglas för fasader med energigenererande funktion. Glasfasader kan konverteras till semitransparenta solceller med ett polymerlaminat dopat med ljusomvandlande nanopartiklar (så kallade kvantprickar) med solceller fästa i kanten på lamellglaset.

Text: Ilja Sytjugov, KTH Kungliga Tekniska Högskolan och Stefan Karlsson, RISE Research Institutes of Sweden
Illustration: Joel Filipe, Unsplash



Ilja Sytjugov



Stefan Karlsson

Konceptet med ljusomvandlande solkoncentratorer (LSC) föreslogs i slutet av 1970-talet med huvudmotivet att minska ytan för (då) dyra kisel-solceller. De tidiga LSC-versionerna innehöll organiska färgämnen i en polymerplatta som ljusomvandlande fluoroforer, där återut-sänt solljus till stor del (~75 procent) fångas inuti plattan på grund av total inre reflektion. I frånvaro av vägledande förluster kan dessa ljusfotoner effektivt samlas in av solceller som fästs vid enhetens kant (se figur 1). Idag har modulkostnaden för kisel-solceller (kostnad per watt) minskat med mer än tusen gånger, men även om det inte är lika viktigt att minska solcellernas yta som tidigare blir sådana semitransparenta solceller attraktiva för glasapplikationer som byggnadsintegrerade solceller. I dessa är hög transparens och estetik lika viktigt som kraftgenereringsförmåga där det opaka solcells-materialet görs "osynligt" [1].

Fria från tungmetaller och sällsynta grundämnen

Effektiva, stabila och miljövänliga komponenter är centrala för kommersialisering av LSC-konceptet. Den senaste forskningen vid KTH har resulterat i komponenter, som är helt fria från tungmetaller och sällsynta grundämnen. Komponenterna består av kiselnanokristaller som lysämne och vanliga kisel-solceller som solcellsmaterial. Kisel-nanokristaller (kvantprickar) har visat sig vara både biokompatibla och biologiskt nedbrytbara. Kisel är det näst vanligaste grundämnet i jordskorpan efter syre. Kiselnanokristaller är ett oorganiskt material med kovalenta bindningar och bryts således inte ner av ljus. Det har en lång livslängd, i motsats till organiska färgämnen. Valet av polymer är för närvarande off-stökiometrisk tiolen (OSTE), en polymer uppfunnen på KTH. OSTE-polymeren är ett biokompatibelt material,

/ FAKTA /

Glasfasader som solcellsmoduler

Projektledare:

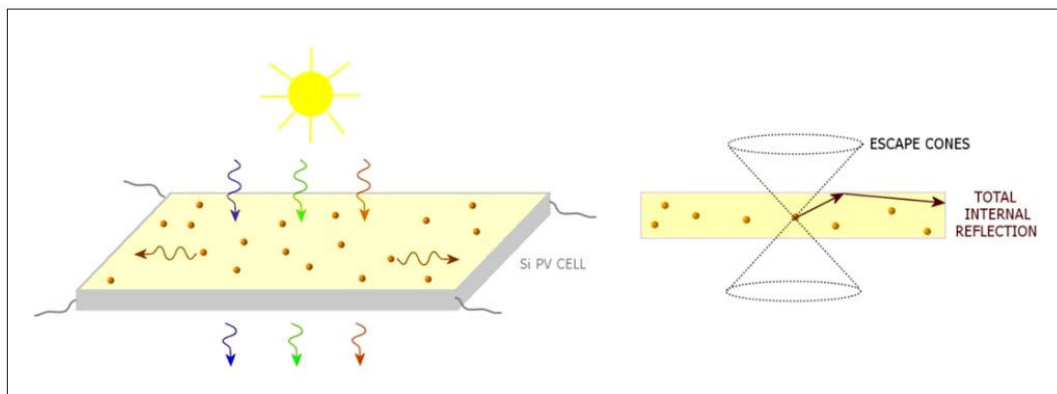
Ilja Sytjugov, KTH

Finansiär:

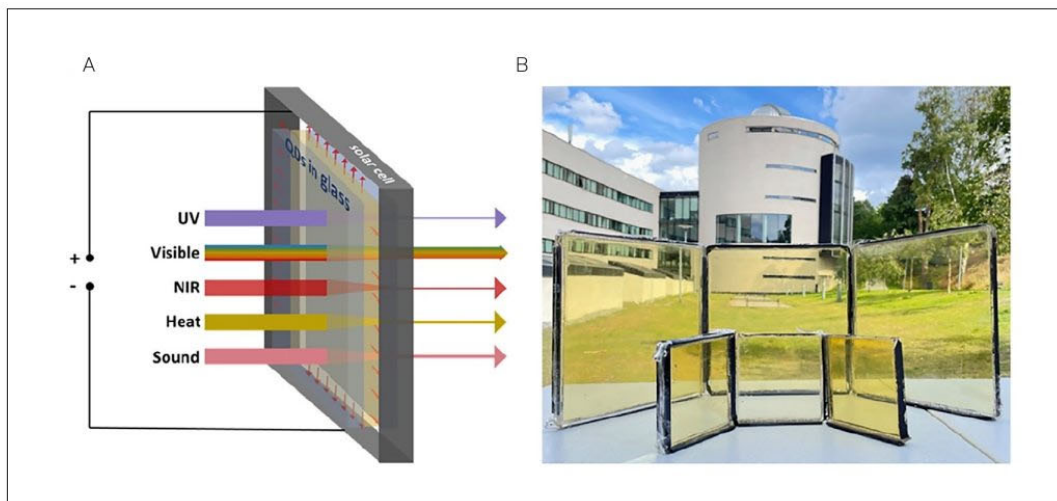
Energimyndigheten
[Bidrag 46360-2]

Projekttid:

2021-08-24 till 2023-12-31



Figur 1. Schematiskt koncept för kvantprickar i ljusomvandlande solkoncentrator [LSC]. En bråkdel av solljuset absorberas av kiselnanokristaller och återutsänds som luminescens. Ljuset styrs genom totalreflektionen till kanterna [förutom cirka 25 procent som försvinner via flyktkonen] där det omvandlas till el av konventionella solceller.



Figur 2. A) Illustration av det transparenta kvantpricksglaskonceptet och B) demonstration av de tillverkade proof-of-concept-prototyperna [10×10 och 20×20 cm²].

vilket framgår av bred implementering i elastomerer för golvbeläggningar och i mikrofluidiska enheter för biologiska experiment. Även andra konventionella polymerlaminat kommer att undersökas.

Kostnaden är en relevant aspekt och här drar LSC:er nytta av befintlig lamellglas teknologi, såsom Uvekol. Integreringen av nanofosforer i lamellglas och tillägget av solceller runt kanten representerar endast en mindre premiumkostnad för fasadprodukten. När det gäller nanomaterialkostnaden har en nyligen utvecklad process för syntes av effektiva kiselkvantprickar minskat kostnaden cirka 15 gånger jämfört med den konventionella tillverkningsprocessen. Detta möjliggör uppskalning av konceptet kiselkvantprickar i glasfasader. Monomererna är vanliga och billiga och de smala solcellerna som används i konceptet är vanliga kisel-solceller.

Från labbet till moduler redo för verkliga miljöer

Den första 20×20 cm² proof-of-concept-prototypen (figur 2), har cirka 75–80 procent genomskinlighet för synligt ljus och kan producera cirka 10 W/m² i elektrisk topp-effekt [2]. Detta värde förväntas kunna höjas till 20–30 W/m² under projektet. En skyskrapa, såsom London Shard (11 000 glaspaneler med en total yta på 56 000 m²), skulle baserat på dessa siffror kunna generera en maximal elektrisk effekt på cirka 1 MW. Tänk scenariot att hela glasfasader fylls med den här typen av teknik, då når man lätt GW-skala av solet i en större europeisk stad – detta direkt i städer där man använder stora mängder el.

Forskningsprojektet förväntar sig att ta kiselkvantprickarna och LSC-teknologin till nästa nivå (Technology Readiness Level 5–6). Komponent- och systemvalidering i verkliga rymden eller simulerade miljöer kommer att uppnås genom industriell standardtestning i

anläggningarna hos RISE. I framtiden förutses tillämpningar av tekniken för integrering av byggnadsenergisystem och som en del av autonoma smarta fönster.

– Vi kommer att gå från testning i labbet till moduler redo för verkliga miljöer, förbättra konverteringseffektiviteten och karakterisera dessa moduler baserat på industriella standarder för fasadglas, berättar Ilja Sytjugov från KTH Kungliga Tekniska Högskolan om projektet.

– Att demonstrera en högre teknisk beredskapsnivå, TRL 5–6, kommer att göra detta LSC-koncept tilltalande för att kunna implementeras i framtidens hållbara byggnader, säger Stefan Karlsson från RISE. /

Referenser:

- Sehati, P., I. Malmros, S. Karlsson, and P. Kovacs, Aesthetically pleasing PV modules for the Built Environment, 2019:08. 2019, RISE (Research Institutes of Sweden): www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1280866.
- Huang, J., J. Zhou, E. Jungstedt, A. Samanta, J. Linnros, L.A. Berglund, and I. Sytjugov, Large-Area Transparent "Quantum Dot Glass" for Building-Integrated Photovoltaics. ACS Photonics, 2022. 9(7): p. 2499–2509. DOI: 10.1021/acsp Photonics.2c00633.