

# Avrivning av Nanotrådar för Tandemsolceller

## Populärvetenskaplig Sammanfattning

Hanna Dickèr

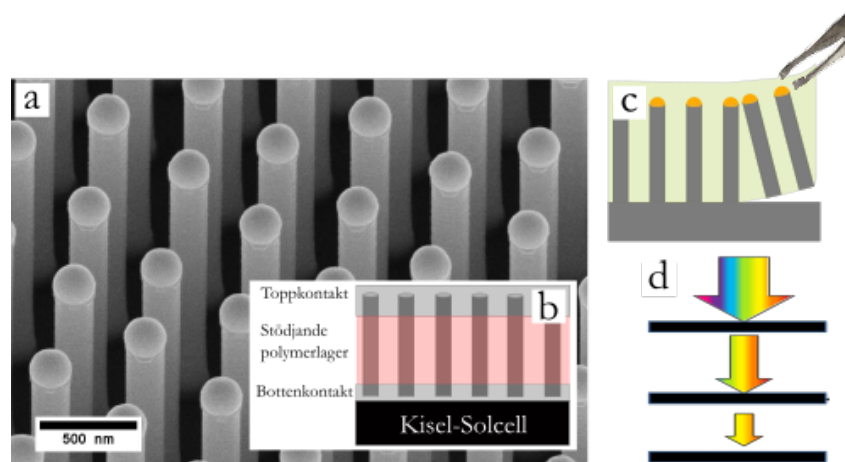
20 juli 2016

Med hjälp av nanotrådar kan vi effektivisera solceller och minska åtgången av dyra och sällsynta material. Detta projekt har genomförts som ett led i att utveckla en metod där vertikala nanotrådar som var och en innehåller en solcell överförs till en plan solcell för att bygga så kallade tandemsolceller med förbättrad effektivitet.

Även om solenergi bara utgör en mycket liten del av jordens energiförsörjning växer branschen snabbt och år 2015 fick jordens befolkning 1% av sin el från just solen [1]. Effektiviteten hos en solcell ges av den procentuella mängden energi som konverteras till elektricitet från ljuset som når solcellen. En konventionell solcell har vanligtvis en effektivitet kring 15-20% och är tillverkad av kisel, vilket är jordskorpan näst mest vanliga grundämne efter syre. I dessa kiselceller omvandlas infrarött ljus effektivt till elektricitet. Ljus med mer energi, så som synligt ljus, absorberas också av dessa celler men den överflödiga energin ovan den av det infraröda ljuset resulterar i värme där mycket energi förloras. Genom att stapla solceller av olika material som absorberar olika delar av ljusspektrat kan elektricitet utvinnas från en större del av solens ljus, vilket illustreras i figur 1 d. Denna struktur kallas tandemsolceller och i Lund Nano Lab forskas det nu på att bygga dessa celler med den översta cellen bestående av vertikala nanotrådar och den undre cellen bestående av en konventionell kiselcell.

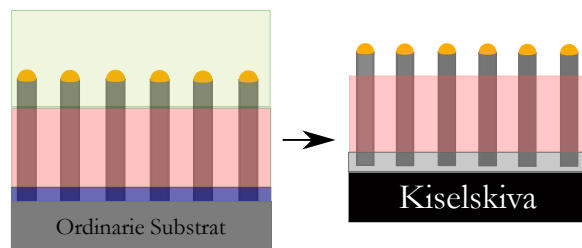
Nanotrådar är nål-liknande strukturer med en diameter kring 100 nanometer och en längd kring 1000 nanometer (en nanometer är en miljarddel meter och ett hårstrå är omkring 50 000 nm). De byggs upp av så kallade halvledarmaterial på sitt underlag (substrat) på vilket de sitter fast. Figur 1 a visar en bild av nanotrådar som står upp vertikalt på deras substrat på vilket de växtes. Genom att noggrant kombinera flera olika grundämnen från periodiska systemet har forskare vid Fasta Tillståndets Fysik vid Lunds Universitet lyckats bygga solceller av dessa nanotrådar som absorberar ljus med högre energi än kisel med en effektivitet omkring 15 %. Då dessa material är dyra och sällsynta är en stor fördel med dessa trådar att de absorberar lika mycket ljus som en tunn film men bara använder 10% av materialet.

Just nu pågår ett projekt där vertikala nanotrådar bäddats in i en plast för att rivas av från deras substrat och flyttas över till en annan yta för att i ett senare scenario fungera som en tandemsolcell vilket illustreras i figur 1 b och c. Efter avrivningen och flera ytterligare steg läggs genomskinliga elektriska kontakter ovan och under trådarna och de kan kopplas ihop med en underliggande solcell, vilket illustreras i figur 1 b. För att gå från steget då trådarna rivs av till att de fungerar som en färdig solcell krävs det bland annat att plasten som används för avrivning löses upp i flera steg, dels för att blotta undersidan av trådarna och lägga på metallkontakt och sedan för att helt lösa upp plasten och lägga på ett isolerande plastlager som är mer kompatibelt med den slutgiltiga strukturen. Tidigare försök har resulterat i att trådarna lätt faller eller att de lutar efter att plasten lösts upp. Detta projekt har genomförts för att utveckla en metod för att minimera lutningen hos nanotrådarna samt att stödja nanotrådarna då plasten som används för avrivningen löses upp.



Figur 1: (a) Vertikala nanotrådar sett snett uppifrån ståendes på sitt substrat. (b) Målstrukturen med detta projekt. Nanotrådar har rivits av från sitt substrat och kontakterats till en solcell genom en genomskinlig kontakt. Ett isolerande plastlager skiljer topp- och bottenkontakten åt. (c) Avrivning av plasttäckta nanotrådar från deras substrat. (d) Illustration av en tandemsolcell med tre celler. För varje cell (svarta) absorberas vissa färger ur solens spektra.

Avrivning av nanotrådar inbäddade i flera tunna lager av plaster med olika egenskaper har undersökts. Ett stödjande lager som täcker ungefär hälften av trådarnas längd har inkorporerats i den film som rivits av. Utöver detta har möjligheten att ha ett plastlager som täcker ca 300 nm av nanotrådarnas nederdelar undersökts för att underlätta frigörandet av nanotrådarnas nedersta del för att enkelt kunna lägga på en metallkontakt. Ett flertal metoder har undersökts för att underlätta avrivningen och minimera variationer som kommer som en följd av mänsklig hantering. För att minimera uttöjningen av plastfilmen under avrivningen har ett tygnät bäddats in i plastfilmen och nanotrådarna har behandlats i ultraljudsbad för att bryta dem vid deras bas innan avrivningen. Slutligen genomfördes även elektriska mätningar med en mycket vass spets som sveps över provet medan en spänning läggs mellan spetsen och provet för att studera de elektriska egenskaperna hos enskilda nanotrådar.



Figur 2: Nanotrådar inbäddade i tre lager med plaster behåller mellanlagret som stöd genom hela avrivningen. Det undre lagret löses upp för att enklare lägga på en metallkontakt.

Resultaten av detta arbete har illustrerat att det är möjligt att bädda in trådarna tre lager plast innan avrivning. Den stödjande mellanfilmen är töjbar, genomskinlig samt kemiskt stabil och kan behållas genom hela processen. Det undre plastlagret ska däremot vara lätt att lösa upp för att frigöra nanotrådarnas nederdelar och kan med lätthet ge ett väldigt tunt lager. Det övre lagret har som syfte att ha hög vidhäftning till provet för att användas som avrivningsfilm. Denna förbättrade design illustreras i figur 2 och med denna metod var antalet fallna nanotrådar efter avrivning mycket färre. Utöver detta visades det att behandling av nanotrådar i ultraljud bryter dem vid deras bas och att den ordinarie avrivningen är lättare om ett nät bäddas in i plasten. Dock blev detta inte helt implementerat i designen med tre lager inom tidsramen av detta projekt och nanotrådarna lutar fortfarande efter att de rivits av med denna metod. Slutligen lyckades vi få en första bild av nanotrådarnas elektriska egenskaper.

I det fortsatta arbetet med detta projekt är det av intresse att lyckas inkorporera tygnätet i avrivningen med tre lager och en metod som minimerar nanotrådarnas lutning bör implementeras. Fler elektriska mätningar behöver även göras för att kunna fortsätta arbetet mot en färdig tandemsolcell.

## Referenser

- [1] Energy Post, "Solar power passes 1 global threshold." , 2015, [Online] Tillgänglig på: <http://www.energypost.eu/solar-power-passes-1-global-threshold/>, Läst: 2016-04-10.