

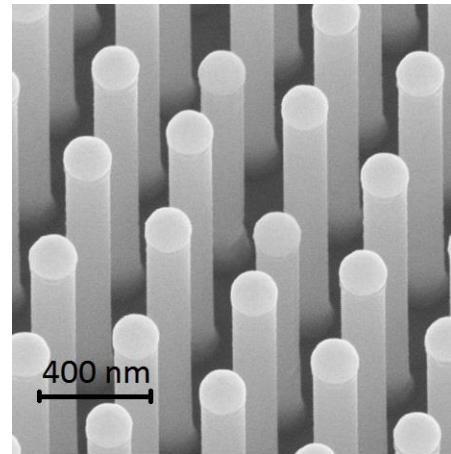
*Johannes Brask*

## **Kan strukturer 1000 gånger smalare än ett hårstrå ha någon effekt på den globala energiförsörjningen?**

**Jorden tar emot mer energi från solen på en timme än vad som förbrukas under ett helt år. Genom att utnyttja en bråkdel av denna energi så skulle beroendet av fossila bränslen inte längre behöva dominera jordens energiomsättning. Ny forskning sammanfogar högeffektiva ”tandem-solceller” med nanoteknologin, något som tros kunna öka effektiviteten hos framtida industriella solceller markant.**

Majoriteten av solcellspaneler som går att se på hustak och i solcellsparkar idag är gjorda av det relativt lättåtkomliga halvledarmaterialet kisel. Dessa paneler är begränsade av materialets strukturella egenskaper och har en verkningsgrad runt 15%. De är med andra ord lagom bra och lagom billiga. Genom att kombinera III-V (”tre-fem”) halvledare i skikt ovanpå varandra har forskare maximerat verkningsgraden hos så kallade tandem-solceller. De kan utnyttja en större del av solspektret än vanliga kiselpaneler och på så sätt omvandla mer solljus till elektricitet (över 40%). Även om dessa typer av solceller är väldigt effektiva har de visat sig alltför dyra att framställa för att kunna utnyttjas industriellt (annat än i t.ex. rymdteknik).

För att få ner kostnaderna på denna typ av kvalitativa solceller kan nanoteknologin utnyttjas. Nanotrådar är avlånga strukturer vars diameter är ungefär en tusendel av ett hårstrå. Man kan skapa nanotrådsbaserade solceller bestående av miljontals upprättstående nanotrådar. Varje enskild nanotråd i en sådan struktur fungerar som en typ av antenn för absorption av solljus. Dessa strukturer kan förbättra absorptionsförmågan hos redan existerande solceller eller användas för att skapa högeffektiva flexibla tandem-solceller på relativt billiga substrat. För att ge en god förutsättning för dessa typer av solceller så måste varje enskilt material undersökas grundligt.



*Bild: Vilgaile Dageyte*

Problemet är att nanotråders speciella utformning gör att de har olika egenskaper än större bitar av samma material. Det är därför nödvändigt att göra mätningar på enskilda nanotrådar för att förstå hur en potentiell nanotråds-baserad solcell skulle fungera. Detta är ingen lätt uppgift med tanke på dessa strukturers ringa storlek. Stora ansträngningar krävs för att skapa metalliska kontakter i båda ändarna av en nanotråd för att mäta ström och spänningskurvor. Denna typ av mätningar kan även ha en hämmande effekt på den uppmätta strömmen.

I detta arbete har en annan metod använts. Ett sveptunnelsmikroskop (STM) har utnyttjats för att skapa ohmska kontakter med nanotrådar av det halvledande materialet gallium-indium-fosfid

(GaInP). Dessa mätningar har kunnat upprepas på flera nanotrådar utan omständiga förberedelser. Framgångsrika mätningar av ström och spänningskurvor har gjorts. Fotoresponserna visar en högsta genererad fotoström av 19.3 pA och en ”spänning vid öppen krets” (en elektromotans  $V_{oc}$ ) av 0.98 V. Denna höga spänning är en produkt av att GaInP har ett stort bandgap, uppmätt till 1.95 elektronvolt (eV). Unika bilder av nanotrådarnas ytstruktur har även framkallats där den atomära strukturen hos enkilda fosfidatomer är synlig.

Experimenten är utförda i ultrahögt vakuum i kamrarna av ett sveptunnelmikroskop. En nål av atomär diameter kunde kartlägga ytstrukturen hos nanotrådarna och skapa Ohmska kontakter i syfte att mäta deras konduktiva egenskaper. Genom att lysa en laser mot provet kunde även fotoresponserna studeras.

Resultaten som presenterats i detta arbete kan bl.a. vara relevanta för vidare användning av GaInP som ”toppcellen” i nanotrådbaserade tandem-solceller men kan även unyttjas till vidare forskning kring GaInP i andra syften.

Handledare: **Rainer Timm**

Andre handledare: **Magnus Borgström**

STM-based characterization of single GaInP photovoltaic nanowires; 15 hp, maj 2016

Synkrotronljusfysik, Naturvetenskapliga fakulteten, Lunds universitet