

## Nytt halvledarmaterial i jakten på kislets efterträdare

Den nya digitala tidsålder vi lever i idag skiljer sig markant från de tidigare epokerna människan har upplevt. Då var kisel endast ett ämne i sand och sten, medan kisel idag i förknippas med sina halvledaregenskaper och utgör basen för en mängd elektroniska komponenter som har möjliggjort vår digitala utveckling. Inte minst märks detta på smeknamnet Silicon valley ("Kiseldalen") på den del i Californien där en betydande andel av världens högteknologiska företag, såväl som tusentals start-ups ligger vilket manifesterar kislets betydelse för denna utveckling.

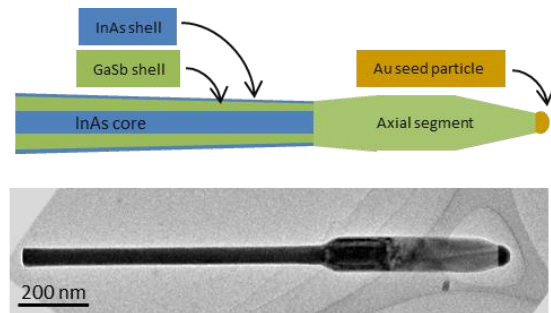
Även om en stor del av dagens elektronik är beroende av kiselkomponenter behöver vi nya material för att utveckla framtidens elektronik. Det är här halvledare av andra material kommer in i bilden. Genom att kombinera olika halvledarmaterial kan vi skapa en större bredd av komponenter med olika elektriska och optoelektriska egenskaper, vilket därmed ger oss ett större register av egenskaper att använda. Dessa nya egenskaper kan vi dra nytta av för att tillverka ännu bättre och effektivare elektronik. Detta är viktigt för utvecklingen av solceller, transistorer och LED lampor vilket är anledningen till att forskningen på nya halvledarmaterial är så betydelsefull.

Men det är inte allt, det finns en dimension till i det hela; storleken på komponenterna. Moores lag beskriver fenomenet att antalet transistorer som får plats på ett chip växer exponentiellt med tiden, allt eftersom vi kan tillverka mindre och mindre transistorer. Nu har vi kommit till en punkt i utvecklingen där vi kan göra transistorer så små att antalet atomer i komponenten i princip blir räknbara. Denna extremt lilla storlek gör att dessa små komponenters egenskaper kommer skilja sig från de egenskaper materialet har i större komponenter. Detta är grunden för nanoforskningen; att saker inte beter sig som vanligt när de är nanometerstora.

Utöver detta möjliggör mindre komponenter mindre elektronikprodukter, vilket i sin tur kräver mindre material och att de kan bli mer energieffektiva. En sådan liten komponent med dessa egenskaper som det forskas mycket på är nanotrådar. Det är ofta mikrometerlånga strukturer som har en diameter som är mindre än hundra nanometer, vilket är en tusendel av ett hårstrås diameter. Denna långsmala struktur gör att de får endimensionella egenskaper, vilket kan jämföras med traditionella komponenter som har tredimensionella egenskaper. Det betyder att elektroner i en ledning kan röra sig i alla tre led, medan elektronerna i en nanotråd endast rör sig i en led.

En annan intressant sak är att nanotrådars utseende och egenskaper nu för tiden kan kontrolleras på snudd på atomnivå, detta genom att använda en teknik där man låter nanotrådar växa fram atomlager för atomlager. Detta möjliggör ytterligare ett större spann

av möjligheter att designa exakt rätt elektroniska egenskaper. Ett sätt man kan göra detta på är att sätta ihop ett eller flera halvledarmaterial i en nanotråd i axiell eller radiell riktning. De radiella ihopsättningarna kallas *core-shell* nanotrådar då det helt enkelt är en nanotråd som har fått ett tunt skal. De elektriska egenskaperna som bildas genom kombinationen av dessa två material är det som är intressant ur ett elektronikperspektiv.



Överst kan en skiss av en InAs-GaSb-InAs core-shell-shell nanotråd ses. Under denna är en elektronmikroskopbild av en annan liknande nanotråd. Det axiella segmentet som är den bredare delen. Guld partikeln som används för att katalysera nanotrådväxten kan urskiljas som det mörkare området längst till höger på det axiella segmentet.

Forskare på Lunds Universitet har lyckats tillverka en nanotråd av ett material som inte tidigare har observerats. Detta material består av grundämnena Gallium och Antimonid (GaSb) där atomerna har placerats på ett sätt som de inte har gjorts förut, och som även är omöjligt att åstadkomma för samma material i större strukturer. GaSb växtes som ett skal på en nanotråd som bestod av Indium och Arsenid (InAs) som har samma atomarrangemang. Slutprodukten blev alltså nanotrådar där halvledarematerialen var radiellt ihopsatta till så kallade core-shell nanotrådar och som har en potentiell applikation som transistorer.

Ett avancerat elektronmikroskop, ett så kallat transmissionselektronmikroskop, användes för att kunna se nanotrådarna och undersöka hur atomerna i materialet var placerade. Med detta mikroskop ville man undersöka atomlagret mellan kärnan och skalet. I tidigare studier av liknande core-shell nanotrådar har man misstänkt att detta atomlager består av ett annat material än kärnan och skalet. Studien bekräftade detta för dessa InAs-GaSb core-shell nanotrådar. Mellan InAs-kärnan och GaSb-skalet hittade man ett atomlager som bestod av en blandning av Indium, Gallium och Arsenid, InAsGa. Detta lager skulle kunna påverka de elektriska egenskaperna hos nanotrådarna. Fortsatt forskning på dessa nanotrådar kommer att göras med fokus på deras elektriska egenskaper och hur atomlagret med InAsGa påverkar dessa. Fortsatt forskning på området mellan olika halvledarmaterial är viktig för förståelsen av halvledaregenskaper och hur dessa kan påverka framtida komponenter.