

Væskekøling med suspenderet grafen

Idéen

En aften i december 2016 var jeg til en forelæsning med selveste Andre Geim, én af de to fysikere der vandt Nobelprisen i 2012 for at isolere materialet grafen. Jeg havde ikke hørt meget om dette todimensionelle, kulstofbaserede materiale før forelæsningen, så jeg blev overrasket og nysgerrig, da jeg hørte om de nærmest legendariske egenskaber, det skulle have: Uovertruffen styrke og fantastisk evne til at lede elektricitet og varme.

I tiden efter forelæsningen kom jeg tit på idéer til, hvordan grafen kunne bruges, problemer det kunne være en løsning til. Et af disse problemer er varmeudviklingen i computersystemer. Inden for computerindustrien har man længe set, at antallet af transistorer i nye processorer fordobles hver andet år. Denne udvikling har været så konsekvent, at man har regnet den for lov, man har kaldt den Moores lov. Moores lov holder dog ikke stik længere. Vi er nemlig ikke i stand til at fjerne varmen dannet af de tætpakkede transistorer i processorerne hurtigt nok til, at vi fortsat kan pakke dem dobbelt så tæt hvert andet år.

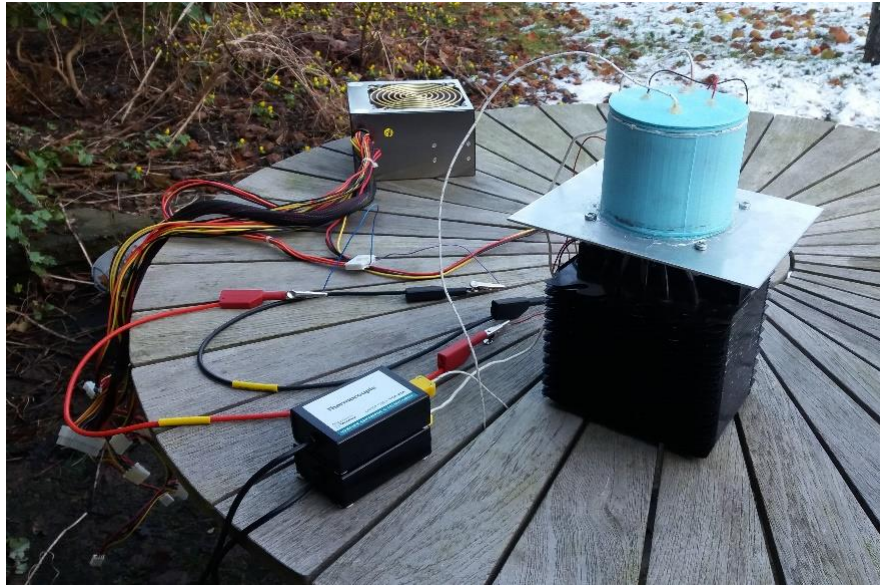
På grund af denne flaskehals i udviklingen af computerchips har man tyet til en mere avanceret kølingsmetode, nemlig væskekøling. For at kunne køle effektivt med denne metode kræves en væske med en høj varmeledningsevne. Min idé består i at bruge grafen suspenderet i vand - dvs. blandet i vand uden at opløse det - som væske til væskekøling. Ved at forbedre vands i forvejen gode varmeledningsevne ved tilsætning af grafen, en utroligt god varmeleder, kan man måske få en kølevæske, som kan løse nogle varmemproblemerne i tætpakkede computerchips. Samfundet bliver i stigende grad data- og beregningsbaseret, så det er vigtigt, at udviklingen af computere kan følge med.

Forsøg

Grafit, det som er i blyantsstifter, består af en masse lag grafen stablet oven på hinanden. Ved en proces kaldet elektrokemisk eksfoliation, har jeg skrællet disse lag af grafitten. Udbyttet ses her til højre:



Ved ultralydsbehandling har jeg så suspenderet grafen i en blanding af vand og acetone. Suspensionens varmeledningsevne er blevet bestemt med et hjemmelavet apparat der tager udgangspunkt i princippet aksial varmestrøm med termisk ligevægt. Et billede af forsøgsopstillingen ses herunder:



Resultater og konklusion

Forsøget gav en varmeledningsevne på $0,57 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, hvilket er 36% større end basisvæsken med en varmeledningsevne på $0,42 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Altså lader der til at være potentiale for at anvende suspenderet grafen som kølevæske. Med en videre udvikling af væsken, som grafen skal suspenderes i, og syntesemetoden til grafen, kan der sandsynligvis fås en væske, som er egnet til væskekøling.

Videre arbejde

Med hjælp fra forskere ved Nano-Science Center på Københavns Universitet, er jeg i gang med at bestemme kvaliteten af den dannede grafen ved bl.a. Raman-spektroskopi og AFM.

Jeg har også planer om at fremstille et bedre apparat til bestemmelse af suspensionens varmeledningsevne, et *transient hot-wire*-apparat. Tilmed vil jeg forsøge at anvende en surfaktant i stedet for organisk opløsningsmiddel til stabilisering af suspensionen. Dette kan måske give endnu større varmeledningsevne og en mere håndterbar væske.