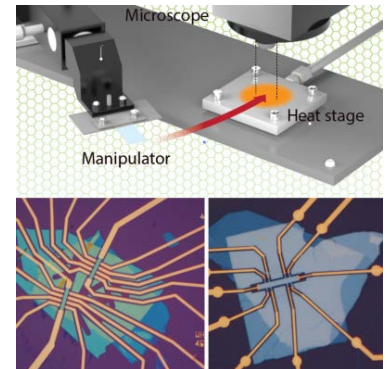


Center for Nanostructured Graphene - Highlights in 2016

Stabling af 2D materialer på atomart-niveau med atom-præcise berøringsflader

Man kan samle atom-tynde, lagdelte materialer i tre-dimensionelle strukturer – stakke - hvor lagene holdes sammen af de universelle van der Waals kræfter. Dette giver en fantastisk fleksibilitet og mulighed for at skræddersy materialernes fysiske egenskaber, hvilket er gode nyheder for fremtidens avancerede elektronik og optoelektronik. Indenfor de sidste par år har forskningsgrupper verden over lært at kontrollere lagenes placering helt ned til atomart niveau. Det er dog stadig en stor udfordring at opnå helt, helt rene grænseflader. I samarbejde med forskere fra Columbia University (New York, USA) har CNG forskere udviklet "hot-pickup" metoden, hvor aktiv kontrol af temperaturen bruges til at styre manipulationsprocessen og få de atomart flade krystaller til selv at selvrense – at presse uønskede molekyler og atomer væk. Dette blev demonstreret ved at fremstille 23 transistorer i én batch, hver bestående af en grafenkrystal indkapslet i hexagonal bor-nitrid. Indkapsling beskytter de følsomme grafenlag mod kontamination, og fremmer deres elektroniske egenskaber til nær det perfekte. Resultaterne blev udgivet i tidsskriftet Nature Communications og er blevet set mere end 7.000 gange. Hensigten er at hjælpe andre forskere i verden med at fremstille komponenter og kredsløb med atomart perfekte 2D grænseflader. Der er optaget en demonstrationsvideo, som vil blive offentliggjort i 2017.

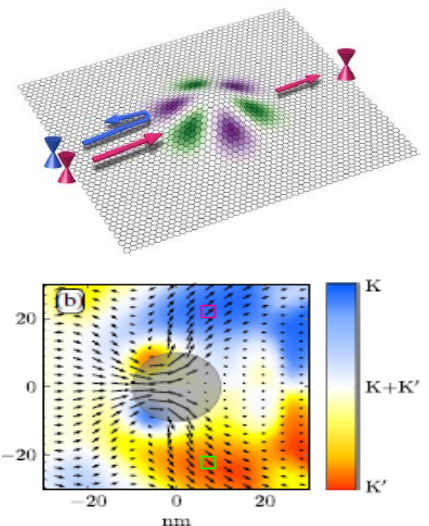
F. Pizzocchero, L. Gammelgaard, B.S. Jessen, J. M. Caridad, L. Wang, J. Hone, P. Bøggild, T. J. Booth, "The hot pick-up technique for batch assembly of van der Waals heterostructures", Nature Communications **7**, 11894 (2016)



Valley filtre i deformt grafen

"Valleytronics" er en af grafens specialiteter, hvor den særlige båndstruktur giver adgang til en ekstra frihedsgrad – valley-frihedsgrad - og denne kan udnyttes til elektroniske og optoelektroniske anvendelser. Elektronerne i grafen tilhører altid enten denne ene eller den anden valley, og dette kan bruges til en form for digital elektronik: på figuren til højre kan de blå elektroner i den ene valley spille rollen som tallet "1" mens de røde svarer til tallet "0". Tilsammen danner de en grundlæggende byggeblok for digital elektronik. En kvantemekanisk elektron kan være i begge valley-tilstande på samme tid og dermed kan valleyfrihedsgraden også fungere som kvantebit (qubit). Vi foreslår en ny måde at manipulere disse valley-polariserede elektroner. Hvis der dannes en nanometer boble i grafen, oplever elektronerne et kraftigt, fiktivt magnetfelt, og dette påvirker elektronerne forskelligt afhængigt af deres valley-kvantetal. På denne måde kan man styre elektronerne efter deres valley-kvantetal, og man undgår både magnetfelter og magnetiske materialer, som alle tidligere forslag har udnyttet. Således kan grafen nanobobler både benyttes til at opsplitte og filtrere elektronstrømme, og vores simuleringer afslører at boblens præcise form er nøglen til at opnå en række forskellige essentielle elektroniske funktioner.

M. Settnes, S. R. Power, M. Brandbyge, and A. P. Jauho, "Graphene nanobubbles as valley filters and beam splitters", Phys. Rev. Lett. **117**, 276801 (2016)



Grafen plasmoner

Grafen plasmoner – de kollektive svingninger af elektroner i grafen – er særdeles interessante på grund af deres kompakte rumlige udstrækning, deres evne til at bevæge sig over lange afstande, og ikke mindst på grund af deres justerbarhed. Grafen plasmoner tilbyder en ny platform til stærk vekselvirkning imellem lys og stof og baner derved en lovende vej for hulrumskvanteelektrodynamik, molekylære sensorer og aktive optoelektroniske komponenter. Hidtil har man kun kunnet generere dem i nærinfrarød- og terahertzområdet. Plasmoner med kortere bølglængder muliggør integration med eksisterende, modne teknologier i nærinfrarødområdet, som for eksempel kommunikationsteknologi. Vores team brugte særlige nano selvorganiserende polymerer – såkaldte blok kopolymerer – til at realisere grafen nanodisk gitre over 10 cm store arealer, hvor hver enkelt nanodisks diameter er blot 18 nm. Nanodisk strukturerne viste sig at generere plasmoner helt ned til bølglængder omkring 2 μm i det nærinfrarøde frekvensområde. Dette er den korteste rapporterede bølglængde for en lokaliseret plasmonresonans i grafen. Disse banebrydende resultater vil føre til ny grundforskning samt anvendelser inden for telekommunikation.

Z. Wang, T. Li, K. Almdal, N. A. Mortensen, S. Xiao, and S. Ndoni, "Experimental demonstration of graphene plasmons working close to the near-infrared window", Optics Letters **41**, 5343 (2016)

