

Výzkumníci Fyzikálního ústavu vytvořili nejmenší diamanty na světě

Tisková zpráva Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR

31. července 2018

Výzkumníci Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR, ve spolupráci s kolegy ze Stanfordské univerzity v USA, univerzity v Giessenu v Německu a university v Hasseltu v Belgii, uspěli ve vývoji nejmenšího diamantu na světě [1]. Synteticky vytvořený krystal nanodiamantu byl vypěstován ze zárodku obsahujícího 26 atomů uhlíku. Studie ukazuje, že shluk 26 atomů uhlíku je právě nejmenší možná velikost pro vytvoření tzv. kritického zárodka dokonalého diamantového krystalu. Velikost zárodka krystalu je asi stotisíckrát menší než šířka lidského vlasu. Tento objev poskytuje nové možnosti pro průzkum biologického světa.

Diamant je nejen nejtvrdějším materiálem, ale má jedinečné optické vlastnosti, díky nimž je ideální pro průmyslové účely, jako jsou lasery, kvantová technologie nebo aplikace pro biologickou detekci. Právě pro vývoj buněčné detekce lze nanodiamanty využít jako nanoskopické senzory založené na principu nukleární magnetické rezonance (pracují na stejném principu jako NMR přístroje v lékařské diagnostice, ale působí přímo uvnitř živých buněk).

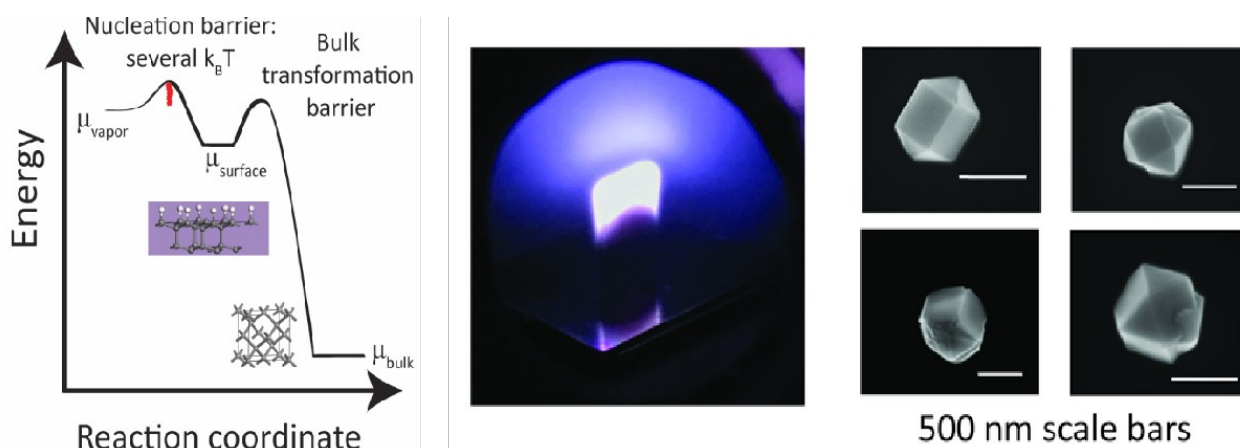
Diamanty musí být pro tyto účely naprosto čisté a musí mít velikost v řádu nanometrů. Toho se snažili vědci z FZU dosáhnout tím, že hledali nejmenší možný počet atomů, který je zapotřebí pro vytvoření kritického diamantového zárodka. Z tohoto zárodka byl následovně vypěstován diamantový nanokrystal za použití methanu a atomů dusíku v plynovém výboji (metoda PECVD – *Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition*). Pomocí této metody je možno vytvořit krystaly s čistotou 0,1 ppb. To znamená, že pouze jeden z 10 miliard atomů bude pouze atom pocházející z nečistot a v nanodiamantovém krystalu se proto nacházejí pouze atomy uhlíku. Taková úroveň čistoty je nezbytná pro výrobu kvantového snímače pro detekci NMR vyrobeného pomocí implantace jednotlivých atomů dusíku do nanodiamantového krystalu, které tvoří kvantový NMR senzor ve formě tzv. NV centra (atom dusíku vyplní prázdné místo v krystalové mřížce). Takové krystaly pak mají růžovou barvu. Atomová NMR sonda dokáže detekovat například protony v blízkém biologickém prostředí, podobně jako je tomu ve velkých NMR zařízeních, ale v nanorozměrech s citlivostí bilionkrát (10^{12}) vyšší, než je dosahováno v běžném NMR zřízení.

Diamantové krystaly byly připraveny Andrew Taylorem a Dr. Václavem Petrákem z Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR v rámci výzkumné práce navazující na český národní projekt BOKOM Nanotechnologie pro společnost jehož koordinátorem byl koordinátor Prof. M. Nesladek. Poznatky byly nedávno zveřejněny ve vědeckém časopise PNAS (*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*). Publikace přináší novou vizi syntetického procesu výroby diamantů a zvýšení jejich čistoty. Experimentální výsledky byly ověřeny rovněž teoretickým modelem. Tyto poznatky mohou být také použity v jiných oblastech výzkumu, jako je výroba vrstev křemíku plazmatickými metodami a použití jako polovodičů pro počítačové čipy.

Literatura:

- [1] Matthew A. Gebbie, Hitoshi Ishiwata, Patrick J. McQuade, Vaclav Petrak, Andrew Taylor, Christopher Freiwald, Jeremy E. Dahl, Robert M. K. Carlson, Andrey A. Fokin, Peter R. Schreiner, Zhi-Xun Shen, Milos Nesladek, and Nicholas A. Melosh, Experimental measurement of the diamond nucleation landscape reveals classical and nonclassical features, *PNAS* August 1, 2018

<https://doi.org/10.1073/pnas.1803654115>



Obrázek 1 Dvoustupňový mechanismus nukleace a růstu krystalu diamantu metodou PECVD (vlevo) a diamantové nanokrystaly vypěstované metodou PECVD zvětšením diamantového zárodku o velikosti 26 uhlíkových atomů (vpravo).