

Metoda exfoliace pro výrobu 2D-vrstevných materiálů (2DLMs)

Fáze vývoje technologie

Fáze 2

Výzkum proveditelnosti.

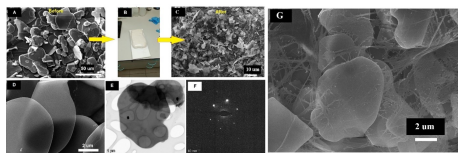
Dochází k reálnému návrhu technologie a k prvotním testům v laboratoři vedoucím k upřesnění požadavků na technologii a jejich schopností.

Status IP ochrany

Mezinárodní patentová přihláška: PCT/SK2023/050004 - Metoda exfoliace v tekuté fázi a exfoliační médium.

Strategie pro hledání partnera

Licencování, Spolupráce



Instituce



Ústav fyziky materiálů AV ČR,
v. v. i.

Motivace

Vývojové týmy po celém světě se poslední dekádu snaží vytvořit technologii výroby dvourozměrných vrstvených materiálů (2DMLs), která bude průmyslově využitelná (velkoobjemová výroba, škálovatelnost, přijatelná cena a ekologičnost). Tato snaha je podporována rostoucí poptávkou po 2DMLs v různých oborech (tranzistory, senzory, baterie, solární články, optika, vodíkové hospodářství, biomateriály atd.). Dosavadní výrobní metody mají vysoké energetické nároky, využívají toxické látky a jsou omezeny na konkrétní typy 2DMLs s nízkou kapacitou produkce. Náš laboratorně ověřený postup tyto nedostatky řeší a přináší průmyslově využitelné řešení.

Popis

Náš vynález navrhuje vysoce univerzální, levnou a ekologickou strategii účinné exfoliace 2DLMs (obr.1A) až na jedno - nebo několikavrstvé nanovrstvy (obr.1C-E). Pro separaci na jednotlivé vrstvy se využívá vysoce viskózní polotuhé pasty na vodní bázi obsahující křemičitan sodný (vodní sklo) a celulózová vlákna (obr.1B). Naše exfoliační médium je univerzální, vhodné k výrobě různých typů nanovrstev, zejména: grafenu (Gs), nanovrstev hexagonálního nitridu bóru (h-BN - BNNS), nanovrstev MXenu, nanovrstev hliníkokřemičitanů, dichalkogenidů přechodných kovů (např. MoS₂), nanokřemičitanů atd. Exfoliační médium lze použít také pro skladování 2DLMs. Díky vysoké viskozitě nedochází v exfoliačním médiu k sedimentaci nanovrstev. Vysoká viskozita umožňuje generovat vysoká smyková napětí při nízkých rychlostech deformace, což znamená nižší spotřebu energie a vyšší kontrolu nad režimem deformace. Tento postup separace omezuje poškození a vznik defektů v materiálu (viz obr.1D, E). Metoda umožňuje i výrobu nových generací nanokompozitů založených na směsích nanovrstev a celulózových vláken (obr.1G). Hlavní výhody: - Univerzální řešení - exfoliace apolárních (Gs, BNNS), i polárních (montmorillonity, kloisity, saponity atd.) prekurzorů díky amfifilnímu charakteru celulózových vláken. - Nákladově efektivní a šetrné k

životnímu prostředí – použití vodného média, levných surovin, netoxických rozpouštědel. - Vysoká nákladová a energetická efektivita - exfoliace až na jedno či několikavrstvé nanovrstvy (NS) během několika minut bez použití drahých strojů. - Metoda exfoliace s nízkou smykovou rychlostí – zajišťuje neporušené, rozložené a bezdefektní NS s velkým poměrem stran. - Řízená pomalá deformace vede k vytvoření zarovnané struktury celulózových vláken/2DLMS směrem rovnoběžným se smykovým namáháním, kterou lze dále výhodně využít jako šablonu pro výrobu nanokompozitů. - Pasta je plně recyklovatelná, což výrazně redukuje spotřebu surovin. - Směs celulózy a vodního skla zabraňuje sedimentaci a opětovnému střeďování exfoliovaných nanovrstev bez ohledu na typ 2DLMS.

Komerční využití

- Aplikace 1: Dovývoj technologie pro škálovatelnou průmyslovou výrobu různých druhů 2DLMS materiálů (Gs, BNNS, montmorillonity, cloisity, MXenové nanovrstvy, aluminosilikátové nanovrstvy, MoS₂)
- Aplikace 2: Dovývoj konkrétních průmyslových aplikací různých 2DLMS materiálů (možné oblasti použití: dielektrické vrstvy, izolační vrstvy; tepelně vodivé materiály, elektrické izolátory; nové kompozitní materiály; antikoroziční ochrana; ochrana proti UV záření; superkondenzátory; baterie; optika, biokompatibilní materiály; antibakteriální vrstvy; tranzistory, flexibilní a transparentní displeje, fotovoltaické články, různé senzory včetně plynových, bio, chemických; superkondenzátory; palivové články a tak dále).