

Metāla nanodaļiņu plazmonu efektu ietekme uz hibrīdu nanovadu fotorezistoru fotoelektriskajām īpašībām

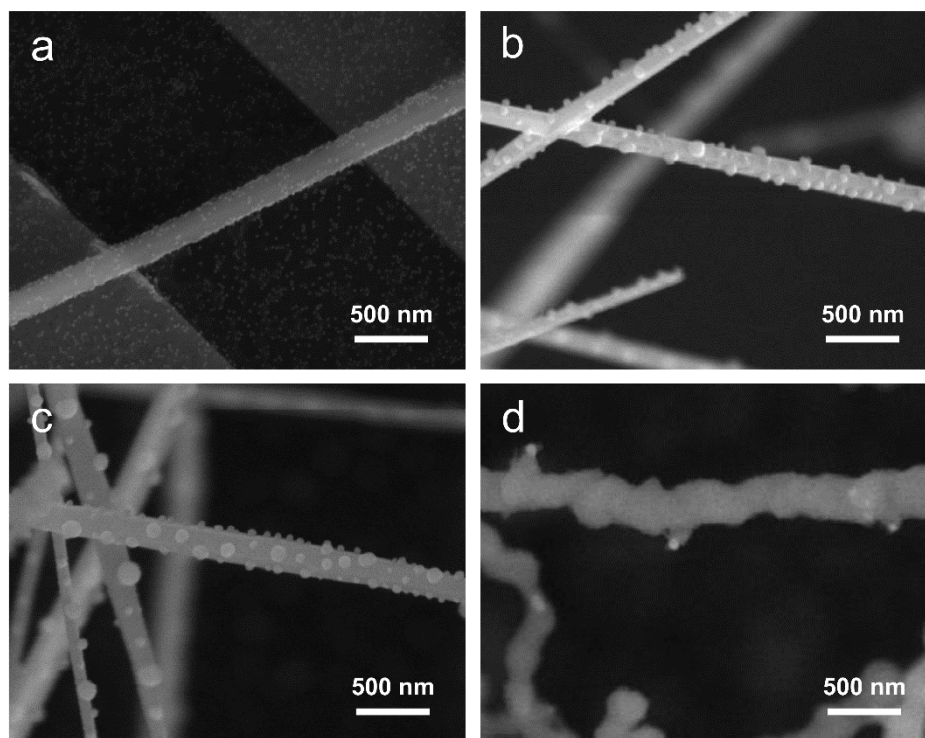
Edgars Butanovs

Pēdējos gados zinātnieki ir parādījuši, ka nanovadiem piemīt augsta fotojutība, tādējādi šādiem materiāliem piemīt potenciāls pielietojums optoelektronikā. Vēl joprojām tiek meklēti dažādi risinājumi kā izgatavot efektīvākus nanoizmēra fotodetektorus, tajā skaitā veidojot heterostruktūras no dažādiem materiāliem, modificējot to virsmu, vai izmantojot plazmonu rezonanses parādību. Plazmonisku metālu nanostruktūru izmantošana dažādu optoelektronisku ierīču efektivitātes un īpašību uzlabošanai pēdējos gados ir kļuvusi par aktuālu un perspektīvu pētniecības jomu. Plazmonika sevī ietver manipulācijas ar redzamo gaismu nanomērogā, izmantojot metālu struktūras ar daudz mazākiem izmēriem par gaismas viļņa garumu, kurās virsmas plazmonu ierosināšana var radīt spēcīgus, lokālus elektromagnētiskos laukus. Ir demonstrēta nanovadu fotodetektoru darbības uzlabošana, uz to virsmas izvietojot metālu nanodaļiņas, ievērojami samazinot tumsas strāvu un palielinot fotovadāmību, rezultātā iegūstot ievērojami labāku fotojutību. Šī projekta pētījuma mērķis ir izpētīt cēlmetālu nanodaļiņu ietekmi uz dažādu materiālu nanovadu un nanovadu *kodola-apvalka* heterostruktūru fotorezistoru fotoelektriskajām īpašībām. Tika salīdzinātas divas dažādas metodes nanovadu rotāšanai ar nanodaļiņām.

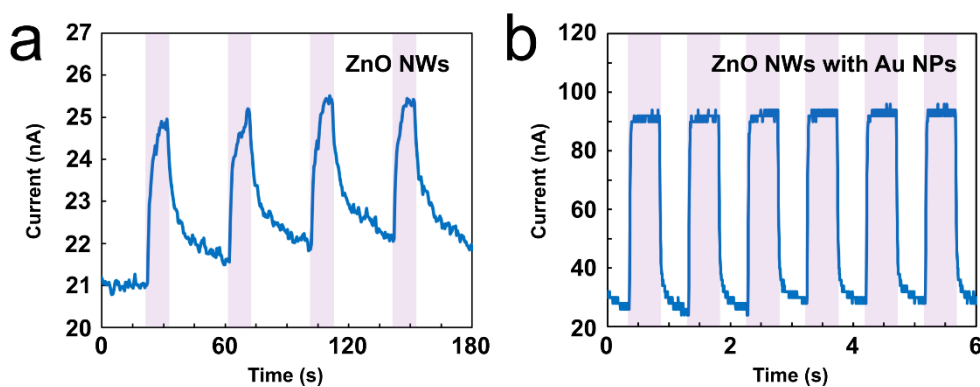
Pirmkārt, tika izgatavoti tīru ZnO nanovadu fotorezistori un nomērītas šo ierīču fotoelektriskās īpašības. Pēc tam uz izgatavotajiem fotorezistoriem no suspensijas tika uznestas Au nanodaļiņas, ar SEM konstatēts to daudzums un izvietojums uz nanovada (skat. *1(a) att.*), un pārmērītas fotoelektriskās īpašības. Lai objektīvi novērtētu nanodaļiņu ietekmi uz šīm īpašībām, tika salīdzināti īpašību raksturlielumi vieniem un tiem pašiem fotorezistoriem pirms un pēc to izrotāšanas ar nanodaļiņām. Kļūdas robežās netika novērotas nekādas īpašību izmaiņas pie dažādām nanodaļiņu koncentrācijām.

Otrkārt, salīdzinājumam tika izgatavoti ar Au nanodaļiņām rotāti ZnO nanovadi pēc literatūrā atrodamās metodikas. Uz izaudzētiem ZnO nanovadiem ar magnetronu tika uzputināta plāna (~10 nm) Au kārtiņa, pēc tam paraugu karsējot 600°C, lai kārtiņa savilkotos uz virsmas vienmērīgi izvietotās nanodaļiņās (skat. *1(b) att.*). No šādām nanostruktūrām izgatavoti fotorezistori raksturojas ar lielāku ātrdarbību un par kārtu lielāku fotostrāvu nekā tīru ZnO nanovadu fotorezistori (skat. *2 att.*), kas arī bija sagaidāms no literatūras. Fotoelektrisko īpašību izmaiņas tika novērotas arī ar Ag nanodaļiņām rotātiem ZnO nanovadiem (skat. *1(c) att.*). Salīdzinot abu izmantoto metožu rezultātus, var secināt, ka nepieciešams labs elektriskais kontakts starp pusvadītāja nanovadu un metāla nanodaļiņu, lai iegūtu labu pastiprinājuma efektu. Efekts tika pārbaudīts arī ZnO-WS₂ nanovadu *kodola-apvalka* heterostruktūrām, Au nanodaļiņām atrodoties vai nu starp ZnO nanovadu un WS₂ apvalku vai uz WS₂ (skat. *1(d) att.*), taču nekādas izmaiņas fotoelektriskajās īpašībās, salīdzinot ar ZnO-WS₂ nanostruktūrām, netika novērotas.

Secinot, ka ZnO nanovadu virsmas modificēšana ļauj iegūt uzlabotas fotoelektriskās īpašības, tika izgatavotas arī jaunas ZnO-PbI₂ nanovadu *kodola-apvalka* heterostruktūras ar samazinātu tumsas strāvu un lielāku ātrdarbību nekā ZnO nanovadiem. Par pētījumu ir sagatavots zinātnisks raksts “*Growth and characterization of ZnO nanowires decorated with few-layer PbI₂ for photodetection applications*”. Projekta starprezultāti arī ir mutiski prezentēti CFI ikgadējā konferencē.



1. attēls. Skenējošā elektronu mikroskopa attēli ar: (a) ZnO nanovadu uz zelta elektrodēm, kurš rotāts ar Au nanodaļiņām, uznestām no suspensijas; (b) ZnO nanovadiem ar Au nanodaļiņām, uznestām ar magnetrona izputināšanu; (c) ZnO nanovadiem ar Ag nanodaļiņām, uznestām ar magnetrona izputināšanu; (d) ZnO-WS₂ nanovadu *kodola-apvalka* heterostruktūrām, rotātām ar Au nanodaļiņām.



2. attēls. On-off fotoreakcijas mērījumi (a) ZnO nanovadu un (b) ar Au nanodaļiņām rotātu ZnO nanovadu fotorezistoriem pie 1V sprieguma un 405 nm gaismas apstarošanas ar 1 W/cm² intensitāti.