

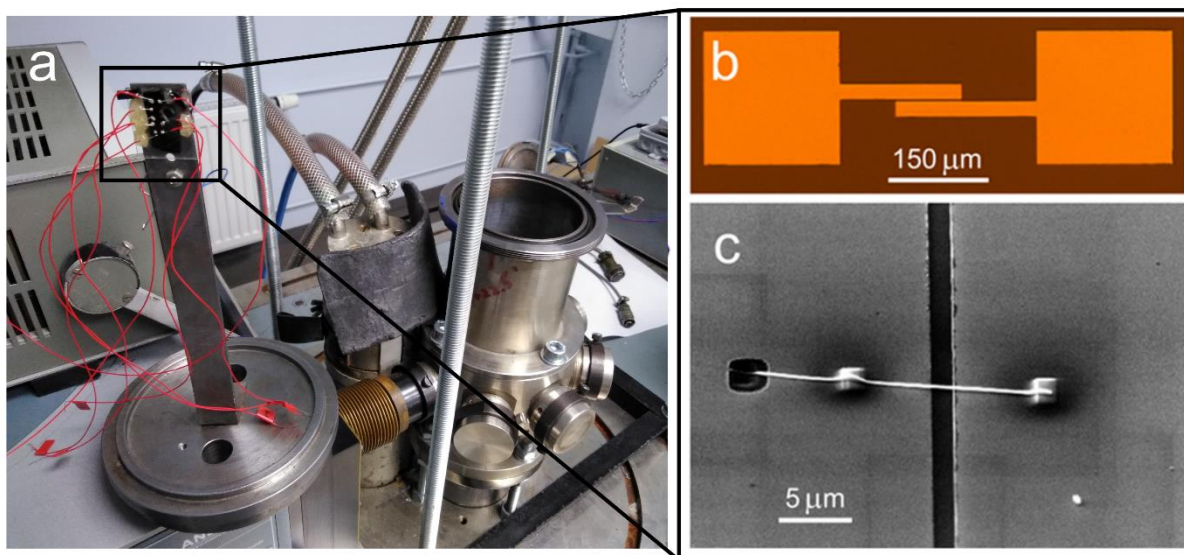
1D nanostruktūru izmantošana rentgenstaru detektēšanā

Edgars Butanovs

Mūsdienās rentgenstari var tikt safokusēti līdz pat 10 nm izmēram un pat mazāk, taču to tiešai detektēšanai ar pusvadītāju sensoriem vēl joprojām tiek izmantotas ierīces ar vairāku desmitu mikrometru pikseļu izmēriem un vairāku simtu mikrometru biezumu. Rentgenstaru absorbcija materiālos parasti ir proporcionāla to tilpumam, kā dēļ maza izmēra sensoros tiek iegūts mazs lādiņnesēju daudzums, kurus var detektēt, taču nanomateriālos lādiņnesēju dzīves laiks var būt ievērojami lielāks nekā tilpuma materiāliem to lielā virsmas laukuma/tilpuma attiecības dēļ. Ir demonstrēta detektējama rentgenstaru inducēta strāva atsevišķos nanovados, taču nanovadu izmantošana rentgenstaru detektēšanā nav daudz pētīta. Projekta pētījuma mērķis bija izstrādāt rentgenstaru detektorus no nanovadiem un hibrīdu nanovadu heterostruktūrām un raksturot to reaģētspēju uz rentgena starojumu. Šādi sensori ar izmēru zem viena mikrometra ļautu iegūt augstāku izšķiršanas spēju rentgenstaru absorbcijas un difrakcijas mērījumos un rentgenattēlošanā.

Pirmkārt, tika izgatavotas atsevišķu nanovadu detektoru ierīces no dažādiem nanovadu materiāliem (CdS un In_2S_3). Nanovadi tika audzēti ar *vapour-liquid-solid* mehānismu uz silīcija pamatnēm, un raksturoti ar SEM, TEM un XRD. No izaudzētajiem nanovadiem tika izgatavotas ierīces fotonu detektēšanai, tās novietojot uz zelta elektrodiem (izgatavoti ar optisko litogrāfiju un *lift-off* metodi), veicot *in situ* nanomanipulācijas SEM-FIB iekārtā (skat. 1. att.). Pēc izgatavošanas katrai ierīcei tika veikti elektrisko un fotoelektrisko īpašību mērījumi, lai pārbaudītu, vai tām ir pietiekami maza kontaktprestība un ir apmierinoša reaģētspēja uz redzamo gaismu.

Otrkārt, tika izstrādāta mērījumu shēma un sagatavota eksperimentālā iekārta (skat. 1. att.), lai vienlaicīgi varētu veikt mazu trokšņu elektriskos mērījumus un apstarot ierīci ar

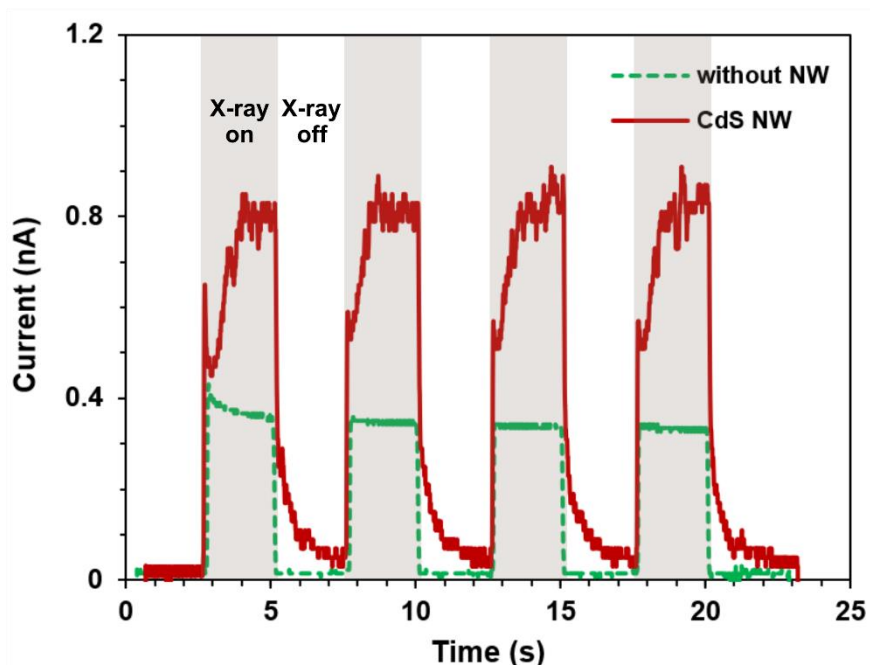


1. attēls. (a) Eksperimentālā iekārta mērījumu veikšanai. Nanovadu ierīces uz silīcija pamatnes tiek ievietotas metāla konteinerī, lai varētu droši strādāt ar jonizējošo starojumu un izvairītos no vides elektromagnētiskā starojuma trokšņiem, un tad apstarotas ar rentgenlampas starojumu. (b) Ar optisko litogrāfiju un *lift-off* metodi izgatavoti zelta elektrodi, (c) uz kuriem tiek novietots nanovads.

rentgenstarojumu, kas iegūts no institūtā pieejamās rentgenlampas. Eksperimenta sagatavošana ir būtiska, lai varētu droši strādāt ar jonizējošo starojumu un izvairītos no vides elektromagnētiskā starojuma trokšņiem, t.sk. eksperimenti tika veikti noslēgtā metāla konteinerī.

Treškārt, tika veikti rentgenstaru inducētās strāvas mērījumi izgatavotajās nanovadu ierīcēs. Apstarojot ar rentgenstarojumu, tika konstatēts nevēlams efekts – strāvas izmaiņa (ap 200-400 pA) – visticamāk, kādu uzlādēšanās procesu rezultātā, kas traucē detektēt strāvu nanovados. Lai izprastu šo procesu, tika izgatavotas ierīces uz dažādu materiālu pamatnēm, ar dažādiem starpelektrodu attālumiem un dažādu izolatora oksīda biezumu, taču vienmēr tika novērota šī strāvas izmaiņa, kuras lielums ir atkarīgs tikai no pieliktā sprieguma un rentgenstaru lampas jaudas. Mērot strāvas izmaiņas CdS nanovadu ierīcē, papildus ātrajai nevēlamajai komponentei tika novērota arī lēnāka, kura, domājams, atbilst nanovadā inducētās strāvas ieguldījumam (skat. 2. att.). Var spriest, ka, ja nanovadā inducētās strāvas lielums būtu būtiski lielāks par nevēlamo strāvas izmaiņu, šādas nanovadu ierīces varētu tikt izmantotas rentgenstarojuma detektēšanai.

Projekta izpildes gaitā ir iegūtas jaunas zināšanas par rentgenstaru detektēšanas iespējām ar nanomēroga izmēra ierīcēm. Visticamāk, tika novērota rentgenstarojuma inducēta strāva atsevišķā nanovadā, bet nevēlama strāvas nobīdes efekta dēļ rezultātu interpretācija un nanovadu izmantošana ir apgrūtināta. Tuvā nākotnē tiks izgatavotas ierīces no citu nanovadu materiāliem, piemēram, ZnO-PbI₂, kuriem potenciāli ir sagaidāma lielāka rentgenstarojuma absorbcija un inducētā strāva.



2. attēls. On-off līknes jeb strāvas izmaiņas periodiska rentgenstarojuma ietekmē. Ar zaļu krāsu attēlots novērotais nevēlamais efekts, ar sarkanu – nanovada (NW) ierīcei.