

Neigiamos gigantiškos pjezovaržos efektas deimanto tipo anglies dangose

Giant negative piezoresistance effect in diamond like carbon films

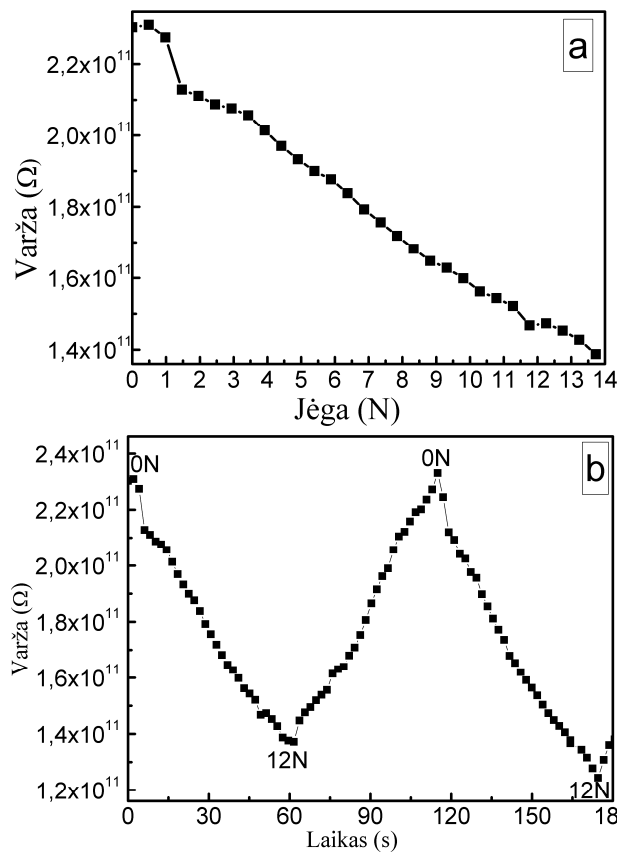
Šarūnas Meškinius, Andrius Vasiliauskas, Sigitas Tamulevičius, Rimantas Gudaitis
Kauno technologijos universitetas, Medžiagų mokslo institutas, Baršausko g. 59, LT-51423 Kaunas
sarunas.meskinis@ktu.lt

Pjezovaržinis efektas naudojamas daugumoje šiuo metu gaminamų slėgio bei įtempių jutiklių ir didelio pagreičio akselerometrų. Šiuo metu didėja jutiklių, gebančių registruoti itin mažus pokyčius bei veikti agresyviose aplinkose poreikis. Metalų plėvelės ir Si netenkina tokiems jutikliams keliamų reikalavimų. SiC ir polikristalinis deimantas - galima alternatyva. Tačiau jie auginami aukštose temperatūrose. Šių medžiagų temperatūrinis varžos koeficientas (TVK) yra didelis. Čia perspektyvi medžiaga yra deimanto tipo anglis amorfinė medžiaga susidedanti iš sp^2 tipo (grafito tipo) anglies klasterių įterptų į sp^3 tipo (deimanto tipo) anglies matricą – pasižyminti geru mechaniniu ir elektrinių savybių deriniu, cheminiu inertiškumu, biosuderinamumu. Deimanto tipo anglies dangų (DTAD) pjezovaržinis keitimo faktorius (KF) didesnis nei Si, SiC, deimanto. DTAD savybes galima papildomai valdyti auginimo metu į amorfinės anglies matricą įterpiant metalų nanoklasterius ir taip suformuojant nulinio TVK dangas. Neseniai mūsų buvo parodyta, kai kurių deimanto tipo anglies dangų pjezovaržinis keitimo faktorius (santykinio varžos pokyčio ir santykinio plėvelės matmenų pokyčio) santykis gali daugiau nei per eilę viršyti silicio pjezovaržinį keitimo faktorių. Kitaip tariant stebimas taip vadinamas gigantiškosios pjezovaržos reiškinys.

Šiame darbe hidrogenizuotos deimanto tipo anglies dangos ir hidrogenizuotos deimanto anglies bei nikelio nanokompozitų (DTAD:Ni) plėvelės užaugintos Ni taikinio reaktyviojo magnetroninio dulkinimo būdu. Auginimui naudotas didelės galios impulsinis magnetroninis dulkinimas. Palyginimui kai kurios plėvelės užaugintos nuolatinės srovės magnetroninio dulkinimo būdu. DTAD ir DTAD:Ni struktūra bei sudėtis tirti Raman'o sklaidos spektroskopijos, Rentgeno fotoelektronų spektroskopijos ir Rentgeno spindulių energijos dispersijos spektrometrijos būdais. Bandinių pjezovaržinės savybės tirtos keturių taškų lenkimo būdu.

Darbe išnagrinėta DTAD ir DTAD:Ni struktūros bei cheminės sudėties įtaka plėvelių pjezovaržinėms savybėms. DTAD, kaip ir daugumos kitų medžiagų, varža jas tempiant paprastai didėja. DTAD teigiamas pjezovaržinis keitimo faktorius gali siekti iki 100. Šiame darbe, kai kuriuose DTAD ir DTAD:Ni bandiniuose stebėtas labai didelis varžos sumažėjimas, bandinius veikiant tempiamiesiems įtempimams (1 pav.). Šių bandinių keitimo faktoriaus vertės siekė -3200. Neigiamos gigantiškosios pjezovaržos reiškinys buvo paaiškintas galimu dviejų fizikinių mechanizmų deriniu. Pirmasis jų - tai sp^2 tipo ryšiais susijungusios anglies nanoklasterių telkinių susidarymas. Antrasis – sričių su sumažintu vandenilio kiekiu susidarymas. Kitaip tariant,

dangose susidaro padidinto elektrinio laidumo (sumažėjusios varžos) sritys. Veikiant tempiamiesiems įtempimams, šios padidinto elektrinio laidumo sritys persirikiuoja bei jungiasi tarpusavyje. Taip susidaro padidinto elektrinio laidumo kanalai. Tuo tarpu pagrindinis srovės pernešimo mechanizmas tarp atskirų sp^2 tipo ryšiais susijungusios anglies nanoklasterių yra elektronų šokavimas ir/arba tuneliavimas.



1 pav. DTAD:Ni plėvelės varžos priklausomybė nuo deformuojančios jėgos (a) ir varžos priklausomybės nuo laiko grafikas didinant bei vėliau mažinant bandinį deformuojančią jėgą (išmatuotas bandinio keitimo faktorius buvo -1028).

Reikšminiai žodžiai: gigantiškoji neigiamą pjezovaržą, deimanto tipo anglis, reaktyvusis magnetroninis dulkinimas.