

REFERATAI

Darinių metalo-PbTe fotoatsakas į CO₂ lazerio spinduliuotę

**Jonas GRADAUSKAS, Steponas AŠMONTAS, Edmundas ŠIRMULIS,
Algirdas SUŽIEDĖLIS, Aurimas ČERŠKUS, Benas KUNDROTAS,
Roma RINKEVIČIENĖ, Zinovij DASHEVSKY, Vladimir KASIYAN**

Darbe aprašomi fotoatsako signalo, atsirandančio metalo-PbTe dariniuose, apšviestuose CO₂ lazerio spinduliuote, tyrimai. Šotkio (Schottky) diodų rūšies dariniams gaminti buvo naudojami trys skirtingi metalai: Al, Au ir Bi. Fotoatsako eksperimentiniai tyrimai atlikti temperatūrų intervale nuo 240 K iki 92 K. Taip pat buvo iširtos detektuojamojo signalo laikinės charakteristikos ir jo priklausomybės nuo pridėtos išorinės įtampos. Atlikus tyrimus paaiškėjo, kad fotoatsakas atsiranda dėl karštųjų krūvininkų reiškinio ir porų *elektronas-skylė* generavimo.

Photoresponse of Metal-PbTe Structures to CO₂ Laser Excitation
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 123–125.

Elektros transporto ir magnetovaržos tyrimai vienasienių anglies nanovamzdelių sluoksniuose

Vitaly KSENEVICH, Mikhail SHUBA, Alesia PADDUBSKAYA

Darbe buvo tiriamos vienasienių anglies nanovamzdelių sluoksnių elektros transporto ir magnetovaržos savybės esant 2 K–300 K temperatūroms ir 8 T magnetiniam laukui. Esant varžos temperatūrinės priklausomybės savitumams, buvo padaryta išvada, kad atskirų nanovamzdelių, atsakingų už krūvininkų transportą vienasienių anglies nanovamzdelių voroje, kontaktų barjero įtaka yra nedidelė. Magnetovaržos tyrimai parodė silpnos lokalizacijos ir sąveikos *elektronas ir elektronas* įtaką transporto savybėms. Negatyviosios magnetovaržos virsmas pozityviaja buvo stebėtas silpnuose laukuose ir žemose temperatūrose $T < 10$ K. Negatyviajai magnetovaržai aprašyti buvo taikytas 1D silpnos lokalizacijos modelis. Žematemperatūre pozityvioji magnetovarža yra sąlygojama sąveikos *elektronas ir elektronas*.

Electrical Transport and Magnetoresistance in Single-Wall Carbon Nanotubes Films
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 126–128.

Silicio nano-pn sandūrų legirantų savitumai

**Daniel MORARU, Sri PURWIYANTI, Roland NOWAK, Takeshi MIZUNO,
Arief UDHIARTO, Djoko HARTANTO, Ryszard JABLONSKI, Michiharu TABE**

Mažėjant elektronikos prietaisų matmenims, atsiranda kitokio legirantų pasiskirstymo prietaisuose, turinčiuose mažai legiravimo elementų, problema. Neseniai buvo pademonstruota, kad atskiri legirantai daro didelę įtaką nanotranzistorių elektrinėms charakteristikoms. Antra vertus, nano-pn sandūros, kurios yra daugelio sudėtinių prietaisų pagrindas, šiuo aspektu dar nėra detalios iširtos. Darbe autoriai pateikia atskirų legiravimo elementų, kurie daro didelę įtaką nano-pn sandūroms, tyrimų rezultatus.

Individuality of Dopants in Silicon Nano-pn Junctions
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 129–131.

Mikrobangų ir terahercų detektoriams skirtų GaAs/Al_xGa_{1-x}As darinių fotoluminescencijos kinetikos apibūdinimas

**Aurimas ČERŠKUS, Viktorija NARGELIENĖ, Algirdas SUŽIEDĖLIS, Steponas AŠMONTAS,
Jonas GRADAUSKAS, Benas KUNDROTAS, Roma RINKEVIČIENĖ**

Iširta selektyviai Si donorais legiruotų GaAs/Al_xGa_{1-x}As ($x = 0,3, 0,25, 0,2, 0,1$) darinių, skirtų mikrobangų ir terahercų detektoriams, fotoluminescencijos kinetika $T = 3,6$ K temperatūroje. Pateikiamos eksitoninės, priemaišinės ir su defektais susijusių linijų emisijos trukmės. Aptariami galimi krūvininkų rekombinacijos mechanizmai.

Time-resolved Photoluminescence Characterisation of GaAs/Al_xGa_{1-x}As Structures Designed for Microwave and Terahertz Detectors
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 132–134.

Termostimuluota THz spinduliuotės emisija GaAs paviršinių plazmono, fonono ir poliaritonų dažnių ruože

Edmundas ŠIRMULIS, Aldis ŠILĖNAS, Karolis POŽELA, Juras POŽELA, Vida JUCIENĖ

Eksperimentiškai tiriama termostimuliuotų nekoherentinių paviršinių plazmon-fonon-poliaritonų osciliacijų GaAs įtaka THz spinduliuotės atspindžiui, absorbcijai ir emisijai. Nustatyta, kad dėl surištų paviršinių (GaAs/oras) optinių fononų ir laisvų elektronų plazmos osciliacijų stiprų atspindžio geba sumažėja, o emisijos intensyvumas padidėja (7–8) THz ir (10–15) THz dažnių ruože.

Thermostimulated THz Radiation Emission of GaAs at Surface Plasmon-Phonon Polariton Frequencies
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 135–137.

Mikrobangų diodų su GaAs/Al_{0,25}Ga_{0,75}As įvairialypte sandūra detektuotos įtampos temperatūrinės priklausomybės ypatumai, esant lygiems energetiniams slėniam

Algirdas SUŽIEDĖLIS, Steponas AŠMONTAS, Jonas GRADAUSKAS, Viktorija NARGELIENĖ, Aurimas ČERŠKUS, Andžej LUČUN, Tomas ANBINDERIS, Irina PAPSUJEVA, Aleksandras NARKŪNAS, Benas KUNDROTAS, Roma RINKEVIČIENĖ

Straipsnyje nagrinėjamos planarinių mikrobangų diodų su GaAs/Al_{0,25}Ga_{0,75}As įvairialypte sandūra, užauginta molekulinė pluoštelė epitaksijos būdu, elektrinės savybės, esant įvairiai aplinkos temperatūrai. Tyrimai parodė, kaip detektuota įtampa atsirado diode, esančiame mikrobangų elektriniame lauke. Skirtingos mikrobangų diodų detektuotos įtampos priklausomybės nuo temperatūros buvo stebėtos tik pagamintiems diodams ir diodams, paveiktiems elektros impulso.

Peculiarities of Temperature Dependence of Detected Voltage by GaAs/Al_{0,25}Ga_{0,75}As Heterojunction Microwave Diode Near Intervalley Crossover
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 138–140.

Nuo temperatūros priklausantys rekombinacijos procesai smulkiuose PbSe-PbS šerdis-apvalkalas koloidiniuose kvatiniuose taškuose

Diana YANOVER, Anna RUBIN-BRUSILOVSKI, Richard K. ČAPEK, Aldona SASHCHIUK, Efrat LIFSHITZ

Darbe taikant optinius metodus tiriami nuo temperatūros priklausantys rekombinacijos procesai smulkiuose *PbSe-PbS šerdis-apvalkalas* koloidiniuose kvatiniuose taškuose (KKT). Šerdies skersmuo buvo 2 nm–2,5 nm, o apvalkalo storis – 0,5 nm–1,0 nm tiek beorėje terpėje, tiek ir po ekspozicijos ore. Šių KKT sugerties spektro kraštas yra derinamas esant 1 μm bangos ilgiui, jų fotoluminescencijos linija yra gana siaura, o spindulinės rekombinacijos vyksmas apibūdinamas mikrosekundžių eilės ir ilgesnėmis spindulinėmis gyvavimo trukmėmis (su daugikliu 2.6) visame temperatūrų intervale, palyginti su atitinkamais PbSe bandiniais. KKT dariniai *PbSe-PbS šerdis-apvalkalas* yra tam tikrą ribotą laiką oksidacijai atsparūs dariniai oro aplinkoje.

Temperature-Dependent Recombination Processes in Small-Sized PbSe/PbS Core/Shell Colloidal Quantum Dots
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 141–143.

Silicio nanostruktūros efektyviai šviesos sugerčiai fotovoltiniuose prietaisuose

Marius TREIDERIS, Virginijus BUKAUSKAS, Alfonsas RĖZA, Irena ŠIMKIENĖ, Arūnas ŠETKUS, Andrius MANEIKIS

Šviesą pagaunantys porėto silicio sluoksniai buvo suformuoti taikant elektrocheminio ęsdinimo metodiką. Naudojant optinius matavimus, paprasto silicio tokių sluoksnių optinės savybės pagerėjo. Atlikus boro difuziją iš borosilikatinių stiklų, buvo suformuota pn sandūra. SKFM ir TUNA metodikos buvo taikomos pn sandūros gyliui šviesą pagaunančiuose sluoksniuose nustatyti.

Silicon Nanostructures For Efficient Light Absorption In Photovoltaic Devices
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 144–146.

Atskirto nuo padėklo varizoninio $Al_xGa_{1-x}As$ saulės elemento darinio formavimo technologija

Aldis ŠILĖNAS, Angelė STEIKŪNIENĖ, Gytis STEIKŪNAS

Išplėtotą atskirto nuo padėklo varizoninio $Al_xGa_{1-x}As$ saulės elemento darinio formavimo technologiją. Taikant šią technologiją, sudarytą iš mechaninio šlifavimo ir keletu cheminio ęsdinimo etapų, galima pagaminti mechaniškai tvirtą saulės elementą, patogų naudoti be specialių atsargumo priemonių. Dariniuose su papildomu ęsdinimą stabdančiu GaAs sluoksniu suformuojamas lygus ($R_a < 21$ nm) plačiajuostis paviršius visame aktyviame bandinio plote.

Atraminis rėmelis, sudarytas pagal bandinio perimetrą, saugo darinį nuo išlinkimo. Formavimo technologija nekenkia auginamų epitaksinių darinių elektrinėms savybėms.

Formation Technology of Graded-Gap $Al_xGa_{1-x}As$ Solar Cell Structure Separated from GaAs Substrate
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 147–149.

Ultraplonų TiO_2 sluoksnių, skirtų dujų sensoriams ir fotovoltaikai, optiniai tyrimai

Arturas SUCHODOLSKIS, Alfonsas RĖZA, Virginijus BUKAUSKAS, Audružis MIRONAS, Arūnas ŠETKUS, Irena ŠIMKIENĖ

TiO_2 sluoksniai (< 20 nm) buvo išauginti reaktyvaus magnetroninio dulkinimo būdu. Optinės savybės buvo tiriamos naudojant spektroskopinę elipsometriją. Papildomai sluoksnių storis ir paviršinė morfologija buvo ištirti naudojant atominės jėgos mikroskopiją. Darbe buvo tiriamas TiO_2 sluoksnių auginimo sąlygų ir jų fizikinių savybių ryšys.

Optinių duomenų analizė parodė nusodintų sluoksnių parametrus ir vidines titano oksido savybes prieš atkaitinimą ir po jo. Elipsometriniai tyrimai rodo, kad nusodinti sluoksniai yra amorfiniai, paviršiuje turintys aukštą porėtumo laipsnį. Porėtumas linkęs mažėti sluoksniui gilėjant ir išnyksta prie padėklo. Atkaitinimas pagerina sluoksnių atominę struktūrą, o tam tikromis sąlygomis sluoksniai pereina į polikristalinio anatazo būseną.

Taip pat įvertintas draustinių juostų tarpas nusodintiems sluoksniams (3,1 eV–3,2 eV). Po atkaitinimo pastebimas tarpo padidėjimas iki 3,3 eV–3,4 eV.

Optical Study of Ultrathin TiO_2 Films for Photovoltaic and Gas Sensing Applications
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 150–152.

Selektyviai Si donorais legiruotų GaAs- $Al_xGa_{1-x}As$ heterodarinių laisvojo eksitono spindulinės gyvavimo trukmės pailgėjimas

Jurgis KUNDROTAS, Aurimas ČERŠKUS, Viktorija NARGELIENĖ, Algirdas SUŽIEDĖLIS, Steponas AŠMONTAS, Jonas GRADAUSKAS, Erik JOHANNESSEN, Agnė JOHANNESSEN

Selektyviai Si donorais legiruotų GaAs- $Al_xGa_{1-x}As$ heterodarinių fotoluminescencijos kinetika ištirta taikant pavienių koreliuotų fotonų skaičiavimo metodiką. Tyrimai atlikti 3,6 K–300 K temperatūrose siekiant nustatyti laisvojo eksitono spinduliuotės trukmių pailgėjimo priežastį. Aptariami galimi krūvininkų rekombinacijos mechanizmai, būdingi eksitoninei spinduliuotei. Intensyvios linijos, stebėtos heterodarinių spektruose, yra susijusios su eksitoninės spinduliuotės formavimu ir sustiprėjimu i -GaAs sluoksnyje. Nustatyta, kad laisvojo eksitono gyvavimo trukmė heterodariniuose padidėja apie du kartus: nuo 0,6 ns gyvavimo trukmės i -GaAs sluoksnyje be heterodarinio iki 1,44 ns vienam bandiniui 3,6 K temperatūroje ir nuo 0,4 ns gyvavimo trukmės iki 0,92 ns kitam bandiniui.

The Increase of Radiative Lifetime of Free Excitons in Selectively Si-doped GaAs/ $Al_xGa_{1-x}As$ Heterostructures
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 153–156.

Lazerinio tekstūravimo taikymas silicio saulės elementų technologijoje

Bogdan VOISIAT, Simonas INDRIŠIŪNAS, Gediminas RAČIUKAITIS, Irena ŠIMKIENĖ, Alfonsas RĖZA, Rasa SUZANOVIČIENĖ

Šiuo metu atliekama daug tyrimų siekiant padidinti saulės šviesos sugertį aktyviame saulės elemento paviršiuje. Dėl didelio atspindžio koeficiento silicis ir kitos medžiagos, naudojamos saulės elementų gamyboje, atspindi labai krintančios šviesos dalį, ypač krintančios dideliais kritimo kampais. Šiame darbe pateikiamas naujas lazerio spindulio interferencijos

tekstūravimo metodas aktyviems saulės elemento paviršiams tekstūruoti. Saulės elementas taikant šį metodą tekstūruojamas nenaudojant jokių papildomų technologinių procedūrų, pvz., fotorezisto užnešimo ir eksponavimo per šablona, ėsdinimo ir kt. Optinių savybių tyrimai parodė, kad lazerinis tekstūravimas yra perspektyvi technologija formuojant saulės energiją koncentruojančius paviršius.

Application of Laser Texturing in Silicon Solar Cell Technology
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 157–159.

Plonos vario ir cinko folijos formavimas joniniu nusodinimu

Eliane GIRAUD, Sergio PACE, Jacqueline LECOMTE-BECKERS

Šiame darbe tiriama galimybė gaminti ploną metalo foliją saviindukuotą joninį nusodinimą. Šiuo metodu iš gryo vario ir gryo cinko buvo pagamintos 35 μm storio folijos, o jų savybės buvo palygintos su folijų, gautų įprastiniais metodais (pvz., galvanizavimu ir valcavimu), savybėmis. Rezultatai rodo, kad: (1) priklausomai nuo dujų slėgio ir paviršiaus temperatūros saviindukciniu joniniu nusodinimu galima gauti daugiau ar mažiau kompaktiškas mikrostruktūras; (2) mikrostruktūros, gautos joniniu nusodinimu, gerokai skiriasi nuo struktūrų, gautų galvanizavimo ir valcavimo metodu, (3) Jungo modulis priklauso nuo folijos šiurkštumo; (4) folijų kietumas priklauso nuo granuliu dydžio, o jų elgsena panaši į vario folijos Holo-Petcho elgseną ir „atvirkštinę“ cinko folijos Holo-Petcho elgseną.

Elaboration of Thin Foils in Copper and Zinc by Self-Induced Ion Plating
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 160–164.

Odų žaliavos įtaka hidrofobinių odų kokybei. II. Apdailos įtaka odos savybėms

**Virginija JANKAUSKAITĖ, Indira JIYEMBETOVA, Ada GULBINIENĖ,
Justa ŠIRVAITYTĖ, Virginijus URBELIS, Kazys Vytautas MICKUS**

Dėl poringos struktūros oda be paviršiaus apdailos yra laidus vandens garams, bet neatspari vandeniui. Norint pakeisti paviršiaus išvaizdą ir paslėpti įvairius defektus, pagerinti fizikines savybes – atsparumą šviesai ir trynimui, atsparumą vandeniui, tirpikliams, dilinimui ir kt. odai būtina paviršiaus apdaila. Šiame darbe tiriama vandeninių apdailos medžiagų kompozicijų įtaka hidrofobinių odų, gautų naudojant skirtingas papildomo šikšninimo, įriebinimo, neutralizavimo ir dispergavimo medžiagas, laidumui vandens garams ir atsparumui vandeniui.

Paviršiaus apdorojimas vandeninėmis akrilinėmis ir poliuretalinėmis apdailos kompozicijomis sumažina laidumą vandens garams, bet neturi įtakos vandens garų absorbcijai. Odos laidumo vandens garams pokytis priklauso nuo dangos tipo. Tanki hidrofiliinė danga mažiau įtakos turi laidumui garams, nes vandens molekulės gali prasiskverbti pro dangos plėvelę sorbcijos-difuzijos-desorbcijos būdu.

Vandens įgertį daugiausia lemia odos fibrilių puokščių sanglaudos tankis, kuris priklauso nuo odos žaliavos kokybės bei papildomo šikšninimo, įriebinimo cheminių medžiagų ir jų naudojimo technologinio proceso. Monolitinė nelaidi polimerinė danga gali gerokai sumažinti vandens skverbimą, bet tokių odų laidumas vandens garams taip pat gerokai sumažėja.

Comparable Evaluation of Leather Waterproofing Behaviour upon Hide Quality. II. Influence of Finishing on Leather Properties
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 165–170.

Silicio oksido želatinos kompozicinės medžiagos, naudojamos biologiškai aktyvių junginių ilgalaikiai desorbcijai

Oksana STAVINSKAYA, Iryna LAGUTA, Inna OREL

Iš želatinos bei silicio oksido ir želatinos su įvairios cheminės prigimties biologiškai aktyviais junginiais buvo paruoštos įvairios plėvelės. Buvo tiriamas plėvelių pabrinkimas ir veikliųjų medžiagų desorbcija į vandens terpes. Visoms silicio oksido želatinos plėvelėms buvo nustatytas geresnis, palyginti su želatinos mėginiais, medžiagų stabilumas vandenyje ir lėtesnė biologiškai aktyvių junginių praradimo sparta. Gauti rezultatai leidžia manyti, kad silicio oksido želatinos kompozicinės medžiagos gali būti naudojamos kaip perspektyvios biologiškai aktyvių junginių ilgalaikiai desorbcijai.

Silica-Gelatin Composite Materials for Prolonged Desorption of Bioactive Compounds
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 171–176.

Ant silicio oksido paviršiaus imobilizuotas chitozanas nuotekoms valyti

Tetyana BUDNYAK, Valentin TERTYKH, Elina YANOVSKA

Siekiant pakeisti dabartinius brangiaisiais metalais grįstus metodus ir sprendimus, pramoninėms nuotekoms valyti nuo sunkiųjų metalų yra plačiai naudojami natūralios kilmės sorbentai. Šiuo tikslu darbe buvo atlikta chitozано imobilizacija ant silikagelio paviršiaus tinklinant adsorbuotą biopolimerą su gliutaraldehidu. Infraraudonųjų spindulių spektroskopija patvirtino chitozано imobilizaciją ant silicio oksido paviršiaus. Imobilizuoto chitozано koncentracija buvo apskaičiuota taikant termogravimetrinę analizę. Iširta Zn (II), Cu (II), Cd (II), Pb (II), Fe (III), V (V) ir Mo (VI) jonų mikrokiekių iš vandeninių tirpalų adsorbcija. Buvo nustatyta cinko (0,46 mmol/g), molibdeno ir vanadžio jonų (0,31 mmol/g) didžiausios sorbcijos geba. Buvo įvertinti bandinių su skirtingais adsorbuoto metalo kiekiais difuzinio atspindžio elektroniniai spektrai, įvertintos skirtingo adsorbento kiekio kinetinės adsorbcijos charakteristikos.

Chitosan Immobilized on Silica Surface for Wastewater Treatment
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 177–182.

Brailio rašto, suformuoto ant skirtingų medžiagų, atsparumo mechaniniam poveikiui tyrimas

Ingrida VENYTĖ, Edmundas KIBIRKŠTIS, Volodymir MAYIK, Taras DUDOK, Yuriy VASYLKIV

Brailio rašto (BR) kiekvienas pavienis parametras ir jų visuma turi svarbią reikšmę nereginių asmenų rašto nuskaitymui, nes net vieno taško netinkamas suformavimas gali pakeisti informacijos prasmę. Tad labai svarbu tinkamai parinkti medžiagas ir suformuoti Brailio rašto geometrinius matmenis, kurie ir po tam tikrų veiksnių turėtų išlikti lengvai suprantami akliesiems. Be to, įspaudimo būdu kartoninėse pakuotėse suformuoto Brailio rašto kokybę lemia ne tik kartono savybės, bet ir tinkamai parinktas šampas. Formuojant Brailio raštą, kai šampas kontaktuoja su skirtingo tipo medžiagomis, kontakto zonoje atsiranda įtempimų, kurių konfigūracija ir jų vertė lemia Brailio rašto geometrinių parametrų ir BR taškų kokybę. Darbo tikslas – nustatant Brailio rašto, suformuoto trafaretine spauda ant skirtingų medžiagų taškų, atsparumą mechaniniam poveikiui, padidinti jo taikymo ant įvairių medžiagų galimybes. Be to, numatyti priemonės, leidžiančias padidinti šampo, formuojančio BR įspaudimu, tiražingumą.

Atliekant tyrimus, iširtas Brailio rašto taškų, suformuotų trafaretine spauda ant skirtingų medžiagų (popieriaus, kartono, polimero, tekstilės, aliuminio folijos) paviršiaus, atsparumas mechaniniam poveikiui. Nustatyta, jog trafaretine spauda plastizoliniais dažais tinkamiausia spausdinti ant porėtų medžiagų (tekstilės, nekreidinio popieriaus, perdirbtos masės kartono (*Mirabell*) ir pan.), nes, esant mechaniniam poveikiui, Brailio rašto taškai mažiau pakinta. Nustatyta, kad trafaretine spauda atspausdintas Brailio raštas ant kartono *Arktika* po mechaninio poveikio per laiką yra sunkiai nuskaitomas, nes jo aukščio vertė siekia 0,17 mm. Didėjant mechaninio poveikio trukmei, nedaug didėja Brailio rašto taškų skersmuo, nes ant skirtingų medžiagų suformuotas Brailio raštas, veikiamas mechaniškai, susispaudžia ir plastizoliniais dažais suformuoti taškai išsiplečia.

Naudojant specializuotą poliarimetrinę aparatūrą, atlikta įtempimų, atsiradusių kartone įspaudus Brailio raštą, kokybinė analizė. Gauta, kad įspaudžiant „Alaska GC-2“ kartoną įtempimai štampe yra mažesni nei įspaudžiant kartoną „Arktika GC-1“. Remiantis tyrimo rezultatais, galima suprojektuoti padidinto tiražingumo šampus.

Investigation of Resistance to Mechanical Effect of Braille Formed on Different Materials
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 183–188.

Celiuliozės komponento suardymo mišriapluoštėse tekstilės medžiagų atliekose tyrimas

Audronė SANKAUSKAITĖ, Laimutė STYGIENĖ, Marijona Danutė TUMĖNIENĖ, Sigitas KRAULEDAS, Lolita JOVAIŠIENĖ, Rima PUODŽIŪNIENĖ

Vienas iš tekstilės gamybos atliekų tvarkymo būdų yra jų perdirbimas ir pakartotinai naudoti tinkamas gamybos žaliavas. Šiuo metu tekstilės atliekų perdirbimo technologijos plačiausiai pritaikytos naudoti vienarūšių pluoštų tekstilės gamybos atliekas. Atlikti tyrimai parodė, kad didelę Lietuvos tekstilės, aprangos siuvimo ir minkštų baldų įmonėse susidarančių gamybos atliekų dalį (40,74 %) sudaro mišrios cheminųjų ir natūralių pluoštų tekstilės medžiagos. Šiame darbe atlikti medvilnės komponento suardymo ir atskyrimo nuo biologiškai neskaidaus poliesterio tyrimai, kurių metu mišrių pluoštų (50 % medvilnės ir 50 % poliesterio) verpalų atliekos 20 °C–130 °C temperatūroje buvo įmirkytos įvairių koncentracijų MgCl₂, Al₂(SO₄)₃, MgCl₂ ir Al₂(SO₄)₃ mišinio, MgCl₂ ir citrinos rūgšties mišinio vandeniniais tirpalais bei sausos būklės termiškai apdorotos 150 °C–180 °C temperatūrose. Rezultatai parodė, kad 94 %–95 % medvilnės komponento suardoma ir atskiriama nuo poliesterio komponento nufiltruojant, kai 50 % medvilnės ir 50 % poliesterio

verpalų atliekos įmirkomos 4 g/l $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ir 20 g/l MgCl_2 druskų mišinio vandeniniu tirpalu 20 °C bei termiškai apdorojamos 180 °C temperatūrose.

Investigation of Cotton Component Destruction in Cotton/Polyester Blended Textile Waste Materials Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 189–192.

Audinių paviršiaus cheminio modifikavimo įtaka daugiasluoksnių paketų atsparumui šūviui ir dūriui

Diana GRINEVIČIŪTĖ, Aušra ABRAITIENĖ, Audronė SANKAUSKAITĖ, Danutė Marijona TUMĖNIENĖ, Laima LENKAUSKAITĖ, Rimantas BARAUSKAS

Siekiant padidinti šarvinio paketo apsaugines savybes ir sumažinti jo svorį, darbe atlikti aramidinių audinių paviršiaus modifikavimo tyrimai. Paviršiaus cheminis apdorojimas atliktas skirtingos cheminės sudėties šlytį mažinančiais preparatais taip siekiant padidinti trintį tarp pluoštų sistemų. Preparatai buvo užpurškiami dviem būdais: tiesiogiai ant medžiagos paviršiaus bei naudojant žemos temperatūros plazmą, kuri modifikuoja medžiagos paviršių, – taip siekiama suaktyvinti paviršių ir padidinti vilgumą.

Atlikus aramidinių audinių daugiasluoksnių paketo balistinius bandymus nustatyta, kad cheminis medžiagos paviršiaus modifikavimas šlytį mažinančiais preparatais yra efektyvus tik tada, kai smūgio energija yra maža. Didelės kinetinės energijos ($E > 440 \text{ J}$) ginklo smūgio poveikiui papildomas cheminis modifikavimas įtakos neturi.

Analogiški tyrimų rezultatai gauti atlikus daugiasluoksnių aramidinių audinių paketo smūgio smaigu bandymus. Išanalizavus skirtingos cheminės prigimties šlytį mažinančių preparatų įtaką smaigo pradūrimo gyliui medžiagoje nustatyta, kad mažų energijų lygmenyje silicio pagrindo preparatai gerokai padidina trintį tarp pluoštų (jie apie 10 kartų pagerino atsparumo dūriui vertę), palyginti su akrilo preparatu. Taip pat nustatyta, kad trintį didinančio tirpalo koncentracija turi nevienodą įtaką medžiagos mechaninėms savybėms: silicio preparato koncentracijos didinimas įtakos rezultatams neturėjo, o tris kartus padidinus akrilo preparato koncentraciją atsparumas dūriui padidėjo apie 9,5 karto. Taip pat buvo tirta oksalo rūgšties įtaka akrilo preparato poveikio sustiprinimui. Gauti rezultatai parodė, kad papildomai naudojant oksalo rūgštį, aramidinio audinio atsparumas dūriui tampa panašus kaip silicio pagrindu naudojamų preparatų.

Darbe atlikti aramidinių audinių balistiniai ir dūrio tyrimai parodė, kad šarvinių paketų sluoksniams apdoroti naudojant šlytį mažinančius preparatus apsauginės šarvinio paketo savybės pagerėja tik esant mažoms smūgio energijoms.

Influence of Chemical Surface Modification of Woven Fabrics on Ballistic and Stab Protection of Multilayer Packets Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 193–197.

Ugniagesių aprangos drėgmei nelaidaus sluoksnio konstrukcinių siūlių savybių tyrimas

Diana GRINEVIČIŪTĖ, Lina VALASEVIČIŪTĖ, Violeta NARVILIENĖ, Kristina DUBINSKAITĖ, Regina ABELKIENĖ

Apsauginis ugniagesių drabužis dažniausiai yra sudarytas iš keturių sluoksnių: ugniai atsparaus išorinio sluoksnio, drėgmei ir vandeniui nelaidaus sluoksnio, tačiau praleidžiančio prakaito garus, šilumą izoliuojančio sluoksnio ir pamušalo. Po išoriniu aprangos sluoksniu esančio drėgmei nelaidaus sluoksnio medžiagos savybės yra labai svarbios, nes jos turi užtikrinti, kad į apsauginės aprangos vidų nepatektų iš išorės vanduo ir kad drėgmė prasiskverbtų iš gaminio vidaus. Drėgmė ugniagesių aprangoje atsiranda ne tik išsiskyrus kūno šilumai, bet ir vandeniui iš išorės patekus į aprangos vidų, kai šio sluoksnio konstrukcinės siūlės nėra gana sandarios. Ši drėgmė susigeria į aprangą ir aukštoje gaisro temperatūroje virsta karštu garu, nudeginančiu žmogaus odą.

Drėgmei nelaidaus sluoksnio siūlių savybėms tirti pasirinktos dviejų tipų neaustinės atsparios ugniai medžiagos su skirtingo polimero hidrofilinėmis membranomis (PES ir dvikomponente PTFE/PU). Darbo metu atlikti šių medžiagų konstrukcinių siūlių savybių tyrimai. Siūlams formuoti ir jiems sandarinti buvo taikomi dengimo juostele ir sujungimo ultragarsu būdai, keičiantys tokius technologinio proceso parametrus: temperatūrą, slėgį siūlės sujungimo vietoje ir formavimo greitį. Bandymai atlikti pagal pasirinktą eksperimento planą. Įvertinti šie konstrukcinių siūlių parametrai: didžiausioji jėga iki siūlei nutrūkstant ir atsparumas vandens prasiskverbimui.

Tyrimo rezultatai leido įvertinti drėgmei nelaidaus sluoksnio konstrukcinių siūlių formavimo ir sandarinimo, taikant skirtingus technologinius būdus, skirtumus ir nustatyti šio proceso metu tirtų parametrų įtaką tiriamų kriterijų kitimui. Remiantis tyrimų rezultatais, sudaroma galimybė optimizuoti technologinius parametrus, siekiant užtikrinti konstrukcinės siūlės maksimalias didžiausiosios jėgos ir atsparumo vandens prasiskverbimui vertes.

Investigation of Sealed Seams Properties of Moisture Barrier Layer in Firefighters Clothing Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 198–204.

Lietuvių etnografinių sijonų audinių pynimai ir spalvos

Eglė KUMPIKAITĖ, Liucina KOT

Analizuojami lietuvių etnografinių sijonų audinių pynimai ir spalvos. Tyrimo objektas – sijonai iš trijų Lietuvos muziejų fondų: 258 sijonai iš Nacionalinio M. K. Čiurlionio dailės muziejaus, 85 sijonai iš Lietuvos liaudies buities muziejaus ir 16 sijonų iš A. ir A. Tamošaičių galerijos „Židinys“. Nustatytas sijonų audinių pasiskirstymas pagal pynimus, kuris parodė, kad labiausiai paplitę yra drobinio pynimo audiniai (53 %), kombinuoti ir ruoželiniai pynimai ne tokie populiarūs (atitinkamai 19 % ir 18 %). Tyrimo metu nustatyti audinių pynimai, sudaryti jų užtaisymo brėžiniai, pateikta rekomendacijų dėl panašių audinių gamybos. Taip pat analizuotas spalvų ir spalvų skaičiaus pasiskirstymas audiniuose. Daugiausia spalvų rasta paprastų pynimų (drobinio ir ruoželinio) audiniuose, o būdingiausios iš jų yra žalia, raudona, juoda ir mėlyna.

Patterned Woven Fabrics in Lithuanian Folk Skirts
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 205–209.

Mikrobangų detektavimo asimetriškai susiaurintais $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ dariniais ypatumai

Jonas GRADAUSKAS, Artūras JUKNA, Jonas ŠULCAS, Algirdas SUŽIEDĖLIS,
Adulfas ABRUTIS, Vaclovas LISAUSKAS, Andrius MANEIKIS, Kristina ŠLIUŽIENĖ

Darbe ištirti asimetriškai susiaurintos formos mikrobangų detektoriai, fotolitografijos būdu pagaminti iš $0,3 \mu\text{m}$ storio $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ superlaidininko plonų sluoksnių, užaugintų nusodinant medžiagą iš metalo organinių junginių. Eksperimentai atlikti plačiame temperatūrų intervale, temperatūrai esant aukštesnei nei kritinė superlaidininko temperatūra T_c ir žemesnei nei T_c , su dviejų rūšių detektoriais: deguonimi prisotintu ($x \leq 0,2$), pasižyminčiu superlaidininko savybėmis, kai temperatūra $T < T_c \sim 86 \text{ K}$, ir deguonimi nuskurdintu ($x > 0,5$), nepasižyminčiu superlaidžiomis savybėmis visame tirtų temperatūrų intervale. Stebėtos abiejų rūšių detektorių, juos veikiant 10 GHz dažnio mikrobangomis, subtiesinės susidarančio elektrovaros signalo priklausomybės nuo mikrobangų impulsų galios. Deguonimi prisotintų ir nuskurdintų detektorių jautriai $S_{x \leq 0,2} \geq 1,3 \text{ mV/W}$ ir $S_{x > 0,5} \geq 9 \text{ mV/W}$ išmatuoti kambario temperatūroje. Asimetrinių voltamperinių charakteristikų forma priklausė nuo deguonies kiekio x detektoriaus sąsmaukos srityje. Gauti rezultatai rodo, kad asimetriškai susiaurinti iki $10 \mu\text{m}$ pločio deguonimi nuskurdinti ($x > 0,5$) detektoriai gali būti panaudoti kaip mikrobangų detektoriai, įterpti į superlaidžiąją $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ medžiagos sistemą, dirbančią žemose $T < T_c$ temperatūrose.

Microwave Detection Properties of Asymmetrically Narrowed $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ Structures
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 210–214.

Optiškai modifikuotų $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ sluoksnių tyrimas rentgeno spindulių mikroanalizės įranga

Artūras JUKNA, Lina STEPONAVIČIENĖ, Andrius MANEIKIS, Adulfas ABRUTIS,
Vaclovas LISAUSKAS, Kristina ŠLIUŽIENĖ, Roman SOBOLEWSKI

Darbe rentgeno spindulių mikroanalizės įranga ištirti kambario temperatūros $0,3 \mu\text{m}$ storio aukštatemperatūrio $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ superlaidininko dariniai, kuriuose nuostoviosios veikos 532 nm bangos ilgio lazerio šviesos spindulių, sufokusuotu į $\sim 5 \mu\text{m}$ skersmens dėmę, suformuotos silpnosios superlaidumo sritys. Epitaksiniai sluoksniai, c kristalografine ašimi orientuota statmenai padėklo plokštumai, pagaminti superlaidininko medžiagą nusodinant iš metalo organinių junginių ant izoliuojančių monokristalinių LaAlO_3 padėklų. Šviesai sąveikaujant su medžiaga inertinių dujų aplinkoje, apšviestos superlaidžiosios medžiagos dalies temperatūra padidėja, o joje esantis deguonis išgaruoja. Taip sukuriama iš dalies deguonimi nuskurdintos sritys. Optiškai modifikuotų superlaidininko medžiagos dalių, pasižyminčių žemesne kritine superlaidininko temperatūra T_c , silpnosne krizine superlaidininko srove I_c , ir silpnosniu kriziniu magnetiniu superlaidininko lauku H_{c1} nei lazeriu nmodifikuoto sluoksnio dalys, plotį ir formą lemia šviesos dėmės forma ir matmenys, lazerio dėmės skenavimo sluoksnio paviršiumi greitis ir lazerio spinduliuotės galia. Mikroanalizės įranga atlikti silpnosios superlaidumo sričių tyrimai parodė, kad optiškai modifikuotose srityse likutinis deguonies kiekis priklauso nuo lazerio spinduliuotės galios, o įkautusioje medžiagoje dėl deguonies intensyvesnės difuzijos $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ sluoksnyje išilgai a - b kristalografinių plokštumų, palyginti su statmena joms kryptimi, deguonis pasiskirsto netolygiai. Likutinis deguonies kiekis silpnosios superlaidumo srityse stipriai priklauso nuo pradinės (t.y. iki modifikavimo lazeriu) deguonies koncentracijos sluoksnyje. Atliktų tyrimų rezultatus patvirtina kitų autorių gauti elektrinių tyrimų rezultatai – superlaidžiosios medžiagos savitoji elektrinė varža kambario temperatūroje ir savitosios elektrinė varžos priklausomybė nuo temperatūros priklauso nuo likutinio deguonies kiekio. Darbe taip pat daroma išvada, kad rentgeno spindulių mikroanalizės įranga, nustačius likutinį deguonies kiekį, ir elektrinių tyrimų įranga, ištyrus kambario temperatūros

medžiagos savitąją elektrinę varžą bei jos eigą nuo temperatūros, galima nustatyti deguonies koncentraciją plonųjų $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ superlaidininko sluoksnių mikrometrų dydžio silpnosios superlaidumo srityse.

Investigation of Optically Modified $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ Films by Means of X-ray Microanalysis Technique
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 215–219.

Spartusis dviejų pakopų apsaugos nuo elektromagnetinio impulso įtaisas iš polikristalinių La-Sr(Ca)-Mn-O sluoksnių

**Laura ŽURAUSKAITĖ, Saulius BALEVIČIUS, Nerija ŽURAUSKIENĖ,
Skirmantas KERŠULIS**

Plonieji polikristaliniai $\text{La}_{0,83}\text{Sr}_{0,17}\text{MnO}_3$ ir $\text{La}_{0,7}\text{Ca}_{0,3}\text{MnO}_3$ sluoksniai buvo ištirti 5 K–290 K temperatūrose, naudojant didelės galios subnanosėkundinės užaugimo trukmės elektrinius impulsus, kurių amplitudė siekė 1 kV. Nustatyta, kad sluoksnių elektrinio laidumo priklausomybės nuo įtampos gali būti aprašomos empirine formule $G = G_0 + G_\alpha \cdot U^\alpha$; čia G yra sluoksnių laidumas; U – bandinyje sukurta įtampa; G_0 – laidumas, esant žemai įtampai; G_α ir α – parametrai, apibūdinantys elektrinės pernašos mechanizmą. La-Ca-Mn-O ir La-Sr-Mn-O sluoksnių parametro α vertės buvo gautos atitinkamai 1,5 ir 1,33. Esant sluoksnių elektrovaržos (ER) priklausomybei nuo temperatūros nustatyti du ruožai: žemose temperatūrose ER silpnai priklauso nuo temperatūros, o aukštesiose temperatūrose ER stipriai mažėja didėjant temperatūrai. Parodyta, kad polikristaliniai manganitų sluoksniai gali būti panaudoti, kuriant apsaugos nuo staigaus elektromagnetinio impulso įtaisas. Pasiūlytas dviejų pakopų įtaisas, veikiantis kriogeninėse (80 K) temperatūrose.

Fast Two-stage Protector Against Electromagnetic Pulse Based on Electroresistance Effect in Polycrystalline La-Sr(Ca)-Mn-O Films
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 220–222.

Mikro-SOFC membraninės struktūros modeliavimas ir formavimas

**Brigita ABAKEVIČIENĖ, Viktoras GRIGALIŪNAS, Jolita SAKALIŪNIENĖ,
Dainius VIRGANAVIČIUS, Kęstutis ŠLAPIKAS, Marius MIKOLAJŪNAS,
Sigitas TAMULEVIČIUS**

Šiame darbe pateikiama kompiuterinės modeliavimo programos „Comsol Solid Mechanics“ membraninės struktūros modelis, kuriame skaičiuojami Pt/YSZ/Pt struktūros ant Si padėklo su barjeriniais Si_3N_4 (200 nm storio) ir SiO_2 (200 nm storio) sluoksniais terminiai įtempiai. Įvertinta μ -SOFC struktūros komponento – elektrolito (cirkonio oksido, stabilizuoto 8 mol% itrio oksidu) terminių įtempių priklausomybė nuo temperatūros (temperatūrų intervale nuo 20 °C iki 800 °C) bei terminių įtempių pasiskirstymas μ -SOFC membraninėje struktūroje. Parodyta, kad ant silicio oksido suformuota Pt/YSZ/Pt plonų dangų struktūra dėl skirtingų terminių plėtimosi koeficientų tarp padėklo ir Pt/YSZ/Pt struktūros patiria didelius gniuždančius įtempius. Atlaisvintos nuo padėklo membranos gniuždantys terminiai įtempiai yra žymiai mažesni, nes jai yra vietos plėstis. Antra vertus, jie lemia membranos deformacijas. Eksperimento metu modeliuota struktūra buvo suformuota naudojant silicio nitrido membraninę struktūrą. μ -SOFC pagrindinio komponento (elektrolito) formavimui buvo naudojamas garinimas elektronų pluošteliu. Platinos elektrodai buvo suformuoti pastovios srovės magnetroniniu dulkiniu. Formuojant μ -SOFC membraninę struktūrą, ėsdinimas dujų (CF_4/O_2) plazmoje ir gilusis reaktyvusis joninis ėsdinimas (Bosh'o procesas) buvo derinami su kontaktine fotolitografija. Suformuotos membranos mikrostruktūra bei morfologija buvo tiriama rentgeno spindulių difrakcijos ir skenuojančios elektroninės mikroskopijos metodais. Parodyta, kad daugiasluoksni struktūra išlieka stabili darbiniam μ -SOFC temperatūrų intervale.

Modelling and Fabrication of Micro-SOFC Membrane Structure
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 223–227.

Plačiajuosčių mikrobangų signalų, išspinduliuotų impulsiskai sužadintomis monopolinėmis antenomis, priėmimas ir detekcija

**Steponas AŠMONTAS, Oleg KIPRIJANOVIČ, Boris LEVITAS, Jonas MATUZAS,
Irina NAIDIONOVA**

Nedidelių monopolinių antenų impulsinis sužadimas buvo panaudotas plačiajuosčių elektromagnetinių impulsų generacijai. Sužadimas vykdomas elektriniais videoimpulsais, kurių frontai 600 ps, 200 ps, 70 ps, o amplitudės atitinkamai 100 V, 15 V ir 0,4 V. Plačiajuosčių antenos, tarp kurių buvo rupojinės antenos, turinčios bendrašį išėjimą ir perklojančios 0,3 GHz–26 GHz ruožą, buvo panaudotos signalams priimti. Šie signalai buvo nagrinėjami stroboskopiniu

oscilografu, turinčiu 0 GHz–26 GHz pralaidumo juosta. Taip pat buvo realizuota signalų detekcija, naudojant plačiajuosčius stiprintuvus ir skirtingo tipo detektorius.

Po priimtų signalų vizualizacijos aptikta, kad jų forma priklauso nuo sužadinojo impulso fronto statumo ir mažiau nuo monopolių geometrinės formos detalių. Išspinduliuoti plačiajuosčiai elektromagnetiniai impulsai turi santykinai didelę trukmę – apie 30 ns, o jų spektro harmonikos plečiasi iki 22 GHz. Tokius impulsus galima priskirti impulsams su didele baze. Bazė yra impulso trukmės ir jo juostos pločio sandauga ir visada gerokai viršija vieneta, aptariamuoju atveju ji yra apie 600. Rezultatai rodo, kad viršutinės spektro harmonikos dar nėra matomos, nes nupjautos naudojama eksperimentinė įranga. Praktiniams taikymams tokie impulsai panaudojami, jei po išspinduliuavimo prasiskverbia pro terpes, turinčias skirtingas dažnines savybes, pvz., stiprią nuostolių priklausomybę nuo dažnio. Prasiskverbę pro terpes impulsai priimami antenomis skirtinguose dažnių ruožuose, o signalai analizuojami skaitmeninio oscilografo programine įranga.

Receiving and Detection of Ultra-Wideband Microwave Signals Radiated by Pulsed Excitation of Monopole Antennas
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 228–231.

Paslėptų objektų elektrinių savybių nustatymas naudojant plačiajuosčius mikrobangų signalus

Steponas AŠMONTAS, Oleg KIPRIJANOVIČ, Boris LEVITAS, Jonas MATUZAS, Irina NAIDIONOVA

Impulsinis ruporinės antenos sužadinimas buvo panaudotas didelės bazės elektromagnetinių signalų generacijai. Ruporas buvo sužadintas elektriniais impulsais su 200 ps frontu ir 15 V amplitude. Išspinduliuoto impulso spektrinės charakteristikos buvo apibūdintos taikant skirtingų ruožų plačiajuostes antenas, tarp jų ir ruporines, ir 0 GHz–18 GHz pralaidumo juostos stroboskopinį oscilografą. Buvo aptikta, kad šio impulso spektras yra labai platus, didesnis nei 12 GHz, o atsižvelgiant į jo apie 25 ns trukmę, tai yra didelės bazės impulsas.

Tuščiaiduriai cilindrai buvo suvynioti iš neskaidrių optinei šviesai medžiagų ir juose buvo paslėpti kiti cilindrai, turintys stiprių metalinių arba mikrobangas sugeriančių savybių. Jiems aptikti ir buvo pritaikyti elektromagnetiniai impulsai su didele baze. Prasiskverbę pro cilindrų ir atspindintys nuo jų impulsai priimami plačiajuostėmis antenomis skirtinguose dažnių ruožuose ir detektuojami, o naudinga informacija sistemiškai užrašoma lentelėse. Apdorojus informaciją buvo galima aptikti paslėptą cilindą, turintį elektrinių savybių. Taip pat daroma išvada, kad šią metodiką galima pritaikyti ir paslėptiems daiktams, turintiems sudėtingesnių elektrinių savybių, aptikti. Tam naudojami plačiajuosčiai stiprintuvai aukštesniuose dažniuose ir skaitmeninis plačiajuostis oscilografas.

Estimation of Electrical Properties of Hidden Objects Using Microwave Signals
Mater. Sci. (Medžiagotyra) 2014, Vol. 20, No. 2, pp. 232–234.