

Vilniaus universitetas

Fizikos fakultetas

Kieto kūno elektronikos katedra

Giedrius Mikulis

**Organinių medžiagų sluoksnio formavimas
magnetiniame lauke**

Antrosios pakopos studijų baigiamasis darbas

(studijų programa – Fizikinės technologijos ir jų vadyba)

Studentas

Giedrius Mikulis

Darbo vadovas

prof. (HP) dr. Kęstutis Arlauskas

Recenzentas

Dr. Skirmantas Keršulis

Katedros vedėjas

prof. (HP) dr. Kęstutis Arlauskas

Vilnius 2016

Turinys

<i>Įvadas</i>	4
<i>1. Literatūros apžvalga</i>	
1.1. <i>Organinės krūvininkų pernašos medžiagos</i>	5
1.2. <i>Organinių krūvininkų pernašos medžiagų panaudojimo sritys</i>	6
1.3. <i>Magnetinio lauko įtaka organinių medžiagų sluoksnių struktūrai bei elektrinėms savybėms</i>	7
<i>2. Sluoksnių formavimo ir tyrimo metodai</i>	
2.1. <i>Organinių sluoksnių gamybos būdai</i>	8
2.2. <i>Organinių medžiagų sluoksnių optinių tyrimų metodai</i>	9
2.2.1. <i>Fotoluminescencijos tyrimai</i>	9
2.2.2. <i>Sluoksnio storio nustatymas atominės jėgos mikroskopu</i>	9
2.2.3. <i>Sluoksnių morfologijos tyrimas optiniu mikrosko</i>	10
2.3. <i>Elektrinių tyrimų metodai</i>	
2.3.1. <i>CELIV metodas sluoksnio fizikinėms savybėms tirti</i>	10
2.3.2. <i>TOF metodas sluoksnio fizikinėms savybėms tirti</i>	12
<i>3. Eksperimentas</i>	
3.1. <i>Bandinių paruošimas bei sluoksnių auginimas</i>	14
3.2. <i>Bandinių fizikinių savybių tyrimas</i>	22
<i>4. Tyrimų rezultatų aptarimas</i>	23
<i>Išvados</i>	34

Literatūros sąrašas.....35

Ivadas

Pastaruosius kelis dešimtmečius stebime spartų organinių aukštatechnologinių medžiagų tobulėjimą ir jų proveržį į tokias įprastų neorganinių puslaidininkių taikymų sritis, kaip plonasluksniai tranzistoriai, saulės celės, šviesą emituojantys diodai, jutikliai ir kt. Šių technologijų raida atveria plastikinės elektronikos ir lanksčių didelio ploto organinių prietaisų masinės gamybos galimybes. Milžiniška šios mokslo ir technologijų krypties pažanga yra stimuliuojama pagrįsta viltimi sukurti organinių medžiagų pagrindu veikiančius naujus elektronikos produktus.

Reikia paminėti jog organiniai puslaidininkiai nėra tokie nauji. Organiniai fotolaidininkai žinomi net nuo 1900-ųjų [1] ir jau nuo praeito amžiaus pradžios pradėti taikyti pirmuosiuose kserokopijavimo aparatuose [2]. Pirmieji sisteminiai organinių medžiagų tyrimai prasidėjo praeito amžiaus viduryje [3]. 1977 m. buvo paskelbti darbai apie laidžius konjuguotus polimerus ir nepaprastai plačias galimybes keisti jų laidumą juos legiruojant, tai atvėrė dar vieną plačią organinių puslaidininkių klasę. 1980-ųjų viduryje buvo sukurti plonasluksniai organiniai tranzistoriai [4] ir organinė saulės celė [5]. Organinių medžiagų pagrindu sukurtų prietaisų proveržis į įprastų puslaidininkių elektronikos rinkas vyksta iki šiol.

Kadangi organinių sluoksnių formavimas magnetiniame lauke yra viena iš mažai ištyrinėtų organikos mokslo sričių, tai šio darbo tikslas - nustatyti organinių medžiagų sluoksnių formavimo metu veikiančio magnetinio lauko įtaką suformuotų sluoksnių struktūrai bei krūvininkų judriui.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Organinės krūvininkų pernašos medžiagos

Organinės medžiagos tai molekuliniai anglies dariniai sudarantys net apie 90% visų iki šiol žinomų cheminių medžiagų. Organinių darinių, kurių iki dabar jau yra žinoma virš 10 milijonų ir su kiekvienais metais padaugėja dešimtimis tūkstančių, neribotų cheminių formų ir struktūrų įvairovė atveria plačias galimybes juos panaudoti organinės elektronikos prietaisų technologijose. Jų pagrindą sudaro anglies skeletas, o platų panaudojimo ir savybių spektrą lemia galimybė organines medžiagas sintetinti iš neorganinių medžiagų cheminiais metodais. Svarbiausia organinių medžiagų savybė leidusi jas taikyti elektronikoje yra tai jog jos gali sudaryti stipriai poliarizuotas π -konjuguotas sistemas pasižyminčias puslaidininkinėmis savybėmis: šviesos sugertis ir emisija plačiame šviesos bangų ruože, krūvio pernašos galimybė, kuri lemia jų laidumo kitimą nuo dielektrikų iki metalų laidumo.

Organinės krūvininkų pernašos medžiagos yra organiniai junginiai skirti pernešti elektros krūvį, jos skirstomos į tris grupes priklausomai nuo jų elektroninės sandaros bei molekulių savybių. Pirmoji grupė būtų skylinio laidumo medžiagos, kuriose pernešamos skylės. Organiniai junginiai pasižymintys tokio pobūdžio laidumu yra sudaryti iš medžiagų su mažu jonizacijos potencialu, kas pasiekama į juos įvedant funkcinės grupes kurių jonizacijos potencialas yra mažas, tai lemia jog dauguma skylinio laidumo medžiagų savo cheminėje sandaroje turi pakeistas aromatinių aminių grupes. Skylių pernašos organinių junginių yra ganėtinai daug ir jie priklauso įvairioms junginių klasėms. Tipinis skylių judris tokiuose junginiuose svyruoja nuo $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ iki $10^{-2} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$. Kita organinių krūvininkų pernašos grupė yra elektroninio laidumo medžiagos. Tokių medžiagų cheminėje sandaroje turi būti elektronakceptorinių grupių ir jos turi lengvai ir gryžtamai redukuotis, o jų redukcijos potencialas turi būti mažesnis už deguonies molekulės redukcijos potencialą, antraip deguonies molekulė esanti sluoksnio viduje sudarys elektronų prilipimo centrus [6]. Elektronus pernešančių medžiagų yra daug mažiau nei skylinio laidumo medžiagų. Trečiajai grupei priklauso bipolinės pernašos medžiagos, kurios perneša abiejų rūšių krūvininkus. Jų yra ganėtinai mažai. Jas sintetinant bandoma į organinio junginio cheminę sandarą įvesti ir elektronakceptorinę ir elektrondonorinę funkcinės grupes, kurios junginiui suteiktų bipolinį laidumą.

1.2. Organinių krūvininkų pernašos medžiagų panaudojimo sritys

Organinius kietuosius kūnus sudaro organinės molekulės, kurias savo ruožtu gali sudaryti dešimtys ar net šimtai atomų, tarp kurių dažniausiai vyrauja stiprūs kovalentiniai ryšiai, o tarp molekulių silpna Van Der Valso sąveika. Tokia dviguba organinių kietųjų kūnų sandara lemia jų savybių skirtumus, lyginant juos su įprastais puslaidininkiais. Tai atveria galimybes technologiškai keisti jų savybes molekulinio lygiu, pasitelkus kvantinius cheminius skaičiavimus ir organinę sintezę. Molekulinės sandaros dizainas leidžia keisti organinio sluoksnio krūvio pernašos savybes, energijos lygmenų struktūrą, sluoksnio pakavimosi galimybes ir t.t. [7]. Taipogi galima naudoti įvairius organinių kietųjų kūnų daugiasluoksnius darinius ir sudėtingus molekulinį mišinių dizainus, optimizuojant sluoksnių ir sandūrų funkcines savybes. Tokia mišri technologija suteikia galimybę organines medžiagas panaudoti įvairiose elektronikos srityse.

Organiniai plonasluoksniai tranzistoriai (OTFT) naudojami formuojant plastikinės elektronikos grandynų aktyvius elementus, plonasluoksnių lauko tranzistorių jungiklius ir logikos elementus. Organiniai medžiagos gali išstumti įprastus puslaidininkius mažesnio tankio ir mažesnio dažnio masinės gamybos prietaisų rinkose.

Kserokopijavimo įrenginiai ir lazeriniai spausdintuvai buvo pirmoji technologija kurioje pradėti diegti aktyvūs organinių puslaidininkių sluoksniai ir dabar net 90% visų tokių įrenginių naudoja organinius fotoreceptorius [8]. Kserokopijavimo technologijos sėkmė akivaizdžiai parodė organinių medžiagų sluoksnių privalumus didelio ploto elektronikos prietaisų gamyboje [9].

Organinių šviesą emituojančių diodų (OLED) technologija yra sparčiausiai besivystanti organinės elektronikos kryptis. Ši technologija iš esmės paspartino visos organinės elektronikos raidą: naujų organinių medžiagų paiešką ir daugiasluoksnių organinių darinių technologijos plėtrą [10]. Naujausi atradimai iš organinių medžiagų gaunant elektroliuminescenciją suteikia galimybes organinių šviestukų technologijas pritaikyti vaizduoklių gamybai [11] bei bendrojo apšvietimo rinkoje.

Organiniai saulės elementai yra viena iš pigesnių alternatyvų silicio saulės elementams. Kol kas jie nėra tokie efektyvūs, kaip kristalinio silicio, tačiau beveik 3 kartus pigesni, o taip pat lengvesni bei gali būti padaryti lankstūs. Didžiulis organinių medžiagų pasirinkimas leidžia tikėtis, kad ateityje bus pasiektas taip pat ir didesnis efektyvumas.

1.3. Magnetinio lauko įtaka organinių medžiagų sluoksnių struktūrai bei elektrinėms savybėms

Siekiant efektyvios krūvio pernašos reikia, kad krūvininkai galėtų laisvai judėti nuo vienos molekulės prie kitos ir nebūtų gaudomi ar sklaidomi. Krūvininkų judrį įtakoja tokie veiksniai kaip molekulių sandara, jų dydis bei masė, molekulių pakavimosi sluoksnyje tvarka, struktūrinė netvarka ir priemonės, bei išoriniai veiksniai, tokie kaip išorinio elektrinio lauko stipris, temperatūra.

Didžiausia įtaką organinių medžiagų sluoksnio elektriniam laidumui turi krūvio pernašos tarp molekulių vyksmai. Krūvio pernašos skirtumai skirtingomis organinių kristalų ašių kryptimis, rodo jog pernašos efektyvumas tiesiogiai priklauso nuo molekulių atstumo viena nuo kitos bei jų orientacijos, taigi, ir nuo molekulių pakavimosi kristale. π -konjuguotosios organinės molekulės paprastai pakuojasi sluoksniais, sluoksnyje sudarydamos „eglutės“ struktūrą [12]. Organiniuose tranzistoriuose geriausių pernašos rezultatų pasiekta tada kai molekulės yra išrikiuotos ant dielektriko sluoksnio statmenai paviršiui, kaip kareivėliai [13], taip pat judris žymiai kinta nuo molekulių polinkio kampo molekulinėje voroje [14], tačiau neaišku ar tokioje rikiuotėje judris bus didžiausias tada, kai molekulės supakuotos „face to face“ (veidas į veidą) orientacijoje. Paprastai tokia orientacija nėra optimali ir didesnis judris yra eglute supakuotų molekulių. Turbūt čia svarbesnė yra HOMO LUMO būsenų banginių funkcijų sankloda, o ne tikslus pakavimasis viena ant kitos [15].

Organiniai kietieji kūnai dažnai yra netvarkūs. Struktūrinė netvarka gerokai keičia krūvio pernašos savybes. Išskiriama dviejų tipų organinių kietųjų kūnų netvarkos. Tai diagonalioji netvarka, kuri atspindi būsenų energijų fliuktacijas medžiagoje, t.y. molekulių ar jų grandinių HOMO LUMO lygmenų energijas, ir nediagonalioji netvarka, kuri priklauso nuo kaimyninių molekulių tarpusavio sąveikos stiprio fliuktacijų. Nediagonalioji netvarka lemia elektroninių sąveikų nevienodumą kristalo tūryje, o tai gali lemti ir krūvio pernašos kanalus, ir krūvio pernašos aklavietes. Jei molekulės yra lanksčios tai molekulių fragmentų sąsukos yra lemiamas diagonaliosios netvarkos šaltinis medžiagoje. Beveik visuose polimeruose skirtingo ilgio konjuguotų grandinėlių fragmentai lemia sluoksnio HOMO ir LUMO lygmenų išplitimą. Didelių polinių molekulių atveju nediagonalinę netvarką stipriai lemia aplinkinių molekulių elektrostatiniai poliarizaciniai poslinkiai, kurie įvairuoja esant skirtingai kaimynų konfigūracijai erdvėje.

Atlikti organinių puslaidininkinių medžiagų fotoluminescencijos, elektroluminescencijos ir fotosrovės tyrimai silpname (<500 mT) magnetiniame lauke rodo reikšmingą šių parametrų pokytį bei magnetinio lauko efekto (MFE) įtaką organinėms puslaidininkinėms medžiagoms [16], tačiau magnetinio lauko poveikis sluoksnių auginimo metu nėra ištyrinėtas.

Tokius veiksnius kaip molekulių pakavimąsi sluoksnyje ir sluoksnio struktūrinę netvarką, teoriškai galime įtakoti sluoksnių formavimo metu juos veikiančiu magnetiniu lauku, tačiau nėra daug literatūros apie šios srities mokslinius tyrimus, todėl šio darbo metu bus bandoma nustatyti organinių

medžiagų sluoksnių formavimo metu veikiančio magnetinio lauko įtaką tų sluoksnių struktūrinėms bei elektrinėms savybėms.

2. Sluoksnių formavimo ir tyrimo metodai

2.1. Organinių sluoksnių gamybos būdai

Yra dvi pagrindinės organinių sluoksnių gamybos technologijos: liejimas ir garinimas. Šiame skyrelyje bus trumpai aptartos abi technologijos bei jų plusai ir minusai. Organinio junginio liejimas ant padėklo pasižymi tuo jog organinę medžiaga reikia ištirpinti tam tikrame tirpiklyje, kuriame ji tirpsta. Toliau seka padėklo padengimas tirpiklyje ištirpinta organine medžiaga. Pagrindiniai liejimo būdai yra:

- 1) Ištirpintos organinės medžiagos užpylimas ant padėklo ir laukimas kol tirpiklis išdžius.*
- 2) Ištirpintos Organinės medžiagos lašinimas ant besisukančio padėklo.*
- 3) Organinės medžiagos užtepimas ant padėklo su mentele.*
- 4) Naudojant cilindrą jį galima tiesiog įmerkti į vonia su ištirpinta organine medžiaga ir lėtai ištraukti.*
- 5) Organinės medžiagos purškimas ant padėklo.*

Liejimo technologija suteikia galimybę pigiai gaminti didelio ploto organinių medžiagų sluoksnius. Pagrindiniai liejimo technologijos minusai yra tai jog ne visos organinės medžiagos tirpsta įprastuose tirpikliuose bei tirpikliui garuojant dalis jo lieka augintame sluoksnyje, todėl galutinis sluoksnis nėra tik organinė medžiaga kuria naudojome bet ir tirpiklio priemaišos. Juolab norint užgarinti kelis skirtingus sluoksnius reikia skirtingų tirpiklių kurie tirpintų tik reikiamą organinę medžiagą, kitaip dengiant antrąjį sluoksnį tirpiklis pradės tirpdyti pirmąjį, todėl susidarys ne du atskirų medžiagų sluoksniai, o jų mišinys.

Kita organinių sluoksnių auginimo technologija yra garinimas. Organinė medžiaga kaitinama kvarcinio stiklo tiglyje, vakuomo atmosferoje, ir ant virš garintuvo įstatyto padėklo auga garinamos organinės medžiagos sluoksnis. Garinant medžiagą, priešingai nei liejimo metodu, nereikia naudoti jokių tirpiklių, kas lemia jog užauginti sluoksniai neturi priemaišų. Garinant kelias medžiagas iš eilės galima užauginti atskirus sluoksnius arba garinant kartu gauti jų mišinius. Pagrindiniai organinių medžiagų garinimo minusai yra tai jog kaitinat medžiagą ji gali skilti ir užteršti sluoksnį savo skilimo produktais, bei tai jog sluoksnį auginant vakuume vakuuminės kameros plotas labai riboja padėklo plotą.

2.2. Organinių medžiagų sluoksnių optinių tyrimų metodai

2.2.1. Fotoluminescencijos tyrimai

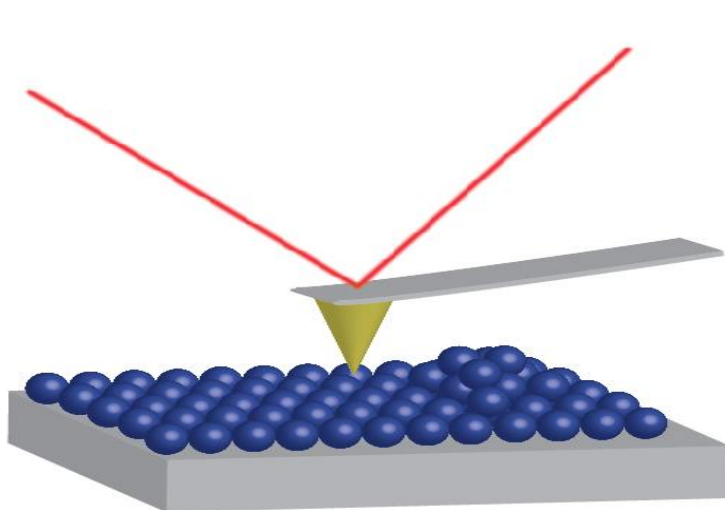
Organinių medžiagų sluoksnių fotoluminescencijos tyrimams atlikti buvo naudojamas 396 nm bangos ilgio UV šviestukas bei spektrometras „Avantes AvaSpec-2048“. Jis pavaizduotas 2.1 pav. Išdžiovintus iš tirpalo organinių medžiagų CSV (1-6) sluoksnius apšvietus UV šviestuko skleidžiama šviesa spektrometru buvo registruojami tų sluoksnių fotoluminescencijos spektrai.



2.1 pav. Spektrometras „Avantes AvaSpec-2048“.

2.2.2. Sluoksnių storio nustatymas atominės jėgos mikroskopu

Atominės jėgos mikroskopija (AJM) – viena skenuojančiojo zondo mikroskopijos rūšių, plačiausiai taikoma nanoinžinerijoje, biologijoje, plonų sluoksnių tyrimuose, lazerinėse technologijose, medžiagotyroje ir kitose srityse, kur reikalinga paviršiaus nanoanalizė. Yra keli atominės jėgos mikroskopo darbo režimai: kontaktinis, nekontaktinis ir dinaminio kontaktavimo. Šiame darbe tiriant išdžiovintus organinių molekulių medžiagų sluoksnius buvo naudojamas kontaktinis atominio jėgos mikroskopo darbo režimas. AJM veikimas pagrįstas lazerio šviesos spindulio atsispindėjusio nuo paviršių skenuojančios adatos detektavimu ir jo poslinkio nustatymu. Atominės jėgos mikroskopo veikimo principas pavaizduotas 2.2 pav.



2.2 pav. Atominės jėgos mikroskopo veikimo principas.

2.2.3. Sluoksnių morfologijos tyrimas optiniu mikroskopu

Užauginti organinių medžiagų sluoksniai buvo tiriami prašviečiančiu poliarizuotos šviesos mikroskopu „Olympus BX 41 TF“. Jis pavaizduotas 2.3 pav. Padarytos sluoksnių struktūros fotografijos juos apšvietus nepoliarizuota šviesa ir poliarizuota šviesa tada palyginti tapačių organinių medžiagų sluoksnių augintų be magnetinio ir su magnetiniu lauku struktūros.

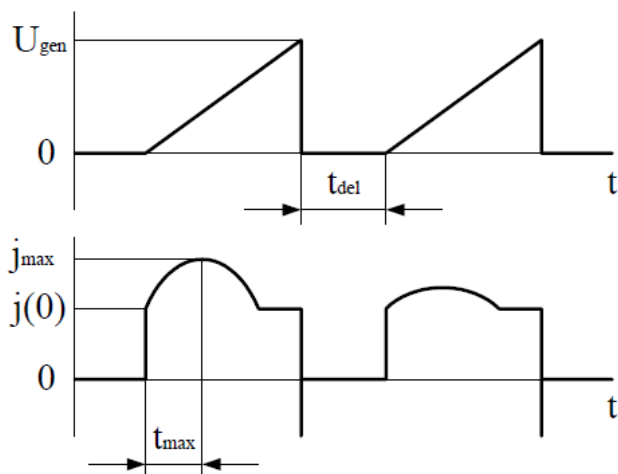


2.3 pav. Optinis mikroskopas „Olympus BX41TF“.

2.3. Elektrinių tyrimų metodai

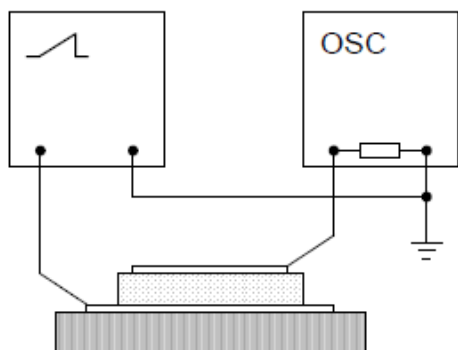
2.3.1. CELIV metodas sluoksnio fizikinėms savybėms tirti

Vienas iš palyginti naujų matavimo metodų, tinkamų elektrinio krūvio fotogeneracijos, atskyrimo ir pernašos vyksmams tirti yra krūvininkų ištraukimo tiesiškai kylančia įtampa - CELIV (*carriers extraction by linearly increasing voltage*) metodas. Pagrindinis šio metodo privalumas yra tas jog jį nesunkiai galima pritaikyti įvairiems medžiagos sluoksnio parametrams (krūvininkų judriui ir tankiui, fotogeneruotų krūvininkų rekombinacijos greičiui, medžiagos laidumui, sluoksnio storiui ir t.t.) matuoti bei krūvininkų pernašos ypatumams tirti tiek dielektrikuose, tiek laidžiose medžiagose. Šis metodas buvo sukurtas VU fizikos fakultete ir pastaruoju metu jau gana plačiai pripažintas ir naudojamas pasaulyje. CELIV metodas remiasi krūvininkų ištraukimu iš bandinio su užtvariniu kontaktu ir atitinkamos srovės kinetikos analize.



2.4 pav. CELIV metodo iliustracija. Viršuje parodyta prie bandinio jungiamos įtampos forma, apačioje – per bandinį tekanti srovė.

Kaip matome iš įtampos ir srovės kinetikų pavaizduotų 2.4 pav., pradžioje minima srovė didėja nes dėl kylančios įtampos auga ištraukiamų krūvininkų skaičius. Laikui bėgant ir mažėjant krūvininkų skaičiui likusiam bandinyje bei persiskirstant jame esančiam elektriniam laukui, srovė pradeda mažėti. Srovės maksimumo padėtis (t_{max}) priklauso nuo krūvininkų judrio (μ), o pradinis srovės kinetikos polinkio kampas – nuo bandinio tūrinio laidumo (σ). Turime galimybę matuoti tiek σ , tiek μ , taip pat galima suintegruoti laidumo srovę ir gauti ištraukto krūvio kiekį (vadinasi, ir krūvininkų tankį (n), jeigu tik ištraukiam visus krūvininkus). Be to, matome jog lyginant du impulsus galima tirti krūvininkų atsistatymą po ištraukimo. CELIV metodo matavimų schema pavaizduota 2.5 pav.



2.5 pav. Bandinių tyrimo tiesiškai CELIV metodu matavimo schema

Keičiant įtampos kilimo greitį $A=U_{gen}/\Delta t$ galima pasiekti, kad šuoliukas būtų ryškiai išreikštas ir iš jo aukščio apskaičiuoti bandinio storį d arba, jeigu bandinio storis žinomas, bandinio santykinę dielektrinę skvarbą ε . Bandinio storis apskaičiuojamas iš formulės:

$$d = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 A}{j_0}; \quad (1)$$

Tada bandinio dielektrinė skvarba yra:

$$\varepsilon = \frac{j_0 d}{\varepsilon_0 A} \quad (2)$$

Organinių medžiagų ε paprastai yra apie $\varepsilon = 3,5$, o elektrinė konstanta $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m.

Srovės kinetikos pradinis polinkis yra proporcingas bandinio tūrio laidumui:

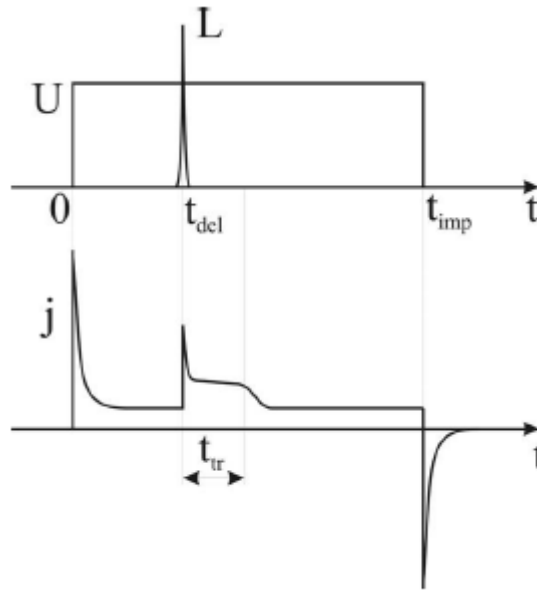
$$\sigma = \frac{\varepsilon \varepsilon_0}{j(0)} \left. \frac{dj}{dt} \right|_{t=0}; \quad (3)$$

Krūvininkų judris iš srovės kinetikos maksimumo padėties t_{max} gali būti skaičiuojamas pagal paprastą formulę, kada $j(0)$ yra palyginamas su Δj :

$$t_{max} = \sqrt{\frac{2d^2}{3\mu A}}; \quad (4)$$

2.3.2. TOF metodas sluoksnio fizikinėms savybėms tirti

Vienas iš pagrindinių ir dažniausiai naudojamų metodų krūvininkų dreifinio judrio nustatymui mažo laidumo ir judrumo fotojautriose medžiagose yra lėkio trukmės – TOF (time of flight) metodas. Metodas yra pagrįstas fotogeneruotų krūvininkų dreifo trukmės matavimu pastoviam vienaalyčiame elektriniame lauke. 2.6 pav. pavaizduota lėkio trukmės metodo iliustracija.



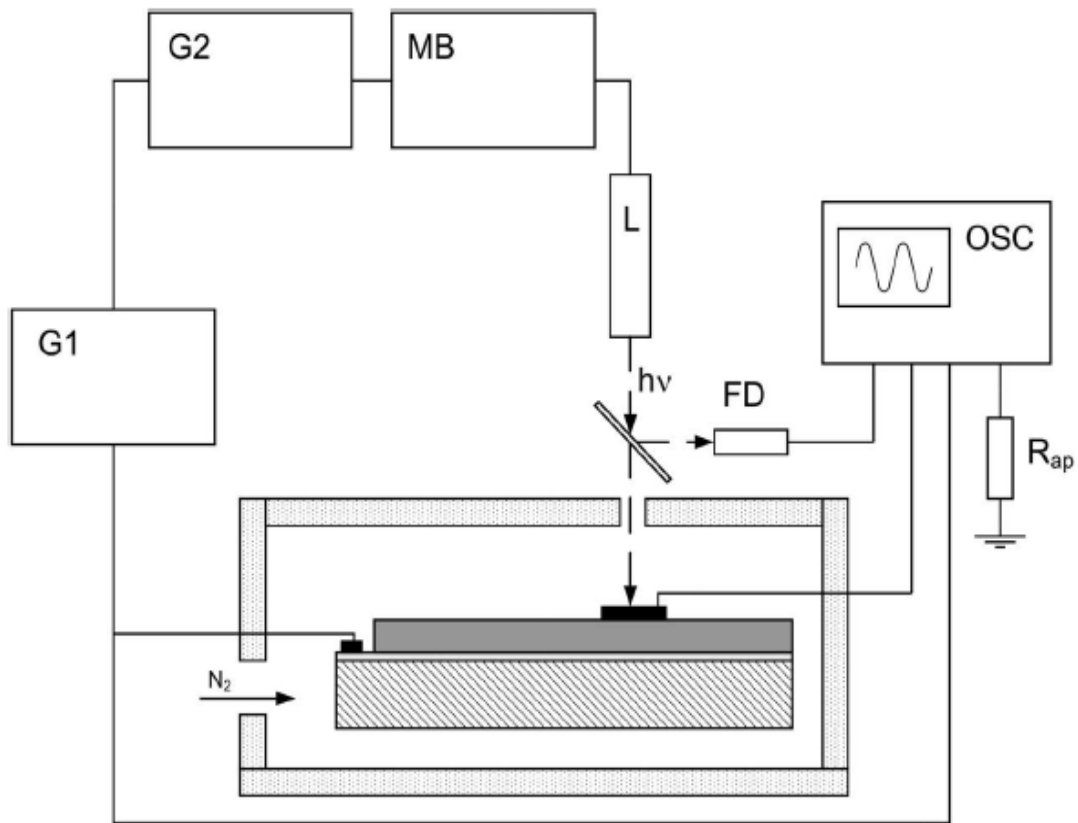
2.6 pav. TOF metodo įtampos ir šviesos impulso bei srovės kinetikos laikinė diagrama.

Tyrimas vyksta pastovų elektrinį lauką prijungiant prie tiriamosios sluoksнинės struktūros ir po tam tikros laiko trukmės t_{del} struktūra per pusiauskaidry elektrodo yra apšviečiama trumpu stipriai sugeriamu šviesos impulsu L . Įvykus fotogeneracijai krūvininkai pradeda judėti, jų judėjimo kryptis priklauso nuo įtampos, prijungtos prie struktūros elektrodų, poliarumo. Vieno ženklo fotogeneruotų krūvininkų paketas pradeda dreifuoti per visą bandinį, o priešingo ženklo krūvininkai juda link artimesniojo apšviesto kontakto. Pastaryjų krūvininkų įnašas į bendrą srovę yra mažas, nes jie keliauja ganėtinai trumpą atstumą. Fotosrovės priežastis yra bandiniu judantis fotogeneruotų krūvininkų paketas, kuriam perėjus per visa bandinį ir pasiekus priešingo ženklo kontaktą, tekanti per bandinį srovė staiga sumažėja.

Trukmė nuo fotogeneracijos momento iki krūvininkų paketo kelionės pabaigos vadinama lėkio trukme t_{tr} ir iš jos vertės, žinant prijungta įtampą U ir bandinio storį d galima rasti krūvininkų dreifinį judrį, kuris lygus:

$$\mu = \frac{d^2}{U t_{tr}}; \quad (5)$$

Eksperimento schema pavaizduota 2.7 pav.

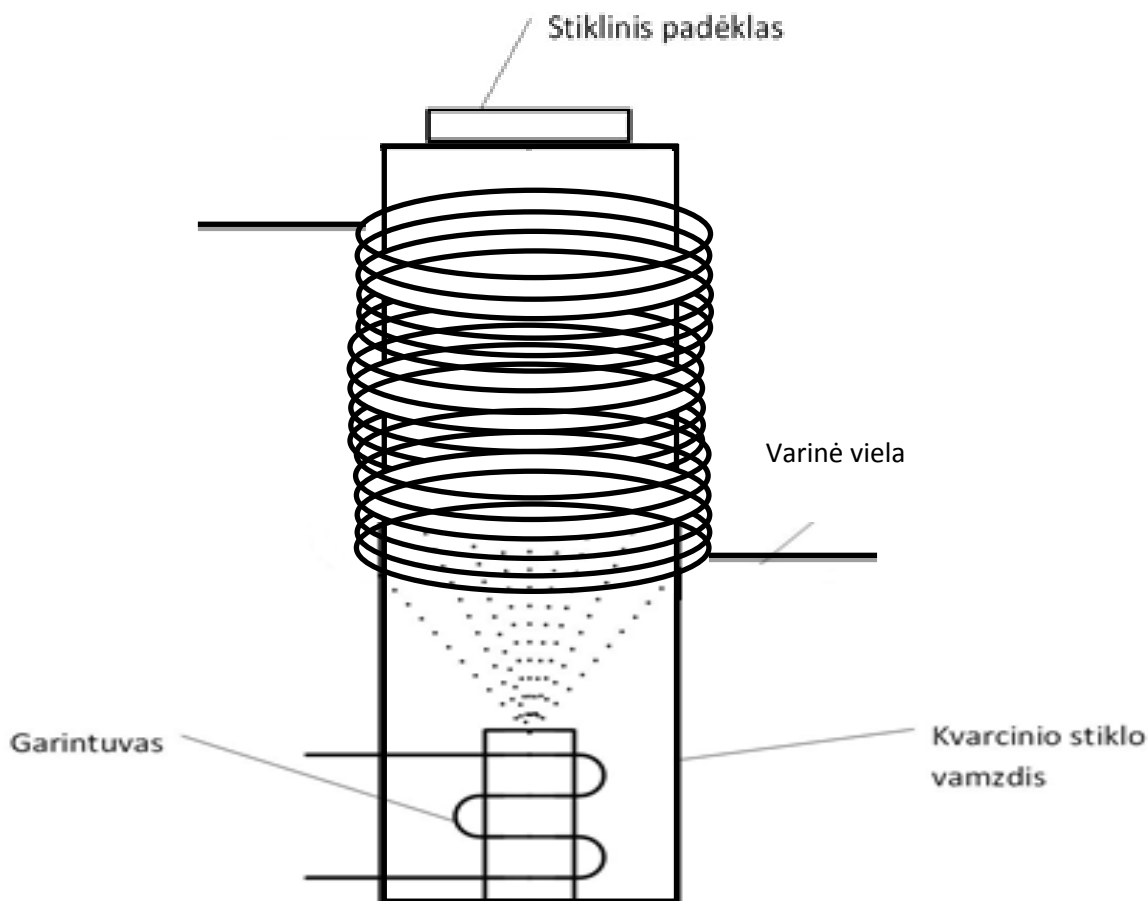


2.7 Pav. Lėkio trukmės metodo schema: G1- stačiakampių formos įtampos generatorius (U), G2- generatorius skirtas užlaikyti šviesos impulsą įtampos atžvilgiu (t_{del}), OSC- skaitmeninis oscilografas, L- šviesos šaltinis, gebantis generuoti trumpus šviesos impulsus, R_{ap} - apkrovos varža.

3. Eksperimento metodika

3.1 Bandinio paruošimas bei sluoksnių auginimas

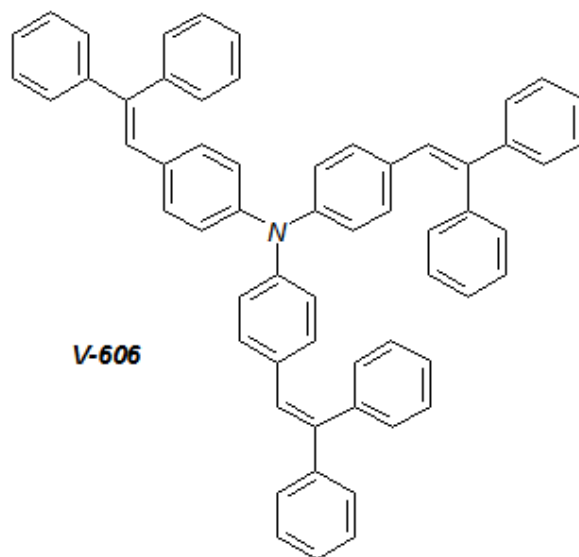
Organinės medžiagos sluoksniai buvo auginami ant stiklo padėklų padengtų laidžiu ITO (indžio alavo oksido) sluoksniu. Padėklų paviršius prieš sluoksnių auginimą buvo valomas rezonancinėje vonelėje naudojant acetoną ir isopropanolį. Vėliau jų paviršius buvo apdorotas deguonies plazma. Pradžioje organinių medžiagų sluoksniai buvo garinami. Jų garinimui magnetiniame lauke buvo naudojama vakuuminė metalo ir organinių medžiagų garinimo aparatūra (BYII-4), su specialiai šiam tikslui sukonstruotu ir įmontuotu elektromagnetu. Principinė garinimo įrangos schema pavaizduota 3.1 pav.



3.1 pav. Principinė garinimo įrangos schema.

Elektromagnetas – tai kvarcinio stiklo vamzdis, gaubiantis garintuvą, su ant juo užvyniota varine viela, per kuria teka nuolatinė elektros srovė. Reguluodami srovę galime keisti elektromagneto kuriamo magnetinio lauko stiprumą nuo 0,4 mT iki 2 mT. Organiniai sluoksniai auginti garinant organinę

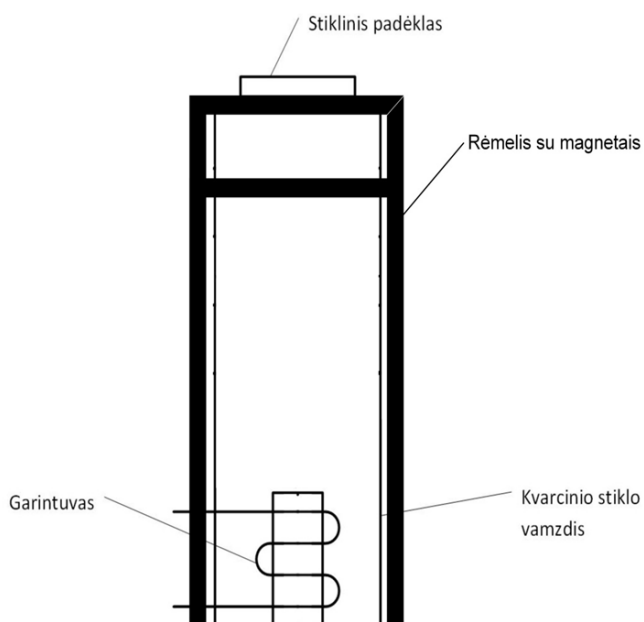
medžiagą V-606. Tai skylinio laidumo organinė krūvio pernašos medžiaga, šis organinis darinys pavaizduotas 3.2 pav .



3.2 pav. Organinės medžiagos V-606 struktūra.

Visi sluoksniai buvo auginami identiškomis sąlygomis, tačiau skirtingame magnetiniame lauke. Kiekvienam sluoksniui užauginti į tigrį buvo dedami 25 gramai organinės medžiagos ir ji pilnai išgarinama. Garinimo trukmė 35 min. Garinimo spirale tekančios srovės stipris 8 A. Medžiaga buvo garinama $5 \cdot 10^{-5}$ Tor vakuume. Vakuumas medžiagos garinimo metu išlaikytas beveik pastovus. Buvo užgarinti trys toki sluoksniai: vienas per elektromagnetą netekant elektros srovei, kitas tekant 5 amperų stiprio srovei ir trečiasis tekant tokio paties stiprio, bet priešingo poliariškumo, srovei. Buvo išmatuotas elektromagneto kuriamas magnetinis laukas prie įvairių juo tekančių srovės stiprių ir nustatyta jog tekant 5 A stiprio srovei kvarcinio stiklo vamzdžio viduje susidaro 1 mT magnetinis laukas.

Kadangi elektromagneto kuriamas magnetinis laukas buvo labai silpnas buvo pereita prie pastovių neodimio magnetų kuriamo magnetinio lauko. Tam tikslui buvo suvirinta aliumininė konstrukcija kurioje sudėti magnetai kūrė 120 mT stiprumo magnetinį lauką. Principinė garinimo įrangos schema ir pastovių magnetų sistema pavaizduoti atitinkamai 3.3 ir 3.4 pav.

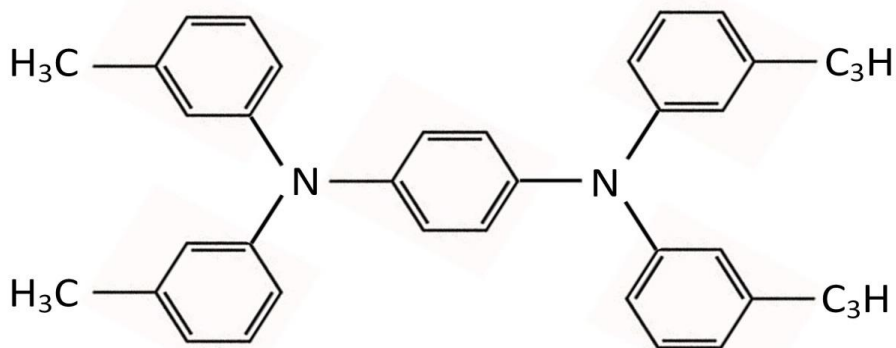


3.3 pav. Principinė garinimo įrangos schema.



3.4 pav. Pastovių magnetų sistema.

Organinių medžiagų sluoksniai auginami, su pastovių magnetų sistemos kuriamu magnetiniu lauku, buvo garinant medžiagą OP-70. Tai skylinio laidumo organinė krūvio pernašos medžiaga o jos molekulės dipolinis momentas yra statmenas molekulės plokštumai. Jos struktūra pavaizduota 3.5 pav.



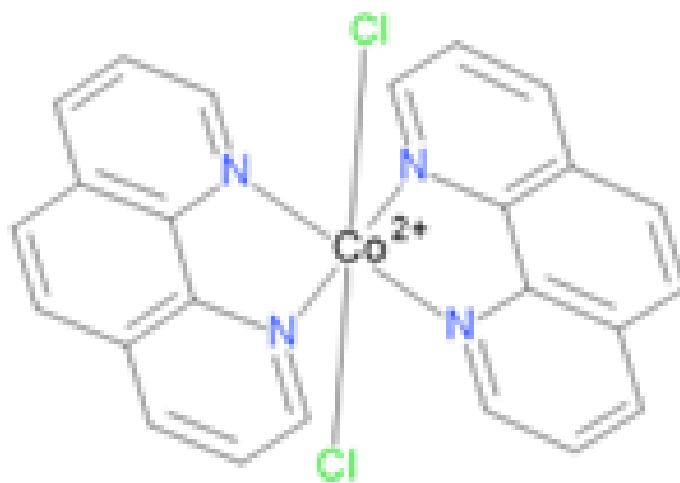
3.5 pav. Organinės medžiagos OP-70 struktūra.

Buvo užgarinti du organinės medžiagos OP-70 sluoksniai. Jie auginti identiškomis sąlygomis, tačiau skirtingame magnetiniame lauke. Vienas be magnetinio lauko, kitas veikiant 120 mT stiprumo magnetiniam laukui. Vienam sluoksniui užauginti į tiglį buvo dedami 15 gramų organinės medžiagos ir ji pilnai išgarinama. Garinimo trukmė 30 minučių. Garinimo spirale tekančios srovės stipris 6 A.

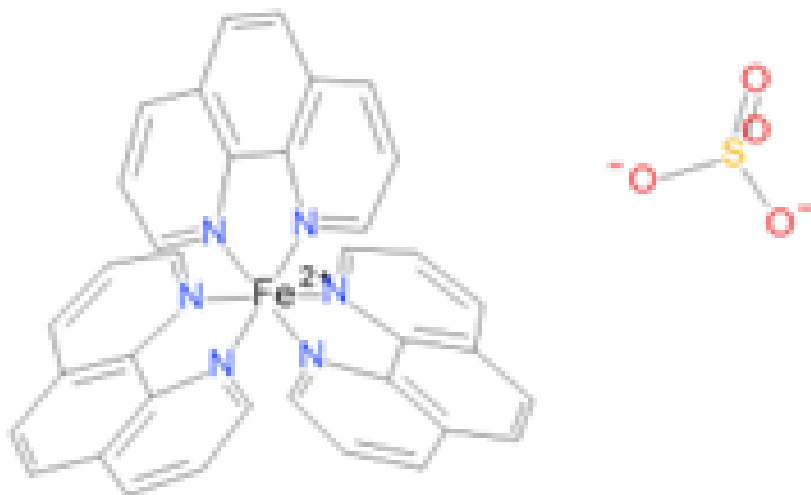
Medžiaga buvo garinama $5 \cdot 10^{-5}$ Tor vakuume. Vakuumas medžiagos garinimo metu išlaikytas beveik pastovus.

Užgarinus organinius sluoksnius toliau sekė elektrodų užgarinimas. Jie buvo garinami tokio pat tipo vakuuminėje aparatūroje. Ant padėklo su užgarintu organiniu sluoksniu buvo uždedama speciali kaukė ir pro jos plyšius užgarinami aliuminio elektrodai. Elektrodai buvo apskritimo formos, o jų skersmuo 3 mm.

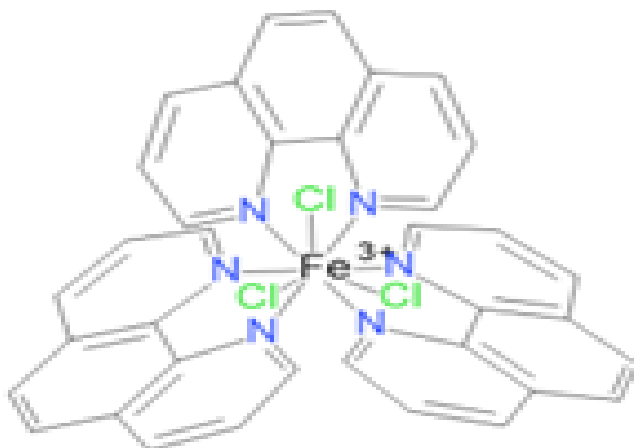
Kadangi nebuvo rastas patogus būdas kaip vakuuminėje garinimo aparatūroje sukurti dar stipresnį magnetinį lauką buvo pereita prie organinių medžiagų sluoksnių auginimo magnetiniame lauke džiovinant juos iš tirpalo. Sluoksniai buvo auginami liejimo būdu ant padėklo užpilant ištirpintą organinę medžiagą ir laukiant kol ji išdžius. Buvo tiriamos šešios organinės medžiagos CSV-(1-6) kurios savo molekulinėje sudėtyje turi metalų atomų. Šie organiniai dariniai pavaizduoti 3.6 – 3.11 pav.



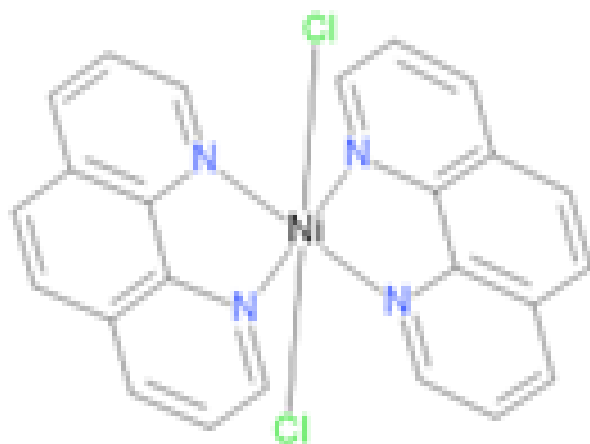
3.6 pav. Organinės medžiagos CSV-1 struktūra.



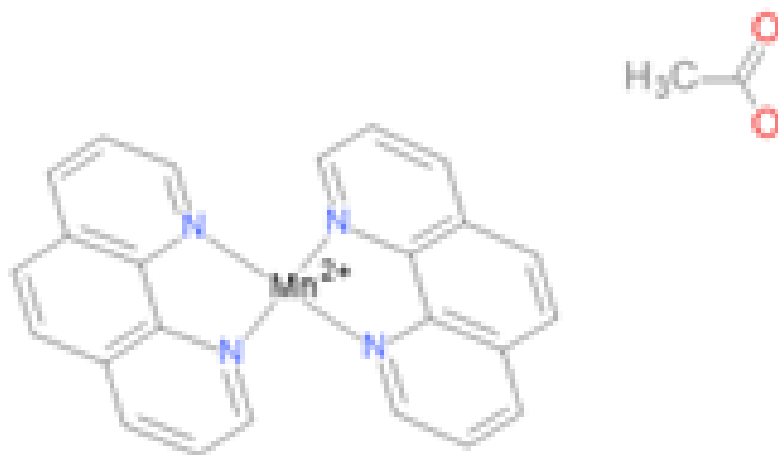
3.7 pav. Organinēs medžiagos CSV-2 struktūra.



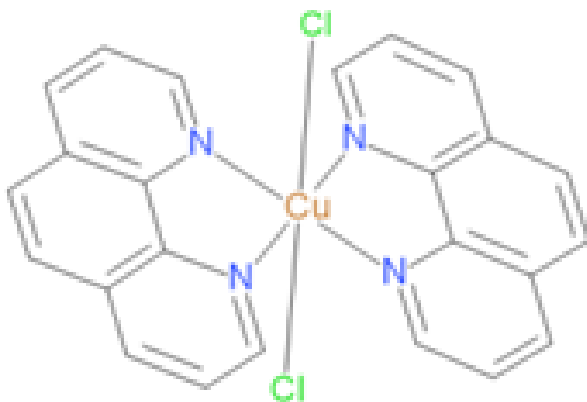
3.8 pav. Organinēs medžiagos CSV-3 struktūra.



3.9 pav. Organinēs medžiagos CSV-4 struktūra.



3.10 pav. Organinēs medžiagos CSV-5 struktūra.



3.11 pav. Organinės medžiagos CSV-6 struktūra.

Šių medžiagų cheminės formulės bei molinės masės pavaizduotos 3.12 pav.

Medžiagos pavadinimas	Cheminė formulė	Molinė masė M , g/mol
CSV-1	$Co^{2+}(phe)_2Cl_2$	490
CSV-2	$Fe^{2+}(phe)_3SO_4$	692
CSV-3	$Fe^{3+}(phe)_3Cl_3$	702
CSV-4	$Ni(phe)_2Cl_2$	490
CSV-5	$Mn^{2+}(phe)_2CH_3COO^-$	474
CSV-6	$Cu(phe)_2Cl_2$	495

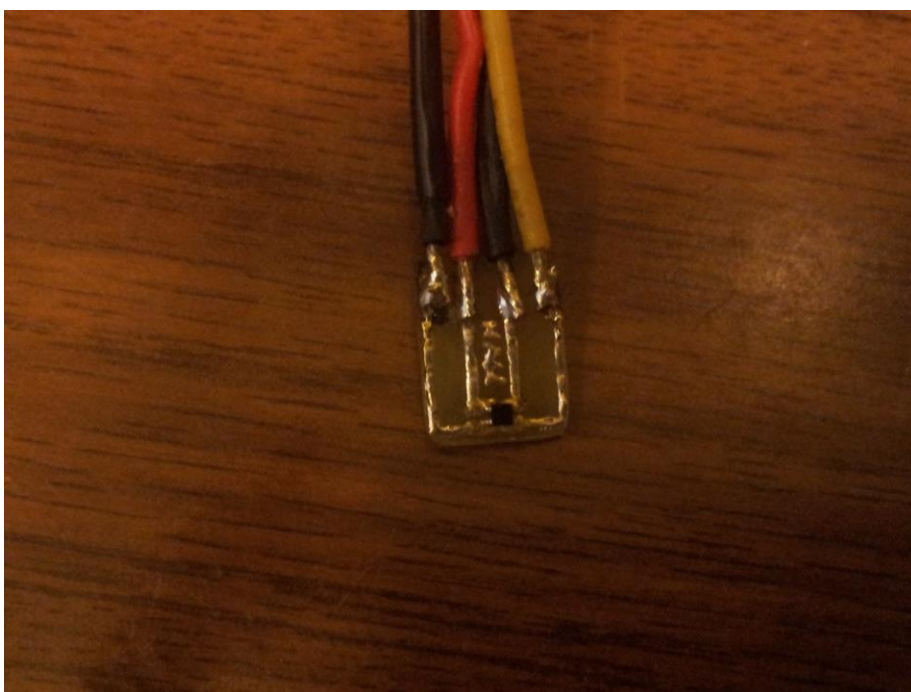
3.12 pav. Organinių medžiagų cheminės formulės ir molinės masės.

Visos šešios medžiagos buvo tirpinamos etanolyje (C_2H_5OH) nes kituose tirpikliuose netirpo, o tirpalų koncentracijos buvo 7 mg/ml. Tirpalai buvo liejami ant stiklų padengtų ITO sluoksniu kurių matmenys buvo 2,5x2,5 cm ir 2,5x1,5 cm. Ant didesniųjų padėklų buvo užliejama 250 μ l o ant mažesniųjų 150 μ l tirpalo ir laukiama kol tirpiklis išdžius. Visi sluoksniai buvo auginami identiškomis sąlygomis, tačiau skirtinguose magnetiniuose laukuose. Vieni sluoksniai buvo auginami be magnetinio lauko, kiti 1,5 T pastoviam magnetiniame lauke, kurį kūrė šiam darbui sukonstruota pastovių geležies magneto ir neodimio magnetų sistema, kuri pavaizduota 3.13 pav.



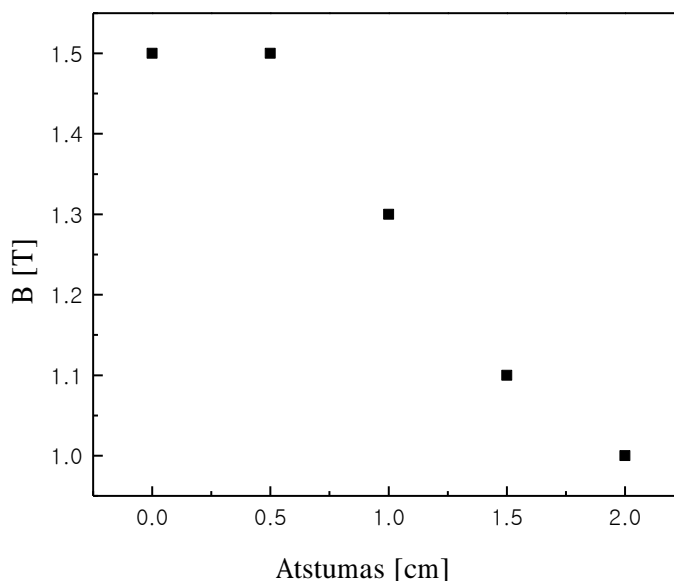
3.13 pav. Pastovių magnetų sistema.

Magnetinio lauko stipriui nustatyti buvo pagaminta schema į kuria įlituotas holo daviklis „Linear Hall effect sensor CYS166A“. Magnetinio lauko matavimo aparatūra pavaizduota 3.14 pav.



3.14 pav. Magnetinio lauko matavimo aparatūra.

Ji buvo sukalibruota elektronų paramagnetinio rezonanso (EPR) aparatūros pagalba ir nustatyta holo įtampos V_H priklausomybė nuo magnetinio lauko stiprio B . Išmatuotas magnetų sistemos kuriamo magnetinio lauko stiprumas tolstant nuo magneto centro pavaizduotas 3.15 pav. Iš kiekvienos medžiagos buvo išauginta po šešis sluoksnius, po tris magnetiniame lauke ir po tris be magnetinio lauko.



3.15 pav. Pastovių magnetų sistemos kuriamo magnetinio lauko stiprio priklausomybė tolstant nuo sistemos centro.

Sluoksniams išdžiuvus toliau sekė kontaktų užgarinimas. Kontaktai buvo garinami vakuuminėje aparatūroje. Ant padėklo su išdžiuvusiu organiniu sluoksniu buvo uždedama speciali kaukė ir pro jos plyšius užgarinami aliuminio kontaktai. Kontaktai buvo apskritimo formos, o jų diametras 3 mm.

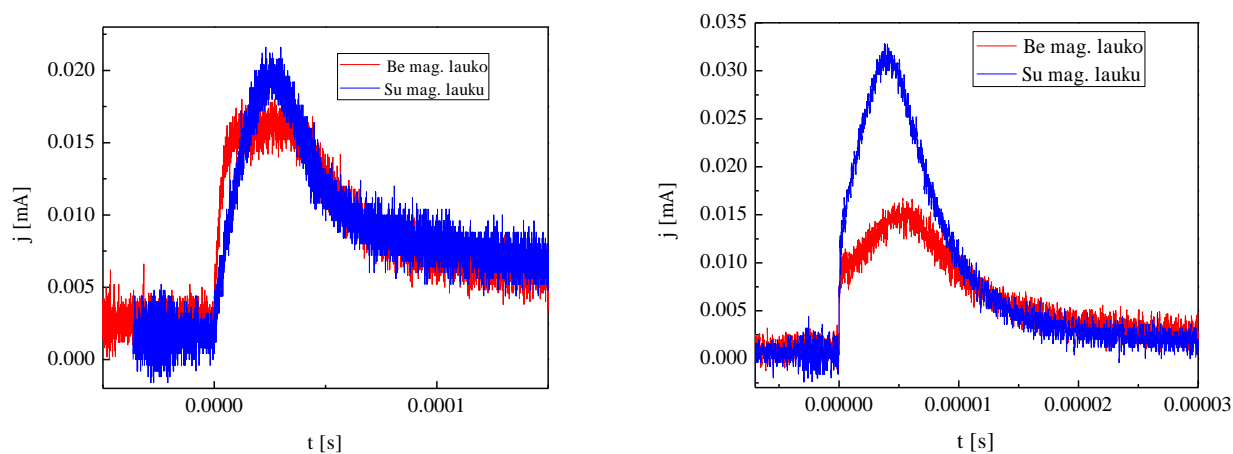
3.2. Bandinio fizikinių savybių tyrimas

Pradžioje paruošti sluoksniai buvo tiriami mikroskopu juos apšvietus nepoliarizuota bei poliarizuota šviesa ir nustatyti sluoksnių morfologiniai skirtumai. Toliau sekė sluoksnių, gautų džiovinant organinę medžiagą iš tirpalo, storio tyrimas atominės jėgos mikroskopu. Garintų ir džiovintų organinių medžiagų sluoksnių storis buvo tiriamas krūvininkų ištraukimo tiesiškai kylančia įtampa (CELIV) metodu, jis skaičiuotas pagal (1) formulę. Organinių medžiagų sluoksnių krūvininkų judriai tirti lėkio trukmės metodu (TOF). Buvo nustatytos organinių medžiagų V-606 ir OP-70 sluoksnių krūvininkų judrio priklausomybės nuo elektrinio lauko stiprio ir ištirti medžiagų CSV (1-6) užaugintų sluoksnių absorbcijos spektrai, bei tų sluoksnių fotoluminescencijos spektrai. Organinių molekulių medžiagų CSV (1-6) sluoksnių judrio priklausomybė nuo elektrinio lauko buvo tirta ir injekciniu krūvininkų ištraukimo tiesiškai kylančia įtampa (i-CELIV) metodu.

4. Tyrimų rezultatai

Ištirus organinės medžiagos V-606 garinimo metodu užaugintus sluoksnius, tarp bandinių augintų be magnetinio lauko ir bandinių augintų 1mT stiprumo magnetiniame lauke, krūvininkų judrio pokyčių nenustatyta.

Organinės medžiagos OP-70 sluoksnius, užaugintus 120 mT magnetiniame lauke, tiriant prašviečiančiu poliarizuotos šviesos mikroskopu jokių skirtumų nestebėta. Buvo suskaičiuota kad medžiagos OP-70 molekūlės dipolinis momentas yra statmenas molekūlės plokštumai. Gautų sluoksnių storis matuotas CELIV metodu. Išmatuotas sluoksnių storis buvo 1370 nm garinant be magnetinio lauko ir 1460 nm veikiant magnetiniam laukui. Bandinio auginto be magnetinio lauko skylių judrių vertės priklausė intervalui $(1 - 1,4) \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$, o bandinio auginto su magnetiniu lauku $(1,4 - 2,4) \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Bandinių augintų be magnetinio lauko ir su magnetiniu lauku fotosrovės priklausomybė nuo laiko, juos apšvietus trumpu šviesos impulsu, kai prie elektrodų prijungta skirtinga įtampa, pavaizduota 4.1 pav.

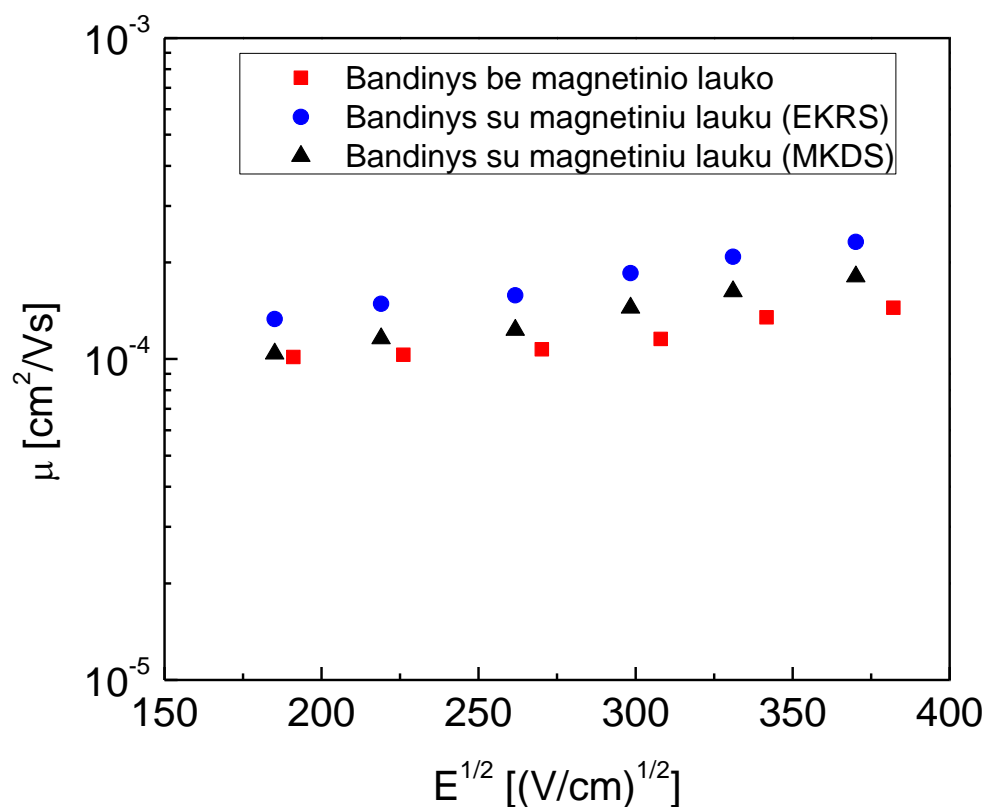


4.1 pav. Bandinių fotosrovės priklausomybė nuo laiko juos apšvietus trumpu šviesos impulsu kai prie elektrodų prijungta 5 V įtampa (kairėje) ir 20 V įtampa (dešinėje).

Ištirta krūvininkų judrio priklausomybė nuo elektrinio lauko stiprio pavaizduota 4.2 pav.

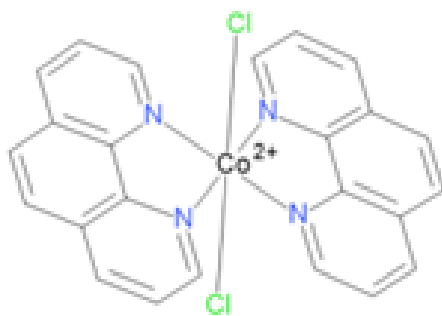
Kadangi bandinio auginto magnetiniame lauke judrio priklausomybė nuo elektrinio lauko stiprio buvo nustatyta TOF metodo erdvinio krūvio ribotos srovės režime (EKRS), o be magnetinio lauko augintame sluoksnyje, mažo krūvio dreifo srovės režime (MKDS), tai siekiant palyginti judrių vertes bandinio auginto magnetiniame lauke judrių vertės buvo perskaičiuotos į mažo krūvio dreifo srovės (MKDS) režimą.

Iš gautų rezultatų (4.3 pav.) matyti maži (paklaidų ribose) judrio pokyčiai sluoksniams augintiems be magnetinio ir su magnetiniu lauku.

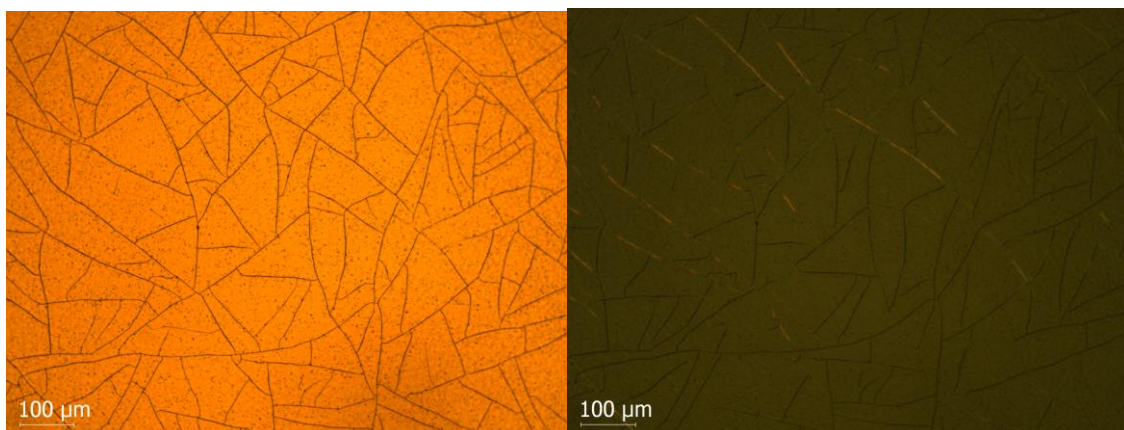


4.2 pav. Krūvininkų judrio priklausomybė nuo elektrinio lauko stiprio.

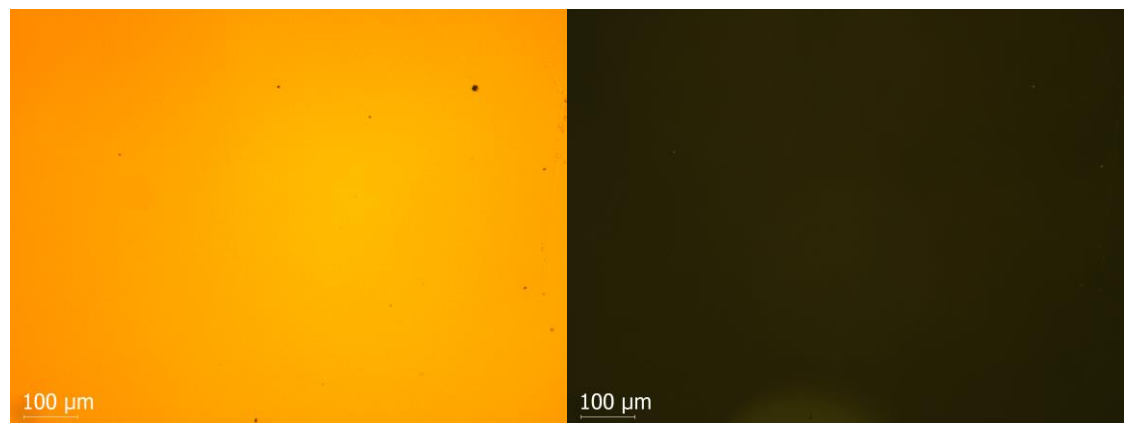
Džiovintus iš tirpalo organinių medžiagų CSV (1-6) sluoksnius ištyrus prašviečiančiu poliarizuotos šviesos mikroskopu buvo pastebėta sluoksnių struktūros pakitimų tarp bandinių džiovintų be magnetinio lauko ir 1,5 T stiprumo magnetiniame lauke. Sluoksnių tirtų prašviečiančiu poliarizuotos šviesos mikroskopu rezultatai pavaizduoti 4.4 – 4.21 pav.



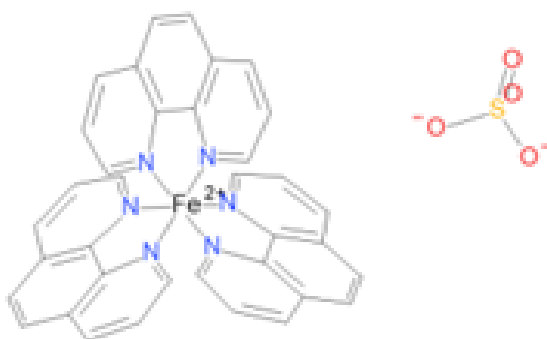
4.4 pav. Organinės medžiagos CSV-1 struktūra.



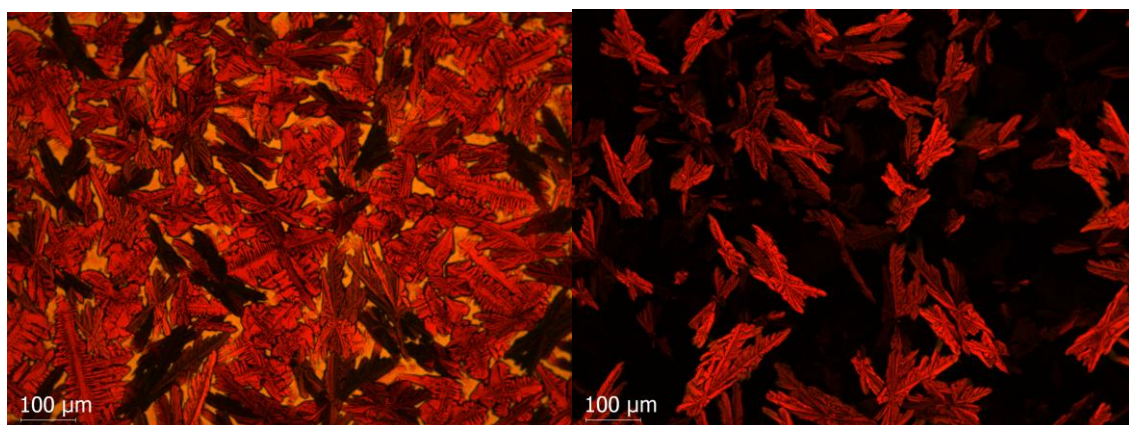
4.5 pav. Organinės medžiagos CSV-1 (Co) bandinys džiovintas be magnetinio lauko, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



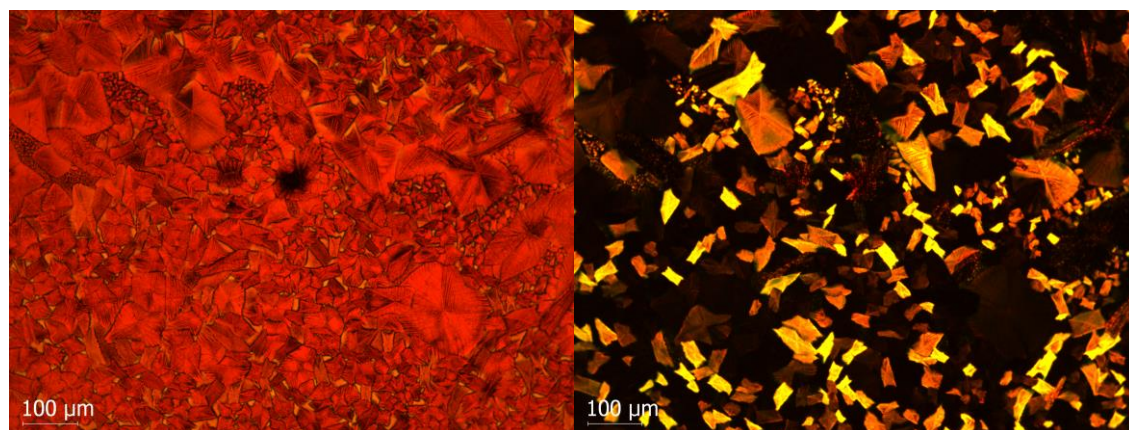
4.6 pav. Organinės medžiagos CSV-1 (Co) bandinys džiovintas su magnetiniu lauku, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



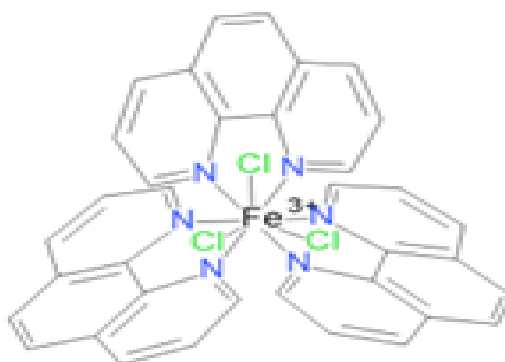
4.7 pav. Organinės medžiagos CSV-2 struktūra.



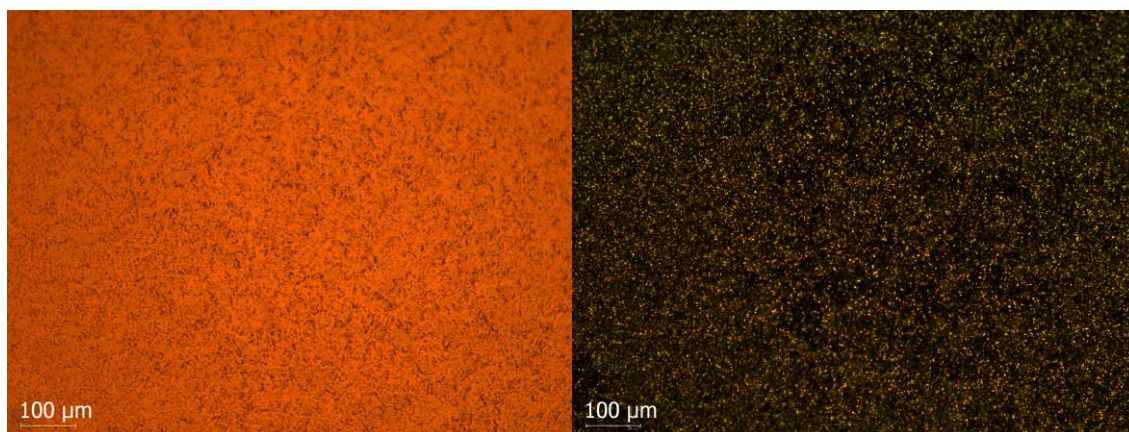
4.8 pav. Organinės medžiagos CSV-2 (Fe^{+2}) bandinys džiovintas be magnetinio lauko, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



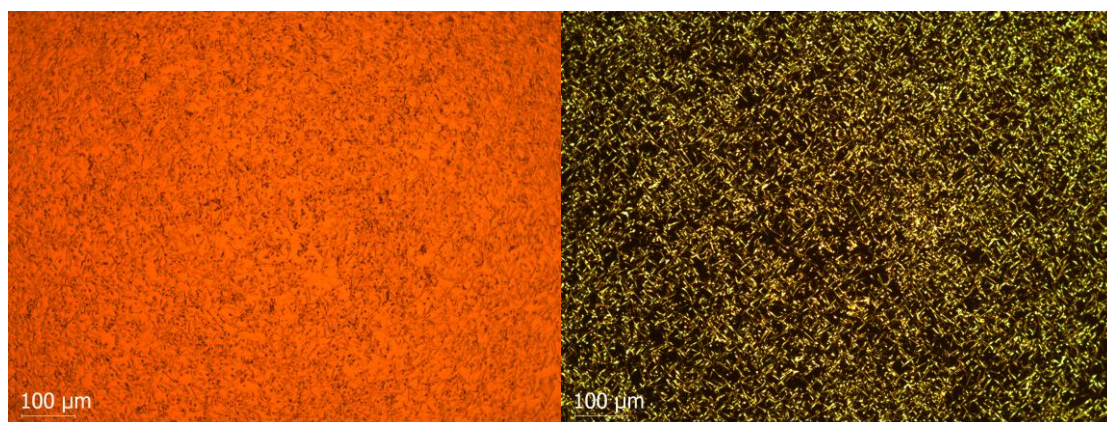
4.9 pav. Organinės medžiagos CSV-2 (Fe^{+2}) bandinys džiovintas su magnetiniu lauku, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



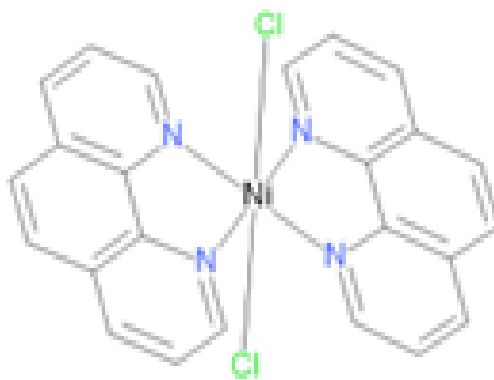
4.10 pav. Organinės medžiagos CSV-3 struktūra.



4.11 pav. Organinės medžiagos CSV-3 (Fe^{+3}) bandinys džiovintas be magnetinio lauko, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



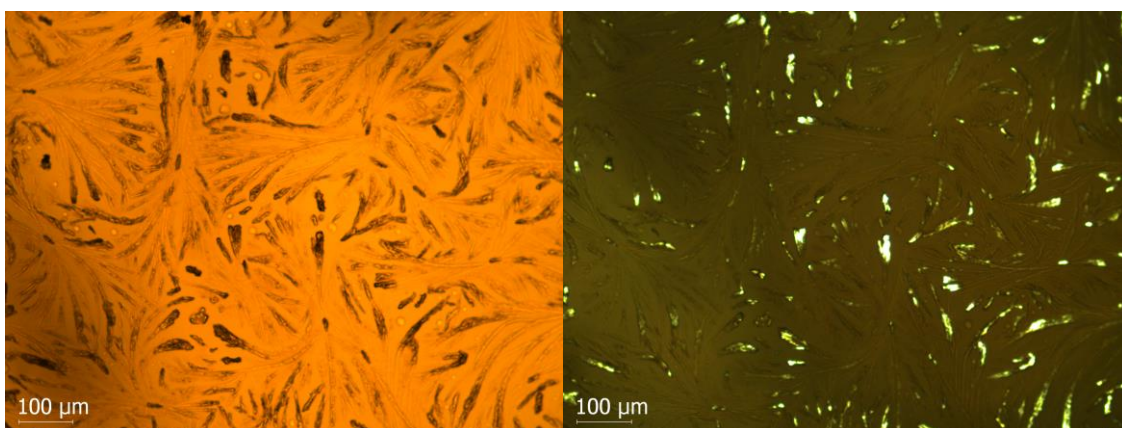
4.12 pav. Organinės medžiagos CSV-3 (Fe^{+3}) bandinys džiovintas su magnetiniu lauku, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



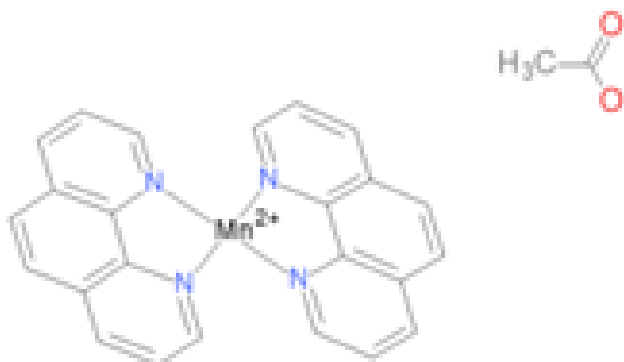
4.13 pav. Organinēs medžiagos CSV-4 struktūra.



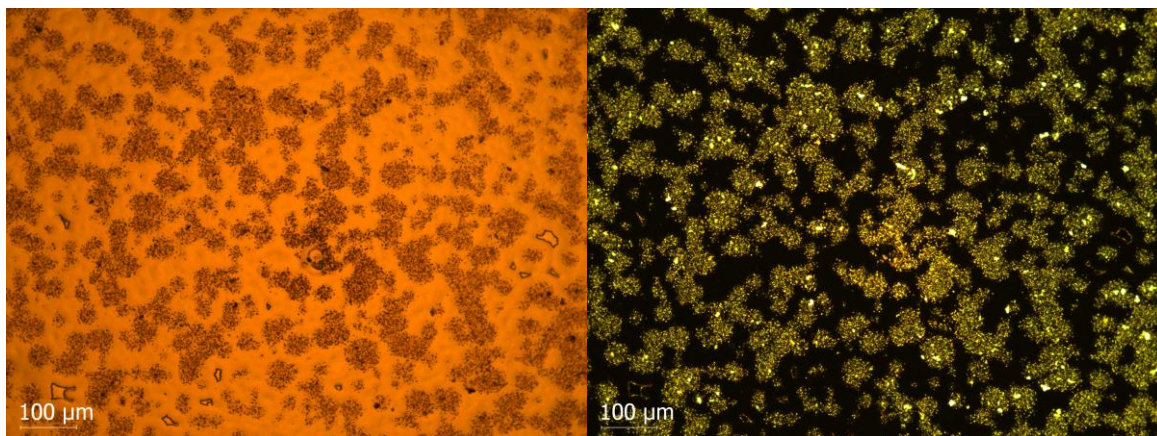
4.14 pav. Organinēs medžiagos CSV-4 (Ni) bandinys džiovintas be magnetinio lauko, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



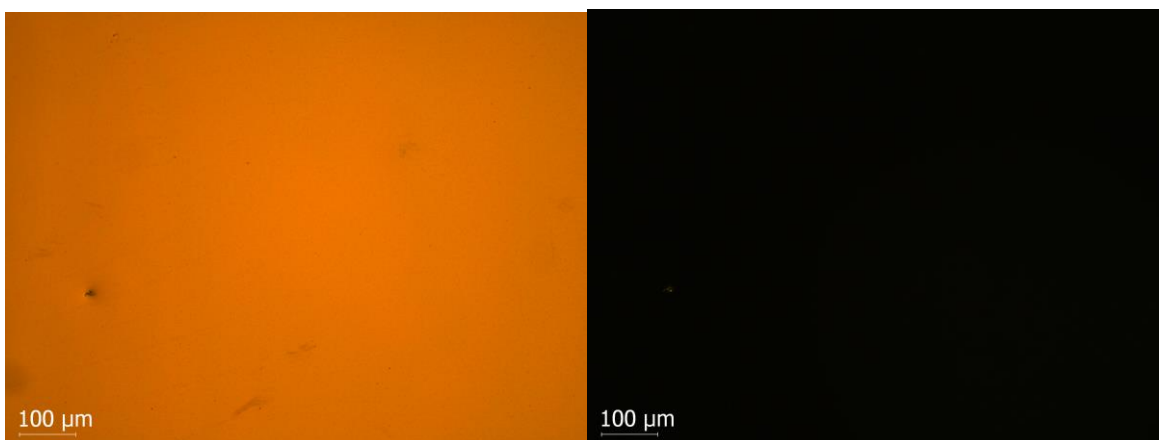
4.15 pav. Organinēs medžiagos CSV-4 (Ni) bandinys džiovintas su magnetiniu lauku, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



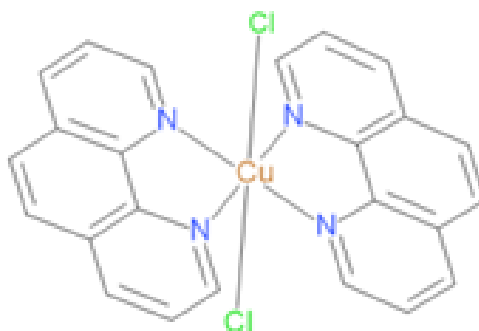
4.16 pav. Organinės medžiagos CSV-5 struktūra.



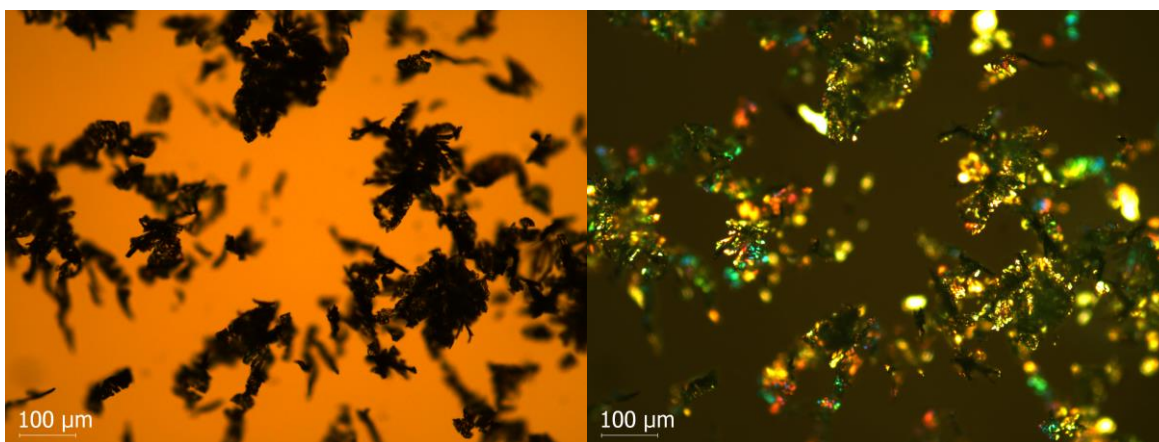
4.17 pav. Organinės medžiagos CSV-5 (Mn^{+2}) bandinys džiovintas be magnetinio lauko, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



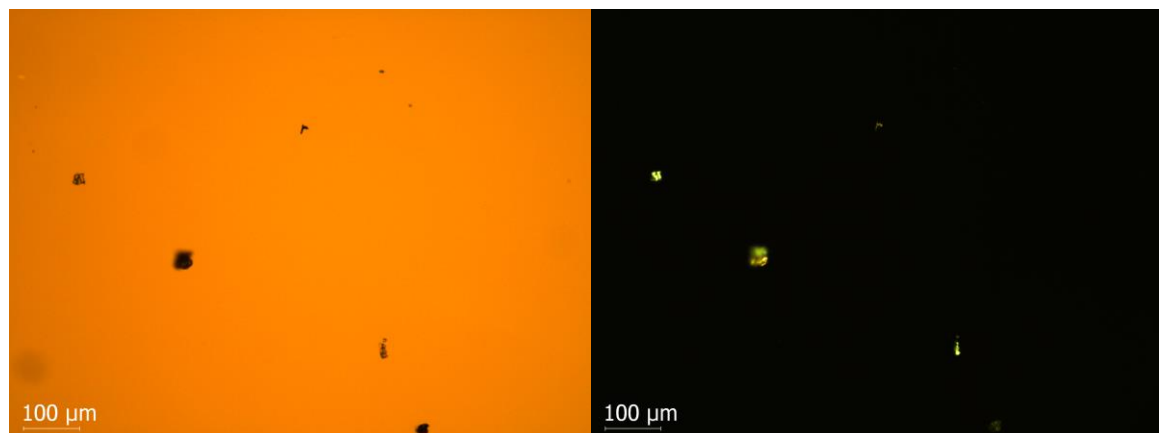
4.18 pav. Organinės medžiagos CSV-5 (Mn^{+2}) bandinys džiovintas su magnetiniu lauku, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



4.19 pav. Organinēs medžiagos CSV-6 struktūra.



4.20 pav. Organinēs medžiagos CSV-6 (Cu) bandinys džiovintas be magnetinio lauko, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.



4.21 pav. Organinēs medžiagos CSV-6 (Cu) bandinys džiovintas su magnetiniu lauku, apšviestas nepoliarizuota (kairėje) ir poliarizuota (dešinėje) šviesa.

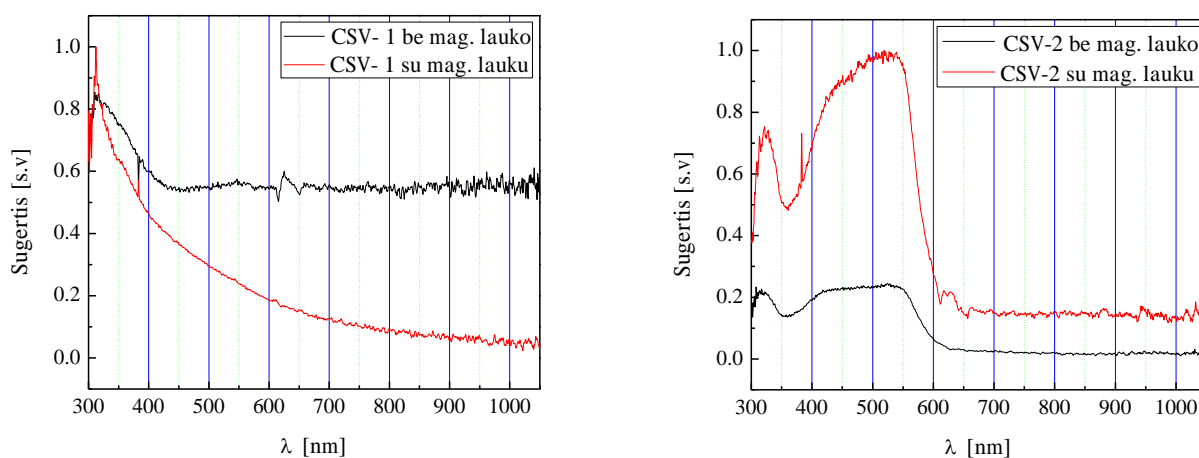
Organinių medžiagų sluoksnius tiriant krūvininkų ištraukimo tiesiškai kylančios įtampos (CELIV) metodu buvo nustatytas jų storis. Visų organinių medžiagų sluoksnių storiai, auginti be magnetinio ir su magnetiniu lauku, buvo panašūs (1100-2100 nm) ir (1200- 2200 nm). Iš to galima spresti kad magnetinis laukas organinių medžiagų sluoksnių storio nekeitė. Organinės medžiagos CSV-6 užaugintų sluoksnių ištirti jokiais elektrinių matavimų metodais nepavyko dėl užgarintų kontaktų pažeidimų.

Nustatyti sluoksnių storį atominės jėgos mikroskopu nepavyko, nes sluoksnių paviršiaus nelygumai buvo per dideli. Sluoksnių paviršiaus aukščio svyravimai buvo 1000 nm iki 2500 nm.

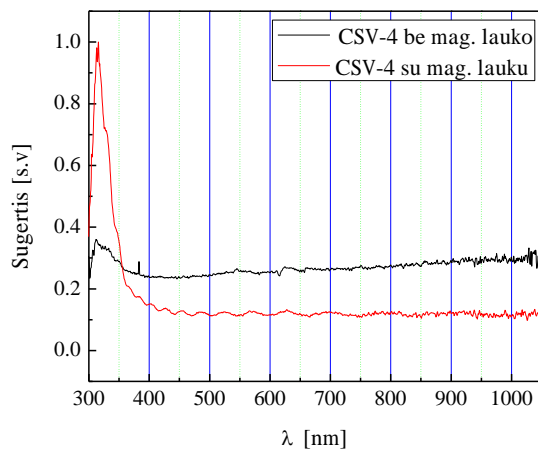
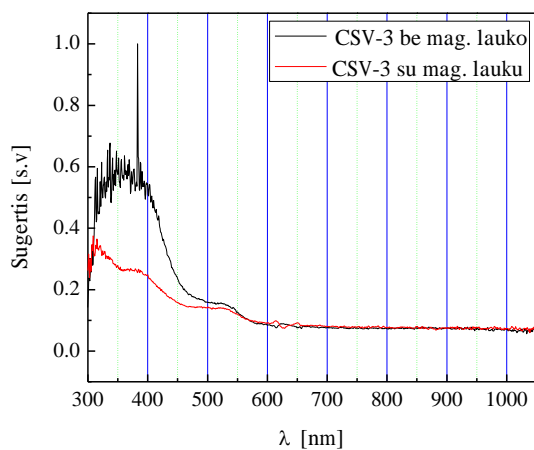
Ištyrus nustatyta kad nei vienos organinės medžiagos sluoksnyje fotoluminescencija nebuvo stebėta.

Krūvininkų judrio priklausomybės nuo elektrinio lauko stiprio ištirti lėkio trukmės metodu nepavyko, nes greičiausia vyko labai greitai rekombinacija arba pagavimas į gilius lygmenis. Injekciniu krūvininkų ištraukimo kylančia įtampa metodu krūvininkų judrio nustatyti taip pat nepavyko, tai galėjo įtakoti bloga krūvininkų injekcija per elektrodą, arba labai trumpa injektuotų krūvininkų gyvavimo trukmė.

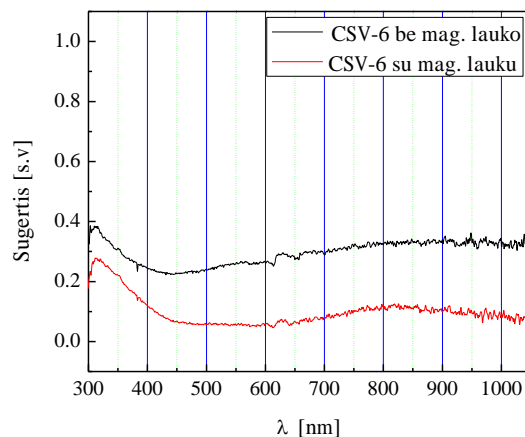
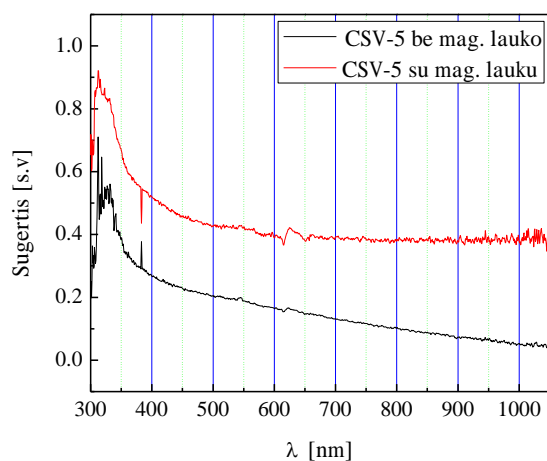
Buvo išmatuoti ir palyginti sluoksnių šviesos sugerties spektrai, kurie pavaizduoti 4.22-4.24 pav.



4.22 pav. Organinės medžiagos CSV-1 (kairėje) ir CSV-2 (dešinėje) sluoksnių augintų su ir be magnetinio lauko šviesos sugerties spektrų palyginimas.



4.23 pav. Organinės medžiagos CSV-3 (kairėje) ir CSV-4 (dešinėje) sluoksnių augintų su ir be magnetinio lauko šviesos sugerties spektrų palyginimas.



4.24 pav. Organinės medžiagos CSV-5 (kairėje) ir CSV-6 (dešinėje) sluoksnių augintų su ir be magnetinio lauko šviesos sugerties spektrų palyginimas.

Išvados

- 1. Organinių medžiagų sluoksnius formuojant vakuumine garinimo aparatūra, veikiant 1 mT ir 120 mT stiprumo magnetiniam laukui, jokių morfologijos ir elektrinių savybių pokyčių pastebėta nebuvo. Galima to priežastis per silpnas magnetinis laukas ir/arba per mažas garintų organinių molekulių dipolinis momentas.*
- 2. Organinių medžiagų CSV-3 (Fe^{+3}) ir CSV-4 (Ni) sluoksniai, formuoti 1,5 T stiprumo magnetiniame lauke, kristalizavosi labiau negu sluoksniai auginti be magnetinio lauko, o medžiagų CSV-1 (Co), CSV-2 (Fe^{+2}), CSV-5 (Mn^{+2}) ir CSV-6 (Cu) sluoksniai, formuoti 1,5 T stiprumo magnetiniame lauke, kristalizavosi mažiau negu auginti be magnetinio lauko.*
- 3. Visi, medžiagų CSV (1-6), sluoksniai demonstravo šviesos sugertį trumpų šviesos bangų ilgio ruože, tačiau sluoksnių fotoluminescencija nestebėta. To priežastis gali būti sparti nespindulinė rekombinacija, arba spartus pagavimas į gilius lygmenis.*
- 4. Fotogeneruotų krūvininkų spartus išnykimas neleido atlikti fotoelektrinių sluoksnių matavimų ir išmatuoti krūvininkų judrio.*

Literatūros sąrašas

- [1] G. Mikulis, *Organinių medžiagų sluoksnio formavimas magnetiniame lauke, kursinis darbas*, (2015).
- [2] J. Koenigsberger, K. Schilling, *Ann. Physik*, 32, 179 (1910).
- [3] D. D. Eley, *Nature*, 162, 819 (1948).
- [4] H. Akamatu, H. Inokuchi, *J. Chem. Phys.*, 18, 810 (1950).
- [5] A. Tsumura, H. Koezuka, Y. Ando, *Appl. Phys. Lett.*, 49, 1210 (1986).
- [6] C. W. Tang, *Appl. Phys. Lett.*, 48, 183 (1986).
- [7] G. Juška, *Organinių sluoksnių garinimas ir tyrimas (mokymosi priemonė)* (2007).
- [8] *Organic electronics, Materials, Manufacturing and Applications*, H. Klauk (Ed.), (2006).
- [9] K. Y. Law, *Chem. Rev.*, 93, 449 (1992).
- [10] D. Sidaravičius, E. Montrimas, *Fizikiniai teoriniai informacijos registravimo ir spausdinimo procesų pagrindai*, Vilnius: Technika, (2005).
- [11] H. Klauk, *Organic electronics*, 367 (2006).
- [12] S. Juršėnas, *Organiniai puslaidininkiai*, Vilnius (2008).
- [13] H. Klauk (Ed.), *Organic electronics, Materials, Manufacturing and Applications*, Weinheim: Wiley-VHC Verlag GmbH & Co. KGaA, 2006.
- [14] J. Y. Lee, S. Roth, Y. W. Park, *Appl. Phys. Lett.*, 88, 252106 (2006).
- [15] V. Coropceanu, J. Cornil, D. A. da Silva Filho, Y. Olivier, R. Silbey, J. L. Bredas, *Chem. Rev.*, 107, 926 (2007).
- [16] B. Hu, L. Yan, M. Shao, *Magnetic-Field Effects in Organic Semiconducting Materials and Devices*, *Adv. Mater.*, 21, 1500-1516, (2009).

Giedrius Mikulis

Organinių medžiagų sluoksnio formavimas magnetiniame lauke

Santrauka

Kadangi organinių sluoksnių formavimas magnetiniame lauke yra viena iš mažai ištyrinėtų organikos mokslo sričių, tai šio darbo tikslas - nustatyti organinių medžiagų sluoksnių formavimo metu veikiančio magnetinio lauko įtaką suformuotų sluoksnių struktūrai bei krūvininkų judriui.

Organinės medžiagos V-606 ir OP-70 buvo garinamos vakuuminėje garinimo aparatūroje atitinkamai 1 mT ir 120 mT stiprumo magnetiniame lauke. Nustatyti sluoksnių storiai, jų struktūra ir tų sluoksnių krūvininkų judriai. Iš gautų rezultatų nustatyta jog organinės medžiagos sluoksnio formavimas magnetiniame lauke krūvininkų judriui ir sluoksnių struktūrai įtakos neturėjo.

Organinių medžiagų CSV (1-6) sluoksniai, magnetiniame lauke, užauginti džiovinant juos iš tirpalo. Magnetinio lauko stiprumas buvo 1,5 T. Tirpikliu pasirinktas etanolis, o visų tirpalų koncentracijos buvo vienodos 7 mg/ml. Tiriant džiovintų iš tirpalo organinių medžiagų sluoksnių struktūrą buvo nustatyta pakitimų, kuriuos galėjo įtakoti magnetinis laukas veikiantis sluoksnio formavimosi metu.

Deposition of organic material layer in magnetic field

Summary

As the organic layers formation in a magnetic field is one of the less studied organics science fields, the aim of this work is to identify magnetic field effects on organic material layers during their formation.

Organic materials V-606 and OP-70 layers was formed by evaporation in a vacuum process, respectively in 1 mT and 120 mT strength magnetic field. Layers thickness, structure and carriers mobility was measured. The results indicate that the organic materials layers formation in a magnetic field did not influence carriers mobility and layers structure.

Organic materials CSV (1-6) layers formed in 1,5 T strength magnetic field, was produced by drying them out from solution. Ethanol was used as a solvent. All solutions concentration were the same 7 mg / ml. Examination of layers structures revealed that magnetic field had influenced organic materials layers formation.