

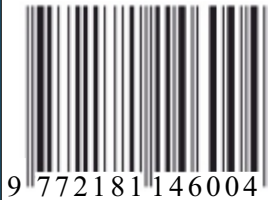
BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI



Научный вестник Бухарского государственного университета
Scientific reports of Bukhara State University

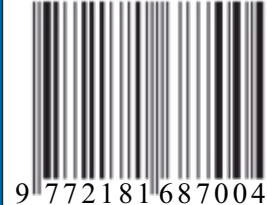
12/2024

E-ISSN 2181-1466



9 772181 146004

ISSN 2181-6875



9 772181 687004



@buxdu_uz



@buxdu1



@buxdu1



www.buxdu.uz

12/2024

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI
SCIENTIFIC REPORTS OF BUKHARA STATE UNIVERSITY
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК БУХАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ilmiy-nazariy jurnal
2024, № 12, dekabr

Jurnal 2003-yildan boshlab **filologiya** fanlari bo'yicha, 2015-yildan boshlab **fizika-matematika** fanlari bo'yicha, 2018-yildan boshlab **siyosiy** fanlar bo'yicha, **tarix** fanlari bo'yicha 2023-yil 29-avgustdan boshlab O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zaruriy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal 2000-yilda tashkil etilgan.

Jurnal 1 yilda 12 marta chiqadi.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyat matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2020-yil 24-avgust № 1103-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan.

Muassis: Buxoro davlat universiteti

Tahririyat manzili: 200117, O'zbekiston Respublikasi, Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy.

Elektron manzil: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

TAHRIR HAY'ATI:

Bosh muharrir: Xamidov Obidjon Xafizovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bosh muharrir o'rinbosari: Rasulov To'liqin Husenovich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor

Mas'ul kotib: Shirinova Mexrigiyo Shokirovna, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Kuzmichev Nikolay Dmitriyevich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor (N.P. Ogaryov nomidagi Moldova milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya)

Danova M., filologiya fanlari doktori, professor (Bolgariya)

Margianti S.E., iqtisodiyot fanlari doktori, professor (Indoneziya)

Minin V.V., kimyo fanlari doktori (Rossiya)

Tashqarayev R.A., texnika fanlari doktori (Qozog'iston)

Mo'minov M.E., fizika-matematika fanlari nomzodi (Malayziya)

Mengliyev Baxtiyor Rajabovich, filologiya fanlari doktori, professor

Adizov Baxtiyor Rahmonovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Abuzalova Mexriniso Kadirovna, filologiya fanlari doktori, professor

Amonov Muxtor Raxmatovich, texnika fanlari doktori, professor

Barotov Sharif Ramazonovich, psixologiya fanlari doktori, professor, xalqaro psixologiya fanlari akademiyasining haqiqiy a'zosi (akademigi)

Baqoyeva Muhabbat Qayumovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bo'riyev Sulaymon Bo'riyevich, biologiya fanlari doktori, professor

Jumayev Rustam G'aniyevich, siyosiy fanlar nomzodi, dotsent

Djurayev Davron Raxmonovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Durdiyev Durdimurod Qalandarovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Olimov Shirinboy Sharofovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Qahhorov Siddiq Qahhorovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Umarov Baqo Bafoyevich, kimyo fanlari doktori, professor

Murodov G'ayrat Nekovich, filologiya fanlari doktori, professor

O'rayeva Darmonoy Saidjonovna, filologiya fanlari doktori, professor

Navro'z-zoda Baxtiyor Nigmatovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Hayitov Shodmon Ahmadovich, tarix fanlari doktori, professor

To'rayev Halim Hojiyevich, tarix fanlari doktori, professor

Rasulov Baxtiyor Mamajonovich, tarix fanlari doktori, professor

Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Quvvatova Dilrabo Habibovna, filologiya fanlari doktori, professor

Axmedova Shoira Nematovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bekova Nazora Jo'rayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor

Amonova Zilola Qodirovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Hamroyeva Shahlo Mirjonovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Nigmatova Lola Xamidovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Boboyev Feruz Sayfullayevich, tarix fanlari doktori

Jo'rayev Narzulla Qosimovich, siyosiy fanlar doktori, professor

Xolliyev Askar Ergashovich, biologiya fanlari doktori, professor

Artikova Hafiza To'ymurodovna, biologiya fanlari doktori, professor

Norboyeva Umida Toshtemirovna, biologiya fanlari doktori, professor

Hayitov Shavkat Ahmadovich, filologiya fanlari doktori, professor

Qurbonova Gulnoz Negmatovna, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor

Ixtiyarova Gulnora Akmalovna, kimyo fanlari doktori, professor

Rasulov Zubaydullo Izomovich, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich, texnika fanlari doktori, professor

Samiyev Kamoliddin A'zamovich, texnika fanlari doktori, dotsent

Esanov Husniddin Qurbonovich, biologiya fanlari doktori, dotsent

Raupov Soyib Saidovich, tarix fanlari nomzodi, professor

Zaripov Gulmurot Toxirovich, texnika fanlari nomzodi, professor

Jumayev Jura, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

Klichev Qybek Abdurasulovich, tarix fanlari doktori, dotsent

G'aybulayeva Nafisa Izattullayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor

MUNDARIJA *** СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS		
МАТЕМАТИКА *** MATHEMATICS *** МАТЕМАТИКА		
Akhmadova M.O., Azizova M.A.	Threshold effects in the spectrum of a two-particle Schrödinger operator on a lattice	3
Mukhtorova Sh.N.	Differential equations and their applications	9
Толипов Н.И.	Внутренне–краевая задача для бигармонического уравнения в полуограниченном цилиндре	14
Дусматов О.М., Касимова Ф.У.	Кўндаланг кесими ўзгарувчан эластик стерженнинг чизиқлимас тасодифий тебранишлари	21
Akhmadova M.O., Akhmatova Sh.B.	Number and position of bound states of a two-boson system hamiltonian on a lattice	26
Madatova F.A.	On the eigenvalues of discrete Schrödinger operators with two delta potentials	33
Asrorova Ch.B., Muxtorova Sh.N.	Matematik modellash tirish sohasida chiziqli algebraik tenglamalarning o'rni	39
Холбеков Ж.А.	Об одной задаче для нагруженного параболического уравнения третьего порядка с тремя линиями изменения типа	43
Бегимкулов Ф.Х.	Об одной краевой задаче для уравнения смешанного типа с двумя перпендикулярными линиями вырождения	50
Seytov Sh.J., Okhunova M.O.	Numerical approximation of periodic points for some quadratic mappings	61
FIZIKA *** PHYSICS *** ФИЗИКА		
Abdiraxmonov U.Sh., Axmedjanov F.R.	Langasit kristallaridagi akusto-optik o'zaro ta'sir anizotropiyasini o'rganish	69
Maxmudov B.M.	Mexatronik tizim yordamida boshqariladigan konveyerli pilla quritish uskunasi	75
Samiyev S.S., Kengboyev S.A.	Detallarga kimyoviy-termik ishlov berishda issiqlik kuchlanishining tadqiqi	81
Йулдошев М.А.	Оптические свойства и чувствительность кристаллов ниобата лития с примесью железа	86
Samiyev S.S., Kengboyev S.A.	Po'lat yuzasiga plazma nitridini ta'sir ettirish natijasida uning ishqalanishga bardoshligini oshirish va parametrlarini asoslash	91
Djurayev D.R., Nasirova N.G., Fayziyev Sh.Sh.	Kuchsiz ferromagnetikning domenli tuzilmasi haqida	95
Ahadov A.A.	Relationship between the critical temperature of superconductivity and external pressure in elementary semiconductors	101
Ergashev K.E.	Sayyoraviy mudofaa tajribasi doirasidagi optik kuzatuvlar tahlili	105
Sharibayev N.Y., Maxmudov B.M.	Mavjud quyosh konsentratorlari tahlili va ularga innovatsion yechimlar qo'llash	112
Temirov O.F.	Investigation of catalysts associated with high-temperature solar systems for hydrogen fuel production	118

KUCHSIZ FERROMAGNETIKNING DOMENLI TUZILMASI HAQIDA

Djurayev Davron Raxmonovich,Buxoro davlat universiteti professori,
fizika-matematika fanlari doktorid.r.djurayev@buxdu.uz**Nasirova Nargiza Gayratovna,**

Buxoro davlat universiteti doktoranti

n.g.nasirova@buxdu.uz**Fayziyev Shaxobiddin Shavkatovich,**

Buxoro davlat universiteti Fizika kafedrası mudiri,

fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

s.s.fayziyev@buxdu.uz

Annotatsiya. Ushbu ishda qalinligi 0.6 mm bo'lgan kuchsiz magnetik namunaning domenli strukturasining, magnitooptik qurilmada olingan tadqiqot natijalari keltirilgan. Namunaning domenli tuzilishini tadqiq etish jarayonida, unga o'zgarmas tashqi magnit maydoni ta'sir ettirildi va natijada domenli tuzilishining o'lchamlari va ko'rinishining o'zgarishi kuzatildi. Olingan tadqiqot natijalari va kuzatilgan domenli tuzilmalari asosida ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan xulosalar chiqarildi.

Kalit so'zlar: kuchsiz magnetik, magnitooptika, domenli tuzilma, almashinish energiyasi, anizotropiya, optik qurilma.

О ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЕ СЛАБОГО ФЕРРОМАГНЕТИКА

Аннотация. В этой статье приведены результаты исследования доменной структуры слабого ферромагнитного образца толщиной 0,6 мм, полученные на магнитооптической установке. В процессе исследования доменной структуры образца на него были приложены внешние магнитные поля, в результате которого получены изменения вида изображения и размеры доменной структуры. По результатам полученных исследований и по наблюдениям доменных структур сделаны выводы, имеющие прикладные и научные значения.

Ключевые слова: слабое магнитное поле, магнитооптика, доменная структура, обменная энергия, анизотропия, оптическое устройство.

ABOUT THE DOMAIN STRUCTURE OF THE WEAK FERROMAGNETIC

Abstract. This work presents the results of the study of the domain structure of a weakly magnetic sample with a thickness of 0.6 mm, obtained using a magneto-optical device. In the process of studying the domain structure of the sample, a constant external magnetic field was applied to it, and as a result, changes in the dimensions and appearance of the domain structure were observed. Based on the obtained research results and the observed domain structures, conclusions of scientific and practical importance were drawn.

Keywords: weak magnetic field, magneto-optics, domain structure, exchange energy, anisotropy, optical device.

Kirish. O'zgaruvchan magnit maydonlarda (0,4-10 kHz chastotalarda) domen strukturasining harakati, asosan, yumshoq magnit materiallarning magnit xususiyatlarini belgilaydi [1]. Bunday materiallarda magnit domenlarni kuzatish uchun tajribalar texnikasi va geometriyasi faqat sirt domenlarini bevosita kuzatish imkonini beradi. Namuna ichidagi domenlarning shakli va o'lchami (domen chegaralarining egilishi, o'tkazuvchi va o'tkazuvchi bo'lmagan domenlar va boshqalar) haqidagi ma'lumotlar bilvosita usullar bilan baholanadi. Bundan tashqari, boshqarish mumkin bo'lgan domenlar majmuyi odatda kichik bo'ladi. Shu bilan birga, magnitlanish va qayta magnitlanish jarayonlarida namunaning umumiy domen tuzilishining xatti-harakati bilan bog'liq kooperativ effektlar bu materiallarning texnik jihatdan muhim xususiyatlarini shakllantirishda muhim rol o'ynashi mumkin [1].

Magnit tartiblangan materiallarning muhim xususiyatlaridan ulardagi domen strukturasining mavjudligidir.

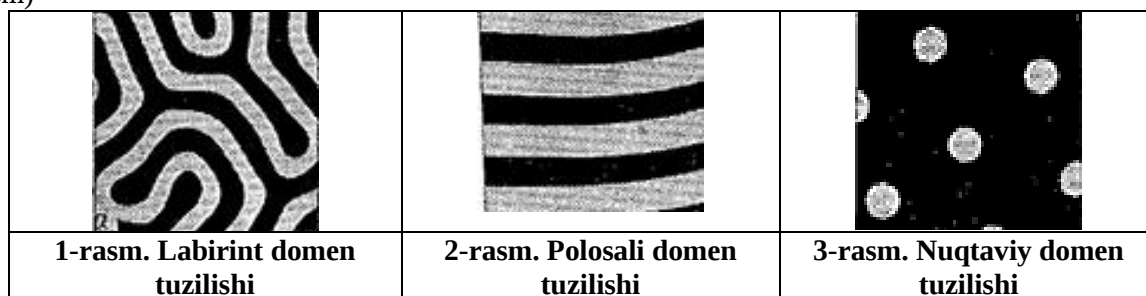
Domen strukturasini shakllanishi ko'pincha namunani domenlarga ajratish uning magnitostatik energiyasini, ya'ni sirtida hosil bo'lgan magnit qutblarning energiyasini kamaytirishi bilan bog'liq. Bundan darhol kelib chiqadiki, domen strukturasining tabiati namunaning geometrik shakliga kuchli bog'liqdir.

Domenlar birinchi marta 1930- yilda magnit suspenziya yordamida kashf etilgan. Magnit optik effektlar domenlarni vizual kuzatish imkonini beradi. Domenlarning birinchi magnit-optik kuzatuvlari 50-yillarning boshlariga to'g'ri keladi. Bugungi kunga kelib, domenlarning magnitoptikasi ko'plab amaliy qo'llanmalarga ega bo'lgan keng qamrovli ilmiy sohaga aylandi. Domenlarni o'rganish turli nuqtayi nazardan qiziqish uyg'otadi. Magnit hodisalar fizikasini tushunish uchun birinchi navbatda, domen strukturasini va uning tashqi magnit maydonda qayta tuzilishi tabiati muhim ahamiyatga ega. Ular namunaning magnitlanishining teskari jarayonlarini, sezuvchanligini, dinamik xususiyatlarini va boshqalarni aniqlaydi.

Muntazam domen tuzilmalari (panjaralar, silindrsimon, chiziqli va halqali domenlar) optoelektronika uchun qiziqish uyg'otadi. Ular yorug'likni boshqarish (modulyatsiya, burilish, yorug'lik nurlarining kontsentratsiyasi), shuningdek, axborotni taqdim etish va qayta ishlash uchun ishlatilishi mumkin.

Kuzatilgan domen tuzilmalari juda xilma-xildir. Ular materialning magnit anizotropiyasi va magnitlanishiga, namunaning shakliga, nuqsonlar mavjudligiga, harorat va magnit maydonga, sirt ishlov berish turiga va namunaning tarixiga bog'liq. Domen strukturasining bunday "yumshoqligi" yoki "sezuvchanligi" uning shakli nisbatan zaif magnit-dipol o'zaro ta'sirlari bilan belgilanadiganligining natijasidir. Biz asosan magnit plyonkalar va bir o'qli magnit anizotropiyaga ega bo'lgan plitalardagi domen tuzilishini ko'rib chiqamiz, bu oson magnitlanish o'qi plyonka tekisligiga perpendikulyar deb faraz qilamiz.

Asosan tabiatda 3 xil domenlar uchraydi [1], bular labirint (1-rasm), polosali (2-rasm) hamda nuqtaviy (3-rasm)



Tajriba qurilmaning tavsifi. Tajriba uchun BioBlue mikroskopi olingan.

BioBlue mikroskoplari Euromex brendi tomonidan ishlab chiqarilgan va o'quv maqsadlari, laboratoriya tadqiqotlari hamda tibbiy diagnostikada foydalanish uchun mo'ljallangan mikroskoplardir. Bu mikroskoplar o'zining yuqori sifatli optikasi, mustahkam konstruksiyasi va arzonligi bilan mashhur. BioBlue mikroskoplari ko'pincha boshlang'ich va o'rta darajadagi ilmiy-tadqiqot ishlari uchun mos keladi.

BioBlue mikroskoplarining asosiy xususiyatlari:

1. **Optik tizim:** Bu mikroskoplarda keng ko'rish maydoniga ega achromatik yoki plan-achromatik obyektivlar mavjud bo'lib, ular tasvirni aniq va ranglarni tabiiy ko'rsatadi.

2. **Korpus materiali:** BioBlue mikroskoplari mustahkam va bardoshli materiallardan tayyorlangan, bu esa ularni uzoq muddatli foydalanish uchun mos qiladi.

3. **Yoritish tizimi:** Ko'pgina BioBlue mikroskoplari LED yoritish tizimi bilan jihozlangan bo'lib, bu energiyani tejaydi va yorug'likning barqarorligini ta'minlaydi. LED yoritgichlar ham uzoq muddatli foydalanish uchun mo'ljallangan.

4. **Ko'zgu linzalari:** 10x, 40x, va 100x kattalashtirish imkoniyatiga ega, ko'plab BioBlue modellarida ko'zgu linzalari sifatli materiallardan tayyorlangan bo'lib, ular o'quvchilarga aniq tasvir beradi.

5. **USB va kamera imkoniyatlari:** Ba'zi modellarda USB yoki raqamli kamera birikmasi mavjud bo'lib, bu yordamida olingan tasvirlarni kompyuterga ko'chirish yoki raqamli formatda saqlash mumkin.

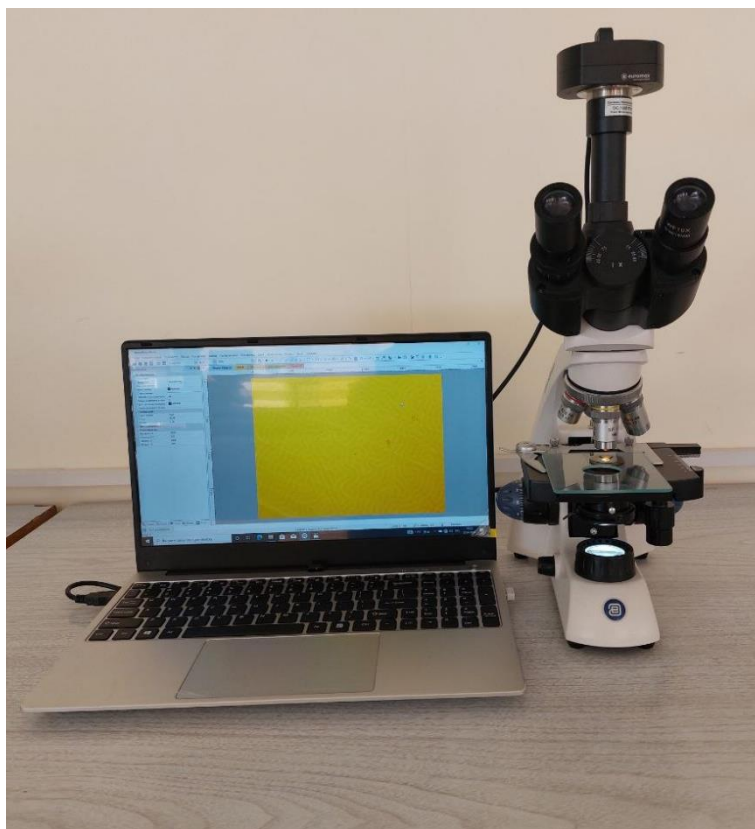
BioBlue mikroskoplari ko'pincha biologiya, mikrobiologiya va boshqa ilmiy sohalarda keng qo'llaniladi va ularning o'quv mikroskop sifatida foydalanilishi ham osondir.

1-jadval.

Tajriba qurilmasining texnik parametrlari

Kattalashtirish	40 - 1000x
Optik tizimning tubus bilan birgalikdagi uzunligi	160 mm
Obyektiv parametri	DIN 4x, 10x, 40x (S), 100x (S, Oil)
Obyektiv tasnifi	semitplanaxromat
Okulyarning kattalashtirishi	WF10x

Fokus	qo'pol / aniq
Predmet stolchasi	koordinatali
Kondensor	Abbe, N.A.=1.25, balandlik sozlanadigan, filtr ushlagichli.
Apertur diafragma	Iris
Yoritish	Past, svetodiod lampadan
Mikroskopiya usuli	O'tayotgan nurdagi yorug' maydon



4-rasm. Eksperimental qurilma ko'rinishi

Tajriba natijalari va muhokamalar. O'zaro ta'sir qiluvchi ko'p sonli domenlar majmuyining o'zgaruvchan magnit maydondagi harakat qonuniyatlarini o'rganish uchun tadqiqot obyektlari sifatida magnit bir o'qli plyonkalarni tanlash maqsadga muvofiqdir. Bunday plyonkalarda asosiy magnitlanish o'qi sirtga perpendikulyar bo'ladi. Bu turdagi plyonkalarda (nozik qatlamlarda) labirint domen strukturasi (yuqoridagi 5-a rasm) mavjud bo'lib, u nazariy jihatdan yassi-parallel o'tkazuvchi domenlar modeli — Kittel modeli bilan tavsiflanadi. Biz tadqiqot uchun perpendikulyar anizotropiyaga ega va boshlang'ich domen tuzilishga ega yorug'likda aniq ko'rinadigan yengil magnitlanish tekisligi (111) ferrit granat (FG) plyonkalarni tanladik. Labirint strukturasi chiziqli domenlarning kengligi (davri) — namunaning o'lehamidan kamida 2-3 daraja kichikdir.

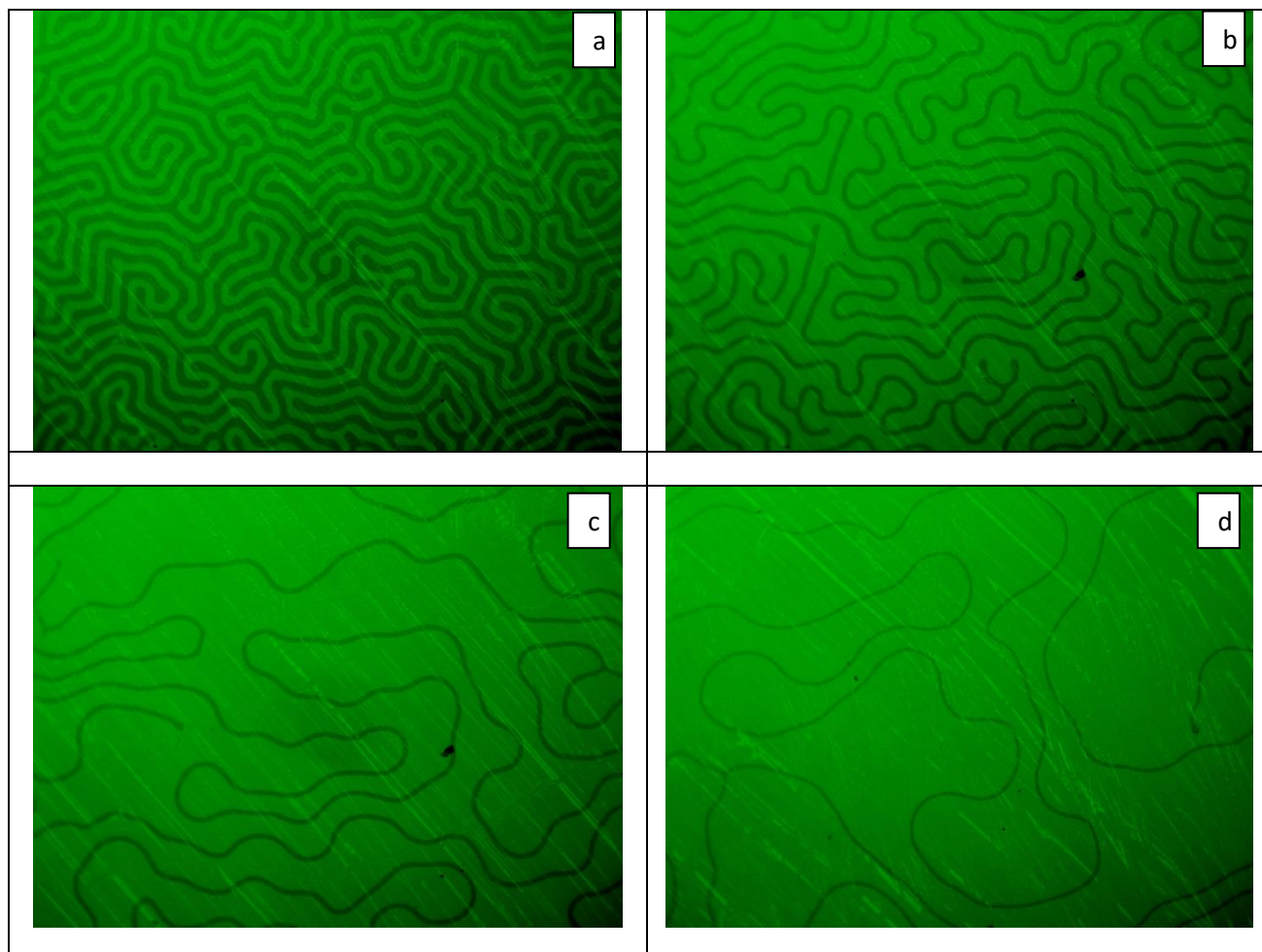
Ferrit granat plyonkalarining domen tuzilishi 1970-80-yillarda ularning magnit silindrsimon domenlari (SD) va domen chegaralari haqidagi ma'lumotlarni yozib olish uchun mikroelektron saqlash qurilmalarida, shuningdek, magnit bilan boshqariladigan optik qurilmalarda qo'llash istiqbollari bilan bog'liq holda faol o'rganilgan [2, 3]. Statik magnit maydonlardagi domen tuzilmalari (DT) eksperimental va nazariy jihatdan juda yaxshi o'rganilgan. Dinamika jihatidan asosiy e'tibor nanosekundli qayta magnitlanish jarayonlariga (masalan, teskari magnit fazasi domenlarining hosil bo'lishiga) qaratilgan bo'lib, alohida silindrsimon domenlar va domen chegaralari (devorlar)ning ichki tuzilma elementlari bilan birga, o'zgaruvchan (impulsli, lokal) magnit maydonlarda 10-100 MHz va undan yuqori chastotada o'rganilgan. Ushbu diapazon yuqoridagi qurilmalarning yuqori ishlash talabi bilan bog'liq.

0,1-10 kHz chastota diapazoni deyarli o'zgarmagan. Aynan shu diapazonda biz [4-5] manbalarda keltirilgan izlanishlarni FG plyonkalarda, ya'ni boshlang'ich tutashgan labirint tuzilmali plyonkalarda o'tkazdik. Ular fazoda bir xil, past chastotali tebranuvchi magnit maydoniga joylashtirilib, natijada avval ma'lum bo'lmagan maxsus qo'zg'algan holat — “anger holati” (AH) deb nomlangan yangi holat aniqlandi

[5]. Anger holatining eng xarakterli xususiyati o'zaro ta'sir qiluvchi domenlar majmuasining tartibsiz (xaotik deb ataymiz) o'z-o'zini tashkil etishi va turli xil tartiblangan, barqaror dinamik domen tuzilmalarini (DT) shakllantirishidir. Ulardan eng keng tarqalgani halqali va spiral shakldagi dinamik domenlar (DD) bo'ldi.

BioBlue mikroskopi yordamida to'g'ridan-to'g'ri olingan namunani tasvirini olib bo'lmaydi. Namunada domen tuzilmalarini ko'rish uchun biz namunani qutblangan yorug'lik bilan yoritishimiz zarur bo'ladi. Shuning uchun BioBlue mikroskopi manbasidan chiqadigan yorug'lik hamda namuna orasiga polarizator joylashtiramiz. Shunda namunaga qutblangan yorug'lik oqimi tushadi.

Olingan namunaga qutblangan yorug'lik tushishi natijasida quyidagi tasvirlarni olishimiz mumkin bo'ladi. Olingan tasvirlar 100 marotaba kattalashtirilgan.



5-rasm. Perpendikulyar anizotropiyaga ega bo'lgan plyonkalarda magnit maydon yo'qligida labirint domen tuzilmasining tipik tasviri (5-a rasm) va magnit maydon bosqichma-bosqich ortib borayotgandagi bir tomon (5-b, c, d rasmlar) holatlar ko'rsatilgan

Yuqorida ta'kidlanganidek, dastlabki holatda (5-a rasm) namunalarining domen tuzilmasi tartibsiz (labirintli) bo'ladi. Bunda tuzilma doimiy magnit maydonida magnitlantirilganda ham saqlanib qoladi (5 a-d rasmlar). Agar plyonkaning xususiyatlari tekislikda to'liq izotrop bo'lsa bir yo'nalishda (5-b rasm) yoki qarama-qarshi yo'nalishda (5-c, d rasmlar) kvazistatik magnitlanish jarayoni ko'p marta takrorlanganda ham domen tuzilmasi tasvirlari qayta tiklanmaydi, domen chegaralari turli joylarda joylashadi va chiziqli domenlar turli yo'llar bilan egiladi. Bu shu bilan izohlanadiki, domen chagaralarining harakati mikrodefektlar va boshqa domenlar bilan o'zaro ta'siri tufayli sakrashlar orqali sodir bo'ladi va har bir kichik domen chagarasi uchun bu harakat ehtimoliy xususiyatga ega. Ammo shu bilan birga, maydon bo'ylab magnitlangan domenlarning o'rtacha kengligi d_1 (asosiy magnit faza $J_s \uparrow \downarrow H$ bilan) va maydonga qarshi magnitlangan domenlarning kengligi d_2 (teskari magnit faza $J_s \uparrow \downarrow H$ bilan), $P = d_1 + d_2$ davrining o'rtacha qiymati bilan bir xil, juda aniq tarzda tashqi maydon kuchiga bog'liq. Namunaning kichik koersitiv kuchga ega bo'lgan holatida bu bog'liqlik nazariya orqali yaxshi tasvirlangan [6].

Labirint domen strukturasi ferromagnit va ferrolektrik materiallarda uchraydigan maxsus domen tuzilmasidir. Ushbu domenlar murakkab, labirintga o'xshash shaklda joylashib, materialning magnit yoki elektr xususiyatlarini boshqaradi. Labirint domenlari yuqori zichlikka ega bo'lgan, asosan nano o'lchamli hududlardan iborat bo'lib, ularning shakli va tuzilishi materialga xos mikrostrukturaviy kuchlar va energiya minimallashtirish talablariga bog'liq.

Labirint domen strukturasi xususiyatlari

Murakkab geometriya: Labirint domenlar to'liqsimon, chiziqli yoki labirintga o'xshash shakllarda joylashadi. Bu struktura magnit yoki elektr maydonlarni bir tekis taqsimlashga yordam beradi.

Energiya minimallashtirish: Domenlar labirint shaklda joylashganida, material ichidagi umumiy energiya kamayadi. Bu struktura ichki demagnetizatsiya energiyasini minimallashtirish orqali hosil bo'ladi, ya'ni magnit yoki elektr qutblanishi beqarorlikni kamaytiradi.

Nano o'lchamlar: Labirint domenlarning o'lchamlari ko'pincha nano darajada bo'lib, ularning kengligi bir necha nanometrdan bir necha mikrometrlargacha bo'lishi mumkin. Nano o'lchamlar, ayniqsa, zamonaviy magnit va elektr xotira qurilmalarida yuqori samaradorlikka erishish uchun foydali.

Ko'p fazali materiallarda uchraydi: Labirint domen strukturalari ko'p fazali, ya'ni bir vaqtning o'zida ferromagnit va ferrolektrik xususiyatlarga ega bo'lgan materiallarda tez-tez uchraydi. Bu esa ularning energiya tejash va saqlash imkoniyatlarini oshiradi.

Asosiy foydalanish soha: Labirint domen strukturalari asosan yuqori zichlikdagi ma'lumotlarni saqlash, magnit rezonansli qurilmalar, va boshqa nanoelektronika tizimlarida qo'llaniladi. Ularning magnit maydonlar bilan boshqarish qobiliyati ma'lumotlarni aniq va samarali boshqarishni ta'minlaydi.

Agar namunaga tashqi magnit maydoni ta'sir qildirsak, domen chegaralar o'zgara boradi (5-rasm). Tashqi magnit maydonini oshib boorish toki domen struktura monodomenga aylangunga qadar davom etadi.

Tajriba natijalarni nazariy talqin qilish. Tajribada namunadagi domen devorlari o'rganilgan bo'lib, d magnit domen devorining (yoki ferromagnit domenning) kengligini ifodalaydi. Domen devori kengligi ferromagnit material ichida qarama-qarshi yo'nalgan magnit domenlar orasidagi o'tish zonasini anglatadi. Keling, bu formuladagi har bir parametrga to'xtalib o'tamiz:

$$d = 2\pi \sqrt{\frac{2J}{h-K}}$$

Bu yerda

d – Domen devorining kengligi: Bu ikki qarama-qarshi yo'nalgan domenlar orasidagi o'tish zonasining kengligini anglatadi. Domen devorining kengligi materialning mikroskopik tuzilishi va energiya parametrlari bilan belgilanadi.

J – Almashinish energiyasi: Almashinish energiyasi domen ichidagi atomlar magnit momentlari orasidagi o'zaro ta'sir kuchini anglatadi. **J** qiymati qanchalik yuqori bo'lsa, atomlar o'zaro bir xil yo'nalishga ega bo'lishga intiladi va bu domen devorining kengayishiga olib keladi.

h – Domen ichidagi ichki magnit maydon: Domenlar orasidagi ichki magnit maydon ham domen devori kengligiga ta'sir qiladi. **h** qiymati yuqori bo'lsa, magnit momentlar kuchliroq bog'lanib, domen devori torayishi mumkin.

K – Anizotropiya energiyasi: Bu energiya materialdagi magnit yo'nalishining ma'lum kristallografik yo'nalish bo'yicha o'zgarishini cheklaydi. **K** qanchalik yuqori bo'lsa, domen devori kichikroq bo'ladi, chunki atomlar ma'lum yo'nalish bo'yicha magnitlanishga intiladi. Anizotropiya energiyasi domen devorini toraytiradi va shu bilan o'tish zonasini qisqartiradi.

Radikal ifoda $\sqrt{\frac{2J}{h-K}}$ – bu ifoda ichidagi kattaliklar domen devorining kengligini aniqlaydi. Agar almashinish energiyasi **J** yuqori bo'lsa va **h-K** kichik bo'lsa, **d** qiymati ortadi va domen devori kengroq bo'ladi.

2π – bu koeffitsiyent domen devori kengligini ifodalash uchun empirik faktor sifatida ishlatiladi va domen devorining umumiy geometrik tuzilishini hisobga oladi.

Bu formula domen devori kengligini almashinish energiyasi, ichki magnit maydon va anizotropiya energiyasiga bog'liqligini ko'rsatadi. Odatda domen devorlari kengligi almashinish va anizotropiya kuchlari orasidagi muvozanatga bog'liq bo'lib, materialning magnit o'zgarish xususiyatlariga ta'sir ko'rsatadi.

Xulosa.

Labirint domenlarning amaliy ahamiyati

Labirint domenlar kichik o'lchamdagi magnit yoki elektr maydonlarini boshqarish imkonini bergani uchun quyidagi sohalarida foydalaniladi:

• **Xotira texnologiyalari:** Yangi avlod xotira chiplarida yuqori zichlikdagi ma'lumotlarni saqlash imkonini beradi.

• **Sensorlar:** Kichik hajmdagi magnit maydonlar o'zgarishiga sezgir bo'lgan sensorlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

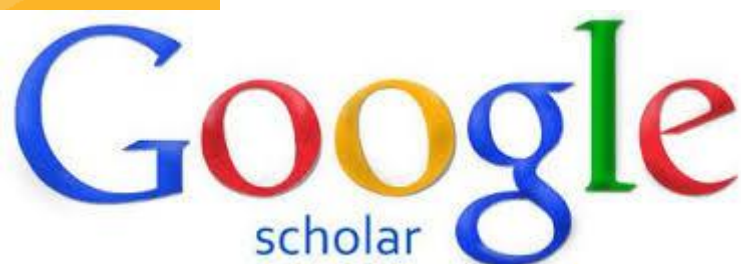
• **Nanoelektronika va Spintronika:** Ushbu domen strukturalari zamonaviy nanoelektronika va spintronika qurilmalarida, ayniqsa, energiyani tejashga asoslangan texnologiyalarda ishlatiladi.

Labirint domenlar magnit materiallar va zamonaviy nanoelektronika texnologiyalarida katta ahamiyatga ega bo'lib, ularning energiyani minimallashtiruvchi va yuqori samaradorlikka ega xususiyatlari ma'lumotlarni saqlash va uzatishda yangi imkoniyatlar yaratadi.

Ko'plab spintronik qurilmalar bir xil magnitlangan plyonkali magnit elementlardan foydalanadi. Bunday holda, ushbu qurilmalarning normal ishlashi uchun magnit maydon ta'sirida ushbu plyonka elementlari bir xilda qayta magnitlanganligi muhimdir. Ushbu ishda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, magnit maydon ta'sirida bir xil magnitlanish holati buziladigan rejimlar mavjud. Belgilangan natijalar va naqshlar spintronika qurilmalarini ishlab chiquvchilarga plyonka elementlarining magnitlanishining bu kiruvchi teskari rejimlaridan qochishga yordam beradi.

ADABIYOTLAR:

1. Зайкова В. А. Старцева И Е, Филиппов Б Н Доменная структура и магнитные свойства электротехнических сталей (М.: Наука, 1992)
2. Малоземов А. Слонзуски Дж. Доменные стенки в материалах с цилиндрическими магнитными доменами (М.: Мир, 1982)
3. Рандошкин В. В. Червоненкис А. Я. Прикладная магнитооптика (М.: Энергоатомиздат, 1990)
4. Кандаурова Г С, Свидерский А. Э. Письма в ЖЭТФ 47 410 (1988)
5. Кандаурова Г С, Свидерский А. Э. ЖЭТФ 97 1218 (1990)
6. Kooy C, Enz U Philips Res. Rep. 15 (1) 7 (1960)
7. D. R. Djuraev, B. Yu. Sokolov, and Sh. Sh. Fayziev. Photoinduced changes in the space-modulated magnetic order of a $\text{FeBO}_3\text{:Mg}$ single crystal/ Russian Physics Journal, Vol. 54, No. 3, August, 2011.
8. Караев А.Т., Соколов Б.Ю., Федоров Ю.М. Индуцированная магнитная сверхструктура в слабом ферромагнетике $\text{FeBO}_3\text{:Mg}$. // ФТТ. – 2000. – Т.42. – В.11. – С.2036 – 2041.
9. Азаматов З.Т., Караев А.Т., Соколов Б.Ю., Федоров Ю.М. Модулированная магнитная структура слабого ферромагнетика $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3\text{:Ga}$. // ЖТФ. – 2001. – Т.71. – В.3. – С.84 – 87.
10. Караев А.Т. Влияние примесей на магнитную структуру легкоплоскостных слабых феррромагнетиков. Диссер.... канд. физ. – мат. наук. – Самарканд, 2008. – 117 с.
11. Федоров Ю.М., Садреев А.Ф., Лексиков А.А. Фазовый переход в модулированное состояние в фотовозбужденном легкоплоскостном магнетике $\text{FeBO}_3\text{:Ni}$. // ЖЭТФ. – 1987. – Т.93. – В.6(12). – С.2247 – 2256.
12. Postnikov A.V., Bartkovski St., Neuman M., Rupp R.A., Kurmaev E.Z., Shamin S.N., Fedorenko V.V. Electron structure and valence – band spectra of FeBO_3 . // Phys. Rev. B – 1994. – V.50. – # 20. – P.14849 – 14854.
13. Соколов Б.Ю. Модулированная магнитная структура ромбоэдрических слабых ферромагнетиков $\alpha - \text{FeO:Ga}$ и $\text{FeBO}_3\text{:Mg}$. // ЖЭТФ. – 2004. – Т.126. – В.2(8). – С. 467– 478.
14. Соколов Б.Ю. Влияние низкосимметричных механических напряжений на магнитные свойства бората железа. // ЖТФ. – 2006. – Т.76. – В.5. – С. 56-61.
15. Соколов Б.Ю. Влияние неоднородных механических напряжений на доменную структуру бората железа. // ФТТ. – 2005. – Т.47. – В.9. – С. 1644- 1650.
16. Д.Р.Джураев, Б.Ю. Соколов, Ш.Ш.Файзиев. Структура неколлинеарной магнитной фазы ромбоэдрического кристалла $\text{FeBO}_3\text{:Mg}$. Доклады АН РУз, Ташкент, 2010, № 2, С.36-39.
17. С.Р. Бойдаев, Д.Р.Джураев, Б.Ю. Соколов, Файзиев Ш.Ш. Состояние «магнитной ряби» в слабом ферромагнетике $\text{FeBO}_3\text{: Mg}$. // Уз.ФЖ – 2009. – В.11 (5-6). – С. 376 – 383.



**"SCIENTIFIC REPORTS
OF BUKHARA STATE
UNIVERSITY"**

The journal was composed
in the Editorial and
Publishing Department of
Bukhara State University.

Editorial address:

Bukhara, 200117
Bukhara State University, main
building, 2nd floor, room 219.
Editorial and Publishing
Department.
[https://buxdu.uz/32-buxoro-
davlat-universiteti-ilmiy-
axboroti/131/131-buxoro-davlat-
universiteti-ilmiy-axboroti/](https://buxdu.uz/32-buxoro-davlat-universiteti-ilmiy-axboroti/131/131-buxoro-davlat-universiteti-ilmiy-axboroti/)
e-mail:
nashriyot_buxdu@buxdu.uz

Printing was permitted
27.12.2024 y. Paper format
60x84,1/8. Printed in express
printing method. Conditional
printing plate – 35,30.
Circulation 70. Order № 30.
Price is negotiable.

Published in the printing house
"BUKHARAHAMD PRINT" LLC
Address: Bukhara,
K.Murtazayev street, 344