

Хабай Анардың «Температура мен ылғалдылықты бір уақытта өлшейтін датчикті талдау және зерттеу» тақырыбындағы 6D071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін дайындаған диссертациялық жұмысына ресми пікір.

ПІКІРІ

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және оның жалпы ғылыми және жалпы мемлекеттік бағдарламалармен (практиканың және ғылым мен техника дамуының сұраныстарымен) байланысы.

Техникалық процестердің үнемі жетілуі, өнім сапасын қамтамасыз етуге және энергия шығындарын үнемдеуге қатаң талаптар қойылуы, электроника, жұқа үлдірлі технология, материалтану саласындағы сандық және сапалық талаптардың артуына байланысты ауаның сапасы яғни дымқылдығымен температурасын қадағалау маңызды мәселенің біріне айналып отыр

Оптикалық талшықты лазерлік сәулеленумен талшықты брэгг торларының көмегімен қоршаған ортаның қатаң зондауда өндірісі саласындағы соңғы жасалған ғылыми жұмыстар мен қолданылуларға талдаулар жасалынған. Соңғы жылдарда, оптикалық талшықты лазерінің ішкі сезімталдығына негізделген датчиктер кеңінен зерттелді, өйткені олардың спектрлі резонансының шыңның көрінуін жақсартты және өткізу қабілеттілігі 3-дБ-ге жетті. Оптикалық талшықты лазерлерге негізделген ішкі сезімталдылықты дамыту арқылы датчиктердің сигналдың шуылға қатынасы жақсартылды, ал тар диапазондағы 3 дБ өткізу сенсорлық желінің сыйымдылығын арттырды.

Диссертациялық зерттеулер ҚХР Чжэцзян университеті ғылым инженерлікті бақылау колледжіндегі ақпараттық ғылымдар және электронды есептеу техникасы радио-фотондық ақпараттық өңдеу орталығындағы жоғары дәрежелі зертханасында оптикалық талшық негізіндегі температура мен ылғалдылықты бірлікте өлшейтін датчике Қ.И Сатбаев атындағы ҚазҰТЗУ ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарына сәйкес зерттеу жұмыстары жүргізілді.

2. Диссертацияға қойылатын талаптар шеңберіндегі ғылыми жаңалығы

Оптикалық талшықты лазернің ішкі сезімталдығына негізделген температура мен ылғалдылықты анықтайтын датчикті талдау барысында диссертациялық жұмыста негізгі мынадай ғылыми жұмыстар жасалып нәтижелер алынған:

Оптикалық бір бағытты режимдегі талшыққа Брэгг торлары орналастырылған, талшықтың көлденең қимасы жарты-рефлексиялық шынымен жабылып ол ФПИ-ның вакуумдық қуысына жалғасады. ФПИ вакуумдық қуысында кремний диафрагмасына құйылып дайындалған ылғалдылыққа сезімтал агроза гелі бар. Вакуум ұзындығы h деп анықталған қуыстың алдыңғы және артқы екі шағылыстыратын беті бар, екінші беті ылғалдылыққа сезімтал агроза гелі. Бұл екі беттен шағылысқан жарық

арасында пайда болатын интерференция арқылы ылғалдылық өзгерісін анықталған, ТБТ кері шағылған спектрдің фазалық өзгерісімен температураны анықталған.

2. Оптикалық бір бағытты режимдегі температураға байланысты функционалды өзгертін талшыққа орналастырылған Брэгг торларынан кері шағылатын фемтосекундтық лазердің фазалық ығысуымен температураны анықтау әдісін талдау.

3. Жоғарыдағы талдаулар негізінде жасалған тәжірибелік нәтижелерді негізге ала отырып температура мен ылғалдылық бірлікте өлшейтін микроқұрылымды, ішкі электромагниттік әсерлерге иммунитетті датчиктің жұмысы ұсынылған.

4. Тәжірибелік және нақты берілген мәндерге сүйене отырып температура мен ылғалдылықты өлшеу датчигінің өлшеу диапазоны анықталған.

3. Диссертацияда бөлімдерінде

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан және қосымшалардан тұрады.

Диссертациялық жұмыстың бірінші бөлімінде температура мен ылғалдылықты анықтаудың жалпы әдістері мен өлшеу датчиктері қарастырылды. Температураны анықтайтын кедергілі термометр, Кварц резонаторлар негізіндегі температура датчиктер, интегралды датчиктері, Сыйымдылықты термометрлер, температуралық және ылғалдылық сенсорларының сезімталдық анықтаулары, ылғалдылықты анықтауға арналған датчик түрлері қарастырылды, сондай ақ, металл оксид негізіндегі жартылай өткізгішті температурамен ылғалдылықты анықтауға арналған датчиктің схемасы қаралды, талдаулар жасалды.

Екінші тарауда Оптикалық талшықты лазерлік сәулеленумен талшықты брэгг торларының көмегімен қоршаған ортаның қатаң зондауда өндірісі саласындағы соңғы жасалған жұмыстар мен қолданылулар, сондай-ақ лазер мен материалдардың арасындағы өзара фемтосекундтық әрекеттесу теориясының кейбір алғышарттары қарастырылды. Фазалық маска немесе «нүктеден кейін нүкте» әдісін пайдаланып фемтосекундты инфрақызыл және көрінетін лазерлермен кремний диоксиді негізіндегі оптикалық талшықтарда жасалынған брэгг торына сәйкес әсер ету шарттары талданған. Талшықты Брэгг торлары мен талшықтардың ерекше геометриясын пайдаланып, жарықтың әр түрлі параметрлерін ескеруге мүмкіндік береді. Таза кремний диоксиді, радиацияға төзімді фторидті легіріленген диоксиді немесе микрокернеуленген таза кремний диоксидімен фотонды-кристалл талшығы және шыны талшықтардан жасалған датчиктер мұнай және газ саласында пайдаланады, олар сутегінің өтуіне, радиациялық иондалуына ұшырамайды, оларды сондықтан ядролық өнеркәсіпте пайдалануға болады. Температура 1300°C-дан жоғары болғанда сапфир оптикалық талшықтағы брэгг торларының көмегімен анықталады. Сапфир ТБТ құрылғылар реактивті козғалтқыштар, көмірді газдандыру реакторларында және электр энергиясын өндіруде, табиғи газ турбиналарында жанудың қатаң шарттары үшін

жарамды. Кристалды талшыққа негізделген ылғалдылықты анықтауға арналған талшықтық датчиктердің көптеген түрлері ұсынылған.

Үшінші бөлімде температурамен ылғалдылықты бірлікте өлшеуге арналған оптикалық талшықты датчикке талдаулар жасалынды. Фабри -Перо интерференциясына негізделген оптикалық талшықтың сезімталдылығын Джордж Айдің ішкі резонансты күшейту әдісі негізіндегі талдаулары қарастырылды. Оптикалық талшықты Брэгг торларының (ОТБТ) белгілі бір спектрлік кері шағылыстыру фемтосекундық эффектісіне негізделіп температураға байланысты талшықтың деформациялық өзгерісі арқылы температураны анықтауға болады. Осы талдаулар негізінде температурамен ылғалдылықты бірлікте өлшейтін оптикалық талшықты датчиктің жұмысы ұсынылды.

Төртінші тарауда эксперимент нәтижелерді талданды. Тәжірибелік қондырығы, оптикалық талшықты анализатор, оптикалық циркуляторды, оптикалық-талшықты оқшаулағыш, сезімтал агроза гелін қолдану технологиясын, талдау нәтижелері берілген.

Диссертациялық жұмыстың қорытындысы бойынша ФПИ әдісіне негізделген оптикалық талшықты ылғалдыққа агрозалық шағылыструдың математикалық теңдеулері құрылып тәжірибелік тексерулер жүргізілді. Талшықты Брэгг торларының кері шағылструдың фемтосекундық негізгі заңдылықтарына сай температураны анықтау қарастырылды.

4. Ізденушінің диссертациясында тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтижесі (қағидасы) мен қорытындысының жаңалық дәрежесі.

Диссертациялық жұмыста негізгі мынадай ғылыми нәтижелер алынған:

ФПИ әдісіне негізделген салыстырмалық ылғалдылықты өлшеу 20%-98% диапазонында жүргізілген. Қоршаған ортаның ылғалдылығы өзгерген кезде және салыстырмалы ылғалдылық 10% бойынша өзгергенде талшықты лазердің шығу спектрі -36.78 дБ-ден -22.61 дБ дейін артады. Тиісінше сенсор сигналының шуылға қатынасы 30 дБ-ден 45 дБ-ға дейін артқан және өткізу қабілеті 3-дБ, ол 0,05 нанометр кем болған. Ылғалдылық сезімталдығы 0.183дБ/% , температура сезімталдығы 0.117×10^{-4} м/С⁰ деп өлшенеді. Тәжірибеде датчиктің жақсы сызықты екенін көрсетілген. Агрозаның сыну индексі 1,45-ден 1,48-ге дейін. Тәжірибе нәтижесі сенсордың ылғалдылыққа сызықты жауап беретінін көрсетті. Температураға байланысты талшықты Брэгг торларының t өзгерісі -50С⁰ дан 130С⁰ сәикесінше ξ деформация 8.75×10^{-4} м ден - 0.00122м-ге дейін өзгереді. Датчиктің болжамды жауап беру уақыты 72 микросекунд тез болған. Қалпына келу уақыты шамамен 357 микросекунд. Датчиктің тұрақтылығын талдау үшін 180 минут ішінде қоршаған ортаның салыстырмалы ылғалдылығын 65% және 95% деңгейінде белгілеу арқылы толқын ұзындығы мен шығу қуаты өлшенген.

Толқын ұзындығы мен қуат ауытқуының стандарты сәйкесінше 65% салыстырмалы ылғалдылық кезінде 0.101 нанометр және 0.129 дБ болған, ал стандартты ауытқулар 95% салыстырмалы ылғалдылық кезінде тиісінше 0.046 нанометр және 0.137 дБ құрайды. Нәтижелер датчиктің жақсы

тұрақтылыққа ие екендігін көрсетеді. Датчикте процесс жақсы қайталанатындығын көрсетеді, ылғалдылыққа сезімталдығы мен нақты ауытқуы шамасы $\pm 2\%$ -данда аз, ал температураға байланысты $\pm 1\text{C}0$ шамасында боғаны анықталған.

5. Ізденушінің алған нәтижелерінің тиісті өзекті мәселені, теориялық немесе практикалық міндеттерді шешуге бағытталуы.

Фабри -Перо интерференциясына негізделген оптикалық талшықтың сезімталдылық Джордж Айдің ішкі резонансты күшейту әдісі негізіндегі талдаулар бойынша қарастырылды. Оптикалық талшықты Брэгг торларының (ОТБТ) белгілі бір спектрлік кері шағылыстыру фемтосекундық эффектісінің негізгі заңдылықтарына негізделіп температураға байланысты талшықтың деформациялық өзгерісі арқылы температураны анықтау әдісі қарастырылды. Осы нақты талдауларға сәйкес тәжірибелік жұмыс жасалды.

6. Диссертацияның негізгі тұжырымдарын, нәтижелерін, түйіндері мен қорытындыларын жарияланымдарда дәйектеу

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелерінің тұжырымдары мен қорытындылары бойынша 10 мақала басып шығарылған, соның ішінде 4 – ҚР БҒМ білім және ғылым саласындағы бақылау Комитетімен ұсынылған ғылыми басылымдарда басылып шығарылған, 1 Scopus ақпараттық базасына енген басылымдарда, 5 халықаралық ғылыми конференция материалдарында.

7. Аннотацияның (авторефераттың) диссертация мазмұнымен сәйкестігі.

Аннотация диссертация мазмұнына толықтай сәйкес келеді.

8. Диссертация мазмұнындағы және ресімделуіндегі кемшіліктер. Диссертацияда грамматикалық және орфографиялық қателіктер кездеседі.

Қорытынды

Хабай Анардың «температура мен ылғалдылықты бірлікте өлшейтін датчикті зерттеу және өңдеу» тақырыбында жазған диссертациялық жұмысының толық зерттелген болып табылады. Диссертациялық жұмыс диссертацияға қойылатын талаптарға сәйкес келеді.

Пікір беруші

Алматы энергетикалық және байланыс университеті «Робототехника және электроника» кафедрасының оқытушысы.

т.ғ.к., доцент Тергемес К

