

АРИПОВА УМИДА ХАЙРУЛЛАЕВНА

**СИГНАЛЛАРНИ ФОТО- ВА ИНЖЕКЦИОН-ВОЛЬТАИК
ЭЛЕМЕНТ НЕГИЗИ АСОСИДА ЎЗГАРТИРУВЧИ
РАДИОТЕХНИК ТИЗИМ ВА ҚУРИЛМАЛАР**

**05.04.02 – «Радиотехника, радионавигация, радиолокация ва телевидение
тизимлари ва қурилмалари. Мобиль тола-оптик алоқа тизимлари»**

диссертация ҳимоясиз ихтиро патенти асосида
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
илмий даражасини бериш бўйича
ТАҚДИМНОМА

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

АРИПОВА УМИДА ХАЙРУЛЛАЕВНА

СИГНАЛЛАРНИ ФОТО- ВА ИНЖЕКЦИОН-ВОЛЬТАИК
ЭЛЕМЕНТ НЕГИЗИ АСОСИДА ЎЗГАРТИРУВЧИ
РАДИОТЕХНИК ТИЗИМ ВА ҚУРИЛМАЛАР

05.04.02 – «Радиотехника, радионавигация, радиолокация ва телевидение
тизимлари ва қурилмалари. Мобиль тола-оптик алоқа тизимлари»

диссертация химоясиз ихтиро патенти асосида
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
илмий даражасини бериш бўйича
ТАҚДИМНОМА

Тошкент – 2017

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий Аттестация комиссиясида В2017.3.PhD/T296 рақами билан рўйхатга олинган.

Иш Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университетида бажарилган.

Илмий маслаҳатчи: Ёдгорова Дилбара Мустафаевна
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Тақдимнома Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.27.06.2017.T.07.01 рақамли илмий кенгаш кенгашнинг 2017 йил «29» декабр соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-64-43; факс (99871) 238-65-52, e-mail: tuit@tuit.uz, Тошкент ахборот технологиялари университети асосий биноси, 2-кават, кичик мажлислар зали)



Р.Х.Хамдамов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

Ф.М.Нуралиев
Илмий даражалар берувчи илмий котиби, т.ф.д., доцент

КИРИШ (тақдимнома аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда, ҳозирги кунда мультимедиа ва ахборот-коммуникация технология воситалари учун юкори барқарорликка эга бўлган кучайтиргичли фотоўзгартиргич яратиш бўйича жадал тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шу билан биргалликда кучайтиргичли фотоўзгартиргичлар сифати телекоммуникация, телерадиоэшиттириш ва мобил алоқа тизимлари бозорини изчил ривожланишини белгилайди, бу эса уларни янги фото- ва инжекцион-вольтаик эффектлар асосида иш режими барқарорлаштирилган кучайтиргичли фотоўзгартиргичларини яратишда истиқболи мавжудлигини кўрсатиб, бу соҳада юз берувчи барқарорлаштирувчи жараёнларни тадқиқ этиш муҳим вазифалардан бири бўлиб келмоқда.

Жаҳон тажрибасида сифатли кучайтиргичли фотоўзгартиргичларнинг иш режимларини барқарорлаш масаласининг муваффақиятли ечимига нобарқарорлаштирувчи омиллар таъсирини тадқиқ этиш ва фото- ва инжекцион-вольтаик эффектлар асосидаги турғунлиги юкори бўлган ноанъанавий схемаларни моделлаш ва яратиш учун муҳим аҳамият касб этмоқда. Бу борада: умумий база ва эмиттер схемада бир хил яримўтказгичли материаллардан бажарилган таркибий фото- ва инжекцион-вольтаик транзисторлар вольт-ампер тавсифларини шаклланиш қонуниятларини ўрганиш; фото- инжекцион-вольтаик режимда ишловчи мавжуд кремнийли биполяр транзистор асосида чизикли кучайтиргичли фотоўзгартиргич яратиш; кучайтиргичли фотоўзгартиргич юклама тавсифлари билан транзистор кўрсаткичларини ўзаро боғловчи бириктириш усулини ишлаб чиқиш; кучайтиргичли фотоўзгартиргич юклама тавсифларини транзистор вольт-ампер тавсифлари асосида қурилишини экспресс-усулини яратиш; ночизикли бузилишлари минималлаштирилган кучайтиргичли фотоўзгартиргичларни универсал ҳисоблаш усулини ишлаб чиқиш; иш режимлари фото- ва инжекцион-вольтаик эффектлар асосида барқарорланувчи кучайтиргичли фотоўзгартиргични тадқиқ этиш; тақлиф этилган кучайтиргичли фотоўзгартиргич сокинлик токи барқарорлиликка таъминот кучланиши ва ҳарорат таъсирини ўрганиш каби йўналишларда мақсадли илмий изланишларни амалга ошириш муҳим вазифалардан ҳисобланади.

Республикаимизда, мустақиллик йилларида мамлакатимизда ахборот-коммуникация технологиялари соҳасини ривожлантириш, хусусан рақамли телекоммуникация, телерадиоэшиттириш ва тўртинчи авлод мобил алоқа тизимлари амалиётда қўлланилишига алоҳида эътибор қаратилди. Бу борада радиотехник, мобил ва тола-оптик алоқа тизимларида кучайтиргичли фотоўзгартиргичларнинг барқарор ва энергия тежамкор иш режимларига эга бўлиши асосида шу соҳанинг юксалишида сезиларли натижаларга эришилмоқда.

Таъкидлаш керакки, ҳозирда кучайтиргичли фотоўзгартиргичларни сокинлик токини нобарқарорлигига таъсир этувчи омиллар кўп йиллар ўрганиш натижалари кўрсатишича, улар sanoat талабларига жавоб бермаслигининг асосий сабаблари қуйидагилар:

- турли хилдаги материалларни қўлланилиши;
- атроф-муҳит ҳароратини ортиши;
- кучланиш манбаи қийматларини ўзгариши;
- транзистор параметрларини ўзгариши;
- силжитиш кучланиш қиймати ўзгариши ва х.к.

Танланган мавзу бугунги кунда ниҳоятда долзарб, чунки назорат қилиб боришга ҳам эҳтиёж сезмайдиган, ҳароратнинг, электр таъминот кучланишининг ўзгаришларига ҳамда бир хил яримўтказгичли материаллардан тайёрланган фотодиод ва транзисторлар параметрларининг тарқоқлигига бардошлиги юқори кучайтиргичли фотоўзгартиргичлар яратишга қаратилган. Қўйилган масалаларни, фото- ва инъекция-вольтаик эффект асосида махсус барқарорлаштириш усулларисиз бир хил яримўтказгичли материаллардан тайёрланган кучайтиргичли фотоўзгартиргичларни ишлаб чиқариш технологияси хусусиятларини чуқур ўрганиб ишлаб чиқиш тақазо этмоқда.

2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «миллий иқтисодиётнинг рақобат бардошлигини ошириш, иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш» вазифаси белгиланган. Ушбу вазифани бажаришда янги фото- ва инъекцион-вольтаик эффектлар асосида иш режими барқарорлаштирилган кучайтиргичли фотоўзгартиргичларини яратиш ва ишлаб чиқаришга жорий этиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2015 йил 4 мартдаги ПК-4707-сон «2015-2019 йиллар учун таркибий ислохотлар, модернизация қилиш ва ишлаб чиқаришни диверсификация қилишга доир чора-тадбирлари дастури тўғрисида»ги Қарори, Вазирлар Маҳкамасининг 2014 йил 8 январдаги 5-сон «Sanoatda ишлаб чиқариш ҳаражатларини қисқартириш ва махсулот таннархини пасайтириш бўйича қўшимча чора тадбирлар тўғрисида»ги Қарори, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. «Жамиятни ахборотлаштириш даражаси-

ни оширишга йўналтирилган илмий ҳажмдор ахборот технологияларни, телекоммуникацион тармоқларни, аппарат-дастурий воситаларни интеллектуал бошқариш, ўқитиш усуллари ва тизимларини ишлаб чиқиш» устувор йўналишига доир бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси¹. Нобел мукофотининг совриндори академик Ж.И. Алферов ва унинг ходимлари В.И. Андреев, В.Д. Румянцев, В.Р. Ларионовлар томонидан биринчи бўлиб концентранган қуёш нурланиши таъсирида гетероўтишлардаги фотоэлектрик ўзгартириш ходисалари кузатилган. Америкалик олимлар G.Kremer, Dj.Kilbr, H.Lin ва G.Sziklai, немис олими P.Skritek томонидан кучайтиргичларнинг архитектура-си ва иш режимларини барқарорлаш усуллари ўрганилган. Инглиз олими D.Self қувват кучайтиргичларда сигнални ночизиқли бузилишларнинг сабабларини аниқлаган. Россиялик олимлар Ю.Р. Носов, Л.Е.Варакин ва А.А.Титовлар кучайтиргичли фотоўзгартиргичларнинг юклама тавсифларини тадқиқ этган.

Умумий база ва эмиттер схемада таркибий фото- ва инжекцион-вольтаик транзисторлар вольт-ампер тавсифлари оиласини шаклланиш қонуниятлари, кучайтиргичли фотоўзгартиргич юклама тавсифлари билан транзистор кўрсаткичларини ўзаро боғловчи бириктириш усули, сокинлик токи кийматини қўшимча сошлаш талаб этилмайдиган, таъминот кучланиши ва ҳарорат ўзгариши таъсирида иш режимлари фото- ва инжекцион-вольтаик эффектлар асосида барқарорланувчи кучайтиргичли фотоўзгартиргичлар етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг 1-06 «Инжекцион-вольтаик транзисторлар асосидаги қувват кучайтиргичларини ишлаб чиқиш» (2006-2007), ИДА-6 «Инжекцион-вольтаик ва фото-вольтаик эффектлар асосида телекоммуникация қурилмаларининг аналог ва рақамли схемаларини негиз элементларини яратиш» (2007-2008), А5-046 «Оптоэлектрон ахборот ўзгартиргичлар» (2012-2014) ва БВ-ФЗ 004 «Қўпқатламли яримўтказгичли структураларда фото ва инжекцион-вольтаик эффектлар» (2017-2020) мавзулар лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади фото- ва инжекцион вольтаик эффектлар асосида бир хил яримўтказгичли материаллардан бажарилган кучайтиргичли

¹ Мавзу бўйича шарҳлар қуйидаги ва бошқа манбалар асосида қилинган: Алферов Ж.И., Андреев В.М., Румянцев В.Д. Тенденции и перспективы развития солнечной фотознергетики, <https://www.twirpx.com/file/396894/> / <http://nauchebe.net/2010/04/sxema-darlingtona/>; <http://www.electronicblog.ru/nachinayushhim/bipolyarnye-tranzistory-chast-3-usilitelnyj-kaskad.html>.

фотоўзгартиргичларининг иш режимларини барқарорлаштириш жараёнларини ўрганишдан иборат.

Тадқиқот вазифалари қуйидагилардан иборат:

умумий база ва эмиттер схемада бир хил яримўтказгичли материаллардан бажарилган таркибий фото- ва инжекцион-вольтаик транзисторлар вольтампер тавсифларини шаклланиш қонуниятларини ишлаб чиқиш;

фото- инжекцион-вольтаик режимда ишловчи мавжуд кремнийли биполяр транзистор асосида чизикли кучайтиргичли фотоўзгартиргич яратиш;

кучайтиргичли фотоўзгартиргич юклама тавсифлари билан транзистор кўрсаткичларини ўзаро боғловчи бириктириш усулини ишлаб чиқиш;

кучайтиргичли фотоўзгартиргич юклама тавсифларини транзистор вольтампер тавсифлари асосида қурилишини экспресс-усулини яратиш;

ночизикли бузилишлари минималлаштирилган кучайтиргичли фотоўзгартиргичларни универсал ҳисоблаш усулини ишлаб чиқиш;

иш режимлари фото- ва инжекцион-вольтаик эффектлар асосида барқарорланувчи кучайтиргичли фотоўзгартиргични яратиш;

таклиф этилган кучайтиргичли фотоўзгартиргич сокинлик токи барқарорлигига таъминот кучланиши ва ҳарорат таъсирини камайтириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида бир турдаги яримўтказгичли кучайтиргичли фотоўзгартиргич каскадларини иш режимларини барқарорлаштириш жараёнлар қаралган.

Тадқиқотнинг предмети сифатида сокинлик токи қийматини қўшимча сошлаш талаб этилмайдиган фото- ва инжекция-вольтаик эффектлар асосида кучайтиргичли фотоўзгартиргичларини барқарорлаш усуллари ва моделларидан иборат.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот жараёнида қўйилган масалани ечиш учун чизикли ва ноцизикли занжирлар назарияси; фото- ва инжекция-вольтаик транзистор асосидаги кучайтиргичли фотоўзгартиргичларни компьютерда моделлаштириш; электрофизик, вольт-ампер, юклама, амплитуда-частота ва фаза-частота тавсифларини ўлчаш усулларидадан фойдаланилган.

Ихтиро патентининг улкан аҳамияти: Жаҳон амалиётида сифатли кучайтиргичли фотоўзгартиргичларнинг иш режимларини барқарорлаш масаласининг муваффақиятли ечимига нобарқарорлаштирувчи омиллар таъсирини тадқиқ этиш ва фото- ва инжекцион-вольтаик эффектлар асосидаги турғунлиги юқори бўлган ноанъанавий схемаларни моделлаш ва яратиш учун муҳим аҳамият касб этмоқда. Бу борада ушбу диссертация мавзуси бўйича чоп этилган илмий ишлар, шу жумладан Интеллектуал мулк агентлиги томонидан № IAP 05287 «Кучайтиргичли фотоўзгартиргич» ихтиро патенти транзистор ва фотодиодлари бир хил яримўтказгичли материалдан ясалган, фотосезгирлиги юқори бўлган кучайтиргичли фотоўзгартиргич бўлиб, бу «Кучайтиргичли фотоўзгартиргич»и мультимедиа ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш, модернизация қилишда улкан ҳисса қўшади.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:
илк бора фото- ва инжекцион-вольтаик режимда ишловчи бир хил яримўтказгичли материаллардан тайёрланган фотодиодлар ва биполяр транзисторлар асосида кучайтиргичли фотоўзгартиргич ишлаб чиқилган;

кучайтиргичли фотоўзгартиргич юклама тавсифлари билан транзисторларнинг кўрсаткичларини ўзаро боғловчи бириктириш усули ишлаб чиқилган;
кучайтиргичли фотоўзгартиргич юклама тавсифларини транзисторларнинг статик вольт-ампер тавсифлари асосида қуришнинг экспресс-усули ишлаб чиқилган;

ночизикли бузилишлари минималлаштирилган биполяр транзисторли кучайтиргичли фотоўзгартиргичларни ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган;

илк бора сокинлик токи қийматини қўшимча сошлаш талаб этилмайдиган иш режимлари фото- ва инжекцион-вольтаик эффектлар асосида кучланиш ўзгаришларига беш марта, сочилиш қуввати ортишига уч марта барқарорланувчи кучайтиргичли фотоўзгартиргичлар яратилган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси

умумий база ва эмиттер схемада бир хил яримўтказгичли материаллардан бажарилган таркибий фото- ва инжекцион-вольтаик транзисторлар вольт-ампер тавсифларини шаклланиш қонуниятлари ишлаб чиқиш;

ночизикли бузилишлари минималлаштирилган транзисторлар кучайтириш хусусиятларининг таҳлил натижалари, иш режимларига таъминот кучланиши ва ҳарорат таъсирини фото- ва инжекция-вольтаик эффектлар асосида барқарорлаштирилган, қўшимча сошлаш талаб этилмайдиган кучайтиргичли фотоўзгартиргичлар яратишда ишлатилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги олинган таҳлил натижаларининг бошқа тажриба натижаларига мос тушиши, математик статистика усулларидан фойдаланилгани билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотда олинган натижаларининг илмий аҳамияти кучайтиргичли фотоўзгартиргичларда сокинлик токини барқарорлаштиришда фото- ва инжекция-вольтаик ходисаларининг қандай ҳолатларда намоён бўлишини тушунтириш имконини билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, таклиф қилинган барқарорлаштириш усуллари янги қўшимча сошлаш талаб этилмайдиган кучайтиргичли фотоўзгартиргичларни ишлаб чиқаришда фойдаланиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши: Сигналларни фото ва инжекцион-вольтаик элемент негизи асосида ўзгартирувчи радиотехник тугун ва қурилмалар бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида:

юқори сезгирликга эга бўлган, масофадан бошқарув учун мўлжалланган «Кучайтиргичли фотоўзгартиргич»га Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлигининг ихтирога патенти олинган (№ IAP 05287, 2016й).

Натижада яратилган қурилма аналог қурилмаларга нисбатан тескари кучланишни 5 баробар юқори ҳолатида ҳам барқарор ишлаш имконини берган;

ишлаб чиқилган фото- ва инъекцион-вольтаик қурилма асосида сигналларни кучайтириш қурилмалари “FOTON” АЖ томонидан ихтиродан фойдаланиш учун 2017 йил 27 ноябрдаги SIP 9/2017-сонли номутлақ лицензия “FOTON” акциядорлик жамияти, UZ га асосан параметрлари барқарор ва стабил қурилмалар ишлаб чиқишда қўлланилган («Уэллтехсаноят» АКнинг 2017 йил 6 октябрдаги 02-2078-сон маълумотномаси). Ишланмадан фойдаланиш аналогга нисбатан кучайтиргичли фотоўзгартиргични кенг спектрал диапазонда фотосезгирлигини 100 марта ошириш ва қоронғилик тоқини 1000 марта камайитириш, унинг функционал хусусиятларини кенгайтириш имконини берган;

қўшимча сошлаш талаб этилмайдиган иш режимлари фото- ва инъекцион-вольтаик эффектлар асосида кучланиш ўзгаришларига беш марта (500%), сочилиш қуввати ортишига уч марта (300%) барқарорланувчи кучайтиргичли фотоўзгартиргичлар ишлаб чиқилган (Servetechno PTE. LTD, (Singapore) 2017 йил 24 октябрдаги SV-UZ-24102017-сонли маълумотномаси, ихтиродан фойдаланиш учун 2017 йил 27 ноябрдаги SIP 8/2017-сонли номутлақ лицензия “Servetechno PTE. LTD, SGra берилган”), ихтиродан фойдаланиш учун 2017 йил 27 ноябрдаги SIP 10/2017-сонли номутлақ лицензия “Broadband Solutions” маъсулияти чекланган жамият шаклидаги қўшма корхонаси, UZ га берилган);

Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларни равожлантириш вазирлиги тасарруфидаги Давлат унитар корхонаси «Телевидение ва радиоэшиттириш, радиоалоқалар маркази (ТРРМ)»да 5 марта катта кучланишларда ишлаш қобилиятига эга бўлган кучайтиргичли фотоўзгартгичлар ва узлуксиз ишловчи элекрик манбалар яратилди ва иқтисодий кўрсаткичлари ҳисобланди ҳамда жорий қилишга тавсиялар берилди (Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини равожлантириш вазирлигининг 2017 йил 15 декабрдаги 33-8/8527 сонли маълумотномаси);

кучайтиргичли фотоўзгартгич асосида «Ўзбекистон телекоммуникация тармоқларини бошқариш Республика маркази» (ЎТТБРМ) Давлат унитар корхонасида оптик толалали сигналларни қайдқилувчи қурилма жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини равожлантириш вазирлигининг 2017 йил 15 декабрдаги 33-8/8527 сонли маълумотномаси);

Ушбу ихтиро 2016 йилда истикболли ихтиролар тўпламига киритилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот ишининг асосий натижалари 7 та халқаро ва 1 та республика миқёсидаги илмий – амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларнинг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 18 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола нашр этилган ҳамда Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг 1 та ихтиро патенти ва 2 та электрон ҳисоблаш машиналари учун дастур гувоҳномалари олинган.

ТАДҚИҚОТНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Ўзбекистон республикасининг “Кучайтиргичли фотоўзгартиргич” (№IAP 05287, 2016 й.) ихтиро патенти.

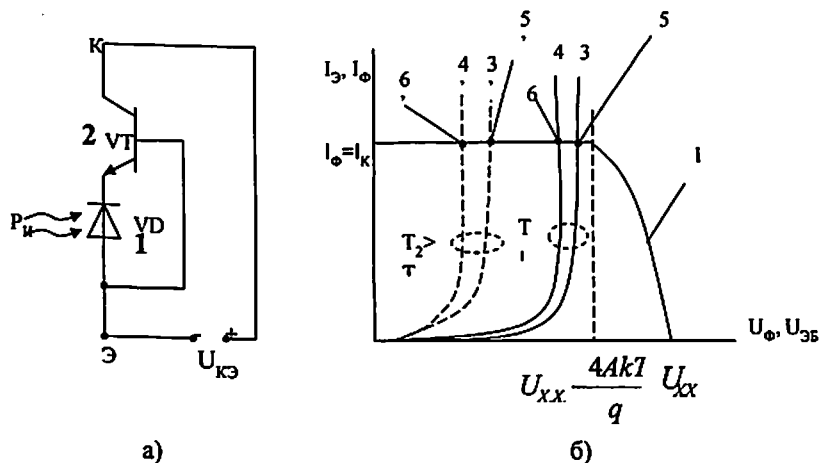
Фойдаланиш соҳаси: яримўтказгичли приборлар, оптоэлектроника, микроэлектроника ва кучли ток схемалари гальваник ажратувчи элемент масофадан туриб бошқариш схемалари оптореле, ахборот узатиш телекоммуникацион тизимлари ва гелиотехник қурилмаларда оптик сигналлар датчиги сифатида.

Вазифаси: транзистор ва фотодиодлари бир хил яримўтказгичли материалдан ясалган, фотосезгирлиги юкори бўлган кучайтиргичли фотоўзгартиргични яратиш.

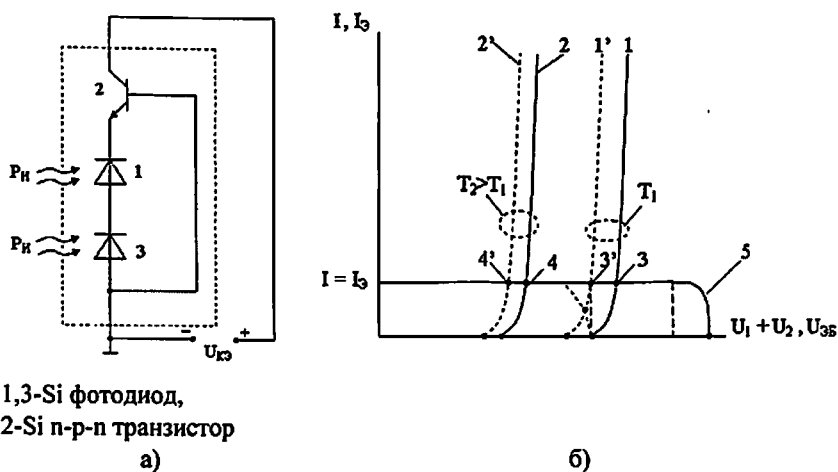
Ихтиро моҳияти: кучайтиргичли фотоўзгартиргични таркибида фотодиод ва $n-p-n$ ёки $p-p-p$ турдаги биполяр транзистор (1-расм) бўлиб, биполяр транзисторнинг коллекторли электроди фотоўзгартиргичнинг умумий коллектори бўлган, транзисторнинг эмиттери ўтказувчанлик тури бўйича мос келадиган фотодиод электродига уланган кучайтиргичли фотоўзгартиргич шу билан фаркланадики, у иккинчи фотодиод (2-расм) билан таъминланган, биринчи ва иккинчи фотодиодларнинг ҳар хил турдаги электродлари ўзаро уланган, транзистор базаси иккинчи фотодиоднинг ўтказувчанлик тури бўйича мос келадиган электроди билан фотоўзгартиргичнинг умумий эмиттерини ҳосил қилган ҳолда уланган, яна бунда транзистор билан фотодиодлар бир хил яримўтказгичли материалдан бажарилган.

Илк бора сокинлик токи қийматини қўшимча сошлаш талаб этилмайдиган иш режимлари фото- ва инжекцион-вольтаик эффектлар асосида кучланиш ўзгаришларига беш марта, сочилиш қуввати ортишига уч марта барқарорланувчи кучайтиргичли фотоўзгартиргичлар яратилган.

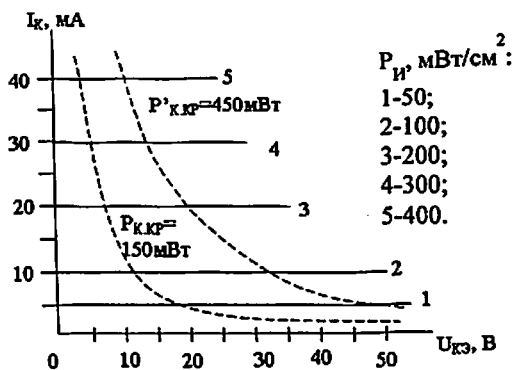
Ишланмадан фойдаланиш аналогта нисбатан кучайтиргичли фотоўзгартиргични кенг спектрал диапазонда фотосезгирлигини 100 марта ошириш ва коронғилик токини 1000 марта камайтириш, унинг функционал хусусиятларини кенгайтириш имконини берган;



1-расм. “Кучайтиргичли фотоўзгартиргич” (а) ва унинг юклама характеристикаси (б)

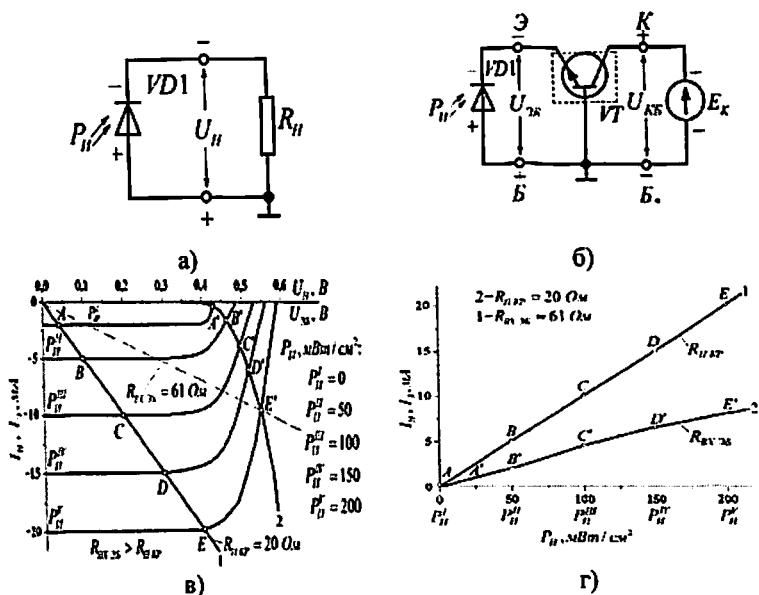


2-расм. “Кучайтиргичли фотоўзгартиргич” (а) ва унинг юклама характеристикаси (б)

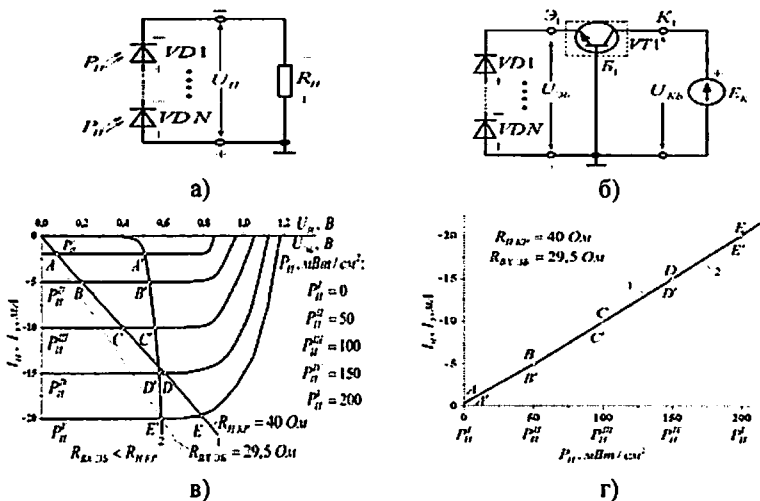


3-расм. Кучайтиргичли фотоўзгартиргич ВАХси

Кетма-кет уланган бир хил яримўтказгичли материаллардан ясалган фотодиод тузилмаларининг фотовольтаик режимдаги функционал характеристикаларини шаклланиш жараёнларининг назарий ва экспериментал тадқиқот натижалари 4÷6-расмларда келтирилган.

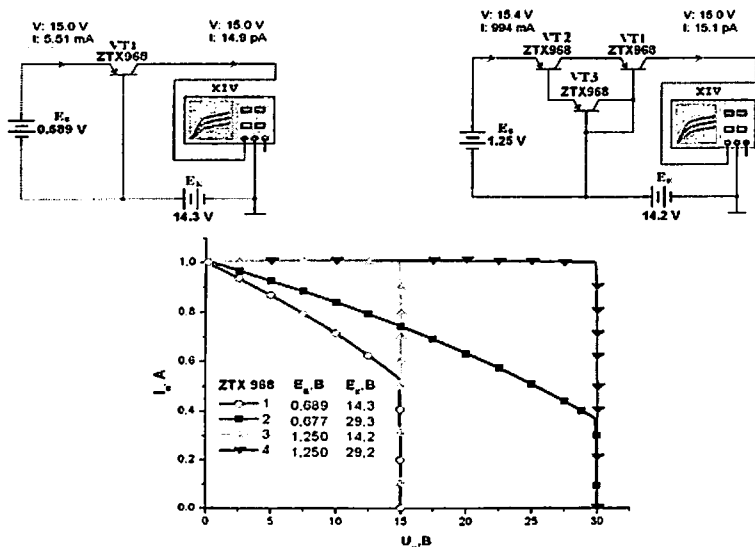


4-расм. Кучайтиргичли фотоўзгартиргич

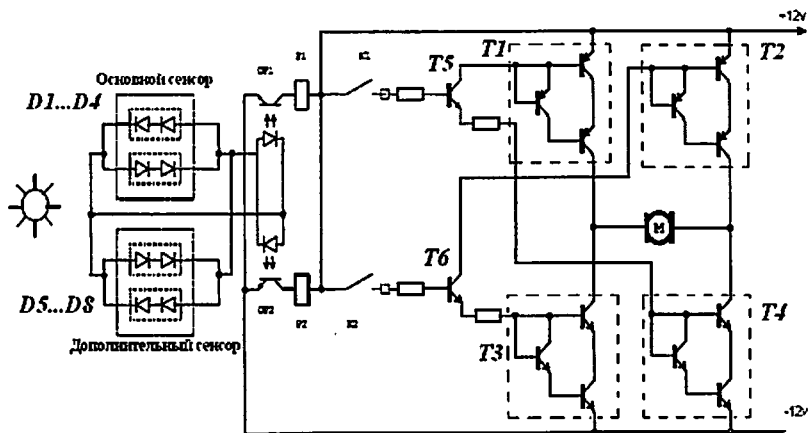


5-расм. Кучайтиргичли фотоўзгартиргич

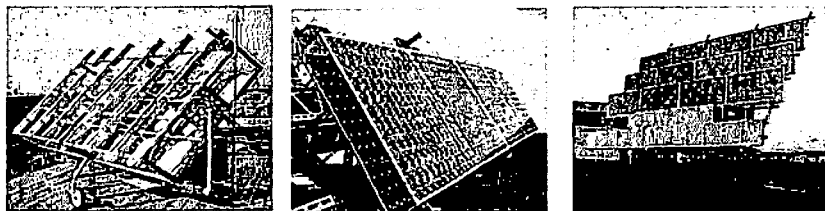
Фото-вольтаик режимда фотодиоддаги тўғри кучланиш ва ток яримўтказгич материал тақикланган зона кенлиги, юклама тури ва унинг қаршилигига кучли равишда боғлиқлиги тажрибада кўрсатилган. Ночизик юклама – биполяр транзистор билан фотовольтаик режимда ишловчи кетма-кет уланган фотодиодли схемалар нурланиш датчиги функциясини бажарадилар.



6-расм. Симуляция натижалари



7-расм. Концентрланган қуёш станциясининг горизонтал ва азимунтал каналарини бошқарувчи электрон қурилма схемаси



8-расм. Концентрланган қуёш нурини электр энергияга ўзгартурувчи автоном фотоэлектрик станция модуллари

Концентраторли қуёш қурилмалари учун бир хил яримўтказгичли материалдан ясалган, фотосезгирлиги юқори бўлган горизонтал ва азимунтал каналларини бошқарувчи электрон қурилма схемаси ишлаб чиқилди (7-расм) ва улар автоном фотоэлектрик станция модуллари (8-расм)да кузатув тизимида қўлланилди.

ХУЛОСА

Кучайтиргичли фотоўзгартиргич яратишда бажарилган назарий ва тажрибавий тадқиқотлар натижаларидан фойдаланиш ва уларни жорий этиш бўйича куйидаги этиборга лойик хулоса ва тавсиялар шакллантирилди:

1. Илк бора фото- ва инъекцион-вольтаик режимда ишловчи бир хил яримўтказгичли материаллардан тайёрланган фотодиодлар ва биполяр транзисторлар асосида кучайтиргичли фотоўзгартиргич ишлаб чиқилди.

2. Кучайтиргичли фотоўзгартиргич юклама тавсифлари билан транзисторларнинг кўрсаткичларини ўзаро боғловчи бириктириш усули ишлаб чиқилди.

3. Кучайтиргичли фотоўзгартиргич юклама тавсифларини транзисторларнинг статик вольт-ампер тавсифлари асосида қуришнинг экспресс-усули ишлаб чиқилди.

4. Ночизикли бузилишлари минималлаштирилган биполяр транзисторли кучайтиргичли фотоўзгартиргичларни ҳисоблаш усули ишлаб чиқилди.

5. Илк бора сокинлик токи қийматини қўшимча сошлаш талаб этилмайдиган иш режимлари фото- ва инъекцион-вольтаик эффектлар асосида кучланиш ўзгаришларига беш марта, сочилиш қуввати ортишига уч марта барқарорланувчи кучайтиргичли фотоўзгартиргичлар яратилди.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎХАТИ

I-бўлим

1. Патент РУз № IAP 05287 от 31.10.2016. Расмий ахборотнома, №10(186). 31.10.2016// Фотопреобразователь с усилением. Арипов Х.К., Алимова У.Х., Анплев А.Е., Бустанов Х.Х., Насырходжаев Ф.Р.
2. Алимова Н.Б., Арипова У.Х., Тошматов Ш.Т. Электронный блок слежения для солнечной концентраторной установки// Вестник ТУИТ, №2, 2010, С.94-95. ISSN 2010-9057 (05.00.00; 10).
3. Алимова Н.Б., Арипова У.Х., Тошматов Ш.Т. Инжекционно-вольтаический управляемый генератор напряжения // Вестник ТУИТ, №2, 2011. С. 91-93. ISSN 2010-9057 (05.00.00; 10).
4. Арипова У.Х., Алимова Н.Б., Бустанов Х.Х., Обьедков Е.В., Тошматов Ш.Т. – Инжекционно-вольтаический управляемый генератор тока// Uzbek journal of physics, vol.13 (№2) 2011. P.140-143. ISSN 1025-8817 (05.00.00;5).
5. Алимова Н.Б., Арипова У.Х., Тошматов Ш.Т. – Инжекционно-вольтаический управляемый генератор напряжения// Uzbek journal of physics, vol.13 (№5) 2011. P.367-370. ISSN 1025-8817 (05.00.00; 5).
6. Арипова У.Х. Особенности формообразования ВАХ последовательно включенных фотодиодов в фотовольтаическом режиме// Вестник ТУИТ, №2(42), 2017. С. 89-99. ISSN 2010-9057 (05.00.00; 10).
7. Арипова У.Х. Новые аспекты поведения фотовольтаического эффекта в последовательно-включенных структурах// Потомки Мухаммеда аль-Хорезми. Научно-практический и информационно-аналитический журнал, №1(1), 2017. С. 90-92. ISSN 2181-9211 (05.00.00.10).
8. Арипова У.Х. Новые аспекты поведения фотовольтаического эффекта в последовательно-включенных структурах// Доклады Академии наук Республики Узбекистан.- Ташкент, 2017. - №4. – С.23-26. ISSN 1025-8817 (05.00.00;7).

II- бўлим

9. Алимова Н.Б., Арипова У.Х. Насырходжаев Ф.Р. Программа расчета радиотехнических узлов на основе фото- и инжекционно-вольтаической элементной базы / Свидетельство № DGU 02379 от 15.12.2011 г.
10. Алимова Н.Б., Арипова У.Х. Насырходжаев Ф.Р. Программа расчета инвертора на комплементарных биполярных транзисторах и логических элементов на его основе / Свидетельство № DGU 02384 от 15.12.2011 г.
11. Арипова У.Х. Насырходжаев Ф.Р. - Исследование гомогенного фотопреобразователя с усилением// Электроника, автоматика и

- измерительная техника: межвузовский сборник научных трудов с международным участием.- УФА: УГАТУ, 2011. С.79-83
12. Арипова У.Х. Насырходжаев Ф.Р. - Исследование каскодного фотопреобразователя с усилением// Электроника, автоматика и измерительная техника: межвузовский сборник научных трудов с международным участием.- УФА: УГАТУ, 2011. С.88-91
 13. Aripova U.Kh., Nasirkhodjaev F.R. Photoconverter with amplification// "Perspectives for the development of information technologies ITPA-2014". 4-5 November, 2014. Tashkent P.280-283.
 14. Aripov Kh.Kh., Aripova U.Kh., Injection-voltaic controlled current generator// "Perspectives for the development of information technologies ITPA-2015". 4-5 November, 2015. Tashkent P.273-275.
 15. Арипова У.Х. – Инжекционно-вольтаический управляемый генератор тока // Труды Северо-Кавказского филиала Московского университета связи информатики, часть I. – Ростов-на-Дону.: ПЦ "Университет" СКФ МТУСИ, 2015. – С.40-42. ISSN 2221-7975.
 16. Aripova U.Kh., Injection-voltaic controlled current generator// Труды Северо-Кавказского филиала Московского университета связи информатики, часть II. – Ростов-на-Дону.: ПЦ "Университет" СКФ МТУСИ, 2015. – С.297-298. ISSN 2221-7975.
 17. Т.Раджабов, У.Арипова. - "Новые аспекты поведения фотовольтаического эффекта в последовательно-включенных структурах". Труды международной конференции. "Фундаментальные и прикладные вопросы физики". Ташкент, 13-14 июня 2017 г. С.266-268. ISSN
 18. Арипова У.Х. Новые аспекты поведения фотовольтаического эффекта в последовательно-включенных структурах// "Проблемы физики и роль одаренной молодежи в ее развитии"- Ташкент, 19-20 мая 2017г. С.190-193.



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI INTELEKTUAL MULK AGENTLIGI
АГЕНТСТВО ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**IXTIROGA PATENT № IAP 05287
ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining 'ixtirolar, foydali modelar va sanoat namunalari to'g'risida'gi Qonuniga asosan quyidagi ixtiroga berildi:

Настоящий патент выдан на основании Закона Республики Узбекистан «Об изобретениях, полезных моделях и промышленных образцах» на следующее изобретение:

**Кучайтирилган фотоузгартиригич
Фотопреобразователь с усилением**

Talabnoma kelib tushgan sana:
Дата поступления заявки:

25.06.2010

Talabnoma raqami:
Номер заявки:

IAP 2010 0287

Ustavorik sanasi:
Дата приоритета:

25.06.2010

Patent egasi (egalari):
Патентообладатель(и):

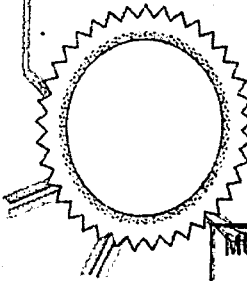
**Арипов Хайрулла Кабиллович, Алимова Нодира Батырджановна,
Арипова Умида Хайруллаевна Англопов Арсений Евгеньевич, Бустанов
Хабибулла Хамидович, Насырходжаев Фаррух Рахматходжаевич, UZ**

Ixro muallifi(tari):
Автор(ы) изобретения:

**Арипов Хайрулла Кабиллович, Алимова Нодира Батырджановна,
Арипова Умида Хайруллаевна Англопов Арсений Евгеньевич, Бустанов
Хабибулла Хамидович, Насырходжаев Фаррух Рахматходжаевич, UZ**

Patent O'zbekiston Respublikasining barcha hududida 25.03.2010 yildan
patentni kuchida saqlab turish uchun bo'y o'z vafotida to'langanidan 20
yil muddatigacha amal qiladi.
O'zbekiston Respublikasi o'zining barcha hududida 27.06.2010 yilda
Toshkent shahrida ro'yuzatgan o'zbekcha.

Patent davlatiyat na so'z territoriya Respublika Uzbekistan o
tinchida 20 yil o'z 06.2010 yilda qo'y ushbu xususiyatlarini
uzlati pasayishi va qo'ndirish o'z o'z davlati
Zaruratlarini o'z o'z davlatiyatini rejalari isbotlari
Respublika Uzbekistan, o'l. Toshkent 27.09.2010 y.



Bosh direktor
Генеральный директор

A. Fayzulloev

**MUHAMMAD AL-KHAYZUMI NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT
TEKNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
#12535
AXBOROT-RESURS MARKAZI**



(46) 31.10.2016. Бюл., № 10
(56) 1. UZ IAP 5066
2. SU 1738831
3. SU 746872
4. SU 836790

(72) Арипов Хайрулла Кабилович, Алимова Нодира Батыржаковна, Арипова Умидат Хайруллаевна, Аншлес Арсений Евгеньевич, Бустанов Хайбулла Хамидович, Насырходжаев Фарруз Рахматоллаевич, UZ
(71) Арипов Хайрулла Кабилович, Алимова Нодира Батыржаковна, Арипова Умидат Хайруллаевна, Аншлес Арсений Евгеньевич, Бустанов Хайбулла Хамидович, Насырходжаев Фарруз Рахматоллаевич, UZ
(73) Арипов Хайрулла Кабилович, Алимова Нодира Батыржаковна, Арипова Умидат Хайруллаевна, Аншлес Арсений Евгеньевич, Бустанов Хайбулла Хамидович, Насырходжаев Фарруз Рахматоллаевич, UZ

(54) КУЧАЙТИРИЛЧАН ФОТОУЗГАРТИРИЧИ

ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С УСИЛЕНИЕМ

(57) *Фойдаланиш соҳиси:* яримўткаргичли приборлар, оптоэлектроника, микроэлектроника ва кучли ток схемалари гальваник бўшатувчи элемент сифатида, масофали турли бошқариш схемалари өтгөрелел сифатида, ахборот узатиш телекоммуникацион тизимлари ва радиотехник курчиларда оптик сигналлар датиғичи сифатида. *Васифати:* транзистор ва фотодиодлари бир хил яримўткаргичли материалдан осалган, фотосезгирлиги юкори бўлган кучайтиригичли фотоўзгартиргични яратиши. *Ихтиро моҳияти:* кучайтиригичли фотоўзгартиргич тарихида фотодиод (1) ва p-n-p ёки p-n-p турдаги биполяр транзистор (2) бўлиб, биполяр транзистор (2)нинг коллекторли электроди фотобўзгартиргич узун ҳам узумий коллекторлидир, транзистор (2)нинг эмиттери ўтказувчанлиги турли бўлича мос келадиган фотодиод (1) электролига уланган. Транзистор (2)нинг баҳси иккинчи фотодиод (3)нинг ўтказувчанлиги турли бўлича мос келадиган электроди билан фотобўзгартиргичнинг узумий эмиттерини ҳосил қилган ҳолда уланган. Транзистор (2) билан фотодиодлар (1, 3) бир хил яримўткаргичли материалдан баҳарилган. *Формуланинг 1 м.б., 4 га расм.*

ние схемы в качестве гальванического разрываемого элемента, схемы дистанционного управления в качестве өтгөрелел, датиғичи оптических сигналов в телекоммуникационных системах передачи информации и радиотехнических устройств. *Забавча:* создание фотопреобразователя с усилением, имеющего высокую фоточувствительность, в котором транзистор и фотодиод выделены из одинакового полупроводникового материала. *Сущность изобретения:* фотопреобразователь с усилением содержит фотодиод (1) и биполярный транзистор (2) p-n-p или p-n-p типа, коллекторный электрод которого является общим коллектором фотопреобразователя, эмиттер транзистора (2) соединен с соответствующим по типу проводимости электродом фотодиода (1), второй фотодиод (3) разнотипные электроды первого (1) и второго (2) фотодиодов соединены между собой. База транзистора (2) соединена с соответствующим по типу проводимости электродом второго фотодиода (3) с образованием общего эмиттера фотопреобразователя. Транзистор (2) и фотодиоды (1, 3) выполнены из одинакового полупроводникового материала. *И.п. ф-лы, 4 ил.*

Использование: полупроводниковые приборы, оптоэлектроника, микроэлектроника и силовоточ-

Изобретение относится к области полупроводниковых приборов и может быть использовано в оптоэлектронике, микроэлектронике и в силовых схемах в качестве гальванического развязывающего элемента, в схемах дистанционного управления в качестве оптореле, датчика оптических сигналов и телекоммуникационных системах передачи информации и геологических устройствах.

Известен фототранзистор (Носов Ю.Р. Оптоэлектроника М. Советское радио, 1977. С. 68-71.), отличительная особенность которого (как правило, p-n-p типа) заключается в наличии фотоприемного слоя, через которое свет, пройдя тонкий эмиттерный слой, попадает в базу. При включении по схеме с общим эмиттером происходит усиление базовой фототока.

Кроме высокой чувствительности фототранзисторы характеризуются такими несомненными достоинствами, как схемотехническое удобство и гибкость, а также полная электрическая и технологическая совместимость с интегральными схемами.

Фототранзисторам присущи и ряд недостатков, из которых принципиальным является противоречивость требований к конструкции, возникающая при стремлении обеспечить высокие значения всех совокупности параметров. Чтобы иметь большое значение коэффициента усиления и высокие быстродействие необходимо уменьшать толщину базовой области, удельное сопротивление и время жизни неравновесных носителей заряда в ней. А для достижения высокой фоточувствительности значения толщины базовой области и времени жизни неравновесных носителей заряда напротив, должны быть велики.

Для достижения широкой спектральной чувствительности в коротковолновой области необходимо обеспечить непосредственное поглощение квантов излучения в базовой области, что ухудшает эффективность работы фототранзистора.

Другим недостатком фототранзистора является необходимость работы в схеме с отключенной базой и, как следствие, низкие допустимые напряжения коллектор-эмиттер.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является фотопреобразователь с усилителем, содержащий биполярный транзистор p-n-p или p-n-p типа, коллекторный электрод которого является общим, между базовым и эмиттерным электродами соответственно их типам проводимости включен фотодиод, выполненный из полупроводникового материала с шириной запрещенной зоны, превышающей ширину запрещенной зоны полупроводникового материала транзистора по меньшей мере на 4 АКТ (где А - параметр идеальности вольт-амперной характеристики, равный 1 при инжекционном механизме переноса, k - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура), а соединенные между собой электроды фотодиода и базы транзистора является общим эмиттером (UZ IDP 5066.2002).

Недостатком фотопреобразователя с усилителем является необходимость использования биполярного транзистора и фотодиода из разных полупроводниковых материалов, что затрудняет оптимизацию фоточувствительности и усложняет технологию изготовления устройства в интегральном виде.

Задачей изобретения является создание фотопреобразователя с усилителем, имеющего высокую фоточувствительность, в котором транзистор и фотодиоды выполнены из одинакового полупроводникового материала.

Поставленная задача решается тем, что фотопреобразователь с усилителем, содержит фотодиод и биполярный транзистор p-n-p или n-p-n типа, коллекторный электрод которого является общим коллектором фотопреобразователя, эмиттер транзистора соединен с соответствующим по типу проводимости электродом фотодиода, снабжен вторым фотодиодом, различные электроды первого и второго фотодиодов соединены между собой, база транзистора соединена с соответствующим по типу проводимости электродом второго фотодиода и является общим эмиттером фотопреобразователя, транзистор и фотодиоды выполнены из одинакового полупроводникового материала.

Создание фотопреобразователя с усилителем, в котором транзистор и фотодиоды выполнены из одинакового полупроводникового материала достигается за счет снабжения вторым фотодиодом 3, различные электроды первого 1 и второго 3 фотодиодов соединены между собой, база транзистора соединена с соответствующим по типу проводимости электродом второго фотодиода 3, при этом коллектор и база транзистора 2 является общим коллектором и эмиттером фотопреобразователя соответственно, транзистор 2 и фотодиоды 1,3 выполнены из одинакового полупроводникового материала.

Управление током эмиттера фотопреобразователя с усилителем, в котором транзистор 2 и фотодиоды 1,3 выполнены из одинакового полупроводникового материала, обеспечивается за счет последовательного соединения фотодиодов 1,3, работающих в фотогальваническом режиме.

На фиг. 1 показана структурная электрическая схема фотопреобразователя с усилителем; на фиг. 2 - схема включения фотопреобразователя с усилителем; на фиг. 3 - суммарная нагрузочная вольт-амперная характеристика (ВАХ) последовательно соединенных фотодиодов в фото-вольтаическом режиме $I = f(U_1 + U_2)$ при заданном значении R_n (3) и входная ВАХ биполярного транзистора $I_2 = f(U_{BE})$ при заданном U_{CE} (1), проходящую общую нагрузочную точку (3). Зависимость $I_2 = f(U_{BE})$ при повышенной температуре T_2 обозначена цифрами 2 и 2' для различных значений U_{BE} ; на фиг. 4 - расчетные выходные характеристики фотопреобразователя с усилителем при заданных и постоянных значениях R_n .

Фотопреобразователь с усилением состоит из фотодиода 1 и биполярного транзистора 2 p-n-p или p-n-p типа коллекторный электрод которого является общим коллектором фотопреобразователя. Эмиттер транзистора 2 соединен с соответствующим по типу проводимости электродом фотодиода 1.

Фотопреобразователь с усилением также содержит второй фотодиод 3. Разноименные электроды первого 1 и второго 3 фотодиодов соединены между собой, база транзистора 2 соединена с соответствующим по типу проводимости электродом второго фотодиода 3 и является общим эмиттером фотопреобразователя соответственно. Транзистор 2 и фотодиоды 1,3 выполнены из одинакового полупроводникового материала.

Фотопреобразователь с усилением работает следующим образом.

На поверхность фотодиодов 1,3 падает оптическое излучение (фиг. 2) В цепи фотодиодов 1,3 является фото-вольтаическая ЭДС, которая ведет к появлению тока инжекции через переход эмиттер-база биполярного транзистора 2. Причем ток фотодиода 1,3 работающим в фото-вольтаическом режиме является током эмиттера транзистора 2 и стабилизирует этот ток.

При изменении $U_{э}$ рабочая точка из положения 3 сдвигается в положение 3' (фиг. 3), при этом эмиттерный ток стабилизируется из-за высокого дифференциального сопротивления ВАХ фотодиодов в фото-вольтаическом режиме. Стабилизация тока эмиттера имеет место и при повышенной рабочей температуре (точки 4 и 4' на графиках 2 и 2' соответственно).

Пример конкретной реализации

Фотодиоды 1,3 и биполярный транзистор 2 выполнены на основе кремния. Предложено использование биполярного транзистора p-n-p типа, но при соответствующим изменениям в схеме возможно применение p-n-p биполярных транзисторов.

Для реализации предложенного фотопреобразователя с усилением использованы кремниевые фотодиоды 1,3 КФД и кремниевый транзистор 2 марки КТ315Г.

Результаты исследования фотопреобразователя с усилением на основе фотодиодов КФД и транзистора марки КТ315Г приведены на фиг. 4.

Параметры фотопреобразователя с усилением, выполненного на основе кремниевого биполярного транзистора марки КТ-315Г: $I_{э} = 1,72 \times 10^{-7}$ А, $V_{э} = 31,56$ В², $\chi = 0,619$ В², $\mu = 0,329$ В¹, $\beta = 166$ и кремниевых фотодиодов КФД:

$\eta = 12\%$, $S = 0,5$ см², $T = 300$ К, $I_s = 1,12 \times 10^{-9}$ А, $A = 1$, $kT = 0,025$ эВ, $R_{ш} = 1$ мВ/см²; 1-50; 2-100; 3-200; 4-300; 5-400. Максимальная рассеиваемая мощность фотопреобразователя с усилением $P_{кэл.с.} = 450$ мВт

Фотопреобразователь с усилением устойчиво работает при значениях обратного напряжения коллектор-эмиттер $U_{кэ}$ в 5 раз более высоких, чем в случаях отдельно взятых структур. Рассеиваемая на коллекторе 2 мощность в 3 раза превышает паспортные значения предельно допустимой мощности для транзистора.

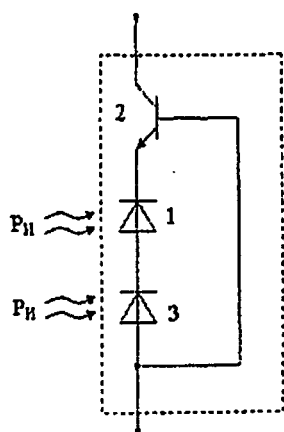
Предложенный фотопреобразователь с усилением, имеющий высокую фоточувствительность, в котором транзисторы и фотодиоды выполнены из одинакового полупроводникового материала может быть использован в качестве гальванически развязывающего элемента в схемах дистанционного управления, в качестве оптоусилителя, датчика оптических сигналов в телекоммуникационных системах передачи информации и телеметрических устройствах.

Формула изобретения

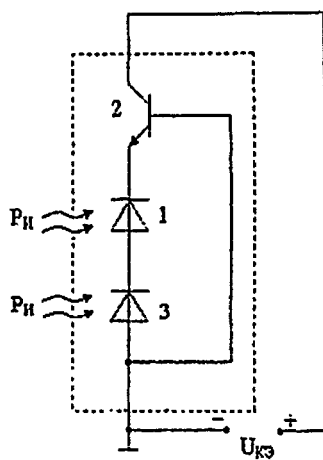
1 Фотопреобразователь с усилением, содержащий фотодиод (1) и биполярный транзистор (2) p-n-p или p-n-p типа, коллекторный электрод которого является общим коллектором фотопреобразователя, эмиттер транзистора (2) соединен с соответствующим по типу проводимости электродом фотодиода (1), а также соединен с тем, что соединен вторым фотодиодом (3), разноименные электроды первого (1) и второго (3) фотодиодов соединены между собой, база транзистора (2) соединена с соответствующим по типу проводимости электродом второго фотодиода (3) и образует общий эмиттер фотопреобразователя, причем транзистор (2) и фотодиоды (1,3) выполнены из одинакового полупроводникового материала.

- (56) 1. UZ IDP 5066
2. SU 1758831
3. SU 746872
4. SU 836790

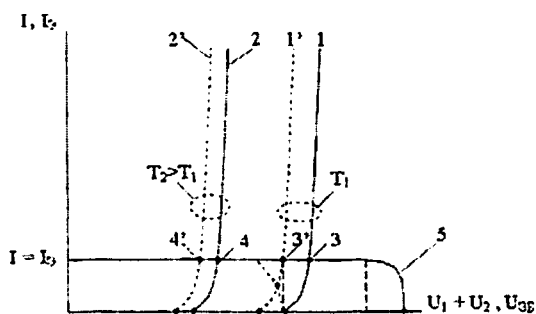
Агентство по Интеллектуальной собственности Республики Узбекистан
100000, Ташкент, проспект Мустакиллик, 59



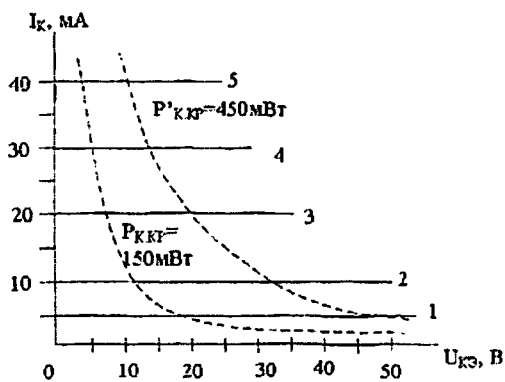
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4