



ХОТИРА ЭЛЕМЕНТЛАРИДА АФН-ҚАТЛАМЛАРДАН Фойдаланиш

¹Жўраева Гулноза Фазлитдиновна

ТАТУ Фарғона филиали Телекоммуникасия
инжиниринги кафедраси катта ўқитувчиси,
gulnoza.84@bk.ru (93) 270 71 00.

²Иброҳимова Нафосатхон Пахлавон қизи

Тошкент ахборот технологиялари университети
Фарғона филиали талабаси.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7441954>

ARTICLE INFO

Received: 04th December 2022

Accepted: 14th December 2022

Online: 15th December 2022

KEY WORDS

АФН-анамаль фотоволтаик элемент, Металл-нитрид-оксид-ярим ўтказгич (МНОП), электр майдон, аморф нитрид кремний ва кремний икки оксиди юпқа қатламлари, МДЯ.

Бу асбобларда ишлатиладиган диэлектриклар электр майдонига чидамли, диэлектрик доимийси катта ва кенг температурада унинг параметрлари турғун бўлиши керак. Бундай хусусиятларни улар жуда катта хатто $\sim 10^7 \text{ В} \cdot \text{см}^{-1}$ электр майдонларида ҳам сақлашлари керак. МНОП-структуралардаги диэлектриклар холати қайтувчан ҳарактерда бўлсагина, бундай қурилмаларнинг янги имкониятлари очилади [1,2]. Диэлектрик ҳолати қайтувчан ҳарактер олиши учун унинг қайта зарядланиш ҳолати вужудга келиши керак.

Бундай хусусиятга кремний сиртига газотранспорт усулида олинган аморф нитрид кремний ва кремний

ABSTRACT

АФН ёрдамида яратиладиган асбобларда юқори қаршиликли мослаштирувчи звенолар, индикаторлар бўлиши талаб қилинади. Хозирги вақтда электр майдони таъсирида зарядларни ушлаб қолувчи қутбланувчи диэлектриклар ишлатилган МНОП-хотира элементлари кенг ва интенсив текширилмоқда. Қутбланувчи диэлектрик сифатида бу структураларда кадмий нитрид қатлами кенг фойдаланилади. Бундай хотира элементлари металл-нитрид-оксид-ярим ўтказгич (МНОП) системасидан иборат бўлиб, бу система маълумотларни электр зарядлари воситасида эслаб қолиш ва қайта фойдаланиш имконини беради.

икки оксиди юпқа қатламлари ($\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiO}_2$) эга.

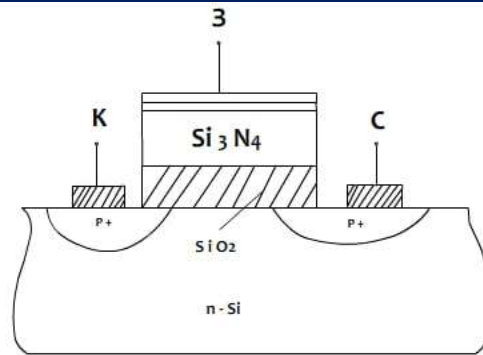
Бу юпқа қатламлар ишлатилган МНОП-структураларнинг ажойиб хусусиятлари бор. Диэлектрикда боғланиб қолган зарядларнинг ишораси ва катталиги унга бериладиган бошқарувчи кучланишнинг қайси қутби билан (ишора) келишига, кучланиш амплитудасига, кучланиш формаси ва таъсир этиш вақтига боғлиқ бўлар экан. МНОП-структураларнинг электр хусусиятлари МДП транзисторларга ўхшайди, лекин МНОП-структураларда, затворга келаётган электр импульсларнинг амплитудаси, қутби ва таъсир кўламига боғлиқ холда асбобнинг уланиши амалга ошади. Натижада асбоблар бир турғун холатдан



иккинчисига ўтади. Бу хусусият диэлектрикларнинг чегара соҳаси яқинида зарядларнинг тўпланиши ва тез тарқалиб кетиш жараёни билан боғлиқ. Диэлектрикларнинг чегара соҳасидаги компенсацияланмаган зарядлари $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiO}_2$ ларнинг чегарасидаги чуқур сатхларда жойлашиб қолади. МНОП-структура (М:- $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiO}_2\text{-Si}$) ларнинг диэлектрик қатламларида зарядларнинг боғланиб қолиши ходисаси фақатгина электр майдон импульслари ёрдамидагина эмас, ёруғлик импульслари воситасида ҳам вужудга келиши мумкин. Бунда МНОП-структура ёрдамида тиниқ электродлар томонидан туширилган ёруғлик тасвири ёзиб олинади.

Зарядларнинг кутбланувчи диэлектрикларда боғланиб қолиш жараёни аниқ амплитудали кучланишлардагина содир бўлади. Бу ходиса диэлектрикларда зарядларнинг боғланиш жараёни амалга ошиши учун $30\div 40\text{В}$ кучланиш керак бўлади. Бундай кучланиш учун диэлектрик ярим ўтказгич чегарасидаги соҳадаги боғланган зарядларнинг сирт зичлиги $\sigma \sim (2\div 4) \cdot 10^{-6} \text{ К} \cdot \text{см}$ миқдорга мос келади. Боғланган зарядлар сирт зичлиги бу миқдорга етиши учун ёруғлик энергияси $10^{-6} \text{ Дж} \cdot \text{см}^4$ тартибда бўлиши талаб этилади. Магнито - оптик ва термопластик хотира элементларида энергия айнан шу жараён учун ($100\div 1000$) марта кўп сарфланади. Эффект давомида температураси кўтарилади. Буларни ҳисобга олсак

МНОП- структурали хотира элементларининг истиқболи юқоридир. МНОП- (қутбловчи диэлектрикли МДП-транзистор) структура схемаси 1-расмда тасвирланган. Бу структуранинг фундаментал асоси қилиб n-тип ўтказувчанликка эга бўлган кремний пластинкаси олинган. Унинг Исток (И) ва Сток (С) контактлари яқинида p-тип ўтказувчанликли унча катта бўлмаган соҳалар ҳосил қилинган бўлади. Унинг устига юпқа, қалинлиги $15\text{-}50\text{Å}$ бўлган кремний икки оксиди (SiO_2) ўтказилади. МНОП -транзисторнинг асосий элементи ҳисобланган нитрид кремнийни (Si_3N_4) кремний икки оксидининг устига $400\text{-}1500\text{Å}$ қилиб олинади. Нитрид кремний билан кремний оксиди орасидаги чегарада зарядларни ушлаб қолувчи чуқур энергетик сатхлар бўлади. МНОП-транзисторнинг затвориға бошқарувчи кучланиш берилганда зарядларнинг SiO_2 қатлам орқали туннел ўтиши содир бўлади. Бу зарядлар чегарадаги чуқур энергетик сатхлар томонидан ушлаб қолинади. Агар бошқарувчи кучланиш МНОП-транзистор затвориға тескари қутб билан (илгариги йуналишиға тескари бўлган йуналиш) келса, бу жараён тескари йуналишда содир бўлади. Маълумки ЭХМ ларнинг хотира элементларида битта разрядли хотираға олиш жараёни учун иккита турғун ҳолатли элемент керак. Уша элемент вазифасини бу ер да МНОП-транзистор бажаради.

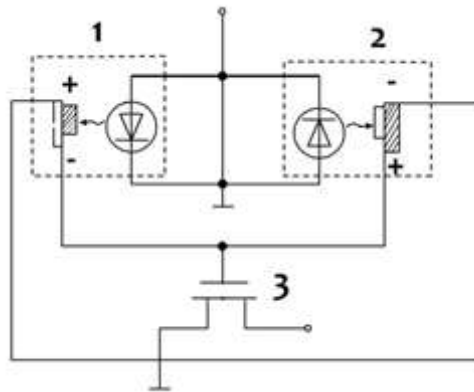


1-расм. МНОП-структура схемаси. И - исток, 3- затвор, С- сток.

МНОП-структурани бошқарувчи кучланиш диэлектрикни қутбланиш мақсадида ишлатилади. Қутбловчи кучланиш 40 В дан кичик бўлмаслиги керак. Бундан оз кучланишларда МНОП-элемент бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтмайди. МНОП-элемент оддий МДП-транзистор каби ишлайди 40 В дан кичик вольтда сигналларни ёзиб олиш қайтариш каби муаммоларни ҳал қилиш учун АФН-қатламлардан фойдаланилган. АФН-қатламлар ёрдамида оптрон (ОЭТН) ясаиб, унинг чиқишидаги кучланишни қутбловчи майдон сифатида ишлатиш мумкин. Бундай оптронлар [3, 4] кириш занжиридаги ёруғлик диодларига (СД) $1 \div 1,5$ В кучланиш бериб, чиқиш занжиридаги АФН-қатламлар ёрдамида 40 В кучланиш бемалол олиш мумкин. Бу мақсадда ясалган оптронларга ташқи электр манбасининг кераги йўқ. У ёруғлик диодининг нурланишини тўғридан-тўғри кучланишга айлантириб беради. Оптрон ўлчамлари $1 \times 1 \text{ мм}^2$ дан ортмайди.

АФН дан фойдаланиб ясалган МНОП-хотира элементлари қурилмасининг икки ҳил варианты мавжуд. Биринчи вариантида [4] МНОП-элементни бошқариш электр сигналлари ёрдамида амалга оширилади.

Бундай қурилмада иккита (ОЭТН) оптрон бўлиб, улар МНОП- транзистор затворига (3) уланади (2-расм). Қурилма киришига электр сигналларининг мусбат қутби кирганда биринчи (2-расм,1) оптрон ишга тушади. Киришга манфий қутб берилганда (2-расм,2) иккинчи оптрон ишлайди. 2-расмдан кўринадики, оптронларнинг фотокучланишлари қарама-қарши ишорали, демак хотирага олиш ва қайтариш жараёнлари битта қурилмада амалга ошади. Оптронларнинг ва МНОП-транзисторнинг кириш қаршилиги клари бир-бирига яқин бўлганлиги сабабли қурилмада қаршиликларни мослаштирувчи блок схемалар умуман ишлатилмайди.



2-расм. Электр сигналлари билан бошқариладиган АФН асосида яратилган МНОП-хотира элементи. 1-оптрон, 2- оптрон, 3- МНОП-транзистор.

Аномал режимда ишловчи фотоэлектрик генераторлар фотоприёмник вазифасини бажарувчи оптоэлектрон трансформаторларнинг (оптрон 1 ва оптрон 2) кириш занжирига берилган кичкина амплитудали электр сигнали ёрдамида МНОП-хотира элементи бошқарилади. МНОП-транзисторларнинг МНОК ва МНК тузилишида ясалган турларидан ҳам бу ерда бемалол фойдаланиш мумкин. Бундай хотира элементларида энергия нисбатан, оддий элементларга солиштирганда ҳисобга олмаслик даражада кам сарф бўлади. Элементнинг ишга тушиши учун керак бўладиган арзимас энергияни оддий ёрдамчи занжирлар исрофи ҳисобидан ҳам тўлдириш мумкин. Яъни, оддий шароитдаги табиий ёруғлик энергияси ҳисобига ҳам ишлай олади. Хотира элементининг ишлаши учун одам кўзи сеза оладиган минимал ёруғлик оқими бўлиши кифоя қилади. Шу сабабдан бундай хотира элементларини энергияга боғлиқ бўлмай ишлай оладиган автоном хотира қурилмаси деб караш мумкин, чунки, бундай қурилмаларнинг информацияларни ёзиб олиши ва қайтариши учун махсус

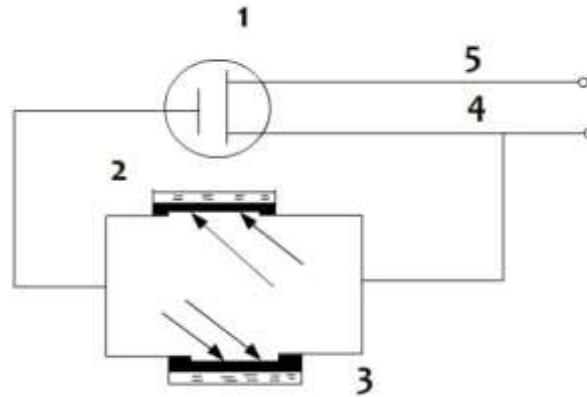
энергия манбасининг кераги йўқ. Табиий ёритилган ёки сунъий ёруғликнинг киши кўзи кўра оладиган минимал оқими ёритилганлиги бўлиши хотира қурилмасининг ишга тушиши учун етарли бўлади.

АФН билан ишловчи МНОП-хотира элементларининг иккинчи вариантида бошқариш функциясини оптик сигналлар бажаради. Бунда навбат билан ёритилувчи иккита АФН-қатлам ишлатилади. Қурилманинг тўла схемаси 3-расмда келтирилган. Технологияни такомиллаштирилиши билан расмда келтирилган хотира ячейкасида бир неча минг донаси бир сантиметрга жойлашиши мумкин. 3-расмдаги (1)-қутбланувчи диэлектрикли МНОП-транзистор ($M-Si_3N_4-SiO_2-Si$), (2, 3)-АФН-пардали қатламлардан ясалган фотоэлектрон генераторлар, (4, 5)-чиқиш қурилмаларига уландиган учлар.

АФН-қатламларнинг бири ёритилганда хотирага олиш жараёни содир бўлса, иккинчиси ёритилиши билан хотирадан олиш жараёни бўлади. Хотира қурилмаларида АФН-қатламларидан фойдаланилганда, қутбловчи юқори кучланиш манбасига

эҳтиёж қолмайди. Шу сабабли хотира қурилмасининг биринчи оптоэлектрон вариантида ҳам иккинчи оптик

бошқарилувчи вариантида қурилма оғирлиги ва ўлчамлари кескин камайиб микроминиатюризацияга йул очади.



3-расм. Оптик бошқарилувчи АФН хотира ячейкаси. 1- МНОП-транзистор. АФН-қатламлар, 4,5- чиқиш қурилмаларига уландиган учлар.

Хотира қурилмасининг (кириш) бошқарилувчи ва ҳисобга олувчи занжирлари (чиқиш) орасидаги мавжуд электр боғланиш туфайли вужудга келадиган фойдасиз қўшимча сигналлар йўқолади, чунки кириш ва чиқиш орасидаги оптик боғланиш кўприги уларни электрик жихатдан тўла биридан ажратади. Янги хотира элементи бу афзалликлари унинг функционал имкониятларини кенгайтиради.

Бу имкониятлардан биттаси бу хотира элементида ЭХМ ларида фойдаланилганда, хотирада сақлаш-олиш жараёнлари энергия сарфланмай амалга ошади. Шу сабабли бу хотира элементлари энергияга боғлиқ бўлмай ишлайдиган янги типдаги хотира қурилмалари яратиш имконини берди.

АФН-пардалари тор зонали ярим ўтказгич материаллардан тайёрланган фотоэлектрогенераторлар инфрақизил нурланишларни ҳам сеза олади [5]. МНОП-хотира қурилмаларида бундай АФН-парадалар ишлатилган оптоэлектрон трансформаторлар фойдаланилса, улар кўринмас нурлар билан ҳам ишлай оладиган хотира

ячейкаларини ҳосил қилади. Бундай элементларни бир вақтда кўринадиган ва кўринмайдиган нурлар соҳаларида бемалол ишлайдиган қилиш мумкин. Бунинг учун хотира элементлари электр схемасига хар ҳил ёруғлик тўлқинларини сеза оладиган АФН-пардалар қатлами билан ишлайдиган оптоэлектрон трансформаторларни жойлаштириш кифоя. Оптоэлектрон трансформатор системасидаги оптоэлектрон жуфтларининг кераклисини бундай универсал МНОП-хотира қурилмаларида унинг спектрал соҳасига қараб танлаб бериш вазифасини махсус электрон қурилма амалга оширади. Хотира элементларини кераксиз зарарли ташқи (ички) майдонлардан, ҳимоя қилиш билан бирга ёт ёруғлик тўлқинларидан сақлайдиган ҳимоя қобик- экранлари билан таъминлаш лозим. Бунинг учун керакли тўлқинларни қабул қилиб, кераксиз ёруғлик тўлқинларини ушлаб қоладиган махсус филтрлар системаси билан хотира қурилмалари жихозланади.



References:

1. Гильман Б.И. и др. Теория накопления заряда в МНОП-структурах//Микроэлектроника. 2003. Т.2.№3.стр.
2. Гиновкер А.С. и др. Запоминающее устройство на основе МНОП (металл-нитрид-окисил-полупроводник) – структур // Микроэлектроника. 1973.Т.2 №5. Стр.379
3. Курдова Л.Е и др. Проводимость пленок нитрида кремния (SiN₄) в структурах металл-нитрид-кремния-окись кремния (МНОК) и металл-нитрид-кремния-кремний (МНК) // Микроэлектроника. 1974. Т.3. №4. Стр. 363.
4. Nurdinova R. A. et al. NEW ASPECTS OF APPLICATION OF ELEMENTS WITH ANOMALOUS PHOTOVOLTAIC VOLTAGE //Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering. – 2019. – Т. 1. – №. 4. – С. 7.
5. Найманбаев Р., Ирматов С.Х. Влияние поляризованного света на фотоэлектрические свойства в ФПГТ. НТЖ, ФерПИ, 2005. №3 с. ПО- 172