

ГЕТЕРОСТРУКТУРАЛАР АСОСИДАГИ ФОТОҚАЙДҚИЛГИЧ ҚУРИЛМАЛАР

А. Пўлатов

НамДУ физика факултети доценти,

А. Бахтиёров

НамДУ физика факултети магистранти,

А. Ботиржонов

НамДУ физика факултети талабаси

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6633961>

Аннотация. Ушбу мақолада фотодиодларнинг ишлаш принципларига қисқача баён қилинган. Маълумки оптик нурларни регистрария қилувчи ва фотодетекторни чиқишда оптик сигналларни электр сигналига айлантирувчи яримўтказгичли асбоблар фотоприёмниклар ва фотоприёмникларнинг фотоэлектрик параметрлари ҳақида сўз юритилган.

Калит сўзлар. Фотодиод, оптик сигнал, фотоприёмник, фотоқаршиликлар, фототранзисторлар, фотогенерация, хажмий заряд.

ФОТОРЕГИСТРИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Аннотация. В данной статье кратко описаны принципы работы фотодиодов. Известно, что полупроводниковые устройства, регистрирующие оптические лучи и преобразующие оптические сигналы в электрические на выходе фотоприемника, являются фотогальваническими приемниками и фотоэлектрическими параметрами фоторецепторов.

Ключевые слова. Фотодиод, оптический сигнал, фотоприемник, фоторезисторы, фототранзисторы, фотогенерация, объемный заряд.

HETEROSTRUCTURAL ASOSIDAGI PHOTOKAIDKILGICH KURILMALAR

Abstract. This article briefly describes the operating principles of photodiodes. It is known that semiconductor devices that register optical rays and convert optical signals into electrical signals at the output of the photodetector are photovoltaic receivers and photoelectric parameters of photoreceptors.

Keywords. Photodiode, optical signal, photo receiver, photoresistors, phototransistors, photogeneration, volumetric charge.

КИРИШ

Маълумки оптик нурларни регистрария қилувчи ва фотодетекторни чиқишда оптик сигналларни электр сигналига айлантирувчи яримўтказгичли асбоблар фотоприёмниклар дейилади. Агар фотоприёмникни чиқиши- да ток ўзгарса у холда фотоприёмник ток бўйича сезгирлиги S_v билан характерланади. Ток бўйича сезгирлик тушаётган оптик нурларни кувватини бир-бирликка ўзгаришида фотоприёмникдан ечилаётган ток ўзгаришини характерлайдиган катталиқ

$$S_v = \frac{\Delta I}{\Delta P} \left[\frac{B}{B_N} \right]$$

Агар фотоприёмникни чиқишда регистрария қилинаётган сигнал кучланиш бўлса, кучланиш бўйича сезгирлик тушунчаси киритилади. Бу фотоприёмникка тушаётган

нурли оқим қувватини бир бирлик ўзгаришида фотоприёмникнинг чиқишида кучланишни қанчалик ўзгаришини кўрсатувчи катталиқдир:

$$S_v = \frac{\Delta U}{\Delta P} \left[\frac{B}{B_T} \right]$$

Фотоприёмникларга—фотодиодлар, фотоқаршилиқлар, фототранзисторлар, р-і-п фотодиодлари, Шоттки ва кўчки фотодиодлари ва бошқа турлари киради.

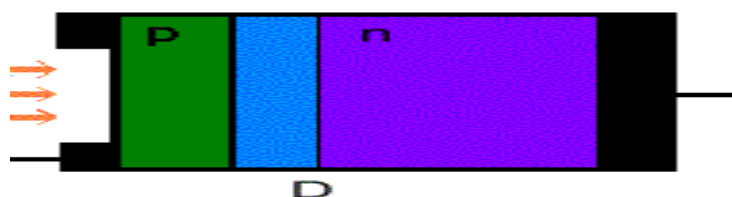
ТАДҚИҚОТ МАТЕРИАЛЛАРИ ВА МЕТОДОЛОГИЯСИ

Фотоприёмникларни ишлаши асосида ётувчи жараёнларқуйидагилардан иборат бўлади: ташқи нурлар таъсири остида заряд ташувчиларнинг генерацияси, заряд ташувчиларни кўчиши ва ушбу асбоб учун характерли бўлган механизм хисобига заряд ташувчиларни кўпайиши чиқиш сигналини олишни таъминловчи ташқи занжир билан токни ўзаро таъсири.

Фотоқайдқилгичлар қуйдагиларга эга бўлиши керак

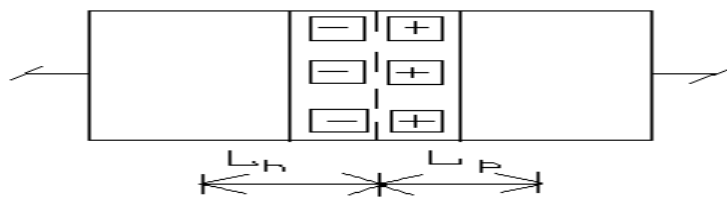
- юқори сезгирлик ва тезкорлик
- шовқинларни жуда хам паст даражада бўлиши
- кичик ўлчамларга эга бўлиши
- кучланиш ва токни паст бошқарувчанлиги

Фотодиодларнинг ишлаш принципи: Оптик нурлар таъсири остида р-п ўтишнинг хажмий зарядлар соҳасида электрон – ковак жуфтларини хосил бўлиши натижасида фотодиоднинг тескари токи кескин ортади.



1-расм. Фотодиод схемаси

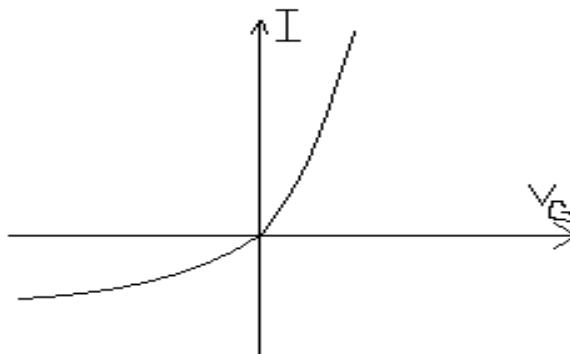
р – п ўтиш асосидаги фотодиодни кўриб чиқайлик



2-расм .Хажмий заряд соҳасининг кенглиги

Фотодиодни вольт-ампер характеристикаси

$$I_{\text{қоронғ}} = I_0(e^{\beta V \alpha} - 1) \quad \text{ва} \quad I_0 = q^* L_p^* P n_0 / t_n + q^* L_n^* N p_0 / t_n$$



3-расм. фотодиодни вольтампер характеристикаси

ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ

Фотодиодни ёритилганда электрон – коваклар жуфтлигининг генерацияси содир бўлади. Бу жараёнда бутун ўтказгич бўйлаб асосий бўлмаган заряд ташувчиларнинг концентрацияси ўзгаради. Бунинг натижасида токни дрейф ташкил этувчиси ўсади, лекин токни диффузион ташкил этувчиси эса ўзгармайди.

$$\Delta N, \Delta P \gg P n_0, N p_0 \quad \Delta N, \Delta P \ll N n_0, P p_0$$

$$I_{\Phi} = \frac{q \cdot L_p \cdot \Delta P}{t_p} + \frac{q \cdot L_n \cdot \Delta N}{t_n} = I_{\Delta p e} + i_{\Delta n e}$$

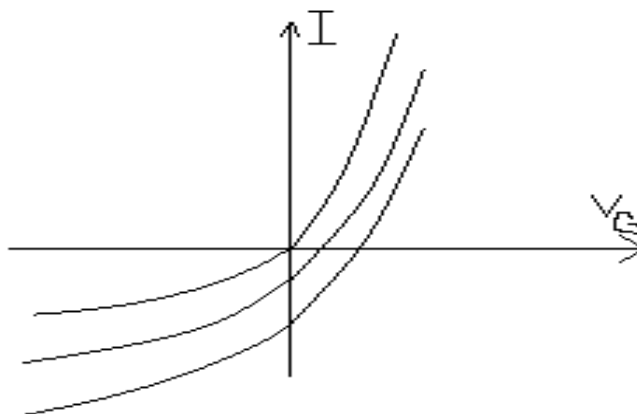
Фотодиоддаги тўла ток қуйидагича ифодаланади:

$$I = I_{\Phi} + I_{\text{қоронғ}}$$

Бундан кўринадики фототок кучланишга боғлиқ эмас

МУҲОКАМА

Ёруғлик оқимининг ютилиш соҳаси ($L_p, n; L_p, n$) ораликқа тегишли бўлиши керак. ВАХ эквидистантно силжийди.



4-расм. ВАХ ни силжиши

Фотодиодлардаги тўла токни қуйидагича ҳисоблашимиз мумкин:

$$I = I_T + I_n + I_p = I_T + I_{\Phi}$$

Бу ерда I_n - р соҳадаги ортикча ва мувозанатдаги электронларга асосланган ток

I_T –p-n ўтишининг хажмий заряд соҳасидаги электрон –ковак жуфтлиги-нинг иссиқлик ва фотогенерациясига асосланган ток, I_p -n соҳадаги ковакларга асосланган ток, I_T –қоронғиликдаги токнинг зичлиги, I_ϕ -оптик нурланишининг таъсири хисобига кўшилган ток

ХУЛОСА

Бугунги кунда оптик толали алоқа тизимларида фотоқайдқилгич асбобларни тайёрлаш материалларига қўйилган талаблар қуйидагича: 1) ту-шаётган фотонларни юқори ютилиш коэффициентини таъминлаш учун энергетик зонани тўғри структурали бўлиши; 2) кичик қоронғиликдаги токка эришиш учун юқори даражада тоза бўлиши ва тушаётган нурларни ютилиши учун хажмий заряд қатлами кенглигини етарли даражада бўлиши; 3) қоронғиликдаги токни камайтириш учун кичик дефектлар зичлигига эга бўлиш ва структураларни юқори мукамалликда яратиш, айниқса кўчки фододиодлар учун; 4) электрон ва ковакларни зарба ионлашиш коэффициенти катта ассиметрияли бўлиши керак. Бу мақсадларни амалга ошириш учун тўғри зонали изодаврли кўпкомпонентали A_3B_5 брикмали қаттиқ аралашмали (ҚА) материаллар тўғри келади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. изд. — М.: Высшая школа, 1987. — 479 с.
2. М.К. Бахадирханов, Н. Зикриклаев, Х. Илиев. Яримўтказгичлар физикаси.
3. Тафаккур. Тошкент 2020.480 б.