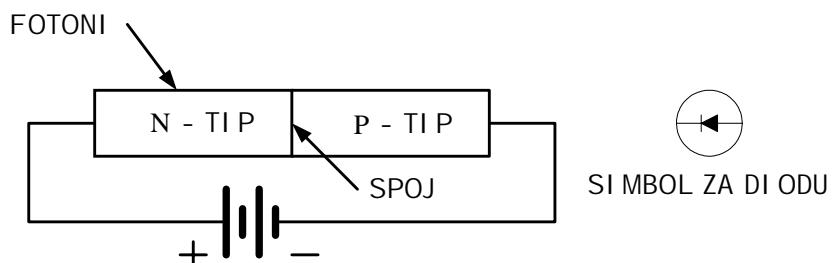


CCD SENZORI SLIKE

FOTODIODE

Osnovni element koji pretvara svetlosnu energiju u stabilan sistem slike je *fotodioda*. Fotodioda stvara električnu energiju koja je proporcionalna intenzitetu svetlosti koja pada na wu.

Fotodioda se sastoji od spoja formiranog između poluprovodničkog materijala n-tipa i p-tipa, kao što je prikazano na slici 1. N-tip poluprovodnika ima višak elektrona, negativnih nadeljektrisava zvanih nosioci n-tipa, koji podravaju tok električne struje. Poluprovodnici su napravljeni od istog silicijuma kojem su dodate male količine neistoča, metodom dopiranja. Na primer, ubacivanjem atoma bora u supstrat silicijuma stvorimo poluprovodnik p-tipa.



Slika 1. Fotodioda je napravljena od spoja poluprovodnika p-tipa i n-tipa. Kada se izloži svetlosti i odgovarajućem spojačem naponu, fotodioda stvara električnu struju сразмерnu intenzitetu svetlosti koja padne na wu.

Poluprovodnička dioda provodi električnu struju samo u jednom smeru, i tada se za diodu kaže da je *direktno polarisana*. Kada je spojač (vijakov napon) priklučen u suprotnom smeru, dioda je *inverzno polarisana* i ne provodi struju. Nadeljektrisava odlaze sa spoja kada je dioda inverzno polarisana, zato što tada na spoju nema višak slobodnih nosilaca da provedu struju kroz spoj.

Kada je poluprovodnički spoj izložen svetlosti, stvara se višak parova elektron-*upqina*. Oni se odvajaju i prolaze kroz spoj stvarajući električnu struju koja raste sa svetlosnim intenzitetom. Fotodiode mogu takođe da se koriste i kao otpornosti koje opadaju sa svetlosnim intenzitetom. Fotodiode se obično koriste u inverzno polarisanom režimu.

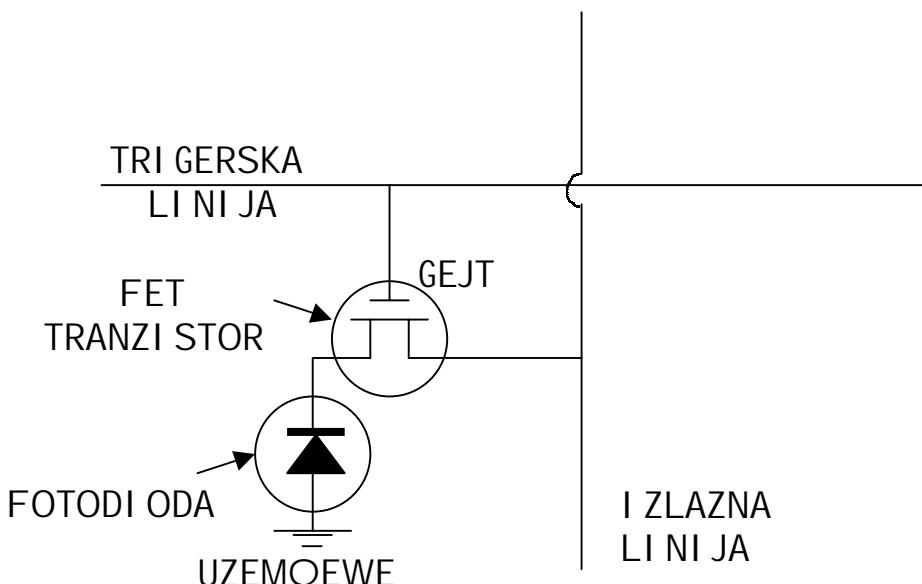
CCD SENZORI SLIKE

Lik se može formirati na dva dimenzionalna načina u fotodiode. Slika se fokusira na ovaj niz, na ovaj skup fotodiode, uz pomoć uobičajene optike. Fotodiode reaguju na svetlosnu energiju stvarajući parova elektron-upqina, proporcionalno svetlosnoj energiji koja pada na svaku diodu.

posebno. Niž uzrokuje podelu slike na veliki broj malih elemenata slike, koji se zovu pikseli. Fotodiode usredjavaju i zadravaju navel električne koje je proporcionalno svjetlosnoj energiji koja padne na njih. Posle odgovarajućeg vremena, zadrano navel električne se isztava iz fotodioda i stvara električnu struju kao odgovor na sliku fokusiranu na niz.

Zadrano navel električne u svakoj fotodiodi se isztava kroz tranzistor koji se koristi kao prekidač da zadrano navel električne u fotodiodi protekne kroz izlazni provodnik (izlaznu liniju) i odatle ka krajnjem izlazu kolice, kao što je prikazano na slici 2. Svaka fotodioda ima svoj FET tranzistor koji se koristi kao prekidač. FET tranzistor ima tri kraja, koji se zovu gejt, sors i drejn. Kada se upotrebqava kao prekidač, primeweni napon na gejtu je omogućiti da struja protekne između druga dva kraja. U suprotnom, neće biti struje između krajeva. FET se ovako ponaša kao naponski kontrolisani prekidač. Naponski impuls se dovodi na horizontalni provodnik, ili liniju, i pobuđuje, ili okida, tranzistor da provede navel električne izdvojeno u fotodiodi. Navel električne istiće kroz tranzistor ka verticalnoj izlaznoj liniji.

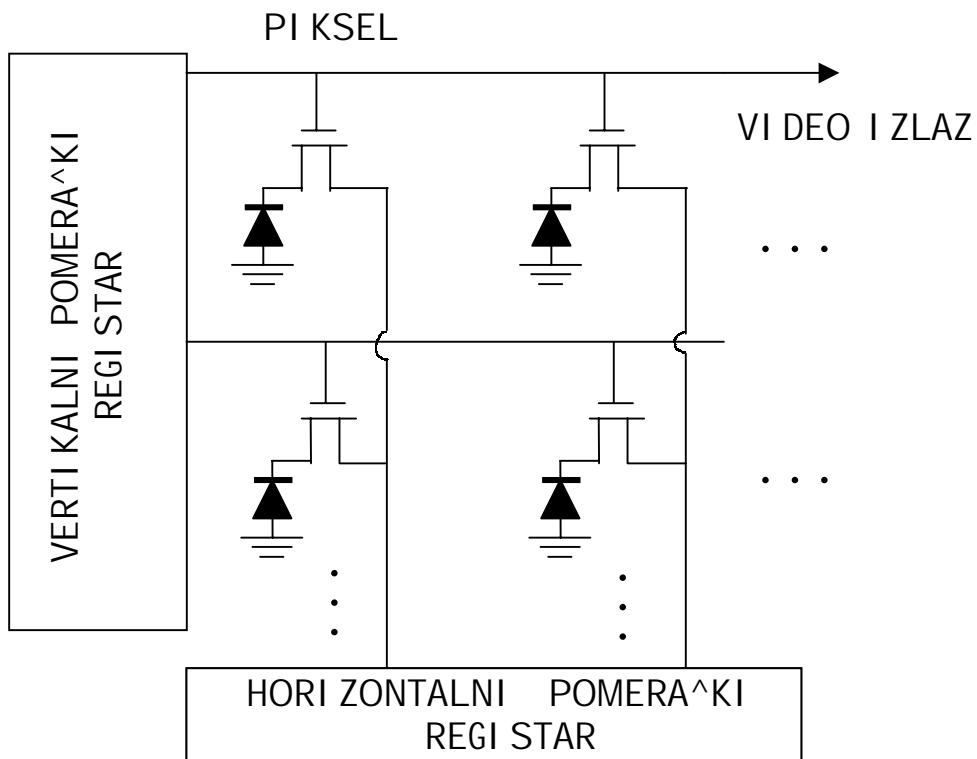
U stvarnom senzoru slike, svaka fotodioda i tranzistor formiraju integralni podeljlement, ili piksel, u dvodimenzijsnom nizu.



Slika 2. Fotodioda i tranzistor formiraju svjetlosno osjetljivi element koji može da se pobudi naponskim impulsom dovedenim na trakersku liniju - na liniju za okidave. Navel električne formirano od svjetlosti koja je palala na fotodiodu se isztava kroz tranzistor koji se ponaša kao brzi prekidač (to odgovara na trakerski impuls).

Navel električne koja su generisana u fotodiodama privremeno su uskladištene u svakom pikselu u potencijalnoj jami u kolici.

Niz na~i wen od fotodi oda i tranzistora, tj. od piksel a, je organizovan u redove i kolone, kao {to je prikazano na slici 3. Gejtovi svih tranzistora u jednom redu su povezani na istu horizontalnu liniju za okidawe (triger liniju), a izlazi svih tranzistora u istoj koloni su povezani na istu vertikalnu izlaznu liniju. Normalno, svi tranzistori se nalaze u neprovodnom, ili "off", re`imu. Vertikalni pomera~ki registar se koristi da dovede okidni impuls na odgovaraju}u trigersku liniju, u sekvenci od vrha ka dnu niza. Okidni impuls se dovodi posebno na svaku trigersku liniju {to prouzrokuje da svi tranzistori u redu spoje svaku fotodi odu u redu sa odgovaraju}om vertikalnom izlaznom linijom. Vertikalne izlazne linije su povezane sa horizontalnim pomera~kim registrom, koji preme{ta nael ektri sawa od fotodi ode do krajwe izlazne video linije. Krajwi video signal se "pegl a", filtri ra, niskopropusni filterom, da bi se eliminisali mali preskoci izme|u uzoraka nael ektri sawa.



Slika 3. Niz fotodi oda i tranzistora je organizovan u redove i kolone radi obrazovawa CCD senzora slike. Vertikalni pomera~ki registar {aque trigerske impulse du` svakog reda u sekvenci. Ovo prouzrokuje da se stvorena nael ektri sawa u svakoj fotodi odi du` reda, prenesu preko vertikalne izlazne linije do horizontalnog pomera~kog regista. Informacije uskladi {tene u horizontalnom pomera~kom registru se onda {aqu napoqe i postaju signal jedne linije video signala.

Horizontalni pomera~ki registar (CCD) ima mogu}nost pomerawa analognih signala. Analognog nael ektri sawe se sekvencialno propu{ta kroz ure|aj metodom stepenastog napona. Nael ektri sawe je zadr`ano kao mawak

nosi laca u potencionalnoj jami formiranoj ispod elektroda. Nael ektri sawe se kreje od jedne jame do susedne pomoju stepenastog napona. Napon prikazu-en na svaku elektrodu prouzrokuje da potencijal na jama formira, ispod, kanal mawinskih nosilaca. CCD je analogni pomera~ki registar.

Oki dni impuls koji spaja fotodiode sa horizontalnim pomera~kim registrom javqa se za vreme povratnog intervala. Nael ektri sawa sme{ tena u horizontalnom pomera~kom registru se is-tavaju u vremenu vidqivog dela horizontalne linije za skenirawe i to je oblik aktivnog dela video signala (signala slike u toku jedne linije). Tipично, svaki drugi red fotodioda je pristupan, tako da neparni redovi formiraju jednu, a parni drugu poluslike. Svaka fotodioda akumulira i zadrava nael ektri sawe u toku jedne poluslike pre nego {to joj se pristupi, i time isprazni, da bi se ponovo po-ele puniti nael ektri sawem.

Visokvalitetni CCD senzori slike imaju svoje piksele organizovane u 520 verticalnih kolona i 483 horizontalnih redova. Ukupan broj piksela, u ovakvoj organizaciji, je preko 250.000. Svi ovi pikseli i dodati pomera~ki registri se nalaze na si }u{nom ~ipu, mawem od jednog kvadratnog in-a.

KOLOR CCD SENZORI SLIKE

Da bi se napravila kolor kamera, obično se koriste tri CCD senzora slike. Pri tome mogu da se koriste ili ogljedala, ili prizme, ili kolor filteri kako bi se razloila slika na tri osnovne boje. Ovakav pristup se koristi u najprofesionalnijim kolor TV kamerama. Postoji na-in, svakako, da se upotrebi i samo jedan CCD senzor slike za prihvatanje tri osnovna kolor signala. To se postiće sme{tawem savr{eno finog mozai ka mikroskopskih kolor filtera preko CCD senzora slike.

Jedan pristup je mogu} rasporedom crvenog, zelenog i plavog filtra sli~no kao {to su raspore|ena poqa na {ahovskoj tabli, kao {to je to prikazano na slici 4. Zbog toga {to se zelena boja (G) sama mo`e upotrebiti za procenu luminescencije signala, to se ona koristi za polovicu filterskih elemenata. Ostalih pola elemenata je podjednako podeqeno za crvene i plave piksele.

Drugi pristup je rasporedom filterskih elemenata koji propu{taju sve tri osnovne boje ($W=R+B+G$), crvenu i zelenu ($Y=G+B$), i samo zelenu (G). Ovaj raspored, prikazan na slici 5., koristi se za linije za skenirawe jednog prizora i ponavqa se za ostale prizore. Izlaz sa neparnih linija za skenirawe je sekvenca W, G, W, G, ... Izlaz sa parnih linija za skenirawe je sekvenca Y, C, Y, C, ... Luminescentni signal se mo`e dobiti iz nainzmeni~nih uzoraka neparnih linija, po{to je $W=R+B+G$. Zeleni signal se mo`e dobiti iz ostalih nainzmeni~nih uzoraka neparnih linija. Izdvajanje nainzmeni~nih uzoraka parnih linija iz neparnih linija daje plavi signal, po{to je $W-Y$ isto {to i $(R+B+G)-(R+G)$ {to je jednako B. Rade}i isto



i izdvajawe, ali sa ka{ wewem parne linije za jedan piksel, dobija se crveni signal, po{ to je W-C i sto { to i $(R+B+G)-(B+G)$, { to je jednako R.

R	G	B	G	R	G	B	G	
G	R	G	B	G	R	G	B	
R	G	B	G	R	G	B	G	.
G	R	G	B	G	R	G	B	.
			.					.
			.					.
			.					.

Sl ika 4. Jedan tip kolor CCD senzora slike koristi {aru u obliku {ahovske table sa{i wenu od crvenih, zelenih i plavih kolor filtera. Svaki filter pokriva jednu fotodiodu u CCD nizu. Po{ to zelena boja sama mo`e da se upotrebi za procenu luminentnog signala, koristi se za polovinu filterskih elemenata.

Niz kolor filtera mora biti poravnan precizno i nad odgovaraju}ih piksela, { to je o~igledno komplikovan zahtev zbog mikroskopske veli~ine filterskih elemenata i piksela. Zato { to je svaki element filtera vrlo mal i, svetlost koja prolazi kroz jedan element mo`e delovati na vi{e od jednog piksela { to dovodi do smawene rezoluci je za boju. Jedan CCD kolor senzor slike se naj~e{ }e koristi za male TV kamere koje su namewene za {iroku potro{wu.

W	G	W	G	W	G			1
Y	C	Y	C	Y	C			2
W	G	W	G	W	G			3
Y	C	Y	C	Y	C			4
								5

W=R+G+B
Y=R+B
C=B+G

Sl ika 5. Drugi raspored " {ahovske table" sadr`i filterske elemente koji propu{ taju belu ($W=R+B+G$), crvenu i zelenu ($Y=R+G$), plavu i zelenu ($C=B+G$) i samo zelenu (G). Tri osnovna signala su dobijena podesnim zaustavqawem i i zdvajawem alternativnih linija za skenirawe, kao { to je opisano u tekstu.

STABILNE TV KAMERE

CCD senzori slike nude brojne prednosti nad vi di konom i drugim senzorima na bazi elektronskog m laza. Sada su i ove kamere lake i vrlo

ma{ih dimenzijs, jednostavne i robustne, zahtevaju male napone, pouzdane su, pa{eljimi{n{ u potrebu za zamenom senzorskih elemenata. CCD senzori slike imaju visoku osjetljivost, ~ak i u uslovima male svetlosti, i za{titu u uslovima velike svestnosti. Ove kamere su i jeftine. CCD senzori slike se koriste i u svim TV kamerama za {iroku potro{wu.

Profesionalne TV kamere su neo~ekivano po~ele da koriste stabilne CCD senzore slike. Filtri za svetlost sa prizmama i obojeni filtri za svetlost (stakleni ili ~elatinski filtri) se za sada jo{ uvek koriste da razlo`e sliku na tri osnovne boje, a za svaku boju se koristi poseban CCD senzor slike koji ima visoku rezoluciju. Mogu}e je ostvariti rezolucije od 520 linija sa odnosom signal {um ve}im od 55 dB. Senzori slike koriste veoma gustu VLSI tehnologiju kol a sada ve} i sa preko 5.000.000 elemenata slike na jednom senzoru.