

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena, Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 31.05.2016. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. Aleksandra Božića pod naslovom „Projektovanje integrisanih kola prema pravilima za fabrikaciju u savremenim tehnologijama“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu

Aleksandar Božić je rođen 18. jula 1990. godine u Tuzli. Završio je Elektrotehničku školu „Mihajlo Pupin“ u Bijeljini sa prosekom 5.00. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 2009. godine, odsek Elektronika. Diplomirao je u oktobru 2013. godine sa prosečnom ocenom 8.09, na diplomskom 10. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu je upisao je 2013. godine na odseku za Elektroniku. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9.20.

2. Opis master rada

Master rad kandidata sadrži 69 strana. Rad sadrži uvod, četiri poglavlja, zaključak i spisak literature sa 10 referenci.

U uvodu su opisani predmet i cilj rada. Opisani su savremeni trendovi u razvoju tehnologija izrade integrisanih kola. Navedeni su osnovni problemi i kompromisi koji se moraju primenjivati u praksi pri izboru tehnologije za fabrikaciju integrisanih kola.

U prvom poglavlju su prikazane opšte karakteristike i osobine FD-SOI tehnologije. Izvršeno je poređenje ove tehnologije sa FINFET i Bulk CMOS tehnologijama kako bi se stekao uvid u prednosti i mogućnosti njene primene.

U drugom poglavlju je izvršen detaljan opis FD-SOI tranzistora, njihove strukture i karakteristika. Dat je poprečni presek FD-SOI tranzistora sa svim bitnijim parametrima, opisani su režimi rada i izvedene jednačine kojima se modeluje rad ovih tranzistora. Takođe su opisani i dinamički efekti koji se javljaju kod FD-SOI tranzistora. Na kraju su prikazani parazitni efekti i problemi koji se javljaju pri upotrebi FD-SOI tehnologije, kao što su varijacije napona praga i efekat kratkog kanala.

U trećem poglavju su opisana DFM (*Design For Manufacturing*) pravila za projektovanje lejauta u savremenim tehnologijama. Prvo je opisan značaj ovih pravila. Prikazani su efekti zaobljavanja linija u realizovanom čipu, potreba za povećavanjem pouzdanosti kontakata, ravnomernim rutiranjem linija metala i uvodjenje *dummy* elemenata. Zatim su opisani određeni problemi i RET tehnike (*Resolution enhancement technologies*) čijom primenom mogu da se umanje efekti interferencije i difrakcije svetlosti tokom korišćenja maski u postupku litografije.

U četvrtom poglavlju je prikazano projektovanje operacionog pojačavača u 28nm bulk CMOS tehnologiji. Zbog NDA ograničenja za FD-SOI tehnologiju, autor nije bio u mogućnosti da je koristi u ovom radu, pa je izabrana 28nm bulk CMOS tehnologija koja takođe predstavlja jednu od najnovijih tehnologija danas. Detaljno je prikazan proračun elemenata operacionog pojačavača prema zadatim specifikacijama, a zatim je projektovan lejaut sa posebnim osvrtom na primenu DFM pravila. Za projektovanje je korišćen Cadence ADE L alat.

Na kraju rada je dat zaključak i spisak korišćene literature.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad dipl. inž. Aleksandra Božića se bavi rešavanjem problema pojedinih neželjenih efekata koji se javljaju pri izradi integrisanih kola u savremenim tehnologijama. U prvom delu rada je opisana FD-SOI tehnologija, koja ima određene prednosti u odnosu na druge tehnologije i sve više se koristi. Detaljno je opisana struktura i princip rada FD-SOI tranzistora. Zatim su objašnjena DFM pravila za projektovanje lejauta u savremenim tehnologijama čijom primenom se smanjuju neželjeni efekti tokom fabrikacije. Iz objektivnih razloga autor nije mogao u master radu da prikaže primenu ovih pravila na kolu koje je projektovano u FD-SOI tehnologiji, već je to uradio na primeru lejauta operacionog pojačavača koji je projektovao u 28nm bulk CMOS tehnologiji. Prikazan je teorijski proračun elemenata izabranog kola, a zatim su urađene simulacije i realizovan lejaut koji zadovoljava DRC i LVS/DFM provere.

Najvažniji doprinos master rada je uspešna primena DFM pravila pri projektovanju lejauta operacionog pojačavača u jednoj od tehnologija novije generacije, čime je obezbeđena veća verovatnoća ispravnosti ovog integrisanog kola nakon fabrikacije.

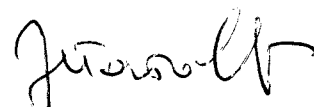
4. Zaključak i predlog

Kandidat Aleksandar Božić je u svom radu opisao i na primeru operacionog pojačavača uspešno primenio DFM pravila projektovanja lejauta integrisanih kola kojima se omogućava pouzdan rad i povećava verovatnoća ispravnosti fabrikovanog čipa u savremenim tehnologijama.

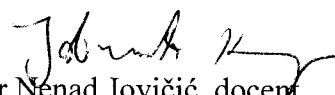
Na osnovu gore navedenog Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da prihvati rad „Projektovanje integrisanih kola prema pravilima za fabrikaciju u savremenim tehnologijama“ dipl. inž. Aleksandra Božića kao master rad i odobri javnu usmenu odbranu.

U Beogradu, 26.08.2016.

Članovi komisije:



dr Jelena Popović-Božović, docent



dr Nenad Jovičić, docent