دانشگاه شهید چمران اهواز

معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی

طرح درس ویژه درس‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه

تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا

عبدالنبی کوثریان

نام و نام خانوادگی استاد: عبدالنبی کوثریان	مرتبهٔ علمی: استاد	آدرس ایمیل: a.kosarian@scu.ac.ir
دانشکده: مهندسی	گروه: برق	نیمسال تحصیلی: دوم ۹۹-۹۸
دورهٔ تحصیلی: کارشناسی ارشد و دکترا	نام درس: تئوری و فناوری ساخت افزارههای نیمهرسانا	تعداد واحد: ۳

جایگاه درس در برنامه درسی دوره:

این درس یکی از دروس اساسی کارشناسی ارشد و دکترای گرایش الکترونیک است که با فراگیری آن دانشجو می‌تواند اطلاعات لازم برای شناخت و تجزیه و تحلیل دقیق فرآیندها و مواد نیمه‌رسانا را کسب کند.

هدف کلی:

هدف این درس آشنایی با فناوری‌های گوناگون ساخت افزاره‌های نیمه‌رسانا از قبیل روشهای رسوب لایه‌های نازک نیمه‌رسانا، فلز، اکسید، پلی‌کریستال و غیره می‌باشد. در ضمن روش‌های ریاضی برای مدل کردن و شبیه‌سازی این فرآیندها نیز بررسی خواهد شد.

اهداف یادگیری:

هدف این درس ایجاد توانایی برای توصیف مراحل مختلف ساخت مدارهای یکپارچه، چالش‌ها، ساختارها و تخمین هزینه پیاده سازی آنها می‌باشد.

رفتار ورودی:

دانشجو باید شناخت نسبی از ساختار و عملکرد الکترونیکی افزارههای نیمه‌رسانای متداول را داشته باشد.

مواد و امکانات آموزشی:

ارائه این درس نیازمند ویدئو پروژکتور، اینترنت، وایت بورد و سایر امکانات متداول تدریس می‌باشد. بازدید از امکانات آزمایشگاهی مرتبط می‌تواند به درک بهتر مفاهیم کمک کند.

روش تدریس:

به دلیل این که این درس یکی از دروس اساسی گرایش الکترونیک به ویژه در زمینه ساخت افزاره‌های نیمه‌رسانا می‌باشد، در کنار تدریس کلاسیک درس، مواردی نیز برای تحقیق و تفحص دانشجویان و تعمیق بیشتر موضوع به دانشجویان محول می‌شود که باید به صورت گزارش ارائه گردد.

وظایف دانشجو:

دانشجو باید:

۱- حضور به موقع و مداوم در کلاس درس داشته باشد.

۲- در بحثهای کلاسی مشارکت فعال داشته باشد.

۳- به طور مستمر با مرور مطالب درسی خود را به روزرسانی کند.

۴- تکالیف درسی و پژوهش‌هایی که توسط استاد درس ارائه می‌شود را به موقع انجام دهد.

شیوه آزمون و ارزیابی:

ارزیابی این درس بر اساس موارد زیر خواهد بود:

- حضور و مشارکت فعال در مباحث درسی
- انجام تکالیف و حل تمرینهای درسی محوله و انجام تحقیق‌های کلاسی
- آزمونهای درون کلاسی
- آزمونهای نهایی

منابع درس:

1- J. D. Plummer, M. D. Deal, and P. D. Griffin, Silicon VLSI Technology, Fundamentals, Practice and Modeling, 2nd ed., Prentice Hall, 2008.

2- R. C. Jaeger, Introduction to Microelectronic Fabrication, 2nd ed., Prentice Hall, 2002.

3- S. M. Sze and K. K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, 3rd ed., Wiley,2006.

4- S. M. Sze and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, 3rd ed., Wiley, 2013.

۵- فیزیک ادوات نیمه‌هادی، ویرایش سوم، اس. ام. زی و ک. ک. نگ، ترجمه عبدالنبی کوثریان، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۹۱

هفتهٔ یکم
(۹۸/۶/۲۳ تا ۹۸/۶/۲۹)

مقدمه‌ای بر فناوری سیلیکن

بررسی کلی فرآیندها و ساختارهای یکپارچه

مروری بر فناوری **CMOS** و **BJT**

رشد بلور سیلیکن و خواص و مشخصه‌یابی آن

ویژگیها و تمهیدات لازم برای تولید افزاره‌های نیم‌رسانا

هفتهٔ دوم
(۹۸/۶/۳۰تا۹۸/۷/۵)

لیتوگرافی

تشریح فرآیند لیتوگرافی

تمیزکاری ویفر

کاربرد فتورزیست

ماسک‌بندی ویفر

همراستایی ماسک

روشهای حکاری **ETCHING**

انواع حکاری

هفتهٔ سوم
(۹۸/۷/۶ تا ۹۸/۷/۱۲)

تشریح فرآیند رشد اکسید حرارتی سیلیکن

مدل‌سازی ریاضی فرآیند اکسیداسیون

عوامل مؤثر بر نرخ اکسیداسیون

توزیع مجدد ناخالصی‌ها در خلال اکسیداسیون

اکسیداسیون تر و خشک

هفتهٔ چهارم
(۹۸/۷/۱۳ تا ۹۸/۷/۱۹)

عوامل مؤثر بر اکسیداسیون

ویژگی ماسک کنندگی اکسید سیلیکن

خواص و مشخصه‌یابی اکسید سیلیکن

فناوری اکسیداسیون

اکسیداسیون انتخابی

تعیین ضخامت اکسید

هفتهٔ پنجم
(۹۸/۷۶/۲۰ تا ۹۸/۷/۲۶)

فرآیند دیفیوژن ناخالصی در سیلیکن

ویژگیهای فرآیند دیفیوژن

مدل‌سازی ریاضی فرآیند دیفیوژن

هفتهٔ ششم
(۹۸/۷/۲۷ تا ۹۸/۸/۳)

دیفیوژن با منبع محدود و نامحدود

دیفیوژن چند مرحله‌ای

مشخصه‌یابی لایه‌های دیفیوزی

عوامل مؤثر بر ضریب دیفیوژن

حد حلالیت پذیری

تشکیل پیوند

دیفیوژن عمودی و عرضی

هفتهٔ هفتم
(۹۸/۸/۴ تا ۹۸/۶/۱۰)

روش‌های اندازه‌گیری مقاومت ورقه‌ای لایه نازک

منحنی‌های اروین

پروب چهارمیله

روش ون در پاو

شبیه‌سازی فرآیند دیفیوژن

سامانه‌های عملیاتی دیفیوژن

مزیت‌ها و محدودیت‌های فرآیند دیفیوژن

هفتهٔ هشتم
(۹۸/۸/۱۱ تا ۹۸/۸/۱۷)

کاشت یونی

فناوری کاشت یونی

اهمیت فرآیند کاشت یونی

مدل ریاضی کاشت یونی

هفتهٔ نهم
(۹۸/۸/۱۸ تا ۹۸/۸/۲۴)

کاشت گزینشی

عمق پیوند و مقاومت ورقه‌ای

تعیین دوز کاشت

تأثیر پارامترهای مختلف بر فرآیند کاشت

هفتهٔ دهم
(۹۸/۸/۲۵ تا ۹۸/۹/۱)

کانال‌زنی و تخریب شبکه کریستالی سیلیکن

شبیه‌سازی فرآیند کاشت یونی

مزایا و معایب کاشت یونی

هفتهٔ یازدهم
(۹۸/۹/۲ تا ۹۸/۹/۸)

لایه نشانی لایه‌های نازک

روش‌های مختلف لایه‌نشانی

تئوری جنبشی گازها

تبخیر حرارتی

تبخیر با اشعه الکترونی

سایه‌اندازی و پوشش پله‌ای

هفتهٔ دوازدهم
(۹۸/۹/۹ تا ۹۸/۹/۱۵)

روش رسوب بخار شمیایی **CVD**

رآکتورهای **CVD**

رسوب دی اکسید سیلیکن

رسوب نیترید سیلیکن

رسوب فلز به روش **CVD**

هفتهٔ سیزدهم
(۹۸/۹/۱۶ تا ۹۸/۹/۲۲)

روش کندوپاش **SPUTTERING**

هفتهٔ چهاردهم
(۹۸/۹/۲۳ تا ۹۸/۹/۲۹)

رونشانی لایه‌های نازک **EPITAXY**

رونشانی در فاز بخار

تزریق لایه‌های رونشستی

لایه‌های مدفون

رونشانی در فاز مایع

رونشانی با پرتو مولکولی

هفتهٔ پانزدهم
(۹۸/۹/۳۰ تا ۹۸/۱۰/۶)

مرور مطالب درسی و حل چند تمرین

فناوری ساخت اتصالات درونی و بیرونی در مدارهای یکپارچه

اتصال‌های فلزی و فناوری اتصال

تشکیل اتصال اهمی

رفتار اوتکتیک آلومینیم-سیلیکن

سوزنی شدن آلومینیم و نفوذ پیوند

هفتهٔ شانزدهم
(۹۸/۱۰/۷ تا ۹۸/۱۰/۱۳)

مقاومت اتصال
مهاجرت الکترون
اتصال‌های دیفیوزی
اتصال‌های پلی سیلیکنی و اتصال‌های مدفون
فناوری سیلیساید و اتصال چندلایه
سیلیساید، پلی‌ساید، و سالیساید
فرآیند لیفت آف (**LIFTOFF**)