دانشگاه شهید چمران اهواز
معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی
طرح درس ویژه درس‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه

نام و نام خانوادگی استاد: نوید علایی شینی	مرتبهٔ علمی: استادیار	آدرس ایمیل: n.alaei@scu.ac.ir navid_alaei@yahoo.com
دانشکده: مهندسی	گروه: مهندسی برق	نیمسال تحصیلی: نیمسال اول ۹۹-۹۸
دورهٔ تحصیلی: کارشناسی ارشد و دکتری	نام درس: نیمه رساناي اکسید فلزی	تعداد واحد: ۳ واحد

جایگاه درس در برنامه درسی دوره:

این درس به عنوان یکی از دروس گرایش نیمه رساناها به صورت مباحث ویژه تدوین گردیده است. البته با توجه به کاربردهای پیش بینی شده برای این قطعات اکسید فلزی در آینده صنعت میکروالکترونیک برای سایر گرایشهای تحصیلات تکمیلی الکترونیک نیز می تواند مفید واقع شود.

هدف کلی:

آشنایی با خانواده نیمه رساناهای اکسید فلزی به عنوان دسته ای از نیمه رساناهای که کاربردهای ویژه ای در ساخت انواع حسگرها و حافظه های مقاومتی یافته اند. دانشجویان تحصیلات تکمیلی الکترونیک با فن آوری مبتنی بر سیلیکون به عنوان پرکاربردترین ماده در صنعت میکروالکترونیک در دروس مختلف آشنا می شوند ولی با توجه به کاربردهای رو به فزون نیمه رساناهای اکسید فلزی به ویژه در کاربردهای دما بالا (که فن آوری مبتنی بر سیلیکون در این خصوص ضعیف است) این آشنایی مناسب تشخیص داده شده است.

اهداف یادگیری:

در این پایان این درس انتظار می رود دانشجو اطلاعات زیر را کسب کرده باشد:

- آشنایی با انواع اکسیدهای فلزی از نوع ساختار فیزیکی و رفتار الکترونیکی
- آشنایی با مشخصه نگاریهای الکترونیکی و شیمیایی اکسیدهای فلزی
- بیان رفتار الکترونیکی اکسیدهای فلزی به صورت نیمه رساناهای نوع **N** و **P**
- درک نقش عمده تهی جاهای در رفتار الکترونیکی اکسیدهای فلزی
- آشنایی با ساختارهای بس بلورین در نیمه رساناهای اکسید فلزی
- آشنایی با کاربردهای متنوع حسگری اکسیدهای فلزی شامل: حسگری گاز، نور
- توصیف منشا رفتارهای حسگری نیمه رساناهای اکسید فلزی
- آشنایی با رفتار سوییچ شونده مقاومتی و منشا این آثار و کاربرهای پیش بینی شده به عنوان انقلابی در کوچک مقیاس سازی حافظه ها و قطعات الکترونیک دیجیتال.

رفتار ورودی:

انتظار است دانشجو از قبل با درس فیزیک الکترونیک به عنوان پایه درک رفتارهای الکترونیکی مواد نیمه رسانا آشنایی کافی داشته باشد. ترازهای انرژی و مفاهیم نوار انرژی و ترازهای هدایت وتراز فرمی و مفهوم انرژی پیوند را بشناسد و همچنین رفتار الکترونیکی دو نوع نیمه رسانای نوع N و P را بتواند بیان کند و محاسبات هدایت در نیمه درساناها و رفتار دیود PN را به صورت فیزیکی و با معادلات بتواند بیان کند. با مفهوم تابع کار و پیوند شاتکی آشنا باشد. با جدول تناوبی و رفتار کلی

مـواد و مـدلهای اتمـی و مفهـوم اوربیتالهـای اتمـی آشـنایی داشـته باشـد. طیـف الکترومغنـاطیس و نامگذاری محدوده های نوری را بشناشد. مناسب است آشـنایی حـداقل در حـد مقـدماتی بـا فـن آوری ساخت افزاره های نمیه رسـانا داشـته باشـد. همچنـین بـا رفتـار گیتهـای منطقـی و مفهـوم حافظـه آشنایی کافی داشته باشد.

مواد و امکانات آموزشی:

امکانات مورد نیاز در فضای کلاس سیستم ویدیو پروژکتـور و وایـت بـرد و ماژیـک هـای رنگـی اسـت و اگرچه فایلها از قبل کلاس در اختیار دانشجویان قـرار داده مـی شـود ولـی نیـاز اسـت کـه دانشـجویان وسایل یادداشت برداری نیز به همـراه داشـته باشـد و توضـیحات تکمیلـی را بـرای درک بهتـر و از یـاد نرفتن یادداشت نمایند.

روش تدریس:

تدریس به صورت ارایه مطالب در قالب فایلهـای پاورپونـت اسـت و حـین تـدریس مرتبـاً از دانشـجویان سوال خواهد شد تا میزان درک دانشجویان از مطالـب ارایـه شـده شـنجیده شـود و بـا بیـان نکـات در تدریس مشارکت کنند. همچنین موضوعات تحقیقـی بـه دانشـجویان معرفـی مـی شـود تـا در زمینـه های مرتب با موضوع درس پژوهش کرده و در کـلاس در حضـو سـایر دانشـجویان بـه صـورت سـمینار ارایه دهند تا ضمن تمرین تحقیق دانش خود را حداقل در یک زمینه عمق بیشتری دهند.

وظایف دانشجو:

حضور منظم در کلاس درسی و پیگیری مطالب درسـی و همـراه داشـتن مطالـب درسـی هـر جلسـه از وظایف دانشجوی این درس است. علاوه بر ایـن انتظـار مـی رود کـه دانشـجویان در مباحـث درسـی بـا علاقه بحث و سوال نمایند. انتظار است اگر در مورد بحـث کـه بـه عنـوان پـیش نیـاز ایـن درس در نظـر گرفته شده دچار ضعف علمی هستند به سرعت ایـن ضـعف را رفـع نماینـد. همچنـین در یـافتن زمینـه های جدید برای تحقیق درسی و انجام تحقیق بـه روش علمـی و بـا حفـظ امانـت داری نهایـت تـلاش و توان خود را به کار گیرند.

شیوه آزمون و ارزیابی:

نیم ترم: ۶ تا ۸ نمره
پایان ترم: ۸ تا ۱۰ نمره
پروژه و تحقیق: ۴ نمره
فعالیت مثبت: ۲ نمره

ارزیابی شامل آزمونهای کتبی نیم ترم و پایان ترم و پروژه و تحقیق و فعالیت مثبت و علاقه مندی در کلاس است. در ارزیابی های کتبی وزن متغیر در نظر گرفته می شود. بدین صورت که اگر نمره نیم ترم از پایان ترم بهتر باشد نیم ترم ۸ نمره ای و پایان ترم هم ۸ نمره ای منظور می شود و اگر پایان ترم بهتر از نیم ترم باشد، نیم ترم ۶ نمره ای و پایان ترم ۱۰ نمره ای در نظر گرفته خواهد شد.

منابع درس:

کتب مرجع مورد استفاده در درس عبارتند از:

1- Rudolph, Peter, ed. *Handbook of crystal growth: Bulk crystal growth.* Elsevier, 2014.

2-Frey, Hartmut, and Hamid R. Khan. *Handbook of thin film technology.* Berlin, Heidelberg: Springer, 2015.

3- Cao, Zexian, ed. *Thin film growth: physics, materials science and applications.* Elsevier, 2011.

4- Schroder, Dieter K. *Semiconductor material and device characterization.* John Wiley & Sons, 2015.

5-Sze, Simon M., and Kwok K. Ng. *Physics of semiconductor devices*. John wiley & sons, 2006.

6- Eranna, G. *Metal oxide nanostructures as gas sensing devices.* CRC press, 2016.

7- Zhuiykov, Serge. *Nanostructured semiconductor oxides for the next generation of electronics and functional devices: properties and applications.* Woodhead Publishing, 2014.

8- Leubner, Ingo. *Precision crystallization: theory and practice of controlling crystal size.* CRC Press, 2009.

9- Zhang, Yue. *ZnO Nanostructures: Fabrication and Applications.* Vol. 43. Royal Society of Chemistry, 2017.

10- Korotcenkov, Ghenadii. *"Handbook of gas sensor materials."* Properties, Advantages and Shortcomings for Applications 2 (2013).

11- Eggins, Brian R. *Biosensors: an introduction.* Springer-Verlag, 2013.

12- Tiwari, Atul, Rabah Boukherroub, and Maheshwar Sharon, eds. *Solar cell nanotechnology*. Scrivener Publishing, 2014.

علاوه بر کتب ذکر شده در این درس از مقالات مختلف و پایان نامه های دکتری و درگاههای اینترنتی معتبر استفاده شده است.

هفتهٔ یکم
(۹۸/۶/۲۳ تا ۹۸/۶/۲۹)

- معرفی درس (سرفصل، روش ارزیابی و معرفی منابع و کارکرد هر کدام)
- معرفی گاف انرژی اکسیدهای فلزی مختلف و مقایسه آنها
- معرفی ساختارهای کریستالی اکسیدهای فلزی معروف
- معرفی اجمالی کاربردهای عمومی اکسید روی

هفتهٔ دوم
(۹۸/۶/۳۰ تا ۹۸/۷/۵)

- **معرفی ویژگیهای ظاهری و کاربردهای اکسید تیتانیوم، ایندیم، آلومینیم، نیکل، منگنز، زیرکونیم**
- **معرفی ساختارهای پروسکایت**
- **اشاره به سنتز مواد اکسیدی به صورت پودری**
- **روشهای رشد تک کریستالی اکسیدهای فلزی**
- **کاربردهای تک کریستالها**

هفتهٔ سوم
(۹۸/۷/۶ تا ۹۸/۷/۱۲)

- مقایسه روشهای روش تک بلوری با یکدیگر (چوکراسکی، ناحیه شناور، ورنویل)
- رشد هایدروترمال
- بیان روشهای رشد لایه نازک
- لایه نشانی تبخیری
- رشد های شیمیایی

هفتهٔ چهارم
(۹۸/۷/۱۳ تا ۹۸/۷/۱۹)

بیان انواع روشهای رشد لایه نازک به صورت فیزیکی

- **رشد مقاومتی**
- **رشد پرتوالکترونی**
- **رشر روکش کاری یونی**
- **رشد کندوپاش**
- **رشد القایی**

هفتهٔ پنجم
(۹۸/۷۶/۲۰ تا ۹۸/۷/۲۶)

بیان انواع روشهای رشد شیمیایی

- **روش رشد روکش کاری یونی واکنشی**
- **روش رشد کندوپاش واکنشی**
- **روش رشد اسپری پایرولیز**

هفتهٔ ششم
(۹۸/۷/۲۷ تا ۹۸/۸/۳)

معرفی انواع مشخصه نگاری های اکسیدهای فلزی

- **کاربرهای مشخصه نگاری**
- **بیان روشهای اصلی**
- **معرفی مشخصه نگاری های نوری**
- **معرفی پارامترهای میکروسکوپ نوری (تفکیک پذیری، بزرگنمایی، پراش)**
- **بیان انواع تصویرسازی نوری (میدان تاریک، میدان روشن، تصویر تداخلی)**

هفتهٔ هفتم
(۹۸/۸/۴ تا ۹۸/۶/۱۰)

مشخصه نگاری های نوری عبوری

- **معرفی اسپکتروسکوپی نوری**
- **معرفی تک رنگ کننده نوری**
- **معرفی نورسنجی تداخلی مادون قرمز (تداخل سنخ میکلسون)**
-

هفتهٔ هشتم
(۹۸/۸/۱۱ تا ۹۸/۸/۱۷)

مشخصه نگارهای پرتو الکترونی

- **مزیت طیف نگاری الکترونی بر نوری و محاسبه دقت**
- **معرفی میکروسکوپ الکترنی (SEM) و اجزای آن**
- **بیان بزرگنمایی و وضوح در تصاویر SEM**
- **مشخصه نگاری اوژه**
- **مشخصه نگاری EMP**
- **معرف آشکارسازهای EDS و WDS**
-

هفتهٔ نهم
(۹۸/۸/۱۸ تا ۹۸/۸/۲۴)

ادامه بحث مشخصه نگارهای پرتو الکترونی

- **معرفی مشخصه نگاری TEM**
- **معرفی مشخصه نگاری LEED**
- **معرفی مشخصه نگاری RHEED**

مشخصه نگاری های پرتو یونی

- **مشخصه نگاری SIMS**

هفتهٔ دهم
(۹۸/۸/۲۵ تا ۹۸/۹/۱)

مشخصه نگاری‌های اشعه

- **مشخصه نگاری XPS**
- **کاربرد XPS در بررسی تهی جاها در اکسیدهای فلزی و روش محاسبه آن**
- **معرفی مشخصه نگاری XRD**
- **کاربرد XRD در تعیین صفحات کریستالی و فازهای کریستالی اکسیدهای فلزی**

هفتهٔ یازدهم
(۹۸/۹/۲ تا ۹۸/۹/۸)

مشخصه نگاری‌های پروب روبشی:

- **اصول مشخصه نگاری AFM**
- **انواع AFM و مقایسه آنها با هم**
- **مشخصه نگاری های STM و انواع آن**

هفتهٔ دوازدهم
(۹۸/۹/۹ تا ۹۸/۹/۱۵)

مشخصه نگاری های الکترونیکی:

- **اندازه گیری مقاومت دو سیمه و چهارسیمه**
- **اندازه گیری مقاومت صفحه ای و ارتباط آن با مقاومت ویژه**
- **روش های تعیین نوع هدایت (الکترونی یا حفره ای)**
- **مشخصه یابی هال**

هفتهٔ سیزدهم
(۹۸/۹/۱۶ تا ۹۸/۹/۲۲)

ادامه مشخصه نگاری های الکترونیکی:

- **معرفی پیوند شانکی و مشخصه های آن**
- **تخمین نظری ارتفاع سد و عوامل موثر بر آن**
- **روشهای اندازه گیری عملی ارتفاع سد**
- **مقایسه روشهای تخمین ارتفاع سد شانکی با یکدیگر**
- **روش های اندازه گیری غلظت حاملها و میزان آلایش**

هفتهٔ چهاردهم
(۹۸/۹/۲۳ تا ۹۸/۹/۲۹)

معرفی ریز ساختارها در اکسیدهای فلزی:

- **ویژگی های ریز ساختارها**
- **مزایای استفاده از نانو ساختارها**
- **انواع نانو ساختارها**
- **روشهای ایجاد ریز ساختارها با اکسیدهای فلزی**
- **روش تخمین ابعاد ریز ساختارها**

کاربردهای ریز ساختارهای اکسیدهای فلزی:

- **معرفی اجمالی کاربردها**
- **کاربرهای ریز ساختارهای اکسید روی**

هفتهٔ پانزدهم
(۹۸/۹/۳۰ تا ۹۸/۱۰/۶)

سوییچینگ مقاومتی در اکسیدهای فلزی:

- **معرفی ممریستور به عنوان عنصر پایه ای مدار**
- **افزاره ساخته شده توسط شرکت HP**
- **مشاهده هدایت کوانتیزه در ابعاد نانومتری**
- **سوییچینگ مقاومتی در اکسید تیتانیوم**
- **سوییچیگ مقاومتی در اکسید روی**
- **سوییچینگ مقاومتی در افزاره ساخته شده توسط مدرس**
- **اجرای مدارات منطقی با افزه های سوییچینگ مقاومتی**

هفتهٔ شانزدهم
(۹۸/۱۰/۷ تا ۹۸/۱۰/۱۳)

حسگر گاز اکسید فلزی:

- **حسگری نوع N و نوع P**
- **ساختارهای بس بلوری و حساسیت به گاز در آنها**
- **پارامترهای موثر در حسگری گاز**
- **حسگرهای گاز الکتروشیمیایی**