



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران شرق

مسئله های هیدروژنی مبانی آشکارسازی و علم نانو

دکتر قباد بهزادی پور

(عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق)

و

لیلا فکری اول

سرشناسه	: بهزادی پور، قباد، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدیدآور	: حسگرهای هیدروژنی: مبانی آشکارسازی و علم نانو/ تألیف قباد بهزادی پور، لیلا فکری اول.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، سازمان چاپ و انتشارات: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شرق، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۱۵ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول.
شابک	: 978-964-10-4141-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
عنوان دیگر	: مبانی آشکارسازی و علم نانو.
موضوع	: آشکارسازهای گازی
موضوع	: Gas detectors
موضوع	: آشکارسازها
موضوع	: Detectors
شناسه افزوده	: فکری اول، لیلا، ۱۳۵۸ -
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی. سازمان چاپ و انتشارات
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی. واحد تهران شرق
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ - ج ۹ - TP۷۵
رده بندی دیویی	: ۶۸۱/۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۲۷۵۲۳۹

عنوان کتاب: حسگرهای هیدروژنی: مبانی آشکارسازی و علم نانو

تألیف: قباد بهزادی پور - لیلا فکری اول

چاپ اول: ۱۳۹۵

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

ناشر: سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی (با همکاری واحد تهران شرق)

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی

شابک: 978-964-10-4141-2 ISBN:

قیمت: ۶۰۰۰۰ ریال

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

حسگرهای هیدروژنی از اهمیت فزاینده‌ایی به علت پیشرفت و توسعه گاز هیدروژن که به عنوان یک حامل انرژی و یک واکنش دهنده شیمیایی است، برخوردار می‌باشند. در این کتاب تعداد زیادی از حسگرهایی که برای آشکار سازی هیدروژن ساخته شده‌اند در هشت گروه مختلف طبقه‌بندی شده‌اند که عبارتند از روش کانالیزوری، رسانندگی حرارتی، الکتروشیمیایی، مقایسه‌ای، بر اساس تابع کار فلز، مکانیکی، صوتی و روش اپتیکی. پارامترهای اجرایی برای این نوع از حسگرها مانند محدوده اندازه‌گیری، میزان حساسیت و زمان پاسخ-دهی حسگر مورد بررسی قرار گرفته و آخرین پیشرفت‌های تکنولوژی در این زمینه بیان شده است.

از میان تمامی حسگرهای هیدروژنی آنهایی که بر اساس اثر تابع کار عمل می‌کنند از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. دیود فلز-اکسید-نیمه‌هادی یا MOS خازنی یک ساختار مهم است که در سطح بیشتر وسایل نیمه‌رسانا جا داده شده است. آن‌ها یک بخش ضروری از MOSFET¹ ها هستند که به طور وسیعی در مدارات مجتمع استفاده می‌شوند. همه مطالعات مربوط به هر نوع از این حسگرها نیازمند فهم پایه‌ایی از ساختار MOS می‌باشد. در این کتاب سعی شده است که یک روش ساده فیزیکی برای ساختار MOS و رفتار خازن MOS ایده‌آل

¹ - Metal-Oxide-Semiconductor

² - Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor

که برای فهم آنالیزها ضروری است توضیح داده شود و سپس توزیع بار حاصل از اعمال بایاس به خازن MOS که باعث ایجاد سه مد (انباشت، تخلیه، معکوس) در ساختار آن می-شود، مورد آنالیز قرار گرفته است. این توزیع بار برای به دست آوردن ظرفیت خازن می-باشد که وابسته به مقدار و فرکانس سیگنال کاربردی می-باشد. یک خازن MOS واقعی همواره شامل "بارهای اکسید" می-باشد که در ساختمان اکسید و یا در مرز مشترک اکسید-سلیکون قرار دارد. این بارها بر روی ساختار MOS واقعی، خصوصاً روی ولتاژ فلت-باند تاثیر می-گذارد.

حسگرهایی که برای نم‌بشر امنیتی سیستم‌های هیدروژنی استفاده می‌شود باید دقیق، حساس و دارای پاسخ‌دهی سریع و نسبت به گرهای دیگر غیرحساس و در برابر شرایط محیطی مقاوم باشند تا قبل از رسیدن نشتی به محدوده انفجار اعلام خطر کنند. آشنایی با روش‌های تست استاندارد این حسگرها برای تعیین صحت پاسخ‌دهی، محدوده قابل اندازه‌گیری و تاثیر دما، فشار و رطوبت نسبی بر روی پاسخ‌دهی حسگرها از اهمیت بالایی برخوردار است.

کتاب حاضر که شامل مباحث متنوعی از انواع روش‌های آشکارسازی، ساختار هیدروژن می‌باشد، برای دانشجویان سطح تحصیلات تکمیلی و کسانی که علاقه به کار تحقیقاتی دارند مفید می-باشد.

به جنبه‌های فیزیکی توجه ویژه‌ای شده است. بدیهی است بدون شناخت عمیق از این

مطالب نمی‌توان کار تحقیقاتی موثری در زمینه حسگرهای هیدروژنی انجام داد. در این کتاب

روش‌های مختلف آشکارسازی، اساس کار حسگر MOS خازنی و روش‌های تست حسگر

به خوبی و با جزئیات مورد بحث قرار گرفته است. فهم صحیح مطالب این کتاب نیاز به آشنایی مختصری با فیزیک نیمه‌هادی‌ها، تئوری و تکنولوژی ساخت ادوات نیمه‌هادی و علم نانو دارد که می‌توان در منابع مختلفی به آن دست یافت. آنچه که در انتهای این عریضه باید اذعان نمود ناتوانی و نقطه ضعف‌های اینجانب در ارائه حق مطلب است که امیدوارم با اظهار نظر فرهیختگان که کتاب را مطالعه می‌نمایند، بتوان در فرصت‌های بعدی جبران نمود.

دکتر قباد بهزادی پور

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق

ghobadbehzadi@iauet.ac.ir

فصل اول: مقدمه.....	۱
مراجع.....	۷
فصل دوم: انواع حسگرهای هیدروژنی.....	۸
۱-۲ روش کاتالیزوری.....	۸
۲-۲ روش رسانندگی حرارتی.....	۱۲
۳-۲ روش الکتروشیمیایی.....	۱۴
۴-۲ حسگرهای هیدروژن بر اساس مقاومت.....	۱۷
۵-۲ حسگرهای هیدروژن بر اساس تابع کار.....	۱۹
۱-۵-۲ دیود شاتکی.....	۲۰
۲-۵-۲ ترانزیستور فلز - عایق نیمه رسانا.....	۲۲
۳-۵-۲ خازن فلز - عایق - نیمه رسانا.....	۲۴
۶-۲ روش مکانیکی.....	۲۵
۷-۲ روش نوری.....	۲۶
۱-۷-۲ روش اندازه‌گیری‌های بازتابی از روی میکروآنتن.....	۲۷
۲-۷-۲ روش اندازه‌گیری تداخل سنجی.....	۲۷
۸-۲ روش صوتی.....	۲۸
۹-۲ مقایسه تکنولوژی‌های حسگر.....	۲۸
مراجع.....	۳۰
فصل سوم: ارزیابی عملکرد حسگرهای هیدروژنی.....	۳۲
۱-۳ محدوده اندازه‌گیری.....	۳۲
۲-۳ زمان‌های پاسخ‌دهی و برگشت‌پذیری.....	۳۴
۳-۳ حیطه دمایی.....	۳۶
۴-۳ حیطه فشار.....	۳۸

۳۹	۵-۳ محدوده رطوبت نسبی
۴۱	۶-۳ توان مصرفی
۴۲	۷-۳ طول عمر
۴۴	۸-۳ مشخصه‌های عملکردی هر حسگر
۵۰	مراجع
۵۲	فصل چهارم: ساختار MOS برای آشکارسازی گاز هیدروژن
۵۳	روش فیزیکی پایه برای ساختار MOS
۵۴	مفهوم‌های پایه‌ای و کمیت‌ها
۵۶	۱-۴ تعریف پتانسیل
۵۷	۲-۴ MOS خازنی ایده‌آل
۵۸	۱-۲-۴ ناحیه انباشت برای MOS خازنی با زیرلایه سلیکونی نوع p
۶۱	۲-۲-۴ ناحیه تخلیه برای MOS خازنی با زیرلایه سلیکونی نوع p
۶۴	۳-۲-۴ ناحیه معکوس برای MOS خازنی با زیرلایه سلیکونی نوع p
۶۷	۴-۲-۴ ناحیه انباشت برای MOS خازنی با زیرلایه سلیکونی نوع n
۶۸	۵-۲-۴ ناحیه تخلیه برای MOS خازنی با زیرلایه سلیکونی نوع n
۶۸	۶-۲-۴ ناحیه معکوس برای MOS خازنی با زیرلایه سلیکونی نوع n
۷۰	۷-۲-۴ مشخصه (C-V) برای MOS خازنی با زیرلایه سلیکونی نوع n
۷۳	مراجع
۷۵	فصل پنجم: تجهیزات و روش‌های تست
۷۵	۱-۵ روش تست حسگر
۷۵	۱-۱-۵ روش تست صحت پاسخ‌دهی
۷۷	۲-۱-۵ روش تست حیطه اندازه‌گیری
۷۷	۳-۱-۵ روش تست محدوده آشکارسازی پایین
۷۹	۴-۱-۵ حساسیت عرضی به گاز منواکسیدکربن
۸۱	۵-۱-۵ روش تست دمای محیط

۸۲	۶-۱-۵ رطوبت محیط
۸۳	۷-۱-۵ روش تست فشار محیط
۸۵	۲-۵ مشاهدات و تکامل روش تست
۸۵	۱-۲-۵ اتصالات الکتریکی و نمایش عددی حسگر
۸۶	۲-۲-۵ نیاز به اکسیژن
۸۶	۳-۲-۵ اصلاح روش تست رطوبت محیط
۸۷	۴-۲-۵ تست غلظت گاز هیدروژن
۸۸	۵-۲-۵ تشخیص تاخیر زمانی وسایل
۸۹	۶-۲-۵ تخمین تاخیر زمانی وسایل
۹۱	۷-۲-۵ تولید آب و اثر آن بر روی کنترل رطوبت
۹۲	۸-۲-۵ محدوده غلظت هیدروژن
۹۴	مراجع
۹۵	فصل ششم: نانو حسگرهای هیدروژن
۹۵	۱-۶ لایه‌های نانومتری در حسگر MOS-آلومینی
۱۰۰	۲-۶ مقایسه نانو ذرات و لایه‌های نازک در آشکارسازی گاز هیدروژن
۱۰۳	۳-۶ حسگرهای هیدروژنی بر اساس نانو سیم‌ها
۱۰۷	۴-۶ حسگرهای هیدروژنی بر اساس نانولوله‌های کربنی
۱۱۱	۵-۶ حسگرهای هیدروژنی بر اساس نانو کامپوزیت‌ها
۱۱۵	مراجع