

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بن. جی. استریٹمن

فیزیک الکترونیک

غلامحسن روٹین تن سعید صمدی

Streetman, Ben G.

: استریتمن، بن

سرشناسه

: فیزیک الکترونیک / بن جی. استریتمن؛ [ترجمه] غلامحسین روئین تن، سعید صمدی.

عنوان و پدیدآور

: [تهران]: دانشگاه علم و صنعت ایران، مرکز انتشارات، ۱۳۷۶.

مشخصات نشر

: ک، هشت، ۷۶۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.

مشخصات ظاهری

: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران؛ شماره ۲۲۴

فروست

: ۱۸۰۰۰ ریال: ۶-۰۱۶-۴۵۴-۹۶۴: ۳۸۰۰۰ ریال (چاپ سوم)

شابک

: فیبا

فهرست نویسی

: عنوان اصلی: Solid state electronic devices.

یادداشت

: چاپ سوم: ۱۳۸۱.

یادداشت

: چاپ چهارم: ۱۳۸۴

یادداشت

: چاپ پنجم: ۱۳۸۶؟ (فیبا)

یادداشت

: کتابنامه

یادداشت

: نیمه هادیها.

موضوع

: روئین تن لاهیجی، غلامحسین، ۱۳۲۷-، مترجم.

شناسه افزوده

: صمدی، سعید، ۱۳۴۳-، مترجم.

شناسه افزوده

: دانشگاه علم و صنعت ایران، مرکز انتشارات.

شناسه افزوده

: ۱۳۷۶ ۹ ۵ الف/۸۵/TK ۷۸۷۱

رده بندی کنگره

: ۶۲۱/۳۸۱۵۲

رده بندی دیودی

شماره کتابشناسی ملی: ۷۶-۲۲۶۴ م

• مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران-تهران-نارمک صندوق پستی ۱۶۷۶۵-۱۶۳

تلفن: ۷۷۲۴۰۴۲۵-دورنویس: ۷۷۲۴۰۴۲۵

• فروشگاه شماره ۱: میدان انقلاب-خیابان شهید منیری جاوید (اردیبهشت)-پلاک ۱۸۲

تلفن: ۶۶۴۶۶۹۰۰

• پست الکترونیک: Publication@sun.iust.ac.ir



نام کتاب: فیزیک الکترونیک

تألیف: بن جی. استریتمن

ترجمه: دکتر غلامحسین روئین تن

چاپ پنجم: ۱۳۸۶

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

قیمت: ۶۰۰۰۰ ریال

شماره انتشارات: ۲۲۴

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

* حق چاپ برای دانشگاه علم و صنعت ایران محفوظ است.

ISBN: ۹۶۴-۴۵۴-۰۱۶-۶

شابک: ۹۶۴-۴۵۴-۰۱۶-۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
● پیشگفتار مترجمان	یک
● پیشگفتار مؤلف	سه
● درباره مؤلف	هفت
فصل ۱: ویژگیهای بلور و رشد نیمه‌رساناها	۱
۱.۱ مواد نیمه‌رسانا	۱
۱.۲ شبکه‌های بلوری	۵
۱.۲.۱ ساختارهای متناوب	۵
۱.۲.۲ شبکه‌های مکعبی	۸
۱.۲.۳ صفحه‌ها و جهت‌ها	۱۱
۱.۲.۴ شبکه الماسی	۱۴
۱.۳ رشد بلور	۱۹
۱.۳.۱ رشد از مذاب	۲۰
۱.۳.۲ پالایش ناحیه‌ای و رشد ناحیه شناور	۲۴
۱.۴ رشد رونشستی	۲۸
۱.۴.۱ تطبیق شبکه در رشد رونشستی	۲۹
۱.۴.۲ رونشینی فاز مایع	۳۲
۱.۴.۳ رونشینی فاز بخار	۳۴
۱.۴.۴ رونشینی پرتو ملکولی	۳۷

فصل ۲: اتم‌ها و الکترونها	۴۷
۲.۱ مقدمه‌ای بر مدل‌های فیزیکی	۴۸
۲.۲ مشاهدات تجربی	۵۱
۲.۲.۱ اثر فوتوالکتریک	۵۱
۲.۲.۲ طیف اتمی	۵۳
۲.۳ مدل بوهر	۵۶
۲.۴ مکانیک کوانتمی	۶۰
۲.۴.۱ احتمال و اصل عدم قطعیت	۶۱
۲.۴.۲ معادله موج شرودینگر	۶۳
۲.۴.۳ مسئله چاه پتانسیل	۶۷
۲.۴.۴ تونل زنی	۷۰
۲.۵ ساختار اتمی و جدول تناوبی	۷۲
۲.۵.۱ اتم هیدروژن	۷۳
۲.۵.۲ جدول تناوبی	۷۸
فصل ۳: نوارهای انرژی و باربرها در نیمه‌رساناها	۸۷
۳.۱ نیروهای پیوندی و نوارهای انرژی در جامدات	۸۷
۳.۱.۱ نیروهای پیوندی در جامدات	۸۸
۳.۱.۲ نوارهای انرژی	۹۲
۳.۱.۳ فلزات، نیمه‌رساناها و عایق‌ها	۹۵
۳.۱.۴ نیمه‌رساناهای مستقیم و غیرمستقیم	۹۶
۳.۱.۵ تغییرات نوارهای انرژی با ترکیب آلیاژی	۱۰۰
۳.۲ باربرها در نیمه‌رساناها	۱۰۴
۳.۲.۱ الکترونها و حفره‌ها	۱۰۴
۳.۲.۲ جرم مؤثر	۱۰۷

۱۱۰	۳.۲.۳ ماده ذاتی
۱۱۲	۳.۲.۴ ماده غیر ذاتی
۱۱۸	۳.۲.۵ الکترونها و حفره ها در چاههای کوانتومی
۱۲۰	۳.۳ تراکم باربرها
۱۲۱	۳.۳.۱ تراز فرمی
۱۲۶	۳.۳.۲ تراکم الکترونها و حفره ها در حالت تعادل
۱۳۲	۳.۳.۳ وابستگی تراکم باربرها به دما
۱۳۵	۳.۳.۴ جبران سازی و خنثایی بار فضا
۱۳۸	۳.۴ رانش باربرها در میدانهای الکتریکی و مغناطیسی
۱۳۸	۳.۴.۱ رسانایی و تحرک
۱۴۳	۳.۴.۲ رانش و مقاومت
۱۴۶	۳.۴.۳ اثر دما و آلایش روی تحرک
۱۴۷	۳.۴.۴ آثار میدان قوی
۱۴۹	۳.۴.۵ اثر هال
۱۵۳	۳.۵ تغییرناپذیری تراز فرمی در حالت تعادل

فصل ۴: باربرهای اضافی در نیمه رساناها

۱۶۱	۴.۱ جذب نوری
۱۶۲	۴.۲ نورافشانی
۱۶۷	۴.۲.۱ نورافشانی فوتونی
۱۶۸	۴.۲.۲ نورافشانی کاتدی
۱۷۲	۴.۲.۳ نورافشانی الکتریکی
۱۷۳	۴.۳ طول عمر باربرها و نور رسانایی
۱۷۴	۴.۳.۱ باز ترکیب مستقیم الکترون ها و حفره ها
۱۷۴	۴.۳.۲ باز ترکیب غیر مستقیم؛ به دام اندازی

۱۸۱	۲.۳.۳ تولید ماندگار باربرها؛ ترازهای شبه فرمی
۱۸۷	۴.۳.۴ قطعات نوررسانا
۱۸۹	۴.۴ نفوذ باربرها
۱۸۹	۴.۴.۱ فرایندهای نفوذ
۱۹۴	۴.۴.۲ نفوذ و رانش باربرها؛ میدانهای داخلی
۱۹۹	۴.۴.۳ نفوذ و بازترکیب؛ معادله پیوستگی
۲۰۱	۴.۴.۴ تزریق پایدار باربرها؛ طول نفوذ
۲۰۶	۴.۴.۵ آزمایش هاینز-شاکلی
۲۱۰	۴.۴.۶ شیب در ترازهای شبه فرمی

۲۱۹	فصل ۵: پیوندها
۲۲۰	۵.۱ ساخت پیوندهای p-n
۲۲۰	۵.۱.۱ پیوندهای رشد داده شده
۲۲۱	۵.۱.۲ پیوندهای آلیاژی
۲۲۲	۵.۱.۳ پیوندهای نفوذی
۲۲۷	۵.۱.۴ کاشت یون
۲۳۳	۵.۲ شرایط تعادل
۲۳۴	۵.۲.۱ پتانسیل اتصال
۲۴۱	۵.۲.۲ ترازهای فرمی در حالت تعادل
۲۴۲	۵.۲.۳ بار قضا در محل پیوند
۲۴۹	۵.۳ گرایش مستقیم و معکوس پیوندها؛ شرایط پایدار
۲۴۹	۵.۳.۱ توصیف کیفی عبور جریان از یک پیوند
۲۵۷	۵.۳.۲ تزریق باربر
۲۶۷	۵.۳.۳ جریان باربرهای اقلیت و اکثریت
۲۷۰	۵.۴ شکست گرایش معکوس

۲۷۲	۵.۴.۱ شکست زنری
۲۷۴	۵.۴.۲ شکست بهمنی
۲۷۷	۵.۵ شرایط گذرا و a-c
۲۷۸	۵.۵.۱ تغییرات زمانی بارهای ذخیره شده
۲۸۳	۵.۵.۲ حالت گذرای بازبایی معکوس
۱۸۷	۵.۵.۳ ظرفیت پیوندهای p-n
۲۹۲	۵.۶ انحرافهایی از نظریه ساده پیوند
۲۹۳	۵.۶.۱ اثر پتانسیل سد روی تزریق باربرها
۲۹۶	۵.۶.۲ باز ترکیب و تولید در ناحیه گذر
۳۰۱	۵.۶.۳ تلفات اهمی
۳۰۲	۵.۶.۴ پیوندهای شیبدار
۳۰۵	۵.۷ پیوندهای فلز-نیمه رسانا
۳۰۵	۵.۷.۱ سدهای شاتکی
۳۰۹	۵.۷.۲ اتصالات یکسو ساز
۳۱۱	۵.۷.۳ اتصالات اهمی
۳۱۳	۵.۷.۴ سدهای شاتکی نمونه
۳۱۵	۵.۸ پیوندهای ناهمگون

۳۳۱	فصل ۶: دیودهای پیوندی p-n
۳۳۲	۶.۱ دیود پیوندی
۳۳۹	۶.۱.۱ یکسوسازها
۳۴۰	۶.۱.۲ دیودهای سوئیچ کننده
۳۴۲	۶.۱.۳ دیود شکستی
۳۴۲	۶.۱.۴ دیود با ظرفیت متغیر (ورکتور)
۳۴۴	۶.۲ دیودهای تونلی

۳۴۴	۶.۲.۱ نیمه‌رسانای دی‌ژنره (تبهگن)
۳۴۵	۶.۲.۲ عملکرد دیود تونلی
۳۴۹	۶.۲.۳ کاربردهای مدارهای
۳۵۰	۶.۳ دیودهای نوری
۳۵۰	۶.۳.۱ جریان و ولتاژ در یک پیوند نورتاییده
۳۵۴	۶.۳.۲ باتریهای خورشیدی
۳۵۹	۶.۳.۳ آشکارسازهای نوری
۳۶۳	۶.۳.۴ نوریز و پهنای باند آشکارسازهای نوری
۳۶۵	۶.۴ دیودهای نورافشان و لیزرها
۳۶۷	۶.۴.۱ مواد نورافشان
۳۷۱	۶.۴.۲ مخابرات تار نوری
۳۷۵	۶.۴.۳ پیوندهای ناهمگون چندلایه برای LEDها

۳۸۵	فصل ۷: ترانزیستورهای پیوندی دو قطبی
۳۸۷	۷.۱ تقویت و سوئیچ کردن
۳۸۷	۷.۱.۱ خط بار
۳۸۹	۷.۱.۲ تقویت
۳۹۰	۷.۱.۳ سوئیچ کردن
۳۹۰	۷.۲ مبانی عملکرد BJT
۳۹۰	۷.۲.۱ انتقال بار در یک BJT
۳۹۵	۷.۲.۲ تقویت با BJTها
۴۰۱	۷.۳ ساخت BJT
۴۰۳	۷.۴ توزیع باربرهای اقلیت و جریان پایه‌های ترانزیستور
۴۰۵	۷.۴.۱ حل معادله نفوذ در منطقه بیس
۴۰۸	۷.۴.۲ محاسبه جریان پایه‌های ترانزیستور

۴۱۱	۷.۴.۳ تقریب جریان پایه‌های ترانزیستور
۴۱۵	۷.۴.۴ نسبت انتقال جریان
۴۱۶	۷.۵ گرایش در حالت کلی
۴۱۷	۷.۵.۱ مدل دیود جفت شده
۴۲۳	۷.۵.۲ تحلیل کنترل بار
۴۲۶	۷.۶ کلید زنی (سوئیچ کردن)
۴۲۸	۷.۶.۱ قطع
۴۳۰	۷.۶.۲ اشباع
۴۳۱	۷.۶.۳ چرخه قطع و وصل
۴۳۳	۷.۶.۴ گذرای وصل
۴۳۶	۷.۶.۵ گذرای قطع
۴۳۸	۷.۶.۶ دیود شاتکی کران‌بند
۴۳۹	۷.۷.۷ مشخصات ترانزیستورهای سوئیچ‌کننده
۴۴۰	۷.۷ آثار ثانویه
۴۴۱	۷.۷.۱ رانش در ناحیه بیس
۴۴۵	۷.۷.۲ باریک شدن بیس
۴۴۷	۷.۷.۳ شکست بهمنی
۴۴۹	۷.۷.۴ سطح تزریق؛ آثار گرمایی
۴۵۱	۷.۷.۵ مقاومت بیس و تجمع در امیتر
۴۵۷	۷.۸ محدودیتهای فرکانسی ترانزیستورها
۴۵۷	۷.۸.۱ ظرفیت و زمانهای شارژ
۴۶۰	۷.۸.۲ اثر زمان‌گذر
۴۶۳	۷.۸.۳ ترانزیستورهای فرکانس بالا
۴۶۵	۷.۹ ترانزیستورهای دوقطبی با پیوند ناهمگون

فصل ۸: ترانزیستورهای اثر میدانی

۴۷۷	۸.۱ FET پیوندی
۴۷۸	۸.۱.۱ تنگش و اشباع
۴۸۰	۸.۱.۲ کنترل گیت
۴۸۲	۸.۱.۳ مشخصه ولتاژ-جریان
۴۸۶	۸.۲ FET فلز-نیمه رسانا
۴۸۹	۸.۲.۱ GaAs MESFET
۴۸۹	۸.۲.۲ ترانزیستورهای با تحرک الکترونی زیاد (HEMT)
۴۹۱	۸.۲.۳ آثار کانال کوتاه
۴۹۵	۸.۳ FET فلز-عایق-نیمه رسانا
۴۹۷	۸.۳.۱ اصول عملکرد
۴۹۸	۸.۳.۲ خازن MOS ایدئال
۵۰۱	۸.۳.۳ آثار سطوح واقعی
۵۱۳	۸.۳.۴ ولتاژ آستانه
۵۱۷	۸.۳.۵ ترانزیستور اثر میدانی MOS
۵۲۰	۸.۳.۶ کنترل ولتاژ آستانه
۵۲۵	۸.۳.۷ اثر گرایش بستر
۵۳۰	۸.۳.۸ آثار ظرفیتی و ترانزیستورهای خود همراستا
۵۳۲	۸.۳.۹ آثار کانال کوتاه
۵۳۶	

فصل ۹: مدارهای مجتمع

۵۴۷	۹.۱ وضعیت فعلی
۵۴۸	۹.۱.۱ مزایای مجتمع سازی
۵۴۹	۹.۱.۲ انواع مدارهای مجتمع
۵۵۲	۹.۱.۳ مدارهای یکپارچه و آمیخته
۵۵۳	

۵۵۶	۹.۲ ساخت مدارهای یکپارچه
۵۵۷	۹.۲.۱ نقاب‌گذاری و آرایش انتخابی
۵۵۹	۹.۲.۲ لیتوگرافی خط-ریز
۵۶۲	۹.۲.۳ عایق‌سازی
۵۶۶	۹.۳ عناصر ادوات یکپارچه
۵۶۶	۹.۳.۱ ترانزیستورهای دو قطبی
۵۶۹	۹.۳.۲ ترانزیستورهای ممزوج
۵۷۴	۹.۳.۳ ترانزیستورهای MOS
۵۸۵	۹.۳.۴ مجتمع‌سازی سایر عناصر مداری
۵۹۳	۹.۴ ادوات انتقال بار
۵۹۳	۹.۴.۱ آثار دینامیکی در خازن‌های MOS
۵۹۵	۹.۴.۲ CCD پایه
۵۹۶	۹.۴.۳ بهبود ساختار پایه
۶۰۱	۹.۴.۴ کاربرد CCDها
۶۰۲	۹.۵ مجتمع‌سازی در مقیاس خیلی وسیع (VLSI)
۶۰۹	۹.۶ آزمایش، پیوندزنی و بسته‌بندی
۶۱۰	۹.۶.۱ آزمایش
۶۱۲	۹.۶.۲ سیم‌بندی
۶۱۷	۹.۶.۳ روشهای تراشه‌واگرد و سرسیم‌میله‌ای
۶۱۹	۹.۶.۴ بسته‌بندی
۶۲۷	فصل ۱۰: لیزرها
۶۲۸	۱۰.۱ گسیل برانگیزی
۶۳۳	۱۰.۲ لیزر یاقوتی
۶۳۳	۱۰.۲.۱ محفظه تشدید

۶۳۵	۱۰.۲.۲ وارونگی جمعیت در یاقوت
۶۳۸	۱۰.۲.۳ لیزرهای با پالس غول‌آسا
۶۴۱	۱۰.۳ سایر سیستمهای لیزر
۶۴۱	۱۰.۳.۱ سیستمهای خاک نادر
۶۴۲	۱۰.۳.۲ لیزرهای گازی
۶۴۵	۱۰.۴ لیزرهای نیمه‌رسانا
۶۴۶	۱۰.۴.۱ وارونگی جمعیت در محل یک پیوند
۶۵۰	۱۰.۴.۲ طیفهای گسیل برای لیزرهای پیوندی p-n
۶۵۲	۱۰.۴.۳ لیزر نیمه‌رسانای پایه
۶۵۳	۱۰.۴.۴ لیزرهای پیوندی ناهمگون
۶۶۰	۱۰.۴.۵ مواد برای لیزرهای نیمه‌رسانا

فصل ۱۱: قطعات سوئیچ کننده p-n-p-n

۶۶۵	۱۱.۱ مکانیزمهای سوئیچ کردن
۶۶۷	۱۱.۱.۱ دیود p-n-p-n
۶۶۸	۱۱.۱.۲ قیاس دوترانزیستوری
۶۷۰	۱۱.۱.۳ تغییر β با تزریق
۶۷۱	۱۱.۱.۴ حالت سدکنندگی مستقیم
۶۷۲	۱۱.۱.۵ حالت هدایت‌کنندگی
۶۷۳	۱۱.۱.۶ مکانیزمهای راه‌اندازی
۶۷۷	۱۱.۲ یک‌سوساز کنترل‌شونده نیمه‌رسانا
۶۷۷	۱۱.۲.۱ کنترل گیت
۶۷۹	۱۱.۲.۲ خاموش کردن SCR
۶۸۱	۱۱.۲.۳ قطعات دوطرفه
۶۸۲	۱۱.۲.۴ ساخت و کاربردها

۶۸۹	فصل ۱۲: قطعات مایکروویو با رسانایی منفی
۶۹۰	۱۲.۱ قطعات زمان‌گذر
۶۹۱	۱۲.۱.۱ دیود IMPATT
۶۹۵	۱۲.۱.۲ دیود QWITT
۶۹۹	۱۲.۱.۳ دیود TRAPATT
۷۰۰	۱۲.۲ اثرگان و قطعات مرتبط با آن
۷۰۱	۱۲.۲.۱ مکانیزم الکترون انتقال یافته
۷۰۵	۱۲.۲.۲ تشکیل و رانش حوزه‌های بارفضا
۷۱۰	۱۲.۲.۳ مدهای عملکرد در مدارهای تشدید
۷۱۷	۱۲.۲.۴ ساخت

پیوستها

۷۲۳	I. تعاریف نمادهای متداول
۷۳۰	II. ثابت‌های فیزیکی و ضرایب تبدیل
۷۳۲	III. ویژگیهای مواد نیمه‌رسانا
۷۳۴	IV. استخراج چگالی حالتها در نوار هدایت
۷۳۹	V. حلالیت جامد ناخالصی‌ها در Si و Ge
۷۴۱	VI. علائم مداری متداول برای قطعات حالت جامد
۷۴۴	VII. واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

پیشگفتار مترجمان

از روزی که بشر موفق به شناسایی و استفاده از ذره بی نهایت کوچک الکترون شد، افق جدیدی به روی علم فیزیک باز شد و تحولات خارق العاده‌ای در اغلب زمینه‌های علمی به وجود آمد. دنیای الکترون‌ها برای انسان تاریک جلوه می‌کرد زیرا خود نمی‌دید که چه اتفاقی برای الکترون روی می‌دهد. از آنجایی که حس کنجکاوی بشر به او حکم می‌کرد که هر پدیده‌ای را تا شناخت کامل آن دنبال کند از اینرو برای شناخت این ذره کوچک نادیدنی که تنها توسط آثارش دیده می‌شد، گامهای زیادی برداشته شد و تجارب زیادی در مورد آن بدست آمد. بشر توانست بیاموزد که اساساً چگونه می‌تواند به کمک یک رشته آثار بیرونی و امواج گسیل شده از مواد یا اثر امواج بر مواد پی به ویژگیهای درونی مواد و ذرات تشکیل دهنده آنها ببرد. امروزه آگاهی بشر در مورد الکترون، نحوه حرکت آن، مقدار جرم و بار الکتریکی، برخورد آن با شبکه‌های بلوری، نیروهای بین اتمی، اثر فوتونها بر الکترون‌ها، تولید فوتون، و... آنقدر زیاد و گسترده است که به سادگی می‌تواند پیچیده‌ترین مسائل مربوط به خصوصیات الکتریکی مواد را پاسخ دهد.

امروزه، الکترونیک به مفهوم به کارگیری هر چه بهتر ویژگیهای الکتریکی مواد در جهت نیل به اهداف بشر است. الکترونیک به پیشرفت در شناسایی فضا، ارتباطات راه دور، مطالعه درون مواد، انتقال اطلاعات، پزشکی، شناسایی باکتریها و ویروسها و... کمک شایانی کرده است. تحقیقات علمی در این زمینه‌ها همچنان ادامه دارد تا نه تنها کاربردهای فعلی بهبود یابند بلکه کاربردهای جدیدی نیز ایجاد شود. بنابراین شناخت بنیادی و اساسی این ذره و سایر ذرات نظیر فوتون برای درک مطالب روزمره الکترونیک و به کارگیری آنها الزامی است.

دانشجویان رشته برق به‌ویژه الکترونیک که وظیفه انتقال این علم به درون جامعه، به‌کارگیری درست سیستمهای الکترونیکی، نوآوری و ابداع پدیده‌های جدید که موجب افزایش دانش بشر در این زمینه‌ها شود را به عهده دارند، لازم است تا این رشته تحصیلی را به‌طور اساسی فراگیرند. برای درک بنیادی مطالب الکترونیک لازم است تا به ابزار این رشته به‌طور کامل مجهز باشیم و این ابزار اساسی همانا فیزیک الکترونیک است که در واقع پایه علم الکترونیک را تشکیل می‌دهد. تحولات در زمینه افزارهای الکترونیکی بسیار زیاد است و مدام در حال تغییر و توسعه می‌باشند. یک روز ترانزیستور دوقطبی مطرح است، امروز افزارهای CMOS و در آینده افزاره دیگری، مطرح می‌شود اما آنچه که به زودی تغییر نخواهد کرد زیربنای علم الکترونیک است که همیشه ماندنی است و ابزاری برای درک و توسعه انواع افزارهای الکترونیکی خواهد بود.

با توجه به این نکات، مترجمان بر آن شدند تا کتابی را در این زمینه به دوستان علم الکترونیک تقدیم کنند. یکی از بهترین کتابهایی که در این زمینه وجود دارد و به عنوان کتاب درسی در اکثر دانشگاههای معتبر جهان تدریس می‌شود و در دانشگاههای ایران نیز به عنوان کتاب مرجع معرفی می‌شود، کتاب بسیار جالب آقای "استریتمن" است. این کتاب به صورت بسیار شیوا و روان مطالب پیچیده را بیان می‌کند که در کمتر کتابی می‌توان مشابه آن را یافت. از این رو ترجمه این کتاب به خوانندگان عزیز تقدیم می‌شود و امید است که مقبول واقع شود.

در مورد نامگذاری کتاب اگر چه ترجمه عنوان کتاب اصلی "ادوات الکترونیکی حالت جامد" است ولی با اجازه مؤلف نام "فیزیک الکترونیک" بر آن نهاده شد زیرا نزد دانشجویان و اهل فن آشناتر و جا افتاده‌تر است.

در پایان از زحمات آقایان سیامک بلدی، ناصر نوروزی و تمام پرسنل دایره چاپ و انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران و نیز تمام کسانی که به‌نحوی در تهیه این کتاب همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌کنیم.

دکتر غلامحسین روئین تن لاهیجی

مهندس سعید صمدی

پیشگفتار مؤلف

این کتاب مقدمه‌ای بر ادوات الکترونیکی حالت جامد برای دانشجویان کارشناسی مهندسی برق، سایر دانشجویان علاقمند و نیز مهندسين و دانشمندان دست‌اندرکار است که دانش آنها از الکترونیک نوین باید به روز درآید. کتاب طوری سازمان‌دهی شده است که دانشجویان با داشتن زمینه‌ای از فیزیک سال دوم دانشگاه به سطحی از آگاهی می‌رسند که توانایی مطالعه متون روز در مورد قطعات و کاربردهای جدید را خواهند داشت.

اهداف: به نظر من، یک دوره کارشناسی در ادوات الکترونیکی دو هدف اساسی را دنبال می‌کند؛ (۱) ارائه درک صحیحی از قطعات موجود برای دانشجویان به گونه‌ای که مطالعات آنها در مورد سیستمها و مدارهای الکترونیکی با معنی باشد؛ و (۲) توسعه ابزارهای اساسی که به کمک آن بعداً بتوانند در باره قطعات و کاربردهای توسعه یافته جدید مطالبی بیاموزند. شاید هدف دوم در دراز مدت اهمیت بیشتری داشته باشد؛ بدیهی است که مهندسين و دانشمندان دست‌اندرکار الکترونیک به طور پیوسته در باره قطعات و فرایندهای جدید در حال آموختن خواهند بود. به این دلیل، سعی بر آن داشته‌ام که اصول مواد نیمه‌رسانا و فرایندهای هدایت در جامدات، که در هنگام تشریح قطعات جدید به کرات استفاده می‌شوند، در کتاب گنجانده شوند. برخی از این مفاهیم اغلب در دوره‌های مقدماتی حذف می‌شوند با این دیدگاه که برای درک مبانی پیوندها و ترانزیستورها ضروری نیستند. من معتقدم که این دیدگاه هدف مهم آماده‌سازی دانشجویان برای شناخت یک قطعه جدید از طریق مطالعه متون روز را نادیده گرفته است. بنابراین در این کتاب بسیاری از مفاهیم و عبارات مورد استفاده در نیمه‌رساناها معرفی شده و به حوزه وسیعی از قطعات ربط داده شده‌اند.

فهرست‌های مطالعاتی: به عنوان یک کمک دیگر در ارائه روشهایی برای مطالعه مستقل، در فهرست مطالعاتی انتهای هر فصل عناوینی را ذکر کرده‌ام که دانشجویان می‌توانند در هنگام مطالعه این کتاب به راحتی آنها را نیز بخوانند. برخی از این عناوین از نشریات ادواری نظیر Scientific American و Physics Today انتخاب شده‌اند که مخصوص ارائه مطالب مقدماتی می‌باشند. سایر عناوین از کتابها و متون تخصصی انتخاب شده‌اند که بررسی کمی‌تری از موضوع را ارائه می‌دهند. انتظار ندارم که دانشجویان تمام عناوین توصیه شده در این فهرستهای مطالعاتی را بخوانند، با این وجود مقداری آشنایی با نشریات ادواری در پایه‌ریزی عادت به تازه کردن آموخته‌ها و خودآموزی مفید است.

مسائل: یکی از کلیدهای موفقیت در فهم مطالب این کتاب کار با مسائلی است که به مرور مفاهیم می‌پردازند. مسائل انتهای هر فصل طوری طرح شده‌اند که به فراگیری مطالب کمک می‌کنند. مسائل مشخص شده با علامت ستاره (*) به منظور حل با کامپیوتر داده شده‌اند. در این مسائل، امکان تغییر پارامترها در یک محدوده وسیع ویژگیهای مهم مواد و قطعات مورد مطالعه را نمایان می‌سازد.

واحدها: در جهت اهداف ذکر شده در بالا، مثالها و مسائل بر حسب واحدهای متداول مورد استفاده در متون نیمه‌رساناها بیان شده‌اند. سیستم اصلی واحدها به طور معتدل MKS است، هرچند اغلب از cm به عنوان یک واحد طول مناسب استفاده می‌شود. به طور مشابه الکترون-ولت (eV) اغلب به جای ژول (J) برای اندازه‌گیری انرژی الکترونها به کار می‌رود.

شیوه بیان مطالب: در ارائه مطالب این کتاب در سطوح کارشناسی، فرد باید مواردی را پیش‌بینی کند که استفاده از عبارتی نظیر "می‌توان نشان داد..." لازم می‌شود. این امر همواره دلسردکننده است؛ از سوی دیگر، راه جایگزین این است که مطالعه قطعات حالت جامد تا دوره کارشناسی ارشد که در آنجا می‌توان از مکانیک آماری، نظریه کوانتمی و دیگر زمینه‌های پیشرفته آزادانه استفاده کرد، به تأخیر انداخته شود. چنین تأخیری منجر به کار دقیق‌تر روی موضوعهای معین می‌شود. ولی در عین حال سبب

می شود که دانشجویان دوره کارشناسی از لذت مطالعه برخی قطعات بسیار هیجان انگیز محروم شوند.

مباحث کتاب شامل بررسی مشروح هم نیمه رساناهای سیلیسی و هم نیمه رساناهای مرکب III-V است تا اهمیت روزافزون آنها در کاربردهای الکترونیک نوری و قطعات سریع را منعکس کند. عناوینی چون پیوندهای ناهمگون، تطبیق شبکه‌ای با استفاده از آلیاژهای سه تایی و چهار تایی، تغییر شکاف نوار با ترکیب آلیاژ و تونل زنی تشدیدی از طریق چاههای کوانتی به حوزه بحث افزوده شده‌اند. قطعات سیلیسی از ترکیبها عقب نمانده و به پیشرف شگفت انگیز خود ادامه می دهند. مباحث مربوط به ساختارهای FET و مدارهای مجتمع سیلیسی این پیشرفتها را منعکس می سازند. پوشش دادن تمام قطعات جدید که فقط در مجلات و کنفرانسها انجام پذیر است، هدف من نبوده است. بلکه قطعاتی را برای بحث انتخاب کرده‌ام که به شکل گسترده‌ای اصول مهم را توضیح می دهند.

چهار فصل اول کتاب زمینه لازم در مورد طبیعت نیمه رساناها و فرایندهای هدایت در جامدات را فراهم می سازند. معرفی مختصری از مفاهیم کوانتی برای دانشجویانی که قبلاً این زمینه را از دوره‌های دیگر نداشته‌اند، گنجانده شده است (فصل ۲). فصلهای ۵ و ۶ پیوند p-n و برخی از کاربردهای آن را شرح می دهند. فصلهای ۷ و ۸ با مبانی عملکرد ترانزیستور سروکار داشته و فصل ۹ این مبانی را در مدارهای مجتمع به کار می گیرد. فصلهای ۱۰ تا ۱۲ کاربرد نظریه پیوندها و فرایندهای هدایت را در لیزرها، قطعات سوئیچ کننده و ادوات مایکروویو را نشان می دهند. تمام قطعات ذکر شده در کتاب در الکترونیک امروزی مهم هستند؛ به علاوه یادگیری در باره این قطعات می تواند یک تجربه لذت بخش و سودمند باشد. امیدوار هستم این کتاب این نوع تجربه را برای خوانندگان خود به همراه داشته باشد.

قدردانی‌ها: این کتاب به میزان زیادی از توصیه‌ها و پیشنهادات ارائه شده از سوی دانشجوین و مدرسان در ویرایشهای پیشین سود برده است. خوانندگان کتاب توصیه‌های سخاوتمندانه‌ای داشته‌اند که در شکل گرفتن نگارش حاضر ارزشمند بوده

است. من به اشخاص یاد شده در مقدمه ویرایشهای پیشین که در به وجود آوردن کتاب سهم به سزایی داشته‌اند، مدیون می‌مانم. به ویژه نیک هالونیاک^(۱) که پیوسته یک منبع اطلاعات و الهام‌بخش در همه ویرایشها بوده است. همچنین از همکارانم در دانشگاه تگزاس در آستین به خاطر مساعدتهای خاص خود تشکر می‌کنم. به ویژه سانجای بانرجی^(۲)، جو کمپل^(۳)، راس دویوئیس^(۴)، دیم - لی کونگ^(۵)، جک لی^(۶)، کریستین مازیار^(۷)، دین نیکریک^(۸) و آل تاش^(۹). همچنین به دانشجویان کارشناسی ارشد خود در این دوره زمانی که به جمع‌آوری مطالب برای این ویرایش کمک کردند مدیون هستم. به ویژه تام بلاک^(۱۰)، اندی کمپل^(۱۱)، گستری کروک^(۱۲)، دان دودابالاپور^(۱۳)، کریگ فارلی^(۱۴)، سوزان فاکسورث^(۱۵) و کیوان صدرا^(۱۶). بسیاری دیگر از دانشجویان دانشگاه تگزاس - آستین همکاری مفیدی داشته‌اند، به ویژه گرت اکاموتو^(۱۷)، ویجای کزان^(۱۸)، مارک سامرویل^(۱۹) و اکی ستیونو^(۲۰). سرانجام از شرکتها و سازمانهای متعدد ذکر شده در شرح عکسها به خاطر در اختیار گذاشتن سخاوتمندانه عکسها و تصاویر قطعات و فرایندهای ساخت تشکر می‌کنم.

بن. جی. استریتمن

1 - Nick Holonyak

2 - Sanjay Banerjee

3 - Joe Campbell

4 - Russ Dupuis

5 - Dim - Lee Kwong

6 - Jack Lee

7 - Christine Maziar

8 - Dean Neikrik

9 - Al Tasch

10 - Tom Block

11 - Andy Campbell

12 - Gentry Crook

13 - Dan Dodabalapur

14 - Craig Farley

15 - Susan Foxworth

16 - Kayvan Sadra

17 - Garrett Okamoto

18 - Vijay Kesan

19 - Mark Somerville

20 - oky Setiono