

دانشکده مهندسی برق (پردیس و لنجک)

Faculty of Electrical Engineering



دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده مهندسی برق (الکترونیک - مخابرات)

درس الکترونیک نوری

تمرین سری هجدهم

کارشناسی ارشد مهندسی برق

گرایش افزاره های میکرو و نانو الکترونیک

نام دانشجو

سید محمد سجادی

استاد درس

دکتر کامبیز عابدی

آذر 1403

**سوال:** ویژگی های سوپرلتی نسبت به MQW چه خواهد بود؟

**پاسخ:**

### سوپرلتی (Superlattice):

- ساختاری شامل لایه های نازک متناوب از دو یا چند ماده مختلف نیمه رسانا است که ضخامت هر لایه معمولاً در مقیاس نانومتر است. مثال: لایه های متناوب  $AlAs$  و  $GaAs$
- تمام لایه ها می توانند هم ضخامت باشند و طراحی شان بیشتر برای تغییر خواص الکترونیکی مانند تحرک الکترون یا ایجاد ساختارهای نوین باند انرژی استفاده می شود.
- طراحی برای ایجاد تغییر در باند انرژی مواد و افزایش تحرک الکترون ها. این ساختار برای مواردی مثل ترانزیستورهای پرسرعت و تحقیق در فیزیک مواد استفاده می شود.
- در این ساختار، حامل های بار (الکترون ها و حفره ها) می توانند در کل لایه ها حرکت کنند، اما حرکت آن ها به دلیل پدیده ای به نام تونل زنی اصلاح می شود. **نتیجه:** خواص باند انرژی (مانند پهنای باند) تغییر می کند.

- ترانزیستورهای پرسرعت ( $High\ Electron\ Mobility\ Transistors - HEMTs$ )
- حسگرهای حساس به دما
- بهبود رسانایی مواد

### MQW (چاه کوانتومی چند گانه):

- نوع خاصی از سوپرلتی است که شامل تعدادی چاه کوانتومی (لایه های نازک با باند گپ کوچک تر) است که با سدهای کوانتومی (لایه های با باند گپ بزرگ تر) جدا شده اند. مثال:  $GaAs$  (چاه) بین لایه های  $AlGaAs$  (سد).
- تمرکز اصلی بر وجود چاه ها و سدهای کوانتومی است. ضخامت چاه و سد دقیقاً تنظیم می شود تا الکترون ها در چاه ها محبوس شوند و رفتار کوانتومی خاصی داشته باشند.
- طراحی برای افزایش بهره نوری و تنظیم طول موج های خاص. بیشتر در دستگاه های اپتوالکترونیک مانند لیزرهای دیودی، آشکارسازها و مدولاتورهای نوری استفاده می شود.
- در اینجا، الکترون ها و حفره ها در لایه های چاه کوانتومی محبوس می شوند و این محبوس شدن باعث ایجاد حالت های انرژی گسسته (مشابه اتم ها) می شود. **نتیجه:** رفتار نوری و گسیل نور خاص ایجاد می شود.

- لیزرهای نیمه‌رسانا
- آشکارسازهای مادون قرمز
- مدولاتورهای نوری
- سلول‌های خورشیدی پیشرفته

### جمع بندی :

سوپرلتی: تمرکز بر مهندسی باند انرژی و خواص الکترونیکی کلی مواد.

*MQW*: تمرکز بر محبوس کردن حامل‌ها در چاه‌ها برای خواص نوری و کوانتومی خاص.

هر دو ساختار با توجه به نیاز کاربردی طراحی می‌شوند، اما *MQW* بیشتر در دستگاه‌های نوری و سوپرلتی در تحقیق و توسعه مواد نیمه‌رسانا و ترانزیستورها به کار می‌رود.

😊 شاد باشید