

Heteroestructuras y circuitos integrados

Torres García Jesús Israel

Las heteroestructuras y los circuitos integrados han contribuido sobremanera al desarrollo del mundo tecnológico y al mejoramiento de la vida cotidiana. Son innumerables las aplicaciones en las que son partícipes fundamentales, desde aparatos tecnológicos dedicados a la investigación científica rigurosa hasta objetos electrónicos de uso diario.

Se le llama heteroestructura a la unión de dos semiconductores distintos, de manera que la composición química del sistema en conjunto cambie con la posición (normalmente a lo largo de un eje). La forma más simple de “heteroestructura” es la cohesión de los dos materiales semiconductores diferentes en lo que es conocido como una “heterounión”. La mayoría de los dispositivos contienen combinaciones de múltiples heterouniones, por lo que su descripción más general es lo que da lugar al término heteroestructura¹. Al fabricarlas se necesita llegar a un equilibrio eléctrico entre ambos semiconductores, generando un flujo de portadores de carga que alinee los niveles de la energía de Fermi de cada uno y que finalmente den lugar a un desalineamiento por parte de las bandas de conducción y de valencia de los semiconductores. Esta discontinuidad en las bandas se puede interpretar como un pozo de potencial que mantiene a los electrones y huecos confinados “cuánticamente” en la región activa. Entonces, la genialidad de éstas estructuras recae en que las concentraciones de electrones y huecos (la densidad de portadores de carga que estudiamos en clase) son mucho más grandes que las que se presentan cuando, por ejemplo, se insertan impurezas en un semiconductor. La mayoría de las

¹ “Heterostructure and Quantum Well Physics” por Frensley William
<https://www.utdallas.edu/~frensley/technical/hetphys.pdf> Se consultó el 4 jun. 2017

heteroestructuras usadas actualmente consisten de uniones semiconductoras entre GaSb y InAs, soluciones sólidas de GaAs con $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$; así como de uniones de aleaciones de Si con $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$.

Los avances científicos que se han propiciado por el desarrollo de heteroestructuras, entre otros, han permitido que la era de la miniaturización tecnológica haya visto la luz en forma de circuitos integrados o microcircuitos que reúnen todas las componentes básicas que requiere un circuito electrónico: resistores, capacitores, semiconductores y transistores; sustituyendo las conexiones alámbricas por capas de aluminio² y mejorando su funcionalidad al emplear elementos compuestos por diferentes tipos de semiconductores. De esta manera se ha logrado progresar en varias áreas de la física del estado sólido; por ejemplo, haciendo alusión al análisis detallado que se hizo durante el curso del modelo de gas de electrones libre en las estructuras cristalinas, cabría mencionar que estos avances en materia de semiconductores han contribuido de manera importante a la investigación de las propiedades de gases bidimensionales que se forman en las interfases de las heterouniones.

Gracias a las ventajas que las heteroestructuras proveen al permitir controlar el movimiento de los portadores de carga en los semiconductores se han aprovechado de manera más eficaz las propiedades de éstos últimos y se ha logrado disponer de circuitos electrónicos variados y eficientes que han desembocado en la creación de un sinfín de aparatos y aplicaciones, como los LED, el perfeccionamiento de técnicas para el crecimiento de cristales sobre otros cristales, etc. Todo esto favorece el desarrollo de la era tecnológica actual que sin lugar a dudas beneficia significativamente al progreso de la humanidad.

² "Premio Nobel en Ciencias 2000: Física". Avance y Perspectiva vol. 20. Enero-Febrero 2001. <http://www.fis.cinvestav.mx/~mlira/AYP2037.pdf> Se consultó el 5 jun. 2017