



Ramón Díaz de León
XE2PNC

Circuitos integrados flexibles con base en transistores de películas delgadas

El uso de transistores fabricados con tecnología de películas delgadas en aplicaciones de pantallas de cristal líquido lleva algunos 30 años. La clave en el avance de los transistores con tecnología de películas delgadas, comparados con los tradicionales basados en silicio semiconductor complementados con óxido metálico (transistor CMOS por sus siglas en inglés) radica en la capacidad de ser fabricados en grandes sustratos (que por su grosor resultan ser flexibles) con relativo bajo costo por unidad de área y su procesado a bajas temperaturas, haciéndolos apropiados para aplicaciones más allá de pantallas flexibles, pues pueden adecuarse a cualquier superficie permitiendo el desarrollo de tecnologías como el “internet de las cosas” (IOT por sus siglas en inglés) y la electrónica en la ropa (wearable electronics).

Pero, ¿qué son los transistores de películas delgadas? Son componentes electrónicos fabricados con una combinación específica de materiales, unos sobre otros o unos a lado de otros que en total cubren el rango de fracciones de nanómetro hasta varios micrómetros de espesor, sin necesidad de ser colocados en sustratos rígidos o voluminosos. Para darnos una idea de estos grosores, un cabello humano mide alrededor de 100 micras, por lo tanto el nivel de escala equivaldría a una lámina de radiografía contra un edificio de varios pisos. Intente usted doblar el acetato de la radiografía e intente lo mismo con el edificio y comprenderá porqué es posible hacer flexible estos transistores.

Actualmente la tecnología dominante en aplicaciones de estos transistores es la de interruptores integrados en los píxeles (puntos luminosos en monitores de celulares y computadoras) y amplificadores en paneles de pantalla plana. La competencia en la electrónica de consumo propicia una demanda cada vez mayor de resolución en esos dispositivos y un menor consumo energético además de nuevas características y hasta formas geométricas (como las pantallas curvas) por lo que la miniaturización, además de operaciones que al mismo tiempo tengan la capacidad de emitir luz y de llevar operaciones de cálculo integradas en el mismo espacio físico, empieza a relegar la clásica tecnología basada en sustratos de silicio rígido.

Como dato histórico relevante, el primer microprocesador de película delgada (y por mucho el más complejo construido hasta el momento con esta tecnología) fue dado a conocer en el año 2005 y estaba compuesto de alrededor de 32 mil transistores y poseía una frecuencia de reloj de 40Hz (sí, sólo 40 oscilaciones por segundo!) y con una capacidad de bus de 8 bits. Naturalmente, y comparado con los microprocesadores tradicionales de la época, no representaba competencia alguna. Hoy en día, estos microprocesadores, más de 10 años después poseen una velocidad de 2.1 kHz con capacidad para realizar cien mil operaciones por segundo, suficiente para operaciones de interfaz humano máquina donde, por su naturaleza en velocidad de respuesta los sentidos humanos, es más que suficiente.

Por lo pronto, la ahora llamada vieja tecnología CMOS (Silicio complementado con óxido metálico) coexistirá con los transistores de película delgada hasta que algunos aspectos técnicos tanto de su fabricación así como de sus limitantes en velocidad de transición o las dificultades para llevar a cabo operaciones booleanas complementarias (la llamada lógica negativa) sean resueltas y permitan la transición completa a las películas delgadas.

Parte del contenido de este boletín fue tomado y adaptado de “The development of flexible integrated circuits based on thin-film transistors”, autor: Kris Myny, Revista: Nature Electronics Vol. 1 año 2018.

