

Aunque no nos demos cuenta estamos rodeados por lo que posiblemente sea el invento más revolucionario de los últimos 50 años.

Está en los aparatos de televisión y sonido, en relojes, coches, teléfonos, semáforos y en casi todos los electrodomésticos de la cocina. De hecho la mayoría de aparatos eléctricos de hoy en día usan uno.

El aparato en cuestión es por supuesto el chip de silicio. Hacer estas extraordinarias mentes electrónicas en miniatura es uno de los trabajos más complejos que nunca se han hecho.

Así que cómo lo hacen: Texas, E.E.U.U. es el lugar de nacimiento de un milagro en miniatura, el chip de silicio, en Sherman, treinta kilómetros al norte de Dallas, se encuentran las instalaciones de la fábrica MEMC. Donde se producen las láminas de silicio que son la base de todos los microchips modernos. El silicio tiene propiedades especiales, porque es lo que se llama, un semiconductor, eso significa que dependiendo de cómo sea tratado, el silicio puede conducir o bloquear la corriente eléctrica. Es esta propiedad lo que lo hace perfecto como soporte para los millones de diminutos transistores necesarios para hacer un microprocesador moderno.

Existe un problema, el cual es que como los transistores son tan pequeños, la base de silicio sobre la que descansan tiene que ser totalmente perfecta. Llevó décadas perfeccionar el proceso de producción del silicio con una estructura monocristalina perfecta. Se empieza con silicio policristalino o polisilicio que se calienta a 1,420°C dentro de un horno especial sellado, este horno se purga con gas argón para eliminar el aire. El lago de silicio fundido que se obtiene se hace girar en un crisol, entonces se introduce un cristal de silicio para que actúe como semilla, éste cristal tiene las dimensiones y la forma de un lápiz y gira en la dirección contraria, mientras el silicio policristalino fundido se va enfriando el cristal que actúa como semilla se va separando a razón de un milímetro y medio por minuto.

El resultado es un solo cristal de silicio que pesa unos doscientos kilogramos y tiene un diámetro de unos 200 milímetros. El cristal es tan fuerte que soporta todo su peso con un solo hilo de tres milímetros de espesor. Pero es muy quebradizo y hay que contarlo sin que se quiebre. Así que tras varias pruebas con productos químicos y rayos-x para comprobar su pureza y orientación molecular se mete en una cortadora lonchas de silicio. Una sierra de cable de diez toneladas usa una red de cables muy delgados que se mueven muy rápidamente para producir obleas de silicio que tienen solo dos tercios de milímetro de espesor y una pureza del 99.999999%. Una vez cortado quedan marcas microscópicas en la superficie, así que hay que pulirlas mediante un proceso llamado labrado.

Pero incluso después de pasar por una moderna pulidora, las láminas no están suficientemente lisas, así que hay que pulirlas otra vez, ahora mediante un proceso químico, el resultado son obleas de silicona con una superficie de rugosidad inferior a 0.1 nanómetro. Ya completamente pulidas, ahora están listas para empezar con el diseño del circuito. Colocar millones de transistores sobre estas pequeñas láminas es el trabajo que hacen los fabricantes de chips como Texas Instruments, en 1958 el inventor del circuito integrado Jack Kirby consiguió poner un solo transistor en su diseño. Hoy en día, la última generación usa casi mil millones de transistores y según la ley de Moore ese número se duplica cada dos años, pero cuantos más intentan poner en cada diseño más pequeño tiene que ser el transistor.

Trabajar a tal escala microscópica representa un gran problema para los fabricantes de microchips. Cuando un transistor tiene una anchura de solo una diez milésima parte de milímetro, la mínima partícula de polvo puede causar el equivalente electrónico a un descarrilamiento. El proceso de fabricación se lleva a cabo en una habitación limpia con casi 18,000 metros cuadrados. Gracias a 12,000 toneladas de equipos de aire acondicionado el aire de esta habitación es mil veces más limpio que el de un quirófano.

Para tener una idea de la limpieza de esta habitación el simple hecho de caminar produce unos 5 millones de partículas por minuto. Para evitar que los trabajadores que producen polvo aún sin saberlo sean una fuente de contaminación, existen máquinas que mueven los paquetes de obleas a través del complicado proceso de construcción.

El problema central es miniaturizar los diseños complejos para imprimirlos luego en las láminas. Eso se consigue mediante un proceso llamado fotolitografía. Primero se cubre la lámina con productos químicos fotosensibles que se endurecen al exponerlos a la luz ultravioleta. En habitaciones oscuras se hace pasar la luz a través de una imagen del diseño y luego a través de una lente para miniaturizarla y finalmente sobre la lámina. Cuando se quita el producto químico el diseño permanece como si de una imagen fotográfica se tratara. Pero para colocar todos los componentes sobre la lámina hay que hacerlo capa a capa como los pisos de un rascacielos en miniatura.

Para completar el trabajo hacen que las láminas completen el mismo ciclo hasta 40 veces repitiendo el proceso de grabado fotográfico para cada nueva capa. Algunas capas se calientan a alta temperatura, otras se someten a ráfagas de plasma ionizado, otras se bañan en metales, cada tipo de tratamiento cambia las

propiedades de una capa determinada y poco a poco forma parte del rompecabezas construyendo el diseño del chip.

Las láminas terminadas de silicio llevan hasta mil microchips diferentes y más de cuatro billones de componentes de circuito. Ahora solo hay que cortar y recortar y el largo camino entre ser arena y una placa de circuito habrá terminado. Lo que antes era un montón de arena casi sin ningún valor, ahora puede cambiar de manos, y también puede calcular los mil primeros decimales del número pi en un abrir y cerrar de ojos. El poeta metafísico William Blake afirmó que podía haber un mundo en un grano de arena. Pero si mirara otra vez hoy estaría mucho más sorprendido al descubrir mil millones de diminutos transistores.

Preparar el chip para su instalación en la tarjeta es una operación delicada y de precisión. Los científicos crearon el primer ordenador en 1937 pero sólo sabía álgebra. El primer ordenador multiusos se creó en 1946 y era tan grande como 20 refrigeradores. En los años 50's los transistores sustituyeron a los voluminosos tubos de vacío, después los circuitos integrados sustituyeron a los transistores pero el mayor avance llegó en 1971 con los microprocesadores. Todos los componentes de un minúsculo chip hacen posible el ordenador personal actual.

Todo comienza con un cuadrado de cerámica llamado sustrato, sobre él irá el microchip. Una máquina aplica a la superficie del sustrato una capa de fundente, un agente químico que lo deja pegajoso y que sujetará el microchip hasta que esté soldado. Se coloca un microchip sobre cada sustrato. Una luz infrarroja guía a la máquina para colocar el chip en el lugar correcto. Se toma una muestra de la cadena de montaje para verificar la posición con un microscopio. El siguiente paso es la soldadura, en un horno a 365°, el calor funde las diminutas gotas de estaño del chip uniéndolo al sustrato, a continuación se prepara todo para soldar una tapa de aluminio sobre cada microchip, la tapa tiene dos funciones, proteger el chip y disipar el calor que éste genere.

Un brazo robótico toma cuatro tapas de cada vez y las coloca sobre los microchips. A continuación pasan al horno de soldadura donde estarán durante una hora a 150°C. El siguiente paso es crear las conexiones eléctricas que conectarán el microprocesador con la tarjeta electrónica del ordenador. Todo comienza con unas diminutas piezas cilíndricas de estaño llamadas columnas, un cedazo gigante hace vibrar las columnas mediante succión hasta que caen por los agujeros y se alinean de forma vertical para que puedan unirse al sustrato.

Una máquina extiende una gruesa pasta adhesiva y después pega las columnas desde abajo. Se coloca el chip que lleva el sustrato sobre las columnas empastadas. El resultado es un microchip con mil conexiones. Para conseguir más conexiones se usan bolas de estaño en lugar de columnas porque éstas son más robustas y fiables también ellas pasan a través de un cedazo de succión, solo que en lugar de pasta se pegan con fundente, el mismo agente químico pegajoso que se utilizó antes para fijar el microchip sobre el sustrato.

El microchip una vez terminado pasa por un baño de agua y disolventes para eliminar cualquier sobrante de fundente o contaminantes.

La última parada es el control de calidad que incluye 12 horas en un horno a 140°C. Desde aquí el microprocesador pasa a otra fábrica donde lo soldaran a una tarjeta electrónica, el pequeño cerebro ya está listo para ponerse a trabajar.